

# 半導体電力変換システム及び装置に対する 安全要求事項－第1部：一般事項

JIS C 62477-1 : 2017

(IEEJ/JSA)

(2022 確認)

平成 29 年 10 月 20 日 制定

日本工業標準調査会 審議

(日本規格協会 発行)

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されています。

2019年7月1日の法改正により名称が変わりました。

まえがきを除き、本規格中の「日本工業規格」を「日本産業規格」に読み替えてください。

C 62477-1 : 2017

日本工業標準調査会標準第二部会 電気技術専門委員会 構成表

	氏名	所属
(委員会長)	大崎 博之	東京大学
(委員)	青柳 恵美子	公益社団法人日本消費生活アドバイザー・コンサルタント・相談員協会
	岩本 光正	東京工業大学
	上原 京一	IEC/ACTAD エキスパート（株式会社東芝）
	加藤 正樹	一般財団法人電気安全環境研究所
	木戸 啓人	電気事業連合会
	熊田 亜紀子	東京大学
	酒井 祐之	一般社団法人電気学会
	下川 英男	一般社団法人電気設備学会
	高村 里子	全国地域婦人団体連絡協議会
	前田 育男	IEC/ACOS エキスパート（IDEA 株式会社）
	山田 美佐子	千葉県消費者センター

---

主 務 大 臣：経済産業大臣 制定：平成 29.10.20

官 報 公 示：平成 29.10.20

原案作成者：一般社団法人電気学会

（〒102-0076 東京都千代田区五番町 6-2 HOMAT HORIZON ビル TEL 03-3221-7201）

一般財団法人日本規格協会

（〒108-0073 東京都港区三田 3-13-12 三田 MT ビル TEL 03-4231-8530）

審議部会：日本工業標準調査会 標準第二部会（部会長 大崎 博之）

審議専門委員会：電気技術専門委員会（委員会長 大崎 博之）

この規格についての意見又は質問は、上記原案作成者又は経済産業省産業技術環境局 国際電気標準課（〒100-8901 東京都千代田区霞が関 1-3-1）にご連絡ください。

なお、日本工業規格は、工業標準化法第15条の規定によって、少なくとも5年を経過する日までに日本工業標準調査会の審議に付され、速やかに、確認、改正又は廃止されます。

## 目 次

	ページ
序文	1
1 適用範囲	1
2 引用規格	2
3 用語及び定義	6
4 危険防止措置	16
4.1 一般事項	16
4.2 故障及び異常状態	16
4.3 短絡及び過負荷保護	17
4.4 感電に対する保護	20
4.5 電気エネルギーによる危険からの保護	47
4.6 火災及び熱の危険からの保護	48
4.7 機械的危険に対する保護	55
4.8 複数電源をもつ機器	57
4.9 環境ストレスに対する保護	57
4.10 音圧に対する保護	58
4.11 配線及び接続	58
4.12 きょう体	61
5 試験の要求事項	66
5.1 一般事項	66
5.2 試験仕様	69
6 情報及び表示に対する要求事項	98
6.1 一般事項	98
6.2 選択のための情報	100
6.3 設置及び試運転のための情報	101
6.4 使用のための情報	104
6.5 保守のための情報	106
附属書 A (規定) 感電保護についての追加情報	107
附属書 B (参考) 汚損度の低減	124
附属書 C (参考) この規格で引用している安全に関する図記号	125
附属書 D (規定) 空間距離及び沿面距離の測定	126
附属書 E (参考) 空間距離の標高補正	132
附属書 F (規定) 30 kHz を超える周波数の電圧に対する空間距離及び沿面距離	133
附属書 G (参考) 円形導体の断面積	138
附属書 H (参考) RCD の適合性	139
附属書 I (参考) 過電圧カテゴリの低減例	142

C 62477-1 : 2017 目次

	ページ
附属書 J (参考) やけどの可能性がある温度	148
附属書 K (参考) 電気化学電位表	151
附属書 L (参考) 接触電流の測定に用いる測定器	152
附属書 M (参考) 危険な箇所への接触に対する保護の試験に使用する近接プローブ	153
附属書 N (参考) 短絡電流に関する指針	155
参考文献	165
附属書 JA (参考) JIS と対応国際規格との対比表	168
解 説	176

## まえがき

この規格は、工業標準化法第12条第1項の規定に基づき、一般社団法人電気学会（IEEJ）及び一般財團法人日本規格協会（JSA）から、工業標準原案を具して日本工業規格を制定すべきとの申出があり、日本工業標準調査会の審議を経て、経済産業大臣が制定した日本工業規格である。

この規格は、著作権法で保護対象となっている著作物である。

この規格の一部が、特許権、出願公開後の特許出願又は実用新案権に抵触する可能性があることに注意を喚起する。経済産業大臣及び日本工業標準調査会は、このような特許権、出願公開後の特許出願及び実用新案権に関わる確認について、責任はもたない。

(3)

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されています。

2019年7月1日の法改正により名称が変わりました。

まえがきを除き、本規格中の「日本工業規格」を「日本産業規格」に読み替えてください。

C 62477-1 : 2017

白 紙

(4)

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されています。

2019年7月1日の法改正により名称が変わりました。

まえがきを除き、本規格中の「日本工業規格」を「日本産業規格」に読み替えてください。

日本工業規格

JIS

C 62477-1 : 2017

# 半導体電力変換システム及び装置に対する 安全要求事項－第1部：一般事項

Safety requirements for power electronic converter systems and equipment  
—Part 1: General

## 序文

この規格は、2012年に第1版として発行された IEC 62477-1 及び Amendment 1 (2016) を基とし、日本の電源系統及び国内関連規格に合わせるため、技術的内容を変更して作成した日本工業規格である。ただし、追補 (amendment) については、編集し、一体とした。

なお、この規格で側線又は点線の下線を施してある箇所は、対応国際規格を変更している事項である。  
変更の一覧表にその説明を付けて、**附属書 JA** に示す。

## 1 適用範囲

この規格は、定格電圧が交流 1 000 V 以下又は直流 1 500 V 以下の半導体電力変換システム (PECS: power electronic converter system) 及び装置、並びにそれらに用いられる半導体電力変換及び半導体電力開閉のためのコンポーネントについて規定する。電力変換を主目的として、それらに用いられる制御、保護、監視及び計測の機器にも適用できる。

**注記 1** 電気設備に関する技術基準を定める省令において、低圧は交流 600 V 以下、直流は 750 V 以下と規定している。

**注記 2** JIS C 60364 規格群及び JIS Z 9290-4 を適用することを考慮することが望ましい。JIS C 60364 規格群以外の基準 (“電気設備の技術基準の解釈” の第 3 条～第 217 条に従う在来電気設備規定、以下、在来電気設備規定という。) を適用する設備に設置する PECS においては、その基準との整合を考慮する必要がある。

次の製品規格を作成するとき、この規格を引用規格として用いてもよい。

- 可変速駆動システム (PDS)
- 無停電電源装置及びシステム (UPS)
- 低電圧直流安定化電源

PECS に対して製品規格がない場合、この規格は、その PECS に対して安全上の最小要求事項を規定する。

この規格は、IEC Guide 104 に従って、太陽光発電、風力発電、潮力発電、波力発電、燃料電池又は類似のエネルギー源による発電に用いる半導体電力変換システム及び装置に対する製品群安全規格に位置づけられる。

IEC Guide 104 によれば、製品専門委員会が製品規格を作成する場合、適用できる基本安全規格及び／又は製品群安全規格があるときは、製品専門委員会はそれらの規格を用いなければならない。

**注記 3 IEC Guide 104** によれば、製品規格が存在する製品においては、製品群安全規格より製品規格を優先する。半導体電力変換システムの製品規格としては、**JIS C 4411-1, JIS C 4412-1, JIS C 4412-2 及び JIS C 61800-5-1** が存在する。

この規格は、次の事項を規定する。

- PECS 及び装置の安全に関する共通用語
- PECS 内の相互に関連する部分の、安全上の協調に関する最低要求事項
- PEC (半導体電力変換器：power electronic converters) を組み込んだ製品の半導体電力変換器部分の最低安全要求事項に関する共通の基本事項
- 使用、動作時並びに特に記載した場合は点検及び保守時の、火災、感電、熱、エネルギー及び機械的な危険のリスクを軽減するための要求事項
- 相互接続されたユニットで構成されたシステム又は独立したユニットであるかどうかにかかわらず、製造業者が指定する方法で機器の設置、運用及び保守を行うプラグ接続機器及び恒久接続形機器におけるリスクを軽減するための最低要求事項

この規格は、次の事項には適用しない。

- 電気通信装置の電源装置以外の部分
- **JIS C 0508** 規格群などで規定している機能安全
- 鉄道及び電気自動車の電気機器及びシステム

**注記 4** この規格の対応国際規格及びその対応の程度を表す記号を、次に示す。

**IEC 62477-1:2012, Safety requirements for power electronic converter systems and equipment—Part**

**1: General 及び Amendment 1:2016 (MOD)**

なお、対応の程度を表す記号“MOD”は、**ISO/IEC Guide 21-1**に基づき、“修正している”ことを示す。

## 2 引用規格

次に掲げる規格は、この規格に引用されることによって、この規格の規定の一部を構成する。これらの引用規格のうちで、西暦年を付記してあるものは、記載の年の版を適用し、その後の改正版（追補を含む。）は適用しない。西暦年の付記がない引用規格は、その最新版（追補を含む。）を適用する。

**JIS C 0366** 建築電気設備の電圧バンド

**注記** 対応国際規格：**IEC 60449, Voltage bands for electrical installations of buildings (IDT)**

**JIS C 0617** 規格群 電気用図記号

**注記** 対応国際規格：**IEC 60617 (all parts), Graphical symbols for diagrams**

**JIS C 0920** 電気機械器具の外郭による保護等級（IP コード）

**注記** 対応国際規格：**IEC 60529, Degrees of protection provided by enclosures (IP Code) (IDT)**

**JIS C 0922:2002** 電気機械器具の外郭による人体及び内部機器の保護－検査プローブ

**注記** 対応国際規格：**IEC 61032:1997, Protection of persons and equipment by enclosures—Probes for verification (IDT)**

**JIS C 2134:2007** 固体絶縁材料の保証及び比較トラッキング指数の測定方法

**注記** 対応国際規格：**IEC 60112:2003, Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials (IDT)**

**JIS C 2143-4-1** 電気絶縁材料－熱的耐久性－第4-1部：劣化処理オーブン－シングルチャンバオーブ

ン

注記 対応国際規格:IEC 60216-4-1, Electrical insulating materials—Thermal endurance properties—Part 4-1: Ageing ovens—Single-chamber ovens (IDT)

**JIS C 8201-7-1** 低圧開閉装置及び制御装置—第7部：補助装置—第1節：銅導体用端子台

注記 対応国際規格:IEC 60947-7-1, Low-voltage switchgear and controlgear—Part 7-1: Ancillary equipment—Terminal blocks for copper conductors (MOD)

**JIS C 8201-7-2** 低圧開閉装置及び制御装置—第7-2部：補助装置—銅導体用保護導体端子台

注記 対応国際規格:IEC 60947-7-2, Low-voltage switchgear and controlgear—Part 7-2: Ancillary equipment—Protective conductor terminal blocks for copper conductors (MOD)

**JIS C 8285** 工業用プラグ、コンセント及びカプラ

注記 対応国際規格:IEC 60309-1, Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes—Part 1: General requirements (MOD)

**JIS C 60050-161:1997** EMCに関するIEV用語

注記 対応国際規格:IEC 60050-161, International Electrotechnical Vocabulary. Chapter 161: Electromagnetic compatibility (IDT)

**JIS C 60050-551:2005** 電気技術用語—第551部：パワーエレクトロニクス

注記 対応国際規格:IEC 60050-551, International Electrotechnical Vocabulary—Part 551: Power electronics (MOD)

**JIS C 60068-2-2** 環境試験方法—電気・電子—第2-2部：高温（耐熱性）試験方法（試験記号:B）

注記 対応国際規格:IEC 60068-2-2, Environmental testing—Part 2-2: Tests—Test B: Dry heat (IDT)

**JIS C 60068-2-6** 環境試験方法—電気・電子—第2-6部：正弦波振動試験方法（試験記号:Fc）

注記 対応国際規格:IEC 60068-2-6, Environmental testing—Part 2-6: Tests—Test Fc: Vibration (sinusoidal) (IDT)

**JIS C 60068-2-52** 環境試験方法—電気・電子—塩水噴霧（サイクル）試験方法（塩化ナトリウム水溶液）

注記 対応国際規格:IEC 60068-2-52, Environmental testing—Part 2: Tests—Test Kb: Salt mist, cyclic (sodium, chloride solution) (IDT)

**JIS C 60068-2-68** 環境試験方法—電気・電子—砂じん（塵）試験

注記 対応国際規格:IEC 60068-2-68, Environmental testing—Part 2: Tests—Test L: Dust and sand (IDT)

**JIS C 60068-2-78** 環境試験方法—電気・電子—第2-78部：高温高湿（定常）試験方法（試験記号: Cab）

注記 対応国際規格:IEC 60068-2-78, Environmental testing—Part 2-78: Tests—Test Cab: Damp heat, steady state (IDT)

**JIS C 60364-1** 低圧電気設備—第1部：基本的原則、一般特性の評価及び用語の定義

注記 対応国際規格:IEC 60364-1, Low-voltage electrical installations—Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions (IDT)

**JIS C 60364-4-41:2010** 低圧電気設備—第4-41部：安全保護—感電保護

注記 対応国際規格:IEC 60364-4-41:2005, Low-voltage electrical installations—Part 4-41: Protection for safety—Protection against electric shock (IDT)

**JIS C 60364-4-44** 低圧電気設備－第4-44部：安全保護－妨害電圧及び電磁妨害に対する保護

**注記** 対応国際規格：**IEC 60364-4-44**, Low-voltage electrical installations—Part 4-44: Protection for safety—Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances (IDT)

**JIS C 60664-1:2009** 低圧系統内機器の絶縁協調－第1部：基本原則、要求事項及び試験

**注記** 対応国際規格：**IEC 60664-1:2007**, Insulation coordination for equipment within low-voltage systems—Part 1: Principles, requirements and tests (IDT)

**JIS C 60664-3:2009** 低圧系統内機器の絶縁協調－第3部：汚損保護のためのコーティング、ポッティング及びモールディングの使用

**注記** 対応国際規格：**IEC 60664-3:2003**, Insulation coordination for equipment within low-voltage systems—Part 3: Use of coating, potting or moulding for protection against pollution (IDT)

**JIS C 60664-4:2009** 低圧系統内機器の絶縁協調－第4部：高周波電圧ストレスの考慮

**注記** 対応国際規格：**IEC 60664-4:2005**, Insulation coordination for equipment within low-voltage systems—Part 4: Consideration of high-frequency voltage stress (IDT)

**JIS C 60695-2-10** 耐火性試験－電気・電子－第2-10部：グローワイヤ／ホットワイヤ試験方法－グローワイヤ試験装置及び一般試験方法

**注記** 対応国際規格：**IEC 60695-2-10**, Fire hazard testing—Part 2-10: Glowing/hot-wire based test methods—Glow-wire apparatus and common test procedure (IDT)

**JIS C 60695-2-11:2016** 耐火性試験－電気・電子－第2-11部：グローワイヤ／ホットワイヤ試験方法－最終製品に対するグローワイヤ燃焼性指数（GWEPT）

**注記** 対応国際規格：**IEC 60695-2-11:2014**, Fire hazard testing—Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods—Glow-wire flammability test method for end-products (GWEPT) (IDT)

**JIS C 60695-2-13** 耐火性試験－電気・電子－第2-13部：グローワイヤ／ホットワイヤ試験方法－材料に対するグローワイヤ着火温度指数（GWIT）

**注記** 対応国際規格：**IEC 60695-2-13**, Fire hazard testing—Part 2-13: Glowing/hot-wire based test methods—Glow-wire ignition temperature (GWIT) test method for materials (IDT)

**JIS C 60695-10-2** 耐火性試験－電気・電子－第10-2部：異常発生熱－ボールプレッシャー試験方法

**注記** 対応国際規格：**IEC 60695-10-2**, Fire hazard testing—Part 10-2: Abnormal heat—Ball pressure test method (IDT)

**JIS C 60695-11-10** 耐火性試験－電気・電子－第11-10部：試験炎－50W試験炎による水平及び垂直燃焼試験方法

**注記** 対応国際規格：**IEC 60695-11-10**, Fire hazard testing—Part 11-10: Test flames—50 W horizontal and vertical flame test methods (IDT)

**JIS C 60695-11-20** 耐火性試験－電気・電子－第11-20部：試験炎－500W試験炎による燃焼試験方法

**注記** 対応国際規格：**IEC 60695-11-20**, Fire hazard testing—Part 11-20: Test flames—500 W flame test methods (IDT)

**JIS C 60721-3-3** 環境条件の分類 環境パラメータとその厳しさのグループ別分類 屋内固定使用の条件

**注記** 対応国際規格：**IEC 60721-3-3**, Classification of environmental conditions—Part 3-3: Classification of groups of environmental parameters and their severities—Stationary use at weatherprotected locations (IDT)

**JIS C 60721-3-4 環境条件の分類 環境パラメータとその厳しさのグループ別分類 屋外固定使用の  
条件**

**注記** 対応国際規格：**IEC 60721-3-4**, Classification of environmental conditions—Part 3: Classification of  
groups of environmental parameters and their severities — Section 4: Stationary use at  
non-weatherprotected locations (IDT)

**JIS K 7241 発泡プラスチックー小火炎による小試験片の水平燃焼特性の求め方**

**注記** 対応国際規格：**ISO 9772**, Cellular plastics—Determination of horizontal burning characteristics of  
small specimens subjected to a small flame (IDT)

**JIS Z 8736-1 音響－音響インテンシティによる騒音源の音響パワーレベルの測定方法－第1部：離散  
点による測定**

**注記** 対応国際規格：**ISO 9614-1**, Acoustics—Determination of sound power levels of noise sources using  
sound intensity—Part 1: Measurement at discrete points (IDT)

**JIS Z 9101 安全色及び安全標識－産業環境及び案内用安全標識のデザイン通則**

**注記** 対応国際規格：**ISO 3864-1**, Graphical symbols—Safety colours and safety signs—Part 1: Design  
principles for safety signs and safety markings

**IEC 60050-111:1996**, International Electrotechnical Vocabulary—Chapter 111: Physics and chemistry

**IEC 60050-151:2001**, International Electrotechnical Vocabulary—Part 151: Electrical and magnetic devices

**IEC 60050-191:1990**, International Electrotechnical Vocabulary. Chapter 191: Dependability and quality of  
service

**IEC 60050-441:1984**, International Electrotechnical Vocabulary. Switchgear, controlgear and fuses

**IEC 60050-442:1998**, International Electrotechnical Vocabulary—Part 442: Electrical accessories

**IEC 60050-601:1985**, International Electrotechnical Vocabulary. Chapter 601: Generation, transmission and  
distribution of electricity—General

**IEC 60364-5-54:2011**, Low-voltage electrical installations—Part 5-54: Selection and erection of electrical  
equipment—Earthing arrangements and protective conductors

**IEC 60417**, Graphical symbols for use on equipment

**IEC 60730-1**, Automatic electrical controls for household and similar use—Part 1: General requirements

**IEC/TR 60755**, General requirements for residual current operated protective devices

**IEC 60949**, Calculation of thermally permissible short-circuit currents, taking into account non-adiabatic  
heating effects

**IEC 60990:1999**, Methods of measurement of touch current and protective conductor current

**IEC 61180:2016**, High-voltage test techniques for low-voltage equipment—Definitions, test and procedure  
requirements, test equipment

**IEC Guide 104:2010**, The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group  
safety publications

**ISO 3746**, Acoustics—Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using  
sound pressure—Survey method using an enveloping measurement surface over a reflecting plane

**ISO 7000**, Graphical symbols for use on equipment—Registered symbols

**ISO 7010**, Graphical symbols—Safety colours and safety signs—Registered safety signs

**ANSI/ASTM E84**, Standard test method for surface burning characteristics of building materials

**ASTM E162.** Standard test method for surface flammability of materials using a radiant heat energy source

### 3 用語及び定義

この規格で用いる主な用語及び定義は、**JIS C 60050-161:1997**, **JIS C 60050-551:2005**, **JIS C 60664-1:2009**,  
**IEC 60050-111:1996**, **IEC 60050-151:2001**, **IEC 60050-191:1990**, **IEC 60050-441:1984**, **IEC 60050-442:1998**  
及び**IEC 60050-601:1985**によるほか、次による。

表1は、用語の箇条番号をその英語でのアルファベット順とした用語一覧表である。ただし、**3.66**以降  
は追補1で追加されたものであり、順不同である。

表1-用語一覧表（アルファベット順）

用語番号	用語	用語番号	用語
3.1	近接回路 (adjacent circuit)	3.37	保護クラス I (の機器) (protective class I)
3.2	基礎絶縁 (basic insulation)	3.38	保護クラス II (の機器) (protective class II)
3.3	基本保護 (basic protection)	3.39	保護クラス III (の機器) (protective class III)
3.4	試運転試験 (commissioning test)	3.40	保護接地, PE [protective earthing (PE)]
3.5	判定電圧クラス, DVC [decisive voltage class (DVC)]	3.41	保護接地導体 (PE conductor)
3.6	二重絶縁 (double insulation)	3.42	保護インピーダンス (protective impedance)
3.7	DVC As	3.43	保護遮蔽 [(electrically) protective screening]
3.8	DVC Ax	3.44	保護分離 [(electrically) protective separation]
3.9	絶縁破壊 (electrical breakdown)	3.45	半導体電力変換器, PEC [power electronic converter (PEC)]
3.10	(電気) 絶縁 [(electrical) insulation]	3.46	半導体電力変換システム, PECS [power electronic converter system (PECS)]
3.11	(半導体) (電力) 変換 [(electronic) (power) conversion]	3.47	強化絶縁 (reinforced insulation)
3.12	きょう体 (enclosure)	3.48	立入制限区域 (restricted access area)
3.13	強化保護 (enhanced protection)	3.49	ルーチン試験 (routine test)
3.14	期待寿命 (expected lifetime)	3.50	抜取試験 (sample test)
3.15	特別低電圧, ELV [extra-low voltage (ELV)]	3.51	SELV (システム) [SELV (system)]
3.16	故障保護 (fault protection)	3.52	短絡バックアップ保護 (short circuit backup protection)
3.17	外部接続端子 (field wiring terminal)	3.53	単純分離 (simple separation)
3.18	防火きょう体 (fire enclosure)	3.54	単一故障状態 (single fault condition)
3.19	機能絶縁 (functional insulation)	3.55	驚がく (愕) 反応 (startle reaction)
3.20	危険充電部 (hazardous-live-part)	3.56	付加絶縁 (supplementary insulation)
3.21	設備 (installation)	3.57	サーボ防護デバイス, SPD [surge protective device (SPD)]
3.22	充電部 (live part)	3.58	システム (system)
3.23	低電圧, LV [low voltage (LV)]	3.59	システム電圧 (system voltage)
3.24	主電源 (mains supply)	3.60	短時間過電圧 (temporary overvoltage)
3.25	筋収縮反応 [muscular reaction (inability to let go)]	3.61	接触電流 (touch current)
3.26	非主電源 (non-mains supply)	3.62	形式試験 (type test)
3.27	開放形 (open type)	3.63	心室細動 (ventricular fibrillation)
3.28	出力短絡電流 (output short circuit current)	3.64	動作電圧 (working voltage)
3.29	PELV (システム) [PELV (system)]	3.65	等電位ボンディング区域 (zone of equipotential bonding)
3.30	恒久接続形 (機器) [permanently connected (equipment)]	3.66	条件付短絡電流 (conditional short-circuit current)
3.31	タイプ A プラグ接続形機器 (pluggable equipment type A)	3.67	電流制限保護デバイス (current limiting protective device)
3.32	タイプ B プラグ接続形機器 (pluggable equipment type B)	3.68	必要最小推定短絡電流 (minimum required prospective short-circuit current)
3.33	ポート (port)	3.69	過電流保護デバイス, OCPD (overcurrent protective device)
3.34	パワー半導体デバイス (power semiconductor device)	3.70	ピーク耐電流 (peak withstand current)
3.35	推定短絡電流 (prospective short-circuit current)	3.71	短絡保護デバイス, SCPD (short-circuit protective device)
3.36	保護等電位ボンディング (protective-equipotential-bonding)	3.72	短時間耐電流 (short time withstand current)

### 3.1

#### 近接回路 (adjacent circuit)

対象としている回路から機能絶縁、単純分離又は保護分離された隣接回路。

### 3.2

#### 基礎絶縁 (basic insulation)

感電防止のための基本保護として危険充電部に適用する絶縁。

(IEC 60050-195:1998, 195-06-06, 修正)

### 3.3

#### 基本保護 (basic protection)

故障がない条件における感電防止のための保護。

(IEC 60050-195:1998, 195-06-01)

### 3.4

#### 試運転試験 (commissioning test)

設置及び動作が正常であることを証明するために、デバイス又は機器に対して現地で実施する試験。

(IEC 60050-411:1996, 411-53-06, 修正)

### 3.5

#### 判定電圧クラス、DVC [decisive voltage class (DVC)]

感電に対する保護方法及び回路間の絶縁要求事項を決定するために用いる、電圧範囲のクラス。

### 3.6

#### 二重絶縁 (double insulation)

基礎絶縁及び付加絶縁の二つで構成する絶縁。

(IEC 60050-826:2004, 826-12-16, 修正)

### 3.7

#### DVC As

DVC Ax のいずれかから指定する、接触しても安全な電圧クラス。

### 3.8

#### DVC Ax

DVC As として指定する DVC A, DVC A1, DVC A2 又は DVC A3 のいずれかの DVC の値を表す記号。

### 3.9

#### 絶縁破壊 (electrical breakdown)

放電によって絶縁が完全に橋絡し、電極間の電圧がほぼゼロに低下する電気的ストレスによる絶縁の破壊。

(JIS C 60664-1:2009, 3.20, 修正)

### 3.10

#### (電気) 絶縁 [(electrical) insulation]

空間距離、沿面距離、固体絶縁又はそれらの組合せによる回路間又は導電性部分間の電気的分離。

### 3.11

#### (半導体) (電力) 変換 [(electronic) (power) conversion]

パワー半導体デバイスを用いて、電力系統の特性を実質的な電力損失なしに変える作用。

**注記** 電気的特性とは、例えば、電圧、電流、周波数（直流を含む。）、位相、相数及び波形をいう。

(JIS C 60050-551:2005, 551-11-02, 修正)

### 3.12

きょう体 (enclosure)

用途に対応した保護等級で、適切な形態の収納体。

**注記** この規格は、**JIS C 0920**によるきょう体に対する要求事項だけでなく、機械的衝撃及び環境からの影響に対する追加の要求事項も規定する。追加要求事項の目的は、製造業者によって指定された環境条件の下で基本保護を備える性能をきょう体が確実にもつようすることである。

(IEC 60050-195:1998, 195-02-35)

### 3.13

強化保護 (enhanced protection)

二つの独立した保護手段によって行う保護と同等以上の信頼性をもつ保護。

### 3.14

期待寿命 (expected lifetime)

その期間内であれば、定格運転条件において、仕様で定められた性能特性で運転することができる設計上の寿命。

### 3.15

特別低電圧、ELV [extra-low voltage (ELV)]

**JIS C 0366**で規定するバンドIの電圧限度値以下の電圧。

**注記1** **JIS C 0366**では、バンドIを交流実効値50V以下及び直流120V以下として定義している。  
ほかの製品専門委員会では、異なる電圧値でELVを定義していることがある。

**注記2** この規格では、感電防止のための保護は判定電圧クラスによって異なる。

(IEC 60050-826:2004, 826-12-30, 修正)

### 3.16

故障保護 (fault protection)

单一故障状態においても感電しないようにするための保護。

**注記** 低電圧の設備、システム及び機器にあっては、故障保護は、一般的に主として基礎絶縁が故障したときの保護として**JIS C 60364-4-41**で用いる、間接接触保護に相当する。

(IEC 60050-195:1998, 追補1:2001, 195-06-02)

### 3.17

外部接続端子 (field wiring terminal)

外部導体をPECSに接続するための端子。

### 3.18

防火きょう体 (fire enclosure)

機器内からの火炎が外部に拡大しないようにするためのきょう体。

### 3.19

機能絶縁 (functional insulation)

回路を正常に機能させるための、回路内の導電性部分相互間の絶縁。感電防止のための絶縁ではない。

**注記** 機能絶縁は、感電防止を目的としてはいないが、発火の可能性は減らす。

### 3.20

危険充電部 (hazardous-live-part)

10

C 62477-1 : 2017

ある状態の下で危険な感電を生じるおそれがある充電部。

(IEC 60050-195:1998, 195-06-05)

3.21

設備 (installation)

少なくとも PECS を含む機器又は機器群。

3.22

充電部 (live part)

正常動作時に課電する導体又は導電性部分。中性線導体を含むが、保護接地導体又は保護接地中性線は  
含まない。

**注記 1** 課電するとは、必ずしも感電の危険があるということではない。

**注記 2** 保護接地中性線とは中性線及び保護接地導体の機能を一つの導体で兼用するもの(PEN導体)。

(IEC 60050-195:1998, 195-02-19, 修正)

3.23

低電圧, LV [low voltage (LV)]

通常、上限値が交流 1 000 V 又は直流 1 500 V である配電に用いる電圧。

**注記** 国内では、“電気設備に関する技術基準を定める省令”によって交流 600 V 以下又は直流 750 V  
以下が“低圧”と規定されている。

(IEC 60050-601:1985, 601-01-26, 修正)

3.24

主電源 (mains supply)

低電圧交流配電系統から直接供給される電源。

3.25

筋収縮反応 [muscular reaction (inability to let go)]

高い電圧に接触したときに不随意の筋肉収縮を引き起こし、接触部から離脱できなくなる現象。接触部  
から離脱する反応である驚がく(愕)反応は、含まない。

(IEC/TR 60479-5:2007, 3.3.2, 修正)

3.26

非主電源 (non-mains supply)

主電源から直接給電されるのではない電源。例えば、変圧器で主電源から絶縁して供給される電源、又  
は低電圧交流配電系統に直接接続されていない蓄電池、発電機、若しくは類似の電源で供給される電源。

3.27

開放形 (open type)

危険に対して保護するきょう体又はアセンブリに組み込まれる製品。

3.28

出力短絡電流 (output short circuit current)

インピーダンスが無視できる導体で出力が短絡されたときに、PECS の出力に流れる電流の実効値又は  
直流値。

3.29

PELV (システム) [PELV (system)]

次のいずれの状態においても電圧が特別低電圧以下である電気システム。

- 正常動作状態
- ほかの電気回路における地絡故障を除く、单一故障状態

**注記** PELV は、保護特別低電圧 (protective extra low voltage) の略語である。  
(IEC 60050-826:2004, 826-12-32)

### 3.30

#### 恒久接続形（機器） [permanently connected (equipment)]

ねじ端子又はそれと同等の信頼性がある方法で建築設備に配線される機器。

### 3.31

#### タイプ A プラグ接続形機器 (pluggable equipment type A)

非工業用プラグ及びコンセント若しくは機器用カプラ又はその両方によって主電源に接続される機器。

### 3.32

#### タイプ B プラグ接続形機器 (pluggable equipment type B)

JIS C 8285 に適合した工業用プラグ及びコンセント若しくは機器用カプラ又はその両方によって主電源に接続される機器。

### 3.33

#### ポート (port)

電磁エネルギー若しくは信号を授受する、又は機器若しくはネットワークの変数を観測若しくは測定するための、機器又はネットワークの入出力。

(IEC 60050-131:2002, 131-12-60)

### 3.34

#### パワー半導体デバイス (power semiconductor device)

電力変換に用いる半導体デバイス。

### 3.35

#### 推定短絡電流 (prospective short-circuit current)

インピーダンスが無視できる導体で PECS の電源ポートの端子が短絡したときに流れる電流の実効値。

(IEC 61439-1:2011, 3.8.7, 修正, “ASSEMBLY” を “PECS” に置き換えた。)

### 3.36

#### 保護等電位ボンディング (protective-equipotential-bonding)

安全（例えば、感電防止の保護）を目的とした等電位ボンディング。

(IEC 60050-195:1998, 195-01-15, 修正)

### 3.37

#### 保護クラス I (の機器) (protective class I)

感電防止保護を基礎絶縁だけとしないで、追加の安全対策として可触導電性部分を設備の固定配線にある保護接地導体に接続し、基礎絶縁に故障が発生しても可触導電性部分が課電状態になることがないようとした機器。

### 3.38

#### 保護クラス II (の機器) (protective class II)

感電防止保護を基礎絶縁だけとしないで、付加絶縁又は強化絶縁のような追加の安全対策を施し、保護接地又は設備の状況に応じた対策を必要としない機器。

12

C 62477-1 : 2017

### 3.39

#### 保護クラス III (の機器) (protective class III)

電源電圧を DVC Ax (又は条件によっては DVC B) とすることによって感電防止保護を行い、かつ、内部で DVC Ax (B) の電圧を超える電圧が発生することがない及び保護接地を不要とした機器。

**注記** 他の規格では、保護クラス III は、電源電圧を ELV とした機器と規定している。

### 3.40

#### 保護接地、PE [protective earthing (PE)]

故障発生時の感電防止保護のためのシステム又は機器の接地。

### 3.41

#### 保護接地導体 (PE conductor)

安全対策として機器内の主保護接地端子を建築電気設備内の接地点に接続するための、建築電気設備配線又は電力供給ケーブルの導体。

### 3.42

#### 保護インピーダンス (protective impedance)

通常の使用状態だけでなく予想される故障状態においても、接触電流が安全値以下に制限される値をもつようにして危険充電部と可触導電性部分との間に接続され、かつ、機器が寿命になるまでその能力を維持するように構成されたインピーダンス。

(IEC 60050-442:1998, 442-04-24, 修正)

### 3.43

#### 保護遮蔽 [(electrically) protective screening]

直接又は保護等電位ボンディングを介して、保護接地導体に接続した導体遮蔽板を間に配置することによって施される危険充電部からの回路の分離。

### 3.44

#### 保護分離 [(electrically) protective separation]

電気回路間の次のいずれかによる分離。

- 二重絶縁
- 基礎絶縁及び保護遮蔽
- 強化絶縁

(IEC 60050-195:1998, 追補 1:2001, 195-06-19)

### 3.45

#### 半導体電力変換器、PEC [power electronic converter (PEC)]

半導体電力変換を行うための信号、計測及び制御回路並びにその他の必要な部分を含めた、半導体電力変換を行う機器又は部分。

### 3.46

#### 半導体電力変換システム、PECS [power electronic converter system (PECS)]

他の機器と連携して動作する一つ以上の半導体電力変換器。

### 3.47

#### 強化絶縁 (reinforced insulation)

二重絶縁と同等な感電防止の保護レベルをもつ危険充電部の絶縁。

(JIS C 60664-1:2009, 3.17.5)

### 3.48

#### 立入制限区域 (restricted access area)

当該組織において許可された電気熟練者及び電気技能者だけに、立入りが許可された区域。

**注記 1** 電気熟練者とは、電気が引き起こす危険を認識し、その危険を回避できるように教育を受け、かつ、経験を積んだ者をいう。

**注記 2** 電気技能者とは、電気が引き起こす危険を認識し、かつ、その危険を回避できるように電気熟練者から指導又は監督されている者をいう。

(IEC 60050-195:1998, 195-04-04, 修正)

### 3.49

#### ルーチン試験 (routine test)

所定の判定基準を満たすことを確認するために、製造中又は製造後に個々の機器に対して行う試験。

**注記** 常規試験ともいう。

(IEC 60050-411:1996, 411-53-02, 修正)

### 3.50

#### 抜取試験 (sample test)

製品ロットの中から無作為に抜き出した複数個の機器に対して行う試験。

### 3.51

#### SELV (システム) [SELV (system)]

次のいずれの状態においても電圧が特別低電圧以下である電気システム。

- 正常使用状態
- 他の電気回路における地絡故障を含む、单一故障状態

**注記** SELV は、安全特別低電圧 (safety extra-low voltage) の略語である。

(IEC 60050-826:2004, 826-12-31, 修正)

### 3.52

#### 短絡バックアップ保護 (short circuit backup protection)

システム又は機器の保護デバイスが、短絡故障を除去できなかつたときに動作する保護。

### 3.53

#### 単純分離 (simple separation)

電気回路間又は電気回路と大地電位部との間の基礎絶縁だけによる分離。

(IEC 60050-826:2004, 826-12-28, 修正)

### 3.54

#### 单一故障状態 (single fault condition)

この規格で規定している危険の原因となり得る故障が一つ発生した状態。

**注記 1** 単一故障状態の発生に起因して他の故障が発生する場合は、それらの故障をまとめて单一故障状態と考える。

**注記 2** 危険の例には感電、火災、エネルギーによる危険、機械的な危険、音圧などがある。

### 3.55

#### 驚がく（愕）反応 (startle reaction)

高い電圧に接触したときに不随意の筋肉収縮を引き起こし、接触部から離脱する現象。

(IEC/TR 60479-5:2007, 3.3.1, 修正)

14

C 62477-1 : 2017

### 3.56

#### 付加絶縁 (supplementary insulation)

故障保護のために基礎絶縁に追加して施した独立した基礎絶縁と同等の絶縁。

(JIS C 60664-1:2009, 3.17.3, 修正)

**注記** 基礎絶縁及び付加絶縁とは、感電防止のためにそれぞれ単純分離を行うように設計した別々の  
絶縁である。

### 3.57

#### サージ防護デバイス, SPD [surge protective device (SPD)]

サージ電圧を制限及びサージ電流を分流する非線形抵抗器を内蔵するデバイス。

**注記** SPD は、接続端子をもった完成品である。

(JIS C 5381-11:2014, 3.1.1)

### 3.58

#### システム (system)

相互に関連した、及び／又は相互に接続された独立した要素の集合体。

**注記** システムは、通常、例えば、指定された機能を達成するといった、与えられた目的を達する視点で定義されている。“系統”は、“system”の訳語であり、この規格では、通常“系統”と呼ぶ場合も“システム”と表記する。

### 3.59

#### システム電圧 (system voltage)

絶縁要求事項を決めるために用いる電圧。

**注記** システム電圧の詳細は、4.4.7.1.6を参照。

### 3.60

#### 短時間過電圧 (temporary overvoltage)

比較的持続時間が長い、商用周波数の過電圧。

(JIS C 60664-1:2009, 3.7.1)

### 3.61

#### 接触電流 (touch current)

電気設備又は電気機器の接触可能部分に触れたときに、人体又は動物の体に流れる電流。

(IEC 60050-826:2004, 826-11-12)

### 3.62

#### 形式試験 (type test)

機器に対して、指定の仕様を満たしていることを示すために行われる試験。

(IEC 60050-811:1991, 811-10-04)

### 3.63

#### 心室細動 (ventricular fibrillation)

心臓の心室が小刻みに震える現象。心不全に至る場合がある。

**注記** 心室細動では、血液を全身に送ることができなくなる。

(IEC 60050-891:1998, 891-01-16)

### 3.64

#### 動作電圧 (working voltage)

定格電源条件（偏差は、なしとする。）において、最悪の動作条件のときに回路中又は絶縁した導体間で設計上生じる電圧。

**注記** 動作電圧は、通常は直流又は交流のいずれかである。実効値及び繰返しピーク電圧の両方を用いる。

### 3.65

等電位ボンディング区域 (zone of equipotential bonding)

同時に可触導電性部分の間で危険電圧が生じることのないように、それらを全て電気的に接続した区域。

**注記** 等電位ボンディングするために各部分を接地する必要はない。

### 3.66

条件付短絡電流,  $I_{cc}$  (conditional short-circuit current)

指定されたタイプの短絡保護デバイスを用いて PECS を保護する前提で、PECS の製造業者が指定する、電源から流れ得る推定短絡電流の実効値。

**注記 1** 図 N.1 を参照。

**注記 2** 電源は主電源でも非主電源でもよい。

**注記 3** 試験時に供給電源からの電流を指定された  $I_{cc}$  以上にする。

(IEC 61439-1:2011, 3.8.10.4, 修正, PECS に用いるために定義を変更した。)

### 3.67

電流制限保護デバイス (current limiting protective device)

推定電流値のピーク値より十分に低い値に電流を制限する保護要素。電流制限保護デバイスには、指定の電流範囲及び動作範囲がある。

**注記** 電流制限デバイスは、通常、限流ヒューズ又は限流形回路遮断器を指す。IEC 60050-441:1984, 441-18-10 参照。

### 3.68

必要最小推定短絡電流,  $I_{cp, mr}$  (minimum required prospective short-circuit current)

故障時に、安全かつ確実に停止させるために、電源から供給されなければならない最小の短絡電流の実効値。この値は、指定されたタイプの短絡保護デバイスを用いて PECS を保護する前提で、PECS の製造業者が指定し、指定の条件で試験される。

### 3.69

過電流保護デバイス, OCPD (overcurrent protective device)

指定の時間、あらかじめ指定された電流値を超えた場合に、回路を遮断するデバイス。

(IEC 60050-826:2004, 826-14-14, 修正, “conductor” を削除した。)

### 3.70

ピーク耐電流,  $I_{pk}$  (peak withstand current)

指定の条件下で損傷させずに流すことができる、PECS 製造業者が指定する短絡電流のピーク値で、電流及び時間で定義する。

**注記 1** この規格の目的から  $I_{pk}$  は非対称な推定試験電流の最初のピーク値。

**注記 2** 時間としては、50 Hz 又は 60 Hz のサイクル数を使用してもよい。

(IEC 61439-1:2011, 3.8.10.2, 修正, PECS に用いるために定義を変更した。)

### 3.71

短絡保護デバイス, SCPD (short-circuit protective device)

短絡電流を遮断することによって回路又は回路部品を保護するデバイス。

**注記** 短絡保護デバイスは短絡に対する保護だけで、過負荷保護には適切ではない。OCPD は SCPD の機能を含んでもよい。

(IEC 61439-1:2011, 3.1.11, 修正, 注記を追加)

### 3.72

**短時間耐電流,  $I_{ew}$**  (short time withstand current)

指定した条件の下で耐えることができる、PECS 製造業者が指定する短時間電流の実効値で、電流及び時間で定義する。

(IEC 61439-1:2011, 3.8.10.3, 修正, “ASSEMBLY” を “PECS” に置き換えた。)

## 4 危険防止措置

### 4.1 一般事項

この箇条では、PECS の期待寿命の期間において、その設置時、通常動作時及び保守時の安全性を確保するための PECS の設計及び構造に関する最低限の要求事項を規定する。また、予見可能な誤使用による危険を最小限に抑えることも考慮している。

この規格を引用規格として用いる製造業者及び製品専門委員会は、PECS の中の何に対してこの規格を適用し評価しているかを明確に示さなければならない。この規格は、最低限、PEC 並びにその電源及び負荷との接続部分に適用しなければならない。

危険に対する保護は、この規格で定義している通常及び单一故障状態で維持しなければならない。

この規格と同等の安全基準を規定している製品規格に適合しているコンポーネントに対しては、評価を別に実施する必要はない。同等の製品規格のないコンポーネント又はコンポーネントのアセンブリに対しては、この規格の要求事項に従って試験しなければならない。

この規格を引用規格として用いる製品専門委員会は、IEC Guide 104:2010 の 7.3 によることが望ましい。

PECS を指定の補助機器と一緒に用いることを意図している場合は、その機器がそれぞれの機器の安全性に影響しないことを示さなければ、安全性の評価及び試験は、この補助機器を含んで行わなければならない。

### 4.2 故障及び異常状態

設備が他の危険防止手段を備え、PECS に附属する取扱説明書（据付説明書）にそれらの手段を説明している場合を除き、危険につながる故障状態又はコンポーネント故障を生じさせる、動作モード又は動作シーケンスを回避するように PECS を設計しなければならない。この箇条の要求事項は、該当する異常動作状態にも適用する。

特定のコンポーネント（絶縁システムを含む。）の故障が危険を引き起こすかどうかを判定するために、回路の分析又は試験を実施する。

**4.2 のコンポーネントには、絶縁システム、ポートなどを含む。**

この分析は、コンポーネント又は絶縁（機能、基礎、付加など）の故障によって次のような危険が生じる場合も含めて行う。

- **4.4.2** に基づく判定電圧の決定に影響を及ぼす
- 次のいずれかの要因による感電のリスク
  - **4.4.3** に基づく基本保護の劣化
  - **4.4.4** に基づく故障保護の劣化

- **4.5**に基づくエネルギーに関する危険のリスク
- **4.6**に基づく火災による炎、燃焼粒子又は溶融金属の飛散のリスク
- **4.6**に基づく高温による熱的な危険のリスク
- **4.7**に基づく機械的な危険のリスク
- **4.3**に基づく電磁力及び熱的な危険のリスク

**注記** この規格は化学的な危険に対する保護への要求事項は規定しない。製品専門委員会又は製造業者は、自製品に当てはまるときは、これに対して検討することが望ましい。

分析又は試験には、コンポーネントにおける回路の短絡及び開放状態の影響を含めなければならない。分析によってコンポーネントの故障が危険を生じないことを実証できる場合を除いて、試験しなければならない。適合性については**5.2.4.6**の試験による。

コンポーネントの評価は、PECSが期待寿命の間に受ける、次のような想定ストレスに基づかなければならない。ただし、次だけとは限らない。

- **4.9**に規定する気候及び機械的な条件（温度、湿度、振動など）
- **4.4.7**に規定する電気特性（想定インパルス電圧、動作電圧、短時間過電圧など）
- **4.4.7**に規定するミクロ環境（汚損度、湿度など）

関連製品規格に基づいて信頼性を評価したコンポーネントは、PECSの設計条件を全て満足する条件でコンポーネントを試験していれば、これらの要求事項を満たしているとみなし、それ以上の評価は必要ない。

**4.4.7.4**及び**4.4.7.5**によって設計された、コンポーネントを含むプリント配線板（PWB：Printed Wiring Board）上の機能絶縁、基礎絶縁、二重絶縁及び強化絶縁に対する空間距離及び沿面距離は、これらの要求事項を満たしているとみなし、それ以上の評価は必要ない。

**4.4.7.4**及び**4.4.7.5**の空間距離及び沿面距離を満足しないPWB上の機能絶縁及びPWB上に取り付けられたコンポーネントのリード間は、**4.4.7.7**の要求事項を満足しなければならない。

変圧器及びコンデンサの絶縁油の発火性のような、PECSの主要なコンポーネントに関連する危険性を考慮しなければならない。

## 4.3 短絡及び過負荷保護

### 4.3.1 一般事項

PECSは、相間、相及び大地間並びに相及び中性点間を含むどのポートにおいても短絡又は過負荷条件下で危険を生じてはならない。外部配線及び保護デバイスを適切に選択できるように十分な情報を書面で提供しなければならない（**6.3.7.6**及び**6.3.7.7**参照）。

短絡保護デバイスと推定短絡電流との協調が適切に取れていることを保証するために、PECS 製造業者は、PECSの各入力主電源ポートに対して、**4.3.2.2**による条件付短絡電流（ $I_{cc}$ ）又は**4.3.5**による定格短時間耐電流（ $I_{cw}$ ）を指定し、試験を実施しなければならない。

PECSの個別の主電源ポートの短絡電流定格の指定は、 $I_{cc}$ 及び $I_{cw}$ の両方又は一方を用いなければならない。

適合性がSCPDの特性に頼らない場合だけ、**4.3.5**の $I_{cw}$ を用いてもよい。

入力ポートにつながれた、又はつなぐことを意図した出力ポートの場合は、出力ポートにも $I_{cc}$ 定格又は $I_{cw}$ 定格を指定しなければならない（例えば、入力ポート及び出力ポートをバイパスする場合。）。

表示事項は、**6.2**を参照。

その他の参考情報は、**附属書N**を参照。

保護システム又は保護デバイスは、導体間又は導体と大地との間でどのような経路で故障電流が流れても検出し、かつ、遮断若しくは制限することができるために十分な数及び位置に備え付けておくか、又は備えることができるように情報を提供しなければならない。

**注記 1** この規格では、過電流という用語は、短絡及び過負荷の両方を含む。

**注記 2** 電気設備に関する技術基準を定める省令及び“電気設備の技術基準の解釈”が設備内の入力配線を保護する目的で、そのような保護の設置を常に要求している。

過電流保護は、全ての入力回路及び出力回路に施さなければならない。ただし、次の場合は、過電流保護の設置又は指定のいずれも必要ない。

- **4.6.5** の出力制限電源の要求事項に適合する出力回路の場合
- この規格内の全ての通常、異常及び故障の試験条件に PECS が適合する入力回路の場合  
機器が次のいずれかの場合は、機器内での地絡に対する保護デバイスは不要である。
- 大地への接続がない。
- 充電部と、接地している全ての部分との間で二重絶縁又は強化絶縁を施している。

**注記 3** IT 電力系統の单一故障状態では地絡電流は流れないか、又は僅かである。IT 電力系統（**4.4.7.1.4** 参照）の地絡電流の遮断は、二番目の故障が起きたときに行う。一般的には、IT 電力系統内の一一番目の故障では検知だけを行う。

**注記 4** 二重絶縁又は強化絶縁を施している場合は、地絡を二重故障と考える。

**注記 5** 地絡に対する保護デバイスの設置について“電気設備の技術基準の解釈”も配慮する必要がある。

タイプ A プラグ接続形機器に対しては、保護デバイスを設備内に設置する。その場合は、**JIS C 60364** 規格群又は国内規定で要求された以外特別な特性は必要としない。

**注記 6** 我が国における国内規定は、電気設備に関する技術基準を定める省令、“電気設備の技術基準の解釈”，電気用品の技術上の基準を定める省令及び“電気用品の技術上の基準を定める省令の解釈”がある。

タイプ B プラグ接続形機器又は恒久接続形機器に対して、機器の外部のデバイスで保護してもよい。その場合は、取扱説明書（据付説明書）に設備に設置する保護の必要性を記載し、必要な短絡及び／又は過負荷保護の仕様を記載しなければならない（**6.3.7** 参照）。

**注記 7** **JIS C 60364** 規格群は、設備の入力配線の短絡保護及び過負荷保護への要求事項を提供する。上記の要求事項は、**JIS C 60364** 規格群又は“電気設備の技術基準の解釈”的要求事項に加えて、PECS の保護のための保護デバイスの特定の特性を使用者が知ることを保証するものである。

保護デバイスが中性線導体を遮断する場合は、同じ回路にある他の全ての電源導体も同時に遮断しなければならない。保護デバイスは、同じ回路にある電源導体を遮断後に中性線導体を遮断してもよい。

適合性は、外観検査によって確認する。必要に応じて单一故障状態のシミュレーション（**4.2** 参照）並びに **5.2.4.4** 及び **5.2.4.5** の試験も行う。

### 4.3.2 入力短絡電流耐量及び出力短絡電流能力の仕様

#### 4.3.2.1 一般事項

過電流保護デバイスの遮断能力は、主電源の推定短絡電流と等しいか、又は大きくなければならない。

タイプ A プラグ接続形機器では、建築設備で短絡のバックアップ保護を行えるように PECS を設計するか、又は機器の一部として短絡のバックアップ保護を行わなければならない。

恒久接続形機器又はタイプBプラグ接続形機器では、建築設備で短絡のバックアップ保護を行うことが許容されている。

#### 4.3.2.2 入力ポートにおける条件付短絡電流 ( $I_{cc}$ ) の定格仕様

PECS 製造業者は、4.3.1 の条件付短絡電流 ( $I_{cc}$ ) の定格仕様に、次を指定しなければならない。

- 条件付短絡電流 ( $I_{cc}$ )
- 短絡保護デバイスの特性
- 最小推定短絡電流 ( $I_{cp, mr}$ )

4.2 の評価によって適切な試験の組合せを決定し、絶縁破壊を含む单一故障及び異常状態の評価のための 5.2.4.4, 5.2.4.6 及び 5.2.3.11.3 によって試験を行い、適合性を評価する。

ある試験結果がワーストケースを代表していることが分析によって明らかな場合は、それより厳しくない組合せを試験する必要はない。

#### 4.3.2.3 出力短絡電流能力

出力短絡電流定格は、交流及び直流電源出力ポート並びに過電流保護が必要な他のポートに適用する。

全ての出力ポートに対し、5.2.4.4 に従って最小及び最大短絡電流を決定するために短絡電流評価を実施し、また、5.2.4.4 及び 6.2 に規定したように PECS から流れ得る推定短絡電流を指定しなければならない。

内部の電子的な出力短絡保護は、適合性が 5.2.4.4 の試験によって明示されたときは、PECS の出力短絡保護デバイスとして差し支えないとみなす。

#### 4.3.2.4 入力／出力共用ポート

入力ポートにも出力ポートにもなるポートは、4.3.2.2 及び 4.3.2.3 の両方の要求事項を適用する。

#### 4.3.3 短絡協調（バックアップ保護）

装備する又は指定する保護デバイスは、それを接続するポートの最大推定短絡電流を遮断できるだけの十分な遮断容量がなければならない。

PECS に組み込まれた保護が推定短絡電流に対する定格をもっていないときは、当該ポートの推定短絡電流に適合する定格をもつ、バックアップ保護のために必要な上位保護デバイスを取扱説明書（据付説明書）で指定しなければならない。分析によって外部及び内部の保護デバイスによる保護協調を確認しなければならない。

**注記** JIS C 60364 規格群は、設備内にバックアップ保護を行う上位の保護デバイスをおく必要性を規定している。その必要性は JIS C 60364 規格群又は電気設備に関する技術基準を定める省令に加えて、PECS のバックアップ保護としての上位の保護デバイスの特別な特性を使用者が知ることができることを示している。

適合していることを検査並びに 5.2.4.4 及び 5.2.4.5 の試験によって確認しなければならない。

#### 4.3.4 複数の保護デバイスによる保護

対象負荷への電源線の2極以上で、手動で交換又は故障復帰が必要な保護デバイスを用いるときは、それらのデバイスは一つにまとめて設置する。二つ以上の保護デバイスを組み合わせて一つのコンポーネントとしてもよい。

適合性は、外観検査によって確認する。

#### 4.3.5 入力ポートの短時間耐電流 $I_{cw}$

PECS 製造業者は、4.3.1 の短時間耐電流 ( $I_{cw}$ ) の定格仕様に、次を指定しなければならない。

- 短時間耐電流 ( $I_{cw}$ ) の定格電流値
- 電流の継続時間

－ 定格ピーク耐電流値 ( $I_{pk}$ )

**4.2** の評価によって適切な試験の組合せを決定し、絶縁破壊を含む单一故障及び異常状態の評価のための  
**5.2.3.11.3** 及び **5.2.4.10** によって試験を行い、適合性を評価する。

ある試験結果がワーストケースを代表していることが分析によって明らかな場合は、それより厳しくない組合せを試験する必要はない。

#### 4.4 感電に対する保護

##### 4.4.1 一般事項

感電に対する保護は、**4.4.2** による判定電圧クラス及び**4.4.2.3** による絶縁の要求事項に従って、次のいずれか又は両方で行う。

- － **4.4.3** による基本保護及び**4.4.4** による故障保護
- － **4.4.5** による強化保護

通常状態における保護は、基本保護によって行い、单一故障状態における保護は、故障保護によって行う。

強化保護は両方の状態で保護を行う。

さらに、漏電保護デバイス (RCD) を加えてもよい。詳細は、**4.4.8** を参照。

**注記** **4.4.1**～**4.4.6** は、感電に対する保護に関する水平規格である **JIS C 0365** と整合している。基本保護、故障保護、強化保護及びそれらの組合せを実施している。

##### 4.4.2 判定電圧クラス

###### 4.4.2.1 一般事項

感電の可能性は、電圧レベル、可触導電性部分又は皮膚と接触する回路の表面積、及び皮膚の湿潤状態によって増加する。感電の可能性を減らすために安全な判定電圧クラス (DVC As) を決定することは、重要である。

接触可能な回路の DVC As として、どの DVC Ax を選択するかを決定するために、次の事項を適用する。

- － 人体の反応 (**A.5** 参照)
- － 表 3 に示す可触導電性部分に接触する人体部位の面積に関連した機器の可触導電性部分の面積
- － 表 4 の人体の皮膚の湿潤状態

表 5 の値は、電流経路を、立っている人の足から接触部位までと考えた値に基づいている。

次の両方を満たす場合には、保護は、必要としない。

- － 通常動作条件で定常状態の電圧が表 5 以下
- － 単一故障条件で接触電圧が図 1～図 3 の値以下

表 5 で選択する DVC Ax は、対象とする PECS において接触を許容する最も高い電圧値であり、この規格では DVC As と表す。DVC As の値を超える他の DVC Ax は、DVC B として扱う。

この規格では、DVC B 及び DVC C の値は、接触可能な値として認めていない。ただし、乾燥した指先の状態での表 2 の DVC B の電圧だけは、DVC As として扱う。

**注記** この規格は、PECS の内部に異なるクラスの DVC As の回路が、二つ以上あることを許容している。

###### 4.4.2.2 判定電圧クラスの決定

###### 4.4.2.2.1 一般事項

心室細動反応を起こさないために、DVC を表 2 から選ぶことができる。人体の反応をより軽微にするための詳細は **A.5** による。

DVC Asによる人体の反応を防ぐことができない場合、**4.4.3**による危険充電部への接触に対する保護が必要である。

**表2**によってDVCを選定したときの正常動作時における定常状態での電圧限度値は、**表5**による。非繰返しの短時間接触での電圧限度値は、**図1～図3**による。

**表2－心室細動反応が生じない接触電圧のDVCの選定表**

皮膚の湿潤状態	人体の接触部分		
	身体部分	手	指先
乾燥	DVC A2	DVC A	DVC B
水による湿潤	DVC A1	DVC A2	DVC A
塩水による湿潤	接触に対する基本保護が必要	DVC A1	DVC A2

#### 4.4.2.2.2 接触部位及び皮膚状態による選択

心室細動を起こさないように保護するため、**表3**及び**表4**から適切な条件を選択しなければならない。

製品規格がない製品にこの規格を用いる場合は、接触部位を“手”とし、皮膚状態を“乾燥”とする。  
製品規格がない製品で、接触部位が“手”以外、及び／又は、皮膚状態が“乾燥”以外であるときは、**表3**及び**表4**においてその状態を選択しなければならない。

**表3－接触部位の選択**

可触導電性部分に接触する部位の面積			単位 cm <sup>2</sup>
指先	手	身体部分	
可触導電性部分<1	1<可触導電性部分<80	80<可触導電性部分<500	
注記 接触部位を小、中及び大と扱う幾つかの基本規格と整合させるため、この規格では小の代わりに指先、中の代わりに手及び大的代わりに身体部分とする。			

**表4－皮膚状態の選択**

皮膚状態		
乾燥	水による湿潤	塩水による湿潤
通常室内条件	普通の水（平均値 抵抗率 $\rho = 35 \Omega m$ , pH=7.7~9）に1分を超える時間浸す	3%の食塩水（平均値 抵抗率 $\rho = 0.25 \Omega m$ , pH=7.5~8.5）に1分を超える時間浸す
注記 1 皮膚状態に関しては、使用環境条件を考慮に入れるために <b>表18</b> も参照する。 注記 2 情報及び値は、IEC 60479-1からの抜粋である。		

#### 4.4.2.2.3 DVCに対する動作電圧限度値

各DVCの通常動作時における動作電圧の限度値は、**表5**による。

表 5—判定電圧クラスごとの定常状態電圧限度値

DVC	動作電圧の限度値 V		
	交流電圧（実効値） $U_{ACL}$	交流電圧（ピーク値） $U_{ACPL}$	直流電圧（平均値） $U_{DCL}$
DVC A1	8	11.3	22
DVC A2	12	17	28
DVC A3	20	28.3	48
DVC A	30 <sup>a)</sup>	42.4	60
DVC B	50	71	120
DVC C	>50	>71	>120

注記 幾つかの規格の SELV 及び PELV の限度値は、DVC B に類似する。

注<sup>a)</sup> この表での DVC A 限度値は 1 回路だけの場合である。PECS の二つ以上の DVC A 回路が接触可能で、4.2 に従って評価したとき、单一故障時に二つの回路の電圧が加算となる場合は、交流電圧（実効値）の限度値は 25 V とする。

A.6 は、波形が異なる動作電圧の三つの例を示し、検討している電圧が DVC の電圧限度値に整合しているかを評価する方法を示す。单一故障中の短時間の非繰返し接触電圧限度値は、図 1、図 2 及び図 3 による。

10 000 ms 以内に、電圧が表 5 に示す定常状態での電圧値まで減少しなければならない、又は保護デバイスによって故障を除去しなければならない。故障状態において保護デバイスを用いる場合、保護デバイスの特性は、図 1～図 3 に示す時間-電圧限度を超えないようにしなければならない。外部の保護デバイスを用いる場合、PECS の製造業者は、その保護デバイスの特性を 6.3.7.7 に従って取扱説明書（据付説明書）に指定する。

**注記 1** 最も接触頻度の高い電圧は直流電圧であるため、図 1～図 3 の接触電圧は直流電圧値だけを示した。製造業者が交流電圧の値を必要とする場合は、A.5.5 を参照。

**注記 2** 電気用品の技術上の基準を定める省令の解釈では、次の構造は、接触可能として許容されている。

構造上充電部を露出して使用することがやむを得ない器具の露出する充電部であって、絶縁変圧器に接続された二次側の回路の対地電圧及び相間電圧が交流にあっては 30 V 以下、直流にあっては 45 V 以下のもの、並びに 1 kΩ の抵抗を大地との間及び線間に接続した場合に当該抵抗に流れる電流が商用周波数以上の周波数において感電の危険が生じるおそれのない場合を除き、1 mA 以下のもの。

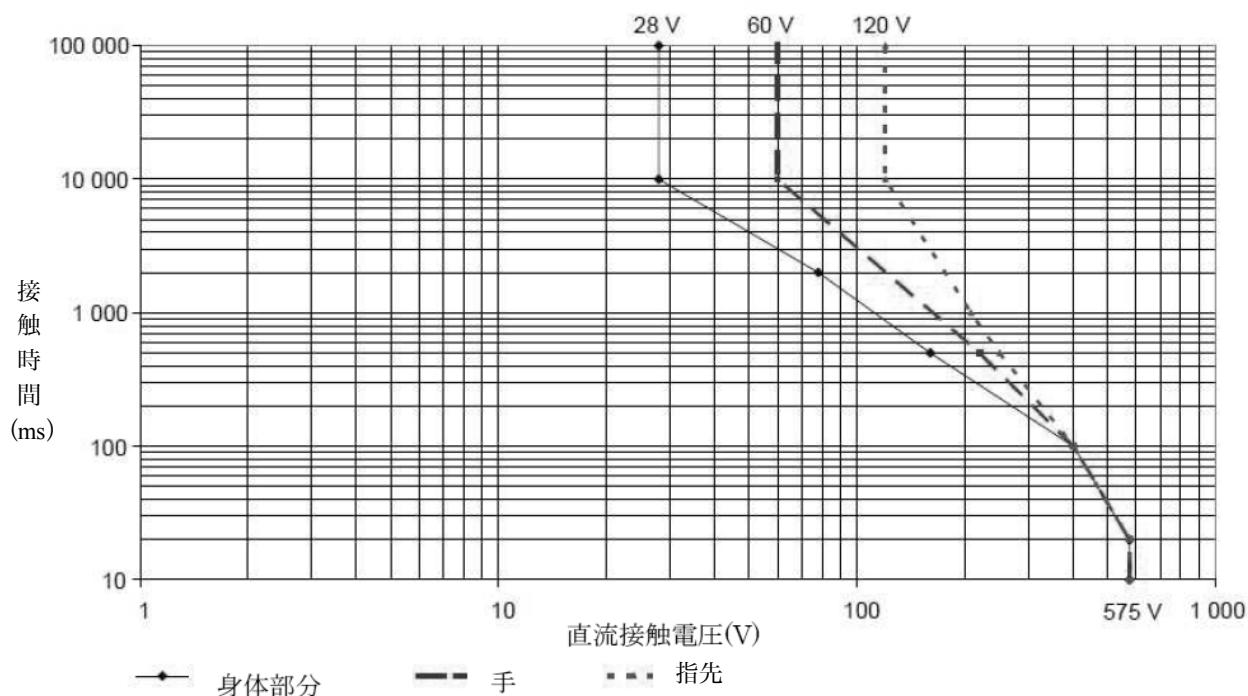


図1－乾燥皮膚状態での心室細動に対する接觸時間－電圧範囲

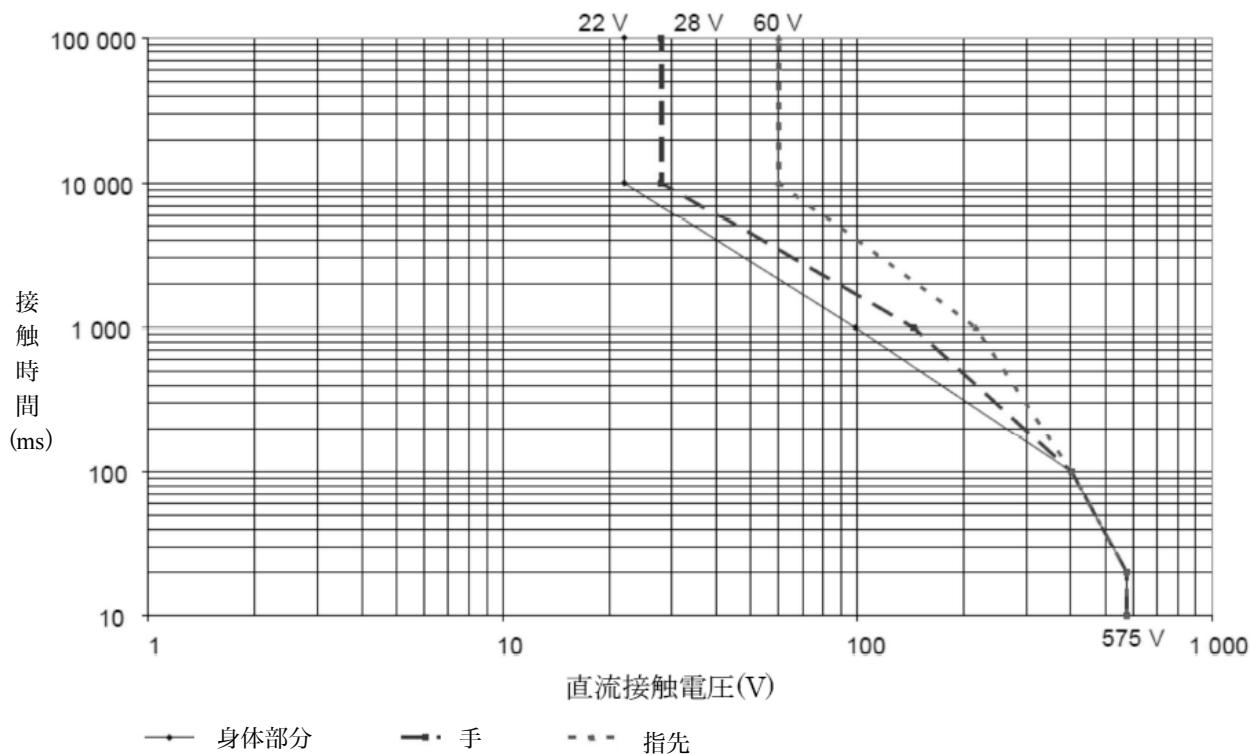


図2－水による湿潤での心室細動に対する接觸時間－電圧範囲

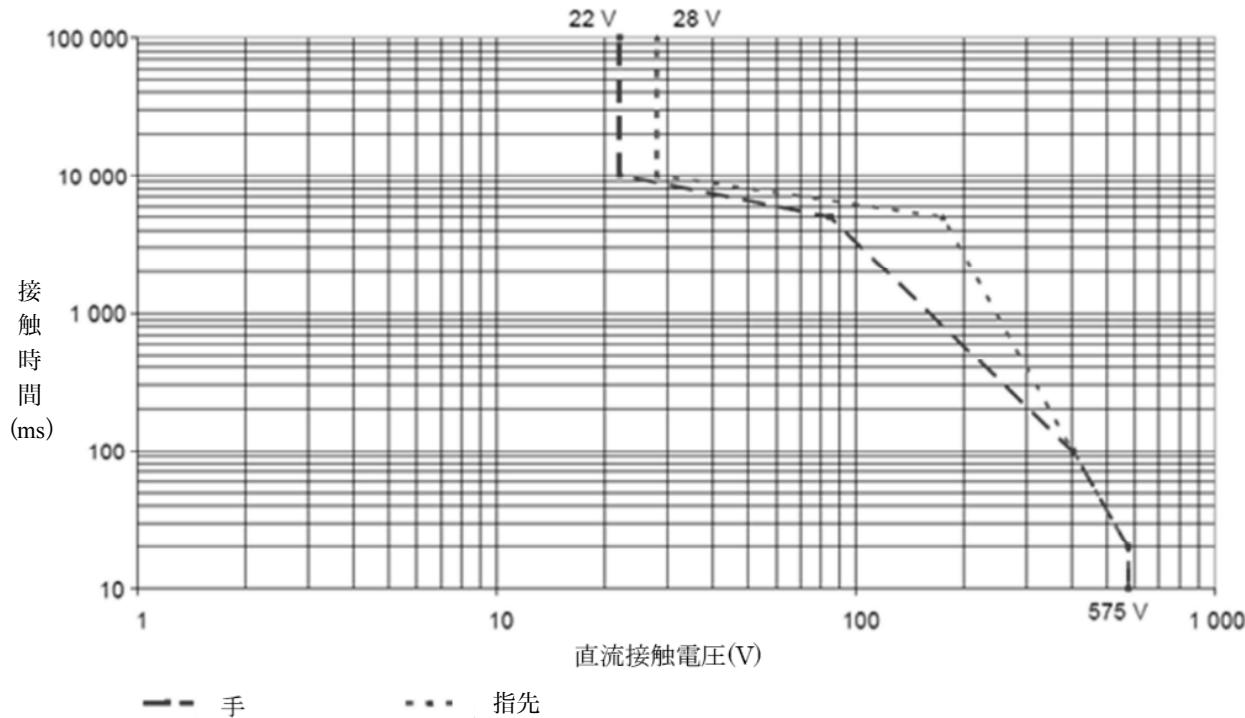


図3－塩水による湿潤での心室細動に対する接触時間－電圧範囲

塩水による湿潤で接触部位が身体部分のときは、接触時間－電圧範囲の情報がないので、基本保護が要求される。

試験については、5.2.4による。

試験に適合しない場合は、4.4.3による感電に対する保護に関して追加の手段が必要である。

#### 4.4.2.3 感電に対する保護に関する要求事項

表6は、基本保護又は強化保護の適用に関して、対象回路のDVC及び近接回路のDVCに基づく、4.4に適合するための可能な解決策を示している。

表6に示す以外の方法でもこの規格における感電に対する保護の要求事項を満たすことが可能であり、その場合には、故障分析及び試験によって4.1及び4.4の要求事項を満たしていることを示さなければならない。

表 6-対象回路の保護要求事項

対象回路の DVC	接触に対する 保護	保護接地に接 続された可触 導電性部分へ の保護	保護接地に接 続されていな い可触導電性 部分への保護 g)	DVC の近接回路との保護		
				DVC As <sup>a)</sup>	DVC B 又は DVC Ax> DVC As	DVC C
DVC As <sup>a)</sup>	不要	1 <sup>b)</sup>	1	1 <sup>c)</sup> 又は 2 <sup>d)</sup>	2	強化保護
DVC B 又は DVC Ax>DVC As	基本保護 <sup>e)</sup>	基本保護 <sup>e)</sup>	基本保護	—	1 <sup>c)</sup> 又は 2 <sup>d)</sup>	強化保護
DVC C	強化保護	基本保護	強化保護	—	—	1 又は 2 <sup>f)</sup>

**注記 1** 表中の“1”, “2”及び“1又は2”は、次による。  
1 安全のための絶縁は必要ないが、4.4.7.3による機能上の理由から必要になることがある。  
2 電圧の高い方の回路に対する基本保護  
1又は2 他の回路との分離に依存

**注記 2** DVC Ax>DVC As DVC As を超え DVC B 未満の電圧。4.4.2.2 には適合しない。

**注 a)** A, A1, A2 又は A3。4.4.2.2 に従って適切なもの。  
**b)** 対象回路が SELV 回路の指定を受けている場合、大地及び PELV 回路からの基本保護が必要である。  
**c)** 対象回路の両方が同じレベルの DVC As である。  
**d)** 両対象回路が異なるレベルの DVC As である。  
**e)** 指先を除く。表 2 参照。  
**f)** 電位が絶縁された回路（例えば、主電源、UPS 出力、太陽電池又は発電機出力、補助電源）間の基本保護。  
**g)** 機能接地に接続された導電性部分にも適用する。

PECS の絶縁を確実に行うために、PECS の製造業者は、各ポートに接続してもよい最大電圧を明記しなければならない。表示については、6.3.7.1 による。

#### 4.4.3 基本保護

##### 4.4.3.1 一般事項

危険充電部への接触を防止するために、基本保護として、次のいずれか一つ以上を用いなければならない。

- 充電部の基礎絶縁による保護対策（4.4.3.2 参照）
- きょう体又はバリアによる保護対策（4.4.3.3 参照）
- 接触電流及び電荷の制限による保護対策（4.4.3.4 参照）
- 電圧制限による保護対策（4.4.3.5 参照）

**注記** 基本保護の要求事項を満たす他の対策は、JIS C 0365 を参照する。この規格を引用規格として用いる製品専門委員会は、それらの対策を検討してもよい。

##### 4.4.3.2 充電部の基礎絶縁による保護

充電部の動作電圧が DVC As を超える場合、又は DVC C の近接回路から保護分離できない場合は、完全に絶縁物で囲わなければならない。

基礎絶縁は、固体絶縁又は空間距離で施してもよい。

基礎絶縁は、インパルス電圧、短時間過電圧又は動作電圧（4.4.7.2.1 参照）のうち、最も厳しい要求事項で規定しなければならない。また、この絶縁物は工具又は鍵を用いずに除去できてはならない。

次の接触可能部分は、導電性部分とみなす。

- 金属表面が覆われていない。
- 覆っている絶縁物が基礎絶縁の要求事項を満たしていない。

可触導電性部分は、充電部から表6の規定によって分離されていなければ、危険充電部とみなす。基礎絶縁は、その回路のインパルス電圧及び短時間過電圧に耐えるように設計及び試験しなければならない。試験に関しては、5.2.3.2及び5.2.3.4を参照。

保護対策例を、A.7に示す。

#### 4.4.3.3 きょう体又はバリアによる保護対策

DVC Asを超える電圧の充電部は、次を満たさなければならない。

- きょう体内に設置、又はきょう体若しくはバリアの後ろに配置し、少なくともJIS C 0920:2003の7.に従った保護タイプIPXXBの要求事項に合致する。
- 機器が給電されている時に接触可能なきょう体又はバリアの上面に設置する場合は、少なくとも垂直方向は保護タイプIP3Xで保護する。

上面及び底面が定義されていない可動形機器（天地を逆にしたり、横倒しであっても使用可能な機器）は、全ての面に対して保護タイプIP3Xを適用する。PECSを立入制限区域に設置する場合は、IP3Xの代わりにIPXXBを適用する。

この規格を引用規格として用いる製品専門委員会は、高さが1.8mを超えるきょう体で、上面に開口部がある機器に関して、この要求事項の緩和を検討してもよい。

適合性は、5.2.2.2の試験による。

きょう体を開放又はバリアを除去することは、次のいずれかの場合にだけ可能としなければならない。

- 工具又は鍵を用いる。
- これら充電部の電源供給の遮断後。

設置又は保守時にPECSが充電された状態できょう体を開ける必要がある場合は、次による。

- a) DVC As以上の電圧の接触可能な充電部は、少なくともIPXXAによって保護されなければならない。
- b) 調整するときに触れるような部分でDVC Asより高い電圧の充電部は、少なくともIPXXBによって保護されなければならない。
- c) DVC Asより高い電圧の充電部が、接触可能になっていることを確実に認識できるようにしなければならない。

開放形のサブアセンブリ及び機器は、基本保護の保護手段を必要としない。PECSの応用製品に施さなければならない保護に関する情報を明示しなければならない。

表示に関する要求事項は6.3.7.1による。

DVC Ax, B及びCの回路を内蔵し、3.48で定義する立入制限区域に設置することを意図した製品は、基本保護の保護手段を必要としない。

#### 4.4.3.4 接触電流及び電荷の制限による保護

接触電流及び放電エネルギーの制限は、次を超えてはならない。

- 接触電流の制限としては交流3.5mA又は直流10mA
- 放電エネルギーの制限としては50μC

これら手段の例については、A.3及びA.4を参照。

**注記1** 接触電流の値は、DVC Axとは関係がない。

**注記2** この規格を引用規格として用いる製品専門委員会は、JIS C 0365で感知電流として推奨されている交流0.5mA及び直流2mAを接触電流として検討してもよい。

#### 4.4.3.5 電圧制限による保護

同時に接触可能な部分間の電圧は、4.4.2.2で決定するDVC Asの電圧より高くてはならない。

これらの手段の例については、A.2 及び A.4 を参照。

#### 4.4.4 故障保護

##### 4.4.4.1 一般事項

絶縁破壊状態で可触導電性部分に触れたときの感電を防止するために故障保護が必要である。

故障保護は、次のいずれか一つ以上の手段を備える。

- 4.4.4.3 の保護接地導体と組み合わせた 4.4.4.2 の保護等電位ボンディング
- 4.4.4.4 の電源供給の自動遮断
- 4.4.4.5 の付加絶縁
- 4.4.4.6 の回路間の単純分離
- 4.4.4.7 の電気的保護遮蔽

故障保護は独立して設け、かつ、基本保護の対策、手段などを付加したものでなければならない。

**注記** 故障保護の要求事項を満足する他の手段は、JIS C 0365 を参照。この規格を引用規格として用いる製品専門委員会は、それらの手段の記載を検討してもよい。

##### 4.4.4.2 保護等電位ボンディング

###### 4.4.4.2.1 一般事項

保護等電位ボンディングは、機器の可触導電性部分と、保護接地導体への接続手段との間に施さなければならない。ただし、次のいずれかの場合を除く。

a) 4.4.6.4 の手段の一つによって保護する可触導電性部分

b) 可触導電性部分が二重絶縁又は強化絶縁を用いて充電部から分離されているとき

保護接地導体への電気的接続は、次のいずれかの手段によって行わなければならない。

- 金属の直接接触を通して接続する。
- PECS が意図した使用をされているとき、外すことができない他の可触導電性部分又は他の金属コンポーネントを通して接続する。
- 保護等電位ボンディング用導体を通して接続する。

塗装表面（特に、粉末塗装表面）を接触させる場合は、接触部分の塗装をマスキングするか、塗装したものを一部剥がすか、又は別の電気的接続を通じて、導電性部分と保護接地導体とを確実に接触させなければならない。

蓋、ドア又はカバーに取り付けられる電気機器では、保護等電位ボンディング回路接続の連続性が、専用導体又は保護等電位ボンディングに対する要求事項に適合する手段によって確実に行われなければならない。留め具、丁番又は滑り接触でインピーダンスが十分に低くない場合は、インピーダンスが十分に低くなるように並列のボンディングが必要である。

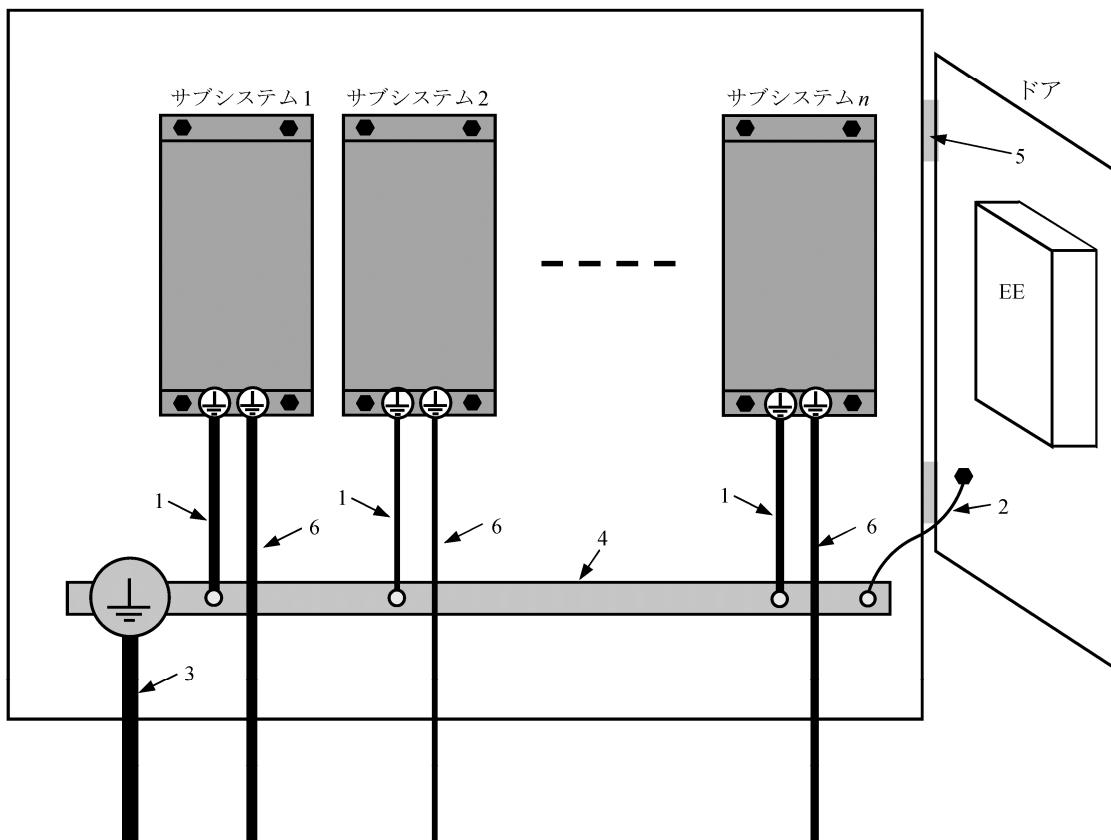
保護等電位ボンディング回路の電気的接続は、絶縁物に収縮又はゆがみが発生しても金属部品の弾性によって接触圧が確実に得られるようにしていなければなりません。ただし、保護等電位ボンディング回路の電気的接続は、絶縁物を通して接続することができる設計を行わなければならない。

製造業者によって指定され、かつ、4.4.4.2.2 に適合していない限り、可とう構造又は剛性構造の金属ダクト及びケーブルの金属シースを保護等電位ボンディングの手段として用いてはならない。ただし、保護等電位ボンディングの手段としてはならないが、金属ダクト、及び全ての接続ケーブルの金属シース（例えば、ケーブル外被、リード線の金属被覆）は、保護等電位ボンディング回路に接続しなければならない。

保護等電位ボンディング回路に、回路を開放するスイッチ又は過電流保護デバイスのようなコンポーネントを組み入れてはならない。

保護等電位ボンディングの電気的接続点は、耐腐食性でなければならない。

PECS のアセンブリ及びその保護等電位ボンディングの例を、図 4 に示す。

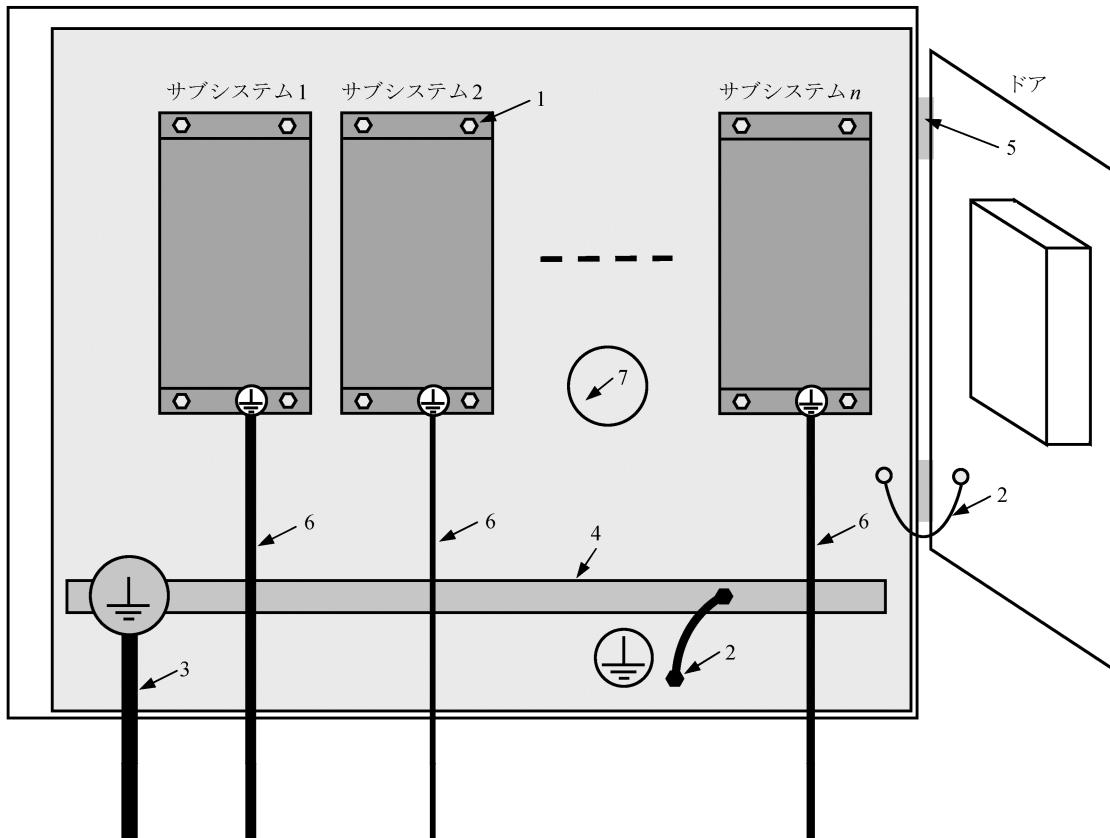


記号の説明

- 1 サブシステムの保護等電位ボンディング又は PECS の保護接地導体（PECS の要求事項による寸法をもつ）
  - 2 保護等電位ボンディング
  - 3 設備の接地点への保護接地導体（PECS の要求事項による寸法をもつ）
  - 4 接地母線
  - 5 丁番
  - 6 負荷への保護接地導体
- EE 他の電気機器（その機器に取り付けられるもの）

図 4—PECS のアセンブリ及びその保護等電位ボンディングの例

PECS のアセンブリ、及びその金属の直接接触による保護等電位ボンディングの例を、図 5 に示す。



図の説明

- 1 直接金属接触（塗装除去）によるサブシステムの保護等電位ボンディング
- 2 保護等電位ボンディング
- 3 設備の接地点への保護接地導体（PECS の要求事項による寸法をもつ）
- 4 接地母線
- 5 丁番
- 6 負荷への保護接地導体
- 7 金属製部品取付板
- EE 他の電気機器（その機器に取り付けられるもの）

図 5—PECS のアセンブリ及びその保護等電位ボンディングの例

#### 4.4.4.2.2 保護等電位ボンディングの選定

保護等電位ボンディングは、次のいずれかでなければならない。

- a) 故障中に 4.4.2.2.3 に規定した値を超える電圧低下を発生させないために、4.4.4.3 の保護接地導体の要求事項による寸法及び 4.4.4.3.2 の保護接地導体の接続手段
- b) 次の全てに対応できる寸法
  - 可触導電性部分につながる故障が生じたときに、PECS の各部に発生する最大の（電気、熱及び機械的）ストレスに耐える寸法。
  - 可触導電性部分への故障が継続している間、又は上位の保護デバイスがその部分の電力を遮断するまで（保護等電位ボンディングとしての）効果を維持する寸法。
  - 通常運用中及び故障中に 4.4.2.2.3 からの値を超える電圧低下を生じない寸法。

適合性は、5.2.3.11 の形式試験で確認する。

#### 4.4.4.3 保護接地導体

##### 4.4.4.3.1 一般事項

PECS が保護クラス II (4.4.6.3 参照) 又は保護クラス III の要求事項に適合していない場合は、PECS に電源が供給され続けている間は、保護接地導体が接続されていなければならない。国内の配線規則で他の方法を指示していなければ、IEC 60364-5-54:2011 の 543.1 での計算、又は表 7 から保護接地導体の断面積を決定しなければならない。

保護接地導体がプラグ及びコンセントを介して接続、又は類似の手段で接続されている場合、同時に給電が絶たれない限り保護部分から保護接地導体が切り離されてはならない。

表 7—保護接地導体の断面積<sup>a)</sup>

PECS の各相の導体の断面積 S	保護接地導体の最小断面積 S <sub>p</sub>	単位 mm <sup>2</sup>
$S \leq 16$	S	
$16 < S \leq 35$	16	
$35 < S$	$S/2$	

注<sup>a)</sup> これらの値は、保護接地導体が各相の導体と同じ金属の場合に有効である。異なる金属の場合には、この表の断面積で得られる同一金属の場合のコンダクタンスと同じコンダクタンスになるような断面積とする。

電源ケーブル又はケーブルきょう体の一部でない保護接地導体の断面積は、どのような場合でも次のいずれかの値以下になってはならない。

- 機械的保護が備わっている場合は  $2.5 \text{ mm}^2$
- 機械的保護が備わっていない場合は  $4 \text{ mm}^2$

コード接続の機器で、張力緩和機構が故障している場合でも、コード内の保護接地導体が切り離される最後の導体でなければならない。

特殊なシステム構成の場合は、PECS の設計者は、保護接地導体の必要な断面積を証明しなければならない。

##### 4.4.4.3.2 保護接地導体の接続手段

PECS は、充電部の導体の端子近傍に保護接地導体の接続手段をもたなければならない。接続手段は耐腐食性で、表 7 の導体接続に適合し、設備の配線基準に従ったケーブル接続でなければならない。保護接地導体の接続手段は、機器の機械的組立品の一部又は他の接続部品の一部として使用してはならない。接続方法及び接続点の電流容量が、機械的、化学的又は電気化学的に影響を受けないよう設計しなければならない。

きょう体及び／又は導体に、アルミニウム又はアルミニウム合金を用いるところでは、電食の問題に注意しなければならない。

適合性は検査によって確認しなければならない。

電食の追加の情報を、附属書 K に示す。

表示の要求事項は、6.3.7.3.2 による。

表示は、導体を接続した状態で、外すことができるねじ、ワッシャ若しくはその他の部品の上、又はそれらで固定したものの上であってはならない。

##### 4.4.4.3.3 保護接地導体が破損した場合の接触電流

この細分箇条の要求事項は、保護接地導体が破損又は遮断された場合の可触導電性部分の危険回避のた

めである。

タイプA プラグ接続形機器では、接触電流が**4.4.3.4**で規定している限度値を超えてはならない。

上記以外の全てのPECSでは、接触電流が**4.4.3.4**で規定している限度値以下にできない場合、次の複数の手段の一つ以上を適用する。

a) 恒久接続形機器の場合は、次のいずれかを満たさなければならない。

- 保護接地導体の断面積は、銅で $10\text{ mm}^2$ 以上又はアルミニウムで $16\text{ mm}^2$ 以上
- 保護接地導体が遮断した場合には、電源供給の自動遮断
- 元の保護接地導体と同じ断面積の第2の保護接地導体への追加端子を備える。

b) タイプB プラグ接続形機器の場合は、多心ケーブルの一部として断面積が $2.5\text{ mm}^2$ 以上の導体を保護接地導体として用いる。適切な張力緩和を備えていなければならない。

表示に対する要求事項は、**6.3.7.4**による。

適合性は、外観検査及び**5.2.3.7**の試験によって確認する。

複数の電源から給電される機器では、上記a)又はb)を適用しない場合、設備の構成、及び同時に給電する電源のあり得る全ての組合せに上記の接触電流の限度値を適用する。

共通の保護接地導体に複数のPECSを接続する場合、上記a)又はb)を適用しない場合、最大数のPECSが接続された状態で接触電流の要求事項を適用する。最大数のPECSは、試験で使用し、設備の取扱説明書(据付説明書)に記載しなければならない。

#### 4.4.4.4 電源供給の自動遮断

電源供給の自動遮断では、次の両方を満たさなければならない。

- 保護等電位ボンディングシステムを備えなければならない。
- 故障電流によって作動する保護デバイスは、基礎絶縁が破損した場合に、機器、システム又は設備に電源供給する一つ以上の電源線を遮断しなければならない。

保護デバイスは、**4.4.2.2.3**の図1、図2又は図3で規定する時間内で事故電流を遮断しなければならない。

#### 4.4.4.5 付加絶縁

付加絶縁は、故障保護のために基礎絶縁に追加して施された独立した絶縁であり、基礎絶縁で規定するストレスに耐えられる寸法でなければならない。

#### 4.4.4.6 回路間の単純分離

回路と他の回路との間、又は回路と大地電位部との間の単純分離は、基礎絶縁で規定する最高電圧によって行わなければならない。

分離されている回路を何らかのコンポーネントによって接続する場合、そのコンポーネントはその回路間の電気的ストレスに耐えなければならない。

コンポーネントが回路と大地電位部との間を接続する場合、コンポーネントを流れる電流をインピーダンスで制限し、**4.4.3.4**で示す定常状態の接触電流以下にしなければならない。

#### 4.4.4.7 電気的保護遮蔽

PECSの危険充電部間に挿入する電気的保護遮蔽は、PECSの保護等電位ボンディングに接続された導電性の遮蔽で、少なくとも充電部から単純分離によって分離されなければならない。

保護遮蔽、保護等電位ボンディングシステムへの接続及び相互接続部は、**4.4.4.2**の要求事項に適合しなければならない。

#### 4.4.5 強化保護

##### 4.4.5.1 一般事項

強化保護は、基本保護及び故障保護の両方を備え、次のいずれかの手段によって達成する。

- **4.4.5.2 の強化絶縁**
- **4.4.5.3 の回路間の保護分離**
- **4.4.5.4 の保護インピーダンスによる保護**

**注記** 強化保護の要求事項を満足する手段は、**JIS C 0365** による。この規格を引用規格として用いる  
製品専門委員会はそれらの手段の記載を検討してもよい。

#### 4.4.5.2 強化絶縁

強化絶縁は、二重絶縁（基礎絶縁及び付加絶縁、**4.4.3.2 及び 4.4.4.5** を参照）による保護と同様の信頼性  
で電気、熱、機械的及び環境ストレスに耐えるよう設計しなければならない。

#### 4.4.5.3 回路間の保護分離

回路間の保護分離は、次の手段のいずれか一つによって行わなければならない。

- 二重絶縁（**4.4.3.2 及び 4.4.4.5** の基礎絶縁及び付加絶縁）
- **4.4.5.2 の強化絶縁**
- **4.4.4.7 の保護遮蔽**
- 上記を組み合わせたもの

分離回路の導体が多心ケーブル又は他の導体の束と一緒にになっている場合には、二重絶縁が達成するよ  
うに、その間にある最高電圧に対して個別又は一括に絶縁しなければならない。

コンポーネントが分離された回路間を接続する場合、コンポーネントは保護インピーダンスデバイスの  
要求事項に適合しなければならない（**4.4.5.4** 参照）。

#### 4.4.5.4 保護インピーダンスによる保護

通常状態及び单一故障状態の両方で電流及び放電エネルギーが**4.4.3.4** に従って制限されるよう、保護イ  
ンピーダンスを選定しなければならない。

保護インピーダンスは、接続される回路のインパルス電圧及び短時間過電圧に耐えるよう設計及び試験  
しなければならない。試験に関しては、**5.2.3.2 及び 5.2.3.4** による。

接触電流の制限に対する要求事項の適合性は、**5.2.3.6** の試験によって確認する。

放電エネルギーに対する要求事項の適合性は、性能計算及び／又は電圧及び静電容量の測定によって確  
認しなければならない。

**注記** この箇条に従って設計された保護インピーダンスは、電位を同じにする接続とはみなされない  
と考える。

#### 4.4.6 保護対策

##### 4.4.6.1 一般事項

**4.4.6.2 の要求事項を満たしている PECS の部分は、保護クラス I とする。**

**4.4.6.3 の要求事項を満たしている PECS の部分は、保護クラス II とする。**

**4.4.6.4 の要求事項を満たしている PECS の部分は、保護クラス III とする。**

適合性については、保護クラス I, II 又は III の要求事項を満たしているかどうかで確認しなければなら  
ない。

保護対策の実施例は、**A.7** による。

保護クラス I, 保護クラス II 及び保護クラス III の機器は、**6.3.7.3** に従って表示しなければならない。

##### 4.4.6.2 保護クラス I の機器に対する保護対策

保護クラス I の機器は、次の要求事項に適合しなければならない。

- 4.4.3 による基本保護
- 4.4.4.2 及び 4.4.4.3 の等電位ボンディング及び保護接地導体による故障保護

#### 4.4.6.3 保護クラス II の機器に対する保護対策

保護クラス II の機器は、4.4.5 による強化保護の要求事項に適合しなければならない。また、きょう体は、4.4.3 の接触可能な危険充電部に対する基本保護の要求事項に対応しなければならない。

保護クラス II の機器は、保護接地導体の接続を備えてはならない。ただし、保護接地導体がこの機器から、更にその後に直列接続している機器に接続する場合には適用しない。

後者の場合、保護接地導体及びその接続手段については、次と分離しなければならない。

- 機器の接触可能な面
- 保護分離された回路

少なくとも 4.4.4.6 の要求事項による単純分離を伴わなければならない。

この単純分離は、直列接続する機器の定格電圧によって設計しなければならない。

保護クラス II の機器は、機能上の理由又は過電圧の抑制を目的に、接地導体の接続をもつことができる。この場合、機能上の接地導体は、次と分離しなければならない。

- 機器の接触可能な面
- 4.4.5.3 による保護分離された回路

少なくとも 4.4.5.3 の要求事項による保護分離を伴う。

保護クラス II の機器は、6.3.7.3.3 に従って表示しなければならない。

適合性は検査によって確認する。

#### 4.4.6.4 保護クラス III の機器に対する保護対策

##### 4.4.6.4.1 一般事項

保護対策は、次の手段のいずれか一つによる保護分離で達成しなければならない。

- 4.4.3.2 及び 4.4.4.5 による基礎絶縁及び付加絶縁（二重絶縁）
- 4.4.5.2 による強化絶縁
- 4.4.4.7 による電気的保護遮蔽及び単純分離
- 上記の二つ以上を組み合わせたもの

次による手段のいずれか一つを、上記に組み合わせて用いなければならない。

- 充電エネルギー及び電流の制限からなる 4.4.5.4 による保護インピーダンス
- 4.4.3.5 による電圧の制限

保護分離は、PECS の意図した使用の全ての状態の下で、完全かつ有効的に維持しなければならない。

##### 4.4.6.4.2 保護クラス III の PELV 機器に対する保護対策

ポートがDVC Asよりも高い電圧の外部PELV又はSELVとの接続を含む場合は、次のいずれかによる。

- 電圧をDVC As以下に制限する対策を行う（**附属書A**参照）。
- 基本保護を備える。

非常に小さな接触面積（1 mm<sup>2</sup>未満）のピンを含むコネクタの接続については、表 5において、1 クラス高い電圧の DVC を DVC As としてもよい。例えば、DVC A1 が DVC As のとき、信号用コネクタピンに DVC A2 が適用できる。

次を考慮することで、外部の PELV 回路又は SELV 回路と内部回路との接続をしてもよい。

- **保護対策なし** PELV 及び SELV の DVC が、表 5 から選択した内部回路の DVC 以下の場合
- **保護対策あり** PELV 及び SELV の DVC が、表 5 から選択した内部回路の DVC を超える場合

故障時に対象回路に電圧が加わり、より高い電圧になる可能性を考慮しなければならない。

表示は、**6.3.7.1**による。

内部回路が接地されているか否か、印加される電圧は何か、充電部への直接接触の可能性の有無、機器又は内部配線での单一故障などの要素を検討する必要がある。

#### 4.4.7 絶縁

##### 4.4.7.1 一般事項

###### 4.4.7.1.1 影響要因

この細分箇条では、**JIS C 60664** 規格群の原則に基づき、絶縁の最低要求事項を規定する。

**4.4.7** の要求事項については、製造公差を考慮に入れる。

絶縁は、次の影響要因を考慮して選択しなければならない。

- － 汚損度
- － 過電圧カテゴリ
- － 電源の接地系統
- － インパルス耐電圧、短時間過電圧及び動作電圧
- － 絶縁の位置
- － 絶縁の種類

絶縁の検証は、**5.2.2.1**、**5.2.3.2**、**5.2.3.4** 及び **5.2.3.5** に基づいて実施する。

###### 4.4.7.1.2 汚損度

特に空間距離及び沿面距離による絶縁は、PECS の期待寿命の間の汚染の影響を受ける。絶縁に関するミクロ環境条件は、**表 8** による。

表 8－汚損度の定義

汚損度	説明
1	どのような汚損も発生しないか又は乾燥状態で非導電性の汚損だけを発生する。この汚損は、どのような影響も及ぼさない。
2	通常非導電性の汚損は発生するが、時には結露によって一時的に導電性が引き起こされることが予想される。
3	導電性の汚損が発生する、又は乾燥した非導電性の汚損だが予想される結露のために導電性となる汚損が発生する。
4	導電性のほこり、又は雨若しくはその他の湿潤状態によって連続的な導電性を発生させる。

汚損度は、製品仕様の環境条件によって決定する。絶縁の環境クラスによる汚損度の選定に関しては、**表 18** による。

次のいずれか一つを適用する場合は、絶縁は汚損度 2 としてもよい。

- 取扱説明書に汚損度 2 の環境で使用しなければならない PECS であることを明記している。
- PECS の特定な設置が汚損度 2 の環境であることが分かっている。
- 4.4.7.8.4.2** 又は **4.4.7.8.6** で規定する PECS のきょう体又はコーティング（表面処理）に、汚損度 3 及び 4 で予想する状態（導電性汚染及び結露）に対する十分な保護性能がある。

PECS 製造業者は、PECS を設計した汚損度を文書で示さなければならない。

汚損度 4 での運用が必要な場合には、適切なきょう体による導電性汚損への保護対策が必要である。

**注記 1** 汚損度の低減に関する詳細を、**附属書 B** に示す。

**注記 2** 恒久的に導電性汚損の発生する場所（汚損度4）では、沿面距離を規定することはできない。  
一時的な導電性汚損（汚損度3）に対しては、例えば、リブ及び溝によって絶縁物の表面に  
導電性汚損の連続的な経路ができないように設計してもよい。空間距離及び沿面距離につい  
ての詳細は、**附属書D**に示す。

#### 4.4.7.1.3 過電圧カテゴリ（OVC）

過電圧カテゴリの概念（JIS C 60364-4-44 及び JIS C 60664-1 に基づく。）は、主電源から給電される機  
器に用いる概念であり、期待する過電圧保護レベルに対応している。非主電源の過電圧カテゴリは、過電  
圧抑制の有無、PECSの屋外線接続の有無、屋外線接続がある場合のその線の長さを考慮して決定する。

過電圧カテゴリは、次の4種類に分類する。

- カテゴリ IV（OVC IV） 設備の受電点部分での使用機器に適用する。

**注記 1** 例としては、電力量計、一次過電流保護機器、その他屋外線に直接接続する機器などがあ  
る。

- カテゴリ III（OVC III） 固定設備の機器で、その信頼性及び稼働率に特別な要求事項があるところ  
の機器に適用する。

**注記 2** 例としては、固定設備内のスイッチ、固定設備に恒久接続する産業用機器などがある。

- カテゴリ II（OVC II） 固定設備から電力を供給される電力消費機器などに適用する。

**注記 3** 例としては、家電機器、可搬形工具、その他家庭用及び類似機器などがある。

このような機器について、信頼性及び稼働率の高さの観点から特別な要求がある場合は、カテゴリ  
IIIを適用する。

- カテゴリ I（OVC I） 過電圧を低レベルに制限するための対策を講じている回路に接続する機器に適  
用する。

**注記 4** このような機器の例は、このレベルで保護された電子回路を含む機器である。

**注記 5** 回路が短時間過電圧を考慮した設計でなければ、過電圧カテゴリIの機器は、主電源に直  
接接続できない。

インパルス電圧の低減の手段は、起り得る短時間過電圧を表9のインパルス耐電圧を超えないよう  
に十分に制限し、かつ、4.4.7.2.2、4.4.7.2.3及び4.4.7.3の要求事項を満たさなければならない。

絶縁の要求事項に関する過電圧カテゴリの検討例を、**附属書I**に示す。

主電源から電源を供給することを意図しないPECS及び回路では、機器又は回路の電力に用いている過  
電圧抑制手段に基づく適切な過電圧カテゴリを決定しなければならない。

**注記 6** この規格を引用文書として用いる製品専門委員会は、特別の用途に対する過電圧カテゴリ  
を決定することが望ましい。

#### 4.4.7.1.4 接地系統

JIS C 60364-1 に次の3種類の基本的な接地系統が記載されている。

- **TN 系統** 1点を直接接地し、設備の可触導電性部分を保護導体によってその1点に接続する。中性線  
導体及び保護導体の配置によって、TN-C、TN-S及びTN-C-Sの3タイプのTN系統を定義している。
- **TT 系統** 1点を直接接地し、設備の可触導電性部分を電源系統の接地電極から独立した接地電極に接  
続する。
- **IT 系統** 全ての充電部が大地から絶縁されている、又はインピーダンスを介して1点が接地されてお  
り、設備の可触導電性部分は独立に接地されるか、電源系統の接地と一括して接地されている。

**注記** 一般的に国内の低電圧配電系統は TT 系統になっている。

#### 4.4.7.1.5 インパルス耐電圧及び短時間過電圧の決定

表9を用いてシステム電圧(4.4.7.1.6参照)及び対象としている回路の過電圧カテゴリーからインパルス耐電圧を決定する。システム電圧は、短時間過電圧の決定にも用いる。

複数の入力又は出力をもつPECSは、最も要求事項の厳しい入力又は出力に基づいて評価しなければならない。

表9—システム電圧に対するインパルス耐電圧及び短時間過電圧

列1		2	3	4	5	6
システム電圧 <sup>a)b)</sup> (4.4.7.1.6 参照)		インパルス耐電圧 過電圧カテゴリー				短時間過電圧 <sup>c)</sup>
交流	直流	I	II	III	IV	実効値／ピーク
50	75	330	500	800	1 500	1 250/1 770
100	150	500	800	1 500	2 500	1 300/1 840
150	225	800	1 500	2 500	4 000	1 350/1 910
300	450	1 500	2 500	4 000	6 000	1 500/2 120
600	900	2 500	4 000	6 000	8 000	1 800/2 550
1 000 <sup>d)</sup>	1 500	4 000	6 000	8 000	12 000	2 200/3 110

注記 我が国では、単相系統の公称電圧は100V又は100-200Vである。ただし、インパルス耐電圧の値は、システム電圧が交流150Vの行の値を用いる(JIS C 60664-1:2009の表F.1参照)。

注<sup>a)</sup> 主電源のインパルス耐電圧の決定時にはシステム電圧を補間してはならない。

<sup>b)</sup> システム電圧の各行の電圧はその値以下を示す。

<sup>c)</sup> 実効値は、JIS C 60664-1に記載の式(1 200V+システム電圧)を用いて求める。

<sup>d)</sup> 最後の行は、単相システム又は三相システムの相間電圧だけに適用する。

#### 4.4.7.1.6 システム電圧の決定

##### 4.4.7.1.6.1 主電源の場合

交流主電源から電力を供給するPECSの場合、表9のシステム電圧は、次のとおりとする。

- TN及びTT系統では、相と大地との間の定格電圧実効値

注記1 1相を接地したTN系統(角接地系統)の場合、システム電圧は非接地相と大地との間の定格電圧実効値である(すなわち、相間電圧である。)。

- 三相IT系統でのインパルス電圧の決定に関しては、次による。

— インパルス耐電圧の決定に対しては、相と仮想中性点(各相から等しいインピーダンスの仮想接合点)との間の定格電圧実効値

注記2 ほとんどの電力系統では、この値は相間電圧を $\sqrt{3}$ で除した値に相当する。

注記3 仮想中性点の相は、平衡した電力系統でだけ用いることができる。单一故障状態においては、システム電圧は一時的に相間電圧に変化するが、(相間電圧をシステム電圧とみなしたときの)表9によるインパルス耐電圧を一段階下げてもよく、空間距離の決定においても同じ結果となる。

- 信頼性が高いPECSでは、相間の定格電圧実効値
- 短時間過電圧の決定に対しては、相間の定格電圧実効値
- 単相IT系統では、電源の導体間の定格電圧実効値

注記4 直列に接続したダイオードブリッジ(12パルス、18パルスなど)をもつPECSの場合、シ

システム電圧は、それらダイオードブリッジの交流電圧の総和である。

供給電圧が交流主電源から整流した直流である場合のシステム電圧は、電力系統の接地を考慮した整流前の交流電源の実効値である。

**注記 5** 主電源から変圧器で絶縁した変圧器二次巻線から PECS 内で生成する電圧も、インパルス電圧の決定におけるシステム電圧とみなされる。

表示に関する要求事項は、**6.3.7.3** による。

#### 4.4.7.1.6.2 非主電源の場合

非主電源の交流又は直流から電力が供給される PECS の場合、システム電圧は供給電源の相間電圧の実効値である。

#### 4.4.7.1.7 絶縁を橋絡する部品

絶縁を橋絡する部品は、橋絡している絶縁の絶縁レベル（例えば、基礎、強化、二重など）の要求事項に適合しなければならない。

#### 4.4.7.2 周囲との絶縁

##### 4.4.7.2.1 一般事項

回路とその周辺との基礎絶縁、付加絶縁及び強化絶縁は、次のいずれかによって設計されなければならない。

- インパルス耐電圧
- 短時間過電圧
- 回路の動作電圧

沿面距離に関しては、**4.4.7.5** のように動作電圧の実効値を用いる。

空間距離及び固体絶縁に関しては、**4.4.7.2.2** 及び**4.4.7.2.4** のように、インパルス耐電圧、短時間過電圧又は動作電圧の繰返しピークを用いる。

**注記 1** 交流、直流及び繰返しピークが組み合わざった動作電圧の例は、間接電圧形変換器の直流リンク電圧、サイリスタスナバの減衰振動電圧、スイッチング電源の内部電圧などがある。詳しくは、**A.6** を参照する。

**注記 2** インパルス耐電圧及び短時間過電圧は、回路のシステム電圧によって決まり、インパルス耐電圧値は、**表 9** で示す過電圧カテゴリによっても決まる。

主回路と非主回路との間に絶縁が備わる PEC に対し、主回路及び非主回路のインパルス耐電圧の定格値は、**4.4.7.2.2** 及び**4.4.7.2.3** によって決定する。したがって、絶縁箇所での過電圧カテゴリ（OVC）の低減効果は、次によって評価する。

- 非主回路における主回路からのインパルスの値は、非主電源の OVC を 1 レベル低減することによって決定する。結果的には、主回路のシステム電圧に基づくインパルス耐電圧値となる。
- 非主回路で用いる定格値は、**4.4.7.2.3** の値及び上記によって決定された値より大きくなる。
- 主回路における非主回路からのインパルスの値は、非主回路の OVC を 1 レベル低減することによって決定する。結果的には、非主電源のシステム電圧に基づくインパルス耐電圧値となる。
- 主回路で用いる定格値は、**4.4.7.2.2** の値及び上記によって決定された値よりも大きくなる。

主回路と非主回路との間に絶縁をもたない PEC に対し、主回路及び非主回路のインパルス耐電圧の定格値は、上記の**4.4.7.2.2** 又は**4.4.7.2.3** によって決定する。

二つのインパルス耐電圧の高い方を全体の連結回路に用いる。絶縁をせずに連結回路につながる回路において、インパルス耐電圧値は、連結回路の値を用いる。

### 注記 3 例は、I.5 を参照。

主回路よりも高い周波数で絶縁変圧器を介し主回路から供給される DVC A 又は DVC B 回路のとき、その回路と周辺との間の絶縁は、その回路の動作電圧によって決定する。

その場合、表 10 の動作電圧に対応して与えられるインパルス電圧の値よりも低いインパルス電圧を低減する変圧器の能力の場合は、試験、シミュレーション又は計算によって示さなければならない。

### 注記 4 インパルス電圧を低減する高周波変圧器の能力は、絶縁部の結合容量が DCV A 又は B 回路の標準的な接地容量に比較して非常に小さいことに由来している。

#### 4.4.7.2.2 主電源に接続する回路

周囲と主電源に直接接続する回路との間の絶縁は、インパルス耐電圧、短時間過電圧又は動作電圧のうちで最も要求事項が厳しいものに基づいて設計する。

この絶縁は、通常、過電圧カテゴリ III のインパルスに対して耐えるようとする。ただし、PECS を設備の受電点に接続する場合は、過電圧カテゴリ IV を用いる。過電圧カテゴリ II は、信頼性に関する特別な要求事項がないプラグイン機器に用いてもよい。

過電圧カテゴリ IV のインパルスをカテゴリ III の値まで低減する又はカテゴリ III の値をカテゴリ II の値まで低減する対策をしている場合は、その低減した値によって基礎絶縁又は付加絶縁を設計してもよい。二重絶縁又は強化絶縁の要求事項を、上記の対策をしないときのインパルスに対応した基礎絶縁に必要な値よりも低減してはならない。

この目的で用いる過電圧保護デバイスが過電圧又は繰返しインパルスによって劣化し、それによって過電圧抑制能力が低下する可能性がある場合は、保護デバイスを監視し、その状態を表示する。

### 注記 1 システム電圧を元に決定されたインパルス耐電圧は、固有の保護手段、PECS 内の SPD、又は設備での対応によって低減できる。SPD の選定及び使用については、JIS C 5381-12 を参照。

### 注記 2 4.4.5.2 に従って保護インピーダンスを介して主電源に接続している回路は、主電源に直接接続しているとはみなさないと考える。

#### 4.4.7.2.3 非主電源に接続する回路

周囲と非主電源から電力供給する回路との間の絶縁は、次のいずれかのうち要求事項が最も厳しいものに基づいて設計する。

- システム電圧を用いて表 9 から決定するインパルス耐電圧
- 動作電圧
- 電源の特性によって存在することが分かっている短時間過電圧

これらの値から、表 10 によって空間距離を設計する。

非主電源の短時間過電圧は、次のように決定する。

- 短時間過電圧の詳細が不明の場合は、表 9 による。
- 短時間過電圧が明らかであれば、その値を用いる。

非主電源の短時間過電圧を決めるために、次の状況を考慮することが望ましい。

- 非主電源の低電圧電力系統の中性線の断線
- 非主電源の低電圧 IT 系統の地絡
- 非主電源の低電圧設備内での短絡

詳細は、JIS C 60364-4-44:2011 の箇条 442 による。

非主電源に接続する機器の過電圧カテゴリは、カテゴリ II とする。過電圧抑制手段がない場合及び長い架空線に接続する場合は、より上位の過電圧カテゴリを割り当てる。インパルス電圧が既知の低レベルで

あり、かつ、单一故障状態の下でもインパルス電圧が低レベルであることが明らかな用途及び回路に対しては、過電圧カテゴリ I を用いてもよい。インパルス電圧の期待値が、システム電圧に対応する過電圧カテゴリ I における表 9 の値を超えないときに、この要求事項に適合しているとみなす。

**注記 1** 固定設備に恒久接続する機器としない機器とで、非主電源の過電圧カテゴリに違いはない。

この規格を引用する製品専門委員会は、システム電圧、及びその製品の使用時に発生しそうな最大インパルス電圧に基づき、表 9 から適切な過電圧カテゴリを決定する。この規格で対象外の製品固有の用途では、特別な検討をしてもよい。

通信ラインは非主電源とみなす。

過電圧カテゴリ III のインパルスをカテゴリ II の値まで低減する手段又はカテゴリ II の値をカテゴリ I の値まで低減する手段を講じている場合には、その低減後の値に合わせて基礎絶縁又は付加絶縁を設計してもよい。二重又は強化絶縁の要求事項を、上記の対策をしないときのインパルスに対応した基礎絶縁に必要な値よりも低減してはならない。

この目的で用いる過電圧保護デバイスが過電圧又は繰返しインパルスによって劣化し、それによって過電圧抑制能力が低下する可能性がある場合は、保護デバイスを監視し、その状態を表示する。

**注記 2** システム電圧を元に決定されたインパルス耐電圧は、固有の保護手段、PECS 内の SPD 又は設備の対応によって低減できる。SPD の選定及び使用については、JIS C 5381-12 を参照。

#### 4.4.7.2.4 回路間の絶縁

二つの回路間の絶縁は、要求事項がより厳しい回路に基づいて設計する。

設計の簡素化及び回路間の保護分離のため、絶縁は、次のいずれかの要求事項の厳しい方に基づいて設計する。

- 要求事項がより厳しい回路
- 回路間の動作電圧

#### 4.4.7.3 機能絶縁

機能絶縁の故障によって危険な状態（感電、やけど、火災など）にならない場合には、機能絶縁に対しては特別な要求事項はないが、その他の場合には次を適用する。

4.2 が要求する回路分析によって、絶縁の故障が危険を生じる場合を除いて、試験は不要である。

過渡過電圧によって重大な影響を受ける部品又は回路では、機能絶縁は、過電圧カテゴリ II のインパルス耐電圧に従って設計するが、PECS を設備の受電点に接続するときには過電圧カテゴリ III を用いる。

過渡過電圧をカテゴリ III～II 又はカテゴリ II～I の範囲内に低減する手段を講じたときは、機能絶縁をその低減値に従って設計してもよい。

回路の特性によってインパルス電圧が低減することを試験（5.2.3.2 参照）によって示すことができる場合、機能絶縁は試験中に回路に発生する最も高いインパルス電圧に従って設計してもよい。

過渡過電圧によって重大な影響を受けない部品又は回路では、機能絶縁はその絶縁に関する部分の動作電圧に従って設計する。

#### 4.4.7.4 空間距離

##### 4.4.7.4.1 空間距離の決定

機能絶縁、基礎絶縁及び付加絶縁の空間距離は、表 10 に従って決定する（空間距離の評価例については、附属書 D を参照）。短時間過電圧又は動作電圧から空間距離を決定する場合、補間してもよい。

強化絶縁の空間距離は、一段階高いインパルス電圧に耐え得る寸法にするか、又は基礎絶縁の短時間過電圧ピーク値若しくは動作電圧ピーク値の 1.6 倍に耐え得る寸法にする。

標高 2 000 m～20 000 m での使用に対する空間距離は、表 E.1 として転記した JIS C 60664-1:2009 の表 A.2 に基づく補正係数を用いて計算する。

附属書 F で示す周波数が 30 kHz を超えるときのほぼ平等な電界における空間距離は、表 F.2 から選択する補正係数によって決定する。

表 10—機能絶縁、基礎絶縁又は付加絶縁に対する空間距離

単位 V

インパルス耐電圧 <sup>a)</sup> (表 9 参照)	短時間過電圧 <sup>a), b)</sup> (ピーク) 回路とその周囲との間の 絶縁の決定の場合だけ (表 9 参照)	動作電圧 <sup>a), b)</sup> (繰返しピーク) <sup>c)</sup>	海拔 2 000 m までの最小空間距離 (mm) <sup>d)</sup>			
			汚損度			
			1	2	3	4
330	330	260	0.01	0.2 <sup>e), f)</sup>	0.8 <sup>g)</sup>	1.6 <sup>h)</sup>
500	500	400	0.04			
800	710	560	0.10			
1 500	1 270	1 010	0.5	0.5		
2 500	2 220	1 770	1.5	1.5	1.5	
4 000	3 430	2 740	3.0	3.0	3.0	3.0
6 000	4 890	3 910	5.5	5.5	5.5	5.5
8 000	6 060	4 840	8.0	8.0	8.0	8.0
12 000	9 430	7 540	14	14	14	14

注<sup>a)</sup> 非主電源の場合には補間してもよい。

<sup>b)</sup> 空間距離を短時間過電圧及び動作電圧から決定する場合には、補間してもよい。

<sup>c)</sup> この電圧は、最小空間距離での絶縁破壊電圧の約 0.8 倍である。

<sup>d)</sup> 短時間過電圧及び動作電圧に対する空間距離は、JIS C 60664-1:2009 の表 F.7a から算出する。

<sup>e)</sup> プリント配線板 (PWB) では、汚損度 1 の値を適用するが、その値は 0.04 mm 以上とする。

<sup>f)</sup> 汚損度 2, 3 及び 4 の最小空間距離は、対象の沿面距離の潤滑状態における耐電圧特性の低下に基づいたものである (JIS C 60664-5 参照)。

注記 定常状態で 2.5 kV (ピーク) 以上の電圧が空間距離にかかる場合、表 10 の絶縁破壊電圧に基づく距離では、特に不平等電界の場合に、コロナ (部分放電) を発生させることなく動作することができない可能性がある。コロナ放電がない動作を実現するためには、JIS C 60664-1:2009 の表 F.7b で与えられる、より大きな空間距離とするか、又は電界分布を改善することが必要である。

目視検査 (5.2.2.1 を参照)、又は 5.2.3.2 のインパルス電圧試験及び 5.2.3.4 の交流若しくは直流電圧試験の実施によって適合性を確認する。

#### 4.4.7.4.2 電界の平等性

表 10 の距離は、通常実際に経験する条件である不平等な電界分布における空間距離に関する要求事項に対応している。平等な電界分布であることが分かっている場合に、基礎絶縁又は付加絶縁の空間距離を JIS C 60664-1:2009 の表 F.2 のケース B で要求される値まで低減してもよい。ただし、この場合には、対象とする空間距離に 5.2.3.2 のインパルス電圧試験を実施する。

表 10 の定常状態の電圧、繰返しピーク電圧又は短時間過電圧への耐性が、空間距離の決定要因である場合で、かつ、これらの空間距離が表 10 の値より小さい場合には、5.2.3.4 の交流又は直流電圧試験を実施する。強化絶縁の空間距離は、平等電界でも低減してはならない。

#### 4.4.7.4.3 導電性きょう体との間の空間距離

絶縁していない充電部と金属きょう体との間の空間距離は、**5.2.2.4.2** のたわみ試験中及び試験後とも、

#### 4.4.7.4.1 に従っていなければならない。

適合性は、検査及び**5.2.2.4.2** の試験によって確認する。

設計空間距離が 12.7 mm 以上で、**4.4.7.4.1** で要求される空間距離が 8 mm を超えない場合には、たわみ試験を省略してもよい。

#### 4.4.7.5 沿面距離

##### 4.4.7.5.1 絶縁材料グループ

絶縁材料は、**JIS C 2134:2007** の **11.**に従った試験で得られた、比較トラッキング指数 (CTI) に対応した四つのグループに分かれる。

- 絶縁材料グループ I                    CTI  $\geq$  600
- 絶縁材料グループ II                 $600 > \text{CTI} \geq 400$
- 絶縁材料グループ IIIa             $400 > \text{CTI} \geq 175$
- 絶縁材料グループ IIIb             $175 > \text{CTI} \geq 100$

汚損度 3 の環境条件にさらされるプリント配線板の沿面距離は、**表 11** の“その他の絶縁体”の汚損度 3 に基づいて決定しなければならない。

沿面距離にリブがある場合は、グループ I の絶縁材料の沿面距離をグループ II の絶縁材料に適用してもよく、また、グループ II の絶縁材料の沿面距離をグループ III の絶縁材料に適用してもよい。リブの間隔は、**表 D.1** の寸法 “X” 以上でなければならない。汚損度 2 及び 3 の場合、リブは高さ 2 mm 以上でなければならない。

トラッキングがないガラス、セラミックなどの無機絶縁材料の場合、沿面距離は**表 10** から決定する関連空間距離と同一にしてもよい。

##### 4.4.7.5.2 沿面距離の決定

機能絶縁、基礎絶縁及び付加絶縁の沿面距離は、**表 11** に従って求める。補間してもよい。強化絶縁の沿面距離は、基礎絶縁の 2 倍の距離とする。

表 11—沿面距離

単位 mm

列 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
動作電圧 実効値 (V)	プリント配線板 <sup>a)</sup>		その他の絶縁体								
	汚損度		汚損度								
	1	2	1	2				3			
	全ての材料 グループ	IIIb を除く 全ての材料 グループ	全ての材料 グループ	絶縁材料グループ				絶縁材料グループ			
≤2	0.025	0.04	0.056	0.35	0.35	0.35	0.35	0.87	0.87	0.87	
5	0.025	0.04	0.065	0.37	0.37	0.37	0.37	0.92	0.92	0.92	
10	0.025	0.04	0.08	0.40	0.40	0.40	0.40	1.0	1.0	1.0	
25	0.025	0.04	0.125	0.50	0.50	0.50	0.50	1.25	1.25	1.25	
32	0.025	0.04	0.14	0.53	0.53	0.53	0.53	1.3	1.3	1.3	
40	0.025	0.04	0.16	0.56	0.80	1.1	1.1	1.4	1.6	1.8	
50	0.025	0.04	0.18	0.60	0.85	1.20	1.20	1.5	1.7	1.9	
63	0.04	0.063	0.20	0.63	0.90	1.25	1.25	1.6	1.8	2.0	
80	0.063	0.10	0.22	0.67	0.95	1.3	1.3	1.7	1.9	2.1	
100	0.10	0.16	0.25	0.71	1.0	1.4	1.4	1.8	2.0	2.2	
125	0.16	0.25	0.28	0.75	1.05	1.5	1.5	1.9	2.1	2.4	
160	0.25	0.40	0.32	0.80	1.1	1.6	1.6	2.0	2.2	2.5	
200	0.40	0.63	0.42	1.0	1.4	2.0	2.0	2.5	2.8	3.2	
250	0.56	1.0	0.56	1.25	1.8	2.5	2.5	3.2	3.6	4.0	
320	0.75	1.6	0.75	1.6	2.2	3.2	3.2	4.0	4.5	5.0	
400	1.0	2.0	1.0	2.0	2.8	4.0	4.0	5.0	5.6	6.3	
500	1.3	2.5	1.3	2.5	3.6	5.0	5.0	6.3	7.1	8.0	
630	1.8	3.2	1.8	3.2	4.5	6.3	6.3	8.0	9.0	10.0	
800	2.4	4.0	2.4	4.0	5.6	8.0	8.0	10.0	11	12.5	b)
1 000	3.2	5.0	3.2	5.0	7.1	10.0	10.0	12.5	14	16	
1 250	4.2	6.3	4.2	6.3	9	12.5	12.5	16	18	20	
1 600	c)	c)	5.6	8.0	11	16	16	20	22	25	
2 000			7.5	10.0	14	20	20	25	28	32	
2 500			10.0	12.5	18	25	25	32	36	40	
3 200			12.5	16	22	32	32	40	45	50	
4 000			16	20	28	40	40	50	56	63	
5 000			20	25	36	50	50	63	71	80	
6 300			25	32	45	63	63	80	90	100	
8 000			32	40	56	81	81	100	110	125	
10 000 <sup>d)</sup>			40	50	71	100	100	125	140	160	

沿面距離は、補間してもよい。

注<sup>a)</sup> この列は、プリント配線板上のコンポーネント及び部品、並びに同等の公差管理がなされる他の沿面距離にも適用する。

<sup>b)</sup> 汚損度 3 で 630 V を超える場合には、グループ IIIb は用いないほうがよい。

<sup>c)</sup> 1 250 V を超える場合は、適宜、列 4～列 11 の値を用いる。

<sup>d)</sup> 電圧が 10 kV を超える場合は、JIS C 60664-1:2009 の表 F.4 に従って沿面距離を決定することが望ましい。

表 11 で決定される沿面距離が 4.4.7.4.1 の空間距離に満たない場合、又はインパルス試験（5.2.3.2 参照）で決定する空間距離に満たない場合には、沿面距離を少なくともその空間距離にしなければならない。

沿面距離の適合性は、測定又は検査（5.2.2.1 参照）によって確認する（沿面距離の評価例に関しては、**附属書 D** を参照）。

#### 4.4.7.6 コーティング

絶縁のため、表面を汚染から保護のため並びに沿面距離及び空間距離を短くできるようにするために、コーティングを用いてもよい（4.4.7.8.4.2 及び 4.4.7.8.6 参照）。

#### 4.4.7.7 プリント配線板の機能絶縁のための距離

プリント配線板の機能絶縁のための距離は、4.4.7.4 及び 4.4.7.5 の要求に従わなくてはならない。

次の全てを満たす場合には、プリント配線板上の距離を低減してもよい。

- プリント配線板の燃焼性分類が V-0 材である（JIS C 60695-11-10 参照）。
- プリント配線板の基板材料の CTI が 100 以上である。
- 機器がそのプリント配線板の短絡試験に適合している（5.2.4.7 参照）。

次の用い方の場合、プリント配線板上のコンポーネントの距離を低減してもよい。

- 汚損度 1 又は 2 の環境
- 過電圧カテゴリ I を超えない。

この場合、通常は製造仕様書に記載している。

上記を適用する場合は、適合性は、検査及び 5.2.4.7 の試験によって確認する。

#### 4.4.7.8 固体絶縁

##### 4.4.7.8.1 一般事項

固体絶縁の材料は、発生するストレスに耐えなければならない。このストレスには、通常使用時に発生することが予想される機械的、電気的、熱的、気候性及び化学的ストレスが含まれる。また、絶縁材料は、PECS の期待寿命の間の経年変化にも耐えなければならない。

設計又は製造工程において絶縁性能を満足していることを確認するため、固体絶縁を使用したコンポーネント及びサブアセンブリに対する試験を実施しなければならない。

##### 4.4.7.8.2 材料に関する要求事項

絶縁材料の CTI は、100 以上でなければならない。

絶縁材料は、5.2.3.10 の温度上昇試験の結果で決定づけられる最大温度に適していかなければならない。絶縁材料が機械強度を必要とするかどうか、使用中にその部分への衝撃があるかどうかを考慮しなければならない。

DVC As よりも高い電圧の充電部と接触する絶縁材料は、次のいずれかの内容を満たす必要がある。

- 試験温度 850 °C での 5.2.5.3 のグローワイヤ試験
- 550 °C より高く、JIS C 60695-2-11:2016 の図 A.1 に従った、PECS の使用状態に適合した、より低い試験温度の 5.2.5.3 のグローワイヤ試験
- 代替試験としての 5.2.5.4 のホットワイヤ着火試験

DVC As よりも高い電圧の充電部に接触している又はきょう体の一部に用いる熱可塑性の絶縁材料は、JIS C 60695-10-2 に従った異常発生熱試験としてのボールプレッシャ試験に適合しなければならない。

開閉接点を組み込んだ PECS で用いる絶縁材料が、その接点から 12.7 mm 以内は、5.2.5.2 の大電流アーク発火試験に適合しなければならない。

絶縁材料の製造業者から上記の要求事項への適合性を示すデータが提供される場合には、改めて、この細分箇条の試験を実施する必要はない。

表 12 に示す一般的な材料が用いられている場合には、改めて、この細分箇条の評価を実施する必要はない。

い。

表 12—非絶縁の充電部を直接支持する一般的な材料

一般的な材料	最小厚さ mm	最高温度 °C
冷間成形部品	制限なし	制限なし
セラミック、磁器	制限なし	制限なし
ジアリルフタレート（樹脂）	0.7	105
エボキシ（樹脂）	0.7	105
メラミン（樹脂）	0.7	130
メラミンフェノール（樹脂）	0.7	130
フェノール（樹脂）	0.7	150
未充填ナイロン（樹脂）	0.7	105
未充填ポリカーボネイト（樹脂）	0.7	105
尿素ホルムアルデヒド（樹脂）	0.7	100

適合性は、検査並びに 5.2.3.10 及び 5.2.5.3 又は 5.2.5.2 の試験によって確認する。

#### 4.4.7.8.3 シート又はテープ

##### 4.4.7.8.3.1 一般事項

4.4.7.8.3 は、巻線及びブスバーにアセンブリ内で用いるシート又はテープに適用する。

シート（厚さ 0.75 mm 未満）又はテープで構成する絶縁は、通常の使用状態で損傷から保護され、かつ、機械的応力がかからなければ用いることができる。

複数層の絶縁とした場合は、全ての層を同じ材料とする必要はない。

**注記 1** 重なる部分が 50 % を超えるように絶縁テープの 1 層を巻いた場合は、2 層を構成するとみなす。

**注記 2** シート又はテープを事前に組み立てた絶縁システムを基礎絶縁、付加絶縁及び二重絶縁に適用してもよい。

##### 4.4.7.8.3.2 厚さが 0.2 mm 以上の材料の場合

厚さが 0.2 mm 以上の場合、次による。

- 基礎絶縁又は付加絶縁は、4.4.7.8.1 及び 4.4.7.10.1 の要求事項を満たす 1 層以上で構成する。
- 二重絶縁は 2 層以上で構成する。その構成で、それぞれの層が 4.4.7.8.1 及び 4.4.7.10.1 の要求事項、並びに 4.4.7.10.2 の部分放電の要求事項を満たし、かつ、全ての層を合わせた全体で 4.4.7.10.2 のインパルス及び交流又は直流電圧の要求事項を満たすようとする。
- 強化絶縁は、4.4.7.8.1 及び 4.4.7.10.2 の要求事項を満たす単層で構成する。

**注記** この細分箇条の要求事項は、強化絶縁の厚さが 0.2 mm でよいところでは、二重絶縁では厚さが 0.4 mm 以上になることを示している。

##### 4.4.7.8.3.3 厚さが 0.2 mm 未満の材料の場合

基礎絶縁又は付加絶縁は、4.4.7.8.1 及び 4.4.7.10.1 の要求事項を満たす 2 層以上で構成しなければならない。

二重絶縁は、3 層以上で構成しなければならない。その構成で、それぞれの層は、4.4.7.8.1 及び 4.4.7.10.1 の要求事項を満たし、かつ、どの 2 層を組み合わせても 4.4.7.10.2 の要求事項を満たさなければならない。

強化絶縁は、単層で構成してはならない。

#### 4.4.7.8.3.4 適合性

適合性は、**5.2.3.1～5.2.3.5**に記載する試験で確認する。

コンポーネント又はサブアセンブリがシート絶縁材料を用いる場合、その材料ではなく、コンポーネントに対して試験してもよい。

#### 4.4.7.8.4 プリント配線板（PWB）

##### 4.4.7.8.4.1 一般事項

両面プリント配線板、多層プリント配線板及びメタルコアプリント配線板の層間の絶縁は、**4.4.7.8.1**の要求事項を満たさなければならない。基礎絶縁、付加絶縁、二重絶縁及び強化絶縁は、**4.4.7.10.1**又は**4.4.7.10.2**の適切な要求事項を満たさなければならない。プリント配線板の機能絶縁は、**4.4.7.7**の要求事項を満たさなければならない。

多層プリント配線板の内層では、同一層上の隣接パターン間の絶縁を、次のいずれかとして扱わなければならない。

- 汚損度1の沿面距離及び空気中の空間距離（例 **D.14** 参照）
- **4.4.7.8.1** 及び **4.4.7.10** の要求事項を満たす固体絶縁

##### 4.4.7.8.4.2 コーティング材料の使用

機能絶縁、基礎絶縁、付加絶縁及び強化絶縁を施すのに用いるコーティング材料は、次に規定する要求事項を満たさなければならない。

タイプ1の保護（**JIS C 60664-3**で規定）は、保護対象部分のミクロ環境を改善する。この保護下では、**表10**及び**表11**の汚損度1の空間距離及び沿面距離を適用する。二つの導電部間において、その中間部分及び導電部の一方又は両方をコーティング材料によって覆う。

タイプ2の保護は、固体絶縁と同様とみなす。この保護下では、コーティング材料自身も含め、**4.4.7.8**に規定する固体絶縁の要求事項を適用し、間隔は**JIS C 60664-3:2009**の**表1**の規定を下回ってはならない。

**表10**及び**表11**の空間距離及び沿面距離の要求事項は適用しない。二つの導電部間において、その中間部分及び導体の両方の導電部を保護手段によって覆い、コーティング材料、導電部及びプリント板の間に空隙があつてはならない。

タイプ1及びタイプ2の保護に用いるコーティング材料は、PECSの期待寿命間に発生すると予想するストレスに耐えるように設計する。**JIS C 60664-3:2009**の箇条5に基づいて、プリント配線板に対する形式試験を実施する。低温試験（**JIS C 60664-3:2009**の**5.7.1**）には温度-25°Cを用い、温度急変試験（**JIS C 60664-3:2009**の**5.7.3**）は-25°C～+125°Cとする。ルーチン試験は、不要である。

##### 4.4.7.8.5 巻線

電線のワニス又はエナメル絶縁を基礎絶縁、付加絶縁、二重絶縁又は強化絶縁として用いてはならない。

巻線は、**4.4.7.8.1** 及び **4.4.7.10** の要求事項を満たさなければならない。

巻線は、それ自体で**4.4.7.8.1** 及び **4.4.7.10.2** の要求事項を満たさなければならない。巻線に強化絶縁又は二重絶縁がある場合、**5.2.3.4**の交流又は直流の電圧試験をルーチン試験として実施する。

##### 4.4.7.8.6 ポッティング材料

ポッティング材料は、固体絶縁として、又は汚損に対する保護のためのコーティングとして用いてもよい。ポッティング材料を基本保護、故障保護及び強化保護のために固体絶縁として用いる場合は、**4.4.7.8.1**及び**4.4.7.10**の要求事項を満たさなければならない。汚損に対する保護に用いる場合は、**4.4.7.8.4.2**のタイプ1の保護に対する要求事項を適用する。

##### 4.4.7.9 固体絶縁部分の接続（接着接合）

二つの絶縁部分の間が接着接合されている場合、沿面距離及び空間距離は次のように決定する。

- 4.4.7.8.4.2 のタイプ1又はタイプ2の保護を適用する。
- タイプ1又はタイプ2の保護とみなせない接着接合は、固体絶縁としてもみなせない。また、汚損度の低減はできない。接着部の周辺環境の汚損度による、表10及び表11の空間距離及び沿面距離を適用する。試験は、5.2.5.7による。

例 D.9 を、参照。

#### 4.4.7.10 絶縁耐力の要求事項

##### 4.4.7.10.1 基礎絶縁又は付加絶縁

基礎絶縁又は付加絶縁は、次の二つの試験を行う。

- 5.2.3.2 のインパルス電圧試験
- 5.2.3.4 の交流又は直流電圧試験

##### 4.4.7.10.2 二重絶縁及び強化絶縁

二重絶縁又は強化絶縁は、次の二つの試験を行う。

- 5.2.3.2 のインパルス電圧試験
- 5.2.3.4 の交流又は直流電圧試験

固体絶縁で、絶縁部の繰返しピーク動作電圧が750Vを超える場合に、その絶縁への電圧ストレスが1kV/mmを超える場合には、上記試験に加えて5.2.3.5の部分放電試験を実施しなければならない。

**注記** 電圧ストレスは、繰返しピーク電圧を、電位が異なる二つの部分間の距離で除したものである。

部分放電試験を、全てのコンポーネント、サブアセンブリ及びプリント配線板に対して形式試験として実施する。それに加えて、絶縁を単層材料で構成する場合には、抜取試験を実施する。

二重絶縁は、基礎絶縁又は付加絶縁の故障によって残りの絶縁部分の絶縁性能が低下しないように設計する。

#### 4.4.7.11 30 kHzを超える場合の絶縁要求

絶縁箇所に加わる電圧の基本波周波数が30kHzを超えるときは、さらなる検討を実施する。

これらの状況での空間距離及び沿面距離を決定するための要求事項は、**附属書F**による。

空間距離及び沿面距離の適合性については、**附属書F**に従って測定又は検査によって確認する。

#### 4.4.8 漏電保護デバイス（RCD）の適合性

家庭用及び工業用設備の絶縁破壊に対する保護として、PECSの基本保護及び故障保護に加え、RCDを使用することがある。

PECS回路によっては、絶縁破壊又は直接接触によって直流成分の電流が保護接地導体に流れ、その結果、設備内の他の機器をこの状態から保護するA形又はAC形（IEC 60755参照）のRCDの能力が低下する。

RCDの動作を確実にするためPECSは、次の条件のいずれかを満たしていかなければならない。

- a) タイプAプラグ接続形の単相PECSは、正常状態及び故障状態の下で、保護接地導体に流れる直流電流が、A形のRCDに関するIEC 60755の要求事項の直流電流を超えないように設計する。

**注記1** A形のRCDに関するIEC 60755の要求事項は、保護機能を維持したまま6mAの直流電流に耐えることである。

**注記2** AC形は、6mAの直流電流が流れることを保証しないため、結果的にPECSの上流側のRCDはA形又はB形を許容することになる。

**注記3** JIS C 60364規格群以外の基準（在来電気設備規定）を適用する低圧電気設備で使用されてい

る RCD は **JIS C 8201-2-2:2011 の附属書 2**, **JIS C 8221:2004 の附属書 2** 及び **JIS C 8222:2004 の附属書 2** で規定されており、交流正弦波漏電電流に対して動作するもので、直流電流成分を含む漏電電流に対する動作が規定されていない。本文の PECS への規定は **JIS C 8201-2-2:2011 の附属書 1**, **JIS C 8221:2004 の附属書 1** 及び **JIS C 8222:2004 の附属書 1** で規定された A 形の RCD を考慮しているものである。

- b) タイプ B プラグ接続形又は恒久接続の PECS の場合、**6.3.7.5** の情報及び表示に関する要求事項を満たしているときには、保護接地導体内の直流電流が制限されない。

電気設備の設計及び設置においては、B 形の RCD に注意を払うことが望ましい。B 形の RCD より上流で電源変圧器までの全ての RCD を B 形にしなければならない。

設備の RCD の適合性は、**附属書 H** に記載されたガイドラインに従って、正常状態及び单一故障状態で保護接地導体に流れる電流のシミュレーション又は計算によって確認する。

情報及び表示に関する要求事項については、**6.3.7.5** による。

#### 4.4.9 コンデンサの放電

感電防止のため、PECS 内のコンデンサは、PECS の全電源を遮断後、DVC As 未満の電圧又は  $50 \mu\text{C}$  未満の残留電荷まで放電しなければならない。

- タイプ A 及び B プラグ接続形機器の PECS では、放電時間が 1 秒を超えてはならない。1 秒を超える場合は、少なくとも保護等級 IPXXB (4.4.3.3 参照) で、危険充電部を直接接触から保護しなければならない。
- 恒久接続形機器の PECS では、放電時間は 5 秒を超えてはならない。

タイプ A 及び B プラグ接続形機器の PECS、並びに恒久接続形機器の PECS で、上記の条件を満たすことができない場合、工具又は鍵を用いての手段でだけ接触が可能となるようにし、**6.5.2** の情報及び表示に関する要求事項を適用する。

適合性は、**5.2.3.8** の試験によって確認する。

**注記 1** この要求事項は、力率補正、フィルタなどに用いるコンデンサにも適用できる。

**注記 2** この規格を引用文書として用いる製品専門委員会は、**JIS C 0365** で推奨する感知のしきい値としては  $0.5 \mu\text{C}$  としてもよい。

### 4.5 電気エネルギーによる危険からの保護

#### 4.5.1 使用者が接触可能な区域

##### 4.5.1.1 一般事項

機器は、**4.2** の要求事項を満たすことによって、使用者が接触可能な区域において接触可能な回路からのエネルギーによる危険が発生しないように設計する。

危険な電気エネルギーがある複数の露出部（そのうちの一つは接地している可能性もある。）が金属物によって橋絡する可能性がある場合には、エネルギーによって負傷する危険性がある。

対象部分の橋絡の可能性は、**JIS C 0920:2003 の付図 1** の関節付きテストフィンガを伸ばした状態での試験によって判定する。このテストフィンガで当該部分が橋絡する場合、危険エネルギーが存在してはならない。

そのエネルギーレベルを制限する代わりに、バリア、安全カバー及び同様の手段を用いて、誤って接触することがないようにしてもよい。

適合性は、検査又は**5.2.2.2** の試験によって確認する。

##### 4.5.1.2 危険エネルギーレベルの決定

次の場合に危険エネルギーがあるとみなす。

- 電圧が2V以上である。
- 次のいずれか
  - 240V以上を60秒間継続して出力できる。
  - エネルギーが20Jを超える。

適合性は、**5.2.3.9**の試験、又は次の計算によって確認する。

コンデンサの場合、充電電圧が2V以上、かつ、次の式で算出した充電エネルギーが20Jを超えるとき、危険エネルギーがあるとみなす。

$$E=0.5 CU^2$$

ここに、  
E: エネルギー (J)  
C: 静電容量 (F)  
U: コンデンサの電圧 (V)

#### 4.5.2 保守のために接触する区域

保守、設置又は断路のために取外し可能なカバーの背後に取り付けたコンデンサは、PECSの遮断後、コンデンサに充電された電荷によって危険があつてはならない。

PECS内のコンデンサは、PECSの遮断後、5秒以内に、**4.5.1.2**に示すように、20J未満となるように放電しなければならない。機能上又は他の理由からこの要求事項を満たせない場合は、**6.5.2**の情報及び表示に関する要求事項を適用する。

適合性は、その機器及び関連回路図の検査によって確認する。その際、“入”・“切”スイッチをいずれかに切り替えることによる回路の遮断の可能性、及びPECS内の周期的に電力を消費するデバイス又はコンポーネントが動作していない状況を考慮する。

コンデンサの放電時間を正確に計算できない場合は、放電時間を測定する。

### 4.6 火災及び熱の危険からの保護

#### 4.6.1 火災の危険性がある回路

次の回路は、火災の危険性があるとみなす。

- 主電源に直接接続している回路
- 主電源に直接接続してはいないものの、**4.6.5**の出力制限電源の範囲を超えている回路
- 囲われていないアーク発生部分をもつコンポーネント

#### 4.6.2 火災の危険性があるコンポーネント

##### 4.6.2.1 一般事項

コンポーネントの適切な選択及び使用、並びに適切な構成によって、高温による発火の危険性を最小に抑えなければならない。

電気コンポーネントは、接触の可能性がある周囲材料の発火温度よりも、通常又は单一故障条件下での最大温度が低くなるよう使用する必要がある。通常条件下では、コンポーネント又はその周囲材料が**表14**の限度を超えてはならない。

故障条件下での過熱からコンポーネントを保護できない場合には、それらのコンポーネントと接触する全ての材料が、**JIS C 60695-11-10**の燃焼性分類V-1又はそれ以上である必要がある。

**4.6.2**及び**4.6.3**への適合性は、コンポーネント及び材料データシートの検査、並びに必要に応じて試験を実施することによって確認する。

##### 4.6.2.2 火災の危険性がある回路内のコンポーネント

防火きょう体内では、コンポーネント及び他の部品の材料、並びにそれらの部品に接触する全ての材料が、**JIS C 60695-11-10**で分類される燃焼性分類V-2、又は**JIS K 7241**で分類される燃焼性分類HF-2以上の条件に適合していなければならない。

コンポーネントの製造業者が上記の要求事項に対し必要な証明資料を提供した場合、追加試験の必要はない。さらに、上記の要求事項は、次のものには適用しない。

- **5.2.4.6**に基づく試験時に、異常な動作条件下でも火災の危険性を示さない電気コンポーネント
- 金属製で通気孔がない0.06 m<sup>3</sup>以下のきょう体に収納されているか、又は不活性ガスを充填した密閉容器に収納されている材料及びコンポーネント
- 燃焼性分類V-1以上の材料に実装されているICパッケージ、フォトカプラパッケージ、コンデンサ、その他小さな部品などの電子コンポーネント
- PVC、TFE、PTFE、FEP、ネオプレン又はポリイミドで絶縁されている線材、ケーブル及びコネクタ
- 故障条件下で発火するおそれがある温度になる可能性がある電気部品（絶縁電線及びケーブルを除く。）から、13 mm以上の空間によって又は燃焼性分類V-1以上の材料でできている固体のバリアによって隔離されている、次の部品
  - ラベル、取付脚、キーキャップ、ノブなど、火災の燃料として無視し得る他の小さな部品
  - 燃焼性クラスHBの、気体又は液体の配管システムの管、粉体又は液体の容器、プラスチックの成形部品

#### 4.6.2.3 火災の危険性がない回路内のコンポーネント

火災の危険性がない回路内のコンポーネントには、**4.6.2**を適用しない。

### 4.6.3 防火きょう体

#### 4.6.3.1 一般事項

防火きょう体は、設置場所に関係なく、周囲環境への火災のリスクを低減するために用いる。

次のいずれかの場合を除き、全てのPECSに防火きょう体が必要である。

- 製品専門委員会で、防火きょう体が必要ないことを規定済みである。
- 使用者と製造業者との間で同意している。
- そのPECSが、燃焼性材料がない区域でだけ使用することを意図して設計し、かつ、**6.3.5**に基づいて表示している。

#### 4.6.3.2 きょう体材料の燃焼性

PECSの防火きょう体に用いる材料は、火災の危険性がない回路だけを囲うきょう体の部分を除き、**5.2.5.5**の燃焼性試験の要求事項を満たさなければならない。

使用する最小厚さで、その材料の燃焼性が**JIS C 60695-11-20**で規定する燃焼性分類5VA以上である場合に、その材料は、試験なしで適合しているとみなす。

耐熱ガラス、線入板ガラス、網入板ガラス又は合わせガラス、金属及びセラミック材料は、試験なしで適合しているとみなす。

防火きょう体の開口部を埋めるコンポーネントの材料は、次の条件のいずれかを満たすものとする。

- 燃焼性分類V-1以上の材料であり、どの寸法も100 mmを超えない。
- 燃焼性分類V-2以上の材料であり、次のいずれかを満たす。
  - どの寸法も25 mmを超えない。
  - どの寸法も100 mmを超えず、かつ、火災の危険源である部分から100 mm以上離れている。
  - 燃焼性分類V-2以上の材料であり、その部分から火災の危険源までの間に、バリア又はV-0級の材料

でできた一つのバリアを成す（複数の）デバイスがある。

- 防火きょう体の一部分を成す、又は開口部を塞ぐことを目的としているコンポーネントの難燃性に関する要求事項を規定している、関連 **JIS** 又は **IEC** 規格に適合している。

**注記** これらのコンポーネントの例は、ヒューズホルダ、スイッチ、パイロットランプ、コネクタ及びコンセントである。

外部きょう体として用い、表面積が  $1\text{ m}^2$  を超えるか又は 1か所の寸法が 2m を超える高分子材料は、**ASTM E162** 又は **ANSI/ASTM E84** で定義している炎の広がり指数が 100 以下でなければならない。

製造業者は、防火きょう体材料の供給者からのデータを提供して、上記の要求事項への適合性を示してもよい。その場合は、それ以上の試験は不要である。

適合性は、目視検査、及び必要に応じて試験によって確認する。

#### 4.6.3.3 防火きょう体の開口部

##### 4.6.3.3.1 一般事項

複数の向きでの使用又は設置を意図して設計されていることを製品仕様書に記載している機器の場合には、各向きに 4.6.3.3.2～4.6.3.3.4 の要求事項を適用する。

これらの要求事項は、この規格の他の箇条に記載している開口部の要求事項に付加するものである。

**注記** 例えば、充電部又は危険な可動部分との直接接触からの基本保護に関する箇条は、この箇条の要求事項に加えて適用する。

##### 4.6.3.3.2 防火きょう体上面及び側面の開口部

垂直又は垂直から最大  $5^\circ$ までの範囲で落下する外部の物体が、きょう体の火災の危険がある場所へ落下することを防止するように、防火きょう体の上面の開口部を設計しなければならない。

取扱説明書（据付説明書）で適切に上面及び底面が定義されていない場合、この要求事項は、移動可能な機器の全ての面に適用する。

適合性については、5.2.2.2 の試験によって確認する。

防火きょう体の上面の開口部が、4.6.1 で定義する火災の危険性がある回路の垂直又は垂直から最大  $5^\circ$  の範囲に位置しない場合、5.2.2.2 の試験を行わなくてよく、また、4.4.3.3 で記載する IP3X の試験プローブで試験をしても、DVC As よりも高い電圧の部分への接触を防ぐ構造の場合、5.2.2.2 の試験は行わなくてよい。

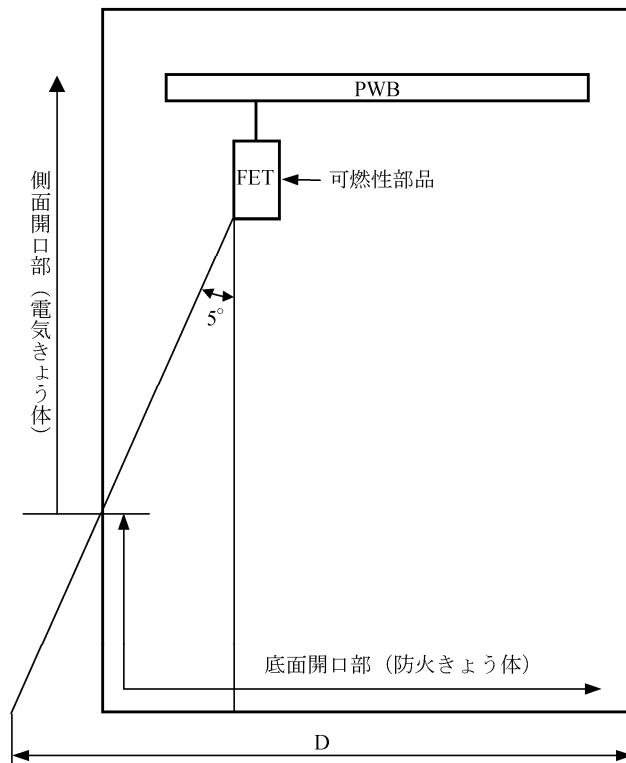
図 6 の、可燃性部品から垂直に角度  $5^\circ$  の領域に入る防火きょう体の側面部分には、防火きょう体底面の開口部に関する 4.6.3.3.3 の制限事項も適用する。

適合性は、目視検査で確認する。

##### 4.6.3.3.3 防火きょう体底面の開口部

防火きょう体の底面又は個々のバリアは、火災のおそれがある回路内の、部分的に囲まれたコンポーネント又はアセンブリを含め、全ての内部部品の下方への火災又は溶融材料の放出から保護しなければならない。

底面又はバリアの場所及び大きさは、図 6 の領域 D を覆っている必要があり、水平に覆うか、へりを付けるか、又は等価な保護性能をもつ他の形状にしなければならない。塞ぎ板（バッフル）、スクリーン又はその他の手段で保護している場合を除き、その部分には開口を設げず、溶融金属及び燃焼物が防火きょう体の外部に落ちることがないようにする。



注記 図6は、その部品がきょう体の底面と対面しているPWBを含む製品の断面図の例を示す。

PWBが主回路〔例えば、電界効果トランジスタ(FET)〕の部品を含んでいるなら、それは発火源であると考えられる。開口部を表13によって制限する場合は、きょう体底面は防火きょう体であると考えられる。

感電保護のほか、発火源から $5^{\circ}$ の投影下に位置する側面開口部(電気きょう体)は、延焼に対する保護を要求される。

図6ー囲まれていないか又は部分的に囲われている、  
火災の危険がある部品の下部にある防火きょう体の底面

次の構造は、この要求事項を満たしているとみなし、試験は必要ない。

- 防火きょう体底部に開口部がない。
- それ自体が防火きょう体の要求事項に適合している内部のバリア、スクリーンなどの下にある、任意のサイズの底部開口部
- JIS C 60695-11-10 の燃焼性区分 V-1 又は JIS K 7241 の HF-1 の要求事項を満たしているコンポーネント及び部品、又は 30 秒間の接炎による JIS C 60695-11-5 のニードルフレーム試験に合格した小形コンポーネントの下にある、それぞれが  $40 \text{ mm}^2$  を超えない底部開口部
- 図7に示す塞ぎ板(バッフル)構造
- 表13の寸法制限に適合している防火きょう体の金属底部
- 開口部の中心間の距離が 2 mm を超えない、直径 0.45 mm 以上の線材のメッシュ状の金属底部スクリーン

防火きょう体を上記とは異なって設計している場合の適合性は、検査又は 5.2.5.6 の高温燃焼油脂試験によって確認する。

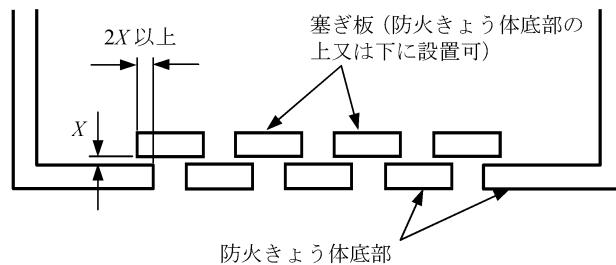


図 7- 防火きょう体の塞ぎ板（バッフル）構造

表 13- 防火きょう体底部の許容開口部

単位 mm

円形開口部に適用			他の形状の開口部に適用	
金属製底部の 最小厚さ	開口部の最大直径	開口部の中心間の 最小間隔	最大面積 (mm <sup>2</sup> )	開口部境界同士の 最小間隔
0.66	1.1	1.7	1.1	0.56
0.66	1.2	2.3	1.2	1.1
0.76	1.1	1.7	1.1	0.55
0.76	1.2	2.3	1.2	1.1
0.81	1.9	3.1	2.9	1.1
0.89	1.9	3.1	2.9	1.2
0.91	1.6	2.7	2.1	1.1
0.91	2.0	3.1	3.1	1.2
1.0	1.6	2.7	2.1	1.1
1.0	2.0	3.0	3.2	1.0

#### 4.6.3.3.4 防火きょう体の扉又はカバー

防火きょう体の一部を、使用者が接触できる扉又はカバーで構成する場合には、その部分は次の要求事項のいずれかを満たしていかなければならない。

- 扉又はカバーが安全インタロックを備えている。
- 使用者が開けることがある扉又はカバーについては、次の条件を共に満たしている。
  - 使用者が防火きょう体の扉又はカバーを取り外し移動できない。
  - 通常運転中は閉じておくための手段を備えている。

附属品の設置など、設置者が必要時に使用することだけを意図している扉又はカバーは、その機器の取扱説明書（据付説明書）に扉又はカバーの正しい取り外し取付け方法を記載している場合に限り、取り外しが可能である。

適合性は、検査によって確認する。

#### 4.6.4 温度限度

##### 4.6.4.1 内部部品

機器及びそのコンポーネントは、その機器の定格に基づいた試験時に、表 14 に記載する温度を超えてはならない。

適合性は、5.2.3.10 の試験によって確認する。

表 14—内部材料及びコンポーネントの最高温度

材料及びコンポーネント	熱電対法	抵抗法	単位 °C
ゴム又は熱可塑性プラスチック絶縁導体 <sup>a)</sup>	75	—	
外部接続端子及び外部接続電線の絶縁に接触する可能性がある他の部品 <sup>b)</sup>	<sup>b)</sup>	—	
銅のブスバー及び接続ストラップ	<sup>c)</sup>	—	
変圧器などの磁気回路部品の絶縁システム <sup>d)</sup>	<sup>e)</sup>	<sup>e)</sup>	
耐熱クラス 105 (A)	90	100	
耐熱クラス 120 (E)	105	115	
耐熱クラス 130 (B)	110	120	
耐熱クラス 155 (F)	130	140	
耐熱クラス 180 (H)	155	165	
耐熱クラス 200 (N)	165	175	
耐熱クラス 220 (R)	180	190	
耐熱クラス 250 (S)	195	205	
フェノール混合物 <sup>a)</sup>	165	—	
抵抗材料	415	—	
コンデンサ	<sup>f)</sup>	—	
パワー半導体デバイス	<sup>g)</sup>	—	
プリント配線基板	<sup>h)</sup>	—	
少なくとも基本保護を橋絡する部品	<sup>f)</sup>	—	
液体冷却媒体	<sup>i)</sup>	—	

注 <sup>a)</sup> フェノール混合物、ゴム及び熱可塑性プラスチックの絶縁に対する限度は、この値を超える温度の要 求事項を満たしていることが検査によって判明した化合物には適用しない。  
<sup>b)</sup> 最高端子温度は、製造業者が指定するその端子の温度定格、及び導体又はケーブルの定格絶縁温度を 超えてはならない (6.3.6.4 参照)。  
<sup>c)</sup> 最高許容温度は、支持材料の最高温度、又は接続線材若しくはその他のコンポーネントの絶縁によつて 決定する。最高許容温度は、140 °Cを推奨する。  
<sup>d)</sup> 変圧器など磁気回路部品の絶縁に関する最高温度は、熱電対をコイル表面に適用しているのでホット スポット上には配置していないことを前提としている。抵抗法によって、巻線の平均温度の測定値を得る。  
<sup>e)</sup> これらの限度値は、製品群安全規格 JIS C 61558-1 及び JIS C 61558-2-16 から引用している。JIS C 61558 規格群で規定していない磁気回路部品に関して、製品専門委員会は JIS C 4003 及び JIS C 2143 によって、異なる限度値を定義してもよい。  
<sup>f)</sup> 部品に対しては、製造業者が指定する最高温度を超えてはならない。  
<sup>g)</sup> ケースの最高温度は、パワー半導体デバイス製造業者の指定する電力損失に対する温度以下でなけれ ばならない。  
<sup>h)</sup> プリント配線基板の最高動作温度を超えてはならない。  
<sup>i)</sup> 冷却媒体の製造業者が指定する又はその媒体の既知の特性によって決定する冷却媒体の最高温度を 超えてはならない。

表 14 に示す抵抗法による温度測定では、次の式を用いて巻線の温度上昇を計算する。

$$\Delta t = \frac{r_2}{r_1} (k + t_1) - (k + t_2)$$

ここに,  $\Delta t$  : 温度上昇

$r_2$  : 試験終了時の抵抗 ( $\Omega$ )

$r_1$  : 試験開始時の抵抗 ( $\Omega$ )

$t_1$  : 試験開始時の周囲温度 (°C)

$t_2$  : 試験終了時の周囲温度 (°C)

$k$  : 銅で 234.5, 電気導体等級 (EC) のアルミニウムで 225.0

#### 4.6.4.2 接触可能な部分

PECS の接触可能な部分の温度を制限するため、及び建築材の経年劣化に対する保護のため、PECS の接  
触可能な部分の最大測定温度は、表 15 に適合していなければならない。

PECS の表面温度が表 15 の限度値を超える場合、6.3.5 による警告を表示しなければならない。

意図した機能の一つとして温度上昇する接触可能な部分（ヒートシンクなど）では、その部分が設置し  
た状態で建築材と接触せず、6.4.3.4 で与えられた警告を表示している場合には、温度は 100 °Cまで許容す  
る。立入制限区域での使用だけを意図した製品には、意図した機能で温度上昇する接触可能な部分の温度  
は 100 °Cを超えてよい。

この規格を引用する製品専門委員会は、製品専門委員会の扱う製品及びその製品が用いられる環境条件  
を考慮して、定常状態での温度上昇を決定しなければならない。

これらの限度値は、4.6.4.1 の限度値に追加する。

表 15—PECS の接触可能部分の最大測定温度

部分	限度値						単位 °C	
	金属表面 <sup>b)</sup>				ガラス、磁器及び ガラス質の材料	プラスチック 及びゴム		
	1	2	3	4				
通常使用時及び单一故障状態時に連続的に触れる (約 10 秒間), 使用者が操作する機器 (ノブ, ハ ンドル, スイッチ, ディスプレイなど)	55	55	55	60	65	70		
通常使用時及び单一故障状態時に短時間だけ触れる [約 1 秒間 <sup>a)</sup> ], 使用者が操作する機器 (ノブ, ハンドル, スイッチ, ディスプレイなど)	60	70	65	85	75	80		
接触 [約 1 秒間 <sup>a)</sup> ] のおそれがある, 接触可能なき ょう体部分	65	75	70	90	80	85		
設置した状態で建材に (連続して) 接触するきよ う体部分					90			

注記 1 接触可能な部分に対する表 15 の各値は、IEC Guide 117 (燃焼しきい値) からの抜粋である。使用者が操作  
する機器の短時間の接触については、余裕をとって各値を 5 °C 低減した。IEC Guide 117 は、他の表面処理  
又は材料の燃焼しきい値についても値を示している。

注記 2 IEC Guide 117 の主な図を、参考のため附属書 J に示す。

注<sup>a)</sup> 子供及び高齢者による操作が見込まれる製品は、IEC Guide 117:2010 の箇条 6 の表 2 の接触時間を考慮する  
ことが望ましい。

b) 金属表面は、次による。

- 1: 処理なし (金属表面のまま)
- 2: ラッカ (50 µm)
- 3: ほうろう (160 µm) 及び粉末 (60 µm)
- 4: ポリアミド 11 又はポリアミド 12 (400 µm)

#### 4.6.5 出力制限電源

出力制限電源が必要な場合、電源は表 16 又は表 17 に適合していなければならない。

出力制限電源は、次の要求事項のいずれか一つを満たさなければならない。

- a) 出力は、本質的に表 16 に適合するように制限する。
- b) 線形又は非線形インピーダンスによって、出力を表 16 に適合するように制限する。温度係数が正のデ

バイス（例 PTC サーミスタ）を用いる場合は、IEC 60730-1 で規定する試験に合格しなければならない。

- c) 制限回路の单一故障の有無にかかわらず、制限回路の出力が表 16 に適合する。
- d) 過電流保護デバイスを用いて、表 17 に適合した出力に制限される。

過電流保護デバイスを用いる場合は、ヒューズ、又は調整不可で非自動リセットの電気機械デバイスでなければならぬ。

交流主電源で動作する出力制限電源、又は負荷給電中に交流主電源によって充電される蓄電池から供給する出力制限電源は、絶縁変圧器を組み込まなければならない。

最大出力電力の適合性は、5.2.3.9 の試験によって確認する。

表 16—過電流保護デバイスがない電源の限度値

出力電圧 $U_{oc}$ <sup>a)</sup>		出力電流 $I_{sc}$ <sup>b) d)</sup>	皮相電力 $S$ <sup>c) d)</sup>
交流実効値 V	直流 V	A	VA
≤30	≤30	≤8	≤100
—	$30 < U_{oc} \leq 60$	$\leq 150/U_{oc}$	≤100

注 <sup>a)</sup>  $U_{oc}$ ：負荷回路全てを遮断した状態で、5.1.5.3 に従って測定した出力電圧。電圧は、交流正弦波及びリップルがない直流。交流非正弦波及びリップルが 10 %よりも大きい直流の場合、ピーク電圧は 42.4 V を超えてはならない。  
<sup>b)</sup>  $I_{sc}$ ：短絡を含む非容量性負荷での最大出力電流  
<sup>c)</sup>  $S$  (VA)：非容量性負荷での最大出力 VA  
<sup>d)</sup>  $I_{sc}$  及び  $S$  の測定は、保護が電子回路又は温度係数が正のデバイス（例 PTC）による場合は負荷の印加から 5 秒後に、それ以外の場合は 60 秒後に行う。

表 17—過電流保護デバイス付き電源の限度値

出力電圧 $U_{oc}$ <sup>a)</sup>		出力電流 $I_{sc}$ <sup>b) d)</sup>	皮相電力 $S$ <sup>c) d)</sup>	過電流保護デバイス の電流定格 <sup>e)</sup>
交流 V	直流 V	A	VA	A
≤20	≤20	$\leq 1000/U_{oc}$	≤250	≤5.0
$20 < U_{oc} \leq 30$	$20 < U_{oc} \leq 30$	—	—	$\leq 100/U_{oc}$
—	$30 < U_{oc} \leq 60$	—	—	$\leq 100/U_{oc}$

注 <sup>a)</sup>  $U_{oc}$ ：負荷回路全てを遮断した状態で、5.1.5.3 に従って測定した出力電圧。電圧は、交流正弦波及びリップルがない直流。交流非正弦波及びリップルが 10 %よりも大きい直流の場合、ピーク電圧は 42.4 V を超えてはならない。  
<sup>b)</sup>  $I_{sc}$ ：負荷を加えてから 60 秒後に測定した、短絡を含む非容量性負荷での最大出力電流。  
<sup>c)</sup>  $S$  (VA)：負荷を加えてから 60 秒後に測定した、非容量性負荷での最大出力 VA。  
<sup>d)</sup> 測定中、回路において限流インピーダンスはそのまま残るが、過電流保護デバイスはバイパスする。  
注記 過電流保護デバイスをバイパスして測定を行うのは、過電流保護デバイスが動作する時間までの、過熱の原因となるエネルギー量を決定するという理由からである。  
<sup>e)</sup> この表に規定した電流定格の 210 %の電流で 120 秒以内に回路を遮断する過電流保護デバイスの電流定格。

## 4.7 機械的危険に対する保護

### 4.7.1 一般事項

PECS 内のコンポーネントの故障によって、例えば、人がいる区域への材料の放出など、危険なエネルギーを放出してはならない。

## 4.7.2 液冷式 PECS の要求事項

### 4.7.2.1 一般事項

**注記** コンポーネントの熱をヒートシンクに送るために用いる密閉ヒートパイプ液冷システムは、この規格では液冷システムとみなされない。ただし、そのようなコンポーネントの故障の可能性は、4.2の回路の分析において考慮することが望ましい。

### 4.7.2.2 冷媒

指定の冷媒（6.2参照）は、保管中及び（PECS動作中の）予想される周囲温度に対して適切なものにしなければならない。（PECS動作中の）冷媒温度は、表14に規定する限度を超えてはならない。

液冷システムで用いる冷媒は、水、グリコール、水とグリコールとの混合物又は難燃性の合成油から、その目的に合っているか調査された冷媒でなければならない。

適合性は、検査及び5.2.3.10の試験によって確認する。

**注記** 液冷システムで用いる可燃性冷媒については、この規格の対象としない。

### 4.7.2.3 設計要求事項

#### 4.7.2.3.1 一般事項

液冷システムに用いるコンポーネントは、使用する液体に適したものでなければならない。

液体を使用する機器は、通常使用時、保管時、充填時又は排出時に、それらの材料が濃縮、液化、気化、漏れ、流出又は腐食によって、この規格で示す危険な状態にならないようにする。

適合性については、検査によって確認する。

柔軟性があるホースは、炭素などの導電性不純物を含まない材料で製造されていることが望ましい。

#### 4.7.2.3.2 耐食性

全ての液冷システムのコンポーネントは、規定された冷媒の使用に適していなければならぬ。これらのコンポーネントは耐食性をもち、冷媒及び空気に長時間さらすことによって腐食してはならない。

適合性については、検査によって確認する。

#### 4.7.2.3.3 配管、接合部及び封止

液冷システムの配管、接合部及び封止は、機器の寿命までの間に加えられる圧力に対して漏れが発生しないように設計しなければならない。配管を含めた液冷システム全体が、5.2.7の水圧（静圧）試験の要求事項を満たさなければならない。

#### 4.7.2.3.4 結露対策

通常運転時又は保守時に内部結露が発生する場所では、絶縁劣化を回避するための対策を講じなければならない。結露が予想されるところでは、表10及び表11の空間距離及び沿面距離は、少なくとも汚損度3の環境（表8参照）に基づいて決定する必要があり、水がたまらないための手段（例えば、排水管などを準備する。）を講じなければならない。

適合性については、検査によって確認する。

#### 4.7.2.3.5 冷媒の漏れ

通常使用時、保守時又は期待寿命期間におけるホース、その他液冷システムの部品の緩み又は取外しによる、充電部への冷媒の漏れを防ぐための手段を講じなければならない。放圧機構を用いる場合には、放圧機構は充電しているコンポーネントに冷媒が漏れないような場所に配置しなければならない。

冷媒の漏出によって、充電部又は絶縁に影響しないように保証しなければならない。

適合性は、検査によって確認する。

#### 4.7.2.3.6 冷媒の減少

液冷システムでの冷媒の減少によって、過熱、爆発又は感電の危険が生じてはならない。**5.2.4.9.4** の冷媒減少試験の要求事項を満たさなければならない。

#### 4.7.2.3.7 冷媒の導電率

冷媒が意図的に充電部（接地していないヒートシンクなど）に接触する場合には、冷媒に危険な電流が流れることを防ぐため、その冷媒の導電率を常に監視及び管理しなければならない。

#### 4.7.2.3.8 冷媒配管の絶縁要求事項

冷媒が意図的に充電部（接地していないヒートシンクなど）に接触する場合には、冷媒配管が絶縁システムの一部となる。配管の場所によって、**4.4.7** に記載の機能分離、単純分離又は保護分離の要求事項を適用する。

### 4.8 複数電源をもつ機器

二つ以上の電源（例 異なった電圧若しくは周波数、又は予備電源）に接続できる機器の場合は、次の全ての条件を満たすような設計でなければならぬ。

- 異なった回路に対して分離した別個の接続手段をもつ。
- プラグを用いる場合には、差込みを間違うと危険が生じるおそれがあるとき、電源プラグは互換性があつてはならない。
- 複数の電源が存在する場合において、この規格における危険が、通常条件下又は单一故障状態で発生してはならない。電源の切断、遮断などは通常条件とみなす。

適合性は、**4.2** の評価によって確認する。

機器には、複数の電源が存在すること、及び電源の切断の手順を示した情報を提供しなければならない（**6.5.5** 参照）。

考慮することが望ましい危険の種類には、次のようなものがある。

- a) 逆充電 PECS 又はその電源の一つから、直接に又は漏れ経路によって、別の電源の入力端子に逆充電することによって、使用可能な電圧又はエネルギーが阻害される。
- b) 単独運転
- c) （機器の通常条件で）複数の電源を同時に接続する場合には、接触電流レベルが高くなる可能性がある。
- d) 接続している電源（発電機など）が、別の電源（主電源など）からのエネルギーによる損傷を受けることによって生じる危険
- e) 別の電源から配線の定格電流を超える電流が流れることによる配線の損傷

### 4.9 環境ストレスに対する保護

製造業者は、使用時、保管時及び輸送時の次の使用条件を指定する。

- 冷媒の温度（最低及び最高）
- 周囲温度（最低及び最高）
- 湿度（最小及び最大）
- 汚損度
- 振動
- UV（紫外線）耐性
- OVC（過電圧カテゴリ）
- 温度上昇のための標高。1 000 m 以上での運転がある場合。
- 絶縁協調のための標高。2 000 m 以上での運転がある場合。

**注記 JIS C 60721** 規格群が適用できる場合は、その環境カテゴリを用いる。

製造業者は、**表 18**に基づいて、PECS の使用環境条件を指定しなければならない。

PECS が、**表 18**に示す使用環境条件を満たせない部分がある場合には、製造業者と使用者との間の合意が必要である。その合意された条件は、**6.3.3**に規定しているとおりに、製品及び取扱説明書に明記しなければならない。

**表 18—使用状態における環境**

使用状態	屋内空調あり <b>JIS C 60721-3-3</b>	屋内空調なし <b>JIS C 60721-3-3</b>	屋外 <b>JIS C 60721-3-4</b>
気象条件	クラス 3K2 (温度：+15 °C～30 °C) (相対湿度：10 %～75 %, 結露なし)	クラス 3K3 (温度：+5 °C～40 °C) (相対湿度：5 %～85 %, 結露なし)	クラス 4K6 (温度：-20 °C～55 °C) (相対湿度：4 %～100 %, 結露あり)
汚損度	2	3 <sup>a)</sup>	4 <sup>b)</sup>
皮膚の湿潤状態	乾燥	水による湿潤 <sup>c)</sup>	塩水による湿潤 <sup>c)</sup>
化学的な活性な物質	クラス 3C1 (塩分なし)	クラス 3C1 (塩分なし)	クラス 4C2 (塩分あり) <sup>c)</sup>
機械的に活性な物質	クラス 3S1 (要求事項なし)	クラス 3S1 (要求事項なし)	クラス 4S2 (じんあい及び砂)
機械的条件	クラス 3M1 (振動：1 m/s <sup>2</sup> )	クラス 3M1 (振動：1 m/s <sup>2</sup> )	クラス 4M1 (振動：1 m/s <sup>2</sup> )
生物学的条件	クラス 3B1 (要求事項なし)	クラス 3B1 (要求事項なし)	クラス 4B2 (かび、菌、げっ歯動物類、 白ありなど)

**注 a)** **4.4.7.1.2** で定義された条件を満たした場合、汚損度 2 を適用してよい。

**b)** 導電性汚損物質に対し十分保護されたきょう体内で、**4.4.7.1.2** で定義された条件を満たした場合、汚損度 2 又は汚損度 3 を適用してよい。

**c)** 機器が水又は塩水による湿潤状態で使用しないことが明確である場合は、製造業者は、より軽減した条件としてもよい。この場合、**6.3.3**に基づいて、その環境条件を文書に表示する。

適合性は、**5.2.6** の試験で確認する。

## 4.10 音圧に対する保護

### 4.10.1 一般事項

機器からの音圧による影響を抑えるための保護手段を講じる。適合性試験は、機器が音圧による危険を生じさせる可能性がある場合に実施する。

### 4.10.2 音圧及び騒音レベル

機器から危険を招くレベルの騒音が発生する場合、その機器（警告音は除く。）が発生する最大音圧レベルを決定するために騒音を測定しなければならない。測定した音圧が 70 dBA を超える場合には、その機器の騒音レベルに関する情報を文書内に記載しなければならない。

適合性は、**ISO 3746** 又は **JIS Z 8736-1** に基づく最大音圧レベルの検査、測定及び計算によって確認する。

## 4.11 配線及び接続

### 4.11.1 一般事項

機器の部分間及び各部分内の配線及び接続は、設置時に機械的損傷を生じないように保護しなければならない。機器の全ての配線の絶縁、導体及び経路は、電気的、機械的、熱的及び環境的な使用条件に適し

ていなければならない。互いに接触する可能性がある導体には、関連回路の DVC 要求事項に基づいて評価した絶縁を施す。

**4.11.2～4.11.8** への適合性は、構造全体の検査（**5.2.1** 参照）及び適用できる場合には配線及び接続図によつて確認する。

#### 4.11.2 配線経路

機器のきょう体内の金属板に絶縁電線を通す孔は、滑らかで十分に面取りしたブッシング又はグロメット（孔当て）を付けるか、又は電線被覆の磨耗のリスクを軽減するようにその孔の表面を十分に面取りして滑らかにする。

電線は、せん（尖）端、ねじ山、ぱり、可動部、引出し機構、その他類似の電線被覆を磨耗させる部分から離して配線する。電線製造業者の指定する最小曲げ半径より小さくならないように配線する。

内部配線の固定に用いる金属製又は非金属製のクランプ又はガイド（ダクト、クリート、トレーなど）は、滑らかで十分に面取りしたものとする。クランプ機構及び支持機構表面は、絶縁の磨耗又は変形が起こらないようにする。厚さ 0.8 mm 未満の熱可塑性プラスチック絶縁を施した導体を金属製クランプで支持する場合、導体の絶縁を損傷しないように、保護手段を講じる。

#### 4.11.3 色別

リボンケーブル（フラットケーブル）又は多心信号ケーブルを除き、一つ以上の黄色のストライプ付き又はなしの緑の絶縁導体は、保護等電位ボンディング又は接地導体だけに用いる。

#### 4.11.4 接合及び接続

全ての接合及び接続については、導通を良好にするように機械的にしっかりと接続する。

電気的な接続は、はんだ付け、溶接、圧着又は別のしっかりと接続できるものでなければならない。プリント配線板上のコンポーネント以外ではんだ付けする接合部は、更に、周囲に接触しないように機械的に固定する。

**注記** 圧力で接続する端子台に固定する場合、より線にはんだを用いないことが望ましい。

より線をねじ端子に接続する場合、はみ出した素線が次の部分に接触しないような構造にする。

- その電線と常に同電位とは限らない、絶縁していない他の充電部
- 無電圧金属部分

ねじ端子台による接続の場合、接続状態についての定期保守（増締め）が必要になることがある。この場合は保守マニュアルに適切な手順を記載する（**6.5.1** 参照）。

#### 4.11.5 接触可能な接続部

**4.4.6.4** に記載の対策に加え、コネクタの差込み間違い又はコネクタを逆極性に接続しても、接触可能な接続部の電圧が DVC As の最大値を超えないようとする。これは、例えば、工具又は鍵を使用せずに接続可能な又は接触可能な、プラグインサブアセンブリ、その他のプラグインデバイスなどに適用する。この条件は、立入制限区域内に設置する機器には適用しない。

該当する場合は、コネクタ、プラグ又はコンセントが間違った組合せでの接続、及び逆極性での接続ができないようになっていることを検査及び差込み試験によって確認する。

#### 4.11.6 PECS の部分間の配線

**4.11.1～4.11.5** の要求事項に適合することに加え、PECS の部分間の配線は、次の要求事項又は **4.11.7** の要求事項に適合しなければならない。

機器の部分間の接続又はシステムの機器間の接続に用いるケーブルアセンブリ及び可とう性コードは、そのサービス保守及び使用に適していなければならない。ケーブルは、きょう体から離れたときの物理的

損傷から保護され、張力緩和機構を備えていなければならない。

おす形コネクタ及びめす形コネクタの位置ずれ、多ピンおす形コネクタの非対応めす形コネクタへの差込み、その他使用者が操作可能な部分の操作によって、物理的損傷又はやけど、感電若しくは傷害の危険があつてはならない。

外部接続ケーブルがプラグで、きょう体の表面のレセプタクルと接続される場合、プラグをレセプタクルから切り離したときに、そのいずれも接触が可能な金属部分で感電の危険性がないようにしなければならない。

**注記** ケーブルを切り離したときは、接触可能な金属部分を無電圧にするためのケーブル内のインターロックは、これらの要求事項の趣旨を満たしている必要がある。

#### 4.11.7 電源接続

注意して配線作業をしているときに、はみ出したより線が導体間の間隔を狭くする可能性をなくすため、接続点は、適切な構造でなければならない。

表示の要求事項及び文書は、**6.3.6.4** による。

#### 4.11.8 端子

##### 4.11.8.1 端子構造の要求事項

接触を保ち、電流が流れる端子の全ての部分は、十分な機械的強度をもつ金属でなければならない。

端子の接続部分は、必要な接触圧を維持するために、ねじ、ばね、その他同等の手段によって導体を接続できるようにしなければならない。

端子は、導体又は端子に重大な損傷を与えることなく、適切な表面同士で導体を押さえる構造としなければならない。

端子は、機器の動作に害を及ぼす導体の変位又は端子自体の変位を許容してはならない。また、端子の絶縁は定格値を下回ってはならない。

この細分箇条の要求事項は、**JIS C 8201-7-1** 又は **JIS C 8201-7-2** に適合した端子を用いることで満たすことができる。

##### 4.11.8.2 端子に許容される電線サイズ

端子は、取扱説明書（**6.3.6.4** 参照）で指定された導体、及び設備に使用可能な配線規則に基づくケーブルに適したものとする。端子は、**5.2.3.10** の温度上昇試験に適合してはなければならない。

取扱説明書（据付説明書）に、端子に許容される電線サイズの情報を示さなければならない。

銅の導体断面積の標準値、及びISOメトリックと、**JIS** 及びAWG/MCMサイズとの近似関係については、**附属書G** による。

##### 4.11.8.3 接続

外部導体に接続するための端子は、設置時に近づきやすい場所になければならない。

同じ入力又は出力に接続する端子群はまとめて、お互いに近接して配置し、可能なら保護接地端子にも近接して配置しなければならない。取扱説明書（据付説明書）に、PECSの適切な接地情報が詳細に記載されている場合、保護接地端子をあえて端子の近くに配置しなくてもよい。

端子を支持するか又は回転を防止する目的で使用する締付けねじ及びナットは、他のコンポーネントの固定には用いてはならない。

##### 4.11.8.4 10 mm<sup>2</sup>以上 の電線を曲げるための空間

主電源に接続する端子、又はPECSの主要部品（変圧器など）の端子に接続する電線を曲げるための空間を設ける。端子から障害物までの距離は、**表19** に規定する値以上でなければならない。

表 19—端子からきょう体までの電線を曲げるための空間

電線の断面積 (mm <sup>2</sup> )	電線を曲げるために必要な、端子からきょう体までの最小距離		
	端子当たりの電線本数		
	1	2	3
10～16	40	—	—
25	50	—	—
35	65	—	—
50	125	125	180
70	150	150	190
95	180	180	205
120	205	205	230
150	255	255	280
185	305	305	330
240	305	305	380
300	355	405	455
350	355	405	510
400	455	485	560
450	455	485	610

## 4.12 きょう体

### 4.12.1 一般事項

次の要求事項は、4.4 の感電の危険、4.6 の火災の危険など、特定の危険に関連した他の箇条のきょう体要求事項に追加するものである。

きょう体は、その意図した環境での使用に適している必要がある。製造業者は、意図した環境（6.3.3 参照）及びそのきょう体の保護等級（IP コード）（試験については、5.2.2.3 を参照）を指定しなければならない。

機器は、十分な機械的強度をもっており、予想される取扱いに従っているときに危険が発生しないような構造である必要がある。

きょう体が機械的な保護の役割をしている場合は、4.6.3 の要求事項に適合するために使用する、内部のバリア、スクリーン又はその他これに類似のものは、機械的強度試験を必要としない。

きょう体は、故障又はその他の理由によって、緩んだり、分離したり、又は可動部分から投げ出されたりする可能性のある部品を、完全に閉じ込めるか又はその進路をそらせるのに十分なものでなければならない。

適合性は、5.2.2.4～5.2.2.7 で規定する関連試験によって確認する。4.12.3 又は 4.12.4 で規定する厚さの要求事項に適合する場合は、5.2.2.4.2 及び 5.2.2.4.3 の試験は省略できる。

### 4.12.2 ハンドル及び手動制御器

ハンドル、ノブ、グリップ、レバーなどは、通常使用時の緩みによって危険が生じる可能性がある場合には、しっかりと固定しなければならない。自己硬化性樹脂以外の封止剤を緩み防止のために用いてはならない。開閉器又は同様のコンポーネントの状態を示すためにハンドル、ノブなどを用いる場合、間違った状態で固定することによって危険が生じる可能性があるときは、間違った状態で固定できてはならない。

適合性は、検査によって、また、適用可能な場合は 5.2.2.7 の試験によって確認する。

### 4.12.3 鑄物

ダイカスト金属は、6.4 mm 以上の厚さが必要な電線管用のねじ孔を除き、次の条件を満たさなければならぬ。

- 面積が  $155 \text{ cm}^2$  を超える又はいずれかの寸法が 150 mm を超える場合は、厚さ 2.0 mm 以上
- 面積が  $155 \text{ cm}^2$  以下で、かつ、寸法が 150 mm を超えない場合は、厚さ 1.2 mm 以上

大きな領域は、強化リブで区切ることで、分割して上記の条件を適用してよい。

可鍛鉄又は金型鋳造アルミニウム、真ちゅう（鎰）、青銅及び亜鉛の金型鋳物は、6.4 mm 以上の厚さが必要な電線管用のねじ穴の部分を除き、次の条件を満たさなければならない。

- 面積が  $155 \text{ cm}^2$  を超える又はいずれかの寸法が 150 mm を超える場合は、厚さ 2.4 mm 以上
- 面積が  $155 \text{ cm}^2$  以下で、かつ、寸法が 150 mm を超えない場合は、厚さ 1.5 mm 以上

砂型鋳造きょう体は、6.4 mm 以上の厚さが必要な電線管用ねじ穴の部分を除き、厚さ 3.0 mm 以上でなければならない。

#### 4.12.4 金属板

配線を接続するコネクタを取り付けるきょう体の金属板の厚さは、表面処理されていない鋼板で 0.8 mm 以上、亜鉛めつき鋼板で 0.9 mm 以上、及び非鉄金属板で 1.2 mm 以上でなければならない。

配線システムを接続する部分以外のきょう体金属板の厚さは、表 20 又は表 21 に規定する値以上でなければならない。

表 20 又は表 21 において、補強フレームはアングル構造若しくはチャンネル構造、又は金属板による折曲げ構造であり、きょう体表面に取り付けられ、きょう体表面と同じ寸法であり、きょう体が湾曲したときにきょう体表面に加わる曲げモーメントに対するねじり剛性がなければならない。アングル又はチャンネルによるフレームを用いた構造物と同じ剛性をもつ構造物には、同等の強度がある。

補強フレームがない構造には、次のものがある。

- 単一成形フランジ（成形端部）をもつ单板
- 波板構造で、又はリブを付けて強化した单板
- ばねクリップなどでフレームに簡易的に固定したきょう体面
- 端部が補強されていないきょう体面

補強があるきょう体面及び補強がないきょう体面については、図 8 による。

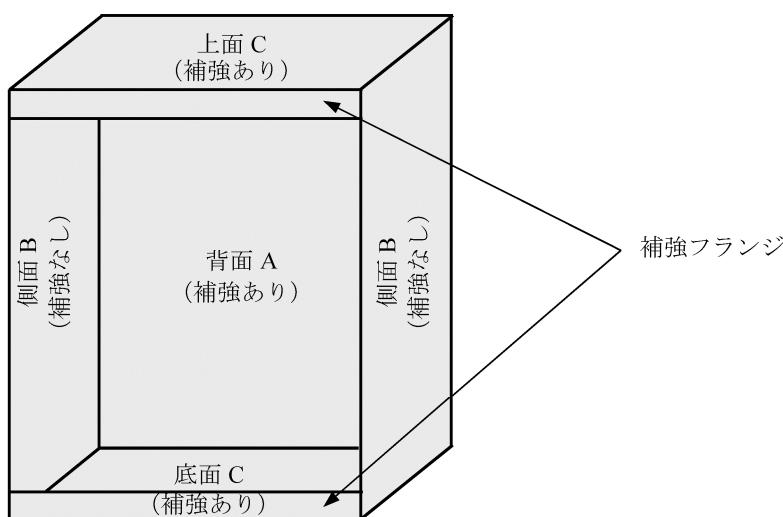


図 8—補強があるきょう体面及び補強がないきょう体面

きょう体の各面は、長さ及び幅寸法に基づいて個別に評価する。図8に示すA、B又はCのそれぞれの面の寸法に対し、幅はほかの面との位置関係によらず小さい方の寸法である。表20及び表21には単一金属板の最小厚さに対応して二組の寸法を記載しており、この表から各面の最小板厚さを決める方法は、次による。

補強された面については、“制限なし”の長さを含む表中の全寸法を適用できる。背面A、上面C及び底面Cは、きょう体の隣接面又は幅12.7mmのフランジのいずれかによって補強されているものとする。補強された面の金属板の所要厚さを決めるには、幅を測定し、表の最大幅の列からその幅以上の行を選ぶ。その行の最大長の列が“制限なし”的の場合、右端の列の最小厚を用いる。その行の最大長の列が数値で、かつ、その値が測定長以上であれば、右端の列の最小厚を用いる。その値が測定長より小さいときは、表20及び表21のその次の行を適用する。

補強されていない面については、表中の長さを規定した行だけを適用する。“制限なし”的の行は適用しない。左右の側面Bの前側端部は、隣接面又はフランジによる補強がない。金属板の所要厚さを決めるには、まず長さを測定し、表の最大長の列から“制限なし”的の行を無視して、それ以上の長さの行を選ぶ。その行の最大幅の列の値が測定幅以上であれば、右端の列の最小厚を用いる。最大幅の列の値が幅の測定幅より小さいときは、表20及び表21のその次の行を適用する。

表 20—きょう体の金属板の厚さ  
炭素鋼又はステンレス鋼

補強フレームなし <sup>a)</sup>		補強フレームあり <sup>a)</sup>		最小厚
最大幅 <sup>b)</sup>	最大長 <sup>c)</sup>	最大幅 <sup>b)</sup>	最大長 <sup>c)</sup>	
100	制限なし	160	制限なし	0.6 <sup>d)</sup>
120	150	170	210	
150	制限なし	240	制限なし	0.75 <sup>d)</sup>
180	220	250	320	
200	制限なし	310	制限なし	0.9
230	290	330	410	
320	制限なし	500	制限なし	1.2
350	460	530	640	
460	制限なし	690	制限なし	1.4
510	640	740	910	
560	制限なし	840	制限なし	1.5
640	790	890	1 090	
640	制限なし	990	制限なし	1.8
740	910	1 040	1 300	
840	制限なし	1 300	制限なし	2.0
970	1 200	1 370	1 680	
1 070	制限なし	1 630	制限なし	2.5
1 200	1 500	1 730	2 130	
1 320	制限なし	2 030	制限なし	2.8
1 520	1 880	2 130	2 620	
1 600	制限なし	2 460	制限なし	3.0
1 850	2 290	2 620	3 230	

注<sup>a)</sup> 4.12.4 参照。

<sup>b)</sup> 幅とは、きょう体を形成する金属薄板の長方形の小さいほうの辺の寸法である。きょう体の隣接面は、支持部を共通にして单板で形成することができる。

<sup>c)</sup> “制限なし”は、面の端部に 12.7 mm 以上のフランジがあるか、又は使用時に取り外されない隣接面に端部を固定している場合にだけ適用する。

<sup>d)</sup> 屋外用きょう体の鉄板は、厚さが 0.86 mm 以上でなければならない。

表21—きょう体の金属板の厚さ  
アルミニウム、銅又は真ちゅう

補強フレームなし <sup>a)</sup>		補強フレームあり <sup>a)</sup>		最小厚
最大幅 <sup>b)</sup>	最大長 <sup>c)</sup>	最大幅 <sup>b)</sup>	最大長 <sup>c)</sup>	
75	制限なし	180	制限なし	0.6 <sup>d)</sup>
90	100	220	240	
100	制限なし	250	制限なし	0.75
125	150	270	340	
150	制限なし	360	制限なし	0.9
165	200	380	460	
200	制限なし	480	制限なし	1.2
240	300	530	640	
300	制限なし	710	制限なし	1.5
350	400	760	950	
450	制限なし	1 100	制限なし	2.0
510	640	1 150	1 400	
640	制限なし	1 500	制限なし	2.4
740	1 000	1 600	2 000	
940	制限なし	2 200	制限なし	3.0
1 100	1 350	2 400	2 900	
1 300	制限なし	3 100	制限なし	3.9
1 500	1 900	3 300	4 100	

<sup>a)</sup> 4.12.4 参照。  
<sup>b)</sup> 幅とは、きょう体を形成する金属薄板の長方形の小さいほうの辺の寸法である。きょう体の隣接面は、支持部を共通にして単板で形成することができる。  
<sup>c)</sup> “制限なし”は、面の端部に 12.7 mm 以上のフランジがあるか、又は使用時に取り外されない隣接面に端部を固定している場合にだけ適用する。  
<sup>d)</sup> 屋外用きょう体のアルミニウム板、銅板又は真ちゅう板は、厚さが 0.74 mm 以上でなければならない。

#### 4.12.5 きょう体の安定性試験

通常の使用条件の下では、ユニット及び機器は、操作者又は保守担当者に危険を及ぼすような転倒などの物理的な不安定があつてはならない。

複数のユニットが設置場所で一括して固定される設計で、個別に（取り外して）使用しない場合には、個別のユニットの安定性に関して、この細分箇条の要求事項は適用しない。

ユニットの取扱説明書（据付説明書）に、運転に先立ち、ユニットを建物の構造物に固定することを規定している場合は、この細分箇条の要求事項は適用しない。

操作者の使用状態で、安定化手段（例えば、転倒防止）が必要な場合は、その安定化手段は引出し、ドアなどが開いたときに自動で動作しなければならない。

保守担当者によって行われる作業中に安定化手段が必要な場合は、その安定化手段は自動で動作するか、又は安定化手段を用いることを保守担当者へ知らせる表示がなければならない。

適合性は、5.2.2.5 の試験によって判定する。

## 5 試験の要求事項

### 5.1 一般事項

#### 5.1.1 試験の目的及び分類

箇条 5 に規定する試験は、この規格の要求事項に PECS が完全に適合していることを実証するために必要である。箇条 4 に記載する関連要求事項の箇条で許容している場合には、試験は実施しなくてもよい。

箇条 5 の各細分箇条は、PECS の試験に関する手順を記載している。試験は、次に区分される。

- 形式試験
- ルーチン試験
- 抜取試験

製造業者及び／又は試験機関は、許容差又は測定の不確かさを十分に配慮し、規定する最大及び／又は最小の環境条件（又は試験条件）で行われていることを保証しなければならない。

**“警告** これらの試験を行うことによって危険な状況が発生する可能性がある。人的災害の防止に向けた適切な予防措置をとらなければならない。”

#### 5.1.2 試験サンプルの選定

類似機種又はシリーズに対して、全ての製品を試験しなくてもよい。それぞれの試験は、その試験に対して機種全体を代表できる電気的及び機械的特性をもった 1 機種又は複数の機種に対して実施することが望ましい。

**注記** 例えば、同じ材料でサイズが異なるきょう体の試験は单一のきょう体で実施することができるが、異なる定格の電力部品の試験は、多くの場合、一つの特定の製品（model）で試験を実施することはできない。

#### 5.1.3 試験の順番

一般的に、実施する試験の順番を規定していない。また、全ての試験を同一のサンプル又は機器で行うこととも要求していない。しかし、一部の試験では、引き続きほかの試験を行って合格を判定するものがある。

#### 5.1.4 接地条件

接地条件は、製造業者が許容した接地系統の内で最悪の状況（最も厳しい）から決まる条件とする。

接地系統は、次のようなものがある。

- 中性点
- 1 線接地
- 中点の高インピーダンス接地
- 絶縁（非接地）

#### 5.1.5 試験の一般条件

##### 5.1.5.1 試験の適用

特に明記しない限り、試験の完了後に、機器が動作可能である必要はない。

##### 5.1.5.2 試験サンプル

特に規定がない限り、一つ以上の試験サンプルは、使用者が受け取る機器の代表か、又は使用者向け出荷状態にある実機器を用いる。

機器に組み込まない状態での回路、コンポーネント又はサブアセンブリに対しての個別試験が、完成品に対する試験の代表となることを機器及び回路の構成の検査によって示すことができる場合、完成品について試験を実施する代わりに、そのような個別試験を実施してもよい。そのような試験が、完成品で不適

合になる可能性を示す場合は、完成品を用いて再度試験を行わなければならない。

この規格において材料、部品又はサブアセンブリの適合性を検査又は特性試験を行う場合、規定の形式試験を実施する代わりに利用可能な関連データ又は過去の試験結果を確認して適合性を評価することができる。**4.1**も参照。

#### 5.1.5.3 試験時の動作条件

特定の試験条件がこの規格で別途規定されており、それが試験の結果に重大な影響があることが明らかである場合を除いて、試験は、次のパラメータについて製造業者が定めた動作条件の範囲内の最も不都合な(厳しい)組合せを用いて行う。

- 電源電圧
- 電源周波数
- ディレーティング及び冷却系の制御特性を考慮した動作温度
- 機器の物理的配置及び可動部品の位置
- 動作モード
- 負荷条件
- 立入制限区域内のサーモスタッフ、調節デバイス又は類似の制御デバイスで、次のいずれかを満たすもの
  - 工具又は鍵を使用しないで調整可能なもの
  - 操作者又は保守担当者に特別に用意された工具又は鍵を用いて調整可能なもの

**注記** 試験において供給する電源の最も厳しい電源周波数を決定するに当たり、定格周波数範囲内の異なる定格周波数(例 50 Hz 及び 60 Hz)については考慮しなければならないが、一般に、定格周波数の許容差(例 50 Hz±0.5 Hz)については考慮する必要はない。

#### 5.1.6 適合性

この規格への適合性は、箇条 5 で規定する適切な試験を行うことで検証しなければならない。

規定する全ての試験に合格した場合に限り、適合性を主張してもよい。

製造業者によって提供される組立要求事項及び情報に対する適合性は、適切な試験、目視検査及び／又は測定によって検証しなければならない。

設計変更又は部品変更による適合性への影響が考えられる場合は、適合性を確認するための新たな形式試験を実施しなければならない。例えば、適切な製造年月日又は**6.2**に示す製造番号を用い、変更後の製品を識別可能にすることが望ましい。

#### 5.1.7 試験項目

コンポーネント、部品及び PECS の形式試験、ルーチン試験及び抜取試験の項目を表**22**に示す。

表 22—試験項目

試験	形式試験	ルーチン試験	抜取試験	要求事項	仕様
外観検査	X	X	—	—	5.2.1
機構試験	—	—	—	—	5.2.2
空間距離及び沿面距離検査	X	—	—	4.4.7.1, 4.4.7.5	5.2.2.1
接触に対する保護等級検査	X	—	—	4.4.3.3, 4.5.1.1, 4.6.3.3.2	5.2.2.2
水の浸入に対する保護等級検査	X	—	—	4.12.1	5.2.2.3
きょう体試験	X	—	—	4.12.1	5.2.2.4
たわみ試験	X	—	—	4.12.1	5.2.2.4.2
静荷重（30 N）試験	X	—	—	4.12.1	5.2.2.4.2.2
静荷重（250 N）試験	X	—	—	4.12.1	5.2.2.4.2.3
衝撃試験	X	—	—	4.12.1	5.2.2.4.3
落下試験	X	—	—	4.12.1	5.2.2.4.4
応力開放試験	X	—	—	4.12.1	5.2.2.4.5
安定性試験	X	—	—	4.12.1	5.2.2.5
壁又は天井に取り付ける機器試験	X	—	—	4.12.1	5.2.2.6
ハンドル及び手動操作部の固定状態試験	X	—	—	4.12.1	5.2.2.7
電気的試験	—	—	—	4.4.7.10	5.2.3
インパルス電圧試験	X	—	X	4.4.3.2, 4.4.5.4, 4.4.7.1, 4.4.7.10.1, 4.4.7.10.2, 4.4.7.8.3	5.2.3.2
交流又は直流電圧試験	X	X	—	4.4.3.2, 4.4.5.4, 4.4.7.1, 4.4.7.10.1, 4.4.7.10.2, 4.4.7.8.4.2	5.2.3.4
部分放電試験	X	—	X	4.4.7.1, 4.4.7.10.2, 4.4.7.8.3	5.2.3.5
保護インピーダンス試験	X	X	—	4.4.5.4	5.2.3.6
接触電流測定試験	X	—	—	4.4.4.3.3	5.2.3.7
コンデンサの放電試験	X	—	—	4.4.9	5.2.3.8
出力制限電源の試験	X	—	—	4.5.1.2, 4.6.5	5.2.3.9
温度上昇試験	X	—	—	4.6.4	5.2.3.10
保護等電位ボンディングの試験	X	X	—	4.4.4.2.2	5.2.3.11
異常動作試験	—	—	—	4.2	5.2.4
出力短絡試験	X	—	—	4.3	5.2.4.4
出力過負荷試験	X	—	—	4.3	5.2.4.5
コンポーネント故障試験	X	—	—	4.2	5.2.4.6
プリント配線板短絡試験	X	—	—	4.4.7.7	5.2.4.7
欠相試験	X	—	—	4.2	5.2.4.8
冷却故障試験	X	—	—	4.2, 4.7.2.3.6	5.2.4.9
プロアモータの不作動試験	X	—	—	4.2	5.2.4.9.2
フィルタの詰まり試験	X	—	—	4.2	5.2.4.9.3
冷却液の喪失試験	X	—	—	4.7.2.3.6	5.2.4.9.4
短時間耐電流( $I_{cw}$ )試験	X	—	—	4.3.5	5.2.4.10

表 22-試験項目（続き）

試験	形式試験	ルーチン試験	抜取試験	要求事項	仕様
材料試験	—	—	—	—	5.2.5
大電流アーケ発火試験	X	—	—	4.4.7.8.2	5.2.5.2
グローワイヤ試験	X	—	—	4.4.7.8.2	5.2.5.3
ホットワイヤ着火試験	X	—	—	4.4.7.8.2	5.2.5.4
燃焼性試験	X	—	—	4.6.3	5.2.5.5
火炎油試験	X	—	—	4.6.3.3.3	5.2.5.6
接着部の試験	X	—	—	4.4.7.9	5.2.5.7
環境試験	—	—	—	4.9	5.2.6
高温試験	X	—	—	4.9	5.2.6.3.1
高温高湿試験	X	—	—	4.9	5.2.6.3.2
振動試験	X	—	—	4.9	5.2.6.4
塩水噴霧試験	X	—	—	4.9	5.2.6.5
砂じん試験	X	—	—	4.9	5.2.6.6
水圧試験	X	X	—	4.7.2.3.3	5.2.7

X を記載した試験を実施する。

## 5.2 試験仕様

### 5.2.1 外観検査（形式試験、抜取試験及びルーチン試験）

外観検査は、次による。

- ルーチン試験として、ラベル、警告表示及びその他の安全面に対しての妥当性を確認する。
- 個々の形式試験、抜取試験又はルーチン試験の合否判断として、この規格の要求事項を満たしていることを確認する。

製造又は組立工程の一部としてルーチン試験の目視検査を行ってもよい。

形式試験を行う前に、試験用に提供した PECS の供給電圧、入力範囲、出力範囲などが規定のものであることを確認する。

### 5.2.2 機械的試験

#### 5.2.2.1 空間距離及び沿面距離（形式試験）

空間距離及び沿面距離が、4.4.7.4 及び 4.4.7.5 を満足することを、計測又は目視検査によって確認する。測定例については、**附属書 D** を参照。この確認が実施できない場合は、対象となる回路間でインパルス電圧試験（5.2.3.2 を参照）を実施する。

#### 5.2.2.2 危険な箇所への接触に対する保護等級試験（形式試験）

この試験は、4.4.3.3 に適合するきょう体又はバリアで保護した危険な充電部への接触が不可能なことを示すための試験である。

この試験は、次を除き、危険な箇所への接触に対する、きょう体の保護等級を規定した **JIS C 0920** に従って、PECS のきょう体に対する形式試験として行う。

- IP3X 用の試験プローブ（ $\phi 2.5 \text{ mm}$ ）を垂直から  $\pm 5^\circ$  以内の向きで挿入したとき、きょう体の上面を貫通しない。

便宜のため、試験プローブを参考として**附属書 M** に示す。

#### 5.2.2.3 水の浸入に対する保護等級試験（形式試験）

申告したきょう体の保護等級（IP コード）を検証する。この試験は、きょう体区分を規定した **JIS C 0920**

に従って、PECS のきょう体に対する形式試験として行う。

#### 5.2.2.4 きょう体試験（形式試験）

##### 5.2.2.4.1 一般事項

きょう体試験は、PECS に適用し、立入制限区域内で更に別のきょう体で囲わないで PECS を用いる場合に適用する。このきょう体試験を終了した PECS は、5.2.3.2 及び 5.2.3.4 の試験に適合しなければならない。また、次についても確認する。

- 安全に関わる PECS の部品に劣化が発生していない。
- 危険充電部に接触できない（4.4.3.3 を参照）。
- きょう体に危険を引き起こす可能性があるクラック又は開口部が生じていない。
- 空間距離が許容最小値より大きく、その他の絶縁物が破損していない。
- バリアの破損又は緩みがない。
- 危険を引き起こす可能性がある可動部品が露出していない。

きょう体試験は、アクセス可能なきょう体面上の最悪ケースとなる点で実施しなければならない。

きょう体の当初の保護等級（IP コード）が維持できない程度の変形があった場合には、試験後に PECS の正常動作を要求しない。

##### 5.2.2.4.2 たわみ試験（形式試験）

###### 5.2.2.4.2.1 一般事項

4.12.1 によって要求される場合、該当する金属製のきょう体について 5.2.2.4.2.2 及び 5.2.2.4.2.3 の試験を適用する。

きょう体を堅固な支持物上に確実に保持した状態で、次の試験を行う。

この試験は、表示器又は計器に用いる透明又は半透明のハンドル、レバー、ノブ及びカバーには実施しないが、ハンドル、レバー、ノブ又はカバーを取り外したとき、試験指（JIS C 0922:2002 の図 2 のテストプローブ B）を用いて危険な電圧の部分に接触できる場合は実施する。

5.2.2.4.2.2 及び 5.2.2.4.2.3 の試験中、次のいずれかに従う。

- 接地又は非接地の導電性きょう体の基礎絶縁に必要な空間距離及び沿面距離が減少してはならない。
- 5.2.3.2 のインパルス電圧試験に適合しなければならない。

###### 5.2.2.4.2.2 静荷重試験（30 N）

立入り禁止区域内に置かれるきょう体の部分で、5.2.2.4.2.3 の要求事項を満たすカバー又は扉で保護する機器表面又は機器内部の部分に対し、関節がない直線状の試験指（JIS C 0922:2002 の図 2 のテストプローブ B）を用いて 30 N±3 N の力を 5 秒間加える。

###### 5.2.2.4.2.3 静荷重試験（250 N）

外部きょう体に対し、きょう体の上面、底面、側面に対し順に 250 N±10 N の力を 5 秒間加えるものとし、これには直径 30 mm の円形の表面できょう体面に接触する適切な試験工具を用いる。ただし、この試験は、18 kg を超える機器のきょう体の底面又は壁に取り付ける面には適用しない。

水平でも垂直方向でもない表面については、適切な方法で表面が水平又は垂直になるように機器を調整し、試験を行う。

###### 5.2.2.4.3 衝撃試験（形式試験）

きょう体外面の樹脂製表面で、破損したとき危険部位への接触が可能になる部分について、次の試験を行う。

きょう体一式、又は補強していない最も広い範囲を代表する部分を、その通常の姿勢で固定し、直径が

約50 mmで質量が $500 \text{ g} \pm 25 \text{ g}$ の全体に滑らかな面をもつ鋼球を1.3 mの高さ(図9参照)からサンプル上に自由落下させる。垂直面には、この試験を行わない。

さらに、水平方向の衝撃を与えるため、上記鋼球をひもでつるして振り子のように動作させ、1.3 mの高さ(図9参照)からサンプルに向けて落下させる。水平面には、この試験を行わない。水平衝撃試験の代わりに、サンプルを横に倒して各側面及び正背面に対して、上記垂直衝撃試験と同様に鋼球を落下させる。

この試験は、機器上のフラットパネルディスプレイ又はガラス面には適用しない。

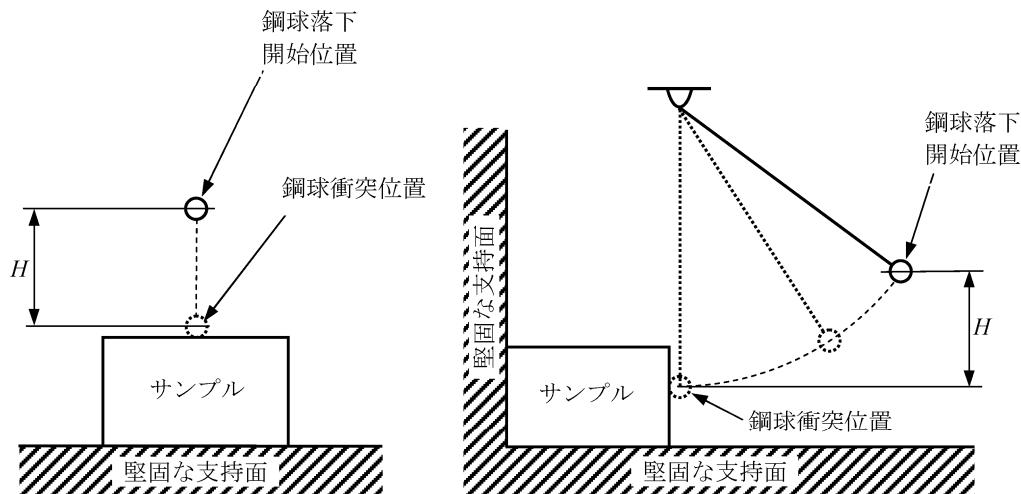


図9—鋼球による衝撃試験

#### 5.2.2.4.4 落下試験

プラグ接続携帯形、ダイレクトプラグイン形及び可搬形で質量が18 kg以下の機器に次の試験を行う。  
完成品に対し、最も厳しい結果が生じる可能性が高い姿勢で堅固な水平面の上に3回落下させる。

落下の高さは1 000 mmとする。

#### 5.2.2.4.5 応力開放試験

熱可塑性の材料を用いて成形されたきょう体は、成形時に発生した内部応力の開放によってその材料に収縮又はひずみが生じても、危険部位が露出することがなく、かつ、沿面距離又は空間距離が規定する値よりも小さくなることがない構造でなければならない。

適合性は、次の試験手順、又は適切な場合には構造及び入手可能なデータの検査によって確認する。

完成品又は支持枠を含めたきょう体全体の試験品1台をJIS C 2143-4-1に基づく恒温槽に入れ、5.2.3.10の試験中に観測したきょう体の最高温度より10 K高い温度、又は70 °Cのいずれか高い温度で7時間放置した後、室温に戻す。

製造業者の同意がある場合、この時間を延長してもよい。

大きな機器で、きょう体全体を高温にすることが現実的でない場合は、その厚さ及び形状がアセンブリ全体を代表する、支持構造材を含めたきょう体の一部を用いてもよい。

#### 5.2.2.5 安定性試験

機器の安定性を立証するため、該当する場合について次の試験を行う。各試験は別々に行うものとする。  
この試験中、タンクには定格容量の範囲内で最も不安定な状態を発生する量の液体を入れる。通常運転中

に用いるキャスタ又はジャッキは全て最も不都合な位置とし、車輪などはロックするか又はブロックで固定する。ただし、キャスタが単に機器の輸送のためであり、設置後はジャッキを下げるよう取扱説明書（据付説明書）で指示している場合、この試験では（キャスタではなく）ジャッキを用いることができる。また、ジャッキは、機器の水平を適切に維持できる範囲で最も不都合な位置とする。

質量が7kg以上の機器は、その正常な垂直位置から10°傾けたときに倒れてはならない。

なお、この試験中、ドア、引出しなどは閉じた状態とする。複数の形態で設置可能な機器の場合は、その構造で許容されている最も不都合な形態で試験を行う。

質量が25kg以上の床置形の機器は、機器の質量の20%に等しい力を床から2m以内の高さにおいて、上方向を除くあらゆる方向に加えたとき、転倒してはならない。ただし、加える力は250Nを上限とする。また、操作者又は保守担当者がサービスを行うときに使用するドア、引出しなどは、取扱説明書（据付説明書）の指示の範囲内で最も厳しい結果となる位置に設定する。

床置きの機器は、床から1m以内の高さにある12.5cm以上×20cm以上の水平面に、最大モーメントを発生する点に、800Nの下向きの一定の力を加えたとき、転倒してはならない。この試験中、ドア、引出しなどは閉じた状態とし、この800Nの力は、約12.5cm×20cmの大きさの平たんな面をもつ適切な試験ツールを用いて加える。この下向きの力は、完全に平たんな表面をもつ試験ツールを試験対象の機器に接触させて加えるが、機器の平らではない表面（波形の面、曲面など）全体を完全に接触させる必要はない。

### 5.2.2.6 壁又は天井に取り付ける機器

機器は、取扱説明書（据付説明書）に基づき取り付ける。機器の質量に加えて、外力を機器の重心に対して下向きに1分間加える。外力は、機器に印加する重力の3倍又は50Nのいずれか大きいほうの力とする。機器及び機器の固定手段は、試験中外れたり、壊れたりしてはならない。

### 5.2.2.7 ハンドル及び手動操作部の固定状態試験

ハンドル及び手動操作部は、ハンドル、ノブ、グリップ又はレバーを軸方向で取り外す向きに、表23に示す力を手動で1分間加えて試験する。

表23—ハンドル及び手動操作部の固定状態を試験する引張り力

単位 N						
軸方向に引く力の発生しやすさ	軸方向に引く力が発生しにくい場合			軸方向に引く力が発生しやすい場合		
操作手段	指による操作	片手での操作	両手操作	指による操作	片手での操作	両手での操作
部品に対する操作手段の場合 <sup>a)</sup>	15	100	200	30	150	300
その他の場合	20	150	300	50	200	450

注<sup>a)</sup> 弁、開閉器などの部品の操作のためのハンドル、ノブ、グリップ、レバーなど。

ハンドル、つまみ、グリップ、レバーなどが、機器から外れないことを判定する。

### 5.2.3 電気試験

#### 5.2.3.1 一般事項

5.2.3.2～5.2.3.5の電気試験を基礎絶縁、付加絶縁及び強化絶縁に適用する。これらの試験を実施する前に、5.2.6.3.1及び5.2.6.3.2に従って状態を設定することが必要である。

電気試験及び試験状態時には、完成品で試験を実施することが望ましい。ただし、基礎絶縁及び強化絶縁を提供するコンポーネント及びサブアセンブリで試験を実施してもよい。コンポーネント又はサブアセ

ンブリで試験する場合は、試験条件は機器を設置する場所の機器内で発生する最悪条件を模擬したものでなければならない。

### 5.2.3.2 インパルス電圧試験（形式試験及び抜取試験）

インパルス電圧試験は、 $1.2/50\ \mu\text{s}$  標準インパルス電圧（IEC 61180:2016 の箇条 7 を参照）で行う。これは、自然現象によって発生する過電圧を模擬することを意図している。また、遮断器の開閉による過電圧も対象としている。インパルス電圧試験の試験条件については、表 24 による。

4.4.7.4 の要求値よりも短い空間距離及び 4.4.7.8 で要求する固体絶縁については、表 25 に示す適切な電圧を用い、形式試験として行う。

保護分離に用いるコンポーネント及びデバイスに対する試験は、表 25 の列 3 又は列 5 に示したインパルス耐電圧値を用い、PECS に組み込む前に形式試験及び抜取試験として実施する。

サージ防護デバイス（4.4.7.2.2, 4.4.7.2.3 及び 4.4.7.3 参照）が過電圧を低減できること確認するため、形式試験として表 25 の列 2 又は列 4 に示す電圧を PECS に加える。測定ピーク電圧は、同じ表の同じ列にある次に低い電圧を超えてはならない。

高度 2 000 m～20 000 m を想定して 4.4.7.4.1 に従って（JIS C 60664-1:2009 の表 A.2 を用いる。同じ表を表 E.1 に示す。）設計した空間距離の試験、又は 30 kHz を超える周波数に対して 4.4.7.11 に従って設計した空間距離の試験が必要な場合、表 10 を用いて、空間距離から適切な試験電圧を決定してもよい。

表 24—インパルス電圧試験

項目	試験条件	
試験の引用規格	<b>IEC 61180:2016 の箇条 7</b> <b>JIS C 60664-1:2009 の 6.1.3.3.1</b>	
要求事項の引用箇所	<b>4.4.3.2, 4.4.5.4 及び 4.4.7 による。</b>	
試験状態	試験状態は 5.2.3.1 による。 同じ回路に含まれる充電部は全て一つに接続する。試験に必要がなければ、保護インピーダンスは切り離してもよい。インパルス電圧は、a) 対象の回路とその周囲との間、b) 試験対象の回路間、に加える。試験中の回路に電源は加えない。	
試験前の測定	PECS、コンポーネント又はデバイスの仕様に従う。	
試験機器	出力インピーダンスが次の値を超えないインパルス発生器 ( $1.2/50\ \mu\text{s}$ ) a) サージ防護デバイスの試験の場合は $2\ \Omega$ b) 空間距離、固体絶縁及びコンポーネントの試験の場合は $2\ \Omega$ ただし、試験対象でインパルス電圧が検証されている場合には、 $500\ \Omega$ 未満であれば、 $2\ \Omega$ より大きなインピーダンスを用いてもよい。	
測定及び確認方法	a) <b>表 10</b> の値未満の空間距離 サージ防護デバイス又は回路特性によって 低減した空間距離 固体による基礎絶縁又は付加絶縁	b) 保護分離のための空間距離、コンポーネント 及びデバイス 固体による強化絶縁
	各極性の $1.2/50\ \mu\text{s}$ のインパルスを 1 秒以上の間隔で 3 回加える。ピーク電圧 ( $\pm 5\%$ ) は次のとおりとする。	
試験電圧	<b>表 25 の列 2 又は列 4</b>	<b>表 25 の列 3 又は列 5</b>
標高補正	2 000 m 未満の標高で空間距離の試験を行う場合、試験電圧は JIS C 60664-1:2009 の 6.1.2.2.1.1 及び表 F.5（表 E.2 としてこの規格に再掲した。）に応じて増加させる。 JIS C 60664-1:2009 の 6.1.3.3.1 に従い、固体絶縁に対するインパルス試験には標高補正係数を適用しない。	

絶縁破壊、せん(閃)絡放電(フラッシュオーバ)及び火花放電(スパークオーバ)が発生しなければ、インパルス電圧試験は合格とする。保護分離のために固体絶縁を用いたコンポーネント及びデバイスの場合は、引続き部分放電試験(5.2.3.5を参照)にも合格しなければならない。

表 25—インパルス試験電圧

列 1	2	3	4	5	単位 V
システム電圧 (4.4.7.1.6 を参照)	非主電源に接続された回路とその周囲との間の過電圧カテゴリ II による絶縁に対するインパルス耐電圧 <sup>a)</sup>		主電源に接続された回路とその周囲との間の過電圧カテゴリ III による絶縁に対するインパルス耐電圧 <sup>b)</sup>		
	基礎絶縁又は付加絶縁	強化絶縁	基礎絶縁又は付加絶縁	強化絶縁	
≤50	500	800	800	1 500	
100	800	1 500	1 500	2 500	
150	1 500	2 500	2 500	4 000	
300	2 500	4 000	4 000	6 000	
600	4 000	6 000	6 000	8 000	
1 000	6 000	8 000	8 000	12 000	

注記 1 過電圧カテゴリ I 及び III に対する試験電圧は、表 9 から同様に導くことができる。  
注記 2 過電圧カテゴリ II 及び IV に対する試験電圧は、表 9 から同様に導くことができる。  
注記 3 我が国では、単相系統の公称電圧は 100 V 又は 100-200 V である。ただし、インパルス耐電圧の値は、システム電圧が交流 150 V の行の値を用いる(JIS C 60664-1:2009 の表 F.1 参照)。  
注 a) 過電圧カテゴリ II による絶縁に対するインパルス耐電圧では、補間してもよい。  
注 b) 過電圧カテゴリ III による絶縁に対するインパルス耐電圧では、補間してはならない。

### 5.2.3.3 インパルス電圧試験の代替試験(形式試験及び抜取試験)

5.2.3.4 による交流又は直流電圧試験は、5.2.3.2 のインパルス電圧試験の代替試験として用いてもよい。

交流電圧試験の場合は、交流試験電圧のピーク値を表 25 のインパルス試験電圧に等しくし、交流試験電圧の 3 サイクルを印加する。

直流電圧試験の場合は、直流試験電圧の平均値を表 25 のインパルス試験電圧に等しくし、それぞれの極性で 10 ms の時間で 3 回印加する。

詳細は、JIS C 60664-1:2009 の 6.1.2.2.2 による。

### 5.2.3.4 交流又は直流電圧試験(形式試験及びルーチン試験)

#### 5.2.3.4.1 試験の目的

この試験は、コンポーネント及び組立て後の PECS の空間距離及び固体絶縁が、短時間過電圧に耐えられる十分な絶縁強度をもつことを確認するために行う。

#### 5.2.3.4.2 試験電圧の値及び種類

主電源に接続される回路の試験電圧は、表 26 の列 2 又は列 3 から決定する。

列 2 の試験電圧は、基礎絶縁された回路の試験に用いる。

保護分離(二重絶縁又は強化絶縁)された回路間の形式試験では、列 3 の試験電圧を用いる。保護分離された回路間のルーチン試験では、部分放電による固体絶縁の損傷を防止するため列 2 の試験電圧を用いる。

列 3 の値は、4.4.5 に従った強化保護を施している PECS に適用する。

非主電源に接続される回路の試験電圧は、次のとおりでなければならない。

- 単純分離された回路の形式試験、及び全てのルーチン試験では、**4.4.7.2.3** で求めた短時間過電圧（交流実効値又は直流）に等しい電圧
- 保護分離された回路、及び回路と接触可能な表面（**4.4.6.3** による保護クラス II の非導電性、又は導電性であっても保護接地に接続していない。）との間では、**4.4.7.2.3** で与えた短時間過電圧（交流実効値又は直流）の2倍の電圧

短時間過電圧がない非主電源に接続する回路は、動作電圧に基づいて**表 27** から試験電圧を決定する。

この試験は、対象の回路と接触可能な PECS の表面との間で行う。ここで PECS の表面は非導電性、又は導電性であっても保護接地導体に接続されない表面である。

電圧試験は、50 Hz 又は 60 Hz の正弦波電圧で行う。回路にコンデンサがある場合は、規定された交流電圧のピーク値に等しい直流電圧で試験を行ってもよい。

**表 26－主電源に直接接続する回路の交流又は直流試験電圧**

単位 V

列 1	2		3 <sup>b)</sup>	
システム電圧 ( <b>4.4.7.1.6</b> 参照)	単純分離された回路の形式試験及び全てのルーチン試験の電圧		保護分離された回路、及び回路と接触可能な表面（ <b>4.4.6.3</b> による保護クラス II の、非導電性、又は導電性であっても保護接地に接続していない。）との間の形式試験の試験電圧	
	交流実効値 <sup>a)</sup>	直流	交流実効値	直流
≤50	1 250	1 770	2 500	3 540
100	1 300	1 840	2 600	3 680
150	1 350	1 910	2 700	3 820
300	1 500	2 120	3 000	4 240
600	1 800	2 550	3 600	5 090
1 000	2 200	3 110	4 400	6 220

補間してもよい。

注記 我が国では、単相系統の公称電圧は 100 V 又は 100-200 V である。しかし、インパルス耐電圧の値は、システム電圧が交流 150 V の行の値を用いる (**JIS C 60664-1:2009** の表 F.1 参照)。

注 a) システム電圧+1 200 V に相当する。

注 b) この試験の電圧源は、**IEC 61180:2016** の箇条 5 及び箇条 6 による。

表 27—短時間過電圧がない非主電源に接続する回路の交流又は直流試験電圧

単位 V

列 1	2 a)		3 a)	
	動作電圧 (繰返しピーク電圧) (4.4.7.1.6.2 参照)	単純分離された回路の形式試験、 及び全てのルーチン試験の電圧	保護分離された回路、及び回路と接触可能な 表面 (4.4.6.3) による保護クラス II の、非導電性、 又は導電性であっても保護接地に接続して いない。)との間の、形式試験の試験電圧	交流実効値
≤71	80	110	160	220
141	160	225	320	450
212	240	340	480	680
330	380	530	760	1 100
440	500	700	1 000	1 400
600	680	960	1 400	1 900
1 000	1 100	1 600	2 200	3 200
1 600	1 800	2 600	2 900	4 200
2 300	2 600	3 700	4 200	5 900
3 000	3 400	4 800	5 400	7 700
4 600	5 200	7 400	8 300	11 800
7 600	8 500	12 000	14 000	19 000
16 000	18 000	26 000	29 000	42 000
23 000	26 000	37 000	42 000	59 000
30 000	34 000	48 000	54 000	77 000
38 000	43 000	61 000	69 000	98 000
50 000	57 000	80 000	91 000	130 000
60 000	70 000	99 000	109 000	154 000

補間してもよい。

注記 この表の試験電圧は、JIS C 60664-1:2009 の表 A.1 に対応した表 10 の空間距離における耐電圧の 80 %を基準  
にしている。

注 a) この試験の電圧源は、IEC 61180:2016 の箇条 5 及び箇条 6 による。

ルーチン試験は、製造時に空間距離が形式試験時より狭くなっていないことを確認するために行う。試験対象回路へのインパルス電圧を低減するために設けた保護デバイス (4.4.7.2.2 及び 4.4.7.2.3 を参照)，及び監視回路又は保護回路に属する回路で試験中の過電圧に耐えるように設計していないものは，損傷を避けるため，及び誤った故障表示をすることなく試験電圧を加えられるように，取り外しておく。

#### 5.2.3.4.3 電圧試験の実施手順

この試験は、図 10 に従い、次の手順で行う。

- 試験 (1)：可触導電性部分 (大地に接続している。) と各回路との間を順に試験する (DVC As の回路を除く。)。試験電圧は、表 26 又は表 27 の列 2 のうちの、試験対象回路の電圧に対応した値とする。  
試験 (2)：接触可能な表面 (非導電性又は導電性であっても大地に接続しない。) と各回路との間を順に試験する (DVC As の回路を除く。)。試験電圧は、表 26 又は表 27 の列 3 (形式試験時) 又は列 2 (ルーチン試験時) のうちの、試験対象回路の電圧に対応した値とする。
- 対象とする各回路と、一つにまとめて接続した近接回路との間を順に試験する。試験電圧は、表 26 又は表 27 の列 2 のうちの、試験対象回路の電圧に対応した値とする。
- DVC As の回路と各近接回路との間を順に試験する。試験電圧は、表 26 又は表 27 の列 3 (形式試験時)

又は列2(ルーチン試験時)のうちの、電圧が高い方の回路に対応した値とする。この試験では、近接回路又はDVC Asの回路のいずれかを接地してもよい。PELV回路とSELV回路との間の基礎絶縁の試験は必要であるが、近接PELV回路との間又は近接SELV回路との間の機能絶縁を試験する必要はない。

PELV/SELV回路及びDVC Cの回路は、通常、基礎絶縁によって(大地電位である)きょう体から分離しているため、低電圧回路を高電圧回路から分離している二重絶縁又は強化絶縁の試験を完全に組み立てた後のPECSで基礎絶縁に過度のストレスを与えることは、一般に不可能である。このため、PECSの分解が必要になるか、又は表26及び表27の列3に示す電圧による保護絶縁の形式試験が不可能になる可能性がある。このような場合、保護分離に用いる絶縁の形式試験は、該当する表の列2に示す電圧で実施する。

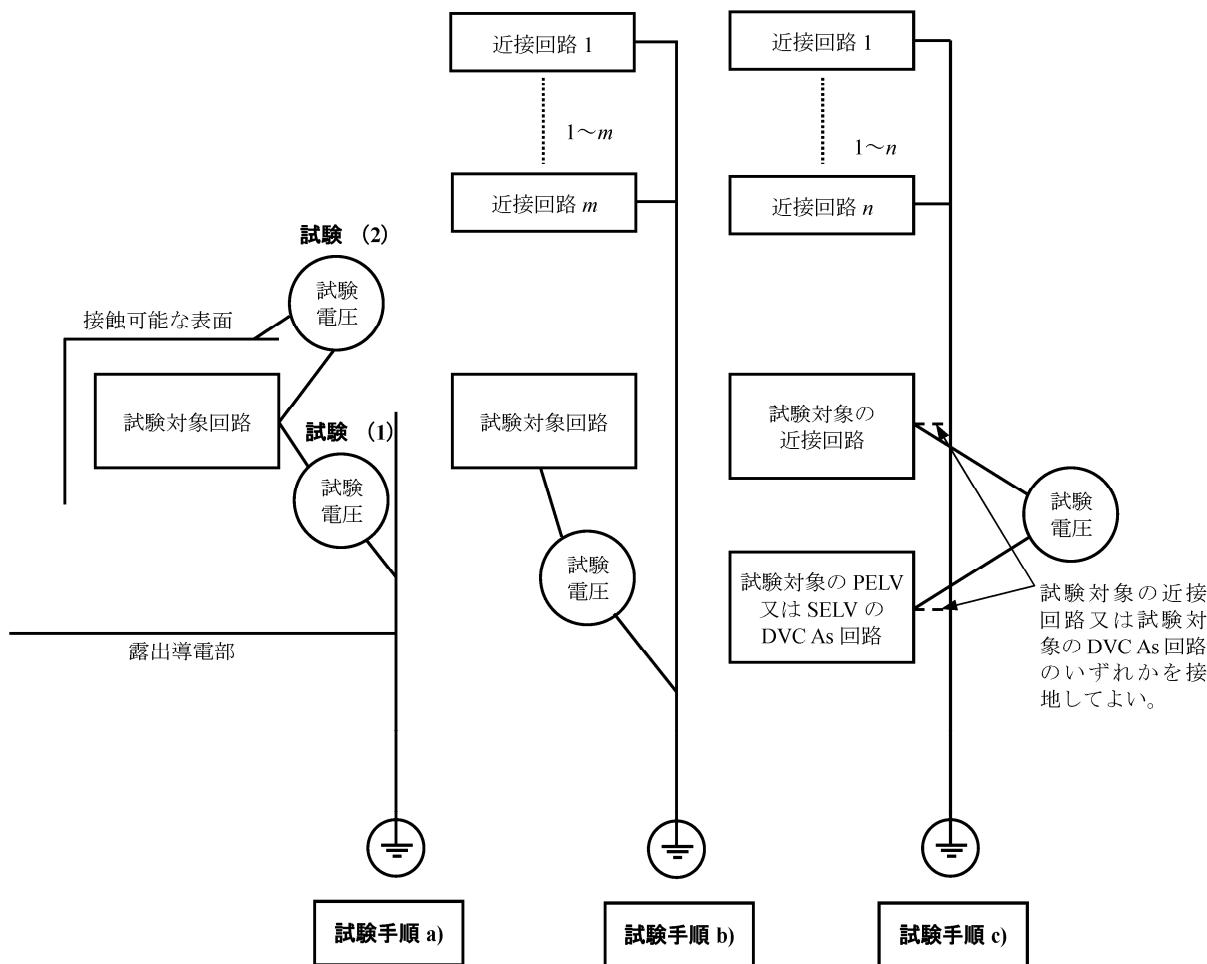


図10-電圧試験の手順

この試験は、きょう体のドアを閉じた状態で行う。

その回路が可触導電性部分に電気的に接続されている場合は、電圧試験を省略してもよい。

電圧試験のためPECSの回路を連続的にする(同電位状態にする。)ために、端子、開閉器の開放接点、パワー半導体デバイスなどは必要に応じて短絡する。回路内のパワー半導体デバイス及びその他の弱いコンポーネントは、試験中の損傷を避けるため、試験前に切り離すか、及び／又はその端子を短絡しておい

てもよい。

可能であるとしても、試験時に絶縁部分が形成される個別のコンポーネント（例えば、EMI抑制用のコンデンサ）は、試験前に取り外さない又は短絡しないほうがよい。この場合、**5.2.3.4.2**による直流試験電圧を用いることを推奨する。

PECSの全体又は一部が非導電性の接触可能表面で覆われている場合は、その面を導電性のはく（箔）で覆い、そのはくに試験電圧を加えて試験を行う。この場合、回路と非導電性接触可能表面との間の絶縁試験は、ルーチン試験ではなく抜取試験として行ってもよい。

次の条件を全て満たす場合は、組み立てられたPECSに対するルーチン試験は不要である。

- PECSの絶縁システムに関する全てのサブアセンブリについてルーチン試験を実施している。
- 最終組立てによって絶縁システムの性能が低下しないことを示せる。
- 完全に組み立てたPECSの形式試験を実施し、これに合格した。

**4.4.5.4**による保護インピーダンスは、含めて試験するか、又は試験の前に保護するように分離された回路部分への接続を外す。後者の場合、電圧試験の終了後、絶縁を損なわないようするために、注意してその接続を元に戻す。**4.4.4.7**による保護遮蔽は、電圧試験の間、可触導電性部分に接続したままとする。

#### 5.2.3.4.4 電圧試験（交流又は直流）の印加時間

試験時間は、形式試験の場合は60秒以上、ルーチン試験では1秒以上とする。試験電圧は、上昇及び／又は下降するランプ電圧として印加してもよいが、最大電圧の状態を形式試験の場合は60秒、ルーチン試験の場合は1秒の間、維持しなければならない。

#### 5.2.3.4.5 電圧試験（交流又は直流）の判定

試験中に絶縁破壊が発生しなかった場合、この試験を合格とする。

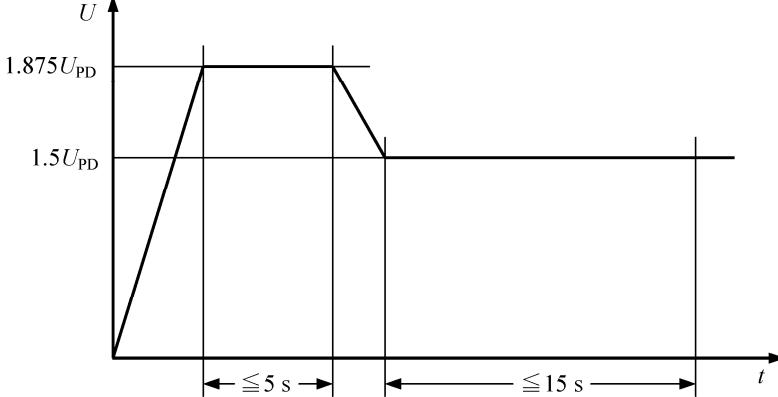
#### 5.2.3.5 部分放電試験（形式試験及び抜取試験）

部分放電試験は、電気回路間の保護分離のためにコンポーネント又はサブアセンブリに用いられた固体絶縁（**4.4.7.8**を参照）に、規定の電圧範囲（表28を参照）で部分放電が発生しないことを確認する。

この試験は、形式試験及び抜取試験として実施する。部分放電が発生しても劣化しない絶縁材料（例えば、セラミックス）の場合は、試験を省略してもよい。

部分放電の開始電圧及び消滅電圧は、気候的な要因（例えば、温度及び湿度）、機器の自己発熱及び製造上の公差の影響を受ける。ある条件下ではこれらの影響要因が無視できなくなるため、形式試験で考慮しなければならない。

表 28—部分放電試験

項目	試験条件
試験の引用箇条	JIS C 60664-1:2009 の 6.1.3.5
要求事項の引用箇条	4.4.7.8
試験状態	<p>試験状態は 5.2.3.1 による。</p> <p>同じ回路に含まれる充電部は全て一つに接続する。</p> <p>インパルス電圧試験で損傷が発生した場合にその損傷が明確になるため、部分放電試験はインパルス電圧試験（5.2.3.1 を参照）の後に行うことを推奨する。</p> <p>部分放電試験は、通常組み立てた状態の機器では行えないため、機器にコンポーネント又はデバイスを取り付ける前に行うことが望ましい。</p>
試験前の測定	コンポーネント又はデバイスの仕様に従う。
試験機器	校正済みの電荷測定器又は重み付けフィルタなしの無線妨害計
試験回路	JIS C 60664-1:2009 の C.1
試験電圧	交流 50 Hz 又は 60 Hz のピーク電圧
試験方法	JIS C 60664-1:2009 の 6.1.3.5: $F_1 = 1.2$ , $F_2 = 1.25$ , $F_3 = 1.25$ 。試験手順は JIS C 60664-1:2009 の 6.1.3.5.3
試験機器の校正	JIS C 60664-1:2009 の C.4
測定	<p>定格部分放電試験電圧 <math>U_{PD}^{a)}</math> よりも低い電圧で開始し、電圧を <math>U_{PD}</math> の 1.875 倍まで直線的に増加させ、最大で 5 秒間維持する。</p> <p>次に電圧を <math>U_{PD}</math> の 1.5 倍 (<math>\pm 5\%</math>) まで直線的に減少させ、そこで最大 15 秒間維持して部分放電を測定する。</p> 
判定	測定期間中の部分放電が 10 pC 未満であれば、この試験は合格とする。
注記	固体絶縁への A.6.3 による直流動作電圧の部分放電試験は省略する。
注 a)	定格部分放電試験電圧 $U_{PD}$ は、絶縁部に加わる繰返しピーク電圧である。

### 5.2.3.6 保護インピーダンス試験（形式試験及びルーチン試験）

形式試験は、正常動作状態又は单一故障状態で保護インピーダンスを流れる電流が 4.4.3.4 に示した値を超えないことを確認するために行う。この試験は IEC 60990:1999 の図 4 に示す回路を用いて行う。

IEC 60990:1999 の図 4 の試験回路は附属書 L に再掲する。

注記 IEC 60990 は、直流と組み合わせた交流の測定のための試験回路の使用については未調査であり、そのような場合の測定に関して提案はされていないと記載している。

ルーチン試験では、保護インピーダンスの値を確認する。

### 5.2.3.7 接触電流測定試験（形式試験）

保護手段を講じる必要がないか（4.4.4.3.3 参照）決定するために、接触電流を測定する。PECS は、接地

せず絶縁した状態とし、定格電圧で運転させる。この状態で、IEC 60990:1999 の図 4 の試験回路を使用し、保護接地導体に接続する箇所と保護接地導体との間に流れる接触電流を測定しなければならない。

- 中性点接地方式の電源系統に接続する PECS では、試験サイトの主電源の中性点を直接、保護接地導体に接続する。
- 非接地方式又は高抵抗接地方式の電源系統に接続する PECS では、 $1\text{ k}\Omega$  の抵抗を介して電源系統の中性点を保護接地導体に接続する。各相の接触電流を順次測定し、最大値を決定値として採用する。
- デルタ結線の一相が接地された角接地系統に接続する PECS では、各相の接触電流を順次測定し、最大値を決定値として採用する。
- 特有な接地系統の PECS では、試験中 PECS を意図したように運転しなければならない。
- PECS を複数の電源系統に接続する意図がある場合、異なる各電源系統（又は、特定できれば最悪の電源系統）で、接触電流測定を行わなければならない。

**注記** デルタ結線の非接地系統の場合は IEC 60990:1999 の図 13 の試験回路を用いて試験を行う。

これは、形式試験として実施する。

製品専門委員会は、高周波接触電流による潜在的危険性を考慮し、適切な試験要求事項を検討しなければならない。

### 5.2.3.8 コンデンサの放電（形式試験）

4.4.3.4 で規定しているコンデンサの放電時間は、形式試験及び／又は関係する誤差を考慮に入れた計算で確認してもよい。

### 5.2.3.9 出力制限電源の試験（形式試験）

4.6.5 で要求されるとき、機器を通常使用状態で運転し、出力制限電源回路の次の試験を行う。

制限電流の要求事項への適合が過電流保護デバイスに依存する場合は、デバイスを短絡しなければならない。

通常使用状態で運転する機器で、可変抵抗負荷を対象の部分に接続し、要求される制限電力（VA）のレベルが得られるように調整する。必要に応じて 4.6.5 で規定する期間、制限電力（VA）を維持するように更に調整する。

可変抵抗負荷を対象の回路に接続し、表 16 又は表 17 の皮相電力限度値になるように調整する。必要に応じて表 16 又は表 17 の時間、皮相電力限度値を維持するように更に調整する。

試験時間後に用いることができる皮相電力が表 16 又は表 17 の限度値を超えない場合は、規定どおりに試験は合格とする。

出力制限電源の要求事項が過電流保護デバイスに依存する場合は、電流経路にある過電流保護デバイスの1台も、その定格電流が表 17 の限度値を超えてはならない。

### 5.2.3.10 温度上昇試験（形式試験）

この試験は、PECS の部品及び接触可能部分の表面が、4.6.4 で規定する温度限度値及び安全に関わる部品が製造業者の温度限度値を超えないことを確認する。

可能であれば、負荷低減及び冷却制御特性を考慮して、最悪条件となる、定格電力及び PECS の出力電流で PECS の試験を行う。

加熱量又は冷却量が温度に依存するよう設計された機器（例えば、高温になるほどより高速に回転するファンを内蔵する機器）では、温度測定は製造業者によって指定された使用範囲内で、最も厳しい周囲温度条件で実施しなければならない。

最悪条件で実施できない場合は、低電力レベルの試験でシミュレーションの妥当性が証明できるのであ

れば、温度上昇をシミュレーションで求めてよい。

各外部接続端子に 1.2 m 以上の配線を取り付けて PECS の試験を実施しなければならない。PECS に接続するための配線は、設置時に製造業者が指定する最小の太さでなければならない。PECS への接続が母線（バスバー）だけの場合、製造業者が指定する最小限の寸法でなければならず、長さは 1.2 m 以上でなければならない。

試験は、温度上昇が飽和するまで実施しなければならない。そこまでの試験経過時間の 10 %ごとで少なくとも 10 分間以上の間隔で、3 回連続して読み取りを行い、その温度上昇の変化が±1 °C以下の場合に温度上昇が飽和したものとする。

絶縁部の故障が危険につながる場合は、熱源近くの絶縁物（巻線の絶縁部以外）表面の温度の温度を測定する。熱電対法で巻線温度を測定する場合、周辺の放熱コンポーネントを考慮した上で最も熱い部分と予想される巻線表面に熱電対を取り付ける（表 14 参照）。

到達する最高温度は、試験中の周囲温度とその機器の最高周囲温度との差を加えることで、PECS の定格周囲温度での温度に補正する。

補正した温度が、測定した材料又はコンポーネントの最高許容温度又は絶対最大定格を超えてはならない。

試験中は、温度による遮断機器、過負荷検出機能及びデバイスが作動してはならない。

### 5.2.3.11 保護等電位ボンディングの試験（形式試験及びルーチン試験）

#### 5.2.3.11.1 一般事項

対象の可触導電性部分の保護等電位ボンディングの経路が、故障状態で流れる電流に十分に耐えられるか確認するために、それぞれの可触導電性部分は別々に試験しなければならない。

対象とする回路は、対象の接触可能部分に近接した回路の中から選択し、基礎絶縁又は機能絶縁だけで接触可能部分から分離していかなければならない。

選択したこれら全ての回路について、推定短絡電流及び関連する保護要素として次を検討する。

- 対象の回路が **JIS C 60364-4-41** の要求事項の 5 秒の遮断時間を超える場合は、**5.2.3.11.2** の保護等電位ボンディングのインピーダンス試験及び **5.2.3.11.3** の保護等電位ボンディング短絡電流耐量試験を実施しなければならない。

**注記 1** 遮断時間が 5 秒以上の回路の例：内部インピーダンス若しくは電流リミッタによって、又は太陽光パネルのように負荷特性によって短絡電流が制限される非主回路。

- 対象の回路が **JIS C 60364-4-41** で要求される 5 秒の遮断時間に適合する場合は、**5.2.3.11.3** の保護等電位ボンディング短絡電流耐量試験を実施しなければならない。

**注記 2** 遮断時間が 5 秒を超えない回路の例：系統インピーダンスによって、推定短絡回路電流が制限される主回路。

- 対象の回路が **JIS C 60364-4-41:2010** の表 41.1 で要求される遮断時間に適合する場合は、形式試験は不要となる。

タイプ A プラグ接続形機器では、**5.2.3.11.2** の保護等電位ボンディングのインピーダンス試験が実施されなければならない。

経路の短絡電流耐量が十分でない場合、又は一つの組合せの結果が他の組合せの結果を代表できない場合は、それぞれの可触導電性部分に対する保護等電位ボンディングの経路の試験を独立に行わなければならない。

#### 5.2.3.11.2 保護等電位ボンディングのインピーダンス試験

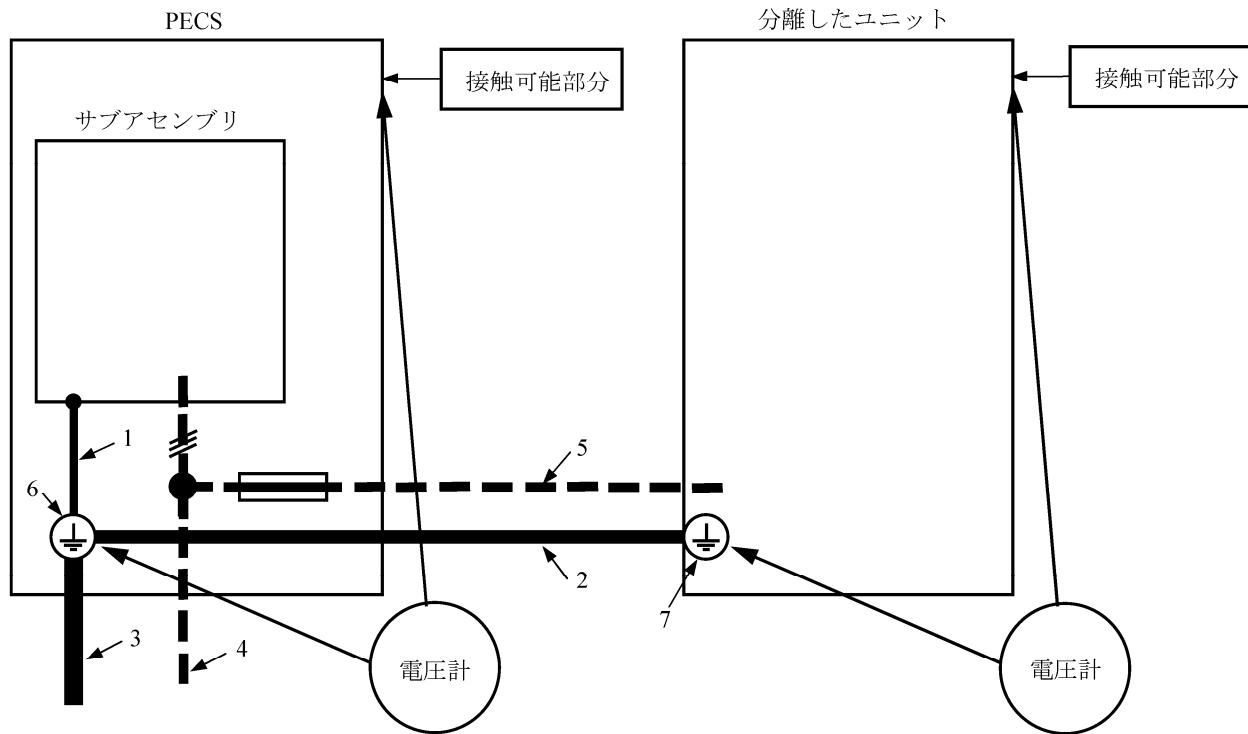
### 5.2.3.11.2.1 試験条件

**4.4.4.2.2** 及びこの細分箇条で要求される場合は、保護等電位ボンディング手段のインピーダンスを、試験電流を流して確認しなければならない。試験電流は、対象の機器又は機器の一部の過電流保護定格に基づき、次による。

- タイプAプラグ接続形機器では、機器の外部に用意される過電流保護デバイス（例えば、建屋配電線内、主電源プラグ内又は機器ラック内）。
- タイプBプラグ接続形機器及び恒久接続形機器では、機器の取扱説明書（据付説明書）で機器の外部に設けることを規定している過電流保護デバイスの最大定格。
- 過電流保護デバイスが内蔵された機器では、その過電流保護デバイスの定格。

保護接地端子から対象の保護等電位ボンディング手段の全ての部分までの電圧を測定する。保護接地導体のインピーダンスは、測定には含まない。保護接地導体が機器に装備されている場合は、試験回路に保護接地導体を含んでもよいが、主保護接地端子から接地が必要な可触部分までの電圧降下を測定する。

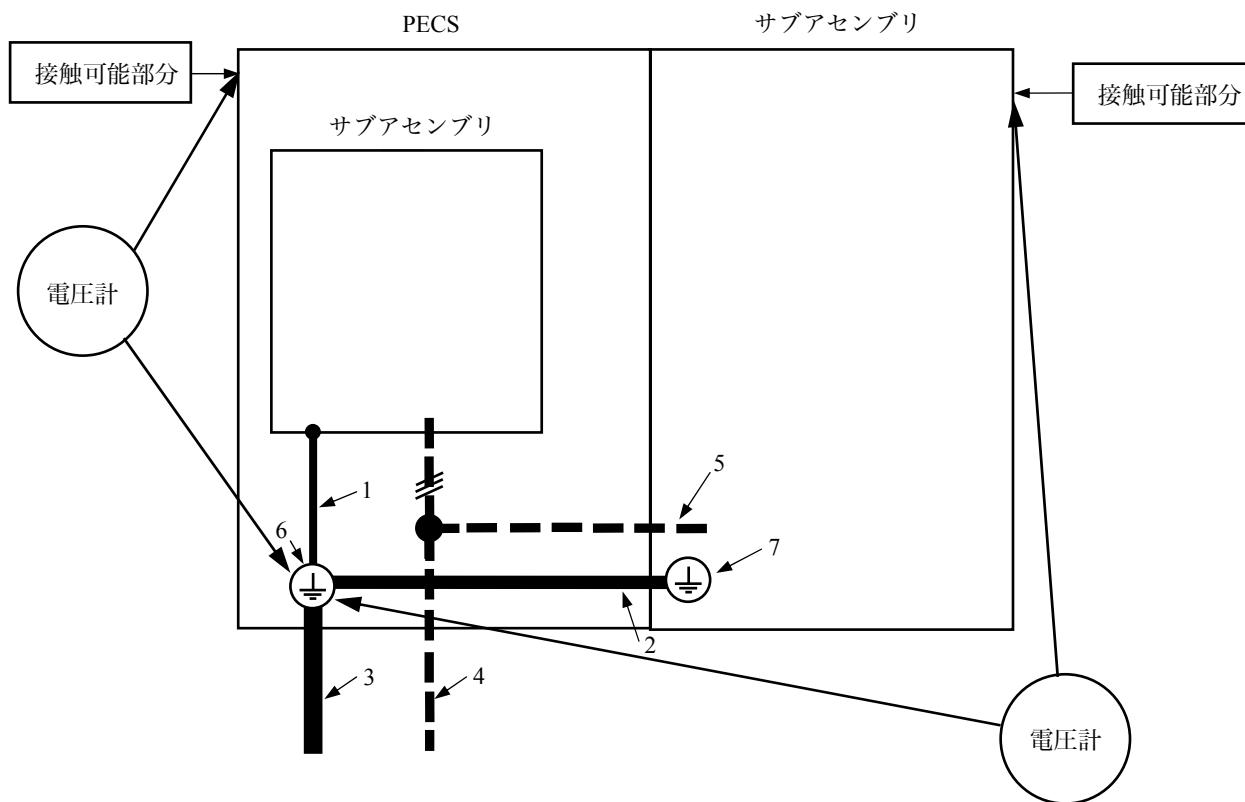
サブアセンブリ又は分離したユニットの保護接地（PE）接続が、サブアセンブリ又はユニットに電力供給しているケーブルの一部となっている機器では、ケーブルの保護等電位ボンディング導体の抵抗は、図11のサブアセンブリ又は分離したユニットの保護等電位ボンディングのインピーダンス測定に含まない。保護接地導体の導体サイズを考慮した適切な定格の保護デバイスによってケーブルが保護されている場合にだけ、この選択肢を許容する。そうでない場合、図12のようにPECSで電源が接続される最初のユニットにある保護接地端子から測定することによって、分離したユニットとの間の保護等電位ボンディング導体のインピーダンスは含まれたものとする。



記号の説明

- 1 保護等電位ボンディング
- 2 分離したユニットの保護接地導体
- 3 PECS の保護接地導体
- 4 主電源からの電源供給
- 5 PECS から分離したユニットへの電源供給
- 6 外部保護接地導体の接続端子
- 7 分離したユニットの保護接地導体の接続端子

図 11—電源ケーブルの保護がある、PECS から電源供給される分離したユニットの  
保護等電位ボンディングのインピーダンス測定



#### 記号の説明

- 1 保護等電位ボンディング
- 2 サブアセンブリの保護等電位ボンディング
- 3 PECS の保護接地導体
- 4 主電源からの電源供給
- 5 PECS からサブアセンブリへの電源供給
- 6 外部保護接地導体の接続端子
- 7 サブアセンブリ（複数であってもよい）の等電位ボンディングの接続点

**図 12—接触可能な部分がある、PECS から電源供給されるサブアセンブリの保護等電位ボンディングのインピーダンス試験**

出力が接地されていない交流又は直流電源から試験電流を供給する。

**注記** 試験員の保護のため、電源の最大無負荷電圧は DVC A の限度値以下のものを用いる。

#### 5.2.3.11.2.2 試験電流、試験時間及び判定基準

試験電流、試験時間及び判定基準は、次による。

**表 29—保護等電位ボンディング試験の試験時間**

過電流保護デバイスの定格電流 A	保護等電位ボンディング試験の継続時間 min
32 以下	2
33 以上 63 以下	4
64 以上 100 以下	6
101 以上 200 以下	8
201 以上 460 以下	10

- a) 16 A 以下の定格の過電流保護デバイスを備える PECS では、インピーダンスが  $0.1 \Omega$  を超えないことが証明できれば、この試験は省略してもよい。
- b) 過電流保護デバイスが機器内に取り付けられて供給されるか、又は取扱説明書（据付説明書）で仕様が完全に指定され、保護等電位ボンディング手段の故障電流を制限する過電流保護デバイスの時間-電流特性が分かっているところでは、表 29 の代わりに、試験時間は指定された過電流保護デバイスの時間-電流特性に基づいてもよい。試験は、時間-電流特性の 200 % の電流に対応する時間で行う。
- c) 定格が 460 A 以上の過電流保護デバイスをもつ PECS では、IEC 60949 による計算又はシミュレーションを行って、推定短絡電流の能力が要求事項を満足できることを示さなければならない。試験中及び試験終了時に期待される値を超えないことを示すために、保護等電位ボンディング手段のインピーダンスに対し、5.2.3.11.4 の保護等電位ボンディング導通試験を行わなければならない。

判定基準：

試験電流は、過電流保護デバイスの定格の 200 % とし、試験継続時間は、表 29 による。保護等電位ボンディング手段の電圧降下は、試験中及び試験終了時に、きょう体の接触可能な表面に関する表 2 及び表 5 から決定される DVC As を超えてはならない。

試験後に、目視検査で保護等電位ボンディング手段に損傷がないことを確認しなければならない。

### 5.2.3.11.3 保護等電位ボンディング短絡電流耐量試験（形式試験）

5.2.3.11.2.1 で要求される場合、保護等電位ボンディングが故障状態で生じる推定短絡電流に耐えることを証明するために、5.2.4.3 の短絡電流耐量試験を実施しなければならない。

試験は、経路の短絡電流耐量が十分か、又は一つの組合せの結果が予想される他の組合せの結果を代表できるという分析結果がある場合を除いて、可触導電性部分の保護等電位ボンディング経路ごとに独立の試験を実施しなければならない。

### 5.2.3.11.4 保護等電位ボンディング導通試験（ルーチン試験）

保護等電位ボンディング導通試験は、次のいずれかの場合、実施しなければならない。

- 保護等電位ボンディングの接続は、单一手段だけで行う（例えば、单一導体又は単一締結金具）
- PECS が設置場所で組み立てられる
- 5.2.3.11.2.2 c) で要求される場合

試験電流は、保護等電位ボンディング手段の測定又は計算を十分可能にする都合のよい値でよい。

**注記** より大きな電流での導通試験は、特に低インピーダンス、例えば、大きな断面積及び／又は短い導体で、試験結果の精度を向上させる。一般的に、25 A であれば、ほとんどの製品で十分である。

予想される抵抗値は、長さ、断面積及び保護ボンディング導体で規定される材料を考慮し、5.2.3.11.2.2 の計算又はシミュレーションの結果から求める。

判定基準：

測定した抵抗値は、期待値の 90 %～110 % の間でなければならない。

## 5.2.4 異常動作及び故障模擬試験

### 5.2.4.1 一般事項

設備と組み合せた PECS に異常が発生したときの熱、感電及びエネルギーによる危険のリスクに対する保護について、次のいずれかによる評価を行わなければならない。

- a) この細分箇条に規定する試験
- b) PECS を代表するモデルについて行った 5.2.4.4 及び 5.2.4.6 に規定の試験に基づく計算又はシミュレー

ション。ただし、試験サンプルには過電流保護デバイスの開路動作以外の損傷があつてはならない。

**注記** PECS を代表するモデルとは、対象の PECS と同様の電力素子(例えば、パワー半導体デバイス、ヒューズ、遮断器、コンデンサ、過電流検出器、出力リクトルなど)をもち、かつ、同じ回路構成をもつ PECS を意味する。

異常試験を行う前に、試験サンプルは温度上昇試験の場合と同様に、取付け及び接続を行い、動作させておかなければならぬ。

故障模擬又は異常動作状態は、1回の試験に一つの適用としなければならない。故障模擬又は異常動作状態結果である故障は、故障模擬又は異常動作状態の一部であるとみなす。

きょう体なしで供給される PECS の場合は、意図したきょう体を模擬するために、対象 PECS の各辺の寸法の1.5倍の寸法の金網ケージを用いる。

PECS 及び金網のケージ（使用する場合）は、**4.4.4.2.2** の要求事項に従つて接地しなければならない。

全ての開口部、ハンドル、フランジ、接合部及びきょう体外側又は金網のケージ（使用する場合）の同様の場所について、冷却に重大な影響を及ぼさないようにガーゼ又は脱脂綿を置く。

PECS の故障に対して外部保護手段が必要であることが取扱説明書（据付説明書）に記載されている場合、それらの手段を設けた状態で試験を行わなければならない。

接触可能な接地された及び接地されていない導電性部分と同様に、SELV、PELV 及び DVC As 回路の電圧を監視しなければならない。

電源は、PECS への接続点において規定の推定短絡電流（**4.3.1** 参照）を流すことが可能でなければならぬ。ただし、より小さい値を使用してもよいことを**4.2** の回路解析によって示した場合を除く。

個々の試験は、保護デバイス若しくは保護機構（内部又は外部）の動作による終了、故障状態を中断するコンポーネントの故障が発生、又は温度が安定するまで実施する。

#### 5.2.4.2 判定基準

異常動作試験の結果として、PECS は次を満足しなければならない。

- 炎、燃焼物及び溶融金属の放出があつてはならない。
- ガーゼ又は脱脂綿に着火してはならない。
- PECS の接地接続及び保護等電位ボンディングが開放状態になつてはならない。
- ドア及びカバーが規定の位置にある。
- 試験中及び試験後、接触可能な DVC As、SELV 及び PELV の回路及び可触導電性部分は、**図 1**、**図 2** 又は**図 3** の時間に依存する電圧より大きい電圧を示さない。また、少なくとも基礎絶縁をもつ DVC As より大きい電圧の充電部から分離されてはならない。適合性は、**5.2.3.4** の基礎絶縁に対する交流又は直流の絶縁試験によって確認しなければならない。
- 試験中及び試験後、DVC As を超える電圧をもつ充電部が接触可能にならぬ。
- 例えはブスバー支持材のように充電部の固定に使用しているコンポーネントが、所定の場所から飛散してはならない。
- コネクタから抜け出したりせず、どの導体も接続状態を維持しなければならない。

PECS は、試験後に動作することが要求されず、かつ、きょう体は変形してもよい。PECS と一体となつた、又は PECS と一緒に使用することが必要な過電流保護は、開放となつてもよい。

#### 5.2.4.3 保護等電位ボンディング短絡電流耐量試験（形式試験）

##### 5.2.4.3.1 一般事項

**5.2.3.11.2.1** で必要な場合、保護等電位ボンディングの経路は**5.2.4.3.2**～**5.2.4.3.4** の短絡電流耐量試験を実

施しなければならない。

#### 5.2.4.3.2 試験条件

試験対象の機器は、電源が供給され、かつ、出力ポートは、短絡を行う開閉手段が動作する前は 5.2.4.1 の規定どおりに動作していなければならぬ。ただし、短絡が発生した状態で機器に通電することでより厳しい条件となる場合はこの限りではない。

保護等電位ボンディング短絡試験は、負荷を高くするほど大きい短絡電流が発生することを示す解析結果がある場合を除き、PECS を軽負荷で動作させて実施しなければならない。

短絡試験ごとに、新しいサンプルを用いてもよい。

#### 5.2.4.3.3 保護等電位ボンディング短絡試験の方法

試験電流は、対象の接触可能な部分を試験電源回路の導体の一つに、短絡電流を制限しない開閉手段を通じて接続することで供給される。開閉器は、接触可能な部分と、その保護等電位ボンディングを通じて、対象の電源回路の保護接地端子に戻る経路とで電源を短絡するように配置しなければならない。短絡用開閉器への接続は、設備の保護接地導体に指定された断面積と同じ断面積で、かつ、長さは 2 m 以下のケーブルで行う。PECS の外形寸法の制約から、より長い配線が必要な場合は、試験が実施できる範囲でできるだけ短い配線とし製品の入力部で短絡電流を校正しなければならない。

#### 5.2.4.3.4 判定基準

試験中及び試験後、接触可能な DVC As, SELV 及び PELV 回路並びに可触導電性部分は、4.4.2.2.3 の図 1, 図 2 及び図 3 の時間-ピーク電圧曲線の電圧より高い電圧になってはならない、かつ、DVC As より大きい電圧の充電部から少なくとも基礎絶縁によって分離されなければならない。適合性は、5.2.3.4 の基礎絶縁に対する交流又は直流の絶縁試験によって確認しなければならない。

試験の終了時、試験に用いた保護等電位ボンディング手段は損傷してはならない。適合性は、検査及び必要に応じて 5.2.3.11.4 の保護等電位ボンディング導通試験（ルーチン試験）によって確認しなければならない。

#### 5.2.4.4 出力短絡試験（形式試験）

##### 5.2.4.4.1 負荷条件

短絡試験は、全負荷又は軽負荷のいずれか厳しい方の条件で PECS を動作させて行う。

##### 5.2.4.4.2 短絡試験の方法

電源出力ポートの端子は、設備の指定された断面積のケーブルを介して短絡電流を制限しない開閉手段に接続する。PECS の外形寸法の制約から、より長いケーブルが必要な場合を除き、往復合計のケーブル長は約 2 m とする。長いケーブルが必要な場合でも、試験の実施が可能な範囲で、できるだけ短いケーブルを使用する。

試験対象の機器に電源を供給し、短絡用の開閉器を閉じるまで出力ポートは意図した動作をさせる。ただし、あらかじめ短絡した回路を機器に接続した状態で電源を投入した方がより厳しい条件となる場合はこの限りではない。

それぞれの独立したポートで、接地ポートを含む 2 個以上の端子の組合せが短絡回路試験の対象となる場合は、それぞれの出力ポートの独立した試験を行わなければならない。一つの組合せの結果から別の組合せが予想できるときは、分析結果から試験の数を減らしてもよい。

短絡試験には、1回ごとに新たなサンプルを用いてもよい。

5.2.4.2 の判定基準に対する適合性を判定するほかに、この試験は 4.3.2.3 に従ったポートの短絡電流定格の決定によく用いられる。オシロスコープ又は適切な計測器を用いて試験中のピーク電流を測定する、及

び電流の実効値 (r.m.s.) を測定又は計算しなければならない。

6.2 に従って、記録及び PECS の取扱説明書に記載する値は、ピーク電流値、及び測定又は計算した次による期間の電流実効値 (r.m.s.) の最大値である。

- a) 交流信号では、対象ポートの公称交流周波数の 3 サイクル。この場合には“3 サイクル実効値”と記載する。
- b) 全ての信号に対し、短絡開始から保護デバイス又はその他の機構で短絡電流を遮断するまでの短絡期間。この場合には実効値 (r.m.s.) 及び短絡期間 (秒) を明記する。
- c) 電流がゼロにならず連続電流が流れる短絡試験では定常状態の実効値。この場合には連続的実効値と記載する。

4.3.2.3 による PECS の内部短絡保護は、出力ポートを数マイクロ秒以内で保護するため、a), b)及び c) の要求は適用しない。

#### 5.2.4.5 出力過負荷試験（形式試験）

過負荷試験は、通常の動作温度に達するまで PECS を全負荷で動作させた後に行わなければならない。PECS の各出力及びタップ出力の区分ごとに、一つずつ順番に過負荷にしなければならない。他の出力及び巻線に対する負荷の有無については、通常の使用時において望ましくない方の負荷条件とする。

過負荷試験は、対象とする出力又は巻線に可変負荷を接続して行う。負荷の調整は可能な限り素早く行い、指定の過負荷状態を維持するため必要に応じ 1 分後に再調整を行う。それ以降の再調整は許容しない。

電流検出デバイス又は回路による過電流保護がある場合には、過負荷試験電流は過電流保護デバイスが 1 時間通電できる最大電流とする。

この試験を行う場合、事前にこのデバイスを不動作にしておくか又はインピーダンスが無視できるバイパスで置き換える。規定の過負荷電流に達すると出力電圧を低減する機器の場合は、出力電圧が低減される点より前の最大出力まで負荷を少しづつ増加させる。

それ以外の場合は全て、得られる最大出力となる負荷とする。

#### 5.2.4.6 コンポーネント故障試験（形式試験）

##### 5.2.4.6.1 負荷条件

4.2 の回路解析の結果として特定したコンポーネント故障については、全負荷又は軽負荷のいずれか厳しい方の条件で PECS を動作させて試験する。

##### 5.2.4.6.2 短絡又は開放の適用

短絡は、そのコンポーネントに通常流れる電流に適した、断面積が  $2.5 \text{ mm}^2$  以上のケーブルで行う。ループ長は、試験を実施可能な範囲でできる限り短くし、回路の短絡及び開放は適切な開閉器を用いて行う。

そのコンポーネントの故障モードが短絡モード及び開放モードの両方の可能性がある場合を除き、特定した各コンポーネントの故障試験は 1 回だけとする。

##### 5.2.4.6.3 試験手順

コンポーネント故障試験の対象として特定した部品を一つずつ、短絡又は開放する。短絡か開放かは、より厳しい方を選択する。

#### 5.2.4.7 プリント配線板（PWB）短絡試験（形式試験）

プリント配線板上の機能絶縁については、表 10 及び表 11 (4.4.7.7 を参照) で規定の間隔よりも狭いものについては、次に示す形式試験を行わなければならない。

代表サンプルを用い、間隔の狭い部分について 1 回に 1 か所ずつ短絡し、それ以上の損傷が発生しないことを確認できるまでその短絡を維持する。

#### 5.2.4.8 欠相試験（形式試験）

多相用のPECSは、その入力部において1相ずつ（中性線があるときは、中性線も含む。）順に接続を外しても動作できなければならない。この試験は、通常の最大負荷で電力変換装置を動作中に、接続を1相ずつ外して行い、更に、1相を外したまま機器を始動して行う。

この試験は、保護によって停止するか、部品故障が発生するか又は温度が安定するまで続ける。

定格入力電流が500 Aを超えるPECSの場合は、シミュレーションによって適合性を示してもよい。

#### 5.2.4.9 冷却故障試験（形式試験）

##### 5.2.4.9.1 概要及び判定基準

複数の冷却方式を組み合わせたPECSの場合は、関係する全ての試験を行う。ただし、これらの試験を同時に行う必要はない。

この試験は、次のいずれかの状況まで続ける。

- 温度が安定する。この場合、4.6.4.2に示す温度の限度を適用する。
- 保護機構によって機器が停止するか、又はコンポーネントの故障が発生する。この場合、4.6.4.2の接触可能な部分の温度限度を5 °C以下の範囲で超えてよい。これが不可能な場合、警告文を取扱説明書に記載する。

**注記** 定常状態の限界値に関し、5 °Cという温度上昇はIEC Guide 117で規定の燃焼拡大のしきい値を反映した値である。

##### 5.2.4.9.2 ブロアモータの不作動試験

強制空冷式のPECSを、1台又は複数台のファンモータ又はブロアモータを、物理的に回転を停止させて、単独の不作動又は单一故障と組み合わせた不作動状態とし、PECSを定格負荷で動作させる。

##### 5.2.4.9.3 フィルタの詰まり試験

フィルタ付きの換気用開口部をもつきょう体に収納したPECSは、フィルタの詰まりを模擬して、その開口部を遮断して定格負荷で動作させる。この試験は、まず換気用の開口部を50%だけ遮断して行い、更に、完全に遮断した状態で試験を行う。

##### 5.2.4.9.4 冷却液の喪失試験

液冷方式のPECSは定格負荷で動作させ、冷却液の喪失を模擬するため冷却液を抜く、冷却液の流れを遮断する又は冷却ポンプを不作動にして試験する。

PECSが冷媒内に設置された温度保護デバイスの動作によって停止する場合は、冷媒を抜いて試験を再度行う。

**注記** これは、周囲に冷却液がない場合、温度保護デバイスが不作動になることを想定している。

#### 5.2.4.10 短時間耐電流( $I_{cw}$ )試験（形式試験）

##### 5.2.4.10.1 一般事項

4.3.5の要求事項のとおりPECSの安全性の検証のために形式試験として短時間耐電流試験を実施する。

試験における短絡回路は、次の両方を満たすように配置する。

- 4.2の評価に基づく。
- 故障電流経路にある端子及び他の部品に短絡電流を流す。

##### 5.2.4.10.2 短時間耐電流試験方法

入力主電源ポートには取扱説明書（据付説明書）で指定された断面積のケーブルを接続する。

短絡回路の形成又はPECSの電源接続に用いる開閉器は、試験電流を限流してはならない。

電源からのケーブルの長さは、往復で約2 mとする。長さが約2 mでは不足の場合は、試験が実施可能

な範囲で、できるだけ短くする。

試験は入力主電源ポートごとに独立した試験を実施する。端子間、端子と中性点との間又は端子と大地との間の最も厳しい組合せを短絡試験の対象とする。一つの組合せの結果から別の組合せ結果が予想できるときは、分析結果から試験の数を減らしてもよい。

試験結果に影響がないことを明らかにできる場合は、PECSに給電していない状態、及び試験に先立つて意図した運転を行わずに、試験を行ってもよい。

短絡試験には、1回ごとに新たなサンプルを用いてもよい。

表37に最低限必要なPECSの交流電流試験の要求値を示す。直流電流試験の要求値は検討中である。

指定された $I_{cp}$ が表37の値より大きい場合の推奨試験電流値は、16 kA, 20 kA, 25 kA, 35 kA, 50 kA, 65 kA, 85 kA及び100 kAとする。PECSの特性によって、試験中に観測される値は表37の数値と異なってもよい。その場合は観測した値を $I_{cw}$ の仕様とする。

表37—短時間耐電流の最小要求値

PECSの定格入力電流(実効値)	推定試験電流 <sup>a)</sup>		初期非対称ピーク電流比 <sup>e)</sup> ( $I_{pk}/I_{cw}$ )	推定試験電流の最小継続時間 <sup>f) g)</sup> (50 Hz~60 Hzのサイクル数)
	(実効値) <sup>b)</sup>	標準力率 <sup>c)</sup>		
A	A			
$I \leq 16$	1 000 <sup>c) d)</sup>	0.95	1.42	1.5
	3 000	0.9		
16 < $I \leq 75$	6 000	0.7	1.53	1.5
75 < $I \leq 400$	10 000	0.5	1.70	1.5
400 < $I \leq 500$	10 000	0.5	1.70	3.0
500 < $I$	20 × $I$ 又は 50 kA の いずれか低い方	0.5 – 0.3 × ( $I$ – 500) / 2 000 又は 0.2 のいずれ か高い方	(0.5 $I$ + 3 150) / 2 000 又は 2.2 のいずれか低い方	3.0

注<sup>a)</sup> この規格の文中の推定試験電流は、推定短絡電流( $I_{cp}$ )を意味する(3.35参照)。

<sup>b)</sup> IEC 60947-6-1:2005 の表4並びにIEC 60947-6-1:2005 及び追補1:2013と矛盾のない値。

<sup>c)</sup> プラグ接続機器だけに適用。

<sup>d)</sup> 定格75 A以下で、16 A以下の機器への電源供給を意図した公共電源系統の故障電流の代表値は、IEC/TR 60725:2012の各相導体 $0.24+j0.15\Omega$ 及び中性線導体 $0.16+j0.10\Omega$ の参考インピーダンスによって計算できる。230 V/400 V電源系では、この計算によって代表的な故障電流の代表値は0.5 kA(230 V)及び0.7 kA(400 V)となる。

<sup>e)</sup> JIS C 8201-1:2007の表16による。

<sup>f)</sup> 推定試験電流の最小継続時間より短い時間を要求される場合、4.3.2.2の $I_{cc}$ を指定してもよい。

<sup>g)</sup> 故障を指定の時間内に開放するための外部の短絡保護デバイスとの世界的な互換性を確保するために、より高い最小継続時間を検討し、試験に使用される継続時間を指定することが望ましい。IEC 61439-1:2011の5.3.4参照。

### 5.2.4.10.3 判定基準

短時間耐電流( $I_{cw}$ )試験の結果として、PECSは5.2.4.2の判定基準を満足しなければならない。

## 5.2.5 材料試験

### 5.2.5.1 一般事項

4.4.7.8.2で要求される場合、製造業者は絶縁に使用する材料の燃焼性の試験を、5.2.5.2, 5.2.5.3及び5.2.5.4に従って行わなければならない。

**4.6.3.2** で要求される場合、製造業者は防火きょう体に使用する材料の燃焼性の試験を、**5.2.5.5** に従って行なわなければならない。

### 5.2.5.2 大電流アーク発火試験（形式試験）

それぞれの絶縁材料ごとに5個のサンプルについて試験を行う（図13を参照）。サンプルは、幅13mm、長さ130mm以上で、対象物の最も薄い部分と同程度の均一な厚さをもたなければならない。また、端部には、ぱり、ひれなどはないものにする。

試験は、試験電極対及び可変誘導性インピーダンスをAC 220V～240V, 50Hz又は60Hzの電源に直列接続して行う（図13参照）。

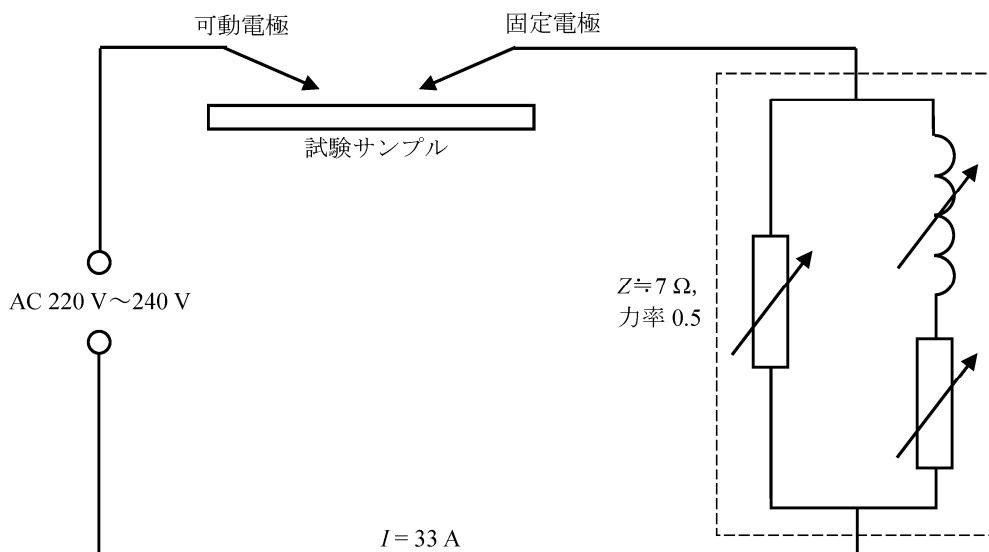


図13—大電流アーク発火試験回路

等価な回路を用いてもよい。

一方の電極は固定し、他方の電極は可動とする。固定側の電極は、先端を平たく30°の角度をつけてのみ状にした直径3.5mmの銅棒とする。可動側の電極は、先端を全角度60°で対称円すい形とした直径3mmのステンレスの棒とし、この電極の軸方向に移動可能とする。電極先端部の曲率半径は、試験開始時に0.1mmを超えてはならない。両電極を水平からの角度を45°として同一面上に対向して配置する。電極間を短絡し、電流が33A、力率が0.5になるよう誘導性可変インピーダンスを調整する。

試験サンプルは、空中又は非導電性の面の上に水平に支持し、両電極を互いに接触させたとき、両電極が同時にサンプルの表面に接触するようにする。可動側の電極は、手動などの方法で制御し、固定電極との接触部からの開放及び閉路の動作を行ってアークを1分間に約40回の割合で発生させる。このとき、電極を開放させる速さは250mm/s±25mm/sとなるように制御する。

この試験はサンプルに着火するか、サンプルが焼けて貫通孔が開くか、又は合計200回のアーク放電が行われるまで続けて行う。

サンプルが発火するまでのアーク放電の平均回数は、V-0クラスの材料の場合は15回以上、それ以外の材料の場合は30回以上でなければならない。

### 5.2.5.3 グローワイヤ試験（形式試験）

グローワイヤ試験は、**JIS C 60695-2-10** 及び **JIS C 60695-2-13** に従い、**4.4.7.8.2** に規定する条件で行う。

#### 5.2.5.4 ホットワイヤ着火試験（形式試験—グローワイヤ試験の代替試験）

1種類の絶縁材料につき5個のサンプルについて試験を行う（図14を参照）。サンプルは幅13mm、長さ130mm以上で、対象物の最も薄い部分と同程度の均一な厚さをもたなければならない。また、端部にはぼり、ひれなどはないものにする。

長さが250mm±5mm、直径約0.5mmで低温時の抵抗値が約5Ω/mのニクロム線（公称組成は、ニッケル80%，クロム20%で、鉄を含まない。）を用いる。このニクロム線をまっすぐに伸ばして可変電源に接続し、発熱が0.25W/mm±0.01W/mmとなるよう調節して8秒～12秒通電する。ニクロム線を冷やした後、サンプルの回りに6mm間隔で5回巻き付ける。

ニクロム線を巻き付けたサンプルを水平位置で支持し（図14を参照）、線の両端を可変電源に接続してニクロム線の発熱が0.25W/mm±0.01W/mmとなるように再び可変電源を調整する。

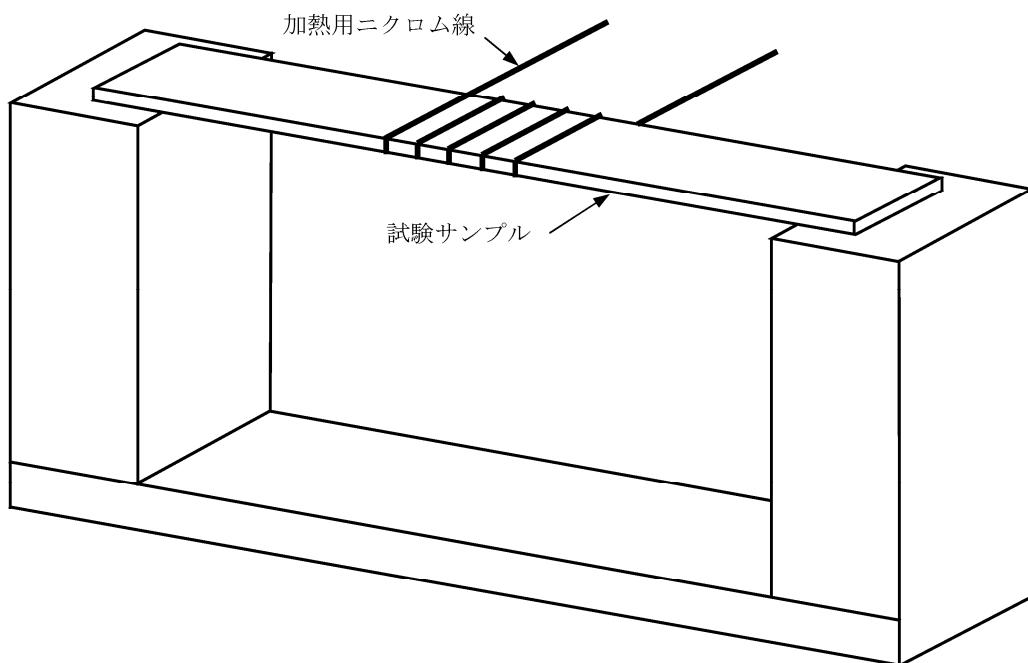


図14—ホットワイヤ着火試験の試験状態

試験は、サンプルが発火するか又は120秒が経過するまで続ける。着火するか又は120秒が経過したら、試験を中止し、試験時間を記録する。着火しないでニクロム線によってサンプルが溶けてしまう場合、サンプルがニクロム線の5ターン全てに十分接触しなくなった時点で試験を中止する。

残りのサンプルについてこの試験を繰り返す。

サンプルの平均発火時間は、15秒以上でなければならない。

#### 5.2.5.5 燃焼性試験（形式試験）

完成状態の機器を3台、又は当該機器のきょう体のサンプル（4.6.3を参照）3個を用いて試験を行う。性能に影響する可能性があるコンポーネント及びその他の部品は、所定の位置に取り付けておく。試験サンプルを空気の循環する恒温槽に入れ、5.2.3.10の温度上昇試験によって決まる最高使用温度より10°C高い温度（ただし、70°C以上）で7日間の慣らしを行う。試験に先立ち、サンプルに対し温度23°C±2°C、相対湿度（50±5）%で4時間以上のコンディショニングを行う。サンプル内面の、想定される発火元に近くで発火しやすいと考えられる位置、及び換気用の孔を設けた面に火炎を当てる。発火源に近い場所が

2か所以上ある場合は、サンプルごとに異なる場所に火炎を当てて試験する。

これら3個のサンプルによる結果は、次の許容される性能を満足しなければならない。

1個のサンプルが規格を満足しなかった場合は、新たに3個のサンプルを用い、不合格となったサンプルの場合と同じ条件で火炎を当てて試験を行う。新たな3個のサンプル全てが、次の要求事項を満足した場合、その材料は合格とする。

実験用のバーナ、並びにその調整及び校正は、**JIS C 60695-11-20**と同一でなければならない。

完成したきょう体を用いて燃焼試験を行う場合、サンプルは、通風できるようになっている試験槽、きょう体又は試験用の囲いに入れ、燃焼試験の妨げにならない限り、実際の使用条件と同じように取り付ける。綿100%の吸収材の層を、試験用の火炎を当てる位置から305mm下に配置する。内側の、引火しやすいと判断される部分(充電部、アークを発生する部分、コイル、配線など)に可能な限り垂直から約20°の角度で127mmの炎を加え、外炎の先端がサンプルに当たるようする。試験炎は、3個のサンプルのそれぞれに対して3か所の異なる場所に加える。不純物が少ない技術的等級のメタンガスを用い、調整弁及びガス流量計を付けて均一なガスの流れが得られるようにする。23°Cにて約37MJ/m<sup>3</sup>の発熱エネルギーをもつ天然ガスでも同様の結果が得られることが判明しており、これを用いてもよい。

火炎は5秒間加えた後、5秒間遠ざける。この動作を繰り返し、サンプルに試験炎を5回当てる。

この試験で次を満足しなければならない。

- 5秒間隔で5回の試験炎を加えた後、材料は1分間以上燃焼を続けない、
- 試験中、試験サンプルから305mm下に置いた脱脂綿を発火させるような火炎、燃焼した落下物又は加熱物を放出しない。

試験後、機器は、**4.4.3.3**のきょう体又はバリアによる基本保護に対する要求を満たさなければならない。

## 5.2.5.6 火炎油試験（形式試験）

**4.6.3.3.3**で要求される場合、次の火炎油試験を行って適合性を確認する。

完成品の防火きょう体サンプルの底部を水平位置で確実に保持する。約40g/m<sup>2</sup>のガーゼ1枚をサンプルから約50mm下の位置で底の平たい浅い皿に敷く。その大きさは、サンプルの開口部の形を完全にカバーできる十分な大きさ、ただし、サンプルの端の部分から落ちる油を受けることがない大きさとするか、又は開口部を通過できない大きさとする。

**注記** 試験を行うエリアは、金属製のスクリーン又はワイヤ入りガラスによるパーティションで囲むことが望ましい。

軸上で水平を保って注ぐことができる長いハンドル及び注ぎ口が付いた小さな金属製のひしゃく(直径65mm以下が望ましい。)に、単位体積当たりの質量が0.845g/mL～0.865g/mL、引火点が43.5°C～93.5°C、平均発熱量が38MJ/lの中揮発性の蒸留燃料油を10mL入れる。油を入れたひしゃくを加熱して点火させ、1分間燃焼させた後、燃焼中の油を約1mL/sの割合で開口部の上の約100mmの位置から開口部の中心に注ぐ。

きれいなガーゼに取り替えながら、この試験を5分間隔で2回繰り返す。

試験中、ガーゼが発火してはならない。

## 5.2.5.7 接着部の試験（形式試験）

**4.4.7.9**で要求される場合、形式試験として、**JIS C 60664-3:2009**に規定のタイプ1及びタイプ2の保護を備えた接着剤による接着部を代表するサンプルについて次の試験を行う。

各サンプルは、**JIS C 60664-3:2009**の**5.7**に従って次の条件でコンディショニングを行う。

- 低温試験(**5.7.1**)の温度は、-25°C。

– 温度急変試験（5.7.3）は、−25 °C～+125 °C。

サンプルのコンディショニングを行った後、次の順序で試験を行い、合格しなければならない。

- a) 通常の状態で発生すると考えられる力を接着部に加え、その機械的強度を評価する。接着部分の分離が発生してはならない。
- b) 当該接着部で分離される二つの導電部分の間の絶縁抵抗を JIS C 60664-3:2009 の 5.8.3 に従って測定する。
- c) 結合部を薄いシート状の物質として取り扱い、4.4.7.8.3 に従い試験を行わなければならない。
- d) 接着部の断面に亀裂、空洞（ボイド）、分離などがあってはならない。

## 5.2.6 環境試験（形式試験）

### 5.2.6.1 一般事項

環境試験は、PECS が用いられる環境分類の最も厳しい条件における PECS の安全性を確立するために行う。

寸法又は電源の制約から完全な状態の PECS についてこれらの試験を実施できない場合、PECS の安全性に関係すると考えられる個別の部分について試験を行ってもよい。

コンポーネント又はサブアセンブリを個別に試験する場合、高温試験中の温度は、最終製品での使用条件を模擬して選定する。コンポーネント又はサブアセンブリは最終製品と同じ状態になるように給電する。

異なる環境条件に対して実施する標準の試験は、表 30 による。

製造業者が指定する環境条件に対して適用される表 30 に基づく 5.2.6.3, 5.2.6.4, 5.2.6.5 及び 5.2.6.6 の一連の試験によって、適合性を確認する。

この規格に規定する条件の範囲外での PECS の運転が要求された場合、個々の見積仕様書又は購入仕様書の条件に従い、その試験条件について製造業者と使用者との間で合意しなければならない。いかなる場合も、試験要求事項を指定した使用条件よりも緩和してはならない。

表 30—環境試験

試験条件	JIS C 60721-3-3 屋内、空調あり	JIS C 60721-3-3 屋内、空調なし	JIS C 60721-3-4 屋外、空調なし
環境条件	高温（5.2.6.3.1 参照） 高温高湿（5.2.6.3.2 参照）	高温（5.2.6.3.1 参照） 高温高湿（5.2.6.3.2 参照）	高温（5.2.6.3.1 参照） 高温高湿（5.2.6.3.2 参照）
化学活性物質	試験要求事項なし	試験要求事項なし	JIS C 60068-2-52 の試験 Kb 塩水噴霧 <sup>a)</sup> （5.2.6.5 参照）
砂じん条件	試験要求事項なし	試験要求事項なし	JIS C 60068-2-68 の試験 Lc 砂じん（5.2.6.6 参照）
振動条件	JIS C 60068-2-6 の試験 Fc 振動（5.2.6.4 参照）	JIS C 60068-2-6 の試験 Fc 振動（5.2.6.4 参照）	JIS C 60068-2-6 の試験 Fc 振動（5.2.6.4 参照）
生物学的条件	試験要求事項なし	試験要求事項なし	試験要求事項なし

注<sup>a)</sup> 表 18 の注<sup>c)</sup>を参照する。

特殊な環境条件を指定された場合は、追加試験（例えば、化学的活性物質に対する試験）を考慮する。

### 5.2.6.2 判定基準

次の判定基準を満足しなければならない。

- PECS の安全に関わるコンポーネントに性能低下が発生しない。
- 試験中、危険となる可能性がある動作が PECS に生じない。

- 部品が過熱状態となった形跡がない。
- DVC As を超える危険充電部が接触可能にならない。
- きょう体にクラックが発生せず、かつ、絶縁物の損傷又は緩みが生じない。
- **5.2.3.4** のルーチン試験の交流又は直流電圧試験に合格する。
- **5.2.3.11.2** の保護等電位ポンディングインピーダンス試験に合格する。
- 試験後に PECS を運転したときに、危険となる可能性がある挙動をしない。

### 5.2.6.3 環境試験

#### 5.2.6.3.1 高温試験（定常）

コンポーネント及び機器が、高温における使用、輸送又は保管に耐えることを検証するため、表 31 に従って高温（定常）試験を実施する。

表 31—高温試験（定常）

項目	試験条件
試験の引用規格	JIS C 60068-2-2 の試験 Bd
要求事項	4.9
事前準備	5.1.2 及び 5.2.1 による。
動作条件	定格動作条件による。
温度	表 18 に示す温度等級、又はコンポーネント及びサブアセンブリを個別に試験するための 5.2.3.1 の製造業者が指定した最高温度のいずれか高い方
確度	±2 °C (JIS C 60068-2-2:2010 の 6.2 を参照)
湿度	JIS C 60068-2-2 の試験 Bd による。
暴露の継続時間	(16±1) 時間
回復手順	
— 時間	1 時間以上
— 環境条件	
— 温度	15 °C～35 °C
— 相対湿度	25 %～75 %
— 気圧	86 kPa～106 kPa
— 電源	電源は接続しない。

#### 5.2.6.3.2 高温高湿試験（定常）

湿度に対する耐性を検証するため、表 32 に従って PECS の高温高湿試験（定常）を実施する。

表 32－高温高湿試験（定常）

項目	試験条件
試験の引用規格	JIS C 60068-2-78 の試験 Cab
要求事項	4.9
事前準備	5.1.2 及び 5.2.1 による。
動作条件	電源は接続しない。
特別な注意事項	内部の電圧源によってサンプル内に生じる熱が無視できる場合、その電圧源を接続したままにしてもよい。
温度	製造業者が指定した最高温度、又は 5.2.3.1 によってコンポーネント及びサブアセンブリを個別に試験する場合のいずれか高い方。
確度	±2 °C (JIS C 60068-2-78:2015 の 4.2 を参照)
湿度	製造業者が指定した最高湿度
確度	±3 % (JIS C 60068-2-78:2015 の 4.2 を参照)
暴露の継続時間	4 日間
回復手順	
－ 時間	1 時間以上
－ 環境条件	
－ 温度	15 °C～35 °C
－ 相対湿度	25 %～75 %
－ 気圧高度	86 kPa～106 kPa
－ 電源	電源は接続しない。
－ 結露	交流又は直流の電圧試験を行う前又は、PECS に電源を接続する前に、気流によって外部及び内部の結露を除去する。

#### 5.2.6.4 振動試験（形式試験）

機械的振動に対する強度を検証するため、PECS は、設備と組み合わせて次のいずれかの評価を実施する。

- a) この箇条で規定する表 33 で指定された条件での試験
- b) この箇条に規定する PECS の代表モデルに対する試験に基づく計算又はシミュレーション

質量が 100 kg を超える PECS の場合、この試験はサブアセンブリで実施してもよい。

注記 大形機器に対し、振動試験の代わりに衝撃試験とできないかを検討中である。

表 33－振動試験

項目	試験条件
試験の引用規格	JIS C 60068-2-6 の試験 Fc
要求事項の引用規格	4.9
事前準備	5.1.2 及び 5.2.1 による。
条件	電源は接続しない。
振動波形	正弦波
振動の振幅／加速度	
10 Hz ≤ f ≤ 57 Hz	振幅 0.075 mm
57 Hz < f ≤ 150 Hz	10 m/s <sup>2</sup> (1 g)
振動継続時間	直交する 3 方向による各軸 10 回の掃引サイクル
取付けの詳細	製造業者の仕様による。
	製造業者の仕様が上記レベルよりも高い振動水準を指定している場合、この試験では高い方の振動水準を用いる。 判定基準は変えてはならない。
	環境条件が一般的に低いと分かっている場合、この規格を引用規格として用いる製品専門委員会は、この表の試験条件よりも低い振動水準を指定するか又は試験を省略してもよい。ただし、判定基準は変えてはならない。
	注記 この試験は加速試験であり、表 18 よりも高い水準である。

### 5.2.6.5 塩水噴霧試験（形式試験）

塩分を含む大気に対する耐性を検証するために、PECSは、設備と組み合わせて表34で指定する条件で、この箇条で規定する試験に従って評価する。

質量が100kgを超えるPECSの場合、この試験はサブアセンブリで実施してもよい。

表34－塩水噴霧試験

項目	試験条件
試験の引用規格	JIS C 60068-2-52 の試験 Kb
要求事項の引用規格	表18
事前準備	5.1.2 及び 5.2.1 による。
条件	電源は接続しない。
厳しさ	レベル2
	上記よりも厳しい塩水噴霧のレベルを製造業者が指定しているときは、更に厳しいレベルで試験する。ただし、判定基準を変えてはならない。 環境条件が一般的に低いと分かっている場合、この規格を引用規格として用いる製品専門委員会は、この表よりも低いレベルを指定するか、又は試験を省略してもよい。判定基準を変えてはならない。

### 5.2.6.6 砂じん（塵）試験（形式試験）

じんあい及び砂に対する機械的強度を検証するために、PESCは、設備と組み合わせて表35で指定する条件で、この箇条で規定する試験に従って評価する。

質量が100kgを超えるPECSの場合、この試験はサブアセンブリで実施してもよい。

表35－砂じん試験

項目	試験条件
試験の引用規格	JIS C 60068-2-68 の試験 Lc1
要求事項の引用箇所	表18
事前準備	5.1.2 及び 5.2.1 による。
条件	電源は接続しない。
粒子の大きさ	粉じん
じんあいの濃度	2 g/m <sup>3</sup>
風速	5 m/s
気圧	周囲気圧
試験時間	24時間
	上記を超えるじんあい及び砂のレベルを製造業者が指定したときは、そのレベルで試験する。判定基準を変えてはならない。 環境条件が一般的に低いと分かっている場合、この規格を引用規格として用いる製品専門委員会は、この表よりも低いレベルを指定するか、又は試験を省略してもよい。判定基準を変えてはならない。

### 5.2.7 水圧（静圧）試験（形式試験及びルーチン試験）

形式試験の場合、液冷式のPECS（4.7.2.3.3を参照）の冷却システム内の圧力を、圧力開放機器を装備している場合はそれが動作するまで、又は冷却システムの動作圧力の2倍若しくは最大圧力の1.5倍のいずれか高い方の圧力に達するまで、徐々に増加させる。

**注記** 冷却液のポンプは、停止させておいてもよい。

ルーチン試験の場合、冷却システムの最大定格の圧力を加えて行う。

圧力は、1分間以上加える。

この試験によって、熱、衝撃又はその他の危険が発生してはならない。試験中、形式試験時の圧力開放  
機器の動作以外に冷却液の漏れ又は圧力低下が発生してはならない。

水圧形式試験の終了後、PECSは、**5.2.3.4**の交流又は直流電圧試験に合格しなければならない。

## 6 情報及び表示に対する要求事項

### 6.1 一般事項

箇条**6**の目的は、PECSの安全な選定、設置及び試運転、運用並びに保守を行うために必要な情報を規定することである。**表36**に、情報を記載する場所を、その情報について規定している箇条とともに示す。

箇条**6**の要求事項は、特に記載がない限り全てのPECSに対して適用する。

どのような電気機器であっても、設置又は運転によって危険な状態が起こり得るので、この規格の設計要求事項を守れば安全な設備であると保証することはできない。しかし、これら要求事項に適合した機器を適切に選択し、正しく設置及び運転をしていれば危険は最小に抑えられる。

全ての情報は、適切な言語で記載し、文書は対応する箇所の資料がそろっていなければならない。図記号は、IEC**60417**規格群又はJIS**C 0617**規格群による。IEC**60417**規格群又はJIS**C 0617**規格群にない記号は、説明して用いる。

**注記** 更に詳しいガイダンスは、文書作成については**JIS C 1082-1**で、また、取扱説明書について**JIS C 0457**規格群で規定している。

表 36－情報に関する要求事項

情報	引用細分箇条	場所 <sup>a) b)</sup>					技術的な内容を規定した 細分箇条
		1	2	3	4	5	
選択のための情報	6.2	—	—	—	—	—	—
製造業者名又は商標	6.2	X	X	X	X	X	—
カタログ番号	6.2	X	X	X	X	X	—
電圧定格	6.2	X	—	X	X	X	—
電流定格	6.2	X	—	X	—	X	—
電力定格	6.2	X	—	X	—	X	—
周波数及び相数	6.2	X	—	X	—	X	—
保護クラス (I, II 又は III)	6.2, 6.3.7.3	X	—	X	—	X	4.4.6, 4.4.4.3.2, 4.4.6.3
電源の接地系統の方式	6.2, 6.3.7.2	—	—	X	—	—	6.3.7.2
短絡定格	6.2	—	—	X	—	—	4.3
保護等級 (IP コード)	6.2	X	—	X	—	X	4.4.3.3, 4.12.1
引用規格	6.2	—	—	X	—	—	—
負荷に対する必要な電源容量	6.2	—	—	X	—	—	—
冷媒の種類及び設計圧力	6.2	—	—	X	—	X	4.7.2
取扱説明書	6.2	—	—	X	X	X	—
設置及び試運転のための情報	6.3	—	—	—	—	—	—
寸法 (SI 単位系)	6.3.2	—	—	X	—	X	—
質量 (SI 単位系)	6.3.2	—	X	X	—	X	—
取付けの詳細 (SI 単位系)	6.3.2	—	—	X	—	X	—
動作及び保存環境	6.3.3	—	—	X	—	X	4.9
取扱い上の要求事項	6.3.4	—	X	X	—	X	—
きょう体温度	6.3.5	—	—	X	—	X	4.6.4.2, 4.6.3.1
配線及び接続図	6.3.6.2	—	—	X	—	X	—
ケーブルの要求事項	6.3.6.3	—	—	X	—	X	4.11
端子の詳細	6.3.6.4	—	—	X	—	X	4.11.8
保護要求事項	6.3.7	—	—	X	—	X	4.3
接触可能な部品及び回路	6.3.7.1	—	—	X	—	X	4.4.3.3, 4.4.6.4.2
接触電流	6.3.7.4	X	—	X	—	X	4.4.4.3.3
RCD との適合性	6.3.7.5	X	—	X	—	X	4.4.8
特別な要求事項	6.3.7.6	—	—	X	—	X	—
外部保護デバイス	6.3.7.7	—	—	X	—	X	4.3.2, 4.3.3, 5.2.4
試運転に関する情報	6.3.8	—	—	X	—	—	—
使用のための情報	6.4	—	—	—	—	—	—
一般事項	6.4.1	—	—	—	X	—	—
調整	6.4.2	—	—	X	X	X	—
ラベル、 標識及び信号	6.4.3	X	—	X	X	X	—

表 36－情報に関する要求事項（続き）

情報	引用細分箇条	場所 <sup>a) b)</sup>					技術的な内容を規定した 細分箇条
		1	2	3	4	5	
保守のための情報	6.5	—	—	—	—	—	—
製造日コード又は製造番号	6.5.1	X	—	—	—	—	—
保守手順	6.5.1	—	—	—	—	X	4.4.3.3
保守スケジュール	6.5.1	—	—	—	X	X	—
サブアセンブリ及び部品の位置	6.5.1	—	—	—	—	X	—
修理交換手順	6.5.1	—	—	—	—	X	—
調整手順	6.5.1	—	—	X	X	X	—
特殊工具リスト	6.5.1	—	—	X	—	X	—
コンデンサの放電	6.5.2	X	—	X	—	X	4.4.3.4
自動再始動又はバイパス接続	6.5.3	—	—	X	X	X	—
その他の危険性	6.5.4	X	—	X	—	X	—

X の場所に情報を記載する。

注<sup>a)</sup> 場所：1. 製品上（6.4.3 を参照）、2. こん包上、3. 取扱説明書（据付説明書）、4. 取扱説明書（ユーザーマニュアル）、5. 取扱説明書（メンテナンスマニュアル）

注<sup>b)</sup> 取扱説明書は、まとめて提供又は、据付説明書、ユーザーマニュアル若しくはメンテナンスマニュアルに分離して提供してもよい。単一の使用者に複数の同一製品を納入する場合は、使用者が許容すれば、1台ごとに取扱説明書を提供する必要はない。

## 6.2 選択のための情報

分割した製品として供給される PECS のそれぞれは、目的に対応していること、及び PECS の他の部分に対する適合性を判断できるように、その機能、電気的特性及び使用環境に関する情報とともに提供する。この情報は次を含むが、これだけに限定されるものではない。

- － 製造業者、供給業者若しくは輸入業者の社名又は商標
- － カタログ番号又は相当品
- － 各電源ポートの電気定格
  - － 最大公称入力電圧
  - － 最大公称出力電圧
  - － 最大公称出力電流又は公称出力電力定格
  - － 過負荷保護要素及び配線の寸法に対する最大公称入力電流実効値
  - － 相数（例えば、交流三相）
  - － 公称周波数範囲（例えば、50 Hz～60 Hz）
  - － 保護クラス（I, II 又は III）
- － PECS が接続される電源の接地系統の方式（例えば、TN, IT）
- － 次のいずれかによる短絡電流定格
  - － 4.3.2.2 による条件付短絡電流 ( $I_{cc}$ ) 及び必要最小推定短絡電流  $I_{cp, mr}$ 、並びに短絡保護デバイスの特性
  - － 4.3.5 による定格短時間耐電流 ( $I_{cw}$ )、継続時間及び定格ピーク耐電流 ( $I_{pk}$ )
- － 4.3.2.3 に従った出力短絡電流
- － 負荷に対する必要な電源容量（適用される場合）
- － 液冷の PECS に必要な冷媒の種類及び設計圧力

- 保護構造の保護等級 (IP コード)
- 動作及び保管環境
- 製造、試験又は使用に関する引用規格
- 設置、使用及び保守に関する取扱説明書の引用

情報は、正しい選択ができるようにするために限ってよいが、特定の機器に関する情報を記載することが望ましい。多品種の製品に対する情報を記載している場合は、それら製品との対応を容易に区別できるようにする。

### 6.3 設置及び試運転のための情報

#### 6.3.1 一般事項

安全で信頼できる設置は、設置業者、機械組立業者及び／又は使用者の責任である。ただし、PECS の各部の製造業者は、この作業をサポートする情報を提供しなければならない。この情報は、曖昧であってはならず、図解形式としてもよい。

#### 6.3.2 機械への検討事項

次に記載するものは、製造業者が用意しなければならない。

- 質量の情報を含む外形図
  - 据付図
- 寸法、質量などは、SI 単位系とする。

#### 6.3.3 環境

4.9 に従い、運転、輸送及び保管に関して、次の環境条件を規定しなければならない。

- 環境条件 (温度、湿度、標高、汚損度、紫外線、その他)
- 機構条件 (振動、衝撃、落下、転倒、その他)
- 電気的条件 (過電圧カテゴリ)

注記 適用できる場合は、JIS C 60721 で規定する環境カテゴリを用いることができる。

#### 6.3.4 運搬及び据付け

けが又は損傷を防ぐために、設置のときに起こり得る危険に対する警告を、取扱説明書（据付説明書）に記載しなければならない。取扱説明書（据付説明書）には、必要な箇所で次の事項を記載しなければならない。

- こん包及び開こん方法
- 移動方法
- 持上げ作業方法
- 据付表面の強さ及び硬さ
- 固定方法
- 運転、調整及び保守のための適切な接触方法

#### 6.3.5 きょう体温度

設置表面の近くで PECS の表面温度が 4.6.4.2 の限度値を超えているとき、取扱説明書（据付説明書）には設置表面の可燃性を考慮する警告を記載しなければならない。

4.6.3.1 の燃焼性材料がない区域だけで使用することを意図している場合、次の表示を PECS 上及び取扱説明書（据付説明書）に記載しなければならない。

“コンクリート又はその他の不燃性表面にしか据付けしてはならない。”

#### 6.3.6 接続

### 6.3.6.1 一般事項

設置業者が安全に PECS を電気的に接続できるように、情報を提供しなければならない。これには、据付け、運転及び保守における危険（例えば、感電又はエネルギーの存在）に対する保護情報が含まれなければならない。

### 6.3.6.2 配線及び接続図

取扱説明書（据付説明書）及び取扱説明書（メンテナンスマニュアル）に、機器間の推奨接続図とともに、全ての必要な接続の詳細を記載しなければならない。

### 6.3.6.3 導体（ケーブル）の選定

取扱説明書（据付説明書）には、PECS の全ての配線に対して、ケーブルの絶縁要求事項とともに、電圧及び電流レベルを示さなければならない。これらは、短絡、過負荷及び非正弦波電流によって推定される事象を考慮した最悪値でなければならない。

### 6.3.6.4 端子容量及び表示

取扱説明書（据付説明書）及び取扱説明書（メンテナンスマニュアル）に、全ての端子に対して、許容される導体太さの範囲及び種類（ブス又はより線）を示さなければならない。同時に接続可能な導体の最大数を示さなければならない。外部接続端子のために、取扱説明書で締付けトルク値の要求事項、及び導体又はケーブルの絶縁階級の要求事項を指定しなければならない。

PECS 上の全ての外部接続端子には、直接又は端子近くに取り付けたラベルに、端子番号を表示しなければならない。

**4.4.6.4** の手段の一つで保護された回路に関する全ての外部端子を取扱説明書（据付説明書）及び取扱説明書（メンテナンスマニュアル）に明記しなければならない。

### 6.3.7 保護に関する要求事項

#### 6.3.7.1 接触可能な部品及び回路

取扱説明書（据付説明書）及び取扱説明書（メンテナンスマニュアル）に、DVC As より高い電圧の接触可能な部品を明示し、保護のために必要な絶縁及び分離について記載しなければならない。

据付において DVC As 接続の安全が確実に維持されるようにするための注意事項も取扱説明書（据付説明書）に記載しなければならない。

カバーの取外し後に危険がある場合は、警告ラベルは機器側に取り付けなければならない。その警告ラベルはカバーを取り外す前から見えなければならない。

PECS の取扱説明書（据付説明書）及び取扱説明書（メンテナンスマニュアル）には、各ポートに接続してよい最大電圧を記載しなければならない。

取扱説明書（据付説明書）及び取扱説明書（メンテナンスマニュアル）では、等電位ボンディング領域内の PELV 回路の使用について説明しなければならない。

#### 6.3.7.2 電源の接地系統の方式

取扱説明書（据付説明書）には許容できる設備の接地系統を含め、安全な接地の要求事項を明記しなければならない（**4.4.7.1.4** 参照）。

許容できない接地系統は、次のいずれかによって表記する。

- 不可
- 形式試験によって定量化して、それに対応した値及び／又は安全レベルを表記する。

#### 6.3.7.3 保護クラス

##### 6.3.7.3.1 一般事項

PECS の取扱い説明書（据付編）には、その PECS の保護クラスを明記する。また、**6.3.7.3.2**、**6.3.7.3.3** 及び**6.3.7.3.4** の要求事項に従って、製品に表示しなければならない。

### 6.3.7.3.2 保護クラス I の機器

保護接地導体の接続のための端子は、次のうちの一つ以上の場合で、明確で消えないように表示する。

- IEC 60417-5019 (2011-01) に示す記号（**附属書 C** 参照）
- PE の文字
- 緑又は緑と黄色の配色による識別

### 6.3.7.3.3 保護クラス II の機器

保護クラス II の機器は、IEC 60417-5172 (2011-01) に示す記号を付けなければならぬ（**附属書 C** 参照）。

機能的な理由（**4.4.6.3** 参照）による接地導体の接続が必要な機器では、IEC 60417-5018 (2011-01) に示す記号を付けなければならない（**附属書 C** 参照）。

### 6.3.7.3.4 保護クラス III の機器

製品上に表示は不要である。

### 6.3.7.4 接触電流の表示

保護接地導体の接触電流が**4.4.4.3.3** に示された限度を超えている場合、取扱説明書（据付説明書）及び取扱説明書（メンテナンスマニュアル）にそのことを記載しなければならぬ。

さらに、ISO 7010-W001 (2011-06) の警告記号を製品に付けなければならぬ（**附属書 C** 参照）。また、保護接地導体電流が大きい機器のため、保護接地導体の断面積を国内規定に適合させるように使用者に知らせるための注意を取扱説明書（据付説明書）に記載しなければならぬ。

**注記** 我が国における国内規定は電気設備に関する技術基準を定める省令及び“電気設備の技術基準の解釈”がある。

### 6.3.7.5 漏電保護デバイス（RCD）適合性の表示

取扱説明書（据付説明書）及び取扱説明書（メンテナンスマニュアル）では、RCD との適合性を示さなければならぬ（**4.4.8** 参照）。

**4.4.8 b)** を適用したとき、警告及び ISO 7010-W001 (2011-06)（**附属書 C** 参照）の記号を取扱説明書（ユーザマニュアル）に記載し、記号を製品にも付ける。

警告は、次に記載するもの又は同等のものとしなくてはならない。“この製品は、保護接地導体に直流電流を流す可能性があります。感電に対する保護のために零相電流で動作する保護デバイス（RCD）を用いる場合、B 形の RCD だけがこの製品の電源側に許容されています。”ラベル、標識及び信号の一般要求事項については、**6.4.3** を参照。

**注記** 在来電気設備規定による低圧電気設備に設置する RCD は、一般に AC 形の RCD に相当するため、警告が必要となる。本文の規定と同等の警告として、例えば、“この製品は保護接地導体に直流電流を流す可能性があります。感電に対して零相電流で保護するデバイス（RCD）による保護は行えません。感電に対して別の保護方法を用いてください。”がある。

### 6.3.7.6 ケーブル及び接続

全ての特殊なケーブル及び接続要求事項は取扱説明書（据付説明書）及び取扱説明書（メンテナンスマニュアル）で指定しなければならぬ。

### 6.3.7.7 外部保護デバイス

危険を回避するために外部保護デバイスが必要な場所では、取扱説明書（据付説明書）及び取扱説明書

(メンテナンスマニュアル) で必要な特性を指定しなければならない (5.2.4 及び 4.3.2.1 参照)。

### 6.3.8 試運転

PECS の電気的及び熱的安全性を確認するために試運転試験が必要なとき、これらの試験の支援となる情報を PECS の部分ごとに提供しなければならない。

この情報は設備に依存するので、製造業者、設置業者及び使用者同士の密接な協力が必要である。

試運転に関する情報は、試運転中に遭遇する可能性がある、例えば、6.4 及び 6.5 に説明する危険項目に対する情報を含んでいなければならない。

## 6.4 使用のための情報

### 6.4.1 一般事項

取扱説明書 (ユーザマニュアル) では、PECS の安全な操作に関連した全ての情報を含まなければならない。特に、何らかの危険物、及び感電、過熱、爆発、騒音などのリスクを特定しなければならない。

取扱説明書 (ユーザマニュアル) には、PECS の想定可能な誤使用で生じる危険があれば、それらも示すことが望ましい。

### 6.4.2 調整

取扱説明書 (ユーザマニュアル) には、使用者が行うこと意図した、全ての安全に関連する調整の詳細な説明を提供しなければならない。識別、各制御機能又は表示機器、及び過電流保護デバイスは、そのアイテムの近くに表示しなければならない。製品に表示するのが不可能な場合は、絵入りの情報を説明書に提供しなければならない。保守調整もこの取扱説明書に記載するが、これは資格をもつ作業者だけが実施することを明確にしなければならない。過度の調整で PECS が危険な状態になり得る場所に、明確な警告を備えなければならない。

調整することが必要な特別な機器は、指定して記載する。

### 6.4.3 ラベル、標識及び信号

#### 6.4.3.1 一般事項

ラベルは、注意、制御、表示、試験機能、過電流保護デバイスなどがはっきりと確認でき、正しく明確な識別を容易にするために配置され論理的にグループ分けされた、人間工学に基づいたものでなければならない。

機器の安全に関連する全てのラベルは、機器の設置後に目立つか、又はドアをあける若しくはカバーを外したときに容易にラベルが見えるように位置決めしなければならない。記号を用いる場合は、記号の説明及びその意味を PECS の説明書に記載していなければならない。

ラベルは、次による。

- 可能な限り、JIS Z 9101, ISO 7000 又は IEC 60417 で規定する国際的な記号を用いる。
- 用いることができる国際的な記号がない場合、適切な言語又は特別な技術分野と結び付く言語である。
- 人目につき、読みやすく、かつ、長持ちする。
- 簡潔で曖昧でない。
- 含まれている危険を述べ、リスクを減少する方法を与える。

使用者に知らせる場合は、次による。

- 何を避けるか：“不可 (no)”, “してはならない (do not)” 又は “禁止 (prohibited)” を含む表現
- 何をするか：“しなければならない (shall 又は must)” を含む表現
- 危険の種類：“注意 (caution)”, “警告 (warning)” 又は “危険 (danger)” のうちで適したものを持たなければならない。

- 安全状態の種類：表現に安全デバイスに適した名詞を含まなければならない。

安全の記号は、**JIS Z 9101** に従わなければならない。

以降で表現する用語では、次に示す優先度とする。

- 危険 (DANGER) は、高いリスクに対する警戒心を呼び起こす（例えば，“高電圧”）。
- 警告 (WARNING) は、中程度のリスクに対する警戒心を呼び起こす（例えば，“この表面は熱くなる。”）。
- 注意 (CAUTION) は、低いリスクに対する警戒心を呼び起こす（例えば，“この標準に規定する試験の中には、関係者を危険にさらすプロセスの使用に関わる試験がある。”）。

PECS における危険、警告及び注意の表示は、高さが 3.2 mm 以上の文字で“危険 (DANGER)”, “警告 (WARNING)” 又は “注意 (CAUTION)” と最初に表記し、それ以外は高さ 1.6 mm 以上の文字で説明する。

#### 6.4.3.2 断路器

負荷電流を遮断できない断路器を用いた場合は、次の警告を記載する。

“負荷通電中は開放不可”

次の要求事項は、PECS への電源の一部しか分離しない電源の断路器に適用する。

- 断路器を外部から操作可能な機器の中に設置する場合、操作ハンドル近くの警告ラベルで、PECS に対する全ての電源が分離しないことを表示しなければならない。
- 制御回路の断路器が、大きさ又は場所の関係で電源回路の断路器と混乱しやすい場合、PECS に対する全ての電源を分離しないことを表示した警告ラベルを制御回路の断路器の操作ハンドルの近傍に備えなければならない。

#### 6.4.3.3 視覚的及び聴覚的な信号

フラッシュライトのような視覚的信号、及びサイレンのような聴覚的な信号は、被駆動装置が動き始めるときのように危険となる事象が次に起こることを警告するのによく用いるが、何が起きるかを区別できるようにしなければならない。

これらの信号は、次の特質をもつものとする。

- 曖昧でない。
- 明確に感知でき、使用している全ての他の信号と異なっている。
- 使用者が明確に認識できる。
- 危険となる事象の開始前に発する。

高周波フラッシュライトは、より高い優先度の情報に用いることを推奨する。

**注記 IEC 60073** では、フラッシュライトの点滅頻度及びオン／オフの比についてのガイドを記載している。

#### 6.4.3.4 高温の表面

4.6.4.2 の要求事項である ISO 7010-W017 (2011-06) (附属書 C 参照) の警告記号は、表 15 の接触可能部分の限界の温度を超える部分の近く又は上に表示しなければならない。

#### 6.4.3.5 制御及びデバイスの表示

各制御デバイス又は表示デバイス及び過電流保護デバイスの識別は、そのアイテムの近くに表示しなければならない。交換可能な過電流保護デバイスは、その定格及び時間特性を表示しなければならない。製品上に表示できない場合は、情報は取扱説明書に特性図で提供しなければならない。取外し可能な各コネクタは、コネクタ上又は近くに適切な識別を表示しなければならない。試験ポイントは、回路図に個別に表示しなければならない。極性をもつ全てのデバイスは、デバイスの近くに極性を表示しなければならぬ。

い。

図解による説明及び可能であれば、機能を各設定器の近くの、調整している間はっきりと見える場所に表示する。

## 6.5 保守のための情報

### 6.5.1 一般

PECS には、製造日コード、又は製造日が特定できるシリアル番号又は製造番号を表示する。

安全情報は、必要に応じて次に示す事項を含み、取扱説明書（据付説明書）及び取扱説明書（メンテナンスマニュアル）に記載する。

- 予防保全の手順及びスケジュール
- 保守中の安全措置
- 保守中に接触可能な充電部の場所（例えば、カバーを外したとき）
- 調整手順書
- サブアセンブリ及び部品の修理並びに交換手順書
- 他の関連した情報

**注記 1** これらは、図解するのが最もよい。

**注記 2** 特殊工具が必要な場合は、そのリストを備えるのがよい。

### 6.5.2 コンデンサの放電

4.4.3.4 の要求事項に適合しないとき、ISO 7010-W012 (2011-06)（附属書 C 参照）の警告記号、及び最悪条件における最少の放電時間（例えば、放電時間 5 分）の表示は、きょう体、コンデンサの保護バリア、又はコンデンサの近傍（構造による）で明瞭に見える場所に配置しなければならない。取扱説明書（据付説明書）及び取扱説明書（メンテナンスマニュアル）にシンボル記号の説明及び PECS の電源を遮断してからコンデンサが放電するまでの時間を記載する。

**注記** 製造業者が示した放電時間は、一連の PECS の全種類を含んだ範囲となっている場合がある。

### 6.5.3 自動再始動又はバイパス接続

PECS を自動再始動又はバイパス接続を行うように構成できる場合は、取扱説明書（据付説明書）、取扱説明書（ユーザマニュアル）及び取扱説明書（メンテナンスマニュアル）に適切な警告説明を記載しなければならない。

一旦停止後に自動再始動又はバイパス接続を行う PECS は、設備上で明確に識別できるようにしなければならない。

### 6.5.4 その他の危険

製造業者は、危険防止のために、特別な手順が必要な PECS の部品及び材料を取扱説明書（据付説明書）及び取扱説明書（メンテナンスマニュアル）によって明らかにしなければならない。

### 6.5.5 複数の電源をもつ機器

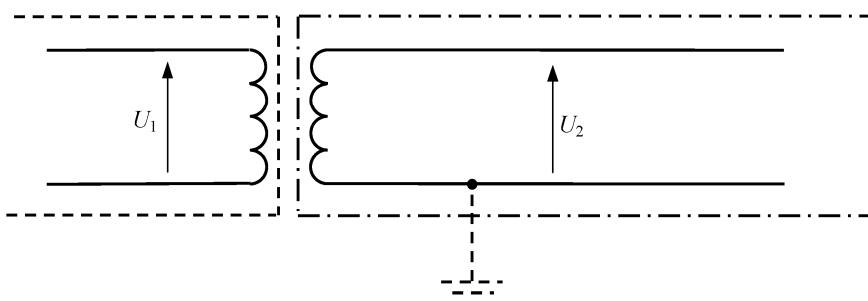
4.8 に示すような複数の電源をもつ PECS の場合、機器を完全に絶縁するために、どの断路器が動作している必要があるか、分離のための情報を表示しなければならない。

## 附属書 A (規定) 感電保護についての追加情報

### A.1 一般事項

保護クラスIIIの機器及び回路における感電保護方法(4.4.6.4参照)の例を図A.1~図A.3に示す。

### A.2 電圧をDVCAsとすることによる保護(4.4.3.5参照)



#### 記号の説明

$U_1$  危険電圧(接地又は非接地)

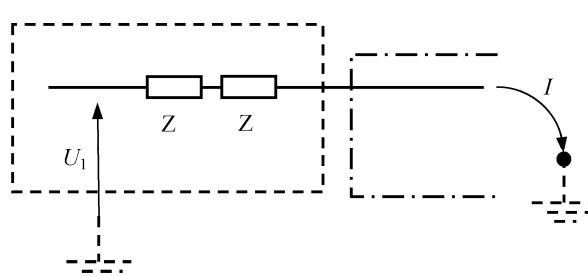
$U_2$  表5に記載のDVCAs以下の電圧

----- 基本保護

- - - 基本保護によって保護分離したい回路

図A.1-電圧をDVCAs以下とし、かつ、保護分離することによる保護

### A.3 保護インピーダンスによる保護(4.4.5.4参照)



#### 記号の説明

Z 抵抗器

$U_1$  危険電圧

電流Iは、交流3.5mA以下、直流10mA以下

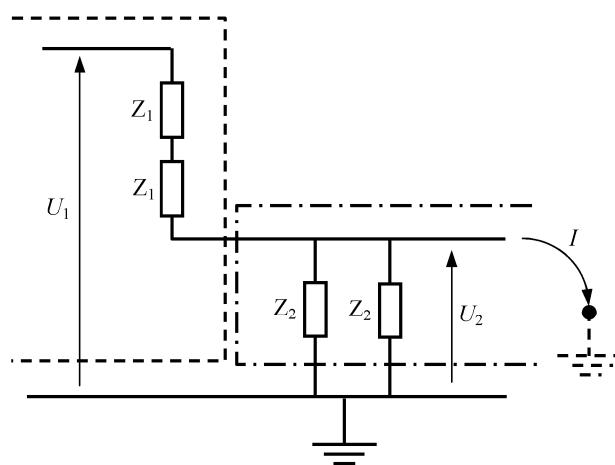
----- 基本保護

- - - 基本保護を必要とする回路からの保護分離

注記 単一故障状態での保護を行うには、 $I = U_1/Z$ でIを算出して条件を満たすようにする。

図A.2-保護インピーダンスによる保護

#### A.4 電圧制限による保護 (4.4.3.4 及び 4.4.3.5 参照)



##### 記号の説明

Z<sub>1</sub>, Z<sub>2</sub> 抵抗器

U<sub>1</sub> 危険電圧 (1線接地)

U<sub>2</sub> 表5に記載のDVC As以下の電圧

電流Iは、交流3.5mA以下、直流10mA以下

----- 基本保護

- - - 基本保護を必要とする回路からの保護分離

注記 単一故障条件での保護を行うには、U<sub>2</sub>は次の式で計算したU<sub>2</sub>の高い方の値が条件を満たすようにする。

$$U_2 = \frac{U_1 Z_2}{2Z_1 + Z_2} \text{ 又は } U_2 = \frac{U_1 Z_2}{2\left(Z_1 + \frac{Z_2}{2}\right)}$$

单一故障状態での保護を行うには、I=U<sub>1</sub>/Z<sub>1</sub>でIを算出して条件を満たすようする。

図 A.3—電圧制限による保護

#### A.5 接触電圧、PELV及びSELV回路の動作電圧の評価並びにDVCの選択

##### A.5.1 一般事項

この細分箇条では、三つの条件を組み合わせて、接触電圧並びにPELV回路及びSELV回路に対するDVCの決定方法を説明する。最初の条件は、次に示す身体反応である。

- 心室細動 (IEC 60479-1 による AC-4/DC-4)
- 筋収縮反応 (IEC 60479-1 による AC-3/DC-3)
- 驚がく反応 (IEC 60479-1 による AC-2/DC-2)

注記 IEC 60479-5 に規定する “inability to let go reaction” 及び “muscular reaction” は、同一の身体反応であり “筋収縮反応” とした。

二番目の条件は、皮膚の湿潤状態である。

- 乾いた状態
- 水による湿潤
- 塩水による湿潤

三番目の条件は、接触電圧に接触したときの接触面積である。

- 身体部分 (およそ 500 cm<sup>2</sup>)

- 手（およそ 80 cm<sup>2</sup>）
- 指先（およそ 1 cm<sup>2</sup>）

表 A.1～表 A.3 に示すとおり、接触電圧に対する DVC は、次の条件に依存する。

- 身体反応（それぞれの身体反応ごとに表がある。）
- 人体の接触面積
- 皮膚の状態

複数の回路を含むこともあり得る機器の設計を行うためのデータを提示する。

PELV 及び SELV 回路の DVC の決定に関する条件は、4.4.6.4.2 に規定する。

ある特定の身体反応に対し、次の場合に DVC は低下する。

- 小さな接触面積から大きな接触面積へと増加
- 皮膚が乾いた状態から、水及び塩水による湿潤の皮膚状態になる。

特定の身体接触面積及び皮膚の状態において、重い身体反応（心室細動）から軽い反応（驚がく反応）へと移行するほど DVC は低下する。

人体の接触面積と皮膚の状態との組合せによっては、指定した身体反応を起こさせないようにするための DVC を決めることができない。この場合は、基本保護が必要である。

#### A.5.2 心室細動を起こさないように保護するための接触電圧についての DVC の選択

表 A.1－心室細動に対する接触電圧の選択

皮膚の湿潤状態	人体の接触部分		
	身体部分	手	指先
乾燥	DVC A2	DVC A	DVC B
水による湿潤	DVC A1	DVC A2	DVC A
塩水による湿潤	接触に対する基本保護が必要	DVC A1	DVC A2

注記 この表は、表 2 と同じである。

#### A.5.3 筋収縮反応を起こさせないように保護するための接触電圧についての DVC の選択

表 A.2－筋収縮反応に対する接触電圧の選択

皮膚の湿潤状態	人体の接触面積		
	身体部分	手	指先
乾燥	接触しないようにする基本保護が必要	DVC A2	DVC A
水による湿潤	接触しないようにする基本保護が必要	DVC A1	DVC A2
塩水による湿潤	接触しないようにする基本保護が必要	接触しないようにする基本保護が必要	DVC A1

#### A.5.4 驚がく反応を起こさせないように保護するための接触電圧についての DVC の選択

表 A.3—驚かく反応に対する接触電圧の選択

皮膚の湿潤状態	人体の接触面積		
	身体部分	手	指先
乾燥	接触しないようにする基本保護が必要	接触しないようにする基本保護が必要	DVC A2
水による湿潤	接触しないようにする基本保護が必要	接触しないようにする基本保護が必要	DVC A1
塩水による湿潤	接触しないようにする基本保護が必要	接触しないようにする基本保護が必要	接触しないようにする基本保護が必要

#### A.5.5 保護等電位ボンディングインピーダンスに依存する故障条件下での接触電圧の限度の決定

4.4.4.2.2 に規定する保護等電位ボンディングインピーダンスの評価は、次の各図を用いて行う。故障状態での接触電圧の限度値は、身体反応、環境条件及び接触した身体部分によって異なる。

各図の曲線は、人が立っている状態での手から接触部までの電流路を示している。非繰返しの短時間接触電圧の限度値は、A.5.6～A.5.8 による。

#### A.5.6 心室細動に対する接触時間－接触直流電圧の限度範囲

心室細動を起こさないように保護するための非繰返しの短時間直流接触電圧の限度範囲は、図 A.4、図 A.5 及び図 A.6 による。

図は、それぞれ乾燥、水による湿潤及び塩水による湿潤の皮膚状態において、身体部分、手及び指先で課電部に接触したときに心室細動を起こさない限度を示す。

時間－電圧範囲の情報がない、皮膚の状態と接触部位との組合せがあり、その組合せに対しては接触しないように基本保護が必要である。

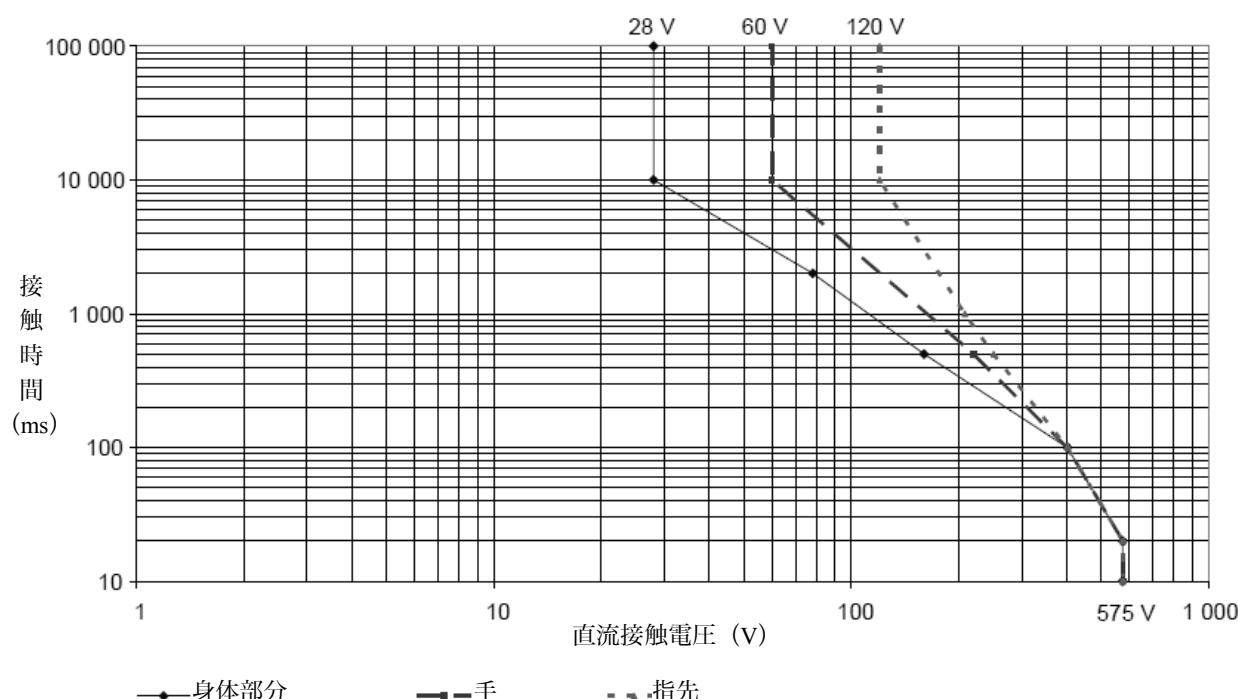


図 A.4—乾燥皮膚状態での心室細動に対する接触時間－直流電圧範囲

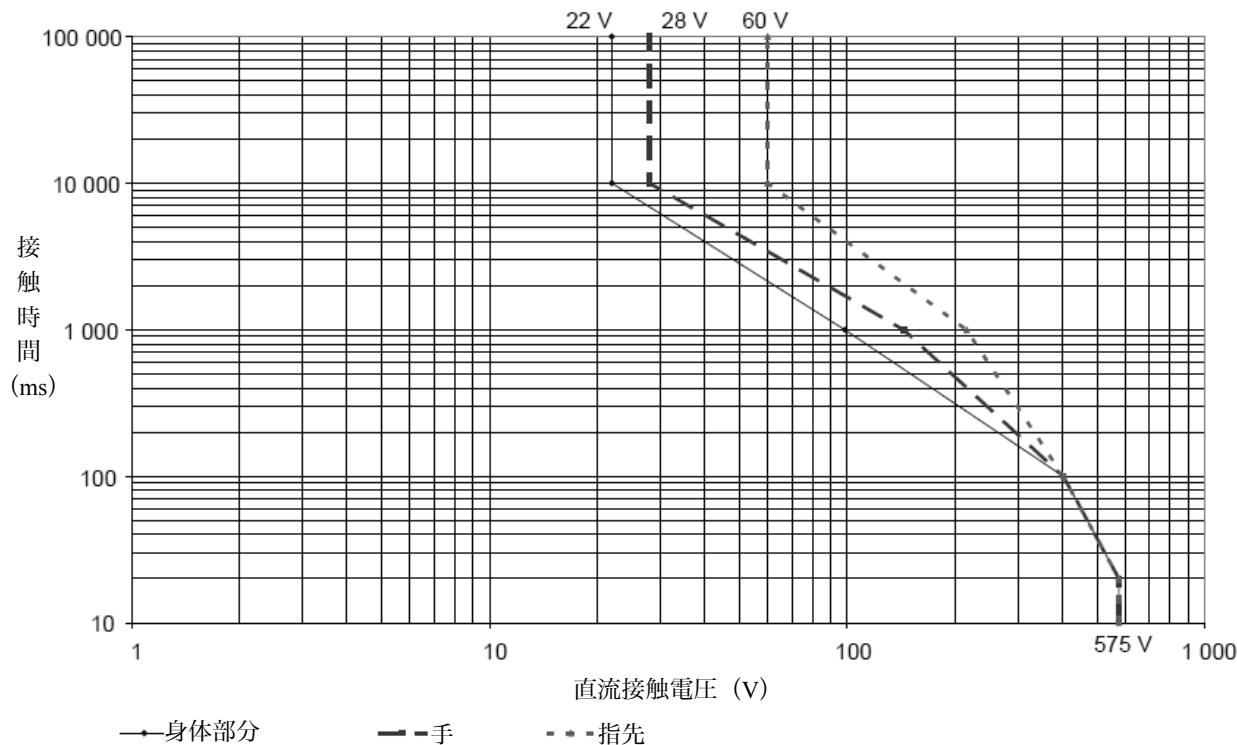


図 A.5－水による湿潤での心室細動に対する接触時間－直流電圧範囲

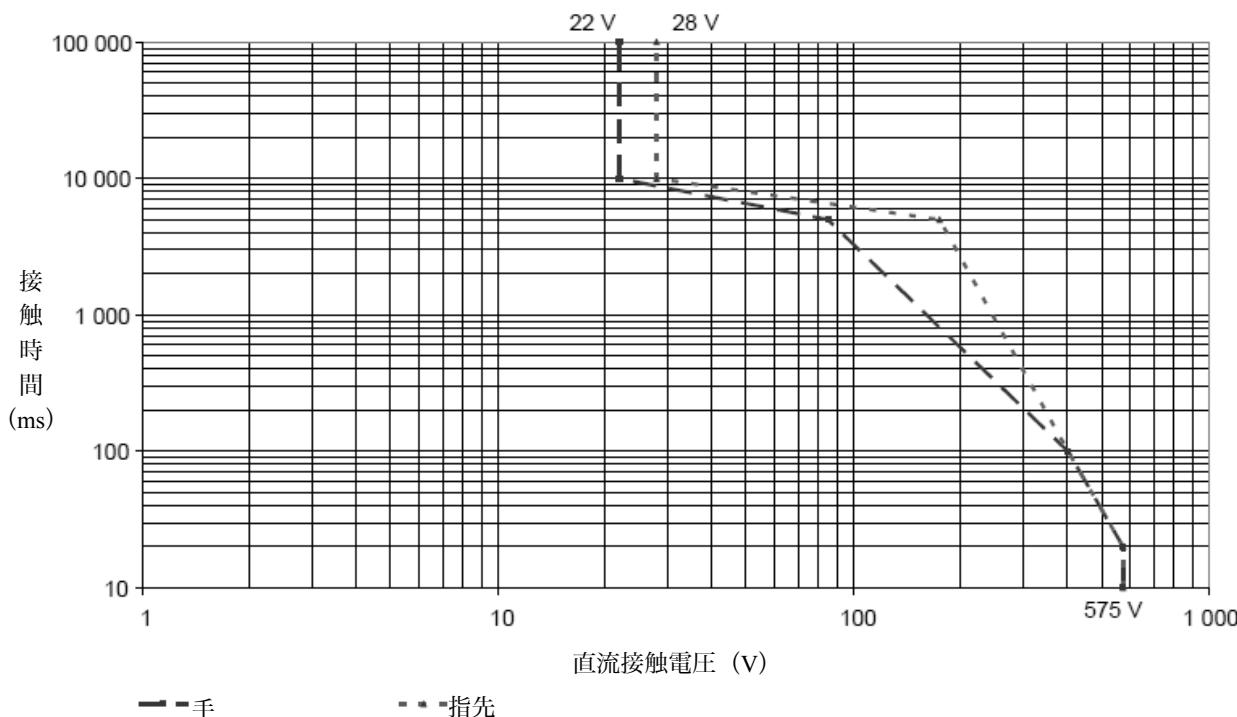


図 A.6－塩水による湿潤での心室細動に対する接触時間－直流電圧範囲

注記 図 A.4～図 A.6 は、図 1～図 3 と同じである。

#### A.5.7 筋収縮反応に対する接触時間－接触直流電圧の限度範囲

筋収縮反応を起こさないように保護するための非繰返しの短時間直流接触電圧の限度範囲は、図 A.7、  
図 A.8 及び図 A.9 による。

図は、それぞれ乾燥、水による湿潤及び塩水による湿潤の皮膚状態において、身体部分、手及び指先で  
課電部に接触したときに筋収縮反応を起こさない限度を示す。

時間－電圧範囲の情報がない、皮膚の状態と接触部位との組合せがあり、その組合せに対しては接触し  
ないように基本保護が必要である。

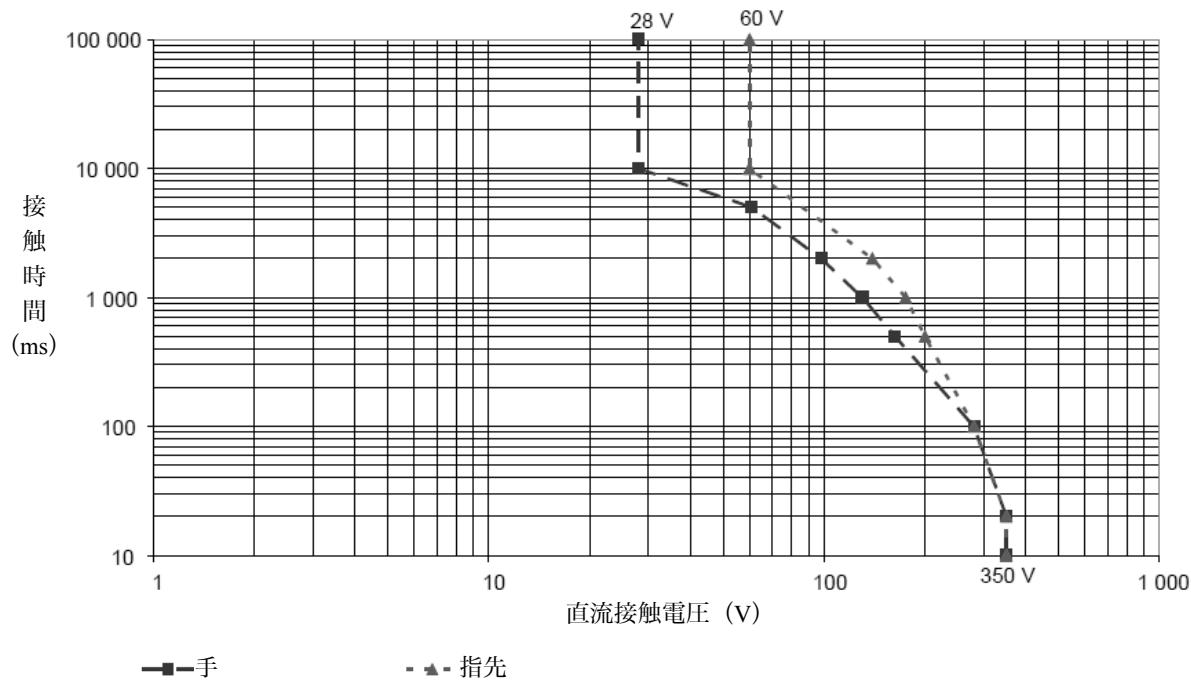


図 A.7－乾燥皮膚状態での筋収縮反応に対する接触時間－直流電圧範囲

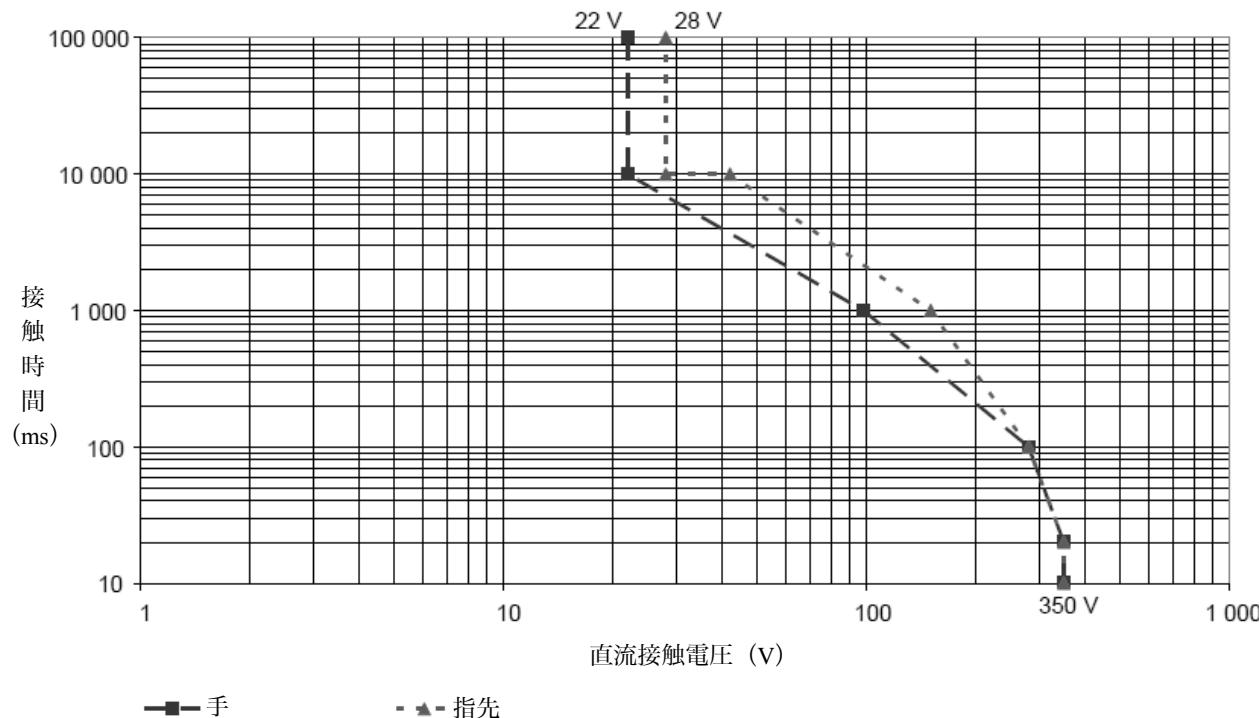


図 A.8－水による湿潤での筋収縮反応に対する接触時間－直流電圧範囲

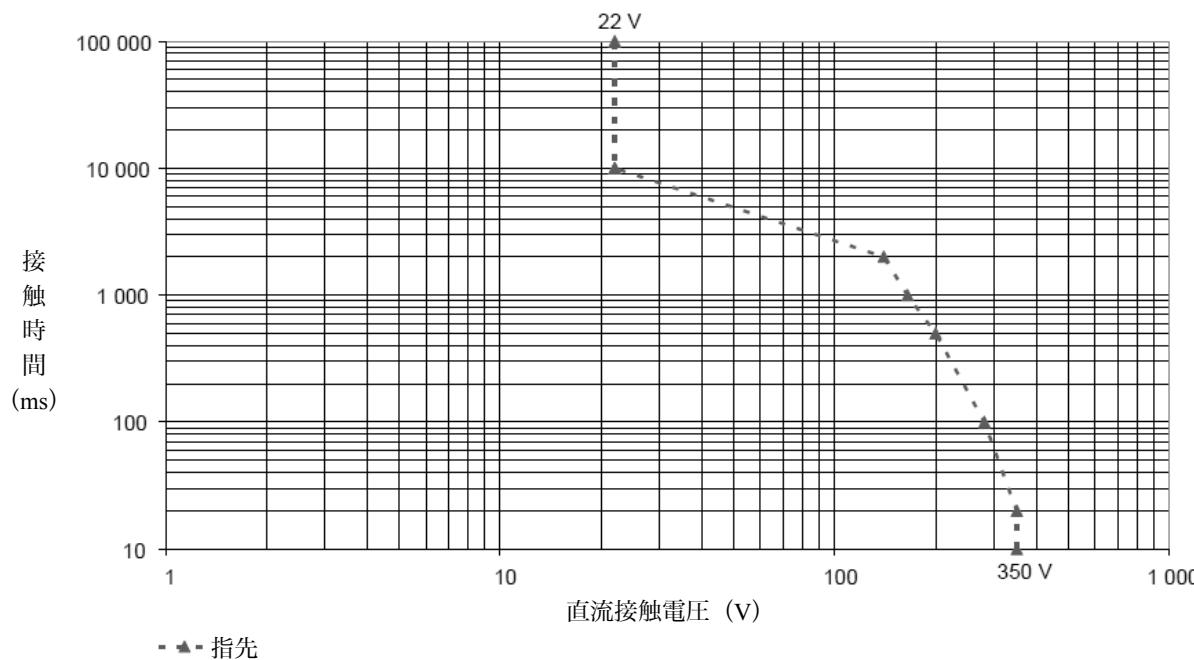


図 A.9－塩水による湿潤での筋収縮反応に対する接触時間－直流電圧範囲

#### A.5.8 驚がく反応に対する接触時間－接触直流電圧の限度範囲

驚がく反応を起こさないように保護するための非繰返しの短時間直流接触電圧の限度範囲は、図 A.10 及び図 A.11 による。

図は、それぞれ乾燥、水による湿潤及び塩水による湿潤の皮膚状態において、身体部分、手及び指先で

課電部に接触したときに筋収縮反応を起こさない限度を示す。

時間-電圧範囲の情報がない、皮膚の状態と接触部位との組合せがあり、その組合せに対しては接触しないように基本保護が必要である。

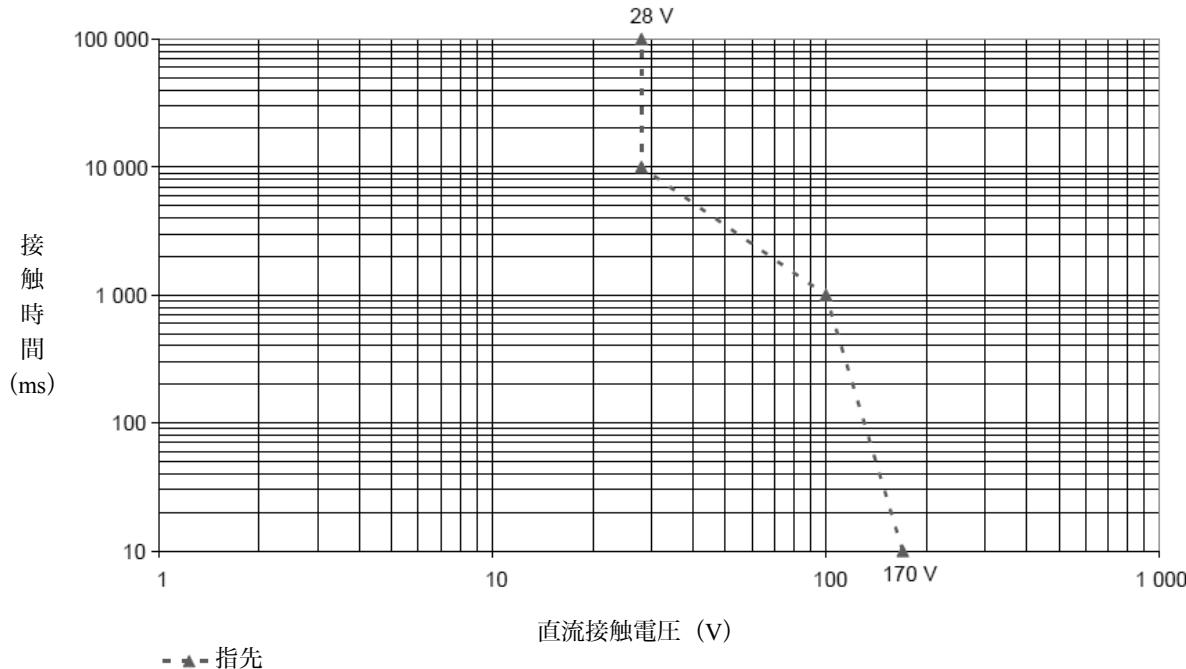


図 A.10—乾燥皮膚状態での驚がく反応に対する接触時間-直流電圧の限度範囲

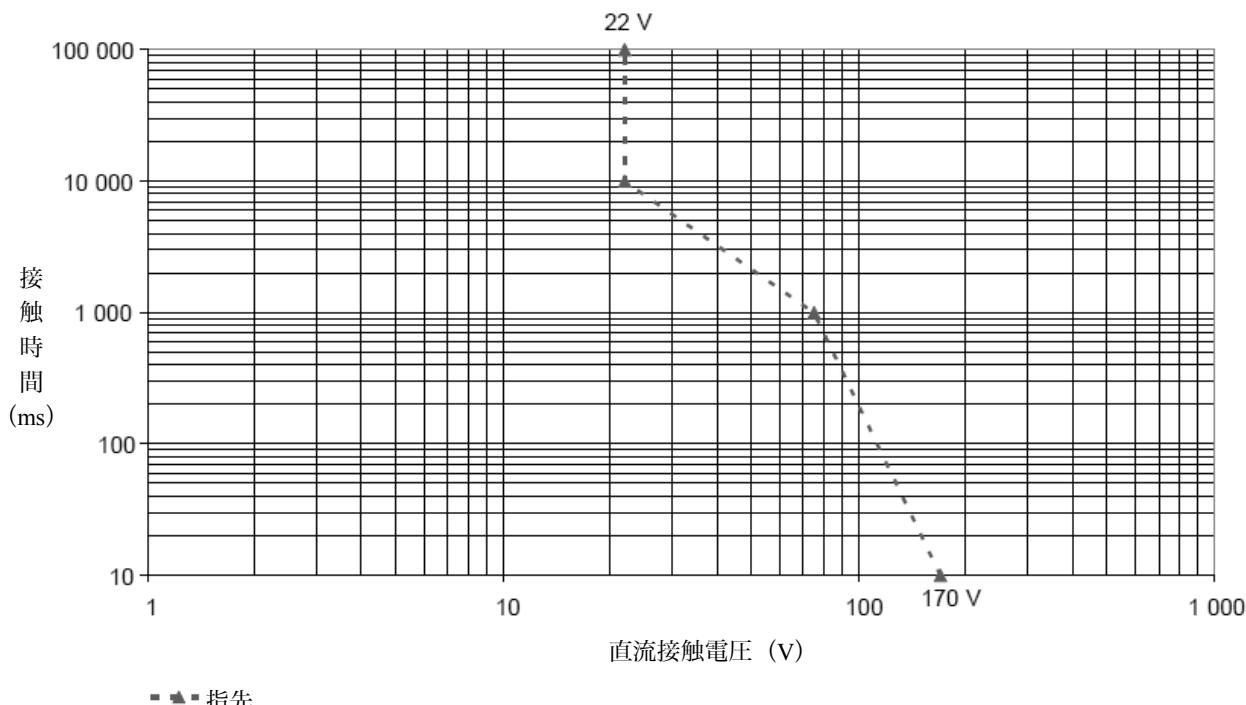


図 A.11—水による湿潤での驚がく反応に対する接触時間-直流電圧の限度範囲

#### A.5.9 心室細動に対する接触時間－短時間交流接触電圧の限度範囲

心室細動を起こさないように保護するための非繰返しの短時間交流接触電圧の限度範囲は、図 A.12、図 A.13 及び図 A.14 による。

図は、それぞれ乾燥、水による湿潤及び塩水による湿潤の皮膚状態において、身体部分、手及び指先で課電部に接触したときに心室細動を起こさない限度を示す。

時間－電圧範囲の情報がない、皮膚の状態と接触部位との組合せがあり、その組合せに対しては接触しないように基本保護が必要である。

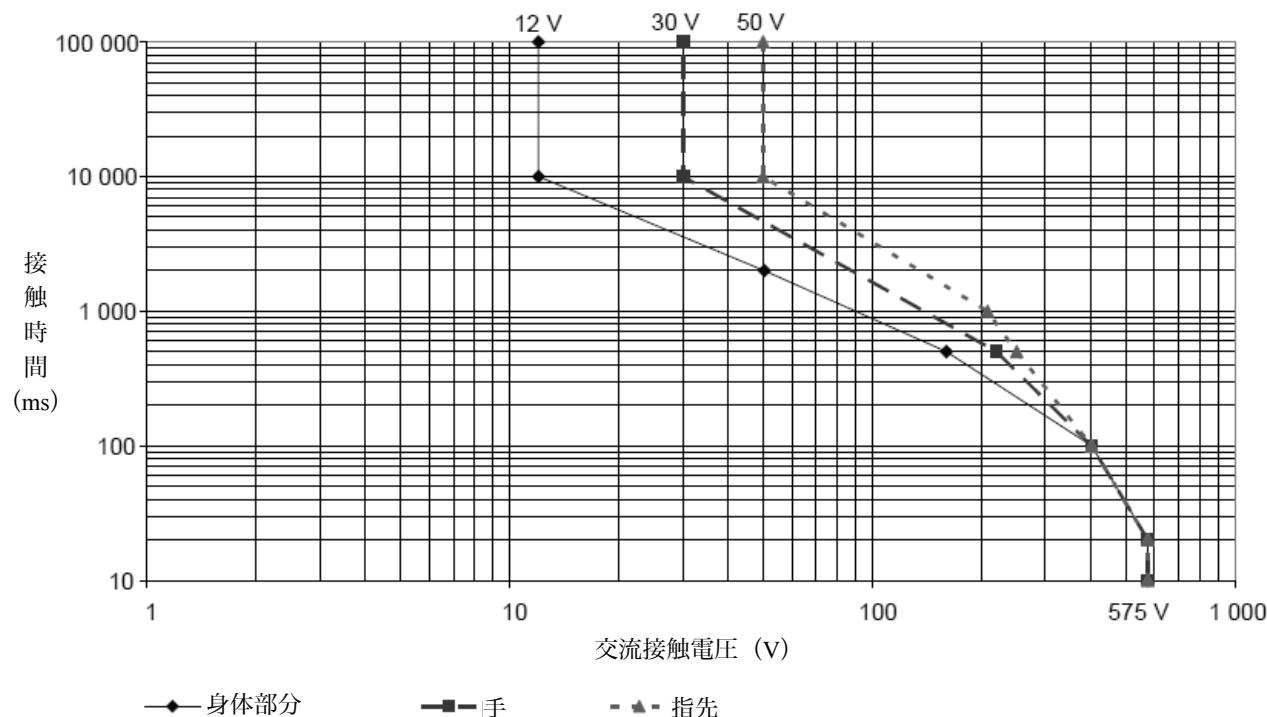


図 A.12－乾燥皮膚状態での心室細動に対する接触時間－交流電圧範囲

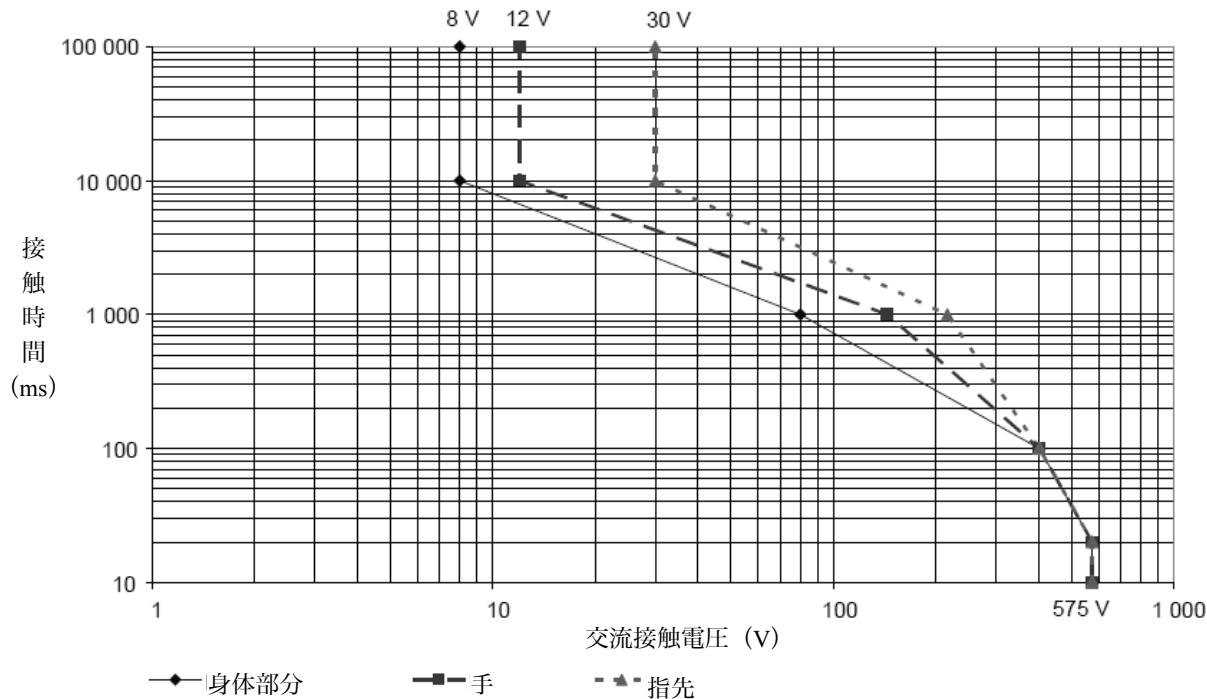


図 A.13－水による湿潤での心室細動に対する接触時間－交流電圧範囲

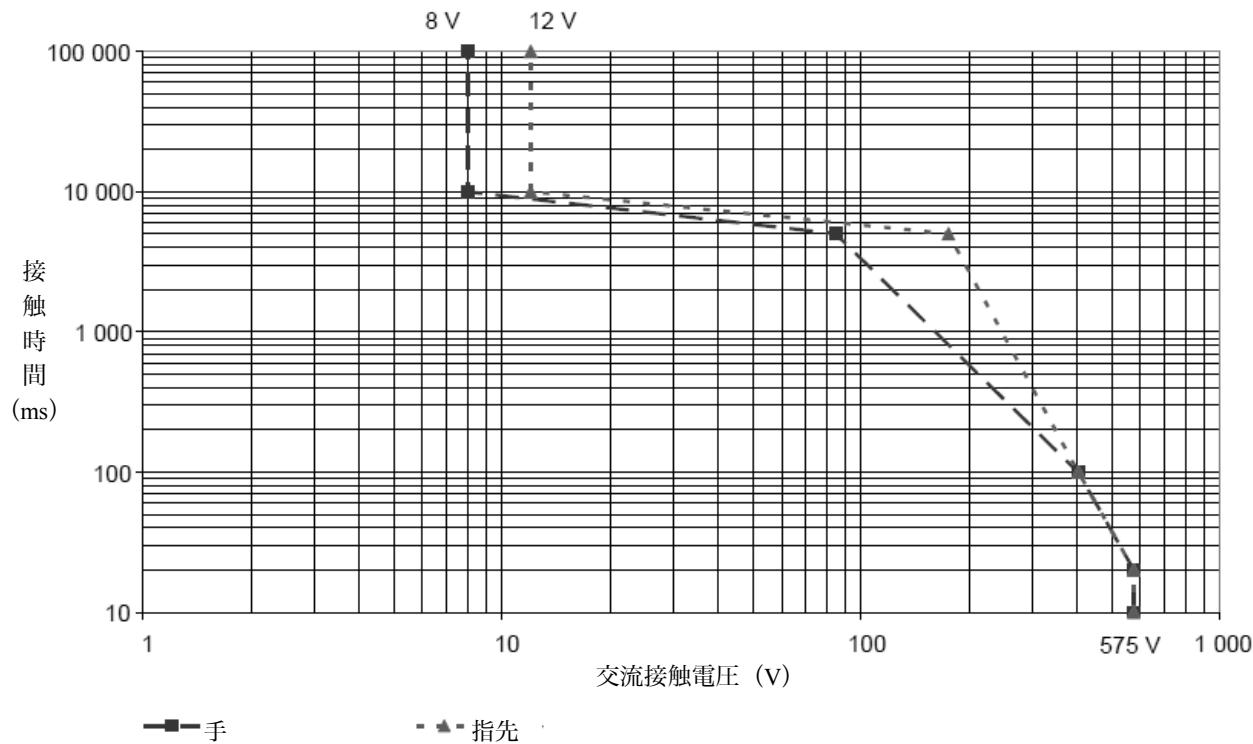


図 A.14－塩水による湿潤での心室細動に対する接触時間－交流電圧範囲

#### A.5.10 筋収縮反応に対する接触時間－短時間交流接触電圧の限度範囲

筋収縮反応を起こさないように保護するための非繰返しの短時間交流接触電圧の限度範囲は、図 A.15、図 A.16 及び図 A.17 による。

図は、それぞれ乾燥、水による湿潤及び塩水による湿潤の皮膚状態において、身体部分、手及び指先で  
課電部に接触したときに筋収縮反応を起こさない限度を示す。

時間-電圧範囲の情報がない、皮膚の状態と接触部位との組合せがあり、その組合せに対しては接触し  
ないように基本保護が必要である。

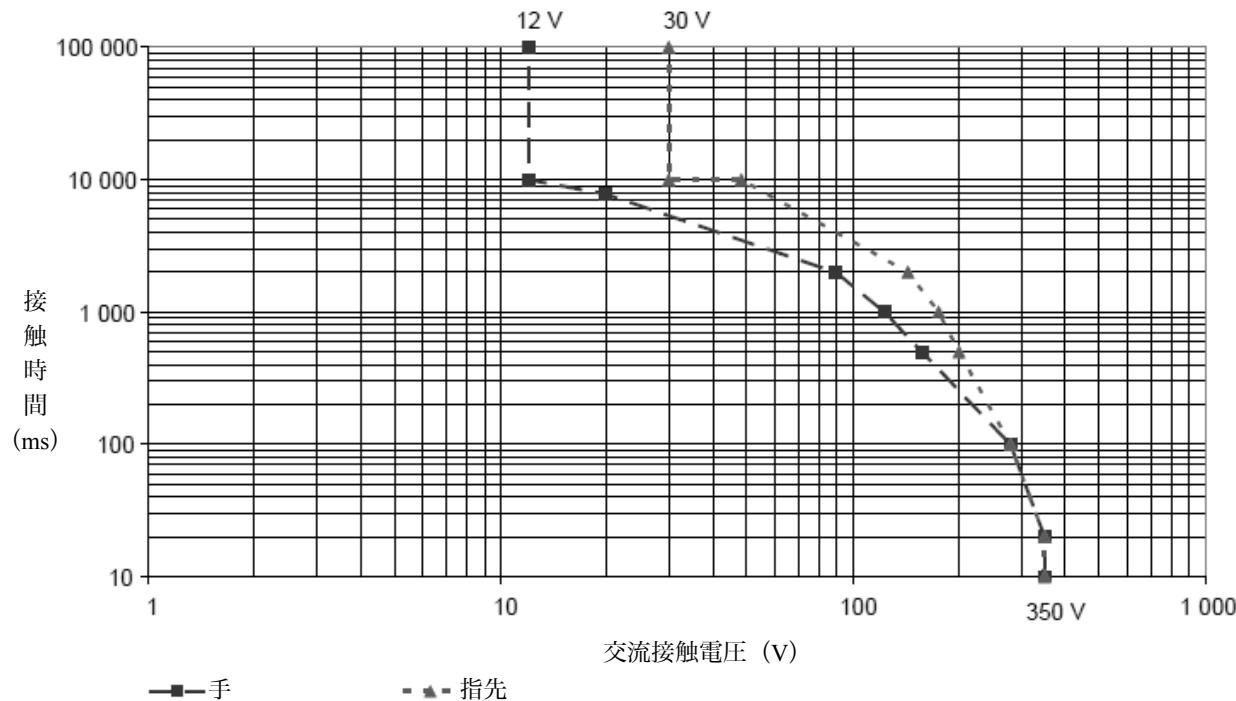


図 A.15—乾燥皮膚状態での筋収縮反応に対する接触時間-交流電圧範囲

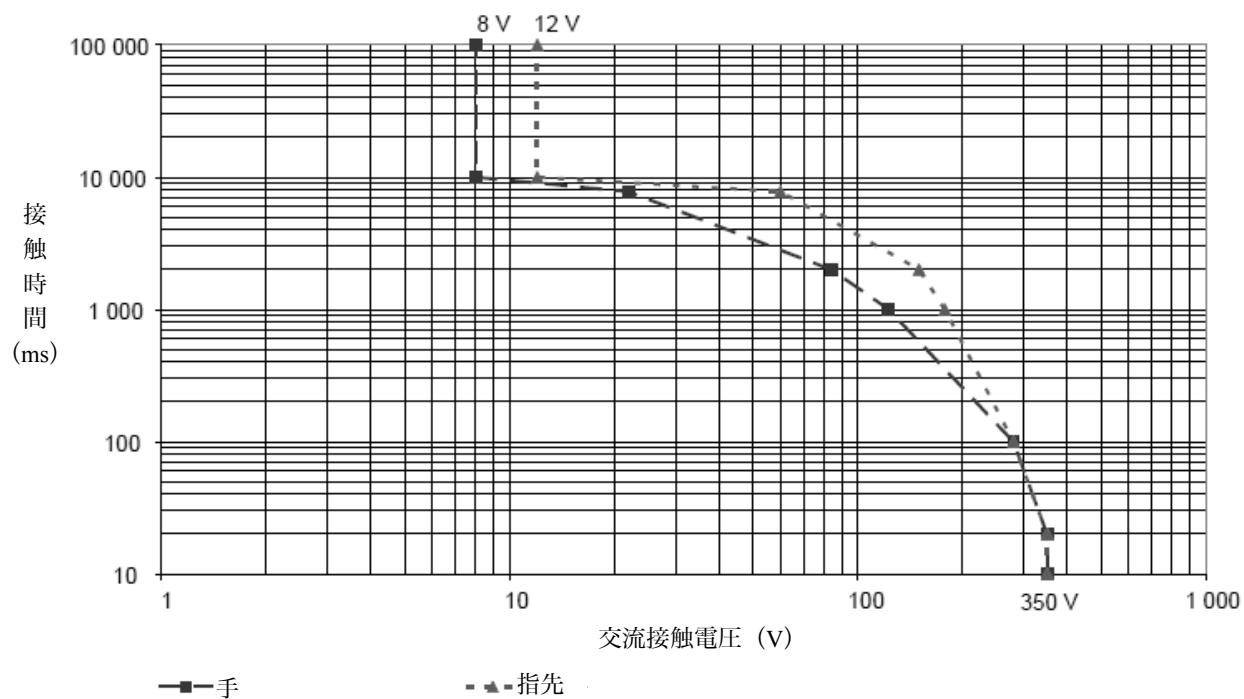


図 A.16—水による湿潤での筋収縮反応に対する接触時間-交流電圧範囲

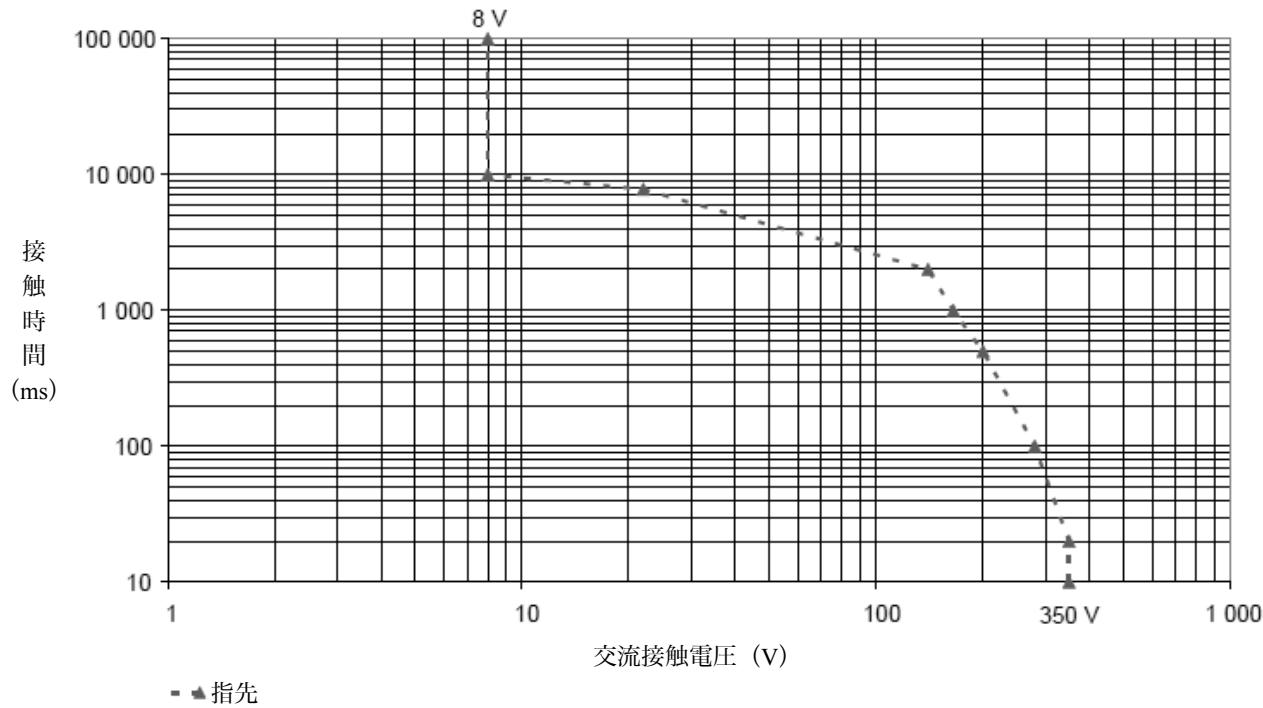


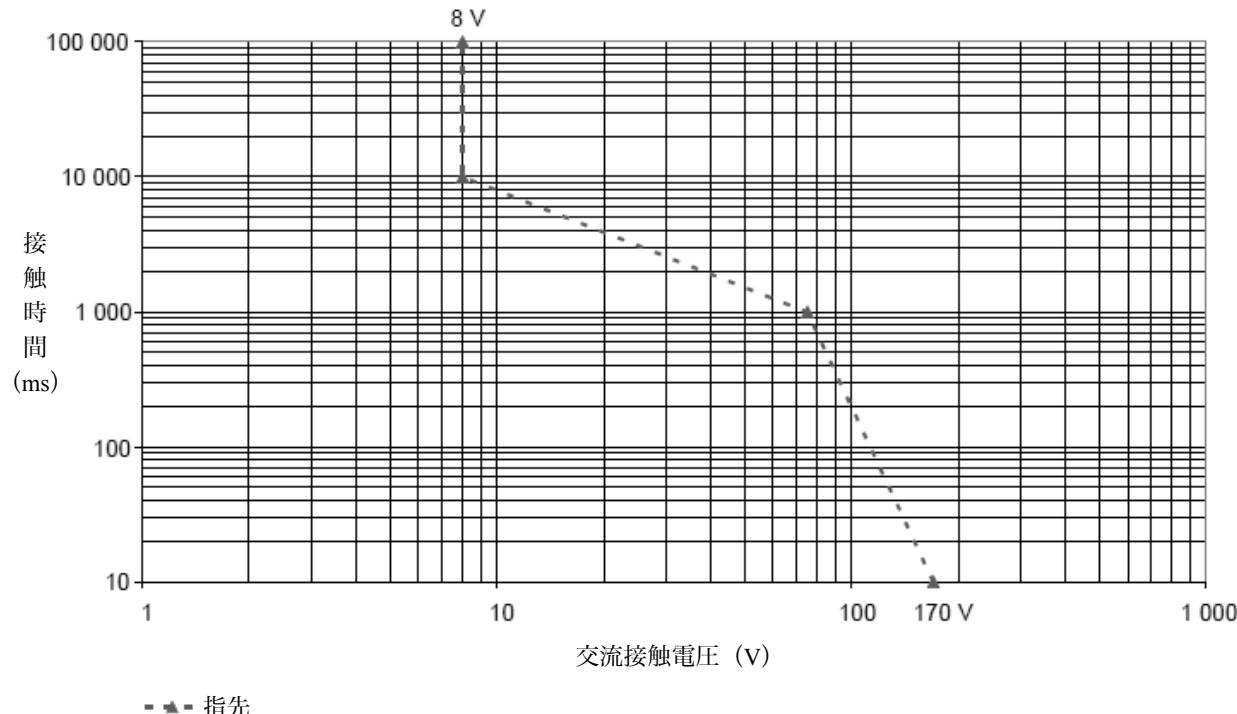
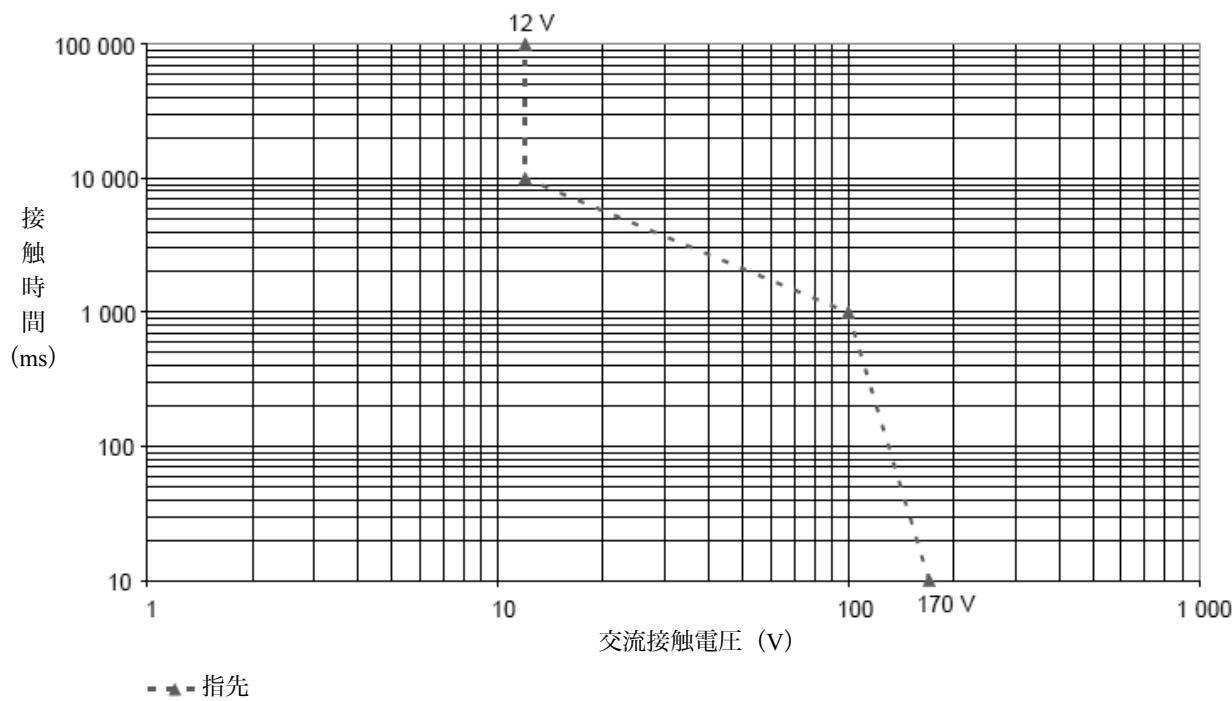
図 A.17—塩水による湿潤での筋収縮反応に対する接触時間－交流電圧範囲

#### A.5.11 驚がく反応に対する接触時間－短時間交流接触電圧の限度範囲

驚がく反応を起こさないように保護するための非繰返しの短時間交流接触電圧の限度範囲は、図 A.18 及び図 A.19 による。

図は、それぞれ乾燥、水による湿潤及び塩水による湿潤の皮膚状態において、身体部分、手及び指先で課電部に接触したときに驚がく反応を起こさない限度を示す。

時間－電圧範囲の情報がない、皮膚の状態と接触部位との組合せがあり、その組合せに対しては接触しないように基本保護が必要である。



## A.6 回路の動作電圧の決定方法

### A.6.1 一般事項

次の電圧の動作電圧の決定方法を説明する。

- 交流電圧実効値 ( $U_{AC}$ )
- 交流繰返しピーク値 ( $U_{ACP}$ )
- 直流電圧 (平均値)

例として、3種類の波形を検討する。

代表的な波形例として、図 A.20～図 A.22 を用いて動作電圧の決定方法を説明する。

#### A.6.2 交流動作電圧

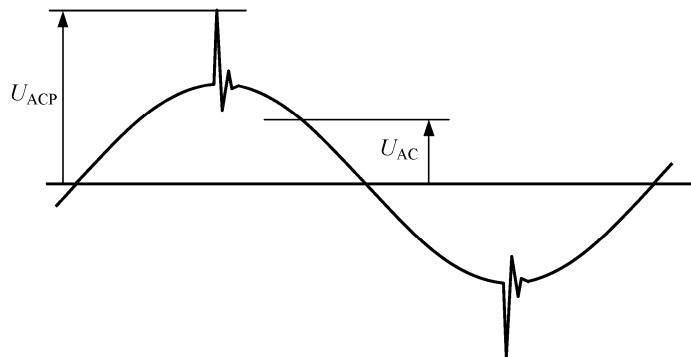


図 A.20—交流動作電圧の代表的な波形

この動作電圧は、実効値  $U_{AC}$  の交流電圧及び繰返しピーク電圧  $U_{ACP}$  を含む。

DVC は、表 5 で次の両条件を満足する最も低い電圧が、記載された行の DVC である。

- $U_{AC} \leq U_{ACL}$
- $U_{ACP} \leq U_{ACPL}$

数値を用いた例は、次による。

$U_{AC}=39\text{ V}$  の場合  $\rightarrow U_{ACL}=50\text{ V}$  よりも低い  $\rightarrow$  DVC B

$U_{ACP}=91\text{ V}$  の場合  $\rightarrow U_{ACPL}=71\text{ V}$  よりも高い  $\rightarrow$  DVC C

DVC を決定するときは、最も高い DVC を選択しなければならない。その結果、この動作電圧は DVC C となる。

#### A.6.3 直流動作電圧

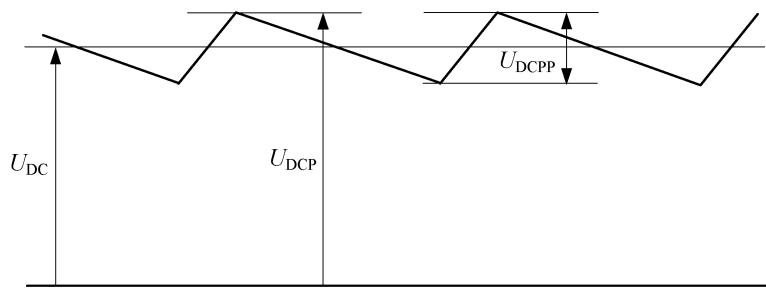


図 A.21—直流動作電圧の代表的な波形

平均値  $U_{DC}$  の 10 %以下の実効値のリップル電圧において、この動作電圧は、平均値  $U_{DC}$  及び繰返しピーク電圧  $U_{DCP}$  である。

DVC は、表 5 で次の両条件を満足する最も低い電圧が記載された行の DVC である。

- $U_{DC} \leq U_{DCL}$
- $U_{DCP} \leq 1.17 \times U_{DCL}$

#### A.6.4 パルス動作電圧

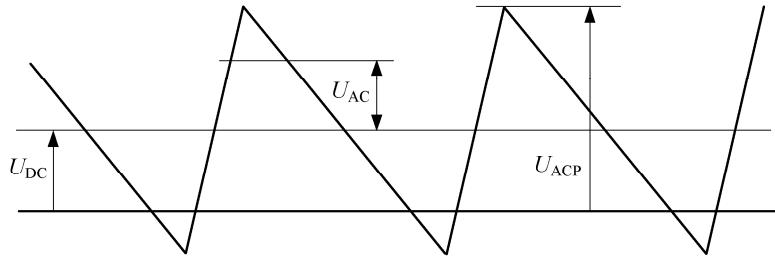


図 A.22—パルス動作電圧の波形例

平均値  $U_{DC}$  の 10 %を超える実効値  $U_{AC}$  のリップル電圧において、この動作電圧は、平均値  $U_{DC}$  及び繰返しピーク電圧  $U_{ACP}$  である。

DVC は、表 5 で次の両条件を満足する最も低い電圧が記載された行の DVC である。

$$\frac{U_{AC}}{U_{ACL}} + \frac{U_{DC}}{U_{DCL}} \leq 1$$
$$\frac{U_{ACP}}{U_{ACPL}} + \frac{U_{DC}}{1.17 \times U_{DCL}} \leq 1$$

#### A.7 保護手段の適用例

感電に対する保護は、次のいずれかの方法で達成しなければならない。

- 4.4.3 による基本保護と 4.4.4 による故障保護との組合せ。
- 4.4.5 による強化保護。

これらの手段の代表的な組合せの例は、表 A.4 による。

絶縁のレベルは、次による。

- 表 5 による、充電部の DVC
- 表 6 による、近接回路との絶縁要求事項
- 表 6 による、等電位ボンディングによる可触導電性部分の大地への接続
- 非導電性接触可能部分

固体絶縁の代わりに、表 A.4 に  $L_1$  及び  $L_2$  で示す、4.4.7.4 による空間距離を用いてもよい。

表 A.4 では、次の三つの場合を考える。

- a) ケース a 接触可能部分は、導電性であり、保護等電位ボンディングで接地されている。
  - 接触可能部分と充電部との間に基礎絶縁が必要である。それに関連する電圧は、充電部の電圧である（表 A.4 の 1a, 2a 及び 3a の欄を参照）。
- b) ケース b 接触可能部分は、非導電性である。
- c) ケース c 接触可能部分は、導電性であるが、保護等電位ボンディングで接地されていない。

ケース b 及びケース c の必要な絶縁は、次による。

  - 接触可能部分と DVC C の充電部との間の二重又は強化絶縁。それに関連する電圧は、充電部の電圧である（表 A.4 の 1b, 1c, 2b 及び 2c の欄を参照）。

- DVC C の近接回路から基礎絶縁で隔離された DVC A 又は DVC B の回路の充電部と接触可能部分との間の付加絶縁。それに関連する電圧は、近接回路の電圧の内で最も高い電圧である（表 A.4 の 3b 及び 3c の上の欄を参照）。
- DVC C の近接回路から保護分離された DVC B の回路の充電部と接触可能部分との間の基礎絶縁。それに関連する電圧は、充電部の電圧である（表 A.4 の 3b 及び 3c の下の欄を参照）。

表 A.4－感電に対する保護の例

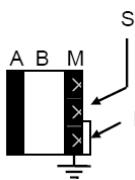
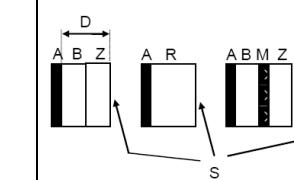
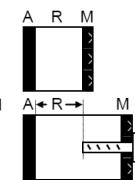
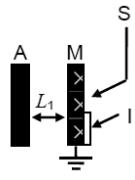
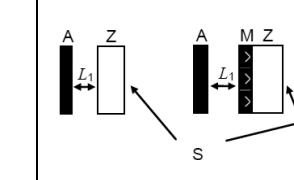
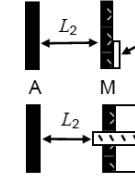
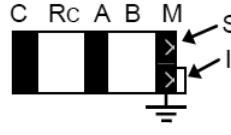
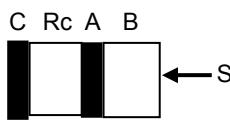
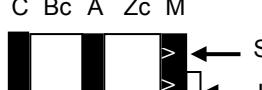
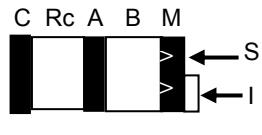
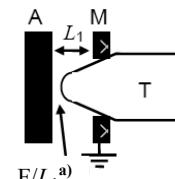
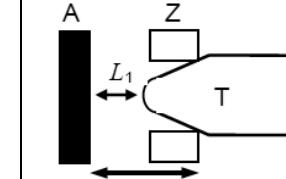
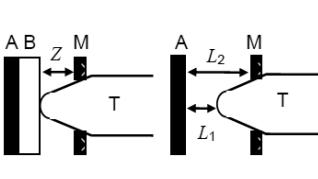
絶縁の種類	絶縁の構成		
	a 保護等電位ボンディングで接地された可触導電性部分	b 非導電性の接触可能部分	c 保護等電位ボンディングで接地されていない可触導電性部分
1 固体			
2 全体又は一部が空間距離			
3 近接回路に対する絶縁 回路 A：低電圧側回路 回路 C：高電圧側回路；DVC C		 	 
4 きょう体開口部に対する要 求事項			

表 A.4－感電に対する保護の例（続き）

A 充電部	$L_1$	基礎絶縁のための空間距離	T テストフィンガ (JIS C 0920:2003 の 12.)
B 回路 A の基礎絶縁	$L_2$	強化絶縁のための空間距離	Z 回路 A の付加絶縁
Bc 回路 C の基礎絶縁	M	導電性部分	Zc 回路 C の付加絶縁
C 近接回路	R	回路 A の強化絶縁	* プラスチックねじにも適用する。
D 回路 A の二重絶縁	Rc	回路 C の強化絶縁	F 回路 A の機能絶縁
I B 以下の絶縁	S	機器の表面	

**注記 1** c列では、プラスチック製のねじは、機器が寿命になるまでの間に使用者がそれを金属ねじに交換する可能性があるので、金属ねじとして扱う。

**注記 2** 4行では、テストフィンガの挿入を二重故障の最初の事故として扱っている。

**注 a)** 通常の使用状態で、工具又は鍵を用いないと外せない覆いで開口部が覆われていれば、機能絶縁でよい。通常の使用状態で開口部が覆われていない場合、及び覆われても容易に取り外せる場合は、基礎絶縁が必要である。

## 附属書 B (参考) 汚損度の低減

### B.1 序文

この附属書は、電気機器の汚損度を下げて空間距離及び沿面距離を低減するするために考慮した方がよい要因の概要を示す。汚損度を下げるための対策は、汚染の性質に大きく依存するので、機器の汚損度の軽減目標を達成する方法について包括的な指針を示すことはできない。

### B.2 汚損度に影響する要因

汚損度に影響する要因は、次による。

- 汚染物質

- 汚染物質なし
- 乾燥した非導電性の汚染物質
- 乾燥した非導電性の汚染物質で、湿ったときに導電性をもつ可能性があるもの
- 導電性の汚染物質

**注記** 汚染物質には外部の汚染物質、内部で発生する汚染物質又は製造終了時に内部に存在する汚染物質がある。

- 水分

- なし又は結露がない低湿度状態
- 一時的な結露
- 繙続的な湿潤状態
- 雨又は雪

### B.3 影響要因の低減

影響要因を低減できる可能性がある一部の対策は、次による。要求事項を満足させるためのこれらの対策は、単に一例を示したものであり、これら以外の対策もあり得る。

- コーティング (4.4.7.6 を参照)
- IP5X (JIS C 0920) によるじんあい試験)
- 環境に応じて IPX4~IPX8

電気機器が密閉されている場合は、例えば、保守サービスのためにケースを開き、その後に再び密閉するときに、湿度レベルが要求範囲の低レベルにあることを確認した方がよい。

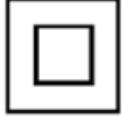
## 附属書 C

### (参考)

### この規格で引用している安全に関する図記号

この規格で引用している安全に関する図記号は、表 C.1 による。

表 C.1—この規格で引用している安全に関する図記号

記号	引用規格	説明	細分箇条
	IEC 60417-5019:2011-01	保護接地導体端子	4.4.4.3.2, 6.3.7.2
	ISO 7010-W001:2011-06	注意、取扱説明書を参照	4.4.4.3.3, 4.4.8, 6.3.7.4, 6.3.7.5
	IEC 60417-5018:2011-01	機能接地端子	4.4.6.3, 6.3.7.3.3
	IEC 60417-5172:2011-01	クラス II (二重絶縁) 機器	4.4.6.3
	IEC 60417-6042:2012-05	注意、感電の危険性あり	4.4.9, 6.5.2
	IEC 60417-5041:2012-05	注意、高温	4.6.4.2, 6.4.3.4

## 附属書 D (規定) 空間距離及び沿面距離の測定

### D.1 測定

空間距離及び沿面距離は、**例 D.1～例 D.14** に図示した方法によって測定する。

経路が異なる汚損度の部分で構成された場合、例えば、汚損度 2 の環境でタイプ 1 保護 (**JIS C 60664-3**) の接着部が含まれる場合など、その経路の空間距離及び沿面距離は、次の規則を用いて**表 10** 及び**表 11** に従って決定する。

- 沿面距離の一つを全体の電圧に耐えられるようにしたとき、又は合計距離を最小 CTI 及び最高汚損度の材料で決定したとき、沿面距離は、異なる材料による部分に分けられる、及び／又は異なる汚損度をもつ部分に分けられることが多い。
- 汚損度 1 及び汚損度 2 で設計されたプリント配線板及びプリント配線板上のコンポーネントの機能絶縁の沿面距離については、経路の各部分の判定電圧の合計が実装された回路の判定電圧よりも低くてもならない。対象の沿面距離の各部分の距離は、**表 D.1** の最小距離を満たさなければならない。

### D.2 汚損度と距離 Xとの関係

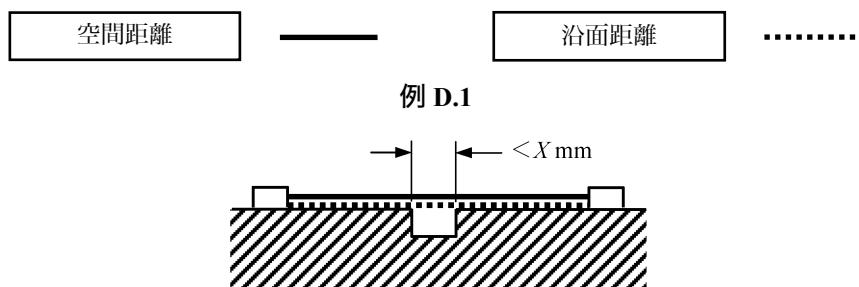
**D.3** の例で図示する距離 X は、汚損度に対応して規定した値であり、**表 D.1** に示す。当該箇所の許容最小空間距離が 3 mm 未満の場合は、距離 X はその空間距離の 3 分の 1 とする。

表 D.1—汚損度と距離 Xとの関係

汚損度	Xの値 mm
1	0.25
2	1.0
3	1.5

### D.3 例

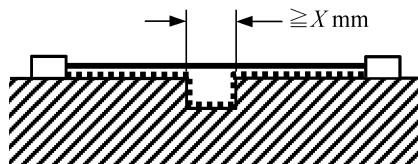
次に示す**例 D.1～例 D.14** では、空間距離及び沿面距離を次の線で表記する。



状態：対象の経路に、X mm 未満の幅をもつ任意の深さで、側面が平行又は狭くなる溝がある場合。

規則：沿面距離及び空間距離は、図示のように溝部を直接横断して測定する。

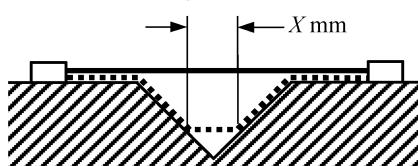
例 D.2



状態：対象の経路に、任意の深さで  $X \text{ mm}$  以上の側面が平行の溝がある場合。

規則：空間距離は、直線距離。沿面距離は、溝の輪郭に沿った距離。

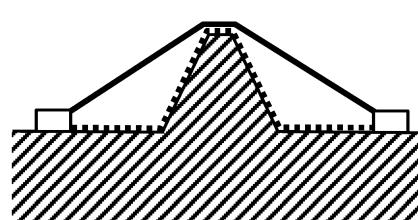
例 D.3



状態：対象の経路に、 $X \text{ mm}$  を超える幅をもつVの字形の溝がある場合。

規則：空間距離は、直線距離。沿面距離は、溝の輪郭に沿うが、底部は  $X \text{ mm}$  のつなぎによって溝を“橋絡”させた距離。

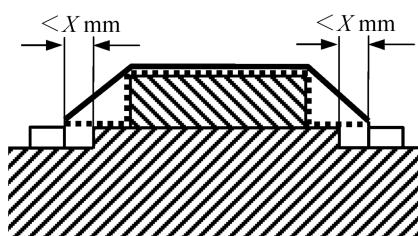
例 D.4



状態：対象の経路に、リブがある場合。

規則：空間距離は、リブの上を通過する最短の空間経路の距離。沿面距離は、リブの輪郭に沿った距離。

例 D.5

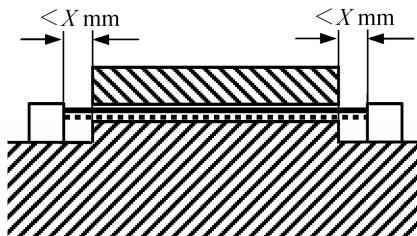


状態：対象の経路に、タイプ2保護（JIS C 60664-3）の接着接合部があり、その両側に幅が  $X \text{ mm}$  未満の溝がある場合。

規則：空間距離は、接合部分の上を通過する最短の空中経路の距離。沿面距離は、溝の上を直接横切り、接合部分の輪郭に沿った距離。

注記 JIS C 60664-1:2009 にこの例は記載されていない。

例 D.6

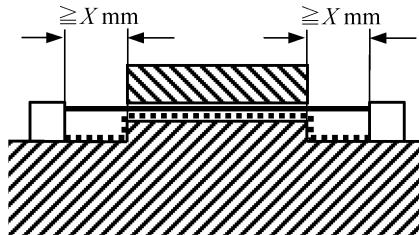


状態：対象の経路の、両側に  $X$  mm 未満の幅の溝をもつ、接着されていない接合部又は接着されているがタイプ1保護の接合部がある場合。

規則：沿面経路及び空間距離は、図示のとおりの直線距離。

注記 JIS C 60664-1:2009 の例に状態で追加がある。

例 D.7

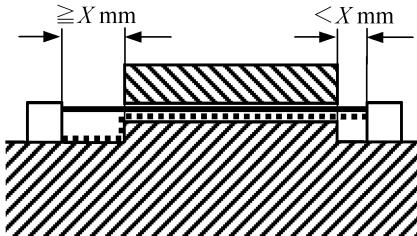


状態：対象の経路の、両側に  $X$  mm 以上の幅の溝をもつ、接着されていない接合部又は接着されているがタイプ1保護の接合部がある場合。

規則：空間距離は、直線距離。沿面距離は、溝の輪郭に沿った距離。

注記 JIS C 60664-1:2009 の例に状態で追加がある。

例 D.8

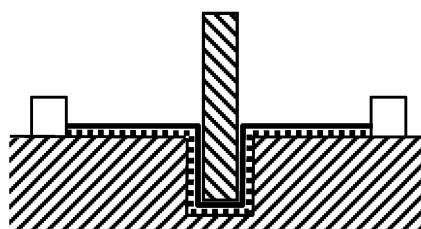


状態：対象の経路の、片側に  $X$  mm 未満の幅の溝及びその反対側に  $X$  mm 以上の幅の溝をもつ、接着されていない接合部又は接着されているがタイプ1保護の接合部がある場合。

規則：空間距離及び沿面距離は、図示のとおり。

注記 JIS C 60664-1:2009 の例に状態で追加がある。

例 D.9

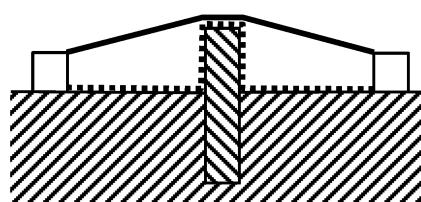


状態：対象の経路に、接着されていない接合部又は接着されているがタイプ1保護の接合のバリアがあり、バリアの下を通過する経路が、バリアの上を通過する経路よりも小さい場合。

規則：空間距離及び沿面距離は、バリアの下の輪郭に沿った距離。

注記 JIS C 60664-1:2009 に記載された図と空間距離が異なる。

例 D.10

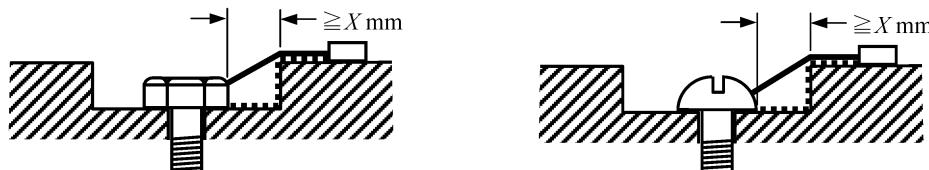


状態：対象の経路に、接着していない又は接着しているバリアがあり、バリアの上を通過する経路がバリアの下を通過する経路よりも短い場合。

規則：空間距離は、バリアの上を通過する最短の空中絶路。沿面距離は、バリアの輪郭に沿った距離。

注記 JIS C 60664-1:2009 にこの例は記載されていない。

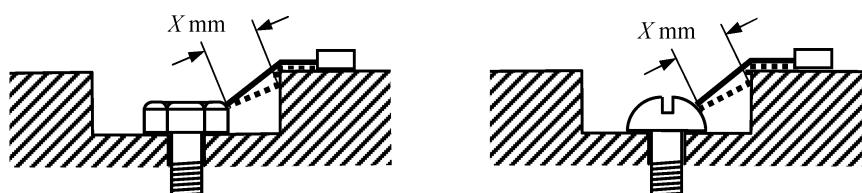
例 D.11



状態：対象の経路で、ねじの頭とくぼんだ部分の壁との間の空隙の距離がX mm 以上の場合。

規則：空間距離は、空隙を通ってねじの表面までの最短の空中絶路。沿面距離は、表面の輪郭に沿った距離。

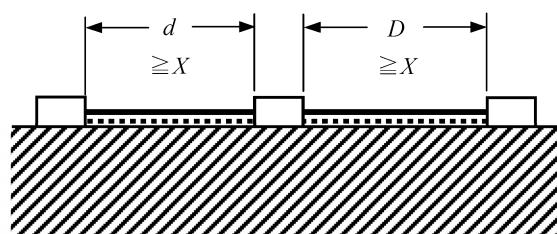
例 D.12



状態：対象の経路で、ねじの頭とくぼんだ部分の壁との間の空隙の距離がX mm 未満の場合。

規則：空間距離は、空隙を通ってねじの表面までの最短の空中絶路。沿面距離は、表面の輪郭に沿った距離であるが、底部はX mm のつなぎによってくぼみを橋絡させた距離。

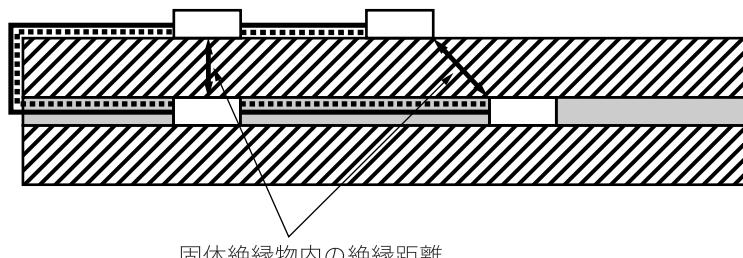
例 D.13



状態：対象の経路に、導電性材料の分離部分がある場合

規則：空間距離及び沿面距離は、ともに図中の“ $d$ ”と“ $D$ ”との合計値  $d+D$  とする。

例 D.14

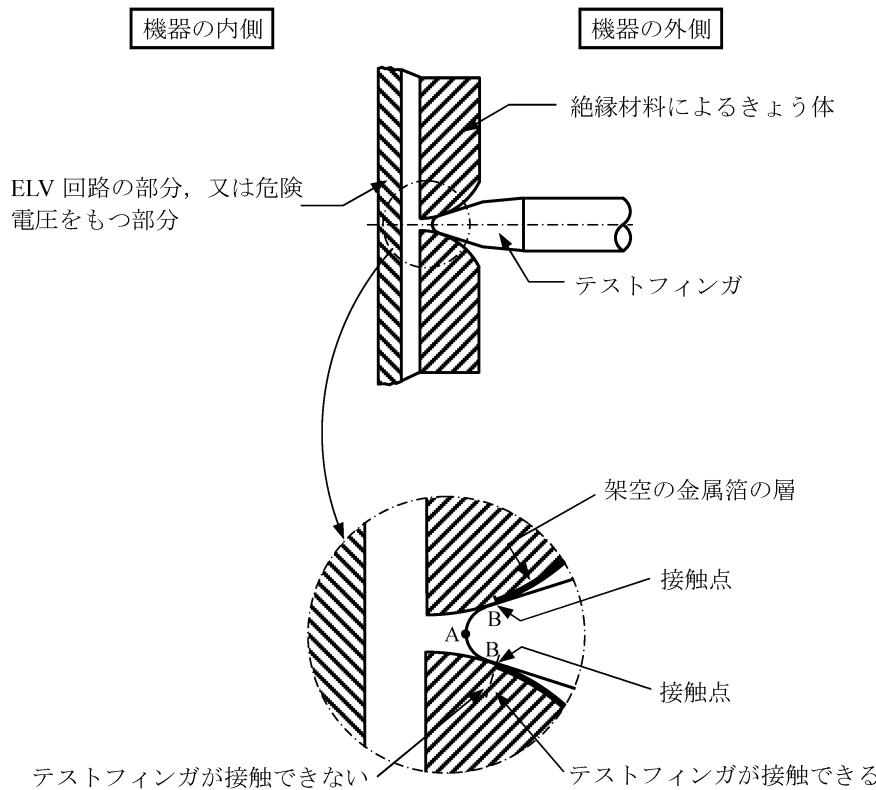


状態：対象の経路に印刷配線基板の内層がある場合。

規則：同じ内層の隣接する通電部間の距離は、汚損度1の沿面距離、及び空气中での空間距離として扱う（4.4.7.8.4.1を参照）。

注記 JIS C 60664-1:2009 にこの例は記載されていない。

### 例 D.15 絶縁材料でできたきょう体での測定例



きょう体内の ELV 回路の部分又は危険電圧をもつ部分までの空隙距離は、A 点から測定する。

絶縁材料でできたきょう体の外側からきょう体内の ELV 回路の部分又は危険電圧をもつ部分までの間の空間距離及び沿面距離は、B 点から測定する。

## 附属書 E (参考) 空間距離の標高補正

2 000 m～20 000 m の高度における空間距離は、4.4.7.4.1 で求めた空間距離に表 E.1 の補正係数を乗じる。

表 E.1—2 000 m～20 000 m の高度における空間距離補正係数

高度 m	通常の気圧 kPa	空間距離に対する補正係数
2 000	80.0	1.00
3 000	70.0	1.14
4 000	62.0	1.29
5 000	54.0	1.48
6 000	47.0	1.70
7 000	41.0	1.95
8 000	35.5	2.25
9 000	30.5	2.62
10 000	26.5	3.02
15 000	12.0	6.67
20 000	5.5	14.50

表 E.2—各高度における空間距離確認用の試験電圧

インパルス電圧 (表 9 から)	海面高度における インパルス試験電圧	高度 200 m における インパルス試験電圧	高度 500 m における インパルス試験電圧	単位 kV
0.33	0.36	0.36	0.35	
0.50	0.54	0.54	0.53	
0.80	0.93	0.92	0.90	
1.50	1.8	1.7	1.7	
2.50	2.9	2.9	2.8	
4.00	4.9	4.8	4.7	
6.00	7.4	7.2	7.0	
8.00	9.8	9.6	9.4	
12.00	15	14	14	

注記 1 空間距離の絶縁耐電圧に対して影響する要因(気圧、高度、温度及び湿度)は、JIS C 60664-1:2009 の 6.1.2.2.1.3 に説明されている。

注記 2 空間距離の試験を行うとき、関連した固体絶縁の部分にも試験電圧が印加される。インパルス試験電圧は定格インパルス電圧よりも高くなるため、固体絶縁物はこれに対応した設計が必要である。このため、固体絶縁物のインパルス耐電圧を高くしなければならない。

注記 3 上表の各値は、JIS C 60664-1:2009 の 6.1.2.2.1.3 による計算値を丸めたものである。

表 E.2 の電圧値は、空間距離の確認だけに適用する。

## 附属書 F (規定)

### 30 kHz を超える周波数の電圧に対する空間距離及び沿面距離

#### F.1 周波数の耐電圧特性に対する全般的な影響

4.4.7 で規定する空間距離、沿面距離及び固体絶縁に対する絶縁要求事項は、30 kHz 以下の周波数を対象としている。より高い周波数では、空間、沿面及び固体絶縁のいずれに対しても絶縁耐力が低下するので寸法を決めるときに考慮しなければならない。

30 kHz を超え 10 MHz 以下の周波数に対して空間距離、沿面距離及び固体絶縁の設計を行う場合、JIS C 60664-1:2009 に加えて JIS C 60664-4 も適用する必要がある。

この附属書では、JIS C 60664-4 の要求事項に基づいた空間距離、沿面距離及び固体絶縁の設計に必要な内容を詳細に説明する。

設計では、次の点を考慮しなければならない。

- 不平等電界に対する空間距離 (F.2.2 を参照)
- ほぼ平等な電界に対する空間距離 (F.2.3 を参照)
- 沿面距離 (F.3 を参照)
- 固体絶縁 (F.4 を参照)

30 kHz 以上の周波数に対する検討結果は、4.4.7 による検討結果と比較し、いずれか高い方の値を採用する。

#### F.2 空間距離

##### F.2.1 一般事項

JIS C 60664-4 の適用範囲での耐電圧は、周期的電圧の周波数だけを考えている。過渡過電圧に対しては 4.4.7.4 に従って寸法を決定する。

JIS C 60664-4 の適用範囲の 30 kHz を超える周波数においては、平等電界分布及びほぼ平等な電界分布における空間距離の絶縁耐力は、最大 25 % 減少することができる。

空間距離に対する要求事項は、検討対象絶縁箇所の電界分布に依存する。F.2.2 は、不平等電界に対する空間距離の要求事項を、また、F.2.3 は、ほぼ平等な電界における空間距離の設計基準を示している。

30 kHz を超える周波数においては、導電性部分の曲率半径 ( $r$ ) が空間距離の 20 % 以上あれば、ほぼ平等な電界になっていると考えられる。必要な曲率半径は、寸法設計手順の最終段階になってからでないと決定できない。

30 kHz 以上の周波数に対する空間距離の検討結果は、4.4.7.4 の検討結果と比較し、いずれか高い方の値を採用する (図 F.1 参照)。

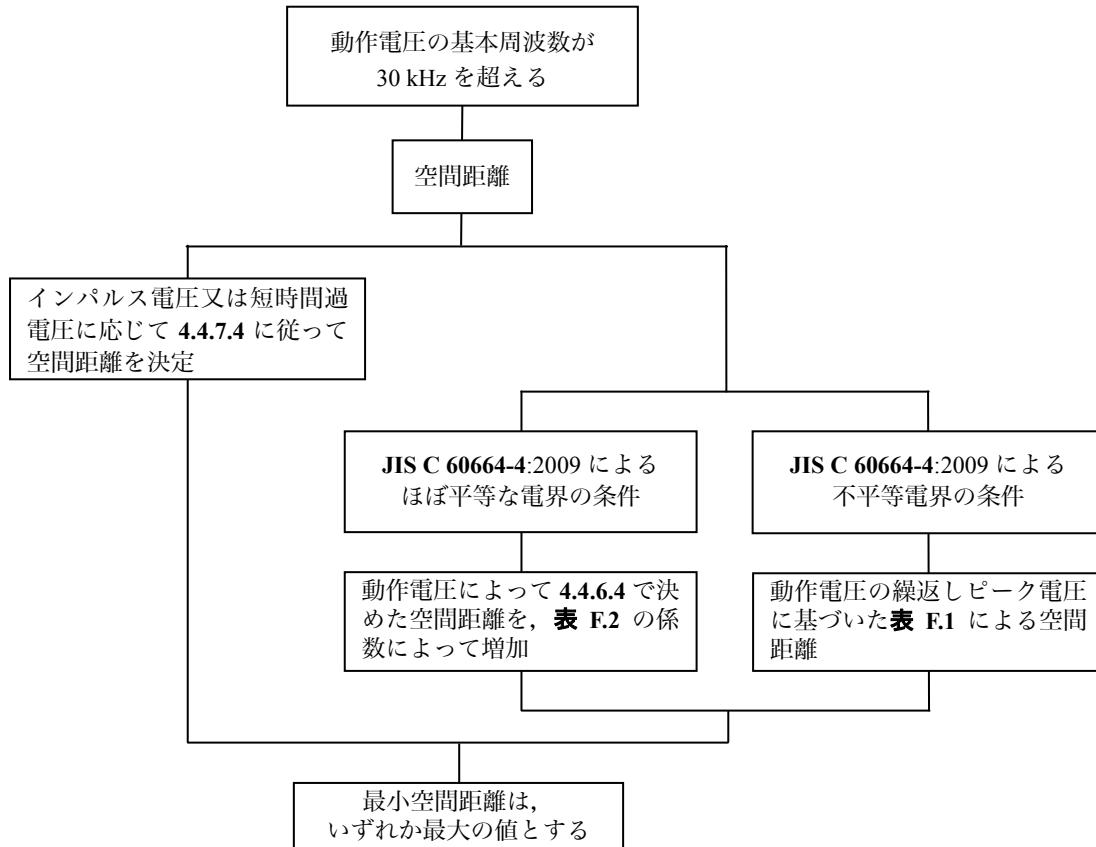


図 F.1－空間距離決定の図

## F.2.2 不平等電界の場合の空間距離

30 kHz を超える周波数においては、導電性部分の曲率半径が空間距離の 20 %未満のとき、電界が不平等電界になっていると考えられる。電界分布が不平等である場合、空間距離の絶縁耐圧は、大幅に低下する可能性がある。

不平等電界分布での空間距離の寸法は、所要の耐電圧に応じて表 F.1 の値に従って設計する。4.4.7 の要求事項以外の電圧試験は不要である。

表 F.1－大気圧の気中における不平等電界条件での最小空間距離  
(JIS C 60664-4:2009 の表 1)

ピーク電圧 <sup>a)</sup> kV	空間距離 mm
≤0.6 <sup>b)</sup>	0.065
0.8	0.18
1.0	0.5
1.2	1.4
1.4	2.35
1.6	4.0
1.8	6.7
2.0	11.0

注<sup>a)</sup> この表に記載した電圧の間は、補間してよい。  
<sup>b)</sup> 0.6 kV 未満のピーク電圧に対する利用可能なデータはない。

不平等電界で高電圧（1 kV 超）が印加される寸法設計は、非現実的な距離になる。そのため、（ほぼ平等な電界分布が得られるように）電界分布を改善するように設計することが望ましい。

### F.2.3 ほぼ平等な電界の場合の空間距離

ほぼ平等な電界条件の場合、動作電圧又は繰返しピーク電圧（表 10 の第 2 列及び第 3 列）を用いて表 10 によって決定した空間距離に対し、基本波周波数に対応した乗率を乗じて空間距離を求める。この乗率は、表 F.2 による。

表 F.2—ほぼ平等な電界条件における大気圧の気中での空間距離に対する乗率

基本波周波数 (kHz)	補正係数
30 を超え 500 以下	1.05
500 を超え 1 000 以下	1.10
1 000 を超え 2 000 以下	1.20
2 000 を超え 3 000 以下	1.25

**注記 1** この乗率は、JIS C 60664-4:2009 の 4.3.3 の計算によって算出したものである。JIS C 60664-4:2009 の 4.3.3 に記載された計算式を用いれば、より正確な計算結果を得ることができる。

**注記 2** インパルス耐電圧（表 10 の第 1 列）に基づいて空間距離設計を行った回路の場合、通常、上記の乗率を乗じなくてよい。

ほぼ平等な電界条件における空間距離は、表 F.2 を用いて決定した空間距離を考慮した次の式で計算した臨界周波数を超える周波数に適用できる。

$$f_{\text{crit}} \doteq \frac{0.2}{d} \left( \frac{\text{MHz}}{\text{mm}} \right)$$

### F.3 沿面距離

沿面距離の絶縁については、電圧の周波数が 30 kHz を超える場合、トラッキングだけでなく熱的な影響についても考慮する必要がある。所要沿面距離を決定するには、必要とされる実効値絶縁耐電圧に対応した沿面距離を規定した表 11 だけでなく、必要とされるピーク耐電圧に対応した表 F.3 の値も考慮しなければならない（図 F.2 参照）。必要なピーク耐電圧は、沿面距離間に加わる周期的ピーク電圧の最大値である。これらの距離のうち大きい方を適用する。表 F.3 は、熱で劣化する可能性がある全ての絶縁材料に適用でき、エポキシ樹脂による一般的な印刷基板の母材も含まれる。熱で劣化することがない材料で、トラッキングも生じない場合、4.4.7.5 に示す空間距離要求事項に基づいて寸法設計を行うだけで十分である。

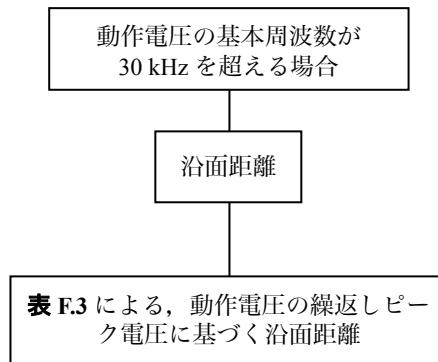


図 F.2－沿面距離決定の図

表 F.3－周波数範囲別の最小沿面距離 (JIS C 60664-4:2009 の表 2)

ピーク電圧 kV	沿面距離 <sup>a) b)</sup> mm						
	30 kHz < $f \leq 100$ kHz	$f \leq 0.2$ MHz	$f \leq 0.4$ MHz	$f \leq 0.7$ MHz	$f \leq 1$ MHz	$f \leq 2$ MHz	$f \leq 3$ MHz
0.1	0.016 7						0.3
0.2	0.042					0.15	2.8
0.3	0.083	0.09	0.09	0.09	0.09	0.8	20
0.4	0.125	0.13	0.15	0.19	0.35	4.5	
0.5	0.183	0.19	0.25	0.4	1.5	20	
0.6	0.267	0.27	0.4	0.85	5		
0.7	0.358	0.38	0.68	1.9	20		
0.8	0.45	0.55	1.1	3.8			
0.9	0.525	0.82	1.9	8.7			
1	0.6	1.15	3	18			
1.1	0.683	1.7	5				
1.2	0.85	2.4	8.2				
1.3	1.2	3.5					
1.4	1.65	5					
1.5	2.3	7.3					
1.6	3.15						
1.7	4.4						
1.8	6.1						

注<sup>a)</sup> この表に示された沿面距離の値は、汚損度1に対して適用する。汚損度2の場合は、1.2、また、汚損度3の場合は、1.4の乗率を用いることが望ましい。

<sup>b)</sup> 各列に表す値の間の周波数には、直線補間を用いてもよい。

#### F.4 固体絶縁

##### F.4.1 一般事項

30 kHzを超える周波数が印加される箇所の絶縁に固体絶縁物を用いる場合、絶縁物に対して熱的な影響が大きくなり、絶縁の劣化が加速することから、それ以上の考慮が必要である。

##### F.4.2 ほぼ平等な電界分布で、空隙又は空洞（ボイド）がない場合

固体絶縁物での電界分布がほぼ平等で、かつ、内部に空隙又はボイドがない場合は、電界の最大強度を



## 附属書 G (参考) 円形導体の断面積

ISO 規格による円形銅導体の断面積の標準値を、それに概略対応する JIS, AWG/MCM のサイズ及び断面積とともに表 G.1 に示す。

表 G.1 - 円形導体の標準断面積

ISO 断面積 mm <sup>2</sup>	JIS (参考)		AWG/MCM	
	断面積 mm <sup>2</sup>	呼び寸法	等価断面積 mm <sup>2</sup>	等価断面積 mm <sup>2</sup>
0.2	—	24	0.205	—
—	—	22	0.324	—
0.5	—	20	0.519	—
0.75	0.9	18	0.82	—
1.0	1.25	—	—	—
1.5	—	16	1.3	—
2.5	2	14	2.1	—
4.0	3.5	12	3.3	—
6.0	5.5	10	5.3	—
10	8	8	8.4	—
16	14	6	13.3	—
25	22	4	21.2	—
35	30	2	33.6	—
	38			
50	50	0	53.5	—
70	60	00	67.4	—
95	80	000	85.0	—
—	100	0 000	107.2	—
120	—	250 kcmil	127	—
150	—	300 kcmil	152	—
185	—	350 kcmil	177	—
240	—	500 kcmil	253	—
300	—	600 kcmil	304	—
—	—	700 kcmil	355	—
—	—	750 kcmil	380	—
400	—	800 kcmil	405	—
—	—	900 kcmil	456	—
500	—	1 000 kcmil	506	—
630	—	1 250 kcmil	633	—
—	—	1 500 kcmil	760	—
800	—	—	—	—
—	—	1 750 kcmil	887	—
1 000	—	2 000 kcmil	1 013	—

注記 ダッシュで示したサイズは、接続容量 (4.11.8.2 を参照) を検討するときに、採用される可能性がある。

## 附属書 H (参考) RCD の適合性

### H.1 RCD の直流電流に対する動作特性の選択

電源、電源設備及び RCD の形(A 形、AC 形又は B 形:IEC 61008 規格群、IEC 61009 規格群、IEC 62423、JIS C 60364-4-44、JIS C 60364-5-53 及び JIS C 8221 を参照)の特性によって、PECS と RCD とは、適合する場合と適合しない場合がある(4.4.8 参照)。正常動作時又は故障時に保護接地導体に直流成分を含む電流を流す回路が二重絶縁又は強化絶縁によって分離されていない場合には、PECS 自身が平滑な直流電流を流す原因にならないか、A 形及び AC 形の RCD と適合しない状況にないか検討する必要がある。

注記 日本国内においては、AC 形の RCD が一般的である。

RCD の下流で PECS を使用するときの RCD タイプは、図 H.1 のフローチャートによって選択できる。

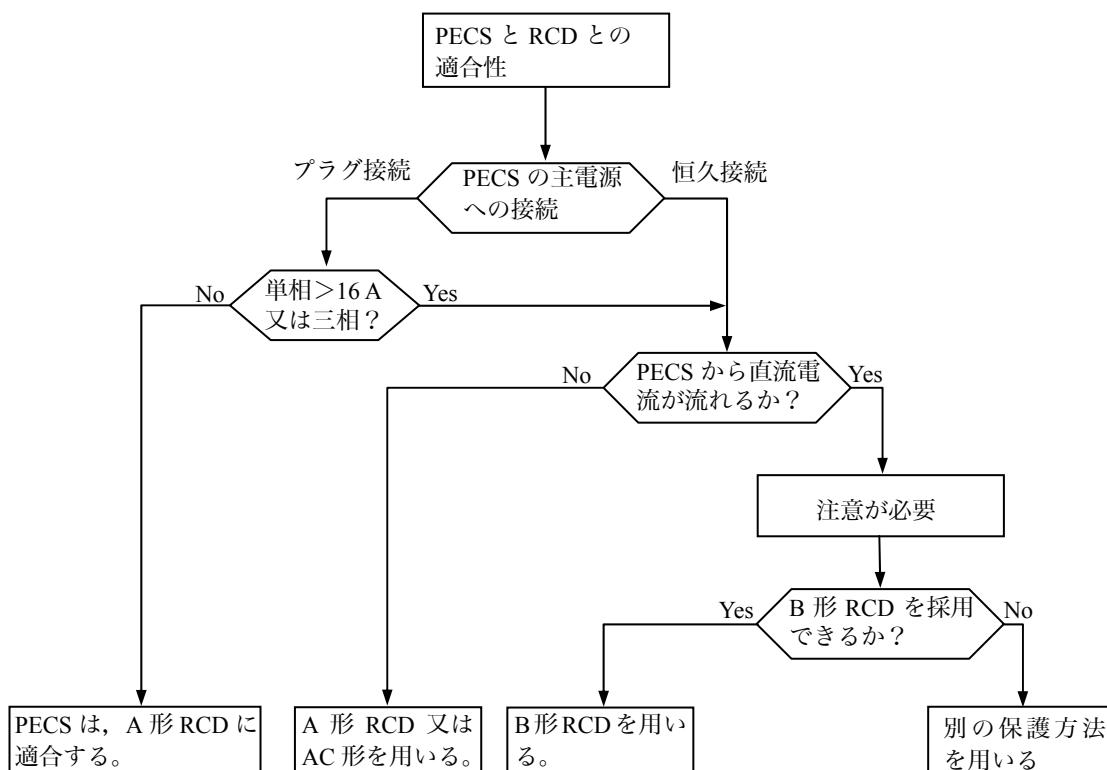


図 H.1—PECS の上流側に置かれる RCD タイプの選択フローチャート

各種の漏れ電流波形に対して適切に動作する RCD は、IEC 60755 に規定された次の記号で表示する。

	AC形：交流電流に対して動作する（図 H.2 の回路 8 及び 9 に適している。）。
	A形：交流電流及びパルス電流に対して動作する（図 H.2 の回路 1, 4, 5, 8 及び 9 に適している。）。
 又は 	B形：電流波形によらずに動作する（図 H.2 の全ての回路に適している。）。

## H.2 故障電流の波形

図 H.2 は、PECS の回路構成ごとの代表的な故障電流の波形を示しており、RCD の適合性の判定に用い  
る。

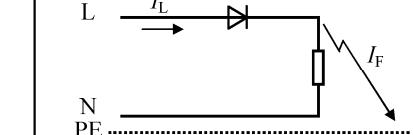
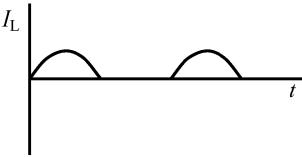
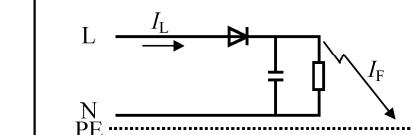
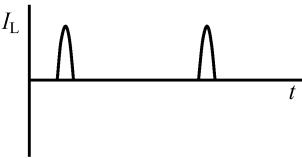
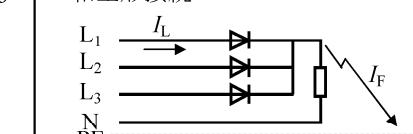
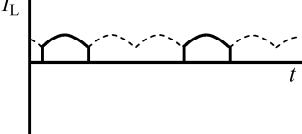
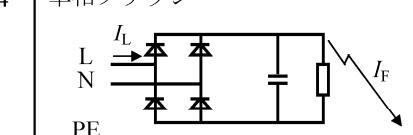
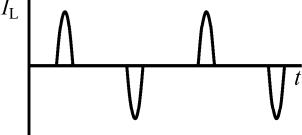
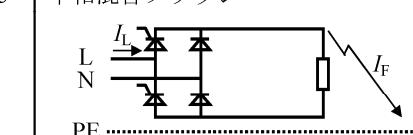
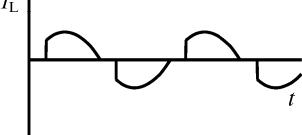
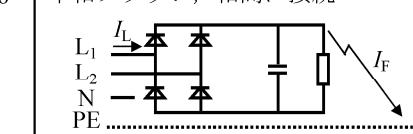
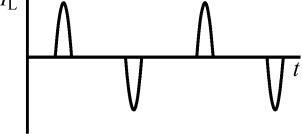
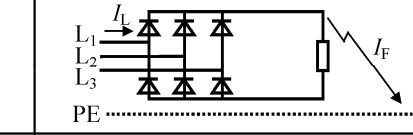
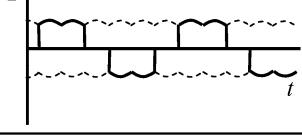
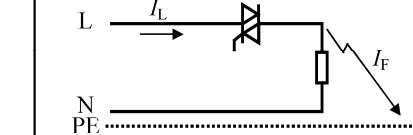
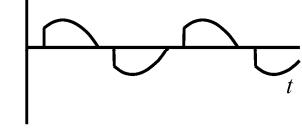
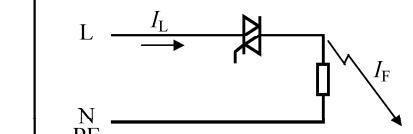
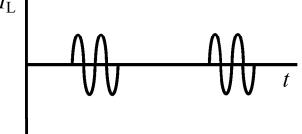
回路	接続	正常時の供給電流	異常時の接地電流
1	単相		
2	単相、平滑回路付き		
3	三相星形接続		
4	単相ブリッジ		
5	単相混合ブリッジ		
6	単相ブリッジ、相間に接続		
7	三相ブリッジ		
8	位相調整		
9	サイクル調整		
注記 $I_F$ は、短絡電流ではなく故障電流を表す。			

図 H.2—変換接続と故障電流波形との関係

## 附属書 I (参考) 過電圧カテゴリの低減例

### I.1 一般事項

図 I.1～図 I.15 は、表 9、4.4.7.2 及び 4.4.7.3 で規定した要求事項を説明するものである。良い設計例を  
説明するものではない。

-----	基本保護
— — — —	可触導電性部分
— · · · · —	保護分離
SPD	サージ防護デバイス（過渡過電圧を低減させる方法の例）
OVC	過電圧カテゴリ

### I.2 周囲との絶縁 (4.4.7.2 参照)

#### I.2.1 主電源に接続された回路 (4.4.7.2.2 参照)

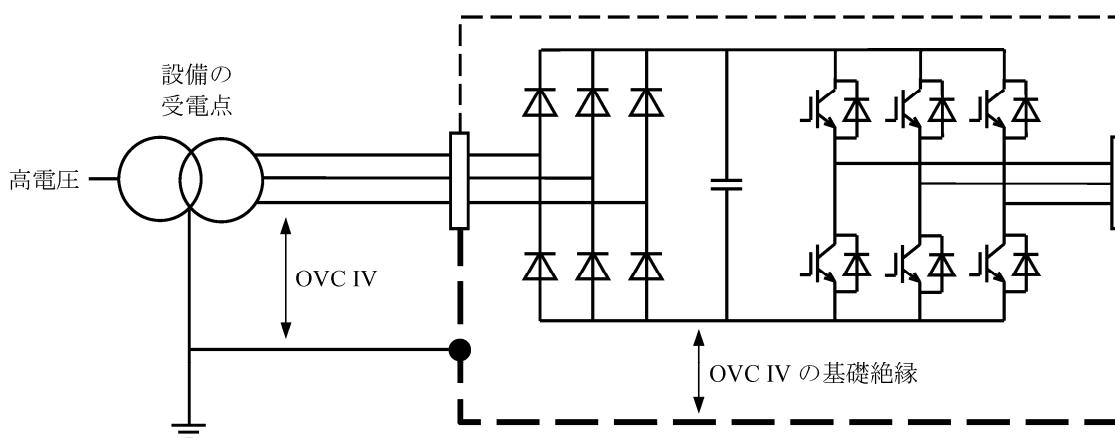


図 I.1－設備主電源の受電点に接続された回路の基礎絶縁の OVC

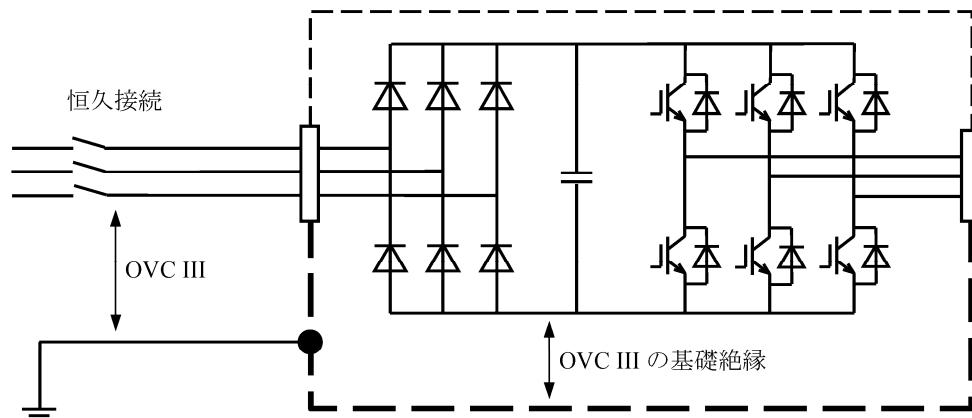


図 I.2－主電源に接続された回路の基礎絶縁の OVC

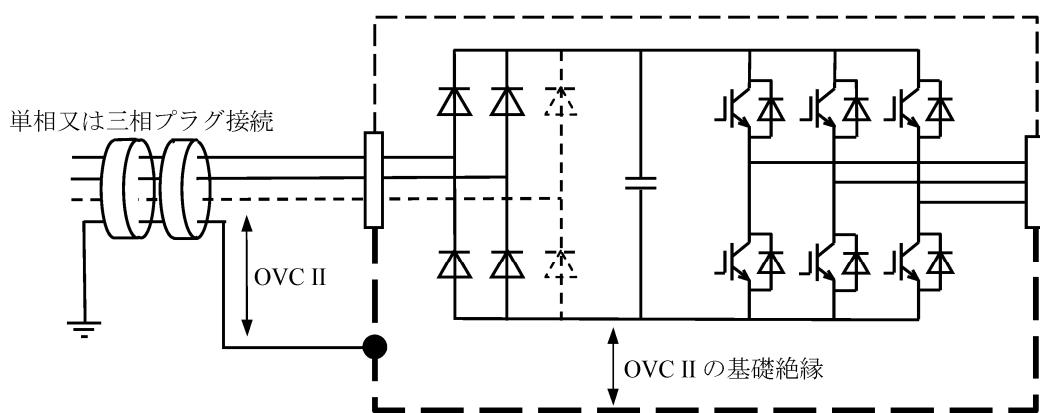


図 I.3－主電源に恒久的には接続しない単相及び三相機器の基礎絶縁の OVC

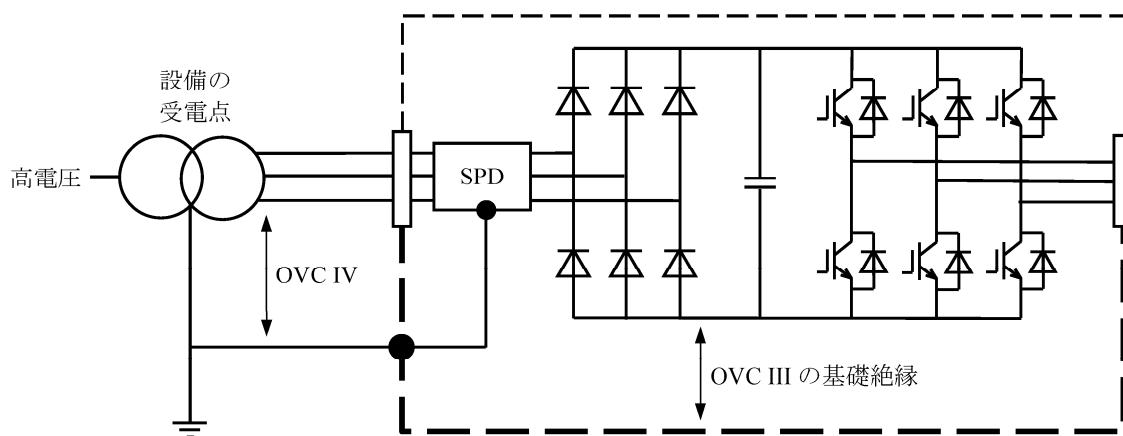


図 I.4－設備主電源の受電点に接続された回路で SPD を用いて保護した場合の基礎絶縁の OVC

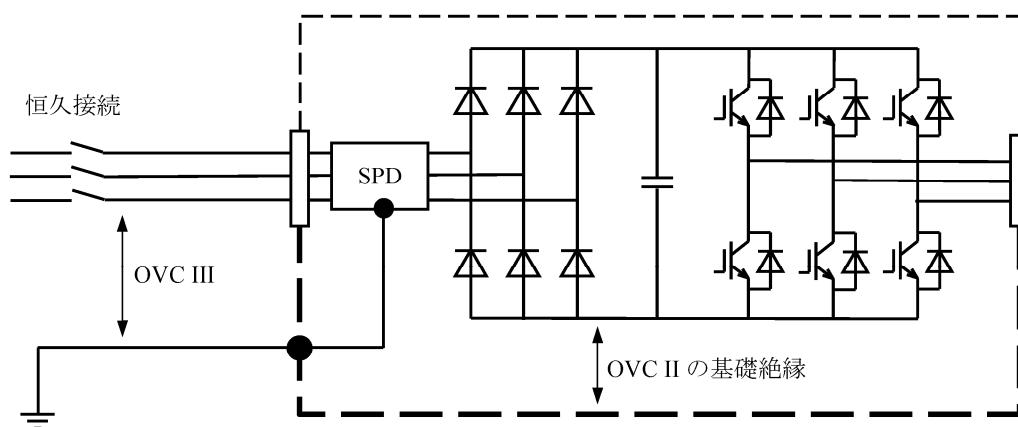


図 I.5－主電源に接続された回路で SPD を用いて保護した場合の基礎絶縁の OVC

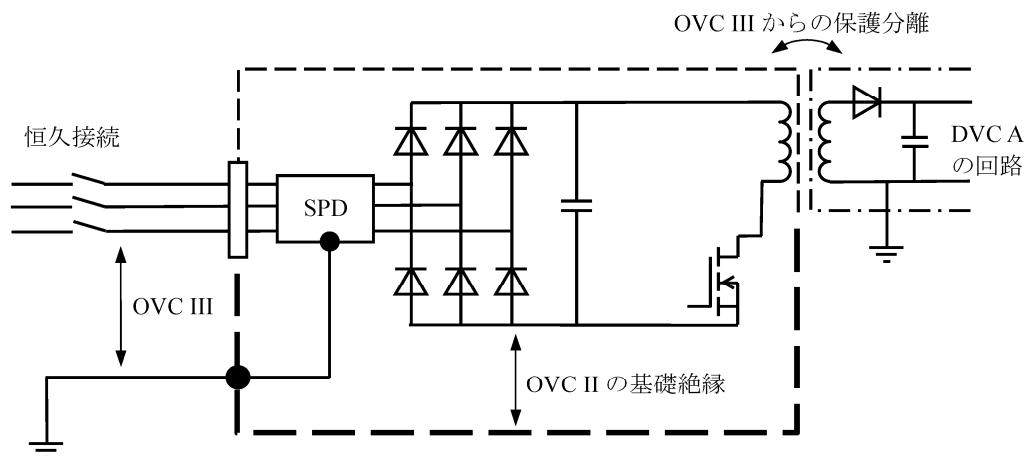


図 I.6－主電源に接続された回路で SPD を用いて保護した回路からの保護分離の例

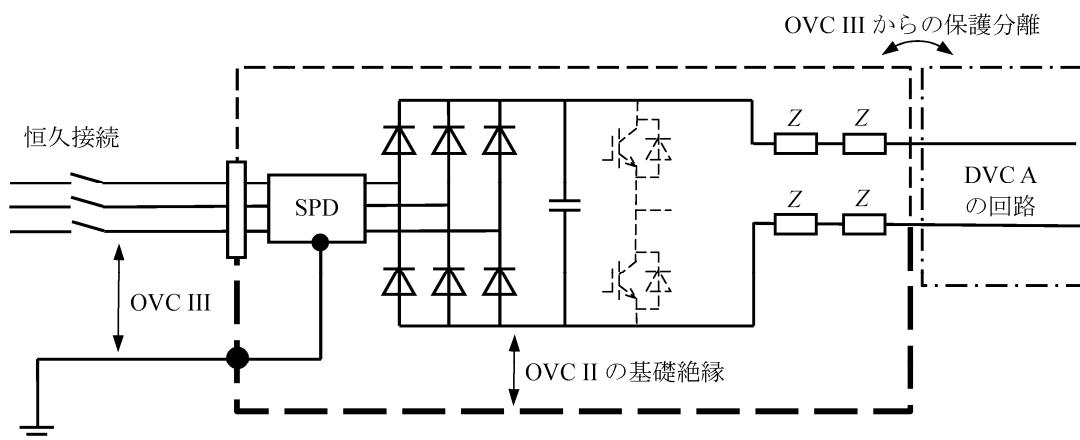


図 I.7－主電源に接続された回路で SPD を用いて保護した回路からの保護分離の例

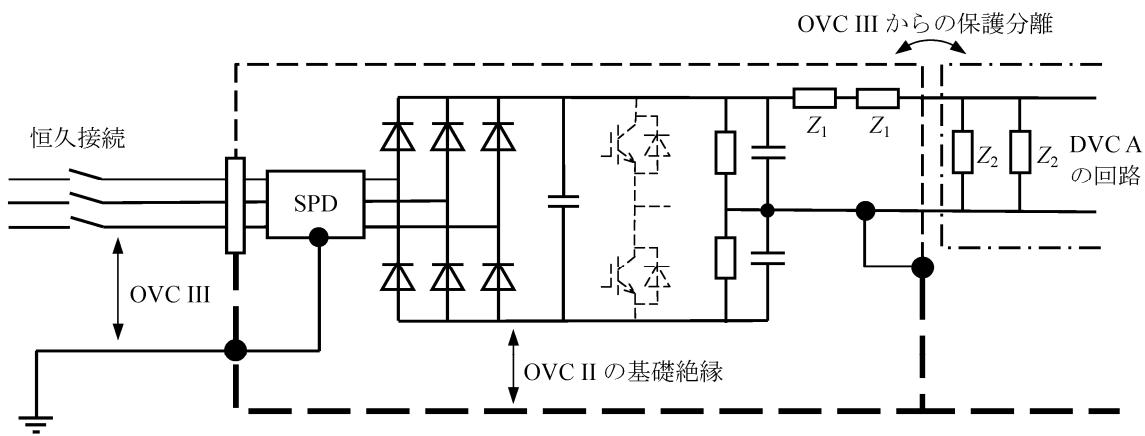


図 I.8－主電源に接続された回路で SPD を用いて保護した回路からの保護分離の例

注記 図 I.6～図 I.8において、保護分離に対する要求事項は、SPD を用いても緩和されない (4.4.7.2.2 及び 4.4.7.2.3 を参照)。

### I.2.2 主電源に直接接続しない回路 (4.4.7.2.3 参照)

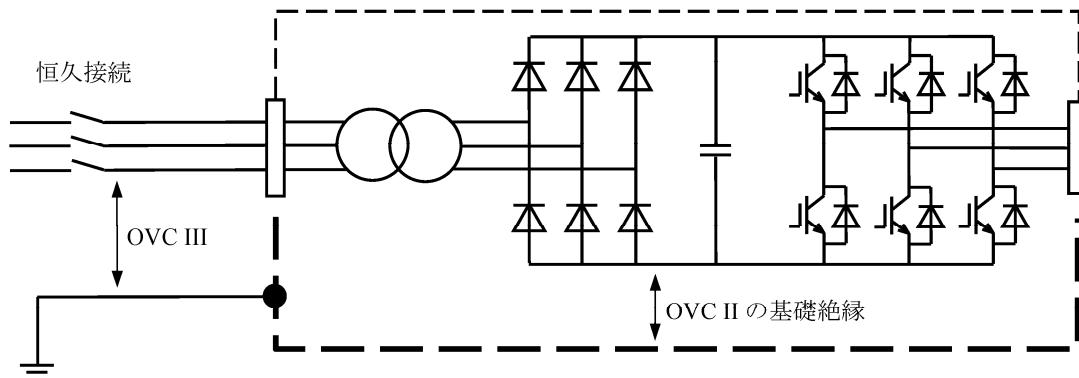


図 I.9—主電源に直接接続されない回路の基礎絶縁の OVC

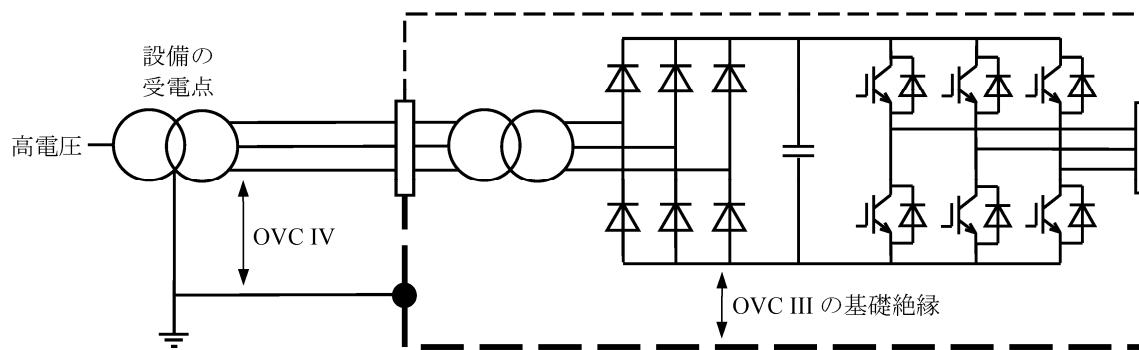
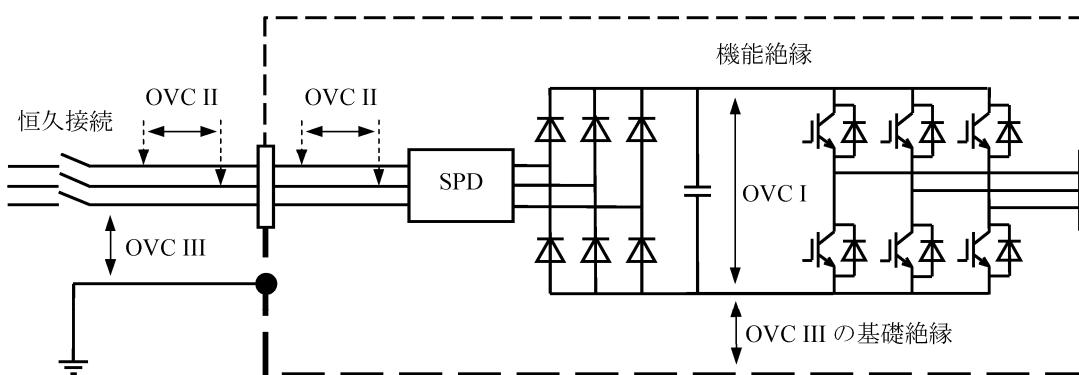


図 I.10—設備主電源の受電点に直接接続されない回路の基礎絶縁の OVC

### I.2.3 回路間の絶縁 (4.4.7.2.4 参照)

二つの回路間の絶縁は、要求事項が厳しい方の回路の要求事項に従って設計する (図 I.12 も参照)。

### I.3 機能絶縁 (4.4.7.3 参照)



注記 1 SPD は大地に接続されていない。このため、大地に対する過電圧カテゴリには影響しない。

注記 2 機能絶縁の要求事項は、回路の特性によって更に緩和してもよい (4.4.7.3 を参照)。

図 I.11—外部の過渡電圧の影響を受ける回路における機能絶縁の OVC

#### I.4 その他の例

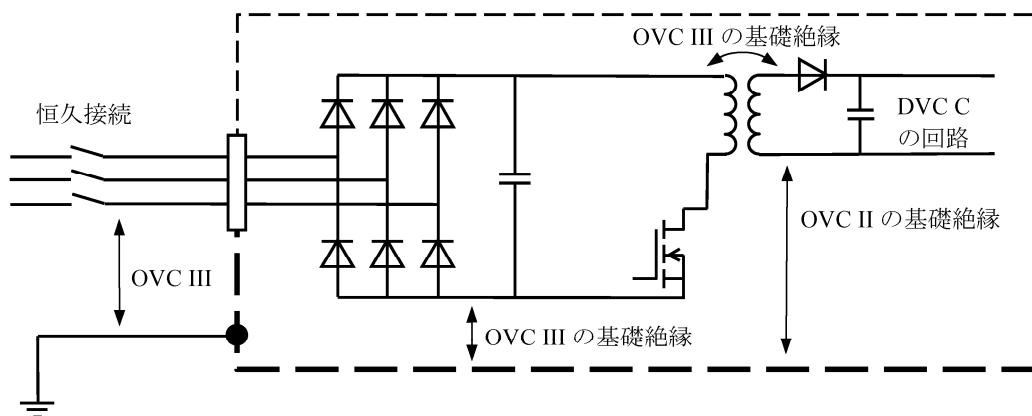


図 I.12－主電源に直接接続された回路及び直接接続されない両回路の基礎絶縁の OVC

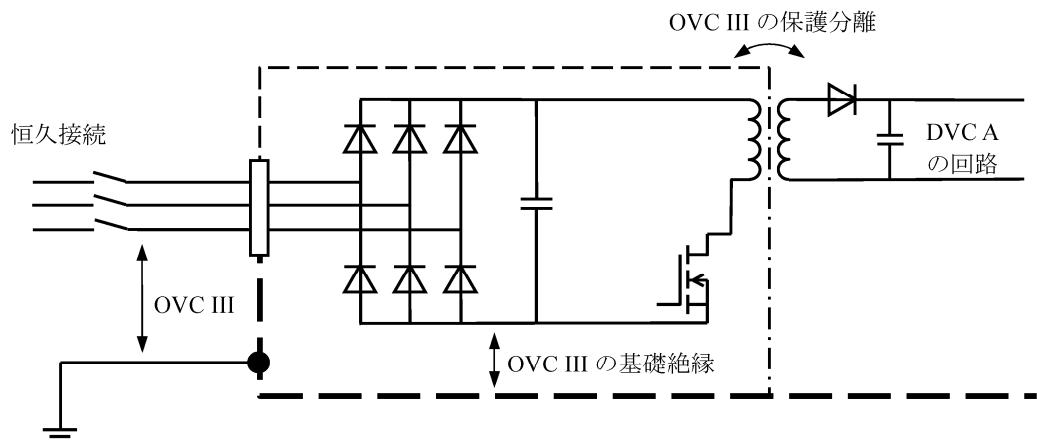
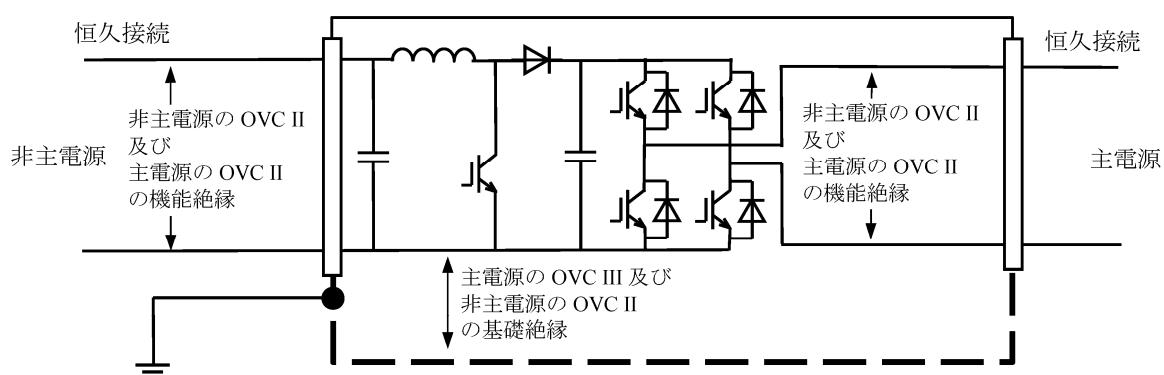


図 I.13－接触可能な DVC A の回路に対する絶縁の OVC

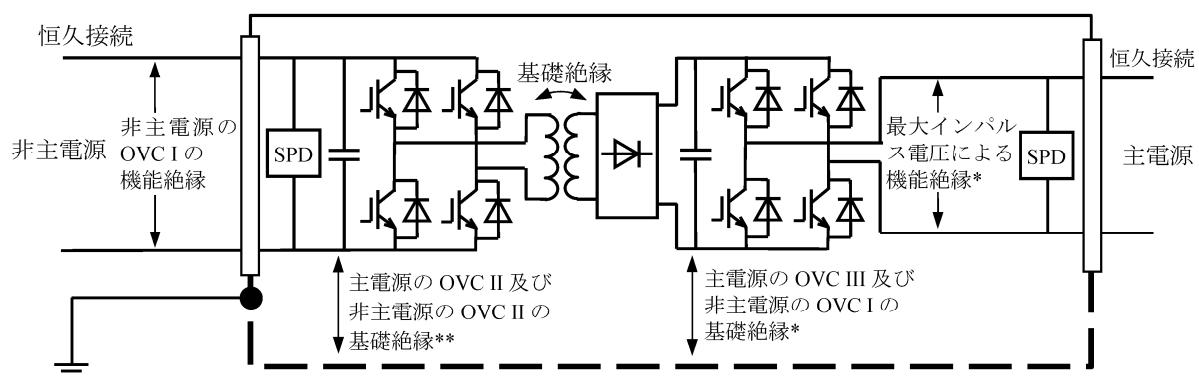
#### I.5 複数の電源に接続される回路 (4.4.7.2.1 参照)



**基礎絶縁** 主電源のOVC IIIの要求事項及び非主電源のOVC IIの要求事項。これらの要求事項のうち最も厳しいものを適用する。主電源又は非主電源のインパルス電圧又は過電圧カテゴリは、低減されない。

**機能絶縁** 主電源のOVC IIの要求事項及び非主電源のOVC IIの要求事項。これらの要求事項のうち最も厳しいものを適用する。

図 I.14－絶縁分離がなく主電源及び非主電源に接続される PEC



- 機能絶縁\* SPD を含む回路特性によって抑制された最大インパルス電圧に基づく機能絶縁。
- 基礎絶縁\* 主電源の OVC III の要求事項及び非主電源の OVC I の要求事項。変圧器を介してのインパルス電圧の低減を考慮し、これらの要求事項のうち最も厳しいものを適用する。
- SPD は、相間に接続しているので、基礎絶縁の低減には寄与しない。
- 基礎絶縁\*\* 主電源の OVC II の要求事項及び非主電源の OVC II の要求事項。変圧器を介してのインパルス電圧の低減を考慮し、これらの要求事項のうち最も厳しいものを適用する。
- SPD は、相間に接続しているので、基礎絶縁の低減には寄与しない。

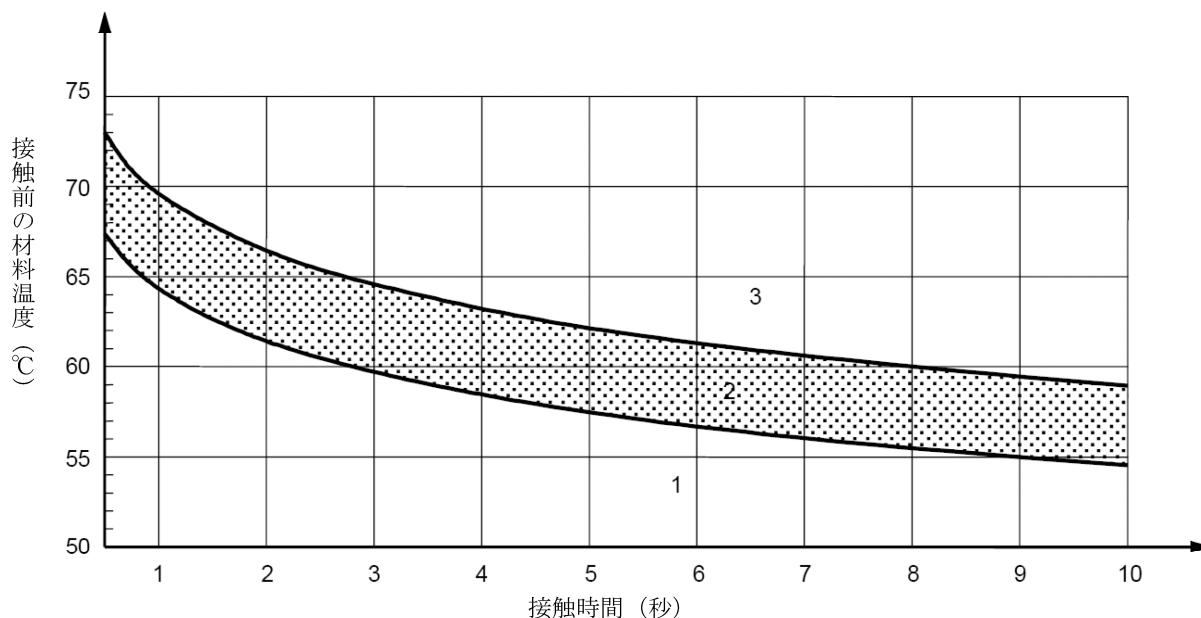
図 I.15－機能及び基礎絶縁に対するインパルス電圧を低減するために SPD  
及び変圧器を用いた変圧器（基礎）絶縁 PEC インバータ

## 附属書 J (参考) やけどの可能性がある温度

### J.1 一般事項

この附属書は、触ったときにやけどする可能性がある温度を各種材料の面に対して記載する。この附属書の図 J.1～図 J.5 は、IEC Guide 117:2010 に記載の図の写しである。

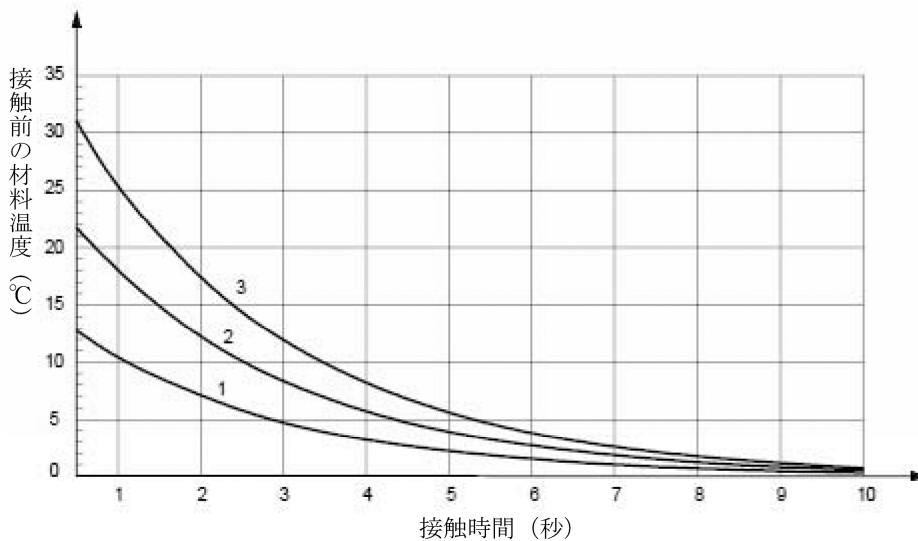
### J.2 やけどする可能性がある温度



#### 記号の説明

- 1 やけどしない
- 2 やけどする可能性がある範囲
- 3 やけどする

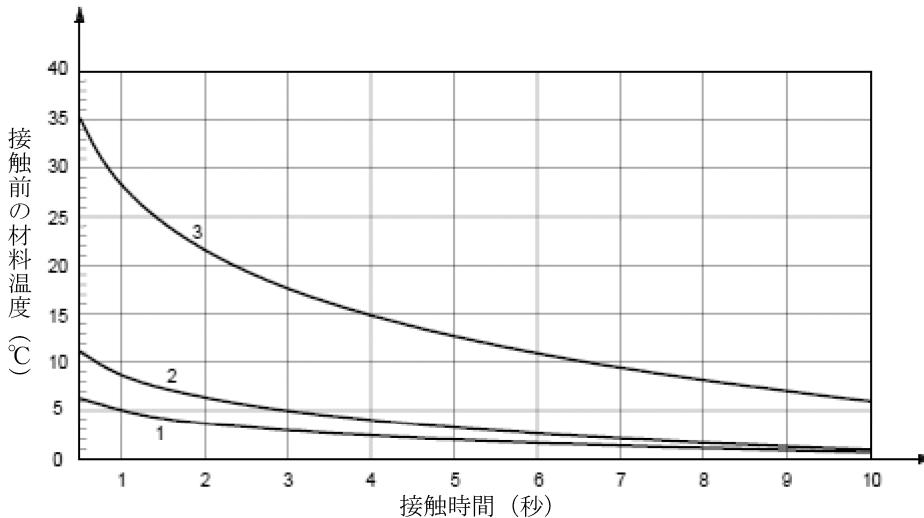
図 J.1 裸（被覆していない）金属の高温平滑面に皮膚が接触したときにやけどする温度範囲



記号の説明

- 1 50 μm
- 2 100 μm
- 3 150 μm

図 J.2—J.1 の金属に厚さ 50 μm, 100 μm 及び 150 μm のワニス被覆をしたときの,  
やけどする温度の図 J.1 からの上昇



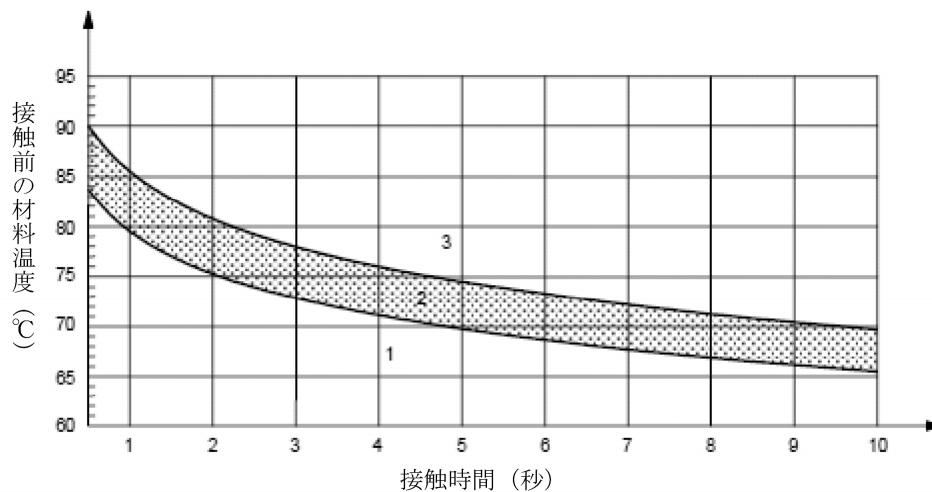
記号の説明

- 1 ほうろう (160 μm) ／粉末 (60 μm)
- 2 粉末 (90 μm)
- 3 ナイロン 11 又は 12 (厚さ 400 μm)

図 J.3—特定の材料で被覆を施した金属に対する図 J.1 に示すやけどする可能性のある範囲の上昇

150

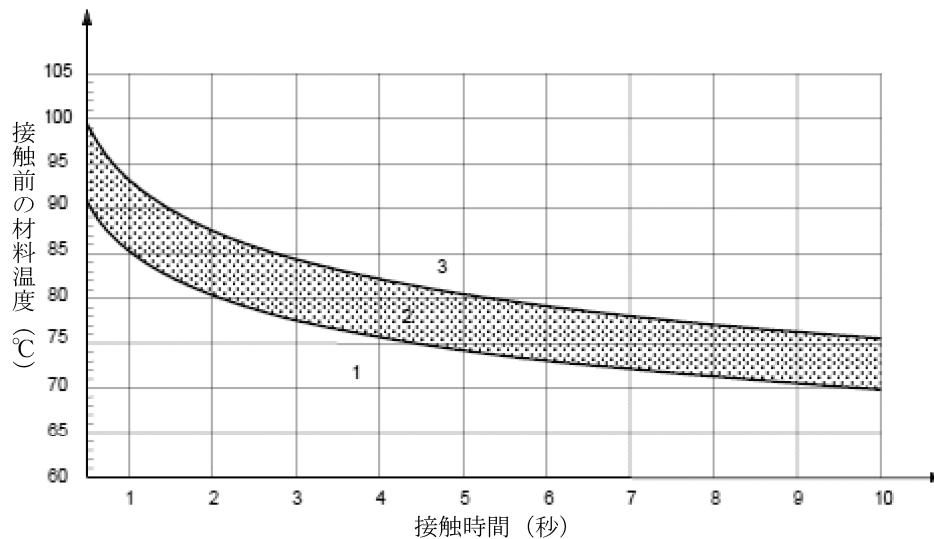
C 62477-1 : 2017



記号の説明

- 1 やけどしない
- 2 やけどする可能性がある範囲
- 3 やけどする

図 J.4—セラミック、ガラス及び石材の高温平滑面に皮膚が接触したときにやけどする温度



記号の説明

- 1 やけどしない
- 2 やけどする可能性がある範囲
- 3 やけどする

図 J.5—プラスチックの高温平滑面に皮膚が接触したときにやけどする温度

## 附属書 K (参考) 電気化学電位表

異種金属間の電気化学電位を表 K.1 に示す。

表 K.1- 電気化学電位

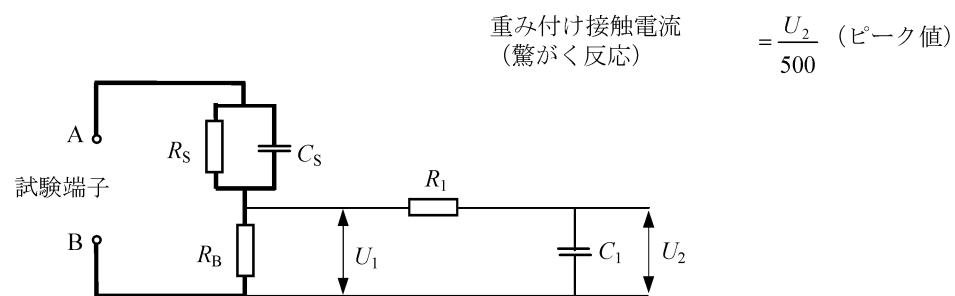
単位 V

		金、プラチナ																	
Rh+Ag	表面処理銅 銀/金合金	0.55	0.7	0.8	0.85	0.9	1.0	1.05	1.1	1.15	1.25	1.35	1.4	1.45	1.6	1.65	1.7	1.75	
Ni	表面処理鋼 銀ろう、オーステナイト ステンレススチール	0.05	0.2	0.3	0.35	0.4	0.5	0.55	0.6	0.65	0.75	0.85	0.9	0.95	1.1	1.15	1.2	1.25	
Cr+Ni(スチール)	表面処理鋼, すず表面処理鋼, 12%Crステンレススチール	0.15	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.55	0.6	0.7	0.8	0.85	0.9	0.95	1.0	1.05	Zn 表面処理鉄及び鋼 アルミニウム	80すず/20Zn表面処理鋼	
Cr	表面処理鋼, 軟質はんだ	0.1	0.15	0.2	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.8	0.85	0.9	0.95	Cd 表面処理鋼	マグネシウム、 マグネシウム合金 亜鉛、亜鉛合金	
Al/Mg	合金	0.05	0.1	0.2	0.25	0.3	0.35	0.45	0.5	0.55	0.6	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	Al/Mg 合金	マグネシウム、 マグネシウム合金 亜鉛、亜鉛合金	
Cd	表面処理鋼	0.05	0.1	0.2	0.25	0.3	0.35	0.45	0.5	0.55	0.6	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	Ag = 銀	金、プラチナ	
Al	アルミニウム	0.05	0.1	0.15	0.2	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	Ag = 銀	金、プラチナ	
Cd	カドミウム	0.05	0.1	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	Ag = 銀	金、プラチナ	
Cr	クロム	0	0.1	0.2	0.25	0.3	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	Ag = 銀	金、プラチナ
Cu	銅	0	0.1	0.15	0.2	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	Ag = 銀	金、プラチナ	
Mg	マグネシウム	0	0.05	0.1	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	Ag = 銀	金、プラチナ	
Ni	ニッケル	0	0.05	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	Ag = 銀	金、プラチナ
Rh	ロジウム	0	0.15	0.2	0.25	0.3	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	Ag = 銀	金、プラチナ
Zn	亜鉛	0	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	Ag = 銀	金、プラチナ

注記 接触している異種金属間の電気化学的作用に基づく腐食は、組み合わされた電気化学電位がほぼ 0.6 V 以下のとき最小限となる。上の表では、普通に用いられる多数の金属の対に対する、組み合わされた電気化学電位を列記してある。分割線よりも上の組合せは、避けることが望ましい。

## 附属書 L (参考) 接触電流の測定に用いる測定器

図 L.1 の測定試験回路は、IEC 60990:1999 の図 4 に記載されたものである。



### 記号の説明

$R_S$  1 500 Ω

$R_B$  500 Ω

$R_I$  10 kΩ

$C_S$  0.22 μF

$C_1$  0.022 μF

電圧計又はオシロスコープ（実効値又はピーク値）入力抵抗 > 1 MΩ

入力静電容量 < 200 pF

周波数範囲：15 Hz～1 MHz（測定対象範囲の最も高い周波数まで測定できる測定器）

図 L.1—測定器

測定器は、測定するパラメータの全ての周波数成分（直流、交流電源、高調波及び高周波）で正確な値  
が得られる十分な帯域をもったものを用いる。実効値を測定する場合は、非正弦波に対しても正弦波と同  
様に正確な実効値が得られる測定器を用いる。

## 附属書 M (参考)

### 危険な箇所への接触に対する保護の試験に使用する近接プローブ

図 M.1～図 M.3 は、JIS C 0920 に記載された図を基にしている。

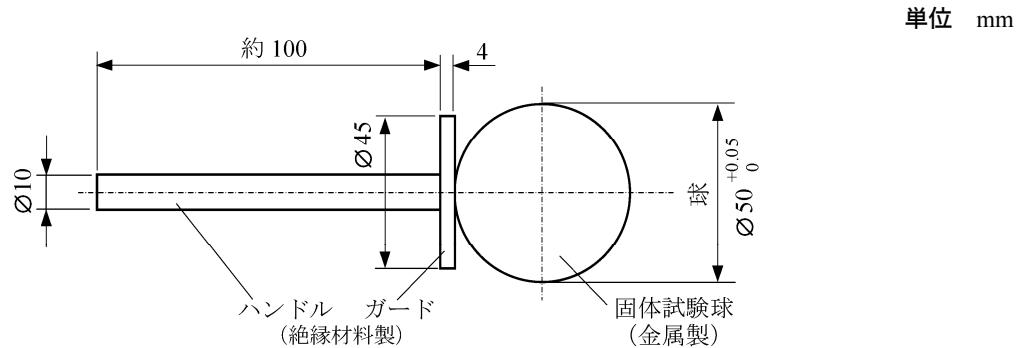


図 M.1－直径 50 mm の球形プローブ (IPXXA)

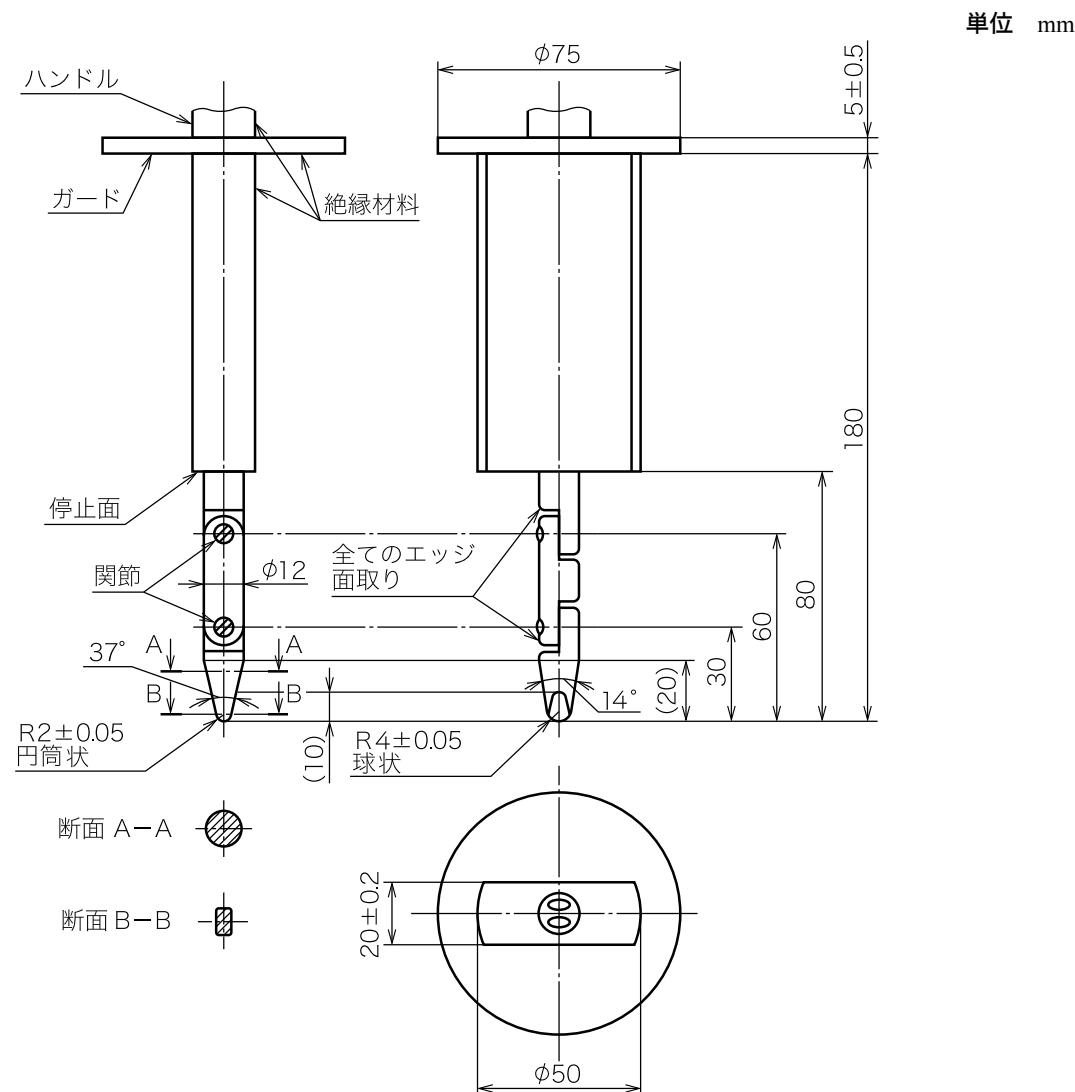


図 M.2—関節付きテストフィンガ (IPXXB)

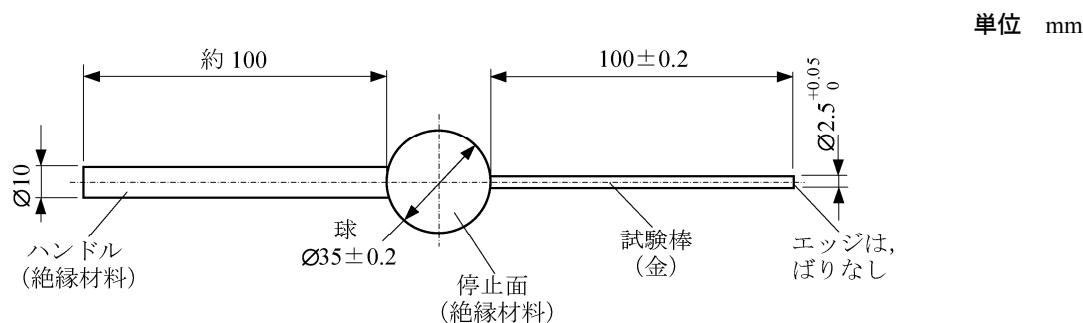


図 M.3—直径 2.5 mm の試験棒 (IP3X)

## 附属書 N (参考) 短絡電流に関する指針

### N.1 一般事項

この附属書の目的は、4.2で指定された单一故障及び異常状態中に考慮する必要がある4.3の入力ポート及び出力ポートの短絡に関する詳細情報を、更に提供することを目的とする。

部品の故障又は人為的ミスに起因し、交流又は直流の主電源に接続されたPECS内部に発生する短絡は、大きな推定短絡電流によって重大な機器の損傷及び危険をもたらす。

大きな推定短絡電流が回路内を流れることによる損傷は、主に回路及び部品に発生する磁界及び極端な温度上昇によって生じる非常に高いレベルの機械的ストレスによる。

4.2で指定した单一故障及び異常分析は、幾つかの外部パラメータと同様にPECSの内部設計にも大きく依存している。

製造業者が内部設計を完全に管理できたとしても、外部パラメータは設備の回路特性に依存する。特に設備の推定短絡電流が重要な特性で、それぞれの設備ごとに考慮する必要がある。

設備の推定短絡電流は、製品故障時に設備から流れ込むエネルギーの量を示している。電流制限デバイスがないと、推定短絡電流が大きくなるほど入力され得るエネルギーは大きくなり、火災、機械的危険、感電、その他の危険のリスクが高まる(4.2参照)。

PECSの全ての入力主電源ポートに対して、次の二つのオプションのいずれかで短絡電流定格を指定する必要がある(4.3.1参照)。

#### 4.3.2.2に指定されるオプション1:

- 条件付短絡電流( $I_{cc}$ )
- 必要最小推定短絡電流 $I_{cp, mr}$
- 短絡保護デバイスの特性又は種類

#### 4.3.5に指定されるオプション2:

- 定格短時間耐電流( $I_{cw}$ )
- 繼続時間(ms)
- 定格ピーク耐電流( $I_{pk}$ )

推定短絡電流は、二つのパラメータによって特徴付けられる。

- 無視できるインピーダンスで短絡したときに流れ得る最大電流のピーク値
- 電流実効値( $I_{r.m.s.}$ )と短絡電流の継続時間(ms, s)とによって決まる電気エネルギー( $I^2t$ )

ピーク電流及び $I^2t$ の影響は、主に次の二つの物理的リスクに関連する。

- 母線(バスバー)及びきょう体への機械的損傷、並びに空間及び沿面距離の減少を引き起こす可能性のある短絡電流によって生じる磁界による危険な機械力

**注記** 短絡電流の機械的影響についての詳細な情報は、IEC 60865-1に記載されている。

- コンポーネントの著しい過熱／爆発、アーク損傷及び空気の導電性イオン化を引き起こす機器内部の

危険なエネルギーは、火災、空間及び沿面距離の減少、並びにきょう体の破壊につながる可能性がある。熱衝撃、すなわち導体の加熱は、短絡電流の実効値の二乗に比例する。

## N.2 短絡電流の協調

### N.2.1 一般事項

PECS 及び他の設備コンポーネントが故障時に流れ得る短絡電流で安全に動作できることを保証するために、PECS 及び他の設備コンポーネントは、それが設置される場所での推定短絡電流に対して設計及び仕様が指定されなければならない。

IEC 60909 規格群は、三相交流系統における推定短絡電流を計算するための指針を提供する。短絡の影響は、IEC 60865 規格群で扱っている。

### N.2.2 条件付短絡電流 ( $I_{cc}$ ) 及び必要最小推定短絡電流 ( $I_{cp, mr}$ )

#### N.2.2.1 一般事項

条件付短絡電流 ( $I_{cc}$ ) 定格は、4.3.2.2 の定義による。

#### N.2.2.2 条件付短絡電流 ( $I_{cc}$ )

$I_{cc}$  を規定することで、PECS の保護は、短絡保護デバイス（例えば、ヒューズ又は遮断器）の特性に依存する。

故障電流のエネルギー及びピーク電流を低減し、PECS の損傷を制限し、危険を回避するために、

電流制限デバイスを使用してもよい。図 N.1 にあるように、 $I^2t$  及びピーク電流の両方は、保護デバイスの電流制限特性によって劇的に制限される。したがって、損傷が著しく低減し、かつ、危険のリスクも著しく低減する。詳しくは、N.3 を参照。

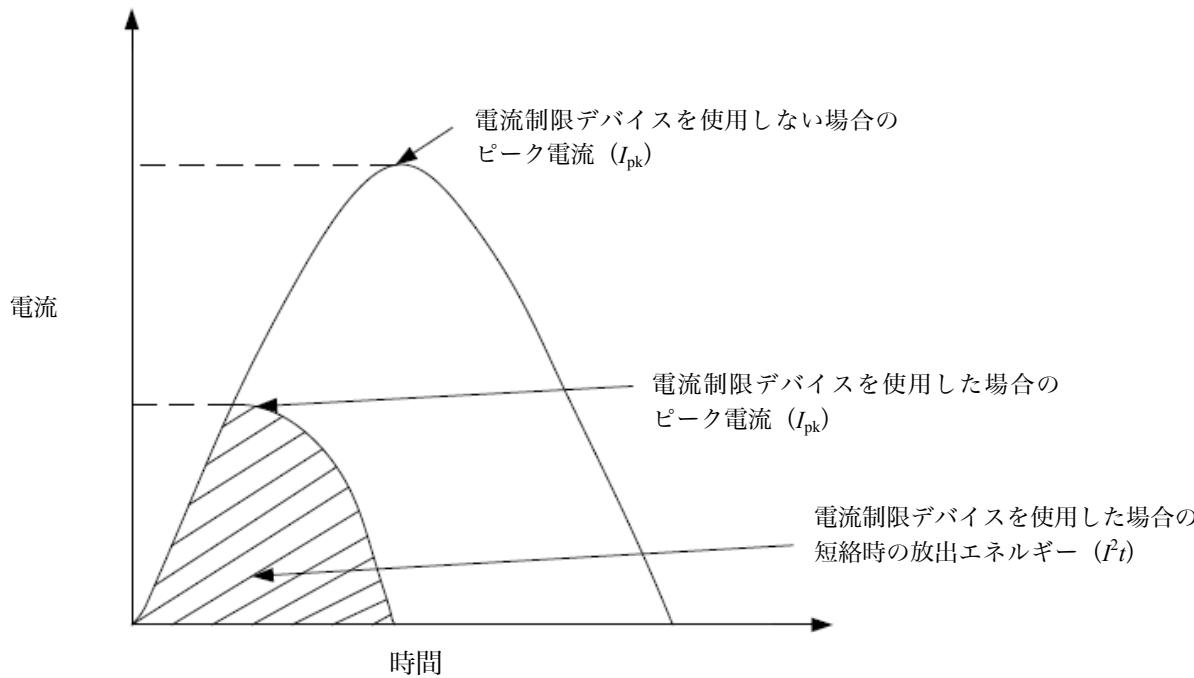


図 N.1—I<sub>cc</sub> の仕様における短絡電流波形の例

SCPD が短絡時の故障電流を安全に遮断するために、PECS の前段に用いる SCPD と PECS との協調は、

設置業者によって一般的に行われる。

#### N.2.2.3 必要最小推定短絡電流 ( $I_{cp, mr}$ )

短絡保護デバイスの特性に応じて、短絡保護デバイスの適切な動作を確実にするために、故障時の最小電流が必要とされる。

最大推定短絡電流のときは、最も高い故障電流の値になるが、短絡保護デバイスの動作時間は最短となる。必要最小推定短絡電流のときは、より低い故障電流の値になるが、短絡保護デバイスの動作時間は著しく長くなり、故障時の  $I^2t$  を増加させる。

製造業者は、指定した必要最小推定短絡電流で試験をして、PECS 及び指定した SCPD が合格することを示せることが望ましい。

製造業者は SCPD の引外し曲線内にあればどこでも推定短絡電流の最大値及び最小値を指定できる。しかし、この選定は SCPD の動作及び故障中に放出されるエネルギー量に影響を与える。

SCPD の十分に低い  $I^2t$  値と速い動作を保証するため、選定した SCPD の特性の瞬時引外し範囲内又は限流範囲内に推定短絡電流の必要最小値を選定することを推奨する。図 N.2 及び図 N.3 を参照。

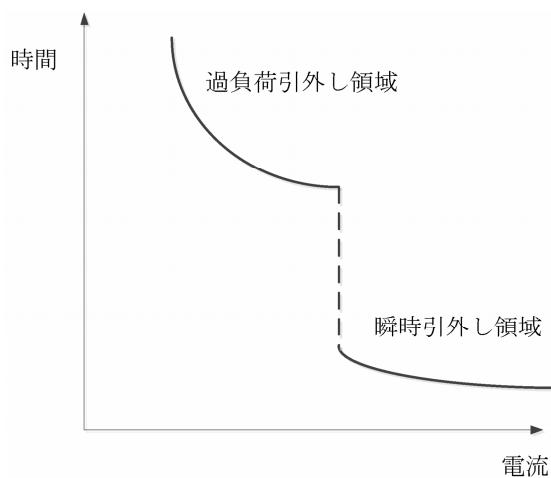


図 N.2－回路遮断器の引外し特性例

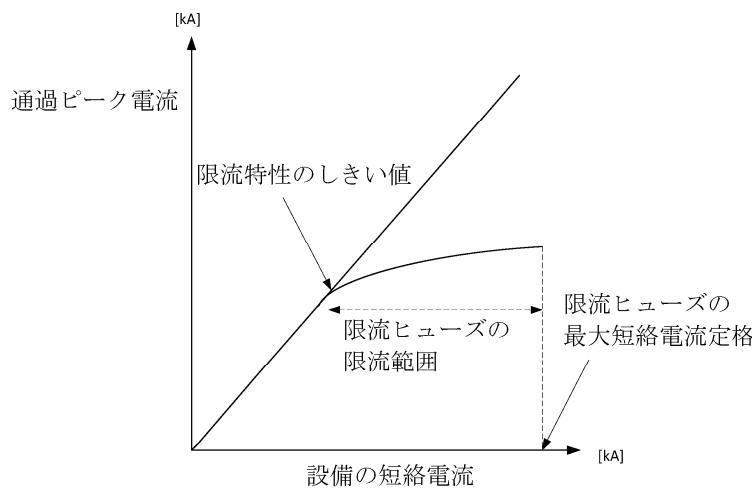


図 N.3－限流ヒューズの限流特性例

リスク分析でピーク電流及び  $I^2t$  値が最大推定短絡電流での試験値を下回ると証明できる場合、必要最小推定短絡電流の適合性を試験で示さなくてもよい。

### N.2.3 短時間耐電流 ( $I_{cw}$ )

短時間耐電流定格は、4.3.5 の説明に示し、代表的な波形を図 N.4 に示す。

PECS の出力ポートから大きな故障電流を供給する必要のある用途（例えば、PECS 出力側の故障を除去するために使用する）では、適切な  $I_{cw}$  定格が必要である。

設備の上流側にある保護デバイスが安全に短絡電流を遮断できることを確実にするために、PECS と設備との協調が必要である。詳しくは、N.3 を参照。

短時間耐電流  $I_{cw}$  の仕様は最も順応性がある定格だが、PECS が高いエネルギーレベル ( $I^2t$ ) だけでなく高いピーク電流も扱うことができなければならぬため、実現が最も困難なものとなる。

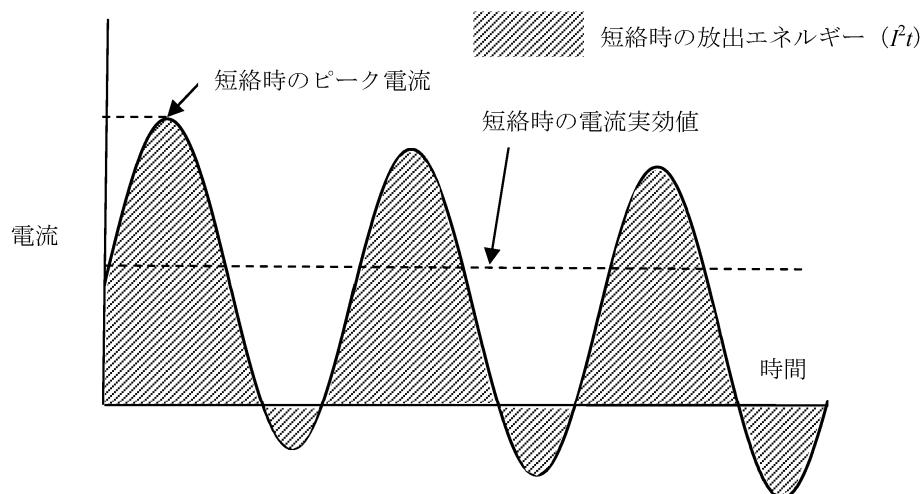


図 N.4—I<sub>cw</sub> の仕様における短絡電流波形の例

IEC 60909-0:2016 にある三相交流系統の短絡電流についての情報が利用できる。

## N.3 短絡電流及び短絡保護デバイスの仕様に関する指針

### N.3.1 一般事項

PECS が設置された設備では、PECS 内の短絡回路が安全に遮断されるよう短絡保護の協調を行う。

次に製造業者が仕様書で明示する内容を示す。

- 推定短絡電流 ( $I_{cp}$ )
- 定格短時間耐電流 ( $I_{cw}$ )
- 条件付短絡電流 ( $I_{cc}$ )
- 必要最小推定短絡電流 ( $I_{cp, mr}$ )
- 短絡保護デバイス

PECS に条件付短絡電流 ( $I_{cc}$ ) と短絡保護デバイスとを指定した場合、次の全てを確実に実施する。

- 設備から供給される最大の推定短絡電流は、PECS の推定短絡電流の最大値と最小値との間になければならない。

- 保護デバイスの短絡電流定格は、保護デバイスの端子で設備の推定短絡電流以上でなければならない。
- 短絡保護デバイスは、PECS 製造業者が指定した電流特性にあったもの、又は PECS 製造業者に指定された特定の短絡保護デバイスを PECS の前段に設置する。

PECS の定格短時間耐電流 ( $I_{cw}$ )、ピーク耐電流 ( $I_{pk}$ ) 及び継続時間を指定した場合、次の全てを確実に実施しなければならない。

- PECS の定格短時間耐電流 ( $I_{cw}$ ) は、PECS の端子で設備の推定短絡電流実効値以上でなければならない。
- PECS のピーク耐電流 ( $I_{pk}$ ) は、PECS の端子で設備の推定短絡電流ピーク値以上でなければならない。
- PECS に指定された  $I_{cw}$  の最大時間は、PECS の上流に設置された短絡保護デバイスの最大動作時間以上でなければならない。

N.3.2 及び N.3.5 の例では、主電源からの推定短絡電流  $I_{cp}$  は、50 kA とする。もう一つのレベルが同様に選択され使用されている。

それらの例は、標準設備の構成、及び主電源と PECS 間とのブレーカ、スイッチ、ヒューズの位置又は数を示すことを意図していない。

どの例も、計算された本当の解のものではない。異なる電流レベル、継続時間及びデバイスは、説明の目的のために選択しただけである。

### N.3.2 例 1：異なる定格の二台以上の PECS

図 N.5 の例のように、同じ設備内に設置した 2 台以上の PECS に対する  $I_{cw}$ 、 $I_{pk}$  及び継続時間又は  $I_{cc}$ 、並びに短絡保護デバイスの適用方法について、一般的指針を提供している。

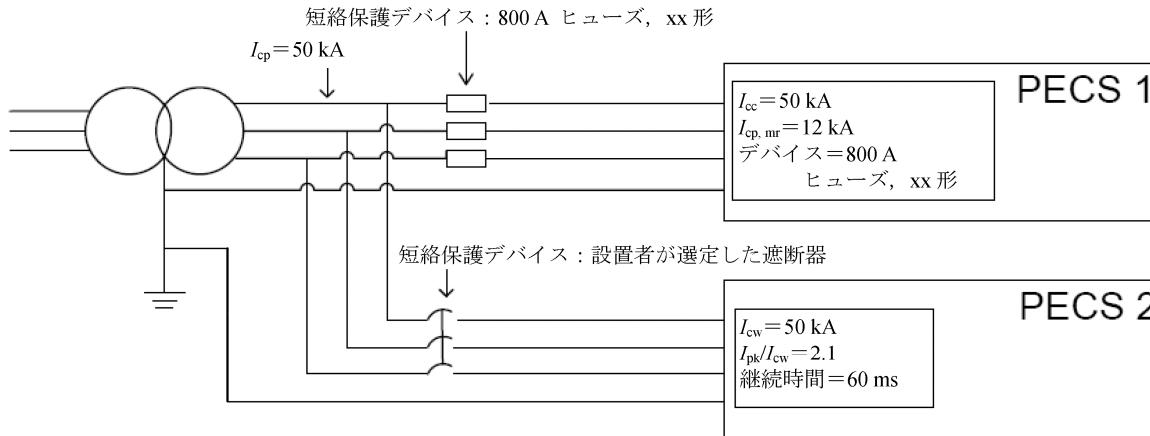


図 N.5—異なる仕様の 2 台の PECS

PECS1 は  $I_{cc}$  定格をもつ。この例では、指定された電流定格及び特性 (800 A, xx 形) のヒューズが、PECS1 に使用されている。また、製造業者によって回路遮断器も指示される場合がある。指定された短絡保護デバイスは、PECS の一部として提供する、又は製造業者が明示した  $I_{cc}$  に従って設置業者が購入する部分でもよい。

PECS2 は、 $I_{cw}$  定格がある。設備においては、全ての  $I_{cw}$  定格（実効値、ピーク耐電流と短時間耐電流との比  $I_{pk}/I_{cw}$ 、及び継続時間）が、PECS2 の製造業者の明示した値を超えない限り、どのようなタイプの短絡保護デバイスでも使うことができる。この例では、回路遮断器を PECS2 に使用しているが、同様にヒュ

ーズを使っててもよい。

### N.3.3 $I_{cc}$ の仕様

PECS1 は  $I_{cc}$  で指定されている。

(電流実効値,  $I_{cp, mr}$ , 保護デバイス) (N.1 のオプション 1 を参照)

$I_{cc} = 50 \text{ kA}$

$I_{cp, mr} = 12 \text{ kA}$

保護デバイス = 800 A ヒューズ, (製造業者, 形式, 特性)

製造業者が明示した  $I_{cc}$  は, PECS1 の前段に設置することを要求している短絡保護デバイス (この例では 800 A ヒューズ) の使用に基づいている。

製造業者は, 試験によって (N.4 参照), PECS が指定した条件下で短絡保護デバイスの動作時間 (除去時間) の間, 条件付短絡電流 ( $I_{cc}$ ) に耐えることを確認している。

この例での仕様条件は, 次による。

- 推定短絡電流の制限値は, 50 kA である。この制限値は, 製造業者が決定する。より高い  $I_{cp}$  に対応した短絡保護デバイスの使用することができるが, PECS の設計及び試験に, 適用する  $I_{cp}$  のレベルを選定するのは, 製造業者による。
- この  $I_{cc}$  定格は, 設置した PECS 及び短絡保護デバイスがさらされる可能性のある最大許容できる推定短絡電流に等しい。

短絡保護デバイスの動作時間及び限流特性は, 推定短絡電流 ( $I_{cp}$ ) に依存しているので, 必要最小推定短絡電流 ( $I_{cp, mr}$ ) を決定することが必要である。これは, 短絡保護デバイスの予想される動作を明確にし, かつ, 主電源の推定短絡電流が低い場合に短絡保護デバイスの除去時間が長くなることが, PECS に厳しい結果をもたらさないことを確かめるためである。必要最小推定短絡電流  $I_{cp, mr}$  は, 試験によっても確認する (N.4 参照)。

$I_{cc}$  が基準になるデバイスは, 短絡保護デバイスの特性から仕様を示さなければならない。

**注記** 保護デバイスの特性は,  $I_{cc}$  の適合性が必要な場合には, 指定した製造業者の部品番号を含めることができる。

### N.3.4 $I_{cw}$ の仕様

図 N.3 の例として, PECS2 は,  $I_{cw}$  で指定されている (電流実効値, 継続時間及び  $I_{pk}$ ) (N.1 のオプション 2 を参照)。

- 短時間耐電流 = 50 kA
- 継続時間 60 ms
- ピーク耐電流比  $I_{pk}/I_{cw} = 2.1$

PECS の製造業者は, PECS の意図した用途に基づいて, 表 37 から要求値を選択する。

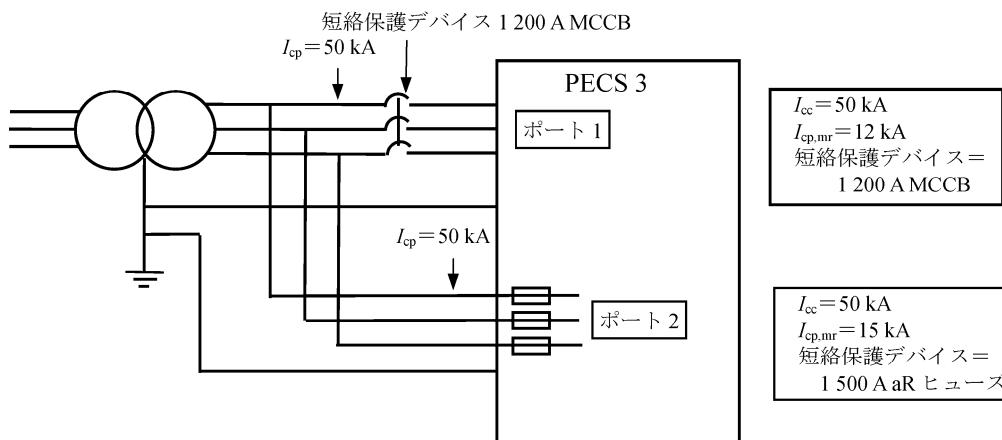
PECS の製造業者は, PECS が指定の継続時間に対する定格短時間耐電流 ( $I_{cw}$ ) 及び定格ピーク耐電流 ( $I_{pk}$ ) に耐えることを, 試験によって検証する。

指定された  $I_{cw}$  は, PECS2 の端子での推定短絡電流 ( $I_{cp}$ ) 以上である。

**注記** システムインテグレータは, 宣言した定格に基づき, 適切な短絡保護デバイスを選択することができる。

### N.3.5 例 2 : 二つ以上の定格のポートをもつ 1 台の PECS

図 N.6 は, 同じ設備に二つのポートをもつ 1 台の PECS で,  $I_{cw}$ ,  $I_{pk}$ , (継続時間又は  $I_{cc}$ ), 及び短絡保護デバイスをどのように指定するか一般的な指針を提供している。



記号の説明  
MCCB 配線用遮断器

図 N.6—異なる仕様のポートをもつ1台のPECS

PECS3 は、ポート 1 及びポート 2 の二つの主電源入力ポートがあり、設計及び承認は、両方に対し  $I_{cc}$  に基づいている。これは PECS の製造業者が決めることであり、一方のポートに  $I_{cc}$  を指定し、他のポートに  $I_{cw}$  を指定する組合せにしてもよい。

#### ポート 1 :

$I_{cc}$  の指定 (電流実効値,  $I_{cp,mr}$ , 保護デバイス)

- $I_{cc} = 50 \text{ kA}$
- $I_{cp,mr} = 10 \text{ kA}$
- 短絡保護デバイス = 1200 A MCCB, (製造業者によるデータ, 形式又は特性)

PECS1 の例と同様に指定及び考慮事項を記載している。

$I_{cc}$  の指定は、短絡保護デバイス 1200 A MCCB の使用に基づいており、PECS3 の前段に設置することを要求している。

#### ポート 2 :

$I_{cc}$  の指定 (電流実効値,  $I_{cp,mr}$ , 保護デバイス)。

- $I_{cc} = 50 \text{ kA}$
- $I_{cp,mr} = 15 \text{ kA}$
- 短絡保護デバイス = 1500 A aR ヒューズ, (製造業者によるデータ, 形式又は特性)

$I_{cc}$  の指定は、短絡保護デバイスの使用に基づいており、この例では PECS に内蔵された又は組み合わされた 1500 A aR ヒューズ (半導体保護用ヒューズ) であるが、考慮事項は、PECS1 で説明したものと同様である。

### N.3.6 用語、定義及び仕様の追加説明

N.3.6 は、次の追加情報を提供する。

推定短絡電流 ( $I_{cp}$ ) 及び主電源特性

- PECS の  $I_{cw}$  又は  $I_{cc}$  の要求レベルを決定するために使用する設計条件

短時間耐電流 ( $I_{cw}$ )

- PECS の設計条件であり仕様である。その電流値 (kA) は、PECS の用途に基づき製造業者が選定する。

- 選定した電流値 ( $I_{cw}$  r.m.s.) は試験室で使用する値で、 $I_{cw}$  試験で試験用発電機を選定した値に校正し、  
主電源入力ポートに流れる最大の推定短絡電流を模擬する。

#### ピーク耐電流 ( $I_{pk}$ )

- PECS の用途に基づき製造業者によって選定した設計条件
- 選定したピーク電流 ( $I_{pk}$ ) 又は比率 ( $I_{pk}/I_{cw}$ ) は、試験室で使用する値で、 $I_{cw}$  及び  $I_{cc}$  試験で試験用発電機を選定したレベルに校正する。

#### $I_{cw}$ の継続時間

- PECS の用途に基づき製造業者によって選定した設計条件 (時間)
- 選定した継続時間は試験室で使用する値で、要求された電流及びピークを選定した時間継続して供給  
するために試験用発電機を調整及び校正する。

#### 条件付短絡回路電流 ( $I_{cc}$ )

- PECS の用途及び選定した保護デバイスに基づき製造業者が選定する設計条件。
- 選定した値 ( $I_{cc}$  r.m.s.) は試験室で使用する値で、 $I_{cc}$  試験で試験用発電機を選定した値に校正し、主電  
源入力ポートに流れる最大の推定短絡電流を模擬する。

#### 必要最小推定短絡電流 ( $I_{cp, mr}$ )

- 製造業者が選定する設計条件
- 選定した短絡保護デバイス及び流れる可能性がある推定短絡電流から導出した結果
- 選定したレベル ( $I_{cp, mr}$ ) は試験室で使用する値で、 $I_{cp, mr}$  試験で試験用発電機を選定した値に校正し、  
入力ポートで流れる可能性がある最小の推定短絡電流を模擬する。

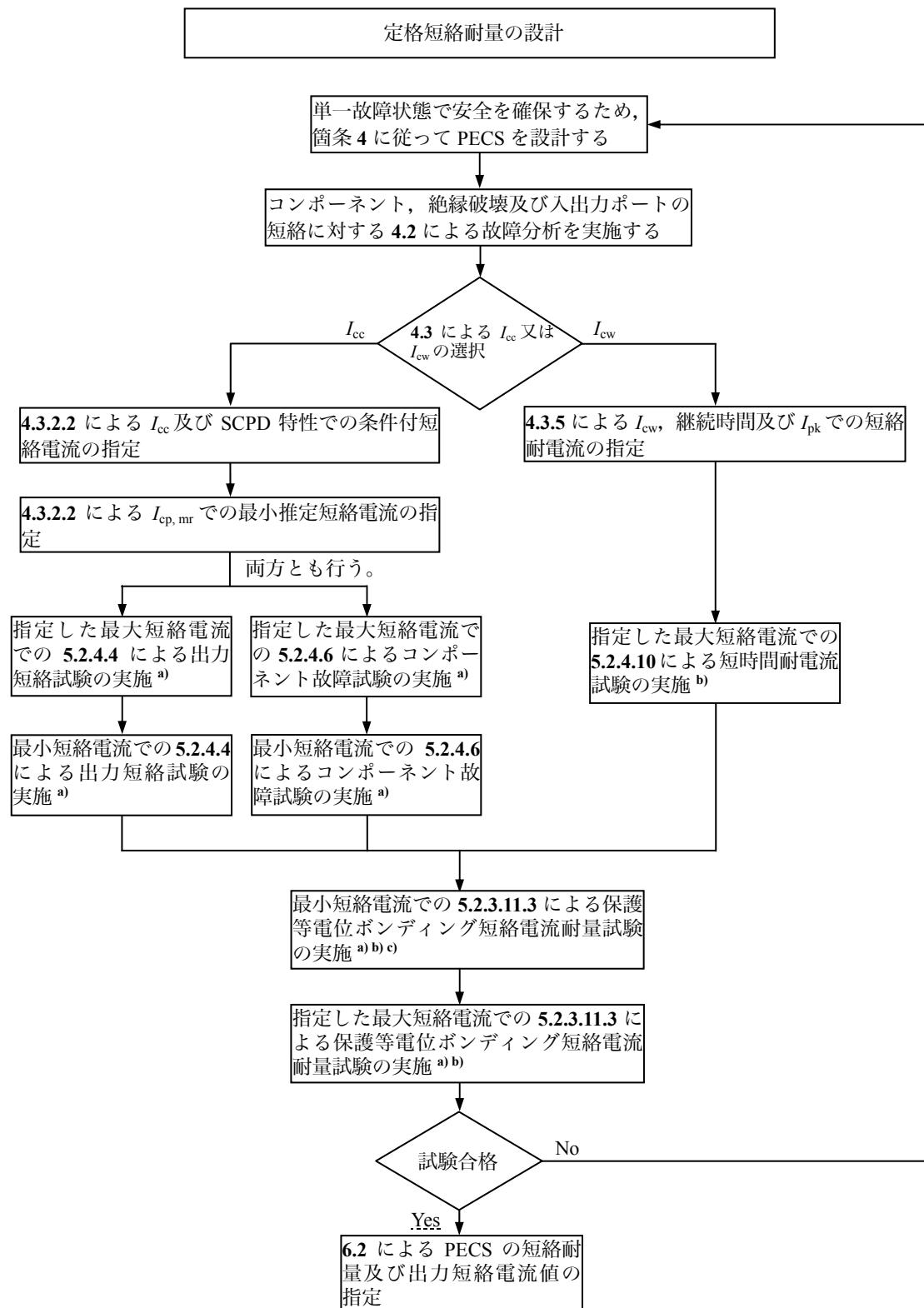
## N.4 定格短絡電流及び単一故障状態試験

### N.4.1 一般事項

N.1 で記載したように、PECS は指定の最小及び最大の短絡電流の下で、安全に故障しなければならない。  
これは次による試験を含む。

- 5.2.4.4 による出力短絡試験の実施
- 5.2.3.11.3 による保護等電位ポンディング短絡電流耐量試験の実施
- 5.2.4.6 によるコンポーネント故障試験の実施
- 5.2.4.10 による短時間耐電流 ( $I_{cw}$ ) 試験の実施

図 N.7 を参照。



注 a) 5.2.4.2による $I_{cc}$ の判定基準

b) 5.2.4.10による $I_{cw}$ の判定基準

c)  $I_{cw}$ を用いる場合は適用しない。

図N.7—I<sub>cc</sub>又はI<sub>cw</sub>のクラス分けフローチャート

## N.4.2 短時間耐電流試験の免除

### N.4.2.1 一般事項

製品専門委員会は、特定の用途の製品に特別な例外を適用するか検討できる。その評価に、次の例外を用いてもよい。

次のいずれかの場合には、短時間耐電流試験は実施しなくてよい。

- 指定された  $I_{cw}$  又は  $I_{cc}$  が 10 kA を超えない PECS
- PECS の入力回路の端子での最大許容推定短絡電流においてカットオフ電流が 17 kA 未満となる電流制限デバイスによって保護されている PECS
- 110 V 以上の定格二次電圧で一相当り定格容量が 10 kVA 未満、又は 110 V 未満の定格二次電圧で一相当り定格容量が 1.6 kVA 未満で、かつ、短絡インピーダンスが 4 %以上の変圧器から供給されることを意図した PECS
- 5.2.4.10.1 で定めた試験要求事項に適合していることが試験された、より複雑な PECS の派生形 PECS

より複雑な PECS の派生形では、試験の免除を決定するための指針として、IEC 61439-1:2011 の 10.11.3 及び表 13 (チェックリスト) 又は 10.11.4 (計算) を参照する。

上記の免除の条件は、IEC 61439-1:2011 の 10.11.2 を基に記載した。

### N.4.2.2 特別な考慮

パワー半導体デバイスが故障電流経路に含まれる場合は、N.4.2.1 の免除は適用されない可能性がある (N.1 参照)。

5.2.4.10.3 の適合性の判定基準は、PECS 及びそのコンポーネントが、試験中及び試験後も安全なことが望ましいと要求している。機能の喪失 (例えば、PECS の完全な機能停止) はあってもよい。

## N.5 短絡電流分析のガイドライン

短絡電流分析は、次を考慮するが、これに制限されない。

- 導体及びコンポーネントの  $P_t$  短絡定格
- 機器内の故障電流経路及びインピーダンスの確認特定
- 連鎖故障の可能性及び範囲
- 物理的位置に関する故障の類 (例えば、他の重要な部品との近接、バリア、空間距離、沿面距離、通気の開口部)
- 回路の全エネルギー源の特定 (主電源、コンデンサ、モータ、その他)
- 主電源の電力回路の構成及び接地 (Y 形、△形、IT、その他)
- きょう体 (大きさ、材質、構造、開口部、その他)
- PECS に使用することを指定された過電流保護デバイスの形式及び定格
- 流れる可能性がある故障電流に対して、限流部品 (外部及び内部) の指定された直線性
- PECS の複数定格 (定格電力及び電圧の関係) の影響
- PECS シリーズでのコンポーネントの多様性
- 指定及び公表された製品の適用 (変圧器、系統リアクトルなどの使用) に関連する主電源インピーダンス、周波数及び電圧の最大変動

分析の一部を確認するために試験を必要としてもよい。

## 参考文献

**JIS C 4411-1 無停電電源装置（UPS）－第1部：安全要求事項**

**JIS C 4412-1 低圧蓄電システムの安全要求事項－第1部：一般要求事項**

**JIS C 4412-2 低圧蓄電システムの安全要求事項－第2部：分離形パワーコンディショナの特定要求事項**

**JIS C 5381-11:2014 低圧サージ防護デバイス－第11部：低圧配電システムに接続する低圧サージ防護  
デバイスの要求性能及び試験方法**

**JIS C 8201-2-2:2011 低圧開閉装置及び制御装置－第2-2部：漏電遮断器**

**JIS C 8221:2004 住宅及び類似設備用漏電遮断器－過電流保護装置なし（RCCBs）**

**JIS C 60364 規格群 低圧電気設備**

**JIS C 61800-5-1 可変速駆動システム（PDS）－第5-1部：安全要求事項－電気的、熱的及びエネルギー**

**JIS Z 9290-4:2009 雷保護－第4部：建築物内の電気及び電子システム**

**IEC 60050, International Electrotechnical Vocabulary**

**IEC 60073, Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification－Coding principles  
for indicators and actuators**

**IEC 60085, Electrical insulation－Thermal evaluation and designation**

**注記 JIS C 4003 電気絶縁－熱的耐久性評価及び呼び方が、この国際規格に対応している。**

**IEC 60216 (all parts), Electrical insulating materials－Thermal endurance properties**

**注記 JIS C 2143 (規格群) 電気絶縁材料－熱的耐久性が、この国際規格に対応している。**

**IEC 60309-1, Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes－Part 1: General requirements**

**IEC 60364-5-53, Electrical installations of buildings－Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment  
－Isolation, switching and control**

**注記 JIS C 60364-5-53:2006 建築電気設備－第5-53部：電気機器の選定及び施工－断路、開閉及び  
制御が、この国際規格に対応している。**

**IEC/TS 60479-1, Effects of current on human beings and livestock－Part 1: General aspects**

**IEC/TR 60479-5:2007, Effects of current on human beings and livestock－Part 5: Touch voltage threshold values  
for physiological effects**

**IEC 60664-5:2007, Insulation coordination for equipment within low-voltage systems－Part 5: Comprehensive  
method for determining clearances and creepage distances equal to or less than 2 mm**

**注記 JIS C 60664-5:2009 低圧系統内機器の絶縁協調－第5部：2mm以下の空間距離及び沿面距離  
を決定するための包括的方法が、この国際規格に対応している。**

**IEC 60695-11-5, Fire hazard testing－Part 11-5: Test flames－Needle-flame test method－Apparatus,  
confirmatory test arrangement and guidance**

**注記 JIS C 60695-11-5 耐火性試験－電気・電子－第11-5部：試験炎－ニードルフレーム（注射針  
バーナ）試験方法－装置、試験炎確認試験装置の配置及び指針が、この国際規格に対応してい  
る。**

**IEC 60721 (all parts), Classification of environmental conditions**

**注記 JIS C 60721-1:2009 環境条件の分類が、この国際規格に対応している。**

**IEC 60865 (all parts), Short-circuit currents－Calculation of effects**

**IEC 60947-6-1:2005, Low-voltage switchgear and controlgear—Part 6-1: Multiple function equipment—Transfer switching equipment 及び Amendment 1:2013**

**IEC 60947-1:2007, Low-voltage switchgear and controlgear—Part 1: General rules 及び Amendment 1:2010**

**注記 JIS C 8201-1 低压開閉装置及び制御装置—第1部：通則**

**IEC 60950-1, Information technology equipment—Safety—Part 1: General requirements**

**IEC 60909 (all parts), Short-circuit currents in three-phase AC systems**

**IEC 61008, Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs)**

**注記 JIS C 8221:2004 住宅及び類似設備用漏電遮断器—過電流保護装置なし (RCCBs) が、この国際規格に対応している。**

**IEC 61009, Residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection for household and similar uses (RCBOs)**

**注記 JIS C 8222:2004 住宅及び類似設備用漏電遮断器—過電流保護装置付き (RCBOs) が、この国際規格に対応している。**

**IEC 61082-1, Preparation of documents used in electrotechnology—Part 1: Rules**

**注記 JIS C 1082-1 電気技術文書—第1部：一般要求事項が、この国際規格に対応している。**

**IEC 61140:2001, Protection against electric shock—Common aspects for installation and equipment**

**注記 JIS C 0365 感電保護—設備及び機器の共通事項が、この国際規格に対応している。**

**IEC/TS 61201, Use of conventional touch voltage limits—Application guide**

**IEC 61439-1:2011, Low-voltage switchgear and controlgear assemblies—Part 1: General rules**

**IEC 61508 (all parts), Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems**

**注記 JIS C 0508 (規格群) 電気・電子・プログラマブル電子安全関連系の機能安全が、この国際規格に対応している。**

**IEC 61558-1, Safety of power transformers, power supplies, reactors and similar products—Part 1: General requirements and tests**

**注記 JIS C 61558-1 変圧器、電源装置、リアクトル及びこれに類する装置の安全性—第1部：通則及び試験が、この国際規格に対応している。**

**IEC 61558-2-16, Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for supply voltages up to 1 100 V—Part 2-16: Particular requirements and tests for switch mode power supply units and transformers for switch mode power supply units**

**注記 JIS C 61558-2-16 入力電圧1 100 V以下の変圧器、リアクトル、電源装置及びこれに類する装置の安全性—第2-16部：スイッチモード電源装置及びスイッチモード電源装置用変圧器の個別要求事項及び試験が、この国際規格に対応している。**

**IEC 61643-12, Low-voltage surge protective devices—Part 12: Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems—Selection and application principles**

**注記 JIS C 5381-12 低圧サージ防護デバイス—第12部：低圧配電システムに接続する低圧サージ防護デバイスの選定及び適用基準が、この国際規格に対応している。**

**IEC 62079:2001, Preparation of instructions—Structuring, content and presentation**

**注記 JIS C 0457 電気及び関連分野—取扱説明の作成—構成、内容及び表示方法が、この国際規格に対応している。**

**IEC 62423:2009, Type F and type B residual current operated circuit-breakers with and without integral overcurrent protection for household and similar uses**

**IEC/TR 60725:2012, Consideration of reference impedances and public supply network impedances for use in determining the disturbance characteristics of electrical equipment having a rated current  $\leq 75$  A per phase**

**IEC Guide 117:2010, Electrotechnical equipment—Temperatures of touchable hot surfaces**

附屬書 JA  
(参考)

JIS と対応国際規格との対比表

(I) JIS の規定		(II) 國際規格 番号		(III) 國際規格の規定		(IV) JIS と國際規格との技術的差異の箇条ごと の詳解及びその内容		(V) JIS と国際規格との技術的差 異の理由及び今後の対策	
箇条番号 及び題名	内容	箇条番号	内容	箇条ごと の詳解	箇条ごと の詳解	注記 1～注記 3 を追加した。	注記 1 は我が国の低電圧の電圧範 囲が IEC 規格と異なるため明記し た。	注記 2 は、この規格の国際規格は IEC 60364 規格群の建築電気設備 が前提であるので、IEC 60364 に 対応する JIS C 60364 規格群の建 築電気設備であることが望ましい ことを明記した。在来規定による 電気設備に設置するものでは在来 電気設備規定との整合が必要であ ることを明記した。	注記 3 は、この規格は製品群安全 規格であるので製品規格が優先す ることを明記した。
1	適用範囲	1	JIS に同じ	追加	注記 1～注記 3 を追加した。				
3.22	充電部	3.22	JIS に同じ	追加	注記 2 を追加した。				
3.23	低電圧、LV	3.23	JIS に同じ	追加	注記を追加した。				
3.37	保護クラス 1(の機器)	3.37	JIS に同じ	追加	(の機器) を追加した。				

(I) JIS の規定		(II) 國際規格 番号		(III) 國際規格の規定 の詳細及びその内容		(IV) JIS と國際規格との技術的差異の箇条ごと の詳細及び今後の対策	
箇条番号 及び題名	内容	箇条番号	内容	箇条ごと の詳細	技術的差異の内容	箇条ごと の詳細	技術的差異の内容
3.38	保護クラス II (の機器)	3.38	JIS に同じ	追加	(の機器) を追加した。	定義が“機器”であるので機器で あることを明確にするように追加 した。	定義が“機器”であるので機器で あることを明確にするように追加 した。
3.39	保護クラス III (の機器)	3.39	JIS に同じ	追加	(の機器) を追加した。	定義が“機器”であるので機器で あることを明確にするように追加 した。	定義が“機器”であるので機器で あることを明確にするように追加 した。
3.49	ルーチン試験	3.49	JIS に同じ	追加	注記を追加した。	半導体電力変換装置の国際規格 <b>IEC 60746-1</b> に対応した国内規格 では“常規試験”としているので 注記を追加した。	半導体電力変換装置の国際規格 <b>IEC 60746-1</b> に対応した国内規格 では“常規試験”としているので 注記を追加した。
3.58	システム	3.58	JIS に同じ	追加	“系統”を“システム”と表記する ことを追加した。	日本語では“系統”という用語も あるが、システムの一つであり国 際規格に合わせて“システム”と 表記することにした。	日本語では“系統”という用語も あるが、システムの一つであり国 際規格に合わせて“システム”と 表記することにした。
4.3.1	一般事項	4.3.1	JIS に同じ	変更	注記2の“その地域の設備規定”を 電気設備に関する技術基準を定める 省令及び“電気設備の技術基準の 解釈”に変更した。	我が国での設備規定は電気設備に 関する技術基準を定める省令及び “電気設備の技術基準の解釈”で あるので明記した。	我が国での設備規定は電気設備に 関する技術基準を定める省令及び “電気設備の技術基準の解釈”で あるので明記した。
				追加	本文の国内規定の説明として注記5 を追加した。	我が国での国内規定は電気設備の 技術基準の省令とその解釈及び電 気用品の技術基準の省令とその解 釈であるので説明を追記した。	我が国での国内規定は電気設備の 技術基準の省令とその解釈及び電 気用品の技術基準の省令とその解 釈であるので説明を追記した。
				追加	注記6を追加し、国際規格の注記5 を注記7とした。	“電気設備の技術基準の解釈”的 に接觸可能な内容と電気 用品の技術基準における接觸可能 な内容とが異なるため参考情 報として記載した。	“電気設備の技術基準の解釈”的 に接觸可能な内容と電気 用品の技術基準における接觸可能 な内容とが異なるため参考情 報として記載した。
4.4.2.2.3	DVC に対する動作電圧限度値	4.4.2.2.3	JIS に同じ	追加	注記2を追加し、電気用品の技術基 準における接觸可能でよい内容を 記載した。	この規格の接觸可能の内容と電気 用品の技術基準における接觸可能 な内容とが異なるため参考情 報として記載した。	この規格の接觸可能の内容と電気 用品の技術基準における接觸可能 な内容とが異なるため参考情 報として記載した。

(I) JIS の規定		(II) 國際規格 番号		(III) 國際規格の規定 の記述及びその内容		(IV) JIS と國際規格との技術的差異の箇条ごと の記述及びその内容		(V) JIS と国際規格との技術的差異の箇条ごと の理由及び今後の対策	
箇条番号 及び題名	内容	箇条番号	内容	箇条ごと の記述	技術的差異の内容	箇条番号	内容	箇条ごと の記述	技術的差異の内容
4.4.3.5	電圧制限による保護	4.4.3.5	JIS にはほぼ同じ	手段の例が A.2, A.3 及び A.4 となつていてが A.3 を削除した。	A.3 の例は保護インピーダンスによる保護で電圧制限ではないため削除した。IEC 規格の誤記。改正時に申し入れる。	表 9	JIS に同じ	追加	注記を追加した。
4.4.7.1.4	接地系統	4.4.7.1.4	JIS に同じ			表 9	JIS に同じ	追加	注記を追加した。 注 <sup>b)</sup> を追加し、元の注 <sup>a)</sup> を注 <sup>c)</sup> として記載した。
4.4.7.1.5	表 9					4.4.7.5.1	JIS に同じ	変更	JIS C 60664-1 において我が国の單相 100 V 又は 100-200 V の場合は表 9 の 150 V のシステム電圧の欄を参照することになつていてので誤解のないようにした。 電圧範囲はシステム電圧の欄の下に記載されていたが注 <sup>d)</sup> に移動した。
4.4.7.4.1	表 10	表 10	JIS に同じ	変更	注を左上から順にアルファベット順とした。	4.4.8	JIS に同じ	変更	JIS C 2134:2007 の参照箇条を 6.2 から 11.に変更した。
4.4.7.5.1	絶縁材料グループ	4.4.7.5.1	JIS に同じ			4.4.8	JIS に同じ	追加	注記 2 及び注記 3 を追加した。
4.4.8	漏電保護デバイス (RCD) の適合性					JIS にはほぼ同じ	変更		参照箇条を 6.3.7.4 から 6.3.7.5 に変更した。
4.6.3.2	きょう体材料の燃焼性:	4.6.3.2	JIS にはほぼ同じ	追加	“関連 IEC 規格”に “JIS 又は”を追加した。				IEC 規格の誤記。改正時に修正を申し入れる。
									我が国では JIS も関連するため記した。

(I) JIS の規定		(II) 國際規格 番号		(III) 國際規格の規定 の記述及びその内容		(IV) JIS と國際規格との技術的差異の箇条ごと の記述及び今後の対策	
箇条番号 及び題名	内容	箇条番号	内容	箇条ごと の記述	技術的差異の内容		
4.6.4	表 14	表 14	JIS にはほぼ同じ	変更 JIS に(ほぼ)同じ	他の JIS との整合のため <b>JIS C 4003</b> においてクラス 220 (R) の上はクラス 250 であり 240 ではない。 <b>IEC</b> 規格の誤記であるので改正時に申し入れる。		
4.9	表 18	表 18		変更 JIS に(ほぼ)同じ	絶縁システムの耐熱クラスの表記を <b>JIS C 4003</b> に合わせ、耐熱クラス 105 (A) のように温度で表示し記号を括弧付きとした。 クラス 240 (S) をクラス 250 (S) に変更した。		
5.2.3.2	表 25 インパルス電圧試験	5.2.3.2	JIS に同じ	変更 IEC 61180-1:1992 を最新の IEC 61180:2016 に変更した。	注の <sup>a)</sup> , <sup>b)</sup> , <sup>c)</sup> の順序を入れ替えた。 IEC 61180-1:1992 は廃止され IEC 61180:2016 になつてゐるため。		
5.2.3.4.2	表 26 試験電圧の値及び種類	表 25	JIS に同じ	追加 注記 3 を追加した。	<b>JIS C 60664-1</b> において我が国の単相 100 V 又は 100-200 V の場合は表 25 の 150 V の対地電圧の欄を参照することになつてゐるので誤解のないようにした。		
5.2.3.4.2	表 26, 表 27 試験電圧の値及び種類	5.2.3.4.2	JIS に同じ	変更 “4.4.3 に従つた強化保護”を“4.4.5 に従つた強化保護”に変更した。	IEC 規格の誤記。改正時に提案する。		
5.2.3.7	接触電流測定試験(形式試験)	表 26	JIS に同じ	追加 注記を追加した。	<b>JIS C 60664-1</b> において我が国の単相 100 V 又は 100-200 V の場合は表 26 の 150 V の対地電圧の欄を参照することになつてゐるので誤解のないようにした。		
		5.2.3.7	JIS に同じ	追加 注記を追加した。	IEC 61180-1:1992 は廃止され IEC 61180:2016 になつてゐるため。		
					我が国の三相電力系統はデルタ結線が多く、三相 3 線で非接地系統のため、デルタ結線の非接地系統を注記に記載した。		

(I) JIS の規定		(II) 國際規格 番号		(III) 國際規格の規定 の記述及びその内容		(IV) JIS と國際規格との技術的差異の箇条ごと の記述及びその内容		(V) JIS と国際規格との技術的差異の箇条ごと の理由及び今後の対策	
箇条番号 及び題名	内容	箇条番号	内容	箇条ごと の記述	技術的差異の内容	箇条番号	内容	箇条番号を記載しやすくし た。	IEC 規格の記述。改正時に提案す る。
5.2.4.10.2	表 37	表 37	JIS に同じ	変更	注 <sup>a)</sup> の推定短絡電流の参照先を 3.70 から 3.35 に変更した。	IEC 規格の記述。改正時に提案す る。	IEC 規格の記述。改正時に提案す る。	IEC 規格の記述。改正時に提案す る。	IEC 規格の記述。改正時に提案す る。
5.2.6.3.1	表 31	表 31	JIS に同じ	追加	温度の確度欄の参照規格の箇条番 号 6.2 を追記した。	IEC 規格の記述。改正時に提案す る。	IEC 規格の記述。改正時に提案す る。	IEC 規格の記述。改正時に提案す る。	IEC 規格の記述。改正時に提案す る。
5.2.6.3.2	表 32	表 32	JIS に同じ	変更	温度の確度欄、湿度の確度欄の参照 規格の箇条番号を 4.2 とした。	IEC 規格の記述。改正時に提案す る。	IEC 規格の記述。改正時に提案す る。	IEC 規格の記述。改正時に提案す る。	IEC 規格の記述。改正時に提案す る。
6.3.7.4	接触電流の表示	6.3.7.4	JIS に同じ	追加	本文の国内規定の説明として注記 を追加した。	IEC 規格の記述。改正時に提案す る。	IEC 規格の記述。改正時に提案す る。	IEC 規格の記述。改正時に提案す る。	IEC 規格の記述。改正時に提案す る。
6.3.7.5	漏電保護デバイス (RCD) 適合性の表示	6.3.7.5	JIS に同じ	追加	注記に B 形 RCD が設置できない場 合の内容を追加した。	IEC 規格の記述。改正時に提案す る。	IEC 規格の記述。改正時に提案す る。	IEC 規格の記述。改正時に提案す る。	IEC 規格の記述。改正時に提案す る。
附屬書 A (規定)	図 A.2	図 A.2	JIS にほぼ同じ	変更	2 線の記載を 1 線に変更し、電圧 $U_1$ を大地から 1 線への電圧に表記 を変更した。 $U_1$ の説明にある（接地又は非接地） を削除した。	IEC 規格の記述。改正時に提案す る。	IEC 規格の記述。改正時に提案す る。	IEC 規格の記述。改正時に提案す る。	IEC 規格の記述。改正時に提案す る。
図 A.3	図 A.3	図 A.3	JIS にほぼ同じ	変更	下側の線を大地に接続し、電圧 $U_1$ 及び $U_2$ は接地した線からそれぞれ の箇所への電圧として矢印の向き を反対にした。	IEC 規格の記述。改正時に提案す る。	IEC 規格の記述。改正時に提案す る。	IEC 規格の記述。改正時に提案す る。	IEC 規格の記述。改正時に提案す る。

(I) JIS の規定		(II) 國際規格 番号		(III) 國際規格の規定 の記述及びその内容		(IV) JIS と國際規格との技術的差異の箇条ごと の記述及び今後の対策	
箇条番号 及び題名 (規定)	内容	箇条番号 表 A.4	内容	箇条ごと の記述	技術的差異の内容	IEC 規格の誤記。改正時に提案する。	
附属書 A (規定)	表 A.4	表 A.4	JIS にはほぼ同じ	変更	行 3 のケース b 及びケース c の図が 表 A.4 の直前に記載の文章の内容 と異なるので、文章の内容に合わせ て修正した。	IEC 規格の誤記。改正時に提案する。	
附属書 C	表 C.1	表 C.1	JIS にはほぼ同じ	変更	注意の細分箇条の 6.3.7.2 を削除し 6.3.7.4 及び 6.3.7.5 を追加した。機 械接地端子の細分箇条に 6.3.7.3 を追加した。	IEC 規格の誤記。改正時に提案する。	
附属書 D (規定)	例 D.5 例 D.6 例 D.7 例 D.8 例 D.9 例 D.10 例 D.14	例 D.5 例 D.6 例 D.7 例 D.8 例 D.9 例 D.10 例 D.14	JIS にはほぼ同じ	追加	JIS C 60664-1 の類似図との違いを 注記で追加した。	共通規格に類似の図があるが細部 で違うがあるので罠同しないよう 追記を記載した。	
附属書 G (参考)	表 G.1	表 G.1	JIS にはほぼ同じ	追加	JIS の円形導体の標準断面積を追記 した。	我が国の標準である JIS の断面積 を参考に追記し利便性を高めた。	
附属書 H (参考)	RCD の直流電流に對 する動作特性の選択 H.1	H.1	JIS にはほぼ同じ	変更	箇条タイトルを直流電流に対する 動作特性の選択とした。 RCD の JIS である JIS C 8221 を追 加した。	箇条のタイトルの内容をより明確 にするために変更した。 RCD の JIS における選択規格を追 記した。また、注記で我が国の一 般的な RCD の形を記載した。	
H.2	図 H.2	図 H.2	JIS にはほぼ同じ	変更	No.6 の異常時の接地電流を修正 した。	単相なので 180 度の半波の繰り返 しとなり、三相の 2 相から流れれる ような電流にはならなかっため。 IEC 規格の誤記なので改正時に提 案する。	

(I) JIS の規定		(II) 國際規格の規定		(IV) JIS と國際規格との技術的差異の箇条ごとの記述及びその内容		(V) JIS と国際規格との技術的差異の箇条ごとの理由及び今後の対策	
箇条番号 (参考)	内容	箇条番号	内容	箇条ごとの記述	技術的差異の内容		
附属書 I (参考) 1.1	一般事項	1.1	JIS にほぼ同じ	変更	表 6 を表 9 に修正した。	IEC 規格の誤記。表 6 は感電保護ゴリとの関連はない。表 9 のインバ尔斯電圧が過電圧カテゴリに関するので修正した。IEC 規格の誤記なので改正時に申し入れる。	
		図 I.1	JIS にほぼ同じ	追加 変更	図のタイトルに OVC を追加した。 また、スイッチの絵を半導体に変更した。	図は OVC を説明したものなので タイトルに記載して明確化した。 スイッチは明らかにパワー半導体 デバイスを示しているので変更し た。	
		図 I.2					
		図 I.3					
		図 I.4					
		図 I.5					
		図 I.6					
		図 I.7					
		図 I.8					
		図 I.9					
		図 I.10					
		図 I.11					
		図 I.12					
		図 I.13					
		図 I.14					
		図 I.15					
附属書 K (参考)	表 K.1	図 K.1	JIS にほぼ同じ	変更	JIS C 6950-1 の表 J.1 に変更した。	表中の数値に誤記があるため。例 えば金及びプラチナと炭素との数 値が 0.5 と記載されているが、0.05 が正しい。	

(I) JIS の規定		(II) 國際規格 番号		(III) 國際規格の規定 の評価及びその内容		(IV) JIS と國際規格との技術的差異の箇条ごと の評価及び今後の対策	
箇条番号 及び題名 (参考)	内容	箇条番号	内容	箇条ごと の評価	技術的差異の内容	IEC 規格の誤記。本文では IEC 60990:1999 の図 4 となつてゐるが 記載されている図が同規格の図 4 になつていてないかった。IEC 規格の 誤記なので改正時に申し入れる。	
附属書 L (参考) N.4.1	図 L.1	図 L.1	IEC 60990:1999 の 図 4 に相当するも のに変更した。 R <sub>2</sub> , R <sub>3</sub> , C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> の部分が R <sub>1</sub> , C <sub>1</sub> と なつている。	IEC 60990:1999 の 変更	IEC 60990:1999 の図 4 に相当するも のに変更した。 R <sub>2</sub> , R <sub>3</sub> , C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> の部分が R <sub>1</sub> , C <sub>1</sub> と なつている。	IEC 規格の誤記。本文では IEC 60990:1999 の図 4 となつてゐるが 記載されている図が同規格の図 4 になつていてないかった。IEC 規格の 誤記なので改正時に申し入れる。	
附属書 N (参考)	図 N.7	図 N.7	JIS に同じ	追加	試験合格の判定の下矢印に Yes を 追加した。 “4.3 による I <sub>c</sub> 又は I <sub>cw</sub> の選択” の 左側及び右側の両方に I <sub>cw</sub> と記載さ れているが、左側は I <sub>c</sub> の誤りであ り、修正した。	IEC 規格の誤記。IEC 規格の改正 時に申し入れる。	

**JIS と国際規格との対応の程度の全体評価：(IEC 62477-1:2012, And.1:2016, MOD)**

**注記 1 箇条ごとの評価欄の用語の意味は、次による。**

- 削除 ..... 國際規格の規定項目又は規定内容を削除している。
- 追加 ..... 國際規格にない規定項目又は規定内容を追加している。
- 変更 ..... 國際規格の規定内容を変更している。

**注記 2 JIS と国際規格との対応の程度の全体評価欄の記号の意味は、次による。**

- MOD ..... 國際規格を修正している。

## JIS C 62477-1 : 2017

# 半導体電力変換システム及び装置に対する安全要求事項－ 第1部：一般事項 解 説

この解説は、規格に規定・記載した事柄を説明するもので、規格の一部ではない。

この解説は、日本規格協会が編集・発行するものであり、これに関する問合せ先は日本規格協会である。

### 1 制定の趣旨

パワーエレクトロニクスは、電力を有効活用するための手段として様々な分野で適用が拡大してきた。それとともに多くのパワーエレクトロニクス応用製品が市場に供給されるようになっている。それらの応用製品が安全に使用できることは重要な点であり、安全に関する要求事項を規格として標準化することは使用者、製造業者双方にとって非常に有益である。

IEC ではパワーエレクトロニクス製品群の安全規格 IEC 62477-1 “Safety requirements for power electronic converter systems and equipment—Part 1: General” が 2012 年に発行された。この IEC 62477-1 は、個別のパワーエレクトロニクス製品に対する安全規格の参考規格であり、かつ、個別の製品規格がないパワーエレクトロニクス製品の最低限の要求事項を示すものである。国際的にはこの IEC 62477-1 に対応することが必要になるので、我が国もこれに対応した JIS を早期に制定することが急務となった。

このような状況から、IEC 62477-1（以下、対応国際規格という。）を基にこの規格を制定することにした。

今回、一般社団法人電気学会は、JIS 原案作成委員会を組織して JIS 原案を作成した。

### 2 制定の経緯

一般社団法人日本電機工業会パワーエレクトロニクス技術専門委員会では、対応国際規格の委員会原稿段階から注目して JIS 化の準備作業を進めてきた。2012 年に対応国際規格の FDIS が発行されたことを機に、一般社団法人電気学会パワーエレクトロニクス部会を通じて一般財團法人日本規格協会の平成 26 年度 JIS 原案作成公募に申請し、2013 年 12 月に JIS 制定委員会、JIS 制定分科会を発足して原案作成作業を行った。2014 年 9 月に IEC 62477-1 に対する Amendment 1 の CDV が発行されることになり、これを取り込むべく JIS 制定委員会及び JIS 制定分科会の期間を 2015 年 10 月まで延長した。IEC において CDV は可決されたことから期間内に FDIS が発行される見込みであったが、2015 年 10 月の IEC 会議で CDV に技術的変更を加えた CDV2 が発行されることに変更となった。CDV 段階の Amendment 1 を取り込んだ状態で発行する案もあったが、その後に発行される IEC 62477-2 “Safety requirements for power electronic converter systems and equipment—Part 2: Power electronic converters from 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c. up to 36 kV a.c. or 54 kV d.c.” との整合を考えると Amendment 1 の FDIS を取り込むべきと考え、JIS 制定委員会及び JIS 制定分科会の期間を 2016 年 10 月まで更に延長を行った。しかし、CDV2 の主たる変更である短絡電流期間に関して早期決着の見込みが得られないとの理由から、IEC の対応が CDV の技術的内容に戻して FDIS を発

### 解 1

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されています。

2019年7月1日の法改正により名称が変わりました。

まえがきを除き、本規格中の「日本工業規格」を「日本産業規格」に読み替えてください。

行することに方針が変更され、2016年7月に **Amendment 1** を含む IEC 62477-1 が発行された。このような経緯からこの規格は **Amendment 1** の内容を網羅したものとなっている。

### 3 審議中に特に問題となった事項

国内の電気設備の技術基準の解釈には、第3条～第217条による従来から使用されている基準（以下、在来規定という。）及び第218条による **JIS C 60364** 規格群（IEC 60364 規格群整合）に基づく基準がある。一方、対応国際規格は、IEC 60364 規格群に従っている。この規格原案の審議中に、在来規定に従った漏電遮断器（以下、RCD という。）では対応国際規格に基づく記載内容に合致しないことが判明した。

IEC 60364 規格群に従う RCD には、AC 形、A 形、B 形などの種類がある。AC 形は交流電流の漏えい電流を想定したもので直流電流の重畳は考慮されていない。A 形は交流電流に 6 mA までの直流電流の重畠を許容するものとなっている。B 形は交流電流に加えて直流の漏えい電流に対しても検出するものとなっている。この規格での半導体電力変換システム（以下、PECS という。）への規定は、A 形又は B 形の RCD を使用することを想定している。しかし、在来規定による RCD は AC 形に相当し、PECS への規定が在来規定による RCD と整合がとれないという問題があった。

また、JISにおいて配線用遮断器及び漏電遮断器は、JIS C 8201-2-1:2011 の附属書 1、JIS C 8201-2-2:2011 の附属書 1、JIS C 8211:2004 の附属書 1、JIS C 8221:2004 の附属書 1 及び JIS C 8222:2004 の附属書 1 で **JIS C 60364** に整合する RCD が規定され AC 形及び A 形が規定されている。しかし、B 形は JIS にもまだ規定されていないことも判明した。

審議の結果、この規格において、感電に対する保護は基本保護及び故障保護を行うことになっている。これらの保護に加えて RCD を使用することがあるとして RCD の適合性に関する規定がある。PECS 自身は RCD を必須としてはいないが、PECS の上位に RCD があった場合に影響を及ぼす場合がある。このため、この規格の **4.4.8** (RCD の適合性) の規定は対応国際規格と一致したものとしたが、A 形又は B 形が必要になること、及び在来規定による RCD は直流電流成分を含む漏電電流に対する動作が規定されていないことを注記で記載し、設備の設計及び設置に当たって注意が必要であるとの情報提供を行うことにした。

### 4 適用範囲について

この規格は、定格電圧が交流 1 000 V 以下又は直流 1 500 V 以下の PECS 及び装置、並びにそれらに用いられる半導体電力変換及び半導体電力開閉のためのコンポーネントについて規定した。電力変換を主目的として、それらに用いられる制御、保護、監視及び計測の機器にも適用できる。また、この規格は、電気通信装置の電源装置以外の部分、**JIS C 0508** 規格群などで規定している機能安全、鉄道及び電気自動車の電気装置及びシステムには適用されない。

この規格は、低圧のパワーエレクトロニクス装置を対象としており、我が国での低圧は交流 600 V 以下、直流 750 V 以下であるが、国際規格との整合の観点から IEC 規格どおりの電圧範囲を適用範囲とした。

我が国では、電気設備の技術基準の解釈の第3条～第217条に基づく従来から使用されている基準による電気設備（以下、在来規定対応電気設備という。）及び第218条に基づく **IEC 60364 (JIS C 60364)** 規格群による電気設備（以下、**JIS C 60364** 対応電気設備という。）がある。この PECS の安全規格の対応国際規格は、IEC 60364 規格群における電気設備を想定したものになっている。この規格を適用するに当たっては対応国際規格が想定している設備、すなわち、**JIS C 60364** 対応電気設備であることが望ましいので注記 2 として記載した。在来規定対応電気設備に設置する場合は、在来電気設備規定との整合性を確認する

必要があるので合わせて記載した。

## 5 規定項目の内容

規定項目は、次のとおりである。

- a) 我が国の在来規定及び JIS C 60364 規格群によって異なる規格になる部品 我が国では、電気設備の技術基準の解釈の第3条～第217条の在来規定及び第218条による JIS C 60364 規格群による規定がある。この二つの基準で異なる規格となるものの代表には電線、配線用遮断器及び漏電遮断器がある。次の解説表1にそれぞれの基準に対応した規格を示す。IEC 規格との整合の観点から、継続して見直しが図られているので最新の情報を参照することが望まれる。

解説表1－国内の在来規定と JIS C 60364 規格群との比較

対象	JIS C 60364 規格群対応	在来規定対応
電線	<p>JIS C 3362:2009 600 V 架橋ポリエチレン絶縁電線 (IEC 仕様)</p> <p>JIS C 3662 規格群 定格電圧 450/750 V 以下の塩化ビニル絶縁ケーブル</p> <p>JIS C 3663 規格群 定格電圧 450/750 V 以下のゴム絶縁ケーブル</p> <p>JIS C 3667:2008 定格 1 kV～30 kV の押出絶縁電力ケーブル及び その附属品一定格電圧 0.6/1 kV のケーブル</p>	<p>JIS C 3301:2000 ゴムコード</p> <p>JIS C 3306:2000 ビニルコード</p> <p>JIS C 3307:2000 600 V ビニル絶縁電線(IV)</p> <p>JIS C 3312:2000 600 V ビニル絶縁ビニルキャブタイヤケーブル</p> <p>JIS C 3316:2008 電気機器用ビニル絶縁電線</p> <p>JIS C 3317:2000 600 V 二種ビニル絶縁電線 (HIV)</p> <p>JIS C 3323:2012 600 V けい素ゴム絶縁電線</p> <p>JIS C 3342:2012 600 V ビニル絶縁ビニルシースケーブル (VV)</p> <p>JIS C 3404:2000 溶接用ケーブル</p> <p>JIS C 3408:2014 エレベータ用ケーブル</p> <p>JIS C 3605:2002 600 V ポリエチレンケーブル</p>
配線用遮断器 漏電遮断器	<p>JIS C 8201-2-1:2011 附属書1 低圧開閉装置及び制御装置－第2-1部：回路遮断器（配線用遮断器及びその他の遮断器）</p> <p>JIS C 8201-2-2:2011 附属書1 低圧開閉装置及び制御装置－第2-2部：漏電遮断器</p> <p>JIS C 8211:2004 附属書1 住宅及び類似設備用配線用遮断器</p> <p>JIS C 8221:2004 附属書1 住宅及び類似設備用漏電遮断器－過電流保護装置なし (RCCBs)</p> <p>JIS C 8222:2004 附属書1 住宅及び類似設備用漏電遮断器－過電流保護装置付き (RCBOs)</p>	<p>JIS C 8201-2-1:2011 附属書2 低圧開閉装置及び制御装置－第2-1部：回路遮断器（配線用遮断器及びその他の遮断器）</p> <p>JIS C 8201-2-2:2011 附属書2 低圧開閉装置及び制御装置－第2-2部：漏電遮断器</p> <p>JIS C 8211:2004 附属書2 住宅及び類似設備用配線用遮断器</p> <p>JIS C 8221:2004 附属書2 住宅及び類似設備用漏電遮断器－過電流保護装置なし (RCCBs)</p> <p>JIS C 8222:2004 附属書2 住宅及び類似設備用漏電遮断器－過電流保護装置付き (RCBOs)</p>

## b) 用語及び定義（箇条3）

- 1) 機器に関する用語 対応国際規格で使われている PECS の全体又は部分を指す用語に対応する日本語は、この規格において次を用いた。
  - 設備 (installation) PECS を含むシステム全体を指し “設備”とした。本文中で “installation” を設置の意味で用いている箇所もあり、前後から判断して “設備” 及び “設置” を使い分けた。
  - 機器 (equipment) “半導体電力変換装置” というように “装置” が一般的な場合、及び規格名称、規格などを引用している部分を除いて “機器” に統一した。
  - システム (system) 用語の定義で “相互に関連した、及び／又は相互に接続された独立した要素の集合体” と定義している。
  - サブシステム (sub system) それ自身で一つの機能を構成する、システムを構成する部分。複数のサブシステムでシステムを構成する場合もある。
  - アセンブリ (assembly) 組み立てられた構造体を意味している。
  - サブアセンブリ (sub-assembly) 部品又はコンポーネントの組立品でアセンブリを構成する一部分を意味する。“組立品” では範囲が分からぬため “サブアセンブリ” とした。
  - ユニット (unit) 機能はシステムの一部を構成するが、独立した構造体となっているもの。
  - コンポーネント (component) 一般的には “部品” としているが、“parts” も “部品” であるため区別のために、“component” は “コンポーネント” とした。
  - デバイス (device) ヒューズ、過電流継電器など日本語の “器具” に相当するものとして使っている部分及び “semiconductor device” 又は PECS の定義では “device or part” のように、“器具” ではなく “半導体デバイス” 若しくは “機器” として使っている部分がある。対応国際規格における同一用語を日本語では異なる用語にした場合の判別の難しさと、一律に “器具” とするのも難しいため “デバイス” と表現することにした。
  - 部品 (parts)。
- 2) 人に関する用語 対応国際規格で使われている人に関する用語に対応する日本語は、この規格において次を用いた。
  - 使用者 (user)
  - 操作者 (operator)
  - 保守担当者 (service person)
  - 設置業者 (installer)
  - 製造業者 (manufacturer)
  - システムインテグレータ。システムの設計・施工者 (system integrator)。
  - 供給業者、機器を供給する業者で製造業者とは限らない (supplier)。
  - 輸入業者 (importer)
  - 組立業者、設置業者と区別されており、設置場所で機器を組み立てる人 (machine builder)。  
対応国際規格の次回改正時に上記の整理ができるか提案する。対応国際規格では customer を使っている部分があるが、この規格では使用者に含めた。
- 3) きょう体 (3.12) “enclosure” に対して JIS C 0365:2007 では “エンクロージャ”，JIS C 0920:2003 では “外郭” としているが半導体電力変換システムでは “きょう体” と呼ぶことが多いため、“きょう体” とした。無停電電源装置 (UPS) の規格 JIS C 4411-1:2015 の 3.10 において “エンクロージャ” としている。これは、UPS と関連の深い情報機器の安全規格 JIS C 6950-1:2014 に基づいたものである。

る。可変速駆動装置（PDS）の規格 **JIS C 4421:2008** の **3.3.4**において，“enclosure port”はきょう体ポートとしており“きょう体”を用いている。半導体電力変換システム機器として統一することが望ましいが、機器の規模の違いもあるので、それぞれの規格の次回改正時に検討することとした。

- 4) **危険充電部の定義 (3.20)** **JIS C 0365:2007** の **3.5**の危険充電部の定義である，“ある条件のもとで、傷害を及ぼす感電を生じるおそれがある充電部”の文章を修正して定義した。
- 5) **充電部の定義 (3.22)** **JIS C 0365:2007** の **3.4**の充電部の定義である，“通常の使用において課電することを目的とした導体又は導電性部分”的文章を修正して定義した。
- 6) **可触導電性部分の補足説明 (3.37)** 保護クラスの定義にある“accessible conductive part”を“可触導電性部分”と表記し、接触できる導電性の部分とした。**JIS C 9335-1:2014**（家庭用及びこれに類する電気機器の安全性－第1部：通則）の**3.6.3**において“accessible part”に相当する日本語を“可触部分”として定義しており、**JIS C 61558-1:2008**（変圧器、電源装置、リアクトル及びこれに類する装置の安全性－第1部：通則及び試験）においても用いていることから，“可触”という用語を用いた。この規格の適用範囲が、低圧であるので接触することを危険とみなすことができる。
- なお、高圧の場合は、接触しなくとも接近するだけで危険となるので、**IEC 62477-2**の**JIS化**では“可触”が適切かの検討が必要である。
- 7) **ルーチン試験の名称 (3.49)** **IEC 60146-1-1**に対応する国内規格 **JEC 2410**（半導体電力変換装置）では“常規試験”としているため注記に記載した。

c) **危険防止措置 (箇条 4)**

- 1) **複数の保護デバイスの設置 (4.3.4)** この規格において，“対象負荷への電源線の2極以上で、手動で交換又は故障復帰が必要な保護デバイスを用いるときは、それらのデバイスは一つにまとめて設置する。”と規定されている。電源線の2極以上で保護デバイスを用いる場合であるので、ここでいう複数の保護デバイスとは電源線の各極に用いる保護デバイスを指している。例えば、三相の各相に挿入する3個の保護デバイスを1か所にまとめて設置することが規定の意味している内容である。
- 2) **DVC As の補足説明 (4.4.2.2)** 接触可能な回路の定常状態の電圧限度値は、安全な判定電圧クラス (DVC As) の選定によって決定される。安全な判定電圧クラスの選定及びそのクラスの電圧限度値は、次によって選定される。

製品の性質によって接触する人体の状態が決定される。人体の状態とは、**表 3**の接触部位（指先、手及び身体部分）及び**表 4**の皮膚状態（乾燥、水による湿潤及び塩水による湿潤）が選定される。接触したときの人体の反応も、製品の性質を考慮して決定される。心室細動を発生させない状態としたときは、**表 2**で選定した人体の接触部位と皮膚との状態に該当する欄に記載されたDVCがDVC Asとなる。例えば、接触部位が手で、かつ、皮膚状態が乾燥している場合、DVC AがDVC Asとなる。また、接触部位が指先で、かつ、皮膚状態が塩水ぬれしている場合、DVC A2がDVC Asである。これらのクラスに対する電圧限度値は、**表 5**から選定し、DVC AsがDVC Aの場合は、交流電圧（実効値）30 V及び直流電圧60 Vであり、DVC AsがDVC A2の場合は、交流（実効値）電圧12 V及び直流電圧28 Vである。

製品の性質によって心室細動ではなく、より軽い反応である驚がく反応とする必要がある場合は、**表 A.3**に基づき対応する DVC が求められる。この人体反応に対しては、接触部位が手で、かつ、皮膚状態が乾燥の場合でも、接触部位が指先で、かつ、皮膚状態が塩水ぬれの場合でも DVC As は選定することはできず基本保護が必要になる。接触部位が指先で、かつ、皮膚状態が水ぬれの場合、DVC A1 が DVC As となり、この DVC As に対する電圧限度値は交流電圧（実効値）8 V 及び直流電

圧 22 V となる。

なお、DVC As として選定した DVC Ax よりも高い電圧の DVC Ax は、DVC B として扱い接触可能な電圧として認めていない。例えば、DVC A2 が DVC As となった場合は、DVC A3 及び DVC A は DVC B として扱う必要があり、保護が必要になる。どのような保護が必要になるかは、表 6 に示されている。基本保護は、加えて故障保護を行う必要がある。また、基本保護を行う部分に対しては、4.4.3.4 の接触電流及び電荷の制限による保護対策及び 4.4.3.5 の電圧制限による保護を行うことも検討が必要である。

3) **動作電圧の限度値の補足説明 (4.4.2.2.3)** 電気用品の技術上の基準を定める省令の解釈では、“構造上充電部を露出して使用することがやむを得ない器具の場合に、絶縁変圧器に接続された二次側の回路の対地電圧及び線間電圧が、交流にあっては 30 V 以下又は直流にあっては 45 V 以下のもの”は充電部の露出が許容されている。表 5 の値とは異なるので、参考のために注記 2 を追加して記載した。

4) **接触電流及び電荷の制限による保護の補足説明 (4.4.3.4)** JIS C 0365:2007 では、人に対する許容接触電流及び電荷は、次の値を指針としている。

- 同時に接近可能な導電性部分間に流れる定常電流は、 $2\,000\,\Omega$  の純抵抗を通して流れる定常電流で知覚のいき（閾）値の交流 0.5 mA 以下又は直流 2 mA 以下の値が望ましい。
- 痛覚のいき（閾）値の交流 3.5 mA 又は直流 10 mA を超えない値を規定してもよい。
- 同時に接近可能な導電性部分間に作用する蓄積電荷は、 $0.5\,\mu\text{C}$  [知覚のいき（閾）値] 以下が、望ましい。また、電荷の値は、 $50\,\mu\text{C}$  [痛覚のいき（閾）値] を規定してもよい。
- 定常交流電流についての制限値は、15 Hz～100 Hz の間の周波数をもつ正弦波電流について示す。

この規格では、対応国際規格の内容どおりとして、接触電流の制限は交流 3.5 mA 又は直流 10 mA としている。この値は、痛覚のいき（閾）値に当たる。注記 2 でこの規格を引用規格として用いる製品専門委員会が接触電流として検討してもよいと記載された“交流 0.5 mA 及び直流 2 mA”は、知覚のいき（閾）値を意味している。製品の性質によって適切な値を選定することが望ましい。

5) **保護等電位ボンディングの電気的接続の補足説明 (4.4.4.2.1)** この規格では、“保護等電位ボンディング回路の電気的接続は、絶縁物に収縮又はゆがみが発生しても金属部品の弾性によって接触圧が確実に得られるようにしていなければ、絶縁物を通して接触圧を得ることがない設計を行わなければならない。”と規定した。これは、一般に絶縁物は経年変化で収縮するものがあり、収縮した場合に電気的接続の接触圧が失われ、保護等電位ボンディングの接続が維持できないためである。

6) **電源接地システムの補足説明 (4.4.7.1.4)** TN 系統には、中性線と保護導体との配列に応じて TN-S 系統、TN-C-S 系統及び TN-C 系統の 3 種類があると記載されているが、次に補足として内容を記載する。詳細は JIS C 60364-1:2010 に説明されている。

6.1) **TN-S 系統** 系統の全体にわたって中性線と保護導体とを別々に接続する。電源の 1 線を接地して、電源の接地された 1 線と保護導体とが別に配線される場合、中性線がない三相で保護導体が配線される場合も TN-S 系統である。

6.2) **TN-C-S 系統** 系統の一部分で中性線と保護導体との機能を一つの導体で兼用する方式。兼用した導体を PEN 導体と称し、PEN 導体が設備の中で中性線と保護導体とに分離した場合、及び設備の源点で中性線と保護導体とに分離した場合がある。

6.3) **TN-C 系統** TN-C 系統は、系統の全体にわたって中性線と保護導体との機能を一つの導体で兼用

する方式である。

- 7) システム電圧及び短時間過電圧の補足説明 (4.4.7.1.5 及び表 9) 我が国における一般的な低圧交流配電系統は単相 2 線式 100 V, 単相 3 線式 100-200 V, 三相 3 線式非接地 200 V である。

JIS C 60664-1:2009 の附属書 B に給電系統の公称電圧が記載されている。我が国で実施されている単相 2 線式 100 V, 単相 3 線式 100-200 V は JIS C 60664-1:2009 の表 B.1 によって対地電圧 150 V のクラスを選択し, そのクラスのインパルス電圧を選定するように JIS C 60664-1:2009 の表 F.1 に記載されている。このため表 9 に注記として, 日本国内での単相 2 線式 100 V 及び単相 3 線式 100-200 V でのシステム電圧は, 150 V の行で決定することを明記した。

短時間過電圧は, 高圧系統における地絡故障によって起こるもので, JIS C 60364-4-44:2011 に高圧系統の地絡故障時間中の低圧系統の過電圧の説明並びに電圧の大きさ及び継続時間が記載されている。JIS C 60364-4-44:2011において低圧電気設備の電圧は, 5秒以下の継続時間ではシステム電圧 + 1 200 V を超えてはならないことになっており, 低圧系統として短時間過電圧はシステム電圧 + 1 200 V を超えないように設計される。低圧電源系統に直接接続される機器は, この短時間過電圧を絶縁に考慮する必要がある。

表 9 からシステム電圧が決まると, 1 200 V を加えた短時間過電圧が決定される。電圧試験では, 短時間過電圧に等しい電圧の耐電圧試験を実施するように規定している。システム電圧 150 V での短時間過電圧は 1 350 V となり, これが耐電圧試験での試験電圧となる。この試験電圧値は IEC 60146-1-1 の国内規格である JEC 2410:2010 と一致している。したがって, この規格を適用することで短時間過電圧に相当する耐電圧試験を実施することになるが試験電圧値として既存の規格よりも厳しくなることはない。

- 8) 漏電保護デバイス (RCD) の適合性の補足説明 (4.4.8) JIS C 8201-2-2:2011 の附属書 1, JIS C

8221:2004 の附属書 1 及び JIS C 8222:2004 の附属書 1 では, JIS C 60364 規格群による電気設備に設置する漏電遮断器を規定しており, A 形と AC 形がある。A 形は正弦波交流漏電電流及び脈流漏電電流に対する動作が保証されており, 漏電電流に 6 mA までの直流電流成分を含むことが許容されている。一方, AC 形は正弦波交流電流だけの漏電電流に対するものである。

タイプ A プラグ接続形の保護接地導体に流れる直流電流を 6 mA に制限するのは, A 形の漏電遮断器に影響を及ぼさないことを意図している。AC 形の漏電遮断器の場合は, 6 mA であっても直流電流の重畳に対して動作が保証されていないので適さない。したがって, この PECS の上流側に設置される RCD は, A 形又は B 形である必要があるので注記 2 を追加して記載した。

在来規定対応電気設備で使用されている漏電遮断器は, JIS C 8201-2-2:2011 の附属書 2, JIS C 8221:2004 の附属書 2 及び JIS C 8222:2004 の附属書 2 によるものであり, 直流電流成分を含む漏電電流への対応が規定されていない。この漏電遮断器は, 上記の AC 形に相当する。したがって, 在来規定対応電気設備での RCD には, 直流電流成分を含む漏電電流が流れると影響を及ぼす可能性があるため注記 3 で相違を明記した。

B 形の RCD は現状は JIS で規定されていないが, 将来は規定されるものと考え B 形の記載は残した。

- 9) コンデンサの残留電圧に関する補足説明 (4.4.9 及び 4.5) コンデンサの残留電圧に関しては, 4.4.9 及び 4.5 に配慮する必要がある。

4.4.9 では電圧が DVC As 未満となる, 又は電荷が 50 μC 未満となるまでの時間を, プラグ接続形機器では 1 秒を超えてはならない, 及び恒久接続形機器では 5 秒を超えてはならないと規定している。

る。しかし、プラグ接続形機器で1秒を超える場合は、保護階級をIPXXBとすること、また、プラグ接続形機器又は恒久接続形機器でも上記の放電時間を満たすことができない場合は、工具又は鍵を使用しないと接触できないように施し、かつ、**6.5.2** の情報及び表示を行うことになっている。DVC Asの電圧は、解説の箇条**5c) 2)** に記載されている内容に基づき決定する。

**4.5** では、残留エネルギーが危険エネルギーレベル以上のときには誤って接触することがないようにバリア、安全カバーなどを用いることが規定されている。危険エネルギーのレベルは、コンデンサでは2V以上で、かつ、コンデンサのエネルギー ( $0.5CU^2$ ) が20Jを超える場合と規定されている。コンデンサの静電容量Cによって、 $20\text{J}=0.5CU^2$ から計算される電圧Uが危険エネルギーとなる電圧である。例えば、コンデンサの静電容量が100mFの場合で20V、10mFの場合で63Vと計算される。

- 10) 内部材料及びコンポーネントの最高温度の補足説明 (4.6.4 及び表14)** 対応国際規格では、絶縁システムの耐熱クラスをClass A(105)というように文字で記載し温度を括弧付きで表現しているが、**JIS C 4003:2010**(電気絶縁—熱的耐久性評価及び呼び方)の表1ではクラス105(A)のように温度で表示し括弧付きで指定文字を表記していることから、**JIS C 4003:2010**に合わせた表記方法とした。

**JIS C 4003:2010**において、220°Cの上のクラスは240°Cではなく250°Cである。**表14**のクラス240°Cは、250°Cの誤記であるので修正した。

**表14**の注<sup>e)</sup>に記載の製品群安全規格**JIS C 61558-1:2008**の表1では、巻線温度はH種絶縁まで記載があり、その本文の記載から、この表1の値は抵抗法によるものである。**JIS C 61558-1:2008**の表1及びこの規格の表14の抵抗法の温度は一致している。**JIS C 61558-2-16:2012**の箇条14において、“熱電対による温度測定の場合、巻線温度に対する**JIS C 61558-1**の表1の最大値を10°C減じなければならない。”と規定されている。この規格の表14の熱電対法の欄の温度も抵抗法の値から10°C減じた値が記載されている。**JIS C 61558-2-16:2012**では“熱電対は、組み込んだ変圧器の可触表面だけに取り付けなければならない。”としており、この規格の表14も熱電対法の温度は表面に取り付けた熱電対の温度限度を示しているもので、巻線と一緒に巻き込んだ熱電対の最高温度ではない。

なお、**JIS C 61558-2-16:2012**の箇条14の注記では、“熱電対は、巻線と一緒に巻き込まないほうがよい。”と記載されている。

- 11) 複数の電源をもつ機器の差込み間違いに対する補足説明 (4.8)** 複数の電源をもつ機器で複数の電源の接続間違いによる危険に対する配慮を規定している。1項目の“異なった回路に対して分離した別個の接続手段をもつ。”は、複数の電源の接続が1か所の端子台接続である場合には誤接続しやすいので、端子台を別々に設けたり、離したり、配置を工夫することを行うように規定している。2項目の“プラグを用いる場合には、差込みを間違うと危険が生じるおそれがあるとき、電源プラグは互換性があつてはならない。”は、プラグの場合には使用者が容易に接続を外すことが可能なため特に規定していると考えられる。プラグの形状を変えたものにして、間違った場所にはプラグが接続できないようにすることを規定している。端子台でのケーブル接続の場合は1項目だけの規定となるが、端子台接続についても使用者の誤接続防止のために間違った接続をしようとしても接続できないような配慮がされていることが望ましい。

なお、誤接続による極性間違いについては、**4.11.5**に規定した。

- 12) UV(紫外線)耐性の補足説明 (4.9)** 対応国際規格の**4.9**においてUV(紫外線)耐性を指定するように記載されている。恒久接続形機器では一般的にはUV耐性を指定することはほとんどない。ほとんどが屋内であることに加え、金属きょう体が一般的であるからと考えられる。小形で、かつ、

きょう体に樹脂製の部分をもつ場合には紫外線による樹脂の劣化が考えられるため、UV耐性の指定が必要な場合もある。したがって、この項目は対応国際規格の規定に合わせて記載することにした。屋内の機器であっても直射日光が当たって影響がある場合は、直射日光の当たらない場所に置くなどの指定は必要と考えられる。

- 13) 環境ストレスに対する保護の規定 (4.9 及び表 18) JIS C 60721-3-3:1997において、分類 3S1 は、機械的に活性な物質に関して、砂に対する要求事項はないが、じんあい(浮遊)は  $0.01 \text{ mg/m}^3$  及びじんあい(沈殿)は  $0.4 \text{ mg/(m}^2 \cdot \text{h})$  と規定されている。この規格の表 18 の機械的に活性な物質に対して“屋内空調あり”及び“屋内空調なし”的欄はクラス 3S1 と指定されているが、要求事項はなしとなっている。この規格では JIS C 60721-3-3 に記載の分類 3S1 と異なるが、対応国際規格に合わせて要求事項なしとした。
- 14) ばり (4.11.2) 対応国際規格では、burr と fin が記載されており、burr は機械加工による突起、また、fin は鋳物による鋳ばりをそれぞれ示している。しかしながら、日本語では“ばり”で統一的に用いられるため、“ばり”で統一した。
- 15) 差込み間違い又は逆極性接続に対する接触可能な接続部の補足説明 (4.11.5) プラグインサブアセンブリの例は、AC100V のコンセントにつなぎ、電圧を変換して機器に電源を供給する電源アダプタが考えられる。出力コネクタに接触可能であれば接觸しても感電の危険があつてはならない。電源入力のプラグが逆向きに挿入可能であれば、どの向きに接続されても接觸可能な部分の電圧が DVC As を超えないようにする必要がある。国内の低電圧配電系統は 1 線が接地されているが、万一、入力の 1 線と出力の 1 線とが直接つながっていると、出力の 1 線の電位は電源入力のプラグの向きによって接地側にもなるが入力電圧の電位をもつた側にもなり接觸可能な部分に入力電圧の電位が現れ DVC As を超える可能性がある。このような場合には逆向きに接続できないプラグを用いる必要がある。入力と出力とを絶縁して電源入力プラグが逆向きでも入力電圧の電位が現れないようにするか、又は出力コネクタに接觸できないようにして接觸可能な部分に DVC As を超える電圧が現れない構成であれば、該当しないので対策は必要ない。また、例えば、2 極の出力コネクタが逆向きに接続可能なコネクタの場合は、逆向きに接続してもつながれた機器の接觸可能な部分には DVC As を超える電圧が発生しないようにする必要もある。
- 16) 金属板の補足説明 (4.12.4) 金属板の厚さを表 20 及び表 21 から選択をするのに当たって、補強フレームの有無及び補強フランジの有無に配慮する必要がある。補強フレームは、アングル若しくはチャンネルで構成した枠又は金属板の折り曲げで枠と同じように強度をもたせたきょう体の骨組みを意味している。この補強フレームに金属板をねじ止め又は溶接によって取り付け、きょう体が構成されたものが補強フレームありのものである。補強フレームがない構造の例が本文に記載されているが、箱の構造をしてない単板の場合はねじり剛性がないため補強フレームなしとみなされる。

補強フランジは、図 8 に説明があるように金属の板の強度を増すために端部に取り付けた板又は折り曲げて構成した板の部分である。表 20 及び表 21 の注によって、幅(長方形の短い方の辺)は 12.7 mm 以上なければならない。

図 8 は、補強があるきょう体面及び補強がないきょう体面を図示している。この図で背面 A は、四辺に隣接面があり補強がある面である。上面 C 及び底面 C は、三辺に隣接面があり、一辺に補強フランジがあるので補強がある面となる。側面 B は、三辺に隣接面があるが前面側の辺は全体にわたって補強フランジ又は隣接面がないため、補強のない面となる。

補強フレーム又は補強フランジの有無に基づき表 20 及び表 21 によって、金属板の厚さを選択す

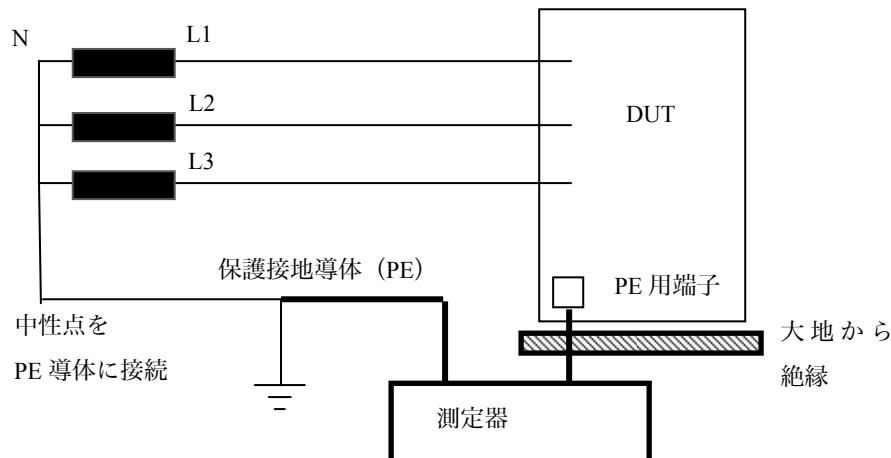
る。ここでは炭素鋼又はステンレス鋼を用いた選択方法の例を、次に示す。

**16.1) 補強フレームなしで四辺に隣接面がある背面 A の場合の例は、次に示す。**

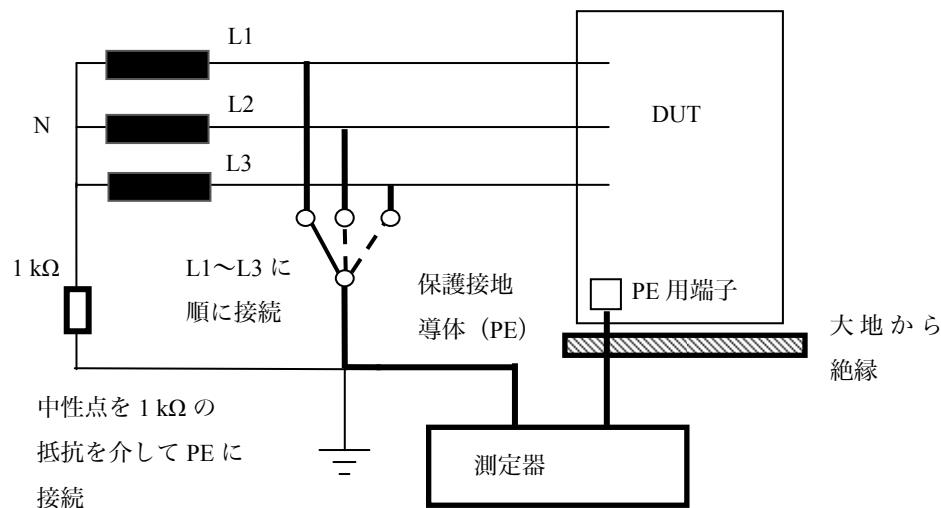
- 16.1.1) 金属板が幅 300 mm, 長さ 500 mm のとき、表 20 から最大幅の列で 300 を超え最も小さな値を選ぶ。この場合は 320 mm。この幅に対応する最大長の列は制限なしなので、この行を選択し最小厚は 1.2 mm となる。**
- 16.1.2) 金属板が幅 500 mm, 長さ 600 mm のとき、表 20 から最大幅の列で 500 を超え最も小さな値を選ぶ。この場合は 510 mm。この幅に対応する最大長の列は 640 mm であり長さはこれよりも小さいので、この行を選択し最小厚は 1.4 mm となる。**
- 16.1.3) 金属板が幅 500 mm, 長さ 800 mm のとき、表 20 から最大幅の列で 500 を超え最も小さな値を選ぶ。この場合は 510 mm。この幅に対応する最大長の列は 640 mm であり長さはこれよりも大きいので、この行の次の最大幅 560 mm, 最大長制限なしの行を選択し最小厚は 1.5 mm となる。**
- 16.2) 補強フレームなしで隣接面及び補強フランジもない側面 B の場合、表の最大長が制限なしの行は適用しない。**
- 16.2.1) 金属板が幅 300 mm, 長さ 400 mm のとき、表 20 から最大幅の列で 300 を超え最大長が制限なしではない最も小さな値が選ばれる。この場合は 350 mm。この幅に対応する最大長の列は 460 mm なので長さはこれよりも小さいので、この行を選択し最小厚は 1.2 mm となる。**
- 16.2.2) 金属板が幅 300 mm, 長さ 500 mm のとき、表 20 から最大幅の列で 300 を超え最大長が制限なしではない最も小さな値を選ぶ。この場合は 350 mm。この幅に対応する最大長の列は 460 mm であり長さはこれよりも長いので、最大幅 510 mm 最大長さ 640 mm の行を選択し最小厚は 1.4 mm となる（本文によると、次の行を選ぶことになっており次の行の最大長さによる評価は記載されていない。仮に長さが 700 mm であっても最大幅 510 mm 最大長さ 640 mm の行を選択すればよいと解釈できる。）。**
- 16.3) 補強フレームありの場合は、補強フレームありの最大幅の列と最大長の列とで最小厚が求められる。**

**d) 試験の要求事項（箇条 5）**

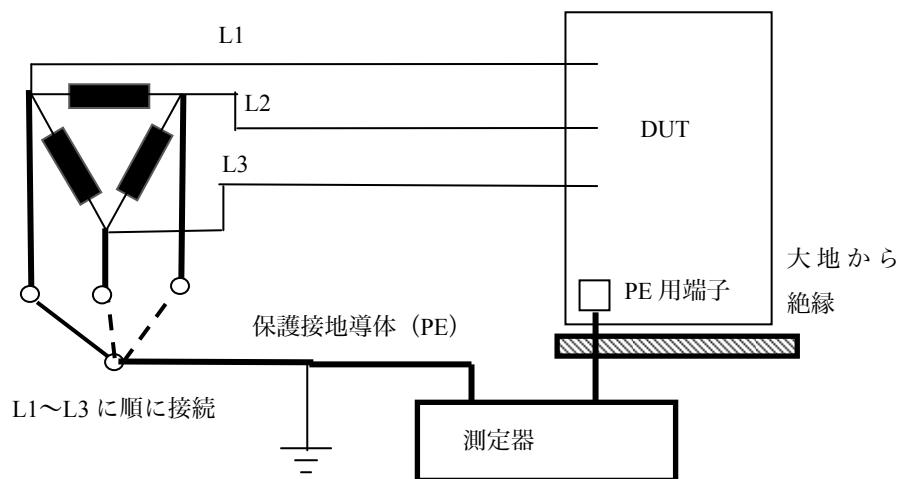
- 1) 接触電流測定試験の測定回路（5.2.3.7） 5.2.3.7 に文章で記載されている試験回路を分かりやすくするため、解説図 1～解説図 3 に示す。解説図 1～解説図 3 の測定器は、附属書 L に記載されたものが用いられる。この試験の意図は、4.4.4.3.3 の保護接地導体が破損した場合の接触電流を測定し、保護手段を講じる必要がないかを決定する目的であるため、被試験機器（DUT）が保護接地導体に接続されていない状態だけで試験をしている。**



解説図 1—中性点接地システムの場合の測定回路 (IEC 60990:1999 の Fig.11 を引用)



解説図 2—非接地システムの場合の測定回路 (IEC 60990:1999 の Fig.12 を引用)



解説図 3—デルタ結線の一相接地の場合の測定回路  
(IEC 60990:1999 の Fig.13 から引用。ただし Fig.13 は IT システム)

デルタ結線で一相接地の回路は TT 系統である。IEC 60990:1999 には TT 系統は単相又は中性点接地の例しか記載がない。対応国際規格の説明では IEC 60990:1999 の Fig.13 の IT 系統に相当する説明となっている。デルタ結線の電源のどの相が接地されてもよいように接地する相を変えて測定を実施するものと考えられる。デルタ結線で非接地の場合もこの図を用いて測定できる。

接触電流の一般的な試験回路は IEC 60990:1999 に記載されているので必要な場合はそれを参照する。JIS では JIS C 6950:2014 に一部の記載がある。

- 2) 保護等電位ボンディングのインピーダンス試験の補足説明 (5.2.3.11.2.1, 図 11, 及び図 12) 図 11 と図 12 との違いは、分離したユニットとサブアセンブリとの違いではなく PECS から分離したユニット又はサブアセンブリへの電源供給に保護デバイスがあるかどうかである。図 11 では保護接地導体の導体サイズを考慮した適切な定格の保護デバイスがあるため、分離したユニットの可触部分の保護等電位ボンディングのインピーダンスは記号の説明 7 (分離したユニットの保護接地導体の接続端子) から可触部分の電圧降下までを測定することよい。

この意味は、記号の説明 7 と 6 (外部保護接地導体の接続端子) との間には DVC As に比べて無視し得る小さな電圧しか発生しない定格の保護デバイスが選定されていることを示している。

図 12 のようにサブアセンブリへの電源供給に適切な定格の保護デバイスがない場合は、サブアセンブリの可触部分と PECS 内の記号の説明 6 との間の電圧降下を測定する必要があることを 5.2.3.11.2.1 で説明している。図 12 はサブアセンブリの図となっているが分離したユニットであっても電源供給に適切な定格の保護デバイスがない場合は、分離したユニットの可触部分と PECS 内の記号の説明 6 との間の電圧降下を測定する必要がある。サブアセンブリの場合でも図 11 のように適切な定格の保護デバイスが電源供給にある場合は、サブアセンブリの可触部分の保護等電位ボンディングのインピーダンスはサブアセンブリの保護接地導体の接続端子から可触部分までの電圧降下を測定することよい。

図 11 は分離したユニット、図 12 はサブアセンブリの場合を示しているように誤解しやすいので、本文での記載内容も含めて対応国際規格の改正時に修正意見を提出をする。

## 解 12

e) 情報及び表示に対する要求事項（箇条 6）

- 1) 一般事項（6.1） 表 36 の注<sup>a)</sup>に記載の3～5は、全て取扱説明書と記載しているが、分離して提供する場合もあるため、据付説明書、ユーザマニュアル又はメンテナスマニュアルと分離した場合の文書名を記載した。**JIS C 0457:2006**（対応国際規格 **IEC 62079:2001**）（電気及び関連分野－取扱説明の作成－構成、内容及び表示方法）において取扱説明書の内容として“輸送”，“保管”，“設置”，“試運転”，“操作説明”，“通常及び異常時の操作”，“保守取扱説明”，“トラブルシューティング”及び“予備品”的項目を規定している。全てを取扱説明書として扱うことは**JIS**及び**IEC**規格の規定にも存在する。国内では説明書を分けずに取扱説明書とするほうが一般的であることから、全てを取扱説明書とした。
- 2) 漏電保護デバイス（RCD）適合性の表示（6.3.7.5） 4.4.8において，“タイプBプラグ接続形及び恒久接続のPECSの場合、6.3.7.5の情報及び表示に関する要求事項を満たしているときには、保護接地導体内の直流電流が制限されない。”と記載されており、その警告文の例は、“この製品は、保護接地導体に直流電流を流す可能性があります。感電に対する保護のために零相電流で動作する保護デバイス（RCD）を用いる場合、B形のRCDだけがこの製品の電源側に許容されています。”と6.3.7.5に記載している。一方、**JIS C 8201-2-2:2011**の附属書1、**JIS C 8221:2004**の附属書1及び**JIS C 8222:2004**の附属書1にB形のRCDはいまだ規定されていない。

しかし、既に**JIS C 0364-7-712:2008**（建築電気設備－第7-712部：特殊設備又は特殊場所に関する要求事項－太陽光発電システム）ではB形のRCDの設置が記載されている。これらを考えて現時点ではB形のRCDの設置は困難であるが、RCDによる感電保護にはB形RCDしか使用できないことを明らかにすることと、近い将来にB形のRCDも**JIS**で規定されると考え対応国際規格で記載されている“B形のRCDだけがこの製品の電源側に許容されています”的警告文の内容とした。

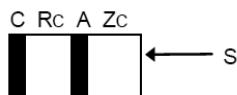
在来電気設備規定でのRCDはAC形に相当するため、AC形に相当することの注意とB形を推奨できない場合の警告文の例を注記に示した。別の保護方法による一例としては、正常時及び故障時に保護接地導体に直流成分を含む電流を流す回路を二重絶縁又は強化絶縁によって分離するか、又は直流電流成分を6mA以下に制限してA形のRCDとする方法がある。

**JIS C 60364**規格群では、漏電遮断器は追加の保護の位置付けであり別の保護方法を用いることは問題ない。在来規定対応電気設備でも、電気設備の技術基準の解釈の第36条では漏電遮断器を設置しないことが許容されている保護が記載されているので他の保護方法によることは可能と考えた。

f) 感電保護についての追加情報（附属書A）

- 1) 保護インピーダンスによる保護の図の変更（A.3及び図A.2） 対応国際規格の図A.2には2線の表記があり、 $U_1$ は二線間の電圧になっていたが、電流Iを計算する上で必要なのは大地からの電圧である。このため、誤解を招かないように1線の表記にして $U_1$ を大地からの電圧に変更した。非接地なら地絡電流は流れないので接地の場合であり、 $U_1$ （接地又は非接地）の記載から“(接地又は非接地)”を削除した。
- 2) 電圧制限による保護の図の変更（A.4及び図A.3） 対応国際規格の図A.3の内容は、説明と異なる部分があり間違いと考えられるので記載内容を修正した。修正内容は次のとおりである。
  - 2.1) 図の説明には1線接地となっていたが、大地への接続がないため下側に記載の線に大地への接続を追加した。
  - 2.2) 接地された線にも電流Iの記載があつたため、削除した。
  - 2.3) 電圧 $U_1$ を接地された線からもう一方の線までの電圧にした。

- 2.4) 電流 I に対する説明がないため，“電流 I は、交流 3.5 mA 以下、直流 10 mA 以下” 及び “单一故障状態での保護を行うには、 $I = U_l/Z_1$  で I を算出して条件を満たすようにする。” を追加した。この項は電圧制限による保護なのでインピーダンスによる分圧が主であるが、インピーダンス  $Z_1$  の条件として電流 I の制限が必要になるので電流 I の記載を追加した。
- 3) 感電に対する保護の例（表 A.4） 対応国際規格の表 A.4 の “3.近接回路に対する絶縁” の b 列及び c 列の図が、表 A.4 の前に記載された文章の内容と異なり、間違いと考えられるので記載内容を修正した。修正内容は次のとおりである。
- 3.1) 対応国際規格の “3.近接回路に対する絶縁” の “b 非導電性の接触可能部分” 及び “c 保護等電位ボンディングで接地されていない可触導電性部分” の図はそれぞれに一つしかなく解説図 4, 解説図 5 のものであった。

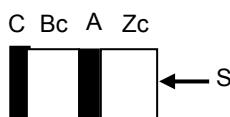


解説図 4—表 A.4 の 3.b に記載されていた図

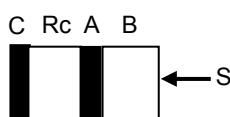


解説図 5—表 A.4 の 3.c に記載されていた図

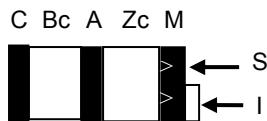
- 3.2) これに対して、附属書の本文は次の記載内容であり、表 A.4 の 3b, 3c には上下の欄があり二つの図が記載されなければならないことが分かる。記載されていた図も、回路 A は回路 C から強化絶縁で隔離されているが、回路 A と接触可能部分又は可触導電性部分との間は付加絶縁となつておらず、次の説明のいずれにもあてはまらない。
- DVC C の近接回路から基礎絶縁で隔離された DVC A 又は DVC B の回路の充電部と接触可能部分との間の付加絶縁。それに関連する電圧は、近接回路の電圧のうちで最も高い電圧である（表 A.4 の 3b 及び 3c の上の欄を参照）。
  - DVC C の近接回路から保護分離された DVC B の回路の充電部と接触可能部分との間の基礎絶縁。それに関連する電圧は、充電部の電圧である（表 A.4 の 3b 及び 3c の下の欄を参照）。
- 3.3) そのため、上記本文の記載内容に従った図を起草して変更した。変更後の図は、解説図 6, 解説図 7, 解説図 8 及び解説図 9 である。



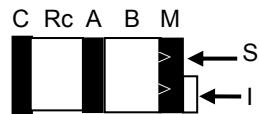
解説図 6—表 A.4 の 3b 上の欄の変更図



解説図 7—表 A.4 の 3b 下の欄の変更図



解説図 8—表 A.4 の 3c 上の欄の変更図



解説図 9—表 A.4 の 3c 下の欄の変更図

- g) 空間距離及び沿面距離の測定例 (D.3) D.3 の例に空間距離及び沿面距離の測定例を記載したが、同様の内容が JIS C 60664-1:2009 にも記載がある。しかしながら、一部に異なる図があるため、混乱しないよう異なるものには注記を追加した。相違内容は、解説表 2 のとおりである。

解説表 2—この規格と JIS C 60664-1:2009 の測定例の差異

この規格の附属書 D	JIS C 60664-1:2009 の 6.2
例 D.1	例 1
例 D.2	例 2
例 D.3	例 3
例 D.4	例 4
例 D.5	なし
例 D.6 状態に接着されているがタイプ1の保護の接着部が追加されている。	例 5
例 D.7 状態で接着されているがタイプ1の保護の接着部が追加されている。	例 6
例 D.8 状態で接着されているがタイプ1の保護の接着部が追加されている。	例 7
例 D.9	例 8 に類似するが状態が沿面距離だけ下側を通る経路が上側を通る経路よりも短い場合のため空間距離の経路が異なる。
例 D.10	なし
例 D.11	例 9
例 D.12	例 10
例 D.13	例 11
例 D.14	なし

- h) 円形導体の断面積 (表 G.1) 表 G.1 にこの規格の使用者の利便のため、JIS の断面積を (参考) として追記した。

- i) 参照箇条の修正 (I.1)

“図 I.1～図 I.15 は、表 9、4.4.7.2 及び 4.4.7.3 で規定した要求事項を説明するものである。”において、

対応国際規格では表9ではなく表6と記載されている。この附属書は絶縁を説明したものであり感電保護を説明した表6の説明ではないので明らかに対応国際規格の誤りであり、4.4.7.2及び4.4.7.3に関連し絶縁のインパルス電圧を説明した表9に修正した。

## 6 懸案事項

### 6.1 対応国際規格の改正時に提案する事項

対応国際規格の改正時に、解説の箇条5b)2), 箇条5d)2), 箇条5f)1), 箇条5f)2)及び箇条5f)3)並びに箇条5i)の修正内容を提案する。

また、エディトリアルな修正としては、対応国際規格との対比表に記載した4.4.3.5, 4.4.7.5.1, 4.4.8, 4.6.4, 5.2.3.4.2, 5.2.4.10.2の表37, 図A.2, 図A.3, 表C.1, 図H.2, I.1, 図K.1, 図L.1及び図N.7の修正を提案する。

### 6.2 次回改正時に検討する事項

次回改正時において、解説の箇条5b)6)で記載した“accessible”を“可触”としたことを再検討する必要がある。今後制定されるであろうIEC 62477-2対応のJISで“accessible”に対応する用語が異なる可能性があるので、この規格は“可触”でよいかを確認する。

## 7 原案作成委員会の構成表

原案作成委員会の構成表を、次に示す。

JIS原案作成委員会（半導体電力変換システムに対する安全要求事項）構成表

	氏名	所属
(委員長)	林 洋一	青山学院大学
(委員)	赤木 泰文	東京工業大学
	○ 金井 丈雄	東芝三菱電機産業システム株式会社
	○ 唐鍊 敏夫	株式会社明電舎
	黒川 不二雄	長崎大学
	小坂 洋隆	電源開発株式会社
	島村 正彦	一般社団法人日本電気計測器工業会
	高橋 弘	富士電機株式会社
	成田 和人	一般財団法人電気安全環境研究所
	林屋 均	東日本旅客鉄道株式会社
	廣瀬 圭一	株式会社NTTファシリティーズ
	渡辺 晴夫	新電元工業株式会社
(幹事)	○ 阿部 倫也	一般社団法人日本電機工業会
(参加)	小島 弘文	一般財団法人日本規格協会
	福田 智教	経済産業省
	若林 究	経済産業省
(事務局)	古正 慎吾	一般社団法人電気学会
	注記 ○印は、分科会委員を示す。	

JIS 原案作成委員会分科会（半導体電力変換システムに対する安全要求事項）構成表

	氏名	所属
(委員長)	金 井 丈 雄	東芝三菱電機産業システム株式会社
(委員)	唐 鎌 敏 夫	株式会社明電舎
	桑 原 祐 褒	愛知電機株式会社
	小 林 猛	日新電機株式会社
	留 河 英 知	GS ユアサ株式会社
	菅 原 直 志	株式会社日立製作所
	杉 浦 豊	株式会社東光高岳
	田 中 豪	三菱電機株式会社
	調 宏 平	株式会社安川電機
	吉 田 收 志	富士電機株式会社
(途中退任委員)	佐 藤 芳 信	富士電機株式会社
	石 本 孔 津	GS ユアサ株式会社
	小 見 山 慎 二	GS ユアサ株式会社
	田 中 正 城	株式会社安川電機
	古 関 庄 一 郎	株式会社日立製作所
(幹事)	阿 部 倫 也	一般社団法人日本電機工業会
(事務局)	古 正 慎 吾	一般社団法人電気学会

(執筆者 阿部 倫也)

★JIS 規格票及び JIS 規格票解説についてのお問合せは、規格開発ユニット標準チームまで、電子メール (E-mail:sd@jsa.or.jp)，又は FAX [(03)4231-8660]，TEL [(03)4231-8530] でお願いいたします。お問合せにお答えするには、関係先への確認等が必要なケースがございますので、多少お時間がかかる場合がございます。あらかじめご了承ください。

★JIS 規格票の正誤票が発行された場合は、次の要領でご案内いたします。

- (1) 当協会ホームページ (<http://www.jsa.or.jp/>) の Webdesk に、正誤票 (PDF 版、ダウンロード可) を掲載いたします。

なお、当協会の JIS 予約者の方には、予約されている JIS の部門で正誤票が発行された場合、お送りいたします。

- (2) 当協会発行の月刊誌“標準化と品質管理”に、正・誤の内容を掲載いたします。

★JIS 規格票のご注文は、

- (1) 当協会ホームページ (<http://www.jsa.or.jp/>) の Webdesk をご利用ください。

- (2) FAX [(03)4231-8665] でご注文の方は、出版情報ユニット販売サービスチームまで、お申込みください。

---

JIS C 62477-1

半導体電力変換システム及び装置に対する安全要求事項－第1部：一般事項

---

平成 29 年 10 月 20 日 第 1 刷発行

編集兼  
発行人 摂斐敏夫

発行所

一般財団法人 日本規格協会

〒108-0073 東京都港区三田3丁目13-12 三田MTビル  
<http://www.jsa.or.jp/>

---

名古屋支部 〒460-0008 名古屋市中区栄2丁目6-1 RT白川ビル内  
TEL (052)221-8316(代表) FAX (052)203-4806

関西支部 〒541-0043 大阪市中央区高麗橋3丁目2-7 ORIX高麗橋ビル内  
TEL (06)6222-3130(代表) FAX (06)6222-3255

広島支部 〒730-0011 広島市中区基町5-44 広島商工会議所ビル内  
TEL (082)221-7023 FAX (082)223-7568

福岡支部 〒812-0025 福岡市博多区店屋町1-31 博多アーバンスクエア内  
TEL (092)282-9080 FAX (092)282-9118

---

## JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD

# Safety requirements for power electronic converter systems and equipment— Part 1: General

JIS C 62477-1 : 2017

(IEEJ/JSA)

Established 2017-10-20

Investigated by  
Japanese Industrial Standards Committee

---

Published by  
Japanese Standards Association

Price Code 22

---

ICS 29.200

Reference number : JIS C 62477-1:2017(J)