



ロケット機器用鉛フリー部品適用工程標準

平成 28 年 9 月 29 日 A 改訂

宇宙航空研究開発機構

免責条項

ここに含まれる情報は、一般的な情報提供のみを目的としています。JAXA は、かかる情報の正確性、有用性又は適時性を含め、明示又は默示に何ら保証するものではありません。また、JAXA は、かかる情報の利用に関連する損害について、何ら責任を負いません。

Disclaimer

The information contained herein is for general informational purposes only. JAXA makes no warranty, express or implied, including as to the accuracy, usefulness or timeliness of any information herein. JAXA will not be liable for any losses relating to the use of the information.

発行

〒305-8505 茨城県つくば市千現 2-1-1
宇宙航空研究開発機構 安全・信頼性推進部
JAXA(Japan Aerospace Exploration Agency)

目 次

1. 総 則.....	1
1.1 目 的.....	1
1.2 適用範囲	1
1.2.1 鉛フリー部品	1
1.2.2 実装工法	2
2. 関連文書	2
2.1 適用文書	3
2.2 参考文書	4
3. 用語の定義	4
4. 一般要求事項	4
4.1 一 般.....	4
4.2 教育・訓練及び認定	4
4.3 設計条件	4
4.3.1 一 般.....	4
4.3.2 部品選定	5
4.4 工程の認定試験	10
4.5 製造条件	10
4.5.1 保管	10
4.6 品質保証	10
5. 宇宙機設計・製造・検査における詳細要求事項	10
5.1 設 計.....	10
5.1.1 部品選定	10
5.1.2 接続信頼性	12
5.1.3 実装設計	13
5.2 製 造.....	15
5.2.1 一 般.....	15
5.2.2 前処理.....	15
5.2.3 リワーク	15
5.3 検 查.....	16
5.3.1 部品受入検査.....	16
5.3.2 実装後の検査.....	16
6. 試験方法及び項目	16
6.1 全 般.....	16

6.2 ウィスカ成長性の評価.....	16
6.2.1 試験方法の策定	16
6.2.2 適用基準.....	19
6.2.3 進め方.....	20
6.3 初期実装評価.....	21
6.4 接続信頼性の評価.....	21
6.4.1 接続寿命評価の適用基準.....	21

【付録】

付録－I 用語の定義

付録－II 索引

図表リスト

図 4-1 鉛フリー部品の選定フロー	7
図 5-1 ウィスカ成長と最小部品リード・端子間隙のクライテリア	13
図 6-1 ウィスカ評価試験フロー.....	18
図 6-2 観察方向.....	20
図 6-3 ウィスカ測長方法	21
 表 1-1 鉛フリー部品の電極仕様例	2
表 4-1 JERG 適用範囲	6
表 5-1 鉛フリー部品のウィスカ発生リスク	10
表 5-2 試験方法の適用基準 ⁽¹⁾	11
表 6-1 サンプリング間隔	20

1. 総 則

1.1 目 的

本書は、鉛フリー部品をロケット・アビオニクス機器に適用する場合の要求事項を規定し、機器の品質確保を目的とする。

なお、本書の要求の解説や、テーラリングガイドは 2.2 項 参考文書の JERG-1-009-HB001「ロケット機器用鉛フリー部品適用工程標準(JERG-1-009)解説書」を参照すること。

1.2 適用範囲

本書は、低電圧^{*1}で動作するロケット・アビオニクス機器に対して鉛フリー部品を鉛含有はんだではんだけける場合(Mixed assembly^{*2})に適用する。

^{*1}JERG-0-042 の 5.1 項(高電圧での注意事項)の(1)に該当する電圧(0~50V)

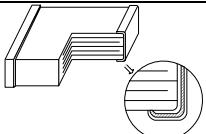
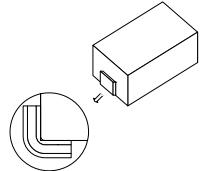
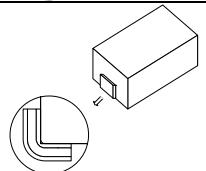
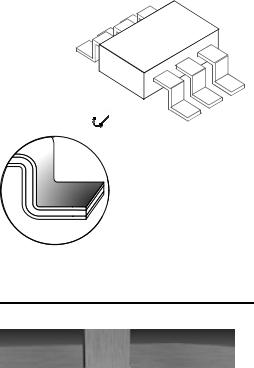
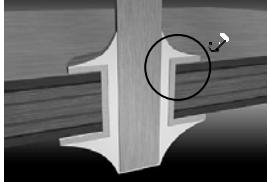
^{*2}本書では、鉛フリー部品を鉛含有はんだにより実装することを「Mixed assembly」と称する。

1.2.1 鉛フリー部品

鉛フリー部品のめっきは、Sn 系と Au 系に大別される。Sn 系端子は、純 Sn、Sn-Cu、Sn-Bi 又は Sn-Ag のめっき組成があり、その下地層に Ni などのバリアメタルが施されている場合がある。Au 系端子は、Ni/Pd/Au などのめっき組成を有している。

本書において適用対象とする鉛フリー部品の電極仕様例を表 1-1に示す。鉛を含まない Sn 系コネクタは本書における適用対象外とする。またプリント配線板については、Ni/Pd/Au のめっき構成のみ適用とし、Au/Ni は適用外とする。

表 1-1 鉛フリー部品の電極仕様例

種類	電極の構成	めっき材質	電極構成材料
抵抗・コンデンサ		純 Sn	Sn5 μ m/Ni 1 μ m/母材(焼付電極)
タンタル電解コンデンサ		純 Sn	Sn5 μ m/母材(Fe-30Ni) Sn5 μ m/Ni/母材(42Alloy)
インダクタ		純 Sn	Sn5 μ m/Ni0.5 μ m/Cu
		Sn-2Cu	Sn98-Cu2 5 μ m 以上／母材(42Alloy) Sn98-Cu2 3～5 μ m/Ni 0.5～1.0 μ m/母材(黄銅)
リード部品(SOP)		純 Sn Sn-1.5Cu	Sn98.5-Cu1.5 5 μ m 以上/母材(42Alloy)
		Ni/Pd/Au	Au 3nm～12.7nm/Pd 20.3nm～30.5nm/Ni 0.5～2.03 μ m/母材(Cu 系合金) Au 3nm/Pd 22nm/Ni 0.5 μ m/母材(Cu 系合金)
		Sn-2Bi	Sn-2Bi 10 μ m/母材(42Alloy)
プリント配線板(ランドやスルーホールの表面仕上げ)		Ni/Pd/Au	ENEPIGE(無電解ニッケル/無電解パラジウム/置換金/無電解金) Au 0.1 μ m～0.4 μ m/ Pd 0.1 μ m～0.3 μ m/ Ni 3 μ m～8 μ m/

1.2.2 実装工法

本書は、鉛フリー部品を鉛含有はんだで実装する Mixed assembly を対象とし、実装の工法は、手はんだ付け・フローはんだ付け・リフローはんだ付けを対象とする。

2. 関連文書

下記の文書は、本書に規定する範囲内において、本書の一部をなすものである。特に規定のない限り本書適用時の最新版とする。

2.1 適用文書

- (1) 宇宙航空研究開発機構文書
- ・JERG-0-039 宇宙用はんだ付工程標準
 - ・JERG-0-040 宇宙用電子機器接着工程標準 一部品接着固定、コンフォーマルコーティング及びポッティング
 - ・JERG-0-042 プリント配線板と組立品の設計標準
 - ・JERG-0-043 宇宙用表面実装はんだ付工程標準
- (2) 公共規格等
- JIS 規格
- ・JIS C 60068-1 環境試験方法－電気・電子－通則
 - ・JIS C 60068-2-82 環境試験方法－電気・電子－第 2-82 部：試験－試験 XW1：電気・電子部品のウイスカ試験方法
 - ・JIS Z 3282 はんだ－化学成分及び形状
- JEITA 規格
- ・JEITA ET-7305 錫ウイスカ抑制鉛フリー材料選定のガイドライン
 - ・JEITA ET-7410 電気・電子機器用部品のウイスカ試験方法
- GEIA 規格
- ・GEIA-HB-0005-3 Rework and Repair Handbook for Aerospace and High Performance Electronic Systems Containing Heritage SnPb and Lead-free Solder and Finishes
- JEDEC 規格
- ・JESD 22-A121A Test Method for Measuring Whisker Growth on Tin and Tin Alloy Surface Finishes
 - ・JESD 201A Environmental Acceptance Requirements for Tin Whisker Susceptibility of Tin and Tin Alloy Surface Finishes
- IPC 規格
- ・J-STD-006 Requirements for Electronic Grade Solder Alloys and Fluxed and Non-Fluxed Solid Solders for Electronic Soldering Applications

2.2 参考文書

下記の文書は、本書の記載内容を補足するために参考となるものである。

JIS 規格

- ・JIS C 60068-2-69 環境試験方法－電気・電子－第 2-69 部：試験－試験 Te：表面実装部品(SMD)のはんだ付け性試験方法(平衡法)

GEIA 規格

- ・GEIA-HB-0005-1 Program Management/ Systems Engineering Guidelines for Managing the Transition to Lead-free Electronics
- ・GEIA-STD-0005-1 Performance Standard for Aerospace and High Performance Electronic Systems Containing Lead-free Solder

IEC 規格

- ・IEC 60068-2-82 Environmental testing - Part 2-82 : Tests - Test Tx: Whisker test methods for electronic and electric components

JAXA 資料

- ・JERG-1-009-TM001 ロケット機器用鉛フリー部品適用工程標準(JERG-1-009)技術データ集
- ・JERG-1-009-HB001 ロケット機器用鉛フリー部品適用工程標準(JERG-1-009)解説書

3. 用語の定義

本書で使用する用語の定義については、JERG-0-039 の 3 項(用語の定義)、JERG-0-043 の 3 項(用語の定義)によるほか、付録 I を参照のこと。

4. 一般要求事項

4.1 一般

- (1) 契約の相手方は、はんだ付けが本書の要求事項(設計及び製造条件)に適合することを確認すること。また、本書の要求事項に基づく設計基準、工程仕様書などを整備し、これに基づいた施工及び管理を行なうこと。
- (2) 鉛フリー部品を用いる設計者は、本書要求事項等に精通していること。
- (3) 電子機器の実装設計(基板のパターン設計を含む。)を担当する設計者は、本書及び JERG-0-039、JERG-0-043 の要求事項等に精通していること。
- (4) 部品の仕様書等で本書の適用が指示されない限り、部品の内部接続には、本書を適用しない。契約の相手方は、予備はんだや外部接続によって内部はんだ接続が溶融又は劣化しないことを保証すること。

4.2 教育・訓練及び認定

JERG-0-043 の 4.2 項(教育・訓練及び認定)に従うこと。加えて、特にウィスカの検査を実施する場合は、6.2.3 項(3)～(6)に示すウィスカの検査方法及び測長方法について教育・訓練を実施すること。

4.3 設計条件

4.3.1 一般

基板とその組立品についての設計要求は、JERG-0-042 による。さらに、はんだ付けに関する追加設計要求事項は、JERG-0-039 の 4.3 項(設計条件)、JERG-0-043 の 4.3 項(設計条件)による。また、はんだ及びフラックスは、JERG-0-043 5.3.1 項(はんだ及びフラックス)に適合するものを使用すること。

4.3.2 部品選定

本書で規定する鉛フリー部品は、図 4-1に示す選定フローに従って、適用可能であることを確認すること。特に以下の項目について留意すること。

- (1) 鉛フリー電極・端子のめっき種類に応じて、「鉛フリー部品の選定」・「ウイスカ評価試験」・「初期実装評価」・「接続信頼性評価試験」について、適切な評価を実施しなければならない。
- (2) 適用環境条件が異なる場合は、その都度評価を実施しなければならない。
- (3) 評価項目を次に示す。詳細な要求事項は5.1項以降に記述する。
- (4) 適用可能と判断した鉛フリー部品は、部品リスト、製造図面等へ「鉛フリー部品である」旨を記述し、情報の伝達を図ること。

<評価項目(図 4-1に記載)>(分岐についての説明は表 4-2 に示す)

- ① 部品メーカからの情報入手
- ② 電極・端子めっきの種類
- ③ ロット単位での評価可否
- ④ Pb 3mass%以上を添加する表面処理
- ⑤ ウィスカに対するリスク評価
- ⑥ コンフォーマルコーティングの実施
- ⑦ はんだぬれ性評価
- ⑧ 予備はんだ可否
- ⑨ 電極・端子の Bi 含有量
- ⑩ Pd/Au 含有量
- ⑪ Pd/Au の除去
- ⑫ プリント配線板表面処理材料
- ⑬ はんだ付け部の Pd/Au めっき厚
- ⑭ クラック(リフトオフ)の有無確認
- ⑮ 層構成の従来の実績品との比較
- ⑯ 検査

[参考資料]： Sn に Pd や Au が含有した場合の接続強度への影響については、JERG-1-009-TM001 技術データ 1 を参考すること。

鉛フリー部品電極のはんだぬれ性については、JERG-1-009-TM001 技術データ 2 を参考すること。

コンフォーマルコーティングによるウィスカ抑制効果については、JERG-1-009-TM001 技術データ 3 を参考すること。パラキシリレン系コーティング剤の成分については、JERG-1-009-TM001 技術データ 13 を参考すること。

母材とめっき材の組合せによるウィスカ成長性については、JERG-1-009-TM001 技術データ 4 を参考すること。

真空中におけるウィスカ成長性については、JERG-1-009-TM001 技術データ 5 を参考すること。

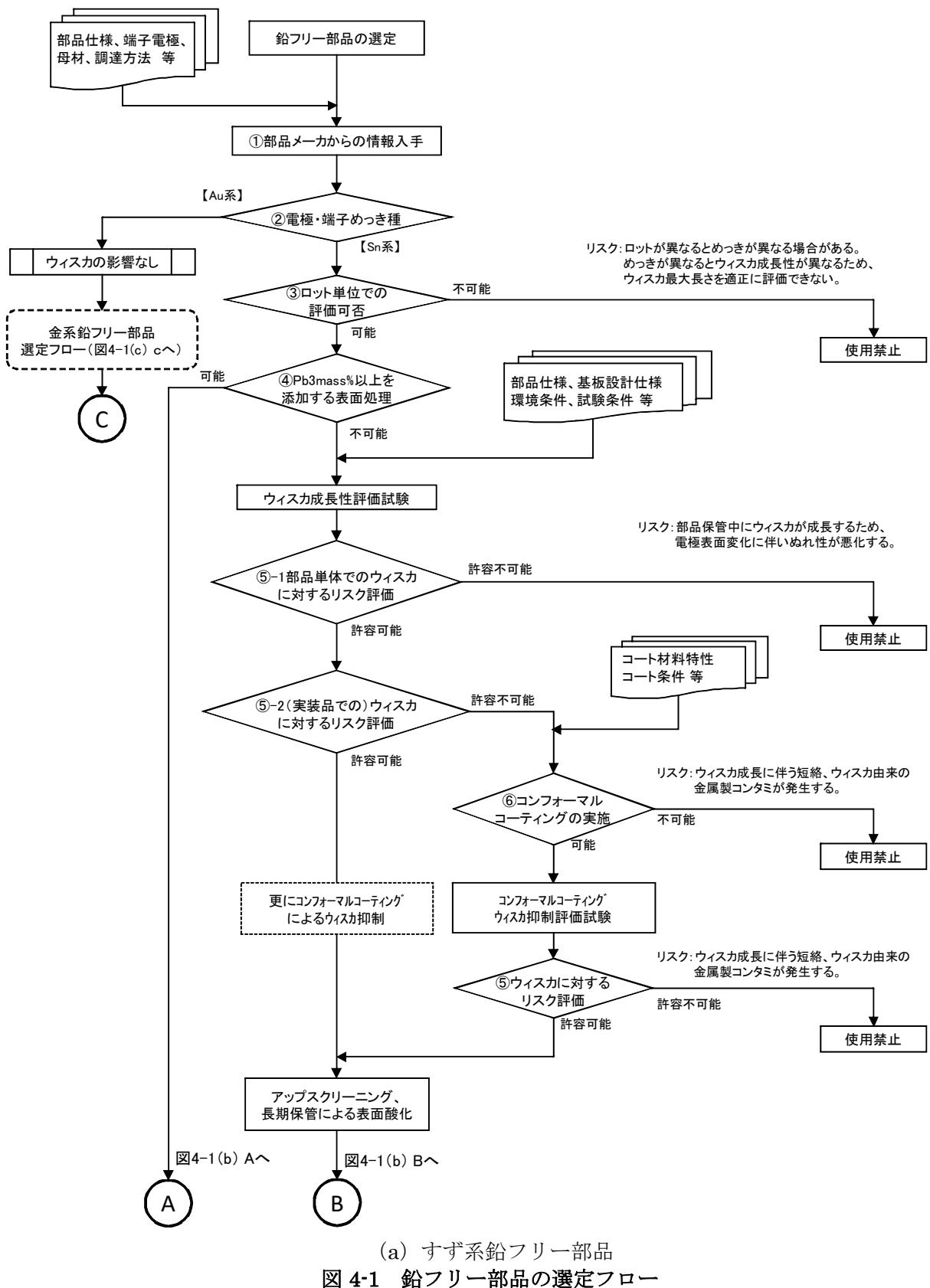
HSD(Hot Solder Dip)については、JERG-1-009-TM001 技術データ 6 を参考すること。また、その他の工法の評価については、JERG-1-009-TM001 技術データ 7 と技術データ 10 を参考すること。

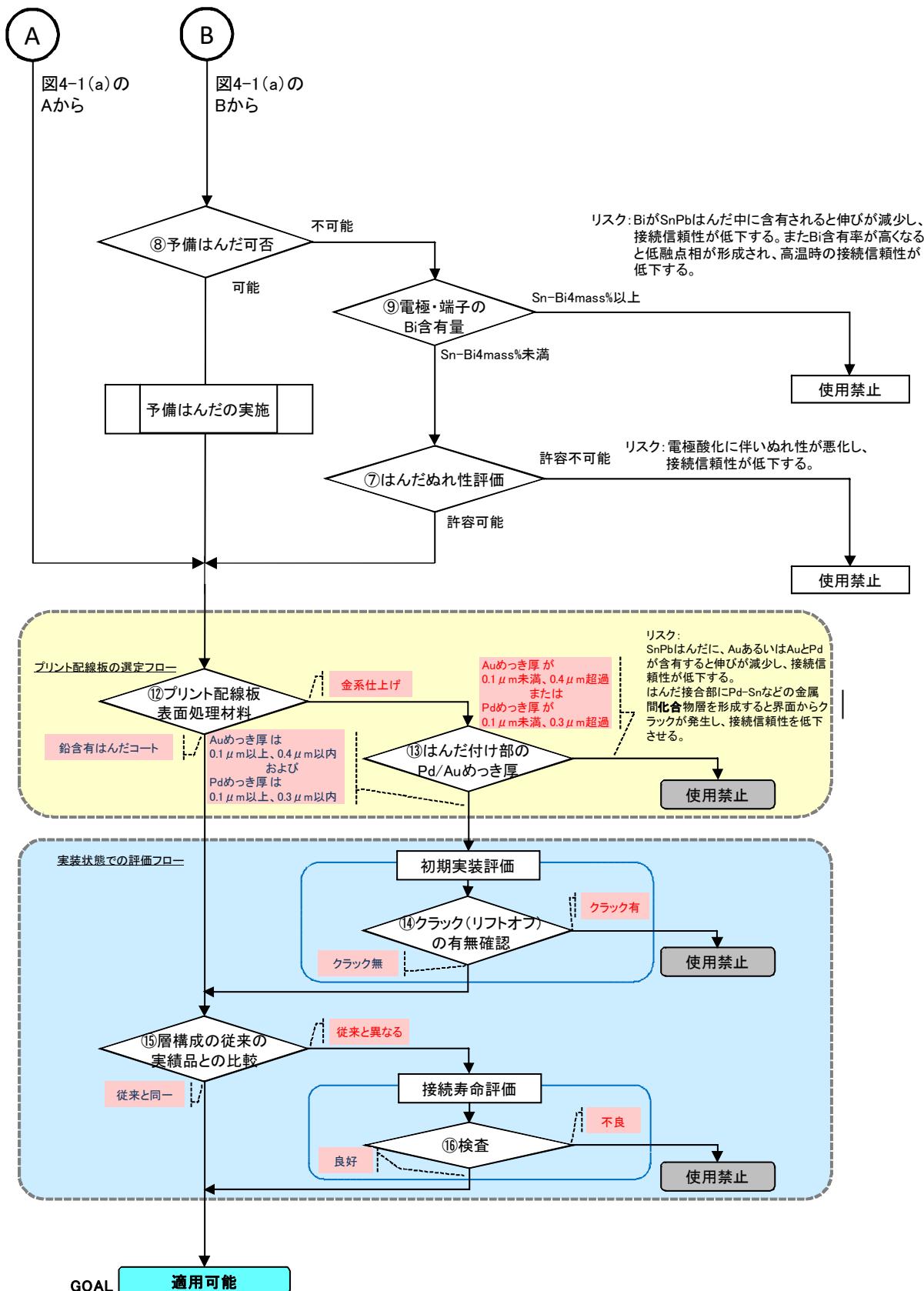
Bi 含有端子電極の影響評価については、JERG-1-009-TM001 技術データ 8 と技術データ 9 を参考すること。

なお、図 4-1 の部品選定フローの選択により、JERG-0-039 等の従来の JERG を適用する組合せが存在する。表 4-1に JERG の適用範囲を示す。ディゴールド等により、はんだ付け部が鉛含有のはんだでのみ構成される場合は、従来の JERG を適用すること。

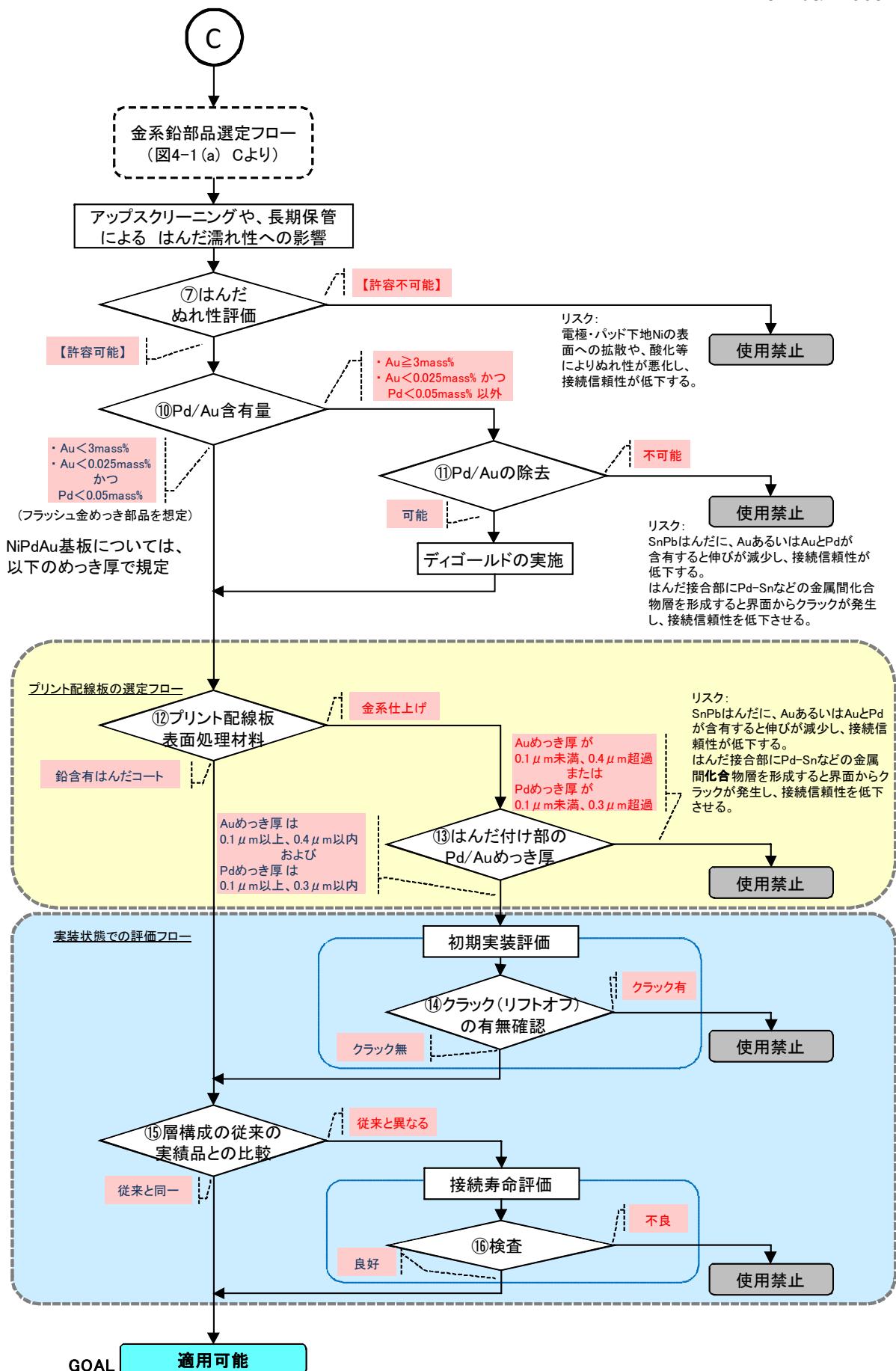
表 4-1 JERG 適用範囲

プリント 配線板	実装部品		適用する 工程標準
	電極仕上げ	ディゴールド	
鉛含有 はんだコート	金系めつき	実施する	従来の JERG (JERG-0-039、 JERG-0-043)
		実施しない	
Ni/Pd/Au 仕上げ	鉛含有めつき	N/A	本標準
	すず系めつき		
	金系めつき	実施／未実施 に関わらず	





(b) すず系鉛フリー部品
図 4-1 鉛フリー部品の選定フロー (続き)



4.4 工程の認定試験

JERG-0-039 の 4.4 項(工程の認定試験)、JERG-0-043 の 4.4 項(工程の認定試験)に従い、工程を認定すること。

4.5 製造条件

JERG-0-039 の 4.5 項(製造条件)及び JERG-0-043 の 4.5 項(製造条件)に従うこと。

4.5.1 保管

鉛フリー部品の保管を行う場合は、JERG-0-052 の 5.3.7 項 取扱い及び保管、及び 5.3.8 項 再検査に従うこと。

[参考資料]：鉛フリー部品の長期保管による影響については、JERG-1-009-TM001 技術データ 11 と、技術データ 12 と、技術データ 14 を参考にすること。

4.6 品質保証

JERG-0-043 の 4.6 項(品質保証)に従うこと。

5. 宇宙機設計・製造・検査における詳細要求事項

Mixed assembly を適用するために、「表面電極・端子の酸化」・「接続信頼性」・「ウィスカ」に関して、宇宙機設計・製造・検査の各段階で、以下の要求を満足すること。

5.1 設 計

5.1.1 部品選定

(1) 端子材料構成の調査

鉛フリー部品の部品選定段階で、鉛フリー部品の母材、下地層、めっき組成を調査すること。

代表的な鉛フリー部品として、銅母材に各種めっきを施した際の常温におけるウィスカ発生傾向を表 5-1に示す。表 5-1は、一般的な下地拡散によるウィスカ発生傾向を示すものであり、鉛フリー部品の部品選定段階でウィスカ発生傾向を考慮して選定すること。

表 5-1 鉛フリー部品のウィスカ発生リスク⁽¹⁾

めっき仕様		ウィスカ発生傾向
1	Sn(リフローしたもの)	中
2	Sn(光沢電気めっき)	高い
3	Sn(無光沢電気めっき)	やや高い
4	Sn(無光沢電気めっき、下地 Ni めっき)	低い
5	Sn-(2~4mass%)Bi(光沢電気めっき)	中
6	Sn-Cu(電気めっき)	高い
7	Sn-Cu(溶融)	高い
8	Ni/Pd/Au (電気めっき)	なし

注⁽¹⁾ GEIA-HB-0005-3、表 B2 から一部抜粋して記載

(2) ウィスカ成長性試験

鉛フリー部品の部品選定段階でウィスカ成長性を、表 5-2に規定する試験方法の適用基準に従つて評価すること。この試験は電気・電子部品のすず又はすず合金めっき端子のウィスカ試験方法について適用する。ウィスカ成長性の評価試験方法の詳細については6.2項に示す。

以下の全ての条件が当てはまる場合にのみ、室温試験を非適用にすることができる。

- ・母材 : Fe 及び Ni だけからなる合金
- ・下地層 : 下地層なし 又は Fe 及び Ni だけからなる合金
- ・最外層 : Cu・Zn のいずれも含まないすず又はすず合金めっき

表 5-2 試験方法の適用基準(1)

端子材料構成			試験方法(2)		
母材	下地	最外層めっき	室温放置	高温高湿	温度サイクル(3)
Fe 及び Ni だけからなる合金	なし	Cu、Zn のいずれも含まない Sn 又は Sn 合金めっき	非適用	適用	適用
	Fe 及び Ni だけからなる合金				
Fe 及び Ni だけからなる合金	なし	Cu 及び／又は Zn を含む Sn 合金めっき	適用	適用	適用
	Fe 及び Ni だけからなる合金				
Fe、Ni のいずれも含まない合金	Ni 又は Ag	—	適用	適用	適用
Cu 又は Cu 合金	なし	Sn 又は Sn 合金めっき	適用	適用	適用
Cu 若しくは Cu 合金	なし	Sn で SnCu 金属間化合物層が既に形成されている	適用	適用	適用
	Cu 若しくは Cu 合金				
母材又は下地層が上記以外		—	適用	適用	適用

注(1) JIS C 60068-2-82、表 6 を参考にして作成

注(2) 各試験の条件については本書 6.2.2 項(2)を参照すること

注(3) 出典元では温度急変試験と称されているが、本書では温度サイクル試験と表記する

5.1.2 接続信頼性

部品電極のめっき構成*1 が新規の鉛フリー部品を採用する場合は次の事項について検討し、6.4 項に従い接続信頼性評価試験を実施すること。すでに接続信頼性を有すると証明できる場合は、接続信頼性評価試験を省略することができる。

*1:部品メーカ、母材、電極構成材料とその含有量、層構成、電解/無電解めっき

(1) 鉛フリー部品の電極・端子仕上げ種類別要求事項

部品選定において、各種電極・端子の仕上げに対する要求事項を次に示す。

(a) Sn 系電極・端子仕上げ

電極・端子表面が酸化しやすく、ぬれ性が悪化するため、部品を保管する場合は酸化を抑制すること。また、はんだ付けに際しては、不ぬれが発生していないことを確認すること。

(b) Au 系電極・端子仕上げ

Au めっきの除去を本書の5.2.2項(4)に基づき実施すること。ただし、電極・端子形状等の制限により Au めっき除去が困難な場合は、次の条件のいずれかを満足させること。満足しない場合は使用を禁止する。

- ・すず一鉛はんだ接合部における Au の含有量を 3mass%未満にすること。
- ・すず一鉛はんだ接合部に Au 及び Pd の両方を含有する場合、Au 0.025mass%未満かつ Pd 0.05mass%未満にすること。

また、Ni/Pd/Au プリント配線板を使用する場合は、以下を満足させること。満足しない場合は使用を禁止する。

- ・プリント配線板の Pd と Au めっき厚は、以下の基準とすること。

Au めっき厚は $0.1 \mu m$ 以上、 $0.4 \mu m$ 以内、Pd めっき厚は $0.1 \mu m$ 以上、 $0.3 \mu m$ 以内

- ・上記めっき厚の範囲内でも、挿入部品や熱容量の大きい部品の、部品実装時におけるはんだ付け部のクラック(初期の剥離や割れ、リフトオフ等)は許容しない。

－注意－

Pd/Au のめっきが厚くなると、挿入部品や熱容量の大きい部品を実装する際に、IMC(金属間化合物)層や凝固収縮プロセスの影響からクラックが生ずる恐れがある。初期実装評価における断面観察によりクラックの有無を確認すること。

[参考資料]： Ni/Pd/Au プリント配線板めっき厚の接合への影響については、
JERG-1-009-TM001 技術データ 15 と 16 を参考にすること。

(c) Sn-Bi 系電極・端子仕上げ

鉛フリー部品の電極・端子めっきに含まれる Bi の含有量が 4mass%未満であること。これを超える場合は使用を禁止する。

(2) Sn 系の端子・電極への Pb 添加

Sn 系の電極・端子に対してウイスカ抑制手法として Pb を添加する場合は、全ての電極・端子めつき中の Pb の含有量が 3mass%以上となることを確認すること。Pb を添加する際は、損傷など品質低下させないことを確認した上で工程を確立して管理すること。

(3) 予備はんだの実施

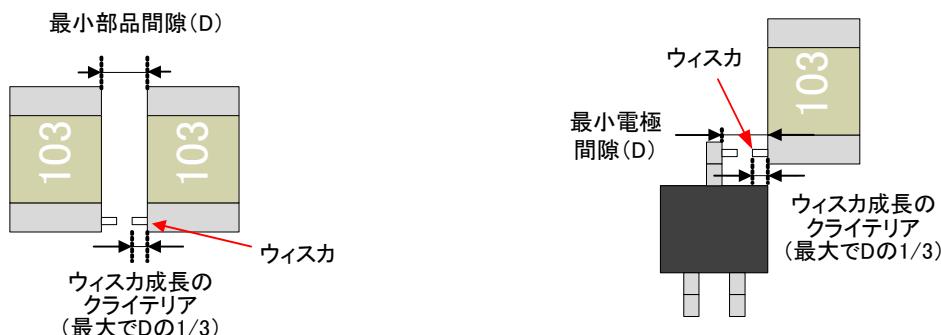
予備はんだの実施にあたっては、JERG-0-039 の 5.3.5 項(予備はんだ付)及び 5.3.6 項(はんだポットの管理)に従って実施すると共にはんだポットの管理を行うこと。

5.1.3 実装設計

(1) 最小導体間隔

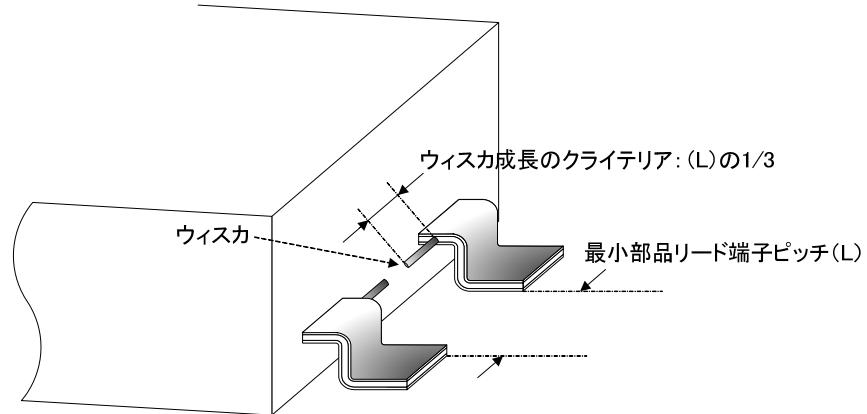
- (a) ウィスカ最大長が既知の鉛フリー部品を使用する場合、最小導体間隔はウィスカ最大長の 3 倍以上設けること。
- (b) ウィスカ最大長が未知の鉛フリー部品を使用する場合、最小導体間隔はウィスカ成長性試験によって評価したウィスカ最大長の 3 倍以上であること。
- (c) 必要に応じて配線の間隔を広げたり、物理的隔壁を設けること。
- (d) 鉛フリー部品を立体的に配置する場合、最小導体間隔は 5.1.3 項(1)の(a)又は(b)を満足すること。

ウィスカ成長と最小部品リード・端子間隙のクライテリアは図 5-1 を参照のこと。

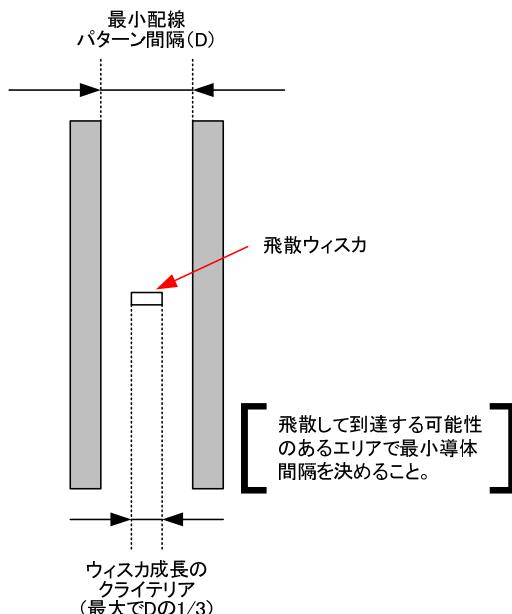


(a) 最小部品間隙が最小導体間隔となる場合 (b) 最小電極間隙が最小導体間隔となる場合

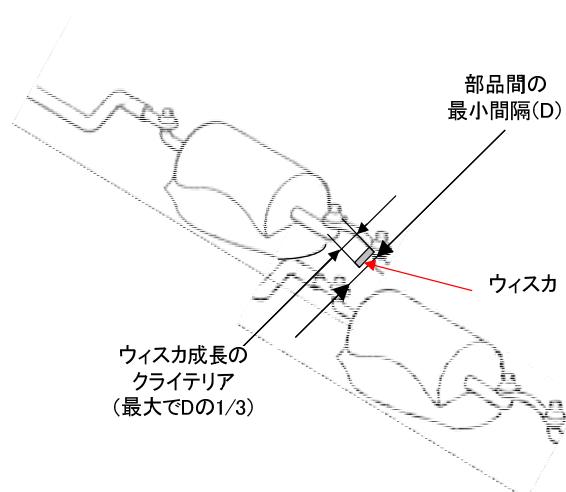
図 5-1 ウィスカ成長と最小部品リード・端子間隙のクライテリア



(c) 最小部品リード端子ピッチが最小導体間隔となる場合



(d) 隣接する最小配線パターン間隔が最小導体間隔となる場合



(e) 立体的に配置した部品間の間隔が最小導体間隔となる場合

図 5-1 ウィスカ成長と最小部品リード・端子間隙のクライテリア (続き)

- (2) コンフォーマルコーティングによるウイスカ抑制
- ウイスカの成長抑制、ウイスカによる短絡及びコンタミを防止するためにコンフォーマルコーティングの施工を検討すること。
 - コンフォーマルコーティングをウイスカ成長抑制、ウイスカによる短絡及びコンタミを防止する目的で適用する場合は、JERG-0-040 に従って実機モデルと同一塗布条件で鉛フリー部品にコンフォーマルコーティングを実施し、6.2項に従いウイスカ成長性試験を実施すること。
 - 試験の結果によりウイスカ最大長さが最小導体間隔の 1/3 を超える場合は、鉛フリー部品の使用を禁止する。

5.2 製 造

5.2.1 一 般

JERG-0-039 の 5 項(詳細要求事項)及び JERG-0-043 の 5 項(詳細要求事項)に従うこと。

鉛フリー部品の電極・端子は酸化に伴いぬれ性が悪化しやすいので、製造段階でぬれの状態を確認し注意すること。

5.2.2 前処理

(1) 部品のアップスクリーニング

鉛フリー部品にアップスクリーニングを適用する上でその項目、条件が熱的負荷を伴う場合、鉛フリー部品の電極・端子の酸化に留意すること。

(2) ベーキング

鉛フリー部品にベーキングを適用する場合、熱的負荷を伴うので、鉛フリー部品の電極・端子の酸化に留意すること。

(3) 予備はんだ

鉛フリー部品端子表面の酸化膜を除去し、新しい鉛含有はんだではんだ接合部となる部品端子表面を覆ってぬれ性を改善し、接続信頼性を確保するための予備はんだは、JERG-0-039 の 5.3.5 項(予備はんだ付)(5) によること。

(4) 金めっき除去

鉛フリー部品端子仕上げに Au を含む場合、接続強度の低下が懸念されるため、可能であれば JERG-0-039 の 5.3.4 項(金めつき除去)により Au を除去すること。なお 5.1.2 項(1)(b)の条件を満足できない場合は必ず Au を除去すること。

5.2.3 リワーク

リワークは、JERG-0-039 の 5.6.5 項(再加工等)及び JERG-0-043 の 5.10 項(はんだ付部再加工(リワーク))に示される方法に従って実施すること。

5.3 検査

5.3.1 部品受入検査

- (1) 鉛フリー部品であることを確実に識別し、他の部品と混ざらないような管理を実施すること。少なくとも次の事項について受入検査で確認すること。
 - (a) 電極・端子めっきの種類(含有量を含む)
 - (b) 母材及び層構成
- (2) 鉛フリー部品の電極・端子が汚染される場合、接続信頼性へ悪影響を与える。したがって、鉛フリー部品の電極・端子に変色、腐食、異物付着等がないことを外観検査で確認すること。また、電極・端子の仕上げが Sn 系(純 Sn、Sn-Cu、Sn-Bi 等)の場合、外観検査でウィスカについての疑義がある場合は6.2.3項(4)に基づく検査を実施すること。
- (3) 必要に応じて、XRF(X-ray Fluorescence Analytical Method)などで分析し、接続信頼性評価を実施した鉛フリー部品の電極・端子の仕上げと同一の材料(元素)及び質量比で構成されていることを確認すること。

5.3.2 実装後の検査

- (1) はんだ付け外観検査は、JERG-0-039 の 5.8.4 項(検査)及び JERG-0-043 の 5.9.3 項(外観検査)に従うこと。但し、はんだ内に、Au や Pd が含有した際にフィレットの表面に生ずる微細な凹凸によるくもりについてはこれを許容する。

[参考資料]： Au や Pd が含有した場合のはんだ付け外観検査については、JERG-1-009-TM001 技術データ 17 を参考にすること。

- (2) はんだ付け外観検査において、ウィスカが確認されないこと。
- (3) 鉛フリー部品の電極・端子の Sn めっき酸化膜の増加により、はんだ付け後の表面が白っぽくなる場合があり、オーバーヒートとの区別がつかない場合がある。したがってはんだのぬれに異常がないことを確認すること。

6. 試験方法及び項目

6.1 全般

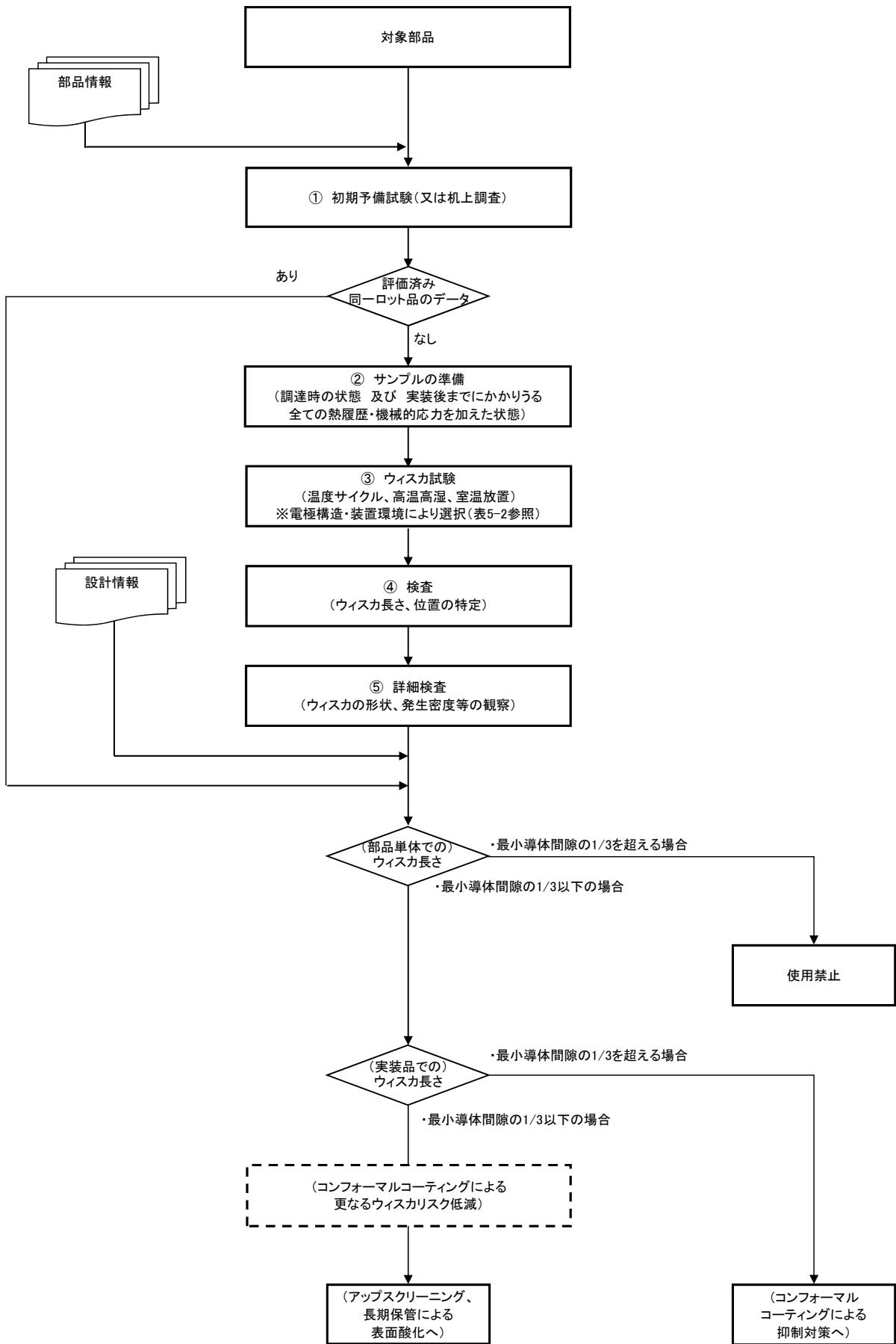
鉛フリー部品の適用可否を判断するために、ウィスカ成長性、及び、接続信頼性を評価すること。このため、部品の電極・端子の仕上げ(層構成、各層の材料及び質量比)、プリント配線板のはんだ付け領域(パッド)における仕上げ(層構成、各層の材料及び質量比)に着目すること。ウィスカ成長性、及び、接続信頼性の評価においては、次に示す要求を満足すること。

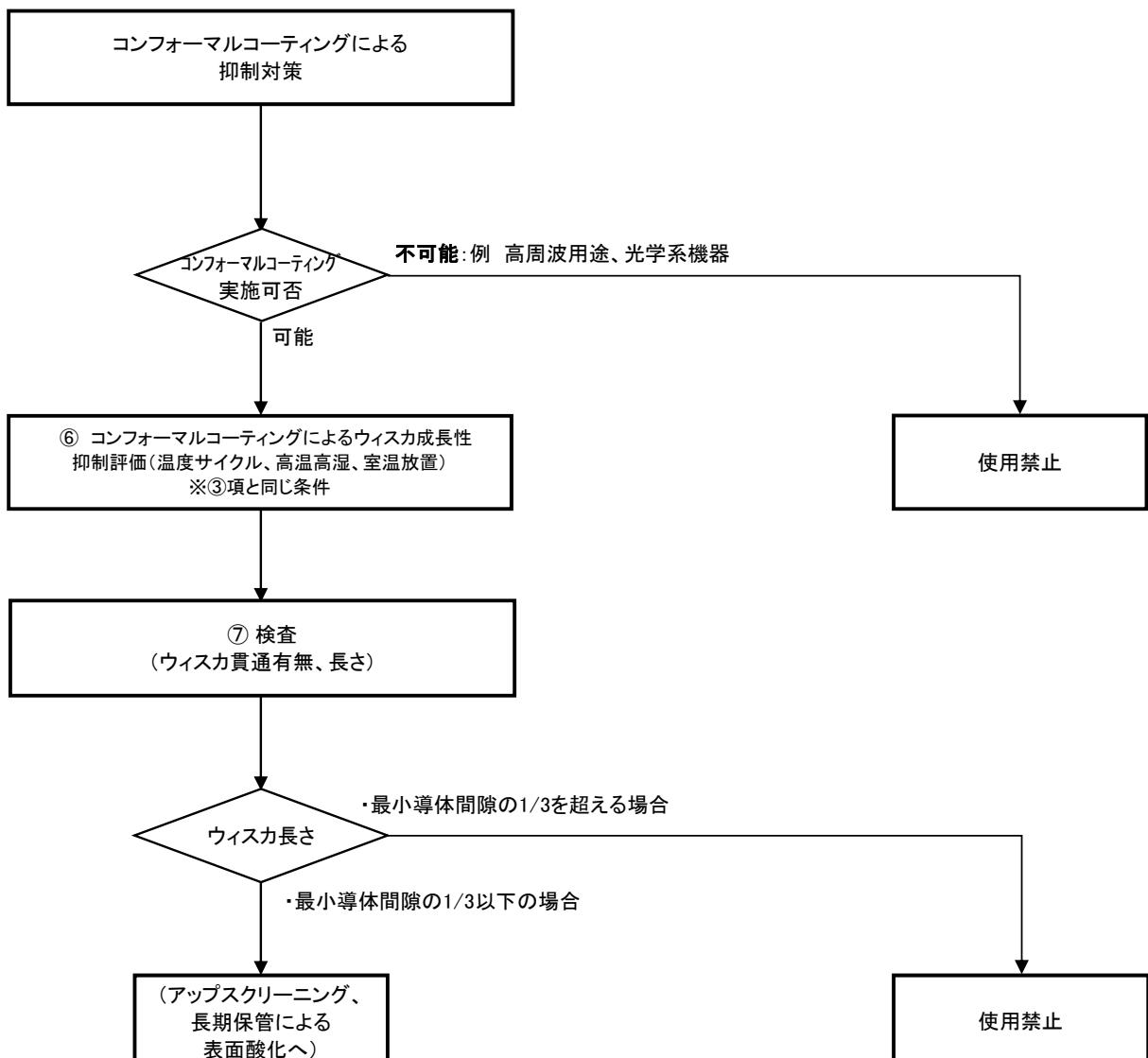
6.2 ウィスカ成長性の評価

6.2.1 試験方法の策定

- (1) 本書の図 6-1に示すウィスカ評価試験フローに沿って「(a) ウィスカ成長性試験」を、コンフォーマルコーティングをウィスカ抑制の目的として利用する場合は「(b) コンフォーマルコーティングによる ウィスカ抑制試験」を実施すること。
- (2) 図 6-1に示す①～⑦までの実施内容を次に示す。

- ① 初期予備評価(机上調査):鉛フリー部品の電極・端子について、母材の構成、表面めっき仕上げ及び層構成について評価・確認すること。必要に応じて、DPA(Destructive Physical Analysis)や XRF による予備試験を実施すること。これらの調査試験結果は、表 5-2に基づき、ウィスカ試験方法の実施項目の必要性の判断材料にすること。更に並行して、ウィスカ成長のクライテリアを定義するため、基板設計情報から最小導体間隔(図 5-1 参照)を確認すること。
- ② サンプルの準備:③項のウィスカ試験に供試するサンプルはフライトモデル品と同一ロットとし、「調達時の状態」と「実装直前までにかかりうる全ての熱履歴・機械的応力を加えた状態」の 2 種類を準備すること。熱履歴は、部品調達後、アップスクリーニングやはんだ付け時の加熱などフライトまでに加わる熱的条件を印加すること。Sn 系仕上げ端子部品に対しては、調達後にリードフォーミング等の機械的な応力を加える場合、フォーミングによる残留応力に起因するウィスカ成長が懸念されるため、機械的な応力を印加すること。
更に、「実装直前までにかかりうる全ての熱履歴・機械的応力を加えた状態」の部品でフライトモデルに適用するはんだ付けを施した実装サンプル、又は、それに近い状態のものを準備すること。
- ③ ウィスカ試験:試験方法選定は、本書の表 5-2によること。試験条件は6.2.2項(2)によること。
- ④ 検査:供試サンプルの観察位置や検査方法、及び各試験におけるサンプリング方法は、本書の6.2.3項によること。検査において、電極・端子の全体を観察し、ウィスカが成長している場所を特定してウィスカ長さを計測すること。
- ⑤ 詳細検査:SEM(Scanning Electron Microscope)を用い、ウィスカの長さ、形状、発生密度などについて詳細に解析を行うこと。
- ⑥ コンフォーマルコーティング抑制評価:④項の検査でウィスカ最大長さが最小導体間隔の 1/3 の長さ(図 5-1 参照)を超える場合、ウィスカ成長性を抑制することを目的としてコンフォーマルコーティングの施工を検討すること。コンフォーマルコーティング抑制評価は、フライトモデル品と同一ロットとし、「実装直前までにかかりうる全ての熱履歴・機械的応力を加えた状態」の部品でフライトモデルに適用するはんだ付けを施した実装サンプル、又は、それに近い状態のものとする。当該実装サンプルにコンフォーマルコーティングを施して、③項のウィスカ試験を繰り返し実施すること。
- ⑦ 検査(ウィスカ貫通有無):SEM やレーザ顕微鏡などを用いてウィスカの長さ、形状、発生密度、コンフォーマルコーティングの貫通の有無などについて詳細に解析を行うこと。ウィスカの長さが最小導体間隔の 1/3 を超える場合は、当該部品の使用を禁止すること。





(b) コンフォーマルコーティングによるウィスカ抑制試験

図 6-1 ウィスカ評価試験フロー(続き)

6.2.2 適用基準

- (1) 鉛フリー部品の電極・端子めつきの仕様によりウィスカ成長性が異なるため、本書の表 5-2に示す基準をベースにウィスカ評価試験を実施しなければならない。
 - (2) 試験方法及びその条件は、次の通りとしなければならない。
 - (a) 室温試験: $30 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、 $60 \pm 3\%$ RH、4000 時間
 - (b) 高温高湿試験: $55 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 、 $85 \pm 5\%$ RH、2000 時間
 - (c) 温度サイクル試験*1: 低温 $-40 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 又は $-55 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、高温 $+85 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 又は $+125 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、片側 20 分、2000 サイクル
- *1 鉛フリー部品が運用中にさらされる温度範囲が上記温度範囲を超える場合は、運用環境に合わせて試験温度範囲を設定すること。

6.2.3 進め方

(1) サンプル数量

ウイスカ試験に供試するサンプル数量は、次の用件を満足すること。

- ・端子またはリード線の数:30 以上
- ・製品:6 以上

(2) サンプリング間隔

表 6-1 のサンプリング間隔による。ただし、サンプルの蒸着を伴う SEM 観察を実施する場合、抜き取り検査とする。

表 6-1 サンプリング間隔

試験の種類	サンプリング間隔
室温放置	1000 時間
高温高湿試験	500 時間
温度サイクル試験	500 サイクル

(3) 観察箇所

観察箇所及び観察方向は

図 6-2 によること。特にウイスカが発生しやすい折れ曲がった端面、Sn めっきが露出した表面は重点的に観察すること。

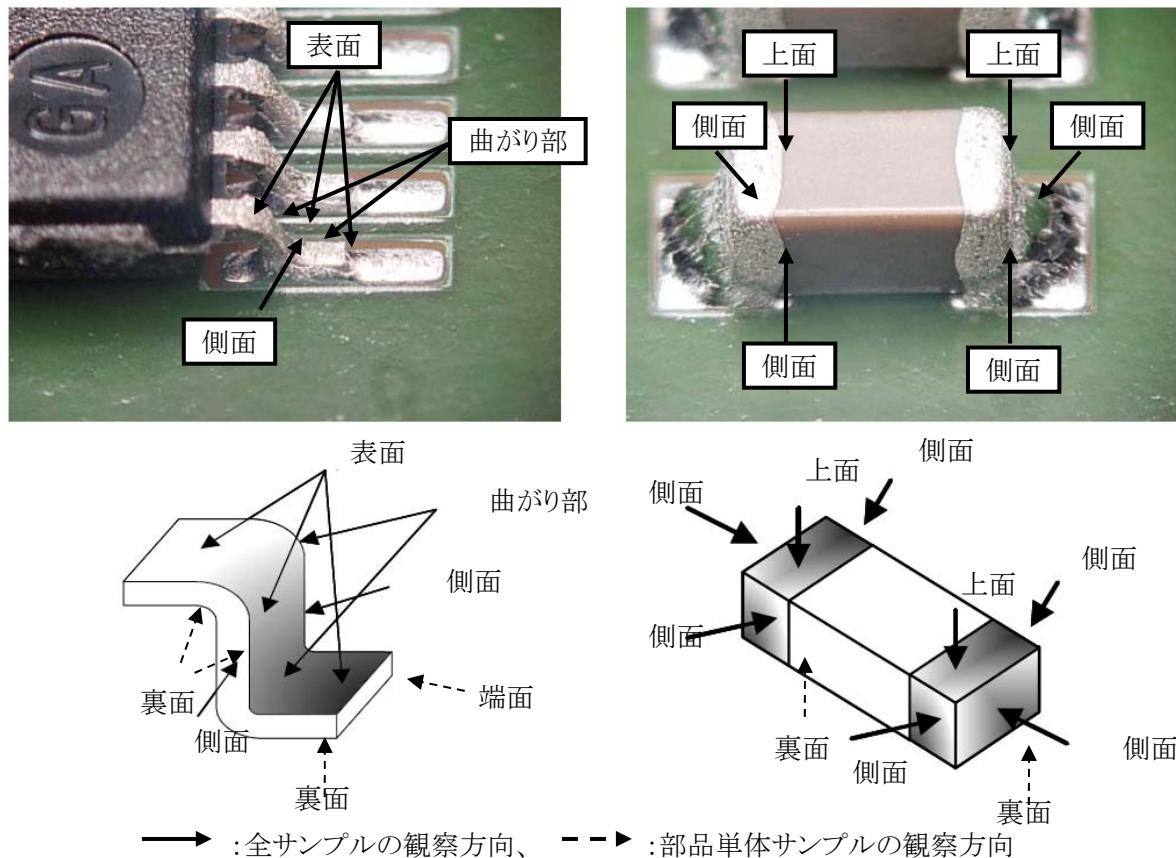


図 6-2 観察方向

(4) ウィスカ検査

$10 \mu m$ の長さが識別できるマイクロスコープ、SEM、金属顕微鏡などを用いてウィスカの長さ、形状を検査すること。電子走査顕微鏡(SEM)は焦点深度が深く、詳細観察に適している。金属顕微鏡を用いる場合は、照明方向を自由に変更可能な照明装置を有すること。ウィスカ長を測定する場合は、精度 $\pm 5 \mu m$ の機械的あるいは電子的な測長装置を備えていること。

(5) ウィスカ測長方法

ウィスカ長さの測定は、図 6-3 によること。

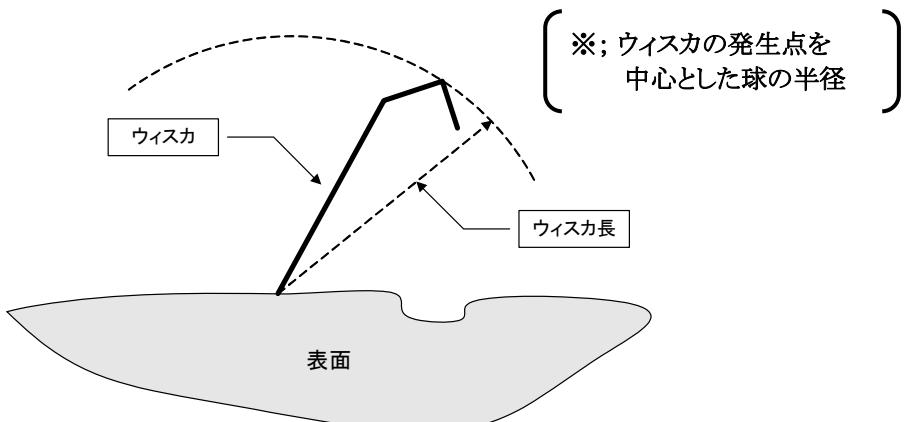


図 6-3 ウィスカ測長方法

※出典: JIS C 60068-2-82 附属書 A、JESD 22-A121A Figure 5

(6) 判定基準

測長したウィスカ長さが、最小導体間隔の $1/3$ 未満であるかどうかを判定すること。

6.3 初期実装評価

- (1) Ni/Pd/Au プリント配線板にて、挿入部品や熱容量の大きい部品を新規で採用する場合に適用すること。
- (2) 初期実装評価は、実製品と同様の設計、工程で製作された供試体サンプルで評価すること。
- (3) 供試体サンプルの断面観察を行い、リフトオフ等によるクラックがないことを確認すること。
- (4) 初期実装評価の結果、クラックが確認された場合、不合格とし使用を禁止する。

6.4 接続信頼性の評価

6.4.1 接続寿命評価の適用基準

- (1) 鉛フリー部品を新規に適用する場合に適用すること。
- (2) 接続寿命評価は、JERG-0-039 の 4.4 項(工程の認定試験)、JERG-0-043 の 4.4.2 項(工程の認定試験)及び 5.11 項(はんだ接合部寿命評価及び判定)に基づき実施すること。
- (3) 接続寿命評価の結果、不合格となった場合は、使用を禁止する。

－ 注意 －

接続寿命評価では、金属間化合物層に対しても注目して、長期信頼性への影響を確認すること。

付録-I 用語の定義

ウィスカ

金属の繊維状単結晶が成長した突起物で、アスペクト比(長さ／直径)が2以上のもの、かつ、長さが10 μm 以上のもの(JIS C 60068-2-82参照)。

コンフォーマルコーティング

プリント配線板等の部品実装後に防湿等を目的として非導電性の薄い保護コーティングを塗布する工程(JERG-0-040参照)。本書では、ウィスカを抑制する目的にも用いている。

鉛フリー部品

電子部品の電極・端子における鉛含有量が3mass%未満のもの。

プリント配線板については、めっき構成がNi/Pd/Auからなるプリント配線板のみ対象となる。

(鉛含有量が3 mass%以上のはんだコート仕上げのプリント配線板は対象外となる)

ロット

本書におけるロットとは、対象となる鉛フリー部品の購入単位である「購入ロット」のことを言う。

これは鉛フリー部品の多くが製造ロット(錫めっきプロセス)の管理が困難であり、購入ロット以降での管理となるためである。

なお、製造ロット(錫めつきプロセス)の管理ができるケースについては、JERG-1-009-HB001 解説書のテラリングガイドを参照のこと。

Mixed assembly

部品の電極・端子を「鉛系又はすず系、金系」、はんだは「鉛含有はんだ」、プリント配線板(表面処理)は「すず鉛はんだコート」の組み合わせを適用し、鉛フリー部品に対して鉛含有はんだで実装する場合を指す。(「混載実装」と呼ばれる場合がある。「混載実装」は、リフローはんだ付けとフローはんだ付けの両プロセスを経る実装や大小の能動素子と受動素子とを混合して搭載する実装を指す場合もある。)

【A to Z】

Sn-Bi 系	9
Mixed assembly	1, 2, 7
XRF	12, 13

【あ】

ウィスカ	2, 4, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17
------	---

【か】

コンフォーマルコーティング	2, 4, 11, 12, 13, 15
---------------	----------------------

【さ】

酸化	4, 6, 7, 8, 11
接続信頼性	4, 7, 8, 11, 12, 17

【た】

【な】

鉛含有はんだ	1, 2, 11
鉛フリー部品	1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 17

【は】

【ま】

めつき	1, 4, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 15, 16
-----	-----------------------------------

【や】

予備はんだ	3, 4, 6, 9, 11
-------	----------------

【ら】

ロット	4, 13
-----	-------

【わ】