

KOSHA GUIDE

E - 178 - 2020

# 폭발위험장소에서의 정전기관련 물성 측정에 관한 기술지침

2020. 12.

한국산업안전보건공단

## 안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : (전)산업안전보건연구원 최상원
  
- 제·개정 경과
  - 2020년 10월 전기안전분야 표준제정위원회 심의(제정)
  
- 관련규격 및 자료
  - IEC(International Electrotechnical Commission) : Explosive atmospheres-Part 32-2: Electrostatics hazards-Tests
  
- 관련법규·규칙·고시 등
  - 산업안전보건기준에 관한 규칙 제325조(정전기로 인한 화재·폭발 등 방지)
  
- 기술지침 적용 및 문의
  - 이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지([www.kosha.or.kr](http://www.kosha.or.kr))의 안전보건기술지침 소관분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
  - 동 설명서 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 개정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2020년 12월

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

## 폭발위험장소에서의 정전기관련 물성 측정에 관한 기술지침

### 1. 목적

이 지침은 산업안전보건기준에 관한 규칙 제325조(정전기로 인한 화재·폭발 등 방지)에 따라 폭발위험장소에서의 화재·폭발을 방지하기 위한 정전기관련 물성 측정에 관한 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다.

### 2. 적용범위

- (1) 정전기로부터 발생하는 충격 위험성을 회피하기 위한 장비, 제품 및 프로세스 특성에 관련된 시험방법에 대하여 적용한다.
- (2) 본 기술지침과 KS C IEC 60079-0의 요구조건과 일치하지 않을 때는 KS C IEC 60079-0의 요건은 단지 KS C IEC 60079-0 범위 내의 장비에서만 적용하며, 그 밖의 경우에는 본 지침에서 나와 있는 것들을 적용한다.

### 3. 용어의 정의

- (1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “도전성(Conductive)”이라 함은 표류 전류 아크 및 전격 발생을 허용하는 분산성 범위((라) 참조)보다 낮은 저항 또는 저항률을 말한다.

비고 1 도전성 재료나 물체는 분산성이나 절연성이 없으며 접지와 접촉할 때 상당한 정전 전하를 유지할 수 없다.

비고 2 고체 재료, 용기, 일부 물체 및 벌크재료의 도전성 범위에 대한 경계 한계는 IEC TS 60079-32-1을 참조한다.

비고 3 “도전성”이라는 용어는 해당 표준에 적용되는 항목에만 적용되면 본 기준에서 제공하는 정의와 다를 수 있다. 예를 들면 KS M ISO 8031 및 KS M ISO 8330의 고무 또는 플라스틱 호스와 호스 어셈블리, ISO 284의 벨트 및 EN 1149-1, -2, -3 및 -5의 방호복을 참조한다.

(나) “도전율(Conductivity) (전기 도전율 (electrical conductivity))”라 함은 체적 저항률의 역수, 미터당 지멘스로 나타낸다(하)참조.

(다) “도체(Conductor)”라 함은 도전성의 물체를 의미한다.

(라) “분산성(Dissipative) (정전기 분산성(electrostatic dissipative))”이라 함은 도전성과 절연성 사이에 있는 중간 저항 또는 저항률의 범위를 말한다((가) 및 (사) 참조).

비고 1 분산성 재료 또는 물체들은 둘 다 도전성과 절연성의 성질을 지니는 것은 아니지만, 도전성 제품과 마찬가지로, 접촉 충전을 안전하게 제한하거나 접지와 접촉할 때 설계된 적용에 관련된 최대 충전 전류를 분산시킨다.

비고 2 고체 재료, 용기, 일부 물체 및 벌크재료의 분산성 범위에 대한 경계 한계는 EC TS 60079-32-1을 참조한다.

비고 3 “분산성”이라는 용어는 해당 표준에 적용되는 항목에만 적용되면 본 기준에서 제공하는 정의와 다를 수 있다. (가) 비고 3에 나타낸 것을 참조한다.

(마) “용기(Enclosure)라 함은 벽, 문, 덮개, 케이블선, 봉, 스핀들, 샤프트, 코팅, 기타 등으로 구성된 장비를 말한다.

비고 1 전기 장비의 경우 용기의 정의는 KS C IEC 60079-0에 정의된 용기와 동일할 수 있다.

비고 2 유연 벌크 컨테이너(FIBC) 및 기타 유사한 컨테이너는 장비용 용기가 아니다. 그러므로 이들은 IEC TS 60079-32-1에서 개별적으로 고려된다.

(바) “폭발위험장소(Hazardous area)”라 함은 전기설비를 제조·설치·사용함에 있어 특별한 주의를 요구하는 정도의 폭발성 가스분위기가 조성되거나 조성될 우려가 있는 장소를 말한다.

비고 1 KS C IEC 60079-10-1 및 KS C IEC 60079-10-2를 참조한다.

(사) “절연성(Insulating)”이라 함은 저항성을 지니거나 분산성 범위보다 높은 저항을 갖는 것을 말한다(라) 참조).

비고 1 절연 재료 또는 물체들은 도전성, 분산성의 특징을 모두 지닌 것은 아니다. 정전기 전하는 이들 위에 축적될 수도 있고 이것들이 접지하고 있을 때 쉽게 흩어지지 않는다.

비고 2 고체 재료, 용기, 일부 물체 및 벌크재료의 절연성 범위에 대한 경계 한계는 EC TS 60079-32-1에 나와 있다. 특정 품목의 경우 특별한 정의는 다른 표준에 존재하고 있다.

비고 3 “절연성”이라는 용어는 해당 표준에 적용되는 항목에만 적용되면 본 기준에서 제공하는 정의와 다를 수 있다. (가) 비고 3에 나타낸 것을 참조한다.

비고 4 형용사 “비도전성”은 종종 절연성의 유의어로써 사용되었다. 이 기준에서는 “절연” 또는 “절연 또는 분산”을 의미하는 것으로 간주할 수 있으며, 이로 인해 혼동이 발생할 수 있어 본 기준에서는 사용하지 않는다.

(아) “분리된 도체 (Isolated conductor)”라 함은 IEC TS 60079-32-1에 제시된 값을 초과하는 접지 누설 저항으로 인해 전하를 축적할 수 있는 도전성 물체를 말한다.

(자) “누설 저항(Leakage resistance)(접지에 대한 저항) (resistance to earth)”이라 함은 측정될 표면과 접지와 접촉하는 전극 사이의 옴으로 나타내는 저항을 말한다.

비고 1 누설 저항은 재료의 체적 및/또는 표면 저항률 및 선택한 측정 지점과 접지 사이의 거리에 따라 달라진다.

(차) “저항(Resistance)”이라 함은 시료를 통과하는 전압과 전류의 비를 말한다.

비고 1 적용되는 전극에 따라 저항은 다음과 같이 구별된다 : 절연 저항(옴)은 (카) 참조, 누설 저항(옴)은 (자) 참조, 표면 저항(옴)은 (카) 참조, 표면 저항률(옴)은 (타) 참조, 체적 저항률(옴미터)은 (하) 참조

(카) “표면 저항(Surface resistance)”이라 함은 표면과 접촉하는 두 전극 사이에 옴으로 나타내는 저항을 측정한 것을 말한다.

비고 1 표면 저항에 대한 정의는 두 전극 사이의 저항이 시험 중인 재료의 체적 저항에 의존하기 때문에 정확하지는 않다. 그러나 위에서 정의된 표면 저항은 전도에 의해 전하를 분산시키는 물질의 능력을 평가할 때 실질적인 의미를 갖는다.

비고 2 (카)에 따라 측정된 표면 저항은 대부분 두께가 증가함에 따라 감소한다. 증가량은 표면 저항과 체적 저항 사이의 관계에 따라 다르다.

비고 3 IEC 60167에서는 표면 저항은 절연 저항이라고 하였다.

비고 4 IEC 60093에서는 표면 저항은 체적을 통과하는 전류가 없는 순수 표면저항으로서 정의하였다.

(타) “표면 저항률(Surface resistivity)”이라 함은 일반적으로 단위 길이와 단위 너비의 표면 반대편에 걸친 옴으로 나타낸 저항을 말한다.

비고 1 옴/제곱은 때때로 사용되지만, SI에서 확인되지 않았을 때는 피해야 한다.  
비고 2 표면 저항은 4.2에 따라 측정된 표면 저항보다 10배 이상 더 높다.

(파) “테라옴 측정기(Teraohm meter)”라 함은 최소 1 TΩ 이상의 측정 범위와 최대 1 kV 이상의 가변 측정 전압을 갖는 저항 측정기를 말한다.

(하) “부피(체적) 저항률(Volume resistivity)”이라 함은 절연 재료는 IEC TR 61340-2-3과 분산성 재료는 IEC 60093에 따라 옴 미터 단위로 측정한 단위 길이와 단위 단면적의 몸체저항을 말한다.

(2) 그 밖에 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 이 지침에서 특별히 규정하는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 안전보건규칙에서 정하는 바에 따른다.

## 4. 시험방법

### 4.1 개요

- (1) 재료의 정전기적 특성 측정 결과의 변화는 주로 불확실한 전압, 전류, 전극 구조 또는 측정 장비의 불확실성보다는 시료의 변화(예: 불균일 표면, 기하학 및 재료의 상태)로 나타난다. 이것은 정전기적 특성이 매우 작은 차이에 의해서 크게 영향을 받고 그로 인해 생긴 통계적 효과가 중요한 역할을 하기 때문이다.
- (2) 예를 들어 ASTM E582에서 폭발성 가스 분위기의 최소 점화 에너지는 100번 또는 1000번의 비점화로 정의된다. 그럼에도 불구하고 1001번째의 점화가능성을 배제하지 않는다. 이러한 통계적 효과로 인해, 정전기 특성의 정확성과 재현성은 통계적 산포로 제한된다.
- (3) 전형적으로, 정전기 측정의 정확도와 재현성은 대략 20 %에서 30 %이다. 이것은 1 % 미만의 전형적인 전기 측정보다 훨씬 더 높다. 이러한 이유로 정전기 임계치 한계는 발생하는 통계적 산포를 보상할 수 있는 특정 안전 여유도 (Safety margin)를 포함한다.
- (4) 시험의 품질을 개선함으로써 발생하는 통계적 산포를 최소화할 수 없다는 점을 이해하기 어려울 수 있다. 그럼에도 불구하고 이러한 상황을 받아들이기 위해서는 정전기 시험에는 이러한 영향을 보상하기 위한 적절한 안전 여유도가 포함되어 있다는 것을 기억하면서 받아들여야 한다.
- (5) 제작 공정(예: 몰딩, 압출 등)은 재료의 정전기적 특성을 변경할 수 있다. 따라서 가능하면 제품이 만들어지는 재료보다 완제품을 시험하는 것이 좋다.
- (6) 전 세계적으로 실험실 측정에 대해 비교 가능한 결과를 얻기 위해, 시료는 명시된 상대 습도 및 온도에서 통제 및 측정되어야 한다(일반적으로 최소 24시간 동안  $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$  및  $(25 \pm 5) \%$  상대 습도에서 진행함). 일부 국가에서 습도 및 온도 수준이 낮거나 더 높은 경우에서 실험할 수 있고 지역의 상대 습도 및 온도가 높거나 낮으면 더 합리적일 수도 있다(예:  $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$  및  $(90 \pm 5) \%$ 의 열대기후의 상대 습도와  $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$  및  $(15 \pm 5) \%$ 의 매우 추운 기후 국가들의 상대 습도).
- (7) 재료 수분의 서로 다른 이력현상에 의해 발생한 측정 오류를 배제하기 위해서 시료는 초기에 건조되어야 하며, 특정 기후조건에서 다음 단계에 따라 건조되어야 한다.

- (8) 일부 다른 표준(예: KS C IEC 60079-0)에서는 50 %RH 또는 30 %RH에서 측정을 기반으로 하는 다른 한계치들이 과거에 효과적인 제습 시험실이 없는 경우에 명시되었다. 실험에 따르면 이 기후에서의 측정 결과들은 표준에 따라 측정된 것과 같은 수준의 일관성이 얻어지지 않는다. 그러나, 이전에 평가된 장비의 연속성을 유지하기 위해 다른 표준에 명시된 기후를 사용할 수 있다.
- (9) 이 표준에 명시된 정확한 시험방법을 모든 장비의 유형과 모든 상황에서 적용하기 어려울 수 있다. 이 경우에는 시험보고서가 명백하게 이 표준의 어떤 부분이 전체적으로 적용되었고 어떤 부분이 적용되었는지를 기술해야 한다. 여기에는 표준 전체를 적용할 수 없는 이유에 대한 기술적 정당성과 이 표준에 명시된 방법과 비교하여 적용된 다른 방법의 동등성이 수반되어야 한다.

경고: 이 표준에 명시된 시험방법들은 고전압 전원 공급 장비와 일부 시험에서 잘못 취급할 경우 위험을 초래할 수 있는 인화성 가스의 사용을 포함한다. 이 표준의 사용자는 시험 절차를 수행하기 전에 적절한 위험성 평가를 수행하고 현지 규정을 충분히 고려해야 한다.

## 4.2 표면 저항

### 4.2.1 개요

- (1) 3.(가)에 정의된 표면 저항이 충분히 낮은 표면은 접지하였을 때 정전기적으로 전하를 가질 수가 없다. 이러한 이유로 표면 저항은 도전으로 인하여 전하를 방출하는 물질의 능력에 관한 기본적인 정전기적 특성이다. 표면 저항은 주로 상대적인 습도가 감소하면서 증가하기 때문에 낮은 상대 습도는 측정 중에 최악의 경우를 재현하는 데 필요하다.
- (2) IEC 60093 및 KS C IEC TR 61340-2-3에서는 고체 평면 재료의 표면 및 체적 저항 및 저항성을 측정하는 방법을 설명한다. KS C IEC 61340-4-10은 표면 저항 측정용으로 다른 대안 방법이다. 그러나 종종 이런 방법들은 재료의 크기와 형태, 특히 장비와 통합된 기구에는 적용이 되지 않는다. 이러한 이유로, 비 평면과 KS C IEC 61340-2-3에서 명시된 소형 구조를 지닌 제품들의 저항 측정 시험방법 또는 이후의 방법이 적절한 대안으로 사용될 수 있다.

### 4.2.2 원리





시스템을 사용하면 이 문제를 피할 수 있다.

- (3) 불필요한 화학적 표면 상호작용을 제한하기 위해 은색 페인트 전극보다 부드러운 도전성 고무 스트립 전극이 선호된다.
- (4) 고르지 않은 시료의 경우, 은색 페인트 전극이 고르지 않은 시료 형상에 더 잘 적용되기 때문에 부드러운 전극보다 선호된다.
- (5) <그림 1>에 제시된 전극 주위 영역에 대한 >25 mm 기준은 시험지에만 적용되며, 실제 제품의 경우 무시될 수 있다. 전극은 테라움 측정기에 연결되어 있다. 전기 잡음을 최소화하기 위해 보호 차폐 전극을 전극 위에 배치할 수 있다. 시험 중 전압 변동으로 인한 충전 전류가 시험 시료를 통과하는 전류와 비교하여 무시할 수 있도록 전압이 충분히 안정되어야 한다.
- (6) 테라움 측정기의 정확도는 1 MΩ~1 TΩ 구간에서 알려진 값의 여러 저항으로 정기적으로 시험해야 한다. 테라움 측정기는 표시된 정확성 이내에 저항을 판독해야 한다. 도전성 고무 또는 폼 전극의 기하 구조도 자국(흠)을 측정하여 정기적으로 점검해야 한다. 전극 힘이 최소 저항까지 도달하였을 때 20 N보다 높은 값이었을 경우 고무 전극은 더 부드러운 것으로 교체되어야 한다.

#### 4.2.4 시험 시료

- (1) 표면 저항은 크기가 허용하는 경우 실제 시료의 부품이나 <그림 1>에 따라 치수를 가진 직사각형 판으로 구성된 시험 시료에서 측정해야 한다. 시험 시료는 깨끗한 표면이어야 한다. 일부 용매는 표면에 도전성 잔류물을 남기거나 정전기 특성에 악영향을 미칠 수 있으므로 표면은 브러시로만 표면을 닦는 것이 가장 좋다. 이는 표면이 특수 영구대전방지제로 처리되는 경우에 특히 중요하다.
- (2) 만약, 표면에 지문이나 다른 먼지가 보이고 표면에 특별한 영구대전방지제를 사용하지 않는 경우, 시험 시료는 2-프로판올(아이소프로필알코올)로 또는 시험 시료와 전극의 재료에 영향을 주지 않고 공기 중에 건조되는 다른 적절한 용매를 이용하여 세척해야 한다.
- (3) 그런 다음 최소 24시간 동안  $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$  및  $(25 \pm 5)\%$ 의 상대 습도에서 맨손으로 다시 만지지 않는 조건으로 진행되어야 한다. 전기 장비 외함의 경우 KS

C IEC 60079-0에 제시된 기후와 500 V의 시험 전압을 사용하여 이력 측정에 적합해야 한다.

#### 4.2.5 절차

(1) 측정 절차는 다음과 같이 진행한다.

(가) 예비조치와 같은 온도에서 시험을 수행한다.

(나) 표면 저항  $10\text{ T}\Omega$ 을 초과하는 절연 패드에 시료를 놓는다.

(다) 전극을 시료 표면에 놓는다.

(라) 전극에 20 N의 힘을 가한다(도장 전극의 경우 필요 없음).

(마) 전극들 사이에  $(15 \pm 5)$ 초 동안  $(10 \pm 0.5)$  V의 측정 전압을 가한다.

(바) 양쪽 전극 사이의 저항을 측정하고 측정 시간이 끝날 때의 값을 기록한다.

비고 1 낮은 측정 전압부터 시작하여 측정하는 것은 낮은 저항 시료를 측정할 때 고전류로 인한 손상을 피하고자 필수적으로 진행해야 한다.

(사) 저항이  $1\text{ M}\Omega \sim 10\text{ M}\Omega$ 인 경우 측정 전압은  $(15 \pm 5)$ 초 동안 다음과 같이  $(100 \pm 5)$  V 증가해야 한다.  $10\text{ M}\Omega$ 과  $100\text{ M}\Omega$  사이의 저항은  $(65 \pm 5)$ 초 동안  $(500 \pm 25)$  V로 측정해야 한다. 표면 저항이  $100\text{ M}\Omega$ 을 초과하는 경우  $(65 \pm 5)$ 초 동안 최소  $(500 \pm 25)$  V, 되도록  $(1000 \pm 50)$  V의 전압을 가한다.

비고 2 KS C IEC 60070-0에서 500 V 전압이 적용된다.

비고 3 KS C IEC 61340-4-1에서  $1\text{ M}\Omega \sim 100\text{ G}\Omega$  사이의 저항에는 100 V를 적용하고, 더 높은 저항에는 500 V를 적용한다. KS C IEC 61340-2-3에서  $1\text{ M}\Omega$  이상의 모든 저항에는 100 V가 적용된다. 높은 저항은 전압 증가에 따라 감소하고 안정적인 결과를 얻기 위해 더 오랜 시간이 필요하므로, 높은 저항의 측정은 명시된 더 높은 전압과 측정 시간을 권장한다.

(아) 시료가 너무 작아서 실용적이지 못하거나 결과의 범위가  $\pm 10\%$  이내가 아닌 한 같은 시료의 서로 다른 위치에서 또는 추가적인 시료를 사용하여 9회 측

정을 반복한다. 이 경우, 더 적은 반복 횟수가 허용된다. 단, 최소한 총 3회 이상의 시험이 있어야 한다.

#### 4.2.6 합격 기준

- (1) 표준에 제시된 합격/불합격 기준은 시험방법의 요구사항을 적용하여야 한다. 구체적인 합격/불합격 기준이 제시되지 않았을 때 IEC TS 60079-32-1을 따른다.
- (2) 시험 시료는 가장 높은 측정 전압에서 측정된 저항에 따라 분류해야 한다. 예를 들면 10 V에서 저항이 1.5 MΩ이고 100 V에서 900 kΩ이면 시험 시료는 900 kΩ의 저항을 가진 것으로 분류해야 한다.

#### 4.2.6 시험보고서

- (1) 시험보고서는 최소한으로 다음과 같은 정보가 포함되어야 한다.
  - 측정 실험실,
  - 측정 일자,
  - 온도 및 상대 습도,
  - 시료의 설명 및 식별,
  - 시험 결과들,
  - 적용된 측정 전압,
  - 측정 횟수,
  - 기하 평균 저항.

비고 : 기하의 의미는  $n$  값 산출물의  $n$ 번째 루트를 취하여 계산한다. :

$$\bar{x} = \left( \prod_{i=1}^n x_i \right)^{1/n}$$

예를 들어 5개의 값 1, 2, 5, 50, 100의 기하 평균은  $(1 \times 2 \times 5 \times 50 \times 100)^{1/5} = 8.71$ 이다. 기하학적 평균은 저항 측정을 할 때 흔히 그렇듯이 규모 순서에 따라 변화하는 값의 평균을 구할 때 산술 평균보다 더 실용적인 의미가 있다. 예를 들어, 5개의 저항 측정에는 1 GΩ 순서의 측정 4개와 1 TΩ의 측정 1개가 포함될 수 있다. 산술 평균은 1 TΩ 측정에 가중되지만, 기하학적 평균은 재료가 실제로 수행될 가능성이 있는 전반적인 방법을 더 가깝게 나타내지 않는다.

- 사용된 계측기의 식별,

- 이 표준의 번호.

### 4.3 표면 저항률

표면 저항률은 4.2의 표면 저항 측정에 사용된 전극 구조로 측정된 표면 저항보다 10배 높다.

### 4.4 체적 저항률

표면 저항 또는 저항률은 체적 저항률보다 물질의 정전기 전하성을 결정하는 데 더 중요한 요인이다. 재료의 체적 저항률은 이 맥락에서 관련성이 낮기에 측정은 이 문서에 설명되어 있지 않다. 그럼에도 불구하고, 체적 저항률은 제품의 실질적인 접지 조건과 관련하여 중요한 요소가 될 수 있다. 필요한 경우 고무 또는 열가소성 재료의 경우 ISO 14309에 명시된 절차를, 분산성 재료의 경우 KS C IEC 61340-2-3에 명시된 절차 또는 절연성 재료의 경우 IEC 60093에 명시된 절차를 사용하여 재료의 체적 저항률을 결정해야 한다.

### 4.5 누설 저항

#### 4.5.1 개요

(1) 물체의 누설 저항은, 특히 바닥, 정전기 안전의 중요한 특징이다. 바닥의 누설 저항을 시험하기 위한 여러 가지 측정 방법들이 발표되어 있는데, 이 방법은 대부분 다른 물체에 적용될 수 있다(예: 회전 실린더, 용기, 접지 점이 있는 가방). KS C IEC 61340-4-1에서 시험은  $(25 \pm 0.25)$  kg(딱딱한 바닥) 또는  $(50 \pm 0.25)$  kg(부드러운 바닥) kg  $(5.0 \pm 0.25)$  kg(부드러운 바닥)으로 바닥에 눌러 붙인 원형 전극으로 실시된다. KS K ISO 10965에서 측정은  $(5.0 \pm 0.1)$  kg로 바닥에 압착된  $(65 \pm 2)$  mm 지름을 사용하여 수행한다. ASTM F150에서는 2.5 kg으로 바닥에 압착된 지름 63.5 mm의 원형 전극을 사용한다. EN 1081에서는 그 위에 서 있는 사람이 바닥에 눌러놓은 3피트짜리 전극을 사용한다. 각 방법은 다소 다른 저항을 산출하므로 제품설명과 시험보고서에 사용된 측정 방법을 명시하는 것이 중요하다.

비고 이상적인 경우, 위에서 설명한 여러 방법의 측정된 저항 간의 차이는 작다. 실제로 거친 표면(예: 석재 함량이 상당한 외부 콘크리트 바닥)은 사용된 전극 표면과 가

해진 압력에 따라 측정된 저항에 영향을 미칠 수 있다. 개선된 결과는 KS C IEC 61340-4-1 전극에 따른 도전성 폼 패드를 사용하여 몇 mm의 거칠기를 얻을 수 있다. 단, 이것은 단단한 밀창을 가진 사람의 신발의 실제 상황을 재현하지 못할 수도 있다.

- (2) 누설 저항은 도전성 또는 분산성 범위 내에 있을 수 있으므로(IEC TS 60079-32-1 참조), 10 V의 저전압으로 측정을 시작한 다음 4.2에 이미 명시된 대로 증가시켜야 한다. 예로 주유소 등에서 폭발 가능성이 있는 분위기 내에서 측정해야 하는 경우, 점화성 스파크 방출을 방지하기 위해 측정 전압이  $(100 \pm 5)$  V를 초과해서는 안 된다.

#### 4.5.2 원리

바닥이나 물체에 지정된 전극을 접촉하여 전극과 접지 사이의 저항을 측정한다.

#### 4.5.3 장치

- (1) 일반적으로 도전성 고무 표면이 있는 지름  $(65 \pm 5)$  mm의 원형 전극은 4.5.1에 인용된 거의 모든 표준의 전극 사양 내에 있는 2.5 kg 또는 5 kg의 물체에 압입된다. 단, 바닥에 대한 몸체압력의 시뮬레이션이 중요한 경우 EN 1081에서 설명한 3피트 전극이 더 적합할 수 있다.

비고: 측정된 저항은 전극 압력이 증가하면 감소하는 경향이 있지만, 특정 지점까지만 감소하며, 이후 압력이 더 증가하면 측정된 저항에는 거의 영향을 미치지 않는다. 많은 바닥재에 대하여 5 kg, 65 mm 지름의 전극에 의해 가해지는 압력이 정확한 치수로 조사되었다.

- (2) 전극은 테라움 측정기에 연결된다. 전기 잡음을 최소화하기 위해 보호 차폐 전극을 전극 위에 배치할 수 있다. 시험 중 전압 변동으로 인한 충전 전류가 시험 시료를 통과하는 전류와 비교하여 무시할 수 있도록 전압이 충분히 안정되어야 한다.
- (3) 테라움 측정기의 정확도는 잘 알려진 값의 큰 저항으로 정기적으로 점검해야 한다. 시험 시료의 최소 저항에 도달하는 데 필요한 전극에 의해 가해지는 힘이 20 N보다 높으면 고무 전극은 부드러운 전극으로 교체해야 한다.

#### 4.5.4 시험 시료

시험 바닥 또는 물체는 깨끗한 표면을 지녀야 한다. 측정 대상 바닥이나 물체가 외부(예: 주유소 바닥 표면)면 측정 시간 전 24시간 이내에 비가 오거나 안개가 끼지 않아야 한다(상대 습도 50 % 이상). 실내에서 사용하도록 설계된 바닥이나 물체는 실험실 측정을 위해 24시간 동안 또는 상태 측정을 위한 주변 조건으로 상대 습도  $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$  및  $(25 \pm 5) \%$ 로 조절해야 한다.

#### 4.5.5 절차

시험은 4.2.5항에 따라 실시하되, 측정은 한 전극과 접지 사이에서 이루어진다. 바닥의 경우 측정 횟수(자격, 감사 등), 바다 깔개 또는 기관의 예상 균질성 및 층의 전체 면적 등을 고려하여 당사자 간에 측정 횟수를 합의하고 선정한다. 공장이나 창고에서 대규모 바닥 면적을 검사할 때  $100 \text{ m}^2$  당 1회의 측정이 허용될 수 있지만, 바닥면의 균질성을 알 수 없는 경우에는  $1 \text{ m}^2$  당 1회 이상의 측정이 필요할 수 있다.

#### 4.5.6 합격 기준

표준에 제시된 합격/불합격 기준은 시험방법의 요구사항을 적용하여야 한다. 구체적인 합격/불합격 기준이 제시되지 않았으면 IEC TS 60079-32-1을 따른다.

#### 4.5.7 시험보고서

(1) 시험보고서는 최소한으로 다음과 같은 정보가 포함되어야 한다.

- 측정 실험실,
- 측정 일자,
- 온도 및 상대 습도,
- 시료의 설명 및 식별,
- 시험 결과들,
- 측정 전압,
- 전극 설명,
- 가압력,

- 측정 횟수,
- 기하 평균 저항,
- 사용된 계측기의 식별,
- 이 표준의 번호.

## 4.6 신발의 사용 중 시험

### 4.6.1 개요

실험실에 사용되는 신발류 관련 시험은 KS C IEC 61340-4-3 및 KS C IEC 61340-4-5에 설명되어 있다. 신발 또는 바닥재의 현장 시험은 KS C IEC 61340-4-5에도 설명되어 있다. 정기적인 일일 시험의 경우, 신발 착용자의 누설 저항은 보통 신발 도전을 시험기(개인용 접지 시험기)를 통해 결정할 수 있다. 이러한 장비를 사용할 수 없는 경우 이러한 저항은 다음 내용에 따라 측정해야 한다.

### 4.6.2 원리

양발로 서 있는 작업자와 들고 서 있는 휴대용 물체와 금속판 사이의 저항을 측정한다. 사람의 저항은 신발의 저항과 비교했을 때 무시할 수 있는 것으로 추정된다.

### 4.6.3 장치

- (1) 측정기기는 바닥의 금속판과 휴대용 금속체(예: 지름 20 mm, 길이 100 mm의 금속 막대 또는 지름 50 mm의 금속 구체)로 구성된다. 테라움 측정기는 휴대용 금속체 사이의 저항을 측정하는 두 전극 사이에 몸체 및 발을 통해 연결된다. 테라움 측정기의 정확도는 알려진 값의 큰 저항으로 정기적으로 점검해야 한다.
- (2) 측정 전압은 감전을 방지하기 위해 100 V를 초과해서는 안 된다. 100 V로 측정할 때 약 1 MΩ의 보호 저항기가 측정 회로 내에 있어야 한다. 이 저항기는 10 V로 낮은 저항을 측정할 때 생략할 수 있다.

### 4.6.4 절차

- (1) 측정 절차는 다음과 같이 진행한다.



(가)  $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$  및  $(25 \pm 5) \%$ 의 상대 습도에서 측정한다. 상대 습도를 초과한 경우에는 습도를 기록한다.

(나) 시험을 할 신발을 신는다.

(다) 신발과 양말 등에 충분한 습도를 얻을 수 있도록 5분간 기다린다.

(라) 양말로 금속판에 서서 한 손으로 금속체를 잡는다.

(마) 신발의 표시된 저항을 기록한다.

#### 4.6.5 합격 기준

표준에 제시된 합격/불합격 기준은 시험방법의 요구사항을 적용하여야 한다. 구체적인 합격/불합격 기준이 제시되지 않았으면 IEC TS60079-32-1을 따른다.

#### 4.6.6 시험보고서

(1) 시험보고서는 최소한으로 다음과 같은 정보가 포함되어야 한다.

- 측정 실험실,
- 측정 일자,
- 온도 및 상대 습도,
- 시료의 설명 및 식별,
- 시험 결과들,
- 측정 전압,
- 측정 횟수,
- 사용된 계측기의 식별,
- 이 표준의 번호.

### 4.7 장갑류의 사용 중 시험

#### 4.7.1 개요

실험실에서 사용하고 있는 장갑류의 시험은 prEN 16350에 설명되어 있다. 정기적

인 일일 시험의 경우 장갑의 저항과 신발의 저항을 함께 측정할 수 있다. 안타깝게도, 신발 도전을 시험기(개인용 접지 시험기)로 이 전체 저항을 항상 결정될 수는 없다. 따라서 저항을 다음과 같이 측정할 필요가 있다.

#### 4.7.2 원리

사람이 양발로 서 있는 금속판에 대한 신체와 발을 통한 장갑과 휴대용 금속체 사이의 저항은 4.6에 따라 측정된다. 신발의 저항을 알 수 없는 경우 장갑 고정 금속체와 팔에서 확인된 저항의 손목 스트랩을 측정해야 한다.

#### 4.7.3 장치

4.6과 같다

#### 4.7.4 절차

(1) 신발을 통해 접지된 사람에 대한 측정 절차는 다음과 같다.

- (가) 4.6.4의 설명에 따라 사용한 신발의 저항을 측정한다.
- (나) 손에 장갑을 끼고 측정을 반복한다.
- (다) 값과 그 뒀을 모두 기록한다.

(2) 손목 스트랩을 통해 접지된 사람에 대한 측정 절차는 다음과 같다.

- (가) 알려진 저항의 손목 스트랩을 통해 사람을 접지시킨다.
- (나) 글로브 고정 금속체와 손목 스트랩 사이의 저항을 측정한다.
- (다) 값과 그 차이를 모두 기록한다.

#### 4.7.5 합격 기준

표준에 제시된 합격/불합격 기준은 시험방법의 요구사항을 적용하여야 한다. 구체적인 합격/불합격 기준이 제시되지 않았으면 IEC TS60079-32-1을 따른다.

#### 4.7.6 시험보고서

(1) 시험보고서는 최소한으로 다음과 같은 정보가 포함되어야 한다.

- 측정 실험실,
- 측정 일자,
- 온도 및 상대 습도,
- 시료의 설명 및 식별,
- 신발 및 손목접지대의 저항
- 시험 결과들,
- 측정 전압,
- 전극 설명,
- 측정 횟수,
- 사용된 계측기의 식별,
- 이 표준의 번호.

## 4.8 분체 저항률

### 4.8.1 개요

(1) 분체 저항률에는 다양한 측정 방법이 존재한다: IEC TS 61241-2-2(글루브 셀)에 따른 셀 측정, IEC 60093(스탬프 셀)에 따른 셀 측정, 외부 및 내부 링 전극이 있는 동심 셀 측정(루카스, 2011, Stahmer et al, 2012). Stahmer 등 연구진에 따르면 홈그루브 셀과 동심 셀은 같은 결과를 도출한다. 그러나 분체를 압축한 결과, 스탬프 셀은 압축성 분체를 측정할 때 최대 10배 낮은 저항률이 측정된다. 이러한 이유로 분체 저항률은 다음과 같이 IEC TS 61241-2-2에 근거한 다음 절차에 따라 측정한다. 시험방법은 정전기 안전 등의 이유로, 예를 들어 분체가 전원이 인가된 전기설비에서 단락을 일으키기에 충분한 도전성인지 판단하기 위해 평가하는데 사용될 수 있다. 다른 목적으로 시험할 때는 분체 및 분체 사용과 관련된 위험성을 완전히 특성화하기 위해 다중 시험 전압을 사용하고 보다 광범위한 분석을 수행해야 할 수 있다.

(2) 일부 분체의 측정된 저항은 시험 전압의 변화에 따라 크게 변할 수 있다. 실제 위험을 나타내는 시험 전압을 선택해야 하며, 필요한 경우 완전한 분석이 가능하도록 모든 시험 전압에서 얻은 결과를 시험보고서에 포함해야 한다.

### 4.8.2 원리

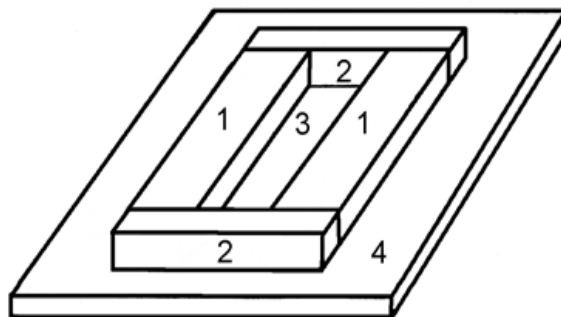
일정한 양의 분체는 두 개의 전극으로 특정 측정 셀에 채운다. 두 전극 사이의 저항을 측정한다.

비고 : 분체의 저항은 입자 크기와 벌크 밀도에 따라 크게 좌우된다.

#### 4.8.3 장치

- (1) IEC TS 61241-2-2에 따른 측정 셀은 다음의 두 개의 상대 전극으로 함께 장착된 광택 스테인리스강 바(1) 절연 베이스(4)의 절연 유리 막대 또는 다른 절연 재료(2)로 구성된 것을 사용해야 한다 (<그림 2>).
- (2) 전극의 두께는 5 mm에서 10 mm 사이여야 한다. 전극 사이의 저항  $R$ 은 100 TΩ을 초과해야 한다. 셀 치수의 정확한 값은 4.8.4의 기하학적 보정 계수로 알려진 것과 같아야 한다.

비고 : KS C IEC 61241-2-2에서 높은 절연 저항 요구 조건에도 불구하고, 반대쪽 벽에는 유리 바가 지정되어 있다.



- 1 : 광택이 나는 스테인리스강 바, (10 ± 1) mm 높이, (100 ± 1) mm 길이 및 (10 ± 1) mm 거리
- 2 : 절연 유리 막대, 1과 같은 높이
- 3 : 분체를 채울 셀
- 4 : 절연 베이스

<그림 2> 분체 저항률을 측정하기 위한 셀

- (3) 전극은 테라움 측정기에 연결된다. 테라움 측정기의 정확도는 1 MΩ~1 TΩ 범위에서 알려진 값의 저항으로 정기적으로 시험한다. 테라움 측정기는 명시된 정확도 내에서 저항을 판독해야 한다. 보호 실드 전극은 JNIO SH TR42에서 제안한 전기 잡음을 최소화하기 위해 전극과 접촉하지 않고 측정 셀 위에 배치할

수 있다. 시험 중 전압 변동으로 인한 충전 전류가 시험 시료를 통과하는 전류와 비교하여 무시할 수 있도록 전압이 충분히 안정되어야 한다.

#### 4.8.4 절차

(1) 측정 절차는 다음과 같다.

(가) 시험분체를  $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$  및  $(25 \pm 5)\%$ 의 상대 습도로 최소한 24시간 동안 통제한다. 물을 상당히 건조시키거나 또는 흡수하는 성질을 지닌 분체와 특별한 기술적 과정이 중요한 분체 저항률은 이 공정의 기후조건에서 측정되어야 한다.

(나) 시험 전극 사이(3)의 본래 미처리 시험분체를 다량으로 붓는다.

(다) 스테인리스강 막대 상단(1)을 따라 곧게 펴서 여분의 가루를 제거한다.

(라) 10초 동안  $(105 \pm 10)\text{ V}$ ,  $(500 \pm 25)\text{ V}$ ,  $(1000 \pm 50)\text{ V}$ 의 DC 전압값을 적용하여 충전 시험셀과 전극(1) 사이에서 저항  $R$ 을 측정한다. 시험 셀에서 분체의 동일 샘플은 전압값 중 어느 하나에서 모든 시험에 사용할 수 있다. 10초 후에 일정한 측정값에 도달하지 못하면 측정 시간은  $(65 \pm 5)$  초까지 연장되어야 한다.

비고 : Perrin 등, 2007에서는 최소 500 V와 1000 V를 사용하여 최소 60초의 측정 시간을 사용하면서 카드놀이 하듯이 샘플을 플래싱(Flushing)시킨다. 그러나 전압이 높으면 정전기 안전 목적으로 분체를 평가할 때 잘못된 결과를 초래할 수 있는 불필요한 물리적 또는 화학적 영향을 초래할 수 있다.

(마) 다음 식에서 모든 시험 전압의 저항률 로우( $\rho$ )를 계산한다.

$$\rho = 0.001 \times R \times H \times \frac{W}{L}$$

여기서  $R$ 은 저항  $\Omega$ 이고, 저항률은 저항  $\Omega\text{m}$ 이며,  $H$ 는 전극의 높이 mm이다.  $W$ 는 전극 길이 mm 단위이고  $L$ 은 전극 사이의 공간의 단위 mm이다.

(바) (나)~(마)단계를 두 번 반복하고 각 시험 전압의 평균값을 계산한다.

#### 4.8.5 합격 기준

표준에 제시된 합격/불합격 기준은 시험방법의 요구사항을 적용하여야 한다. 구체적인 합격/불합격 기준이 제시되지 않았으면 IEC TS60079-32-1을 따른다.

#### 4.8.6 시험보고서

(1) 시험보고서는 최소한으로 다음과 같은 정보가 포함되어야 한다.

- 측정 실험실,
- 측정 일자,
- 온도 및 상대 습도,
- 시료의 설명 및 식별,
- 측정 전압,
- 각각의 측정 전압의 시험 결과들
- 각 측정 전압에 대한 측정 횟수
- 사용된 계측기의 식별,
- 이 표준의 번호.

### 4.9 액체 도전율

#### 4.9.1 개요

- (1) 일반적으로 딥(Dip) 전극이 있는 도전율 측정기는 정전기용으로 충분하다. 어떤 경우에도 도전성이 액체 온도에 크게 의존하기 때문에 액체 온도도 보고해야 한다.
- (2) 더욱 정확한 값이 필요한 경우, 다음에서 설명한 셀과 같은 특정 시험셀을 사용하여 한다. 셀은 단상 및 안정적인 다상액에 사용할 수 있다. 대안적으로, 도전율은 IEC 60247에 따라 결정할 수 있다.

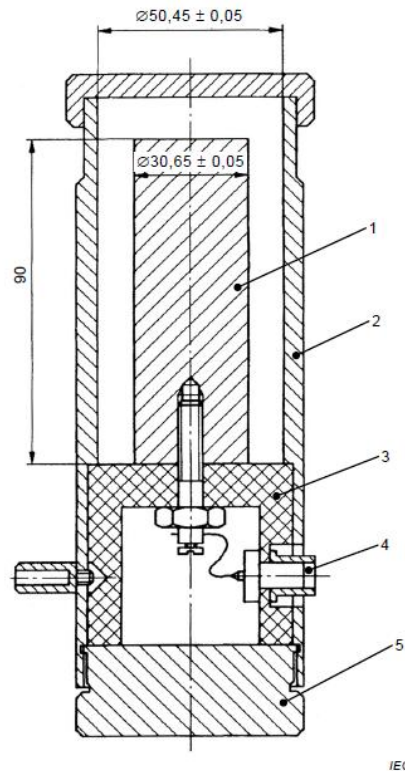
#### 4.9.2 원리

규정된 양의 액체를 두 개의 전극으로 특정 측정 셀에 붓는다. 두 전극 사이의 저항을 측정한다.

#### 4.9.3 장치

- (1) <그림 3>에는 1/m의 셀 상수  $K$ 를 가진 측정 셀(DIN 51412-1)이 설명되어 있다. 다른 셀 치수는 가능하지만, 배열의 셀 상수는 기하학에서 결정해야 한다. 내부 전극과 외부 전극 사이에  $(100 \pm 1)$  V의 DC 전압  $U$ 를 인가해야 한다. 저항을 직접 측정하거나 더 정확한 결과를 위해(특히 저항 측정값이 불안정한 경우), 그 결과로 발생하는 전하 감쇄를 기록할 수 있는 장비에 연결된 피코암측정기로 기록할 수 있다(예 : 오실로스코프 또는 개인용 컴퓨터).

Dimensions in millimetres



- 1 : 내부 전극(알루미늄)
- 2 : 외부 전극(알루미늄)
- 3 : 분리 링(PTFE-폴리테트라플루오르에틸렌)
- 4 : BNC
- 5 : 마개(구리-니켈 합금)

<그림 3> 액체 도전성 측정용 셀

- (2) 측정된 액체가 알루미늄과 반응할 경우 셀의 전극 재질은 스테인리스강과 같은 적절한 재질로 교체해야 한다.

#### 4.9.4 절차

- (1) 측정 절차는 다음과 같다.

(가) 미처리 시험용액으로 측정셀을 3회 이상 세척한다. 시료 액체가 충분하지 않았을 때 순수 절연 기준 액체(예: 헥산)로 셀을 세척한다.

(나) 원액 미처리 시험액을  $(100 \pm 0.5) \text{ cm}^3$ 를 측정 셀에 붓고 뚜껑을 닫는다.

(다) 고전압 저항계로 10초간 가해진 100 V의 전극 사이에 채워진 시험 셀의 저항  $R$ 을 측정한다.

비고 : 대부분의 시험 전압은 100 V로 충분하다. 전압이 높으면 정전기 안전 목적으로 액체를 평가할 때 잘못된 결과를 초래할 수 있는 원하지 않는 물리적 또는 화학적 영향을 초래할 수 있지만 다른 목적으로 시험할 때는 필요할 수 있다. 1 pS/m 이상의 도전성을 측정하는 경우, 초기에 제안된 낮은 전압(즉 10 V)으로 충분하다.

(라) 측정된 저항이 심하게 감소하는 경우 오실로스코프 또는 개인용 컴퓨터에 피코암측정기에 연결된 상태에서 10초간 전류  $I$ 의 흐름을 측정한다. 결과가 여전히 불안정하거나 더 정확한 값이 필요한 경우 측정 시간은  $(65 \pm 5)$  초까지 연장되어야 한다.

(마) 기록된  $I$  또는  $R = U/I$  과정에서  $t = 0$ 에 대한 현재  $I_0$ 를 추출한다.

(바) 도전율  $\sigma$ 를 S/m 단위로 계산한다.

$$\sigma = K \times \frac{I_0}{U}$$

$$1 \text{ pS/m} = 10^{-12} \text{ S/m} = 1 \text{ cu(도전율 단위)}$$

(사) 이 절차를 2번 반복한다.

#### 4.9.5 합격 기준



표준에 제시된 합격/불합격 기준은 시험방법의 요구사항을 적용하여야 한다. 구체적인 합격/불합격 기준이 제시되지 않았으면 IEC TS60079-32-1을 따른다.

#### 4.9.6 시험보고서

(1) 시험보고서는 최소한으로 다음과 같은 정보가 포함되어야 한다.

- 측정 실험실,
- 측정 일자,
- 액체 온도  
비고 : 용액의 도전율은 용액의 온도에 따라 심하게 좌우된다.
- 시료의 설명 및 식별,
- 기하 도전율
- 측정 전압,
- 각 측정 전압에 대한 측정 횟수
- 사용된 계측기의 식별,
- 이 표준의 번호.

#### 4.10 정전 용량

##### 4.10.1 개요

- (1) 상당한 정전 용량으로 격리된 도체를 피하는 것이 정전기 기준에서 가장 중요한 것 중 하나이다. 이러한 이유로 폭발위험장소에는 낮은 정전 용량을 가진 작은 격리된 도전성 물체만 허용된다. 허용 한계 이내인 의심스러운 도전성 물체 여부를 확인하기 위한 경우(예: 용기의 금속 나사, 휴대용 장비의 금속 연결 소켓)에는 다음과 같은 시험을 수행해야 한다. 접지된 물체에 접근할 수 있는 용기의 깊숙한 곳에 있는 금속 소켓 및 접점은 시험할 필요가 없다.
- (2) 3 pF 정도의 소형 정전 용량 측정은 신뢰성이 의심스러운 것으로 간주해야 하며, 6 pF와 10 pF에 가까운 것은 상당한 불확실한 것으로 간주해야 한다. 이동 전하 및/또는 점화 시험을 위한 추가 측정을 고려해야 한다.

##### 4.10.2 원리

시험 시료는 비접지 금속판 상에 놓고 노출된 도전성 부품과 금속판 사이의 정전 용량은 정전 용량계로 측정한다.

#### 4.10.3 장치

- (1) 측정 장치는 최소 1,000 Hz의 측정 주파수에서 측정 불확도가 0.5 pF 미만인 상태에서 1 pF와 10 pF 사이에서 측정하고 정전 용량 측정기의 면적을 현저히 초과하는 접지되지 않은 금속판(접지에 대한 저항은 10 TΩ 이상보다 더 커야 함)으로 구성된다. 인가전압은 1V와 9V 사이여야 한다. 음극 측정 리드선은 금속판에 연결된다. 양극 리드선은 정전 용량 측정에 자유롭게 사용할 수 있다. 연결 리드는 다음과 같이 표유전류를 피할 수 있게 가능한 한 짧아야 한다. 표면 산화 금속판은 잘못된 결과를 초래할 수 있으므로 피해야 한다.
- (2) 접지 루프없이 안정적인 판독 값을 보장하려면 배터리 전원 용량 측정기가 필요할 수 있다.
- (3) 다른 전기 장비, 특히 형광등은 시험 시료로부터 최소 2m 떨어진 곳에 보관해야 한다.

#### 4.10.4 시험 시료

시험은 완전히 조립된 장비 샘플에 대해 수행해야 한다. 시료는  $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ 의 온도와  $(25 \pm 5) \%$ 의 상대 습도에서 최소 24시간 동안 기후 조절 챔버(환경 시험조)에서 조절되어야 한다.

비고 : 기하학적 배열과 습도는 접지되지 않은 도전성 물체의 정전 용량에 영향을 미칠 수 있다.

#### 4.10.5 이동 가능한 품목에 대한 절차

- (1) 이 절차는 접지에 대한 노출된 금속 부품의 기하학적 구조가 고정되지 않은 항목에 대한 것이다. 이 경우 시험 시료의 노출된 각 금속 부품과 금속판 사이의 정전 용량은 다음과 같이 측정해야 한다.

(가) 금속판에 시료를 놓는다. 측정할 시료의 도전성 부분은 판에서 격리된 상태로

유지되어야 한다. 시료에 지주가 필요한 경우 손으로 잡아서 안 되며 절연 재료로 만든 고정체에 걸을 수 있다.

(나) 시료의 위치는 측정되는 노출된 금속 시험 지점이 판에 접촉하지 않고 접지되지 않은 금속판에 최대한 가깝게 한다. 단, 외부 금속 부품이 내부 금속 부품과 전기적으로 접촉하는 경우에는 장비의 모든 방향에서 정전 용량을 측정하여 최대 정전 용량이 결정되었는지 확인해야 한다.

1) 금속 부품이 측정기 리드에 쉽게 접근할 수 없는 경우 나사를 삽입하여 부품을 연장하여 시험 지점을 만들 수 있다. 나사는 금속성에 비해 작아야 하는 부품이며 다른 내부 금속 부품과 전기적으로 접촉하지 않아야 한다.

2) 표유 정전 용량은 도전성 부품과 인체를 시험 대상 시료로부터 최소 50 cm 이격을 유지함으로써 최소화해야 한다.

(다) 정전 용량 측정기의 음극 측정 리드선은 접지되지 않은 금속판에 연결한다.

(라) 정전 용량 측정기의 양극 측정 프로브를 3~5 mm 떨어진 곳에 위치시킨다. 금속 시험 지점에서 금속판으로부터 가능한 한 멀리 떨어져 있어야 한다. 공기 중에 있는 표유 정전 용량의 값을 가장 가까운 pF로 기록한다.

(마) 금속의 시험 지점과 접촉한 정전 용량 측정의 양극 측정 리드를 놓고 정전 용량 값을 가장 가까운 pF로 기록한다.

(바) (라)단계와 (마)단계에서 측정값의 차이를 계산하고 값을 기록한다.

(사) 각 시험점에 대해 (라)~(바)단계를 2회 반복한다.

(아) 세 번의 측정으로 얻은 평균 정전 용량을 계산한다. 2단계에서 설명한 대로 측정을 쉽게 하려고 작은 나사를 추가한 경우, 정전 용량을 고려하여 측정값에서 빼야 한다.

(자) 3 pF 미만의 계산된 정전 용량은 3 pF로 보고한다. 격리된 금속 부품의 정전 용량이 접지된 것보다 다른 물체의 금속 부분보다 높을 것으로 예상하는 경우 이 정전 용량을 추가로 측정되고 평가되어야 한다.

- (2) 절연된 금속 부품의 정전 용량이 접지보다 물체의 다른 금속 부품보다 높을 것으로 예상되는 경우 이 정전 용량을 추가로 측정하고 평가해야 한다.

#### 4.10.6 설치된 품목에 대한 절차

- (1) 이 절차는 금속 부분의 거리와 기하학적인 설치된 품목에 관한 과정이고 접지로부터 고정되어 있다. 이 경우 시험 시료의 노출된 각각의 금속 부품과 접지 사이의 정전 용량은 최악의 경우 설치 조건(예: 접지된 금속 탱크 시스템 내의 금속 부품)에서 측정해야 한다.
- (2) 접지되지 않은 상대 금속판은 필요하지 않다. 정전 용량을 다음과 같이 측정한다.
- (가) 정전 용량 측정기의 음극 측정 리드선을 접지점에 연결한다. 정전 용량 측정기의 양의 측정 리드선은 가능한 한 짧아야 하며 케이블로부터 최대한 멀리 유지되어야 한다.
- (나) 4.10.5에 기술된 시험 절차의 (라)~(자)단계를 따른다.

#### 4.10.7 합격 기준

표준에 제시된 합격/불합격 기준은 시험방법의 요구사항을 적용하여야 한다. 구체적인 합격/불합격 기준이 제시되지 않았으면 IEC TS60079-32-1을 따른다.

#### 4.10.8 시험보고서

- (1) 시험보고서는 최소한으로 다음과 같은 정보가 포함되어야 한다.

- 측정 실험실,
- 측정 일자,
- 온도와 상대 습도,
- 시료의 설명 및 식별,
- 산술 평균 커패시턴스
- 측정 전압,
- 측정 주파수
- 측정 횟수

- 사용된 계측기의 식별,
- 이 표준의 번호.

#### 4.11 이동된 전하

##### 4.11.1 개요

(1) KS C IEC 60079-0 및 IEC TS 60079-32-1에 따르면 절연 물질의 최대 허용 표면적은 폭발위험장소에서 제한된다. 그러나 절연재로도 충분한 안전 수준을 달성하는 경우가 많다. 이 경우 코로나 팁이 내장된 표면, 인쇄된 보드로 뒷받침되는 외함 및 내부 고장 전압이 몇 킬로볼트밖에 되지 않는 재료가 포함된다. 이러한 이유로 표면적 요건이 충족될 수 없는 경우 평가된 물체로 다음과 같은 충전 시험을 실행할 수 있다.

(2) 어떠한 경우 다른 시험 배열이 특정 상황과 더 관련이 있다. 예를 들어 최악의 경우 폭발성 분위기에 있는 연료 배관을 평가하는 경우에는 연료를 높게 충전시킬 수 있게 스트리밍하여 배관에 발생하는 전하를 측정하는 것이 바람직하다.

비고 1 기술적 품질에서 가장 높게 충전시킬 수 있는 액체 중 하나는 톨루엔이다. 그러나 톨루엔은 상당한 화재 위험을 나타낸다. 따라서 SAE J1645에서는 비등범위 145~200 °C, 인화점 40 °C의 기술 하이드로황화 중나프타(제품명: 백정(타입 2: 일반), Stoddard 용매 또는 Testbenzin가 제안된다.

(3) 의류의 경우, 시험은 다른 확립된 시험 방법과 상충하는 결과를 산출할 수 있다. 이러한 이유로 의복은 대개 4.12 또는 EN 1149-3의 전하 감쇄 방법에 따라 시험한다.

비고 2 이 주제에 대한 자세한 작업은 CEN/CENELEC SUCCAM 위원회의 문서 BT147/DG9292/DC에 게재되었다.

(4) 이동된 전하 측정은 충전 조건과 마찰 재료의 아주 작은 차이로 인해 높은 수준 시험자의 의존성과 가변성을 보이는 경향이 있다. 이동된 전하 측정값을 인증 목적으로 사용할 경우 실험실 간 변동성을 최소화하기 위해 정기적이고 빈번한 원형 로빈 시험(Round robin trials)에서 실험실이 협력할 것을 권고한다.

## 4.11.2 원리

최악의 경우 조건에서 방전으로 전달되는 최대 전하는 폭발위험장소에서 점화 시험을 사용하는 대신에 스파크 및 브러시 방전의 최대 예상 점화성을 나타내기 위해 사용된다.

## 4.11.3 장치

(1) 다음과 같은 제품들이 필요하다.

(가) 테이블 또는 단단한 분산 재료 시트(예: 처리되지 않은 목재)

비고 1 분산 테이블 표면을 올바르게 사용하면 전하 결합 효과로 인해 충전 표면에 강한 전하 축적을 보장한다. 테이블에서 시료를 들어 올린 후 전하가 더 이상 테이블의 반대 전하에 구속되지 않아 최적의 방전 조건을 얻을 수 있다.

(나) 문지르는 동안 시험 시료와 시험자의 손가락 사이의 접촉을 피할 수 있을 정도로 큰 대전서열의 양 끝과 음 끝으로 마감되지 않은 재질로 만든 천, 장갑 또는 기타 천연 가죽으로 이루어진 매끄러운 조각

비고 2 대전서열은 KS C IEC TR 61340-1을 참조한다.

비고 3 마찰 대전에 적합한 좋은 재료는 다음과 같다. 부드러운 천연 가죽, 양털 펠트, 우비의 폴리아마이드 천, 면, 고양이 털. 마찰 대전에 적합한 음극 재료로는 폴리우레탄과 폴리에틸렌 테이블 천이 있다.

(다) 코로나 충전을 위해 직류 30 kV~70 kV의 고전압 전원 공급기의 음극에 전극을 연결하는 단일의 뾰족한 금속 바늘형 전극 또는 다중 바늘형 전극을 이용한다.

(라) 이동된 전하를 측정하기 위한 다음과 같은 장비 중 하나가 있어야 한다.

- 1) 입력 50  $\Omega$ 과 최소 300 MHz의 대역폭을 갖는 최소 1기가샘플링/s의 오실로스코프에 결합된 직경  $(25 \pm 5)$  mm의 광택된 금속 전극 및 적어도 300 MHz 대역폭을 갖는 원형배열 접지된 분로  $(0.25 \pm 0.05)$  저항(von Pidoll) 또는

- 2) 직경  $(25 \pm 5)$  mm의 광택 금속 전극이 병렬로  $(15 \pm 2)$  k $\Omega$  저항을 가진 접지된  $(100 \pm 10)$  nF 커패시터에 연결되고, 둘 다 전압계의 입력에 자동 트리거링 및 최댓값 유지(Schnier) 또는
- 3) 직경  $(25 \pm 5)$  mm의 접지된 중공구 직경  $(5 \pm 1)$  mm의 매끄러운 모서리 구멍에서 직경  $(3 \pm 1)$  mm의 광택 금속 전극으로, 쿨롱 측정기 입력 시 접지된  $(100 \pm 10)$  nF 콘덴서에 연결 (Chubb).
- 4) 20,000 mm<sup>2</sup> 이상의 면적을 가진 PTFE로 제작되었으며, 높게 충전할 수 있는 기준을 지닌 것으로 3 mm 두께 미만의 평평한 원형 디스크(von Pidoll)

#### 4.11.4 시험 시료

- (1) 시험은 제품이 완전히 조립된 시료 또는 같은 제조 매개변수를 가진 재료에 대해 수행해야 한다. 이 샘플은 이전에 다른 시험의 적용을 받지 않아야 하며 절연성, 도전성 또는 분산성 물질의 조합으로 구성될 수 있다.
- (2) 예를 들어 내부 도전성 품목으로 인한 전하 결합 효과가 위험스런 방전을 방지하는 데 도움이 될 수 있으므로 완전히 조립된 제품을 시험하는 것이 유리하다.
- (3) 시료는  $(23 \pm 2)$  °C 및  $(25 \pm 5)$  %RH에서 최소한 24시간 동안 환경 조절 챔버에서 조절되어야 한다.
- (4) 시험 시료는 온전하고 깨끗한 표면이어야 한다. 용매는 표면에 도전성 침전물을 남길 수 있으므로 솔로만 표면을 닦는 것이 가장 좋다. 이것은 표면이 특수한 영구대전방지제로 처리되는 경우에 특히 중요하다.
- (5) 단, 표면에 지문이나 기타 먼지가 보이고 표면에 특별한 영구대전방지제를 사용하지 않는 경우 4.2.4에 따라 시험 시료를 세척해야 한다.

#### 4.11.5 절차

- (1) 시험 시료의 모든 절연 부분은 시험해야 한다. 도전성 부품은 사용 중 접지가 확인되는 경우 시험 중에 접지되어야 한다.

(2) 시험은 다음과 같이 실시한다.

(가) 측정 시스템의 정확한 작동은 예를 들면 알려진 입력 정전 용량(예: 10 pF) 및 알려진 인가전압(예: 5 kV)의 정전 전압계의 구형 전극으로부터 약 50 nC의 시험 펄스에 의해 확인하는 것이다. 대안으로, 1.5 V 배터리(일반적으로 1.65 V)와 쿨롱 측정기의 입력(일반적으로 100 pF 입력 커패시턴스)과의 매우 짧은 접촉은 이동된 전하(일반적으로 165 nC)를 표시해야 한다.

(나) 기준 PTFE 디스크로 3~12단계를 확인하여 최소 100 nC 이상이 확보되었는지 확인한다.

(다) 대전서열의 양 끝에서 나온 재질로 초당 1회 이상 중력(약 40 N)으로 시험 시료를 비벼서 시험체로부터 멀리 떨어진 곳에 놓는다. 시험 표면은 맨손으로 접촉해서는 안 된다. 문지르기는  $(10 \pm 1)$  초 동안 계속되어야 하며, 세계 문지르는 행동으로 끝내야 한다.

비고 1 40 N의 중력은 측정기로 측정할 수 있다.

비고 2 마찰 대전에 적합한 좋은 재료는 다음과 같다. 부드러운 천연 가죽, 양털 펠트, 우비의 폴리아마이드 천, 면, 고양이 털. 마찰 대전에 적합한 음극 재료로는 폴리우레탄과 폴리에틸렌 테이블 천이 있다.

(라) 의도치 않은 방전을 최소화하기 위해 분리된 그룹을 사용하여 시료를 잡는다.

(마) 가능한 한 적은 전하를 잃지 않으려면 테이블에서 최소 20 cm 떨어진 곳에서 조심스럽게 시료를 들어 올린다.

(바) 방전이 발생할 때까지 측정 장비의 구형 전극을 시험 시료 쪽으로 천천히 이동하여 가능한 한 빨리 방전시킨다. 특히 주의를 기울여야 할 것은 다음과 같다.

1) 시료 중 가장 위험한 부분(예: 충분한 표면적 및 작은 도전성 부품)에 방전시킨다.

2) 그룹 IIA의 경우 2 mm 미만, 그룹 IIB의 경우 1 mm, 그룹 IIC의 경우 0.5 mm 미만의 간격에서 발생하는 방전은 전극의 소염 효과로 인해 이동된 전하가 예상하는 것보다 점화성이 떨어진다.



(사) 전극 주변에서 즉시 시료를 제거한다.

(아) 디스플레이에서 값을 읽거나 기록된 전류(수평 설정 일반적으로 40 ns/div.)를 통합하여 알려진 교정 계수와 곱한다. 다중 방전이 기록될 경우 전문가의 조언이 필요할 수 있다.

(자) (다)~(아)단계를 9회 반복한다.

(차) 대전서열의 음의 끝에서 나온 재료를 사용하여 (다)~(자)단계를 반복한다.

(카) 대전서열의 양의 끝에서 두 번째 재료를 사용하여(다)~(자)단계를 반복한다.

(타) (다)~(자)단계를 제3의 재료로 반복하거나 가죽 장갑의 매끄러운 부분으로 시료를 5회, 10회 반복한다.

(파) 시험 시료에 도체를 지지한 절연 부위가 포함되어 있는지 또는 분산성 또는 도전성이 있는지 확인한다. 맞는 경우, 면 천을 통해 감박이는 충전 과정을 확인하여 (다)~(자)단계까지 반복한 다음 (너)단계를 계속한다. 그렇지 않으면 (하)단계로 이동한다.

비고 3 이는 측정 장비를 손상시키는 전파 브러시 방전이 발생하지 않도록 하는 데 필요하다.

(하) 코로나 전극을 시험 시료보다 약간 높게 위치시켜 시료를 충전하고, 작은 원형 동작으로 충전한다. 다수의 침전극의 경우에는 원 운동이 필요하지 않다. 대전된 샘플에서 전극으로 전하가 다시 분사되는 것을 피하기 위해 고전압이 지속되는 동안 샘플로부터 10 초 후에 전극을 제거한다.

(거) (다)~(자)단계를 계속한다.

(너) 시험을 종료한다.

#### 4.11.6 합격 기준

(1) 모든 충전 방법의 최솟값을 평가절차에 사용해야 한다.

- (2) 최대 허용 값은 폭발위험장소의 유형에 따라 달라진다. 이 시험 방법을 요구하는 표준에서 최대 허용치를 제시하지 않는 경우, IEC TS 60079-32-1을 따른다.
- (3) 가죽 장갑에 의한 휘핑(Whipping) 및 코로나에 의한 충전은 기계 마찰, 이온화 장치 및 정전기 분무 장비 주변에서 전자에 의한 충전 또는 흘러나오는 액체 및 분체에 의한 충전에 필적하는 강력한 전하 생성 공정이다.

#### 4.11.7 시험보고서

- (1) 시험보고서는 최소한으로 다음과 같은 정보가 포함되어야 한다.

- 측정 실험실,
- 측정 일자,
- 온도와 상대 습도,
- 시료의 설명 및 식별,
- 사용된 천의 유형,
- 코로나 전압
- 얻어진 최댓값
- 측정 횟수
- 비교 시료와 함께 얻어진 최댓값
- 사용된 계측기의 식별,
- 이 표준의 번호.

- (2) 가죽 장갑으로 휘핑하거나 코로나 충전에 대한 결과를 폐기한 경우, 수동 마찰보다 시험 시료는 수동 마찰보다 강한 전하 발생 공정이 있는 상태에서 사용될 수 없다고 명시해야 한다.

#### 4.12 점화 시험

##### 4.12.1 개요

- (1) 최악의 경우 발생한 방전의 인접성을 평가할 수 있는 두 번째 가능성은 발생한 방전 영역에서 폭발성 분위기를 생성하는 점화 프로브 시험이다. 적절한 방전 프로브는 <그림 4>와 <그림 5>와 같으며 KS C IEC 61340-4-4에 자세히 설

명되어 있다.

- (2) 규정된 것 이외의 장비는 시험의 원리를 재현하고 유사한 결과를 제공할 수 있는 경우에 사용할 수 있다.
- (3) 비슷한 결과를 입증하기 위해서는 원형 로빈 테스트(Round robin test)를 권고한다.

#### 4.12.2 장치

- (1) KS C IEC 61340-4-4에 따른 점화 프로브는 내경 ( $70 \pm 5$ ) mm, 내경 ( $100 \pm 5$ ) mm의 폴리카보네이트 또는 아크릴과 같은 단단한 비도전성 물질로 만들어진 실린더이다(<그림 4> 참조). 프로브를 구성하는 데 사용되는 재료는 균열, 왜곡 또는 기타 고장 없이 반복된 점화를 견딜 수 있는 충분한 두께와 강도를 지녀야 한다.
- (2) 실린더의 한쪽 끝은 인화성 가스가 유입될 수 있도록 중앙 포트와는 별도로 닫혀 있다. 흡입구 포트의 크기는 중요하지 않지만, 과도한 압력 증가 없이 필요한 유량을 달성할 수 있을 정도로 커야 한다. 가스 공급망에 점화 프로브에 가능한 한 가깝게 적절한 화염 방지기를 설치해야 한다. 금속판은 실린더의 반대쪽 끝에 장착되어 방전 전극의 고정기반을 형성한다(<그림 5> 참조). 금속판에는 직경 ( $5 \pm 1$ ) mm의 구멍이 뚫려 있어 가스가 균일하게 그 구멍과 방전 전극 주위로 흐를 수 있다.
- (3) 직경 ( $20 \pm 5$ ) mm의 구형 금속 전극이 금속판 중앙에 장착된다. 점화 프로브의 전극, 금속판 및 기타 금속 또는 도전성 물질은 낮은 임피던스(<10 Ω) 연결을 통해 공통 지점 접지에 연결된다. 접지 지점은 국부 구조물 및 장비의 공통 지점을 접지여야 한다. 공통 접지 지점은 전기 공급 접지와 연결될 수 있다. 전극 사이의 연결부, 금속판 및 접지 커넥터는 물리적 및 열 충격 환경에 견딜 수 있을 정도로 충분히 견고해야 한다.
- (4) 점화 프로브는 명목상 1 mm에서 2 mm 직경의 유리 또는 도자기 구슬로 채워지며, 주 실린더의 양쪽 끝에서 미세한 금속 거즈나 그물로 고정된다. 구슬은 기체의 혼합을 돕고 또한 프로브를 통해 다시 불꽃이 역으로 전파되는 것을 방지한다.

- (5) 단열재로 만들어진 조절 가능한 측판(Shroud)이 실린더에 장착되어 직접 방전 전극과 정전기 방전이 이루어지는 방전 전극 앞 영역으로 가스를 유도한다. 이 측판의 개구부는  $(40 \pm 5)$  mm이다.
- (6) 가연성 가스는 시험 가스(최소 순도 99.5 %)를 공기와 혼합하여 생성된다. 사용되는 공기는  $(21.0 \pm 0.5)$  %의 산소와  $(79.0 \pm 0.5)$  %의 질소를 포함해야 한다. 가스 제어 및 혼합 장비는 가스를 적절한 비율로 점화 프로브로 유도하기 위해 사용된다. 사용할 시험 가스와 부피 농도는 KS C IEC 60079-7에 제시되어 있으며 <표 1>에 나와 있다.

&lt;표 1&gt; 인화성 가스 혼합물의 체적 조성

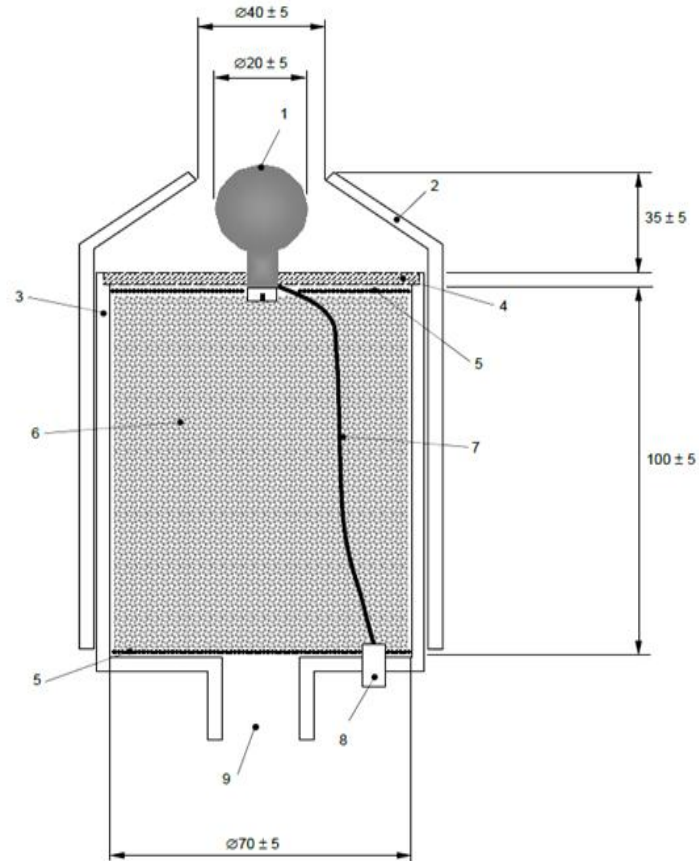
시험용 가스	부피 체적	최소 점화 에너지	그룹
수소	공기중 $(21 \pm 2)$ %	0.016 mJ	IIC
에틸렌	공기중 $(7.8 \pm 0.5)$ %	0.082 mJ	IIB
프로판	공기중 $(5.25 \pm 0.25)$ %	0.25 mJ	IIA
메탄	공기중 $(8.3 \pm 0.3)$ %	0.28 mJ	I

\* IEC TS 60079-32-1를 참조

비고 : <표 1>의 농도 간격은 최적 점화의 중심 값과 시험용 가스의 농도 고원(Plateau) 범위를 나타낸다. KS C IEC 60079-7 및 KS C IEC 60079-11의 값과 같으며 IEC/TS 60079-32-1에 제시된 MIE 지점의 최적 점화 농도와 약간 다를 수 있다. KS C IEC 60079-1에서는 최적의 점화 압력과 최적의 불꽃 전달 능력을 나타내는 다른 농도를 사용한 다.

- (7) 지정된 공차 내 가스 혼합물 제어는 예를 들면 가스 혼합물 공급망을 시료를 뽑는 가스 분석기를 사용하여 점검해야 한다.
- (8) <표 1>에 명시된 것 이외의 가스 혼합물을 사용할 경우, 가스 혼합물의 최소 점화 에너지를 ASTM E582 방법을 사용하여 확인해야 한다.
- (9) 가스 공급에는 압축가스 실린더를 사용하는 것이 편리하지만, 다른 공급원을 사용할 수도 있다. 필요한 경우 분자체(Molecular sieve) 필터를 사용하여 기체의 수분 함량이 낮아지도록 해야 한다. 예를 들면 압축기에서 직접 공기를 사용할 경우 이는 특히 중요하다.
- (10) 각 가스 공급은 유량계와 밸브를 사용함으로써 제어되고 모니터링된다. 점화 프로브를 통과하는 모든 가스의 총 유량은  $(0.21 \pm 0.04)$  l/s이어야 한다.

- (11) 빠른 동작 차단 밸브는 점화 발생 시 시험 가스의 흐름을 멈추기 위해 사용된다. 차단 밸브는 점화 발생 후 점화 프로브를 냉각 및 건조하기 위해 공기가 자유롭게 흐르게 하면서 시험 가스의 공급을 중단해야 한다. 차단 밸브의 형식과 위치는 전체 기계의 특정 설계에 적합한 것으로 선택해야 한다.

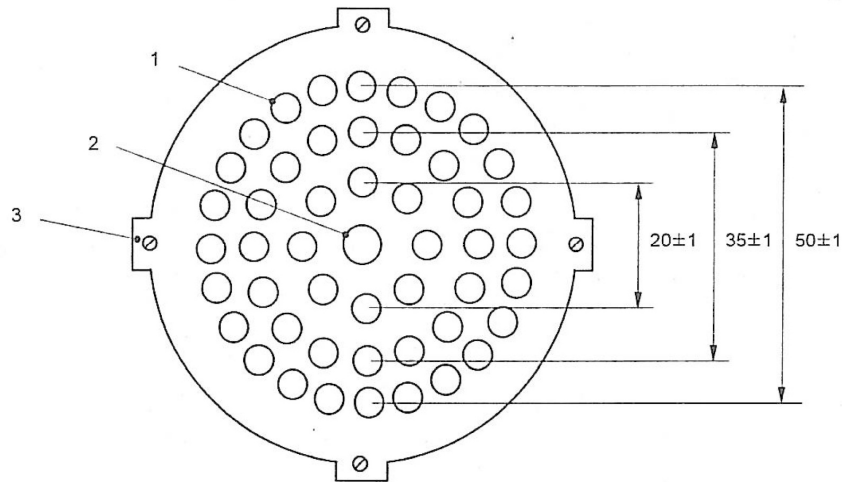


IEC 2183/13

- 1 : 방전 전극
- 2 : 조정 가능한 폴리카보네이트 또는 아크릴 덮개
- 3 : 폴리카보네이트 또는 아크릴 실린더
- 4 : 구멍이 뚫어진 동판
- 5 : 미립자 구리 그물망
- 6 : 지름 1~2 mm (공칭값)의 유리구슬
- 7 : 견고한 연결선
- 8 : 접지 커넥터
- 9 : 인화성 가스 유입구

<그림 4> 점화용 프로브

단위 : mm



- 1 :  $5 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ 의 구멍 지름
- 2 : 방전 전극의 설치 구멍
- 3 : 점화 프로브의 몸체에 동판을 고정하기 위한 나사

&lt;그림 5&gt; 점화 프로브에서 사용할 목적인 구멍이 뚫린 동판

#### 4.12.3 절차

점화 시험은 점화 프로브를 충전된 시험 시료에 인화성 가스 혼합물이 탐침을 통해 흐르면서 가깝게 하여 수행된다. 시험순서들의 수는 통계 산포를 보완하기 위해 최소한 두 배 이상 증가해야 하는 것을 제외하고 4.11.5에서 (나)단계부터 (너)단계까지에 설명된 것과 같은 시험 절차를 수행해야 한다.

#### 4.12.4 합격 기준

- (1) 점화 발생 시 특정 기체 혼합물로 인해 발생한 폭발등급의 제품 고장으로 간주하여야 한다.
- (2) 가죽 장갑에 의한 휘핑 및 코로나에 의한 충전은 기계 마찰, 이온화 장치 및 정전기 분무 장비 주변에서 전자에 의한 충전 또는 흘러나오는 액체 및 분체에 의한 충전에 필적하는 강력한 전하 생성 공정이다.

#### 4.12.5 시험보고서

(1) 시험보고서는 최소한으로 다음과 같은 정보가 포함되어야 한다.

- 측정 실험실,
- 측정 일자,
- 온도와 상대 습도,
- 시료의 설명 및 식별,
- 사용된 천의 유형,
- 코로나 전압
- 사용된 시험용 가스(체적 및 최소 점화 에너지)
- 점화 시험 결과값
- 얻어진 비 점화의 수
- 얻어진 기준 시료로 점화 여부를 확인
- 사용된 계측기의 식별,
- 이 표준의 번호

#### 4.13 전하 감쇄 측정

재료의 충전성을 평가하는 또 다른 가능성과 의복에 선호되는 것은 다음 시험 KS C IEC 61340-2-1에 따라 재료의 전하 감쇄를 측정하는 것이다.

비고 : 유럽에서는 EN 1149-3에 설명된 방법을 사용하여 작업자 보호복에서 전하 감쇄를 결정한다.

##### 4.13.2 원리

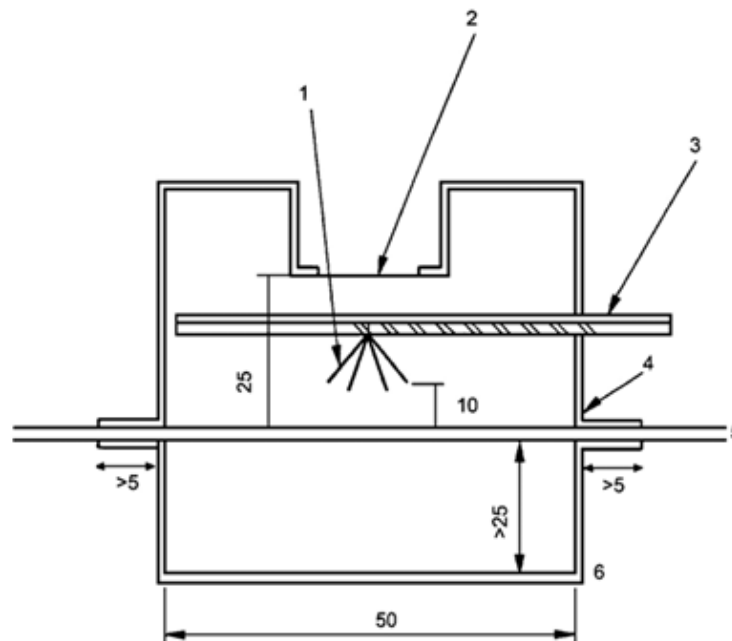
재료는 코로나에 의해 충전시키며, 전계측정기로 측정된 표면 등가 전압의 감쇄는 주어진 전압 간격 사이에 기록된다.

##### 4.13.3 장치

(1) 장비의 예시로는 <그림 6>에 나와 있다. 침전물의 침전 및 측정을 위한 시험 개구부는 직경 ( $50 \pm 1$ ) mm 또는 그에 대응하는 면적 정량 개구부여야 한다. 모든 코로나 지점은 시험 개구부 중앙 위( $10 \pm 1$ ) mm의 이동판에 직경 ( $10 \pm 1$ ) mm의 원에 탑재된다. 전계측정기의 감지 개구부는 시험 구역의 중심에서 ( $25 \pm 1$ ) mm 위에 있어야 한다. 코로나 지점이 있는 판이 완전히 떨어질 때,

(2) 전계측정기는 측정에 필요한 표면 전압 하한보다  $\pm 5$  V의 정확도로 표면 전압을 측정할 수 있는 필드밀(Field-mill) 형식의 측정기여야 한다. 반응 시간(10%~90%)은 측정에 필요한 가장 빠른 감쇠 시간의 10분의 1 이상이어야 한다. 0의 안정성은 가장 긴 감쇠 시간에 걸쳐 이 정확도로 표면 전압측정을 허용해야 한다. 측정실의 모든 잔여 이온화는 완전 도전성 재료로 평가할 수 있는 10 V 미만이어야 한다.

비고 : 이 측정 절차와 필요한 장비의 도면에 대한 자세한 내용은 KS C IEC 61340-2-1  
에서 확인할 수 있다.



- 1 : 코로나 지점의 지름 10 mm 원
- 2 : 전계 감지 구멍
- 3 : 이동식 판
  - 절연판: 코로나 지점 장착(접지 저항  $> 10^{14} \Omega$ )
  - 접지된 상단 표면: 전계 차폐에 연결
- 4 : 접지 케이싱
- 5 : 시료
- 6 : 개방 차폐 뒤판



비고 : 모든 치수는 공칭값이다.

#### <그림 6> 전하 감쇠 측정을 위한 배치의 예시

#### 4.13.4 시험 시료

시료는 일반적으로 직경이 최소 60 mm인 의류 소재다. 부드럽게 빗질하거나 깨끗한 공기를 불어 가루 파우더를 제거한다. 추가적인 청소는 의뢰자와 시험소 사이에 합의로서만 이루어져야 한다. 그러나 분명히 오염된 부품은 시험하면 안 된다. 시험 전 처리 시간은 48시간 이상이어야 하며, 의뢰자와 시험소 사이에 달리 합의된 시간이어야 한다.

#### 4.13.5 절차

(1) 시험 절차는 다음과 같다.

(가) 장비에 의복을 고정한다.

(나) 코로나 지점이 효과적으로 배치되고 전계측정기가 차폐되도록 중간 판을 이동시킨다.

(다)  $(1 \pm 0.5)$ 초 동안 코로나 지점에 5 kV~10 kV 음극으로 걸어 준다.

(라) 전계측정기가 프로브의 등가 표면 전위를 측정할 수 있도록 중간 플레이트를 제거한다.

(마) 초기 전압에서 합의된 낮은 전압 레벨까지 전하 감쇄를 측정한다.

(바) 다른 위치에서 (나)~(마)단계를 2회 반복한다.

(사) 양극성으로 (가)~(바)단계를 반복한다.

#### 4.13.6 합격 기준

허용 가능한 감쇠 시간은 의뢰자 신청서와 관련된 충전 과정에 따라 달라진다. 충

전이 시험자의 활동에 따라 달라지는 수동 과정의 경우 약 1초에서 2초 사이에 1,000 V에서 100 V까지의 감쇠 시간이 일반적으로 허용된다. 충전 전류가 높으면 감쇠 시간이 단축될 수 있다.

비고 : 약간의 모호한 허용 기준은 이용할 수 없다.

#### 4.13.7 시험보고서

(1) 시험보고서는 최소한으로 다음과 같은 정보가 포함되어야 한다.

- 측정 실험실,
- 측정 일자,
- 온도와 상대 습도,
- 시료의 설명 및 식별,
- 시험 결과값
- 적용된 코로나 전압
- 충전 시간
- 사용된 계측기의 식별,
- 이 표준의 번호.

#### 4.14 항복 전압

##### 4.14.1 개요

전기적 항복 전압은 직류 시험에 대한 KS C IEC 60243-2의 추가 조건으로 단시간 (급속 상승)에 KS C IEC 60243-1의 시험에 따라 측정해야 한다.

##### 4.14.2 원리

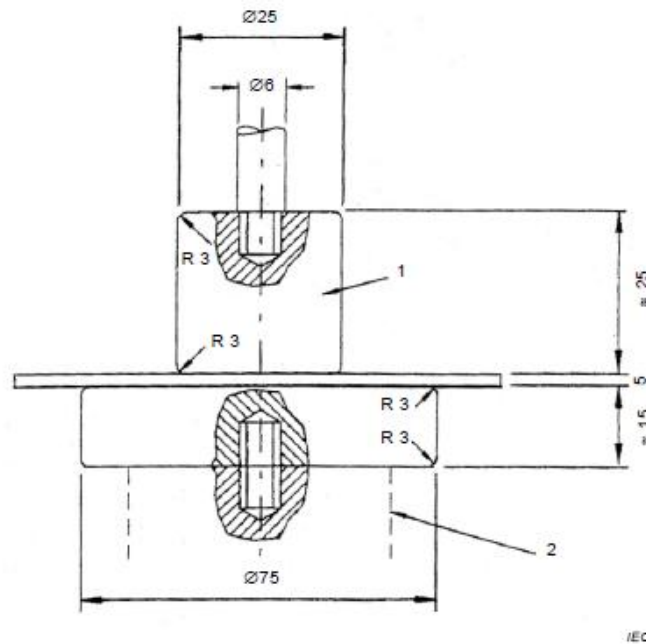
시험 시료는 두 개의 금속 전극 사이에 위치한다. 고장이 발생할 때까지 직류 전압을 인가하고 증가시킨다.

##### 4.14.3 장치

(1) 판, 디스크 및 시트의 경우 시료는 두 개의 금속 실린더 사이에 위치한다. 첫

번쨌는 지름 ( $25 \pm 1$ ) mm, 높이 ( $25 \pm 1$ ) mm, 시료에 1 kg으로 누르고, 두 번쨌 ( $75 \pm 1$ ) mm 직경, ( $10 \pm 1$ ) mm 높이로 한다(<그림 7> 참조). 금속 실린더의 가장자리는 코로나 방출을 방지하기 위해 반경 ( $3 \pm 0.2$ ) mm로 둥글게 해야 한다. 소형 호스의 경우 전극은 호스의 내부와 밀접하게 접촉하는 금속 막대와 시료 외측에 있는 금속 포일 테이프이어야 한다.

Dimensions in millimetres



1 : 금속

2 : 전극 지지대

<그림 7> 시트의 항복 전압측정을 위한 전극

- (2) 전극은 보정된 전압 및 전류 디스플레이를 사용하여 직류 고압 발생기에 연결되어 있다. 정상적인 정전기 목적으로는 최대 20 kV의 전압이면 충분하다. 단, 관 시험의 경우 최대 120 kV의 전압이 필요하다.

#### 4.14.4 시험 절차

- (1) 시험 절차는 다음과 같다.

- (가) 다른 조건이 일치된 경우를 제외하고 ( $23 \pm 2$ ) °C 및 ( $25 \pm 5$ ) %의 상대 습도로 시료를 조절한다.

(나) 같은 온도에서 전극 사이에 시료를 넣는다.

(다) 전극 사이에 직류 전압을 인가하여 0 V에서 서서히 증가시킨다. 최대 6 kV의 전압에서는 100 V/s의 속도가 적절하며, 높은 전압에서는 300 V/s로 증가해야 한다.

(라) 이 절차를 통해 추적되는 전류를 추적한다.

(마) 종종 펑 소리 및 연기와 함께 급격한 전류 증가가 발생하거나 합의된 상한에 도달하면 시험을 중지하고 실제 전압을 기록한다.

(바) 전극 전압이 4 kV(직물의 경우 6 kV)에 도달하기 전에 직류 전원 공급기의 출력전류가 1 mA에 도달하면 시험 대상 재료는 충분히 낮은 항복 전압을 가지는 것으로 간주한다.

#### 4.14.5 합격 기준

폭발위험장소의 유형에 따라 달라지는 최대 허용 값은 IEC TS 60079-32-1을 따른다.

#### 4.14.6 시험보고서

(1) 시험보고서는 최소한으로 다음과 같은 정보가 포함되어야 한다.

- 측정 실험실,
- 측정 일자,
- 온도와 상대 습도,
- 시료의 설명 및 식별,
- 산술학적 중간값의 항복 전압 또는 1 mA 한계치 도달한 경우(해당 경우 중 하나)
- 사용된 계측기의 식별,
- 이 표준의 번호.