

[별표 1-1]

KN 61000-4-2

정전기방전 내성 시험방법

목 차

1. 적용 범위	3
2. 참조 규격	3
3. 일반 사항	4
4. 용어 정의	4
5. 시험 레벨	6
6. 정전기 방전 시험발생기	7
7. 시험 배치	9
8. 시험 절차	13
9. 시험결과의 평가	17
10. 시험보고서	18
부록 A(정보) 해석 요약	26
부록 B(정보) 구조적인 세부사항	31

1. 적용 범위

본 규격은 기기 운용자와 주변 물체로부터 발생할 수 있는 정전기 방전으로 인해 전기, 전자 기기가 받는 영향에 대한 내성 요구사항과 시험방법에 관한 것이다. 또한, 서로 다른 환경조건과 설치조건에 따른 시험레벨 범위를 정의하고 시험절차를 확립한다.

본 규격의 목적은 정전기 방전에 영향을 받는 전기, 전자기기의 성능을 평가하기 위한 일반적이고 재현 가능한 기본 사항을 확립하는 것이다. 또한, 정전기 방전에 취약한 기기 근처의 물체에서 운용자로부터 발생할 수 있는 정전기 방전의 영향을 포함한다.

이 표준안은 다음 사항들을 정의한다.

- 방전전류의 전형적인 파형
- 시험레벨의 범위
- 시험장비
- 시험설치
- 시험절차

본 규격은 “시험인증기관”에서 수행하는 시험과 최종 설치된 피시험기기에 대해 수행하는 “설치후 시험”에 대한 규격을 제시한다.

본 규격은 특별한 기기나 시스템에 적용되는 시험방법을 설명하기 위한 것은 아니며, 주요 목적은 모든 관련 EMC 기준전문위원회에 일반적인 기본기준을 제공하는 것이다. EMC 기준전문위원회(또는 사용자와 기기 제조자)는 시험방법의 적절한 선택과 피시험기기에 적용되는 가혹치 레벨의 선택에 대한 책임이 있다.

본 규격의 조정 작업과 표준화 작업에 방해되지 않도록, 본 규격에 규정된 해당 내성시험방법을 채택할 것을 EMC 기준전문위원회 또는 사용자 및 기기 제조자에게 강력히 권고한다.

2. 참조 규격

다음의 참조규격은 본문에서의 참고문헌으로써, 본 KN61000-4 문서의 내용을 구성하는 규정들을 포함한다. 출판당시에 지시된 판이 유효하나, 모든 참조규격 문서는 개정될 수 있으므로, 본 KN61000-4 문서에 대해 동의한 관계자들은 아래의 참조규격의 최신판 적용 가능성을 검토할 것을 권장한다.

IEC 60050(161) : 1990, 국제전기공학 용어사전(IEV) - 161장 : 전자기 적합성

IEC 60068-1 : 1988, 환경시험 -1부 : 일반사항과 지침

3. 일반 사항

본 규격은 상대적으로 낮은 습도를 갖는 환경조건과 시설조건 하에서 인공섬유와 같은 저도전성 카페트의 사용, 비닐옷 등의 사용으로 인해 발생하는 정전기 방전에 영향을 받을 수 있는 기기, 시스템, 부속-시스템과 주변장치들에 관한 것이다. 카페트, 비닐 등과 같은 재질은 전기 및 전자기기와 관련된 표준 규격들에 분류표로 작성되어 있을 수 있으며, 상세한 정보에 대해서는 부록 A의 A.1을 참조한다.

본 규격에 설명된 시험들은 위 1에서 언급한 모든 전기 및 전자기기의 정량적 성능평가를 위한 일반적 시험절차의 첫 번째 단계가 될 것이다.

주) 기술적 관점에서, 이 현상에 대한 정확한 용어는 “정전기 방전(static electricity discharge)”이다. 그러나 “정전기 방전(electrostatic discharge)”이라는 용어가 기술계와 기술문헌에서 널리 사용되고 있으므로, 본 규격의 제목을 “정전기 방전(electrostatic discharge : ESD)”이라는 용어로 사용할 것을 결정하였다.

4. 용어 정의

본 KN 61000-4 문서의 목적을 위해, 아래의 정의들과 용어들을 정전기 방전 분야에 제한하여 사용하고 적용한다; 그러나 아래의 정의들과 용어들이 모두 IEC 60050(161)[IEV]에 포함되어 있지 않다.

4.1 성능 저하 (degradation (of performance))

기기, 장비 또는 시스템의 동작성능이 의도된 성능에서 벗어난 상태 [IEV 161-01-19]

주)“저하(degradation)”라는 용어는 일시적 또는 영구적 고장을 의미할 수 있다.

4.2 전자파 적합성 (EMC)

장비나 시스템이, 존재하는 전자파환경 내에서 만족스럽게 동작하며 그리고 이 환경 내의 다른 어떤 것(장비나 시스템 등)에 허용기준 이상의 전자파방해를 주지 않는 능력. [IEV 161-01-07]

4.3 정전기 방지물질 (antistatic material)

동일 물질 또는 기타 유사 물질이 분리될 때 발생하는 전하가 매우 적거나 또는 이들을 문지를 때 발생하는 전하가 매우 적은 특성을 갖는 물질

4.4 에너지 충전 커패시터 (energy storage capacitor)

대전된 인체의 시험 전압값을 갖는 커패시터로, 정전기방전 발생기에 사용되며, 이커패시터는 집중소자 또는 분포소자 커패시터 형태로 제공된다.

4.5 ESD

정전기방전 (4.10 참조)

4.6 EUT

피시험기기

4.7 기준접지면 (Ground Reference Plane : GRP)

평평한 도전성 평면이며, 그 전위를 공통 기준전위로 사용한다. [IEV 161-04-36]

4.8 결합면 (coupling plane)

금속판이나 금속면이며, 피시험기기에 근접한 물체에 정전기 방전을 모사할 때 이 면에 방전을 인가한다. HCP : 수평 결합면 , VCP : 수직 결합면

4.9 유지시간 (holding time)

시험방전에 앞서, 정전기방전 발생기의 시험전압이 누설로 인해 최대치의 10 % 이하로 감소하는 시간간격

4.10 정전기 방전 (electrostatic discharge : ESD)

정전 전위가 다른 물체들이 근접해 있거나 직접 접촉하였을 때 이들 사이에서 발생하는 전하의 이동 현상 [IEV 161-01-22]

4.11 (방해에 대한) 내성 (immunity (to a disturbance))

전자파방해가 존재할 때, 장치, 기기 또는 시스템이 성능저하 없이 동작할 수 있는 능력. [IEV 161-01-20]

4.12 접촉 방전법 (contact discharg method)

정전기방전 시험발생기의 전극을 피시험기기에 접촉시킨 상태에서, 이 시험발생기 내의 방전 스위치로 방전을 일으키는 시험법

4.13 공기중 방전법 (air discharge method)

정전기방전 시험발생기의 대전 전극을 피시험기기에 근접시킨 상태에서, 피시험기기에 스파크 방전을 일으키는 시험법

4.14 직접방전 적용 (direct application)

피시험기기에 직접 방전을 적용시키는 것

4.15 간접방전 적용 (indirect application)

피시험기기에 근접한 결합면에 방전을 적용시키는 것으로, 피시험기기에 근접한 물체에 대한 인체 방전을 모의 적용한 것

5. 시험레벨

정전기방전 실험을 위한 시험레벨의 권장 범위를 표 1에 보인다.

또한, 표 1에 주어진 레벨보다 더 낮은 레벨에서도 역시 시험을 만족하여야 한다.

부록 A의 A.2에서는 인체가 대전될 수 있는 전압레벨에 영향을 미치는 다양한 파라미터들을 기술한다. 또한, A.4에는 환경(시설) 등급에 관련된 시험레벨의 적용 예를 포함한다.

접촉방전은 선호되는 시험방법이다. 공기중 방전은 접촉방전을 적용할 수 없는 곳에 사용하여야 한다. 각 시험방법에 대한 전압이 표 1a와 표 1b에 있다. 시험방법이 다르기 때문에 시험전압을 다르게 적용한다. 이것은 시험방법들 사이의 시험 가혹성 정도가 같다는 의미는 아니다.

더 많은 정보는 부록 A의 A.3, A.4, A.5에 주어져 있다.

표.1 시험 레벨

1a - 접촉 방전		1b - 공기중 방전	
수준	시험 전압 kV	수준	시험 전압 kV
1	2	1	2
2	4	2	4
3	6	3	8
4	8	4	15
X ^{주1)}	특별	X ^{주1)}	특별

주1)“X”는 미정 레벨. 해당 제품규격에는 이 레벨이 규정되어 있어야 한다. 만약 위의 레벨보다 더 높게 규정되어 있으면, 특수한 시험장비가 필요할 수 있다.

6. 정전기 방전 시험발생기

시험 발생기는 다음의 주요 부분으로 구성된다.

- 충전용 저항 R_c
- 에너지 충전 커패시터 C_s
- 분포소자 커패시터 C_d
- 방전 저항 R_d
- 전압 지시기
- 방전 스위치
- 방전 전극의 상호교환 팁(그림 4 참조)
- 방전 회귀선
- 전력 공급기

그림 1은 정전기방전 발생기의 간단한 회로도이며, 상세한 구조는 주어지지 않았다.
정전기방전 발생기는 6.1과 6.2에 주어진 요구사항을 만족해야 한다.

6.1 정전기방전 시험발생기의 특성과 성능

특성

- 에너지 충전 커패시터($C_s + C_d$) : 150 pF \pm 10 %
- 방전 저항 (R_d) : 330 Ω \pm 10%
- 충전 저항 (R_c) : 50 M Ω 과 100 M Ω 사이
- 출력 전압(주1 참조) : 접촉방전에 대해서는 (공칭) 8 kV 까지
공기중 방전에 대해서는 (공칭) 15 kV 까지
- 출력 전압 지시기의 허용범위 : \pm 5 %
- 출력 전압의 극성 : 양극과 음극(스위치로 조정가능)
- 유지 시간 : 최소한 5초
- 방전의 동작모드 (주2 참조) : 단일방전(연속방전 사이의 시간은 최소한 1초)
- 방전 전류의 파형 : 6.2 참조

(비고)

1. 에너지 충전 커패시터에서 측정된 개방회로 전압.
2. 조사만을 목적으로 할 경우에, 정전기방전 발생기의 방전 반복률은 초당 최소 20회 발생이 가능하여야 한다.

정전기방전 발생기는 기생효과에 의해 피시험기기 또는 보조시험기기에 방해를 주지 않도록 하기 위해서, 의도되지 않은 펄스성 또는 연속성 방출(방사성 또는 전도성)을 막을 수 있는 방법을 갖추어야 한다.

에너지 충전 커패시터, 방전 커패시터, 그리고 방전 스위치는 가능한 방전 전극에 가깝게 위치해야 한다.

방전 팁의 크기는 그림 4에 주어진다.

공기중 방전 시험법에 대해서도 동일한 발생기를 사용하며, 방전 스위치는 닫혀 있어야 한다. 발생기는 그림 4에 보여진 둥근 팁에 맞아야 한다.

시험 발생기의 방전 회귀용 선로는 일반적으로 2 m 길이어야 하며, 발생기는 파형의 규격을 만족하도록 구성하여야 한다. 정전기방전 시험 도중에 포트를 통하여 인체 또는 도체면에 방전전류가 흐르는 것을 막기 위해 충분히 절연시켜야 한다.

2 m 길이의 방전 회귀용 선로가 불충분한 경우(예를 들어, 대형 피시험기기에), 3 m 이하의 길이를 사용하여야 하며, 그러나 이때 파형 규격이 부합됨을 확인하여야 한다.

6.2 정전기방전 시험발생기 특성의 유효성확인

다른 시험 발생기에서 얻어진 시험 결과를 비교하기 위해, 시험에 사용될 방전 회귀용 선로를 사용하여 표 2에 보인 특성들을 확인하여야 한다.

표.2 파형 파라미터

레벨	지시된 전압 [kV]	첫번째 방전 첨두전류 $\pm 10\%$ [A]	방전 스위치에서 상승시간 t_r [ns]	30 ns에서 전류($\pm 30\%$) [A]	60 ns에서 전류($\pm 30\%$) [A]
1	2	7.5	0.7부터 1	4	2
2	4	15	0.7부터 1	8	4
3	6	22.5	0.7부터 1	12	6
4	8	30	0.7부터 1	16	8

유효성확인 절차중, 정전기방전 발생기의 출력전류 파형은 그림 3을 만족하여야 한다.

방전 전류의 특성치는 1,000 MHz 대역폭을 갖는 측정장비로 확인하여야 한다. 대역폭이 좁은 측정장비는 초기 첨두전류의 진폭과 상승시간의 측정에 한계를 갖고 있다.

유효성확인의 경우에, 방전전극의 팁을 전류-센싱 트랜스듀서에 직접 연결하여야 하며, 방전발생기는 방전모드로 동작시켜야 한다.

정전기방전 발생기의 성능 확인에 대한 전형적인 배치는 그림 2와 같다. 목표 대역폭은 1,000 MHz보다 커야 한다. 전류-센싱 트랜스듀서의 가능한 설계구조상의 상세 설명은 부록 B에 주어져 있다.

그림 2와 다른 크기를 갖는 실험실 패러데이 상자(Faraday cage)를 사용하는 또 다른 배치를 허용할 수 있다; 또한 정전기방전을 인가시킬 표적 면과 패러데이 상자의 이격을 허용할

수 있다. 그러나 두 경우에 센서와 정전기방전 발생기의 접지포트 사이의 거리는 1 m를 유지해야 하며, 방전 회귀용 선로의 배치 또한 마찬가지다.

정전기방전 발생기는 공인된 품질인증 시스템에 따라 정해진 주기마다 재 교정하여야 한다.

7. 시험배치

시험배치는, 다음 방법에 따라 피시험기기에 직접, 간접 방전을 인가시키기 위해 필요한 시험 발생기, 피시험기기와 보조 기구로 구성된다.

- 가) 도체면과 결합면에 대한 접촉 방전
- 나) 절연면에서의 공기중 방전

시험은 두 가지 다른 형식으로 구분된다.

- 시험인증기관에서 수행되는 형식시험
- 기기가 최종 설치된 조건에서 수행되는 설치 후 시험

권장하는 측정방법은 시험인증기관에서 수행되는 형식시험이다.

피시험기기는 만약 설치에 대한 제조자의 지시가 있다면 그것에 맞추어 배치하여야 한다.

7.1 시험인증기관에서 수행된 시험을 위한 시험배치

다음 요구사항은 8.1에 기술된 환경기준 조건하에서 시험인증기관에서 시험을 수행할 때 적용된다.

기준접지면은 시험인증기관 바닥에 설치되어야 한다. 최소한 두께가 0.25 mm인 금속판(구리 또는 알루미늄)이어야 한다; 다른 금속물질이 사용될 수 있으나 그것은 최소한 0.65 mm 두께이어야 한다.

기준면의 최소 크기는 1 m² 이나, 정확한 크기는 피시험기기의 크기에 달려있다. 모든 면에 대해 적어도 0.5 m 길이가 유지되도록 피시험기기 또는 결합면의 크기 이상으로 설치해야 하며 보호접지에 연결되어 있어야 한다.

지역별 안전규격 규정을 항상 만족해야 한다.

피시험기기는 그 기능 요구사항에 따라서 정렬되고 연결되어 있어야 한다.

시험인증기관 벽과 그 밖의 금속구조물로부터 피시험기기는 최소 1 m 거리를 유지해야 한다.

피시험기기는 그 설치규격에 따라서 접지에 연결되어 있어야 하며, 부가적인 접지 연결은 허용되지 않는다.

전원 케이블과 신호 케이블의 위치지정은 실제 설치의 대표적인 위치이어야 한다.
정전기방전 발생기의 방전 회귀용 선로를 기준접지면에 연결하여야 한다. 이 선로의 전체 길이는 일반적으로 2 m이다.

방전을 인가시킬 점들을 선택하였을 때 필요한 길이가 위의 2 m 길이를 초과하는 경우에는, 이 초과된 길이는 접지면 바깥에 두어야 하고 유도성 성분이 형성되지 않도록 말아두지 말아야 하며, 시험배치 상의 다른 도전체로부터 0.2 m 이상 떨어져 있어야 한다.

접지 케이블을 접지기준면에 연결하는 부분과 모든 본딩 부위는 고주파 응용 클램핑 장치와 같은 것을 사용하여 낮은 임피던스로 만들어 주어야 한다.

간접방전을 인가시키도록 허용된 예에서와 같이 방전 결합면이 규정되어 있는 경우에, 이 결합면들은 기준접지면과 같은 두께와 같은 물질로 구성되어 있어야 하고, 470 k Ω 저항이 각 끝단에 위치한 케이블을 통해 기준접지면에 접속되어야 한다. 이들 저항은 방전전압을 견딜수 있어야 하며, 케이블이 기준접지면 위에 놓일 단락되는 것을 방지하기 위해 절연되어 있어야 한다.

서로 다른 유형의 기기에 대한 부가적 규정은 다음에 주어져 있다.

7.1.1 탁상설치형기기

기준접지면에서 0.8 m 높이에 있는 목재 테이블 위에 시험배치를 하여야 한다.
1.6 m \times 0.8 m 크기의 수평결합면(HCP)을 테이블 위에 놓아야 한다. 피시험기와 케이블 들은 0.5 mm 두께의 절연 지지물로 결합면과 격리되어 있어야 한다.

만약 피시험기기가 너무 커서 수평결합면의 모든 측면으로부터 최소 0.1 m 의 여유를 남길 수 없다면, 추가적으로 동일한 수평결합면을 사용하여야 하며, 시작점부터 0.3m 인 곳에 짧은 면이 접하게 설치하여야 한다. 테이블을 키워야 하거나 또는 두 개의 테이블을 사용하여야 한다. 이때 수평결합면들은 서로 접합시켜서는 안 되며, 기준접지면까지 저항성 케이블을 통해 연결해야 한다.

피시험기와 관련된 어떤 설치 지지물이 있으면, 제 위치에 설치하여야 한다.
탁상설치형기기에 대한 시험배치의 예를 그림 5에 보인다.

7.1.2 바닥설치형기기

피시험기와 케이블들은 약 0.1 m 두께의 절연 지지물로 기준접지면과 격리되어 있어야 한다.

바닥설치형기기에 대한 시험배치의 예가 그림 6에 보인다.

피시험기와 관련된 어떤 설치 지지물이 있으면, 제 위치에 설치하여야 한다.

7.1.3 접지되지 않은 기기에 대한 시험방법

본 절에서 설명된 시험방법은 어떤 접지연결도 하지 않게 설치하거나 설계한 기기 또는 이 기기의 부분품에 적용할 수 있다. 기기 또는 이 기기의 부분품은 휴대용 기기, 배터리로 동작되고 이중 절연된 기기(보호등급 II 기기)를 포함하고 있다.

원리적 배경 : 접지되지 않은 기기 또는 이 기기의 부분품은 보호등급 I 기기의 주전원공급 기기와 유사하게 스스로 정전기 방전을 일으킬 수 없다. 만약 다음 정전기방전 펄스가 인가 되기 전에 이전의 충전 전하를 제거하지 않는다면, 피시험기 또는 피시험기기의 부분품에는 의도된 시험전압의 2배 이상의 스트레스가 인가될 수 있다. 그러므로 이중 절연된 기기는 등급 II 기기의 절연 용량에 여러 번의 정전기방전 에너지가 축적되어 비현실적으로 높은 전하로 충전될 수 있으며, 이에 따라 매우 높은 에너지에 의해 절연파괴 전압으로 방전된다.

일반적인 시험배치는 7.1.1과 7.1.2 각각에서 설명된 것과 동일해야 한다.

단일 정전기방전(공기중방전 또는 접촉방전 중 하나를)을 모사하기 위해, 매번의 정전기 방전 펄스 인가 전에 피시험기기에 충전된 전하를 제거하여야 한다.

정전기방전 펄스를 인가하여야 하는 금속지점이나 금속부분(예를 들면, 커넥터 외피, 배터리 충전 핀, 금속성 안테나)에 있는 전하를 매번의 정전기방전 펄스 인가 전에 제거하여야 한다.

하나 또는 여러 개의 금속성 접근부에 정전기 방전시험을 하여야 하는 경우에, 정전기방전 펄스를 인가하여야 하는 지점의 전하를 제거하여야 하며, 이때 이 지점과 제품의 다른 접근점 사이의 저항에 대해서는 어떤 보증도 제공할 수 없다.

수평과 수직 결합면에 사용한 것과 유사한, 470 kΩ 블리더 저항이 달린 케이블을 사용하여야 한다(7.1 참조.)

피시험기와 수평결합면 (탁상설치형 기기) 사이의 용량성과, 피시험기와 기준접지면(바닥설치형 기기) 사이의 용량은 피시험기기의 크기에 의해 결정되고, 블리더 저항이 달린 케이블은 기능적으로 허용된다면 정전기방전 시험 중에도 그대로 설치되어 있을 수 있다. 방전 케이블에 있는 저항은, 피시험기기의 시험지점으로부터 20 mm 이내로 가능한 근접하게 연결되어 있어야 한다. 두 번째 저항은 탁상설치형 기기(그림 8 참조)의 수평결합면 또는 바닥설치형 기기(그림 9 참조)의 기준접지면에 연결된 케이블의 끝단 가까이에 연결되어 있어

야 한다.

블리더 저항이 달린 케이블로 인해, 어떤 기기에서는 시험결과에 영향을 줄 수 있다. 논쟁이 있는 경우에는, 연속되는 방전사이에서 충분히 전하가 감쇠되었다는 것을 알리기 위해, 케이블이 설치된 시험보다 연결이 안 된 상태에서 정전기 펄스를 가하는 시험이 우선적으로 수행된다.

대체 방법으로, 다음의 선택사항을 사용할 수 있다.

- 연속적인 방전사이의 시간 간격은, 피시험기로부터 전하가 자연적으로 감쇠되도록 충분히 시간을 연장해야 한다.
- 접지 케이블에는 블리더 저항(예를 들면, 2 X 470k Ω)이 달린 탄소섬유 브러쉬(Brush)를 사용한다.
- 이 환경에서, 피시험기기의 자연적 방전 과정을 가속하기 위해 공기 이온화 장치를 사용한다.

공기중 방전 시험시에는 이온화장치는 끄고 실시한다. 대체 방법을 사용하여 시험하였다면 이를 시험 보고서에 기록하여야 한다.

주) 전하 감쇠에 관련하여 논쟁이 있는 경우에는, 비접촉식 전기장 측정기로 피시험기기의 전하를 관측할 수 있다. 전하가 초기값의 10% 이하로 감쇠되었을 때, 이 피시험기기는 방전된 것으로 간주한다.

정전기방전 시험발생기의 팁은 피시험기기의 표면에 통상적으로 (수직하게) 고정되어 있어야 한다.

7.1.3.1 탁상설치형기기

탁상설치형기기의 경우에, 7.1.1과 그림 5에 기술된 것처럼 수평결합면 위에 0.5 mm 두께의 절연 물질을 위치시킨 후 그 위에 피시험기기를 두어야 한다.

피시험기기에서, 정전기방전 펄스를 인가시킬 금속성 접근부가 이용 가능한 경우에, 블리더 저항이 달린 케이블을 통해서 이 부분을 수평결합면에 연결하여야 한다.(그림 8 참조)

7.1.3.2 바닥설치형기기

기준접지면까지의 어떠한 금속성 연결도 되어있지 않은 바닥설치형기기는 7.1.2와 그림 6과 유사하게 설치하여야 한다.

정전기방전 펄스를 인가시킬 금속 접근부와 기준접지면 사이에 블리더 저항이 달린 케이블을 사용하여야 한다.(그림 9참조)

7.2 설치 후 시험에 대한 시험배치

이 시험은 선택사항이며, 인증시험을 위한 강제사항이 아니다; 제조자와 소비자 사이에 동의가 있으면 이 시험을 적용할 수 있다. 같은 위치에 함께 배치된 다른 기기들이 예상치 않은 영향을 받을 수 있다는 것을 염두에 두어야 한다.

기기나 시스템의 마지막 설치 조건 상태에서 시험하여야 한다.

방전 회귀용 케이블의 용이한 연결을 위해, 기준접지면은 설치할 바닥에 있어야 한다. 즉 피시험기와 대략 0.1 m 거리에 가까이 놓여야 한다. 이 면은 최소 두께가 0.25 mm 이상인 구리나 알루미늄이어야 한다. 두께가 최소 0.65 mm 정도라면, 다른 금속을 사용하여도 된다. 설치가 허용되는 면은 대략 폭이 0.3 m, 길이가 2 m 정도이어야 한다.

이 기준접지면은 보호 접지시스템에 연결되어 있어야 한다. 이것이 불가능한 장소에서는 가능하면 피시험기의 접지포트에 연결되어 있어야 한다.

정전기방전 발생기의 방전 회귀용 케이블은 피시험기와 가까운 지점에 있는 기준접지면에 연결되어 있어야 한다. 피시험기가 금속 테이블위에 설치된 경우에, 이 테이블에 전하가 대전되는 것을 막기 위해 각각의 끝단에 470 k Ω 저항이 달린 케이블을 통해 접지면과 연결시켜야 한다.

설치 후 시험을 위한 배치 예를 그림 7에 보인다.

8. 시험 절차

8.1 시험인증기관 기준조건

시험결과에서 환경 요인의 영향을 최소화하기 위해, 본 시험은 8.1.1과 8.1.2에 정해진 기후적, 전자기적 기준조건에서 수행되어야 한다.

8.1.1 기후적 조건

공기중 방전시험의 경우에, 기후 조건은 다음의 범위 내에 있어야 한다.

- 주위 온도 : 15 °C 에서 35 °C 사이
- 상대 습도 : 30% 에서 60% 사이
- 대기 압력 : 86 kPa (860 mbar) 에서 106 kPa (1060 mbar) 사이

주) 기타 값들은 제품규격에 규정되어 있다.

피시험기기는 요구되는 기후 조건에서 동작하여야 한다.

8.1.2 전자기적 환경조건

시험인증기관의 전자기 환경이 시험결과에 영향을 미치지 말아야 한다.

8.2 피시험기기의 동작

시험 프로그램과 소프트웨어는 피시험기기가 동작하는 모든 정상 모드에서 동작하도록 선택되어야 한다. 특별한 동작 소프트웨어의 사용도 가능하나, 피시험기기가 충분히 동작됨을 보일 때만 허용된다.

적합성 시험을 위해 피시험기기는 예비시험에 의해 결정되어야만 하는 가장 민감한 모드(프로그램 주기)에서 계속해서 동작하여야 한다.

만약 감시장치가 필요하다면, 잘못된 결과 판정 가능성을 줄이기 위해 감결합되어야 한다.

8.3 시험의 수행

시험은 계획에 따라 피시험기기에 방전을 직접, 간접적으로 인가함으로써 수행된다. 시험은 다음을 포함해야 한다:

- 피시험기기의 대표적인 동작 조건;
- 피시험기기가 탁자위에서 시험되어야하는가 또는 바닥에서 시험되어야하는가;
- 방전이 인가되는 지점;
- 각 지점에서 접촉방전이 적용될지 또는 공기중 방전이 적용될 지에 대한 내용;
- 적용될 시험레벨;
- 적합성 시험을 위해 각 지점에서 인가될 방전 회수;
- 설치 후 시험이 또한 적용되어야만 할지에 대한 내용.

여러 관점에서 시험 계획을 세우기 위해, 몇 가지 조사시험을 수행하는 것이 필요할 수 있다.

8.3.1 피시험기기로의 직접방전

일반, 관련제품 또는 제품군 규격에 명확히 규정되어 있지 않았다면, 통상 사용하는 동안 사람의 접촉이 가능한 피시험기기 표면과 이들 지점에 정전기방전을 인가하여야 한다. 다음의 경우는 제외하여 인가한다. (즉, 이들 항목에는 정전기방전을 인가하지 않는다.)

- 가) 유지관리를 위해서만 접근 가능한 지점과 표면의 경우에, 특별히 정전기방전을 완화한 절차를 문서에 포함시켜야 한다.

나) 사용자가 서비스를 위해만 접근 가능한 지점과 표면에 적용한다. 드물게 접근 가능한 지점의 예는 다음과 같다. 예를 들면, 배터리 교체를 위한 배터리 접촉부, 자동응답 전화기 등.

다) 사용자를 위한 사용 교육 후 또는 고정 설치 후에 더 이상 접촉할 수 없는 제품의 표면과 지점에 적용한다. 예를 들면, 제품의 벽면 또는 바닥, 끼워진 커넥터의 뒷면.

라) 금속 커넥터 외피가 있는 다중핀 커넥터와 동축 커넥터의 접촉부. 이 경우에 접촉방전은 커넥터의 금속 외관에만 인가되어야 한다.

비도전성(예를 들면, 플라스틱) 커넥터 내의 접촉부로서 접근 가능한 것은, 공기중 방전으로만 시험하여야 한다. 이 시험은 정전기 시험발생기의 둥근 팁 핑거를 사용하여 수행하여야 한다.

일반적으로 6가지 경우가 고려된다.

경우	커넥터 외관	커버 물질	공기중 방전	접촉방전
1	금속성	없음	-	외관
2	금속성	절연	커버	접근 가능한 외관
3	금속성	금속성	-	외관과 커버
4	절연	없음	주)	-
5	절연	절연	커버	-
6	절연	금속성	-	커버
(비고) 커넥터 핀에 정전기 차폐가 제공된 커버의 경우에, 정전기방전 경고 라벨이 제품의 커버 위 또는 커넥터 가까운 곳에 부착되어야 한다.				
주) 제품(군) 규격에서 절연된 커넥터의 개별 핀에 시험이 요구된다면 공기중 방전을 인가하여야 한다.				

마) 기능적인 이유 때문에 정전기방전에 민감한 커넥터 접촉부 또는 다른 접촉 가능한 부분에는 정전기방전 경고 라벨을 제공하여야 한다. 예를 들면, 측정, 수신 또는 기타 통신 기능을 갖는 무선주파수 입력단.

원리적 배경 : 많은 커넥터 포트는 아날로그 또는 디지털 등의 고주파 정보를 처리하도록 설계되어 있으며, 따라서 충분한 과전압 보호장치가 설계되어 있지 않다. 아날로그 신호의 경우에는 대역통과 필터로 해결할 수 있다. 과전압 보호 다이오드는, 피시험기기의 동작 주파수에서 사용하기에는 너무 높은 부유용량을 가지고 있다.

앞의 모든 경우에서, 특별한 정전기방전 저감 절차가 권장되며, 문건에 첨부하여 제공하여야 한다.

시험전압은 오류 임계점을 결정하기 위해 최소값으로부터 선택된 시험레벨까지 증가되어야

한다(5 참조). 최종 시험레벨은 장비에 해가 되는 것을 막기 위해 제품규격을 넘어서는 안 된다.

시험은 단일방전들로 수행되어야 한다. 미리 선택된 지점에 대해 적어도 10 회의 단일방전 (가장 민감한 극성으로)을 인가하여야 한다.

연속적인 단일방전 사이의 시간 간격에 대해서 초기값은 1 초를 권장한다. 시스템 오류가 일어나는지를 결정하기 위해서는 더 긴 시간 간격이 필요할 수도 있다.

주) 방전을 인가하여야 하는 지점은 초 당 20회 이상의 방전 반복률로 조사하여 선택할 수 있다.

정전기방전 발생기는 방전이 인가되어지는 표면에 수직되게 놓아야 한다. 이것이 시험결과가 재현성을 개선한다.

정전기방전 시험발생기의 방전 회귀용 케이블은 방전이 되는 동안 피시험기기로부터 적어도 0.2 m 정도 떨어져 있어야 한다.

접촉방전의 경우에는, 방전 전극의 팁이 방전 스위치가 작동되기 전에 피시험기기와 닿아야 한다.

전도 물질을 덮고 있는 페인트칠이 된 표면의 경우에는 다음 과정을 적용하여야 한다.

코팅이 장비 제조업자에 의해 절연 코팅이라고 명시되어있지 않다면, 그 때는 발생기의 빠른 팁은 전도 물질과 닿도록 코팅을 통과해야 한다. 제조업자에 의해 절연으로 명시된 코팅은 공기중 방전 시험하여야만 한다. 접촉방전 시험은 그러한 표면에 적용되어선 안 된다.

공기중 방전의 경우에 방전 전극의 원형 방전 팁은 기계적인 손상이 없이 피시험기기와 맞닿기 위해 가능한 한 빨리 근접해야 한다. 각각의 방전 후에 정전기방전 발생기(방전 전극)는 피시험기기로부터 제거되어야 한다. 그리고 나서 발생기는 새로운 단일방전을 위해 재충전되어야 한다. 이런 과정이 방전이 끝날 때까지 계속되어야 한다. 공기중 방전시험의 경우에 접촉방전에 대해 사용되어지는 방전 스위치는 꺼야 한다.

8.3.2 간접방전

피시험기기 근처에 위치하거나 설치된 물체에의 방전은, 접촉방전 모드에서 정전기방전 발생기의 방전을 결합면에 인가하여 모사되어야 한다.

8.3.1에서 기술된 시험절차와 더불어 8.3.2.1과 8.3.2.2에 주어진 요구사항을 만족하여야 한다.

8.3.2.1 피시험기기 아래의 수평결합면

수평결합면에 방전을 인가시킬 때는 수평결합면의 모서리에 수평으로 인가하여야 한다.

최소 10회 단일방전(가장 민감한 극성에서)은 피시험기기의 전면으로부터 0.1 m 이며, 피시험기기의 각 장치 중심점의 반대에 있는 각 수평결합면의 전면 모서리에 인가하여야 한다. 방전하는 중에, 방전 전극의 긴 축은 수평결합면에 있어야 하며 또한 이 수평결합면 전면 모서리에 수직으로 있어야 한다.

방전 전극은 수평결합면의 모서리에 접촉되어 있어야 한다(그림 5 참조).

추가적으로, 이 시험에서 피시험기기의 모든 측면을 노출시키는 것에 유의하여야 한다.

8.3.2.2 수직결합면

최소 10회의 단일방전(가장 민감한 극성에서)을 결합면 중에서 한 수직 모서리의 중앙에 인가하여야 한다(그림 5와 그림 6 참조). 넓이가 0.5 m × 0.5 m 인 결합면은 피시험기기와 평행되게 놓고 피시험기기로부터 0.1 m 떨어진 거리에 위치해야 한다.

피시험기기의 4면이 완전히 노출되도록 충분히 다른 위치에서 결합면에 방전을 인가하여야 한다.

9. 시험결과의 평가

시험결과는 제조자나 시험 요청자에 의해 정의된 성능레벨 관점에서, 또는 제조자와 제품 구매자 사이에 합의된 관점에서 기능의 손실이나 성능저하 상태에 따라 분류하여야 한다. 권장되는 분류 방법은 다음과 같다.

- 가) 제조자, 요청자 또는 구매자에 의해 규정된 허용기준 내의 정상 성능.
- 나) 방해(방전의 인가)가 중단된 후, 운용자의 개입 없이도 일시적 기능 손실이나 성능저하가 멈추며, 피시험기기의 정상성능이 회복되는 경우.
- 다) 운용자가 개입하여 일시적 기능 손실이나 성능저하가 바로잡히는 경우.
- 라) 기능 손실이나 성능저하가 회복될 수 없고, 이로 인해 하드웨어 또는 소프트웨어가 손상되고 데이터의 손실이 일어나는 경우.

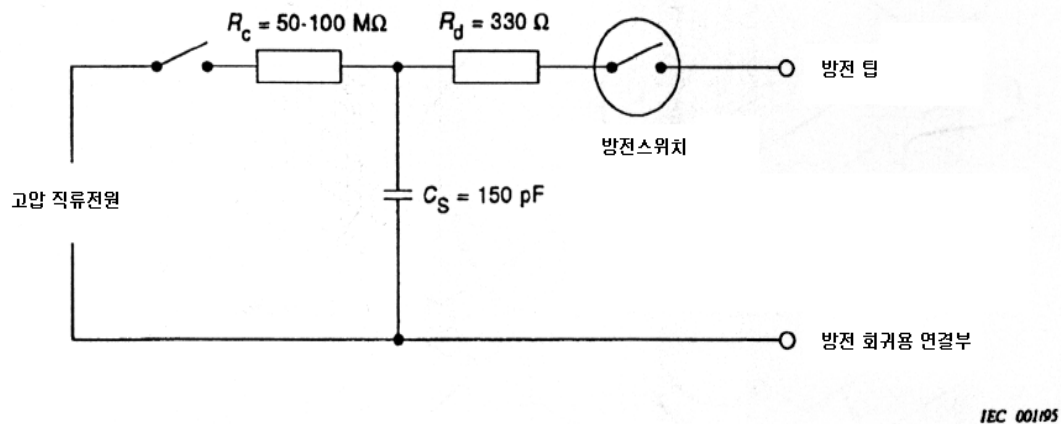
제조자의 규격에는 무시할 수 있다고 생각되는 피시험기기에의 영향을 정의할 수 있으며, 이러한 경우는 합격으로 간주한다.

이 분류 방법은, 일반규격, 제품규격 및 제품군 규격에 책임이 있는 위원회에 의해 성능기준을 형식화하는 지침으로서, 또는 제조자와 구매자 사이의 성능기준을 합의하기 위한 기본 틀로서 사용할 수 있다. 예를 들면, 일반규격, 제품규격 및 제품군 규격이 존재하지 않는 경우에 사용할 수 있다.

10. 시험 보고서

시험 보고서에는 시험을 재현하기에 필요한 모든 정보가 포함되어 있어야 한다. 특히 다음 사항이 기록되어 있어야 한다:

- 본 규격의 8에서 요구되는 시험계획에서 규정된 항목들
- 피시험기와 관련 기기의 확인, 예를 들면, 상표명, 제품형식, 생산일련번호
- 시험장비의 확인, 예를 들면, 상표명, 제품형식, 생산일련번호
- 시험이 수행된 특별한 환경조건, 예를 들면, 차폐함체
- 시험을 수행하기 위한 어떤 특별한 조건
- 제조자, 요청자 또는 구매자에 의해 정의된 성능레벨
- 일반규격, 제품규격 및 제품군 규격에 규정된 성능기준
- 시험 방해(방전)신호를 인가하는 동안 또는 인가 후에 관측되는 피시험기기에의 영향 정도와 이 영향이 유지되는 기간
- 적합/부적합 판정에 대한 합리적인 근거 (일반규격, 제품규격 및 제품군 규격에서 규정된 성능기준에 근거하여 또는 제조자와 구매자 사이의 합의에 근거하여)
- 적합성을 얻기 위해 필요한 특정 사용조건, 예를 들면, 케이블 길이 또는 유형, 차폐 또는 접지, 피시험기의 동작 조건



주) 그림에서 생략된 C_d 는 방전발생기와 피시험기, 기준접지면, 결합면들 사이에 존재하는 분포 용량이다. 이 용량이 방전발생기 전체 상에 분포하기 때문에 회로도 내에 표시하는 것이 불가능하다.

그림 1. 정전기 방전 발생기의 간단한 회로도.

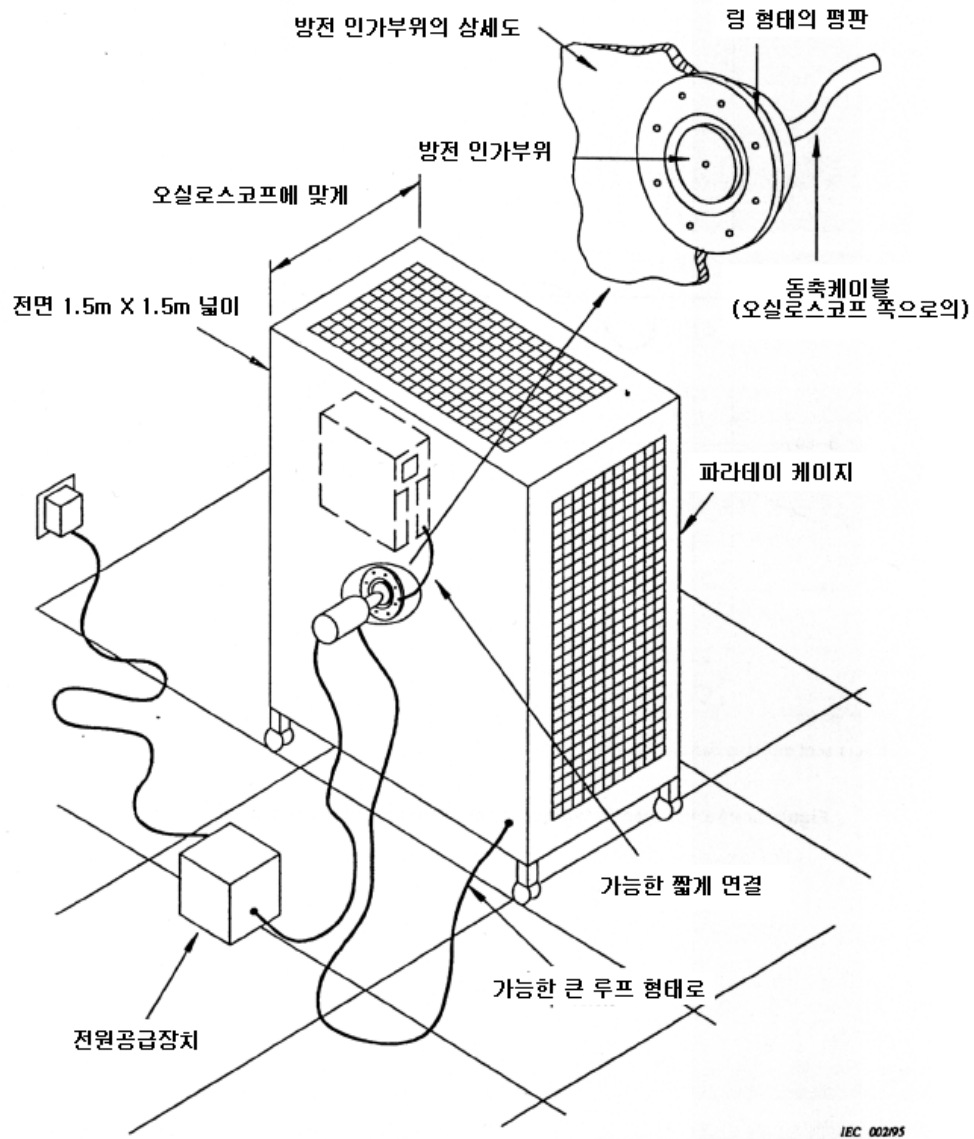
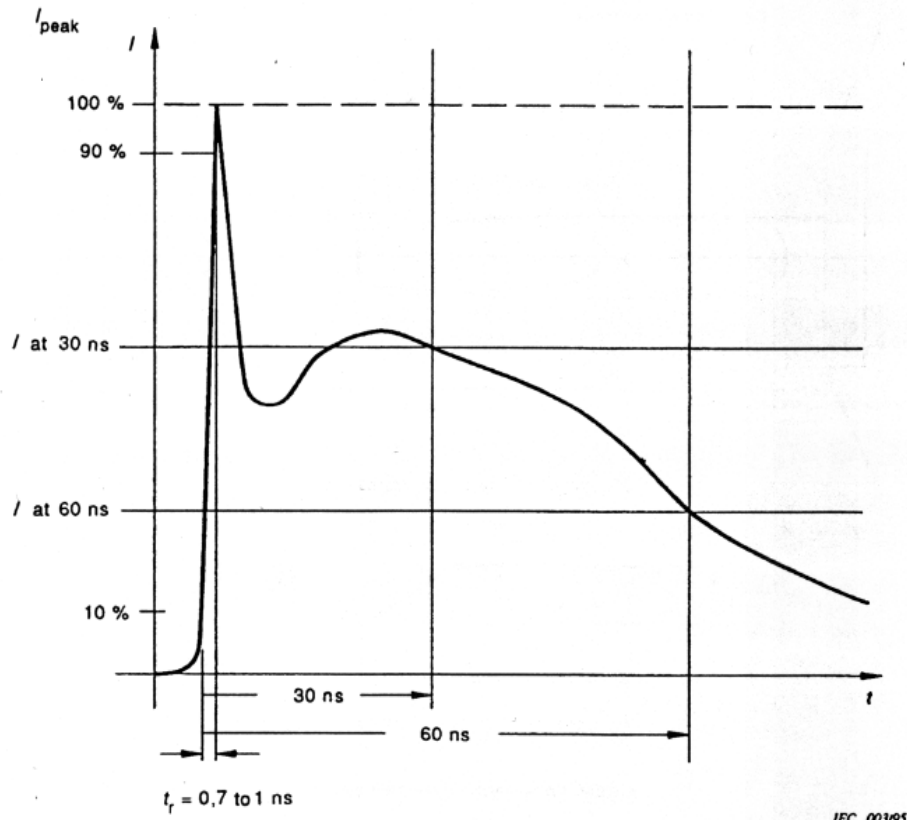
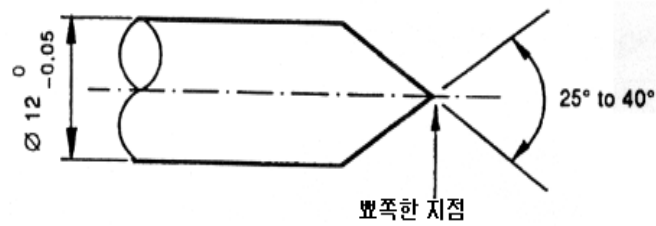
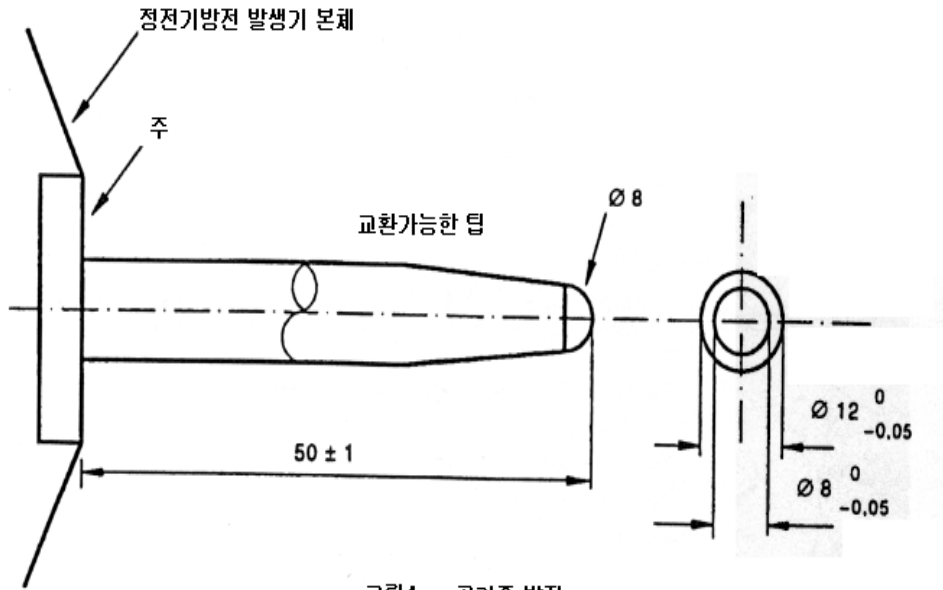


그림.2 정전기방전 발생기 유효성확인을 위한 배치 예



주) 그래프에 표시된 값들은 표 2 참조

그림.3 정전기방전 발생기의 전형적인 출력전류 파형



IEC004195

주) 방전 스위치는 방전 전극에 최대한 가까이 설치하여야 한다.

그림.4 정전기 방전 발생기의 방전전극

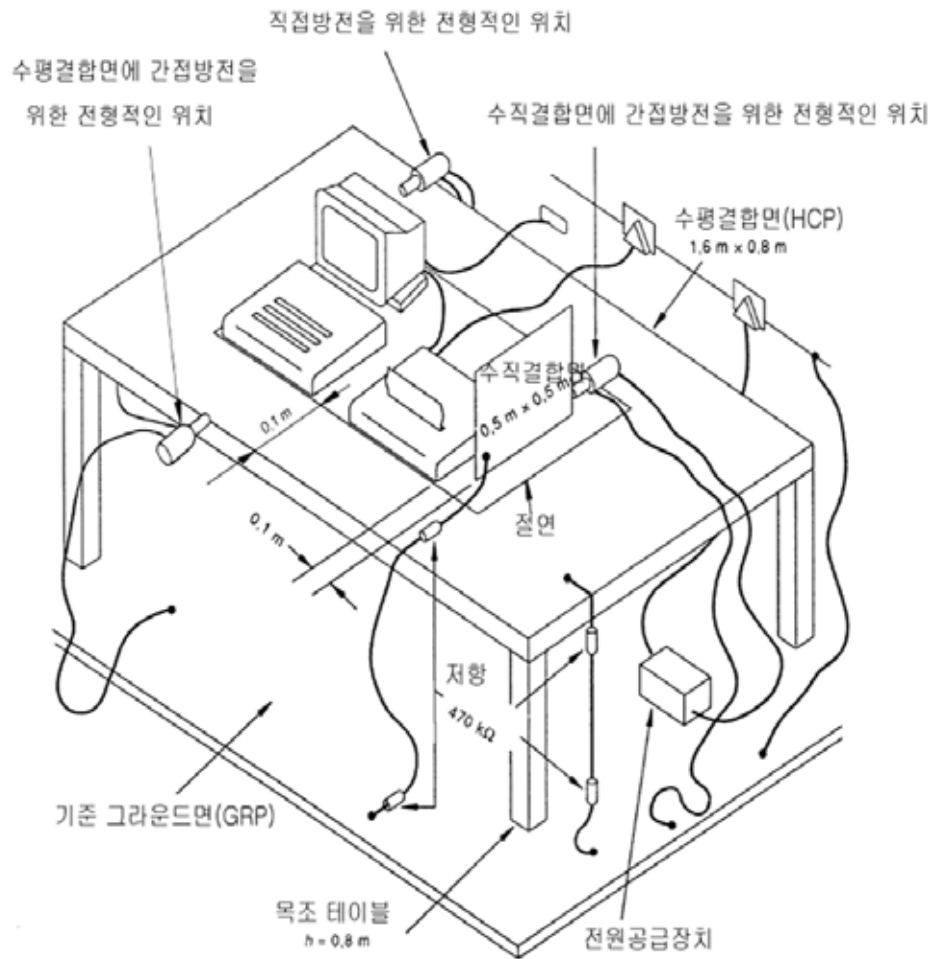


그림.5 시험인증기관에서 시험시 탁상설치형 기기에 대한 시험배치 예

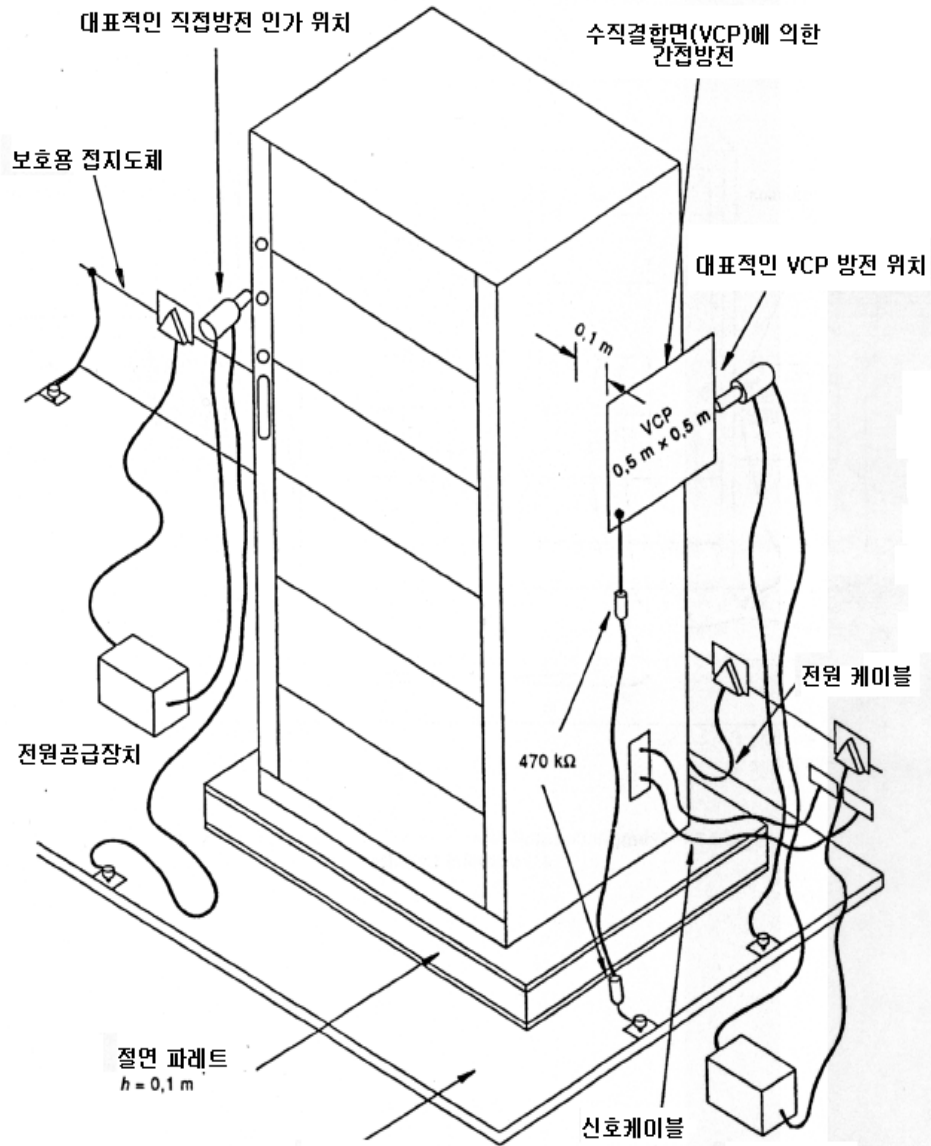


그림.6 시험인증기관에서 시험시 바닥설치형 기기에 대한 시험배치 예

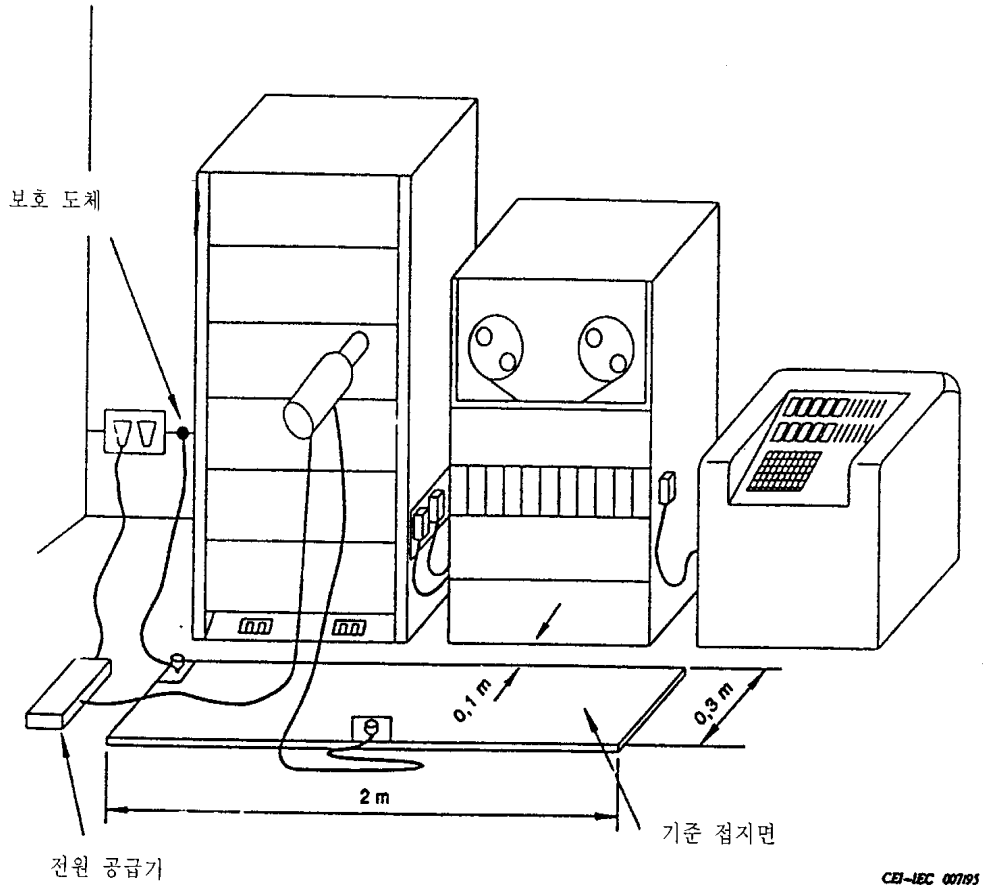


그림.7 설치 후 시험시 바닥설치형 기기에 대한 시험배치 예

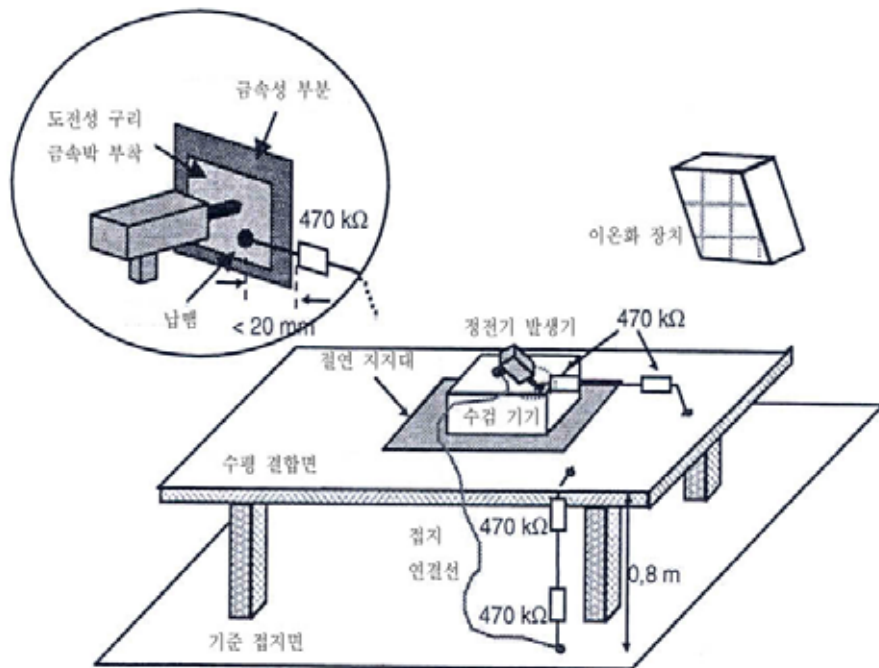


그림.8 접지되지 않은 탁상설치형 기기에 대한 시험배치

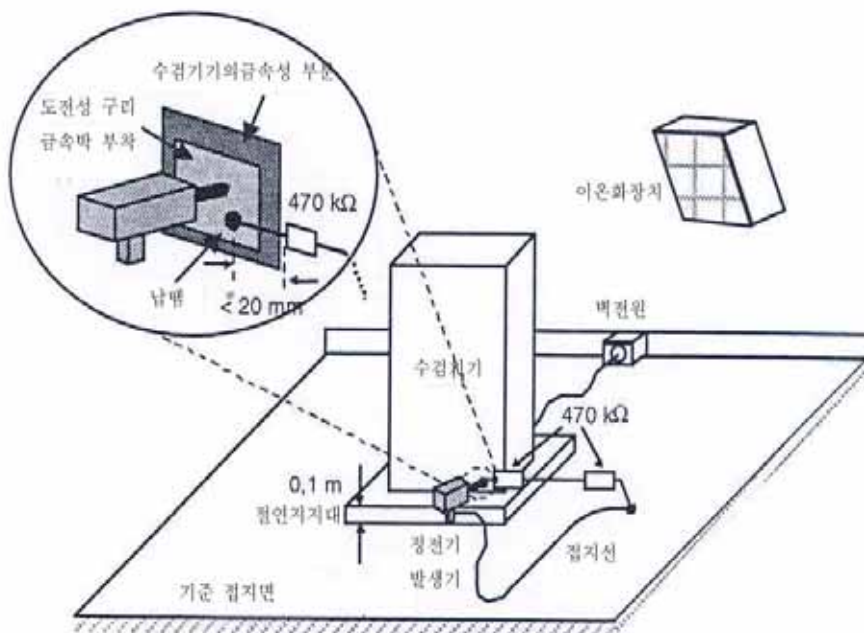


그림.9 접지되지 않은 바닥설치형 기기에 대한 시험배치

부록 A (정보) 해석 요약

A.1 전반적인 고찰

정전기방전으로부터 장비를 보호하는 문제는 제조업자와 사용자에게 매우 중요하다.

마이크로전자 부품이 광범위하게 사용됨에 따라, 제품과 시스템의 신뢰성을 높이기 위한 문제점의 실태를 정의하고 그 해결 방안을 찾을 필요성이 대두되어 왔다.

다양한 산업공장에서의 장비와 시스템의 광범위한 적용과 통제가 되지 않는 환경이 정전기 축적과 그로 인한 방전 문제에 점점 관계되고 있다.

인체로부터 근처의 물체로 방전이 일어날 때는 언제나 전자기 에너지에 의해 장비가 영향을 받을 수도 있다. 또한 장비 근처에 있는 의자와 탁자와 같은 금속 물체 사이에서도 방전이 일어날 수 있다. 그러나 현재까지의 이용할 수 있는 경험이 부족하기 때문에, 본 표준규격에서 설명된 시험은 후자의 금속 물체 사이에서 방전 현상에 대한 영향만을 적절히 모사할 수 있으리라 생각한다. 따라서 여기서는 이러한 관점을 소개하며, 다음에 본 표준규격의 수정안이 준비될 수 있을 것이다.

장비 운용자로부터의 발생하는 방전 영향은 단순히 장비의 오작동이나 전자 부품의 손상을 초래할 수 있다. 주요 영향은 방전전류에 관련된 파라미터(상승시간, 지속시간 등)로부터 나타날 수 있다.

장비에서 발생하는 정전기방전에 기인한 원하지 않은 영향을 방지할 방안의 필요성과 그러한 문제의 인식이, 본 표준규격에서 서술된 표준 시험절차의 개발을 촉진하였다.

A.2 전하 레벨에서 환경조건의 영향

정전 전하는 합성섬유와 건조한 대기가 함께 존재할 때 특히 많이 발생한다. 전하의 대전 과정에는 다양한 변수들이 존재한다. 일반적인 상황은 사람이 양탄자 위를 걸을 때, 각 발걸음마다 몸으로부터 직물로 전자를 잃거나 얻게 된다. 사람의 옷과 의자 사이의 마찰이 또한 전하의 교환을 일으킨다. 인체는 직접 접촉에 의해 또는 정전기 유도에 의해 대전될 수 있다. 후자의 경우에, 인체가 적절하게 접지되어 있지 않으면, 전도성 양탄자는 어떠한 보호도 제공하지 못한다.

그림 A.1은 서로 다른 섬유들이 대기의 상대습도에 따라 대전될 수 있는 전압을 보인다.

합성섬유의 종류와 대기의 상대습도에 따라 수 kV 까지의 전압 방전이 장비에 직접적으로

발생할 수 있다.

A.3 공기중 방전과 접촉방전에서 환경레벨과의 관련성

내성 요구사항을 정의하기 위해, 측정 가능한 양으로서 사용자 환경에서 나타나는 정전 전압 레벨을 사용하여 왔다. 그러나 방전 에너지의 전달 특성은 방전에 앞서 존재하는 정전 전압의 함수이기 보다는 방전전류의 함수라는 것이 알려져 있다. 더구나 일반적으로 방전전류는 보다 높은 전압레벨을 갖는 방전 전에 존재하는 전압에 비례하는 전류 이하가 되는 것으로 알려져 있다.

방전 전에 존재하는 전압과 방전전류 사이가 정비례하지 않는 가능한 이유들은 다음과 같다.

- 고전압 대전에 의한 방전으로 긴 아크방전 경로가 발생하게 되어 상승시간이 증가하게 되며, 이에 따라 방전 전에 존재하는 전압에 비례하는 것보다 적으며 보다 높은 스펙트럼 성분들을 갖는 방전전류가 나타난다.
- 전형적인 대전 과정에서 생성된 총 전하량이 일정하다고 가정하면, 작은 값의 커패시턴스 양단에 높은 대전 전압이 걸리게 된다. 따라서 큰 값의 커패시턴스 양단에 높은 대전 전압이 걸리기 위해서는 많은 연속적인 대전 과정이 필요하며, 현실적으로 이러한 일은 거의 일어나지 않을 것이다. 즉, 사용자의 환경에는 여러 종류의 높은 대전 전압들이 존재할지라도 대전 에너지는 거의 일정하게 되는 경향이 있음을 의미한다.

결론적으로, 주어진 사용자 환경에서의 내성 요구사항은 방전전류 진폭의 향으로 정의될 필요가 있다.

이러한 개념을 인식함으로써, 시험기기의 설계가 용이해 지며, 시험기기의 충전전압과 방전 임피던스의 선택에 따라 원하는 방전전류 진폭을 얻기 위한 설계에 적용할 수 있다.

A.4 시험레벨의 선택

시험레벨은 가장 현실적인 설치와 환경조건에 따라 선택되어야 한다. 이에 대한 지침이 표 A.1에 나와 있다.

표 A.1 시험레벨의 선택에 대한 지침

분류	상대 습도 [%]	정전방지 물질	합성섬유	최대 전압 [kV]
1	35	X		2
2	10	X		4
3	50		X	8
4	10		X	15

권장되는 설치 방법과 환경등급은 본 표준규격의 5 절에 요약되어 있는 시험레벨과 관련이

있다.

예를 들어, 나무, 콘크리트 및 세라믹과 같은 몇몇 물질에 있어서 가능한 레벨은 레벨 2 보다 높지 않다.

주) 특정 환경에 대한 적절한 시험레벨을 선택하고자 하는 경우에, 정전기방전 영향에 가장 위험한 파라미터를 이해하는 것이 중요하다.

어쩌면 가장 위험한 파라미터는 충전전압, 침투 방전전류 및 상승시간의 다양한 조합을 통해 얻어질 수 있는 방전전류의 변화율일 것이다.

예를 들면, 15 kV 의 합성섬유 환경을 위해 필요한 정전기방전 스트레스는 본 표준규격에서 정의된 정전기방전 시험발생기의 접촉방전을 사용한 8 kV/30 A, 등급 4의 시험에 의해 적절하게 만들어진 것보다 크다.

그러나 합성섬유를 갖는 매우 건조한 환경에서는 15 kV 이상의 높은 전압이 발생한다.

절연표면을 가지는 시험장비의 경우에는, 15 kV까지의 전압을 갖는 공기중 방전 방법을 사용할 수 있다.

A.5 시험점의 선택

예를 들어, 다음 위치들을 시험점으로 고려할 수 있다:

- 접지부와 전기적으로 떨어진 캐비닛의 금속 부분에 있는 점들
- 제어 장치나 키보드 부분에 있는 임의의 점과, 스위치, 손잡이, 버튼 및 운용자가 접근할 수 있는 부분과 같이 사람-기계 인터페이스 부분의 점들
- 표시기, LED, 구멍, 창살, 커넥터 외피 등

A.6 접촉방전 방법의 적용에 대한 기술적 원리

일반적으로 이전에 하였던 시험방법(공기중 방전)의 재현성은 방전 팁의 접근 속도, 습도 및 시험장비의 구성과 같은 것들에 의해 영향을 받으며, 이에 따라 펄스 상승시간과 방전전류의 진폭이 변화된다.

과거의 정전기방전 시험기기의 설계에서는, 정전기방전 과정은 방전 팁을 통해 피시험기기에 충전 커패시터를 방전시켜 모사되었으며, 이때 방전 팁은 피시험기기의 표면에 스파크 갭을 형성하였다.

이 스파크는 매우 복잡한 물리현상이다. 스파크 갭의 접근속도에 따라 방전전류의 상승시간(또는 상승 슬로프)을 조정할 수 있다. 즉, 접근속도를 변화시켜 1 ns 이하부터 20 ns 이상

까지 변화시킬 수 있다.

접근속도를 일정하게 유지하는 것이 상승시간을 일정하게 하지는 않는다. 전압/속도의 어떤 조합에 따라 상승시간이 30 배 정도까지 변한다.

상승시간을 안정시키기 위하여 제안된 한 방법은 기계적으로 고정된 스파크 갭을 이용하는 것이다. 이런 방법으로 상승시간은 안정되지만, 이 방법으로 얻은 상승시간이 모사하려는 자연 상태의 상승시간보다 훨씬 느리기 때문에 방법을 추천할 수는 없다.

실제 정전기방전 과정의 고주파 성분은 이 방법으로는 적절하게 모사되지 않는다. 개방형 스파크 대신에 다양한 종류의 트리거 소자(예, 가스 진공관이나 사이러트론(thyratron))을 사용하는 것이 가능하다. 그러나 이러한 종류의 트리거 소자는 실제 정전기방전 과정의 상승시간에 비하여 여전히 훨씬 느린 상승시간을 만들어 낸다.

반복가능하며 빠르게 상승하는 방전전류를 만들어 낼 수 있는 유일한 트리거 소자는 릴레이이다. 릴레이는 충분한 내압 성능과 단일 접촉 성능(상승부에서 이중방전을 피하기 위해)을 가져야 한다. 보다 높은 전압에서는, 진공형 릴레이가 유용한 것으로 알려져 있다. 트리거 소자로 릴레이를 사용하면 측정된 방전 펄스 형태가 상승부에서 훨씬 더 재현성이 좋을 뿐만 아니라 실제 피시험기기를 가지고 시험한 결과에서도 재현성이 더욱 좋은 것으로 알려져 있다.

따라서 릴레이를 사용한 임펄스 시험기가 규정된 전류 펄스(진폭과 상승시간)를 만드는 장치이다.

이 전류는 A.3 에 기술된 바와 같이 실제 정전기방전 전압에 관련되어 있다.

A.7 정전기방전 시험발생기에 대한 전극 선택

인체의 용량을 대신하기 위한 축전 커패시터를 사용하여야 한다. 150 pF 의 공칭값이 이러한 목적에 적당한 것으로 알려져 있다.

열쇠나 도구와 같은 금속 물체를 잡고 있는 인체의 저항을 대신하기 위해 330 Ω 의 저항이 선택되어 있다. 이러한 금속 방전 상황은 현장에서의 모든 인체로부터의 방전을 대신하기에 충분히 높은 레벨이다.

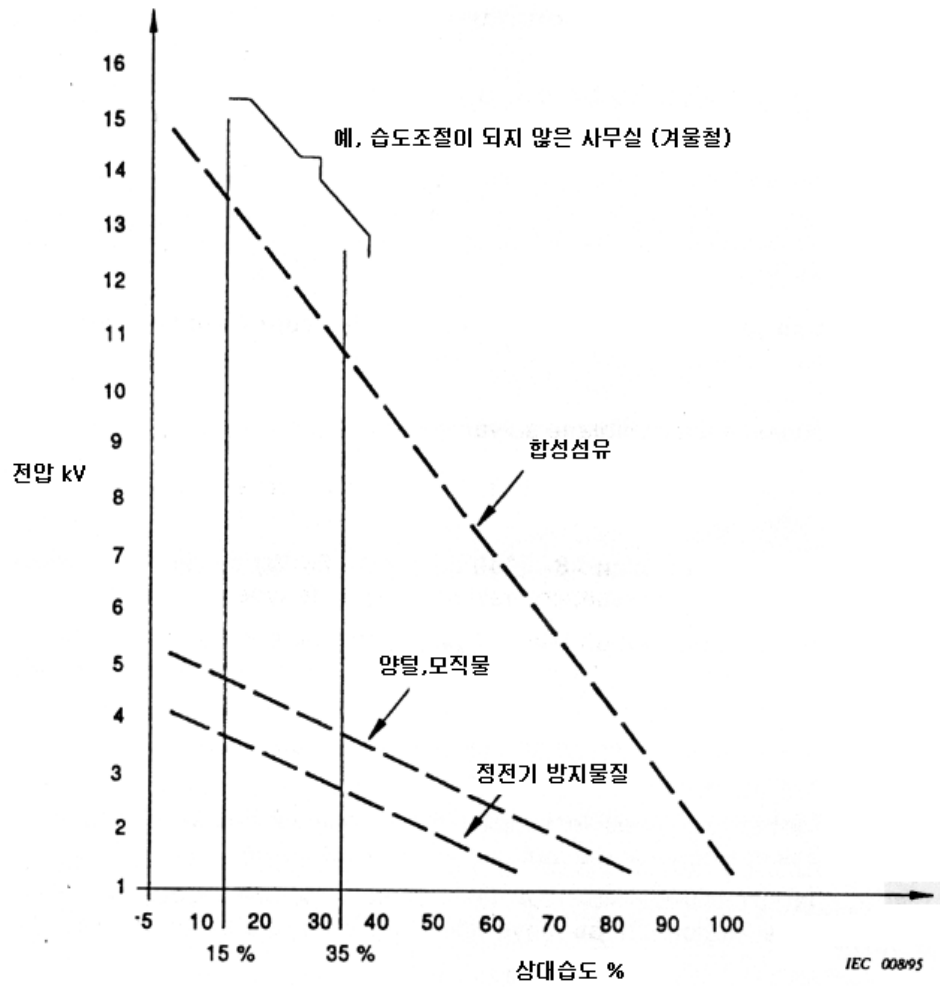


그림 A.1 A.2에서 언급된 물질에 접촉해 있는 동안 운용자가
대전될 수 있는 최대 정전 전압

부록 B
(정보)
구조적인 세부사항

B.1 전류 센싱 트랜스듀서

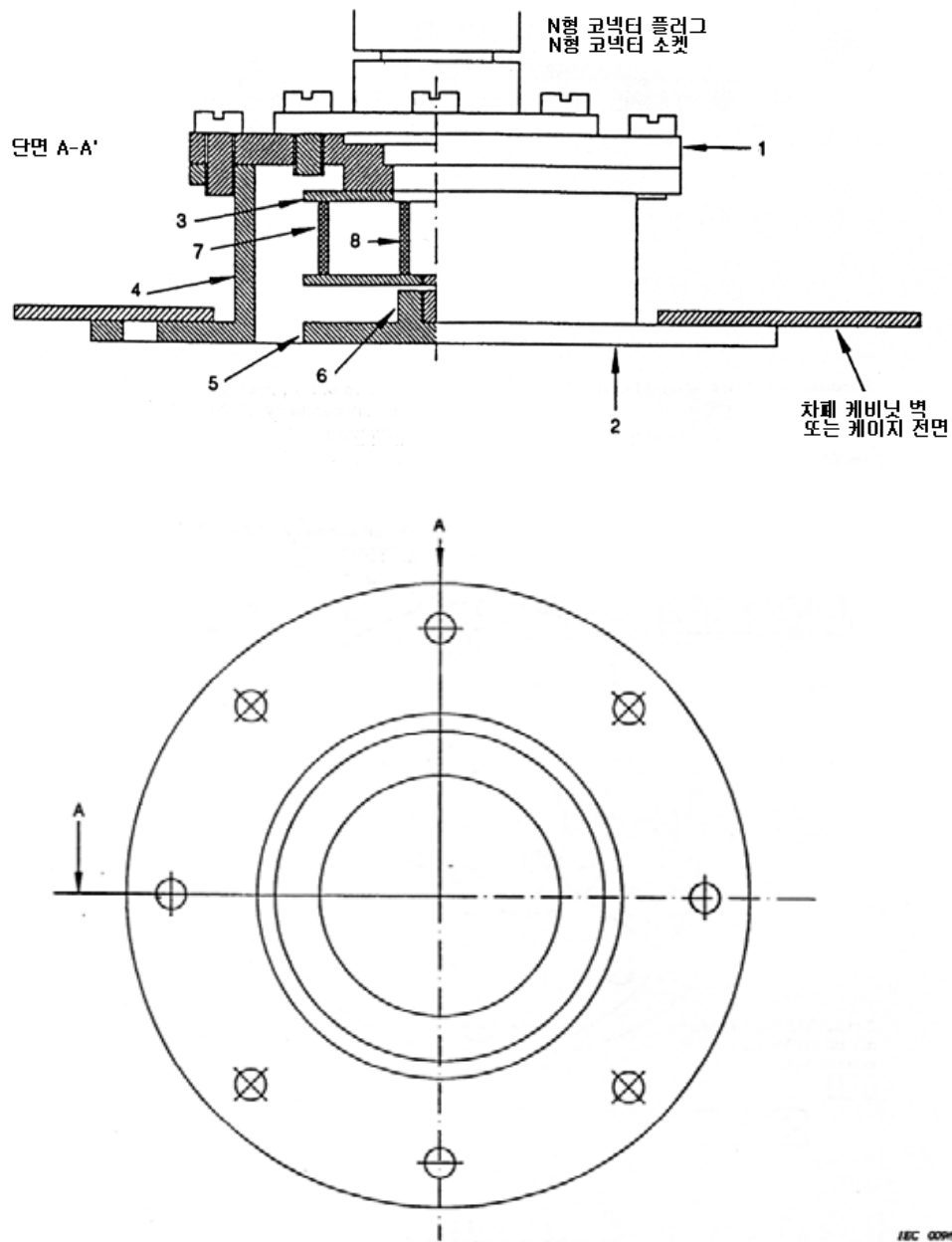
가능한 전류 센싱 트랜스듀서에 대한 세부적인 구조를 그림 B.1 부터 B.7 까지 보인다.

조립품을 만들 때는 다음 절차를 따라야 한다.

- 1) 부하저항 “7” ($51\ \Omega$, 5 %, 0.25 W) 25개를 출력 측 디스크 “3” 과 납땜하고 납땜된 포트를 다듬는다.
- 2) 오각형 배치의 정합저항 “8” ($240\ \Omega$, 5 %, 0.25 W) 5개를 N 형의 동축 구조인 출력 커넥터에 납땜한다.
- 3) 부하저항을 단 출력 측 디스크 “3”을, 6.5 mm 길이의 M2.5 Pan Hd 나사 4개를 사용한 출력 커넥터 플랜지에 조립한다.
- 4) 정합저항 “7”을 단 출력 커넥터를, M3 나사 4개를 사용한 출력 커넥터 플랜지 “1”에 조립한다.
- 5) 나사를 조이고 납땜한 전극 “6”의 지지 나사를 단 입력 디스크 “4”를, 부하저항 및 정합저항 그룹 양쪽 모두에 납땜하고, 납땜된 포트를 다듬는다.
- 6) 전극 “6”의 지지 나사에 평판 전극 디스크 “5”를 나사로 된 다음 6.5 mm 길이의 M3 Pan Hd 나사 8개를 사용하여 “2”를 고정하기 위한 지지부를 조립한다.

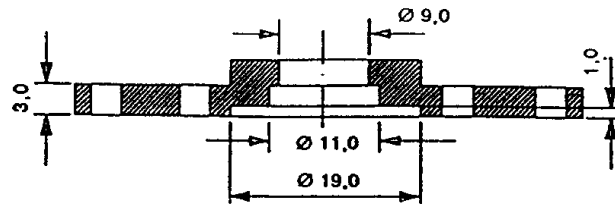
B.2 유도성 전류 프로브

이에 대한 상세 설명과 세부 구조는 국제규격이 제정된 후, 검토를 거쳐 적용한다.



항목	개수	나사 사이즈	개수
1	1	M3 PAN HD SC × 6,5 mm LG	12
2	1		
3	1		
4	1		
5	1	M2,5 PAN HD SC × 5,0 mm LG	3
6	1		
7	25	저항 51 Ω	
8	5	저항 240 Ω	

그림.B.1 저항성 부하의 세부 구조

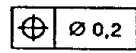


A-A 단면

그림과 같이 동일 공간상의

44.0 PCD 위치에

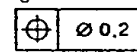
Ø가 3.2-3.4 인 8 개의 구멍



그림과 같이 동일 공간상의

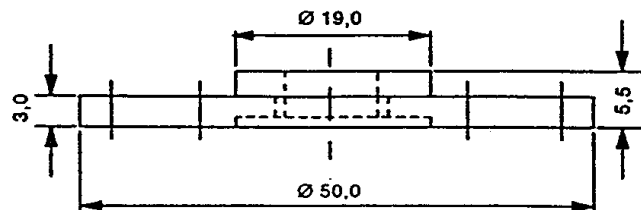
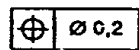
26.0 PCD 위치에

4 개의 M3 구멍



그림과 같이 동일 공간상의

14.5 PCD 위치에 3 개의 M2.5 구멍



CEI-IEC 010095

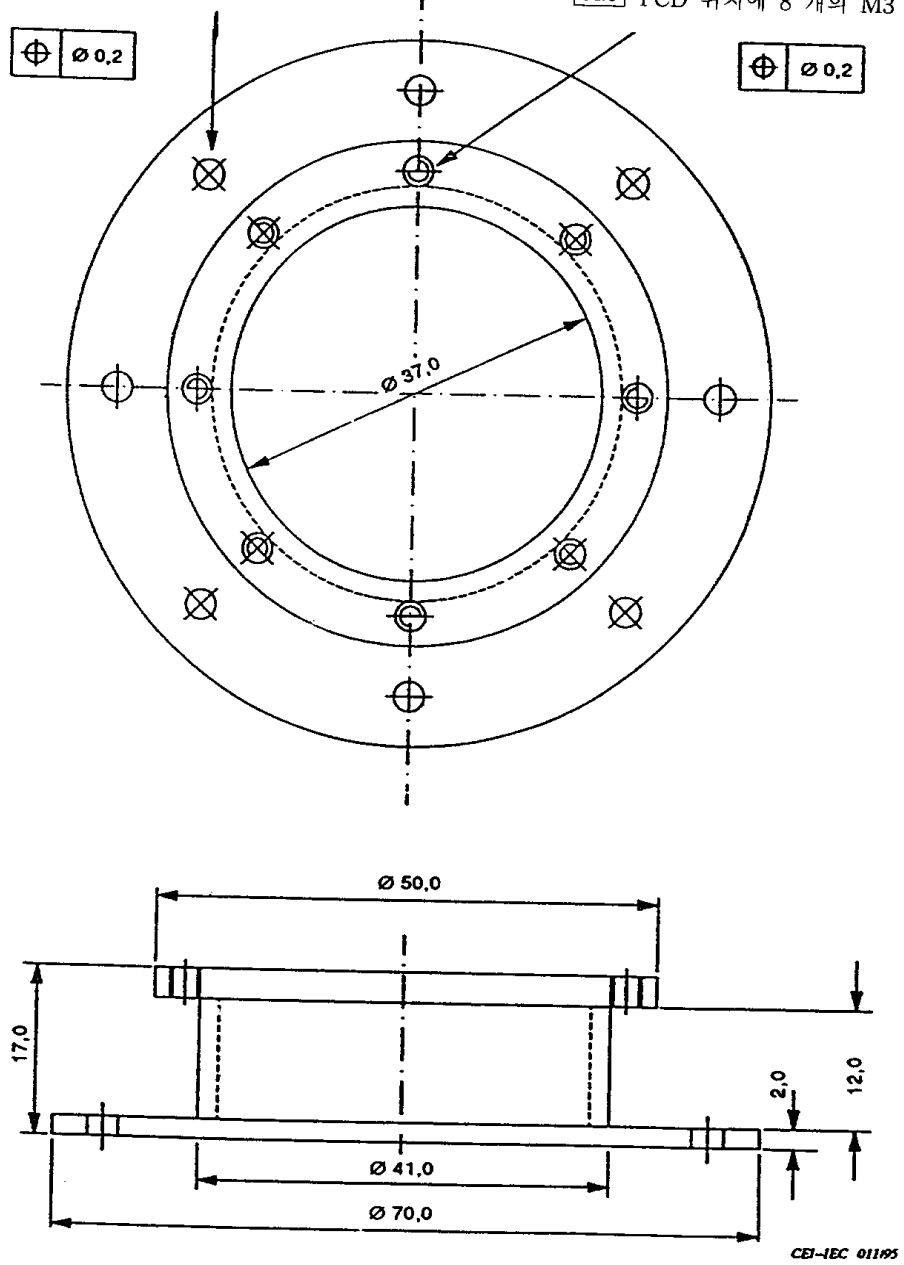
단위 : 밀리미터

재질과 마무리: 은 도금한 구리나 은 도금한 황동

그림.B.2

그림과 같이 동일 공간상의 $\boxed{60.0}$ PCD 위치에
 \varnothing 가 3.2-3.4 인 8 개의 구멍

그림과 같이 동일 공간상의
 $\boxed{44.0}$ PCD 위치에 8 개의 M3 구멍

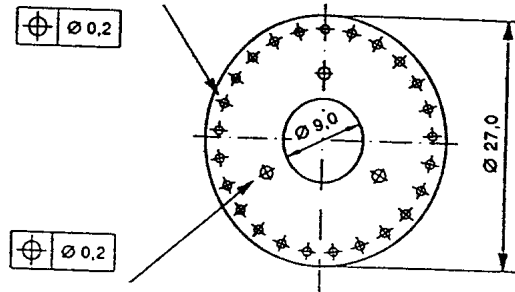


단위 : 밀리미터

재질과 마무리:은 도금한 구리나 은 도금한 황동

그림.B.3

그림과 같이 동일 공간상의
 [24.0] PCD 위치에 \varnothing 가 1.0 인 25 개의 구멍



그림과 같이 동일 공간상의
 [14.5] PCD 위치에 \varnothing 가 2.7-2.9 인 3 개의 구멍

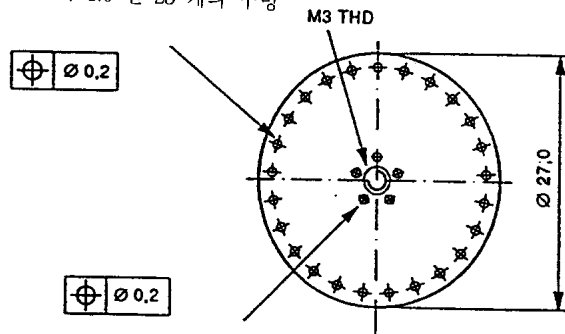
CEI-IEC 01295

단위 : 밀리미터

재질과 마무리:두께가 1mm 인 은 도금한 구리나 은 도금한 황동

그림.B.4

그림과 같이 동일 공간상의
 [24.0] PCD 위치에 \varnothing 가 1.0 인 25 개의 구멍



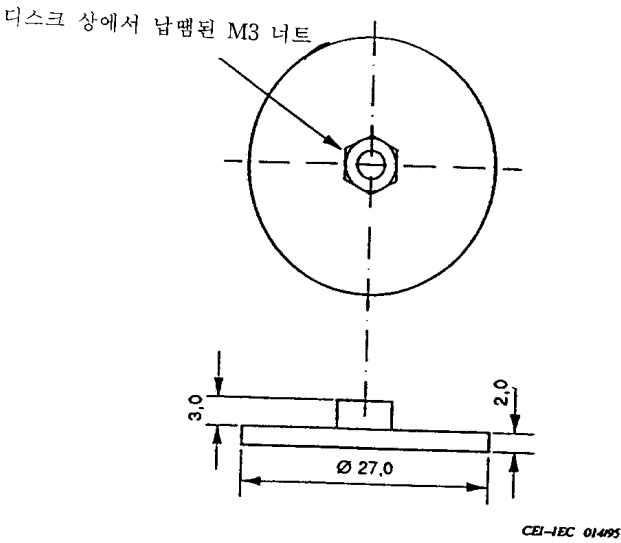
그림과 같이 동일 공간상의
 [5.0] PCD 위치에 \varnothing 가 1.0 인 25 개의 구멍

CEI-IEC 01395

단위 : 밀리미터

재질과 마무리:두께가 1mm 인 은 도금한 구리나 은 도금한 황동

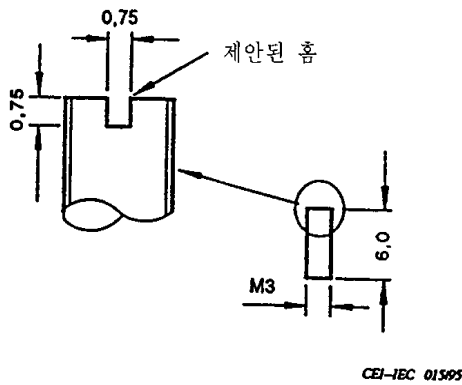
그림.B.5



단위 : 밀리미터

재질과 마무리:은 도금한 구리나 은 도금한 황동

그림.B.6



단위 : 밀리미터

재질과 마무리:은 도금한 구리나 은 도금한 황동

그림.B.7