



KS C IEC 61000-4-20 (TEM cell에서 EMC 측정) 규격해설

디지털표준과 공업연구사 안광희
02) 509-7270 khan@ats.go.kr

* 이 해설은 이 규격에서 규정하는 사항 및 이와 관련된 사항을 설명하는 것으로 규격의 일부는 아닙니다

절차 등에 대하여 규정되어 있다

□ 배경

모든 전기, 전자기기가 EMC적합성 시험을 하기 위해서는 외부 전기자기장에 영향을 받지 않고 시험 할 수 있는 EMC 챔버가 필수적이다. 따라서 대기업이나 시험기관에서는 수 십억원의 예산을 상용하여 EMC 챔버를 설치하고 있으나, 중소기업 등에서는 막대한 예산문제로 설치에 어려움이 있다. 이 규격은 EMC 챔버 대용으로 사용 가능한 TEM Cell을 이용한 시험방법에 대한 것이다.

TEM Cell은 표준전기자기장을 발생시켜 시료에 일정주파수, 일정강도의 전자파를 인가해 주기 위한 것으로 정확도가 측정오차의 중요한 요인이 된다. 이와 같이 EMC 시험을 위해 이용되는 TEM Cell은 크기에 따라 상한 주파수를 갖는 단점이 있으나 현재까지는 제작경비가 저렴한 표준 평면파를 발생시키는 가장 적합한 것으로 이용되어 왔다. TEM Cell에서 주로 논의되는 부분은 평면파전자의 발생을 최적화 또는 최대화할 수 있는 주파수의 범위와 물리적인 구조, TEM모드 검증, EUT의 크기 등이다. 따라서 본 규격에서는 손쉽게 크기를 결정하기 위한 방법, TEM 모드의 검증

□ 기본이론

전자파시험은 시험의 유효성과 일관성을 위하여 전계나 자계가 평형을 이루는 공간즉 공간저항이 377 Ω 이상 되는 거리인 평면파 특성을 갖는 공간에서 시험해야한다. 따라서 자유공간에서 방사원으로 충분히 멀리 떨어진 점에서 전자계는 그림 2와 같이 평면파 특성을 갖고 또한 전기신호를 전송할 때에 이용되는 동축케이블 내에 고주파전력이 통과할 경우 케이블내의 전자계도 그림 3과 같은 평면파 특성을 갖는다

TEM Cell은 동축케이블을 확장한 것으로 내부를 TEM 모드로 하여 전력이 통과하는 경우 전계는 중심도체로부터 외부도체로 방사하고, 자계는 중심도체를 변위하는 형태로 분포한다. 또한 그 강도는 Cell 내를 통과하는 전력을 변화시켜 임의로 설정할 수 있다 이렇게 얻어진 전자계 내부에 피측정물을 배치함으로써 전자파장해 또는 내성을 측정할 수 있는데 이와 같은 Cell의 구조도는 그림 4와 같다 중심도체에 수직한 성분의 내부 전계강도는 다음 식에 의하여 구할 수 있다

$$E = \frac{V}{(h/2)} \dots\dots\dots (1)$$

$$E = 120 \cdot \pi H \dots\dots\dots (2)$$

여기서 P(W) 입력 전력, V(V) 입력전압,
 E(V/m) : 전계강도, H(A/m) :
 자계강도
 h(m) Cell의 크기, R(Ω) 특성임피던스 (=50Ω)

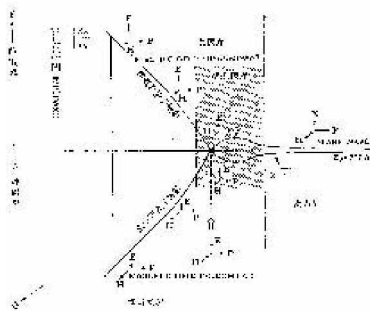


그림1. 전계자계

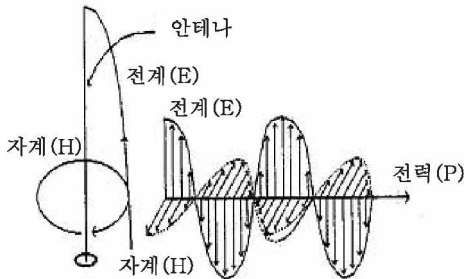


그림2. 자유공간에서 전자기분포

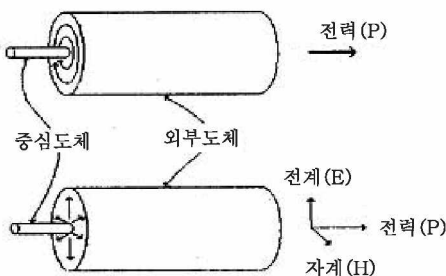


그림3. 동축케이블에서 전자기분포

위의 식에 따라서 TEM Cell의 크기를 작게하더라도 동일전력으로 높은 전계강도를 얻을 수 있다. TEM Cell은 각형의 동축케이블이지만 사용가능 주파수를 넘으면 각형의 도파관과 유사한 Mode로 전력을 전파하기 때문에 Cell 내의 전자계 강도는 각각의 전파모드에 의하여 전자계강도와 합성 값으로 계산되어 전계강도와 실제값의 편차가 있을 수 있으며, 이러한 영역에서 TEM Cell을 사용하는 경우에는 내부 전계강도를 직접 측정하여 전계강도를 설정할 필요가 있다

그림4. 단면도

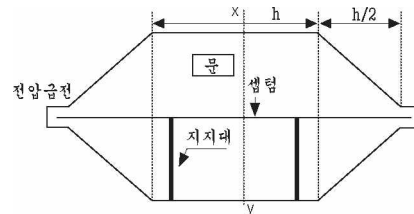


그림5. 측면도

□ 전자장 측정 외로

TEM Cell은 장방향 동축전송선 형태로 된 가운데 부분과 양쪽 끝으로 가늘어져 연결기에 이르는 부분으로 되어있으며, 그 장방향 동축선에 일정한 크기의 전자장을 발생시켜 전기자기장해나 내성 시험을 할 수 있다. Cell 중앙에서 발생하는 전장의 세기는 셉털과 외부 도체판과의 거리를 d라하고, 입사되는 순 전달전력을 P라 하면



주요 KS 제 · 개정 해설

$$P = \frac{V}{d} = \frac{\sqrt{50 \cdot P}}{d} \dots\dots\dots (3)$$

와 같다.

이것은 저주파 대에서 Cell의 중앙에서만 보장되는 양이다 고차모드가 존재하는 주파수 대역에서 그들 모드간의 선형적 결합으로 인해 위치에 따라 매우 복잡해지거나 고주파 대역에서도 Cell을 사용하기 위해서는 부분적으로 측정하고 수치해석에 의한 이론적인 분석을 행하기도 한다.

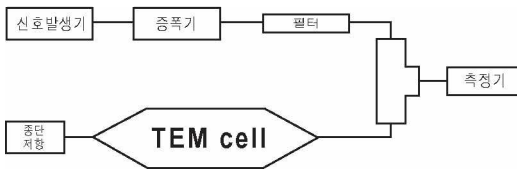


그림6. 전압측정을 위한 표준전자장 측정시스템

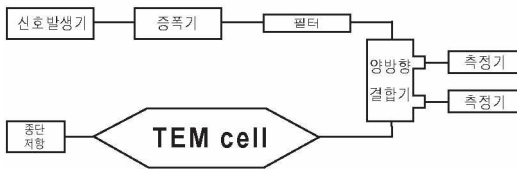


그림7. 순전력 측정을 위한 표준 전자장 측정 시스템

RF전력이 Cell을 통해 흐르면 Cell 내 전자장은 두 측정방법 중 하나에 의해 계산 될 수 있다. 우선 그림 6은 신호 발생기에서 발생된 신호의 출력이 증폭되고 필터에 의해 주어진 주파수가 Cell을 통하여 흐르게되며 Cell의 출력단은 50Ω으로 접속하여 완전히 흡수하게 된다. RF측정기는 Cell의 입력단에서 T 연결선에 의한 셉턴의 전위를 읽을 수 있다. 그림 7은 입력단과 반사전력을 읽는 전력측정기에 연결되어 있는 양방향결합기로 대체된다. 순전력 P[W], 임피던스의 실수성분 R로부터 셉턴과 지지대 사이 측정공간의 중앙에서 식(1)의 전계인 E(V/m)를 인가하게 된다. 전송파의 파장이 Cell 길

이의 수 배가 되는 낮은 주파수에서 이 방법이 동일하게 적용된다. 즉 VSWR을 무시하여도 입력단에서 측정되는 전위는 Cell의 중앙값과 크게 다르지 않다.

그러나 고주파에서는 Cell 중앙부와 각 끝단 사이에 전위변동이 발생한다. 예를 들어 입사전력과 반사전력 사이를 VSWR 1.2:1로 가정한다면 Cell을 포함한 전송선로에 전압 정재파가 원인이 되어 전송전위의 최대값은 최소값보다 20%정도 크게된다. 전위가 제일 큰 점과 작은점 사이의 거리는 λ의 1/4가 된다. 따라서 Cell 입력단에서 Cell 중앙까지의 거리가 λ/4보다 훨씬 작다면 입력단에서 측정된 값은 Cell 중앙의 전압과 거의 일치할 것이다. 만일 Cell이 전기적으로 커서 입력전압이 중앙부보다 20%더 크다면 측정시 입력단의 측정전압을 가지고 중앙부의 TEM 파의 정확한 값을 얻으려면 Cell의 전기적인 길이와 전송선로의 VSWR을 고려해야한다. 이렇게 구한 전압을 가지고 식 3을 이용하여 Cell 중앙부의 선 임피던스를 측정하는 시간영역 반사장치를 사용하면 더 정확한 값을 얻을 수 있다.

□ TEM 모드의 검증

TEM Cell은 단면의 넓이와 길이에 의하여 결정된 특정한 차단주파수 이상의 공진을 나타낼 수 있다 전계 교정의 목적은 시험 샘플에 대한 전계가 시험 결과의 유효성을 보증하기에 충분히 균일하다는 것을 확실히 하는 데 있다. 어떤 전계센서의 적절한 지시치를 보장하기 위해 교정 중에는 변조하지 않는다

실질적인 사용을 위하여 TEM Cell에서의 필드는 다음의 요구사항이 충족될 때 TEM 모드로 전파되도록 해야한다 정의된 영역에 걸쳐 전계의 크기가 표면의 75% 이상에서 공칭값의 -0dB ~ +6dB 내에 있으며 예를 들면, 측정된 16개의 포인트 중에서 적어도 12 포인트에서의 값이 허용오차 안에 있을 때 그 전계는 균일하다고 간주된다

□ TEM Cell의 크기에 따른 측정포인트 수

TEM Cell의 크기	측정 포인트의 수	-0 dB에서 +6 dB의 기준을 만족하는 포인트의 수
1.5 m × 1.5 m	$4 \times 4 = 16$	12
1.0 m × 1.5 m	$3 \times 4 = 12$	9
1.0 m × 1.0 m	$3 \times 3 = 9$	7
0.5 m × 1.0 m	$2 \times 3 = 6$	5
0.5 m × 0.5 m	$4 + 1(\text{중심}) = 5$	4
0.25 m × 0.25 m	$4 + 1(\text{중심}) = 5$	4

