

# 전자파 차폐에 대한 기술자료

## ① 방해 전자파 및 전파란?

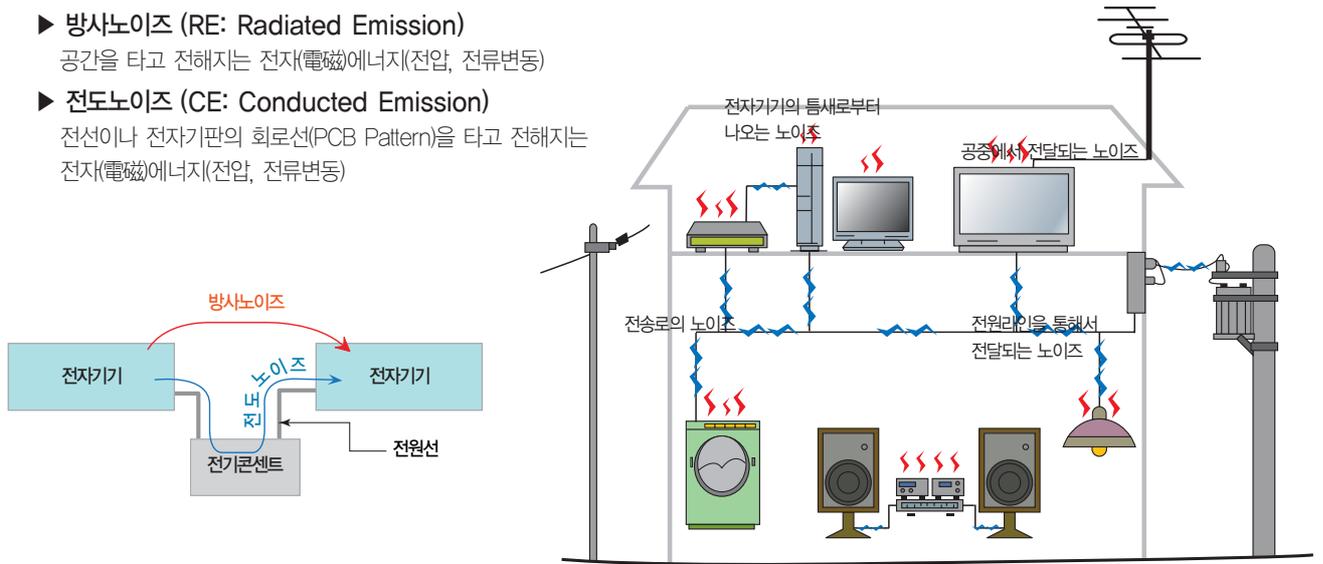
전자파 중에서 불필요한 전자파를 노이즈라고 합니다. 전자파, 전압, 전류 등의 전기 신호가 다른 기기에 침입하여 동작을 방해하는 것도 노이즈이며, 무선통신기에 이용되는 전자파도 그 전자파를 필요로 하지 않는 기기에 있어서는 노이즈라고 할 수 있습니다. 노이즈는 낙뢰, 정전기 방전 등의 자연노이즈와, 전기를 사용하는 모든 전자제품 또는 기계에서 발생하는 인공노이즈로 크게 나누어집니다. 그 중 인공노이즈는 아래와 같이 크게 두 종류로 나누어지며, 당사의 제품들은 방사노이즈 대책에 주로 사용되어집니다.

### ▶ 방사노이즈 (RE: Radiated Emission)

공간을 타고 전해지는 전자기(電磁)에너지(전압, 전류변동)

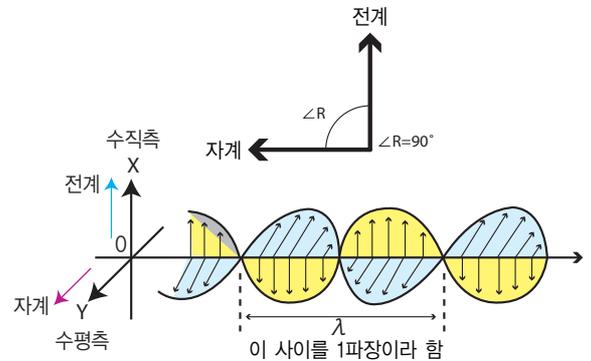
### ▶ 전도노이즈 (CE: Conducted Emission)

전선이나 전자기판의 회로선(PCB Pattern)을 타고 전해지는 전자기(電磁)에너지(전압, 전류변동)



### ①-1 전파란 무엇인가

소리에도 진동이 있어 공중을 날아가는데 에너지는 존재하지 않으며 전기에는 전파가 있는데 에너지가 존재하며, 전계와 자계로 형성되어 우측 그림과 같이 전계와 자계가 90도 각도로 이루어져 공중을 날아갑니다. 전자파에서 적외선 이상의 파장을 가진 것을 전자파(주파수3000GHz이하)라고 하며 전기 통신 분야에서는 꼭 필요한 것입니다.

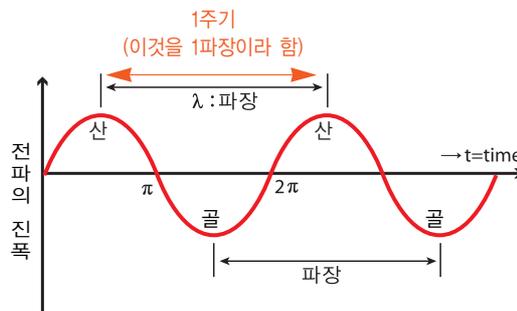
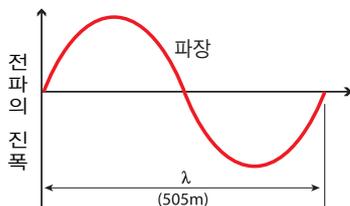


### ①-2 파장이란

아래 그림과 같이 산에서 산까지의 거리이며, 예를 들어 주파수 594KHz의 파장은 아래의 수식으로 계산하여 505m가 됩니다.

$$\lambda [m] = \frac{c [m/s]}{\nu [Hz]}$$

$$= \frac{3 \times 10^8 [m/s]}{594 \times 10^3 [Hz]} = 505 [m]$$



$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

$$c = \nu \lambda$$

$$T = \frac{1}{\nu}$$

c : 전파속도 (m/S)

λ : 파장 (m)

ν : 진동수 = 주파수 (Hz)

T : 주기 (sec)

①-3 전파와 전자파의 차이

전파도 전자파의 일부분으로서 오른쪽의 도표와 같이 전자파는 3THz(3X10<sup>14</sup>)이하의 주파수를 말합니다

①-4 방해 전자파(노이즈)의 전자계 강도

전계강도의 단위: [V/m], 자기계강도의 단위: [A/m]  
 전자파 차폐 분야에서는 광범위의 전자계강도를 사용하기 때문에 로그 계산을 이용하여 dB(데시벨)로 표시합니다. 예를 들어, 전계 강도 1[μV/m]를 기준으로 하여 [dBμV/m]을 일반적으로 사용합니다. 진수E<sub>0</sub>[μV/m]의 경우 dB치 E<sub>dB</sub>[dBμV/m]는 아래 수식을 이용하여 그 값을 구할 수 있습니다.

$$E_{dB} = 20 \log_{10} \left( \frac{E_0 [\mu V/m]}{1 [\mu V/m]} \right) [dB \mu V/m]$$

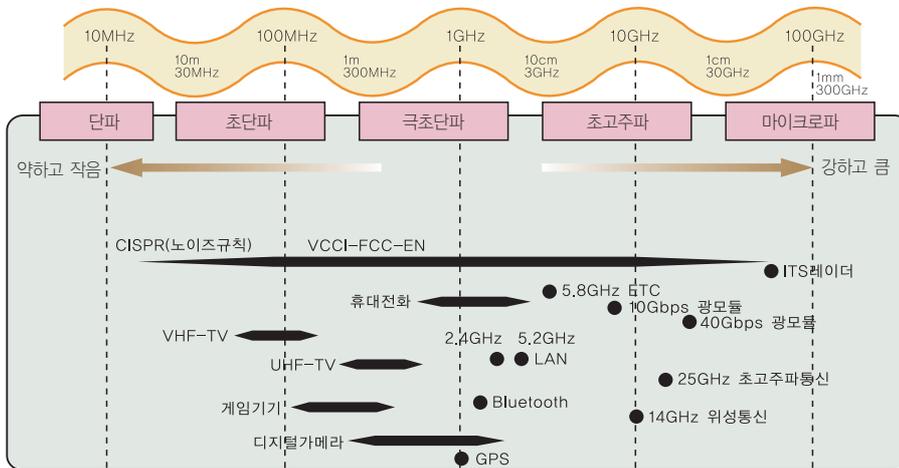
진수와 dB치의 관계 표

전계강도 (진수)	전계강도 (dB치)
1 [μV/m]	0 [dB μV/m]
1 [mV/m]	60 [dB μV/m]
1 [V/m]	120 [dB μV/m]
0,1 [μV/m]	-20 [dB μV/m]

주파수	명칭	주요용도
3000GHz (3THz)	서브미리파	
300GHz	밀리파	
30GHz 센티파	SHF	우주통신
3GHz 극초단파	UHF	TV 우주통신
300MHz 초단파	VHF	TV FM 방송
30MHz 단파	HF	단파방송표준전파
3MHz 중파	MF	라디오방송, 로란A
300KHz 장파	LF	선박무선 로란C 비콘
300KHz 초장파	VLF	선박무선 잠수함통신
3KHz	ULF	극초장파
300Hz	SLF	
30Hz	ELF	
3Hz		

1초간 1회의 진동하는 파동  
 ex 1kHz = 1000Hz = 1x10<sup>3</sup>Hz  
 1MHz = 1000KHz = 1x10<sup>6</sup>Hz  
 1GHz = 1000MHz = 1x10<sup>9</sup>Hz  
 1THz = 1000GHz = 1x10<sup>12</sup>Hz

①-5 제품별 사용 주파수 대역



② 전자파 차폐 부품이 필요한 경우

아래와 같은 현상이 발생할 경우, 전자파 차폐 대책이 필요함

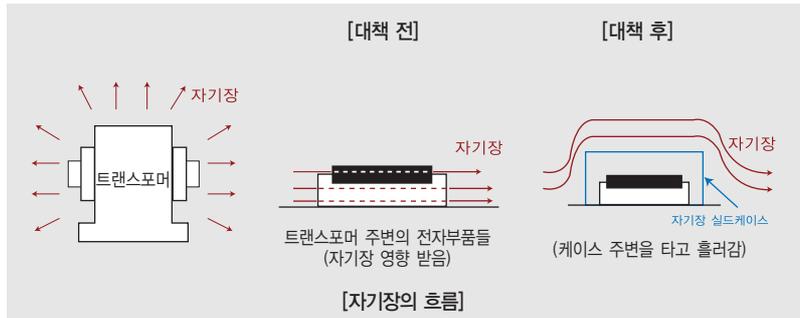
1. 제품 테스트 결과, 특정 주파수에서 규제 레벨 한계치를 초과하였음
2. 그라운드 처리가 잘못되어 스피커에서 잡음이 발생함
3. 안테나 설계시 불필요한 전자파가 들어옴
4. 고주파 사용기기의 영향으로 시스템이 오동작하고 있음
5. TV, 컴퓨터 모니터, 그 외 디스플레이 화면에 일그러짐 현상이 나타남
6. 실드박스를 제작하려고 함
7. 각종 케이블을 흡수체로 감싸고자 함
8. 카 오디오, 네비게이션 등의 전자시스템에서 노이즈가 발생함

③ 전자파 차폐 방법 및 종류

전자파(노이즈)가 전선을 통해 전달되거나 방사됨으로 인해 여러 종류의 기기들 상호간의 오동작을 발생시킬 수 있는데 이러한 문제를 방지하기 위하여 전자파의 성질에 따라 아래와 같은 대책이 필요합니다.

③-1 자기장 차폐

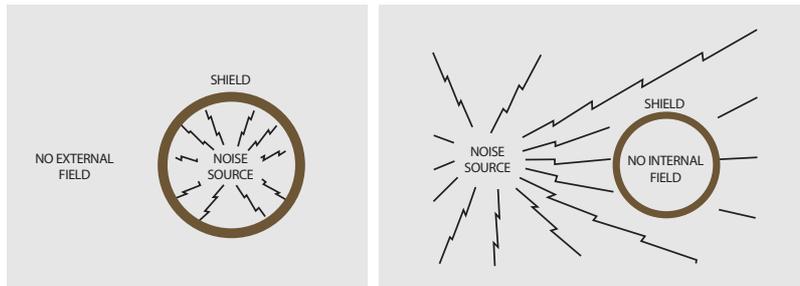
투자율이 좋은 재료(퍼멀로이 포일, 규소강판, 아몰퍼스 스트립 등)로 자기장 발생원을 감싸거나, 피해를 받는 부분을 커버함으로써 자기장이 차폐재의 표면을 타고 다른 부분으로 흘러가도록 하여 해결합니다. 전기장보다 자기장 발생이 강한 트랜스포머 등에 적용합니다.



③-2 전자파 차폐

전자파 차폐는 예를 들어 합체 내에 물을 넣어서 합체를 좌우 상하로 흔들었을 때 물이 전혀 새지 않도록 하는 것과 비슷한 의미로서, 합체(케이스)를 전부 도전성 소재(동박, 알루미늄박, 철판 등)로 감싸는 방법을 사용하는데 각 제품의 차폐율 규정치에 따라 약간의 틈새가 허용될 수도 있습니다.

아래 그림과 같이, 합체 내부의 회로에서 발생하거나 외부의 다른 기기로부터 전달된 전자파는 합체(케이스)의 표면에 부딪치면서 반사되거나 그라운드로 흐르게 되는데 이것이 차폐의 원리입니다. 이 때 합체의 재질 및 두께, 주파수, 전자파 에너지의 강도에 따라 전자파가 합체의 내부 또는 외부로 통과되어 차폐율이 변할 수 있습니다. 예) 주파수 100MHz일 경우 동판 두께 수십 마이크로 이상이면 차폐율이 약 100%



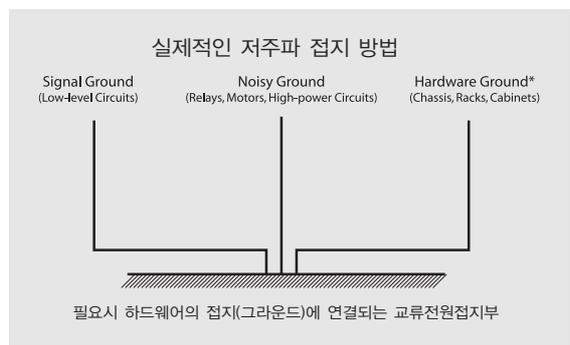
전달된 전자파는 합체(케이스)의 표면에 부딪치면서 반사되거나 그라운드로 흐르게 되는데 이것이 차폐의 원리입니다. 이 때 합체의 재질 및 두께, 주파수, 전자파 에너지의 강도에 따라 전자파가 합체의 내부 또는 외부로 통과되어 차폐율이 변할 수 있습니다. 예) 주파수 100MHz일 경우 동판 두께 수십 마이크로 이상이면 차폐율이 약 100%

③-3 그라운드

그라운드에는 크게 신호 그라운드(이하 SG)와 프레임 그라운드(이하 FG)가 있습니다.

신호가 신호원으로부터 신호 패턴을 통하여 부하측으로 전달이 되고 다신 귀환 패턴으로 되돌아 오는 것을 SG라고 하며 합체(도전성 케이스)를 FG라고 합니다. 직류 전원의 기준 전위도 SG라고 합니다.

SG와 FG를 서로 연결(어스)시키는 것이 가장 좋은 차폐 방법인데, 노이즈의 강도에 따라 SG의 패턴 크기(면적)를 설정해야 하며, SG와 FG를 연결하는 어스선의 굵기도 설정해야 합니다. 이 때, 급속적 SG 패턴은 넓게, 어스선은 굵게 하는 것이 바람직합니다.



③-4 흡수

전자파(노이즈)가 흡수체에 입사되면 반사파, 침투파, 통과파가 발생하는데, 그 중에 침투된 전자파에너지를 열에너지로 변환시켜서 전자파를 없애는 역할을 흡수라고 합니다. 더 쉽게 표현하면 전자레인지로 요리하는 것과 유사한데, 전자레인지를 켜면 내부에서 전자파 에너지를 쏘아서 그 에너지가 생물체(물)에서 열에너지로 변환되어 물이 끓게 됩니다. 즉 물이 흡수 역할을 하는 것입니다. 흡수체는 유전체(저항체), 자성체 등의 재질로 구성되어 있으며 전자파 발생원(예, CPU 등) 또는 피해를 받는 부품이나 그 주변에 부착하기도 하고 합체 벽면(특히 개구부 부위)에 부착하기도 합니다. 흡수체의 경우, 문제가 되는 주파수 및 사용자가 필요로 하는 흡수율을 알아야 효율적인 제품을 제작할 수 있습니다.

③-4-1 전파의 흡수 및 반사

③-4-1-1

● absorption loss = 8.686ad [dB]

- α : Attenuation Constant

$$\alpha = \frac{38.6}{\lambda_0} \left[ \epsilon_r'^2 (\mu_r'^2 + \mu_r''^2) - \epsilon_r' \mu_r' \right]^{1/2}$$

● Reflection Loss

$$\text{Reflection Loss} = 20 \log \left| \frac{Z_{in} - Z_0}{Z_{in} + Z_0} \right| \text{ [dB]}$$

$$Z_{in} = Z_0 \sqrt{\frac{\mu_r'}{\epsilon_r'}} \tanh \left[ j \frac{2\pi}{\lambda} \sqrt{\mu_r' \epsilon_r'} f \cdot d \right]$$

$$Z_0 = 377 \Omega$$

● Zero-reflected Condition

$$\sqrt{\frac{\mu_r'}{\epsilon_r'}} \tanh \left[ j \frac{2\pi}{\lambda} \sqrt{\mu_r' \epsilon_r'} f \cdot d \right] = 1$$

③-4-1-2

Reflection Loss Effectiveness of Materials

- 손실 : ① 내부다중반사  
② 입사파와 반사파의 180° 위상차에 의한 상쇄

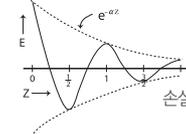
$$\text{Reflection Loss} = 20 \log \left| \frac{Z_{in} - Z_0}{Z_{in} + Z_0} \right| \text{ [dB]}$$

Z<sub>in</sub> : Impedance of Incident Wave

$$Z_{in} = Z_0 \sqrt{\frac{\mu_r'}{\epsilon_r'}} \tanh \left[ j \frac{2\pi}{\lambda} \sqrt{\mu_r' \epsilon_r'} f \cdot d \right]$$

③-4-1-3

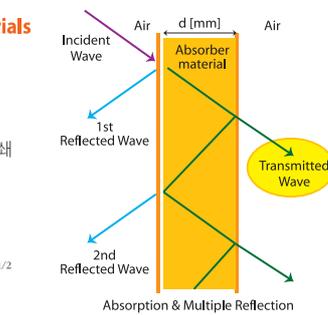
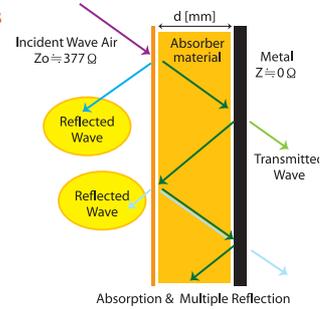
Absorption Loss Effectiveness of Materials



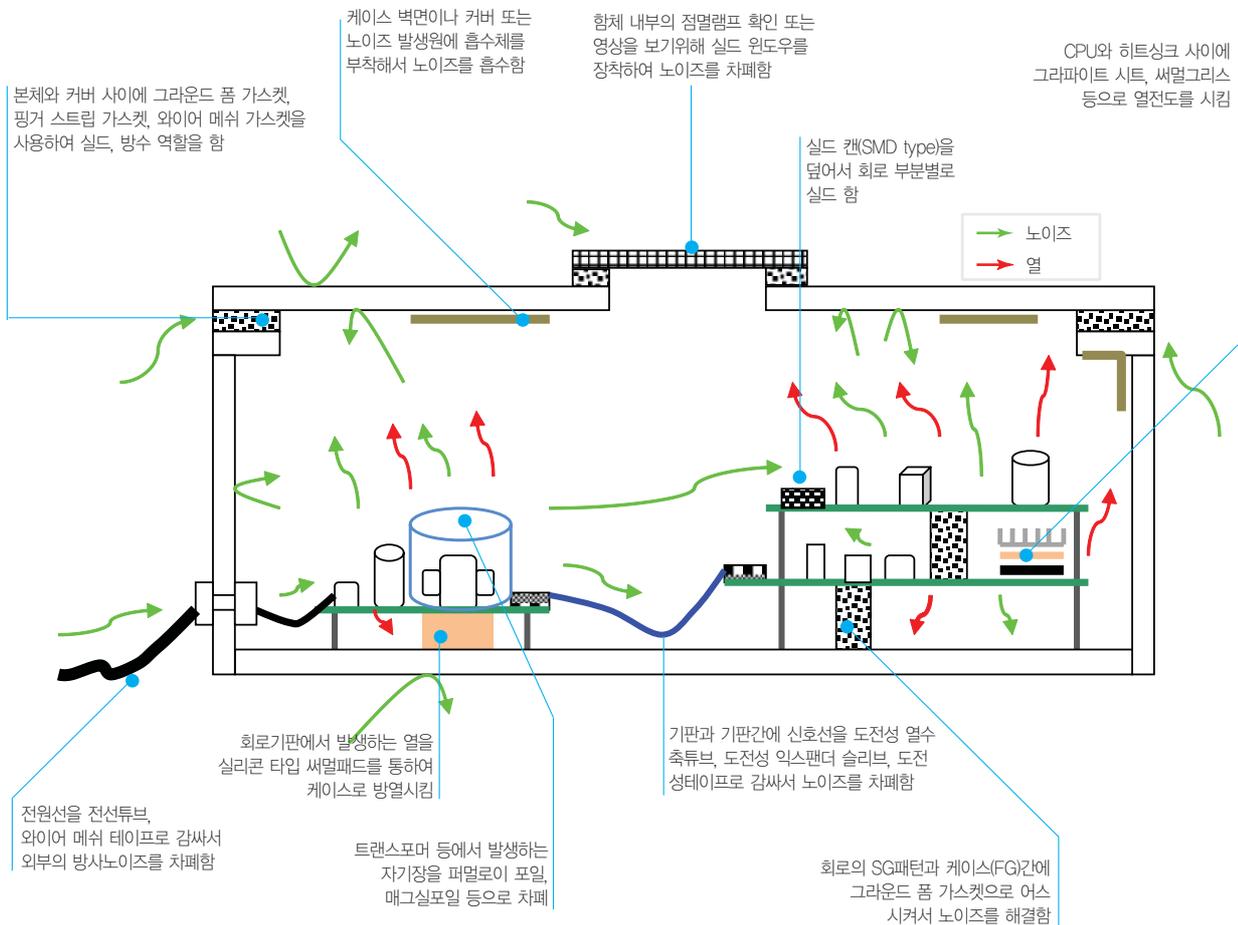
$$\text{absorption Loss} = 8.686 \alpha d \text{ [dB]}$$

α : attenuation constant

$$\alpha = \frac{38.6}{\lambda_0} \left[ \epsilon_r'^2 (\mu_r'^2 + \mu_r''^2) - \epsilon_r' \mu_r' \right]^{1/2}$$

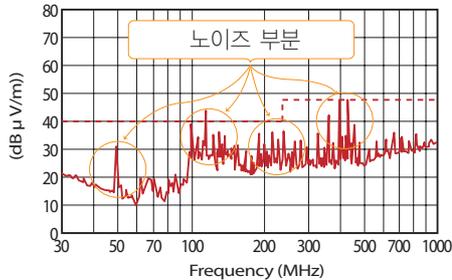


④ 제품별 적용부분

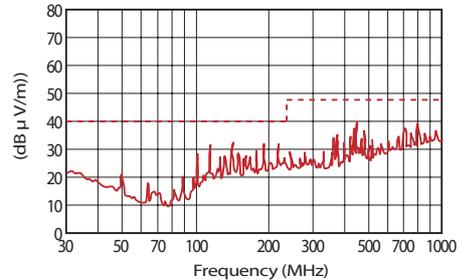


### ⑤ 실드케이스 차폐효과의 실례

카 네비게이션에 실드케이스를 장착한 경우와 하지 않은 경우의 실드 효과를 비교한 예. 아래 그래프에서 보듯이 약 10dB / 50MHz ~ 200MHz 저감 효과가 있는 것을 알 수 있다 (주파수 범위: 30MHz~1GHz)



[실드케이스 장착 전]



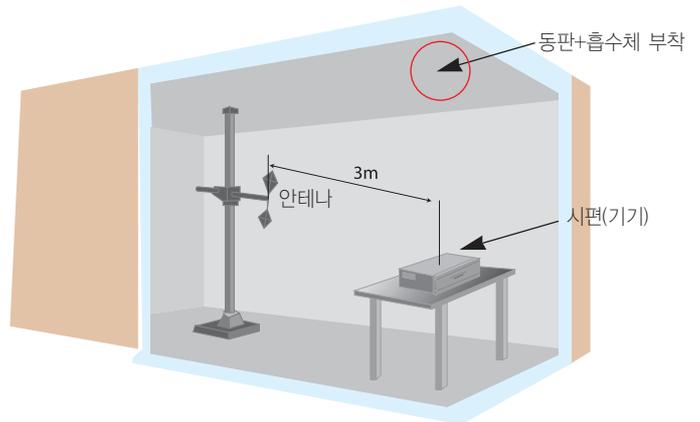
[실드케이스 장착 후]

### ⑥ 실드테스트

전자파 장애 및 내성의 최적 조건을 만족시키기 위해 국제적 전문가 그룹으로 구성된 CISPR (International Special Committee on Radio Interference) 에서 매년 회의를 개최하여 규격의 제 개정 작업을 추진하고 있으며, 각 국의 의견을 최대한 반영, 투표에 의해 규격을 확정시키고 있습니다. 현재 CISPR을 비롯하여, FCC, EN, VCCI 등 각국에서 방해파 규제가 실행되고 있습니다.

규제대상은 정보기술장치, 전기기기, 전동기, 방송용 수신기, 반도체를 이용한 수신기, 공업용, 과학용, 의료용 고주파 이용 설비 등이 있습니다. 특히, 최근에는 전자기기의 분야에 있어서도 FCC, EN의 규제가 있어 이것을 만족시키지 않으면 상대국으로 수출할 수 없습니다. 이런 규제를 위한 측정을 행할 경우 상대국의 규제나 대상이 되는 제품에 따라 시험해야 할 주파수 또는 규제치가 다소 달라서 주의가 필요합니다.

따라서 오른쪽과 같이 외부와 내부간에 전자파가 완전히 차단된 전자파 암실에서 시험 대상물(전자기기 등)의 전자파(노이즈)를 측정 합니다. 시험 대상물에 따라 안테나와 시험대물간에 3m 또는 10m의 거리 간격을 둡니다.



#### ⑥-1 EMC 시험항목

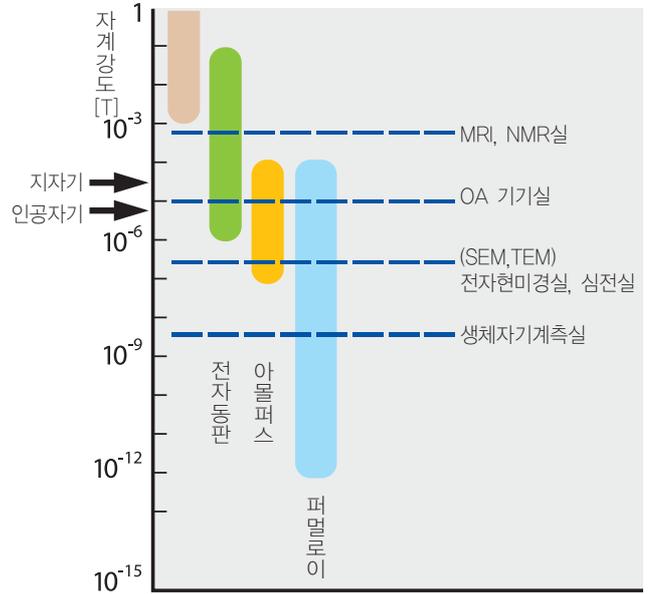
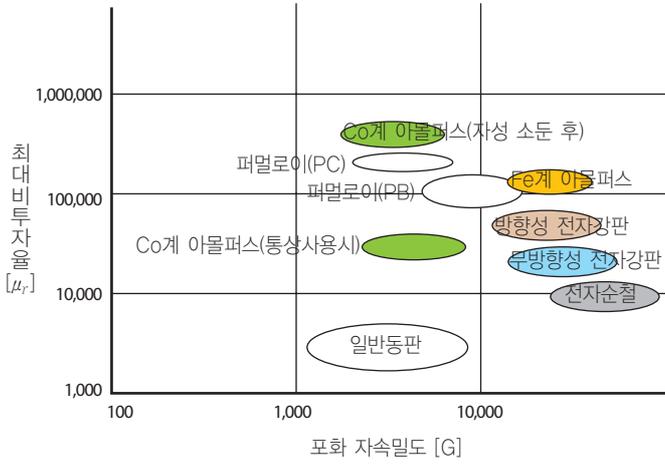
EMS (ElectroMagnetic Susceptibility) : 전자파 감응성  
전자파에 영향을 받아 정상 동작에 영향  
전자파 내성으로도 표현 (Immunity)

- 정전기 (ESD)
- 방사내성 (Radiated Susceptibility)
- 버스트 (EFT/B)
- 낙뢰 (Surge)
- 전도내성 (Conducted Susceptibility)
- 전원 주파수 자계 (PFM)
- 순시정전 (Dip / Interruption)
- S1, S2, S3, S4 : TV등 A/V 기기에 대해 노이즈를 안테나 입력 (인접채널 노이즈인가), 오디오 입력력, 전원선, 안테나, 입력단 및 제품전체에 인가하였을 때의 내성

#### ⑥-2 국제 및 국내 EMC 국제협회

- IEC (International Electrotechnical Commission) : [www.iec.ch](http://www.iec.ch)
- CISPR (Comite International Special des Perturbations Radioelectriques) : [www.iec.ch](http://www.iec.ch)
- ISO (International Standardization Commission) : [www.iso.ch](http://www.iso.ch)
- CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization) : [www.cenelec.org](http://www.cenelec.org)
- FCC (Federal Communication Commission) : [www.fcc.gov](http://www.fcc.gov)
- 방통위 전파연구소 (Radio Research Laboratory) : [www.kcc.go.kr](http://www.kcc.go.kr), [www.rrl.gov](http://www.rrl.gov)
- 기술표준원(Korean Agency for Technology and Standards) : [www.ats.go.kr](http://www.ats.go.kr)

⑦ 자기장 차폐재의 자기특성표 및 재료별 용도



⑧ 재질별 도전성 및 투자율

재질	비전도도 $\sigma_r$	비투자율 $\mu_r$
Silver	1.05	1
Copper-annealed	1.00	1
Gold	0.7	1
Chromium	0.664	1
Aluminum (soft)	0.61	1
Aluminum (tempered)	0.4	1
Zinc	0.32	1
Beryllium	0.28	1
Brass	0.26	1
Cadmium	0.23	1
Nickel	0.20	100
Bronze	0.18	1
Platinum	0.18	1
Tin	0.15	1
Steel (SAE 1045)	0.10	1000
Lead	0.08	1
Monel	0.04	1
Conetic (1 kHz)	0.03	25,000
Mumetal (1 kHz)	0.03	20,000
Stainless steel (430)	0.02	500