

## 복합 전도성 물질을 적용한 전자파 저감에 관한 연구

\*유희옥, \*윤정필, \*강병복, \*이정일, \*차인수, \*\*김민  
\* 동신대학교 전기전자공학과  
\*\* (주) 삼화기연

### Research about electromagnetic waves decrease that apply composition conductivity material

\*Hee-Ok Yoo, \*Jeong-Phil Yoon, \*Byung-Bok Gang, \*Jeong-il Lee, \*In-Su Cha,  
and \*\*Min-Kim

\*Dept. of Electrical & Electronic Eng. DongShin Univ.  
\*\*SAMWHA Engineering Co.,Ltd.

#### ABSTRACT

*This treatise is treatise about interception effect of electromagnetic waves that is becoming social problem 21th century. Analyzed incidental and value comparison after used a widely spread computer mouse and electricity floor covered with laminated paper by materials for experiments, and apply composition conductivity electromagnetic waves cover material to this products, and limp an experiment in everyday life in this treatise.*

#### 1. 서 론

전자파란 전기의 흐름이 있는 곳에서는 장소를 가리지 않고 어디에나 존재한다. 전기도 물의 흐름과 같이 자연의 법칙을 따르기 때문에 높은 곳에서 낮은 곳으로 에너지가 이동한다.

전자의 속도는 빛과 같이 1초에 약 30만 km다. 전자파는 전자의 이동에 의해 발생하는 파동에너지를 말하는데, 우리가 보통 전자파(E.M.F)라 말하는 것은 전계파(Electric field wave)와 자계파(Magnetic field wave)를 통틀어 말하는 것이다.

일반 가정에선 가전 제품에서 발생하는 극저주파(Extremely Low Frequency : ELF, 0~1Khz), 초저주파(Very Low Frequency : VLF, 1~500Khz) 광역의 고주파(1~20Mhz)는 전계 및 자계에 의한 유도 전류가 인체에 흐르는 것이 문제로 지적되고 있으며, 마이크로파(300Mhz~300Ghz)는 인체 조직의 열(온도)을 올리는 것이 문제가 되고 있다.

위와 같은 전자파는 전기에 진동이 일어날 때 그 둘레에서 전기력과 자기력이 발생하는 데 이들이

주기적으로 바뀌면서 생기는 파동을 말한다.

본 연구는 문제가 되고있는 이러한 전자파의 유해성으로부터 사용자를 보호하기 위하여, 주변에서 쉽게 볼 수 있고 사용하고 있는 컴퓨터 입력장치인 마우스와 전기장판에 복합 전도성 물질을 적용하여, 적용 전·후의 결과를 측정 및 분석하였다.

#### 2. 전자파 방출 측정

피 시험기기의 전자파방출 특성을 평가하는데 사용되는 주요 측정장치에는 수신기(test receiver)와 각종 안테나(antenna), 전원선 임피던스 안정화회로망(LISN; Line Impedance Stabilization Network), 전류 프로브(current probe), 흡수 클램프(absorbing clamp)등이 있다.

수신기는 복사잡음은 물론 전도잡음 측정에도 필수적으로 사용되는 장치이며, 안테나와 전원선 임피던스 안정화회로망은 각기 복사잡음과 전도잡음 측정에 사용되며, 전류 프로브는 준 군사규격에서 전도잡음 측정에 사용되는 장치이다.

복사방출 측정에 있어서 측정량은 전자기장의 세기이며, 전도방출 측정은 잡음전압 또는 잡음전류가 된다. 전자기장의 세기는 측정 주파수대역에 적합한 측정용 안테나를 사용하여 측정하고, 잡음전압은 전원선 안정화 회로망, 잡음전류는 전류 프로브를 사용하여 측정한다. 여기에서, 수신기의 측정량이 Pr (dBm)이고, 측정용 안테나의 안테나인자(antenna factor)가 AF (dB/m), 전류 프로브의 전달 임피던스 (transfer impedance)가 Z<sub>T</sub>(dBΩ)라고 하면 측정되는 전자기장의 세기는 식 2-1, 2-2와 같다.

$$E_r(dB\mu V/m) = V_r(dB\mu V) + A_r(dB/m) \quad (2-1)$$

$$V_r(dB\mu V) = P_r(dBm) + 107 \quad (2-2)$$

잡음전류는 식 2-3, 2-4와 같이 성립한다.

$$I(dB\mu A) = V_r(dB\mu V) - Z_T(dB\Omega) \quad (2-3)$$

$$V_r(dB\mu V) = P_r(dBm) + 107 \quad (2-4)$$

따라서 스펙트럼분석기와 같은 수신기를 사용하여 수신전력을 측정하면 위의 식을 이용하여 간단하게 복사방출 전자기장의 세기와 전도방출 잡음전류를 결정할 수 있다.

### 3. 전자파 내성 측정

피시험기기의 전자파내성 특성은 전자파방출 측정과 역순으로 이루어진다. 즉, 복사방출의 경우에 안테나를 이용하여 피시험기기에 규격에서 정한 크기의 전자기장의 세기를 인가하는 것이다. 마찬가지로 잡음 전압 및 잡음전류에 대한 내성 평가도 전원선 임피던스 안정화회로망 및 전류 프로브를 이용하여 잡음전압 및 잡음 전류를 피시험기기에 인가하는 과정이다. 연속파형 전자파내성 시험과 달리 EFT 및 서지, 정전기와 같은 펄스파형 전자파내성 시험을 위해서는 규격에서 정한 펄스파형 장해전자파를 시뮬레이션할 수 있는 전자파잡음 발생기(noise simulator)가 필요하며, 이러한 발생기를 이용하여 규격에 정한 방법 및 조건을 따라 시험을 실시하게 된다.

특히 복사내성 평가시 규격에 정해진 전자기장의 세기와 균일도(field uniformity)를 유지하면서 시험을 실시하기 위해서는 고전력증폭기와 저 이득 송신안테나가 필요하며, 측정시스템의 구성에 많은 비용이 소요된다.

일반적으로 복사내성 평가는 다음의 두 가지 방법으로 이루어진다. 하나는 앞에서 설명한 표준 안테나 방법으로서 피시험기기가 놓이는 위치에서 프로브로 사용하는 표준 안테나를 놓고 인가되는 전기장의 세기를 관찰하는 방법이고, 다른 하나는 송신안테나에 전달되는 전력과 송신안테나의 특성을 이용하여 피시험기기에 인가되는 전기장의 세기를 계산하는 표준 전자기장 방법이다.

표준 전자기장 방법을 사용하는 경우, 송신안테나의 이득을  $G_T$ , 안테나에 전달되는 순전달 전력(net delivered power)을  $P_{net}(W)$ , 송신안테나와 피시험기기 간의 거리를  $d(m)$ 라고 하면 피시험기기에 인가되는 전기장의 세기는 식 3-1과 같다.

$$E(V/m) = \frac{\sqrt{30 P_{net} G_T}}{d} \quad (3-1)$$

따라서 이러한 식을 이용하여 송신안테나에 전달되는 순전달전력을 쌍방향성결합기를 이용하여 관찰함으로써 규격에서 정한 전기장의 세기를 간편하게 만들어낼 수 있다.

### 4. 유무기 도전성 코팅제의 적용

#### 4.1 컴퓨터 마우스

기존 시중에 나와있는 일반 컴퓨터용 마우스에 도전성 차폐체를 균일하게 코팅하여 마우스 위쪽과 아래쪽사이를 전도성 알루미늄으로 연결한 후 알루미늄 전선을 마우스패드를 통해서 접지하는 방식을 택하였다.

#### 4.2 전기 방식

전기장판의 경우 과거의 제품은 별다른 기능 없이 단지 저항선에 의한 발열방식을 적용하여 유해전자파의 발생이 적었다. 하지만 기술이 발전함에 따라 사용자의 편리를 위하여 사이리스터(SCR)를 이용한 온도 제어방식을 채택하는 제품이 대부분을 차지하고 있다. 이는 과거에 비해 유해전자파의 발생량이 월등히 많다.

이런 전자파를 도전성 차폐체를 외부 도포에 라미네이팅해서 접지까지 마무리시키는 방식을 택하였다.

### 5. 실험 장치 및 실험 결과

본 논문에 사용된 전자파 측정기는 표 5-1에 나와있는 것처럼 주파수 범위가 15Hz에서 2KHz 까지의 휴대용 테스터를 사용하였다.

## 5.1 실험장비의 사양 및 측정과정

표 5-1 측정장비의 사양

Table 5-1 The contents of a measure equipment

구분	전 계	자 계
모 델 명	E- TESTER	PSMA01
주파수 범위	15Hz ~ 2kHz	15Hz ~ 2kHz
측정 범위	1V/m ~ 1999V/m	I: 0.1 ~ 199.9mG II: 1 ~ 1999mG
센서	Plate Type	탐지코일형
측정 방법	V - RMS	V - RMS
허용 오차	±1[dB] of Reading	±1[dB] of Reading
동작 온도	±1[dB] of Reading (-10 ~ 70°C)	±1[dB] of Reading (-10 ~ 70°C)
전원	9V 직류 단일 전원	9V 직류 단일 전원
전원 전류	20mA	20mA
측정 시간	0.2 초	0.2 초

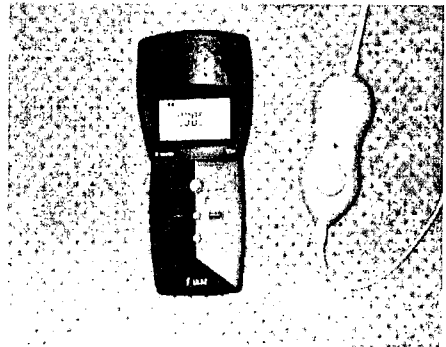
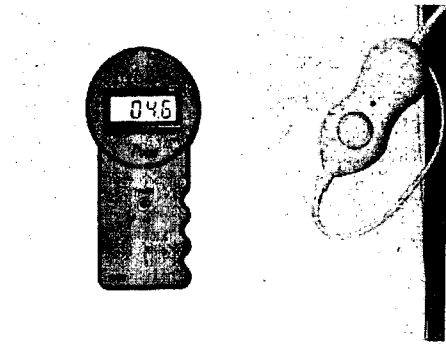


그림 5-3 전기장판 측정과정

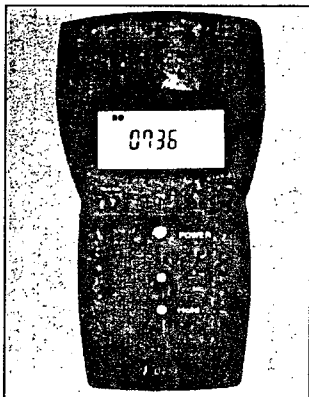


그림 5-1 전 계 측정기

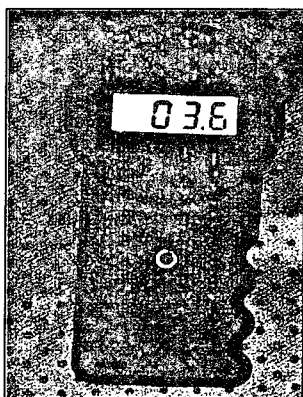


그림 5-2 자 계 측정기

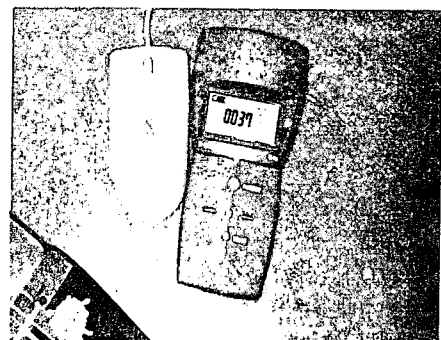
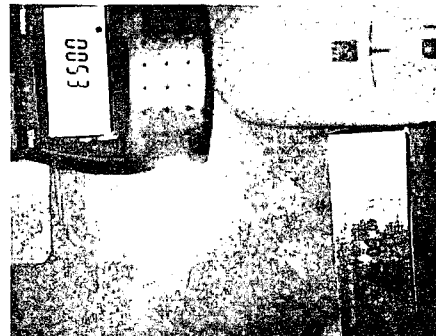


그림 5-4 마우스 측정과정

## 5.2 측정 결과

표 3 복합 전도성 물질 적용 전

비교		0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	1 (m)
마우스	전계	496	33	0	0	0	0	0	0 (V)
	자계	1.2	0.6	0.5	0.4	0.2	0	0	0 (mG)
전기 방식	전계	579	174	39	0	0	0	0	0 (V)
	자계	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0	0	0 (mG)
전기 장판	전계	657	196	45	0	0	0	0	0 (V)
	자계	4.6	0.8	0.2	0.1	0.1	0	0	0 (mG)

표 4 복합 전도성 물질 적용 후

비교		0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	1 (m)
마우스	전계	23	0	0	0	0	0	0	0 (V)
	자계	0.6	0.5	0.3	0.1	0	0	0	0 (mG)
전기 방식	전계	0	0	0	0	0	0	0	0
	자계	0.2	0.1	0	0	0	0	0	0
전기 장판	전계	0	0	0	0	0	0	0	0
	자계	3.6	0.5	0.1	0	0	0	0	0

## 6. 결 론

전자파장해 현상은 시스템 내부에서의 전자파 장해 현상(intra-system EMI)과 시스템 상호간의 전자파장해 현상(inter-system EMI)으로 구분할 수 있다. 따라서 전자파장해 대책기법도 두 부분으로 나뉘어진다.

시스템 내부에서의 전자파장해 대책기법에는 기본적으로 대책회로 및 부품의 선택, 여파기법, 차폐기법, 배선 및 접지 기법이 포함되며, 본딩, 커넥터, 가스켓 등은 이러한 범주 내에 속한다.

시스템 상호간의 전자파장해 대책기법에는 기본적으로 주파수제어기법, 시간제어기법, 위치제어기법, 방향성 제어기법등이 포함된다.

일상 생활 가운데서 무시하거나 무지한 상태에서 전기 기기와 직접 접촉하면서 사용하고 있는 전기장판은 그 전계 발생값이 특히 커서 인체에 미치는 영향 또한 커서 전자파의 차단을 전계적 측면과 자계적 측면에서 사용전에 이용자에게 알려줄 필요성을 느꼈다.

또한 컴퓨터 마우스도 미소 전류에 의한 자계값은 적으나 전계의 LEVEL은 컴퓨터 본체의 발생 전계값과 유사하므로 전계의 저감을 위한 대안이 필요하며 도전성 물질의 커버에 의한 차폐 시스템의 채용이 실제 컴퓨터

작업자에게 전계에 의한 영향을 제거하는 역할을 하게 되어 전자파에 의한 인체의 유해성을 줄일 것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] 이기준 편저, "전자파의 공해", 대학출판사, 1996.
- [2] 김종훈, "전자파 간섭 감소에 관한 연구", 한국 과학기술원 논문, 1997.
- [3] 홍진후, 조선대학교 고분자공학과, "전자파 차폐 도료", 고분자과학과 기술 제 12권 1호, 2001.
- [4] 오경화(중앙대학교 가정교육학과), 한은경, 김은애, 연세대학교 의류환경학과, "전자파 차단 의류소재 및 방호복 개발(I) -전도성 코팅법과 무전해 도금법의 비교-", 한국섬유공학회지 제 35권 8호, 1998.