

**유해 전자파의 인체적 영향과
유·무기 복합 전도성 코팅제에 의한 전자파 차단 특성에 관한 연구**

*유희옥, *윤정필, *강병복, *임종열, **차인수
*동신대학교 전기전자공학과 대학원
**동신대학교 전기전자공학과

Related to research some pollutants electromagnetic wave's impact of the human body and electromagnetic wave's a specific interception by the conductivity coating with organic · inorganic composition matter

Hee-Ok You, Jeong-Phil Yoon, Byung-Bok Kang, Jung-Ryul Lim, In-Su Cha
Dept. of Electrical & Electronics Eng. Graduate School of Dongshin Uni
Dept. of Electrical & Electronics Eng. Dongshin Uni.

Abstract- This paper is managing about problem and EMI by electromagnetic waves occurrence of electrical appliances and harmfulness of EMS and standard.

Specially, because this paper certifies a mouse and electromagnetic waves interception effect of electricity market place which possess electromagnetic waves interception facility, there is effect that contribute in health life that do to secure safe going to sleep condition from electromagnetic waves of electricity market place that is security of computer working environment of safe state through electromagnetic waves interception and essential electric appliance of home life.

1. 서 론

전기의 발견과 개발은 인류 사회를 원시 세계에서 문명 사회로 완전히 뒤바꿔 놓았다고 해도 과언이 아닐 것이다. 오늘날 각종 문명의 이기들은 거의 모두가 이 전기를 이용한 것들로 전기 없는 사회란 상상할 수 없을 정도가 되었다. 우리들은 현재 이 문명의 이기 속에서 커다란 혜택을 받고 있는 반면 이들에게서 방출되고 있는 각종 전자파의 공해 속에 파묻혀 살고 있다고 해도 과언이 아니다. 각종 가전 제품이나 사무용품이 우리 생활을 한껏 윤택하고 편리하게 해 주고 있지만 이것들로부터 인체에 아주 유해한 전자파가 방출되고 있다는 사실을 심각하게 생각하는 사람들은 아직 그다지 많지 않은 듯하다.

오히려, 전자파가 우리 몸에 미치는 영향에 대해서는 지금까지 극히 일부의 전자파만이 문제가 되고 있는 것처럼 인식되고 있는 것이 사실상 더 큰 문제로 알려지고 있다.

현재는 가전 제품이 증가하고 있는 데다가 지금까지 전기를 사용할 필요가 없었던 곳까지 점점 더 전기를 사용하는 시대로 변해 가는 중이다. 더구나 모든 가전 제품들이 점차 대형화로 변해 가는 추세인 데다가 새로운 기능이 차례차례 증가해 보다 전력소모량이 커진 제품에 대한 대체구매수요가 촉진되고 있다. 이러한 사실도 우리의 생활 속에서 전자파 오염이 점점 더 심각해지고 있는 최대의 원인 중 하나가 되고 있다.

본 연구는 이와 같은 전기 기기의 전자파 발생으로 인한 문제점과 EMI 와 EMS의 유해성과 기준에 관하여 다루고 있다.

특히 이 연구는 실용신안 제 0219114호의 전자파 차폐기능을 갖춘 마우스와 실용 신안 제 0239359호의 전자파 차폐 기능을 갖춘 전기 장판의 전자파 차폐효과를 증명하여 전자파 차단을 통하여 안전한 상태의 컴퓨터 작업환경의 확보와 일상 가정생활의 필수 전기용품인 전기 장판의 전자파로부터 안전한 취침 조건을 확보토록 하는 건강 생활의 기여 측면의 효과가 있다.

2. 본 론

2.1 electromagnetic waves (전자파)

전자파(電磁波 : Electric Magnetic Frequency Wave : EMF)란 전기자기파의 줄임말로 명칭에서 보는 바와 같이 전기가 흐를 때 발생하는 전자기 에너지로써, 전압의 크기에 따른 전기파(電氣波 : 전계)와 전류의 크기에 따른 자기파(磁氣波 : 자계)를 말하며, 전기의 흐름이 있는 곳(전기, 전자제품)은 어디든지 존재한다.

전계와 자계는 모두 전하에 의해 만들어지며, 전계는 음극 또는 양극을 가진 전하가 각각 다른극의 전하에 힘을 미치면서 형성되며, 전하가 같은 극끼리는 서로 밀어내고 다른 극끼리는 끌어당김으로써 만들어지기 때문에, 전계는 전하가 많을 수록(전압이 높을수록) 세어지고, 자계는 움직이는 전하가 그들의 움직임 때문에 다른 움직이는 전하에 가하는 힘을 말하며 움직이지 않는 전하에 의해서는 생성되지 않는다.

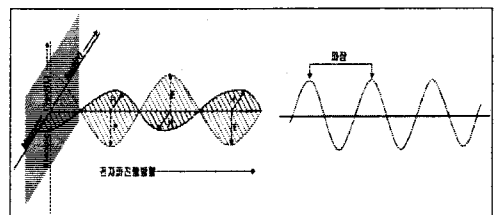


그림 2.1 전자파의 구조

동일한 방향으로 움직이는 전하 군을 전류라 하고 움직이는 전하가 많을수록 더 큰 전류를 형성하며, 더 큰 전류는 더 강한 자계를 생성시키며, 전계 세기의 단위는 meter 당 volt, 즉 v/m 입니다. 전계의 세기가 클때는 더 큰 단위로 meter당 수천 volt, 즉, 미터당

kilo-volt(kv/m)로 사용합니다. 자계의 세기를 나타내는 단위로는 Gauss와 Tesla가 있다.

가우스는 상당히 큰 단위여서 대개는 1G의 1/1000인 mG를 많이 사용하며, 테슬라(T) 또한 10,000G에 해당하는 매우 큰 단위다. 1T의 1/1,000,000인 1μT도 많이 사용되는 단위로서 1μT는 10mG와 같다. 또한 자계의 세기로 mA/m란 단위도 많이 사용되는데 1mG는 80mA와 같다.

2.2 전자파의 구조

원래 전자파는 이름 그대로 파동을 그리면서 진행하는데 그 빠르기는 초당 30만km나 되는 빛의 속도와 거의 같고 하나의 파동의 길이를 파장이라고 하며 1초에 진행되는 파동의 수를 주파수(周波數)라고 한다.

이러한 주파수는 처음 발견한 독일인 헤르츠의 이름을 따서 「Hz」라고 하는 단위로 표현되고 있는데 크기에 따라 KHz, MHz, GHz 등으로 나타내고 있다. 전자파는 그 파장의 길이, 즉 주파수의 차이에 의해서 그 성격이 달라진다.

우리의 가정에서 사용되는 전력의 주파수는 대략 60Hz로서 초당 60회의 파동을 그리며 공기 중에 전파되는 것이며 외국에서는 50Hz의 주파수의 전력을 이용하는 나라가 많다.

열이나 광선이 열원, 광원으로부터 멀어질수록 열과 광선의 세기가 약해지는 것과 마찬가지로 전자파도 발생원으로부터 거리가 멀어질수록 급격하게 그 힘이 약해진다.

예를 들어 전기면도기에서 3500mG의 자계가 발생한다면 15·30·45·60cm 떨어질 때마다 각각 150·22·6.7·2.6mG로 급격히 감소하는 것이다.

전자파는 주파수뿐만 아니라 파동의 형태, 세기 등에 따라 여러 종류로 나뉜다. 앞에서 말한 바와 같이 태양광선도 광파로 또한 일종의 전자파로서 크게 적외선, 가시광선, 자외선으로 분류되고 있다. 빛의 광선 중 특정한 주파수의 가시광선 등을 따로 추출해서 이용하고 있는 것이 레이저이다. 가시광선의 파장이 긴 것이 붉은색계 적외선이며 파장이 짧은 것이 보라색계의 자외선이다.

2.3 전자파 장애와 발생원인

전자파장애를 일으키는 장애원은 전자기에너지의 발생체로서 전자잡음 및 시스템등으로 볼 수 있으며, 표 2.1에서 볼 수 있는 것처럼 자연잡음과 인공잡음을 포함한다. 이러한 장애원으로부터 발생한 전자파는 각종의 결합경로를 통하여 감응체(전기·전자장치, 생물체, 사회 등)에 방해물 주고 있는 형태가 전자파장애 관계를 이룬다.

자연 잡음	인공잡음
우주 잡음 (성운, 은하)	불꽃 방전(전자적 스위치, 내연기관), 코로나 방전(오존 발생기, 송전선애자, 송전선 전선)
태양계 잡음 (태양흑성)	글로벌 방전(형광등, 내온 사인, 수은 정류기 등)
대기잡음 (열 잡음, 침적잡음, 공전 잡음)	펄스 발생원(점화, 디지털 회로 그 외 인버터등 펄스회로)
	전자적 스위치(SCR, SSS, 기타의 반도체 스위치 회로)
	접속 진동(고주파 이용설비, 아무추어 무선, 수신설비등)

표 2.1 전형적인 전자파장애 현상을 유발하는 장애원의 종류

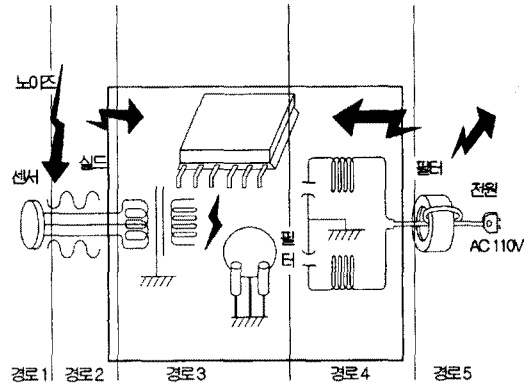


그림 2.2 전자파장애 현상의 결합 메커니즘

그림 2.2는 장애원인과 감응체 사이의 기본적인 장애 메커니즘을 보여준다. 경로 1, 2, 3, 4에 의해 전자파 복사에 의한 결합이 발생되고, 경로 5에 의해 전원선을 통해 장애전자파가 직접 결합되어 감응체에 영향을 준다. 경로 1과 2는 장애원 합체로부터 발생된 복사 전자파가 감응체의 합체와 도선에 결합되는 형태를 나타내며, 경로 3과 4는 장애원의 도선으로부터 발생된 복사 전자파가 감응체의 합체와 도선에 결합되는 형태를 보여준다. 또한 경로 5는 장애원으로부터 발생된 전자파가 도선을 따라 직접 감응체에 전달되는 형태를 나타낸다. 이러한 결합경로를 간단하게 공통접지선(common ground) 결합이나 인접선로 간의 용량성 결합(capacitive coupling)이나 유도성 결합(inductive coupling) 등으로 분류하기도 한다.

전자파장애 현상은 장애원으로부터 발생된 전자파가 공간 중으로 복사되거나 또는 기기에 연결된 전원선이나 신호선을 통하여 전도되어 감응체에 전달되며, 감응체에 전달된 장애전자파를 전자파방해(electromagnetic disturbance)라 불린다. 전자파장애 현상은 전자파방해 레벨이 감응체의 전자파감응 레벨보다 높은 경우에만 발생한다.

2.4 전자파 방출 측정

피시험기의 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.

이러한 측정장치들은 매년 1회 이상 계량법 시행령 제 30조의 규정에 의한 교정검사기관에서 교정을 받음으로써 국가표준에 소급되는 측정 정밀, 정확도를 유지해야 한다.

복사방출 측정에 있어서 측정량은 전자기장의 세기이며, 전도방출 측정은 잡음전압 또는 잡음전류가 된다. 전자기장의 세기는 측정 주파수대역에 적합한 측정용 안테나를 사용하여 측정하고, 잡음전압은 전원선 안정화회로망, 잡음전류는 전류 프로브를 사용하여 측정한다.

여기에서, 수신기의 측정량이 P_r (dBm)이고, 측정용 안테나의 안테나인자(antenna factor)가 A_F (dB/m), 전류 프로브의 전달 임피던스 (transfer impedance)가 Z_T (dB Ω)라고 하면 측정되는 전자기장의 세기는

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

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

잡음전류는

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

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

이 성립한다.

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

측정시스템에서 사용된 케이블의 손실이나 증폭기의 이득은 측정값에서 보정을 하여야 한다. 전도방출 잡음 전압의 경우, 규격에서 정한 임피던스 특성을 갖는 전원선 임피던스 안정화회로망을 사용하여 회로망에 결합되는 전압을 그대로 수신기로 읽게 된다.

2.5 전자파 차폐방법

전자파 차폐(Electromagnetic Shielding, SE)기법은 전자파 장해 대책이 수립되어 있는 회로 부품과 회로의 선택, 적절한 접지(grounding)와 배선(wiring), 전자파장해 신호의 여파(filtering)기법 등을 선택하여도 전자파 장해 대책이 수립되지 않을 경우, 거의 최종적으로 사용되는 기법이다. 이는 대책 수립에 큰비용이 소요되고, 제품 개발의 마지막 단계 근처에서 대책 수립이 이루어지기 때문이다.

이러한 대책 기법은 현재의 전자파장해 방출(Electromagnetic Emission)규제에서 보다 전자파 내성(Electromagnetic Susceptibility)규제에서 더욱 많이 적용된다. 이는 전자파장해 방출 현상의 접지나 배선, 여파기법 등에 의해 효과적으로 대책 수립이 이루어질 수 있지만, 전자파내성 평가에서는 전자기장을 바로 피시험기에 바로 인가시키기 때문에 전자파 차폐 기법이 보다 효과적인 대책 방법이 되기 때문이다.

전자파 차폐기법은 전기적 특성이 잘 알려진 금속재료를 전통적으로 사용해 왔다.

그러나 근래에 들어 금속재료에 비해 값이 싸고, 가벼우며, 가공하기가 쉬운 플라스틱 재료 및 복합재료 등이 개발되어 전자 제품의 외장재료로 널리 사용되고 있으며, 전기·전자제품 등의 외장재로서 급속히 금속재료를 대체해 나가고 있다.

그러나, 이들 재료는 전자파 차폐효과를 전혀 가지지 않으므로 복사 방출 규제는 물론, 특히 복사내성에 관한 규제에 효과적으로 대응하기 어렵다. 따라서 이들 재료에 도전성을 부과하여 전자파차폐 효과를 갖도록 하기 위해 도전성 도료의 도포, 또는 무전해 도금 등을 하고 있으며, 각종의 도전성 고분자재료 및 복합재료에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

3. 유·무기 도전성 코팅제의 적용

3.1. 컴퓨터 마우스

컴퓨터는 필수품화되어 가고 그 사용자가 계속 증가하고 있으며 남녀노소 할 것 없이 사용하면서도 컴퓨터에서 나오는 전자파 또한 많이 발생하고 있다는 측면이 사회적 이슈로 대두가 되어 가고 있다.

이러한 컴퓨터에서 나오는 전자파를 줄여야 하지만 그렇게 하지 못하고 있는게 지금의 실정이다.

사용자 인체와 가장 가깝게 접하고 있는 마우스의 전자파만이라도 차단해야겠다는 생각에 마우스에 이 도전성 코팅제를 적용하게 되었다.

본 적용에서 마우스의 전자파도 무시 못할 만큼 발생하고 있음을 알 수 있었으며 기존의 마우스의 안에 도전성 차폐제를 균일하게 코팅하여 윗판과 아랫판사이를 전도성 알루미늄으로 연결한 다음 알루미늄선을 마우스패드를 통해서 접지시키는 형식을 택했다.

마우스의 클릭 때 나오는 전자파를 밖으로 누출시키지 않아 이용자는 많은 유해전자파로부터 신체를 보호할 수 있게 된다.

3.2. 전기방식

겨울철 난방을 위해 만들어진 전기방식 사용이 급격히 증가하는 추세에서 아무런 대책없이 인체는 전자파에 노출되고 말았다.

더욱이 예전의 제품이 아무 기능없이 단지 저항선에 의한 발열을 해서 유해전자파의 발생이 그렇게 많지는 않았다. 하지만 사용자의 편리를 위해 거기에 온도 조절을 위해서 사용한 온도 조절기 내의 사이리스터(SCR)를 이용한 제어에서 발생하는 유해전자파는 그 발생량이 예전의 제품보다 월등히 발생하고 있었다.

이런 전자파를 도전성 차폐제를 외부 도포에 라미네이팅해서 접지까지 마무리시키면 인체에 유해 전계는 물론 자계도 상당량 차단할 수 있다.

이러한 차폐를 이용하여 전기장판 사용함에 있어서 안전한 환경에서 이용자의 건강을 지킬 수 있는데 기여할 수 있을 것이다.

3. 실험 및 분석

3.1 측정장비

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
센 서	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℃)	±1(dB) of Reading (-10 ~ 70℃)
전 원	9V 직류 단일 전원	9V 직류 단일 전원
전원 전류	20mA	20mA
측정 시간	0.2 초	0.2 초

표 2-2 측정장비의 사양

3.2 도포 처리 전 (전계·자계)

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)
전기방석	전계	579	174	39	0	0	0	0	0
	자계	0.4	0.2	0.1	0.1	0	0	0	0
전기장판	전계	657	196	45	0	0	0	0	0
	자계	4.6	0.8	0.2	0.1	0.1	0	0	0

3.3 도포 처리 후 (전계·자계)

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)
전기방석	전계	0	0	0	0	0	0	0	0
	자계	0.2	0.1	0	0	0	0	0	0
전기장판	전계	0	0	0	0	0	0	0	0
	자계	3.6	0.5	0.1	0	0	0	0	0

3.4 실험 값 분석

전자 기기의 범람과 더불어 자연 환경과 인체에 대한 건강의 인식이 높아지고 있으며 기술적인 면이나 학문적인 면에서 전자파의 영향에 대한 관심이 높아져가고 있다.

특히 EMI 규격에 대한 적용이 강화되면서 제품 개발에 있어서도 중요성이 강조되어가고 있다.

본 연구는 실생활과 작업환경에서 가장 많이 접하고 있는 컴퓨터의 마우스와 전기장판을 대상으로 실험 분석한 것으로, 기존의 제품과 차폐한 제품을 비교해보면은 실험 결과표에서도 알 수 있듯이 전계와 자계를 현격히 삭감할 수 있다.

같은 조건하에서 실험을 했을 때, 기존의 제품에서 나오는 전계와 자계를 측정치와 같이 상당량이 발생하고 있었고, 동일 제품에 차폐 조치 후 접지까지 하면은 전계는 너무나 좋은 효과와 더불어 자계 역시도 좋은 결과를 얻을 수 있었다.

차폐의 조건은 양질의 차폐체와 균일 차폐 그리고 시스템의 접지를 함으로 그 효과를 극대화 할 수 있었다.

인체에 가장 가까운 곳에서 직접 접촉하면서 사용되는 제품들의 EMI 차폐방법을 채용하여 보다 나은 환경 조성과 인체의 건강 역시도 최상의 상태를 지속적으로 유지할 것이다..

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] 김호근, "전자파와 인체", (주) 영풍문고, 1996.
- [3] 안태환, (주) 코오롱 기술연구소 산자연구팀, "전자파와 섬유제품", 한국의류산업학회지 제 1권 1호, 1999.
- [4] 김종훈, "전자파 간섭 감소에 관한 연구", 한국 파기원 논문, 1997.
- [5] 정남삼, 한국표준연구소 전기연구부장, "전자파의 두 얼굴", ANALYTICAL SCIENCE & TECHNOLOGY, 1991.
- [6] 홍진후, 조선대학교 고분자공학과, "전자파 차폐 도료", 고분자과학과 기술 제 12권 1호, 2001.
- [7] 양갑승, 이수현, 전남대학교 섬유공학과, "전자파 차폐용 탄소섬유의 모폴로지에 따른 전기 전도도", 교육부 신소재연구지원 과제, 1997.
- [8] 이동훈(부경대학교 산업시스템안전공학부 교수), 설병수(한국 전기안전공사 부산지사), 신중현, 류상민, 부경대학교 안전공학과 대학원, "컴퓨터 모니터에서의 전자파 발생현황 및 국제관련기구 안전기준과의 비교분석에 관한 연구", 1998.
- [9] 김정민, 고려대학교 보건대학 방사선과, "무선통신기의 전자파가 의료용 전기기기에 미치는 영향과 가이드 라인", 한방기학지 제 21권 1호, 1998.
- [10] 이광목, 카톨릭 의대, "전자파, VDT작업과 암", 산업보건지, 1995.
- [11] 오경화(중앙대학교 가정교육학과), 한은경, 김은애, 연세대학교 의류환경학과, "전자파 차단 의류소재 및 방호복 개발(I) -전도성 코팅법과 무전해 도금법의 비교-", 한국섬유공학회지 제 35권 8호, 1998.
- [12] 坂卷佳壽美, "보고 알 수 있는 노이즈의 시험법과 대책", 대영사, 2001.
- [13] 한국 전기연구소, "2000년 서지평가기술", 2000년 제 13회 기술교육 교재, 2000.
- [14] 한국 전기연구원, "2001년 전자기 내성평가기술", 2001년 제 6회 기술교육 교재, 2001.