

제 출 문

본 보고서를 「생활환경의 전자파 측정조사」 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2003. 12. .

연구책임자 : 박유식 (전파연구소)

연구 원 : 최기갑 (전파연구소)

김종운 (전파연구소)

박성원 (전파연구소)

박상엽 (전파연구소)

요 약 문

1. 과 제 명 : 생활환경의 전자파 측정조사
2. 연 구 기 간 : 2003. 1. 1. ~ 2003. 12. 31.
3. 연구책임자 : 박유식
4. 계획 대 진도

가. 월별 추진내용

세부내용	연구자	월별 추진계획												비고
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<ul style="list-style-type: none"> ○ 전자파환경 측정방법 조사 <ul style="list-style-type: none"> - 국내외 동향 및 측정방법 조사 · ITU-T SG5 · ICNIRP 및 FCC · IEC TC 106 ○ 생활환경에서의 전자파환경 측정 <ul style="list-style-type: none"> - 가전, 정보기기 측정 및 분석 · 시장조사 및 물품 구매 · 현장측정 및 분석 - 이동통신기지국 측정분석 · 주파수별로 구분측정 및 여러 지역을 선정하여 측정 · 수탁 측정결과 검토 	박유식 최기갑 김종운 박성원 박상엽													
분기별 수행진도(%)		20			30			30			20			

○ 전자파이용 홍보자료 발간 - 외국의 측정방법 및 기준번역 · ITU, ICNIRP, FCC, OET 등 - 자료작성 및 위원회구성 감수 · 책자, CD, 비디오 등 홍보자료편집 및 일러스트 작업 - 홍보자료 발간 및 배포 ○ 연구보고서 작성	박유식 최기갑 김종운 박성원 박상엽																		
분기별 수행진도(%)		20	30	30	20														

나. 세부 과제별 추진사항

1) 전자파환경 측정방법 조사

○ 국내외 동향 및 측정방법 조사

- ICNIRP : 전자기장의 인체 영향 연구 결과 분석
- ITU-T SG5 : 전자기장 인체 노출량 평가방법 검토
- IEC TC 106 : 인체노출 관련 전자기장의 측정 방법 및 기준 검토
- FCC : 전자기장 노출에 대한 적합성 평가기준 검토

2) 생활환경에서의 전자파환경 측정

○ 가전, 정보기기 측정 및 분석

- 가전기기에 대한 대상기기 선정 및 확보
- 최대 전기장 및 자기장 강도 측정

- 밀착거리/사용거리에 따른 전자파 세기 비교
- 4 가지 방향(전면, 후면, 좌측, 우측)에 대한 전자파 세기 비교
- 동작대기상태 설정 및 동작여부에 따른 전자파 세기 비교
- 전자파 인체보호기준대비 전자기장 강도 분석
- o 이동통신기지국의 측정분석
 - 주파수별, FA별, 지역별 기지국 전자파 측정량 분석
 - 수탁측정 결과분석(2000 ~ 2003)

3) 전자파이용 홍보자료 발간

- o 외국 측정방법 및 기준 번역
 - “전자파에 의한 생물학적 인체 영향” 번역 및 감수
 - “전자기장 노출에 대한 적합성 평가” 번역 및 감수
- o 홍보자료 작성 및 발간
 - 전자파 안전이용을 위한 종합 가이드북 제작 및 배포

5. 연구 결과

- 1) 인체노출과 관련된 가전기기의 전자파 측정 방법 및 이동통신 기지국의 EMF 측정에 관한 국제 연구에 대한 기초자료 작성
 - 현재 106 WG2에서 진행중인 가전기기의 전자파 측정 방법에 대한 실험 및 개정 내용에 대한 자료 검토
 - WG4의 이동통신기지국의 EMF 측정은 아직 초기단계로 연구의 개념만 구성되어 있으며, 이번 연구를 통해 국내 측정 방법을 검토하는 계기를 마련함
- 2) 생활가전기기 측정(22종 83대)

- 측정 대상 방향과 밀착여부를 고려하여 측정
- 전기장의 섭동으로 고려, 전자파 차폐실에서 측정실험
- 사용거리에서의 전자파 강도는 모든 제품이 인체보호기준치를 만족하였음

3) 이동통신기지국 측정

- 수탁 측정 결과 분석(1개 장소의 28개 지점)
- 기지국의 측정값 분석결과, 전자파 인체보호기준치보다 현저하게 낮게 나타났으며, 시골지역의 전자기장 세기는 도심지역보다 약간 높으나 인체보호기준치에 크게 못 미치는 것으로 나타남
- 측정시 재현성의 문제를 해결하기 위해 6분 이상 측정하였으며, 재차 측정을 수행함

4) 전자파이용 홍보자료 발간

- 전자파 관련 외국 연구 결과 번역 및 감수(7권)
- 대국민 홍보를 위한 전자파 안전 책자 발간 및 배포

6. 기대효과

- o 전자기장 인체 노출량 측정기술의 과학적 근거 자료 지원
- o 근거리장에 대한 정밀측정 및 인체영향 분석기술 확보
- o 전자파에 대한 이해증진 및 안전이용 도모

7. 기자재 사용 내역

시설·장비명	규격	수량	용도	보유 현황	확보 방안	비고
Spectrum Analyzer	ESI 26I	1	스펙트럼 분석	유		
Log periodic Antenna	HL 223	1	측정 안테나	유		
Horn Antenna	3115	1	측정 안테나	유		
EM field Analyzer	EFA-300	1	극저주파대 전자기장 측정	유		
Eletromagnetic Surver Meter	8718	1	마이크로파대 전자기장 측정	유		

SUMMARY

The purpose of this study is to survey the level of electromagnetic fields from the electric devices in the living environment.

For the study, using the methods provided by working group 2 of IEC technical committee 106, the measure result was obtained and the measuring conditions for ELF fields were found, also we could review the measuring methods for RF fields.

The measure results of ELF and RF fields were compared the reference level of general public.

목 차

표 목 차	
그림목차	
제 1 장 서론	
제 2 장 전자기장 측정 개요	
제 1 절 측정 원리	
제 2 절 측정시 문제점 및 주의 사항	
제 3 장 전자기장 측정	
제 1 절 전자기장 측정 방법	
제 2 절 생활가전기기 측정	
제 3 절 이동통신기지국 측정	
제 4 절 전자파 인체보호기준	
제 4 장 전자기장 측정 결과	
제 1 절 생활가전기기 측정 결과	
제 2 절 생활가전기기 측정 결과 분석	
제 3 절 이동통신기지국 측정 결과	
제 4 절 이동통신기지국 측정 결과 분석	
제 5 장 결론	

표 목 차

표 3-1	대상 기기의 측정 상황별 분류
표 3-2	측정대상기기 수량
표 3-3	대상 기기별 측정 거리와 동작 조건
표 3-4	전자파 인체보호기준
표 4-1	오디오의 전자기장 측정 강도
표 4-2	선풍기의 전자기장 측정 강도
표 4-3	전기면도기의 전자기장 측정 강도
표 4-4	스탠드의 전자기장 측정 강도
표 4-5	냉장고의 전자기장 측정 강도
표 4-6	DVD의 전자기장 측정 강도
표 4-7	VTR의 전자기장 측정 강도
표 4-8	전기장판의 전자기장 측정 강도
표 4-9	TV의 전자기장 측정 강도
표 4-10	믹서기의 전자기장 측정 강도
표 4-11	전기다리미의 전자기장 측정 강도
표 4-12	식기건조기의 전자기장 측정 강도
표 4-13	가습기의 전자기장 측정 강도
표 4-14	전기라지에타의 전자기장 측정 강도
표 4-15	헤어드라이어의 전자기장 측정 강도
표 4-16	전기밥솥의 전자기장 측정 강도
표 4-17	토스터의 전자기장 측정 강도
표 4-18	공기청정기의 전자기장 측정 강도
표 4-19	진공청소기의 전자기장 측정 강도
표 4-20	PC본체의 전자기장 측정 강도

표 4-21 모니터의 전자기장 측정 강도
표 4-22 전자레인지의 전자기장 측정 강도
표 4-23 세곡기지국의 거리별 측정 결과

그 립 목 차

그림 2-1	3차원 모델의 벡터량
그림 2-2	전자기장 측정의 다이어그램
그림 3-1	가전기기의 전자기장 측정 구성
그림 3-2	이동통신기지국의 전자기장 측정 구성
그림 3-3	전자기장 측정기
그림 3-4	전기장 센서
그림 3-5	자기장 센서
그림 3-6	주파수 스펙트럼 분석기
그림 3-7	대수주기 안테나
그림 3-8	혼 안테나
그림 4-1	전자기장 측정시 오디오의 측정방향
그림 4-2	전자기장 측정시 선풍기의 측정방향
그림 4-3	전자기장 측정시 전기면도기의 측정방향
그림 4-4	전자기장 측정시 스탠드의 측정방향
그림 4-5	전자기장 측정시 냉장고의 측정방향
그림 4-6	전자기장 측정시 DVD의 측정방향
그림 4-7	전자기장 측정시 VTR의 측정방향
그림 4-8	전자기장 측정시 TV의 측정방향
그림 4-9	전자기장 측정시 믹서기의 측정방향
그림 4-10	전자기장 측정시 전기다리미의 측정방향
그림 4-11	전자기장 측정시 식기건조기의 측정방향
그림 4-12	전자기장 측정시 가습기의 측정방향

그림 4-13 전자기장 측정시 전기라지에타의 측정방향	
그림 4-14 전자기장 측정시 헤어드라이어의 측정방향	
그림 4-15 전자기장 측정시 전기밥솥의 측정방향	
그림 4-16 전자기장 측정시 토스터의 측정방향	
그림 4-17 전자기장 측정시 공기청정기의 측정방향	
그림 4-18 전자기장 측정시 진공청소기의 측정방향	
그림 4-19 전자기장 측정시 PC본체의 측정방향	
그림 4-20 전자기장 측정시 모니터의 측정방향	
그림 4-21 전자기장 측정시 전자레인지의 측정방향	
그림 4-22 전자파인체보호기준 대비 자기장 강도	
그림 4-23 전자파인체보호기준 대비 전기장 강도	

제1장 서론

현대 문명의 혁명이라 불리는 TV가 각 가정에 보급된 지 십여 년이 지난 지금, 비디오, 오디오등의 전기제품에 이어 최근에는 PC에 이르기까지 가정 내 전기기기는 깊숙이 파고들어 사용되고 있다. 뿐만 아니라 일상생활에 없어서는 안 될 필수품으로 여기는 휴대폰도 불과 몇 년 전부터 사용한 것이다.

십여년전과 비교하더라도, 심지어 일여년전과 달리 우리가 생활하는 주변에서 볼 수 있는 전기기기의 종류는 다양해졌으며, 매번 새로운 기능을 추가되어 출시되었다. 게다가 소비자의 삶의 질이 향상됨에 따라 첨단 기기들이 많이 출시되었으며 앞으로도 더 많이 출시될 것으로 보인다.

이에 따라 수많은 전기기기들에서 발생하는 전자파에 너무나 자연스럽게 노출되고 있으며, 앞으로도 더 많은 전자파 노출이 있을 것으로 예상된다.

국제적으로 전기기기에서 방출하는 전자파가 인체에 미치는 영향에 대해 사회적 관심이 높아지고 있는데, 현재, 각국의 정부 및 연구기관에서도 이동통신기지국과 휴대폰, 방송용 기지국, 고압의 송전소에서 나오는 전자파에 대한 인체 영향 연구가 현재 활발하게 이루어지고 있으며, 대부분의 언론에서도 비중 있게 다루고 있다.

가정에서 사용하는 가전기기도 역시 전자파를 발생하는 근원으로 이들 기기에서 나오는 전자파가 인체에 미치는 영향 연구 또한 중요한 관심을 차지하고 있다.

가정에서 사용하는 전기기기는 고전압 송전선보다 매우 낮은 세기의 전압을 사용하여 전자파의 세기가 낮다. 이 때문에 인체 영향이 거의 미치지 않을 것으로 추정하였으며, 국내 연구를 통해 이미 그 결과를 발표하기도 하였다.

하지만, 그 이후 가전제품은 대형화, 다양화로 인해 컴퓨터 모니터가 17인

차에서 19인치 이상이거나 평면 모니터, LCD 모니터로 바뀌어 가고, DVD 플레이어 등이 속속 출시되어 새로운 전자파 발생원들이 등장하면서 이전과 다른 성능을 가진 기기들이 다른 세기의 전자파를 방출하고 있다.

측정거리에 따라 전자파강도가 크게 달라지는 것을 감안할 때, 일정한 측정 환경에서 미리 정해진 조건으로 측정이 이루어져야 한다. 이러한 관계로 일관성 있는 측정방법이 요구되고 있는데, IEC TC 106에서 “인체노출과 관련된 자기장 및 전기장의 평가 방법”을 연구하고 있으며, 가전제품의 저주파 전자기장과 이동통신기지국에서 나오는 전자기장에 대한 연구가 활발하게 진행 중에 있다.

물론 다양한 전자파 발생원에서 나오는 전자파 세기를 알아보는 것도 의미가 있겠지만, 더욱더 관심을 가져야 할 부분은 이 전자파 세기가 일반인에 대한 인체보호기준을 만족하는 지를 확인하고, 일상생활에서 일어날 수 있는 가능성도 고려함으로써 일반인들이 가전제품들을 안전하게 사용할 수 있는 기초자료를 만드는 것이다.

이번 연구의 궁극적인 목표는 주위 생활환경에서 나타날 수 있는 전자파 환경에 대한 기술적인 접근을 통해 일반 국민들이 쉽게 이해할 수 있도록 도와주며 이를 통해 국민의 건강이 보호될 수 있도록 하기 위함이다.

제2장 전자기장 측정 개요

전자파가 인체에 미치는 생물학적 영향은 인체에 유도된 전류 밀도와 전자기 에너지의 열 효과로 나뉜다. 이렇게 나누는 이유는 이 두 가지 주파수 범위의 전자기장 특성이 전혀 다르기 때문이다.

우선, 극저주파(ELF)의 경우는 전기장 및 자기장이 내부 전기장과 전류의 유도로 인하여 인체와 상호 작용을 한다고 알려져 있다. 즉, 유도 전류가 인체에 미치는 주요 영향은 근육과 신경에 자극을 주는 것으로, 이러한 반응은 전자기장을 가했을 때 즉각 나타난다.

무선주파수/마이크로파(RF/MW)의 경우, 주로 휴대폰이나 PDA 등 통신을 목적으로 사용하는 소형의 기기들이 인체에 밀착하여 사용하는 경우가 대표적이다. 이에 대한 전자파 인체 영향은 전자기 에너지가 생물 조직에 흡수되어 열로 방출되며 온도가 증가하여 열 효과가 신체에 나타나는 것으로 비흡수율(SAR)이라고 부른다.

하지만, 이동통신기지국이나 방송기지국에서 나오는 전자파의 경우는 원거리장의 전자기장에 속하며, 상당히 떨어져있는 거리에서 전자파를 측정하기 때문에 전자기장 혹은 전력밀도의 세기로 인체 유해 여부를 판단한다.

이번 연구에서, 가전기기는 대부분 교류 전원을 사용하고 극저주파에서 높은 세기의 전자파가 발생하므로 전원주파수인 60 Hz 근처의 극저주파(ELF) 범위에서 발생된 전자파 영향으로 알아보고, 이동통신기지국의 경우는 이보다 훨씬 높은 주파수범위에서 발생된 전자파 세기를 알아보고자 하였다.

제1절 측정 원리

1. 근거리장

전류가 흐르는 일종의 도체 주위에는 전기장과 자기장이 동시에 나타나 전기력과 자기력이 미치는 공간이 형성된다. 이러한 공간을 수식으로 표현하면 일정한 크기와 방향을 갖는 벡터로 나타낼 수 있다.

어떤 임의의 지점에서 전기장 및 자기장의 세기를 정량적인 수치로 벡터화시키면 3차원 모델로 그려지며, 각 방향의 값을 더한 벡터량으로 나타내어진다.

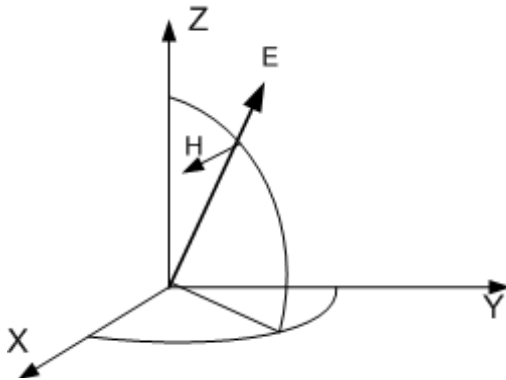


그림 2-1. 3차원 모델의 벡터량

세 개의 직각 방향에서 측정된 총 전기장의 세기는 다음과 같이 나타낸다.

$$E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2} \quad \text{-----}(2-1)$$

다음은 총 자기장의 세기를 나타낸 것이다

$$H = \sqrt{H_x^2 + H_y^2 + H_z^2} \quad \text{-----}(2-2)$$

그림 2-2는 IEC TC 106에서 전자기장의 벡터를 표현한 것이며 필드의 벡

터량을 다이어그램으로 나타내었다.

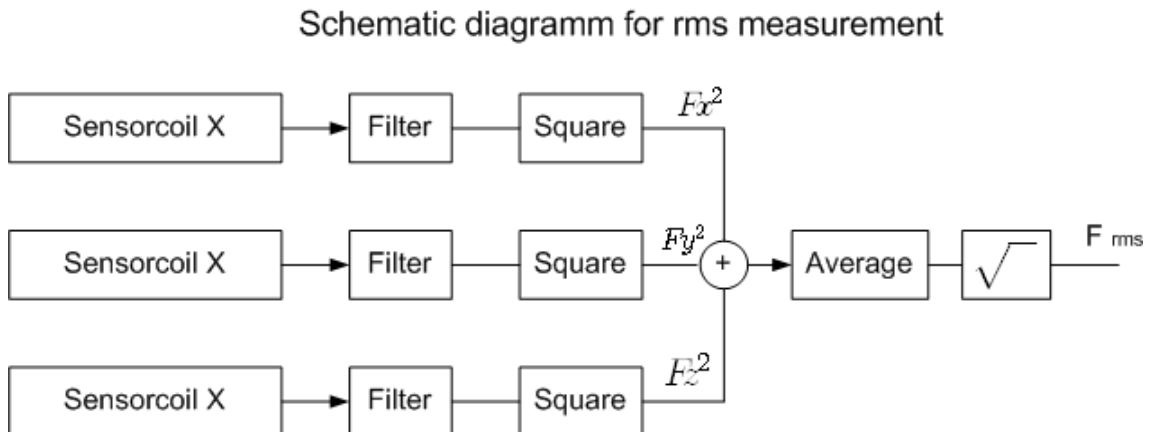


그림 2-2. 전자기장 측정의 다이어그램

2. 원거리장

전자기장 측정 방법은 수신 전력을 측정하는 방법과 수신 안테나에 유도된 전압을 측정하는 방법이 있으며, 측정된 전력이나 전압에 의한 전자기장 세기를 계산한다.

원거리장에서 전자기장을 계산할 때는 안테나가 점으로 가정되므로 안테나 크기는 고려하지 않는다.

자유공간에서 전기장의 세기는 다음과 같이 나타낸다.

$$E = \eta_0 H = \frac{\sqrt{30 P G(\theta, \phi)}}{r} \text{ -----(2-3)}$$

여기서, G = 안테나 이득

θ, ϕ = 측정 지점에서의 고도와 방위

r = 안테나에서 측정 지점까지의 거리

η_0 = 자유공간의 특성 임피던스

제2절 측정시 문제점 및 주의 사항

1. 측정시 문제점

전기기기에서 나오는 전자기장을 측정할 때는 기기가 가지는 고유한 특성이 소비전력, 전압, 전류, 주파수 등에 대한 사전 지식들을 미리 숙지하고 있어야 한다. 그리고 기본적인 전자기장의 기초도 알고 있어야 한다.

전자·전기기기에서 방사되는 전자기장의 세기는 발생원에서부터 떨어진 거리에 따라 감소하는 특성을 가진다.

이러한 특성은 가전기기의 전자파를 측정할 때 주요한 관심이 되는데, 측정 대상기기와 측정 장비간의 거리인 측정 거리, 그리고 대상 기기의 작동조건과 관련된 측정 조건에 주의를 기울여야 한다.

IEC에서도 최근 가전기기의 전자파에 관한 연구를 통해 측정 조건을 정하는 Draft를 제출한 상태이다. 2000년에 제출한 제안서에 처음 명시된 측정조건은 16/RVN을 거쳐 34/CD로 제출되었고, 2003년 1월에 51/CC에서 컴파일되어 2003년 10월에 58/CD로 수정되어 제출되었다.

이동통신기지국 근처의 RF 전자파 영향에 대해 IEC는 2000년 7/NP에서 연구의 목적에 대해 언급하며 제안서를 제출하였고 14/RVN까지 마친 상태이지만, 아직 연구는 초기 단계이다.

이 뿐만 아니라, 전자기장의 세기를 측정할 때 야기될 수 있는 재현성에도 관심을 가져야 한다. 동일한 대상기기에서 나오는 전자파를 측정하여도 일차, 습도, 온도등 기후의 영향을 받아 그 값의 오차가 발생할 수 있다는 사실을 고려하여야 한다.

2. 가전기기 측정시 주의사항

가. 자기장의 경우

기본적으로 자기장은 대부분의 물체를 투과하기 때문에 다른 주위의 환경에 특별한 영향을 받지 않는다.

한 가지 명심해야 할 것은, 가전기기 중 대상 기기에서 자기장의 세기를 측정할 때는 대상 기기의 1m 반경에는 다른 전기제품이나 금속성분이 포함된 물체가 없어야 한다.

이는 대상 기기에서 발생된 자기장이 다른 금속 물체에 와전류가 생겨 측정의 오차가 발생할 수 있기 때문이다. 또한, 대상 기기 근처에 다른 전기제품이 동작될 때 그 다른 제품에서 발생되는 자기장으로 인한 간섭을 받을 수 있기 때문에 매우 주의해야 한다.

동작 및 측정 센서에 사용되는 액세서리의 경우는 예외로 하며, 측정기를 고정하는 삼각대는 나무로 된 재질을 사용하도록 한다.

나. 전기장의 경우

측정하는 사람은 프로브 위치에서의 전자기장의 상당한 섭동을 피하기 위해 프로브로부터 충분히 떨어져야 한다.

이는 사람도 일종의 도체로, 대상 제품의 배경 전기장 환경보다 전기가 잘 흐르기 때문에 실제값보다 높게 측정될 수 있기 때문이다.

측정자가 측정 물체에 가까이 가지 않도록 하며 간섭이 적은 광섬유를 사용하는 Remote Control을 이용하여 측정한다. 특히, 전기장은 주위 환경에 민감하게 값이 변하므로, 외부 전자기장 영향이 없는 전자파 차폐실에서 측정하여야 한다.

3. 이동통신기지국 측정시 주의사항

근거리장에서와 달리 원거리장에서 전자기장의 세기를 측정하고자 할 때는 몇 가지 사항을 고려해야 한다.

우선, 측정하고자 하는 주파수 범위를 선정한다. 이동통신 서비스는 주파수 범위가 서로 다른 셀룰러와 PCS로 나뉘는 데, 셀룰러 기지국에서 송신하는 주파수 범위는 869 MHz ~ 894 MHz이고 PCS 기지국에서 송신하는 주파수 범위는 1840 MHz ~ 1870 MHz이다. 측정할 대상이 셀룰러 기지국에서 나오는 전자기장인지, PCS 기지국에서 나오는 전자기장인지를 정해야 한다.

측정할 기지국을 선정했으면, 측정 안테나를 그 기지국의 안테나 중심을 향하도록 설정해야 한다. 만일 안테나 방향이 다른 곳을 향하고 있다면 전자기장의 세기는 실제값과 다르게 나타날 수밖에 없다.

제3장 전자기장 측정

제1절 전자기장 측정 방법

1. 근거리장의 생활가전기기 전자파

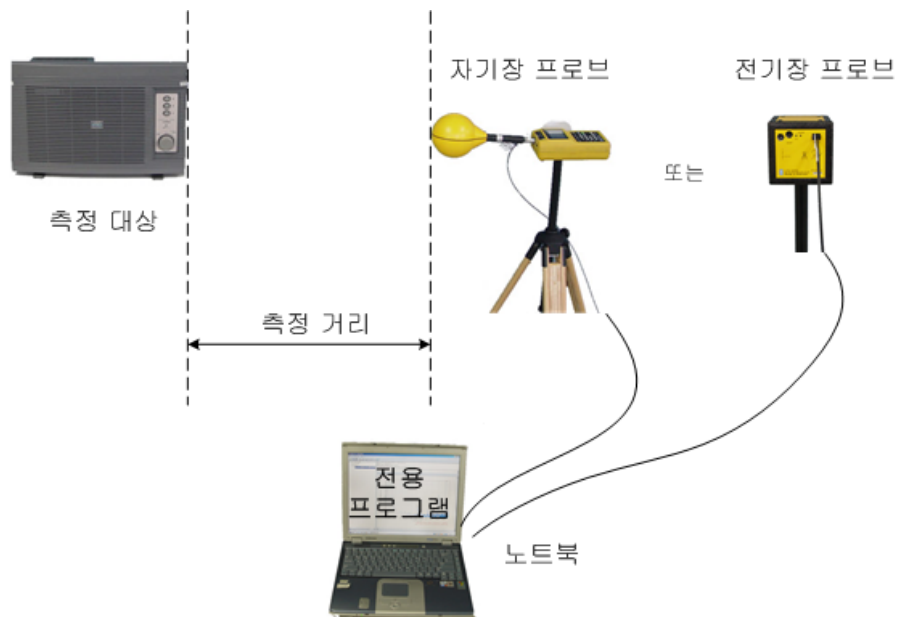


그림 3-1. 가전기기의 전자기장 측정 구성

그림 3-1에서 보는 바와 같이 측정 프로브를 나무삼각대에 고정하고 정해진 측정 거리를 두고 측정하였으며, 전자파 차폐실내에서 측정이 이루어졌다.

이번 실험에서는 대상 기기에 대해 16 가지의 상황일 때의 전자기장을 측정하였다. 대상 기기의 상태를 동작상태와 동작대기상태로 구분하고, 대상 기기에 바로 앞에서 측정하는 밀착거리와 측정거리만큼 떨어진 위치에서 측정하는 사용거리로 나뉘었으며, 대상 기기의 4 가지 방향(전면, 후면, 좌측면, 우측면)에서 각각 측정하였다.

여기서 말하는 동작대기상태는 대상 기기에 전원만 인가한 상태이며, 동작 상태는 대상 기기에 전원을 인가하고 실제로 동작시키는 상태를 말한다.

다음 표는 이번 시험에 적용된 측정 대상 기기의 측정 상황별 분류를 나타낸 것이다.

기기의 동작상태	대상 기기의 전면	밀착
		사용거리
	대상 기기의 후면	밀착
		사용거리
	대상 기기의 좌측면	밀착
		사용거리
	대상 기기의 우측면	밀착
		사용거리
기기의 동작대기상태	대상 기기의 전면	밀착
		사용거리
	대상 기기의 후면	밀착
		사용거리
	대상 기기의 좌측면	밀착
		사용거리
	대상 기기의 우측면	밀착
		사용거리

표 3-1. 대상 기기의 측정 상황별 분류

2. 원거리장의 이동통신기지국 전자파

이동통신기지국은 주로 빌딩이나 주택의 옥상에 설치되어 있으며 기지국의 송신안테나를 중심으로 향하도록 측정 안테나의 전면을 고정하고 측정 위치에 맞게 거리를 이격하면서 전자기장의 세기를 측정한다.

1999년 전자과학회에서 수행한 연구와 동일하게 측정기의 검파방식은 평균치 검파(셀룰러)이고, PCS는 최대치 검파로 하였다.



그림 3-2. 이동통신기지국의 전자기장 측정 구성

이동통신기지국에서 나오는 전자기장의 세기를 측정해보면, 기지국에 설치된 안테나와의 거리의 제곱에 반비례하여 급격하게 감소하는 것을 알 수 있다.

제2절 생활가전기기 측정

1. 측정 대상 기기 : 총 22개 품목 83대

가. 전기장판, TV, 모니터, 전기히터, 헤어드라이어, 전기면도기, 전자레인지, 공기청정기, 가습기, 스탠드, 오디오, 냉장고, VTR, DVD, 전기밥솥, 토스터, 믹서기, 식기건조기, 전기다리미, 진공청소기, 선풍기, PC본체

2. 대상기기별 시료수량 및 확보방법

가. 품목별로 제조업체를 조사하여 제조업체 수의 10%를 시료수량으로 하되 최소 2대부터 최대 6대를 선정

나. 시료는 전파연구소 자체 보유제품을 활용하며, 없는 경우 렌탈하거나 시

장에서 구입

품 목	제조업체	시료수량	소보유	구매	렌탈	품 목	제조업체	시료수량	소보유	구매	렌탈
오디오	40	4		4		가습기	39	4		4	
TV	27	3		1	2	다리미	46	5		5	
VTR	11	2		1	1	진공청소기	81	6		6	
DVD	58	6		4	2	스탠드	37	4	4		
전기밥솥	27	3		3		전기장판	34	3		3	
토스터	46	5		5		라디에이터	19	2	2		
믹서기	38	4		4		선풍기	61	6	4	2	
식기건조기	6	2		2		헤어드라이어	31	3	1	2	
냉장고	18	2			2	컴퓨터본체	55	5	5		
전자레인지	6	2		1	1	모니터	57	6	4	2	
전기면도기	18	2		2		공기청정기	66	4		4	
						총		83			

※ 본소 사용물품 : 6종 20대, 시장 구매 물품 : 18종 55대 렌탈 물품 : 5종 8대

표 3-2. 측정대상기기 수량

3. 측정 조건

전기장과 자기장을 측정하기 위해 적용하는 측정 조건은 아래 표와 같다.

대상 기기별 측정 거리와 동작 조건은 IEC TC 106/34 문서에서 정한 기준 거리를 따라 측정하였으며, 문서에 기록되어 있지 않은 전기제품일 경우는 일반적으로 일상생활에서 사용거리는 적용하여 측정하였다.

대상 기기	거리(cm)	동 작 조 건	비 고
오 디 오	100	정상적인 동작상태	
텔레비전	100	정상적인 동작상태	
냉 장 고	30	정상적인 동작상태	
V T R	100	정상적인 동작상태	
D V D	100	정상적인 동작상태	
전기밥솥	50	물을 절반채우고 뚜껑없이 최고온도	
토 스 터	50	무부하 최고온도	
믹 서 기	50	무부하 연속동작, 최대속도	
식기건조기	30	정상적인 동작상태	
전자레인지	30	물부하 20. C, 275ml를 넣고 정상적인동작 상태	
가습기	50	정상적인 동작상태	
전기다리미	50	정상적인 동작상태	
진공청소기	50	정상적인 동작상태	
스 탠 드	30	정상적인 동작상태	
전기장판	0	온도조절기는 조절범위의 중간위치	
라디에이터	100	정상적인 동작상태	
선 풍 기	50	최대 풍속으로 연속 동작상태	
헤어드라이어	30	최대 풍속으로 연속 동작상태	
전기면도기	0	무부하 연속 동작상태	
공기청정기	50	연속 동작상태	
PC 본체	50	정상적인 동작상태	
PC 모니터	50	정상적인 동작상태	

표 3-3. 대상 기기별 측정 거리와 동작 조건

4. 측정 장비

가. Electromagnetic Surver Meter(8718)

- 측정주파수대역 : 3kHz ~ 40GHz
- ISOTROPIC, ELECTRIC FIELD PROBE(8762D, 300kHz ~ 3GHz)
: 마이크로파의 전기장을 측정하기 위해 사용



그림 3-3. 전자기장 측정기

나. EM FIELD ANALYZER(EFA-300)

- 측정주파수대역 : 5Hz ~ 32kHz
- E-FIELD SENSOR : 전원주파수대의 전기장을 측정하는 데 사용



그림 3-4. 전기장 센서

- H-FIELD SENSOR : 전원주파수대의 자기장을 측정하는 데 사용



그림 3-5. 자기장 센서

제3절 이동통신기지국 측정

1. 측정 지역 선정

이번 연구에서는 전자파 인체보호기준연구와 3년간의 수탁 측정 업무를 통해 이동통신기지국의 전자기장 세기를 알아보았다.

먼저, 인체보호기준연구에서 수행한 측정은 이동통신업체(SKT, KFT, LGT)의 대표적인 기지국 및 중계기를 총 26 군데를 선정하였고, 일반인이 기지국 주변에 접근을 할 경우를 대비하여 접근이 가능한 몇 개의 지점을 정해 측정하였다.

다음, 2000년부터 2003년까지 전파환경조사 의뢰로 수행한 수탁 측정은 아파트 옥상에 설치된 이동통신기지국에 대한 전자파를 측정하는 것으로, 10 개 장소의 28 개 지점에서 측정이 이루어졌다.

2. 측정 장비

가. 스펙트럼 분석기(ESI26)

- 측정주파수 대역 : 20Hz ~ 26.5GHz
- 스펙트럼 분석기의 ESI-K1 프로그램을 이용하여 EMI 스펙트럼 분포도를 측정



그림 3-6. 주파수 스펙트럼 분석기

나. 대수주기 안테나(HL 223)

- 주파수 범위 : 200MHz ~ 1.3GHz
- 셀룰러 기지국의 주파수 범위에서 전자기장 세기를 측정

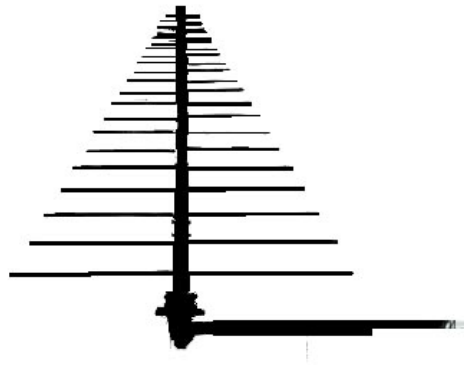


그림 3-7. 대수주기 안테나

다. 혼 안테나(3115)

- 주파수 범위 : 1GHz ~ 18GHz
- PCS 기지국의 주파수 범위에서 전자기장 세기를 측정



그림 3-8. 혼 안테나

제4절 전자파 인체보호기준

전자기장 측정 결과를 비교하기 위해서 사용되며, 다음 표는 일반인 및 직업인에 대한 정보통신부 고시 전자파인체보호기준의 전자파 강도 기준이다.

일반인 적용 기준					직업인 적용 기준				
주파수 범위	전기장강도 (V/m)	자기장강도 (A/m)	자속밀도 (μT)	전력밀도 (W/m ²)	주파수 범위	전기장강도 (V/m)	자기장강도 (A/m)	자속밀도 (μT)	전력밀도 (W/m ²)
1Hz이하	-	3.2×10^4	4×10^4	해당없음	1Hz이하	-	1.63×10^5	2×10^5	해당없음
1Hz이상~8Hz미만	10,000	$3.2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$		1Hz이상~8Hz미만	20,000	$1.63 \times 10^5/f^2$	$2 \times 10^5/f^2$	
8Hz이상~25Hz미만	10,000	4,000/f	5,000/f		8Hz이상~25Hz미만	20,000	$2 \times 10^4/f$	$2.5 \times 10^4/f$	
0.025kHz이상~0.8kHz미만	250/f	4/f	5/f		0.025kHz이상~0.82kHz미만	500/f	20/f	25/f	
0.8kHz이상~3kHz미만	250/f	5	6.25		0.82kHz이상~65kHz미만	610	24.4	30.7	
3kHz이상~150kHz미만	87	5	6.25		0.065MHz이상~1MHz미만	610	1.6/f	2.0/f	
0.15MHz이상~1MHz미만	87	0.73/f	0.92/f		1MHz이상~10MHz미만	610/f	1.6/f	2.0/f	
1MHz이상~10MHz미만	$87/f^{1/2}$	0.73/f	0.92/f		10MHz이상~400MHz미만	61	0.16	0.2	10
10MHz이상~400MHz미만	28	0.073	0.092	2	400MHz이상~2,000MHz미만	$3f^{1/2}$	$0.008f^{1/2}$	$0.01f^{1/2}$	f/40
400MHz이상~2,000MHz미만	$1.375f^{1/2}$	$0.0037f^{1/2}$	$0.0046f^{1/2}$	f/200	2GHz이상~3000GHz미만	137	0.36	0.45	50
2GHz이상~3000GHz미만	61	0.16	0.20	10					

표 3-4. 전자파 인체보호기준

일반인에 대한 전자파 인체보호기준을 통해 대표적인 몇 개 주파수의 인체 기준치를 살펴보면, 전원주파수인 60Hz 주파수 범위에서 전기장의 일반인 인체보호기준치는 4,166.67 V/m이고 자기장의 일반인 인체보호기준치는 66.66 A/m 혹은 83.33 μT이다.

셀룰러 기지국에서 사용하는 주파수 범위내의 880 MHz의 일반인 인체보호 기준치는 약 40.78 V/m이고, PCS 기지국에서 송신하는 주파수 범위내 1850 MHz의 일반인 인체보호기준치는 약 59.14 V/m 정도이다.

또한, 전자레인지에서 사용하는 2.54 GHz의 마이크로파에 대한 전기장의 인체보호기준치는 61 V/m이고 자기장의 인체보호기준치는 0.16 A/m이다.

제4장 전자기장 측정 결과

제1절 생활가전기기 측정 결과

1. 오디오

요즘 출시되는 오디오는 양쪽에 스피커가 기본으로 붙어서 출시되므로 4개의 제품 모두 완전 세팅상태에서 측정이 이루어졌다. 전자기장을 측정시 고려된 오디오의 방향은 다음과 같다.



그림 4-1. 전자기장 측정시 오디오의 측정 방향

밀착거리/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 117.89V/m, 자기장강도는 평균 0.624 μ T이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 121.77V/m, 자기장강도는 평균 2.128 μ T이다.

제품 사용거리(100cm)/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 4.32V/m, 자기장강도는 평균 0.008 μ T이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 4.65V/m, 자기장강도는 평균 0.035 μ T이다.

방향별로 살펴보면 밀착거리/동작대기상태에서 전기장강도는 제품마다 각각 다른 방향에서 높게 나타났으며, 자기장강도는 전면과 후면에서 높게 나타났

다. 밀착거리/동작상태에서 전기장강도와 자기장강도 역시 각 방향에서 골고루 나타났다.

제품 사용거리(100cm)/동작대기상태는 전기장강도가 전면과 후면에서 높게 나타났고, 자기장강도는 거의 배경자기장 수준으로 나타났다. 사용거리/동작상태에서도 마찬가지로 동작대기상태와 비슷한 전기장강도와 자기장강도가 나타났다.

4개 제품 중에서 가장 높게 나타난 전기장강도는 A제품으로 밀착거리/동작대기상태/전면 조건에서 최대값 153.77V/m을 가졌으며 일반인 전자파인체보호 기준치(4166.66V/m)의 3.69% 정도이다. 자기장강도는 D제품으로 밀착거리/동작상태/좌측면 조건에서 최대값 6.015μT를 가졌으며 일반인 전자파인체보호 기준치(83.33μT)의 7.22% 정도이다.

제품에 따라 전자기장이 방출되는 방향은 일정하지 않지만 대개 전면과 후면에서 방사되는 것을 알 수 있다. 밀착시와 사용거리간의 전기장강도는 최대 30배의 차이가 나타났고, 자기장강도는 최대 50배의 차이가 나타났다. 사용거리에서의 자기장강도는 배경자기장과 거의 같은 수치로 나왔으며, 전기장강도도 현저하게 떨어졌다.

참고로 각 제품의 소비전력은 A제품 40W, B제품은 70W, C제품은 20W, D제품은 100W이다.

오디오 전계강도(V/m)	밀착		100cm	
	동작대기	동작	동작대기	동작
피측정장비				
A	153.77	150.71	4.846	5.08
B	102.43	105.81	4.237	4.6385
C	110.96	109.66	3.0858	3.554
D	104.41	120.91	5.1496	5.3599
평균값	117.8925	121.7725	4.3296	4.6581
표준편차	20.95305	17.60423866	0.789728143	0.687376138
최대값	153.77	150.71	5.1496	5.3599
최소값	102.43	105.81	3.0858	3.554

오디오 자계강도(μT)	밀착		100cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	0.62535	0.76898	0.0068672	0.0069157
B	0.50816	0.61135	0.0072112	0.012132
C	0.5619	1.1158	0.01101	0.011276
D	0.80185	6.0162	0.0087995	0.11107
평균값	0.624315	2.1280825	0.008471975	0.03535
표준편차	0.110575047	2.252210616	0.001636589	0.04376
최대값	0.80185	6.0162	0.01101	0.11107
최소값	0.50816	0.61135	0.0068672	0.0069157

표 4-1. 오디오의 전자기장 측정 강도

2. 선풍기

가정에서 주로 쓰이는 스탠드형, 벽걸이형에 이어 업소에서 사용하는 대형 선풍기도 측정하였고, 동작상태의 세기는 ‘강’으로 선택하였다. 전자기장을 측정시 고려된 선풍기의 방향은 다음과 같다.

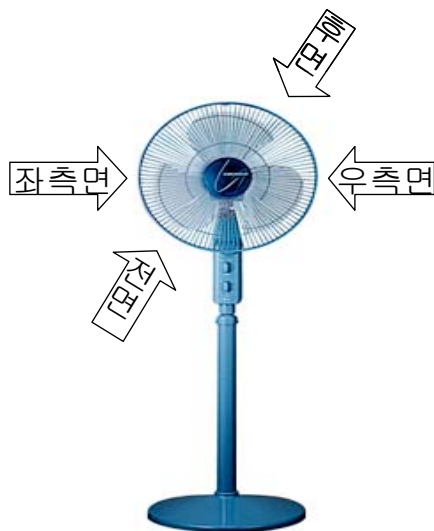


그림 4-2. 전자기장 측정시 선풍기의 측정 방향

밀착거리/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 518.00V/m, 자기장강도는 평균 0.012 μT 이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 341.11V/m, 자기장강도는 평균 10.87 μT 이다.

제품 사용거리(50cm)/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 30.77V/m, 자기장강도는 평균 0.054 μ T이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 20.46V/m, 자기장강도는 평균 0.571 μ T이다.

방향별로 살펴보면 밀착거리/동작대기상태에서 전기장강도는 대체로 후면에서 높게 나왔으며, 자기장강도는 거의 배경자기장 수준으로 나타났다. 밀착거리/동작상태에서 전기장강도는 우측면에서 높게 나타났으며 전면의 수치가 높아졌다. 자기장강도는 후면에서 높게 나타났다.

제품 사용거리(50cm)/동작대기상태에서 전기장강도는 전 방향에서 골고루 나타났으며, 사용거리/동작상태에서도 동작대기상태와 비슷하게 나타났다.

6개 제품 중에서 가장 높게 나타난 전기장강도는 B제품으로 밀착거리/동작대기상태/후면 조건에서 최대값 635.91V/m을 가졌으며 일반인 전자파인체보호 기준치(4166.66V/m)의 15.26% 정도이다. 자기장강도는 E제품으로 밀착거리/동작상태/좌측면 조건에서 최대값 56.733 μ T를 가졌으며 일반인 전자파인체보호 기준치(83.33 μ T)의 68.08% 정도이다.

E제품(벽걸이형) 좌·우측면의 자기장수치는 다른 선풍기의 모든 측면에 비해 최대 200배 높은 것이지만 사용거리에서는 300배로 떨어졌으며, 나머지 제품의 자기장강도는 사용거리와 동작여부에 상관없이 거의 배경자기장 수준으로 나타나 선풍기의 종류에 따라 큰 차이가 있음을 알 수 있다. 사용거리의 전기장강도의 최대값은 밀착시의 최대값보다 최대 37배로 떨어졌다.

선풍기는 전면에서 거리를 두고 주로 사용하는 제품이므로 이 실험을 통해 전면부의 전기장 및 자기장강도가 다른 방향보다 현저하게 낮게 나타났다.

참고로 A제품은 스탠드형, B제품은 스탠드형, C제품은 탁상용, D제품은 스탠드형, E제품은 벽걸이형, F제품은 업소용 선풍기이다.

선풍기 전계강도(V/m)	밀착		50cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	567.53	422.76	33.75	34.523
B	635.91	256.26	17.709	12.67
C	316.44	179.66	44.166	30.047
D	445.82	323.48	47.963	20.203
E	535.58	277.13	23.352	7.1185
F	606.74	587.41	17.691	18.237
평균값	518.0033333	341.1166667	30.77183333	20.46641667
표준편차	108.3022152	132.2877511	12.11479213	9.428377301
최대값	635.91	587.41	47.963	34.523
최소값	316.44	179.66	17.691	7.1185

선풍기 자기계강도(μ T)	밀착		50cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	0.014794	0.52162	0.26217	0.024226
B	0.01407	0.024395	0.014395	3.0905
C	0.01393	0.39084	0.017293	0.016141
D	0.015203	0.46226	0.015576	0.020975
E	0.00567	56.734	0.00599	0.25724
F	0.01093	7.0922	0.00946	0.01854
평균값	0.01243	10.87089	0.05415	0.57127
표준편차	0.00332	20.65845	0.09311	1.12996
최대값	0.015203	56.734	0.26217	3.0905
최소값	0.00567	0.024395	0.00599	0.016141

표 4-2. 선풍기의 전자기장 측정 강도

3. 전기면도기

최근에 출시된 2헤드, 3헤드 면도기를 완전충전 상태에서 측정이 이루어졌다. 전자기장을 측정시 고려된 면도기의 방향은 다음과 같다.



그림 4-3. 전자기장 측정시 면도기의 측정 방향

밀착(사용)거리/동작대기상태의 전기장강도는 평균 61.55V/m, 자기장강도는 평균 0.007 μ T이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 26.65V/m, 자기장강도는 평균 0.548 μ T이다.

방향별로 살펴보면 밀착(사용)거리/동작대기상태에서 전기장강도는 후면과 좌측면에서 높게 나타났으며, 자기장강도는 거의 배경자기장 수준으로 나타났다. 동작상태에서 전기장강도 역시 후면과 좌측면에서 높게 나타났으며, 자기장강도는 좌측과 우측면에서 높게 나타났다.

2개 제품 중에서 가장 높게 나타난 전기장강도는 A제품으로 밀착거리/동작 대기상태/후면 조건에서 최대값 74.612V/m을 가졌으며 일반인 전자파인체보호 기준치(4166.66V/m)의 1.79% 정도이다. 자기장강도는 A제품이 동작상태/우측면에서 나타난 최고 0.616 μ T(545.85Hz)는 전자파인체보호 기준치(9.15 μ T)의 6.73%이고 B제품은 좌측면에서 나타난 최고 0.47885 μ T(705.50Hz)은 인체 보호기준치(7.1 μ T)의 6.74%로 높게 나타났다

면도기는 내부충전기를 사용하므로 동작대기상태에서 오히려 전기장이 높게 나타났다. 동작상태에서 자기장강도가 약간 상승하긴 하였으나 거의 미약한 수준이었다.

참고로 A제품은 2헤드, B제품은 3헤드를 각각 측정하였다.

전기면도기 전계강도(V/m)	밀착		전기면도기 자계강도(μ T)	밀착	
피측정장비	동작대기	동작	피측정장비	동작대기	동작
A	74.612	3.8147	A	0.0087467	0.61725
B	48.489	49.498	B	0.0063939	0.47885
평균값	61.5505	26.65635	평균값	0.0075703	0.54805
표준편차	13.0615	22.84165	표준편차	0.0011764	0.0692
최대값	74.612	49.498	최대값	0.0087467	0.61725
최소값	48.489	3.8147	최소값	0.0063939	0.47885

표 4-3. 전기면도기의 전자기장 측정 강도

4. 전기스탠드

일반적으로 많이 쓰인 3파장 램프의 스탠드를 선정하여 스위치가 있는 부위를 전면으로 하여 측정하였다. 전자기장을 측정시 고려된 스탠드의 방향은 다음과 같다.



그림 4-4. 전자기장 측정시 스탠드의 측정 방향

밀착거리/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 228.255V/m , 자기장강도는 평균 $0.021\mu\text{T}$ 이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 201.275V/m , 자기장강도는 평균 $0.128\mu\text{T}$ 이다.

제품 사용거리(30cm)/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 30.942V/m , 자기장강도는 평균 $0.014\mu\text{T}$ 이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 26.023V/m , 자기장강도는 평균 $0.015\mu\text{T}$ 이다.

방향별로 살펴보면 밀착거리/동작대기상태에서 전기장강도는 후면과 좌측면에서 높게 나타났으며, 자기장강도는 거의 배경자기장 수준으로 나타났다. 동작상태에서 전기장강도도 후면과 좌측면에서, 자기장강도는 전면을 제외한 다른 면에서 높게 나타났다.

제품 사용거리(30cm)에서 동작대기상태는 전기장강도는 우측면과 좌측면에서 높게 나타났고 자기장강도는 거의 배경자기장 수준으로 나타났다. 동작상태에서 전기장강도는 전면에서만 낮게 나타났고, 자기장강도는 전 방향에서 골고루 나타났다.

4개 제품 중에서 가장 높게 나타난 전기장강도는 A제품으로 밀착거리/동작 대기상태/좌측면 조건에서 최대값 270.76V/m을 가졌으며 일반인 전자파인체 보호 기준치(4166.66V/m)의 6.49% 정도이다. 자기장강도는 동일 제품으로 밀착거리/동작상태/좌측면 조건에서 최대값 0.378μT를 가졌으며 일반인 전자파인체보호 기준치(83.33μT)의 0.45% 정도이다.

사용거리에 상관없이 스탠드의 전면에서 나오는 전기장은 다른 측면에서의 측정값보다 현저하게 낮았으며, 자기장은 밀착/동작/좌측의 경우만을 제외하고 밀착여부에 상관없이 배경 자기장과 같은 크기로 나타났다.

스탠드 내부에 장착된 트랜스로 인해 밀착거리/동작상태에서 나타난 60Hz 이의 전기장강도(최고 269.89V/m)는 인체보호기준치(120Hz, 2083.3V/m)의 12.75%로 높게 나타났다.

전기스탠드 전계강도(V/m)	밀착		30cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	270.76	269.89	29.086	29.111
B	242.9	218.16	33.064	24.385
C	154.42	146.1	23.812	26.2
D	244.94	170.95	37.809	24.399
평균값	228.255	201.275	30.94275	26.02375
표준편차	44.02030071	47.32073462	5.146362957	1.929215563
최대값	270.76	269.89	37.809	29.111
최소값	154.42	146.1	23.812	24.385

전기스탠드 자기장강도(μT)	밀착		30cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	0.042284	0.37992	0.014495	0.018384
B	0.014572	0.034994	0.015257	0.014641
C	0.014258	0.038519	0.014529	0.014368
D	0.014029	0.059744	0.013973	0.015075
평균값	0.02128575	0.12829425	0.0145635	0.01562
표준편차	0.012124878	0.145584329	0.000457033	0.001625
최대값	0.042284	0.37992	0.015257	0.018384
최소값	0.014029	0.034994	0.013973	0.014368

표 4-4. 스탠드의 전자기장 측정 강도

5. 냉장고

냉장고는 일반가정에서 매일 24시간 켜놓고 사용하며 별도의 전원스위치가 없는 가전제품이다. 따라서 냉장고의 압축기가 동작하여 ‘윙’거리는 소리가 나고 냉동·냉장 기능이 작동할 때를 동작상태로 하고, 압축기가 동작하지 않고 있는 상태를 동작대기상태로 하여 측정하였다. 전자기장을 측정시 고려된 냉장고의 방향은 다음과 같다.



그림 4-5. 전자기장 측정시 냉장고의 측정 방향

밀착거리/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 328.26V/m , 자기장강도는 평균 $0.065\mu\text{T}$ 이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 331.745V/m , 자기장강도는 평균 $7.87\mu\text{T}$ 이다.

사용거리(30cm)/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 263.76V/m , 자기장강도는 평균 $0.025\mu\text{T}$ 이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 138.66V/m , 자기장강도는 평균 $0.636\mu\text{T}$ 이다.

방향별로 살펴보면 밀착거리에서 동작대기상태와 동작상태 모두 전기장강도는 전 방향에서 높게 나타났고, 자기장강도는 거의 배경자기장 수준 이었

으나 한 제품에서 후면에서만 높게 나타났다.

제품 사용거리(30cm)에서 동작대기상태와 동작상태도 위와 마찬가지로 나타났다.

2개 제품 중에서 가장 높게 나타난 전기장강도는 B제품으로 30cm거리/동작 대기상태/우측면 조건에서 최대값 389.63V/m을 가졌으며 일반인 전자파인체 보호 기준치(4166.66V/m)의 9.35% 정도이다. 자기장강도는 A제품으로 밀착 거리/동작상태/후면 조건에서 최대값 14.682 μ T를 가졌으며 일반인 전자파인 체보호 기준치(83.33 μ T)의 17.62% 정도이다.

사용거리를 두었을 경우, 밀착시의 전기장강도보다 최대 2.3배 낮게 나타났 으며, 대부분의 자기장강도는 밀착여부에 상관없이 배경 자기장에 가깝게 나 타나 자기장의 영향이 거의 없음을 알 수 있었다. 다만, 밀착거리/동작상태/ 후면에서만 자기장강도가 높게 나타났다.

참고로 A제품은 514리터, B제품은 460리터의 용량을 가진 냉장고이며 B제 품의 전기장강도가 높게 나타나 냉장고의 용량의 크기가 전기장강도에는 큰 영향이 미치지 않았다.

냉장고 전계강도(V/m)	밀착		30cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	301.2	326.72	137.89	141
B	355.32	336.77	389.63	136.32
평균값	328.26	331.745	263.76	138.66
표준편차	27.06	5.025	125.87	2.34
최대값	355.32	336.77	389.63	141
최소값	301.2	326.72	137.89	136.32

냉장고 자계강도(μT)	밀착		30cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	0.00778	14.683	0.02507	0.7819
B	0.12336	1.0589	0.02568	0.49174
평균값	0.06557	7.87095	0.025375	0.63682
표준편차	0.05779	6.81205	0.000305	0.14508
최대값	0.12336	14.683	0.02568	0.7819
최소값	0.00778	1.0589	0.02507	0.49174

표 4-5. 냉장고의 전자기장 측정 강도

6. DVD

국내에 많이 출시되어 사용 중에 있는 국내제품 2점과 국외제품 4점을 선정해 측정이 이루어졌으며, 전자기장을 측정시 고려된 DVD 플레이어의 방향은 다음과 같다.



그림 4-6. 전자기장 측정시 DVD의 측정 방향

밀착거리/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 820.60V/m, 자기장강도는 평균 0.023 μT 이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 722.40V/m, 자기장강도는 평균 0.051 μT 이다.

제품 사용거리(100cm)/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 7.35V/m, 자기장강도는 평균 0.019 μT 이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 6.42V/m, 자기장강도는 평균 0.025 μT 이었다.

방향별로 살펴보면 밀착거리/동작대기상태는 전기장강도는 좌>우>후>전 순서로 높게 나타났으며, 자기장강도는 배경자기장과 거의 같은 수치로 나타

났다. 동작상태에서 전기장강도도 위와 마찬가지로 좌>우>후>전 순으로 나타났으며, 자기장강도는 동작대기상태와 마찬가지로 수준이었다.

제품 사용거리(100cm)/동작대기상태는 전기장강도는 후면에서 약간 높게 나타났으나 거의 비슷한 수치였고, 동작상태에서 전기장강도 역시 후면에서 약간 높게 나타났고 그 수치들은 비슷하였다. 자기장강도는 동작상태/동작대기상태 모두 배경자기장 수준으로 나타났다.

6개 제품 중에서 가장 높게 나타난 전기장강도는 F제품으로 밀착거리/동작상태/우측면 조건에서 최대값 1615V/m을 가졌으며 일반인 전자파인체보호기준치(4166.66V/m)의 38.76% 정도이다. 자기장강도는 A제품으로 밀착거리/동작상태/좌측면 조건에서 최대값 0.08μT를 가졌으며 일반인 전자파인체보호기준치(83.33μT)의 0.09% 정도이다.

6개 제품의 자기장강도는 모두 배경자기장 수준으로 나타났지만 전기장강도는 제품별로 다양한 값으로 높게 나타났다. 동일한 조건(밀착/동작/우측)에서도 F제품은 1615 V/m이 나타났지만, B제품은 333.06 V/m으로 나타나 제품에 따라 큰 차이를 보였고, 사용거리에서의 최대값은 100배 이상 줄어들었다

DVD 전계강도(V/m)	밀착		100cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	338.06	362.57	3.0257	3.2565
B	1041.3	333.06	8.6187	3.6976
C	339.16	340.7	3.025	2.9739
D	130.21	139.99	1.6147	1.6662
E	1509.3	1543.1	13.837	13.377
F	1565.6	1615	14.009	13.552
평균값	820.605	722.40333	7.35502	6.42053
표준편차	580.13057	610.49745	5.13699	5.01927
최대값	1565.6	1615	14.009	13.552
최소값	130.21	139.99	1.6147	1.6662

DVD 자계강도(μT)	밀착		100cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	0.00607	0.08018	0.00678	0.00549
B	0.00763	0.0342	0.00792	0.00723
C	0.02673	0.03414	0.00808	0.00834
D	0.01691	0.05458	0.00725	0.00883
E	0.03601	0.03632	0.04583	0.05718
F	0.04905	0.06722	0.04347	0.06529
평균값	0.02373	0.05111	0.01989	0.02539
표준편차	0.01538	0.01784	0.01753	0.02547
최대값	0.04905	0.08018	0.04583	0.06529
최소값	0.00607	0.03414	0.00678	0.00549

표 4-6. DVD의 전자기장 측정 강도

7. VTR

VTR 기능만 있는 제품 가운데 6 헤드를 채용한 2개의 제품을 측정하였고, 전자기장을 측정시 고려된 VTR의 방향은 다음과 같다.

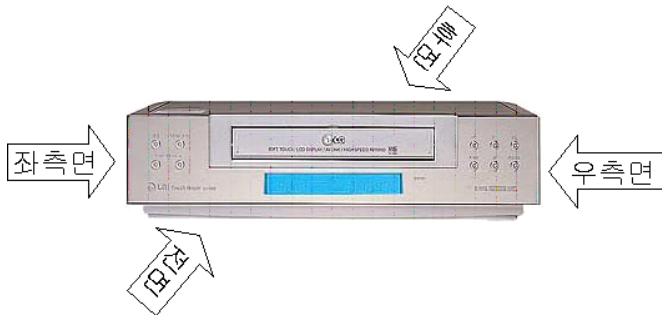


그림 4-7. 전자기장 측정시 VTR의 측정 방향

밀착거리/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 713.88V/m, 자기장강도는 평균 0.021 μT 이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 897.80V/m, 자기장강도는 평균 0.069 μT 이다.

제품 사용거리(100cm)/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 9.48V/m, 자기장강도는 평균 0.028 μT 이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 9.41V/m, 자기장강도는 평균 0.023 μT 이다.

방향별로 살펴보면 밀착거리(동작대기상태/동작상태)에서 A제품의 전기장강도는 후면에서 높게 나왔지만 B제품은 전면에서 높게 나타났다.

제품 사용거리(100cm)에서 전기장강도는 전 방향에서 골고루 나타났으며 자기장은 배경자기장 수준이었다.

2개 제품 중에서 가장 높게 나타난 전기장강도는 B제품으로 밀착거리/동작상태/전면 조건에서 최대값 1241V/m을 가졌으며 일반인 전자파인체보호 기준치(4166.66V/m)의 29.78% 정도이다. 각 방향의 자기장강도는 밀착여부와 동작여부에 상관없이 배경자기장과 비슷한 크기로 나타났다.

사용거리에서의 전기장강도는 밀착시보다 최대 90배 가까이 낮게 측정되었으며, 두 제품의 각 방향에서의 전기장강도는 상당한 값의 차이가 보여 제품에 따라 크게 달라지는 것을 알 수 있었다.

VTR 전계강도(V/m)	밀착		100cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	370.57	554.61	4.9813	4.9203
B	1057.2	1241	13.991	13.916
평균값	713.885	897.805	9.48615	9.41815
표준편차	343.315	343.195	4.50485	4.49785
최대값	1057.2	1241	13.991	13.916
최소값	370.57	554.61	4.9813	4.9203

VTR 자기장강도(μT)	밀착		100cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	0.0061	0.08105	0.0060312	0.0065499
B	0.03604	0.05824	0.050953	0.040127
평균값	0.02107	0.069645	0.0284921	0.02333845
표준편차	0.01497	0.011405	0.0224609	0.01678855
최대값	0.03604	0.08105	0.050953	0.040127
최소값	0.0061	0.05824	0.0060312	0.0065499

표 4-7. VTR의 전자기장 측정 강도

8. 전기장판

전기장판의 전자기장을 측정할 때는 전면과 후면 두 부분만 측정하였으며, 위로 올라오는 부분을 전면으로, 바닥에 깔리는 부분을 후면으로 정했다.

밀착거리(사용거리)/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 827.9V/m, 자기장강도는 평균 0.003 μ T이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 467.29V/m, 자기장강도는 평균 0.744 μ T이다.

밀착거리(사용거리)/동작대기상태에서 제품에 따라 전기장강도가 각각 다르게 나타났고, 자기장강도는 거의 배경자기장 수준으로 나타났다. 동작상태에서 전기장강도는 제품에 따라 달랐으며, 자기장강도는 후면이 높게 나타났다.

3개 제품 중에서 가장 높게 나타난 전기장강도는 C제품으로 밀착거리(사용거리)/동작대기상태/전면 조건에서 최대값 1155.3V/m을 가졌으며 일반인 전자파인체보호 기준치(4166.66V/m)의 27.72% 정도이고, 자기장강도는 A제품으로 밀착거리(사용거리)/동작상태/후면 조건에서 최대값 0.825 μ T를 가졌으며 일반인 전자파인체보호 기준치(83.33 μ T)의 0.99% 정도이다.

다른 가전제품의 경우와 비교해보면, 동작대기상태의 전기장강도는 동작상태보다 크게 떨어지지 않았다. 이는 작동을 시키지 않고 전원이 공급되어 있는 상태에서도 많은 전기장이 나타났다는 것을 알 수 있었다.

전기장판 전계강도(V/m)	밀착		전기장판 자기장강도(μ T)	밀착	
피측정장비	동작대기	동작	피측정장비	동작대기	동작
A	698.79	206.82	A	0.00074934	0.82509
B	629.62	479.25	B	0.0056447	0.68576
C	1155.3	715.8	C	0.0050175	0.72238
평균값	827.9033333	467.29	평균값	0.003803847	0.74441
표준편차	468.7477429	207.9622422	표준편차	0.4170619	0.058975718
최대값	1155.3	715.8	최대값	0.0056447	0.82509
최소값	629.62	206.82	최소값	0.00074934	0.68576

표 4-8. 전기장판의 전자기장 측정 강도

9. TV

TV의 동작상태는 정규 방송 화면이 나오는 상태를 동작상태로 선정하였다. 전자기장을 측정시 고려된 TV의 방향은 다음과 같다.



그림 4-8. 전자기장 측정시 TV의 측정 방향

밀착거리/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 249.25V/m, 자기장강도는 평균 0.012 μ T이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 893.97V/m, 자기장 강도는 평균 4.657 μ T이다.

제품 사용거리(100cm)/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 19.50V/m, 자기장강도는 평균 0.015 μ T이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 27.00V/m, 자기장강도는 평균 0.071 μ T이다.

방향별로 살펴보면 밀착거리/동작대기상태는 전기장강도는 제품에 따라 다르게 나타났고, 자기장강도는 거의 배경자기장 수준이었다. 동작상태에서 전기장강도는 전면에서 높게 나타났으며, 자기장강도는 제품에 따라 양의 차이는 있지만 후면에서 높게 나타났다.

제품 사용거리(100cm)에서 동작대기상태는 전기장강도는 전>좌>우>후, 자기장강도는 거의 배경자기장 수준이었다, 동작상태에서 전기장강도는 전>좌>후>우전, 자기장강도는 거의 배경자기장 수준으로 나타났다

3개 제품 중에서 가장 높게 나타난 전기장강도는 C제품으로 밀착거리/동작상태/전면 조건에서 최대값 1421.9V/m을 가졌으며 일반인 전자파인체보호기준치(4166.66V/m)의 34.12% 정도이다. 자기장강도는 B제품으로 밀착거리/동작상태/후면 조건에서 최대값 7.331 μ T를 가졌으며 일반인 전자파인체보호기준치(83.33 μ T)의 8.79% 정도이다.

동일한 조건(밀착/동작/전면)에서도 전기장강도는 제품에 따라 방사되는 특성(방향, 양)에 큰 차이를 보였다. 동작상태에서 C제품의 전기장이 높게 나타났으며, 동작대기상태에서도 B제품은 493.66V/m의 상당한 세기를 나타냈다. 화면의 두께가 얇은 A제품의 전기장강도는 밀착시 다른 제품보다 낮게 나타났지만, 사용거리에서는 오히려 약간 높게 나타났다.

밀착하여 측정한 자기장강도가 특별하게 높지는 않았지만, TV와 일정거리를 두고 있으면 자기장강도는 무시할 정도의 매우 낮은 수치임을 알 수 있었다.

참고로 A제품은 49인치 프로젝션 TV, B제품은 25인치, C제품은 29인치 완전평면 TV이다.

TV 전계강도(V/m)	밀착		100cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	231.44	228.03	30.469	34.654
B	493.66	1032	24.431	25.218
C	22.675	1421.9	3.6232	21.14
평균값	249.2583333	893.9766667	19.50773333	27.004
표준편차	843.1439436	497.0709035	16.6380923	5.659764188
최대값	493.66	1421.9	30.469	34.654
최소값	22.675	228.03	3.6232	21.14

TV 자기계강도(μT)	밀착		100cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	0.017894	0.061421	0.025015	0.013404
B	0.014069	7.3317	0.016752	0.10823
C	0.0062012	6.5805	0.0061786	0.092554
평균값	0.0127214	4.657873667	0.015981867	0.071396
표준편차	3.7992549	3.264619242	0.0538713	0.041502918
최대값	0.017894	7.3317	0.025015	0.10823
최소값	0.0062012	0.061421	0.0061786	0.013404

표 4-9. TV의 전자기장 측정 강도

10. 믹서기

사용자가 조작하는 스위치가 있는 부분을 전면으로 선정하였고 동작상태는 아무것도 넣지 않은 상태에서 ‘강’으로 동작시킨 상태를 말하는 것이다. 전자기장을 측정시 고려된 믹서기의 방향은 다음과 같다.



그림 4-9. 전자기장 측정시 믹서기의 측정 방향

밀착거리/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 361.96V/m, 자기장강도는 평균 0.013 μ T이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 356.38V/m, 자기장강도는 평균 27.153 μ T이다.

제품 사용거리(50cm)/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 9.60V/m, 자기장강도는 평균 0.013 μ T이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 7.53V/m, 자기장강도는 평균 0.285 μ T이다.

방향별로 살펴보면 밀착거리/동작대기상태에서 전기장강도는 제품에 따라 차이가 있지만 좌측면, 후면, 우측면에서 많이 나왔고, 자기장강도는 배경자기장 수준으로 나타났다. 동작상태에서 전기장강도는 주로 전면과 우측면에서 많이 나타났고, 자기장강도는 제품에 따라 전·후면 내지 좌·우측면에서 나타났다.

제품 사용거리(50cm)에서 동작대기상태/동작상태 모두 전기장강도는 전 방향에 걸쳐 골고루 나타났으며, 자기장강도는 배경자기장에 가까운 수치로 나타났다.

4개 제품 중에서 가장 높게 나타난 전기장강도는 B제품으로 밀착거리/동작대기상태/좌측면 조건에서 최대값 395.44V/m을 가졌으며 일반인 전자파인체보호 기준치(4166.66V/m)의 9.49% 정도이다. 자기장강도는 동일 제품으로 밀착거리/동작상태/후면 조건에서 최대값 49.627 μ T를 가졌으며 일반인 전자파인체보호 기준치(83.33 μ T)의 59.55% 정도이다.

전원스위치를 ON하거나 OFF하건 간에 전원코드가 인가된 상태에서는 30배 이상 크기의 전기장이 나타났으며, 동작상태에서 자기장강도도 100배 이상 매우 높게 나타났다.

밀착거리/동작상태일 때의 자기장강도를 제품별로 비교하면, A와 B제품은 후면에서 각각 18.087 μ T, 49.628 μ T로 높게 나타났고 C와 D제품은 좌·우측면에서 각각 25.544 μ T, 15.359 μ T로 높게 나타났다. B제품의 자기장강도는 다른 제품의 동일한 방향에서 최고 7 배 이상 높은 수치였다.

믹서기 전계강도(V/m)	밀착		50cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	375.05	389.19	8.923	7.964
B	395.44	323.79	8.584	10.582
C	295.35	341.34	10.407	5.0391
D	382.01	371.22	10.515	6.5677
평균값	361.9625	356.385	9.60725	7.5382
표준편차	39.15084	25.42160	0.86297	2.03920
최대값	395.44	389.19	10.515	10.582
최소값	295.35	323.79	8.584	5.0391

믹서기 자기장도(μ T)	밀착		50cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	0.012282	18.087	0.012404	0.20465
B	0.014778	49.628	0.016025	0.46685
C	0.016117	25.544	0.014484	0.33238
D	0.012121	15.359	0.013824	0.13651
평균값	0.01382	27.15450	0.01418	0.28510
표준편차	0.00169	13.50005	0.00130	0.12631
최대값	0.016117	49.628	0.016025	0.46685
최소값	0.012121	15.359	0.012404	0.13651

표 4-10. 믹서기의 전자기장 측정 강도

11. 전기다리미

전기다리미의 동작상태는 최대한 높게 켜놓고 충분히 가열된 상태로 하였으며 동작대기상태는 전원코드만 꽂아놓은 상태로 측정하였다. 전자기장을 측정시 고려된 다리미의 방향은 다음과 같다.



그림 4-10. 전자기장 측정시 다리미의 측정 방향

밀착거리/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 658.62V/m, 자기장강도는 평균 0.011 μ T이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 555.99V/m, 자기장강도는 평균 4.077 μ T이다.

제품 사용거리(50cm)/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 21.52V/m, 자기장강도는 평균 0.011 μ T이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 106.76V/m, 자기장강도는 평균 0.034 μ T이다.

방향별로 살펴보면 밀착거리/동작대기상태는 전기장강도는 전면(즉, 바닥)부분에서 높게 나타났으며, 자기장강도는 거의 나타나지 않았다. 동작상태에서 전기장강도는 전>우>좌>후 순서로 높게 나타났으며, 자기장강도도 마찬가지로 나타났다.

제품 사용거리(50cm)에서 동작대기상태는 전기장강도는 전 방향에서 나타났으며, 동작상태에서 전기장강도는 제품에 따라 각각 다르게 나타났다. 자기장강도는 배경자기장과 거의 비슷한 수치로 나타났다.

5개 제품 중에서 가장 높게 나타난 전기장강도는 C제품으로 밀착거리/동작대기상태/전면 조건에서 최대값 881.71V/m을 가졌으며 일반인 전자파인체보호 기준치(4166.66V/m)의 21.16% 정도이다. 자기장강도는 동일제품에서 밀착거리/동작상태/전면 조건에서 최대값 5.416 μ T를 가졌으며 일반인 전자파인체보호 기준치(83.33 μ T)의 6.50% 정도이다.

밀착거리에서 동작여부에 상관없이 전기장이 높게 나타났는데, 특히 동작대기상태에서 오히려 높게 나타난 제품이 대부분이었다. 또한 전기다리미는 철로 된 바닥부분에서 전기장강도가 높은 것을 알 수 있었다. 사용거리를 떨어져 측정한 결과 A제품의 전기장강도가 밀착거리에서와 거의 동일하게 높게 나타나 제품에 따라 전자기장 방사특성이 다르다는 것을 알 수 있었다.

자기장은 밀착거리/동작상태에서만 나타났으며 다른 경우에는 거의 배경자기장 수준이었다.

참고로 A제품은 일반유선(2000W), B제품은 스팀유선(1200W), C제품은 일반유선(700W), D제품은 일반유선(450W), E제품은 유무선(1650W)이다.

전기다리미 전계강도(V/m)	밀착		50cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	593.53	450.84	10.709	356.86
B	596.52	445.28	7.2929	8.2497
C	881.71	688.63	48.531	77.763
D	781.41	632.95	32.245	47.879
E	439.95	562.28	8.8471	43.078
평균값	658.624	555.99600	21.52500	106.76594
표준편차	69.49999	96.81839	16.27581	126.97833
최대값	881.71	688.63	48.531	356.86
최소값	439.95	445.28	7.2929	8.2497

전기다리미 자기장도(μT)	밀착		50cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	0.011945	5.3712	0.01287	0.048716
B	0.0078412	2.5409	0.0079383	0.027149
C	0.012384	5.417	0.012573	0.037428
D	0.011244	3.5412	0.011938	0.022832
E	0.013349	3.5177	0.012524	0.03584
평균값	0.01135264	4.07760	0.01157	0.03439
표준편차	0.00084	1.13402	0.00184	0.00897
최대값	0.013349	5.417	0.01287	0.048716
최소값	0.0078412	2.5409	0.0079383	0.022832

표 4-11. 다리미의 전자기장 측정 강도

12. 식기건조기

식기건조기 내부에는 그릇을 두지 않은 상태에서 측정하였으며 ‘강’으로 설정하여 동작상태로 하였다. 전자기장을 측정시 고려된 식기건조기의 방향은 다음과 같다.



그림 4-11. 전자기장 측정시 식기건조기의 측정 방향

밀착거리/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 180.05V/m , 자기장강도는 평균 $0.006\mu\text{T}$ 이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 162.91V/m , 자기장강도는 평균 $13.812\mu\text{T}$ 이다.

제품 사용거리(30cm)/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 28.60V/m , 자기장강도는 평균 $0.007\mu\text{T}$ 이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 27.86V/m , 자기장강도는 평균 $0.989\mu\text{T}$ 이다.

방향별로 살펴보면 밀착거리/동작대기상태는 전기장강도는 우측면과 후면에서 높게 나타났으며, 자기장강도는 배경자기장 수준으로 낮게 나타났다. 동작상태에서 전기장강도는 제품에 따라 각 다른 방향에서 높게 나타났고, 자기장강도는 우측면과 후면에서 높게 나타났다.

제품 사용거리(30cm)에서 동작대기상태/동작상태 모두 전기장강도는 각 방향에서 골고루 나타났으며, 자기장강도는 동작상태에서 약간 높게 나타났다.

2개 제품 중에서 가장 높게 나타난 전기장강도는 B제품으로 밀착거리/동작대기상태/우측면 조건에서 최대값 224.79V/m 을 가졌으며 일반인 전자파인체보호 기준치(4166.66V/m)의 5.39% 정도이다. 자기장강도는 동일 제품으로 밀착거리/동작상태/우측면 조건에서 최대값 $22.981\mu\text{T}$ 를 가졌으며 일반인 전자파인체보호 기준치($83.33\mu\text{T}$)의 27.58% 정도이다.

식기건조기의 전기장강도는 스위치 ON/OFF 작동여부와 관계없이 전원만

연결되어 있으면 높게 나타났고, 자기장은 동작상태에만 나타났다.

식기건조기 전계강도(V/m)	밀착		30cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	135.31	172.69	35.433	40.566
B	224.79	153.14	21.765	15.161
평균값	180.05	162.915	28.599	27.8635
표준편차	44.74	9.775	6.834	12.7025
최대값	224.79	172.69	35.433	40.566
최소값	135.31	153.14	21.765	15.161

식기건조기 자기장강도(μ T)	밀착		30cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	0.0053423	4.6461	0.0085236	0.7738
B	0.0086079	22.981	0.0066405	1.2047
평균값	0.0069751	13.81355	0.00758205	0.98925
표준편차	0.0016328	9.16745	0.00094155	0.21545
최대값	0.0086079	22.981	0.0085236	1.2047
최소값	0.0053423	4.6461	0.0066405	0.7738

표 4-12. 식기건조기의 전자기장 측정 강도

13. 가습기

가습기능이 동작하도록 일정량의 물을 채우고 ‘강’으로 설정된 상태를 동작 상태로 하였다. 전자기장을 측정시 고려된 가습기의 방향은 다음과 같다.



그림 4-12. 전자기장 측정시 가습기의 측정 방향

밀착거리/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 740.86V/m, 자기장강도는

평균 $1.302\mu\text{T}$ 이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 492.88V/m , 자기장강도는 평균 $9.741\mu\text{T}$ 이다.

제품 사용거리(50cm)/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 19.06V/m , 자기장강도는 평균 $0.031\mu\text{T}$ 이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 13.14V/m , 자기장강도는 평균 $0.328\mu\text{T}$ 이다.

방향별로 살펴보면 밀착거리/동작대기상태는 전기장강도는 제품마다 다른 방향에서 높게 나타났으며, 자기장강도는 한 제품만 우측면에서 높게 나타나고 나머지 제품은 거의 나타나지 않았다. 동작상태에서 전기장강도는 후면과 전면에서 높게 나타났고, 자기장강도도 후면과 전면에서 높게 나타났다.

제품 사용거리(50cm)에서 동작대기상태는 전기장강도는 전 방향에서 골고루 나타났으며, 자기장강도는 배경자기장 수준으로 나타났다. 동작상태에서 전기장강도는 전 방향에서 골고루 나타났으며, 자기장강도는 각 방향에서 낮게 높게 나타났다.

4개 제품 중에서 가장 높게 나타난 전기장강도는 B제품으로 밀착거리/동작대기상태/후면 조건에서 최대값 1378.6V/m 을 가졌으며 일반인 전자파인체보호 기준치(4166.66V/m)의 33.08% 정도이다. 자기장강도는 C제품으로 밀착거리/동작상태/전면 조건에서 최대값 $16.52\mu\text{T}$ 를 가졌으며 일반인 전자파인체보호 기준치($83.33\mu\text{T}$)의 19.82% 정도이다.

전기장강도를 살펴보면 한 제품을 제외한 나머지 제품에서 동작대기상태일 때 오히려 높게 나타났으며 어떤 제품은 다른 제품들의 두 배 이상으로 높게 나타났다. 자기장강도를 살펴보면 동작상태에서 각 제품마다 다르게 나타났는데 어떤 제품은 동작여부에 상관없이 낮게 나온 반면 어떤 제품은 높게 나타나기도 하였다.

참고로 A제품은 복합식, B제품은 가열식, C제품은 초음파식, D제품은 복합식 기능을 가진 가습기이다.

가습기 전계강도(V/m)	밀착		50cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	455	659.01	9.4851	12.745
B	1378.6	837.55	38.337	24.81
C	565.07	198.9	13.194	7.0976
D	564.79	276.06	15.255	7.9317
평균값	740.865	492.88	19.067775	13.146075
표준편차	370.92149	264.49562	11.31558	7.07075
최대값	1378.6	837.55	38.337	24.81
최소값	455	198.9	9.4851	7.0976

가습기 자기계강도(μT)	밀착		50cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	5.176	6.9777	0.091244	0.55048
B	0.011462	0.11821	0.010995	0.012595
C	0.011311	16.521	0.010798	0.36602
D	0.012206	15.349	0.012974	0.38549
평균값	1.30274	9.74148	0.03150	0.32865
표준편차	2.23622	6.66431	0.03450	0.19604
최대값	5.176	16.521	0.091244	0.55048
최소값	0.011311	0.11821	0.010798	0.012595

표 4-13. 가습기의 전자기장 측정 강도

14. 전기라디에타

최대로 강한 세기를 하였을 때를 동작상태로 하였고 스위치 조작판이 있는 부분을 전면으로 설정하였다. 전자기장을 측정시 고려된 전기라디에타의 방향은 다음과 같다.

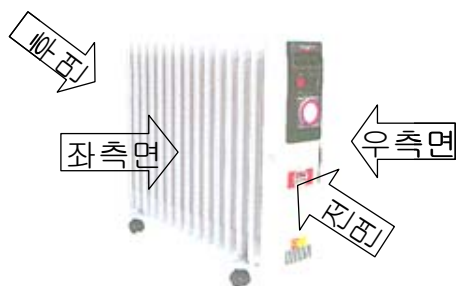


그림 4-13. 전자기장 측정시 전기라디에타의 측정 방향

밀착거리/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 743.975V/m, 자기장 강도는 평균 2.384 μ T이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 773V/m, 자기장강도는 평균 2.349 μ T이다.

제품 사용거리(30cm)/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 32.42V/m, 자기장강도는 평균 0.015 μ T이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 29.554V/m, 자기장강도는 평균 0.017 μ T이다.

방향별로 살펴보면 밀착거리/동작대기상태는 전기장강도는 제품에 따라 전면과 후면에서 높게 나타났고, 자기장강도는 B제품만이 전면에서 높게 나타났다. 동작상태에서 전기장강도는 전면과 후면에서 높게 나타났고, 자기장강도는 전면에서만 높게 나타났다.

제품 사용거리(100cm)에서 동작대기상태는 전기장강도는 우측과 좌측면이 좌·후면보다 약간 높게 나타났으며, 자기장강도는 배경자기장 수준이었다, 동작상태에서 전·자기장강도는 동작대기상태와 비슷한 유형으로 나타났다.

2개 제품 중에서 가장 높게 나타난 전기장강도는 B제품으로 밀착거리/동작상태/전면 조건에서 최대값 819.11V/m을 가졌으며 일반인 전자파인체보호기준치(4166.66V/m)의 19.65% 정도이고, 자기장강도는 동일제품에서 밀착거리/동작대기상태/전면 조건에서 최대값 4.75 μ T를 가졌으며 일반인 전자파인체보호 기준치(83.33 μ T)의 5.7% 정도이다.

스위치를 켜서 최대로 놓은 상태이건 전원코드만 꼽혀있는 상태이건 간에 밀착상태에서의 전기장강도는 높게 나타났으며, 제품에 따라 전기장강도가 높은 방향도 다르게 나타났다. 자기장은 전면에서만 조금 나타났지만 그 강도는 낮은 수치였다.

참고로 A제품의 소비전력은 1500W, B제품은 3000W이다.

전기라디에타 전계강도(V/m)	밀착		100cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	752.56	726.89	24.577	22.923
B	735.39	819.11	40.266	36.185
평균값	743.975	773	32.4215	29.554
표준편차	8.585	46.11	7.8445	6.631
최대값	752.56	819.11	40.266	36.185
최소값	735.39	726.89	24.577	22.923

전기라디에타 자기장강도(μ T)	밀착		100cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	0.019508	1.0198	0.016012	0.01702
B	4.7501	3.6799	0.015664	0.018784
평균값	2.384804	2.34985	0.015838	0.017902
표준편차	2.365296	1.33005	0.000174	0.000882
최대값	4.7501	3.6799	0.016012	0.018784
최소값	0.019508	1.0198	0.015664	0.01702

표 4-14. 전기라디에타의 전자기장 측정 강도

15. 헤어드라이어

조절스위치로 최대 세기를 설정한 상태를 동작상태로 하였고 전자기장을 측정시 고려된 헤어드라이어의 방향은 다음과 같다.



그림 4-14. 전자기장 측정시 헤어드라이어의 측정 방향

밀착거리/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 325.81V/m, 자기장 강도는 평균 0.008 μ T이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 220.24V/m, 자기장강도는 평균 6.991 μ T이다.

제품 사용거리(30cm)/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 26.04V/m, 자기

장강도는 평균 $0.010\mu\text{T}$ 이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 15.00V/m , 자기장강도는 평균 $0.184\mu\text{T}$ 이다.

방향별로 살펴보면 밀착거리/동작대기상태에서 전기장강도는 제품에 따라 다양하게 나타났으며, 자기장은 거의 나타나지 않았다.

동작상태에서 전기장강도는 제품에 따라 다르지만 전면 혹은 좌측면에서 높게 나타났고, 두 제품의 자기장은 좌측면에서 높게 나타났으나 한 제품은 전면에서 높게 나타났다.

제품 사용거리(30cm)에서 동작대기상태의 전기장강도는 주로 좌측면에서 높게 나타났고 그다음 순으로는 제품에 따라 다른 방향에서 나타났으며, 자기장강도는 배경자기장과 비슷한 수치였다. 동작상태에서 전기장강도는 각 방향에서 비슷한 수치로 나타났으며, 자기장강도는 비교적 낮게 나타났다.

3개 제품 중에서 가장 높게 나타난 전기장강도는 C제품으로 밀착거리/동작대기상태/전면 조건에서 최대값 550.74V/m 을 가졌으며 일반인 전자파인체보호 기준치(4166.66V/m)의 13.21% 정도이다. 자기장강도는 동일제품(60Hz)에서 밀착거리/동작상태/전면 조건에서 최대값 $15.619\mu\text{T}$ 를 가졌으며 일반인 전자파인체보호 기준치($83.33\mu\text{T}$)의 18.74% 정도이다.

헤어드라이어의 소비전력에 따라 전자기장 강도가 다르게 나타났는데, 소비전력이 클수록 동작대기상태의 전기장강도와 동작상태의 자기장강도가 높게 나타났으며, 오히려 소비전력이 큰 제품이 동작상태일 때 낮은 전기장을 나타냈다.

헤어드라이어가 전원코드만 연결된 상태에서도 상당한 크기의 전기장이 두 제품에서 나타났으며, 이 수치는 동작상태보다 두 배 이상 높은 것이었다.

동작상태에서 자기장강도를 살펴보면 헤어드라이어에 장착된 히터코일과 모터로 인해 A제품의 좌·우·후면의 자기장은 최대 $2.352\mu\text{T}$ 로 인체보호기준치(119.88Hz , $41.66\mu\text{T}$)의 5.65% 이고, B제품의 좌·우·후면의 자기장은 최대 $3.0040\mu\text{T}$ 로 인체보호기준치(1114.7Hz , $6.25\mu\text{T}$)의 48% 로 나타났다.

참고로 A제품의 소비전력은 750W, B제품은 1500W, C제품은 1800W이다.

헤어드라이어 전계강도(V/m)	밀착		30cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	68.054	239.73	45.227	24.64
B	358.66	199.79	16.839	12.153
C	550.74	221.22	16.077	8.2271
평균값	325.818	220.2466667	26.04766667	15.0067
표준편차	213.1239674	16.31995575	10.9738448	6.997786525
최대값	550.74	239.73	45.227	24.64
최소값	68.054	199.79	16.077	8.2271

헤어드라이어 자기장도(μ T)	밀착		30cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	0.011471	2.352	0.01465	0.068341
B	0.0061199	3.004	0.0088687	0.008634
C	0.0080547	15.619	0.0078407	0.47669
평균값	0.008548533	6.991666667	0.010453133	0.184555
표준편차	9.0176329	6.10625015	0.2751962	0.208003806
최대값	0.011471	15.619	0.01465	0.47669
최소값	0.0061199	2.352	0.0078407	0.008634

표 4-15. 헤어드라이어의 전자기장 측정 강도

16. 전기밥솥

물을 절반 채운 후 뚜껑을 덮지 않고 최고 온도로 설정한 상태로 측정하였으며 전자기장을 측정시 고려된 전기밥솥의 방향은 다음과 같다.



그림 4-15. 전자기장 측정시 전기밥솥의 측정 방향

밀착거리/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 446.44V/m, 자기장 강도는 평균 0.83 μ T이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 505.76V/m, 자기장강도는 평균 2.539 μ T이다.

제품 사용거리(50cm)/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 12.13V/m, 자기장강도는 평균 0.018 μ T이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 13.62V/m, 자기장강도는 평균 0.051 μ T이다.

방향별로 살펴보면 밀착거리/동작대기상태는 전기장강도는 전>좌>우측면 순으로 나타났고 A제품만 좌측면에서 유난히 높게 나타났다. 자기장강도는 C제품은 배경자기장 수준이었지만 A제품은 전면에서 높게, B제품은 우측면에서 높게 나타났다. 동작상태에서 보면 전기장강도는 전면과 우측면에서 높게 나타났고, 자기장강도는 C제품만 전면과 좌측면에서 높게 나타났다.

제품 사용거리(50cm)에서 동작대기상태는 전기장강도는 대체로 고르게 나타났으며, 자기장강도도 배경자기장 수준이었다. 동작상태에서 전기장강도는 약간 상승하긴 하였으나 고른 편이었고, 자기장강도는 거의 배경자기장 수준으로 나타났다.

3개 제품 중에서 가장 높게 나타난 전기장강도는 A제품으로 밀착거리/동작대기상태/좌측면 조건에서 최대값 789.67V/m을 가졌으며 일반인 전자파인체 보호 기준치(4166.66V/m)의 18.95% 정도이다. 자기장강도는 C제품으로 밀착거리/동작상태/전면 조건에서 최대값 5.526 μ T를 가졌으며 일반인 전자파인체 보호 기준치(83.33 μ T)의 6.63% 정도이다.

제품에 따라 전기장강도가 다르게 나타났으며 A제품이 가장 높았으나 동작여부와는 무관하였고, C제품이 가장 낮았으나 동작상태에서 2 배로 높게 나타났다. 사용거리에서는 전 제품이 비교적 낮게 나타난 것을 알 수 있다.

동작상태의 자기장만이 약간 상승하였으나 대부분의 경우에서 배경자기장 수준이었다.

전기밥솥 전계강도(V/m)	밀착		50cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	789.67	745.78	14.542	15.385
B	283.02	299.51	8.4826	12.215
C	266.63	471.99	13.391	13.289
평균값	446.44	505.76	12.13853333	13.62966667
표준편차	330.9217272	183.7471776	2.4487965	1.316375158
최대값	789.67	745.78	14.542	15.385
최소값	266.63	299.51	8.4826	12.215

전기밥솥 자기장도(μ T)	밀착		50cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	1.9411	1.7495	0.033823	0.064543
B	0.53134	0.3411	0.012023	0.0078253
C	0.018946	5.5268	0.0083167	0.082366
평균값	0.830462	2.539133333	0.018054233	0.0515781
표준편차	3.2927551	2.189446159	0.0486307	0.031782023
최대값	1.9411	5.5268	0.033823	0.082366
최소값	0.018946	0.3411	0.0083167	0.0078253

표 4-16. 전기밥솥의 전자기장 측정 강도

17. 토스터

제품 내부에 빵이나 다른 물질을 넣지 않은 무부하 상태에서 측정하였고 별도의 스위치 조작을 하지 않은 상태를 동작대기상태로 설정하였다. 전자기장을 측정시 고려된 토스터의 방향은 다음과 같다.



그림 4-16. 전자기장 측정시 토스터의 측정 방향

밀착거리/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 419.82V/m, 자기장 강도는 평균 0.011 μ T이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 490.97V/m, 자기장강도는 평균 5.666 μ T이다.

제품 사용거리(50cm)/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 25.18V/m, 자기장강도는 평균 0.012 μ T이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 28.57V/m, 자기장강도는 평균 0.108 μ T이다.

방향별로 살펴보면 밀착거리/동작대기상태에서 전기장강도는 전 제품이 우측에서 높게 나타났고, 자기장강도는 거의 배경자기장으로 나타났다. 동작상태에서 전기장강도는 제품에 따라 각각 다르게 나타나 A와 E제품은 전면에서, B와 D제품은 우측면에서, C제품은 좌측면에서 높게 나타났다. 자기장강도는 좌측과 전면에서 높게 나타났다.

제품 사용거리(50cm)에서 동작대기상태/동작상태에서 전기장강도는 제품에 따라 고르게 나타났으며, 자기장강도는 거의 나타나지 않았다.

5개 제품 중에서 가장 높게 나타난 전기장강도는 A제품으로 밀착거리/동작대기상태/우측면 조건에서 최대값 921.15V/m을 가졌으며 일반인 전자파인체보호 기준치(4166.66V/m)의 22.1% 정도이다. 자기장강도는 E제품으로 밀착거리/동작상태/좌측면 조건에서 최대값 13.475 μ T를 가졌으며 일반인 전자파인체보호 기준치(83.33 μ T)의 16.17% 정도이다.

A제품의 전기장은 동작대기상태에서도 높게 나타난 반면 나머지 제품들은 동작상태에서 약간 상승하였고 일정거리를 두었을 때는 크게 떨어지는 것을 볼 수 있다. 밀착거리/동작상태에서만 자기장이 약간 나타났으며, 다른 경우에는 배경자기장 수준이었다.

토스터 전계강도(V/m)	밀착		50cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	921.15	826.17	31.75	39.2
B	306.67	457.91	31.673	38.718
C	260.95	377.94	9.7663	10.119
D	301.14	362.67	26.217	28.791
E	309.2	430.2	26.515	26.061
평균값	419.822	490.97800	25.18426	28.57780
표준편차	112.37368	171.10328	8.07172	10.60907
최대값	921.15	826.17	31.75	39.2
최소값	260.95	362.67	9.7663	10.119

토스터 자기강도(μ T)	밀착		50cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	0.01042	4.1944	0.011126	0.11639
B	0.011743	2.7345	0.012106	0.048248
C	0.01108	3.2121	0.011712	0.12496
D	0.012567	4.7154	0.013434	0.088433
E	0.011445	13.475	0.012225	0.16654
평균값	0.011451	5.66628	0.01212	0.10891
표준편차	0.00032	3.96649	0.00076	0.03933
최대값	0.012567	13.475	0.013434	0.16654
최소값	0.01042	2.7345	0.011126	0.048248

표 4-17. 토스터의 전자기장 측정 강도

18. 공기청정기

공기청정기를 연속으로 동작시켜 놓고 측정하였으며 전자기장을 측정시 고려된 공기청정기의 방향은 다음과 같다.



그림 4-17. 전자기장 측정시 공기청정기의 측정 방향

밀착거리/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 219.22V/m, 자기장 강도는 평균 0.094 μ T이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 183.17V/m, 자기장강도는 평균 0.760 μ T이다.

제품 사용거리(50cm)/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 14.53V/m, 자기장강도는 평균 0.015 μ T이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 12.950V/m, 자기장강도는 평균 0.016 μ T이다.

방향별로 살펴보면 밀착거리/동작대기상태에서 A제품의 전기장강도는 좌측에서, B제품은 후면에서, C와 D제품은 우측면에서 높게 나타났으며, 자기장은 거의 배경자기장과 같은 수치로 나타났다.

동작상태/전기장강도를 보면 C제품은 전면에서 가장 높게 나타났다. 자기장강도는 B제품의 후면에서 2.43 μ T로 나타났고 나머지 제품은 현저하게 낮았다.

제품 사용거리(50cm)/동작대기상태에서 전기장강도는 방향에 일정치 않게 고르게 나타났고, 자기장강도는 거의 나타나지 않았다. 동작상태에서 전기장강도는 동작대기와 비슷한 수준이었고, 자기장강도는 거의 나타나지 않았다.

4개 제품 중에서 가장 높게 나타난 전기장강도는 C제품으로 밀착거리/동작대기상태/우측면 조건에서 최대값 378.05V/m을 가졌으며 일반인 전자파인체보호 기준치(4166.66V/m)의 9.07% 정도이다. 자기장강도는 동일제품에서 밀착거리/동작상태/후면 조건에서 최대값 2.439 μ T를 가졌으며 일반인 전자파인체보호 기준치(83.33 μ T)의 2.93%정도이다.

A와 B제품은 동작상태의 전기장이 동작대기상태보다 상승한 반면, 공기정화기능을 작동시키지 않은 C와 D제품에서 동작시키기 전에 높은 전기장이 나타났다. 사용거리에서 전기장강도는 상당한 크기가 줄어들었다.

참고로 A제품은 10평~20평, B제품은 12평, C제품은 8평, D제품은 20평형

이다.

공기청정기 전계강도(V/m)	밀착		50cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	51.576	53.668	2.4682	2.6071
B	116.2	141.83	9.5385	10.094
C	378.05	301.95	16.787	16.841
D	331.08	235.26	29.332	22.258
평균값	146.15100	122.11800	9.68762	8.63335
표준편차	174.76548	135.31805	11.99892	9.91283
최대값	378.05	301.95	29.332	22.258
최소값	51.576	53.668	2.4682	2.6071

공기청정기 자기장도(μT)	밀착		50cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	0.02427	0.126	0.015867	0.016801
B	0.012333	2.4395	0.011434	0.012121
C	0.33284	0.36667	0.027896	0.028942
D	0.0078233	0.10829	0.0080388	0.0090082
평균값	0.06288	0.50674	0.01054	0.01115
표준편차	0.12634	0.92069	0.01141	0.01191
최대값	0.33284	2.4395	0.027896	0.028942
최소값	0.0078233	0.10829	0.0080388	0.0090082

표 4-18. 공기청정기의 전자기장 측정 강도

19. 진공청소기

가정용 청소기는 공기가 흡입되는 몸체의 부분을 전면으로, 핸디용 청소기와 큰 작업장에서 사용하는 대형 진공청소기는 조작판넬이 있는 부분을 전면으로 하였다. 전자기장을 측정시 고려된 진공청소기의 방향은 다음과 같다.



그림 4-18. 전자기장 측정시 진공청소기의 측정 방향

밀착거리/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 339.85V/m, 자기장 강도는 평균 0.013 μ T였으며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 323.58V/m, 자기장 강도는 평균 16.437 μ T이다.

제품 사용거리(50cm)/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 19.74V/m, 자기장강도는 평균 0.014 μ T이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 23.37V/m, 자기장강도는 평균 0.528 μ T이다.

밀착거리/동작대기상태에서 A와 B, E, F제품의 전기장은 후면에서, C제품은 우측면에서, D제품은 좌측면에서 높게 나타났고, 제품별로 보면 D>B>F>C>A>E 순이었다. 자기장강도는 거의 나타나지 않았다.

동작상태에서 전기장강도는 B, C, F제품이 동작대기상태와 비교하여 높게 나타난 반면, A, D, E제품은 낮게 나타났다. 자기장 강도는 A>D>B 순으로 높게 나타났으며 주로 우측면과 좌측면에서 높게 나타났다.

제품 사용거리(50cm)/동작대기상태의 전기장강도는 크게 떨어져 고르게 나타났다, 자기장강도는 배경자기장 수준이었다. 동작상태에서 전기장강도는 제품에 따라 각각 다른 방향에서 높게 나타났고, 자기장강도는 A제품이 약간 높았다.

6개 제품 중에서 가장 높게 나타난 전기장강도는 D제품으로 밀착거리/동작대기상태/좌측면 조건에서 최대값 543.32V/m을 가졌으며 일반인 전자파인체 보호 기준치(4166.66V/m)의 13.04% 정도이다. 자기장강도는 A제품으로 밀착

거리/동작상태/후면 조건에서 최대값 37.352 μ T를 가졌으며 일반인 전자파인 체보호 기준치(83.33 μ T)의 44.82% 정도이다.

충전지를 사용하는 E제품은 자기장에서 다른 주파수(1924.4Hz)가 나타났으며, 가장 높은 값은 0.911 μ T로 인체보호기준치(6.25 μ T)대비 14.5%정도였다.

진공청소기 전계강도(V/m)	밀착		50cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	223.31	82.715	12.242	10.349
B	443.24	474.57	26.156	23.688
C	311.32	412.99	16.207	27.473
D	543.32	357.67	41.213	36.767
E	94.938	77.998	4.9323	4.0853
F	422.97	535.55	17.715	37.865
평균값	339.8496667	323.58217	19.74422	23.37122
표준편차	149.09499	180.37554	11.50598	12.56958
최대값	543.32	535.55	41.213	37.865
최소값	94.938	77.998	4.9323	4.0853

진공청소기 자기장도(μ T)	밀착		50cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	0.014882	37.353	0.014773	1.4271
B	0.012679	21.412	0.012895	0.84452
C	0.013586	10.211	0.012379	0.20158
D	0.013191	25.32	0.013813	0.36597
E	0.013738	0.91195	0.013639	0.06035
F	0.013957	3.4174	0.016665	0.27231
평균값	0.01367	16.43756	0.01403	0.52864
표준편차	0.00068	12.84807	0.00140	0.47001
최대값	0.014882	37.353	0.016665	1.4271
최소값	0.012679	0.91195	0.012379	0.06035

표 4-19. 진공청소기의 전자기장 측정 강도

20. PC본체

CPU 사용률을 높이기 위해 본체에 CD를 넣고 구동시켰고, 측정시 모니터를 제거하여 외부 영향을 없애고자 했다. 전자기장을 측정시 고려된 PC본체의 방향은 다음과 같다.



그림 4-19. 전자기장 측정시 PC본체의 측정 방향

밀착거리/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 668.27V/m , 자기장 강도는 평균 $0.019\mu\text{T}$ 이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 565.15V/m , 자기장 강도는 평균 $0.337\mu\text{T}$ 이다.

제품 사용거리(50cm)/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 82.08V/m , 자기장강도는 평균 $0.012\mu\text{T}$ 이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 83.11V/m , 자기장강도는 평균 $0.014\mu\text{T}$ 이다.

밀착거리/동작대기상태에서 전기장강도는 A, D제품은 전면에서 높게 나왔고 B, C, E제품은 후면에서 높게 나왔다. B제품을 제외한 제품들이 $700\sim 900\text{V/m}$ 정도의 높은 값을 가졌으나, 자기장은 거의 나타나지 않았다.

동작상태에서 전기장강도는 동작대기상태와 거의 차이가 없었으며, 모든 제품이 동작대기상태일 때보다 낮게 나타났다. 자기장은 최고 $0.73\mu\text{T}$ 를 가져 모든 제품에서 낮게 나타났다.

제품 사용거리(50cm)/동작대기상태에서 전기장강도가 8배 이하로 떨어졌으며, 전 방향에서는 고르게 나타났다. 자기장강도는 거의 나타나지 않았다.

동작상태에서 전기장강도는 B제품을 제외한 전 제품이 약간 상승하였으나 무시할 정도이며, 자기장강도는 동작대기상태와 마찬가지로 거의 나타나지 않았다.

5개 제품 중에서 가장 높게 나타난 전기장강도는 C제품으로 밀착거리/동작대기상태/후면 조건에서 최대값 883.69V/m 을 가졌으며 일반인 전자파인체보

호 기준치(4166.66V/m)의 21.21% 정도이다. 자기장강도는 A제품으로 밀착거리/동작상태/후면 조건에서 최대값 0.73 μ T를 가졌으며 일반인 전자파인체보호 기준치(83.33 μ T)의 0.87% 정도이다.

PC본체 전계강도(V/m)	밀착		50cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	695.15	622.31	91.903	101.1
B	142.16	85.479	6.8097	16.553
C	883.69	619.06	110.92	90.784
D	772.23	726.66	95.642	99.028
E	848.13	772.27	105.17	108.08
평균값	668.272	565.15580	82.08894	83.10900
표준편차	121.17382	247.07974	38.23854	33.73203
최대값	883.69	772.27	110.92	108.08
최소값	142.16	85.479	6.8097	16.553

PC본체 자기장강도(μ T)	밀착		50cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	0.037299	0.73012	0.016761	0.02299
B	0.0099545	0.23287	0.0099071	0.011546
C	0.015314	0.056068	0.015596	0.021099
D	0.017698	0.47464	0.0075245	0.0065986
E	0.017978	0.19183	0.0104	0.011406
평균값	0.0196487	0.33711	0.01204	0.01473
표준편차	0.00415	0.23847	0.00354	0.00626
최대값	0.037299	0.73012	0.016761	0.02299
최소값	0.0099545	0.056068	0.0075245	0.0065986

표 4-20. PC본체의 전자기장 측정 강도

21. 모니터

모니터 화면에 여러 가지의 영상이 연속적으로 나오기 위해 동영상을 연속적으로 실행시켰으며, PC본체와 멀리 떨어지도록 긴 케이블을 사용하였다. 전자기장을 측정시 고려된 PC본체 전자기장을 측정시 고려된 모니터의 방향은 다음과 같다.



그림 4-20. 전자기장 측정시 모니터의 측정 방향

밀착거리/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 383.03V/m, 자기장 강도는 평균 0.441 μ T이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 376.26V/m, 자기장 강도는 평균 0.842 μ T이다.

제품 사용거리(50cm)/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 54.19V/m, 자기장강도는 평균 0.033 μ T이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 56.46V/m, 자기장강도는 평균 0.046 μ T이다.

CRT 모니터의 크기에 비례하여 전기장이 상승하였으나 자기장은 줄어들었다. 밀착거리에서 동작여부에 상관없이 전기장강도는 후>전>측면 순으로 나왔으며, 자기장강도는 좌·우측면에서 높게 나타났는데 B제품이 가장 높았다. 사용거리에서 전기장은 5배 이상, 자기장은 10배 이상 낮게 나타났다.

LCD 모니터의 경우를 보면, C제품이 다른 모든 제품에 비교하여 전기장과 자기장이 가장 작게 나타났다. 하지만 17인치와 19인치 모니터의 경우 각각 787V/m와 675V/m로 높게 나타났다. 동작상태의 전기장은 동작대기상태와 큰 차이를 보이지 않았으며 오히려 두 제품 모두 약간 나타났다. 자기장강도는 배경자기장 수준으로 낮았다. 사용거리에서는 85.97V/m와 78.08V/m로 떨어졌으며, 동작여부와는 별 차이가 없었다. 사용거리에서의 모든 모니터의 자기장은 배경자기장 수준이었다.

PDP 모니터의 전기장도 높게 나타나 밀착/동작대기에서 589.99V/m로 나왔고 동작상태에서도 별 차이가 없었다. 사용거리/동작대기에서는 122.9V/m로 나와 다른 모니터에 비해 가장 높은 값을 가졌다.

6개 제품 중에서 가장 높게 나타난 전기장강도는 D제품으로 밀착거리/동작

대기상태/우측면 조건에서 최대값 787.59V/m을 가졌으며 일반인 전자파인체 보호 기준치(4166.66V/m)의 18.9% 정도이다. 자기장강도는 B제품으로 밀착 거리/동작상태/우측면 조건에서 최대값 2.527μT를 가졌으며 일반인 전자파인 체보호 기준치(83.33μT)의 3.03% 정도이다.

참고로 A제품은 CRT모니터(19인치), B제품은 CRT모니터(17인치), C제품은 LCD모니터(15인치), D제품은 LCD모니터(17인치), E제품은 LCD모니터 (19인치), F제품은 PDP모니터(50인치)이다.

모니터 전계강도(V/m)	밀착		50cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	91.08	106.9	15.865	16.196
B	80.448	86.312	14.638	15.123
C	73.763	77.195	7.6754	8.4662
D	787.59	745.85	85.977	89.199
E	675.35	666.56	78.085	89.356
F	589.99	574.75	122.9	120.42
평균값	383.0368333	376.26117	54.19007	56.46003
표준편차	306.69990	290.49775	43.77827	44.49384
최대값	787.59	745.85	122.9	120.42
최소값	73.763	77.195	7.6754	8.4662

모니터 자기장강도(μT)	밀착		50cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	0.015164	1.4733	0.015275	0.1009
B	2.4923	2.5277	0.11989	0.10287
C	0.031323	0.28086	0.019523	0.01568
D	0.066294	0.29387	0.0066143	0.0069872
E	0.015348	0.034829	0.016398	0.016441
F	0.028635	0.4452	0.025877	0.034571
평균값	0.44151	0.84263	0.03393	0.04624
표준편차	0.91730	0.88170	0.03887	0.04019
최대값	2.4923	2.5277	0.11989	0.10287
최소값	0.015164	0.034829	0.0066143	0.0069872

표 4-21. 모니터의 전자기장 측정 강도

22. 전자레인지

내용물로 물을 넣었고 타이머를 길게 작동하여 연속동작으로 측정하였다. 전자기장을 측정시 고려된 전자레인지의 방향은 다음과 같다.



그림 4-21. 전자기장 측정시 전자레인지의 측정 방향

밀착거리/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 18.65V/m , 자기장 강도는 평균 $0.690\mu\text{T}$ 이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 28.02V/m , 자기장 강도는 평균 $49.551\mu\text{T}$ 이다.

제품 사용거리(30cm)/동작대기상태에서 전기장강도는 평균 2.15V/m , 자기장 강도는 평균 $0.092\mu\text{T}$ 이며, 동작상태에서 전기장강도는 평균 3.59V/m , 자기장 강도는 평균 $3.379\mu\text{T}$ 이다.

밀착거리/동작대기상태에서 A제품의 전기장강도는 후면과 우측면에서 높게 나타났으며 B제품은 후면과 좌우측면에서 높게 나타났다. 자기장강도는 배경자기장 수준이었다. 동작상태에서 전기장은 A제품이 10V/m 에서 33V/m 로 높아졌으며 B제품은 오히려 약간 내려갔다. 자기장강도는 크게 상승해 A제품은 우측면에서 $46.218\mu\text{T}$, 후면에서 $43.635\mu\text{T}$ 로 나타났고 B제품은 우측면에서만 $52.904\mu\text{T}$ 로 높게 나타났다.

제품 사용거리(30cm)에서 전기장강도는 크게 떨어졌으며, A제품은 동작상태에서 2배가량 높게 나타났다. 동작상태의 자기장은 각각 $3.70\mu\text{T}$, $3.05\mu\text{T}$ 로 나타났다.

2개 제품 중에서 가장 높게 나타난 전기장강도는 A제품으로 밀착거리/동작상태/우측면 조건에서 최대값 33.26V/m 을 가졌으며 일반인 전자파인체보호기준치(4166.66V/m)의 0.79% 정도이다. 자기장강도는 B제품으로 밀착거리/동작상태/우측면 조건에서 최대값 $52.9\mu\text{T}$ 를 가졌으며 일반인 전자파인체보

호 기준치(83.33 μ T)의 63.48% 정도이다.

마이크로웨이브주파수(2.45GHz)에서 측정한 A제품의 전면 측정치 28.7V/m와 B제품 전면 측정치 33.5V/m는 인체보호기준치(61V/m) 대비 47.0%와 54.9%를 가리키는 것이다. 전면을 제외한 다른 면에서는 4~8V/m 정도의 값이 나타났다

참고로 A제품은 20리터, B제품은 27리터의 제품이다.

전자레인지 전계강도(V/m)	밀착		30cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	11.54	33.261	1.8069	3.7416
B	25.77	22.782	3.4231	3.4526
평균값	18.655	28.0215	2.615	3.5971
표준편차	7.115	5.2395	0.8081	0.1445
최대값	25.77	33.261	3.4231	3.7416
최소값	11.54	22.782	1.8069	3.4526

전자레인지 자계강도(μ T)	밀착		30cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	0.41422	46.218	0.046152	3.7004
B	0.96622	52.904	0.13958	3.0576
평균값	0.69022	49.561	0.092866	3.379
표준편차	0.276	3.343	0.046714	0.3214
최대값	0.96622	52.904	0.13958	3.7004
최소값	0.41422	46.218	0.046152	3.0576

※ 마이크로웨이브

전자레인지 전계강도(V/m)	밀착		30cm	
피측정장비	동작대기	동작	동작대기	동작
A	5.8	28.7	1.45	11.84
B	4.8	33.5	1.7	13.9
평균값	5.3	31.1	1.575	12.87
표준편차	0.5	2.4	0.125	1.03
최대값	5.8	33.5	1.7	13.9
최소값	4.8	28.7	1.45	11.84

표 4-22. 전자레인지의 전자기장 측정 강도

제2절 생활가전기기 측정 결과 분석

이번 연구에 사용된 가전기기는 대표적으로 선정된 품목이며, 구매가능한 범위에서 실험이 이루어졌음을 다시 한 번 상기한다. 따라서 품목별로 비교하는 것은 바람직하지 않은 것이므로 각 제품에 대한 측정 결과를 기록하였다.

23개 품목 중에서 일정한 거리에 띄우고 한 위치에 고정시켜놓고 사용하는 제품이 많지는 않다. 무심코 가전기기에 가까이 접근하기도 하고 접근방향에 상관없이 무의식적으로 가전기기를 사용한다.

즉, 사용자가 제품의 한 가지 방향으로만 접근하지 않으므로 접근방향을 고려하지 않고 밀착거리/사용거리와 동작/동작대기상태에 따라 분류하여 최고로 높은 값을 알아보았다.

이번 연구 결과를 살펴보면, 전원을 연결하고 전원스위치를 작동시켰을 때만 자기장의 세기가 높게 나타났으며, 스위치를 끄거나 사용거리를 띄우고 사용하면 현저하게 떨어졌다.

그 가운데 벽걸이선풍기, 전자레인지, 믹서기, 헤어드라이기, 진공청소기의 자기장은 상당히 높게 측정되었다.

전기장은 전원플러그만 연결하였을 때에도 대부분의 제품에서 높게 나타났지만, 모든 제품의 전기장 및 자기장의 세기는 인체보호기준을 초과하지 않았다.

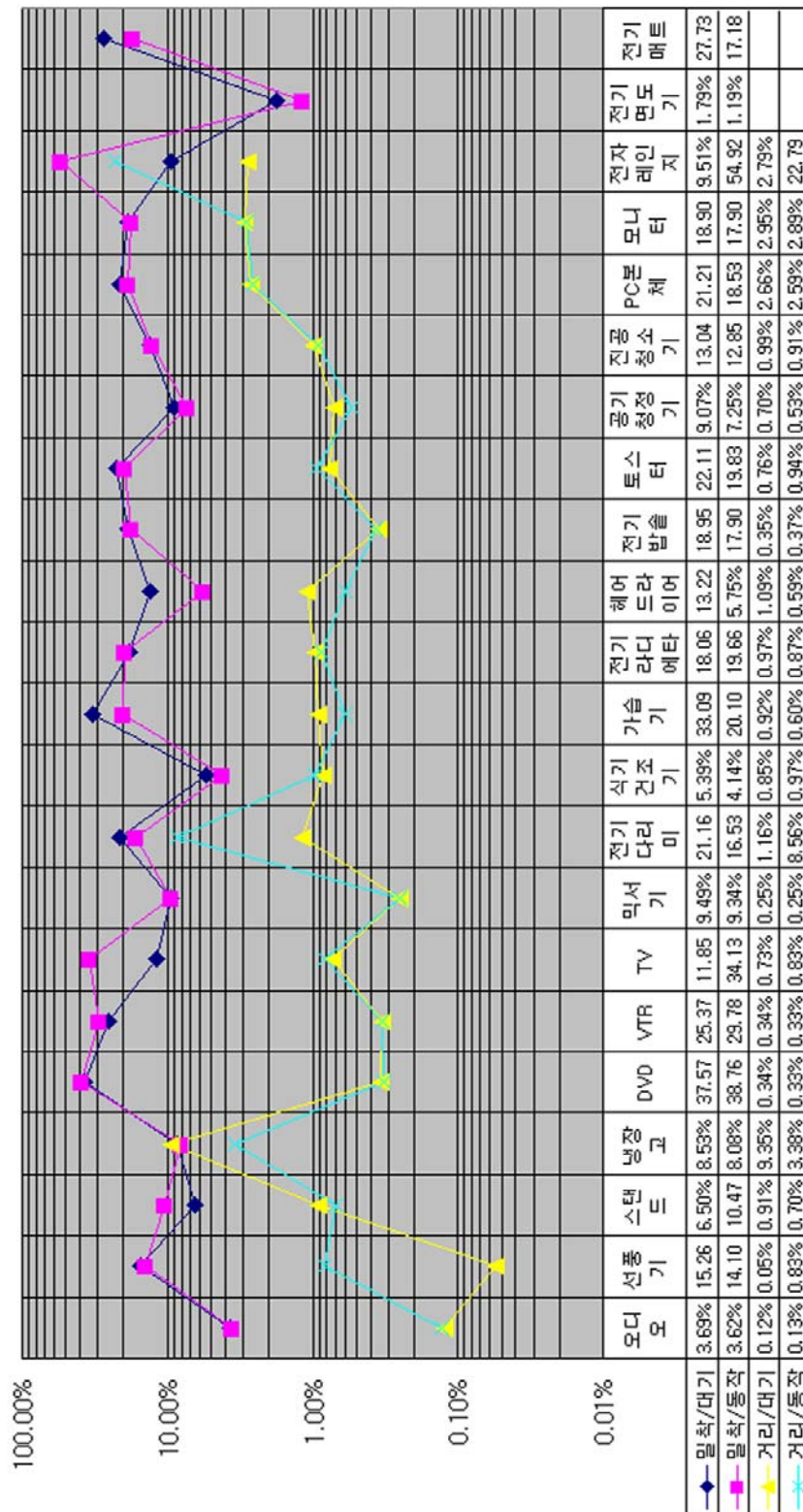
또한 품목이 같더라도 제품에 따라 전자파가 많이 방사되는 방향은 각각 다르며 일정하지 않은 경우가 많았다.

측정시 문제점으로 제기되었던 재현성을 줄이기 위해 5번 이상 반복 측정을 하였으며, 배경 전기장 및 자기장을 측정하여 기기의 전자기장과 비교하였다. 배경 전자기장은 다소의 차이는 있지만 시간이 지남에 따라 다르게 나타났다.

다음 그림 4-22와 4-23은 측정된 방향(전·후·좌·우)에 상관없이 가장 높은 수치를 나타낸 것으로 단지 밀착여부와 동작여부에 따른 최대값을 인체 보호기준 대비 퍼센트(%)로 환원하여 그래프로 나타낸 것이다.

이 중 수치가 높은 품목은 그 품목 모두의 전자기장 수치가 높은 것이 아니며, 특정한 한 제품의 전기장강도 혹은 자기장강도가 높게 나타났음을 명심해야 한다.

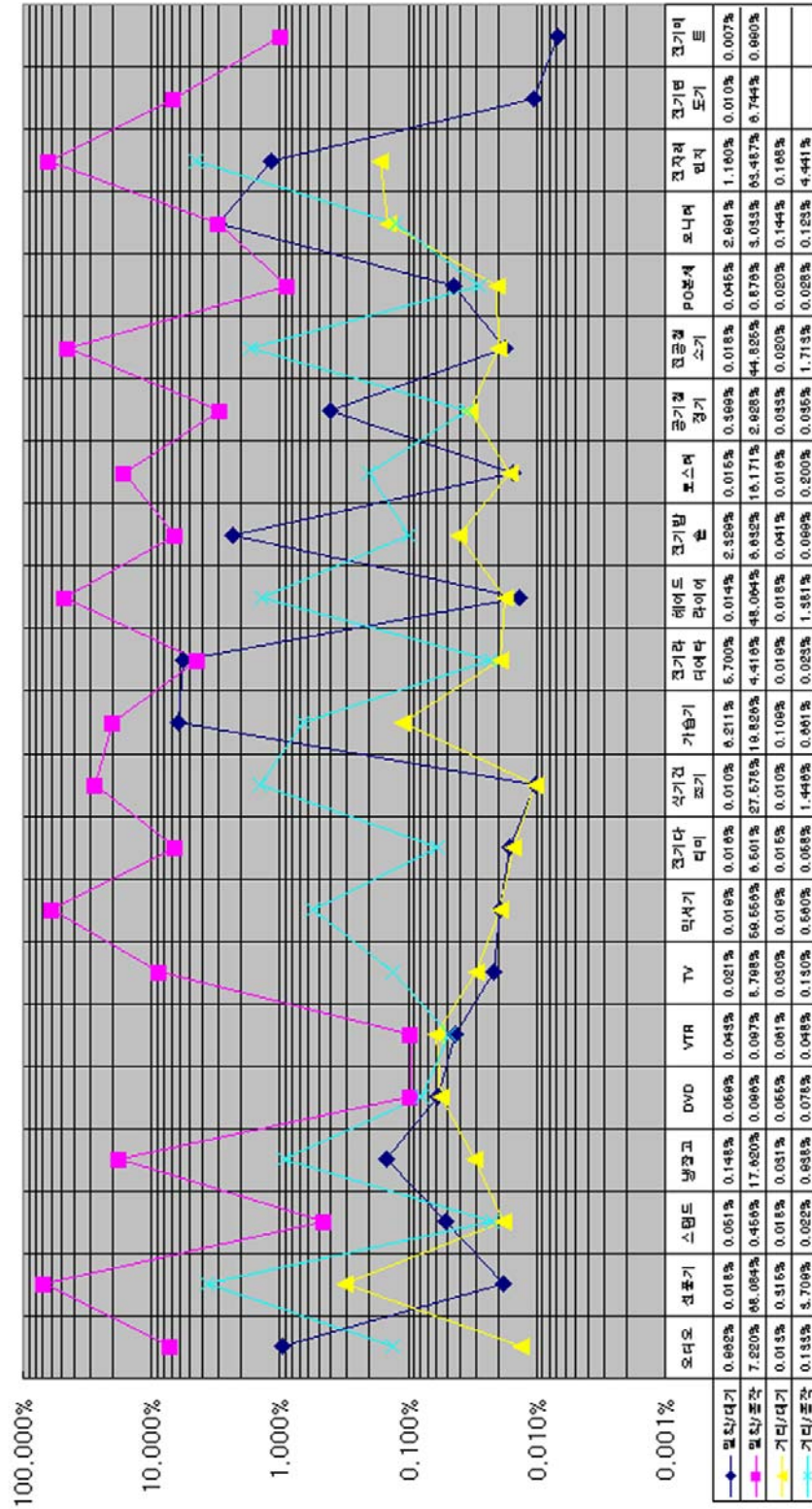
전자파인체보호기준 대비 전기장강도(측정된 방향에 무관)



제품별 최대값 [%]

그림 4-22. 전자파인체보호기준 대비 자기장 강도

전자파인체보호기준 대비 자기장강도(측정된 방향에 무관)



제품별 최대값 [%]

그림 4-23. 전자파인체보호기준 대비 전기장 강도

제3절 이동통신기지국 측정 결과

1. 셀룰러 기지국(SK텔레콤)

- 주파수 : 874.56 ~ 893.37MHz
- 출 력 : FA당 최대 35W

가. 선릉기지국 (6층건물 옥상, 송신안테나 높이 6m)

- 건물옥상(안테나 뒷면으로부터 4m거리) : 0.04V/m
- 아래층 : 0.03V/m
- 10m 떨어진 옆건물 옥상 : 1.3V/m

나. 역삼기지국 (5층건물 옥상, 송신안테나 높이 2.5m)

- 안테나앞 0.5m 거리 : 5.0V/m
- 1m " : 5.0V/m
- 2m " : 4.5V/m
- 3m " : 3.5V/m
- 4m " : 2.5V/m
- 5m " : 2.0V/m
- 6m " : 1.6V/m
- 7m " : 1.3V/m
- 건물옥상(중앙) : 0.16V/m
- 아래층 : 0.02V/m
- 8m 떨어진 옆건물 옥상 : 1.3V/m

다. 역삼2 기지국 (8층건물 옥상, 송신안테나 높이 9m)

- 건물옥상(안테나로부터 7m 거리) : 0.18V/m
- 아래층 : 0.007V/m

라. 역삼3 기지국 (10층건물 옥상, 송신안테나 높이 3m)

- 건물옥상 : 0.18V/m

- 송신탭열 관리사무실내 : 0.03V/m
- 아래층 : 0.007V/m

2. 셀룰러 기지국(SK텔레콤)

- 주파수 : 873.33 ~ 893.37MHz
- 출 력 : FA당 최대 2W (동교기지국 : FA당 최대 1.5W)

가. 신촌 기지국 (10층건물 옥상, 송신안테나 높이 : 8m, 12m)

- : 건물옥상에서 거리별로 측정
- 철탑 밑 : 최대치 0.005V/m, 평균치 0.002V/m
- 안테나로부터 13m 거리 : 최대치 0.064V/m, 평균치 0.028V/m
- 안테나로부터 14m 거리 : 최대치 0.575V/m, 평균치 0.144V/m
- 안테나로부터 28m 거리 : 최대치 0.257V/m, 평균치 0.091V/m
- 아래층 : 최대치 0.064V/m, 평균치 0.020V/m

나. 응암 기지국 (7층건물 옥상, 송신안테나 높이 6m)

- : 건물옥상에서 거리별로 측정
- 안테나로부터 11m 거리 : 최대치 0.407V/m, 평균치 0.144V/m
- 안테나로부터 19m 거리 : 최대치 1.023V/m, 평균치 0.288V/m
- 안테나로부터 27m 거리 : 최대치 1.288V/m, 평균치 0.407V/m
- 안테나로부터 37m 거리 : 최대치 1.148V/m, 평균치 0.363V/m
- 아래층 : 최대치 0.018V/m, 평균치 0.006V/m

다. 동교 기지국 (7층건물 옥상, 송신안테나 높이 8m)

- 안테나 앞 14m거리(최대치 : 0.102V/m, 평균치 : 0.045V/m)
- 안테나 앞 25m거리(최대치 : 0.128V/m, 평균치 : 0.045V/m)
- 아래층 : 최대치 0.057V/m, 평균치 0.020V/m

3. 셀룰러 기지국(SK텔레콤)

- 주파수 : 882.12 ~ 884.58MHz

- 출 력 : 출 력 : FA당 최대 31.6W

가. 창동2 기지국 (5층건물 옥상, 송신안테나 높이 12m)

: 건물옥상에서 거리별로 측정

- 안테나로부터 17m 거리 : 최대치 0.257V/m, 평균치 0.081V/m
- 안테나로부터 27m 거리 : 최대치 0.407V/m, 평균치 0.162V/m
- 안테나로부터 37m 거리 : 최대치 0.812V/m, 평균치 0.288V/m

나. 도봉2 기지국 (16층건물 옥상, 송신안테나 높이 : 3m, 5m)

- 안테나 앞 6m거리(최대치 : 0.812V/m, 평균치 : 0.288V/m)
- 안테나 앞 8m거리(최대치 : 0.812V/m, 평균치 : 0.323V/m)

4. PCS 기지국(한국통신프리텔)

- 주파수 : 1852.5MHz, 1855MHz
- 출 력 : FA당 최대 17W

가. 잠실2 기지국(7층건물 옥상, 송신안테나 높이 6m)

- 건물옥상 : 0.67V/m
- 아래층 : 0.02V/m
- 옆건물 옥상(6층) : 0.14V/m

나. 잠실1 기지국(7층건물 옥상, 송신안테나 높이 8m)

- 건물옥상(안테나로부터 15m 거리) : 0.25V/m
- 옥상 끝 (안테나로부터 55m 거리) : 0.6V/m
- 아래층 : 0.02V/m

다. 석촌2 기지국(11층건물 옥상, 송신안테나 높이 9m)

- 건물옥상(안테나로부터 8m 거리) : 0.3V/m
- 옥상 끝 (안테나로부터 30m 거리) : 0.25V/m
- 아래층 : 0.02V/m

라. 세곡기지국 (1층건물 옥상, 송신안테나 높이 : 지상에서 12m)

- 지상(도로변)에서 측정

거리(m)	전계강도(V/m)	거리(m)	전계강도(V/m)
21	0.22	35	1.6
23	0.67	37	1.4
25	0.9	39	1.4
27	1.3	41	1.1
29	1.4	43	2.5
31	1.8	46	2.0
33	1.8	51	1.8

표 4-23. 세곡기지국의 거리별 측정 결과

마. 장지기지국 (3층건물 옥상, 송신안테나 높이 6m)

- 건물옥상 : 1.4V/m

- 아래층 : 0.02V/m

- 안테나로부터 40m 떨어진 지점, 지상 6m 높이 : 0.25V/m

5. PCS 기지국, 중계국(한국통신프리텔)

- 주파수 : 1855.0MHz, 1852.5MHz, 1857.5MHz

- 기지국, 중계국 출력 : FA당 최대 3.16W

가. 천호2 기지국 (17층건물 옥상, 송신안테나 높이 10m)

: 건물옥상(안테나로부터 10m 거리)

- 최대치 : 0.389V/m

- 평균치 : 0.138V/m

나. 암사2 기지국 (9층건물 옥상, 송신안테나 높이 6m)

: 건물옥상(안테나로부터 15m 거리)

- 최대치 : 0.489V/m

- 평균치 : 0.154V/m

다. 명일2N4 중계국 (5층건물 옥상, 송신안테나 높이 6m)

: 건물옥상(안테나로부터 10m 거리)

- 최대치 : 0.436V/m
- 평균치 : 0.154V/m

라. 암사N1 중계국 (5층건물 옥상, 송신안테나 높이 6m)

: 건물옥상(안테나로부터 6m 거리)

- 최대치 : 0.489V/m
- 평균치 : 0.173V/m

6. PCS기지국, 중계국(한국통신프리텔)

- 주파수 : 1843.75MHz, 1845.00MHz, 1846.25MHz, 1847.50MHz, 1848.75MHz
- 기지국 출력 : FA당 최대 16W
- 중계국 출력 : FA당 최대 20W

가. 고덕전화국 SL042 기지국 (9층건물 옥상, 송신안테나 높이 9m)

: 건물옥상(안테나로부터 25m 거리)

- 최대치 : 0.346V/m
- 평균치 : 0.138V/m

나. 삼익쇼핑 RSL042-8 중계국 (5층건물 옥상, 송신안테나 높이 : 옥탑에서 3m)

: 건물옥상에서 거리별로 측정

- 안테나로부터 10m 거리 : 최대치 0.061V/m, 평균치 0.024V/m
- 안테나로부터 20m 거리 : 최대치 0.069V/m, 평균치 0.030V/m
- 안테나로부터 30m 거리 : 최대치 0.173V/m, 평균치 0.048V/m
- 안테나로부터 40m 거리 : 최대치 0.275V/m, 평균치 0.087V/m
- 안테나로부터 47m 거리 : 최대치 0.309V/m, 평균치 0.109V/m
- 아래층 : 최대치 0.006V/m, 평균치 0.002V/m

다. 상일동 SL082 기지국 (5층건물 옥상, 송신안테나 높이 6m)

: 건물옥상(안테나로부터 6.9m 거리)

- 최대치 : 0.194V/m

- 평균치 : 0.077V/m

라. 일진빌딩 RSL042-6 중계국 (4층건물 옥상, 송신안테나 높이 : 옥탑에서 3m)

: 건물옥상(안테나로부터 7.1m 거리)

- 최대치 : 0.123V/m

- 평균치 : 0.038V/m

: 아래층

- 최대치 : 0.034V/m

- 평균치 : 0.010V/m

7. PCS기지국, 중계국(LG텔레콤)

- 주파수 : 1861.25MHz, 1863.75MHz, 1866.25MHz, 1868.75MHz

- 기지국 출력 : FA당 최대 12.5W

- 중계국 출력 : FA당 최대 4W

가. 화곡4 기지국 (9층건물 옥상, 송신안테나 높이 8.3m)

: 건물옥상(안테나로부터 13.7m 거리)

- 최대치 : 0.077V/m

- 평균치 : 0.027V/m

나. 화곡3 기지국 (6층건물 옥상, 송신안테나 높이 12.7m)

: 건물옥상(안테나로부터 6.3m 거리)

- 최대치 : 0.194V/m

- 평균치 : 0.061V/m

다. 화곡3B2감마2 중계국 (9층건물 옥상, 송신안테나 높이 6m)

： 건물옥상(안테나로부터 5.75m 거리)

- 최대치 : 0.245V/m
- 평균치 : 0.077V/m

라. 방화B3감마1 중계국 (6층건물 옥상, 송신안테나 높이 8m)

： 건물옥상(안테나로부터 17.2m 거리)

- 최대치 : 0.245V/m
- 평균치 : 0.069V/m

8. 수탁 측정 결과(한국통신프리텔)

가. 장소 : 서울시 도봉구

- 15층 기지국 기계실 앞(정문 2호기 엘리베이터 1.6m 앞) : 0.008V/m
- 16층 기지국 기계실 위(정문 2호기 엘리베이터 2.7m 앞) : 0.003V/m
- 16층 구 성가 연습실(건물 동쪽에서 5.4m, 북쪽에서 20.4m) : 0.008V/m
- 16층 구내식당(건물 서쪽에서 4.1m, 북쪽에서 9.9m) : 0.006V/m

나. 장소 : 강원도 삼척시

- 기지국으로부터 17m 지점 : 0.0653V/m
- 가정집(기지국에서 15m) : 0.0045V/m

다. 장소 : 서울시 강서구

- 큰 방 : 0.00046V/m
- 작은방 : 0.00020V/m
- 거 실 : 0.00032V/m
- 1동 1201호 옥상 : 0.00075V/m

9. 수탁 측정 결과(LG텔레콤)

가. 장소 : 경기도 안양시

- 13층 엘리베이터 앞(엘리베이터로 부터 7.2m 앞) : 0.002V/m

나. 장소 : 서울시 동작구

- 1503호 : 0.0414V/m

다. 장소 : 강원도 인제군

- 기지국을 중심으로 19.6m(서쪽) : 0.3115V/m
- 기지국을 중심으로 38.5m(동쪽) : 0.3133V/m
- 기지국을 중심으로 20m(남쪽) : 0.2798V/m

10. 수탁 측정 결과(SK텔레콤)

가. 장소 : 서울시 강남구

- 옥 상(송신탑 직하에서 10.6m지점) : 0.009V/m
- 기 계 실(옥 내) : 0.002V/m

나. 장소 : 서울시 성동구

- 작은방 : 0.0619V/m

다. 장소 : 서울시 강서구

- 큰방 : 0.00081V/m
- 작은방 : 0.00082V/m
- 거실 : 0.00060V/m
- 1동 1201호 옥상 : 0.00375 V/m

라. 장소 : 충북 괴산군

- 슈퍼 안방 : 0.0019V/m
- 슈퍼 거실 : 0.0038V/m
- 슈퍼 마당(기지국에서 14.4m 거리) : 0.0215V/m
- 교회 예배당 : 0.0046V/m

- 교회 마당(기지국에서 16.4m 거리) : 0.0417V/m
- 교회 사택 안방 : 0.0050V/m

제4절 이동통신기지국 측정 결과 분석

이동통신기지국에서 송신하는 주파수는 서비스별로 각각 다르기 때문에 이들 기지국에서 방사되는 전자파의량을 합산하여 인체에 미치는 영향으로 평가하지 않는다.

기지국에서 방사하는 전자파의 세기는 최소 0.003 V/m에서부터 최대 0.0619 V/m으로 측정되었으며, 이 수치는 일반인의 전자파인체보호기준(셀룰러의 경우 약 41 V/m, PCS의 경우 약 59 V/m정도)에도 크게 못 미치는 것으로 나타났다.

그 외의 지역으로 인적이 드문 산골 지역에 설치된 기지국의 전자파환경을 측정한 결과, 0.00215 V/m에서 0.3115 V/m로 측정되어 도심보다 높은 수치를 나타냈지만 인체보호기준치보다 월등히 낮은 것을 알 수 있었다.

전기장과 자기장의 세기는 기지국 안테나로부터 얼마나 떨어져 있는가에 따라 그 값이 급격히 줄어들기 때문에, 실제로 일반인이 생활하는 도심 및 시골 환경에서는 기지국에 의한 전자파 영향이 거의 무시할 정도로 적다는 것을 알 수 있었다.

다만, 측정시 문제가 되었던 재현성에 관련하여 이번 연구에서는 6분 이상 지속적으로 측정하였으며 여러 번 재차 측정하여 재현성을 높이려고 하였다.

앞으로 이동통신기지국의 측정 방법에 관한 연구에서는 재현성을 높이는 방법에 대한 언급이 있어야 할 것이다.

제5장 결 론

IEC TC 106의 Working Group 2에서는 인체 노출과 관련된 가전기기의 극저주파 전자파 측정방법을 연구하고, Working Group 4에서는 이동통신 기지국 근처의 RF 전자기장 특성에 대해 각각 연구를 진행하고 있다.

가전기기의 전자파 측정은 106/34/CD의 측정기준을 따라 측정하여 현재 시판중인 제품들의 실험 결과를 얻을 수 있었다.

측정 결과를 보면, 대부분의 제품에서 방출되는 전기장 및 자기장의 세기는 밀착거리에서도 일반인에 대한 전자파 인체보호기준치를 초과하지 않았다. 또 전원 플러그를 연결하였을 경우 전기장 세기가 높게 나타났으며, 스위치를 작동시켰을 때만 자기장의 세기가 높게 나타났다.

이동통신기지국에서 나오는 전자파에 대한 연구는 아직 초기단계이지만, 그 동안의 측정 방법을 재조명할 수 있었고, 몇 년 동안 실시한 측정결과들을 모아 전자파의 강도를 비교할 수 있었다.

RF 전자파가 인체에 미치는 영향을 평가할 때 주의할 점은 서로 다른 주파수를 사용하는 이동통신 서비스에서 나오는 전자파들은 합산하여 평가하지 않는다는 것이다. 따라서 측정하고자 하는 대상의 서비스가 가지는 주파수 범위의 전자파 세기만을 측정한다.

각 서비스별로 일반인에 대한 전자파 인체보호기준치를 살펴보면, 셀룰러 서비스는 약 41 V/m정도이고, PCS 서비스의 경우는 약 59 V/m정도이다.

이번에 실시한 측정 결과에서, 셀룰러 기지국의 경우는 최소 0.11 ~ 5.0 V/m으로 나타났고, PCS의 경우 최소 0.3 ~ 2.5 V/m로 측정되었다.

기지국 안테나가 설치된 건물의 옥상은 사람의 접근이 용이하지 않으며, 교외에 설치된 기지국은 철제 통제선이 있어 접근이 가능한 거리에서의 전자파 세기는 급격히 감소하여 매우 낮은 것으로 측정되었다.

생활환경의 전자파를 실제로 측정함으로써 측정에 적용한 방법 및 조건들을 재검토할 수 있었으며 인체보호기준치와 비교하여 전자파의 세기를 가늠

할 수 있었다. 이번 실험을 통해 가전기기의 전자파 세기와 접근 가능한 지역에서 이동통신기지국의 전자파 세기는 일반인의 전자파 인체보호기준 이내 있음을 알 수 있었다.

전자파는 주변 환경의 영향으로 측정값이 다르게 나타날 수도 있다. 즉, 시간이 지남에 따라 온도나 습도가 변하거나 예측치 못한 상황이 발생하여 전자파의 세기가 약간씩 달라질 수 있다. 그래서 이번 연구에서는 재현성을 충분히 고려하고자 하였다. 측정 위치나 방향이 정확한지, 주변 영향은 없는지 확인하고 여러 번 반복하여 측정하였다. 향후 연구에서는 전자파 측정의 재현성을 높이는 방법에 대한 충분한 논의가 있다면 ELF 및 RF 전자기장 측정의 표준을 마련할 수 있을 것이다.

이번 실험 자료를 생활환경의 전자파의 기초자료로 활용하여 미래의 전자파 환경에 대한 DB로 활용해야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] IEC TC 106/4/NP, "Methods for the assessment of electric, magnetic and electromagnetic fields associated with human exposure", 2000
- [2] IEC TC 106/7/NP, "EM fields from base stations for mobile telephones", 2000
- [3] IEC TC 106/34/CD, "Methods for the assessment of electric, magnetic and electromagnetic fields associated with human exposure", 2002
- [4] IEC TC 106/51/CC, "Methods for the assessment of electric, magnetic and electromagnetic fields associated with human exposure", 2003
- [5] IEC TC 106/55/CD, "Assessment criteria to permit evaluation of compatibility of electrical and electronic apparatus with standards for human exposure to electromagnetic fields(0Hz - 300GHz)", 2003
- [6] IEC TC 106/58/CD, "Methods for the assessment of electric, magnetic and electromagnetic fields associated with human exposure", 2003
- [7] IEEE Std 291-1991, "IEEE standard methods for measuring electromagnetic field strength of sinusoidal continuous waves, 30 Hz to 30 GHz", 1991
- [8] FCC OET Buletin 65, "Evaluating Compliance with FCC Guidelines for Human Exposure to Radiofrequency Electromagnetic fields", 1997
- [9] 유창용, 김덕원, "각종 전기기기 및 생활 주변에서의 60Hz 전자기장", 전자공학회지 제28권 제2호, 2001. 12
- [10] 대한민국 정보통신부고시 제2001-88호(2001.10.10)

[11] 김윤명, “고출력 무선국 주변의 전자파 환경 조사 연구“, 정보통신학술
연구과제 99-12, 2000.3

