



한국전자파학회의 인체보호를 위한 전자기장 세기의 측정방법 분석

1999. 7. 8

김인석 (경희대학교)

TEL : 0331-201-2916

FAX : 0331-202-7674

초고주파공학연구소



— 전자기장을 측정하는 이유

1. 인체보호를 위하여 우리가 알아야 하는 내용
외부 전자기장으로 인해 인체 내부에 유입되는 전기장,
자기장, 전류, 에너지의 양
2. 문제점
인체 내부에서의 흡수량 측정 불가능 (유도 매카니즘도
매우 어려움)
3. 그렇지만
외부 전자기장은 인체 조직내로 유입되는 직접적인 원인

초고주파공학연구소

[]

- 기존의 전자기장 환경 측정방법이 고시되어 있는데 왜 다시 측정방법을 만드는가?

☞ 인체의 생물학적 기능과 전자기장의 상호관계를 고려하여야 하므로(공간 평균, 시간 평균, rms값 등),

[] 초고주파공학연구소

- 한국전자과학회의 인체보호를 위한 전자기장 세기의 측정방법의 구성[CENELEC 기준에 근거]

I. 저주파수 대역 (10 kHz 이하)

I. 고주파수 대역 (10 kHz ~ 300 GHz)

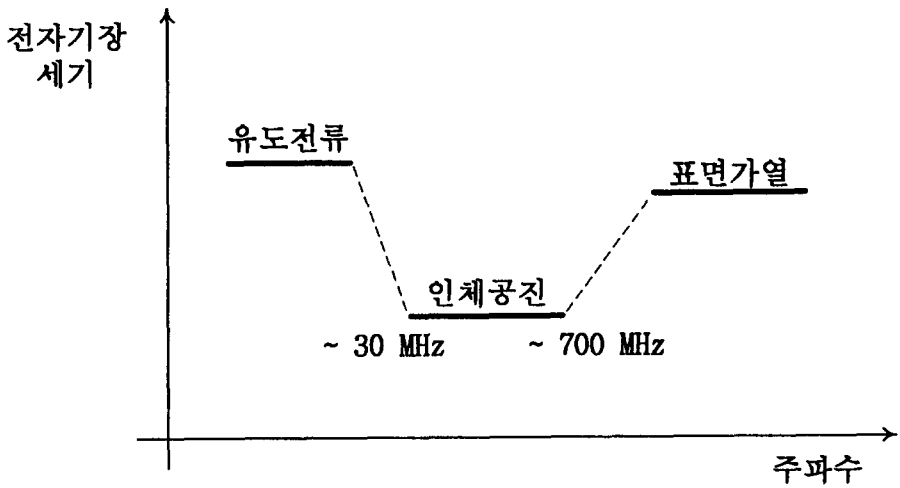
I. 참고 문헌

I. 부록 (복사원, 측정시 실제적으로 고려할 사항, 측정 시스템, 수치해석 절차)

초고주파공학연구소



- 인체보호를 위한 전자기장 측정방법은 전자기장의 물리적인 성질과 인체에 미치는 영향에 기초



주파수에 따른 전자기장과 인체와의 상호작용

— 전자기장(電磁氣場)이란?

- 전하에 의해 발생되며, 도체를 제외한 모든 물질공간에 퍼져 있고, 오감(五感)으로 느낄 수 없는 힘의 일종(공간의 한 점에서의 힘). 정전기장, 정자기장, 동전자기장(횡파, 헤어질 수 없는 인연)

전기장 (전계) **E** [V/m]

자기장 (자계) **H** [A/m]

전력밀도 **P** [mW/cm²] 또는 [W/m²]

초고주파공학연구소

- 주파수와 물질에 따라 전자기장의 특성이 다르고 복잡, 주위 물체의 영향, 빛의 경우 유리와 종이를 비교, 도체, 자성체, 인체등
- 원거리장에서 전자기장과 전력밀도와의 관계(Sine파의 경우)

$$P_{av} = \frac{E_{max}^2}{2\eta}, \quad E_{rms} = \frac{E_{max}}{\sqrt{2}}, \quad H_{rms} = \frac{E_{max}}{\eta_0}$$

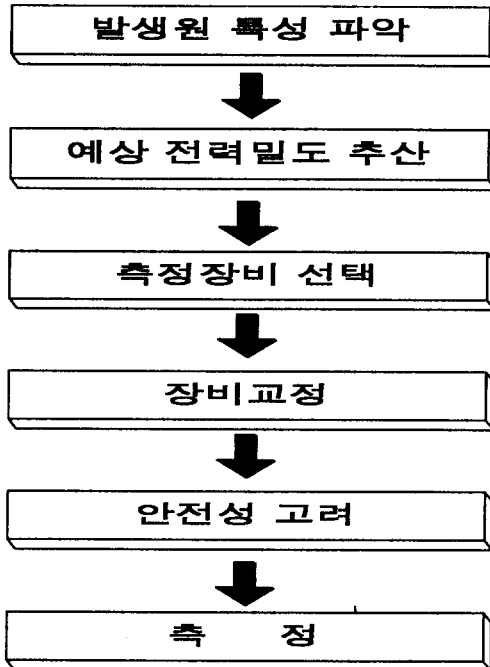
초고주파공학연구소



— 주위 전자기장 세기를 정확하게 평가하기 위해서

1. 발생원과 노출상황을 파악하여 적절한 측정기술(측정 환경 : 주파수, 근거리장, 원거리장, 전력레벨, 주위의 물체등)과 장비를 선택
2. 이용할 장비의 제한성과 측정해야할 양
3. 인체 보호기준과 비교

초고주파공학연구소

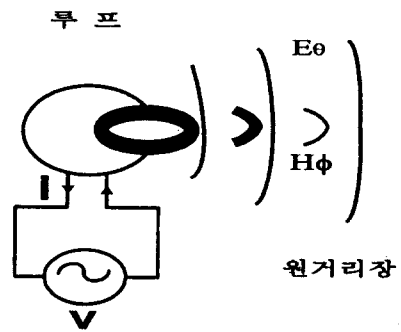
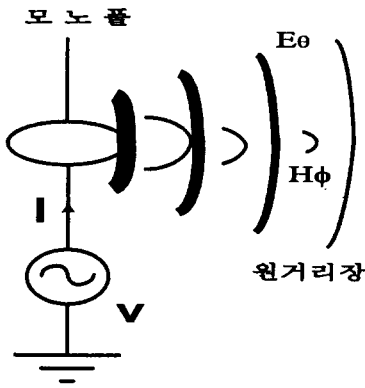


초고주파공학연구소



낮은 전류 → 높은 임피던스

높은 전류 → 낮은 임피던스

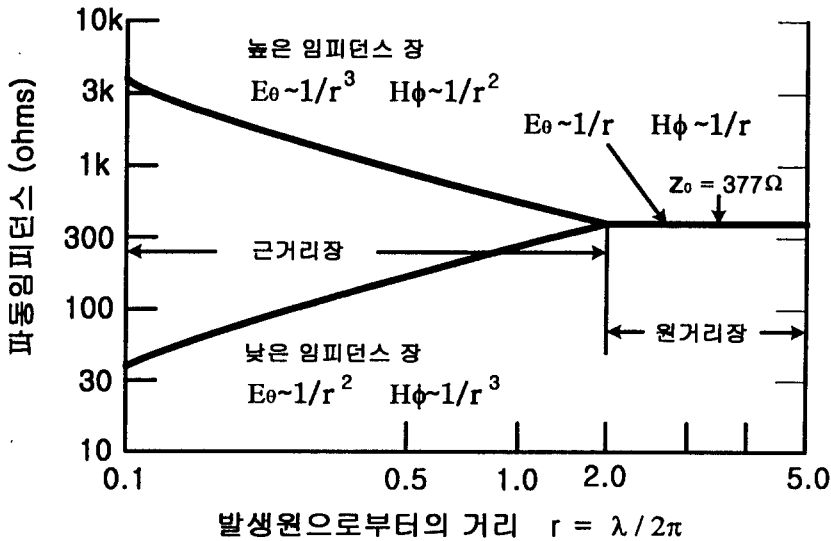


(a) 높은 임피던스, 전기장 발생원과 파

(b) 낮은 임피던스, 자기장 발생원과 파

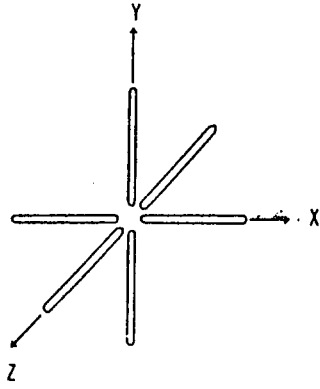
두 종류의 발생원과 관련된 임피던스와 복사계

초고주파공학연구소

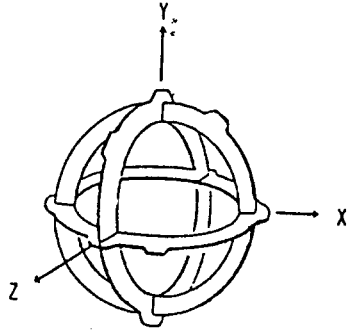


전자기장 발생원으로부터의 거리와 발생원의 구조가 전기적이냐 또는 자기적이냐에 따른 파동임피던스 변화

초고주파공학연구소

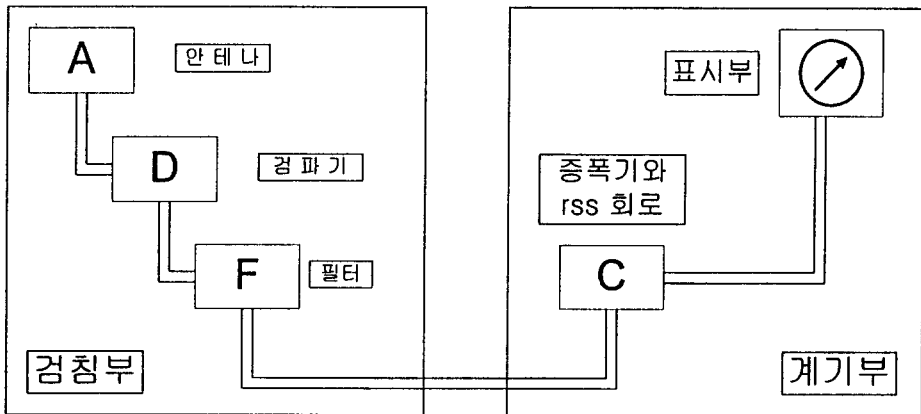


㉑



㉒

등방성 특성을 가지는 ㉑ 전기장 측정용 직교다이폴과
㉒ 자기장 측정용 직교루프



전자기장 측정기의 구성
(rss : Root Sum of Square)



— 검파기

- 다이오드 검파기 :

- 낮은 입력 전자기장 레벨에서는 자승검파기
- 높은 입력 전자기장 레벨에서는 선형검파기
- RC적분회로(저항성 도선)와 함께 사용하면 침두치 검파기
- 다수의 주파수를 가진 경우 다이오드 검파기는 부정확한 결과.

- 열소자 검파기

- 주위의 온도변화에 안정치 못함.
- 미소한 과부하에도 쉽게 파괴

초고주파공학연구소



— 측정전에 고려하여야 할 사항

1. 측정지점에서의 전자기장의 세기 예측

2. 전자기장의 발생원

- 발생주파수와 고조파의 존재
- 송출전력(과 측정기의 감도)
- 변조형태
- 펄스반복율, 펄스폭 등
- 안테나의 복사특성

초고주파공학연구소



3. 전력선의 경우는 부하의 크기에 따라 자기장의 세기가 크게 달라짐

4. 측정장소의 주위상황

- 발생원으로부터의 거리
- 근처에 반사체의 존재
- 근처에 다른 전자기장 발생원

5. 관련되는 노출기준(표준)

초고주파공학연구소



6. 측정기(안테나를 포함) 교정

7. 시간평균(침투치와 평균치)과 공간평균

- 1 kHz 이하 : 시간평균을 하지 않음
- 기본한계를 전류밀도로 표현하여야하는 700 kHz 이하의 평균적인 전자기장 : 0.1초 평균시간
- 38 kHz 이상에서 기본한계를 평균전력(SAR)로 표현되는 경우 : 6 분 평균

초고주파공학연구소



－ 의미있는 측정이 되기 위한 측정기의 특성

- 1) 안테나가 가지는 최장의 길이가 측정코자하는 전자기장의 최고 파장보다 작아야 한다. 근거리장 측정에서 안테나는 최고 주파수의 파장의 1/4보다 작아야 한다.
- 2) 검침부는 측정코자하는 전자기장의 파라미터에만 반응하여야 한다.
(예를 들면 전기장을 측정코자 할 때 자기장에 대해서는 반응이 최대한 없어야 한다는 의미)
- 3) 검침부는 1 dB 이내의 등방성을 유지하여야 한다.
(최대 ± 2 dB 까지 : 근거리장 측정시)



초고주파공학연구소

- 4) 측정장비는 자체적으로 전원을 가지고 있고, 또 적당한 차폐와 필터 기술을 이용하여 외부장과 차단되어야 한다. 그리고, 과부하에 대한 보호회로가 장착되어야 한다.
- 5) 장비는 rms 값을 아래와 같이 나타낼 수 있어야 한다.
 - 전기장은 V/m 또는 V^2/m^2
 - 자기장은 A/m 또는 A^2/m^2
 - 평균등가 평면파 전력밀도는 W/m^2 또는 mW/cm^2 와 같은 데이터로 측정이 가능하여야 하며, 전력밀도를 근거리장에서 측정할 때 측정결과가 이용된 안테나 종류에 따라 전기장 또는 자기장의 세기로 변환이 가능하여야 한다.

초고주파공학연구소

[]

6) 공간과 시간평균을 할 때 그리고 측정하는 동안 위헤스러운 전자기장으로부터 측정자를 보호하기 위하여, 측정장비는 기록장치 또는 다른 방법으로 기록될 수 있어야 한다. (예를 들면 광섬유를 이용하여 측정기에 기록장치를 연결시킬 수 있다.)

7) 측정기는 주파수에 관계없이 아주 평탄한 응답특성을 보여야 하고, 표준 또는 권고치에 대하여 적어도 -10 dB (10%)에서 +5 dB (300%)까지의 동작범위를 가지고 있어야 한다.

[] 초고주파공학연구소

8) 다음과 같은 특수한 기능이 있는 것이 바람직하다.

- 측정기간동안 발생하는 최대치를 기록할 수 있는 기능
- 이용자에 대해 선택된 평균시간동안 측정된 전자기장의 실시간 평균값을 줄 수 있는 데이터 기록 기능

9) 총 교정에 대한 불확실치가 ± 2 dB 보다 크지 말아야 하며 보통 어렵지만 ± 1 dB (본 기준) 이내가 바람직하다.

초고주파공학연구소



10) 검침부는 주위 전자기장을 크게 산란시키지 말아야 하고, 검침부와 계기부사이의 선은 검침부의 위치에서 전자기장을 크게 혼란시키지 말고, 그 위치에 존재하는 전자기장으로부터의 에너지를 흡수치 말아야 한다.

11) 장비의 반응시간을 알아야 한다. 1초 이하의 반응시간을 가져야 중간의 전자기장을 쉽게 검파 할 수 있다.

12) 인체의 중요부위가 위치하는 곳에서 측정. 전력선의 경우 지상 1 m 높이

초고주파공학연구소



— 정확한 측정이 어려운 이유

1) 측정기는 일반적으로 원거리장 조건에서 교정되지만, 실지에 비평면파 상황에서 측정을 한다면 “실지의 값”과 다른 값을 나타내게 된다.

2) 측정기를 교정할 때 검침부만 전자기장에 노출되는데 비해 공통적으로 실측을 할 경우 전 측정기 시스템(계기부, 케이블 등등)이 노출되게 되어 무시할 수 없는 오차가 발생될 수 있다.

초고주파공학연구소



-
- 3) 측정기는 검침부의 방향에 대해 일반적으로 등방성이지 못하여 1~2 dB 정도 방향성 오차를 발생시킨다.

초고주파공학연구소



— 측정 결과는

1. 측정자의 측정 기술
2. 측정장비의 선택

에 따라 크게 달라지므로 전문가가 측정하여야 함.

초고주파공학연구소