



**KC 62233**

(개정 : 2015-09-23)

IEC Ed 1.0 2005-10-19

# 전기용품안전기준

**Technical Regulations for Electrical and  
Telecommunication Products and Components**

**인체 노출과 관련된 가전제품 및 유사기기의 전기자기장 측정방법**

**Measurement methods for electromagnetic fields of household  
appliances and similar apparatus with regard to human exposure**

**KATS** 국가기술표준원

<http://www.kats.go.kr>

# 목 차

전기용품안전기준 제정, 개정, 폐지 이력 및 고시현황	1
서문	2
1 적용범위 (Scope)	3
2 인용표준 (Normative references)	3
3 용어와 정의 (Terms and definitions)	4
3.1 물리적 양과 단위 (Physical quantities and units)	4
3.2 용어 정의 (Terms and definitions)	4
4 측정방법의 선택과 제한 설정 (Choice of test method and limit sets)	5
5 측정 방법 (Measuring methods)	5
5.1 전기장 (Electric fields)	5
5.2 주파수 범위 (Frequency range)	5
5.3 측정거리, 위치, 동작모드 (Measuring distances, positions and operating mode)	6
5.4 자기장 센서 (Magnetic field sensor)	6
5.5 자기장 측정 절차 (Measuring procedures for magnetic fields)	6
5.6 측정 불확도 (Measurement uncertainty)	10
5.7 시험 보고서 (Test report)	10
6 결과의 평가 (Evaluation of results)	10
부속서 A (Annex A)	14
부속서 B (Annex B)	21
부속서 C (Annex C)	23
부속서 D (Annex D)	29
참고문헌 (Bibliography)	37
해설 1	39
해설 2	40

## 전기용품안전기준 제정, 개정, 폐지 이력 및 고시현황

제정 기술표준원 고시 제2000 - 463호(2001. 01. 05)  
개정 기술표준원 고시 제2003 - 1443호(2003. 11.15)  
개정 국가기술표준원 고시 제2014-0421호(2014. 9. 3)  
개정 국가기술표준원 고시 제2015-383호(2015. 9. 23)

**부 칙(고시 제2015-383호, 2015.9.23)**

이 고시는 고시한 날부터 시행한다.

## 전기용품안전기준

### 인체 노출과 관련된 가전제품 및 유사기기의 전기자기장 측정방법

Measurement methods for electromagnetic fields of household appliances and similar apparatus with regard to human exposure

이 안전기준은 2005년 제1판으로 발행된 IEC 62133, Measurement methods for electromagnetic fields of household appliances and similar apparatus with regard to human exposure 를 번역하여 기술적 내용 및 규격서의 서식을 변경하지 않고 작성한 KS C IEC 62233(2008.08)을 인용 채택한다.

# 인체 노출과 관련된 가전제품 및 유사기기의 전기자기장 측정방법

## Measurement methods for electromagnetic fields of household appliances and similar apparatus with regard to human exposure

### 1 적용범위

이 표준은 300 GHz까지의 전기자기장을 다루고, 시험하는 동안의 측정거리 및 위치와 같은 조건을 포함해서 가전기기 및 유사한 전기기기 주위에서의 전계강도와 자속밀도를 평가하기 위한 방법을 정의한다.

기기는 모터, 가열 소자 또는 가열 소자의 결합체가 해당될 것이고, 전기 또는 전자 회로 및 주전원 및 배터리 또는 다른 전기적 전원에서 전원을 공급받는 경우도 포함될 것이다.

기기는 이러한 가전 전기 제품, 전기 공구, 전기 완구류와 같은 기기도 포함한다.

기기는 일반적인 가정에서 사용되는 것을 포함하지는 않으나, 이것은 그럼에도 불구하고 대중적으로 접근되고 또는 일반인에 의해 사용될 수 있기 때문에 이 표준의 범위에 해당된다.

이 표준은 다음과 같은 경우에 적용되지 않는다.

- 중공업 목적을 위해서만 설계된 장비
- 건물의 고정된 전기 설비의 일부분이 되는 장비(퓨즈, 회로 차단기, 케이블 및 스위치와 같은)
- 라디오와 텔레비전 수신기, 오디오와 비디오 기기, 전자악기
- 의료용 전기기기, 개인 컴퓨터 및 유사기기, 라디오 송신기
- 자동차에만 사용하도록 설계된 장비

이 표준과 다른 표준의 다른 조항에 동시에 포함되는 다기능 기기의 분야에서는 운용에 관련되는 기능을 위한 각각의 항목 또는 표준의 조항을 사용하는 것으로 평가를 수행한다.

제품의 불규칙적인 동작은 고려하지 않는다.

이 표준은 인체 노출을 평가하기 위한 특정 요소를 포함한다.

- 센서의 정의, 측정방법의 정의
- 시험 제품의 동작 모드에 대한 정의
- 측정거리 및 위치에 대한 정의

정의된 측정방법은 10 Hz~400 kHz 영역에서 유효하다. 400 kHz 이상 및 10 Hz 이하의 주파수 범위에서 이 표준의 범위는 KS C IEC 60335 시리즈에서 따로 설명되지 않는 경우에 시험 없이 통과하는 것으로 간주한다.

### 2 인용표준

다음의 인용표준은 이 표준의 적용을 위해 필수적이다. 발행연도가 표기된 인용표준은 인용된 판만을 적용한다. 발행연도가 표기되지 않은 인용표준은 최신판(모든 추록을 포함)을 적용한다.

KS C IEC 60335(모든 부), 가정용 및 이와 유사한 전기기기의 안전성

KS C IEC 61000-3-2, 전기자기적합성(EMC)-제3부: 한계값-제2절: 고조파 전류의 한계값(기기의 입력 전류 상당 16A 이하)

KS C IEC 61786, 인체 노출 저주파 전자기장의 측정-측정기에 대한 특별 요구사항 및 측정 지침

KS C CISPR 14-1, 전기자기적합성(EMC)-제14-1부: 가정용 전기기기, 전동공구 및 유사기기류의 요구조건-전기자기장해

IEC 62311<sup>1)</sup>, Assessment of electronic and electrical equipment related to human exposure

restrictions for electromagnetic field(0 Hz~300 GHz)

### 3 용어와 정의

이 표준의 목적을 위하여 다음의 용어와 정의가 적용된다. 국제적으로 적용되는 SI 단위는 표준에서도 사용된다.

#### 3.1 물리적 양과 단위

양	표시	단위	규정단위
도전율	$s$	Siemens per metre	S/m
전류밀도	$J$	Ampere per square metre	$A/m^2$
전기장 강도	$E$	Volt per metre	V/m
주파수	$f$	Hertz	Hz
자계강도	$H$	Ampere per metre	A/m
자속밀도	$B$	Tesla	$T(Wb/m^2 또는 Vs/m^2)$

#### 3.2 용어 정의

##### 3.2.1

##### 기본 제한(기본 한계) [basic restriction(basic limitations)]

시간에 따라 변화하는 전기, 자기 및 전기자기장 노출에 대한 제한은 증명된 생물학적 영향성에 근거를 두며 안전요소를 포함함. 전류밀도의 기본적 제한은  $J_{BR}$ 로 나타내고, 내부 전기장 강도의 기본적 제한은  $E_{BR}$ 로 나타낸다.

##### 3.2.2

##### 결합 계수 (coupling factor) $ac(r1)$

제품 주변의 전기자기장에서 불규칙적 계산을 발생하는 지수, 측정거리  $r_1$ 에서 센서와 본체의 영역 또는 측정자 머리 부분의 측정영역

##### 3.2.3

##### 푸리에 변환 (Fourier transformation)

시간영역에서 주파수영역을 도출하는 수학적 절차(IEV 101-13-09 참조)

##### 3.2.4

##### 고속 푸리에 변환 (fast Fourier transformation, FFT)

최적화된 푸리에 변환 속도

##### 3.2.5

##### 침점 (hot spot)

전기자기장 분포의 불균일함에 기인하는 최대 전기자기장의 집중영역

##### 3.2.6

##### 측정거리 (measuring distance) $r1$

제품의 표면에서 센서 표면의 가장 가까운 지점까지의 최단거리(부속서 A 참조)

##### 3.2.7

##### 측정 위치 (measuring positions)

##### 3.2.7.1

##### 주변 (around)

센서는 표면에서 일정한 거리로 제품의 모든 주위를 돌며 움직이게 되고 이때 추정되는 영역

비고 그림 A.2 참조

##### 3.2.7.2

##### 위쪽 (top)

제품의 위쪽 표면에서 일정한 거리를 두고 표면을 움직이게 되는 센서

1) 발간될 예정임.

비고 그림 A.1 참조

### 3.2.7.3

#### 전면 (front)

제품의 전면에서 특정 거리를 두고 표면을 움직이게 되는 센서

비고 그림 A.1 참조

### 3.2.8

#### 기준레벨, 최대 허용 노출 레벨 (reference level, maximum permissible exposure level) BRL

최악의 상황 가정하에 기본 제한 레벨로부터 산출된 전기자기장 레벨

비고 기준레벨은 기본 한계치가 만족되어 공급될 때 초과될 수 있다.

### 3.2.9

#### 응답시간 (response time)

전자기 측정 장비에서 측정을 위해 놓여진 이후 최종값의 특정 비율에 도달하는 데 요구되는 시간

### 3.2.10

#### 가중치 (Weighted result) W

주파수 의존 기준레벨을 적용한 측정의 최종 결과

## 4 측정방법의 선택과 제한 설정

적절한 한계치의 설정은 선택되어야 한다.

발생되는 전기자기장의 스펙트럼에서 독립된 모든 시험품의 경우 5.5.2에서의 절차를 적용한다. 논쟁이 발생하는 경우에 이것은 기준 방법으로 사용되어야 한다.

최대 허용 노출 레벨 또는 기준레벨이 초과되는 곳의 경우에는 특정한 전기자기장의 특별한 위치, 인체의 위치 또는 측정배치, 기본 제한에 따른 결정 등이 계산되어야 한다.

5.5.3의 절차는 오직 기본 주파수 라인과 그것의 고조파 라인으로 구성되는 라인 스펙트럼을 발생하는 기기의 경우에 적용될 것이다.

중심 주파수와 그것의 고조파에서 유일하게 중요한 전기자기장이 발생하는 제품의 경우에 만약 5.5.4 에서 하나의 대체 측정방법은 사용될 수 있다.

전 구동 주기가 1초 이하인 곳에서의 기기는 IEC 62311에 따라 펄스형태의 전기자기장의 경우로 측정되어야 한다. 그러나 동작조건, 측정거리 그리고 결합 계수는 이 표준에서 주어진다.

단계적인 절차는 가장 쉬운 방법에서 좀 더 복잡한 방법으로 적용될 수 있다(그림 1의 순서도 참조).

## 5 측정방법

### 5.1 전기장

측정방법은 고려 중이다.

만약 내부의 변압기 또는 전자 회로를 가진 제품이 1 000 V 이하에서 구동된다면 그것은 시험을 하지 않는 것으로 간주된다.

### 5.2 주파수 범위

고려되는 주파수의 범위는 10 Hz~400 kHz 대역이다(1.의 적용범위 참조).

만약 한 번의 측정으로 주파수 범위 전 대역을 측정하는 것이 불가능하다면 각각의 측정된 주파수 범위에 중요한 결과가 추가되어야 한다.

### 5.3 측정거리, 위치, 동작모드

측정거리, 센서의 위치, 동작조건은 **부속서 A**에 기술되어 있다.

측정하는 동안의 구성 및 동작모드는 시험 보고서에 기록되어야 한다.

### 5.4 자기장 센서

자속밀도의 측정값은 각각의 방향에서  $100 \text{ cm}^2$ 의 면적으로 평균화되어야 한다. 기준 센서는 3개가 서로간의 직각을 이루며 측정영역은  $(100 \pm 5) \text{ cm}^2$ 의 등방성 민감도를 가지는 동심원 코일로 구성되어 있다. 기준 센서의 외곽 지름은  $13 \text{ cm}$ 를 초과할 수 없다.

결합 계수의 결정을 위해서 **부속서 C**에 설명된 것과 같이  $(3 \pm 0.3) \text{ cm}^2$ 의 측정영역을 가지는 등방성 센서가 사용된다.

**비고 1** 적절한 합계 방법과 결합되는 경우 단방향 센서(등방성이 아닌)를 사용하는 것은 허용된다.

**비고 2** 자속밀도의 최종값은 각 방향으로 측정된 값의 벡터 합이다. 이것은 측정값이 자속 벡터의 방향에 독립적임을 나타낸다.

### 5.5 자기장 측정 절차

#### 5.5.1 일반사항

측정 신호 주파수영역과 연관되어 평가한다. 독립된 전기자기장 발생원을 적용하여 최고 측정치를 산출한다.

예를 들어 스위칭 동작시  $200 \text{ ms}$  이하 지속시간을 가지는 일시적 자기장은 무시된다.

만약 스위칭 동작이 측정 중에 발생하는 경우 측정은 반복되어야 한다.

측정기기는 한계치에  $5\%$ 의 최대 노이즈 레벨을 가진다. 최대 노이즈 레벨보다 낮은 측정 결과는 무시된다.

배경 레벨은 한계치의  $5\%$  이하이어야 한다.

측정기기가 최종값의  $90\%$ 에 도달하는 응답시간은  $1$ 초가 넘어서는 안 된다.

자속밀도는  $1$ 초간의 평균시간을 사용해서 결정된다.

만약  $10 \text{ Hz} \sim 400 \text{ kHz}$  신호에서 소스가  $1$ 초 이상의 시간 동안 일정한 것으로 나타나는 경우에는 더 짧은 샘플링 시간이 사용된다.

마지막 측정을 하는 동안 센서는 고정되어 있어야 한다.

#### 5.5.2 시간영역 평가

신호 종류의 독립적인 자속밀도 값의 시간영역 측정은 수행될 수 있다. 몇 개의 주파수 성분에서 자기장의 경우, 기준레벨 주파수에 대한 의존은 주파수 기능으로써 표현되는 기준레벨의 역인 전달 함수  $A$ 를 수행하는 것에 의해서 계산되는 것으로 간주한다.

**그림 2**는 기준레벨의 주파수 의존성의 예를 나타낸다.

전달함수  $A$ 는 기준레벨  $B_{RL}$ 의 역이고  $B_0$ 하에서 정규화한다. 정규화는 주파수  $f_{C0}$ 에서 수행되어야 한다.

**비고 1** 정규화를 위해 주요 주파수를 사용하는 것을 추천한다(예 :  $f_{C0} = 50 \text{ Hz}$  또는  $60 \text{ Hz}$ ).

전달함수  $A$ 는 1차 필터를 사용하는 것으로 구현된다. **그림 3**은 전달함수 특성의 예를 보여준다.

전달함수의 일반식은



$$A(f) = \frac{B_{RL}(f_{c0})}{B_{RL}(f)} \dots\dots\dots (1)$$

전달함수의 시작지점은  $f_1$ 이 10 Hz인 지점이어야 한다. 전달함수의 종료지점은  $f_0$ 이 400 kHz인 지점이어야 한다.

**비고 2** 전달함수의 수치값을 위한 예는 표 D.1과 D.2에 나타나 있다.

다음 절차는 측정시에 사용된다.

- 각각 코일 신호의 측정을 수행한다.
- 가중된 각각의 전달함수를 사용하는 신호를 적용한다.
- 가중 신호를 제공한다.
- 제공된 신호를 더한다.
- 합을 평균한다.
- 평균의 제곱근을 취한다.

결과는 자속밀도의 가중된 실효값이 된다.

이러한 절차는 그림 4에 개략적으로 나타낸다.

**비고 3** 전달함수  $A$ (그림 4의 밑줄 친 선)는 필요한 적분을 공급하기 위한 고유 특성을 가지는 코일과 “자연발생요소”를 가지는 저역통과 필터를 포함한다. 결과는  $B(f)$ 로부터 직접적으로 안정화된 신호이며, 이것은 그림 3에 나타낸 전달함수  $A$ 에 의해서 평가된다. “자연발생요소”의 주변 주파수는 그림 3의 전달함수와 같다.

**비고 4** 전달함수가 시간영역 신호에 적용될 수 있는 다른 방안은 전자회로에서의 아날로그 필터, 미리 프로그램된 DSP 칩, 신호 분석기 또는 확장문서 패키지 또는 일반적으로 쓰인 프로 그램을 포함하는 디지털 컴퓨터 계산 등을 포함한다.

**비고 5** 많은 제품의 경우에 50/60 Hz의 전원 주파수 범위와 그것의 고조파 및 한계치에서 효과적으로 중요 범위 주파수에 독립적인 전기자기장 강도의 한계치를 가지는데, 이러한 방법은 전달함수 없이 적용될 수 있다. 이것은 예를 들어 20~759 Hz의 주파수 대역에 대해서 자속 밀도의 일정한 최대 노출 허용치(MPE)를 갖는 IEEE C95.6 : 2002 안전표준으로 가능한 것이다. 이러한 경우에 순수한 RMS 측정은 관심 주파수 범위에서 수행될 수 있고 측정 결과는 한계치(예 : MPE)와 직접적으로 비교될 수 있다.

실제 측정된 값은 50 Hz에서 자속밀도의 기준레벨  $B_{RL}$ 과 직접적으로 비교될 것이다. 높은 전기자기장이 형성된 곳의 적용품에 대해서 측정은 부속서 C의 계산에 따라 결정되는 결합 계수  $a_c(r_1)$ 을 취 한 후에 수행된다. 주파수  $f_{c0}$ 에서  $B_{RL}$ 은 사용되어야 한다. 최종 가중치  $W$ 는 아래와 같이 유도된다.

$$W_n = \frac{B_{rms}}{B_{RL}} \dots\dots\dots (2)$$

또는 결합 계수  $a_c(r_1)$ 을 적용하면,

$$W_{nc} = a_c(r_1) \cdot W_n \dots\dots\dots (3)$$

여기에서

$W_n$  : 단일 측정에서 가중치

$B_{rms}$  : 자속밀도의 r.m.s. 값

$B_{RL}$  : 주파수  $f_{c0}$ 에서 자속밀도의 기준레벨

$a_c(r_1)$  ..... : 부속서 C 또는 표 D.3에 의한 결합 계수

$W_{nc}$  :  $a_c$ 를 적용하는 것에 의한 비균일 전기자기장에서의 결합을 취하는 단일 측정에서의 가중치

결정된 가중치  $W$ 는 값 1을 초과해서는 안 된다.

### 5.5.3 선 스펙트럼 평가

이 방법은 선 스펙트럼만 있을 때 사용되며, 그 예는 기본주파수 50 Hz와 고조파 성분을 가지는 자기장을 들 수 있다(4. 참조).

자속밀도는 각각 관련 주파수에서 측정된다. 이것은 자속밀도의 시간신호를 기록하는 것과 스펙트럼 성분을 평가하기 위한 푸리에 변환을 사용하는 것으로 구할 수 있다.

아래의 절차는 측정을 위해 사용된다.

- 각각 코일 신호( $x$ ,  $y$ ,  $z$ )의 분리 측정을 수행한다.
- $B(j)$ 에 직접적으로 비례하는 값을 얻기 위한 신호를 적분한다.
- 각각의 코일에서 추정되며 불연속 주파수  $f(j) = //70$  ( $70 =$  관찰시간)에서 RMS 값으로 표현되는 불연속 크기 스펙트럼  $B(j)$ 를 얻기 위한 불연속 푸리에 변환을 수행한다.
- 불연속 스펙트럼  $B(j)$ 를 삽입해서 주파수  $f(j)$ 에서 최대  $B(j)$ 를 찾는다.
- 모든 불연속 스펙트럼 라인  $B(j)$ 에서 모든 세 방향의 벡터 합을 구한다.

$$B(j) = \sqrt{B_x^2(j) + B_y^2(j) + B_z^2(j)} \dots\dots\dots (4)$$

**비고** 알고리즘의 마지막 두 가지 운영은 식(4)의  $B(j)$  대신  $B(j)$ 를 사용하는 것에 의해서 교환될 수 있다.

결과는 각각 감지되는 주파수에서의 자속밀도 합계와 같다.

측정된 값을 한계치와 비교하기 위해서, 기준레벨  $B_{RL}(j)$ 는 사용되어야 한다. 높게 위치되는 자기장의 경우 **부속서 C**에서 주어진 결합 계수  $a_c(r_1)$ 은 총계로 얻어질 수 있다. 몇 개의 주파수 비율의 전 기자기장에서 주파수 가중합의 계산은 필요하다.

가중치는 아래의 식을 통해 얻어진다.

$$W_n = \sqrt{\sum_{j=1}^n \left( \frac{B(j)}{B_{RL}(j)} \right)^2} \dots\dots\dots (5)$$

또는 결합 계수  $a_c(r_1)$ 을 적용해서

$$W_{nc} = a_c(r_1) \cdot W_n \dots\dots\dots (6)$$

**비고** 결합 계수는 주파수에 독립적일 수 있으며 자세한 것은 **부속서 C**를 참조한다.

여기에서

$B(j)$  : 측정된 스펙트럼의  $j$  주파수 라인 대상의 자속밀도

$B_{RL}(j)$  :  $j$  주파수 대상에서 자속밀도의 기준레벨

$a_c(r_1)$  : **부속서 C** 또는 **표 D.3**에 의한 결합 계수

$W_n$  : 단일 측정에서의 가중치

$W_{nc}$  :  $a_c(r_1)$ 을 적용하는 것에 의한 비균일 자계의 결합을 취하는 단일 측정에서의 가중치

결정된 가중치  $W$ 는 값 1을 초과해서는 안 된다.

1과 비교해서 결과를 내기 위해 근을 취하는 것은 필요하지 않다.

**비고** 단순 덧셈은 항상 노출의 과대평가 결과를 내고, 높은 주파수 고조파 성분 또는 노이즈로 구성되는 광대역 자기장의 경우 덧셈 식에 근거한 한계치는 진폭과 동위상이 아니므로 보전적이다. 대부분의 측정 장비에서 관련 위상은 측정되지 않는다(예를 들어 만약 스펙트럼 분석기가 사용되는 경우). 그러나 주파수 성분의 RMS 합은 보증될 수 있다. 이것은 완전히 상을 무시하는 것보다 좀 더 현실적일 결과를 나타낸다.

#### 5.5.4 다른 측정방법

주요 주파수와 그것의 고조파에서 자기장을 산출할 수 있기 위해 구성되는 적용은 2 kHz 이하의 주파수 범위에서 측정되는 것을 필요로 한다.

기준레벨의 선택된 세트에 따라, 이것의 적용을 위해 간략화된 테스트 절차는 적용될 수 있다.

**비고 1** 모든 이러한 방법은 신중한 것이어야 하고, 측정된 결과를 주지 않지만 적합/부적합을 평가해준다. 이러한 절차에서 실패하는 것은 표준의 요구사항을 수행하지 않는 것을 의미하지는 않는다. 이런 경우에 5.5.2 또는 5.5.3의 정밀한 방법이 사용될 수 있다.

**비고 2** 고조파 전류는 KS C IEC 61000-3-2에 따라서 측정될 수 있다. 많은 경우에 이러한 값은 미리 알려진다.

#### 5.5.4.1 제한된 기울기와 기준레벨의 감소

만약 연구된 주파수 범위에서 기준레벨이 기울기 또는  $1/f$  이상으로 감소할 때, 아래의 두 가지 방법 중 하나가 적용될 수 있다.

**비고** 이것은, 예를 들어 부속서 B에 주어진 것과 같이 시간에 따라서 전기장과 자기장이 변화하는 것의 일반적인 노출에 대한 ICNIRP 가이드라인의 기준레벨의 경우로 정당한 것이다.

#### 5.5.4.2 제한된 경도, 첫 번째 절차

제품은 이 표준의 요구사항에 따르고, 이때 아래의 두 가지 조건이 모두 충족된다.

- 가중되지 않은 광대역 측정시의 자속밀도(변환 함수를 사용하지 않음.)는 주요 주파수의 기준레벨의 30 % 이하이다.
- 주요 주파수에서 진폭의 10 %보다 높은 크기의 모든 고조파 전류는 조사된 주파수영역에서 연속적으로 감소한다.

만약 첫 번째 조건( $B < \text{기준레벨의 } 30\%$ )이 이행되지 않는 경우 5.5.4.1.2의 절차에 따르는 것이 확인되어야 한다.

#### 5.5.4.1.2 제한된 경도, 두 번째 절차

제품은 이 표준의 요구사항에 따르고 이때 다음의 세 가지 조건은 모두 충족된다.

- 주요 주파수에서의 자속밀도는 주요 주파수 기준레벨의 50 % 이하이다.
- 가중되지 않은 광대역 측정시(전달함수를 사용하지 않음.) 조사된 주파수 범위에서의 측정된 자속 밀도는 주요 주파수의 입력이 억제(능동필터)되는 동안 주요 주파수 기준레벨의 15 % 이하이다.
- 주요 주파수에서 진폭의 10 %보다 높은 크기의 모든 고조파 전류는 조사된 주파수영역에서 연속적으로 감소한다.

#### 5.5.4.2 일정 기준레벨

만약 기준레벨이 최소한 주요 주파수의 10차 고조파까지 일정하고 조사된 주파수 범위보다 더 높은 주파수에서 일정하거나 또는 감소 기울기가  $1/f$ 보다 작은 경우 5.5.4.1의 방법은 고조파 전류의 추가 측정 없이 적용될 수 있다.

**비고** 이것은, 예를 들어 부속서 B에 주어진 0~3 kHz에서의 인체에 대한 전기장과 자기장의 노출에 관련된 안전레벨을 위한 IEEE 표준에서의 기준레벨의 경우로 정당한 것이다.

이러한 경우의 단순화한 시험방법은 아래와 같이 적용되어야 한다.

#### 5.5.4.2.1 일정 기준레벨, 첫 번째 절차

적용은 이 표준의 요구사항에 따르고, 이때 아래의 조건은 이행되어야 한다.

- 가중되지 않은 광대역 측정시(전달함수가 사용되지 않음.) 자속밀도는 주요 주파수의 기준레벨의 30 % 이하이다.

만약 이 조건이 이행되지 않는 경우 아래 절차의 적용이 확인된다.

#### 5.5.4.2.2 일정 기준레벨, 두 번째 절차

적용은 이 표준의 요구사항에 따르고, 이때 아래의 두 가지 조건은 이행되어야 한다.

- 주요 주파수의 자속밀도는 주요 주파수의 기준레벨의 50 % 이하이다.
- 가중되지 않은 광대역 측정시(전달함수를 사용하지 않음.) 조사된 주파수 범위에서의 측정된 자속밀도는 주요 주파수의 입력이 억제(능동필터)되는 동안 주요 주파수 기준레벨의 15 % 이하이다.

## 5.6 측정 불확도

최대 종합 측정 불확도는 한계치의 25 %를 초과해서는 안 된다. 불확도 평가를 위한 지침은 KS C IEC 61786에 나타난다.

**비고 1** 총 측정 불확도는 센서의 위치, 동작조건, 배경잡음, 측정기기의 다이내믹 영역을 넘어서는 신호 등의 측면을 포함할 수 있다.

**비고 2** 만약 측정 불확도가 측정된 값의 25 %를 초과하는 경우에 불확도는 한계치로 사용되는 것에 근거한 값으로의 변화가 필요하다.

결과가 한계치와 비교되어야만 할 때 측정 불확도는 아래의 사항이 이행되어야 한다.

- 한계치 이하의 전기자기장에서만 적용하는 것을 확립하기 위해 측정 불확도는 결과값에 추가되어야 하고, 합은 한계치와 비교되어야 한다.  
**비고** 이것은 제조자가 측정을 수행하는 예로 적용한다.
- 한계치 이상의 자계에서 적용하는 것을 확립하기 위해 측정 불확도는 결과값으로부터 감산되어야 하고, 차는 한계치와 비교되어야 한다.  
**비고** 이것은 시장감독 목적을 위한 허가자에 의해 측정이 수행되는 경우의 예로 적용한다.

## 5.7 시험 보고서

시험 보고서는 최소한 아래의 사항을 포함해야 한다.

- 제품의 확인
- 측정기기의 설명
- **부속서 A**에 설명되지 않는 동작모드, 측정위치와 측정거리
- 평가된 전압과 주파수
- 측정방법
- 적용할 수 있는 경우 결합 계수를 포함한 측정된 최대값
- 적용된 한계치 세트
- 만약 측정된 결과가 한계치의 75 % 이상인 경우에 측정 불확도

## 6 결과의 평가

이 표준의 요구사항은 아래와 같을 때 만족된다.

- 만약 총계(5.6 참조)로 얻어진 측정 불확도와 측정된 값이 기준레벨을 초과하지 않거나 또는
- 만약 측정된 값이 기준레벨을 초과할 때 결합 계수는 기본 제한에 만족하는 것을 보여주기 위해서 계산을 할 수 있다. 특별한 장치를 위해 대응하는 결합 계수  $a_c(r_1)$ 은 **부속서 C**에 나타낸 것과 같이 결정될 수 있다. 또는
- 만약 결합 계수를 사용할 때 측정값이 여전히 기준레벨을 초과하는 경우, 이것은 기본 제한에 초과되는 것을 따르는 것이 필요한 것은 아니다. 예를 들어 기본 제한을 만족 또는 불만족하는 계산 방법이 확인되는 것이 필요하다.

**비고** 계산 방법을 위해, KS C IEC 62226이 사용될 수 있다.

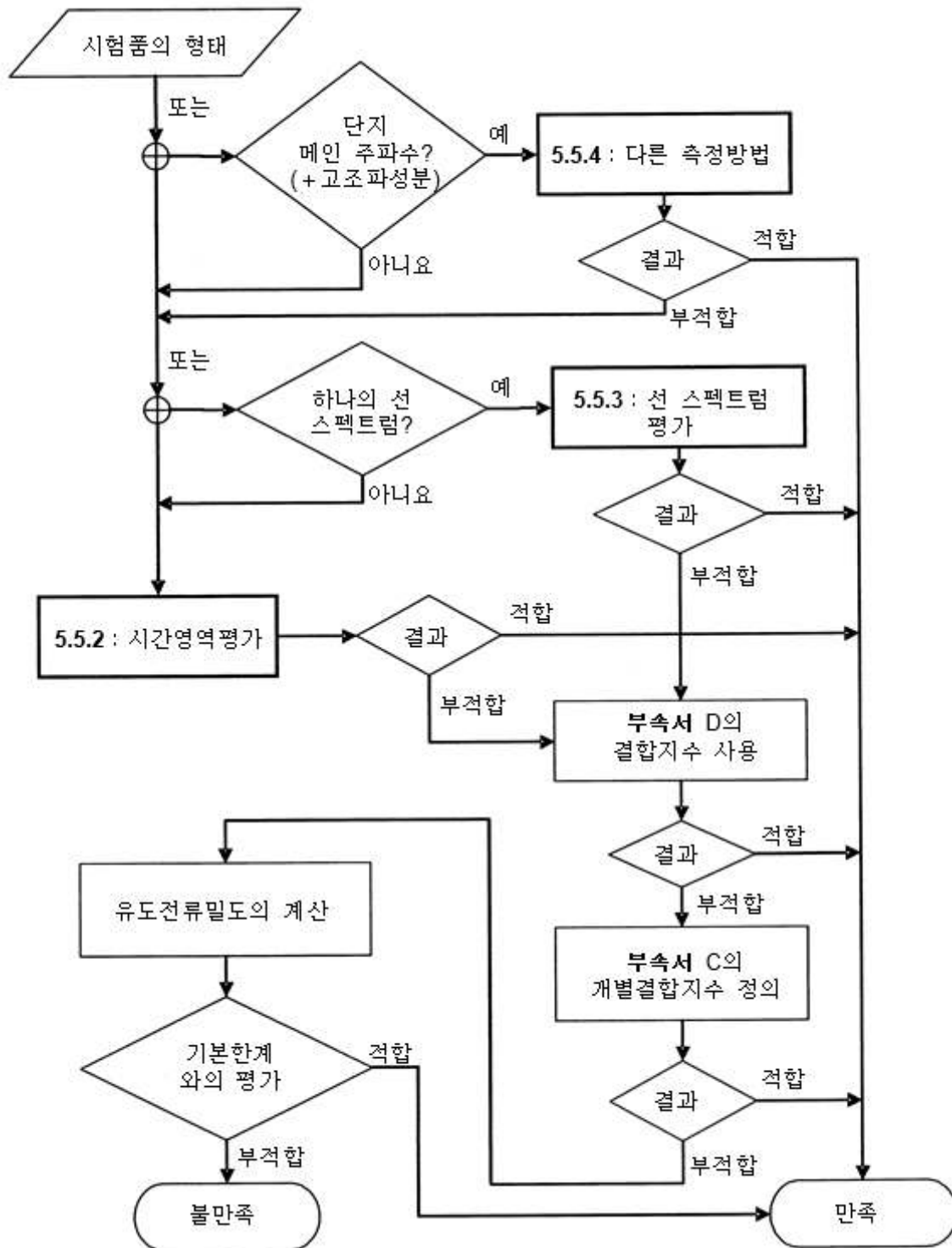
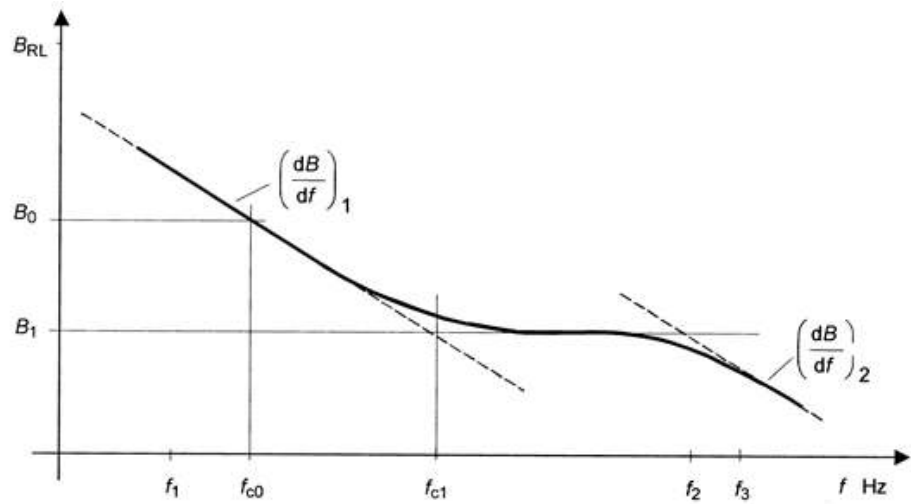
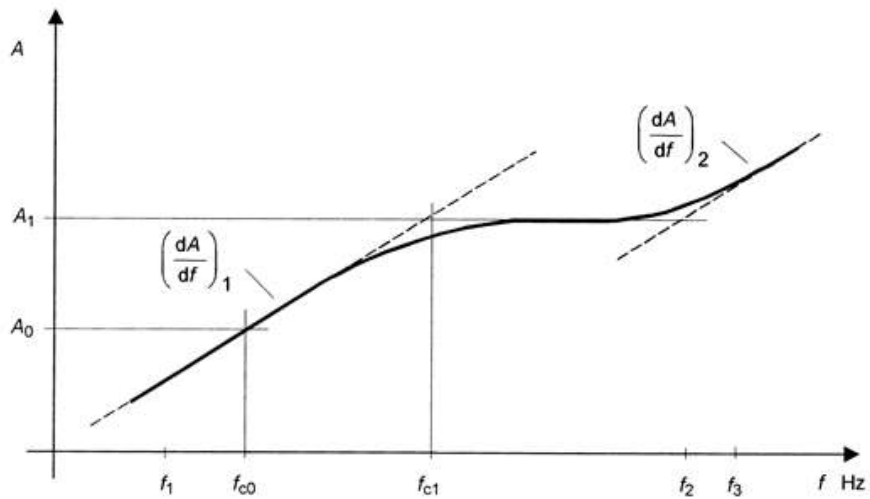


그림 1 - 기준레벨에 따른 평가에 대한 시험방법 선택을 위한 권고



$B(f_{c0}) = B_0, B(f_{c1}) = B_1$ 과 함께, 그리고 경도  $\left(\frac{dB}{df}\right)_n$

그림 2 - 모서리를 평활화한 기준레벨의 주파수상의 의존성 예



$A(f_{c0}) = A_0 = \frac{B_{RL}(f_{c0})}{B_0} = 1, A(f_{c1}) = A_1 = \frac{B_{RL}(f_{c0})}{B_1}, \left(\frac{dA}{df}\right)_n = \left[\left(\frac{dB}{df}\right)_n\right]^{-1}$  과 함께

그림 3 - 그림 2의 기준레벨과 일치하는 전달함수 A의 예

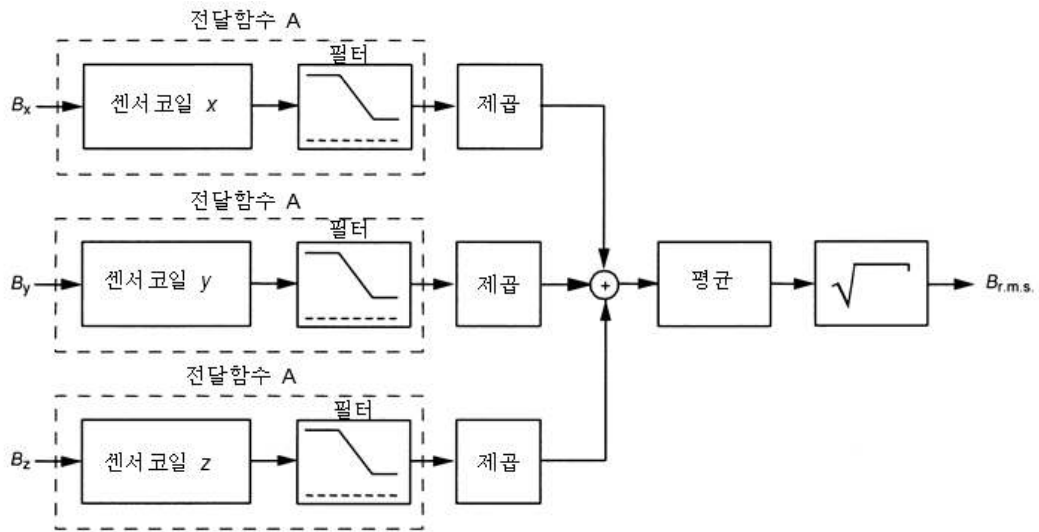


그림 4 - 기준 방법의 개요도

## 부속서 A (규정)

### 자속밀도 측정을 위한 시험조건

#### A.1 일반사항

측정은 표 A.1에 서술된 조건하에서 수행되고, 시험품은 일반적 사용과 같이 놓여진다.

만약 시험품이 표 A.1에 기술되지 않거나 다른 사용모드인 경우에 동작조건, 측정거리, 센서의 위치는 머리와 인체의 주요 부분에서 가장 민감한 조직 표면에 미치는 영향으로부터 보호하기 위한 곳에 놓는다. 만약 사용자의 매뉴얼이 명백하게 동작조건, 설치와 동작위치를 설명하는 경우 측정은 이러한 조건에서 수행하고, 그렇지 않은 경우엔 아래를 참조한다.

**비고** 손발의 측정은 만약 적용 한계치 세트가 손발을 위한 노출 한계를 포함하는 경우에 필요로 한다.

##### A.1.1 동작조건

- a) 최대 설정
- b) KS C CISPR 14-1과 관련되어 설명되거나 만약 가능한 경우 무부하의 동작조건

단시간 동작을 감안한 제조자의 명세서는 계산되어 적용되어야 한다.

구동시간은 서술되지 않으나 시험 전에 시험품은 동작조건이 일반적으로 사용하는 것과 같은 것을 확인하기 위한 충분한 시간을 가지고 동작된다.

제품은 제품의 일반 전압의  $\pm 2\%$ , 일반 주파수의  $\pm 2\%$ 를 공급하는 공급기로부터의 일반적 사용에 따라서 동작되어야 한다.

만약 전압 범위 및 주파수 범위가 표시되는 경우 공급 전압 및 주파수는 제품이 사용되는 것이 의도되는 국가 또는 지역의 공칭 전압 및 주파수가 되어야 한다.

제어는 설명된 표 A.1을 적용하지 않는 경우에 가장 높은 설정에 따라서 조정된다. 그러나 미리 설정된 제어는 의도된 위치에서 사용된다. 측정은 제품이 전원을 공급받는 동안 이루어진다.

시험은  $(25 \pm 10)$  °C의 온도에서 수행된다.

##### A.1.2 측정거리

- a) 신체의 관련 부분과 접촉해서 사용되는 제품 : 0 cm
- b) 이외의 제품 : 30 cm

##### A.1.3 센서의 위치

- a) 신체의 관련 부분에 접촉하는 제품 : 사용자의 방향(접촉면)
- b) 운반할 수 없는 큰 제품 : 전면(동작하는 면)과 사람이 접근할 수 있는 다른 면(그림 A.1 참조)
- c) 다른 제품 : 주위(그림 A.2 참조)



## A.2 특별한 기기를 위한 측정거리, 센서의 위치, 동작모드

### A.2.1 다기능 기기

이 표준의 각기 다른 절에 동시에 부합되는 다기능 기기는 만약 이것이 내부적으로 수정하는 것 없이 구현되는 경우 분리되어 동작하는 각각의 기능으로 시험되어야 한다.

분리되어 동작하는 각각의 기능별로 시험하는 것이 불가능하거나 특정 기능을 분리하는 것이 기기의 일차적인 기능의 이행을 불가능하게 하는 결과를 발생하는 기기는 동작을 위해 필요로 하는 최소 한의 기능을 동작시킨다.

### A.2.2 배터리 동작 기기

만약 제품이 주요 부분에 연결할 수 있는 경우 이것은 각각의 가능한 모드로 동작시켜서 시험되어야 한다. 배터리로부터 전원을 얻어 동작할 때 배터리는 시험 시작 전에 완충되어야 한다.

### A.2.3 측정거리와 센서위치

표 A.1의 측정거리는 일반적 동작시 신체의 주요 부분과 머리 부분 등 중심이 되는 민감한 시스템을 영향으로부터 보호하기 위한 운영자의 예상위치에 근거해서 설명되어 있다.

손발 노출의 경우 다른 측정거리와 센서위치가 적용될 것이다.

표 A.1 - 측정거리, 센서위치 및 동작조건

기기의 종류	구동 지침에 규정되지 않은 경우의 측정거리 $r_1$	센서위치	동작조건
공기청정기	30 cm	주변	연속 동작
에어컨	30 cm	주변	냉방 모드 : 주변온도가 (30±5) °C인 경우에 가장 낮은 온도 설정 난방 모드 : 주변온도가 (15±5) °C인 경우에 가장 높은 온도 설정 주변온도는 실내기로 유입되는 공기의 온도로 정의됨.
배터리 충전기 (인덕터 포함)	30 cm	주변	제조사에 의해 규정된 고속 능력으로 빈 충전지를 충전시키는 동작
음료 제조기	30 cm	주변	연속 동작, 무부하
전기 담요	0 cm	윗면	열 절연체의 시트 위에 펼쳐 놓은 상태로 동작
믹서기	30 cm	주변	연속 동작, 무부하
과즙 압착기	30 cm	주변	연속 동작, 무부하
시계	30 cm	주변	연속 동작
커피 메이커	30 cm	주변	KS C IEC 60335-2-15의 3.1.9에 규정된 동작조건
커피 분쇄기	30 cm	주변	KS C IEC 60335-2-14의 3.1.9.108에 규정된 동작조건
대류식 난방기	30 cm	주변	최대 출력 동작
튀김기	30 cm	주변	KS C IEC 60335-2-13의 3.1.9에 규정된 동작조건
치아 위생기	0 cm	주변	KS C IEC 60335-2-52의 3.1.9에 규정된 동작조건
절삭기	0 cm	커터 반대편	연속 동작, 무부하
식기 세척기	30 cm	윗면, 전면	물이 있고 접시가 없는 세척모드, 만약 가능하다면 건조모드에서 동작
달걀 조리기	30 cm	주변	KS C IEC 60335-2-15의 3.1.9에 규정된 동작조건

표 A.1 - 측정거리, 센서위치 및 동작조건 (계속)

기기의 종류	구동 지침에 규정되지 않은 경우의 측정거리 r <sub>1</sub>	센서위치	동작조건
안면 사우나기	10 cm	윗면	연속 동작
팬	30 cm	주변	연속 동작
팬 히터	30 cm	주변	연속 동작, 최대 열 설정
바닥 광택기	30 cm	주변	광택 브러시 위에 어떠한 기계적 부하가 없는 상태에서 연속 동작
만능 조리기	30 cm	주변	부하가 없는 연속 동작, 최대 속도 설정
음식 보온 캐비닛	30 cm	주변	부하가 없는 연속 동작, 최대 열 설정
발 온열기	30 cm	윗면	부하가 없는 연속 동작, 최대 열 설정
가스 점화기	30 cm	주변	연속 동작
그릴	30 cm	주변	부하가 없는 연속 동작, 최대 열 설정
헤어 커터기	0 cm	커터 반대편	부하가 없는 연속 동작
헤어드라이어	10 cm	주변	연속 동작, 최대 열 설정
온열 매트	30 cm	윗면	열 절연체의 시트 위에 펼쳐 놓은 상태로 동작
온열 패드	0 cm	윗면	열 절연체의 시트 위에 펼쳐 놓은 상태로 동작
호브	30 cm	윗면, 전면	KS C IEC 60335-2-6의 3.1.9에 규정된 동작 조건, 그러나 개별적으로 각각의 히팅 유닛에 최대 설정으로 동작
아이스크림 제조기	30 cm	주변	부하가 없는 연속 동작, 최대 냉각 설정
투입 전열기	30 cm	주변	가열 요소를 완전히 숨긴 채 동작
유도 열선과 조리용 철판			<b>A.3 참조</b>
다리미	30 cm	주변	KS C IEC 60335-2-3의 3.1.9에 규정된 동작 조건
다림 기계	30 cm	주변	KS C IEC 60335-2-3의 3.1.9에 규정된 동작 조건
주스 추출기	30 cm	주변	부하가 없는 연속 동작
주전자	30 cm	주변	물을 반만 채운 채 동작
주방 저울	30 cm	주변	부하가 없는 연속 동작
주방용 칼	30 cm	주변	부하가 없는 연속 동작
주방기계 및 슬라이서	30 cm	주변	부하가 없는 연속 동작, 최대 속도 설정
안마기	0 cm	안마기 머리 부분 반대편	부하가 없는 연속 동작, 최대 속도 설정
전자레인지 (RF 부분은 KS C IEC 60335-2-25 에서 다름.)	30 cm	주변	최대 초고주파 전력인 연속 동작. 만약 가능하다면, 일반적인 가열요소를 최대 설정으로 동시에 동작시킴. 부하로는 1 L의 물을 선반의 가운데 위치시킴. 물을 담은 용기는 전기적으로 비전도성 물질인 유리 또는 플라스틱으로 함.
믹서기	30 cm	주변	부하가 없는 연속 동작, 최대 속도 설정
유류 난방기	30 cm	주변	연속 동작, 최대 열 설정

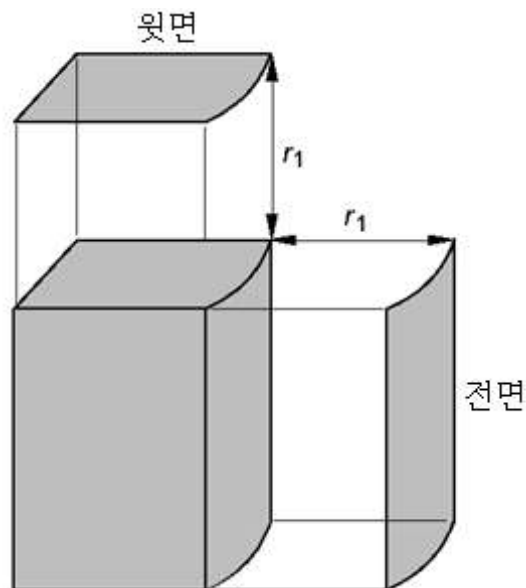
표 A.1 - 측정거리, 센서위치 및 동작조건 (계속)

기기의 종류	구동 지침에 규정되지 않은 경우의 측정거리 h	센서위치	동작조건
오븐	30 cm	윗면, 전면	문이 닫힌 상태에서 오븐은 비워 놓음. 자동온도 조절기는 최대값으로 설정함. 또한 만약 가능하다면 사용을 위한 설명서에 정의된 세척 모드로 동작
레인지	30 cm	윗면, 전면	개별적으로 각각의 기능으로 동작
레인지 후드	30 cm	아랫면, 전면	최대값으로 설정된 상태에서 제어
냉장고	30 cm	윗면, 전면	문이 닫힌 상태에서 연속 동작. 자동온도 조절기는 최대 냉각으로 조절함. 캐비닛은 비워 놓음. 측정은 정상 조건에 도달한 후에 이루어지며, 그러나 모든 칸막이는 냉각으로 동작됨.
밥솥	30 cm	주변	물을 반만 채운 채 동작, 그리고 최대 열 설정
면도기	0 cm	커터 반대편	부하가 없는 연속 동작
슬라이스 기계	30 cm	주변	부하가 없는 연속 동작, 최대 속도 설정
썬텐기	0 cm 내부 30 cm 외부	전면	연속 동작, 최대 설정
회전 추출기	30 cm	윗면, 전면	부하가 없는 연속 동작
축전 전열기	30 cm	주변	연속 동작, 최대 열 설정
티 메이커	30 cm	주변	연속 동작, 무부하
토스터	30 cm	주변	무부하, 최대 열 설정
공구류, 손잡이형	30 cm	주변, 그렇지 않으면 항상 사용자 쪽으로 향하는 동일면	모든 설정, 예를 들면 무부하 상태에서 최대 속도 설정
공구류, 손유도형	30 cm	주변, 그렇지 않으면 항상 사용자 쪽으로 향하는 동일면	모든 설정, 예를 들면 무부하 상태에서 최대 속도 설정
공구류, 이동 가능형	30 cm	사용자 쪽으로 향하는 윗면, 전면	모든 설정, 예를 들면 무부하 상태에서 최대 속도 설정
발열소자를 포함하는 공구류	30 cm	주변, 그렇지 않으면 항상 사용자 쪽으로 향하는 동일면	최대 온도 설정, 글루 막대를 가진 글루건은 작동 위치에서 동작
장난감을 위한 변압기	30 cm	주변	연속 동작
선로 세트 : 전기 및 전자 제어	30 cm	주변	연속 동작
회전 건조기	30 cm	윗면, 전면	예비 세탁된 세탁물을 가진 건조모드에서 동작, 이 세탁물은 마른 조건에서 거의 0.7 m×0.7 m의 크기를 가지며, 무게가 140~175 g/m <sup>2</sup> 사이인 2단 면으로 된 천을

진공청소기, 손잡이형	30 cm	주변	사용함. KS C IEC 60335-2-2의 3.1.9에 규정된 동작조건
----------------	-------	----	---

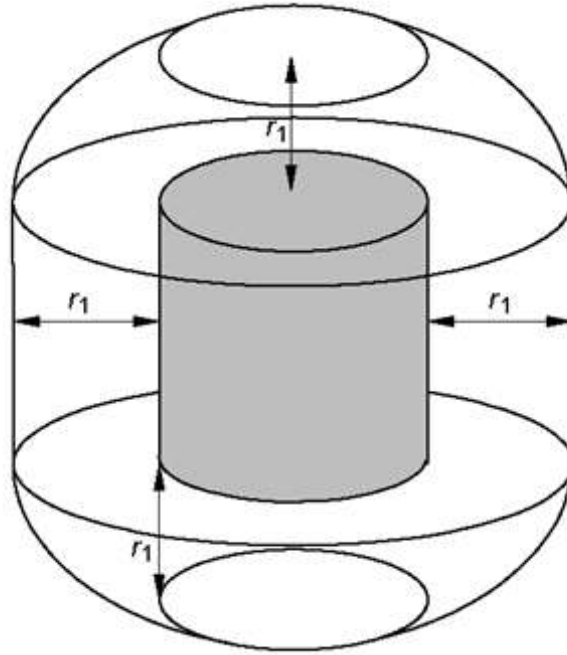
표 A.1 - 측정거리, 센서위치 및 동작조건 (계속)

기기의 종류	구동 지침에 규정되지 않은 경우의 측정거리 $r_1$	센서위치	동작조건
진공청소기, 몸체 미끄럼형	0 cm	사용자 쪽으로 향하는 모든 표면	KS C IEC 60335-2-2의 3.1.9에 규정된 동작조건
진공청소기, 기타	30 cm	주변	KS C IEC 60335-2-2의 3.1.9에 규정된 동작조건
세탁기 및 탈수기	30 cm	윗면, 전면	세탁물이 없는 조건, 최대 속도의 회전모드
물침대용 전열기	10 cm	윗면	열 절연체의 시트 위에 펼쳐 놓은 상태로 동작
온수기	30 cm	주변	최대 설정에서 제어, 가능하다면 물이 순환되는 상태
기포발생 욕조	0 cm 내부 30 cm 외부	주변	연속 동작



센서는 시험품의 윗면/전면으로부터 거리  $r_1$  만큼 표면에서 이동한다.

그림 A.1 - 측정지점 : 윗면/전면(3.2.7 참조)



센서는 시험품의 표면과 수직으로 거리  $r_1$  이내에서 사람이 접근할 수 있을 경우 시험품의 모든 면으로 이동한다.

그림 A.2 - 측정지점 : 주변(3.2.7 참조)

### A.3 유도 열선과 조리용 철판에 대한 시험조건

#### A.3.1 측정거리

각각의 조리영역에서 측정은 센서 표면과 제품 경계면의 거리를 30 cm로 해서 네 가지 수직 선상(A, B, C, D)에서 이루어져야 한다(그림 A.3 참조). 측정은 조리영역의 위쪽 1 m와 아래쪽 0.5 m에서 이루어진다. 측정은 만약 제품이 벽에 기대어 위치되고 사용되는 경우 제품의 뒷면(D라인)에서 수행되지 않는다.

#### A.3.2 동작모드

철판 범람에 약 절반 정도의 물을 채우고 이것을 측정하기 위한 조리영역의 중앙에 놓는다.

사용을 위한 지시로 추천되는 가장 작은 범람이 사용된다. 만약 추천이 없는 경우에는 조리영역 표시가 있는 가장 작은 표준 범람이 사용된다. 표준 조리 범람의 바닥면 지름은 110 mm, 145 mm, 180 mm, 210 mm, 300 mm이다.

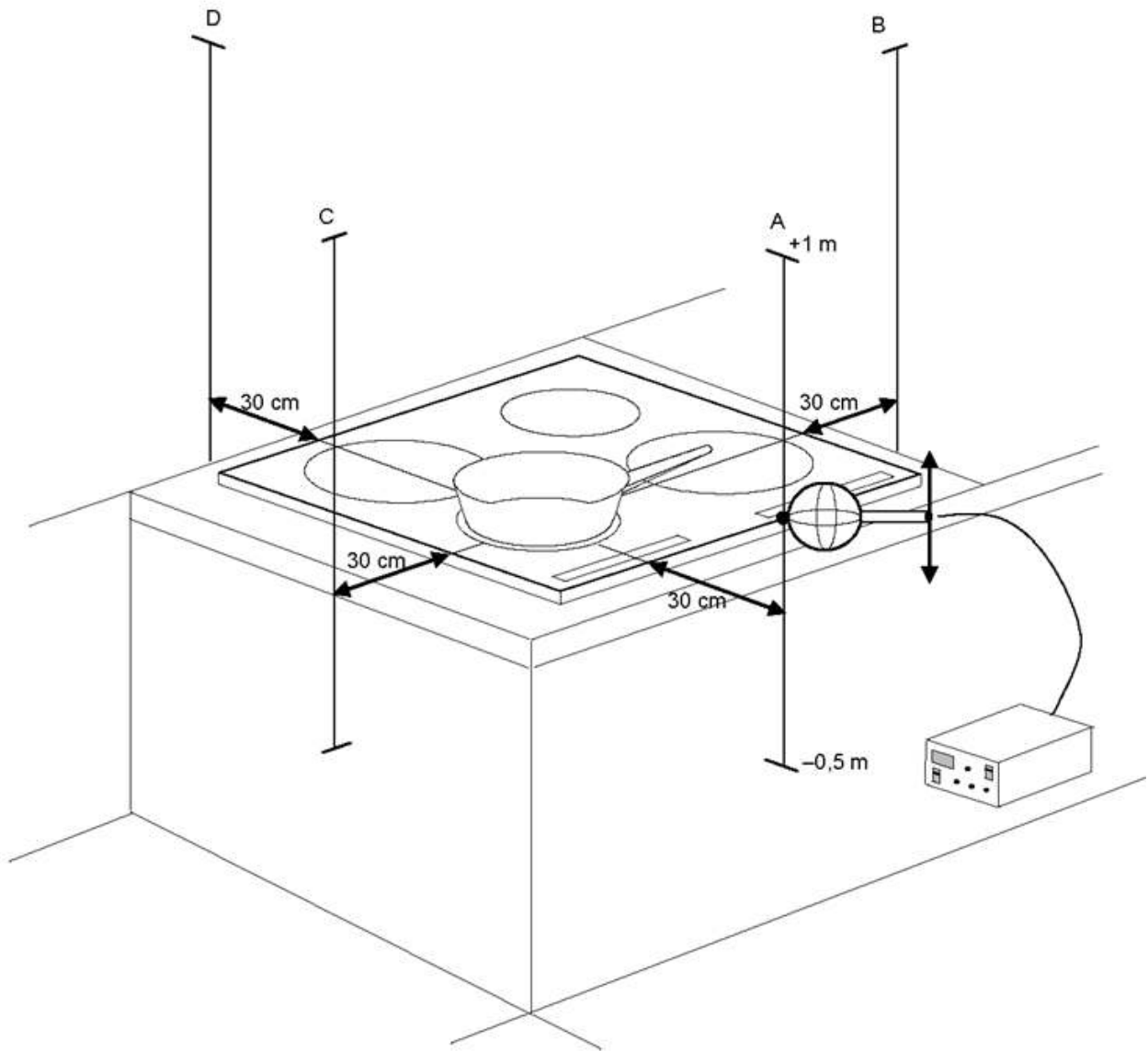
표시 가열기기는 순서대로 동작되고 다른 조리영역은 포함되지 않는다.

에너지 조절기의 설정은 최대치로 놓는다.

측정은 안정된 동작조건에 도달한 후에 이루어진다.

만약 도달할 수 있는 안정조건이 없는 경우 적절한 관찰시간(약 30초)은 최대치에 도달하는 것을 확인하기 위한 정의로 사용된다. 변화하는 값은 기록된다.

**비고** 유도 가열기기 간의 전원 공유 때문에 가장 높고 연속적인 자기장은 각각의 가열기기가 분리되어 동작될 때 얻어질 수 있다.



선 A, B, C 및 D는 측정지점을 나타낸다.

이 그림은 전면 왼쪽편의 동작조건에서 네 구역의 열선을 가진 유도 가열식 소자를 나타낸다.

**그림 A.3 - 유도 열선과 조리용 철판의 측정거리**

## 부속서 B (참고)

### 노출 한계치

아래에 주어지는 한계치는 정보를 위한 것이고, 이것은 총망라한 목록은 될 수 없다.

국가의 규정에 의해 설명되는 것과 같은 한계치 세트에 적용되는 판을 사용하는 것을 확인하는 것은 이 표준 사용자의 의무사항이다.

#### B.1 ICNIRP 가이드라인[11]

표 B.1 - 10 GHz까지의 주파수 범위에서 시변 전기자기장에 일반적인  
공공의 노출에 대한 기본 한계 - 발체

주파수 범위	머리와 몸통에 대한 전류밀도 mA/m <sup>2</sup> (rms)	전신의 평균 SAR W/kg	국부적인 SAR (머리와 몸통) W/kg	국부적인 SAR (팔, 다리) W/kg
1 Hz까지	8			
1~4 Hz	8/f			
4~1 000 Hz	2			
1~100 kHz	f/500			
100 kHz~10 MHz	f/500	0.08	2	4
10 MHz~10 GHz		0.08	2	4
비고 f는 Hz 단위의 주파수이다.				

표 B.2 - 시변 전기자기장에 일반적인 공공의 노출에 대한 기준레벨(요동되지 않는 rms 값) - 발체

주파수 범위	전계강도 V/m	자계강도 A/m	자기장 mT	등가 평면파 전력밀도 S <sub>eq</sub> W/m <sup>2</sup>
1 Hz까지	—	3.2×10 <sup>4</sup>	4×10 <sup>4</sup>	—
1~ 8 Hz	10 000	3.2×10 <sup>4</sup> /f <sup>2</sup>	4×10 <sup>4</sup> /f <sup>2</sup>	—
8~25 Hz	10 000	4 000/f	5 000/f	—
0.025~0.8 kHz	250/f	4/f	5/f	—
0.8~3 kHz	250/f	5	6.25	—
3~150 kHz	87	5	6.25	—
0.15~1 MHz	87	0.73/f	0.92/f	—
1~10 MHz	87/f <sup>1/2</sup>	0.73/f	0.92/f	—
10~400 MHz	28	0.073	0.092	2
400~2 000 MHz	1.375 f <sup>1/2</sup>	0.003 7 f <sup>1/2</sup>	0.004 6 f <sup>1/2</sup>	f/200
2~300 GHz	61	0.16	0.20	10
비고 f는 해당 주파수열의 값을 나타낸다.				

## B.2 IEEE 표준[12]

표 B.3 - 3 kHz까지의 주파수 범위에서 인체의 여러 부분에 적용하는 일반적인 공공의 노출에 대한 기본 한계치 - 발체

노출된 조직	$f_0$ Hz	$E_0$ V/m-rms
두뇌	20	$5.89 \times 10^{-3}$
심장	167	0.943
손, 손목, 발 그리고 발목	3 350	2.10
다른 조직	3 350	0.701

표의 해석은 다음과 같다.  
 $f \leq f_0$ 일 때  $E_f = E_0$ ,  $f \geq f_0$ 일 때  $E_f = E_0(f / f_0)$   
 나열된 제한에 추가하여, 머리와 몸통이 10 Hz 이하의 자기장에 노출되는 것은 일반적인 공공 환경에서는 최대값이 167 mT 이내로 제한되어야 하며, 제어된 환경에서는 500 mT 이하로 제한되어야 한다.

표 B.4 - 일반적인 공공의 노출에 대한 자기장 한계치 : 머리와 몸통의 노출 - 발체

주파수 범위 Hz	$B$ mT-rms	$H$ A/m-rms
< 0.153	118	$9.39 \times 10^4$
0.153~20	$18.1/f$	$1.44 \times 10^4/f$
20~759	0.904	719
759~3 000	$687/f$	$5.47 \times 10^5/f$
3 000 Hz~100 kHz		164

3 kHz 이상에서의 주파수에 대한 한계치는 3 kHz 이상에 대한 IEEE 표준과 일치함을 증명하는 것이 포함된다(IEEE, 1991).



## 부속서 C (규정)

### 결합 계수의 결정

#### C.1 계산에 의한 결합 계수의 결정

부속서 B에서 주어지는 기준레벨  $B_{RL}$ 은 균등한 장에서 정의된다. 이 표준 내에서 제품 주변의 강한 자기장의 불균일성은 지수  $a_c(r_1)$ 으로 간주된다. 그것은 계산된 자기장 내의 신체 부분의 용적으로 여겨진다.

절차는 집중되는 근원으로 적용될 수 있다. 첨점  $B_{max}$ 으로부터  $0.1B_{max}$ 까지의 자기장의 배분은 연속적이다. 기준레벨  $B_{RL}$ 과 비교되는 보정된 측정값  $B_{mc}(r_1)$ 은 측정값  $B_m$ 으로부터 아래와 같이 얻어진다.

$$B_{mc}(r_1) = a_c(r_1)B_m \quad \text{그리고} \quad W_{nc} = a_c(r_1) \cdot W_n \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

지수  $a_c(r_1)$ 의 결정은 운용 주파수에 기본을 둔 4단계 과정으로 얻어진다.

**• 1단계 : 첨점 범위의 평가**

자속밀도  $B(r_0)$ 는 첨점  $r_0=0$ 에서 시작되어 가장 낮은 기울기 선의 표면으로 접선에 따라서 측정된다. 측정은 그림 C.1과 C.2에 보인 것같이 자속밀도가 첨점 최대값의 10 %로 감소하는 지점  $r_0=X$ 에서 멈춘다. 측정하는 포인트 간의 거리는 0.5~1 cm로 한다.

**비고 1** 결합 계수의 평가는 동작 주파수의 경우에 협대역이 될 수 있다.

**비고 2** 5.4에 설명된 3 cm<sup>2</sup>의 측정영역 센서와 같은 작은 센서의 사용이 권장된다.

$$\frac{B(r_0 = X)}{B(r_0 = 0)} = 0.1 \quad \dots\dots\dots (C.2)$$

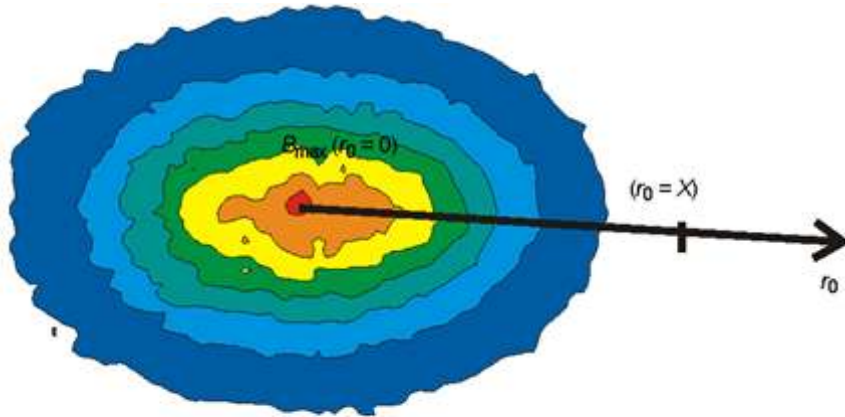


그림 C.1 - 첨점

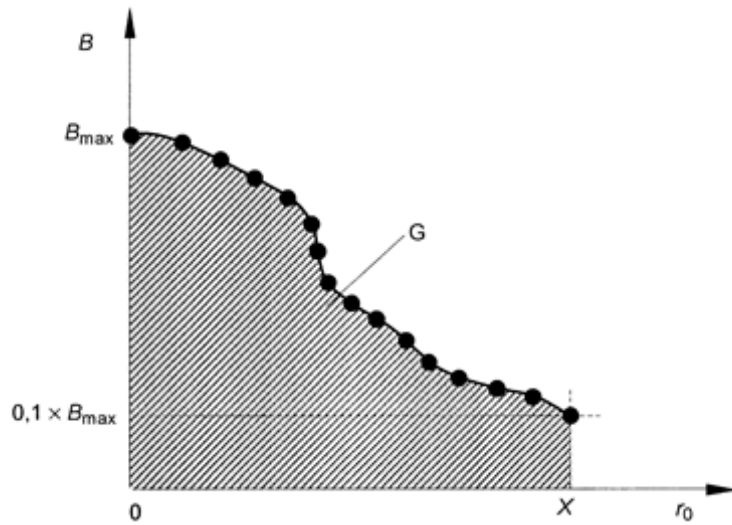


그림 C.2 - 선속밀도의 기울기와 적분  $G$

• 2단계 : 등가코일의 결정

1단계에서의 측정 결과는 유사한 적분  $G$ 로 주어진 등가코일의 반지름을 결정하는 것에 사용된다. 이 코일은 제품 내부의 자기장원의 위치에 따른 침점으로부터 거리  $l_{coil}$ 에 위치되는 것으로 가정된다.

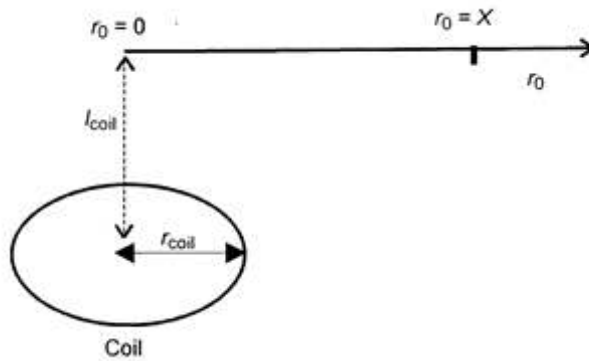


그림 C.3 - 등가코일의 위치

측정된 선속밀도의 표준화된 적분은 단일값  $G$ 의 결과를 내고, 이것은 등가코일(표 C.1)의 반지름  $r_{coil}$ 을 결정하는 데 사용될 수 있다. 선형 삽입은  $l_{coil}$ 을 초과할 수 없는  $r_{coil}$ 의 다른 값을 얻기 위해서 사용된다.

**비고 1** 작은 제품에 대해, 자기장 발생원은 제품의 중앙부로 가정된다. 큰 제품의 경우에는 각각 자기장 발생원의 위치가 제품의 검사를 통해서 결정된다.

**비고 2** 집중된 발생원의 경우에만 절차는 적용할 수 있다. 침점으로부터의  $B_{max}$ 부터  $0.1B_{max}$ 까지의 전기자기장의 분배는 연속적이게 된다.

값  $G$ 는 아래의 공식으로 계산된다.

$$G(r_{coil}, l_{coil}) = \int_{r_0=0}^{r_0=X} \frac{B(r_0)}{B(r_0=0)} dr_0 \dots\dots\dots (C.3)$$

표 C.1 - 다른 코일의 G [m]값

거리 $l_{coil}(mm)$	반경 $r_{coil}(mm)$					
	10	20	30	50	70	100
10	0.013 54					
15	0.015 62					
20	0.018 48	0.027 03				
25	0.021 68	0.028 80				
30	0.025 11	0.031 17	0.040 51			
35	0.028 61	0.033 90	0.042 17			
40	0.032 22	0.036 89	0.044 29			
50	0.039 55	0.043 34	0.049 41	0.067 50		
70	0.054 48	0.057 18	0.061 64	0.075 35	0.094 44	
100	0.077 11	0.079 05	0.082 19	0.092 13	0.106 44	0.134 93
200	0.153 17	0.154 15	0.155 73	0.160 85	0.168 45	0.184 20
300	0.229 53	0.230 12	0.231 19	0.234 61	0.239 71	0.250 54

**비고** 최악 조건인 경우를 포함하는 코일을 택하는 것은 주어진 G값에 대해 가장 작은 코일 반경을 선택하는 것이다.

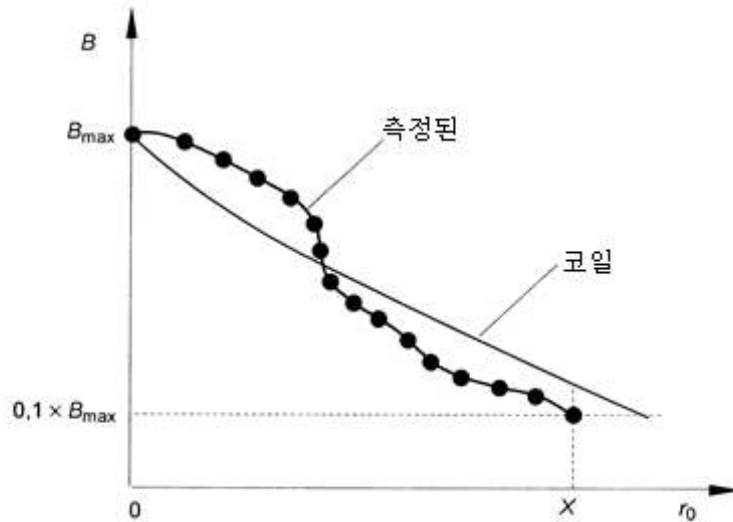


그림 C.4 - 선속밀도의 기울기와 코일

· 3단계 : 계수  $k$ 의 결정

코일의 반지름  $r_{coil}$ 은 등가원(코일)과 인체 사이의 거리  $r$ 로써 지수  $k(r, r_{coil}, f, s)$ 를 결정하는 데 사용된다.

$$r = r_1 + l_{coil} \dots\dots\dots (C.4)$$

여기에서

$r_1$  : 측정하는 거리(3.2.6 참조)

$l_{coil}$  : 등가코일과 표면까지의 내부거리

**비고** 추가는 같은 단위로 만들어져야 한다.

$$k(r, r_{coil}, f, \sigma) = \frac{J_{max}(r, r_{coil}, f, \sigma)}{B_{max, sensor}(r, r_{coil}, A_{sensor})} \dots\dots\dots (C.5)$$

여기에서

$J_{max}$  : 몸체에서 가장 높은 전류밀도  
 $A_{sensor}$  : 센서의 측정영역

주파수와 연관되는 계수  $k$ 는 인체의 균일 모델 전기전도도  $s$ 와 센서의 크기와 마찬가지로 코일과 인체의 거리  $r$ 에 따른다. 주파수 의존도는 기본 제한 대신에 기준레벨을 재평가하는 것으로 보상될 수 있다(단계 4 참조).

비균일 전기자기장에 대해  $s$ 값은 가장 높은 값이 인체의 표면에서 발생한 이래로 0.1 S/m이다(D.2.2 참조). 다음의 계산은 5.4에 설명된 기준센서를 사용하는 값에 근거를 둔다. 표 C.2는 전신에서의 계수  $k$ 의 값을 목록화했다.

표 C.2 – 주파수 50 Hz에서 전신에 대한 계수  $k$  [ $\frac{A/m^2}{T}$ ]의 값

거리 $r$ cm	반경 $r_{coil}$ mm					
	10	20	30	50	70	100
1	21.354	15.326	8.929	5.060	3.760	3.523
5	4.172	3.937	3.696	3.180	2.858	2.546
10	2.791	2.735	2.696	2.660	2.534	2.411
20	2.456	2.374	2.369	2.404	2.398	2.488
30	2.801	2.735	2.714	2.778	2.687	2.744
40	3.070	2.969	2.933	3.042	2.865	2.916
50	3.271	3.137	3.086	3.251	2.989	3.040
60	3.437	3.271	3.206	3.429	3.079	3.134
70	3.588	3.388	3.311	3.595	3.156	3.216
100	3.940	3.659	3.601	4.022	3.570	3.604

**비고 1** 계수  $k$ 는 D.2에 서술된 적당한 수치 모델과 함께 발생원에 코일을 적용함으로써 결정된다. 이것은 균일 전기자기장이 아닌 단지 발생원과 근접한 영역에 적용 가능하다.

**비고 2** 거리  $r$ 보다 큰 값을 가진 반경  $r_{coil}$ 은 부속서 C의 절차에 의해서 결정될 수 없다.

다른 주파수  $f$ 를 위한 계수  $k$ 와 전도도  $s$ 는 표 C.2의 값으로부터 계산될 수 있다.

$$k^*(r, r_{coil}) = \frac{f}{50 \text{ Hz}} \cdot \frac{\sigma}{0.1 \frac{\text{S}}{\text{m}}} \cdot k \dots\dots\dots (C.6)$$

• 4단계 : 결합 계수의 계산

결합 계수  $a_c(r)$ 은 재평가된 계수  $k$ 의 결과이고 아래와 같이 결정될 수 있다.

$$a_c(r, r_{coil}, f, \sigma) = k(r, r_{coil}, f, \sigma) \cdot \frac{B_{RL}(f)}{J_{BR}(f)} = \frac{k(r, r_{coil}, f, \sigma)}{\sigma} \cdot \frac{B_{RL}(f)}{E_{BR}(f)} \dots\dots\dots (C.7)$$

**비고 1** .....  $E_{BR}$ 의 용어는 IEEE 표준에 사용되는 기본 한계치에 따라서 적용한다.  
**비고 2** 용어  $B_{RL}(f)/J_{BR}(f)$ 는 8~800 Hz와 1~100 kHz의  $1/r$ 에 비례한다. 결과적으로 지수  $a_c(r)$ 은 그것의 범위 안에서 독립적인 주파수이다(그림 C.5 참조).

5.5.2와 5.5.3에 따라서 측정하는 경우에  $f_{C0}$ 는 사용된다. 그래서 결합 계수  $a_c(r)$ 은 평가한다.

$$a_c(r, r_{coil}, f_{C0}, \sigma) = k(r, r_{coil}, f_{C0}, \sigma) \cdot \frac{B_{RL}(f_{C0})}{J_{BR}(f_{C0})} = \frac{k(r, r_{coil}, f_{C0}, \sigma)}{\sigma} \cdot \frac{B_{RL}(f_{C0})}{E_{BR}(f_{C0})} \dots\dots\dots (C.8)$$

**비고** 결합 계수  $a_c(r)$ 은 식(C.4)을 사용한 **그림** C.5로부터 결정될 수 있다.

$r_{coil} = 10$  mm인 코일과 전선이 거리  $r = 50$  cm로 떨어져 있는 경우  $f = 50$  Hz와  $s = 0.1$  S/m에서 ICNIRP를 적용해서 재평가하는 경우의 예

$$a_c(r = 50 \text{ cm}, r_{coil} = 10 \text{ mm}, f = 50 \text{ Hz}, \sigma = 0.1 \text{ S/m}) =$$

$$k(r = 50 \text{ cm}, r_{coil} = 10 \text{ mm}, f = 50 \text{ Hz}, \sigma = 0.1 \text{ S/m}) \cdot \frac{B_{RL}(f = 50 \text{ Hz})}{J_{BR}(f = 50 \text{ Hz})} =$$

$$3.271 \frac{\text{A/m}^2}{\text{T}} \frac{100 \text{ T}}{2 \text{ mA/m}^2} = 0.1635$$

$r_{coil} = 10$  mm이고 인체 몸통과의 거리  $r = 50$  cm인 경우  $f = 60$  Hz,  $s = 0.1$  S/m일 때의 IEEE 표준을 적용한 한계치의 결합 계수  $a_c$  계산의 예

$$a_c(r = 50 \text{ cm}, r_{coil} = 10 \text{ mm}, f = 60 \text{ Hz}, \sigma = 0.1 \text{ S/m}) =$$

$$\frac{k(r = 50 \text{ cm}, r_{coil} = 10 \text{ mm}, f = 50 \text{ Hz}, \sigma = 0.1 \text{ S/m})}{\sigma = 0.1 \text{ S/m}} \cdot \frac{f}{50 \text{ Hz}} \cdot \frac{B_{RL}(f = 60 \text{ Hz})}{E_{BR}(f = 60 \text{ Hz})} =$$

$$\frac{3.271 \frac{\text{A/m}^2}{\text{T}}}{0.1 \text{ S/m}} \cdot \frac{60 \text{ Hz}}{50 \text{ Hz}} \cdot \frac{0.904 \text{ mT}}{0.701 \text{ V/m}} = 0.0506$$

## C.2 결합 계수의 표시된 평가

결합 계수는 **그림** C.5로부터 결정될 수 있다. 이 방법은 등가코일의 반지름( $r_{coil}$ )에 의존하는 결합 계수의 값을 공급한다.

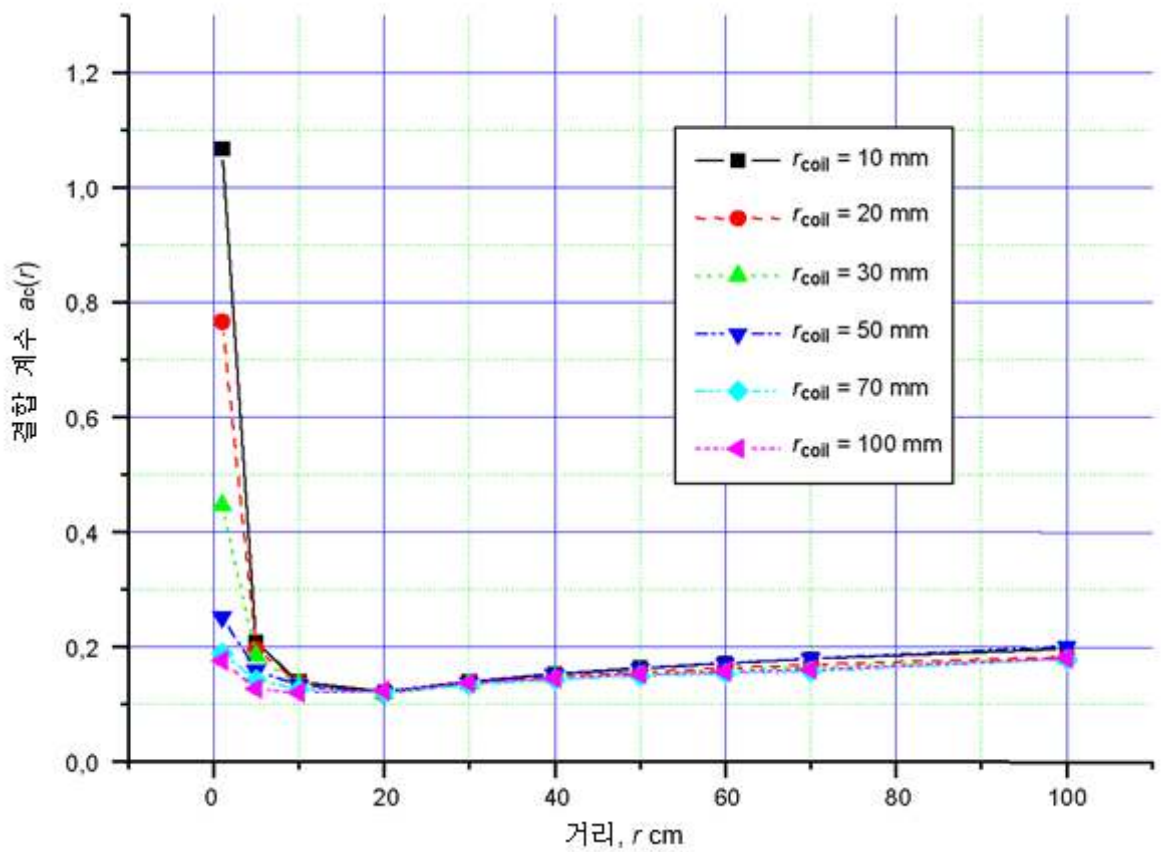


그림 C.5 - 전신에 대한 0.1 S/m를 가진 결합 계수  $a_c(r)$ ,  $A_{sensor} = 100 \text{ cm}^2$   
(ICNIRP의 한계치를 사용하여 다시 정해짐.)

거리  $r = r_1 + l_{coil}$ , 여기서  $r_1$ 은 표 A.1에 설명된 측정거리이다.

## 부속서 D (참고)

### 부속서 B의 한계치 사용의 예제

#### D.1 전달함수

일반적 노출에 대한 ICNIRP 기준레벨  $B_{RL}(f)$ 는 아래와 같이 전달함수를 계산하기 위해 사용될 수 있다(50 Hz 정규화 지점의 예).

표 D.1 – ICNIRP 일반적 노출에 대한 전달함수

$(f_1 = 10 \text{ Hz}) \leq f \leq (f_{c1} = 800 \text{ Hz})$	$A(f) = \frac{B_{RL}(f_{C0} = 50 \text{ Hz})}{B_{RL}(f)} = \frac{5000/50 \text{ T}}{5000/f \text{ T}} = \frac{f}{50 \text{ Hz}}$
$(f_{c1} = 800 \text{ Hz}) \leq f \leq (f_2 = 150 \text{ kHz})$	$A(f) = \frac{B_{RL}(f_{C0} = 50 \text{ Hz})}{B_{RL}(f)} = \frac{5000/50 \text{ T}}{6.25 \text{ T}} = 16$
$(f_2 = 150 \text{ kHz}) \leq f \leq (f_n = 3 = 400 \text{ kHz})$	$A(f) = \frac{B_{RL}(f_{C0} = 50 \text{ Hz})}{B_{RL}(f)} = \frac{5000/50 \text{ T}}{920000/f \text{ T}} = \frac{f}{9.2 \text{ kHz}}$

일반적인 경우(몸통 또는 머리의 노출)에 IEEE 자기 최대 허용 노출 레벨(3.2.8 참조)  $B_{RL}$ 은 아래와 같이 전달함수를 계산하기 위해 사용될 수 있다(60 Hz 정규화 지점의 예).

표 D.2 – IEEE 일반적 노출에 대한 전달함수

$(f_1 = 10 \text{ Hz}) \leq f \leq (f_{c1} = 20 \text{ Hz})$	$A(f) = \frac{B_{RL}(f_{C0} = 60 \text{ Hz})}{B_{RL}(f)} = \frac{0.904 \text{ mT}}{18.1/f \text{ mT}} = \frac{f}{20 \text{ Hz}}$
$(f_{c1} = 20 \text{ Hz}) \leq f \leq (f_2 = 759 \text{ Hz})$	$A(f) = \frac{B_{RL}(f_{C0} = 60 \text{ Hz})}{B_{RL}(f)} = \frac{0.904 \text{ mT}}{0.904 \text{ mT}} = 1$
$(f_2 = 759 \text{ Hz}) \leq f \leq (f_3 = 3.35 \text{ kHz})$	$A(f) = \frac{B_{RL}(f_{C0} = 60 \text{ Hz})}{B_{RL}(f)} = \frac{0.904 \text{ mT}}{687/f \text{ mT}} = \frac{f}{759 \text{ Hz}}$
$(f_3 = 3.35 \text{ kHz}) \leq f \leq (f_4 = 100 \text{ kHz})$	$A(f) = \frac{B_{RL}(f_{C0} = 60 \text{ Hz})}{B_{RL}(f)} = \frac{0.904 \text{ mT}}{0.205 \text{ mT}} = 4.41$
$(f_4 = 100 \text{ kHz}) \leq f \leq (f_{n=5} = 400 \text{ kHz})$	$A(f) = \frac{B_{RL}(f_{C0} = 60 \text{ Hz})}{B_{RL}(f)} = \frac{0.904 \text{ mT}}{205/f \text{ T}} = \frac{f}{22.68 \text{ kHz}}$
<b>비고</b> 모든 주파수 $f$ 는 Hz 단위를 사용함.	

#### D.2 결합 계수

표 D.3 - 결합 계수  $a_c(r_1)$

시험품의 크기	측정거리 $r_1$	결합 계수 $a_c(r_1)$ ICNIRP	결합 계수 $a_c(r_1)$ IEEE(60 Hz)
소형	0 cm	1.00	0.330
대형	0 cm	0.15	0.048
소형	10 cm	0.14	0.043
대형	10 cm	0.16	0.051
소형	30 cm	0.14	0.043
대형	30 cm	0.18	0.056

소형 : 필드 발생원은 시험품의 내부 하우징 아래에 직접 위치한다.

대형 : 필드 발생원은 시험품의 내부 하우징의 표면으로부터 10~40 cm의 거리를 유지한다.

비고 1 악조건인 상태를 가정할 때, 전신에 대해 식(C.7)에 의해 계산된다.

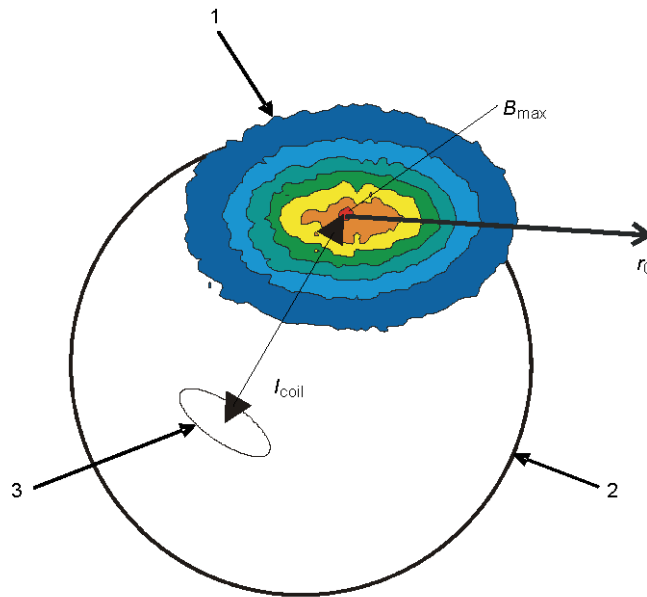
비고 2 비록 ICNIRP와 비교하여 기준레벨이 거의 10배 높다 하더라도, IEEE의 낮은 지수는 다른 조직에 대한 기본 한계치보다 35배 높은 근거를 가진다.

### D.3 결합 계수 결정의 예

부속서 C에서 시작한 것과 같이 결합 계수  $a_c(r)$ 의 결정은 4단계로 얻어진다.

• 1단계 : **침점의 범위 평가**

그림 D.1은 측정절차와 측정에 대한 그림 D.2의 결과를 설명한다.



- 1 침점 부근에서 접평면 위의 측정
- 2 구체로 묘사된 가전제품의 모델
- 3 등가의 필드 발생원인 코일

그림 D.1 - 자속의 측정



· 2단계 : 등가코일의 결정

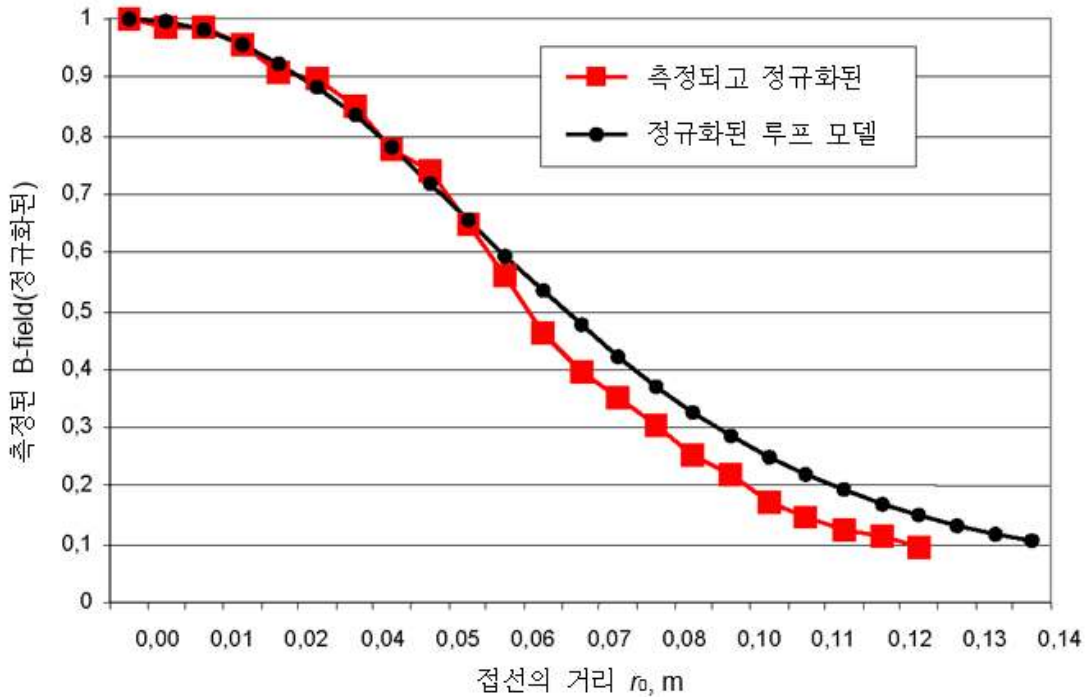


그림 D.2 – 접선의 거리  $r_0$ 에 대한 정규화된 자기장의 분배

축(그림 D.2의 면적 곡선)에 따른 정규화되어 측정된 선속밀도의 적분은  $G = 0.071\ 66[m]$ 가 된다.

· 3단계 : 계수  $k$ 의 결정

$G$ 의 결정된 값과 등가코일의 반지름  $r_{coil}$ 을 가지는 것은 결정될 수 있다(표 C.1). 이 과정을 위해 측정되는 가정용 기기의 크기에 의존하는 거리  $l_{coil}$ 을 아는 것이 중요하다. 이것의 예로  $l_{coil} = 70\ mm$ 는 좋은 근사치이다. 표 C.1의  $l_{coil} = 70\ mm$ 인 열을 참조하면,  $r_{coil} = 50\ mm$ 이고 계수  $G = 0.075\ 35[m]$ 인 열에서 결정될 것이고 이것은 이 열의  $G = 0.071\ 66[m]$ 의 정확한 값에 가장 근접한 것이다. 그림 D.2에 원형 곡선은 언급된 코일을 나타낸다. 보는 것과 같이 이 코일은 좋은 근사치이다.

계수  $k$ 는 지금, 예를 들어  $r_1 = 0$ 이면 원하는 모델에 의존하는  $r = 7\ cm$ ,  $r_{coil} = 50\ mm$ 의 지점에서 표 C.2에 의해서 결정될 수 있다. 전신의 경우에 가장 가까운 값은  $r = 5\ cm$ ,  $k = 3.180$ 이다( $s = 0.1\ S/m$ ,  $A_{sensor} = 100\ cm^2$ ).

· 4단계 : 결합 계수의 계산

5.5.2와 5.5.3에 따라서 측정을 하는 경우 50 Hz 등가는 사용되고 적절한 평가는 이루어진다. 그래서  $s = 0.1$ 일 때의 결합 계수  $a_c(r)$ 은 아래와 같이 나타낸다.

$$a_c(r, \sigma) = k(r, f = 50\ Hz, \sigma) \cdot 50 \times 10^{-3} \frac{T}{A/m^2} \dots\dots\dots (D.1)$$

결합 계수에서의 본 결과 : 전신의 경우  $a_c(r) = 0.159$

$s \neq 0.1\ S/m$ 일 때 결합 계수  $a_c(r)$ 을 찾는 경우 지수는  $\frac{\sigma}{0.1 \frac{S}{m}}$  로 곱해진다.  
 $s = 0.3\ S/m$ 인 경우에 결합 계수를 결정하는 예는 다음과 같다(전신의 경우).

$$a_c(r)_{\sigma=0.3S/m} = 0.159 \cdot \frac{0.3 \frac{S}{m}}{0.1 \frac{S}{m}} = 0.477 \dots\dots\dots (D.2)$$

## D.4 결합 계수 결정과 관련된 부가적 설명

### D.4.1 균일한 인체에 대한 수치적 모델

그림 D.3은 결합 계수의 계산을 위한 균일한 인체에서 사용되는 수치적 모델의 차원을 보여준다. 아래쪽 부분은 정강이뼈에서 가장 낮은 전환점을 가지며 이때의 축이 350 mm/1 200 mm인 반 타원형 이다. 중간 부분은 350 mm 지름을 가지는 원통형이고 머리와 어깨를 위한 자세한 사항은 그림 D.4 에 나타낸다.

단위 : mm

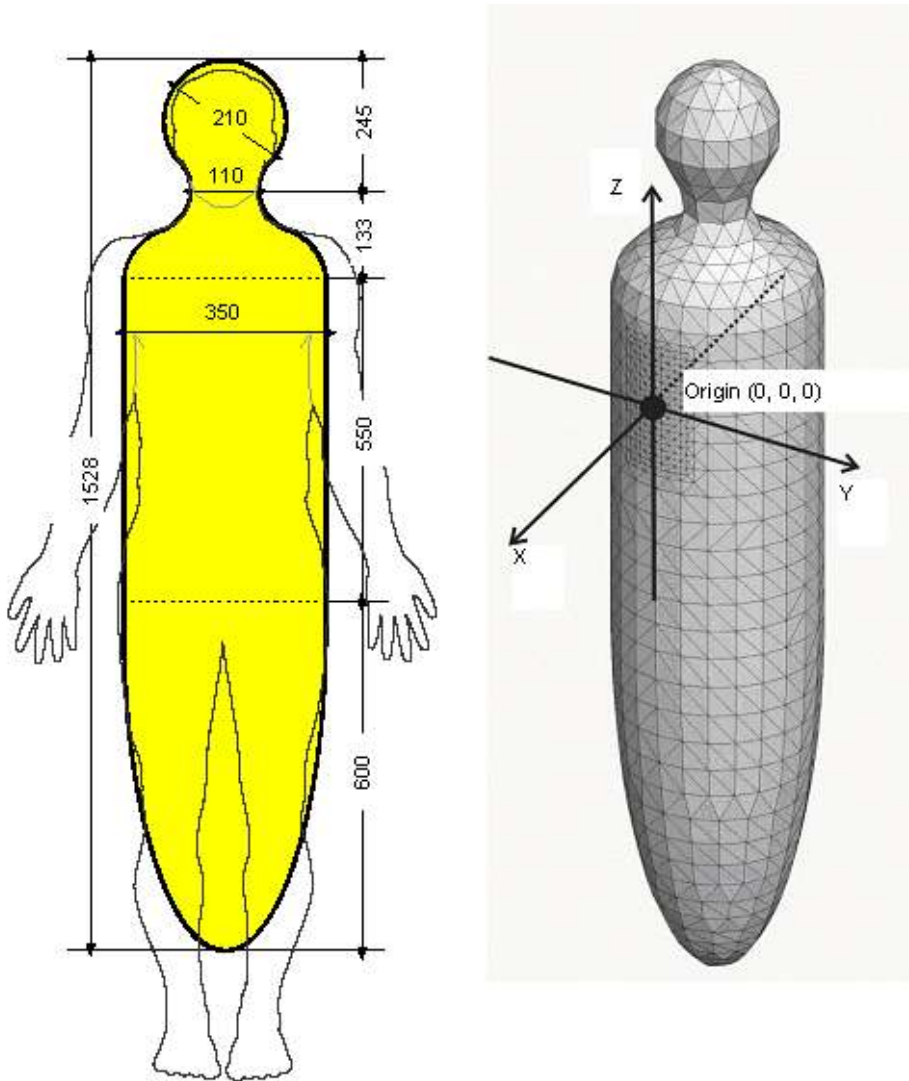


그림 D.3 - 균질의 인체 수치적 모델

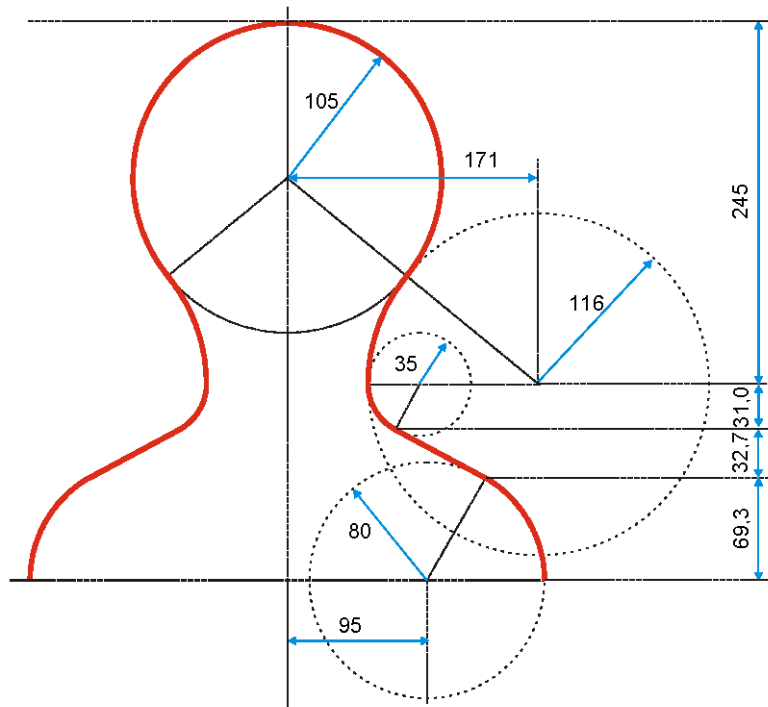


그림 D.4 - 머리와 어깨 구성의 세부사항

#### D.4.2 비균일 자기장의 다른 발생원과 계수 k의 계산

비균일 자기장의 발생원에 대한 아래 목록은 완성할 수 없으나 이것은 개략적인 것을 나타낸다.

- 원형 전류 루프
- 직사각형 전류 루프
- 단선 전류
- 원형 전류 코일
- 최소단위 다이폴

그러나 오직 원형 전류 루프는 결합 계수를 계산하기 위한 발생원으로써 사용된다. 그래서 여러 가지 지름의 전류 루프는 수치적 모델의 최악 경우 방법으로 나타낸다. 이것은 그림 D.5에서 설명된다.

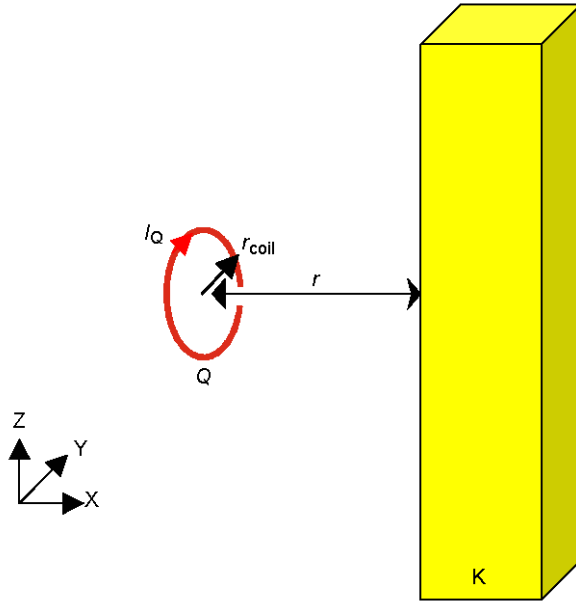


그림 D.5 – 모델 K에 대한 발생원 Q의 위치

수치적인 계산을 위해 인체 조직의 전기도전을  $s(f)$ 는 주파수  $f$ 로 계산되어야 한다. 최종적으로 인체 모델 내부의 전기적 전류밀도  $J$ 는 옴의 법칙을 적용해서 평가될 수 있다.

$$J(r, f, \sigma) = \sigma(f) \cdot E_1(r, f) \quad \dots\dots\dots (D.2)$$

계수  $k$ 는 내부의 수치적 모델에서 최대 발생하는 전기적 전류밀도  $J_{max}$ 과 모델의 같은 위치에서 측정되는 최대 자속밀도와와의 관계를 보여준다. 발생 전류  $I_Q$ 는 임의로 선택될 수 있으나  $J_{max}$ 과  $B_{max, sensor}$ 의 계산과 같아야만 한다. 계수  $k$ 의 평가는 사용되는 센서에 따른다.  $A_{sensor}$ 의 임의적 센서의 영역으로 평균화된 자속밀도는 계산된다. 최대값  $B_{max, sensor}$ 는 구해져야 한다. 주파수  $f$ 와 도전을  $\sigma$ 는 선형적으로 계수  $k$ 와 연결되기 때문에 이것은 아래와 같이 계산될 수 있다.

$$k(r, f, \sigma) = \frac{J_{max}(r, f, \sigma)}{B_{max, sensor}(r, A_{sensor})} = \frac{\sigma E_{i, max}(r, f)}{B_{max, sensor}(r, A_{sensor})} \quad \dots\dots\dots (D.3)$$

균일 전기자기장에서의 균일한 인체 모델의 도전율에 대하여  $s=0.2$  S/m가 선택된다. 그러나 제품 주 위의 전기자기장 분배의 강한 불균일성은 인체 내부의 아주 적절한 관통을 이끌어내고, 또한  $s=0.1$  S/m 로 사용하는 것을 가능하게 만든다.

**비고** 인체 표면 근처의 0.1 S/m의 도전율은 인체도전율과 혼합으로 계산된다.

도전을  $s$ 에 대한 상세한 값은 결정된다[9].

측정되는 전속밀도로부터 IEEE 기본 한계치까지의  $E$ 를 계산하기 위한 필요지수는 아래와 같이 얻을 수 있다.

$$\frac{k(r, f, \sigma)}{\sigma} = \frac{E_{i, max}(r, f)}{B_{max, sensor}(r, A_{sensor})} \quad \dots\dots\dots (D.4)$$

**부속서 C**에서 계수  $k$ 의 결정을 위해 수치적 기술과 같은 모멘트법(MoM)[5]이 사용된다.

• **예제 1**

거리  $r=10$  cm이고 발생 전류  $I_Q=100$  A일 때 반지름  $r_{coil}=20$  mm를 가지는 원형 코일의 경우, 결과 값은 인체 모델( $s=0.1$  S/m,  $f=50$  Hz)에서 발생하는 전기적 전류밀도  $J_{max}=14.956$  mA/m<sup>2</sup>이다. 100 cm<sup>2</sup>센서에서의 평균 자속밀도는  $B_{max, sensor=100 \text{ cm}^2}=5.468$  35 mT가 된다. 계수  $k$ 는 따라서 아래

와 같이 계산된다.

$$k\left(r = 10 \text{ cm}, f = 50 \text{ Hz}, \sigma = 0.1 \frac{\text{S}}{\text{m}}\right) = \frac{14.956 \frac{\text{A}}{\text{m}^2}}{5.4683 \text{ T}} = 2.735 \frac{\text{A/m}^2}{\text{T}} \dots\dots\dots (D.5)$$

(표 C.2 참조,  $r = 10 \text{ cm}$ ,  $r_{\text{coil}} = 20 \text{ mm}$ 인 경우에 지수  $k$ )

• 예제 2

거리  $r = 10 \text{ cm}$ 이고 발생 전류  $I_0 = 100 \text{ A}$ 일 때 반지름  $r_{\text{coil}} = 20 \text{ mm}$ 를 가지는 원형 코일의 경우, 결과 값은 인체 머리 모델(구체로  $r_{\text{sphere}} = 10.5 \text{ cm}$ ,  $s = 0.15 \text{ S/m}$ ,  $f = 60 \text{ Hz}$ )에서 발생하는 전기적 전류밀도  $J_{\text{max}} = 19.17 \text{ mA/m}^2$ 이다.  $100 \text{ cm}^2$ 센서에서의 평균 자속밀도는  $B_{\text{max, sensor}} = 100 \text{ cm}^2 = 5.46835 \mu\text{T}$ 가 된다. 지수  $k$ 는 따라서 아래와 같이 계산된다.

$$k\left(r = 10 \text{ cm}, f = 60 \text{ Hz}, \sigma = 0.15 \frac{\text{S}}{\text{m}}\right) = \frac{19.17 \frac{\text{A}}{\text{m}^2}}{5.46835 \text{ T}} = 3.505627 \frac{\text{A/m}^2}{\text{T}} \quad \text{와}$$

$$\frac{k\left(r = 10 \text{ cm}, f = 60 \text{ Hz}, \sigma = 0.15 \frac{\text{S}}{\text{m}}\right)}{\sigma = 0.15 \frac{\text{S}}{\text{m}}} = \frac{3.505627 \frac{\text{A/m}^2}{\text{T}}}{0.15 \frac{\text{S}}{\text{m}}} = 23.370847 \frac{\text{V/m}}{\text{T}} \dots\dots\dots (D.6)$$

일반적으로 수치적 계산의 결과값은 인체 모델에서의 전기장 강도  $E$ 가 된다(C.2.3 참조). 현장 전기장 강도  $E$ (IEEE 표준에 사용되는 것처럼)의 계산은  $k$ 의 평가에서 사용되는 유사한 전도도  $s$ 를 통해 간단한 분할 계수  $k$ 로 수행될 수 있다.

현장 전기장 강도  $E_{i, \text{max}}$ 은 그 결과 아래와 같이 계산한다.

$$E_{i, \text{max}} = \frac{k\left(r = 10 \text{ cm}, f = 60 \text{ Hz}, \sigma = 0.15 \frac{\text{S}}{\text{m}}\right)}{\sigma = 0.15 \frac{\text{S}}{\text{m}}} \cdot B_{\text{max, sensor}} (r = 10 \text{ cm}, A_{\text{sensor}} = 100 \text{ cm}^2) \dots\dots\dots (D.7)$$

$$= 23.370847 \frac{\text{V/m}}{\text{T}} \cdot 5.46835 \text{ T} = 127.8 \text{ V/m}$$

비고 수치적인 값은 부속서 B에서 찾을 수 있다.

D.4.3 발생하는 전류 밀도의 계산

D.2.1과 D.2.2에서 나타난 모델과 절차에 알맞은 어떤 수치적인 방법과 계산 소프트웨어 패키지는 사용될 것이다. 일반적으로 적용되는 방법은 아래와 같다.

- BEM(경계요소법)
- FDFD(유한차분주파수영역)
- FDTD(유한차분시간영역)
- FEM(유한요소법)
- FIT(유한적분기술)
- MoM(모멘트법)
- SPFD(양적전위유한차분)
- IP(임피던스법)

만약 RF 소프트웨어 코드를 사용하는 경우 주파수 스케일링 방법[4]의 적용은 가능하다. 어떠한 자

기 발생원의 경우 계산은 좀 더 높은 주파수  $f\phi$ 에서 수행될 수 있다(0.5 MHz 이하에서 자기장의 준 고정 특성이 보장됨). 이것의 계산을 위해 인체 조직의 전기전도도  $s(f)$ 는 주파수  $f$ ( $f\phi$ 가 아님.)에 대해서 계산이 취해져야 한다. 이 계산은 주파수  $f\phi$ 에서의 전기장 강도  $E\phi$ 를 산출한다. 그래서 전기장 강도 세기를 아래에 따라서 구한다.

$$\vec{E}(r) = f/f' \cdot \vec{E}'(r) \dots\dots\dots (D.8)$$

관심주파수  $f$ 에서의 값은 결정될 수 있다. 마지막으로 전류 밀도는 옴의 법칙을 적용하는 것으로 값을 구할 수 있다.

$$J(r) = \sigma(f) \cdot E(r) \dots\dots\dots (D.9)$$

## 참고문헌

- [1] RUOSS, H-O., SPREITZER, W., NISHIZAWA, S., MESSY, S. and KLAR, M. Efficient determination of current densities induced in the human body from measured low-frequency inhomogeneous magnetic fields. *Microwave and Optical Technology Letters*, May 20, 2001, vol. 29, no. 4, pp. 211–213.
- [2] NISHIZAWA, S., SPREITZER, W., RUOSS, H-O., LANDSTORFER, F. and HASHIMOTO, O. Equivalent source model for electrical appliances emitting low frequency magnetic fields. *Proceeding of 31th European Microwave Conference 2001*, September 2001, Vol.3, pp.117–120
- [3] KAMPET, U. and HILLER, W. Measurement of magnetic flux densities in the space around household appliances. In: *Proceedings of NIR 99, Nichtionisierende Strahlung, 31. Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz, Köln, 1999*, vol. II, pp. 885–891
- [4] FURSE, CM and GANDHI, OP. Calculation of electric fields and currents induced in a millimeter-resolution human model at 60Hz using the FDTD method. *Bioelectromagnetics*, 1998, vol. 19, pp. 293–299
- [5] JAKOBUS, U. Erweiterte Momentenmethode zur Behandlung kompliziert aufgebauter und elektrisch grosser elektromagnetischer Streuprobleme. *Fortschrittsberichte VDI, Reihe 21, Nr.171*, 1995, VDI Verlag, Duesseldorf
- [6] Program EMPIRE, <http://www.imst.de/>
- [7] SHEWCHUCK, JR. An introduction to the conjugate gradient method without the agonizing pain. *School of Computer Science, Carnegie Mellon University, Pittsburgh*, 1994
- [8] RUOb, H-O. and KAMPET, U. Numerical calculation of current densities induced in the human body caused by low frequency inhomogeneous magnetic sources. *Kleinheubacher Berichte 2001, Band 144*, pp. 155–162
- [9] Italian National Research Council; Institute for Applied Physics : Calculation of the Dielectric Properties of Body Tissues in the frequency range 10 Hz~100 GHz. *Florence(Italy)*, 1997–2002 ; <http://sparc10.iro.ee.fi.cnr.it/tissprop/htmlclie/htmlclie.htm#atsftag>
- [10] FEKO : EM Software & System, [www.feko.co.za](http://www.feko.co.za)
- [11] ICNIRP. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). *Health Phys.*, 1998, vol. 41, no. 4, pp. 449–522
- [12] IEEE C95.6 : 2002, IEEE Standard for Safety Levels With Respect to Human Exposure to Electromagnetic Fields, 0~3 kHz
- [13] BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP and OIML:1995, *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement*, ISBN 92–67–10188–9
- [14] NIS 81, *The Treatment of Uncertainty in EMC Measurements*. United Kingdom Accreditation Service, Teddington, Middlesex, UK, Ed. 1, 1994
- [15] KS C IEC 61786, 인체 노출 저주파 전자기장의 측정 - 측정기에 대한 특별 요구사항 및 측정 지침
- [16] ORCUTT, Neil and GANDHI, OM P. A 3-D Impedance Method to Calculate Power Deposition in Biological Bodies Subjected to Time Varying Magnetic Fields. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, August 1988, Vol. 35, No. 8
- [17] GANDHI, OM P., DEFORD, John F. and KANAI, Hiroshi. Impedance Method for Calculation of Power Deposition Patterns in Magnetically induced Hyperthermia. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, October 1984, Vol. BME 31, No. 10
- [18] DAWSON, T. W., CAPUTA, K. and STUCHLY, M. A. Numerical evaluation of 60 Hz magnetic induction in the human body in complex occupational environments. *Physics in Medicine & Biology*, April 1999, Vol. 44 (4), pp. 1025–1040
- [19] NISHIZAWA, Shinichiro, LANDSTORFER, Friedrich (University of Stuttgart, Germany) and HASHIMOTO, Osamu (Aoyama Gakuin University, Japan). Study of the magnetic field properties around household appliances using magnetic source models as prescribed by the CENELEC standard EN50366. Submitted in IEIEC Tokyo Japan
- [20] NISHIZAWA, S., RUOSS, H-O., LANDSTORFER, F. and HASHIMOTO, O. Numerical study on an equivalent source model for inhomogeneous magnetic field dosimetry in the low-frequency range. *IEEE Transaction on Biomedical Engineering*, Vol. 51, No. 4, April 2004
- [21] NISHIZAWA, Shinichiro, LANDSTORFER, Friedrich, and HASHIMOTO, Osamu Dosimetric study of induction heater using the coil source model prescribed by the EN50366. *Proceeding of 3rd International Workshop on Biological Effects of Electromagnetic Fields*,

Volume 2, (October 2004), pp.894-903

- [22] IEEE C95.1 : 1999, IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz
- [23] KS C IEC 62226-1, 저주파와 중간주파수 범위에서 전기 또는 자기장에 노출-인체에 유도된 전류밀도와 내부 전기장을 계산하기 위한 방법-제1부 : 일반사항
- [24] KS C IEC 62226-2-1, 저주파와 중간주파수 범위에서 전기 또는 자기장에 노출-인체에 유도된 전류밀도와 내부 전기장을 계산하기 위한 방법-제2-1부 : 자기장에 노출-2차원 모델



## 해설 1 전기용품안전기준의 한국산업표준과 단일화의 취지

### 1. 개요

이 기준은 전기용품안전관리법에 따른 안전관리대상 전기제품의 안전관리를 수행함에 있어 국가표준인 한국산업표준(KS)을 최대한 인용하여 단일화한 전기용품안전기준이다.

### 2. 배경 및 목적

전기용품안전관리법에 따른 안전관리대상 전기제품의 인증을 위한 시험의 기준은 2000년부터 국제표준을 기반으로 안전성 규격을 도입·인용하여 운영해 왔으며 또한 한국산업표준도 2000년부터 국제표준에 바탕을 두고 있으므로 규격의 내용은 양자가 거의 동일하다.

따라서 전기용품안전관리법에 따른 안전기준과 한국산업표준의 중복인증이 발생하였으며, 기준의 단일화가 필요하게 되었다.

전기용품 안전인증기준의 단일화는 기업의 인증대상제품의 인증시 시간과 비용을 줄이기 위한 목적이며, 국가표준인 한국산업표준과 IEC 국제표준을 기반으로 단일화를 추진이 필요하다.

또한 전기용품 안전인증기준을 한국산업표준을 기반으로 단일화 함으로써 한국산업표준의 위상을 강화하고, 우리나라 각 부처별로 시행하는 법률에 근거한 각 인증의 기준을 국제표준에 근거한 한국산업표준으로 일원화할 수 있도록 범부처 모범사례가 되도록 하였다.

### 3. 단일화 방향

전기용품안전관리법에서 적용하기 위한 안전기준을 동일한 한국산업표준으로 간단히 전기용품안전기준으로 채택하면 되겠지만, 전기용품안전기준은 그간의 전기용품 안전관리제도를 운용해 오면서 국내기업의 여건에 맞추어 시험항목, 시험방법 및 기준을 여러번의 개정을 통해 변경함으로써 한국산업표준과의 차이를 보이게 되었다.

한국산업표준과 전기용품안전기준의 단일화 방향을 두 기준 모두 국제표준에 바탕을 두고 있으므로 전기용품안전기준에서 한국산업표준과 중복되는 부분은 그 내용을 그대로 인용하는 방식으로 구성하고자 한다.

안전기준에서 그간의 전기용품 안전관리제도를 운용해 오면서 개정된 시험항목과 시험방법, 변경된 기준은 별도의 항을 추가하도록 하였다.

한국산업표준과 전기용품안전기준을 비교하여 한국산업표준의 최신판일 경우는 한국산업표준의 내용을 기준으로 전기용품안전기준의 내용을 개정기로 하며, 이 경우 전기용품안전기준의 구판은 병행 적용함으로써 그간의 인증받은 제품들이 개정기준에 맞추어 개선할 시간적 여유를 줌으로써 기업의 혼란을 방지하고자 한다.

그리고 국제표준이 개정되어 판번이 변경되었을 경우는 그 최신판을 한국산업표준으로 개정 요청을 하고 그리고 전기용품안전기준으로 그 내용을 채택함으로써 전기용품안전기준을 국제표준에 신속하게 대응하고자 한다.

그리고 전기용품안전기준에서만 규정되어 있는 고유기준은 한국산업표준에도 제정요청하고, 아울러 필요시 국제표준에도 제안하여 우리기술을 국제표준에 반영하고자 한다.

### 4. 향후

한국산업표준과 전기용품안전기준의 중복시험 항목을 없애고 단일화 함으로써 표준과 기준의 이원화에 따른 중복인증의 기업부담을 경감시키고, KS표준의 위상을 강화하고자 한다.

아울러 우리나라 각 부처별로 시행하는 법률에 근거한 각 인증의 기준을 국제표준에 근거한 한국산업표준으로 일원화할 수 있도록 범부처 모범사례가 되도록 한다.

또한 국제인증기구인 국제표준 인증체계를 확대하는 추세에 있으며, 표준을 활용하여 자국 기업의 경쟁력을 강화하는 추세에 있다. 이에 대응하여 국가표준과 안전기준이 국제표준에 신속히 대응함으로써 우리나라의 수출기업이 인증에 애로사항을 감소하도록 한다.

## 해설 2 전기용품안전기준의 추가대체항목 해설

이 해설은 전기용품안전기준으로 한국산업표준을 채택함에 있어 추가대체하는 항목을 적용하는 데 이해를 돕고자 주요사항을 기술한 것으로 규격의 일부가 아니며, 참고자료 또는 보충자료로만 사용된다.

심 의 :

구	분	성	명	근	무	처	직	위
(위	원	장)						
(위	원)							

(간 사)

원안작성협력 :

구	분	성	명	근	무	처	직	위
(연구	책임	자)						
(참여	연구	원)						

전기용품안전기준의 열람은 국가기술표준원 홈페이지(<http://www.kats.go.kr>), 및 제품안전정보센터(<http://www.safety.korea.kr>)를 이용하여 주시고, 이 전기용품안전기준에 대한 의견 또는 질문은 산업통상자원부 국가기술표준원 제품안전정책국 전기통신제품안전과(☎ 043-870-5441~9)으로 연락하여 주십시오.

이 안전기준은 전기용품안전관리법 제3조의 규정에 따라 매 5년마다 안전기준전문위원회에서 심의되어 제정, 개정 또는 폐지됩니다.

**KC 62233 : 2015-09-23**

---

**Measurement methods for  
electromagnetic fields of household  
appliances and similar apparatus with  
regard to human exposure**

---

---

ICS 33.120.10;33.120.30

**Korean Agency for Technology and Standards**  
<http://www.kats.go.kr>



**산업통상자원부 국가기술표준원**

Korean Agency for Technology and Standards  
Ministry of Trade, Industry & Energy

주소 : (우) 369-811 충북 음성군 맹동면 이수로 93

TEL : 043-870-5441~9 <http://www.kats.go.kr>

