

퍼스널 컴퓨터의 기가헤르츠 대역 불요전자파 방사 특성에 따른 측정방법

허민호, 윤영중*, 정삼영**, 공성식**

연세대학교*, 전파연구소**

e-mail : roknavyhur@hanmail.net

Measurement method of the spurious radiation characteristics of Personal computer in Gigahertz band

Min-ho Hur, Young Joong Youn*, Sam-young Chung**, Sung-sik Kong**
Microwave & Antenna Lab., Dept. of Electric & Electronic Eng., Yonsei Univ.,
Radio Research Laboratory**

Abstract

요 약

본 논문은 최근 사용이 증가하고 있는 1 GHz 이상 장해파의 허용 기준안을 정하기 위한 측정
에 이용되는 피시험체의 최적 회전 스텝 크기를 결정하고 방사 패턴의 측정 및 결과를 나타내었
으며 기가헤르츠 대역의 CISPR 허용기준치와 비교하였다. 실제 피시험체를 측정한 결과, 가장 좁은
3 dB 빔폭은 수평편파에서 약 18도, 수직편파에 대해 약 20도 정도이다. 최대 방사 방향에서 3
dB 빔폭의 경우 수평편파에서는 60도이며 수직 편파에 대해서는 50도를 보였고, 적절한 스텝 크
기는 40개였다. 또한 CISPR에서 제안한 허용기준치에 측정값이 만족하는 것을 알 수 있었다.

I. 서론

국제적으로 정보사회 발전이 활발히 진행되는 가운데 컴퓨터와 같은 정보 기술 장치(ITE : Information Technology Equipment)의 제조기술은 클럭(Clock) 속도가 1 GHz 이상까지 급속히 발전하고 있다⁽¹⁾. 이러한 기기들로부터 외부로 방출되는 불요 전자파는 각종 기기들에 오동작의 원인이 되고 있으며, 기가헤르츠 대역에서 사용되고 있는 PCS 1900, IMT 2000, Bluetooth, 무선 랜(Wireless LAN) 등의 서비스에 통신 장애를 유발시키는 방해원이 된다. 이러한 환경적 변화에 따른 문제점 발생에 따라

EMC (Electromagnetic Compatibility) 분야의 국제 표준화 위원회인 국제전파장해 특별위원회(CISPR, International Special Committee on Radio Interference)에서 주파수 범위 1-18 GHz 대역의 허용기준치 및 시험방법에 대한 표준화 작업을 수행하고 있다. 정보기기인 퍼스널 컴퓨터에 대한 기가헤르츠 대역의 허용 기준치는 미국 FCC (Federal Communications Commission)의 40 GHz까지 허용기준치가 정해져 있으며, CISPR에서는 현재 ISM 1종기기에 대한 허용기준치만 설정되어 있고, 정보기기에 대해서는 현재 논의가 계속되고 있는 상태이다.

따라서 본 논문에서는 현재 표준화가 진행중인 1

GH₂ 대역 불요파 허용 기준안에 대한 CISPR의 접근 방식을 고찰하였으며, 향후 기가헤르쯔 대역의 전자파 방해방지를 위한 규제 대상이 될 국내 시판 퍼스널 컴퓨터의 기가헤르쯔 대역 불요파 방사특성을 측정하였으며 턴테이블의 스텝 크기를 결정하여 그 결과를 고찰하였다.

II. 기가헤르쯔 대역 허용기준치 고찰

CISPR는 1-18 GHz 범위의 불요전자파 허용치와 측정방법에 대한 국제 표준 제정을 위해 심의하고 있으며 1 GHz 이상 대역의 전파서비스를 보호하기 위한 불요전자파 규제를 향후 시행할 예정이다.

기가헤르쯔 대역 허용기준치를 정하기 위하여 CISPR에서는 크게 2가지 접근 방식으로 논의되고 있다.

2-1 CISPR H 접근방식

무선서비스 보호 위원회인 CISPR H에서는 모든 대상기기에 대해 공통적으로 적용될 수 있는 기가헤르쯔 대역 기준치 설정 작업을 추진하고 있다. 이 접근 방식에 따르면 기가헤르쯔 대역의 허용기준치를 정하기 위해 일반적인 파라미터 및 통계적 파라미터의 2가지 요소를 고려한다.

일반적인 파라미터는 전자파 방해로부터 보호되어야 할 목적 신호의 전계강도 (E_w), 보호율(R), 무선 통신 서비스와 불요파를 발생하는 방해원과의 허용 거리이다. 허용기준치는 목적신호의 전계강도와 보호율을 이용하여 다음과 같이 계산된다^[2].

$$E_{pk\delta} = E_w - R + I_s \quad (1)$$

$$R = \frac{E_w - \delta_w t_a}{E_d + \delta_w t_a} \quad (2)$$

여기서 δ 는 E_w 및 E_d 값의 표준편차이며, t_a 는 정규분포의 크기이다. I_s 는 시스템 고립도[dB]이며 참조문헌^[2]의 통계적 파라미터 값으로 정해진다.

확률적 요소 및 측정수신기와 무선 통신 서비스 대역폭 비율과 같은 통계적 파라미터를 고려한 이론적 해석방식을 사용하고 있어 다수의 확률적 요소 값을 위한 많은 통계적 데이터 추출이 필요하나, 데이터 확보가 어려워 현실적으로 쉽지 않은 접근 방식이다.

이 접근 방식으로 구해진 허용기준치는 표 1과 같다.

표 1. CISPR H에서 제안된 허용기준치

적용단자	주파수 범위	허용기준치 (at 3 m)
표면	1 - 3 GHz	45 dB($\mu V/m$)
	3 - 6 GHz	48 dB($\mu V/m$)
	6 - 18 GHz	55 dB($\mu V/m$)

2-2 CISPR I 접근방식

CISPR I 위원회에서 진행중인 접근방식은 현재 규제 중인 1 GHz이하의 허용기준치를 이용하여 1 GHz이상의 주파수 범위에 대한 기준치를 산출해 내는 방식이다. 1 GHz이하의 허용기준치는 표 2와 같다. 그러나 1 GHz이상에 대한 허용기준치는 표 3과 같이 1 GHz이하의 허용기준치와는 선정조건에 있어 다소차이가 있다. 따라서 1 GHz 이상에서 아래 기준치를 적용하기 위해서는 대역폭, 준침두치, 평균치, 침두치 등 각 조건에 대해 알맞은 변환이 필요하다.

$dB\mu V/m$

표 2. CISPR I에서 제안된 허용기준치

주파수 대역	허용기준치		검파기	비고
	B급	A급		
230 MHz - 1 GHz	37 $dB\mu V/m$	47 $dB\mu V/m$	준 침두치	대역폭 120 kHz

표 3. 1 GHz이하 및 이상 허용기준치 적용을 위한 주요 차이점

주파수 범위	검파기	대역폭	측정 거리	측정장
1 GHz 이하	준침두치	120 kHz	10 m	지면접지
1 GHz 이상	침두치 / 평균치	1 MHz	3 m	자유공간 조건

기가헤르쯔 대역의 전자파 방해 규제는 이 대역에서 사용되는 무선서비스의 통화품질 보장을 최우선 목표로 하고 있으나, IT 산업의 보호와 컴퓨터의 EMC 대책을 위한 경제적인 파급효과를 고려하여 국내환경에 적합한 허용기준치가 설정되도록 방해원과 보호대상인 무선서비스에 대한 보다 많은 연구와 통계적 자료가 요구된다.

III. 측정방법

기가헤르쯔 대역에서 잡음 특성은 저주파 대역에 비해 높은 지향 특성을 가지고 있다. 피시험체에 대

한 방향성 정보는 EMC 대책 기술 적용 및 방사 측정시 소요 시간을 줄이기 위한 중요한 요소이다^[4]. 따라서 본 논문에서는 1 GHz 이상의 주파수 대역 방사 측정 예비 시험 단계에서 수신레벨의 최대치를 얻기 위한 방법으로 피시험체에 대한 방사 패턴을 조사하며 이를 위하여 회전 테이블의 스텝 크기를 정하였다. 스텝 크기 결정은 매우 중요한 요소이다. 왜냐하면 스텝 크기가 너무 크면 방사 패턴이 급격히 변해 특성 확인이 곤란해지며, 작으면 시간이 많이 소요되고 데이터 양이 증가하기 때문이다.

3-1. 측정

피시험체로는 현재 국내에서 시판되고 있는 클럭 속도가 500 MHz인 퍼스널 컴퓨터를 이용하였으며, 측정의 정확도를 높이기 위해 주변기기 및 케이블을 모두 제거한 상태의 크기 48×42×20 [cm]인 CPU 보드에 대해서 측정을 하였다. 회전 테이블의 스텝 크기는 7.5도 간격으로 일정하게 하였다. 수신 시스템으로는 CISPR 16-1에서 요구하는 스펙트럼 분석기와 혼 안테나를 사용하였으며, 측정 사이트로는 완전 무반사실(fully anechoic chamber)에서 측정을 수행하였다. 세부 측정 조건은 표 4와 같다.

수신 안테나인 EMCO 3115 혼 안테나는 그림 1과 같이 EUT의 중심으로부터 0.5 m 전방에 위치시켰으며, 높이는 1 m로 하였다. EUT는 스티로폼 (Styrofoam) 회전테이블 위에 설치하였다. 측정 주파수는 0도를 기준으로 1-2 GHz 대역에 대해 신호를 검출한 결과 수신레벨이 가장 높은 주파수를 선택하여 수직 및 수평 편파에 대한 방사 패턴을 구하였다.

표 4. 스펙트럼 분석기 측정 조건

스펙트럼 분석기	분해능 대역폭	비디오 대역폭	스윙속도	검파기능
HP 8556B	1MHz	1MHz	25ns	첨두치

3-2. 결과분석

EUT에 대한 방사 패턴의 측정결과는 그림 2와 같다. 측정결과 가장 좁은 3 dB 빔폭은 수평편파에서 약 18도, 수직편파에 대해 약 20도 정도가 되었다. 최대 방사방향에서의 3 dB 빔폭은 수평편파에서는 60도이며 수직 편파에 대해서는 50도의 각도를 보였다. 또한 최대치를 나타내는 방향에서 가장 넓은 빔폭을 가지고 있음을 알 수 있다.

최대 방사값을 측정하기 위한 테이블의 회전 스텝

크기는 최소 빔폭 각도의 1/2 정도 되어야 한다^[4].

따라서 방사 최소값이 18도(각 편파 마다 총 360/9 = 40개의 회전 테이블 스텝 크기)를 적용할 경우 각 편파에 대해 최소 40개의 스텝 크기가 요구된다. 식 (3)은 최대치 추출을 위한 독립적인 샘플링 수를 구하기 위한 방정식이다^[5]. 이 식은 완전한 구의 모형을 가정하여 샘플링 하였을 경우 적용이 가능하지만 평면에 대한 경우에도 근사적으로 적용되고 있다.

$$N = 2 \times (2ka + 1) \tag{3}$$

여기서 $k = 2\pi/\lambda$ 이며 a 는 EUT를 구형 모델로 가정하였을 경우 가장 짧은 축의 반경이다. 본 실험에서, EUT의 크기는 $a = 0.334 \text{ m}$, $\lambda = 0.213 \text{ m}$ 이다. 식 (3)을 이용하여 N 을 구하면 42가 되며, 이는 실제 측정의 방사패턴에서 구한 가장 좁은 빔폭 이상의 경우인 40개 스텝 크기와 거의 일치한 결과를 보였다. CISPR에서 제안한 거리 3 m에서 측정이 불가능할 경우 실제 측정거리의 값을 환산하는 식은 아래와 같다^[6].

$$L2 = L1(d1/d2) \tag{4}$$

여기서 $L1$ 은 실제 측정거리 $d1$ 에서 측정된 값이며, $L2$ 는 거리($d2$) 3 m로 환산한 값이다. 본 실험에서 EUT와 안테나의 거리는 0.5 m이며, 그 측정값을 CISPR의 허용기준 거리 3 m로 환산해서 비교한 결과, 측정값이 CISPR에서 제안한 허용기준에 만족하는 것을 알 수 있었다.

IV. 결론

본 논문은 회전 테이블의 스텝크기를 결정하기 위해 EUT의 방사패턴을 측정하였으며, 측정결과 측정 예비 시험단계에서 최대치는 스텝 크기 40개로 측정할 때 구할 수 있다. 또한 본 논문은 EUT에 대한 기가헤르쯔 대역 방사 패턴을 이용하여 턴 테이블의 스텝 크기 결정으로 측정에 소요되는 시간을 단축할 수 있으며, 최대치 측정에 정확성을 더욱 높일 수 있을 것이다. 그리고 전자파 장애원인 EUT의 방사 패턴의 정보를 활용하여 1 GHz 이상 신호 장애원에 대한 장애 정도 예측과 EMC 대책 수립을 위한 기본 자료로 사용될 수 있을 것이다.

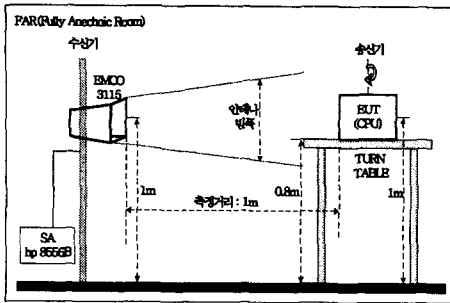
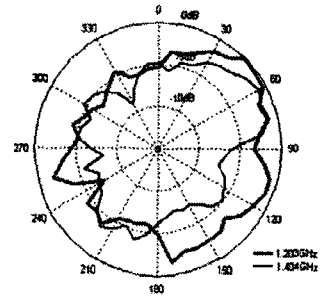
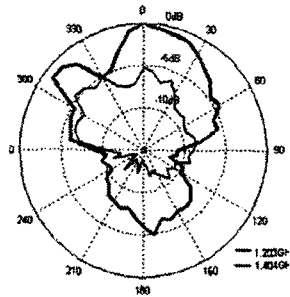


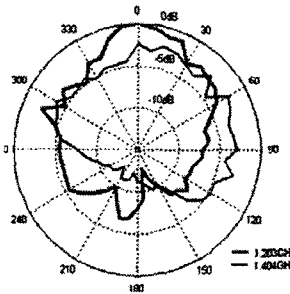
그림 1. 측정환경 구성도



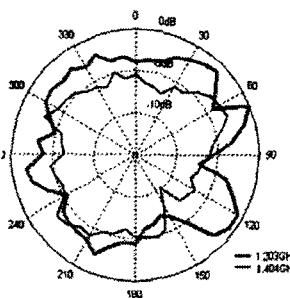
(d) 수직평면에서 EUT의 수평편파



(a) 수평평면에서 EUT의 수직편파



(b) 수직평면에서 EUT의 수직편파



(c) 수평평면에서 EUT의 수평편파

그림 2. 클럭속도 500 MHz EUT에 대한 방사패턴

참고문헌

- [1] 하덕용, "주파수 1GHz 이상대역의 방사방해파 (EMI) 측정방법", 한국전자파학회지, vol.11, no.1, pp22-32, 2000.
- [2] CISPR/H/21/INF, "Rationale for Setting Emission Limits in the Frequency Range 1-18 GHz", April, 2001.
- [3] CISPR Publication 16-2: Radiation interference measurements and statistical methods-Central Bureau of the IEC, 3 rue de Varembe, Geneve, Switzerland, 2002.
- [4] Ari Honkala, "Radiation patterns of some real EUT's above 1 GHz", in Newzealand on 16th of Sep, 2002.
- [5] G. Koepke, D. Hill, and J. Ladbury, "Directivity of the test device in EMC measurement" in Proc, 2000 IEEE International Symposium Electromagnetic Compatibility, Washington, D.C, pp535-539, Aug, 2000.
- [6] CISIR Publication 22: "Limits and methods of measurement of radio interference characteristics of information technology equipment" - Central Bureau of the IEC, 3 rue de Varembe, Geneve, Switzerland, 1997.