

# 이중 공동의 전원단 위치와 외부공동의 개구 위치변화에 따른 전자파 방사특성

(RADIATED EMISSION CHARACTERISTICS OF DOUBLE CAVITY BY INNER CAVITY AND EXTERNAL SLOT LOCATIONS)

박은정 박재욱\* 김금수\* 김기채  
(Eun Jung Park, Jae Wook Park\*, Geun Soo Kim\* Ki-chai Kim)

영남대학교 전기공학과 (주) 누리기술\*  
Tel:053-810-3929 / ahah66@ynu.ac.kr kckim@ynu.ac.kr  
Yeungnam University NURI Technology\*

## Abstract

본 논문에서는 이중 구조의 공동에서 작은 공동 전원단 내부에 존재하는 전자파원으로부터 방사되는 전자파를 내부 전원단의 개구를 지나 외부 공동의 개구를 통해 방사될 때, 내부 전원단의 위치와 외부 공동의 개구 위치 변화에 따른 방사 전자파의 크기를 FDTD법으로 검토하고 있다. 외부 공동 개구의 크기는 최대 방사 전자파의 주파수를 결정하며 내부 전원단의 위치를 조절하면 방사되는 전자파의 크기를 제어할 수 있음을 이론해석을 통하여 확인하고 있다.

## 1. 서론

최근 급증하고 있는 전기, 전자, 정보처리기기들은 디지털화, 소형화, 저전력화 되어가고 있다. 이러한 전기, 전자, 정보처리기기들의 사용이 증가함에 따라 최근 각국에서는 기기들의 복사성 장애 전자파의 규제가 강화되고 있다.

전기, 전자, 정보처리기기의 전자파 잡음 발생원으로는 여러 가지가 있으나, 특히 전원단에서 많은 잡음이 발생한다. 이러한 전원단에서 발생하는 잡음의 대책 기법으로 전도성 장애 전자파의 대책 기법이 많이 발표되고 있으나[4], 전원단의 복사성 장애 전자파에 대한 연구는 많이 보고되어 있지 않다. 따라서, 전원단에서 발생하는 복사성 장애 전자파가 시스템 내부에 미치는 연구가 절실히 요구된다.

본 논문에서는 공동 내부에 전원단과 같은 또 하나의 작은 공동이 있을 때, 작은 공동의 내부에 존재하는 노이즈 파원으로부터, 바깥 공동의 개구를 통해 방사되는 전자파의 크기를 검토하였다. 이론해석에는 FDTD법을 적용하였다.

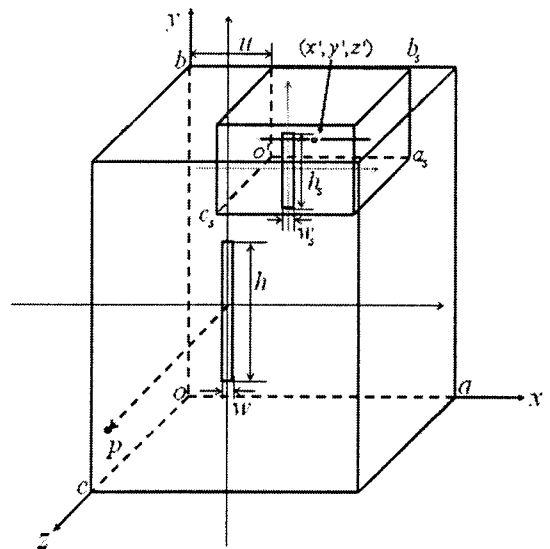
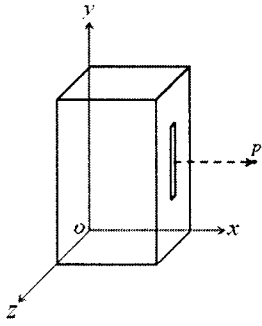
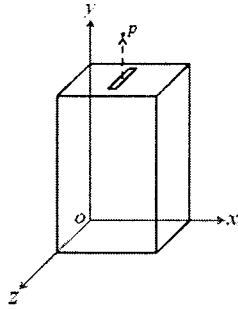


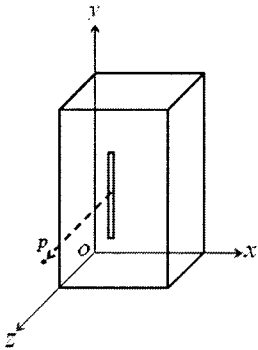
그림 1. 이중 공동의 구조와 좌표계.



(a) Type - X



(b) Type - Y



(c) Type - Z

그림 2. 외부 공동의 개구 위치 변화에 따른 구조와 좌표계.

## 2. 공동의 구조와 좌표계

그림 1은 개구를 가지고 있는 전원단 공동(작은 공동)의 내부에 노이즈를 발생하는 전자파원이 있고, 전원단 공동을 포함하고 있는 외부 공동, 즉 이중 공동의 구조와 좌표계를 나타내고 있다. 전원단 공동은  $x$ ,  $y$ ,  $z$  축 방향으로 각각  $a_s$ ,  $b_s$ ,  $c_s$ 의 크기를 가지며, 외부 공동은 각각  $a$ ,  $b$ ,  $c$ 의 크기를 가진다. 전원단의 공동에 폭  $w_s$ ,

길이  $h_s$ 의 슬롯 개구가 수직으로 설치되어 있으며, 외부 공동에도 폭  $w$ , 길이  $h$ 의 슬롯 개구가 설치되어 있다.

그림 1에서 나타낸 것처럼, 전원단 공동 내부의 다이폴 파원이  $(x', y', z')$  위치에서 방사하는 전자파가 전원단 공동의 개구를 통하여 방사되고, 외부 공동의 개구에 생성되는 개구면 전계분포에 의해 자류가 만들어지며, 이것이 2차 파원이 되어 외부 공동의 개구를 통해 방사되어 관측점  $p(x, y, z)$  위치에 방사 전자계를 형성시킨다.

본 논문에서는 큰 공동의 내부에 존재하는 작은 공동, 즉 전원단 공동에 존재하는 개구를 통해 방사되는 전자파가 외부 공동의 개구를 통해 외부 공간으로 방사되는 전자파의 크기를 검토하였다.

그림 2는 외부 공동에 존재하는 개구의 위치 변화에 따른 구조와 좌표계를 나타내고 있다. 그림 2(a)는 외부 공동에 존재하는 개구의 위치가  $y$ - $z$ 평면과 평행하는 공동의 면에 존재하고 관측점  $p$ 가  $x = 5$  cm에 존재하는 구조이며, 그림 2(b)는 외부 공동의 개구의 위치가  $x$ - $z$ 평면과 평행하는 공동의 면에 존재하고 관측점이  $y = 5$  cm에 존재하는 구조이며, 그림 2(c)는 외부 공동의 개구의 위치가  $x$ - $y$ 평면과 평행하는 공동의 면에 존재하고 관측점이  $z = 5$  cm에 존재하는 구조이다. 외부 공동에 존재하는 개구의 위치는 각 면의 중앙이다.

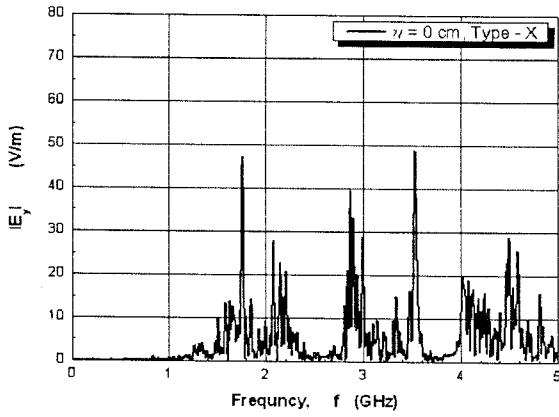
## 3. 수치 계산결과 및 검토

계산에 사용한 공동의 제원은 다음과 같다.

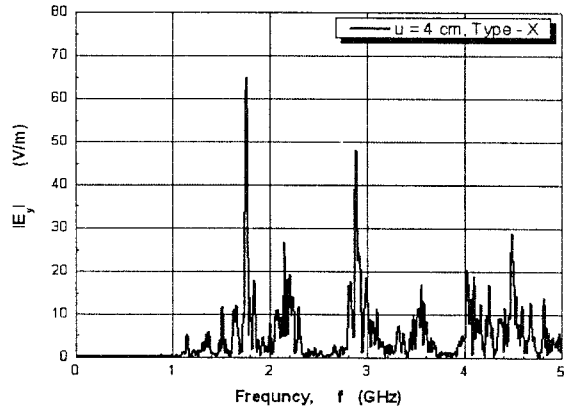
- 외부 공동 :  $a = 19$  cm,  $b = 42$  cm,  $c = 48$  cm
- 내부 공동 :  $a_s = 15$  cm,  $b_s = 9$  cm,  $c_s = 15$  cm
- 전원단 슬릿의 위치 : 내부 공동의  $z$ 축 방향의 면 중앙에 위치

그림 3과 그림 4는 전원단 공동의 내부에 있는 파원에서 노이즈가 전원단 공동의 개구와 외부 공동의 개구를 통해 방사될 때, 관측점  $p$ 에서의 방사 전계의 크기를 나타내고 있다. 여기서, 전원단 공동의 개구는  $w_s = 0.5$  cm,  $h_s = 10$  cm이다. 그림 3과 그림 4으로 부터 알 수 있듯이 주파수가 1.76 GHz, 2.2 GHz, 2.8 GHz, 4.57 GHz등에서 각각 공동의 TE<sub>105</sub>, TE<sub>205</sub>, TE<sub>305</sub>, TE<sub>555</sub> 공동모드에 대한 공진이 나타나는 것을 알 수 있다.

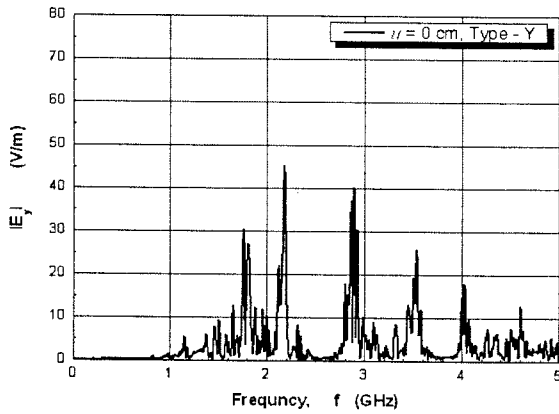
그림 3(a)은  $u = 0$  cm일 때 외부 공동의 개구 위치가 Type - X의 경우이며 그림 3(b)는  $u = 0$  cm일 때 외부 공동의 개구 위치가 Type - Y의 경우, 그림 3(c)는  $u = 0$  cm일 때 외부 공동의 개구 위치가 Type - Z의 경우에 대한 방사 전계의 주파수 특성을 나타내고 있다. 그리고 그림 4(a)은  $u = 4$  cm일 때 외부 공동의 개구 위치가 Type -



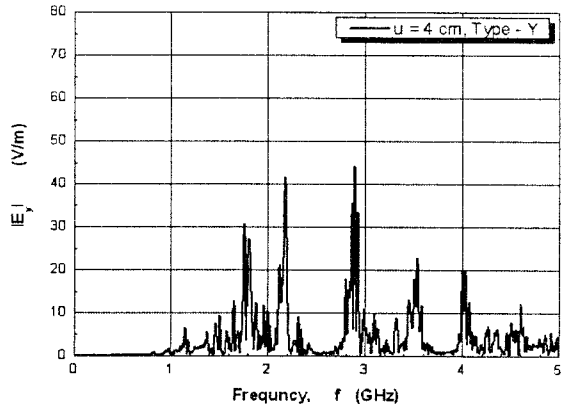
(a) Type - X



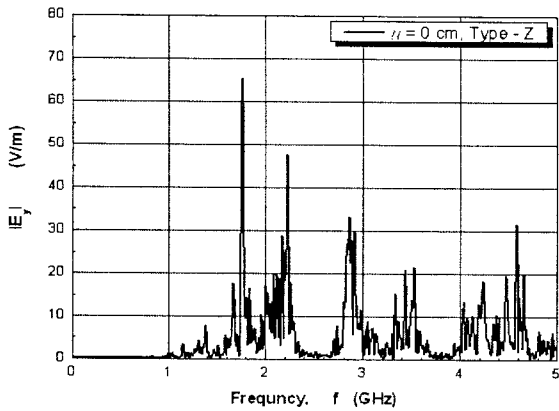
(a) Type - X



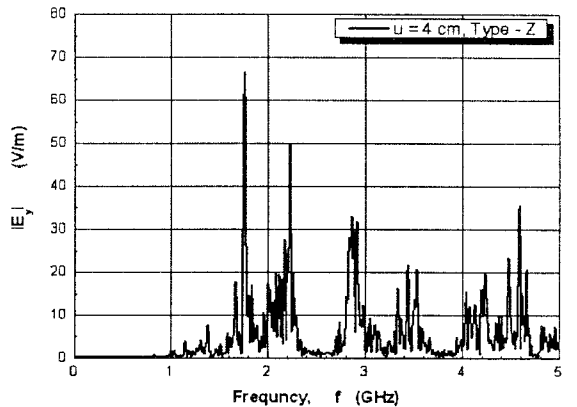
(b) Type - Y



(b) Type - Y



(c) Type - Z



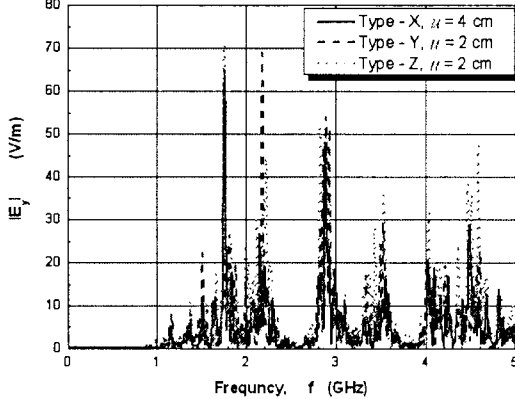
(c) Type - Z

그림 3. 내부 공동 위치 변화에 따른 방사 전자파의 주파수 특성. ( $u = 0$  cm)

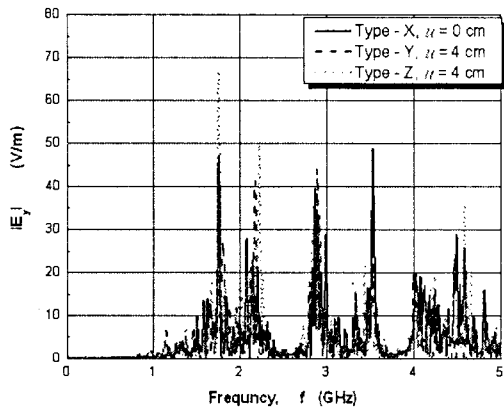
그림 4. 내부 공동 위치 변화에 따른 방사 전자파의 주파수 특성. ( $u = 4$  cm)

X의 경우이며 그림 4(b)는  $u = 4$  cm일 때 외부 공동의 개구 위치가 Type - Y의 경우, 그림 4(c)는  $u = 4$  cm일 때 외부 공동의 개구 위치가 Type - Z의 경우에 대

한 방사 전



(a) 방사 전자파의 양이 최대일 경우



(b) 방사 전자파의 양이 최소일 경우

그림 5. 외부 공동 개구의 위치 타입에 따른 방사 전자파의 주파수 특성비교.

계의 주파수 특성을 나타내고 있다.

그림 3과 그림 4에서 보는 것처럼, 외부 공동의 개구 위치 Type - X, Type - Y, Type - Z에 따라 방사 전계의 크기는 약 5 ~ 20 V/m의 차이를 보였다. 특히, 외부 공동의 개구의 위치가 Type - Y일 때 첫 번째 공진 주파수 1.76 GHz에서 다른 개구의 위치에서 보다 현저하게 작은 양의 방사 전자파를 방출한다는 것을 알 수 있다. 또한 내부 전원단의 위치를 변화하여도 외부 공동의 개구 위치가 Type - Y일 경우가 방사 전자파의 양이 가장 작다.

그림 5는 외부 공동이 가지는 개구의 위치 타입변화에 따른 주파수 특성을 나타내고 있다. 그림 5(a)는 각 개구의 위치에서 방사 전자파의 크기가 가장 큰 경우이며, 그림 5(b)는 각 개구의 위치에서 방사 전자파의 크기가 가장 작은 경우의 주파수 특성을 비교하고 있다. 그림 5로부터 알 수 있듯이 Type - Y의 외부 공동의

개구가 외부 공동의 y축에서 내부 전원간의 간격  $u = 4$  cm일 때 방사되는 전자파가 넓은 대역에서 작다는 것을 확인할 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 이중 구조의 공동에서 작은 공동 내부에 존재하는 전자파원으로부터 방사되는 전자파를 내부 공동의 개구를 지나 외부 공동의 개구를 통해 방사될 때, 내부 전원단의 위치, 외부 공동의 개구 위치 변화에 따른 방사 전자파의 크기를 FDTD법으로 검토하였다. 외부 공동 개구의 크기는 최대 방사 전자파의 주파수를 결정하며, 내부 전원단의 위치를 조절하면 방사되는 전자파의 크기를 제어할 수 있다. 또한 내부 전원단의 개구와 외부 공동의 개구의 두 개구면이 직각인 구조 (Type - Y) 일 경우가 두 개구면이 직각이면서 평행인 구조 (Type - X)와 두 개구가 평행인 경우 (Type - Z)보다 더 작은 양의 전자파를 방사함을 이론해석을 통하여 확인할 수 있었다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임

참 고 문 헌

- [1] C. A. Balanis, "Advanced Engineering Electromagnetics", John Wiley&Sons; New york, 1989
- [2] D. M. Pozar, "Microwave Engineering", Addison Wesley, 1990
- [3] C. M. Butler, Y. Rahmat-Samii and R. Mittra, Electromagnetic penetration through apertures in conducting surfaces, IEEE Tran. on Antenna and propag., vol.AP-26, no.1, pp.291~301, Jan. 1978.
- [4] Henry W. Ott, Noise Reduction Techniques in Electronic Systems(2nd edition), John Wiley & Sons, Inc. 1988
- [5] David K. Cheng, Fundamentals of Engineering Electromagnetics (2nd edition), Addison Wesley, Inc.
- [6] Graziano Cerri, Roberto De Leo, and Valter Mariani Primiani, "Theoretical and Experimental Evaluation of the Electromagnetic Radiation From Apertures in Shielded Enclosures", IEEE Trans. Electromagn. Compat, vol. 34, no. 4, Nov 1992.