내부 전자파원에 의한 슬림형 이중 공동의 전자파 방사 특성

(ELECTROMAGNETIC RADIATION CHARACTERISTICS OF SLIM TYPE DOUBLE CAVITY BY INTERNAL ELECTROMAGNETIC SOURCES)

박 은 정 김 경 봉 김 기 채 김 이 국*
Eun Jung Park, Kyeong Bong Kim, Ki-chai Kim, Eee Kook kim *

영남대학교 전기공학과 경일대학교 전기공학과*
Yeungnam University Kyungil University *

Tel:053-810-3929 / ahah66@ynu.ac.kr gia22@ynu.ac.kr kckim@ynu.ac.kr lkkim@kiu.ac.kr

Abstract

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

1. 서 론

최근 급증하고 있는 전기, 전자, 정보처리기기들은 디지털화, 소형화, 저전력화 되어가고 있다. 이러한 전기, 전자, 정보처리기기들의 사용이 증가함에 따라 최근 각 국에서는 기기들의 복사성 장해 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 장해 전자파의 대책 기법이 많이 발표되고 있으나[4], 전원단의 복사성 장해 전자파에 대한 연구는 많이 보고되어 있지 않다. 따라서, 전원단에 발생하는 복사성 장해 전자파 에 대한 연구가 절실히 요구된다.

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

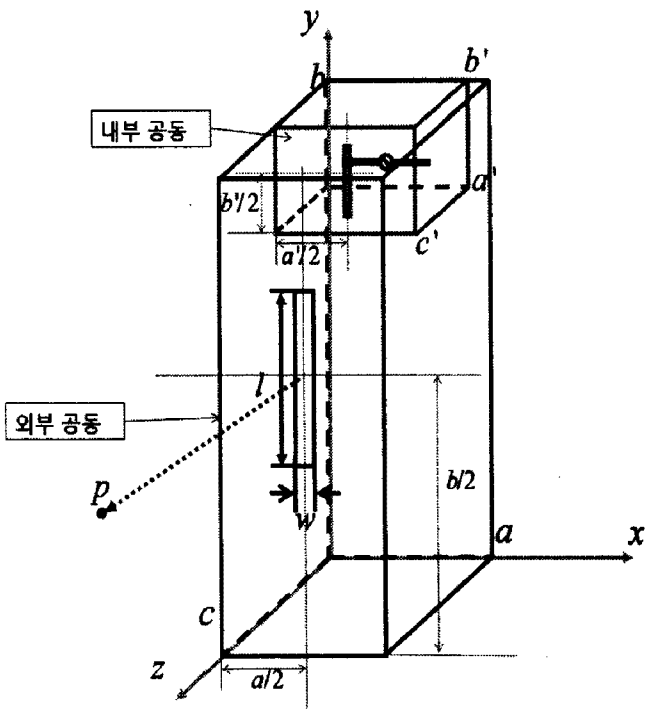


그림 1. 슬림형 이중 공동의 구조와 좌표계.

2. 공동의 구조와 좌표계

그림 1은 개구를 가지고 있는 전원단 공동(작은 공동)의 내부에 노이즈를 발생하는 전자파원이 있고, 전원단 공동을 포함하고 있는 슬림형 외부 공동, 즉 이중 공동의 구조와 좌표계를 나타내고 있다. 전원단 공동은 x, y, z 축 방향으로 각각 a′, b′, c′의 크기를 가지며, 슬림형 외부 공동은 각각 a, b, c의 크기를 가진다. 전원단의 공동에 폭 w', 길이 l'의 슬롯 개구가 수직으로 설치되어 있으며, 슬림형 외부 공동에도 폭 w, 길이 l의 슬롯 개구가 설치되어 있다.

그림 1에서 나타낸 것처럼, 전원단 공동 내부의 다이폴 파원이 (x′, y′, z′)위치에서 방사하는 전자파가 전원단 공동 의 개구를 통하여 방사되고, 슬림형 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 슬림형 외부 공동의 개구를 통해 외부 공간으로 방사되는 전자파의 크기를 검토하였다.

3. 수치 계산결과 및 검토

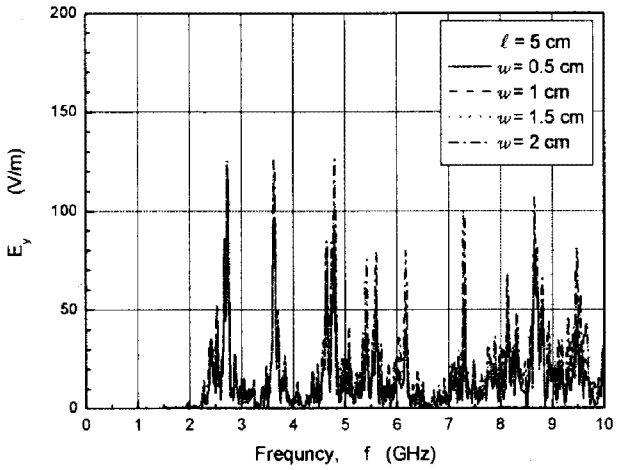
계산에 사용한 공동의 제원은 다음과 같다.

- 외부 공동 : a = 9 cm, b = 34 cm, c = 38 cm
- 내부 공동 : a = 8.5 cm, b = 6.5 cm, c = 18 cm

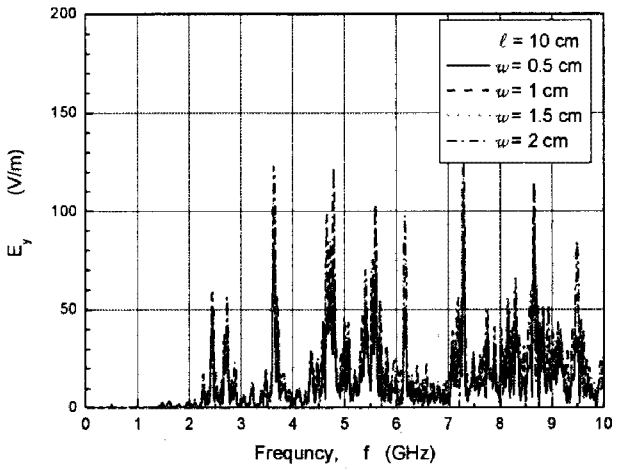
그림 2 (a), (b), (c), (d)와 그림 3은 전원단 공동 내부에 있는 파원에서 노이즈가 전원단 공동의 개구와 슬림형 외부 공동의 개구를 통해 방사될 때, 관측점 p에서의 방사 전계의 크기를 나타내고 있다. 여기서, 전원단 공동의 개구는 w' = 0.5 cm, l' = 6 cm이다. 그림 2와 그림 3으로부터 알 수 있듯이 주파수가 3.63 ㎓, 4.8 ㎓, 5.4 ㎓, 7.29 ㎓등에서 각각 공동의 TE103, TE213, TE214, TE132 공동모드에 대한 공진이 나타나는 것을 알 수 있다.

그림 2 (a)는 슬림형 외부 공동 개구의 폭이 l = 5 cm일 경우, 그림 2 (b)는 폭이 l = 10 cm, 그림 2 (c)는 슬림형 외부 공동 개구의 폭이 l = 15 cm일 경우이며 ,그림 2 (d)는 슬림형 외부 공동 개구의 폭이 l = 20 cm일 경우에 대한 방사 전계의 주파수 특성을 나타내고 있다. 그림 2에서 보는 것처럼, w = 0.5 cm와 w = 2 cm의 방사 전계의 크기는 약 5 ~ 20 V/m의 차이를 보였다. 즉, 슬림형 외부 공동의 폭 w 가 넓으면 넓을수록 방사되는 전자파의 양이 커짐을 알 수 있다.

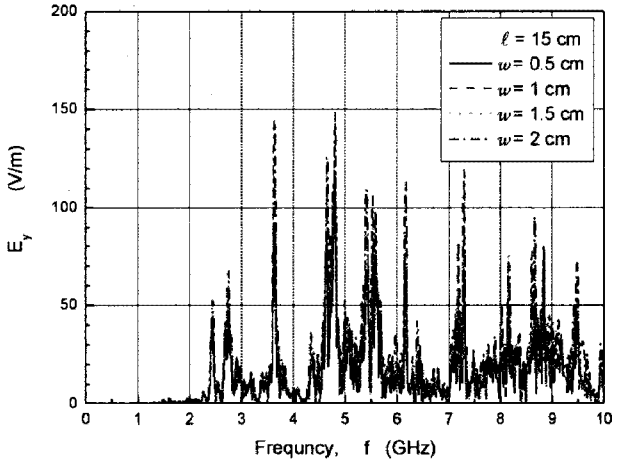
그림 3에서 알 수 있듯이, 슬림형 외부 공동의 개구 길이



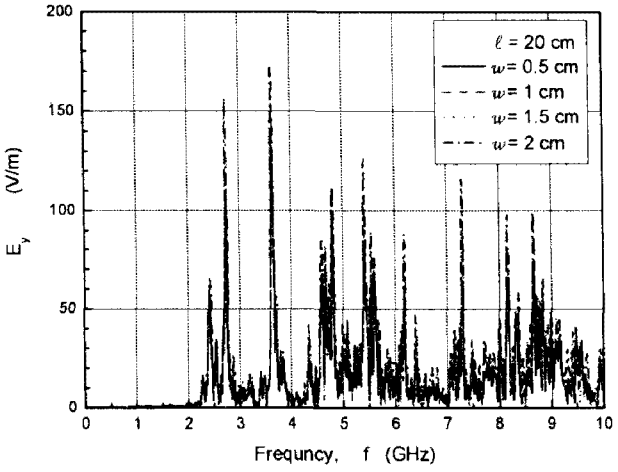
(a) l = 5 cm



(b) l = 10 cm



(c) l = 15 cm



(d) l = 20 cm

그림 2. 슬림형 외부 공동 개구의 길이 변화에 따른 방사 전자파의 주파수 특성.

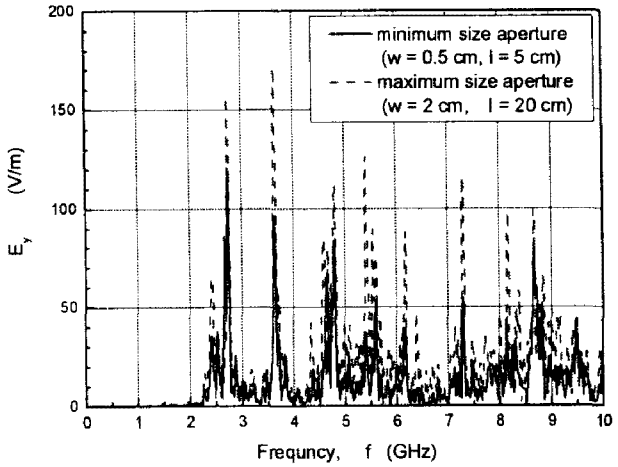


그림 4. 외부 공동 개구의 크기에 따른 방사 전자파의 주파수 특성.

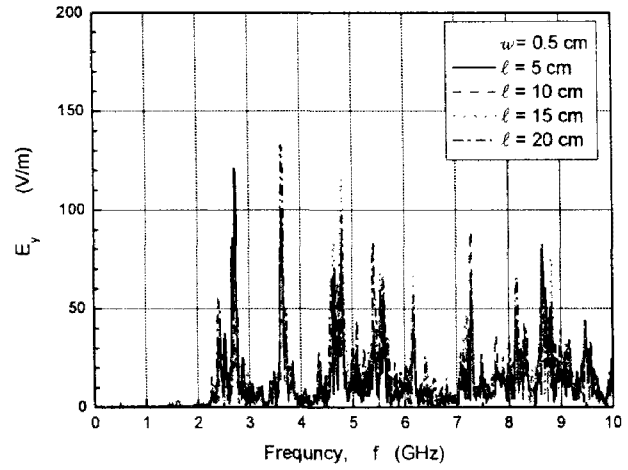


그림 3. 외부 공동 개구의 길이 변화에 따른 방사 전자파의 주파수 특성(w = 0.5 cm).

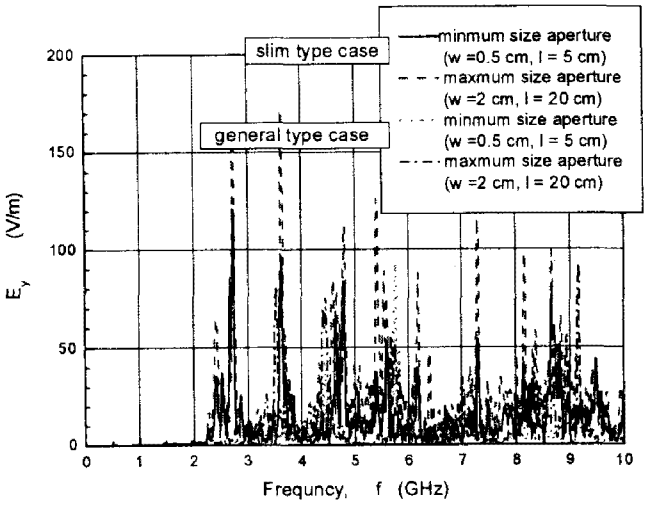


그림 5. 슬림형 외부 공동의 개구와 일반형 외부 공동의 개구의 크기에 따른 방사 전자파의 주파수 특성.

변화에 따른 방사 전계의 크기는 공동 모드에 대한 공진 주파수와 관계가 있음을 알 수 있다. 즉, 슬림형 외부 공동 개구의 길이에 대한 공진 주파수가 공동 모드의 공진 주파수에 거의 일치함을 알 수 있다.

그림 4는 슬림형 외부 공동 개구의 크기에 따른 방사 전자파의 주파수 특성을 나타내고 있다. 그림 4에서 실선은 앞에서 검토한 슬림형 외부 공동의 개구의 크기 중 최소인 경우(w = 0.5 cm, l = 5 cm)의 방사 전자파의 크기를 나타낸다. 이 경우, 방사 전자파의 최대치는 3 GHz에서 나타난다. 이 주파수는 길이가 5 cm인 슬릿 개구의 공진 주파수와 일치한다. 점선은 외부 공동의 개구의 크기 중 최대인 경우 (w = 2 cm, l = 20 cm)의 방사 전자파의 크기를 나타낸다. 외부 공동 개구의 크기가 최소인 경우가 최대인 경우보다 공진 주파수를 제외한 주파수에서 방사 전자파의 크기가 작다는 것을 알 수 있다.

그림 2와 그림 3으로부터 알 수 있듯이, 방사 전자파의 크기는 외부 공동의 개구 폭이 좁으면 좁을수록 방사 전자파의 양이 작아지며, 외부 공동의 개구의 길이는 최대 방사 전자파의 주파수를 결정한다는 것을 알 수 있다.

그림 5에서는 슬림형 외부 공동이 가지는 개구와 일반형 외부 공동이 가는 개구변화에 따른 주파수 특성을 나타내고 있다. 여기서 알 수 있듯이 개구의 크기가 크면 외부 공동의 크기변화와 관계없이 방사 전자파의 크기 커지는 것을 알 수 있으며, 슬림형 외부 공동 개구에서 방사되는 전자파의 크기가 일반형 외부 공동 개구에서

방사되는 전자파가 더 넓은 주파수 대역에서 더 많은 량의 전자파가 방사됨을 확인할 수 있다.

4. 결 론

본 논문에서는 슬림형 이중 구조의 공동에서 작은 공동 내부에 존재하는 전자파원으로부터 방사되는 전자파를 내부 공동의 개구를 지나 외부 공동의 개구를 통해 방사될 때, 외부 공동의 개구 크기 변화에 따른 방사 전자파의 크기를 FDTD법으로 검토하였다. 슬림형 외부 공동 개구의 크기는 최대 방사 전자파의 주파수를 결정하므로 개구의 크기를 조절하면 방사되는 전자파의 크기를 제어할 수 있으며, 동일한 크기의 개구를 가지는 슬림형 외부 공동이 일반형 외부 공동보다 더 많은 전자파를 방사함을 이론해석을 통하여 확인할 수 있었다.

ACKNOWLEDGMENT

"This research was supported by the MIC(Ministry of Information and Communication), Korea, under the ITRC(Information Technology Research Center) support program supervised by the IITA(Institute of Information Technology Advancement)"
(IITA-2006-(C1090-0603-0034)).

참 고 문 헌

[1] C. A. Balanis, "Advanced Engneering Electromagnetics", John Wiley&Sons; New york, 1989

[2] D. M. Pozar, "Microwave Engneering", Addison Wesley, 1990

[3] C. M. Butler, Y. Rahmat-Samii and R. Mittra, Elecnomagnetic 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.