저항시트 장하에 의한 슬릿 침투 전자파의 저감 특성

박 은 정° 주 창 현 김 기 채
영남대학교 전기공학과
ahah66@yumail.ac.kr, ele0853@yumail.ac.kr, kckim@yu.ac.kr

REDUCTION CHARACTERISTICS OF ELECTROMAGNETIC PENETRATION THROUGH NARROW SLOTS BY RESISTIVE SHEETS LOADING

Eun Jung Park, Chang-Hyun Ju, and Ki-Chai Kim
Department of Electrical Engineering, Yeungnam University
214-1 Dae-dong, Kyeongsan, 712-749, Korea

Abstract

This paper presents the reduction methods of penetrated electromagnetic fields through a narrow slot aperture in a planar conducting screen of infinite extent. When a plane wave is excited to the narrow slot, the aperture electric field is controlled by the resistive sheets loaded on the slot. The magnitude of penetrated electromagnetic fields through a narrow slot is controlled by electric field distributions on the slot aperture. The results show that the magnitude of the penetrated electromagnetic field can be effectively reduced by the resistive sheets on the slot aperture.

1. 서 론

전기·전자장치들의 차폐문제는 슬릿 개구로 침투하는 전자파의 크기가 매우 중요하며 도체평판상의 개구를 통한 전자계의 침투문제는 많은 연구자들에 의해 연구 되었다 [1]-[5]. 개구면에 평행한 도선을 설치하여 도체평판상의 개구를 통한 침투 전자파의 저감에 관한 연구도 보고되어 있다 [6, 7].

본 논문에서는 평면파가 무한 도체 평판상의 슬릿 개구로 입사할 때, 두 무한 도체 평판 사이의 개구를 감싸는 저항시트 설치하였을 때 침투전자파의 저감 특성을 검토하였다. 이론해석으로서는 FDTD 법을 적용하였다.

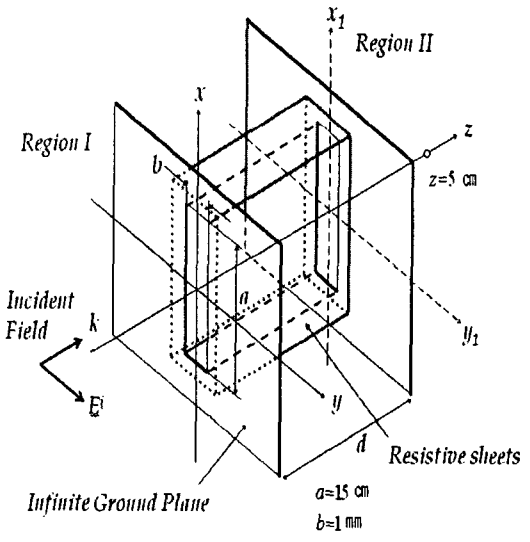


그림 1. 슬릿에 저항시트가 장하된 두 무한도체 평판.

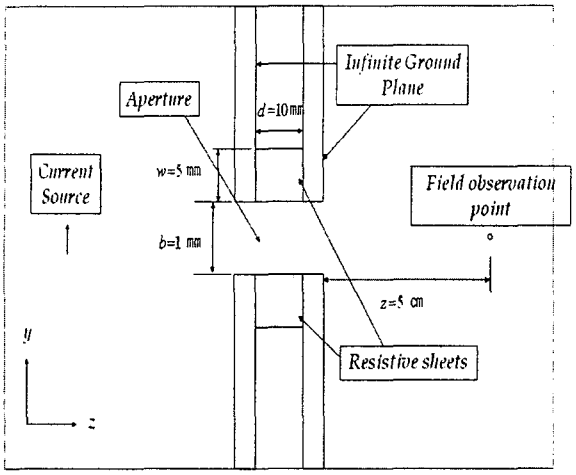


그림 2. y-z 평면으로 나타낸 무한 도체 평판상의 저항시트.

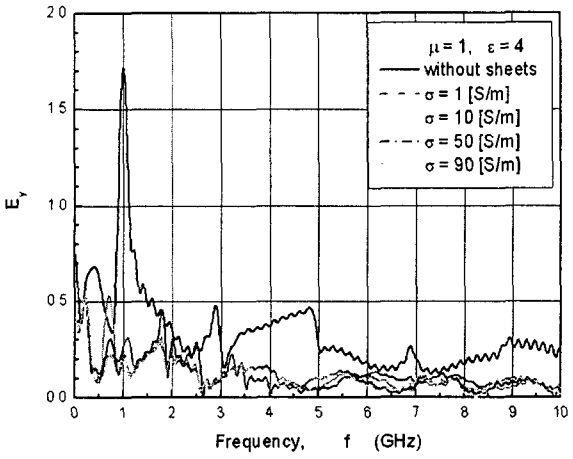
평면파가 슬릿 개구면으로 입사할 때, 개구면을 감싸는 저항 시트에 의해 개구면 전계분포를 제어하여 침투 전자파를 저감시킬 수 있음을 확인 하였다.

2. 저항시트 장하 슬릿의 구조

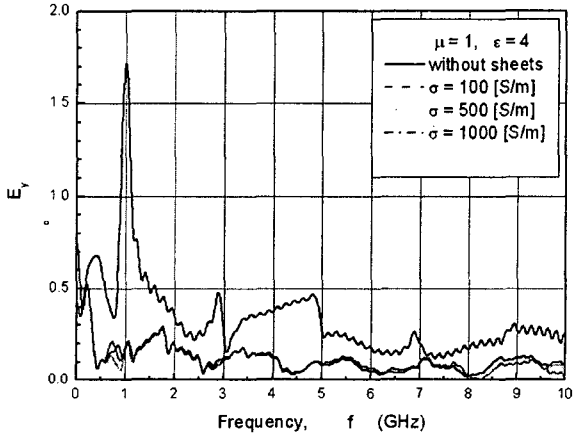
그림 1은 슬릿 개구가 있는 무한도체 평판의 좌표계를 나타내고 있다. 무한도체 평판은 xy평면에 설치되어 있고, x축과 평행하게 슬릿 개구가 있다. 개구면 가장자리에서부터 w 너비로 저항시트를 두 평행평판 사이에 개구면을 감싸도록 설치하였다. 그림 1에서 나타낸 것처럼 무한도체 평판을 영역 I (z<0)에는 입사파가 존재하며 입사파는 개구를 통해 영역 II (z>0)로 침투한다. 두 영역은 모두 자유공간을 가정하였으며 두 무한도체 평판의 두께는 1 ㎜ 이다.

평면파가 개구면으로 입사하면 개구면 상에 전계분포가 형성되고 이러한 개구면 전계분포에 의해 자류가 만들어지고 이것이 2차 파원이 되어 영역 II에 침투 전자계를 형성시킨다.

그림 2는 y-z평면에서 나타낸 저항시트 장하 슬릿의 구조를 나타내고 있다. 설치된 저항시트의 전기적 특성은 $\varepsilon_r = 4$, $\mu_r = 1$ 이다.



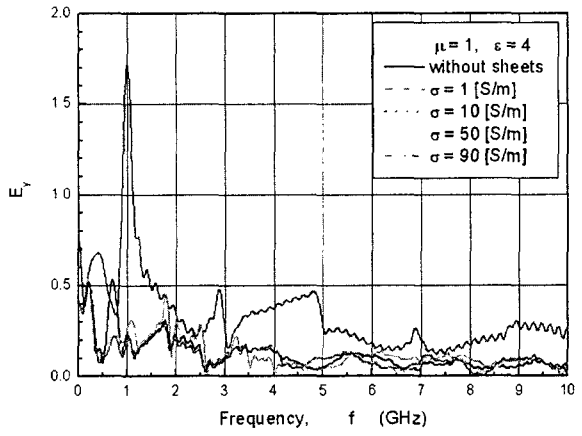
(a) 도전율이 작은 저항시트



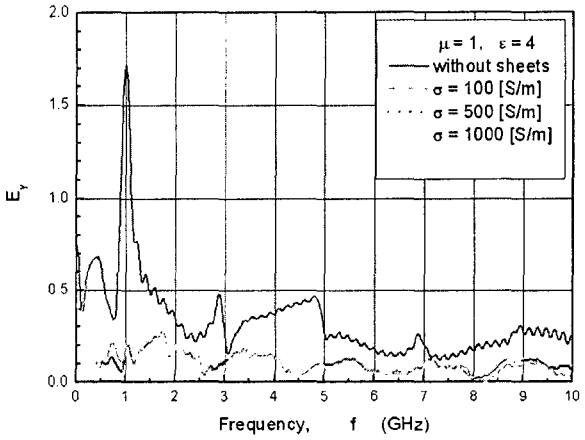
(b) 도전율이 큰 저항시트

그림 3. 개구면을 감싸는 저항시트 도전율 변화에 따른 침투 전계의 주파수 특성 (w = 5㎜).

본 논문에서는 개구면 전계분포, 즉 자류를 제어하면 침투 전자파를 제어할 수 있음을 보인 참고문헌 [7]과 마찬가지로 개구면 자류의 제어를 위해 도전율이 σ인 저항시트를 개구면에 설치한 구조에 대하여 침투 전자파의 저감 특성을 검토 하였다.



(a) 도전율이 작은 저항시트



(b) 도전율이 큰 저항시트

그림 4. 개구면을 감싸는 저항시트 도전율 변화에 따른 침투 전계의 주파수 특성 (w = 10㎜).

3. 수치 계산결과 및 검토

본 논문에서 사용한 개구는 폭이 파장에 비해 매우 좁은 구조이며 크기는 a = 15 ㎝, b = 1 ㎜ 이다.

그림 3 은 1 ㎓ 의 평면파가 개구면을 감싸는 저항 시트가 설치된 개구로 입사할 때, z = 5 ㎝ 에서의 침투 전계의 크기를 나타내고 있다. 단, d =10 ㎜, w = 5 ㎜ 이다.

그림 3에서 보는 것처럼, 저항시트의 도전율을 조절하면 침투 전자파의 크기를 감소시킬 수 있으며, 개구면을 감싸고 있는 저항시트의 도전율이 작을수록 침투전계의 크기가 0에 가까워진다는 것을 알 수 있다.

그림 3에서 실선은 개구면을 감싸는 저항시트가 없을 경우의 침투 전계의 크기를 나타낸다. 이 경우, 침투된 전계의 최대치는 0.94 ㎓ 와 2.9 ㎓에서 나타난다. 이 주파수들은 길이가 15 ㎝인 슬릿 개구의 공진 주파수와 일치하며, 개구를 통해 침투한 침투 전계의 크기는 슬릿 개구에 개구면를 감싸는 저항시트가 없을 경우보다 무한도체 평판상의 개구에 개구면을 감싸는 저항시트가 있을 때 더 감소된다는 것을 알 수 있다.

그림 4는 저항시트의 폭이 w = 10 ㎜ 인 경우, 개구면을 감싸는 저항시트가 설치된 개구로 평면파가 입사할 때, z = 5 ㎝ 에서의 침투 전계의 크기를 나타내고 있다.

그림 3과 그림 4로부터 침투 전계의 크기는 저항시트의 폭이 w = 5 ㎜ 일 때와 w = 10 ㎜ 일 때는 거의 동일하다는 것을 알 수 있었다. 즉, 개구를 통해 침투하는 전자파는 저항시트의 폭에는 거의 영향을 받지 않고 저항시트의 도전율에 의해 저감된다는는 것을 알 수 있다.

4. 결 론

본 논문에서는 두 무한 도체 평판상에 존재하는 폭이 좁은 개구에 개구를 감싸는 저항시트를 장하하고 저항시트의 도전율을 조절하였을 때, 침투하는 전자계의 저감특성을 FDTD법으로 검토하였다. 개구를 감싸는 저항시트에 의해 침투하는 전계의 크기를 효과적으로 저감시킬 수 있음을 이론해석을 통하여 확인할 수 있었다.

ACKNOWLEDGMENT

This research was supported by the EMERC (Electro Magnetic Environment Research center) in Chungnam National University, one of IT Research Centers.

REFERENCES

[1] C. D. Taylor, "Electromagnetic pulse penetration through small apertures," IEEE Tran. on Electroma. Compa., vol. EMC-15, no.1, pp 17~26, February 1973.

[2] C. M. Butler and K. R. Umashankar, "Electromagnetic excitation of a wire through an aperture-perforated conducting screen," IEEE Tran. on Antenna and propag., vol.AP-24, no.4, pp.456~462, July 1976.

[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] Y. Rahmat-Samii and R. Mittra, "Elecnomagnetic coupling through small apertures in a conducting screen," IEEE Tran. Antennas and propagat., vol.AP-25, no.3, pp.180~187, Mar. 1977.

[5] E. R. Reed and C. M. Butler, "Time-domain electromagnetic penetration through arbitrarily shaped narrow slots in conducting screens," IEEE Tran. Electromag. Compat., vol.34, no.3, pp 161~172, August 1992.

[6] Ki-Chai Kim and Min Seok Kim, "On the reduction technique of electromagnetic penetration through narrow slots in conducting screen", KJJC-AP/EMC/EMI 2001 Proceeding, pp. 107-110, Sep. 2001.

[7] Ki-Chai Kim, Sung Min Lim, and Min Seok Kim, "Reduction of Electromagnetic Penetration through Narrow Slots in Conducting Screenby Two Parallel Wires", IEICE Transaction on Comm., in press, vol.E-88-B, no.43, pp.1743~1745, April. 2005.