

장하 저항시트의 크기변화에 따른 슬릿 침투 전자파 저감특성

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

박은정 조준호 김기채

Eun Jung Park Jun-Ho Cho Ki-Chai Kim

영남대학교 전기공학과

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 loading on the slot. The magnitude of the 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. 서론

전기전자기기의 사용이 급증하면서 이들 기기로부터 발생하는 불요전자파가 전기 전자기기에 오동작의 문제를 야기하고 있으며, 전기 전자기기의 전자파 차폐 문제가 매우 중요하게 되었다. 전기 전자기기에 의해 발생한 장해 전자파는 기기의 차폐를 담당하는 기기 케이스의 개구를 통해 방사되어 나오며 근접한 기기 케이스에 존재하는 개구를 통해 침투하여 오작동을 유발한다. 케이스를 무한도체평판으로 근사하였을 때 도체 평판 상의 개구를 통한 전자계의 침투 문제는 여러 연구자들에 의해 연구되었다.[1]-[5]

본 논문에서는 평면파가 무한 도체 평판상의 슬릿 개구로 입사할 경우, 두 무한 도체 평판 사이의 개구면 가장자리에 저항시트를 설치하였을 때, 저항시트의 크기변화에 따른 침투전자파의 저감 특성을 검토하였다. 이론해석으로서는 FDTD법을 적용하였다.

수치해석 결과, 평면파가 슬릿 개구면으로 입사할 때, 개구면 가장자리에 위치한 저항 시트를 적절히 조절하면 개구면 전계분포가 제어되고 침투 전자파를 저감시킬 수 있음을 확인 할 수 있었다.

2. 본론

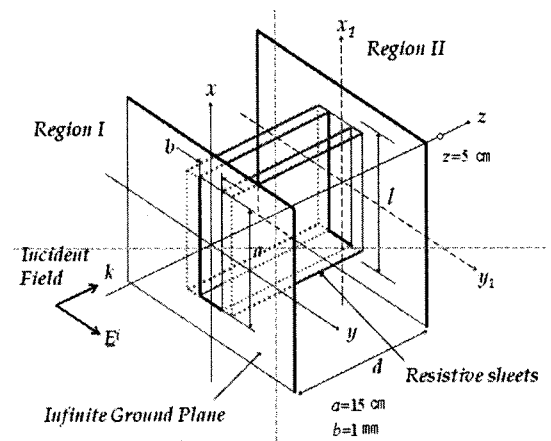


그림 1. 슬릿에 저항시트가 장착된 두 무한도체 평판.

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 사이의 개구면 가장자리에 설치하였다. 그림 1에서 나타난 것처럼, 무한도체 평판을 기준으로 영역 I ($z < 0$)에는 입사파가 존재하며

입사파는 개구를 통해 영역 II ($z>0$)로 침투한다. 두 영역은 모두 자유 공간을 가정하였으며 두 무한도체 평판의 두께는 1 mm 이다.

평면파가 개구면으로 입사하면 개구면 상에 전계분포가 형성되고, 개구면 전계분포에 의해 자유가 만들어지며 2차 파원이 되어 영역 II에 침투 전자계를 형성시킨다. 설치된 저항시트의 전기적 특성은 $\mu_r = 1$, $\sigma = 1000$ S/m을 가정하여 검토하였다.

본 논문에서는 개구면 전계분포, 즉 자유를 제어하면 침투 전자파를 제어할 수 있음을 보인 참고 문헌 [7]과 마찬가지로 개구면 자유의 제어를 위해 도전을 $\sigma = 1000$ S/m인 저항시트를 개구면에 설치한 구조에 대하여 침투 전자파의 저감 특성을 검토 하였다.

3. 수치 계산결과 및 검토

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

그림 2와 그림 3은 1 GHz 의 평면파가 개구면을 감싸는 저항 시트가 설치된 개구로 입사할 때, $z = 5$ cm 에서의 침투 전계의 크기를 나타내고 있다. 그림 2에서 보는 것처럼, 개구면을 감싸는 저항시트의 길이를 조절하면 침투 전자파의 크기를 감소시킬 수 있으며, 개구면을 감싸고 있는 저항시트의 크기가 클수록 즉, 장하한 저항시트가 개구면을 많이 감쌀수록 침투전계의 크기가 0에 가까워진다는 것을 알 수 있다. 단, 저항시트의 폭은 $d = 10$ mm를 선택 하였다.

그림 3에서 알 수 있듯이, 저항시트의 폭을 조절하면 침투 전자파의 크기를 감소시킬 수 있으며, 폭이 넓을수록 침투 전계의 크기가 0에 가까워진다는 것을 알 수 있다. 여기서 저항시트의 길이는 $l = 150$ mm로서 침투 효과가 가장 좋은 크기로 주어진 상태이다.

그림 4에서 실선은 개구면을 감싸는 저항시트가 없을 경우의 침투 전계의 크기를 나타낸다. 이 경우, 침투된 전계의 최대치는 0.94 GHz 와 2.9 GHz에서 나타난다. 이 주파수들은 길이가 15 cm인 슬릿 개구의 공진 주파수와 일치한다. 일점쇄선은 개구를

통해 침투한 침투 전계의 크기를 가장 효과적

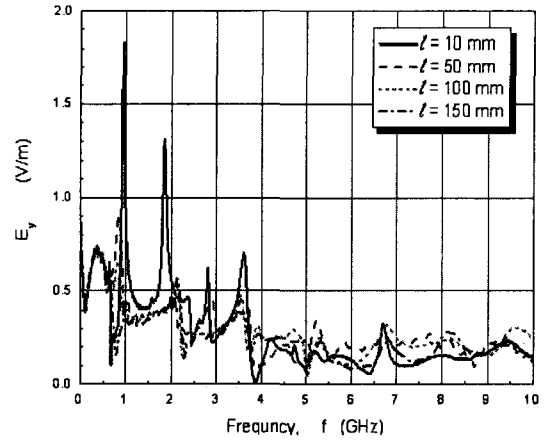


그림 2. 저항시트 길이에 따른 침투 전계의 주파수 특성.

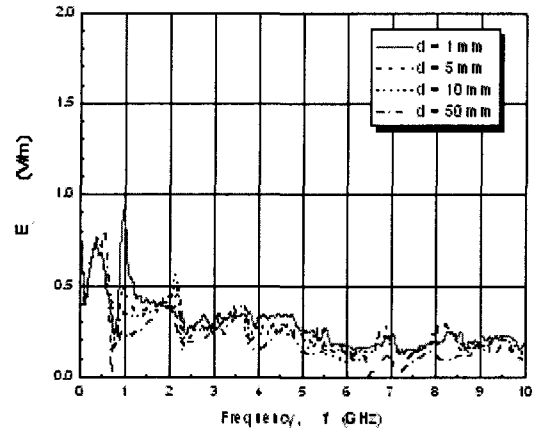


그림 3. 저항시트 폭에 따른 침투 전계의 주파수 특성.

으로 감소시키는 크기의 저항시트를 장하하였을 때의 침투 전계의 크기를 나타내고 있다. 슬릿 개구에 개구면을 감싸는 저항시트가 없을 경우보다 개구면을 감싸는 저항시트가 있을 때 더 감소된다는 것을 알 수 있다.

그림 2와 그림 3로부터 침투 전계의 크기는 개구면을 감싸는 저항시트의 길이가 길때, 그리고 저항시트의 폭이 넓을때가 더 넓은 주파수 대역에서 효과적이라는 것을 알 수 있다. 그러나, 저항시트의 폭이 넓으면 넓을수록 저감효과는 커지나, 전기전자기에 적용할 경우 코스트가 높아진다.

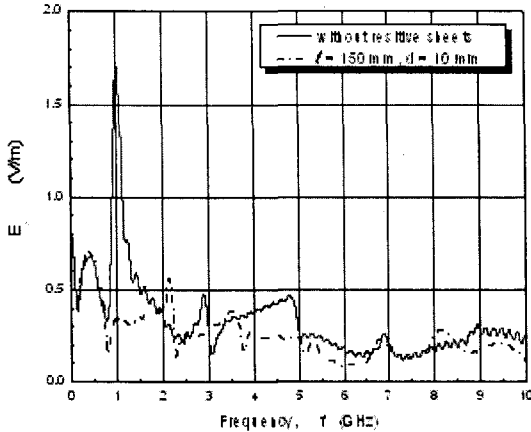


그림 4. 저항시트 장하에 의한 침투 전계의 주파수 특성 비교.

4. 결론

본 논문에서는 두 무한 도체 평판상에 존재하는 폭이 좁은 개구에 개구를 감싸는 저항시트를 장하고 저항시트의 크기를 조절하였을 때, 침투하는 전자계의 저감특성을 FDTD법으로 검토하였다. 개구를 감싸는 저항시트에 의해 슬릿으로 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, 2005.