

손실판 장하에 의한 슬릿 침투 전자파의 저감 특성

조준호^{*} 박은정 김경봉 정성우 김기채
 영남대학교 전기공학과

Reduction Characteristics of Electromagnetic Penetration Through Narrow Slots by Resistive Sheet Loading

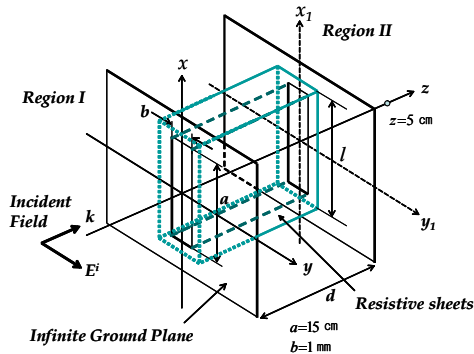
Jun Ho Cho, Eun Jung Park, Kyeong Bong Kim, Sung Woo Jung, Ki-Chai Kim
 Yeungnam University

Abstract -본 논문에서는 두 개의 무한도체 평판에 폭이 좁은 개구가 존재할 때, 개구를 통해서 침투하는 침투전자파의 크기를 두 무한도체 평판 사이에 여러 가지 특성을 가지는 손실판을 장하하여 개구면 전계분포를 제어하여 침투 전자파의 크기를 저감시키는 방법을 제안하고 있다. 개구면에 평면파가 입사할 때, 손실판에 의해 개구면 전계분포가 제어된다. 두 개의 무한도체 평판 사이에 손실판을 장하하면 개구면의 전계분포 및 침투전자파가 효과적으로 제어됨을 확인하고 있다.

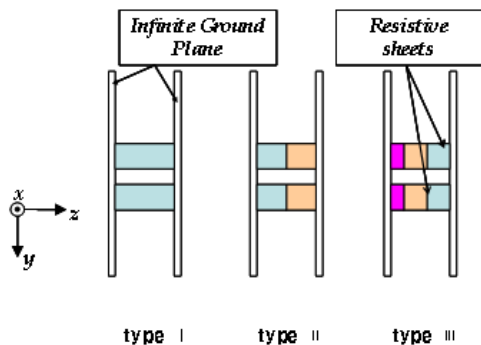
1. 서론

무한도체평판상의 개구를 통한 전자계의 침투문제는 많은 연구자들에 의해 연구 되었다[1]-[5]. 전기·전자장치들의 차폐문제는 슬릿 개구로 침투하는 전자파의 크기가 매우 중요한 역할을 한다. 개구면에 평행한 도선을 설치하여 무한도체평판상의 좁은 개구를 통한 침투 전자파의 저감에 관한 연구는 이미 보고되어 있다[6, 7].

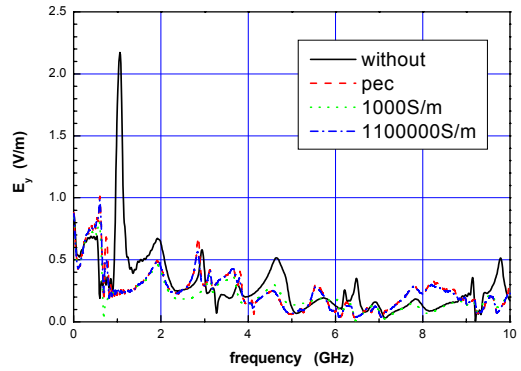
본 논문에서는 평면파가 무한 도체 평판상의 슬릿 개구로 입사할 때, 개구에 손실이 있는 여러 가지 손실판을 설치한 경우의 침투 전자파 저감 특성을 FDTD법을 적용하여 검토하였다. 이론해석 결과, 평면파가 슬릿 개구면으로 입사할 때, 개구면에 여러 가지 손실판을 설치하여 개구면 전계분포를 제어함으로써 침투전자파를 저감시킬 수 있음을 확인하였다.



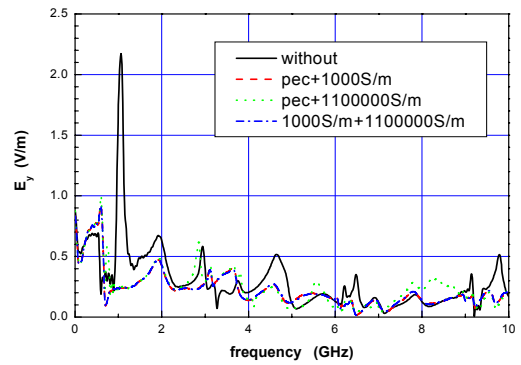
<그림 1> 폭이 좁은 슬릿이 있는 두 개의 무한평판의 좌표계



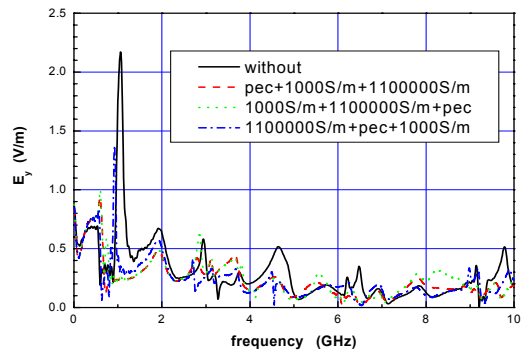
<그림 2> 손실판이 장하된 두 개의 무한평판



(a) type I



(b) type II



(c) Type III

<그림 3> 손실판 장하에 대한 침투 전계의 주파수 특성

2.1 여러 가지 손실판을 장하한 무한도체 평판

그림 1은 폭이 좁은 슬릿이 있는 두 개의 무한평판의 좌표계를 나타내고 있다. 두 개의 무한평판은 5 cm의 간격을 두고 xy평면에 평행하게 놓여져 있으며, x축과 평행하게 폭이 1 mm이고 길이가 15 cm인 슬릿이 있다. 가로와 길이가 5 cm이고 세로의 길이는 15 cm이며 두께가 2 mm인 손실판이 z축과 평행하게 설치되어 있다.

그림 1에 나타낸 것처럼 무한도체평판을 중심으로 하여 영역 I과 영역 II로 나눈다. 영역 I($z < 0$)에는 입사 평면파가 존재하며 입사파는 개구를 통해 영역 II($z > 0$)로 침투한다. 두 영역은 모두 자유 공간을 가정하였다.

그림 2는 손실판의 모양을 알기 쉽게 나타내기 위하여 yz평면에 나타낸 그림이다. 손실판을 장하한 구조를 Type I, 다른 특성의 손실판 두 개를 장하한 구조를 Type II, 손실판 세 개를 장하한 구조를 Type III로 하였다. 그리고 Type III의 경우 장하하는 손실판의 순서를 달리하였다.

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

본 논문에서는 개구면 전계분포, 즉 자류를 제어하면 침투 전자파를 제어할 수 있음을 보인 참고문헌 [6, 7]과 마찬가지로 개구면 자류의 제어를 위해 손실판을 개구면주위에 설치한 구조에 대하여 침투 전자파의 저감 특성을 검토하였다.

2.2 수치 계산결과 및 검토

수치 계산에 사용한 슬릿은 슬릿의 폭이 파장에 비해 매우 작은 구조이며 크기는 $a = 15$ cm, $b = 1$ mm이다.

그림 3은 영역 I에서 평면파가 손실판이 설치된 개구로 입사할 때, 영역 II의 $z = 5$ cm위치에서의 침투 전계의 주파수 특성을 나타내고 있다. 그림 3 (a)는 개구면을 감싸도록 한 쌍의 손실판을 장하한 구조(type-I)에 대한 침투 전계의 주파수 특성이며, 그림 3 (b)는 개구면을 감싸도록 두 가지의 손실판을 장하한 구조(type-II)에 대한 침투 전계의 주파수 특성이다. 그리고, 그림 3 (c)는 세 가지의 손실판을 장하한 구조(type-III)를 장하하는 순서에 대한 침투 전계의 주파수 특성이다.

실선은 손실판이 없을 경우를 나타낸다. 이 경우 침투된 전계의 최대치는 0.94 GHz와 2.9 GHz에서 나타난다. 이 주파수들은 길이가 15 cm인 슬릿 개구의 공진 주파수와 일치한다.

그림 3에서 보는 것처럼 손실판을 장하하면 침투 전자파의 크기를 감소시킬 수 있다. 여기서 type-I의 경우, $\sigma = 100S/m$ 인 경우가 침투 전계의 크기가 가장 작다는 것을 알 수 있다. type-II의 경우에는 $\sigma = 100S/m$ 를 장하한 경우가 침투 전계의 크기가 가장 작다는 것을 알 수 있다. type-III의 경우는 $\sigma = 1000S/m \sim 11000S/m$ 의 순서대로 설치하여 장하한 경우가 침투 전계의 크기가 가장 작다는 것을 알 수 있다.

그림 3에서 알 수 있듯이 무한도체 평판에 손실판이 없을 경우보다 손실판을 설치하였을 때가 침투 전자파의 크기가 작아진다는 것을 알 수 있다. 특히, Type-2의 경우가 Type-1, Type-3의 경우보다 더 효과적으로 침투 전자파를 저감시킬 수 있음을 알 수 있다.

3. 결 론

본 논문에서는 무한도체평판의 폭이 좁은 개구에 침투하는 침투전계의 주파수 특성을 FDTD법으로 검토하였다. 그 결과, 슬릿 개구에 여러 개의 손실판을 설치하면 침투하는 전계의 크기를 효과적으로 저감시킬 수 있음을 확인할 수 있었다. 특히, 두개의 손실판을 겹쳐서 장하한 경우가 한개의 손실판을 장하한 경우보다 침투전계의 크기를 더 효과적으로 저감시킬 수 있으므로 전자파 차폐기법으로 적용할 수 있을 것으로 기대된다.

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))

[1] C. D. Taylor, "Electromagnetic pulse penetration through small apertures," IEEE Tran. on Electroma. Comp., 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, "Electromagnetic 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, "Electromagnetic 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 Screen by Two Parallel Wires", IEICE Transaction on Comm., in press, vol.E-88-B, no.43, pp.1743~1745, April. 2005.