

고주파 표면전류 측정을 위한 다중 보정법

이종건*, 변진규**, 소준호***, 천창을****, 강성원****, 정용식*,
광운대학교*, 숭실대학교**, 국방과학연구소***, 서울시립대학교****

Multiple Calibration Method for High Frequency Surface Current Measurements

Jong-Gun Lee*, Jinkyu Byun**, Joonho So***, Chang-yul Cheon****, Sungwon Gang****, Young-Seek Chung*
Kwangwoon University*, Soolsil University**, Agency for Defense Development***, University of Seoul****

Abstract - 전파의 이용분야의 증가와 사용되는 파워의 증가 따라 전자파에 의한 전류영향을 정밀도 있게 측정하는 방법들이 필요로 하게 되었다. 본 논문에서는 고주파 대역에서 도체 구에 유기되는 표면 전류량을 측정하여 이론치와 비교 하였다.

이론적인 전류량은 보정에 이용되며 또한 측정치의 비교에 이용된다.

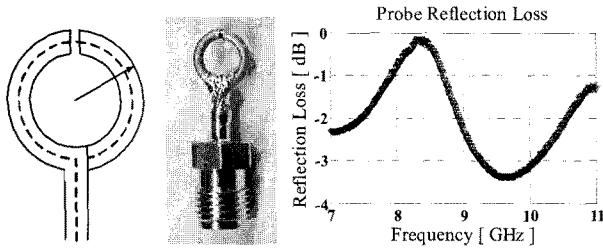
1. 서 론

전자기장을 측정하기 위해서는 많은 방법들이 사용된다. 다이폴 형태의 안테나는 전기장을 측정하기 위한 프루브로 사용되며 루프형의 안테나는 자기장을 측정하기 위한 프루브로 사용된다. 최근 많은 EMI문제가 고주파 영역에서도 발생하고 있으므로 이를 측정하기 위해서는 정확도 있는 측정이 요구된다. 본 연구에서는 작은 크기의 프루브를 이용하여 고주파 영역에서의 측정에 유용하도록 고안 하였으며 다중 보정을 하여 보정법에 의한 오차를 줄이도록 하였다.

2. 본 론

2.1 프루브

사용된 프루브는 루프형의 이며 발란스를 맞추기 위해 그림 1과 같이 Coaxial line의 외부 도체를 프루브 끝부분까지 연결하였다. 프루브의 반지름은 3.5mm이며 그림 1의 오른쪽은 프루브의 반사손실을 나타낸다.



〈그림 1〉 H-field 프루브

프루브의 크기는 주파수와 밀접한 관련을 가진다. 공간현상을 줄이기 위하여 동축 케이블의 안쪽 신호선이 아주 작은 부분이 노출되도록 제작하였으며 동축케이블의 그라운드 면에 의한 공진을 줄이기 위하여 최대한 짧은 형태로 제작하였다. 또한 Target과의 상호 간섭 문제는 gating을 이용하여 차단하였다.

2.2 이론에 의한 구의 표면전류

평면파에 의해 구의 표면에 유기되는 전류는 MIE-series에 의하여 구할 수 있다. 수식 (1),(2)는 MIE-series를 나타낸다. 전기장의 방향이 수평 방향이므로 자기장의 방향이 수직 방향으로 강한 전류를 가질 것을 예상할 수 있다.

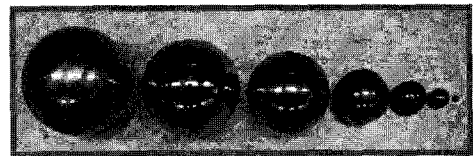
$$J_{\theta} = \frac{j}{\eta} E_0 \frac{\cos \phi}{ka} \sum_{n=1}^{\infty} a_n \left[\frac{\sin \theta P_n^{(1)}(\cos \theta)}{H_n^{(2)'}(ka)} \frac{P_n^{(1)}(\cos \theta)}{\sin \theta H_n^{(2)}(ka)} \right] \quad (1)$$

$$J_{\phi} = \frac{j}{\eta} E_0 \frac{\sin \phi}{ka} \sum_{n=1}^{\infty} a_n \left[\frac{P_n^{(1)}(\cos \theta)}{\sin \theta H_n^{(2)'}(ka)} + \frac{\sin \theta P_n^{(1)}(\cos \theta)}{j H_n^{(2)}(ka)} \right] \quad (2)$$

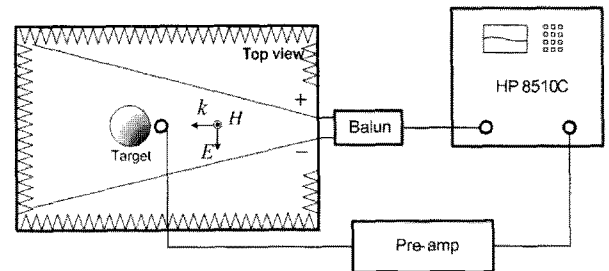
여기서 H는 hankel function P는 Legendre function을 나타낸다. 구의

2.3 측정환경

도체 표면전류를 측정하기 위하여 8510C NA에 balun을 달고 4-wire안테나를 이용하여 필드를 입사시켰으며 프루브에 의해 측정된 필드양은 증폭기를 통해 8510 2-port로 들어오게 된다. 사용되어진 구는 각각 25.4mm, 38.12mm, 45mm, 50mm 이며 이론값은 45mm의 구를 측정할 값을 다른 크기의 구를 이용하여 보정하였다. 그림 2는 측정에 사용되어진 구를 나타낸다.

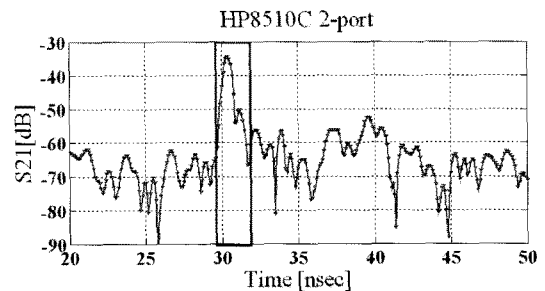


〈그림 2〉 측정에 사용된 구



〈그림 3〉 측정 환경

측정시 프루브의 위치는 최대한 구의 표면에 가깝도록 설치하여야 하며 8510C로 측정시 NA의 time gating기능을 이용해 잡음을 최대한 제거하였다. 그림 4는 NA의 시간영역을 보여주고 있으며 파란색으로 표시된 부분은 gating 영역을 보여준다. gating을 통하여 반사잡음을 제거하여 측정의 정확도를 높였다.

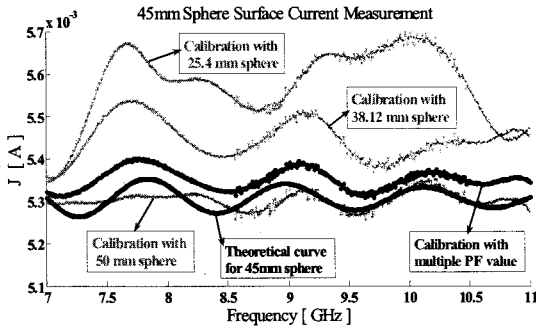


〈그림 4〉 gating영역

수식 3은 각 구의 보정법을 나타내며 이론적으로 표면유도전류량을 알고 있는 대상을 이용하여 보정을 할 수 있음을 볼 수 있다.

$$\left(\frac{\text{Theoretical Surface Currents of Cal_sphere}}{\text{Measured Surface Currents of Cal_sphere}} \right) \times \left(\frac{\text{Measured Surface Currents of Target}}{\text{Surface Currents of Target}} \right) = \left(\frac{\text{Surface Currents of Target}}{\text{Surface Currents of Target}} \right) \quad (3)$$

각각의 구에 대하여 1대1로 보정할 때 두 개의 구가 가지고 있는 실험과 이론에 대한 오차가 곱이 되어 Target의 유도전류로 얻어지며 이는 측정 결과의 불안정한 결과를 가져 온다. 따라서 다중 보정을 통하여 결과의 정확도를 높이며 비교 이론 전류 또는 실험적 특정 에러를 줄여주는 효과를 볼 수 있다.



<그림 5> 각 구에 의한 보정

그림 5는 각 구에 의해 보정된 결과를 보여 주는데 다중 보정에 의해 더욱 정확한 결과를 얻을 수 있으며 측정의 정확도를 높일 수 있었다.

3. 결 론

현재도 측정을 위해 다양한 방법이 연구되어 지고 있다. 프루브에 의한 표면전류의 측정은 회로나 공진구조 등에 유기되는 전류량을 효과적으로 측정할 수 있으며 다중 보정을 이용하여 정확도를 높일 수 있다. 따라서 이러한 프루브의 효과를 정량적으로 알아내면 그 만큼 측정의 효과를 높이는 효과를 가져 올 수 있다.

[참 고 문 헌]

- [1] H. Whiteside and R. W. P. King, "The loop antenna as a probe", IEEE Trans Antennas Propagat., pp.291-297, May 1964
- [2] V. V. Liepa, and C. Y. Cheon. "Analysis and design of 4-wire antenna for anechoic chamber excitation", Antennas and Propagation Society International Symposium. 1989.
- [3] Roger F. Harrington, Time-Harmonic Electromagnetic Fields, McGraw-Hill, 1961.
- [4] C. F. M. Carobbi, L. M. Millanta, L. Chiosi, "The high-frequency behavior of the shield in the magnetic-field probes" Proc. Of IEEE Int. Symp. On EMC, Aug. 21-25th 2000, Washington, USA, pp.35-40