

論 文

옷칠을 소재로한 고성능 전파흡수체의 개발에 관한 연구

김동일* · 최동한* · 구동우* · 김도연* · 옥승민* · 양은정* · 김보영*

A Study on Development of High Performance Microwave Absorber
Using Natural Lacquer Binder

*Dong Il Kim · Dong Han Choi · Dong Woo Ku · Do Yearn Kim · Seung Min Ok
Bo Young Kim · Eun Jung Yang*

Key Words : 심성화강암(Natural Ceramics), 옷칠(Natural Lacquer, 전파흡수체(Microwave Absorber), 페라이트(Ferrite), 페라이트-옷칠, NC페라이트-옷칠

Abstract

In this paper, we explain new EM(electromagnetic) wave absorber that mixed NC (Natural Ceramics) and Ferrite with NL(Natural Lacquer). At first, a mixed NC and Ferrite(NC : F = (0.1~30)wt% : (99.9~70)wt%) burn at 950°C~1250°C. And then, it is comminuted and injected into NL((NC+F) : NL = (30~80)wt% : (70~20)wt%), finally we made Ferrite-NL EM wave absorber. Generally, conventional labor Ferrite covers only 500 MHz to 10 GHz under tolerance limits of 2 to 6 dB in absorption, and Ferrite-NL is over 8~14 dB. However, NCFerrite-NL has superior absorption ability. It is over 16 to 19 dB through 500 MHz to 10 GHz.

1. 서 론

전자통신기술의 발달과 전자기기의 다양화로 인해 전자파환경이 날로 악화되고 있다. 건물벽면의 반사전파에 의한 TV Ghost장해, 교량 및 철교 등에 의한 선박용 레이더의 허상, 각종 전기·전자기기에서 발생된 유해 전자파로 인한 기기의 오동작 등 여러 가지 전파장해 현상이 전기·전자 기기 뿐 아니라, 인체에까지 악영향을 주고 있다[1]-[2].

이에 대한 대책의 일환으로 국제적으로 CISPR (Comite Internationale Special des Perturbations Radioelectrique), FCC (Federal Communications Commissions) ANSI (Amercian National Standards Institute)등의 국제 규제가 제정되어 전자제품들에 대해 방사 및 내성(Electro Magnetic Interference/Electro Magnetic Compatibility)의 제한을 가하게 되었다[3].

이와 같은 전자파에 의한 간섭 즉, EMI(Electro

* 한국해양대학교 전파공학과

Magnetic Interference)를 방지하기 위한 방안으로 첫째, 불필요 전자파의 발생 자체를 막는 것이고, 둘째, 전자파를 흡수 또는 차폐시키는 것이다. 전자파 차폐(Electromagnetic Shielding)는 전자파가 소멸되는 것이 아니라 단지 가두는 것이므로 소기의 목적은 달성할 수 있으나 차폐공간에서의 전자파 반사에 의한 악 영향을 발생시킬 수 있다. 그러나 전자파 흡수(Electromagnetic Absorption)는 전자파 에너지를 열 에너지로 변환하여 전자파를 열로 소멸시키므로 가장 능률적인 EMI 방지 대책이다[1]-[2].

전파흡수 재료는 크게 나누어 도전손실재료, 유전손실재료, 자성손실재료가 있다. 도전손실재료는 두께가 두꺼워 제한된 영역에서만 사용되고, 유전손실재료는 고주파 영역에서 전파흡수능이 크지 않기 때문에 일반적으로 사용되지 않는다. 따라서 고주파 영역에서는 산화물 자성재료인 페라이트(Ferrite)가 대표적인 전파흡수 재료로 사용되고 있다[4].

일반적으로, 페라이트 전파흡수체는 고무, CPE, PVC 등의 지지재(Binder)에 적정 비율로 혼합하여 사용하고 있으나, 사용 주파수 대역이 좁거나 전자파 흡수능이 낮아 이에 대한 개선이 필요한 실정이다.

본 연구는 페라이트(NiZn Ferrite)의 전자파 흡수능을 향상시키기 위해, 차세대 재료인 천연세라믹(심성화강암, NC ; Natural Ceramics, 주성분 : SiO₂ 79.7 wt%, Al₂O₃ 9.87wt%, Fe₂O₃ 0.21 wt%, K₂O 3.79 wt%, Na₂O 2.8 wt%, CaO 1.59 wt%, MgO 0.86 wt%, Ge 0.5-2 ppm)과 페라이트(F)를 적정 비율로 배합한 후, 고온에서 소결하여 분쇄하여 얻어지는 NC+F를 옷칠(NL; Natural Lacquer)에 혼합하여 얻어지는 NC페라이트-옷칠 전파흡수체에 관한 것이다.

일반적으로 사용되는 지지재인 고무, CPE, PVC는 전파흡수능에는 기여하지 않지만, 본 연구에서 사용되는 옷칠은 지지재의 역할과 전파흡수재료로서의 기능을 동시에 가지므로, 옷칠에 혼합되는 NC페라이트의 적정 비율을 구하고, 이를 이용해 전파흡수능을 구하여 일반적으로 사용되는 고무페라이트

의 전파흡수능과 비교·검토한다.

2. 옷칠의 재료 정수 및 전파흡수능 측정

2.1 옷칠의 재료 정수 및 전파흡수능 측정 시스템

옷칠의 재료정수를 측정하기 위해 그림 1에서와 같이 순수 옷칠의 길이가 $l=5\text{ mm}$, $2l=10\text{ mm}$ 인 샘플(Sample)을 Sample Holder에 삽입한 후, 각각의 옷칠의 반사계수($S_{5\text{mm}}$, $S_{10\text{mm}}$)를 측정한다. 측정된 반사계수를 식 (1)과 (2)에 대입하여 옷칠의 재료정수(비유전율, 비투자율)를 계산한다[5]-[6].

$$\epsilon_r = -j \frac{C}{2\pi f} \frac{\frac{1}{l} \tanh^{-1} \sqrt{\frac{2Z_1 - Z_2}{Z_2}}}{Z_1 \sqrt{\frac{Z_2}{2Z_1 - Z_2}}} \dots\dots\dots (1)$$

$$\mu_r = -j \frac{C}{2\pi f} \frac{1}{l} \tanh^{-1} \sqrt{\frac{2Z_1 - Z_2}{Z_2}} Z_1 \sqrt{\frac{Z_2}{2Z_1 - Z_2}} \dots\dots\dots (2)$$

여기서,

$$Z_1 = Z(l) = \frac{1 + S_{5\text{mm}}}{1 - S_{5\text{mm}}}, \quad Z_2 = Z(2l) = \frac{1 + S_{10\text{mm}}}{1 - S_{10\text{mm}}}$$

2.2 측정 및 결과

그림 2와 그림 3은 측정된 옷칠의 전파흡수능을 나타낸 것이다. 그림 2는 길이 5 mm일 때의 옷칠의 전파흡수능을 나타낸 것이고, 그림 3은 길이 10 mm일 때의 옷칠의 전파흡수능을 나타낸 것이다.

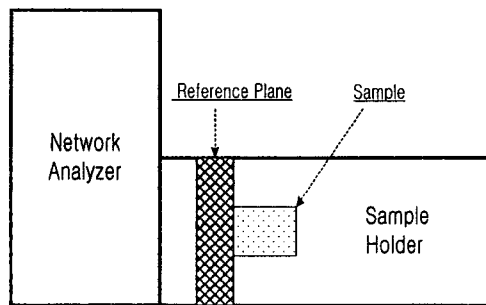


그림 1. 반사계수 측정 장치

그림 4와 그림 5는 식(1)과 식(2)에 의해 계산된 옷칠의 재료정수(비유전율, 비투자율)를 나타낸 것이다.

그림 2에서 나타낸 것과 같이 sample의 길이가 5mm 인 것은 10 GHz~16 GHz의 주파수 범위에서 대략 0.7 dB이상의 전파흡수능을 가진다는 것을 알 수 있으며 그림 3에서는 sample의 길이가 10 mm 일 10 GHz~16 GHz의 주파수 범위에서 대략 1.6 dB이상의 전파흡수능을 가진다는 것을 알 수가 있다. 그림 2와 3에서 보는 것과 같은 옷칠의 전파 흡수능은 10 GHz~16 GHz의 주파수 범위에서 좋

은 전파흡수능을 가진다는 걸 알 수가 있다.

그림 4와 그림 5에 나타낸 바와 같이 옷칠은 통상의 지지재인 고무, CPE, PVC 등에 비하여 유전 손실이 큰 이점을 가지므로 다소의 전파흡수능을 가지고 있다.

3. NC페라이트-옷칠 전파흡수체의 시뮬레이션

그림 6은 NC페라이트-옷칠 전파흡수체의 제작 과정을 공정별로 도식화 한 것이다. 먼저 NC와 Ferrite를 적정 비율로 혼합한 다음 1150 °C에서 소

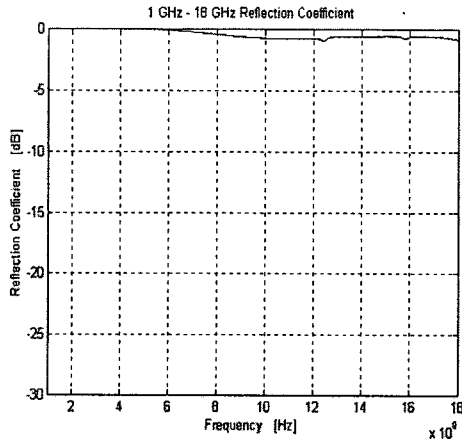


그림 2. 5mm sample일 때의 옷칠의 전파흡수능

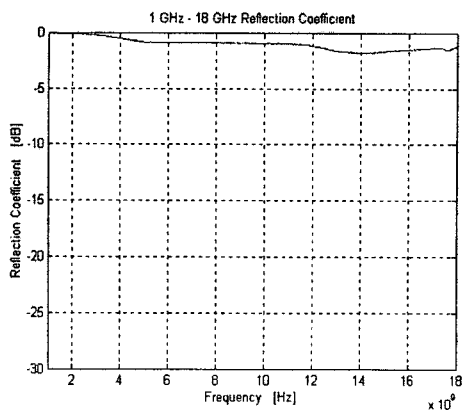


그림 3. 10mm sample일 때의 옷칠의 전파흡수능

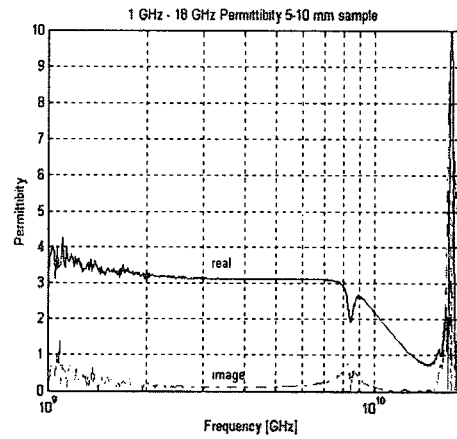


그림 4. 1GHz~18GHz 주파수 대역에서의 옷칠의 복소투자율.

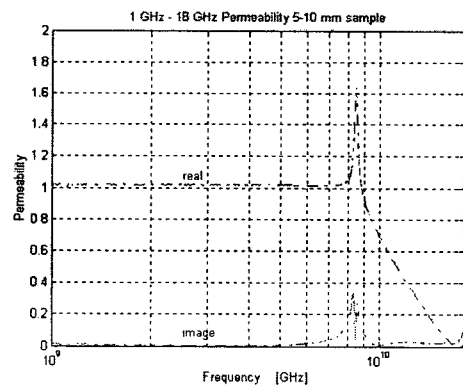


그림 5. 1 GHz~18 GHz 주파수 대역에서의 옷칠의 복소유전율.

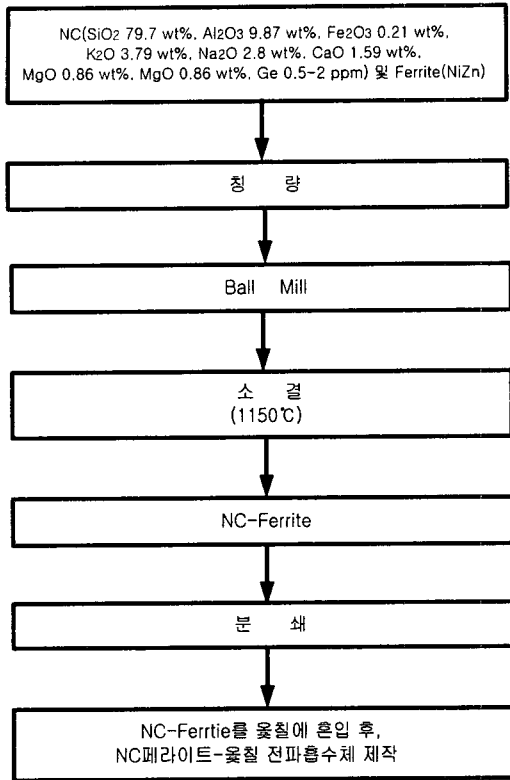


그림 6. NC페라이트-옷칠 전파흡수체 제작 공정

결하여 NC-Ferrite를 얻는다. 그런 다음으로 다시 분쇄하여 옷칠에 적정 비율로 혼입하여 NC페라이트-옷칠 전파흡수체를 제작을 목표로 시뮬레이션을 하였다.

4. 결론 및 향후계획

그림 7에서 나타낸 바와 같이, NC와 페라이트를 NC:F=3 wt%:97 wt%로 배합한 후 950°C~1250°C의 고온에서 소결하여 분쇄하여 얻어지는 NC Ferrite(NC+F)를 옷칠(NL:Natural Lacquer)에 (NC+F):NL=70 wt%:30 wt%의 비율로 혼입하여 3 mm로 전파흡수체를 제작에 대한 시뮬레이션 결과, 기존의 고무페라이트 전파흡수체(페라이트:고무=70 wt%:30 wt%)의 전파흡수능이 500 MHz~10 GHz의 주파수 범위에서 2~6 dB 정도인데 대하여, NC

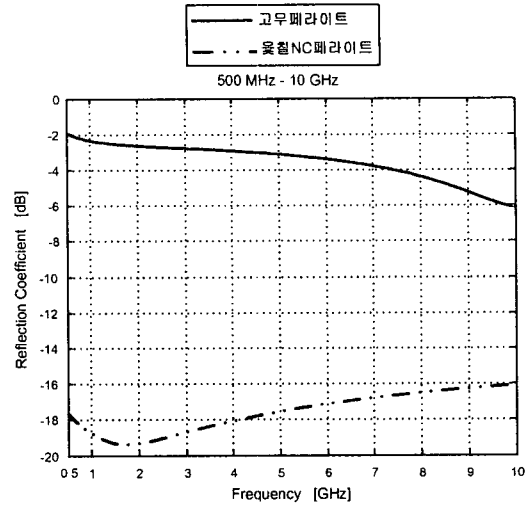


그림 7. 고무페라이트 전파흡수체와 NC페라이트-옷칠 전파흡수체의 전파흡수능 비교

페라이트-옷칠 전파흡수체는 500 MHz~10 GHz의 주파수 범위에서 16~19 dB 이상의 매우 우수한 전파흡수특성을 가질 수 있으며, 기존의 고무페라이트보다 10 dB 이상의 전파흡수능을 개선할 수 있을 것이라 예상되며 향후에는 실제 NC페라이트-옷칠 전파흡수체를 다양한 환경변수를 고려해서 제작하여 실험하고 가장 최적의 전파흡수능을 가지는 NC 페라이트-옷칠 전파흡수체를 제작하는 것을 계획하고 있다.

참 고 문 헌

- 1) 정재우, 이완재 "Cu-Ni-Zn 페라이트의 미세조직과 전자파 흡수 특성" 한국재료학회지 Vol. 5, No. 5, 1995.
- 2) 김성수 "전파흡수체의 동작원리 및 응용" Journal of Korean Magnetics Society, Vol. 4, Number 3, September, pp 285~292, 1994.
- 3) Dong Il Kim, Jae Young Bae, June Young Son, Young Soo Won, Jae Man Song "A Study on Fabrication and Evaluation of Ferrite Electromagnetic Wave Absorber" JOURNAL OF

- THE KOREA ELECTRO-MAGNETIC ENGINEERING SOCIETY, VOL. 1, NO.1, MAY 2001.
- 4) Y. Natio, 電波吸收体, 오오社, 1987.
 - 5) 김동일, 박연준, 김하근, 사공 건 “복합형 등방성 Ferrite-Rubber Composite의 전자파 흡수특성에 관한 연구” 한국해양정보통신학회논문지 제3권 제1호, pp. 35~42, 1999
 - 6) 박연준, 김동일 “Ni-Mn-Zn Spinel Ferrite-Rubber Composite의 전자흡수특성에 관한 연구” 한국향해학회지 제23권 제1호, pp.15~22, 1999.