

자성소재를 이용한 전파흡수용지 개발에 관한 연구

국민대학교 물리학과 이상원, 김삼진, 심인보, 김철성
 국민대학교 입산공학과 이지영, 김형진

A study of the microwave absorption papers with magnetic materials

Kookmin University. Sang Won Lee, Sam Jin Kim, In-Bo Shim, and Chul Sung Kim

Kookmin University. Ji Young Lee and Hyung Jin Kim

1. 서 론

연구·개발되고 있는 전파흡수 소재는 주로 carbon을 사용한 도전손실형, 강유전체의 유전손실을 이용한 유전손실형, 자성손실체인 ferrite를 시용한 공진형 등이 있으나, 이들 방식은 모두 소재 자체를 직접 이용하는 방식으로 개발되어 왔다. 이러한 한계는 새로운 이용방식의 제안을 요구하였으며, 최근에는 이러한 소재와 도료, 종이 등과 같은 기존의 외장재를 접목시켜 이용할 수 있는 시도가 이루어지고 있다.[1-2]

이러한 시도로서 본 연구에서는 ball-mill 법을 이용하여 전파흡수가 가능한 자성소재를 제조하고, 이를 종이 위에 흡착하여 전파흡수능 측정을 통한 전파흡수 기능을 지닌 특수기능지의 개발 및 가능성을 예견하여 새로운 전파역제 방식의 개발에 초점을 두었다. 종이는 주로 문자나 정보의 기록·보존, 물건의 포장·보호, 액체의 흡수 등으로 사용되어 왔으나 가공에 의하여 전파흡수 기능과 같은 독특한 특성을 부여하여 전기전자 산업, 생명공학 산업 등 첨단기술 산업분야에서의 새로운 응용이 가능하다.

2. 실험방법

전파흡수 소재로 사용할 Ni-Zn-Cu ferrite[2] ($\text{Ni}_{0.65}\text{Zn}_{0.35}\text{Cu}_{0.1}\text{Fe}_{1.9}\text{O}_4$)의 합성은 ball-mill 법으로 이루어졌으며 출발원료로서는 순도 99 %의 Nickel oxide (NiO), 99 %의 Zinc oxide (ZnO), 99 %의 Copper oxide (CuO), 그리고 99 %의 Iron oxide (Fe_2O_3)를 사용하였으며, 용매로는 distilled water와 Methyl alcohol을 각각 사용하여 현탁액을 만들어 이를 건조하여 분말 시료를 얻었다. 또한 직경 2 inch로 pelleting하여 공기 중에서 1100 °C에서 6시간 동안 열처리함으로써 단일상의 Ni-Zn-Cu ferrite를 제조하였다.

사용한 base paper로는 평량 53g/m^2 를 사용하였으며, 종이 제조는 surface coating 법으로 제조하였다. 종이 도공 시 사용되는 binder로는 Latex를 사용하였으며, Ferrite와 Latex의 무게 비율은 2:1로 혼합한 후 실험실용 bar coater를 이용하여, 30mm/sec 속도로 1layer 도공을 실시한 후 dry oven에서 80°C로 1분간 건조를 하였다. 이와 같은 조건으로 최종 3 layer coating을 실시하였다. 또한 Ferrite외에 도전손실재인 carbon powder와 conductive pigment를 첨가하여 ferrite와 각각 1:1 비율로 혼합한 후 위와 같은 방법으로 종이를 제조하였다.

제조된 Ni-Zn-Cu ferrite 시료의 결정구조 및 미세구조를 확인을 위한 XRD, VSM을

측정하여 소재의 전파흡수를 위한 기본 물성을 조사하고, Network Analyzer를 이용하여 소재 및 특수기능지의 전파흡수능을 확인하였다. 또한 종이 위에 흡착된 표면상태를 확인하기 위하여 SEM을 이용하였다.

3. 실험결과 및 고찰

제조된 소재의 결정학적 특성을 조사하고자 XRD를 측정하여 단일상의 시료를 얻었음을 확인할 수 있었다. 회절선의 분석 결과 결정구조는 spinel 구조이며, 종이 위에 흡착된 후에도 동일한 상을 확인하여 제조 공정상에서의 화학적 반응 혹은 새로운 결정상의 출현은 없었음을 확인할 수 있었다. 특수기능지의 거시적인 자기적 성질을 조사하기 위하여 VSM을 이용하여 1 T의 외부자장을 인가하여 측정한 결과, 소재의 비율이 증가할수록 단위 면적당 moment가 0.028 emu/cm^2 에서 0.048 emu/cm^2 으로 magnetic moment는 증가하는 경향을 가졌으며, SEM 결과에 의해 moment의 증가는 소재의 비율 증가로 인해 단순히 종이 위에 흡착된 페라이트 양의 증가에 의 결과로 판단할 수 있었으며, 이때의 입자 크기는 3 ~ 4.5 μm 로 흡착되어 있었다. Network Analyzer를 통한 페라이트 소재의 전파흡수능은 12 GHz에서 약 28.2 dB의 반사손실을 나타내어 12 GHz 대역에서 사용 가능한 전파흡수 소재로 판단할 수 있다. 현재 민간 산업 상용화에 필요한 특성은 1 GHz 이하에서 전파흡수 특성 발현이 요구되고 있는데, 본 연구결과는 아직 민간 산업에서의 상용화 단계까지는 거리감이 있으나, 군사기밀회의나 보안을 요구하는 공간에 대한 목적으로의 가능성은 시사하고 있다고 볼 수 있다. 또한, 종이를 이용한 특수기능지로서의 역할로 볼 때, 새로운 전파흡수 용도로 사용이 가능하며, 특정 주파수 대역에서의 흡수능을 나타내는 소재들의 복합적인 종이 흡착으로 여러 주파수 대역에서의 사용이 가능한 전파흡수 특수기능지의 개발이 실현될 수 있다는 점에 본 연구결과의 큰 의미가 있다.

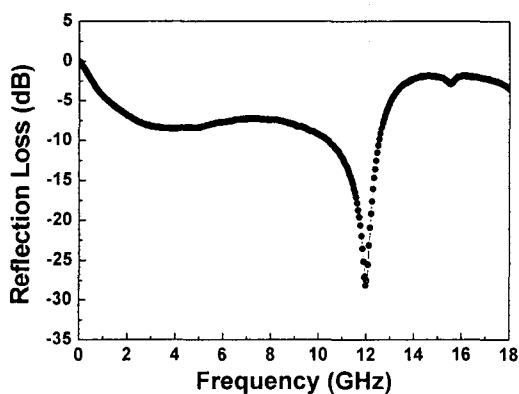


그림 1. 주파수별 전파흡수능 data.

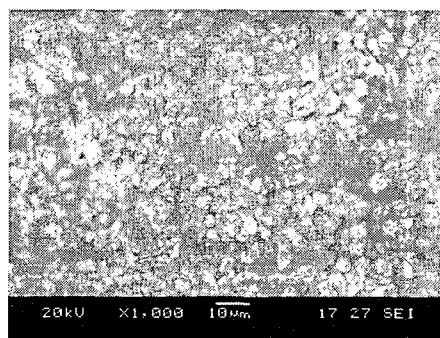


그림 2. 종이 위에 코팅된 상태의 SEM.

참고논문

- [1] 윤극태, 이찬규, 박연준, 한국자기학회지, 11 (1) 14 (2001).
- [2] W. C. Kim, S. I. Park, S. J. Kim, S. W. Lee, and C. S. Kim, J. of Appl. Phys., 87 (9) 6241 (2000).