

**비정질 금속  $Co_{66}Fe_4NiB_{14}Si_{15}$ 의 거대자기임피던스 효과**  
**Giant Magnetoimpedance(GMI) Effect of Amorphous Metal  $Co_{66}Fe_4NiB_{14}Si_{15}$**

조완식 · 김종오 · 이회복

충남대학교 공과대학 재료공학과

공주대학교 물리교육과

TEL : (042)821-6633 FAX : (042)822-8232

### 1. 서론

MI 효과는 MR 효과에 비하여 훨씬 낮은 자기장(50 Oe 이내)에서 GMR 보다 훨씬 큰 임피던스 변화(40~200%)를 보여 고감도성(분해능  $10^{-5}$  Oe) 자기센서로서 유망하다. 또한 MI센서는 고주파변조동작을 하기 때문에 응답속도가 현저히 높으며 통전전류가 매우 적어 반도체 소자와 결합시켜 사용할 수 있는 장점이 있다. MI는 일반적으로 MIR(Magnetoimpedance Ratios)로 나타내는데  $\Delta Z/Z(H_s) = [Z(H_{ex})/Z(H_s)] - 1$ 로 정의한다. 여기서  $H_{ex}$ 는 시료방향으로 걸어준 자기장의 세기이고,  $H_s$ 는 임피던스가 포화될 때의 자기장의 세기이다.

이러한 자기임피던스 효과는 고전전자기학 현상으로 시료에 흐르는 전류에 의하여 전류방향과 수직인 횡방향(transverse direction)으로 발생하는 자기장의 영향을 받는 시료의 자구 운동이나 고주파 영역의 skin effect에 기인한다. 본 실험에서 사용한 Metglas 2714A은 비정질 제작시 도입되는 내부응력에 기인하여 열처리 전에는 종방향 자기구조를 가지고 있으나, 비정질의 휠측면(Wheel side)과 자유표면(Free surface side)의 상이한 형상(Morphology)에 기인한 일축 면내 자기이방성에 따라 자장중 열처리나 무자장 열처리에 의해 모두 횡방향 자기구조를 갖는 것으로 보고된 재료로 본 연구에서는 MI효과를 Metglas 2714A 비정질 Co계 합금의 두께에 따른 자기임피던스 효과의 전류와 주파수 특성을 관찰 하였다.

### 2. 실험방법

Allied Signal 사의 제품(Metglas 2714A)을 길이 15 mm, 폭 4.5 mm, 두께 20~25  $\mu$ m 로 절단하여 사용하였다. 이 시료의 자왜값은 거의  $0(\lambda_s < 10^{-6})$ 으로 매우 작아 GMI 센서에 적합할 것으로 판단되어 본 실험의 원시료(A)로 사용하였다. 원시료를 Horvat등이 제안한 방법으로 29%  $CH_3COOH$ , 14%  $HNO_3$ , 7%  $HCl$ , 50%  $H_2O$  용액에서 화학적 에칭을 시행하여 두께가 16 $\mu$ m인 시료(B)와 9 $\mu$ m인 시료(C)를 제작하였다. MIR은 시료의 두께에 따라 측정하였고, 주파수와 전류에 대한 MIR 또한 측정하였다.

### 3. 실험결과

비정질 금속  $Co_{66}Fe_4NiB_{14}Si_{15}$ 의 두께 변화에 대한 자기임피던스 효과는 전류와 주파수 의 함수로 측정되었다. MIR(Magnetoimpedance Ratios)은 비정질 금속의 두께가 얇아짐에 따라 감소하는 경향을 나타내고, 주파수에 따른 MIR은 모든 시료에서 주파수에 비례하여 증가하며 6MHz 부근에서 최대값을 가지고 점차 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 MIR은 전류에 비례하여 증가하다 포화되는 경향이 있음을 알 수 있었다.

### 4. 참고문헌

- [1] K. Mohri, K. Kawashima, T. Kohzawa, Y. Yoshida, and L. V. Panina, IEEE Trans. Magn. **28**, 3150 (1992).
- [2] L.Kraus, I. Tomas, E. Kratochvilova, B. Springmann and E. Muller, Phys. Stat. Solidi (a) **100**, 289 (1987).
- [3] J. Horvat and Babic, J. Magn. Magn. Mater. **96**, L13 (1991).