Q-27

Novel Amorphous Alloys and the Application of PZT Film for Magnetoelastic Sensors

Hanyang University C. K. Yoo, C. K. Kim
Department of Materials Engineering
Hanyang University S. H. Lee, J. W. Lee, D. K. Choi
Department of Inorganic Materials Engineering

1. 서론

일반적으로 EAS tag로 사용되는 비정질 합금은 magnetomechanical coupling factor k가 0.3~0.4 정도이며 magnetization 값이 큰 FeCo-BSi 계를 사용하는데 Co가 약 60%정도로 이로인한 단가 상승 요인이 있다. 따라서 본 연구에서는 Co 첨가량을 최소로 하고 k 값을 낮춰 최적의 성능을 갖춘 새로운 조성의 비정질 합금을 찾아보았고 최근 활발히 개발되고 있는 마이크로 머시닝 기술을 이용하여 아주 작은 크기의 공진주파수 측정을 위한 구조물을 제작하여 공명 센서에의 응용가능성을 연구하였다.

2. 실험방법

Planar flow casting 방법으로 $Fe_{83-x}Cr_xB_{17}$ (x=3,4,5,6) 과 $Fe_{83-x}Nb_xB_{17}$ (x=3,4,6)의 조성의 비정질 합금을 제조하여 초기 조성은 AES, XPS, EPMA 로 검증하였으며 λ_s 는 metal foil BLH SR-4 strain gauge, 포화자화값은 vibrating sample magnetometer(DMS 880)으로 측정하였다. PZT 박막은 Si 기판 위에 RuO_2 와 PZT 박막을 순서대로 RF 마그네트론 스퍼터를 사용하여 증착하였다. PZT 박막의 상형성을 위하여 750℃에서 10분 동안 산소 분위기에서 열처리 하였다. Thermal evaporation system을 사용하여 PZT 박막 위에 Al을 증착하였고, 사진 식각공정을 통하여 Al 패턴을 형성하였다. RIE를 사용하여 PZT 박막과 RuO_2 박막을 차례대로 건식 식각하였으며, 두번째 마스크를 이용한 사진 식각공정을 통하여 Al 상부전극 패턴을 형성하였다. Si 기판을 RIE로 등방성 식각하여 Al/PZT/RuO_2 cantilever beam을 제작한 후, 하부전극인 RuO_2를 노출시키기 위해 PZT 박막을 RIE로 건식 식각하였다

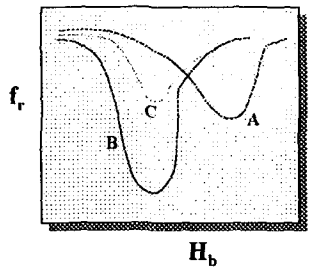
3. 실험결과 및 고찰

Magnetomechanical factor, resonance frequency, bias field와의 관계를 그림 1에 나타내었다. Magnetomechanical factor k=0.3 으로 결정하는 각각의 물성(λ_s, M_s, H_a)을 구하여 새로운 비정질 합금의 조성을 찾아내었다(그림 2). 마이크로 머시닝 기술을 이용하여 제작된 Al/PZT/RuO_2 패턴은 가로 3780㎛, 세로 2000㎛인 직사각형 모양의 상부전극에 길이가 120㎛~240㎛, 폭이 60㎛인 cantilever beam이 연결되어 있는 형태이다. 그림 3은 제작된 Al/PZT/RuO_2 cantilever beam의 SEM 사진이며 Al, PZT, RuO_2 박막의 두께는 0.4, 0.25, 0.7㎛이다. 그림 4는 impedance analyzer를 사용하여 측정한 PZT cantilever beam의 공진주파수 측정 결과이다.

4. 결론

EAS 센서로 적절한, k 값이 0.3~0.4이고 최소의 Co %를 갖는 조성의 비정질 합금은 $Fe_{55}Co_{15}Cr_6Nb_2B_{18}Si_4$에서 얻을수 있었다. PZT 박막을 자기 공명센서에 응용하기 위해서 마이크로 머시닝 기술을 이용하여 공진주파수 측정에 알맞은 구조물을 제작하였다. 이 구조물은 Al/PZT/RuO_2 의 형

태로 이루어져 있으며 impedance analyzer를 이용하여 측정한 결과 418Hz에서 공진주파수가 발견되었다. 이 값은 PZT 박막의 패턴 크기를 줄임으로써 실제 응용에 알맞은 주파수 값으로 변경 가능 할 것이다.



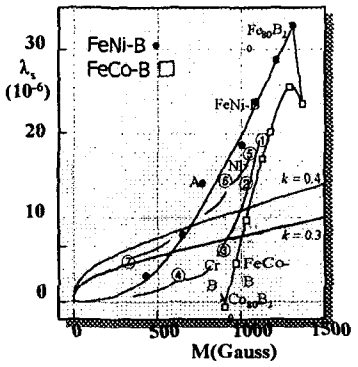
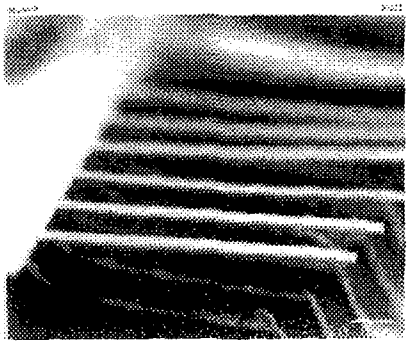


Fig. 1 Schematic of resonance frequency vs. bias field for EAS tags of different anisotropy (A and B) and same anisotropy but different magnetomechanical coupling factor, k(B and C).
Fig. 2. Data for amorphous FeNiB alloys (solid dots) and FeCoB (open squares) are shown. Alloys 1-4 are $Fe_{83-x}Cr_xB_{17}$ and 5-7 are $Fe_{83-x}Nb_xB_{17}$. A=2826MB, B=pinned wall alloy and CoA is located near 6.



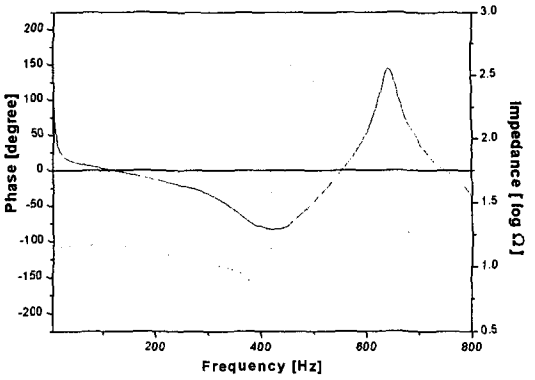


Fig. 3 SEM photograph of Al/PZT/RuO_2 cantilever beams arrays
Fig. 4 Impedance(solid line) and phase angel of PZT thin film with frequency

5. 참고문헌

[1] R. L. Copeland, M. Kopp and R. C. O'Handley, IEEE Trans. Magn., 30(5) (1994) 3392-3402
[2] S. Butterworth and F. D. Smith, Phys. Soc., XLIII(2) (1931) 166-185
[3] D. L. Polla and P. J. Schiller, Integrated Ferroelectrics, 7 (1995) 359