D-7

Co-Fe-Al-O 연자성 박막의 자기적 특성

한창완[1]*, 임상호[1], 손재천[2], 한석희[2]
[1]고려대학교 공과대학 신소재공학과
[2]한국과학기술연구원 나노소자연구센터

Ⅰ. 서론

최근 정보통신 기기는 소형화, 고집적화, 작동 주파수의 증가의 추세를 보이고 있다. 이러한 정보통신 기기의 개발 추세에 맞추기 위해서 기기의 성능에 부합되는 높은 포화자화 값과 GHz의 고주파 대역에서 높은 투자율을 가지는 연자성 박막재료의 개발이 절실한 상황이다. 고주파 영역에서 사용될 연자성 박막은 와전류 손실로 인한 유효 투자율 감소를 줄이기 위해 높은 비저항 값을 갖는 동시에 높은 강자성 공명 주파수를 가져야 하므로 포화자화 값과 이방성자계가 높아야 한다[1]. CoFe 계의 자성 박막재료가 높은 포화자화 값과 높은 이방성자계를 갖는다고 알려져 있으며 특히 CoFe 계의 나노과립형 박막에서 높은 포화자화 값, 높은 이방성자계, 높은 비저항을 갖는다고 알려져 있다[2]. 본 논문에서는 고 포화자화 값과 GHz이상의 고주파 영역에서 높은 투자율을 갖는 연자성 박막재료를 개발하기 위하여 CoFe계 연자성 박막을 RF magnetron sputtering법으로 제조하였고 증착 조건에 따른 자기적 특성 변화를 연구하였다.

Ⅱ. 실험방법

Ar + O_2 분위기에서 Co-Fe-Al-O박막을 RF magnetron sputtering법으로 Si wafer위에 증착하였다. 이 때 사용된 target은 직경 4인치의 순도99.9% CoFe 합금 타겟(Co/Fe=50/50 at. %)위에 5×5×1mm의 순도 99.99% Al chip을 원주 상에 올려놓은 composite target으로 하였다. 초기진공도는 4.0×10^{-6} Torr이하에서 Ar + O_2의 혼합 기체의 압력이 2×10^{-3}Torr일 때 100W 의 RF power를 인가하며 박막을 증착하였다. Ar + O_2의 혼합 기체 중 O_2의 분압은 2~8%의범위 내에서 조절하였고 Al chip의 개수는 5개, 10개, 15개, 20개로 변화시키며 실험하였다. 박막의 자기적 특성은 VSM(Vibrating Sample Magnetomter)를 사용하여 측정하였으며 최대 1kOe의 자장을 인가하여 측정하였다. 박막의 두께 측정은 Tencor P1을 이용하였고 박막의 비저항은 측정은 4 point probe로 하였다. 박막의 조성은 AES(Auger electron spectroscopy)로 측정하였으며 추가적으로 고주파 투자율을 측정할 예정이다.

Ⅲ. 실험결과 및 고찰

위의 실험방법으로 박막을 증착하여 특성을 분석한 결과 RF power 100W, Ar + O_2의 혼합 기체 중 O_2의 분압이 3.25%였을 때 가장 뛰어난 특성이 나타나게 됨을 확인 하였다. 이 조건에서 증착된 연자성 박막의 자기적 특성을 VSM으로 측정한 결과 90.1 Oe의 높은 이방성 자계, Hc-easy;4.06 Oe, Hc-hard; 0.079Oe의 낮은 보자력, 14.7 kG의 높은 포화자화 값을 얻을 수 있었다. (그림. 1) 4 point probe method로 이 박막의 비저항을 측정한 결과 271

μΩ · cm의 비저항을 나타냈으며 AES로 측정한 이 박막의 조성은 $Co_{42.22}Fe_{37.48}Al_{17.03}O_{12.97}$ (at. %)로 나타났다. 강자성 공명 주파수는 $f_r=(\gamma/2\pi\mu_o)\times(M_sH_k)^{1/2}$로부터 계산이 가능하므로[3] 위의 결과 값을 대입하여 3.23GHz의 강자성 공명 주파수 값을 얻을 수 있었다.

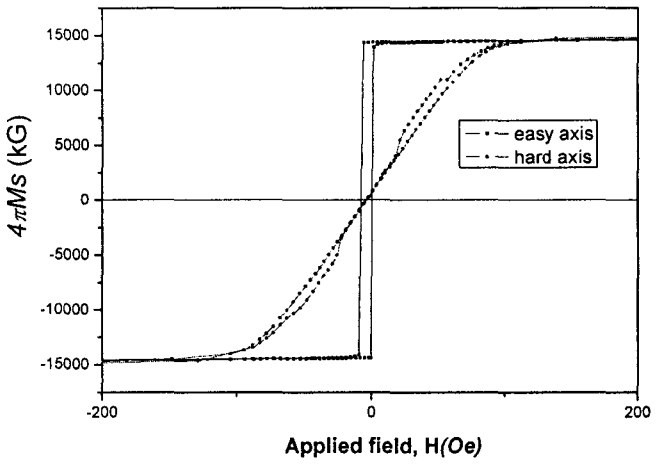

그림. 1. $Co_{42.22}Fe_{37.48}Al_{17.03}O_{12.97}$ 박막의 자화 곡선

Ⅳ. 결론

RF magnetron sputtering법으로 Co-Fe-Al-O 연자성 박막을 제조한 결과 RF power 100W, O_2 분압이 Ar + O_2 혼합기체의 3.25%, 알루미늄 chip의 개수가 5개인 조건에서 가장 우수한 성질을 갖는 박막이 제조되었다. 이 박막은 14.7 kG의 포화자화 값과 90.1 Oe의 높은 이방성 자계를 갖으며 보자력은 easy axis 방향으로 4.06Oe, hard axis 방향으로 0.079Oe의 값을 나타내었다. 측정된 포화자화 값과 이방성자계의 값으로부터 강자성 공명주파수 3.23GHz가 얻어졌으며 비저항 값은 271μΩ · cm을 가졌다. 이러한 특성으로부터 이 Co-Fe-Al-O 연자성 박막이 고주파 영역에서 사용되기에 매우 적합한 특성을 가졌다고 판단하였다.

Ⅴ. 참고문헌

[1] M. Yamaguchi et al.. J. Appl. Phys. 85 (1999), p. 7919.
[2] S. Ikeda et al. IEEE Trans. Magn. 38 (2002), p. 2219
[3] M. Munakata et al.. IEEE Trans. Magn. 28 (2002), p. 3147