

Fe/CoNbZr 다층박막의 연자기 특성

고려대학교 재료금속공학부 김은학*, 이성래

Soft Magnetic Properties of Fe/CoNbZr Multilayer

Korea Univ. E. H. Kim*, S. R. Lee

1. 서론

코어 재료 및 기록 헤드용 재료로 사용되어지고 있는 연자성 재료는 기본적으로 낮은 보자력, 높은 투자율, 영 자왜를 가져야 한다. 이러한 재료로써 sendust, permalloy, Co계 비정질 합금막 등이 연구되어져 왔다. 하지만 최근에는 매체의 고보자력화와 정보기기의 고주파화에 의해 고주파 특성을 만족시킬 수 있어야 하며 높은 포화자속밀도를 가져야한다. 이러한 요구조건에 적합한 재료로써 Fe계 박막이 주로 연구되어지고 있다. Fe계 박막은 크게 초미세결정 박막과 다층박막으로 분류되며, Fe의 결정립 크기를 제어함으로써 연자성 특성을 향상시키려는 목적을 가진다. 본 연구에서는 Fe와 비정질 CoNbZr을 적층함으로써 높은 포화자속밀도와 고주파 특성을 갖는 조건을 알아보고자 증착조건, 열처리조건이 자기적 특성 및 구조적 특성에 미치는 영향을 알아보았다. 그리고 CoNbZr을 씨앗층으로 증착하여 씨앗층이 미치는 영향을 알아보았다.

2. 실험방법

고주파 마그네트론 스퍼터 장치를 이용하여 다층박막을 증착하였으며 초기 진공도는 8×10^{-7} Torr이하로 유지하였다. Fe/CoNbZr 다층박막 제작시 증착 가스로 수소를 10~30 % 첨가하고 Fe층의 두께를 0~90 nm로 변화시켜서, 보자력 및 투자율의 최적조건에 대해 연구하였다. 그리고 열처리는 8×10^{-6} 이하의 진공도에서 1.2 kOe의 자장을 일축으로 인가하고, 열처리 온도 및 시간에 대한 최적조건을 알아보고자 250~400 °C에서 10~50 분간 열처리를 행하였다.

전체 박막 두께는 Alpha-step profilometer를 이용하여 측정하였으며, 각 층의 두께는 증착 시간을 자동 가림판(shutter)를 개폐함으로써 조절하였다. 보자력, 포화자화 등의 자기적 물성은 진동시료형 자력계를 이용하여 측정하였다. 투자율은 8자 코일법으로 2.12 mOe의 자장을 인가하여 0.5~100 MHz의 주파수대에서 측정하였다. 또한 X-선 회절 분석기를 이용하여 박막의 결정구조 분석을 하였으며, Scherrer 식을 이용하여 결정립 크기를 구하였다.

3. 실험결과

본 실험실에서는 2 mTorr Ar 분압 하에서 10 nm CoNbZr와 Fe을 적층하여, Fe 15 nm에서 보자력 2.2 Oe, 100 MHz에서의 투자율 2200의 최적 특성을 얻었다. 그리고 300 °C에서 40 분간 자장열처리를 행하여 보자력 0.35 Oe, 투자율 2500을 얻었다.

하지만 20~30 % 수소를 첨가한 경우, Fe 40 nm에서 Ar 분위기에서 증착된 경우보다 투자율이 향상된 것을 확인할 수 있었으며, 수소 20 % 첨가시 Fe 40 nm에서 보자력 2.3 Oe, 투자율 2800의 최적 특성을 얻었다. 그리고 300 °C에서 30 분간 자장열처리를 행하여 보자력은 1.72 Oe로 다소 감소하고, 투자율은 3900으로 크게 증가하였다.

씨앗층을 0~15 nm로 증착할 경우 보자력은 2.3Oe에서 4.0 Oe로 증가하였으며, 투자율은 2300에서 2200으로 감소하였다. 씨앗층의 두께가 증가함에 따라 α -Fe(110)의 우선 배향성이 향상되는 경향을 보였다. 그리고 열처리시 씨앗층이 두꺼울수록 우선 배향성이 크게 향상되었다.

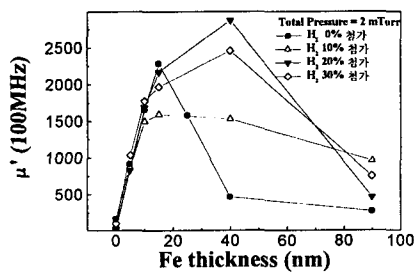


Fig. 1. μ' with deposition condition

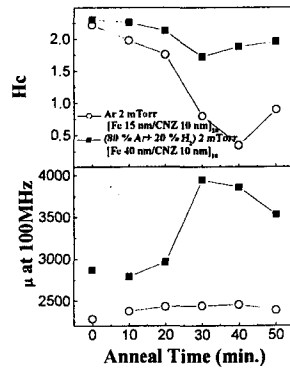


Fig. 2. Hc and μ' with annealing condition

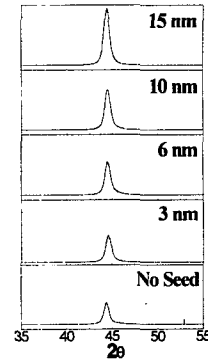


Fig. 3. XRD pattern with seedlayer thickness

4. 결론

수소 첨가시 연자기적 특성의 향상은 비저항 증가로 인한 와전류 손실 감소와 평탄하고 치밀한 막 형성에 의한 것으로 사료된다. 열처리시 투자율의 향상은 결합의 감소에 의한 것이며 보자력의 감소가 크지 않은 것은 격자변형이 최소 이방성 에너지를 갖는 0.4 %보다 작은 0.1~0.2 %를 가지기 때문으로 생각된다.

씨앗층으로 CoNbZr을 3~15 nm 증착하였을 때 씨앗층의 두께가 증가함에 따라 Fe(110)의 우선배향성이 향상되어 보자력이 증가하고 투자율이 감소하였다. 또한 열처리를 행할 경우 씨앗층이 우선 배향성을 증가시키는데 크게 영향을 미쳤다.

5. 참고문헌

- [1] H. J. de Wit, F. W. A. Dirne, and C. H. M. Witmer, J. Appl. Phys. **64**, 5131 (1990)
- [2] F. W. A. Dirne, F. J. A. den Broeder, J. A. M. Tolboom, H. J. de Wit, and C. H. M. Witmer, Appl. Phys. Lett., **53**, 2386 (1988)
- [3] Migaku Takahashi and T. Shimatsu, IEEE Trans. Magn., MAG-26, 1485 (1990)