

스핀밸브의 underlayer 변화에 따른 자기저항 특성

김상윤^{2*}, 김지원¹, 조순철¹, 이창우²

¹승실대학교 정보통신전자공학부, 서울특별시 동작구 상도동 511, 156-743

²국민대학교 나노전자물리학과, 서울특별시 성북구 정릉동 861-1, 136-702

1. 서론

거대자기저항 현상은 학문적인 연구뿐 아니라 산업체에서 응용 분야에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다[1]. 고밀도 자기기록 매체의 재생헤드 및 자기센서로 응용하기 위해서는 높은 자기저항비와 교환결합력을 필요로 하고 있다[2,3]. 최근에는 소자의 집적 과정에서 Si 기판을 사용하는 반도체 공정과의 연계문제로 다양한 underlayer에 관한 연구가 진행되고 있다[4]. 또한 underlayer가 이웃하는 자성층의 결정성장에 영향을 주어 스핀밸브의 자기저항비 향상에 지대한 영향을 주는 것으로 보고되었다[5]. 본 연구는 스핀밸브박막 제조시 자기저항비 및 교환결합력의 underlayer의 종류에 따른 두께 변화에 대한 의존성에 대하여 연구하였다.

2. 실험방법

Si/SiO₂/Underlayer(t Å)/NiFe(21 Å)/CoFe(28 Å)/Cu(22 Å)/CoFe(18 Å)/IrMn(65 Å)/Ta(25 Å) 구조의 스핀밸브 박막을 증착하기 위하여 2 인치 8 타겟 DC 마그네트론 스퍼터링 장비를 사용하였다. 스핀밸브박막 증착 시 초기 진공도는 1.0×10^{-7} Torr 이하였으며 증착은 6.0 mTorr의 진공도에서 실시하였다. 박막에 자화 용이축을 형성시키기 위하여 기판주위에 영구자석을 배치하여 약 600 Oe 정도의 자장을 인가하였다. 특성 평가를 위하여 실험에 사용한 underlayer는 Mo과 Ta 입이다. Under layer를 제외한 나머지 층의 증착 조건은 동일하게 하여 제작하였다. 자기저항비 측정은 4-point probe를 사용하였다.

3. 실험결과 및 고찰

본 연구에 사용한 각 underlayer의 증착율은 Mo은 364 Å/min이며, Ta은 105 Å/min이다. 스핀밸브박막은 underlayer를 제외한 다른 층들의 조건을 동일하게 하여 증착하였다. 그림 1 은 스핀밸브구조에서 underlayer의 두께 변화에 따른 자기저항곡선이다. Mo underlayer의 경우 두께가 약 3 Å에서 45 Å으로 증가하는 동안 자기저항비가 최소 7.62%에서 최대 8.45%로 변화 하였다. Ta underlayer의 경우는 두께가 약 8.8 Å에서의 자기저항비는 2.53% 이었으며, underlayer의 두께가 35 Å까지 증가하는 동안 자기저항비가 6.13%까지 증가하였다. 이후 Ta underlayer의 두께가 43.8 Å으로 증가하면 자기저항비는 4.69%로 감소하였다.

그림 2 은 스핀밸브구조에서 underlayer의 두께 변화에 따른 교환결합력곡선이다. Mo underlayer의 경우 두께가 약 3 Å에서 45 Å으로 증가하는 동안 교환결합력은 최소 220 Oe에서 최대 250 Oe를 나타내었다. Ta underlayer의 경우는 두께가 약 8.8 Å에서의 교환결합력은 150 Oe 이었으며, underlayer의 두께가 35 Å까지 증가하는 동안 교환결합력은 220 Oe까지 증가하였다. 이후 Ta underlayer의 두께가 43.8 Å으로 증가하면 교환결합력은 170 Oe로 감소하였다.

4. 결론

본 연구에서는 스핀밸브 증착시 Mo과 Ta underlayer의 두께변화에 따른 자기저항비와 교환결합력의 변화를 확인하였다. Mo underlayer의 경우 자기저항비는 최소 7.62%에서 최대 8.45%으로 소폭 변화하였으며, 교환결합력 역시 최소 2200e에서 최대 2500e으로 소폭 변화하였다. 그러나 Ta underlayer의 경우는 자기저항비는 최소 2.53%에서 최대 6.13%으로 변화폭이 크며, 일정 두께 이상에서는 다시 감소하는 경향을 나타내었다. 교환결합력 역시 최소 1500e에서 최대 2200e으로 변화폭이 다소 크며, 일정 두께 이상에서는 다시 감소하는 경향을 나타내었다. 이를 통해 스핀밸브박막 증착시 underlayer로 Mo을 사용하는 경우 보다 Ta을 사용하는 경우가 자기저항비와 교환결합력 특성의 두께 의존성이 큼을 알 수 있었다.

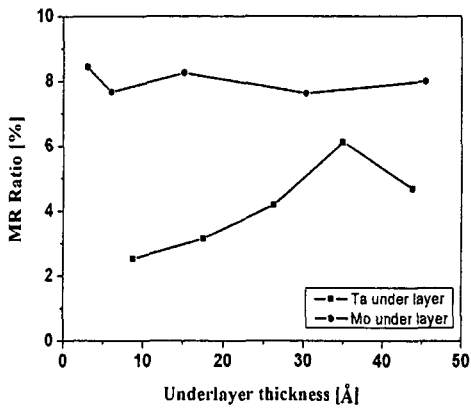


Fig. 1. MR ratio of spin valve structures as a function of underlayer thickness.

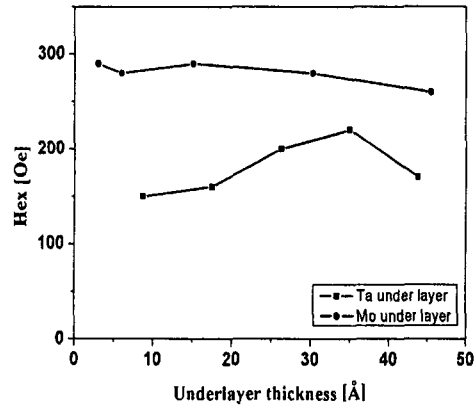


Fig. 2. H_{ex} of spin valve structures as a function of underlayer thickness.

5. 참고문헌

- [1] J. M. Daughton, IEEE Trans. Magn., 28(5), 2488(1992).
- [2] D. J. Monsma, J. C. Lodder, , and B. Dieny, Phys. Rev. Lett. 74(26), 5269(1995).
- [3] J. K. Spong, V. S. Speriosn, R. E. Fontana, Jr, and M. M. Dovek, IEEE Trans, Magn., 32(2), 366(1996).
- [4] yeonbong Choi, jiwon Kim, and Soonchul Jo, J. Kor. Mag. Soc. 15(4), 226(2005).
- [5] K. Hayashi, S. Mori, H. Yamamoto, and J. Fujikata, Jpn. J. Appl. Phys., 36, L1161(1997).