

Thickness Optimization of Synthetic Antiferromagnet Type Pinned Soft Underlayer for Perpendicular Recording Media

삼성 종합 기술원 오훈상*, 최철민, 이후산, 임영훈, 김용수, 박노열
한양 대학교 전기제어생체공학과 이 주

1. 서 론

수직자기 기록매체에 있어 SUL(Soft Underlayer, 연자성 바닥층)은 기록헤드로부터 방출되는 기록자계를 증폭시키는 매우 중요한 역할을 하지만 한편으로 SUL 내부에 형성된 자벽들에 의해 spike noise 와 같은 매체 잡음을 유발하거나 ATE(Adjacent Track Erasure) 현상과 같은 부작용을 낳기도 한다[1]. SUL에 의한 매체 잡음을 억제시키기 위해 다양한 종류의 SUL 구조가 제안되었으며[2] 최근에는 단자구 형태의 SUL 제조를 위해 ferro/antiferromagnet 형태의 pinned SUL 또는 synthetic antiferromagnet 형태의 SUL 구조 도입을 통해 디스크의 반경 방향으로 강한 이방성을 띄는 SUL의 제작기술이 주목받고 있다. 본 논문에서는 상기의 두 구조를 모두 채용한 synthetic antiferromagnet 형태의 pinned SUL을 제작하였으며 SUL을 구성하는 연자성층의 총두께를 변수로 하여 수직자기 미디어의 기록/재생 특성을 비교함으로써 최적 SUL 두께를 도출하고자 하였다. 기록헤드로는 shielded pole 형태의 헤드를 사용하였고 전산모사를 통해 SUL 두께별로 기록자계의 profile을 예측함으로써 SUL 두께에 따른 기록/재생 특성의 변화를 이해하고자 하였다.

2. 실험방법

모든 매체는 DC 마그네트론 스퍼터링법을 이용하여 2.5인치 유리 디스크 상에 제작하였다. CoZrNb/Ru/CoZrNb/CoFeB/IrMn/NiFeCr/Ta/glass 구조의 SUL을 형성한 후 중간층 및 기록층을 차례로 형성하였고 중간층으로는 20~30nm 두께의 Ru, 기록층으로는 약 15nm 두께의 CoCrPt-SiO₂ 을 사용하였다. SUL 증착시 디스크 반경방향으로의 자기이방성 유도를 위해 약 50 Oe 가량의 자기장을 인가하였으며 SUL을 구성하는 연자성층의 총두께(상부 CoZrNb 및 하부 CoZrNb층 두께의 합)는 0~100nm 범위 내에서 변화시켰다. SUL 및 기록층의 자기적 특성은 VSM 및 MOKE를 이용하여 분석하였으며 매체의 기록/재생 특성은 Guzik 사의 spin-stand를 이용하여 분석하였다. 자기헤드로는 write gap 이 100nm 정도인 shielded pole writer 와 GMR reader를 사용하였다. 또한 VSM 으로 측정된 SUL의 자기적 특성을 바탕으로 유한요소법을 이용한 전산모사를 통해 기록자계의 profile을 예측함으로써 연자성층의 두께 변화에 따른 기록/재생 특성을 해석하였다.

3. 실험결과 및 고찰

SUL을 구성하는 연자성층의 총두께에 따른 자기적 특성 분석결과 두께가 얇아짐에 따라 원주방향으로의 permeability는 감소하고 반경방향으로의 자기이방성은 강화됨을 알 수 있었고 교환 상호 작용에 의한 상부 연자성 층 및 하부 연자성층의 교환결합력 역시 연자성층 두께에 반비례함을 알 수 있었다. 기록/재생 특성 측정결과 Fig. 1 에 나타낸 바와 같이 WTW(Write Track Width)는 연자성층의 총두께가 감소함에 따라 단조적으로 감소하여 SUL이 없는 경우 가장 낮은 값을 나타낸 반면 PW50(Pulse Width의 반가폭)는 최저값을 보이는 두께구간이 넓은 범위에 걸쳐 존재하였고(30~80nm 구간) SUL이 없는 경우엔 PW50 가 급격히 증가함을 알 수 있었다. 전산모사에 의한 기록자계의 크기(field strength) 및 자계 경사도(field gradient) 계산 결과 Fig. 2 에 나타낸 바와 같이 기록자계의 크기는 연자성층의 두께 감소에 따라 지속적으로 감소하였으며 특히 30nm 이하의 두께에서 큰 폭으로 저하되었다. 한편 기록자계의 경사도는 기록자계의 크기에 비해 연자성층 두께에 따른 변화 폭이 크지는 않았으나 역시 30nm 이하의 영역에서 지속적으로 감소하는 경향을 나타

내었으며 이러한 경향을 통해 Fig. 1의 결과를 적절하게 설명할 수 있었다. 매체의 기록밀도를 증가시키기 위해서는 WTW와 PW50 모두 작은 것이 유리하므로 본 연구에서 채용한 헤드/매체 system에서는 SUL을 구성하는 연자성층의 최적두께가 30~80nm 영역임을 알 수 있다.

4. 결 론

Synthetic antiferromagnet 구조의 pinned SUL을 제작하였으며 연자성층의 총두께를 변수로 수직자기 기록매체의 기록/재생 특성을 분석하였다. 트랙밀도 및 선밀도 성능의 평가지표인 WTW 및 PW50를 동시에 고려했을 때 SUL의 최적두께는 30~80nm 영역인 것으로 나타났으며 전산모사를 이용한 기록자계의 profile 예측을 통해 SUL 두께에 따른 WTW 및 PW50의 변화거동을 해석할 수 있었다.

5. 참고문헌

- [1] B. R. Acharya, J. N. Zhou, M. Zheng, G. Choe, E. N. Abarra, and K. E. Johnson, "Anti-parallel coupled soft under layer for high-density perpendicular recording", *IEEE Trans. Magn.*, vol. 40. pp. 2383-2385, July 2004.
- [2] H. S. Jung, S. C. Byeon, A. Misra, P. B. Visscher, and W. D. Doyle, "Soft underlayers for perpendicular recording media", in *Proc. PMRC2004*, Sendai, Japan, May, 2004.

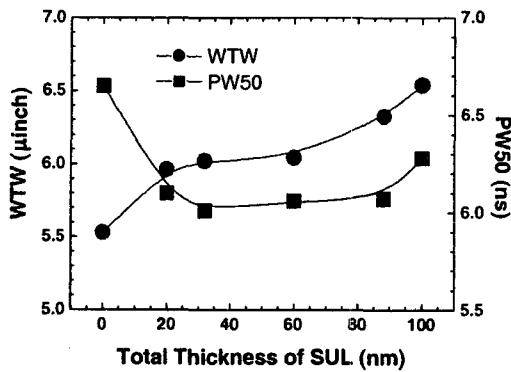


Fig. 1. Variation of WTW and PW50 with total thickness of soft magnetic layers in synthetic antiferromagnet type pinned SUL. Shielded pole writer with 100nm write gap was used for writing.

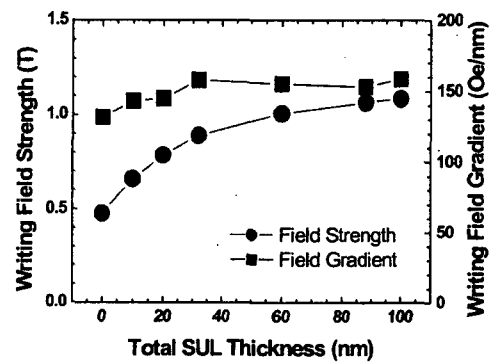


Fig. 2. Calculated writing field strength and field gradient with total thickness of soft magnetic layers. It can be noticed that reduction of field strength and field gradient gets serious as the SUL thickness is decreased below 30nm.