

## 합성수직기록매체의 구조변화 및 기록 특성 (Structure Modification and Recording Characteristics of Composite Perpendicular Media)

김우진\*, 이성철, 탁영욱, 이택동  
대전 유성구 구성동 373-1 한국과학기술원 신소재공학과

### 1. 서론

수평자기기록 방식은 200-300 Gbit/in.<sup>2</sup> 정도의 한계를 가지고 있다. 더 높은 기록 밀도를 얻기 위해서 약 20년 전 수직자기기록 방식이 제안되었고, 현재 1 Tbit/in.<sup>2</sup>의 기록밀도까지 가능할 것으로 예상된다. 기록밀도를 높이기 위해서는 ordered FePt 합금과 같은 매우 높은 Ku(Ku, 자기이방성상수)가 기록매체에 요구된다. 그러나 대략 Ku/Ms에 비례하는 writing field가 현재 얻을 수 있는 수직자기기록헤드의 writing field보다 훨씬 높다는 심각한 문제점이 있다.

이 문제를 해결하기 위해서 기록매체의 easy axis가 수직방향에 대해 45° 기울어 있는 tilted magnetic recording 방식이 제안되었고 이를 통해서 통상의 수직기록의 경우보다 절반에 불과한 switching field를 얻을 수 있다는 결과가 보고되었다.[1] 그러나 tilted media는 이러한 장점에도 불구하고 제조상의 어려움 때문에 실제 적용이 힘들다. 따라서 제조가 용이하면서도 tilted media의 장점을 갖춘 새로운 매체를 찾는 노력이 필요하다.

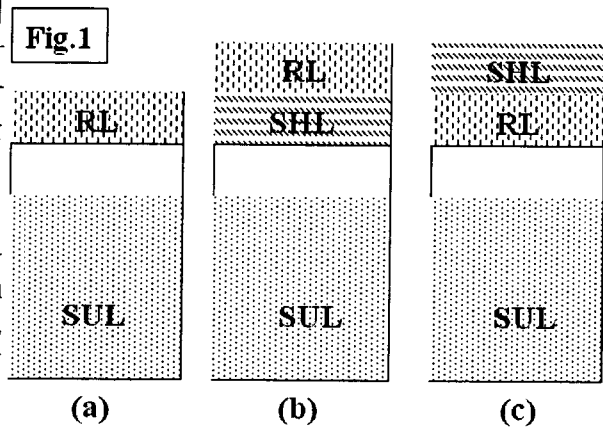
이와 같은 조건을 만족시키기 위해 최근 제안된 구조가 수직적으로 exchange-coupled된 Hard magnetic Recording layer(RL)와 Soft/Semi-hard magnetic layer(SHL)로 구성된 합성수직자기기록매체이다.[2][3] 이 이중층 구조는 수직방향으로 인접한 SHL과 RL의 grain이 exchange-coupled되어 있기 때문에 이전에 제안되었던 기록층과 분리된 Soft magnetic Under Layer(SUL)가 사용된 구조와는 다르다. 적절히 exchange-coupled 되었을 경우, SHL의 자화가 외부자장에 의해 먼저 회전하게 되면 RL에 exchange field가 가해져서 RL의 자화가 기울어져 회전이 용이해지게 된다. 또한 SHL에서 나오는 magneto static field 또한 RL의 자화의 회전에 기여한다.

이미 연구된 결과에 따르면, RL과 SHL 사이의 Jex (interlayer coupling constant)가 클수록 좋은 특성을 나타낸다고 한다. 그러나 실제 제조시 SHL 위에 RL을 증착하려면 seed layer가 필요한데, 이는 Jex를 감소시키는 결과를 가져온다. 하지만 RL 위에 SHL을 증착시킬 때에는 직접 증착할 수 있기 때문에 제조가 용이하고 큰 Jex 값을 얻을 수 있다. 따라서 다른 경우와 비교하여 어떤 차이를 가져오는지에 대한 예측이 필요하다. 본 연구에서는 이중층 구조를 Recording Layer와 Semi-Hard magnetic Layer로 구성하였고, SHL이 없는 경우와 SHL이 RL의 아래에 있는 경우, RL의 위에 있는 경우에 대해 알아보았다.

### 2. 실험방법

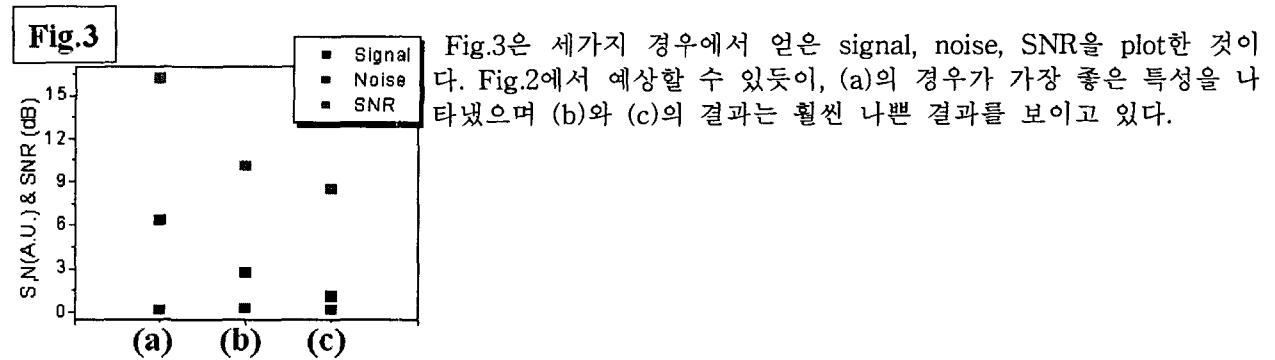
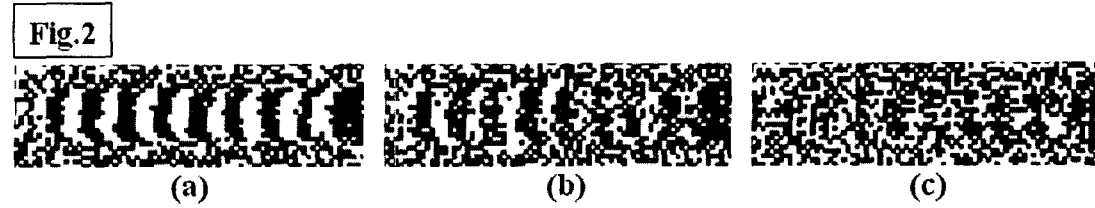
Fig.1과 같은 세 가지 구조에 대해서 micromagnetics를 이용하여 모사하였다. RL과 SHL의 두께는 각각 10 nm이고 SUL을 포함한 모든 층은 10\*10\*7 nm<sup>3</sup>의 tetragonal cell로 구성된다. SUL은 윗 층들과 10nm의 spacer layer에 의해 완전히 decoupled되어 있고, RL과 SHL사이의 coupling은 Jex를 도입하여 조절하였다.

(a)에서는 RL의 Ku=2.8\*10<sup>6</sup>erg/cc 이다. 이 경우는 SUL만 있을 때 기록 가능한 가장 큰 값의 Ku를 사용하였다. (b)에서는 RL의 Ku=3.4\*10<sup>6</sup>erg/cc, Jex=1.0erg/cm<sup>2</sup> 이다. 이 경우는 Jex=1.0일 때 가장 좋은 SNR 값을 나타내는 Ku 값을 사용하였다. (c)에서는 RL의 Ku=3.2\*10<sup>6</sup>erg/cc, Jex=1.0erg/cm<sup>2</sup> 이다. 이 경우 역시 주어진 Jex 값에서 가장 좋은 SNR 값을 나타내는 Ku 값을 사용하였다.



### 3. 실험 결과 및 고찰

세 가지 경우에 대하여 single pole head로 writing하였을 때의 bit의 모양과 signal, noise, SNR을 구해보았다. Fig.2는 Fig.1의 각각의 경우에 writing 결과 나타난 bit의 모양이다. 기록특성 향상을 위해 기록층을 변화시킨 경우가 오히려 bit이 뚜렷하게 나타나지 못하고 bit의 내부에도 반전된 cell이 나타나고 있다. 이는 bit과 반전된 cell들이 magneto-static coupling을 하여 안정된 상태가 되기 때문이다. (c)의 경우에는 SNR 값을 얻을 수 있지만 육안으로 확인할 때에는 writing되었다고 보기 힘들다.



### 4. 결론

비록 지금까지 수행한 simulation에서는 합성수직기록매체가 좋은 결과를 나타내지 못했지만, 이는 SHL의 두께, RL과 SHL의 Ku, Jex 등 여러 조건들 사이의 적절한 조합을 찾지 못한 것으로 생각한다. 따라서 합성수직기록매체의 구현 여부에 대해서 다양한 조건의 변화에 따라 simulation을 수행할 필요가 있다.

### 5. 참고문헌

- [1] K. Z. Gao et al., IEEE Trans. Magn. 38, 3675 (2002)
- [2] R. H. Victora et al., IEEE Trans. Magn. 41, 537 (2005)
- [3] W. K. Shen et al., Journal of Applied Physics (2005) (to be published)