

CoFeSiB과 Pd으로 구성된 다층박막의 수직자기이방성 연구

김승현^{1*}, 전병선¹, 김도균¹, 김영근¹

¹고려대학교 공과대학 신소재공학과, 서울시 성북구 안암동 5-1, 136-713

1. 서론

수직자기이방성을 갖는 자성재료는 MRAM에서 고밀도에 적합하고 낮은 임계전류를 기대할 수 있기 때문에 많은 연구가 진행되고 있다 [1]. 이러한 수직자기이방성을 갖는 자성재료는 일반적으로 희토류-천이금속 (RE-TM) 합금, L1₀ 합금 또는 Co/Pd, Co/Pt를 기반으로 한 다층박막이 널리 알려져 있다. 그러나 상기 합금소재들은 제조하기 용이하지 않은 단점이 있는 반면, 다층박막소재들은 300oC 이상의 열처리에 견디지 못하고 수직이방성을 잃어버리는 제약이 있었다. 본 연구진은 그동안 낮은 포화자화값을 갖는 비정질 연자성체인 CoFeSiB 박막에 관하여 연구를 진행해 왔으며 [2], 이번 연구에서는 CoFeSiB/Pd 다층박막을 제조하여 고온 열처리 후 수직자화 특성의 변화를 관찰하였다.

2. 실험방법

Si/ SiO₂/ Ta 5/ Pd 10/[CoFeSiB 0.3/Pd(t_p)]_n/CoFeSiB 0.3/Ta 5 (t_p : 0.3~1.5 nm) (단위 nm) 다층박막을 초기진공도는 3x10⁻⁸ Torr 이하인 DC 마그네트론 스퍼터링 시스템을 이용하여 증착하였다. 제조 후 열처리는 1x10⁻⁶ Torr 이하의 진공상태에서 10°C/min으로 승온 및 수직방향으로 4 kOe 자장을 인가한 상태로 목표온도에 1시간 노출시켰으며 자기특성은 VSM, 구조특성은 XRR, XRD, TEM 등을 이용하여 측정하였다.

3. 실험결과

다층박막은 열처리 이전 Pd의 두께가 0.3 nm 이상일 때부터 뚜렷한 수직자기이방성을 보이는 것을 확인할 수 있었다. 또한 모든 샘플의 300°C 열처리 이후 수직자기이방성 에너지는 1.0 x 10⁶ erg/cm³ 이상임을 알 수 있었다. Pd의 두께가 1.4 nm 인 샘플을 500°C 까지 열처리하여 자성특성을 확인해 본 결과, 400°C 까지 각형비 (squareness)와 수직자기이방성이 증가하였으며, 보자력은 대체적으로 1000 Oe 이하로 나타났다. 500°C 열처리 이후에는 각형비가 0.8 정도로 낮아졌으며, 보자력은 2000 Oe 이상으로 증가하였다.

4. 고찰

일반적으로 Co/Pd계 다층박막의 경우 계면이방성에 의한 수직자기효과가 강한 일축 수직자기이방성을 타나내는 원인으로 알려져 있다. 본 연구에서 CoFeSiB/Pd 다층박막이 400°C 열처리 이후에도 수직자기이방성을 유지하는 이유에 대해 고찰하였다. XRD, XRR을 분석하여 본 결과 Co와 Pd의 합금화가 진행되었음을 확인하였고, 이러한 합금화가 진행되어도 상당한 응력에 따른 자기탄성이방성으로 인하여 고온 열처리 이후에도 수직자기이방성이 유지된다는 것을 알 수 있었다. 이러한 고온 열처리 안정성은 기존의 Co/Pd, CoFeB/Pd 다층박막에 비하여 우수한 것으로, 이는 비정질 CoFeSiB이 다른 소재에 비하여 Boron의 확산이 적기 때문에 박막의 결정성이 크게 나빠지지 않기 때문이라고 생각된다.

5. 결론

수직자기이방성을 갖는 CoFeSiB/Pd 다층박막의 열처리에 따른 자성특성을 측정하였다. 본 연구 결과 CoFeSiB/Pd 다층박막은 열처리 이전과 이후에 수직자기이방성을 보였으며, 또한 400°C 고온 열처리 후 이러한

특성은 개선되었다. MRAM 응용에서 사용될 CMOS Back-end processing은 350°C이상의 고온에서 진행되기 때문에 이러한 고온에서 안정성은 앞으로의 MRAM 응용에 도움을 줄 것으로 생각한다.

6. 사 사

이 연구는 교육과학기술부 중견연구자지원사업(2011-0016497)과 지식경제부 산업원천기술개발사업(2009-F-004-01)의 지원으로 수행되었음

7. 참고문헌

- [1] S. Mangin *et al.*, Nature Materials 5, 210 (2006).
- [2] B. S. Chun *et al.*, Acta Materialia 58, 2836 (2010).