

# CoFeSiB과 Pd으로 구성된 다층박막의 수직자기이방성 연구

김승현<sup>1\*</sup>, 전병선<sup>1</sup>, 김도균<sup>1</sup>, 김영근<sup>1</sup>

<sup>1</sup>고려대학교 공과대학 신소재공학과, 서울시 성북구 안암동 5-1, 136-713

## 1. 서 론

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, L1<sub>0</sub> 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/ SiO<sub>2</sub>/ Ta 5/ Pd 10/[CoFeSiB 0.3/Pd(t<sub>p</sub>)]<sub>n</sub>/CoFeSiB 0.3/Ta 5 (t<sub>p</sub> : 0.3~1.5 nm) (단위 nm) 다층박막을 초기진공도는 3x10<sup>-8</sup> Torr 이하인 DC 마그네트론 스퍼터링 시스템을 이용하여 증착하였다. 제조 후 열처리는 1x10<sup>-6</sup> 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 10<sup>6</sup> erg/cm<sup>3</sup> 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. 고 찰

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. 결 론

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).