

NiFeSiB / CoFeB 하이브리드 자유층을 사용한 자기터널접합구조에서 Bottom-Type Pinning MgO 터널 배리어 두께변화에 따른 자기 저항비 증진 연구 (Improvement of Magnetic Transport Properties in Bottom-Type Pinning MgO Magnetic Tunnel Junctions with NiFeSiB/CoFeB Hybrid Free Layer)

김도형*, 조지웅, 김도균, Reasmey Tan, Shinji Isogami¹,
Masakiyo Tsunoda¹, Migaku Takahashi¹, 김영근

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

¹Department of Electronic Engineering, Tohoku University, Sendai 980-8579, Japan

1. 서론

최근 본 연구 그룹에서는 MgO 자기터널접합에서 NiFeSiB과 CoFeB의 하이브리드 자유층을 사용, 기존의 CoFeB 자유층에 비해 높은 터널 자기저항비 및 낮은 접합저항(RA)을 보인다는 결과를 보고하였다[1]. 이러한 하이브리드 구조는 보다 자유층의 포화자화값을 낮추어 전류구동형 자화반전시 보다 낮은 전류를 기대할 수 있다 [2]. 본 연구에서는 고정층이 MgO 배리어의 아래에 들어가는 bottom-type pinning 구조의 자기터널접합에서 비정질 NiFeSiB층을 삽입하여 개선된 자기저항비와 RA값을 관찰하였다.

2. 실험방법

Si / SiO₂ / Ta(5) / Ru(40) / Ta(5) / NiFeSiB(1.33) / CoFeB(3) / MgO(t) / CoFeB(3) / NiFeSiB(1.33) / Ru(0.85) / CoFe(3) / IrMn(7.5) / Ta(5) / Ru(5) (in nm)를 갖는 top-type 구조의 자기터널접합과 Si / SiO₂ / Ta(5) / Ru(40) / IrMn(7.5) / CoFe(3) / Ru(0.85) / CoFeB(4) / MgO(t) / CoFeB(3) / NiFeSiB(1.33) / Ta(5) / Ru(5)의 구조를 갖는 bottom-type 자기터널접합을 dc 마크네트론 스퍼터링으로 증착하였고, 초기진공도는 5×10⁻⁹ torr 이하로 유지하였다. MgO 터널 배리어는 연결되어 있는 전용 챔버에서 RF 스퍼터링으로 증착하였다. 자기터널접합 제조 후 1×10⁻⁶ torr의 진공상태에서, 3kOe의 자장 하에서 360°C의 온도로 1시간 동안 열처리를 실시하였다. 자기저항비 및 RA값은 current-in-plane-tunneling (CIPT) 방법으로 측정하였다.

3. 실험 결과

Fig. 1에서는 top-type, bottom-type 자기 터널 접합의 MgO 배리어 두께에 따른 자기저항비와 RA값의 변화를 살펴보았다. 그림에 나타난 바와 같이 bottom-type 구조의 자기터널접합의 자기저항비는 Top-Type에 비해 낮게 나타났지만 반면에 MgO 배리어 두께에 따른 RA값의 변화는 두 구조가 비슷한 값을 나타내었다. Fig. 2에서는 bottom-type 구조에서 고정층의 CoFeB 층 아래에 비정질 NiFeSiB 층을 삽입하였을 경우, 향상된 자기저항비와 RA값을 보여준다.

4. 고찰

일반적으로 top-type 자기터널접합은 bottom-type에 비해 높은 자기저항비를 나타내는데 이는 top-type 자기터

널접합의 MgO 배리어가 (001) 방향의 결정성이 더 우수한 것으로 알려져 있다. 반면에 bottom-type의 경우, IrMn의 격자 구조는 면심입방 (111)이며, CoFe 및 Ru는 각각 체심입방 (110), 조밀육방 (001)이 유도된다. IrMn/CoFe/Ru 위에 증착된 CoFeB는 체심입방 (110)이 되기 쉽다. 즉, CoFeB의 하부층이 결정화에 많은 영향을 미친다고 알려져 있다[3]. 비정질 CoFeB 밑으로 자리한 하부층의 미세구조는 MgO (001) 방향성을 얻는 데 있어 중요하며, 비정질 NiFeSiB의 삽입은 CoFeB의 결정화를 억제하는 기능을 하게 되어, 증착 도중 및 열처리 전의 비정질 구조를 향상시킨다.

5. 결론

NiFeSiB과 CoFeB를 함께 사용할 경우, Top-Type 자기터널접합이 Bottom-Type에 비해 높은 자기저항비를 보였고 RA값은 비슷했다. Bottom-Type에서 MgO 바로 아래 위치한 CoFeB과 Ru 사이에 비정질 NiFeSiB을 삽입할 경우, CoFeB의 결정화를 억제하여 MgO (001) 배향성을 높이는 결과, NiFeSiB을 삽입하기 전에 비해 높은 자기저항비 및 낮은 RA값을 보였다.

6. 참고문헌

- [1] J. U. Cho, D. K. Kim, T. X. Wang, S. Isogami, M. Tsunoda, M. Takahashi, and Y. K. Kim, IEEE Trans. Magn., 44, 2547 (2008).
- [2] J. Z. Sun, Phys. Rev. B, Condens. Matter., 62, 570 (2000).
- [3] Y. Ashizawa, H. Oyama, K. Sunaga, Y. Watanabe, M. Tsunoda, and M. Takahashi, J. Magn. Soc. Jpn., 31, 411 (2007).

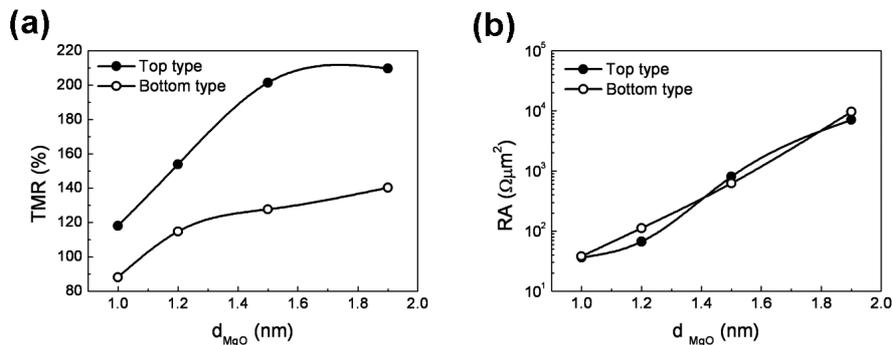


Fig. 1. NiFeSiB/CoFeB 하이브리드 자유층을 이용한 MgO 자기터널접합에서 Top-Type과 Bottom-Type 두 구조의 배리어 두께에 따른 (a) 터널 자기저항비 및 (b) RA값

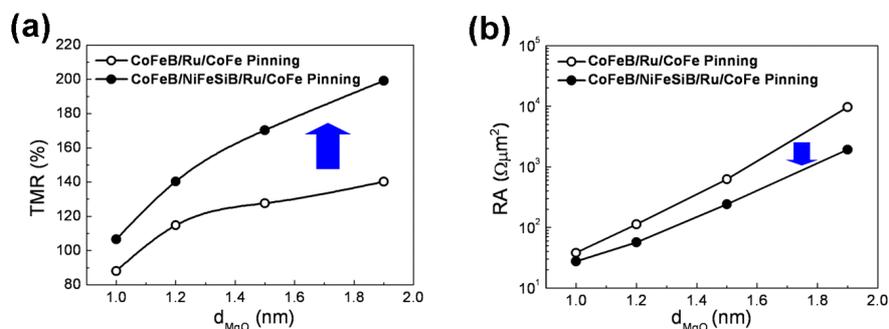


Fig. 2. Bottom-Type에서 고정층의 NiFeSiB 삽입 유무에 따른 (a) 자기저항비 및 (b) RA값