

[Pd/Co] 다층박막의 MgO sputter에 의한 오염층의 영향

최상대^{1*}, 김선욱¹, 주호완², 안명천¹, 김미선¹, 곽태준¹, 최진협³, 김현신³, 윤대근³, 허장³, 백주열⁴,
김종기⁵, 이기암³, 이상석¹, 황도근¹

¹상지대학교

²인하대학교

³단국대학교

⁴고려대학교

⁵특허청

1. 서론

현재까지 차세대 자기메모리 소자인 MRAM(magnetic random access memory)에 대한 spin-valve, MTJ 등 나노 소자 연구가 활발히 이루어져왔다[1,2]. 또한 수직자기이방성을 가진 다층박막에 관심을 가지면서 수직스핀밸브(perpendicular spin-valve; PSV), 수직자기터널접합(perpendicular magnetic tunnel junction; PMTJ) 등 수직자성을 이용한 소자 개발에 연구가 확대되고 있다. 이에 본 연구는 수직자기이방성을 가진 [Pd/Co] 다층박막을 이용한 MTJ 소자를 개발하기 위하여 MgO 베리어 위에서 [Pd/Co]/FeMn의 성장을 관찰하였다.

본 논문에서는 베리어로 사용하기 위한 MgO 위에 성장한 [Pd/Co]의 다층박막에서 MgO 증착으로 인한 오염층에 관한 연구를 하였다.

2. 실험방법

MgO 위에서 성장할 때를 알기 위해 Pd(1.6nm)/MgO(tnm)/[Pd(1.1nm)/Co(0.26nm)]x5/FeMn(17nm)/Pd(1.6nm)와 Ta(2.1nm)/[Pd(0.6nm)/Co(0.4nm)]x5/MgO(tnm)/[Pd(0.6nm)/Co(0.4nm)]x5/FeMn(10.8nm)/Ta(2.1nm) 구조로 다층박막을 제작하여 MgO의 두께 변화에 따른 홀 효과를 관찰하였다. 시편은 dc 마그네트론 스퍼터링으로 1×10^{-6} Torr의 Ar 분위기에서 제작하였다. MgO 두께 따른 박막을 하나는 MgO 증착 후 pre-스퍼터링을 하지 않은 상태에서 [Pd/Co]를 성장시켰으며, 다른 하나는 pre-스퍼터링을 3분정도 한 후에 [Pd/Co]를 성장시켜 둘을 비교 분석하였다.

3. 실험결과 및 고찰

그림 1은 Pd(1.6nm)/MgO(tnm)/[Pd(1.1nm)/Co(0.26nm)]x5/FeMn(17nm)/Pd(1.6nm)에서 MgO 증착에 의해 그 위에 [Pd/Co] 층이 성장할 때 오염이 되어 일부 층이 산화된 경우와 그렇지 않은 경우의 자기이력곡선이다. 그림 1(a)에서는 오염에 의해 보자력값이 급격히 감소하였으며, 반면에 증착시 오염이 제거된 그림 1(b)의 경우 보자력의 감소 없이 [Pd/Co] 층이 성장되는 것을 알 수 있다. 따라서 MgO sputter 과정에서 다른 물질에 영향을 줌으로 인해 일부 [Pd/Co] 층이 오염되어 그로인해 오염되지 않은 [Pd/Co] 층만 보자력을 형성하므로 반복층수가 줄어드는 결과를 가져왔다. 반복층수의 감소에 의한 보자력의 감소는 이미 널리 보고된 바 있다[4,5]. 다른 물질의 오염층을 제거하기 위해 MgO 증착후 다시 pre-sputtering을 해 주었으며, 이로 인해 그림 1(b)에서 보여주듯이 MgO 산화층과 관계없이 [Pd/Co]/FeMn의 성장이 잘 이루어진 것을 알 수 있다.

이를 이용하여 Ta(2.1nm)/[Pd(0.6nm)/Co(0.4nm)]x5/MgO(tnm)/[Pd(0.6nm)/Co(0.4nm)]x5/FeMn(10.8nm)/Ta(2.1nm)을 제작하였다. 그림 2에서 MgO 두께에 따라 고정층과 자유층이 분리되는 것을 볼 수 있다.

며, AHE (anomalous Hall effect)와 VSM을 이용하여 얻은 자기이력곡선이 동일하게 나오는 것을 알 수 있다. 이것은 MgO 배리어를 이용한 수직자기 MTJ의 가능성을 보여주며, 좀 더 자세한 실험을 통해 보고 될 것이다.

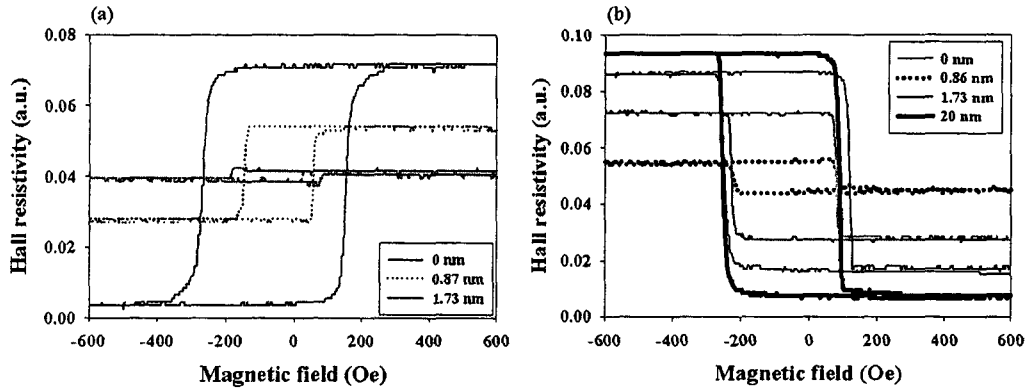


그림 1. (a) MgO 증착에 의한 산화오염층이 존재하는 경우와 (b) 존재하지 않는 경우의 Pd(1.6nm) /MgO(tnm)/[Pd(1.1nm)/Co(0.26nm)]x5/FeMn(17nm)/Pd(1.6nm) 자기이력곡선

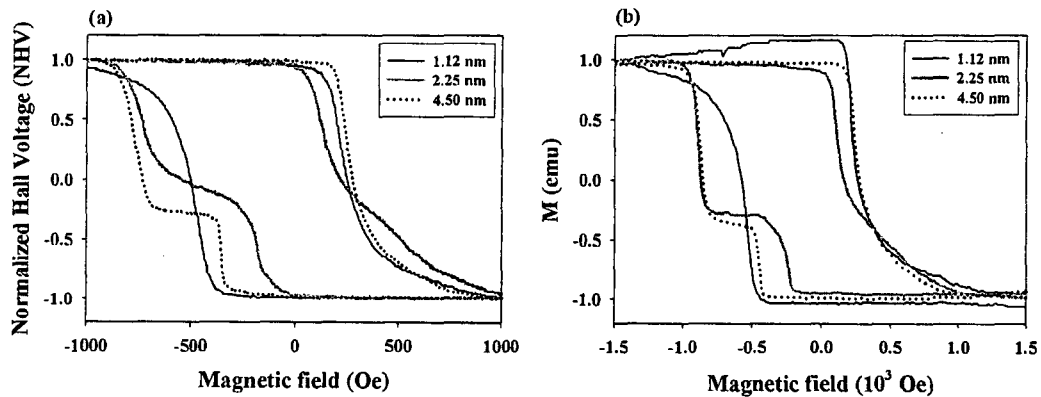


그림 2. (a) AHE로 측정된 경우와 (b) VSM을 이용하여 측정된 경우의 Ta(2.1nm)/[Pd(0.6nm)/Co(0.4nm)]x5 /MgO(tnm)/[Pd(0.6nm)/Co(0.4nm)]x5/FeMn(10.8nm)/Ta(2.1nm) 자기이력곡선

4. 결론

MgO 위에서 [Pd/Co]/FeMn의 성장이 pre-스퍼터링을 하였을 때 수직자기이방성을 유지한 상태로 잘 성장하였으며, 이는 MgO 배리어로 MTJ에 적용 가능성을 보여주었다.

5. 참고문헌

- [1] E. B. Myers, D. C. Ralph, J. A. Katine, R. N. Louie and R. A. Buhrman, *Science*, **285** (1995) 867
- [2] H. G. Cho, Y. K. Kim and S. -R. Lee, *J. Appl. Phys.*, **91** (2002) 8581
- [3] Z. Y. Liu, G. H. Yu, G. Han, Z. C. Wang, *J. Magn. Mater.*, **302** (2006) 29
- [4] F. Garcia, F. Fettar, S. Auffret, B. Rodmacq, and B. Dieny, *J. Appl. Phys.*, **93** (2003) 8397
- [5] H. W. Joo, J. H. An, M. S. Lee, S. D. Choi, and K. A. Lee, S. W. Kim, S. S. Lee, and D. G. Hwang, *J. Appl. Phys.*, **99** (2006) 08R504-1