

Q-1

NiO스핀밸브박막에서 Co층과 Ru에 의한 교환결합특성

단국대학교 물리학과 김종기, 주호완, 이기암
상지대학교 컴퓨터전자물리학과 이상석, 황도근

The exchange coupling of NiO spin-valves thin films inserted Co and Ru layer

Dankook University, Dept. of Physics J.K.Kim*, H.W.Joo, K.A.Lee
Sang-Ji University, Dept of Physics S.S.Lee, D.G.Hwang

1. 서론

NiO/NiFe/Cu/NiFe 스핀밸브 박막을 최적화하고, 이를 바탕으로 NiO/NiFe/Co/Cu/Co/NiFe 스핀밸브를 제작하여 자기저항비와 교환결합력의 특성을 증가시키고자 하였다. NiFe와 Cu의 계면에 삽입된 Co는 적절한 두께에서 전도전자의 산란율을 증가시켜 자기저항비의 향상을 가져오는 것으로 보고되고 있다. 그러나 Co의 두께변화에 따라서 자기저항비는 변화폭이 큰 것으로 알려져 있으며, 이러한 현상은 specular effect와 관련이 있는 것으로 알려지고 있으나 확실치는 않다. 본 연구에서는 NiFe층의 두께를 고정시키고 Co층만의 두께를 달리 삽입하는 방법과 NiFe/Co 층의 두께를 일정하게 하고 각각의 두께 비율을 바꾸어 주는 방법을 택하여 이들 시편들의 Co 층에 의한 NiO 스핀밸브박막의 자기저항변화를 살펴보고자 하였다. 또한 Ru를 이용하여 교환결합력의 증가를 살펴보았다.

2. 실험방법

NiO/NiFe/Cu/NiFe 스핀밸브박막에서 NiO는 sintering된 Target을 이용하여 RF-Sputtering법을 이용하여 약 120 W의 전력으로 증착하였고, NiFe, Co, Ru, Cu는 DC-Sputtering법을 이용하여 증착하였다. 기판은 Corning 7059 Glass를 이용하였고, 증착시에 일정한 모양의 마스크를 이용하여 동일한 형태의 시편을 제작하였다. 증착시에 약 300 Oe의 자장을 인가하여 일축이방성을 가지도록 하였다. 박막 증착시의 진공도는 Ar분위기에서 약 2.0×10^{-3} Torr였다. 박막의 Hex와 Hc는 자기저항곡선으로부터 얻어졌으며, 자기저항비는 4-Terminal method법을 이용하여 측정하였다. 시편의 결정상태는 X-선 회절법을 이용하여 관찰하였으며, 박막의 표면은 원자력간 현미경(AFM)을 이용하여 조사하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig. 1은 NiFe층의 두께를 약 50Å으로 고정하고 Co를 삽입시켰을 때의 자기저항곡선이다. 최적화된 NiO/NiFe/Cu/NiFe 스핀밸브박막의 자기저항비는 약 4~5 %였으며, 교환결합력은 최소 140 Oe를 확보할 수 있었다. Co의 두께가 약 12.5 Å이었을 때, 자기저항비는 약 2.5 % 향상되었고, 교환결합력은 강자성층의 전체두께가 증가함에 따라 약 80 Oe까지 감소하였다. 박막의 초기저항값은 두께가 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었으며, ΔR 값은 증가하고, 초기저항값은 감소하는 경향을 나타내었다.

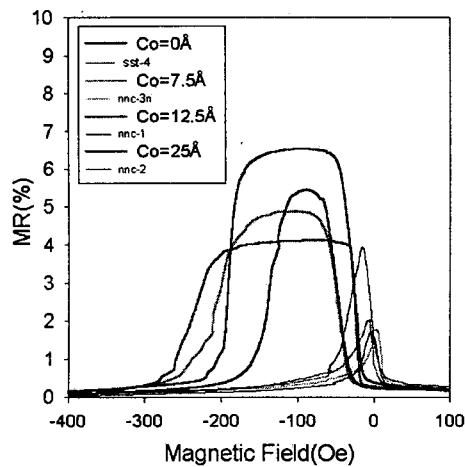


Fig.1 The MR-curves as the dependence on the inserted Co layer thickness.

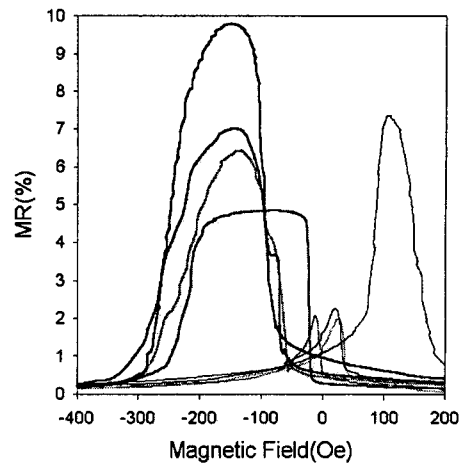


Fig. 2 The MR-curves as the variation of the proportion of NiFe and Co layer.

Fig. 2는 NiFe와 Co의 두께비율에 따른 자기저항곡선이다. 삽입된 Co의 두께는 각각 0, 7.5, 12.5, 25 Å이었으며, NiFe 층의 두께는 삽입된 Co 층의 두께만큼 감소하였다. 자기저항비는 Co의 비율이 증가함에 따라 같이 커졌으며, 교환결합력값은 120 Oe를 유지 하였다. NiFe/Co 층에서 Co의 두께비율이 증가함에도 불구하고 ΔR 값은 일정하게 유지되었지만 박막의 초기저항값은 감소함으로 인해서 자기저항비는 증가하는 현상을 보였다. 한편, 위의 시편들의 Aging 효과를 알아보기 위하여 증착후와 증착 30일 후, 80일 후로 다시 측정한 결과 두 종류 시편에서의 자기저항거동이 달라졌다. NiFe가 일정하고 Co가 삽입된 시편은 자기저항비와 교환결합력이 증가하는 현상을 보였다. 하지만, NiFe와 Co의 비율에 따른 시편은 큰 변화가 없었다. 한편, NiO/Co/Ru/Co/Cu/Co 박막에서 Ru의 두께에 따라 교환결합력의 크기가 증가후 감소하는 경향을 볼 수 있었으며, 최대값은 약 1200 Oe 이었다.

4. 결론

NiO/NiFe/Cu/NiFe 스핀밸브 박막을 최적화시키고, Co를 삽입하는 방법에 따라 시편의 자기적 특성이 달라짐을 관찰하였다. 강자성층의 전체두께가 증가하는 경우 자기저항비와 교환결합력이 증가하는 현상을 보였으며, Aging 효과도 관찰할 수 있었다. 하지만 NiFe/Co의 두께가 일정한 경우는 일정한 자기적 특성이 나타나는 것을 알 수 있었다.

5. 참고문헌

- [1] X.Portier, A.K.Petford-Long, Bayle-Guillemaud, T.C.Anthony, J.A.Brug., *JMMM*, **198-199**, 110-112(1999).
- [2] J.M.Slaughter, E.Y.Chen, S.Tehrani, *J. Appl. Phys.* **45**, 4451(1999).
- [3] B.A.Gurney, V.S.Sperious, J.P.Nozieres, H.Lefakis, D.R. Wilhoit, *Phys.Rev.Lett.* **71**, 4023(1993).