스퍼터링을 이용한 $Ni_{81}Fe_{19}$-Ag 적층박막의 거대자기저항 현상과 미세구조에 관한 연구

(The Microstructure and Gaint Magneticresistance(GMR) Phenomena of Ni_{81}-Fe_{19}-Ag Thin Film by the Sputtering)

홍익대 금속·재료공학과 박윤문 , 김영환

1. 서론 : 최근 관심을 끌고 있는 거대자기저항(GMR) 현상은 하나의 층이 단원자층에서 수 원자층의 두께로 자성물질과 비자성물질이 반복하여 이루어진 인위적인 층상구조를 갖는 재료에서 관찰된다. 거대자기저항 현상을 이용한 자기헤드 재료는 10Gbit/in^2 의 기록밀도를 가질 수 있으며 MRAM(Magnetorasistance Random Acess Memory)등에의 응용을 위한 연구가 활발히 이루어지고 있다.
본 연구에서는 거대자기저항 필름의 제조시 Ar압력, 증착속도 및 각 층의 두께등을 변화시켜 이에 따른 자기저항의 변화 및 미세구조의 변화를 관찰하였으며, 자성물질의 비자성물질에 의한 인위적 분리가 거대자기저항 현상을 발생시키는 근본적 원리를 이해 하고자 하였다.

2. 실험방법 : 기판은 (100) 실리콘 웨이퍼와 corning glass를 사용하였으며, 박막증착은 마그네트론 스퍼터링을, target은 $Ni_{81}Fe_{19}$ Alloy target와 Ag target을 사용하였다. 2개의 target에 동시에 플라즈마를 발생시킨 후, holder를 회전시켜 연속 증착시키는 방법으로 [NiFe(10~20Å)/Ag(10~30Å)]$_{15\sim30}$구조의 적층박막을 형성한 후 이 시편을 300℃, 350℃, 400℃, 500℃로 열처리하여, XRD로 결정성을 분석하였고, VSM으로 자기저항을 측정하였으며, 이의 미세구조를 SEM, TEM으로 분석하였다. 또한 자성물질과 비자성물질의 계면에서의 거동을 관찰하기 위해 [NiFe/Ag/NiFe]구조의 필름을 1㎛두께로 증착후 열처리하여 SEM, TEM으로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰 : 필름을 열처리한 결과 비자성물질인 Ag가 자성물질인 NiFe의 입계에 효과적으로 확산되어짐으로써 자성물질들간의 상호 작용을 억제하여 자기저항을 극대화시킨다고 판단된다. 이를 증명하기 위하여 [NiFe/Ag/ NiFe] 3층구조로 제작한 필름의 계면을 관찰한 결과 같은 결과를 얻었다. 또한 필름의 층수가 증가할수록 자기저항이 증가되는 경향을 관찰할 수 있었으며, 열처리 온도가 증가함에 따라 자기 저항이 증가하였으나 500℃에서는 자기저항의 감소가 나타나는 것으로 보아 자기저항의 크기가 최대가 되는 임계 grain size가 존재함을 알 수 있었다.

4. 결론 : NiFe/Ag계면에서 비자성물질인 Ag가 자성물질인 NiFe의 입계에 확산됨으로 해서 거대자기저항 현상이 발생함을 알 수 있었고, 이 때 NiFe의 grain size도 자기저항값의 크기에 관계가 있음을 알 수 있었다.

5. 참고문헌

1) T.L.Hylton, K.R.Coffey, M.A.Parker, J.K.Howard, SCIENCE 261, 1021 (1993)
2) M.A.Parker, K.R.Coffey, T.L.Hylton, J.K.Howard, Mat. Res Soc. 313, 85 (1993)