B-10

퍼멀로이 박막에서의 양 자기저항 현상의 관찰

한국과학기술연구원 박막기술연구센터 성 기숙*, 신 경호

OBSERVATION OF THE POSITIVE MAGNETORESISTANCE PHENOMENA IN PERMALLOY THIN FILMS

KIST, Thin Film Technology Research Center G. SUNG*, K.H. Shin

1. 서론

퍼멀로이 박막의 이방성 자기저항 현상을 이용하여 센서나 기록용 자기헤드로의 응용연구가 활발히 진행되어 왔다 [1]. 일반적으로 전류와 자기장이 평행할 때인 Longitudinal resistivity 는 자기장의 크기에 따라 증가하여 Positive magnetoresistance(PMR)을 보이고 전류와 자기장이 수직일 때의 Transverse resistivity 는 자기장의 크기에 따라 감소하여 Negative magnetoresistance(NMR)을 보인다 [2]. MR 헤드는 자화용이방향에서의 Transverse resistivity 를 이용하기 때문에 Transverse 측정에서의 MR ratio 가 특성평가의 기준이 된다. 최근 Longitudinal 에서 Transverse 로 각도를 변화시킴에 따라 PMR 에서 NMR 로의 전이가 중첩되어 나타난다는 보고가 있지만 [3], 두께가 증가됨에 따라 Transverse 측정에서 NMR 에서 PMR 로 전이되는 현상이 관찰되었다.

2. 실험방법

DC 마그네트론 스퍼터링 방식으로 200 ~ 2300 Å 의 $Ni_{80}Fe_{20}$ 박막을 300 Oe 의 자기장 하에서 1 cm x 1 cm 의 Si(100) 기판 위에 6 Å/s 의 증착속도로 제작하였다. 이 때, Base pressure 는 $5x10^{-7}$ Torr 이하로 하였고 스퍼터링 Ar pressure 는 3 mTorr, 타겟과 기판사이의 거리는 7.5 cm 이었으며, 기판은 가열하지 않았다. 두께는 Tencor 사의 Profiler 로 4 번 측정하여 평균했으며, VSM 으로 자기적 특성을, MFM 으로 Domain structure 를, AFM 으로 표면거칠기를 관찰했다.

3. 실험결과 및 고찰

두께가 증가함에 따라 Transverse 측정에서의 MR 곡선이 NMR 에서 PMR 로 전이됨을 알 수 있었다(Fig 1). 1700 Å 에서 2000 Å 로 두께가 증가하면 MR ratio 이 감소하다가 2300 Å 에서는 완전히 PMR 로 되면서 부호가 바뀐다. PMR 은 매우 특이한 곡선을 나타내고 있는데 그것은 Stripe domain structure 에서 나타나는 Canted hysteresis loop 과 매우 밀접한 관계가 있다 [4]. 실지로 PMR 을 보이는 시편의 Stripe domain structure 를 MFM 으로 보면 Fig. 2 에서와 같이 Domain wall 이 자기장에 평행하며 자화방향은

0.3 μm 의 주기로 상하 연속적으로 변하는 것을 알 수 있다. Stripe domain structure 는 수직 이방성때문에 나타나는 것으로 보고 되고 있는데 [5], 다른 Multi-domain structure 보다도 표면이 두배나 거칠게 나타났다 [4]. 그리고 증착속도가 증가하면 이러한 전이의 임계두께도 증가했다. 이것은 증착속도가 증가할수록 표면저항이 감소한 것에서 미루어 표면 거칠기가 감소했기 때문으로 보인다.

4. 결론

DC 마그네트론 스퍼터링으로 증착한 퍼멀로이 박막의 두께가 임계두께에 도달함에 따라 Transverse 측정에서의 MR 곡선이 NMR 에서 PMR 로 전이됐다. PMR 을 가진 박막은 Stripe domain structure 를 보였고 표면 거칠기가 비교적 증가했다. 또한 증착속도가 증가할수록 전이 임계두께도 증가했다.

5. 참고문헌

[1] T.R. McGuire and R.I. Potter, IEEE Trans. Magn. 11, 1018(1975).

[2] R.M. Bozorth, Phys. Rev. 70, 923(1946).

[3] H.W. Zhao, M. Lu, J. Du, and H.R. Zhai, J. Appl. Phys. 82, 485(1997).

[4] G. Sung, C.-M. Park and K.H. Shin, submitted to '98. MMM

[5] N. Saito, H. Fugiwara and Y. Sugita, J. Phys. Soc. Jpn. 19, 1116(1964).

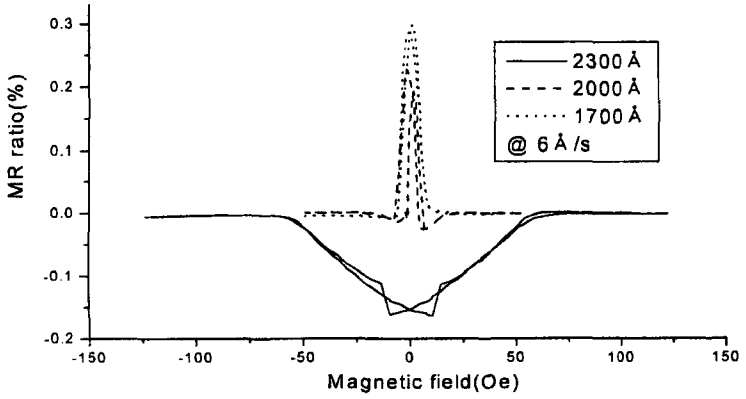

Fig. 1 Transition from NMR to PMR along with thickness in the transverse measurement of DC-magnetron-sputtered permalloy.

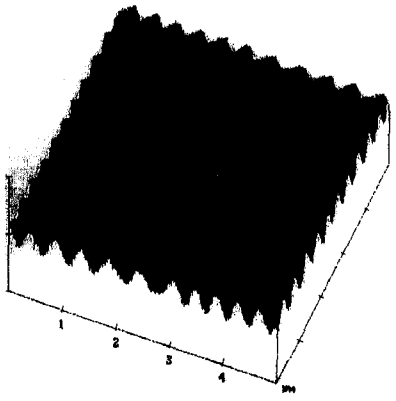

Fig. 2 The MFM image of the stripe domain structure with the periodicity of 0.3 μm.