

Q-3

자기장 내 열처리에 의한 퍼멀로이 박막의 일축 비등방성 자기장의 회전에 관한 연구

아주대학교 김기출*, 이충선, 송용진

STUDY ON THE ROTATION OF UNIAXIAL ANISOTROPY FIELD OF NiFe THIN FILM BY MAGNETIC ANNEALING

Ajou University Ki Chul Kim*, C. S. Lee and Y. J. Song

1. 서 론

Permalloy 박막이 자기기록 매체의 재생헤드에 사용되면서 열처리에 따른 NiFe 박막의 전기적, 자기적 특성에 대하여 많은 연구가 있었다. [1-5] 하지만 이러한 연구는 자기장 내에서 열처리할 때 외부 자기장을 시료에 형성되어 있는 자화용이축에 나란하게 인가시킨 후 열처리를 하였기에 외부 자기장의 방향과 비등방성 자기장의 열처리 온도에 따른 의존성을 알 수가 없었다. 따라서 본 연구에서는 시료의 자화용이축과 수직인 방향으로 자기장이 형성되어 있는 전기로 안에서 시료를 열처리하여 일축비등방성 자기장의 거동을 조사하였다.

2. 실험방법

직경 5mm의 원형 Permalloy 박막을 DC magnetron sputtering 방법으로 Si 웨이퍼 위에 700 Å 두께로 증착하였다. 이때 일축비등방성을 유도시키기 위하여 영구자석을 이용 약 400 G의 자기장을 인가하였다. 자기저항을 측정하기 위한 전극은 Joule heating 방식으로 금을 1000 Å 두께로 증착하였다. 전극 사이의 간격은 1mm였다. 준비된 시료를 3.0×10^{-6} Torr 이하의 진공도를 유지하는 전기로에 넣고, 시료의 자화용이축에 수직하게 150 G의 외부자기장을 인가시킨 상태로 열처리하였다. 전기로는 열선에 흐르는 전류에 의해 형성되는 자기장을 상쇄시키도록 특별히 설계되었다. 열처리된 시료의 보자력은 VSM으로 측정하였고, 자기저항은 AC four-probe 방법을 사용하여 측정하였다. 비등방성 자기장은 회전자기장법으로 측정하였다.[6]

3. 실험결과 및 고찰

열처리 온도가 증가함에 따라 자화용이축이 자화곤란축으로 전환되는 것을 관찰할 수 있었다. 120 °C까지는 증착 직후와 같은 상태를 유지하다가 160 °C에서는 자화용이축과 자화곤란축을 구분할 수가 없는 등방적인 상태가 되었다. 그 후에 열처리 온도가 증가함에 따라 외부자기장과 나란한 일축비등방성 자기장을 갖는 상태로 전환되었다. 열처리 온도를 400 °C까지 증가시키면 보자력이 급격히 증가하면서 다시 등방적인 상태로 전환되는데, 이러한 보자력의 증가와 등방적인 상태로의 전환은 재결정화 과정에 의한 것으로 판단되며,[1][2] 자기이력곡선에 둔덕이 생기는 것은 전극인 Au와 NiFe 사이의 interdiffusion에 의한 것으로 판단된다.[3] 전극 없이 NiFe만 있는 시료를 400 °C에서 열처리했을 때 자기이력곡선에서 둔덕이 관찰되지 않았다. Fig. 1에 열처리 온도에 따른 자기이력 곡선을 나타내었다.

증착 직후의 비등방성 자기장의 크기는 4.8 Oe이었고, 160 °C에서는 0.4 Oe로 줄어들었다가 350 °C에

서는 2.4 Oe로 다시 증가하였다. 비등방성 자기장의 변화와 자화용이축과 자화곤란축의 보자력의 크기 변화를 Fig. 2에 나타내었다. AFM을 통하여 표면 거칠기를 측정해본 결과 열처리 온도가 증가함에 따라 표면 거칠기가 줄어드는 것을 관찰할 수 있었다. 증착 직후의 평균 표면 거칠기는 5.4 Å 이었고, 400 °C에서 열처리한 후에는 3.4 Å 이었다.

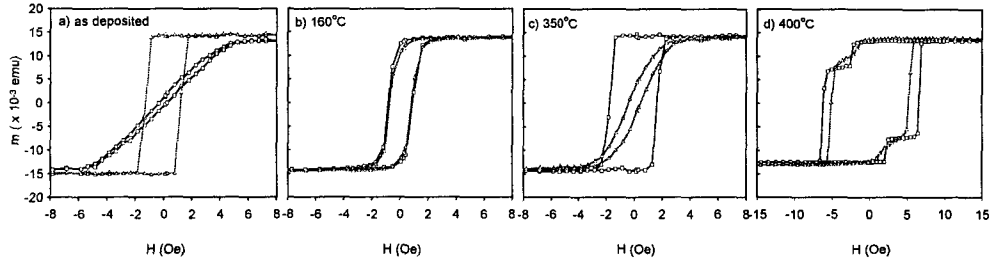


Fig. 1 Hysteresis curves of a NiFe film along the initial directions of hard axis(□) and easy axis(△) with various annealing temperature.

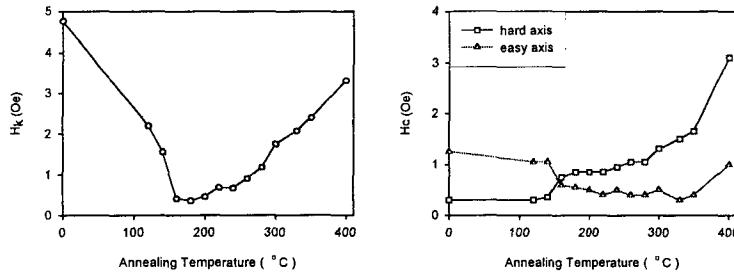


Fig. 2 Changes of anisotropy field and coercivity of a NiFe film with various annealing temperature.

4. 결론

퍼멀로이 박막의 증착 중에 외부자기장의 인가에 의해 형성된 비등방성 자기장이 자화용이축과 수직하게 자기장을 인가한 상태로 열처리함에 따라 160 °C에서는 등방적인 상태가 되었다가 열처리 온도가 증가함에 따라 다시 비등방적인 상태가 되는 것을 관찰할 수 있었다.

5. 참고문헌

- [1] Andrew S. Kao and Prakash Kasiraj, IEEE Trans. Magn. Vol. 27 No. 6, 4452, (1991)
- [2] Hiroshi Funaki, Satoshi Okamoto, Osamu Kitakami and Yutaka Shimada, Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 33, L1304, (1994)
- [3] Kitada Masahiro, Yamamoto Kazuhiro, J. Magn. Magn. Mater. Vol. 147, 213, (1995)
- [4] P. Ciureanu, G. Korony, Sensors and Actuators Vol. 13, 229, (1988)
- [5] P. B. Narayan, R. D. Silkensen, S. Bryant and S. Dey, IEEE Trans. Magn. Vol. 28 No. 5, 2934, (1992)
- [6] K. C. Kim, Kibo Kim, K. Koh, Y. J. Song, Y. S. Kim, S. J. Suh, Ungyong Mulli Vol. 12 No. 5, 491, (1999)