

Fe-Zr 에피택시박막의 비정상 자기이력곡선

청주대학교 물리학과 장 평우*
김 지영

Anomalous hysteresis loops of epitaxially grown Fe-Zr films

Dept. of Physics, Chongju Univeristy
Pyung Woo Jang* and Ji Young Kim

1. 서론

MgO등의 단결정기판에 MBE, Sputtering등의 방법으로 자성박막을 성장시키면 에피택시성장을 시킬 수 있으며, 이렇게 만들어진 에피택시박막은 기판과의 강한 구조적인 이방성결합 등으로 통상의 다결정 박막이 가지지 못하는 여러 가지 현상을 나타낸다. MgO기판에 Fe박막을 성장시킬 경우 이축이방성과 동시에 일축이방성의 특성이 나타난다는 것이 보고되고 있으며 그 원인으로는 성장장치의 비대칭성으로 Fe 입사빔의 각도에 의한 격자왜곡인 것으로 보고되고 있다 [1-3]. 본 연구에서는 MgO(001) 단결정기판위에 Fe-Zr박막을 스파터링방법으로 작성하여 박막의 이방성을 조사하였으며, 특히 면내에서 두 자화 곤란축방향 중 한 방향에서 포화자장이전에 자장상승곡선과 자장감소곡선이 교차하고 또 자장상승곡선에서 자장이 증가함에 따라 자화가 오히려 감소하는 비정상자기이력현상이 나타나는 것을 발견하였으며 이러한 원인을 비정상이력현상을 벡터진동시료형자력계로 조사하였다.

2. 실험방법

박막의 제조에 사용된 기판은 MgO(001) 단결정으로 일본 Rare metallic사의 두께 0.5 mm, 크기 10 × 10 mm인 제품을 사용하였다. 박막의 제조에는 rf 마그네트론 스파터링 장치를 사용하였으며 초기배기 압력은 $<4 \times 10^{-7}$ Torr, 스파터압력은 0.8 mTorr, 기판온도는 250 °C로 유지하였으며 박막의 두께는 90 nm 이었으며 박막 제조 후 상온에서 18 A의 SiO₂를 증착하였다. 박막을 제조한 후 구조적 특성은 XRD로, 자기적 특성은 자체 제작한 벡터 VSM으로 측정하였다. 벡터 VSM은 일반적인 VSM과는 달리 자장인 가방향에 수직으로 검출코일이 부착되어 있어 자장인가방향의 수직성분을 측정할 수 있다.

3. 실험결과 및 고찰

그림 1인 자화용이축방향을 0°로 하여 -90°부터 90°까지 시료를 회전시키면서 VSM에서 측정한 각도에 따른 자기이력곡선을 것을 나타낸 것이다. 그림에서 0°, 90° 그리고 180°에서 각형비가 1인 각형의 이력곡선이 나타나고, 또 45°, 135°에서는 포화자화가 약 540 Oe로 전형적인 이축이방성이 나타남을 알 수 있다. 그러나 45°의 자기이력곡선은 -45°의 이력곡선과는 달리 1, 3상한에서 포화되기 이전에 두 자화곡선이 교차되는 것을 보인다. 즉 역자장이 인가되어 자화가 역전된 뒤 자장이 증가할 때의 자화가 자장이 감소할 때의 자화보다 더 커지게 된다. 이 이후 계속적으로 자장이 증가하면 두 곡선은 일치하게 된다. 더구나 그림 2에서 자장이 증가함에 따라 오히려 자화가 감소하는 현상도 나타난다. 그림 2는 그림 1을 확대한 그림으로 0, 15, 30 그리고 45°방향의 이력곡선을 나타내었고 자화의 역전현상과 자화감소현상을 확연히 확인할 수 있다. 포화자장에서 자장이 감소할 때 자화회전에 의한 자화를 나타낸다. 그러나

역자장이 인가된 후 자화는 자벽이동에 의해서 나타나고 다시 더 자장이 인가되면 자화회전에 의해 자화변화가 나타나게 된다. 따라서 특정자장구간에서 자장이 증가할 때의 자벽이동에 의한 자화가 자장이 감소할 때의 자화회전에 의한 자화보다 더 클 경우 이러한 비정상자화곡선을 나타낼 수 있다. 또 다른 가능성은 다음과 같다. 역자장이 인가된 직후 박막내에 자구의 수는 1개일 경우와 2 개 이상인 경우가 있다. 1개의 자구가 생성된 경우 일반적인 자화곡선축방향의 이력곡선을 나타낸다. 만약 2개 또는 그 이상의 자구가 생성될 경우 역자장이 인가된 직후 생성된 자구는 두 종류로 구분할 수 있다. 즉 자구내의 자화의 방향이 인가방향에 대해 45° 인 것(A 자구)과 -45° 인 것(B 자구)으로 구분될 수 있다. 만약 박막내에 일축이방성이 두 방향중 한 쪽방향에 더 가깝게 존재한다면 가까운 쪽의 자구는 더욱 쉽게 자구회전이 일어나게 되어 자화가 큰 폭으로 증가하게 된다. 그러나 한 쪽 자구의 회전이 일어남에 따라 자벽에는 자유자극이 생성되고 이 자유자극의 크기는 자화가 증가함에 따라 더욱 커지게 된다. 이 자유자극에 의한 자장때문에 자구내의 자화의 회전이 억제되고 오히려 자화의 감소가 일어날 수 있다. 이러한 것을 정확히 해석하기 위해서는 자구관찰을 할 필요가 있고 본 연구에서는 벡터VSM으로 이것을 해석하고자 한다.

4. 참고문헌

- [1] J.R.Childress, R.Kergoat, O.Durand, J.M.George P.Galtier, J.Mitat and A.Schuhl, J. Magn. Magn. Mater., 130 (1994) 13
- [2]. O.Durand, J.R.Childress, P.Galtier, R.Bisaro and A.Schuhl, J. Magn. Magn. Mater., 145(1995) 111
- [3] J.L.Costa-Kramer, J.L.Menendez, A.Cebollada, F.Briones, D.Garcia and A.Hernando, J. Magn. Magn. Mater., 210 (2000) 341

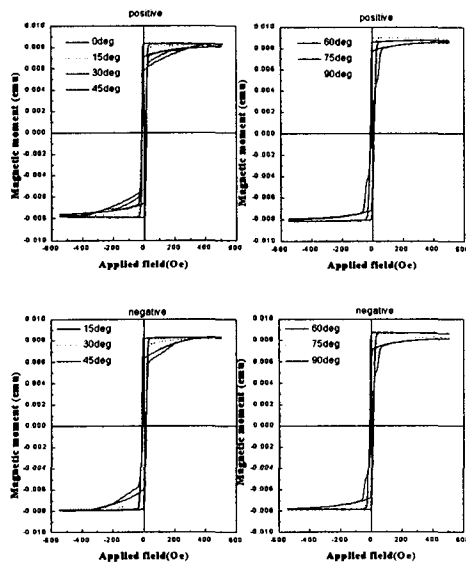


Fig. 1 Angular dependency of hysteresis loops of $Fe_{94.6}Zr_{5.4}$ films epitaxially grown on $MgO(001)$

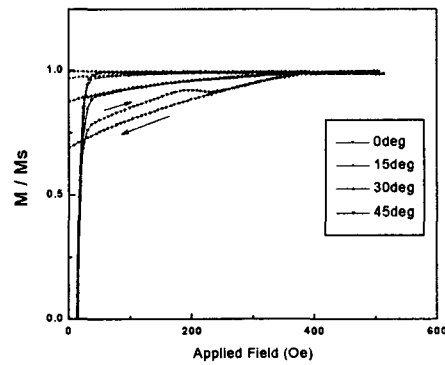


Fig. 2 Anomalous of Hysteresis loop of $Fe_{94.6}Zr_{5.4}$ films epitaxially grown on $MgO(001)$