

자장중 열처리된 Permalloy 박막의 자기특성 연구

박언병^{1*}, 권순주²

¹포항산업과학연구원 부품신소재 신금속 연구실

²POSTECH 신소재 공학과 자성재료연구실

1. 서론

고투자율과 높은 각형비를 가진 Fe-Ni 합금인 Permalloy는 에너지 변환과 증폭, 저주파 및 고주파용 철심, 저주파 및 고주파 발생기, 자기 증폭기, 자기기억회로, 각종 센서 그리고 최근에는 MRAM 재료로서 각광을 받고 있다. Permalloy의 투자율은 포화자속밀도, magnetic anisotropy, 계재물, grain size와 같은 미세조직 등에 의해 제어되고, 각형비는 자화 용이축의 방향과 가까운 방향으로 Anisotropy가 존재하면 잔류자속밀도값과 포화자화값이 거의 같게 되어 크게 향상된다고 알려져 있다. Magnetic Anisotropy는 투자율과 각형비 특성에 중요한 역할을 하며, 제어 방법에 따라 자기특성이 크게 변한다. 자장중 열처리는 처리하는 방법에 따라 Induced Magnetic Anisotropy를 얻을 수 있고, directional compositional ordering에 기인한다고 알려져 있다. 이에 본 연구에서는 sputter로 면과 수직 방향, 즉 [111] 방향으로 우선 성장된 permalloy 박막을 제조하고, 자장중 열처리 방법에 따른 결정학적 구조의 변화와 자기특성의 변화를 관찰하여 동종 원소 우선 배열에 의해 Induced Magnetic Anisotropy가 기인하는지 살펴보고자 한다.

2. 실험방법

Permalloy의 박막은 DC magnetron sputter를 이용하여 증착하였으며, 초기 진공은 1×10^{-6} torr이며 bias 전압은 -50 V로 고정하였다. 사용한 기판은 7000 Å으로 산화시킨 [001] 방향의 열산화 Si 웨이퍼이며, 증착속도, Ar 압력, 박막의 두께, 기판 온도는 박막의 결정성 및 자기특성 평가를 통해 최적 조건을 선택하였다. 자장중 열처리는 통전중 발열체로부터 자장이 발생하지 않도록 이중 turn을 한 SiC 발열체를 사용하여 승온시키고, 시편은 평판 quartz를 가공하여 자장 방향과 정확히 수직 또는 수평이 되도록 고정하고, 전자석으로 최대 5,000 G를 인가하여 처리하였다. 자장중 열처리시 1×10^{-6} Torr 진공하에서 분당 10 °C로 승온시킨 후, 300~600 °C에서, 최대 2시간 동안 열처리하였다.

결정학적 구조는 XRD를 이용하여 평가하였으며 VSM과 AGM을 이용하여 자기특성을 평가하였다.

3. 실험결과

증착속도 5.2 Å/sec, 기판 온도 RT, 증착두께 1000 Å의 증착조건에서 (111)면으로 우선 성장된 permalloy 박막을 제조하였다. 증착두께가 증가할수록 결정성이 향상되지만, 막내에 Ni₃Fe의 결정상이 존재하여 결정면의 강도와 Ni₃Fe상의 부피분율을 고려하여 증착두께를 1000 Å으로 결정하였다. 그림. 1에 나타낸 바와 같이 무자장 열처리를 하는 경우 (111)면과 (200)면이 동시 성장하고, 열처리 시간이 증가함에 따라 (111)면이 상대적으로 우선 성장하는 거동을 보였다. 그런데 자장중 열처리를 할 경우, 550 °C/2 hr의 조건에서 무자장 열처리의 경우와 다르게 (200)면이 우선 성장하였고, 열처리 시간을 증가시키면 (111)면의 성장 비율이 증가하였다. AGM을 이용하여 박막의 면방향으로 자기적 특성을 평가한 결과, 그림.2 에 나타낸 바와 같이 각형비가 크게 개선되고 보자력이 증가하는 경향을 나타내었다.

4. 고찰 및 결론

DC magnetron sputter를 이용하여 (111)면으로 우선 성장 시킨 박막을 동일한 온도와 시간에서 자장 및 무자장 열처리를 할 경우, 우선 성장 방향과 성장 비율이 다르게 나왔으며, 자장중 열처리를 통해 각형비를 크게 개선할 수 있음을 확인하였다.

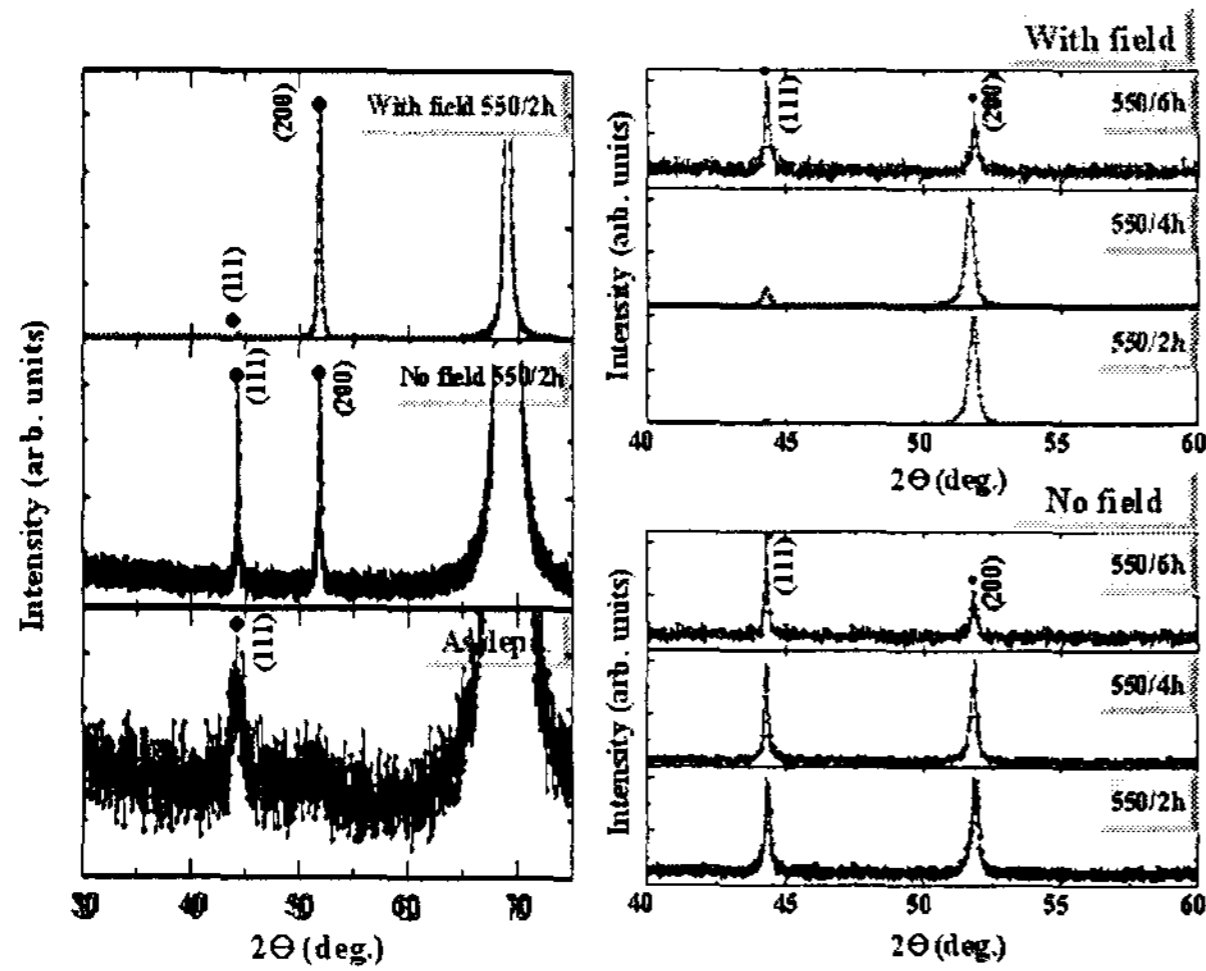


그림. 1. 열처리 방법에 따른 결정성 변화

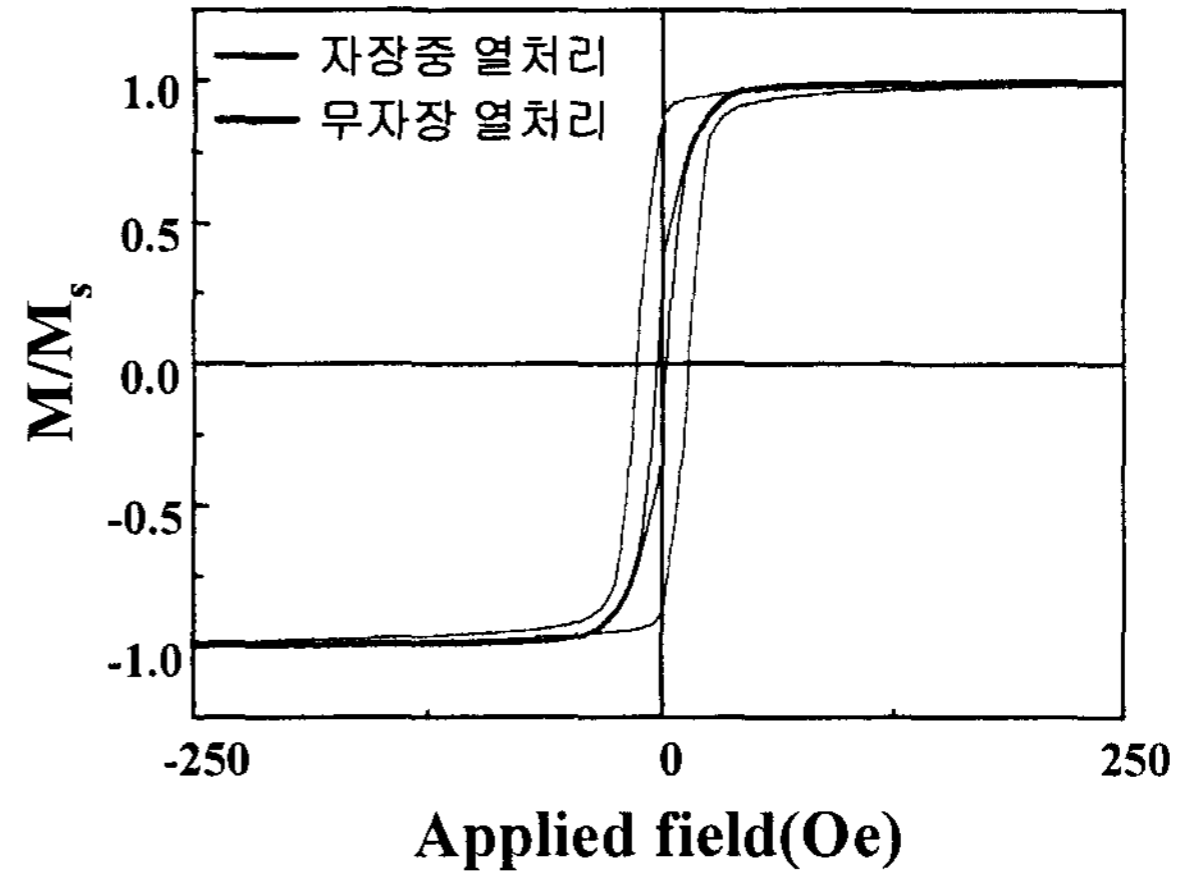


그림. 2. 열처리 방법에 따른 자기특성 변화

5. 참고문헌

- [1] S. Chikazumi, T. Oomura, J. Phys. Soc. Japan **10**, 842 (1955).
- [2] M. Takahashi, J. Appl. Phys. **33**, 1101 (1962).
- [3] T. Koikeda, S. Chikazumi, J. Phys. Soc. Japan **21**, 399 (1966).