

Q-1

Pd(001)/Cu(001)/Si(001)위에서 에피택시성장한 Fe(001)박막의 사방정변형과 일축이방성

충북대학교 최 태원, 유 성초  
청주대학교 장 평우, 김 원태

Orthorhombic Deformation and Uniaxial Anisotropy of Fe(001) films Epitaxially Grown on Pd(001)/Cu(001)/Si(001)

Chungbuk National University Tae Won Choi, Seong Cho Yu  
Chongju University Pyung Woo Jang, Won Tae Kim

1. 서론

Si(001)기판위에 에피택시성장한 Fe박막은 기초적 연구나 응용면에서 매우 흥미로운 재료이다. 그러나 Fe박막이 Si(001)에서 에피택시성장하는 것이 매우 어려우므로 부정합정도를 줄이기 위해 Pd/Cu 또는 Pd/Ag 등의 중간층을 사용한다. 특히 MgO(001)등에서 성장한 Fe박막은 이축이방성 외에 면에 수직 방향이나 면방향으로 일축이방성을 가지고 있는 것이 잘 알려져 있고 그 원인이 어느 정도 알려져 있다. Fe박막은 Pd박막과 약 4.1%의 큰 부정합정도를 가지고 있으므로 Fe(001)/Pd(100)/Cu(100)박막의 탄성변형과 자기적특성, 특히 자기변형이방성을 조사하는 것은 흥미롭다. 본 논문에서는 rf 스파터 방법으로 상온에서 Fe(001)/Pd(100)/Cu(100)박막을 Si(001)에 에피택시성장시켜 성장특성과 자기적특성, 특히 일축 자기이방성에 대해서 조사하였다.

2. 실험방법

85 nm Cu(100) 박막, 70 nm Pd(001)박막 그리고 5 - 150 nm Fe(001)박막을 상온에서 Si(001)위에 rf 스파터방법으로 중단없이 차례로 성장시켰다. Si(001) 기판은 pull dry 방법으로 에칭시켰으며 Fe박막의 성장속도는 0.045 nm/s였다. 성장시킨 박막의 M-H곡선은 자체제작 VSM으로, 이방성은 회전각을 직접 측정할 수 있어 인위적인 실험에러가 거의 없는 토크자력계로 측정하였으며, 토크자력계는 Sb단결정으로 보정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Fe/Pd/Cu박막의  $\theta-2\theta$  x-선 스캔에서 Cu(002), Pd(002), Fe(002) 회절선만이 나타났고  $\phi$  스캔에서는 매우 우수한 에피택시성장을 확인할 수 있었다 (그림 1). 이러한 구조적 특성은 M-H곡선과 토크곡선에서도 확인할 수 있었다 (그림 2, 3). 그림 3의 토크곡선에서 일축이방성이 포함되어 있는 것을 알 수 있고 Fourier변환을 하여 이축이방성과 일축이방성의 크기를 구별하였고 Fe박막의 두께에 따른 이방성의 변화를 그림 4에 나타내었다. 그림 4에서 박막이 얇아짐에 따라 이축이방성은 줄어드나 일축이방성은 상대적으로 증가함을 알 수 있다. 이와같은 일축이방성이 왜 생성되는 가를 알기 위해 Fe박막이 Pd박막위에서 사방정으로 성장한다는 가정하에서 x-선 회절실험에서 격자상수  $a, b, c$ 를 측정하여 그 결과를 그림 5에 나타내었다. 놀랍게도 두께가 얇을 경우 Fe박막은 정방정구조가 아닌 사방정의 구조를 하고 있었다. 따라서 Fe/Pd/Cu박막의 일축이방성은 박막이 면내에서 비등방적으로 변형함에 기인하는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 비등방적인 변형의 원인과 자기변형이방성의 이론과 실험결과와를 비교치를 고찰하고자 한다.

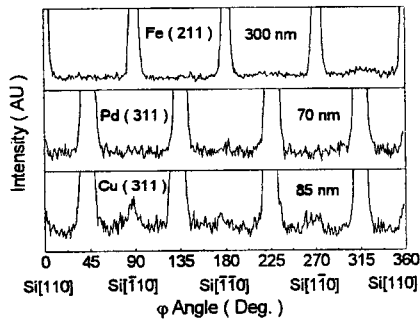


Fig. 1.  $\phi$  scan spectra of Fe(112), Pd(113), and Cu(113) of Fe(001)/ Pd(001)/Cu(001) multilayer films.

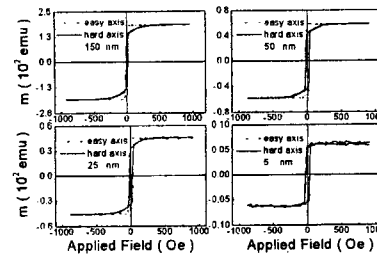


Fig. 2. M-H curves of Fe(001)/Pd(001)/Cu(001) films in an easy and hard direction. Thickness of Fe films is 150 nm, 50 nm, 25 nm, and 5 nm.

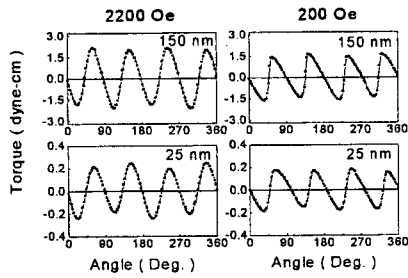


Fig. 3. Torque curves of Fe(001)/Pd(001)/Cu(001) films under an applied field of 200 Oe and 2200 Oe. Fe films thickness is 150 nm and 25 nm.

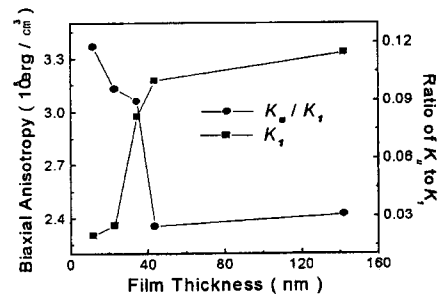


Fig. 4. Dependence of biaxial anisotropy  $K_1$  and uniaxial anisotropy  $K_u$  and  $K_u/K_1$  of Fe films on the film thickness.

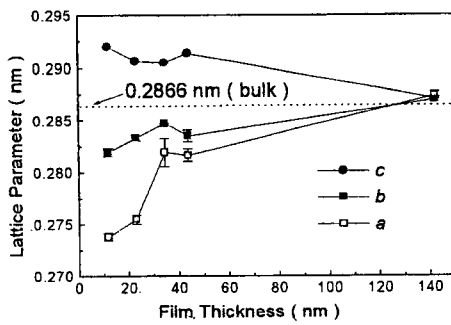


Fig. 5. Variation of lattice parameters  $a$ ,  $b$  and  $c$  of Fe films with orthorhombic deformation.