

## 퍼말로이 박막의 이방성불균일에 관한 연구

청주대학교 물리학과 장 평 우  
 충북대학교 물리학과 최 태 원\*  
 유 성 초  
 한국과학기술연구원 금속부 김 희 중

### A Study on the Anisotropy Inhomogeneity of Permalloy Thin Films

Dept. of Physics, Chongju University P. W. Jang  
 Dept. of Physics, Chungbuk University T. W. Choi\*  
 S. C. Yu  
 Div. of Metal, Korea Institute of Science & Technology H. J. Kim

#### 1. 서 론

퍼말로이 박막은 연자성재료로 자기기록분야에서의 헤드재료, 자기 Device, MEM분야에서도 널리 이용되고 있다. 이러한 퍼말로이박막의 연자기특성 특히 고주파 투자율은 포화자화, 비저항, 자왜, 보자력과 이방성 불균일성 등에 큰 영향을 받아 이들 특성들에 대한 많은 연구가 있었으나 이방성 분산에 관한 연구는 거의 없는 편이다. 퍼말로이의 이방성 분산 및 리플(ripple)이론에 관한 많은 연구가 있었으나 100 - 200 nm의 박막에 관한 것이고 300 nm이상의 특성에 관한 것은 체계적인 보고가 없다.

따라서 본 연구에서는 5 - 1200nm 사이의 두께에 따른 이방성 불균일성을 Torok[1]이 제안한 자기 유도(inductive)방법인 TBP(Transverse Biased Permeability)측정방법으로 조사하였다.

#### 2. 실험방법

퍼말로이박막의 제조에는 rf 마그네트론 스파터방법을 사용하여 81Ni-19Fe 타겟을 5 x 5 cm의 Si 웨이퍼에 0.7 mTorr의 스파터압력과 -20 V의 기관바이어스전압으로 상온에서 5 - 1200 nm까지 증착하였다. 일축이방성을 부여하기위해 마주보는 2개의 8 x 10 x 34 mm의 NdFeB의 영구자석과 연철 return yoke로 약 500 Oe의 자장을 인가하였고, 기관내의 스큐(skew)효과를 없애기 위해서 폭 70 mm의 영구자석을 이용하였다.

박막의 보자력과 이방성은 30 Hz의 교류 loop tracer로 측정하였고 포화자화는 9 G의 X-band 강자성공명장치로 측정하였다. 이방성분산은 Torok[1]의 방법인 TBP으로 측정조사 하였다. 인가자장의 주파수는 940 Hz, 크기는 10 mOe 였고 위상각과 전압은 Lock-in-amplifier(EG&G, 모델 5209)와 Storage Oscilloscope을 이용하였다.

#### 3. 실험 결과 및 고찰

5 x 5 cm의 기관에 폭 34 mm의 영구자석으로 자장을 인가했을 경우에는 박막두께가 감소함에 따라 보자력이 감소하다가 약 100 -200 nm 근처에서 증가하기 시작하고 50 nm의 두께에서 최고값을 보인

후 급격히 감소한다. 50 nm이상의 박막에서의 경향은 일반적 실험결과 및 이론식들과 거의 일치한다. 50nm이하에서 보자력이 감소하는 것은 퍼말로이박막의 두께 50 nm 근처에서 Block자벽에서 Neel자벽으로의 변환이 일어나기 때문인것으로 생각된다. 이방성의 불균일성의 경우 크게 크기와 방향의 불균일성으로 나타나는데, 박막 전체에 균일하지 않은 자장을 걸어주었을 경우 크기분산이 크게 나타나 대칭의 분포 함수를 이루지 못하였고 방향 불균일성도 매우 컸다. 반면 균일한 자장을 걸어주었을 경우 (Kerr loop tracer로 확인) 이방성불균일성이 현저히 감소하였으나 여전히 크기분포함수는 자장이 큰 영역에서 점진적으로 감소하여 비대칭성을 나타낸다. stroage oscilloscope을 사용해 background신호를 측정된 신호로부터 제거한 뒤 신호의 위상각을 측정하고, 제거하지 않은 신호와 비교한 결과 일치하는 것으로 보아 이러한 비대칭은 측정오차에 의한 것은 아니며, 따라서 크기불균일분산함수가 비대칭으로 나타나는 것은 확실하다고 판단된다. 각도불균일성을 측정할 경우 지금까지 알려진 바와는 달리 Gauss함수형태보다는 Lorentz함수에 가까웠다. 5 x 5 cm 크기인 박막의 두께에 따른 이방성의 크기 및 방향의 불균일성은 박막이 두꺼워짐에 따라 커진다. 각도분산의 경우 두께증가에 따른 결정립의 증대와 잔류응력의 증가로 인한 국소이방성의 증가로 설명할 수 있다.

#### 4. 결 론

1. 각도분산의 경우 이방성분산함수가 대칭적이거나, 크기분산의 경우 자장이 큰 영역에서의 분산값이 커져 대칭분산에서 벗어난다. 또한 분산함수의 형태는 Lorentz함수에 가까웠다.
2. 퍼말로이박막의 두께가 증가할수록 이방성의 각도 및 크기분산이 커지고 각도분산의 경우 두께증가에 따른 결정립 크기의 증대와 잔류응력의 증가로 인한 국소이방성의 증가에 기인한다.

#### 5. 참고 문헌

- [1] E. J. Torok, R.A. White, A.J. Hunt and H.N. Oredson, J. Appl. Phys., 33, 3037(1962)  
 [2] H. Hoffmann, Phys. Stat. Sol, 5, 187(1964)

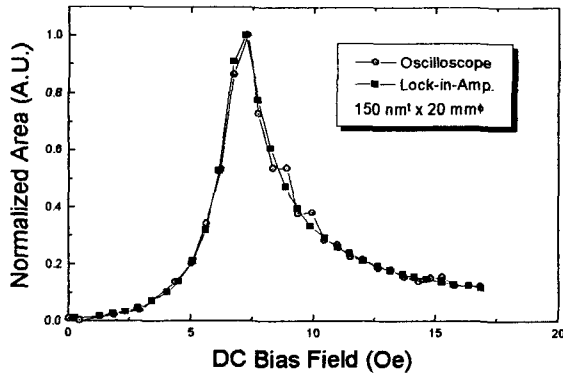


Fig.1 Anisotropy inhomogeneity measurement with lock-in-amp and oscilloscope

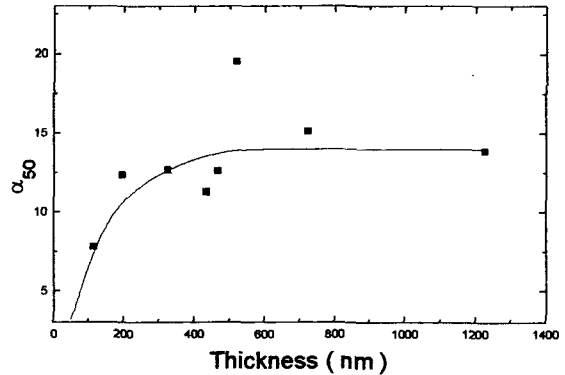


Fig.2 Dependency of  $\alpha_{50}$  on the thickness of NiFe films