

Py(Permalloy)/Cu 다층막 자화반전의 미세 구조

고려대학교 염민수*, 변상진, 장인우, 박병기, 이제형, 이궁원

Fine Structure in Magnetization reversal of Py/Cu Multilayer

Korea Univ. M.S.Youm*, S.J.Byeon, I.W.Jang, P.K.Park, J.H.Lee, K.W.Rhie

1. 서론

자기센서로써 많은 연구가 되어 온 거대자기저항(GMR)소자로 최근 관심의 대상인 2차 반자성 결합을 갖는 Py/Cu 다층막의 자기적 특성과 전도 특성을 조사하기 위해 VSM, MR, 평면 홀 효과의 방법을 사용하여 연구하였다. 그 결과 예전에는 알려지지 않았던 자화반전의 미세 구조가 관찰되었다. 즉 반자성 결합을 이루고 있는 자성층의 자화반전이 진행되는 동안 평면 홀 효과에서 미세한 피크가 반복되어 나타남을 발견하게 되었다.

2. 실험방법

시료는 Si(100) / Ni₈₃Fe₁₇-20Å / [Cu-20Å/Ni₈₃Fe₁₇-20Å]₅₀이며, 상온에서 double face-to-face 스퍼터법에 의해 제작되었으며, Poland의 Polish Academy of Sciences에서 제작되었다. Py층간의 간격은 2차 반자성 결합을 형성하기 위해 비자성층의 두께를 2nm(Cu 층의 두께)로 했다. Py와 Cu의 평균 두께 측정은 XRF(X-ray fluorescence)를 이용하였다 [1]. 500μA의 전류를 흘려준 다음 MR과 평면 홀 효과를 4단자 범으로 Lock-in amplifier를 이용하여 측정하였다. 평면 홀 효과는 AMR (Anisotropic Magnetoresistance) 효과의 전류에 대한 수직 방향에 텐서 성분으로 나타나는 항이다[2].

3. 실험결과 및 고찰

그림 1은 시료를 VSM을 이용해 자화의 변화를 측정된 것이다. 그림 1.(a)의 특이한 이력 곡선은 반자성 결합과 자성 결합이 공존하여 만들어진 것이다.[4] 이러한 반자성결합내의 자성결합이 생긴원인은 Cu 층위에 Py층이 증착될 때 원자 단위로 Cu에 붙는 Ni의 경우 Cu 속의 확산 속도가 Fe의 경우보다 훨씬 빨라 Cu층이 비자성층의 역할을 못하고 이웃한 자성층이 결합하여버리는 편홀 효과에 의한 것이다.[4] 이번엔 사용한 시료의 경우 자화반전 구역과 반자성 결합이 풀리는 구간이 거의 일치하였다. Cu의 두께가 2nm일 때 시료의 AF

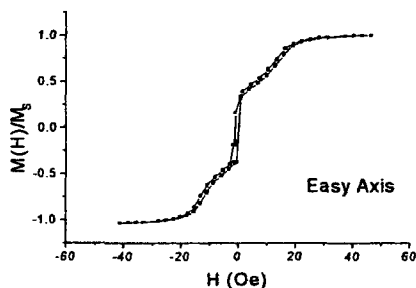


Fig. 1.(a) VSM - Easy Axis

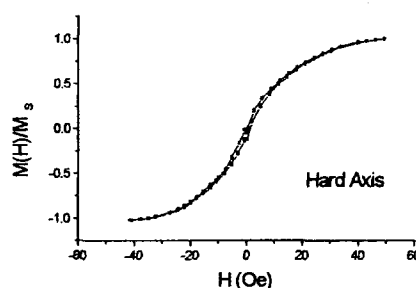


Fig. 1.(b). VSM - Hard Axis

결합정도는 약 80%정도이다[1]. 그림 2는 전류를 자화용이축에 평행하게 흘리며 측정된 MR 곡선을 나타내었다. 자화 용이축의 MR비가 작게 나타났는데 이는 AMR효과에 의한 현상이다. 즉 Py의 AMR은 자화방향과 전류방향이 평행할 경우 수직할 때보다 저항이 더 크게 나타나기 때문이다. 이번 연구에서 가장 특이한 것은 자화 용이축으로 자기장을 인가했을 때 나타나는 평면 홀 효과의 변화이다. 그림 3에 보이듯 MR의 극대값 부근에서 평면 홀 효과의 값은 반복되는 톱니 파형을 그리고 있다. 반복된 측정에서 이 톱니모양의 신호는 그 양상이 정확히 재현되었으며 측정장비의 오차범위보다 큰 것이었다. 이러한 자화반전의 미세 구조는 아직 발견된 바 없는 특이한 현상으로서 자성 다층막의 자화반전 기구와 관련이 있다고 생각된다. 즉 전체 다층막간의 반자성배열 정도에만 관계되는 MR의 변화에서는 관찰될 수 없는 자화반전의 과정이 평면 홀 효과에서 포착되고 있는 것이다. 톱니모양 신호의 원인으로서는 자화에 따른 작은 자구벽이 이동하며 홀 단자를 통과할 때 홀 단자에 측정된 신호일 것이라 추정된다.

4. 결론

1. PHE의 측정에서 자화반전의 미세구조를 처음으로 관찰하였다.
2. 원자들간의 확산 정도의 차이로 인해 AF결합내에 예기치 않은 F 결합이 형성되었으며, F 결합의 영향은 이력곡선에 많은 영향을 준다.
3. 인가자기장과 전류 방향이 다르면 MR의 크기가 달라지는 것을 AMR로 설명하였다.

5. 참고문헌

- [1] F.Stobiecki, T.Lucinski, J.Dubowik, B.Szymanski, M.Urbaniak, M.Schmidt Electron Technology 31 (1998) 80
- [2] T.R. McGuire and R.I. Potter IEEE Trans. Mag. Mag-11 (1975) 1018
- [3] M.Urbaniak, T. Lucinski, F.Stobiecki JMMM 174 (1997) 192
- [4] F.Stobiecki, T.Lucinski, J.Dubowik, B.Szymanski, M.Urbaniak, F.J.Castano, T.Stobiecki The Effect of Pinholes on Magnetic Behaviour of Antiferromagnetically Coupled Ni-Fe/Cu Multilayers.
- [5]. M. Urbaniak, T.Lucinski, F.Stobiecki JMMM 190 (1998) 187-192

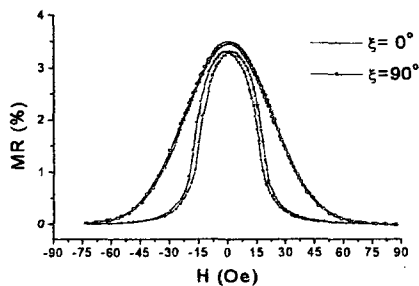


Fig. 2. MR of a Sample with easy axis parallel to the current.

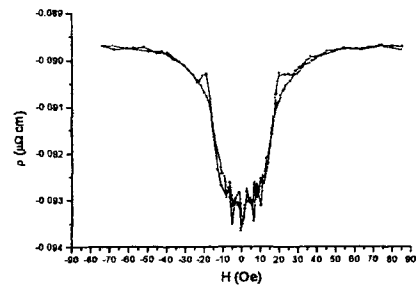


Fig. 3. Planar Hall of Current // Hard Axis at $\xi = 90^\circ$