

A4

사이층 교환 상호작용 비결합 Fe/Cu/Co 박막의 자기저항 효과

숙명여대 송은주*, 손희영, 장현숙, 김미양, 이장로

전북대 이용호

표준과학연구원 기초과학지원센터 손봉균

Magnetoresistance of Exchange-Uncoupled Fe/Cu/Co Sandwichs

Sookmung Womens Univ. O. J. SONG, H. Y. SON, H. S. JANG, M. Y. KIM, AND J. R. RHEE

Jeonbuk National Univ. Y. H. RHEE KRISS P. K. SHON

1. 서론

1989년 G. Binash[1] 등의 Fe/Cr/Fe층에서 자기 저항 효과에 관한 실험을 발표한 1년 후 교토 대학의 Shinjo[2] 등에 의해 Fe-Ni/Cu/Co 다층막으로 1 kOe 이하의 자장으로 상온에서 약 8%의 자기 저항 효과가 보고되어 이에 대한 연구가 차츰 증가하고 있다.

자성층 간 교환 상호 작용 결합[3]을 하거나 교환 상호 작용 비결합[4-5]을 하는 강자성-상자성-강자성 sandwich와 초격자는 인접한 강자성층의 모멘트가 반평행에서 평행하게 변할때 스핀-의존 전자산란때문에 커다란 음의 자기 저항 효과를 나타낸다. 교환 상호 작용 비결합 sandwich에서는 이러한 반정렬이 가해진 자장의 유한한 영역에서 일어나고, 강자성 모멘트 중의 하나를 바이어스 자장을 걸어 역제시키거나[5] Co층 두께의 얇고 두꺼움에 따른 보자력의 차이를 변화시킴으로서 가능하다.

초격자의 교차층에서 다른 보자력을 얻는 또 다른 방법은 강자성 금속층을 각각 다른 금속으로 만드는 것이다. 따라서 본 연구에서는 다른 보자력을 갖는 Fe/Cu/Co sandwich 박막을 유리와 Si기판 위에 저항 가열식 진공 증착 방법으로 Cu, Co, Cu와 Fe를 계속적으로 증착하여 제작하고 저항의 자장 의존성을 측정하고 시료 진동형 자기계로 측정한 자기 이력 곡선과 관련 지워 자기 저항 효과를 조사해 보고자 한다.

2. 실험방법

다른 보자력을 갖는 강자성 Fe와 Co 사이에 상자성 Cu를 사이층으로 삽입하여 구성되는 Fe/Cu/Co sandwich 박막을 제작하기 위하여 진공도 1×10^{-6} Torr에서 유리와 Si기판 위에 Cu(30Å), Co(50Å), Cu(60Å)와 Fe(50Å)를 계속적으로 저항 가열식 진공 증착 방법으로 증착한다. 시료의 크기는 4mm x 17mm 이며 증착하는 동안 기판의 온도는 제작한 dome형 열처리장치를 사용하여 상온, 100°C, 150°C, 200°C, 250°C로 변화시켰으며 층 두께는 수정 진동자 두께 조절 장치로 조정하였다.

저항의 자장 의존성은 Wheat-stone's bridge 방법으로 측정하며 X-Y 기록계로 관측하였고 시료의 히스테리시스성 자화 의존성의 시료 자화 상태와의 관련성을 조사하기 위하여 시료 진동형 자기계를 사용

하여 자기 저항 측정용 시료와 동시에 제작한 자화 측정용 시료의 자기 이력 곡선을 관측하였다.

3. 실험결과 및 고찰

기판 온도를 150℃와 200℃로 달리 하면서 제작한 sandwiches 박막 시료 Fe/Cu/Co의 박막면에 평행하게 외부자장 3 kOe을 가하여 주었을 때의 상온에서 측정된 자기 이력 곡선에서는 200℃와 그 이상 온도에서 증착한 시료에서의 자화 곡선은 각형이 좋으며 보자력은 300 Oe정도이고 Fe와 Co의 모멘트는 함께 반전함을 나타낸다. 그러나 150℃와 그 이하에서 증착한 시료는 Fe와 Co가 서로 다른 보자력을 갖고 자장이 500 Oe근방일 때 자화 곡선에서 어깨가 나타난다. 이 어깨는 Fe박막의 모멘트가 이미 반전된 상태의 자장 영역에 대응해서 생긴다. 그러나 이때 Co막의 모멘트는 이제 막 회전하기 시작하는 상태이다

두 자화가 반평행하게 정렬한 상태 즉 giant ferrimagnet(거대 준 강자성 상태)는 자장이 약 300 Oe 근처에서 나타난다. 200℃이상에서 만든 시료의 자화 곡선에서 어깨가 사라짐은 Cu와 강자성 층 사이의 미미한 내부 확산 때문인 것으로 생각한다. 최근 드미겔등의 Co/Cu계의 열 에너지 원자 산란 연구를 통하여 약 177℃근처에서 Cu가 Co내부로 확산이 시작된다고 발표한 논문이 이 내부 확산을 뒷받침한다.

기판 온도 150℃와 200℃에서 제작한 시료에 대하여 Wheat-stone's bridge방법으로 실온에서 관측한 자기 효과 저항 곡선을 조사해 보면 200℃에서 제작한 시료는 자기 이력 곡선의 보자력 근방에서 1.2%의 peak를 갖는 자기 저항 곡선을 나타냈고, 150℃ 시료의 경우에는 자기 저항 곡선의 peak는 Fe와 Co 모멘트가 반정렬이 극대화 된 자화 곡선의 영역에 잘 대응한다. 포화 자화 상태에서 횡자기 저항 효과의 크기는 2.3%이다. 200℃이상의 시료에서 자기 저항 효과가 작은 것은 앞에서의 강자성층 안으로 Cu 층의 내부 확산과 그에 따른 자기 이력 곡선에서의 어깨의 사라짐과 관련이 있는 것으로 생각된다.

4. 참고 문헌

- [1] G.Binasch, P.Grünberg, F.Saurenbach : Phys. rev. B. **39**, 4828 (1989).
- [2] Teruya Shinjo and Hidefumi Yamamoto : Journal of The Physical Society of Japan, **59**,3061 (1990).
- [3] M.N.Baibich, J.M.Broto, A.Fert : Phys. Rev. Lett. **61**, 2472 (1988).
- [4] C.Dupas, P.Beauvillain, C.Chappert : J.Appl.Phys. **67**, 5680 (1990).
- [5] B.Dieny, V.S.Speriosu, S.S.P.Parkin : Phys. Rev. B. **43**, 1297 (1991).
- [6] A.Chaiken, G.A.Prinz, J.J.Krebs : J.Appl.Phys. **67**, 4892 (1990).