

C3

Permalloy/Al₂O₃/Co 접합의 자기 Tunneling 효과

숙명여대 이민숙*, 송은주, 장현숙, 김미양, 김재성, 이장로
전북대 이용호

Magnetic Tunneling Effects of Permalloy/Al₂O₃/Co Junction

Sookmyung Women's Univ. M.S.LEE*, O.J.SONG, H.S.JANG, M.Y.KIM, J.S.KIM, J.R.RHEE

Jeonbuk National Univ. Y.H.LEE

1. 서론

강자성 금속의 두 전극사이에 얇은 비자성의 절연층을 끼운 구조를 갖는 강자성 tunnel 접합의 특징은 tunnel conductance가 두 전극의 자화를 형성하는 각도에 의존하여 변화한다는 것이다. 이러한 자기 valve 효과에 관하여 1975년 Julliere (1)가 Fe/Ge/Co 접합에 대하여 최초의 실험보고를 한이래 1982년 Gaefvert 등의 Ni/NiO/(Ni, Co, Fe) 접합에 관한 보고에서는 tunnel 저항의 히스테리시스성 자장 의존성을 관측한 것이 알려져 있다. (2) 더우기 1989년 Slonczewski 는 tunnel conductance 가 두 전극의 자화를 일으키는 각의 여현에 비례해서 변화하는 것을 이론적으로 제시하였다. (3) 근래에 와서 금속인공 격자의 giant magnetoresistance Effect 가 많은 주목의 대상이 되고 있지만(4) 자기 valve 효과 역시 그 효과와 유사한점을 가져서 관심사가 되고 있다.

본 연구에서는 유리기판에 열저항가열식 진공증착방법으로 제작한 Permalloy/Al₂O₃/Co 접합 박막의 자기 valve 효과를 측정하고 시료진동형자기계로 측정한 자기이력곡선을 통하여 tunnel 저항의 히스테리시스성 자장 의존성을 조사하였다.

2. 실험방법

base 전극(53 Ni-Fe) 으로 진공도 1×10^{-6} Torr 에서 유리기판 위에 폭 3 mm, 두께 1000 Å의 Permalloy 를 증착한 후에 그 위에 약 10 Å 의 얇은 Al 막을 증착하고 대기중에서 산화시키거나 전기로에서 100 °C 로 2 시간정도 열처리하여 절연층 Al₂O₃ 를 만든다. 다시 그 위에 base 전극에 직교하도록 대향전극 Co 를 1000 Å 정도 증착하여 Permalloy/Al₂O₃/Co 접합 (또는 Permalloy/Al-Al₂O₃/Co 접합)으로

를 제작하고 전극용 단자에는 Ag 를 증착하였다.

제작된 접합시료의 tunnel 저항을 측정하기 위하여 base 전극의 한 단자로 부터 일정전류 I 를 흘리고 절연층을 통과시킨 후 base 전극과 직교하는 대향전극의 한 단자로 부터 끄집어 내고 각각의 직교하는 다른 base 전극과 대향전극의 단자들로 부터 전압을 구하여 I-V 특성을 측정한다. 접합시료의 tunnel 저항의 자장 의존성을 관측하기 위하여 전류의 방향과 직각방향으로 자장을 가하고 서로 직교하는 base 전극과 대향전극사이의 저항의 변화를 Wheat-ston's bridge 방법으로 측정하여 기록계로 관측하였다. Tunnel 저항의 히스테리시스성 자화 의존성의 시료 자화상태와의 관련성을 조사하기 위하여 시료진동형자기계를 사용하여 접합시료와 동시에 제작한 Permalloy/Al₂O₃/Co 접합박막의 자기이력곡선을 관측하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Permalloy/Al₂O₃/Co 접합시료의 base 전극과 대향전극사이의 전류-전압 특성을 조사한 결과는 tunnel 효과에 특유의 비선형인 특성을 나타내었다. 접합시료의 실온에서 tunnel 저항의 자장 의존성의 측정과 자기이력곡선 관측을 통하여 얻은 결과로서 Permalloy 및 Co 전극의 각각의 보자력인 20 Oe 및 120 Oe 의 범위내의 자장인 27 Oe 에서 tunnel 저항이 최대가 됨을 알았다. 이것은 자기이력곡선의 어깨에 단을 가진 특징을 가진 자화상태로 부터 추정이 가능한 것으로 두 전극의 자화가 서로 반평행이 된 상태에 대응하고 있다. 또 이 tunnel 저항의 변화는 히스테리시스를 나타내고 있다. 이러한 측정 결과는 Slonczewski 의 이론과 모순되지 않고 또 그들의 히스테리시스 특성은 시료의 자기이력곡선에서 측정된 두 전극의 자화상태의 변화와도 모순되지 않는다. tunnel 저항의 변화율은 실온에서 0.03 %을 나타내었다. 그러나 J. Rauluszkiewicz 등⁽⁵⁾은 tunnel 저항의 히스테리시스를 동반한 자장 의존성은 자기 valve 효과 만으로는 설명이 어려우며 절연층의 자구조의 복잡한 변화와 관련한 스핀 필터링을 받는 것으로 보고 있으나 좀 더 연구 해야 할 과제이다.

4. 참고문헌

- (1). M. Julliere, Phys. Lett. 54a, 225(1975).
- (2). S. Maekawa and U. Gaefvert, IEEE Trans. Magn. MAG-18, 707(1982).
- (3). J. C. Slonczewski, Phys. Rev. B39, 6995(1989).
- (4). N. Hosoito, S. Araki, K. Mibu and T. Shinjo, J. Phys. Soc. Jpn. 59, 1925(1990).
- (5). J. Nowak and J. rauluszkiewicz, J. Magn. Magn. Mater., 109, 79(1992).