

Heat treatment effect on magnetoresistance effect in Mumetal\Co\AlO_x\CoNiCr junction

충남대학교 재료공학과 이영우, 이태효, 김종오
고기능성자성재료연구센터 윤대식

1. 서론

터널링 자기저항 접합에 대한 연구는 상온에서 자기저항 비 10 % 이상의 큰 변화율을 갖는 터널링 자기저항 샘플 제작된 이후 많은 연구들이 이루어져왔다. 특히 두 개의 금속 자성층 사이에 절연 산화막을 이용한 접합 샘플의 경우, 최근까지 보고된 최대 자기저항비는 38 %에 달하고 있다. 이러한 터널링 자기저항은 하드디스크의 판독헤드로 사용될 경우 100 Mb/in² 이상의 기록밀도가 가능할 뿐만 아니라 이력현상을 갖는 자기적 특성을 이용한 MRAM(Magneti Random Access Memory)으로의 이용 가능성이 검토되고 있다. 이러한 터널링 자기저항의 연구방향은 자기저항 비 증가, 접합의 저항값 조절 등 여러 가지 이지만 자기저항을 증가시키는 것이 제일 중요하며 이를 위해서는 큰 스핀 분극율을 갖는 자성재료에 대한 연구가 필요하다. 자성재료의 스핀 분극율은 전자들의 스핀 방향을 자성체의 자화방향에 평행하게 배열하는 비율로 자성재료의 포화자화에는 크게 의존하지 않는다. 따라서 큰 자기저항 비를 얻기 위해서는 큰 스핀 분극율을 갖는 자성층을 이용해야 하며 다양한 조성의 자성 재료에 대한 연구가 필요하다. 또한 300 °C 이하의 온도에서 진공 자장중 열처리를 하면 산화절연층의 구조 및 산화상태가 터널링에 적합해 지면서 자기저항 특성을 향상된다고 알려져있다.

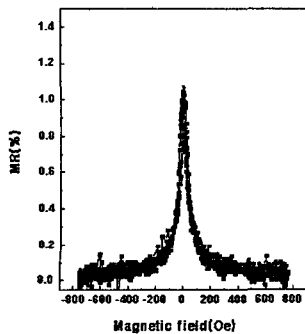
본 연구에서는 Co₇₀Ni₂₀Cr₁₀ 3 원계 합금을 이용하여 터널링 접합을 제작하고 고진공에서 자장중 열처리를 함으로써 Mumetal\Co\AlO_x\Co₇₀Ni₂₀Cr₁₀ 접합의 자기저항 특성을 조사하였다.

2. 실험방법

Mumetal\Co\AlO_x\Co₇₀Ni₂₀Cr₁₀ 접합은 모두 RF magnetron sputtering 법으로 제작되었다. 실험전 진공도는 3×10⁻⁷ Torr 이하였으며 스퍼터링 시의 Ar 가스 분압은 3 mTorr로 고정되었다. 기판은 1000 °C에서 3시간 열산화 방법으로 산화층을 성장시킨 실리콘 웨이퍼를 이용하였다. Mumetal, Co, AlO_x, Co₇₀Ni₂₀Cr₁₀ 층의 두께는 장시간 두껍게 성막한 후 성막시간으로 나눈 평균 성막 속도를 이용하여 각각 50 nm, 10 nm, 2 nm, 60 nm로 고정하였다. 터널링 접합을 위한 각 층의 패턴은 금속 마스크를 이용하여 십자 패턴을 형성하였으며, 접합 면적은 0.81 mm² 였다. 터널링 절연장벽층은 금속 Al층을 성막한 후 과산화수소를 이용하여 산화시켰다. 자기저항은 일정한 전류를 접합에 흐르게 한 후 자기장에 따른 전압을 측정하는 4 단자 법을 이용하였다.

후 열처리에 따른 자기저항 특성 변화를 조사하기 위해 3×10⁻⁶ Torr 이하의 진공에서 Mumetal의 장축방향으로 1 kOe의 자기장을 가하면서 1 시간 열처리 한 후 자기저항 특성을 평가하였다.

3. 실험결과



과산화수소로 산화시킨 알루미늄 산화 절연막은 초기의 보고와 달리 저항값이 매우 감소하여 ~8.1 kΩ·μm²으로 감소하였다. 자장중 열처리에 의해서 저항 변화가 일어나는 자기장 영역이 ± 100 Oe 이내로 감소하였으나 자기저항 값의 변화는 거의 발생하지 않았다.

4. 결론

Mumetal\Co\AlO_x\Co₇₀Ni₂₀Cr₁₀ 접합의 터널링 자기저항은 1 % 수준이었으며, 열처리에 의해 전체적인 포화 자기장은 감소하였으나 자기저항 값의 개선은 이루어지지 않았다.