

충남대학교 이영우*

충남대학교 이태효

충남대학교 김철기

충남대학교 김종오

Underlayer surface etching effect on the tunneling magnetoresistance

Chungnam National University Y. W. LEE*

Chungnam National University T. H. LEE

Chungnam National University C. G. KIM

Chungnam National University C. O. KIM

1. 서론

자성 박막을 이용한 자기 센서 및 소자에 대한 연구가 매우 활발히 진행되고 있다. 대표적으로 거대 자기저항(GMR)과 터널링자기저항(TMR)을 들 수 있으며 이들 샘플은 수 또는 수십 나노미터 두께를 갖는 강자성층과 전도성 또는 절연성 박막으로 구성된 다층박막으로 제작된다. 이러한 센서 및 소자의 성능은 박막의 구조 특히 표면특성에 의해 크게 영향을 받는다. 다층 박막의 경우 계면의 거칠기 및 상호 확산등은 성장시키는 동안 여러 변수들에 의해서 변화한다. 따라서 박막의 표면 및 계면 특성을 분석하는 일은 박막 연구에 있어서 매우 중요하다.

박막의 표면을 균일하게 제작하는 방법에 대한 연구는 오랫동안 연구되어 왔다. 첫 번째로는 박막을 제작할 때 실험조건을 제어하여 균일하게 제어하는 방법이 있고, 두 번째로는 제작 후 표면을 평탄화시키는 방법이 있다.

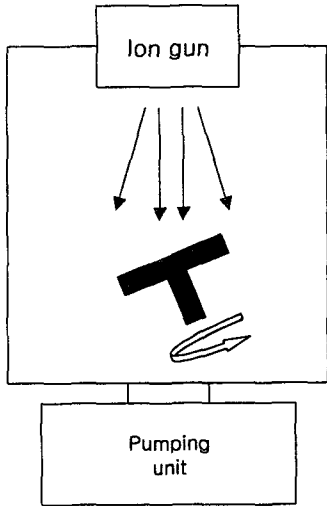
본 연구에서는 스퍼터링법으로 Cu 하부 전극층을 제작하고 Ar을 가스를 이용한 이온빔으로 표면을 식각하면서 표면구조를 조사한다. 또한 표면 에칭된 Cu 층을 하부전극으로 사용하여 TMR 샘플 제작하고 자기적 특성을 평가한다.

2. 실험방법

Cu 하부층 및 Cu/Mumetal/Al oxide/CoFe/Cu 다층박막은 RF magnetron sputtering 법으로 제작되었다. 실험전 진공도는 3×10^{-7} Torr 이하였으며 스퍼터링 시의 Ar 가스 분압은 3×10^{-3} Torr로 고정하였다. 기판은 1000 °C에서 3시간동안 열산화 방법으로 산화층을 1300 Å 성장시킨 실리콘 웨이퍼를 이용하였다. 모든 층들의 두께는 투과전자현미경, α -step을 이용하여 성장속도를 조사한 후 증착시간으로 조절하였다. Mumetal, CoFe, Al, Cu 각각의 성장속도는 0.74 Å/s, 1.0 Å/s, 0.77 Å/s, 2.57 Å/s 이다. 터널링 절연장벽층은 금속 Al층을 성막한 후 산소를 대기압으로 채우고 내부온도 60 °C에서 산화시간을 바꾸면서 자연산화층을 형성하였다. 자기적 특성은 진동샘플형 자력계(VSM)를 이용하여 측정하였으며 다층박막의 자기저항은 일정한 전류를 집합에 흐르게 한 후 자기장에 따른 전압 변화를 측정하는 4

단자법을 이용하였다.

그림 1은 이번 실험에 사용된 이온빔 에칭 장치의 개략도이다. 기본 진공은 5×10^{-6} Torr 이며 Ar 가스 압력은 5×10^{-4} Torr 이다. 에칭되는 동안 샘플은 냉각수로 냉각시키면서 입사각에 대해 23° 벗어난 상태에서 5 rpm의 속도로 자전한다. 이렇게 에칭된 Cu 전극의 거칠기 및 표면구조는 AFM으로 조사하였다.



3. 실험결과 및 고찰

그림 2는 하부층 에칭전 산화시간에 따른 터널링 자기저항 변화를 보여준다. 산화시간을 3시간에서 18시간까지 변화시키면서 자기저항을 측정하였다. 산화시간이 감소함에 따라 자기저항은 증가하지만 동시에 제작된 샘플 사이에 계산된 표준 편차도 동시에 증가하였다. 접합저항은 산화시간에 따라 일정한 경향은 보이지 않았다.

그림 1 이온빔 에칭 시스템 개략도

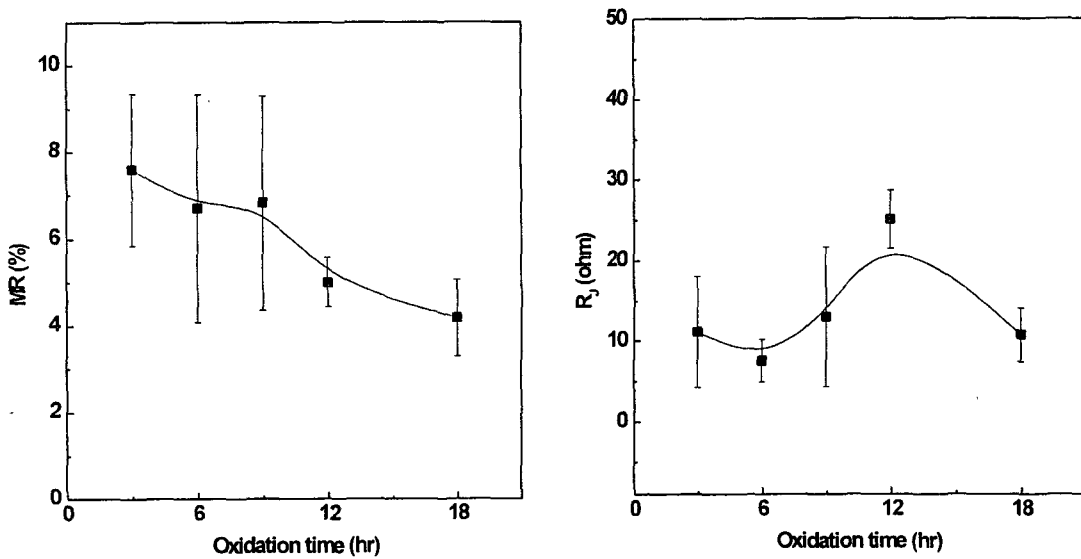


그림 2 산화시간에 따른 TMR 집합의 자기저항 및 접합 저항 변화