

La_{2/3}Sr_{1/3}MnO₃/BaFe₁₂O₁₉/SiO₂/Si(001) 입상형 다층박막 구조에서
강자성 BaFe₁₂O₁₉ 중간층이 저 자장 터널형 자기저항 특성에 미치는 영향

국민대학교 심인보*, 안성용, 이희민, 유홍주, 김철성
연세대학교 최세영

The Influence of Ferromagnetic BaFe₁₂O₁₉ Layer for Low-Field Tunnel-Type Magnetoresistance on
La_{2/3}Sr_{1/3}MnO₃/BaFe₁₂O₁₉/SiO₂/Si(001) Granular-Type Multilayer Thin Films
Kookmin Univ. In-Bo Shim*, Sung-Yong An, Hi-Min Lee, Hong-Ju Yu, and Chul Sung Kim
Yonsei Univ. Se-Young Choi

1. 서 론

초거대 자기저항(colossal magnetoresistance:CMR) 현상을 나타내는 망간산화물에 대한 폭 넓은 연구에도 불구하고 응용상의 관점에서 강자성 전이온도가 지나치게 낮거나, 실온에서 미미한 자기저항 변화율 및 큰 외부자장을 인가하여야만 CMR 현상이 발현되고 있는 점이 극복하여야 할 가장 큰 문제점이다. 이러한 문제점을 극복하기 위한 하나의 방법으로 초거대 자기저항 현상을 나타내는 망간 산화물을 터널형 자기저항(tunnel-type magnetoresistance(TMR)) 재료로 적용하여 망간산화물의 입계효과(grain boundary effect)를 이용한 저 자기장 영역에서의 자기저항 변화를 발현하고자 하는 연구이다[1]. 즉, 망간 산화물에서의 TMR 효과에 대한 연구는 낮은 외부 인가자장 하에서 CMR 현상을 발현하고자 하는 것으로 강자성 터널 접합체와 같은 다층(multilayer) 박막화 연구와 in-plane 입상(granular) 박막화 연구로 구분할 수 있다. 본 연구에서는 졸-겔 박막 증착법을 이용하여 실리콘(Si) 기판상에 강자성체 바륨 페라이트를 증착한 후 입상구조(granular-type)에 해당하는 페로스카이트 La_{2/3}Sr_{1/3}MnO₃ (LSMO) CMR 재료를 그 상단에 증착하여, 중간층으로 삽입된 강자성체 바륨 페라이트의 두께 변화가 상온, 저 자기장 영역에서의 터널형 자기저항 특성 변화에 미치는 영향을 고찰하고자 하였다.

2. 실험방법

바륨 페라이트 및 LSMO 박막 제조용 stock solution은 acetic acid, ethanol 및 distilled water를 용매로 선정하여 0.2 몰농도의 코팅용 stock solution을 제조하였다. 바륨 페라이트 및 LSMO 박막화를 위하여 열산화 Si(100) 기판상에 4000 rpm, 30초간 스펀코팅 하여 적절한 열처리 온도에서 결정화함으로써 박막을 제조하였으며, stock solution의 희석과 코팅횟수의 반복을 통하여 바륨 페라이트의 두께 변화를 조절하였다. 박막의 결정생성 분석은 Phillip's사의 X'pert-MPD 회절분석기를, 입도(grain size), 입도 분포 및 표면 거칠기와 같은 in-plane 및 cross-sectional 미세구조는 FE-SEM 및 AFM을 이용하여 관

찰하였다. LSMO 박막의 자성특성은 진동 시료형 자력계를 이용하여 외부자계를 500 Oe까지 인가한 상태에서 상온에서의 자기이력곡선을 통해 측정하였으며, 터널형 자기저항 변화비는 4단자법 자기저항 측정장비를 이용하여 상온에서 측정하였다. 이때 외부 인가자장은 500 Oe 였으며, 박막의 표면과 전류방향에 대하여 수평으로 인가하였다.

3. 실험결과 및 고찰

XRD 분석 결과 600 °C 이상의 온도에서 순수한 바륨 페라이트 결정상을 얻을 수 있었으며, 페롭스카이트 결정상은 400 °C 이상의 온도에서 생성됨을 확인할 수 있었다. 이때 LSMO 격자 상수는 $a_0=3.88$ Å 이었으며, 바륨 페라이트의 두께 변화에 따라서는 거의 변화가 없음을 확인할 수 있었다. 800 °C, 공기중에서 열처리한 박막의 미세구조 측정 결과 LSMO 입자크기는 약 50nm 였으며, 바륨 페라이트 층의 두께 증가에 따라서는 거의 변화가 없었으며, 전체적으로 균일한 형상의 미세구조가 나타남을 알 수 있었다. Atomic force microscope(AFM) 장비를 이용한 박막의 표면 특성 측정 결과 LSMO 박막의 표면 거칠기는 바륨 페라이트 층의 두께 증가에 따라서 점차 감소하는 경향을 나타내었다. 상온에서 VSM을 이용한 박막의 자성 특성 측정 결과 강자성체 바륨 페라이트에 의한 hysteresis 곡선과 LSMO 페롭스카이트에 의한 hysteresis 곡선이 중첩된 2중 hysteresis 곡선이 나타남을 확인할 수 있었으며, 박막의 보자력 및 자화값은 바륨 페라이트층의 두께 증가에 따라 점차 증가함을 알 수 있었다.

Fig.1은 바륨 페라이트의 두께변화에 따른 상온, 저 자기장 영역(500 Oe)에서의 자기저항 변화비 측정 결과를 나타내고 있다. 바륨 페라이트 중간층의 두께 증가에 따라 0.46 % (LSMO/SiO₂/Si) 에서 0.25 % (LSMO/BaFe₁₂O₁₉(15 th coating)/SiO₂/Si)로 감소함을 볼 수 있다. 이러한 결과는 강자성체 바륨 페라이트의 스핀 배열에 따라서 상부 층의 LSMO 층의 스핀 배열이 억제되어 나타난 결과라 할 수 있다

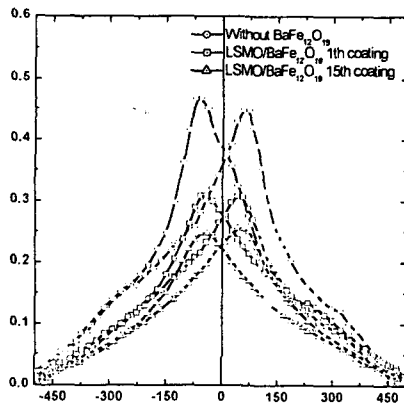


Figure 1. BaFe₁₂O₁₉ 중간층의 두께 변화에 따른 터널형 자기저항 변화비

참고문헌

- [1] H. Y. Hwang, S-W. Cheong, N. P. Ong, and B. Batlogg, Phys. Rev., 77(10), 204 (1996).