

전기도금 방법으로 제작한 NiFe/Ni 2층 박막에서의 교환결합

윤석수*, 임병화, 김건우, 문경필, 김동영
안동대학교 물리학과

1. 서론

강자성/반강자성 2층 박막 구조에서 두 층사이의 교환결합은 강자성층에 교환바이어스라 불리는 일방향이방성을 일으킨다. 이러한 교환바이어스로 인해 강자성층의 자기이력곡선에서 중심이동이 수평축(자기장 축) 방향으로 나타나며 이동한 크기를 교환바이어스 자기장(H_{ex})로 나타낸다[1,2]. 교환바이어스는 스핀밸브 거대 자기저항 소자와 터널링 자기저항 소자 등의 응용에서 강자성층의 자화를 붙들어 주는 중요한 역할을 하기 때문에 매우 많은 연구가 집중되고 있다.

본 연구에서는 연자성 NiFe/경자성 Ni 2층 구조의 박막을 전기도금 방법으로 제작하여 이 구조에서의 교환결합 현상을 조사하였다.

2. 실험방법

연자성 NiFe/경자성 Ni 2층 박막은 금 박막이 입혀진 실리콘 웨이퍼 기판위에 3전극 구조에서 정전압(potentiostatic) 방식으로 전기도금하여 제작하였다. 전기 도금시 NiFe 용과 Ni 용 도금용액을 교체하는 방법으로 2층을 쌓았으며 각 층의 두께는 도금시간으로 조정하였다.

제작된 NiFe/Ni 2층 박막의 구조적 특성은 X-선 분광기가 부착된 전계방출형 주사현미경(Field Emission SEM)으로 분석하였다.

NiFe/Ni 2층 박막의 교환바이어스 특성은 VSM으로 자기이력 곡선을 측정하여 분석하였다.

3. 실험결과 및 고찰

NiFe/Ni 2층 박막의 단면을 FE-SEM으로 관찰하고 단면의 높이 방향으로 X-선 분광기를 스캔하면서 조성을 분석한 결과 도금 시간에 따라 수십에서 수백나노미터 두께 범위에서 NiFe/Ni 2층 박막이 잘 형성되었음을 확인할 수 있었다.

그림 1은 -1.0 Volts의 도금전압에서 각각 200초 동안 도금하여 제작한 NiFe/Ni 2층 박막의 자기이력 곡선을 보여준다. 이 곡선을 보면 상대적으로 경자성 특성을 지닌 Ni 층과 연자성 특성을 지닌 NiFe 층의 순차적 자화반전으로 인해 두 계단 형태의 증가와 감소를 보인다. 그림 1로부터 NiFe 층의 H_c 값은 약 20 Oe 이며 Ni 층의 H_c 값은 100 Oe 정도를 보인다는 것을 알 수 있다.

그림 2는 NiFe/Ni 2층 박막을 2000 Oe 정도의 양의 방향 자기장에 노출 시켜 Ni 층의 자화를 양의 방향으로 포화시킨 후 NiFe 연자성만 자화반전을 일으키는 범위의 자기장을 가하여 측정한 NiFe 부분 자기이력곡선을 보여준다. 이 결과를 보면 자기이력곡선의 중심이 음의 자기장 방향으로 이동하였음을 알 수 있다. 이는 Ni와 NiFe 층 사이의 교환결합이 NiFe 층에 교환 바이어스를 작용하고 있음을 나타낸다. 교환 바이어스 자기장의 크기는 $H_{ex} = 5.1$ Oe로 측정되었다. 자기이력곡선의 중심이 음의 자기장 방향으로 이동하였다는 것은 교환결합 자기장의 방향이 포화되어 있는 Ni 층의 자화방향과 같은 방향임을 의미한다. 이로부터 NiFe와 Ni 사이의 교환결합이 강자성 결합임을 알 수 있다.

NiFe/Ni 2층 박막의 상대적 두께를 달리하면서 교환결합 특성의 변화도 실험적으로 관찰하였으며 그 특성을 교환 스프링 모델에 의해 분석하였다. 이러한 연구결과를 바탕으로 연자성 NiFe/경자성 Ni 2층의 교환결합 특성

을 이용하는 자기센서 소재를 전기도금 방법으로 개발하고자 한다.

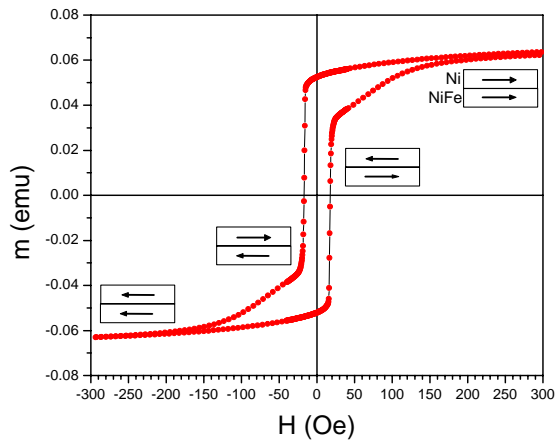


Fig. 1 NiFe/Ni 2층 박막의 전체 자화 곡선

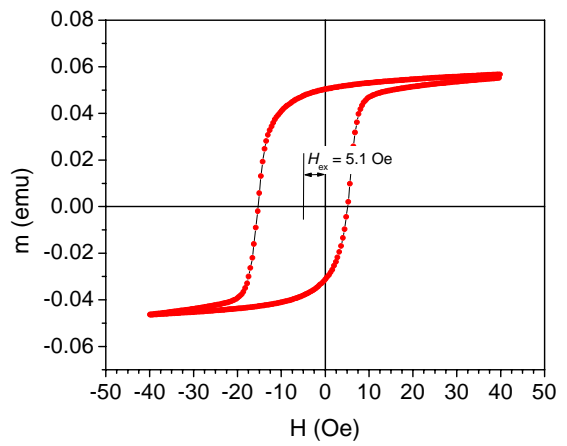


Fig. 2 NiFe/Ni 2층 박막의 부분 자화 곡선

이 연구는 2009학년도 안동대학교 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

4. 참고문헌

- [1] M. Kiwi, J. Magn. Magn. Mater. 234, 584, 2001.
- [2] J. Nohues, I.K. Schuller, J. Magn. Magn. Mater. 192, 203, 1999.