

Py/FeMn/Py 다층박막의 교환바이어스에 대한 계면구조 영향 (Interface effect on the exchange bias in Py/FeMn/Py multilayers)

충남대학교 재료공학과

이영우*, 윤상민, 호영강, 임재준, 홍성민, 김철기, 김종오

1. 서론

FeMn 합금은 이방성 자기저항 소자를 목적으로 하는 퍼말로이 박막을 안정화시키는 목적으로 처음 사용된 이후로, 스핀밸브 자기저항 소자에서 퍼말로이 박막의 자화를 고정시키는 용도로 많이 이용되었다. Lin과 동료들에 따르면 FeMn 합금은 교환 바이어스는 5 kA/m (62.6 Oe), 비저항 130 $\mu\Omega\text{cm}$, 저지 온도(blocking temperature) 150 $^{\circ}\text{C}$, 사용두께 10 nm 등의 특성값을 갖는다. 본 연구에서는 FeMn의 씨앗층과 강자성 고정층으로 퍼말로이를 사용하여 Py/FeMn/Py 3층 박막을 제작한 후 씨앗층과 고정층의 교환 바이어스를 측정하였다.

2. 실험방법

RF magnetron sputtering 장치를 이용하여 Sub/Py 10/FeMn 30/Py 10 다층박막을 제작하고 비대칭 교환바이어스를 조사하였다. 상부와 하부의 교환바이어스를 확인하기 위하여 각 계면에 2 nm 두께를 갖는 Al 층을 삽입하였다. Py/FeMn 계면구조를 확인하기 위하여 절단면 투과전자현미경 분석을 하였다. MR 소자에서의 교환바이어스 효과를 조사하기 위하여 Sub/Ta 5/Py 5/FeMn t(t = 3, 5, 6, 7, 10, 15, 20, 25)/Py 5/AlOx 1.5/Py 10/Ta 5 (nm)의 박막을 제작하고 진동샘플형자력계를 이용하여 자기이력곡선을 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Py 10/FeMn 30/Py 10 박막의 자기이력곡선을 그림 1에 제시하였다. 일반적으로 Py/FeMn 박막의 교환 바이어스는 Py와 FeMn의 두께에 의존한다. 그러나 그림 1의 경우 상부와 하부 퍼말로이 층의 두께가 동일함에도 불구하고 교환 바이어스의 차이가 발생함을 알 수 있다. 교환 바이어스는 계면의 인접한 자기 모멘트 사이에 작용하는 결합력이므로 계면에 비자성 박막을 삽입하면 비자성 박막을 삽입하지 않은 계면에서만 바이어스가 나타나게 되어 각 계면의 바이어스를 확인할 수 있다. Al 삽입층이 하부 계면에 있을 때는 38 Oe의 바이어스가 사라지고, Al 삽입층이 상부 계면에 있을 때는 12 Oe의 바이어스가 사라진다. 따라서 하부 계면에서 큰 바이어스가 걸리고 상부 계면에 작은 바이어스가 걸리는 것을 확인할 수 있었다. 교환 바이어스는 계면 특성이므로 상, 하부 계면의 차이가 있는 것으로 보고 TEM 단면 분석을 하여 계면의 차이를 조사하였다. 그림 2는 FeMn 두께를 다르게 제작한 Py/FeMn/Py 계면을 보여준다. FeMn 두께가 5 nm로 얇을 때는 상부와 하부 계면을 확

인하기 어렵고 따라서 계면의 차이가 관찰되지 않는다. 그러나 FeMn 층의 두께가 30 nm로 크게 증가하면 하부 계면은 여전히 평탄한 반면 상부 계면은 두께가 증가할수록 거칠기가 증가한다. 계면이 거칠게 되면 높낮이에 따라 서로 다른 정렬 방향을 갖는 스핀들이 교환 바이어스에 참여하면서 스핀 바이어스의 벡터합은 감소하게 되고, 전체 교환 바이어스가 감소한다고 판단된다.

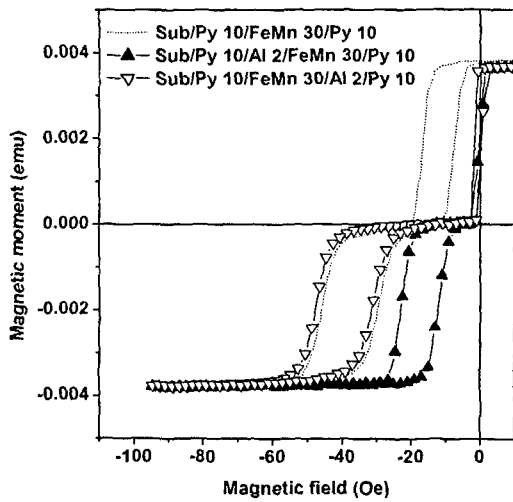


Figure 1 Hysteresis loops of exchange bias multilayers with Al insert layer.

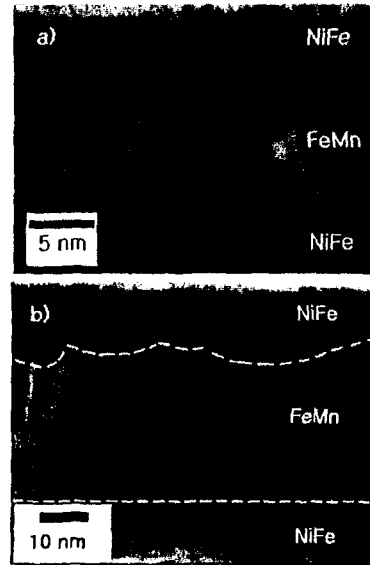


Figure 2 Cross-sectional TEM images with different interfaces.

4. 결론

Py/FeMn/Py 구조의 다층박막에서 동일한 조건으로 퍼말로이 박막을 성장하였을 때 상 하부 계면의 교환 바이어스 차이를 관찰할 수 있었다. 하부 계면은 FeMn의 두께에 무관하게 평탄한 구조를 갖지만 FeMn의 두께가 증가할수록 상부 계면의 거칠기가 증가함에 따라 교환 바이어스가 감소함을 알 수 있었다.