[NiFe/NiFeCuMo/NiFe]/FeMn 다층박막의 교환결합력과 보자력

최종구[1]*, 박광준[2], 손일호[3], 김근호[3], 황도근[1,3], 이장로[4], 이상석[1,3]
[1]상지대학교 대학원 동서의료공학과, 강원도 원주시 우산동, 220-702
[2]상지대학교 이공과대학 응용물리전자학과, 강원도 원주시 우산동, 220-702
[3]상지대학교 보건과학대학 한방의료공학과, 강원도 원주시 우산동 220-702
[4]숙명여자대학교 자연과학대학 물리학과, 서울시 용산구 140-742

1. 서 론

본 연구에서는 새로운 연자성 박막에 대한 자기적 특성에 대해 NiFeCuMo 단층박막을 이온빔 스퍼터링 방법으로 증착하여 강자성체인 NiFe 박막 사이에 상호 중간층으로 삽입한 샌드위치형 다층박막구조에 대한 교환결합력(exchange bias field, H_{ex})과 보자력(coercivity, Hc)을 비교하여 실험결과를 살펴보았다. 고감도 GMR-SV 및 MTJ 소자에서 비자성체인 금속 및 산화층인 Cu 그리고 Al_2O_3 혹은 MgO 층과 인접한 층 사이에는 반드시 기존의 강자성체를 유지해야 하므로 NiFeCuMo 박막을 강자성체인 NiFe 박막 사이에 삽입한 NiFe/NiFeCuMo/NiFe 샌드위치형 다층박막구조의 자기적 특성을 조사하였다.

2. 실험결과 및 고찰

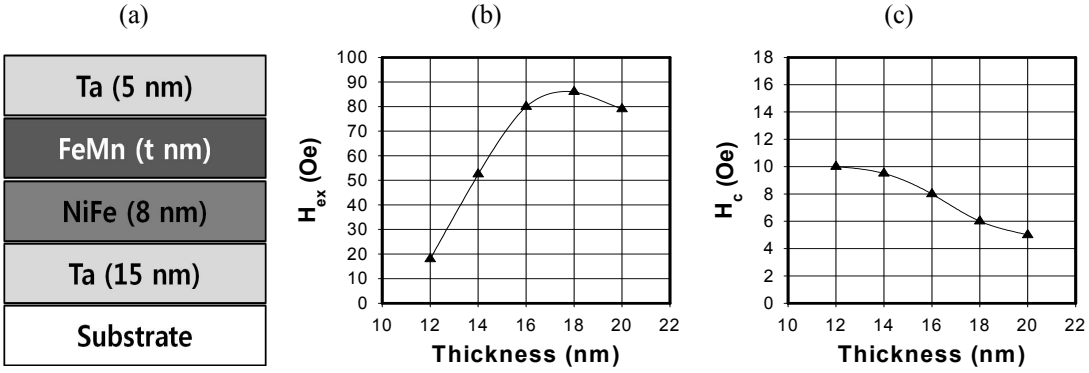

Fig. 1. (a) The sample structure, (b) and (c)the exchange bias field and coercivity of antiferro-magnetic FeMn layers with different thickness.

Fig. 1은 NiFe 박막 위에 반강자성체인 FeMn 박막을 삽입한 다층박막구조의 자기적 특성을 조사한 것이다. Fig. 1(a)는 glass/Ta(15 nm)/NiFe(8 nm)/FeMn(t nm)/Ta(5 nm) 다층박막구조를 도시한 것이며, Fig. 1(b)와 (c)는 NiFe 박막 위에 삽입한 FeMn 박막의 두께를 12 nm에서 20 nm까지 2 nm 간격으로 증가시켰을 때 교환결합력과 보자력의 값이 변한 것을 나타낸 것이다. Fig. 1(b)에서 교환결력의 값은 점진적으로 증가하여 FeMn 박막의 두께가 18 nm일 때 86 Oe의 최대값을 나타내었으며, 20 nm에서부터는 79 Oe으로 감소하였다. 그리고 Fig. 1(c)에서 보자력의 값은 FeMn 박막의 두께가 증가함에 따라 완만하게 감소하였다.

Fig. 2는 NiFe 박막 사이에 NiFeCuMo 박막을 삽입한 샌드위치형 다층박막구조의 자기적 특성을 조사한 것이다. Fig. 2(a)는 glass/Ta(15 nm)/NiFe(4 nm)/NiFeCuMo(t nm)/NiFe(4 nm)/FeMn(18 nm)/Ta(5 nm) 다층박막구조를 도시한 것이며, Fig. 2(b)와 (c)는 두께가 4 nm인 NiFe 박막 사이에 삽입한 NiFeCuMo 박막의 두께를 0 nm에서 2.5 nm까지 0.5 nm 간격으로 증가시켰을 때 교환결합력과 보자력의 값이 변한 것을 나타낸 것이다.

Fig. 2(b)에서 교환결합력의 값은 NiFeCuMo 박막의 두께가 1.0 nm일 때 77 Oe의 최대값으로 증가하였으며, 1.5 nm에서부터는 60.5 Oe으로 서서히 감소하였다. 그러나 Fig. 2(c)에서 NiFeCuMo 박막의 두께가 증가함에 따라 보자력의 값은 6 Oe과 11 Oe 정도로 변함이 없었다.

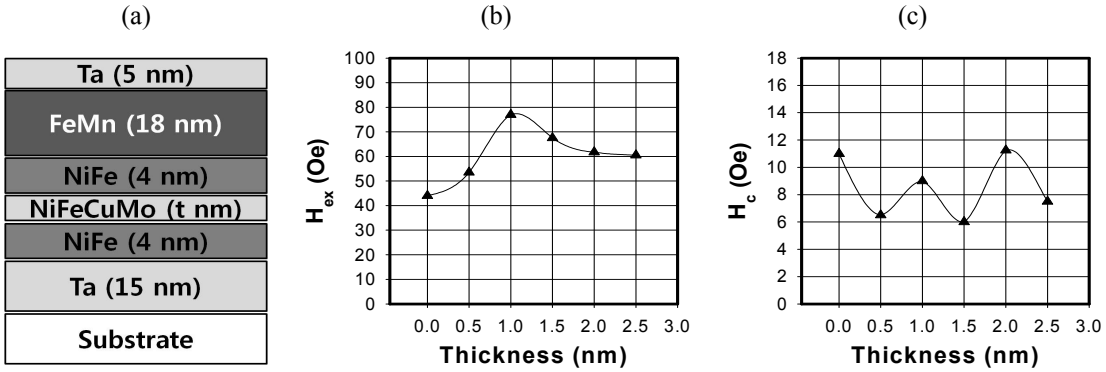

Fig. 2. (a) The sample structure, (b) and (c) the exchange bias field and coercivity of [NiFe/NiFeCuMo/NiFe]/FeMn multilayers depending on one intermediately super-soft magnetic NiFeCuMo layers with different thickness.

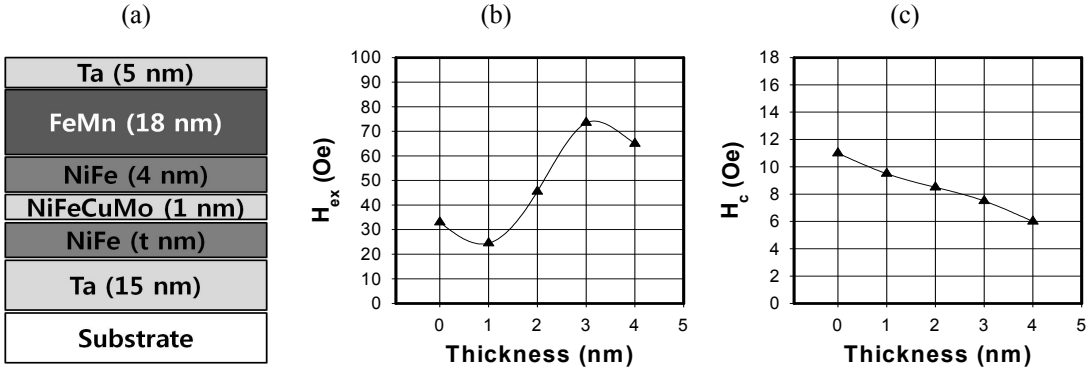

Fig. 3. (a) The sample structure, (b) and (c) the exchange bias field and coercivity of [NiFe/NiFeCuMo/NiFe]/FeMn multilayers with different thickness of the bottom NiFe layer.

Fig. 3은 Fig. 2(a)와 동일한 박막구조에서 NiFeCuMo 박막의 두께를 1 nm로 고정하여 Bottom층인 NiFe 박막의 두께를 0 nm에서 4 nm까지 1 nm 간격으로 증가시켰을 때 교환결합력과 보자력의 자기적 특성을 조사한 것이다. Fig. 3(b)에서 교환결합력의 값은 NiFe 박막의 두께가 1 nm일 때 다소 감소하였으나 다시 점진적으로 증가하여 두께가 3 nm일 때 73.5 Oe의 최대값을 나타내었으며, 4 nm에서부터는 65 Oe으로 감소하였다. 그리고 Fig. 3(c)에서 보자력의 값은 Bottom층 NiFe 박막의 두께가 증가함에 따라 완만하게 감소하였다.

3. 결 론

샌드위치형 다층박막구조에서 NiFe 박막 사이에 자유층으로 초연자성을 띠는 NiFeCuMo 박막을 삽입하면 높은 자기저항비나 자장감응도를 유지하는 고감도 바이오센서용 GMR-SV 및 MTJ 소자에서 교환결합층으로 활용할 수 있다.

감사의 글

이 논문은 교육과학기술부 한국연구재단의 지원을 받아 수행하고 있는 2010년도 하반기 기본연구지원사업(2010-0024665)과 2011년도 상반기 기본연구지원사업(모험연구 2011-007552)과제의 연구결과임.

4. 참고문헌

[1] J. G. Choi, D. G. Hwang, J. R. Rhee, and S. S. Lee, Thin Solid Films, In Press (2011).

[2] J. G. Choi, D. G. Hwang, J. R. Rhee, and S. S. Lee, J. Magn. Magn. Mater. 322, 2191 (2010).

[3] J. G. Choi and S. S. Lee, J. Kor. Magn. Soc. 20, 129 (2010).

[4] J. G. Choi and S. S. Lee, J. Kor. Magn. Soc. 19, 142 (2009).