

[Pd/Ferromagnetic]_N/FeMn 구조에서 수직자기이방성에 의한 수직교환결합과 보자력의 특성

(Perpendicular exchange biasing and coercivity properties for perpendicular anisotropy in [Pd/Ferromagnetic]_N/FeMn multilayer)

Mi-Sun Lee*, Jin-Hee An¹, Ky-Am Lee¹, Ho-Wan Joo², Sun-Wook Kim³, Sang-Suk Lee³, Do-Geun Hwang³
 Dankook Univ.¹, Inha Univ.², Sangji Univ.³

1. 서론

강자성/반강자성체 구조를 이용한 일반적인 교환바이어스(H_{ex})는 초고밀도 자기기록 매체나 자기 박막 센서 등의 분야로 연구되고 있다. 현재까지 연구되었던 교환바이어스는 형상자기이방성에 기인한 수평자기이방성을 갖는 구조였다. 하지만 최근 인가자장 없이 스핀의 방향이 막 평면에 대해 수직인 수직자기이방성을 갖는 [Pd/Co] 또는 [Pt/Co] 다층막 위에 FeMn, NiO 그리고 IrMn 등의 반강자성체와 결합한 수직교환바이어스 현상이 연구되고 있다.[1-3] 이러한 수직자기이방성을 갖는 교환바이어스 연구 보고로 이것을 이용한 자기 및 광자기 기록 매체나 자기 박막센서로 응용하려는 연구가 활발해지고 있으며, 이러한 수직자기이방성에 의한 교환바이어스 특성은 학문적인 흥미와 응용면에서의 이용 가능성과 발전성을 보고하고 있다.[4]

본 연구는 다층박막 [Pd/Co]에서 Pd 와 Co의 총 두께는 고정하고 총 두께를 반복층수(stack number N)로 나눔으로 인한 Coersivity(H_c) 그리고 Exchange biasing(H_{ex})의 변화를 관찰하였다. 그리고 다층막에서 강자성체 물질에 따른 수직자기이방성과 자기 특성을 관찰하였다.

2. 실험방법

다층박막은 3인치 6-gun type DC 마그네트론 스퍼터링 시스템을 사용하여 1.5 mm × 1.5 mm 크기의 코닝 1737 글래스 기판 위에 Ta/[Pd/N/Co/N]_N/FeMn/Ta의 구조로 제작하였다. 기판은 아세톤, 에탄올, 증류수를 사용하여 초음파 세척으로 불순물을 제거하였다. 각 층의 증착비율은 Ta 1 Å/s, Pd 1.3 Å/s, Co 1.6 Å/s, Co₅Fe₅ 0.67 Å/s 그리고 FeMn 1.3 Å/s로 증착하였다. 증착 시 초기진공도는 4.0 × 10⁻⁷ Torr이하로 유지 하였으며, 작업진공도는 Ar 유입량을 MFC(Mass Flow Controller)로 제어하여 1.9 × 10⁻³ Torr로 유지하였다. 또한 증착 시 일정한 형태와 가장자리 효과를 없애기 위하여 제작된 마스크를 사용하여 증착하였다. 이렇게 제작된 시편의 수직이방성과 교환바이어스 측정을 위해 4-탐침법 자기저항 측정 장비를 이용하여 실온에서 Hall effect 측정을 하였다. 이 결과를 이용하여 각 시편의 보자력(H_c)과 교환바이어스(H_{ex})를 분석하였다. 또한 결정성장을 관찰하기위하여 XRD를 이용하여 관찰하였다.

3. 실험결과 및 고찰

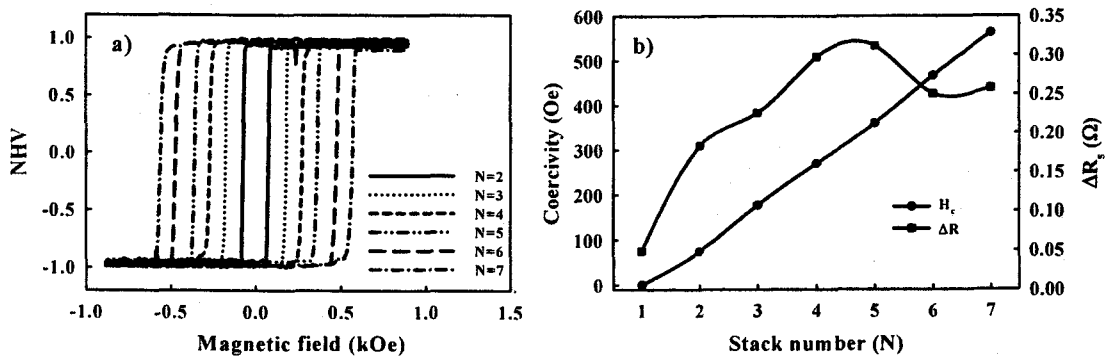


Fig 1. a) Normalized Hall Voltage(NHV) curves, b) Coercivity (H_c) and ΔR as stack number N in Ta(1.9 nm)/[Pd(4.0 nm)/N/Co(2.5 nm)/N]_N/Ta(1.9 nm) multilayer.

그림 1은 Ta(1.9 nm)/[Pd(4.0 nm)/N/Co(2.5 nm)/N]_N/Ta(1.9 nm) 구조에서 반복층수에 따른 Normalized Hall Voltage(NHV) 곡선, H_c 그리고 $\angle R$ 을 보인 것이다. [Pd/Co]₅ 다층막의 총 두께에 대한 반복층수 N이 증가함에 따라 H_c 는 570 Oe까지 연속적으로 증가하였고 $\angle R$ 은 N=5일 때 $\angle R=0.31\Omega$ 까지 증가하다가 N=6에서 감소를 한다. 그림 2는 Ta(1.9 nm)/[Pd(4.0 nm)/N/Co(2.5 nm)/N]_N/FeMn(15 nm)/Ta(1.9 nm) 구조에서 반복 층수 N의 증가에 따라 H_{ex} 와 H_c 그리고 NHV 곡선을 보인 것이다. 여기서 H_{ex} 은 N=3까지 280 Oe으로 크게 증가하다가 그 이후 작은 감소를 나타낸다. H_c 는 N=6에서 600 Oe 까지 증가하고 이후 감소한다.

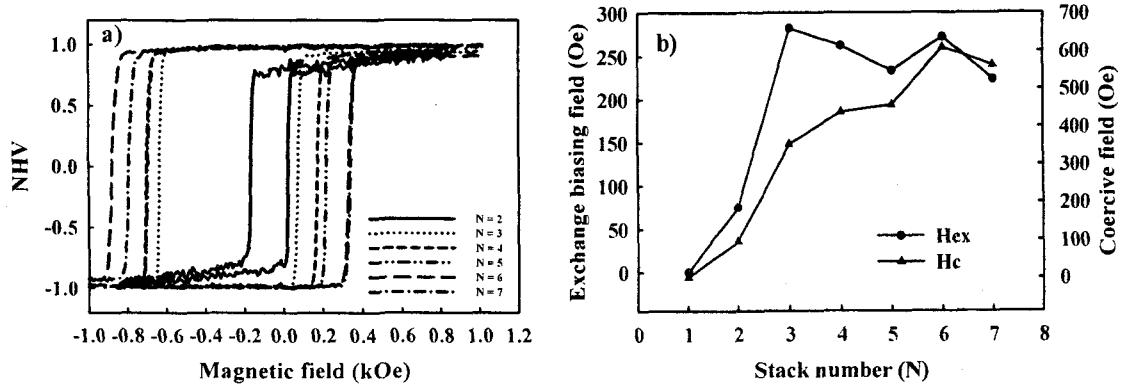


Fig. 2 a) Normalized Hall Voltage(NHV) curves. b) exchange biasing field(H_{ex}) and coercivity field(H_c) as a function of the stack number(N) in Ta(1.9 nm)/[Pd(4.0 nm)/N/Co(2.5 nm)/N]_N/FeMn(15 nm)/Ta(1.9 nm) multilayers .

4. 결론

본 연구는 고정된 두께의 [Pd/N/Co/N]_N 구조에서 반복층수 N에 따른 H_c 와 $\angle R$ 의 변화와 FeMn과 교환 결합된 [Pd/N/Co/N]_N/FeMn 구조에서의 H_{ex} 와 H_c 를 관찰하였다. 그 결과 두 경우 모두 반복 층수가 증가함에 따라 보자력은 증가하는 경향을 관찰하였다. 그리고 FeMn과 결합하여 교환결합을 관찰한 결과 반복층수 낮은 경우에 Co의 두께가 두꺼워짐으로 인한 수직 이방성의 효과가 아닌 평면으로의 이방성 성분이 큰 것으로 인하여 교환결합은 N=1(0 Oe)에서 N=3(282 Oe)까지 크게 증가하였으며, 그 이후 수직이방성이 증가하여 N=7일 때 223 Oe으로 감소하였다.

본 연구는 한국학술진흥재단(KOSEF No. R01-2005-000-11188)의 지원으로 이루어졌다.

5. 참고문헌

- [1] Z. Y .Liu, et al, Phys. Rev. Lett. 91, 037207(2003).
- [2] F. Garcia, et al, J,Appl. Phys. 93, 8397(2003).
- [3] C. H. Marrows, Phys. Rev. B 68, 012405(2003).
- [4] S. N. Piramanayagam, IEEE Trans. Magn. 33(5), 3247(1997).