

## [Co/Pd]×5/FeMn 다층 박막의 수직자기이방성 효과

단국대학교 주호완, 김보근, 안진희, 김선욱, 이기암  
 상지대학교 이상석, 황도근

## Perpendicular magnetic anisotropy in [Co/Pd]×5/FeMn multilayer

Dankook Univ. Ho-Wan Joo, Bo-Keun Kim, Jin-Hee An, Sun-Wook Kim, and Ky-Am Lee  
 Sangji Univ. Sang-Suk Lee and Do-Geun Hwang

## 1. 서 론

강자성/반강자성 사이의 교환 바이어스는 최근 magnetoelectronics devices로의 응용성에서 광범위하게 연구되고 있다. 대개, 교환 바이어스는 막 평면에 자기이방성을 갖는 강자성/반강자성 구조에 교환력에 대해 보고 되어져 왔다. 하지만 최근에는 수직이방성을 갖는 Pt/Co 그리고 Pd/Co 다층막에 교환력에서 막 평면에 대해 수직의 교환 바이어스가 관찰되고 있다.[1,2] 반강자성체에 기인하여 발생하는 교환 바이어스 효과는 강자성-반강자성 사이의 계면에서 상호작용 통한 강자성에 직면하여 확립된다. 반강성층 스핀들은 강자성-반강자성 상호작용을 대해 외부자장과 약한 결합을 하며, 두 물질의 계면에서의 교환 바이어스의 거시적인 관찰은 히스테리 곡선에서 0자장에 대해 shift 된 것으로 관찰되어진다. 이 교환 바이어스를 갖는 박막은 자기 박막 센서에서 많은 응용성을 가지고 있다. 하지만 안정적인 미시자기 묘사는 아직까지 모든 현상에 대해 설명 할 수 있는 것은 아니다 그렇기 때문에 앞으로도 많은 발전 가능성을 가지고 있다.[3]

본 논문은 꼭대기 또는 바닥층 계면에서 반강자성층 FeMn에 대하여 교환결합된 [Pd/Co] 다층막에서 수직 자기이방성의 반강자성층의 두께 의존성과 열처리를 통한 온도 의존성을 연구하였다.

## 2. 실험방법

[Co/Pd]×5/FeMn 다층박막은 3인치 4-gun type DC 마그네트론 스퍼터링 시스템을 사용하여 1.5 mm × 1.5 mm 크기의 코닝 1737 글래스 기판 위에 Ta/[Co/Pd]×5/FeMn/Ta 구조로 제작하였다. 기판은 아세톤, 에탄올, 증류수를 사용하여 초음파 세척기로 세척하여 불순물을 제거하였다. 시편 제작에 사용된 타겟은 모두 crac사의 제품을 사용하였다. 각 층의 증착조건은 다음과 같다. Ta 16W ~1.2 Å/s, Pd 17W ~1.4 Å/s, Co 17W ~1.7 Å/s 그리고 FeMn 16W ~0.96 Å/s로 증착하였다. 이때 초기진공도는  $8.0 \times 10^{-7}$  Torr 이하를 유지하였으며 작업 진공도는 Ar 유입량을 MFC(Mass Flow Controller)로 제어하여  $2.0 \times 10^{-4}$  Torr에서 증착하였다. 이렇게 제작된 시료의 수직이방성과 교환바이어스를 측정하기 위하여 4-탐침법 자기저항 측정 장비를 이용하여 실온에서 Hall effect를 측정하였다. 이 결과를 이용하여 각층의 보자력과 교환바이어스를 분석하였다. 또한 결정성을 분석하기 위하여 XRD 측정장비를 사용하였으며, 제작된 시료의 수직이방성에 의한 자구의 특성을 분석하고자 DI사의 Dimmension 3100 IV-a를 이용하여 측정하였다.

## 3. 실험결과 및 고찰

그림 1은 Ta(0.4 nm)/[Pd( 0.8nm)/Co( 0.8nm)]<sub>5</sub>/Pd(X nm)/FeMn(15 nm)/Ta(0.4 nm) 다층막 구조에서 삽입층 Pd의 두께에 따른 (a) normalized hall amplitude(NHA) 곡선과 (b) 교환 바이어스(Hex) 두 그래프에서 볼 때 강자성층과 반강자성 사이에 삽입한 Pd의 두께(X = 0 ~ 0.84 nm)가 증가함에 따라 교환 바이어스가 급격히 감소하는 현상을 볼 수 있다. 일반적인 교환 바이어스가 일어나는 것은 강자성/반강자성층 사이에 계면에서 상호작용력에 의하여 발생하는데 그 사이에 삽입층이 들어감으로 해서 두 자성사이의 상호작용력이 감소하는 것으로 설명될 수 있다.

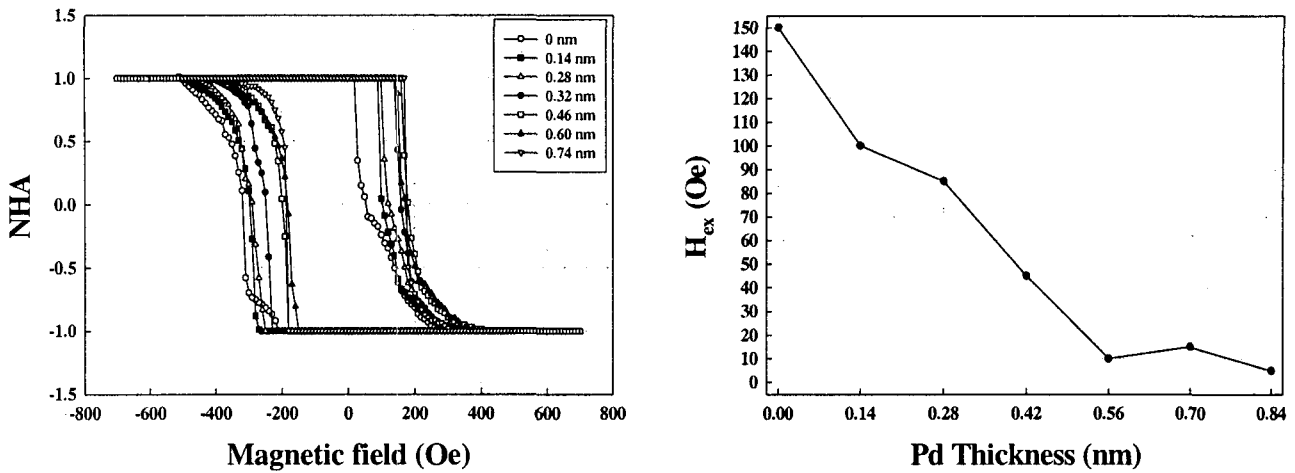


Fig. 1 (a) NHA curves of Ta(0.4 nm)/[Pd(0.8 nm)/Co(0.8 nm)]<sub>5</sub>/Pd(X nm)/FeMn(15 nm)/Ta(0.4 nm) multilayers and (b) exchange bias  $H_{ex}$  as a function of the insert layers(Pd) thickness

#### 4. 결론

본 논문은 수직이방성을 갖는 Pd/Co 다층막에 교환력에서 막 평면에 대해 수직의 교환 바이어스의 연구를 위하여 Ta(0.4 nm)/[Pd(0.8nm)/Co(0.8nm)]<sub>5</sub>/Pd(X nm)/FeMn(15 nm)/Ta(0.4 nm) 구조에서 강자성층과 반강자성층 사이에 삽입층 Pd의 두께(X = 0 ~ 0.84 nm)를 변화하여 교환 바이어스의 변화를 관찰하였다. 그 결과 삽입층 두께 0 nm 일때 150 Oe의 값을 얻었으며, 0.84 nm 일때 5 Oe의 교환 바이어스 값을 얻었다. 결과적으로 삽입층의 두께가 증가함에 따라 사이의 상호작용이 약해짐으로 해서 교환 바이어스가 감소한 것으로 간주된다.

수직자기이방성에 대한 교환 바이어스 특성을 관찰하기 위하여 각 층의 두께, 열처리에 의한 변화 그리고 수직 이방성에 의한 자구의 특성은 지금 실험 중에 있다.

#### 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] S. M. Zhou, L. Sun, P. C. Searson, and C. L. Chien, Phys. Rev. B **69**, 024408 (2004)