X08

수평자기와 수직자기 구조에서 Laser Annealing effect

단국대학교 최상대*, 진대현, 김선욱, 윤대근, 안진희, 이미선, 주호완, 이기암
상지대학교 이상석, 황도근

Laser annealing effect in plane and perpendicular thin films

DanKook Univ. Sang-Dae Choi*, Dae-Hyun Jin, Sun-Wook Kim,
Dae-Keun Yun, Ho-Wan Joo and Ky-Am Lee
Sangji Univ. Sang-Suk Lee and Do-Geun Hwang

I. 서 론

MRAM(magnetic random access memory) 소자로써의 적용을 위해 강자성 물질을 이용한 비휘발성과 기록밀도의 고집적에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다[1-3]. 자성 박막 구조의 memory array에서 bits 정보를 쓰기 위해서는 외부전류를 wire에 가하여 자화방향을 반전시켜야 한다. 이러한 공정상의 문제점을 극복하기 위하여 wire를 없애고 강자성 박막에 직접 전류를 가하여 자구벽의 이동과 spin의 변화로 인한 자화 반전을 전류로 제어하는 방법이 연구되어지고 있다[4, 5]. 극미세 patterning을 하여 두 강자성의 한쪽을 반대 방향으로 스핀을 정렬시켜 이용하는 것이 magnetic memory device, head, sensor 등의 응용에 보편화된 방법이다. 자화 반전(Magnetization Reversal)은 free magnet element의 경우에는 외부 자기장과 전류에 의해 제어되지만, 반강자성에 의한 pined magnet element의 경우에는 국소적인 열처리(Local annealing)에 의해서 가능하다. Laser에 의한 국소적인 열처리 실험은 ferromagnetic amorphous ribbon을 통해 확인한 바 있다[6]. 본 논문에서는 기존의 열처리와는 달리 Laser Annealing을 이용하여 자화 반전된 박막의 자기적 특성을 알아보고, magnetic optical Kerr effect (MOKE)를 통해 열처리된 박막의 국소적인 자화 반전과 수직자기구조에서 power에 따라 자화반전의 변화를 관찰하는데 그 목적을 두고 있다[1, 7].

II. 실험방법

수평자기와 수직자기 구조로 Ta(5 nm) / NiFe(11 nm) / FeMn(16 nm) / Ta(5 nm)과 Ta(5 nm)/[Pd(0.8 nm)/Co(0.8 nm)]$_5$/FeMn(15 nm)/Ta(5 nm)의 다층박막을 제작하였다. 열처리에 사용된 광원은 Diode Pumped Solid State(DPSS, Nd:YAG, SHG) laser를 이용하여 하였으며, 박막 시편에 600 gauss의 인가자장 하에 continuous wave (CW) second harmonic generation (SHG)인 532 nm 파장으로 15분 동안 조사하였다. Beam delivery는 optical fiber를 사용, beam diameter를 1 mm로 하여 Laser power를 350 mW까지 증가시켰다. 증착시 인가자장(H_d)과 열처리할 때의 인가자장(H_a)은 서로 반대방향으로 하였으며, 측정은 각각의 power에 따라 DC-4단자법과 Hall effect로 측정하였다. 조사된 부분이 국소적으로 자화반전된 박막의 자화곡선을 관찰하기 위해 magnetic optical Kerr effect (MOKE)로 분석하였다.

III. 실험결과 및 고찰

NiFe(11 nm) / FeMn(16 nm) bilayer와 [Pd(0.8 nm) / Co(0.8 nm)]$_5$ / FeMn(15 nm) multilayer의 중앙을 각각 laser로 조사하여 자화 반전시켰다. Fig. 1은 수평자기구조에서 중앙에 laser

annealing 된 2 mm×10 mm 박막을 MOKE를 통해 2 mm×2 mm 크기로 좌에서부터 중앙으로 조금씩 이동해가면서 측정하였을 때 자기이력곡선을 나타낸다. 여기서 중앙이외의 부분(1, 2, 3, 5)에서는 원래의 교환결합된 곡선을 보이고 중앙(4)에서만 자화반전된 것을 관찰할 수 있다. 이는 laser annealing한 부분만 국소적으로 반전된 것을 보여준다. 특히 중앙 부분(4)에서는 완전히 반대방향으로 이동해간 것을 보이는데 이는 이미 예전에 발표된 논문에서 반대편에 peak가 생겨난 원인을 뒷받침해준다[1].

Fig. 2는 laser power를 50 mW 씩 점차 증가시켜 수직자기이방성의 교환결합력이 점차 반대방향으로 감소함으로 인해 자화반전에 의한 hystreresis loop의 이동을 볼 수 있다. 이를 각각의 loop 들을 미분하여 peak로 표현하였는데 원래 주 peak는 오른쪽으로 이동하면서 점차 사라져가며 두 번째 peak도 같이 이동하면서 세 번째 peak가 새로이 생겨나는 것을 관찰할 수 있다. 이는 부분적으로 반전해가면서 일부만 자화반전에 이해 peak가 생겨나는 것으로 보인다.

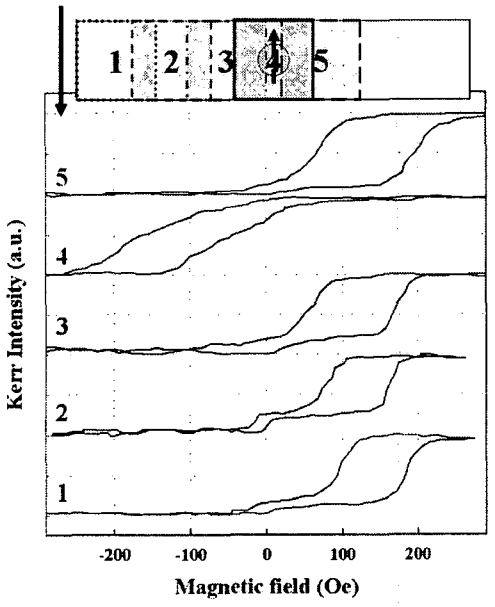

Fig. 1. Hysteresis loops for 2 mm×2 mm region of the 2 mm×10 mm strip-patterned NiFe(11 nm) / FeMn(16 nm) bilayer from left side to center of film.

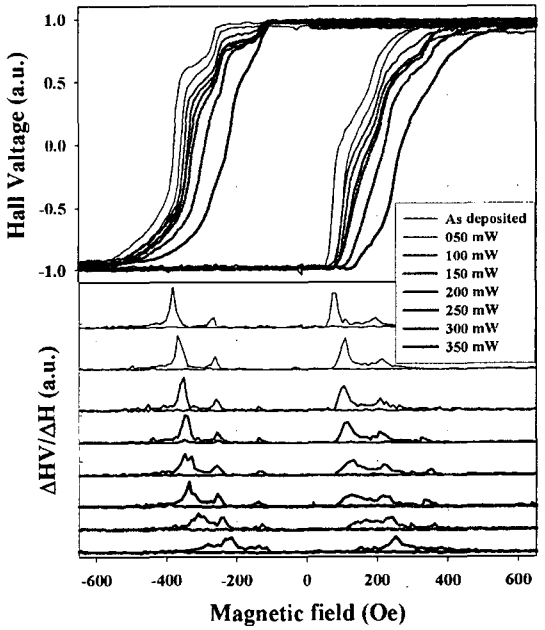

Fig. 2. Hystreresis loops and differential curves as a function of various power in a [Pd(0.8 nm) / Co(0.8 nm)]$_5$ / FeMn(15nm) multilayer.

IV. 참고문헌

[1] S. W. Kim et al. J. Magn. Magn. Master. 272 (2004) 396
[2] W. H. Meiklejohn et al. Phys. Rev. 102 (1956) 1413
[3] G. A. Prinz et al. Science 282 (1998) 1660
[4] E. B. Myers et al. Science 285 (1995) 867
[5] J. Z. Sun J. Magn. Magn. Mater. 202 (1999) 157
[6] C. Aroca et al. Phys. Rev. B 42 (1990) 8086
[7] J. A. Katine et al. Phys. Rev. Lett. 84 (2000) 3149