

Co계 다층박막을 이용한 Bilayer에서 Exchange Coupling 연구

한국과학기술원 문기석 *
신성철

Study on Exchange Coupling in Bilayer using Co-based Multilayer Thin Films

KAIST K. S. MOON *
S. -C. SHIN

1. 서론

조성변조 Co계 다층박막은 합금박막에서 볼 수 없는 새로운 성질과 신소재로서의 응용가능성 때문에 활발한 연구의 대상이 되고 있다[1,2]. 이 재질은 기존의 희토류-천이금속 합금박막에 비하여 단과장 영역에서 광자기 효과가 크고 산화에 강하기 때문이다. 한편 광자기 기록재질에서 direct overwriting(DOW)를 구현하려는 연구는 현재까지 주로 희토류-천이금속 합금박막에 대해서 이루어져 왔는데, 새로운 특성을 가지는 Co계 다층박막이 이용된다면 기록밀도가 더욱 높고 DOW가 가능한 기록재질을 만들 수 있을 것으로 사려된다. 본 연구에서는 수직자성을 가지는 Co/Pd, Co/Pt 다층박막으로 구성된 bilayer에서 exchange coupling을 연구하였다.

2. 실험방법

시편들은 기준 진공이 7.5×10^{-7} Torr, 작업진공이 3.0×10^{-6} Torr인 진공챔버내에서 전자빔 증착으로 제작되었다. 박막이 수직자성을 가지도록 하기 위하여 Co층의 두께를 4-Å 이하로 하였으며, Pd (or Pt)층의 두께는 4 monolayer 이상이 되도록 하였다. Bilayer박막은 기준층위에 기억층을 증착한 것이었다. 조성변조 구조는 소각 x-ray회절 실험으로 확인하였으며 Kerr hysteresis loop은 자체 제작한 Kerr spectrometer로 $\lambda=633$ nm에서 측정하였다. 보자력 및 포화자화값은 VSM으로 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

현재 알려진 DOW scheme[3]은 bilayer박막이 laser heating후 냉각되는 과정에서 보자력이 크고 Curie 온도가 낮은 기억층(M-layer)이, 보자력이 작고 Curie 온도가 높은 기준층(R-layer)의 자화를, 두 층 사이의 exchange coupling을 이용하여, copy하도록 하는 것이다. 즉 bilayer박막으로 DOW를 구현하려면 두 층 사이에 exchange coupling이 반드시 존재해야 한다. 그림 1은 $\lambda=633$ nm에서 측정한 시편들의 Kerr hysteresis loop들인데, bilayer의 Kerr loop을 보면 M-layer와 R-layer사이의 exchange coupling이 커서 한 층의 자화반전이 다른 층의 자화반전과 동시에 일어남을 알 수 있다[4] 이때 bilayer에서 M-layer와 R-layer사이에서 exchange coupling이 존재한다는 것은 bilayer의 보자력이 M-layer와 R-layer의 보자력에 의해 아래와 같은 식[4]으로 표시된다는 것에서 알 수 있다.

$$H_{CBilayer} = - \frac{(M_{SM} h_M H_{CM} + M_{SR} h_R H_{CR})}{(M_{SM} h_M + M_{SR} h_R)}$$

(여기서 M_s , h , H_C 는 각각 포화자화, 박막두께, 보자력을 나타내며 subscript는 M-layer, R-layer를 표시한다.) 한편 그림 2에서 보면 두 층 사이에 적당한 두께의 non-magnetic spacer가 존재하게 되는 경우 두 층 사이의 exchange coupling의 크기가 줄어들어서 두 층의 자화반전은 독립적으로 이루어져서 "stepped" hysteresis loop이 생기며, switching field의 크기는 exchange coupling의 영향으로 각 층의

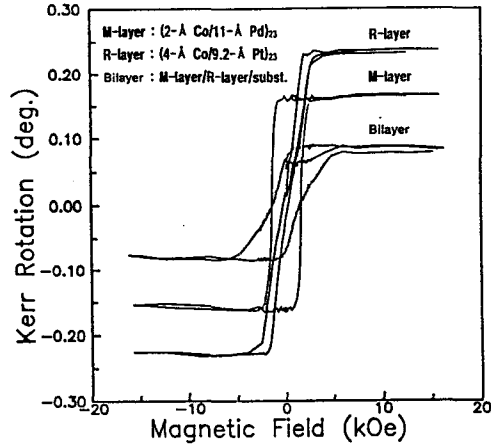


Fig. 1. Kerr hysteresis loops of M-layer, R-layer, and Bilayer ($\lambda=633 \text{ nm}$)

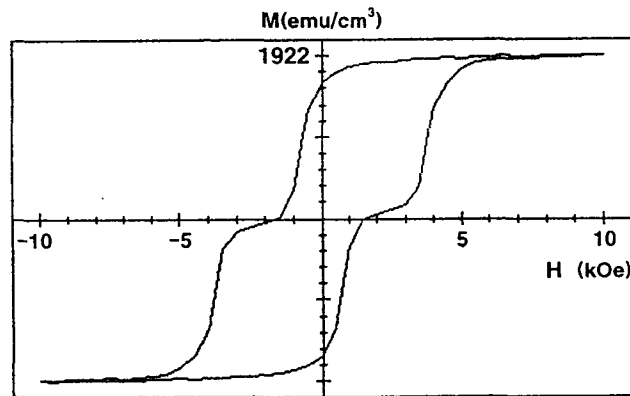


Fig. 2. M-H loop of $(2\text{-}\text{\AA}\text{Co}/11\text{-}\text{\AA}\text{Pd})_{23}/50\text{-}\text{\AA}\text{Pd}/(3\text{-}\text{\AA}\text{Co}/8.8\text{-}\text{\AA}\text{Pd})_{13}/\text{subst.}$

보자력에서 약간 이동한 값이 된다.³ non-magnetic spacer가 두꺼우면 두 층 사이의 exchange coupling이 사라져서 switching field의 크기는 각 층의보자력과 같아짐을 알 수 있었다.

4. 결론

단파장 영역에서 광자기 효과가 크고 산화에 강한 조성변조 Co계 다층박막으로 만들어진 기억층, 기준층으로 구성된 bilayer에서 direct overwriting의 구현에 필수적인 exchange coupling에 대하여 연구하였다. 기억층, 기준층 모두 수직자성을 가지고 있으며 뚜렷한 다층박막 구조를 가지고 있음을 확인하였다. 기억층과 기준층만으로 된 bilayer에서 큰 세기로 작용하는 exchange coupling은 두 층 사이에 non-magnetic spacer를 두으로써 그 크기를 조절할 수 있었다.

5. 참고문헌

- [1] S.-C. Shin, J. Appl. Phys. 67, 317 (1990)
- [2] F.L.Zhou, J.K.Erwin, C.F.Brucker, and M. Mansuripur, J. Appl. Phys. 70, 6286 (1990)
- [3] J. Saito, *et.al.* Jpn. J. Appl. Phys. 26(S26-4), 155 (1987)
- [4] T. Kobayashi, *et.al.* Jpn. J. Appl. Phys. 20, 2089 (1981)