매우 얇은 Co계 다층박막의 자기광학 특성 연구

Characteristics of Magneto-Optical Kerr Effect for Ultra-thin Co Multilayer Film

이성훈, 이석목, 박성균*, Charles M. Falco*
인하대학교 물리학과, *Optical Sciences Center University of Arizona
g2001436@inhavision.inha.ac.kr

최근 진공 증착 기술의 발달과 더불어서 새로운 성질을 가지는 많은 박막형 신소재들이 개발되어 지고 있다. 그 중 특히 자성체의 경우에는 자기학의 르네상스라고 불릴 정도로 새롭고 흥미로운 성질을 지니는 자성체가 많이 개발되었고, 이에 대한 많은 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 연구중 한 분야가 바로 광자기 Kerr 효과(Magneto-Optical Kerr Effect)에 관한 연구이다[1].

지난 10여 년간 정보 저장용으로서의 수직 자기화 박막을 이용하는 것과, 이런 디지털 정보를 수직 자기광학 Kerr효과를 사용하여 읽어들이는 기술이 발전되어왔다. 이러한 정보저장·판독 기술은 박막의 자기구역(magnetic domain) 모멘트에 의해 선형편광된 빛이 반사되면서 회전하는 것을 이용한 것이다. 이러한 자기광학 방법은 정보의 높은 저장 밀도, 저장 매체에 대해서 비접촉 방식의 광학적 기술이라는 큰 이점이 있다[2].

현재 사용되는 자기광학 기록 소자는 주로 희토-천이 금속 합금 박막인데, 이것은 쉽게 산화되기 때문에 보호층이 필요하고, 고밀도의 정보저장을 위한 단파장 영역에서 자기광학 효과가 떨어지는 단점이 있다. 이런 점 때문에 Co/TM 다층박막(TM = Pd, Pt, Au etc)이 새로운 관심 분야로 떠오르고 있다. 이 조성변조 Co계 다층박막은 계면이방성에 기인된 수직자기이방성을 갖는다는 사실이 Carcia와 Draaisma에 의해 처음 발표된 후, 합금 박막에 비해 산화에 강하고, 단파장 영역에서 Kerr 회전각이 증가하여 기록밀도를 높일 수 있다는 장점을 가지고 있어서 많은 연구가 이루어지고 있다[3].

이러한 Co계 다층박막이 갖는 여러 가지 자기적 성질은 크게 포화자화, Kerr 회전각, Kerr 타원율, 수직자기 이방성 및 보자력등의 여러 가지 자기적 성질을 갖는다[4]. 수직 자성 특성은 자기 기록매체에서 정보의 기록과 재생의 안정성을 결정하는 중요한 인자로서, 그 크기는 자기 이방성 상수 K_u, 자발자화 M_s등과 같은 자성체의 고유한 성질에 의해 주로 결정되지만, 자성체의 제작조건에 의해서 영향을 받기도 한다. 이러한 영향 중 최근에는 다층막이 성장하는 기판 및 바닥층의 표면 거칠기가 다층막의 자성 특성에 영향을 미친다는 사실이 보고되기도 하였다[5].

본 실험에서는 이러한 Co계 다층박막의 여러 특성 중 얇은 Au/Co/Au(x)/Cu MBE 박막의 계면효과에 의한 광자기적 특성을 조사하였다. Au underlayer의 두께 변화에 대한 광자기적 특성뿐만 아니라 기판에 대한 의존성을 조사해 보기 위하여 실험용으로 많이 사용되는 non-miscut 기판과, 공업용으로 많이 사용되는 4°-miscut 기판을 사용하여 측정용 박막을 설계, 제작하였다. 이렇게 제작된 시편을 다음과 같이 두 가지 방법으로 측정해 보았다. 첫 번째로 비교적 실험장치가 간단한 PEM(photo elastic

modulation)을 이용한 자기광학 Kerr 효과(MOKE) 실험[6]을 하였는데, 이 방법은 시료의 자기화 방향이 Z 방향으로 국한되어 있는 경우나 빛의 입사 방향이 결정되어있고 단지 그 입사 방향으로 사영된 자기화 벡터의 성분만이 고려대상이 되는 단점이 있지만, Kerr 타원율과 Kerr 회전각을 동시에 측정할 수 있고, 측정 시료에 대한 자기 이력곡선(hysteresis loop)을 얻을 수 있는 장점을 갖고 있다. 다른 한가지의 방법으로, 박막의 반사율 측정 실험을 하였는데, 박막의 자기화가 박막 표면에 수직하다고 가정하고, 이때 입사 편광에 따른 두 가지 모드의 반사 편광의 빛의 세기를 검광자를 이용해 각각 측정하는 방법이다. 자기광학 효과에 의한 반사율은 앞서 말했듯이 자성층의 자기화 방향에 의해 많은 영향을 받는다. 이것은 자성 시료가 bulk일 때와 이것이 박막형태로 제작되었을 때에 다른 결과를 나타낼 수 있다는 것을 말한다. 이러한 특징을 알아보기 위해 실험을 하기 전에 사용된 시료에 대한 bulk 광학상수를 이용하여 전산 시늉[7]을 해보았고, 이 결과를 직접 실험한 결과와 비교·검토해 보았다.

참고문헌

1. J. L. Simonds, Physics Today, Apr. **26** (1995)
2. Wiedmann. M. H., 'Magnetic and Structural Properties of Ultra Thin Co Films', Ph. D. Dissertation (University of Arizona, 1994)
3. S. C. Shin and A. C. Palmbo, J. Appl. Phys., **67**, 317(1990)
4. S. Y. Jeong, Z. S. Shan, P. He, J. X. Shen, Y. B. Zhang, J. A. Woollam, and D. J. Sellmyer, J. Appl. Phys., **76**, 6084(1994)
5. C. H. Chang, and M. H. Kryder, J. Appl. Phys., 75, 6864(1994)
6. K. Sato, J. J. Appl. Phys., **20**, 2403(1981)
7. M. Mansuripur, 'The physical principles of Magneto-optical recording' (Cambridge University Press, 1995)

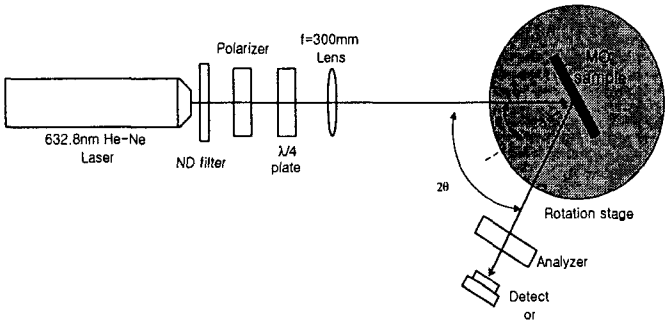

그림 1 반사율 측정 장치도

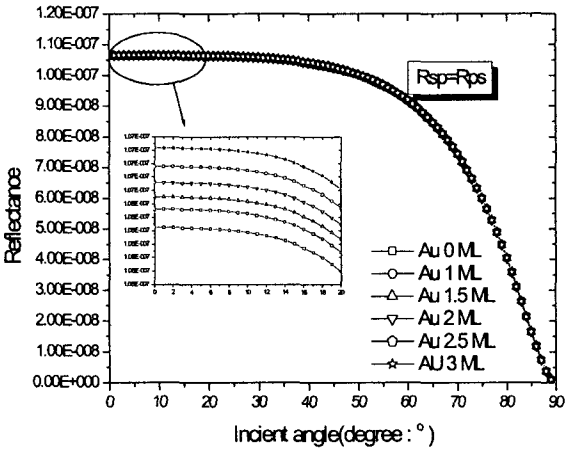

그림 2 Au underlayer의 변화에 따른 전산시늉 결과