

광자기 디스크의 기록특성에 SiN 하지층이 미치는 영향

최 건

전남대학교 공과대학 금속공학과

(1991년 12월 16일 받음)

광자기 디스크의 자기 및 기록특성에 SiN 하지층이 미치는 영향에 대해서 연구하였다. PC 기판에 4층구조막의 디스크를 DC 마그네토론 스퍼터링에 의해 성막하였으며 스퍼터링 압력이 증가함에 따라 SiN 박막의 표면이 거칠어지고 주상형성장이 현저하게 나타났다. SiN 하지층의 미세조직의 변화는 자기기록막의 보자력, 수직이방성 등에는 영향을 미치지 않았지만 자구의 형성과정은 SiN 하지층의 조직에 따라 민감하게 변화하였다. SiN 하지층이 porous 할수록 광자기 디스크의 기록이 이루어 지는 임계파우워 값이 작고, 또한 자구의 형성이 이루어 지는 임계외자계의 크기도 넓은 범위에서 나타났다. 광자기 디스크의 기록특성을 증대시키기 위해서는 자기기록막의 성능과는 관계없이 치밀하고 표면이 평한 SiN 하지층을 증착하는 것이 필수적임을 관찰하였다.

I. 서 론

최근 새로운 기록매체로써 관심의 대상이 되고 있는 광자기(Magneto-optical)디스크는 고도 정보화산업사회에서 고밀도 대용량의 정보를 기록 또한 소거 재생케함으로써 그 실용성이 날로 증가하고 있다. 현재 사용되고 있는 광자기디스크는 polycarbonate(PC) 기판위에 4층막으로 구성되어 있으며, 일반적으로 SiN 유전체막과 자기기록막의 성질을 극대화시키면 4층 구조의 특별한 변화없이 광자기디스크의 신뢰성과 내구성을 개선시킬 수 있을 뿐만 아니라 광자기 기록 특성을 향상시킬 수 있다[1, 2] 특히 최근에 Sony 회사는 자계변조방식(Magnetic field modulation)에 의한 중첩기록 기술(Direct overwriting method)을 이용하여 소거재생 가능한 2.5 inch 오디오 디스크(Mini disk)를 개발하여 세계를 놀라게 하고 있다[3]. 여기서 광자기 디스크를 중첩기록에 활용하기 위해서는 외부자계민감도(External bias field sensitivity)를 기존의 디스크보다 2배 이상으로 개선해야 하는 문제점이 있다.

광자기 기록 특성, 즉 레이저 파워 민감도(Laser power sensitivity), 외부 자계 민감도 등은 광자기 기록

막의 조성, 즉 보자력(H_c) 및 포화자력(M_s)값에 의존한다고 이해되었으나[4, 5], 실제로 이외에도 기록막 하지층인 SiN 층의 etching[6]과 또한 자기 기록막의 미세조직에[7]의해 크게 영향을 받는 것이 최근 연구에 의해 발표되었다. 따라서 본 연구에서는 SiN막의 미세조직을 변화시키면서 자기 기록막의 자기적 성질과 광자기 기록 특성을 조사하고 차세대 중첩기록을 적용하기 위한 가능성을 제시하고자 한다.

II. 실험방법

다음과 같은 4층 구조막의 광자기디스크를 DC마그네토론 방식에 의해 PC기판위에 준비하였다. PC substrate/1100 Å SiN/250 Å Tb-Fe-Co-Cr/450 Å SiN/600 Å Al. SiN박막은 반응성 스퍼터링에 의해 증착하였으며, 회전하는 cathode에 의해 타겟의 전면적 erosion을 이루어 arcing의 문제점을 해결하므로써 높은 파워에서 효율높은 DC마그네토론방식을 채택하였다. SiN박막의 굴절율은 ellipsometer를 이용하여 측정하였으며, 내부응력은 cantilever deflection 방법에 의해 계산하였다. SiN박막의 미세조직은 STM(Scanning Tunneling Microscope)

과 SEM(Scanning Electron Microscope)에 의해 관찰하였으며, etch rate는 희석한 불산에 약 5분 etching한 후 측정하였다. 자기 기록막의 보자력(H_c), 포화자력(M_s),과 자기천이점(T_c)은 VSM(Vibrating Sample Magnetometer)과 Kerr loop tracer에 의해 측정하였으며 수직이방성(K_u)은 Torque magnetometer로 측정하여 Miyajima[8] 방법에 의해 계산하였다. 광자기디스크의 기록특성은 표 I에 나타난 조건하에서 측정하였다.

Table I. Dynamic recording conditions for 5.25 magneto-optical disks.

Recording laser power	9mW
Erase laser power	10mW
Readout laser power	1.5mW
Linear velocity	7.5m/s
Laser pulse width	51ns
Write bias field	300Oe
Recording frequencu	4.93MHz

III. Sin 하지층의 성립

광자기디스크에서 SiN 박막의 사용시 고려해야 할 중요한 특성은 첫째로, 내부응력 둘째로 내부식성 셋째로, 레이저의 투과도 등을 들 수 있다. SiN 박막의 성질을 지배하는 중요한 공정변수들에는 스퍼터링, 압력, 파워, N₂ 가스 비율과 가스전달속도

등을 들 수 있는데, 실제로 SiN 공정 변수에서 SiN 박막의 위에 열거한 내부응력과 내부식성의 특성에 가장 영향을 미치는 인자는 스퍼터링 압력이다. 따라서 SiN박막의 굴절율의 2.06으로 일정하게 하고 (압력이 감소함에 따라 N₂ 비율을 증가시켜 준다.) 스퍼터링 압력에 따른 박막의 성질을 요약해 보면 그림 1과 같다. 압력이 증가함에 따라 내부응력은 감소하고, 반대로 etch rate는 증가하였다. 이는 스퍼터링 압력이 증가함에 따라, 타겟에서 스퍼터링된 원자들과 Ar 이온의 scattering에 의해 증착 원자의 kinetic energy 및 surface diffusion이 감소하고 박막이 주상형(columar)조직으로 발달하기 때문으로 사료된다. 이러한 효과는 다음의 SIM 표면 조직 사진에서 구체적으로 나타난다(그림2). 스퍼터링 압력의 증가에 따라 PC 기판위에 성장하는 SiN 박막의 표면이 거칠고 다공질적임을 알 수 있다. 이는 실질적으로 groove의 폭과 깊이에 변화를 가져와 광자기디스크 사용시 error correction에 이용되는 push-pull signal에 변화를 초래 하는데 스퍼터링 압력의 증가에 의한 groove 폭의 감소와 깊이의 증가는 push-pull signal의 감소를 가져 왔다. 그림 3의 SEM조직 사진은 스퍼터링 압력이 증가함에 따라 박막이 porous하고 주상형 조직이 되며 박막표면도거칠어짐을 입증한다. 따라서 본 연구에서는 SiN하지층의 굴절율은 2.06으로 일정하게 하고 스퍼터링 압력의 조건에 의한 미세조직의 변화에 따른 다음과 같은 자기 기록막의 자기적 성질과 광자기 디스크의 기록특성을 조사 하였다.

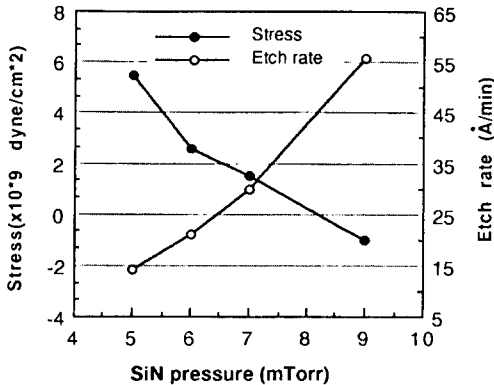


Fig. 1. Dependence of stress and etch rate in SiN thin films on the sputtering pressure.

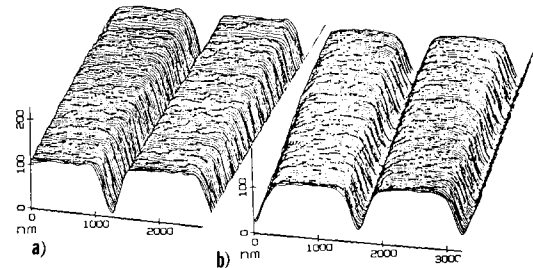


Fig. 2. STM surface micrographs of SiN thin film deposited on PC substrate under different pressures at 4.0 kW : (a) 9 mTorr and (b) 5m Torr.

IV. TbFeCoCr막의 자기적 성질과 광자기 디스크의 기록특성

그림 4는 온도에 따른 자기 기록막의 보자력(H_c)과 포화자력(M_s)을 나타낸 것이다. SiN 하지층과 상관없이, 상온에서 보자력은 7kOe정도이며 demagnetization 온도와 Curie 온도는 각각 160°C, 180°C이었다. 이는 SiN하지층의 미세조직의 차이가 실제로 자기 기록막의 조성에는 영향을 미치지 않는다는 것을 입증한 것이다. 독립적으로 분석한 성분조사에서도(Rutherford Backscattering Spectroscopy)기기도 차내에서 차이를 보이지 않음을 알수 있었다. 그림 5는 Torque magnetometer로 측정된 수직이방성(K_u)을 보여 준다. 여기에서도 기록막의 수직이방성 SiN 하지층에 무관하게 우수한 값을 보여준다. 이러한 결과는 SiN 하지층의 표면성질과 미세조직의 차이가

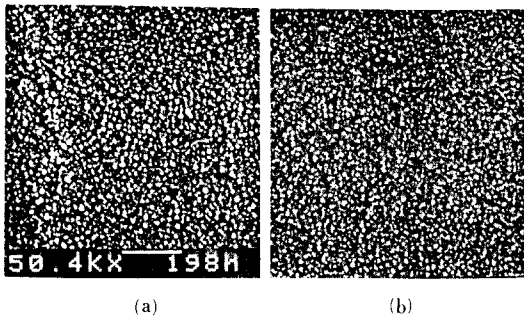


Fig. 3. Effect of pressure on the microstructure of SiN films : (a) 9 mTorr and (b) 5 mTorr.

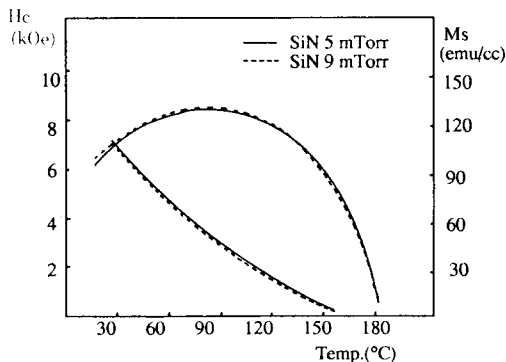


Fig. 4. Dependence of H_c and M_s on temperature for the TbFeCoCr thin films deposited on different SiN underlayer.

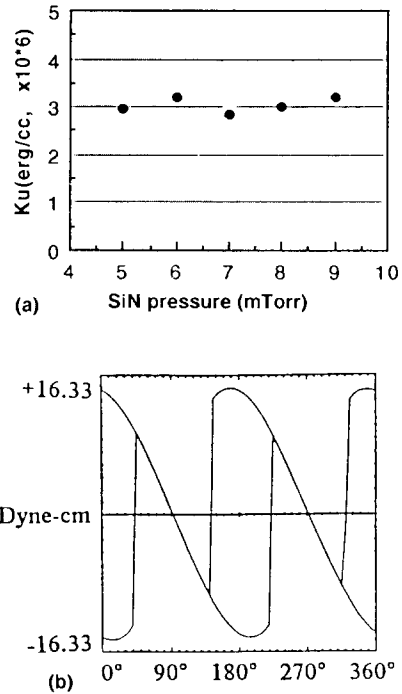


Fig. 5. (a) Dependence of perpendicular anisotropy of TbFeCoCr thin films on the sputtering pressure of SiN underlayer. (b) Torque curve of TbFeCoCr thin film. SiN pressure=6m Torr

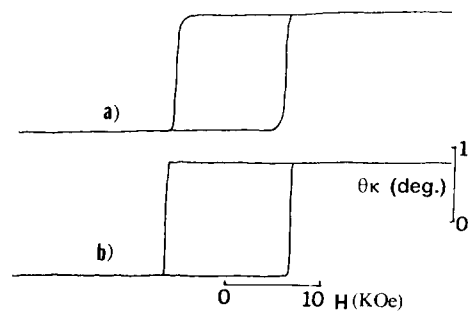


Fig. 6. Kerr hysteresis loops of TbFeCoCr thin films deposited on different SiN underlayer : (a) SiN pressure=9mTorr and (b) SiN pressure=5mTorr.

직접적으로 자기 기록막의 조성이나 수직이방성에 영향을 미치지 않는 것임을 말해 준다. 하지만 그림

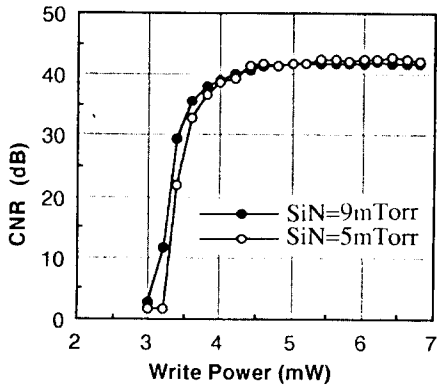


Fig. 7. Recording power dependence of carrier to noise ratio for the magneto-optical disks with different SiN underlayer.

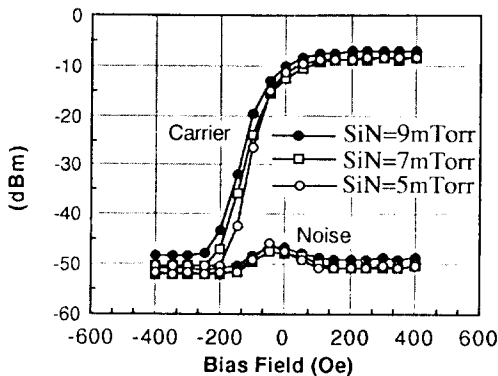


Fig. 8. Magnetic field dependence of carrier and noise for the magneto-optical disks with different SiN underlayer

6의 Kerr 이력곡선에서는 SiN 하지층에 따른 차이를 볼 수 있다. SiN하지층의 표면이 거칠과 주상형 조직이 발달하는 경우에는 자기 기록막의 squareness 특성이 감소하는 경향을 보여 준다. 보자력 부근에서 역자구(reverse domain)의 생성이 시작되는 자계(nucleation field, H_c)가 불균일하게 나타나고, 또한 그분포(switching field distribution)가 넓은 영역에서 측정된다. 이러한 효과는 보자력의 크기에 상관없이 나타나며 결국 SiN하지층의 차이에 기인한 것으로 믿어진다. SiN의 주상형 조직에 의한 거칠은 표면은 생성된 역자구의 pinning 위치의 역할을 담당하게 되고 마찰력의 원동력이 될 수 있다. 따라서 자구벽(domain wall)의 이동이 필요한 자기적 에너지는 새로이 생성된 자구의 pinning에 의한

힘을 극복할 수 없기 때문에 보자력 주위의 외부자계에서 switching field distribution이 폭넓게 나타나게 되며, 이는 광자기디스크의 기록특성에 차이를 가져 오게 된다. SiN스퍼터링 압력이 낮은 경우 즉, 표면이 평활하고 조직이 비교적 치밀한 경우에는 그림 6의 (b)에 나타난 바와 같이 보자력 주위에서 Kerr 회전각의 변화가 좁은 외부자계 영역에서 매우 우수하게 측정된다. 이러한 결과는 SiN 표면성질의 변화에 따른 역자구의 pinning의 효과 감소에 의한 자구벽의 이동이 용이해지기 때문으로 사료된다. 보자력 이전에 생성된 역자구는 자구벽의 이동에 의해 곧 바로 소실되고 자구벽에 작용하는 에너지를 극복할 만한 임계 외부 자계에서 역자구의 생성과 이동에 의해 switching이 빠르게 이루어지는 것으로 믿어진다. 이러한 SiN 하지층에 따른 자구벽의 이동의 차이는 광자기디스크의 dynamic testing에 영향을 미치게 되는데, 그 결과가 그림 7과 8에 구체적으로 나타나 있다.

그림 7은 외부자계 300 Oe의 크기와 디스크 선속도 7.5 m/s의 조건하에서 측정한 광자기디스크의 기록파위에 대한 CNR(Carrier to Noise ratio)의 결과이다. SiN 하지층의 스퍼터링 압력이 큰 경우에는 CNR의 천이점 즉, 자구의 자화방향이 바뀌는 임계 파워 값이 압력이 작은 경우 보다 약 0.2mW 낮게 측정된다. 이러한 결과는 SiN 하지층의 미세조직의 차이에 의한 열 전달 정도가 달라질 수 있다는 것뿐만 아니라, 실제로 일정한 외부자계하에서 역자구의 생성이 자기 기록막 하지층의 기여도와 관련이 된다는 것을 강하게 입증하고 있다. 특히 그림 8은 일정한 기록파위(5.1 mW) 조건하에서 외부 자계의 크기에 따른 자구의 형성 과정을 보여준 것이다.

SiN스퍼터링 압력이 높은 경우에는 carrier level이 압력이 낮은 경우보다 일찌기 낮은 외부 자계에서 증가하기 시작한다. 이는 앞에서 언급한 것처럼 SiN 하지층이 효과적으로 낮은 외부자계에서 생성된 역자구의 안정화를 가져오는 pinning 역할을 하기 때문으로 생각된다. 하지만 SiN 압력이 낮은 경우에는 같은 외부자계에서 생성된 역자구가 자구벽의 이동에 의해 소멸되므로써 더 높은 임계자계에서 생성된 자구의 빠른 성장에 의해 carrier level 빠른 속도로 증가한다. 이와 같은 결과는 광자기디스크의 자계민감도(bias field sensitivity)를 증가시키기 위해서는 자구벽의 이동을 방해하는 요소를 제거하고 가능한 임계외부자계(critical bias field)에서 역자구의 빠

른 생성과 성장을 조장시켜야 한다는 것을 암시한다. 이러한 자계 민감도의 향상은 자계변조 방식에 의한 중첩기록 기술의 문제점인 외부자계 크기를 감소시킬 수 있는데 크게 기여할 수 있으리라 믿어진다.

V. 결 론

본 연구에서 광자기디스크의 제조시, 자기 기록막의 하지층인 SiN층의 미세조직과 표면성질의 변화에 따른 자기 기록막의 자기적 성질과 디스크의 기록 특성을 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 스퍼터링 압력의 증가에 의해 SiN하지층이 주상형으로 발달함에 따라, 표면이 거칠어 지고 groove의 폭과 깊이에 변화를 가져 왔다.
2. SiN하지층의 미세조직의 차이가 자기 기록막의 보자력, 수직이방성과 Tb조성에는 영향을 미치지 않았다.
3. SiN하지층의 조직이 porous하고 밀도가 감소함에 따라, 외부자계에 따른 자구의 형성이 불균일 해지고 생성된 자구의 pinning에 의한 마찰력이 증가하였다. 이러한 결과는 광자기디스크의 dynamic

testing 특성인가 기록과워 민감도 및 외부자계민감도에 변화를 초래했다.

참 고 문 헌

- [1] H. Karube and O. Okada, **17H-04**, MORIS '91, Tokyo JAPAN.
- [2] K. Ohata, **18-J-02**, MORIS '91, Tokyo JAPAN.
- [3] Electronic Engineering Times May, (1991).
- [4] M. Takahashi T. Niihara and N. Ohata, *J. Appl Phys.*, **64**, 262(1988).
- [5] J. C. Suits, D. Rugar and C. J. Lin, *J. Appl. Phys.*, **64**, 252(1988).
- [6] T. Satoh, Y. Takatsuka, H. Yokoyama, S. Tatsukawa, T. Mori and T. Yorozu, 5th joint 3M-Intermag, conf., Pittsburgh (1991).
- [7] T. Satoh, Y. Takatsuka, Y. Yoneyame and T. Yorozu, Papers of Tech. Meet. Magn. IEE Japan, **MAG-91**, 41(1991).
- [8] H. Miyajima, K. Sato and T. Mizoguchi, *J. Appl. Phys.*, **47**, 4669(1976).

Effect of SiN Underlayer on the Recording Characteristics of Magneto-Optical Disk

G. Choe

Dept. of Metallurgical Eng., College of Engineering

Chonnam National University

(Received 16 December 1991)

Effect of SiN underlayer on the recording characteristics of magneto-optical disk was investigated. Magneto-optical media were fabricated by dc magnetron sputtering of a four-layer structure on polycarbonate disks. The microstructure of SiN underlayer played an important role in determining the domain wall motion of magnetic layer, independent of the film composition of magnetic layer. The SiN thin films sputtered at high pressure exhibited columnar structure with low density and inhibited a domain wall movement at columnar boundaries. As SiN underlayer became porous, the switching field distribution of magneto-optical disks became non-uniform with degrading squareness. In addition, the write power threshold of dynamic disk testing was low and domain nucleation was observed at low external bias field. In order to enhance the external bias field sensitivity of magneto-optical disks, a dense and smooth SiN underlayer need to be deposited.