

고대비·저손실 광기록을 위한 $Te_x(Sb_{85}Ge_{15})_{100-x}$ 박막의 결정화 특성

김종기, 김홍석, 이현용*, 정홍배

광운대학교 전자재료공학과, * 광운대학교 신기술연구소

The Crystallization Properties of $Te_x(Sb_{85}Ge_{15})_{100-x}$ Thin films for High Contrast Ratio and Low Loss Optical Recording

Jong-Ki Kim, Hong-Seok Kim, Hyun-Yong Lee*, Hong-Bay Chung

Dept. of Electronic Materials Eng., * Institute of New Technology, Kwangwoon Univ.

Abstract - We have investigated the crystallization properties of $Te_x(Sb_{85}Ge_{15})_{100-x}$ ($x=0.3, 0.5, 1.0$ at.%) thin films as observing the reflectance change, XRD and SEM.

The reflectance difference(ΔR) between amorphous and crystalline phases appears approximately 20%, in all films, at 780nm(diode laser wavelength). In the case of $Te_{0.5}(Sb_{85}Ge_{15})_{99.5}$ thin film, especially, ΔR is about 30%. Also, amorphous-to-crystalline phase change is observed at all films. Therefore, $Te_{0.5}(Sb_{85}Ge_{15})_{99.5}$ thin film can be evaluated as attractive optical recording material with low loss and high contrast ratio.

1. 서 론

현재 급속히 진전되고 있는 사회의 고도 정보화는 반도체, 광섬유, 레이저, 자기 디스크등의 발명에 의해 도약의 계기가 되었다. 광메모리는 정보통신 기술사상 또 하나의 도약을 약속하는 재료기술의 산물로서 광범위한 분야에 걸쳐 파급효과가 두드러지고 있다. 따라서 대용량의 정보를 효과적으로 저장할 수 있는 기록 매체인 광기록 매질 개발에 관심이 집중되고 있다. 이러한 광기록 저장 매질로는 그 기능에 따라 사용자에게 의한 정보기억이 불가능하고 단지 이미 기록되어 있는 정보를 재생만 할 수 있는 재생전용형(ROM)¹⁾, 사용자가 기억은 시킬 수 있으나 지우고 다시 기록할 수 없는 추가 기록형(Write-Once)²⁾ 그리고 정보를 반복하여 기록하고 소거 재생이 가능한 가역형(Rewritable)³⁾의 3가지로 분류되며, 앞으로 연구 개발의 초점이 될 분야는 가역형 광기록 매질의 개발인데 이는 기억 매체가 구비해야 할 모든 기능을 가지고 있어 재생전용형과 추가기록형을 대체할 수 있는 동시에 기존의 자기기록매체가 결합될 수 있다. 이러한 가역형에는 광자기형(Magneto-Optic)과 상전이형(Phase-Change)으로 분류된다.

상전이형 광기록 매질로 이용하기 위해서는 기록과 소거에 따른 상전이, 높은 반사대비도, 기록된 정보의 장기 안정성등이 만족되어야 한다. 이러한 광기록 매질로는 Te을 기본으로 한 칼코게나이드계의 박막이 주로 사용되어 활발히 연구되고 있다.⁴⁻⁶⁾ 그러나 이러한 매질은 정보의 기록과 소거를 되풀이함에 따라 구성층 재료에 열화가 발생하며, Te 박막의 경우 대기중의 습기에 의해 TeO_2 로 쉽게 산화되므로 박막의 광학적 특성이 변화하게 되어 기록된 정보의 안정성을 저하시킨다.⁷⁾

따라서, 본 연구에서는 Te의 단점을 보완하고 더 안정한 상전이형 광기록 매질 개발을 위한 기초적 연구로서 $Te_x(Sb_{85}Ge_{15})_{100-x}$ ($x=0.3, 0.5, 1$ at.%)인 박막을 제조하여 AES를 이용하여 조성을 분석하고 비정질과 결정질 상태 사이의 반사도, XRD 분석과 SEM분석을 통하여 결정화 특성을 고찰하여 상전이형 광기록 매질로서의 응용 가능성을 조사하고자 한다.

2. 실 험

2.1 시료 제작

순도가 5N(99.999%)인 Te, Ge, Sb를 사용하여 $Te_x(Sb_{85}Ge_{15})_{100-x}$ 계 시료를 조성비 $x=0.3, 0.5, 1$ at.%에 알맞게 각 원자량비로 0.1mg까지 전자천평(AIsep, MEV-198A)으로 정확히 평량하였으며, 평량한 각 원소를 내경이 10mm인 석영관에 넣어 1×10^{-5} Torr로 진공봉입하였다.

진공봉입된 석영관을 전기로에 넣어 500°C에서 2시간, 700°C에서 2시간 그리고 1000°C에서 20시간 동안 가열하여 각 원소들의 반응을 촉진시키면서 용융상태를 유지하였다. 이 때, 각 원소들의 균일한 혼합을 위해 1시간 간격으로 흔들어서 주었다. 가열이 끝난 후 전기로에서 꺼낸 석영관을 급냉시켜 벌크 시료를 제조하였다. 이렇게 제작된 벌크는 진공열증착기를 이용하여 다단계 세척한 Corning glass 기판위에 2×10^{-5} Torr의 진공도에서 $\sim 20 \text{ \AA/sec}$ 의 속도로 증착하여 박막을 제작하였다. 박막 두께는

결정감지기를 이용한 두께 측정기를 사용하여 측정하였으며, 제작된 박막의 두께는 200Å으로 하였다.

2.2 측정

제작된 박막의 조성 분석을 위하여 AES분석을 행하였으며, 비정질 박막을 결정화 시키기 위한 열처리 조건을 얻기 위하여 제작된 시료에 대해 TG-DTA분석을 하였다. 그리고 비정질 박막과 열처리에 의해 결정화된 박막의 반사도는 n&k analyzer (NKT 1200)를 사용하여 측정하였다. 열처리에 의한 반사도 변화를 규명하고자 XRD 분석을 행하였으며, 열처리된 박막의 결정상을 관찰하기 위해 SEM분석으로 박막의 표면상태를 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

열처리에 의한 박막의 상변화 특성을 관찰하기 위하여 결정화 온도를 관찰하였으며, 그림 1은 $Te_{0.5}(Ge_{15}Sb_{85})_{99.5}$ 시료의 TG-DTA 분석 결과를 나타내었다. 결정화 온도(T_c)는 418°C 부근에서 관찰되었으며, 측정된 결과에 의해 열처리 온도는 각 시료에 대해 약 420°C의 온도를 선택하였다.

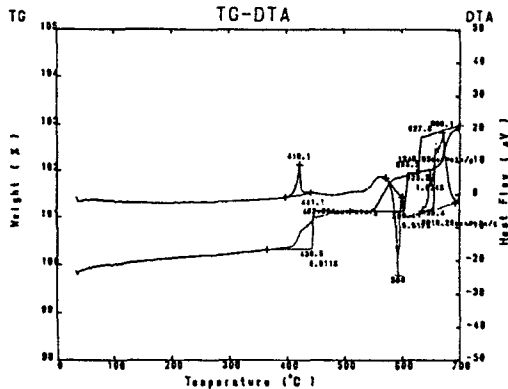


그림 1. 제작된 $Te_{0.5}(Ge_{15}Sb_{85})_{99.5}$ 벌크 시료의 TG-DTA 분석 결과

제작된 시료의 조성 분석은 AES를 이용하였으며 그결과를 그림 2에 나타내었다. 그림에서 보여주듯이 Te, Ge, Sb의 각 원소가 모든 시료에 대해 비교적 균일한 조성 분포를 보여주고 있으며 조성비가 제조시의 값과 거의 일치함을 알 수 있다.

파장에 따른 as-deposited 상태와 열처리한 상태의 반사도를 측정한 결과는 그림 3에서 보여준다. 다이오드 레이저 파장대인 780nm에서 열처리한 상태의 반사도가 as-deposited 상태보다 더 증가함을 알 수 있다.

이는 비정질 상태에서 결정질로의 상변화에 의해 반사도가 증가한 것이다. 그리고 as-deposited 상태(비정질 상태)와 열처리한 상태(결정질 상태)사이의 반사도차는 Te을 0.3, 0.5, 1at.%로 첨가한 경우 각각 19, 30, 22%를 나타내었으며, 이 중 Te을 0.5

at.% 첨가한 경우 가장 큰 반사도 변화와 대비도를 나타내었다. 즉, 다이오드 레이저 파장범위인 780nm에 대해 비정질 상태의 경우 40%의 반사도를 나타내는 데 반해 결정질 상태의 경우 70%로 약 30%의 증가를 보여준다.

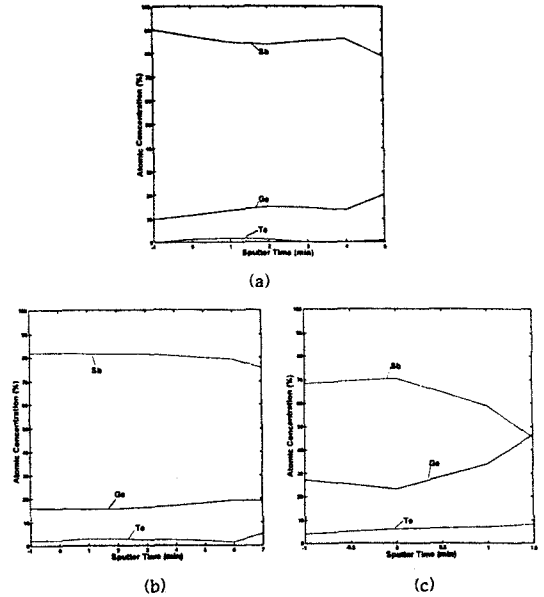


그림 2. 각 박막에 대한 AES 분석

(a) $Te_{0.3}(Sb_{85}Ge_{15})_{99.7}$ (b) $Te_{0.5}(Sb_{85}Ge_{15})_{99.5}$ (c) $Te_1(Sb_{85}Ge_{15})_{99}$

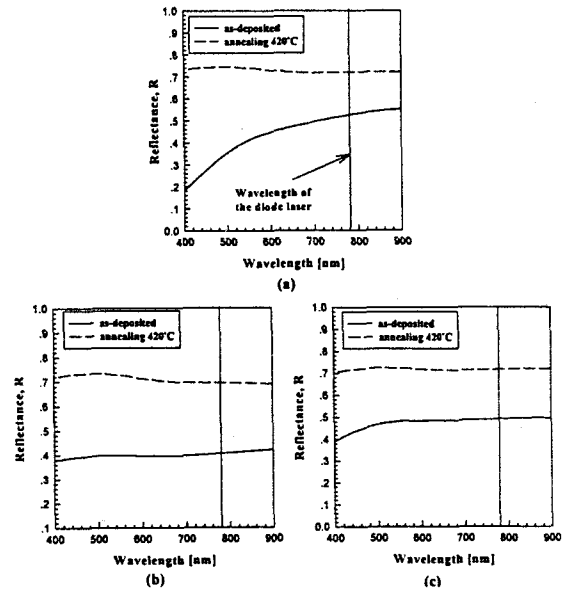
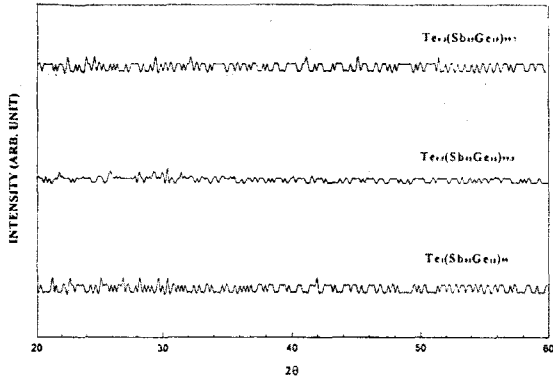


그림 3. 파장에 따른 각 시료의 반사도

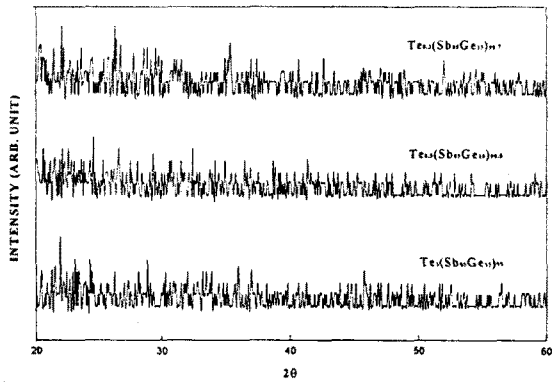
(a) $Te_{0.3}(Sb_{85}Ge_{15})_{99.7}$ (b) $Te_{0.5}(Sb_{85}Ge_{15})_{99.5}$ (c) $Te_1(Sb_{85}Ge_{15})_{99}$

반사도 변화를 규명하고자 as-deposited 상태와 열처리 상태의 박막에 대한 XRD pattern을 그림 4

에 나타내었다.



(a) As-deposited 상태

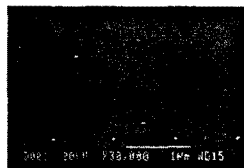


(b) Annealed 상태

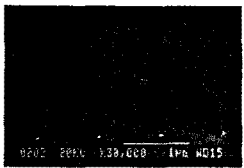
그림 4. 각 시료에 대한 X-ray 회절 패턴도

As-deposited

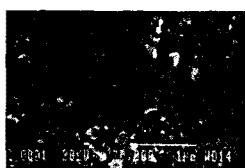
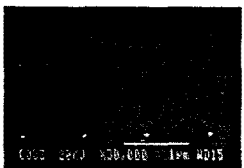
Annealed



(a) $Te_{0.3}(Sb_{85}Ge_{15})_{99.7}$



(b) $Te_{0.5}(Sb_{85}Ge_{15})_{99.5}$



(c) $Te_1(Sb_{85}Ge_{15})_{99}$

그림 5. 각 시료에 대한 SEM 표면 사진

그림에서 보여주듯이 as-deposited 박막의 경우

어떠한 특정 peak가 관찰되지 않는 비정질 상임을 알 수 있으며 열처리한 박막의 경우 결정 peak가 관찰됨으로 결정화가 되었음을 알 수 있다. 그림에서 잔 peak들을 많이 관찰할 수 있는데 이는 박막의 두께가 매우 얇아서 나타난 것으로 사료된다.

또한 박막의 표면 상태를 조사하기 위해 SEM 분석을 행하였으며 그 결과를 그림 5에 나타내었다.

as-deposited 상태의 경우 표면이 거의 평탄한 상태를 보여주지만 열처리한 상태의 경우 약 1000~5000Å 범위의 crystallite가 형성됨을 볼 수 있으며 특히, $Te_{0.5}(Sb_{85}Ge_{15})_{99.5}$ 박막의 경우 균일 크기의 crystallite를 얻었다.

3. 결 론

$Te_x(Sb_{85}Ge_{15})_{100-x}$ ($x=0.3, 0.5, 1$ at.%) 상변화 기록 박막에 대한 결정화 특성을 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

각 시료는 열처리에 의해 as-deposited 상태에 비하여 반사도는 더 증가하며, XRD와 SEM분석을 통하여 열처리에 의해 결정화가 발생함을 관찰할 수 있었다. 또한 Te을 0.3, 0.5, 1.0 at.% 첨가한 박막에 대해 780nm에서 비정질-결정질간 반사도 차 (ΔR)은 각각 19, 30, 22%로 나타났다. 특히, 30%의 반사도 차를 보이는 $Te_{0.5}(Sb_{85}Ge_{15})_{99.5}$ 박막의 경우 상변화형 광기록 매질로 이용시, 높은 대비도를 갖는 저손실 광기록 특성을 보일 것으로 기대된다.

본 실험에 사용된 박막은 결정화 온도가 높다는 단점을 가지고 있지만 실제 레이저 빔을 이용한 광특성과 결정화 시간, power등이 더욱 연구되어야 할 것으로 사료된다.

[참 고 문 헌]

- [1] R.J. Gambino, MRS BULLETIN, p.20, 1990
- [2] M. Matsubaral, et. al., Jpn. J. Appl. Phys., Vol.32, Part 1, No.11B, p.5234, 1993
- [3] M. Ojima et al., SPIE Proceedings 899, p.154, 1988
- [4] H.B. Chung, et al., 대한전기학회, 38권 2호 No.2, p.106, 1989
- [5] C.N. Afonso, et. al., Appl. Phys., A62, p.559, 1996
- [6] H.Mizuno, et. al, Jpn. J. Appl. Phys., Vol.36, Part 1, No.1B, p.514, 1997
- [7] T. Ohta, et al., SPIE Proceedings 1078, p.27, 1989