비정질 $Ge_2Sb_2Te_5$ 박막의 IR 영역에서의 복소굴절률 평가

김진희, 이현용
전남대학교

Evaluation for dispersive refractive indices in IR regions of amorphous and crystalline $Ge_2Sb_2Te_5$ thin films

Jin-Hee Kim, Hyun-Yong Lee
Chonnam National Univ

Abstract : 컴퓨터의 발달과 더불어 현대사회는 기록하고 보존해야할 정보의 양이 점점 방대해 지고 있다. 그로 인해 자기기록매체처럼 정보를 사용자의 편의에 따라 반복적으로 기록하고 재생할 수 있는 광기록매체에 대한 관심이 증가되고 있다. $Ge_2Sb_2Te_5$(GST)는 기존의 CD-RW나 Floppy Disk(FD)를 대체할 차세대 기록매체로 주목받고 있다. 따라서 본 연구에서는 비정질상과 결정상으로 변하는 성질을 가지고 있는 GST를 상변화 기록매체로서 이용하기 위해 굴절률을 평가하였다. 시료는 5N의 순도를 갖는 Ge, Sb, Te 물질을 준비하고 조성비에 맞추어서 석영관에 진공 봉입한 후 용융-냉각법으로 벌크를 제작하였고 열증착 방법으로 Si 및 유리 기판위에 1000nm 두께로 박막을 제작하였다. UV-Vis-IR spectrophotometer를 사용하여 반사도와 투과도를 측정하였고 측정한 스펙트럼을 이용하여 Swanepoel method로 굴절률을 계산하였다. 본 연구진이 자체 개발한 계산툴에 실험값을 대입하였고 실험에 의해 얻은 투과도와 계산툴에 의해 얻은 투과도 스펙트럼을 비교하였다.

Key Words : GeSbTe, refractive index, amorphous and crystalline

1. 서 론

정보기술의 급속한 발전으로 점점 더 빠른 속도와 높은 밀도를 가지는 광기록매체가 요구 되어 지고 있다. 비정질상과 결정상 사이의 큰 반사율을 가지고 있는 $Ge_2Sb_2Te_5$(GST)는 차세대 광기록매체로 주목받고 있는 물질이며, CD-RW(compact disk-rewritable)나 DVD-RAM(digital versatile disk-random acces memory)과 같이 광학적으로 데이터를 저장하는데 이용된다. 최근에 GST 박막은 비정질과 결정질 상태에서 서로 다른 광 특성을 이용하여 미래 메모리 소자인 PCM(phase change memory)이라는 상변화 메모리에 적용하기 위해 연구되어 지고 있다.[1,2] GST를 이용하여 제작되는 광디스크는 GST기록층 주위로 보호층과 반사층 등을 가지는 다층구조를 가지게 되는데, 최적화된 다층구조의 광디스크를 제작하기 위해서는 상변화물질인 GST의 굴절률을 정확하게 파악하는 것이 필수적이다.[3]

따라서 본 연구에서는 $Ge_2Sb_2Te_5$ 박막을 열증착법을 이용하여 제작한 후 굴절률을 계산하였다.

2. 실 험

벌크시료는 5N의 순도를 갖는 원소를 원자량 조성비에 맞추어 평량하고 석영관에 진공 봉입하여 전형적인 용융-냉각법으로 제작하였다. 박막은 약 1×10^{-5} Torr 의 진공에서 Si(100) 및 유리(corning glass 7059) 기판 위에 thermal evaporation system을 사용하여 진공열증착 방식으로 제작하였다. 이때 증착속도는 균일한 비정질상을 얻기 위해 약 3 Å/s을 유지하였으며 두께는 1000nm로 하였다. 두께를 정확하게 파악하기 위해 SEM(scanning electron microscopy)을 이용하여 박막의 단면을 측정하였고 UV-Vis-IR spectrophotometer를 사용하여 반사도 및 투과도를 측정하였다. 측정한 투과도와 반사도를 Swanepoel method[4]로 그림 1과 같은 순서에 의해 굴절률을 계산하였고 본 연구진이 자체 개발한 계산툴에 실험값을 대입하여 실험으로 얻은 투과도와 계산툴에 의해 얻은 투과도를 비교하였다.

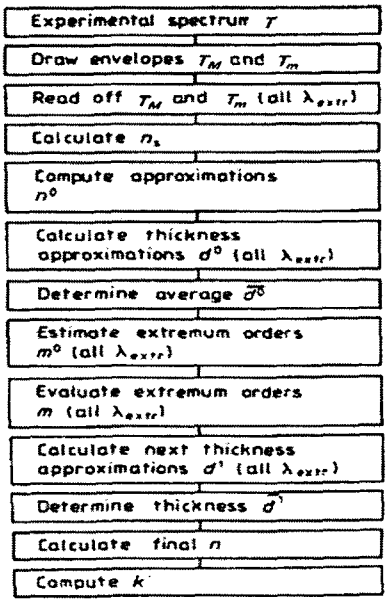

그림 1. 투과도 스펙트럼을 이용하여 굴절률을 구하기 위한 순서도

3. 결과 및 검토

진공열증착 방법으로 제작한 박막은 SEM 측정 결과 1181nm 두께로 증착되었다. 그림 2는 UV-Vis-IR spectrophotometer를 이용하여 얻은 투과도 스펙트럼이다.

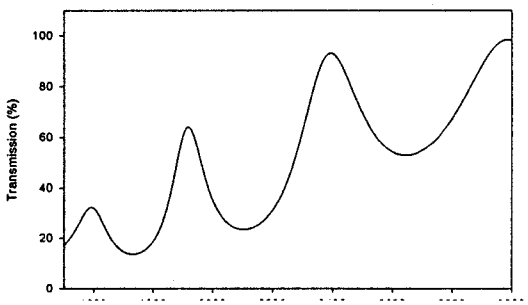

그림 2. UV-Vis-NIR spectrophotometer로 얻은 투과도 스펙트럼.

표 1. Swanpoel method를 이용한 굴절률 계산값.

λ	T_M	T_m	n^2	d^2	m^2	m	d^1	n^1
2982	0.9848	0.5300	2.875	2029	2.225	2	1037	2.568
2642	0.9800	0.5298	2.871	585.07	2.508	3	1380	3.413
2397	0.9314	0.3650	3.629	373.47	3.494	4	1321	4.129
2105	0.7750	0.2346	4.596	407.212	5.083	5	1145	4.533
1929	0.6282	0.1700	5.396	407.941	6.455	6	1072	4.984
1736	0.4900	0.1368	5.920	3120	7.869	7	1026	5.233
1593	0.3221	0.1300	5.560	–	8.054	8	1146	5.488
				$\overline{d_0}$=1153.78 nm			$\overline{d_1}$=1161 nm	

그림 2의 투과스펙트럼을 각 파장에 대한 최대값과 최소값을 연결하여 표1[5]과 같이 Swanepoel method의 순서에 따라 순차적으로 굴절률을 구하였다. 계산한 굴절률은 그림 4와 같은 성질을 나타낸다. 굴절률 값은 대략 2.6에서 5.5사이의 값을 갖고 파장이 증가할수록 굴절률이 낮아지는 것을 알 수 있다. 그림 5는 파장에 따른 소광계수를 나타낸 그래프이다. 굴절률과 마찬가지로 소광계수도 파장이 증가할수록 감소한다는 것을 알 수 있다.

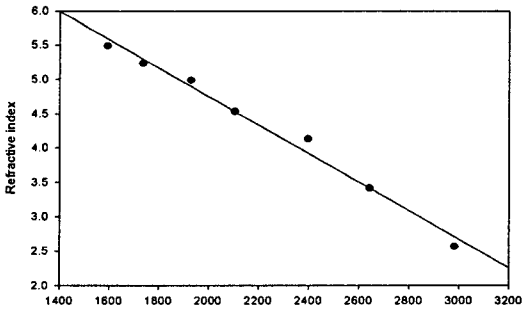

그림 3. $Ge_2Sb_2Te_5$의 파장에 대한 굴절률

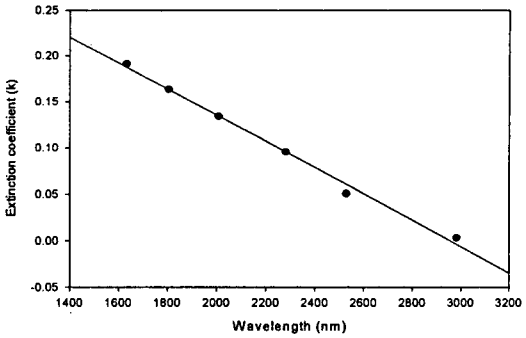

그림 3. $Ge_2Sb_2Te_5$의 파장에 대한 소광계수

굴절률과 소광계수의 값을 구한 후 본 연구진이 자체 개발한 계산툴에 대입한 결과 그림 4와 같은 투과 스펙트럼을 얻었다.

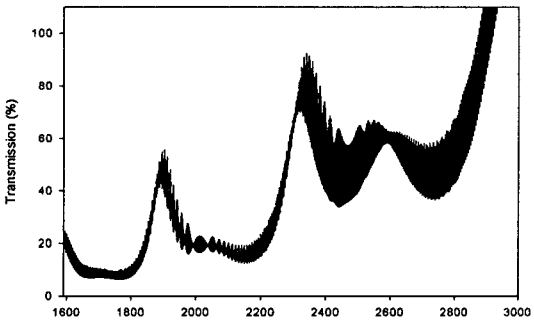

그림 4. 계산툴에 의해 얻은 투과 스펙트럼

4. 결 론

본 연구에서는 $Ge_2Sb_2Te_5$ 박막을 제작하고 굴절률을 구하여 자체 개발한 계산툴에 대입하였다. 또한 실험에서 얻은 투과도와 계산툴에 의해 얻은 투과도를 비교하였다. 계산툴에 의해 얻은 투과도는 유리 기판에 의한 흡수를 고려하지 않았으므로 실험에 의해 얻은 투과도와 오차가 있지만 유사한 형태를 보였다.

참고 문헌

[1] T H. Jeong, M R. Kim, H. Seo, S J. Kim, S Y. Kim, J. Appl. Phys. vol.87, (1999)

[2] S M. Kim, M J. Shin, D J. Choi, K M. Lee, S K. Hong, Y J. Park: Thim Solid Films, 469-470, p. 322-326 (2004)

[3] S J. Kim, S Y. Kim, H. Seo, J W. Park, T H. Chung: Hankook Kwanghak Hoeji. Vol 8 (1997)

[4] R. Swanepoel, J. Phys. E: Sci. Instrum. 16 (1983) 1214.

[5] D.A. Minkov, J. Phys. D: Appl. Phys. 22 (1989) 1157.