

# 투과스펙트럼을 이용한 비정질 칼코게나이드 $Ge_xSe_{100-x}(x=25, 95)$ 박막의 복소굴절률 평가

김진희, 이현용  
전남대학교

## Evaluation for the complex refractive indices of amorphous chalcogenides $Ge_xSe_{100-x}(x=25,95)$ from the transmission spectra.

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

**Abstract :** 칼코게나이드(chalcogenide)계 비정질 반도체는 그들의 독특한 광학적, 전기적 특성 때문에 활발한 연구가 진행되고 있다. 비정질 Se는 유연한 원자구조로 인해 가장 먼저 광학적으로 상용화되었으며, 응용성이 매우 큰 반도체 재료중 하나로 Ge-Se와 같이 Se를 기본으로 한 칼코게나이드 유리 반도체가 주목받고 있다. 따라서 본 연구에서는 비정질 칼코게나이드  $Ge_xSe_{100-x}(x=25,95)$  조성에 대한 광학적 특성을 연구 하였다. 시료는 5N의 순도를 갖는 Ge, Se 물질을 준비하고 조성비에 맞추어서 석영관에 진공 봉입한 후 용융 혼합하여  $Ge_{25}Se_{75}$ 와  $Ge_{95}Se_5$  조성의 두 가지 비정질 벌크를 제작하였다. 열증착 방법으로 유리 기판위에 박막을 제작하였고 UV-vis-NIR spectrophotometer를 사용하여 투과도를 측정하였다. 측정된 스펙트럼을 이용하여 Swanpoel method로 굴절률을 계산하고 특성을 분석하였다.

**Key Words :** GeSe, refractive index, transmission

### 1. 서 론

칼코게나이드계 비정질 재료는 S, Se, Te 등의 칼코겐 원소를 하나 이상 포함하며 이러한 원소들이 Ge, As, Sb 등과 결합하여 생성된 비정질 원자구조의 재료를 말한다. 이들 칼코게나이드 재료는 장파장의 적외선 영역에 대한 투과도가 높으며 화학적으로 안정하여 중적외선영역의 광투과성을 이용한 응용에 적합한 물질로 평가되고 있다. [1] 칼코게나이드 반도체 합금은 투과 가능 영역이 넓고, 전기적, 열적 특성뿐만 아니라 광학적 특성을 가지고 있으며, [2,3] 최근에는 과학기술 분야와 고체소자로서 많은 부분에 응용되고 있다. 많은 비정질 반도체 중 특히 Se는 비정질(excited)-비정질(meta stable) 또는 비정질(excited)-결정질(stable)간을 가역적으로 변화할 수 있는 독특한 특성을 지니고 있으며 이러한 특성은 광학적 또는 전기적 메모리 소자에 유용하게 이용 될 수 있다.

광학 밴드갭과 굴절률, 소광 계수는 비정질 칼코게나이드 반도체 박막에서 가장 중요한 요소이다. 재료의 광학적 특성은 광 상수를 결정하기 위해 이용되며 박막의 투과도와 반사도를 측정하는 것은 가장 이상적인 일이다.

따라서, 본 연구에서는  $Ge_xSe_{100-x}(x=25,95)$ 의 박막을 열증착법을 이용하여 제작하고 열처리 전, 후의 투과 스펙트럼을 측정하였으며 그에 따른 복소굴절률의 광학 상수를 평가하였다.

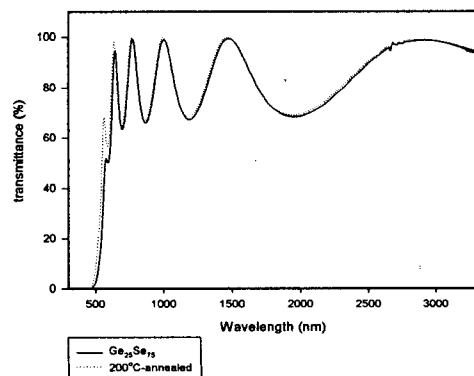
### 2. 실험

벌크시료는 5N의 순도를 갖는 원소를 원자량 조성비에 맞추어 평량하고 석영관에 진공 봉입하여 전형적인 용융-냉각법으로 제작하였다. 박막은 약  $1 \times 10^{-5}$  Torr의 진공에

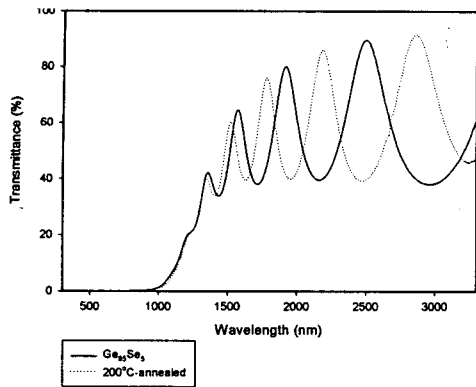
서 유리(corning glass 7059) 기판 위에 thermal evaporation system을 사용하여 진공 열증착 방식으로 제작하였다. 이때 증착속도는 균일한 비정질상을 얻기 위해 약 3Å/s를 유지하였다. 증착된 박막은 200°C에서 열처리를 실시하였으며 처리 과정에서는 박막의 산화로 인한 영향을 최소화하기 위하여 200sccm의  $N_2$  분위기에서 진행하였고 승온속도는 5°C/min으로 각 온도에서 1시간씩 유지하였다. 열처리 전, 후 박막은 UV-vis-NIR spectrophotometer를 사용하여 투과도를 측정하였다. 측정된 투과도를 Swanpoel method[4]로 굴절률을 계산한다.

### 3. 결과 및 검토

박막은 진공열증착 방법으로 제작하고 200°C에서 열처리 한 후 UV-vis-NIR spectrophotometer를 사용해 투과도를 측정하여 그림1에 나타내었다.



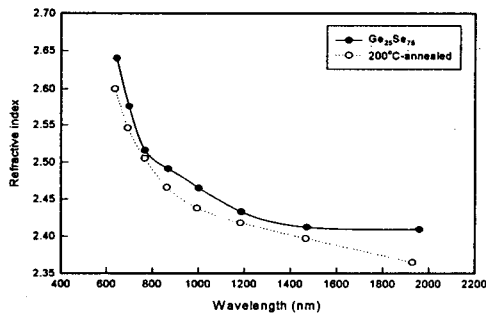
(a)



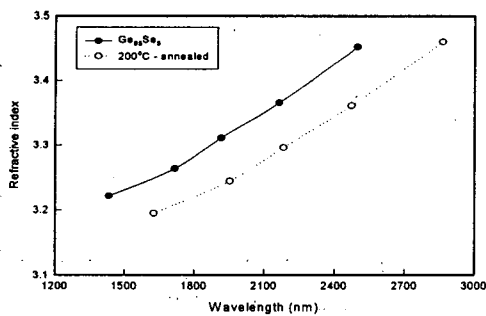
(b)

그림 1. UV-Vis-NIR spectrophotometer로 얻은 투과도 스펙트럼.

그림 1의 투과스펙트럼을 각 파장에 대한 최대값과 최소값을 연결하여 Swanepoel method의 순서에 따라 순차적으로 굴절률을 구하였다. 계산한 굴절률은 각각 그림 2(a), (b)에 나타내었다. 그림 2(a)와 같이  $Ge_{25}Se_{75}$ 의 굴절률은 파장이 증가할수록 굴절률이 낮아지는 특성을 보였으며, 그림 2(b)  $Ge_{95}Se_5$ 의 굴절률은 반대의 특성을 보였다. 그러나 두 물질 모두 열처리 후에는 열처리 전보다 굴절률이 감소하는 것을 알 수 있다.

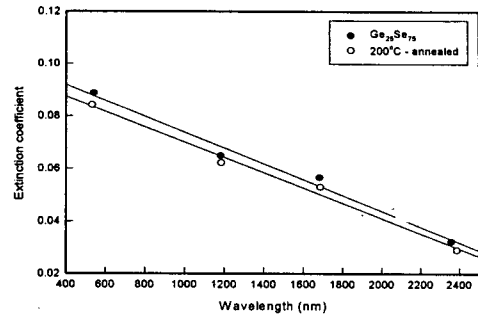


(a)

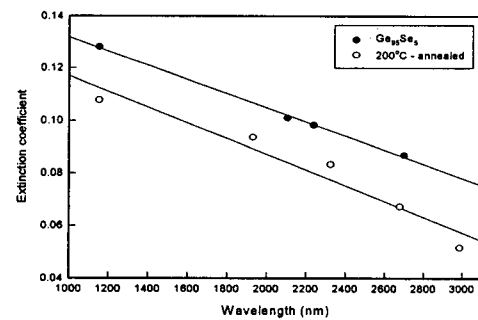


(b)

그림 2. 파장에 대한 (a)  $Ge_{25}Se_{75}$ , (b)  $Ge_{95}Se_5$ 의 굴절률



(a)



(b)

그림 3. 파장에 대한 (a)  $Ge_{25}Se_{75}$ , (b)  $Ge_{95}Se_5$ 의 소광계수

그림 3은 열처리 전, 후 박막의 소광계수를 보여준다. 소광계수 역시 굴절률과 같이 파장이 증가할수록 낮아지는 특성을 보이며, 열처리 후 소광계수가 감소하는 것을 알 수 있다.

#### 4. 결론

본 연구에서는  $Ge_{25}Se_{75}$ ,  $Ge_{95}Se_5$  박막을 제작하고 200°C에서 열처리를 했을 때 그에 따른 광 특성의 변화를 연구하였다. 박막의 투과도를 측정하여 Swanepoel method에 따라 굴절률을 계산한 결과 굴절률과 소광계수는 열처리 후 열처리 전보다 감소하는 경향을 보였다.

#### 참고 문헌

- [1] P.J. Webber and J.A. Savage: J. Non-Cryst. Solids, 20, 271-283 (1976)
- [2] V. Lyubin, M. Klebanov, V.K. Thikomirov: J. Non-Cryst. Solids, 945, 475 (2002)
- [3] K. Shimakawa, A. Kolobov, S.R. Elliot: Adv. Phys. 44, 475 (1995)
- [4] R. Swanepoel, J. Phys. E: Sci. Instrum. 16 (1983) 1214.