

제작 조건에 따른 Se박막의  
결정구조 및 표면형상에 관한 연구

A Study on Crystal Structure and Surface  
Morphology of Se Thin Film by Fabrication Condition

박 계 춘\*, 임 영 삼, 정 해 덕, 이 진, 청 인 성, 김 중 욱, 구 할 본  
(Gye-Choon Park\*, Young-Sham Im, Hae-Duck Chung,  
Jin Lee, In-Sung Chung, Jong-Uk Kim, Hal-Bon Gu)

Abstract

Crystal structure and surface morphology of Se thin film fabricated by EBE method had been studied. Se thin film was deposited with amorphous structure until substrate temperature of 100°C. But Se thin film was grown with monoclinic structure at substrate temperature of over 150°C, and its lattice constant of a, b and c was 12.76Å, 9.15Å and 10.41Å respectively.

Also, after heat-treatment at 150°C for 15 min with substrate temperature of 100°C, amorphous Se was proved to be hexagonal structure, and its lattice constant of a and c was 4.27Å and 4.83Å respectively.

1. 서 론

원소 반도체로서 광전지 및 정류소자의 재료로 널리 알려진 Se은 분광감도가 시감도에 잘 일치하여서 박막형 광소자로 사용가능하며 원료의 가격이 다

\* : 목포대학교 전기공학과  
\*\* : 전남대학교 전기공학과

른 단일원소들보다 저렴할 뿐 아니라, 박막제조 공정이 진공중 일때 200°C 이하에서 이루어지므로 막질조절이 용이한 장점들을 가지고 있는 반면, 재료 자체의 물성은 복잡하고 공기중에 노출 되면 스스로 결정성이 변하는 문제등을 야기시키고 있다. 또한 제작시 기판온도에 따라서 결정구조가 크게 달라지며 이중접합시에는 접합부근에서 경일변화

까지 나타나고 있으므로, 본 연구에서는 EBE법으로 기판온도에 따라 Se박막을 제작하고, 아울러 보다 특성을 개선하기 위하여 증착된 박막을 열처리 하였으며, 각각의 경우에서 결정구조, 표면형상을 분석하여 앞으로 넓은 범위에서 응용 가능한 좋은 Se박막을 만들 수 있는 최적 제작조건을 얻고자 하였다.

## 2. 제작 및 실험

$1 \times 10^{-6}$  Torr의 진공도를 갖는 증착기 안에서 할로젠램프로 가열한 슬라이드유리 기판위에 EBE법으로 Se박막을 증착하였다. 이때, 박막형성에 중요한 영향을 미치는 기판의 온도는 50 °C 에서 50 °C 간격으로 박리가 일어나는 200 °C 까지로 하였다. 또한 결정구조의 특성을 개선하고자 증착된 박막을 공기중에서 열처리하였는데 온도는 50 °C 에서 50 °C 간격으로 150 °C 까지 변화를 주면서 하였고 더불어 시간은 5분 간격으로 30분까지 하였는데 그 이상의 온도 및 시간은 심한 박리현상을 나타내어 더 이상 실험을 진행할 수 없었다. 제작온도에 따른 시료의 번호는 표 1과 같이 나타내었다. 한편, 증착두께는 두께모니터를 사용하여 약 1.0  $\mu\text{m}$ 로 조절하였고, 결정구조는 X선 회절장치로 조사하였으며, 표면형상은 현미경으로 확대사진을 얻었다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 결정구조

표 1. 기판 및 열처리 조건에 따른 Se박막의 시료번호

Sample Number	Fabrication Condition		
	Substrate temp.(°C)	Heat-Treatment	
		temp.(°C)	time(min)
S - 01	50		
S - 02	100		
S - 03	150		
S - 04	200		
S - 05	100	50	10
S - 06	100	50	15
S - 07	100	50	30
S - 08	100	100	10
S - 09	100	100	15
S - 10	100	100	30
S - 11	100	150	10
S - 12	100	150	15
S - 13	100	150	20
S - 14	100	150	30

기판온도에 따라 증착된 Se박막을 XRD분석하여 그림 1에 나타내었다. 그 결과 증착된 Se는 기판온도 100°C 까지 비정질로 성장되었으나, 기판온도 150°C 이상에서는 회절각 ( $2\theta$ ) 22.7 °에서 면지수 (100)을 크게 갖는 단사정계 결정구조로 성장됨을 볼 수 있었다. 그러나 기판온도 200°C 에서는 이 회절강도가 도리어 작아짐을 알 수 있었는데 이것은  $10^{-4}$  Torr 이상의 진공중에서 Se의 융점이 200°C보다 낮아지기 때문에 200°C정도의 기판온도는 150°C의 때보다 증착에 오히려 좋지 못한 조건을 갖고 있음으로 판단하였다. 한편 열처리 온도에 따른 XRD 결과는 그림 2에 보였는데 이것은 기판온도 100°C에서 비정질로 증착된 것을 열처리한 것으로 150°C로 열처리한 경우가 가장 좋은 결정성을 가졌고 열처리 하지않은 것과 매우 다르게 육방정계 결정구조로 성장됨을 볼 수 있었으며 더불어 면지수 (100)의 강도는 작아지고, 반면에 회

절각 27.3 °에서의 (101)면이 크게 성장 되었음을 알 수 있었다. 또한 열처리 시간에 따라서는 20분 보다 15분이 더욱 좋은 결과를 가져왔는데 이것은 Se 이 육방정계의 결정구조를 가질때 실온에서 용점이 220℃인 사실로 부터 온도 200℃이상과 시간 20분 이상의 열처리는 도리어 결정성의 약화를 가져오고 있음을 알 수 있었다.

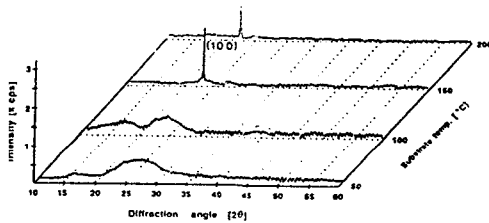


그림 1. 기판온도에 따른 Se박막의 XRD 회절무늬.

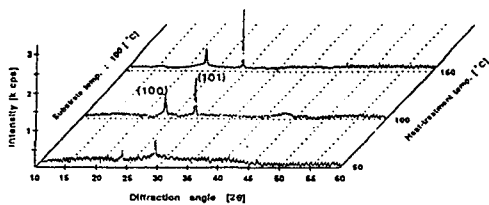


그림 2. 열처리에 따른 Se박막의 XRD 회절무늬.

### 3.2 격자상수

Se박막의 격자상수를 XRD결과에서 얻은 회절각, 면간거리와 JCPDS카드에 나타난 밀러지수로 부터, 면간격 d와 격자상수 a,b,c와의 관계식을 가지고 구한다음, Bragg 조건식으로 보정하여 얻었다. 그 결과 대표적인 육방정계때의 격자상수 a를 그림 3에 나타내었다. 가장 결정성장이 잘 되었다고본 단사정계에서 격자상수의 값은 a=12.76Å, b=9.15Å, c=10.41Å이었고, 기판온도가 높아지면 전 격자상수의 값이 작아짐을 알 수 있었다. 육방정계 구조에서는 격자상수가 a=4.27Å, c=4.83Å을 나타내었는데 이것은 단사정계때 보다 훨씬 적게, 약 2배 이상 격자상수가 축소된 결과를 가져옴을 알 수 있었다.

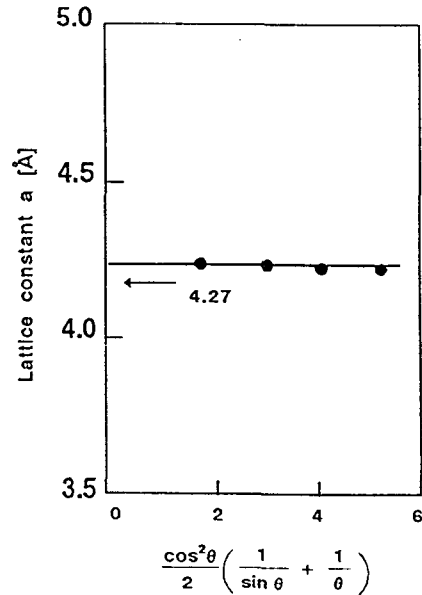


그림 3. 육방정계 Se박막의 격자상수.

### 3.3 표면형상

기판온도 및 열처리에 따른 Se박막의 표면상태를 그림 4에 나타내었다. 기판온도 50℃ 와 100℃일때의 결과는 그림 4 (a),(b)에서 볼 수 있는 것처럼 표면이 매끄럽고 적색계통을 가졌다. 또한 기판온도 150℃ 와 200℃ 에서는 그림 4 (c),(d)에 나타낸 것처럼, 표면 형상이 크게 변하면서 색깔도 회색계통을 보였다. 한편, 기판온도 100℃ 이며 150℃에서 열처리된 경우의 표면은 그림 5에 나타내었는데 전부 진한 회색을 보였으며, 열처리 하지 않은 경우와 표면형상이 매우 달라져 뚜렷한 입자모양을 가졌으며, 가장 결정성장이 양호하게 되었다고 보는 15분일때의 입자크기는 약 0.5 μm정도임을 확인할 수 있었다.

### 4. 결 론

기판온도 및 열처리 조건에 따라 Se박막을 제작하고 그 결정구조 및 표면형상을 분석하였고 Se은 기판온도에 따라 비정질과 단사정계로 제작되었으며 열처리에 의해서 육방정계의 결정구조를 가짐을 알 수 있었다

### 참 고 문 헌

1. A.kinoshita, T.Nakano and T.Aono, J.J.A.P., vol.19, no.12, pp.2361-2366, 1980.
2. Y.Ema and T.Hayashi, J.J.A.P., vol.21, pp.1665-1670, 1982.
3. H.Ito, M.Oka, T.Ogino, A.Takeda

and Y.Mizushima, J.J.A.P., vol.23, no.6, pp.719-725, 1984.

4. G.C.Park and Y.T.Yoo, J.K.S.S., Vol.2, pp.87-94, 1993.
5. G.C.Park and W.J.Jeong, J.I.E.E. M.E, Vol.7, pp.7-14, 1994.

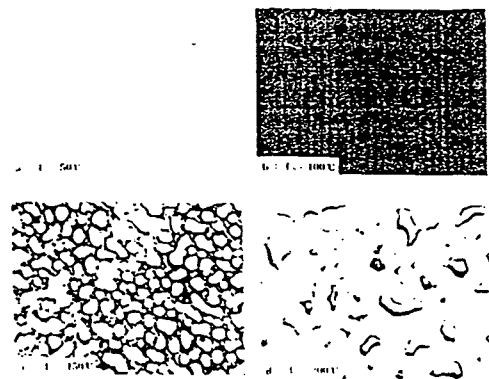


그림 4. 기판온도에 따른 Se박막의 표면형상(×1000).

(a:S-1, b:S-2, c:S-3, d:S-4)

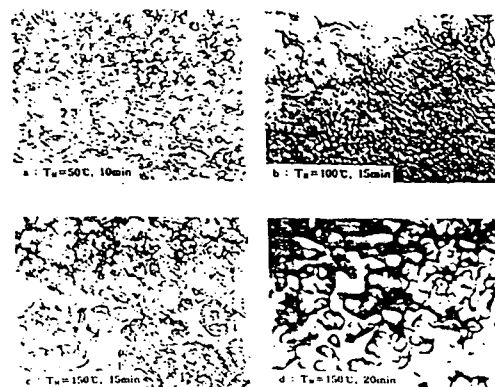


그림 5. 열처리에 따른 Se의 표면형상(×1000). (a:S-6, b:S-9, c:S-12, d:S-13)