

ITO/TiO₂/Se 태양전지의 전기적특성에 관한 연구 Electrical Properties of ITO/TiO₂/Se Solar Cell

문수경 · 박현빈 · 구할본 · 김태성
전남대학교 전기공학과

Su-Kyung Mun* · Hyun-Bin Park · Hal-Bon Ku · Tae-Seoung Kim
Dept. of Electrical Eng., Chonnam Univ.

< Abstract >

ITO/TiO₂/Se solar cell were fabricated by vacuum deposition method, the Se and TiO₂ were deposited on the ITO/Glass. Prior to the electrical properties of film, the provided Te between the ITO and the Se film were deposited by substrate temperature 20[°C] and evaporation time 15[min], next time TiO₂ were treated by rf-magnetron sputtering in substrate temperature 250 [°C].

The substrate temperature were kept 20[°C] and the annealing time for crystallization of Se were exhausted 4[min] in temperature 180[°C].

Fabricated ITO/TiO₂/Se solar cell were as follows : Open Voltage $V_{oc}=848$ [mV], Short Circuit Current $I_{sc}=10.79$ [mA/cm²], Fill Factor $FF=0.518$, energy conversion efficiency $\eta=4.74$ [%] under the illumination of AM 1.

I. 서론

최근에는 Cu, In 및 Se를 화학양론적 조성비로 혼합하여 제작하는 CuInSe₂¹⁾ 태양전지의 연구 등이 진행되고 있다. 실리콘 태양전지가 주종을 이루면서 개발된 이후 그 제조공정의 복잡성 및 정교성 등의 제작과정이 간단하면서 저가인 태양전지가 연구되었다.

본 연구에서는 태양전지에 Se를 첨가하여 진공증착법

과 스퍼터링장치로 Se와 TiO₂를 기판위에 박막형태로 시편을 제작하고 그 전기적특성을 관찰하였다.

II. 실험방법

2-1. 시편제작

본 실험에서는 태양전지 기판으로 ITO/Glass²⁾를 이용하였으며 Se를 진공도 2.0×10^{-5} [Torr]이하에서 전류를 조절하여 완전 용융시켜 증착하였다. 비정질 Se를 결정화하기 위하여 가열판에서 180[°C]로 4분간 열처리를 하였다.

시료의 전기적인 특성을 측정하기 위하여 도전성은페인트를 사용하여 전극을 부착하였다.

2-2. 전압-전류특성 측정

제작된 시편의 전압-전류 특성을 측정³⁾하기 위해 인가전압은 -1.5[V]에서 1.5[V]까지 가변시켰다. X-Y기록계를 사용하여 전압-전류 특성을 기록하였다. 이 때의 개방전압 및 단락전류를 구하여 태양전지의 곡선인자 및 효율을 계산하였다.

III. 결과 및 고찰

3-1. Se막의 증착과 결정화

기판의 온도를 Se의 용해온도 부근인 200[°C]부터 상온까지 변화시켜 Se를 증착해 본 결과, 기판온도가 낮아

질수록 Se의 막이 치밀해졌다.

그림 1은 열처리온도에 따른 전기저항의 변화를 보여 주고 있다. 열처리온도 100[°C]에서 약 $10^6[\Omega \text{ cm}]$, 180[°C]에서 $10^4[\Omega \text{ cm}]$ 의 저항값을 얻었다. 그러나 200[°C]를 초과하는 열처리온도에서는 Se막의 저항값이 일정한 값을 유지한다. 즉 Se의 전기저항은 열처리온도에 의존한다.

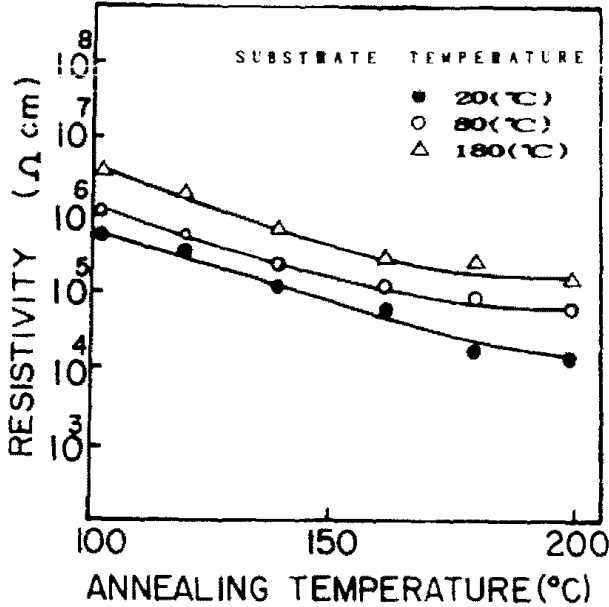


Fig. 1. Dependences of resistivities of Se films on annealing temperature.

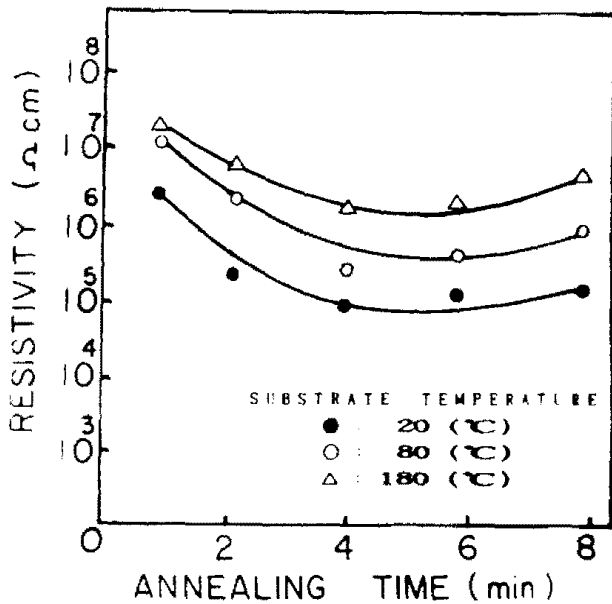


Fig. 2. Dependences of resistivities of Se films on annealing time.

그림 2는 열처리시간과 저항과의 관계를 나타낸 것이다. Se막의 열처리시간이 4분일때 최소 저항값을 갖고 있으며, 이 처리시간보다 짧을 때나 길 경우에는 저항이 증가한다. 이것은 Se막이 다결정으로 불충분하게 전이 및 알칼리 물질 등의 Se층 내부 확산으로 인해 열처리한 시편 보다 막이 불균질해진 것을 알 수 있었다.

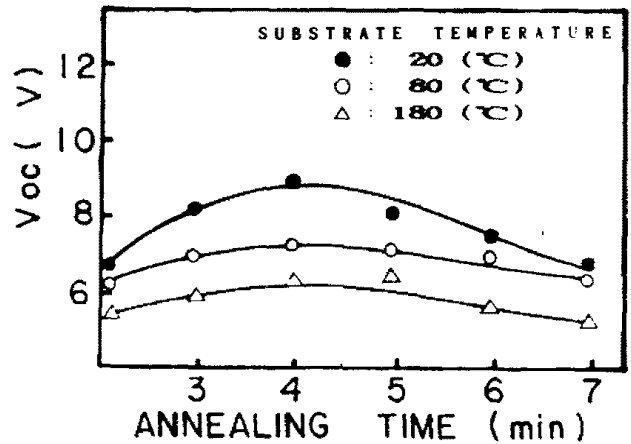
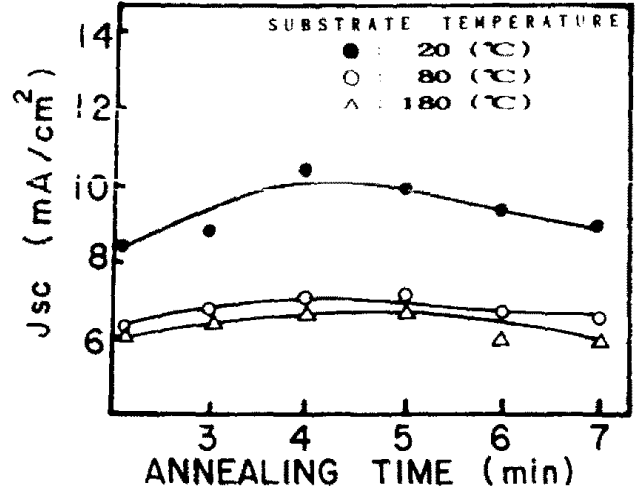


Fig. 3. Dependences of J_{sc} and V_{oc} of Se films on annealing time.

그림 3은 열처리시간에 따라 변화하는 단락전류의 값과 개방전압의 값을 나타낸 것으로 단락전류는 열처리시간 4분에서 약 $10.8[\text{mA}/\text{cm}^2]$ 정도의 값을 보이며, 개방전압은 약 $830[\text{mV}]$ 의 값을 나타내고 있다.

3-2. 전압 - 전류특성

그림 4는 본 실험에서 제작한 $\text{ITO}/\text{TiO}_2/\text{Se}$ 태양전지의 전압 - 전류 특성곡선이다. 기판온도를 20[°C]-180[°C]까지 변화하여 제작한 시편의 출력특성곡선으로 a), b), c)의 각각의 전지의 곡선인자가 조금씩 변화하는 것은 실험상의 여러 증착요인과 또는 실험 bell jar 내부

진공도의 미소한 차이로 인한 직렬저항성분과 병렬저항 성분(누설전류에 기인된 저항성분)의 변화가 원인이다. 기판온도변화에 대한 각 시편의 단락전류밀도, 개방전압, 곡선인자와 에너지변환효율을 표 1에 나타내었다.

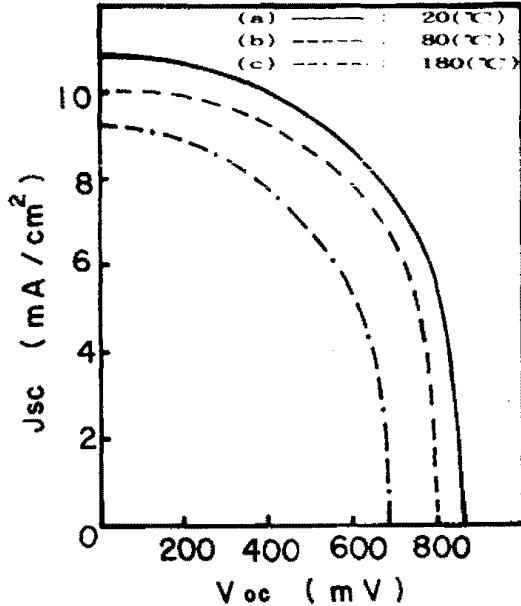


Fig. 4. V - I characteristics of Se films by annealing temperature.

Table 1. Potovoltaic characteristics of an ITO/TiO₂/Se solar cell prepared at various substrate temperature.

Sub. Temp [°C]	Current [mA/cm ²]	Voltage [mV]	Fill Factor FF	Conversion Efficiency [%]
20	10.79	848	0.518	4.74
60	11.05	818	0.493	4.46
80	10.00	800	0.519	4.15
120	9.87	822	0.471	3.82
180	9.20	683	0.582	3.66

IV. 결 론

Se를 모재로 진공증착기와 Sputtering을 이용하여 ITO/TiO₂/Se 태양전지를 제작하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Te(a=4.447[Å])를 ITO와 Se막 사이에 증착하여 Se와 ITO간에 양호한 접합을 얻었다.
2. 열처리온도가 높아질수록 전기저항이 낮아지며, 열처리시간 4분에서 단락전류는 10.8[mA/cm²], 개방전압은 830[mV]의 값을 얻었다.
3. 열처리시간이 4분보다 길었을 때 Se태양전지의 개방전압 및 단락전류값이 낮아졌다.
4. Se태양전지의 특성을 측정하여 단락광전류 10.79[mA/cm²], 개방전압 848[mV], 곡선인자 0.518, 에너지변환효율 4.74[%]를 얻었다.

참 고 문 헌

1. J.Santamaria, G.Gonzalez Diaz, E.Iborra, I.Marti i, and F.Sanches-Quesada, "Role of deep levels and interface states in the capacitance characteristics of all-sputtered CuInSe₂/CdS solar cell heterojunctions", J. Appl. Phys. Vol. 65, No. 8, pp. 3236, 1989.
2. Chenning Hu and Richard M. White, "Solar Cells : From Basic to Advanced Systems", McGraw-Hill, 1983.
3. K.S.Kim and D.Turnbull, "Crystallization of Amorphous Selenium Films. II. Photo and Impurity Effects", J. Appl. Phys. Vol. 45, No. 8, pp. 3447-3452, 1974.