

창립

40주년학술대회

논문 87-F-20-5

Cd 입도 크기가 CdS/CdTe 태양전지의 특성에 미치는 영향

임호빈
노재성*

한국과학기술원 재료공학과 교수
한국과학기술원 재료공학과 박사과정*

The Effects of Cd particle size on the Properties of CdS/CdTe Solar Cells

H.B. Im *
J.S. Roh

KAIST

Abstract

Sintered CdS films on glass substrate with low electrical resistivity and high optical transmittance have been prepared by coating and sintering method. All-polycrystalline CdS/CdTe solar cells with different microstructure and properties of CdTe layer were fabricated by coating a number of CdTe slurries, which consisted of Cd and Te powders, an appropriate amount of propylene glycol and 2 or 7.5 w/o CdCl₂, on the sintered CdS films and by sintering the glass-CdS-(Cd+Te) composites at various temperature.

To explore the dependence of the solar efficiency on the preparation conditions of the CdTe layer, Cd powder with an average particle size of 0.3 μm or 5 μm was prepared. The use of Cd with finer particles forms more dense or uniform microstructure of the nuclei of CdTe during the heating. Therefore the use of Cd with finer particles improves the efficiency of the sintered CdS/CdTe solar cell by improving the microstructure of sintered CdTe layer. But the difference of solar efficiency by varying a particle size of Cd is decreased with increasing amount of CdCl₂ in the (Cd+Te) layer.

All-polycrystalline CdS/CdTe solar cells with an efficiency of 10.2% under solar irradiation have been fabricated using a Cd with finer particles.

1. 서론

가격이 저렴하고 넓은 면적의 저상용 태양전지를 개발하는 데 있어서 CdS/CdTe 이용 전형 태양전지에 대

한 연구가 어려워 동안 진행되어 왔다. CdS는 에너지 금지대 폭이 2.42 eV로서 대부분의 태양광을 통과 시킬 수 있기 때문에 광 투과율을 질로서 적합하다. CdTe는 직진 천이형 에너지 금지대 폭이 1.44 eV로서 태양 에너지를 효과적으로 사용할 수 있는 최적 이론치에 해당하는 에너지 금지대 폭에 근접해 있다는 장점이 있다.^[1] CdS/CdTe 태양전지를 제조하는 방법으로써 사용한 screen printing [2] 방법은 저 가격이면서 넓은 면적의 태양전지를 대량 생산하기에 용이한 이점이 있다. 본 연구에서는 CdTe 소결막을 얻는데 Cd와 Te 혼합분말을 사용하였으며, Cd 분말 크기를 바꾸어 제작한 CdTe 소결막의 제조조건에 따른 CdS/CdTe 태양전지의 특성을 연구하고자 한다.

2. 실험방법

고순도의 CdS 분말에 용제인 CdCl₂를 13 w/o 첨가하고 유기 결합제인 propylene glycol (P.G)을 적당량 첨가하여 혼합 후 유리기판위에 165 mesh stainless screen 을 사용하여 도포한 다음 120°C에서 2시간 동안 건조하였다. 건조된 시편을 600°C 질소 분위기에서 1시간 동안 소결한 후 시편에 전류하는 CdCl₂를 제거하기 위해서 625°C, 질소 분위기에서 15분간 재 열처리를 하였다. CdTe 소결막을 얻기 위하여 Cd의 평균 분말크기를 0.3 μm과 5 μm로하여 Te 분말과 1:1 몰비로 섞어서 적당량의 P.G 와 CdCl₂를 각각 2, 7.5 w/o 첨가하여 혼합후, 위에서 제작한 CdS 소결막에 도포한 후 소결온도를 바꾸어 가며 1시간 동안 질소 분위기에서 소결하였다. Ohmic 전극을 형성시키기 위하여 CdS 와 CdTe층에 Ag-In paint 와 carbon paint를 각각 발라서 350°C에서 10분간 질소분위기에서 전극 열처리를 하였다.

3. 결과 및 고찰

그림.1은 Cd 분말크기를 각각 $5\mu\text{m}$, $0.3\mu\text{m}$ 으로 만들어 Te 과 1 : 1 몰비로 혼합한 후 2 w/o의 CdCl_2 를 첨가하여 제작한 CdS/CdTe 태양전지의 상수들을 소결. 온도에 대하여 나타낸 그림이다. 그림에서 보면 더 미세한 Cd 분말을 사용한 경우 모든 소결온도에서 매우 높은 단락전류(J_{sc}) 값을 나타냈으며, 개방전압도(V_{oc}) 양상 되었다. 따라서 효율의 향상이 이루어져 50 mW/cm^2 의 텅스텐 빛에서 9.58%의 효율을 얻었다.

J_{sc} 값의 차이는 CdTe 소결막의 미세구조에 의해 기인된 것이며 미세한 Cd 분말을 쓴 경우 CdTe 소결막이 치밀해졌음을 SEM 사진을 통해 확인하였다. 이러한 결과가 나타나는 원인을 알아보기 위해 모델실험을 통하여 CdTe 의 합성과정을 관찰하였다. Cd 분말입자를 $100\mu\text{m}$ 되는 조대한 입자를 사용하여 Te 과 혼합하여 시편 만들여 430°C 까지 가열한 후 빼내어 미세구조를 관찰하여 그림. 2에 실었다. 그림.2에 나타난 기공(P)은 Cd의 녹는점인 324°C 가 지나면서 급격히 생성되었다. 기공주위에 생성된 T로 표시된 티와, C, B 부분을 EDAX 분석한 결과를 (b) (c) (d)에 각각 나타내었다. P 기공 주위에 생긴 T에선 Cd 만이 검출된 것으로 이루어 기공은 Cd 이 있었던 자리이며 C, B 부분에서 각각 CdTe 와 Te 이 검출된 것으로 봐서 Cd가 녹으면서 주위의 Te 과 반응하여 CdTe 를 형성시키고 일부는 증발하여 swelling 현상을 일으키게 된다. 따라서 Cd의 조대한 입자를 사용할 경우 Cd 과 Te의 접촉면적을 감소시키게 되고 먼저 생긴 CdTe 막을 통해 확산이 어려워져서 미 반응의 Cd 액상이 증발하게 되어 pore 를 생성시킨다. 결국 미세한 Cd 분말을 사용할 경우 가열도중 합성반응에 의해 생성되는 CdTe 의 미세구조가 보다 치밀하게 생성되며 치밀화된 CdTe 소결막은 빛을 받아 생성된 전자나 정공의 입계통에서의 소결을 줄임으로써 높은 J_{sc} 값을 나타냈다고 할 수 있다. 그림.3은 그림.1의 700°C 에서 소결한 태양전지의 암전류-전압 특성곡선이다. 미세한 Cd 분말을 사용한 경우 V_{oc} 의 증가는 억포화 전류밀도(J_0)의 감소와 J_{sc} 의 증가에 의한 것으로 볼 수 있다. 응제로 작용하는 CdCl_2 를 7.5 w/o 첨가한 경우엔 그림.1과 같이 Cd 분말 크기에 따른 태양전지 상수들의 큰차이를 볼 수 없었다. 이는 CdTe 의 미세구조를 관찰해 본 결과 큰차이를 보이지 못한 점으로 미루어, 비록 Cd 분말의 차이로 인하여 가열도중 생성된 CdTe 의 치밀화 정도가 차이가 나더라도 이후 생성되는 CdCl_2 의 액상에 의한 액상소결에 의해 치밀화가 이루어지기 때문인 것으로 사료된다. 즉 CdCl_2 의 첨가량이 증가함에 따라서 소결도중 생성되는 많은 액상량에 의해 액상소결로 기공감소 및 입도성장을 주도하기 때문에 Cd 분말크기가 주는 영향을 둔화시키는 경향을 보였다.

4. 참고문헌

- 1) A.L.Fahrenbruch, V.Vasilchenko et al.
Appl. Phys. Lett. 25, 605 (1974)
- 2) N. Nakayama, H. Matsumoto et al.
Jpn.J.Appl.Phys. 19, 703 (1980)

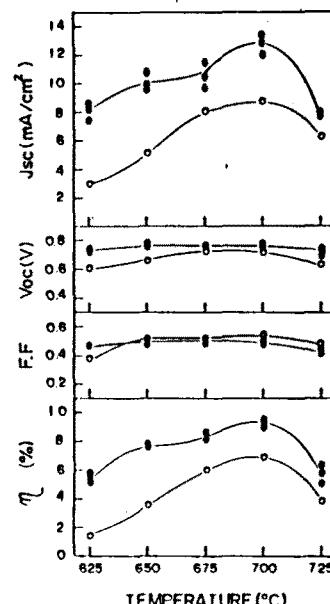


그림 1. Cd 분말크기를 바꾸어 제작한 태양전지 상수 값의 변화 (2 w/o CdCl_2)
(○) : $5\mu\text{m}$ (◐) : $0.3\mu\text{m}$



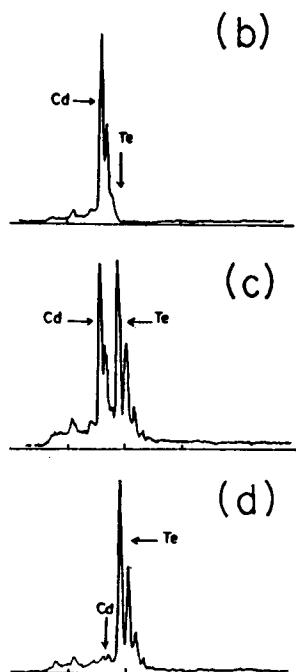


그림 2. (a) 430 °C 까지 가열한 (Cd + Te) 박
(b)(c)(d) 는 각각 (a) 의 T, C, B 부분의
EDAX 분석결과

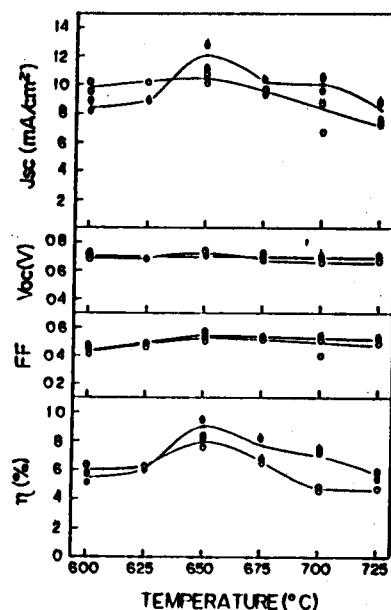


그림 4. Cd 분말크기를 바꾸어 제작한 태양전지
상수값의 변화 (7.5 w/o CdCl₂)
(○) : 5 μm (◐) : 0.3 μm

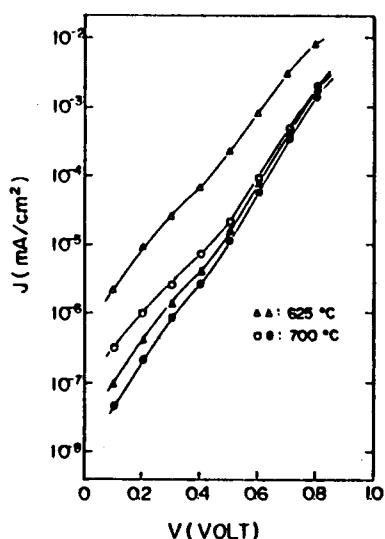


그림 3. 압전류 - 전압곡선