

## Cd과 Te의 분말상태가 소결체 CdS/CdTe태양전지의 특성에 미치는 영향

(Effects of Morphologies of Cadmium and Tellurium Powders  
on the Properties of Sintered CdS/CdTe Solar Cell)

삼성종합기술원 : 김동섭, 조은철

한국과학기술원 : 안병태, 임호빈

### 1. 서론

II-VI족 화합물 반도체인 CdTe는 에너지 금지대폭이 1.44eV이고 직접천이형[1]이므로 지상용 태양전지의 광흡수 물질로 적합하다. 또한, n-type과 p-type으로 doping이 가능하여 다양한 junction을 형성할 수 있고[2] 결정학적으로 안정하기 때문에 태양전지 제조시 안정한 것으로 알려져 있으며[3,4] 광흡수계수가  $3 \times 10^4/\text{cm}$ 로 매우 크기 때문에 동종접합보다는 이종접합 형태로 많이 연구되어오고 있다. 광투과층으로 사용된 CdS는 에너지 금지대폭이 2.42eV로서 광투과도가 높고 CdTe와 lattice mismatch가 작아서 CdTe계 태양전지의 광투과층으로 많이 이용되어 왔다. Screen printing/sintering법으로 CdS/CdTe 태양전지를 제조할 때 CdTe 분말을 사용하는 대신 가격이 저렴한 Cd과 Te의 혼합분말을 사용하여 만든 소결체 CdS/CdTe 태양전지의 효율이 12.78%까지 나온다고 보고하였다[5]. Cd+Te의 혼합분말을 사용하여 CdTe 소결막을 제조할 때 소결이 진행되기 전에 먼저 CdTe로의 합성반응이 일어나게 되며 합성된 CdTe막의 성질이 그 이후의 소결과정에 영향을 미치게 되리라고 예상된다. 따라서 본 실험에서는 grinding과 ball milling법으로 Cd과 Te의 혼합분말을 제조하고 Cd과 Te의 분말상태가 소결체 CdS/CdTe 태양전지의 특성에 미치는 영향을 알아보려고 하였다.

### 2. 실험방법

시편제작을 위하여 본 실험에서 사용한 Cd과 Te분말은 고순도화학연구소 제품으로 순도가 99.99%였다. CdS분말은 순도가 5N 이었다. 초기 Cd분말은 평균입도가  $8\mu\text{m}$ 이고, Te분말의 평균입도는  $2\mu\text{m}$ 였다. CdS 분말에 소결촉진제인  $\text{CdCl}_2$ 를 11wt%를 첨가하고 유기결합제인 Propylene Glycol을 65~70vol% 첨가하여 mortar와 pestle을 이용하여 함께 혼합하여 slurry를 제조하였다. 혼합한 slurry를 165 mesh stainless steel screen 을 사용하여 borosilicate glass(Corning 7059) 기판위에 코팅하여  $600^\circ\text{C}$ 에서 90분간 질소분위기 하에서 소결하였다. Cd과 Te의 혼합분말을 1:1 물비로 혼합하여 에탄올을 첨가하여 ball milling을 하였다. Cd과 Te의 혼합분말에 소결촉진제로 5wt%의  $\text{CdCl}_2$ 와 유기결합제를 65~70vol% 첨가하고 150 mesh silk screen을 이용하여 CdS소결막위에 도포하였다. Glass/CdS/(Cd+Te) layer에서 유기결합제를 제거하기 위해서  $120^\circ\text{C}$ 에서 2시간동안 건조하였다. CdS와 CdTe사이에

junction을 형성시키고 조밀한 CdTe막을 얻기위해서 석영병을 사용하여 625℃에서 1시간 동안 소결하였다. CdS소결막위에 ohmic전극을 형성하기 위하여 전극으로서 20 wt%의 In powder(Cerac Inc., 5N)를 Ag-paint (Du pont, 4929)에 첨가한 In-Ag paint를 도포하였다. CdTe소결막위에는 carbon paint(SPI, 5006)를 입혀서 상온에서 30분간 건조시킨후 carbon 전극의 면 저항을 낮추고 기계적 강도를 증진시키기 위해서 Ag paint를 보조 전극으로 입혔다. 전극 열처리는 질소 중에서 350℃로 15분간 행하여 적정화 하였다. 소결막과 건조막의 미세구조를 관찰하기 위해서 전자현미경(SEM)을 이용하였고 분말의 평균입도를 측정하기 위해서 입도분석기를 이용하였다. Cd과 Te의 합성반응을 알아보기 위해서 X-ray diffractometer(XRD)와 Differential Thermal Analysis(DTA)를 사용하였다. 태양전지의 특성상수들은 50mW/cm 텅스텐 램프와 태양광하에서 측정하였다.

### 3. 실험결과

초기 입도가 8 $\mu$ m인 Cd분말과 초기 입도가 2 $\mu$ m인 Te분말을 1:1몰비로 혼합하고 ball milling 시간에 따른 혼합분말의 상태변화를 알아보았다. 그리고 혼합분말의 ball milling 시간이 소결체 CdS/CdTe태양전지의 특성에 미치는 영향을 알아보고 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Ball milling 시간이 증가하면서 Cd분말의 모양이 원형에서 판상형태로 변하고 판상의 크기는 감소하였다.
2. Ball milling 을 하기전이나 ball milling 시간이 짧으면 Cd분말의 입자가 커서 printing두께가 두꺼워질 뿐만 아니라 합성반응중에 Cd분말이 있던 자리에 기공이 남아서 미세구조가 불량하고 직렬저항이 커서 단락전류밀도가 낮고 충실도가 감소하여 전지의 효율이 감소하였다.
3. Ball milling 시간이 증가하면서 Cd분말이 판상형태로 바뀌게 되어 소결후 junction 부근의 미세구조가 좋아져서 단락전류밀도가 증가하고 충실도도 증가하여 전지의 효율이 증가하였다.
4. 120시간 이상 ball milling을 하게되면 판상형태의 Cd분말이 깨지고 Cd분말의 입도가 미세해져서 합성반응중에 건조막에 crack이 생겨서 단락전류밀도, 개방전압, 충실도가 감소하여 결과적으로 효율이 감소하였다.

### 4. 참고문헌

- [1]. J. J. Lofeski, J. Appl. Phys., 27(1956)777.
- [2]. Richard H. Bube, Solar Cells, 23(1988)1.
- [3]. B. Ackerman and S. P. Albright, Solar Cells, 28(1990)135.
- [4]. A. K. Turner, J. M. Woodcock, M. E. Ozsan, et. al., Solar Energy Materials, 23(1991)388.
- [5]. H. Matsumoto, K. Kuribayashi, H. Uda, Y. Komatsu, A. nakano and S. Ikegami, Solar Cells, 11(1984)367.