

n-CdS/p-InP 광 기전력 효과  
Photovoltaic Effect of n-CdS/p-InP Diode

최영복, 박 민서\*, 이 상돈\*, 문 동찬\*, 김 선태\*\*

한국 통신 연구소

\* 광운대학교 전자재료공학과

\*\* 대전산업대학 재료공학과

### 1. 서론

III-V족 화합물 반도체인 InP는 금지대 폭이 실온에서 1.34eV로써 태양광 스펙트럼과 잘 부합되며 이론적 효율이 높고 내열성이 우수하므로 Si나 GaAs에 비하여 우수한 성질을 기대할 수 있다. 이와같은 태양전지 기판 재료로써 우수한 특성을 가진 InP를 기판으로 사용하여 비저항이 낮고 광투과성이 우수한 CdS 박막을 성장시키면 격자 부정합이 매우 낮고 전도대에서 interfacial spike가 없는 우수한 이종접합 태양전지를 제작할 수 있다.

본 연구에서는 불순물 In<sub>2</sub>S<sub>3</sub>의 첨가량에 따른 CdS박막을 진공증착법으로 제작하고, 전기광학적 특성을 조사하여 태양전지의 창층을 사용될 최적의 조건을 조사하였으며 이를 이용하여 n-CdS/p-InP 이종구조의 태양전지를 제작하고 광기전력 특성을 조사하여 그에 따른 물성을 규명하여 태양전지에의 응용가능성을 조사하였다

### 2. 실험

불순물이 첨가되지 않은 CdS powder(5N)와 불순물 In<sub>2</sub>S<sub>3</sub>의 첨가량을 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 wt%로 변화를 주면서 CdS 박막의 전기광학적 특성을 조사하였다. 제작된 박막의 전기광학적 특성과 XRD, 광투과도등 물리적 특성을 조사하여 태양전지 제작시 최적의 조건을 구하였다. n-CdS/p-InP 이종 접합 구조의 태양전지를 제작하기 위하여 p-InP기판은 5x5x0.4mm형태로 절단하여 세척하여 사용하였다. 세척과정을 거친 후 p-InP의 후면전극으로 Au-Zn(2%)를 증착하고, 아르곤 분위기에서 450℃의 온도에서 5분동안 열처리하였다. 후면전극을 형성한 후 In<sub>2</sub>S<sub>3</sub> 불순물의 농도가 최적조건인 2Wt%첨가된 CdS박막을 기판온도 150℃에서 증착하였다. 증착된 n-CdS층은 In을 사용하여 미세패턴 전극을 형성하였다. 또한 반사 방지막으로서 SiO를 증착하여 제작하였다.

제작된 태양전지의 순방향 및 역방향의 I-V, C-V, 개방전압(Voc), 개방전류밀도(Jsc), 곡선인자(Fill Factor), 변환 효율( $\eta$ )과 400nm - 1000nm의 파장 범위에서 광응답 특성을 조사하였다.

### 3. 결과 및 고찰

증착된 박막은 hexagonal 구조였으며, 광투과도 조사 결과 In이 첨가되지 않은 CdS 박막의 경우 기판온도에 관계없이 80%이상의 투과도를 보였으며 In이 첨가된 CdS박막은 In<sub>2</sub>S<sub>3</sub>의 첨가량이 2.0wt% 이상일 때 투과도는 감소하였으나 대부분 높은 투과도를 나타내었다. Van der Pauw법으로 홀 효과를 측정된 결과 In이 첨가된 박막은 n형이었으며,

undoped 박막의 비저항은  $10^3 \Omega/\text{cm}^2$ 로 아주 높게 나타났다.  $\text{In}_2\text{S}_3$ 가 0.5wt%첨가 되었을 때  $8 \times 10^{-1} \Omega/\text{cm}^2$ ,  $\text{In}_2\text{S}_3$ 가 2.0wt% 첨가함에 따라  $6 \times 10^{-2} \Omega/\text{cm}^2$ 로 감소 하였다 이러한 결과는  $\text{In}_2\text{S}_3$ 의 첨가량이 증가함에 따라 In이 Cd 과 치환되거나 Cd vacancy를 채워 줌으로써 전기전도성을 증가시키는 것으로 사료된다. 또한 전자이동도는  $\text{In}_2\text{S}_3$ 의 첨가량이 0.5wt%인 경우  $243 \text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$  이었고 2.0 wt%에서는  $20 \text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$  로 감소하였으며 이때의 전자의 농도는  $5.21 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$  이었다. 이상의 결과에서 최적조건으로 사료되는  $\text{In}_2\text{S}_3$  첨가량이 2.0wt%, 기판온도  $150^\circ\text{C}$ 를 최적으로하여 p-InP( $p=2.3 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$ )기판에 CdS박막을 증착하여 n-CdS/p-InP구조의 이중접합 태양전지를 제작하였다. 암상태에서 순방향 및 역방향의 I-V특성을 조사한 결과 다이오드 상수는 2에 근사하였다.

미세패턴 과 반사방지막을 입힌 전압 및 광전류밀도 특성을 조사하여 변환효율을 계산한 결과 점전극의 변환효율은 7.3%이었고, 미세패턴을한 태양전지의 경우 9.2%로 증가하였다. 또한 미세패턴위에 반사방지막을 증착하였을 경우 태양전지 효율은 2.3% 향상된 11.5%이었다. 이때의  $V_{oc}$ ,  $J_{sc}$  및 FF는 각각 0.71 V,  $15 \text{mA}/\text{cm}^2$ , 0.73이었다. 광응답 특성은 500nm-9300nm 영역의 광범위한 특성을 나타내었으며, 500nm 부근에서 시작되는 응답은 CdS의 에너지 갭 값보다 작은값에 해당되는 에너지의 빛만 투과하는 창 효과에 의한 것이다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 불순물  $\text{In}_2\text{S}_3$ 의 첨가량에 따른 CdS박막을 진공증착법으로 제작하고, 전기광학적 특성을 조사하여 태양전지의 창층을 사용될 최적의 조건을 조사하였으며 이를 이용하여 n-CdS/p-InP 이중구조의 태양전지를 제작하고 광기전력 특성을 조사하여 그에 따른 물성을 규명하여 태양전지에의 응용가능성을 조사하였다.

미세패턴을 한 태양전지의 경우 효율이 9.2%로 증가하였다. 또한 미세패턴위에 반사방지막을 입히었을 경우 태양전지 효율은 2.3% 향상된 11.5%이었다. 이때의  $V_{oc}$ ,  $J_{sc}$  및 FF는 각각 0.71eV,  $15 \text{mA}/\text{cm}^2$ , 0.73이었다. 광응답 특성은 500nm-9300nm 영역의 광범위한 특성을 나타내었으며, 500nm부근에서 시작되는 응답은 CdS의 에너지 갭 값보다 작은값에 해당되는 에너지의 빛만 투과하는 창 효과에 의한 것이다.

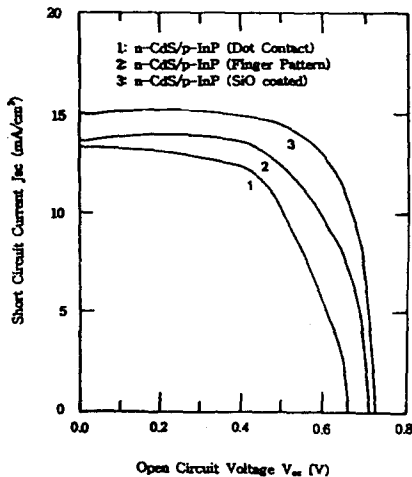


Fig. 1 Photovoltaic characteristics of n-CdS/p-InP solar cells

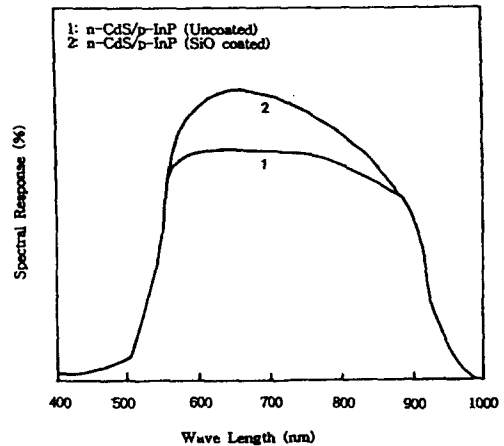


Fig. 2 Spectral response of n-CdS/p-InP solar cells