

근접승화 CdTe 태양전지의 광전압특성
(Photovoltaic properties of close spaced sublimation CdTe solar cells)

한국과학기술원 재료공학과 : 한병욱, 안진형, 안병태

CdTe는 직접천이형 반도체로써 큰 광흡수계수($\sim 3 \times 10^4$ /cm)를 가지고 있어서 박막형 태양전지의 광흡수층으로 많이 사용되고 있다. CdTe 계 태양전지를 제조하는 방법중 12 % 이상의 고효율을 보여준 방법에는 vacuum evaporation, electrolytic deposition, spray pyrolysis, atomic layer epitaxy, 그리고 근접승화법 (close spaced sublimation, CSS) 등이 있다. 근접승화법은 제조방법이 간단하고 증착속도가 높아서 대면적 태양전지 제조에 적합하다. 특히 Chu 등에 의해 근접승화법으로 증착한 CdTe 막을 이용하여 약 15%의 효율을 갖는 SnO₂/CdS/CdTe 박막형 태양전지가 개발되었다.

본 연구에서는 근접승화법의 소스 제조법으로 glass 위에 인쇄/소결법으로 (Cd+Te) 혼합분말 (Cd/Te = 0.6) 을 사용하여 CdTe 막을 입힌 후 질소 분위기에서 소결하여 소스로 사용하였다. 근접승화법에 의해 증착된 CdTe 막의 Cd의 양은 48 %이고, CdTe bulk resistivity는 $3 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ 이다. 근접승화시 소스 온도는 650 °C로 고정시키고, 기판 온도는 560 ~ 630 °C로 변화시켰다. 광투과층으로 사용된 CdS 층은 chemical bath deposition 방법에 의해 2500 Å 두께로 증착하였고, 투명전극 ITO의 두께는 1500 Å 으로 면저항은 약 $15 \Omega/\square$ 이다.

본 실험에서 근접승화시 기판온도의 상승에 따른 태양전지 파라미터의 증가를 가져오게 되었는데, 이는 CdTe의 초기 증착이 일어날때 기판온도가 높아짐에 따라 기판에서 CdTe adatom의 surface mobility가 증가하여 CdS/CdTe 계면에서 CdTe grain size의 증가를 가져올 수 있었기 때문이다. 하지만 기판온도가 610 °C 이상에서는 CdTe막의 미세구조가 faceted 한 면이 발달하여 입계를 통한 junction 부분으로의 back contact 물질의 침투가 커져서 누설 전류 증가에 의한 개방 전압의 감소를 가져오게 되었다. 한편 태양전지의 active area 가 증가함에 따라 개방전압은 일정하나 단락전류밀도가 감소하여 효율이 감소하게 되었는데, 이는 active area 증가에 따른 lateral resistance가 증가하여 태양전지의 직렬저항이 증가하였기 때문이다. 태양전지에서 전극의 면저항이 태양전지의 파라미터를 결정하는 중요한 인자임을 알 수 있었다. 또한 근접승화시 증착시간의 변화에 따른 CdTe 막의 두께를 조절하여 제작한 태양전지의 효율을 관찰한 결과 5 ~ 6 μm 의 두께에서 6.2 % ($1 \times 1 \text{ cm}^2$)을 얻었고, 7 μm 이상의 두께에서는 효율이 감소하였다. 이는 약 $10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ 의 비저항을 가지는 CdTe 막의 두께가 증가하면서 태양전지의 직렬저항도 함께 증가하였기 때문이다.