

고효율 InGaP/GaAs 다중접합 태양전지 제작

한원석, 김현수, 배성범, 이규석

한국전자통신연구원

태양전지 시장의 90 % 이상을 차지하고 있는 Si 태양전지가 수요 급증으로 인하여 Si 원재료 및 기관 공급 부족이 발생하면서, 원재료를 절감할 수 있는 태양전지에 대한 관심이 증가되었다. 원재료를 절감하는 방법으로 얇은 박막을 사용하는 방법과 렌즈를 이용하여 빛을 집광을 통하여 태양전지의 면적을 최소화하는 방법이 주목 받고 있다. 집광방법에는 III-V 화합물 반도체를 이용한 다중접합 태양전지가 가장 적합한 것을 알려져 있고 기존 Si 태양전지와 같은 단일 PN 접합 태양전지의 이론적 한계를 극복할 수 있는 방법으로 현재 세계 최고 효율은 32 %이며, 240배 집광하여 40.7%의 효율을 보이고 있다. 다중접합 태양전지는 흡수대역이 다른 태양전지와 터널정선으로 구성되어 있고, 효율을 높이기 위해서는 각각의 태양전지 간의 전류 정합(current matching)과 연결 저항을 최소화하여 태양전지를 직렬 연결하는 것이 매우 중요하다. 터널정선은 각각의 태양전지를 전기적으로 연결해주는 역할을 하므로 다중 접합 태양전지의 성능에 가장 부분을 차지한다.

본 연구에서는 InGaP/GaAs 다중접합 태양전지를 제작하기 위해 GaAs와 InGaP 단일접합 태양전지를 제작하였으며, 단일접합 태양전지의 각각의 효율은 21.5 %와 11.1 %이다. 또한 GaAs/GaAs, AlGaAs/InGaP와 InAlP/InGaP 구조 등 다양한 터널정선을 제작하였다. InAlP/InGaP 구조에서는 터널링 효과가 나타나지 않았지만, AlGaAs/InGaP와 GaAs/GaAs구조에서는 터널링 효과가 나타났다. GaAs/GaAs 터널정선의 최대 터널링 전류 밀도는 23.5 A/cm^2 이며, $p^{++}\text{AlGaAs}/n^{++}\text{InGaP}$ 는 2.45 A/cm^2 이다. InAlP와 InGaP 박막을 포함하는 터널정선의 특성이 나쁜 것은 InAlP와 InGaP 박막의 경우 고밀도 도핑이 매우 어렵기 때문이다. 터널링 효과가 가장 좋은 GaAs/GaAs 터널정선을 이용하여 InGaP/GaAs 다중접합 태양전지를 제작하여 최대 효율은 23.7 %을 얻었다. 또한 터널정선 특성에 따른 InGaP/GaAs 다중접합 태양전지의 효율 특성을 변화를 분석하였으며, 광전류(photo-current)특성 분석을 통하여 각각 태양전지의 흡수 파장 대역폭과 양자효율을 측정하였다.