

PE10

n-GaAs/전해질 접합 계면의 광전기화학적 특성 분석 (Analysis on Photoelectrochemical Properties at the n-GaAs/Electrolyte Junction Interface)

조영중, 천장호, 문경현
광운대학교 전자공학과

최근에 광전기 화학전지(PEC: Photoelectrochemical cell)은 급속도로 발전되고 있으며 단결정 반도체 wafer를 사용하는 것 외에도 전기화학적으로 전착된 II-VI족 박막 태양전지등이 매우 활발히 연구되고 있다. 본 논문의 목적은 산성·중성·염기성 용액에서 n-GaAs의 플랫밴드 전위 변화와 암상태에 비교하여 광조사시의 플랫밴드 전위 변화를 조사하고, 산화-환원쌍(redox couple) $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-/4-}$ 의 pH에 따른 산화-환원 전위 변화를 조사한다. 그리고 측정된 데이터를 가지고 n-GaAs/ $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-/4-}$ + 산성 전해질 접합의 광전기화학적 특성을 분석한다.

반도체 전극으로 도너(donor) 불순물(Si : $10^{17}/\text{cm}^3$)로 doping된 n-GaAs($E_g = 1.43\text{eV}$) 단결정(100) 웨이퍼를 사용하였다. 반도체 전극을 전해질 내에 넣었을 때 반도체 전극 표면 이외에는 전해질과 접촉을 피하기 위하여 전극면적 약 0.25cm^2 만 남겨 놓고 모든 부분을 절연성 에폭시로 밀봉시켰다. 전해질로는 HCl, KCl, KOH를 사용하였고, 산화-환원쌍으로는 $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ 와 $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ 를 사용하였다. n-GaAs/전해질 계면의 전류-전압 특성 곡선을 얻기 위해 미국 EG&G PAR Model 273A 전위차계와 영국 Schlumberger SI 1255 HF 주파수 응답분석기를 사용하였다. 모든 실험은 같은 조건하에서 표준 삼전극 배치를 따랐다.

n-GaAs의 플랫밴드 전위는 pH에 따라 약 71 mV/pH 만큼씩 음으로 이동되었으며, 암상태에 비해 광조사시에는 약 0.7 V 양으로 이동되었다. 산화-환원쌍 $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-/4-}$ 의 산화-환원전위는 산성용액에서만 양으로 이동되었으며, 용액내에 존재하는 음이온에 의해 영향을 받았다. n-GaAs/5 mM $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-/4-}$ + 1 M KCl + HCl (pH=1.3) 접합에서 n-GaAs의 가전대와 $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-/4-}$ 의 에너지 준위가 가장 잘 일치하였으며 광전류도 가장 크게 흘렀다. 그러나 n-GaAs/5 mM $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-/4-}$ + 1 M KCl 접합에서는 n-GaAs의 플랫밴드 전위변화로 인하여 가전대의 에너지가 $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ 의 에너지 준위보다 음전위에 존재하므로 광생성된 정공이 $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ 로 전이될 확률이 많이 떨어진다. 또한 전극 반응속도가 증가한다. 그러므로 광전류는 매우 감소한다.