

표면 texturization에 따른 photovoltaic device의 열적 전기적 특성

The effect of surface texturization on the thermal and electric characteristics of photovoltaic devices

정지철^{*}, 정병언^{*}, 이정호^{*}, 구상모^{*}

Ji-Chul Jung, Byung-Eon Jung, Jung-Ho Lee, Sang-Mo Koo^{*}

^{*}광운대학교

^{*}Kwangwoon University

Abstract : We studied the thermal and electric effect of 2D and 3D p-n photovoltaic diode structures with and without surface texturing. By analyzing the numerical simulation results of I-V characteristics and lattice temperature distributions, we systematically studied the effect of different texturing structures and different doping concentration on the characteristics of the silicon p-n photovoltaic devices. The efficiency of the device with the surface texturing shows more than ~ 2% enhancement compared to the reference devices without texturing. The tendency of the efficiency of doping concentration has been studied with boron doping of $10^{14}\sim 10^{17}\text{cm}^{-3}$ and phosphorus doping of 10^{15}cm^{-3} . In addition to that, the study of changing phosphorus doping of $10^{15}\sim 10^{18}\text{cm}^{-3}$ with boron doping of 10^{14}cm^{-3} has been examined. It has been shown that the texturing structure not only improves the light trapping but also plays an important role in the heat radiation.

Key Words : Texturization, thermal distribution, doping concentration, efficiency

1. 서 론

태양에너지는 에너지 자원의 고갈 및 환경오염 문제로 인하여 대체 에너지 개발이 요구되고 있는 현시점에서 각광 받고 있는 에너지 중 하나이다. 최근 photovoltaic 소자의 개발동향은 고효율화와 저가의 소자를 제조하는 기술에 맞추어져 있다. Photovoltaic 소자의 고효율화를 위하여 광반사 방지막을 입혀주거나, 집광에 의해 빛의 세기를 증가시켜서 효율을 개선하는 방법, 또는 광흡수율을 증대시키기 위하여 소자 표면에 texturization을 하는 방법 등이 연구되어졌다.[1] 빛의 흡수하는 면적을 높이고 빛의 trapping과 carrier collection probability를 높여 효율을 높이는 데 유용한 texturization 구조를 이용하여 최근 20%의 효율을 나타내었다.[2] 태양의 복사열, 동작조건으로 인하여 소자에 발생하는 열은 소자의 성능을 저하시킬 수 있기 때문에 중요한 요소이다. 본 논문에서는 photovoltaic 소자의 영역 별 도핑농도와 빛의 세기에 따라 효율 변화의 경향성을 분석하였고, 표면 texturization을 이용한 PN diode 내부에 발생하는 열 및 효율에 관한 연구를 하였다.

2. 결과 및 토의

Si 기반의 PN diode를 이용하여 효율 및 표면 texturization 구조 내부의 열 전도 현상과 발산하는 열에 대해 시뮬레이션을 통해 확인하였다. 각 영역 별 도핑농도를 증가하여 분석한 결과, P-영역의 도핑농도를 변화시키면 기준 도핑농도(10^{14}cm^{-3})보다 최대 도핑농도(10^{17}cm^{-3})일 때의 효율이 약 5% 정도 비선형적으로 증가되었고 N-영역의 도핑농도를 변화시키면 기준 도핑농도(10^{15}cm^{-3})보다 최대 도핑농도(10^{18}cm^{-3})일 때의 효율이 약 2%정도 비선형적으로 감소되었다. 빛의 세기를 증가시키면 세기와 비례적으로 효율이 증가하였다. 표면 texturization이 주는 영향을 분석한 결과, 평평한 표면을 가진 소자에 비해 표면 texturization을 가진 소자가 약 2%정도(평평한 표면의 $\eta=11.63\%$, texturization 한 표면의 $\eta=13.56\%$) 높은 효율을 나타내었음을 확인 할 수 있었고 표면에서의 온도는 약 17K정도의 낮은 값을 확인하였다. 따라서, texturization은 소자의 효율을 높여주고 더 나아가 평평한 소자보다 표면에서 낮은 온도를 나타내어 열적 내구성에 뛰어난 특징을 가질 수 있음을 확인하였다. 또한 texturization구조를 집광 모듈에 적용하여 효율도 높이고 집광할 때 발생하는 열을 냉각, 방출을 할 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 2010년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구이다. (2010-0015360)

참고 문헌

- [1] B.Terheiden, P. Fath, E. Bucher(2000), 28th IEEE PVSC, , Anchorage, Alaska, p. 399-402
- [2] Koynov S, Brandt MS, Stutzmann M (2006). Appl Phys Lett 88:203107(1) - 203107(3)

† 교신저자) 구상모, e-amil: smkoo@kw.ac.kr, Tel: 02-940-5763
주소: 서울 노원구 월계 1동 447-1
(광운대학교 전자재료공학과)