

레이저 열분해법을 이용한 실리콘 나노입자 제조

*박 주형, 이 재희, 송 진수, **이 정철

Formation of Silicon Nanoparticles Using Laser Pyrolysis

*Joo Hyung Park, Jae Hee Lee, Jinsoo Song, **Jeong Chul Lee

To enhance the performance of photovoltaic a-Si:H solar cells with a hybrid-type light absorbing structure of single crystal silicon nanoparticles (Si NPs) in a-Si:H matrix, single crystal Si NPs were produced by laser pyrolysis. The Si NPs were synthesized by SiH₄ gas decomposition using a CO₂ laser. The properties of Si NPs were controlled by process parameters such as CO₂ laser power, reactive gas pressure, and H₂ / SiH₄ gas flows. The crystalline properties and sizes of Si NPs were analyzed by High Resolution Transmission Electron Microscopy (HRTEM). The sizes of Si NPs were controllable in the range of 5-15 nm in diameter and the effects of process parameters of laser pyrolysis were systematically investigated.

Key words : Silicon(실리콘), Nanoparticle(나노입자), Laser Pyrolysis(레이저 열분해)

E-mail : joopark@kier.re.kr

비정질 실리콘 태양전지에 대한 장시간 성능예측: 확장지수함수 모형 및 컴퓨터 모의실험

*김 지희, 박 상현, **유 중훈

Long-term performance of amorphous silicon solar cells by the stretched exponential defect kinetics

*J. H. Kim, S. H. Park, **Jong H. Lyou

화비정질 실리콘의 빛에 의한 노화현상 (light-induced degradation; LID)은 이미 1977년 보고된 Staebler-Wronski 효과에 의해서 확인된 바 있다. 이는 비정질 실리콘이 빛에 노출될 때, 이미 포함되어 있는 수소원자가 빛 에너지에 의해서 이동하게 되고, 이로 인해서 생성 또는 소멸되는 덩글링 본드 때문에 일어난다. 특히, 일상적인 태양광의 노출 하에서 태양전지의 장시간 성능을 예측하는데 물리적인 이해의 부족 및 기술환경적인 어려움이 있고, 이러한 요인들은 안정된 태양전지를 개발하는데 장애요인으로 나타난다. 그러므로 비정질 실리콘 태양전지가 장시간 태양광에 노출되어 시간이 지남에 따라서 “성능이 어떻게 변하는지?” 그리고 “이에 대한 원인은 무엇인지?” 등은 여전히 과학적으로 풀어야 할 숙제로 남아 있다. 본 논문에서는 비정질 실리콘으로 구성된 태양전지가 태양광에 노출될 때 시간이 지남에 따라서 (1) 성능이 어떻게 변하는지, (2) LID의 변화는 언제 안정화되는지, 그리고 (3) 성능변화에 대한 원인은 무엇인지에 대해서 논의한다.

본 논문은 장시간 빛에 노출되는 비정질 실리콘 태양전지의 성능예측에 관해서 연구하였다. 결함밀도의 운동학적 모형을 통해서 태양광 노출에 대한 태양전지 성능변화를 예측하는데 초점을 맞추었고, 이를 위해서 태양전지에 조사되는 태양광 세기, 주변온도, 등이 고려되었다. 특히, 전하운반자의 수명이 결함밀도에 의해서 결정되기 때문에 비정질 실리콘 태양전지의 빛에 대한 노화현상 (LID)이 확장지수함수 (stretched-exponential) 완화법칙을 따르는 결함밀도에 의해서 물리적으로 설명된다. 한편 이와 같은 물리적 계산의 유용성을 확인하기 위해서 동일한 태양전지에 대해서 AMPS-1D 컴퓨터 프로그램을 사용하였고, 이를 통해서 비정질 실리콘 태양전지의 빛에 대한 노화현상을 물리적 및 정량적으로 이해하였다. 본 연구에 적용되는 태양전지는 비정질 실리콘으로 구성된 pin 구조 (*glass/SnO₂/a-SiC:H:B/a-Si:H/a-Si:H:P/ITO*)로서 다음과 같은 특성을 갖는다: 에너지 띠틈간격~1.72 eV, 두께~400 nm, 내부전위~1.05 V, 초기 fill factor~0.71, 초기 단락전류~16.4 mA/cm², 초기 개방전압 0.90 V, 초기 변환효율 10.6 %.

우리는 이와 같은 연구를 통해서 과학적으로 비정질 실리콘의 빛에 의한 노화현상을 이해하고, 기술적으로 효율 및 경제성이 높은 태양전지의 개발에 도전한다.

Key words : 비정질 실리콘, 태양전지, light-induce degradatin (LID), Staebler-Wronski effect, 결함밀도, 확장지수함수, 변환효율, Fill factor, 단락전류, 개방전압

E-mail : *ahwyyin@korea.ac.kr, **jhlyou@korea.ac.kr