태양전지 응용을 위한 E-beam 조사법에 의한 비정질 실리콘 결정화 특성연구

*,**정 채환, 류 상, 김 창헌, 이 종호, 김 호성

Crystallization properties of amorphous silicon thin films by electron beam exposing method for solar cell applications

*,**Chaehwan Jeong, Sang Ryu, Changheon Kim, Jong-Ho Lee, Ho-sung Kim

유리기판위에 큰 결정입자를 갖는 실리콘 (폴리 실리콘) 박막을 제조하는 것은 가격저가화 및 대면적화 측면 같은 산업화의 높은 잠재성을 가지고 있기 때문에 그동안 많은 관심을 가지고 연구되어 오고 있다. 다양한 방법을 이용하여 다결정 실리콘 박막을 만들기 위해 노력해 오고 있으며, 태양전지에 응용하기 위하여 연속적이면서 10um이상의 큰 입자를 갖는 다결정 실리콘 씨앗층이 필요하며, 고속증착을 위해서는 (100)의 결정성장방향 등 다양한 조건이 제시될 수 있다. 다결정 실리콘 흡수층의 품질은 고품질의 다결정 실리콘 씨앗층에서 얻어질 수 있다. 이러한 다결정 실리콘의 에피막 성장을 위해서는 유리기판의 연화점이 저압 화학기상증착법 및 아크 플라즈마 등과 같은 고온기반의 공정 적용의 어려움이 있기 때문에 제약 사항으로 항상 문제가 제기되고 있다. 이러한 관점에서 볼때 유리기판위에 에피막을 성장시키는 방법으로 많지 않은 방법들이 사용될 수 있는데 전자 공명 화학기상증착법(ECR-CVD), 이온빔 증착법(IBAD), 레이저 결정화법(LC) 및 펄스 자석 스퍼터링법 등이 에피 실리콘 성장을 위해 제안되는 대표적인 방법으로 볼 수 있다. 이중에서 효율적인 관점에서 볼때 IBAD는 산업화측면에서 좀더 많은 이점을 가지고 있으나, 박막을 형성하는 과정에서 큰 에너지 및 이온크기의 빔 사이즈 등으로 인한 표면으로의 damages가 일어날 수 있어 쉽지 않는 방법이 될 수 있다. 여기에서는 이러한 damage를 획기적으로 줄이면서 저온에서 결정화 시킬 수 있는 cold annealing법을 소개하고자 한다. 이온빔에 비해서 전자빔의 에너지와 크기는 그리드 형태의 렌즈를 통해 전체면적에 조사하는 것을 쉽게 제어할 수 있으며 이러한 전자빔의 생성은 금속 필라멘트의 열전자가 아닌 Ar플라즈마에서 전자의 분리를 통해 발생된다. 유리기판위에 다결정 실리콘 씨앗층을 제조하기 위하여 전자빔을 조사하는 방법과 Al을 이용한 씨앗층 제조법이 비교되어 공정 수행이 이루어진다. 우선, 전자빔 조사를 위해 DC 및 RF 스퍼터링법을 이용하여 ~$10^{20}cm^{-3}$이상의 농도를 갖는 p^{++} 비정질 실리콘 박막을 제조한다. Al의 증착은 DC 스퍼터링법을 이용하여 제조하고 그 두께는 실리콘 박막의 두께와 동일한 조건(350nm)으로 제조한다. 제조된 샘플은 E-beam gun이 달린 챔버로 이동하여 1.4keV의 세기를 가지고 각각 10, 20, 50, 100초를 조사한 후 단면의 이미지를 SEM으로, 결정화 정도를 Raman으로, 결정화 방향 등에 대한 조사를 XRD로 분석 측정한다. 그리고 Hall effect를 통해 전자빔의 조사 전후의 캐리어 농도, 이동도 및 비저항 등에 대한 조사가 이루어진다. 동시에 Al을 촉매로 한 layer교환에 대하여 마찬가지로 분석을 통하여 최종적으로 비교분석이 이루어 진다.전자빔을 조사한 샘플에 대하여 빠른 시간 및 캐리어농도 제어 등의 우수성이 보이며, 특히 ~98%이상의 결정화율을 보일 것으로 예상된다.

Key words : Silicon, Crystallization, Electron-beam, Solar-Cells, Thin-films

E-mail : *,** chjeong@kitech.re.kr