

적층형 박막 실리콘 태양전지 효율의 한계 및 돌파구

명승엽

한국철강(주) 에너지연구소

최근에 고유가와 지구온난화로 인하여 에너지가 향후 인류의 50년을 좌우할 가장 큰 문제로 대두되고 있어서 지구의 모든 에너지의 근원인 태양광을 이용하는 태양광 발전은 무한한 청정 에너지로 각광받고 있다. 빛을 흡수하여 전기에너지로 변환하는 태양전지는 풍력, 수소연료전지, 조력, 바이오에탄올 등의 신재생에너지 기술 중에서 상품성은 가장 뛰어나지만 발전단가가 가장 높은 것이 단점이다. 태양광 발전단가를 줄여서 기존의 화석에너지를 이용한 발전단가와 견줄 수 있는 그리드 패리티(grid parity)를 달성하려면 태양전지 모듈의 고효율화와 동시에 저가화가 반드시 이루어져야 한다. 현재 태양광 모듈 시장의 90%는 효율이 12-16% 정도로 높은 단결정(single crystalline or monocrystalline) 실리콘이나 다결정(polycrystalline or multicrystalline) 실리콘 등의 벌크(bulk)형 결정질 실리콘 모듈이 차지하고 있으나 원재료인 실리콘 웨이퍼의 제조단가의 50%를 차지하고 있어서 저가화가 어렵다. 반면, 원료가스를 분해하여 대면적 기판에 증착하는 박막(thin-film) 실리콘 태양전지의 경우는 차세대 태양전지로 각광받고 있다. 박막 실리콘 모듈은 매우 적은 실리콘 원재료를 소비한다. 단결정이나 다결정 실리콘 웨이퍼의 두께가 180-250 μm 정도인 것에 비해서 박막 실리콘의 두께는 0.3-3 μm 수준이다. 더불어, 유리, 플라스틱 등의 저가 기판에 저온 대면적 증착이 가능하여 저가양산화에 유리하다. 박막 실리콘 모듈은 벌크형 실리콘 모듈(-0.5%/K) 대비 낮은 온도계수[비정질 실리콘(amorphous silicon; a-Si:H)의 경우 -0.2%/K]와 빛의 세기가 약한 산란광에서도 동작하여 평균발전시간이 증가하므로 외부환경에서 우수한 발전성능을 보이고 있다. 태양전지 모듈은 상온에서의 안정화 효율을 기준으로 가격이 책정되어(\$/W_p) 판매되기 때문에 벌크형 실리콘 모듈에 비해서 박막 실리콘 모듈은 가격대 성능비가 우수하다. 따라서 박막 실리콘 모듈은 벌크형 결정질 실리콘 모듈의 대안으로 떠오르고 있으며, 레이저 기술을 이용하여 수려한 투광형 건물일체형(building integrated photovoltaic; BIPV) 모듈을 제작할 수 있는 장점도 있다. 이러한 장점에도 불구하고 기존의 양산화된 단일접합 비정질 실리콘 태양광 모듈은 효율이 6-7%로 낮아서 설치면적 및 설치 모듈의 증가가 성장의 걸림돌이 되고 있다. 박막 실리콘 태양전지의 고효율화를 도모하기 위해서 적층형 탠셀로 양산 트렌드가 변화하고 있다. 이에 적층형 박막 실리콘 태양전지 효율의 한계 및 돌파구에 대해서 논의한다.