



국내외 태양광 기술 및 산업 동향



김 동 환

고려대학교 신소재공학부 교수
donghwan@korea.ac.kr

서울대학교 금속공학과 학사
서울대학교 대학원 금속공학 석사
美 스탠포드 대학교 재료공학 박사
(현) 고려대학교 신소재공학부 교수

1. 개요

태양광 기술은 태양 빛 에너지를 전기 에너지로 변환시키는 시스템 기술이다. 에너지 변환 과정에 기계적, 화학적 작용이 없으므로 시스템의 구조가 단순하여 유지 보수가 거의 요구되지 않고 수명이 20-30년 정도로 길며 안전하고 환경친화적이다. 또한 발전 규모를 주택용에서부터 대규모 발전용까지 다양하게 할 수 있다.

태양광 시스템은 빛을 받아 전기를 생산하는 태양전지 모듈과 생산된 전기를 저장하는 배터리, 전기를 직류에서 교류로 변환하고 이를 전력계통에 연결시키는 등의 기능을 담당하는 인버터 PCS (power conditioning system) 으로 구성된다.

태양광 산업은 지난 6년간 연평균 30% 이상 성장하였으며 특히 최근 2~3년간은 약 40% 이상 성장했다. 일본과 독일을 비롯한 세계 여러 나라의 태양광 보급 정책에 힘입어 2004년에는 태양전지 생산량이 약 1.2 GWp (약 \$83억), 2005년도에는 약 1.8 GWp에 이른 것으로 집계되었다.

2004년 말 현재 세계 태양광 시장의 90% 이상을 웨이퍼 형태의 결정질 실리콘 태양전지가 차지하고 있으며

이에 대한 효율 향상 및 가격 저감을 위한 연구개발이 활발하게 전개되고 있다. 결정질 실리콘 태양전지는 웨이퍼의 종류에 따라 단결정 실리콘과 다결정 실리콘으로 분류된다. 이 중 다결정 실리콘 태양전지가 전체 시장의 약 50%, 단결정 실리콘 태양전지는 약 40%를 차지하고 있다. 태양전지의 생산 단가를 낮추기 위한 방법으로서 실리콘 웨이퍼를 박형화 (두께 약 200 μm) 하는 추세이며 한편으로는 유리 기판을 사용하는 “박막 태양전지” 기술 (막 두께 2-3 μm) 이 개발도 활발히 추진되고 있다.

기술의 진보에 따라 시스템의 성능이 향상되고 생산 단가가 낮아지면 태양광 시스템의 보급이 더 급격해질 것으로 보인다. 해외 선두 기업들은 기업간 인수합병 또는 생산시설 확대를 경쟁적으로 추진하여 규모의 경제를 확보하고 있는 추세이다.

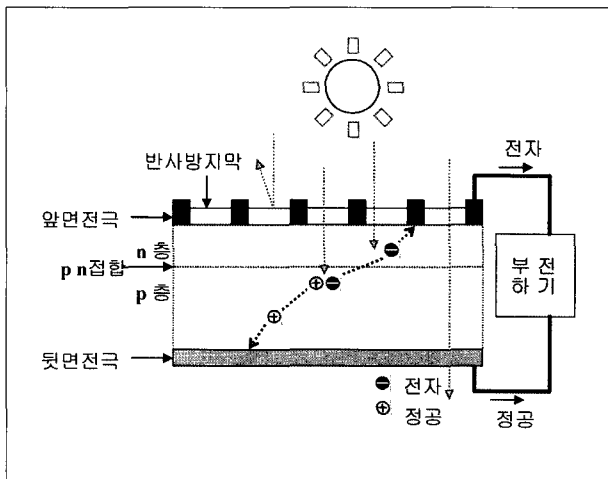
국내의 기술 수준은 1988년 이후 꾸준한 연구개발에도 불구하고 선진국 대비 70% 선에 그치는 것으로 평가되고 있다. 태양광 분야는 반도체 및 디스플레이 기술과 공통점이 많으므로 한국이 단시간에 기술 경쟁력을 갖출 잠재력이 크다. 따라서 국내 연관 산업의 인적, 물적

인프라를 활용하여 전략적으로 접근하면 단기간에 차세대 수출산업으로 성장할 가능성이 높다. 태양광 산업의 성장에 가장 중요한 요소 중의 하나는 일관성 있는 정부의 지원정책이다. 중장기적 전략 수립 및 이의 실행에 노력을 집중하면 태양광 산업이 반도체와 디스플레이를 잇는 차세대 수출 산업으로 자리 잡을 것이다.

2. 태양광 발전의 원리 및 구성요소

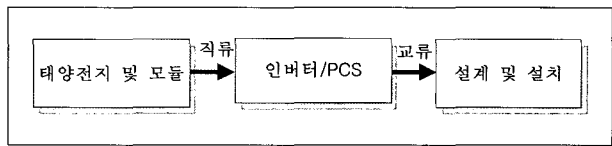
태양전지의 기본 구조 및 전기 생산 과정을 그림 1에 나타내었다. 태양전지는 p형과 n형 반도체를 접합시키고 ('p-n 접합') 각각의 표면에 금속전극을 붙여 제작한다. 빛이 반도체에서 흡수되면 전자와 정공 쌍이 생성되고 이러한 전자와 정공은 p-n 접합부에 존재하는 전기장의 영향으로 서로 반대 방향으로 흘러간다. 이에 따라 도선으로 연결된 외부 회로에 전기가 발생하게 된다.

에너지 변환 효율을 높이기 위해서는 (i) 가급적 많은 빛이 반도체 내부에서 흡수되도록 하고, (ii) 빛에 의해 생성된 전하(전자 및 정공)들이 소멸되지 않고 전극까지 전달되도록 하며 (iii) p-n 접합부에 큰 전기장이 형성되도록 소재 및 공정을 디자인해야 한다.



△ 그림 1. 태양전지의 기본 구조 및 작동 원리

전체 태양광 시스템은 그림 2와 같이 (i) 빛을 전기로 전환시켜 주는 부분과 (ii) 생산된 전기를 수요에 맞도록 교



△ 그림 2. 태양광 발전 시스템의 구성 요소

류로 변환시키고 계통에 연결시켜 주는 부분 (PCS/인버터)으로 구성된다.

태양광 시스템의 구성 요소 중 핵심 부품은 태양전지이다. 태양전지는 기본적으로 반도체 소자이며 빛을 전기로 변환하는 기능을 수행한다.

태양전지의 최소단위를 셀이라고 하며 보통 셀 1개로부터 나오는 전압이 약 0.5~0.6 V로 매우 작으므로 여러 개를 직렬로 연결하여 수 V에서 수백 V 이상의 전압을 얻도록 패널 형태로 제작한 것을 모듈이라고 한다. 이 모듈을 여러 개로 이어서 용도에 맞게 설치한 것을 어레이라고 한다.

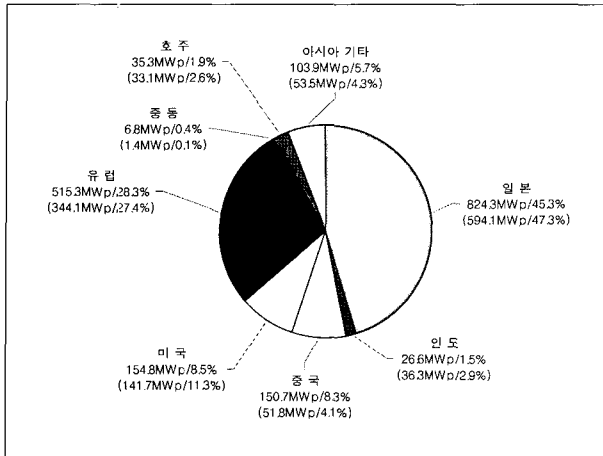
PCS/인버터 부분은 태양전지 어레이로부터 발생된 직류전기를 상용주파수·전압의 교류로 변환하여 전력 계통에 연계하는 역할을 수행하며 동시에 시스템의 직류, 교류 측의 전기적인 감시·보호를 하는 등 태양전지 모듈을 제외한 주변장치 중에서 가장 큰 비중을 차지한다.

태양광 시스템 설계 및 설치의 경우 태양광을 최대한 활용하기 위한 경사각 및 방위각을 위한 설계, 계통연계를 위한 설계, 사후관리를 위한 설계 등 시스템 효율의 최적화를 위한 사항들이 검토되어야 한다.

3. 국내외 시장동향

3.1. 세계시장현황

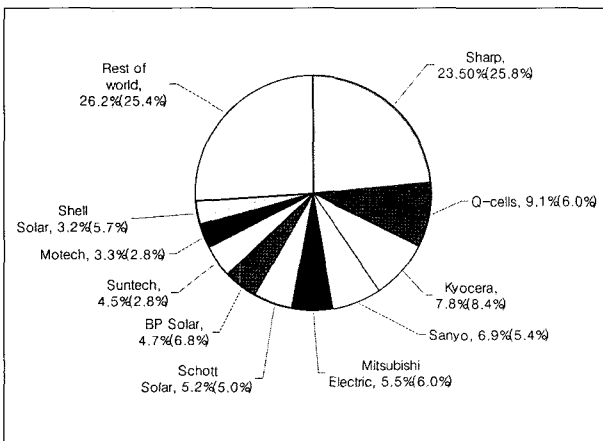
태양광 산업은 최근 6년간 연평균 30% 이상의 고속 성장을 기록하고 있으며 현재 가장 빠르게 성장하는 산업 중 하나다. 최근 발표된 Credit Lyonnais Security Asia (CLSA) 보고서에 따르면, 태양광 산업은 2004년 1.15 GW_p, 약 83억불에서 2010년에는 6 GW_p, 약 360억불 규모의 시장을 형성할 것이다. [CLSA, 2005. 7]



△ 그림 3. 2005 (2004) 년 지역별 태양전지 연간 생산량
주) 자료 : PHOTON International, 2006. 3

일본, 유럽, 미국이 전 세계 태양전지 및 모듈 생산량의 약 88%를 차지하며, 전 세계 시장을 선도해 나아가고 있다. (그림 3 참조)

해외 선진 기업들은 기업간 인수합병 또는 생산시설 확대를 경쟁적으로 추진하여 대형화 되고 있는 추세이다. 유럽은 BP, Shell, RWE 등 에너지 회사가 주축을 이루고 일본은 반도체 및 전자업체가 주도하고 있는 점이 특징이다. 미국은 GE가 Astopower를 2004년 인수하여 25 MW_p를 생산했으며 USSC, Evergreen Solar, First Solar 등은 생산량을 두 배로 늘렸다.



△ 그림 4. 2005(2004)년 태양전지 업체별 시장점유율
주) 자료 : PHOTON International, 2006. 3

그림 4에서 보는 바와 같이 태양전지 생산업체 중 상위 10개 회사가 차지하는 전체 시장 비율은 약 80%에 이르고 있다. 일본의 샤프는 전체 시장의 약 26%를 차지하며 세계 1위를 지키고 있다. 2004년도에 324 MW_p를 생산하여 전년 대비 64%의 성장률을 기록하였다. 2005년 현재 500 MW_p 이상의 생산능력을 보유하고 있으며 지속적인 생산라인 증설을 계획하고 있다. 2004년 105 MW_p를 생산한 교세라는 2005년 말까지 240 MW_p로 라인 증설을 계획하고 있다. 이와 같이 업체별로 라인증설을 통해 규모의 경제를 실현하여 가격저하와 세계시장 선점을 추구하고 있다.

태양광 시장은 지속적인 성장이 예상되며 이에 따라 생산라인의 확충이 업체별로 빠르게 진행되고 있으나 향후 수년 간 실리콘 원자재 수급의 불균형으로 인해 성장 속도의 둔화가 예상되고 있다.

3.2. 국내시장 및 산업현황

국내외 태양광 시장의 확대와 태양광 기술 개발 및 보급에 대한 정부의 적극적인 의지에 힘입어 국내 관련 산업이 활성화되고 있다. 국내 시장은 정부의 주택보급사업, 보급보조사업, 발전차액 지원제도, 공공건물 의무화 제도 등의 정책으로 2004년 약 2.6 MW_p 규모가 되었으며 2005년에는 약 6 MW_p 에 이를 것으로 추정된다.

그러나 국내 기업의 모듈 생산능력 (2005년 현재 95 MW_p 이상)이 이미 국내 수요를 초과하고 있을 만큼 국내 시장이 협소하므로 국내 보급 시장의 조속한 확대 및 해외시장 개척 등이 추진될 필요성이 있다. 한편 국내의 기술력이 선진국 대비 70% 수준에 불과하여 지속적인 성장과 국제경쟁력을 갖추기 위해서는 기술 개발에 대한 투자가 필요하다. 또한 전문 인력이 부족하여 효과적인 기술개발 및 신규업체의 진입에 대한 장애 요인으로 작용하고 있다.

4. 향후 추진 계획

2003년 수립된 “제2차 신·재생에너지 기술개발 기본

계획”은 2012년까지 주택용, 건물용, 산업용 태양광 발전설비 1,300 MW_p 보급을 목표로 한 기술개발과 정책적인 지원 내용을 담고 있다. 기본 계획에서 제시된 2003년부터 2012년까지의 단계별 목표와 내용은 아래와 같다.

1단계(2003-2006년)에서는 보급 촉진형 기술개발 목표로 주택보급형 3 kW_p 급 시스템 개발, 건물/상업용 10 kW_p 급 시스템 개발, 태양전지 저가화, 고신뢰성 제품 개발 및 양산체제 확립을 위한 기술개발이 추진되고 있다.

2단계(2006-2009년)에서는 대량보급형 기술개발을 목표로 결정질 초박형 태양전지, 차세대 박막 태양전지,

태양광 발전시스템 보급형 유니트화 등을 위한 기술개발 등이 수행될 것이다.

3단계(2009-2012년)에서는 2단계에서 개발된 기술의 상용화를 통해 차세대 수출 산업화를 추진할 예정이다. 또한 태양광 발전시스템 보급형 패키징 상품화를 시행하여 저가의 고품질 시스템이 보급되고 태양광 산업이 활성화 되도록 할 예정이다.

기획: 김영도 총무이사 ydkim1@hanyang.ac.kr