

국내외 태양전지 및 모듈 시장 전망

글 _ 이지연 || 심포니에너지(주)
jiyouanna@yahoo.co.kr

1. 국내 시장 및 전망

1.1 국내 태양광 시장

국내 태양광 시장은 1990년 정부 주도로 본격적으로 시작했으며 현재 대체에너지에서 태양광이 차지하는 공급비율은 2004년에 2003년 1.9 % 보다 0.6 % 증가한 2.5 %이다. 태양광이 신재생에너지에 차지하는 비율이 아직은 미흡하나 정부에서는 2003년 3대 중점개발분야에 태양광, 풍력, 수소연료전지를 포함하므로써 2012년에는 태양광의 비중을 5%이상으로 끌어올리려는 계획을 세우고 있다.

국내 태양광 시장의 발전은 Table 1에서 처럼 1995년까지는 거의 발전이 없다가 1996년부터 서서히 증가하기 시작하여서 2001년부터 전년대비 49.2%의 성장률로 792kWp를 설치하였으며 2002년과 2003년에 감소세를 보이다가 2004년에는 갑자기 453%라는 고성장률을 보이면서 2,553kWp가 설치되었다.

Table 2의 용도별 보급현황을 보면 2000년에 도로 표시등에 주로 사용하던 태양광 발전이 2001년부터 공공기관, 학교, 복지시설 등에 시범보급 및 지역에너지 사업 등으로 보급량이 발전 시설 분야의 비중이 서서히 커지기 시작하다가 2004년에는 전년대비 656%의 성장률을 보여서 발전시설만 2,342.6 kWp가 설치되었다. 이는 정부에서 발표한 2003년부터 2010년까지 추진되는 3kW급

10만호 주택보급사업, 지역보급사업과 태양광 발전 보급 사업등이 2004년에 본격적으로 실시된 영향이라 하겠다.

또다른 정부의 정책을 보면 10kW 용량의 공공건물 40,000동 및 20kW용량의 산업용 건물 30,000동등을 2012까지 Fig. 2에서 보여주는 것 처럼 추진할 계획이며 총발전량은 1.3MW 보급을 목표로하고 있다. 또한, 2004년도 10월부터 공공건물 연면적 3000 m²이상의 건물을 신축하는 경우 대체에너지에 총건축공사비의 5%이상을 투자해야하는 법규가 발효되므로 건축물의 외장체로서도 사용가능한 태양광 모듈이 지금 보다 더 활용 범위가 높을 것으로 예상된다.

현재 국내 태양광 시장은 결정질 실리콘 태양전지를 이용한 태양광 모듈로만 형성되어 있다. 박막형 태양전지, 유기물 태양전지, 혼합물 태양전지들은 아직 연구소나 대학에서 연구되고 있을 뿐 시판되고 있는 생산품은 없어서 국내에는 아직 시장이 형성되어 있지 않다.

1.2 국내 업체별 동향

국내의 태양광 관련 업체에 대한 정보를 Table 3에 정리하였다. 국내에서 태양전지를 생산하는 업체로는 네스코 솔라와 포톤반도체가 있다. 네스코 솔라 연간 2.8MW, 포톤 반도체는 연간 8MW를 생산할 수 있는 설비를 보유하고 있으며 2005년 30MW를 증설할 계획이다. 태양광 모듈 제작업체들은 국내 태양전지나 국외에서 태양전

Table 1. 태양광 발전시설 연도별 설치현황

구 분	1990~94	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	계
설치용량(kWp)	1,593	92	388	410	619	518	531	792	475	563	2,553	8,534

자료: '04 대체에너지보급 통계, 에너지관리공단, 산자부

Table 2. 용도별 보급현황

[kWp]

구분	발전시설	통신 및 비상전화	가로등, 해양용	수질 개선용	도로 표시등	기타	계
2000	68	40.7	31.2	26.6	177.3	186.7	530.5
2001	259	62.8	203.9	46.0	80.0	139.8	791.5
2002	245.8	19.2	62.8	17.0	30.0	100.7	475.5
2003	357	3.9	105.6	13.0	0.0	83.6	563.1
2004	2,342.6	9.6	161.3	8.0	0.0	31.5	2,533
계	3,272.6	136.2	564.8	110.6	287.3	542.3	4,913.6

자료: '04 대체에너지보급 통계, 에너지관리공단, 산자부

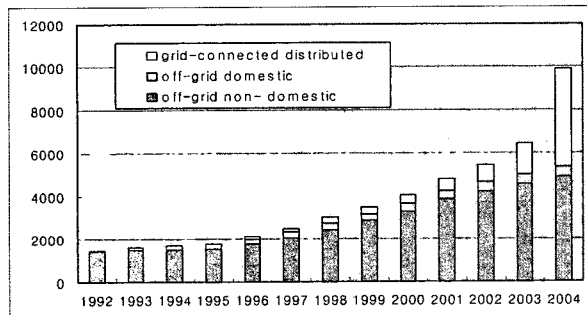


Fig. 1. 태양광 발전시설 연도별 누적 설치상황(자료: National Survey Report of PV Power Applications in Korea 2004 (IEA-PVPS)).

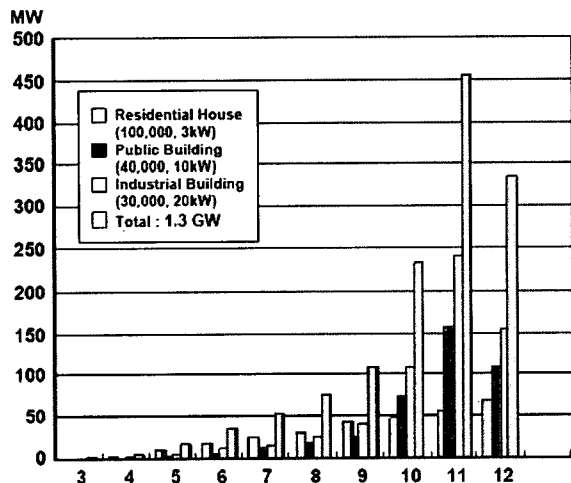


Fig. 2. 국내 태양광 발전 보급 목표(자료: Status of PV activities in Korea, 윤경훈, 김동환, IEA/PVPS Task I meeting, 2005).

지를 수입하여 제조하거나 모듈자체를 수입한다. 대량생산설비를 가지고 있는 태양광 모듈 회사는 심포니에너지(30MW), 경동솔라(10MW), 현대중공업(10MW)이 있으며 S-에너지, LG산전, 쏘라텍에서도 소규모로 모듈을 제작하고 있다.

Table 3. 국내태양광 관련 업체

분야	관련 업체	생산능력 및 기술 개발 현황
태양 전지	삼성 SDI(주), LG화학 네스코 솔라(주) (주)포톤반도체에너지	- 삼성 SDI와 LG화학은 현재 R&D에만 투자 - 연간 8 MW이상의 생산 시설 보유 - 연간 2.6 MW 생산 시설 보유 - 소재: Si 단결정
태양광 모듈	심포니에너지(주), 경동에너지, 현대중공업, (주)에스에너지, LS산전, 쏘라텍(주), 해성솔라	- 심포니에너지(30MW), 경동에너지(10MW), 현대중공업(10MW)로 대량생산시설 보유 - (주)에스에너지, LG산전, 쏘라텍(주)는 연간 1MW 생산 능력 보유
인버터	LS산전, 핵스파워(주), 박랜(주), 동명전연(주), 엘시스텍(주), (주)신우테크	- 93년도에 PCS 개발 및 상용화 - 정격출력용량: 50kWp 이하 - 효율: 92 %
축전기	세방 하이테크(주)	- 2002년 무보수 밀폐형 PV용 연속전지 개발 및 상용화
시스템	에너지기술연구원, LS산전, 에스에너지, 쏘라텍(주)	- 중대규모 건축환경 태양광 시스템 개발 - 3kW급 주택용 발전 시스템 국산화 개발 - 9.9-10.3\$/W: on-grid 17.2-18.9\$/W: off-grid

자료: 태양광 발전 국가 Vision 및 보급목표 달성을 위한 실행방안, 태양광사업단(산자부) 2004 태양전지기술/시장 편람, 산업자료센터

2. 국외 시장 및 전망

2.1 국외 태양광 시장동향

국내뿐만 아니라 국외 태양광 시장이 급격히 성장하고 있어서 예측이 불허한 정도이다. Fig. 3에서 처럼 2003년까지 30% 이상의 성장률을 보이던 시장이 2003년 750MW이었던 태양전지 생산량이 2004년에는 총 1GW 이상을 생산하게 되었으니 무려 67%의 증가를 보였다. 많은 회사들이 2005년에 많은 증설계획을 가지고 있으나 태양전지의 원자재인 실리콘 부족으로 인한 기관의 공급난으로 대부분의 결정질 실리콘 태양전지 생산업체는 생산량 확충 계획을 달성하기가 매우 힘든 상황이며

서 증설 계획에 유동성을 주고 있다. 실리콘 기판도 직접 생산하는 업체들은 태양전지 제조에 큰 어려움이 없으나 신생업체들은 원자재를 확보하기가 매우 힘든 실정이다.

그럼에도 불구하고 2004년 전 세계적으로 태양전지 제조 회사가 70여개 늘어났다. 2004년과 마찬가지로 2005년도에도 세계 순위업체들은 신생 업체들에게 끊임 없는 도전을 받을 것이며 교토 환경 의정서 등의 영향으로 태양광 시장의 성장은 계속될 전망이다.

2.2 세계 10대 태양전지 생산업체

2.2.1 Sharp

Fig. 4는 세계 10대 태양전지 생산업체에 대한 2003년도와 2004년도의 생산량을 보여준다. 여전히 부동의 선두자리를 차지하고 있는 업체는 Sharp이다. Sharp는 1959년 태양전지 개발에 착수하고 1963년 대량생산을 시작했고 1980년부터 단결정 실리콘 태양전지를 제작하기 시작했다. Sharp의 현재 태양전지 생산량이 2003년에 197.3MW에서 2004년 324MW로 64% 증가하였다. Sharp의 태양전지 생산 점유율은 2003년에 26.4%, 2004년에 25.8%로 시장 전체적인 증가율에 비해 약간 낮은 수치지만, 당분간 업계 1위를 고수하는데는 이변이 없을 것이다. 현재의 Sharp의 생산량은 태양광 생산업계 5위까지의 생산량을 더해야만 능가할 수 있는 수치이다. Sharp는 2005년 1월, 공식적으로 일본 카츠라기(Katsuragi)에 있는 공장을 증설하여 2005년에 450MW를 생산할 계획이다.

2.2.2 Kyocera

태양전지 생산량의 2위는 Kyocera이다. Kyocera는 대면적 다결정실리콘의 저가태양전지 개발에 초점을 맞추고 있고 1975년 태양전지 연구를 시작한 이래 1982년 대량생산을 시작하였다. 2004년에 105MW로 2003년 72MW에 비해 46%나 증가한 셈이다. 그러나 태양전지 생산량이 세계시장의 증가율에 못 미쳐 2004년 8.3%로 점점 떨어지고 있다. 현재 Kyocera가 일본 태양전지 제조와 연구개발을 담당하고 있는 시가(Shiga)에 120 MW

규모의 공장을 증설하여 잉곳과 실리콘 기판을 생산할 계획이다.

2.2.3 BP Solar

British Petroleum의 자회사인 BP Solar는 총 4개의 공장(호주 Sydney(33.1MW), 미국Maryland (14.2MW), 인도 Bangalore(14.1MW), 스페인 Madrid(23.5MW))에서 2004년 84.9 MW의 태양전지를 생산하였다. 미국의 Maryland에 있는 Frederick 공장에서는 연간 60 MW의 다결정실리콘 기판도 생산하고 있다. 2002년 미국 Tonano, Virginia (8MW)에 있는 박막 태양광모듈 회사를 폐쇄하는 등 태양광 사업이 주춤하다가 2005년 새로운 CEO를 영입하면서 2006년까지 총 200MW의 생산 능력을 갖추겠다는 project을 가지고 있다. BP Solar는 미국 공장을 다결정 잉곳 생산하는 곳으로 인도 공장을 모듈 제조의 중심지로 만들 계획이다.

2.2.4 Mitsubishi Electronic

태양전지 생산업체의 공동 4위는 다결정 태양전지와 모듈만 생산하는 일본의 Mitsubishi Electronic과 다결정 태양전지만 생산하는 독일의 Q-Cells이다. Mitsubishi Electronic는 2003년도 생산량인 42MW에 비해 2004년 75MW을 생산하면서 79%의 놀라운 성장을 보였다. 이 여세를 몰아 Mitsubishi는 2005년 135 MW로 증가시키고 2006년까지는 230MW로 증설할 계획을 발표하였다.

2.2.5 Q-Cells AG

Q-Cells AG는 빠른 성장세를 보이는 독일회사이다. 독일의 Thalheim에 위치한 Q-Cells는 설립 3년만인 2003년에 세계10위권 안으로 진입하였고, 2004년의 생산량은 75MW로 2003년에 비해 무려 166%의 태양전지 생산증가율을 보였다. 2005년 실리콘 기판의 수급문제 때문에 생산능력을 290MW로 갖추고 기판의 수급에 따라 140-170MW의 태양전지를 생산할 계획이다. 신생 박막 태양광모듈 제조업체인 CSG Solar AG에 투자하였는데, CSG Solar는 2006년부터 12MW의 상업적인 생산을 시작할 계획이다. 또한, Q-Cells는 String Ribbon방식

을 이용하여 박막형 기판을 제조하는 미국의 Evergreen Solar와 조인트벤처를 형성하여 만든 EverQ GmbH는 2006년부터 30MW규모의 기판, 태양전지, 모듈을 생산할 공장을 준비하고 있다.

2.2.6 Shell Solar

Shell Solar는 생산량의 대부분을 미국 캘리포니아 Camarillo에 있는 공장에서 총 62 MW(60 MW: 단결정, 2MW: CIS)의 태양전지를 생산하고 독일 Gelsenkirchen에서는 약 10MW정도 생산했다. Shell은 2005년에 총 110 MW의 생산능력을 갖출 계획이다.

2.2.7 Sanyo

Sanyo는 1990년 HIT(Heterojunction with Intrinsic Thin Layer)구조 태양전지 연구개발을 시작하였고 1997년 HIT의 대량생산이 시작되었다. 2004년 총 65MW를 생산하였고 60 MW는 HIT 태양전지이고 5 MW는 a-Si 태양전지이다. 2005년에는 103 MW까지 증설할 계획이다.

2.2.8 RWE Shott Solar (RSS)

RWE Shott Solar (RSS)는 2003년 44MW에서 2004년에는 총 63MW를 생산하였다. 그중 45 MW는 EFG ribbon 공법으로 만든 태양전지를 생산하였다. 2005년에는 95MW 태양전지를 생산할 예정이다.

2.2.9 Isofoton

스페인의 Isofoton은 2002년 27.4 MW를 생산한 당시 유럽 최대의 태양전지 제조업체였고 2004년 총 태양전지 생산량은 60MW인데 그중 단결정 태양전지는 총 52.7MW, 다결정은 0.6MW를 생산하였다.

2.2.10 Motech Industries Inc.와 Suntech power Corp. Ltd.

중국계열사인 Motech Industries Inc.와 Suntech power Corp. Ltd.도 10위권에 진입하였다. Motech는 2004년 총 35MW를 생산하였고 2005년에는 120MW의 생산능력을 갖출 계획이다. Suntech도 2004년 총 35MW(Cz:20MW, mc: 15MW)의 생산량을 기록하였고 2005년에는 100MW

를 생산할 계획이다.

2.3 박막태양전지 시장

현재의 박막형 태양전지의 생산은 아직 미흡하다. 현재 박막형 태양전지가 차지하는 비율은 총 태양전지 시장의 5.8%에 불과하다. Table 4는 재료별 태양전지의 비율과 생산량을 보여준다.

현재 a-Si 박막태양전지 회사로 가장 큰 회사는 Kaneka Corporation으로 2004년 17MW를 생산하였다. 2005년에는 20MW를 생산할 계획으로 있으며 다른 박막 태양광 업체들도 2005년에 대규모 생산을 계획하고 있다. 일본 Mitsubishi Heavy Industries는 10MW 생산 능력을 발휘해서 2005년 10MW를 생산할 계획이다. 미국의 United Solar는 14MW를 생산하고 있고 2005년에 25MW의 Roll-to-Roll a-Si 생산 공장을 증설할 계획이라고 한다. 미국 EPV는 2005년에 0.4MW에서 1.5MW로 증산할 계획을 가지고 있다. 일본의 Fuji Electronic은 2004년에 총 0.1MW를 생산하였고 2005년에 1MW를 생산할 계획이다. a-Si 기술은 전체 태양전지 생산량과 비교했을 때 2002년 6.4%, 2003년 4.5%, 2004년 4.4%를 차지하였다.

CIS 기술의 상황은 더 좋지않다. CIS기술의 시장 점유율은 2004년에 0.6%에서 0.4%로 하락하였다. 현재 Honda와 같은 많은 신생기업들이 파일럿 라인을 계획 중이거나 이미 가동 중이지만, 주목할 만한 움직임은 보이지 않고 있다. 생산하는 회사로는 Shell, Wuerth, Global Solar가 있으며 2004년 생산량은 Shell이 1.2MW, Wuerth 1.2MW, 그리고 Global Solar가 1.5MW를 생산하였다.

CdTe 기술은 2003년 시장 점유율인 1.1%를 2004년에도 그대로 유지했다. 하지만 2005년에는 다소 성장을 거둘 것으로 보인다. First Solar는 25MW 규모의 공장에서 2004년에 총 6MW를 생산하였는데 2005년에는 21MW를 생산할 계획이라고 한다. 또한 독일의 Antec은 2004년에 총 7.5 MW를 생산하였다. 카드뮴의 독성 때문에 쉽게 투자하기 어려운 점이 CdTe 기술의 큰 단점이 되고 있다.

2.4 결정질 실리콘 태양전지 시장

결정질 실리콘이 여전히 태양전지의 생산량의 대부분

을 차지하고 있음을 Table 4에서 잘 보여주고 있다. 결정질 실리콘 태양전지의 시장 점유율은 2003년의 93.8%에서 2004년에는 94.2%로 증가하였다. 한 가지 특징은 그동안 다결정 태양전지에 밀려 계속 감소세에 있던 단결정 태양전지가 다시 증가세를 보이고 있다는 것이다. 이는 시장에서 고효율 태양전지에 대한 관심이 높아졌기 때문으로 분석되고 있다. 단결정은 2004년 32.2%에서 36.2%로 증가하였고 여전히 가장 큰 비율을 차지하고 있는 것은 다결정 태양전지로 2004년에 54.7%를 차지하였다.

태양전지 생산을 국가별로 살펴보면, Sharp, Kyocera 등 상위권을 점령하고 있는 일본이 총생산량의 47.3%를 차지하고 있다. 아시아 전체의 태양전지 생산량은 54.2%에서 54.5%로 증가하였다. 유럽은 27.4%를 차지하며 2005년에 Q-Cells, RSS, Isofoton 등의 과감한 확장 계획이 있고 다른 업체들의 지속적인 뒷받침이 따라주어 상당한 수준의 생산량 증가가 기대된다. 미국과 오스트레일리아는 각각 0.5% 감소한 11.3%와 0.9% 감소한 2.9%를 기록했다.

2.5 태양광 모듈 제조회사의 동향

Fig. 6은 2004년 전세계 주요 태양광 모듈 생산업체의 생산량을 보여준다. Sharp가 305.9MW로 태양전지에서

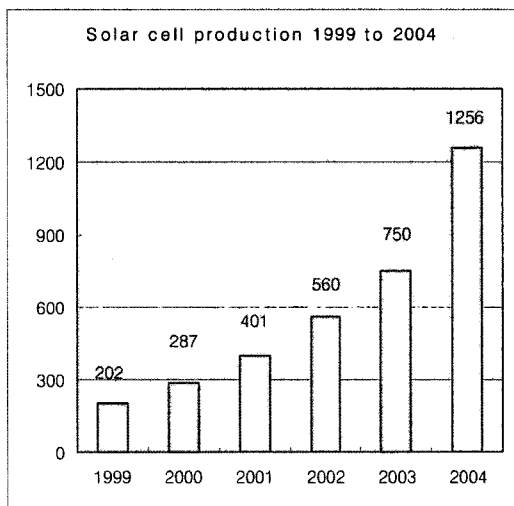


Fig. 3. 전세계 태양전지 생산량[MW](출처: Photon International, March, 2005).

와 마찬가지로 태양광 모듈 생산에서도 선두를 차지하였고 Kyocera가 106MW로 2위를 차지하였고 그뒤를 BP Solar, MSK, Mitsubishi Electric, Shell Solar가 75MW에서 72MW로 그뒤를 차지하고 있다.

태양광 모듈 시장의 특징을 보면 자국에서 생산하는 모듈의 대부분이 그 나라에 설치된다는 점이다. 독일의 모듈 역시 자국에 공급되고 있다. 독일에는 21개의 모듈 업체가 있는데 가장 큰 두 곳은 35MW를 생산하는 Solon AG와 28MW를 생산하는 SMD(Solar Manufaktur Deutschland) GmbH이다. 유럽에서 가장 많이 모듈을 생산한 곳은 급성장을 거듭하는 Isofoton으로서 2004년 유럽의 모듈 생산량인 386MW중에서 41MW를 생산하였다.

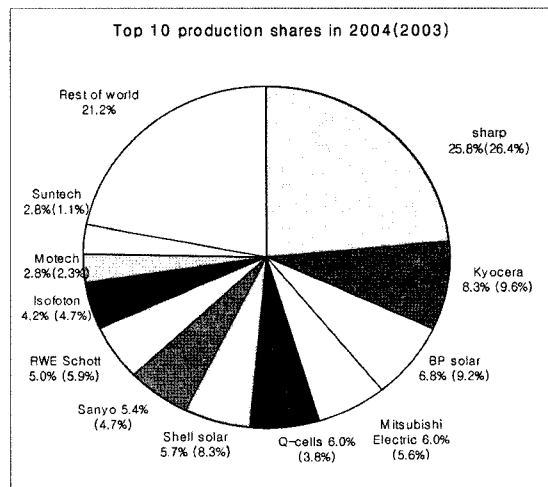


Fig. 4. 세계 10위권 회사들의 2004년 태양전지 생산량과 2005년 생산예정량.

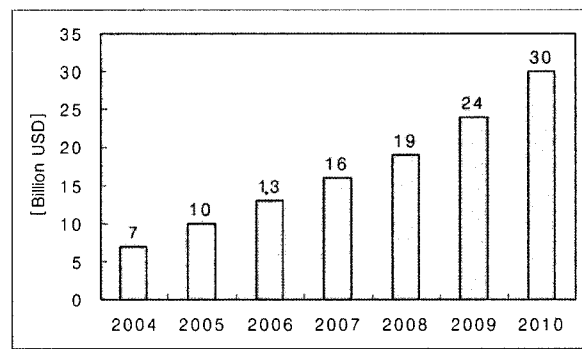


Fig. 5. 2010년까지의 전 세계 태양광 시장 (출처: Solar Power, CLSA study, 07/2004).

Table 4. 전세계 태양전지 재료별 생산비용

Years	mono Si	Mc Si	a-Si	ribbon/sheet-Si	CdTe	CIS
1999	40.8	42.1	12.3	4.1	0.5	0.2
2000	37.4	48.2	9.6	4.3	0.3	0.2
2001	34.6	50.2	8.9	5.6	0.5	0.2
2002	36.4	51.6	6.4	4.6	0.7	0.2
2003	33.2	56.3	4.5	4.3	1	0.2
2004	36.2	54.7	4.4	3.3	1.1	0.4

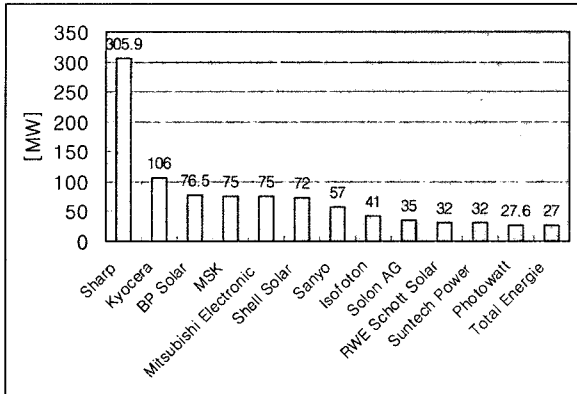


Fig. 6. 2004년 전세계 주요 태양광 모듈 생산업체의 생산량.

Mitsubishi Electric을 제외한 대부분의 일본 업체들은 자국 내 태양전지 생산량을 증가함과 동시에 해외 모듈 공장을 건설하고 있다. 그들은 대부분 노동력이 싼 유럽 국가에 공장을 추진하고 있다는 점이 공통점이다. Sharp는 영국에 40MW 공장을 건설하였고 Kyocera도 체코에 60 MW 공장을 준비하고 있다. Sanyo는 2005년 헝가리에 50MW의 라인을 설치할 계획이다. 일본 모듈업체들의 해외공장 생산량과 일본 내의 확장을 고려하면, 이들의 총생산량은 2005년 말까지 970MW의 규모가 될 전망이다. 이들 일본 모듈업체가 아메리카 대륙에서 생산하는 모듈량은 263MW이다. 2005년에는 모든 아시아 업체의 모듈 생산능력이 총 1.39GW가 될 것이고 전 세계적으로는 총 2.68GW의 모듈 생산능력이 갖춰질 전망이다. 따라서 태양전지 업체들이 충분한 기판을 구해 20%의 성장을 달성하여 1.5GW의 태양전지를 생산해

낸다 하더라도 모듈 업체들은 여전히 심각한 태양전지 부족 현상을 겪게 될 것이다.

참고문헌

- 태양광 발전 국가 Vision 및 보급목표 달성을 위한 실행 방안, 2004.9.8, 태양광사업단, 산자부.
- 2004 태양전지 기술/시장 편람, 산업자료센터.
- 태양광기술현황, 2004.05, 윤경훈, 한국에너지기술연구원.
- Trends in photovoltaic applications survey report of selected IEA countries between 1992 and 2003, Report IEA-PVPS T1-13:2004.
- Solar Power, CLSA study, 07/2004.
- Solar generation, EPIA/Greenpeace, 10/2004.
- Photon International, March, 2005.

◎ 이지연



- 1992 연세대학교 물리학과(학사)
- 1995 이화여자대학원 물리학과(석사)
- 2003 Freiburg(독일) 대학교 물리학과(박사)
- 2003 독일 Fraunhofer 태양에너지 연구소(ISE) 근무
- 2005 심포니에너지(주) 부설연구소 소장 역임