

## 태양광 발전산업의 글로벌 동향과 시사점\*

## 목 차

- |                           |                     |
|---------------------------|---------------------|
| I. 태양광발전 산업의 급성장          | IV. 우리나라 태양광발전 산업동향 |
| II. 세계 태양광발전 산업동향과 전망     | V. 시사점              |
| III. 주요국의 지원 정책 및 주요기업 사례 |                     |

I. 태양광발전<sup>1)</sup>산업의 급성장

## 1. 시장규모 증가 추세

- 2000년대 이후 신재생에너지가 기존의 화석연료를 대체할 수 있는 전력생산 방식으로 급부상
  - 신재생에너지는 1980년 전세계 발전량의 0.4%에 불과했으나 2005년 2.1%대에 진입하면서 비중이 급격히 높아지는 추세

에너지원별 세계 발전량 추이(1980~2005년)

(단위 : TWh, %)

구분		1980년	1990년	2000년	2004년	2005년
기 존 에 너 지	화 력	5,589 (69.6)	7,138 (63.0)	9,256 (63.4)	10,899 (65.7)	11,455 (66.0)
	원 자 력	684 (8.5)	1,909 (16.9)	2,450 (16.8)	2,619 (15.8)	2,626 (15.1)
	수 력	1,723 (21.5)	2,149 (19.0)	2,648 (18.1)	2,747 (16.6)	2,900 (16.7)
신·재생에너지		31 (0.4)	127 (1.1)	243 (1.7)	334 (2.0)	370 (2.1)
총 계		8,027(100.0)	11,323(100.0)	14,596(100.0)	16,599(100.0)	17,351(100.0)

주 : 1. ()내는 총발전량에서 차지하는 비중

2. TWh는 Terawatt hour의 약자로 1조 와트를 의미

자료 : EIA(Energy Information Administration: 美 에너지 정보청) "International Energy Annual 2005", 2007. 5

\* 본고는 산은경제연구소 설비투자팀 이민식 수석연구원이 집필하였으며, 본고의 내용은 집필자의 견해로 당행의 공식입장이 아님

1) 태양광발전이란 태양의 빛에너지를 직접 전기에너지로 변환시키는 발전방식을 말함. 이에 반해 태양열 발전은 태양열로 물을 끓여 증기를 발생시키고, 이를 이용해 터빈을 돌려 전기를 생성(태양열→기계에너지→전기)

- 2007년 전세계 신재생에너지 투자는 2006년 대비 60% 증가한 1,484억 달러에 달할 것으로 추정<sup>2)</sup>
  - 경제전문잡지 포브스에 따르면 REC(노르웨이), MEMC(美國) 등 세계 태양광발전 기업들의 총 기업가치는 '07년 8월 기준 1,181억 달러에 달함
  - 미래 성장성에 대한 기대로 벤처캐피탈 및 사모펀드의 투자 급증
  
- 태양광 발전산업은 신재생에너지 중에서 가장 빠르게 성장하고 있는 산업
  - 2000년대 이후 태양광발전 설비는 연평균 38.4%(2000~05년)의 고성장세를 시현하면서 풍력, 바이오매스 등 여타 신·재생에너지의 성장률을 상회
  - 특히 1992~2000년 저유가 시대에도 연평균 24.8%의 높은 증가율을 보였으며 2003년 이후 고유가 추세와 더불어 더욱 증가세 가속화
  - '07. 3.14자 뉴욕타임즈는 실리콘밸리에 에너지 투자 붐이 불면서 닷컴(.com)신화가 와트컴(Watt.com)<sup>3)</sup> 신화로 부활하고 있다고 보도

신·재생에너지발전 설비의 연평균 증가율(2000~05년)

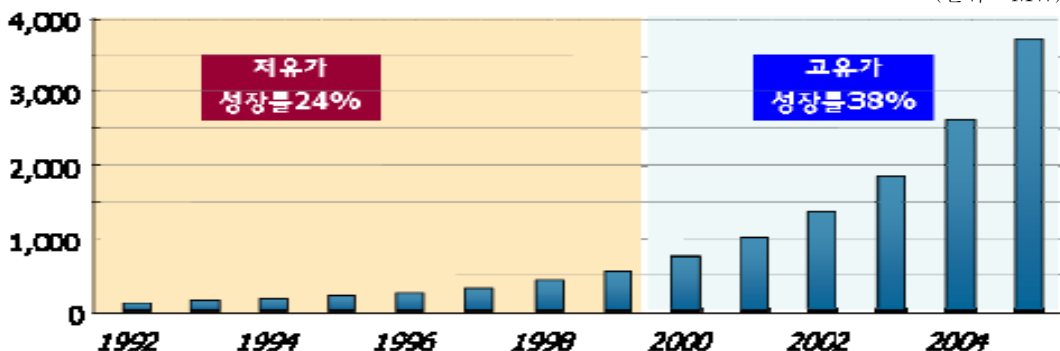
(단위 : %)

구분	태양광발전	풍력발전	바이오매스발전	지열발전
연평균 증가율	38.4	28.0	3.5	3.0

주 : 바이오매스발전은 가축의 분뇨에서 발생하는 메탄이나 목재 등을 이용한 발전  
 자료 : REN21, "Renewables Global Status Report", 각호(2005. 2006)  
 IEA. "Trends in Photovoltaic Application", 2006

세계 태양광발전 시장 성장률 추이

(단위 : MW)



- 세계 태양광발전 관련 시장규모는 2005년 120억 달러에는 2007년에 300억 달러

2) 영국의 청정에너지 컨설팅 회사인 New Energy Finance의 추정치

3) 전력의 단위인 와트에서 비롯된 것으로 '대체에너지기업'이란 뜻

로 2배 이상 성장

- 이는 D램 메모리 반도체 시장 규모와 비슷

## 2. 성장배경

### 가. 화석에너지 고갈 및 고유가에 따른 에너지 위기

- 석유, 석탄 등의 경제적으로 채굴 가능한 매장량은 각각 40년, 230년정도에 불과하며 지역별 편중성도 심함
  - 국제유가는 최근 고공행진을 거듭하고 있으며 향후에도 고유가 기조는 지속될 것으로 예상됨
    - '08년 5월말 현재 120달러(두바이유 기준)로 '07년초(57달러) 대비 2배 이상 증가
- 석유, 천연가스 등 신규 자원개발에 막대한 자본 및 인프라가 소요되고 있는 점도 상대적으로 태양광발전의 성장을 촉진하는 요소
  - 최근 석유에 대한 심해저 유전개발이 세계적으로 활발히 추진 중이나 대규모 자본이 소요되고 투하자본 대비 리스크가 매우 큼
  - 현재 미개발된 가스유전은 일반가스에 비해 5배 이상 깊은 지구밑 15,000feet의 혈암층에 주로 매장되어 막대한 자본과 고도의 탐사 및 발굴 기술이 수반됨
- 최근 중국, 인도 등 신흥개도국의 고도성장에 따라 에너지 수요가 급증하고 있는 반면, 에너지 자원은 공급부족에 직면

### 나. 지구온난화 방지를 위한 교토의정서의 채택

- 교토의정서는 지구온난화 방지를 위한 국제적인 기후변화협약의 구체적 이행방안으로 1997년 채택되고 2005. 2월 공식 발효
  - 지구온난화를 유발하는 이산화탄소 등 6종의 온실가스 배출량을 대폭 줄이자는 국제적 합의
    - 선진 38개국과 EU 해당국가는 2008년부터 2012년까지 전체 온실가스 배출량을 1990년보다 평균 5.2% 줄일 것을 의무화함
    - 한국의 경우 2002년 교토의정서를 비준하였으나 개도국 지위를 인정받아 1차

의무 감축 대상에서는 제외되었지만 2013~2017년까지 온실가스를 감축해야 하는 2차 감축 대상국에 포함될 가능성이 높음

- 온실가스 배출 등의 환경오염 문제가 전무한 무공해, 무한정의 태양에너지에 대한 관심 증가
  - 태양에너지는 석탄화력발전 대비 약 240g-carbon/kWh 절감 가능

#### 다. 국제교역에서 환경문제의 중요성 증가

- 선진국을 중심으로 최근 세계 환경보호를 위해 우루과이 라운드에 이어 그린라운드<sup>4)</sup>가 국제교역의 중요한 이슈로 부상
  - 일정 수준 이상의 CO<sub>2</sub>를 배출하는 자동차의 수입을 제한하거나 고율 관세를 부과하는 등 환경문제와 교역을 연계
  - 유럽 등에서 소비자들의 환경에 대한 인식 증가로 친환경제품 구매성향 심화
- 이에 따라 화석연료를 대체할 수 있는 대체에너지 개발은 기업의 경쟁력과 생존의 문제로 부각

## II. 세계 태양광발전 산업동향과 전망

### 1. 산업구조

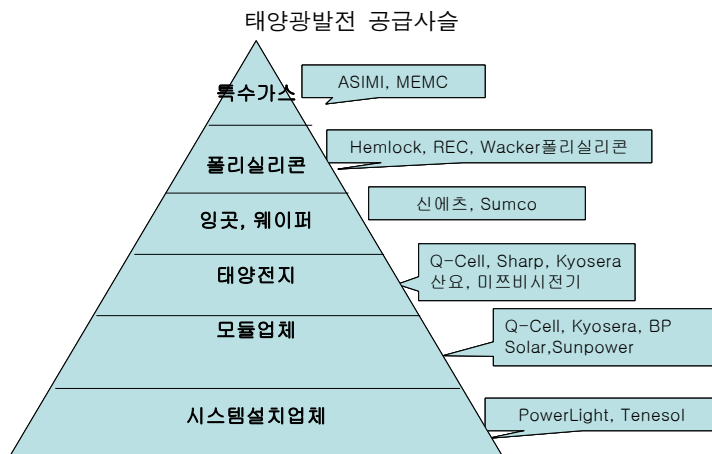
- 태양광 발전산업은 크게 ‘소재-전지-전력기기-설치·서비스’의 네부분으로 나누어짐
  - 소재 부문은 원재료인 폴리실리콘(Poly Silicon)으로 잉곳·웨이퍼를 가공하는 단계까지를 말함
  - 전지 부문은 태양전지<sup>5)</sup>의 제조, 모듈 조립 부문으로 전지의 광전효율<sup>6)</sup>이 발전 단가를 좌우하기 때문에 가장 핵심이 됨

4) 지구 환경문제를 국제무역거래와 연계할 경우 관세 및 무역에 관한 일반협정(GATT)을 중심으로 맺어지는 협상으로 주 내용은 세계 각국이 국제 환경규제기준을 마련하여 이를 위반한 제품의 수입을 금하며, 국제환경협약을 이행하지 않았을 경우 무역제재를 가하는 것임

5) 태양전지는 태양광을 직접 전기로 변환시키는 태양광발전의 핵심소자

6) 입사된 태양광 에너지와 태양전지로부터 발생된 전기에너지의 비율을 나타냄

- 전력기기 부문은 직류인 태양전원을 교류로 바꿔주는 인버터나 배터리 등의 제조 부문임
  - 설치·서비스 부문은 태양광발전 시스템을 시공하고, 유지·보수 등의 서비스를 제공하는 부문임
- 태양광발전 산업의 공급사슬은 소수의 폴리실리콘 등 소재공급자가 상단에, 모듈, 시스템 설치업체가 하단에 위치하는 피라미드 형태
- 원재료, 소재 부문은 참여업체 수가 적어 과점 체제이고, 전지 및 모듈제작, 시스템 설치 쪽으로 갈수록 많은 업체가 참여



- 원재료에서부터 모듈 설치까지의 공정은 부가가치가 높아 수익 및 고용창출 효과가 큼
- 특히 모듈 제조 이전의 업스트림 공정(폴리실리콘, 웨이퍼, 전지)은 설비투자가 큰 반면, 진입장벽이 높은 고부가가치 산업으로 수출 산업화가 가능한 영역
  - 모듈 제작 이후 공정은 인버터 등 부품 조달 비용과 인건비 부담이 커 수익성이 취약
    - 기술적 제약이 거의 없어 다양한 사업자가 시장에 진출하고 있으며 수익성도 저조

태양광발전 산업구조 현황

	소재	태양전지	전력기기	설치·서비스
제 품	실리콘, 웨이퍼	셀, 모듈	인버터, 배터리	EPC <sup>7)</sup> , 유지보수
시장규모 (2005년)	실리콘(7억달러) 웨이퍼(10억달러)	셀(18억달러) 모듈(19억달러)	14억달러	44억달러
비 중	15.2%	33.0%	12.5%	39.3%
주요업체	Hemlock(美) REC(美) 신에츠(日) 섬코(日)	샤프(日) Q-Cell(獨) 교세라(日) 산요(日)	옴론(日)	PowerLight(美) Tensol(佛)
영업이익률	실리콘(14~36%) 웨이퍼(16~26%)	셀(10~20%) 모듈(5~13%)	8%이하	-8)
진입장벽	높음	중간~높음	낮음	

## 2. 태양광발전 산업의 동향

### 가. 폴리실리콘<sup>9)</sup>

- 폴리실리콘은 최근 태양광발전이 주목받으면서 수요가 급증해 공급난을 겪고 있는 Solar Cell의 핵심원료
  - 폴리실리콘은 원재료인 규소의 순도가 99.9999999%<sup>10)</sup> 이상 요구되어 진입장벽이 높은 고난도 기술로 제조단가가 높음
    - 순도에 따라 반도체용과 태양전지용으로 나뉘어지며 반도체는 태양전지용보다 높은 순도가 요구됨
- 전 세계적으로 '05년 기준 폴리실리콘 생산량은 연 29,100톤 규모이며 이중 태양전지용은 29%로 8,500톤이 생산됨
  - 태양전지용 폴리실리콘의 비중은 2007년 40%, 2010년 69% 수준까지 상승할 전망

7) EPC(Engineering -Procurement-Construction)는 기자재를 구매하여 시공하는 서비스

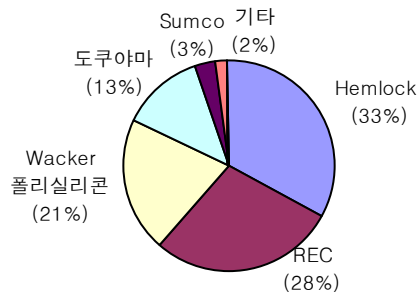
8) 국가별로 설치보조금이나 대출이자율 등이 상이하여 이익률 추정이 불가능

9) 폴리실리콘의 원재료는 모래나 자갈속에 많이 포함되어 있으나 철, 니켈, 코발트 등 불순물이 많아 이를 정제하여 고순도의 폴리실리콘을 만듦. 공정과정은 모래, 자갈 등 원재료 채석→분쇄 및 염산처리→가스 정제→고순도 다결정 실리콘임.

10) 순도 표시에 9가 아홉 개 있다고 해서 '나인나인 기술'이라고 부름

- 태양전지용 폴리실리콘은 세계 1위인 Hemlock(美) 및 REC그룹(노르웨이), Wacker 폴리실리콘(獨)의 3개 업체가 전체 시장의 80% 이상을 공급
  - 동 산업이 과점체제인 이유는 초기 설비투자비가 큰 자본집약적 산업이고 기술 진입장벽이 높기 때문임
  - 또한 과거 반도체 경기 불황에 따른 과잉설비로 타격을 입은 폴리실리콘 업체들이 설비투자에 보수적 경향을 보인 것도 한 원인
    - 동 산업은 5년 이상의 장기 공급계약이 뒷받침된 경우에만 설비투자를 하는 전형적인 Seller's Markets
    - 일반적으로 실리콘 공장 양산개시까지 최소 3년 이상의 시간이 소요되어 시장진입이 매우 어려움

2005년 폴리실리콘 시장점유율 현황



자료 : PV news

- 최근 태양전지용 폴리실리콘 수요가 급증한 반면, 적기 설비투자가 이루어지지 않아 공급부족 현상이 나타남
  - 태양전지용 폴리실리콘의 세계적 부족현상으로 지난 4년간 가격이 10배 이상 상승
  - 이에 따라 폴리실리콘 가격은 '04년 kg당 20달러에서 '06년 55달러로 3배 가까이 상승했으며 현물가격의 경우 kg당 300달러까지 치솟음
  - 실리콘 가격 인상으로 셀, 모듈, 설비가격까지 상승하는 추세를 보임
  - 최근 가격상승으로 안정적인 물량을 확보하지 못한 업체들의 경우, 낮은 가동율로 인한 실적 악화로 산업내 구조조정 가능성도 대두

- 폴리실리콘은 2008년 이후 당분간 공급부족을 겪을 것으로 보임
  - 고부가가치 산업으로 성장성이 높아 많은 업체가 신규 시장에 진입하고 있으나 현재로서는 수출의 어려움으로 극소수만 양산에 성공할 수 있음

세계 폴리실리콘 수급전망

(단위 : 톤)

	반도체용	Solar Cell용	수요계	공급	공급-수요
2006	25,200	20,100	45,300	35,600	△9,700
2007	26,700	25,100	51,800	41,500	△10,300
2008	28,300	31,400	59,700	55,200	△4,500
2009	30,000	39,300	69,300	63,700	△5,600
2010	31,800	49,100	80,900	72,800	△8,100

자료 : 동양제철화학

- 향후 태양광 발전산업이 활성화되려면 폴리실리콘 가격이 현재보다 낮아져 그리드 패리티<sup>11)</sup>(Grid Parity)가 이루어져야 함
  - 그리드 패리티가 되면 가정에서도 일반 전기 대신 태양전력을 쓰기 위해 태양광설비를 설치하려는 수요가 급증하게 됨
  - 이에 따라 폴리실리콘 수요도 폭발적으로 늘게 되어 동 제품 생산업체의 수익력이 제고됨
- 결과적으로 폴리실리콘 산업은 가격이 상승하면 상승에 따른 이익이 기대되고, 하락시에 수요가 폭발적으로 늘게 되어 이익이 증가하는 매우 유망한 비즈니스 모델임
  - 전문가에 따르면 생산비용이 용량기준 W당 대략 US\$1까지 내려와야 일반 전력요금과 경쟁할 수 있는데 이 수준은 아직 요원하다는 입장임

## 나. 잉곳/웨이퍼

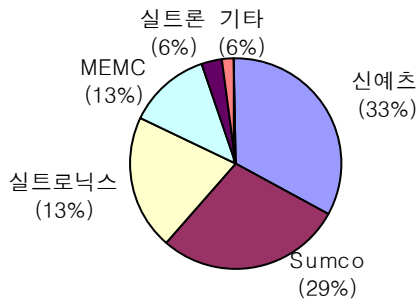
- 2006년 기준 태양광 발전량은 2GW 수준, 태양전지용 웨이퍼 시장은 2.5조원 규모임
  - 태양전지용 실리콘 웨이퍼는 기존 반도체용의 28%, 전체 웨이퍼시장의 22%에 해당하는 시장을 신규 창출

11) 전기 1kW를 생산하는데 필요한 태양광 발전 가격과 화석연료를 사용하여 생산한 일반 전력비용이 같아지는 수준을 말함



- 태양전지용 웨이퍼시장은 2006년~2010년까지 연평균 29% 성장할 것으로 예상됨
  - 이는 같은 기간 반도체용의 연평균 성장률 9%를 크게 상회하는 수치
- 실리콘 웨이퍼 산업은 과점체제로 전세계 7개사가 시장을 과점
  - '06년 기준 세계시장 점유율은 신에츠(日本) 33%, Sumco(日本)가 29% 수준이며 한국의 실트론은 6% 수준임
  - 과점체제가 나타나는 이유는 반도체 생산업체의 특성에 맞게 판매가 이루어지는 경향이 있어 반도체 회사와 웨이퍼 제조업체가 상호 독점력을 갖고 있는 산업이기 때문
    - 반도체업체들은 실리콘 웨이퍼의 안정적 공급과 회사의 기술보호차원에서 웨이퍼 회사의 지분을 소유하거나 장기공급계약을 체결
- 태양전지용 웨이퍼 시장의 신규 창출로 웨이퍼 제조업체들의 실적이 개선되고 있는 추세
  - Sumco는 '03년 4% 수준의 영업이익률이 '06년 26%까지 개선되었으며 실트론도 '03년 5%의 영업이익률에서 '06년 17% 수준까지 급상승

2006년 웨이퍼 시장점유율 현황



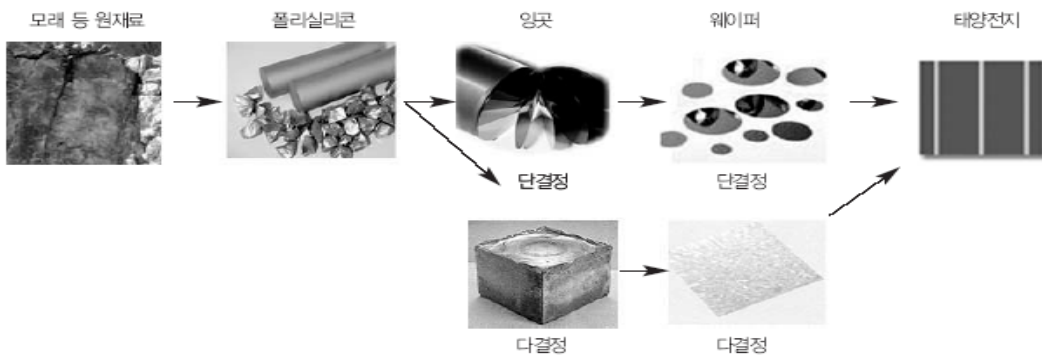
자료 : 실트론

#### 다. 태양전지(Solar Cell 또는 Photovoltaic Cell)

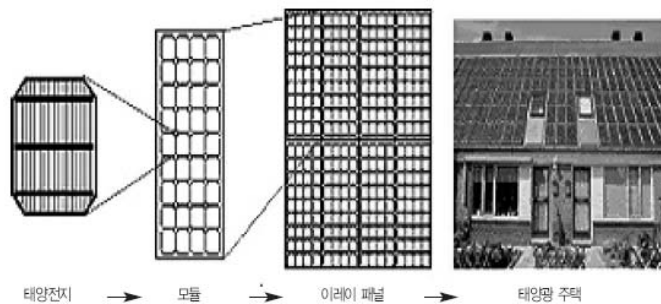
- 세계 태양전지 생산량은 '00년 288MW에서 '06년 2,536MW로 약 8.8배 성장
- 태양전지 제조공정은 반도체, LCD 제조공정과 유사해 공정기술 및 장비, 부품 인프라를 확보하고 있는 한국, 일본과 같은 반도체 산업이 발달한 나라에 유리

- 실리콘 태양전지의 경우 원재료인 실리콘 웨이퍼가 반도체 실리콘 웨이퍼를 만드는 과정과 유사
- 태양전지 부문에서 높은 시장점유율을 확보하고 있는 일본의 샤프, 교세라 등은 반도체, LCD 사업도 영위

실리콘에서 태양전지까지의 제조과정



태양전지와 모듈, 어레이 패널과 태양광발전시스템



- 태양전지에 의한 전력생산 비용은 화력, 원자력 등을 이용한 기존의 발전방법 대비 발전원가가 3~10배에 달함
  - 이는 넓은 공간의 필요, 모듈 비용의 50% 이상을 차지하고 있는 폴리실리콘, 웨이퍼 등 원자재의 높은 가격, 태양에너지를 전력으로 전환시키는 태양전지의 낮은 효율성 때문임
  - 변환효율 향상은 태양전지의 필요면적을 줄일 수 있어 시스템 단가를 낮출 수 있는 핵심 요인

- 전세계적으로 많은 기업들이 태양전지의 경쟁력 제고를 위해 노력 중이나 지금까지 개발된 가장 우수한 시스템도 효율성 측면에서 기존 화석 연료에 의한 전력 생산의 10% 수준에 불과
- 태양전지는 결정질 실리콘형<sup>12)</sup>이 대부분을 차지하며 그밖에 박막형<sup>13)</sup>, 플라스틱형<sup>14)</sup>, 반투명 염료형<sup>15)</sup>이 차세대 대표 전지로서 개발되고 있음
  - 결정질 실리콘형은 시장의 93%를 차지하고 있으나 고가격으로 보급에 한계를 보임
    - 최근 50여년간 설치된 태양전지를 모두 합해도 원자력발전소 두세 기가 생산하는 전력량밖에 되지 않으며 가격을 더 낮추는 데도 한계가 있음
    - 실리콘형은 선진국에서 수십년간 개발되어온 제품으로 후발국의 시장 진입장벽이 높음
  - 시장의 5% 이상을 차지하고 있는 박막형은 아직까지는 효율이 낮으나 최근 연구개발 집중으로 빠른 기술혁신이 기대됨
  - 플라스틱형 및 염료형은 기존 실리콘형보다 생산비가 매우 낮아(1/10~1/20) 활발한 연구·개발이 진행되고 있음
    - 최근 우리나라의 광주과학기술원은 세계에서 가장 효율이 높고(6.5%), 저렴하고 가벼우며, 제작공정이 간단한 유기물 플라스틱 태양전지를 개발
    - 플라스틱 태양전지 연구에서 가장 큰 난제였던 낮은 효율성을 획기적으로 개선해 상용화를 앞당긴 것으로 평가
    - 또 제작비용이 저렴해 태양광을 이용한 휴대용 충전기와 입을 수 있는 태양전지 등 기존의 개념과는 전혀 다른 응용소재의 개발을 통해 부가가치가 높은 새로운 시장을 창출할 것으로 기대됨
- 전력생산 단가는 W당 화석연료는 1달러, 실리콘 태양전지는 2달러, 염료 태양전지는 0.4달러, 플라스틱 태양전지는 0.1달러임
  - 차세대 태양전지 상용화의 최대 난제는 수명 및 효율성의 제고임
    - 태양전지의 효율성이 뒷받침되지 않으면 태양에너지는 보조 에너지원에 불과

12) 실리콘 덩어리를 얇은 기판으로 절단하여 제작하며, 실리콘 덩어리의 제조방법에 따라 단결정과 다결정으로 구분

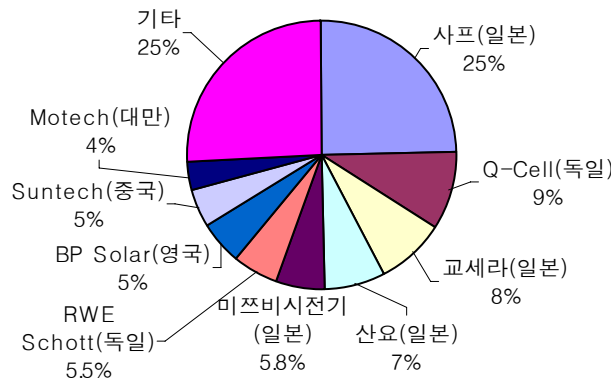
13) 유리에 얇게 실리콘을 코팅하는 태양전지를 말하며 후발주자들은 대부분 박막형에 투자하고 있음

14) 비닐형태의 플라스틱에 인쇄하듯 태양전지를 찍어낼 수 있으며 공정이 간단함.

15) 선글라스처럼 반투명 유리창 겸용으로 사용할 수 있는 태양전지로 염료의 종류에 따라 여러 가지 색을 낼 수 있음

- 2005년 태양전지의 업체별 세계시장 점유율을 보면 33%를 차지하고 있는 일본의 샤프(1위)를 비롯하여 교세라, 산요, 미쯔비시 전기가 각각 3, 4, 5위로 일본업체의 점유율이 60%에 달함
  - 세계 2위인 독일의 Q-Cell은 점유율을 2002년 2%에서 2005년 12% 수준으로 빠르게 확대하여 왔고 중국의 Suntech, 대만의 Motech 등 후발업체들도 점유율 확대 추세
    - 특히 독일의 Q-Cell은 2006년 매출액이 2002년 대비 31배, 영업이익은 190배의 폭발적 증가를 보임

2005년 태양전지 시장점유율 현황



자료 : IEA PVPS Program, "Trend in Photovoltaic Application", 2006. 9

- 차세대 태양전지가 개발되어 양산단계에 이르는데 다소 시간이 소요될 것으로 보여 당분간은 기존의 실리콘 태양전지가 시장을 주도할 전망
  - 박막형 태양전지는 상용화되었으나 효율이 실리콘형보다 낮아 현재는 건물 외벽이나 기둥 등 일부 용도로만 사용이 제한됨
  - 염료형 및 플라스틱형은 현재 실험단계로 수명 및 효율 문제 해결에 다소 시간이 소요될 것으로 보임

### 3. 태양광발전 산업의 전망

#### 가. 시장규모

- 태양광발전 산업은 발전 초기 단계로 정부의 적극적 지원에 의해 시장이 활성화되고 있는 정부지원 의존형 산업으로 향후 부가가치 창출의 잠재력이 매우 큼
  - 아직까지는 기존 화석에너지에 비해 경제성이 낮으나 무한정의 부존량을 바탕으로 발전 가능성이 큰 산업
  - 또한, 규모나 지역에 관계없이 설치 가능하며 유지비용이 거의 들지 않아 미래가 매우 밝음
    - 태양열 발전의 경우 소규모 시스템에서는 경제성이 약하고 풍력, 해수력 발전은 발전 단위가 크나 지형환경에 따른 제약이 큼
  
- 향후 기술혁신이 이루어질 경우 원가절감 및 에너지 효율의 제고로 관련 산업의 큰 폭 성장이 기대됨
  - 일본의 경우 태양광 발전 단가는 최근 10년간 1/3 수준으로 하락 (1994년 140엔/kWh→2004년 48엔/kWh)
  - 차세대 태양전지인 박막형은 이미 상용화 단계이며 향후 저가의 플라스틱형, 염료형 전지가 개발될 경우 태양광 발전의 획기적 보급이 예상됨
  
- 향후 태양광발전은 신재생에너지 중 가장 빠른 성장을 할 것으로 기대됨
  - EPIA<sup>16)</sup>에 따르면 태양광에너지가 신재생에너지에서 차지하는 비중은 2001년 0.07%에서 2040년 30.6%에 달해 4,142배 성장하고 전체 전력소비량에서 차지하는 비중도 25.1%로 확대 예상
    - 바이오, 소수력 에너지의 경우 동 기간중 성장률이 20배 수준에 그칠 것으로 예상되는 것과 비교해 매우 빠른 성장 속도
  - 다만, 원자재 수급, 업체별 증설계획, 정부의 보조금 제도 등 다양한 변수의 존재로 태양광 발전속도는 다소 유동적

16) European Photovoltaic Industry Association. 유럽태양광산업협회

재생에너지 종류별 시나리오

(단위 : TWh, 배)

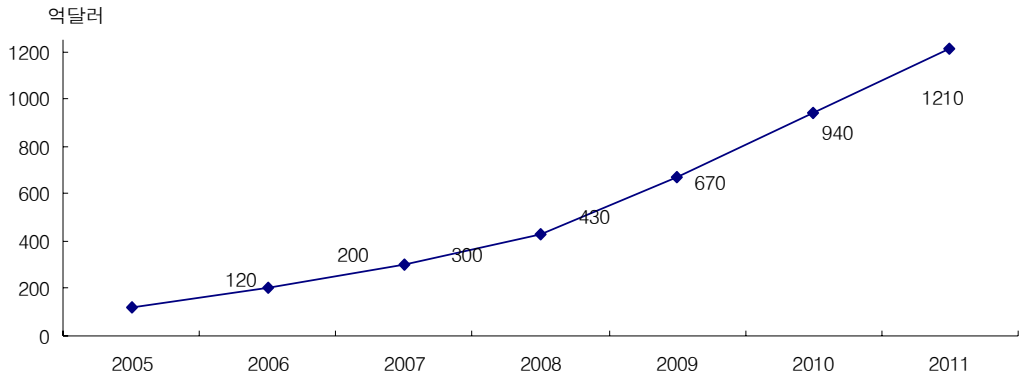
	2001	2010	2020	2030	2040	2001~2040
전체 전력 소비량	15,578	19,973	25,818	30,855	36,346	2
바이오	180	390	1,010	2,180	4,290	24
대수력	2,590	3,095	3,590	3,965	4,165	2
소수력	110	220	570	1,230	2,200	20
풍력	55	512	3,093	6,307	8,000	147
태양광	2	20	276	2,570	9,113	4,142
전체에너지중 비중(%)	0.01	0.1	1.1	8.3	25.1	-
신재생에너지중 비중(%)	0.07	0.5	3.1	15.0	30.6	-

자료 : 유럽신재생에너지협회

- Photon consulting<sup>17)</sup>의 'Solar Annual 2007'(2008. 1월)에 따르면 세계 태양광발전 관련 시장규모는 2007년 300억 달러에서 2010년 1,200억 달러로 늘어나 연평균 43%의 성장률을 기록할 전망
- 이같은 전망치는 2008년 800억~900억 달러로 예상되는 D램과 플래시메모리 등 반도체 시장 규모를 2010년에 뛰어넘는 규모
  - 세계 태양전지와 모듈 생산량은 2007년 4GW에서 2010년 23.3GW까지 증가하고 2012년에는 37GW에 달할 것으로 추정
    - 태양전지(셀, 모듈) 시장규모는 2005년의 37억 달러에서 5년간 연평균 23%의 성장을 보여 2010년에는 118억 달러로 확대될 전망
  - 동 사에 따르면 또한 국가별 태양광 발전량은 2010년 독일이 2.9GW로 가장 많을 것으로 전망되고 그 뒤를 이어 미국 2.36GW, 스페인 1.45GW, 이탈리아 1.1GW, 프랑스 0.85GW, 한국 0.85GW, 일본 0.55GW의 순이 될 것임

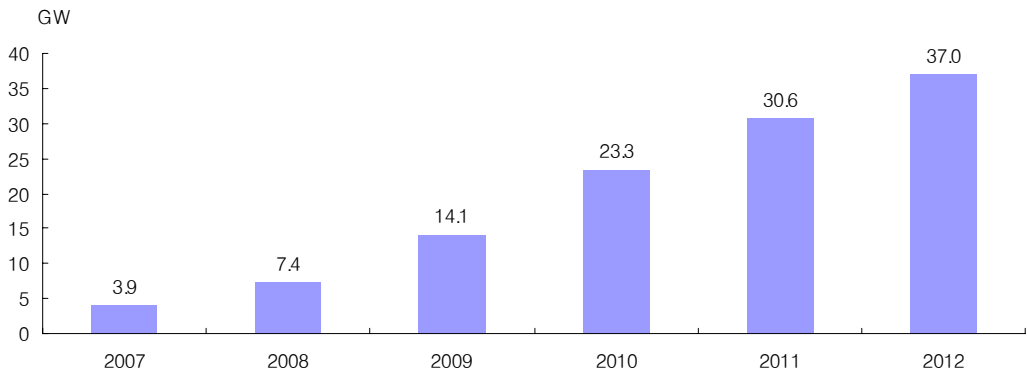
17) 독일의 세계적 태양광산업 시장조사업체

세계 태양광 발전 시장전망



자료 : Photon Consulting, 2007

세계 태양전지 및 모듈 생산전망



자료 : Photon Consulting, 2008. 1

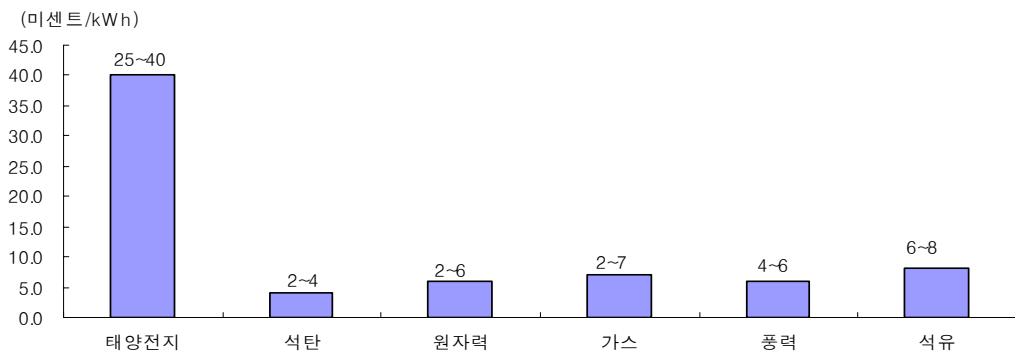
## 나. 가격경쟁력

- Photon Consulting은 또 2011년까지 추가로 건설되는 세계 발전시설의 10%는 태양광발전 시설로 채워질 것으로 전망
  - 매년 태양광발전 설비의 가격이 8%씩 떨어져 오는 2015년쯤 태양광발전단가가 기존 화력발전 단가와 비슷한 수준으로 내려가 폭발적인 성장세를 구가할 것으로 예측
- 향후 발전단가의 감축이 태양광발전 시장의 성장을 좌우할 전망
  - 유럽기준 현재 Solar에너지 생산능력 기준 와트당 US\$3.80 정도의 현 가격수준은

실제 생산된 전력기준으로 kW 시간당 약 US\$0.245에 해당되어 유럽에서 판매되고 있는 전력 평균도매가격 kW시간당 약 US\$0.1272의 약 2배 정도임

- 생산능력 기준 현행 와트당 US\$3.80은 2010년에는 US\$1.4까지 하락할 전망-현재의 발달속도와 시장규모 확대 추세, 각국의 전력단가를 고려할때 기존 화석연료에 대해 발전단가 측면에서 경쟁력을 갖는 Grid Parity상태는 일본 2010년, 이태리 2011~2012년, 미국 2015년, 한국은 2020년에 가능할 전망

전력원별 발전단가 비교



자료 : 업계 자료

국가별 주택용 전기요금 비교

(단위 : 미 센트/kWh)

국가	일본	독일	영국	미국	한국	인도	중국
요금	25	17	13	9	7	4	4

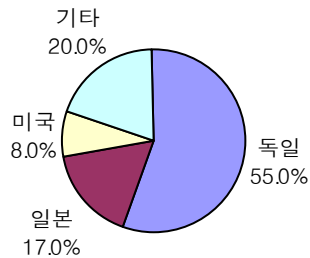
- 중장기적으로는 시장참여자의 급증에 따른 경쟁 격화시 규모의 경제를 이루지 못하거나 기술경쟁력이 열위인 기업은 시장에서 퇴출될 가능성도 있음

### III. 주요국의 지원 정책 및 주요기업 사례

- 2006년 현재 독일, 일본, 미국 3국이 세계 태양광 발전의 80%를 차지
  - 독일이 55%(959MW, 용량기준)를 차지하여 세계시장을 주도하고 있으며 다음으로 일본 17%(297MW), 미국 8%(140MW)의 순서임



2006년 국가별 태양광발전 용량 점유율



- 핵심 부문인 태양전지는 반도체, LCD 기반기술이 뛰어난 일본이 세계시장을 주도
  - 2개국(일본 46%, 독일 14.5%)이 세계 시장의 60%가 넘는 비중을 차지
    - 상위 10개 업체를 국가별로 보면 일본이 세계 1위인 샤프(24.8%) 등 4개사, 독일이 세계 2위인 Q-Cells 등 3개사를 보유

## 1. 독일

- 독일은 2005년 이후 일본을 제치고 세계 1위 태양광발전 국가로 부상
  - 2005년 기준 세계 태양광발전 누적 시설 점유율은 독일(38.6%), 일본(38.4%), 미국(12.9%)의 순서
  - 2006년 독일의 태양전지 설치량도 959MW로 세계 시장의 55%를 차지
- 이같은 급성장 배경에는 100만호 보급, 고정가격구매제도<sup>18)</sup>, 저리용자 및 R&D 투자 확대 등을 들 수 있음
  - 1999~03년 실시된 ‘태양광 지붕주택 100만호 보급 프로그램’에 의해 저리의 설치비용 용자제도 및 고정가격 구매제도를 실시함
  - 핵심 기술 확보를 위해 2004년 이후 정부 주도의 R&D 투자를 확대
    - R&D투자 예산을 2002년 3,003백만 달러, 2005년 5,093만 달러로 확대하여 기술 개발에 주력
    - 태양광 발전시스템에 약 100억 유로, 실리콘, 태양전지 등에 10억 유로 이상 투자
    - 이 결과 세계 2위의 Q-Cell과 세계 6위의 RWE Schott 등 태양전지 분야의 글로벌 기업 탄생

18) 이 제도는 생산된 전력을 정해진 가격으로 매입해 발전가격과 소매가격의 차이를 보전해 주는 제도로 우리나라에서 2002년부터 실시하고 있는 발전차액보상제도도 이 제도의 일종임

### 〈Q-Cells〉

- 태양전지 부문에서 샤프(日)에 이어 세계 2위를 기록하고 있는 독일의 태양광발전 대표기업
  - 2001년 19명의 종업원으로 10억 원의 매출이 발생했으나 2006년 종업원 900명, 매출 5,400억원 규모의 기업으로 급성장
    - 2006년 매출액이 2002년 대비 31배, 영업이익은 무려 1,990배 증가(영업이익율 2006년 23.9%)
    - 이는 국제유가의 수직 상승 및 독일 정부의 태양광발전에 대한 세제혜택에 힘입은 바 큼
  - 태양전지 시장점유율(판매량 기준)은 2002년 2%에서 2005년 9.3%로 빠르게 확대

Q-Cell의 태양전지 영업추이

(단위 : 백만유로, %)

구 분	2004년	2005년	2006년
매 출 액	199.6	299.4	539.5
영 업 이 익 률	14.9	21.1	23.9

주 : 2004년 실적은 CLSA(2005) 자료를 활용

자료 : Q-Cells의 Annual Report, 2007.

- 세계 1위를 목표로 장기(주로 18년) 실리콘 공급계약을 체결하고 투자 확대
  - 2010년 연간 생산량을 1GW로 확대할 계획
  - 주요 실리콘 생산업체인 Elkem(노르웨이)사와 10GW 용량의 태양전지 총 6.7만 톤 생산계약 체결
- 시장지배력 강화의 일환으로 소재 공급업체와 파트너십 강화, 신주 발행을 통한 투자재원 확보, R&D 투자 등의 성장전략 추진
  - 최대 실리콘 생산업체인 REC의 주식 17.9%를 인수하고 Orkla(Elkem의 모회사)에 REC 주식 15.9%를 풋옵션으로 제공하여 Elkem과 장기 실리콘 공급계약 체결
  - 신주 발행(3천만주)을 통해 1억 유로의 투자재원 확충
- Q-Cells사의 급성장은 동 회사에 투자한 벤처캐피탈에 막대한 수익을 창출케 함
  - 런던 소재 벤처캐피탈 회사인 Apax사는 2004년 3월 1,150만 달러를 투자, 22개월만에 2,700%의 수익 거양
    - 또한 Apax사는 2004년 Q-Cells사를 프랑크푸르트 증시에 상장하여 2억 8,000만 달러의 수익 창출

- 차세대 태양전지 수요에 대응하기 위해 10~30MW급 박막형 태양전지 생산라인 시험, 운영 중
  - R&D 투자로 태양전지의 효율 향상 추진
    - 태양전지 셀 효율 : 14.3%('02년)→15~16%('07년)→18~21%('08년 이후)

## 2. 日本

- 최근 10년간 일본은 태양광 발전 분야의 설비 용량, 축적된 기술과 지식 측면에서 세계적 국가로 성장
  - 이는 정부 주도로 수십년전부터 태양광 산업에 대한 대규모 R&D 투자가 이루어진 결과
  - 신재생에너지 관련 예산 중 약 70%를 태양광 발전에 집중 투자
    - 2000~05년 일본 정부의 태양광 분야 R&D 투자규모는 독일의 2.9배, 미국의 1.5배 지원
    - 차세대 기술을 획득하기 위한 APVG(Advanced PV Generation)프로그램은 일본 정부의 대표적 R&D 사업
    - 집중적인 R&D 투자로 2004년 생산량 602MW 중 55%를 수출하였으며 발전 단가도 1994~03년 동안 연평균 15.5% 하락
    - 2030년까지 태양광발전에서의 발전비용을 화력발전 수준으로 낮추는 것을 목표
  - 수출과 내수의 균형 발전을 도모하면서 태양전지산업을 수출산업으로 육성
  - 일본은 태양광발전시스템에서 코스트 절감 및 효율 향상에 중점을 둠

### APVG 프로그램

- NEDO(New Energy Development Organization)가 주도한 국책 R&D 프로그램
  - Sunshine(1974~) 및 New Sunshine(1993~) 등 과거 국책 R&D 프로그램 개선
  - 태양광 분야 관련 대표기업과 대학을 선발해 저가화, 대량 양산화, 인프라 구축 등의 단기 연구과제와 미래 유망기술 연구 및 생산기반 구축 등의 장기 연구과제를 공동으로 수행
  - 미쓰비시중공업, 후지, 카네카, 마쓰시타 등이 참여

- 주요 지원정책으로는 RPS(Renewables Portfolio Standard : 신재생의무할당제), 시스템설치 보조금 지원, 태양광 주택 모기지 금리 우대, 대체에너지 사업자에 대한 보조금 지원 등이 있음

- RPS제도는 에너지 사업자가 판매전력량의 일정 비율을 대체에너지로부터 생산된 전기로 채우도록 의무화하는 제도
  - 일본의 에너지사업자는 2010년까지 의무비율 1.35%를 단계적으로 확대해야 함
- 주택용 태양광발전을 촉진시키기 위해 9년간(1997~2005년) 설치비를 지원하는 보조금제도(Residential PV Dissemination Program) 실시
  - 2005년 현재 일본내 태양광 발전량의 87.8%는 주택용
- 최근 정부 및 지자체의 설치보조금 감소 추세에도 불구하고 주택용 태양광시스템은 매년 6~7만 가구씩 증가추세를 보임
  - 주택용 전기요금은 한국 등에 비해 3배 이상 높아 태양광발전의 가격 경쟁력이 높음
  - 건축업체 등이 에너지 절약형 주택을 개발하고 금융기관에서도 태양광 주택에 대한 이자율 혜택 제도를 적극적으로 도입
  - 환경 문제에 대한 전 국민적 인식 확산
- 반도체, LCD 등 관련기술 인프라를 보유한 일본업체가 세계 태양전지 생산을 주도하여 충분한 양의 태양광 모듈이 확보됨

### <샤프>

- 세계적 태양전지 업체(세계 1위, 2006년 연산 600MW)로 오랜 업력을 자랑
  - 1959년 태양전지 사업을 시작, 1962년 세계 최초로 태양전지를 상용화
  - 미에(三重)현 가메야마(龜山) 제2공장은 1,300여 가구에서 사용할 수 있는 5,210kW 용량의 세계 최대 태양광 발전시스템이 설치되어 있음
- 정부의 R&D 집중 투자 및 육성 정책으로 글로벌 기업으로 성장
  - 1990년대에는 BP Solar(영), 교세라(일), 샤프(일)가 비슷한 수준이었으나 2000년 이후 샤프가 7년 연속 태양전지 생산량 1위 기록
  - 사업개시 이후 적자가 지속되었으나 2003년 이후 흑자 전환
    - 2003년 영업이익이익율이 1.4%에 불과했으나 2006년 13.9%로 큰 폭 확대

## 샤프의 태양전지 영업 추이

(단위 : 억엔, %)

구분	2003년	2004년	2005년	2006년
매 출 액	732	1,174	1,580	1,514
영 업 이 익 률	1.4	10.2	10.8	13.9

주 : 영업이익률은 CLSA(2005) 및 업계 추정치

자료 : 샤프의 Annual Report 각호

- 글로벌 경쟁력 제고를 위해 수직계열화, 생산능력 확대, 신제품 개발 등을 추진
  - 실리콘 공급 불안에 대비하여 잉곳 등 원자재의 자체 생산을 통한 수직계열화
  - 박막형 태양전지 개발에 역량 집중
    - 박막 실리콘 웨이퍼 기술개발로 태양전지 두께를 지속적으로 축소
    - 차세대 태양전지 생산을 위해 2010년 연간 1GW의 박막형 태양전지 생산공장 건립 계획

## 3. 미국

- 미국의 태양광 설치량은 2005년 194MW로 전년(146MW) 대비 32.8% 증가
- 2002~2005년에는 기업주도로 R&D 투자가 이루어져 왔으나 2006년부터 정부주도로 전환
  - 2006년 태양광 발전 보급을 위한 SAI(Solar America Initiative)를 발표
    - SAI는 2015년까지 태양광 발전단가를 화석연료 수준까지 낮추고 태양광 발전량을 5~10GW까지 높이는 것을 목표
    - 이를 위해 2006년 대비 110% 확대된 140백만 달러 투자 예정
    - 기초 기술 확보보다 원가 혁신을 위한 박막형 등 차세대 기술 확보에 주력

## 〈Sunpower〉

- 주택용, 상업용 및 대규모 고효율 태양광 발전 시스템(모듈 및 전지판)을 설계, 제조, 시공
  - 동 사의 고효율 태양전지와 전지판은 기존의 태양광 기술보다 단위 면적당 50%까지 더 높은 전력을 생산
- Sunpower는 최근 실리콘밸리의 태양광발전 산업 선도
  - 2008년 1/4분기 매출 및 순이익이 전년동기 대비 92% 및 1,032% 증가한 2억

7,400만 달러 및 1,280만 달러를 기록

- 동 사는 최근 독일, 스테인, 이탈리아 등 재생에너지 의무 사용비율을 법적으로 규제하고 있는 유럽에 성공적으로 안착하면서 글로벌 기업으로서의 위상을 강화하고 있음
- 최근 태양광 패널에 대한 주문이 늘면서 전체 매출이 13억 달러를 초과할 것으로 예측됨

#### 4. 중국

- 중국의 태양광 발전 설비용량은 2004년 65MW로 2000년(19MW) 대비 342% 증가
- 중국정부는 태양광 발전을 지원하기 위해 1996년 이후 원거리 지역에 대량의 전력을 공급하기 위한 ‘Rural Electrification Program’ 시행 및 R&D 투자를 확대하는 정책 추진
  - 2002년~05년 동안에는 중국 정부 주도로 실시된 ‘송전도향(送電到鄉)’<sup>19)</sup>사업에 따라 약 720개의 태양광발전소를 건설하는 등 독립형의 소규모 태양광발전 시스템이 본격 도입됨
- 2006년 1월 1일부터 시행된 재생에너지법에는 태양광발전 등 재생에너지 생산기업에 대해 재정, 세제상 우대책을 제공
  - 그러나, 태양광발전의 코스트는 아직은 바이오매스, 풍력발전 등에 비해 높게 나타남
- 중국은 태양광 관련 설비의 해외 수입의존도가 90% 이상을 차지하고 있는 등 태양광발전 산업이 취약함
  - 최근 가격이 급등한 폴리실리콘의 대량 수입에 따른 채산성 악화로 중국기업들은 경영상 어려움에 봉착
  - 2008. 3월 말 기준 중국내에서 진행되고 있는 폴리실리콘 프로젝트는 33개로 이 중 3개 업체만이 제품을 소량 생산하고 있으며 나머지는 건설 중이거나 계획 중임
    - 33개 프로젝트 완성시 연간 생산량이 15만 톤을 상회할 것으로 예상되나 제품 품질이 낮고 일시적으로 중복투자 우려도 있음
  - 원천기술 및 전문인력 부재 등으로 국제경쟁력 확보 취약

19) 모든 마을에 전기를 공급한다는 의미

- '04년 현재 웨이퍼 7개업체(71.5MW), 다결정 태양전지 6개업체(64MW), 모듈 20여개 업체(104MW)가 있음

### <Suntech>

- Suntech는 2001년 사업개시 후 연산 160MW(2006년) 규모를 가진 세계 8위의 태양전지 제조업체로 급성장
  - 이는 중국정부의 태양광 발전 지원정책에 힘입은 바 큼
  - 2006년 매출실적 및 영업이익률이 각각 전년대비 146% 및 8.1%p 상승한 5.6억 달러 및 23.1% 기록
- 당 사는 세계 최고의 태양광발전 업체로 도약하기 위해 다양한 성장 전략을 추진 중
  - 2010년까지 생산량을 1GW로 증가시키기 위해 2006년 8월 태양전지 모듈업체인 MSK(日) 인수
  - 2006년 이후 실리콘 제조업체(MWMC, REC, Sunlight, ReneSolar, Hoku 등)과 공급계약 체결

### 국가별 태양광 기술동향

	국가별 태양광 기술 동향	각국 대표기업 점유율(%)주)		
		폴리실리콘	웨이퍼	태양전지
독일	- 폴리실리콘, 태양전지에서 높은 기술력 - 태양광발전 시설 보급 세계 1위	Wacker 21%	실트로닉스 13%	Q-Cell 9.3%
일본	- 태양전지 부문에서의 세계의 리더 역할 - 반도체산업의 발달로 소재, 부품 전분야 높은 기술력 - 태양전지 연료의 저가화 및 신형 태양 전지 개발 집중	도쿠야마 13% sumco 3%	신에츠33% sumco29%	샤프24.8% 교세라8.2% 산요 7.2% 미쯔비시전기 5.8%
미국	- 반도체산업의 발달로 폴리실리콘 부문에서 세계시장 선도 - 차세대 전지의 전략적 개발 추진 - 태양전지 효율향상 기술개발 추진	Hemlock 33% REC28%	MEMC 13%	-
중국	- 폴리실리콘 부문은 시장진입 초기 - 대부분의 소재와 관련 설비를 수입에 의존	시장진입 초기단계	시장진입 초기단계	Suntech 4.6%
한국	- 폴리실리콘 부문은 시장진입 초기이나 기술력 우수 - 웨이퍼 부문은 반도체 산업 발달로 기술 수준 높음 - 태양전지 부문은 부품의 높은 해외의존도	양산 초기단계	실트론 6%	양산 초기단계

주 : 폴리실리콘, 태양전지는 2005년 기준, 웨이퍼는 2006년 기준  
자료 : 업계 자료

## 세계 각국의 태양광발전 지원정책 현황

(단위 : 백만달러)

	특징	주택 지원사업	주요제도
독 일	- 내수시장 확대	100만호 보급	- 고정가격구매제도 - 저리 용자제도 - R&D 투자의 확대
일 본	- 정부 주도 - R&D 투자확대	주거용 PV시스템 보조금 지원	- 태양광 예산이 신재생에너지 예산의 약 68% 차지(미국, 유럽은 30% 수준) · 태양광분야 R&D 투자규모는 독일의 2.9배, 미국의 1.5배 지원 - RPS제도(신재생에너지 의무할당제) - 태양광주택에 대한 모기지금리 혜택 - 신에너지 사업자에 대한 보조금지원
미 국	- 정부 주도형 R&D 투자로 전환	-	- 2006년부터 국가주도로 전환 - 박막형 등 차세대 기술에 적극 투자 - 주택보급에는 상대적으로 소홀(세금혜택이 주 요 수단)
중 국	- 정부주도형	-	- 태양에너지 생산기업에 대해 세제, 재정상의 우대정책 - 2002년~05년까지 독립형 소규모 태양광 발전 시스템의 본격 보급
한 국	- 정부 주도형	10만호 보급	- 발전차액지원제도 - 공공건물 신재생에너지 의무설치제도 - 저리용자제도(시설, 운영)

## IV. 우리나라 태양광발전 산업동향

## 1. 현황

- 한국의 태양광발전 시장의 실질적인 보급은 2003년 이후 시작됨
  - 정부의 적극적인 태양광발전 보급정책으로 2003년 0.6MW, 2006년 5.0MW, 2007년 10월 61MW로 급성장 추세이나 선진국과는 아직까지 상당한 격차를 보이고 있음
  - 2006년 현재 화력(62.3%) 및 원자력(36.0%)에 대부분 의존하고 있으며 전체 발전량에서 태양광발전이 차지하는 비중은 0.003%에 불과
- 낮은 경제성으로 인해 정부의존형 산업구조
  - 화석에너지에 비해 생산단가가 상대적으로 높아 시장규모가 국내 산업에 영향

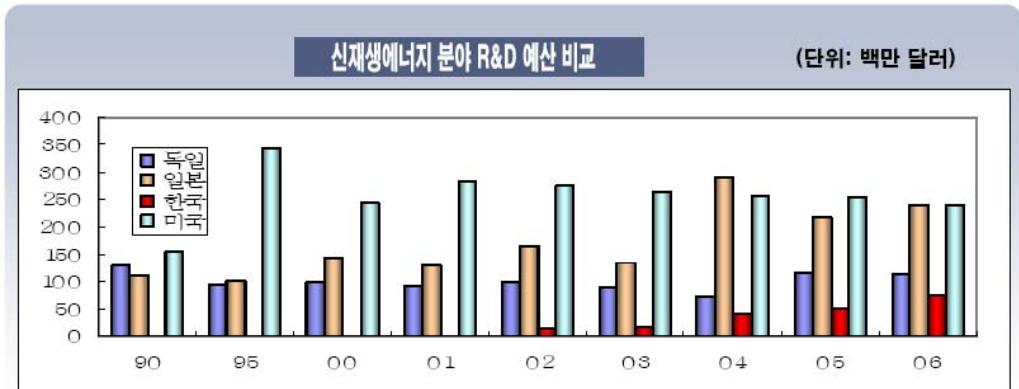


을 미칠만한 규모에 도달하지 못함

- 자생적 시장창출이 어렵고 정부 재정투자에 의존할 수 밖에 없는 취약한 산업구조로 인하여 대기업 등 산업의 리더 그룹을 창출하지 못함

○ 2006년 기준 국내 태양광발전 기술수준은 선진국의 70% 수준

- 국내 태양광산업은 진입장벽이 낮고 저수익성인 모듈 및 시스템 업체를 중심으로 발전하여 왔으며, 핵심부품인 태양전지용 웨이퍼와 셀은 대부분 해외업체로부터 수입하고 있는 상황
- 2002년 이후에야 본격적인 R&D 투자가 집행되고 있으나 규모면에서 선진국에 비해 절대적으로 부족한 상황
  - R&D 투자규모도 선진국 대비 1/3(일본, 미국)~2/3(독일)에 불과
  - 일본, 독일, 미국 등 태양광 발전 선진국들은 1990년 이후 대규모의 R&D 투자를 지속적으로 시행



자료 : IEA(International Energy Agency : 국제에너지기구)

○ 2003년 이후 정부의 태양광발전 지원책이 점차 확대되고 있어 발전설비량은 점차 증가할 전망

- 정부 목표의 달성시 태양광발전 설비량은 2007. 10월 61MW 수준에서 2011년 450MW수준으로 약 7배 이상 성장 가능<sup>20)</sup>
- R&D 투자 확대 및 규모의 경제(Scale of Economies)를 통해 단가의 지속적 감소가 필수적인 과제

20) 산업자원부, “제2차 신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획”, 2003. 12

- 2006년 국내 태양광발전 시장규모는 1.1억 달러로 추산되며, 2012년에는 23.9억 달러에 이를 전망
  - 정부는 2012년까지 1,300MW(누적기준)를 보급할 계획

## 2. 국내업계 동향

- 국내 태양광발전 시장은 태양전지 모듈 및 시스템 분야가 중심이 되고 있으나 최근 고부가가치의 소재 및 태양전지 분야에 진출하는 기업이 늘고 있음

### 가. 소재

- 동양제철화학은 금년부터 폴리실리콘 생산을 본격화하면서 1/4분기에 고수익(영업이익률 20.25%)을 창출하는 등 국내 태양광발전의 소재산업 선도
  - 2006년 7월 미국의 SunPower와 2008~11년까지 250백만 달러 규모의 판매계약을 체결한데 이어 금년에는 에버그린(美), 도이체솔라(獨), 시노-아메리칸 실리콘프로덕트(대만) 등과 40억 달러의 판매계약 체결
  - 2010년까지 전세계 공급물량의 20%(세계 5위권)에 달하는 15,000톤의 생산력을 확보할 계획
  - 많은 후발업체들의 시장진입이 활발하나 높은 기술장벽으로 상업적 성공 가능성은 낮은 것으로 평가되어 동 사는 향후 높은 성장성이 기대됨
- 소디프신소재는 박막형 실리콘 증착재료인 모노실란을 국내 최초로 양산에 성공, 최근 매출 및 수익이 급증하고 있음
  - 모노실란 생산은 ASIMI, MEMC 등 美國의 2개사가 세계시장을 장악하고 있어 동 기업의 성장 가능성은 매우 높은 편
  - 2007년 1,000억원 규모의 공장투자에 이어 2008년부터 3년간 NF3(삼불화질소) 공장 및 모노실란 공장 신·증설을 위해 2,500억원 투자계획
- 태양전지 모듈업체였던 현대중공업은 '08. 3월 KCC와 공동으로 연 2,500톤 규모의 폴리실리콘 생산 법인을 설립, 소재 부문에 본격적으로 투자 확대

## 태양광발전 소재업체 현황

업 체	현 황
동양제철화학	- '07. 11월 군산에 연산 5,000톤 공장 준공 후 1만 톤 증설 추진 중 - '08년 상반기 폴리실리콘 본격 매출
K C C	- '08.3월 현대중공업과 6,000억원 투자하여 폴리실리콘 생산법인 설립 후 2010년 생산 예정(연산 1만 8,000톤 목표)
소디프신소재	- '07년 하반기부터 모노실란 큰 폭 매출시작, 초고속 성장 예상
현 대 중 공 업	- '08. 3월 KCC와 공동으로 폴리실리콘 생산법인 설립 - 2010년까지 공장 신축 예정
삼성석유화학	- 2010년 매출 5조원 목표로 삼성종합기술원에 R&D 설립·운영
웅 진 그 룹	- 폴리실리콘 생산을 위해 공장용지 물색중이며 세계적 태양광업체인 SunPower(美)와 공동법인 설립방안 검토중
한 국 실 리 콘	- 오성엘에스티 및 신성이엔지가 87.5% 및 12.5%의 지분을 각각 투자해 설립한 회사로 유럽의 엔지니어링회사로부터 폴리실리콘 핵심기술 전수받음 - '08년 여수국가산업확장단지 내 99,000㎡ 부지에 2,500억원 투 자해 '09년 하반기 본격 가동 예정(연간 3,000톤의 생산능력 확보)

## 나. 잉곳 및 웨이퍼

- 잉곳 및 웨이퍼 분야에서는 웅진에너지, 실트론, 네오세미테크 등이 시장 진출을 추진 중에 있음
- 실트론은 웨이퍼 분야에서 독보적인 기술력 및 세계시장에서 선전하고 있는 실리콘 웨이퍼 전문기업
    - 단결정 실리콘 기관의 상용화 기술개발을 통해 100MW급까지 생산 가능한 시설을 구비하고 있으며 일본의 샤프에 태양전지용 웨이퍼를 공급하고 있음
  - 웅진에너지는 최근 대전 대덕테크노밸리에 국내 최대 규모(연산 1,400톤)의 잉곳 생산공장을 준공하고 본격 생산을 추진 중임

## 태양광발전 잉곳 및 웨이퍼 업체 현황

업체	현황
실 트 론	잉곳 및 웨이퍼 10MWp급 Grower, 클리닝시스템 증설 고려중
웅 진 에 너 지	대덕 테크노밸리에 연산 1,400톤 규모 잉곳 생산공장 준공
스 마 트 에 이 스	'07년 9월 잉곳 및 웨이퍼 생산공장 준공후 양산 돌입
네 오 세 미 테 크	대만 솔라텍에 웨이퍼 수출

## 다. 태양전지

- 현대중공업은 '08. 5월에는 충북 음성에 태양전지 공장을 준공하여 실리콘부터 발전소까지 일관생산체제 구축
- KPE는 2000년 국내 최초로 태양전지 양산체제를 갖추고 태양광산업의 선도기업으로 급성장
  - 2006년에는 300MW의 국내 최대 규모 태양전지 공장을 준공
  - '09년부터 연간 3천억원 규모의 태양전지와 모듈, 발전시스템 생산라인 증설 계획

태양전지 업체 현황

업체	현황
현 대 중 공 업	'08. 5월 300MW 규모의 태양전지 공장 준공
한 국 철 강	박막형 태양전지 시설투자 완료 후 시험가동 중
L G 전 자	최근 LG화학과 양분되던 태양전지사업을 LG전자로 일원화하여 생산라인 재구축 검토 중
K P E	2006년 300MW 태양전지 공장 준공. '09년부터 2013년까지 900억원 투자하여 태양전지, 모듈, 발전시스템 생산공장 증설 계획
미 리 넷 슬 라	'08년 고효율 다결정 태양전지 상용화 성공, 대량생산 시작

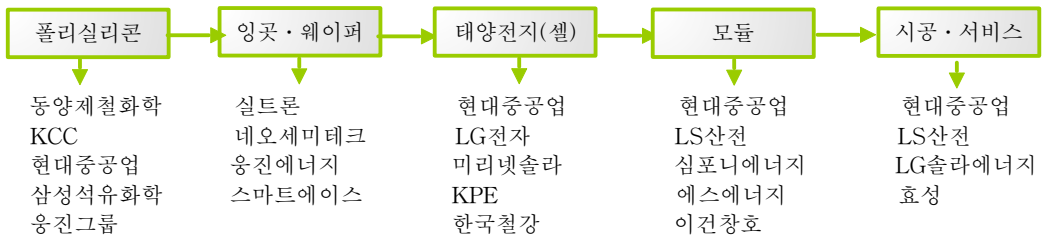
## 라. 모듈 및 시스템

- 현대중공업은 '08. 5월 충북 음성에 태양전지 공장을 준공함에 따라 태양전지와 태양광모듈을 연간 30MW 규모로 생산할 계획
  - 또한 2009년까지 음성에 연간 330MW의 태양전지 제2공장을 준공할 계획이며 준공시 태양전지 생산량은 현재보다 11배 이상 확대
- LS산전은 1986년 국내 최초로 태양광발전 사업을 시작해 현재 청주공장에 연간 10MW 규모 태양광 모듈 생산설비를 갖추고 있으며 연내 40MW까지 확대할 계획
  - 투자 완료시 매출 500억여 원 및 국내 시장점유율 15% 이상 달성 가능

## 태양광발전 모듈 및 시스템 업체 현황

업체	현황
에스에너지	모듈라인 30MW 증설
심포니에너지	태양광모듈 100MW 증설 추진중
현대중공업	- '08. 5월 태양전지 모듈 생산공장을 준공함에 따라 태양전지와 태양광모듈을 각각 연간 30MW 규모로 생산계획 - 2009년까지 3,000억원 투자해 충북 음성에 제2공장 신축계획으로 준공시 연간 330MW로 현재보다 생산량 11배 확대
경동솔라	2006년 10MW 모듈라인 증설(총 200MW 라인 설비)
LS산전	- 청주에 현재 연간 10MW 규모의 태양광모듈 설비를 갖추고 있으며 금년내 40MW까지 확대할 계획 - 2006년 기존 모듈라인 신규로 교체, 2007년 모듈라인 증설, 2006년 말 인버터 생산라인 셋업 완료
POSCO	- '08. 6월 광양제철소 냉연강관 제품창고 지붕에 국내 최초로 대용량(1MW) 발전 설비 준공, 6월 중 포항제철내에도 동일 규모 준공 예정
솔라테크	태양전지 모듈라인을 1MW에서 4MW로 증설
이건창호	태양광 BIPV(Building Integrated Photovoltaic System : 건물일체형 태양광발전시스템)

## 국내 태양광발전 산업의 밸류체인



## 3. 정부의 지원정책

- 우리나라의 태양광발전을 위한 정책은 2003년에 수립된 “제2차 신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획”이 기본 골격이 되고 있으며 다양한 지원제도를 시행중임
- “태양광주택 10만호 보급사업”과 “발전차액지원제도“, “공공건물 신·재생에너지 의무 설치제도“, “신재생에너지 설비 용자지원제도“, “일반보급보조사업“ 등
- “태양광 주택 10만호 보급사업“
  - 일반 및 공동 주택에 3KW 이하의 태양광발전 설비 설치비용의 일부를 정부가

무상으로 보조하는 사업으로 2012년까지 10만 호의 주택에 설비 보급을 목적으로 하고 있음

- 태양광발전에 대한 기업의 안정적 투자환경 조성 및 중장기 수출분야 육성이 목적

○ “발전차액지원제도“

- 태양광 등 신·재생에너지 발전에 의한 전력거래가격이 고시된 기준가격보다 낮은 경우, 기준가격과의 차액(발전차액)을 지원하여 투자 경제성을 보장

태양광발전의 기준가격

(단위 : 원)

적용시점	적용기간	30KW미만	30KW이상			
			677.38			
~'08. 9. 30	15년	711.25	677.38			
'08. 9. 30 ~'09.12. 31	적용기간	30KW 이하	30KW초과 ~200KW이하	200KW초과 ~1MW이하	1MW초과 ~3MW이하	3MW초과
	15년	646.96	620	590.87	561.33	472.70
	20년	589.64	562.84	536.4	509.24	428.83
'10. 1. 1이후	20년	매년 재고시				

자료 : 에너지관리공단 신·재생에너지센터

※ 최근 정부는 태양광 설비의 국제가격이 하락함에 따라 기준가격을 현행보다 최대 37%까지 낮추기로 결정

- 이는 발전차액 제도가 국내산업 육성이라는 당초 취지와 달리 운영되고 있는데 기인
- 즉 원가이상의 보전으로 사업자는 폭증하나 수입기자재 대량 유입으로 산업발전이 부진, 기술개발을 위한 속도조절이 필요하기 때문

○ 공공건물 신·재생에너지 의무 설치제도

- 공공기관이 발주하는 연 건축면적 3천㎡ 이상의 신축 건물에 대하여 총 건축공사비 5% 이상을 신·재생에너지 설치에 투자하도록 의무화하고 있음

○ 신재생에너지 설비 용자지원제도

- 지원자금 : 시설자금, 생산자금, 운전자금
- 자금지원조건

자금분류		이자율	대출기간	지원한도액
시설자금	신재생에너지시설 설치지원	3.75%주1 (분기별 변동금리)	5년 거치 10년 분할상환 (3년 거치 5년 분할상환)주2	40억원(30억원) 이내주3
	신재생에너지설비 등 공용화 품목지원			5억원 이내
	신재생에너지기술 사업화지원			
생산자금				70억원 이내
운전자금			1년 거치 2년 분할상환	5억원 이내

주 : 1) 2008. 2/4분기 기준

2) 바이오 및 폐기물 분야 시설은 3년 거치 5년 분할 상환

3) 발전부문 시설은 40억원 이내, 바이오 및 폐기물 분야 시설은 30억원 이내

자료 : 에너지관리공단 신·재생에너지센터

#### ○ 일반보급보조사업

- 신재생에너지 설비에 대하여 설치비의 일부를 정부에서 무상보조 지원하는 제도
  - 일반보급사업 : 개발된 신재생에너지 기술의 상용화된 일반 보급시설로서 자가용에 한해 설치비의 최대 60% 이내 지원(태양광, 풍력, 소수력 설비 : 소요 시설비용의 60% 이내)
  - 시범보급사업 : 개발된 신재생에너지 기술의 상용화를 위한 시범보급설비의 정부지원 R&D 활용조건으로서 자가용에 한해 설치비의 최대 80% 이내 지원
  - 계획보급사업 : 지자체 또는 공공기관 등과 연계하여 사업비를 지원하는 사업으로서 평가위원회의 심의를 거쳐 조정된 사업을 지원(태양열 주택 포함)

#### ○ 2006년 태양광 발전량은 31.0GW로 전년대비 약 2배 증가하였으나 정부의 목표치인 87.6GW에 현저히 미달

- 사업용은 발전차액지원제도, 저리용자제도 등으로 2006년 5.7GW를 기록하여 전년대비 9.5배 증가
- 가정용은 정부의 주택 10만호 보급사업 추진으로 2006년 25.3GW를 기록하여 전년대비 약 2배 증가
- 2003년 목표치 수립 후 연도별 발전량 실적은 매년 목표치에 미달

태양광 발전량 달성률 추이

(단위 : GW)

	2003	2004	2005	2006	2012(계획)
목 표 량	8.3	15.5	39.1	87.6	1,793.0
실 적 량	7.8	9.9	14.4	31.0	-
사 업 용	-	-	0.6	5.7	-
가 정 용	7.8	9.9	13.8	25.3	-
달 성 률 ( % )	94.0	63.9	36.8	35.4	

자료 : 산업자원부, “제2차 신재생에너지 기술개발 및 이용보급 기본계획”, 2003  
에너지관리공단 신재생에너지센터, “신재생에너지통계 2005”, 2006.

## V. 시사점

- 에너지 자원의 확보가 세계 각국의 생존전략으로 대두되고 있는 가운데 태양광 발전은 향후 에너지 부족을 해결할 수 있는 유력한 대안
  - 저렴하면서도 안정적인 에너지 자원의 확보 여부에 따라 一國의 산업 경쟁력이 좌우
- 최근 높은 성장 잠재력을 가진 태양광발전 기술을 선점하려는 선진국들간의 경쟁 격화는 우리에게 시사하는 바가 큼
  - 최근 미국의 실리콘밸리는 과거 IT산업 위주에서 태양광 등 신재생에너지에 대한 투자 증가로 다시 부흥기를 맞고 있음
- 국내 태양광발전산업은 고부가가치의 차세대 성장동력산업으로서 충분한 잠재력을 보유
  - 반도체, LCD 등 세계적인 경쟁력을 갖춘 기존 산업군과의 결합시 시너지 효과가 막대하여 반도체, IT를 이을 차세대 성장 잠재력을 보유
  - 태양광시장은 일본, 독일 등 선진국에 의해 주도되고 있으나 주요분야에서는 아직 초기단계로서 기술표준화가 되어 있지 않아 기술혁신을 통한 후발업체의 진입가능성도 높음
- R&D 투자 확대 필요
  - 태양전지 분야에서 가장 중요한 요소는 기술개발을 통한 원가경쟁력 확보에 있으므로 차세대 태양전지인 박막형, 플라스틱형, 염료형 태양전지에 대한 투자규



모를 확대할 필요가 있음

- 이미 선진국이 선점하고 있는 실리콘 태양전지와 달리 차세대 전지는 상용화 초기 및 개발 중에 있어 향후 시장 진입시 고수익 창출 가능
- 실리콘을 소량 이용하는 박막형 전지는 기존 방식에 비해 저렴하게 제조할 수 있으며 우리나라의 반도체 및 LCD 제조기술 접목시 시장을 선도할 수 있는 가능성이 큼
- 또한 화학공업에 뛰어난 기술력이 있기 때문에 플라스틱 및 염료형 태양전지 개발여건도 우수

○ 태양광 발전의 시장 활성화를 위해서는 정부의 적극적인 정책 지원이 필요

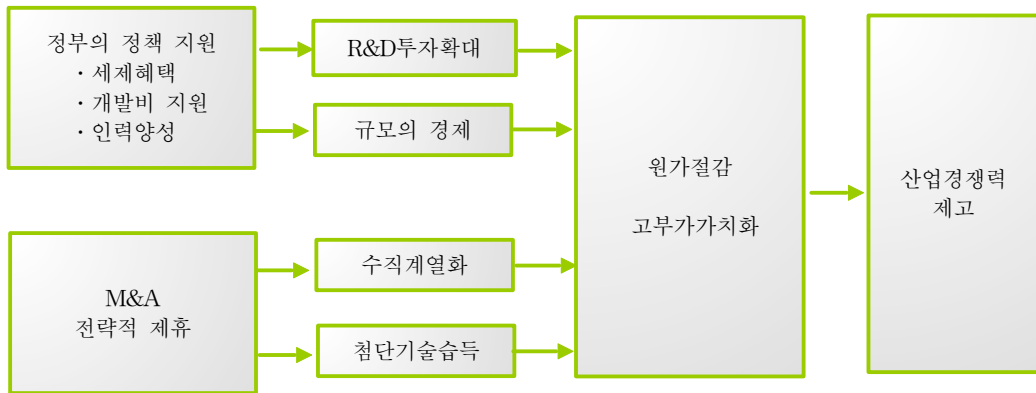
- 높은 발전단가로 경제성을 확보하지 못하는 산업 초기 일정 규모의 시장여건 조성
  - 우리나라는 특히 전기요금이 선진국 대비 매우 낮은 수준으로 경제성 취약에 따른 기업들의 태양광발전 진출에 대한 동인이 부족함
- 차세대 태양전지 진출 기업에 대해 세제 혜택, 개발비 지원 등
- 발전차액 지원제도가 기술개발 유인이 되지 못하고 관련 설비수입 급증 등의 부작용을 초래하여 최근 지원규모를 축소하고 있으나 차액 지원 단가를 유지하면서 국산설비에 혜택을 부여하는 방식을 채택하여 국내 기술개발을 촉진하는 방안도 검토 가능

○ 태양광발전 산업에 대한 금융지원 방안

- 태양광발전 부문은 장기적인 전력판매를 수반하므로 장래 현금흐름을 담보로 하는 프로젝트 파이낸싱에 의한 금융지원이 효과적
  - 사업초기 설비투자에 많은 비용이 소요되나 시설투자 이후에는 많은 비용이 발생하지 않고 신·재생에너지 발전차액 제도에 의해 일정기간 동안 기준가격으로 전력구매가 보장되어 안정적 매출 발생 가능
- 폴리실리콘 등 소재 및 태양전지를 중심으로 하는 태양광발전 설비 부문은 주식투자, 전환사채인수 등 투자방식의 여신이 효과적
  - 초기 설비투자에 대규모 자금이 소요되는 반면, 성공시 수익창출력이 우수하므로 자본시장 활용
  - 특히 폴리실리콘의 경우 신규 시장 진입시 안정적 매출 확보를 위해 태양전지 제작업체와 장기공급계약을 체결하거나 합작 투자한 업체 위주 선별 지원
- 설치 및 서비스 분야는 다수업체의 진출에 따른 경쟁격화, 낮은 기술력과 수익성으로 리스크가 큰 만큼 신중한 접근 필요

- 핵심기술을 보유한 글로벌 선도업체와의 M&A나 전략적 제휴
  - 최근 선진국 기업들도 수직계열화를 위한 원가절감 및 규모의 경제 달성을 위해 M&A를 추진
    - 미국의 Sunpower(모듈)도 '06년 미국 캘리포니아에서의 경쟁력 제고를 위해 세계 최대의 시스템·설치업체인 Powerlight를 인수
- 첨단 태양광 기술개발 등을 위해 관·민, 산·학의 체계적인 협력체계 구축
  - 폴리실리콘, 태양전지 등 핵심 소재 분야는 정부차원의 기술 개발 및 지원, 산·학 연계를 통한 기술인력 양성 필요

태양광발전산업 발전전략



- 태양광발전 산업은 기술개발 속도가 빠르고 발전초기 단계에 있는 만큼, 무한한 성장 잠재력이 있으나 개별 기업 입장에서는 투자리스크도 내재되어 있음
  - 석유 수출국들이 저유가 정책으로 대응하면 태양광발전 등의 기술개발 유인이 감소하고 투자기업의 breakeven point 달성시점이 지연될수 있음
  - 각국의 기술개발 경쟁 심화로 차세대 태양전지 양산시기가 앞당겨지면 기존 실리콘전지 투자의 수익성이 급감할 가능성이 있는 등 기술의 비교 우위 재편에 따른 투자위험 상존
  - 기존 화석연료에 비해 발전단가가 높은 상황에서 시장진입이 급증하면 보조금 지급의 한계성과 맞물려 단기적으로 수익성 확보가 어렵게 될 수 있음
  - 특히 최근 세계적으로 폴리실리콘 시설투자가 급증하고 있어 향후 다수 업체에 의한 양산이 나타날 경우 수요 확산과의 시차 때문에 일시적인 공급과잉도 나타날 수 있음