

# 집광형 태양광발전시스템 동향

김경수\*, 강기환, 유권종

\*한국에너지기술연구원(kskim@kier.re.kr)

## The Status Paper on Concentration Photovoltaic System

Kim, Kyung-Soo\*, Kang, Gi-Hwan, Yu, Gwon-Jong

\*Korea Institute of Energy Research(KIER), Photovoltaic Research Center(kskim@kier.re.kr)

### Abstract

---

In this paper, we introduce the status of concentration photovoltaic system. Currently, crystalline silicon solar has 90% of total solar market. But in a few years, the concentration solar system is expected to be main one because cost increasement of silicon material is not stabilized unit now. At 2012, it will take 5% of the whole solar market. Less expensive, material requirement and high system efficiency give high driving force for intensive research on concentration system. It is time for us to initiate the basic study and evaluate the long term stability compared to crystalline silicon system. The detail discussion will be shown in the following paper.

Keywords : 집광형 태양전지모듈(Concentration Photovoltaic Module, Solar Cell Module),  
재생에너지 (Renewable Energy), 태양에너지(Solar Energy)

---

### 1. 서 론

집광형 태양광시스템은 일반적으로 고효율의 태양전지에 프리넬 렌즈(Fresnel Lens) 등의 빛을 수배에서 수백 배까지 집광하여 발전하는 것으로 태양 추적 기능을 갖추고 있다. 초기의 집광형 시스템은 1970년대 중반 미국 Sandia Lab에서 개발 되었으며 1kWp 시스템으로 50배 집광 효율 12.7%를 기록하

였다. 1990년대까지는 많은 실험 등이 진행되었으나 상업화에는 이르지 못하는 한계가 있었다.

집광형 태양광시스템은 고효율, 낮은 재료 의존성 및 낮은 전력 생산 단가의 장점을 가지고 있으며 현재의 결정질 태양전지모듈을 이용하는 시스템에 비하여 장기적인 성능 검증이 이루어지지 않은 상태이다. 그러나 최근 40% 이상의 고효율 태양전지의 개발과 태양광 집광 비율의 증가 그리고 생산 자동

화에 의하여 미래 점진적인 태양광시장의 점유율이 높아질 것으로 예상된다.

집광형 태양광시스템은 높은 직당 일사량과 정밀한 추적 시스템이 요구된다.

따라서 본 연구에서는 미래 태양광시장의 큰 비중으로 차지할 집광형 태양광시스템에 대한 기술 동향을 제공하고 기초 연구를 위한 정보를 공유코자 하였다.

## 2. 집광형 태양광시스템

### 2.1 태양전지(Solar Cell)

집광형 태양광시스템은 그림 1과 같이 고효율 태양전지를 포함한 리시버(Receiver)와 빛을 집광하는 렌즈 그리고 태양추적이 가능한 양축 추적 시스템으로 구성된다.

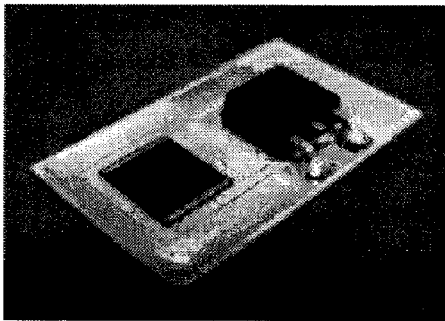


그림 1. 집광형 리시버(Receiver)

사용되는 태양전지는 집광 형태에 따라 구분 가능하다. 대계의 경우 표 1에서와 같이 저(Low)집광, 중(Medium)집광, 고(High)집광으로 나눌 수 있는데 저집광의 경우 현재의 실리콘 결정질 태양전지를 사용가능한 장점이 있다. 고집광으로 진행될수록 화합물 반도체를 이용한 태양전지를 사용하는데 2006년 Spectrolab에서 GaInP/GaAs/Ge/Ge 구조로 효율 40.7%를 기록하고 있으며 2010년까지 43%를 목표로 개발되고 있다.

### 2.2 모듈(Module)

태양전지를 외부 환경 노출에 따른 보호하기 위하여 모듈화 공정에서 매우 세심한 주

의가 요구된다. 현재의 결정질계 태양전지모듈은 라미네이션(Lamination)공정에 의해 그 영향을 줄이고 있으며 최대 25년 이상의 수명을 보장하기도 한다. 그러나 집광형 태양전지모듈은 집광형 렌즈를 포함한 몸체를 Sealing하는 기술이 중요하다. 온도 변화가 수백℃ 변화가 주기적으로 나타남으로 내부 습기 침투가 우려된다.

표 1. 집광형 태양광시스템의 분류

	집광비	태양전지	추적 시스템
저집광	2-10배	Si	no or 1 axis
중집광	100배 미만	Si or Compound Materials	1 axis
고집광	100배 이상	Compound Materials	Precise 2 axis

### 2.3 추적시스템(Tracking System)

태양전지모듈은 고정식, 2축, 3축 추적 시스템 등에 의해 설치가 가능한데 고집광 시스템에서는 정밀한 추적 알고리즘 및 기계적 안정성이 우수하여야 한다. 특히 장기간의 내구성 확보를 위하여 태풍, 바람, 우박 및 예측 불가능한 자연 현상에서도 고장 없이 작동 가능한 시스템이어야 한다. 고집광의 경우 렌즈를 통해 입사되는 빛이 정확히 태양전지에 집광되어야 하는데 일반적으로  $\pm 5^\circ$  또는  $\pm 1^\circ$  이내의 태양 추적 오차를 가져야 한다.

### 2.4 설치 및 운영(Installation)

태양에서 발생된 빛이 지구에 도달되면 태양빛은 대기에서 약 30%정도 반사, 산란 및 흡수에 의하여 소멸된다. 지표면에 도달된 태양은 지구상의 지형적 위치에 따라 직달일사 및 산란일사로 분리되어 도달되는데 집광형 태양광시스템 특성상 직달 일사가 우수한 지형에 설치되어야 한다. 아프리카, 서남 아메리카, 중국 사막 등 사막화 지역이 높은 일사량 특성 보이고 있으며 국내 설치 및 운

영을 하기 위하여 충분한 일사 특성에 대한 사전 조사가 반드시 동반되어야 경제적 손실을 최대한 줄일 수 있다.

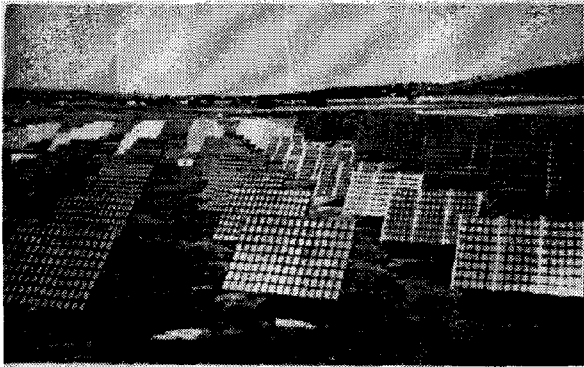


그림 2. 집광형 태양광발전 시스템 (ISFOC Project, Spain August 2008 : 600kW)

### 3. 시장 동향

2007년 시장동향 의하면 89.9%가 결정질 실리콘을 기본으로 하는 태양전지가 일반이었으며 박막 기술에서는 CdTe 4.7%, 비정질 실리콘 5.2% 등으로 나타났다. 일반적으로 모듈의 판매단가는 \$/Wp로 정의되는데 2007년 약 \$3.5/Wp의 수준이었으나 최근 국내 공급 어려움으로 약 \$4.5/Wp까지도 거래되고 있는 실정이다.

집광형 태양광시스템의 경우 2007년 약 10MWp 생산량을 기록하였으며 2012년에는 그림 3과 같이 약 100MWp 규모의 급격한 증가가 예상된다.

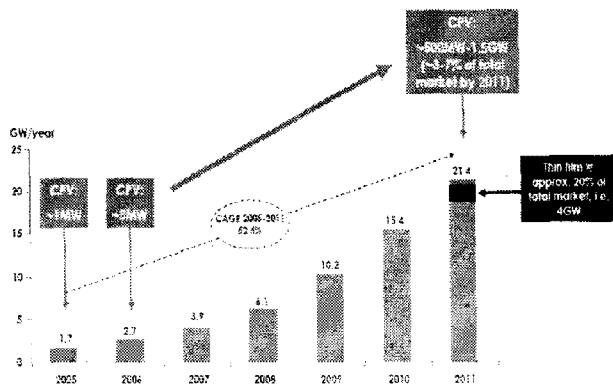


그림 3. 집광형 태양광시스템 예측 시장

현재의 평판형(Flat type) 태양전지모듈의 경우 실리콘 원재료부터 태양전지가 차지하는 비용이 시스템가격의 약 60%에서 70%까지 이나 집광형 태양전지모듈의 경우 10% 이내로 태양전지 가격에 의한 시스템 가격에 큰 변동은 없을 것으로 예상된다. 그리고 추적 시스템 제작에 의한 비용을 낮춘다면 2030년 \$1/Wp이하로 매우 경쟁력 있을 것으로 보인다.

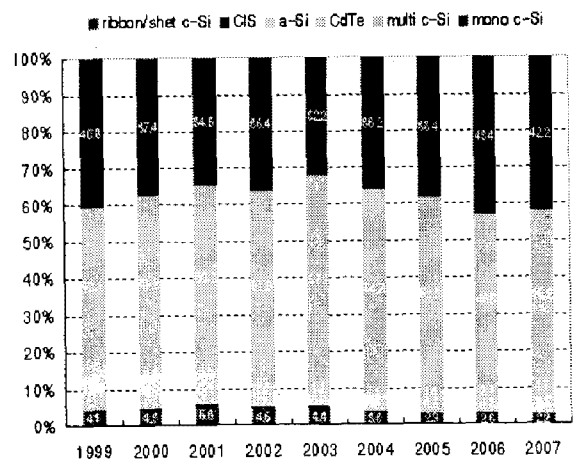
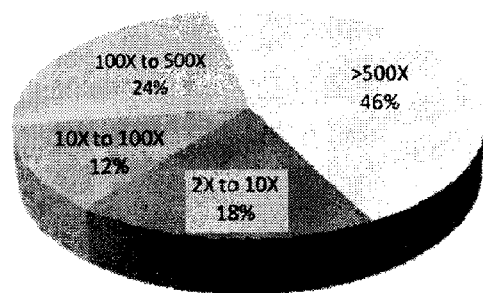


그림 4. 태양전지 생산 점유율 현황(2007년)

포톤 잡지 자료에 의하면 그림 3과 같이 집광 비율에 따른 제조사 현황이 나타나있다. 80% 가량 100배 이상의 고집광 태양광 시스템에 많이 집중되어 있는 것으로 나타났다.



Source: Photon Magazine (April '07)

그림 5. 태양전지 생산 점유율 현황(2007년)

#### 4. 미래 연구 동향(예측)

집광형 태양광발전에 대한 예측되는 기술적 발전을 살펴보면 태양전지에서는 결정질 실리콘 태양전지 효율 24% 이상, III-V 화합물 태양전지 효율 25% 이상(Single Junction, Si, Ge 기판) 및 35% 이상(Multi Junction)으로 예측된다.

집광 렌즈의 경우 최대 집광비 2000배, 모듈 제조는 자동화 공정을 도입이 수반되어야 한다. 추적 시스템의 경우  $\pm 0.2^\circ$ 의 정밀도를 가진 이축 추적 시스템이 주를 이룰 것으로 보인다.

#### 5. 결론

본 연구에서는 집광형 태양광시스템에 대한 시장 동향을 간략하게 살펴보았다.

현재 실리콘 원재료 및 모듈 가격의 상승으로 다른 재생에너지와 경쟁력 있는 태양광 산업을 이끌어 내기 위하여 2010년대에는 집광형 태양광 시스템이 새로운 대안으로 부상할 것으로 보인다.

국내의 경우 집광형 태양광발전시스템에 대한 연구 개발 및 장기적 내구성에 대한 실증이 조속이 진행되어야지만 미래 태양광 시장의 중추적 역할을 감당할 수 있을 것이다.

#### 참 고 문 헌

- [1] [www.eupvplatform.org](http://www.eupvplatform.org).
- [2] Solar Power 2007.
- [3] PV Analysts, Good Energies.
- [4] Photovoltaic Technology Platform
- [5] Photon International March, 2008.