

## 단결정 실리콘 태양전지의 집광형 시스템으로의 적용 가능성

강경찬\*, 강기환\*\*, 유권종\*\*, 허창수\*  
인하대학교 전기공학과\*, 한국 에너지 기술 연구원\*\*

### Application Possibility of Mono-Crystalline Silicon Solar Cell for Photovoltaic Concentrating System

Kyungchan Kang\*, Gi-Hwan Kang\*\*, Gwon-Jong Yu\*\* and Chang-Su Huh\*  
Inha Univ.\*, Korea Institute of Energy Research\*\*

**Abstract :** We tried to find the possibility of mono-crystalline silicon solar cell for photovoltaic concentrating system which is major cost portion for PV system using fresnel lens. With solar simulator and I-V curve tracer, we analyzed maximum output characteristics and measured the temperature of concentrated area using infrared camera. Because of temperature increase, there was no merit when concentrating. But at low radiant power, it showed more efficient operation. The combination of heat-sink technology and tracking system to our concentrating PV system would give better performance results.

**Key Words :** mono crystalline silicon solar cell, fresnel lenses, concentrator

#### 1. 서론

태양광 발전은 다른 발전 방식에 비해 대기 오염, 소음, 진동 등의 공해가 전혀 없는 청정한 에너지로 유지보수가 용이하고 무인화가 가능해 환경오염 및 지구 온난화의 주원인인 화석에너지를 대체 할 수 있는 발전 분야로 현재 각광 받고 있다. 이러한 많은 장점에도 불구하고 발전 단가가 비싸며 태양 전지의 주원료인 실리콘의 가격이 상승하고 공급이 어려워 보급에 난항을 겪고 있다. 따라서 본 논문에서는 실리콘의 양을 줄일 수 있는 태양전지의 집광 가능성에 대해 연구 하고 특성을 분석함으로써 나아가 집광형 모듈개발을 할 수 있도록 하는 것을 목적으로 실험하였다.

#### 2. 실험 및 장치

본 실험에서는 태양전지의 종류 중 변환 효율이 좋고 신뢰성이 높은 단결정 실리콘 태양전지(mono crystalline silicon solar cell)를 사용하였고, 집광기로는 투명성이 좋고 가벼우며 내구성이 우수하고 무독성이라 집광형 태양광 시스템에 널리 사용되는 프레넬 렌즈(fresnel lenses)를 이용해 실험하였다.<sup>1)</sup>

시스템 측정 장비로는 Balval사의 SUN SIMULATOR IIIb 와 EKO사의 MP-160 I-V CURVE TRACER를 이용하여 실내에서의 시뮬레이션 값과 옥외에서 실제 태양광에서의 발전량을 측정하여 값을 비교하였다. 태양광을 이용할 수 없을 때는 그림 1과 같이, 태양과 스펙트럼이 유사한

PLS(plasma lighting system)을 인공광원으로 이용하였다.

실험에 사용 된 시료는 Pmax 값이 1.95~1.99[Wp]인 단결정 실리콘 태양전지를 1[cm<sup>2</sup>] 크기로 잘라 사용하였고, 습기나 먼지 등 외부 환경요인으로부터 태양전지를 보호할 수 있게 하는 lamination 공정 처리해 실험하였다. 집광기로 사용된 프레넬 렌즈는 24X18[cm<sup>2</sup>] 크기의 최고 7배율 렌즈를 사용하였다.

실험 장치는 그림 1에서 보는 것과 같이 태양전지와 렌즈를 간격을 두어 태양전지의 면적에 맞게 point focus를 맞출 수 있도록 구성해 실험하였다.

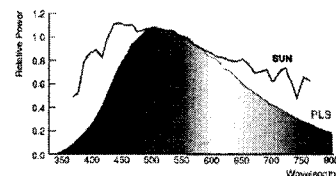


그림 1. 태양과 PLS의 스펙트럼

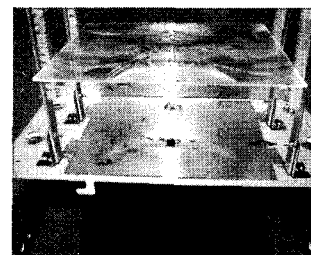


그림 2. 실험 장치

### 3. 결과 및 고찰

SUN SIMULATOR를 사용하여 STC 조건(Standard Test Condition AM 1.5, 25.0[°C], 일사강도 1[kW/m<sup>2</sup>])에서 측정한 결과, 표 1과 같이 비 집광 시 면적 [1 cm<sup>2</sup>]에 해당하는 0.012[W]가 측정되었으며 일사량의 감소 비율에 비례해서 출력 값이 감소하였으며 효율과 Fill Factor(곡선율, 이하 FF)가 조금 씩 감소하였다.

프레넬 렌즈를 장치에 연결하여 약 7배 집광하여 시뮬레이션 한 결과는 표 2, 그림 3과 같이 일사량이 좋을 때에는 출력 증가가 크지만 FF가 좋지 않아 효과적으로 발전하지 못하는 것을 알 수 있었으며, 일사량이 감소함에 따라 FF가 좋아져 일사량의 감소 비율 보다 출력이 덜 감소하는 것을 알 수 있었다.

표 1. 비 집광 시 일사량 변화에 따른 시뮬레이션 값.

	Pmax[W]	Efficiency[%]	FF[%]
0.2 [kW/m <sup>2</sup> ]	0.002	8.48	62.74
0.4 [kW/m <sup>2</sup> ]	0.004	9.49	66.27
0.6 [kW/m <sup>2</sup> ]	0.006	10.21	68.10
0.8 [kW/m <sup>2</sup> ]	0.009	10.78	69.74
1.0 [kW/m <sup>2</sup> ]	0.012	12.09	73.19

표 2. 집광 시 일사량 변화에 따른 시뮬레이션 값.

	Pmax[W]	Efficiency[%]	FF[%]
0.2 [kW/m <sup>2</sup> ]	0.123	617.38	60.26
0.4 [kW/m <sup>2</sup> ]	0.199	498.29	48.36
0.6 [kW/m <sup>2</sup> ]	0.251	418.77	42.71
0.8 [kW/m <sup>2</sup> ]	0.291	364.24	39.39
1.0 [kW/m <sup>2</sup> ]	0.320	319.73	36.69

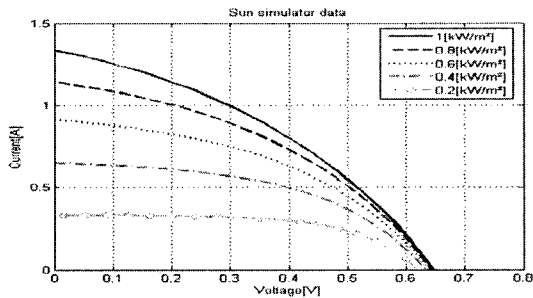


그림 3. 집광 시 일사량에 따른 I-V Curve

같은 시료를 가지고 PLS를 광원으로 사용하여 측정한 결과 약 7배 집광 시 상승한 온도의 영향으로 0.114[W]로 시뮬레이션 값 0.320[W]에 훨씬 못 미치는 값이 나왔다.<sup>2)</sup> 그리고 집광 시 상승하는 표면 온도와 발전에 따른 온도 상승에 의해 셀과 EVA Sheet 등의 특성 변화를 보기 위해 출력 선을 단락 시킨 채 각각 태양과 PLS에 노출시켜 3시간가량 방치하였다. 그 결과 외부온도 22.6[°C], 일사강도 0.987 [kW/m<sup>2</sup>]인 날에 태양에 노출 시켰을 때는 그림 4와 같이 집광부의 온도가 약 100[°C]까지 상승하였고, 비슷한 조건으로 PLS에 노출 시켰을 때는 약 75[°C]까지 상승하였으나 EVA Sheet가 변색한다던지 셀의 초기의 전기적 특성은 변화가 없었다.

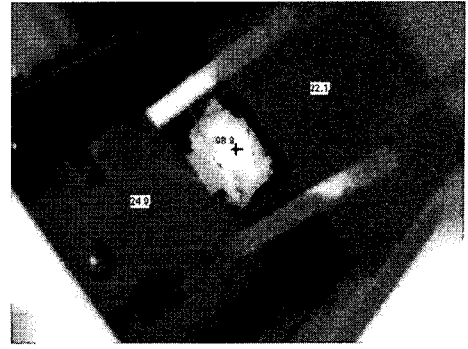


그림 4. 태양에 의한 온도 상승

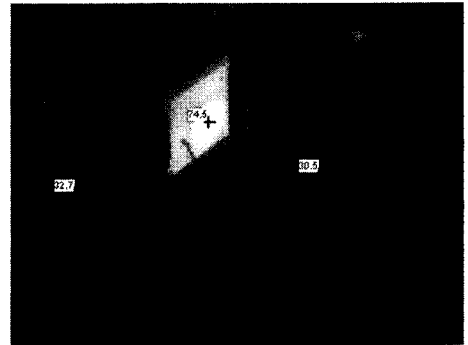


그림 5. PLS에 의한 온도 상승

### 4. 결론

단결정 실리콘 태양전지의 집광 시 실제 발전량이 시뮬레이션 값에는 미치지 못하고 Fill factor가 나빠지는 등 단점이 있지만 방열 장치를 하지 않았음에도 불구하고 발전량이 크게 증가하고 낮은 일사량에 효율적으로 발전하는 것으로 보아 흐린 날에 유리할 것으로 판단된다. 집광 시 상승한 온도에 의해서도 시스템의 특성이 크게 변하지 않았다. 실제 모듈화 하여 발전하기 위해서는 따로 태양을 추적하는 장치가 필요하지만 태양광 모듈용 tracker가 개발되어 상용화 되었고, 더 낮은 전력을 필요로 하고 좀 더 기계적으로 안정적인 추적 장치 기술이 개발되고 있다. 이러한 기술과 접목한다면 좀 더 큰 시너지 효과를 볼 것이다.

본 실험에서는 방열 장치를 구성 하지 않았으나 태양전지의 효율 향상을 위해 효과적인 방열 장치 연구가 필요하고, 결정질 단결정 실리콘 태양전지보다 효율이나 열적 특성이 우수한 태양전지를 적용하는 연구가 필요하다.

### 참고 문헌

- [1] K. Ryu et al., "Concept and design of modular Fresnel lenses for concentration solar PV system", Solar Energy, Volume 80, Issue 12, December 2006, Pages 1580-1587
- [2] E. Radziemska, "The effect of temperature on the power drop in crystalline silicon solar cells", Renewable Energy, Volume 28, Issue 1, January 2003, Pages 1-12