

반사판을 이용한 집광형 태양광 모듈 실증 연구

*정 혜정¹⁾, **이 영우²⁾, ***유 희수³⁾, *부 성재⁴⁾

Performance evaluation of concentrator photovoltaic modules with aluminium reflectors

*Hyejeong Jeong, **Young-Woo Lee, ***Heesoo Ryoo, *Seongjae Boo

Key words : Performance evaluation(실증연구), Concentrator(집광장치), Photovoltaic module(태양광 모듈), Aluminium reflector(반사판)

Abstract : 본 연구에서는 알루미늄 반사판을 이용한 저집속 (2.25X) 집광형 태양광 모듈을 설계 및 제작하여 실증 연구를 실시하였다. 반사판을 이용한 집광형 PV시스템의 성능향상을 평가하기 위하여, 일사량과 모듈온도 변화에 따른 출력변화와 효율변화를 평판형 모듈과 집광형 모듈에 대해서 각각 측정하고 비교하였다. 결과적으로 반사판을 사용 집속한 모듈이 약 20% 이상의 출력 증가를 보였으며, 모듈의 평균 온도 상승에도 불구하고 1.4 배의 발전효율 증가를 확인하였다.

1. 서 론

태양에너지를 이용한 태양광 발전은 환경친화적인 미래의 주요 재생에너지원으로 각광받고 있으며 시장은 매년 급성장을 거듭하고 있다. 이와 함께 태양광발전(Photovoltaic, PV) 시스템의 신뢰성과 이를 위한 실증연구의 중요성이 강조되고 있다.

최근에는 태양광 모듈의 효율 증가를 위한 렌즈나 집속 광학 장치를 이용한 집광(CPC)시스템의 연구 개발도 활발히 진행되고 있으나, 아직 이러한 집광 시스템의 신뢰성이나 및 인증 기준은 정해지지 않은 상태이다.

본 연구에서는 ‘반사판을 이용한 집광형 태양광 모듈’⁽¹⁾의 field test 를 통하여 반사판을 활용한 집광장치가 일반 PV 모듈에 미치는 영향을 조사하였다.

이를 위하여 입사각과 일사량 및 모듈 온도에 따른 특성과 출력변화를 관찰하고 저가격의 반사형 광학장치를 이용한 경제적인 저집속형(< 5X) 집광형 태양광 모듈 시스템의 효율성을 확인하고자 하였다.

2. 집광형 태양광 모듈 시스템 구성

본 실증의 집광형 PV시스템은 단면 알루미늄 반사판, 지지대, 지지대판이 고정되어 하나의 집광장치로 구성된 line형 집광장치(Fig. 1)와 8개의 셀을 직렬로 연결하여 제작한 태양광모듈(Fig. 2)(string module) 을 결합한 구조⁽²⁾로서, 전체 집광형 PV시스템은 54개의 line형 집광장치와 51개의 평판형 태양광 모듈로 구성되어 시스템의 전체 출력은 2.1KW로 설계 되었다.

-
- 1) 한국생산기술연구원
E-mail : jeong124@kitech.re.kr
Tel : (062)600-6162 Fax : (062)600-6179
 - 2) 프로텍 (주)
E-mail : main@optonics.biz
Tel : (062)973-1260 Fax : (062)973-1261
 - 3) 광주과학기술원 과학기술응용연구소
E-mail : danielh@gist.ac.kr
Tel : (062)970-3466 Fax : (062)970-3099
 - 4) 한국생산기술연구원
E-mail : sb00@kitech.re.kr
Tel : (062)600-6160 Fax : (062)600-6179

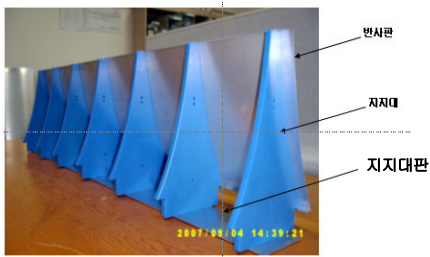


Fig. 1 Line type concentrator with aluminium reflector

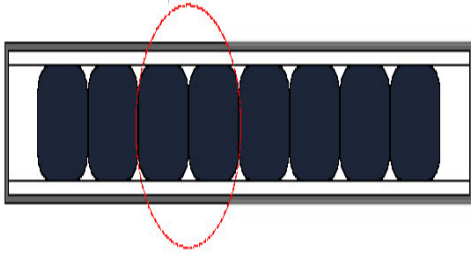


Fig. 2 Photovoltaic string module

사용된 평판형 태양광 string 모듈은 5인치 8개의 단결정 실리콘 셀로 구성되어 총 출력은 21.3W 이다.

적용된 인버터는 계통 연계형 3KW 급으로서 입력력은 DC 350V 이하이고, 출력은 AC 220V, 60Hz 이며, 태양광 모듈을 포함한 집광형 모듈의 무게는 약 600kg으로서, 태양광 추적식으로 제작하기 위해 트래커의 지지부를 별도 제작하고 모듈 지지대 또한 바람의 영향 등을 고려하여 제작하였다.

3. 실증연구

3.1 실증연구 시스템 구성

성능의 비교, 평가를 위해 평판형 모듈(Fig. 3), 집광형 모듈(Fig. 4), 집광형 모듈 시스템(Fig. 5)을 설치하여 측정 하였다.

평판형 모듈은 string 모듈 4개를 결합하여 측정하고, 집광형 모듈은 string 모듈 4개와 집광장치를 결합하여 Table 1의 조건으로 설치하여 집광에 따른 변화를 측정하였다.

Fig. 5은 2 KW급 프로그램 방식 태양광 추적형의 집광 PV시스템으로서 계통연계형으로 제작하였다. 측정 데이터는 계통연계형 인버터를 사용하여 AC로 전환된 값을 1분 간격으로 모니터링하여 컴퓨터에 저장 하였다.



Fig. 3 String photovoltaic module

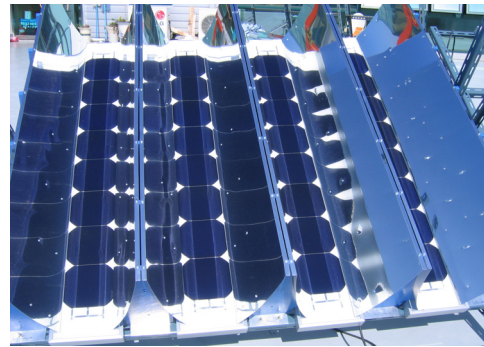


Fig. 4 Concentrator photovoltaic module



Fig. 5 Concentrator photovoltaic system

Table 1 Set-up conditions for the string module and the concentrator module

Latitude	North 35° 8'
Longitude	East 126° 55'
Tilt angle	50°
Direction	South
Region	Gwangju

Table 2 Measurement equipment

Properties	Equipment
Irradiance	Pyranometer (EKO MS-802)
Temperature	Non-contact infrared thermometer
I-V characterization	PV module : I-V curve tracer (EKO MP-160)
	PV system : Inverter, 3KW

Table 3 Specification of the concentrator system

Type	Tracker (program method)
Dimensions	3565 x 3510 mm
Number of module	51
Number of concentrator	54
Pmax of string module	21.3W ~ 21.8W
Inverter	DC-AC convertor

3.2 측정 및 결과

반사판을 이용한 집광형 PV시스템의 성능을 평가하기 위하여, 일사량과 모듈온도 변화에 따른 출력변화와 효율변화를 평판형 모듈과 집광형 모듈에 대해서 각각 측정하고 비교하였다.

Fig. 6에 일사량과 모듈온도변화에 따른 출력변화와 효율변화를 나타내었다.

일사량 증가에 따라 집광형 모듈의 출력증가율이 평판형 모듈보다 훨씬 높았으며, 특히 약 $550\text{W}/\text{m}^2$ 이상의 일사량에서는 약 20% 이상의 출력 차이를 보였다.

또한 모듈온도에 따른 출력변화를 살펴보면 동일한 낮은 모듈온도에서는 평판형 모듈과 집광형 모듈 모두 비슷한 출력을 보이고 있으며, 고온에서는 집광형 모듈의 출력이 좀 더 나은 것으로 나타났다. 특히 평판형의 경우 모듈온도는 60°C 를 넘지 않았으며, 집광형 모듈의 경우 집속에 의한 온도 증가로 약 70°C 정도 까지 상승하였으나, 본 실증 집광형 모듈은 70°C 에서도 평판형 모듈의 최고출력 수준인 80W 정도의 우수한 출력을 나타내었다.

일사강도가 증가함에 따라 발전성능이 일정하게 증가하는 특성을 나타내었지만 집광형 모듈의 경우 일사량이 $600\sim 700\text{W}/\text{m}^2$ 일때 최대 발전 성능을 나타내었다.

Field test 기간(6월~8월, 3개월) 동안의 평판형 모듈의 평균온도는 45.51°C 였고, 집광형 모듈의 평균온도는 49.87°C 로서, 약 4°C 정도 차이가 있었으나, 집광형 모듈이 약 1.4배의 출력 증가를 나타내었다.

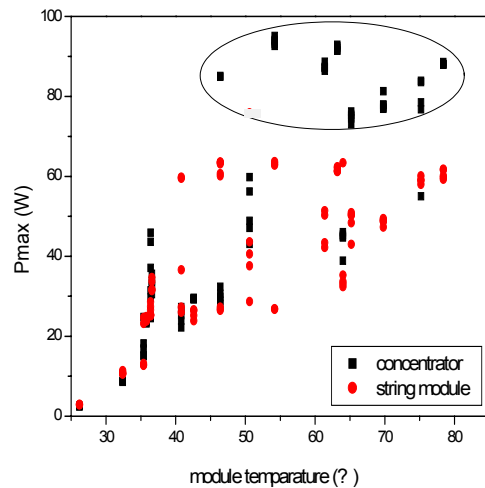
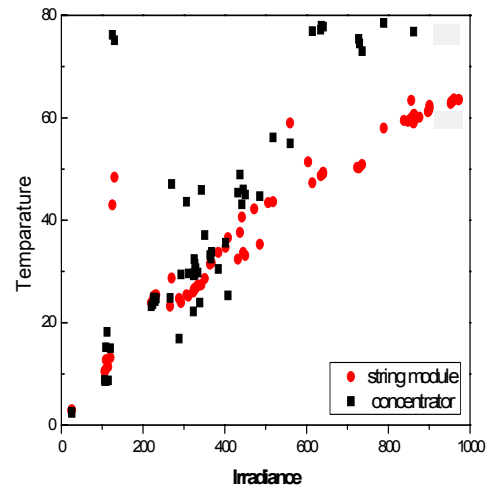
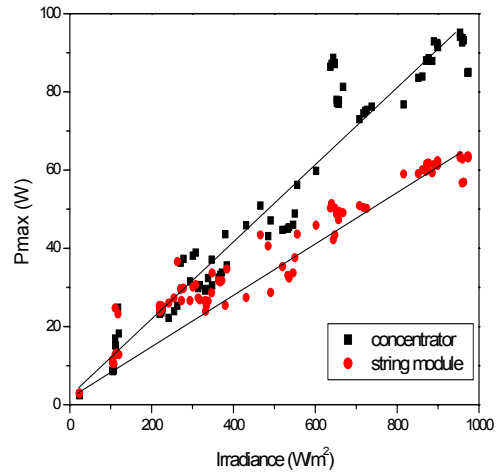


Fig. 6 Comparison of irradiance and temperature of power

4. 결 론

본 연구에서는 알루미늄 반사판을 이용한 저 집속 (2.25X) 집광형 태양광 모듈을 설계 및 제작하여 실증 연구를 실시하였다.

반사판을 이용한 집광형 PV시스템의 성능향상을 평가하기 위하여, 일사량과 모듈온도 변화에 따른 출력변화와 효율변화를 평판형 모듈과 집광형 모듈에 대해서 각각 측정하고 비교한 결과, 반사판을 사용 집속한 모듈이 약 20% 이상의 출력 증가를 보였으며, 모듈온도 70℃에서도 집광형 모듈은 평판형 모듈의 최고출력 수준인 80W 정도의 우수한 특성을 나타내었다.

또한 설계된 집광장치와 모듈간의 여유 공간이 공기순환으로 인하여 모듈의 온도 상승을 저하하여 2.25X의 집속에서의 모듈온도 상승을 평균 약 4℃ 정도로 억제함으로써, 집속에 의한 출력상승 효과만을 강조 할 수 있었다.

결론적으로 실증연구를 통해 모듈의 평균 온도 상승에도 불구하고 1.4 배의 발전효율 증가를 확인하였다.

References

- [1] 이영우 외, 특허, 2008, “반사판으로부터 반사된 태양광을 전기에너지로 변환시키는 태양광 발전 시스템”, 출원번호: 10-2008-0020168
- [2] 정혜정 외, 2008, “반사판을 이용한 집광형 태양광 모듈 구조에 관한 연구” 한국태양에너지학회 추계학술발표대회논문집