

반사판을 이용한 집광형 태양광 모듈 구조에 관한 연구

*정 혜정¹⁾, **이 영우²⁾, ***주 성민³⁾, *부 성재⁴⁾

Investigation on the design of concentrator photovoltaic modules with aluminium reflectors

*Hyejeong Jeong, **Young-Woo Lee, ***Seongmin Ju, *Seongjae Boo

Key words : Concentrator(집광장치), Photovoltaic module(태양광 모듈), Aluminium reflector(반사판), PV module design(태양광 모듈 설계)

Abstract : 고집속에 따른 태양전지 온도상승에 의한 태양전지 효율 저하를 방지하고, 경제적인 저집속형(< 5X) 집광형 태양광 모듈 개발을 위하여 본 연구에서는 알루미늄 반사판을 이용한 저집속 (< 5X) 집광형 태양광 모듈을 설계 및 제작하여 성능 평가를 실시하였다. 2.25X의 집속비와, 태양광 집속에 의한 태양전지 모듈의 온도 상승을 공기순환을 통한 냉각이 가능하도록 설계/제작된 집광형 태양광 모듈로 부터 1.97배의 출력 증가를 확인하였다.

1. 서 론

태양광 발전 기술은 신재생에너지 중장기적 잠재력이 가장 높고 급성장중인 매우 유망한 분야로서, 저가격화를 위해 다양한 태양전지의 고 효율화가 추진되고 있다.

한편 모듈 기술과 관련해서는 모듈 효율의 증가를 위해 렌즈나 반사판등을 이용한 집광 시스템 개발이 활발하게 진행되고 있으며, 집광장치는 일반적으로 렌즈를 사용하거나 고집속비의 광학장치를 이용하여 태양 추적형으로 설계하여 고 집속화를 추구하고 있다.

그러나 집속비에 비례하여 열로 소산되는 에너지 밀도가 증가하므로, 고집속에 따른 태양전지 온도상승에 의한 태양전지 효율 저하를 방지하기 위해 집광장치의 냉각에 유의해야 한다. 또한 현재 전체 시장의 90% 이상을 점유하고 있는 결정계 Si 태양전지는 직렬저항 증가로 인한 집속 한계가 있다. 단결정 태양전지의 경우 직렬저항으로 인한 출력의 소산은 집속비의 제곱에 비례한다.⁽¹⁾

따라서 본 연구에서는 이러한 여러 가지 제약 조건을 피하여, 저가격의 반사형 광학장치를 이용한 경제적인 저집속형(< 5X) 집광형 태양광 모듈 시스템 모듈을 설계, 제작하고 그 구조에 대한 분석을 수행 하였다.

2. 집광형 태양광 모듈 제작

2.1 집광장치

본 연구의 집광장치는 최대의 집속비를 제공하는 CPC (Compound Parabolic Concentrator) 형태의 반사형 광학 장치로서, 단면 알루미늄 반사판을 이용하여 태양전지 표면에 실질적인 균일한 에너지 분포를 이루도록 설계하였다.⁽²⁾

집광 모듈은 곡면으로 된 알루미늄 판을 반사판으로 이용하였으며, 알루미늄의 탄성에 의한 복원력 때문에 금형 방식을 사용하지 않고 복원되는 시점을 고려하여 rolling 방식으로 제작하고, 시간경과에 따른 형상 변형을 방지하기 위하여, 지지대를 활용하여 반사판과 지지대, 지지대 판을 결합시켜 이를 보완하였다.

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) 엑사토 광응용연구소
E-mail : jusm@exatto.co.kr
Tel : (062)600-6477 Fax : (062)600-6478

4) 한국생산기술연구원
E-mail : sboo@kitech.re.kr
Tel : (062)600-6160 Fax : (062)600-6179

Fig 1에 알루미늄 반사판의 구조와 반사판, 지지대, 지지대판이 고정되어 하나의 집광장치로 구성된 line형 집광장치를 나타내었다.

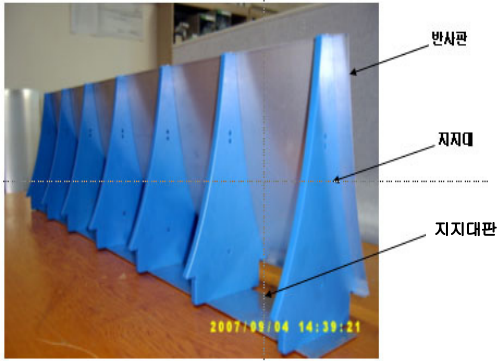


Fig. 1 Line type concentrator with aluminium reflector

2.2 태양광 모듈

태양광 모듈은 SunPower사의 A-300 고효율 단결정 후면 전극 태양전지를 사용하였으며, line형 집광장치와 결합하여 사용하기 위하여, 8개의 셀을 직렬로 연결하여 제작 하였다. (Fig 2)

이 태양전지는 입사광의 양을 줄이는 전면의 금속전극부분을 제거한 후면 전극구조로서 변환효율은 20.66%/cell 이며(Table 1), 8개의 셀로 구성된 평판형 모듈(string module)의 특성은 Table 2와 같다.

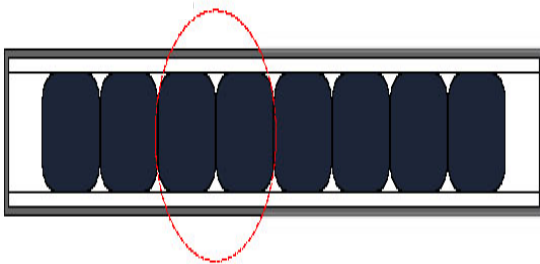


Fig. 2 Photovoltaic string module

Table 1 Properties of the used solar cell

size (mm)	125 x 125
Voc (V)	0.62
Isc (I)	5.84
Pmax (W)	3.07
F.F (%)	79.8
Eff (%)	20.66

Table 2 Properties of the string module

size (mm)	1170 x 175 (8 cell)
Voc (V)	5.3
Isc (I)	5.84
Pmax (W)	21.3

(STC AM1.5, 1KW/m², 25°C)

2.3 집광형 태양광 모듈

집광형 태양광 모듈은 집광장치와 태양광 모듈을 각 각 지지대에 결합하여 제작하였다.

Fig 3에 집광형 태양광 모듈 구조를 나타내었다. 그림의 A와 B는 각각 집광장치와 모듈 지지대 및 태양광 모듈 프레임과 모듈 지지대의 결합점을 나타낸다.

설계된 전체 집광형 태양광 모듈은 모듈 지지대로 부터 집광장치 및 태양광 모듈 프레임이 약간의 공간을 두고 있다. (Fig 4)

이러한 반사판과 모듈 사이의 여유 공간은 반사판의 그림자가 태양전지를 가릴 수 있는 시공 오차를 예방하고, 빗물 및 오염물질 등의 발전효율 저하요인 제거에도 용이하며, 공기순환을 통한 태양광 모듈의 냉각 기능까지 수행할 수 있다. (3)

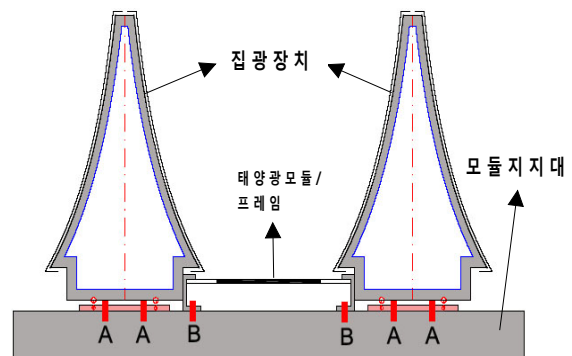


Fig. 3 Concentrator photovoltaic module

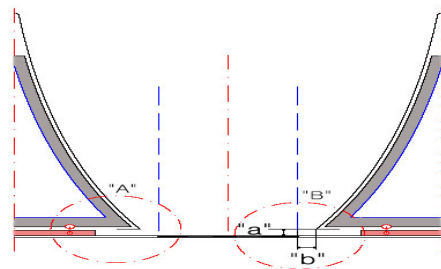


Fig. 4 Concentrator photovoltaic module (detail)

3. 성능 측정 결과

평판형 모듈의 특성은 8개의 셀로 구성된 string 모듈 4개를 연결하여 측정하였다.(Fig. 5)

집광형 모듈의 경우 Fig. 6과 같이 string 모듈 4개에 line형 집광장치를 결합하여 측정하였다. 적용된 반사판은 2.25X로 설계하였으나, 제작결과 2.237X의 기하 집속비를 확보하였다.

평판형 모듈의 Pmax는 8.86W, 집광형 모듈의 Pmax는 174.6W로서 반사판 적용 결과로 1.97X의 성능 개선을 확인하였다.



Fig. 5 String photovoltaic module



Fig. 6 Concentrator photovoltaic module

Table 3 Properties of photovoltaic module

	string module	concentrator module
number of string modules	4	4
Voc (V)	21.2	21.8
Isc (I)	5.83	11.89
Pmax (W)	88.6	174.6
Vmp (V)	16.9	16.5
Imp (I)	5.25	10.59

(STC AM1.5, 1KW/m², 25°C)

4. 결론

본 연구에서는 알루미늄 반사판을 이용한 저 집속 (< 5X) 집광형 태양광 모듈을 설계 및 제작하여 성능 평가를 실시하였다. 집광형 태양광 모듈은 2.25X의 집속비로 설계하였으며, 또한 태양광 집속에 의한 태양전지 모듈의 온도 상승을 공기순환을 통한 냉각이 가능하도록 하였다.

제작된 집광형 태양광 모듈의 특성을 STC 조건 (1000W/m², 25°C)에서 측정한 결과 1.97배의 출력 증가를 확인하였다.

References

- [1] 황우성 외, 2006, "A Concentrating PV Module Design", 태양에너지학회 춘계학술 발표대회 논문집, Vol. 4, pp. 288-293
- [2] 황우성, 특허, 2007, "고집속, 수광밀도 균일화 복합 포물면", 등록번호: 10-0696283-0000
- [3] 이영우 외, 특허, 2008, "반사판으로부터 반사된 태양광을 전기에너지로 변환시키는 태양광 발전 시스템", 출원번호: 10-2008-0020168