

PV 모듈의 바이패스 다이오드 배치와 그림자 영향에 따른 I-V특성에 관한 연구

김승태*, 강기환**, 박지홍*, 김경수**, 안형근*, 한득영*, 유권종**
 *건국대학교 전기공학과, **한국에너지기술연구원

The Analysis on I-V Characteristics of PV module depending on Bypass Diode and Sun Shading Effects

Seungtae Kim*, Gi-Hwan Kang**, Chi-Hong Park*, Kyung-Soo Kim**, Hyungkeun Ahn*, Deuk-Young Han*, Gwon-Jong Yu**
 *Konkuk University, **Korea Institute of Energy Research(KIER)

Abstract - Though there are many causes for the maximum output power reduction, the short-term problem is hot-spot effect by sun shading. To prevent this, normally PV maker uses bypass diode. In here, we tried to check the how bypass diodes works by varying sun shading portion on solar. In case of absence of bypass, the sun shading effect increases the series resistance and that promotes the reduction of maximum power and degradation of PV modules. Bypass diode worked normally when 60% of solar cell was shaded and the measured maximum output power was lower than that of theoretical one. The further analysis is needed.

1. 서 론

교토의정서의 발효로 세계 각국은 대체에너지 개발에 힘을 쏟고 있다. 그 중 무한하고 청정한 태양에너지를 이용하는 태양광 발전시스템 설치의 비중이 점차 커지고 있으며, 태양광 발전시스템의 수명을 결정짓는 태양전지 모듈의 성능과 수명에 대해서도 관심이 커지고 있다.^[1] 본 논문에서는 태양전지 모듈의 그림자에 대한 영향을 연구 하였다. 모듈을 구성하는 셀에 그림자의 영향이 있으면 셀이 발전을 하지 않고 revers bias로 동작을 하게 되고 결과적으로 hot-spot의 문제로 나타나게 된다.^[2] 이는 태양광 발전시스템에서 셀의 손상을 가져오며 전체적인 시스템 출력저하의 원인이 된다. 이를 방지하기 위해 bypass diode와 blocking diode를 사용하고 있으며, 이번 연구에서는 bypass diode의 동작시점과 태양전지 모듈의 전기적 특성에 미치는 영향에 대해 연구 하였다.

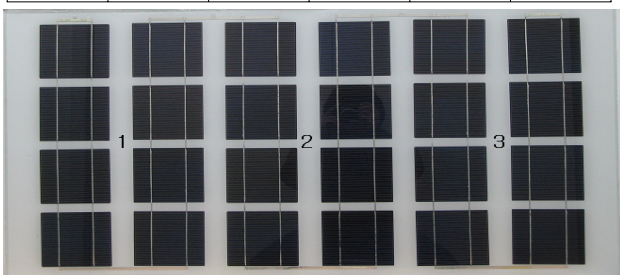
2. 실 험

2.1 실험장치 및 실험방법

본 실험에 사용된 모듈은 다결정 실리콘 태양전지 24개가 직렬로 연결된 모듈이고 parameter는 표 1에 나타나있다. 모듈은 태양전지 8개씩 3개의 군으로 나누었으며 각각의 군에 셀의 면적당 그림자 비율 및 위치를 달리하여 출력성능을 측정하였다. bypass diode는 전류용량이 6[A]인 '6A10 JGD'를 사용하였고 Isc값보다 2~2.5배 큰 용량으로 하기 위하여 병렬로 2개 연결하여 실험하였다. 인공광원을 이용한 Balval사의 PasanIIIb SunSimulator를 사용하여 STC조건(AM 1.5 1kW/m² 25°C)에서 한개 군에서 셀 한 장에 생기는 그림자의 비율을 5%씩 증가시키면서 전기적 출력을 측정하였다.^[3]

<표 1> Module parameter

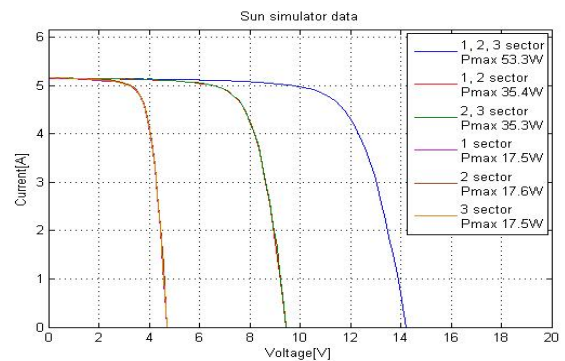
Irrad. [W/m ²]	T[°C]	Isc[A]	Voc[V]	Pmax[W]	FF[%]
1000	25	5.16	14.2	53.3	72.7



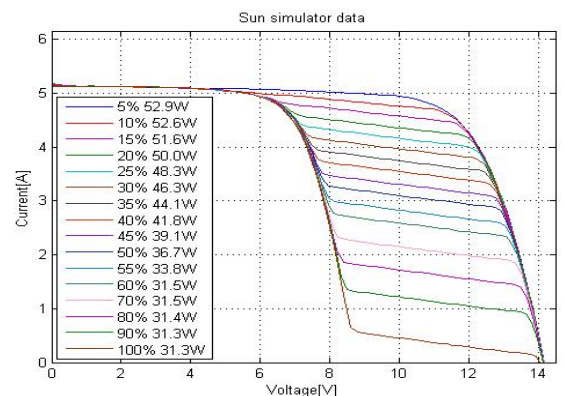
<그림 1> 24직렬 태양전지 모듈

3. 결과 및 고찰

Sun simulator를 사용하여 STC조건에서 그림 1에서와 같이 3개의 군으로 나누어 각각의 군의 출력을 측정한 결과가 그림 2에 나타나있다. 한 개의 군에 그림자가 생겨 bypass diode가 동작을 한다면 나머지 두 개의 군의 출력 값인 35.3~4[W]가 측정되어야 할 것이다.

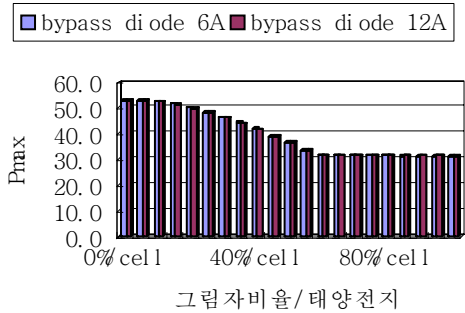


<그림 2> 24직렬 태양전지 모듈의 군별 Pmax



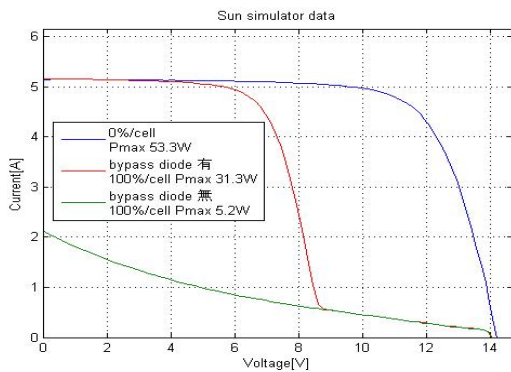
<그림 3> shading(%) / cell 에 따른 Pmax

그림 3은 그림자의 비율을 5%부터 100%까지 5~10%씩 증가 시켜주면서 bypass diode가 동작하는 찾기 위한 실험이다. 실험결과 한 개의 셀 면적에 약 50%의 그림자가 생겼을 경우 그림 2에 나타나있는 두개군의 출력 값과 비슷한 값이 나왔으며, 55%이상의 그림자가 생겼을 경우에는 출력 값이 낮게 측정되었다. 그림 3에서 볼 수 있듯이 60%이상의 그림에 의한 출력 값은 거의 일정하게 측정되었으며, 두개군의 출력 값보다 11.04% 낮은 값이 측정되었다. 이 결과로 예측을 하면 60%의 그림자부터 bypass diode가 동작한다는 것을 알 수 있다. 이때 사용한 다이오드의 용량이 6A이기 때문에 명시되어 있는 사용 조건을 충족하지 못한다. 그래서 다이오드 2개를 병렬로 연결하여 두 배의 용량을 얻고자 하였다. 다이오드를 두개 연결한 실험에서도 다이오드를 하나 썼을 때와 마찬가지로 50%의 그림자까지는 두개 군의 출력 값과 비슷한 값이 나왔지만, 그 이상의 그림자부터 출력 값이 낮아지기 시작했고 60% 이상의 그림자부터는 일정한 값이 측정되었고 그 결과는 그림 4에 나타나있다.



<그림 4> 그림자(%) / 태양전지 에 따른 Pmax

그림 5는 bypass diode의 유·무에 따라 그림자가 모듈의 전기적 출력 특성에 미치는 영향을 알아보았으며, 그 결과 같은 비율의 그림자라 할 지라도 전기적 출력 특성은 현저하게 떨어짐을 알 수 있다. bypass diode가 없는 모듈에서는 그림자에 영향을 받은 셀이 revers bias로 동작하여 발전을 하는 소자가 아닌 저항성 소자로 동작하여 전체적인 시스템의 출력저하를 발생시킨다.



<그림 5> bypass diode의 유·무에 따른 Pmax

4. 결 론

태양전지 모듈의 성능감소는 장기적인 요인과 단기적인 요인으로 나누어 볼 수 있다. 장기적인 요인으로는 전극의 부식, EVA sheet의 변색, 셀의 노화 등이 있으며, 단기적인 요인 모듈의 파손, hot-spot현상 등이 있다. 이중 hot-spot의 원인 중 하나인 모듈의 그림자에 대한 영향을 알아보았으며, bypass diode의 동작시점은 셀에 그림자가 약 60%생겼을 때임을 확인하였다. 또한 bypass diode가 없을 경우엔 초기 출력보다 약 96%가 감소함을 확인하였다. bypass diode가 동작을 하여도 이론적으로는 두개군의 출력 값이 측정되어야 하지만 실험을 통해서도 그보다 11.04%가 낮은 값이 측정됨을 알 수 있었다. 앞으로 이 부분에 대한 연구가 더 진행되어야 하고 태양전지 모듈이 실제 설치상황과 비슷한 옥외실험을 통하여 그림자가 미치는 영향을 분석하여 노화의 원인 및 전기적인 출력특성에 대해 연구할 것이다.

[참 고 문 헌]

[1] G. H. Kang, et al, "Consideration of Electrical Properties in Field-aged Photovoltaic Module" KIEEME, Vol.17, No.12, P.1289, 2004
 [2] M.C. Alonso-Garica, "Experimental study of mismatch and shading effects in the I-V characteristic of a photovoltaic module", Solar Energy Materials and Solar Cells, Volume 90, Issue 3, P.329, 2006
 [3] 박이준 외, "태양전지의 출력 특성 측정과 광원 문제", 한국태양에너지학회, 한국태양에너지학회 논문집 태양에너지 제14권 제3호, P.87 ~ 98, 1994.