

## 태양전지 모듈의 바이패스 다이오드 동작 특성 분석

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

### The Analysis on Operation Characteristics of Bypass Diode in PV Module

Seungtae Kim\*, Gi-Hwan Kang\*\*, Chi-Hong Park\*, Hyungkeun Ahn\*, Deuk-Young Han\* and Gwon-Jong Yu\*\*  
 Konkuk Univ., Korea Institute of Energy Research\*\*

**Abstract :** In this paper, we studied the shadow effect which is one of environmental cause for hot-spot phenomenon on PV by considering electrical effects. We fabricated PV module in case of existence and nonexistence of bypass diode. And maximum output power and thermal distribution was analyzed by shadowing solar cell by increase of 5%. From the results, the PV module's(without bypass diode) maximum output power was reduced by hot-spot gradually. But the PV module's(with bypass diode) maximum output power had no reduction by operation of bypass diode, though solar cell is shadowed more than 60%. The solar cell temperature of PV module(without bypass diode) was 10°C higher compared to module's one. This is a reason for shortening of durability of PV module.

**Key Words :** Hot spot, Bypass diode, Shading, PV modules

#### 1. 서론

태양광 발전 시스템의 수명은 20년 이상으로 반영구적이다. 이는 출력의 감소가 매해 2%씩 감소한다는 가정하에 계산된 결과이나 실제 설치사례를 보면 그렇지 못하다. 모듈의 출력을 저하시키는 노화의 원인은 다양하지만 그 중 핫스팟현상에 의한 전기적 출력 손실을 들 수 있다. 이는 자연환경에서의 그림자에 의해 발생할 수 있는데, 본 논문에서는 그림자에 의해 형성된 핫스팟에 대해 bypass diode의 유무에 따른 전기적 출력 손실 및 온도 분포에 대해서 연구하였다.<sup>[1]</sup>

#### 2. 실험 및 장치

본 실험에서는 bypass diode의 유무에 따른 비슷한 용량의 태양전지 모듈을 2개 제작하였으며, STC조건에서 측정된 각각의 초기 parameter는 표 1에 나타나있다. 두개의 모듈을 그림 1과 같이 실제 동작상황과 비슷한 조건으로 설치하고, 두 모듈의 같은 부분에 임의로 그림자를 주어 그 결과를 관찰하였다. 모듈의 성능을 시험하기 위해 인공광원을 이용한 Balval사의 PasanIIIb sun simulator를 사용하였으며, 실제 동작 상태와 비슷한 옥외 설치 후 그림자에 의한 온도분포를 보기 위하여 FLIR사의 'ThermaCAM S60'을 이용하였다.

표 1. 모듈 parameter

Irrad. [W/m <sup>2</sup> ]	T[°C]	I <sub>sc</sub> [A]	V <sub>oc</sub> [V]	P <sub>max</sub> [W]	FF[%]
1000	25	5.11	14.3	53.8	73.6

(a) bypass diode 無

Irrad. [W/m <sup>2</sup> ]	T[°C]	I <sub>sc</sub> [A]	V <sub>oc</sub> [V]	P <sub>max</sub> [W]	FF[%]
1000	25	5.16	14.2	53.3	72.7

(b) bypass diode 有

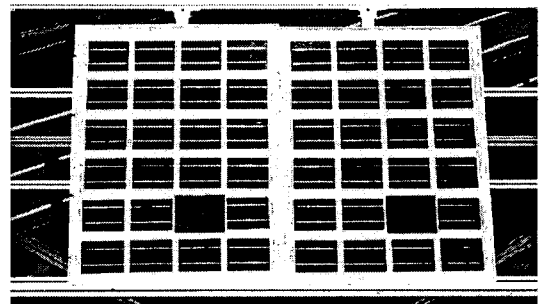


그림 1. 옥외 설치 시 모습

#### 3. 결과 및 고찰

옥외에서 출력선을 단락시킨 후 각각의 모듈에 셀 한 장씩 100%가리고 10분 후에 온도분포를 관찰한 것이 그림 2에 나타나있다.

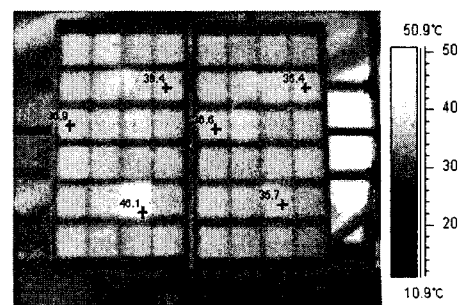
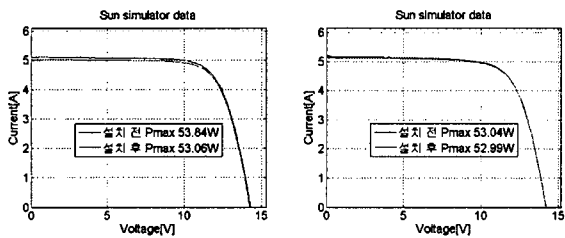


그림 2. 옥외에서 그림자 생성에 따른 온도분포

그림에서 왼쪽의 bypass diode가 없는 모듈의 경우엔 모듈의 평균 온도분포보다 약 10°C 높은 온도가 측정되었으며, 그림에서 오른쪽의 bypass diode가 있는 모듈의 온도분포는 균일하게 측정되었다. bypass diode가 없는 모듈의 경우 온도가 높은 이유는 태양전지가 발전을 하지 않고 저항성분으로 작용하여 발열작용이 심해지기 때문이다. 이런 현상이 오래 지속될 경우 모듈의 노화를 가속시키게 되며 수명을 단축시킨다. [2]

Sun simulator를 사용하여 STC조건(AM 1.5, 25[°C] 1k[W/m<sup>2</sup>])에서 측정한 결과가 그림 3에 나타나있다. 설치 전후의 출력 값을 보면 bypass diode가 있는 모듈은 0.2%의 감소를 보인 반면, bypass diode가 없는 모듈의 경우엔 1.4%의 감소를 보였다.



(a) bypass diode 無 (b) bypass diode 有  
그림 3. 모듈의 설치 전후의 Pmax

각각의 모듈에 그림자의 비율을 5%씩 증가시키면서 측정한 Vmp, Imp 및 I-V 특성 그래프가 그림 4와 그림 5에 나타나있다. 그림자의 비율이 55%까지 두 모듈의 Imp값이 비슷하게 감소하여 출력 값도 비슷하게 감소하고 있다. 하지만 그림자의 비율이 60%부터 100%로 증가할 경우에는 bypass diode가 없는 모듈은 Imp값이 계속 감소하여 출력 값이 2.4[W]까지 감소하지만, bypass diode가 있는 모듈은 Imp값이 초기 값과 비슷한 값으로 유지되면서 출력 값이 31.3[W] 정도로 유지되며 그림자에 의해 형성된 hot spot을 bypass 시켜주는 역할을 하고 있다. 초기 출력 값과 비교해보면 표 2와 같다.

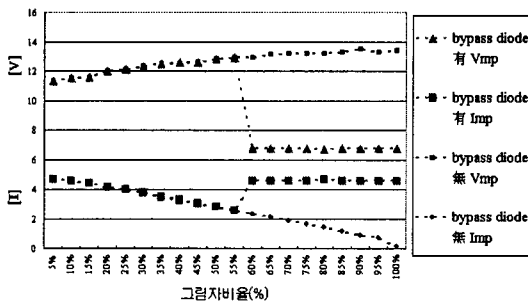
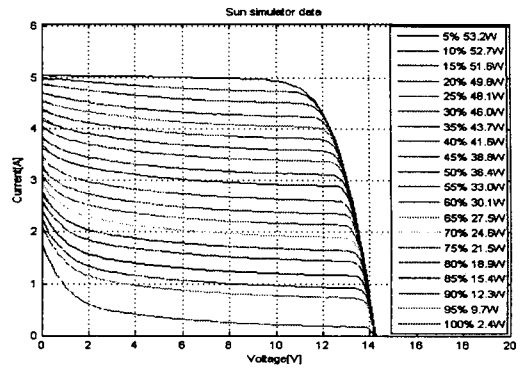


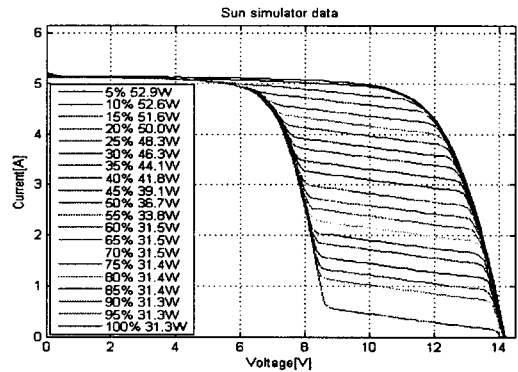
그림 4. 그림자비율(%)에 따른 Vmp, Imp 그래프

표 2. 그림자에 의한 Pmax

	0%/cell Pmax[W]	100%/cell Pmax[W]	감소율(%)
bypass diode 無	53.8	2.4	95.5
bypass diode 有	53.3	31.3	41.3



(a) bypass diode 無



(b) bypass diode 有

그림 5. 그림자비율(%) / cell I-V 특성 그래프

#### 4. 결론

태양전지 모듈에서 핫스팟의 원인은 여러 가지가 있지만 환경적인 요인으로 생길 수 있는 그림자에 의한 영향을 전기적인 특성을 고려하여 연구하였다. 그 결과 bypass diode가 없는 모듈은 bypass diode가 있는 모듈과 비교해 볼 때 전기적인 출력감소는 물론이고 그림자가 생긴 부분의 셀의 온도가 주변의 셀보다 약 10°C 높게 측정됐다. 이는 모듈의 노화를 촉진시키는 원인으로서 태양전지의 수명을 단축시키게 되며, 정도가 심한 경우에는 셀, EVA Sheet, Back Sheet가 타는 현상도 발생하게 된다.

#### 참고 문헌

- [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, 15 February 2006, Pages 329-340