

## 주기적 응력 발생에 따른 태양전지모듈의 전기적 특성 평가

김경수, 강기환, 유권중  
한국에너지기술연구원

### The Electrical Characteristics Evaluation of PV Module caused by Mechanical Stress

**Kyung-Soo Kim**, Gi-Hwan Kang, Gwon-Jong Yu  
Korea Institute of Energy Research(KIER)

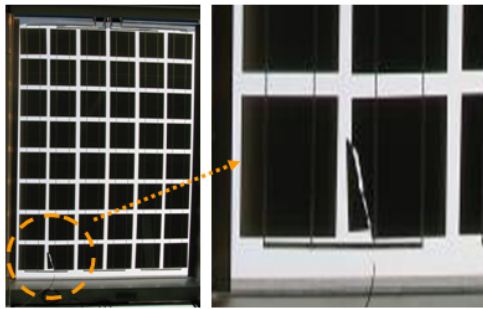
**Abstract** - In this paper, we study the electrical characteristics evaluation of PV module caused by mechanical stress. By observing the easy separation between glass and frame of module, we give static force on surface of PV module. Through this experiment, parallel resistance changes by varying loading stress. Also the maximum power reduction ratio is measured using class A solar simulator. The specific analysis is shown in the following paper.

#### 1. 서 론

연간 30% 이상의 급성장을 이루고 있는 태양광발전 시장은 2000년대 부터 약 90%가 결정질계 실리콘 태양전지가 차지하고 있다. 이에 태양 전지를 비롯한 원재료인 EVA Sheet, Back Sheet 등의 수급이 국내 제조업에서는 매우 어려운 시기이다. 특히 실리콘의 수요의 증가로 태양전지용 폴리 실리콘 가격의 상승과 재료 사용량 감소를 위한 두께가 감소한 태양전지를 본격 사용화하고 있다.

태양전지모듈은 일정 전압의 전압 소스로 만들기 위하여 개개의 태양 전지를 스트링 공정을 통하여 직렬 연결하게 된다. 이때 태양전지는 전기 도체인 금속 리본과 접합되며 응력 불균형에 의하여 휨 현상이 발생하게 된다. 그리고 제작된 태양전지모듈은 전기발생을 위하여 외부에 설치시 시스템 설치에서부터 설치 후 자연적 요소인 바람, 눈, 우박 등의 장기적이고 비주기적인 응력에 의하여 스트레스를 받게 된다. <그림 1>은 Glass/Glass 구조의 태양전지모듈 제조 후 발생한 태양전지의 파손 현상이다.

본 실험에서는 태양전지모듈에 응력을 제어 가능한 시스템을 구성하고 주기적 응력 발생에 따른 Dark I-V를 측정하였으며 이로부터 모듈의 장기적 내구성과 추측을 시도하였다.



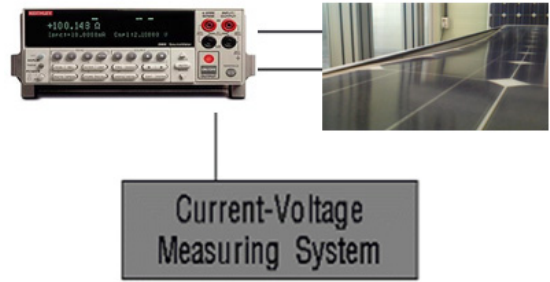
<그림 1> 태양전지모듈 제조 후 태양전지 크랙 발생

#### 2. 실험 장치 및 실험 방법

##### 2.1 실험 방법 및 실험 장치

본 실험을 위하여 5 inch 태양전지를 직렬 연결하여 제조된 80W급 태양전지모듈을 이용하였으며 모듈 전체의 크기는 가로 54cm, 세로 123cm로 KS C IEC 61215 의 기계적 하중시험에 따른 실험 방법으로 최소 0Pa에서 최대 3100Pa 까지 응력을 변화하여 Dark I-V를 측정하였다.

그림 2는 Dark I-V를 측정하기 위한 시스템의 구성도로 Keithly 2430 SourceMeter와 PV모듈 그리고 I-V 측정 프로그램으로 구성되어있다.

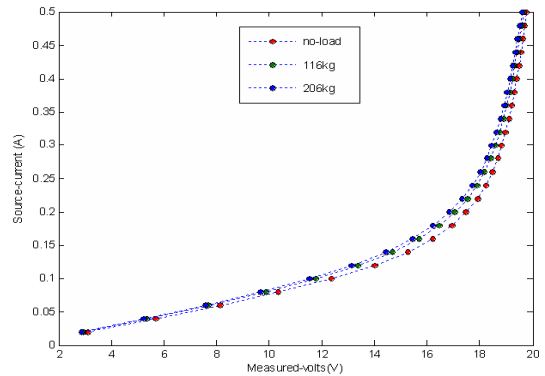


<그림 2> Dark Current-Voltage 측정 시스템

그리고 기계적 강도시험에 따른 태양전지모듈의 전기적 출력 특성을 측정하기 위하여 최대 모듈 사이즈 2m x 2m까지 측정가능하며 방사균일도  $\pm 2\%$ , 방사안정도가  $\pm 2\%$ 인 A급 솔라 시뮬레이터(Pasan IIIb)를 사용하였으며 측정조건은 측정 온도 25°C, AM 1.5, 방사조도 1kW/m<sup>2</sup>조건에서 기준셀을 이용하여 I-V특성을 측정하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

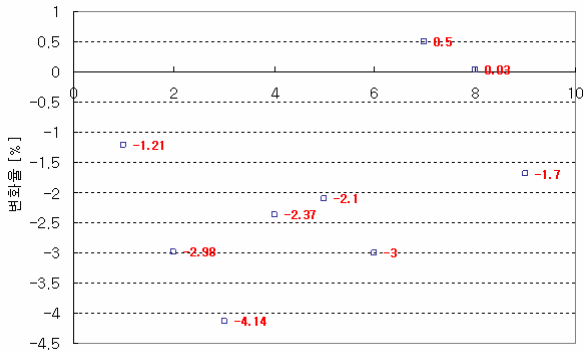
태양전지모듈의 dark I-V를 표면에 가해지는 응력을 0kg, 116kg과 206kg으로 단계적으로 변화시키면서 측정한 결과가 20V 이상에서는 유사한 특성의 커브를 보임을 알 수 있었으며 <그림 3>에서와 같이 낮은 전류범위에서 응력의 증가에 병렬저항 성분이 줄어들음을 확인할 수 있었다.



<그림 3> Dark Current-Voltage 측정 결과

작용 응력이 없는 경우 병렬저항은 약 125Ω, 작용 응력이 116kg에서 118Ω, 206kg에서는 115Ω로 응력 증가에 따라 병렬저항성분이 작아지는 것을 알 수 있다.

<그림 4>는 9개의 태양전지모듈의 표면에 KS C IEC 61215에 나타났는 시험방법으로 2400Pa의 압력을 모듈 전면과 후면에 가한 후 각 1시간 동안 유지한 후 이를 3회 반복 시험한 결과이다. 시험 후 모듈의 뚜렷한 물리적 변화는 관찰되지 않았으나 전기적 출력에서 최대 -4%까지 감소가 나타남을 확인하였다. 이는 모듈 표면의 과도한 응력 발생은 태양전지의 크랙 등의 발생을 유도하며 장기적인 출력 저하에 영향을 줄 것으로 사료된다.



〈그림 4〉 기계적 강도 시험 후 발전성능 변화를

#### 4. 결 론

본 논문에서는 태양전지를 생산하고 태양전지모듈을 제작하고 외부에 설치되어 받게 되는 다양한 변동 응력 상황에서 발생하는 전기적 특성 변화를 예측하고자 실험하였다. 모듈의 구조적인 안정성과 태양전지에 영향을 주는 정도를 정량적으로 얻기 위하여 모듈 표면에 응력을 0kg에서 206kg까지 변화시켜 Dark I-V를 측정하였다.

이를 통하여 미세 균열(micro crack)이 발생여부를 유추하였으며 작용 응력이 없는 경우 병렬저항은 약 125Ω, 작용 응력이 116 kg에서 118Ω, 206kg에서는 115Ω로 응력 증가에 따라 병렬저항성분이 작아지는 것을 알 수 있었으며 기계적 강도 시험 후 태양전지모듈의 최대출력을 측정 한 결과 출력 변화율을 대부분의 경우 모듈 표면의 휨 현상으로 최대 4%까지도 출력 감소가 나타나는 것으로 측정되었다.

#### [참 고 문 헌]

- [1] G.H.Kang, K.S.Kim, C.H.Park, G.J.Yu, H.K.Ahn and D.Y.Han, "Analysis of Photovoltaic module's Phenomenon of aging with Acceleratin Test ", Proceeding of KIEE Annual Summer Conference, 2006.
- [2] G.H.Kang, K.S.Kim, C.H.Park, G.J.Yu, H.K.Ahn and D.Y.Han, "The Effect of Environmental Changes on Photovoltaic Module's Optical and Electrical Output Power Characteristics", Proceeding of KSES Spring Annual Conference, 2007.
- [3] K.S.Kim, G.H.Kang, G.J.Yu, "The analysis of photocatalyst-treated photovoltaic module's electrical and optical characteristics depending on environmental condition", Proceeding of KSES Autumn Annual Conference, 2007.
- [4] K.S.Kim, G.H.Kang, G.J.Yu, "The analysis of optical characteristics of glasses for PV module application", Proceeding of KSES Spring Annual Conference, 2008.
- [5] K.S.Kim, G.H.Kang, G.J.Yu, "The Analysis of Electrical Characteristics of PV Module according to Mechanical Load Test", Proceeding of KSES Spring Annual Conference, 2008.