

태양전지 셀의 고온에 의한 전기적 특성 변화 연구

*정 태희¹⁾, 신 준오²⁾, 김 태범³⁾, 강 기환⁴⁾, 안 형근⁵⁾, **한 득영⁶⁾

A study of the electrical characteristics changes of PV cell at high temperature

*Tae-hee Jung, Jun-Oh Shin, Tae-Bum Kim, Gi-Hwan Kang, Hyung-Keun ahn, **Deuk-Young Han

Abstract : PV module is manufactured by several steps such as cell sort, tabbing & string, lay-up, lamination processes. In order to manufacture PV module, solar cell must be placed in high temperature. Soldering Process in high temperature is important because it directly influences electric output performance changes of solar cell in solar cell module. We consider applying momentary high temperature, while soldering solar cell, and expect change electric characteristics of PV module. In this paper, we measure electric output characteristics of solar cells after those are applied with high temperature changes for two seconds. From these results, we confirm with application of high temperature, I_{sc} increase and V_{oc} slightly decreases.

Key words : Solar cell(태양전지), PV Module(태양전지 모듈), Soldering(납땀), Heating(열), shunt current(I_{sc})(단락전류), open voltage(V_{oc})(개방전압)

Nomenclature

I_{sc} : Short current, A
 V_{oc} : Open voltage, V
 R_s : series resistance, Ω
 R_{sh} : parallel resistance, Ω

양전지의 interconnecting하는 Tabbing & String공정조건에 따라 모듈의 출력이 달라진다.

1. 서론

태양전지모듈의 제조는 Fig 1에서 보는 바와 같이 셀을 등급별로 분류하는 Cell Sorting공정, Inter-connection Ribbon을 납땀하는 Tabbing & String공정, 모듈구조를 형성하는 Lay-up공정, 적층하는 적층공정(Lamination)공정, 모듈 내부에서 구성 재료로 사용되는 EVA sheet를 가교시키는 Curing공정, Frame 및 단자박스를 결합하는 Assembly공정 등으로 이루어져 있다.[1]

이때 Lamination 공정은 140-160℃사이에서 이루어지며 tabbing & String공정에서의 hot plate 위에서 160℃에서 이루어지고 있다.[2] 특히 soldering 공정은 경우에 따라 400℃까지 높은 온도에서 이루어지기도 한다.[3][4]

태양전지모듈은 가장 중요한 핵심 소자인 태

-
- 1) 건국대학교 전기공학과
E-mail: come1986@empas.com
Tel: (02)447-8850 Fax: (02)450-3481
 - 2) 건국대학교 전기공학과
E-mail: shinjuno-1229@hanmail.net
Tel: (02)447-8850 Fax: (02)450-3481
 - 3) 건국대학교 전기공학과
E-mail: ktbbb@nate.com
Tel: (02)447-8850 Fax: (02)450-3481
 - 4) 한국에너지기술연구원
E-mail: ghkang@kier.re.kr
Tel: (042)860-3418 Fax: (042)860-3692
 - 5) 건국대학교 전기공학과
E-mail: hkahn@konkuk.ac.kr
Tel: (02)450-3481 Fax: (02)447-9186
 - 6) 건국대학교 전기공학과
E-mail: dyhan@konkuk.ac.kr
Tel: (02)450-3484 Fax: (02)447-9186

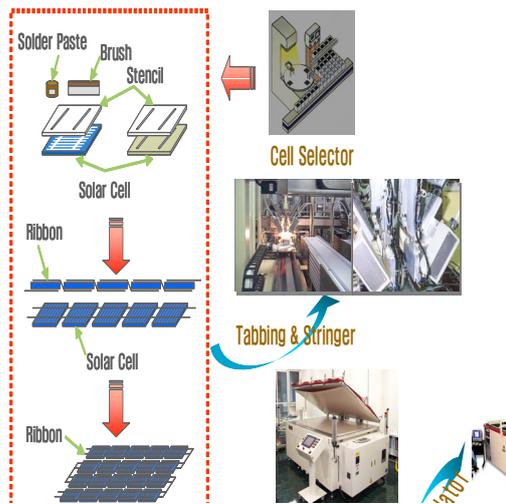


Fig. 1 태양전지 모듈의 제조 공정

일반적으로 태양전지모듈은 hot plate 위에서 태양전지와 태양전지 사이에 ribbon을 이용하여 soldering함으로써 tabbing공정이 이루어진다. 현재, Soldering하는 방법에 따라 infrared, hot air, Ultrasonic soldering 방식 등이 존재한다.[5]

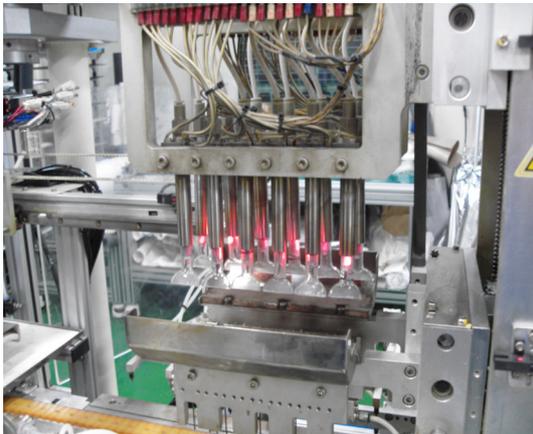


Fig. 2 hot air 방식의 solder 장비

하지만 Fig 2 에서와 같이 이 모든 soldering 방식이 고온의 열이 순간적으로 태양전지에 인가됨으로써 태양전지는 상당히 높은 열에 의해 충격을 받는다. 특히 태양전지 셀이 점점 얇아짐에 따라 셀이 휘는 bowing과 셀이 쉽게 파괴되는 현상도 볼 수 있다. 이결과는 결국 태양전지 모듈의 출력 및 내구성에 영향을 미치는 결과를 가져오게 된다.[3][4]

본 논문에서는 이와 같이 soldering이 이루어질 때와 같이 순간적인 고온의 열에 의해 결정질 태양전지에서의 전기적인 특성변화에 관한 연구를 하였다.

2. 실험방법

우선, 200 μ m두께의 6인치 다결정 태양전지 셀을 준비하고 sun-simulator를 이용하여 각각의 태양전지 셀을 특성을 측정하였다. 대기온도를 25.℃로 유지하면서 hot plate 표면 온도를 135℃부터 235℃까지 10℃변화 시키면서 각각의 태양전지를 plate위에 올려놓고 2초동안 유지시킨 상태에서 다시 대기중의 상온에서 냉각시켜 열 충격 실험을 하였다. 열 충격이후의 태양전지 셀의 전기적 특성변화를 sun-simulator를 이용하여 측정하였다.

Fig.4는 thermal 카메라(FLIR)를 통한 이미지로써 온도설정 기준은 태양전지가 닿는 hot plate의 중앙부분을 기준으로 실험이 이루어졌고 태양전지 셀을 hot plate에 올려놓은 직후와 시간에 따른 온도 변화를 관찰 확인할 수 있다. 첫 번째 그림은 hot plate 자체의 온도이며 두 번째 그림은 태양전지 셀을 올려놓은 직후, 세 번째 그림은 1초가 경과한 후에 셀의 이미지이며 마지막으로 2초가 경과한 한 후의 태양전지 셀의 열 분포 이다.

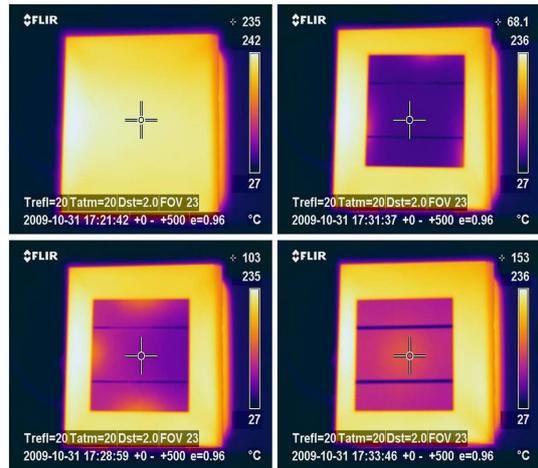


Fig. 3 hot plate 위에서의 태양전지 열 분포 변화

3. 실험 결과

본 실험은 고온의 열을 가한 이전과 이후에 셀의 특성을 측정 하였다. Fig 4~5를 통하여 단락전류(I_{sc}), 개방전압(V_{oc}), 열 충격이후의 각각의 특성은 증가한 것을 볼 수 있다. Fig. 4를 보면 열 충격이후 열 충격을 가한 온도가 증가함에 따라 태양전지의 단락전류(I_{sc})는 크게 증가하는 것을 볼 수 있다. 하지만 Fig 5를 통하여 태양전지에 가한 열의 온도가 증가함에 따라 개방전압(V_{oc})는 약간 감소함을 알 수 있다.

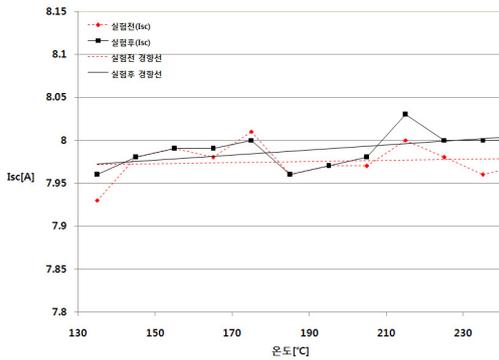


Fig. 4 열 충격 이전과 이후 태양전지의 I_{sc} 변화

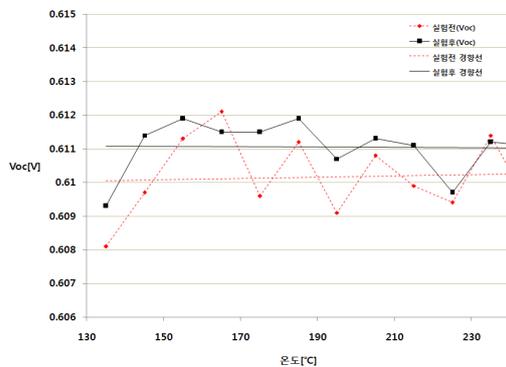


Fig. 5 열 충격 이전과 이후 태양전지의 V_{oc} 변화

4. 결론

태양전지 모듈은 lamination공정, soldering공정에서는 항상 고온의 열이 태양전지 셀에 가하게 된다. 특히 soldering상황에서는 순간적으로 많은 열이 태양전지에 가하게 되어 셀은 열 충격을 받게 된다. 본 논문에서는 순간적인 열에 의해 태양전지 셀의 전기적인 특성 변화를 연구하였다.

열 충격을 가한 후 전체적으로 태양전지 특성이 좋아졌지만 이것은 오차라고 사료된다. 열 충격 이후 단락전류(I_{sc})는 전체적으로 증가하였고, 특히 온도가 높아짐에 따라 단락전류(I_{sc})는 급격한 증가를 가지고 왔다. 이에 반해 열을 가한 이후 개방전압(V_{oc})도 상대적으로 증가하였지만 온도에 변화에 따라 전체적으로 거의 변화가 없거나 약간의 감소를 확인 할 수 있다. 결국 열 충격 이후 직렬 저항(R_s)요소는 감소함을 함에 따라 단락전류(I_{sc})의 증가를 확인 할 수 있고 병렬 저항(R_{sh})도 감소하여 개방 전압(V_{oc})의 감소가 온도에 따라 감소함을 알 수 있다. 본 연구 결과 직·병렬 저항의 감소를 확인 할 수 있다. 하지만 직·병렬 저항 요소는 다양하여 온도에 의한 전기적인 특성 변화 원인을 분석하기 위해서는 추

가적인 연구가 이루어져야 될 것으로 사료된다.

후 기

본 연구는 지식경제부 신재생에너지기술개발사업의 일환 (2008-N-PV-P-01-3-020-2008)으로 수행되었습니다.

Reference

1. 강기환, 유권중, 안형근, 한득영, “자동배열 장치를 이용한 태양전지모듈 제조 공정 개발” Journal of the Korean Solar Energy Society vol.23, 2005
2. D.W.K. Eikelboom, J.H. Bultman, A. Schonecker, M.H.H. Meuwissen, M.A.J.C. van den Nieuwenhof, D.L. Meie “ CONDUCTIVE ADHESIVES FOR LOW-STRESS INTERCONNECTION OF THIN BACK-CONTACT SOLAR CELLS ” 29th IEEE Photovoltaic Specialists Conference, 20 - 24 May 2002, New Orleans, USA
3. M. Bähr et al., "Comparison of Bow-Avoiding Al-pastes for Thin, Large-Area Crystalline Silicon Solar Cells" ", 20th EPSEC, Barcelona, 2005, p.926 -- 929
4. A. M. Gabor et al., "SOLDERING INDUCED DAMAGE TO THIN SI SOLAR CELLS AND DETECTION OF CRACKED CELLS IN MODULES" ", 21st EPSEC, Dresden, 2006, p.2042 - 2047
5. Andrew M. Gabor, Mike Ralli, Shaun Montminy, Luis Alegria, Chris Bordonaro, Joe Woods, Larry Felton “SOLDERING INDUCED DAMAGE TO THIN SI SOLAR CELLS AND DETECTION OF CRACKED CELLS IN MODULES” Presented at the 21st European Photovoltaic Solar Energy Conference, September 4-8, 2006, Dresden