

측정방식에 따른 Tabbing Cell에서의 전기적 특성 분석

최은지^{a1}, 김경수^a, 강기환^a, 유권종^a, 안형근¹, 한득영¹
 건국대학교¹, 한국에너지기술연구원^a

Analysis on Electrical Characteristics of Tabbing Cells According to Measurement Methods

Eun-Ji Choi^{a1}, Kyung-Soo Kim^a, Gi-Hwan Kang^a, Gwon-Jong Yu^a, Hyung-Keun Ahn¹, Deuk-Young Han¹
 Konkuk University¹, Korea Institute of Energy Research^a

Abstract - In this study, tabbing cell samples in the soft touch method are compared samples according to soldering voltage conditions. Series resistance and power loss is measured by two measurement method. As a result, probe measurement method was found optimized soldering voltage optimized according to voltage condition and clamp measurement method was not difference. The purpose of this paper is to analysis the principle of measurement method.

1. 서 론

태양전지를 모듈로 제작했을 때 약 3~4%의 출력손실이 발생하는데 이런 출력손실은 각각의 공정과정과 측정의 불균일로 발생된다. 모듈의 다양한 공정 중 tabbing string 공정은 셀에 직접 고온을 가하여 리본을 soldering 하는 과정으로 태양전지의 직접적인 손상을 입혀 출력손실이 발생할 수 있다. 셀의 출력을 측정하는 방식과 모듈의 출력을 측정하는 방식의 차이를 파악해서 tabbing 후 저항의 변화를 관찰함으로써 출력손실을 예측하고 두 가지 측정방법을 비교하였다.

2. 본 론

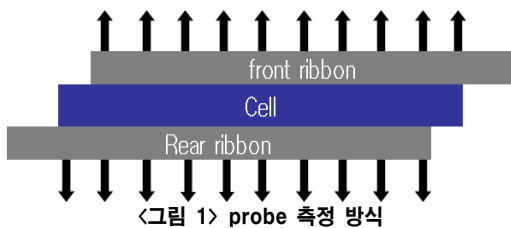
2.1 Tabbing 방식

Tabbing string 공정은 hot air, IR ramp, soft touch 등 다양한 soldering 방법이 있다. 방식의 차이는 다르지만 원리는 높은 고온을 가하여 리본을 녹이면서 부착하는 방법이다. 그 중 soft touch 방식은 셀 위에 리본을 올려놓고 리본 양 끝단에 전류를 흘려줌으로서 soldering 하는 방식으로 전압을 인가하여 전류를 제어하는 방식이다. 즉 전류가 흐를 때 고온이 발생하여 soldering 되는 것이다. 이 논문에서는 soft touch 방식으로 tabbing 한 셀 시료를 가지고 실험하였다.

2.2 실험방법

6인치 다결정 2 Busbar Cell과 60Sn40Pb 성분의 두께 0.15mm 폭 2.0mm의 리본을 사용하였다. soft touch 방식으로 사용하여 130V, 140V, 150V, 160V, 170V, 180V 6가지 tabbing 조건을 달리하여 string 을 하지 않고 셀 한 장씩만 tabbing 하여 시료를 만들었다. probe 측정 방식과 clamp 측정 방식, 2가지 방식으로 STC(Standard Test Condition) 조건에서 각각 측정하고, 신뢰성을 높이기 위해 각 조건마다 시료를 3개씩 만들고 각 측정 방법마다 3번 이상 측정하였다.

2.3 Probe 측정방식



<그림 1> probe 측정 방식

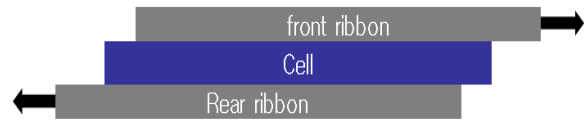
probe 측정방식은 <그림1>로 도식화하였다. 일반적으로 셀을 측정하는 방식과 같은 방식으로 셀의 리본위에 probe가 접촉해서 STC 조건에서 전류를 수직적으로 측정하는 방법이다.

$$R_s = R_{s, cell} + R_{front\ tabbing\ ribbon(vertical)} + R_{front\ contact} + R_{rear\ tabbing\ ribbon(vertical)} + R_{rear\ contact}$$

<식 1> probe 방식의 저항요소

<그림1>의 probe 측정 방식은 전류가 흐르고 수집되는 길이가 짧은 수직방향으로써 정확한 측정이 가능하다. 이 직렬저항요소에는 전류가 흐르는 tabbing 된 리본의 수직방향 저항과 셀의 버스바와 리본이 접합하는 부분의 접촉저항요소가 있다. tabbing된 리본의 수직방향 저항은 너무 작아서 무시해도 될 정도이므로 이 방식으로 측정을 하면 접합부 분에서의 저항값을 비교적 정확하게 알 수 있다.

2.4 Probe 측정방식



<그림 2> clamp 측정 방식

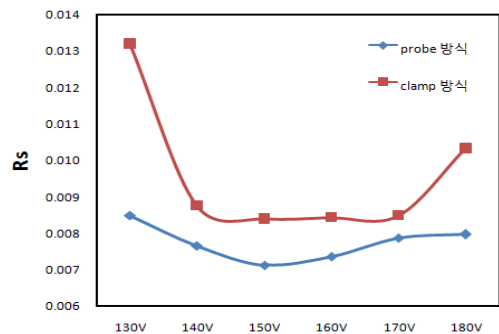
0두번째 방식으로 <그림2>는 모듈의 출력을 측정하는 방식과 같은 원리로서 리본양단 끝에 clamp가 접촉해서 리본의 수평방향으로 흐르는 전류를 측정하는 방법이다.

$$R_s = R_{s, cell} + R_{front\ tabbing\ ribbon(horizontal)} + R_{front\ contact} + R_{rear\ tabbing\ ribbon(horizontal)} + R_{rear\ contact}$$

<식 2> clamp 방식의 저항요소

<그림2>의 clamp 방식은 전류의 흐름이 tabbing 된 리본의 수평방향으로 수집이 된다. 리본과 셀의 버스바 접합저항요소뿐만 아니라 수평방향의 저항요소까지 같이 측정된다. 이 측정된 값은 probe 방식보다 저항 값이 크게 나오는데 그 이유는 tabbing된 리본수평성분의 저항값이 접촉 저항값 보다 매우 크기 때문이다.

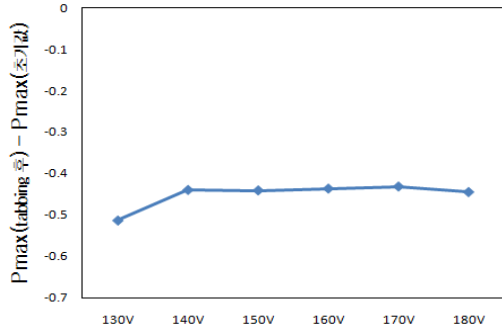
2.5 측정결과



<그림 3> 다른 측정방식의 직렬저항 값

<그림 3>은 probe 측정 방식에서 130[V]에서 높은0.0085[Ω]저항값을 가지고 전압조건이 높아짐에 따라 저항값이 점차 낮아지고, 150[V] 조건에서 가장 낮은 0.007131[Ω]저항값을 가지며 인가전압이 더 높아짐에 따라 다시 저항값이 증가하는 것을 보인다. 이것으로 보아 150[V]일 때 가장 낮은 저항값이 측정되었다. clamp 방식으로 측정 한 값은 130[V]에서 0.0132[Ω]의 높은 저항값을 가지는데 이는 낮은 온도로 인해 접촉이 되지 않은 것으로 판단된다. 180[V]조건에도 0.01033[Ω] 높은 저항값을 보이는데 온도가 너무 높아 관압이 된 것으로 판단된다. 그리고 그 사이의 조건들에서는 저항의 변화가 크게 없었다. 이것은 접촉 저항값의 변화가 없는 것이 아니라 Clamp 측정 방식이 접촉된 저항값보다 tabbing된 리본의 수평 저항값의 영향이 더 크기 때문이다..

optimisation of the tabbing ribbon”, European Photovoltaic Solar Energy Conference, 2000



<그림 4>clamp 측정 방식의 출력차이

<그림 4>는 clamp방식으로 측정 한 것이다. 130[V]에서 가장 많은 출력손실이 있었고 나머지는 0.43~0.44[W]의 비슷한 출력손실을 보인다. 180[V]조건에서 출력손실이 조금 더 높아졌는데 이것은 온도가 너무 높아 리본이 셀의 bulk층까지 녹은 것으로 예상되어진다. <그림 3>의 저항값과 비슷한 추이를 보였다. clamp 측정방식은 tabbing 조건에 따른 모듈의 출력이 tabbing 되는 시점 어느 온도 이상이면 온도 차이에 따라 출력차이가 미비하다.

probe 방식으로 측정했을 때 tabbing 조건에 따른 분명한 최적화되는 조건이 보였지만 clamp 측정방식에서는 140[V]~170[V] 사이의 tabbing 조건에 따른 차이가 크게 보이지 않았다. clamp측정 방식만으로는 tabbing 공정에서 발생하는 접촉저항에 의한 출력손실을 파악하기가 어렵다.

3. 결 론

이 연구에서는 soft touch 방식으로 인가전압 조건을 달리하여 6가지 조건의 tabbing한 시료를 probe 측정 방법과 clamp 측정 방법으로 각각 측정 한 후 그 결과를 비교해 보았다. probe 측정방법은 tabbing 조건에 따른 저항값의 경향을 확인할 수 있었다. 150[V]조건에서 최소화된 저항값으로 리본과 셀의 버스바가 잘 접촉되었다고 판단할 수 있었다. 이 측정방식은 셀의 버스바와 리본의 접촉 저항값을 잘 나타내주는 측정방법이다. 반면에 모듈을 측정 할 때에는 clamp 방식을 사용하는데 이 측정방법은 tabbing한 리본의 수평저항 성분이 접촉저항 성분보다 매우 크기 때문에 정밀한 tabbing 공정에서 발생하는 저항값을 나타내지는 못한다.

결과적으로 tabbing 셀 한 장으로 실험을 하여 그 차이가 작지만 분명한 추이를 볼 수 있었고 모듈을 만들기 위해서는 셀을 수십 장 직렬 연결하므로 모듈로 제작했을 때는 큰 출력손실이 발생한다. 모듈제작 후 clamp측정방식으로 측정하므로 tabbing 조건에 따른 출력차이가 없을 것이라 예상하지만 적합하지 않은 tabbing 조건으로 추후 내구성, 신뢰성 문제가 발생 할 것이다. 이것으로 보아 tabbing 공정 후에 probe 방식으로 시료를 측정하는 것이 모듈을 제작하기 위한 최적화된 tabbing 조건을 잡을 수 있다.

[참 고 문 헌]

- [1] D.H Neuhaus, "Loss analysis of solar modules by comparison of IV measurements and prediction from IV curves of individual solar cells ", European Photovoltaic Solar Energy Conference, 2005
- [2] Fu ming lin, "Performance determination of cell string by measuring the series resistance associated with the soldering ribbon And soldering temperature", IEEE, 2008
- [3] S.Roberts, "The reduction of module power losses by