

태양전지 Ribbon 소재에 따른 전기적 특성에 관한 연구 A Study on the Electrical Characteristics by Solar Cell Ribbon Materials

*전유재¹, #신영의², 손선익²

*Y. J. Jeon¹, #Y. E. Shin², S. I. Son²

¹여주대학교 자동차과

²중앙대학교 기계공학부

Key words : Silicon Solar Cell, I-V Curve, Efficiency, Thermal Shock Test

1. 서론

유가의 불안정과 화석연료의 고갈, 일본 후쿠시마 원전 사고 등 여러 가지 에너지고갈과 지구의 환경문제가 높아지면서 이를 해결할 수 있는 방안으로 차기 대체에너지로 주목되던 “태양광”산업이 주력 대체 에너지로 주목 받으며, 태양광 산업은 급속도로 발전해 가고 있다. 장기신뢰성 측면에서는 STC(Standard Test Conditions)하에서 전력 90%이며, 25년 보증은 STC하에서 전력 80%를 최소한 만족시켜야한다[1][2]. 하지만, 대부분의 인증시험은 태양전지 모듈인 복합인자에 대해 국한 되어 경년 시 나타나는 효율 감소의 정확한 분석이 미흡하다[3]. 따라서, 본 연구에서는 열충격 시험을 통하여 Ribbon 소재 및 태양전지 구조에 따른 효율 및 전기적 특성을 검토하였다.

2. 실험 방법

2.1 실험 시편

본 연구에 사용된 시편은 전면전극에 3-line에 Ribbon을 Tabbing한 단결정(Single-crystalline) Solar Cell을 이용하여 총 40개의 시편을 제작하였다.

Type	Condition	Solar Cell	EVA Cell
A	Sn-Pb 0.2t (60:40, 0.2mm)	5ea	5ea
B	Sn-Pb 0.25t (60:40, 0.25mm)	5ea	5ea
C	Sn-Ag-Pb 0.2t (60:2:38, 0.2mm)	5ea	5ea
D	Sn-Ag-Pb 0.25t (60:2:38, 0.25mm)	5ea	5ea

Table 1과 같이 Ribbon의 조성과 두께를 달리하여, 전면전극에 Ribbon만을 Tabbing한 Cell레벨에서의 Solar Cell 20개와 태양전지 모듈을 만들기

전 EVA(Ethylene Vinyl Acetate)만을 Lamination한 EVA Cell 20개를 각각 제작하였다.

2.2 열충격 시험

Solar Cell 레벨에서의 장기 신뢰성 평가 시험 규격의 부재로 KS C IEC 61215[4]를 인용하여 저온 -40℃, 고온 85℃에서 Lamping Time을 포함하여 각각 15분씩 유지하였으며, 총 30분을 1사이클로 600사이클의 열충격 시험을 수행하였다.

2.2 I-V 특성곡선 관찰

태양전지에 STC(수직복사 E=1000 W/m², 전지 온도 T=25℃ ± 2℃, 공기질량 AM=1.5)의 일사량을 주어 개방전압(V_{oc}), 단락전류(I_s), 최대출력전압(V_{mmax}) 및 전류(I_{mmax}), 최대출력전력(P_{mmax}) 측정하여 태양전지의 I-V 특성곡선 및 효율을 산출하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 효율 변화

열충격 시험 후 Solar Cell과 EVA Cell의 효율 변화를 표 2와 표 3에 나타내었다.

Cycle	0	600	Drop rate
Sn-Pb 0.2t	15.06%	11.17%	25.82%
Sn-Pb 0.25t	15.21%	12.28%	21.83%
Sn-Ag-Pb 0.2t	15.47%	10.72%	30.70%
Sn-Ag-Pb 0.25t	15.14%	11.11%	26.21%

Table 2와 Fig. 1에서 와 같이 열충격 시험 후 Solar Cell에서는 가장 적게 나타난 효율저하는 21.83%이며, 가장 크게 나타난 효율 저하는 30.70%를 나타내었다. 전체적으로 많은 효율저하를 보였으며, Ribbon의 두께가 0.2t였을 때 더욱 크게 나타

나는 것을 확인하였다.

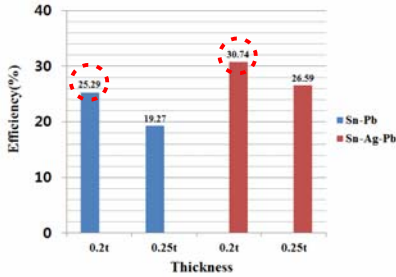


Fig. 1 Drop rate of Solar Cell

EVA Cell에서는 Table 3과 Fig. 2와 같이 가장 적게 저하된 효율은 11.87%이며, 가장 크게 저하된 효율은 23.24%로 나타났다. Solar Cell과 비교하였을 때 비교적 적은 효율저하를 보이고 있다. 하지만, 조성이 Sn-Ag-Pb Ribbon일 때 Ribbon두께와 관계없이 Sn-Pb Ribbon을 적용한 시편보다 효율이 크게 저하되는 것을 확인할 수 있다.

Cycle	0	600	Drop rate
Sn-Pb 0.2t	14.49%	12.77%	11.87%
Sn-Pb 0.25t	14.59%	12.65%	13.29%
Sn-Ag-Pb 0.2t	14.77%	11.54%	21.87%
Sn-Ag-Pb 0.25t	14.80%	11.36%	23.24%

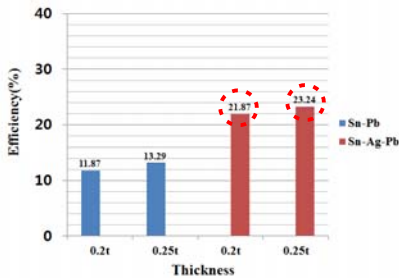


Fig. 2 Drop rate of EVA Cell

3.2 I-V 전기적 특성 변화(I-V 특성곡선)

Solar Cell에서는 Ribbon 두께에 따라, EVA Cell에서는 Ribbon 조성에 따라 효율에 크게 영향을 준 시편의 I-V 특성곡선을 Fig. 3과 4에 나타내었다. 이를 통하여 각각의 전기적 특성을 비교 분석 하였다. Fig. 3은 Solar Cell에서의 전기적 특성으로 Current 곡선의 기울기가 초기부터 급격하게 저하되는 것을 확인하였다. 이는 병렬저항의 감소로 인한 특징으로서, Cell 파괴로 인한 P-N전극의 손상

이 효율에 크게 영향을 주었다고 판단된다. 또한, Fig. 4의 Current 곡선은 초기 기울기가 나타나지 않았으며, 변곡이 빠르게 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 이를 통하여 EVA Cell에서는 직렬저항이 증가한 것으로 판단할 수 있으며, 이는 경년 시 나타나는 Cell 자체의 저항증가로 판단된다.

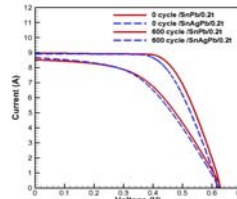


Fig. 3 I-V Curve of Solar Cell

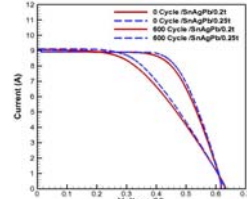


Fig. 4 I-V Curve of EVA Cell

4. 결론

본 실험을 통하여 Solar Cell에서는 Cell 파괴로 인한 병렬 저항의 감소로 인해 효율이 감소하였으며, Ribbon의 두께에 따라 크게 영향을 받는다고 판단된다. 또한, EVA Cell에서는 경년 시 나타나는 Cell 자체의 저항으로 인해 효율감소에 크게 영향을 주었다고 판단된다. 하지만, Solar Cell의 두께에 따른 효율저하의 차보다 EVA Cell에서의 Ribbon 조성에 따른 효율 저하의 차가 크다는 것을 확인할 수 있었다. 향후 모듈화 되었을 때 경년 시 나타나는 효율저하에 크게 미치는 인자는 Ribbon의 두께보다는 조성의 비율이 크다는 것을 본 실험을 통하여 규명하였다.

후기

" 이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2012-0001532)."

참고문헌

1. "저탄소 녹색 성장을 위한 태양광 발전", (주) 도서출판 기다리, pp112, 2012
2. KSC-IEC 60904
3. M. S. Kang, Y. J. Jeon, D. S. Kim, Y. E. Shin, "The Study on Thermal Shock Test Characteristics of Solar Cell for Long-term Reliability Test", Journal of Energy Engineering, Vol. 21, No. 1, pp. 26-32, (2012)
4. KSC-IEC 61215