

태양전지 Ribbon 두께에 따른 효율변화에 관한 연구 The Study on the Efficiency Degradation by Solar Cell Ribbon Thickness

*강민수¹, #신영의¹, 김도석¹

*M. S. Kang¹, #Y. E. Shin¹, D. K. Kim¹

¹중앙대학교 기계공학부

Key words : Silicon Solar Cell, PV module, Reliability, Thermal Shock Test

1. 서론

최근 화석에너지 고갈현상과 환경오염문제 및 원전사고 등에 의해 그린에너지가 크게 부각되고 있다.[1] 그 중 가장 무한한 에너지원인 태양에너지를 이용하고자 많은 국가에서 태양에너지 개발에 몰두하고 있는 실정이다. 현재 가장 많이 사용되는 태양전지는 실리콘 기반의 태양전지이며, 현 기술은 이론효율에 근접한 기술력을 확보하였지만, 장기적인 신뢰성 측면에서는 취약한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 실리콘 태양전지의 신뢰성평가 및 수명 평가를 위해 ribbon접합부를 고찰하였으며, ribbon접합부의 두께에 따른 신뢰성평가를 수행하였다.

2. 실험 방법

2.1 실험 시편

본 연구에 사용된 시편은 Fig. 1과 같이 단결정 (Single-crystalline) Solar Cell을 이용하여 3-line의 Solar ribbon을 Tabbing하고 후면에 Backsheet와 전면에 Glass, EVA(Ethylene Vinyl Acetate)를 Laminate 공정으로 제작하였다. 사용된 ribbon의 조성은 SnPb(60:40)이며, ribbon의 두께를 0.2 mm (A-type)와 0.25mm(B-type)의 두 가지 조건으로 각각 12개의 시편을 제작하였다.

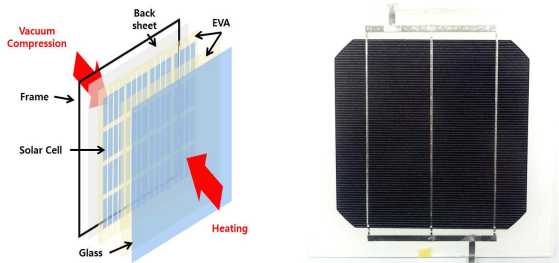


Fig. 1 Shape of Specimens

제작된 시편의 초기 효율은 A-type, B-type 모두 Fig. 2와 같이 평균 15.2% 로 같았지만, 편차는

A-type이 0.2, B-type이 0.4로 나타났다. A-type 보다 B-type의 편차가 2배 크게 나타난 이유는 7번 시편의 효율이 매우 낮게 측정되어 편차가 높아진 것으로 판단된다. 이는 A-type, B-type모두 접합성 및 태양전지 효율 특성에는 신뢰할 수 있으나, ribbon의 두께가 두꺼워 짐에 따라 제품의 불량률이 높아질 가능성이 있는 것으로 판단된다.

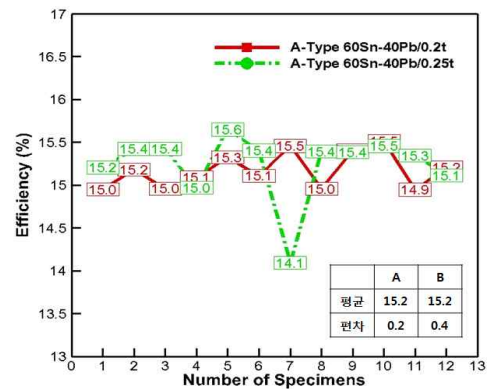


Fig. 2 Efficiency of Specimens

2.2 열충격 시험

태양전지 ribbon접합부의 접합능력을 평가하기 위해 Table 1과 같이 3가지 조건을 이용하여 열충격 시험을 수행하였으며, 각 조건에 시편을 4개씩 분배하여 시험을 수행하였다. Condition 2는 KS C 61215[2]의 온도 사이클 시험 조건을 인용하여 설정하였으며, Condition 2를 기준으로 ΔT 를 다르게 하여 설정하였다. 열충격 시험의 온도 프로파일은 Fig. 3과 같으며, 고온(T_{max}) 15분 저온(T_{min}) 15분의 30분을 1 cycle로 하여 총 600 cycle을 수행하였다.

Table 1 Test Conditions

	Condition 1	Condition 2	Condition 3
고온	65°C	85°C	105°C
저온	-40°C	-40°C	-40°C

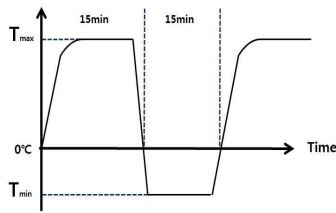


Fig. 3 Temperature profile of Thermal Shock Test

3. 결과 및 고찰

3.1 효율 변화

열충격 시험 후 효율 변화를 비교하기 위해 I-V 특성곡선을 측정하여 출력 변화를 관찰 하였으며, Table 2에 효율의 변화를 나타내었다.

Type	조건	0cycle	600cycle	Drop rate
A-type	Condition 1	15.3%	14.2%	7.5%
	Condition 2	15.1%	13.8%	8.6%
	Condition 3	15.1%	13.3%	11.6%
B-type	Condition 1	15.3%	14.1%	7.7%
	Condition 2	15.0%	13.0%	13.2%
	Condition 3	15.4%	12.3%	19.9%

초기 Condition 1에서의 효율 감소율은 A-type이 7.5%, B-type이 7.7%로 거의 차이가 없으나 Condition 2에서는 A-type이 8.6%, B-type이 13.2%의 효율 감소율을 보였다. 마지막 Condition 3의 조건에서는 11.6%, 19.9%의 높은 효율 감소율을 보이며, Δ 가 높은 조건에서 B-type의 시편들이 취약해지는 것을 확인할 수 있었다.

3.2 EL 측정

효율 감소율의 원인을 분석하기 위해 EL을 촬영한 결과 Fig 4와 같은 변화를 확인하였다. A-type은 Condition 3에서부터 열팽창계수 차에 의한 ribbon 접합부 손상이 발생하였으나, B-type은 Condition 1에서부터 ribbon접합부 손상이 발생하는 것을 확인할 수 있었다.[3] ribbon 두께의 증가로 인해 단면적이 늘어난 만큼 열팽창계수 차에 의한 응력 또한 증가하여 B-type의 시편이 더욱 큰 손상을 보인 것으로 판단된다.

향후 태양전지 ribbon 접합부에 발생하는 응력을 수치해석을 통해 접근할 필요성이 있으며, 다양한 두께 및 조성에 따른 시험을 진행하고 EL촬영 및 I-V 특성곡선을 측정하여 접합부의 수명에 관한 연구를 진행해야 할 것이다.

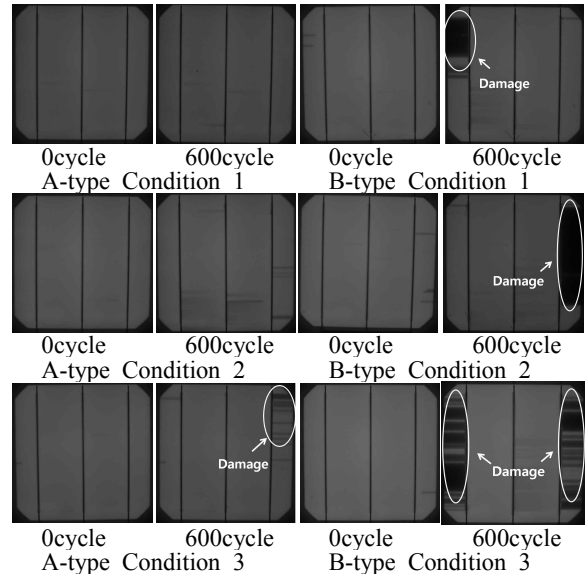


Fig. 4 EL Image of Specimens

4. 결론

본 연구의 결론은 다음과 같다. A-type(0.2 mm), B-type(0.25mm)의 시편 모두 초기 효율은 평균 15.2%로 같은 것을 확인하였다. 열충격 시험 600 cycle 후 B-type(0.25mm)의 시편이 A-type(0.2 mm)보다 효율의 감소율이 크게 나타났으며, EL 촬영을 통해 분석한 결과 B-type(0.25mm)의 ribbon이 접합부에 더 큰 손상을 유발하였다. 향후 ribbon의 두께에 따른 효율대비 접합성 확보에 관한 연구가 진행 되어야 할 것이며, ribbon 두께에 따른 열응력 시뮬레이션 및 추가적인 실험을 통해 ribbon 접합부의 영향성을 규명해야 할 것이다.

후기

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

참고문헌

1. J. S. Yeon, G. B. Kim "Investigation of Laser Scattering Pattern and Defect Detection Based on Rayleigh Criterion for Crystalline Silicon Wafer Used in Solar Cell" Journal of the KSPE/ v.28 no.5 = no.242, 2011, pp.606-613
2. KSC IEC 61215
3. M. S. Kang, D. S. Kim, Y. J. Jeon, 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)