

셀 표면의 충돌제트를 이용한 태양광발전 시스템 효율향상에 관한 연구

유상필*, 진주석**, 김혁균**, 김이현**, 정성대**, 서용석***, 정남조***

*(주)하이레벤 대표이사, **(주)하이레벤 연구원, ***한국에너지기술연구원

Improving the effectiveness of a photovoltaic system by water impinging jet on the surface of photovoltaic cells

Yoo, Sang-Phil* Jin, Joo-Seok** Kim, Hyuk-Kyun** Kim, Yi-Hyun** Jeong, Seong-Dae**
Seo, Yong-Seo*** Jeong, Nam-Jo***

*CEO of HILEBEN CO.,LTD.(phil@hileben.com),

**Researcher of HILEBEN CO.,LTD.(jjs@hileben.com),

***Korea Institute of Energy Research(ysseo@kier.re.kr)

Abstract

This study is focused on the improving effectiveness of a photovoltaic system. The characteristic of crystalline silicon solar cells, that 0.5% reduction in generating power is occurred by increasing temperature 1°C of module. Typically, average solar generating power is higher spring and fall than summer. Degradation phenomena shall shorten the life of the module when the temperature of modules is 70°C. Decreasing temperature 40degree of the module and increasing the solar power 20% was presented using the water impinging jet method on the surface of photovoltaic cells. It is shown that Impinging jet have an effected on heat and deliver effective substance from the area in which the injection is effective.

Keywords : Photovoltaic(태양광발전), Impinging jet(충돌제트), Effectiveness(효율)

기 호 설 명

T_m : 모듈온도 (°C)
 T_w : 냉각수 온도 (°C)
 T_s : 작동시간 (s)
 W : 출력 (Watt)

1. 서 론

최근 태양광발전 산업(photovoltaic power generation)은 저 탄소 녹색성장의 핵심 산업으로 급부상하고 있다. 발전 규모에 따라 설치된 넓은 면적의 태양광 모듈은 약 20년간

외부에 노출되어 광기전력(photovoltaic)을 발생시키고 있으나 모듈의 과열(overheating), 오염(contamination), 적설(drifted snow) 등으로 인한 출력저하로 수익성에 민감한 발전사업자들의 촉각을 곤두세우고 있는 실정이다.

결정질 실리콘 태양전지(crystalline silicon solar cells)는 그 재질의 특성상, 모듈의 온도가 1℃상승할 때마다 비례적으로 0.5%의 출력감소가 발생하게 되며, 70℃이상의 고온발생시 열화현상으로 모듈 수명을 단축(degradation)시키는 원인이 되기도 한다.¹⁻⁴⁾ 또한 태양광발전 모듈이 공기중의 비산먼지, 조류 분비물 등에 오염되면 광투과도가 현저히 저하되고 이에 따라 그냥 방치된 태양광발전 모듈이 세척된 태양광발전 모듈에 비해 평균 9.5%의 출력저하가 발생하게 된다.⁵⁾ 더욱이 겨울철 적설문제는 태양광발전 모듈의 출력을 더욱 급락시키는 원인이 되기도 한다. 본 연구에서는 열전달(heat transfer)과 모멘텀(momentum)전달 효과가 일반 유동에 비해 수 배 높은 impinging jet을 이용하여 고온의 모듈에 따른 냉각으로 태양광발전시스템 출력향상에 관한 실험을 수행하였으며 이에 대한 결과를 비교분석하였다.

2. 본 론

2.1 실험장치 구성

본 연구는 태양광발전시스템의 출력향상을 위하여 열전달과 모멘텀 효과가 큰 충돌제트를 이용하였으며 Fig.1과 같은 실험 장치를 구성하였다. 결정질 실리콘재질의 모듈 2장을 사용하였으며, 각 실험마다 1개의 모듈에 3개씩 총 6개의 thermocouple을 이용하였다. 원활한 실험과 실시간데이터를 분석하기 위하여 DAQmx Software를 설치, USB-6008 12-bit를 이용하는 방법을 사용하였다.

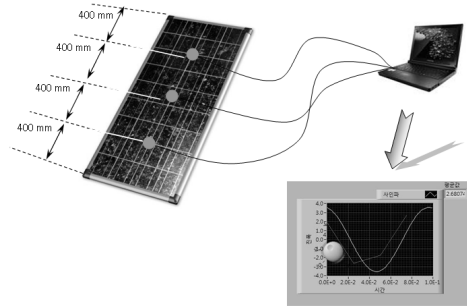


Fig. 1 Test preparation of Improving the effectiveness of a photovoltaic system by water impinging jet

2.2 실험진행방법

충돌제트에 사용된 작동유체로는 비압축성의 일반 냉각수를 사용하였으며 모듈냉각 실험 시 물의 온도는 8℃ 이고 2bar의 균일한 압력에서 각 180초의 분사시간으로 실험을 진행하였다. Table 1에 효과적인 실험을 진행하기위한 실험에 사용된 기본조건을 나타내었다.

Table 1 Test condition of cooling the crystalline silicon module using the impinging jet

Specification Parameter	Component Parameter
Sort of Module	Crystalline Silicon
Working Fluid	Water[liquid]
Temperature of Fluid	8℃
Atmospheric Pressure	1 bar
Working Time	180 sec
Working Pressure	2 bar

3. 실험 결과 및 고찰

충돌제트를 이용 태양광발전시스템의 출력향상을 위한 본 연구는 9번의 각기 다른 모듈의 온도에서 실험을 진행하였고 각 실험마다 6개의 thermocouple에서 측정된 모듈의

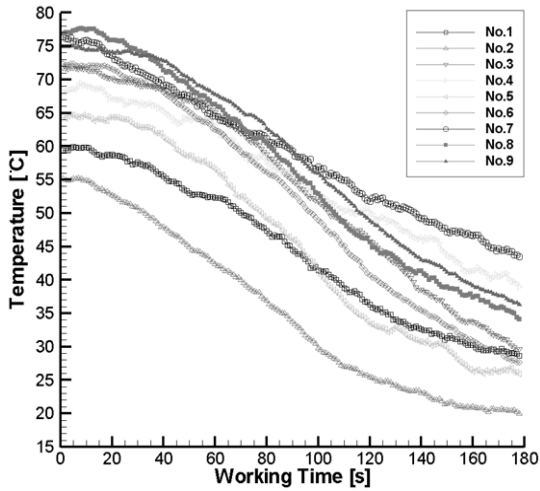


Fig. 2 Temperature drop of modules by water impinging jet

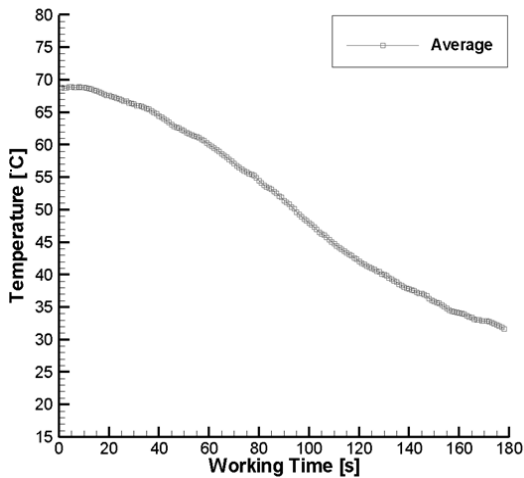


Fig. 3 Temperature drop average of modules by water impinging jet

온도 평균값을 측정하였다. 측정된 데이터는 Fig. 2에 나타내었으며, 결과에 따르면 No.6의 실험에서 최고 44.63°C의 온도 감소가 있었고, No.4의 실험에서 최소값인 29.19°C의 모듈온도 감소가 측정되었다. 9번의 실험에서 나타난 온도감소의 평균값은 Fig. 3에 나타난 바와 같이 37.16°C이다.

4. 결 론

본 연구는 태양광발전시스템의 출력향상을 위하여 열전달과 모멘텀 효과가 큰 충돌제트를 이용하였으며, 9번의 상이한 모듈의 온도에서 냉각실험을 진행하였다. 실험결과에 따르면 최고44.63°C에서 최소 29.19°C에 해당하는 모듈의 온도감소가 발생하였으며 이러한 결과는 22.215%에서 14.585%까지의 태양광발전 출력감소에 해당한다. 이러한 결과는 태양광발전을 기설치한 수익성에 민감한 발전사업자들은 물론 태양광발전에 관심을 보이고 있는 관련동종업계의 전문 인력들에게 또한 민감한 부분이라고 판단된다. 따라서 열화현상으로 인한 모듈의 수명단축과 효율성 있는 발전수익을 위해서는 반드시 모듈냉각이 필요하며 일반 유체를 사용하는 냉각보다는 물의 사용량도 적고 열전달과 모멘텀 효과가 큰 impinging jet를 이용한 방법이 효과적이라고 판단된다.

참 고 문 헌

1. Radziemska E, Klugmann E., "Influence of temperature on conversion efficiency of a solar module working in photovoltaic PV/T integrated system" Proc. of the XXIII Conf. of the Microelectronics and Packaging Society, Poland Chapter, IMAPS' '99 T.U. Koszalin; 1999:97-102.
2. Klugmann E, Radziemska E, Lewandowski WM. "Effect of temperature on conversion efficiency of solar module." Proc. of the 16th European Photovoltaic Solar Energy Conference, Glasgow, UK; 2000:2406-9.
3. Radziemska E, Klugmann E. "Thermally affected parameters of the current-voltage characteristics of silicon photocell." Energy Conversion & Management, in press.
4. Garg HP, Agarwal RK. "Some aspects

of a PV/T collector/forced circulation flat plate solar waterheater with solar cells." *Energy Conversion and Management* 1995;32:87-99.

5. H. Haeberlin and J. D. Graf, 1998 "Gradual Reduction of PV Generator Yield due to Pollution", 2nd World Conference on Photovoltaic Solar Energy Conversion, Vienna, Austria