Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society
Vol. 16, No. 4 pp. 2966-2970, 2015

http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2015.16.4.2966
ISSN 1975-4701 / eISSN 2288-4688

태양전지 모듈의 효율개선을 위한 지열교환 장치 개발

이제훈[1], 오훈[1], 김준성[1], 김도웅[1], 박왈서[1*]
[1]원광대학교 전기공학과

Development of geothermal exchanger for efficiency improvement of solar cell module

Jei-Hoon Lee[1], Hun Oh[1], Jun-Seong Kim[1], Do-Woong Kim[1], Wal-Seo Park[1*]
[1]Department of Electrical Engineering, Wonkwang University

요 약 최근 태양광발전은 정부의 재생에너지 지원책에 의해 널리 보급되고 있다. 하지만 발전효율은 태양전지 모듈이 일정 온도보다 높게 유지될 때 떨어진다. 따라서 일정온도 이하로 유지하는 것이 필요하다. 본 논문에서는 태양전지 모듈의 효율을 개선하기 위해서 지열교환장치를 개발하였다. 지열교환장치는 태양전지의 열 흡수판과 열전도판 그리고 방열기로 구성된다. 태양전지 모듈의 열은 지열교환 장치에 의해 땅속으로 방열한다. 결과적으로, 지열교환장치는 태양전지모듈의 발전량을 증가시키며, 실험결과는 발생전력이 약 36% 증가함을 보여 주고 있다.

Abstract Recently, solar light power generation is widely extended by support policy to regeneration energy. However generation efficiency is decreased when solar module maintain higher than certain point temperature. Therefore, it is need to maintenance under certain point temperature. An method of solving this problem, this paper is developed geothermal exchanger for efficiency improvement of solar cell module. Geothermal exchanger consisted of heat absorber of solar cell module and heat conductor and radiator. Heat of solar cell module is radiated in the earth by geothermal exchanger. An a result, geothermal exchanger is increased generation amount of solar cell module and experiment result showed costs to about 36% increment of generation power.

Key Words : Efficiency improvement, Geothermal exchanger, Solar cell module

1. 서론

에너지 사용량은 매년 증가 하고 있으며, 전 세계적으로 자원고갈 및 화석 연료 소비에 의한 지구 온난화 등의 문제점에 의해서, 재생에너지 보급이 절실히 요구되고 있다. 무한성과 무공해성을 갖는 수력 풍력 및 태양광등의 재생에너지원 중에서 최근 태양광 발전 시설이 널리 보급되고 있다. 현재 대부분이 사용하고 있는, 태양전지 모듈의 광전 변환 효율은 약 16 ~ 17%이다. 태양광 발전시설은 대부분이 평판 고정식이나, 일부에서 자연조사량을 최대로 유지하기 위해서 태양 추적식을 사용하기도 한다[1,2,3,4]. 우리나라의 경우 연평균 하루 일조시간이 3.82시간으로 조사 되었으며, 햇볕이 조사되는 시간에 최대의 전력을 생산하는 것이 필요하다. 태양전지에서 발생하는 전력은 모듈 표면에 입사되는 햇볕의 세기에 비례하여, 여름철이 발전량의 증대에 좋은 조건이 되나, 태양전지의 온도가 일정 이상 올라가면 캐리어의 이동도를 떨어뜨리기 때문에 발생 전류가 감소하는 특징을 갖추고 있다. 따라서 햇볕의 세기가 강한 여름 그리고 봄과 가을의 일정 기간에 발전량을 늘리기 위해서는, 태양전지 모듈의 온도를 일정온도 이하로 유지 하는 것이 필요하다[5,6,7].

본 논문은 2013학년도 원광대학교의 교비지원에 의해서 수행되었음.
*Corresponding Author : Wal-Seo Park(Wonkwang Univ.)
Tel: +82-63-850-6890 email: wspark@wku.ac.kr
Received January 5, 2015 Revised (1st February 26, 2015, 2nd March 9, 2015)
Accepted April 9, 2015 Published April 30, 2015

본 연구에서는 태양전지 모듈의 열을 대기 및 땅속으로 배출 시키므로, 모듈의 온도가 일정온도 이상으로 높아지지 않게 함에 있다. 제안된 지열전도를 이용한 태양전지의 냉각 방식은 태양전지 뒷면에 알루미늄 판을 밀착시켜서 열을 흡수하게 하고, 흡수된 열은 연결된 알루미늄 또는 철 프레임으로 전달하여 자체 방열과 땅속으로 방열하게 된다.

따라서 태양광 발전 시설의 수명을 20년으로 보고, 년중의 여름철과 봄과 가을의 일정기간 동안 일정의 효율을 증가시켜서 전력을 더 생산한다면, 태양광 발전사업자로서는 매우 매력적이라 판단한다.

2. 본론

2.1 실험 및 결과 고찰

여름철 태양전지 모듈의 온도를 낮추기 위해서, 모듈의 뒷면에 물이 흐르는 파이프를 부착하여 열을 배출시키는 방법이 시도되었으나, 각 모듈의 뒷면에 물 파이프를 접촉시키는 것과 파이프 배관이 용이하지 않아 실용화되지 못하였으며, 모듈 앞면에 물을 뿌리는 방법도 시도되었으나, 물이 너무 쉽게 말라 실용화되지 못하였다.

본 연구는 햇볕에 의해 태양전지 모듈에 축열되는 열을 대기로의 방열 및 지열교환장치를 이용하여 땅으로 방열 시키므로, 태양광 발전의 효율을 개선하기 위함이다. 실험에 사용된 태양광 모듈(한국 솔라센터 생산, 모델명 : SCM 60W, 최대 전압 19.4V, 최대 전류 3.19A, 가로×세로 : 530×760mm)은 60W 전력용량을 사용하였다. 부하는 15Ω 저항(전력용량; 20W) 3개를 병렬로 접속하여 사용 하였으며, 실험은 2014년 9월 1일에 수행하였다.

그림1은 현재 널리 사용되고 있는 설치방식의 태양광 발전기를 구현 하기위해 프레임 윗면과 태양전지 모듈사이에 5mm 두께의 종이를 삽입하여, 모듈에서 방열 프레임 쪽으로의 열전달을 막았으며, 모듈자체의 방열만이 있는 실험 장치이다.

그림2는 본 연구가 제안하고 있는, 대기로의 방열 및 지열전도를 갖는 태양전지 모듈의 실험 장치로서, 알루미늄 평판(두께 5mm, 가로×세로: 450×510mm)을 태양전지 모듈 뒷면의 약 57% 면적에 고정하였다. 알루미늄 평판(두께 5mm, 가로×세로: 450×1000mm)두개를 태양전지 모듈 뒷면에 부착된 알루미늄 판에 각각 일정길이(70mm)를 부착하고, 지면 쪽으로 135도 꺾어 지면아래에 500mm를 매립하였다. 지면 아래에 매립되고, 지면과 수직한 알루미늄 판의 위쪽에 알루미늄 방열판(두께 5mm, 핀 높이 35mm, 가로×세로: 220×220mm)을 두 개씩 각각 부착하였다. 그림3은 온도변화 곡선이며, 그림4는 시간대별 전압발생 크기를 나타내고, 그림5는 시간대별 전류발생 크기를 나타내며, 그림6은 시간대별 전력발생크기를 나타내었다. 그림3, 4, 5, 6에서 곡선1은 기존 방식을 나타내고, 곡선2는 대기 방열 및 지열 교환 방식을 나타낸다.

Fig. 1. Heat storage experiment equipment of solar cell module

Fig. 2. Experimental equipment to air radiation and geothermal conduction of solar cell module.

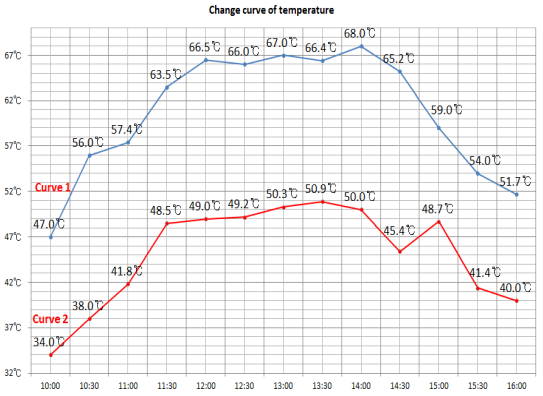

Fig. 3. Change curve of temperature

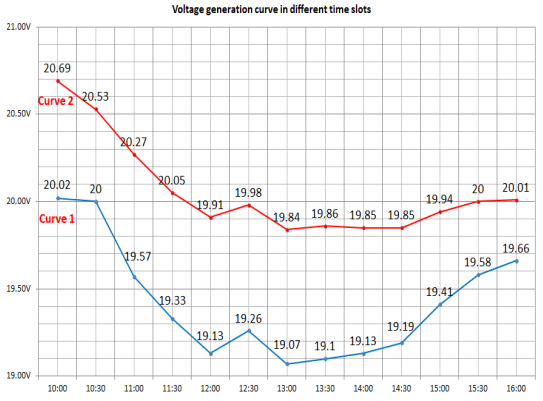

Fig. 4. Voltage generation curve in different time slots

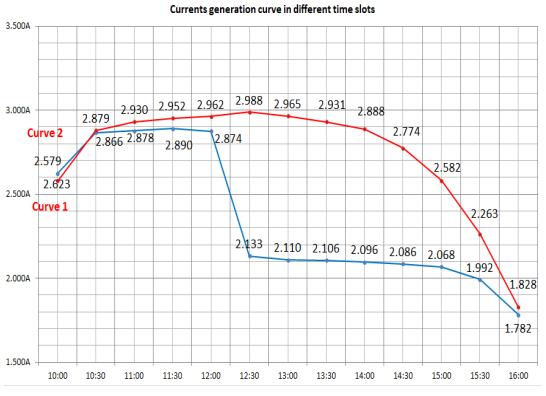

Fig. 5. Currents generation curve in different time slots

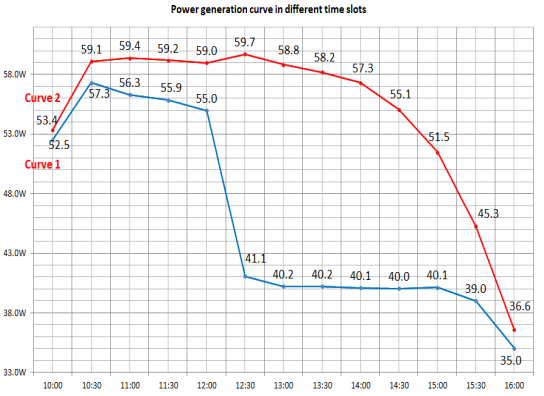

Fig. 6. Power generation curve in different time slots

그림3에서 보여 지듯이, 기존방식인 곡선1에서의 최고 온도가 68℃ 까지 상승하였으나, 대기 방열 및 지열교환 방식인 곡선2는 50℃를 초과하지 않았다.

태양전지 모듈에서 발생하는 전압은, 그림4에서 보는 바와 같이 곡선1의 최고전압은 20.69V, 그리고 최저전압은 19.85V이고, 곡선2의 최고전압은 20.02V 그리고 최저전압은 19.07V이다.

따라서, 본 연구에서 제시하는 방식이 더 높은 기전력을 발생한다.

그림5에서 기존방식을 나타내는 곡선2는 66℃부터 전류 발생이 급격하게 감소하기 시작하며, 본 연구 방식인 곡선2는 온도에 따른 전류감소를 보이지 않고, 일사량에 따른 완만한 변화를 보이고 있다.

이는 일정온도 이상으로 일정시간 이상 열을 유지하게 되면 전류가 급격히 감소하기 시작하고, 일정시간 일정온도 이상으로 유지하게 되면 온도가 떨어져도 단시간 내에 회복되지 못함을 알 수 있다.

이와 같은 이유는 태양전지의 온도가 올라가면 원자, 불순물 이온, 전자, 정공 등의 진동 폭이 커져, 이들 결정들과 캐리어의 충돌 횟수가 증가한다. 충돌 횟수의 증가는 캐리어의 이동도를 떨어뜨리게 되고, 결과적으로 전류생산이 감소하게 된다.

그림6은 전력발생을 나타내는 곡선으로, 대기방열 및 지열 교환 방식은 기존 방식보다 36%정도의 전력을 더 생산함을 보여주고 있다.

3. 결론

본 논문에서는 태양광 발전기의 태양광 모듈의 효율 개선을 위해서 지열전도를 이용한 태양전지모듈의 냉각 방식을 제안하였다.

기존방식과 본 연구 방식에서, 최고 전압의 차는 0.65V 그리고 최저 전압의 차는 0.78V를 보이고 있어서, 전압의 차는 1V 이내로 유지되고 있음을 보인다.

하지만, 기존방식과 본 연구 방식에서 발생 전류의 가장 큰 차는 0.855A이고, 해가 넘어 갈 때 까지 발생전류는 회복하지 못하는 특징을 보이고 있다. 그림6의 곡선1과 2의 면적의 차가 발생전력의 차를 나타내고 있으며, 곡선2가 곡선1보다 약 36%의 넓은 면적을 가진다.

따라서 본 연구의 지열교환장치를 사용하게 되면, 철골위에 고정하는 방식보다 약 36% 정도의 효율 증가를 가져 온다.

우리나라의 경우에 햇살이 가장 강한 여름 그리고 봄과 가을의 일정기간에 태양전지 모듈이 일정온도 이상으로 증가하여 전류 생산이 감소할 때에, 본 연구의 결과를 적용하여 태양전지 모듈의 온도에 증가에 따른 효율저하를 극복할 수 있어서, 앞으로 태양광발전 분야에 기여 할 것으로 기대 된다.

References

[1] H. J. Oh, D. Y. Lee, D. S. Hyun, “An improved MMPT converter with current compensation method for small scaled PV-application", IEEE IECON, Vol.2, pp.1113-1118, 2002.
DOI: http://dx.doi.org/10.1109/IECON.2002.1185428

[2] Korea Institute of Energy Research, “Sun Tracking Sensor using Photodiode”, Korea Patent 10-0369893.

[3] Kang-Sin Lee, Hyun-Seog Lee, Seok-Ju Yoo, Wal-Seo Park, “Development of Multi-flat Reflector Sun Tracking System for Sun Photocell Maximum Power Generation”, The Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers paper, Vol.25, Issues.11, 2011.
DOI: http://dx.doi.org/10.5207/JIEIE.2011.25.11.067

[4] Seok-Ju Yoo, Seong-Su Lee, Wal-Seo Park, “Application of Neural Network Control Algorithm and Maximum Power Tracking of Sun Photocell using Sunlight Sensor”, The Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers paper, Vol.25, Issues.11, 2011.
DOI: http://dx.doi.org/10.5207/JIEIE.2010.24.2.033

[5] chan-hee Park, “A cooling device of Solar-Cell using earth heat conduction by aluminum or iron pipe”, Korea Patent 10-329909.

[6] GREEN PLUS CO., LTD, “Radiant heat apparatus for solar module”, Korea Patent 10-10354810.

[7] Korea Institute of Ceramic Engineering and Technology, “Heat Dissipation Package Integrated Solar Cell Module Capable Of Improving Cooling Efficiency”, Korea Patent 10-1232034.

[8] K.-H. Um, K.-W. Lee, "Analysis of Deterioration Characteristics by Filtering Processes at 6.6kV Power Cable Systems in Operation", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol. 14, No. 4, pp.205-211, Aug. 31, 2014.
DOI: http://dx.doi.org/10.7236/JIIBC.2014.14.4.205

[9] K.-H. Um, "Development of Power Supply for Voltage-Adaptable Converter to Drive Linear Amplifiers with Variable Loads", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol. 14, No. 6, pp.251-257, Dec. 31, 2014.
DOI: http://dx.doi.org/10.7236/JIIBC.2014.14.6.251

이 제 훈(Jei-Hoon Lee) **[준회원]**

- 2014년 2월 : 원광대학교 공과대학 전기공학과 졸업
- 2014년 2월 : 원광대학교 대학원 전기공학과 석사과정 재학중

<관심분야>
재생에너지, 계측기 개발, 변환장치 개발

오 훈(Hun Oh) **[정회원]**

- 1993년 2월 : 원광대학교 대학원 전기공학과 (공학석사)
- 1997년 2월 : 원광대학교 대학원 전기공학과 (공학박사)
- 2011년 10월 ~ 현재 : 원광대학교 전기공학과 조교수

<관심분야>
재생에너지, 전기안전 진단, 계측기 개발

김 준 성(Jun-Seong Kim) **[준회원]**

- 2014년 2월 : 원광대학교 공과대학 전기공학과 졸업
- 2014년 2월 : 원광대학교 대학원 전기공학과 석사과정 재학중

<관심분야>
재생에너지, 계측기 개발, 변환장치 개발

김 도 웅(Do-Woong Kim) **[준회원]**

- 2014년 2월 : 원광대학교 공과대학 전기공학과 졸업
- 2014년 2월 : 원광대학교 대학원 전기공학과 석사과정 재학중

<관심분야>
재생에너지, 계측기 개발, 변환장치 개발

박 왈 서 (Wal-Seo Park) **[정회원]**

- 1985년 2월 : 조선대학교 대학원 전기공학과 (공학석사)
- 1992년 2월 : 원광대학교 대학원 전기공학과 (공학박사)
- 1994년 9월 ~ 현재 : 원광대학교 전기공학과 교수

<관심분야>
재생에너지, 변환장치개발