

Cooling System Development of BIPV Module Using Thermoelectron

崔正植* · 高在涉* · 鄭東和†
(Jung-Sik Choi · Jae-Sub Ko · Dong-Hwa Chung)

Abstract - This paper presents a cooling system using thermoelectron for improving the output of BIPV module. The temperature characteristic in regard to improving the output of BIPV system has rarely been studied up to now but some researchers only presented the method using a ventilator. The cooling system efficiency of BIPV module applied to a ventilator mainly depends on the weather such as wind, insolation etc. Because the cooling system of BIPV module using a ventilator is so sensitive, that is being set off by wind speed at all time but is unable to operate in the NOCT(Nominal Operating Cell Temperature) which is able to make the maximum output. The paper presents the cooling system using thermoelectron so as to solve such problems. The temperature control of thermoelectron can be controlled independently in the outside environment because that is performed by micro-controller. The temperature control of thermoelectron, also, can be operated around NOCT through algorism of the temperature control. Therefore, outputs of the whole system increase and the efficiency rises. The paper demonstrates the validity of proposed method by comparing the data obtained through a experiment of the cooling method of BIPV using a ventilator and proposed thermoelectron

Key Words : BIPV, Cooling system, Thermoelectron, NOCT

1. 서 론

기존 화석연료의 한계성과 그것의 사용으로 인한 환경오염이 인류의 생존마저 위협하는 상황에서 최근 대체에너지의 연구 개발의 필요성이 커지고 있다[1] 대체에너지원의 하나로 각광받고 있는 태양에너지는 청정에너지원이고, 무한정하며 소음이 없기 때문에 특히 주목받고 있다. 이러한 태양광발전은 특별한 유지관리, 공해 및 재료의 부식이 없이 간단하게 태양광을 이용하여 전기를 생산하는 기술로 다양한 응용분야가 있지만, 그중에서도 특히 PV를 건축물의 외피 마감재로 대체하는 건물 일체형 PV(Building Integrated PV)에 대한 기술개발이 전 세계적으로 활발히 진행되고 있다. 건물의 외피를 구성하는 요소로 통합된 PV 시스템은 전력생산이라는 본래의 기능에, 건물의 외피재료로서의 새로운 기능을 추가함으로써 PV 시스템의 설치에 드는 비용을 절감하는 이중 효과를 기대할 수 있다. 또한 기존의 독립형 PV시스템과 같이 설치 공간을 위한 별도의 부지확보가 필요 없기 때문에 경제성 측면에서 더욱 유리한 기술이다.[2]

BIPV 시스템을 효율적으로 건물에 적용하기 위해서는 시스템의 효율에 영향을 주는 요소를 분석하여 시스템 설계 시 이에 대한 고려가 필요하다. PV모듈이 건축 재료로 통합

되면서 대두되는 문제 중 하나가 모듈의 온도이다. BIPV 시스템은 PV 모듈이 건물에 부착되는 형태이어서 태양열과 벽체의 전도열에 의해 일반 PV 시스템에 비해 모듈 온도가 크게 상승하는 단점을 가지고 있다. 특히, 현재 가장 많이 이용하고 있는 결정질 실리콘 태양전지의 경우 PV 모듈 온도의 상승이 PV 시스템의 성능을 저하시키는 주요 요인이 된다. 일반적으로 모듈온도는 25℃(NOCT, Nominal Operating Cell Temperature)에서 1℃상승할 때 마다 약 0.5% 정도의 효율을 감소시키는 특성을 가지고 있다.[3] BIPV 시스템의 고 효율화를 실현하기 위해 PV 모듈 온도 측정에 관한 연구 및 모듈의 냉각시스템에 대한 연구가 필요한 실정이다.

열전 반도체재료의 열전 변환특성을 이용하여 열을 전기로 또는 전기를 열로 직접 변환시키는 열전 소자가 열전 발전(thermoelectric generation) 및 열전냉각(thermoelectric cooling)장치로서 에너지 산업 및 전기, 전자산업에 응용되고 있다.[4] 또한 기존의 컴프레서 냉각방식을 대체하여 언제 어디서든지 간편하게 냉각과 발열이 동시에 가능하여 기술의 적용에 따라 온도를 -70℃에서 +300℃까지 ±0.03℃ 정도의 정밀도로 제어하여 항온유지를 할 수 있다. 재료의 양단간의 직류전류를 인가하며 일단 발열하고 타단이 흡열하는 Peltier효과를 이용하는 반도체 냉각 방식으로서 오존층 파괴와 온실효과를 일으키는 Freon 등의 냉매를 사용하지 않기 때문에 환경 친화적이며, 또한 구조가 간단하면서도 신뢰성이 높고, 기계적 작동 부품이 없기 때문에 소음과 진동이 없으며, 회로의 국소부위에 대한 선택적인 냉각이 가능한 장점을 가지고 있다.

* 正 會 員 : 順天大 工大 電氣工學科 博士課程

† 正 會 員 : 順天大 工大 電氣工學科 正教授 · 上博

E-mail : hwa777@sunchon.ac.kr

接受日字 : 2008年 7月 7日

最終完了 : 2008年 8月 4日

따라서 본 논문에서는 BIPV 시스템 효율을 향상시키기 위하여 PV 모듈 온도에 관한 연구를 하였다. 모듈의 상승된 온도를 낮추기 위해 열전소자를 이용하였으며, 모듈의 온도가 일정온도에서 항온을 유지하도록 하여 온도상승으로 인한 시스템 출력 감소를 최소화 하였다. 또한 실증실험을 통하여 본 논문의 타당성을 입증한다.

2. 시스템의 모델링

2.1 태양전지 모델링

그림 1은 태양전지의 등가회로를 보여주며 단락전류 I_{sc} 는 이상적으로 광전류 I_o 과 일치하고, 다이오드 포화전류 I_o 에 의해서 결정되는 태양전지의 개방전압은 다음 식과 같다[5][6].

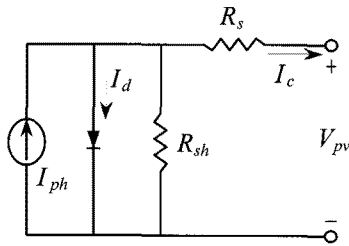


그림 1 태양전지 등가회로.
Fig. 1 Equivalent circuit of PV array.

$$V_{oc} = \frac{kT}{q} \ln \left[\frac{I_c}{I_o} + 1 \right] \tag{1}$$

여기서, V_{oc} 는 개방전압, k 는 볼츠만 상수, q 는 전하, I_o 는 포화전류, T 는 태양전지 동작온도[K]를 나타낸다. 또한, 온도의 변화에 따른 단락전류와 개방전압의 관계식은 다음 식과 같다.

$$I_{sc} = I_o \left[e^{\frac{qV_{oc}}{kT}} \right] \tag{2}$$

태양전지 모듈은 원하는 전압과 전류를 얻기 위하여 다수의 태양전지 셀을 직·병렬로 연결하여 구성하고, 또한 태양전지 어레이는 이러한 모듈을 다시 직·병렬로 연결하여 제작한다. 태양전지의 전류-전압 특성곡선을 얻기 위한 수식은 다음 식과 같이 표현된다.

$$I_{ph} = I_{sc} S_N + I_t (T_c - T_r) \tag{3}$$

$$I_d = I_o \left[e^{\frac{q(V_{pv} + I_c R_s)}{AkT}} - 1 \right] \tag{4}$$

$$I_o = I_{or} \left[\frac{T_c}{T_r} \right]^3 e^{\frac{qE_g}{Bk} \left(\frac{1}{T_r} - \frac{1}{T_c} \right)} \tag{5}$$

$$I_c = I_{ph} - I_d - \frac{V_{pv} + I_c R_s}{R_{sh}} \tag{6}$$

여기서, I_{ph} 는 광전류, S_N 은 단위 일사량, I_t 는 단락전류 온도계수[A/K], I_d 는 다이오드 전류, R_s 는 직렬저항, R_{sh} 는 병렬저항, T_c 는 태양전지 온도[K], T_r 은 태양전지 기준온도[K], A, B 는 제조상수, I_{or} 은 역포화 전류, E_g 는 에너지 밴드갭을 의미한다.

그림 2는 태양전지 어레이의 PSIM 모델을 나타내고 PSIM 시뮬레이션을 통해 태양광 발전의 이론적인 MPP를 구할 수 있다.

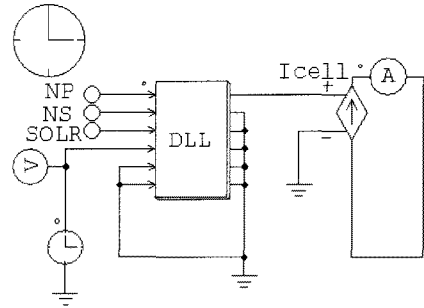


그림 2 태양전지 어레이의 PSIM 모델
Fig. 2 PSIM model of solar cell array

2.2 열전소자의 모델링

열전모듈을 제조하려면 두 개 이상의 반도체가 열적으로는 병렬, 전기적으로는 직렬로 연결된다. 모듈에서 각각의 반도체들을 element라고 부르며 n, p 한 쌍의 element의 연결을 thermocouple이라고 부른다. 일반적으로 모듈은 단층 모듈(single stage)과 복층모듈(multi-stage)로 구분된다. 일반적인 단층모듈(single stage cooler)은 그림 1.3에서 보는 바와 같이 두 개의 세라믹 plate와 그 사이의 p-type 및 n-type 반도체 소자(Bi2Te3 etc.)로 이루어진다. 반도체 소자들은 전기적으로는 직렬, 열적으로는 병렬로 구성된다.

그림 3에서 n-type 소자에 (+)방향 직류전류가 흐르면, 전자들은 p-type쪽에서 n-type 소자 쪽으로 움직이게 되고, cold side는 열을 흡수하면서 온도가 떨어지게 된다. 흡수한 열은 모듈의 hot side 쪽으로 이동하게 되며 heat sink 및 주위로 방출되게 된다. 이 때 열의 흡수 및 방출은 전류와 열전 소자쌍(thermoelectric element couple)의 개수에 비례하는 관계를 가진다. 일반적으로 peltier 효과에 의한 단위

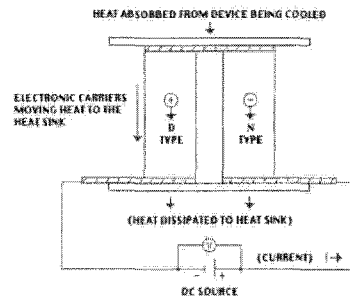


그림 3 일반적인 단층모듈의 전기적 연결
Fig. 3 General electrical connection of single story module

시간에 흡수되는 열량 Q_c 는 전류의 세기에 비례하지만, 열전 반도체 재료의 종류와 형태에 따라 제한된다. 최대 흡열량(Q_{c_max})은 모듈 양단의 온도차를 최소로 할 때 얻어지며, I_{max} 보다 더 큰 전류는 흡열량을 감소시킨다. 흡열량 Q_c , 발열량 Q_h , 소모전력 P 의 관계는 다음과 같이 표시한다.

$$Q_c = \alpha_e I T_c - \frac{I^2 R_e}{2} - K_e (T_h - T_c) \tag{7}$$

$$Q_h = \alpha_e I T_h + \frac{I^2 R_e}{2} - K_e (T_h - T_c) \tag{8}$$

$$P = Q_h - Q_c = \alpha_e I (T_h - T_c) + I^2 R_e \tag{9}$$

열전소자를 사용한 온도 제어 시스템을 설계하기 위하여 우선 제어대상인 열전소자를 모델링한다. 그림 4는 열전소자의 블록도를 나타내며 제어입력 u 는 열전소자에 인가되는 전압을 나타내며 T 는 이때 열전소자에서 발생하는 출력 온도를 나타낸다. 열전소자에 공급되는 전류는 입력되는 전압에서의 열전소자가 소모하는 전류로 입력되는 전압에 대한 최대 전류 값이 된다. 입력의 크기는 열전소자의 전기적 사양에 의하여 공급할 수 있는 최대 전압보다 작은 값으로 입력하고, 이때 출력은 열전소자의 전기적 특성에 따른 일정 온도로 수렴하게 된다. 즉 입력 u 의 계단입력에 대한 응답을 통하여 모델링 한다.[7]



그림 4 열전소자의 블록도
Fig. 4 Block diagram of thermoelectric cooler

열전소자의 입력 전원과 그에 대한 온도의 변화를 상태 방정식으로 나타내면 식(10)과 같다.

$$\dot{T} = -K(T - u) \tag{10}$$

여기서 K 값은 실험적인 방법으로 열전소자 모델에 계단 입력 전압을 입력하였을 때 초기 출력 값에서 정상상태 값까지의 63%가 되는 지점까지 시간을 측정하고 그 역수를 취함으로써 구할 수 있다. 열전소자의 실제 입, 출력에 관한 전달함수는 식(11)과 같이 1차 시스템의 형태로 모델링 된다.

$$G_T(s) = \frac{K}{s + K} \tag{11}$$

3. 제어 시스템의 구성

3.1 BIPV의 온도특성 분석

PV 모듈의 전기적 성능은 PV 모듈에 떨어지는 일사량과 온도에 의하여 매우 민감하게 변화하며 이는 설치되는 시스

템의 위치나 형태에 따라 변화됨을 알 수 있다. PV 모듈의 표면에 떨어지는 일사량에 따라서 PV 모듈 전면과 후면부의 온도가 높아질 경우 PV cell 자체의 성능이 저하되어 PV 모듈의 전기 생산 능력을 떨어뜨리는 결과를 초래하게 된다. 더구나 건물 일체형 태양광 발전 시스템의 경우 일사량 획득에 따라 건물 구조체의 전도열에 의해 모듈의 온도가 여름철의 경우 매우 높아지게 된다. Design pro 프로그램을 통해 PV 모듈의 주위온도에 따라 발전량의 변화가 나타남을 시뮬레이션 할 수 있고, 그림 5는 PV 모듈온도에 따른 발전량 변화를 나타내고 있으며 주위 온도가 25℃에서 1℃상승함에 따라 발전량이 떨어지게 된다. 50℃까지 상승할 경우 25℃일 때 보다 약 15%정도 출력이 감소하는 것으로 나타나, PV 모듈의 온도 상승이 발전효율에 영향이 큰 것으로 나타난다.

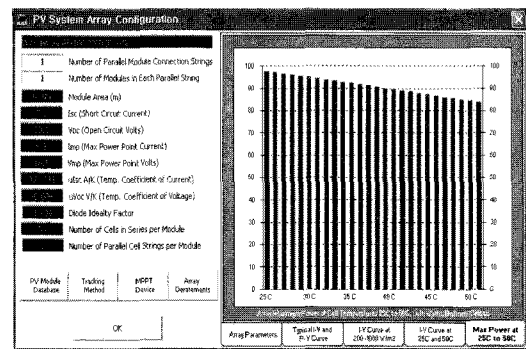


그림 5 PV 모듈온도에 따른 발전량 변화
Fig. 5 Change Power with PV Module Temperature

PV 모듈의 온도 특성 분석은 태양광 발전 설비의 인버터 선정에도 크게 영향을 미친다. 온도가 상승할 경우 발전 효율이 떨어지고, 온도가 너무 낮아질 경우에는 인버터의 MPPT를 위한 Voc 범위를 벗어나게 되어 최대 전력점 운전을 할 수 없게 된다.

3.2 PI 제어기를 이용한 온도제어 시스템

그림 6은 열전소자를 제어하기 위한 PI 제어기의 블록도를 나타낸다.

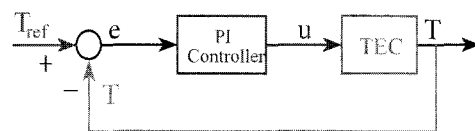


그림 6 PI 제어기의 블록도
Fig. 6 Block diagram of PI controller

여기서 T_{ref} 는 입력온도(NOCT), T 는 실제 모듈의 출력 온도, e 는 입력온도 인 NOCT와 실제 모듈의 출력온도간의 오차를 나타내고 있다.

열전소자(TEC)의 전달함수를 $G_T(s)$, PI 제어기의 전달함수를 $G_P(s)$ 라고 할 때, 전체 폐 루프 시스템의 전달함수는

다음 식(12)와 같이 정의 될 수 있다.

$$G(s) = \frac{T}{T_{ref}} = \frac{G_T(s)G_P(s)}{1 + G_T(s)G_P(s)} = \frac{K(k_p s + k_i)}{s^2 + K(1 + k_p)s + Kk_i} \quad (12)$$

여기서, k_p 는 비례상수, k_i 는 적분상수를 나타낸다.

따라서, 열전소자의 전달함수 $G_T(s)$ 와 PI제어기의 전달함수를 이용하여 제어 입력 u 를 구하면 다음 식(13)과 같다.

$$u(t) = k_p \{T_{ref}(t) - T(t)\} + k_i \int_0^t \{T_{ref}(\tau) - T(\tau)\} d\tau \quad (13)$$

3.3 제어 알고리즘 설계

일조시 모듈내부의 온도상승은 출력저하를 초래하는 중요한 인자이며 옥외에서의 동작환경은 기온, 풍속, 일사 강도 등이 수시로 변화하므로 표준적인 환경조건을 정하여 온도상승치를 파악하고 이 표준조건에 대한 설치 장소의 기상조건으로부터 추정된 동작조건의 차이를 보정하여 실제 동작상태의 온도를 추정한다. 이러한 모듈동작 온도의 추정에는 여러 가지 방법이 사용되고 있으나 NOCT 개념이 가장 대표적인 것이다.[8][9] 건물에 통합된 PV 모듈은 높은 태양복사 조건에서 주변의 온도보다 20-40°C 이상 높아질 수 있고 일반적으로 셀의 온도가 높아질수록 효율은 떨어진다. 그 이유는 온도가 높아질수록 전자의 흐름에 전기적 저항이 많아지기 때문이다. 따라서 건물에 통합된 PV 시스템의 디자인에서는 모듈의 높은 성능을 유지하기 위해서 모듈 뒷면에 자체 냉각효과를 가질 수 있는 방법이 필요하다.[10]

그림 7은 본 논문에서 제시한 BIPV 냉각시스템의 제어 알고리즘을 나타낸다. 먼저 BIPV의 모듈 후면 온도를 DAQ

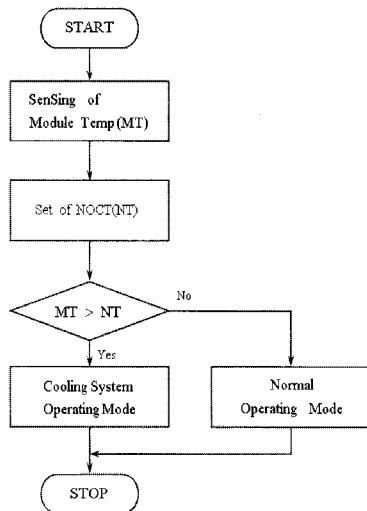


그림 7 BIPV 냉각시스템의 제어 알고리즘
Fig. 7 Control algorithm of BIPV cooling system

보드를 이용하여 센싱한다. 센싱된 데이터는 프로그램에서 설정한 NOCT와 비교하여, 모듈온도가 NOCT보다 높으면 열전소자에 전압을 인가하여 냉각을 하게 된다. 또한 모듈온도가 NOCT보다 낮을 경우에는 열전소자에 전압을 끊어 일반적인 동작모드에서 운전하게 된다. 이로서 태양전지 모듈은 일사량이 강한 낮 동안에도 NOCT 부근에서 운전하게 되므로 태양전지의 출력을 향상시킬 수 있다.

그림 8은 열전소자를 이용한 태양광 발전 냉각시스템의 전체 구성도를 나타낸다. PV 모듈의 후면에 그림과 열전소자를 부착하고 일사량계, 모듈온도계 및 외기온도계를 설치하여 냉각시스템을 제어하는 구성도이다. Micro-controller는 Atmega128로 구성하였으며 이를 통하여 NOCT에 알맞은 모듈온도를 제어할 수 있다. 또한 모니터링 시스템은 NI사의 DAQ 보드 60164U를 사용하여 실시간 온도 데이터를 측정하였다.

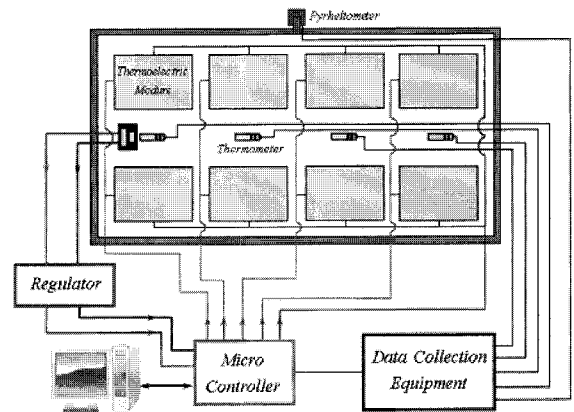


그림 8 BIPV 냉각시스템의 구성도
Fig. 8 Configuration of BIPV cooling system

그림 9는 제시한 제어 알고리즘을 적용한 제어보드를 나타내고 있다. 그림 10은 냉각시스템의 전원 회로도를 나타내며, 통신 및 아날로그 처리를 위한 5V DC 전원회로와 ATmega128 프로세서 제어 전원용 3.3V DC 전원회로를 분리하여 구성하였다.

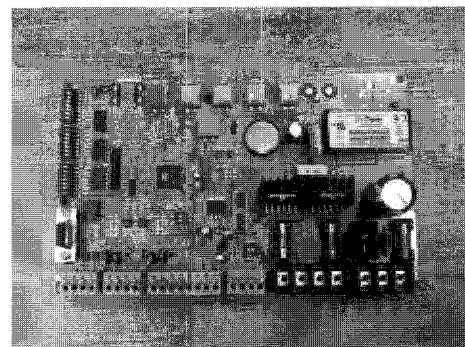


그림 9 제시한 제어보드
Fig. 9 Proposed control board

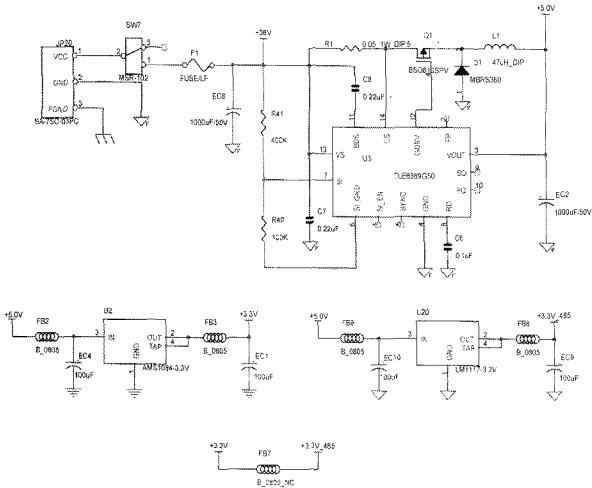


그림 10 냉각시스템의 전원공급 회로도
Fig. 10 Power supply circuit diagram of cooling system

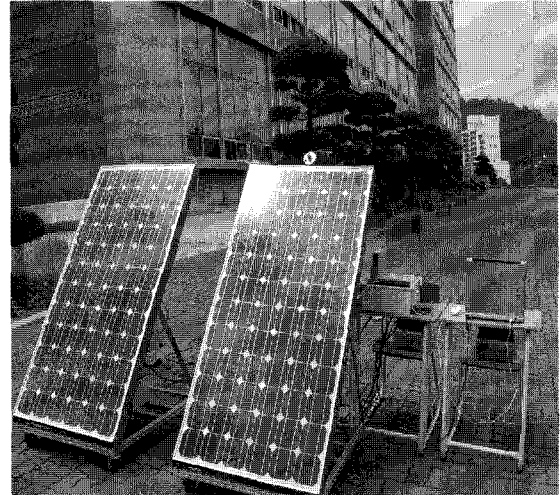


그림 11 BIPV의 냉각 실험 장치
Fig. 11 Cooling experiment equipment of BIPV

4. 실험 및 결과

표 1은 본 연구의 실증 실험을 위한 PV 모듈의 사양을 나타내고 있다. 사용된 모듈은 SCHOTT Solar 사의 ASE-160-GT-FT/MC이다.

표 1 PV 모듈 사양
Table 1 PV module spec

항목	상세 사양
정격출력	160Wp
최대전압	36.9V
최대전류	4.46A
개방전압	43.5V
단락전류	5.12A
전력온도계수	-0.47%/°C
개방전압 시 온도계수	-0.83%/°C
단락전류 시 온도계수	+0.10%/°C
모듈 동작 온도	-40°C ~ +90°C
NOCT	45.5°C
크기	1,620*810*50(mm)
무게	15.5kg

그림 11은 본 연구의 실증 실험을 위해 제작한 실험 세트를 나타내고 있다. 먼저 열전소자를 적용한 BIPV 모듈과 성능 비교를 위한 통풍구를 적용한 모듈의 두 개의 세트를 설계하였다. 또한 통풍구를 설치한 모듈은 통풍구를 막을 수 있어 일반적인 BIPV 모듈의 온도특성을 분석할 수 있으며, 비교 데이터를 얻을 수 있도록 제작하였다. PC와 제어보드는 RS-232 통신을 통해 온도제어 알고리즘을 구축할 수 있으며, PV 모듈 온도, 외기온도 및 일사량 등의 데이터를 실시간으로 모니터링을 할 수 있도록 DAQ 보드를 이용하여 설계 및 제작하였다.

그림 12와 13은 전력전자의 시뮬레이션 Tool인 PSim을 이용하여 온도에 따른 BIPV 특성을 분석한 것으로서 그림 12는 일사량이 변할 때 모듈 온도에 따라 개방전압을 나타

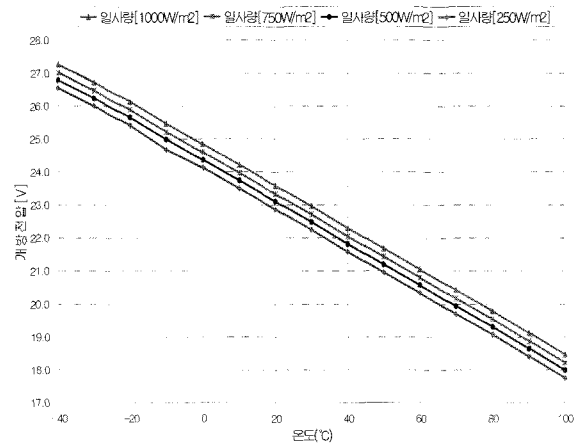


그림 12 온도에 따른 개방전압의 변화
Fig. 12 Change of open voltage by temperature

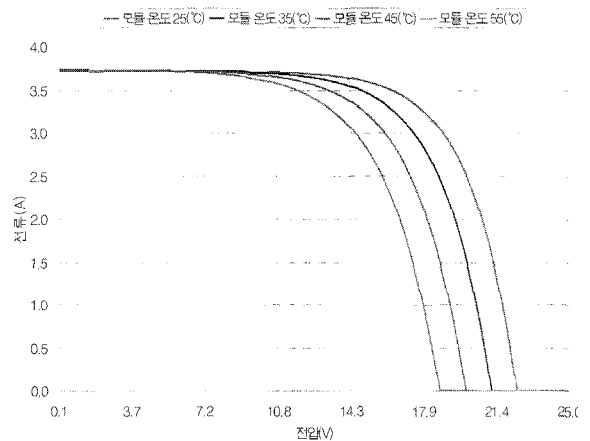


그림 13 온도변화에 따른 DC 출력 전압의 변화
Fig. 13 Change of DC output voltage by variable temperature

내고 있다. 개방전압은 일사량에 비례함을 알 수 있으며, 모듈의 온도가 상승함에 따라 전압이 하강함을 알 수 있다. 개방전압은 최대전력점 전압과 밀접한 관계가 있으며, 따라서 개방전압이 낮아질 수록 최대 전력점에서 떨어져 PV 출력이 감소한다. 그림 13은 온도변화에 따른 PV 모듈의 DC 출력 전압을 나타내고 있다. 온도가 55℃일 경우는 25℃일 경우에 비해 DC 출력전압이 약 3.5V 정도 감소함을 알 수 있다. 이는 온도가 상승할수록 모듈의 출력이 감소하여 결과적으로 효율이 떨어짐을 알 수 있다.

그림 14는 일사량 변화에 따른 PV 모듈온도를 비교하여 나타낸 것으로서 통풍구를 설치한 경우와 설치하지 않은 경우에 대하여 비교하였다. 실험 당일의 기상은 오전에 일사량이 높았고, 바람은 오전 11시경부터 오후 1시경 까지 1m/s의 약한 바람이 불었으며, 오후에는 거의 바람이 없는 조건이었다. 통풍구를 설치하지 않은 경우에는 일사량이 증가할수록 모듈 온도가 급격히 상승됨을 알 수 있었으며, 종래의 방법인 통풍구를 설치한 경우 바람이 부는 시간에는 모듈 온도가 낮아지는 것을 알 수 있다. 하지만 이와 같이 바람이 약하게 부는 경우에는 통풍구를 설치하는 모듈과 설치하지 않은 모듈의 온도는 크게 차이가 나지 않았으며, 따라서 종래의 통풍구 설치에 대한 방법은 외부환경에 의존적인 문제점이 발생하였다.

그림 15는 통풍구를 설치한 경우와 열전소자를 이용한 냉각시스템을 부착한 경우에 대해 비교한 것으로 열전소자를 부착한 PV 모듈은 외부환경 즉, 바람의 영향에 의존하지 않고 모듈의 온도가 일정 온도 이상이 되면 동작하여 냉각함으로써 종래의 방법에 비해 모듈온도가 낮아지는 것을 알 수 있었다. 또한, 열전소자를 부착한 모듈의 경우에는 온도가 NOCT 이상으로 상승될 때, NOCT 부근에서 동작하도록 제어가 가능하여 종래의 외부환경에 의존적인 통풍 냉각방법에 비해 우수한 성능을 입증하였다.

그림 16은 그림 14의 조건에서 PV 모듈에서 출력되는 전압을 나타내고 있으며, 바람이 부는 시간대를 기준으로 통풍에 의해 냉각되는 PV 모듈이 설치되지 않은 모듈의 전압에 비해 높게 나타나고 있다.

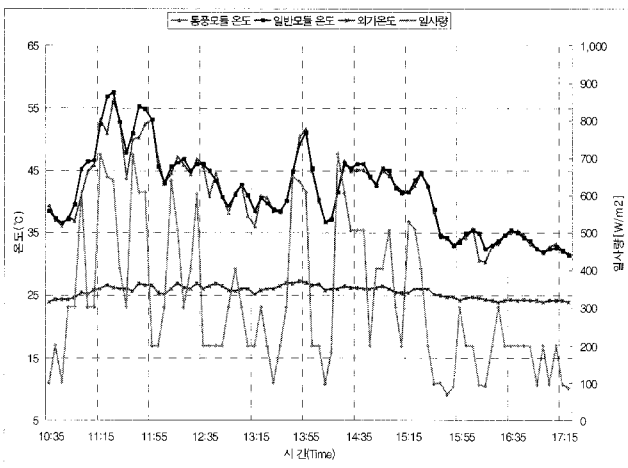


그림 14 PV 모듈 온도 비교(통풍모듈-일반모듈)
Fig. 14 Comparison of PV Module Temperature (Ventilator - Nominal Module)

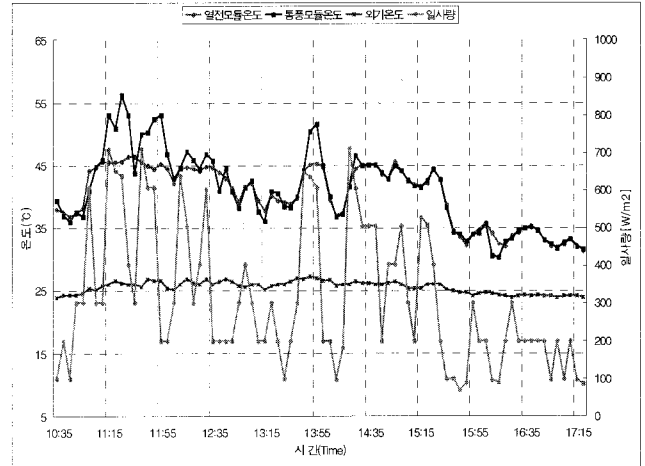


그림 15 PV 모듈 온도 비교(열전모듈-통풍모듈)
Fig. 15 Comparison of PV Module Temperature (Thermoelectron - ventilator Module)

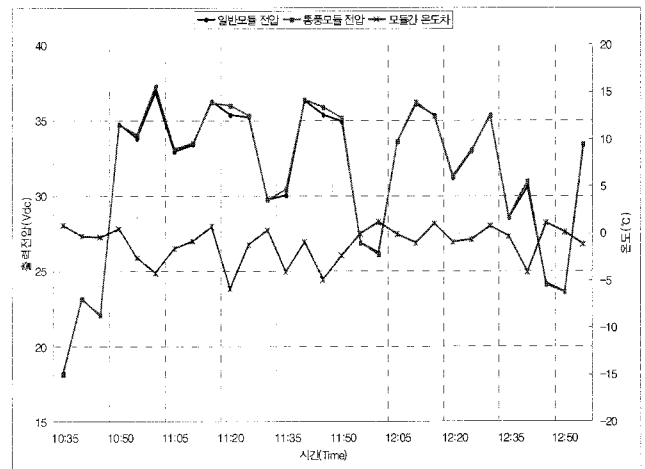


그림 16 PV 모듈 DC 출력전압 비교(통풍모듈-일반모듈)
Fig. 16 Comparison of PV Module DC Output Voltage (Ventilator-Nominal Module)

그림 17은 그림 15의 조건에서 PV 모듈에서 출력되는 전압을 나타내고 있으며, 모듈의 온도가 NOCT 이하일 경우 (즉, 열전소자가 동작하지 않은 경우)에는 종래의 냉각 방법과 모듈의 온도가 비슷하게 유지되나, 모듈의 온도가 NOCT 이상일 경우 열전소자를 부착한 모듈이 종래의 통풍구를 설치한 모듈의 전압에 비해 높게 나타나고 있다.

그림 18은 일반 모듈과 통풍구를 설치한 모듈 및 열전소자를 부착한 모듈에 대한 누적전력량을 비교한 것으로 통풍구를 설치한 모듈이 일반모듈에 비해 약 16W 정도 높게 나타나고 있고, 열전소자를 부착한 모듈은 종래의 통풍구를 설치한 모듈에 비해 약 40W 정도 높게 나타나고 있다.

따라서 본 연구에서 제시한 열전소자를 이용한 태양광 발전의 냉각시스템 개발에 대한 양호한 성능을 입증할 수 있다.

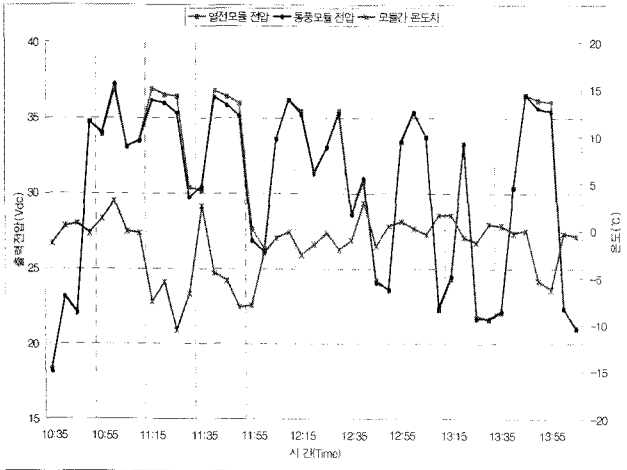


그림 17 PV 모듈 DC 출력전압 비교(열전모듈-통풍모듈)
 Fig. 17 Comparison of PV Module DC Output Voltage (Thermoelectron - ventilator Module)

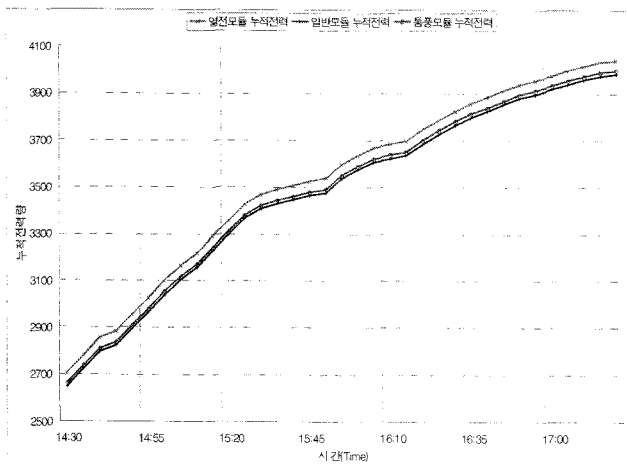


그림 18 PV 모듈 누적전력량 비교
 Fig. 18 Comparison of PV Module Accumulation Power

5. 결 론

본 논문은 열전소자를 이용하여 BIPV 모듈의 효율 상승을 위한 냉각장치를 개발하는 것이다. BIPV는 건물 일체형 PV모듈로서 일반 태양광 발전소에 사용되는 모듈과는 다르게 평가되고 있다. 일반 태양광 발전소에 사용되는 모듈은 모듈 후면이 자연풍이 통하게 되어 있어 시스템 효율이 모듈의 온도상승에 크게 영향을 미치지 못한다. 반면 BIPV 모듈은 건물 마감재로 사용되어 기류가 없게 되므로 보통 외기온도에 비해 약 40℃ 정도의 차이로 상승될 수 있다. 이러한 온도상승은 출력을 감소시켜 전체 시스템의 효율을 크게 떨어뜨린다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 냉각시스템에 범용으로 사용가능한 열전소자를 적용하여 온도제어 시스템을 설계하였다. 먼저 종래의 냉각방법과 비교 데이터를 분석하기 위해 통풍구를 개방할 경우와 통풍구를 폐쇄할 경우의 온도특성을 분석하였으며, 통풍구를 개방할

경우 BIPV 모듈의 온도가 최대 약 6℃정도 하강함을 알 수 있었다. 또한 모듈온도의 하강으로 인해 시스템의 출력이 증가하였으나, 냉각성능 평가 시 바람이 필수적으로 불어아하는 외부환경요소와 풍속에 따라 성능향상 정도가 가변되는 문제점 등이 발생되었다. 또한 본 논문에서는 제시한 열전소자에 의한 냉각시스템을 동작시킨 후 종래의 통풍방식의 냉각시스템과 비교하였다. 열전소자에 의한 냉각방법은 BIPV 모듈의 온도가 NOCT 이상이 될 경우 동작하여 일사량이 높은 낮 시간동안에도 NOCT 부근에서 BIPV 모듈이 동작하였다. 이로써 제시한 냉각방법을 적용한 결과 시스템 출력이 종래의 방법보다 더 높게 나타나고 있으며, 효율이 증가됨을 알 수 있다. 또한 외부환경에 독립적으로 제어할 수 있기 때문에 시스템의 효율성 측면에서 큰 장점을 가지고 있다. 따라서 본 논문에서 제시한 열전소자를 이용한 BIPV 냉각시스템의 타당성을 입증할 수 있었다.

감사의 글

본 과제(결과물)는 교육인적자원부·산업자원부의 출연금으로 수행한 산학협력중심대학육성사업의 연구 결과입니다.

참 고 문 헌

- [1] 구와노 유키노리, 태양전지판 무엇인가, 서울, 아카데미서적, 1999
- [2] H. H. R. Ensil, "Maxomum Point Tracking : A Cost Saving Necessity in Solar Systems", IEEE PESC '90, Vol. 1, pp. 1073-1077
- [3] Randall Thomas, Photovoltaics and Architecture, Sponpress, London, p.14, 2001
- [4] Nkano, H., Sasaki, S., Meda, M., Aiki, K, "Dual-in-Line Laser Diode Module For Fiber-Optic Transmission up to 4 Gbit/S." J.Lightwave Technol.(USA) Vol.LT-5, No.10, pp. 1402-11, Ref:33, 1987
- [5] 김형석, 박정민, 외 3인, "마이크로컨트롤러를 이용한 태양광발전용 승압초퍼용 MPPT 제어기에 관한 연구"
- [6] Geoff Walker, "Evaluating MPPT converter Topologies using a Matlab PV model", IEAust, vol. 21, pp. 49-56, 2001.
- [7] 강희철, "열전소자를 이용한 냉각장치 특성에 관한 연구" 전남대학교 교육대학원 석사학위 논문, 2006. 02
- [8] Hyeong-Ju Noh, Ding-Yun Lee, Ding-Seok Hyun, "An improved MPPT converter with current compensation method for small scaled PV-applications" IEEE IES, Vol2, pp1113-1118, 2002. 11
- [9] Jung-Yeol Lim, In-Su Cha, MPPT for Temperature Compensation of Photovoltaic System with Neural Networks", ISES'97, pp.275-277, 1997.
- [10] O. Humm et al., op. cit., p.13

저 자 소 개



최정식 (崔正植)

2005년 순천대학교 공대 전기제어공학과 졸업 2007년 2월 순천대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2007년 3월 동 대학원 전기공학과 박사과정

Tel : 061-750-3543

Fax : 061-752-9841

E-mail : cjs1108@scnu.ac.kr



고재섭 (高在涉)

2005년 순천대학교 공대 전기제어공학과 졸업 2007년 2월 순천대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2007년 3월 동 대학원 전기공학과 박사과정

Tel : 061-750-3543

Fax : 061-752-9841

E-mail : kokos22@naver.com



정동화 (鄭東和)

1979년 영남대 공대 전기공학과 졸업. 1981년 한양대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1987년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1988년~1989년 현대중전기(주) 기술연구소 책임연구원. 1989년~현재 순천대학교 정보통신공학부 교수. 2006년

10월 순천대학교 정보전산원장

Tel : 061-750-3543

Fax : 061-752-9841

E-mail : hwa777@sunchon.ac.kr

WebPage: <http://pelab.sunchon.ac.kr/~hwa777>