

태양전지 전·후면의 온도차에 관한연구

(A study on the temperature difference of module's front and back)

신혜영** · 최홍규* · 이근무* · 최경한*

(hye-young Shin** · hong-kyoo Choi* · guen-moo Lee* · Kyung-Han Choi*)

(** 홍익대학교 · * 홍익대학교)

Abstract

화석연료의 문제점을 보완하고 있는 태양광발전 시스템은 태양전지 모듈의 온도에 따라 출력량이 급격히 변화하는 특성을 가지고 있다. 이러한 특성을 잘 이해하고 전력생산을 극대화 하기위해 태양전지의 온도를 낮추기 위한 방법을 고려했다. 본 논문에서는 모듈의 전면과 후면에 똑같은 온도 감소 설비를 한 후 전·후면의 온도를 동시에 낮추는 것이 발전량에 더 큰 도움을 준다는 결론을 도출하였다.

Abstract

Photovoltaic system that is overcoming the problem of fossil fuel, changes the output quantity rapidly according to the temperature of module.

so, we studied this principle and considered the method making lower the temperature of module for maximization of electric power production.

In this thesis, we concluded that, we fit on below and upper direction of the module to decrease at the same temperature. lower temperature of below direction is more useful for the generating quantity.

1. 서론

태양광 발전은 반도체의 광기전력 효과를 이용하여 태양으로부터 발생하는 빛 에너지를 전기에너지로 변환하는 전력변환 및 제어 기술을 말한다. 하지만 태양에너지는 빛에너지뿐만 아니라 열에너지도 포함하고 있어 태양전지 모듈의 수명 및 출력에 적지 않은 영향을 미치고 있다. 태양전지의 출력은 모듈 표면으로 입사되는 태양빛의 세기와 태양전지의 온도에 따라 변하는 특성을 가지고 있는데 환경조건에 따라 전기 생산량이 의존적이다. 현재 가장 많이 이용하고 있는 결정질 실리콘 태양 전지의 경우 PV모듈 온도의 상승이 PV시스템의 성능을 저하시키는 주요 요인이 된다. 본 논문에서는 모듈의 전면과 후면의 온도를 감소시킨 후 발전량을 실측하고, 실측 data를 통해 태양전지의 전·후면의 온도변화에 따른 효율을 비교해 보았다.

2. 본론

2.1 실험 방법 및 실험 장치

태양전지의 온도변화에 따른 발전량의 변화를 측정하기 위해 건물옥상의 외부에 설치 되어있던 기존의 모듈 결선을 다음과 같이 바꾸어 설치하였다

표 1. 태양전지 모듈의 설치 조건
Table 1. Construct condition of solarcell

	모듈의 용량	모듈 종류	비고
1조	190[W]×12 =2.3[kW]	다결정	온도감소를 위한 장치 설치 없음
2조	190[W]×12 =2.3[kW]	실리콘	온도감소를 위한 장치 설치

1조의 모듈과 2조의 모듈을 각각 6직렬 2병렬결선을 하여 같은 용량으로 나누어 결선하여 비교해 볼 수 있도록 하였다.

표 2. 같은 조건에서의 1조 모듈과 2조 모듈의 발전량

Table 2. The amount of power generation of the 1group and 2group module related to the same condition

	1조 모듈	2조 모듈	비교
발전량[Wh]	3833.02	3645.18	4.9[%]

측정결과 1조 모듈과 2조 모듈의 발전량은 같은 조건(일사량, 풍속, 기온)에서 차이를 보이고 있다. 그리하여 2조 모듈의 온도를 변화 시켜 발전량을 증가 시키도록 하였다. 표 2에서 1조와 2조 모듈의 발전량은 4.9[%]의 차이를 나타내고 있다. 발전량 차이는 뒤에 실험 시 1조 모듈과 2조 모듈의 발전량 차이를 비교하는데 오차를 보정하는 상수로 사용한다. 2조에는 태양전지의 모듈의 온도를 감소시키기 위하여 온도 감소를 위한 장치를 설치함으로써 1조의 태양전지 모듈의 온도보다 감소시킨 뒤 온도변화에 따른 발전량을 비교해 볼 수 있도록 모니터링 시스템을 통해 발전량을 측정해 보았다.

그림 1. 모니터링 장치

Fig 1. monitoring

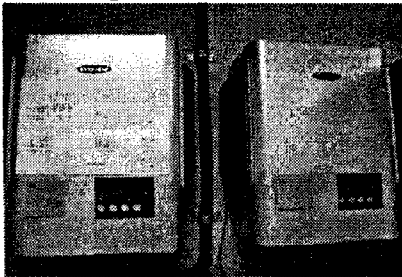
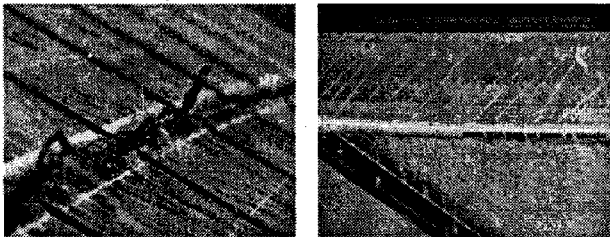


그림 2. 온도 감소를 위한 장치 작동모습

Fig 2. operating shape of the equipment for temperature diminution



2.2 태양전지 모듈의 온도변화에 따른 발전량 비교

태양전지 모듈의 전·후면의 온도차에 따른 발전량을 비교해 보기 위하여 2조 모듈의 전면의 온도만을 감소시키고, 다음 2조 모듈의 후면의 온도만을 감소시켜 보았다. 마지막으로 전면과 후면의 온도를 모두 감소시켜 전력값을 측정하였다. 각각의 실험의 비교를 위해 냉각을 시작한 후 30분 동안 5분 간격으로 측정된 data를 선정하여 1조 모듈의 측정값과 비교하여 효율 증가량을 계산하였다. 선정된 전력값은 일사량이 800이상인 경우에 한하여 선정하였다. 이 30분동안의 보정된 전력값은 2조 모듈의 전력값에 2.1절의 4.9[%]를 증가시킨 수치이다. 온도차에 따른 효율비교는 1조 모듈과 2조 모듈의

온도를 측정하여 1[°C] 감소시 효율이 0.4[%]증가한다는 태양전지의 특성을 고려하여 비교하여 보았다.

표 3. 2조 모듈의 전면의 온도를 감소시킨 경우의 각 모듈의 전력값

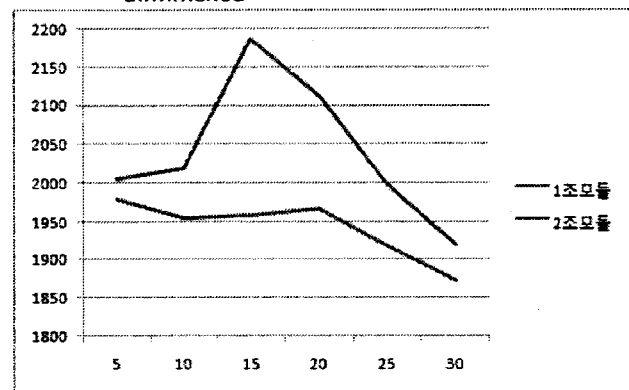
Table 3. The value of power generation on each module when temperature of the front is diminished

시간 [분]	1조 모듈		측정 전력 [W]	2조 모듈		보정된 측정 전력 [W]	
	모듈의 온도 [°C]	후 면		모듈의 온도 [°C]	측정 전력 [W]		
	전 면		전 면	후 면			
5	50	51	1978.89	39	51	1908.36	2005.97
10	50	51	1954.68	35	51	1922.05	2020.36
15	50	51	1958.36	29	35	2080.67	2187.10
20	50	51	1967.08	40	41	2011.06	2113.93
25	50	51	1918.69	43	50	1900.89	1998.12
30	50	51	1873.97	44	53	1826.87	1920.31

전면의 온도차	효율[%] (이론값)	후면의 온도차	효율[%] (이론값)	효율[%] (측정값)
11	4.4	0	0	1.4
15	6	0	0	3.4
21	8.4	16	6.4	11.7
10	4	10	4	7.5
7	2.8	1	0.4	4.1
6	2.4	-2	-0.8	2.5

그림 3. 2조 모듈의 전면의 온도를 감소시킨 경우의 각 모듈의 전력 그래프

Fig 3. The value of power generation graph on each module when temperature of the front is diminished



2조 모듈의 전면에 물을 분사한 경우 모듈의 온도가 전면은 최고 21[°C], 후면은 최고16[°C] 감소하고 효율은 1조 모듈과 비교하여 최대 11.7[%]증가하며, 평균적으로는 약 5[%]증가함을 보이고 있다.

표 4. 2조 모듈의 후면의 온도를 감소시킨 경우의 각 모듈의 전력값

Table 4. The value of power generation on each module when temperature of the back is diminished

시간 [분]	1조 모듈		측정 전력 [W]	2조 모듈		측정 전력 [W]	보정된 측정 전력 [W]
	모듈의 온도 [°C]			모듈의 온도 [°C]			
	전 면	후 면	전 면	후 면			
5	50	50	1971.93	44	48	1955.04	2055.04
10	50	50	1955.64	42	41	1969.73	2070.48
15	50	50	1970.29	34	27	2063.12	2168.65
20	50	50	1965.94	36	35	2012.45	2115.39
25	50	50	1957.67	42	41	1966.28	2066.86
30	50	50	1954.48	44	47	1932.67	2031.53

전면의 온도차	효율[%] (이론값)	후면의 온도차	효율[%] (이론값)	효율[%] (측정값)
6	2.4	2	0.8	4.2
8	3.2	9	3.6	5.9
16	6.4	23	9.2	10
14	5.6	15	6	7.6
8	3.2	9	3.6	5.6
6	2.4	3	1.2	4

2조 모듈의 후면에 물을 분사한 경우 모듈의 온도가 전면은 최고 16[°C], 후면은 최고23[°C] 감소하고 효율은 1조 모듈과 비교하여 최대 10[%]증가하며, 평균적으로는 약 6.2[%]증가함을 보이고 있다.

그림 4. 2조 모듈의 후면의 온도를 감소시킨 경우의 각 모듈의 전력 그래프

Fig 4. The value of power generation graph on each module when temperature of the back is diminished

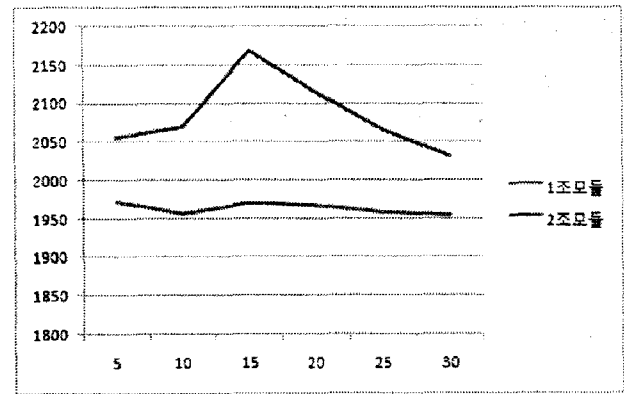


표 5. 2조 모듈의 전·후면의 온도를 감소시킨 경우의 각 모듈의 전력값

Table 5. The value of power generation on each module when temperature of the back and front are diminished

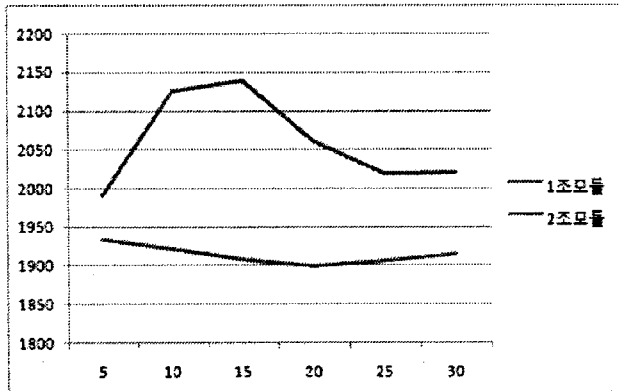
시간 [분]	1조 모듈		측정 전력 [W]	2조 모듈		측정 전력 [W]	보정된 측정 전력 [W]
	모듈의 온도 [°C]			모듈의 온도 [°C]			
	전 면	후 면	전 면	후 면			
5	50	54	1933.18	46	53	1894.35	1991.25
10	50	54	1920.96	41	34	2021.9	2125.32
15	50	54	1907.06	30	28	2034.36	2138.42
20	50	54	1898.54	35	32	1960.18	2060.44
25	50	54	1906.7	38	39	1921.37	2019.65
30	50	54	1914.33	42	41	1922.98	2021.34

전면의 온도차	효율[%] (이론값)	후면의 온도차	효율[%] (이론값)	효율[%] (측정값)
4	1.6	1	0.4	3
9	3.6	20	8	10.6
20	8	26	10.4	12.1
15	6	22	8.8	8.5
12	4.8	15	6	5.9
8	3.2	13	5.2	5.6

2조 모듈의 전·후면에 물을 분사한 경우 모듈의 온도가 전면은 최고 20[°C], 후면은 최고26[°C] 감소하고 효율은 1조 모듈과 비교하여 최대 12.1[%]증가하며, 평균적으로는 약 7.6[%]증가함을 보이고 있다.

그림 5. 2조 모듈의 전·후면의 온도를 감소시킨 경우의 각 모듈의 발전량 그래프

Fig 5. The value of power generation graph on each module when temperature of the back and front are diminished



실험결과 위의 실험모두 온도를 감소시킨 경우 온도 변화가 없는 모듈에서보다 효율이 증가함을 나타내고 있다. 그러나 첫 번째 실험과 두 번째 실험을 통해 모듈의 전면과 후면의 온도를 고려 해 볼 필요성이 있다. 첫 번째 실험에서 전면의 온도만 감소시켰을 경우 전면의 온도가 빠르게 감소하는 반면에 후면온도의 감소는 크게 변화를 보이지 않았다. 두 번째 후면의 온도만 감소시켰을 경우는 위와 반대로 후면의 온도는 빠르게 감소하지만 전면의 온도변화는 크게 변화를 보이지 않았다. 첫 번째 실험에서는 최대 효율은 11.7[%]로 크게 나타나지만 전면의 온도가 다시 상승하게 되면서 효율증가율이 급격히 줄어들게 된다. 반면에 두 번째 실험에서는 최대 효율값은 10[%]로 첫 번째 실험보다 낮은 값이지만 평균적으로 첫 번째 실험보다 높은 값을 보이고 있다. 세 번째 실험은 두 실험에서의 부족한 부분을 보완하기 위하여 전·후면의 온도를 모두 감소시킨 결과 최대 효율은 12.1[%], 평균값은 7.6[%]로 가장 높은 효율증대를 보이고 있다.

3. 결론

본 논문에서는 교토의정서의 온실가스 배출감소협약, 화석연료의 고갈에 따라 증가하고 있는 신·재생에너지 중 태양광 발전 시스템의 발전기술의 중요한 요소인 효율증대를 고려하여 태양전지의 온도변화에 따른 발전량을 검토해 보았다. 태양전지 모듈의 온도가 1[°C]감소하는 경우 효율 0.4[%]증가한다는 모듈의 특성을 고려하여 모듈의 온도를 감소시켜 발전량을 측정하였다. 실험결과 첫 번째 실험과 두 번째 실험을 비교해보면 전면의 온도 감소시는 온도를 감소시키는 초반의 효율증대가 크게 나타나며, 높은 최대치를 얻을 수 있게 된다. 또한 후면의 온도를 감소시키는 경우는 후면의 온도가 감소되면서 방열판과 같은 역할을 하며 장시간 효율이

증가하고 있어 평균적으로 높은 효율 증대를 얻을 수 있다. 두 실험만을 비교해 보면 후면의 온도 감소가 효율증대를 위하여 전면의 온도감소보다 효과적이라고 할 수 있다. 그러나 세 번째 실험의 결과는 두 실험에서의 부족했던 전·후면의 온도감소차이를 줄이게 되어 효율의 최대치도 높아지며, 장시간 효율 증가를 보이고 있다. 위와 같은 결과로 태양전지의 전·후면의 온도를 동시에 감소시키는 방법이 가장 효과적이라 할 수 있다.

태양전지의 온도 감소는 효율을 높일 수 있을 뿐만 아니라 태양전지의 수명연장에도 큰 영향을 미치고 있다는 연구결과도 찾아볼 수 있다. 또한 향후 태양전지 온도 감소에 대한 발전 증가량과 온도감소를 위한 장치설비의 경제성을 함께 비교하여 4계절마다의 특성에 적합하며 최대한의 효율을 얻기 위한 최적화 방안도 찾을 수 있어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- (1) German Solar Energy Society "Planning and installing Photovoltaic systems"
- (2) 이순형 "태양광 발전 시스템의 計劃과 設計"
- (3) Henry W. Brandhorst, Jr. Dennis J. Flood "THE PAST, PRESENT AND FUTURE OF SPACE PHOTOVOLTAICS"
- (4) 홍성구, 최홍규, 유해출, 이찬재, 한상권, 김태훈, "냉각시스템 설치에 따른 태양광 발전"
- (5) 산업자원부 "태양광 발전 용어집"