

## 단위 DSC셀의 직병렬 연결을 통한 소형 배터리 충전특성에 관한 연구

홍 지태<sup>1)</sup>, 최 진영<sup>2)</sup>, 서현웅, 김미정, 심지영, 김 희제<sup>3)</sup>

### A study of small size battery charging characteristic by serial-parallel connected DSC module

Jitae Hong, Jinyoung Choi, Hyunwoong Seo, Mijeong Kim, Jiyoung Sim, Heeje Kim

**Key words** : DSC(염료감응형 태양전지), DC-DC converter(DC-DC 컨버터), PV battery charger(광전 변환 건전지 충전기), charging characteristic(충전특성)

**Abstract** : To elucidate possible challenges for outdoor practical use of dye-sensitized solar cells(DSC), compared with conventional Si solar cells. DSC modules still need the larger area than conventional Si solar modules to attain the same rated output because of lower photoelectron-chemical conversion efficiency. However, using batteries backup systems, the measured data shows that DSCs gathered over 12% more electricity than Si solar cells of the same rated output power in same outdoor condition. Moreover, battery charging time of DSC is about 1 hour faster than same rate of Si solar module. In this paper, 12 single DSC cells prepared for 4 serialized DSC cells was connected in 3 row parallel which have same output power rate of Si solar module. This DSC module was practiced generating characteristic experiment over outdoor daylight condition and applied with PV battery charger by using DC-DC converter. The main advantages of DSC module battery charger as compared with conventional Si solar module one are shorter charge time and lower cost.

### 1. 서론

기본적인 DSC태양전지의 제조방법이 소개되었다.<sup>1)</sup> 일반적인 태양전지의 AM1.5에서의 변환 효율은 단위면적(1cm<sup>2</sup> 이하)에서 8~11%이며 대면적(100cm<sup>2</sup>)에서는 5~6%정도로 기존의 Si계 태양전지에 비해서는 낮은 변환효율을 보이며 기존의 태양전지와 동일한 출력의 모듈을 구성하기 위해서는 현재의 연구 성과로는 기존의 태양전지에 비해 거의 3배 이상의 면적을 필요로 한다.<sup>2)</sup> 하지만 DSC태양전지는 흐린 날의 발전이 가능하고 일일발전시간이 기존의 태양전지에 비해 3~4시간 정도 길기 때문에 동일한 출력을 가지는 기존의 태양전지 모듈과 비교하면 일일발전량이 DSC가 더 많다.<sup>3)</sup> 또한 DSC태양전지는 기존의 태양전지와는 달리 빛의 입사각에 거의 영향을 받지 않기 때문에 부가적인 제어설비도 필요하지 않다.

본 논문에서는 기본적인 단위 DSC태양전지를 제작하였으며 실제 건전지 충전특성을 비교하기

위해 단위 cell을 이용하여 직병렬 DSC모듈을 구성하였다. 이 태양전지 모듈을 DC-DC컨버터를 이용한 PV 건전지 충전기회로에 적용하여 건전지 충전 특성을 실험하였다.

### 2. DSC모듈과 PV 충전기 제작

건전지 충전특성을 실험하기 위한 직병렬 DSC 모듈을 구성하였으며, 충전특성을 얻기 위한 DC-DC 컨버터 회로를 제작 하였다.

- 
- 1) 부산대학교 전기공학과 레이저 및 센서응용실험실  
E-mail : hjt611@yahoo.co.kr  
Tel : (051)510-2770 Fax : (051)510-0212
  - 2) 부산대학교 전기공학과 레이저 및 센서응용실험실  
E-mail : dipper98@hanmail.net  
Tel : (051)510-2770 Fax : (051)510-0212
  - 3) 부산대학교 전기공학과  
E-mail : heeje@pusan.ac.kr  
Tel : (051)510-2364 Fax : (051)510-0212

## 2.1 DSC 모듈의 제작

### 2.1.1 단위 DSC cell

기본적인 DSC 단위 cell을 Fig. 1과 같은 순서로 제작하였다. TCO 전극은 일반적인 아세톤-에탄올-증류수(각 10분씩) 초음파세척기법을 이용하였다. TiO<sub>2</sub>는 50um 두께의 접착성 테이프를 이용하여 스크린프린팅 하였으며 450℃에서 30분 소결을 하였다. N719염료를 에탄올방식으로 염료 수용액을 제조하였으며 TiO<sub>2</sub> 광 전극을 24시간동안 염료수용액 속에 담근 후 무수에탄올로 광 전극에 남아있는 염료를 제거하였다. 상대전극은 RF 스퍼터링 방식을 사용하였으며 150W에서 2분 동안 Pt를 RF 스퍼터링 하여 준비하였다. 제작되어진 단위 DSC셀의 유효 면적은 16.5cm<sup>2</sup> 이며 AM1.5조건에서 I<sub>sc</sub> : 50mA(±12%), Voc : 0.83V(±5%)를 나타내었다.

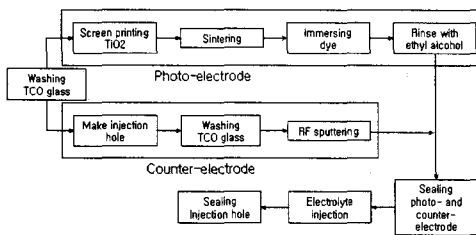


Fig. 1 Fabrication process of DSC solar cell

### 2.1.2 DSC 모듈의 구성

DSC 모듈을 DC-DC컨버터의 사양에 맞게 제작하였다. 4개의 단위 DSC cell을 직렬 연결하였으며 직렬연결 된 DSC를 다시 3열-병렬로 연결하였다. 실제 제작되어진 직병렬 DSC모듈을 Fig. 2에 나타내었다. 제작되어진 모듈은 조도 AM1.5에서 I<sub>sc</sub> : 110mA, Voc : 2.75V를 나타내었다.

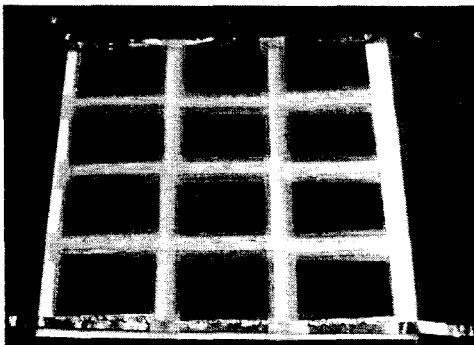


Fig. 2 4(serial) X 3(parallel) DSC module  
I<sub>sc</sub> : 110mA, Voc : 2.75V at AM1.5  
active area : 16.5cm<sup>2</sup> x 12

### 2.1.3 소형 건전지 충전 시스템

Fig. 3은 저전압 저출력 PV를 이용한 DC-DC 컨버터 배터리 충전기의 구조이다. DC-DC 컨버터 소자는 LTC3400이며 동작전압은 0.8- 3.3V, 스위칭 주파수는 12MHz이다. 출력전압은 2.5-5V이며 출력전압은 식 (1)의 출력 전압 식에 의해 결정되어진다.

$$V_{out} = 1.23 V_{in} \times \left[ 1 + \left( \frac{R1}{R2} \right) \right] \quad (1)$$

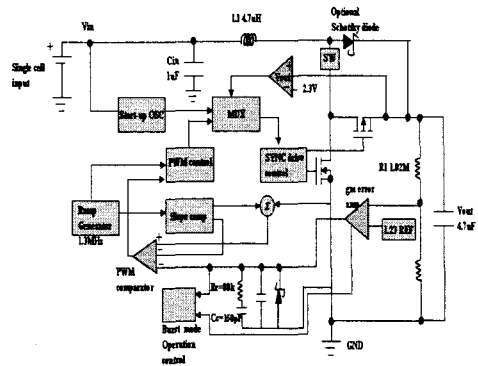


Fig. 3 architecture of PV Battery charger using DC-DC converter

## 3. 실험 결과 및 고찰

본 논문에서는 DSC모듈과 동일한 출력을 가지는 Si모듈을 각 실험의 비교용으로 사용하여 출력특성과 AA사이즈의 배터리 충전특성을 비교하였다.

### 3.1 DSC모듈의 출력 특성

Fig. 4에서는 동일 출력을 내는 DSC모듈과 Si태양전지 모듈을 인공조도 AM1.5비교하였다. AM1.5조건에서의 DSC태양전지의 FF가 Si태양전지에 비하여 5%낮음을 알 수 있다.

Fig. 5는 입력 조도를 5-25mW/cm<sup>2</sup>으로 가변하며 두 모듈의 출력을 비교한 것이다. 낮은 입력의 조도의 변화에서 DSC의 출력변화가 빨리 일어났으며 이는 DSC태양전지가 일출 혹은 일몰시간 근처의 낮은 조도에서도 발전이 가능하다는 것을 알려준다.

Fig. 6는 일조시간동안의 일일발전변화의 특성을 나타내었다. 측정한 날의 외부 조건은 황사로 인하여 빛의 산란이 심하였다. 그럼에서 알 수 있듯이 실제 동일조건 동일 출력을 가지는 Si태양전지에 비하여 약 12% 더 전력을 발전한 것을 알 수 있다.

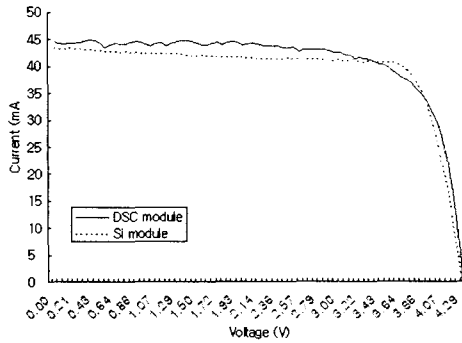


Fig. 4 I-V characteristics of DSC & Si modules

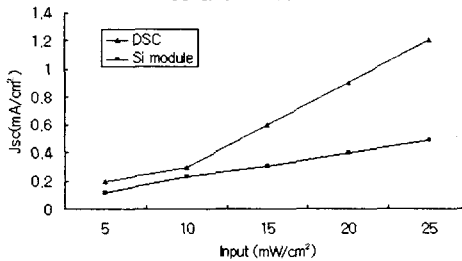


Fig. 5 current density characteristics of DSC & Si modules

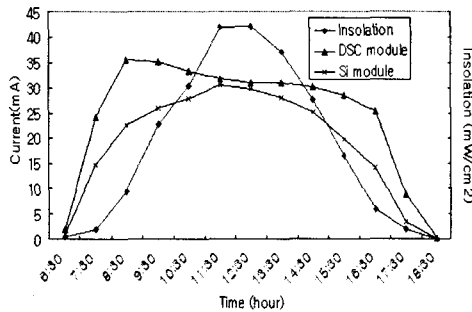


Fig. 6 output power characteristics of DSC & Si modules

### 3.2 DSC모듈의 충전특성

Fig. 7은 일조시간 동안 DSC모듈과 동일한 출력을 내는 Si모듈을 동일한 실외 조건에서 실험한 PV 건전지 충전기의 특성을 나타낸 것이다. 소형 배터리 AA사이즈의 최대 충전전압을 1.5V라 본다면 DSC태양전지가 1시간 정도 빨리 충전되어진 것을 알 수 있다.

## 4. 결론

DSC 태양전지 모듈을 구성하여 비슷한 출력을

나타내는 Si 태양전지와 AM 1.5 에서의 출력특성을 비교하였으며 실외에서의 출력특성과 소형 건전지 충전 특성을 비교하였다. AM1.5조건에서의 DSC의 출력특성은 Si에 비하여 FF가 5% 정도 낮게 나왔다. 하지만 저광에서의 전류밀도를 측정하였을 때 DSC 모듈의 빛에 대한 전류밀도의 변화가 Si모듈에 비하여 빨리 일어나 저광에서의 DSC의 장점을 알 수 있었다. 일일발전량의 조사에서는 DSC가 더 넓은 시간 대역에서 발전이 일어나 동일 출력의 Si 모듈에 비하여 12%이상 전력을 모았으며, 실제 건전지 충전특성을 비교하였을 때, Si 모듈보다 1시간정도 충전시간이 짧아짐을 알 수 있었다.

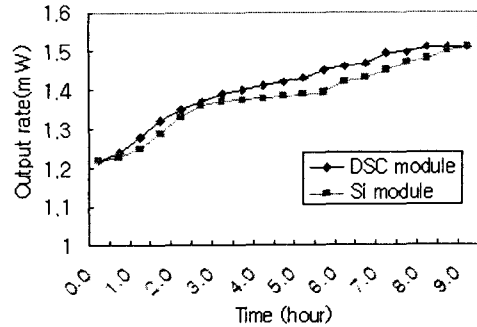


Fig. 7 charging characteristics of DSC & Si modules

본 연구는 한국과학재단 과제 연구비에 의하여 수행된 연구로서, 관계부처에 감사드립니다.  
과제번호: R01-2004-000-10318-0

## References

- [1] H. Pettersson, T. Gruszecki, L. Johansson, P. Johander. "Manufacturing method for monolithic dye sensitized solar cells permitting long term stable low-power modules" Solar Energy Materials & Solar Cells 77, 2003.
- [2] Hishikawa, Y. Yanagida, M. Koide, N. "Performance characterization of the dye-sensitized solar cells" IEEE 3-7 Jan. 2005.
- [3] T. Toyoda, T. Sano, J. Nakajima, S. Doi, S. Fukumotoa "Outdoor performance of large scale DSC modules" Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry 164, 2004.
- [4] Mohamad A. S. M., Seyed Mahdi M. B. "Microprocessor-Controlled New Class of Optimal Battery Chargers for Photovoltaic Applications" IEEE tran. ON ENERGY CONVERSION, VOL. 19, NO. 3, 2004.