

대면적 Ag 그리드 DSC 모듈을 활용한 AC 220V 상용 전원장치에 대한 연구

김 희제¹⁾, 서 현웅²⁾, 김 미정, 홍 지태, 심 지영, 이 상목, 김호성³⁾

A study on AC 220V common power supply system using large area DSC module with Ag grid

Heeje Kim, Hyunwoong Seo, Mijeong Kim, Jitae Hong, Jiyoung Sim, Sangmok Lee, Hosung Kim

Key words : Power conversion system(전력변환장치), Dye-sensitized solar cell(염료감응형 태양
전지), PWM inverter(PWM 인버터), DSC module with Ag grid(은 그리드 DSC 모듈)

Abstract : The Solar energy is either used as a solar thermal energy or converted to electrical power through power conversion system. The latter method is defined as a solar cell changing the solar energy into the direct electric energy or power conversion that convert the dc power into ac power. For the solar cell to be a practical alternative energy, the study should be focused not only on the solar cell ,but also the power conversion system for common power source.

In this study, we get the suitable power to common load ,using Ag Grid DSC(Dye-sensitized solar cell). Our purpose is to achieve the common solar cell power generation system ,using converter and PWM(Pulse width modulation) inverter system controled by DSP.

1. 서 론

화석 에너지의 고갈 문제와 환경문제에 대한 문제점이 부각되기 시작하면서, 대체에너지에 대한 중요성과 개발의 필요성은 날로 증가하고 있다. 다양한 대체에너지 중 태양에너지는 무공해 이면서 고갈되지 않아 화석연료를 대체할 만한 가장 경제적인 에너지라 할 수 있다.¹⁾

태양에너지는 태양열을 이용하거나 태양광을 전기로 바꿔 쓰는 형태로 활용된다. 이 중에서 태양광 에너지를 이용하는 방법으로는 태양전지에서 얻은 직류 전력을 사용하는 방식과, 직류 전력을 교류전력으로 변환하여 상용전원으로 사용하는 방식 두 개로 나눌 수 있다. 앞으로 태양전지가 실용적인 대체에너지원이 되기 위해서는 태양전지 셀에 대한 연구에만 그치지 않고, 태양전지전원을 상용전원에 직접 적용할 수 있는 전력변환 시스템도 함께 개발함으로써 실질적인 전원의 활용에 있어서 그 효과를 더욱 높일 것이라 생각한다.²⁻⁴⁾

본 연구는 Ag 그리드 DSC(Dye-sensitized solar cell) 모듈을 이용하여 상용부하의 구동이 가능한 전력을 얻고, 이를 컨버터 및 DSP로 제어한 PWM(Pulse width modulation) 인버터 시스템을 이용한 전력 변환 회로에 직접 적용함으로써

태양광 발전 시스템의 상용화를 이루고자 한다.⁵⁻⁶⁾

2. 실험장치의 구성

Fig.1은 Ag 그리드 DSC를 이용한 전력변환 시스템의 블록도이다. 위 전력변환 시스템은 DSC 모듈에서 생성되는 전력을 축전지에 저장하여 필요시에 converter와 inverter를 통해 교류전력으로 변환하여 상용전력으로 사용할 수 있는 장치이다.

DSC모듈에서는 약 DC 5.6V 출력 전압을 가진다. 이 전압을 Booster converter를 이용하여 DC 13V로 승압하고, 축전지에 충전한다. 축전지에

-
- 1) 부산대학교 전자전기공학과 레이저연구실
E-mail : heeje@pusan.ac.kr
Tel : (051)510-2364 Fax : (051)513-0212
 - 2) 부산대학교 전자전기공학과 레이저연구실
E-mail : woong_1980@pusan.ac.kr
Tel : (051)510-2770 Fax : (051)513-0212
 - 3) 부산대학교 전자전기공학과 레이저연구실
E-mail : khsgt@hanmail.net
Tel : (051)510-2770 Fax : (051)513-0212

저장된 전력을 Push-pull converter에서 DC 310V를 얻는다. 마지막으로 DC 310V를 Duty 가변 PWM 스위칭을 이용한 인버터와 Filter를 통하여 AC 220V로 변환되어 부하에 공급된다.

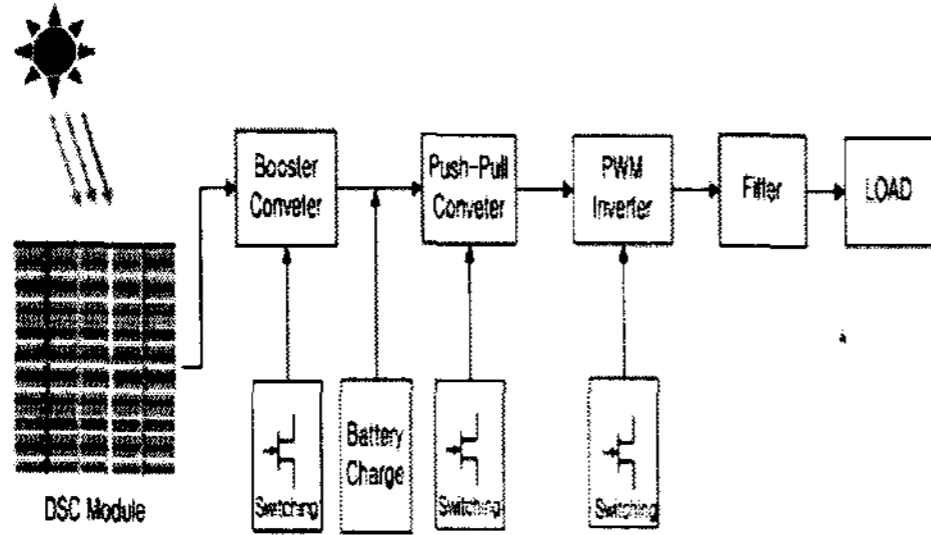


Fig. 1 The block diagram of power conversion system

2.1 전압 상승형 DSC 모듈

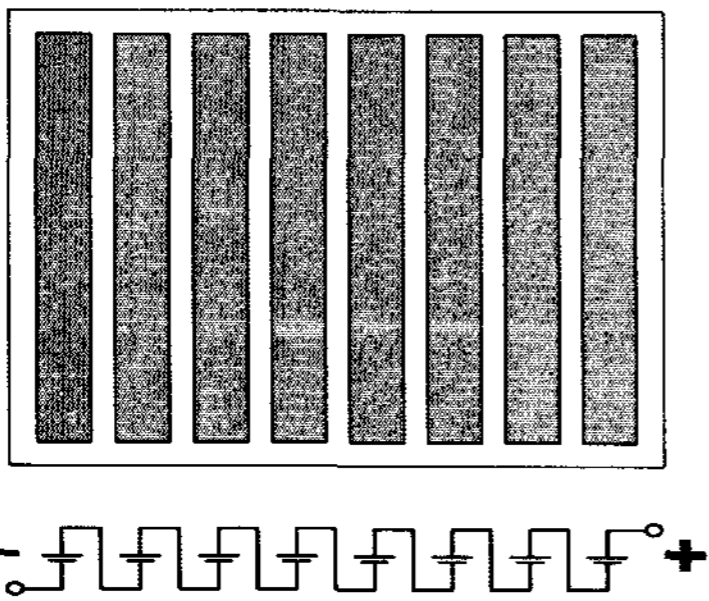


Fig. 2 Simple electrical model of a high voltage DSC

Fig. 2는 Ag 그리드를 이용한 출력 전압 상승형 DSC의 단위 모듈의 전기적 연결을 보여준다. 대면적 셀의 변환효율의 감소의 원인은 표면저항의 증가이다. 셀의 표면저항 증가는 암전류(dark current)를 급격히 증가시켜 셀의 에너지 변환 효율을 떨어뜨리는 원인이 된다. 본 연구에서 사용한 Ag 그리드 DSC는 부가적인 연결선 없이 매우 간단하게 연결할 수 있는 방법으로 광전극과 상대전극을 번갈아 연결하기 위해 식각을 하고, Ag 그리드를 넣어 8개의 단위 셀을 내부적으로 직렬연결 하였다. 단위 모듈은 8개의 단위 DSC가 직렬로 연결되어 있는 구조로 되어 단위 DSC의 출력은 0.7V이고, 약 5.6V의 출력을 가진다. 또한 한 개의 모듈은 약 50mA의 출력전류를 가진다. 따라서 단위 모듈은 약 280mW의 용량을 가진다.

Fig. 3은 단위 DSC 모듈을 병렬연결 한 구조도이고, Fig. 4은 실제 제작한 전력변환 시스템의 전원부인 DSC 모듈의 모습이다. 본 연구에서 제작한 DSC module은 10개의 단위 모듈로 구성되어 약 2.8W의 용량을 가진다.

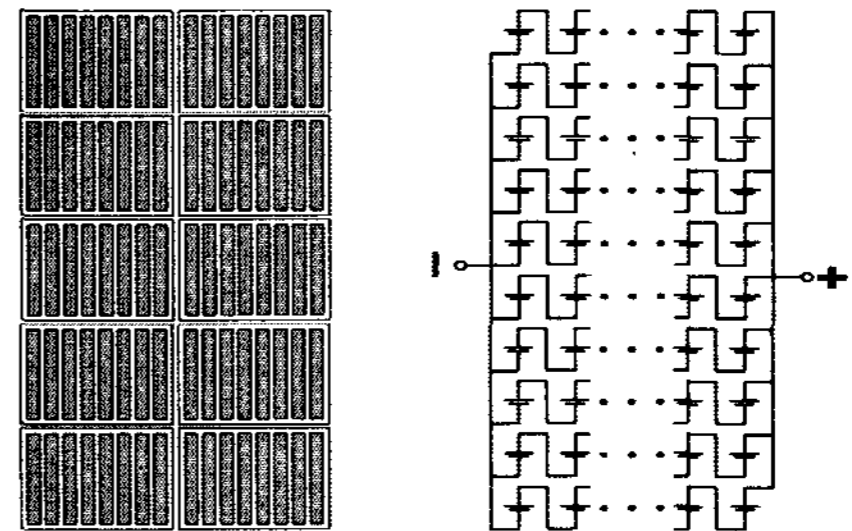


Fig. 3 The structure of high voltage DSC module

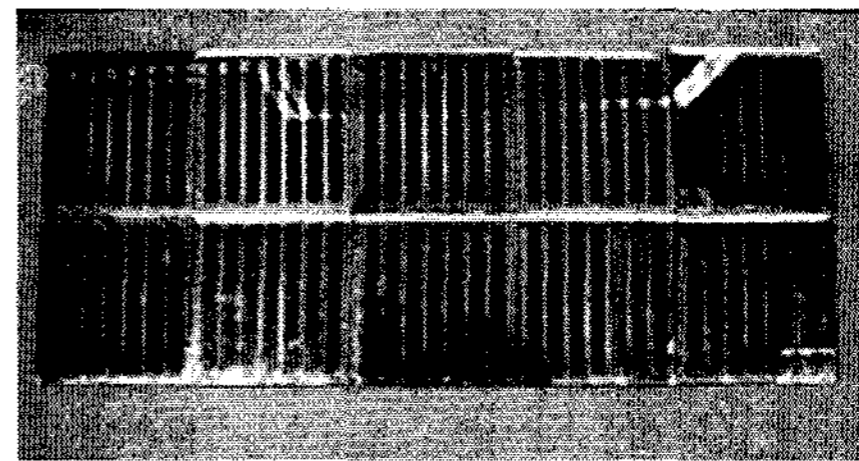


Fig. 4 Large area DSC module with Ag grid

2.2 전력변환시스템

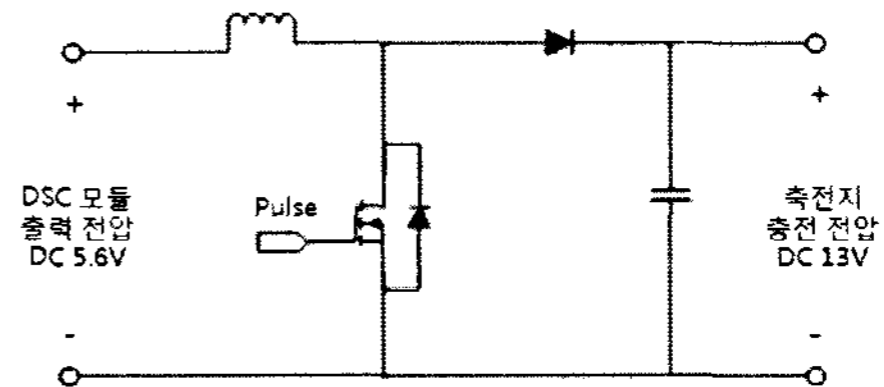


Fig. 5 A circuit diagram of boost converter

Fig. 5는 Booster Converter의 회로도이다. DSC 모듈에서의 출력을 이용하여 1차적으로 Booster converter를 이용하여 축전지에 충전가능한 전압으로 변환했다. MOSFET의 스위칭 Pulse는 duty 0.53으로 하여 출력전압 13V를 얻었다.

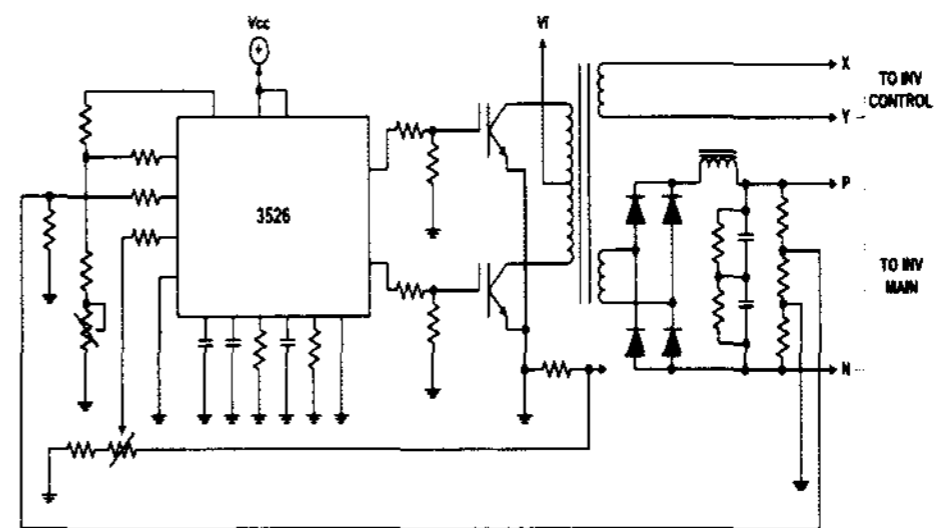


Fig. 6 A circuit diagram of push-pull converter

Fig. 6은 변압기를 사용하여, 입력전압을 상용 레벨로 승압하는 역할을 하는 Push-Pull Converter의 회로도이다. 축전지에 충전된 전압을

Push-Pull Converter를 이용하여 DC 310V로 승압하였다. 스위칭 소자로 SG3526소자를 이용했으며, 두 개의 MOSFET을 25 μ s의 주기를 가지는 대칭 펄스를 이용하여 교대로 On, Off하게 제어했다.

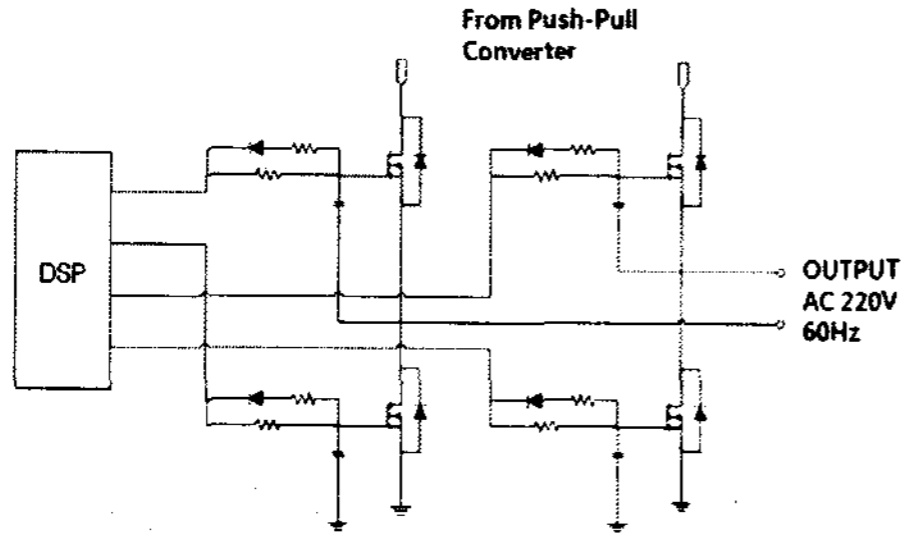


Fig. 7 A circuit diagram of PWM inverter

Fig. 7는 PWM Inverter의 회로도이다. 본 연구에서는 정확한 스위칭을 위하여 DSP를 사용하여 20kHz의 duty 가변형 Pulse를 이용하여 Inverter의 MOSFET을 제어하였다. Push-Pull Converter에서의 DC 310V의 전압은 Full Bridge Inverter방식에 의해서 duty 50%의 AC 220V 전압으로 변환했다.

3. 실험 결과

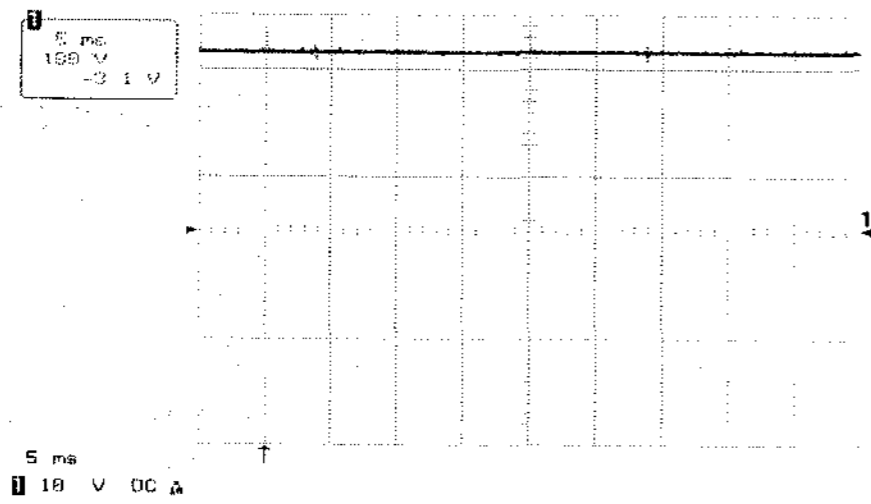


Fig. 8 The output voltage waveform of push-pull converter

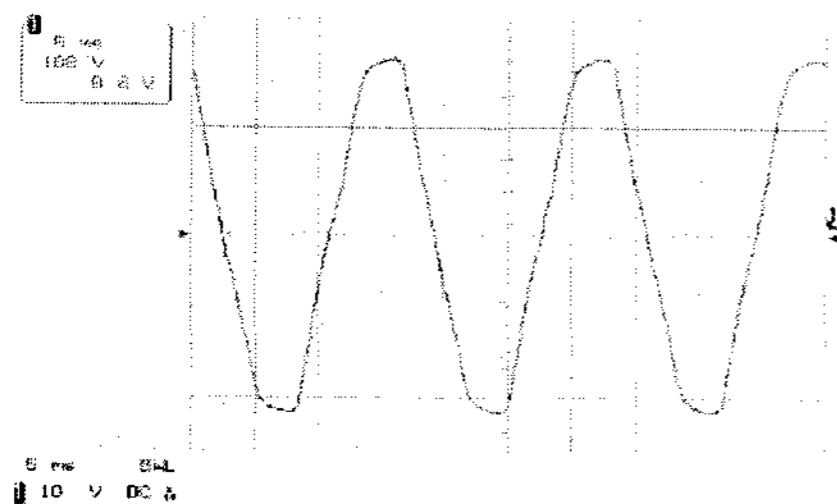


Fig. 9 The output waveform of pwm inverter

Fig. 8은 축전지에 저장된 DC 13V를 Push-Pull Converter를 거쳐 얻은 DC 310V의 전압 파형이다. Fig.9는 Push-Pull Converter의 출력 DC 310V를 이용한 PWM Inverter와 Filter를 거친 출력 파형이다. 한주기가 17ms로 약 60Hz, 평균전압 220V의 상용전원과 동일한 출력을 얻었다. 이 전력을 이용하여 상용 부하인 12W 스탠드 램프를 켜는데 사용할 수 있었다.

4. 결론

본 연구에서는 전압상승형 Ag-Grid DSC 모듈의 전력을 이용하여 전력변환 장치인 Booster converter 와 Push-Pull converter 그리고 PWM inverter를 이용하여 소 전력 상용전원으로 활용할 수 있는 시스템을 구성하였다.

대면적 DSC가 가진 단점을 극복하기 위해 고출력을 가지는 Ag-Grid DSC module을 제작하여 상용전원 장치의 입력 전원으로 사용할 수 있었다. 이 전원을 이용하여 전력변환 장치를 통하여 상용 전원 60Hz, AC 220V를 얻어 실제로 12W 스탠드 램프를 켜는데 적용하였다. 이는 태양전지로부터 얻은 전기에너지를 실용화한 것으로, 대 전력의 상용전원도 대체하는 역할을 할 수 있을 것으로 생각된다. 향후, DSC 모듈의 효율향상에 주력하여, 외부적으로 DSC단위 셀들을 직, 병렬접속시키는 새로운 방식으로 발전용량을 증대시킨 다음, 축전지 없이 바로 소형 삼파장 램프를 점등시킬 수 있도록 연구를 진행할 계획이다.

4. 후기

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

References

- [1] M.Gratzel, 1997, "Photoelectrochemical Solar Energy Conversion by Dye Sensitization" in Darmstadt" in The American Institute of Physics Sep.
- [2] M.R. Paatel, 1999, Wind and Solar Power systems, CRC Press.
- [3] Osman Kukrer, 1996, "Discrete-Time Current Control of Voltage-Fed Three-Phase PWM Inverters" in IEEE Trans, vol. 11, NO. 2.
- [4] R.Wu, S.B Dewan, and G.R.Slemon, 1988, "A PWM ac to dc converter with fixed switching frequency," in Conf. Rec. IEEE-IAS, pp.706-711.
- [5] "TMS320LF/LC240xA DSP Controllers Reference Guide" Literature Number: SPRU3578B Revised December 2001
- [6] J. M. D. Murphy and M. G. Egan, 1982, " A Comparison of PWM strages for Inverter Fed Induction Motors," IEEE IAS Annuual Metting Conference Record, pp. 569-573.