

DSC Cell 의 동작특성을 고려한 단상 전원의 안정화 연구

박성준, 박해영, 전진안, 김희제
부산대학교 전기공학과 레이저 및 센서응용실험실

The Study of Single Phase Source Stability consider for the DSC Cell's Operation Character

Sung-June Park, Hae-Young Park, Jin-An Jeon, Hee-Je Kim
Laser and Sensor Application Lab Department of Electrical Engineering Pusan National University

Abstract - 현재 지구 환경 오염에 관한 관심이 증가하면서, 공해가 없는 자연 에너지원에 대한 연구가 많이 진행되고 있다. 그 중에서도 태양전지 분야중 염료감응형 태양전지(DSC)는 Si계 태양전지와 비교하여 낮은 제조비용등 여러 가지 이유로 최근 많은 연구가 진행되고 있다. 따라서 DSC 발전 시스템의 효율 향상이 요구된다. 본 연구에서는 태양전지 분야 중에서 독립적인 발전설비가 필요한 도서 및 산간 지역에 전력을 안정적으로 공급할 수 있는 소형발전용의 설비로 “전압 및 전류의 피드백을 통한 DSC Cell의 독립전원의 안정화”에 관해 연구하였다.

DSC Cell측의 DC입력을 받아 Boost Converter로 승압 후 Full Bridge 인버터를 사용하여 단상 220V 60Hz의 상용전원으로 변환하였다. 여기서는 32Bit 마이크로프로세서인 DSP TMS320F2812의 A/D변환기능을 이용하여 Boost Converter의 스위칭과 Full Bridge 인버터의 스위칭을 제어하였다. 특히 TMS320F2812의 RTC(Real Time Clock)를 이용하여 출력전압의 안정성 향상에 주목적을 두었다. 실험결과 출력단에서는 220V 변동범위 0.2% 주파수 60Hz의 상용전원을 얻었으며, 프로그램의 개선을 통하여 출력전압의 변동범위를 감소시켜야 될 것이다.

1. 서 론

화석연료의 고갈에 대비한 대체에너지원의 확보와 원자력발전의 안전성, 화석연료의 사용에 따른 환경오염 및 지구 온난화 현상, 교토 의정서 발효, 개발 도상국과의 에너지 수요 급증 등 에너지 문제에 대처하기 위하여 고갈이 없고 친환경적인 재생 에너지와 신발전 에너지에 대한 관심이 높아가고 있다. 여러 신·재생 에너지들 중에서 특히 에너지원의 무한정하고 공해가 전혀 없는 태양광발전이 가장 유망한 대체 에너지원으로 인정받고 있고, 그 적용이 크게 증가하고 있다. 그리고 태양전지 재료 및 공정기술의 발전과 일본, 독일 미국을 중심으로 한 선진국들의 시장 활성화 정책에 힘입어 최근 수년간 태양전지 생산량은 매년 급격히 증가하고 있다.

이와 같이, 태양전지는 시간이 갈수록 중요성을 더해가고 있다. 현재까지 개발된 여러 종류의 태양전지 중 실리콘을 이용하는 태양전지는 25%까지 도달하는 효율과 제조공정의 확보 등으로 가장 널리 사용되고 있지만, 제조과정에 대형의 고가장비가 사용되고, 실리콘 태양전지는 경직성이 강해 다양한 곳에 응용하기가 곤란한 단점이 있다. 그리고 원료 가격의 한계 때문에 발전단가가 한계치에 도달하고 있다. 이에 따라 최근 저가로 제조할 수 있는 태양전지에 대한 관심이 급증하고 있고, 이 중 나노입자를 이용하는 광전화학전지 (PEC, Photoelectrochemical)인 염료감응형 태양전지(DSC)가 많은 주목을 받고 있다. 염료감응형 태양전지는 생산 단

가에서 실리콘 태양전지 단가의 5분의 1 수준이며, 유연성이 뛰어나 다양한 곳에 응용이 가능하다. 현재 10.4%의 광전효율에 도달한 염료감응형 태양전지는 향후 가능한 최대 실용도달효율이 20%이며, 20년의 수명이 보장되므로, 세계적으로 많은 연구자들과 기업들의 집중적인 연구가 행해지고 있다.

본 연구에서는 태양전지 분야 중에서 독립적인 발전설비가 필요한 도서 및 산간 지역에 전력을 안정적으로 공급할 수 있는 소형발전용의 설비로 “전압 및 전류의 피드백을 통한 DSC Cell의 독립전원의 안정화”에 관해 연구하였다.

2. 본 론

2.1 시스템의 구성

DSC Cell측의 DC입력을 받아 Boost Converter로 승압 후 Full Bridge 인버터를 사용하여 단상 220V 60Hz의 상용전원으로 변환하였다. 여기서는 32Bit 마이크로프로세서인 DSP TMS320F2812의 A/D변환기능을 이용하여 Boost Converter의 스위칭과 Full Bridge 인버터의 스위칭을 제어하였다. 특히 TMS320F2812의 RTC(Real Time Clock)를 이용하여 출력전압의 안정성 향상에 주목적을 두었다.

회로의 구성은 그림 1과 같다.

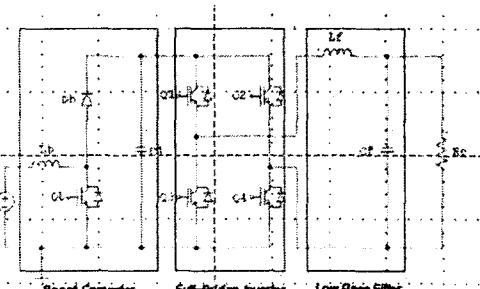


Fig. 1 Configuration of power circuit

DSC의 낮은 DC 입력을 받아서 Boost Converter로 승압시킨다(DC 300V정도). Boost Converter의 스위치 Qb는 DSC의 입력변동에 따라서 스위칭 주파수의 변동이 가능하도록 되어있다. Boost Converter의 경우 고주파로 스위칭시 스위칭 손실이 발생한다. 이 손실을 줄이고자 C1을 채택하였으며, 동시에 승압된 DC 성분의 ripple 성분을 줄이는 역할도 병행한다.

2.2 시스템 제어

2.2.1 회로의 동작

본 논문에서는 제안한 시스템에 대한 하드웨어 구현의 타당성을 확인하기 위하여 Psim에 의한 시뮬레이션을 실시하였다.

그림.2 은 시뮬레이션에 사용된 주 회로이며 그림. 2-1에서의 전력회로와 동일한 형태가 되도록 4개의 IGBT, 그리고 LC 필터로 회로를 구성하였다.

인버터 각 스위치 GATE 단에 입력되어지는 control pulse는 그림 4-1에서와 같은 회로를 통해 Q_1 , Q_4 , Q_2 , Q_3 에는 계통전압 v_s 와 동상의 기준신호 v_r 과 20[kHZ]의 캐리어파 V_c 간의 비교 신호가 각각 공급되도록 하였다. 그리고 Q_2 , Q_3 에 대하여 180°의 위상 지연을 갖도록 하였다.

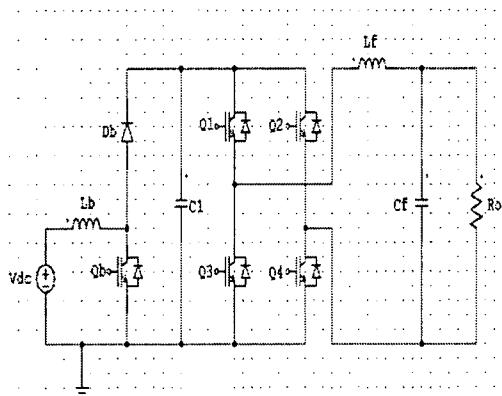


Fig. 2 Configuration of power circuit

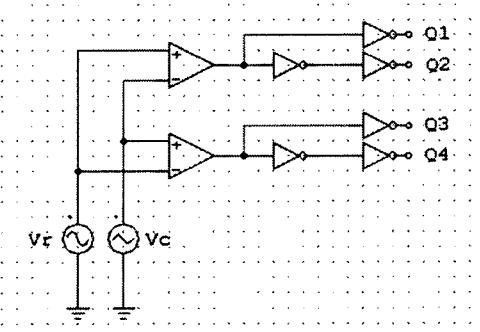


Fig. 2-1 gate drive circuit

2.2.2 Full-Bridge Inverter의 동작

① DSC 입력전압(Vdc) 이 출력전압 Vout 보다 큰 경우

이 경우, Boost Converter의 스위치 Q_b 는 항상 off상태이며, Full-bridge Inverter의 스위치들은 PWM 방식에 의해 동작중이다.

입력전류는 Boost 회로의 인덕터 L_b 와 free wheeling 다이오드인 D_b 를 통하여 흐르지 않는다.

② DSC 입력전압(Vdc) 이 출력전압 Vout 보다 작은 경우

이 경우, Boost converter의 스위치 Q_b 는 on상태이며, 낮은 입력 DC전압을 승압시키고 있다. 반면에,

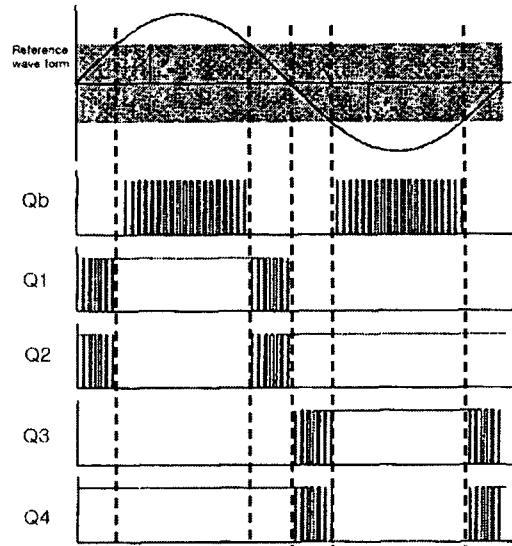


Fig. 3 Gate pulse sequences of proposed inverter

$Q_1 \sim Q_4$ 는 상용주파수에 기초한 동기 양극성 스위칭을 한다.

그림 3 은 게이트 전압 펄스 시퀀스를 나타내고 있다. 예를 들면 Full-Bridge Inverter 가 동작 할 때는, Boost Converter 는 동작하지 않는다. 그리고, Boost Converter 가 동작 할 때는 Full-Bridge Inverter 는 상용주파수에 기초한 동기 양극성 스위칭을 한다.

3. 실험 결과 및 검토

이번 실험에 쓰인 회로 요소들은 테이블.1에 표시되어 있다.

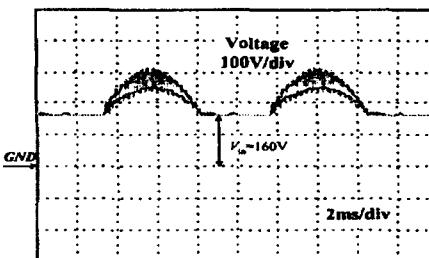
그림. 4 는 Boost Converter 의 인덕터인 L_b 를 통과하는 전류 파형의 실험 및 시뮬레이션 결과를 비교한 것이다.

그림. 5 는 C_1 의 전압파형을 나타낸 것이다.

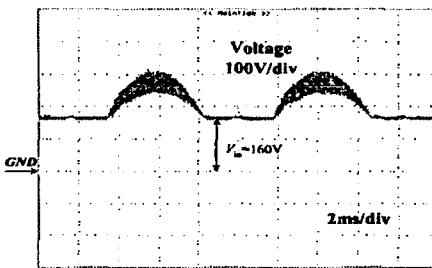
DC Input Voltage	V_{in}	160V
AC Output voltage	V_{out}	220V
Switching Frequency	f_s	20kHz
Boost Inductor	L_b	1mH
Capacitor	C_1	2.2uF
Filter Capacitor	C_f	10uF
Filter Inductor	L_f	1mH

table. 1 Design Specification and Circuit Constants

출력전압과 출력 전류의 곡선은 그림. 6에 나타나 있다. 교류 출력 전압 및 출력 전류의 파형은 약 7%의 손실을 가진 것을 알 수 있다.

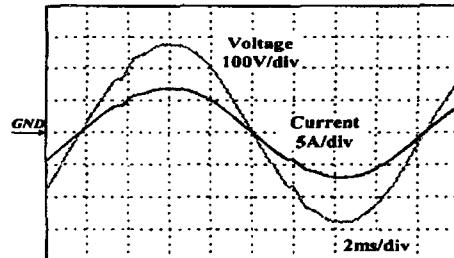


† Simulation Result

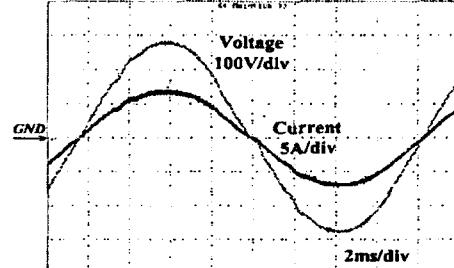


‡ Experimental Result

Fig. 4 Current Waveform through Inductor Lb



† Simulation Result



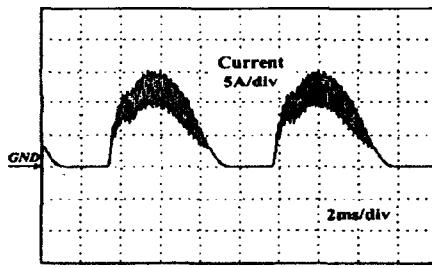
‡ Experimental Result

Fig. 6 Output Voltage and Current Waveform

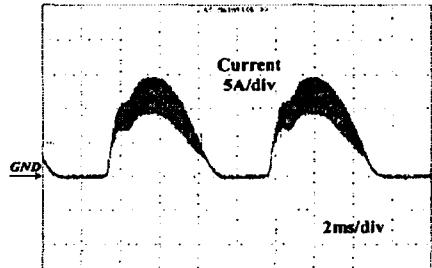
4. 결 론

DSC Cell측의 DC입력을 받아 Boost Converter로 승압 후 Full Bridge 인버터를 사용하여 단상 220V 60Hz의 상용전원으로 변환하였다.

여기서는 32Bit 마이크로프로세서인 DSP TMS320F2812의 A/D변환기능을 이용하여 Boost Converter의 스위칭과 Full Bridge 인버터의 스위칭을 제어하였다. 특히, TMS320F2812의 RTC(Real Time Clock)를 이용하여 출력전압의 안정성 향상에 주 목적을 두었다. 실험결과 출력단에서는 220V 변동범위 0.2% 주파수 60Hz의 상용전원을 얻었으며, 프로그램의 개선을 통하여 출력전압의 변동범위를 감소시켜야 될 것이다.



† Simulation Result



‡ Experimental Result

Fig. 5 Voltage Waveform across Capacitor C1