

1.5kW급 독립형 연료전지 하이브리드시스템 전력변환장치

신민호* 정두용* 박세린** 원충연*
 성균관대학교*, 에이알텍**

1.5kW Power converter of Stand alone Fuel cell hybrid System .

Min-Ho Shin*, Doo-Yong Jung*, Se-Rin Park**, Chung-Yuen Won*
 Sungkyunkwan Univ.* ARTECH**

ABSTRACT

본 논문은 1.5[kW]급 독립형 연료전지 하이브리드 시스템의 고효율 전력변환장치에 관한 연구이다. 응답속도가 느린 연료전지 시스템의 안정도를 높이기 위하여 2차 전지를 이용한 하이브리드 시스템으로 구성되었으며, 낮은 출력 전압과 높은 출력 전류의 고효율 컨버터를 구현하기 위하여 입력컨버터는 동기정류 방식의 부스트컨버터와 출력컨버터는 병렬 인터리빙 방식으로 구현하였고, 동작특성 및 효율성을 실험을 통해 증명하였다.

1. 서론

화석연료의 부족, 이산화탄소 배출 규제 등으로 연료전지 기술 활용이 늘어나고 있다. 연료전지는 가정용부터 산업용까지 그 응용범위가 다양하다. 하지만 부하전류의 급격한 변동에 따른 응답속도가 느리며, 부하전류의 크기에 따른 출력 전압의 변화로 시스템 구성에 있어서 동적 특성이 취약하다[1]. 따라서 배터리를 이용한 하이브리드 시스템으로 빠른 부하전류 응답속도를 개선 할수있으며, 부하전류의 크기에 영향 받지 않고 안정적으로 전력을 공급할 수 있다[2]. 독립형 하이브리드 연료전지 시스템은 연료전지특성을 고려한 동기형 부스트 컨버터를 이용하여 2차전지 충전에 필요한 전압을 확보하는 입력컨버터와, 2차전지 출력을 DC 28V로 변환해주는 병렬 풀-브리지 방식의 절연형 DC/DC컨버터로 구성되어있다 .

본 논문은 연료전지 시스템의 안정성을 위하여 연료전지 출력 전류 리플저감(±3%)과 부하의 급격한 변동에 만족할수있는 고효율 전력변환기를 실험을 통하여 검증하고자 한다.

2. 시스템 구성

2.1 연료전지 하이브리드 시스템 구성

그림 1은 연료전지 하이브리드 시스템 구성도이다. 시스템 구성은 연료전지와 2차 전지(Li-po BAT), 입력, 출력 컨버터, BOP로 구성되어있다. 입력컨버터는 연료전지 전압(28~50V)을 2차전지 전압(50~84V)으로 승압하여 충전하는 컨버터로 동기정류 방식으로 구현하였고, 출력컨버터는 2차 전지 전압(50~84V)을 출력 전압 28V로 변환해주는 컨버터로 풀-

브리지를 이용한 절연형 DC/DC 컨버터의 2병렬 인터리빙 기법으로 제어하였다. BOP는 배터리 뱅크에 BMS전원과 같은 각 구성품의 보조 전원을 제공한다.

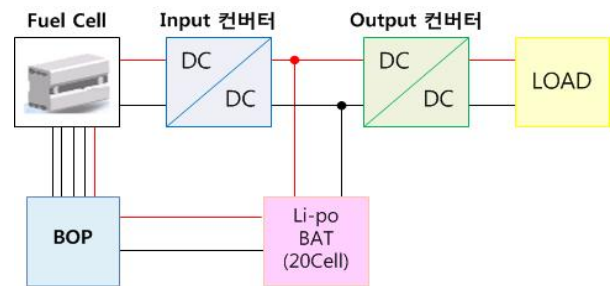


그림 1 연료전지 하이브리드 시스템 구성도
 Fig. 1 System block diagram

2.2 Input 컨버터

그림2는 입력컨버터의 회로구성도 및 사진이다. 입력 컨버터의 용량은 2.4[kW]이고 배터리 SOC에 따른 입력 전류(0~70A)를 제어하여 2차전지에 정전류 충전한다, 연료전지의 안정성을 높이기 위하여 전류 리플은 ±2%이내에 동작되도록 스위칭 주파수를 25kHz로 설계하였다.

본 논문에서 제안하는 동기형 부스트 컨버터는 단순한 회로구조로 경량 및 소형화에 적합하고, 다이오드 부스트 방식에 비하여 높은 출력전류(70A) 대응이 가능하다.

기존 일반적인 부스트컨버터 방식보다 4%이상의 효율이 개선되었고, 소자의 발열량 감소로 방열판의 사이즈 및 안정성이 향상되었다.

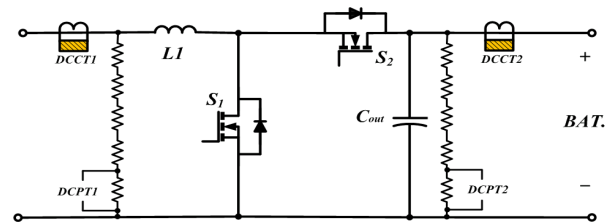


그림 2 입력컨버터 회로구성도 및 사진
 Fig. 2 Configuration of input converter

표 1 입력컨버터, 출력 컨버터 부품사양

Table 1 Parameter of input converter output converter

Parameter		Value	Part Number
Input con.	L1	80A 600uH	-
	DCCT1,2	100A	HAS-100S
	Current sensor		
	SW1,2	200V 100A	APT20M11JVFR
Output con.	Cout	400V 10uF × 3P	PHC400V10uF
	SW1~8	200V 100A	APT20M11JVFR
	C1,2	700V 1uF	PPA700V1uF
	TR1,2	50V / 28V	5turns/3turns
	D1~8	200V100A	APT2X101D20J
	C3,4	400V 1800uF	GX3400V 1800uF

표 2 100% 부하 조건에서 입출력 조건

Table 2 Parameter of input and output condition at full load

Vin	Vout	Iin	Iout	Pin	Pout	Effic	Iin _{pk-pk}
34.65	76.18	68.74	30.78	2382	2345	98.4	22mA

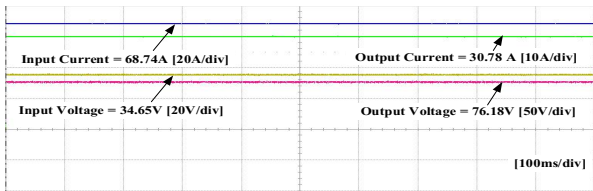


그림 3 2.4kW(100%부하)에서 입력컨버터의 입출력 전압전류
Fig. 3 Input, output voltage and current at 100% load condition

그림3은 입력컨버터의 입, 출력 전압, 전류 파형이다. 입력 전류 리플은 $I_{in\ pk-pk}$ 값으로 22[mA]로 $\pm 3\%$ 이내이며, 표 1은 입력컨버터와 출력 컨버터의 소자 파라미터를 나타내고 표 2는 전부하에서 입출력 조건을 나타낸다.

2.3 Output 컨버터

그림4는 출력컨버터의 회로구성도 및 사진이다. 출력 컨버터의 용량은 1.5[kW]이고 출력 전압 28V를 정전압 제어한다. 스위칭 주파수는 25[kHz]로 풀-브리지 컨버터를 병렬 연결하여 발열감소 및 효율향상에 유리한 구조로 설계하였고, 인터리빙 방식으로 출력전류 리플을 감소하였다.

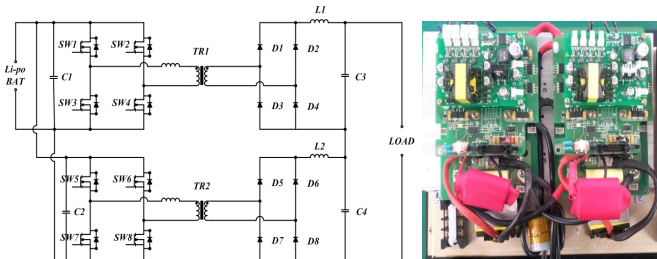


그림 4 출력컨버터 회로구성도 및 사진
Fig. 4 Configuration and figure of output converter

3. 출력 부하에 따른 시스템

그림5는 부하전원이 입력전원보다 높은 전원을 요구할 경우의 시스템 흐름도이다. 입력(연료전지)에서 부족한

전력을 2차전지에서 보충한다. 이 때 전력량은 수식(1)과 같다. 그림6은 부하요구전력이 입력전력보다 적을 때 시스템 흐름도이다. 입력에서 부하로 전달하고 남은 잉여전력을 배터리에 충전하며 이 때 전력흐름은 수식(2)와 같다.

$$P_{out} = P_{in} + P_{BAT}. \quad (1)$$

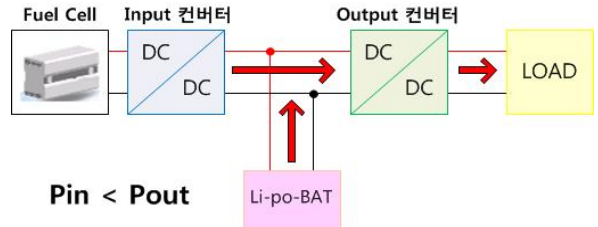


그림 5 부하전원이 입력전원보다 높을 때 흐름도
Fig. 5 Flow chart when load power higher than input power

$$P_{out} = P_{in} - P_{BAT}. \quad (2)$$

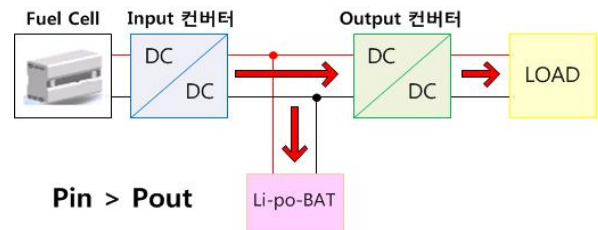


그림 6 입력전원이 부하전원보다 낮을 때 흐름도
Fig. 6 Flow chart input power lower than load power

4. 결론

본 논문에서는 제안한 독립형 연료전지 하이브리드 시스템 및 고효율 전력변환기를 구현하였고, 시스템 동작 및 효율을 제시하였다. 실험 결과 입력컨버터의 전부하시 최대효율 98.44%를 얻을 수 있었다. 향후 출력컨버터의 최적화를 통한 시스템 전체 효율 향상을 실현할 것이다.

이 논문은 (주)에이알텍의 연구비 지원으로 수행한 연구결과입니다.

참고 문헌

- [1] Yoon-Ho Kim, Sang-Sun Kim, "An Electrical Modeling and Fuzzy Logic Control of a Fuel Cell Generation System", *IEEE, Trans. on Energy Conversion*, Vol. 14, No.2, pp.239-244, 1999, June.
- [2] M. Pagano, L. Piegari, "Electrical Networks Fed by Fuel-Cells for Uninterruptible Electrical Supply", *Industrial Electronics, Proceedings of the 2002 IEEE International Symposium on*, Vol. 3, pp. 26-29, 2002, May.