

## 소방 방재설비용 연료전지 발전시스템의 비절연형 고효율 전력변환기 설계

곽동걸

한중대학교 전기전자공학과

### High Efficiency Power Conversion System of Non Isolated Type Applied in Fuel Cell Generator Used to Fire Prevention Installation

Dong-Kurl Kwak

Dept. of Electrical & Electronic Engineering, Hanzhong University

**초 록:** 본 논문은 예비 전력공급설비의 일환으로 비상시 소방 방재설비에 적용되는 연료전지 발전시스템에 대해 연구된다. 제안된 시스템은 비상시 상용 전력공급의 차단에 대비하여 소방 방재설비들의 전력공급원으로 이용된다. 연료전지 발전시스템에서 가장 손실이 큰 부분은 전력변환부이다. 또한 전력변환부의 손실은 전력변환을 위해 사용된 전력용 반도체 스위치의 스위칭 손실로 주어진다. 본 논문에서는 이러한 연료전지 발전시스템의 출력을 최대한 활용하기 위하여 부분공진의 기법이 적용된 고효율의 전력변환기가 제안된다. 또한 연료전지 발전시스템에 적용된 고효율 전력변환기는 비절연형으로 설계되고 사용된 제어스위칭들은 새로운 소프트 스위칭 회로토폴로지에 의해 무손실로 동작되어 시스템의 효율을 증대시킨다. 다양한 컴퓨터 시뮬레이션과 특성실험을 통해 이론적 해석의 타당성이 입증된다.

**Abstract:** In this paper, author proposes to a fuel cell generation system used to fire prevention installation at emergency. The proposed system is used with a power source of fire prevention installation in preparation for breaking of commercial power supply at emergency. A part of most power loss of the fuel cell generation system is power converter. And the major losses of power converter are switching losses of power semiconductor switches used to power conversion. This parer is designed with a high efficiency power converter of non isolated type in order to increase efficiency of fuel cell power system. The controlling switches used in power conversion system are operated with soft switching, which is applied to partial resonant method to reduce switching loss. The result is that the fuel cell power system gets to high efficiency. Some computer simulated results and experimental results are confirmed to the validity of the analytical results.

**Keywords:** Fire prevention installation, Fuel cell, Fuel cell generation system, High efficiency conversion system, Soft switching method

### 1. 서 론

현재 주요 에너지원인 석유 및 화석연료 등 자원의 고갈과 함께 환경오염에 따른 지구온난화 등

부작용을 초래하고 있다. 이에 최근 친환경적이면서 충분한 부존자원을 해결하고 확보될 대체에너지에 대한 요구가 절실한 실정이다. 이러한 대체에너지로 태양, 풍력, 조력 등 여러 가지가 개발,

\*Corresponding author  
E-mail: dkkwak@hanzhong.ac.kr

상용화되고 있으며, 최근에는 자연 도처에 풍부하게 산재되어 있는 수소를 이용한 연료전지(또는, 연료발전기)가 친환경적인 미래 대체 에너지로 관심이 집중되고 있는 추세이다.<sup>1,3)</sup> 연료전지는 연료(수소)의 화학적 반응에 의해 축적된 화학에너지를 전기에너지로 변환하여 직류(DC) 전기를 발생시키는 에너지원이다. 최근 연료전지의 응용보급은 자동차, 가정 난방 및 전력공급, 전자기기 등에 상용화가 진행되어 미국과 일본을 필두로 하여 유럽과 해외 자원에 의존도가 높은 우리나라에서도 관심이 집중되고 있으며, 특히, 자동차와 가정용 발전기, 그리고 기존 2차전지를 대체할 새로운 전원공급장치로 부상된다.<sup>2,4)</sup>

본 논문에서는 예비 전력공급설비의 일환으로 비상시 소방 방재설비에 적용되는 연료전지 발전시스템에 대해 연구된다. 화재 및 재해발생시 상용 전력공급의 차단은 소방방재용 장비 및 기기들을 무용지물로 만들어 더욱 큰 피해를 가져온다. 이를 대비한 비상용 전력공급장치로 연료전지 발전시스템이 활용된다. 연료전지 발전시스템의 출력을 최대한 활용하기 위해서는 발전시스템에서 손실량이 가장 큰 전력변환기부의 손실을 최대한 줄이는 것이다. 본 논문에서는 고효율의 연료전지 발전시스템을 개발하기 위한 새로운 고효율의 전력변환기가 제안된다. 전력변환기는 연료전지에서 출력된 낮고 시변적인 DC전압을 승압용 컨버터를 통해 부하가 요구하는 전압으로 승압시키고 정전압제어를 통해 전압을 안정화시키는 구조를 가진다.<sup>5)</sup>

DC-DC 승압용 컨버터는 구조적으로 절연형 컨버터와 비절연형 컨버터로 나누어진다. 절연형 컨버터는 출력용량이 큰 시스템이나 안전운전을 위한 전기적 절연이 요구되는 시스템에 적용된다.<sup>6)</sup> 그러나 절연형 컨버터는 절연을 위한 변압기 사용으로 인한 시스템의 효율을 현저히 저하시키는 요인이 된다. 비절연형 컨버터는 출력용량이 적은 시스템이나 소형경량의 시스템 제작에 적합하다.

또한 비절연형 컨버터는 절연형 컨버터와 비교하여 시스템의 효율을 증대시킬 수 있으므로 대체 에너지를 이용한 발전시스템에 적용될 경우 발전효율을 증대시키는 이점이 주어진다. 본 논문에서는 1kW급 연료전지 발전시스템에 적용될 비절연형 고효율 승압용 컨버터가 제안된다. 또한 승압용 컨버터에 사용된 제어스위치들은 새로운 소프트 스위칭 회로토폴로지에 의해 스위칭 손실을 현저히 감소시켜 시스템 효율을 더욱 증대시키는 이점이 주어진다.

## 2. 연료전지 발전시스템의 구성

### 2.1 고분자전해질형 연료전지

연료전지는 연료(수소)의 화학적 반응에 의해 축적된 화학에너지를 전기에너지로 변환하여 직류 전기를 발생시키는 에너지원이다. 연료전지는 질소나 유황산화물 등의 유해한 물질을 방출하지 않으며 기계적 동력부가 없고 거의 무소음으로 운전되는 이점을 가진다. 또한 연료전지는 일정한 전력공급 후에 수명을 다하는 종래의 전지와는 달리 수소연료를 전지에 공급해 줌으로서 전력이 지속적으로 공급되는 전지(발전기)로써, 수소와 산소가 전기화학적 작용 중에 물과 열, 전기에너지로 변환되는 원리를 이용한 것이다.<sup>2,4)</sup>

본 연구에 사용된 고분자전해질형 연료전지(PEMFC; Proton Exchange Membrane Fuel Cell)의 사양을 Table 1에 주어진다.<sup>6)</sup> 전해질은 액체가 아닌 고체 고분자 중합체(Membrane)로써 다른 연료전지와 구별된다. 인산형 및 알칼리형 연료전지와 비슷하게 멤브레인을 이용하는 연료전지는 촉매로써 백금을 사용한다. 멤브레인 연료전지의 개발 목표는 최소 1.5 g/kW의 백금 촉매를 쓰는 것이다. 이 백금 촉매는 일산화탄소에 의한 부식에 민감하므로 일산화탄소의 농도는 1000ppm 이하로 유지하여야 한다. 고분자전해질형 연료전지시스템의 소형화는 전력공급장치 응용분야에 가장 중요한

Table 1. Specification of PEMFC

발전온도	상온-100°C	촉매	platinum on carbon
전해질	나피온 Dow 폴리머(고체)	기술수준	개발 및 실증단계
주연료	수소메탄올	적용대상	소형전원 및 자동차

요소가 된다. 개발사업은 인산형 연료전지보다 약 10년이 뒤져 있지만, 인산형에 비해 저온에서 동작되며, 출력 밀도가 크므로 소형화가 가능하며, 설비기술이 인산형과 유사하여 응용기술의 적용이 쉽기 때문에 현재는 고분자전해질형 연료전지의 이용규모가 확대되고 있다. 더욱이 현재 몇 개의 시범용 고분자전해질형 연료전지의 전원에 의한 전력설비는 실험결과의 우수성이 입증되어 더 많은 연구계획을 진행 중에 있다.

**2.2 연료전지 발전시스템의 구성**

본 논문에서 제안하는 연료전지(PEMFC) 발전시스템의 구성 블록도를 Fig. 1에 나타낸다. 시스템구성은 먼저 연료전지에서 전기화학반응에 의해 직류 전기에너지를 발생하면, 발생된 낮은 DC 전압을 승압용 컨버터를 통해 부하가 요구하는 전압으로 승압된 후, 직류전원으로 구동되는 소방방재용 장비 및 기기들에 공급된다.

연료전지 발전시스템의 출력을 최대한 활용하기 위해서는 발전시스템에서 손실량이 가장 큰 전력변환기부(DC-DC 승압용 컨버터)의 손실을 최대한 줄이는 것이다. 또한 DC-DC 컨버터에서 발생하는 손실의 대부분은 사용된 전력용 반도체 스위치에서 발생하는 손실이다. 최근 이를 개선하기

위해 공진회로를 스위치와 조합시킨 소프트 스위칭 컨버터 회로들이 많이 연구되고 있다.<sup>5,7)</sup> 그러나 이들 컨버터들은 공진회로 추가에 따른 구성소자의 수가 증대되고 제어기법이 복잡한 문제점이 주어진다. 이를 해결하기 위해 본 논문에서는 부분 공진회로가 적용된 새로운 소프트 스위칭 DC-DC 컨버터를 제안하여 고효율의 연료전지 발전시스템을 설계하고자 한다.

부분공진회로가 적용된 DC-DC 승압용 컨버터는 구조적으로 Fig. 1과 같이 절연형 컨버터와 비절연형 컨버터로 나누어진다. 절연형 컨버터는 출력용량이 큰 시스템이나 안전운전을 위한 전기적 절연이 요구되는 시스템에 적용된다.<sup>6)</sup> 그러나 절연형 컨버터는 절연을 위한 변압기 사용으로 인한 시스템의 효율을 현저히 저하시키는 요인이 된다. 비절연형 컨버터는 출력용량이 작은 시스템이나 소형경량의 시스템 제작에 적합하다. 또한 비절연형 컨버터는 절연형 컨버터와 비교하여 시스템의 효율을 증대시킬 수 있으므로 대체에너지를 이용한 발전시스템에 적용될 경우 발전효율을 증대시키는 이점이 주어진다. 본 논문에서는 1kW급 연료전지 발전시스템에 적용될 비절연형 고효율 승압용 컨버터가 제안된다. 또한 승압용 컨버터에 사용된 제어스위치들은 새로운 소프트 스위칭 회로

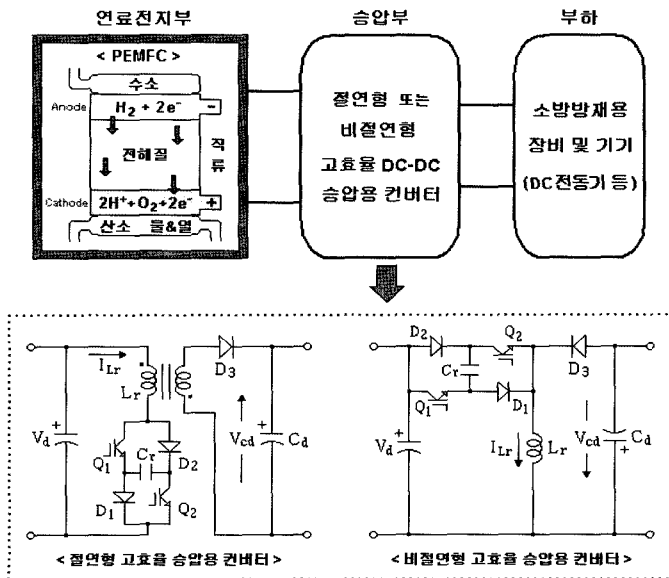


Fig. 1. Configuration of fuel cell generation system

토폴로지에 의해 스위칭 손실을 현저히 감소시켜 시스템 효율을 더욱 증대시키는 이점이 주어진다.

### 3. 비절연형 고효율 승압용 컨버터 해석

#### 3.1 회로구성

제한한 비절연형 고효율 승압용 컨버터의 주회로를 Fig. 2에 나타낸다. 회로구성은 기존의 승압용 DC-DC 컨버터의 입력측과 부하단 사이에 고효율을 이루기 위한 소프트 스위칭(영전류 및 영전압 스위칭)<sup>9)</sup>과 승압을 겸하는 부분공진 회로부를 접속한다.

소프트 스위칭 회로토폴로지를 위한 공진회로부는 제어용 반도체소자들과 승압용 인덕터( $L_r$ ) 그리고 공진용 커패시터( $C_r$ )로 구성되며, 커패시

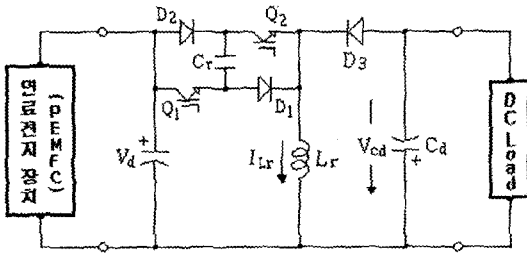


Fig. 2. A proposed high efficiency boost converter

터에 축적된 에너지는 스위치  $Q_1, Q_2$ 의 턴-온 시 공진동작에 의해 입력측으로 유입되는 모드를 가진다. 스위치  $Q_1, Q_2$ 의 턴-온은 인덕터  $L_r$ 의 전류가 불연속적으로 제어되므로 영전류 스위칭으로 되고, 턴-오프는 공진회로의 동작에 의한 커패시터  $C_r$ 의 전압이 영으로 될 때 동작되어 영전압 스위칭으로 된다. 그 결과 제안된 컨버터는 소프트 스위칭에 의한 스위칭 손실이 감소되어 시스템의 효율을 증대시킨다.

#### 3.2 동작원리

출력 부하측 인덕턴스가 공진용 인덕턴스와 비교하여 충분히 큰 것으로 가정하면, 공진 1주기 동안에는 부하를 정전류원  $I_0$ 로 볼 수 있다. Fig. 3은 스위칭 1주기( $T_1$ )에 대한 각 동작모드별 등가회로를 나타내고 있으며 4가지 동작모드로 구분된다.

공진회로부의 초기조건으로 스위치  $Q_1, Q_2$ 는 오프, 커패시터  $C_r$ 에는 입력전압  $V_d$ 와 출력전압  $V_{cd}$ 의 합으로 충전되어 있다.

#### 모드 1 ( $T_1=t_1-t_0$ )

시간  $t_0$ 에서 스위치  $Q_1$ 과  $Q_2$ 를 동시에 턴-온하면, 회로경로는  $V_d \rightarrow Q_1 \rightarrow C_r \rightarrow Q_2 \rightarrow L_r \rightarrow V_d$ 의 직렬공진 회로가 형성된다. 스위치 턴-온 직전의 인덕터  $L_r$ 에 흐르는 전류는 영이므로  $Q_1, Q_2$ 는 영전류 스위칭으

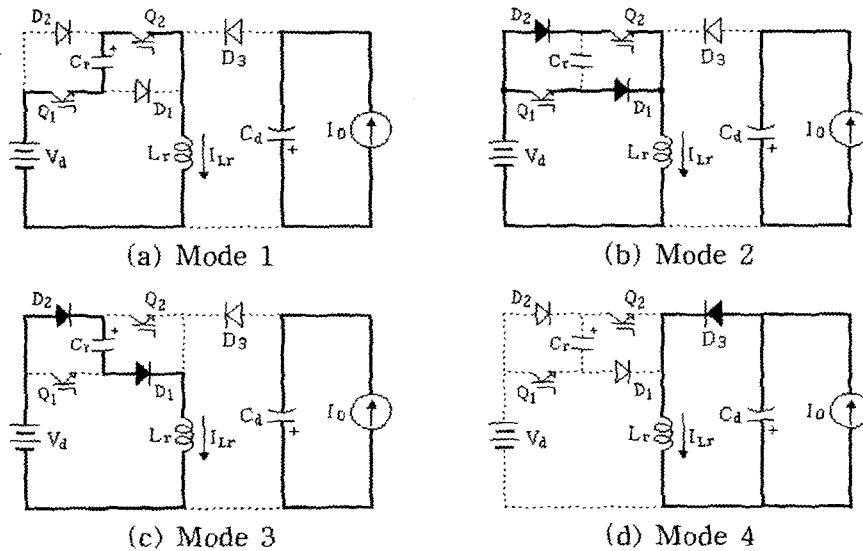


Fig. 3. Operational modes of proposed converter

로 동작한다. 그리고 전원전압과 커패시터 충전전압  $V_{cr}(=V_d+V_{cd})$ 와 합의 인덕터  $L_r$ 에 인가되어  $L_r$ 와 커패시터  $C_r$ 는 직렬공진을 하고  $C_r$ 가 방전한다. 공진 인덕터의 저항을 무시하면, 커패시터 전압은 식 (1)과 같이 방전하고 인덕터  $L_r$ 에 흐르는 전류  $i_{Lr}$ 는 식 (2)와 같이 증가한다. 전압  $v_{cr}$ 이 영으로 되면 모드 1은 끝나며, 식 (3)은 이 모드가 끝나는 시점의 인덕터 전류이다.

$$v_{cr} = (2V_d + V_{cd})\cos\omega_r t - V_d \quad (1)$$

$$i_{Lr} = \frac{2V_d + V_{cd}}{X}\sin\omega_r t \quad (2)$$

$$I_1 = \frac{1}{X}\sqrt{(2V_d + V_{cd})^2 - V_d^2} \quad (3)$$

여기서,  $\omega_r = \frac{1}{\sqrt{L_r C_r}}$ ,  $X = \sqrt{\frac{L_r}{C_r}}$  이다.

**모드 2 ( $T_2=t_2-t_1$ )**

모드 2는 커패시터 전압  $v_{cr}$ 이 영으로 되어 다이오드  $D_1, D_2$ 가 도통되는 모드이다. 제어스위치들에 의한 단락회로가 형성되어 인덕터  $L_r$ 의 전류는  $Q_1-D_1, D_2-Q_2$ 의 두 회로로 분류한다. 이 모드의 기간에서 인덕터  $L_r$ 는 에너지를 축적한다. 이 때의 인덕터 전류  $i_{Lr}$ 는 식 (4)와 같이 직선적으로 증가한다. 식 (5)는 이 모드가 끝나는 시점의 인덕터 전류이다. 여기서  $T_2$ 는 스위치  $Q_1, Q_2$ 를 오프하기까지의 시간이다.

$$i_{Lr} = \frac{V_d}{L_r}t + I_1 \quad (4)$$

$$I_2 = \frac{V_d}{L_r}T_2 + I_1 \quad (5)$$

**모드 3 ( $T_3=t_3-t_2$ )**

시간  $t_2$ 에서 스위치  $Q_1, Q_2$ 를 오프하면, 인덕터  $L_r$ 의 전류  $i_{Lr}$ 는  $D_2-C_r-D_1$ 을 통하여 흐르고 인덕터

$L_r$ 와 커패시터  $C_r$ 는 다시 직렬공진을 하여  $C_r$ 를 충전시킨다. 커패시터  $C_r$ 와 병렬로 배치된 스위치들의 턴-오프 동작은 공진초기에서  $C_r$ 의 전압이 영이므로 영전압 스위칭으로 동작된다. 이 모드에서의 커패시터 전압은 식 (6)과 같으며, 인덕터에 흐르는 전류  $i_{Lr}$ 는 식 (7)과 같다. 전압  $v_{cr}$ 이 입력전압  $V_d$ 와 출력전압  $V_{cd}$ 의 합으로 될 때 이 모드는 끝나며, 식 (8)은 인덕터의 최종전류이다. 여기서  $T_3$ 은 이 모드의 기간이다.

$$v_{cr} = V_d + \sqrt{\frac{L_r}{C_r}}I_a\sin(\omega_r t + \theta) \quad (6)$$

$$i_{Lr} = I_a\cos(\omega_r t + \theta) \quad (7)$$

$$I_3 = I_2\cos\omega_r T_3 + \sqrt{\frac{C_r}{L_r}}V_d\sin\omega_r T_3 \quad (8)$$

여기서, 
$$I_a = \sqrt{\frac{C_r}{L_r}V_d^2 + I_2^2}, \theta = \sin^{-1}\left(-\frac{V_d}{\sqrt{V_d^2 + \frac{L_r}{C_r}I_2^2}}\right)$$

이다.

**모드 4 ( $T_4=t_4-t_3$ )**

모드 4는 커패시터  $C_r$ 의 충전이 끝난 후 다이오드  $D_3$ 를 통하여 인덕터 전류가 부하측으로 유입되는 모드이다. 이 때의 인덕터 전류  $i_{Lr}$ 는 식 (9)와 같이 직선적으로 감소하며, 인덕터 전류가 영으로 되면 이 모드는 끝난다.

$$i_{Lr} = -\frac{L_{cd}}{L_r}t + I_3 \quad (9)$$

**4. 시뮬레이션결과 및 검토**

제안한 비절연형 고효율 승압용 컨버터의 동작 특성을 확인하기위해 PSIM으로 시뮬레이션을 하

**Table 2.** Parameters of simulated circuit

연료전지(PEMFC) 출력	1.2kW(100V)	평활용 커패시터 $C_d$	2000 $\mu$ F
출력전압 $V_{cd}$	300V	부하전류원 $I_o$	3A
공진 인덕터 $L_r$	60 $\mu$ H	스위칭 주파수 $f_c$	20kHz
공진 커패시터 $C_r$	90nF	듀티율 $D_c(T_{on}/T_c)$	30%

였다. 시뮬레이션에 사용된 회로정수들을 Table 2에 나타낸다.

제안된 컨버터의 스위칭 동작에 대한 각 부의 시

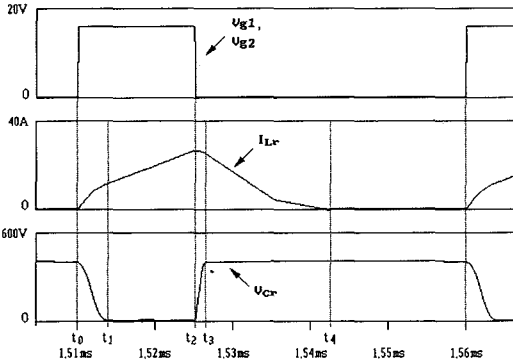


Fig. 4. Simulation waveforms of resonant circuit with switching operation

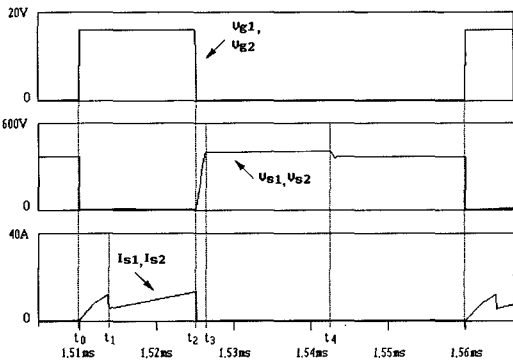


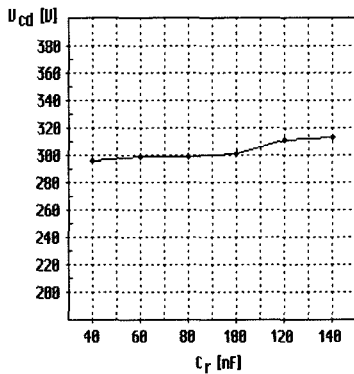
Fig. 5. Simulation waveforms of controlled switch

물레이션 과정을 Fig. 4와 Fig. 5에 나타낸다. Fig. 4에는 공진회로의 인덕터 전류 $i_{Lr}$ 와 커패시터 전압 $v_{cr}$ 을 스위칭 동작에 대해 각 모드별로 나타내고 있으며, Fig. 5는 제어스위치의 양단전압 $v_{s1}, v_{s2}$ 와 전류 $i_{s1}, i_{s2}$  동작파형을 나타낸다.

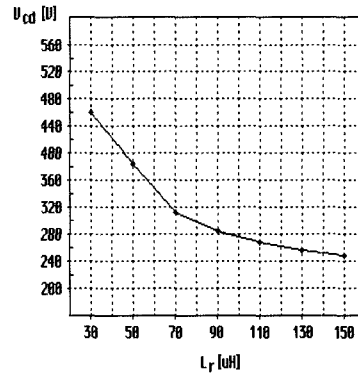
Fig. 4와 5의 시뮬레이션 결과파형을 검토해보면, 시각  $t_0$ 에서 스위치  $Q_1, Q_2$ 를 턴-온하면 LC 직렬 공진회로에 의한 커패시터  $C_r$ 가 방전을 시작하고 인덕터  $L_r$ 는 에너지를 축적하게 된다. 이 시점에서의 스위치  $Q_1, Q_2$ 를 흐르는 전류는 인덕터 전류와 같고 스위치들은 영전류 스위칭으로 동작된다. 시각  $t_1$ 에서 커패시터 전압 $v_{cr}$ 가 영으로 되면 제어스위치들에 의한 단락회로가 형성되어 인덕터  $L_r$ 의 전류는 직선적으로 증가하며 에너지를 축적한다. 이 시점의 인덕터 전류는 스위치  $Q_1$ 과  $Q_2$ 로 분류된다. 시각  $t_2$ 에서 스위치를 오프하면 다시 LC 직렬 공진회로에 의한 커패시터  $C_r$ 가 충전을 시작한다. 그리고 이 시점에서의 스위치  $Q_1, Q_2$  양단전압은 커패시터 전압과 같고 스위치들은 영전압 스위칭으로 동작한다. 시각  $t_3$ 에서 커패시터 전압 $v_{cr}$ 은  $V_d$ 와  $V_{cd}$ 의 합으로 되고, 인덕터 전류 $i_{Lr}$ 는 부하측으로 유입되어 직선적으로 감소하여 시각  $t_4$ 에서 영으로 된다.

이상의 시뮬레이션 결과들은 앞서의 이론적 해석의 타당성을 입증시켜준다.

공진용으로 이용된 스너버 커패시터  $C_r$ 의 용량 변화에 대한 출력전압 $V_{cd}$ 의 변화를 Fig. 6(a)에 나타내며 승압용으로 이용된 공진 인덕터  $L_r$ 의 용량 변화에 대한 출력전압 $V_{cd}$ 의 변화를 Fig. 6(b)에 나

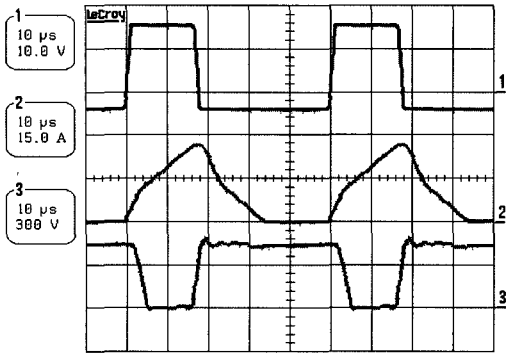


(a)  $C_r$  and  $V_{cd}$

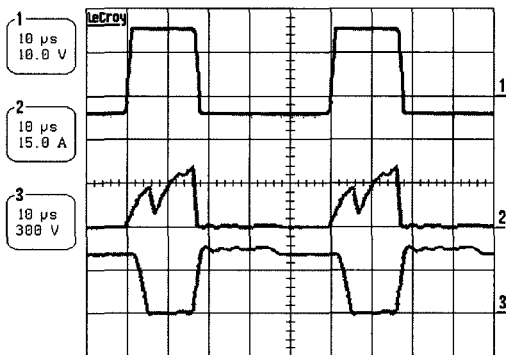


(b)  $L_r$  and  $V_{cd}$

Fig. 6. Relationship between output voltage and capacity of resonant devices



(a) Inductor current  $i_{Lr}$  and capacitor voltage  $v_{cr}$



(b) Switch current  $i_s$  and voltage  $v_s$

Fig. 7. Experimental waveforms of each part for switching control signal

타낸다. 출력전압은 공진용 커패시터의 용량변화에는 거의 변화가 없으나 공진용 인덕터의 변화에는 크게 변화된 모습을 보인다.

### 5. 실험결과 및 검토

실험회로 구성은 입력으로 연료전지(PEMFC) 100V, 1.2kW급을 사용하였으며, 부하용 출력은 스프링쿨러 구동용 1kW DC모터 배수펌프를 사용하였다. 전력용 스위치는 IGBT를 사용하였고 다이오드는 고속 역회복용(FRD)을 사용하였다. 기타 회로정수들은 Table 2를 기준하였다.

Fig. 7은 제어스위치  $Q_1, Q_2$ 의 스위칭 주파수 20 [kHz], 듀티율 30[%]인 게이트 제어신호에 대한 인덕터 전류  $i_{Lr}$ 와 커패시터 전압  $v_{cr}$ 의 파형과 스위치  $Q_1, Q_2$ 에 흐르는 전류  $i_s$ 와 스위치 양단에 걸리는 전

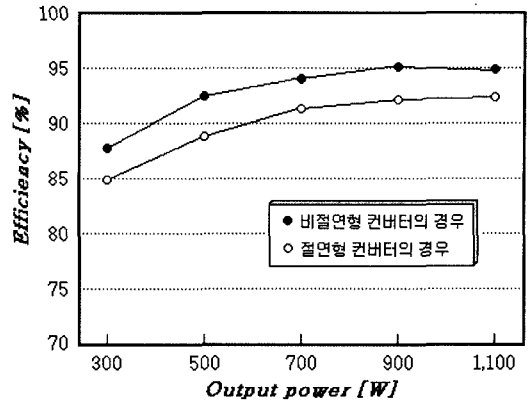


Fig. 8. Measured efficiency comparison

압  $v_s$ 의 파형을 나타낸다.

Fig. 7(a)의 실험파형에서 공진회로는 공진 1주기 동안 지속적으로 이루어지지 않고 스위치의 턴-온과 턴-오프 시에만 부분적인 공진동작을 볼 수 있으며, 이러한 동작에 의해 공진소자들의 용량부담과 스트레스를 줄이고, 출력전류가 증가할 경우 공진손실이 감소된다. 그리고 Fig. 7(b)에서 제어스위치들은 공진동작에 의해 영전류에서 턴-온되며 영전압에서 턴-오프되는 소프트 스위칭 동작을 보인다. 이것은 스위칭 손실이 적게 되어 컨버터의 효율을 증대시켰으며, 스위치들은  $dv/dt, di/dt$ 의 영향이 없으므로 EMI 등의 전자유도 잡음이 나타나지 않았다. 그 결과 스위치의 소손 및 스트레스가 무시되고 소자 과열에 따른 소자 방열기구들을 축소시킬 수 있었다.

이상의 실험파형들은 스위칭 주파수 20[kHz], 듀티율 30[%]에 대한 앞서의 시뮬레이션 결과와 잘 일치된다.

Fig. 8은 제안된 비절연형 승압용 컨버터를 사용한 연료전지 발전시스템의 경우와 절연형 승압용 컨버터를 사용한 연료전지 발전시스템<sup>6)</sup>의 경우에 대한 시스템 효율측정 비교를 나타낸다. 절연형 컨버터를 사용한 경우 절연을 위해 사용된 변압기의 손실증분으로 인해 비절연형 컨버터를 사용한 경우에 비해 효율이 다소 저하된 결과를 가져왔다.

상기의 측정분석들에 의해 제안된 비절연형 고효율 전력변환기가 적용된 연료전지(PEMFC) 발전시스템이 비상시 소방 방재설비의 예비 전력공급설비에 적합함이 확인되었으며 그 실용성이 입

증되었다.

## 6. 결 론

본 논문에서는 예비 전력공급설비의 일환으로 비상시 소방 방재설비에 적용되는 연료전지 발전 시스템에 대해 연구되었으며, 또한 연료전지 발전 시스템의 출력을 최대한 활용하기 위한 새로운 고효율의 전력변환기가 제안되었다. 제안된 고효율 승압용 컨버터는 비절연형으로 설계되고 사용된 제어스위치들은 새로운 소프트 스위칭 회로토폴로지에 의해 영전류 및 영전압으로 스위칭되어 스위치의 턴-온, 턴-오프 손실이 저감되어 시스템의 효율을 증대시켰다. 제안된 고효율 전력변환기는 컴퓨터 시뮬레이션과 실험 결과를 통해 이론적 해석의 타당성이 입증되었다. 또한 제안된 비절연형 전력변환기는 기존의 절연형 전력변환기와 비교되어 절연을 위한 변압기가 사용되지 않으므로 발전효율을 더욱 증대시키는 효과를 가져왔다. 다양한 분석결과들을 통해 제안된 비절연형 고효율 전력변환기가 적용된 연료전지(PEMFC) 발전시스템이 비상시 소방 방재설비 등의 예비 전력공급설비에 적합함이 확인되었다.

## 참고문헌

1. M. Momirlan, and T. N. Veziroghu, "Current Status of Hydrogen Energy", *Renewable & sustainable energy reviews* 6, pp. 141-179, 2002
2. A. E. Farrell, D. W. Keith, and J. J. Corbett, "A strategy for Introducing Hydrogen into Transportation", *Energy Policy* 31, pp. 1357-1367, 2003
3. K-A. Adamson, "Calculating the Price Trajectory of Adoption of Fuel Cell Vehicles", *International Journal of Hydrogen Energy* 30, pp. 341-350, 2005
4. T. O'Garra, S. Mourato, and P. Pearson, "Analysing Awareness and Acceptability of Hydrogen Vehicles: A London Case Study", *International Journal of Hydrogen Energy* 30, pp. 649-659, 2005
5. D. Sadarnac, W. Abida, and C. Karimi, "The Double Discontinuous Mode Operation of a Converter: A method for soft switching", *IEEE Trans. on PE*, Vol. 19, No. 2, pp. 453-460, 2004
6. D. K. Kwak, "A Study on High Efficiency Power Conditioning System for Safety Operation of PEMFC\_type Fuel Cell Generation System", *Journal of the Microelectronics & Packaging Society*, Vol. 13, No. 1, pp. 57-61, 2006
7. W. Guo, and P. K. Jain, "A Low Frequency AC to High Frequency AC Inverter with Build-In Power Factor Correction and Soft-Switching", *IEEE Trans. on PE*, Vol. 19, No. 2, pp. 430-442, 2004