



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0005271
(43) 공개일자 2010년01월15일

(51) Int. Cl.

H02M 3/28 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0065234

(22) 출원일자 2008년07월07일

심사청구일자 2008년07월07일

(71) 출원인

충남대학교산학협력단

대전광역시 유성구 궁동 220번지 충남대학교

(72) 발명자

차한주

대전광역시 유성구 궁동 충남대학교 전기정보통신
공학부 전기전공

최정완

대전광역시 유성구 과학로 113 국가핵융합연구소

(74) 대리인

이은철

전체 청구항 수 : 총 6 항

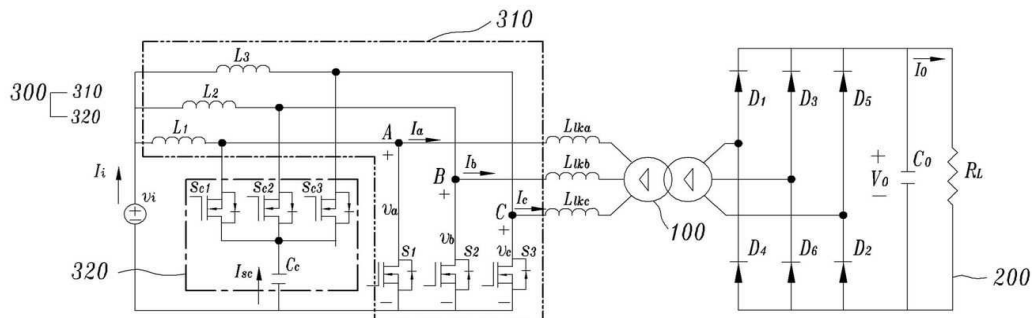
(54) 인터리브 방식의 삼상 절연 DC/DC 컨버터

(57) 요약

본 발명은 인터리브 방식의 삼상 절연 DC/DC 컨버터에 관한 것으로서, 삼상 구조의 특성에 의하여 큰 전력을 취급할 수 있고, 전류 연속모드 작동에 의한 실효 전류 값이 작아져 전체적인 도통손실을 줄일 수 있으며, 각 입력 부스트 인덕터의 인터리브 동작으로 입력전류의 리플이 감소하는, 인터리브 방식의 삼상 절연 DC/DC 컨버터를 제공한다. 그 특징적인 목적이 있다.

이러한 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 3개의 MOSFET 주 스위치($S_1 \sim S_3$)와 3개의 부스트 인덕터($L_1 \sim L_3$)로 구성된 부스트 컨버터부; 및 3개의 MOSFET 보조 스위치($S_{c1} \sim S_{c3}$)와 클램프 커패시터(C_c)로 구성된 능동 클램프부;를 포함하되, 삼상 절연 DC/DC 컨버터는, 상기 MOSFET 보조 스위치($S_{c1} \sim S_{c3}$)와, 삼상 고주파 변압기의 부유용량 및 클램프 커패시터(C_c)의 용량과, 삼상 고주파 변압기의 누설 인덕터($L_{lk a} \sim L_{lk c}$)와의 공진작용에 의한 영전압 스위칭(ZVS) 작용을 통해 스위칭 손실을 경감하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

그 출력이 삼상 고주파 변압기(100)를 통해 출력 풀 브릿지 정류기(200)와 연결되는 인터리브 방식의 삼상 절연 DC/DC 컨버터(300)에 있어서,

3개의 MOSFET 주 스위치($S_1 \sim S_3$)와 3개의 부스트 인덕터($L_1 \sim L_3$)로 구성된 부스트 컨버터부(310); 및 3개의 MOSFET 보조 스위치($Sc_1 \sim Sc_3$)와 클램프 커패시터(C_c)로 구성된 능동 클램프부(320); 를 포함하되,

상기 삼상 절연 DC/DC 컨버터(300)는, 상기 MOSFET 보조 스위치($Sc_1 \sim Sc_3$)와, 삼상 고주파 변압기(100)의 부유 용량 및 클램프 커패시터(C_c)의 용량과, 삼상 고주파 변압기(100)의 누설 인덕터($L_{lka} \sim L_{lkc}$)와의 공진작용에 의한 영전압 스위칭(ZVS) 작용을 통해 스위칭 손실을 경감하는 것을 특징으로 하는 인터리브 방식의 삼상 절연 DC/DC 컨버터.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 3개의 부스트 인덕터($L_1 \sim L_3$)를 통해 인터리브 펄스폭 변조가 일어나는 것을 특징으로 하는 인터리브 방식의 삼상 절연 DC/DC 컨버터.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 클램프 커패시터(C_c)는, 상기 3개의 MOSFET 보조 스위치($Sc_1 \sim Sc_3$)에 인가되는 인덕터 켜지 전압을 클램프 하는 것을 특징으로 하는 인터리브 방식의 삼상 절연 DC/DC 컨버터.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 3개의 MOSFET 주 스위치($S_1 \sim S_3$)의 턴 온 구간이 듀티 D 이며, 상기 듀티 D 는 $0 < D < 1$ 의 범위를 갖는 것을 특징으로 하는 인터리브 방식의 삼상 절연 DC/DC 컨버터.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 3개의 MOSFET 주 스위치($S_1 \sim S_3$)는, 3상 파형 발생을 위하여 120 도 씩 위상차를 유지하며 같은 듀티 D 를 유지하는 것을 특징으로 하는 인터리브 방식의 삼상 절연 DC/DC 컨버터.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 주 스위치 S_1 과 보조 스위치 Sc_1 , 주 스위치 S_2 와 보조 스위치 Sc_2 , 주 스위치 S_3 와 보조 스위치 Sc_3 는, 상호 교번 동작(Complementary switching)하며 주 스위치와 보조 스위치 사이의 데드 타임(dead time) 구간에 의하여 영전압 스위칭(Zero Voltage Switching)이 달성되는 것을 특징으로 하는 인터리브 방식의 삼상 절연 DC/DC 컨버터.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

<1> 본 발명은 삼상 DC/DC 컨버터에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 승압비가 높고, 고효율인 대전력 인터리브 방식의 삼상 절연 DC/DC 컨버터에 관한 것이다.

배경 기술

<2> 연료전지와 태양전지와 같은 대체에너지는 그 효율과 청정성으로 인하여 미래의 에너지원으로 인식되고 있다. 연료전지는 보통 26 ~ 42 VDC의 낮은 전압을 출력하며, 일반적으로 주택용 연료전지 시스템은 이와 같이 변동이 심하고 낮은 전압의 특징을 갖는 직류 전압원을 370 VDC 정도의 고전압으로 승압시켜 주는 DC/DC 컨버터가 필요하며, 이렇게 승압된 DC 전력은 인버터를 통하여 상용 AC 전원에 연결된다.

<3> 따라서, 승압비가 높고 고효율인 대전력 DC/DC 컨버터가 필요하며, 이러한 대전력 변환 및 양호한 전력변환 품질을 얻기 위한 삼상 DC/DC 컨버터가 필요한 실정이다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<4> 본 발명은 상기와 같은 문제점을 감안하여 안출된 것으로, 삼상 구조의 특성에 의하여 큰 전력을 취급할 수 있고, 전류 연속모드 작동에 의한 실효 전류 값이 작아져 전체적인 도통손실을 줄일 수 있으며, 각 입력 부스트 인덕터의 인터리브 동작으로 입력전류의 리플이 감소하는, 인터리브 방식의 삼상 절연 DC/DC 컨버터를 제공함에 그 특징적인 목적이 있다.

과제 해결수단

<5> 본 발명은 삼상 고주파 변압기를 통해 출력 풀 브릿지 정류기와 연결되는 인터리브 방식의 삼상 절연 DC/DC 컨버터에 관한 것으로서, 3개의 MOSFET 주 스위치($S_1 \sim S_3$)와 3개의 부스트 인덕터($L_1 \sim L_3$)로 구성된 부스트 컨버터부; 및 3개의 MOSFET 보조 스위치($S_{C1} \sim S_{C3}$)와 클램프 커패시터(C_C)로 구성된 능동 클램프부; 를 포함하되, 상기 삼상 절연 DC/DC 컨버터는, 상기 MOSFET 보조 스위치($S_{C1} \sim S_{C3}$)와, 삼상 고주파 변압기의 부유용량 및 클램프 커패시터(C_C)의 용량과, 삼상 고주파 변압기의 누설 인덕터($L_{lka} \sim L_{lkc}$)와의 공진작용에 의한 영전압 스위칭(ZVS) 작용을 통해 스위칭 손실을 경감하는 것을 특징으로 한다.

<6> 이에 더하여 상기 3개의 부스트 인덕터($L_1 \sim L_3$)를 통해 인터리브 펄스폭 변조가 일어나는 것을 특징으로 한다.

<7> 그리고 상기 클램프 커패시터(C_C)는, 상기 3개의 MOSFET 보조 스위치($S_{C1} \sim S_{C3}$)에 인가되는 인덕터 써지 전압을 클램프하는 것을 특징으로 한다.

효과

<8> 상기와 같은 본 발명에 따르면, 삼상구조의 특성에 의하여 큰 전력을 취급할 수 있고 전류 연속모드 작동에 의한 실효 전류 값이 작아져 전체적인 도통손실이 줄어드는 효과가 있으며, 각 입력 부스트 인덕터의 인터리브 동작으로 입력전류 리플이 작아짐과 더불어 실효 동작주파수가 증가함에 따라 필터부품의 크기도 줄어들게 되는 효과도 있다. 이에 따라, 연료전지의 전력변환기로서의 적용에 적합하다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<9> 본 발명의 구체적 특징 및 이점들은 첨부도면에 의거한 다음의 상세한 설명으로 더욱 명백해질 것이다. 이에 앞서 본 발명에 관련된 공지 기능 및 그 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는, 그 구체적인 설명을 생략하였음에 유의해야 할 것이다.

<10> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 상세하게 설명한다.

<11> 본 발명에 따른 인터리브 방식의 삼상 절연 DC/DC 컨버터에 관하여 도 1 내지 도 3 을 참조하여 설명하면 다음과 같다.

<12> 도 1 은 본 발명에 따른 인터리브 방식의 삼상 절연 DC/DC 컨버터(300)에 관한 전체 구성도로서, 도시된 바와 같이 삼상 절연 DC/DC 컨버터(300)는 그 출력이 삼상 고주파 변압기(100)를 통해 풀 브릿지 정류기(200)와 연결

된다.

- <13> 구체적으로, 삼상 절연 DC/DC 컨버터(300)는 3개의 MOSFET 주 스위치($S_1 \sim S_3$)와 3개의 부스트 인덕터($L_1 \sim L_3$)로 구성된 부스트 컨버터부(310)와, 3개의 MOSFET 보조 스위치($Sc_1 \sim Sc_3$)와 클램프 커패시터(C_c)로 구성된 능동 클램프부(320)를 포함한다.
- <14> 인터리브 방식의 펄스 폭 변조(Interleaved Pulse Width Modulation: PWM) 동작은 삼상 컨버터 입력단에 있는 3개의 부스트 인덕터($L_1 \sim L_3$)에서 일어나며, 입력전류 I_i 의 리플전류 실효 주파수를 증가시킨 형태로 영향을 준다. 이와 같이, 작은 크기의 필터소자를 적용하여 입력 리플전류 값의 크기를 줄인 효과를 내어 연료전지의 출력과의 연결에 적합하다.
- <15> 능동 클램프부(320)는, MOSFET 보조 스위치($Sc_1 \sim Sc_3$)와, 삼상 고주파 변압기(100)의 부유용량 및 클램프 커패시터(C_c)의 용량과, 삼상 고주파 변압기(100)의 누설 인덕터($L_{lka} \sim L_{lkc}$)와의 공진작용에 의한 영전압 스위칭(ZVS) 작용으로 컨버터의 스위칭 손실을 경감해 준다.
- <16> 또한, 능동 클램프부(320)가 스위치에 인가되는 인덕터 써지 전압을 클램프해 줌으로써, 고주파 변압기(100) 1차측과 2차측에 부가적인 스너버 회로가 필요 없게 된다.
- <17> 적용된 삼상 구조는 각 부위에 흐르는 전류와 전압의 주파수를 3배 증가시키는 효과를 주어 출력 필터소자의 크기를 줄여 주고, 전류가 삼상 경로로 분산되는 효과로 변압기 권선과 스위치에 흐르는 실효전류 값을 줄어든게 되어 같은 정격의 스위치로 더 큰 전력변환을 가능하게 해 준다. 또한, 이 컨버터에서는 입력전류 I_i 와 삼상 컨버터 출력전류 $I_a \sim I_c$ 가 연속모드로 동작하므로 매우 효율이 높게 동작한다.
- <18> 도 2 는 본 발명에 따른 DC/DC 컨버터(300)의 3상 펄스 폭 변조(PWM)가 일어나는 과정을 보이는 그래프로서, 도시된 바와 같이 $I_{ap} \sim I_{cp}$ 는 변압기 결선에서 각 상의 권선전류 파형을, $I_a \sim I_c$ 는 컨버터 각 상의 출력전류 파형을 이상적으로 표시하고 있다.
- <19> $V_{G1} \sim V_{G3}$ 는 주 스위치($S_1 \sim S_3$)의 게이트 구동 파형이고, $v_a \sim v_c$ 는 컨버터 출력 각 상의 상전압 파형이며, $v_{ab} \sim v_{ca}$ 는 컨버터 출력 각 상의 선간전압 파형을 보여준다.
- <20> 제안하는 컨버터의 삼상 고주파 변압기(100) 1차측 상전류를 기준으로 한 동작 모드는 각 스위치의 게이트 구동 파형에 따라, 도 2 와 같이 8개 구간으로 나누어진다.
- <21> 이때, DT_s 기간은 주 스위치가 턴 온 됨에 따라 입력 부스트 인덕터($L_1 \sim L_3$)에 에너지가 축적되는 구간이며, 이 구간에서 부스트 인덕터($L_1 \sim L_3$)에 축적된 에너지는 나머지 구간에서 스위치들의 온 오프작동 조합에 따라 변압기를 통하여 출력측으로 전달된다.
- <22> 즉, 주 스위치($S_1 \sim S_3$)의 턴 온 구간이 듀티 D 이며, $0 < D < 1$ 의 범위를 가질 수 있다. 또한, 주 스위치($S_1 \sim S_3$)는 3상 파형 발생을 위하여 120 도 씩 위상차를 유지하며 같은 듀티 D를 유지한다.
- <23> 그리고, 주 스위치 S_1 과 보조 스위치 Sc_1 , 주 스위치 S_2 와 보조 스위치 Sc_2 , 주 스위치 S_3 와 보조 스위치 Sc_3 는, 상호 교번 동작(Complementary switching)하며 주 스위치와 보조 스위치 사이의 데드 타임 (dead time) 구간에 의하여 영전압 스위칭 (Zero Voltage Switching)이 달성된다.
- <24> 도 3 은 본 발명에 따른 입력전류(I_i)의 인터리브 방식 동작 파형을 나타내는 그래프로서, 도시된 바와 같이 입력전원(V_i)로부터 발생하는 전류(I_i)가 인터리브 동작에 의하여 전체 리플이 감소함을 보여주고 있다.
- <25> 이상으로 본 발명의 기술적 사상을 예시하기 위한 바람직한 실시예와 관련하여 설명하고 도시하였지만, 본 발명은 이와 같이 도시되고 설명된 그대로의 구성 및 작용에만 국한되는 것이 아니며, 기술적 사상의 범주를 일탈함이 없이 본 발명에 대해 다수의 변경 및 수정이 가능함을 당업자들은 잘 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 그러한 모든 적절한 변경 및 수정과 균등물들도 본 발명의 범위에 속하는 것으로 간주되어야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

- <26> 도 1 은 본 발명에 따른 인터리브 방식의 삼상 DC/DC 컨버터에 관한 구성도.

<27> 도 2 는 본 발명에 따른 3상 펄스 폭 변조(PWM)가 일어나는 과정을 보이는 그래프.

<28> 도 3 은 본 발명에 따른 입력전원(Vi)로부터 발생하는 연료전지 출력 전류(Ii)가 인터리브 동작에 의하여 전체 리플이 감소함을 보여주는 그래프.

<29> ** 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 **

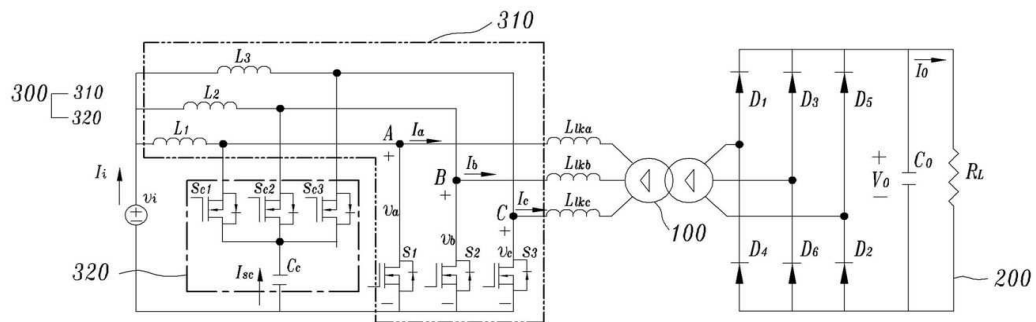
<30> 100: 삼성 고주파 변압기 200: 폴 브릿지 정류기

<31> 300: 삼상 DC/DC 컨버터 310: 부스트 컨버터부

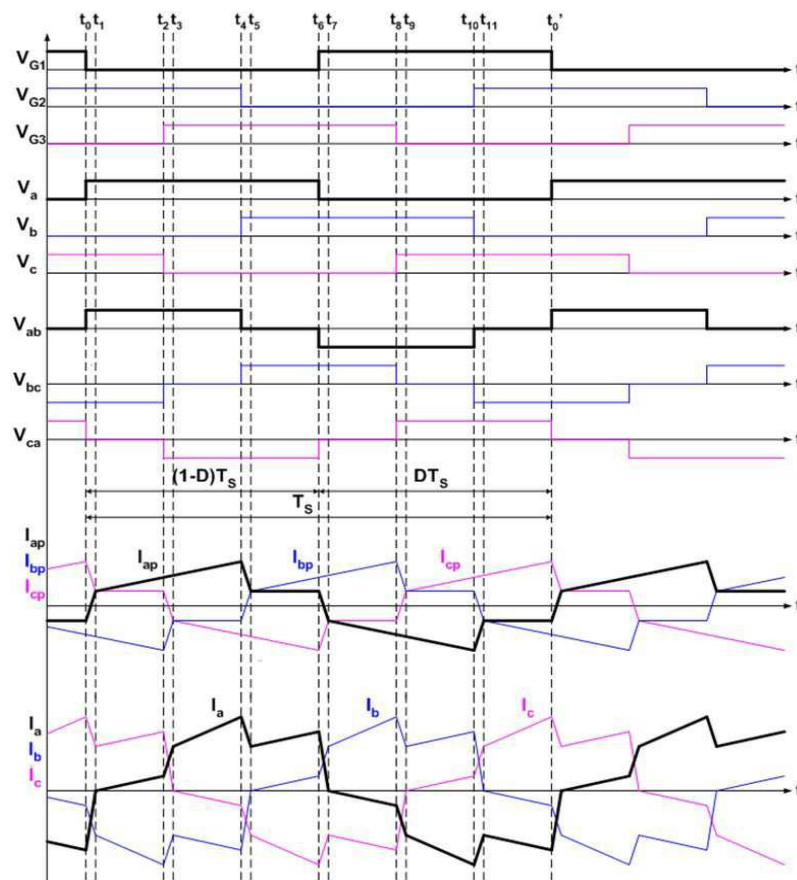
<32> 320: 능동 클램프부

도면

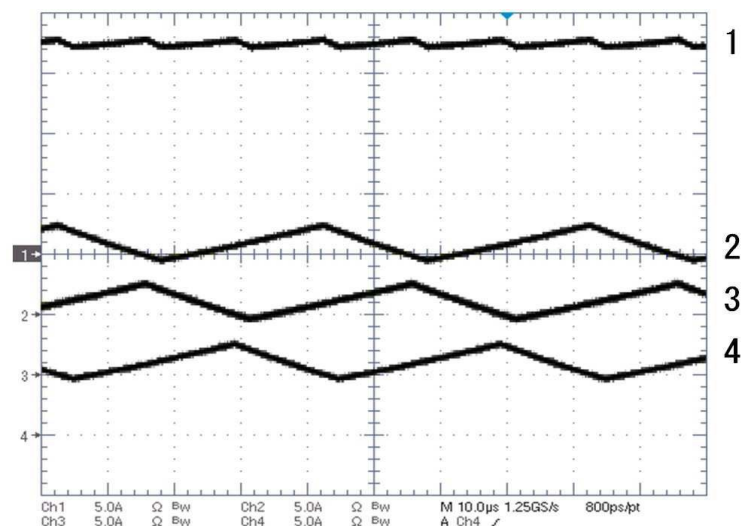
도면1



도면2



도면3



1. 연료전지 출력 전류 I_1
2. L_1 에 흐르는 전류 (A 상)
3. L_2 에 흐르는 전류 (B 상)
4. L_3 에 흐르는 전류 (C 상)