(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0006785
(43) 공개일자 2010년01월21일

(51) Int. Cl.
H02M 3/28 (2006.01) *H02M 3/325* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-0067153
(22) 출원일자 2008년07월10일
심사청구일자 2008년07월10일

(71) 출원인
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 궁동 220번지 충남대학교
(72) 발명자
차한주
대전광역시 유성구 궁동 충남대학교 전기정보통신공학부 전기전공
최순호
대전광역시 유성구 궁동 충남대학교 전기정보통신공학부 전기전공
(74) 대리인
이은철

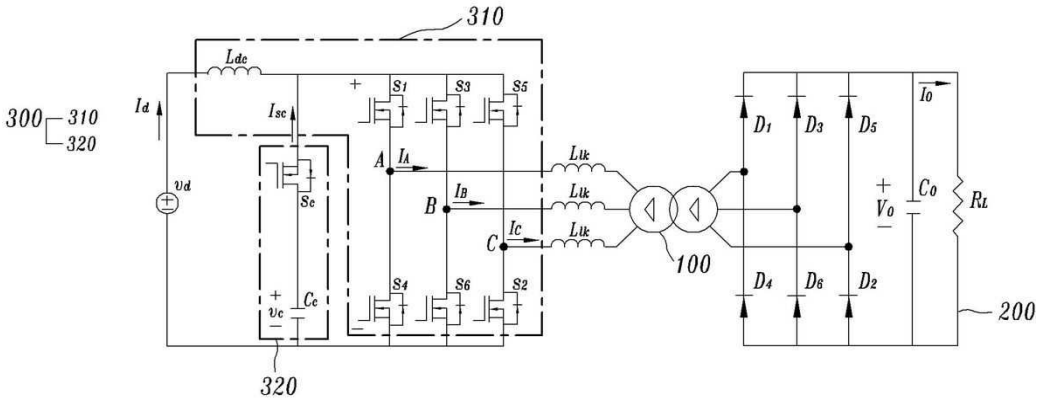
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 능동클램프 방식의 삼상 전류형 DC/DC 컨버터

(57) 요 약

본 발명은 능동클램프 방식의 삼상 전류형 DC/DC 컨버터에 관한 것으로서, 6개의 MOSFET 주 스위치(S_1 ~ S_6)와 1개의 부스트 인덕터(L_{dc})로 구성된 전류형 컨버터부; 및 1개의 MOSFET 보조 스위치(Sc)와 클램프 커패시터(C_C)로 구성된 능동 클램프부; 를 포함하되, 상기 삼상 전류형 DC/DC 컨버터는, 상기 MOSFET 보조 스위치(Sc)와, 삼상 고주파 변압기의 부유용량 및 클램프 커패시터(C_C)의 용량과, 삼상 고주파 변압기의 누설 인덕터(L_{lk})와의 공진작용에 의한 영전압 스위칭(ZVS) 작용을 통해 스위칭 손실을 경감하는 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

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

6개의 MOSFET 주 스위치(S_1 ~ S_6)와 1개의 부스트 인덕터(L_{dc})로 구성된 전류형 컨버터부(310); 및 1개의 MOSFET 보조 스위치(Sc)와 클램프 커패시터(C_C)로 구성된 능동 클램프부(320); 를 포함하되,

상기 삼상 전류형 DC/DC 컨버터(300)는, 상기 MOSFET 보조 스위치(Sc)와, 삼상 고주파 변압기(100)의 부유용량 및 클램프 커패시터(C_C)의 용량과, 삼상 고주파 변압기(100)의 누설 인덕터(L_{lk})와의 공진작용에 의한 영전압 스위칭(ZVS) 작용을 통해 스위칭 손실을 경감하는 것을 특징으로 하는 능동클램프 방식의 삼상 전류형 DC/DC 컨버터.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 클램프 커패시터(C_C)는, 상기 1개의 MOSFET 보조 스위치(Sc)에 인가되는 인덕터 써지 전압을 클램프하는 것을 특징으로 하는 능동클램프 방식의 삼상 전류형DC/DC 컨버터.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 6개의 MOSFET 주 스위치 (S_1 ~ S_6)가 턴 온 하는 구간 DT_s 동안 인덕터(L_{dc})에 에너지가 축적되며, 상기 보조 스위치(Sc)는 $(1-D)T_s$ 동안 턴 온하며 상기 주 스위치와 보조 스위치 사이의 데드 타임(dead time) 구간에 의하여 영전압 스위칭(Zero Voltage Switching)이 달성되는 것을 특징으로 하는 능동클램프 방식의 삼상 전류형 DC/DC 컨버터.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 능동클램프 방식의 삼상 전류형 DC/DC 컨버터(300)는 상기 삼상 고주파 변압기(100)의 1차측과 델타 결선되며, 삼상 고주파 변압기(100)의 2차측은 상기 풀 브릿지 정류기(200)와 델타 결선되는 것을 특징으로 하는 능동클램프 방식의 삼상 전류형 DC/DC 컨버터.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 능동클램프 방식의 삼상 전류형 DC/DC 컨버터(300)는 상기 삼상 고주파 변압기(100)의 1차측과 델타 결선되며, 삼상 고주파 변압기(100)의 2차측은 상기 풀 브릿지 정류기(200)와 와이 결선될 경우, 상기 2차측의 권선수를 절반으로 줄이는 것을 특징으로 하는 능동클램프 방식의 삼상 전류형 DC/DC 컨버터.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

6개의 MOSFET 주 스위치 (S_1 ~ S_6)의 각 충전 구간 및 방전 구간은, 3상 한 주기내에서 6번 반복하되, 상기 6개의 MOSFET 주 스위치 (S_1 ~ S_6)는, 각 충전 구간동안 모두 턴 온함으로써, 상기 부스트 인덕터(L_{dc})에 에너지가 충전되며 부스트 인덕터(L_{dc}) 전류 I_d가 증가하는 것을 특징으로 하는 능동클램프 방식의 삼상 전류형 DC/DC 컨버터.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 6개의 MOSFET 주 스위치 (S_1 ~ S_6)의 방전 구간은,

(S4, S5, S6) - (S5, S6, S1) - (S6, S1, S2) - (S1, S2, S3) - (S2, S3, S4) - (S3, S4, S5)의 순으로 턴 온 되어 삼상 한 주기를 구성되어 6번 반복되는 것을 특징으로 하는 능동클램프 방식의 삼상 전류형 DC/DC 컨버터.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 6개의 MOSFET 주 스위치 (S_1 ~ S_6) 중, 각 방전 구간동안 3개의 주 스위치가 턴 온 함으로써, 부스트 인덕터(L_{dc})에 에너지가 방전되며 부스트 인덕터(L_{dc}) 전류 I_d가 감소하는 것을 특징으로 하는 능동클램프 방식의 삼상 전류형 DC/DC 컨버터.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 능동클램프 방식의 삼상 전류형DC/DC 컨버터는,

상기 6개의 MOSFET 주 스위치(S_1 ~ S_6), 삼상 고주파 변압기(100) 및 풀 브릿지 정류기(200)의 다이오드의 전류 경로를 분산시키는 것을 특징으로 하는 능동클램프 방식의 삼상 전류형 DC/DC 컨버터.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

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

배 경 기 술

<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 370VDC 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, 능동클램프 회로를 포함한 전류형 구조를 갖음으로써 전압 승압비를 높이고 전압 써지와 EMI를 줄일 수 있으며, 삼상 펄스 폭 변조(PWM)에 의하여 스위치와 고주파 변압기의 전류 경로 분산함으로써 운전 효율을 증가할 수 있으며, 고주파 변압기의 결선 방법에 따라 변압기 사용을 최적화하는, 능동클램프 방식의 삼상 전류형 DC/DC 컨버터를 제공함에 그 특징적인 목적이 있다.

과제 해결수단

<5> 이러한 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명은 6개의 MOSFET 주 스위치(S_1 ~ S_6)와 1개의 부스트 인덕터(L_{dc})로 구성된 전류형 컨버터부; 및 1개의 MOSFET 보조 스위치(Sc)와 클램프 커패시터(C_C)로 구성된 능동 클램프부; 를 포함하되, 상기 삼상 전류형 DC/DC 컨버터는, 상기 MOSFET 보조 스위치(Sc)와, 삼상 고주파 변압기

(100)의 부유용량 및 클램프 커패시터(C_C)의 용량과, 삼상 고주파 변압기의 누설 인덕터(L_{lk})와의 공진작용에 의한 영전압 스위칭(ZVS) 작용을 통해 스위칭 손실을 경감하는 것을 특징으로 한다.

<6> 이에 더하여 삼상 전류형 DC/DC 컨버터는, 상기 삼상 고주파 변압기의 1차측과 델타 결선되며, 삼상 고주파 변압기의 2차측은 상기 풀 브릿지 정류기와 델타 결선됨으로써 효율을 향상시킬 수 있으며, 삼상 고주파 변압기의 1차측과 델타 결선되며, 삼상 고주파 변압기의 2차측은 상기 풀 브릿지 정류기와 와이 결선될 경우, 상기 2차측의 권선수를 절반으로 줄이는 것을 특징으로 한다.

<7> 그리고 상기 클램프 커패시터(C_C)는, 상기 MOSFET 보조 스위치(Sc)에 인가되는 인덕터 써지 전압을 클램프하는 것을 특징으로 한다.

효 과

<8> 상기와 같은 본 발명에 따르면, 삼상구조의 특성에 의하여 큰 전력을 취급할 수 있고, 능동클램프 회로를 포함한 전류형 구조로써 전압 승압비를 높이며, 전압 써지와 EMI를 줄일 수 있으며, 삼상 펄스폭 변조(PWM)에 의하여 스위치와 고주파 변압기의 전류 경로 분산함으로써 운전 효율을 증가할 수 있으며, 고주파 변압기의 결선 방법에 따라 변압기 사용을 최적화하는 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 능동클램프 방식의 삼상 전류형 DC/DC 컨버터에 관하여 도 1 및 도 2 를 참조하여 설명하면 다음과 같다.

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

<13> 구체적으로, 삼상 전류형 DC/DC 컨버터(300)는 6개의 MOSFET 주 스위치(S_1 ~ S_6)와 1개의 부스트 인덕터(L_{dc})로 구성된 전류형 컨버터부(310)와, 1개의 MOSFET 보조 스위치(Sc)와 클램프 커패시터(C_C)로 구성된 능동 클램프부(320)를 포함한다.

<14> 도 2 와 같은 펄스 폭 변조(Three-phase Pulse Width Modulation) 동작은 단상 DC/DC 컨버터에 비하여 입력전류 I_d의 리플전류 실효 주파수를 3배 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)와, 삼상 고주파 변압기(100)의 부유용량 및 클램프 커패시터(C_C)의 용량과, 삼상 고주파 변압기(100)의 누설 인덕터(L_{lk})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 줄어들게 되어 같은 정격의 스위치로 더 큰 전력변환을 가능하게 해 준다.

<18> 도 2 는 본 발명에 따른 삼상 전류형 DC/DC 컨버터(300)의 삼상 펄스 폭 변조(PWM)가 일어나는 과정을 보이는 그래프로서, 도시된 바와 같이 I_d 는 입력 인덕터 L_{dc}의 전류 파형을, I_{SC} 는 클램프 커패시터 전류를, I_A ~ I_C 는 컨버터 각 상의 출력전류 파형을 이상적으로 표시하고 있다.

<19> S_1 ~ S_6 는 주 스위치(S_1 ~ S_6)의 게이트 구동 파형이고, S_C 는 보조 스위치(S_C)의 게이트 구동 파형이다.

<20> 이때, DT_s 기간은 6개의 주 스위치가 턴 온 됨에 따라 입력 부스트 인덕터(L_{dc})에 에너지가 축적되는 구간이며, 이 구간에서 부스트 인덕터(L_{dc})에 축적된 에너지는 나머지 구간 (1-D)T_s에서 스위치들의 온 오프작동 조합에 따라 변압기를 통하여 출력측으로 전달된다.

<21> 또한, 보조 스위치(Sc)는 (1-D)T_s 동안 턴 온하며 주 스위치와 보조 스위치 사이의 데드 타임(dead time) 구간에 의하여 영전압 스위칭(Zero Voltage Switching)이 달성된다.

<22> 그리고, 부스트 인덕터(L_{dc})에 에너지가 충전되는 구간과 부스트 인덕터(L_{dc})에 저장된 에너지가 삼상 고주파 변압기(100)를 통하여 2차측으로 방전되는 구간으로 나누어지며, 각 충전 구간과 방전 구간은 삼상 한 주기 내에서 모두 6번 반복한다.

<23> 각 충전 구간동안 6개의 주 스위치(S_1 ~ S_6)가 모두 턴 온함으로써, 부스트 인덕터(L_{dc})에 에너지가 충전되며 부스트 인덕터(L_{dc}) 전류 I_d는 증가한다.

<24> 6개의 방전 구간은 (S4, S5, S6) 턴 온 - (S5, S6, S1) 턴 온 - (S6, S1, S2) 턴 온 - (S1, S2, S3) 턴 온 - (S2, S3, S4) 턴 온 - (S3, S4, S5) 턴 온 으로 삼상 한 주기를 구성되어 반복된다. 각 방전 구간동안 3개의 주 스위치가 위에 기술한 순서로 턴 온함으로써, 부스트 인덕터(L_{dc})에 에너지가 방전되며 부스트 인덕터(L_{dc}) 전류 I_d는 감소한다.

<25> 위와 같은 펄스폭 변조(PWM)방법에 따라, 6개의 MOSFET 주 스위치(S_1 ~ S_6), 삼상 고주파 변압기(100) 및 풀 브릿지 정류기(200)의 다이오드의 전류 경로를 분산시킬 수 있다.

<26> 한편, 삼상 고주파 변압기(100)의 1차측-2차측은 각각 델타-델타 결선으로 효율을 향상시킬 수 있으며, 델타-와이 결선될 경우, 2차측 권선수를 절반으로 줄이면서 델타-델타 결선과 같은 출력전압을 발생시킬 수 있다.

<27> 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

<28> 도 1 은 본 발명에 따른 능동클램프 방식의 삼상 전류형 DC/DC 컨버터에 관한 구성도.

<29> 도 2 는 본 발명에 따른 3상 펄스 폭 변조(PWM) 방법을 보이는 그래프.

<30> ** 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 **

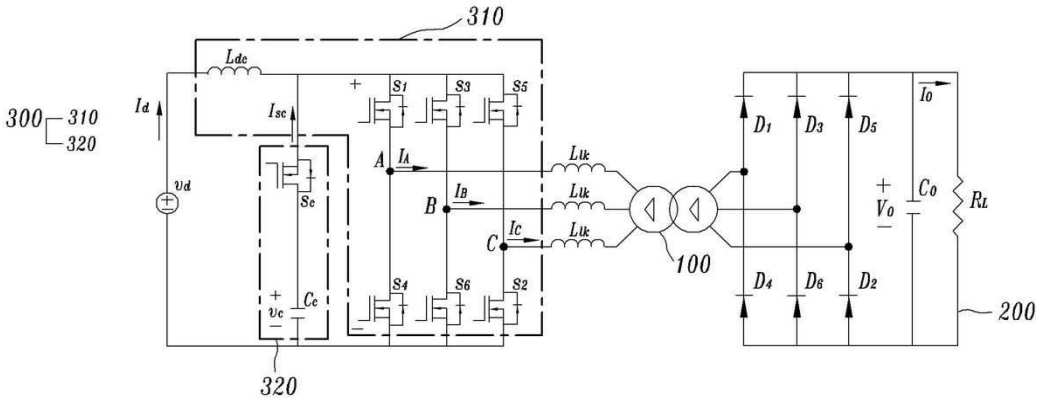
<31> 100: 삼상 고주파 변압기 200: 풀 브릿지 정류기

<32> 300: 삼상 DC/DC 컨버터 310: 전류형 컨버터부

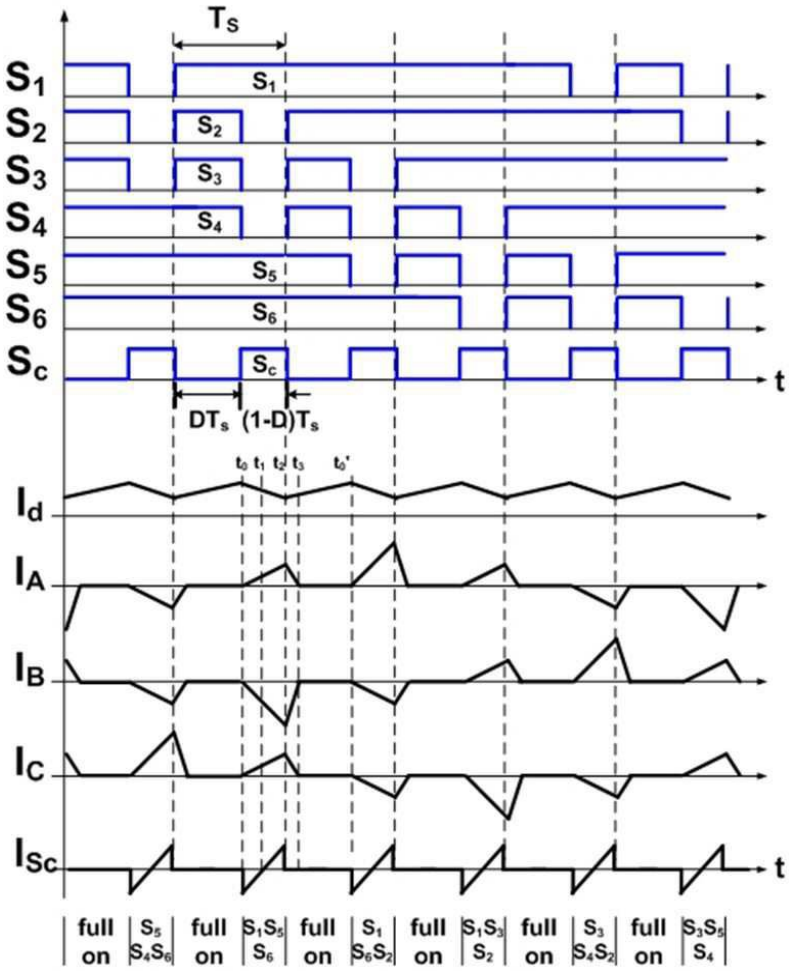
<33> 320: 능동 클램프부

도면

도면1


310
300
310
320
Ldc
Id
Isc
S1
S3
S5
A
IA
B
IB
C
IC
Lik
Lik
Lik
100
D1
D3
D5
D4
D6
D2
Io
Vo
Co
RL
200
Sc
Cc
vc
vd
S4
S6
S2
320

도면2


Ts
S1
S2
S3
S4
S5
S6
Sc
t
DTs
(1-D)Ts
t0 t1 t2 t3 t0'
Id
IA
IB
IC
ISc
full on
S5 S4S6
full on
S1S5 S6
full on
S1 S6S2
full on
S1S3 S2
full on
S3 S4S2
full on
S3S5 S4