



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년01월16일
(11) 등록번호 10-2066501
(24) 등록일자 2020년01월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02M 3/24 (2006.01)

(52) CPC특허분류
H02M 3/24 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0041179

(22) 출원일자 2018년04월09일

심사청구일자 2018년04월09일

(65) 공개번호 10-2019-0118047

(43) 공개일자 2019년10월17일

(56) 선행기술조사문헌

US06215683 B1*

US20160056640 A1

KR1020100029930 A

KR1020130083536 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

인하대학교 산학협력단

인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)

(72) 발명자

김재국

인천광역시 남동구 소래역남로 39, 501동 1802호
(논현동, 에코메트로5단지한화꿈에그린아파트)

이승훈

대구광역시 달서구 학산로2길 24, 102동 1301호(월성동, 월성청구아파트)

(74) 대리인

특허법인충정

전체 청구항 수 : 총 7 항

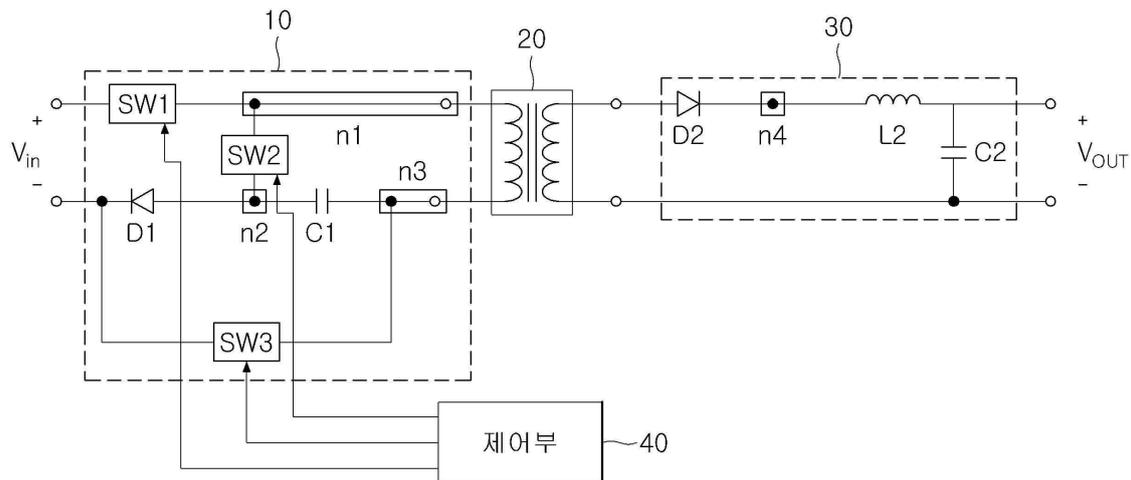
심사관 : 남배인

(54) 발명의 명칭 전력변환장치

(57) 요약

본 출원은 전력변환장치에 관한 것으로서, 본 발명의 일 실시예에 의한 전력변환장치는, 복수의 스위치를 포함하며, 상기 스위치들의 스위칭 동작에 따라 입력부로부터 인가되는 직류의 입력 전압을 제1 교류 전압으로 변환하는 제1 컨버터부; 권선비에 따라, 상기 제1 교류 전압을 제2 교류 전압으로 변압하는 변압부; 상기 제2 교류 전압을 정류하여 직류의 출력 전압을 생성하고, 출력부를 통하여 상기 출력 전압을 출력하는 제2 컨버터부; 및 상기 스위치들의 동작을 제어하여, 상기 제1 컨버터부를 제1 모드 또는 제2 모드로 동작하도록 설정하는 제어부를 포함할 수 있다.

대표도



이 발명을 지원한 국가연구개발사업
 과제고유번호 1711053264
 부처명 과학기술정보통신부
 연구관리전문기관 한국연구재단
 연구사업명 개인기초연구
 연구과제명 다양한 신재생 에너지를 입력으로 갖는 동시 전력 전달이 가능한 다중 입력 전력 변환 회
 로 연구
 기 여 율 1/2
 주관기관 인하대학교 산학협력단
 연구기간 2017.06.01 ~ 2018.03.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
 과제고유번호 55055-1
 부처명 인하대학교
 연구관리전문기관 인하대학교 산학협력단
 연구사업명 연구비수주목적사업
 연구과제명 WCSL_(1차년도) 저전력 전기자동차용 자율주행시스템 개발 및 인력양성
 기 여 율 1/2
 주관기관 인하대학교 산학협력단
 연구기간 2016.12.01 ~ 2017.11.30

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 스위치를 포함하며, 상기 스위치들의 스위칭 동작에 따라 입력부로부터 인가되는 직류의 입력 전압을 제 1 교류 전압으로 변환하는 제1 컨버터부;

권선비에 따라, 상기 제1 교류 전압을 제2 교류 전압으로 변압하는 변압부;

상기 제2 교류 전압을 정류하여 직류의 출력 전압을 생성하고, 출력부를 통하여 상기 출력 전압을 출력하는 제2 컨버터부; 및

상기 스위치들의 동작을 제어하여, 상기 제1 컨버터부를 제1 모드 또는 제2 모드로 동작하도록 설정하는 제어부를 포함하는 것으로,

상기 제1 컨버터부는

상기 입력부의 일단과 제1 노드 사이에 연결되는 제1 스위치;

상기 입력부의 타단과 제2 노드 사이에 연결되는 제1 다이오드;

상기 제1 노드와 제2 노드 사이에 연결되는 제2 스위치;

상기 제2 노드와 제3 노드 사이에 연결되는 제1 커패시터; 및

상기 제3 노드와 상기 입력부의 타단 사이에 연결되는 제3 스위치를 포함하고,

상기 제1 노드 및 제3 노드는 상기 변압부의 입력단자에 각각 연결되며,

상기 다이오드는 전류의 방향을 상기 입력부의 타단으로 유입되는 방향으로 제한하는 것을 특징으로 하는 전력 변환장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제어부는

상기 제1 모드에서는 DEACF(Double Ended Active Clamp Forward) 컨버터로 동작하도록 설정하고, 상기 제2 모드에서는 AHB(Asymmetric Half Bridge) 컨버터로 동작하도록 설정하는 것을 특징으로 하는 전력변환장치.

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제어부는

상기 제1 모드로 동작하는 경우에는, 상기 제3 스위치를 상기 제1 스위치와 동시에 온-오프하도록 동기화하고, 상기 제1 스위치와 제2 스위치는 서로 반대로 온-오프하도록 설정하는 것을 특징으로 하는 전력변환장치.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 제어부는

상기 제2 모드로 동작하는 경우에는, 상기 제3 스위치를 오픈한 상태로 유지하고, 상기 제1 스위치와 제2 스위

치는 서로 반대로 온-오프하도록 설정하는 것을 특징으로 하는 전력변환장치.

청구항 6

제4항 또는 제5항에 있어서, 상기 제어부는

상기 제1 스위치와 제2 스위치가 온-오프하는 스위칭 동작을, 스위칭 주파수에 따라 반복하여 수행하도록 설정하는 것을 특징으로 하는 전력변환장치.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 제어부는

상기 입력 전압의 크기에 따라, 상기 제1 컨버터부를 상기 제1 모드 또는 제2 모드로 동작하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 전력변환장치.

청구항 8

제2항에 있어서, 상기 제2 컨버터부는

상기 변압부의 출력단자와 제4 노드 사이에 연결되는 제2 다이오드;

상기 제4 노드와 상기 출력부 사이에 연결되는 제2 인덕터; 및

상기 출력부의 양단을 병렬로 연결하는 제2 커패시터를 포함하는 것을 특징으로 하는 전력변환장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전력변환장치에 관한 것으로, 서로 다른 두개의 모드로 동작하여 직류-직류 전력변환을 수행할 수 있는 전력변환장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 상대적으로 높은 전압을 요구하는 전자회로에 에너지를 공급하거나, 계통에 연계하여 응용 분야에 사용하기 위해서는 입력 전압을 높은 전압으로 승압해 주어야 한다. 뿐만 아니라 전자회로에 따라서는 높은 전압을 이용하여 낮은 전압으로 강압해 줄 필요도 있다. 이를 위한 다양한 강압형 및 승압형 컨버터 중의 하나로 직류-직류(DC-DC) 컨버터(converter)에 대한 모델링 및 분석이 연구되었다.

[0004] 직류-직류 컨버터(converter)의 종류로 벡 타입(Buck type)은 포워드(forward), 하프 브릿지(half bridge), 풀 브릿지(full bridge) 컨버터 등이 있고, 벡-부스트 타입(Buck-boost type)은 플라이백 컨버터(flyback converter) 등이 있다.

[0005] 한편, 전력 변환 장치의 효율을 증대 시키기 위한 방법으로는 소프트 스위칭(soft switching) 기법이 있다. 전력 변환 장치는 전력용 반도체의 온-오프(on-off) 시퀀스 제어를 통하여 전압 변조를 가능하게 하는데, 전력 변환 장치의 고효율화를 위해서는 전력용 반도체의 온-오프 시 발생하는 스위칭 손실(switching loss)를 저감시킬 수 있도록 영 전압 스위칭(zero voltage switching), 영 전류 스위칭(zero current switching)과 같은 소프트 스위칭 기법이 사용된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 출원은, 서로 다른 두개의 모드로 동작하여, 직류-직류 전력변환을 수행할 수 있는 전력변환장치를 제공하고

자 한다.

[0008] 본 출원은, 넓은 입력전압범위를 지원하면서, 스위치 전압 스트레스를 최소화할 수 있는 전력변환장치를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 일 실시예에 의한 전력변환장치는, 복수의 스위치를 포함하며, 상기 스위치들의 스위칭 동작에 따라 입력부로부터 인가되는 직류의 입력 전압을 제1 교류 전압으로 변환하는 제1 컨버터부; 권선비에 따라, 상기 제1 교류 전압을 제2 교류 전압으로 변압하는 변압부; 상기 제2 교류 전압을 정류하여 직류의 출력 전압을 생성하고, 출력부를 통하여 상기 출력 전압을 출력하는 제2 컨버터부; 및 상기 스위치들의 동작을 제어하여, 상기 제1 컨버터부를 제1 모드 또는 제2 모드로 동작하도록 설정하는 제어부를 포함할 수 있다.

[0011] 여기서 상기 제어부는, 상기 제1 모드에서는 DEACF(Double Ended Active Clamp Forward) 컨버터로 동작하도록 설정하고, 상기 제2 모드에서는 AHB(Asymmetric Half Bridge) 컨버터로 동작하도록 설정할 수 있다.

[0012] 여기서 상기 제1 컨버터부는, 상기 입력부의 일단과 제1 노드 사이에 연결되는 제1 스위치; 상기 입력부의 타단과 제2 노드 사이에 연결되는 제1 다이오드; 상기 제1 노드와 제2 노드 사이에 연결되는 제2 스위치; 상기 제2 노드와 제3 노드 사이에 연결되는 제1 커패시터; 및 상기 제3 노드와 상기 입력부의 타단 사이에 연결되는 제3 스위치를 포함하고, 상기 제1 노드 및 제3 노드는 상기 변압부의 입력단자에 각각 연결되며, 상기 다이오드는 전류의 방향을 상기 입력부의 타단으로 유입되는 방향으로 제한할 수 있다.

[0013] 여기서 상기 제어부는, 상기 제1 모드로 동작하는 경우에는, 상기 제3 스위치를 상기 제1 스위치와 동시에 온-오프하도록 동기화하고, 상기 제1 스위치와 제2 스위치는 서로 반대로 온-오프하도록 설정할 수 있다.

[0014] 여기서 상기 제어부는, 상기 제2 모드로 동작하는 경우에는, 상기 제3 스위치를 오픈한 상태로 유지하고, 상기 제1 스위치와 제2 스위치는 서로 반대로 온-오프하도록 설정할 수 있다.

[0015] 여기서 상기 제어부는, 상기 제1 스위치와 제2 스위치가 온-오프하는 스위칭 동작을, 스위칭 주파수에 따라 반복하여 수행하도록 설정할 수 있다.

[0016] 여기서 상기 제어부는, 상기 입력 전압의 크기에 따라, 상기 제1 컨버터부를 상기 제1 모드 또는 제2 모드로 동작하도록 제어할 수 있다.

[0017] 여기서 상기 제2 컨버터부는, 상기 변압부의 출력단자와 제4 노드 사이에 연결되는 제2 다이오드; 상기 제4 노드와 상기 출력부 사이에 연결되는 제2 인덕터; 및 상기 출력부의 양단을 병렬로 연결하는 제2 커패시터를 포함할 수 있다.

[0019] 덧붙여 상기한 과제의 해결수단은, 본 발명의 특징을 모두 열거한 것이 아니다. 본 발명의 다양한 특징과 그에 따른 장점과 효과는 아래의 구체적인 실시형태를 참조하여 보다 상세하게 이해될 수 있을 것이다.

발명의 효과

[0021] 본 발명의 일 실시예에 의한 전력변환장치는, 서로 다른 두개의 모드로 동작할 수 있으므로, 넓은 입력전압범위를 지원하는 동시에, 스위치 전압 스트레스를 최소화하는 것이 가능하다.

[0022] 본 발명의 일 실시예에 의한 전력변환장치에 의하면, 스위치들의 동작을 제어하여, 간단하게 AHB(Asymmetric Half Bridge) 컨버터 또는 DEACF(Double-Ended Active Clamp Forward) 컨버터로 동작하는 것이 가능하다.

[0023] 본 발명의 일 실시예에 의한 전력변환장치에 의하면, 영 전압 스위칭이 가능하므로, 고효율의 전력변환이 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도1은 본 발명의 일 실시예에 의한 전력변환장치를 나타내는 개략도이다.

도2는 본 발명의 일 실시예에 의한 전력변환장치의 제1 모드 동작을 나타내는 개략도이다.

도3은 본 발명의 일 실시예에 의한 전력변환장치의 제1 모드에서의 측정결과를 나타내는 그래프이다.

도4는 본 발명의 일 실시예에 의한 전력변환장치의 제2 모드 동작을 나타내는 개략도이다.

도5는 본 발명의 일 실시예에 의한 전력변환장치의 제2 모드에서의 측정결과를 나타내는 그래프이다.

도6은 본 발명의 일 실시예에 의한 전력변환장치를 나타내는 회로도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 명세서에 개시된 실시 예를 상세히 설명하되, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 유사한 구성요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "모듈" 및 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다. 즉, 본 발명에서 사용되는 '부'라는 용어는 소프트웨어, FPGA 또는 ASIC과 같은 하드웨어 구성요소를 의미하며, '부'는 어떤 역할들을 수행한다. 그렇지만 '부'는 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니다. '부'는 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다. 따라서, 일 예로서 '부'는 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 태스크 구성요소들과 같은 구성요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로 코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들 및 변수들을 포함한다. 구성요소들과 '부'들 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성요소들 및 '부'들로 결합되거나 추가적인 구성요소들과 '부'들로 더 분리될 수 있다.
- [0027] 또한, 본 명세서에 개시된 실시 예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 실시 예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시 예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되지 않으며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0029] 도1은 본 발명의 일 실시예에 의한 전력변환장치를 나타내는 회로도이다.
- [0030] 도1을 참조하면 본 발명의 일 실시예에 의한 전력변환장치(100)는, 제1 컨버터부(10), 변압부(20), 제2 컨버터부(30) 및 제어부(40)를 포함할 수 있다.
- [0031] 이하, 도1을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 의한 전력변환장치를 설명한다.
- [0033] 제1 컨버터부(10)는 입력부로부터 인가되는 직류의 입력 전압(Vin)을 제1 교류 전압으로 변환할 수 있다. 제1 컨버터부(10)는 복수의 스위치(SW1, SW2, SW3)들을 포함하며, 스위치들(SW1, SW2, SW3)의 스위칭 동작에 의하여 직류의 입력 전압(Vin)이 제1 교류 전압으로 변환될 수 있다. 변환된 제1 교류 전압은 변압부(20)의 입력단자로 인가될 수 있다.
- [0034] 구체적으로, 제1 컨버터부(10)에는 입력부의 일단과 제1 노드(n1) 사이에 연결되는 제1 스위치(SW1)와, 입력부의 타단과 제2 노드(n2) 사이에 연결되는 제1 다이오드(D1)가 포함될 수 있다. 또한, 제1 노드(n1)와 제2 노드(n2) 사이에 제2 스위치(SW2)가 연결될 수 있으며, 제2 노드(n2)와 제3 노드(n3) 사이에는 제1 커패시터(C1)가 연결될 수 있다. 추가적으로, 제3 노드(n3)와 입력부의 타단 사이에 연결되는 제3 스위치(SW1)를 더 포함할 수 있다. 여기서, 제1 다이오드(D1)는 전류가 입력부의 타단으로 유입되는 방향으로 흐르도록 전류의 방향을 제한할 수 있으며, 제1 노드(n1)와 제3 노드(n3)는 변압부(20)의 입력단자와 각각 연결될 수 있다.
- [0035] 한편, 도6에 도시한 바와 같이, 스위치들(SW1, SW2, SW3)은 사이리스터(Thyristor) 또는 절연 게이트 양극성 트랜지스터(Insulated Gate Bipolar Transistor) 등 반도체 스위치와, 병렬 연결된 프리휠링(freewheeling) 다이오드를 포함하는 것일 수 있다.
- [0037] 변압부(20)는 권선비에 따라, 제1 교류 전압을 제2 교류 전압으로 변압할 수 있다. 변압부(20)는 입력단자를 통하여 제1 컨버터부(10)에서 변환된 제1 교류 전압을 입력받을 수 있으며, 변압된 제2 교류 전압을 출력단자로 공급할 수 있다. 여기서, 변압부(20)는 권선비에 따라 제2 교류 전압의 크기를 결정할 수 있으며, 권선비에 따라 제1 교류 전압을 강압 또는 승압할 수 있다. 예를들어 권선비가 14:1인 경우에는, 제1 교류 전압을 1/14로 강압하여 제2 교류 전압으로 출력할 수 있다. 한편, 도6에 도시한 바와 같이, 변압부(20)는 센터 탭(center tap) 구조를 포함할 수 있으며, 내부에 인덕터(Lm)를 더 포함할 수 있다.
- [0039] 제2 컨버터부(30)는 제2 교류 전압을 정류하여 직류의 출력 전압(Vout)을 생성할 수 있다. 구체적으로, 제2 컨버터부(30)는 변압부(20)의 출력단자와 제4 노드(n4) 사이에 연결되는 제2 다이오드(D2)를 포함할 수 있으며,

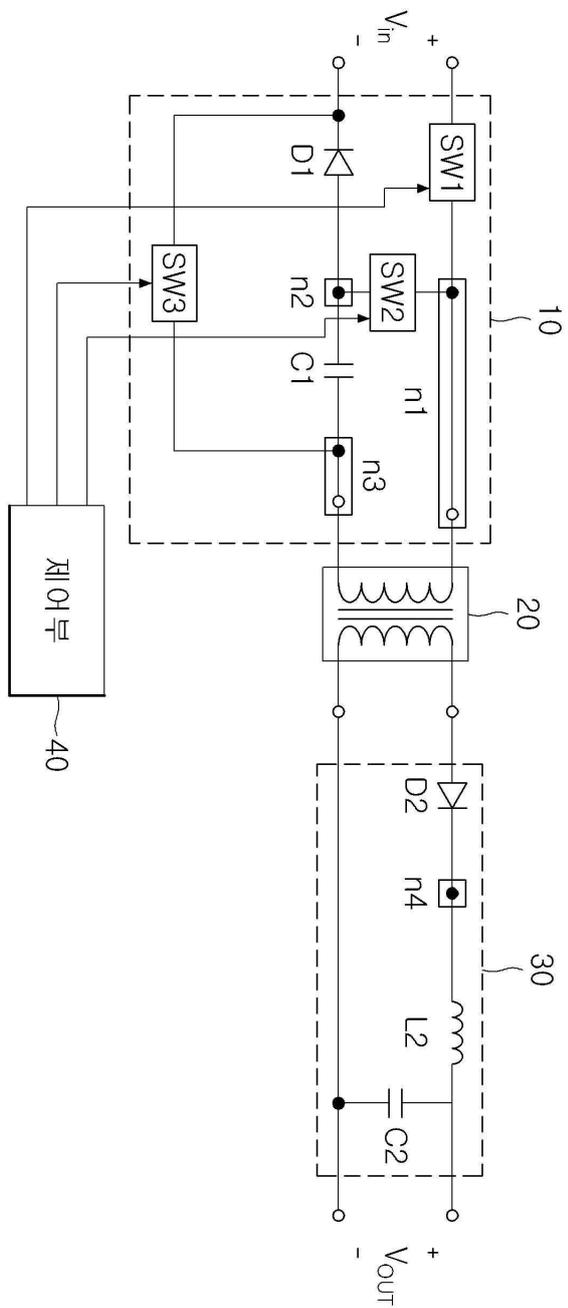
제4 노드(n4)와 출력부 사이에 연결되는 제2 인덕터(L2)와 출력부의 양단을 병렬로 연결하는 제2 커패시터(C2)를 포함할 수 있다.

- [0041] 제어부(40)는 제1 컨버터부(10)에 포함된 스위치들(SW1, SW2, SW3)의 동작을 제어할 수 있으며, 스위치들(SW1, SW2, SW3)의 동작방식에 따라 제1 컨버터부(10)는 제1 모드 또는 제2 모드로 동작할 수 있다. 여기서, 제1 모드로 동작하는 경우에는 전력변환장치(100)가 DEACF(Double-Ended Active Clamp Forward) 컨버터로 동작하고, 제2 모드로 동작하는 경우에는 전력변환장치(100)가 AHB(Asymmetric Half Bridge) 컨버터로 동작할 수 있다.
- [0042] 구체적으로, 제1 모드에서는, 제어부(40)가 제3 스위치(SW1)를 제1 스위치(SW1)와 동시에 온-오프하도록 동기화시킬 수 있으며, 제1 스위치(SW1)와 제2 스위치(SW2)는 서로 반대로 온-오프하도록 설정할 수 있다. 즉, 제1 스위치(SW1)와 제3 스위치(SW3)는 동시에 온-오프하고, 제2 스위치(SW2)는 제1 스위치(SW1) 및 제3 스위치(SW3)와 상호보완적으로(complementary) 스위칭하도록 제어할 수 있다. 이때, 제1 스위치(SW1), 제2 스위치(SW2) 및 제3 스위치(SW3)는 미리 설정된 스위칭 주파수에 따라, 온-오프하는 스위칭 동작을 반복하여 수행할 수 있다. 즉, 스위치들(SW1, SW2, SW3)의 반복적인 온-오프 동작에 따라, 제1 커패시터(C1)와 변압부(20) 내의 인덕터에 전기 에너지와 자기 에너지가 충전 또는 방전되면서, 제1 교류 전압을 생성할 수 있다.
- [0043] 제1 모드로 동작하는 경우에는, 도2(a)에 도시한 바와 같이, 먼저 제1 스위치(SW1) 및 제3 스위치(SW3)가 온(on)되고, 제2 스위치(SW2)는 오프(off)될 수 있다. 이 경우, 과도상태(transient state)에서 입력전압(Vin)에 의하여 변압부(20)의 인덕터에 전류가 흐를 수 있으며, 인덕터에는 자기 에너지가 축적되고 제1 커패시터(C1)에는 전기 에너지가 축적될 수 있다. 이후, 도2(b)에 도시한 바와 같이, 제1 스위치(SW1) 및 제3 스위치(SW3)가 동시에 오프되고 제2 스위치(SW2)가 온되면, 입력전압(Vin)의 공급은 차단되고 인덕터와 제1 커패시터(C1)를 포함하는 폐회로가 생성될 수 있다. 이 경우, 인덕터와 제1 커패시터(C1)에 저장된 자기 에너지와 전기 에너지에 의하여 폐회로 내에 전류가 흐르게 되며, 이때 전류는 도2(a)와는 반대방향으로 흐를 수 있다. 여기서, 스위치들(SW1, SW2, SW3)의 온-오프 동작을 반복하므로, 전류의 방향이 주기적으로 변화하면서 교류 전류를 형성하게 된다.
- [0044] 즉, 도2(a) 및 도2(b)를 참조하면, 변압기로 공급되는 전류인 I(L1kg)는 반복된 스위칭 동작에 의하여 주기적으로 방향이 바뀌므로, 변압부(20)의 입력단자에 제1 교류 전압을 입력하는 것으로 볼 수 있다. 이후, 변압부(20)는 권선비에 따라 변압을 수행하여 제2 교류 전압을 출력단자로 출력할 수 있다.
- [0045] 한편, 도2(a)에 도시한 바와 같이, 제3 스위치(SW3)에 의하여 형성되는 단락회로에 의하여, 제1 다이오드(D1) 방향으로의 전류가 흐르지 않을 수 있으며, 이 경우, 제2 스위치(SW2)와 제1 커패시터(C1)는 실질적으로 직렬로 연결된 것으로 볼 수 있다. 또한, 제1 스위치(SW1) 및 제3 스위치(SW3)의 동작에 의하여 입력전압(Vin)과의 연결이 제어되므로, 이는 일반적인 DEACF 컨버터의 구조에 대응한다. 따라서, 제1 모드로 동작하는 경우에는 전력변환장치(100)가 DEACF 컨버터와 같이 동작할 수 있으며, DEACF 컨버터의 특성을 나타낼 수 있다.
- [0046] 도3은 본 발명의 일 실시예에 의한 전력변환장치(100)가 제1 모드로 동작할 때의 측정결과를 나타내는 그래프이다. 여기서, 도3(a)는 입력전압(Vin)이 240V, 스위칭 주파수가 100kHz, 출력전압(Vout)이 14V, 제1 커패시터(C1)가 450nF, 인덕터(Lm)이 800uH, 제2 인덕터(L2)가 0.7uH, 제2 커패시터(C2)가 100uF, 권선비가 14:1인 경우에 측정한 결과이고, 도3(b)는 동일한 조건에서 입력전압(Vin)이 460V인 경우의 측정결과이다. 여기서, PWM_SW1, PWM_SW2, PWM_SW3는 각각의 스위치(SW1, SW2, SW3)의 게이트에 인가하는 전압이고, V_SW1, V_SW2, V_SW3는 각각의 스위치(SW1, SW2, SW3)의 양단에 인가되는 전압에 해당한다. 또한, I(L1kg)는 변압부(20)로 공급되는 전류, Vout은 전력변환장치(100)에서 출력되는 출력전압에 해당한다.
- [0047] 여기서, 도3(a)에 도시한 바와 같이, 제1 모드로 동작하는 경우에는, PWM_SW1과 PWM_SW3가 동일하게 동작하도록 제어되는 것을 확인할 수 있으며, 각각의 스위치(SW1, SW2, SW3)가 온(on)될 때에는, 영전압 스위칭(ZVS: Zero Voltage Switching)하는 것을 확인할 수 있다. 또한, 입력전압(Vin)은 240V이지만, 제1 스위치(SW1)에 인가되는 전압의 최대값이 470V로, 스위치 전압 스트레스가 470V로 높게 설정됨을 확인할 수 있다. 즉, 240V의 상대적으로 낮은 입력전압(Vin)이 인가되는 경우에도 동작하여 14V의 출력전압을 제공하는 것이 가능하지만, 상대적으로 높은 스위치 전압 스트레스가 발생함을 확인할 수 있다.
- [0048] 또한, 도3(b)에 도시한 바와 같이, 460V의 입력전압(Vin)이 인가되는 경우에는, 제2 스위치(SW2)를 온(on)하는 시간을 증가시켜 동일하게 출력전압(Vout) 14V를 출력할 수 있다. 다만, 이때 제1 스위치(SW1)에 인가되는 전압이 610V에 해당하므로, 상대적으로 높은 스위치 전압 스트레스가 설정됨을 확인할 수 있다. 즉, 제1 컨버터(100)가 제1 모드로 동작하는 경우에는, 전력변환장치(100)가 DEACF 컨버터와 같이 넓은 입력전압 범위에 적용가능

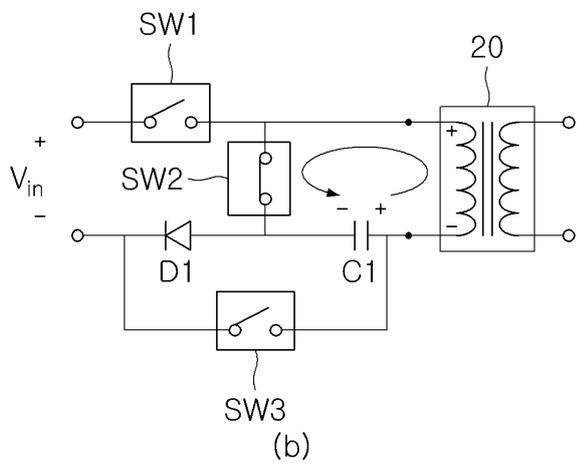
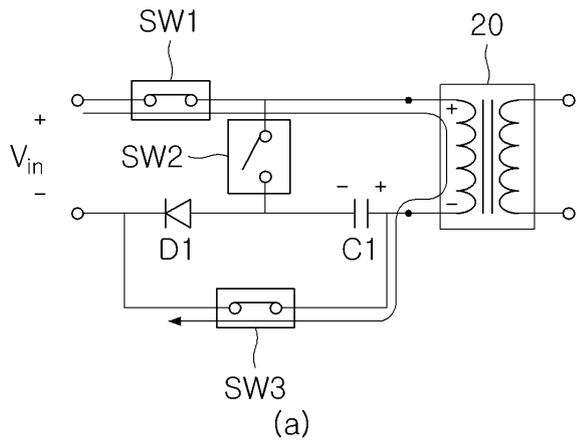
하지만, 스위칭 전압 스트레스가 상대적으로 높게 설정될 수 있다.

- [0050] 한편, 제2 모드에서는 제어부(40)가 제3 스위치(SW1)를 오프(off) 상태로 유지할 수 있으며, 제1 스위치(SW1)와 제2 스위치(SW2)는 서로 반대로 온-오프할 수 있다. 즉, 제3 스위치(SW3)를 오프한 상태에서, 제1 스위치(SW1)와 제2 스위치(SW2)만을 반복하여 상호보완적으로(complementary) 스위칭하도록 제어할 수 있다. 이때, 제1 스위치(SW1)와 제2 스위치(SW2)는, 미리 설정된 스위칭 주파수에 따라 스위칭 동작을 반복 수행할 수 있다. 이 경우, 제1 커패시터(C1)와 변압부(20) 내의 인덕터에 전기에너지와 자기에너지가 반복하여 충전 또는 방전되면서, 직류의 입력전압(Vin)을 제1 교류 전압으로 변환할 수 있다.
- [0051] 제2 모드로 동작하는 경우에는, 도4(a)에 도시한 바와 같이, 먼저 제1 스위치(SW1)가 온되고, 제2 스위치(SW2)는 오프될 수 있으며, 제3 스위치(SW3)는 오프된 상태를 유지하고 있을 수 있다. 이 경우, 과도상태에서 입력전압(Vin)에 의하여 변압부(20)의 인덕터와 제1 커패시터(C1)에는 전류가 흐를 수 있으며, 인덕터에는 자기 에너지가 축적되고 제1 커패시터(C1)에는 전기 에너지가 축적될 수 있다. 이후, 도4(b)에 도시한 바와 같이, 제1 스위치(SW1)가 오프되고 제2 스위치(SW2)가 온되며, 제3 스위치(SW3)는 오프된 상태를 유지하는 경우, 입력전압(Vin)의 공급은 차단되고, 인덕터와 제1 커패시터(C1)를 포함하는 폐회로가 생성될 수 있다. 이 경우, 인덕터와 제1 커패시터(C1)에 저장된 자기 에너지와 전기 에너지에 의하여, 폐회로 내에 전류가 흐르게 된다. 이때, 폐회로 내의 전류는 도4(a)와는 반대방향으로 흐를 수 있다. 따라서, 스위치들(SW1, SW2)의 온-오프 동작을 반복하게 되면, 흐르는 전류의 방향이 순차적으로 변화하면서 교류 전류를 형성하게 된다.
- [0052] 즉, 도4(a)와 도4(b)를 참조하면, 변압기로 공급되는 전류인 I(L1kg)는 반복된 스위칭 동작에 의하여 주기적으로 방향이 바뀌므로, 변압부(20)의 입력단자에 제1 교류 전압을 입력하는 것으로 볼 수 있다. 이후, 변압부(20)는 권선비에 따라 변압을 수행하여 제2 교류 전압을 출력단자로 출력할 수 있다.
- [0053] 한편, 도4(a) 및 도4(b)에 도시한 바와 같이, 제3 스위치(SW3)는 항상 오프된 상태이므로 제3 스위치(SW3) 부분은 생략가능하며, 이 경우 일반적인 AHB 컨버터의 구조에 대응한다. 따라서, 제2 모드로 동작하는 경우에는 전력변환장치(100)가 AHB 컨버터와 같이 동작할 수 있으며, AHB 컨버터의 특성을 나타낼 수 있다.
- [0054] 도5는 본 발명의 일 실시예에 의한 전력변환장치(100)가 제2 모드로 동작할 때의 측정결과를 나타내는 그래프이다. 여기서, 도5는 입력전압(Vin)이 820V, 스위칭 주파수가 100kHz, 출력전압(Vout)이 14V, 제1 커패시터(C1)가 450nF, 인덕터(Lm)가 800uH, 제2 인덕터가 0.7uH, 제2 커패시터(C2)가 100uF, 권선비가 14:1인 경우에 측정된 결과에 해당한다. 여기서, PWM_SW1, PWM_SW2, PWM_SW3는 각각의 스위치(SW1, SW2, SW3)의 게이트에 인가되는 전압이고, V_SW1, V_SW2, V_SW3는 각각의 스위치(SW1, SW2, SW3)의 양단에 인가되는 전압에 해당한다. 또한, I(L1kg)는 변압부(20)로 공급되는 전류, Vout은 전력변환장치(100)에서 출력되는 출력전압에 해당한다.
- [0055] 도5를 참조하면, 제2 모드로 동작하는 경우에는, PWM_SW3이 오프 상태로 유지되는 것을 확인할 수 있으며, 각각의 스위치(SW1, SW2)가 온(on)될 때에는, 영전압 스위칭을 수행하는 것을 확인할 수 있다. 또한, 입력전압(Vin)이 820V로 상대적으로 높게 설정되지만, 제1 스위치(SW1)와 제2 스위치(SW2)에 인가되는 전압은 820V로 스위치 전압 스트레스가 상대적으로 높지 않음을 확인할 수 있다. 다만, 제2 모드로 동작하는 경우에는, 240V 등 낮은 전압 범위에서는 제대로 동작하지 못할 수 있다. 즉, 제1 컨버터(10)가 제2 모드로 동작하는 경우에는, 전력변환장치(100)가 AHB 컨버터와 같이 입력전압 범위가 좁을 수 있으나, 스위칭 전압 스트레스가 상대적으로 낮게 설정될 수 있다.
- [0057] 여기서, 제어부(40)는 제1 컨버터(10)를 제1 모드 또는 제2 모드로 동작하도록 제어할 수 있으므로, 전력변환장치(100)의 용도와 상황에 맞게 각각의 모드를 선택하는 것이 가능하다. 즉, 제어부(40)는 제1 컨버터(10)의 모드를 선택함으로써, 넓은 입력전압범위 내에서 스위칭 전압 스트레스를 최소화하도록 제어할 수 있다.
- [0058] 구체적으로, 제어부(40)는 설정된 입력전압(Vin)의 크기에 따라, 제1 모드 또는 제2 모드를 선택하여 전원변환을 수행하도록 할 수 있다. 예를들어, 입력전압(Vin)이 240V 이상 460V 이하의 낮은 전압으로 설정되는 경우에는, 제1 모드의 DEACF 컨버터로 동작하도록 할 수 있다. 이 경우, DEACF 컨버터는 넓은 입력전압 범위를 지원하므로, 낮은 입력전압에서도 전력변환을 수행하는 것이 가능하다.
- [0059] 반면에, 470V 이상 820V 이하의 높은 입력전압(Vin)이 설정된 경우에는, 제2 모드를 선택하여 AHB 컨버터로 동작하도록 할 수 있다. 이 경우, AHB 컨버터는 높은 입력전압에도 각각의 스위치(SW1, SW2, SW3)에 인가되는 전압은 상대적으로 낮게 설정되므로, 스위칭 전압 스트레스를 줄이는 것이 가능하다. 따라서, 470V 이상 820V 이하의 높은 입력전압(Vin)에서는 제2 모드로 동작하도록 하여, 스위치들에 대한 스위칭 전압 스트레스를 감소시킬 수 있다.

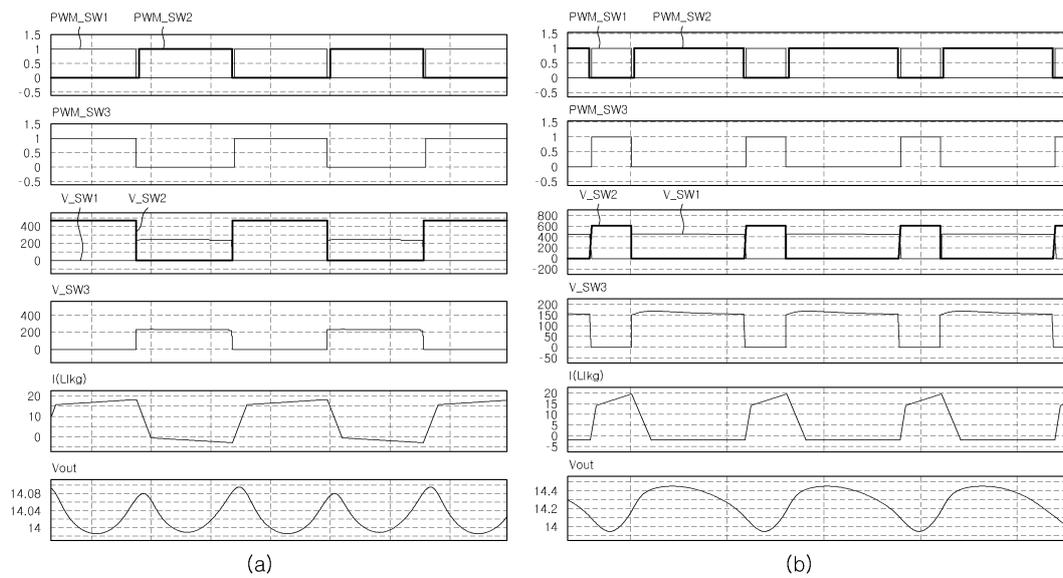
도면
도면1



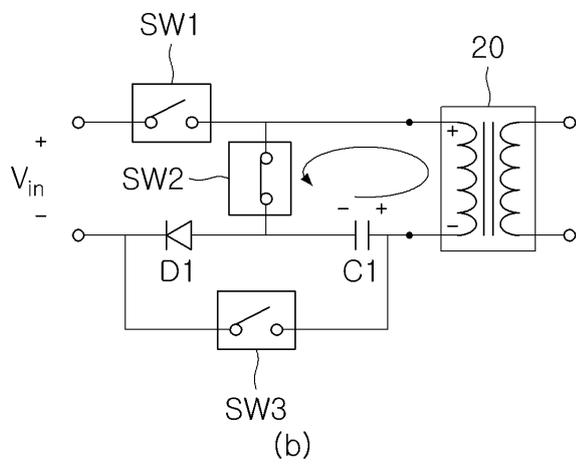
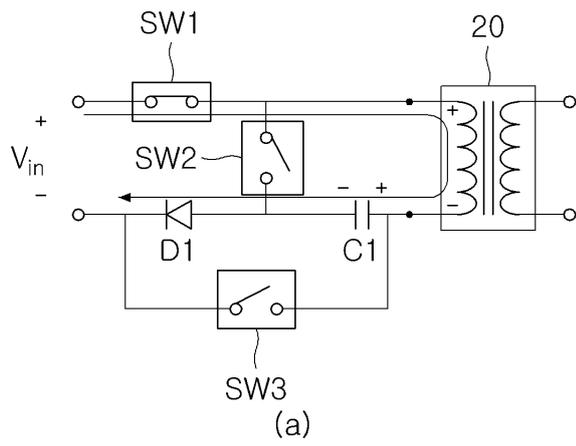
도면2



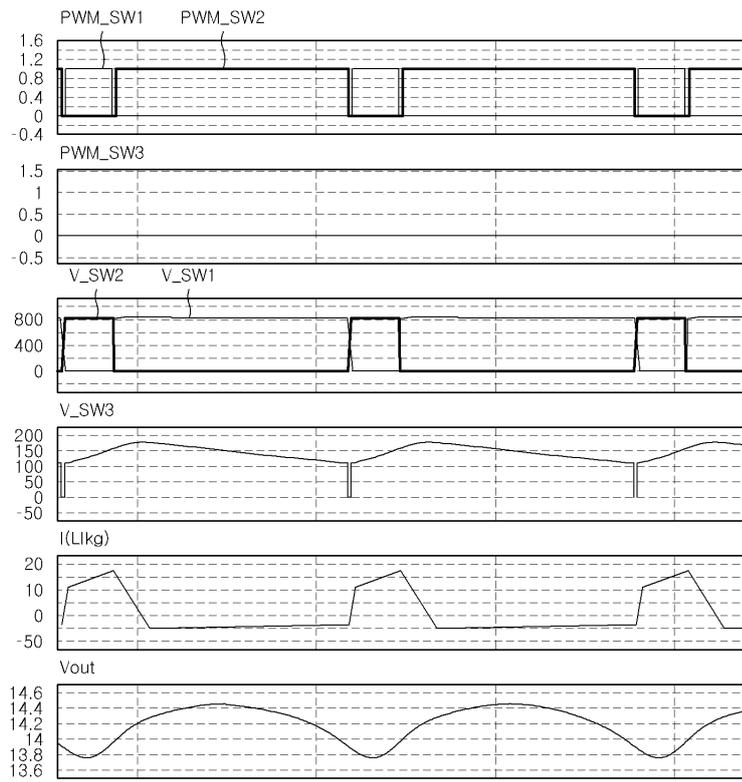
도면3



도면4



도면5



도면6

