(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0054328
(43) 공개일자 2019년05월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02M 3/335 (2006.01) *H02M 1/00* (2007.01)
(52) CPC특허분류
H02M 3/33561 (2013.01)
H02M 3/33592 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0150465
(22) 출원일자 2017년11월13일
심사청구일자 2017년11월13일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
김재국
인천광역시 남동구 소래역남로 39, 501동 1802호 (논현동, 에코메트로5단지한화꿈에그린아파트)
이범석
경상북도 구미시 박정희로 599, 106동 1801호(송정동, 푸르지오캐슬 A단지)
(74) 대리인
특허법인충정

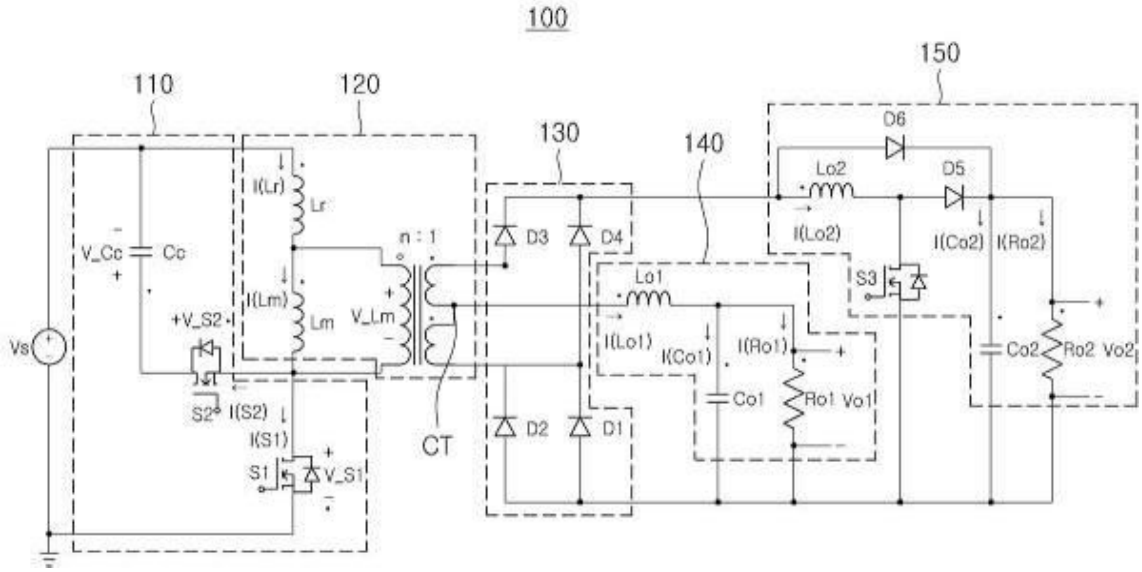
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 **고효율 다중 출력 직류 변환기**

(57) 요 약

본 발명은 변압기 2차측에서 크고 작은 DC 전압을 출력하는 복수의 회로들을 병렬 형태로 구성하여, 효율을 높이고 2차측 인덕터 등 소자들의 RMS전류를 줄임으로써 효율을 높이기 위한 고효율 다중 출력 직류 변환기를 제공하는 데 있다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
H02M 2001/009 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1415151812
부처명 산업통상자원부
연구관리전문기관 한국에너지기술평가원
연구사업명 에너지인력양성(전력기금)
연구과제명 차세대 고분자전해질연료전지 부품소재 핵심기술 고급트랙
기 여 율 1/1
주관기관 인하대학교산학협력단
연구기간 2017.04.01 ~ 2017.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

직류 입력 전력으로부터 다중 직류 전력을 출력하는 직류 변환기에 있어서,

입력 전원에 대한 클램핑부;

상기 클램핑부의 출력단자들 사이에 연결된 변압기;

상기 변압기의 2차 권선의 양끝에 입력단자들이 연결된 브릿지 다이오드;

상기 브릿지 다이오드의 출력단자들 중 어느 하나와 상기 변압기의 센터탭 사이의 전압에 대해 정류하여 제1 DC 전압을 생성하는 제1정류회로; 및

상기 제1정류회로의 소자를 이용하지 않는 병렬 회로이며, 상기 브릿지 다이오드의 출력단자들 사이에 연결되어 제2 DC 전압을 생성하는 제2정류회로

를 포함하는 것을 특징으로 하는 직류 변환기.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 클램핑부의 출력단자들 사이에 직렬 연결된 자화인덕터와 누설 인덕터를 포함하고, 상기 자화인덕터는 상기 변압기의 1차권선의 양끝에 병렬로 연결된 것을 특징으로 하는 직류 변환기.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 클램핑부는,

상기 입력 전원의 두 단자 사이에 직렬 연결된 제1커패시터, 제2스위치, 및 제1스위치를 포함하고,

직렬 연결된 상기 제1커패시터와 상기 제2스위치의 양끝 단자가 상기 변압기에 연결되는 상기 출력단자들인 것을 특징으로 하는 직류 변환기.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1정류회로는,

상기 브릿지 다이오드의 출력 단자들 중 어느 하나와 상기 변압기의 센터탭 사이에, 직렬 연결된 제1인덕터와 제1커패시터, 및 상기 제1커패시터에 병렬 연결된 제1저항을 포함하는 것을 특징으로 하는 직류 변환기.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제2정류회로는,

상기 브릿지 다이오드의 출력단자들 사이에, 직렬 연결된 제2인덕터, 제1다이오드 및 제2커패시터를 포함하고,

상기 제2커패시터에 병렬 연결된 제2저항, 직렬 연결된 상기 제1다이오드와 상기 제2커패시터의 양끝에 연결된 제3스위치, 및 직렬 연결된 상기 제2인덕터와 상기 제1다이오드의 양끝에 연결된 제2다이오드

를 포함하는 것을 특징으로 하는 직류 변환기.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 직류 변환기에 관한 것으로서, 특히, 고전압 직류 입력 전력으로부터 복수의 DC 전압을 출력하는 LDC(low-voltage DC-DC converter) 형태의 고효율 다중 출력 직류 변환기에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 차량 안전과 자율주행 기술의 발전으로 차량에서 소모하는 전력은 해마다 증가하고 있다. 또한 CO_2 배출 규제로 연비 개선을 위한 마일드 하이브리드(Mild hybrid) 차량 개발이 진행 중이다. 커져가는 소모 전력에 대처한 전력공급을 위해 차량 전기시스템에 대한 관심이 커져가고 있으며 관련 업계에서는 48 V 전기 시스템을 대안으로 제시하고 있다. 이에 도 1과 같이 기존 LDC(low-voltage DC-DC converter) 출력 전압인 14 V와 새로운 차량용 출력 전압 48 V를 동시에 출력하는 DC-DC 컨버터가 주목받고 있다.

[0003] 차량 전력변환 부품인 LDC는 높은 전력 밀도를 요구하고 있으며 관련 전기 제품의 고효율에 대한 연구가 계속되고 있다. 이러한 이유로 풀-브리지 변환기(Full-bridge converter)에 비해 스위치 개수를 줄일 수 있고, ZVS(zero-voltage-switching)가 가능하며 출력 인덕터의 크기를 줄일 수 있는, 도 1과 같은 Double-ended active clamp forward (ACF) converter가 많은 관심을 받고 있다.

[0004] 도 1은 DC 14 V와 48 V 전압을 출력하는 기존 직류 변환기 회로의 일례이다. 도 2는 도 1의 회로의 주요 부분의 전압/전류 파형을 나타낸 예로서, 입력전압 Vs=360 V, 출력전압 Vo1=[14V/1.2 kW, 출력전압Vo2=[48V/600 W] 급의 동작의 예를 나타내었다.

[0005] 변압기(n:1)의 1차측 스위치 S1과 S2을 통해 저항 Ro1의 출력전압 Vo1이 제어되고, 전압 Vo1(=14V)을 거쳐 저항 Ro2의 높은 출력전압 Vo2(=48V)를 만든다. 이와 같은 방식으로 서로 다른 출력전압 Vo1(=14V)와 Vo2(=48V)를 만들기 때문에 출력 인덕터 Lo1에 흐르는 전류는 Ro1과 Ro2에 흐르는 두 부하 전류의 합이 된다. 따라서 Vo2의 영향으로 인덕터 Lo1의 부담이 커지게 된다.

[0006] 도 2에서, 상단 첫번째 파형은 메인 스위치 S1과 보조 스위치 S2의 게이트에 인가된 전압 Vg_S1, Vg_S2의 파형이다. Vg_S3/2는 2차측 스위치 S3의 게이트에 인가된 전압을 1/2 배율로 나타낸 파형이다. 1차측 스위치의 동작은 상호보완적(complementary)으로 스위칭 하는데, 스위치 S1 온(on), S2 오프(off) 의 경우 2차측 다이오드 D1을 통해 전력전달(powering) 동작을 한다. 다음으로 스위치 S2 온, S1 오프의 경우 변압기(n:1)가 리셋(reset)되면서 2차측 다이오드 D2를 통해 Powering 동작을 한다. V_S1과 V_S2는 스위치 S1, S2의 드레인-소스 전극 양단의 전압이며, 입력전압 Vs와 클램핑(clamping) 커패시터 Cc의 전압의 합으로 clamping 된다. 그리고, I(Lr), I(Lm)은 변압기(n:1)의 리키지(leakage)와 자화(magnetize) 인덕터의 전류의 파형이다. 이를 통해 1차측 회로에 흐르는 전류를 알 수 있다. 또한 magnetize 인덕터 전류 I(Lm)의 옵셋(offset) 전류가 있음을 알 수 있는데 이는 변압기 2차측에서 더블 엔디드(double ended) 회로, 즉, Vo1(=14V)와 Vo2(=48V) 출력 회로를 사용하기 때문이다.

[0007] V_D1과 V_D2는 2차측 다이오드 D1과 D2의 전압 파형이다. 다이오드 D1과 D2의 전압은 1차측 변압기의 magnetize 인덕터의 양단 전압 V_Lm이 변압기 권선비(Turns ratio)에 의해 결정되어 나타나기 때문인데, 다이오드에 기생 커패시터가 존재하기 때문에 공진이 크게 발생하게 된다. 따라서 다이오드 D1과 D2의 전압스트레스가 큰 단점이 있다.

[0008] 다음으로 I(Lo1)/2와 I(Lo2)/2는 출력 인덕터 Lo1, Lo2의 전류 파형을 1/2로 스케일을 낮춘 파형이다. 그 이유는 인덕터 Lo1과 Lo2에 흐르는 전류는 각각 다이오드 D1, D2 그리고 스위치S3, 다이오드 D3에 나눠져서 흐르기 때문에 알아보기 쉽도록 스케일을 줄여서 표현하였다. 인덕터 Lo1은 출력 Vo1(=14V)의 부하 전류와 출력 Vo2(=48V)의 부하 전류를 부담하므로 큰 전류가 흐르게 된다. 이로 인해 RMS(Root Mean Square) 전류가 큰 단점이 있다. 또한 인덕터 전류 I(Lo1)은 1차측 스위치 S1, S2의 온/오프에 따라 다이오드 D1과 D2에 나뉘어 흐르게 되므로 다이오드 D1과 D2의 평균 전류 또한 크다.

[0009] 인덕터 Lo2에 흐르는 전류 I(Lo2)는 스위치 S3와 다이오드 D3의 전류 파형으로 구성된다. Vo1(=14V)에서 Vo2(=48V)를 만들기 위해 스위치 S3가 온 일 때 출력 인덕터 Lo2는 빌드업(build-up)한다. 이후 스위치 S3가 오프되면 다이오드 D3를 통해 Powering 동작을 한다. Vo1(=14V)에 비해 Vo2(=48V)의 전압 상승폭이 4배 정도로 크며 이로 인해 스위치 S3의 듀티비(duty ratio)가 크고 이로 인해 전류 스트레스가 큰 단점이 있다.

[0010] 위의 예에서도 알아본 바와 같이, 기존의 차량용 전력변환장치인 DC-DC 컨버터는, 변압기 2차측에서 직렬 형태

로 2개의 출력 전압 14 V와 48 V를 동시에 출력하므로, 효율이 낮아지게 되며 출력 인덕터에 큰 부하전류가 흐르는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 따라서, 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은, 변압기 2차측에서 크고 작은 DC 전압을 출력하는 복수의 회로들을 병렬 형태로 구성하여, 효율을 높이고 2차측 인덕터 등 소자들의 전류 스트레스와 전압 스트레스를 줄임으로써 효율을 높이기 위한 고효율 다중 출력 직류 변환기를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 먼저, 본 발명의 특징을 요약하면, 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명의일면에 따른 교류 입력 전력으로부터 다중 직류 전력을 출력하는 직류 변환기는, 입력 전원에 대한 클램핑부; 상기 클램핑부의 출력단자들 사이에 연결된 변압기; 상기 변압기의 2차 권선의 양끝에 입력단자들이 연결된 브릿지 다이오드; 상기 브릿지 다이오드의 출력단자들 중 어느 하나와 상기 변압기의 센터탭 사이의 전압에 대해 정류하여 제1 DC 전압을 생성하는 제1정류회로; 및 상기 제1정류회로의 소자를 이용하지 않는 병렬 회로이며, 상기 브릿지 다이오드의 출력단자들 사이에 연결되어 제2 DC 전압을 생성하는 제2정류회로를 포함한다.

[0013] 상기 클램핑부의 출력단자들 사이에 직렬 연결된 자화인덕터와 누설 인덕터를 포함하고, 상기 자화인덕터는 상기 변압기의 1차권선의 양끝에 병렬로 연결된다.

[0014] 상기 클램핑부는, 상기 입력 전원의 두 단자 사이에 직렬 연결된 제1커패시터, 제1스위치, 및 제2스위치를 포함하고, 직렬 연결된 상기 제1커패시터와 상기 제1스위치의 양끝 단자가 상기 변압기에 연결되는 상기 출력단자들이다.

[0015] 상기 제1정류회로는, 상기 브릿지 다이오드의 출력단자들 중 어느 하나와 상기 변압기의 센터탭 사이에, 직렬 연결된 제1인덕터와 제1커패시터, 및 상기 제1커패시터에 병렬 연결된 제1저항을 포함한다.

[0016] 상기 제2정류회로는, 상기 브릿지 다이오드의 출력단자들 사이에, 직렬 연결된 제2인덕터, 제1다이오드 및 제2커패시터를 포함하고, 상기 제2커패시터에 병렬 연결된 제2저항, 직렬 연결된 상기 제1다이오드와 상기 제2커패시터의 양끝에 연결된 제3스위치, 및 직렬 연결된 상기 제2인덕터와 상기 제1다이오드의 양끝에 연결된 제2다이오드를 포함한다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 따른 고효율 다중 출력 직류 변환기에 따르면, 변압기 2차측에서 크고 작은 DC 전압을 출력하는 복수의 회로들을 병렬 형태로 구성하여, 2차측 인덕터 등 소자들의 RMS 전류를 줄임으로써 효율을 높일 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 본 발명에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되는 첨부도면은, 본 발명에 대한 실시예를 제공하고 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 설명한다.

도 1은 DC 14 V와 48 V 전압을 출력하는 기존 직류 변환기 회로의 일례이다.

도 2는 도 1의 회로의 주요 부분의 전압/전류 파형을 나타낸 예이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 고효율 다중 출력 직류 변환기를 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 도 3의 고효율 다중 출력 DC-DC 변환기 회로의 주요 부분의 전압/전류 파형을 나타낸 예이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하에서는 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 대해서 자세히 설명한다. 이때, 각각의 도면에서 동일한 구성요소는 가능한 동일한 부호로 나타낸다. 또한, 이미 공지된 기능 및/또는 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다. 이하에 개시된 내용은, 다양한 실시 예에 따른 동작을 이해하는데 필요한 부분을 중점적으로 설명하며, 그 설명

의 요지를 흐릴 수 있는 요소들에 대한 설명은 생략한다. 또한 도면의 일부 구성요소는 과장되거나 생략되거나 또는 개략적으로 도시될 수 있다. 각 구성요소의 크기는 실제 크기를 전적으로 반영하는 것이 아니며, 따라서 각각의 도면에 그려진 구성요소들의 상대적인 크기나 간격에 의해 여기에 기재되는 내용들이 제한되는 것은 아니다.

[0020] 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서, 본 발명과 관련된 공지기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 그리고, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다. 상세한 설명에서 사용되는 용어는 단지 본 발명의 실시 예들을 기술하기 위한 것이며, 결코 제한적이어서는 안 된다. 명확하게 달리 사용되지 않는 한, 단수 형태의 표현은 복수 형태의 의미를 포함한다. 본 설명에서, "포함" 또는 "구비"와 같은 표현은 어떤 특성들, 숫자들, 단계들, 동작들, 요소들, 이들의 일부 또는 조합을 가리키기 위한 것이며, 기술된 것 이외에 하나 또는 그 이상의 다른 특성, 숫자, 단계, 동작, 요소, 이들의 일부 또는 조합의 존재 또는 가능성을 배제하도록 해석되어서는 안 된다.

[0021] 또한, 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되는 것은 아니며, 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0022] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 고효율 다중 출력 DC-DC 변환기(100)를 설명하기 위한 도면이다. 도 4는 도 3의 회로의 주요 부분의 전압/전류 파형을 나타낸 예이다.

[0023] 도 3과 같이, 교류 입력 전력으로부터 다중 직류 전력(예, 14V, 48V)을 출력하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 고효율 다중 출력 DC-DC 변환기(100)는, 입력 전원(Vs)에 대한 클램핑부(110); 클램핑부(110)의 출력단자들 사이에 연결된 변압기(120); 변압기(120)의 2차 권선의 양끝에 입력단자들이 연결된 브릿지 다이오드(130/D1, D2, D3, D4); 브릿지 다이오드(130)의 출력단자들 중 어느 하나(예, D1의 양극)와 변압기(120)의 센터탭(CT) 사이의 전압에 대해 정류하여 제1 DC 전압(예, Vo1=14V)을 생성하는 제1정류회로(140); 및 제1정류회로(140)의 소자를 이용하지 않는 병렬 회로이며, 브릿지 다이오드(130)의 출력단자들 사이에 연결되어 제2 DC 전압(예, Vo2=48V)을 생성하는 제2정류회로(150)를 포함한다.

[0024] 변압기(120)는 자화인덕터(Lm)와 누설 인덕터(Lr)를 포함할 수 있다. 이외에 회로 특성의 개선을 위해 자화인덕터(Lm)와 누설 인덕터(Lr)를 추가적으로 구성할 수도 있다. 자화인덕터(Lm)와 누설 인덕터(Lr)는 클램핑부(110)의 출력단자들 사이에 직렬 연결된다. 자화인덕터(Lm)는 변압기(120)의 1차권선의 양끝에 병렬로 연결된다. 변압기(120)의 1차권선과 2차권선의 권선비는 n:1(n은 1이상의 실수)이다.

[0025] 클램핑부(110)는, 입력 전원(Vs)의 두 단자 사이에 직렬 연결된 커패시터(Cc), 스위치(S2), 및 스위치(S1)를 포함하고, 직렬 연결된 커패시터(Cc)와 스위치(S2)의 양끝 단자가 변압기(120)의 두 입력단자들에 연결되는 클램핑부(110)의 출력단자들이 된다. 스위치(S1)과 스위치(S2)는 MOSFET(Metal oxide semiconductor field effect transistor) 등 트랜지스터로 구현될 수 있다.

[0026] 제1정류회로(140)는, 브릿지 다이오드(130)의 출력단자들 중 어느 하나(예, D1의 양극)와 변압기(120)의 센터탭(CT) 사이에, 직렬 연결된 인덕터(Lo1)와 커패시터(Co1), 및 커패시터(Co1)에 병렬 연결된 저항(Ro1)을 포함한다.

[0027] 제2정류회로(150)는, 브릿지 다이오드(130)의 출력단자들 사이에, 직렬 연결된 인덕터(Lo2), 다이오드(D5) 및 커패시터(Co2)를 포함하고, 커패시터(Co2)에 병렬 연결된 저항(Ro2), 직렬 연결된 다이오드(D5)와 커패시터(Co2)의 양끝에 연결된 스위치(S3), 및 직렬 연결된 인덕터(Lo2)와 다이오드(D5)의 양끝에 연결된 다이오드(D6)를 포함한다. 스위치(S3)는 MOSFET 등 트랜지스터로 구현될 수 있다.

[0028] 이와 같은 본 발명의 다중 출력 DC-DC 변환기(100)은 교류 입력 전력으로부터 다중 직류 전력(예, 14V, 48V)을 출력하기 위해, 변압기(120) 1차측은 Double-ended Active clamp forward converter로 동작하고, 변압기(120) 2차측에서 크고 작은 DC 전압(예, 14V, 48V)을 출력하는 복수의 회로들(140, 150)을 병렬 형태로 구성하여, 2차측 인덕터(Lo1, Lo2) 등 소자들의 전류 스트레스와 전압 스트레스를 줄임으로써 효율을 높일 수 있도록 하였다. 친환경차량 등에 적용하는 경우 입력 전원(Vs)은 해당 배터리시스템으로부터의 입력 고전압 교류 전력(270V 또는 360V) 일 수 있다.

[0029] 이와 같은 본 발명에서, 각 출력(예, 14V, 48V)을 위한 제1정류회로(140)와 제2정류회로(150)가 변압기(120) 2

차측에서 병렬구조를 가진다. 인덕터(Lo1)을 출력 Vo1(예, 14 V)을 형성하는 경로와 인덕터(Lo2)를 통해 출력 Vo2(예, 48 V)를 형성하는 경로로 이루어져 있다. 제1 DC(Direct Current) 출력전압 Vo1은 1차측 스위치인 S1과 S2의 듀티비(duty ratio)에 의해 결정되며 제2 DC출력전압 Vo2는 2차측 스위치 S3를 이용해 출력 인덕터 Lo2를 빌드업(build-up) 시켜 변압기(120) 2차측 양단의 전압보다 높은 전압을 얻는다. 이와 같은 동작을 위하여 스위치 S1, S2, S3의 온오프는 소정의 제어회로의 제어신호에 의해 제어될 수 있다. 이를 위해 제어회로는 스위치 S1, S2, S3의 온오프 동작을 위한 적절한 PWM(Pulse Width Modulation) 제어가 가능하다. 기존 회로와 비교해 제안 회로는 각 정류회로들(140, 150)를 병렬로 구성하는 특징을 가지고 있으며 이를 통해 출력 인덕터 Lo1의 RMS(Root Mean Square) 전류를 크게 줄일 수 있는 장점을 가진다.

[0030] 도 4는 도 3의 고효율 다중 출력 DC-DC 변환기(100) 회로의 주요 부분의 전압/전류 파형을 나타낸 예이다.

[0031] 도 4를 참조하면, 입력 전원(Vs)의 전압 360 V, 저항(Ro1) 양단의 출력 Vo1=[12V/1.2kW], 저항(Ro2) 양단의 출력 Vo2=[48V/600W] 급의 예이다. Vg_S1, Vg_S2는 각각 주(Main) 스위치 S1, 보조(Auxiliary) 스위치 S2에 대한 제어신호, 즉, 게이트 단자의 전압 파형이며, Vg_S3/2의 경우 2차측 스위치 S3에 대한 제어신호, 즉, 게이트 단자의 전압을 1/2의 배율로 변경한 파형이다. V_S1, V_S2는 스위치 S1과 S2의 드레인-소스(drain-source) 단자간 전압 파형이며, 제안 회로의 전압 스트레스는 기존의 Double-ended active clamp forward converter와 같이 입력 전원(Vs)의 전압과 클램프 커패시터(Cc)의 전압 Vcc의 합으로 클램핑 되는 것을 볼 수 있다. I(Lr), I(Lm)는 각각 변압기(120)의 누설(leakage) 전류, 자화(magnetize) 전류를 나타낸 파형으로서, 1차측 스위치 S1과 S2가 온/오프 동작할 때 해당 전류의 기울기가 달라지는 것을 알 수 있다.

[0032] V_D1, V_D2는 2차측 브리지 다이오드들 중 D1과 D2의 양단 전압을 나타낸 파형이다. 기존 회로와 비교해 제안 회로에는 바이패스(Bypass) 다이오드 D6가 존재한다. 2차측 변압기 양단 전압이 Vo2(=48V) 보다 높을 경우 바이패스 다이오드 D6는 켜지게 된다. 이로 인해 다이오드 D1, D2는 Vo2(=48V)로 클램핑되므로 다이오드 D1, D2의 전압스트레스는 기존에 비해 작아지게 된다.

[0033] 다음으로 I(Lo1)/2와 I(Lo2)/2는 출력 인덕터들(Lo1, Lo2)의 전류 파형을 나타낸 것이며, 파형을 겹치지 않고 보기 위해 스케일을 1/2로 낮췄다. 상기 기존 파형과 마찬가지로 인덕터 Lo1과 Lo2에 흐르는 전류는 각각 다이오드 D1, D2 그리고 스위치S3, 다이오드 D5에 나눠져서 흐른다. 제안 회로의 경우 출력 인덕터 Lo1의 전류 I(Lo1)의 RMS 전류가 크게 줄어듦을 알 수 있는데 이는 각 출력을 변압기의 병렬 회로로 구성하여 인덕터 Lo1의 부담이 줄어들었기 때문이다.

[0034] 출력 Vo2(=48V)를 만들기 위한 Vg_S3의 듀티비는 기존 회로에 비해 제안 회로에서 작다. 이는 기존 회로의 Vo1(=12 V)보다 변압기(120) 2차측 양단 전압이 높기 때문이다. 따라서 인덕터 Lo2의 RMS 전류가 기존의 회로에 비해 작은 장점이 있으며 스위치 S3의 전류 I(S3)와 다이오드 D5의 전류 I(D5)의 RMS 전류 또한 작기에 전력 손실을 감소시킬 수 있다.

[0035] 또한, 1차측 스위치 S1, S2의 온/오프에 따라 기존과 유사하게 다이오드 D1또는 D2에서 큰 전류가 흐르게 되는 것을 I(D1), I(D2) 파형을 통해 알 수 있지만, 기존 회로와 달리 본 발명에서의 전류 스트레스의 크기는 기존보다 작아 지게 된다. 이는 본 발명의 출력 인덕터 Lo2의 RMS 전류가 기존 회로에 비해 작기 때문이다. 따라서 경제적인 소자 선정이 가능하며 전력 손실 또한 줄일 수 있는 장점이 있다.

[0036] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 고효율 다중 출력 DC-DC 변환기(100)는, 변압기(120) 2차측에서 크고 작은 다중 DC 전압(예, 14V, 48V)을 출력하는 새로운 Double-ended active clamp forward converter 회로이다. 본 발명에 따른 고효율 다중 출력 DC-DC 변환기(100)는 출력 인덕터(Lo2)의 RMS 전류와 2차측 다이오드(D5)와 스위치(S3)의 RMS 전류를 기존에 비해 줄일 수 있는 장점이 있다. 또한 바이패스 다이오드 D6 통해 2차측 다이오드 D1과 D2의 전압 스트레스를 낮출 수 있다. 따라서 본 발명의 회로는 기존 회로 보다 높은 효율을 얻을 수 있다.

[0037] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0038] 입력 전원(Vs)

클램핑부(110)

변압기(120)

자화인덕터(Lm)

누설 인덕터(Lr)

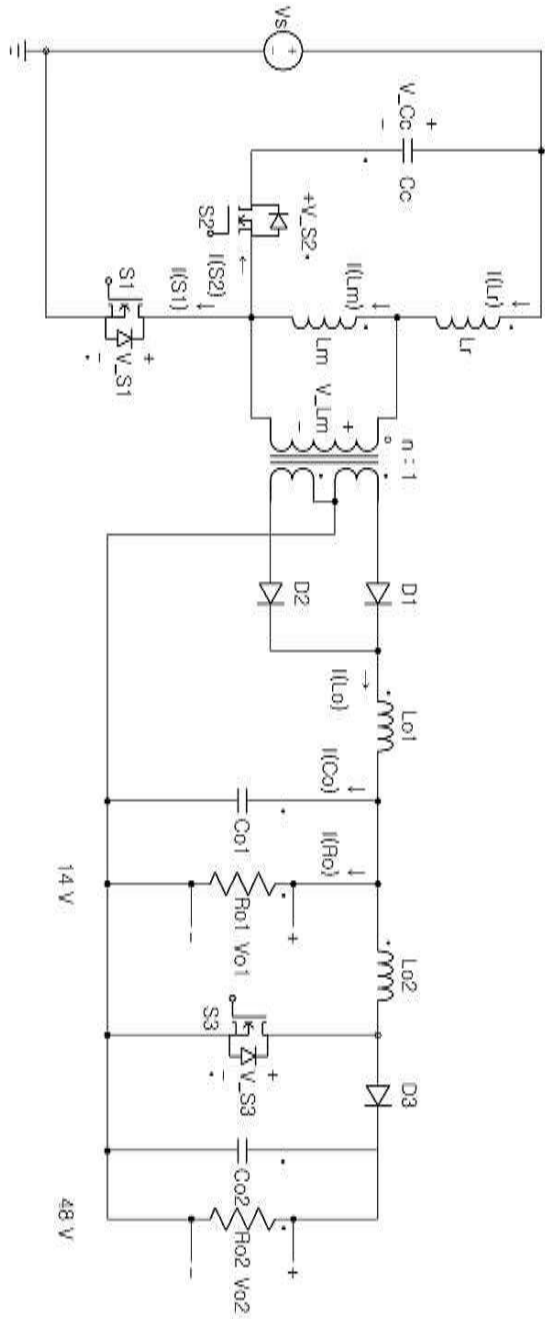
브릿지 다이오드(130)

제1정류회로(140)

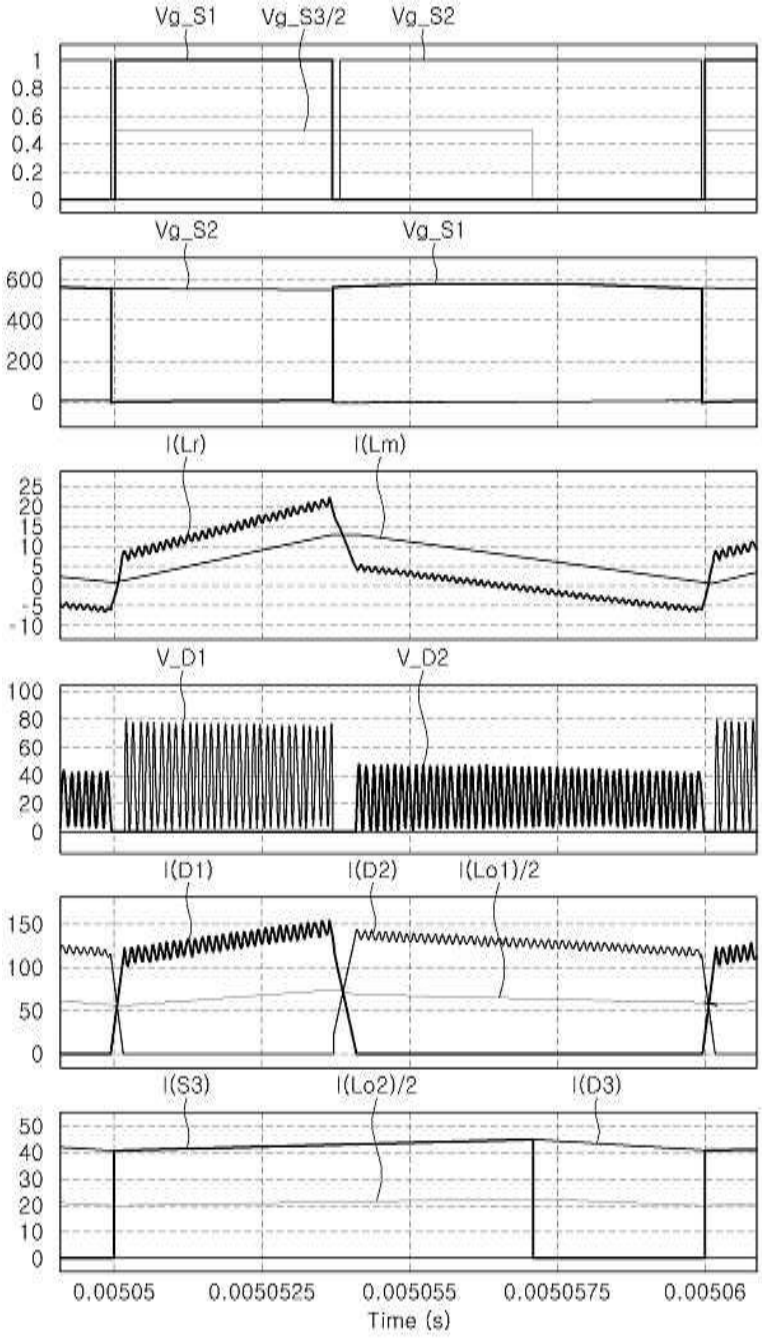
제2정류회로(150)

도면

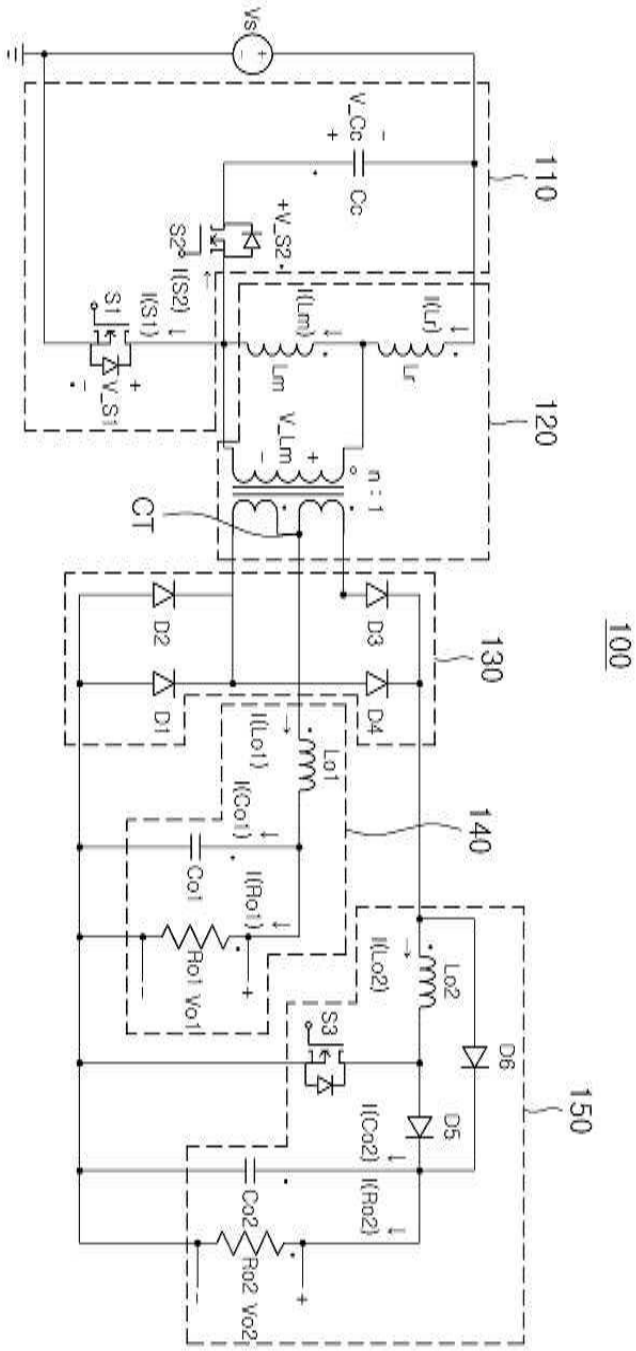
도면1



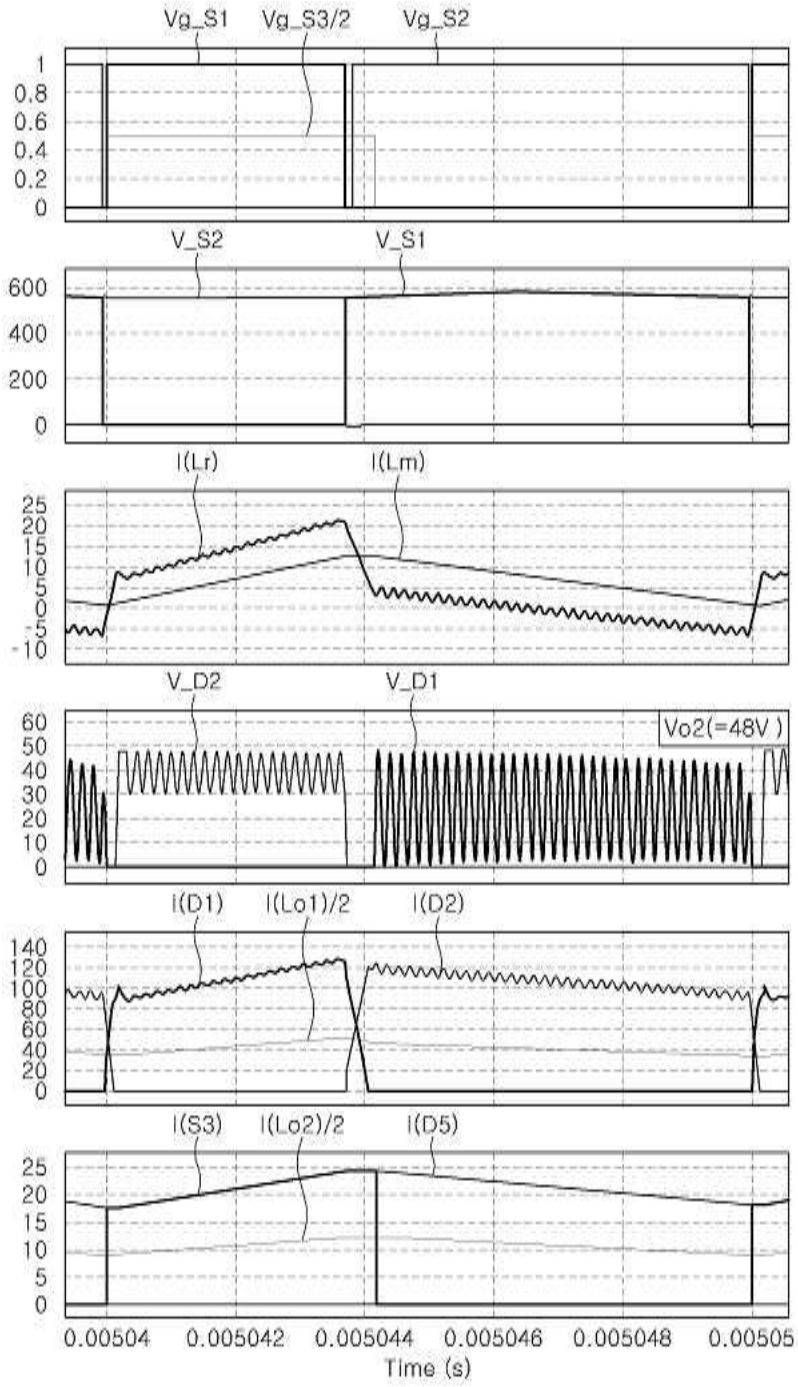
도면2


Vg_S1
Vg_S3/2
Vg_S2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
Vg_S2
Vg_S1
600
400
200
0
I(Lr)
I(Lm)
25
20
15
10
5
0
-5
-10
V_D1
V_D2
100
80
60
40
20
0
I(D1)
I(D2)
I(Lo1)/2
150
100
50
0
I(S3)
I(Lo2)/2
I(D3)
50
40
30
20
10
0
0.00505
0.0050525
0.005055
0.0050575
0.00506
Time (s)

도면3


Vs
V_Cc
Cc
110
+V_S2
S2
I(S2)
I(S1)
S1
V_S1
I(Lm)
I(Lr)
Lm
Lr
V_Lm
120
n : 1
CT
D2
D3
130
D1
D4
I(Lo1)
Lo1
I(Co1)
140
Co1
I(Ro1)
Ro1
Vo1
I(Lo2)
Lo2
S3
D6
D5
150
I(Co2)
I(Ro2)
Co2
Ro2
Vo2
100

도면4


Vg_S1
Vg_S3/2
Vg_S2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
V_S2
V_S1
600
400
200
0
I(Lr)
I(Lm)
25
20
15
10
5
0
-5
-10
V_D2
V_D1
Vo2(=48V)
60
50
40
30
20
10
0
I(D1)
I(Lo1)/2
I(D2)
140
120
100
80
60
40
20
0
I(S3)
I(Lo2)/2
I(D5)
25
20
15
10
5
0
0.00504
0.005042
0.005044
0.005046
0.005048
0.00505
Time (s)