(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0097657
(43) 공개일자 2025년06월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02M 7/217 (2006.01) *H02M 1/42* (2007.01)
H02M 3/335 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02M 7/217 (2013.01)
H02M 1/4258 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-0150427
(22) 출원일자 2024년10월30일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
23218941.5 2023년12월21일
유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인
엑시스 에이비
스웨덴 룬트 에스이-223 69 그렌덴 1
(72) 발명자
헨리크 크리스텐슨
스웨덴, 룬드 223 69, 그란덴 1, 엑시스 커뮤니케이션스 에이비 내
(74) 대리인
특허법인(유한) 대아

전체 청구항 수 : 총 15 항

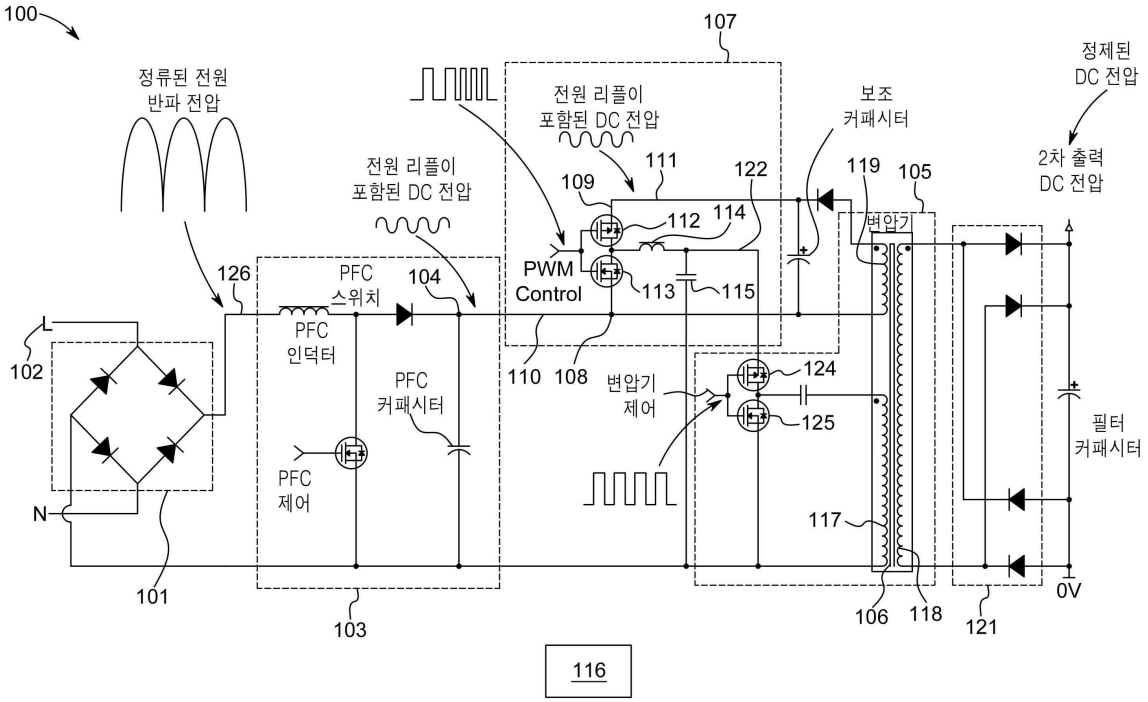
(54) 발명의 명칭 **AC-DC 전력 변환기**

(57) 요 약

본 개시는 ac-dc 전력 변환기(100)에 관한 것으로, 상기 변환기는 다음을 포함한다: 입력 ac 전압(102)을 정류된 ac 전압(126)으로 변환하도록 구성된 정류 회로(101); 상기 정류된 ac 전압(126)을 제1 승압 dc 전압(104)으로 변환하도록 구성된 역률 보정 승압 변환기 회로(103) - 상기 제1 승압 dc 전압(104)은 ac 리플을 포함함 -; 변압

(뒷면에 계속)

대 표 도



기(106)를 포함하는 스위칭 모드 전원 공급기 출력 단계(105); 두 개의 입력 전압 단자를 갖는 벅(buck) 및/또는 부스트 변환기(107) - 제1 전압 입력 단자(108)는 제1 승압 dc 전압(104) 또는 변압기(106)의 제2 측면에 연결되고, 제2 입력 전압 단자(109)는 제2 dc 전압(111)에 연결되며, 상기 제2 dc 전압(111)은 미리 정의된 전압 범위 내에서 제1 전압 입력 단자(108) 상의 전압보다 높고, 상기 벅 및/또는 부스트 변환기(107)는 ac 리플이 감소되거나 제거된 출력 dc 전압(122)을 생성하기 위해 펄스 폭 변조를 사용하여 작동되도록 구성됨 -. 본 개시는 또한 입력 ac 전압(102)을 출력 dc 전압(122)으로 변환하는 방법(200)에 관한 것이다.

(52) CPC특허분류

H02M 3/335 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

AC-DC 전력 변환기로서,

입력 AC 전압을 정류된 AC 전압으로 변환하도록 구성된 정류 회로;

상기 정류된 AC 전압을 제1 승압 DC 전압으로 변환하도록 구성되며, 상기 제1 승압 DC 전압은 AC 리플을 포함하는, 역률 보정 승압 변환기 회로;

변압기를 포함하는 스위칭 모드 전원 출력 스테이지;

두 개의 전압 입력 단자를 갖는 강압 및/또는 승압 변환기로서,

제1 전압 입력 단자는 상기 제1 승압 DC 전압에 연결되고,

제2 전압 입력 단자는 제2 DC 전압에 연결되며, 상기 제2 DC 전압은 미리 정의된 전압 범위 내에서 상기 제1 전압 입력 단자의 전압보다 높고, 상기 강압 및/또는 승압 변환기는 펄스 폭 변조를 사용하여 AC 리플이 감소되거나 제거된 출력 DC 전압을 생성하도록 구성되며, 상기 출력 DC 전압은 상기 스위칭 모드 전원 출력 스테이지로 전달되는, 강압 및/또는 승압 변환기

를 포함하는, AC-DC 전력 변환기.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제2 전압 입력 단자는 상기 변압기 내의 노드 또는 접속 지점에 연결되어 상기 강압 및/또는 승압 변환기에 제2 DC 전압을 제공하는, AC-DC 전력 변환기.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 스위칭 모드 전원 출력 스테이지는 상기 변압기의 1차 측에서 전류 흐름을 제어하기 위한 하나 이상의 능동적으로 제어되는 스위칭 소자를 포함하며, 바람직하게는, 상기 하나 이상의 능동적으로 제어되는 스위칭 소자는 펄스 폭 변조 또는 고정 듀티 사이클에 의해 제어되는, AC-DC 전력 변환기.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 변압기의 2차 측에 연결된 출력 정류 회로를 추가로 포함하는, AC-DC 전력 변환기.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제2 전압 입력 단자는 상기 역률 보정 승압 변환기 회로 내의 노드 또는 접속 지점에 연결되는, AC-DC 전력 변환기.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 강압 및/또는 승압 변환기에 펄스 폭 변조를 적용하도록 구성된 제어 회로를 추가로 포함하며, 상기 제어 회로는 상기 출력 DC 전압을 감지하고, 원하는 출력 DC 전압을 제공하도록 상기 강압 및/또는 승압 변환기를 지속적으로 조정하는, AC-DC 전력 변환기.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 강압 및/또는 승압 변환기는, 제1 스위치, 제2 스위치, 인덕터 및 평활 커패시터를 포함하는 강압 변환기이거나, 제1 스위치, 제2 스위치, 인덕터 및 평활 커패시터를 포함하는 승압 변환기인, AC-DC 전력 변환기.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제1 스위치는 상기 제1 전압 입력 단자와 공통 노드 사이에 연결되고, 상기 제2 스위치는 상기 제2 전압 입력 단자와 공통 노드 사이에 연결되며, 상기 인덕터는 상기 공통 노드와 상기 출력 DC 전압 사이에 연결되고, 상기 평활 커패시터는 상기 출력 DC 전압과 상기 제1 전압 입력 단자 및 상기 제2 전압 입력 단자 중 하나 또는 기준 전압 단자 또는 0V 단자 사이에 연결되는, AC-DC 전력 변환기.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 제1 스위치 및 제2 스위치를 교대로 온 및 오프하도록 구성된 제어 회로를 추가로 포함하는, AC-DC 전력 변환기.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 입력 AC 전압은 100～240V 범위에 있으며, 주파수는 50～60Hz 범위에 있고, 상기 제1 승압 DC 전압의 AC 리플은 100～120Hz 범위의 주파수를 갖는 저주파 AC 리플인, AC-DC 전력 변환기.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 제1 승압 DC 전압은 300～500V 범위에 있으며, 상기 제2 DC 전압은 상기 제1 승압 DC 전압보다 5～50V 더 높은 전압을 가지는, AC-DC 전력 변환기.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 제1 전압 입력 단자는 변압기의 2차 측에 연결되며, 바람직하게는 하나 이상의 정류 소자를 통해 연결되고, 상기 변압기의 2차 측은 상기 제1 전압 입력 단자에 40～70V 범위의 전압을 제공하며, 상기 제2 DC 전압은 상기 제1 전압 입력 단자의 전압보다 5～20V 더 높은 전압을 가지는, AC-DC 전력 변환기.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 강압 및/또는 승압 변환기는 상기 제1 전압 입력 단자의 전압과 비교하여 감소된 전압 범위, 예를 들어, 상기 제1 전압 입력 단자의 전압의 20% 미만인 전압 범위에서 작동하는, AC-DC 전력 변환기.

청구항 14

입력 AC 전압을 출력 DC 전압으로 변환하는 방법으로서, 상기 방법은 하기 단계를 포함하는, 방법:

AC-DC 전력 변환기를 제공하는 단계로서, 상기 AC-DC 전력 변환기는

- 입력 AC 전압을 정류된 AC 전압으로 변환하도록 구성된 정류 회로;

- 상기 정류된 AC 전압을 제1 승압 DC 전압으로 변환하도록 구성된 역률 보정 승압 변환기 회로로서, 상기 제1 승압 DC 전압은 AC 리플을 포함하는 역률 보정 승압 변환기 회로;

- 변압기를 포함하는 스위칭 모드 전원 출력 스테이지; 및

- 두 개의 전압 입력 단자를 갖는 강압 및/또는 승압 변환기로서, 제1 전압 입력 단자는 상기 제1 승압 DC 전압에 연결되고, 제2 전압 입력 단자는 제2 DC 전압에 연결되며, 상기 제2 DC 전압은 미리 정의된 전압 범위 내에서 상기 제1 전압 입력 단자의 전압보다 높고, 상기 강압 및/또는 승압 변환기의 출력 DC 전압은 상기 스위칭 모드 전원 출력 스테이지로 전달되는, 강압 및/또는 승압 변환기;

를 포함하는, AC-DC 전력 변환기를 제공하는 단계, 및

상기 강압 및/또는 승압 변환기 내의 하나 이상의 스위치를 스위칭 조정하여 AC 리플이 감소되거나 제거된 출력 DC 전압을 생성하도록 상기 AC-DC 전력 변환기를 작동시키는 단계.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 AC-DC 전력 변환기는 제1항에 따른 AC-DC 전력 변환기인, 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 개시는 AC 리플의 감소 또는 제거와 관련된 개선이 적용된 AC-DC 전력 변환기에 관련된다. 또한, 본 개시는 입력 AC 전압을 출력 DC 전압으로 변환하는 방법에 관련된다.

배 경 기 술

[0002] AC-DC 전력 변환기는 교류(AC)를 직류(DC)로 변환하는 장치이다. AC-DC 전력 변환기는 다양한 전자 장치의 작동에 필수적이다. AC-DC 전력 변환기는 예를 들어 정류기, 스위칭 모드 전원 공급 장치 및 전압을 승압하거나 강압하는 변압기를 포함하는 단계를 포함할 수 있다.

[0003] AC-DC 전력 변환기는 일반적으로 원래의 입력 AC 전압에서 음의 반주기(half-cycle)를 제거하는 제1 정류 단계를 포함할 수 있다. 따라서 정류 단계 이후의 전압은 AC 파형의 음의 반주기가 양의 반주기로 변환된 전압이 된다. 50Hz의 전원 전압의 경우, 정류된 전압은 약 100Hz의 주파수를 가지지만, 전압이 양수로만 유지되는 형태를 갖는다.

[0004] 정류된 전압은 이후 승압 변환기(boost converter) 또는 기타 스위칭 모드 전원 공급 장치(SMPS)를 사용하여 추가적으로 변환될 수 있다. 이러한 추가 변환을 거친 DC 전압은 여전히 원래 AC 전압으로 인해 일부 리플(ripple) 또는 크기의 변동을 포함할 수 있다. 변환된 DC 전압에서 이러한 리플을 감소시키거나 제거하는 것은, 변환된 DC 전압으로 구동되는 전자 장치의 안정성과 신뢰성을 보장하는 데 필수적이다.

[0005] 리플을 줄이기 위해 부하 측에서는 커패시터 기반 필터와 같은 필터를 사용할 수 있으며, 이는 전압 변동을 완화하는 데 활용될 수 있다. 커패시터의 정전 용량(capacitance) 값이 클수록 리플 제거 효과가 향상된다. 그러나 리플을 줄이기 위한 필터링은 전력 변환기에서 상당한 효율 저하를 초래할 수 있다. 이러한 효율 저하의 결과로 에너지가 손실될 뿐만 아니라, 손실된 에너지가 열로 변환되어 전력 변환기 또는 다른 구성 요소에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 따라서 DC 전압의 리플로 인해 발생하는 전력 변환기의 손실을 줄일 수 있는 방법이 필요하다.

[0006] JP 2000-125547 A는 DC 변환기의 정류 평활 회로에서 발생하는 DC 전압의 리플 성분을 저감하기 위한 회로를 개시하고 있다. 이 회로에서는, 초퍼 회로(chopper circuit)가 정류 평활 회로에서 출력된 DC 전압과 위상이 반대인 리플 전압을 포함하는 DC 전압을 커패시터를 통해 출력하도록 구성된다. 그리고 이 DC 전압은 제1 정류 평활 회로에서 커패시터를 통해 출력된 DC 전압에 추가적으로 더해진다.

[0007] US 2022/418070 A1은 디스플레이 장치에서 전원 회로가 LED 구동 회로, 필터 회로 및 피드백 회로와 연결된 장치를 개시하고 있다. 전원 회로는 고정 전압 전원 소자 및 가변 전압 전원 소자를 포함하며, 토폴로지(topology)는 하나 이상의 강압(buck) 회로를 포함하는 것으로 구성된다.

[0008] CN 111901932 A는 디스플레이 장치에서 전원 회로가 LED 구동 회로, 필터 회로 및 피드백 회로와 연결된 장치를 개시하고 있다. 전원 회로는 고정 전압 전원 소자 및 가변 전압 전원 소자를 포함하며, 토폴로지는 하나 이상의

강압(buck) 회로를 포함하는 것으로 구성된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 개시는 DC 전압에서 리플을 개선된 방식으로 감소 또는 제거하는 기능이 내장된 AC-DC 전력 변환기에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 개시는 제1 구현예에 따르면, AC-DC 전력 변환기에 관한 것으로, 상기 AC-DC 전력 변환기는 하기를 포함한다:

[0011] 입력 AC 전압을 정류된 AC 전압으로 변환하도록 구성된 정류 회로;

[0012] 상기 정류된 AC 전압을 제1 승압 DC 전압으로 변환하도록 구성된 역률 보정 승압 변환기 회로로서, 상기 제1 승압 DC 전압은 AC 리플을 포함하는 역률 보정 승압 변환기 회로;

[0013] 변압기를 포함하는 스위칭 모드 전원 공급 출력 스테이지;

[0014] 두 개의 전압 입력 단자를 가지는 강압(buck) 및/또는 승압(boost) 변환기 - 여기서, 제1 전압 입력 단자는 제1 승압 DC 전압에 연결되고, 제2 전압 입력 단자는 제2 DC 전압에 연결되며, 상기 제2 DC 전압은 미리 정의된 전압 범위 내에서 상기 제1 전압 입력 단자의 전압보다 높고, 상기 강압 및/또는 승압 변환기는 펄스 폭 변조를 사용하여 작동하도록 구성되며, AC 리플이 감소되거나 제거된 출력 DC 전압을 생성하도록 구성되고, 상기 출력 DC 전압은 스위칭 모드 전원 공급 출력 스테이지로 전달됨 -.

[0015] 강압(buck) 변환기는 일반적으로 다양한 애플리케이션에서 전압을 낮추는 용도로 사용된다. 그러나 본 개시의 AC-DC 전력 변환기에서는 DC 전압을 낮추는 것이 목적이 아니다. 대신, AC-DC 변환기는 제1 전압 입력 단자의 전압보다 약간 높은 제2 DC 전압을 제공하도록 구성된다. 강압 변환기의 출력 DC 전압은 제1 전압 입력 단자와 제2 입력 단자의 전압 수준 사이의 전압, 즉 제1 전압 입력보다 약간 높은 전압을 갖는다. 제2 DC 전압과 강압 및/또는 승압 변환기를 추가하는 이유 중 하나는 제한된 전압 범위에서 리플을 효과적으로 줄이거나 제거할 수 있기 때문이다. 승압(boost) 변환기가 사용되는 경우, 승압 변환기의 출력 DC 전압은 제2 입력 단자의 전압보다 약간 높을 수 있다. 강압 변환기 및 승압 변환기에는 여러 가지 변형이 존재하며, 경우에 따라 강압-승압(buck-boost) 변환기로 불리는 조합도 포함될 수 있다. 본 개시의 AC-DC 전력 변환기는 AC 리플이 감소되거나 제거된 출력 DC 전압을 생성하기 위해 어떠한 형태의 강압 및/또는 승압 변환기도 적절하게 활용할 수 있다. 예를 들어, 강압 및/또는 승압 변환기는 동기식 강압 변환기(synchronous buck converter) 또는 다이오드 정류가 포함된 강압 변환기일 수 있다. 또는, 단독으로 사용되거나 조합되어 동기식 승압 변환기(synchronous boost converter) 또는 다이오드 정류가 포함된 승압 변환기가 사용될 수도 있다.

[0016] 강압 및/또는 승압 변환기는 두 개의 전압 입력 단자를 가진다. 제1 전압 입력 단자는 제1 승압 DC 전압에 연결될 수 있다. AC-DC 전력 변환기의 작동을 설명하기 위해, 도 1에서 예시적인 비제한적 사례가 제시된다. 예를 들어, 입력 AC 전압이 220V 또는 240V의 전원 AC 전압인 경우, 제1 승압 DC 전압은 300V~500V 범위의 DC 전압이 될 수 있으며, 예를 들어 약 400V DC 전압으로 AC 리플을 포함할 수 있다. 이때, 강압 및/또는 승압 변환기의 제2 전압 입력 단자가 제1 전압 입력 단자의 전압보다 미리 정의된 전압 범위 내에서 약간 더 높은 제2 DC 전압에 연결되는 경우, 예를 들어 제1 승압 DC 전압보다 5V~50V 높은 전압에 연결될 경우, 강압 및/또는 승압 변환기는 그 작동 방식의 특성상 자연스럽게 리플을 줄이거나 제거하는 효과를 가지게 된다. 이때, 리플 감소는 제1 및 제2 전압 입력 단자 간의 전압 차이 범위 내에서 이루어진다. 추가된 강압 및/또는 승압 변환기에서 발생하는 전력 손실은 부하 측 출력 DC 신호의 리플을 줄이기 위해 필터를 사용하는 경우보다 훨씬 낮을 수 있다.

[0017] 상기 설명한 바와 같이, AC-DC 전력 변환기는 변압기를 포함하는 스위칭 모드 전원 공급 출력 스테이지를 포함할 수 있다. 스위칭 모드 전원 공급 출력 스테이지는 강압 및/또는 승압 변환기로부터 제공되는 전압을 강압하도록 구성될 수 있으며, 앞서 설명한 바와 같이, 이 전압은 300V~500V 범위에 해당하며, 강압 변환기의 제2 전압 입력 단자에서 추가된 5V~50V의 전압 상승으로 인해 약간 더 높을 수 있다. 출력 스테이지에서 전압을 강압한 후, 전자 장치에서 사용되는 출력 전압 수준으로 변환될 수 있으며, 이 출력 전압 수준은 예를 들어 40V~60V 범위일 수 있다.

[0018] 본 개시는 입력 AC 전압을 출력 DC 전압으로 변환하는 방법에 관한 것으로, 상기 방법은 다음 단계를 포함한다.

[0019] AC-DC 전력 변환기를 제공하는 단계로서, 상기 AC-DC 전력 변환기는

[0020] - 입력 AC 전압을 정류된 AC 전압으로 변환하도록 구성된 정류 회로;

[0021] - 정류된 AC 전압을 제1 승압 DC 전압으로 변환하도록 구성된 역률 보정 승압 변환기 회로로서, 상기 제1 승압 DC 전압은 AC 리플을 포함하는, 역률 보정 승압 변환기;

[0022] - 변압기를 포함하는 스위칭 모드 전원 공급 출력 스테이지; 및

[0023] - 두 개의 전압 입력 단자를 가지는 강압 및/또는 승압 변환기로서, 제1 전압 입력 단자는 상기 제1 승압 DC 전압에 연결되고, 제2 전압 입력 단자는 제2 DC 전압에 연결되며, 상기 제2 DC 전압은 미리 정의된 전압 범위 내에서 상기 제1 전압 입력 단자의 전압보다 높고, 상기 강압 및/또는 승압 변환기의 출력 DC 전압은 상기 스위칭 모드 전원 출력 스테이지로 전달되는, 강압 및/또는 승압 변환기;

[0024] 를 포함하는, AC-DC 전력 변환기를 제공하는 단계, 및

[0025] 상기 강압 및/또는 승압 변환기 내의 하나 이상의 스위치의 스위칭을 조정하여 AC 리플이 감소되거나 제거된 출력 DC 전압을 생성하도록 AC-DC 전력 변환기를 작동하는 단계.

[0026] 당업자는 본 개시의 입력 AC 전압을 출력 DC 전압으로 변환하는 방법이 본 개시의 AC-DC 전력 변환기의 어떠한 구현예를 사용하여 수행될 수 있으며, 그 반대의 경우도 가능하다는 것을 인식할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0027] 이하에서 다양한 구현예를 도면을 참조하여 설명한다. 도면은 구현예의 예시이며, 본 명세서에서 개시된 AC-DC 전력 변환기의 일부 특징을 설명하기 위한 것이다.

도 1은 AC-DC 전력 변환기의 제1 구현예의 예시를 도시한다.

도 2는 청구항에 의해 보호되지 않는 AC-DC 전력 변환기의 예시를 도시한다.

도 3은 AC-DC 전력 변환기의 제3 구현예의 예시를 도시한다.

도 4는 AC-DC 전력 변환기의 제4 구현예의 예시를 도시한다.

도 5는 입력 AC 전압을 출력 DC 전압으로 변환하는 본 명세서에서 개시된 방법의 흐름도를 예시적으로 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 본 명세서는 AC-DC 전력 변환기에 관한 것이다.

[0029] AC-DC 전력 변환기는 입력 AC 전압을 정류된 AC 전압으로 변환하도록 구성된 정류 회로를 포함한다. 전력 인자 보정(PFC) 승압 변환기 회로는 상기 정류된 AC 전압을 제1 승압 DC 전압으로 변환한다. 상기 제1 승압 DC 전압은 정류된 AC 전압보다 더 높고 보다 일정할 수 있으나, 여전히 AC 리플을 포함할 수 있다. PFC 승압 변환기는 부하의 전력 인자를 개선한다. PFC 승압 변환기는 입력 전압의 전압을 증가시키면서 전류를 전압과 위상이 일치하도록 형성하는 변환기이다. PFC 승압 변환기는 예를 들어 MOSFET과 같은 반도체 스위치를 온/오프 스위칭하여 작동한다. 제어 회로는 상기 반도체 스위치의 스위칭을 제어하도록 구성될 수 있다. 에너지는 인덕터에 저장되며 커패시터로 전달된다. PFC 승압 변환기(103)의 일례가 도 1에 도시되어 있다. 당업자는 일반적으로 PFC 승압 변환기를 숙지하고 있으며, 적절한 변형된 PFC 승압 변환기를 구현할 수 있을 것이다.

[0030] 상기 AC-DC 전력 변환기는 트랜스포머를 포함하는 스위칭 모드 전원 출력 스테이지를 추가로 포함할 수 있다. 스위칭 모드 전원은 일반적으로 MOSFET과 같은 반도체 스위치를 사용하여 DC 전압을 온/오프 스위칭함으로써 작동한다. DC 전압은 펄스폭 변조(PWM) 신호를 사용하여 온/오프 스위칭되며, 이후 트랜스포머를 통해 전달된다. 고주파 스위칭은 트랜스포머를 통한 효율적인 에너지 전달을 가능하게 한다. 본 명세서에서 개시된 AC-DC 전력 변환기는 반도체 스위치의 스위칭을 제어하도록 구성된 제어 회로를 포함할 수 있다. 스위칭 모드 전원의 역할은 PFC 승압 변환기에서 출력된 전압을 다른 전압 레벨로 변환하는 것이다. 예를 들어, PFC 승압 변환기에서 출력되는 전압은 300~500V 범위, 예를 들어 약 400V일 수 있으며, 부하에 필요한 전압은 더 낮은 40~70V 범위일

수 있다. 스위칭 모드 전원 출력 스테이지는 전력 변환기의 입력과 출력 간에 전기적 절연을 제공할 수 있는 이점이 있다. 절연은 트랜스포머의 1차 측이 2차 측과 전기적으로 분리되어 있기 때문에 이루어진다. 스위칭 모드 전원 출력 스테이지(105)의 일례가 도 1에 도시되어 있다. 당업자는 일반적으로 스위칭 모드 전원을 숙지하고 있으며, 스위칭 모드 전원 출력 스테이지의 다양한 변형을 구현할 수 있을 것이다.

[0031] 상기 AC-DC 전력 변환기는 또한 두 개의 전압 입력 단자를 갖는 강압(buck) 및/또는 승압(boost) 변환기를 포함한다. 제1 구현예에 따르면, 제1 전압 입력 단자는 PFC 승압 변환기에서 출력되는 승압된 DC 전압, 즉 약 300~500V 범위의 제1 승압 DC 전압에 연결된다. 제2 전압 입력 단자는 제1 전압 입력 단자에서의 전압보다 높은 두 번째 DC 전압에 연결되며, 이 두 번째 DC 전압은 미리 정의된 전압 범위 내에 존재한다.

[0032] 강압(buck) 및/또는 승압(boost) 변환기가 동기식 강압 변환기인 경우, 상기 동기식 강압 변환기는 제1 스위치, 제2 스위치, 인덕터 및 평활 커패시터를 포함할 수 있다. 제1 스위치는 제1 전압 입력 단자와 공통 노드 사이에 연결될 수 있으며, 제2 스위치는 제2 전압 입력 단자와 공통 노드 사이에 연결될 수 있다. 인덕터는 공통 노드와 출력 DC 전압 사이에 연결되며, 평활 커패시터는 출력 DC 전압과 기준 단자(reference) 또는 0V 단자 사이에 연결된다. AC-DC 전력 변환기는 제1 스위치 및 제2 스위치를 교대로 온/오프하도록 구성된 제어 회로를 추가로 포함할 수 있다. 강압 및/또는 승압 변환기가 다이오드 정류가 포함된 강압 변환기 또는 다이오드 정류가 포함된 승압 변환기인 경우, 제어 회로는 변환기 내 단일 스위치를 교대로 온/오프하도록 구성될 수 있다. 도 1은 동기식 강압 변환기(107)의 예시를 도시한다. 본 예에서, 동기식 강압 변환기(107)는 제1 스위치(112), 제2 스위치(113), 인덕터(114) 및 평활 커패시터(115)를 포함한다. 제1 스위치는 제1 전압 입력 단자와 공통 노드 사이에 연결될 수 있으며, 제2 스위치는 제2 전압 입력 단자와 공통 노드 사이에 연결될 수 있다. 인덕터는 공통 노드와 출력 DC 전압 사이에 연결되며, 평활 커패시터는 출력 DC 전압과 기준(reference) 또는 0V 단자 사이에 연결된다. AC-DC 전력 변환기는 제1 스위치 및 제2 스위치를 교대로 온/오프하도록 구성된 제어 회로를 포함할 수 있다. 강압 변환기(예: 동기식 강압 변환기)는 일반적으로 높은 전압을 낮은 전압으로 강압하는 변환기이다. 본 명세서에서 개시된 AC-DC 전력 변환기에서 강압 변환기의 작동은 제1 승압 DC 전압에 포함된 AC 리플을 제거하는 데 사용될 수 있다. 출력 DC 전압은 강압 변환기의 스위칭에 의해 안정화된다. 하나의 이점은 강압 변환기의 제1 및 제2 전압 입력 단자 간의 차이, 즉 제한된 전압 범위 내에서 리플 제거가 수행될 수 있다는 점이다.

[0033] 대안적으로, 강압 및/또는 승압 변환기는 승압 변환기일 수 있으며, 다이오드 정류가 포함된 승압 변환기 또는 동기식 승압 변환기와 같은 승압 변환기일 수 있다. 도 4는 승압 변환기(107)를 사용하는 본 명세서에서 개시된 AC-DC 전력 변환기(100)의 예시를 도시한다. 본 예에서, 승압 변환기(107)는 다이오드 정류가 포함된 승압 변환기이며, 제1 스위치(112), 인덕터(114) 및 평활 커패시터(115)를 포함한다. 제1 스위치는 제1 전압 입력 단자와 공통 노드 사이에 연결될 수 있으며, 인덕터(114)는 제2 전압 입력 단자와 공통 노드 사이에 연결될 수 있다. 출력 DC 전압 및 평활 커패시터(115)는 공통 노드에 연결될 수 있다. 또한, 제2 DC 전압은 트랜스포머(106)에서 제공될 수 있으며, 예를 들어 트랜스포머(106)의 1차 측 또는 2차 측에서 제공될 수 있거나, PFC 승압 변환기 회로(103)에서 제공될 수도 있음이 이해될 것이다.

[0034] 예를 들어, PFC 승압 변환기에서 출력되는 제1 승압 DC 전압이 300~500V 범위이고, 제2 DC 전압이 이보다 5~50V 더 높은 경우, 출력 DC 전압은 강압 변환기의 제1 전압 입력 단자와 제2 전압 입력 단자 사이의 전압 범위 내에 존재하게 된다. 예를 들어, PFC 승압 변환기에서 출력되는 제1 승압 DC 전압이 400V이고, 제2 DC 전압이 430V인 경우, 강압 변환기의 경우 출력 DC 전압은 제1 및 제2 스위치의 스위칭 방식에 따라 400V와 430V 사이의 값이 될 수 있다. 승압 변환기의 경우, 출력 DC 전압은 제2 DC 전압보다 약간 더 높아지게 된다. 출력 DC 전압은 유용하며 리플이 제거된 전압이므로, 전원 출력 스테이지로 전달하기에 적합하다.

[0035] 제2 DC 전압을 획득하는 방법에는 여러 가지 옵션이 있으며, 이는 강압 변환기 구현예와 승압 변환기 구현예 모두에서 유효하다. 제2 전압 입력 단자는 전원 출력 스테이지 내 트랜스포머의 노드 또는 접속 지점에 연결되어 강압 및/또는 승압 변환기에 제2 DC 전압을 제공할 수 있다. 이는 전원 출력 스테이지의 트랜스포머 1차 측에 추가 권선을 포함하는 방식일 수 있으며, 그 예가 도 1에 도시되어 있다. 또 다른 가능성으로는, PFC 승압 변환기에서 제2 DC 전압을 획득하는 방법이 있으며, 예를 들어, PFC 승압 변환기 내 인덕터의 코일에서 약간 변환된 전압을 사용할 수 있다. 이에 따라, 제2 전압 입력 단자는 PFC 승압 변환기 내 노드 또는 접속 지점에 연결될 수 있다. 그 예가 도 3에 도시되어 있다. 도 3에서는 제2 전압 입력 단자(109)가 PFC 승압 변환기 회로(103) 내 PFC 인덕터의 보조 권선에 연결된 구성을 도시하고 있다. 제1 전압 입력 단자 및 제2 전압 입력 단자의 이러한 연결 방식은 승압 변환기에서도 적용 가능하다.

[0036] 전원 출력 스테이지 내 트랜스포머의 2차 측 전압은 일반적으로 PFC 승압 변환기에서 출력되는 제1 승압 DC 전

압보다 낮다. 예를 들어, PFC 승압 변환기에서 출력되는 전압은 300~500V 범위일 수 있는 반면, 부하에 필요한 전압은 더 낮은 40~70V 범위일 수 있다.

[0037] 강압 및/또는 승압 변환기의 작동은 펄스 폭 변조를 기반으로 하여, 제1 전압 입력 단자 및 제2 입력 단자의 전압 사이의 DC 전압 레벨을 가지면서 AC 리플이 감소되거나 제거된 출력 DC 전압을 생성하도록 할 수 있다. AC-DC 전력 변환기는 강압 및/또는 승압 변환기에 펄스 폭 변조를 적용하도록 구성된 제어 회로를 포함할 수 있으며, 여기서 제어 회로는 출력 DC 전압을 감지하고 강압 및/또는 승압 변환기를 지속적으로 조정하여 원하는 출력 DC 전압을 제공하도록 제어할 수 있다. 펄스의 폭을 조정함으로써 출력 DC 전압을 조절할 수 있다. 당업자는 일반적으로 이러한 작동을 이해할 것이다. 예를 들어, 제어 회로는 목표 전압, 즉 원하는 출력 전압을 사용할 수 있다. 그 후, 제어 회로는 출력 전압을 조절하기 위해 제1 스위치 및 제2 스위치의 스위칭을 조정할 수 있다. 스위치의 고속 스위칭, 인덕터 및 평활 커패시터는 상대적으로 안정적인 DC 출력 전압을 제공할 수 있다.

[0038] 스위칭 모드 전원 출력 스테이지의 작동은 강압 및/또는 승압 변환기의 작동과 유사할 수 있다. 스위칭 모드 전원 출력 스테이지는 하나 이상의 능동적으로 제어되는 스위칭 소자를 포함할 수 있으며, 예를 들어 도 1의 예시에서와 같이, 변압기의 1차 측에서 전류 흐름을 제어하기 위한 하이사이드 스위치(124) 및 로사이드 스위치(125)를 포함할 수 있다. 바람직하게는, 능동적으로 제어되는 스위칭 소자는 펄스 폭 변조 또는 고정 듀티 사이클에 의해 제어된다. 제어 회로는 스위칭 소자의 스위칭을 제어하도록 구성될 수 있다. 당업자는 일반적으로 이러한 작동을 이해할 것이다.

[0039] 스위칭 모드 전원 출력 스테이지의 2차 측에는 변압기의 2차 측에 연결된 출력 정류 회로가 포함될 수 있다. 스위칭 모드 전원에서의 전력 변환은 AC-DC 변환의 한 형태이므로, 출력 정류 회로의 역할은 교류 전압을 직류 전압으로 변환하는 것이다. 이는 일반적으로 특정한 구성으로 배열된 복수의 다이오드를 이용하여 구현된다.

[0040] 도 1에 도시된 예는 AC-DC 전력 변환기(100)의 제1 구현예를 나타내며, AC 리플이 제거되는 방식을 보여주는 여러 파형을 포함한다. 도 1은 복수의 서브시스템을 포함하며, 예를 들어 정류 회로(101), PFC 승압 변환기 회로(103), 동기식 강압 변환기(107), 스위칭 모드 전원 출력 스테이지(105), 및 출력 정류 회로(121)를 포함할 수 있다. 당업자가 이해하는 바와 같이, 각 서브시스템은 다양한 방식으로 구현될 수 있다. 예를 들어, AC 리플을 감소 또는 제거하는 서브시스템인 동기식 강압 변환기(107)의 특정 구현은 반드시 예를 들어 도 1의 정류 회로(101)와 같은 다른 서브시스템의 동일한 구현을 요구하지는 않는다.

[0041] 도 1의 예에서 입력 AC 전압은 전원 AC 전압일 수 있다. 도면에는 입력 AC 전압의 파형이 포함되지 않았으나, 예를 들어 사인파일 수 있다. 정류 단계 후의 전압은 AC 파형의 음의 절반이 양의 절반으로 변환된 형태일 수 있다. 도 1에서는 정류된 AC 전압(126)이 해당 전압의 전형적인 파형과 함께 도시되어 있다. AC-DC 변환기(100)의 다음 단계는 PFC 승압 변환기 회로(103)이며, 이를 통해 제1 승압 DC 전압(104)이 생성된다. 제1 승압 DC 전압(104)은 입력 전압보다 높은 전압을 가지지만, 여전히 저주파 AC 리플을 포함할 수 있으며, 이는 도 1에 도시되어 있다. 제1 승압 DC 전압(104)은 동기식 강압 변환기(107)의 제1 전압 입력 단자(108)에 입력 전압으로 사용될 수 있다. 제1 전압 입력 단자(108)의 전압보다 약간 높은 제2 DC 전압(111)을 생성하기 위해, 변압기(106)의 1차 측에서 보조 권선(119)이 사용될 수 있다. 또한, 약간 높은 전압을 생성하거나 획득하는 다른 방식도 가능할 수 있다. 도 1의 예에서 제2 DC 전압(111) 역시 저주파 AC 리플을 포함할 수 있으나, 반드시 그런 것은 아니다. 제2 DC 전압(111)은 제2 전압 입력 단자(109)로 제공된다. 동기식 강압 변환기(107)의 출력은 출력 DC 전압(122)이며, 이는 도 1에서와 같이 AC 리플이 없는 전압이다. 출력 DC 전압(122)은 이후 스위칭 모드 전원 출력 스테이지(105), 보다 구체적으로는 하이사이드 스위치(124)로 전달된다. 또한, 스위칭 모드 전원 출력 스테이지(105) 및 출력 정류 회로의 출력도 역시 리플이 없는 전압임을 확인할 수 있다.

[0042] 보다 일반적으로, 본 명세서에서 개시된 AC-DC 전력 변환기의 다양한 전압 레벨은 AC-DC 전력 변환기의 작동 및 기능에 익숙한 당업자에게 명확할 것이다. 일 구현예에 따르면, 입력 AC 전압은 100~240 V 범위에 있으며, 주파수는 50~60 Hz 범위일 수 있다. 여기서, 제1 승압 DC 전압의 AC 리플은 저주파 AC 리플이며, 주파수는 100~120 Hz 범위일 수 있다. 제1 승압 전압은 입력 AC 전압보다 높은 전압을 가지며, 300~500 V 범위, 예를 들어 약 400 V일 수 있다. 강압 및/또는 승압 변환기로 공급되는 제2 DC 전압은 제1 DC 전압보다 약간 더 높은 전압이어야 한다. 예를 들어, 제2 DC 전압은 제1 승압 DC 전압보다 5~50 V 더 높은 전압일 수 있다.

[0043] 제1 전압 입력 단자는 변압기의 2차 측에 연결될 수 있으며, 바람직하게는 하나 이상의 정류 소자를 통해 연결될 수 있다. 변압기의 2차 측은 제1 전압 입력 단자에 40~70 V 범위의 전압을 제공할 수 있으며, 제2 DC 전압은 제1 전압 입력 단자의 전압보다 5~20 V 더 높은 전압을 가질 수 있다. 이 구현예는 도 2에 도시되어 있다.

[0044] 보다 일반적으로, 강압 변환기는 제1 전압 입력 단자의 전압보다 더 좁은 전압 범위에서 작동하도록 구성될 수 있으며, 예를 들어 제1 전압 입력 단자의 전압의 20% 미만의 전압 범위에서 작동하도록 설정될 수 있다.

[0045] 도 5는 입력 AC 전압을 출력 DC 전압으로 변환하는 본 명세서에 개시된 방법(200)의 흐름도를 나타내는 예시이다. 도 5의 방법은, AC-DC 전력 변환기를 제공하는 단계로서, 상기 AC-DC 전력 변환기는, 입력 AC 전압을 정류된 AC 전압으로 변환하도록 구성된 정류 회로; 정류된 AC 전압을 제1 승압 DC 전압으로 변환하도록 구성된 역률 보정 승압 변환기 회로 - 여기서 상기 제1 승압 DC 전압은 AC 리플을 포함할 수 있음 -; 변압기를 포함하는 스위칭 모드 전원 출력 스테이지; 및 두 개의 전압 입력 단자를 가지는 강압 및/또는 승압 변환기를 포함하며, 여기서 제1 전압 입력 단자는 상기 제1 승압 DC 전압에 연결되거나, 또는 제1 전압 입력 단자는 변압기의 2차 측에 연결될 수 있으며, 제2 전압 입력 단자는 제2 DC 전압에 연결되는, AC-DC 전력 변환기를 제공하는 단계(201); 및 강압 및/또는 승압 변환기의 하나 이상의 스위치의 스위칭을 조정하여, 제1 전압 입력 단자의 전압과 제2 DC 전압 사이에서 전환하도록 함으로써, 제1 전압 입력 단자와 제2 DC 전압 사이의 DC 전압 레벨을 가지면서 AC 리플이 감소되거나 제거된 출력 DC 전압을 생성하는 단계(202)를 포함한다.

[0046] 본 명세서에 개시된 AC-DC 변환기는 서로 다른 전압 레벨을 제어하고 PFC 승압 변환기 회로 및/또는 스위칭 모드 전원 출력 스테이지 및/또는 강압 및/또는 승압 변환기를 제어하기 위한 펄스를 생성하도록 제어 회로를 포함할 수 있다. 상기 제어 회로는 AC-DC 변환기 자체의 일부일 수도 있고 시스템의 별도 부분일 수도 있다. 상기 제어 회로는 단일 프로세서 또는 다중 코어/다중 프로세서 시스템의 프로세서와 같은 처리 회로일 수 있거나 이를 포함할 수 있다.

[0047] 본 명세서에 개시된 AC-DC 전력 변환기는 전자 기기의 충전기의 일부로 사용되거나, 기존 네트워크가 이더넷을 통한 전력 공급(PoE)을 지원할 수 있도록 하는 미드스팬과 같은 전력 공급 장비에서 사용되거나, 전자 기기에 내장된 AC-DC 전력 변환기의 일부로 사용되는 등 다양한 응용에서 사용될 수 있다.

부호의 설명

[0048] 100 - AC-DC 전력 변환기

101 - 정류 회로

102 - 입력 AC 전압

103 - PFC 승압 변환기 회로

104 - 제1 승압 DC 전압

105 - 스위칭 모드 전원 출력 스테이지

106 - 변압기

107 - 강압/승압 변환기

108 - 제1 전압 입력 단자

109 - 제2 전압 입력 단자

110 - 제1 DC 전압

111 - 제2 DC 전압

112 - 제1 스위치

113 - 제2 스위치

114 - 인덕터

115 - 평활 커패시터

116 - 제어 회로

117 - 1차 권선 1차 측

118 - 1차 권선 2차 측

119 - 2차 권선 1차 측

120 - 2차 권선 2차 측

121 - 출력 정류 회로

122 - 출력 DC 전압

123 - 정류 다이오드

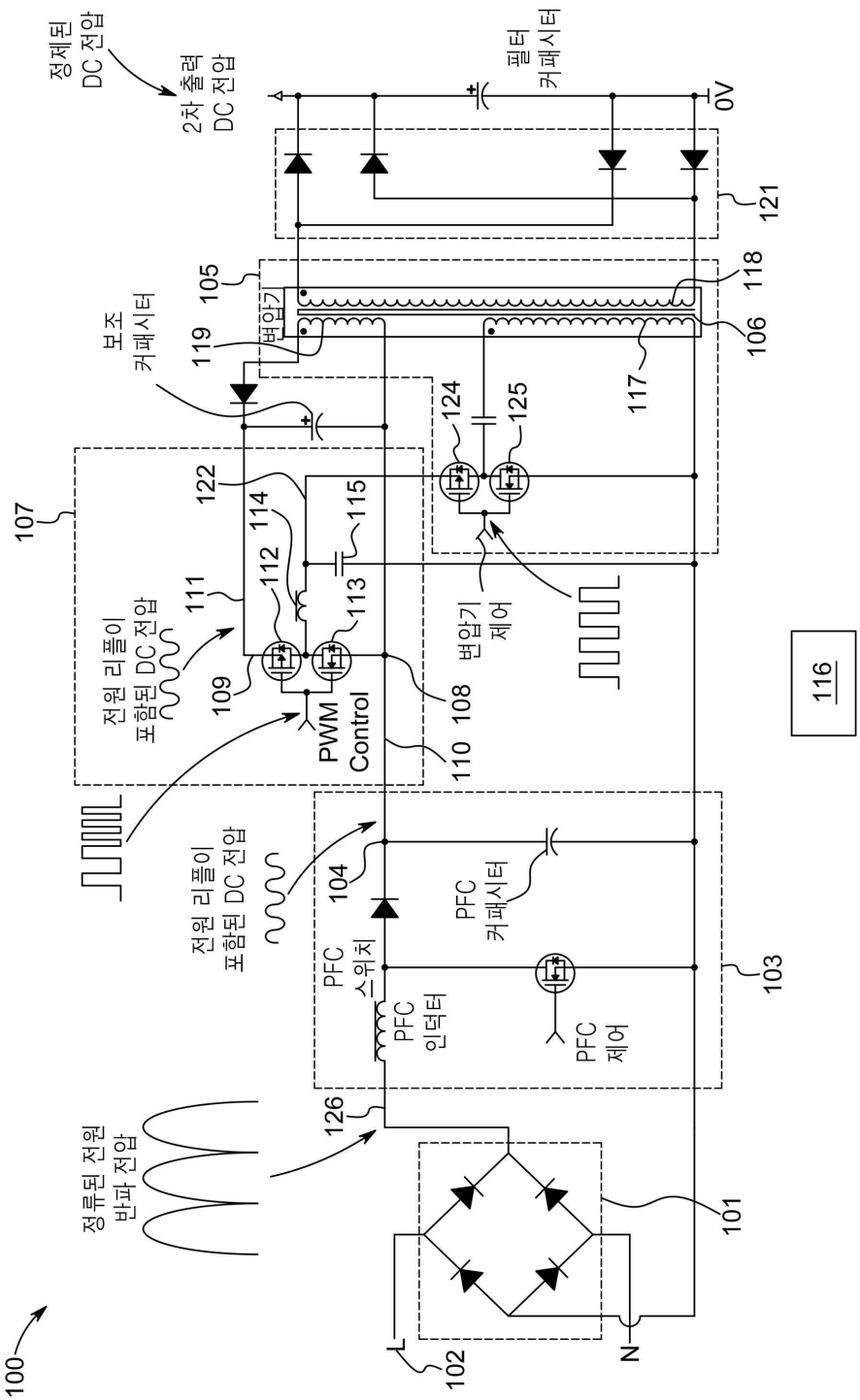
124 - 하이사이드 스위치

125 - 로사이드 스위치

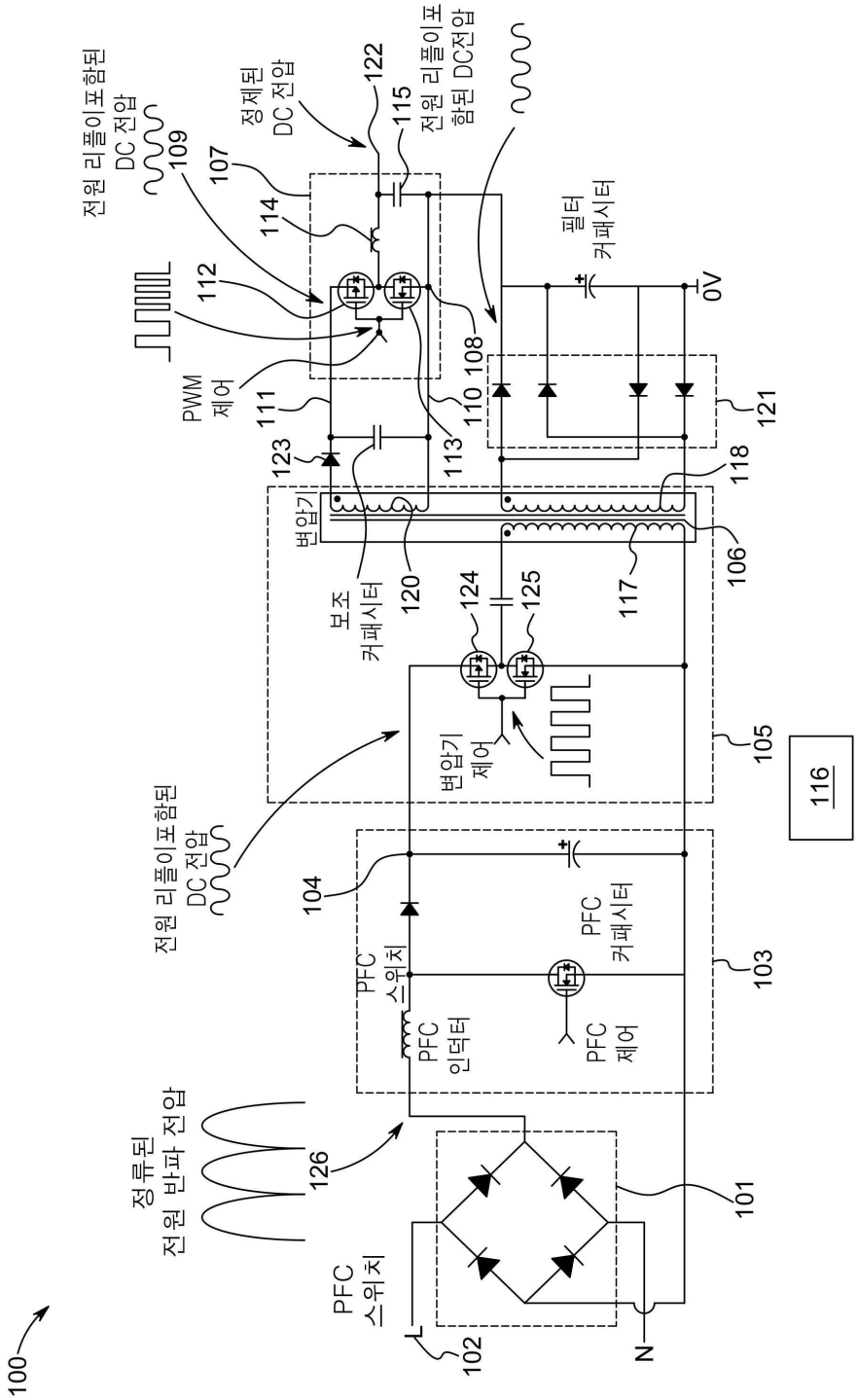
126 - 정류된 AC 전압

도면

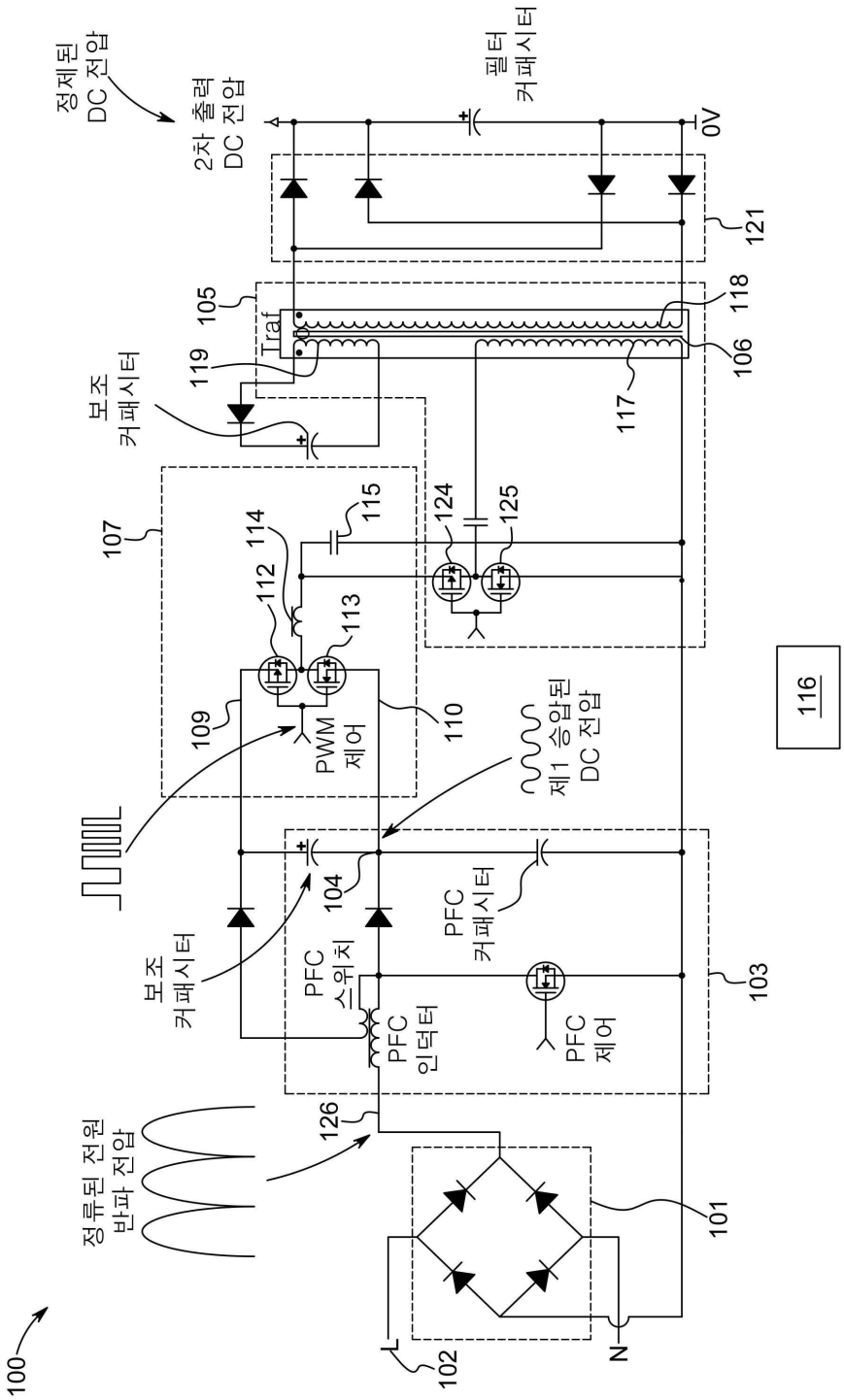
도면1


정제된 DC 전압
2차 출력 DC 전압
필터 커패시터
0V
121
105
118
106
117
119
변압기
보조 커패시터
124
125
122
114
115
107
111
112
113
전원 리플이 포함된 DC 전압
109
108
PWM Control
110
변압기 제어
116
전원 리플이 포함된 DC 전압
104
PFC 커패시터
PFC 스위치
PFC 인덕터
PFC 제어
103
126
정류된 전원 반파 전압
101
L
N
102
100

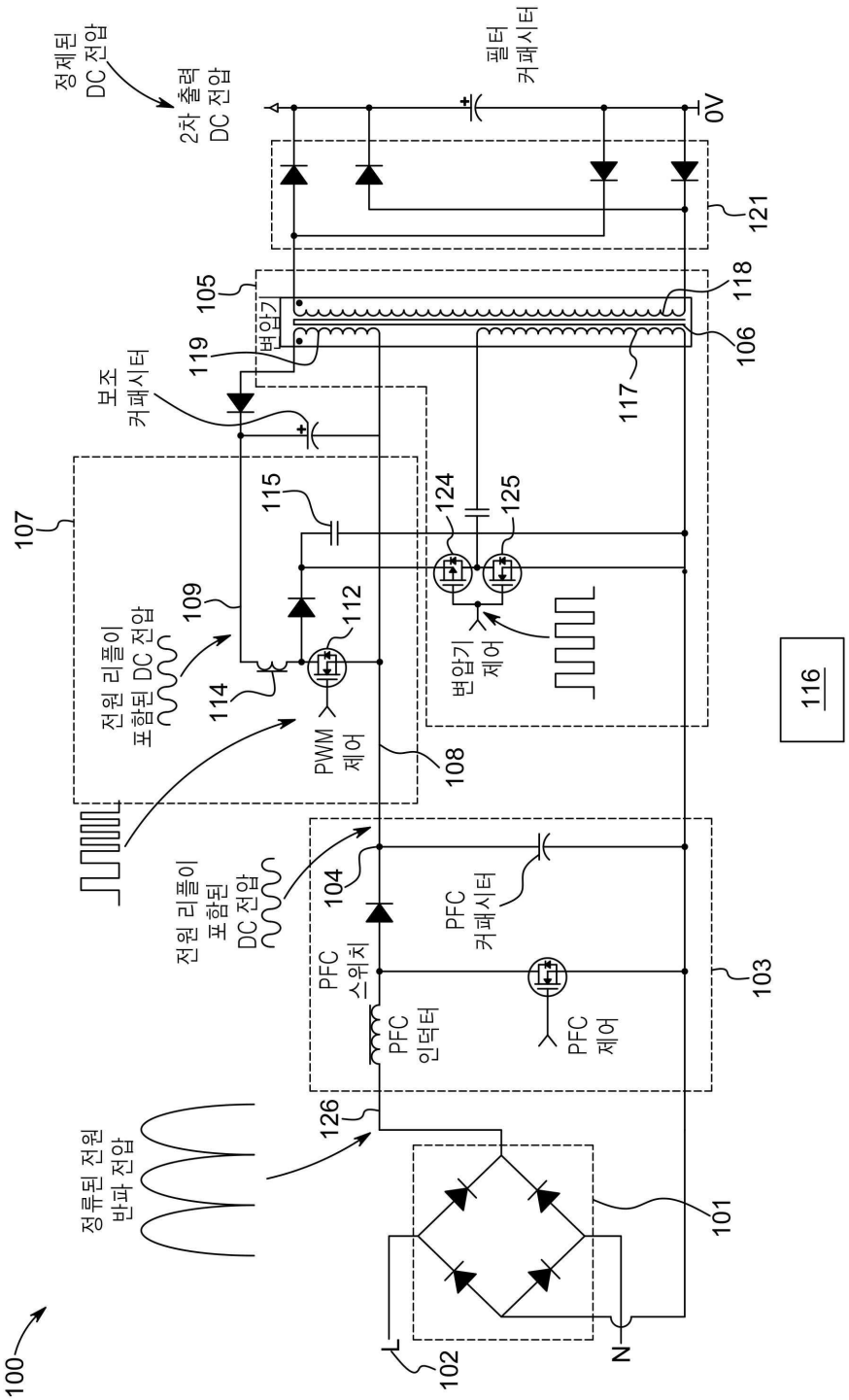
도면2


100
전원 리플이포함된 DC 전압
109
107
정제된 DC 전압
122
115
전원 리플이포 함된 DC전압
114
112
PWM 제어
111
123
113
110
108
필터 커패시터
0V
121
118
변압기
106
보조 커패시터
120
124
125
117
변압기 제어
105
116
전원 리플이포함된 DC 전압
104
PFC 스위치
PFC 인덕터
PFC 커패시터
PFC 제어
103
정류된 전원 반파 전압
126
101
PFC 스위치
102
L
N

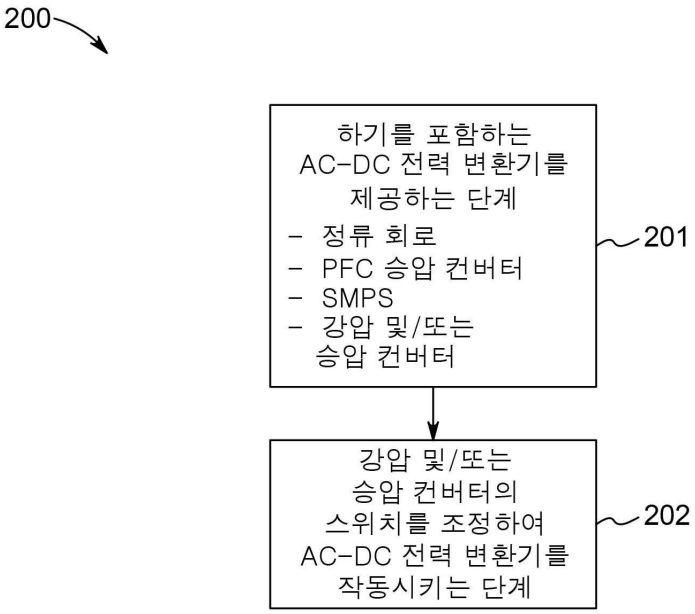
도면3


정제된
DC 전압
2차 출력
DC 전압
필터
커패시터
0V
121
105
Traf
118
106
119
117
보조
커패시터
107
115
124
125
114
112
113
109
PWM
제어
110
제1 승압된
DC 전압
116
보조
커패시터
104
PFC
커패시터
PFC
스위치
PFC
인덕터
PFC
제어
103
126
정류된 전원
반파 전압
101
100
L
N
102

도면4


정제된 DC 전압
2차 출력 DC 전압
필터 커패시터
0V
121
105
변압기
118
106
119
117
보조 커패시터
107
115
124
125
109
112
전원 리플이 포함된 DC 전압
114
PWM 제어
108
변압기 제어
116
전원 리플이 포함된 DC 전압
104
PFC 커패시터
PFC 스위치
PFC 인덕터
PFC 제어
103
126
정류된 전원 반파 전압
101
100
102
L
N

도면5


200
하기를 포함하는
AC-DC 전력 변환기를
제공하는 단계
- 정류 회로
- PFC 승압 컨버터
- SMPS
- 강압 및/또는
승압 컨버터
201
강압 및/또는
승압 컨버터의
스위치를 조정하여
AC-DC 전력 변환기를
작동시키는 단계
202