



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0009780
(43) 공개일자 2022년01월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02M 3/335 (2006.01) H02M 1/00 (2007.01)

H02M 1/08 (2006.01) H02M 1/14 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H02M 3/33584 (2013.01)

H02M 1/0009 (2021.05)

(21) 출원번호 10-2020-0088398

(22) 출원일자 2020년07월16일

심사청구일자 2020년07월16일

(71) 출원인

울산과학기술원

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(72) 발명자

정지훈

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술원

최현준

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술원

(74) 대리인

제일특허법인(유)

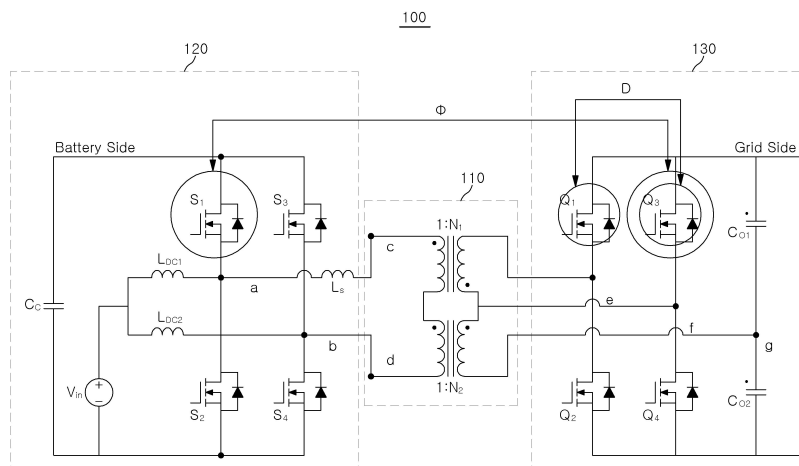
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터와 제어 장치

(57) 요약

개시된 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터는, 1차측은 상호간에 직렬 연결되고 2차측은 상호간에 병렬 연결된 이중 변압기를 포함하는 변압부; 상기 이중 변압기의 1차측에 인터리브로 연결된 복수의 양방향 부스터 컨버터, 상기 복수의 양방향 부스터 컨버터의 각 입력단에 각각 연결된 복수의 필터인덕터, 상기 이중 변압기의 누설 인덕터와 커플링되는 인덕터 및 상기 복수의 양방향 부스터 컨버터의 클램프커패시터를 포함하는 제 1 회로부; 및 상기 이중 변압기의 2차측에 연결된 풀 브릿지 컨버터 및 상기 풀 브릿지 컨버터의 스위칭 구동에 따라 교번하여 충방전하는 복수의 출력커패시터를 포함하는 제 2 회로부를 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류

H02M 1/08 (2013.01)

H02M 1/14 (2013.01)

H02J 2207/20 (2020.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711113004
과제번호	2019R1A2B5B01069665
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	DC 배전 시스템용 고전력밀도 멀티포트 컨버터와 가상 시험 플랫폼 구축에 관한 연
구	
기 여 율	1/1
과제수행기관명	울산과학기술원
연구기간	2020.03.01 ~ 2021.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

1차측은 상호간에 직렬 연결되고 2차측은 상호간에 병렬 연결된 이중 변압기를 포함하는 변압부;

상기 이중 변압기의 1차측에 인터리브로 연결된 복수의 양방향 부스터 컨버터, 상기 복수의 양방향 부스터 컨버터의 각 입력단에 각각 연결된 복수의 필터인덕터, 상기 이중 변압기의 누설 인덕터와 커플링되는 인덕터 및 상기 복수의 양방향 부스터 컨버터의 클램프커패시터를 포함하는 제 1 회로부; 및

상기 이중 변압기의 2차측에 연결된 풀 브릿지 컨버터 및 상기 풀 브릿지 컨버터의 스위칭 구동에 따라 교번하여 충방전하는 복수의 출력커패시터를 포함하는 제 2 회로부를 포함하는

전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 회로부는 배터리에 연결되고, 상기 제 2 회로부는 그리드(grid)에 연결된

전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 양방향 부스터 컨버터를 구성하는 복수의 스위칭 소자의 시비율에 따라 상기 클램프커패시터의 클램핑 전압이 변경되는

전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 풀 브릿지 컨버터의 레그 간의 전압 차이에 의하여 상기 인덕터에 전류가 유도되는

전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 이중 변압기의 턴 수 중 상기 인덕터의 피크 전류에 영향을 주는 하나의 턴 수를 상기 복수의 양방향 부스터 컨버터의 상전압에 기초하여 구한 후, 상기 하나의 턴 수에 기초하여 나머지 턴 수를 결정하는

전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터.

청구항 6

전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터를 제어하는 장치로서,

상기 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터는, 1차측은 상호간에 직렬 연결되고 2차측은 상호간에 병렬 연결된 이중 변압기를 포함하는 변압부; 상기 이중 변압기의 1차측에 인터리브로 연결된 복수의 양방향 부스터 컨버터, 상기 복수의 양방향 부스터 컨버터의 각 입력단에 각각 연결된 복수의 필터인덕터, 상기 이중 변압기의 누설 인덕터와 커플링되는 인덕터 및 상기 복수의 양방향 부스터 컨버터의 클램프커패시터를 포함하는 제 1 회로부; 및 상기 이중 변압기의 2차측에 연결된 풀 브릿지 컨버터 및 상기 풀 브릿지 컨버터의 스위칭 구동에 따라 교번하여 충방전하는 복수의 출력커패시터를 포함하는 제 2 회로부를 포함하고,

상기 제어하는 장치는, 상기 클램프커패시터의 전압을 측정하는 제 1 센서, 상기 복수의 출력커패시터의 전압 및 전류를 측정하는 제 2 센서를 포함하는 센서부; 상기 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터를 제어하는 컨버터 제어 프로그램이 저장된 저장부; 상기 저장부로부터 로드한 상기 컨버터 제어 프로그램에 따라 상기 센서부의 측정값에 기초하여 상기 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터에 대응하는 스위칭 제어신호를 제공하는 제어부; 및 상기 스위칭 제어신호에 따라 상기 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터를 스위칭 구동하는 구동부를 포함하는

전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터 제어 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 제 1 회로부에 포함된 상기 복수의 양방향 부스터 컨버터 및 상기 제 2 회로부에 포함된 풀 브릿지 컨버터가 각각 풀 브릿지 방식으로 스위칭 구동되도록 상기 스위칭 제어신호를 제공하는

전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터 제어 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 제 2 회로부에 포함된 풀 브릿지 컨버터에 대하여 레그 간의 위상 천이를 통해 시비율이 조절되게 하고,

상기 구동부는, 상기 스위칭 제어신호에 따라 4레벨의 사각파를 상기 풀 브릿지 컨버터에 인가해 상기 풀 브릿지 방식으로 스위칭 구동하여 출력 전력을 조절하는

전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터 제어 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터(CURRENT-FED DUAL ACTIVE BRIDGE CONVERTER)와 이를 제어하는 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터는 입력 전압의 범위가 넓고, 승압 비가 높으며, 입력 전류 리플이 낮고, 멀티 포트 인터페이스를 지원하는 등의 장점으로 인해 광전지 및 에너지 저장 시스템에서 그 응용 분야가 증가하고 있다.

[0003] 하지만, 종래의 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터의 경우, 저부하에서는 피크 전류가 높고, 고부하에서는 무효 전력이 크기 때문에, 저부하 및 고부하 모두에서 도통 손실을 야기하였다. 또한, 배터리 측의 리플이 큰 경우에 배터리의 내부 저항 온도를 높여 배터리의 수명을 단축하는 문제가 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 한국 등록특허공보 제 10-1165621호 (등록일자: 2012년 07월 09일)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 일 실시예에 따른 해결하고자 하는 과제는, 도통 손실을 저감시킴과 아울러 배터리 측의 리플을 줄일 수 있는 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터 및 그 제어 장치를 제공한다.

[0006] 본 발명의 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 것으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 해결하고자 하는 과제는 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 제 1 관점에 따른 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터는, 1차측은 상호간에 직렬 연결되고 2차측은 상호간에 병렬 연결된 이중 변압기를 포함하는 변압부; 상기 이중 변압기의 1차측에 인터리브로 연결된 복수의 양방향 부스터 컨버터, 상기 복수의 양방향 부스터 컨버터의 각 입력단에 각각 연결된 복수의 필터인덕터, 상기 이중 변압기의 누설 인덕터와 커플링되는 인덕터 및 상기 복수의 양방향 부스터 컨버터의 클램프커패시터를 포함하는 제 1 회로부; 및 상기 이중 변압기의 2차측에 연결된 풀 브릿지 컨버터 및 상기 풀 브릿지 컨버터의 스위칭 구동에 따라 교번하여 충방전하는 복수의 출력커패시터를 포함하는 제 2 회로부를 포함한다.

[0008] 본 발명의 제 2 관점에 따른 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터를 제어하는 장치는, 상기 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터는, 1차측은 상호간에 직렬 연결되고 2차측은 상호간에 병렬 연결된 이중 변압기를 포함하는 변압부; 상기 이중 변압기의 1차측에 인터리브로 연결된 복수의 양방향 부스터 컨버터, 상기 복수의 양방향 부스터 컨버터의 각 입력단에 각각 연결된 복수의 필터인덕터, 상기 이중 변압기의 누설 인덕터와 커플링되는 인덕터 및 상기 복수의 양방향 부스터 컨버터의 클램프커패시터를 포함하는 제 1 회로부; 및 상기 이중 변압기의 2차측에 연결된 풀 브릿지 컨버터 및 상기 풀 브릿지 컨버터의 스위칭 구동에 따라 교번하여 충방전하는 복수의 출력커패시터를 포함하는 제 2 회로부를 포함하고, 상기 제어하는 장치는, 상기 클램프커패시터의 전압을 측정하는 제 1 센서, 상기 복수의 출력커패시터의 전압 및 전류를 측정하는 제 2 센서를 포함하는 센서부; 상기 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터를 제어하는 컨버터 제어 프로그램이 저장된 저장부; 상기 저장부로부터 로드한 상기 컨버터 제어 프로그램에 따라 상기 센서부의 측정값에 기초하여 상기 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터에 대응하는 스위칭 제어신호를 제공하는 제어부; 및 상기 스위칭 제어신호에 따라 상기 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터를 스위칭 구동하는 구동부를 포함한다.

발명의 효과

[0009] 본 발명의 실시예에 의하면, 양방향으로 전력 전달이 가능할 뿐만 아니라 변압기 1차측 회로의 인터리브드 구조로 인해서 배터리 측의 리플을 줄일 수 있고, 도통 손실을 저감시킬 수 있으며, 전 범위에서 모든 스위치의 영전압 스위칭이 가능하여 스위칭 손실을 최소화함으로 전반적으로 효율이 향상되는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터의 회로도이다.
 도 2는 도 1에 도시된 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터를 구동하는 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터 제어 장치의 구성도이다.
 도 3은 도 2에 도시된 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터 제어 장치에 의한 스위칭 구동에 의한 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터의 동작 상태를 설명하기 위한 타이밍도이다.
 도 4는 도 3에 도시된 타이밍도의 동작 상태에 따라 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터의 제 2 회로부를 구성하는 풀 브릿지 컨버터의 상전압 파형을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0012] 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명의 실시예에서의 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.

- [0013] 또한, 본 명세서 및 청구범위에서는 구성요소들 간의 구별을 위하여 '제 1', '제 2' 등과 같이 서수를 포함하는 용어가 사용될 수 있다. 이러한 서수는 동일 또는 유사한 구성 요소들을 서로 구별하기 위하여 사용하는 것이며, 이러한 서수 사용으로 인하여 용어의 의미가 한정 해석되어서는 안 될 것이다. 일 예로, 이러한 서수와 결합된 구성 요소는 그 숫자에 의해 사용 순서나 배치 순서 등이 제한 해석되어서는 안 된다. 필요에 따라서는, 각 서수들은 서로 교체되어 사용될 수도 있다.
- [0014] 본 명세서에서 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다름을 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, '포함하다' 또는 '구성하다' 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0015] 또한, 본 발명의 실시예에서, 어떤 부분이 다른 부분과 연결되어 있다고 할 때, 이는 직접적인 연결뿐 아니라, 다른 매체를 통한 간접적인 연결의 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 포함한다는 의미는, 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.
- [0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터(100)의 회로도이다.
- [0017] 도 1을 참조하면, 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터(100)는 변압부(110), 제 1 회로부(120) 및 제 2 회로부(130)를 포함한다.
- [0018] 변압부(110)는 1차측은 상호간에 직렬 연결되고 2차측은 상호간에 병렬 연결된 이중 변압기(1:N₁, 1:N₂)를 포함한다.
- [0019] 제 1 회로부(120)는 이중 변압기(1:N₁, 1:N₂)의 1차측에 인터리브로 연결된 복수의 양방향 부스터 컨버터(S₁, S₂, S₃, S₄), 복수의 양방향 부스터 컨버터(S₁, S₂, S₃, S₄)의 각 입력단에 각각 연결된 복수의 필터인덕터(L_{DC1}, L_{DC2}), 이중 변압기(1:N₁, 1:N₂)의 누설 인덕터와 커플링되는 인덕터(L_s) 및 복수의 양방향 부스터 컨버터(S₁, S₂, S₃, S₄)의 클램프커패시터(C_c)를 포함한다. 이러한 제 1 회로부(120)는 배터리 단에 연결될 수 있고, 복수의 양방향 부스터 컨버터(S₁, S₂, S₃, S₄)를 구성하는 스위칭 소자들의 시비율에 따라 클램프커패시터(C_c)의 클램핑 전압이 변경된다.
- [0020] 제 2 회로부(130)는 이중 변압기(1:N₁, 1:N₂)의 2차측에 연결된 풀 브릿지 컨버터(Q₁, Q₂, Q₃, Q₄) 및 풀 브릿지 컨버터(Q₁, Q₂, Q₃, Q₄)의 스위칭 구동에 따라 교번하여 충방전하는 복수의 출력커패시터(C₀₁, C₀₂)를 포함한다. 이러한 제 2 회로부(130)는 그리드(grid) 단에 연결될 수 있고, 풀 브릿지 컨버터(Q₁, Q₂, Q₃, Q₄)의 레그 간의 전압 차이에 의하여 인덕터(L_s)에 전류가 유도된다.
- [0021] 이러한 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터(100)는 이중 변압기(1:N₁, 1:N₂)의 턴 수(N₁, N₂) 중 N₂가 너무 작으면 N₁이 기하급수적으로 커지기 때문에 인덕터(L_s)의 피크 전류에 영향을 주는 턴 수 N₂의 최소값을 복수의 양방향 부스터 컨버터(S₁, S₂, S₃, S₄)의 상전압(V_{LS})에 기초하여 구한 후, 최초 N₂ 값에 기초하여 나머지 턴 수 N₁를 결정할 수 있다.
- [0022] 도 2는 도 1에 도시된 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터를 구동하는 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터 제어 장치(200)의 구성도이다.
- [0023] 도 2를 참조하면, 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터 제어 장치(200)는 센서부(210), 저장부(220), 제어부(230) 및 구동부(240)를 포함한다.
- [0024] 센서부(210)는 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터(100)의 제 1 회로부(120)를 구성하는 클램프커패시터(C_c)의 전압을 측정하는 제 1 센서(211), 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터(100)의 제 2 회로부(130)를 구성하는 복수의 출력커패시터(C₀₁, C₀₂)의 전압 및 전류를 측정하는 제 2 센서(212)를 포함한다.

- [0025] 저장부(220)에는 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터(100)를 제어하는 컨버터 제어 프로그램이 저장된다.
- [0026] 제어부(230)는 저장부(220)로부터 로드한 컨버터 제어 프로그램에 따라 센서부(210)의 측정값에 기초하여 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터(100)에 대응하는 스위칭 제어신호를 제공한다. 이러한 제어부(230)는 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터(100)의 제 1 회로부(120)에 포함된 복수의 양방향 부스터 컨버터(S_1, S_2, S_3, S_4) 및 제 2 회로부(130)에 포함된 풀 브릿지 컨버터(Q_1, Q_2, Q_3, Q_4)가 각각 풀 브릿지 방식으로 스위칭 구동되도록 스위칭 제어신호를 제공한다. 이러한 제어부(230)는 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터(100)의 제 2 회로부(130)에 포함된 풀 브릿지 컨버터(Q_1, Q_2, Q_3, Q_4)에 대하여 레그 간의 위상 천이를 통해 시비율(D)이 조절되게 할 수 있다.
- [0027] 구동부(240)는 제어부(230)의 스위칭 제어신호에 따라 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터(100)를 스위칭 구동한다. 이러한 구동부(240)는 제어부(230)의 스위칭 제어신호에 따라 4레벨의 사각파를 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터(100)의 풀 브릿지 컨버터(Q_1, Q_2, Q_3, Q_4)에 인가해 풀 브릿지 방식으로 스위칭 구동하여 출력 전력을 조절할 수 있다.
- [0028] 도 2의 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터 제어 장치(200)에 의하면, 센서부(210)의 제 1 센서(211)는 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터(100)의 제 1 회로부(120)를 구성하는 클램프커패시터(C_c)의 전압을 측정하여 제어부(230)에 제공한다. 센서부(210)의 제 2 센서(212)는 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터(100)의 제 2 회로부(130)를 구성하는 복수의 출력커패시터(C_{01}, C_{02})의 전압 및 전류를 측정하여 제어부(230)에 제공한다.
- [0029] 제어부(230)는 센서부(210)에 의한 전압 및/또는 전류의 측정 결과를 제공받고, 복수의 양방향 부스터 컨버터(S_1, S_2, S_3, S_4)를 구성하는 스위칭 소자들의 시비율을 조정하여 클램프커패시터(C_c)의 클램핑 전압(V_{cc})을 변경할 수 있다. 따라서, V_{in} 으로 입력되는 배터리 전압과 관계없이 복수의 양방향 부스터 컨버터(S_1, S_2, S_3, S_4)의 전압이득을 1로 만들 수 있고, 전류 리플을 줄일 수 있다. 즉, 제어부(230)는 복수의 양방향 부스터 컨버터(S_1, S_2, S_3, S_4)를 구성하는 스위칭 소자들의 시비율을 조정하기 위한 스위칭 제어신호를 출력하고, 이러한 스위칭 제어신호에 따라 구동부(240)가 복수의 양방향 부스터 컨버터(S_1, S_2, S_3, S_4)를 구성하는 스위칭 소자들을 스위칭 구동하여 클램프커패시터(C_c)의 클램핑 전압(V_{cc})을 변경할 수 있다.
- [0030] 도 3은 도 2에 도시된 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터 제어 장치(200)에 의한 스위칭 구동에 의한 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터(100)의 동작 상태를 설명하기 위한 타이밍도이다.
- [0031] 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터 제어 장치(200)는 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터(100)를 제어함에 있어서, 제 1 회로부(120)와 제 2 회로부(130)의 위상 천이를 이용하여 양방향으로 전력을 이동시켜 전달할 수 있다. 이를 위해, 제어부(230)는 제 1 회로부(120)에 포함된 복수의 양방향 부스터 컨버터(S_1, S_2, S_3, S_4) 및 제 2 회로부(130)에 포함된 풀 브릿지 컨버터(Q_1, Q_2, Q_3, Q_4)에 포함된 스위칭 소자들에 대한 스위칭 제어신호를 출력하고, 이러한 스위칭 제어신호에 따라 구동부(240)가 양방향 부스터 컨버터(S_1, S_2, S_3, S_4) 및 풀 브릿지 컨버터(Q_1, Q_2, Q_3, Q_4)를 구동하게 된다.
- [0032] 예를 들어, 제어부(230)는 도 3에 예시한 바와 같이 양방향 부스터 컨버터(S_1, S_2, S_3, S_4) 및 풀 브릿지 컨버터(Q_1, Q_2, Q_3, Q_4)의 위상 천이를 위하여 구동부(240)를 통해 표 1과 같이 스위칭 소자들을 제어할 수 있다.

표 1

	S_1	S_2	S_3	S_4	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4
$t_1 \sim t_2$	온	오프	오프	온	오프	온	오프	온
$T_2 \sim t_3$	온	오프	오프	온	오프	온	온	오프
$t_3 \sim t_4$	온	오프	오프	온	온	오프	온	오프
$t_4 \sim t_5$	오프	온	온	오프	온	오프	온	오프
$t_5 \sim t_6$	오프	온	온	오프	온	오프	오프	온
$t_6 \sim t_7$	오프	온	온	오프	오프	온	오프	온

$t_7 \sim t_8$	온	오프	오프	온	오프	온	오프	온
$t_8 \sim t_9$	온	오프	오프	온	오프	온	온	오프
$t_9 \sim t_{10}$	온	오프	오프	온	온	오프	온	오프
$t_{10} \sim t_{11}$	오프	온	온	오프	온	오프	온	오프
$t_{11} \sim t_{12}$	오프	온	온	오프	온	오프	오프	온
$t_{12} \sim t_{13}$	오프	온	온	오프	오프	온	오프	온

[0034] 제어부(230) 및 구동부(240)에 의해 제 1 회로부(120) 및 제 2 회로부(130)의 스위칭 소자들이 표 1과 같이 위상차(Φ)를 가지면서 스위칭 구동되면, 제 1 회로부(120)의 인덕터(L_S)의 주변 노드인 a노드, b노드, c노드 및 d노드에는 V_{ab} 및 V_{cd} 의 전압이 공급되고, 인덕터(L_S)에는 i_{LS} 의 전류가 인가되며, 복수의 필터인덕터(L_{DC1} , L_{DC2})에는 i_{DC1} 과 i_{DC2} 의 전류가 인가된다.

[0035] 도 4는 표 1과 같이 양방향 부스터 컨버터(S_1 , S_2 , S_3 , S_4) 및 풀 브릿지 컨버터(Q_1 , Q_2 , Q_3 , Q_4)가 구동될 때에, 인덕터(L_S)의 상전압(V_{LS})을 나타낸 도면이다.

[0036] 한편, 변압부(110)를 구성하는 이중 변압기($1:N_1$, $1:N_2$)의 턴 수(N_1 , N_2)가 결정 및 고정되면, 시비율 D 는 수학식 1과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 1

$$D = N_1 \left(\frac{V_{in}}{V_o} - \frac{1}{4N_2} \right)$$

[0037]

[0038] 이러한 수학식 1에 의하면, 배터리에 의한 입력 전압 V_{in} 이 변경됨에 따라 시비율 D 가 변화하는 것을 알 수 있다.

[0039] 여기서, 부스터 컨버터(S_1 , S_2 , S_3 , S_4) 및 풀 브릿지 컨버터(Q_1 , Q_2 , Q_3 , Q_4)를 구성하는 스위칭 소자들의 영전압 스위칭을 위해 시비율 D 는 0.5를 초과하지 않도록 할 필요가 있다.

[0040] 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터 제어 장치(200)에 의한 스위칭 구동에 의한 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터(100)의 동작에 따른 출력 전력 P 는 수학식 2와 같이 나타난다.

수학식 2

$$P = \frac{2}{T_s} \int_1^3 v_{cd}(t) i_{LS}(t) dt$$

$$= \frac{V_o^2}{4L_S N_1 N_2 f_s} \left(-\Phi^2 \left(2 \frac{N_1}{N_2} + 8D \right) + \Phi \left(\frac{N_1}{N_2} + 8D + 16 \frac{N_2}{N_1} D^2 \right) + D(2D-1) \left(\frac{N_1 + 4N_2 D}{N_1} \right) \right)$$

[0041]

[0042] 지금까지 설명한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 양방향으로 전력 전달이 가능할 뿐만 아니라 변압기 1차 측 회로의 인터리브드 구조로 인해서 배터리 측의 리플을 줄일 수 있고, 도통 손실을 저감시킬 수 있으며, 전 범위에서 모든 스위치의 영전압 스위칭이 가능하여 스위칭 손실을 최소화함으로 전반적으로 효율이 향상되는 효과가 있다.

[0043] 본 발명에 첨부된 블록도의 각 블록의 조합들은 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들에 의해 수행될 수도 있다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서에 탑재될 수 있으므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서를 통해 수행되는 그 인스트럭션들이 블록도의 각 블록의 각 단계에서 설명된 기능들을 수행하는 수단을 생성하게 된다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 특정 방식으로 기능을 구현하기 위해 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 지향할 수 있는 컴퓨터 이용 가능 또는 컴퓨터 판독 가능 기록매체에 저장되는 것도 가능하므로, 그 컴퓨터 이용가능 또는 컴퓨터 판독 가능 기록매체에 저장된 인스트럭션들은 블록도의 각 블록에서 설명된 기능을 수행하는 인스트럭션 수단을 내포하는 제조 품목을 생산하는 것도 가능하다. 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에 탑재되는 것도 가능하므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에서 일련의 동작 단계들이 수행되어 컴퓨터로 실행되는 프로세스를 생성해서 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 수행하는 인스트럭션들은 블록도의 각 블록의 각 단계에서 설명된 기능들을 실행하기 위한 단계들을 제공하는 것도 가능하다.

[0044] 또한, 각 블록은 특정된 논리적 기능(들)을 실행하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 인스트럭션들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 또, 몇 가지 대체 실시예들에서는 블록들에서 언급된 기능들이 순서를 벗어나서 발생하는 것도 가능함을 주목해야 한다. 예컨대, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 블록들은 사실 실질적으로 동시에 수행되는 것도 가능하고 또는 그 블록들이 때때로 해당하는 기능에 따라 역순으로 수행되는 것도 가능하다.

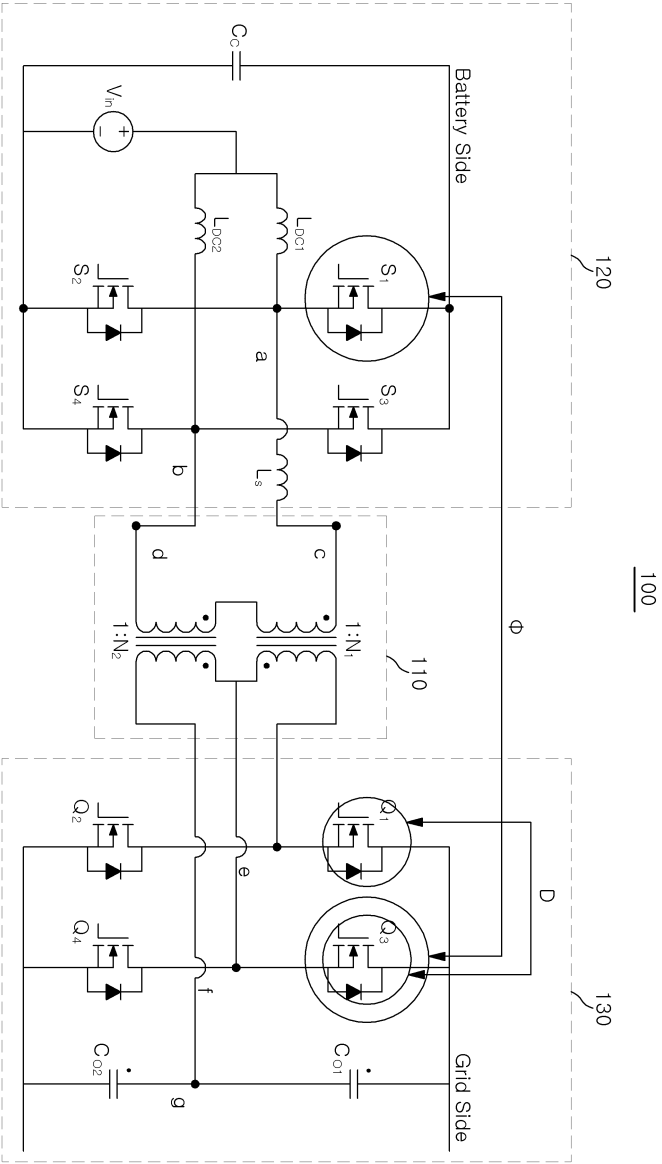
[0045] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

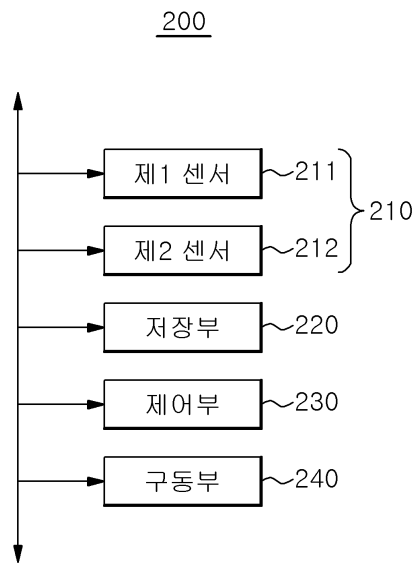
[0046] 100: 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터
110: 변압부
120: 제 1 회로부
130: 제 2 회로부
200: 전류원 듀얼 능동 브릿지 컨버터 제어 장치

도면

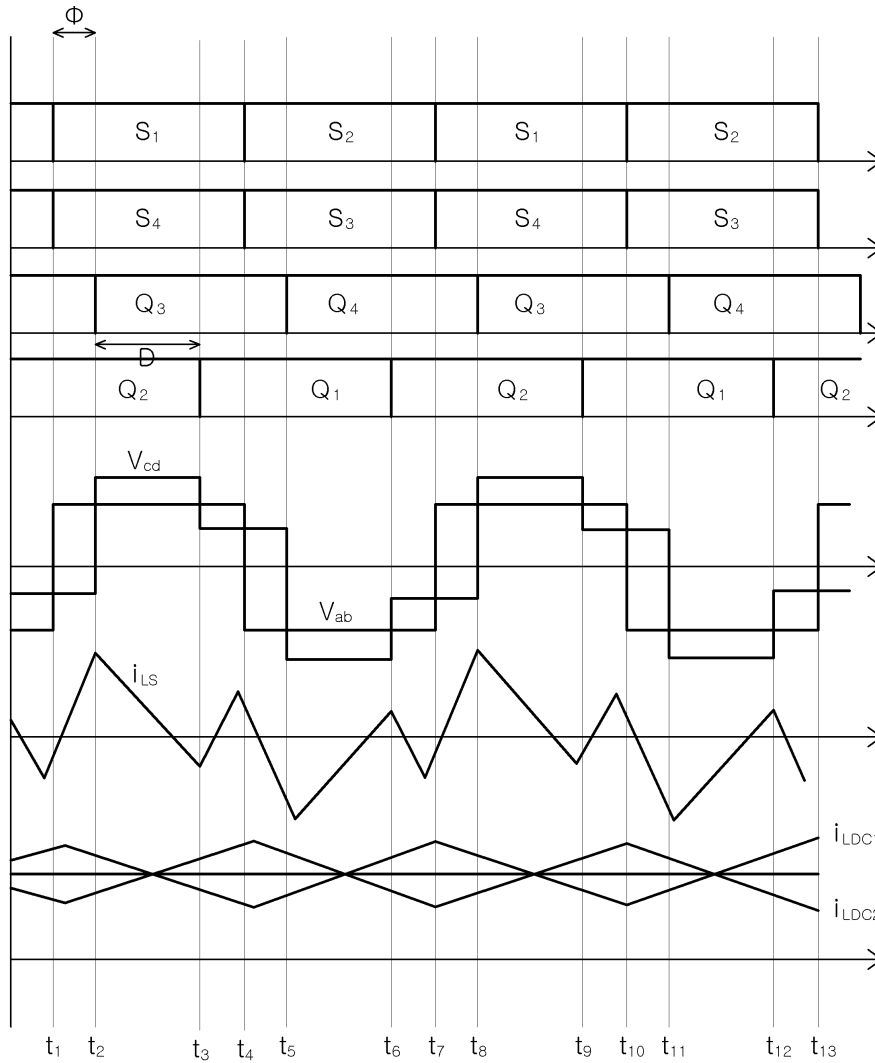
도면1



도면2



도면3



도면4

