



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년07월03일

(11) 등록번호 10-1533630

(24) 등록일자 2015년06월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02J 7/02 (2006.01) B60L 11/18 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0021954

(22) 출원일자 2014년02월25일

심사청구일자 2014년02월25일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020100138210 A

KR1020130117210 A

(73) 특허권자

한밭대학교 산학협력단

대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)

(72) 발명자

강필순

경남 진주시 천수로 30, 104동 1004호 (주약동, 한보은빛마을아파트)

김성혜

충북 청주시 흥덕구 모충로 61, 206동 508호 (모충동, 주공아파트)

(74) 대리인

이한욱, 이성렬, 이성준

전체 청구항 수 : 총 5 항

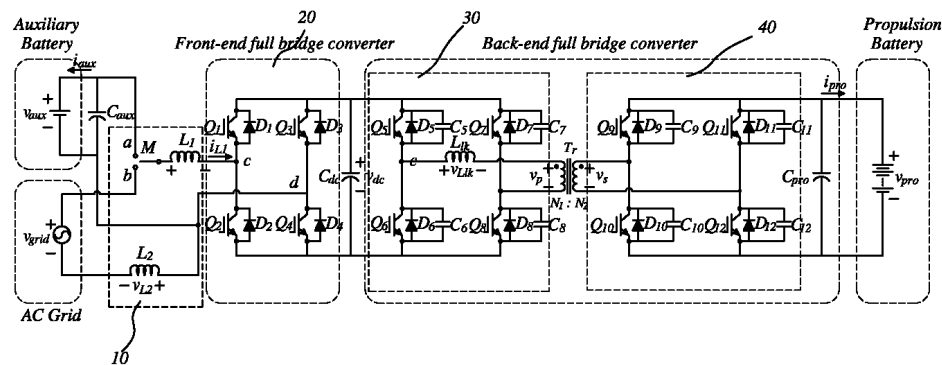
심사관 : 강병욱

(54) 발명의 명칭 충전기와 전력변환기가 결합된 전기 자동차 충전 시스템

(57) 요약

본 발명은 전기자동차에 사용되는 충전기와 전력변환기가 결합되어 충전시스템을 구성하는 충전기와 전력변환기가 결합된 전기 자동차 충전 시스템에 관한 것으로서, DC전원을 하위로 인가하며, 양단에 제1 캐패시터가 연결되는 제1 전원과, AC전원을 하위로 인가하는 제2 전원과, 상기 제1 전원과 제2 전원 연결되는 인덕터부와, 상기 인덕터부와 연결되어 인가되는 전원을 스위칭하는 제1 스위치부와, 상기 제1 스위치부의 양단에 연결되는 제2 캐패시터와, 상기 제1 스위치부의 양단에 연결되어 스위칭 하는 제2 스위치부와, 상기 제2 스위치부에 연결되며, 하위로 전압을 변환하여 인가하는 변압부와, 상기 변압부의 하위에 연결되어 전원을 스위칭하는 제3 스위치부와, 상기 제3 스위치부의 양단에 연결되는 제3 캐패시터와, 상기 제3 캐패시터의 양단에 연결되어 인가되는 전원을 충전 및 방전하는 배터리를 포함한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2012-006120

부처명 교과부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 한국재단 일반연구자지원사업

연구과제명 전기차 탑재용 충전기와 전장용 전력변환장치의 단일화 설계

기 여 율 1/1

주관기관 한밭대학교

연구기간 2012.05.01 ~ 2015.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

충전기와 전력변환기가 결합된 전기 자동차 충전 시스템에 있어서,

DC전원을 하위로 인가하며 양단에 제1 캐패시터가 연결되는 제1 전원과, AC전원을 하위로 인가하는 제2 전원과, 상기 제1 전원과 제2 전원에 연결되는 인덕터부와, 상기 인덕터부와 연결되어 인가되는 전원을 스위칭하는 제1 스위치부와, 상기 제1 스위치부의 양단에 연결되는 제2 캐패시터와, 상기 제1 스위치부의 양단에 연결되어 스위칭 하는 제2 스위치부와, 상기 제2 스위치부에 연결되며, 하위로 전압을 변환하여 인가하는 변압부와, 상기 변압부의 하위에 연결되어 전원을 스위칭하는 제3 스위치부와, 상기 제3 스위치부의 양단에 연결되는 제3 캐패시터 및 상기 제3 캐패시터의 양단에 연결되어 인가되는 전원을 충전 및 방전하는 배터리를 포함하되,

상기 인덕터부는,

상기 제1 전원과 제2 전원의 일단에 연결되는 제1 인덕터;

상기 제1 전원과 제2 전원 및 제 인덕터 간에 연결되어 상기 제1 전원과 제2 전원의 전원을 스위칭하는 접점 스위치; 및

상기 제2 전원과 제1 스위치부 간에 연결되는 제2 인덕터;를 포함하는 충전기와 전력변환기가 결합된 전기 자동차 충전 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 제1 스위치부는 직렬로 연결되는 제1 스위치와 제2 스위치와, 직렬로 연결되는 제3 스위치와 제4 스위치가 병렬로 연결되며, 상기 인덕터부가 제1 스위치와 제2 스위치, 제3 스위치와 제4 스위치 간의 중단에 연결되는 충전기와 전력변환기가 결합된 전기 자동차 충전 시스템.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 제2 스위치부는 상기 제1 스위치부의 양단에 연결되며, 직렬로 연결되는 제5 스위치와 제6스위치와, 상기 제5 스위치와 제6 스위치를 통해 인가되는 전원을 스위칭하도록 제7 스위치와 제8 스위치가 직렬로 연결되어 상기 제5 스위치와 제6 스위치의 양단에 병렬로 연결되는 충전기와 전력변환기가 결합된 전기 자동차 충전 시스템.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 제3 스위치부는 상기 제2 스위치부의 하위에 연결되는 변압부의 하위에 연결되어 상기 변압부를 통해 인가되는 전원을 스위칭하고, 직렬로 연결되는 제9 스위치와 제10 스위치, 제11 스위치와 제12 스위치가 병렬로 연결되는 충전기와 전력변환기가 결합된 전기 자동차 충전 시스템.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 제1 스위치부는 충전 모드, 브릿지리스 부스트 PFC 모드, 인버팅 모드 및 강압 모드 일때 동작되고, 상기 제2 스위치부와 제3 스위치부는 강압 또는 승압 모드일때 동작되는 충전기와 전력변환기가 결합된 전기 자동차 충전 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 충전기와 전력변환기가 결합된 전기 자동차 충전 시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 전기자동차에 사용되는 충전기와 전력변환기가 결합되어 충전시스템을 구성하는 충전기와 전력변환기가 결합된 전기 자동차 충전 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 일반적으로 화석연료의 고갈과 환경 문제에 대한 국제적인 관심이 가속화되고 유가가 급등함에 따라 고효율 및 친환경적인 에너지를 기반으로 하는 그린 에너지가 산업계 전반에 부각되고 있다.
- [0003] 특히 화석 연료 소모와 배기가스 배출량이 큰 자동차 산업계가 에너지 위기와 지구 온난화의 주범으로 지목받자 전 세계의 자동차 산업계는 전기에너지를 동력원으로 하는 친환경 자동차에 대한 연구를 활발히 진행 중이다.
- [0004] 이러한 친환경 자동차 중에는 기존 내연기관과 병행하여 차량의 구동력을 발생시키는 하이브리드 전기자동차와 순수 전기자동차가 있다.
- [0005] 하이브리드 전기자동차의 경우 기존 내연기관에 비해 연료 사용량이 상대적으로 줄어드는 장점이 있지만, 차량 구동력 발생과 관련된 제어가 매우 복잡하다는 단점이 있고 또한 앞으로 더욱 엄격히 강화될 환경규제에 따라 영구적인 시장 지배력은 매우 낮다. 반면 2차 전지와 같은 배터리의 기술이 비약적으로 발전하면서 순수 전기에너지만으로 동력을 제공하는 전기 자동차(EV)의 구현이 가능하게 되었다.
- [0006] 이 순수 전기 자동차는 하이브리드 전기자동차와 달리 화석연료를 전혀 사용하지 않기 때문에 차량 주행 중 환경오염 물질 배출이 전혀 없고, 차량 구동력 발생과 관련된 제어 자체가 상대적으로 단순하다는 장점이 있다.
- [0007] 하지만 기존 배터리의 에너지 밀도 및 용량의 한계에 의해 제한적 범위에서 기술 개발이 늦어지고 있는 것이 실정이다. 이에 자동차와 관련된 경제 분석에서 복미와 같이 장거리 운행을 요하는 지역을 제외하면 각 나라별로 EV가 PHEV보다 시장 점유율이 높을것으로 예측된다. 이러한 전기자동차 시장 성장의 잠재성을 미루어볼 때 전기자동차에 사용되는 배터리 및 배터리 충전장치, 전기자동차 구동용 인버터 및 컨버터 그리고 전기자동차 추진용 전동기의 개발 투자 및 시장 확대가 될 것으로 예상된다.
- [0008] 관련 선행기술로는 한국등록특허공보 제10-1060781호가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명은 전기자동차에 사용되는 충전기와 전력변환기가 결합되어 충전시스템을 구성하는 충전기와 전력변환기가 결합된 전기 자동차 충전 시스템을 제공하기 위한 것이다.
- [0010] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않는다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기 과제를 달성하기 위한 본 발명의 충전기와 전력변환기가 결합된 전기 자동차 충전 시스템은, DC전원을 하위로 인가하며, 양단에 제1 캐패시터가 연결되는 제1 전원과, AC전원을 하위로 인가하는 제2 전원과, 상기 제1 전원과 제2 전원에 연결되는 인덕터부와, 상기 인덕터부와 연결되어 인가되는 전원을 스위칭하는 제1 스위치부와, 상기 제1 스위치부의 양단에 연결되는 제2 캐패시터와, 상기 제1 스위치부의 양단에 연결되어 스위칭 하는 제2 스위치부와, 상기 제2 스위치부에 연결되며, 하위로 전압을 변환하여 인가하는 변압부와, 상기 변압부의 하위에 연결되어 전원을 스위칭하는 제3 스위치부와, 상기 제3 스위치부의 양단에 연결되는 제3 캐패시터와, 상기 제3 캐패시터의 양단에 연결되어 인가되는 전원을 충전 및 방전하는 배터리를 포함할 수 있다.
- [0012] 구체적으로, 상기 인덕터부는 상기 제1 전원과 제2 전원의 일단에 연결되는 제1 인덕터와, 상기 제1 전원과 제2 전원 및 제 인덕터 간에 연결되어 상기 제1 전원과 제2 전원의 전원을 스위칭하는 접점 스위치와, 상기 제2 전원과 제1 스위치부 간에 연결되는 제2 인덕터를 포함할 수 있다.
- [0013] 상기 제1 스위치부는 직렬로 연결되는 제1 스위치와 제2 스위치와, 직렬로 연결되는 제3 스위치와 제4 스위치가 병렬로 연결되며, 상기 인덕터부가 제1 스위치와 제2 스위치, 제3 스위치와 제4 스위치 간의 중단에 연결될 수 있다.
- [0014] 상기 제2 스위치부는 상기 제1 스위치부의 양단에 연결되며, 직렬로 연결되는 제5 스위치와 제6스위치와, 상기 제5 스위치와 제6 스위치를 통해 인가되는 전원을 스위칭하도록 제7 스위치와 제8 스위치가 직렬로 연결되어 상기 제5 스위치와 제6 스위치의 양단에 병렬로 연결될 수 있다.
- [0015] 상기 제3 스위치부는 상기 제2 스위치부의 하위에 연결되는 변압부의 하위에 연결되어 상기 변압부를 통해 인가되는 전원을 스위칭하고, 직렬로 연결되는 제9 스위치와 제10 스위치, 제11 스위치와 제12 스위치가 병렬로 연결될 수 있다.
- [0016] 상기 제1 스위치부는 충전 모드, 브릿지리스 부스트 PFC 모드, 인버팅 모드 및 강압 모드 일때 동작되고, 상기 제2 스위치부와 제3 스위치부는 강압 또는 승압 모드일때 동작될 수 있다.

발명의 효과

- [0017] 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명은 전기자동차에 사용되는 충전기와 전력변환기가 결합되어 충전시스템을 구성하므로, 전체 충전 시스템의 부피 및 무게를 경감시켜 연비증가와 동력성능의 상대적 향상이 가능한 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명의 일실시예에 의한 충전기와 전력변환기가 결합된 전기 자동차 충전 시스템의 전체 구성을 나타낸 회로도이다.
- 도 2는 일반적인 2단 방식의 부스트 PFC 회로 구조를 나타낸 도면이다.
- 도 3은 일반적인 1단 방식의 브릿지리스 부스트 PFC 회로 구조를 나타낸 도면이다.
- 도 4는 본 발명에 따른 충전기와 전력변환기가 결합된 전기 자동차 충전 시스템의 브릿지리스 부스트 PFC 회로 구조를 나타낸 도면이다.
- 도 5는 도 4의 도면에서 계통 입력 전압이 정방향 일 때, 스위치 Q_2 의 ON 상태를 나타낸 도면이다.
- 도 6은 도 4의 도면에서 통 입력 전압이 정방향 일 때, 스위치 Q_2 의 OFF 상태를 나타낸 도면이다.
- 도 7은 본 발명에 따른 충전기와 전력변환기가 결합된 전기 자동차 충전 시스템의 Phase-shift 제어를 적용한 뿃단 폴브릿지 컨버터(B-FB)의 동작 모드를 나타낸 도면이다. (7a는 Mode1, 7b는 Mode2, 7c는 Mode3, 7d는 Mode4, 7e는 Mode5를 나타낸다.)
- 도 8은 본 발명에 따른 충전기와 전력변환기가 결합된 전기 자동차 충전 시스템의 Phase-shift 제어를 적용한 뿃단 폴브릿지 컨버터(B-FB)의 주요 동작과형을 나타낸 도면이다.

도 9는 본 발명에 따른 충전기와 전력변환기가 결합된 전기 자동차 충전 시스템의 인버터 모드의 주요 스위칭 파형을 나타낸 도면이다.

도 10은 본 발명에 따른 충전기와 전력변환기가 결합된 전기 자동차 충전 시스템의 제1 스위치(Q_1), 제4 스위치(Q_4)의 ON에 따른 정방향 계통전압 생성을 나타낸 도면이다.

도 11은 본 발명에 따른 충전기와 전력변환기가 결합된 전기 자동차 충전 시스템의 제1 스위치(Q_2)와 제3 스위치(Q_3)의 ON에 따른 부방향 계통전압 생성을 나타낸 도면이다.

도 12는 본 발명에 따른 충전기와 전력변환기가 결합된 전기 자동차 충전 시스템의 F-FB 컨버터가 강압모드 일 때 제1 스위치(Q_1)가 ON 상태인 도면을 나타낸다.

도 13은 본 발명에 따른 충전기와 전력변환기가 결합된 전기 자동차 충전 시스템의 F-FB 컨버터가 강압모드 일 때 제1 스위치(Q_1)가 OFF 상태인 도면을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명한다. 도면들 중 동일한 구성요소들은 가능한 어느 곳에서든지 동일한 부호로 표시한다. 또한 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다.

[0020] 도 1은 본 발명의 실시예에 의한 충전기와 전력변환기가 결합된 전기 자동차 충전 시스템을 나타낸 도면으로서, DC전원을 하위로 인가하는 제1 전원(V_{aux})과, AC전원을 하위로 인가하는 제2 전원(V_{grid})과, 제1 전원(V_{aux})과 제2 전원(V_{grid})에 연결되는 인덕터부(10)와, 인덕터부(10)와 연결되어 인가되는 전원을 스위칭하는 제1 스위치부(20)와, 제1 스위치부(20)의 양단에 연결되어 스위칭 하는 제2 스위치부(30)와, 제1 스위치부(20)의 양단에 연결되는 제2 캐패시터(C_{dc})와, 제2 스위치부(30)에 연결되며, 하위로 전압을 변환하여 인가하는 변압부(Tr)와, 변압부(Tr)의 하위에 연결되어 전원을 스위칭하는 제3 스위치부(40)와, 제3 스위치부(40)의 양단에 연결되는 제3 캐패시터(C_{pro})와, 제3 캐패시터(C_{pro})의 양단에 연결되어 인가되는 전원을 충전 및 방전하는 배터리(V_{pro})를 포함한다.

[0021] 상기 제1 전원(V_{aux})은 하위로 DC전원을 인가하며, 양단에 제1 캐패시터(C_{aux})가 연결되어 인덕터부(10)를 통해 인가되는 전원 또는 제1 전원(V_{aux})부(V_{aux})에서 인가되는 전원을 충전하여 강압 또는 충전 모드시 충방전을 하게 된다.

[0022] 상기 제2 전원(V_{grid})은 하위로 AC전원을 인가하게 된다.

[0023] 상기 제1 전원(V_{aux})과 제2 전원(V_{grid})의 하위에는 인덕터부(10)가 연결되어 모드에 따라 전압을 하위로 인가하게 된다.

[0024] 이러한 상기 인덕터부(10)는 제1 전원(V_{aux})과 제2 전원(V_{grid})의 일단에 연결되는 제1 인덕터(L_1)와, 제1 전원(V_{aux})과 제2 전원(V_{grid}) 및 제1 인덕터(L_1) 간에 연결되어 제1 전원(V_{aux})과 제2 전원(V_{grid})의 전원을 스위칭하는 접점 스위치(M)와, 제2 전원(V_{grid})과 제1 스위치부(20) 간에 연결되는 제2 인덕터(L_2)로 구성된다.

[0025] 상기 제1 인덕터(L_1)는 제1 전원(V_{aux})과 제2 전원(V_{grid})의 전원과 접점 스위치(M)로 연결되어 상황에 따라 접점 스위치(M)의 작동으로 제1 전원(V_{aux})과 제2 전원(V_{grid})이 인덕터부(10)로 인가되도록 한다.

[0026] 상기 인덕터부(10)의 하위에 연결되는 제1 스위치부(20)는 양단에 제2 캐패시터(C_{dc})가 연결되어 전원을 충방전 한다.

[0027] 이러한 상기 제1 스위치부(20)는 직렬로 연결되는 제1 스위치(Q_1)와 제2 스위치(Q_2)와, 직렬로 연결되는 제3 스위치(Q_3)와 제4 스위치(Q_4)가 병렬로 연결되며, 인덕터부(10)가 제1 스위치(Q_1)와 제2 스위치(Q_2), 제3 스위치(Q_3)와 제4 스위치(Q_4) 간의 중단에 연결되어 전단에서 인가되는 전원의 전압을 제1 스위치(Q_1)와 제2 스위치

(Q₂), 제3 스위치(Q₃)와 제4 스위치(Q₄) 간으로 인가하게 된다.

[0028] 상기 제2 스위치부(30)는 제1 스위치부(20)의 양단에 연결되며, 직렬로 연결되는 제5 스위치(Q₅) 및 제6스위치와, 제5 스위치(Q₅)와 제6 스위치(Q₆)를 통해 인가되는 전원을 스위칭하도록 제7 스위치(Q₇) 및 제8 스위치(Q₈)가 직렬로 연결되어 제5 스위치(Q₅)와 제6 스위치(Q₆)의 양단에 병렬로 연결된다.

[0029] 상기 제2 스위치부(30)의 하위에는 변압부(Tr)가 연결되어 변환된 전원을 하위로 인가한다.

[0030] 상기 변압부(Tr)의 하위에는 제3 스위치부(40)가 연결되며, 이러한 제3 스위치부(40)는 제2 스위치부(30)의 하위에 연결되는 변압부(Tr)의 하위에 연결되어 상기 변압부(Tr)를 통해 인가되는 전원을 스위칭하고, 직렬로 연결되는 제9 스위치(Q₉) 및 제10 스위치(Q₁₀)와, 제11 스위치(Q₁₁) 및 제12 스위치(Q₁₂)가 병렬로 연결된다.

[0031] 상기 제3 스위치부(40)의 양단에 제3 캐패시터(C_{pro})가 연결되어 하위로 인가되는 전원을 일시 충전한다.

[0032] 상기 제3 캐패시터(C_{pro})의 양단에는 배터리(V_{pro})가 연결되어 제1 스위치부(20), 제2 스위치부(30) 및 제3 스위치부(40)가 강압 또는 승압 또는 충전 모드로 작동될때 인가되는 전원을 충전하거나 강압 또는 승압 모드일때 방전하는 배터리(V_{pro})가 연결된다.

[0033] 상기 제1 스위치부(20)는 충전모드, 브릿지리스 부스트 PFC 모드, 인버팅 모드, 강압 모드 일때 동작되고, 제2 스위치부(30)와 제3 스위치부(40)는 하나의 모듈로서 강압 또는 승압 모드일때 동작된다.

[0034] 이때 상기 제2 캐패시터(C_{dc})는 제1 스위치부(20)로 이루어지는 F-FB 컨버터와 제2 스위치부(30) 및 제3 스위치부(40)로 구성되는 B-FB 컨버터 사이의 에너지 버퍼 역할을 한다.

[0035] 먼저 추진용 배터리(V_{pro}) 충전은 OBC 시스템에 포함된 기능으로 이 동작을 위해서는 스위치 M이 접점 b에 연결되어야 한다. 이때 F-FB는 계통 전원의 무효전력을 보상하여 전력 밀도를 높이는 역할(PFC)을 한다. 정류와 동시에 역률 보상된 에너지는 제2 캐패시터(C_{dc})에 안정적인 dc 링크가 형성되고, B-FB 컨버터를 통해 추진용 배터리(V_{pro})에 알맞은 전압으로 승압(Step-up)되어 추진용 배터리(V_{pro})를 충전한다.

[0036] 앞선 모드의 반대 동작인 추진용 배터리(V_{pro}) 방전 모드 또한 OBC 시스템에 포함된 동작으로 접점 스위치(M)가 b에 연결되어야 한다. 이때 추진용 배터리(V_{pro})의 에너지는 B-FB 컨버터를 통해 계통의 피크 전압 레벨이 dc 링크에 형성된다. 그리고 dc 링크의 에너지는 F-FB 컨버터의 인버터 동작을 통해 계통 전원으로 출력된다.

[0037] 보조 배터리(V_{pro}) 충전 모드에서는 접점 스위치(M)가 a에 연결된다. 추진용 배터리(V_{pro})의 에너지는 B-FB 컨버터를 통해 일차적으로 전압을 강압(step-down) 시켜 dc 링크에 형성한다. 이때 dc 링크에 저장된 에너지는 F-FB 컨버터의 강압 동작을 통해 보조 배터리(V_{pro})를 충전한다.

[0038] 이러한 본 발명의 구성에서 배터리(V_{pro}) 충전 모드일 경우 다음과 같이 동작된다.

[0039] 교류 입력원과 순수 저항만을 갖는 회로를 제외한 모든 교류 입력의 전력변환 컨버터는 용량성 또는 유도성 리액턴스 성분이 대부분 포함되어 있다. 따라서 전압과 전류 사이에 위상차가 발생하여 피상전력과 유효전력이 동일하지 않게 된다. 이에 대한 개념을 역률(Power Factor, PF)로 나타낸다.

[0040] PF는 피상전력에 대한 유효전력의 포함정도를 나타낸 척도로 식 1로 나타내고, PF는 교류전압과 전류의 위상차가 크면 클수록 낮아지는 것을 알 수 있다. 여기서 입력전원의 실효값을 가지는 전압 V와 전류 I는 v와 i의 실효값으로 식 2로 표현된다.

[0041] 식 1

$$PF = \frac{P}{S} = \frac{VI \cos \theta}{VI} = \cos \theta$$

[0042]

식 2

$$V = \frac{v}{\sqrt{2} \sin \omega t}, I = \frac{i}{\sqrt{2} \sin(\omega t - \phi)}$$

상기 식 1에서 P는 유효전력, S는 피상전력, θ 는 위상차를 나타낸다.

도 4에 제시된 브릿지리스 부스트 PFC는 두 개의 제1 인덕터(L_1)와 제2 인덕터(L_2), 풀브릿지 스위치인 제1 스위치부(10), 그리고 제1 캐패시터(C_{dc})로 구성되어 있다. 여기서 제1 인덕터(L_1)와 제2 인덕터(L_2)는 승압 구조를 형성하기 위해 따로 분리되어 계통 전원측에 위치한다. 입력전압이 정방향(+)일 때에는 제1 인덕터(L_1)와 왼쪽 leg의 바디 다이오드 D_1 과 제2 스위치(Q_2)가 승압 PFC 컨버터의 주요소자 역할을 한다. 입력전압이 부방향(-)일 때에는 제2 인덕터(L_2)와 오른쪽 leg의 바디다이오드 D_3 와 제4 스위치(Q_4)가 승압 PFC의 주요 소자가 된다.

입력전압이 정방향인 반주기와 부방향인 반주기는 동일한 회로 동작을 하므로 부방향의 반주기의 해석은 생략한다. 회로의 해석은 기생성분이 없는 이상적인 회로라고 가정하고, 정상상태의 동작을 CCM 모드에서 해석하는 것으로 한다.

Mode 1 : $Q_2 = ON$ 일때

도 5는 AC 입력 전압의 극성이 정방향(+)일 때 제2 스위치(Q_2)의 ON동작을 보여준다. 제2 스위치(Q_2)가 ON이 되면 전류는 제2 전원(V_{grid})에서 접점 스위치(M), 제1 다이오드(L_1), 제2 스위치(Q_2), D_4 , 제2 인덕터(L_2)를 통하여 흐르고 계통 전압이 제1 인덕터(L_1)와 제2 인덕터(L_2) 양단에 인가되어 인덕터 전류(i_{L1} , i_{L2})가 증가하기 시작한다. 인덕터 값을 식 3과 같이 가정하면 인덕터부(10)의 양단 전압은 식 4와 같고, 인덕터부(10)에 흐르는 전류는 식 5와 같다.

식 3

$$L = L_1 + L_2$$

식 4

$$v_L = L \frac{di_{L1}}{dt} = v_{grid}$$

식 5

$$i_{L1} = i_{L2} = i_{grid} = \frac{1}{L} \int_0^{DT} v_L dt = \frac{V_{grid,rms}}{L} DT + i_{L1}(0)$$

여기서, $i_L(0)$ 는 $t=0$ 에서 인덕터 전류의 초기값이다. $i_L(0)$ 이 0[A]이면 제2 스위치(Q_2)의 도통비가 D일 때 인덕터 전류의 변화량은 식(3.6)와 같다.

식 6

$$\Delta i_{L1(on)} = \frac{V_{grid,rms}}{L} DT$$

[0059] Mode2 : Q₂ = OFF

[0060] 도 6은 AC 입력 전압의 극성이 정방향(+)일 때 제2 스위치(Q₂)의 OFF동작이다. 제2 스위치(Q₂)가 OFF가 되면 전류는 제2 전원(V_{grid})에서 접점 스위치(M), 제1 인덕터(L₁), D₁, 제2 캐패시터(C_{dc}), D₄, 제2 인덕터(L₂)를 통하여 흐르고, 제1 인덕터(L₁)와 제2 인덕터(L₂)가 저장된 에너지를 방출하기 시작하여 인덕터 전류(i_{L1}, i_{L2})가 감소한다. 이 구간에서 제1 인덕터(L₁)와 제2 인덕터(L₂)의 양단 전압은 식 7과 같고, 인덕터부를 흐르는 전류는 식 8과 같다. 이 모드에서도 역시 식 3을 적용하도록 한다.

[0061] 식 7

$$v_L = L \frac{di_L}{dt} = v_{grid} - v_{dc}$$

[0062]

[0063] 식 8

$$i_{L1} = i_{L2} = i_{grid} = \frac{1}{L} \int_{DT}^T v_L dt = \frac{V_{grid,rms} - V_{dc}}{L} (1-D)T + i_{L1}(DT)$$

[0064]

[0065] 여기서, i_L(DT)는 t=DT에서 인덕터 전류의 초기 값이다. i_L(DT)이 i_{L1,max}[A]이면 제2 스위치(Q₂)의 도통비가 D일 때 인덕터부의 전류 변화량은 식(3.9)과 같다.

[0066] 식 9

$$\Delta i_{L1(off)} = I_{L1}(T) - I_{L1}(DT) = i_{L1,max} + \frac{V_{grid,rms} - V_{dc}}{L} (1-D)T$$

[0067]

[0068] 식 4와 식 7에 voltsec balance 정리를 적용하여 정리하면 식 10의 입출력 전압관계식을 얻을 수 있다. 또한 입력 전압에 대하여 최대 시비율 D_{max}를 식 11로 정의할 수 있다.

[0069] 식 10

$$V_{dc} = \frac{1}{(1-D)} V_{grid,rms}$$

[0070]

[0071] 식 11

$$D_{max} = \frac{V_{dc} - V_{grid,rms}}{V_{dc}}$$

[0072]

[0073] 상기 제2 스위치부(30)와 제3 스위치부(40), 제2 캐패시터(C_{dc}) 및 변압부(Tr)가 모듈화되어 B-FB 컨버터로 이루어지며, 이 B-FB 컨버터는 승압형 DC-to-DC 컨버터로 동작한다.

[0074] 이 구조는 제2 스위치부(30)와 제3 스위치부(40) 간의 고주파 변압기인 변압부(Tr)를 가지는 형태로 절연 기능을 포함하여 구성된다.

[0075] 상기 승압 모드에서 입력 전압은 dc 링크 양단 전압이 되고 출력 전압은 추진용 배터리(V_{pro}) 양단 전압이 된다. 이때 추진용 배터리(V_{pro})의 전압은 dc 링크의 양단 전압보다 크므로 승압 동작을 통해 배터리(V_{pro}) 용량에 적합한 출력 전압을 생성한다.

[0076] 동작 모드에 대한 전류패스는 도 7에서 보여주고 주요파형은 도 8에 나타나 있다. 각 동작 모드는 한주기 동안 반주기에 대한 전압, 전류의 극성을 제외한 나머지 동작이 같으므로 앞선 반주기(일차측에 양의 전압이 형성되

는 구간)에 대해서만 동작 해석을 한다.

동작 해석에 앞서, ZVS 동작을 위해서는 충분한 유도성 에너지(E_L)와 데드타임(T_D)이 필요하다. 무부하이거나 경부하시에 사용 가능한 유도성 에너지는 제2 스위치부와 제3 스위치부의 각 스위치들의 양단에 병렬로 연결된 캐패시터($C_5 \sim C_{12}$)에 에너지를 공급하기에 불충분하다. 따라서 식(3.12)와 같은 에너지 조건을 갖게 된다.

식 12

$$E_L \geq E_C$$

일차측의 각 스위치 양단에 형성되는 커패시턴스 에너지와 변압부의 커패시턴스 에너지는 아래와 같이 나타낼 수 있다.

식 13

$$E_C = \frac{1}{2} (2C_Q + C_{Tr}) V_{dc}^2$$

여기서 C_{Tr} 은 변압부의 등가 용량성 커패시턴스를 나타내고 C_Q 는 스위치 양단에 병렬로 연결된 $C_5 \sim C_{12}$ 로 Phase-shift 제어시 공진용으로 사용된다.

또한 ZVS 동작을 위한 유도성 에너지는 다음과 같이 정리할 수 있다.

Mode3의 오른쪽 leg인 제7, 제8 스위치(Q_7, Q_8)가 ZVS 동작을 수행하는 동안에는 변압부(Tr)의 일차측 전압(V_p)은 v_{dc} 에서 0으로 떨어지고, 전류의 기울기는 (+)에서 (-)로 바뀐다. 이때 유도성 에너지를 식으로 정리하면 식 14와 나타낼 수 있다.

식 14

$$\frac{1}{2} L_M I_{Mpp}^2 + \frac{1}{2} L_{lk} (I_{Mpp} + I_{pro,max} \frac{N_p}{N_s})^2$$

여기서 L_M 은 자화 인덕턴스이고, I_{Mpp} 는 자화 인덕턴스에 흐르는 전류의 피크치이다.

왼쪽 leg 제7, 제8 스위치(Q_5, Q_6)에 관한 영역은 Mode5에서 볼 수 있다.

이때 변압부(Tr) 일차측 전압(V_p)은 0에서 (-)영역으로 바뀌지만, 전류는 여전히 (+)영역에서 흐른다. 따라서 이 때 유도성 에너지는 식 15와 같이 나타낼 수 있다.

식 15

$$E_L = \frac{1}{2} L_{lk} (I_{Mpp} + I_{pro,min} + \frac{N_s}{N_p})^2$$

또한 Mode3과 Mode5의 등가회로는 공진회로로 나타낼 수 있으므로 이에 대한 공진 주파수는 다음과 같이 정의된다.

식 16

$$f_r = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_{lk} (2C_Q + C_{Tr})}}$$

[0096] 여기서, 데드타임(T_D)은 최소 공진주기의 1/4배가 되어야 ZVS가 가능하다. 따라서 식 16을 다시 정리하면 식 17과 같이 나타낼 수 있다.

[0097] 식 17

$$T_D = \frac{\pi}{2} \sqrt{L_{lk}(2C_Q + C_{Tr})}$$

[0099] **Mode1**($t_1 < t < t_2$)

[0100] 도 7a은 Mode1에서의 전류 패스를 나타낸다. t 는 V_{GE5} 와 V_{GE8} 에 신호가 인가된 구간으로 제5 스위치(Q_5)와 제8 스위치(Q_8)가 ON이 된다. 따라서 제2 캐패시터(C_{dc}) 양단의 전압은 변압부(Tr)의 일차측에 걸리게 되고 동시에 L_{lk} 에 에너지가 방전된다.

[0101] 그리고 일차측의 제9 스위치(Q_9)와 제12 스위치(Q_{12})가 ON 상태이므로 일차측으로부터 유도되는 전압이 추진용 배터리(V_{pro})의 양단 전압을 형성한다. 이 때 L_{lk} 양단에 걸리는 전압은 식 18과 같이 나타낼 수 있다. 또한 이 모드에서 L_{lk} 에 흐르는 전류의 변화량은 식 19로 표현된다.

[0102] 식 18

$$v_{Llk} = L_{lk} \frac{di_{Llk}}{dt} = v_{dc} - \frac{N_1}{N_2} v_{pro}$$

[0104] 식 19

$$\Delta i_{Llk} = \frac{1}{L_{lk}} (v_{dc} - \frac{N_1}{N_2} v_{pro})(t_2 - t_1) + i_{Llk}(t_1)$$

[0106] **Mode2**($t_2 < t < t_3$)

[0107] Mode2는 도 7b에 해당하는 구간으로 t_2 에서 L_{lk} 에 흐르는 전류는 0이다. 그리고 전류의 흐름이 Mode1과 반대로 형성되어 L_{lk} 는 충전되기 시작하고 dc 링크의 전압의 에너지는 추진용 배터리(V_{pro})에 공급된다.

[0108] **Mode3**($t_3 < t < t_4$)

[0109] 도 7c에서 제5 스위치(Q_5)는 ON 상태를 유지하고 제8 스위치(Q_8)은 OFF가 된다. L_{lk} 에 저장되었던 에너지는 C_8 을 충전하고 C_7 에 충전되어 있던 에너지는 방전되기 시작한다. C_7 의 양단 전압이 0이 되는 동시에 D_7 또한 ON 상태가 되면 Q_7 의 양단 전압은 0이 되므로 영전압 스위칭이 가능하게 된다. 이때 영전압 스위칭이 가능하도록 충분한 데드타임이 필요하다.

[0110] **Mode4**($t_4 < t < t_5$)

[0111] 도 7d에서 제7 스위치(Q_7)가 ON이 되면 L_{lk} 에 저장되어 있던 에너지는 방전되기 시작한다. 이 구간에서 추진용 배터리(V_{pro})는 L_{lk} 의 에너지 흐름에 의해 유도되는 전압으로부터 에너지를 얻을 수 있다. 이때 형성되는 페루프

에 KVL을 적용하면 식 20과 같이 정리할 수 있다. 이때, 식 21의 기울기로 L_{lk} 에 저장되어 있던 에너지가 감소하게 된다.

식 20

$$v_{Llk} = L_{lk} \frac{di_{Llk}}{dt} = -\frac{N_1}{N_2} v_{pro}$$

식 21

$$i_{Llk} = -\frac{1}{L_{lk}} \frac{N_1}{N_2} v_{pro}(t_5 - t_4) + i_{Llk}(t_4)$$

Mode5($t_5 < t_6$)

t_5 시점에서 제7 스위치(Q_7)는 여전히 ON 상태이고, 제5 스위치(Q_5)는 OFF 상태로 바뀌어 도 7e와 같은 전류 패스가 형성된다. 이때 C_5 는 충전되기 시작하고 C_6 은 방전하기 시작한다. C_6 의 에너지가 모두 방전되어 0이 되면 D_6 은 도통되어 양단 전압이 0이 되므로 Q_6 의 영전압 스위칭이 가능하게 된다. 이 때, 데드타임 구간이 충분히 확보되어야 ZVS가 가능하다.

상기의 구성에서 추진용 배터리(V_{pro}) 방전 모드는 기존의 양방향 OBC 시스템에 포함된 동작이고 B-FB 컨버터의 강압 DC-to-DC 컨버터와 F-FB 컨버터의 인버터 동작의 시퀀스로 운용된다. 회로 해석은 이상적인 상태에서 연속 모드 및 정상상태 동작의 해석으로 가정한다.

제2 스위치부(30)와 제3 스위치부(40)로 이루어지는 B-FB컨버터의 강압(Step-down)모드는 다음과 같다.

추진용 배터리(V_{pro}) 방전 모드에서 B-FB 컨버터는 강압(Step-down) 동작을 한다. 이 모드에서 입력 전압은 추진용 배터리(V_{pro}) 전압이 되고 출력 전압은 dc 링크의 양단 전압이 된다. 이 때 dc 링크의 전압은 계통전압의 실효값을 취해야 하므로 추진용 배터리(V_{pro})의 전압을 강압하여 dc 링크에 전압을 형성한다. 스위칭 운용 방식은 Phase-shift 제어방식이 적용되고, 각 스위치의 병렬 캐패시터와 고주파 변압기의 누설 인덕턴스 성분의 공진작용을 이용해 ZVS가 가능하도록 한다.

이때 앞서 설명한 승압 DC-to-DC 컨버터의 반대 시퀀스 동작으로 고주파 변압기의 일차측과 이차측이 반대로 작용한다. 즉, 승압 동작시 DC-to-DC 컨버터의 제 5스위치(Q_5)와 제8 스위치(Q_8)는 강압 동작시 DC-to-DC 컨버터의 제9 스위치(Q_9) 및 제12 스위치(Q_{12})와 동일한 역할을 수행하고, 제9 스위치(Q_9) 및 제12 스위치(Q_{12})는 제 5스위치(Q_5) 및 제8 스위치(Q_8)과 대응된다.

동작 모드에 대한 주요파형 및 각 동작 모드는 앞서 설명한 승압 DC-to-DC 컨버터와 같으므로 생략한다.

제1 스위치부(20)로 이루어지는 F-FB컨버터의 인버팅(Inverting) 방법은 다음과 같다.

추진용 배터리(V_{pro}) 방전 모드에서 F-FB 컨버터는 인버팅 동작을 수행한다. 인버터는 DC전원을 AC전원으로 생성하는 역할을 하므로 본 논문에서는 각 스위치의 PWM 파형을 이용하여 계통에 AC파형을 공급하고자 한다. 이 때 계통에 연결된 제 1인덕터(L_1)와 제2 인덕터(L_2)는 출력필터의 역할을 하여 PWM 인버터 출력 파형을 사인파에 가까운 출력으로 필터링해주는 효과를 얻을 수 있다.

계통 전압에 사인파를 생성하는 PWM 동작 파형은 도 9와 같이 나타낼 수 있다. 여기서 적용된 SPWM은 정현파의

기준파(reference)와 변조파(carrier wave)를 비교하여 스위치에 ON/OFF 신호를 생성하는 방식이다. 먼저 제2 전원(v_{grid})의 계통 전압이 정(+)방향일 때에 형성되는 스위치 ON 상태의 전류패스는 도 10에 나타나 있다. 제2 전원(v_{grid})이 정(+)방향인 반주기 동안에는 제4 스위치(Q_4)는 ON 상태이고 제 1스위치(Q_1)은 각 위상에 따라 다른 시비율을 가지며 PWM 동작을 한다. 반대로 제2 전원(v_{grid})이 부(-)방향인 반주기 동안에 형성되는 전류패스는 도 11에서 보여준다. 여기서 제2 스위치(Q_2)는 ON 상태이고, 제3 스위치(Q_3)은 위상에 따른 PWM 동작을 통해 계통에 전원을 공급한다. 마지막으로 출력단의 구형파를 필터링 하면 사인파에 가까운 전압을 얻을 수 있게 된다.

[0126] 본 발명을 통한 보조 배터리(Vpro) 충전 모드 해석은 다음과 같다.

[0127] 제안하는 충전 시스템의 보조 배터리(Vpro) 충전 모드는 기존의 전장용 전력변환장치에 포함되는 동작이고, B-FB 컨버터의 강압용 DC-to-DC 컨버터와 F-FB 컨버터의 강압 동작의 시퀀스로 운용된다. 회로 해석은 이상적인 상태에서 연속모드 및 정상상태 동작의 해석으로 가정한다.

[0128] 제2 스위치부(30)와 제3 스위치부(40)로 이루어지는 B-FB 컨버터의 강압(Step-down)모드는 다음과 같다.

[0129] 보조 배터리(Vpro) 충전 모드에서 B-FB 컨버터는 강압형 DC-to-DC 컨버터 동작을 수행한다. 전기 자동차의 보조 배터리(Vpro)는 추진 배터리(Vpro)로부터 직접적으로 전력을 공급 받으려면 약 825배의 전압 강압이 필요하다. 이는 기존의 강압 컨버터를 적용한다면 컨버터에 매우 큰 전류가 흘러 컨버터의 고스펙이 요구될 뿐 아니라, 무엇보다 대전류는 시스템의 안전성을 저하시키는 요소가 된다. 따라서 전장용 전력변환장치의 경우 1단 강압이 아닌 2단의 강압이 요구되고 그와 더불어 절연 기능을 포함해야 한다.

[0130] B-FB 컨버터의 강압 모드에서 추진 배터리(Vpro)의 전압은 일차적으로 고주파 변압기를 통해 강압되고 출력전압은 dc 링크에는 일정 전압레벨이 형성된다. 이 모드 역시 스위칭 운용 방식은 Phase-shift 방식이 적용되고, 각 스위치가 동작할 때마다 ZVS가 가능하도록 한다. 이 때 앞서 설명한 동일 방향으로 강압 동작이 가능하고 대응되는 스위치 역시 동일하다. 다만, dc 링크의 출력전압에 따른 Phase-shift 위상각이 변하게 된다.

[0131] 동작 모드에 대한 주요파형 및 각 동작 모드는 앞서 설명한 승압 DC-to-DC 컨버터의 개념과 같으므로 생략하도록 한다.

[0132] 제1 스위치부(20)로 이루어지는 F-FB 컨버터의 강압(Step-down)모드는 다음과 같다.

[0133] F-FB 컨버터는 앞선 B-FB 컨버터에 이어 또 한 번의 강압 동작을 통해 보조 배터리(Vpro)의 정격레벨에 맞는 전압을 출력하는 역할을 한다. 여기서 제1 인덕터(L_1)는 기존 강압 컨버터의 인덕터와 같은 역할을 하여 에너지의 충방전을 통해 강압 동작이 가능하게 한다.

[0134] F-FB 컨버터의 스위칭 동작은 표 1과 같이 나타낼 수 있다. 제4 스위치(Q_4)는 항상 ON 상태이고 제1 스위치(Q_1)는 PWM 동작을 한다. 제2 스위치(Q_2)와 제3 스위치(Q_3)는 항상 OFF 상태인데 여기서 제2 스위치(Q_2)의 바디 다이오드 D_2 는 기존 강압 컨버터의 환류 다이오드 역할을 수행하게 된다.

표 1

[0135]

Switch	State
Q_1	PWM
Q_2	OFF
Q_3	OFF
Q_4	ON

[0136] 아래에서 PWM 스위치인 제1 스위치(Q₁)의 ON, OFF 동작에 따른 해석을 통하여 강압 동작에 대한 입출력 전압관계식을 유도한다.

[0137] **Mode1 : Q₁ = ON**

[0138] 도 12는 강압 모드에서 제1 스위치(Q₁)가 ON 상태일 때의 전류 패스를 보여준다.

[0139] 이때 전류는 제2 전원(v_{grid})에서 제1 스위치(Q₁), 제1 인덕터(L₁), 제1 전원(v_{aux}), 제4 스위치(Q₄)를 통하여 흐르고 제1 인덕터(L₁)에 전압이 인가되어 -i_{L1}이 증가한다. 이때 제1 인덕터(L₁)의 양단전압은 식 22와 같고, 인덕터에 흐르는 전류는 식 23과 같다.

[0140] 식 22

$$v_{L1} = -L_1 \frac{di_{L1}}{dt} = v_{aux} - V_{dc}$$

[0141]

[0142] 식 23

$$i_{L1} = -\frac{1}{L_1} \int_0^{DT} (v_{aux} - V_{dc}) dt = \frac{V_{dc} - v_{aux}}{L_1} DT + i_{L1}(0)$$

[0143]

[0144] 여기서, i_{L1}(0)는 t=0에서 인덕터에 흐르는 초기 전류값이다. i_{L1}(0)이 0[A]이면 제1 스위치(Q₁)의 도통비가 D일 때 인덕터 전류의 변화량은 식 24와 같다.

[0145] 식 24

$$\Delta i_{L1(on)} = \frac{V_{dc} - v_{aux}}{L_1} DT$$

[0146]

[0147] **Mode2 : Q₁ = OFF**

[0148] 도 13은 강압 모드에서 제1 스위치(Q₁)이 OFF 상태일 때 형성되는 페루프이다. 이 때 제1 인덕터(L₁)에 저장되어 있던 에너지가 점점 스위치(M), 제1 전원(v_{aux}), 제4 스위치(Q₄), D₂의 패스로 방전된다. 따라서 제1 인덕터(L₁)에 흐르는 전류 i_{L1}은 감소한다. 이 때 KVL에 의하여 제1 인덕터(L₁)에 인가되는 전압은 식 25와 같고, 전류는 식 26과 같다.

[0149] 식 25

$$v_{L1} = L_1 \frac{di_{L1}}{dt} = -v_{aux}$$

[0150]

[0151] 식 26

$$i_{L1} = -\frac{1}{L_1} \int_0^{DT} v_{aux} dt = -\frac{v_{aux}}{L_1} (1-D)T + i_L(DT)$$

[0152]

[0153] 여기서, $i_{L1}(DT)$ 는 $t=DT$ 에서 인덕터 전류의 초기 값이다. $i_{L1}(DT)$ 이 $i_{L1,max}[A]$ 이면 제2 스위치(Q_2)의 도통비가 D 일 때 인덕터 전류의 변화량은 식 27과 같다.

[0154] 식 27

$$\Delta i_{L1(off)} = i_{L1}(T) - i_{L1}(DT) = -\frac{v_{aux}}{L_1} (1-D)T$$

[0155]

[0156] 식 24과 식 27에 voltsec balance 정리를 적용하여 정리하면 식 28의 입출력 전압관계식을 얻을 수 있다. 따라서 입력 전압에 대한 듀티 D 는 식 29으로 정의할 수 있다.

[0157] 식 28

$$V_{aux} = DV_{dc}$$

[0158]

[0159] 식 29

$$D = \frac{V_{aux}}{V_{dc}}$$

[0160]

[0161] 본 발명은 전기자동차에 사용되는 충전기와 전력변환기가 결합되어 충전시스템을 구성하므로, 전체 충전 시스템의 부피 및 무게를 경감시켜 연비증가와 동력성능의 상대적 향상이 가능한 이점이 있다.

[0162] 상기와 같은 충전기와 전력변환기가 결합된 전기 자동차 충전 시스템은 위에서 설명된 실시예들의 구성과 작동 방식에 한정되는 것이 아니다. 상기 실시예들은 각 실시예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 구성될 수도 있다.

부호의 설명

[0163] V_{aux} : 제1 전원 V_{grid} : 제2 전원

C_{aux} : 제1 캐패시터

10 : 인덕터부

L_1 : 제1 인덕터

L_2 : 제2 인덕터

M : 점점 스위치

20 : 제1 스위치부

Q_1 : 제1 스위치

Q_2 : 제2 스위치

Q_3 : 제3 스위치

Q_4 : 제4 스위치

C_{dc} : 제2 캐패시터

30 : 제2 스위치부

Q_5 : 제5 스위치

Q_6 : 제6 스위치

Q_7 : 제7 스위치

Q_8 : 제8 스위치

Tr : 변압부

40 : 제3 스위치부

Q_9 : 제9 스위치

Q_{10} : 제10 스위치

Q_{11} : 제11 스위치

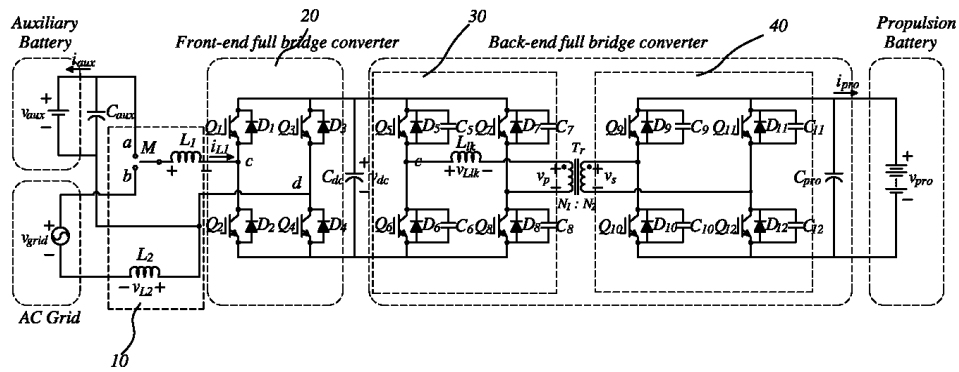
Q_{12} : 제12 스위치

C_{pro} : 제3 캐패시터

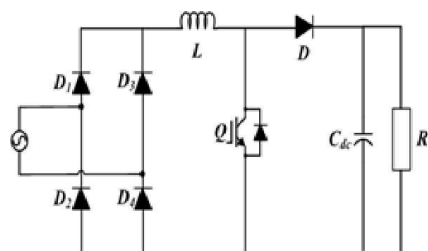
V_{pro} : 배터리

도면

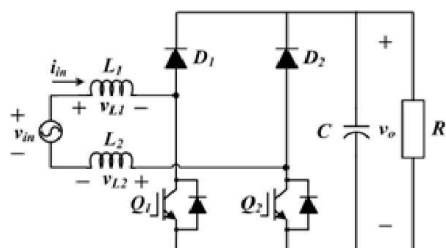
도면1



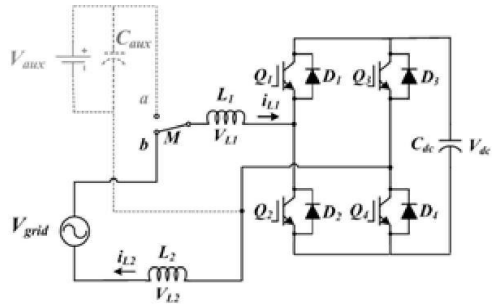
도면2



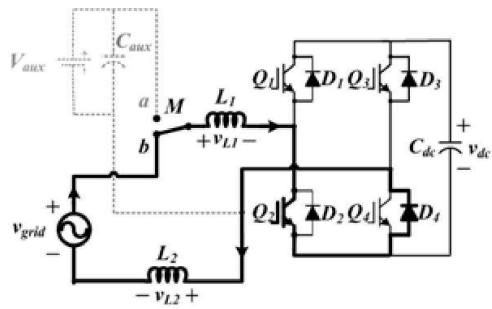
도면3



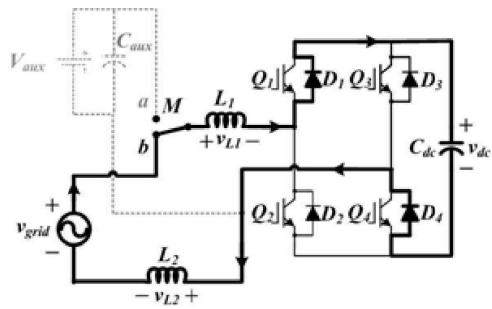
도면4



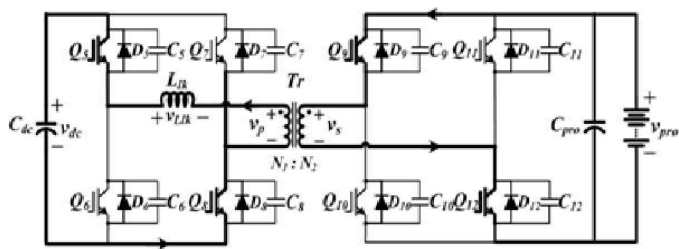
도면5



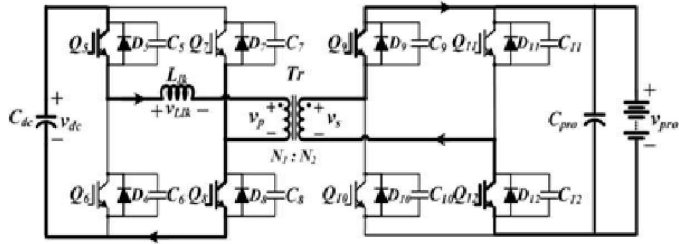
도면6



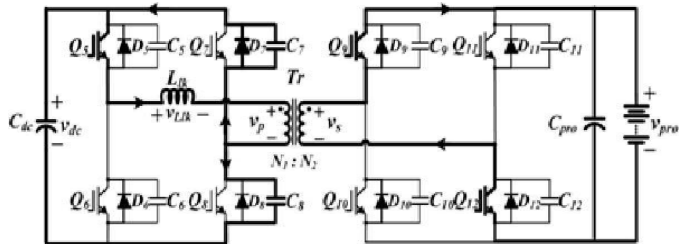
도면7a



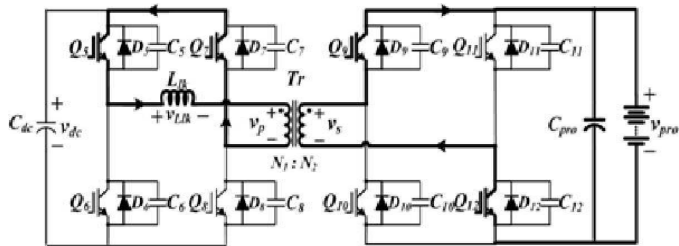
도면7b



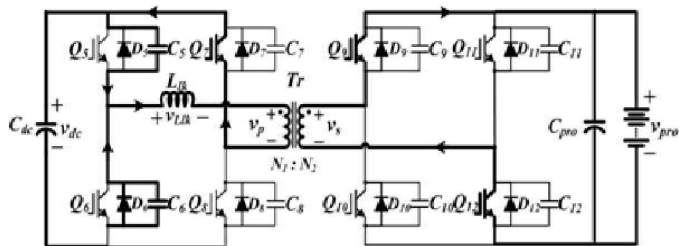
도면7c



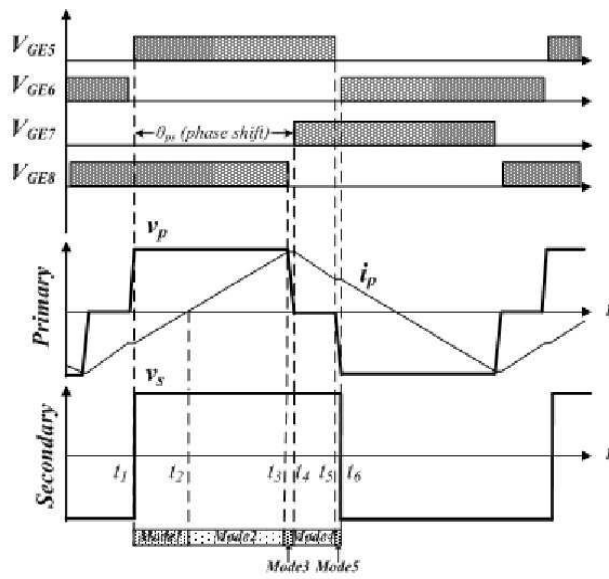
도면7d



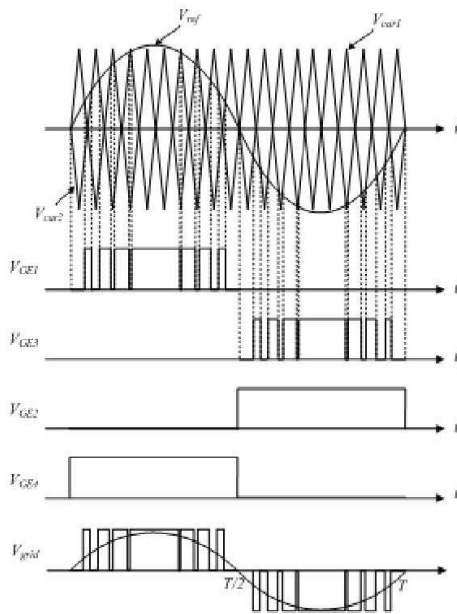
도면7e



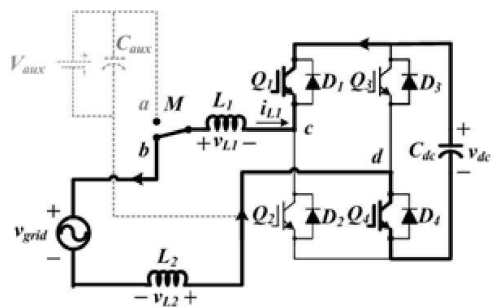
도면8



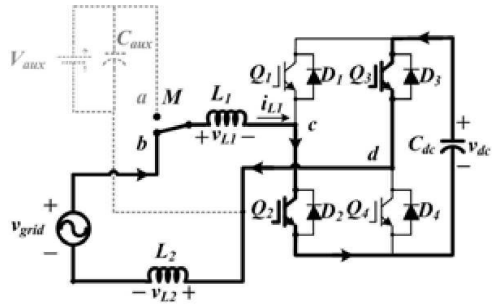
도면9



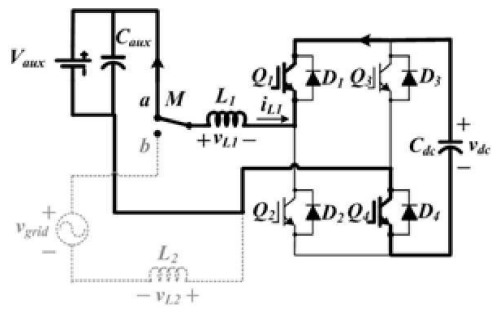
도면10



도면11



도면12



도면13

