



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0062781
(43) 공개일자 2021년06월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B60L 58/19 (2019.01) B60L 50/40 (2019.01)
B60L 53/22 (2019.01) B60L 55/00 (2019.01)
B60L 58/20 (2019.01) G05F 1/14 (2006.01)
H02M 3/335 (2006.01) H02M 7/219 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B60L 58/19 (2019.02)
B60L 50/40 (2019.02)

(21) 출원번호 10-2019-0150545

(22) 출원일자 2019년11월21일

심사청구일자 2019년11월21일

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

박정욱

서울특별시 강남구 압구정로29길 71, 20동 701호 (압구정동, 현대아파트)

김이삭

경기도 수원시 장안구 장안로 200, 303동 407호 (정자동, 동신아파트)

(74) 대리인

오위환, 나성곤, 정기택

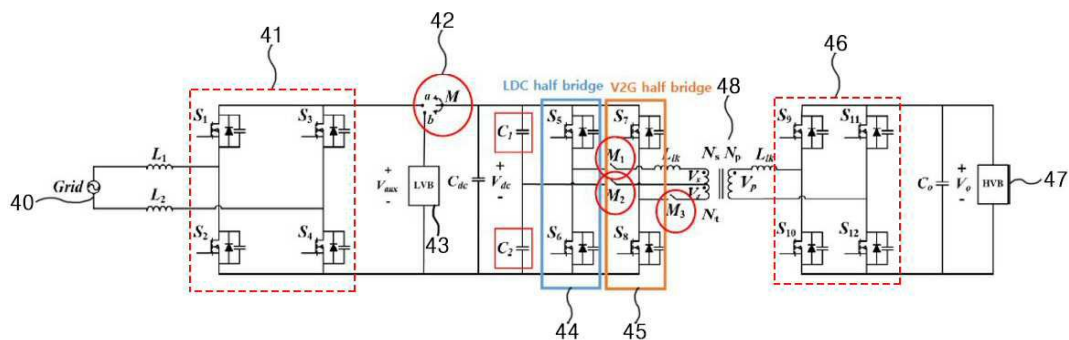
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 멀티 기능과 권선비를 갖는 OBC/LDC 통합형 회로

(57) 요약

본 발명은 전기자동차 배터리 충전 시스템에서 높은 전력밀도를 갖고 추가적인 제어없이 넓은 전압범위의 양방향 동작이 가능하도록 한 멀티 기능과 권선비를 갖는 OBC/LDC 통합형 회로에 관한 것으로, 선택적으로 권선비를 사용하는 것에 의해 추가적인 제어 없이 넓은 전압범위에서 양방향 G2V 와 V2G 기능을 모두 수행하고, LDC 기능에서 적은 스위치만을 사용하여 동작하는 것에 의해 충전 효율을 높일 수 있도록 한 것이다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

B60L 53/22 (2019.02)
B60L 55/00 (2019.02)
B60L 58/20 (2019.02)
G05F 1/14 (2013.01)
H02M 3/33592 (2013.01)
H02M 7/219 (2013.01)
B60L 2210/10 (2013.01)
B60L 2240/527 (2013.01)
B60L 2240/547 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711097641
과제번호	2016R1E1A1A02920095
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	전력계통 신뢰성 향상을 위한 신재생에너지원 통합 최적운영 및 해석 연구
기 여 율	1/3
과제수행기관명	연세대학교
연구기간	2019.08.01 ~ 2019.11.30

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415163443
과제번호	20171220100330
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국에너지기술평가원
연구사업명	스마트그리드핵심기술개발(R&D)
연구과제명	배전 혼잡선로 해소를 위한 태양광/ESS 일체형 시스템 및 EMS 개발
기 여 율	1/3
과제수행기관명	연세대학교 산학협력단
연구기간	2019.01.01 ~ 2019.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711117498
과제번호	2020R1A3B2079407
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	리더연구자지원사업
연구과제명	(통합Ezbaro)에너지 대전환 전력망 연구단
기 여 율	1/3
과제수행기관명	연세대학교
연구기간	2020.06.01 ~ 2021.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

풀 브릿지 회로를 구성하는 제 1,2,3,4 스위치 소자(S_1)(S_2)(S_3)(S_4)를 갖고 제 1,2 인덕터(L_1)(L_2)를 통하여 계통에 연결되는 제 1 스위칭부;

제 1 스위칭부에 병렬 연결되는 저전압 배터리(LVB);

제 1 스위칭부의 일단(a) 또는 저전압 배터리(LVB)의 일단(b)에 선택적으로 연결하기 위한 스위칭을 하는 모드 선택 스위치(M);

저전압 배터리(LVB)에 병렬 연결되는 DC 링크 커패시터(C_{dc}) 및 서로 직렬 연결되어 DC 링크 커패시터(C_{dc})에 병렬 연결되는 제 1,2 커패시터(C_1)(C_2);

하프 브릿지 회로를 구성하는 제 5,6 스위치 소자(S_5)(S_6)를 갖고 DC 링크 커패시터(C_{dc})에 병렬 연결되는 제 2 스위칭부;

하프 브릿지 회로를 구성하는 제 7,8 스위치 소자(S_7)(S_8)를 갖고 제 2 스위칭부에 병렬 연결되는 제 3 스위칭부;

권선비 선택 스위치(M_1)(M_2)(M_3)의 스위칭 동작에 의해 서로 다른 권선비를 갖고 변압 동작을 수행하는 변압 회로부;

제 9,10,11,12 스위치 소자(S_9)(S_{10})(S_{11})(S_{12})를 갖고 제 2,3 스위칭부에 대응하여 변압 회로부에 연결되어 DC-DC 컨버터를 구성하는 제 4 스위칭부; 및 제 4 스위칭부에 병렬 연결되는 고전압 배터리(HVB);를 포함하는 것을 특징으로 하는 멀티 기능과 권선비를 갖는 OBC/LDC 통합형 회로.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 권선비 선택 스위치(M_1)은 제 2 스위칭부를 구성하는 제 5 스위치 소자(S_5)와 제 6 스위치 소자(S_6)의 공통 출력단과 변압 회로부의 제 1 권선비 단자 사이에 위치하고,

권선비 선택 스위치(M_2)는 서로 직렬 연결되는 제 1 커패시터(C_1)와 제 2 커패시터(C_2)의 공통 출력단과 변압 회로부의 제 2 권선비 단자 사이에 위치하고,

권선비 선택 스위치(M_3)는 제 3 스위칭부를 구성하는 제 7 스위치 소자(S_7)와 제 8 스위치 소자(S_8)의 공통 출력단과 변압 회로부의 제 3 권선비 단자 사이에 위치하는 것을 특징으로 하는 멀티 기능과 권선비를 갖는 OBC/LDC 통합형 회로.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 모드선택 스위치(M) 및 권선비 선택 스위치(M_1)(M_2)(M_3)의 스위칭 동작에 의해 서로 다른 권선비를 갖고 G2V(Grid to Vehicle) 동작, V2G(Vehicle to Grid) 동작, LDC(Low Voltage DC/DC Converter)을 하고,

G2V(Grid to Vehicle) 동작시에 primary/secondary/tertiary winding 3개 모듈을 사용하고,

V2G(Vehicle to Grid) 동작시에 primary/tertiary winding 두 개만 사용하고,

LDC(Low Voltage DC/DC Converter) 동작시에는 primary/secondary winding 두 개만 사용하는 것을 특징으로 하는 멀티 기능과 권선비를 갖는 OBC/LDC 통합형 회로.

청구항 4

제 3 항에 있어서, G2V(Grid to Vehicle) 동작시에 모드선택 스위치(M)가 제 1 스위칭부의 일단(a)에 연결되고 권선비 선택 스위치(M₁)과 권선비 선택 스위치(M₃)가 닫히며 권선비 선택 스위치(M₂)는 열린 상태에서 동작하고,

V2G(Vehicle to Grid) 동작시에 모드선택 스위치(M)가 제 1 스위칭부의 일단(a)에 연결되고, 권선비 선택 스위치(M₂)와 권선비 선택 스위치(M₃)가 닫히며 권선비 선택 스위치(M₁)이 열린 상태에서 동작하고,

LDC(Low Voltage DC/DC Converter) 동작시에 모드선택 스위치(M)가 저전압 배터리(LVB)의 일단(b)에 연결되고, 권선비 선택 스위치(M₁)과 권선비 선택 스위치(M₂)가 닫히며 권선비 선택 스위치(M₃)가 열린 상태에서 동작하는 것을 특징으로 하는 멀티 기능과 권선비를 갖는 OBC/LDC 통합형 회로.

청구항 5

제 4 항에 있어서, G2V(Grid to Vehicle) 동작시에,

제 1 스위칭부의 제 1,2,3,4 스위치 소자(S₁)(S₂)(S₃)(S₄)는 승압형 PFC 제어,

제 2 스위칭부의 제 5,6 스위치 소자(S₅)(S₆) 및 제 3 스위칭부의 제 7,8 스위치 소자(S₇)(S₈)는 위상천이 제어,

제 4 스위칭부의 제 9,10,11,12 스위치 소자(S₉)(S₁₀)(S₁₁)(S₁₂)는 동기정류기 제어를 하는 것을 특징으로 하는 멀티 기능과 권선비를 갖는 OBC/LDC 통합형 회로.

청구항 6

제 4 항 또는 제 5 항에 있어서, G2V(Grid to Vehicle) 동작시에,

승압형 PFC(Power Factor Corrector) 컨버터를 통해 220Vrms 를 380V로 승압하고, 변압기를 통해 380V를 $380 * N_p / (N_s + N_t) V$ (420V 이상)로 승압하고,

PSFB(Phase Shifted Full Bridge) 컨버터의 동작을 통해 출력전압 조절을 하고, 출력전압 범위는 300 ~ 420V이고, N_p는 변압기 1차 권선 수, N_s는 변압기 2차 권선 수, N_t는 변압기 3차 권선 수인 것을 특징으로 하는 멀티 기능과 권선비를 갖는 OBC/LDC 통합형 회로.

청구항 7

제 4 항에 있어서, V2G(Vehicle to Grid) 동작시에,

제 4 스위칭부의 제 9,10,11,12 스위치 소자(S₉)(S₁₀)(S₁₁)(S₁₂)는 위상천이 제어,

제 3 스위칭부의 제 7,8 스위치 소자(S₇)(S₈)는 동기정류기 제어를 하여 추가적인 제어없이 입력전압 범위에서 DC링크 전압을 유지하고,

제 1 스위칭부의 제 1,2,3,4 스위치 소자(S₁)(S₂)(S₃)(S₄)는 단상 인버터 제어를 하는 것을 특징으로 하는 멀티 기능과 권선비를 갖는 OBC/LDC 통합형 회로.

청구항 8

제 4 항 또는 제 7 항에 있어서, V2G(Vehicle to Grid) 동작시에,

입력전압 범위는 300 ~ 420V이고, 변압기를 통해 V_p를 $V_t = V_p * N_t / N_p$ 로 강압하고, V_{dc}는 최대 V_t의 2배의 전압을 통해 조절하고,

FB(Full Bridge)-HB(Half Bridge) 컨버터를 통해, 제 1,2 커패시터(C₁)(C₂)는 V_{dc}/2=175V 전압을 유지하고, 출력 전압은 220Vrms이고, V_p는 변압기 1차 기전력, V_t는 변압기 3차 기전력, N_p는 변압기 1차 권선 수, N_t는 변압기 3차 권선 수인 것을 특징으로 하는 멀티 기능과 권선비를 갖는 OBC/LDC 통합형 회로.

청구항 9

제 4 항에 있어서, LDC(Low Voltage DC/DC Converter) 동작시에,

제 4 스위칭부의 제 9,10,11,12 스위치 소자(S_9)(S_{10})(S_{11})(S_{12})는 위상천이 제어,

제 2 스위칭부의 제 5,6 스위치 소자(S_5)(S_6)는 동기정류기 제어를 하는 것을 특징으로 하는 멀티 기능과 권선비를 갖는 OBC/LDC 통합형 회로.

청구항 10

제 4 항 또는 제 9 항에 있어서, LDC(Low Voltage DC/DC Converter) 동작시에,

입력전압 범위는 300 ~ 420V이고, 변압기를 통해 V_p 를 $V_s = V_p \cdot N_s / N_p$ 로 강압하고, V_o 는 V_s 의 2배의 전압을 통해 24V로 조절하고,

HB(Half Bridge)-FB(Full Bridge) 컨버터를 통해, 제 1,2 커패시터(C_1)(C_2)는 $V_o/2=12V$ 로 유지하고, 출력전압은 24V로 유지하고, V_p 는 변압기 1차 기전력, V_s 는 변압기 2차 기전력, N_p 는 변압기 1차 권선 수, N_s 는 변압기 2차 권선 수, V_o 는 LDC의 출력 전압인 것을 특징으로 하는 멀티 기능과 권선비를 갖는 OBC/LDC 통합형 회로.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전기자동차 배터리 충전 시스템에 관한 것으로, 구체적으로 높은 전력밀도를 갖고 추가적인 제어없이 넓은 전압범위의 양방향 동작이 가능하도록 한 멀티 기능과 권선비를 갖는 OBC/LDC 통합형 회로에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전기자동차는 기존의 화석연료가 아니라 전기에너지를 이용하는 자동차로서 최근 화석연료의 고갈 및 친환경자동차 개발경향에 부응하여 관련기술들이 빠르게 발전하고 있다.

[0003] 전기자동차에서는 에너지원으로 전기를 사용하기 때문에 전기를 에너지원으로 저장하여 보관하여야 하는데 이를 위해 일반 상용전원을 통하여 배터리를 충전하여야 한다.

[0004] 이때 고전압인 상용전원을 이용하여 전기차의 에너지저장장치인 배터리를 충전하는데 사용되는 회로가 전기자동차용 충전회로인 OBC(On-Board Charger) 회로이다.

[0005] 도 1a와 도 1b는 일반적인 OBC 구성 블록도 및 회로 구성도이다.

[0006] OBC 회로는 PFC(Power Factor Corrector)(10), DC/DC(11), HVB(12)의 구조를 갖는다.

[0007] OBC 회로는 완속충전회로 또는 차량 탑재형 배터리충전기로도 불리며, OBC 회로에서는 교류인 상용전원을 직류로 변환하여 배터리에 충전하여 이때 배터리에 충전되는 전압은 전기자동차를 구동하기 위한 모터에 공급되는 고전압의 직류이다.

[0008] 도 2a와 도 2b는 일반적인 LDC 구성 블록도 및 회로 구성도이다.

[0009] LDC 회로는 HVB(20), DC/DC(21), LVB(22)의 구조를 갖는다.

[0010] 전력변환회로인 LDC(Low voltage DC-DC Converter) 회로는 보조배터리 충전기로 사용되는 것으로, 고전압을 저전압으로 변환하여 주는 회로로서 OBC 회로에서 출력되어 모터구동에 사용되는 고전압의 직류를 저전압인 12V 또는 24V로 변환하여 차량의 전장 부품들에서 사용하는 12V 또는 24V의 저전압을 공급한다.

[0011] 이와 같이 차량 탑재형 배터리충전기(On Board Charger; OBC)는 그리드로부터의 전력을 역률 보상 회로를 통해 역률을 상승시킨 후, 이 회로의 출력전압을 DC/DC 컨버터를 통해 고전압 배터리에 맞게 변환하며 동작한다.

[0012] 보조배터리 충전기(LDC)는 고전압 배터리의 높은 전압을 DC/DC 컨버터를 통해 보조배터리의 낮은 전압으로 강압을 시키며 동작한다.

[0013] 종래 기술에서 주로 사용되는 배터리 충전 시스템의 경우는 OBC를 통해 고전압 배터리를 충전하고, 고전압 배터

리를 입력으로 하여 LDC를 통해 보조배터리를 충전한다.

- [0014] 즉, 두 개의 회로가 배터리 충전 시스템을 구성한다.
- [0015] 이러한 방식은 스위치와 소자의 개수를 증가시켜 충전시스템의 부피가 커지게 된다.
- [0016] 이러한 문제를 해결하기위해 OBC와 LDC를 통합한 통합형 회로를 사용하는 방식이 있으나 LDC 로 동작할 때의 효율이 낮고 넓은 전압범위에서 양방향으로 동작하기 위해선 추가적인 제어가 필요하다는 단점이 있다.
- [0017] 도 3은 종래 기술의 OBC/LDC 통합형 회로 구성도이다.
- [0018] 종래 기술의 OBC/LDC 통합형 회로를 갖는 배터리 충전 시스템의 경우 선택형 모드에 따라 스위치 M이 동작하고 (G2V, V2G 기능에선 b에 연결, LDC 기능에선 a에 연결), 각 모드 안에서의 $S_1 \sim S_{12}$ 의 스위칭 동작으로 여러 기능을 수행한다.
- [0019] OBC/LDC 통합형 회로 같은 경우는 그리드로부터 고전압 배터리를 충전하는 Grid to Vehicle(G2V) 기능과 고전압 배터리로부터 그리드로 전력을 전송하는 Vehicle to Grid(V2G) 기능, 그리고 고전압 배터리로부터 저전압 배터리를 충전하는 Low Voltage DC/DC Converter (LDC) 기능을 하나의 회로로 수행한다.
- [0020] 이와 같은 종래 기술의 통합형 회로는 OBC와 LDC가 분리된 회로에 비해 LDC 부분을 추가하지 않고, 기존 OBC 회로 만으로 LDC 기능까지 수행하기 때문에 스위치와 소자수가 줄어든다는 장점이 있다.
- [0021] 그러나 LDC로 동작할 때 12개의 스위치를 모두 동작하기 때문에 효율이 낮고, 기존의 OBC의 단점인 고정된 턴수비에 의해 추가적인 제어가 없이는 넓은 전압범위에서 G2V 와 V2G 양방향 동작이 어렵다는 단점이 존재한다.
- [0022] 즉, 종래 기술의 OBC/LDC 통합형 회로는 Function I : G2V(Grid to Vehicle), Function II : V2G(Vehicle to Grid) 동작에서 고정된 트랜스 권선비에 의해 승압/강압 동작에 한계가 있어 저효율/고복잡도의 문제가 있다.
- [0023] G2V(Grid to Vehicle), V2G(Vehicle to Grid) 동작에서 다음과 같은 특성이 요구되고 있다.
- [0024] I. G2V 기능에서의 넓은 출력전압 범위
- [0025] II. V2G 기능에서의 넓은 입력전압 범위에서 $V_{dc} = 350$ V로 제어
- [0026] 이와 같이 요구되는 특성을 모두 달성하기 위해선 추가적인 제어가 필요하다.
- [0027] ① G2V기능에서 넓은 출력전압 범위 보장하기 위해 420/380 보다 높은 턴 수비 설정이 필요하고, V2G 기능에서 목표달성 위해 낮은 HVB 전압에서 S5 ~ S8 는 부스트 컨버터 동작하도록 제어(Boost Control)
- [0028] ② V2G 기능에서의 넓은 입력전압범위에서 $V_{dc} = 350$ V로 제어하기 위해 300/350 보다 낮은 턴수비 설정이 필요하고, G2V 기능에서 넓은 출력전압범위를 보장하기 위해 출력전압에 따라 DC 링크 전압을 변경시키는 제어 (Variable DC Link Voltage Control)가 필요하다.
- [0029] 그리고 Function III : LDC(Low Voltage DC/DC Converter)을 위해서는 12개 스위치 모두 사용하여야 하고, 모든 스위치에서 손실 발생한다.
- [0030] 그리고 Front-end 컨버터에서의 하드 스위칭, 고주파 스위치 사용(G2V에서 높은 효율 위해), 높은 도통손실에 의해 Front-end 컨버터에서의 높은 손실 발생 문제가 있다.
- [0031] 따라서, 충전 시스템의 크기를 줄여 전력밀도를 높이고, 하나의 회로로 고전압 배터리와 저전압 보조 배터리를 충전시킬 수 있도록 하는 새로운 기술의 충전 시스템에 관한 기술의 개발이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0032] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-1903121호
- (특허문헌 0002) 대한민국 등록특허 제10-1959922호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0033] 본 발명은 종래 기술의 전기자동차 배터리 충전 시스템의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 높은 전력밀도를 갖고 추가적인 제어없이 넓은 전압범위의 양방향 동작이 가능하도록 한 멀티 기능과 권선비를 갖는 OBC/LDC 통합형 회로를 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0034] 본 발명은 OBC와 LDC를 통합하여 하나의 회로로 고전압 배터리와 저전압 보조 배터리를 충전시키는 것에 의해 충전 시스템의 크기를 줄여 전력밀도를 높이고 효율적인 전기자동차 배터리 충전 및 관리가 가능하도록 한 멀티 기능과 권선비를 갖는 OBC/LDC 통합형 회로를 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0035] 본 발명은 OBC/LDC 통합형 회로를 구성하여 추가적인 DC/DC 컨버터가 없이 OBC의 회로만으로 LDC 기능까지 수행할 수 있도록 하여 회로의 복잡도 및 손실을 줄일 수 있도록 한 멀티 기능과 권선비를 갖는 OBC/LDC 통합형 회로를 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0036] 본 발명은 선택적으로 권선비를 사용하는 것에 의해 추가적인 제어 없이 넓은 전압범위에서 양방향 G2V 와 V2G 기능을 모두 수행하고, LDC 기능에서 적은 스위치만을 사용하여 동작하는 것에 의해 충전 효율을 높일 수 있도록 한 멀티 기능과 권선비를 갖는 OBC/LDC 통합형 회로를 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0037] 본 발명은 OBC의 두가지 G2V와 V2G 기능에서 추가적인 제어없이 단순 동기정류기 역할만으로 넓은 전압범위의 양방향 동작이 가능하고, LDC 기능에서 6개의 스위치만의 동작으로 인한 높은 효율을 갖도록 한 멀티 기능과 권선비를 갖는 OBC/LDC 통합형 회로를 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0038] 본 발명의 다른 목적들은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0039] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 멀티 기능과 권선비를 갖는 OBC/LDC 통합형 회로는 풀 브릿지 회로를 구성하는 제 1,2,3,4 스위치 소자(S_1)(S_2)(S_3)(S_4)를 갖고 제 1,2 인덕터(L_1)(L_2)를 통하여 계통에 연결되는 제 1 스위칭부; 제 1 스위칭부에 병렬 연결되는 저전압 배터리(LVB); 제 1 스위칭부의 일단(a) 또는 저전압 배터리(LVB)의 일단(b)에 선택적으로 연결하기 위한 모드선택 스위치(M); 저전압 배터리(LVB)에 병렬 연결되는 DC 링크 커패시터(C_{dc}) 및 서로 직렬 연결되어 DC 링크 커패시터(C_{dc})에 병렬 연결되는 제 1,2 커패시터(C_1)(C_2); 하프 브릿지 회로를 구성하는 제 5,6 스위치 소자(S_5)(S_6)를 갖고 DC 링크 커패시터(C_{dc})에 병렬 연결되는 제 2 스위칭부; 하프 브릿지 회로를 구성하는 제 7,8 스위치 소자(S_7)(S_8)를 갖고 제 2 스위칭부에 병렬 연결되는 제 3 스위칭부; 권선비 선택 스위치(M_1)(M_2)(M_3)의 스위칭 동작에 의해 서로 다른 권선비를 갖고 변압 동작을 수행하는 변압 회로부; 제 9,10,11,12 스위치 소자(S_9)(S_{10})(S_{11})(S_{12})를 갖고 제 2,3 스위칭부에 대응하여 변압 회로부에 연결되어 DC-DC 컨버터를 구성하는 제 4 스위칭부; 및 제 4 스위칭부에 병렬 연결되는 고전압 배터리(HVB);를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0040] 여기서, 권선비 선택 스위치(M_1)은 제 2 스위칭부를 구성하는 제 5 스위치 소자(S_5)와 제 6 스위치 소자(S_6)의 공통 출력단과 변압 회로부의 제 1 권선비 단자 사이에 위치하고, 권선비 선택 스위치(M_2)는 서로 직렬 연결되는 제 1 커패시터(C_1)와 제 2 커패시터(C_2)의 공통 출력단과 변압 회로부의 제 2 권선비 단자 사이에 위치하고, 권선비 선택 스위치(M_3)는 제 3 스위칭부를 구성하는 제 7 스위치 소자(S_7)와 제 8 스위치 소자(S_8)의 공통 출력단과 변압 회로부의 제 3 권선비 단자 사이에 위치하는 것을 특징으로 한다.
- [0041] 그리고 모드선택 스위치(M) 및 권선비 선택 스위치(M_1)(M_2)(M_3)의 스위칭 동작에 의해 서로 다른 권선비를 갖고 G2V(Grid to Vehicle) 동작, V2G(Vehicle to Grid) 동작, LDC(Low Voltage DC/DC Converter)을 하고, G2V(Grid to Vehicle) 동작시에 primary/secondary/tertiary winding 3개 모두를 사용하고, V2G(Vehicle to Grid) 동작시에 primary/tertiary winding 두 개만 사용하고, LDC(Low Voltage DC/DC Converter) 동작시에는 primary/secondary winding 두 개만 사용하는 것을 특징으로 한다.
- [0042] 그리고 G2V(Grid to Vehicle) 동작시에 모드선택 스위치(M)가 제 1 스위칭부의 일단(a)에 연결되고 권선비 선택

스위치(M_1)과 권선비 선택 스위치(M_3)가 닫히며 권선비 선택 스위치(M_2)는 열린 상태에서 동작하고, V2G(Vehicle to Grid) 동작시에 모드선택 스위치(M)가 제 1 스위칭부의 일단(a)에 연결되고, 권선비 선택 스위치(M_2)와 권선비 선택 스위치(M_3)가 닫히며 권선비 선택 스위치(M_1)이 열린 상태에서 동작하고, LDC(Low Voltage DC/DC Converter) 동작시에 모드선택 스위치(M)가 저전압 배터리(LVB)의 일단(b)에 연결되고, 권선비 선택 스위치(M_1)과 권선비 선택 스위치(M_2)가 닫히며 권선비 선택 스위치(M_3)가 열린 상태에서 동작하는 것을 특징으로 한다.

[0043] 그리고 G2V(Grid to Vehicle) 동작시에, 제 1 스위칭부의 제 1,2,3,4 스위치 소자(S_1)(S_2)(S_3)(S_4)는 승압형 PFC 제어, 제 2 스위칭부의 제 5,6 스위치 소자(S_5)(S_6) 및 제 3 스위칭부의 제 7,8 스위치 소자(S_7)(S_8)는 위상천이 제어, 제 4 스위칭부의 제 9,10,11,12 스위치 소자(S_9)(S_{10})(S_{11})(S_{12})는 동기정류기 제어를 하는 것을 특징으로 한다.

[0044] 그리고 G2V(Grid to Vehicle) 동작시에, 승압형 PFC(Power Factor Corrector) 컨버터를 통해 220Vrms를 380V로 승압하고, 변압기를 통해 380V를 $380 * N_p / (N_s + N_t) V$ (420V 이상)로 승압하고, PSFB(Phase Shifted Full Bridge) 컨버터의 동작을 통해 출력전압 조절을 하고, 출력전압 범위는 300 ~ 420V인 것을 특징으로 한다.

[0045] 그리고 V2G(Vehicle to Grid) 동작시에, 제 4 스위칭부의 제 9,10,11,12 스위치 소자(S_9)(S_{10})(S_{11})(S_{12})는 위상천이 제어, 제 3 스위칭부의 제 7,8 스위치 소자(S_7)(S_8)는 동기정류기 제어를 하여 추가적인 제어없이 입력전압 범위에서 DC링크 전압을 유지하고, 제 1 스위칭부의 제 1,2,3,4 스위치 소자(S_1)(S_2)(S_3)(S_4)는 단상 인버터 제어를 하는 것을 특징으로 한다.

[0046] 그리고 V2G(Vehicle to Grid) 동작시에, 입력전압 범위는 300 ~ 420V이고, 변압기를 통해 V_p 를 $V_t = V_p * N_t / N_p$ 로 강압하고, V_{dc} 는 최대 V_t 의 2배의 전압을 통해 조절하고, FB(Full Bridge)-HB(Half Bridge) 컨버터를 통해, 제 1,2 커패시터(C_1)(C_2)는 $V_{dc}/2=175V$ 전압을 유지하고, 출력 전압은 220Vrms인 것을 특징으로 한다.

[0047] 그리고 LDC(Low Voltage DC/DC Converter) 동작시에, 제 4 스위칭부의 제 9,10,11,12 스위치 소자(S_9)(S_{10})(S_{11})(S_{12})는 위상천이 제어, 제 2 스위칭부의 제 5,6 스위치 소자(S_5)(S_6)는 동기정류기 제어를 하는 것을 특징으로 한다.

[0048] 그리고 LDC(Low Voltage DC/DC Converter) 동작시에, 입력전압 범위는 300 ~ 420V이고, 변압기를 통해 V_p 를 $V_s = V_p * N_s / N_p$ 로 강압하고, V_o 는 V_s 의 2배의 전압을 통해 24V로 조절하고, HB(Half Bridge)-FB(Full Bridge) 컨버터를 통해, 제 1,2 커패시터(C_1)(C_2)는 $V_o/2=12V$ 로 유지하고, 출력전압은 24V로 유지하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0049] 이상에서 설명한 바와 같은 본 발명에 따른 멀티 기능과 권선비를 갖는 OBC/LDC 통합형 회로는 다음과 같은 효과가 있다.

[0050] 첫째, 높은 전력밀도를 갖고 추가적인 제어없이 넓은 전압범위의 양방향 동작이 가능하도록 한다.

[0051] 둘째, OBC와 LDC를 통합하여 하나의 회로로 고전압 배터리와 저전압 보조 배터리를 충전시키는 것에 의해 충전 시스템의 크기를 줄여 전력밀도를 높이고 효율적인 전기자동차 배터리 충전 및 관리가 가능하도록 한다.

[0052] 셋째, OBC/LDC 통합형 회로를 구성하여 추가적인 DC/DC 컨버터가 없이 OBC의 회로만으로 LDC 기능까지 수행할 수 있도록 하여 회로의 복잡도 및 손실을 줄일 수 있도록 한다.

[0053] 넷째, 선택적으로 권선비를 사용하는 것에 의해 추가적인 제어 없이 넓은 전압범위에서 양방향 G2V 와 V2G 기능을 모두 수행하고, LDC 기능에서 적은 스위치만을 사용하여 동작하는 것에 의해 충전 제어 효율을 높일 수 있도록 한다.

도면의 간단한 설명

[0054] 도 1a와 도 1b는 일반적인 OBC 구성 블록도 및 회로 구성도
도 2a와 도 2b는 일반적인 LDC 구성 블록도 및 회로 구성도

도 3은 종래 기술의 OBC/LDC 통합형 회로 구성도

도 4는 본 발명에 따른 멀티 기능과 권선비를 갖는 OBC/LDC 통합형 회로 구성도

도 5내지 도 7은 본 발명에 따른 OBC/LDC 통합형 회로의 모드에 따른 동작 설명도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0055] 이하, 본 발명에 따른 멀티 기능과 권선비를 갖는 OBC/LDC 통합형 회로의 바람직한 실시 예에 관하여 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0056] 본 발명에 따른 멀티 기능과 권선비를 갖는 OBC/LDC 통합형 회로의 특징 및 이점들은 이하에서의 각 실시 예에 대한 상세한 설명을 통해 명백해질 것이다.
- [0057] 도 4는 본 발명에 따른 멀티 기능과 권선비를 갖는 OBC/LDC 통합형 회로 구성도이다.
- [0058] 본 발명에 따른 멀티 기능과 권선비를 갖는 OBC/LDC 통합형 회로는 OBC와 LDC를 통합하여 하나의 회로로 고전압 배터리와 저전압 보조 배터리를 충전시키는 것에 의해 충전 시스템의 크기를 줄여 전력밀도를 높이고 효율적인 전기자동차 배터리 충전 및 관리가 가능하도록 한 것이다.
- [0059] 본 발명은 OBC/LDC 통합형 회로를 구성하여 추가적인 DC/DC 컨버터가 없이 OBC의 회로만으로 LDC 기능까지 수행할 수 있도록 하고, 선택적으로 권선비를 사용하는 것에 의해 추가적인 제어 없이 넓은 전압범위에서 양방향 G2V 와 V2G 기능을 모두 수행하고, LDC 기능에서 적은 스위치만을 사용하여 동작하는 것에 의해 충전 효율을 높일 수 있도록 한 것이다.
- [0060] 이하의 설명에서 Function I으로 설명되는 G2V(Grid to Vehicle)는 그리드(Grid)로부터 고전압 배터리(HVB)를 충전하는 기능이고, Function II로 설명되는 V2G(Vehicle to Grid)는 고전압 배터리(HVB)로부터 그리드로 전력을 전송하는 기능이고, Function III으로 설명되는 LDC(Low Voltage DC/DC Converter)는 고전압 배터리로부터 저전압 배터리를 충전하는 기능을 의미한다.
- [0061] 그리고 도면 및 이하의 설명에서 변압기의 권선수는 N_p 는 변압기 1차 권선 수, N_s 는 변압기 2차 권선 수, N_t 는 변압기 3차 권선 수로 정의되고, 변압기의 기전력은 V_p 는 변압기 1차 기전력, V_s 는 변압기 2차 기전력, V_t 는 변압기 3차 기전력이고, V_o 는 LDC의 출력 전압을 의미한다.
- [0062] 본 발명에 따른 멀티 기능과 권선비를 갖는 OBC/LDC 통합형 회로는 도 4에서와 같이, 풀 브릿지 회로를 구성하는 제 1,2,3,4 스위치 소자(S_1)(S_2)(S_3)(S_4)를 갖고 제 1,2 인덕터(L_1)(L_2)를 통하여 계통(40)에 연결되는 제 1 스위칭부(41)와, 제 1 스위칭부(41)에 병렬 연결되는 저전압 배터리(LVB)(43)와, 제 1 스위칭부(41)의 일단(a) 또는 저전압 배터리(LVB)(43)의 일단(b)에 선택적으로 연결하기 위한 스위칭을 하는 모드선택 스위치(M)(42)와, 저전압 배터리(LVB)(43)에 병렬 연결되는 DC 링크 커패시터(C_{dc}) 및 서로 직렬 연결되어 DC 링크 커패시터(C_{dc})에 병렬 연결되는 제 1,2 커패시터(C_1)(C_2)와, 하프 브릿지 회로를 구성하는 제 5,6 스위치 소자(S_5)(S_6)를 갖고 DC 링크 커패시터(C_{dc})에 병렬 연결되는 제 2 스위칭부(44)와, 하프 브릿지 회로를 구성하는 제 7,8 스위치 소자(S_7)(S_8)를 갖고 제 2 스위칭부(44)에 병렬 연결되는 제 3 스위칭부(45)와, 권선비 선택 스위치(M_1)(M_2)(M_3)의 스위칭 동작에 의해 G2V(Grid to Vehicle) 동작,V2G(Vehicle to Grid) 동작,LDC(Low Voltage DC/DC Converter) 동작에 따라 서로 다른 권선비를 갖고 변압 동작을 수행하는 변압 회로부(48)와, 제 9,10,11,12 스위치 소자(S_9)(S_{10})(S_{11})(S_{12})를 갖고 제 2,3 스위칭부(44)(45)에 대응하여 변압 회로부(48)에 연결되어 DC-DC 컨버터를 구성하는 제 4 스위칭부(46)와, 제 4 스위칭부(46)에 병렬 연결되는 고전압 배터리(HVB)(47)를 포함한다.
- [0063] 여기서, 권선비 선택 스위치(M_1)은 제 2 스위칭부(44)를 구성하는 제 5 스위치 소자(S_5)와 제 6 스위치 소자(S_6)의 공통 출력단과 변압 회로부(48)의 제 1 권선비 단자와 연결되고, 권선비 선택 스위치(M_2)는 서로 직렬 연결되는 제 1 커패시터(C_1)와 제 2 커패시터(C_2)의 공통 출력단과 변압 회로부(48)의 제 2 권선비 단자와 연결되고, 권선비 선택 스위치(M_3)는 제 3 스위칭부(45)를 구성하는 제 7 스위치 소자(S_7)와 제 8 스위치 소자(S_8)의 공통 출력단과 변압 회로부(48)의 제 3 권선비 단자와 연결되는 것이다.
- [0064] 도 4에서와 같이, 모드선택 스위치(M)(42)가 제 1 스위칭부(41)의 일단(a) 또는 저전압 배터리(LVB)(43)의 일단

(b)를 DC 링크 커패시터(C_{dc})에 병렬 연결하기 위한 위치에 구성되고, 스위칭 동작에 의해 G2V(Grid to Vehicle) 동작, V2G(Vehicle to Grid) 동작, LDC(Low Voltage DC/DC Converter) 동작에 따라 서로 다른 권선비를 갖고 변압 동작되도록 하는 권선비 선택 스위치(M_1)(M_2)(M_3)가 구비된다.

- [0065] 그리고 DC 링크 커패시턴스 크기를 유지하기 위하여 DC 링크 커패시터(C_{dc}) 및 서로 직렬 연결되어 DC 링크 커패시터(C_{dc})에 병렬 연결되는 제 1,2 커패시터(C_1)(C_2)가 구비된다.
- [0066] 본 발명에 따른 멀티 기능과 권선비를 갖는 OBC/LDC 통합형 회로는 [Function I]의 G2V(Grid to Vehicle) 동작시에 primary/secondary/tertiary winding 3개 모두를 사용한다.
- [0067] [Function II]의 V2G(Vehicle to Grid) 동작시에 primary/tertiary winding 두 개만 사용한다.
- [0068] [Function II]의 V2G(Vehicle to Grid) 동작시에 제 7,8,9,10,11,12 스위치 소자(S_7)(S_8)(S_9)(S_{10})(S_{11})(S_{12})가 FB(Full Bridge)-HB(Half Bridge) DC/DC 컨버터를 구성하고, 추가적인 제어과정 없이 넓은 입력전압 범위의 동작이 가능하도록 한다.
- [0069] [Function III]의 LDC(Low Voltage DC/DC Converter) 동작시에는 primary/secondary winding 두 개만 사용하고,
- [0070] 제 5,6,9,10,11,12 스위치 소자(S_5)(S_6)(S_9)(S_{10})(S_{11})(S_{12})가 FB(Full Bridge)-HB(Half Bridge) DC/DC 컨버터를 구성하고, 제 1,2 커패시터(C_1)(C_2)의 전압은 $V_{aux}/2=V_s$ 를 유지한다.
- [0071] 이와 같은 본 발명에 따른 멀티 기능과 권선비를 갖는 OBC/LDC 통합형 회로는 통합하지 않은 분리형 회로에 비해 적은 스위치로 3가지 기능을 모두 수행할 수 있다는 장점이 있다.
- [0072] 동작 과정은 첫 번째 G2V 기능은 모드선택 스위치(M)(42)가 제 1 스위칭부(41)의 일단(a)에 연결되고 권선비 선택 스위치(M_1)과 권선비 선택 스위치(M_3)가 닫히며 권선비 선택 스위치(M_2)는 열린 상태에서 동작한다. 이때는 3개의 권선비를 모두 사용하여 기존의 통합형 회로와 동일하게 동작하게 된다.
- [0073] 두 번째 V2G 기능은 모드선택 스위치(M)(42)가 제 1 스위칭부(41)의 일단(a)에 연결되고, 권선비 선택 스위치(M_2)와 권선비 선택 스위치(M_3)가 닫히며 권선비 선택 스위치(M_1)이 열린 상태에서 동작한다.
- [0074] 이때 DC/DC 컨버터의 권선비는 3가지 권선비중 N_p 와 N_t 두개의 권선비만 사용하게 되고, 앞 단은 풀 브릿지로, 뒷단은 하프 브릿지로 이루어진 DC/DC컨버터의 동작으로 기능을 수행한다.
- [0075] 이때 뒷단을 구성하는 제 7,8 스위치 소자(S_7)(S_8)는 동기정류기의 제어만으로 동작한다.
- [0076] 이를 통해 고정된 권선비에 의한 추가적인 제어 없이 단순 동기정류기 역할만으로는 넓은 전압범위의 양방향 동작이 불가능하다는 단점을 개선하는 것이다.
- [0077] 세 번째 LDC 기능은 모드선택 스위치(M)(42)가 저전압 배터리(LVB)(43)의 일단(b)에 연결되고, 권선비 선택 스위치(M_1)과 권선비 선택 스위치(M_2)가 닫히며 권선비 선택 스위치(M_3)가 열린 상태에서 동작한다.
- [0078] 이 기능에서도 N_p 와 N_s 두개의 권선비만 사용하게 되고, 앞 단은 풀 브릿지로, 뒷단은 하프 브릿지로 이루어진 DC/DC컨버터의 동작으로 기능을 수행한다.
- [0079] 종래 기술의 통합형 회로가 12개의 스위치를 거쳐 LDC 동작을 수행하는 반면 위의 본 발명에 따른 멀티 기능과 권선비를 갖는 OBC/LDC 통합형 회로는 6개의 스위치를 거쳐 동작하고, 이에 따라 효율이 높아지는 장점이 있다.
- [0080] G2V(Grid to Vehicle) 동작, V2G(Vehicle to Grid) 동작, LDC(Low Voltage DC/DC Converter) 동작에 따른 구체적인 동작 특성을 설명하면 다음과 같다.
- [0081] 도 5내지 도 7은 본 발명에 따른 OBC/LDC 통합형 회로의 모드에 따른 동작 설명도이다.
- [0082] 도 5는 [Function I]의 G2V(Grid to Vehicle) 동작시의 동작 설명도이다.
- [0083] 모드선택 스위치(M)(42)가 제 1 스위칭부(41)의 일단(a)에 연결되고 권선비 선택 스위치(M_1)과 권선비 선택 스위치(M_3)가 닫히며 권선비 선택 스위치(M_2)는 열린 상태에서 G2V(Grid to Vehicle) 동작을 시작한다.

- [0084] 승압형 PFC(Power Factor Corrector) 컨버터를 통해 220Vrms를 380V로 승압하고, 변압기를 통해 380V를 $380 * N_p / (N_s + N_t) V$ (420V 이상)로 승압한다.
- [0085] PSFB(Phase Shifted Full Bridge) 컨버터의 동작을 통해 출력전압 조절을 하고, 출력전압 범위는 300 ~ 420V이다.
- [0086] G2V(Grid to Vehicle) 동작 제어는 제 1 스위칭부(41)의 제 1,2,3,4 스위치 소자(S_1)(S_2)(S_3)(S_4)는 승압형 PFC 제어, 제 2 스위칭부(44)의 제 5,6 스위치 소자(S_5)(S_6) 및 제 3 스위칭부(45)의 제 7,8 스위치 소자(S_7)(S_8)는 위상천이 제어, 제 4 스위칭부(46)의 제 9,10,11,12 스위치 소자(S_9)(S_{10})(S_{11})(S_{12})는 동기정류기 제어를 한다.
- [0087] 도 6은 [Function II]의 V2G(Vehicle to Grid) 동작시의 동작 설명도이다.
- [0088] 모드선택 스위치(M)(42)가 제 1 스위칭부(41)의 일단(a)에 연결되고, 권선비 선택 스위치(M_2)와 권선비 선택 스위치(M_3)가 닫히며 권선비 선택 스위치(M_1)이 열린 상태에서 V2G(Vehicle to Grid) 동작을 시작한다.
- [0089] 입력전압 범위는 300 ~ 420V이고, 변압기를 통해 V_p 를 $V_t = V_p * N_t / N_p$ 로 강압하고, V_{dc} 는 최대 V_t 의 2배의 전압을 통해 조절 가능하다.
- [0090] FB(Full Bridge)-HB(Half Bridge) 컨버터를 통해, 제 1,2 커패시터(C_1)(C_2)는 $V_{dc}/2=175V$ 전압을 유지하고, 출력전압은 220Vrms이다.
- [0091] 제 4 스위칭부(46)의 제 9,10,11,12 스위치 소자(S_9)(S_{10})(S_{11})(S_{12})는 위상천이 제어, 제 3 스위칭부(45)의 제 7,8 스위치 소자(S_7)(S_8)는 동기정류기 제어를 하여 추가적인 제어 없이 넓은 입력전압 범위에서 350V의 DC링크 전압을 유지할 수 있다.
- [0092] 제 1 스위칭부(41)의 제 1,2,3,4 스위치 소자(S_1)(S_2)(S_3)(S_4)는 단상 인버터 제어를 한다.
- [0093] 본 발명은 [Function II]의 V2G(Vehicle to Grid) 동작시에 Variable DC Link Control 및 Boost control 등의 추가적인 제어 불필요한 것으로, 추가적인 제어 없이 넓은 입력전압 범위의 동작이 가능하고, 시뮬레이션상 효율을 증가시킨다.
- [0094] 도 7은 [Function III]의 LDC(Low Voltage DC/DC Converter) 동작시의 동작 설명도이다.
- [0095] 모드선택 스위치(M)(42)가 저전압 배터리(LVB)(43)의 일단(b)에 연결되고, 권선비 선택 스위치(M_1)과 권선비 선택 스위치(M_2)가 닫히며 권선비 선택 스위치(M_3)가 열린 상태에서 LDC 동작을 시작한다.
- [0096] 입력전압 범위는 300 ~ 420V이고, 변압기를 통해 V_p 를 $V_s = V_p * N_s / N_p$ 로 강압하고, V_o 는 V_s 의 2배의 전압을 통해 24V로 조절 가능하다.
- [0097] HB(Half Bridge)-FB(Full Bridge) 컨버터를 통해, 제 1,2 커패시터(C_1)(C_2)는 $V_o/2=12V$ 로 유지하고, 출력전압은 24V로 유지한다.
- [0098] 제 4 스위칭부(46)의 제 9,10,11,12 스위치 소자(S_9)(S_{10})(S_{11})(S_{12})는 위상천이 제어, 제 2 스위칭부(44)의 제 5,6 스위치 소자(S_5)(S_6)는 동기정류기 제어를 하여, Buck control 등의 추가적인 제어가 불필요하여 추가적인 제어 및 소자 없이 LDC 동작이 가능하고, 시뮬레이션상 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0099] 이상에서 설명한 본 발명에 따른 멀티 기능과 권선비를 갖는 OBC/LDC 통합형 회로는 OBC/LDC 통합형 회로를 구성하여 추가적인 DC/DC 컨버터가 없이 OBC의 회로만으로 LDC 기능까지 수행할 수 있도록 하고, 선택적으로 권선비를 사용하는 것에 의해 추가적인 제어 없이 넓은 전압범위에서 양방향 G2V 와 V2G 기능을 모두 수행하고, LDC 기능에서 적은 스위치만을 사용하여 동작하는 것에 의해 충전 효율을 높일 수 있도록 한 것이다.
- [0100] 이상에서의 설명에서와 같이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 본 발명이 구현되어 있음을 이해할 수 있을 것이다.
- [0101] 그러므로 명시된 실시 예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 하고, 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구 범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에

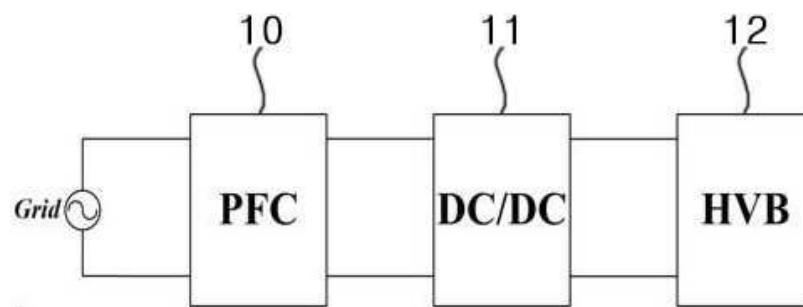
포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

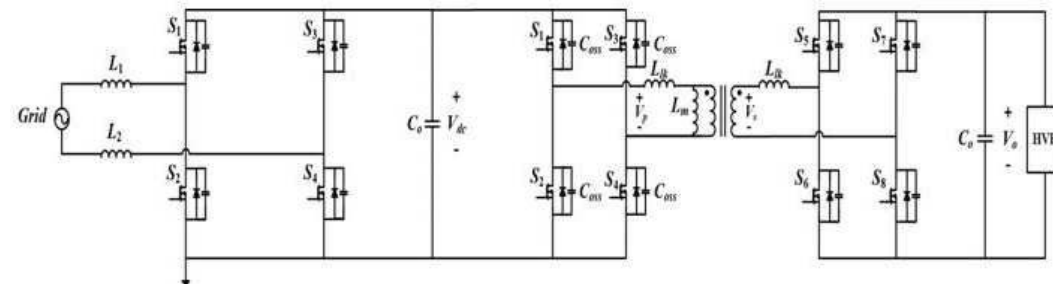
- | | |
|---------------|--------------|
| 40. 계통 | 41. 제 1 스위칭부 |
| 42. 모드 선택 스위치 | 43. LVB |
| 44. 제 2 스위칭부 | 45. 제 3 스위칭부 |
| 46. 제 4 스위칭부 | 47. HVB |
| 48. 변압 회로부 | |

도면

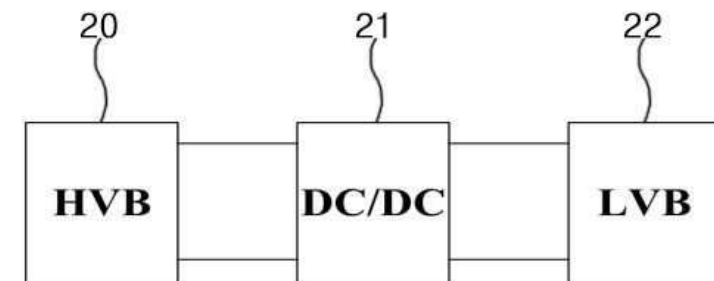
도면1a



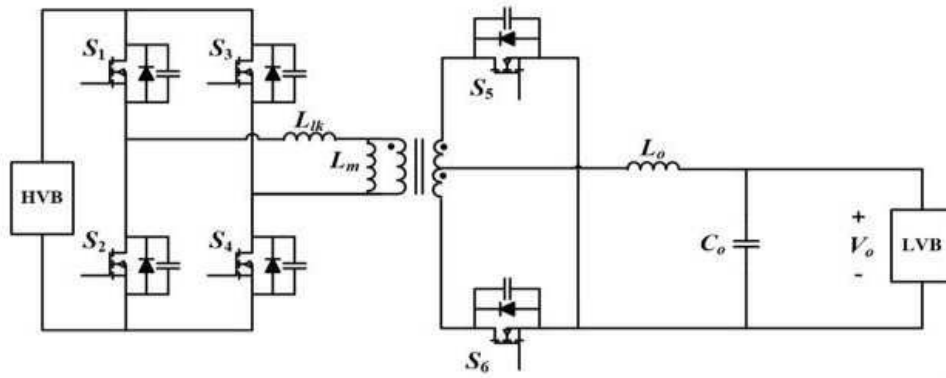
도면1b



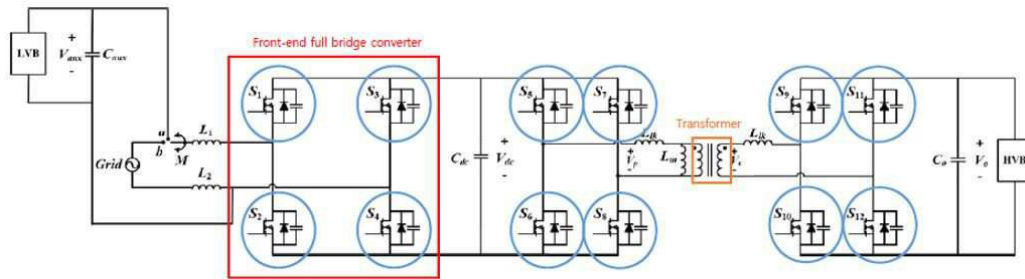
도면2a



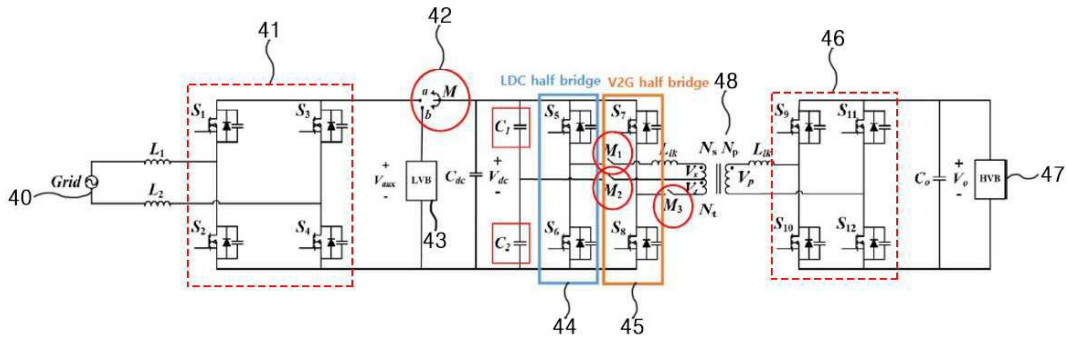
도면2b



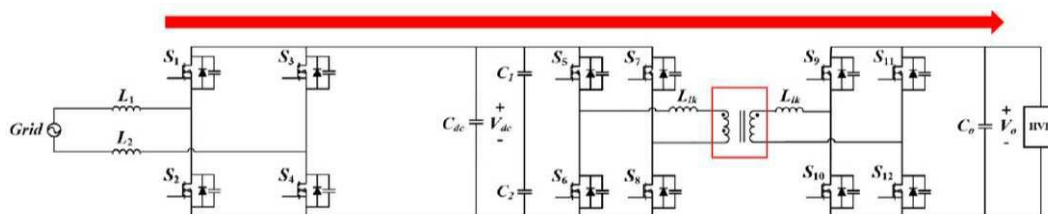
도면3



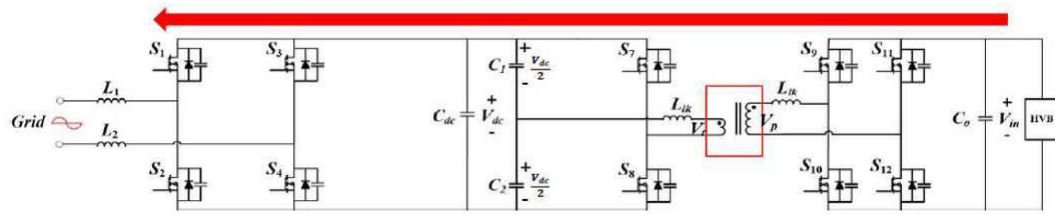
도면4



도면5



도면6



도면7

