



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년03월21일
(11) 등록번호 10-2376932
(24) 등록일자 2022년03월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B60L 53/24 (2019.01) B60L 15/20 (2006.01)

B60L 55/00 (2019.01) B60L 58/20 (2019.01)

(52) CPC특허분류

B60L 53/24 (2019.02)

B60L 15/20 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0017095

(22) 출원일자 2020년02월12일

심사청구일자 2020년02월12일

(65) 공개번호 10-2021-0102723

(43) 공개일자 2021년08월20일

(56) 선행기술조사문헌

KR101509709 B1*

KR101774163 B1*

KR1020160038348 A*

KR1020190069923 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

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

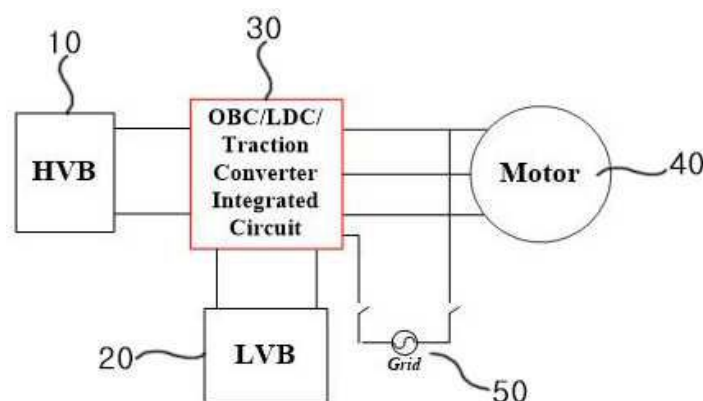
심사관 : 추형석

(54) 발명의 명칭 전기자동차 통합형 전력변환 시스템

(57) 요약

본 발명은 전기자동차용 탑재형 충전기와 보조배터리 충전기, 트랙션 컨버터의 통합형 전력변환 장치를 구현하여 전력밀도를 높이고 회로 구성을 단순화할 수 있도록 한 전기자동차 통합형 전력변환 시스템에 관한 것으로, 고전압 배터리(HVB); 저전압 배터리(LVB); 상기 고전압 배터리(HVB) 및 저전압 배터리(LVB)에 연결되고, OBC(On-Board Charger) 및 LDC(Low voltage DC-DC Converter) 회로 및 트랙션 컨버터(Traction Converter)가 결합되어 통합형 전력변환 회로를 구성하고, 고전압 배터리(HVB)를 충전하는 G2V(Grid to Vehicle) 모드, 계통(Grid)에 전력을 전달하는 V2G(Vehicle to Grid) 모드, 주행 시 모터를 구동하고, 저전압 배터리를 충전하는 트랙션/LDC 기능을 수행하는 통합형 전력변환부(OBC/LDC/Traction Converter Integrated Circuit);를 포함하는 것이다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

B60L 55/00 (2019.02)
B60L 58/20 (2019.02)
B60L 2210/10 (2013.01)
B60L 2240/547 (2013.01)
B60Y 2200/91 (2013.01)
Y02T 10/70 (2020.08)
Y02T 10/72 (2020.08)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711097641
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	1/2
과제수행기관명	연세대학교
연구기간	2019.08.01 ~ 2019.11.30

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415163443
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	1/2
과제수행기관명	연세대학교 산학협력단
연구기간	2019.01.01 ~ 2019.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

고전압 배터리(HVB);

저전압 배터리(LVB);

상기 고전압 배터리(HVB) 및 저전압 배터리(LVB)에 연결되고, OBC(On-Board Charger) 및 LDC(Low voltage DC-DC Converter) 회로 및 트랙션 컨버터(Traction Converter)가 결합되어 통합형 전력변환 회로를 구성하고, 고전압 배터리(HVB)를 충전하는 G2V(Grid to Vehicle) 모드, 계통(Grid)에 전력을 전달하는 V2G(Vehicle to Grid) 모드, 주행 시 모터를 구동하고, 저전압 배터리를 충전하는 트랙션/LDC 기능을 수행하는 통합형 전력변환부(OBC/LDC/Traction Converter Integrated Circuit);를 포함하고,

동작 모드에 따라 PFC 컨버터 또는 단상 인버터로 동작하는 스위칭부와 모터, 계통 사이에 위치하여, G2V(Grid to Vehicle) 모드, V2G(Vehicle to Grid) 모드, 트랙션/LDC 기능을 수행시에 동작 모드에 따라 모터 또는 계통을 스위칭부에 연결하는 제 1,2,3 선택형 스위치(M_1)(M_2)(M_3)를 포함하고,

고전압 배터리(HVB)를 충전하는 G2V(Grid to Vehicle) 모드 동작시에, 제 1,3 선택형 스위치(M_1)(M_3)는 계통에 연결되고, 제 2 선택형 스위치(M_2)는 열린 상태에서 스위칭부의 H-Bridge 컨버터가 PFC 컨버터로 동작하는 것을 특징으로 하는 전기자동차 통합형 전력변환 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 통합형 전력변환부는,

모터 앞단에 구성되는 선택형 스위치에 의해 모터 또는 계통(Grid)에 선택적으로 연결되는 것을 특징으로 하는 전기자동차 통합형 전력변환 시스템.

청구항 3

고전압 배터리(HVB)와 변압 회로부 일측 사이에 연결되고, 제 1,2,3,4 스위치 소자(S_1)(S_2)(S_3)(S_4)를 갖고 H-Bridge 컨버터를 구성하는 제 1 스위칭부;

제 1 스위칭부에 대응하여 변압 회로부 타측에 연결되고, 제 5,6,7,8 스위치 소자(S_5)(S_6)(S_7)(S_8)를 갖고 H-Bridge 컨버터를 구성하는 제 2 스위칭부;

저전압 배터리(LVB)와 연결되고, 제 9,10,11,12 스위치 소자(S_9)(S_{10})(S_{11})(S_{12}) 및 인덕터(L_0), 커패시터(C_0)로 이루어진 내장된 강압형 컨버터를 구성하는 제 3 스위칭부;

제 3 스위칭부에 연결되어 제 13,14,15,16,17,18 스위치 소자(S_{13})(S_{14})(S_{15})(S_{16})(S_{17})(S_{18})로 이루어져 동작 모드에 따라 PFC 컨버터 또는 단상 인버터로 동작하는 제 4 스위칭부;

제 4 스위칭부와 모터, 계통 사이에 위치하여 동작 모드에 따라 모터 또는 계통을 제 4 스위칭부에 연결하는 제 1,2,3 선택형 스위치(M_1)(M_2)(M_3)를 포함하고,

OBC(On-Board Charger) 및 LDC(Low voltage DC-DC Converter) 회로 및 트랙션 컨버터(Traction Converter)가 결합되는 통합형 전력변환 회로를 구성하고,

고전압 배터리(HVB)를 충전하는 G2V(Grid to Vehicle) 모드 동작시에, 제 1,3 선택형 스위치(M_1)(M_3)는 계통에 연결되고, 제 2 선택형 스위치(M_2)는 열린 상태에서 제 4 스위칭부의 제 13,14,17,18 스위치 소자(S_{13})(S_{14})(S_{17})(S_{18})로 이루어진 H-Bridge 컨버터가 PFC 컨버터로 동작하고, 제 4 스위칭부의 제 15,16 스위치 소자(S_{15})(S_{16})는 꺼진 채로 동작하는 것을 특징으로 하는 전기자동차 통합형 전력변환 시스템.

청구항 4

삭제

청구항 5

제 3 항에 있어서, 제 3 스위칭부의 제 9,10,11,12 스위치 소자(S_9)(S_{10})(S_{11})(S_{12})가 꺼짐으로써 저전압 배터리(LVB)와 연결된 제 9,10,11,12 스위치 소자(S_9)(S_{10})(S_{11})(S_{12}) 및 인덕터(L_o), 커패시터(C_o)로 이루어진 내장된 강압형 컨버터를 구성하는 제 3 스위칭부를 전체 시스템에서 분리하여 동작하는 것을 특징으로 하는 전기자동차 통합형 전력변환 시스템.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 제 5,6,7,8 스위치 소자(S_5)(S_6)(S_7)(S_8)를 갖고 H-Bridge 컨버터를 구성하는 제 2 스위칭부는 위상천이 제어를 통해 동작하고,

제 1,2,3,4 스위치 소자(S_1)(S_2)(S_3)(S_4)를 갖고 H-Bridge 컨버터를 구성하는 제 1 스위칭부는 동기정류기 역할을 하며, 권선비는 $(N_s+N_t) : N_p$ 가 되는 특성을 이용하여 고전압 배터리(HVB)를 충전하는 것을 특징으로 하는 전기자동차 통합형 전력변환 시스템.

청구항 7

제 3 항에 있어서, 계통(Grid)에 전력을 전달하는 V2G(Vehicle to Grid) 모드 동작시에,

제 1,3 선택형 스위치(M_1)(M_3)는 계통에 연결되고, 제 2 선택형 스위치(M_2)는 열린 상태에서 제 4 스위칭부의 제 15,16 스위치 소자(S_{15})(S_{16})는 꺼진 채로 동작하고,

제 1,2,3,4 스위치 소자(S_1)(S_2)(S_3)(S_4)를 갖고 H-Bridge 컨버터를 구성하는 제 1 스위칭부는 위상천이형 제어를 통해 동작하고, 제 5,6,7,8 스위치 소자(S_5)(S_6)(S_7)(S_8)를 갖고 H-Bridge 컨버터를 구성하는 제 2 스위칭부는 동기정류기 역할은 하며 권선비는 $N_p : (N_s+N_t)$ 가 되는 특성을 이용하여 V_{dc} 를 조정하는 것을 특징으로 하는 전기자동차 통합형 전력변환 시스템.

청구항 8

제 7 항에 있어서, 제 3 스위칭부의 제 9,10,11,12 스위치 소자(S_9)(S_{10})(S_{11})(S_{12})가 꺼짐으로써 저전압 배터리(LVB)와 연결된 제 9,10,11,12 스위치 소자(S_9)(S_{10})(S_{11})(S_{12}) 및 인덕터(L_o), 커패시터(C_o)로 이루어진 내장된 강압형 컨버터를 구성하는 제 3 스위칭부를 전체 시스템에서 분리하여 동작하고,

제 4 스위칭부의 제 13,14,17,18 스위치 소자(S_{13})(S_{14})(S_{17})(S_{18})로 이루어진 H-Bridge 컨버터가 단상 인버터 동작을 함으로써 계통에 전력을 전달하는 것을 특징으로 하는 전기자동차 통합형 전력변환 시스템.

청구항 9

제 3 항에 있어서, 주행 시 모터를 구동하고, 저전압 배터리를 충전하는 트랙션/LDC 모드 동작시에,

제 1,2,3 선택형 스위치(M_1)(M_2)(M_3)는 모터에 연결되고, 제 1,2,3,4 스위치 소자(S_1)(S_2)(S_3)(S_4)를 갖고 H-Bridge 컨버터를 구성하는 제 1 스위칭부는 모터 구동을 기준으로 위상천이형 제어를 통해 동작하고,

제 1 스위칭부 및 제 2 스위칭부의 스위칭 소자들($S_1 \sim S_8$)로 이루어지는 PSFB(Phase Shifted Full Bridge) 컨버터는 위상천이 제어와 권선비 $N_p : (N_s+N_t)$ 를 이용하여 인버터의 입력전압인 DC 링크 전압 V_{dc} 를 조정하고, 고전압 배터리(HVB)의 전압을 승압시키는 역할을 하는 것을 특징으로 하는 전기자동차 통합형 전력변환 시스템.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 모터 구동을 기준으로 동작하는 제 1,2,3,4 스위치 소자(S_1)(S_2)(S_3)(S_4)를 갖고 H-Bridge 컨

버터를 구성하는 제 1 스위칭부의 동작을 바탕으로 변압기의 권선비 $N_p : N_t$ 와 내장된 강압형 컨버터의 듀티를 조정하여 저전압 배터리(LVB)를 충전하는 것을 특징으로 하는 전기자동차 통합형 전력변환 시스템.

청구항 11

제 10 항에 있어서, 강압형 컨버터는 제 1,4 스위치 소자(S_1)(S_4)가 켜지는 구간 안에서 제 9,10,12 스위치 소자(S_9)(S_{10})(S_{12})가 듀티를 조정하며 켜짐으로써 저전압 배터리(LVB)에 전력을 전달하고,

그 외의 구간에선 제 11 스위치 소자(S_{11})가 켜지고 제 9,10,12 스위치 소자(S_9)(S_{10})(S_{12})가 꺼짐으로써 프리윙 동작을 하는 것을 특징으로 하는 전기자동차 통합형 전력변환 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전기자동차에 관한 것으로, 구체적으로 전기자동차용 탑재형 충전기와 보조배터리 충전기,트랙션 컨버터의 통합형 전력변환 장치를 구현하여 전력밀도를 높이고 회로 구성을 단순화할 수 있도록 한 전기자동차 통합형 전력변환 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 전기자동차는 고전압 배터리 전원을 3상 교류 전원으로 변환하여 영구자석형 동기전동기나 유도 전동기 등의 3상 교류전동기를 구동시키고, 전동기 축과 감속기 등을 통해 연결된 바퀴를 구동시켜 차량을 움직인다.

[0003] 또한, 전기자동차는 주행 중 감속모드에서 교류전동기를 통해 발전모드인 회생발전(re-generation)을 통해 차량의 관성에너지를 전기에너지로 변환하여 고전압배터리로 재충전하여 에너지 재활용률을 높인다.

[0004] 인버터에는 주 전력부 구성요소로 전력용 반도체와 직류링크 커패시터(DC Link Capacitor)가 구비되며, 또한 스위칭 소자 등에서 발생하는 열을 방열하기 위한 냉각부, 고전압 배터리나 모터, 혹은 전력분배기(Power Distribute Unit) 등과 연결하기 위한 부스바와 커넥터, 스위칭 소자를 제어하기 위한 제어보드, 게이트보드 등이 구비된다.

[0005] 전기자동차에서는 에너지원으로 전기를 사용하기 때문에 전기를 에너지원으로 저장하여 보관하여야 하는데 이를 위해 일반 상용전원을 통하여 배터리를 충전하여야 한다. 이때 고전압인 상용전원을 이용하여 전기차의 에너지 저장장치인 배터리를 충전하는데 사용되는 회로가 전기자동차용 충전회로인 OBC(On-Board Charger) 회로이다.

[0006] 도 1a와 도 1b는 종래 기술의 분리형 전력 변환 시스템 구성도이다.

[0007] OBC 회로는 PFC(Power Factor Correction) 컨버터, DC/DC 컨버터, HVB(High Voltage Battery)의 구조를 갖는다.

[0008] 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.

[0009] 차량 탑재형 배터리충전기(OBC)는 그리드로부터의 전력을 역률 보상 회로(PFC 컨버터)를 통해 역률을 상승시킨 후, 이 회로의 출력전압을 DC/DC 컨버터를 통해 고전압 배터리에 맞게 변환하며 동작한다.

[0010] 보조배터리 충전기(LDC)(Low voltage DC-DC Converter)는 고전압 배터리의 높은 전압을 DC/DC 컨버터를 통해 보조배터리의 낮은 전압으로 강압을 시키며 동작한다.

[0011] 트랙션 컨버터는 고전압 DC/DC 컨버터(HDC)를 통해 고전압 배터리의 전압을 승압시키고, 인버터의 입력전압을 조정해주며, 이 전압을 이용하여 트랙션 인버터가 모터를 구동한다.

[0012] 도 2a와 도 2b는 종래 기술의 OBC/LDC 통합형 회로를 적용한 전력변환 시스템 구성도이다.

[0013] 종래 기술의 OBC/LDC 통합형 회로는 전력밀도를 높이고, 경제성을 향상시키기 위해 고전압 배터리와 저전압 보

조 배터리를 충전시키는 충전 시스템을 통합하는, 즉 OBC와 LDC를 통합하여 하나의 회로로 두 개의 배터리를 충전시키는 방식이다.

- [0014] OBC와 LDC를 통합한 전력변환 시스템은 트랙션 컨버터는 동일하게 유지하며 모터를 구동하고, 그리드단에 연결된 스위치와 자동차의 상황을 통해 고전압 배터리를 충전할지(G2V 기능), 계통에 전력을 전달하지(V2G 기능), 저전압 배터리를 충전할지(LDC 기능)를 결정하여 동작하게 된다.
- [0015] 도 3a와 도 3b는 OBC/트랙션 컨버터 통합형 회로를 적용한 전력변환 시스템 구성도이다.
- [0016] OBC/트랙션 컨버터 통합형 회로는 소자수를 줄여 전력밀도를 높이고, 경제성을 향상시키기 위해 OBC의 DC/DC 컨버터와 트랙션 컨버터의 DC/DC 컨버터를 통합하고, OBC의 PFC 컨버터와 트랙션 인버터를 통합하는 형태로 OBC와 트랙션 컨버터를 통합하는 방식이다.
- [0017] OBC와 트랙션 컨버터를 통합한 시스템은 그리드에 연결된 스위치와 자동차의 상황을 통해 기존 분리된 전력변환 시스템과 동일하게 동작한다.
- [0018] 즉, 기존 OBC의 PFC 컨버터를 트랙션 인버터로 대체하여 동일하게 동작하게 하고, OBC의 DC/DC 컨버터와 HDC를 통합하여 G2V 기능, V2G 기능, 모터를 구동하는 동작(트랙션 기능)을 수행하며, LDC는 분리되어 고 전압 배터리 에 연결되어 트랙션 기능과 동시에 LDC기능을 수행한다.
- [0019] 도 1b는 종래 기술의 분리형 전력변환 시스템의 회로 구성을 나타낸 것이고, 도 2b는 OBC와 LDC를 통합한 회로를 적용했을 때의 전기자동차 내부 전력변환 시스템의 회로 구성을 나타낸 것이다.
- [0020] 도 3b는 OBC와 트랙션 컨버터를 통합한 회로를 적용했을 때의 전기자동차 내부 전력변환 시스템의 회로 구성을 나타낸 것이다.
- [0021] 이와 같이 OBC, LDC, 트랙션 컨버터 세가지 중 두가지를 통합하더라도 전체 전력변환시스템에 사용되는 수동소자와 변압기, 스위치의 개수가 많아 부피가 크고, 경제성이 낮고, 전력밀도가 낮으며, 제어가 복잡하다는 것을 알 수 있다.
- [0022] 이와 같은 종래 기술의 전기자동차에 내장된 전력변환 장치는 OBC를 통해 고전압 배터리를 충전하고, 고전압 배터리를 입력으로 하여 LDC를 통해 보조배터리를 충전한다. 또한, 고전압 배터리를 입력으로 하여 트랙션 컨버터를 통해 모터를 구동한다.
- [0023] 즉, 두 개의 전력변환 장치가 배터리 충전 시스템을 구성하고, 트랙션 컨버터가 모터를 구동하는 역할을 한다. 이러한 방식은 스위치와 소자의 개수를 증가시켜 충전시스템의 부피가 커지게 된다.
- [0024] 이러한 문제를 해결하기 위해 OBC와 LDC를 통합한 통합형 회로를 사용하는 방식 또는 OBC와 트랙션 컨버터를 통합하는 방식이 제안되고 있으나, 회로 구성상의 어려움때문에 세 가지의 전력변환 장치를 모두 통합한 전력변환 시스템의 구축 및 상용화에는 어려움이 있다.
- [0025] 따라서, 전기자동차용 탑재형 충전기와 보조배터리 충전기, 트랙션 컨버터의 통합형 전력변환 장치를 구현하여 전력밀도를 높이고 회로 구성을 단순화할 수 있도록 하기 위한 새로운 기술의 개발이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0026] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-1451787호
- (특허문헌 0002) 대한민국 공개특허 제10-2009-0038171호
- (특허문헌 0003) 대한민국 등록특허 제10-1541181호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0027] 본 발명은 종래 기술의 전기자동차 전력변환 시스템의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 전기자동차용 탑재형 충

전기와 보조배터리 충전기, 트랙션 컨버터의 통합형 전력변환 장치를 구현하여 전력밀도를 높이고 회로 구성을 단순화할 수 있도록 한 전기자동차 통합형 전력변환 시스템을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0028] 본 발명은 LDC/트랙션 기능시에 두 개의 회로로 LDC와 트랙션 기능 각각을 수행하는 것이 아닌 하나의 통합형 회로로 두 개의 기능을 동시에 수행하도록 하여 성능을 높인 전기자동차 통합형 전력변환 시스템을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0029] 본 발명은 수동소자의 개수를 감소시키고, 스위치의 개수를 감소시켜 회로 구성을 단순화하면서 동일한 기능을 수행하여 시스템 부피를 감소시켜 전력밀도 및 경제성을 향상시킬 수 있도록 한 전기자동차 통합형 전력변환 시스템을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0030] 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

[0031] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 전기자동차 통합형 전력변환 시스템은 고전압 배터리(HVB); 저전압 배터리(LVB);상기 고전압 배터리(HVB) 및 저전압 배터리(LVB)에 연결되고, OBC(On-Board Charger) 및 LDC(Low voltage DC-DC Converter) 회로 및 트랙션 컨버터(Traction Converter)가 결합되어 통합형 전력변환 회로를 구성하고, 고전압 배터리(HVB)를 충전하는 G2V(Grid to Vehicle) 모드, 계통(Grid)에 전력을 전달하는 V2G(Vehicle to Grid) 모드, 주행 시 모터를 구동하고, 저전압 배터리를 충전하는 트랙션/LDC 기능을 수행하는 통합형 전력변환부(OBC/LDC/Traction Converter Integrated Circuit);를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0032] 여기서, 통합형 전력변환부는, 모터 앞단에 구성되는 선택형 스위치에 의해 모터 또는 계통(Grid)에 선택적으로 연결되는 것을 특징으로 한다.

[0033] 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 전기자동차 통합형 전력변환 시스템은 고전압 배터리(HVB)와 변압 회로부 일측 사이에 연결되고, 제 1,2,3,4 스위치 소자(S_1)(S_2)(S_3)(S_4)를 갖고 H-Bridge 컨버터를 구성하는 제 1 스위칭부; 제 1 스위칭부에 대응하여 변압 회로부 타측에 연결되고, 제 5,6,7,8 스위치 소자(S_5)(S_6)(S_7)(S_8)를 갖고 H-Bridge 컨버터를 구성하는 제 2 스위칭부;저전압 배터리(LVB)와 연결되고, 제 9,10,11,12 스위치 소자(S_9)(S_{10})(S_{11})(S_{12}) 및 인덕터(L_o), 커패시터(C_o)로 이루어진 내장된 강압형 컨버터를 구성하는 제 3 스위칭부;제 3 스위칭부에 연결되어 제 13,14,15,16,17,18 스위치 소자(S_{13})(S_{14})(S_{15})(S_{16})(S_{17})(S_{18})로 이루어져 동작 모드에 따라 PFC 컨버터 또는 단상 인버터로 동작하는 제 4 스위칭부;제 4 스위칭부와 모터, 계통 사이에 위치하여 동작 모드에 따라 모터 또는 계통을 제 4 스위칭부에 연결하는 제 1,2,3 선택형 스위치(M_1)(M_2)(M_3)를 포함하고, OBC(On-Board Charger) 및 LDC(Low voltage DC-DC Converter) 회로 및 트랙션 컨버터(Traction Converter)가 결합되는 통합형 전력변환 회로를 구성하는 것을 특징으로 한다.

[0034] 여기서, 고전압 배터리(HVB)를 충전하는 G2V(Grid to Vehicle) 모드 동작시에, 제 1,3 선택형 스위치(M_1)(M_3)는 계통에 연결되고, 제 2 선택형 스위치(M_2)는 열린 상태에서 제 4 스위칭부의 제 13,14,17,18 스위치 소자(S_{13})(S_{14})(S_{17})(S_{18})로 이루어진 H-Bridge 컨버터가 PFC 컨버터로 동작하고, 제 4 스위칭부의 제 15,16 스위치 소자(S_{15})(S_{16})는 꺼진 채로 동작하는 것을 특징으로 한다.

[0035] 그리고 제 3 스위칭부의 제 9,10,11,12 스위치 소자(S_9)(S_{10})(S_{11})(S_{12})가 꺼짐으로써 저전압 배터리(LVB)와 연결된 제 9,10,11,12 스위치 소자(S_9)(S_{10})(S_{11})(S_{12}) 및 인덕터(L_o), 커패시터(C_o)로 이루어진 내장된 강압형 컨버터를 구성하는 제 3 스위칭부를 전체 시스템에서 분리하여 동작하는 것을 특징으로 한다.

[0036] 그리고 제 5,6,7,8 스위치 소자(S_5)(S_6)(S_7)(S_8)를 갖고 H-Bridge 컨버터를 구성하는 제 2 스위칭부는 위상천이 제어를 통해 동작하고, 제 1,2,3,4 스위치 소자(S_1)(S_2)(S_3)(S_4)를 갖고 H-Bridge 컨버터를 구성하는 제 1 스위칭부는 동기정류기 역할을 하며, 권선비는 (N_s+N_L) : N_p 가 되는 특성을 이용하여 고전압 배터리(HVB)를 충전하는 것을 특징으로 한다.

[0037] 그리고 계통(Grid)에 전력을 전달하는 V2G(Vehicle to Grid) 모드 동작시에, 제 1,3 선택형 스위치(M_1)(M_3)는

계통에 연결되고, 제 2 선택형 스위치(M_2)는 열린 상태에서 제 4 스위칭부의 제 15,16 스위치 소자(S_{15})(S_{16})는 꺼진 채로 동작하고, 제 1,2,3,4 스위치 소자(S_1)(S_2)(S_3)(S_4)를 갖고 H-Bridge 컨버터를 구성하는 제 1 스위칭부는 위상천이형 제어를 통해 동작하고, 제 5,6,7,8 스위치 소자(S_5)(S_6)(S_7)(S_8)를 갖고 H-Bridge 컨버터를 구성하는 제 2 스위칭부는 동기정류기 역할은 하며 권선비는 N_p : (N_s+N_t)가 되는 특성을 이용하여 V_{dc} 를 조정하는 것을 특징으로 한다.

[0038] 그리고 제 3 스위칭부의 제 9,10,11,12 스위치 소자(S_9)(S_{10})(S_{11})(S_{12})가 꺼짐으로써 저전압 배터리(LVB)와 연결된 제 9,10,11,12 스위치 소자(S_9)(S_{10})(S_{11})(S_{12}) 및 인덕터(L_o), 커패시터(C_o)로 이루어진 내장된 강압형 컨버터를 구성하는 제 3 스위칭부를 전체 시스템에서 분리하여 동작하고, 제 4 스위칭부의 제 13,14,17,18 스위치 소자(S_{13})(S_{14})(S_{17})(S_{18})로 이루어진 H-Bridge 컨버터가 단상 인버터 동작을 함으로써 계통에 전력을 전달하는 것을 특징으로 한다.

[0039] 그리고 주행 시 모터를 구동하고, 저전압 배터리를 충전하는 트랙션/LDC 모드 동작시에, 제 1,2,3 선택형 스위치(M_1)(M_2)(M_3)는 모터에 연결되고, 제 1,2,3,4 스위치 소자(S_1)(S_2)(S_3)(S_4)를 갖고 H-Bridge 컨버터를 구성하는 제 1 스위칭부는 모터 구동을 기준으로 위상천이형 제어를 통해 동작하고, 제 1 스위칭부 및 제 2 스위칭부의 스위칭 소자들(S_1 ~ S_8)로 이루어지는 PSFB(Phase Shifted Full Bridge) 컨버터는 위상천이 제어와 권선비 N_p : (N_s+N_t)를 이용하여 인버터의 입력전압인 DC 링크 전압 V_{dc} 를 조정하고, 고전압 배터리(HVB)의 전압을 승압시키는 역할을 하는 것을 특징으로 한다.

[0040] 그리고 모터 구동을 기준으로 동작하는 제 1,2,3,4 스위치 소자(S_1)(S_2)(S_3)(S_4)를 갖고 H-Bridge 컨버터를 구성하는 제 1 스위칭부의 동작을 바탕으로 변압기의 권선비 N_p : N_t 와 내장된 강압형 컨버터의 듀티를 조정하여 저전압 배터리(LVB)를 충전하는 것을 특징으로 한다.

[0041] 그리고 강압형 컨버터는 제 1,4 스위치 소자(S_1)(S_4)가 켜지는 구간 안에서 제 9,10,12 스위치 소자(S_9)(S_{10})(S_{12})가 듀티를 조정하며 켜짐으로써 저전압 배터리(LVB)에 전력을 전달하고, 그 외의 구간에선 제 11 스위치 소자(S_{11})가 켜지고 제 9,10,12 스위치 소자(S_9)(S_{10})(S_{12})가 꺼짐으로써 프리윙링 동작을 하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0042] 이상에서 설명한 바와 같은 본 발명에 따른 전기자동차 통합형 전력변환 시스템은 다음과 같은 효과가 있다.

[0043] 첫째, 전기자동차용 탑재형 충전기와 보조배터리 충전기, 트랙션 컨버터의 통합형 전력변환 장치를 구현하여 전력밀도를 높이고 회로 구성을 단순화할 수 있도록 한다.

[0044] 둘째, LDC/트랙션 기능시에 두 개의 회로로 LDC와 트랙션 기능 각각을 수행하는 것이 아닌 하나의 통합형 회로로 두 개의 기능을 동시에 수행하도록 하여 전기자동차 전력변환시스템의 성능을 높인다.

[0045] 셋째, 수동소자의 개수를 감소시키고, 스위치의 개수를 감소시켜 회로 구성을 단순화하면서 동일한 기능을 수행하여 시스템 부피를 감소시켜 전력밀도 및 경제성을 향상시킬 수 있도록 한다.

도면의 간단한 설명

[0046] 도 1a와 도 1b는 종래 기술의 분리형 전력 변환 시스템 구성도

도 2a와 도 2b는 종래 기술의 OBC/LDC 통합형 회로를 적용한 전력변환 시스템 구성도

도 3a와 도 3b는 OBC/트랙션 컨버터 통합형 회로를 적용한 전력변환 시스템 구성도

도 4는 본 발명에 따른 전기자동차 통합형 전력변환 시스템의 구성도

도 5는 본 발명에 따른 전기자동차 통합형 전력변환 시스템의 상세 구성도

도 6a 내지 도 6c는 본 발명에 따른 전기자동차 통합형 전력변환 시스템의 동작 모드에 따른 회로 구성도

도 7a 내지 도 7c는 본 발명에 따른 전기자동차 통합형 전력변환 시스템의 동작 모드에 따른 동작 파형도

도 8a 내지 도 8c는 본 발명에 따른 전기자동차 통합형 전력변환 시스템의 동작 모드에 따른 모터 출력 파형도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0047] 이하, 본 발명에 따른 전기자동차 통합형 전력변환 시스템의 바람직한 실시 예에 관하여 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0048] 본 발명에 따른 전기자동차 통합형 전력변환 시스템의 특징 및 이점들은 이하에서의 각 실시 예에 대한 상세한 설명을 통해 명백해질 것이다.
- [0049] 도 4는 본 발명에 따른 전기자동차 통합형 전력변환 시스템의 구성도이다.
- [0050] 본 발명에 따른 전기자동차 통합형 전력변환 시스템은 전기자동차용 탑재형 충전기와 보조배터리 충전기, 트랙션 컨버터의 통합형 전력변환 장치를 구현하여 전력밀도를 높이고 회로 구성을 단순화할 수 있도록 하고, LDC/트랙션 기능시에 두 개의 회로로 LDC와 트랙션 기능 각각을 수행하는 것이 아닌 하나의 통합형 회로로 두 개의 기능을 동시에 수행하도록 하여 전기자동차 전력변환시스템의 성능을 높일 수 있도록 한 것이다.
- [0051] 본 발명에 따른 전기자동차 통합형 전력변환 시스템은 도 4에서와 같이, 고전압 배터리(HVB)(10) 및 저전압 배터리(LVB)(20)가 연결되고, OBC(On-Board Charger) 및 LDC(Low voltage DC-DC Converter) 회로 및 트랙션 컨버터(Traction Converter)가 결합되어 통합형 전력변환 회로를 구성하고, 모터(40) 앞단에 구성되는 선택형 스위치에 의해 모터(40) 또는 계통(Grid)(50)에 선택적으로 연결되고, 고전압 배터리(HVB)(10)를 충전하는 G2V(Grid to Vehicle) 모드, 계통(Grid)(50)에 전력을 전달하는 V2G(Vehicle to Grid) 모드, 주행 시 모터를 구동하고, 저 전압 배터리를 충전하는 트랙션/LDC 기능을 수행하는 통합형 전력변환부(OBC/LDC/Traction Converter Integrated Circuit)(30)를 포함한다.
- [0052] 이와 같은 본 발명에 따른 전기자동차 통합형 전력변환 시스템의 상세 회로 구성은 다음과 같다.
- [0053] 도 5는 본 발명에 따른 전기자동차 통합형 전력변환 시스템의 상세 구성도이다.
- [0054] 본 발명에 따른 전기자동차 통합형 전력변환 시스템의 통합형 전력변환부의 상세 구성은 도 5에서와 같이, 고전압 배터리(HVB)(31)와 변압 회로부 일측 사이에 연결되고, 제 1,2,3,4 스위치 소자(S_1)(S_2)(S_3)(S_4)를 갖고 H-Bridge 컨버터를 구성하는 제 1 스위칭부(32)와, 제 1 스위칭부(32)에 대응하여 변압 회로부 타측에 연결되고, 제 5,6,7,8 스위치 소자(S_5)(S_6)(S_7)(S_8)를 갖고 H-Bridge 컨버터를 구성하는 제 2 스위칭부(33)와, 저전압 배터리(LVB)(35)와 연결되고, 제 9,10,11,12 스위치 소자(S_9)(S_{10})(S_{11})(S_{12}) 및 인덕터(L_o), 커패시터(C_o)로 이루어진 내장된 강압형 컨버터를 구성하는 제 3 스위칭부(34)와, 제 3 스위칭부(34)에 연결되어 제 13,14,15,16,17,18 스위치 소자(S_{13})(S_{14})(S_{15})(S_{16})(S_{17})(S_{18})로 이루어져 동작 모드에 따라 PFC 컨버터 또는 단상 인버터로 동작하는 제 4 스위칭부(36)와, 제 4 스위칭부(36)와 모터(38), 계통(39) 사이에 위치하여 동작 모드에 따라 모터(38) 또는 계통(39)을 제 4 스위칭부(36)에 연결하는 제 1,2,3 선택형 스위치(M_1)(M_2)(M_3)를 포함한다.
- [0055] 이와 같이 OBC(On-Board Charger) 및 LDC(Low voltage DC-DC Converter) 회로 및 트랙션 컨버터(Traction Converter)가 결합되는 통합형 전력변환 회로를 구성하는 본 발명에 따른 전기자동차 통합형 전력변환 시스템은 고전압 배터리를 충전하는 G2V기능, 계통에 전력을 전달하는 V2G모드, 주행 시 모터를 구동하고, 저 전압 배터리를 충전하는 트랙션/LDC 기능을 수행한다.
- [0056] 이때, 모터 앞 단에 연결된 제 1,2,3 선택형 스위치(M_1)(M_2)(M_3)에 의해 통합형 전력변환 회로가 모터에 연결될 지, 계통에 연결되어 동작할지가 결정된다.
- [0057] 이와 같은 본 발명에 따른 전기자동차 통합형 전력변환 시스템의 각 동작 모드에 따른 기능을 구체적으로 설명하면 다음과 같다.
- [0058] 도 6a 내지 도 6c는 본 발명에 따른 전기자동차 통합형 전력변환 시스템의 동작 모드에 따른 회로 구성도이다.
- [0059] 먼저, G2V 기능은 다음과 같이 이루어진다.
- [0060] 제 1,3 선택형 스위치(M_1)(M_3)는 계통(39)에 연결되고, 제 2 선택형 스위치(M_2)는 열린 상태에서 제 4 스위칭부(36)의 제 13,14,17,18 스위치 소자(S_{13})(S_{14})(S_{17})(S_{18})로 이루어진 H-Bridge 컨버터가 PFC 컨버터로 동작하고,

제 4 스위칭부(36)의 제 15,16 스위치 소자(S_{15})(S_{16})는 꺼진 채로 동작한다.

- [0061] 또한, 제 3 스위칭부의 제 9,10,11,12 스위치 소자(S_9)(S_{10})(S_{11})(S_{12})가 꺼짐으로써 저전압 배터리(LVB)(35)와 연결된 제 9,10,11,12 스위치 소자(S_9)(S_{10})(S_{11})(S_{12}) 및 인덕터(L_o), 커패시터(C_o)로 이루어진 내장된 강압형 컨버터를 구성하는 제 3 스위칭부(34)를 전체 시스템에서 분리하여 도 6c와 같은 토폴로지로 동작한다.
- [0062] 이때, 제 5,6,7,8 스위치 소자(S_5)(S_6)(S_7)(S_8)를 갖고 H-Bridge 컨버터를 구성하는 제 2 스위칭부(33)는 위상천이 제어를 통해 동작하고, 제 1,2,3,4 스위치 소자(S_1)(S_2)(S_3)(S_4)를 갖고 H-Bridge 컨버터를 구성하는 제 1 스위칭부(32)는 동기정류기 역할을 하며, 권선비는 $(N_s+N_t) : N_p$ 가 되는 특성을 이용하여 고전압 배터리(HVB)(31)를 충전한다.
- [0063] V2G 기능은 다음과 같이 이루어진다.
- [0064] 제 1,3 선택형 스위치(M_1)(M_3)는 계통(39)에 연결되고, 제 2 선택형 스위치(M_2)는 열린 상태에서 제 4 스위칭부(36)의 제 15,16 스위치 소자(S_{15})(S_{16})는 꺼진 채로 동작하므로 도 6b에서와 같이 동작한다.
- [0065] 이때, 제 1,2,3,4 스위치 소자(S_1)(S_2)(S_3)(S_4)를 갖고 H-Bridge 컨버터를 구성하는 제 1 스위칭부(32)는 위상천이형 제어를 통해 동작하고, 제 5,6,7,8 스위치 소자(S_5)(S_6)(S_7)(S_8)를 갖고 H-Bridge 컨버터를 구성하는 제 2 스위칭부(33)는 동기정류기 역할을 하며 권선비는 $N_p : (N_s+N_t)$ 가 되는 특성을 이용하여 V_{dc} 를 조정한다.
- [0066] 또한, 제 3 스위칭부의 제 9,10,11,12 스위치 소자(S_9)(S_{10})(S_{11})(S_{12})가 꺼짐으로써 저전압 배터리(LVB)와 연결된 제 9,10,11,12 스위치 소자(S_9)(S_{10})(S_{11})(S_{12}) 및 인덕터(L_o), 커패시터(C_o)로 이루어진 내장된 강압형 컨버터를 구성하는 제 3 스위칭부를 전체 시스템에서 분리하여 동작하고, 제 4 스위칭부(36)의 제 13,14,17,18 스위치 소자(S_{13})(S_{14})(S_{17})(S_{18})로 이루어진 H-Bridge 컨버터가 단상 인버터 동작을 함으로써 계통(39)에 전력을 전달한다.
- [0067] 트랙션/LDC 기능은 도 6a에서와 같이 이루어진다.
- [0068] 제 1,2,3 선택형 스위치(M_1)(M_2)(M_3)는 모터(38)에 연결되고, 제 1,2,3,4 스위치 소자(S_1)(S_2)(S_3)(S_4)를 갖고 H-Bridge 컨버터를 구성하는 제 1 스위칭부(32)는 모터 구동을 기준으로 위상천이형 제어를 통해 동작한다.
- [0069] 이때, 제 1 스위칭부(32) 및 제 2 스위칭부(33)의 스위칭 소자들($S_1 \sim S_8$)로 이루어지는 PSFB(Phase Shifted Full Bridge) 컨버터는 위상천이 제어와 권선비 $N_p : (N_s+N_t)$ 를 이용하여 인버터의 입력전압인 DC 링크 전압 V_{dc} 를 조정하고, 고전압 배터리(HVB)(31)의 전압을 승압시키는 역할을 한다.
- [0070] 또한, 모터구동을 기준으로 동작하는 제 1,2,3,4 스위치 소자(S_1)(S_2)(S_3)(S_4)를 갖고 H-Bridge 컨버터를 구성하는 제 1 스위칭부(32)의 동작을 바탕으로 변압기의 권선비 $N_p : N_t$ 와 내장된 강압형 컨버터의 듀티를 조정하여 저전압 배터리(LVB)(35)를 충전한다.
- [0071] 이때, 강압형 컨버터는 제 1,4 스위치 소자(S_1)(S_4)가 켜지는 구간 안에서 제 9,10,12 스위치 소자(S_9)(S_{10})(S_{12})가 듀티를 조정하며 켜짐으로써 저전압 배터리(LVB)(35)에 전력을 전달하고, 그 외의 구간에선 제 11 스위치 소자(S_{11})가 켜지고 제 9,10,12 스위치 소자(S_9)(S_{10})(S_{12})가 꺼짐으로써 프리윙링 동작을 하게 된다.
- [0072] 본 발명에 따른 전기자동차 통합형 전력변환 시스템의 동작 모드에 따른 성능 및 전력 변환 효율을 설명하면 다음과 같다.
- [0073] 도 7a 내지 도 7c는 본 발명에 따른 전기자동차 통합형 전력변환 시스템의 동작 모드에 따른 동작 파형도이고, 도 8a 내지 도 8c는 본 발명에 따른 전기자동차 통합형 전력변환 시스템의 동작 모드에 따른 모터 출력 파형도이다.
- [0074] 본 발명에 따른 전기자동차 통합형 전력변환 시스템은 이전의 OBC/LDC 통합형 회로를 적용한 전력변환 시스템 및 OBC/트랙션 컨버터 통합형 회로를 적용한 전력변환 시스템과 G2V, V2G 기능을 동일한 회로를 통하여 동작하며, LDC/트랙션 기능 시 기준과 달리 두 개의 회로로 LDC와 트랙션 기능 각각을 수행하는 것이 아닌 하나의 통

합형 회로로 두 개의 기능을 동시에 수행하도록 한다.

[0075] 따라서, G2V, V2G 기능에서 효율이 동일하고, LDC, 트랙션 기능에서 성능이 크게 변하지 않은 채로 스위치의 개수를 기존 분리형 전력변환 시스템과 비교하면 44% 감소시키고, 기존 OBC/LDC 통합형 회로를 적용한 전력변환 시스템과 비교하면 40% 감소시키고, 기존 OBC/트랙션 컨버터 통합형 회로를 적용한 전력변환 시스템과 비교하면 22% 감소시켜 전력밀도를 높이고, 제어기의 복잡성을 줄이고, 제어기의 개수를 줄여 경제성을 향상시키는 장점이 있다.

[0076] 이상에서 설명한 본 발명에 따른 전기자동차 통합형 전력변환 시스템은 전기자동차용 탑재형 충전기와 보조배터리 충전기, 트래션 컨버터의 통합형 전력변환 장치를 구현하여 전력밀도를 높이고 회로 구성을 단순화하고, LDC/트래션 기능시에 두 개의 회로로 LDC와 트래션 기능 각각을 수행하는 것이 아닌 하나의 통합형 회로로 두 개의 기능을 동시에 수행하도록 하여 전기자동차 전력변환시스템의 성능을 높인다.

[0077] 이상에서의 설명에서와 같이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 본 발명이 구현되어 있음을 이해할 수 있을 것이다.

[0078] 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.

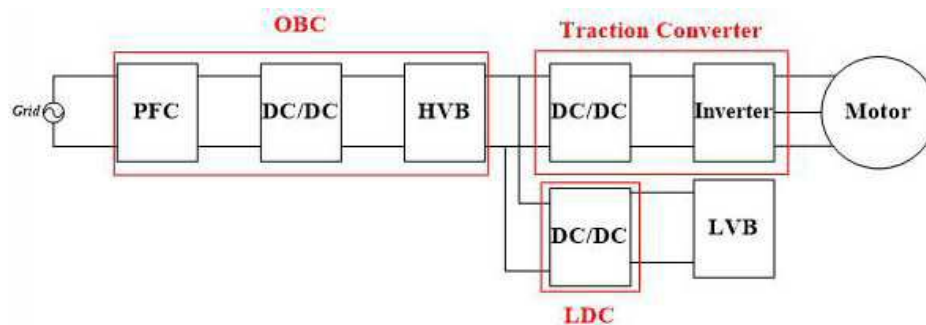
부호의 설명

[0079]

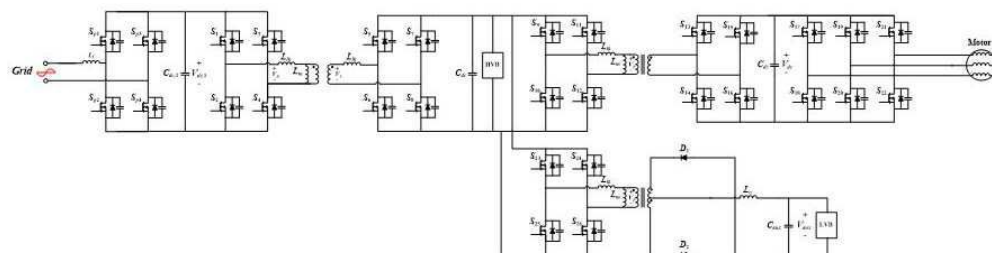
10. 고전압 배터리(HVB)	20. 저전압 배터리(LVB)
30. 통합형 전력변환부	40. 모터
50. 계통(Grid)	

도면

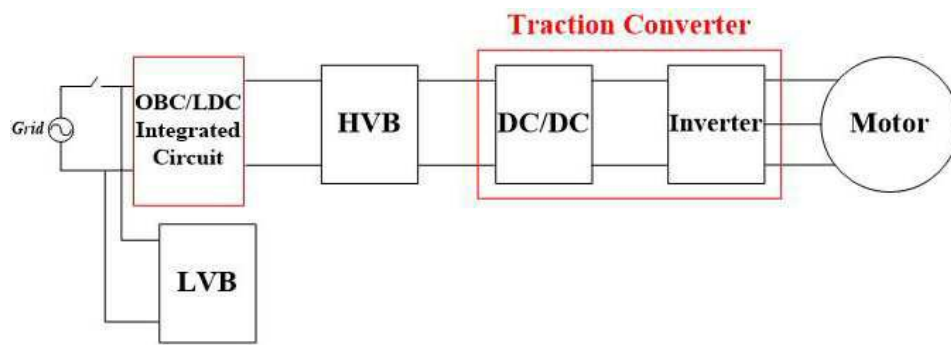
도면 1a



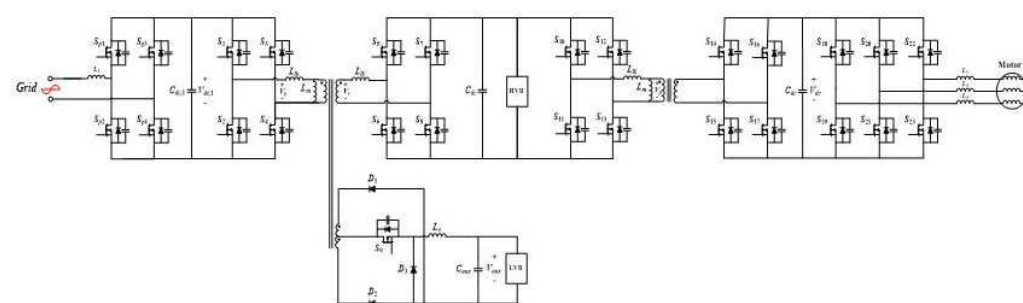
도면 1b



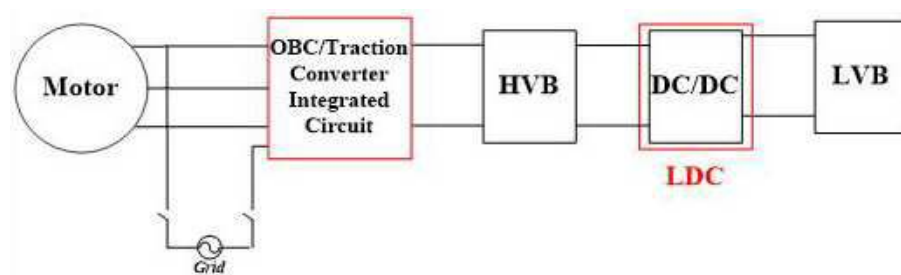
도면2a



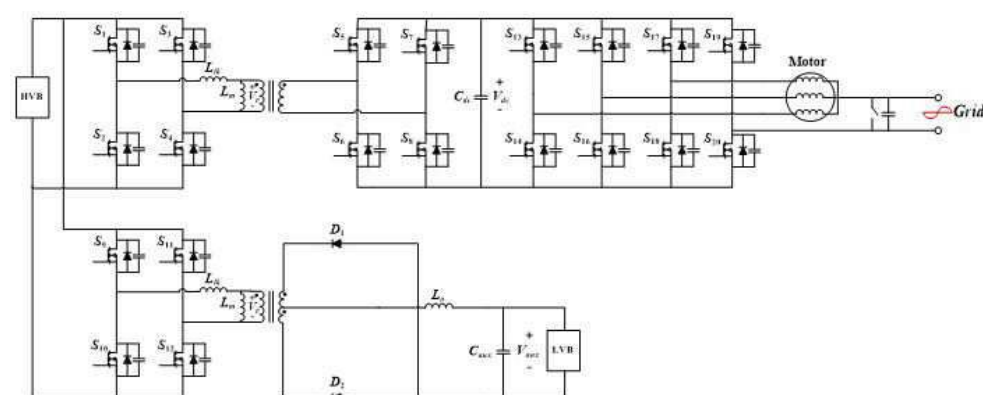
도면2b



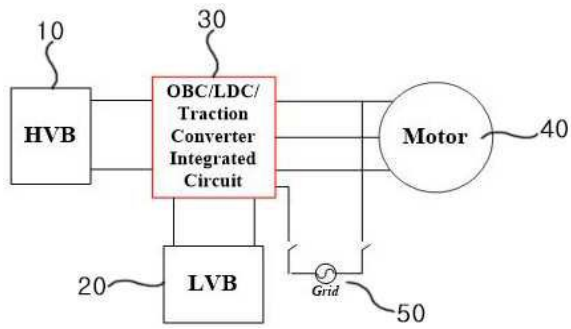
도면3a



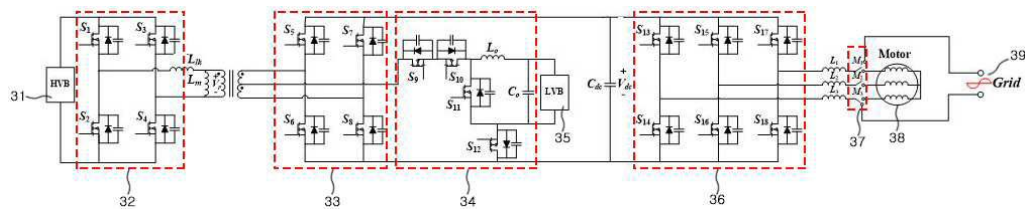
도면3b



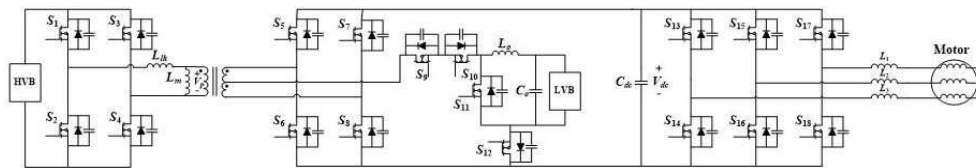
도면4



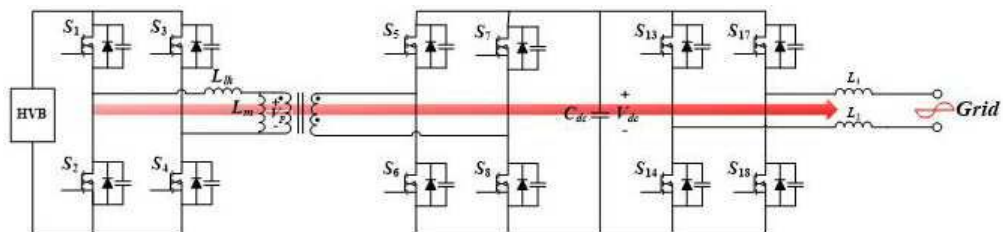
도면5



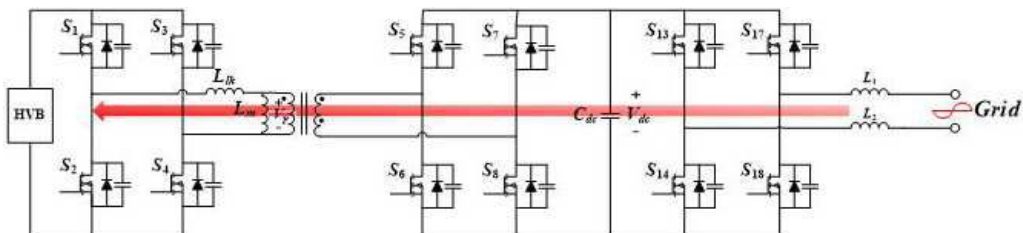
도면6a



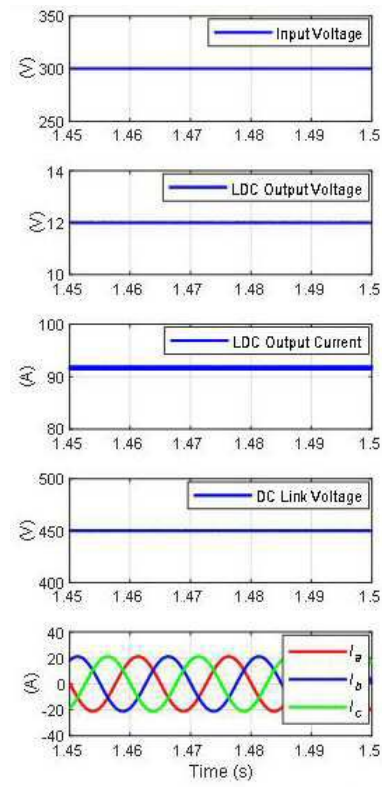
도면6b



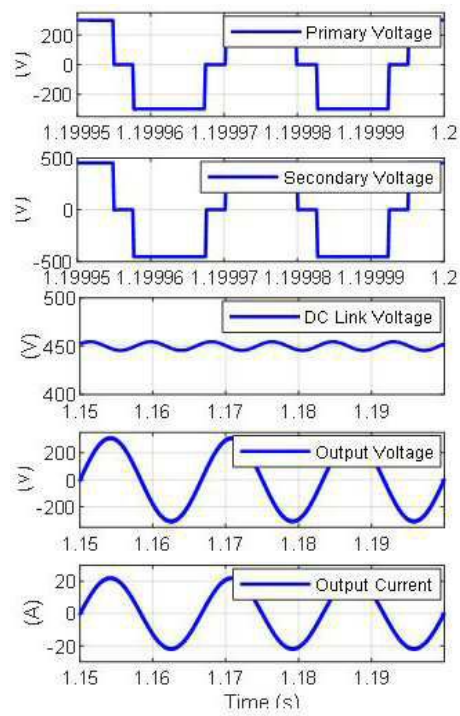
도면6c



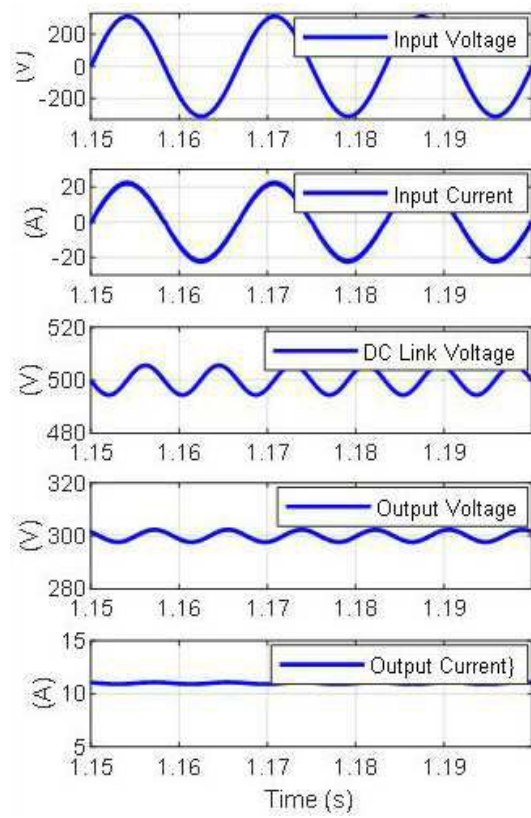
도면7a



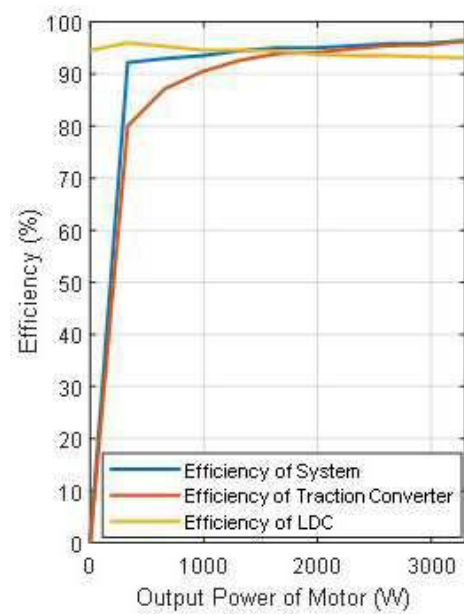
도면7b



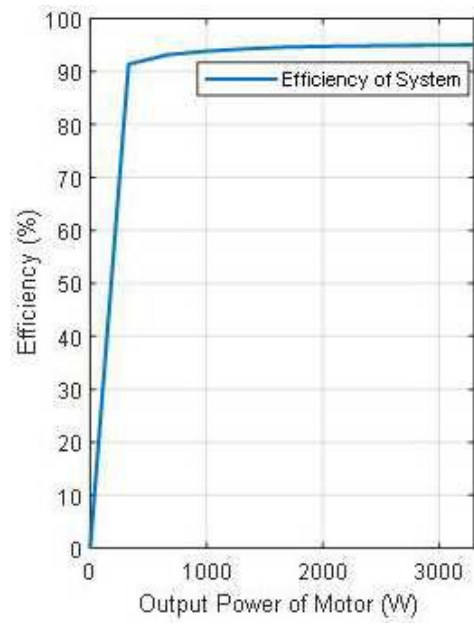
도면7c



도면8a



도면8b



도면8c

