



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0105991  
(43) 공개일자 2019년09월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B60L 50/50 (2019.01)

(52) CPC특허분류

B60L 53/20 (2019.02)

B60L 58/19 (2019.02)

(21) 출원번호 10-2018-0026845

(22) 출원일자 2018년03월07일

심사청구일자 2018년03월07일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)

(72) 발명자

김재국

인천광역시 남동구 소래역남로 39, 501동 1802호  
(논현동, 에코메트로5단지한화꿈에그린아파트)

이윤재

서울특별시 구로구 경인로 662, B동 2515호(신도림동, 디큐브시티)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

양성보

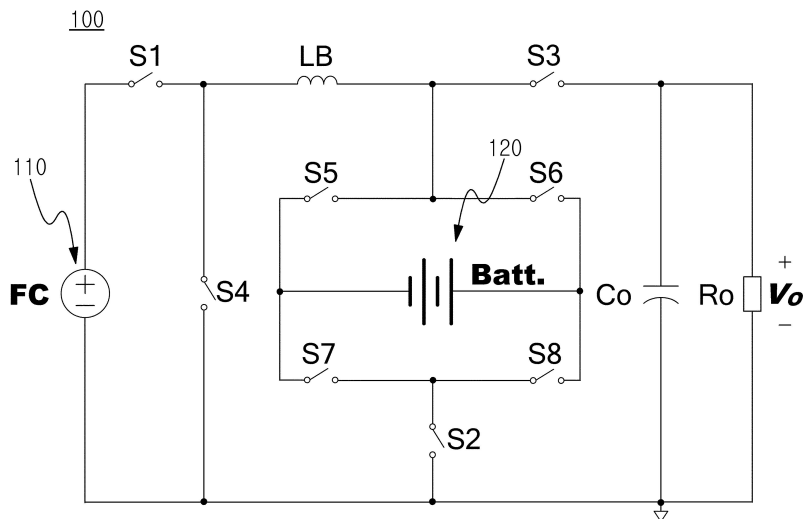
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 연료 전지와 배터리를 가진 전기차의 전력 변환 장치

### (57) 요약

연료 전지와 배터리를 가진 전기차의 전력 변환 장치가 제시된다. 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치는, 입력단으로 전원을 공급하는 연료 전지; 선택적으로 상기 입력단으로 전원을 공급하거나 충전되는 배터리; 및 적어도 하나 이상의 스위치의 제어에 따라 상기 입력단에 인가된 전압을 변환하여 출력단으로 출력하며, 상기 연료 전지 또는 상기 배터리에서 부하로 전력을 전달하거나 상기 배터리를 충전하는 변환 회로부를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

**B60L 58/40** (2019.02)  
**B60L 2240/52** (2013.01)  
**B60Y 2200/91** (2013.01)

**이승훈**

대구광역시 달서구 학산로2길 24, 102동 1301호(월성동, 월성청구아파트)

(72) 발명자

**안재현**

인천광역시 부평구 부평북로 463, 311동 1201호(삼산동, 주공미래타운3단지)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2017044312

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 신진연구

연구과제명 [Ezbaro] 다양한 신재생 에너지를 입력으로 갖는 동시 전력 전달이 가능한 다중 입력 전력 변환 회로 연구

기 여 율 1/2

주관기관 인하대학교 산학협력단

연구기간 2017.06.01 ~ 2018.03.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 G032100412

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국에너지기술평가원

연구사업명 에너지기술개발사업

연구과제명 차세대 고분자 전해질 연료 전지 부품소재 핵심기술 고급트랙 (2차년도)

기 여 율 1/2

주관기관 인하대학교 산학협력단

연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

입력단으로 전원을 공급하는 연료 전지;

선택적으로 상기 입력단으로 전원을 공급하거나 충전되는 배터리; 및

적어도 하나 이상의 스위치의 제어에 따라 상기 입력단에 인가된 전압을 변환하여 출력단으로 출력하며, 상기 연료 전지 또는 상기 배터리에서 부하로 전력을 전달하거나 상기 배터리를 충전하는 변환 회로부

를 포함하는, 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 변환 회로부는,

승압(Boost) 동작을 위한 하나의 인덕터를 포함하는 것

을 특징으로 하는, 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 변환 회로부의 적어도 하나 이상의 상기 스위치의 온(ON) 또는 오프(OFF)를 제어하는 제어부

를 더 포함하고,

상기 변환 회로부는,

상기 제어부의 상기 스위치의 제어에 따라 선택적으로 승압 회로 또는 벡(Buck) 회로로 동작하는 것

을 특징으로 하는, 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 변환 회로부는,

상기 스위치의 제어에 따라 5 개의 모드로 동작하며, 제1 모드는 상기 연료 전지에서 승압 회로를 거쳐 상기 부하로 전력을 전달하고, 제2 모드는 상기 연료 전지에서 승압 회로를 거쳐 상기 부하로 전력을 전달하는 동시에 상기 배터리에서 상기 부하로 전력을 전달하며, 제3 모드는 상기 연료 전지에서 승압 회로를 거쳐 상기 부하로 전력을 전달하고 상기 배터리는 충전되며, 제4 모드는 상기 배터리에서 승압 회로를 거쳐 상기 부하로 전력을 전달하고, 제5 모드는 상기 부하에서 벡(Buck) 회로를 거쳐 상기 배터리로 재생(Regenerating)하는 것

을 특징으로 하는, 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치.

#### 청구항 5

제1항 또는 제4항에 있어서,

상기 변환 회로부는,

8 개의 상기 스위치, 인덕터, 캐패시터 및 부하를 포함하고,

상기 연료 전지로부터 제1 스위치, 상기 인덕터, 제3 스위치 및 출력 전압을 측정하는 상기 부하가 순차적으로 직렬로 연결되며, 직렬로 연결된 상기 제1 스위치와 상기 인덕터 사이의 노드에서 상기 연료 전지와 병렬로 연

결된 제4 스위치가 구성되며, 직렬로 연결된 상기 제3 스위치 및 상기 부하 사이의 노드에서 상기 연료 전지와 병렬로 연결된 상기 캐패시터가 구성되고, 직렬로 연결된 상기 인덕터와 상기 제3 스위치 사이의 노드에서 상기 연료 전지와 병렬로 연결된 제5 스위치, 제6 스위치, 제7 스위치, 제8 스위치 및 상기 배터리가 구성되며 상기 제5 스위치, 제6 스위치, 제7 스위치, 제8 스위치 및 상기 배터리와 직렬로 연결된 제2 스위치가 구성되고,

상기 제5 스위치, 제6 스위치, 제7 스위치, 제8 스위치 및 상기 배터리는,

상기 제5 스위치 및 상기 제6 스위치와, 상기 제7 스위치 및 상기 제8 스위치의 사이 노드에서 상기 배터리가 병렬로 연결되는 것

을 특징으로 하는, 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 아래의 실시예들은 연료 전지와 배터리를 가진 전기차의 전력 변환 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 기존의 회로보다 인덕터의 수를 감소시킨 연료 전지와 배터리를 가진 전기차의 전력 변환 장치에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002]에너지 위기와 온실효과가 심각해지면서 화석 연료 대신 청정 에너지의 이용을 통하여 보다 깨끗하고 안정적이며 지속 가능한 시스템에 대한 연구가 진행되어 왔다. 연료 전지(Fuel Cell, FC)는 높은 전력 밀도를 갖는 친환경적인 발전 시스템으로 가장 유망한 신재생 에너지원 중 하나이다. 따라서, 전기차의 연료 전지(Fuel Cell Electric Vehicle, FCEV)에 대한 연구가 자동차 산업에서 전세계적으로 활발히 진행되고 있다.

[0003]하지만, 연료 전지는 느린 동적 반응(Slow Dynamic Response)으로 인해 기술적인 한계가 있고, 회생 제동에서 충전이 불가능하다. 이에 따라 통상 하이브리드 방식으로 전기차(EV)에 부하 전력을 공급하기 위해, 리튬 이온 배터리(Li-ion Battery)와 같은 다른 에너지원과 함께 이용되는 회로가 제안되고 있다.

[0004]기존의 회로는 연료 전지와 배터리가 각각 승압(Boost) 회로를 거쳐 전력을 출력으로 전달한다. 배터리와 연결된 승압 회로는 스위치를 사용하여 양방향 전력 전달을 수행한다. 이를 통하여, 과도 출력 전력(Transient Output Power)을 보상하고 피크 전력 가능 출력(Peak Power Capability)을 향상시키며 제동 중에 에너지를 충전할 수 있다. 하지만, 기존의 회로는 각 승압 회로에 인덕터(Inductor)가 있으므로 가격이 상승한다.

[0005]한국공개특허 10-2010-0138210호는 이러한 다양한 전원을 입력으로 하는 전기자동차 충전용 전력변환장치에 관한 것으로, 전기 자동차에 있어서 상용 전원외에 태양전지 모듈 등 다양한 전원으로 배터리 충전이 가능하게 한 전기 자동차 충전용 전력변환장치를 제공하는 기술을 기재하고 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국공개특허 10-2010-0138210호

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0007]실시예들은 연료 전지와 배터리를 가진 전기차의 전력 변환 장치에 관하여 기술하며, 보다 구체적으로 기존의 회로보다 인덕터의 수를 감소시켜 비용 효율적인 연료 전지와 배터리를 가진 전기차의 전력 변환 장치를 제공한다.

[0008]실시예들은 승압 동작을 위한 하나의 인덕터를 포함하고, 스위치의 제어에 따라 연료 전지 또는 배터리에서 부하로 전력을 전달하거나 배터리가 충전되는 모드를 선택하되 하나의 인덕터를 사용하여 공유함으로써 적은 비용이 드는 비용 효율적인 연료 전지와 배터리를 가진 전기차의 전력 변환 장치를 제공하는데 있다.

## 과제의 해결 수단

- [0009] 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치는, 입력단으로 전원을 공급하는 연료 전지; 선택적으로 상기 입력단으로 전원을 공급하거나 충전되는 배터리; 및 적어도 하나 이상의 스위치의 제어에 따라 상기 입력단에 인가된 전압을 변환하여 출력단으로 출력하며, 상기 연료 전지 또는 상기 배터리에서 부하로 전력을 전달하거나 상기 배터리를 충전하는 변환 회로부를 포함할 수 있다.
- [0010] 상기 변환 회로부는, 승압(Boost) 동작을 위한 하나의 인덕터를 포함할 수 있다.
- [0011] 상기 변환 회로부의 적어도 하나 이상의 상기 스위치의 온(ON) 또는 오프(OFF)를 제어하는 제어부를 더 포함하고, 상기 변환 회로부는, 상기 제어부의 상기 스위치의 제어에 따라 선택적으로 승압 회로 또는 벡(Buck) 회로로 동작할 수 있다.
- [0012] 상기 변환 회로부는, 상기 스위치의 제어에 따라 5 개의 모드로 동작하며, 제1 모드는 상기 연료 전지에서 승압 회로를 거쳐 상기 부하로 전력을 전달하고, 제2 모드는 상기 연료 전지에서 승압 회로를 거쳐 상기 부하로 전력을 전달하는 동시에 상기 배터리에서 상기 부하로 전력을 전달하며, 제3 모드는 상기 연료 전지에서 승압 회로를 거쳐 상기 부하로 전력을 전달하고 상기 배터리는 충전되며, 제4 모드는 상기 배터리에서 승압 회로를 거쳐 상기 부하로 전력을 전달하고, 제5 모드는 상기 부하에서 벡(Buck) 회로를 거쳐 상기 배터리로 재생(Regenerating)할 수 있다.
- [0013] 상기 변환 회로부는, 8 개의 상기 스위치, 인덕터, 캐패시터 및 부하를 포함하고, 상기 연료 전지로부터 제1 스위치, 상기 인덕터, 제3 스위치 및 출력 전압을 측정하는 상기 부하가 순차적으로 직렬로 연결되며, 직렬로 연결된 상기 제1 스위치와 상기 인덕터 사이의 노드에서 상기 연료 전지와 병렬로 연결된 제4 스위치가 구성되며, 직렬로 연결된 상기 제3 스위치 및 상기 부하 사이의 노드에서 상기 연료 전지와 병렬로 연결된 상기 캐패시터가 구성되고, 직렬로 연결된 상기 인덕터와 상기 제3 스위치 사이의 노드에서 상기 연료 전지와 병렬로 연결된 제5 스위치, 제6 스위치, 제7 스위치, 제8 스위치 및 상기 배터리가 구성되며 상기 제5 스위치, 제6 스위치, 제7 스위치, 제8 스위치 및 상기 배터리와 직렬로 연결된 제2 스위치가 구성되고, 상기 제5 스위치, 제6 스위치, 제7 스위치, 제8 스위치 및 상기 배터리는, 상기 제5 스위치 및 상기 제6 스위치와, 상기 제7 스위치 및 상기 제8 스위치의 사이 노드에서 상기 배터리가 병렬로 연결될 수 있다.

## 발명의 효과

- [0014] 실시예들에 따르면 승압 동작을 위한 하나의 인덕터를 포함하고, 스위치의 제어에 따라 연료 전지 또는 배터리에서 부하로 전력을 전달하거나 배터리가 충전되는 모드를 선택하되 하나의 인덕터를 사용하여 공유함으로써 적은 비용이 드는 비용 효율적인 연료 전지와 배터리를 가진 전기차의 전력 변환 장치를 제공할 수 있다.
- [0015] 즉, 실시예들에 따르면 기존의 회로보다 인덕터의 수를 감소시켜 가격을 낮춘 연료 전지와 배터리를 가진 전기차의 전력 변환 장치를 제공할 수 있다.

## 도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치의 회로도들을 개략적으로 나타내는 도면이다.
- 도 2는 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치의 회로도의 제1 모드를 나타내는 도면이다.
- 도 3은 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치의 회로도의 제2 모드를 나타내는 도면이다.
- 도 4는 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치의 회로도의 제3 모드를 나타내는 도면이다.
- 도 5는 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치의 회로도의 제4 모드를 나타내는 도면이다.
- 도 6은 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치의 회로도의 제5 모드를 나타내는 도면이다.

도 7은 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치의 회로도의 제1 모드를 설명하는 도면이다.

도 8은 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치의 회로도의 제2 모드를 설명하는 도면이다.

도 9는 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치의 회로도의 제3 모드를 설명하는 도면이다.

도 10은 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치의 회로도의 제4 모드를 설명하는 도면이다.

도 11은 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치의 회로도의 제5 모드를 설명하는 도면이다.

도 12는 종래의 연료 전지 전력 시스템의 회로도를 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 13은 종래의 연료 전지 전력 시스템의 회로도의 모드들을 설명하는 도면이다.

도 14는 종래의 연료 전지 전력 시스템의 제1 모드를 설명하는 도면이다.

도 15는 종래의 연료 전지 전력 시스템의 제2 모드를 설명하는 도면이다.

도 16은 종래의 연료 전지 전력 시스템의 예의 제3 모드를 설명하는 도면이다.

도 17은 종래의 연료 전지 전력 시스템의 예의 제4 모드를 설명하는 도면이다.

도 18은 종래의 연료 전지 전력 시스템의 예의 제5 모드를 설명하는 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 실시예들을 설명한다. 그러나, 기술되는 실시예들은 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 이하 설명되는 실시예들에 의하여 한정되는 것은 아니다. 또한, 여러 실시예들은 당해 기술분야에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다. 도면에서 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있다.

[0018] 아래의 실시예들은 기존의 연료 전지 전력 시스템의 회로에서 2 개의 인덕터로 인한 가격을 낮추기 위해 하나의 인덕터를 사용하는 회로를 제안한다. 제안하는 실시예들은 2 개의 인덕터를 하나로 줄여 공유함으로써 낮은 비용(Low Cost)을 달성할 수 있다.

[0019] 도 1은 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치의 회로도를 개략적으로 나타내는 도면이다.

[0020] 도 1을 참조하면, 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치(100)의 회로도를 나타내며, 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치(100)는 연료 전지 전력 시스템(Fuel Cell Power System)으로 표현될 수도 있다. 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치(100)의 회로도는 연료 전지(110), 배터리(120), 8 개의 스위치(Switch)(S1~S8) 및 승압 동작(Boost Operation)을 할 수 있도록 인덕터(LB), 캐패시터(Co), 부하(Load)(Ro)로 구성될 수 있다. 여기서, 캐패시터(Co)는 링크 캐패시터(Link Capacitor)일 수 있고, 부하(Ro)는 부하 저항(load resistance)을 의미할 수 있다.

[0021] 보다 구체적으로, 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치(100)는 연료 전지(110), 배터리(120) 및 변환 회로부를 포함할 수 있으며, 변환 회로부는 8 개의 스위치(S1~S8), 인덕터(LB), 캐패시터(Co) 및 부하(Ro)를 포함할 수 있다. 또한, 실시예에 따라 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치(100)는 스위치의 동작을 제어하는 제어부를 더 포함할 수 있다.

[0022] 연료 전지(110)는 입력단으로 전원을 공급할 수 있다.

[0023] 배터리(120)는 선택적으로 입력단으로 전원을 공급하거나 충전할 수 있다.

- [0024] 변환 회로부는 적어도 하나 이상의 스위치의 제어에 따라 입력단에 인가된 전압을 변환하여 출력단으로 출력하며, 연료 전지(110) 또는 배터리(120)에서 부하로 전력을 전달하거나 배터리(120)를 충전할 수 있다.
- [0025] 변환 회로부는 승압(Boost) 동작을 위한 하나의 인덕터(LB)를 포함할 수 있으며, 이는 종래에 사용된 2 개의 인덕터를 하나로 줄이고, 하나의 인덕터(LB)를 공유함으로써 적은 비용이 드는 비용 효율적인 연료 전지(110)와 배터리(120)를 가진 전기차용 전력 변환 장치를 제공할 수 있다.
- [0026] 이러한, 일 실시예에 따른 연료 전지(110)와 배터리(120)를 가진 전기차용 전력 변환 장치(100)의 변환 회로부는 스위치의 펄스 폭 변조(Pulse Width Modulation, PWM) 제어에 따라 5 개의 모드(mode)로 동작할 수 있다.
- [0027] 한편, 변환 회로부의 적어도 하나 이상의 스위치의 온(ON) 또는 오프(OFF)를 제어하는 제어부를 더 포함할 수 있다. 이에, 변환 회로부는 제어부의 스위치 제어에 따라 선택적으로 승압 회로 또는 벅(Buck) 회로를 동작할 수 있다.
- [0028] 변환 회로부는 스위치의 제어에 따라 5 개의 모드로 동작하며, 제1 모드는 연료 전지(110)에서 부하(Load)(Ro)로 전력을 전달하는 모드이고, 제2 모드는 연료 전지(110)와 배터리(120)에서 동시에 부하(Ro)로 전력을 전달하는 모드이며, 제3 모드는 연료 전지(110)에서 부하(Ro)로 전력을 전달하고 배터리(120)는 충전되는 모드로 동작할 수 있다. 또한, 제4 모드는 배터리(120)에서 부하(Ro)로 전력을 전달하는 모드이고, 제5 모드는 부하(Ro)에서 배터리(120)로 재생(Regenerating)하는 모드로 동작할 수 있다.
- [0029] 보다 구체적으로, 변환 회로부는 연료 전지(110)로부터 제1 스위치(S1), 인덕터(LB), 제3 스위치(S3) 및 출력 전압을 측정하는 부하가 순차적으로 직렬로 연결될 수 있다. 그리고, 변환 회로부는 직렬로 연결된 제1 스위치(S1)와 인덕터(LB) 사이의 노드에서 연료 전지(110)와 병렬로 연결된 제4 스위치(S4)가 구성되며, 직렬로 연결된 제3 스위치(S3) 및 부하 사이의 노드에서 연료 전지(110)와 병렬로 연결된 캐패시터가 구성될 수 있다. 또한, 변환 회로부는 직렬로 연결된 인덕터(LB)와 제3 스위치(S3) 사이의 노드에서 연료 전지(110)와 병렬로 연결된 제5 스위치(S5), 제6 스위치(S6), 제7 스위치(S7), 제8 스위치(S8) 및 배터리(120)가 구성되며 이와 직렬로 연결된 제2 스위치(S2)가 구성될 수 있다. 여기서, 제5 스위치(S5), 제6 스위치(S6), 제7 스위치(S7), 제8 스위치(S8) 및 배터리(120)는 제5 스위치(S5) 및 제6 스위치(S6)와, 제7 스위치(S7) 및 제8 스위치(S8) 사이의 노드에서 배터리(120)가 병렬로 연결될 수 있다.
- [0030] 아래에서 각 모드에 대해 하나의 예를 들어 보다 구체적으로 설명한다.
- [0031] 도 2는 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치의 회로도의 제1 모드를 나타내는 도면이다.
- [0032] 도 2를 참조하면, 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치(100)의 제1 모드를 나타내는 것으로, 제1 모드는 연료 전지(110)에서 부하(Ro)로 전력을 전달할 수 있다.
- [0033] 제1 모드의 동작 시 제1 스위치(S1)는 항상 ON 상태이며, 제5 스위치(S5) 및 제7 스위치(S7)를 ON 하여 연결하거나, 제6 스위치(S6) 및 제8 스위치(S8)를 ON 하여 연결할 수 있다.
- [0034] 이 때, 제5 스위치(S5) 및 제7 스위치(S7)가 ON인 경우 제4 스위치(S4), 제6 스위치(S6) 및 제8 스위치(S8)는 항상 OFF 상태이다. 또한, 제6 스위치(S6) 및 제8 스위치(S8)가 ON인 경우 제4 스위치(S4), 제5 스위치(S5) 및 제7 스위치(S7)는 항상 OFF 상태이다.
- [0035] 여기서, 제2 스위치(S2)는 스위칭(Switching) 할 수 있다. 제2 스위치(S2)가 ON일 때 연료 전지(110)가 인덕터(LB)를 빌드업(Build-Up)하고, 제2 스위치(S2)가 OFF일 때 출력으로 파워잉(Powering) 할 수 있다.
- [0036] 도 3은 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치의 회로도의 제2 모드를 나타내는 도면이다.
- [0037] 도 3을 참조하면, 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치(100)의 제2 모드를 나타내는 것으로, 제2 모드는 연료 전지(110) 및 배터리(120)에서 동시에 부하(Ro)로 전력을 전달하는 모드이다.
- [0038] 제2 모드의 동작 시 제1 스위치(S1), 제5 스위치(S5) 및 제8 스위치(S8)는 항상 ON 상태이며, 제4 스위치(S4), 제6 스위치(S6) 및 제7 스위치(S7)는 항상 OFF 상태이다.

- [0039] 여기서, 제2 스위치(S2)는 스위칭 할 수 있다. 제2 스위치(S2)가 ON일 때 연료 전지(110)와 배터리(120)가 인덕터(LB)를 빌드업하고, 제2 스위치(S2)가 OFF일 때 출력으로 파워잉 할 수 있다.
- [0040] 도 4는 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치의 회로도의 제3 모드를 나타내는 도면이다.
- [0041] 도 4를 참조하면, 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치(100)의 제3 모드를 나타내는 것으로, 제3 모드는 연료 전지(110)가 부하(Ro)로 전력을 전달하고 배터리(120)는 충전되는 모드이다.
- [0042] 제3 모드의 동작 시 제1 스위치(S1), 제6 스위치(S6) 및 제7 스위치(S7)는 항상 ON 상태이며, 제4 스위치(S4), 제5 스위치(S5) 및 제8 스위치(S8)는 항상 OFF 상태이다.
- [0043] 여기서, 제2 스위치(S2)는 스위칭 할 수 있다. 제2 스위치(S2)가 ON 시 연료 전지(110)가 인덕터(LB)를 빌드업하고, 배터리(120)를 충전(Charging)할 수 있다. 제2 스위치(S2)가 OFF 시 출력으로 파워잉 할 수 있다.
- [0044] 도 5는 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치의 회로도의 제4 모드를 나타내는 도면이다.
- [0045] 도 5를 참조하면, 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치(100)의 제4 모드를 나타내는 것으로, 제4 모드는 배터리(120)에서 부하(Ro)로 전력을 전달하는 모드이다.
- [0046] 제4 모드의 동작 시 제1 스위치(S1), 제6 스위치(S6) 및 제7 스위치(S7)는 항상 OFF 상태이며, 제4 스위치(S4), 제5 스위치(S5) 및 제8 스위치(S8)는 항상 ON 상태이다.
- [0047] 여기서, 제2 스위치(S2)는 스위칭 할 수 있다. 제2 스위치(S2)가 ON 시 배터리(120)가 인덕터(LB)를 빌드업하고, 제2 스위치(S2)가 OFF 시 인덕터(LB)의 에너지가 출력으로 파워잉 할 수 있다.
- [0048] 도 6은 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치의 회로도의 제5 모드를 나타내는 도면이다.
- [0049] 도 6을 참조하면, 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치(100)의 제5 모드를 나타내는 것으로, 제5 모드는 부하(Ro)에서 배터리(120)로 재생(Regenerating)하는 동작을 할 수 있다.
- [0050] 제5 모드의 동작 시 제1 스위치(S1), 제6 스위치(S6) 및 제7 스위치(S7)는 항상 OFF 상태이며, 제4 스위치(S4), 제5 스위치(S5) 및 제8 스위치(S8)는 항상 ON 상태이다.
- [0051] 여기서, 제3 스위치(S3)는 스위칭 할 수 있다. 제3 스위치(S3)가 ON 시 출력 전압( $V_o$ )이 인덕터(LB)를 빌드업하고, 제3 스위치(S3)가 OFF 시 인덕터(LB)에서 배터리(120)로 파워잉 할 수 있다.
- [0052] 도 7은 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치의 회로도의 제1 모드를 설명하는 도면이다.
- [0053] 도 7을 참조하면, 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치(100)의 제1 모드의 주요 파형의 예를 나타낸다.
- [0054] 예를 들어, 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치(100)의 회로도에서 연료 전지(110)의 전압  $V_{FC}=250\text{ V}$ , 스위칭 주파수  $50\text{ kHz}$ ,  $V_o=600\text{ V}$ ,  $LB=300\text{ }\mu\text{H}$ ,  $Co=500\text{ }\mu\text{F}$  일 때의 주요 파형을 나타낼 수 있다.
- [0055] 도 7의 (a)에 도시된 바와 같이, PWM\_S2은 제2 스위치(S2)의 게이트(gate) 파형을 나타낼 수 있다. PWM\_S2 파형에서 제2 스위치(S2)는 싱글(Single) 스위칭 할 수 있다.
- [0056] 따라서, 이러한 제1 모드는 연료 전지(110)가 승압(Boost) 회로를 거쳐 부하(Ro)로 전력을 전달하는 연료 전지 파워잉 모드임을 알 수 있다. 여기서, 승압(Boost) 회로는 입력 전압보다 높은 출력 전압이 요구될 때 사용될

수 있다.

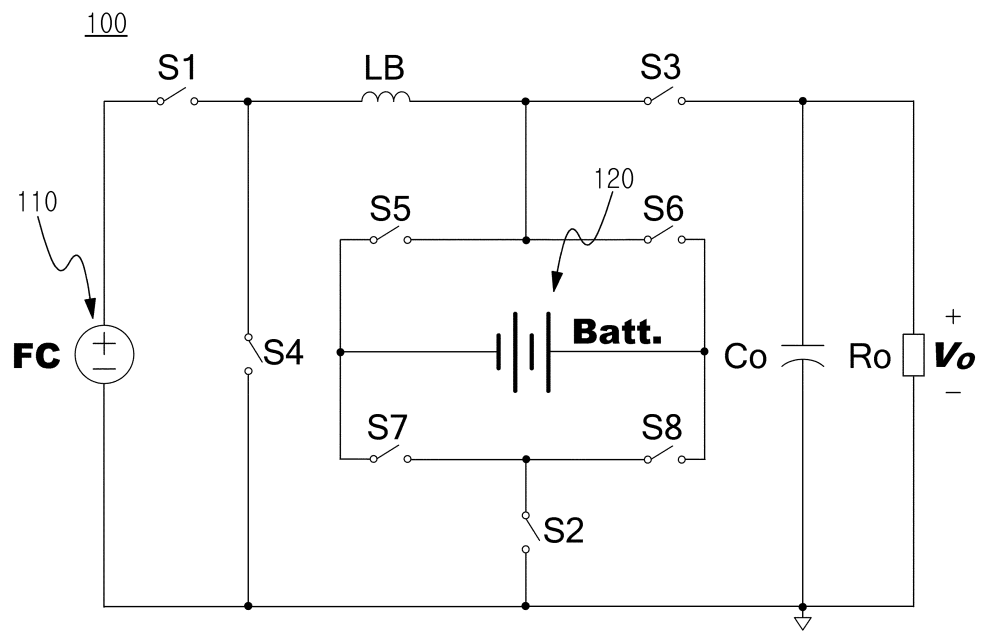
- [0057] 도 8은 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치의 회로도의 제2 모드를 설명하는 도면이다.
- [0058] 도 8을 참조하면, 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치(100)의 제2 모드의 주요 파형의 예를 나타낸다.
- [0059] 예를 들어, 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치(100)의 회로도에서 연료 전지(110)의 전압  $V_{FC}=250$  V, 배터리(120)의 전압  $V_{Bat}=200$  V, 스위칭 주파수 50 kHz,  $V_o=600$  V,  $LB=300\mu F$ ,  $Co=500\mu F$  일 때의 주요 파형을 나타낼 수 있다.
- [0060] 도 8의 (a)에 도시된 바와 같이, PWM\_S2은 제2 스위치(S2)의 게이트 파형을 나타낼 수 있다. PWM\_S2 파형에서 제2 스위치(S2)는 싱글 스위칭 할 수 있다.
- [0061] 따라서, 이러한 제2 모드는 연료 전지(110)가 승압 회로를 거쳐 부하( $R_o$ )로 전력을 전달하는 연료 전지 파워잉 모드 및 배터리 파워잉 모드임을 알 수 있다.
- [0062] 도 9는 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치의 회로도의 제3 모드를 설명하는 도면이다.
- [0063] 도 9를 참조하면, 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치(100)의 제3 모드의 주요 파형의 예를 나타낸다.
- [0064] 예를 들어, 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치(100)의 회로도에서 연료 전지(110)의 전압  $V_{FC}=250$  V, 스위칭 주파수 50 kHz,  $V_o=600$  V,  $LB=300\mu H$ ,  $Co=500\mu F$  일 때의 주요 파형을 나타낼 수 있다.
- [0065] 도 9의 (a)에 도시된 바와 같이, PWM\_S2은 제2 스위치(S2)의 게이트 파형을 나타낼 수 있다. PWM\_S2 파형에서 제2 스위치(S2)는 싱글 스위칭 할 수 있다.
- [0066] 따라서, 이러한 제3 모드는 연료 전지(110)가 승압 회로를 거쳐 부하( $R_o$ )로 전력을 전달하는 연료 전지 파워잉 및 배터리 충전 모드임을 알 수 있다.
- [0067] 도 10은 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치의 회로도의 제4 모드를 설명하는 도면이다.
- [0068] 도 10을 참조하면, 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치(100)의 제4 모드의 주요 파형의 예를 나타낸다.
- [0069] 예를 들어, 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치(100)의 회로도에서 연료 전지(110)의 전압  $V_{FC}=250$  V, 스위칭 주파수 50 kHz,  $V_o=600$  V,  $LB=300\mu H$ ,  $Co=500\mu F$  일 때의 주요 파형을 나타낼 수 있다.
- [0070] 도 10의 (a)에 도시된 바와 같이, PWM\_S2은 제2 스위치(S2)의 게이트 파형을 나타낼 수 있다. PWM\_S2 파형에서 제2 스위치(S2)는 싱글 스위칭 할 수 있다.
- [0071] 따라서, 이러한 제4 모드는 배터리(120)가 승압 회로를 거쳐 부하( $R_o$ )로 전력을 전달하는 배터리 파워잉 모드임을 알 수 있다.
- [0072] 도 11은 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치의 회로도의 제5 모드를 설명하는 도면이다.
- [0073] 도 11을 참조하면, 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치(100)의 제5 모드의 주요 파형의 예를 나타낸다.

- [0074] 예를 들어, 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치(100)의 회로도에서 스위칭 주파수 50 kHz,  $V_o=600$  V,  $V_{Bat}=200$  V,  $L_B=300\mu H$ ,  $C_o=500\mu F$  일 때의 주요 파형을 나타낼 수 있다.
- [0075] 도 11의 (a)에 도시된 바와 같이, PWM\_S3은 제3 스위치(S3)의 게이트 파형을 나타낼 수 있다. PWM\_S3 파형에서 제3 스위치(S3)는 싱글 스위칭 할 수 있다.
- [0076] 따라서, 이러한 제5 모드는 출력 전압( $V_o$ )이 벅(Buck) 회로를 거쳐 배터리(120)로 전력을 전달하는 재생(Regenerating) 배터리 모드임을 알 수 있다. 여기서, 벅(Buck) 회로는 강압 변환 회로를 나타내며, 입력 전압보다 낮은 출력 전압이 필요할 때 사용될 수 있다.
- [0077] 실시예들에 따르면 종래의 연료 전지 전력 시스템의 인덕터를 1 개만 사용함으로써, 종래의 연료 전지 전력 시스템의 단점인 2 개의 인덕터에 의한 전체 시스템의 비용을 낮추어 개선한 회로이다.
- [0078] 아래에서는 2 개의 인덕터를 사용하는 종래의 연료 전지 전력 시스템에 대해 하나의 예를 들어 설명함으로써, 하나의 인덕터를 사용하는 일 실시예에 따른 연료 전지와 배터리를 가진 전기차용 전력 변환 장치와 비교한다.
- [0079] 도 12는 종래의 연료 전지 전력 시스템의 회로도를 개략적으로 나타내는 도면이다.
- [0080] 도 12를 참조하면, 종래의 연료 전지 전력 시스템(Fuel Cell Power System)의 회로도(10)는 링크 캐패시터(Link Capacitor)( $C_o$ )를 기준으로 좌측은 연료 전지(11)와 인덕터( $L_1$ ), 승압 동작을 위한 스위치 S1 및 스위치 S4로 이루어져 있으며, 우측은 배터리(12), 인덕터( $L_2$ ), 승압 동작을 위한 스위치 S2 및 스위치 S3로 구성되어 있다.
- [0081] 여기서, 부하(Load)( $R_o$ )는 링크 캐패시터( $C_o$ )에 연결되어 있다. 스위치 S2 와 스위치 S3, 스위치 S1과 스위치 S4는 각각 상호 보완적인(Complementary) 스위치로, 예컨대 스위치 S2가 ON 되는 경우 스위치 S3이 OFF 되고, 스위치 S2가 OFF 되는 경우 스위치 S3이 ON 된다. 스위치 S1과 스위치 S4 또한 마찬가지로 동작한다.
- [0082] 도 13은 종래의 연료 전지 전력 시스템의 회로도의 모드들을 설명하는 도면이다.
- [0083] 도 13을 참조하면, 종래의 연료 전지 전력 시스템은 스위치의 펄스 폭 변조(Pulse Width Modulation, PWM) 제어에 따라 제1 모드 내지 제5 모드로 동작할 수 있다.
- [0084] 제1 모드는 연료 전지(11)에서 부하( $R_o$ )로 전력을 전달하는 모드이고(a), 제2 모드는 연료 전지(11)와 배터리(12)에서 동시에 부하( $R_o$ )로 전력을 전달하는 모드이며(b), 제3 모드는 연료 전지(11)에서 부하( $R_o$ )로 전력을 전달하고 배터리(12)는 충전되는 모드(c)로 동작한다. 그리고 제4 모드는 배터리(12)에서 부하( $R_o$ )로 전력을 전달하는 모드이며(d), 제5 모드는 부하( $R_o$ )에서 배터리(12)로 재생(Regenerating)하는 모드(e)로 동작을 한다.
- [0085] 도 14는 종래의 연료 전지 전력 시스템의 제1 모드를 설명하는 도면이다.
- [0086] 도 14를 참조하면, 종래의 연료 전지 전력 시스템의 제1 모드의 예를 나타내는 것으로, 연료 전지의 전압  $V_{FC}=250$  V, 스위칭 주파수 50 kHz,  $V_o=600$  V,  $L_1=300\mu H$ ,  $L_2=300\mu H$ ,  $C_o=500\mu F$  일 때의 주요 파형을 나타낸다. 여기서, PWM\_S1은 S1 스위치의 게이트 파형이다. PWM\_S1은 싱글 스위칭 하며, 스위치 S1과 스위치 S4는 상호 보완적인 스위칭을 한다. 이 때, 스위치 S2, 스위치 S3는 OFF 상태이다.
- [0087] 그리고 인덕터 전류  $I(L_1)$ 의 방향을 통해 위 모드가 연료 전지에서 승압 회로를 거쳐 부하로 전력을 전달함을 알 수 있다.
- [0088] 도 15는 종래의 연료 전지 전력 시스템의 제2 모드를 설명하는 도면이다.
- [0089] 도 15를 참조하면, 종래의 연료 전지 전력 시스템의 제2 모드의 예를 나타내는 것으로, 연료 전지의 전압  $V_{FC}=250$  V, 배터리의 전압  $V_{Bat}=200$  V, 스위칭 주파수 50 kHz,  $V_o=600$  V,  $L_1=300\mu H$ ,  $L_2=309\mu H$ ,  $C_o=500\mu F$  일 때의 주요 파형을 나타낸다.

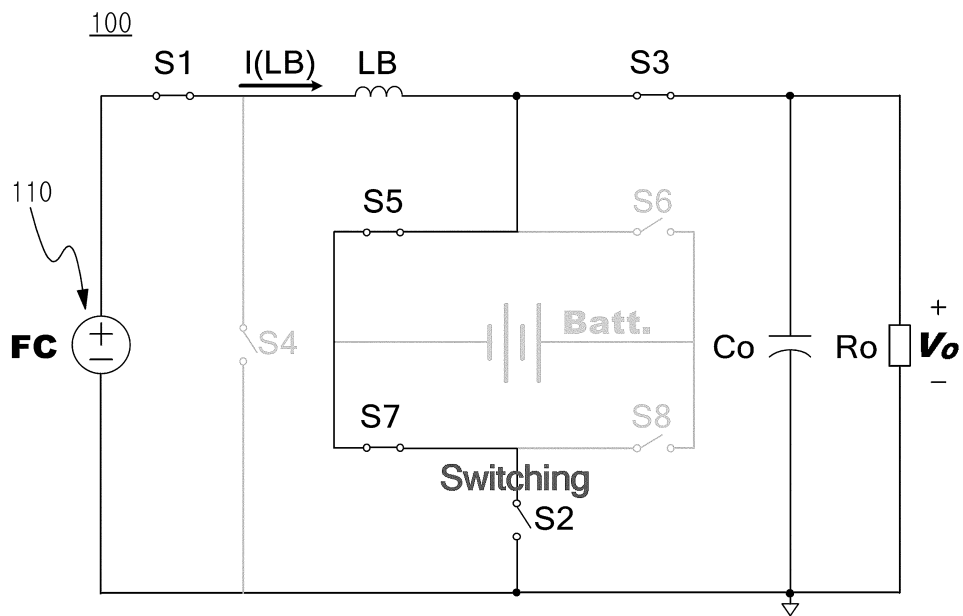
- [0090] 연료 전지와 배터리가 출력 전력을 50 : 50의 비율로 분담하도록 설계하였다. 여기서, PWM\_S1은 S1 스위치의 게이트 파형이다. 그리고 PWM\_S2/2는 스위치 S2의 게이트 전압을 2로 나누어 그래프에 표시한 파형이다. 스위치 S3와 스위치 S4는 각각 스위치 S2, 스위치 S1과 상호 보완적인 스위칭을 한다.
- [0091] 그리고 인덕터 전류  $I(L1)$ ,  $I(L2)$ 를 통해 연료 전지와 배터리가 부하로 전력을 전달하는 것을 알 수 있다.
- [0092] 도 16은 종래의 연료 전지 전력 시스템의 예의 제3 모드를 설명하는 도면이다.
- [0093] 도 16을 참조하면, 종래의 연료 전지 전력 시스템의 예를 나타내는 것으로, 연료 전지의 전압  $V_{FC}=250\text{ V}$ , 스위칭 주파수  $50\text{ kHz}$ ,  $V_o=600\text{ V}$ ,  $L1=300\text{ }\mu\text{H}$ ,  $L2=300\text{ }\mu\text{H}$ ,  $C_o=500\text{ }\mu\text{F}$  일 때의 주요 파형을 나타낸다. 여기서, PWM\_S1은 스위치 S1의 게이트 파형이고, PWM\_S3/2는 스위치 S3의 게이트 파형을 2로 나눈 파형이다. 스위치 S2와 스위치 S4는 각각 스위치 S3, 스위치 S1과 상호 보완적인 스위칭을 한다.
- [0094] 도 16의 (a)에 도시된 바와 같이, PWM\_S1, PWM\_S3/2는 스위치 S1이 스위칭 하여 연료 전지에서 부하로 전력을 전달하고, 스위치 S3의 스위칭에 의하여 배터리를 충전한다.
- [0095] 또한, 도 16의 (b)에 도시된 바와 같이, 인덕터 전류  $I(L1)$ 과  $I(L2)$ 는  $L1$ 의 전류는 양의 값을 갖지만  $L2$ 의 전류는 음의 값을 갖는다. 따라서,  $I(L2)$ 가 배터리를 충전하는 것을 알 수 있다.
- [0096] 도 17은 종래의 연료 전지 전력 시스템의 예의 제4 모드를 설명하는 도면이다.
- [0097] 도 17을 참조하면, 종래의 연료 전지 전력 시스템의 예를 나타내는 것으로, 배터리의 전압  $V_{Bat}=200\text{ V}$ , 스위칭 주파수  $50\text{ kHz}$ ,  $V_o=600\text{ V}$ ,  $L1=300\text{ }\mu\text{H}$ ,  $L2=300\text{ }\mu\text{H}$ ,  $C_o=500\text{ }\mu\text{F}$  일 때의 주요 파형을 나타낸다. 여기서, PWM\_S2는 스위치 S2의 게이트 파형이다. 스위치 S3은 스위치 S2와 상호 보완적인 스위칭을 한다.
- [0098] 그리고 인덕터 전류의 방향을 보면 배터리가 승압 회로를 거쳐 부하로 전력을 전달하는 모드임을 알 수 있다.
- [0099] 도 18은 종래의 연료 전지 전력 시스템의 예의 제5 모드를 설명하는 도면이다.
- [0100] 도 18을 참조하면, 종래의 연료 전지 전력 시스템의 예를 나타내는 것으로, 출력전압  $V_o=600\text{ V}$ , 스위칭 주파수  $50\text{ kHz}$ ,  $L1=300\text{ }\mu\text{H}$ ,  $L2=300\text{ }\mu\text{H}$ ,  $C_o=500\text{ }\mu\text{F}$  일 때의 주요 파형을 나타낸다. 여기서, PWM\_S3는 스위치 S3의 게이트 파형이다. 스위치 S2는 스위치 S3과 상호 보완적인 스위칭을 한다. 이러한 제5 모드는 출력에서 역 기전력이 발생하여 부하( $R_o$ )에서 벅(Buck) 회로를 거쳐 배터리를 충전한다.
- [0101] 인덕터 전류  $I(L2)$ 가 음의 값을 갖는 것을 통해 이를 확인할 수 있다.
- [0102] 종래의 연료 전지 전력 시스템에서 스위치의 PWM 제어에 따라 여러 모드로 동작이 가능하다는 장점이 있다. 하지만 2 개의 인덕터가 존재하여 비용이 상승하여 전체 시스템의 가격이 높게 책정되는 단점이 있다.
- [0103] 이상에서, 실시예들에 따르면 승압 동작을 위한 하나의 인덕터를 포함하고, 스위치의 제어에 따라 연료 전지 또는 배터리에서 부하로 전력을 전달하거나 배터리가 충전되는 모드를 선택하되 하나의 인덕터를 사용하여 공유함으로써 적은 비용이 드는 비용 효율적인 연료 전지와 배터리를 가진 전기차의 전력 변환 장치를 제공할 수 있다.
- [0104] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.
- [0105] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.
- [0106]

도면

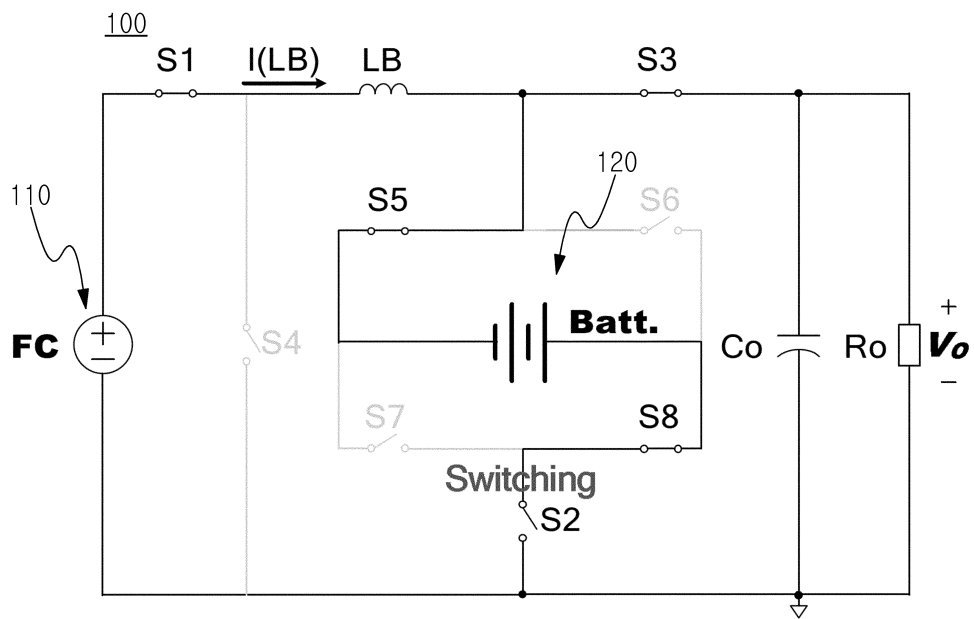
도면1



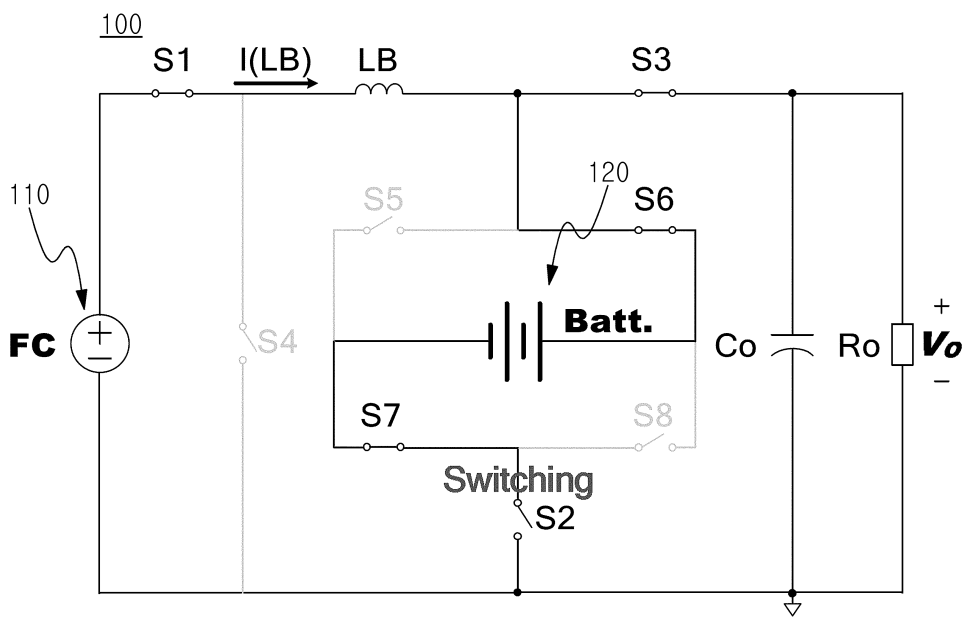
도면2



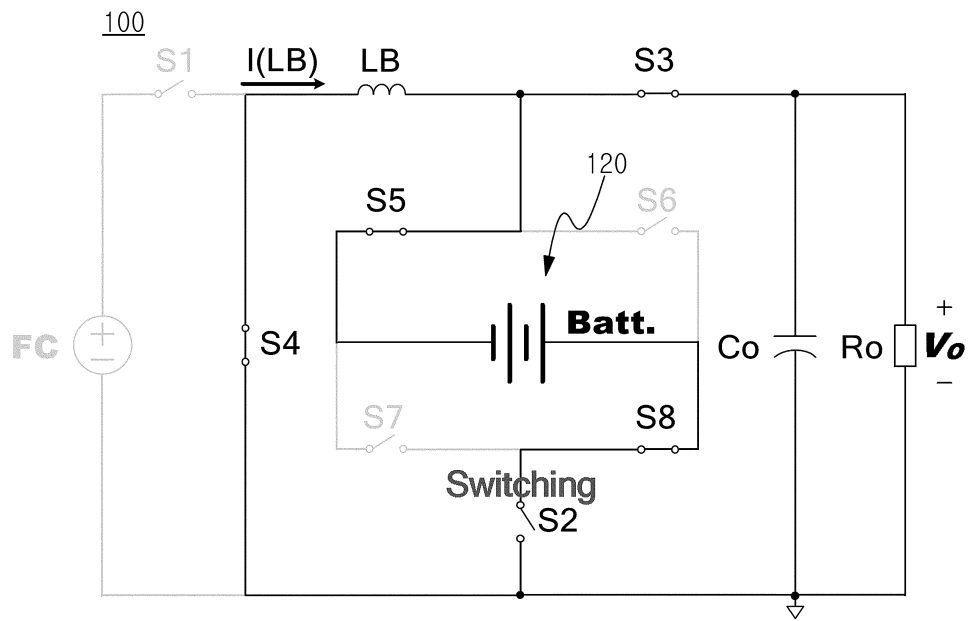
도면3



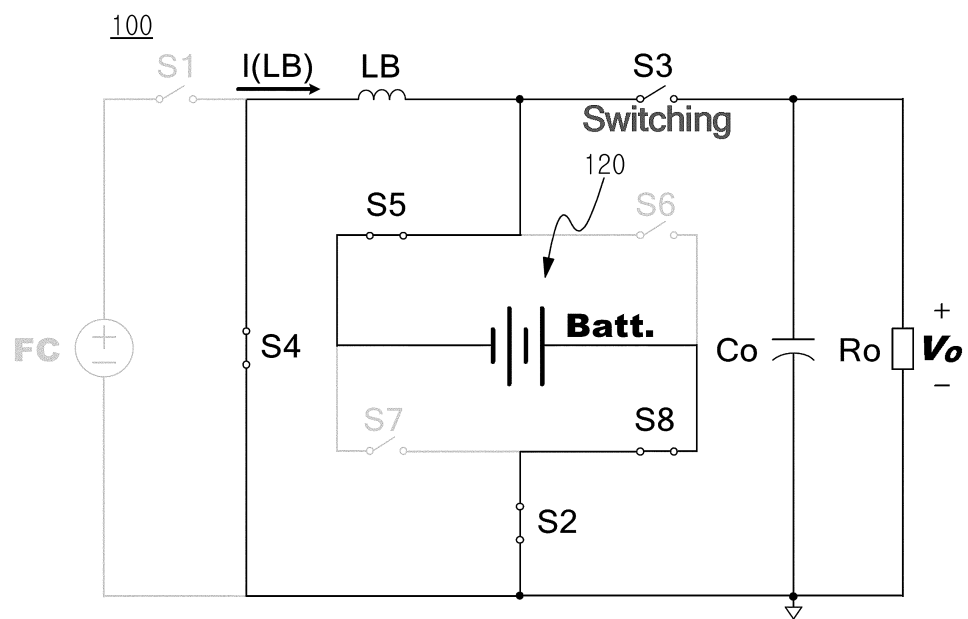
도면4



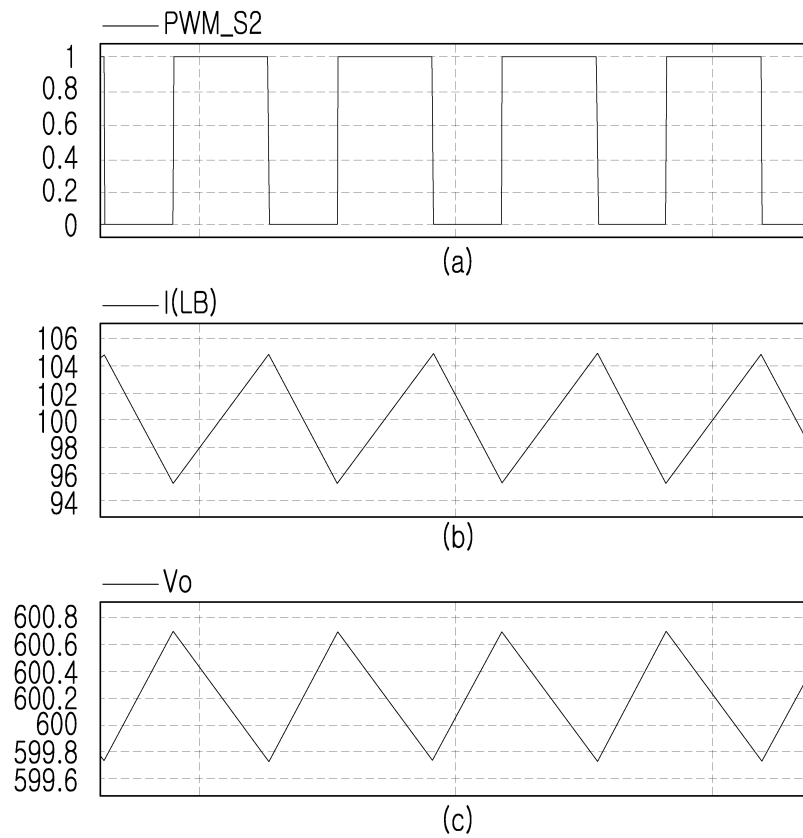
도면5



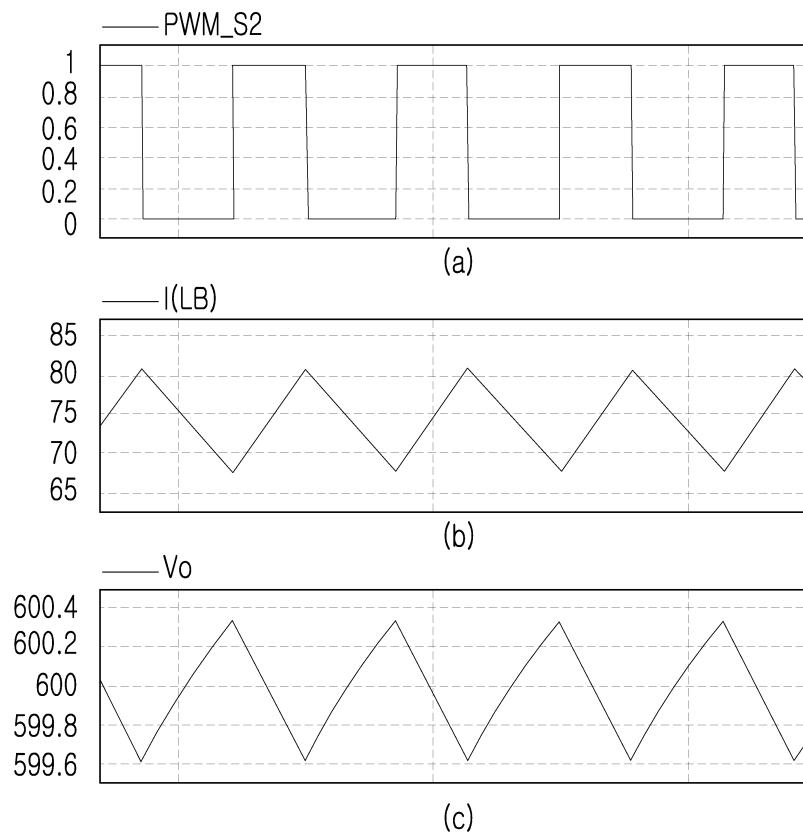
도면6



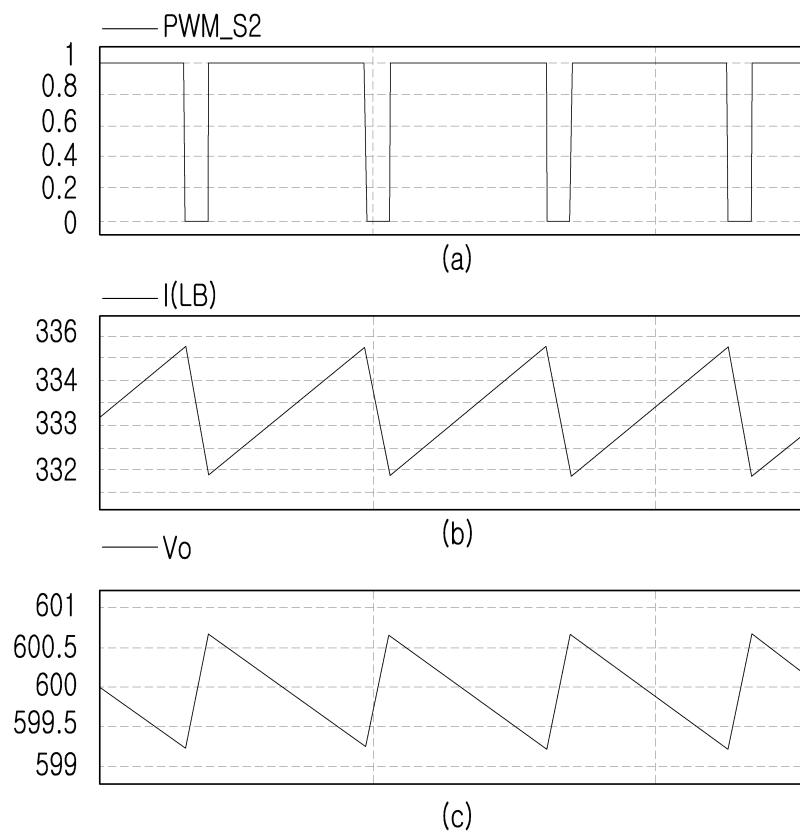
도면7



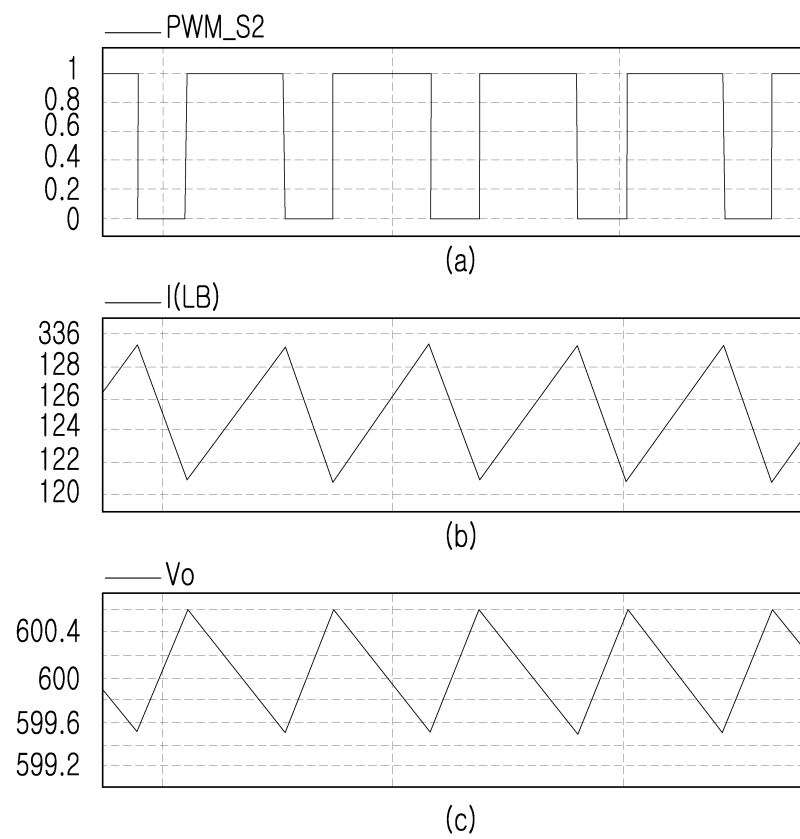
도면8



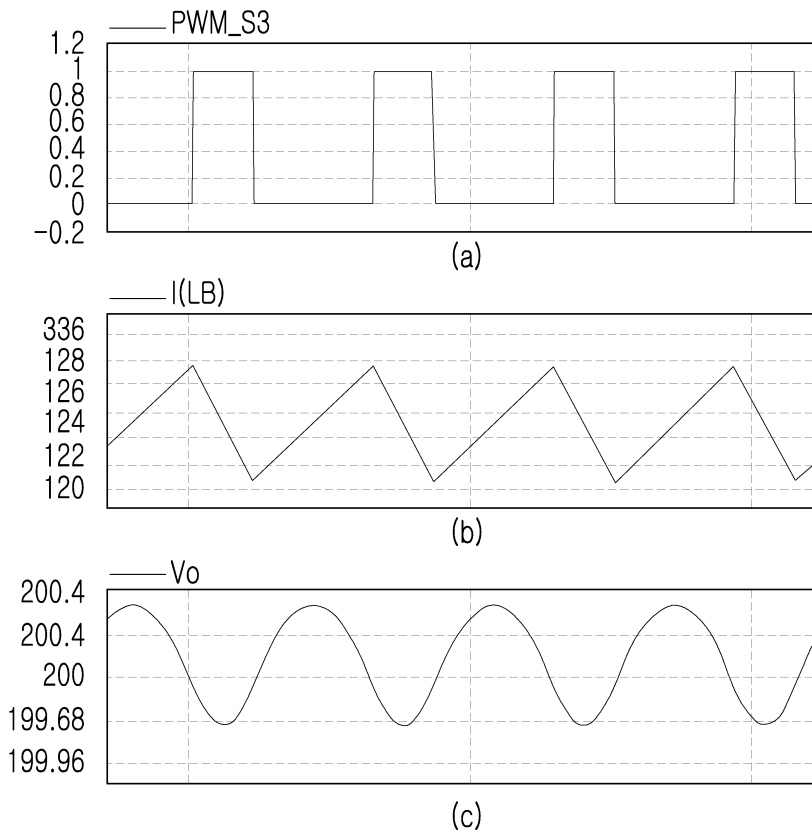
도면9



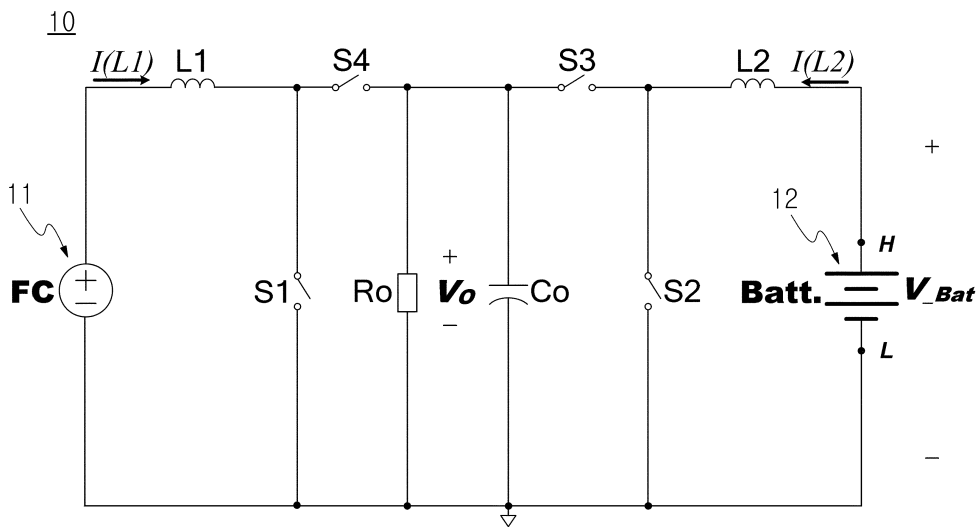
도면10



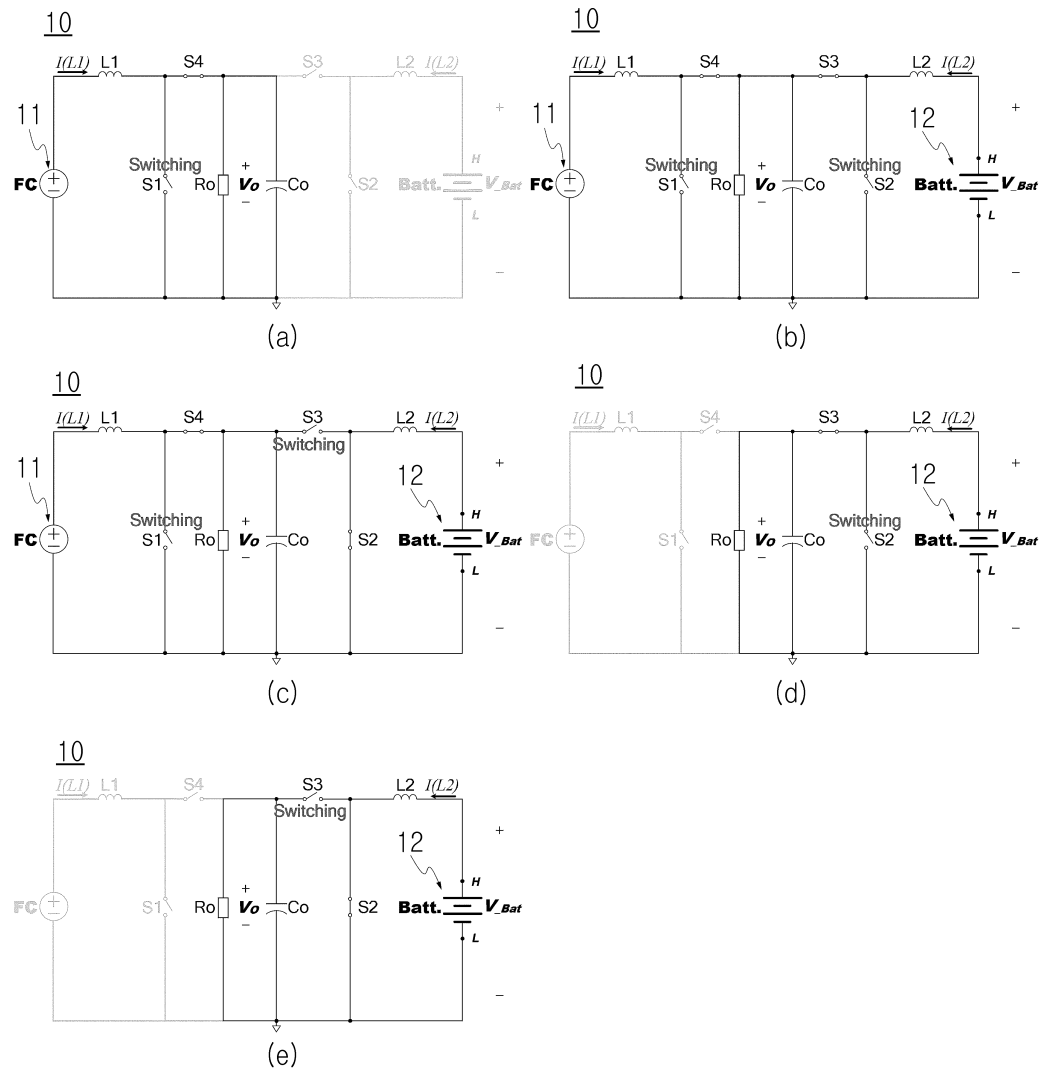
도면11



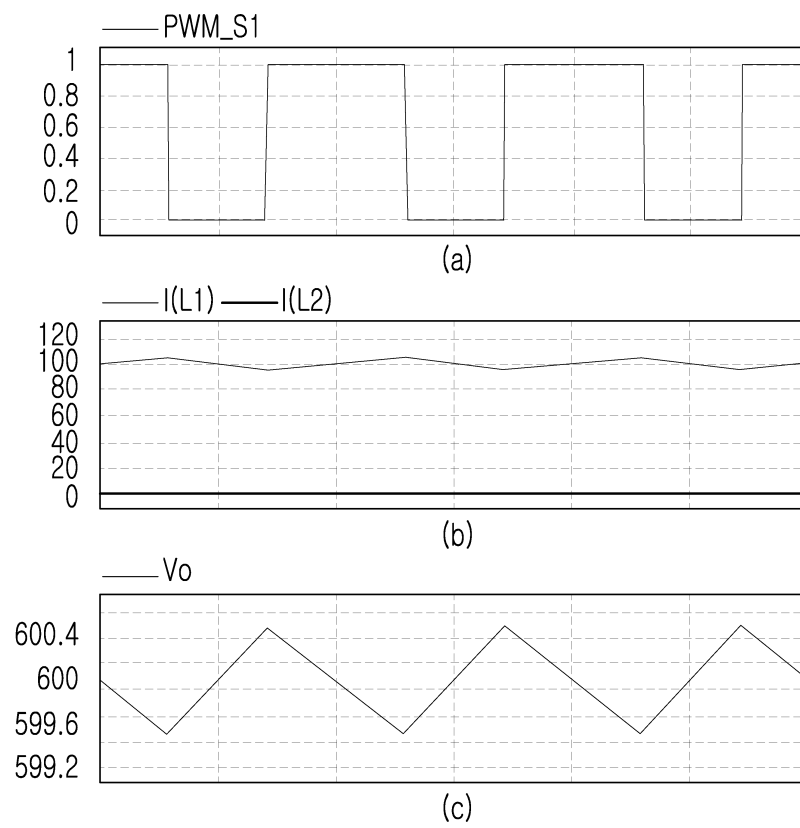
도면12



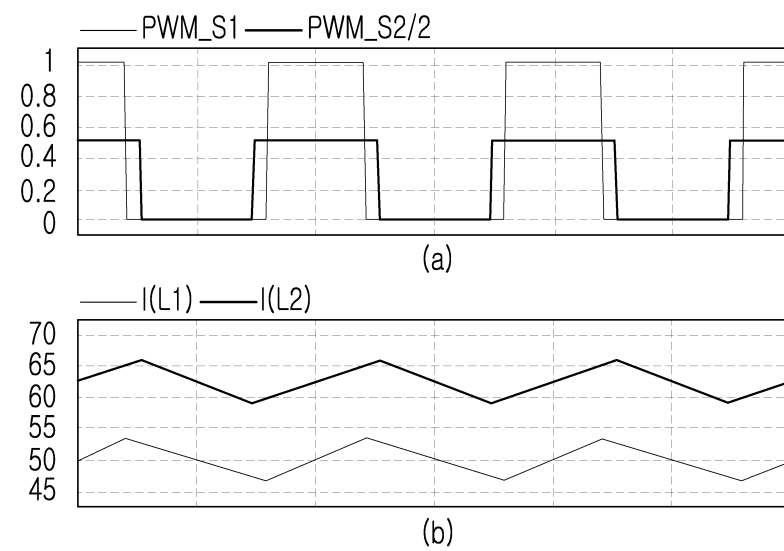
도면13



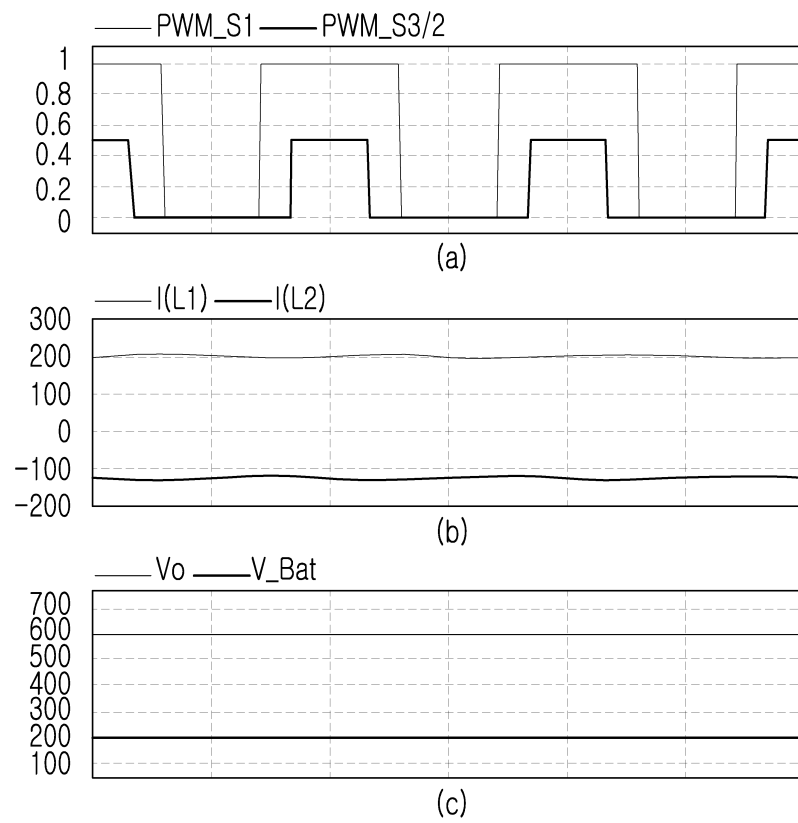
도면14



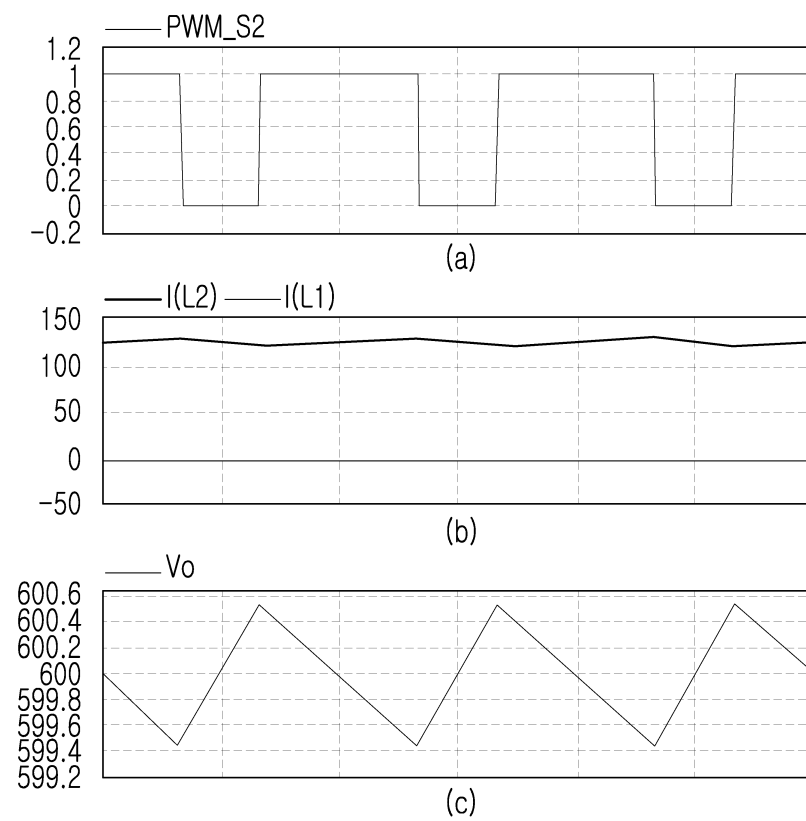
도면15



도면16



도면17



도면18

