



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년03월10일  
(11) 등록번호 10-1714593  
(24) 등록일자 2017년03월03일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B60L 11/18 (2006.01) H02J 7/00 (2006.01)  
H02J 7/02 (2016.01) H02M 1/00 (2007.01)  
H02M 7/48 (2007.01)
- (52) CPC특허분류  
B60L 11/1814 (2013.01)  
B60L 11/1851 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-0133198
- (22) 출원일자 2015년09월21일  
심사청구일자 2015년09월21일
- (56) 선행기술조사문헌  
KR1019960030529 A  
KR1019950703810 A  
KR1020130094356 A  
KR1020150047085 A

- (73) 특허권자  
서울과학기술대학교 산학협력단  
서울특별시 노원구 공릉로 232 (공릉동, 서울과학기술대학교)
- (72) 발명자  
최세완  
서울특별시 서대문구 연희로15길 35 (연희동)  
권민호  
경기도 양주시 산북동 330-1
- (74) 대리인  
이은철, 이수찬

전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 이은주

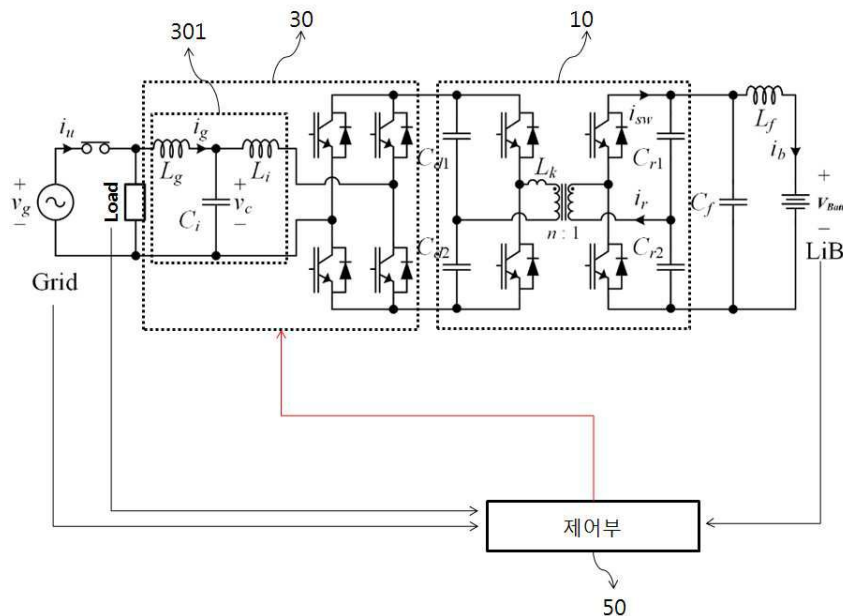
(54) 발명의 명칭 V2G, V2H 기능을 갖는 전기자동차용 양방향 충전기

(57) 요약

본 발명은, V2G, V2H 기능을 갖는 전기자동차용 양방향 충전기에 있어서, 전류가 충전되는 배터리; 변압기를 내장하여 전기적으로 절연되며, 고정 듀티 및 고정 주파수로 동작하여 배터리에서 출력되는 전압을 트랜스의 권선비에 따른 고정 승압비로 출력하는 절연형 컨버터; 입력단이 절연형 컨버터와 연결되어, 절연형 컨버터로부터

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



공급된 직류전압을 교류전압으로 변환시키고, 출력단에 LCL 필터가 연결된 인버터; 및 LCL 필터의 계통측 인덕터에 인가되는 전압을 모니터링하여 인버터의 출력 전압을 제어함으로써 계통측으로 입출력되는 전류를 간접적으로 제어하는 제어부를 포함한다.

본 발명에 따르면, 양방향 충전기의 컨버터가 부하에 관계없이 출력이득이 일정하게 유지되도록 세팅되어 바이패스의 기능만 수행함에 따라 별도의 레귤레이션 없이 인버터의 제어만으로도 모드 전환이 가능하여 2-stage에서 발생될 수 있는 과도상태가 발생되지 않는 이점이 있다.

(52) CPC특허분류

- H02J 7/00* (2013.01)
- H02J 7/022* (2013.01)
- H02M 7/48* (2013.01)
- B60L 2210/42* (2013.01)
- B60L 2230/30* (2013.01)
- B60L 2230/32* (2013.01)
- H02M 2001/0006* (2013.01)

공지예외적용 : 있음

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

V2G, V2H 기능을 갖는 전기자동차용 양방향 충전기에 있어서,

전류가 충전되는 배터리;

변압기를 내장하여 전기적으로 절연되며, 고정 듀티 및 고정 주파수로 동작하여 상기 배터리에서 출력되는 전압을 트랜스의 권선비에 따른 고정 승압비로 출력하는 절연형 컨버터;

입력단이 상기 절연형 컨버터와 연결되어, 상기 절연형 컨버터로부터 공급된 직류전압을 교류전압으로 변환시키고, 출력단에 LCL 필터가 연결된 인버터; 및

상기 LCL필터의 계통측 인덕터에 인가되는 전압을 모니터링하여 상기 인버터의 출력 전압을 제어함으로써 계통측으로 입출력되는 전류를 간접적으로 제어하는 제어부를 포함하고,

상기 제어부는,

상기 절연형 컨버터 및 상기 인버터의 두 스테이지(two-stage) 중 상기 인버터만을 제어하여, 상기 양방향 충전기의 운전모드 전환시에 따른 출력전압 과도현상이 발생되지 않는 것을 특징으로 하는 양방향 충전기.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 절연형 컨버터는,

스위칭 주파수가 공진 주파수로 설정되어 부하에 관계없이 출력이득이 일정하게 유지된 것을 특징으로 하는 양방향 충전기.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 인버터의 LCL 필터는,

상기 인버터의 출력단의 일단에 직렬로 연결되어 고주파를 제거하는 제1 인덕터;

상기 인버터의 출력단의 타단과 상기 제1 인덕터에 연결되어 상기 제1 인덕터로부터 출력되는 신호의 고주파를 제거하는 커패시터; 및

상기 커패시터를 통과한 교류 전압을 인가받아 계통으로 주입되는 전류를 간접적으로 제어하기 위해 연결된 제2 인덕터를 구비한 것을 특징으로 하는 양방향 충전기.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 절연형 컨버터는,

DC링크에 연결되는 커패시터가 필름 커패시터이고,

상기 필름 커패시터는,

상기 인버터로 인하여 발생하는 전류의 리플을 상기 배터리로 인가하여 상기 배터리가 정현파 방식으로 충전되도록 하는 것을 특징으로 하는 양방향 충전기.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 전기자동차에 사용되는 양방향 충전기에 관한 것으로서, 배터리의 충전 뿐만 아니라 배터리에 저장된 전기에너지를 계통 또는 가정에 공급하는 V2G, V2H 모드의 전환이 가능한 양방향 충전기에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 현재 자동차 시장은 지속적으로 상승하는 가솔린 가격과 화석 연료 엔진에 의해 생성되는 환경오염의 우려로 전기자동차 및 하이브리드 자동차에 대한 연구가 활발하다.

[0003] 일반적으로 전기자동차는 단방향 충전기를 사용하여 계통으로부터 전기에너지를 공급받아 배터리를 충전하고, 배터리에 저장된 전기에너지를 사용하여 차량을 동작시킨다. 최근에는 전기자동차를 스마트그리드 영역에서 활용하려는 시도가 다양하게 이뤄지면서 양방향 충전기의 적용이 고려되고 있다.

[0004] 그 중, 양방향 충전기에는 전기자동차 배터리에 저장된 전기에너지를 전력망으로 재송전함으로써 운전자가 전력을 저렴한 시간에 저장한 뒤 비싼 시간에 한전에 되팔 수 있게 하는 V2G(Vehicle to Grid) 또는, 정전 시 배터리에 축적된 전기에너지를 가정에 공급하는 V2H(Vehicle to Home)와 같은 전력 충방전 모드가 스마트그리드의 핵심 솔루션으로 부상하고 있다.

[0005] 일반적으로, 양방향 배터리 충전기는 배터리측 양방향 DC-DC 컨버터와 계통측 양방향 DC-AC 인버터로 구성된다. V2G나 V2H에 양방향 배터리 충전기를 적용하려면 모드의 전환에 따른 과도상태를 효과적으로 제어할 수 있어야 한다. 보다 상세하게 설명하면, 종래의 양방향 충전기는 충전 또는 V2G 모드에서 DC-AC 인버터가 DC링크 커패시터의 전압을 제어하고, DC-DC 컨버터는 배터리 CC-CV를 제어한다 한편, V2H의 모드에서는 DC-DC 컨버터가 DC링크 커패시터의 전압을 제어하고, DC-AC 인버터는 AC측 전압을 제어하는 것이 일반적이다.

[0006] 이와 같은 제어 환경에서는 충전이나 V2G 모드에서 V2H 모드로 전환시 DC-DC 컨버터와 DC-AC 인버터가 모두 모드 전환이 요구되기 때문에 과도상태가 커지게 되는 문제점이 있다.

[0007] 양방향 DC-DC 컨버터로서 양방향 하프-브릿지 컨버터를 사용할 수 있는데 이는 회로가 간단하고 끊임없는 모드 전환 및 넓은 배터리 전압 제어범위를 갖는다. 하지만, 하프 브릿지 컨버터만으로는 충전기가 전기적으로 절연이 되어 있지 않아 차량용으로 적합하지 않다. 절연을 위해서 현재 계통측 또는 배터리측에 저주파(60Hz 대역) 변압기가 구비되는데 저주파 변압기의 특성상 부피가 크므로 현실적으로 배터리측에 설치되기 어려워 계통측에 별도로 구비되어야 하는 문제점이 있다.

[0008] 아직 개발된 사례가 많지 않지만, DC-DC 컨버터를 Dual Active Bridge(DAB)로 채택한 방식이 있다. DAB는 회로가 간단하며 위상차를 이용하여 전력흐름을 제어하는 방식으로, 추가 회로 없이 모든 스위치가 ZVS(Zero Voltage Switching) 턴온이 가능하다.

[0009] 하지만 DAB 컨버터를 적용한 전기자동차용 양방향 충전기는 전압이나 전력 변동으로 위상이 증가하게 되면 무효전력 및 소자들의 전류 정격이 증가한다. 또한, 입력과 출력의 전압비가 다르게 되면 경 부하에서 소프트 스위칭을 실패하는 문제점이 있다.

[0010] 넓은 배터리 전압 제어범위를 갖고, 전 부하에서 모든 스위치가 소프트스위칭되는 또 다른 컨버터로 양방향 CLLC 공진형 컨버터가 있다. 하지만, CLLC 공진형 컨버터는 공진 탱크가 복잡하여 컨버터를 설계하기 어려우며 모드 전환시 과도상태가 발생하는 문제점이 여전히 존재한다.

[0011] 종합하면, 전기자동차용 양방향 배터리 충전기는 V2G, V2H의 다양한 모드 변환시 과도상태가 없고, 소프트스위칭이 가능하며, 절연이 가능한 소형의 구조로 제공되어야 한다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0012] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제2011-0054041호

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0013] 본 발명은 배터리의 충전, V2G 및 V2H 모드의 전환과정에서 과도상태가 발생되지 않도록 제어가 가능한 전기자동차용 양방향 충전기를 제공하고자 한다.
- [0014] 또한, 본 발명은 전기적으로 절연되어 계통측에 저주파 변압기가 설치되지 않고도 소형의 부피로 설계가 가능한 전기자동차용 양방향 충전기를 제공하고자 한다.

**과제의 해결 수단**

- [0015] 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, V2G, V2H 기능을 갖는 전기자동차용 양방향 충전기에 있어서, 전류가 충전되는 배터리; 변압기를 내장하여 전기적으로 절연되며, 고정 듀티 및 고정 주파수로 동작하여 배터리에서 출력되는 전압을 트랜스의 권선비에 따른 고정 승압비로 출력하는 절연형 컨버터; 입력단이 절연형 컨버터와 연결되어, 절연형 컨버터로부터 공급된 직류전압을 교류전압으로 변환시키고, 출력단에 LCL 필터가 연결된 인버터; 및 LCL필터의 계통측 인덕터에 인가되는 전압을 모니터링하여 인버터의 출력 전압을 제어함으로써 계통측으로 입출력되는 전류를 간접적으로 제어하는 제어부를 포함한 것을 특징으로 한다.
- [0016] 바람직하게, 본 발명에 따른 제어부는 절연형 컨버터 및 인버터의 두 스테이지(two-stage) 중 인버터만을 제어하여, 양방향 충전기의 운전모드 전환시에 따른 출력전압 과도현상이 발생되지 않도록 제어할 수 있다.
- [0017] 바람직하게, 본 발명에 따른 절연형 컨버터는 스위칭 주파수가 공진 주파수로 설정되어 부하에 관계없이 출력이득이 일정하게 유지될 수 있다.
- [0018] 바람직하게, 본 발명에 따른 인버터의 LCL 필터는 인버터의 출력단의 일단에 직렬로 연결되어 고주파를 제거하는 제1 인덕터; 인버터의 출력단의 타단과 제1 인덕터에 연결되어 제1 인덕터로부터 출력되는 신호의 고주파를 제거하는 커패시터; 및 커패시터를 통과한 교류 전압을 인가받아 계통으로 주입되는 전류를 간접적으로 제어하기 위해 연결된 제2 인덕터를 구비할 수 있다.
- [0019] 바람직하게, 본 발명에 따른 절연형 컨버터는 DC링크에 연결되는 커패시터가 필름 커패시터이고, 필름 커패시터는 인버터로 인하여 발생하는 전류의 리플을 배터리로 인가하여 배터리가 정현파 방식으로 충전되도록 한다.

**발명의 효과**

- [0020] 본 발명에 따르면, 양방향 충전기의 컨버터가 부하에 관계없이 출력이득이 일정하게 유지되도록 세팅되어 바이패스의 기능만 수행함에 따라 별도의 레귤레이션 없이 인버터의 제어만으로도 모드 전환이 가능하여 2-stage에서 발생하는 과도상태가 일어나지 않는 이점이 있다.
- [0021] 또한 본 발명은, 인버터의 제어시 제2 인덕터에 인가되는 전압을 적절히 제어하여 계통 또는 가정으로 유입되는 전류를 레귤레이션 함에 따라 인버터가 항시 전압 제어 모드로 작동할 수 있다. 이는 계통 연계운전 시 정현적인 출력전압을 공급함은 물론 운전 모드가 전환될 때에도 주요 부하에 지속적으로 안정된 전력을 공급할 수 있는 이점이 있다.
- [0022] 또한, 본 발명은 컨버터부가 고주파 변압기가 구비된 직렬 공진형 컨버터로 구현되어 소형으로 전기적 절연이 가능하며, DC 링크단에 필름 커패시터가 연결되어 정현파 방식으로 배터리를 충전함에 따라, 기존의 전해 커패

시터 대비 충전기의 수명이 증가되는 이점이 있다.

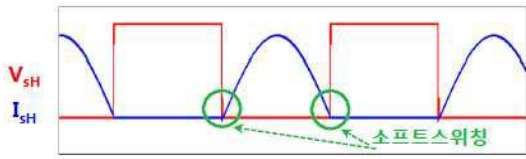
**도면의 간단한 설명**

- [0023] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 양방향 충전기의 회로도를 나타낸다.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 절연형 컨버터의 ZCS를 나타낸다.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 양방향 충전기의 정현파 충전 개념도를 나타낸다.
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 제어부의 간접전류 제어 알고리즘의 블록도를 나타낸다.
- 도 5는 본 실험례에 따른 양방향 충전기의 충전 모드 실험 파형을 나타낸다.
- 도 6은 본 실험례에 따른 양방향 충전기의 V2G 모드의 실험 파형을 나타낸다.
- 도 7은 본 실험례에 따른 양방향 충전기의 V2H 모드의 실험 파형을 나타낸다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0024] 이하, 첨부된 도면들에 기재된 내용들을 참조하여 본 발명을 상세히 설명한다. 다만, 본 발명이 예시적 실시 예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일 참조부호는 실질적으로 동일한 기능을 수행하는 부재를 나타낸다.
- [0025] 본 발명의 목적 및 효과는 하기의 설명에 의해서 자연스럽게 이해되거나 보다 분명해 질 수 있으며, 하기의 기재만으로 본 발명의 목적 및 효과가 제한되는 것은 아니다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.
- [0026] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 양방향 충전기(1)의 회로도를 나타낸다. 도 1을 참조하면, V2G, V2H 기능을 갖는 전기자동차용 양방향 충전기(1)는 배터리( $\overline{V_{Batt}}$ ), 절연형 컨버터(10), 인버터(30) 및 제어부(50)를 포함할 수 있다.
- [0027] 배터리( $\overline{V_{Batt}}$ )는 커패시터 등의 충전소자를 구비하여 계통( $V_g$ ) 전압의 인가로 전류가 충전될 수 있다.
- [0028] 절연형 컨버터(10)는 고정 듀티 및 고정 주파수로 동작하여 배터리( $\overline{V_{Batt}}$ )에서 출력되는 전압을 트랜스의 권선비에 따른 고정 승압비로 출력할 수 있다.
- [0029] 본 실시예로 절연형 컨버터(10)는 직렬 공진형 컨버터(SRC)로 제공됨이 바람직하다. 직렬 공진형 컨버터(10)는 1차측 및 2차측에 복수의 커패시터( $\overline{C_{d1}}$ ,  $\overline{C_{d2}}$ ,  $\overline{C_{r1}}$ ,  $\overline{C_{r2}}$ ) 및 반도체 스위치를 구비하는 하프 브릿지 타입일 수 있다. 직렬 공진형 컨버터(10)는 내장된 변압기의 권선측 누설 인덕턴스( $L_k$ )와 DC 링크단의 커패시터( $\overline{C_{r1}}$ ,  $\overline{C_{r2}}$ )가 공진할 수 있다.
- [0030] 직렬 공진형 컨버터(10)는 충전기(1)의 내부를 전기적으로 절연하기 위하여 고주파(수십 내지 수백 Khz) 변압기가 내장되는 절연형 컨버터로 제공될 수 있다. 고주파 변압기는 저주파 변압기와 비교하여 소형으로 설계가 가능하여 충전기(1) 상에 구비되기에 적합하다. 또한, 도 1과 같이 본 실시예에 따른 직렬 공진형 컨버터(10)는 1, 2차측이 전압 더블러 구조로서 양방향 동작시 magnetizing offset이 문제되지 않는다. 또한, 직렬 공진형 컨버터(10)는 부하의 크기나 배터리의 전압에 상관없이 하기의 [그림 1]과 같이 소프트스위칭이 가능한 이점이 있다.

[0031] [그림 1]



[0032]

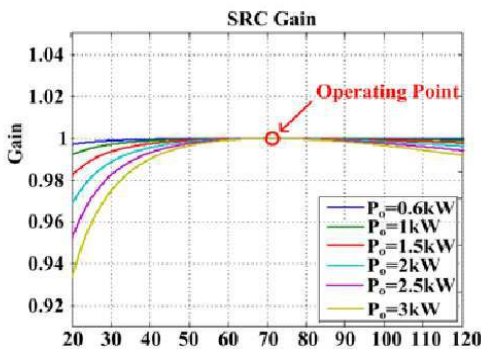
[0033] 다만, 충전기(1)의 컨버터로 직렬 공진형 컨버터(10)를 사용하게 되면 기존의 컨버터 대비 모드 전환의 제어가 더 어려운 문제점이 생긴다.

[0034] 본 실시예에 따른 직렬 공진형 컨버터(10)는 레귤레이션이 필요 없도록 배터리( $\overline{V_{Batt}}$ )측 출력 전압을 일정한 권선비(n:1)로 승압 또는 강하하여 출력 해야한다. 즉, 본 실시예에 따른 충전기(1)에서 직렬 공진형 컨버터(10)는 제어 대상이 아니도록 구비되므로, 절연의 기능적 장점만 발휘될 수 있다. 또한, 직렬 공진형 컨버터(10)는 바이패스 기능만 수행하도록 설계 변수가 고정됨에 따라, 충전기(1)에 구비되는 기타 스위칭 소자, 변압기 및 수동소자를 손쉽게 최적으로 설계 할수 있는 이점이 있다.

[0035] 이하, 직렬 공진형 컨버터(10)를 단순히 바이패스 기능만 갖도록 세팅하는 방법에 대하여 설명한다.

[0036] 직렬 공진형 컨버터(10)는 스위칭 주파수가 공진 주파수로 설정되어 부하에 관계없이 출력이득이 일정하게 유지 되도록 설정될 수 있다. 실험적 결과에서 도출된 하기의 [그림 2]를 참조하면, 절연형 직렬 공진형 컨버터(10)의 경우, 부하 변동에 따라 제어되어야 하는 주파수의 변동폭이 달라진다.

[0037] [그림 2]



[0038]

[0039] 하지만, [그림 2] 중 부하의 변동에도 이득(gain)이 변하지 않는 지점이 존재하며, 해당 지점을 동작지점 (operating point)으로 세팅할 경우, 어떠한 부하 연결에도 이득이 변하지 않기 때문에 절연형 컨버터(10)가 바이패스로서의 기능만 수행할 수 있다.

[0040] 회로 해석에 의하면, 직렬 공진형 컨버터(10)에서 부하의 변동에도 이득이 변하지 않는 지점은 공진 주파수 지점이며, 따라서 본 실시예에 따른 직렬 공진형 컨버터(10)의 스위칭 주파수는 공진 주파수로 설정되는 것이다. 이에 따라, 본 실시예에 따른 절연형 컨버터(10)는 도 3과 같이 전 부하 영역에서 ZCS 턴온/턴오프가 성취될 수 있다.

[0041] 종래의 경우, 컨버터와 인버터가 구비되는 양방향 충전기는 컨버터의 전압을 제어하기 위한 레귤레이션 및 인버터의 전류 제어를 위한 레귤레이션이 각각 요구된다. 즉, 컨버터와 인버터가 각각 제어가 요구됨에 따라 제어상태의 변경시 과도 상태가 발생하는 것이다. 따라서, 본 실시예에 따른 절연형 컨버터(10)는 스위칭 주파수를 공진 주파수로 세팅하여 레귤레이션이 필요 없도록 마련되기 때문에 인버터(30) 만으로도 배터리( $\overline{V_{Batt}}$ )의 충전 및 V2G, V2H의 제어 알고리즘이 적용될 수 있다.

[0042] 직렬 공진형 컨버터(10)은 1차측 권선의 DC링크에 트랜스의 누설 인덕터( $L_k$ )와 공진하는 커패시터( $C_{r1}, \overline{C_{r2}}$ )가 구비된다. 일반적으로 전기자동차용 충전기는 정전류 충전 방식을 사용하고, 이에 따라 DC링크에 용량성이

뛰어난 전해 커패시터가 사용된다. DC링크에 연결된 전해 커패시터는 계통의 교류 전류(60Hz)로 인하여 발생되는 2배의 전류 리플(120hz)을 감쇄하는 역할을 한다. 전해 커패시터는 용량성이 뛰어나 전기자동차용 충전기에 주로 구비되지만 수명이 좋지 않아 내구성이 떨어지는 trade-off 특성이 존재한다.

[0043] 이와는 달리 본 실시예에 따른 직렬 공진형 컨버터(10)에는 전해 커패시터가 아닌 필름 커패시터( $C_{d1}$ ,  $C_{d2}$ )가 사용될 수 있다. 필름 커패시터( $C_{d1}$ ,  $C_{d2}$ )는 전해 커패시터 대비 수명이 뛰어나 충전기(1)의 내구성을 현저히 상승시킬 수 있다. 또한, 필름 커패시터( $C_{d1}$ ,  $C_{d2}$ )는 용량성이 적음에 따라 소량을 병렬로 연결시 인버터(30)로 인하여 발생하는 전류의 리플이 배터리( $V_{Batt}$ )로 인가될 수 있다. 따라서, 배터리( $V_{Batt}$ )는 정현파 방식으로 충전된다.

[0044] 즉, 본 발명에 따른 충전기(1)는 도 3과 같이 직렬 공진형 컨버터(10)에 수명이 좋은 필름 커패시터( $C_{d1}$ ,  $C_{d2}$ )를 그대로 사용하여 저주파 리플 전류를 제거하지 않고 배터리( $V_{Batt}$ )에 주입하는 충전 방식이 적용될 수 있다. 이 경우, 배터리( $V_{Batt}$ )는 리튬 이온 배터리인 것이 바람직하다. 배터리( $V_{Batt}$ )가 리튬 이온 배터리인 경우, 리플 전류는 배터리에 큰 영향을 미치지 않는다.

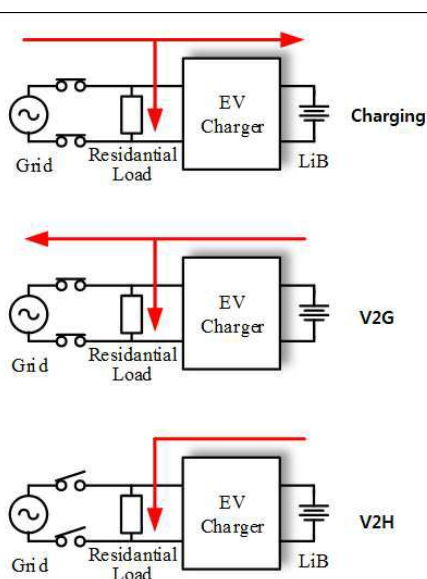
[0045] 기존의 DAB 컨버터 기반 양방향 충전기는 컨버터와 인버터가 별도의 제어기로 구동된다. 따라서, 컨버터와 인버터가 각각 제어되는 환경에서 전해 커패시터를 사용하지 않고 저주파 리플을 그대로 배터리에 유입하는 정현파 충전 방식을 적용한다면, 충방전 모드에서 V2H로 전환시 과도 상태가 크게 발생하여 배터리를 손상시킬 수 있다. 따라서, 기존의 DAB 제어기는 배터리 전류의 평균값만을 제어하기 위하여 낮은 차단 주파수의 저역통과필터가 필수적으로 구비됨에 따라 제어 성능이 저하되었다.

[0046] 인버터(30)는 입력단이 절연형 컨버터(10)의 출력과 연결되어, 절연형 컨버터(10)로부터 공급된 직류 전압을 교류전압으로 변환시킬 수 있다. 인버터(30)는 계통( $V_g$ )의 유출입 전류를 간접적으로 제어하기 위한 LCL 필터(301)가 출력단에 연결될 수 있다.

[0047] 도 1과 같이 본 실시예에 따른 인버터(30)는 단상 풀 브릿지 방식으로 제공될 수 있다. 단상 풀 브릿지 인버터는 단상 하프 브릿지 인버터보다 전압 이득이 약 2배 뛰어나고, Bipolar 방식에 비해 스위칭 주파수 2배 효과를 갖게 되어 출력 필터의 부피가 감소될 수 있다.

[0048] 하기의 [그림 4]는 본 실시예에 따른 배터리 충전모드, V2G 모드, V2H 모드의 개념도를 나타낸다.

[0049] [그림 4]



[0050]



- [0051] [그림 4]를 참조하면, Charging 모드에는 전력 요금이 저렴한 심야시간에 계통(Grid)으로부터 배터리가 충전되거나 가정(Load) 등으로 계통의 전력이 공급될 수 있다. V2G 모드에는 전력 요금이 비싼 주간 시간대에 전기차의 전력을 계통(Grid) 또는 가정(Load)으로 공급하여, 전력 사용량의 평준화 및 품질이 향상될 수 있다. V2H 모드에는 정전 또는 재난 등 계통(Grid) 이상시 전기차의 전력을 가정(Load)에 비상전원으로 공급할 수 있다.
- [0052] 이러한 3가지 모드를 살펴보면, V2H와 같이 계통측의 이상으로 회로가 개방(Open)되면, 인버터는 계통측으로부터 유출입 전류를 센싱할 수 없다. 즉, 계통 또는 가정으로 전력을 공급하도록 인버터를 제어할 때 기존의 전류 제어 방식으로는 피드백이 불가하여, 인버터(30)의 출력단에 인가되는 전압을 제어하여 출력되는 전류를 간접적으로 제어할 필요성이 생긴다.
- [0053] 본 실시예에 따른 인버터(30)는 LCL 필터(301)의 계통측 인덕터에 가해지는 전압을 제어하여 계통 또는 가정으로의 유입 전류를 레귤레이션할 수 있다.
- [0054] LCL 필터(301)는 제1 인덕터( $L_i$ ), 제2 인덕터( $L_g$ ), 및 커패시터( $C_i$ )를 구비할 수 있다. 제1 인덕터( $L_i$ )는 인버터(30)의 출력단의 일단에 직렬로 연결되어 고주파를 제거할 수 있다. 커패시터( $C_i$ )는 인버터(30)의 출력단의 타단과 제1 인덕터( $L_i$ )에 연결되어 제1 인덕터( $L_i$ )로부터 출력되는 신호의 고주파를 제거할 수 있다.
- [0055] 제2 인덕터( $L_g$ )는 커패시터( $C_i$ )를 통과한 교류 전압을 인가받아 계통( $V_g$ )으로 유입되는 전류를 간접적으로 제어하기 위해서 제1 인덕터( $L_i$ ) 및 커패시터( $C_i$ )의 노드에 직렬로 연결될 수 있다. 본 명세서에서는 제2 인덕터( $L_g$ )가 계통측에 연결되는 인덕터로 이해될 수 있다.
- [0056] 제어부(50)는 LCL 필터(301)의 계통( $V_g$ )측 인덕터( $L_g$ )에 인가되는 전압을 모니터링하여 인버터(30)의 출력 전압을 제어함으로써 계통( $V_g$ )측으로 입출력되는 전류를 간접적으로 제어할 수 있다.
- [0057] 제어부(50)는 절연형 컨버터(10) 및 인버터(30)의 두 스테이지(two-stage) 중 인버터(30)만 제어하여 양방향 충전기(1)의 운전모드 전환에 따른 출력전압 과도현상이 발생되지 않도록 제어한다. 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 제어부(50)의 간접전류 제어 알고리즘의 블록도를 나타낸다.
- [0058] 도 4를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 양방향 충전기(1)의 제어 알고리즘은 다음과 같다. 계통(Grid)이 정상일 때 배터리(LiB)는 계통(Grid)과 연결되며 충전모드 또는 V2G 모드로 동작한다. 제어부(50)는 계통측과 위지령값( $P_g^*$ )과 계통(Grid) 파워를 비교하여 보상한다. 또한, 제어부(50)는 배터리(LiB) 완충시 배터리(LiB)의 출력 전압( $V_b$ )을 정전압으로 제어하는 CP/CV 제어기의 출력을 계통전류의 지령( $i_g^*$ )으로 한다. 이후, 제어부(50)는 계통 전류의 지령( $i_g^*$ )을 계통전류( $i_g$ )와 비교한다. 비교 결과, 그 오차를 보상하는 전류제어기의 출력은 미리 알고있는 계통전압값( $V_c^*$ )(ex. 220V)과 더하여 커패시터 전압의 지령값을 산출한다. 제어부(50)는 전술한 과정으로 산출된 커패시터 전압의 지령값을 커패시터 전압( $V_c$ )과 비교하여 그 오차를 보상하는 전압제어기를 통해 인버터를 제어하는 PWM 신호를 만들어 낼 수 있다.
- [0059] 계통에 이상이 생겼을 때 충전기(LiB)는 계통(Grid)과 차단되며 V2H 모드로 동작한다. 제어부(50)는 커패시터 전압( $V_c$ )을  $V_c^*$ 와 비교하여 전압제어만을 수행한다. 공진 컨버터는 항상 일정한 주파수와 듀티로 동작하며 내부부트의 전압제어기는 작 모드와 관계없이 항상 동작하고 있기 때문에 급작스러운 모드전환시에도 끊임없이 제어가 가능하다.

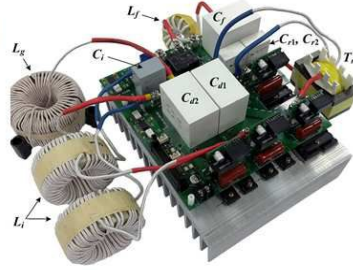
[0060] **실험례**

[0061] **1. 양방향 충전기(1)의 설계 및 성능 실험**

[0062] 본 실시예에 따른 충전기(1)는 하기의 [표 1]과 같은 사양으로 설계되었다.

[0063] [표 1]

Parameters	Symbols	Values
계통측 인덕터	$L_i$	$2 \times 1.2[\text{mH}]$
	$L_g$	$1.7[\text{mH}]$
계통측 캐패시터	$C_i$	$6.8[\mu\text{F}]$
배터리측 인덕터	$L_f$	$33[\mu\text{H}]$
배터리측 캐패시터	$C_f$	$100[\mu\text{F}]$
공진 캐패시터	$C_{r1}, C_{r2}$	$1[\mu\text{F}]$
공진(누설) 인덕터	$L_r$	$4.7[\mu\text{F}]$
DC 링크 캐패시터	$C_{d1}, C_{d2}$	$100[\mu\text{F}]$
변압기 턴비	$n$	1.4



<3.3kW 사양의 설계 시제품>

[0064]

[0065] 본 사양으로 설계 후 배터리 충전, V2H, V2G 3가지의 모드 변환의 확인 및 250V ~ 410V의 넓은 배터리 전압 범위를 실험하였다.

[0066] **2. 결과**

[0067] 도 5는 본 실험례에 따른 양방향 충전기(1)의 충전 모드 실험 파형을 나타낸다. 도 5를 참조하면, (a), (b)의 그래프로부터 직렬 공진형 컨버터(SRC, 10)의 1, 2차측 스위치가 ZCS 턴온/턴오프를 성취하는 것을 확인할 수 있다. (c)는 양방향 인버터(30)의 출력 파형이며 충전 모드이므로 출력전압과 출력전류의 위상이 반대인 것을 확인할 수 있다.

[0068] 도 6은 본 실험례에 따른 양방향 충전기(1)의 V2G 모드의 실험 파형을 나타낸다. 도 6을 참조하면, 충전 모드와 비교하였을 때 전류의 방향이 반대인 것을 확인할 수 있다. 도 7은 본 실험례에 따른 양방향 충전기(1)의 V2H 모드의 실험 파형을 나타낸다.

[0069] 각 모드의 실험 결과, 배터리 전압 및 부하에 상관없이 스위치는 항상 ZCS 턴온/턴오프를 성취하였으며, 95.7%의 최대효율 및 94.15%의 정격 효율을 달성하였다.

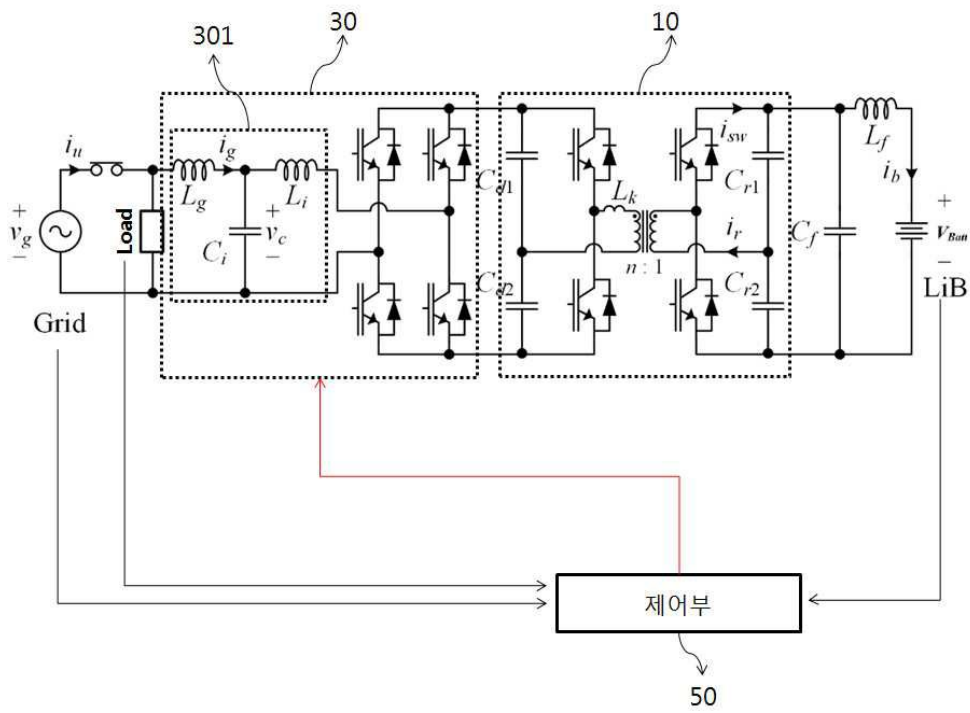
[0070] 이상에서 대표적인 실시예를 통하여 본 발명을 상세하게 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상술한 실시예에 대하여 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변형이 가능함을 이해할 것이다. 그러므로 본 발명의 권리 범위는 설명한 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 특허청구범위와 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태에 의하여 정해져야 한다.

**부호의 설명**

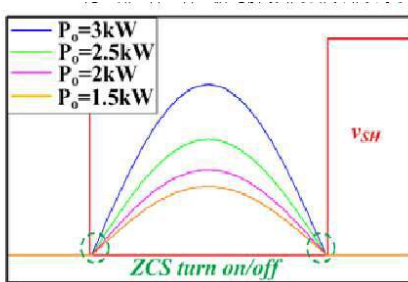
- [0071] 1: 양방향 충전기
- 10: 절연형 컨버터
- 30: 인버터
- 301: LCL 필터
- 50: 제어부

도면

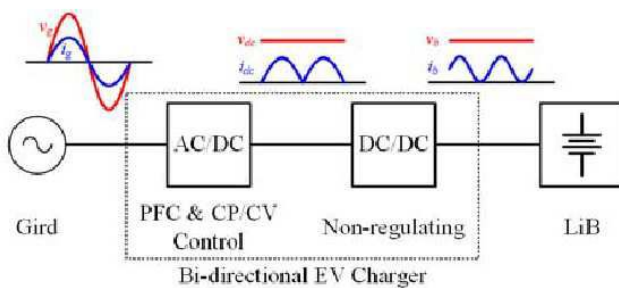
도면1



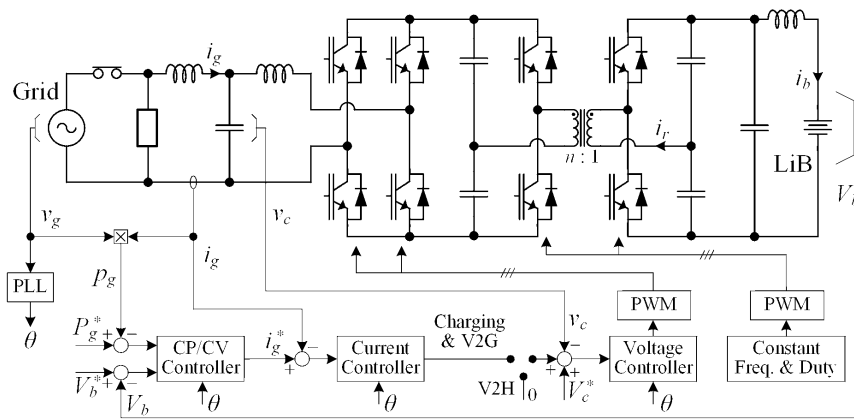
도면2



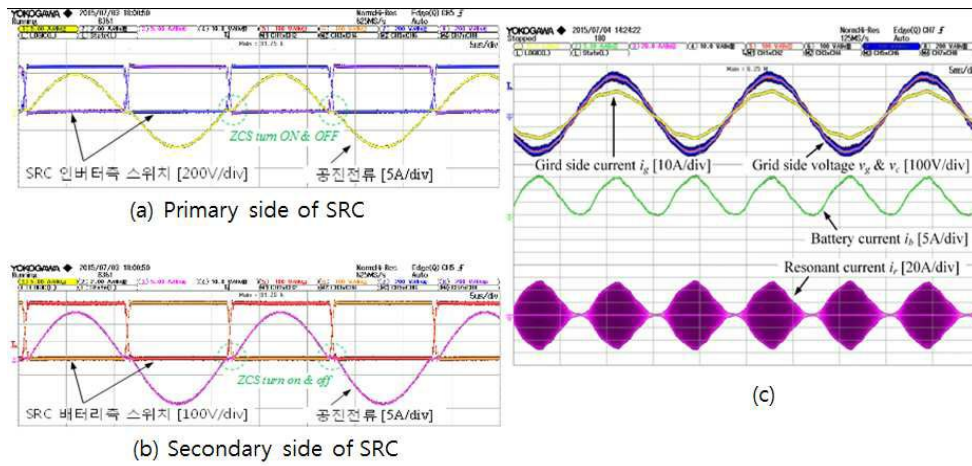
도면3



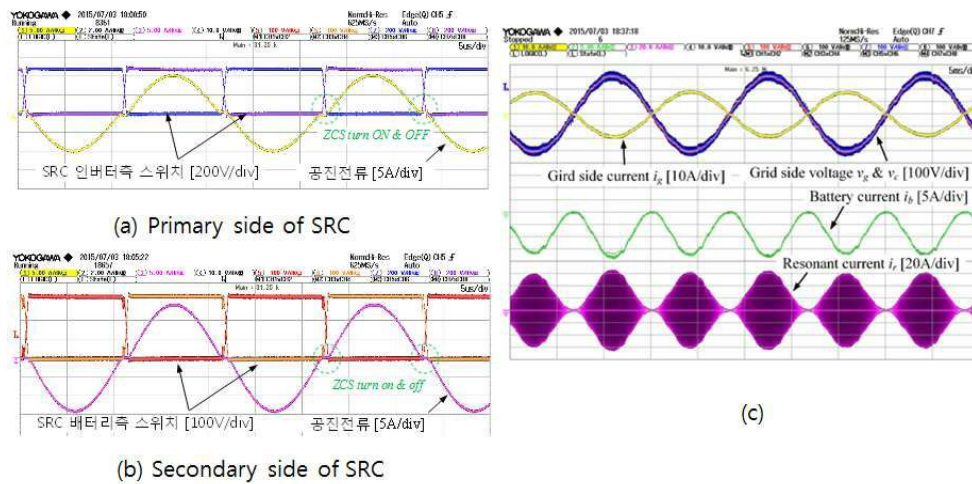
도면4



도면5



도면6



도면7

