



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0094810  
(43) 공개일자 2020년08월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H02M 3/24 (2006.01) B60L 50/50 (2019.01)  
H02M 1/42 (2007.01)  
(52) CPC특허분류  
H02M 3/24 (2013.01)  
B60L 53/22 (2019.02)  
(21) 출원번호 10-2018-0174076  
(22) 출원일자 2018년12월31일  
심사청구일자 없음

(71) 출원인  
엘지전자 주식회사  
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)  
(72) 발명자  
박철우  
서울특별시 금천구 가산디지털1로 51  
김우섭  
서울특별시 금천구 가산디지털1로 51  
(74) 대리인  
박장원

전체 청구항 수 : 총 10 항

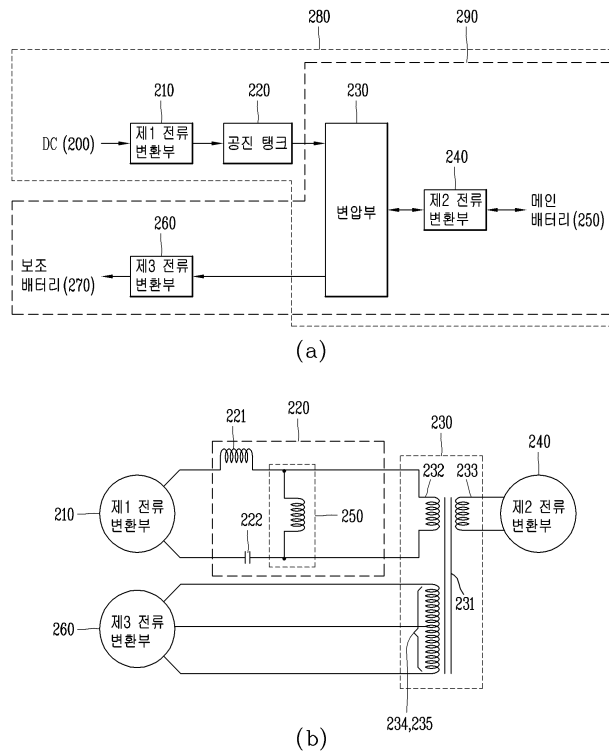
(54) 발명의 명칭 전기 자동차용 DC-DC 컨버터

(57) 요약

본 발명은 전기 자동차에서 사용되는 DC-DC 컨버터에 대한 것으로, 상용의 교류 전류를 변환한 직류 전류를 입력 받아 교류 전류로 변환하는 제1 변환부와, 공진 인덕터와 커패시터를 포함하며, 상기 제1 변환부에서 입력된 전류의 주파수를 변환하는 공진 탱크와, 전기 자동차 메인 배터리 충전 전압의 교류 전류가 입력되면 입력된 교류

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



전류를 상기 메인 배터리의 충전을 위한 직류 전류로 변환하거나, 상기 메인 배터리의 직류 전류가 입력되면 교류 전류로 변환하는 제2 변환부와, 특정 전압의 전류로 변압된 교류 전류를 입력받아 상기 전기 자동차에 구비된 기기들에 공급하기 위한 직류 전류로 변환하는 제3 변환부 및, 상기 공진 탱크와 상기 제3 변환부가 일측에, 상기 제2 변환부가 타측에 연결되며, 상기 공진 탱크를 통해 주파수가 변환된 교류 전류가 입력되면 상기 메인 배터리 충전 전압의 교류 전류로 변압하여 상기 제2 변환부로 출력하고, 상기 제2 변환부에서 변환된 교류 전류가 입력되면 상기 특정 전압의 교류 전류로 변압하여 상기 제3 변환부로 출력하는 변압부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류

*H02M 1/42* (2013.01)

*B60L 2210/10* (2013.01)

*B60Y 2200/91* (2013.01)

*Y02T 10/7216* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

상용의 교류 전류를 변환한 직류 전류를 입력받아 교류 전류로 변환하는 제1 변환부;

공진 인덕터와 커패시터를 포함하며, 상기 제1 변환부에서 입력된 전류의 주파수를 변환하는 공진 탱크;

전기 자동차 메인 배터리 충전 전압의 교류 전류가 입력되면 입력된 교류 전류를 상기 메인 배터리의 충전을 위한 직류 전류로 변환하거나, 상기 메인 배터리의 직류 전류가 입력되면 교류 전류로 변환하는 제2 변환부;

특정 전압의 전류로 변압된 교류 전류를 입력받아 상기 전기 자동차에 구비된 기기들에 공급하기 위한 직류 전류로 변환하는 제3 변환부; 및,

상기 공진 탱크와 상기 제3 변환부가 일측에, 상기 제2 변환부가 타측에 연결되며, 상기 공진 탱크를 통해 주파수가 변환된 교류 전류가 입력되면 상기 메인 배터리 충전 전압의 교류 전류로 변압하여 상기 제2 변환부로 출력하고, 상기 제2 변환부에서 변환된 교류 전류가 입력되면 상기 특정 전압의 교류 전류로 변압하여 상기 제3 변환부로 출력하는 변압부를 포함하는 것을 특징으로 하는 DC-DC 컨버터.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 변압부는,

절연체;

상기 절연체의 일측에 형성되며 상기 제1 변환부에 연결되는 제1 인덕터와 상기 제3 변환부에 연결되는 제3 인덕터; 및,

상기 절연체의 타측에 형성되며 상기 제2 변환부에 연결되는 제2 인덕터를 포함하여,

상기 제1 인덕터를 통하여 상기 제1 변환부에서 변환된 교류 전류가 입력되면, 상기 제1 인덕터와 상기 제2 인덕터의 권수비에 따라 입력된 교류 전류를 상기 메인 배터리 충전 전압의 전류로 변압하고,

상기 제2 인덕터를 통하여 상기 제2 변환부에서 변환된 교류 전류가 입력되면, 상기 제2 인덕터와 상기 제3 인덕터의 권수비에 따라 상기 특정 전압의 전류로 변압하는 것을 특징으로 하는 DC-DC 컨버터.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제2 인덕터의 인덕턴스는,

상기 제1 인덕터의 인덕턴스에 의해 결정되며,

상기 제3 인덕터의 인덕턴스는,

상기 제2 인덕터의 인덕턴스에 따라 결정되는 것을 특징으로 하는 DC-DC 컨버터.

#### 청구항 4

제3항에 있어서, 상기 제3 인덕터는,

복수개의 인덕터가 직렬 연결되어 형성되는 것을 특징으로 하는 DC-DC 컨버터.

#### 청구항 5

제2항에 있어서, 상기 공진 탱크는,

공진 인덕터;

상기 변압부의 제1 인덕터의 양단에, 양단이 각각 연결되는 보조 인덕터; 및,

상기 제1 인덕터와 양단 각각과 상기 보조 인덕터의 양단 각각의 사이들 중 적어도 하나에 형성되어 상기 보조 인덕터의 일 양단과 상기 제1 인덕터의 일 양단을 연결하는 적어도 하나의 스위치를 포함하며,

상기 적어도 하나의 스위치는,

상용의 교류 전류를 변환한 직류 전류가 상기 DC-DC 컨버터에 입력되는 경우에 폐로되어 상기 보조 인덕터의 일 양단과 상기 제1 인덕터의 일 양단을 서로 연결하고,

상기 상용의 교류 전류를 변환한 직류 전류가 상기 DC-DC 컨버터에 입력되지 않는 경우에 개로되어 상기 보조 인덕터의 일 양단과 상기 제1 인덕터의 일 양단 사이의 연결을 차단하도록 형성되는 것을 특징으로 하는 DC-DC 컨버터.

#### 청구항 6

제5항에 있어서, 상기 공진 탱크는,

상기 적어도 하나의 스위치의 폐로 여부에 따라, 상기 보조 인덕터와 상기 제1 인덕터가 서로 병렬로 연결되어, 상기 변압부가 상기 제1 변환부에서 변환된 교류 전류를 상기 메인 배터리 충전 전압의 교류 전류로 변압하기 위한 인덕턴스가 생성되도록 형성되는 것을 특징으로 하는 DC-DC 컨버터.

#### 청구항 7

제6항에 있어서, 상기 제1 인덕터의 인덕턴스는,

상기 보조 인덕터의 인덕턴스보다 기 설정된 수준 이상 큰 것을 특징으로 하는 DC-DC 컨버터.

#### 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제1 변환부와 상기 공진 탱크 사이 또는 상기 공진 탱크와 상기 변압부 사이에 형성되는 스위치를 더 포함하고,

상기 스위치는,

상용의 교류 전류를 변환한 직류 전류가 상기 DC-DC 컨버터에 입력되는 경우에 폐로되어 상기 스위치 양단을 서로 연결하며,

상기 상용의 교류 전류를 변환한 직류 전류가 상기 DC-DC 컨버터에 입력되지 않는 경우에 개로되어 상기 스위치 양단 사이의 연결을 차단하도록 형성되는 것을 특징으로 하는 DC-DC 컨버터.

#### 청구항 9

제5항 또는 제8항에 있어서,

상기 상용의 교류 전류를 직류 전류로 변환하는 PFC(Power Factor Correction) 변환부를 더 포함하며,

상기 PFC 변환부는,

상기 상용 전원의 교류 전류가 직류 전류로 변환될 때, 상기 스위치가 폐로되도록 상기 스위치를 제어하는 것을 특징으로 하는 DC-DC 컨버터.

#### 청구항 10

제5항 또는 제8항에 있어서,

상기 스위치가 폐로되는 경우 상기 제1 변환부, 상기 공진 탱크, 상기 변압부 및 상기 제2 변환부를 통해 순차적으로 전류가 인가되어 공진형 컨버터로 동작하고,

상기 스위치가 개로되는 경우 상기 제2 변환부, 상기 변압부 및 상기 제3 변환부를 통해 순차적으로 전류가 인가되어 PWM(Pulse Width Modulation) 컨버터로 동작하는 것을 특징으로 하는 DC-DC 컨버터.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 전기 자동차에서 사용되는 DC-DC 컨버터에 대한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 통상적으로 전기 자동차는 상용의 전원으로 부터 충전받은 전기 에너지를 동력원으로 사용하는 자동차를 의미할 수 있다. 이를 위해 전기 자동차는 상용의 전원으로 충전되는 메인 배터리와, 상기 메인 배터리에 의해 구동되는 다수의 차량용 기기들을 포함할 수 있다.

[0003] 그런데 통상적으로 전기 자동차 충전을 위해 상용 전원으로 부터 공급되는 전류는 급속 충전을 위해 매우 높은 전압을 가진다. 이에 전기 자동차는 상기 상용 전원의 전류를 메인 배터리의 충전 전압으로 변압하고, 변압된 충전 전류를 다시 메인 배터리로 입력하여 상기 메인 배터리의 충전이 이루어지도록 한다. 이를 위해 전기 자동차는 입력된 직류 전류를 다른 전압의 직류 전류로 변환하는 DC-DC 컨버터를 필요로 하며, 이 경우 통상적으로 주파수를 가변하는 방식으로 전력을 변환하는 공진형 방식의 공진형 컨버터가 주로 사용된다.

[0004] 한편 상기 메인 배터리에 충전된 전력은, 상기 전기 자동차에 구비된 다양한 부가 기기들의 동력원으로 공급될 수 있다. 그러나 상기 메인 배터리는 전기 자동차의 구동을 위해 48V의 전압을 가지는 반면, 상기 전기 자동차의 부가 기기들은 통상적으로 12V 전압의 전류를 사용한다. 따라서 상기 메인 배터리의 전력을 상기 부가 기기들의 동력원으로 사용하기 위해서는 별도의 DC-DC 컨버터가 요구되며, 이와 같이 변압의 폭이 크지 않은 경우에는 고정된 주파수에서 전력이 전달되는 시간에 따라 전력 변환이 수행되는 PWM(Pulse Width Modulation) 방식의 PWM 컨버터가 주로 사용된다.

[0005] 한편 통상적으로 직류 전류의 경우 변압을 할 수 없으므로, DC-DC 컨버터는 입력된 직류 전류(제1 DC : 100)를 변압을 위한 교류 전류로 변환하고, 변압 후 변압된 교류 전류를 다시 직류 전류로 변환하는 구성을 가진다. 따라서 통상적으로 DC-DC 컨버터는, 도 1에서 보이고 있는 바와 같이, 입력된 직류 전류(제1 DC : 100)를 교류 전류로 변환하는 제1 전류 변환부(110), 제1 전류 변환부(110)에서 변환된 교류 전류를 다른 전압의 교류 전류로 변압하는 변압부(120), 변압부(120)에서 변압된 교류 전류를 다시 직류 전류(제2 DC : 150)로 변환하는 제2 전류 변환부(130)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0006] 한편 상술한 바와 같이 변압되는 전압의 폭에 따라 서로 다른 방식으로 전력을 변환하는 컨버터들이 사용되므로, 현재의 전기 자동차는 메인 배터리에 공진형 컨버터와 PWM 컨버터를 각각 연결하여 사용한다. 따라서 상기 공진형 컨버터와 PWM 컨버터가 각각 구비되기 위한 내부 공간이 요구되며, 이에 따라 상기 전기 자동차의 내부 공간을 효율적으로 사용하기 어렵다는 문제가 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0007] 본 발명은 상기 공진형 방식과 PWM 방식의 전력 변환을 겸용할 수 있는 DC-DC 컨버터를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

[0008] 본 발명은 인덕턴스 특성을 변경함으로써 메인 배터리의 충전 시에는 공진형 컨버터로 사용될 수 있도록 하고, 메인 배터리의 방전 시에는 PWM 컨버터로 사용될 수 있는 하나의 DC-DC 컨버터를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

[0009] 상기 또는 다른 목적을 달성하기 위해 본 발명의 일 측면에 따르면, 본 발명의 실시 예에 따른 DC-DC 컨버터는, 상용의 교류 전류를 변환한 직류 전류를 입력받아 교류 전류로 변환하는 제1 변환부와, 공진 인덕터와 커패시터를 포함하며, 상기 제1 변환부에서 입력된 전류의 주파수를 변환하는 공진 탱크와, 전기 자동차 메인 배터리 충전 전압의 교류 전류가 입력되면 입력된 교류 전류를 상기 메인 배터리의 충전을 위한 직류 전류로 변환하거나, 상기 메인 배터리의 직류 전류가 입력되면 교류 전류로 변환하는 제2 변환부와, 특정 전압의 전류로 변압된 교류 전류를 입력받아 상기 전기 자동차에 구비된 기기들에 공급하기 위한 직류 전류로 변환하는 제3 변환부 및, 상기 공진 탱크와 상기 제3 변환부가 일측에, 상기 제2 변환부가 타측에 연결되며, 상기 공진 탱크를 통해 주파

수가 변환된 교류 전류가 입력되면 상기 메인 배터리 충전 전압의 교류 전류로 변압하여 상기 제2 변환부로 출력하고, 상기 제2 변환부에서 변환된 교류 전류가 입력되면 상기 특정 전압의 교류 전류로 변압하여 상기 제3 변환부로 출력하는 변압부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

- [0010] 일 실시 예에 있어서, 상기 변압부는, 절연체와, 상기 절연체의 일측에 형성되며 상기 제1 변환부에 연결되는 제1 인덕터와 상기 제3 변환부에 연결되는 제3 인덕터 및, 상기 절연체의 타측에 형성되며 상기 제2 변환부에 연결되는 제2 인덕터를 포함하여, 상기 제1 인덕터를 통하여 상기 제1 변환부에서 변환된 교류 전류가 입력되면, 상기 제1 인덕터와 상기 제2 인덕터의 권수비에 따라 입력된 교류 전류를 상기 메인 배터리 충전 전압의 전류로 변압하고, 상기 제2 인덕터를 통하여 상기 제2 변환부에서 변환된 교류 전류가 입력되면, 상기 제2 인덕터와 상기 제3 인덕터의 권수비에 따라 상기 특정 전압의 전류로 변압하는 것을 특징으로 한다.
- [0011] 일 실시 예에 있어서, 상기 제2 인덕터의 인덕턴스는, 상기 제1 인덕터의 인덕턴스에 의해 결정되며, 상기 제3 인덕터의 인덕턴스는, 상기 제2 인덕터의 인덕턴스에 따라 결정되는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 일 실시 예에 있어서, 상기 제3 인덕터는, 복수개의 인덕터가 직렬 연결되어 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 일 실시 예에 있어서, 상기 공진 탱크는, 공진 인덕터와, 상기 변압부의 제1 인덕터의 양단에, 양단이 각각 연결되는 보조 인덕터 및, 상기 제1 인덕터와 양단 각각과 상기 보조 인덕터의 양단 각각의 사이들 중 적어도 하나에 형성되어 상기 보조 인덕터의 일 양단과 상기 제1 인덕터의 일 양단을 연결하는 적어도 하나의 스위치를 포함하며, 상기 적어도 하나의 스위치는, 상용의 교류 전류를 변환한 직류 전류가 상기 DC-DC 컨버터에 입력되는 경우에 폐로되어 상기 보조 인덕터의 일 양단과 상기 제1 인덕터의 일 양단을 서로 연결하고, 상기 상용의 교류 전류를 변환한 직류 전류가 상기 DC-DC 컨버터에 입력되지 않는 경우에 개로되어 상기 보조 인덕터의 일 양단과 상기 제1 인덕터의 일 양단 사이의 연결을 차단하도록 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 일 실시 예에 있어서, 상기 공진 탱크는, 상기 적어도 하나의 스위치의 폐로 여부에 따라, 상기 보조 인덕터와 상기 제1 인덕터가 서로 병렬로 연결되어, 상기 변압부가 상기 제1 변환부에서 변환된 교류 전류를 상기 메인 배터리 충전 전압의 교류 전류로 변압하기 위한 인덕턴스가 생성되도록 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 일 실시 예에 있어서, 상기 제1 인덕터의 인덕턴스는, 상기 보조 인덕터의 인덕턴스보다 기 설정된 수준 이상 큰 것을 특징으로 한다.
- [0016] 일 실시 예에 있어서, 상기 제1 변환부와 상기 공진 탱크 사이 또는 상기 공진 탱크와 상기 변압부 사이에 형성되는 스위치를 더 포함하고, 상기 스위치는, 상용의 교류 전류를 변환한 직류 전류가 상기 DC-DC 컨버터에 입력되는 경우에 폐로되어 상기 스위치 양단을 서로 연결하며, 상기 상용의 교류 전류를 변환한 직류 전류가 상기 DC-DC 컨버터에 입력되지 않는 경우에 개로되어 상기 스위치 양단 사이의 연결을 차단하도록 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 일 실시 예에 있어서, 상기 상용의 교류 전류를 직류 전류로 변환하는 PFC(Power Factor Correction) 변환부를 더 포함하며, 상기 PFC 변환부는, 상기 상용 전원의 교류 전류가 직류 전류로 변환될 때, 상기 스위치가 폐로되도록 상기 스위치를 제어하는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 일 실시 예에 있어서, 상기 스위치가 폐로되는 경우 상기 제1 변환부, 상기 공진 탱크, 상기 변압부 및 상기 제2 변환부를 통해 순차적으로 전류가 인가되어 공진형 컨버터로 동작하고, 상기 스위치가 개로되는 경우 상기 제2 변환부, 상기 변압부 및 상기 제3 변환부를 통해 순차적으로 전류가 인가되어 PWM(Pulse Width Modulation) 컨버터로 동작하는 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

- [0019] 본 발명에 따른 DC-DC 컨버터의 효과에 대해 설명하면 다음과 같다.
- [0020] 본 발명의 실시 예들 중 적어도 하나에 의하면, 본 발명은 하나의 DC-DC 컨버터를 공진형 컨버터 또는 PWM 컨버터로 이용할 수 있도록 함으로써, 전기 자동차 내부의 공간을 보다 효율적으로 사용할 수 있도록 한다는 효과가 있다.
- [0021] 또한 본 발명은 메인 배터리의 충전시에 요구되는 인덕턴스 특성과, 메인 배터리의 방전시에 요구되는 인덕턴스의 특성을 모두 만족할 수 있도록 함으로써, 하나의 DC-DC 컨버터로 공진형 컨버터의 기능 및 PWM 컨버터의 기능을 모두 제공할 수 있도록 한다는 효과가 있다.
- [0022] 또한 본 발명은 메인 배터리의 방전 시에 발생할 수 있는 반사 전압의 유입을 효과적으로 차단함으로써, 상기

DC-DC 컨버터가 PWM 컨버터로 동작할 때에 누설 전류의 발생과, 전압 또는 전류의 스트레스로 인한 기기의 소손을 방지할 수 있다는 효과가 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0023] 도 1은 DC-DC 컨버터의 통상적인 구조를 도시한 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 DC-DC 컨버터의 구조를 설명하기 위한 블록도 및 회로도이다.
- 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 DC-DC 컨버터에서 메인 배터리의 충전 시 및 방전 시의 전류 흐름을 도시한 개념도이다.
- 도 4는 본 발명의 실시 예에 따라 스위치를 구비하는 DC-DC 컨버터의 구조를 도시한 블록도이다.
- 도 5는 본 발명의 실시 예에 따라 스위치를 구비하는 DC-DC 컨버터의 예들 중, 공진 탱크에 스위치가 구비되는 예들을 도시한 예시도들이다.
- 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 DC-DC 컨버터가 구비된 예와, 통상적으로 공진형 컨버터와 PWM 컨버터가 모두 구비된 예를 도시한 블록도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0024] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 명세서에 개시된 실시 예를 상세히 설명하되, 동일하거나 유사한 구성요소에 는 동일, 유사한 도면 부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "모듈" 및 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다. 또한, 본 명세서에 개시된 실시 예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 실시 예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시 예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되지 않으며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0025] 도 2의 (a) 및 (b)는 본 발명의 실시 예에 따른 DC-DC 컨버터의 구조를 설명하기 위한 블록도 및 회로도이다.
- [0026] 먼저 도 2의 (a)를 참조하여 살펴보면, 본 발명의 실시 예에 따른 DC-DC 컨버터는, 제1 전류 변환부(210)와 공진 탱크(220), 변압부(230), 제2 전류 변환부(240), 메인 배터리(250) 및 제3 전류 변환부(250)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0027] 먼저 제1 전류 변환부(210)는 직류 전류를 입력받고 입력된 직류 전류를 변압을 위한 교류 전류로 변환할 수 있다. 여기서 상기 직류 전류는 메인 배터리의 충전을 위해 입력되는 직류 전류일 수 있다. 보다 자세하게 상기 제1 전류 변환부(210)로 입력되는 직류 전류는, 상용의 전원으로부터 공급되는 교류 전류를 PFC(Power Factor Correction, 도시되지 않음)가 직류 전류로 변환한 전류일 수 있다. 따라서 상기 제1 전류 변환부(210)로 입력되는 직류 전류의 경우 사용 전원의 전압에 따른 전류일 수 있으며, 약 400V의 전압을 가지는 전류일 수 있다.
- [0028] 그리고 제1 전류 변환부(210)에서 직류 전류가 주파수를 가지는 교류 전류로 변환되면, 변환된 교류 전류는 공진 탱크(220)로 입력될 수 있다. 공진 탱크(220)는 공진 인덕터(inductor)와 커패시터(capacitor)를 가지는 공진 회로를 포함할 수 있으며, 상기 공진 회로의 공진 주파수에 따라 상기 제1 전류 변환부(210)에서 입력된 교류 전류의 주파수를 변환할 수 있다. 그리고 주파수가 변환된 교류 전류는 변압부(230)로 인가될 수 있다.
- [0029] 변압부(230)는 상기 공진 탱크(220)와 연결될 수 있으며, 상기 공진 탱크(220)로부터 인가되는 교류 전류를 다른 전압의 교류 전류로 변압할 수 있다. 이 경우 변압부(230)는 상기 공진 탱크(220)로부터 인가되는 교류 전류를 메인 배터리(250)의 충전 전압, 예를 들어 48V에 대응하는 전압으로 변압할 수 있다. 그리고 변압된 교류 전류를 제2 전류 변환부(240)로 출력할 수 있다.
- [0030] 그리고 제2 전류 변환부(240)는 변압부(230)를 통해 변압된 교류 전류가 입력되는 경우, 입력된 교류 전류를 직류 전류로 변환할 수 있다. 따라서 메인 배터리(250)를 충전할 수 있는 충전 전압의 직류 전류가 생성될 수 있다. 그리고 생성된 직류 전류는 메인 배터리(250)에 공급되어, 상기 메인 배터리(250)를 충전할 수 있다.
- [0031] 한편 제2 전류 변환부(240)는 메인 배터리(250)에 충전된 전력이 방전되는 경우, 상기 메인 배터리(250)로부터 직류 전류를 입력받을 수 있다. 일 예로 제2 전류 변환부(240)는 메인 배터리(250)의 동작 전압과 같은 48V의

직류 전류를 입력받을 수 있다. 이처럼 메인 배터리(250)로부터 전류가 입력되는 경우 제2 전류 변환부(240)는, 입력된 직류 전류를 48V의 교류 전류로 변환하여 변압부(230)로 출력할 수 있다.

[0032] 이 경우 변압부(230)는 입력된 교류 전류를, 전기 자동차에 구비된 다양한 부가 기기들 또는 상기 부가 기기들을 위한 전력을 충전하는 보조 배터리의 동작 전압에 따른 전류로 변압할 수 있다. 이 경우 상기 부가 기기 및 보조 배터리의 동작 전압이 12V인 경우라면, 변압부(230)는 상기 48V의 교류 전류를 12V의 교류 전류로 변압하고, 이를 제3 전류 변환부(250)로 출력할 수 있다.

[0033] 한편 제3 전류 변환부(250)는 전기 자동차에 구비된 다양한 부가 기기들 또는 상기 부가 기기들을 위한 전력을 충전하는 보조 배터리에 연결될 수 있다. 제3 전류 변환부(250)는 상기 부가 기기들 및 보조 배터리의 동작 전압을 갖는 교류 전류가 인가되면 이를 직류 전류로 변환할 수 있다. 그리고 변환된 직류 전류를 연결된 부가 기기 또는 상기 보조 배터리에 공급할 수 있다. 이하의 설명에서는, 설명의 편의상 상기 제3 전류 변환부(250)에 연결되는 기기를 보조 배터리(270)로 가정하여 설명하기로 한다.

[0034] 상술한 바와 같이, 본 발명의 실시 예에 따른 DC-DC 컨버터의 변압부(230)는 공진 탱크(220) 및 제3 전류 변환부(250) 모두에 연결될 수 있으며, 또한 제2 전류 변환부(240)에 연결될 수 있다. 그리고 어느 일 측에서 전류가 입력되는 경우 입력된 전류를 전자기 유도에 따라 다른 전압의 전류로 변환하여 출력할 수 있다. 즉, 본 발명의 실시 예에 따른 DC-DC 컨버터의 변압부(230)는 상기 공진 탱크(220)를 통해 전류가 인가되는 경우 입력된 전류를 변압하여 제2 전류 변환부(240)로 출력하고, 제2 전류 변환부(240)를 통해 전류가 인가되는 경우 제3 전류 변환부(250)로 출력할 수 있도록 형성될 수 있다.

[0035] 따라서 상기 PFC 컨버터를 통해 직류로 변환된 상용 전원이 인가되면, 본 발명의 DC-DC 컨버터는, 제1 전류 변환부(210), 공진 탱크(220), 변압부(230), 제2 전류 변환부(240)가 연결(280)되어, 상기 상용 전원의 전류의 주파수를 가변하고 주파수가 가변된 전류의 전압을 변압하여 메인 배터리(250)의 충전 전력으로 공급할 수 있다. 즉 상용 전원이 인가되면, 본 발명의 DC-DC 컨버터는 공진형 컨버터로서 동작할 수 있다.

[0036] 반면 메인 배터리(250)로부터 전원이 인가되면, 본 발명의 DC-DC 컨버터는, 제2 전류 변환부(240), 변압부(230), 제3 전류 변환부(250)가 연결(290)되어, 상기 메인 배터리(250)에서 공급되는 전류를 변압하여 보조 배터리(270)로 공급할 수 있다. 즉 메인 배터리(250)로부터 전원이 인가되는 경우에는 본 발명의 DC-DC 컨버터는 PWM 컨버터로서 동작할 수 있다.

[0037] 도 2의 (b)는 이러한 본 발명의 실시 예에 따른 DC-DC 컨버터에서 공진 탱크(220) 및 변압부(230)의 회로 구조를 도시한 예시도이다.

[0038] 도 2의 (b)를 참조하여 살펴보면, 먼저 변압부(230)는 절연체(231)를 기준으로, 공진 탱크(220)에 연결되는 제1 인덕터(232)와 제3 전류 변환부(250)에 연결되는 제3 인덕터가 상기 절연체(231)의 일측에 형성되며, 상기 절연체(231)의 타측에는 제2 전류 변환부(240)에 연결되는 제2 인덕터(233)가 형성될 수 있다. 이 경우 상기 제3 인덕터는 복수의 인덕터(234, 235)가 직렬 연결되어 형성될 수 있다.

[0039] 한편 공진 탱크(220)는 공진 인덕터(221)와 커패시터(222)를 구비할 수 있다. 그리고 상기 변압부(230)의 제1 인덕터(232)의 양단에, 양단이 각각 연결되는 보조 인덕터(250)를 포함할 수 있다. 즉 제1 인덕터(232)와 상기 보조 인덕터(250)는 서로 병렬 연결될 수 있으며, 이에 따라 공진형 컨버터에서 요구되는 인덕턴스의 값이, 하기 수학식 1과 같이 상기 제1 인덕터(232)와 보조 인덕터(250)의 병렬 연결에 따라 생성될 수 있다.

**수학식 1**

[0040] 
$$L1 \parallel Le = \frac{L1 \times Le}{L1 + Le}$$

[0041] 여기서 L1은 제1 인덕터의 인덕턴스를, Le는 보조 인덕터의 인덕턴스를, L1||Le는 L1과 Le과 병렬 연결시의 인덕턴스를 의미함.

[0042] 한편, 여기서 제1 인덕터(232)의 인덕턴스 L1에 따라 제2 인덕터(233)의 인덕턴스가, 전류를 인가하는 측(제1 인덕터(232))의 권선과 전류를 받는 측(제2 인덕터(233))의 권선 비에 따라 결정될 수 있다. 수학식 2는 이를 도시한 것이다.

수학식 2

$$L1 = L2 \times \left(\frac{Np}{Ns}\right)^2$$

[0043]

[0044]

[0045]

[0046]

[0047]

[0048]

[0049]

[0050]

[0051]

[0052]

여기서 L1은 제1 인덕터의 인덕턴스를, L2는 제2 인덕터의 인덕턴스를, Np는 전류가 인가되는 측의 인덕터 권선 수, Ns는 전류를 받는 측의 인덕터 권선수 임.

이에 따라 제1 인덕터(232)의 인덕턴스(제1 인덕턴스)가 결정되면, 제2 인덕터(233)의 인덕턴스(제2 인덕턴스)가 결정될 수 있다. 한편 본 발명은 메인 배터리(250)로부터 전력이 방전되는 경우 변압부(230)에서 전류가 인가되는 측과 전류를 인가받는 측이 달라질 수 있다. 이 경우 전류를 인가하는 측이 제2 인덕터(233)가 되고 전류를 받는 측이 제3 인덕터(234, 235)가 될 수 있다. 또한 상기 수학식 2에서 보이고 있는 바와 같이, 전류를 인가하는 측의 인덕턴스에 따라 전류를 받는 측의 인덕턴스가 결정되므로, 제2 인덕터(233)의 제2 인덕턴스가 결정되면, 상기 수학식 2와 유사한 방식으로 제3 인덕터(234, 235)의 제3 인덕턴스 또한 결정될 수 있다. 이 경우 제2 인덕턴스는 제1 인덕턴스가 클 수록 커질 수 있으므로, 제1 인덕턴스가 클수록 제3 인덕턴스가 커질 수 있다.

한편 공진형 컨버터로 동작하는 경우와 달리, 메인 배터리(250)가 방전될 때는 변압부(230)가 인가되는 전류를 제2 인덕터(233)와 제3 인덕터(234, 235)를 통해 변압하는 PWM 컨버터로 동작하므로, 제3 인덕턴스의 크기는 크기가 클 수록 보다 효율적으로 동작할 수 있다. 반면 상용의 전원으로부터 입력된 전류를 제1 인덕터(232)와 제2 인덕터(233)를 통해 변압하는 공진형 컨버터의 경우, 특정 인덕턴스의 값이 요구되므로, 제1 인덕터(232)의 크기를 크게 하기에 한계가 있다.

그런데 도 2의 (b)에서 보이고 있는 바와 같이, 보조 인덕터(250)를 이용하여 제1 인덕터(232)와 병렬 연결되도록 하는 경우, 상기 제1 인덕터(232)의 인덕턴스가 보조 인덕터(250)의 인덕턴스에 비하여 충분히 큰 값을 가지면, 즉 보조 인덕터(250)의 인덕턴스보다 기 설정된 수준 이상 큰 값의 인덕턴스를 상기 제1 인덕터(232)가 가지는 경우, 상기 병렬 연결된 인덕터들의 인덕턴스 값은 작은 값, 즉 보조 인덕터(250)의 인덕턴스 값으로 수렴할 수 있다.

따라서 제1 인덕터(232)의 크기와 상관없이, 보조 인덕터(250)의 인덕턴스 값이 상기 병렬 연결된 제1 인덕터(232)와 보조 인덕터(250)의 인덕턴스 값이 될 수 있다. 그러므로 상기 보조 인덕터(250)의 인덕턴스를 공진형 컨버터에서 요구되는 인덕턴스의 값에 따라 결정하는 경우, 상기 제1 인덕터(232)의 크기를 충분히 크게 하는 것이 가능하다.

도 3은 이와 같이 형성된 공진 탱크(220)와 변압부(230)를 구비하는 본 발명의 실시 예에 따른 DC-DC 컨버터에서, 메인 배터리(250)의 충전 및 방전 시각각의 전류 흐름을 도시한 개념도들이다.

먼저 도 3의 (a)를 참조하면, 도 3의 (a)는 상용 전원의 교류 전류를 PFC가 직류 전류로 변환하여 본 발명의 실시 예에 따른 DC-DC 컨버터에 입력하는 경우의 예를 도시한 것이다. 이 경우 입력된 전류는 제1 전류 변환부(210)와 공진 탱크(220)를 거쳐 변압부(230)에 입력(300)되고, 변압부(230)에서 변압된 전류는 제2 전류 변환부(240)를 통해 메인 배터리(250)로 공급(310)될 수 있다.

한편 본 발명의 실시 예에 따른 변압부(230)는 상기 도 2에서 설명한 바와 같이, 제3 전류 변환부(250)에도 연결될 수 있다. 이에 따라 전압 반사 현상으로 인해 반사 전류(320)가 제3 전류 변환부(250)에도 인가(320)될 수 있다. 이 경우 반사 전류(320)는 제3 전류 변환부(250)를 통해 다시 직류로 변환될 수 있으며, 변환된 반사 전류(320)는 보조 배터리(270)의 충전 전류로 공급될 수 있다. 이는 반사 전류는 변압부(230)의 특성에 따라 소량 반사되는 것으로, 그 양이 많지 않으며 전압 역시 높지 않기에 보조 배터리(270)의 충전 전류로 사용될 수 있기 때문이다. 또한 반사 전류가 유입되는 경로 역시, 전류가 출력되는 경로이기에 상기 반사 전류가 출력되는 경우에도 문제가 없으며, 오히려 이용이 가능하기 때문이다.

반면 도 3의 (b)를 참조하면, 도 3의 (b)는 메인 배터리에 충전된 전류가 본 발명의 실시 예에 따른 DC-DC 컨버터에 입력되는 경우의 예를 도시한 것이다. 이 경우 입력된 전류는 제2 전류 변환부(240)를 거쳐 변압부(230)에 입력(350)되고, 변압부(230)에서 변압된 전류는 제3 전류 변환부(250)를 통해 보조 배터리(270)로 공급(360)될 수 있다.

- [0053] 그런데 본 발명의 실시 예에 따른 변압부(230)는 상술한 바와 같이, 공진 탱크(220)에도 연결될 수 있다. 이에 따라 전압 반사 현상으로 인해 반사 전류(320)가 공진 탱크(220)에도 인가(320)될 수 있다. 이 경우 공진 탱크(220)에서 전력이 출력되는 방향의 역방향으로 전류가 입력될 수 있으며, 입력된 전류가 제1 전류 변환부(210)를 통해 출력될 수 있다.
- [0054] 한편 상기 제1 전류 변환부(210)와 공진 탱크(220)는, 메인 배터리(250)에 충전 전류를 공급하는 경로를 형성한다. 이에 따라 전류가 공급되는 방향의 역방향으로 전류가 출력될 수 있으며, 이러한 출력 전류는 누설 전류가 되거나 또는 상기 전류로 인한 소자들의 소손이나 전압 또는 전류 스트레스를 야기할 수 있다.
- [0055] 이처럼 메인 배터리(250)에서 전력이 공급되는 경우에 역방향으로 전류가 공급될 수 있다는 문제를 해결하기 위하여, 본 발명은 적어도 하나의 스위치를 구비할 수 있다.
- [0056] 도 4 및 도 5는 이처럼 본 발명의 실시 예에 따른 DC-DC 컨버터에서 적어도 하나의 스위치를 구비하는 예시들을 도시한 것이다.
- [0057] 먼저 도 4를 참조하여 살펴보면, 도 4는 제1 전류 변환부(210)와 변압부(230) 사이에 스위치부(400)가 형성되는 예들을 도시한 것이다. 이 경우 도 4의 (a)에서 보이고 있는 바와 같이 스위치부(400)는 제1 전류 변환부(210)와 공진 탱크(220) 사이에 형성되거나 또는 공진 탱크(220)와 변압부(230) 사이에 형성될 수 있다. 또한 상기 스위치부(400)는 메인 배터리(250)로부터 전력이 공급되는 동안 회로를 개로하여 연결을 차단함으로써, 변압부(230)로부터 공급되는 반사 전류가 유입되는 것을 방지할 수 있다.
- [0058] 또는 상기 스위치부(400)는 상기 PFC에 의해 제어될 수 있다. 보다 바람직하게 상기 PFC는 상용의 교류 전류를 직류 전류로 변환할 때 제1 전류 변환부(210)와 공진 탱크(220) 사이(도 4의 (a)), 또는 공진 탱크(220)와 변압부(230) 사이(도 4의 (b))가 연결되도록 상기 스위치부(400)를 제어할 수 있다.
- [0059] 반면 PFC는 상용의 교류 전류가 직류 전류로 변환되지 않을 때에는 상기 스위치부(400)가 연결을 차단하도록 함으로써, 상기 제1 전류 변환부(210)와 공진 탱크(220) 사이(도 4의 (a)), 또는 공진 탱크(220)와 변압부(230) 사이(도 4의 (b))가 차단되도록 할 수 있다. 이 경우 메인 배터리(250)의 충전을 위한 전력이 공급되는 동안에만, 제1 전류 변환부(210)와 공진 탱크(220) 그리고 변압부(230)가 서로 연결될 수 있다.
- [0060] 한편 상기 스위치는 공진 탱크(220) 내에 적어도 하나 구비될 수도 있다. 도 5는 이처럼 공진 탱크에 스위치가 구비되는 예들을 도시한 것이다.
- [0061] 먼저 도 5의 (a)를 참조하여 살펴보면, 도 5의 (a)는 서로 연결되는 보조 인덕터(250)의 양단과 제1 인덕터(232)의 양단 중 어느 하나에 스위치(510)가 형성된 예를 보이고 있는 것이다. 이 경우 상기 스위치(510)는 메인 배터리(250)를 충전하기 위한 직류 전류가 상기 제1 전류 변환부(210)에 입력될 때에 폐로되어 상기 보조 인덕터(250)의 일 양단과 상기 제1 인덕터(232)의 일 양단을 서로 연결할 수 있다.
- [0062] 이 경우 상기 스위치(510)의 폐로로 인해 보조 인덕터(250)와 제1 인덕터(232)는 병렬 연결될 수 있으며, 이에 따라 보조 인덕터(250)와 제1 인덕터(232)의 병렬 연결된 인덕턴스 값에 따라 전력 변환이 수행될 수 있다. 즉, 제1 전류 변환부(210), 공진 탱크(220), 변압부(230), 및 제2 전류 변환부(240)가 연결되어 공진형 컨버터로 동작할 수 있다.
- [0063] 반면 그 외의 경우, 즉 제1 전류 변환부(210)에 직류 전류가 인가되지 않을 때에는, 상기 스위치(510)는 개로된 상태를 유지하여 상기 보조 인덕터(250)의 일 양단과 상기 제1 인덕터(232)의 일 양단 사이의 연결을 차단할 수 있다. 이 경우 상기 보조 인덕터(250)와 제1 인덕터(232) 사이의 연결이 차단되므로, 상기 변압부(230)와 공진 탱크(220) 사이의 연결이 차단될 수 있다.
- [0064] 따라서 메인 배터리(250)로부터 제2 전류 변환부(240)를 통해 전류가 입력되는 경우, 제1 인덕터(232)는 회로가 차단된 상태이므로 제3 인덕터(234, 235)와 제2 인덕터(233)를 통해 변압이 이루어질 수 있다. 그리고 변압된 전류가 제3 전류 변환부(250)로 출력될 수 있다. 그러므로 본 발명의 실시 예에 따른 DC-DC 컨버터는 제2 전류 변환부(240), 변압부(230) 및 제3 전류 변환부(250)가 연결되어 PWM 컨버터로서 동작할 수 있다.
- [0065] 한편 상기 스위치(510)는 도 5의 (b)에서 보이고 있는 바와 같이, 상기 제1 인덕터와 양단 각각과 상기 보조 인덕터의 양단 각각에 복수개 형성될 수도 있음은 물론이다. 이 경우 스위치들(510, 520)은 서로 동기화되어 동작할 수 있으며, 동시에 개로되거나 또는 폐로될 수 있다.
- [0066] 또한 상기 스위치(510) 또는 스위치들(510, 520)은, 상기 스위치부(400)와 마찬가지로 상기 PFC에 의해 제어될

수 있다. 즉 상기 PFC는 상용의 교류 전류를 직류 전류로 변환할 때 상기 스위치(510) 또는 스위치들(510, 520)이 폐로되도록 제어할 수 있다. 이 경우 메인 배터리(250)의 충전을 위한 전력이 공급되는 동안에는 상기 스위치(510) 또는 스위치들(510, 520)이 폐로되어 공진형 컨버터로 동작할 수 있다. 이처럼 공진형 컨버터로 동작하는 경우 제1 변환부(210), 공진 탱크(500), 변압부(230) 및 상기 제2 변환부(240)로 순차적으로 전류가 인가될 수 있다.

[0067] 반면 PFC는 상용의 교류 전류가 직류 전류로 변환되지 않을 때에는 상기 스위치(510) 또는 스위치들(510, 520)이 개로되도록 제어할 수 있다. 이 경우 변압부(230)의 제1 인덕터(232)는 회로가 차단된 상태이므로, 제3 인덕터(234, 235)와 제2 인덕터(233)를 통해 변압이 이루어질 수 있으며, 변압된 전류가 제3 전류 변환부(250)로 출력될 수 있다. 즉, 제2 전류 변환부(240)와 변압부(230) 그리고 제3 전류 변환부(250)가 연결되어 PWM 컨버터로 동작할 수 있다. 이처럼 PWM 컨버터로 동작하는 경우 제2 변환부(240), 변압부(230) 및 상기 제3 변환부(260)로 순차적으로 전류가 인가될 수 있다.

[0068] 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 DC-DC 컨버터가 구비된 예와, 통상적으로 공진형 컨버터와 PWM 컨버터가 모두 구비된 예를 도시한 블록도이다.

[0069] 먼저 도 6의 (a)는 메인 배터리(250)에 공진형 컨버터와 PWM 컨버터가 모두 구비된 예를 도시한 것이다.

[0070] 도 6의 (a)는 제1 DC-AC 변환부(600), 공진 탱크(601), 제1 변압부(602), 그리고 제1 AC-DC 변환부(604)를 포함하는 공진형 컨버터가 메인 배터리(250)에 연결 및, 제2 DC-AC 변환부(605)와 제2 변압부(606) 그리고 제2 AC-DC 변환부(607)을 포함하는 PWM 컨버터가 상기 메인 배터리(250)에 연결되는 구성을 도시한 것이다.

[0071] 이 경우 상용의 교류 전류가 PFC에서 직류 전류로 변환되면, 변환된 직류 전류(200)는 제1 DC-AC 변환부(600)를 통해 교류 전류로 변환될 수 있다. 그리고 제1 DC-AC 변환부(600)에서 변환된 전류는 공진 탱크(601)를 통해 주파수가 가변될 수 있으며, 주파수 가변된 교류 전류는 제1 변압부(230)를 통해 메인 배터리(250) 충전을 위한 전압으로 변압 될 수 있다. 그리고 변압된 교류 전류는 제1 AC-DC 변환부(604)로 입력되어, 직류 전류로 변환되고, 변환된 직류 전류가 메인 배터리(250)로 공급되어 메인 배터리(250)의 충전이 이루어질 수 있다.

[0072] 한편 메인 배터리(250)의 전류는 제2 DC-AC 변환부(605)를 통해 교류 전류로 변환될 수 있다. 그리고 제2 변압부(230)를 통해 보조 배터리(270) 및 차량의 부가 기기들의 동작 전압으로 변압될 수 있다. 그리고 변압된 교류 전류가 제2 AC-DC 변환부(607)를 통해 직류로 변환되고, 보조 배터리(270) 및 차량의 부가 기기들의 동력원으로 공급될 수 있다.

[0073] 그런데 도 6의 (a)에서 보이고 있는 바와 같이, 공진형 컨버터와 PWM 컨버터를 모두 구비하는 경우, 그에 따른 DC-AC 변환부들 및 AC-DC 변환부들이 복수개 구비되며, 변압부 역시 복수개 구비된다는 문제가 있다. 이에 따라 DC-DC 컨버터를 설치하기 위한 내부 공간이 요구된다는 문제가 있다.

[0074] 이에 반해 도 6의 (b)는 본 발명의 실시 예에 따라 메인 배터리(250)에 공진형 컨버터와 PWM 컨버터로 모두 동작 가능한 DC-DC 컨버터가 구비된 예를 도시한 것이다.

[0075] 도 6의 (b)를 참조하여 살펴보면, 본 발명의 실시 예에 따른 DC-DC 컨버터는 제1 전류 변환부(210), 공진 탱크(220), 변압부(230), 제2 전류 변환부(240) 및 제3 전류 변환부(250)만으로 구성될 수 있다. 이에 따라 본 발명의 실시 예에 따른 DC-DC 컨버터의 경우 변압부와 전류 변환부의 개수를 보다 줄일 수 있으며, DC-DC 컨버터의 설치를 위해 요구되는 전기 자동차 내부의 공간이 줄어들 수 있다. 이에 따라 전기 자동차 내부의 공간을 보다 효율적으로 사용할 수 있다는 장점이 있다.

[0076] 한편 상술한 본 발명의 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 여러 가지 변형이 본 발명의 범위에 벗어나지 않고 실시할 수 있다. 따라서 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 그러므로 본 발명에 개시된 실시 예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시 예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

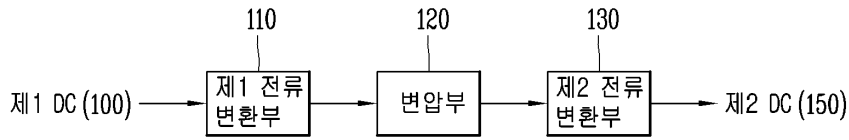
**부호의 설명**

[0077] 200 : 직류 전류 210 : 제1 전류 변환부

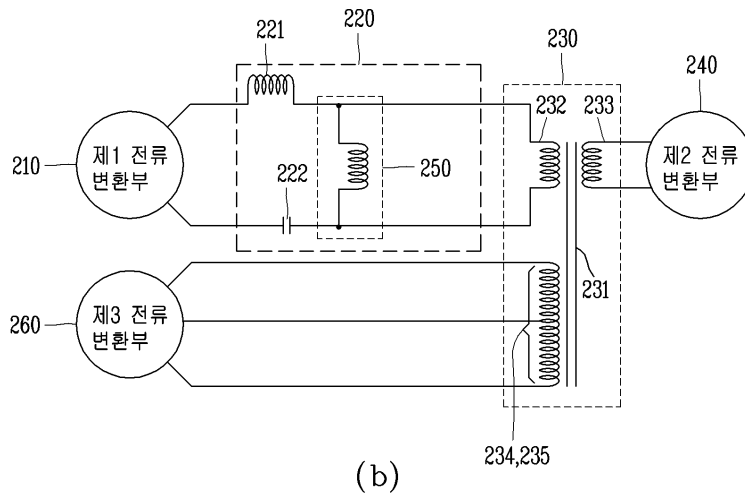
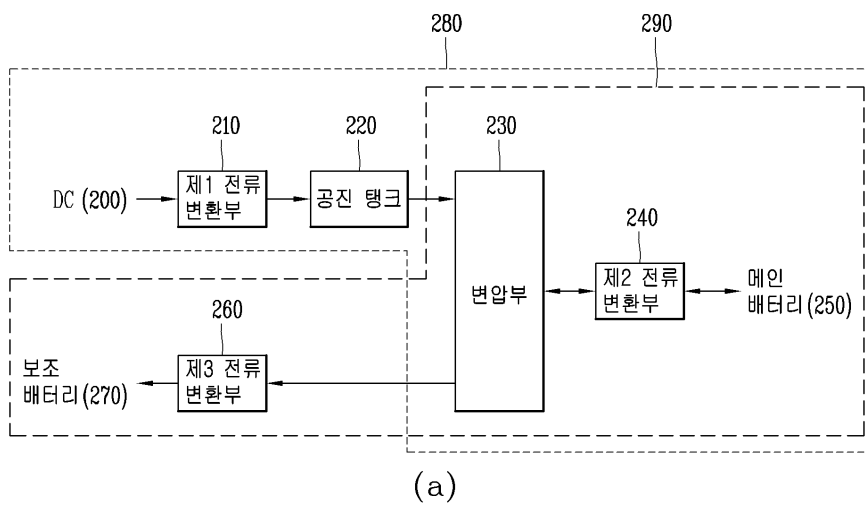
220 : 공진 탱크 230 : 변압부  
 240 : 제2 전류 변환부 250 : 메인 배터리  
 260 : 제3 전류 변환부 270 : 보조 배터리

도면

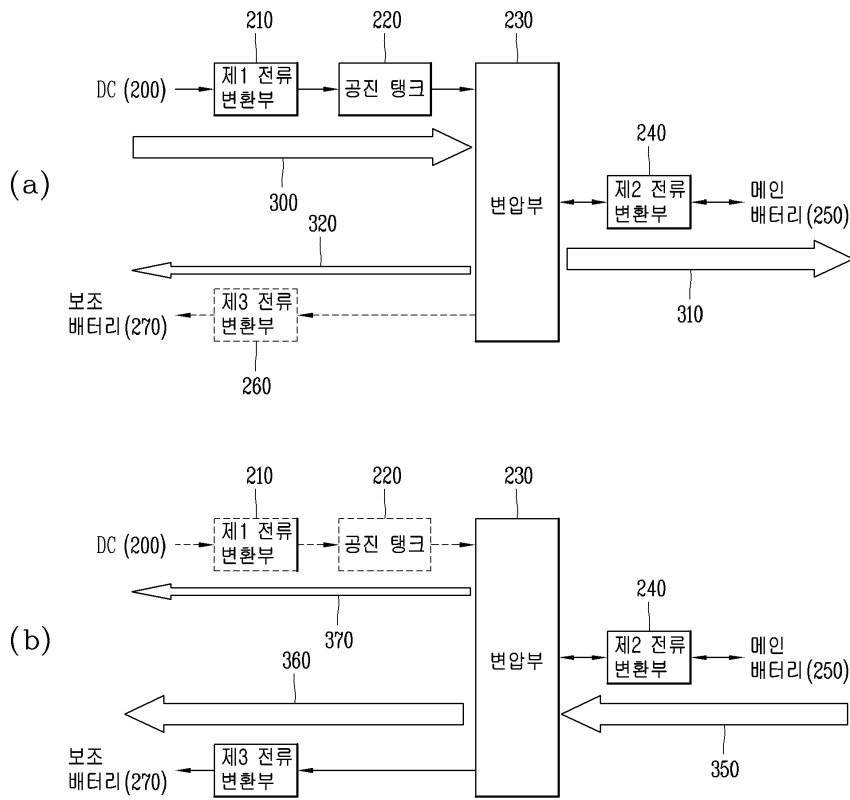
도면1



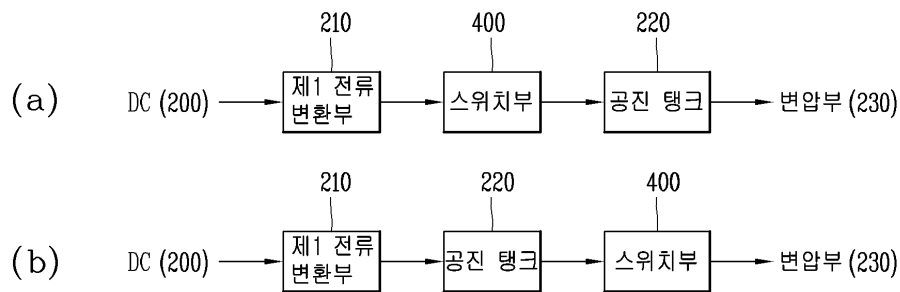
도면2



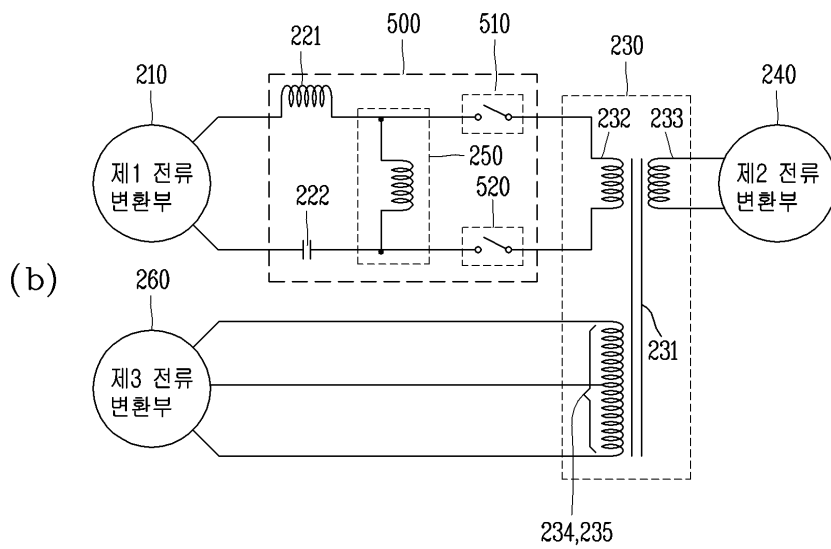
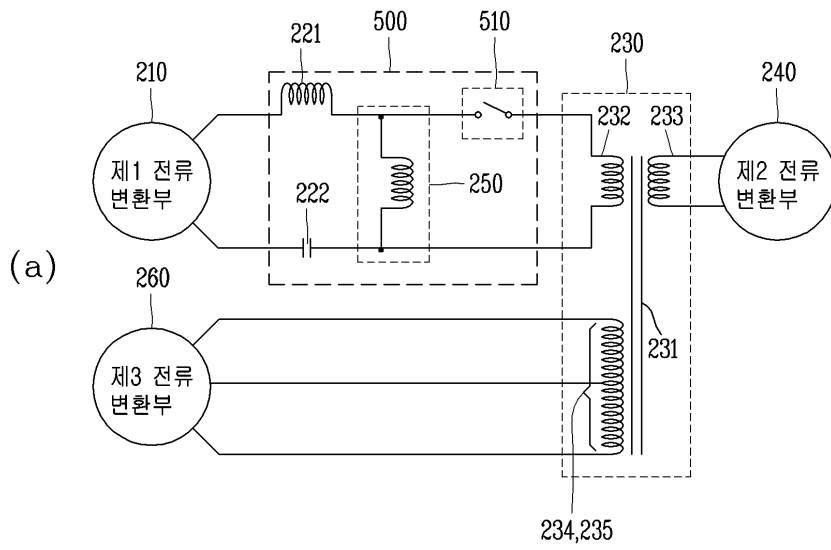
도면3



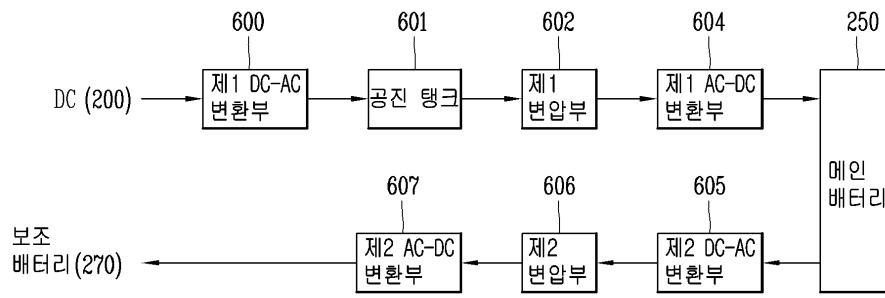
도면4



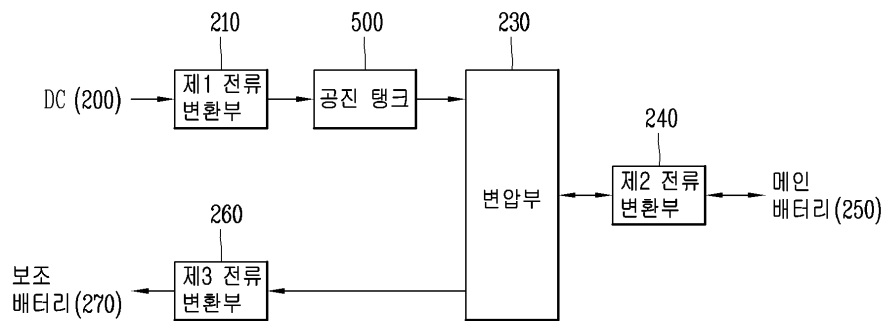
도면5



도면6



(a)



(b)