



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0059068
(43) 공개일자 2018년06월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B60L 11/18 (2006.01) H02M 1/32 (2007.01)
H02M 3/335 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B60L 11/1811 (2013.01)
B60L 11/1851 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0158214
(22) 출원일자 2016년11월25일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
기아자동차주식회사
서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
현대자동차주식회사
서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)
(72) 발명자
양진영
경기도 하남시 역말로28번길 29 (덕풍동)
하태종
서울특별시 송파구 오금로35길 17 (오금동, 현대아파트) 43동 1304호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인세립

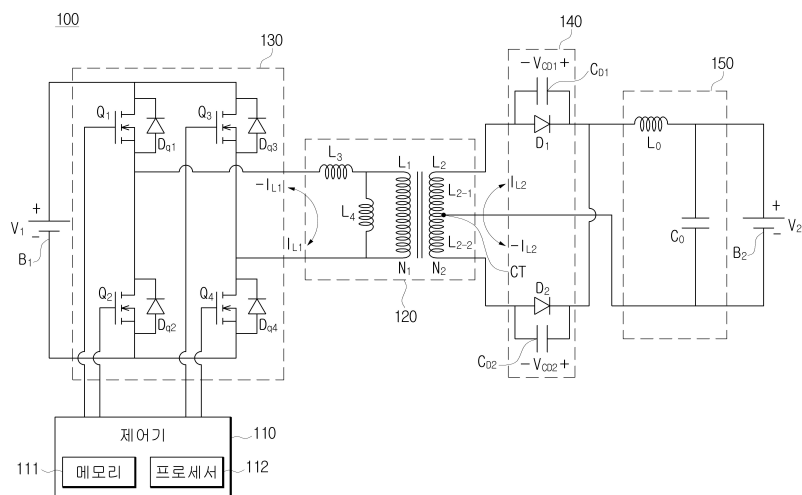
전체 청구항 수 : 총 22 항

(54) 발명의 명칭 차량 및 차량용 직류-직류 변환기

(57) 요약

차량은 제1 전압의 전력을 출력하는 제1 배터리; 제2 전압의 전력을 출력하는 제2 배터리; 상기 제1 배터리의 제1 전압을 상기 제2 전압으로 변환하고, 변환된 제2 전압의 전력을 상기 제2 배터리에 공급하는 직류-직류 변환기를 포함하고, 상기 직류-직류 변환기는 상기 제1 전압을 상기 제2 전압으로 변환하는 변압기; 상기 제1 배터리로부터 상기 변압기에 입력되는 제1 전류를 제어하는 적어도 하나의 스위치; 상기 변압기로부터 출력되는 교류 전류를 정류하는 적어도 하나의 정류 다이오드; 및 상기 적어도 하나의 정류 다이오드에 인가되는 과전압을 방지하는 스너버 회로를 포함할 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

H02M 1/32 (2013.01)
H02M 3/33592 (2013.01)
B60L 2210/10 (2013.01)
B60L 2230/32 (2013.01)
B60L 2240/547 (2013.01)
B60Y 2200/91 (2013.01)
B60Y 2200/92 (2013.01)
Y02T 10/7022 (2013.01)
Y02T 10/7216 (2013.01)

(72) 발명자

김영진

인천광역시 남동구 남동대로 860 (간석동, 간석래미안자이아파트) A 127동 105호

김용신

서울특별시 동작구 상도로 346-2 (상도동, 상도엠코타운 애스톤파크) 201동 703호

이상훈

서울특별시 동대문구 제기로4다길 3-1 (제기동)302호

명세서

청구범위

청구항 1

제1 전압의 전력을 출력하는 제1 배터리;

제2 전압의 전력을 출력하는 제2 배터리;

상기 제1 배터리의 제1 전압을 상기 제2 전압으로 변환하고, 변환된 제2 전압의 전력을 상기 제2 배터리에 공급하는 직류-직류 변환기를 포함하고,

상기 직류-직류 변환기는,

상기 제1 전압을 상기 제2 전압으로 변환하는 변압기;

상기 제1 배터리로부터 상기 변압기에 입력되는 제1 전류를 제어하는 적어도 하나의 스위치;

상기 변압기로부터 출력되는 교류 전류를 정류하는 적어도 하나의 정류 다이오드; 및

상기 적어도 하나의 정류 다이오드에 인가되는 과전압을 방지하는 스너버 회로를 포함하는 차량.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 스너버 회로는,

서로 직렬로 연결되는 복수의 다이오드;

상기 복수의 다이오드와 직렬 연결되는 인덕터;

상기 복수의 다이오드와 병렬로 연결되는 적어도 하나의 캐패시터를 포함하는 차량.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 복수의 다이오드는 서로 직렬로 연결되는 제1 다이오드와, 제2 다이오드와, 제3 다이오드를 포함하고,

상기 적어도 하나의 캐패시터는 상기 제1 및 제2 다이오드와 병렬로 연결되는 제1 캐패시터와, 상기 제2 및 제3 다이오드와 병렬로 연결되는 제2 캐패시터를 포함하는 차량.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 적어도 하나의 정류 다이오드에 인가되는 전압이 증가하는 동안, 상기 제1 및 제2 캐패시터는 상기 제2 다이오드를 통하여 직렬 연결되는 차량.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 적어도 하나의 정류 다이오드에 인가되는 전압이 감소하는 동안, 상기 제1 및 제2 캐패시터는 상기 제1 및 제3 다이오드를 통하여 병렬 연결되는 차량.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 변압기는,

상기 제1 전류를 공급받는 1차 코일;

상기 1차 코일에 의하여 생성된 자기장에 의하여 제2 전류를 유도하는 2차 코일을 포함하고,

상기 2차 코일은 중간 탭에 의하여 제1 코일과 제2 코일로 분할되는 차량.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 적어도 하나의 정류 다이오드는,

애노드가 상기 2차 코일의 제1 코일과 연결되는 제1 정류 다이오드; 및

애노드가 상기 2차 코일의 제2 코일과 연결되는 제2 정류 다이오드를 포함하고,

상기 제1 정류 다이오드의 캐소드와 상기 제2 정류 다이오드의 캐소드는 서로 연결되는 차량.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 스너버 회로의 일단이 상기 2차 코일의 중간 탭과 연결되고, 상기 스너버 회로의 타단이 상기 제1 및 제2 정류 다이오드의 캐소드와 연결되는 차량.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 변압기는,

상기 제1 전류를 공급받는 1차 코일;

상기 1차 코일에 의하여 생성된 자기장에 의하여 제2 전류를 유도하는 2차 코일을 포함하는 차량.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 적어도 하나의 정류 다이오드는,

애노드가 상기 2차 코일의 일단과 연결되는 제1 정류 다이오드; 및

애노드가 상기 2차 코일의 타단과 연결되는 제2 정류 다이오드를 포함하고,

상기 제1 정류 다이오드의 캐소드와 상기 제2 정류 다이오드의 캐소드는 서로 연결되는 차량.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 스너버 회로의 일단은 상기 2차 코일의 타단과 연결되고, 상기 스너버 회로의 타단이 상기 제1 및 제2 정류 다이오드의 캐소드와 연결되는 차량.

청구항 12

제1 배터리가 출력하는 제1 전압을 제2 배터리가 출력하는 제2 전압으로 변환하는 차량용 직류-직류 변환기에 있어서,

상기 제1 배터리와 연결되는 1차 코일과 상기 제2 배터리와 연결되는 2차 코일을 포함하고, 상기 제1 전압을 상기 제2 전압으로 변환하는 변압기;

상기 제1 배터리로부터 상기 변압기에 입력되는 제1 전류를 제어하는 적어도 하나의 스위치;

상기 변압기로부터 출력되는 교류 전류를 정류하는 적어도 하나의 정류 다이오드; 및

상기 적어도 하나의 정류 다이오드에 인가되는 과전압을 방지하는 스너버 회로를 포함하는 직류-직류 변환기.

청구항 13

제12항에 있어서,
 상기 스너버 회로는,
 서로 직렬로 연결되는 복수의 다이오드;
 상기 복수의 다이오드와 직렬 연결되는 인덕터;
 상기 복수의 다이오드와 병렬로 연결되는 적어도 하나의 캐패시터를 포함하는 직류-직류 변환기.

청구항 14

제13항에 있어서,
 상기 복수의 다이오드는 서로 직렬로 연결되는 제1 다이오드와, 제2 다이오드와, 제3 다이오드를 포함하고,
 상기 적어도 하나의 캐패시터는 상기 제1 및 제2 다이오드와 병렬로 연결되는 제1 캐패시터와, 상기 제2 및 제3 다이오드와 병렬로 연결되는 제2 캐패시터를 포함하는 직류-직류 변환기.

청구항 15

제14항에 있어서,
 상기 적어도 하나의 정류 다이오드에 인가되는 전압이 증가하는 동안, 상기 제1 및 제2 캐패시터는 상기 제2 다이오드를 통하여 직렬 연결되는 직류-직류 변환기.

청구항 16

제14항에 있어서,
 상기 적어도 하나의 정류 다이오드에 인가되는 전압이 감소하는 동안, 상기 제1 및 제2 캐패시터는 상기 제1 및 제3 다이오드를 통하여 병렬 연결되는 직류-직류 변환기.

청구항 17

제12항에 있어서,
 상기 변압기는,
 상기 제1 전류를 공급받는 1차 코일;
 상기 1차 코일에 의하여 생성된 자기장에 의하여 제2 전류를 유도하는 2차 코일을 포함하고,
 상기 2차 코일은 중간 탭에 의하여 제1 코일과 제2 코일로 분할되는 직류-직류 변환기.

청구항 18

제17항에 있어서,
 상기 적어도 하나의 정류 다이오드는,
 애노드가 상기 2차 코일의 제1 코일과 연결되는 제1 정류 다이오드; 및
 애노드가 상기 2차 코일의 제2 코일과 연결되는 제2 정류 다이오드를 포함하고,
 상기 제1 정류 다이오드의 캐소드와 상기 제2 정류 다이오드의 캐소드는 서로 연결되는 직류-직류 변환기.

청구항 19

제18항에 있어서,
 상기 스너버 회로의 일단이 상기 2차 코일의 중간 탭과 연결되고, 상기 스너버 회로의 타단이 상기 제1 및 제2 정류 다이오드의 캐소드와 연결되는 직류-직류 변환기.

청구항 20

제12항에 있어서,

상기 변압기는,

상기 제1 전류를 공급받는 1차 코일;

상기 1차 코일에 의하여 생성된 자기장에 의하여 제2 전류를 유도하는 2차 코일을 포함하는 직류-직류 변환기.

청구항 21

제20항에 있어서,

상기 적어도 하나의 정류 다이오드는,

애노드가 상기 2차 코일의 일단과 연결되는 제1 정류 다이오드; 및

애노드가 상기 2차 코일의 타단과 연결되는 제2 정류 다이오드를 포함하고,

상기 제1 정류 다이오드의 캐소드와 상기 제2 정류 다이오드의 캐소드는 서로 연결되는 직류-직류 변환기.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 스너버 회로의 일단은 상기 2차 코일의 타단과 연결되고, 상기 스너버 회로의 타단이 상기 제1 및 제2 정류 다이오드의 캐소드와 연결되는 직류-직류 변환기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 개시된 발명은 차량 및 차량용 직류-직류 변환기에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 복수의 배터리를 포함하는 차량 및 차량용 직류-직류 변환기에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 차량은 화석 연료, 전기 등을 동력원으로 하여 도로 또는 선로를 주행하는 이동 수단 또는 운송 수단을 의미한다.

[0003] 화석 연료를 이용하는 차량은 화석 연료의 연소로 인하여 미세 먼지, 수증기, 이산화탄소, 일산화탄소, 탄화수소, 질소, 질소산화물 및/또는 황산화물 등을 배출할 수 있다. 수증기와 이산화탄소는 지구 온난화의 원인으로 알려져 있으며, 미세 먼지, 일산화탄소, 탄화수소, 질소산화물 및/또는 황산화물 등은 사람에게 피해를 줄 수 있는 대기 오염 물질로 알려져 있다.

[0004] 이러한 이유로, 최근 화석 연료를 대체하는 친환경 에너지를 이용한 차량이 개발되고 있다. 예를 들어, 화석 연료와 전기를 모두 이용하는 하이브리드 자동차(Hybrid Electric Vehicle, HEV), 전기만을 이용하는 전기자동차(Electric Vehicle, EV) 등이 개발되고 있다.

[0005] 하이브리드 자동차와 전기 자동차는 차량을 이동시키는 전동기에 전력을 공급하는 고전압 배터리와 차량의 전장 부품에 전력을 공급하는 저전압 배터리가 별도로 마련된다. 또한, 하이브리드 자동차와 전기 자동차는 고전압 배터리로부터 저전압 배터리로 전력을 공급하기 위하여 고전압 배터리의 전압을 저전압 배터리의 전압으로 변환하는 변환기를 포함하는 것이 일반적이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 개시된 발명의 일 측면은 소자의 파손을 방지할 수 있는 직류-직류 변환기를 포함하는 차량 및 직류-직류 변환기를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0007] 개시된 발명의 일 측면에 따른 차량은 제1 전압의 전력을 출력하는 제1 배터리; 제2 전압의 전력을 출력하는 제2 배터리; 상기 제1 배터리의 제1 전압을 상기 제2 전압으로 변환하고, 변환된 제2 전압의 전력을 상기 제2 배터리에 공급하는 직류-직류 변환기를 포함하고, 상기 직류-직류 변환기는 상기 제1 전압을 상기 제2 전압으로 변환하는 변압기; 상기 제1 배터리로부터 상기 변압기에 입력되는 제1 전류를 제어하는 적어도 하나의 스위치; 상기 변압기로부터 출력되는 교류 전류를 정류하는 적어도 하나의 정류 다이오드; 및 상기 적어도 하나의 정류 다이오드에 인가되는 과전압을 방지하는 스너버 회로를 포함할 수 있다.
- [0008] 상기 스너버 회로는 서로 직렬로 연결되는 복수의 다이오드; 상기 복수의 다이오드와 직렬 연결되는 인덕터; 상기 복수의 다이오드와 병렬로 연결되는 적어도 하나의 캐패시터를 포함할 수 있다.
- [0009] 상기 복수의 다이오드는 서로 직렬로 연결되는 제1 다이오드와, 제2 다이오드와, 제3 다이오드를 포함하고, 상기 적어도 하나의 캐패시터는 상기 제1 및 제2 다이오드와 병렬로 연결되는 제1 캐패시터와, 상기 제2 및 제3 다이오드와 병렬로 연결되는 제2 캐패시터를 포함할 수 있다.
- [0010] 상기 적어도 하나의 정류 다이오드에 인가되는 전압이 증가하는 동안, 상기 제1 및 제2 캐패시터는 상기 제2 다이오드를 통하여 직렬 연결될 수 있다.
- [0011] 상기 적어도 하나의 정류 다이오드에 인가되는 전압이 감소하는 동안, 상기 제1 및 제2 캐패시터는 상기 제1 및 제3 다이오드를 통하여 병렬 연결될 수 있다.
- [0012] 상기 변압기는 상기 제1 전류를 공급받는 1차 코일; 상기 1차 코일에 의하여 생성된 자기장에 의하여 제2 전류를 유도하는 2차 코일을 포함하고, 상기 2차 코일은 중간 탭에 의하여 제1 코일과 제2 코일로 분할될 수 있다.
- [0013] 상기 적어도 하나의 정류 다이오드는 애노드가 상기 2차 코일의 제1 코일과 연결되는 제1 정류 다이오드; 및 애노드가 상기 2차 코일의 제2 코일과 연결되는 제2 정류 다이오드를 포함하고, 상기 제1 정류 다이오드의 캐소드와 상기 제2 정류 다이오드의 캐소드는 서로 연결될 수 있다.
- [0014] 상기 스너버 회로의 일단이 상기 2차 코일의 중간 탭과 연결되고, 상기 스너버 회로의 타단이 상기 제1 및 제2 정류 다이오드의 캐소드와 연결될 수 있다.
- [0015] 상기 변압기는 상기 제1 전류를 공급받는 1차 코일; 상기 1차 코일에 의하여 생성된 자기장에 의하여 제2 전류를 유도하는 2차 코일을 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 적어도 하나의 정류 다이오드는 애노드가 상기 2차 코일의 일단과 연결되는 제1 정류 다이오드; 및 애노드가 상기 2차 코일의 타단과 연결되는 제2 정류 다이오드를 포함하고, 상기 제1 정류 다이오드의 캐소드와 상기 제2 정류 다이오드의 캐소드는 서로 연결될 수 있다.
- [0017] 상기 스너버 회로의 일단은 상기 2차 코일의 타단과 연결되고, 상기 스너버 회로의 타단이 상기 제1 및 제2 정류 다이오드의 캐소드와 연결될 수 있다.
- [0018] 개시된 발명의 일 측면에 따른 직류-직류 변환기는 제1 배터리가 출력하는 제1 전압을 제2 배터리가 출력하는 제2 전압으로 변환하는 차량용 직류-직류 변환기에 있어서, 상기 제1 배터리와 연결되는 1차 코일과 상기 제2 배터리와 연결되는 2차 코일을 포함하고, 상기 제1 전압을 상기 제2 전압으로 변환하는 변압기; 상기 제1 배터리로부터 상기 변압기에 입력되는 제1 전류를 제어하는 적어도 하나의 스위치; 상기 변압기로부터 출력되는 교류 전류를 정류하는 적어도 하나의 정류 다이오드; 및 상기 적어도 하나의 정류 다이오드에 인가되는 과전압을 방지하는 스너버 회로를 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 스너버 회로는 서로 직렬로 연결되는 복수의 다이오드; 상기 복수의 다이오드와 직렬 연결되는 인덕터; 상기 복수의 다이오드와 병렬로 연결되는 적어도 하나의 캐패시터를 포함할 수 있다.
- [0020] 상기 복수의 다이오드는 서로 직렬로 연결되는 제1 다이오드와, 제2 다이오드와, 제3 다이오드를 포함하고, 상기 적어도 하나의 캐패시터는 상기 제1 및 제2 다이오드와 병렬로 연결되는 제1 캐패시터와, 상기 제2 및 제3 다이오드와 병렬로 연결되는 제2 캐패시터를 포함할 수 있다.
- [0021] 상기 적어도 하나의 정류 다이오드에 인가되는 전압이 증가하는 동안, 상기 제1 및 제2 캐패시터는 상기 제2 다이오드를 통하여 직렬 연결될 수 있다.
- [0022] 상기 적어도 하나의 정류 다이오드에 인가되는 전압이 감소하는 동안, 상기 제1 및 제2 캐패시터는 상기 제1 및

제3 다이오드를 통하여 병렬 연결될 수 있다.

- [0023] 상기 변압기는 상기 제1 전류를 공급받는 1차 코일; 상기 1차 코일에 의하여 생성된 자기장에 의하여 제2 전류를 유도하는 2차 코일을 포함하고, 상기 2차 코일은 중간 탭에 의하여 제1 코일과 제2 코일로 분할될 수 있다.
- [0024] 상기 적어도 하나의 정류 다이오드는 애노드가 상기 2차 코일의 제1 코일과 연결되는 제1 정류 다이오드; 및 애노드가 상기 2차 코일의 제2 코일과 연결되는 제2 정류 다이오드를 포함하고, 상기 제1 정류 다이오드의 캐소드와 상기 제2 정류 다이오드의 캐소드는 서로 연결될 수 있다.
- [0025] 상기 스너버 회로의 일단이 상기 2차 코일의 중간 탭과 연결되고, 상기 스너버 회로의 타단이 상기 제1 및 제2 정류 다이오드의 캐소드와 연결될 수 있다.
- [0026] 상기 변압기는 상기 제1 전류를 공급받는 1차 코일; 상기 1차 코일에 의하여 생성된 자기장에 의하여 제2 전류를 유도하는 2차 코일을 포함할 수 있다.
- [0027] 상기 적어도 하나의 정류 다이오드는 애노드가 상기 2차 코일의 일단과 연결되는 제1 정류 다이오드; 및 애노드가 상기 2차 코일의 타단과 연결되는 제2 정류 다이오드를 포함하고, 상기 제1 정류 다이오드의 캐소드와 상기 제2 정류 다이오드의 캐소드는 서로 연결될 수 있다.
- [0028] 상기 스너버 회로의 일단은 상기 2차 코일의 타단과 연결되고, 상기 스너버 회로의 타단이 상기 제1 및 제2 정류 다이오드의 캐소드와 연결될 수 있다.

발명의 효과

- [0029] 개시된 발명의 일 측면에 따르면, 소자의 과손을 방지할 수 있는 직류-직류 변환기를 포함하는 차량 및 직류-직류 변환기를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0030] 도 1은 일 실시예에 의한 차량의 차체를 도시한다.
- 도 2는 일 실시예에 의한 차량의 차대를 도시한다.
- 도 3은 일 실시예에 의한 차량의 전장 부품을 도시한다.
- 도 4는 일 실시예에 의한 차량의 전력 시스템을 도시한다.
- 도 5는 일 실시예에 의한 직류-직류 변환기의 일 예를 도시한다.
- 도 6은 일 실시예에 의한 직류-직류 변환기에 포함된 제어기의 구동 신호의 일 예를 도시한다.
- 도 7 및 도 8은 도 5에 도시된 직류-직류 변환기의 동작을 도시한다.
- 도 9는 도 5에 도시된 직류-직류 변환기의 정류 회로에 인가되는 전압 및 출력 전압을 도시한다.
- 도 10은 일 실시예에 의한 직류-직류 변환기의 다른 일 예를 도시한다.
- 도 11 및 도 12는 도 10에 도시된 직류-직류 변환기의 동작을 도시한다.
- 도 13은 도 10에 도시된 직류-직류 변환기의 정류 회로에 인가되는 전압 및 출력 전압을 도시한다.
- 도 14는 일 실시예에 의한 직류-직류 변환기의 또 다른 일 예를 도시한다.
- 도 15는 일 실시예에 의한 직류-직류 변환기의 또 다른 일 예를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0031] 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다. 본 명세서가 실시예들의 모든 요소들을 설명하는 것은 아니며, 개시된 발명이 속하는 기술분야에서 일반적인 내용 또는 실시예들 간에 중복되는 내용은 생략한다. 명세서에서 사용되는 '부, 모듈, 부재, 블록'이라는 용어는 소프트웨어 또는 하드웨어로 구현될 수 있으며, 실시예들에 따라 복수의 '부, 모듈, 부재, 블록'이 하나의 구성요소로 구현되거나, 하나의 '부, 모듈, 부재, 블록'이 복수의 구성요소들을 포함하는 것도 가능하다.
- [0032] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 직접적으로 연결되어 있는 경우뿐

아니라, 간접적으로 연결되어 있는 경우를 포함하고, 간접적인 연결은 무선 통신망을 통해 연결되는 것을 포함한다.

- [0033] 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0034] 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 "상에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.
- [0035] 제 1, 제 2 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로, 구성요소가 전술된 용어들에 의해 제한되는 것은 아니다.
- [0036] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 예외가 있지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0037] 각 단계들에 있어 식별부호는 설명의 편의를 위하여 사용되는 것으로 식별부호는 각 단계들의 순서를 설명하는 것이 아니며, 각 단계들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않는 이상 명기된 순서와 다르게 실시될 수 있다.
- [0038] 이하 첨부된 도면들을 참고하여 개시된 발명의 작용 원리 및 실시예들에 대해 설명한다.
- [0039] 차량(1)은 내연기관의 회전력 및/또는 전동기의 회전력을 이용하여 사람 및/또는 물건을 운송하는 기계/전기 장치이다.
- [0040] 내연기관을 이용하는 차량(1)은 휘발유, 경유, 가스 등의 화석 연료를 폭발적으로 연소시키고, 화석 연료의 연소 중에 발생하는 병진 운동력을 회전 운동력으로 변환하고, 변환된 회전력을 이용하여 이동할 수 있다.
- [0041] 전동기를 이용하는 차량(1)은 전기자동차(Electric Vehicle, EV)라 불리며, 배터리에 저장된 전기 에너지를 회전 운동 에너지로 변환하고, 변환된 회전력을 이용하여 이동할 수 있다.
- [0042] 내연기관과 전동기를 이용하는 차량(1)도 있다. 이러한 차량(1)은 하이브리드 자동차(Hybrid Electric Vehicle, HEV)이라 불리며, 내연기관을 이용하여 이동할 수 있을 뿐만 아니라 전동기를 이용하여 이동할 수도 있다. 하이브리드 자동차는 외부로부터 화석 연료만을 공급받고 내연기관과 전동기(발전기)를 이용하여 전기 에너지를 생성하는 일반 하이브리드 자동차와, 외부로부터 화석 연료와 전기 에너지를 모두 공급받을 수 있는 플러그-인 하이브리드 자동차(Plug-in Hybrid Electric Vehicle, PHEV)로 구분할 수 있다.
- [0043] 전기자동차와 하이브리드 자동차는 구동 전동기에 전기 에너지를 공급하기 위한 배터리와 차량(1)의 전기 장치(전장, 電裝) 부품에 전기 에너지를 공급하기 위한 배터리를 각각 포함하는 것이 일반적이다. 예를 들어, 구동 전동기에 전기 에너지를 공급하는 배터리는 출력 전압이 대략 수백 볼트(volt, V)일 수 있으며, 전장 부품에 전기 에너지 공급하는 배터리는 출력 전압이 대략 수십 볼트일 수 있다.
- [0044] 또한, 전기자동차는 외부 전원으로부터 구동 전동기용 배터리를 충전하고, 구동 전동기용 배터리의 전압을 변환하여 전장 부품용 배터리를 충전한다. 하이브리드 자동차 역시 내연기관을 이용하여 구동 전동기용 배터리를 충전하고, 구동 전동기용 배터리의 전압을 변환하여 전장 부품용 배터리를 충전한다.
- [0045] 따라서, 전기자동차와 하이브리드 자동차는 구동 전동기용 배터리가 출력하는 수백 볼트의 전압을 전장 부품용 배터리를 충전하기 위한 수십 볼트의 전압으로 변환하는 직류-직류 변환기를 포함할 수 있다.
- [0046] 이하에서는, 차량(1)과 차량(1)에 포함되는 직류-직류 변화기가 자세하게 설명된다.
- [0047] 도 1은 일 실시예에 의한 차량의 차체를 도시한다. 도 2는 일 실시예에 의한 차량의 차대를 도시한다. 도 3은 일 실시예에 의한 차량의 전장 부품을 도시한다. 또한, 도 4는 일 실시예에 의한 차량의 전력 시스템을 도시한다.
- [0048] 도 1, 도 2, 도 3 및 도 4을 참조하면, 차량(1)은 차량(1)의 외관을 형성하고 운전자 및/또는 수화물을 수용하는 차체(body) (10)와, 차체(10) 이외의 동력 생성 장치, 동력 전달 장치, 제동 장치, 조향 장치, 차륜 등을 포함하는 차대(chassis) (20)와 운전자를 보호하고 운전자에게 편의를 제공하는 전장 부품(30)을 포함할 수 있다.
- [0049] 도 1에 도시된 바와 같이, 차체(20)는 운전자가 머무를 수 있는 실내 공간, 내연기관을 수용하는 내연기관 룸 및 화물을 수용하기 위한 트렁크 룸을 형성한다.
- [0050] 차체(20)는 후드(hood) (21), 프런트 펜더(front fender) (22), 루프 패널(roof panel) (23), 도어(door)

(24), 트렁크 리드(trunk lid) (25), 쿼터 패널(quarter panel) (26) 등을 포함할 수 있다. 또한, 운전자의 시야를 확보하기 위하여, 차체(20)의 전방에는 프런트 윈도우(front window) (27)가 설치되고, 차체(20)의 측면에 사이드 윈도우(side window) (28)가 설치되고, 차체(20)의 후방에는 리어 윈도우(rear window) (29)가 마련될 수 있다.

- [0051] 도 2에 도시된 바와 같이, 차대(20)는 운전자 및/또는 자율 주행 시스템의 제어에 따라 차량(1)이 주행할 수 있도록 동력 생성 장치(21), 동력 전달 장치(22), 조향 장치(23), 제동 장치(24), 차륜(25) 등을 포함할 수 있다. 또한, 차대(20)는 동력 생성 장치(21), 동력 전달 장치(22), 조향 장치(23), 제동 장치(24), 차륜(25)을 고정하는 프레임(26)을 더 포함할 수 있다.
- [0052] 동력 생성 장치(21)는 차량(1)이 주행하기 위한 회전력을 생성하며, 내연기관(21a), 연료 공급 장치, 배기 장치, 전동기(21b), 제1 배터리(B1) 등을 포함할 수 있다.
- [0053] 동력 전달 장치(22)는 동력 생성 장치(21)에 의하여 생성된 회전력을 차륜(25)으로 전달하며, 클러치/변속기(22a), 변속 레버, 차동 장치, 구동축(22b) 등을 포함할 수 있다.
- [0054] 조향 장치(23)는 차량(1)의 주행 방향을 제어하며, 스티어링 휠(23a), 조향 기어(23b), 조향 링크(23c) 등을 포함할 수 있다.
- [0055] 제동 장치(24)는 차륜(25)의 회전을 정지시키며, 브레이크 페달, 마스터 실린더, 브레이크 디스크(24a), 브레이크 패드(24b) 등을 포함할 수 있다.
- [0056] 차륜(25)은 동력 생성 장치(21)로부터 동력 전달 장치(22)를 통하여 회전력을 제공받으며, 차량(1)을 이동시킬 수 있다. 차륜(25)은 차량의 전방에 마련되는 전륜과, 차량의 후방에 마련되는 후륜을 포함할 수 있다.
- [0057] 차량(1)은 이상에서 설명된 기계 부품뿐만 아니라 차량(1)의 제어, 운전자 및 동승자의 안전과 편의를 위한 다양한 전장 부품들(30)을 포함할 수 있다.
- [0058] 도 3에 도시된 바와 같이 차량(1)은 엔진 관리 시스템(Engine Management System) (31), 모터 제어 유닛(Motor Control Unit) (32), 변속기 제어 유닛(Transmission Control Unit) (33), 전동 조향 장치(Electric Power Steering) (34), 전자 제동 시스템(Electronic Braking System) (35), 내비게이션(navigation) 장치(36), 오디오 장치(audio) 장치(37), 공조 (heating/ventilation/air conditioning, HVAC) 장치(38)를 포함할 수 있다.
- [0059] 전장 부품들(30)은 차량용 통신 네트워크(NT)를 통하여 서로 통신할 수 있다. 예를 들어, 전장 부품들(30)은 이더넷(Ethernet), 모스트(MOST, Media Oriented Systems Transport), 플렉스레이(Flexray), 캔(CAN, Controller Area Network), 린(LIN, Local Interconnect Network) 등을 통하여 데이터를 주고 받을 수 있다.
- [0060] 또한, 전장 부품들(30)은 제2 배터리(B2)로부터 전력을 공급받을 수 있다.
- [0061] 제2 배터리(B2)는 앞서 도 2에 도시된 제1 배터리(B1)와 별도로 마련될 수 있다.
- [0062] 예를 들어, 도 4에 도시된 바와 같이 제1 배터리(B1)는 차량(1)을 구동하는 전동기(21b)에 전력을 공급할 수 있으며, 전동기(21b)에 전력을 공급하기 위하여 수백 볼트(V) (예를 들어, 200V에서 800V까지)의 전압을 출력할 수 있다. 또한, 제2 배터리(B2)는 전장 부품들(30)에 전력을 공급할 수 있으며, 전장 부품들(30)에 전력을 공급하기 위하여 수십 볼트(V) (예를 들어, 12V에서 24V까지)의 전압을 출력할 수 있다. 다시 말해, 서로 다른 전압의 전력을 공급받는 전동기(21b)와 전장 부품들(30)에 각각 전력을 공급하기 위하여 제1 배터리(B1)와 제2 배터리(B2)가 별도로 마련될 수 있다.
- [0063] 제1 배터리(B1)는 전동기(21b)로 전력을 공급할 수 있을 뿐만 아니라, 제1 배터리(B1)는 전동기(21b)에 의하여 충전될 수 있다.
- [0064] 예를 들어, 차량(1)이 내리막 길을 내려가는 동안, 차량(1)은 중력 및/또는 관성에 의하여 주행할 수 있으며, 차륜(25)의 회전력이 동력 전달 장치(22)를 통하여 전동기(21b)에 전달될 수 있다. 전동기(21b)는 차륜(25)으로부터 전달된 회전력으로부터 전기 에너지를 생성할 수 있으며, 전동기(21b)에 의하여 생성된 전기 에너지는 제1 배터리(B1)에 저장될 수 있다.
- [0065] 다른 예로, 운전자가 차량(1)을 정지시키거나 차량(1)의 주행 속도를 감속하는 경우, 전동기(21b)는 차량(1)을 감속하기 위한 회생 제동력(regenerative braking force)을 생성할 수 있으며, 회생 제동(regenerative brake)에 의하여 전기 에너지를 생성할 수 있다. 전동기(21b)에 의하여 생성된 전기 에너지는 제1 배터리(B1)에 저

장될 수 있다.

- [0066] 이처럼, 제1 배터리(B1)는 전동기(21b)로부터 전기 에너지를 공급받을 수 있다. 또한, 제2 배터리(B2)는 직류-직류 변환기(100)를 통하여 제1 배터리(B1)로부터 전기 에너지를 공급받을 수 있다.
- [0067] 앞서 설명된 바와 같이, 제2 배터리(B2)의 출력 전압은 제1 배터리(B1)와 출력 전압이 상이하다. 따라서, 제2 배터리(B2)의 충전을 위하여 제1 배터리(B1)의 출력 전압을 제2 배터리(B2)의 출력 전압으로 변환할 수 있는 직류-직류 변환기(100)가 마련될 수 있다.
- [0068] 직류-직류 변환기(100)는 제1 배터리(B1)가 출력하는 제1 전압을 제2 배터리(B2)의 제2 전압으로 변환할 수 있다. 직류-직류 변환기(100)에 의하여 변환된 제2 전압의 전기 에너지는 제2 배터리(B2)에 저장될 수 있다.
- [0069] 이하에서는 직류-직류 변환기(100)의 구성 및 동작이 설명된다.
- [0070] 도 5는 일 실시예에 의한 직류-직류 변환기의 일 예를 도시한다.
- [0071] 도 5에 도시된 바와 같이, 직류-직류 변환기(100)는 제1 전압(V1)을 출력하는 제1 배터리(B1)와 제2 전압(V2)을 출력하는 제2 배터리(B2) 사이에 마련될 수 있으며, 직류-직류 변환기(100)는 제1 전압(V1)을 입력받고 제2 전압(V2)을 출력할 수 있다.
- [0072] 직류-직류 변환기(100)는 변압기(120)와, 구동 회로(130)와, 정류 회로(140)와, 출력 회로(150)와, 제어기(110)를 포함할 수 있다.
- [0073] 변압기(120)는 변압기(120)는 전자기 유도 현상을 이용하여 교류 전압의 값 및/또는 교류 전류의 값을 변화시킬 수 있다.
- [0074] 변압기(120)는 입력 측의 1차 코일(L1)과, 출력 측의 2차 코일(L2)과, 2차 코일(L2)의 중심에 마련된 중간탭(center-tap) (CT)과, 1차 코일(L1)로부터 2차 코일(L2)까지 자기장을 전송하는 철심을 포함할 수 있다. 1차 코일(L1)에 입력되는 교류 전압 및 교류 전류에 의하여 철심에 시간에 따라 변화하는 자기장이 생성되며, 철심의 자기장에 의하여 2차 코일(L2)에 교류 전압 및 교류 전류가 생성될 수 있다.
- [0075] 2차 코일(L2)은 중간탭(CT)에 의하여 제1 코일(L2-1)과 제2 코일(L2-2)로 구분될 수 있다. 중간탭(CT)은 2차 코일(L2)의 중심에 위치할 수 있으며, 제1 코일(L2-1)의 턴수와 제2 코일(L2-2)의 턴수는 동일할 수 있다. 이러한 형태의 변압기를 중간탭 변압기(center-tap transformer)라 한다. 이처럼, 중간탭(CT)을 포함하는 변압기(120)는 아래에서 설명할 정류 회로(120)와 함께 2차 코일(L2)로부터 출력되는 교류 전압과 교류 전류를 전파 정류할 수 있다. 제1 코일(L2-1)과 제2 코일(L2)에 의한 전파 정류는 아래에서 더욱 자세하게 설명된다.
- [0076] 2차 코일(L2)이 출력하는 출력 전압은 [수학식 1]에 의하여 산출될 수 있다.
- [0077] [수학식 1]

$$V_{out} = \frac{N_2/2}{N_1} V_{in}$$

- [0078]
- [0079] 여기서, V_{out} 은 2차 코일의 출력 전압을 나타내고, V_{in} 은 1차 코일의 입력 전압을 나타내고, N_2 은 2차 코일의 턴수를 나타내고, N_1 은 1차 코일의 턴수를 나타낸다.
- [0080] [수학식 1]에 의하면, 2차 코일(L2)의 출력 전압(V_{out})은 1차 코일(L1)의 입력 전압(V_{in})과, 1차 코일(L1)의 턴수(N_1)에 대한 2차 코일(L2)의 턴수(N_2)의 비율에 비례할 수 있다.
- [0081] 이상적인 변압기는 입력 전력(전압 및 전류)과 출력 전력이 동일한 것을 가정하지만, 실제 변압기는 철심 등의 손실로 인하여 입력 전력과 출력 전력이 상이하다. 이러한 실제 변압기의 손실을 누설 인덕턴스(leakage inductance)로 나타낼 수 있다. 또한, 보다 정확한 모델링을 위하여, 변압기(120)는 누설 인덕턴스를 나타내는 누설 인덕터(L3)를 더 포함할 수 있다.
- [0082] 또한, 이상적인 변압기는 1차 코일(L1)에 의하여 생성된 자기장이 모두 2차 코일(L2)로 전달되는 것을 가정하지만, 실제 변압기는 1차 코일(L1)에 의하여 생성된 자기장 중 일부는 1차 코일(L1)에 남아 있게 된다. 이처럼 1차 코일(L1)에 남아 있는 성분을 자화 인덕턴스(magnetizing inductance)로 나타낼 수 있다. 또한, 보다 정확

한 모델링을 위하여, 변압기(120)는 자화 인덕턴스를 나타내는 자화 인덕터(L4)를 더 포함할 수 있다.

- [0083] 구동 회로(130)는 변압기(120)의 1차 코일(L1)과 연결될 수 있다.
- [0084] 제1 배터리(B1)은 직류 전압과 직류 전류를 출력하며, 변압기(120)는 교류 전압과 교류 전류를 변환할 수 있다. 따라서, 구동 회로(130)는 변압기(120)에 교류 전류가 입력되도록 제1 배터리(B1)가 출력하는 직류 전류를 통과 또는 차단할 수 있으며, 변압기(120)의 1차 코일(L1)에 시간에 따라 변화하는 교류 전류를 공급할 수 있다.
- [0085] 구동 회로(130)는 복수의 구동 스위치(Q1, Q2, Q3, Q4)를 포함할 수 있다.
- [0086] 예를 들어, 구동 회로(130)는 제1 구동 스위치(Q1), 제2 구동 스위치(Q2), 제3 구동 스위치(Q3) 및 제4 구동 스위치(Q4)를 포함할 수 있으며, 제1 구동 스위치(Q1), 제2 구동 스위치(Q2), 제3 구동 스위치(Q3) 및 제4 구동 스위치(Q4)는 풀 브리지(full bridge) 형태로 배치될 수 있다.
- [0087] 제1 구동 스위치(Q1)와 제2 구동 스위치(Q2)는 제1 배터리(B1)의 양극과 음극 사이에 직렬로 연결될 수 있으며, 제3 구동 스위치(Q3)와 제4 구동 스위치(Q4)는 제1 배터리(B1)의 양극과 음극 사이에 직렬로 연결될 수 있다. 제1/제2 구동 스위치(Q1, Q2)의 쌍과 제3/제4 구동 스위치(Q3, Q4)의 쌍은 서로 병렬로 연결될 수 있다.
- [0088] 또한, 제1 구동 스위치(Q1)와 제2 구동 스위치(Q2)가 연결된 노드는 변압기(120)의 제1 코일(L1)의 일단과 연결되고, 제3 구동 스위치(Q3)와 제4 구동 스위치(Q4)가 연결된 노드는 제1 코일(L2)의 타단과 연결될 수 있다.
- [0089] 제1/제2/제3/제4 구동 스위치(Q1, Q2, Q3, Q4) 각각은 제1 코일(L1)의 인덕턴스에 의한 역방향 전압으로부터 제1/제2/제3/제4 구동 스위치(Q1, Q2, Q3, Q4)를 보호하기 위한 제1/제2/제3/제4 환류 다이오드(Dq1, Dq2, Dq3, Dq4)를 포함할 수 있다. 제1/제2/제3/제4 환류 다이오드(Dq1, Dq2, Dq3, Dq4) 각각은 제1/제2/제3/제4 구동 스위치(Q1, Q2, Q3, Q4)와 병렬로 연결될 수 있다.
- [0090] 제1/제2/제3/제4 구동 스위치(Q1, Q2, Q3, Q4) 각각은 제어기(110)의 구동 신호에 따라 개폐될 수 있으며, 제1/제2/제3/제4 구동 스위치(Q1, Q2, Q3, Q4)의 개폐 동작에 따라 변압기(120)의 제1 코일(L1)에 시간에 따라 변화하는 전류가 공급될 수 있다. 예를 들어, 제1 구동 스위치(Q1)와 제4 구동 스위치(Q4)가 턴온되면 제1 코일(L1)에 정방향 전류(IL1)가 공급되고, 제2 구동 스위치(Q2)와 제3 구동 스위치(Q3)가 턴온되면 제1 코일(L1)에 역방향 전류(-IL1)가 공급될 수 있다.
- [0091] 제1/제2/제3/제4 구동 스위치(Q1, Q2, Q3, Q4) 각각은 다양한 구조와 재질을 가질 수 있다. 예를 들어, 제1/제2/제3/제4 구동 스위치(Q1, Q2, Q3, Q4) 각각은 양극성 접합 트랜지스터(bipolar junction transistor, BJT), 금속 산화물 반도체 전계 효과 트랜지스터(metal-oxide-semiconductor field effect transistor, MOSFET), 절연 게이트 양극성 트랜지스터(insulated gate bipolar transistor, IGBT) 등을 채용할 수 있다. 또한, 제1/제2/제3/제4 구동 스위치(Q1, Q2, Q3, Q4) 각각은 실리콘(Si), 실리콘 카바이드(SiC), 또는 갈륨비소(GaAs) 등의 반도체 재료로 구성될 수 있다.
- [0092] 정류 회로(140)는 변압기(120)로부터 출력되는 교류 전류를 직류 전류로 변환할 수 있다.
- [0093] 앞서 설명된 바와 같이, 변압기(120)는 교류 전압의 값 및/또는 교류 전류의 값을 변화시킬 수 있으며, 교류 전압과 교류 전류를 입력받고, 크기가 변화된 교류 전압과 교류 전류를 출력할 수 있다. 정류 회로(140)는 변압기(120)이 출력하는 교류 전압과 교류 전류를 직류 전압과 직류 전류로 변환할 수 있다.
- [0094] 정류 회로(140)는 변압기(120)의 2차 코일(L2) 중에 제1 코일(L2-1)의 출력 전류를 정류하는 제1 정류 다이오드(D1)와, 제2 코일(L2-2)의 출력 전류를 정류하는 제2 정류 다이오드(D2)를 포함할 수 있다.
- [0095] 변압기(120)의 2차 코일(L2)이 출력하는 전류는 1차 코일(L1)에 입력되는 전류의 방향에 따라 변화할 수 있다. 예를 들어, 1차 코일(L1)에 정방향 전류(IL1)가 입력되면 2차 코일(L2)에는 정방향 전류(IL2)가 흐르고, 1차 코일(L1)에 역방향 전류(-IL1)가 입력되면 2차 코일(L2)에는 역방향 전류(-IL2)가 흐를 수 있다.
- [0096] 제1 정류 다이오드(D1)는 2차 코일(L2)이 출력하는 정방향 전류(IL2)를 통과시키고, 역방향 전류(-IL2)를 차단할 수 있다. 또한, 제2 정류 다이오드(D2)는 2차 코일(L2)이 출력하는 정방향 전류(IL2)를 차단하고, 역방향 전류(-IL2)를 통과시킬 수 있다.
- [0097] 다시 말해, 1차 코일(L1)의 전류에 의하여 제1 코일(L2-1)과 제2 코일(L2-2)에 정방향 전류(IL2)가 생성되면, 제1 정류 다이오드(D1)는 제1 코일(L2-1)의 정방향 전류(IL2)를 허용하고 제2 정류 다이오드(D2)는 제2 코일(L2-2)의 정방향 전류(IL2)를 차단할 수 있다. 또한, 제1 코일(L2-1)과 제2 코일(L2-2)에 역방향 전류(-

IL2)가 생성되면, 제1 정류 다이오드(D1)는 제1 코일(L2-1)의 역방향 전류(-IL2)를 차단하고 제2 정류 다이오드(D2)는 제2 코일(L2-2)의 역방향 전류(-IL2)를 허용할 수 있다.

- [0098] 그 결과, 제1 정류 다이오드(D1)와 제2 정류 다이오드(D2)는 변압기(120)의 2차 코일(L2)이 출력하는 교류 전류를 정류하고, 제2 배터리(B2)로 직류 전류를 출력할 수 있다.
- [0099] 제1/제2 정류 다이오드(D1, D2) 각각은 다이오드의 구조적 특징으로 인한 제1/제2 기생 캐패시터(Cd1, Cd2)를 포함할 수 있다. 다이오드는 P형 반도체와 N형 반도체의 접합에 의하여 제조되며, P형 반도체와 N형 반도체의 접합에 의한 기생 캐패시턴스가 발생된다. 이러한, 다이오드의 기생 캐패시턴스가 제1/제2 기생 캐패시터(Cd1, Cd2)로 모델링될 수 있다.
- [0100] 제1/제2 기생 캐패시터(Cd1, Cd2)는 각각 제1/제2 정류 다이오드(D1, D2)와 병렬로 연결될 수 있다.
- [0101] 출력 회로(150)는 정류 회로(140)에 의하여 정류된 직류 전류와 직류 전압의 리플을 걸러낼 수 있다.
- [0102] 출력 회로(150)는 출력 인덕터(Lo)와 출력 캐패시터(Co)를 포함하는 저역 통과 필터(low pass filter)의 형태를 가질 수 있다. 출력 인덕터(Lo)는 정류 회로(140)로부터 출력되는 직류 전류의 리플을 걸러내고, 출력 캐패시터(Co)는 정류 회로(140)로부터 출력되는 직류 전압의 리플을 걸러낼 수 있다.
- [0103] 제어기(110)는 직류-직류 변환기(100)의 동작을 제어할 수 있으며, 메모리(111)와 프로세서(112)를 포함할 수 있다.
- [0104] 메모리(111)는 직류-직류 변환기(100)의 동작을 제어하기 위한 제어 프로그램과 제어 데이터를 저장할 수 있다. 예를 들어, 메모리(111)는 데이터를 일시적으로 기억할 수 있는 S램(Static Random Access Memory, S-RAM), D램(Dynamic Random Access Memory) 등의 휘발성 메모리를 포함할 수 있다. 또한, 메모리(111)는 제어 프로그램 및/또는 제어 데이터를 장기간 저장할 수 있는 롬(Read Only Memory), 이피롬(Erasable Programmable Read Only Memory: EPROM), 이이피롬(Electrically Erasable Programmable Read Only Memory: EEPROM), 플래시 메모리(flash memory) 등의 비휘발성 메모리를 포함할 수 있다.
- [0105] 프로세서(112)는 각종 논리 회로와 연산 회로를 포함할 수 있으며, 메모리(112)로부터 제공된 프로그램에 따라 데이터를 처리하고 처리 결과에 따라 제어 신호를 생성할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(112)는 제1 배터리(B1)의 제1 전압(V1)과 제2 배터리(B2)의 제2 전압(V2)에 따라 구동 회로(130)의 제1/제2/제3/제4 구동 스위치(Q1, Q2, Q3, Q4) 각각을 개폐하기 위한 구동 신호를 생성할 수 있다.
- [0106] 메모리(111)와 프로세서(112)는 각각 별도의 집적 회로(integrated circuit, ic)로 구현되거나, 메모리(111)와 프로세서(112)가 일체로 하나의 집적 회로로 구현될 수 있다.
- [0107] 이처럼, 제어기(110)는 제1 전압(V1)의 값과 제2 전압(V2)의 값에 따라 구동 회로(130)의 동작을 제어할 수 있다.
- [0108] 제어기(110)의 구체적인 동작은 아래에서 직류-직류 변환기(100)의 동작과 함께 설명된다.
- [0109] 도 6은 일 실시예에 의한 직류-직류 변환기에 포함된 제어기의 구동 신호의 일 예를 도시한다. 도 7 및 도 8은 도 5에 도시된 직류-직류 변환기의 동작을 도시한다. 또한, 도 9는 도 5에 도시된 직류-직류 변환기의 정류 회로에 인가되는 전압 및 출력 전압을 도시한다.
- [0110] 앞서 설명된 바와 같이, 제어기(110)는 제1 전압(V1)의 값과 제2 전압(V2)의 값에 따라 구동 회로(130)의 동작을 제어하기 위한 구동 신호를 생성할 수 있으며, 구동 신호를 구동 회로(130)의 제1/제2/제3/제4 구동 스위치(Q1, Q2, Q3, Q4) 각각에 출력할 수 있다.
- [0111] 예를 들어, 제어기(110)는 도 6에 도시된 바와 같은 구동 신호를 출력할 수 있다. 제1/제2/제3/제4 구동 스위치(Q1, Q2, Q3, Q4)는 각각 제어기(110)의 구동 신호에 따라 특정한 주기마다 개폐(턴온/턴오프)될 수 있다. 예를 들어, 제1/제2/제3/제4 구동 스위치(Q1, Q2, Q3, Q4) 각각은 200kHz(kilo Hertz)의 주파수로 턴온/턴오프될 수 있다.
- [0112] 제1 구동 스위치(Q1)는 T0에서 턴온된 이후 T2에서 턴오프되고, 다시 T4에서 턴온될 수 있다. 제2 구동 스위치(Q2)는 제1 구동 스위치(Q1)와 반대로 T0에서 턴오프된 이후 T2에서 턴온되고, 다시 T4에서 턴오프될 수 있다. 이처럼, 제1 구동 스위치(Q1)와 제2 구동 스위치(Q2)가 교대로 턴온/턴오프됨으로써, 구동 전류가 제1 구동 스위치(Q1)와 제2 구동 스위치(Q2)를 동시에 통과하는 것을 방지할 수 있다.

- [0113] 제3 구동 스위치(Q3)는 T1에서 턴온된 이후 T3에서 턴오프되고, 다시 T5에서 턴온될 수 있다. 제4 구동 스위치(Q4)는 제3 구동 스위치(Q3)와 반대로 T1에서 턴오프된 이후 T3에서 턴온되고, 다시 T5에서 턴오프될 수 있다. 이처럼, 제3 구동 스위치(Q3)와 제4 구동 스위치(Q4)가 교대로 턴온/턴오프됨으로써, 구동 전류가 제3 구동 스위치(Q3)와 제4 구동 스위치(Q4)를 동시에 통과하는 것을 방지할 수 있다.
- [0114] 제1 구동 스위치(Q1)와 제4 구동 스위치(Q4)가 동시에 온된 시간 동안, 도 7에 도시된 바와 같이 변압기(120)의 1차 코일(L1)에 정방향 전류(IL1)가 공급될 수 있다. 정방향 전류(IL1)는 제1 배터리(B1)의 양극으로부터 제1 구동 스위치(Q1)와, 1차 코일(L1)과, 제4 구동 스위치(Q4)를 거쳐 제2 배터리(B2)의 음극으로 흐른다.
- [0115] 또한, 1차 코일(L1)의 정방향 전류(IL1)로 인하여 2차 코일(L2)에는 정방향 전류(IL2)가 유도되며, 2차 코일(L2)의 정방향 전류(IL2)는 정류 회로(140)의 제1 정류 다이오드(D1)와, 출력 회로(150)를 거쳐 제2 배터리(B2)로 공급될 수 있다.
- [0116] 도 6에 도시된 바에 의하면, 제1 구동 스위치(Q1)의 턴온 시점과 제4 구동 스위치(Q4)의 턴온 시점은 동일하지 않으며, 약간의 시간 차이가 발생한다. 제1 구동 스위치(Q1)의 턴온 시점과 제4 구동 스위치(Q4)의 턴온 시점의 차이로 인하여 제1 배터리(B1)로부터 변압기(120)를 거쳐 제2 배터리(B2)로 공급되는 전류가 조절될 수 있다.
- [0117] 다시 말해, 제1/제4 구동 스위치(Q1, Q4)의 개폐 주기에 대한 제1/제4 구동 스위치(Q1, Q4)가 동시에 온되는 시간의 비율에 따라 제1 배터리(B1)로부터 제2 배터리(B2)로 공급되는 전류가 제어되며, 제2 배터리(B2)의 전압이 제어될 수 있다.
- [0118] 또한, 제2 구동 스위치(Q2)와 제3 구동 스위치(Q3)가 동시에 온된 시간 동안, 도 8에 도시된 바와 같이 변압기(120)의 1차 코일(L1)에 역방향 전류(-IL1)가 공급될 수 있으며, 역방향 전류(-IL1)는 제1 배터리(B1)의 양극으로부터 제3 구동 스위치(Q3)와, 1차 코일(L1)과, 제2 구동 스위치(Q2)를 거쳐 제2 배터리(B2)의 음극으로 흐른다.
- [0119] 또한, 1차 코일(L1)의 역방향 전류(-IL1)로 인하여 2차 코일(L2)에는 역방향 전류(-IL2)가 유도되며, 2차 코일(L2)의 역방향 전류(-IL2)는 정류 회로(140)의 제2 정류 다이오드(D2)와, 출력 회로(150)를 거쳐 제2 배터리(B2)로 공급될 수 있다.
- [0120] 제2 구동 스위치(Q2)의 턴온 시점과 제3 구동 스위치(Q3)의 턴온 시점은 동일하지 않으며, 제2 구동 스위치(Q2)의 턴온 시점과 제3 구동 스위치(Q3)의 턴온 시점의 차이로 인하여 제1 배터리(B1)로부터 변압기(120)를 거쳐 제2 배터리(B2)로 공급되는 전류가 조절될 수 있다.
- [0121] 다시 말해, 제1/제4 구동 스위치(Q1, Q4)의 개폐 주기에 대한 제1/제4 구동 스위치(Q1, Q4)가 동시에 온되는 시간의 비율에 따라 제1 배터리(B1)로부터 제2 배터리(B2)로 공급되는 전류가 제어되며, 제2 배터리(B2)의 전압이 제어될 수 있다.
- [0122] 또한, 제2/제3 구동 스위치(Q2, Q3)의 개폐 주기에 대한 제2/제3 구동 스위치(Q2, Q3)가 동시에 온되는 시간의 비율에 따라 제1 배터리(B1)로부터 제2 배터리(B2)로 공급되는 전류가 제어되며, 제2 배터리(B2)의 전압이 제어될 수 있다.
- [0123] 이처럼, 구동 스위치(Q1, Q2, Q3, Q4)의 개폐 주기에 대한 구동 스위치(Q1, Q2, Q3, Q4)를 통하여 정방향 전류(IL1) 또는 역방향 전류(-IL1)가 공급되는 시간의 비율을 듀티비(duty cycle)이라 하며, 구동 스위치(Q1, Q2, Q3, Q4)의 듀티비에 따라 제2 배터리(B2)의 전압이 제어될 수 있다.
- [0124] 앞서 설명된 바와 같이 제1/제2/제3/제4 구동 스위치(Q1, Q2, Q3, Q4)가 풀 브리지 형태로 배치되고, 제1/제2/제3/제4 구동 스위치(Q1, Q2, Q3, Q4)의 개폐의 위상 차이를 이용하여 출력 전압을 제어하므로, 직류-직류 변환기(100)는 위상 천이 풀 브리지 변환기(Phase Shift Full Bridge converter, PSFB converter)라고 불린다.
- [0125] 앞서 설명된 바와 같이, 정류 회로(140)의 제1 정류 다이오드(D1)는 제1 코일(L2-1)의 역방향 전류(-IL2)를 차단할 수 있으며, 제2 정류 다이오드(D2)는 제2 코일(L2-2)의 정방향 전류(IL2)를 차단할 수 있다.
- [0126] 제1 정류 다이오드(D1)가 제1 코일(L2-1)의 역방향 전류(-IL2)를 차단하는 동안, 제1 정류 다이오드(D1)에는 제2 배터리(B2)의 제2 전압(V2)이 인가될 수 있다. 따라서, 안전한 동작을 위하여 제1 정류 다이오드(D1)는 제2 전압(V2)의 2배의 전압을 견딜 수 있는 다이오드가 선택된다. 예를 들어, 제2 전압(V2)이 12V인 경우, 제1 정류 다이오드(D1)의 내압은 대략 25V가 될 수 있다.

- [0127] 이때, 제1 정류 다이오드(D1)에는 링잉(ringing) 현상에 의한 과전압이 인가될 수 있다. 링잉 현상은 스위치의 스위칭 동작(개폐 동작) 중에 스위치에 인가되는 전압이 공급 전압을 초과하여 진동하는 현상으로, 스위치의 기생 인덕턴스와 기생 캐패시턴스 사이의 공진에 의하여 발생하는 것으로 알려져 있다.
- [0128] 구체적으로, 제1/제2/제3/제4 구동 스위치(Q1, Q2, Q3, Q4)의 개폐 동작 중에 변압기(120)의 누설 인덕터(L3)와 제1 정류 다이오드(D1)의 제1 기생 캐패시터(Cd1) 사이의 공진이 발생하며, 누설 인덕터(L3)와 제1 기생 캐패시터(Cd1) 사이의 공진으로 인하여 도 9의 (a)에 도시된 바와 같이 제1 정류 다이오드(D1)에 인가되는 전압이 진동(oscillation)할 수 있으며, 전압의 진동에 의하여 제1 정류 다이오드(D1)에 과전압이 인가될 수 있다. 또한, 제1 정류 다이오드(D1)에 인가되는 과전압으로 인하여 제1 정류 다이오드(D1)는 파손될 수 있다.
- [0129] 누설 인덕터(L3)와 제2 기생 캐패시터(Cd2) 사이의 공진으로 인하여 도 9의 (b)에 도시된 바와 같이 제2 정류 다이오드(D2)에 인가되는 전압이 진동할 수 있으며, 전압의 진동에 의하여 제1 정류 다이오드(D1)에 과전압이 인가될 수 있다. 또한, 과전압으로 인하여 제2 정류 다이오드(D2)이 파손될 수 있다.
- [0130] 나아가, 제1 정류 다이오드(D1)와 제2 정류 다이오드(D2)의 링잉 현상으로 인하여, 도 9의 (c)에 도시된 바와 같이 직류-직류 변환기(100)가 출력하는 출력 전압(Vout)에 리플이 발생될 수 있다.
- [0131] 이하에서는 제1 정류 다이오드(D1)와 제2 정류 다이오드(D2)의 링잉 현상을 최소화할 수 있는 직류-직류 변환기가 설명된다.
- [0132] 도 10은 일 실시예에 의한 직류-직류 변환기의 다른 일 예를 도시한다. 도 10에 도시된 바와 같이, 직류-직류 변환기(200)는 변압기(220)와, 구동 회로(230)와, 정류 회로(240)와, 출력 회로(250)와, 인덕티브/캐패시티브 스너버 회로(inductive/capacitive snubber circuit) (260)와, 제어기(210)를 포함할 수 있다.
- [0133] 변압기(220)와, 구동 회로(230)와, 정류 회로(240)와, 출력 회로(250)와, 제어기(210)는 도 5에 도시된 변압기(120)와, 구동 회로(130)와, 정류 회로(140)와, 출력 회로(150)와, 제어기(110)와 동일할 수 있다.
- [0134] 스너버 회로(260)는 제1/제2 정류 다이오드(D1, D2)와 병렬로 연결될 수 있다. 구체적으로, 스너버 회로(260)의 일단은 제1/제2 정류 다이오드(D1, D2)의 캐소드에 연결되고, 스너버 회로(260)의 타단은 변압기(220)의 중간 탭(CT)에 연결될 수 있다.
- [0135] 스너버 회로(260)는 제1/제2/제3 스너버 다이오드(Dsn1, Dsn2, Dsn3)와, 제1/제2 스너버 캐패시터(Csn1, Csn2)와, 스너버 인덕터(Lsn)를 포함할 수 있다.
- [0136] 제1/제2/제3 스너버 다이오드(Dsn1, Dsn2, Dsn3)는 제1/제2 정류 다이오드(D1, D2)의 캐소드와 변압기(220)의 중간 탭(CT) 사이에 직렬로 연결될 수 있다. 구체적으로, 제3 스너버 다이오드(Dsn3)의 캐소드는 제1/제2 정류 다이오드(D1, D2)의 캐소드와 연결되고, 제2 스너버 다이오드(Dsn2)의 캐소드는 제3 스너버 다이오드(Dsn3)의 애노드와 연결되고, 제1 스너버 다이오드(Dsn1)의 캐소드는 제2 스너버 다이오드(Dsn2)의 애노드와 연결될 수 있다.
- [0137] 스너버 인덕터(Lsn)는 제1/제2/제3 스너버 다이오드(Dsn1, Dsn2, Dsn3)와 직렬로 연결될 수 있다. 스너버 인덕터(Lsn)의 일단은 제1 스너버 다이오드(Dsn1)의 애노드와 연결되고, 스너버 인덕터(Lsn)의 타단은 변압기(220)의 중간 탭(CT)에 연결될 수 있다.
- [0138] 제1/제2 스너버 캐패시터(Csn1, Csn2)는 각각 제1/제2/제3 스너버 다이오드(Dsn1, Dsn2, Dsn3)의 일부와 병렬로 연결될 수 있다.
- [0139] 제1 스너버 캐패시터(Csn1)는 제1/제2 스너버 다이오드(Dsn1, Dsn2)와 병렬로 연결될 수 있다. 구체적으로, 제1 스너버 캐패시터(Csn1)의 일단은 제1 스너버 다이오드(Dsn1)의 애노드와 연결되고, 제1 스너버 캐패시터(Csn1)의 타단은 제2 스너버 다이오드(Dsn2)의 캐소드와 연결될 수 있다.
- [0140] 또한, 제2 스너버 캐패시터(Csn2)는 제2/제3 스너버 다이오드(Dsn2, Dsn3)와 병렬로 연결될 수 있다. 구체적으로, 제2 스너버 캐패시터(Csn2)의 일단은 제2 스너버 다이오드(Dsn2)의 애노드와 연결되고, 제2 스너버 캐패시터(Csn2)의 타단은 제3 스너버 다이오드(Dsn3)의 캐소드와 연결될 수 있다.
- [0141] 이러한 스너버 회로(260)는 제1/제2 정류 다이오드(D1, D2)에 인가되는 전압 및/또는 제1/제2 정류 다이오드(D1, D2)의 기생 캐패시터(Cd1, Cd2)에 공급되는 전류의 급격한 변화를 방지할 수 있다.
- [0142] 제1/제2 스너버 캐패시터(Csn1, Csn2)는 제1/제2 정류 다이오드(D1, D2)에 인가되는 전압의 급격한 변화를 방지

할 수 있다.

- [0143] 특히, 제1/제2/제3 스너버 다이오드(Dsn1, Dsn2, Dsn3)로 인하여 제1/제2 스너버 캐패시터(Csn1, Csn2)는 스너버 회로(260)에 인가되는 전압에 따라 결선 형태가 변형될 수 있다. 예를 들어, 스너버 회로(260)에 양의 전압이 인가되면 제1/제2 스너버 캐패시터(Csn1, Csn2)는 서로 직렬로 연결되고, 스너버 회로(260)에 음의 전압이 인가되면 제1/제2 스너버 캐패시터(Csn1, Csn2)는 서로 병렬로 연결될 수 있다.
- [0144] 또한, 스너버 인덕터(Lsn)는 제1/제2 스너버 캐패시터(Csn1, Csn2)에 흐르는 전류의 급격한 변화를 방지할 수 있다. 또한, 스너버 인덕터(Lsn)는 제1/제2 스너버 캐패시터(Csn1, Csn2)에 흐르는 전류의 급격한 변화를 방지함으로써 제1/제2 정류 다이오드(D1, D2)에 인가되는 전압의 급격한 변화를 방지할 수 있다.
- [0145] 스너버 인덕터(Lsn)가 제1/제2 스너버 캐패시터(Csn1, Csn2)와 직렬로 연결됨으로 인하여 스너버 인덕터(Lsn)에는 제1/제2 스너버 캐패시터(Csn1, Csn2)의 전류와 동일한 전류가 흐를 수 있다. 또한, 인덕턴스 성분으로 인하여 스너버 인덕터(Lsn)의 전류의 급격한 변화가 방지되므로, 스너버 인덕터(Lsn)는 제1/제2 스너버 캐패시터(Csn1, Csn2)에 흐르는 전류의 급격한 변화를 방지할 수 있다.
- [0146] 이처럼, 스너버 회로(260)는 제1/제2 정류 다이오드(D1, D2)에 인가되는 전압의 급격한 변화를 방지함으로써 제1/제2 정류 다이오드(D1, D2)에 과전압이 인가되는 것을 방지할 수 있다.
- [0147] 또한, 스너버 회로(260)는 인덕터, 캐패시터, 다이오드 등 무손실 소자를 포함할 뿐이며, 저항 등의 손실성 소자를 포함하지 않을 수 있다. 그 결과, 스너버 회로(260)는 동작 중에 전력을 거의 소비하지 않을 수 있다.
- [0148] 이하에서는 스너버 회로(260)에 의한 링잉 방지가 설명된다.
- [0149] 도 11 및 도 12는 도 10에 도시된 직류-직류 변환기의 동작을 도시한다. 또한, 도 13은 도 10에 도시된 직류-직류 변환기의 정류 회로에 인가되는 전압 및 출력 전압을 도시한다.
- [0150] 앞서 도 7 및 도 8과 함께 설명된 바와 같이, 구동 회로(230)의 동작에 따라 변압기(220)의 2차 코일(L2)에는 정방향 전류(IL2)가 유도되거나 역방향 전류(-IL2)가 유도될 수 있다.
- [0151] 정방향 전류(IL2)와 역방향 전류(-IL2)는 정류 회로(240)에 의하여 정류될 수 있다. 구체적으로, 정류 회로(240)의 제1 정류 다이오드(D1)는 2차 코일(L2)의 역방향 전류(-IL2)를 차단하고, 제2 정류 다이오드(D2)는 2차 코일(L2)의 정방향 전류(IL2)를 차단할 수 있다.
- [0152] 제1 정류 다이오드(D1)가 역방향 전류(-IL2)를 차단하는 동안 제1 정류 다이오드(D1)에는 출력 회로(250)의 출력 전압(Vo)가 인가되고, 제2 정류 다이오드(D2)가 정방향 전류(IL2)를 차단하는 동안 제2 정류 다이오드(D2)에는 출력 회로(250)의 출력 전압(Vo)가 인가될 수 있다.
- [0153] 또한, 출력 회로(250)의 출력 전압(Vo) 뿐만 아니라 제1/제2 정류 다이오드(D1, D2)에는 변압기(220)의 누설 인덕터(L3)와 제1/제2 정류 다이오드(D1, D2)의 제1/제2 기생 캐패시터(Cd1, Cd2) 사이의 공진에 의한 과전압이 인가될 수 있다.
- [0154] 스너버 회로(260)는 공진에 의한 과전압을 완화시킬 수 있다.
- [0155] 예를 들어, 도 11에 도시된 바와 같이 제2 정류 다이오드(D2)가 2차 코일(L2)의 정방향 전류(IL2)를 차단하는 동안 정방향 공진 전류(IR)가 제2 정류 다이오드(D2)의 제2 기생 캐패시터(Cd2)에 공급될 수 있다. 정방향 공진 전류(IR)로 인하여 제2 기생 캐패시터(Cd2)의 전압이 증가할 수 있다.
- [0156] 이때, 정방향 공진 전류(IR)는 제2 기생 캐패시터(Cd2) 뿐만 아니라 스너버 회로(260)에도 공급될 수 있다. 정방향 공진 전류(IR)가 공급되는 동안 제1 스너버 캐패시터(Csn1)와 제2 스너버 캐패시터(Csn2)는 제2 스너버 다이오드(Dsn2)를 통하여 직렬로 연결될 수 있다. 제1 스너버 캐패시터(Csn1)와 제2 스너버 캐패시터(Csn2)가 직렬 연결됨으로 인하여, 정방향 공진 전류(IR)는 제2 스너버 캐패시터(Csn2)와 제1 스너버 캐패시터(Csn1) 모두를 통과하여 흐를 수 있다. 또한, 제1 스너버 캐패시터(Csn1)와 제2 스너버 캐패시터(Csn2)는 정방향 공진 전류(IR)에 의하여 충전되고, 전압이 상승할 수 있다.
- [0157] 또한, 정방향 공진 전류(IR)는 스너버 인덕터(Lsn)를 통과하여 흐를 수 있다. 스너버 인덕터(Lsn)는 그 인덕턴스 성분으로 인하여 정방향 공진 전류(IR)의 급격한 변화를 방지할 수 있다. 다시 말해, 스너버 인덕터(Lsn)는 정방향 공진 전류(IR)의 급격한 증가를 방지할 수 있다.
- [0158] 스너버 인덕터(Lsn)가 정방향 공진 전류(IR)의 급격한 증가를 방지함으로써 인하여 제1/제2 스너버 캐패시터

(Csn1, Csn2)에 흐르는 정방향 공진 전류(IR)의 급격한 증가가 방지되며, 제1/제2 스너버 캐패시터(Csn1, Csn2)의 전압의 급격한 상승이 방지된다.

- [0159] 제2 스너버 캐패시터(Csn2)의 일단은 제2 정류 다이오드(D2)의 제2 기생 캐패시터(Cd2)와 연결되므로, 제2 기생 캐패시터(Cd2)의 전압의 급격한 상승 역시 방지된다.
- [0160] 또한, 도 12에 도시된 바와 같이 제2 정류 다이오드(D2)가 2차 코일(L2)의 정방향 전류(IL2)를 차단하는 동안 역방향 공진 전류(-IR)가 제2 정류 다이오드(D2)의 제2 기생 캐패시터(Cd2)로부터 출력될 수 있다. 역방향 공진 전류(-IR)로 인하여 제2 기생 캐패시터(Cd2)의 전압이 감소할 수 있다.
- [0161] 이때, 역방향 공진 전류(-IR)는 제2 기생 캐패시터(Cd2) 뿐만 아니라 스너버 회로(260)로부터 출력될 수 있다. 역방향 공진 전류(-IR)가 출력되는 동안 제1 스너버 캐패시터(Csn1)와 제2 스너버 캐패시터(Csn2)는 제1 스너버 다이오드(Dsn1)와 제3 스너버 다이오드(Dsn3)를 통하여 병렬로 연결될 수 있다. 제1 스너버 캐패시터(Csn1)와 제2 스너버 캐패시터(Csn2)가 병렬 연결됨으로 인하여, 역방향 공진 전류(-IR)은 제1 스너버 캐패시터(Csn1)와 제2 스너버 캐패시터(Csn2) 각각으로부터 출력될 수 있다. 또한, 또한, 제1 스너버 캐패시터(Csn1)와 제2 스너버 캐패시터(Csn2)는 역방향 공진 전류(-IR)에 의하여 방전되고, 전압이 감소할 수 있다.
- [0162] 또한, 역방향 공진 전류(-IR)는 스너버 인덕터(Lsn)를 통과하여 흐를 수 있다. 스너버 인덕터(Lsn)는 그 인덕턴스 성분으로 인하여 역방향 공진 전류(-IR)의 급격한 변화를 방지할 수 있다. 다시 말해, 스너버 인덕터(Lsn)는 역방향 공진 전류(-IR)의 급격한 증가를 방지할 수 있다.
- [0163] 스너버 인덕터(Lsn)가 역방향 공진 전류(-IR)의 급격한 증가를 방지함으로 인하여 제1/제2 스너버 캐패시터(Csn1, Csn2)에 흐르는 역방향 공진 전류(-IR)의 급격한 증가가 방지되며, 제1/제2 스너버 캐패시터(Csn1, Csn2)의 전압의 급격한 감소가 방지된다.
- [0164] 제1/제2 스너버 캐패시터(Csn1, Csn2)의 일단은 제2 정류 다이오드(D2)의 제2 기생 캐패시터(Cd2)와 연결되므로, 제2 기생 캐패시터(Cd2)의 전압의 급격한 감소 역시 방지된다.
- [0165] 이처럼, 스너버 회로(260)로 인하여 제2 기생 캐패시터(Cd2)의 전압의 급격한 상승과 급격한 감소가 억제되며, 제2 정류 다이오드(D2)에 인가되는 전압의 변화가 감소할 수 있다.
- [0166] 다시 말해, 제2 정류 다이오드(D2)에 인가되는 공진 전압의 크기가 감소될 수 있으며, 제2 정류 다이오드(D2)에 인가되는 전압의 링잉 현상의 진폭이 감소될 수 있다. 나아가, 제2 정류 다이오드(D2)에 과전압이 인가되는 것이 방지될 수 있다.
- [0167] 스너버 회로(260)는 제2 정류 캐패시터(D2) 뿐만 아니라 제1 정류 캐패시터(D1)에 인가되는 공진 전압의 크기를 감소시킬 수 있으며, 제1 정류 다이오드(D1)에 인가되는 전압의 링잉 현상의 진폭이 감소될 수 있다. 나아가, 제1 정류 다이오드(D1)에 과전압이 인가되는 것이 방지될 수 있다.
- [0168] 도 11의 (a)에 도시된 바와 같이, 누설 인덕터(L3)와 제1 기생 캐패시터(Cd1) 사이의 공진으로 인하여 제1 정류 다이오드(D1)에 인가되는 전압이 진동할 수 있다. 그러나, 스너버 회로(260)로 인하여 제1 정류 다이오드(D1)의 전압의 진동 진폭은 현저히 감소될 수 있으며, 공진 전압의 진동에 의하여 제1 정류 다이오드(D1)에 과전압이 인가되는 것이 방지될 수 있다.
- [0169] 또한, 도 11의 (b)에 도시된 바와 같이, 누설 인덕터(L3)와 제1 기생 캐패시터(Cd1) 사이의 공진으로 인하여 제2 정류 다이오드(D2)에 인가되는 전압이 진동할 수 있으나, 스너버 회로(260)로 인하여 제2 정류 다이오드(D2)의 전압의 진동 진폭은 현저히 감소될 수 있다. 그 결과, 공진 전압의 진동에 의하여 제2 정류 다이오드(D2)에 과전압이 인가되는 것이 방지될 수 있다.
- [0170] 나아가, 제1 정류 다이오드(D1)와 제2 정류 다이오드(D2)의 링잉 현상의 감소로 인하여, 도 11의 (c)에 도시된 바와 같이 직류-직류 변환기(100)가 출력하는 출력 전압(Vout)의 리플 역시 감소될 수 있다.
- [0171] 이상에서는 스너버 회로를 포함하는 위상 천이 폴 브리지 변환기가 설명되었다.
- [0172] 그러나, 직류-직류 변환기는 위상 천이 폴 브리지 변환기에 한정되지 않으며, 다양한 형태의 직류-직류 변환기를 포함할 수 있다.
- [0173] 도 14는 일 실시예에 의한 직류-직류 변환기의 또 다른 일 예를 도시한다.
- [0174] 도 14에 도시된 바에 의하면, 직류-직류 변환기(300)는 변압기(320)와, 구동 회로(330)와, 정류 회로(340)와,

출력 회로(350)와, 인덕티브/캐패시티브 스너버 회로(360)와, 제어기(310)를 포함할 수 있다.

- [0175] 변압기(320)는 입력 측의 1차 코일(L1)과, 출력 측의 2차 코일(L2)과, 1차 코일(L1)로부터 2차 코일(L2)까지 자기장을 전송하는 철심을 포함할 수 있다. 변압기(320)는 도 5에 도시된 변압기(120)와 달리, 변압기(320)는 중간탭을 포함하지 않는다.
- [0176] 2차 코일(L2)은 1차 코일(L1)의 입력 전압에 비례하는 전압을 출력할 수 있다. 구체적으로, 1차 코일(L1)의 입력 전압에 대한 2차 코일(L2)의 출력 전압의 비는 1차 코일(L1)의 턴수(N1)에 대한 2차 코일(L2)의 턴수(N2)의 비율에 비례할 수 있다. 다시 말해, 2차 코일(L2)의 출력 전압은 1차 코일(L1)의 입력 전압과 턴수비(N2/N1)의 곱으로 산출될 수 있다.
- [0177] 또한, 변압기(320)는 누설 인덕터(L3)와 자화 인덕터(L4)를 더 포함할 수 있다.
- [0178] 구동 회로(330)는 구동 스위치(Q1)와, 리셋 캐패시터(Cr)와, 리셋 스위치(Q2)를 포함할 수 있다.
- [0179] 구동 스위치(Q1)는 변압기(320)의 1차 코일(L1)과 직렬로 연결될 수 있으며, 변압기(320)의 1차 코일(L1)에 교류 전류가 입력되도록 전류를 제어할 수 있다. 구체적으로, 구동 스위치(Q1)는 변압기(320)에 교류 전류가 입력되도록 제1 배터리(B1)가 출력하는 직류 전류를 통과 또는 차단할 수 있다. 다시 말해, 구동 스위치(Q1)는 제1 배터리(B1)로부터 변압기(320)로의 전류를 통과시키는 것과 제1 배터리(B1)로부터 변압기(320)로의 전류를 차단하는 것을 고속으로 반복할 수 있다.
- [0180] 구동 스위치(Q1)는 역방향 전압으로부터 구동 스위치(Q1)를 보호하기 위한 제1 환류 다이오드(Dq1)를 포함할 수 있다.
- [0181] 리셋 캐패시터(Cr)과 리셋 스위치(Q2)는 서로 직렬로 연결될 수 있으며, 직렬 연결된 리셋 캐패시터(Cr)과 리셋 스위치(Q2)는 변압기(320)와 병렬로 연결될 수 있다.
- [0182] 리셋 캐패시터(Cr)는 변압기(320)의 자화 인덕터(L4)에 저장된 자기 에너지를 방출시킬 수 있다. 축적된 자기 에너지에 의하여 자화 인덕터(L4)는 전류를 생성할 수 있으며, 리셋 캐패시터(Cr)는 자화 인덕터(L4)의 전류를 전기 에너지로 저장할 수 있다.
- [0183] 리셋 스위치(Q2)는 자화 인덕터(L4)에 축적된 자기 에너지를 방출하기 위한 전류를 제어할 수 있다. 다시 말해, 리셋 스위치(Q2)의 동작에 따라 변압기(320)의 자화 인덕터(L4)에 저장된 자기 에너지가 리셋 캐패시터(Cr)로 방출되거나 자기 에너지의 방출이 차단될 수 있다.
- [0184] 리셋 스위치(Q2)는 역방향 전압으로부터 리셋 스위치(Q2)를 보호하기 위한 제2 환류 다이오드(Dq2)를 포함할 수 있다.
- [0185] 제어기(310)는 메모리 및 프로세서를 포함할 수 있으며, 구동 스위치(Q1)와, 리셋 스위치(Q2)를 교대로 개폐하기 위한 구동 신호를 출력할 수 있다.
- [0186] 정류 회로(340)는 제1 정류 다이오드(D1)와 제2 정류 다이오드(D2)를 포함할 수 있다.
- [0187] 제1 정류 다이오드(D1)와 제2 정류 다이오드(D2)는 각각 변압기(320)의 2차 코일(L2) 양단에 각각 연결될 수 있다. 구체적으로, 제1 정류 다이오드(D1)의 애노드는 2차 코일(L2)의 일단과 연결되고, 제2 정류 다이오드(D2)의 애노드는 2차 코일(L2)의 타단에 연결될 수 있다. 또한, 제1 정류 다이오드(D1)의 캐소드와 제2 정류 다이오드(D2)의 캐소드는 출력 회로(350)와 연결될 수 있다.
- [0188] 제1 정류 다이오드(D1)는 변압기(121)의 2차 코일(L2)이 출력하는 교류 전압과 교류 전류를 직류 전압과 직류 전류로 변환할 수 있다. 구체적으로, 제1 정류 다이오드(D1)는 2차 코일(L2)이 출력하는 정방향 전류를 통과시키고 역방향 전류를 차단할 수 있다.
- [0189] 또한, 제2 정류 다이오드(D2)는 2차 코일(L2)이 출력하는 정방향 전류를 차단하고, 출력 회로(350)에 포함된 출력 인덕터(Lo)에 의한 전류를 통과시킬 수 있다.
- [0190] 제1/제2 정류 다이오드(D1, D2) 각각은 다이오드의 구조적 특징으로 인한 제1/제2 기생 캐패시터(Cd1, Cd2)를 포함할 수 있으며, 제1/제2 기생 캐패시터(Cd1, Cd2)는 각각 제1/제2 정류 다이오드(D1, D2)와 병렬로 연결될 수 있다.
- [0191] 출력 회로(350)는 출력 인덕터(Lo)와 출력 캐패시터(Co)를 포함하며, 도 5의 출력 회로(150)와 동일할 수 있다.

- [0192] 스너버 회로(360)는 제2 정류 다이오드(D2)에 인가되는 과전압을 억제할 수 있다. 제2 정류 다이오드(D2)가 2차 코일(L2)이 출력하는 정방향 전류를 차단하는 동안, 제2 정류 다이오드(D2)에는 출력 회로(350)가 출력하는 출력 전압(V_o)과, 변압기(320)의 누설 인덕터(L3)와 제2 기생 캐패시터(Cd2) 사이의 공진에 의한 공진 전압이 인가될 수 있다. 공진 전압에 의하여 제2 정류 다이오드(D2)가 파손될 수 있다.
- [0193] 스너버 회로(360)는 제2 정류 다이오드(D2)에 인가되는 공진 전압을 억제할 수 있다.
- [0194] 스너버 회로(360)는 제2 정류 다이오드(D2)와 병렬로 연결될 수 있다. 구체적으로, 스너버 회로(360)의 일단은 제2 정류 다이오드(D2)의 캐소드와 연결되고, 스너버 회로(260)의 타단은 제2 정류 다이오드(D2)의 애노드와 연결될 수 있다.
- [0195] 스너버 회로(360)는 제1/제2/제3 스너버 다이오드(Dsn1, Dsn2, Dsn3)와, 제1/제2 스너버 캐패시터(Csn1, Csn2)와, 스너버 인덕터(Lsn)를 포함할 수 있다.
- [0196] 제1/제2/제3 스너버 다이오드(Dsn1, Dsn2, Dsn3)는 제2 정류 다이오드(D2)의 캐소드와 애노드 사이에 순서대로 직렬 연결되며, 스너버 인덕터(Lsn)는 제3 스너버 다이오드(Dsn3)와 직렬로 연결될 수 있다.
- [0197] 제1/제2 스너버 캐패시터(Csn1, Csn2)는 각각 제1/제2/제3 스너버 다이오드(Dsn1, Dsn2, Dsn3)의 일부와 병렬로 연결될 수 있다. 구체적으로, 제1 스너버 캐패시터(Csn1)는 제1/제2 스너버 다이오드(Dsn1, Dsn2)와 병렬로 연결되며, 제2 스너버 캐패시터(Csn2)는 제2/제3 스너버 다이오드(Dsn2, Dsn3)와 병렬로 연결될 수 있다.
- [0198] 이러한 스너버 회로(360)는 제2 정류 다이오드(D2)에 인가되는 전압 및/또는 제2 정류 다이오드(D2)의 제2 기생 캐패시터(Cd2)에 공급되는 전류의 급격한 변화를 방지할 수 있다. 제1/제2 스너버 캐패시터(Csn1, Csn2)는 제2 정류 다이오드(D2)에 인가되는 전압의 급격한 변화를 방지할 수 있으며, 스너버 인덕터(Lsn)는 제2 기생 캐패시터(Cd2)에 흐르는 전류의 급격한 변화를 방지할 수 있다.
- [0199] 이처럼, 스너버 회로(360)는 제2 정류 다이오드(D2)에 인가되는 전압의 급격한 변화를 방지함으로써 제2 정류 다이오드(D2)에 과전압이 인가되는 것을 방지할 수 있다.
- [0200] 또한, 스너버 회로(360)는 인덕터, 캐패시터, 다이오드 등 무손실 소자를 포함할 뿐이며, 저항 등의 손실성 소자를 포함하지 않을 수 있다. 그 결과, 스너버 회로(360)는 동작 중에 전력을 거의 소비하지 않을 수 있다.
- [0201] 도 15는 일 실시예에 의한 직류-직류 변환기의 또 다른 일 예를 도시한다.
- [0202] 도 15에 도시된 바에 의하면, 직류-직류 변환기(400)는 변압기(420)와, 구동 회로(430)와, 정류 회로(440)와, 출력 회로(450)와, 인덕티브/캐패시티브 스너버 회로(460)와, 제어기(410)를 포함할 수 있다.
- [0203] 변압기(420)는 도 5에 도시된 변압기(120)와 동일할 수 있다.
- [0204] 구동 회로(430)와 제어기(410)는 도 14에 도시된 구동 회로(330)와 제어기(310)와 동일할 수 있다.
- [0205] 정류 회로(440)와 출력 회로(450)는 도 5에 도시된 정류 회로(140)와 출력 회로(150)와 동일할 수 있다.
- [0206] 구체적으로, 정류 회로(440)는 제1 정류 다이오드(D1)과 제2 정류 다이오드(D2)를 포함할 수 있다.
- [0207] 제1 정류 다이오드(D1)는 2차 코일(L2)이 출력하는 역방향 전류를 차단할 수 있으며, 제1 정류 다이오드(D1)가 역방향 전류를 차단하는 동안 제1 정류 다이오드(D1)에는 출력 회로(350)가 출력하는 출력 전압(V_o)과, 변압기(320)의 누설 인덕터(L3)와 제1 기생 캐패시터(Cd1) 사이의 공진에 의한 공진 전압이 인가될 수 있다. 공진 전압에 의하여 제1 정류 다이오드(D1)가 파손될 수 있다.
- [0208] 또한, 제2 정류 다이오드(D2)는 2차 코일(L2)이 출력하는 정방향 전류를 차단할 수 있으며, 제2 정류 다이오드(D2)가 역방향 전류를 차단하는 동안 제2 정류 다이오드(D2)에는 출력 회로(350)가 출력하는 출력 전압(V_o)과, 변압기(320)의 누설 인덕터(L3)와 제2 기생 캐패시터(Cd2) 사이의 공진에 의한 공진 전압이 인가될 수 있다. 공진 전압에 의하여 제2 정류 다이오드(D2)가 파손될 수 있다.
- [0209] 스너버 회로(460)는 제1/제2 정류 다이오드(D1, D2)에 인가되는 공진 전압을 억제할 수 있다.
- [0210] 스너버 회로(460)는 제1/제2 정류 다이오드(D1, D2)와 병렬로 연결될 수 있다. 구체적으로, 스너버 회로(460)의 일단은 제1/제2 정류 다이오드(D1, D2)의 캐소드에 연결되고, 스너버 회로(460)의 타단은 변압기(420)의 중간 탭(CT)에 연결될 수 있다.
- [0211] 스너버 회로(460)는 제1/제2/제3 스너버 다이오드(Dsn1, Dsn2, Dsn3)와, 제1/제2 스너버 캐패시터(Csn1, Csn2)를 포함할 수 있다.

2)와, 스너버 인덕터(Lsn)를 포함할 수 있다.

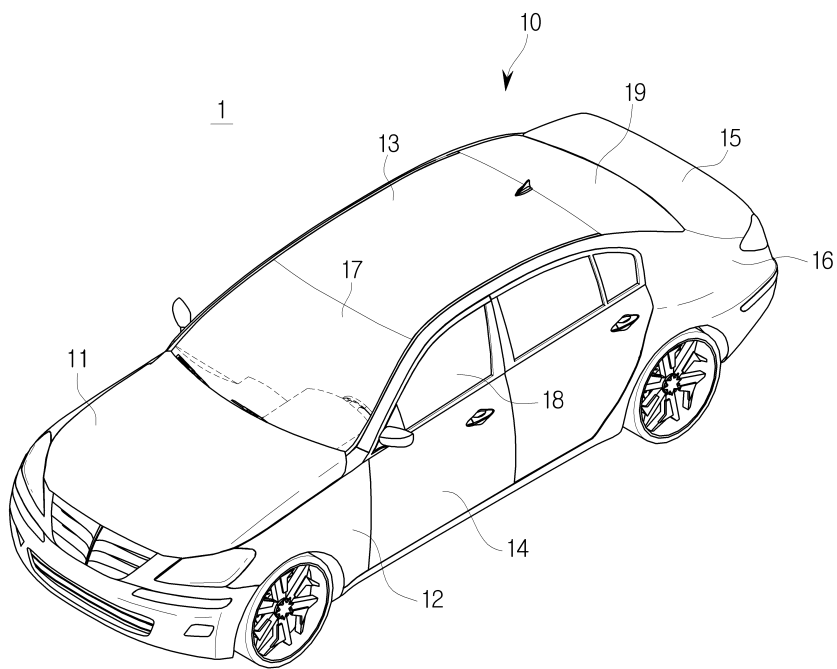
- [0212] 제1/제2/제3 스너버 다이오드(Dsn1, Dsn2, Dsn3)는 제2 정류 다이오드(D2)의 캐소드와 애노드 사이에 순서대로 직렬 연결되며, 스너버 인덕터(Lsn)는 제3 스너버 다이오드(Dsn3)와 직렬로 연결될 수 있다.
- [0213] 제1/제2 스너버 캐패시터(Csn1, Csn2)는 각각 제1/제2/제3 스너버 다이오드(Dsn1, Dsn2, Dsn3)의 일부와 병렬로 연결될 수 있다. 구체적으로, 제1 스너버 캐패시터(Csn1)는 제1/제2 스너버 다이오드(Dsn1, Dsn2)와 병렬로 연결되며, 제2 스너버 캐패시터(Csn2)는 제2/제3 스너버 다이오드(Dsn2, Dsn3)와 병렬로 연결될 수 있다.
- [0214] 이러한 스너버 회로(460)는 제1/제2 정류 다이오드(D1, D2)에 인가되는 전압 및/또는 제1/제2 정류 다이오드(D1, D2)의 기생 캐패시터(Cd1, Cd2)에 공급되는 전류의 급격한 변화를 방지할 수 있다. 제1/제2 스너버 캐패시터(Csn1, Csn2)는 제1/제2 정류 다이오드(D1, D2)에 인가되는 전압의 급격한 변화를 방지할 수 있으며, 스너버 인덕터(Lsn)는 제1/제2 기생 캐패시터(Cd1, Cd2)에 흐르는 전류의 급격한 변화를 방지할 수 있다.
- [0215] 이처럼, 스너버 회로(460)는 제1/제2 정류 다이오드(D1, D2)에 인가되는 전압의 급격한 변화를 방지함으로써 제1/제2 정류 다이오드(D1, D2)에 과전압이 인가되는 것을 방지할 수 있다.
- [0216] 또한, 스너버 회로(460)는 인덕터, 캐패시터, 다이오드 등 무손실 소자를 포함할 뿐이며, 저항 등의 손실성 소자를 포함하지 않을 수 있다. 그 결과, 스너버 회로(460)는 동작 중에 전력을 거의 소비하지 않을 수 있다.
- [0217] 한편, 개시된 실시예들은 컴퓨터에 의해 실행 가능한 명령어를 저장하는 기록매체의 형태로 구현될 수 있다. 명령어는 프로그램 코드의 형태로 저장될 수 있으며, 프로세서에 의해 실행되었을 때, 프로그램 모듈을 생성하여 개시된 실시예들의 동작을 수행할 수 있다. 기록매체는 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체로 구현될 수 있다.
- [0218] 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체로는 컴퓨터에 의하여 해독될 수 있는 명령어가 저장된 모든 종류의 기록 매체를 포함한다. 예를 들어, ROM(Read Only Memory), RAM(Random Access Memory), 자기 테이프, 자기 디스크, 플래시 메모리, 광 데이터 저장장치 등이 있을 수 있다.
- [0219] 이상에서와 같이 첨부된 도면을 참조하여 개시된 실시예들을 설명하였다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고도, 개시된 실시예들과 다른 형태로 본 발명이 실시될 수 있음을 이해할 것이다. 개시된 실시예들은 예시적인 것이며, 한정적으로 해석되어서는 안 된다.

부호의 설명

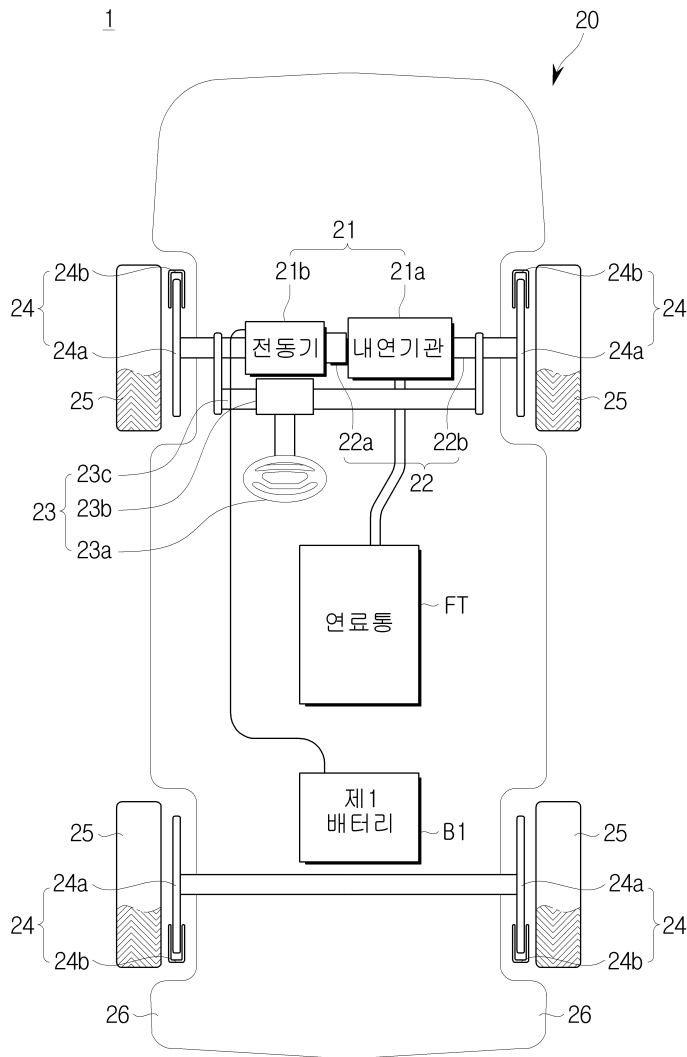
- [0220] 100, 200, 300, 400: 직류-직류 변환기
- 110, 210, 310, 410: 제어기
- 120, 220, 320, 420: 변압기
- 130, 230, 330, 430: 구동 회로
- 140, 240, 340, 440: 정류 회로
- 150, 250, 350, 450: 출력 회로
- 260, 360, 460: 스너버 회로

도면

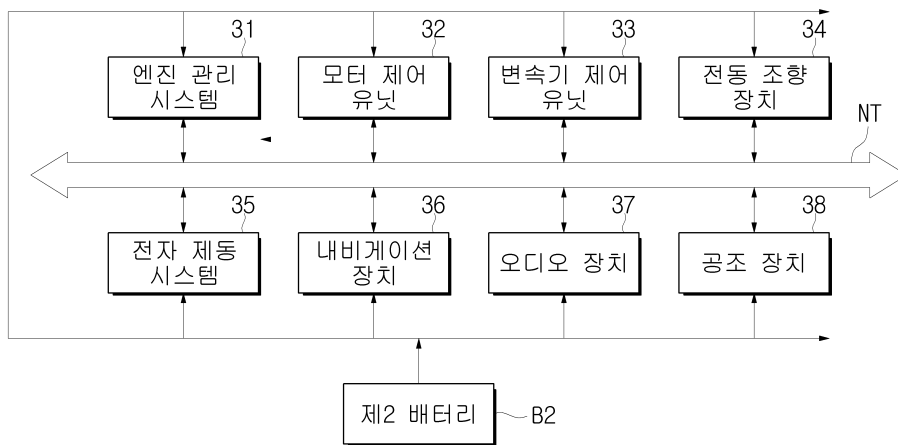
도면1



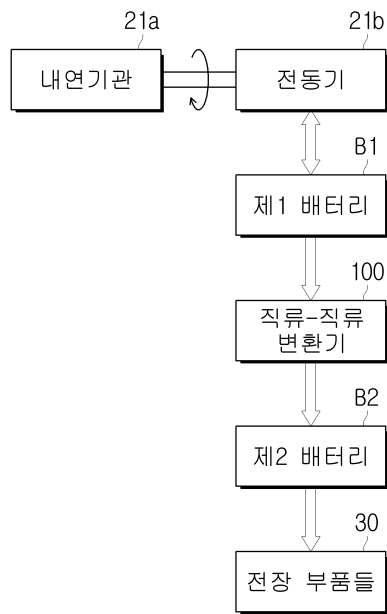
도면2



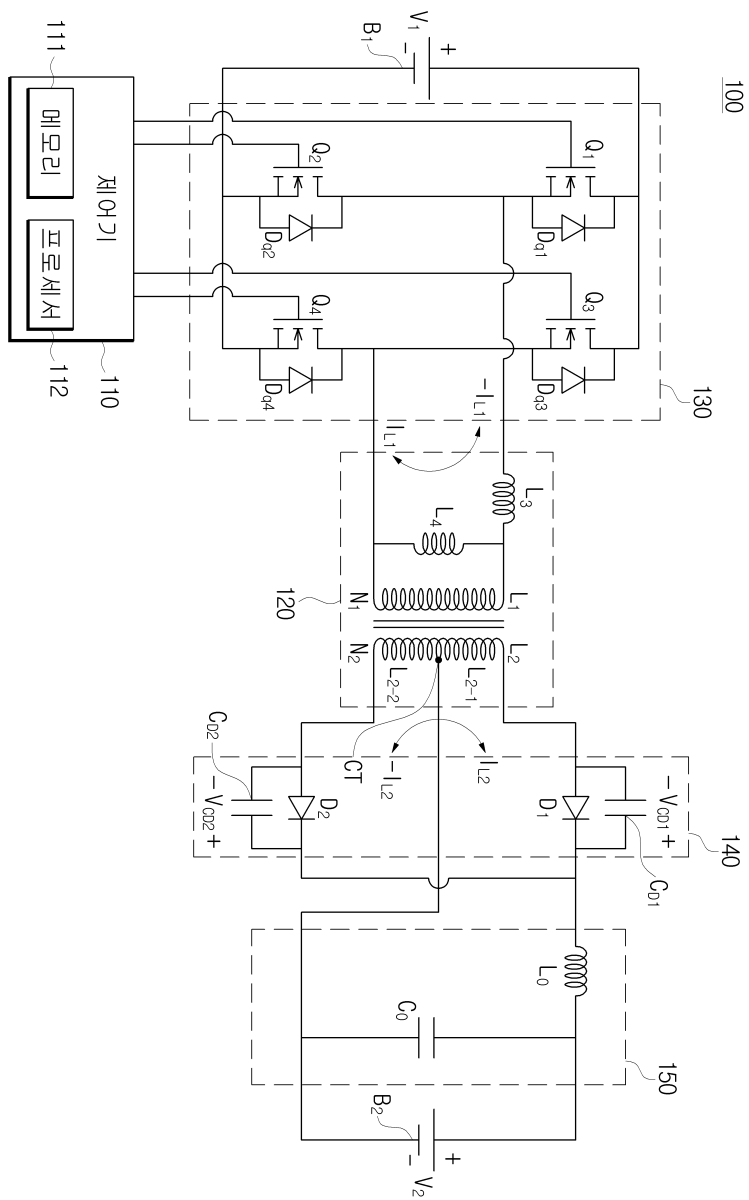
도면3



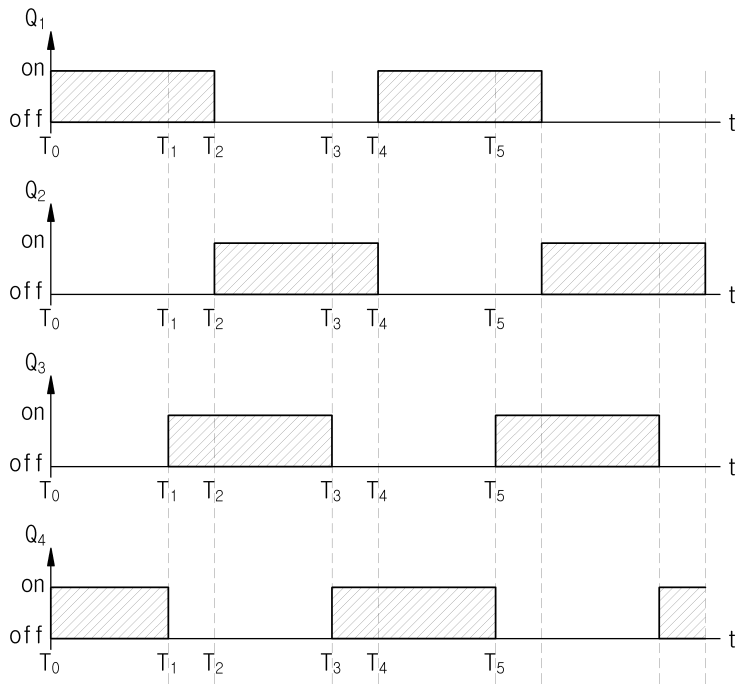
도면4



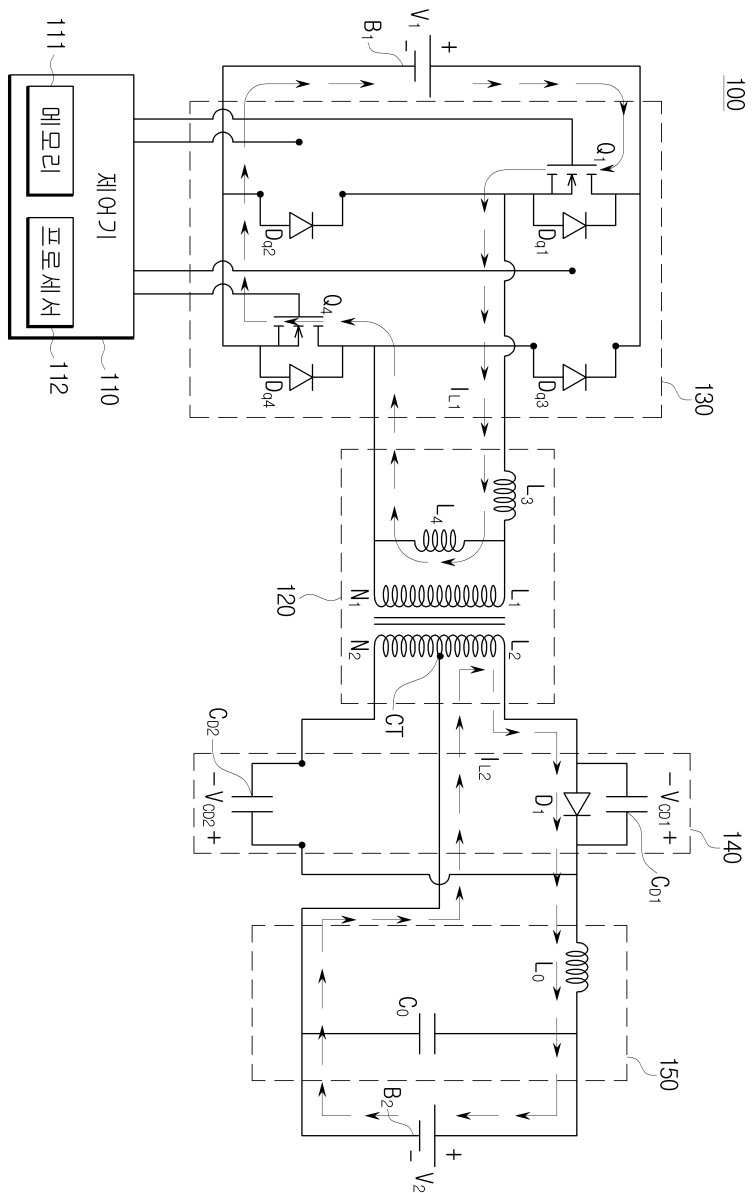
도면5



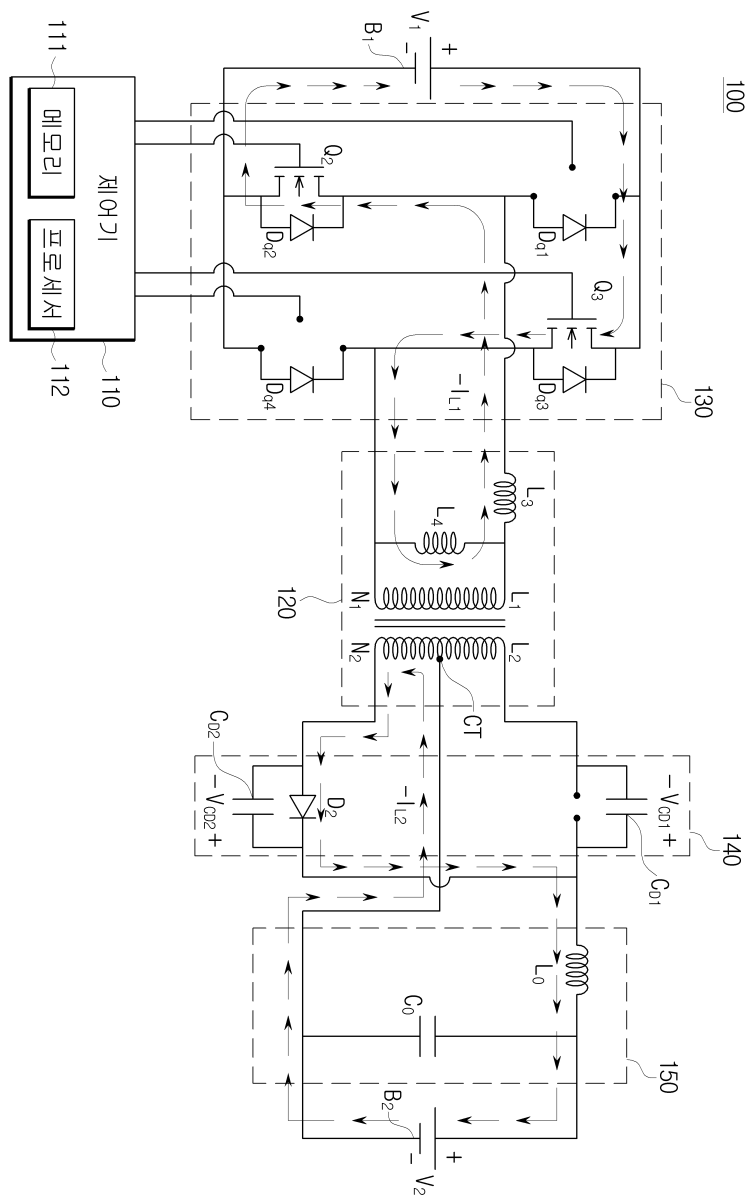
도면6



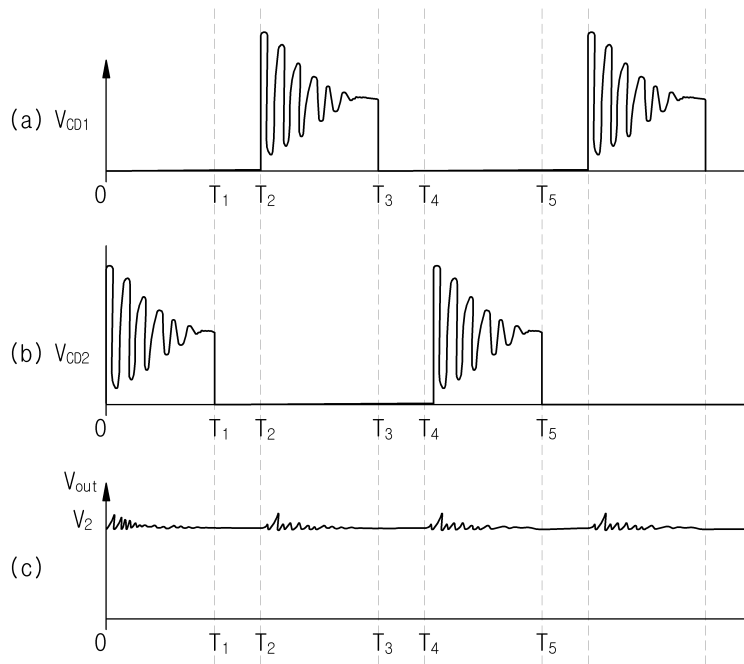
도면7



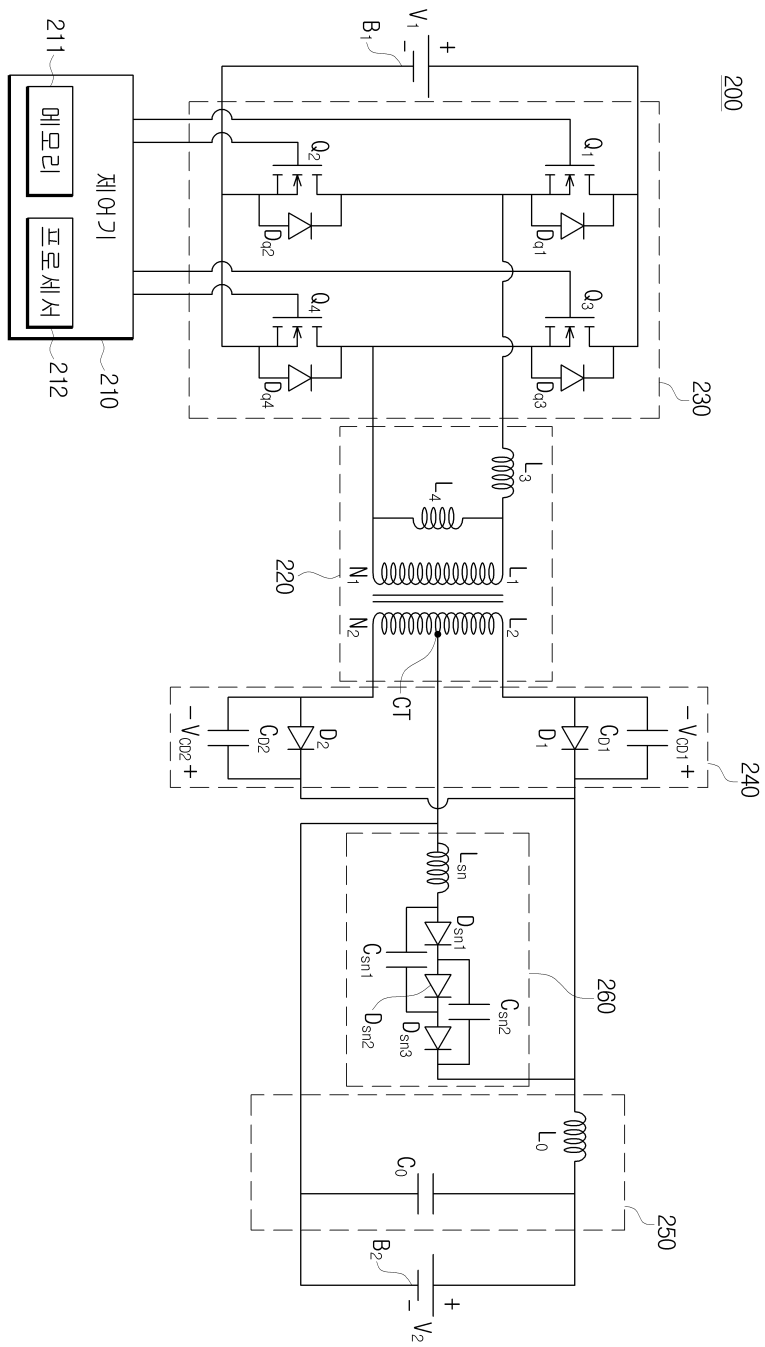
도면8



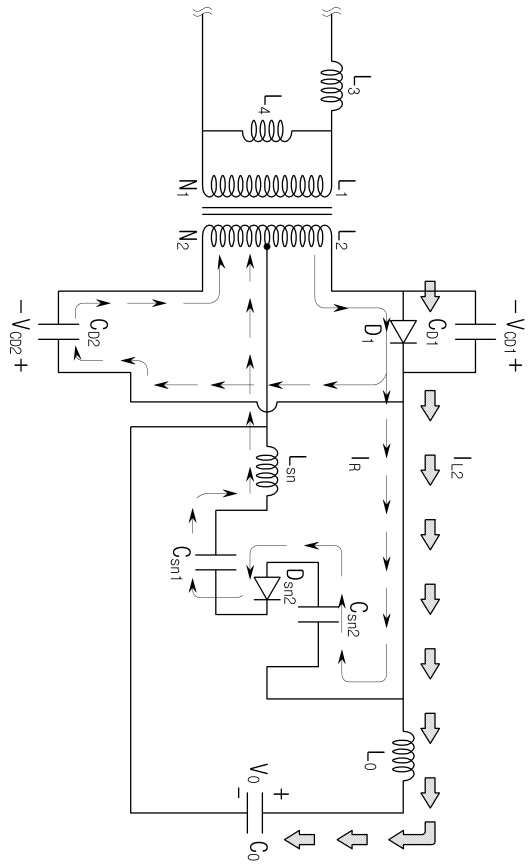
도면9



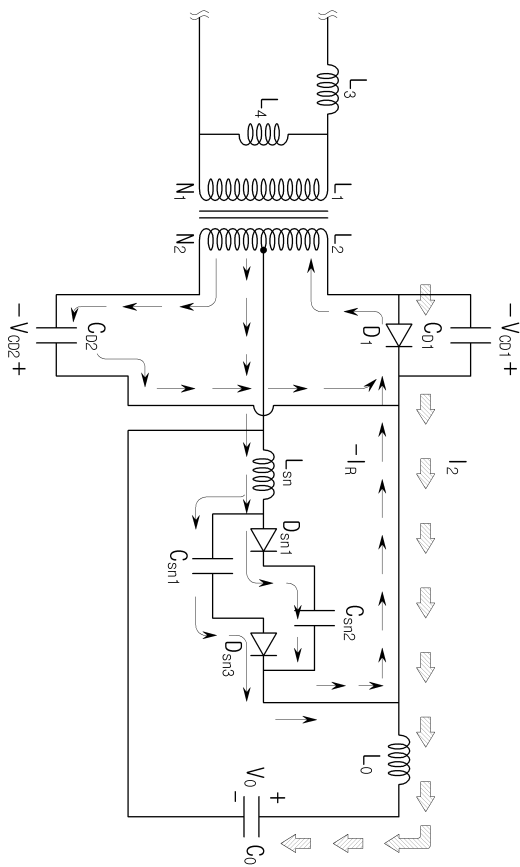
도면10



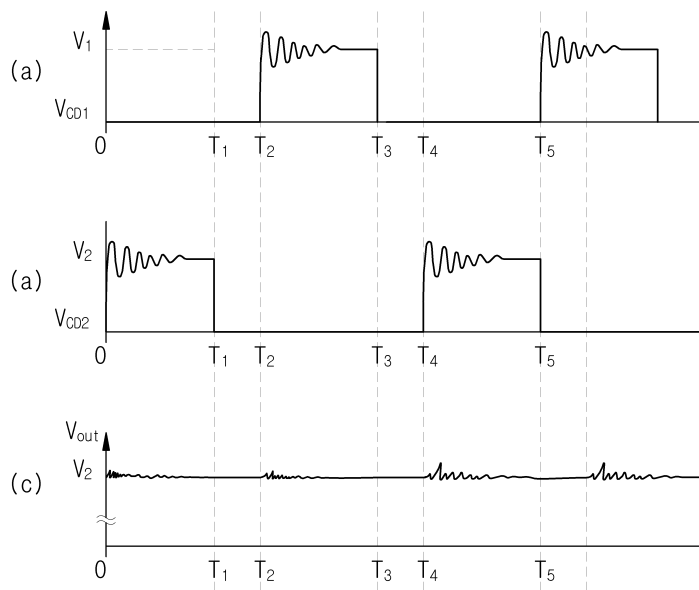
도면11



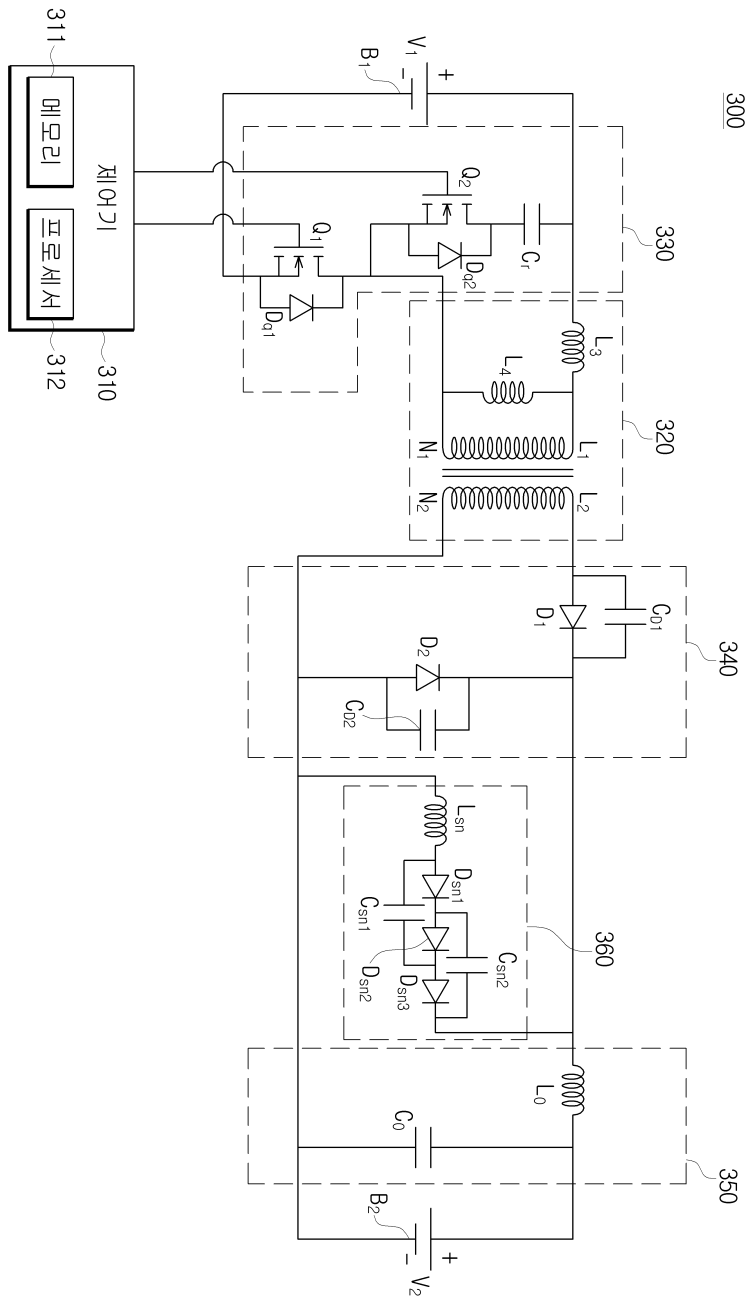
도면12



도면13



도면14



도면15

