



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0095034
(43) 공개일자 2025년06월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02M 1/08 (2006.01) H02M 1/00 (2007.01)

H02M 1/44 (2007.01) H02M 3/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H02M 1/08 (2013.01)

H02M 1/0003 (2021.05)

(21) 출원번호 10-2023-0185668

(22) 출원일자 2023년12월19일

심사청구일자 2023년12월19일

(71) 출원인

인천대학교 산학협력단

인천광역시 연수구 갯벌로 27, 인천대학교 이노베이션센터(송도동)

(72) 발명자

윤한신

인천광역시 연수구 아카데미로 119, 8호관 C동 441호 (송도동)

이동인

인천광역시 연수구 아카데미로 119, 8호관 C동 431호 (송도동)

(74) 대리인

특허법인충정

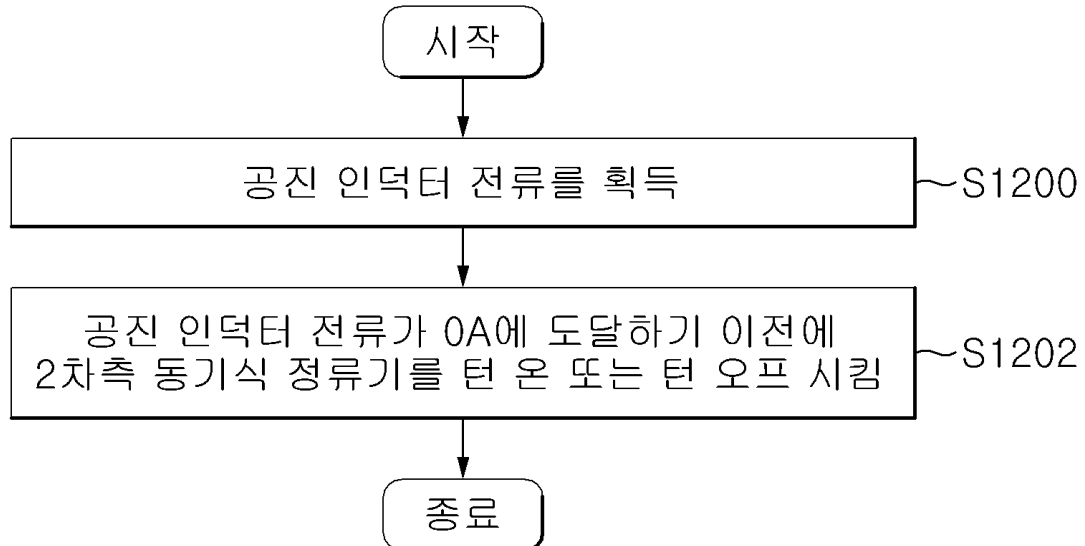
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 온보드 충전기의 낮은 전압 이득 확보를 위한 동기식 정류기 동작 제어 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 의한 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 온보드 충전기의 낮은 전압 이득 확보를 위한 동기식 정류기 동작 제어 방법은, (A) 제어부가, 전류 센서로부터 공진 인덕터의 전류를 획득하는 단계; 및 (B) 획득된 공진 인덕터의 전류가 0A(암페어)에 도달하기 이전에 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기를 턴 온 또는 턴 오프하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도12



(52) CPC특허분류

H02M 1/44 (2013.01)
H02M 3/01 (2023.05)
H02M 3/155 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711197273
과제번호	00245148
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)
연구과제명	소자 저감 및 통합을 통한 고밀도 고효율 차세대 차량 탑재형 충전기 연구
기 여 율	1/2
과제수행기관명	인천대학교산학협력단
연구기간	2023.06.01 ~ 2024.02.29

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415185138
과제번호	20019386
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술기획평가원
연구사업명	소재부품기술개발
연구과제명	필름 커패시터의 xEV 전력변환장치 적용성 평가검증기술 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	용인전자(주)
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

(A) 제어부가, 전류 센서로부터 공진 인덕터의 전류를 획득하는 단계; 및

(B) 획득된 공진 인덕터의 전류가 0A(암페어)에 도달하기 이전에 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기를 턴 온 또는 턴 오프하는 단계를 포함하는, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 온보드 충전기의 낮은 전압 이득 확보를 위한 동기식 정류기 동작 제어 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 2차측 동기식 정류기의 출력 전류가 음의 값을 갖는 구간이 발생하도록 하는, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 온보드 충전기의 낮은 전압 이득 확보를 위한 동기식 정류기 동작 제어 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 단계 (B)에서, 상기 제어부는,

획득된 공진 인덕터 전류의 상승 구간에서 공진 인덕터의 전류가 0A(암페어)에 도달하기 이전에, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그 중 제1 스위치 및 제2 레그 중 제2 스위치를 턴 온하고,

획득된 공진 인덕터 전류의 하강 구간에서 공진 인덕터의 전류가 0A(암페어)에 도달하기 이전에, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그 중 제1 스위치 및 제2 레그 중 제2 스위치를 턴 오프하며,

획득된 공진 인덕터 전류의 하강 구간에서 공진 인덕터의 전류가 0A(암페어)에 도달하기 이전에, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그 중 제2 스위치 및 제2 레그 중 제1 스위치를 턴 온하고,

획득된 공진 인덕터 전류의 상승 구간에서 공진 인덕터의 전류가 0A(암페어)에 도달하기 이전에, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그 중 제2 스위치 및 제2 레그 중 제1 스위치를 턴 오프하는, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 온보드 충전기의 낮은 전압 이득 확보를 위한 동기식 정류기 동작 제어 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 단계 (B)에서, 상기 제어부는,

획득된 공진 인덕터 전류가 제1 설정값에 도달하는 경우, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그 중 제1 스위치 및 제2 레그 중 제2 스위치를 턴 온하고,

획득된 공진 인덕터 전류가 제2 설정값에 도달하는 경우, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그 중 제1 스위치 및 제2 레그 중 제2 스위치를 턴 오프하며,

획득된 공진 인덕터 전류가 제3 설정값에 도달하는 경우, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그 중 제2 스위치 및 제2 레그 중 제1 스위치를 턴 온하고,

획득된 공진 인덕터 전류가 제4 설정값에 도달하는 경우, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그 중 제2 스위치 및 제2 레그 중 제1 스위치를 턴 오프하는, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 온보드 충전기의 낮은 전압 이득 확보를 위한 동기식 정류기 동작 제어 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제1 설정값은 -4A(암페어)이고, 상기 제2 설정값은 11A(암페어)이며, 상기 제3 설정값은 4A(암페어)이고, 상기 제4 설정값은 -11A(암페어)인, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 온보드 충전기의 낮은 전압 이득 확보를 위한 동기식 정류기 동작 제어 방법.

청구항 6

공진 인덕터의 전류를 센싱하기 위한 전류 센서; 및

상기 전류 센서로부터 공진 인덕터의 전류를 획득하고, 획득된 공진 인덕터의 전류가 0A(암페어)에 도달하기 이전에 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기를 턴 온 또는 턴 오프하는 제어부를 포함하는, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 온보드 충전기의 낮은 전압 이득 확보를 위한 동기식 정류기 동작 제어 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 2차측 동기식 정류기의 출력 전류가 음의 값을 갖는 구간이 발생하도록 하는, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 온보드 충전기의 낮은 전압 이득 확보를 위한 동기식 정류기 동작 제어 장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 제어부는,

획득된 공진 인덕터 전류의 상승 구간에서 공진 인덕터의 전류가 0A(암페어)에 도달하기 이전에, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그 중 제1 스위치 및 제2 레그 중 제2 스위치를 턴 온하고,

획득된 공진 인덕터 전류의 하강 구간에서 공진 인덕터의 전류가 0A(암페어)에 도달하기 이전에, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그 중 제1 스위치 및 제2 레그 중 제2 스위치를 턴 오프하며,

획득된 공진 인덕터 전류의 하강 구간에서 공진 인덕터의 전류가 0A(암페어)에 도달하기 이전에, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그 중 제2 스위치 및 제2 레그 중 제1 스위치를 턴 온하고,

획득된 공진 인덕터 전류의 상승 구간에서 공진 인덕터의 전류가 0A(암페어)에 도달하기 이전에, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그 중 제2 스위치 및 제2 레그 중 제1 스위치를 턴 오프하는, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 온보드 충전기의 낮은 전압 이득 확보를 위한 동기식 정류기 동작 제어 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제어부는,

획득된 공진 인덕터 전류가 제1 설정값에 도달하는 경우, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그 중 제1 스위치 및 제2 레그 중 제2 스위치를 턴 온하고,

획득된 공진 인덕터 전류가 제2 설정값에 도달하는 경우, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그 중 제1 스위치 및 제2 레그 중 제2 스위치를 턴 오프하며,

획득된 공진 인덕터 전류가 제3 설정값에 도달하는 경우, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그 중 제2 스위치 및 제2 레그 중 제1 스위치를 턴 온하고,

획득된 공진 인덕터 전류가 제4 설정값에 도달하는 경우, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그 중 제2 스위치 및 제2 레그 중 제1 스위치를 턴 오프하는, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 온보드 충전기의 낮은 전압 이득 확보를 위한 동기식 정류기 동작 제어 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제1 설정값은 -4A(암페어)이고, 상기 제2 설정값은 11A(암페어)이며, 상기 제3 설정값은 4A(암페어)이고, 상기 제4 설정값은 -11A(암페어)인, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 온보드 충전기의 낮은 전압 이득 확보를 위한 동기식 정류기 동작 제어 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 온보드 충전기의 낮은 전압 이득 확보를 위한 동기식 정류기 동작 제어 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전기자동차(EV)의 상품성 및 사용자 경험 향상을 위해 온보드 충전기(OBC: On Board Charger) 관련 연구가 이루어지고 있다. 특히, 넓은 실내 공간 확보와 대전력 OBC 설계를 목표로 OBC의 소형화 연구가 증가하는 추세이다.

[0003] 대표적인 OBC 소형화 연구에는 비절연 OBC 연구가 있다. 비절연 OBC의 DC/DC단에는 넓은 범위의 전압 출력이 가능한 공진형 컨버터가 주로 적용되고 있다. 도 1에 도시된 바와 같은 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터가 그 대표적인 예시이다. 도 1에서 참조번호 102는 PFC단이고, 참조번호 104는 DC/DC단으로서, 직렬 LC 비절연 공진형 컨버터이다.

[0004] 하지만, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터는 아래와 같은 장단점이 있다.

[0005] 장점으로는, 스위칭 손실을 줄여 고효율 회로 설계 가능하고, 회로 부피 저감 및 고밀도 전력 변환 회로 설계 가능하며, 320V ~ 800V 수준의 넓은 출력 범위 동작이 가능하고, 동작 주파수로 출력 전압을 제어하므로, 0.5 고정 시비율 동작이 가능하다.

[0006] 단점으로는, 강압 동작만을 수행하고(최대 출력 전압 = 입력 전압), 입출력 전압 차이가 클수록, 즉 출력 전압이 낮을수록 동작 주파수가 높아지며, 동작 주파수가 높을 시, 제어기 연산 시간 부족 및 제어 성능이 하락하고, 고 주파수 동작 시, EMI 문제가 발생할 수 있다.

[0007] 도 2는 일반적인 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 회로도를 도시한 것이고, 도 3은 온보드 충전기(OBC)의 개략적인 배터리 충전 프로파일을 도시한 도면이다.

[0008] 도 3에 도시된 바와 같이, 일반적인 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 저 전압 출력 동작 시, 과도한 고주파 동작 방지를 위해 동작 주파수를 제한하기 위한 대책이 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) KR 10-1457887 B1

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 저 전압 출력 시, 과도한 고주파 동작을 방지할 수 있고, 복잡한 제어나 추가적인 회로 없이 낮은 출력 전압 영역 구동 가능하며, 과도한 고주파 동작 방지로, 디지털 제어기의 연산 시간 확보 및 빠른 제어 성능 확보 가능하고, 고주파 EMI 발생 방지를 통해, 보다 강건한 EMI 특성 확보 및 공인 EMI 규격 만족 가능하며, 비절연 OBC 회로 설계와 개발, OBC 제어 로직 구성 및 사용자 경험 향상에 크게 이바지 할 수 있는 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 온보드 충전기의 낮은 전압 이득 확보를 위한 동기식 정류기 동작 제어 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 의한 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 온보드 충전기의 낮은 전압 이득 확보를 위한 동기식 정류기 동작 제어 방법은,
- [0012] (A) 제어부가, 전류 센서로부터 공진 인덕터의 전류를 획득하는 단계; 및
- [0013] (B) 획득된 공진 인덕터의 전류가 0A(암페어)에 도달하기 이전에 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기를 턴 온 또는 턴 오프하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0014] 본 발명의 일 실시예에 의한 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 온보드 충전기의 낮은 전압 이득 확보를 위한 동기식 정류기 동작 제어 방법에 있어서, 상기 제어부는, 상기 2차측 동기식 정류기의 출력 전류가 음의 값을 갖는 구간이 발생하도록 할 수 있다.
- [0015] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 온보드 충전기의 낮은 전압 이득 확보를 위한 동기식 정류기 동작 제어 방법에 있어서, 상기 단계 (B)에서, 상기 제어부는,
- [0016] 획득된 공진 인덕터 전류의 상승 구간에서 공진 인덕터의 전류가 0A(암페어)에 도달하기 이전에, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그 중 제1 스위치 및 제2 레그 중 제2 스위치를 턴 온하고,
- [0017] 획득된 공진 인덕터 전류의 하강 구간에서 공진 인덕터의 전류가 0A(암페어)에 도달하기 이전에, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그 중 제1 스위치 및 제2 레그 중 제2 스위치를 턴 오프하며,
- [0018] 획득된 공진 인덕터 전류의 하강 구간에서 공진 인덕터의 전류가 0A(암페어)에 도달하기 이전에, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그 중 제2 스위치 및 제2 레그 중 제1 스위치를 턴 온하고,
- [0019] 획득된 공진 인덕터 전류의 상승 구간에서 공진 인덕터의 전류가 0A(암페어)에 도달하기 이전에, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그 중 제2 스위치 및 제2 레그 중 제1 스위치를 턴 오프할 수 있다.
- [0020] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 온보드 충전기의 낮은 전압 이득 확보를 위한 동기식 정류기 동작 제어 방법에 있어서, 상기 단계 (B)에서, 상기 제어부는,
- [0021] 획득된 공진 인덕터 전류가 제1 설정값에 도달하는 경우, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그 중 제1 스위치 및 제2 레그 중 제2 스위치를 턴 온하고,
- [0022] 획득된 공진 인덕터 전류가 제2 설정값에 도달하는 경우, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그 중 제1 스위치 및 제2 레그 중 제2 스위치를 턴 오프하며,
- [0023] 획득된 공진 인덕터 전류가 제3 설정값에 도달하는 경우, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그 중 제2 스위치 및 제2 레그 중 제1 스위치를 턴 온하고,
- [0024] 획득된 공진 인덕터 전류가 제4 설정값에 도달하는 경우, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그 중 제2 스위치 및 제2 레그 중 제1 스위치를 턴 오프할 수 있다.
- [0025] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 온보드 충전기의 낮은 전압 이득 확보를 위한 동기식 정류기 동작 제어 방법에 있어서,
- [0026] 상기 제1 설정값은 -4A(암페어)이고, 상기 제2 설정값은 11A(암페어)이며, 상기 제3 설정값은 4A(암페어)이고, 상기 제4 설정값은 -11A(암페어)일 수 있다.
- [0027] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 의한 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 온보드 충전기의 낮은 전압 이득 확보를 위한 동기식 정류기 동작 제어 장치는,
- [0028] 공진 인덕터의 전류를 센싱하기 위한 전류 센서; 및
- [0029] 상기 전류 센서로부터 공진 인덕터의 전류를 획득하고, 획득된 공진 인덕터의 전류가 0A(암페어)에 도달하기 이전에 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기를 턴 온 또는 턴 오프하는 제어부를 포함할 수 있다.
- [0030] 본 발명의 일 실시예에 의한 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 온보드 충전기의 낮은 전압 이득 확보를 위한 동기식 정류기 동작 제어 장치에 있어서, 상기 제어부는, 상기 2차측 동기식 정류기의 출력 전류가 음의 값을 갖는 구간이 발생하도록 할 수 있다.

- [0031] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 온보드 충전기의 낮은 전압 이득 확보를 위한 동기식 정류기 동작 제어 장치에 있어서, 상기 제어부는,
- [0032] 획득된 공진 인덕터 전류의 상승 구간에서 공진 인덕터의 전류가 0A(암페어)에 도달하기 이전에, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그 중 제1 스위치 및 제2 레그 중 제2 스위치를 턴 온하고,
- [0033] 획득된 공진 인덕터 전류의 하강 구간에서 공진 인덕터의 전류가 0A(암페어)에 도달하기 이전에, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그 중 제1 스위치 및 제2 레그 중 제2 스위치를 턴 오프하며,
- [0034] 획득된 공진 인덕터 전류의 하강 구간에서 공진 인덕터의 전류가 0A(암페어)에 도달하기 이전에, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그 중 제2 스위치 및 제2 레그 중 제1 스위치를 턴 온하고,
- [0035] 획득된 공진 인덕터 전류의 상승 구간에서 공진 인덕터의 전류가 0A(암페어)에 도달하기 이전에, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그 중 제2 스위치 및 제2 레그 중 제1 스위치를 턴 오프할 수 있다.
- [0036] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 온보드 충전기의 낮은 전압 이득 확보를 위한 동기식 정류기 동작 제어 장치에 있어서, 상기 제어부는,
- [0037] 획득된 공진 인덕터 전류가 제1 설정값에 도달하는 경우, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그 중 제1 스위치 및 제2 레그 중 제2 스위치를 턴 온하고,
- [0038] 획득된 공진 인덕터 전류가 제2 설정값에 도달하는 경우, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그 중 제1 스위치 및 제2 레그 중 제2 스위치를 턴 오프하며,
- [0039] 획득된 공진 인덕터 전류가 제3 설정값에 도달하는 경우, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그 중 제2 스위치 및 제2 레그 중 제1 스위치를 턴 온하고,
- [0040] 획득된 공진 인덕터 전류가 제4 설정값에 도달하는 경우, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그 중 제2 스위치 및 제2 레그 중 제1 스위치를 턴 오프할 수 있다.
- [0041] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 온보드 충전기의 낮은 전압 이득 확보를 위한 동기식 정류기 동작 제어 장치에 있어서, 상기 제1 설정값은 -4A(암페어)이고, 상기 제2 설정값은 11A(암페어)이며, 상기 제3 설정값은 4A(암페어)이고, 상기 제4 설정값은 -11A(암페어)일 수 있다.

발명의 효과

- [0042] 본 발명의 일 실시예에 의한 본 발명의 일 실시예에 의한 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 온보드 충전기의 낮은 전압 이득 확보를 위한 동기식 정류기 동작 제어 방법 및 장치에 의하면, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 저 전압 출력 시, 과도한 고주파 동작을 방지할 수 있고, 복잡한 제어나 추가적인 회로 없이 낮은 출력 전압 영역 구동 가능하며, 과도한 고주파 동작 방지로, 디지털 제어기의 연산 시간 확보 및 빠른 제어 성능 확보 가능하고, 고주파 EMI 발생 방지를 통해, 보다 강한 EMI 특성 확보 및 공인 EMI 규격 만족 가능하며, 비절연 OBC 회로 설계와 개발, OBC 제어 로직 구성 및 사용자 경험 향상에 크게 이바지 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0043] 도 1은 일반적인 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 OBC 회로도 및구조를 도시한 도면.
- 도 2는 일반적인 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 회로도.
- 도 3은 온보드 충전기(OBC)의 개략적인 배터리 충전 프로파일을 도시한 도면.
- 도 4는 2차측 일반적인 다이오드 정류기 기반 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 회로도.
- 도 5는 도 4에 도시된 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 주요 동작 파형을 도시한 도면.
- 도 6은 도 2에 도시된 일반적인 2차측 SR 기반 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 주요 동작 파형을 도시한 도면.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 의한 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 온보드 충전기의 낮은 전압 이득 확보를 위한 동기식 정류기 동작 제어 장치를 도시한 도면.
- 도 8은 도 7에 도시된 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 주요 동작 파형을 도시한 도면.

도 9는 일반적인 다이오드 정류기 적용 시의 시뮬레이션 결과를 도시한 도면.

도 10은 일반적인 SR 동작 기법 적용 시의 시뮬레이션 결과를 도시한 도면.

도 11은 본 발명의 일 실시예에 의한 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 온보드 충전기의 낮은 전압 이득 확보를 위한 동기식 정류기 동작 제어 방법 적용 시의 시뮬레이션 결과를 도시한 도면.

도 12는 본 발명의 일 실시예에 의한 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 온보드 충전기의 낮은 전압 이득 확보를 위한 동기식 정류기 동작 제어 방법의 흐름도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0044] 본 발명의 목적, 특정한 장점들 및 신규한 특징들은 첨부된 도면들과 연관되어지는 이하의 상세한 설명과 바람직한 실시예들로부터 더욱 명백해질 것이다.
- [0045] 이에 앞서 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이고 사전적인 의미로 해석되어서는 아니되며, 발명자가 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합되는 의미와 개념으로 해석되어야 한다.
- [0046] 본 명세서에서 각 도면의 구성요소들에 참조번호를 부가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 한해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 번호를 가지도록 하고 있음에 유의하여야 한다.
- [0047] 또한, "제1", "제2", "일면", "타면" 등의 용어는, 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로, 구성요소가 상기 용어들에 의해 제한되는 것은 아니다.
- [0048] 또한, 본 명세서에 개시된 실시예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 실시예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시예를 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.
- [0049] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시형태를 상세히 설명하기로 한다.
- [0050] 도 4는 2차측 일반적인 다이오드 정류기 기반 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 회로도이고, 도 5는 도 4에 도시된 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 주요 동작 파형을 도시한 도면이다.
- [0051] 도 4에 도시된 2차측 다이오드 정류기 기반 LC 직렬 공진형 컨버터는 아래와 같이 동작한다.
- [0052] 모든 스위치(Q1 내지 Q4)와 다이오드 정류기(D1 내지 D4)는 0.5 고정 시비율로 동작하고, 모든 스위치 레그(Q1과 Q2, Q3와 Q4)와 다이오드 정류기 레그(D1과 D2, D3와 D4)는 상보적으로 동작한다.
- [0053] 도 5에 도시된 바와 같이, 1차측 스위치(Q1 내지 Q4)는 일반적인 풀 브리지 인버터 동작을 수행하고, 2차측 다이오드 정류기(D1 내지 D4)는 공진 인덕터의 전류(i_{Lr})의 0A(암페어) 지점에 맞추어 다이오드가 도통한다.
- [0054] 정류기 전류(i_{rec})의 평균 전류인 I_{HVBAT} 이 부하로 전달되고, 저 전압 출력인 경우, 1차측 스위치(Q1 내지 Q4)의 고 주파수 동작이 필수적으로 발생하는 문제점이 있다.
- [0055] 도 6은 도 2에 도시된 일반적인 2차측 SR 기반 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 주요 동작 파형을 도시한 도면이다.
- [0056] 일반적인 2차측 SR 기반 LC 직렬 공진형 컨버터는 아래와 같이 동작한다.
- [0057] 모든 스위치(Q1 내지 Q4, SR1 내지 SR4)는 0.5 고정 시비율로 동작하고, 모든 스위치 레그(Q1과 Q2, Q3와 Q4, SR1과 SR2, SR3와 SR3)는 상보적으로 동작한다.
- [0058] 도 6에 도시된 바와 같이, 1차측 스위치(Q1 내지 Q4)는 일반적인 풀 브리지 인버터 동작을 수행하고, 2차측 SR 스위치(SR1 내지 SR4)는 이론상 공진형 인덕터 전류(i_{Lr})의 0A(암페어) 지점에 맞추어 턴 온 및 오프 동작을 수행한다. 실제로는 공진형 인덕터 전류(i_{Lr})의 0A 지점 전후로 턴 오프 및 턴 온 동작이 수행된다.
- [0059] SR(SR1 내지 SR4)의 듀티는 0.5보다 작고, 정류기 전류(i_{rec})의 평균 전류인 I_{HVBAT} 이 부하로 전달되며, 도 4의 다

이오드를 단순히 SR로 대체한 것으로, 도 2와 도 4의 공진형 컨버터의 회로 동작에는 차이가 없다.

- [0060] 따라서, 저 전압 출력인 경우, 여전히 1차측 스위치(Q1 내지 Q4)의 고 주파수 동작이 필수적으로 발생하는 문제점이 있다.
- [0061] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 의한 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 온보드 충전기의 낮은 전압 이득 확보를 위한 동기식 정류기 동작 제어 장치를 도시한 도면이고, 도 8은 도 7에 도시된 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 주요 동작 파형을 도시한 도면이며, 도 12는 본 발명의 일 실시예에 의한 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 온보드 충전기의 낮은 전압 이득 확보를 위한 동기식 정류기 동작 제어 방법의 흐름도이다.
- [0062] 도 7에 도시된 본 발명의 일 실시예에 의한 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 온보드 충전기의 낮은 전압 이득 확보를 위한 동기식 정류기 동작 제어 장치는 하기와 같이 동작할 수 있다.
- [0063] 모든 스위치(Q1 내지 Q4, SR1 내지 SR4)는 0.5 고정 시비율로 동작할 수 있다. 모든 스위치 레그(Q1과 Q2, Q3과 Q4, SR1과 SR2, SR3과 SR4)는 상보적으로 동작할 수 있고, 1차측 스위치(Q1 내지 Q4)는 일반적인 풀 브리지 인버터 동작을 수행할 수 있다.
- [0064] 도 8에 도시된 바와 같이, 2차측 SR 스위치(SR1 내지 SR4)는 제어부(704)에 의해 공진 인덕터 전류(i_{Lr})의 0A(암페어) 도달 이전에 턴 온 또는 턴 오프될 수 있다. 즉, SR 스위치(SR1 내지 SR4)를 기존보다 이른 시점에 동작시킬 수 있다.
- [0065] 이렇게 동작하는 경우, 정류기 전류(i_{rec})가 음의 값을 갖는 구간이 발생하고, 일반적인 SR 동작 기법 대비, 정류기 전류(i_{rec})의 평균인 I_{HVBAT} 이 작아질 수 있다. 따라서, 부하에 전달되는 전류가 작은 만큼 V_{HVBAT} 도 작아질 수 있어, 저 전압 출력 동작 시 고 주파수로 동작해야 하는 문제를 해결할 수 있다.
- [0066] 하기에, 도 7, 도 8 및 도 12를 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 의한 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 온보드 충전기의 낮은 전압 이득 확보를 위한 동기식 정류기 동작 제어 장치 및 방법에 대해 상세히 설명하기로 한다.
- [0067] 도 7을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 의한 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 온보드 충전기의 낮은 전압 이득 확보를 위한 동기식 정류기 동작 제어 장치(700)는, 공진 인덕터(L_{r1})의 전류(i_{Lr})를 센싱하기 위한 전류 센서(702) 및 상기 전류 센서(702)로부터 공진 인덕터(L_{r1})의 전류(i_{Lr})를 획득하고, 획득된 공진 인덕터(L_{r1})의 전류(i_{Lr})가 0A(암페어)에 도달하기 이전에, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기(SR1 내지 SR4)를 턴 온 또는 턴 오프하는 제어부(704)를 포함할 수 있다.
- [0068] 도 12를 참조하면, S1200 단계에서, 제어부(704)는 전류 센서(702)로부터 공진 인덕터(L_{r1})의 전류(i_{Lr})를 획득할 수 있다.
- [0069] S1202 단계에서, 제어부(704)는, 획득된 공진 인덕터(L_{r1})의 전류(i_{Lr})가 0A(암페어)에 도달하기 이전에, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기(SR1 내지 SR4)를 턴 온 또는 턴 오프할 수 있다.
- [0070] 도 8a 내지 도 8d에 도시된 바와 같이, 제어부(704)는, 공진 인덕터 전류(i_{Lr})가 0A(암페어)에 도달하기 이전에, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기(SR1 내지 SR4)를 턴 온 또는 턴 오프시켜, 2차측 동기식 정류기(SR1 내지 SR4)의 출력 전류(i_{rec})가 음의 값을 갖는 구간이 발생하도록 하여 2차측 동기식 정류기의 평균 출력 전류(I_{HVBAT})를 작아지게 할 수 있다.
- [0071] 도 8c를 참조하면, 제어부(704)는, 획득된 공진 인덕터 전류(i_{Lr})의 상승 구간에서 공진 인덕터 전류(i_{Lr})가 0A(암페어)(Z1 지점)에 도달하기 이전(a1 지점)에, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그(SR1, SR2) 중 제1 스위치(SR1) 및 제2 레그(SR3, SR4) 중 제2 스위치(SR4)를 턴 온하고, 획득된 공진 인덕터 전류(i_{Lr})의 하강 구간에서 공진 인덕터 전류(i_{Lr})가 0A(암페어)(Z2 지점)에 도달하기 이전(a2 지점)에, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그(SR1, SR2) 중 제1 스위치(SR1) 및 제2 레그(SR3, SR4) 중 제2 스위치(SR4)를 턴 오프시킬 수 있다.
- [0072] 또한, 도 8c를 참조하면, 제어부(704)는, 획득된 공진 인덕터 전류(i_{Lr})의 하강 구간에서 공진 인덕터 전류(i_L

i_r)가 0A(암페어)(Z2 지점)에 도달하기 이전(b1 지점)에, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그(SR1과 SR2) 중 제2 스위치(SR2) 및 제2 레그(SR3과 SR4) 중 제1 스위치(SR3)를 턴 온하고, 획득된 공진 인덕터 전류(i_{Lr})의 상승 구간에서 공진 인덕터 전류(i_{Lr})가 0A(암페어)(Z3 지점)에 도달하기 이전(b2 지점)에, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그(SR1과 SR2) 중 제2 스위치(SR2) 및 제2 레그(SR3과 SR4) 중 제1 스위치(SR3)를 턴 오프시킬 수 있다.

[0073] 한편, a1, a2, b1 및 b2 지점의 공진 인덕터 전류(i_{Lr})는 최적화 과정을 거쳐, 결정될 수 있다. 예시적으로, a1 지점의 공진 인덕터 전류(i_{Lr})는 -4A(암페어)일 수 있고, a2 지점의 공진 인덕터 전류(i_{Lr})는 11A(암페어)일 수 있으며, b1 지점의 공진 인덕터 전류(i_{Lr})는 4A(암페어)일 수 있고, b2 지점의 공진 인덕터 전류(i_{Lr})는 -11A(암페어)일 수 있다, 상기 a1, a2, b1 및 b2 지점의 공진 인덕터 전류(i_{Lr})는 예시적인 것이며, 다양한 공진형 컨버터에서 각각 상이한 전류가 결정될 수도 있다.

[0074] 예시적으로, 제어부(704)는, 획득된 공진 인덕터 전류(i_{Lr})가 -4A(암페어)인 경우, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그(SR1, SR2) 중 제1 스위치(SR1) 및 제2 레그(SR3, SR4) 중 제2 스위치(SR4)를 턴 온하고, 획득된 공진 인덕터 전류(i_{Lr})가 11A(암페어)인 경우, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그(SR1, SR2) 중 제1 스위치(SR1) 및 제2 레그(SR3, SR4) 중 제2 스위치(SR4)를 턴 오프시킬 수 있다.

[0075] 또한, 제어부(704)는, 획득된 공진 인덕터 전류(i_{Lr})가 4A(암페어)인 경우, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그(SR1과 SR2) 중 제2 스위치(SR2) 및 제2 레그(SR3과 SR4) 중 제1 스위치(SR3)를 턴 온하고, 획득된 공진 인덕터 전류(i_{Lr})가 -11A(암페어)인 경우, LC 직렬 비절연 공진형 컨버터의 2차측 동기식 정류기의 제1 레그(SR1과 SR2) 중 제2 스위치(SR2) 및 제2 레그(SR3과 SR4) 중 제1 스위치(SR3)를 턴 오프시킬 수 있다.

[0076] 도 9는 일반적인 다이오드 정류기 적용 시의 시뮬레이션 결과를 도시한 도면이다.

[0077] 도 9에 도시된 바와 같이, 공진 인덕터 전류(i_{Lr})가 0A 지점에서 다이오드(D1 내지 D4)가 도통하기 때문에, 저 전압 출력 동작 시, 고 주파수에서 동작할 수 있다. 표 1을 참조하면, 177kHz에서 320V를 출력함을 알 수 있다. 표 1은 시뮬레이션의 주요 파라미터를 나타낸 것이다.

표 1

Parameter	Value
입력 전압 (V_{PFC})	757V
출력 전압 (V_{HVBAT})	320V
스위칭 주파수 (F_s)	177kHz
공진 인덕터 (L_{r1} & L_{r2})	45μH
공진 커패시터 (C_{r1} & C_{r2})	30nF
출력 Y-cap (C_o)	60μF

[0078]

[0079] 도 10은 일반적인 SR 동작 기법 적용 시의 시뮬레이션 결과를 도시한 도면이다.

[0080] 도 10에 도시된 바와 같이, 공진 인덕터 전류(i_{Lr})의 0A 지점 전후로 SR 스위치(SR1 내지 SR4)가 스위칭하기 때문에, 저 전압 출력 동작 시, 고 주파수에서 동작할 수 있다. 표 2를 참조하면, 177kHz에서 320V를 출력함을 알 수 있다. 표 2는 시뮬레이션의 주요 파라미터를 나타낸 것이다.

표 2

Parameter	Value
입력 전압 (V_{PFC})	757V
출력 전압 (V_{HVBAT})	320V
스위칭 주파수 (F_s)	177kHz
공진 인덕터 (L_{r1} & L_{r2})	45 μ H
공진 커패시터 (C_{r1} & C_{r2})	30nF
출력 Y-cap (C_o)	60 μ F

[0081]

[0082]

도 11은 본 발명의 일 실시예에 의한 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 온보드 충전기의 낮은 전압 이득 확보를 위한 동기식 정류기 동작 제어 방법 적용 시의 시뮬레이션 결과를 도시한 도면이다.

[0083]

도 11에 도시된 바와 같이, 공진 인덕터 전류(i_{Lr})의 0A 도달 이전에, SR 스위치(SR1 내지 SR4)가 스위칭하기 때문에, 저 전압 출력 동작 시, 기존보다 낮은 주파수에서 동작할 수 있다. 표 3을 참조하면, 167.5kHz에서 320V를 출력함을 알 수 있다. 즉, 본 발명의 일 실시예에 의한 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 온보드 충전기의 낮은 전압 이득 확보를 위한 동기식 정류기 동작 제어 방법 적용을 통해 저 전압 출력 시, 고주파 동작을 방지할 수 있다. 표 3은 시뮬레이션의 주요 파라미터를 나타낸 것이다.

표 3

Parameter	Value
입력 전압 (V_{PFC})	757V
출력 전압 (V_{HVBAT})	320V
스위칭 주파수 (F_s)	167.5kHz
공진 인덕터 (L_{r1} & L_{r2})	45 μ H
공진 커패시터 (C_{r1} & C_{r2})	30nF
출력 Y-cap (C_o)	60 μ F

[0084]

[0085]

본 명세서에서 설명된 위 실시예 및 도면들은 단지 예시적인 것일 뿐, 어떠한 방법으로도 본 발명의 범위를 한정하는 것은 아니다. 또한, 도면에 도시된 구성요소들 간의 선들의 연결 또는 연결 부재들은 기능적인 연결 및/또는 물리적 또는 회로적 연결들을 예시적으로 나타낸 것으로서, 실제장치에서는 대체 가능하거나 추가의 다양한 기능적인 연결, 물리적인 연결, 또는 회로 연결들로서 나타내어질 수 있다. 또한, "필수적인", "중요하게" 등과 같이 구체적인 언급이 없다면 본 발명의 적용을 위하여 반드시 필요한 구성요소가 아닐 수 있다.

[0086]

상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

[0087]

본 발명의 명세서(특히 특허청구범위에서)에서 "상기"의 용어 및 이와 유사한 지시 용어의 사용은 단수 및 복수 모두에 해당하는 것일 수 있다. 또한, 본 발명에서 범위(range)를 기재한 경우 상기 범위에 속하는 개별적인 값을 적용한 발명을 포함하는 것으로서(이에 반하는 기재가 없다면), 발명의 상세한 설명에 상기 범위를 구성하는 각 개별적인 값을 기재한 것과 같다. 또한 본 발명 중 방법 발명에서 제시하는 단계들은 반드시 그 선후의 순서에 대한 구속을 의도한 것이 아니며, 각 공정의 본질에 따라 반드시 어느 단계가 선행되어야 하는 것이 아닌 한 순서는 필요에 따라 적절히 변경될 수 있다. 본 발명에서 모든 예들 또는 예시적인 용어(예들 들어, 등등)의 사용은 단순히 본 발명을 상세히 설명하기 위한 것으로서 특허청구범위에 의해 한정되지 않는 이상 상기 예들 또는 예시적인 용어로 인해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다. 또한, 통상의 기술자는 다양한 수정, 조합 및 변경이 부가된 특허청구범위 또는 그 균등 범위 내에서 설계 조건 및 요소에 따라 구성될 수 있음을 이해할 수 있다.

부호의 설명

[0088]

700 : 본 발명의 일 실시예에 의한 LC 직렬 비절연 공진형 컨버터 기반 비절연 온보드 충전기의 낮은 전압 이득

확보를 위한 동기식 정류기 동작 제어 장치

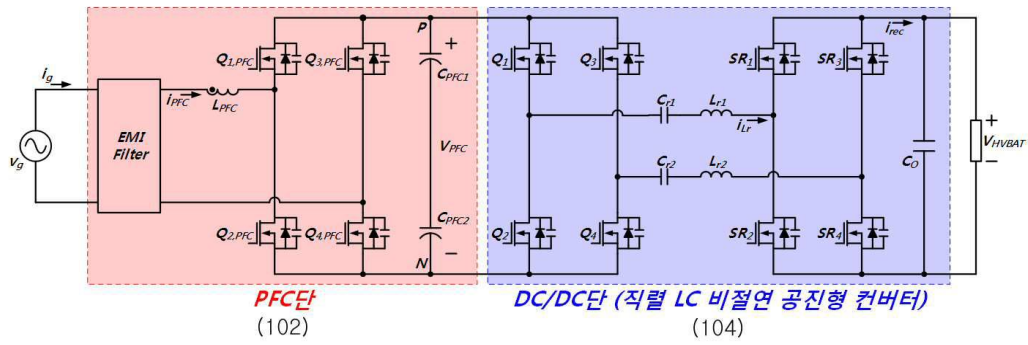
702 : 전류 센서 704 : 제어부

D1 내지 D4 : 2차측 다이오드 정류기

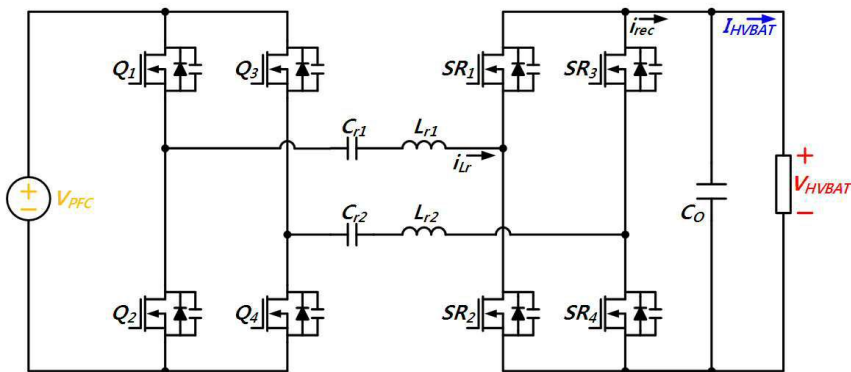
Q1 내지 Q4 : 1차측 스위치 SR1 내지 SR4 : 2차측 스위치

도면

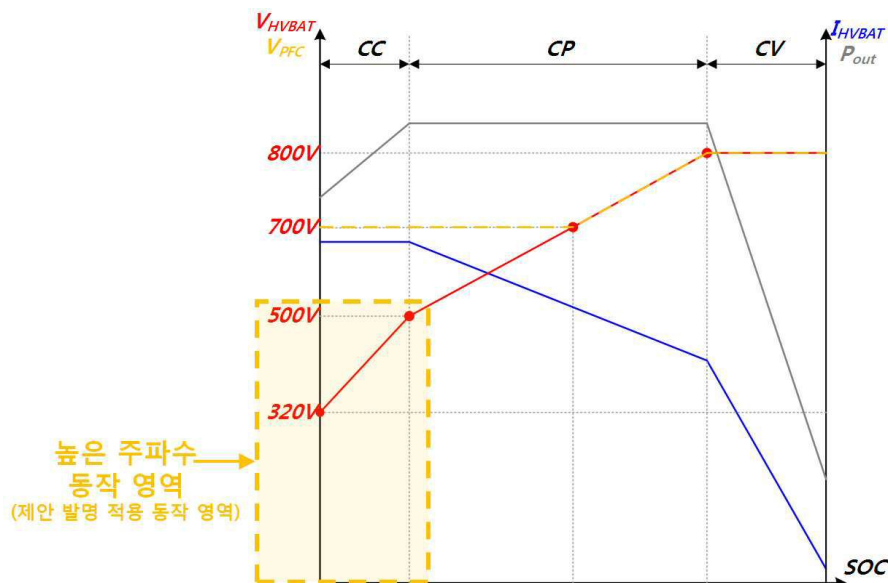
도면1



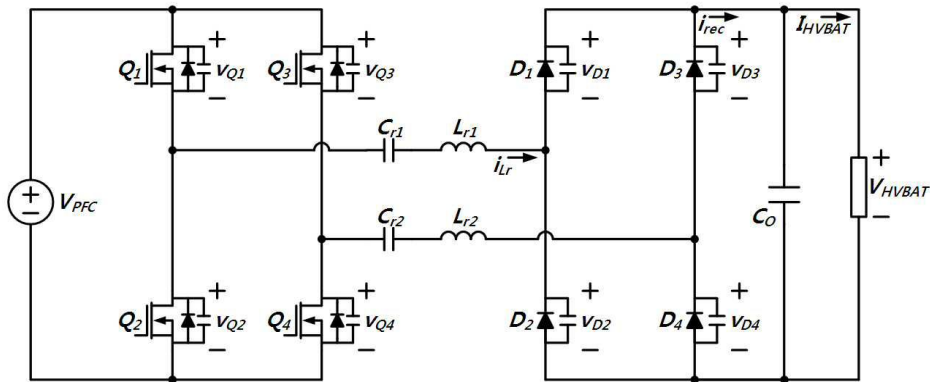
도면2



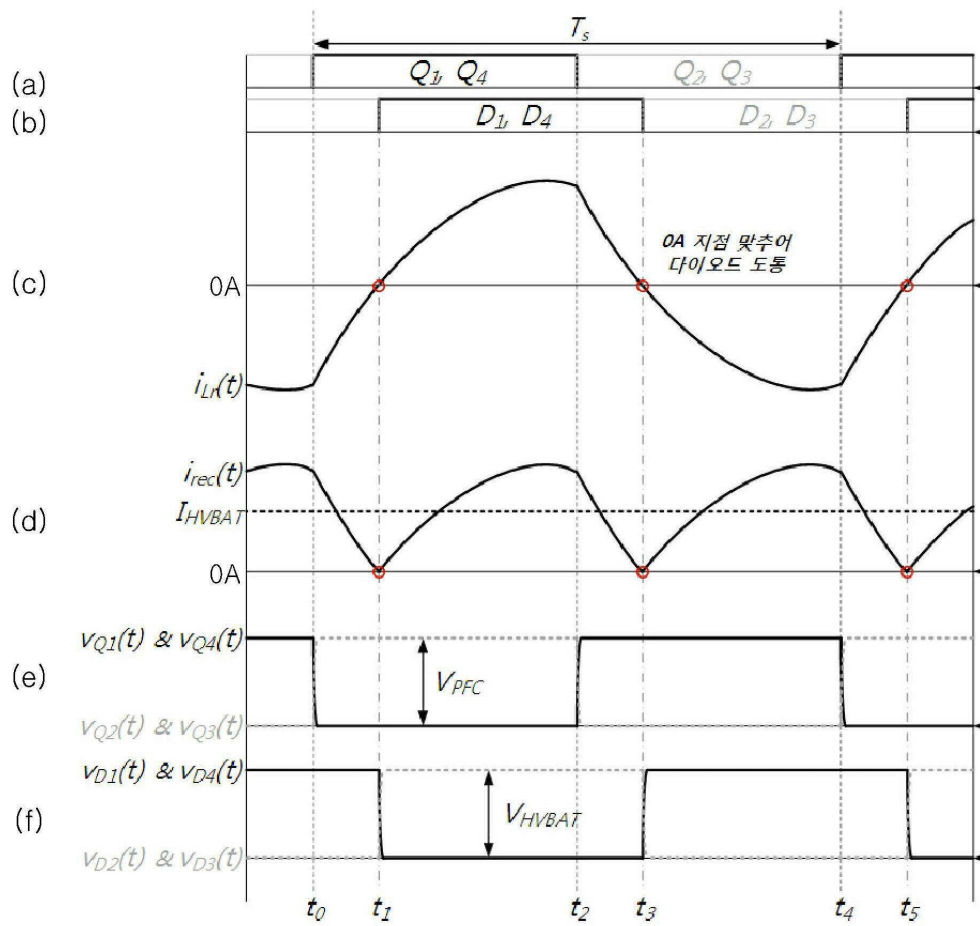
도면3



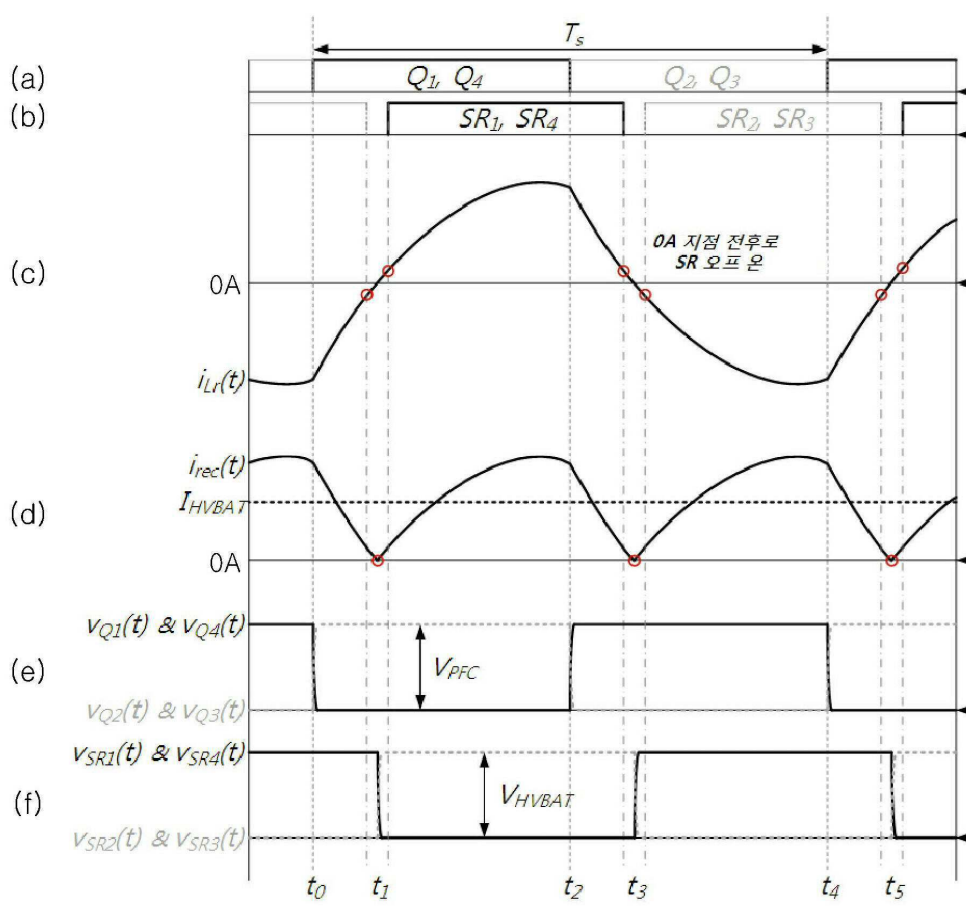
도면4



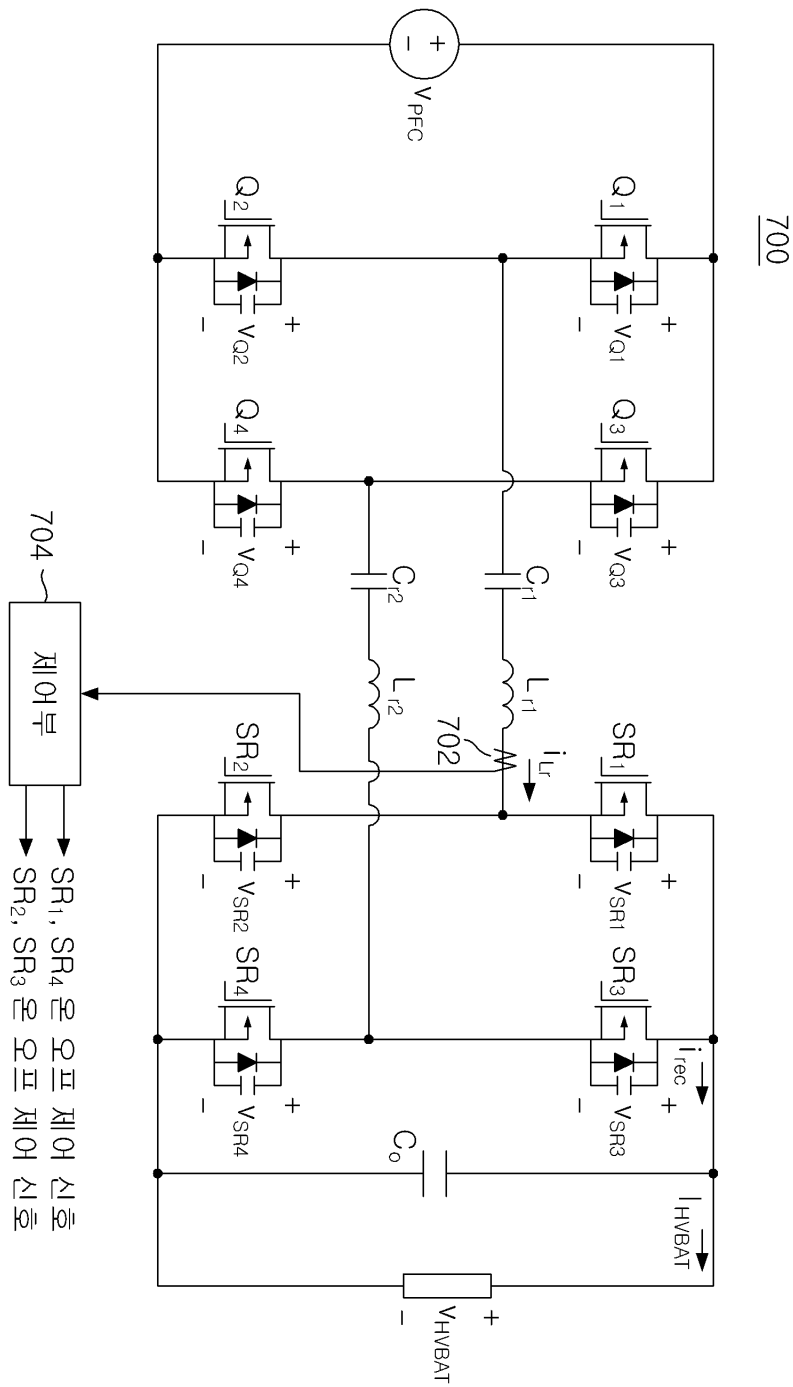
도면5



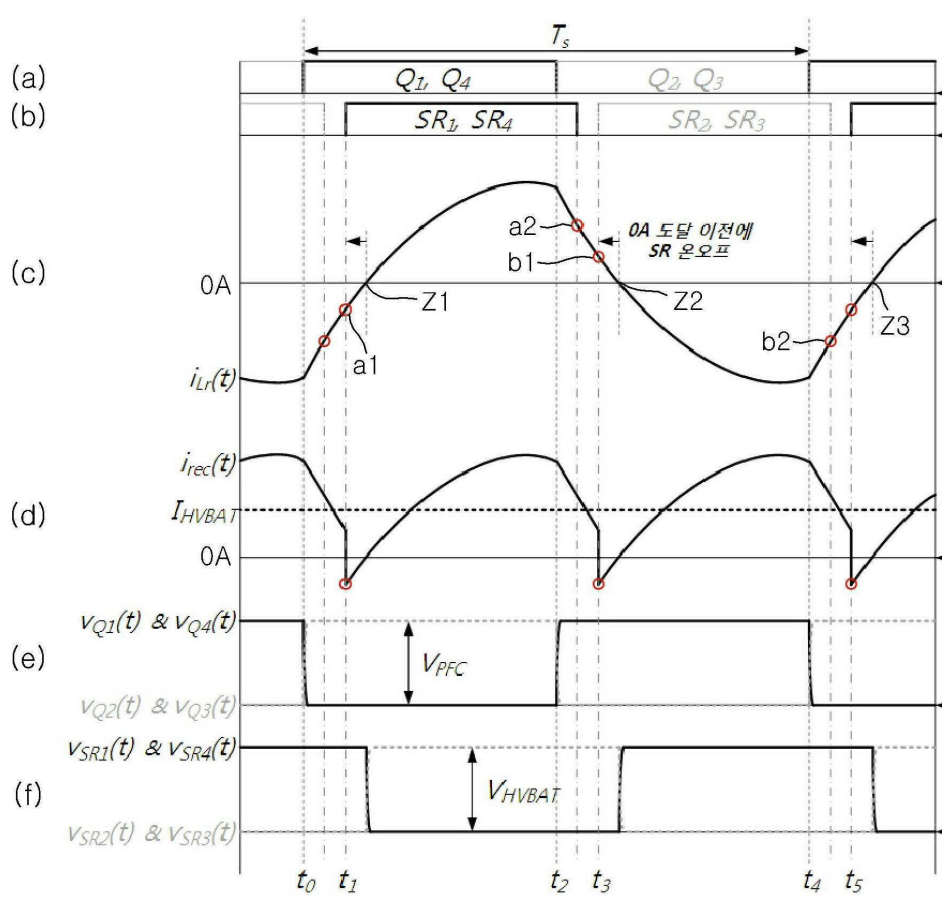
도면6



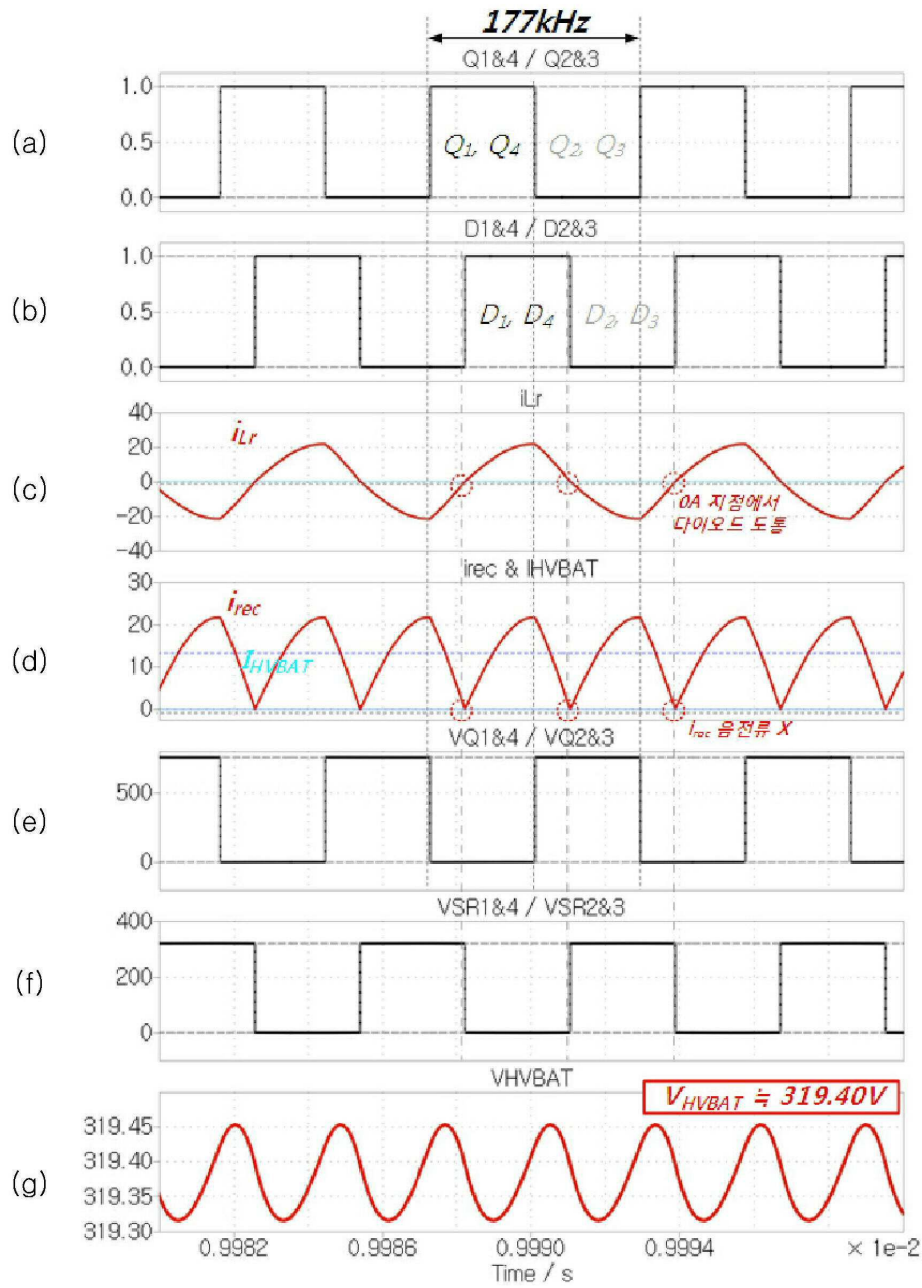
도면7



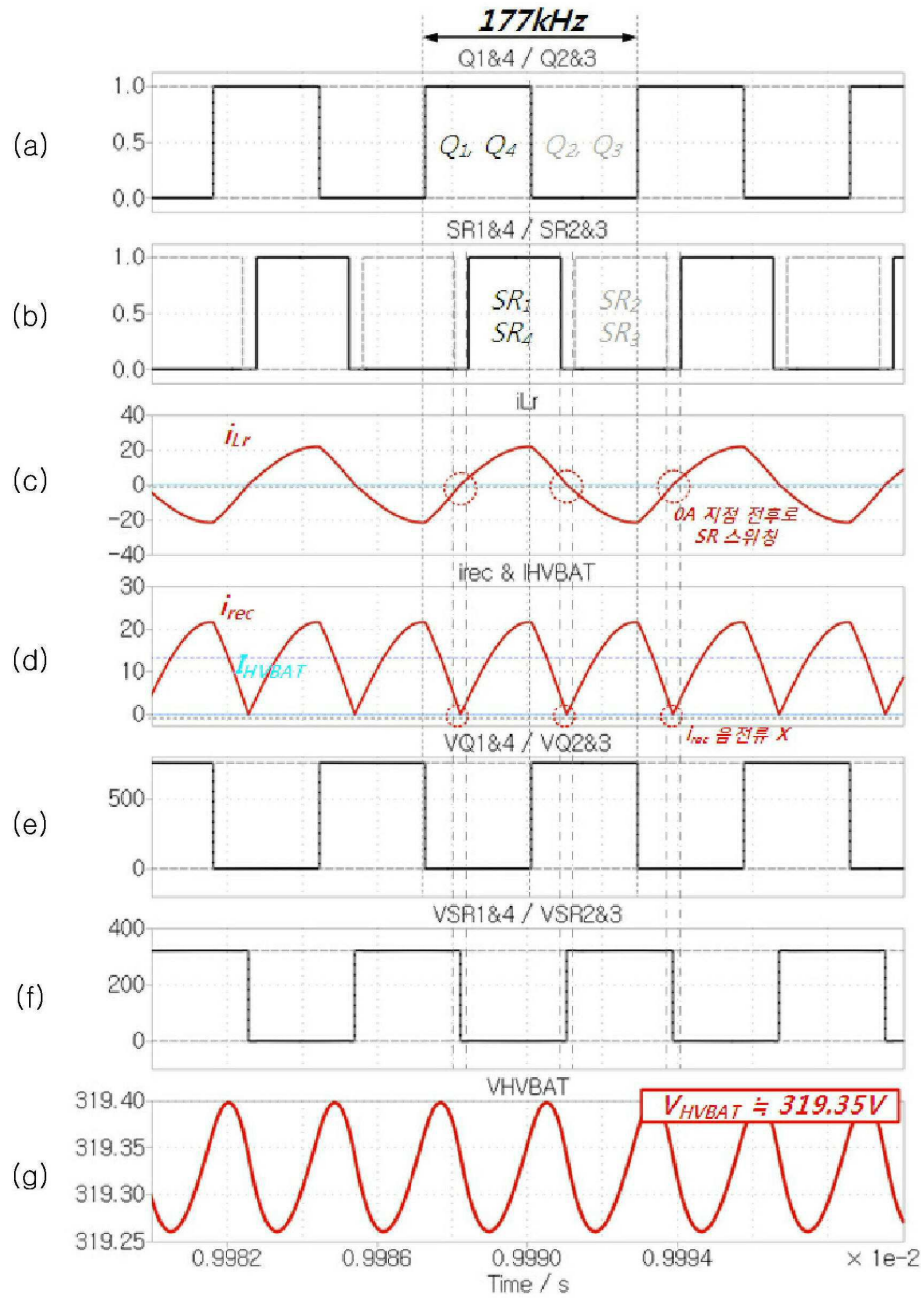
도면8



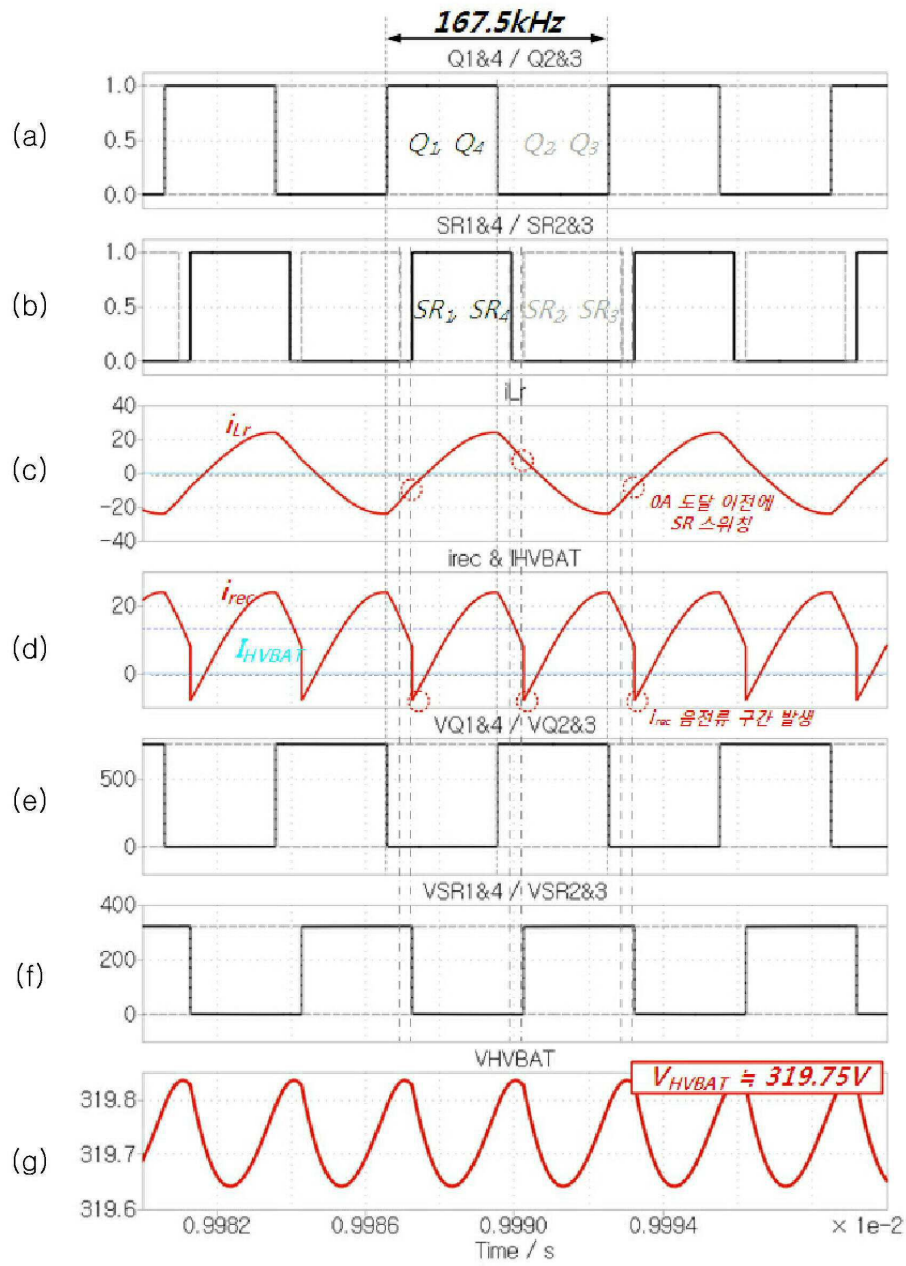
도면9



도면10



도면11



도면12

