



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0126891
(43) 공개일자 2022년09월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02M 3/158 (2006.01)

(52) CPC특허분류
H02M 3/1582 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0031168

(22) 출원일자 2021년03월10일

심사청구일자 2021년03월24일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)

(72) 발명자

김재국

인천광역시 남동구 아암대로1503번길 21, 1005동 1704호(논현동, 에코메트로 10블록 한화 꿈에그린 아파트)

안재현

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

(74) 대리인

네이트특허법인

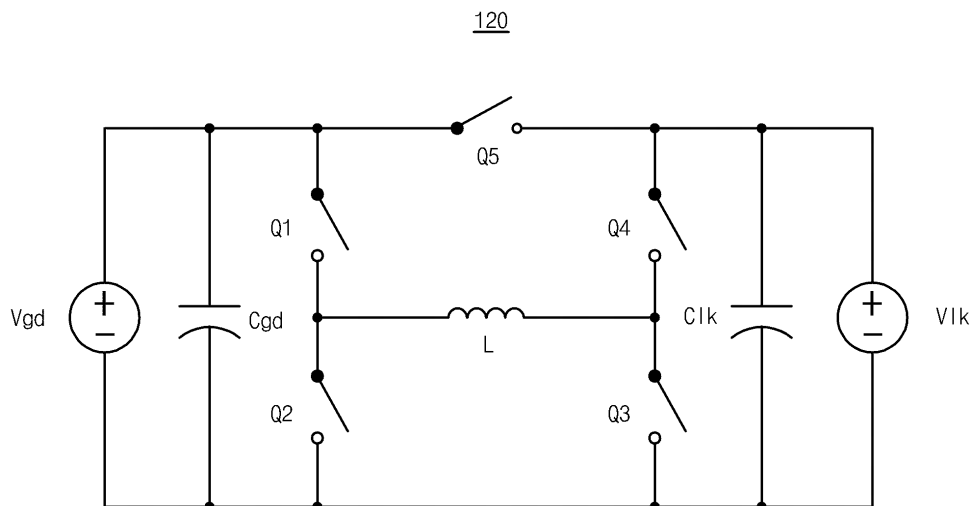
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 4 스위치 벡-부스트 컨버터 및 이를 포함하는 직류배전 링크전압 가변 시스템

(57) 요약

본 발명은, 직류 그리드전압에 연결되는 그리드 커패시터와; 상기 직류 그리드전압의 양극과 상기 그리드 커패시터의 제1전극에 연결되는 제1스위치와; 상기 직류 그리드전압의 음극과 상기 그리드 커패시터의 제2전극에 연결되는 제2스위치와; 상기 제2스위치와 상기 그리드 커패시터의 제2전극에 연결되는 제3스위치와; 상기 제3스위치에 연결되는 제4스위치와; 상기 제1 및 제4스위치 사이에 연결되는 제5스위치와; 상기 제1 및 제2스위치 사이와 상기 제3 및 제4스위치 사이에 연결되는 인덕터와; 상기 제3 및 제4스위치와 가변 직류 링크전압에 연결되는 링크 커패시터를 포함하는 4 스위치 벡-부스트 컨버터를 제공한다.

대표도 - 도5



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711099244
과제번호	61359-1
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	제도약연구(신진연구)
연구과제명	AC/DC 배전에서 모두 호환 가능한 고효율 다중 입력 전력변환 회로에 관한 연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	인하대학교
연구기간	2019.09.01 ~ 2020.08.31

명세서

청구범위

청구항 1

직류 그리드전압에 연결되는 그리드 커패시터와;
 상기 직류 그리드전압의 양극과 상기 그리드 커패시터의 제1전극에 연결되는 제1스위치와;
 상기 직류 그리드전압의 음극과 상기 그리드 커패시터의 제2전극에 연결되는 제2스위치와;
 상기 제2스위치와 상기 그리드 커패시터의 제2전극에 연결되는 제3스위치와;
 상기 제3스위치에 연결되는 제4스위치와;
 상기 제1 및 제4스위치 사이에 연결되는 제5스위치와;
 상기 제1 및 제2스위치 사이와 상기 제3 및 제4스위치 사이에 연결되는 인덕터와;
 상기 제3 및 제4스위치와 가변 직류 링크전압에 연결되는 링크 커패시터
 를 포함하는 4 스위치 벡-부스트 컨버터.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 제1모드에서, 상기 제1 및 제2스witch는 주기적 및 상보적으로 스위칭 되고, 상기 제3 및 제5스위치의 오프 상태를 갖고, 상기 제4스witch는 온 상태를 갖고, 상기 가변 직류 링크전압은 상기 직류 그리드전압보다 작은 4 스위치 벡-부스트 컨버터.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
 제2모드에서, 상기 제3 및 제4스witch는 주기적 및 상보적으로 스위칭 되고, 상기 제2 및 제5스위치의 오프 상태를 갖고, 상기 제1스switch는 온 상태를 갖고, 상기 가변 직류 링크전압은 상기 직류 그리드전압보다 큰 4 스위치 벡-부스트 컨버터.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
 제3모드에서, 상기 제1 내지 제4스switch는 오프 상태를 갖고, 상기 제5스switch는 온 상태를 갖고, 상기 가변 직류 링크전압은 상기 직류 그리드전압과 동일한 4 스위치 벡-부스트 컨버터.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
 제4모드에서, 상기 가변 직류 링크전압의 에너지가 상기 직류 그리드전압 측으로 전달되는 4 스위치 벡-부스트 컨버터.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 제4모드에서, 상기 가변 직류 링크전압은 강압되거나 승압되거나 그대로 유지되어 상기 직류 그리드전압으로 출력되는 4 스위치 벡-부스트 컨버터.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제1스위치의 제1전극은 상기 직류 그리드전압의 양극, 상기 그리드 커패시터의 제1전극, 상기 제5스위치의 제1전극에 연결되고,

상기 제1스위치의 제2전극은 상기 인덕터의 제1전극, 상기 제2스위치의 제1전극에 연결되고,

상기 제2스위치의 제1전극은 상기 인덕터의 제1전극, 상기 제1스위치의 제2전극에 연결되고,

상기 제2스위치의 제2전극은 상기 직류 그리드전압의 음극, 상기 그리드 커패시터의 제2전극, 상기 제3스위치의 제2전극, 상기 링크 커패시터의 제2전극, 상기 가변 직류 링크전압의 음극에 연결되고,

상기 제3스위치의 제1전극은 상기 인덕터의 제2전극, 상기 제4스위치의 제2전극에 연결되고,

상기 제3스위치의 제2전극은 상기 직류 그리드전압의 음극, 상기 그리드 커패시터의 제2전극, 상기 제2스위치의 제2전극, 상기 링크 커패시터의 제2전극, 상기 가변 직류 링크전압의 음극에 연결되고,

상기 제4스위치의 제1전극은 상기 제5스위치의 제2전극, 상기 링크 커패시터의 제1전극, 상기 가변 직류 링크전압의 양극에 연결되고,

상기 제4스위치의 제2전극은 상기 인덕터의 제2전극, 상기 제3스위치의 제1전극에 연결되고,

상기 제5스위치의 제1전극은 상기 직류 그리드전압의 양극, 상기 그리드 커패시터의 제1전극, 상기 제1스위치의 제1전극에 연결되고,

상기 제5스위치의 제2전극은 상기 제4스위치의 제1전극, 상기 링크 커패시터의 제1전극, 상기 가변 직류 링크전압의 양극에 연결되는 4 스위치 벡-부스트 컨버터.

청구항 8

직류 그리드에 연결되는 직류 링크와;

상기 직류 링크에 연결되어 직류 그리드전압을 입력 받아 가변 직류 링크전압을 출력하는 4 스위치 벡-부스트 컨버터와;

상기 4 스위치 벡-부스트 컨버터에 연결되는 다수의 부하

를 포함하고,

상기 4 스위치 벡-부스트 컨버터는,

상기 직류 그리드전압에 연결되는 직류 링크그리드 커패시터와;

상기 직류 그리드전압의 양극과 상기 그리드 커패시터의 제1전극에 연결되는 제1스위치와;

상기 직류 그리드전압의 음극과 상기 그리드 커패시터의 제2전극에 연결되는 제2스위치와;

상기 제2스위치와 상기 그리드 커패시터의 제2전극에 연결되는 제3스위치와;

상기 제3스위치에 연결되는 제4스위치와;

상기 제1 및 제4스위치 사이에 연결되는 제5스위치와;

상기 제1 및 제2스위치 사이와 상기 제3 및 제4스위치 사이에 연결되는 인덕터와;
상기 제3 및 제4스위치와 상기 가변 직류 링크전압에 연결되는 링크 커패시터
를 포함하는 직류배전 링크전압 가변 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 4 스위치 벡-부스트 컨버터에 관한 것으로, 특히 링크전압 조정 및 양방향 동작이 가능한 4 스위치 벡-부스트 컨버터 및 이를 포함하는 직류배전 링크전압 가변 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 직류배전 시스템에서는, 직류 그리드(DC grid)와 직류 링크(DC link)가 서로 연결되어 직류 링크전압은 직류 그리드전압과 동일한 값을 갖는다. 이러한 직류배전 시스템에서는, 교류배전 시스템에 비하여 전력변환 스테이지의 개수가 감소하여 에너지 변환효율이 향상된다. 그런데, 이러한 직류배전 시스템에서는, 부하(load)의 링크전압이 그리드전압으로 고정됨에 따라 모든 부하가 직류 링크전압을 입력전압으로 고려하여 설계되므로, 부하의 효율을 최적화하기 어려운 문제가 있다. 즉, 가정에서 사용되는 다양한 부하는, 상대적으로 높은 링크전압에서 높은 효율을 가지거나 상대적으로 낮은 링크전압에서 높은 효율을 가지므로, 직류 링크전압이 직류 그리드전압과 동일한 기존의 직류배전 시스템에서는 가정의 다수의 부하 중 일부 부하에만 효율적이고 나머지 부하에는 비효율적일 수 있다.

[0003] 도 1은 종래의 직류배전 시스템을 도시한 도면이다.

[0004] 도 1에 도시한 바와 같이, 종래의 직류배전 시스템(10)은, 직류 그리드, 직류 링크, 다수의 부하를 포함한다.

[0005] 외부의 전력은 직류 그리드, 직류 링크를 통하여 가정의 세탁기, 냉장고, 발광다이오드(LED), 텔레비전(TV), 컴퓨터(PC)와 같은 다수의 부하에 공급된다.

[0006] 여기서, 직류 링크전압은 직류 그리드전압으로 고정되므로, 다수의 부하인 다수의 제품은 직류 그리드전압을 입력전압으로 설정하여 설계된다.

[0007] 도 2는 종래의 직류배전 시스템(10)의 제품1 내지 제품3의 직류 링크전압에 따른 효율을 도시한 도면이고, 도 3은 종래의 직류배전 시스템(10)의 제품4의 직류 링크전압에 따른 효율을 도시한 도면으로, 도 1을 함께 참조하여 설명한다.

[0008] 도 2에 도시한 바와 같이, 약 380V 내지 약 390V의 직류 그리드전압 및 직류 링크전압을 갖는 종래의 직류배전 시스템(10)에서 제품1 내지 제품3은 각각 약 500W 출력을 갖는데, 제품1 내지 제품3 모두 입력전압이 높아질수록 효율이 증가하며, 그 결과 제품1 내지 제품3은 각각 직류 링크전압인 약 380V 내지 약 390V보다 높은 전압범위의 입력전압에서 더 큰 효율을 갖는다.

[0009] 도 3에 도시한 바와 같이, 약 380V 내지 약 390V의 직류 그리드전압 및 직류 링크전압을 갖는 종래의 직류배전 시스템(10)에서 제품4는 약 21W의 출력을 갖는데, 제품4는 입력전압이 높아질수록 효율이 감소하며, 그 결과 제품4는 직류 링크전압인 약 380V 내지 약 390V보다 낮은 전압범위의 입력전압에서 더 큰 효율을 갖는다.

[0010] 이와 같이, 종래의 직류배전 시스템(10)에서는, 다수의 부하인 다수의 제품이 다양한 내부 전력변환장치를 포함하고, 다양한 내부 전력변환장치가 직류 그리드전압과 상이한 입력전압에서 효율이 더 상승하는 경우가 있으며, 그 결과 다수의 부하의 효율이 최적화 되지 못하는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은, 상기한 문제점을 해결하고자 안출된 것으로, 다수의 부하를 고려하여 직류 링크전압을 조정함으로써, 다수의 부하의 효율이 각각 극대화 되는 4 스위치 벡-부스트 컨버터 및 이를 포함하는 직류배전 링크전압 가변 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0012] 그리고, 본 발명은, 직류 그리드와 다수의 부하 사이의 전력의 전달방향을 조정함으로써, 전력거래가 원활해지는 4 스위치 벅-부스트 컨버터 및 이를 포함하는 직류배전 링크전압 가변 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0013] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은, 직류 그리드전압에 연결되는 그리드 커패시터와; 상기 직류 그리드전압의 양극과 상기 그리드 커패시터의 제1전극에 연결되는 제1스위치와; 상기 직류 그리드전압의 음극과 상기 그리드 커패시터의 제2전극에 연결되는 제2스위치와; 상기 제2스위치와 상기 그리드 커패시터의 제2전극에 연결되는 제3스위치와; 상기 제3스위치에 연결되는 제4스위치와; 상기 제1 및 제4스위치 사이에 연결되는 제5스위치와; 상기 제1 및 제2스위치 사이와 상기 제3 및 제4스위치 사이에 연결되는 인덕터와; 상기 제3 및 제4스위치와 가변 직류 링크전압에 연결되는 링크 커패시터를 포함하는 4 스위치 벅-부스트 컨버터를 제공한다.

[0014] 그리고, 제1모드에서, 상기 제1 및 제2스witch는 주기적 및 상보적으로 스위칭 되고, 상기 제3 및 제5스위치의 오프 상태를 갖고, 상기 제4스witch는 온 상태를 갖고, 상기 가변 직류 링크전압은 상기 직류 그리드전압보다 작을 수 있다.

[0015] 또한, 제2모드에서, 상기 제3 및 제4스witch는 주기적 및 상보적으로 스위칭 되고, 상기 제2 및 제5스witch는 오프 상태를 갖고, 상기 제1스witch는 온 상태를 갖고, 상기 가변 직류 링크전압은 상기 직류 그리드전압보다 클 수 있다.

[0016] 그리고, 제3모드에서, 상기 제1 내지 제4스switch는 오프 상태를 갖고, 상기 제5스switch는 온 상태를 갖고, 상기 가변 직류 링크전압은 상기 직류 그리드전압과 동일 할 수 있다.

[0017] 또한, 제4모드에서, 상기 가변 직류 링크전압의 에너지가 상기 직류 그리드전압 측으로 전달될 수 있다.

[0018] 그리고, 상기 제4모드에서, 상기 가변 직류 링크전압은 강압되거나 승압되거나 그대로 유지되어 상기 직류 그리드전압으로 출력 될 수 있다.

[0019] 또한, 상기 제1스switch의 제1전극은 상기 직류 그리드전압의 양극, 상기 그리드 커패시터의 제1전극, 상기 제5스switch의 제1전극에 연결되고, 상기 제1스switch의 제2전극은 상기 인덕터의 제1전극, 상기 제2스switch의 제1전극에 연결되고, 상기 제2스switch의 제1전극은 상기 인덕터의 제1전극, 상기 제1스switch의 제2전극에 연결되고, 상기 제2스switch의 제2전극은 상기 직류 그리드전압의 음극, 상기 그리드 커패시터의 제2전극, 상기 제3스switch의 제2전극, 상기 링크 커패시터의 제2전극, 상기 가변 직류 링크전압의 음극에 연결되고, 상기 제3스switch의 제1전극은 상기 인덕터의 제2전극, 상기 제4스switch의 제2전극에 연결되고, 상기 제3스switch의 제2전극은 상기 직류 그리드전압의 음극, 상기 그리드 커패시터의 제2전극, 상기 제2스switch의 제2전극, 상기 링크 커패시터의 제2전극, 상기 가변 직류 링크전압의 음극에 연결되고, 상기 제4스switch의 제1전극은 상기 제5스switch의 제2전극, 상기 링크 커패시터의 제1전극, 상기 가변 직류 링크전압의 양극에 연결되고, 상기 제4스switch의 제2전극은 상기 인덕터의 제2전극, 상기 제3스switch의 제1전극에 연결되고, 상기 제5스switch의 제1전극은 상기 직류 그리드전압의 양극, 상기 그리드 커패시터의 제1전극, 상기 제1스switch의 제1전극에 연결되고, 상기 제5스switch의 제2전극은 상기 제4스switch의 제1전극, 상기 링크 커패시터의 제1전극, 상기 가변 직류 링크전압의 양극에 연결 될 수 있다.

[0020] 한편, 본 발명은, 직류 그리드에 연결되는 직류 링크와; 상기 직류 링크에 연결되어 직류 그리드전압을 입력 받아 가변 직류 링크전압을 출력하는 4 스위치 벅-부스트 컨버터와; 상기 4 스위치 벅-부스트 컨버터에 연결되는 다수의 부하를 포함하고, 상기 4 스위치 벅-부스트 컨버터는, 상기 직류 그리드전압에 연결되는 직류 링크그리드 커패시터와; 상기 직류 그리드전압의 양극과 상기 그리드 커패시터의 제1전극에 연결되는 제1스위치와; 상기 직류 그리드전압의 음극과 상기 그리드 커패시터의 제2전극에 연결되는 제2스위치와; 상기 제2스위치와 상기 그리드 커패시터의 제2전극에 연결되는 제3스위치와; 상기 제3스위치에 연결되는 제4스위치와; 상기 제1 및 제4스위치 사이에 연결되는 제5스위치와; 상기 제1 및 제2스위치 사이와 상기 제3 및 제4스위치 사이에 연결되는 인덕터와; 상기 제3 및 제4스위치와 상기 가변 직류 링크전압에 연결되는 링크 커패시터를 포함하는 직류배전 링크전압 가변 시스템을 제공한다.

발명의 효과

[0021] 본 발명은, 다수의 부하를 고려하여 직류 링크전압을 조정함으로써, 다수의 부하의 효율이 각각 극대화 되는 효과를 갖는다.

[0022] 그리고, 본 발명은, 직류 그리드와 다수의 부하 사이의 전력의 전달방향을 조정함으로써, 전력거래가 원활해지는 효과를 갖는다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 종래의 직류배전 시스템을 도시한 도면.
 도 2는 종래의 직류배전 시스템(10)의 제품1 내지 제품3의 직류 링크전압에 따른 효율을 도시한 도면.
 도 3은 종래의 직류배전 시스템(10)의 제품4의 직류 링크전압에 따른 효율을 도시한 도면.
 도 4는 본 발명의 제1실시예에 따른 직류배전 링크전압 가변 시스템(110)을 도시한 도면.
 도 5는 본 발명의 제1실시예에 따른 4 스위치 벡-부스트 컨버터(120)를 도시한 도면.
 도 6a 내지 도 6d는 각각 본 발명의 제1실시예에 따른 4 스위치 벡-부스트 컨버터(120)의 제1 내지 제4모드에서의 동작상태를 도시한 도면.
 도 7a 내지 도 7c는 각각 본 발명의 제1실시예에 따른 4 스위치 벡-부스트 컨버터(120)의 제1 내지 제3모드에서의 다수의 전압의 파형을 도시한 도면.
 도 8은 본 발명의 제2실시예에 따른 4 스위치 벡-부스트 컨버터를 도시한 도면.
 도 9는 본 발명의 제3실시예에 따른 4 스위치 벡-부스트 컨버터를 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이하, 본 발명의 구체적인 내용을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0025] 도 4는 본 발명의 제1실시예에 따른 직류배전 링크전압 가변 시스템(110)을 도시한 도면이다.

[0026] 도 4에 도시한 바와 같이, 본 발명의 제1실시예에 따른 직류배전 링크전압 가변 시스템(110)은, 직류 그리드(미도시), 직류 링크, 4 스위치 벡-부스트 컨버터(120), 다수의 부하를 포함한다.

[0027] 외부의 전력은 직류 그리드, 직류 링크, 4 스위치 벡-부스트 컨버터(120)를 통하여 가정의 세탁기, 냉장고, 발광다이오드(LED), 텔레비전(TV), 컴퓨터(PC)와 같은 다수의 부하에 공급된다.

[0028] 직류 링크의 직류 링크전압은 직류 그리드의 직류 그리드전압과 동일하며, 직류 그리드전압은 4 스위치 벡-부스트 컨버터(120)에 입력된다.

[0029] 4 스위치 벡-부스트 컨버터(120)는 입력된 직류 그리드전압을 가변 직류 링크전압으로 변환하여 다수의 부하로 출력할 수 있는데, 가변 직류 링크전압은 다수의 부하가 최대 효율을 갖는 전압으로 설정될 수 있다.

[0030] 예를 들어, 4 스위치 벡-부스트 컨버터(120)는, 직류 그리드전압을 승압하여 다수의 부하 중 상대적으로 높은 전압범위에서 더 큰 효율을 갖는 제품에 공급하고, 직류 그리드전압을 강압하여 다수의 부하 중 상대적으로 낮은 전압범위에서 더 큰 효율을 갖는 제품에 공급하고, 직류 그리드전압을 그대로 유지하여 다수의 부하 중 직류 그리드전압에서 더 큰 효율을 갖는 제품에 공급할 수 있다.

[0031] 그리고, 4 스위치 벡-부스트 컨버터(120)는, 다수의 부하의 전력을 직류 링크로 출력하여 전력거래가 가능하도록 할 수 있다.

[0032] 4 스위치 벡-부스트 컨버터(120)의 구체적 구성을 도면을 참조하여 설명한다.

[0033] 도 5는 본 발명의 제1실시예에 따른 4 스위치 벡-부스트 컨버터(120)를 도시한 도면으로, 도 4를 함께 참조하여 설명한다.

[0034] 도 5에 도시한 바와 같이, 본 발명의 제1실시예에 따른 4 스위치 벡-부스트 컨버터(120)는, 직류 그리드전압(V_{gd})을 입력 받아 가변 직류 링크전압(V_{lk})을 출력하거나, 가변 직류 링크전압(V_{lk})을 입력 받아 직류 그리드전압(V_{gd})을 출력하고, 이를 위하여 그리드 커패시터(C_{gd}), 제1 내지 제5스위치(Q1 내지 Q5), 인덕터(L), 링크 커패시터(C_{lk})를 포함한다.

[0035] 그리드 커패시터(C_{gd})의 제1 및 제2전극은 각각 직류 그리드전압(V_{gd})의 양극 및 음극에 연결된다.

[0036] 제1스위치(Q1)의 제1전극은 직류 그리드전압(V_{gd})의 양극과 그리드 커패시터(C_{gd})의 제1전극에 연결되고, 제1스

위치(Q1)의 제2전극은 인덕터(L)의 제1전극과 제2스위치(Q2)의 제1전극에 연결된다.

- [0037] 제2스위치(Q2)의 제1전극은 제1스위치(Q1)의 제2전극과 인덕터(L)의 제1전극에 연결되고, 제2스위치(Q2)의 제2전극은 직류 그리드전압(Vgd)의 음극과 그리드 커패시터(Cgd)의 제2전극에 연결된다.
- [0038] 제3스위치(Q3)의 제1전극은 제4스위치(Q4)의 제2전극과 인덕터(L)의 제2전극에 연결되고, 제3스위치(Q3)의 제2전극은 링크 커패시터(Clk)의 제2전극과 가변 직류 링크전압(Vlk)의 음극에 연결된다.
- [0039] 그리고, 제2스위치(Q2)의 제2전극과 제3스위치(Q3)의 제2전극은 서로 연결된다.
- [0040] 제4스위치(Q4)의 제1전극은 링크 커패시터(Clk)의 제1전극과 가변 직류 링크전압(Vlk)의 양극에 연결되고, 제4스위치(Q4)의 제2전극은 인덕터(L)의 제2전극과 제3스위치(Q3)의 제1전극에 연결된다.
- [0041] 제5스위치(Q5)의 제1전극은 제1스위치(Q1)의 제1전극에 연결되고, 제5스위치(Q5)의 제2전극은 제4스위치(Q4)의 제1전극에 연결된다.
- [0042] 인덕터(L)의 제1전극은 제1스위치(Q1)의 제2전극과 제2스위치(Q2)의 제1전극에 연결되고, 인덕터(L)의 제2전극은 제4스위치(Q4)의 제2전극과 제3스위치(Q3)의 제1전극에 연결된다.
- [0043] 링크 커패시터(Clk)의 제1 및 제2전극은 각각 가변 직류 링크전압(Vlk)의 양극 및 음극에 연결된다.
- [0044] 4 스위치 벡-부스트 컨버터(120)는 제1 내지 제4모드로 동작하는데, 이를 도면을 참조하여 설명한다.
- [0045] 도 6a 내지 도 6d는 각각 본 발명의 제1실시예에 따른 4 스위치 벡-부스트 컨버터(120)의 제1 내지 제4모드에서의 동작상태를 도시한 도면이고, 도 7a 내지 도 7c는 각각 본 발명의 제1실시예에 따른 4 스위치 벡-부스트 컨버터(120)의 제1 내지 제3모드에서의 다수의 전압의 파형을 도시한 도면으로, 도 4 및 도 5를 함께 참조하여 설명한다.
- [0046] 도 7a 내지 도 7c에서, 직류 그리드전압(Vgd)은 약 380V이고, 인덕터(L)는 약 200 μ H이고, 링크 커패시터(Clk)는 약 2 μ F이고, 제1 및 제2스위치(Q1, Q2)의 스위칭 주파수는 약 80kHz이고, 출력은 약 200W 일 수 있다.
- [0047] 도 6a에 도시한 바와 같이, 직류 그리드전압(Vgd)을 강압시켜 출력하는 벡(buck) 모드인 제1모드에서, 제1 및 제2스위치(Q1, Q2)는, 각각 주기적으로 스위칭 되어 온(on) 상태 및 오프(off) 상태를 교대로 갖는데, 서로 상보적(complementary)으로 스위칭 되어 제1스위치(Q1)가 온 상태를 가질 때 제2스위치(Q2)는 오프 상태를 갖고 제1스위치(Q1)가 오프 상태를 가질 때 제2스위치(Q2)는 온 상태를 갖는다.
- [0048] 제3 및 제5스위치(Q3, Q5)는 지속적으로 오프 상태를 갖는다.
- [0049] 제4스위치(Q4)는, 지속적으로 온 상태를 갖고, 제1 및 제2스위치(Q1, Q2)의 스위칭 동작을 통하여 직류 그리드전압(Vgd) 측의 에너지를 가변 직류 링크전압(Vlk) 측으로 전달한다.
- [0050] 구체적으로, 도 7a에 도시한 바와 같이, 제1스위치(Q1)의 제1게이트전압(Vgs(Q1))이 하이레벨(약 1V)을 갖고 제2스위치(Q2)의 제2게이트전압(Vgs(Q2))이 로우레벨(약 0V)을 갖는 제11구간(T11) 동안, 제1스위치(Q1)는 온 상태를 갖고 제2스위치(Q2)는 오프 상태를 갖는다.
- [0051] 이에 따라, 제11구간(T11) 동안, 가변 직류 링크전압(Vlk)은 중간값(약 222V)으로부터 최저값(약 215V)으로 감소하다가 다시 중간값(약 222V)으로 증가하고, 인덕터(L)의 인덕터 전류(I(L))는 음의 값(약 -4A)으로부터 양의 값(약 +6A)으로 변화한다.
- [0052] 제1스위치(Q1)의 제1게이트전압(Vgs(Q1))이 로우레벨(약 0V)을 갖고 제2스위치(Q2)의 제2게이트전압(Vgs(Q2))이 하이레벨(약 1V)을 갖는 제12구간(T12) 동안, 제1스위치(Q1)는 오프 상태를 갖고 제2스위치(Q2)는 온 상태를 갖는다.
- [0053] 이에 따라, 제12구간(T12) 동안, 가변 직류 링크전압(Vlk)은 중간값(약 222V)으로부터 최대값(약 227V)으로 증가하다가 다시 중간값(약 222V)으로 감소하고, 인덕터(L)의 인덕터 전류(I(L))는 양의 값(약 +6A)으로부터 음의 값(약 -4A)으로 변화한다.
- [0054] 제11 및 제12구간(T11, T12)은 주기적으로 반복되는데, 제11 및 제12구간(T11, T12) 동안, 제3 및 제5스위치(Q3, Q5)의 제3 및 제5게이트전압(Vgs(Q3), Vgs(Q5))은 로우레벨(약 0V)을 가져서 제3 및 제5스위치(Q3, Q5)는 오프 상태를 갖고, 제4스위치(Q4)의 제4게이트전압(Vgs(Q4))은 하이레벨(약 1V)를 가져서 제4스위치(Q4)는 온 상태를 갖는다.

- [0055] 도 7a에서는 파형 구분을 위하여, 동일한 로우레벨(약 0V)을 갖는 제3 및 제5게이트전압($V_{gs}(Q3)$, $V_{gs}(Q5)$)을 서로 다르게 표시하고, 하이레벨(약 1V)을 갖는 제4게이트전압($V_{gs}(Q4)$)을 반분하여 $1/2$ 의 제4게이트전압($V_{gs}(Q4)/2$)으로 표시한다.
- [0056] 결과적으로, 4 스위치 벅-부스터 컨버터(120)는, 벅 모드인 제1모드에서, 약 380V의 직류 그리드전압(V_{gd})을 강압하여 약 215V 내지 약 227V(평균 약 220V)의 가변 직류 링크전압(V_{lk})으로 출력한다.
- [0057] 도 6b에 도시한 바와 같이, 직류 그리드전압(V_{gd})을 승압시켜 출력하는 부스트(boost) 모드인 제2모드에서, 제3 및 제4스위치($Q3$, $Q4$)는, 각각 주기적으로 스위칭 되어 온(on) 상태 및 오프(off) 상태를 교대로 갖는데, 서로 상보적(complementary)으로 스위칭 되어 제3스위치($Q3$)가 온 상태를 가질 때 제4스위치($Q4$)는 오프 상태를 갖고 제3스위치($Q3$)가 오프 상태를 가질 때 제4스위치($Q4$)는 온 상태를 갖는다.
- [0058] 제2 및 제5스위치($Q2$, $Q5$)는 지속적으로 오프 상태를 갖는다.
- [0059] 제1스위치($Q1$)는, 지속적으로 온 상태를 갖고, 제3 및 제4스위치($Q3$, $Q4$)의 스위칭 동작을 통하여 직류 그리드전압(V_{gd}) 측의 에너지를 가변 직류 링크전압(V_{lk}) 측으로 전달한다.
- [0060] 구체적으로, 도 7b에 도시한 바와 같이, 제3스위치($Q3$)의 제3게이트전압($V_{gs}(Q3)$)이 하이레벨(약 1V)을 갖고 제4스위치($Q4$)의 제4게이트전압($V_{gs}(Q4)$)이 로우레벨(약 0V)을 갖는 제21구간($T21$) 동안, 제3스위치($Q3$)는 온 상태를 갖고 제4스위치($Q4$)는 오프 상태를 갖는다.
- [0061] 이에 따라, 제21구간($T21$) 동안, 가변 직류 링크전압(V_{lk})은 중간값(약 419.25V)으로부터 최저값(약 418.755V)으로 감소하고, 인덕터(L)의 인덕터 전류($I(L)$)는 음의 값(약 -0.5A)으로부터 양의 값(약 +1.75A)으로 변화한다.
- [0062] 제3스위치($Q3$)의 제3게이트전압($V_{gs}(Q3)$)이 로우레벨(약 0V)을 갖고 제4스위치($Q4$)의 제4게이트전압($V_{gs}(Q4)$)이 하이레벨(약 1V)을 갖는 제22구간($T22$) 동안, 제3스위치($Q3$)는 오프 상태를 갖고 제4스위치($Q4$)는 온 상태를 갖는다.
- [0063] 이에 따라, 제22구간($T22$) 동안, 가변 직류 링크전압(V_{lk})은 최저값(약 418.755V)으로부터 최대값(약 420.5V)으로 증가하다가 다시 중간값(약 419.25V)으로 감소하고, 인덕터(L)의 인덕터 전류($I(L)$)는 양의 값(약 +1.75A)으로부터 음의 값(약 -0.5A)으로 변화한다.
- [0064] 제21 및 제22구간($T21$, $T22$)은 주기적으로 반복되는데, 제21 및 제22구간($T21$, $T22$) 동안, 제2 및 제5스위치($Q2$, $Q5$)의 제2 및 제5게이트전압($V_{gs}(Q2)$, $V_{gs}(Q5)$)은 로우레벨(약 0V)을 가져서 제2 및 제5스위치($Q2$, $Q5$)는 오프 상태를 갖고, 제1스위치($Q1$)의 제1게이트전압($V_{gs}(Q1)$)은 하이레벨(약 1V)을 가져서 제1스위치($Q1$)는 온 상태를 갖는다.
- [0065] 도 7b에서는 파형 구분을 위하여, 동일한 로우레벨(약 0V)을 갖는 제2 및 제5게이트전압($V_{gs}(Q2)$, $V_{gs}(Q5)$)을 서로 다르게 표시하고, 하이레벨(약 1V)을 갖는 제1게이트전압($V_{gs}(Q1)$)을 반분하여 $1/2$ 의 제1게이트전압($V_{gs}(Q1)/2$)으로 표시한다.
- [0066] 결과적으로, 4 스위치 벅-부스터 컨버터(120)는, 부스트 모드인 제2모드에서, 약 380V의 직류 그리드전압(V_{gd})을 승압하여 약 418.75V 내지 약 420.5V(평균 약 420V)의 가변 직류 링크전압(V_{lk})으로 출력한다.
- [0067] 도 6c에 도시한 바와 같이, 직류 그리드전압(V_{gd})을 그대로 유지하여 출력하는 릴레이(relay) 모드인 제3모드에서, 제1 내지 제4스위치($Q1$ 내지 $Q4$)는 지속적으로 오프 상태를 갖는다.
- [0068] 제5스위치($Q5$)는, 지속적으로 온 상태를 갖고, 직류 그리드전압(V_{gd}) 측의 에너지를 그대로 가변 직류 링크전압(V_{lk}) 측으로 전달한다.
- [0069] 구체적으로, 도 7c에 도시한 바와 같이, 제3모드에서 제1 내지 제4스위치($Q1$ 내지 $Q4$)의 제1 내지 제4게이트전압($V_{gs}(Q1)$ 내지 $V_{gs}(Q4)$)이 로우레벨(약 0V)을 갖고 제1 내지 제4스위치($Q1$ 내지 $Q4$)는 오프 상태를 갖고, 제5게이트전압($V_{gs}(Q5)$)이 하이레벨(약 1V)을 갖고 제5스위치($Q5$)는 온 상태를 갖는다.
- [0070] 이에 따라, 제3모드 동안, 가변 직류 링크전압(V_{lk})은 직류 그리드전압과 동일한 값(약 380V)으로 유지되고, 인덕터(L)의 인덕터 전류($I(L)$)는 0A로 유지된다.
- [0071] 도 7c에서는 파형 구분을 위하여, 동일한 로우레벨(약 0V)을 갖는 제1 내지 제4게이트전압($V_{gs}(Q1)$ 내지 $V_{gs}(Q4)$)을 서로 다르게 표시한다.

- [0072] 결과적으로, 4 스위치 벅-부스트 컨버터(120)는, 릴레이 모드인 제3모드에서, 약 380V의 직류 그리드전압(Vgd)을 그대로 유지하여 약 380V의 가변 직류 링크전압(Vlk)으로 출력한다.
- [0073] 도 6d에 도시한 바와 같이, 리버스(reverse) 모드인 제4모드에서, 가변 직류 링크전압(Vlk) 측의 에너지를 직류 그리드전압(Vgd) 측으로 전달한다.
- [0074] 예를 들어, 4 스위치 벅-부스트 컨버터(120)는, 가변 직류 링크전압(Vlk)을 승압하거나, 가변 직류 링크전압(Vlk)을 강압하거나, 가변 직류 링크전압(Vlk)을 그대로 유지하여 직류 그리드전압(Vgd)으로 출력할 수 있다.
- [0075] 구체적으로, 제4모드의 벅 모드에서, 제3 및 제4스위치(Q3, Q4)는 주기적 및 상보적으로 스위칭 되고, 제2 및 제5스위치(Q2, Q5)는 지속적으로 오프 상태를 갖고, 제1스위치(Q1)는 지속적으로 온 상태를 갖고, 4 스위치 벅-부스트 컨버터(120)는 제3 및 제4스위치(Q3, Q4)의 스위칭 동작을 통하여 가변 직류 링크전압(Vlk)을 강압하여 직류 그리드전압(Vgd)으로 출력한다.
- [0076] 제4모드의 부스트 모드에서, 제1 및 제2스위치(Q1, Q2)는 주기적 및 상보적으로 스위칭 되고, 제3 및 제5스위치(Q3, Q5)는 지속적으로 오프 상태를 갖고, 제4스위치(Q4)는 지속적으로 온 상태를 갖고, 4 스위치 벅-부스트 컨버터(120)는 제1 및 제2스위치(Q1, Q2)의 스위칭 동작을 통하여 가변 직류 링크전압(Vlk)을 승압하여 직류 그리드전압(Vgd)으로 출력한다.
- [0077] 제4모드의 릴레이 모드에서, 제1 내지 제4스위치(Q1 내지 Q4)는 지속적으로 오프 상태를 갖고, 제5스위치(Q5)는 지속적으로 온 상태를 갖고, 4 스위치 벅-부스트 컨버터(120)는 온 상태의 제5스위치(Q5)를 통하여 가변 직류 링크전압(Vlk)을 그대로 유지하여 직류 그리드전압(Vgd)으로 출력한다.
- [0078] 도 8 및 도 9는 각각 본 발명의 제2 및 제3실시예에 따른 4 스위치 벅-부스트 컨버터를 도시한 도면으로, 제1실시예와 동일한 부분에 대한 설명은 생략한다.
- [0079] 도 8에 도시한 바와 같이, 본 발명의 제2실시예에 따른 4 스위치 벅-부스트 컨버터(220)는, 그리드 커패시터(Cgd), 제1 내지 제4트랜지스터(T1 내지 T4), 제5스위치(Q5), 인덕터(L), 링크 커패시터(Clk)를 포함한다.
- [0080] 제1 내지 제4트랜지스터(T1 내지 T4)는, 각각 제1실시예의 제1 내지 제4스위치(Q1 내지 Q4)에 대응되고, 각각 전계 효과 트랜지스터(field effect transistor: FET)로 이루어질 수 있다.
- [0081] 제5스위치(Q5)는 양극성 접합 트랜지스터(bipolar junction transistor: BJT)로 이루어질 수 있다.
- [0082] 도 9에 도시한 바와 같이, 본 발명의 제3실시예에 따른 4 스위치 벅-부스트 컨버터(320)는, 그리드 커패시터(Cgd), 제1 내지 제6트랜지스터(T1 내지 T6), 인덕터(L), 링크 커패시터(Clk)를 포함한다.
- [0083] 제1 내지 제4트랜지스터(T1 내지 T4)는, 각각 제1실시예의 제1 내지 제4스위치(Q1 내지 Q4)에 대응되고, 각각 전계 효과 트랜지스터(field effect transistor: FET)로 이루어질 수 있다.
- [0084] 제5 및 제6트랜지스터(T5, T6)는, 제1실시예의 제5스위치(Q5)에 대응되고, 각각 전계 효과 트랜지스터(field effect transistor: FET)로 이루어지고, 동일한 드레인전극 또는 동일한 소스전극이 서로 연결되는 백투백(back-to-back) 스위치의 형태로 연결될 수 있다.
- [0085] 이상과 같이, 본 발명의 실시예에 따른 4 스위치 벅-부스트 컨버터와 이를 포함하는 직류배전 링크전압 가변 시스템에서는, 직류 그리드전압을 승압하거나 강압하거나 그대로 유지하여 가변 직류 링크전압으로 출력하여 다수의 부하에 공급함으로써, 다수의 부하의 효율을 각각 극대화 할 수 있다.
- [0086] 여기서, 직류배전 링크전압 가변 시스템의 파워미터(power meter)와 같은 측정기를 이용하여 다수의 부하인 다수의 제품의 최적 효율에 대응되는 링크전압을 추적하여 다수의 목표 링크전압을 설정하고, 4 스위치 벅-부스트 컨버터가 다수의 목표 링크전압을 출력하여 다수의 부하에 각각 공급할 수 있다.
- [0087] 그리고, 본 발명의 실시예에 따른 4 스위치 벅-부스트 컨버터와 이를 포함하는 직류배전 링크전압 가변 시스템에서는, 가변 직류 링크전압을 승압하거나 강압하거나 그대로 유지하여 직류 그리드전압으로 출력함으로써, 전력거래를 원활히 수행할 수 있다.
- [0088] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

[0089]

110: 직류배전 링크전압 가변 시스템

120: 4 스위치 벡-부스트 컨버터

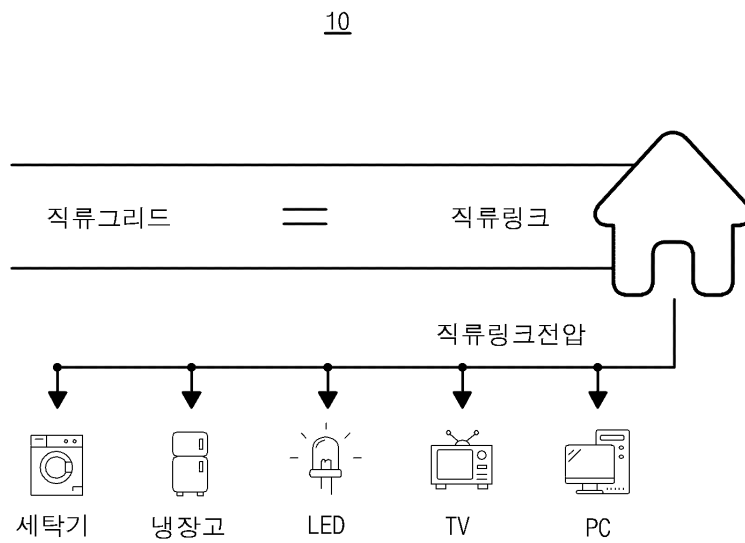
Vgd: 직류 그리드전압 Vlk: 가변 직류 링크전압

Cgd: 그리드 커패시터 Clk: 링크 커패시터

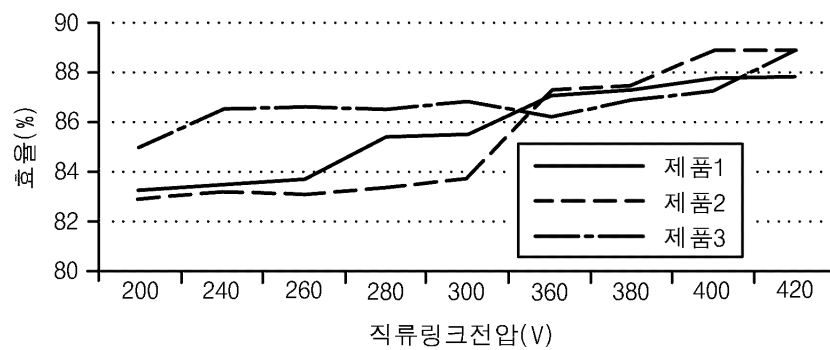
Q1 내지 Q5: 제1 내지 제5스위치 L: 인덕터

도면

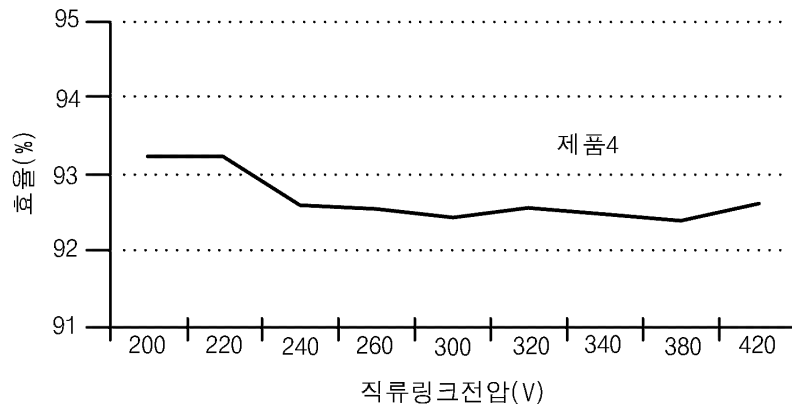
도면1



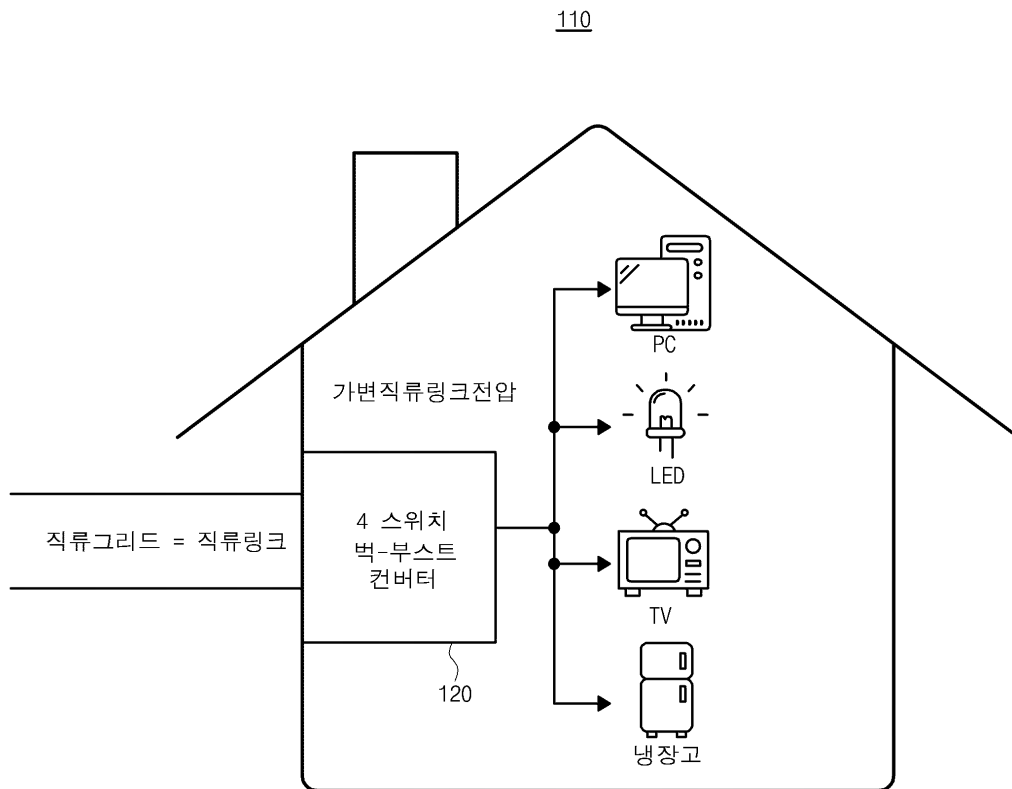
도면2



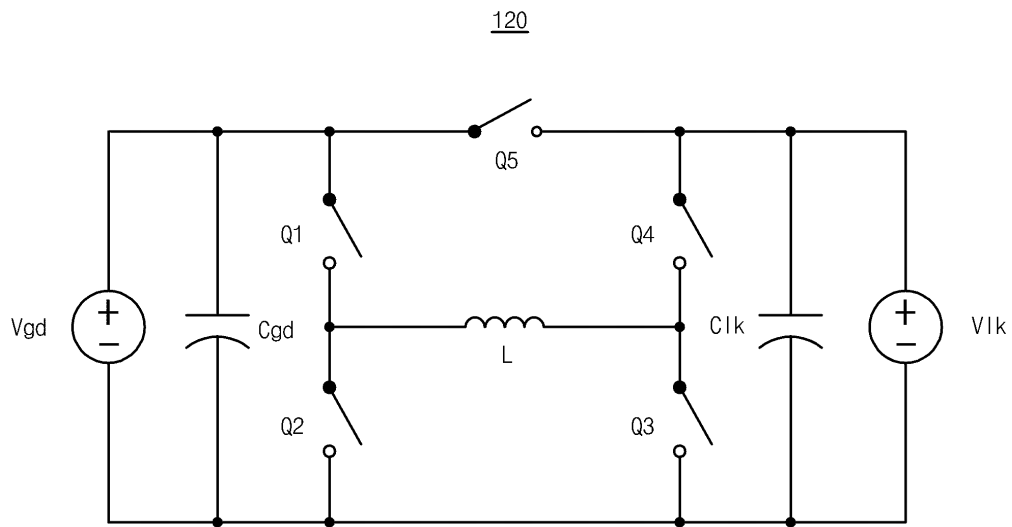
도면3



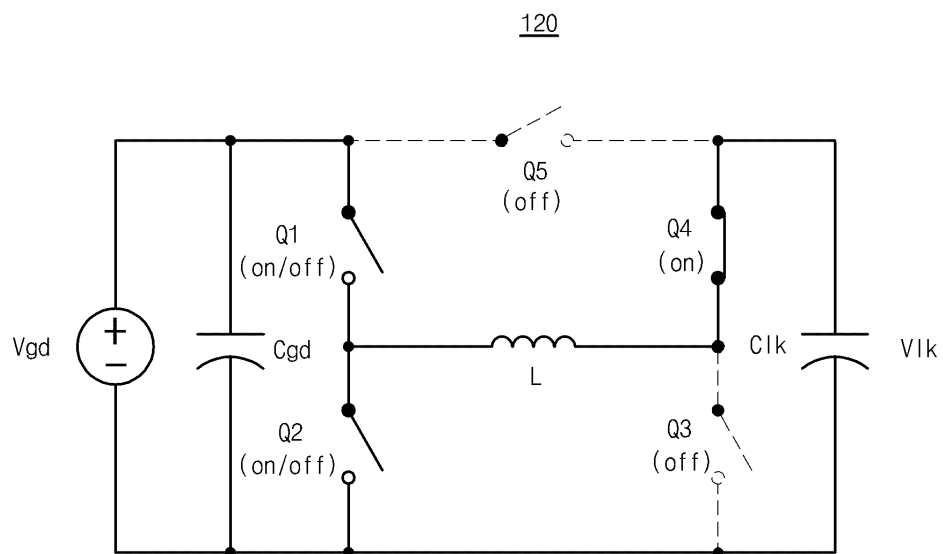
도면4



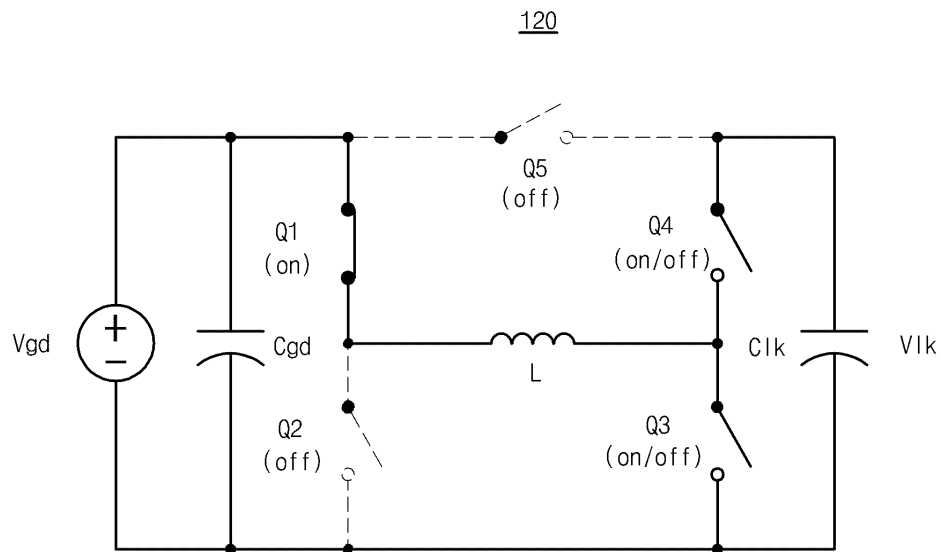
도면5



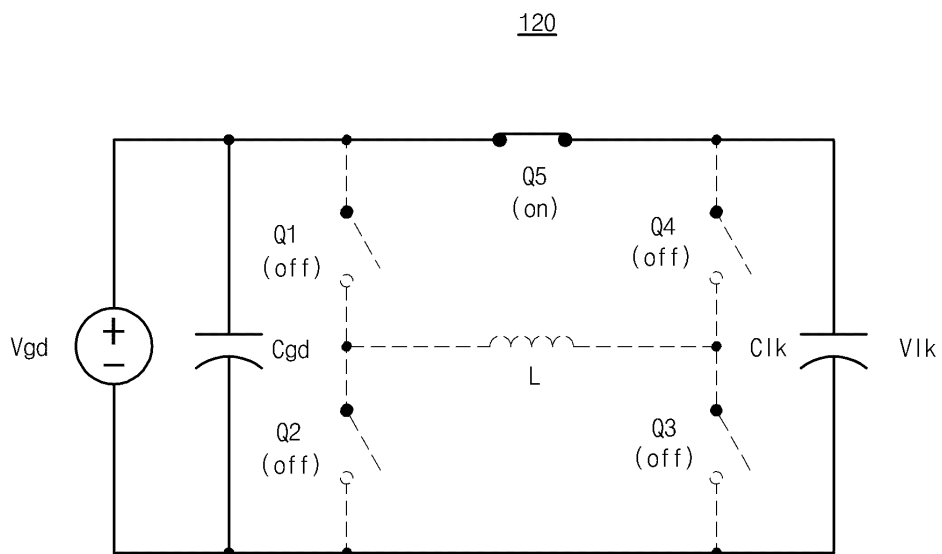
도면6a



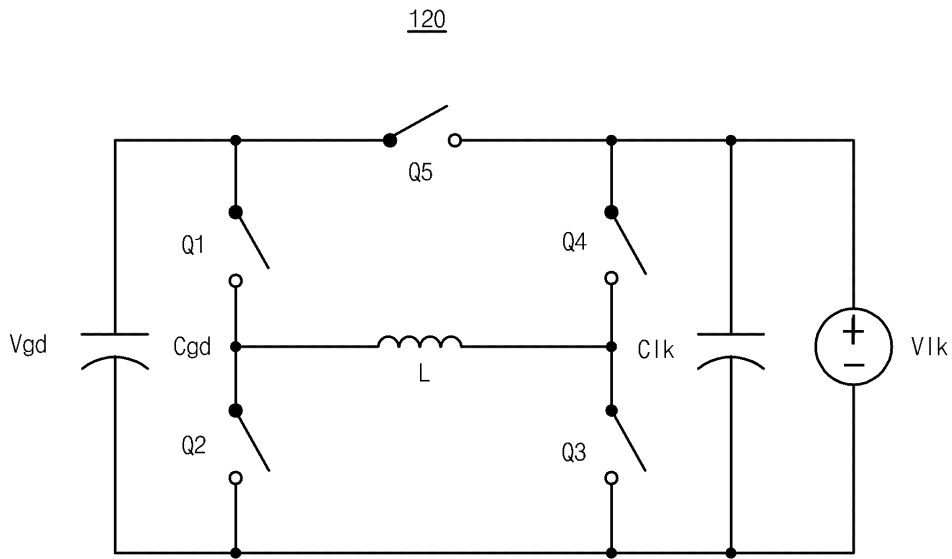
도면6b



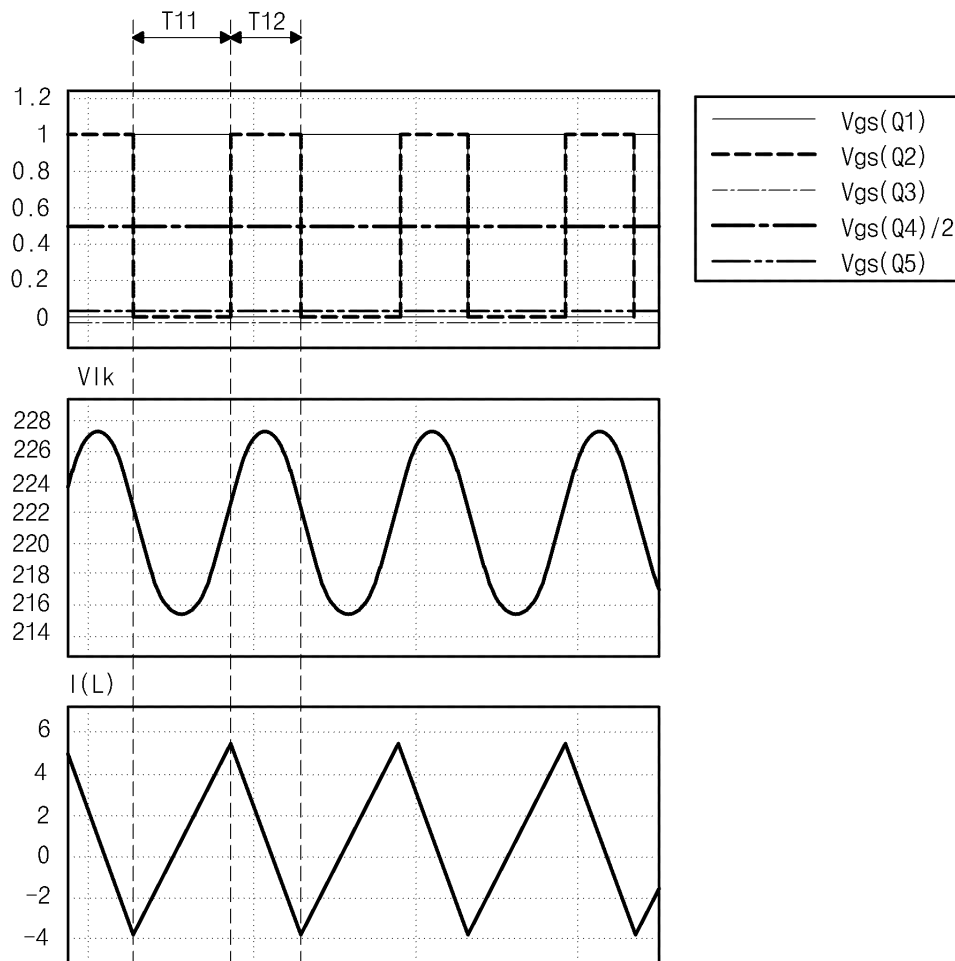
도면6c



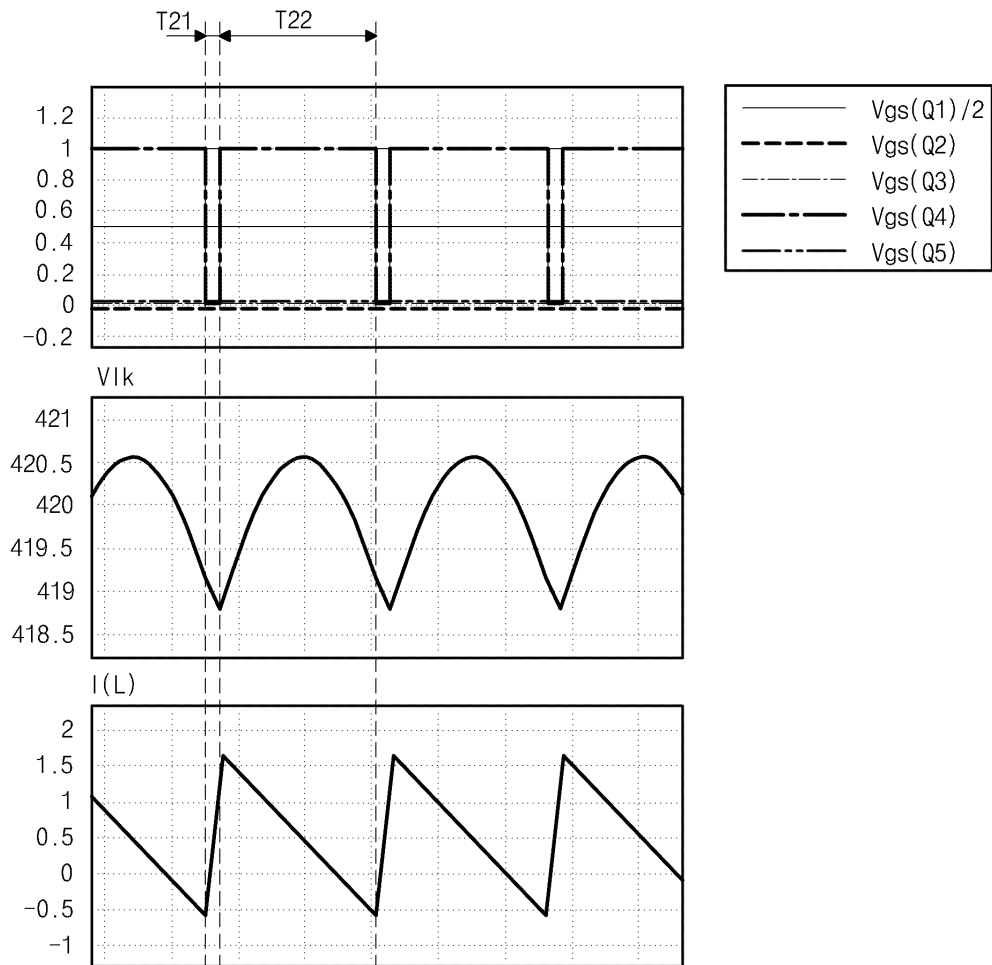
도면6d



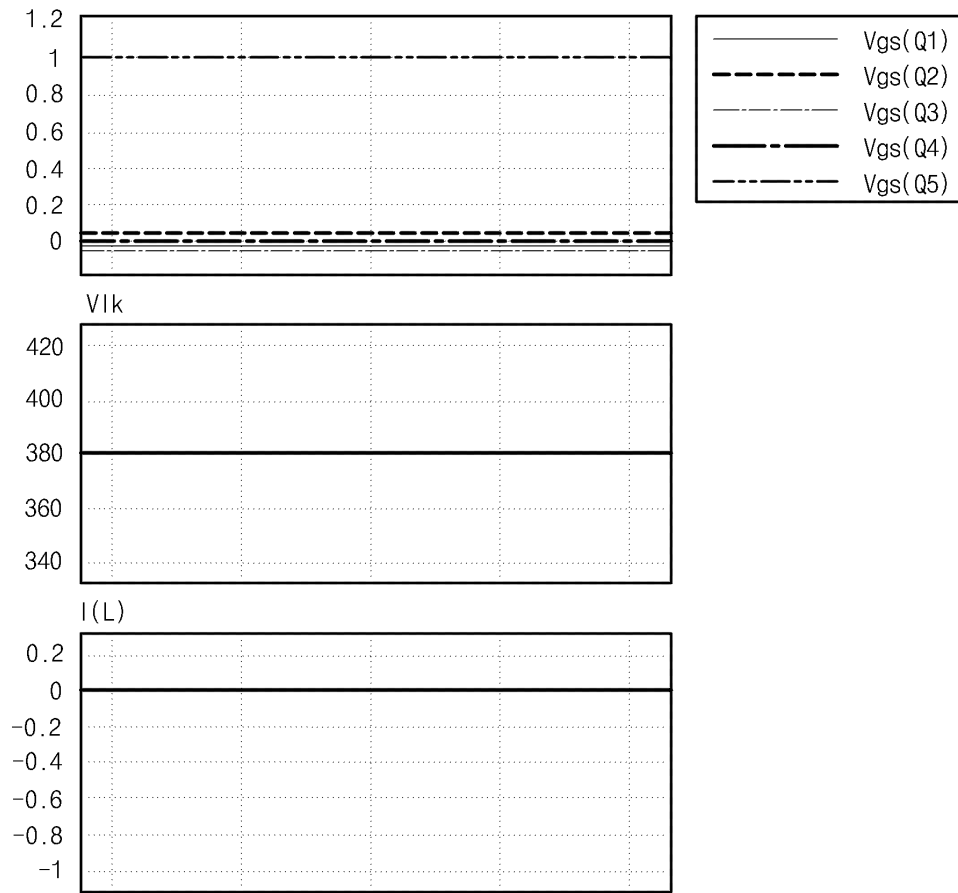
도면7a



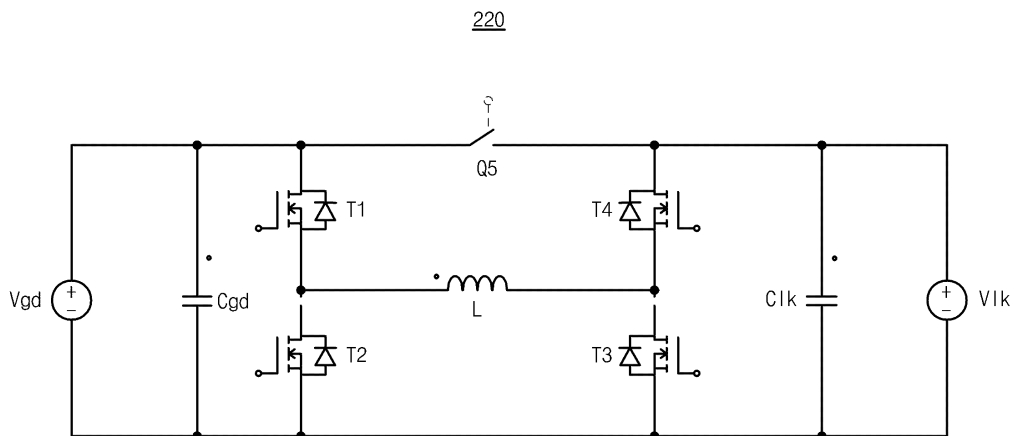
도면7b



도면7c



도면8



도면9

320

