



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0129375
(43) 공개일자 2022년09월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02M 3/156 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H02M 3/156 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0034196

(22) 출원일자 2021년03월16일

심사청구일자 2021년03월16일

(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)

김지연

서울특별시 중랑구 중랑천로 286, 108동 1602호(목동, 목동아이파크아파트)

(74) 대리인

네이트특허법인

전체 청구항 수 : 총 8 항

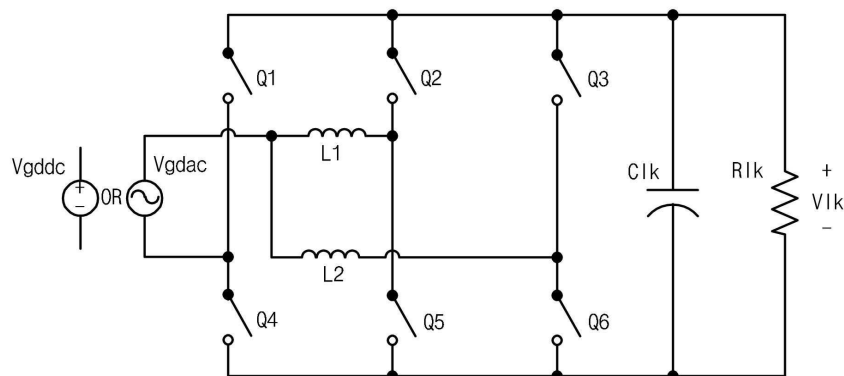
(54) 발명의 명칭 브리지리스 부스트 컨버터 및 이를 포함하는 하이브리드배전 시스템

(57) 요약

본 발명은, 교류 그리드전압 또는 직류 그리드전압의 제1전극에 연결되는 제1 및 제2인덕터와; 상기 교류 그리드 전압 또는 상기 직류 그리드전압의 제2전극에 연결되는 제1 및 제4스위치와; 상기 제1인덕터에 연결되는 제2 및 제5스위치와; 상기 제2인덕터에 연결되는 제3 및 제6스위치와; 상기 제1 내지 제6스위치에 연결되고, 직류 링크 전압을 출력하는 링크 커패시터 및 링크 저항을 포함하는 하이브리드배전 시스템을 제공한다.

대표도 - 도6

110



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711099244
과제번호	2019R1H1A1101111
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

교류 그리드전압 또는 직류 그리드전압의 제1전극에 연결되는 제1 및 제2인덕터와;
 상기 교류 그리드전압 또는 상기 직류 그리드전압의 제2전극에 연결되는 제1 및 제4스위치와;
 상기 제1인덕터에 연결되는 제2 및 제5스위치와;
 상기 제2인덕터에 연결되는 제3 및 제6스위치와;
 상기 제1 내지 제6스위치에 연결되고, 직류 링크전압을 출력하는 링크 커패시터 및 링크 저항
 을 포함하는 하이브리드배전 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 교류 그리드전압이 입력되고,
 상기 교류 그리드전압이 양의 값을 갖는 구간 동안, 상기 제1, 제3 및 제6스witch는 오프 상태를 갖고, 상기 제4
 스위치는 온 상태를 갖고, 상기 제2 및 제5스witch는 주기적 및 상보적으로 스위칭 되고,
 상기 교류 그리드전압이 음의 값을 갖는 구간 동안, 상기 제2, 제4 및 제5스witch는 오프 상태를 갖고, 상기 제1
 스위치는 온 상태를 갖고, 상기 제3 및 제6스witch는 주기적 및 상보적으로 스위칭 되는 하이브리드배전 시스템.

청구항 3

제 2 항에 있어서,
 상기 교류 그리드전압이 양의 값을 갖고 상기 제5스witch가 온 상태를 갖고 상기 제2스witch가 오프 상태를 갖는
 동안, 상기 교류 그리드전압, 상기 제1인덕터, 상기 제5스switch 및 상기 제4스switch의 전류경로를 통하여 빌드업
 (build-up) 동작이 수행되고,
 상기 교류 그리드전압이 양의 값을 갖고 상기 제5스switch가 오프 상태를 갖고 상기 제2스switch가 온 상태를 갖는
 동안, 상기 교류 그리드전압, 상기 제1인덕터, 상기 제2스switch, 상기 링크 저항 및 상기 제4스switch의 전류경로
 를 통하여 파워링(powering) 동작이 수행되는 하이브리드배전 시스템.

청구항 4

제 2 항에 있어서,
 상기 교류 그리드전압이 음의 값을 갖고 상기 제3스switch가 온 상태를 갖고 상기 제6스switch가 오프 상태를 갖는
 동안, 상기 교류 그리드전압, 상기 제1스switch, 상기 제3스switch 및 상기 제2인덕터의 전류경로를 통하여 빌드업
 (build-up) 동작이 수행되고,
 상기 교류 그리드전압이 음의 값을 갖고 상기 제3스switch가 오프 상태를 갖고 상기 제6스switch가 온 상태를 갖는
 동안, 상기 교류 그리드전압, 상기 제1스switch, 상기 링크 저항, 상기 제6스switch 및 상기 제2인덕터의 전류경로
 를 통하여 파워링(powering) 동작이 수행되는 하이브리드배전 시스템.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 직류 그리드전압이 입력되고,

제1직류모드 동안, 상기 제1, 제3 및 제6스위치는 각각 오프 상태를 갖고, 상기 제4스위치는 온 상태를 갖고, 상기 제2 및 제5스위치는 주기적 및 상보적으로 스위칭 되고,

제2직류모드 동안, 상기 제1, 제2 및 제5스위치는 오프 상태를 갖고, 상기 제4스위치는 온 상태를 갖고, 상기 제3 및 제6스위치는 주기적 및 상보적으로 스위칭 되는 하이브리드배전 시스템.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 제1직류모드에서 상기 제2스위치가 오프 상태를 갖고 상기 제5스위치가 온 상태를 갖는 동안, 상기 직류 그리드전압, 상기 제1인덕터, 상기 제5스위치 및 상기 제4스위치의 전류경로를 통하여 빌드업(build-up) 동작이 수행되고,

상기 제1직류모드에서 상기 제2스위치가 온 상태를 갖고 제5스위치가 오프 상태를 갖는 동안, 상기 직류 그리드 전압, 상기 제1인덕터, 상기 제2스위치, 상기 링크 저항 및 상기 제4스위치의 전류경로를 통하여 파워링(powering) 동작이 수행되는 하이브리드배전 시스템.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 제2직류모드에서 상기 제3스위치가 오프 상태를 갖고 상기 제6스위치가 온 상태를 갖는 동안, 상기 직류 그리드전압, 상기 제2인덕터, 상기 제6스위치 및 상기 제4스위치의 전류경로를 통하여 빌드업(build-up) 동작이 수행되고,

상기 제2직류모드에서 상기 제3스위치가 온 상태를 갖고 상기 제6스위치가 오프 상태를 갖는 동안, 상기 직류 그리드전압, 상기 제2인덕터, 상기 제3스위치, 상기 링크 저항 및 상기 제4스위치의 전류경로를 통하여 파워링(powering) 동작이 수행되는 하이브리드배전 시스템.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 제1, 제2 및 제4스위치는 각각 제1, 제2 및 제4다이오드를 포함하고,

상기 제3, 제5 및 제6스위치는 각각 전계 효과 트랜지스터의 제3, 제5 및 제6트랜지스터를 포함하는 하이브리드 배전 시스템.

발명의 설명**기술 분야**

[0001] 본 발명은 브리지리스 부스트 컨버터에 관한 것으로, 특히 교류 그리드전압 및 직류 그리드전압에 적용가능하고 전력변환 효율이 향상되는 브리지리스 부스트 컨버터 및 이를 포함하는 하이브리드배전 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 배전 시스템은 교류배전 시스템과 직류배전 시스템으로 구분할 수 있다. 기존에는 주로 교류배전 시

시스템을 사용하였으나, 최근에는 직류배전 시스템의 장점이 부감됨에 따라 직류배전 시스템을 사용하는 지역이 점점 증가하는 추세이다. 이와 같은 직류배전 시스템의 확대 및 보급에 맞추어 교류배전 시스템뿐만 아니라 직류배전 시스템에도 적용 가능한 전력변환부가 요구되고 있다.

- [0003] 교류배전 시스템에 적용 가능하도록 설계된 전력변환부는 직류배전 시스템에 사용할 수 없고, 직류배전 시스템에 적용 가능하도록 설계된 전력변환부는 교류배전 시스템에 사용할 수 없다. 예를 들어, 교류배전 시스템용 전력변환부를 직류배전 시스템에 적용할 경우 필터, 정류기, 역률교정회로 등의 소자에 의하여 손실이 증가할 수 있다. 그리고, 직류배전 시스템용 전력변환부를 교류배전 시스템에 적용할 경우 정류기, 역률교정회로 등의 소자 부재로 인한 문제가 발생할 수 있다.
- [0004] 즉, 교류배전 시스템 및 직류배전 시스템 사이에 전력변환부의 호환이 불가능한 문제가 있다.
- [0005] 도 1은 종래의 배전 시스템을 도시한 도면이다.
- [0006] 도 1에 도시한 바와 같이, 종래의 배전 시스템(10)은, 교류 그리드전압(Vgdac) 또는 직류 그리드전압(Vgddc)을 입력 받아 직류 링크전압(Vlk)을 출력하고, 이를 위하여 제1 내지 제4다이오드(D1 내지 D4), 제1 및 제2스위치(Q1, Q2), 제1 및 제2인덕터(L1, L2), 링크 커패시터(Clk), 링크 저항(Rlk)을 포함한다.
- [0007] 제1다이오드(D1) 및 제3다이오드(D3)는 직렬로 연결되고, 제2다이오드(D2) 및 제2스위치(Q2)는 직렬로 연결되고, 제1스위치(Q1) 및 제4다이오드(D4)는 직렬로 연결되고, 제1다이오드(D1) 및 제3다이오드(D3)와 제2다이오드(D2) 및 제2스위치(Q2)와 제1스위치(Q1) 및 제4다이오드(D4)는 병렬로 연결된다.
- [0008] 제1다이오드(D1) 및 제3다이오드(D3)의 연결노드는 교류 그리드전압(Vgdac) 또는 직류 그리드전압(Vgddc)의 제2전극에 연결되고, 제2다이오드(D2) 및 제2스위치(Q2)의 연결노드는 제1인덕터(L1)의 제2전극에 연결되고, 제1스위치(Q1) 및 제4다이오드(D4)의 연결노드는 제2인덕터(L2)의 제2전극에 연결된다.
- [0009] 제1 및 제2인덕터(L1, L2)의 제1전극은 교류 그리드전압(Vgdac) 또는 직류 그리드전압(Vgddc)의 제1전극에 연결된다.
- [0010] 링크 커패시터(Clk) 및 링크 저항(Rlk)의 제1전극은 제1 및 제2다이오드(D1, D2)와 제1스위치(Q1)의 제1전극에 연결되고, 링크 커패시터(Clk) 및 링크 저항(Rlk)의 제2전극은 제3 및 제4다이오드(D3, D4)와 제2스위치(Q2)의 제2전극에 연결된다.
- [0011] 링크 커패시터(Clk) 및 링크 저항(Rlk)의 제1 및 제2전극으로부터 직류 링크전압(Vlk)이 출력된다.
- [0012] 도 2a 및 도 2b는 각각 종래의 배전 시스템의 양 및 음의 교류 그리드전압이 입력되는 경우의 동작상태를 도시한 도면이고, 도 3은 종래의 배전 시스템의 교류 그리드전압이 입력되는 경우의 파형을 도시한 도면으로, 도 1을 함께 참조하여 설명한다.
- [0013] 도 2a 및 도 3에 도시한 바와 같이, 교류배전 시스템(10)에 입력되는 교류 그리드전압(Vgdac)이 양의 값을 갖고 제1인덕터(L1)가 이용되는 제11구간(T11) 동안, 제1스위치(Q1)는 지속적으로 오프(off) 상태를 갖고, 제2스위치(Q2)는 주기적으로 스위칭 되어 온(on) 상태 및 오프 상태를 교대로 갖는다.
- [0014] 즉, 제2스위치(Q2)가 온 상태를 갖는 동안 교류 그리드전압(Vgdac), 제1인덕터(L1), 제2스위치(Q2), 제3다이오드(D3)의 전류경로를 통하여 제1인덕터(L1)의 전류가 증가하는 빌드업(build-up) 동작이 수행되어 제1인덕터(L1)에 전류가 축적되고, 제2스위치(Q2)가 오프 상태를 갖는 동안 교류 그리드전압(Vgdac), 제1인덕터(L1), 제2다이오드(D2), 링크 저항(Rlk), 제3다이오드(D3)의 전류경로를 통하여 제1인덕터(L1)의 전압이 증가하는 파워링(powering) 동작이 수행되어 링크 커패시터(Clk)에 전하가 축적된다.
- [0015] 도 2b 및 도 3에 도시한 바와 같이, 교류배전 시스템(10)에 입력되는 교류 그리드전압(Vgdac)이 음의 값을 갖고 제2인덕터(L2)가 이용되는 제12구간(T12) 동안, 제1스위치(Q1)는 주기적으로 스위칭 되어 온 상태 및 오프 상태를 교대로 갖고, 제2스위치(Q2)는 지속적으로 오프 상태를 갖는다.
- [0016] 즉, 제1스위치(Q1)가 온 상태를 갖는 동안 교류 그리드전압(Vgdac), 제1다이오드(D1), 제1스위치(Q1), 제2인덕터(L2)의 전류경로를 통하여 제2인덕터(L2)의 전류가 증가하는 빌드업(build-up) 동작이 수행되어 제2인덕터(L2)에 전류가 축적되고, 제1스위치(Q1)가 오프 상태를 갖는 동안 교류 그리드전압(Vgdac), 제1다이오드(D1), 링크 저항(Rlk), 제4다이오드(D4), 제2인덕터(L2)의 전류경로를 통하여 제2인덕터(L2)의 전압이 증가하는 파워링(powering) 동작이 수행되어 링크 커패시터(Clk)에 전하가 축적된다.

- [0017] 이에 따라, 교류 그리드전압(Vgdac) 및 교류 그리드전류(Igdac)는, 제11구간(T11) 동안 중간값(약 0V, 약 0A)에서 최고값(약 +311V, 약 8A)으로 증가하다가 다시 중간값으로 감소하고, 제12구간(T12) 동안 중간값에서 최저값(약 -311V, 약 -8A)으로 감소하다가 다시 중간값으로 증가한다. 편의상 교류 그리드전압(Vgdac)은 0.1배로 축소하여 도시한다.
- [0018] 그리고, 링크 커패시터(Clk) 및 링크 저항(Rlk) 양단의 링크전압(Vlk)은 제11 및 제12구간(T11, T12) 동안 최고값 및 최저값(약 +410V, 약 +390V) 사이의 중간값(약 +400V)으로 출력된다.
- [0019] 여기서, 교류 그리드전압(Vgdac)은 약 220Vrms이고, 제1 및 제2인덕터(L1, L2)는 각각 약 300μH이고, 링크 커패시터(Clk)는 약 330μF이고, 출력은 약 1kW 일 수 있다.
- [0020] 도 4는 종래의 배전 시스템의 직류 그리드전압이 입력되는 경우의 동작상태를 도시한 도면이고, 도 5는 종래의 배전 시스템의 직류 그리드전압이 입력되는 경우의 파형을 도시한 도면으로, 도 1 내지 도 3을 함께 참조하여 설명한다.
- [0021] 도 4 및 도 5에 도시한 바와 같이, 직류 그리드전압(Vgddc)이 입력되는 동안, 제1스위치(Q1)는 지속적으로 오픈 상태를 갖고, 제2스위치(Q2)는 주기적으로 스위칭 되어 온 상태 및 오프 상태를 갖는다.
- [0022] 즉, 제1스위치(Q1)의 제1게이트전압(Vgs(Q1))이 로우레벨(약 0V)을 가져서 제1스위치(Q1)가 오프 상태를 갖고 제2스위치(Q2)의 제2게이트전압(Vgs(Q2))이 하이레벨(약 1V)을 가져서 제2스위치(Q2)가 온 상태를 갖는 제21구간(T21) 동안 직류 그리드전압(Vgddc), 제1인덕터(L1), 제2스위치(Q2), 제3다이오드(D3)의 전류경로를 통하여 제1인덕터(L1)의 전류가 증가하는 빌드업(build-up) 동작이 수행되어 제1인덕터(L1)에 전류가 축적된다.
- [0023] 그리고, 제1스위치(Q1)의 제1게이트전압(Vgs(Q1))이 로우레벨(약 0V)을 가져서 제1스위치(Q1)가 오프 상태를 갖고 제2스위치(Q2)의 제2게이트전압(Vgs(Q2))이 로우레벨(약 0V)을 가져서 제2스위치(Q2)가 오프 상태를 갖는 제22구간(T22) 동안 직류 그리드전압(Vgddc), 제1인덕터(L1), 제2다이오드(D2), 링크 저항(Rlk), 제3다이오드(D3)의 전류경로를 통하여 제1인덕터(L1)의 전압이 증가하는 파워링(powering) 동작이 수행되어 링크 커패시터(Clk)에 전하가 축적된다.
- [0024] 이에 따라, 제1인덕터(L1)의 제1인덕터전류(IL1)는, 제21구간(T21) 동안 최저값(약 2.2A)에서 최고값(약 3.2A)으로 증가하고, 제22구간(T22) 동안 최고값에서 최저값으로 감소한다.
- [0025] 그리고, 제2인덕터(L2)의 제2인덕터전류(IL2)는, 제21 및 제22구간(T21, T22) 동안 최저값(약 0A)으로 유지된다.
- [0026] 여기서, 직류 그리드전압(Vgddc)은 약 380V이고, 제1 및 제2인덕터(L1, L2)는 약 300μH이고, 링크 커패시터(Clk)는 약 330μF이고, 출력은 약 1kW 일 수 있으며, 링크전압(Vlk)은 평균 약 400V 일 수 있다.
- [0027] 이와 같이, 종래의 배전 시스템(10)에 직류 그리드전압(Vgddc)을 입력할 경우, 제1 및 제2인덕터(L1, L2) 중 하나만을 이용하여 직류 링크전압(Vlk)이 출력되므로, 전력변환 효율이 저하되는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0028] 본 발명은, 상기한 문제점을 해결하고자 안출된 것으로, 교류 그리드전압 또는 직류 그리드전압을 입력받아 직류 링크전압을 출력함으로써, 교류 그리드전압 및 직류 그리드전압에 대한 호환성이 향상되는 브리지리스 부스트 컨버터 및 이를 포함하는 하이브리드배전 링크전압 가변 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0029] 그리고, 본 발명은, 2개의 인덕터를 교차 구동함으로써, 평균전류가 감소되고 전력변환 효율이 향상되는 브리지리스 부스트 컨버터 및 이를 포함하는 하이브리드배전 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0030] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은, 교류 그리드전압 또는 직류 그리드전압의 제1전극에 연결되는 제1 및 제2인덕터와; 상기 교류 그리드전압 또는 상기 직류 그리드전압의 제2전극에 연결되는 제1 및 제4스위치와; 상기 제1인덕터에 연결되는 제2 및 제5스위치와; 상기 제2인덕터에 연결되는 제3 및 제6스위치와; 상기 제1 내지 제6스위치에 연결되고, 직류 링크전압을 출력하는 링크 커패시터 및 링크 저항을 포함하는 하이브리드배전 시스템을 제공한다.

- [0031] 그리고, 상기 교류 그리드전압이 입력되고, 상기 교류 그리드전압이 양의 값을 갖는 구간 동안, 상기 제1, 제3 및 제6스위치는 오프 상태를 갖고, 상기 제4스위치는 온 상태를 갖고, 상기 제2 및 제5스위치는 주기적 및 상보적으로 스위칭 되고, 상기 교류 그리드전압이 음의 값을 갖는 구간 동안, 상기 제2, 제4 및 제5스위치는 오프 상태를 갖고, 상기 제1스위치는 온 상태를 갖고, 상기 제3 및 제6스위치는 주기적 및 상보적으로 스위칭 될 수 있다.
- [0032] 또한, 상기 교류 그리드전압이 양의 값을 갖고 상기 제5스위치가 온 상태를 갖고 상기 제2스위치가 오프 상태를 갖는 동안, 상기 교류 그리드전압, 상기 제1인덕터, 상기 제5스위치 및 상기 제4스위치의 전류경로를 통하여 빌드업(build-up) 동작이 수행되고, 상기 교류 그리드전압이 양의 값을 갖고 상기 제5스위치가 오프 상태를 갖고 상기 제2스위치가 온 상태를 갖는 동안, 상기 교류 그리드전압, 상기 제1인덕터, 상기 제2스위치, 상기 링크 저항 및 상기 제4스위치의 전류경로를 통하여 파워링(powering) 동작이 수행될 수 있다.
- [0033] 그리고, 상기 교류 그리드전압이 음의 값을 갖고 상기 제3스위치가 온 상태를 갖고 상기 제6스위치가 오프 상태를 갖는 동안, 상기 교류 그리드전압, 상기 제1스위치, 상기 제3스위치 및 상기 제2인덕터의 전류경로를 통하여 빌드업(build-up) 동작이 수행되고, 상기 교류 그리드전압이 음의 값을 갖고 상기 제3스위치가 오프 상태를 갖고 상기 제6스위치가 온 상태를 갖는 동안, 상기 교류 그리드전압, 상기 제1스위치, 상기 링크 저항, 상기 제6스위치 및 상기 제2인덕터의 전류경로를 통하여 파워링(powering) 동작이 수행될 수 있다.
- [0034] 또한, 상기 직류 그리드전압이 입력되고, 제1직류모드 동안, 상기 제1, 제3 및 제6스위치는 각각 오프 상태를 갖고, 상기 제4스위치는 온 상태를 갖고, 상기 제2 및 제5스위치는 주기적 및 상보적으로 스위칭 되고, 제2직류모드 동안, 상기 제1, 제2 및 제5스위치는 오프 상태를 갖고, 상기 제4스위치는 온 상태를 갖고, 상기 제3 및 제6스위치는 주기적 및 상보적으로 스위칭 될 수 있다.
- [0035] 그리고, 상기 제1직류모드에서 상기 제2스위치가 오프 상태를 갖고 상기 제5스위치가 온 상태를 갖는 동안, 상기 직류 그리드전압, 상기 제1인덕터, 상기 제5스위치 및 상기 제4스위치의 전류경로를 통하여 빌드업(build-up) 동작이 수행되고, 상기 제1직류모드에서 상기 제2스위치가 온 상태를 갖고 제5스위치가 오프 상태를 갖는 동안, 상기 직류 그리드전압, 상기 제1인덕터, 상기 제2스위치, 상기 링크 저항 및 상기 제4스위치의 전류경로를 통하여 파워링(powering) 동작이 수행될 수 있다.
- [0036] 또한, 상기 제2직류모드에서 상기 제3스위치가 오프 상태를 갖고 상기 제6스위치가 온 상태를 갖는 동안, 상기 직류 그리드전압, 상기 제2인덕터, 상기 제6스위치 및 상기 제4스위치의 전류경로를 통하여 빌드업(build-up) 동작이 수행되고, 상기 제2직류모드에서 상기 제3스위치가 온 상태를 갖고 상기 제6스위치가 오프 상태를 갖는 동안, 상기 직류 그리드전압, 상기 제2인덕터, 상기 제3스위치, 상기 링크 저항 및 상기 제4스위치의 전류경로를 통하여 파워링(powering) 동작이 수행될 수 있다.
- [0037] 그리고, 상기 제1, 제2 및 제4스위치는 각각 제1, 제2 및 제4다이오드를 포함하고, 상기 제3, 제5 및 제6스위치는 각각 전계 효과 트랜지스터의 제3, 제5 및 제6트랜지스터를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0038] 본 발명은, 교류 그리드 전압 또는 직류 그리드전압을 입력받아 직류 링크전압을 출력함으로써, 교류 그리드전압 및 직류 그리드전압에 대한 호환성이 향상되는 효과를 갖는다.
- [0039] 그리고, 본 발명은, 2개의 인덕터를 교차 구동함으로써, 평균전류가 감소되고 전력변환 효율이 향상되는 효과를 갖는다.

도면의 간단한 설명

- [0040] 도 1은 종래의 배전 시스템을 도시한 도면.
- 도 2a 및 도 2b는 각각 종래의 배전 시스템의 양 및 음의 교류 그리드전압이 입력되는 경우의 동작상태를 도시한 도면.
- 도 3은 종래의 배전 시스템의 교류 그리드전압이 입력되는 경우의 파형을 도시한 도면.
- 도 4는 종래의 배전 시스템의 직류 그리드전압이 입력되는 경우의 동작상태를 도시한 도면.
- 도 5는 종래의 배전 시스템의 직류 그리드전압이 입력되는 경우의 파형을 도시한 도면.

도 6은 본 발명의 제1실시예에 따른 하이브리드배전 시스템을 도시한 도면.

도 7a 및 도 7b는 각각 본 발명의 제1실시예에 따른 하이브리드배전 시스템의 양 및 음의 교류 그리드전압이 입력되는 경우의 동작상태를 도시한 도면.

도 8은 본 발명의 제1실시예에 따른 하이브리드배전 시스템의 교류 그리드전압이 입력되는 경우의 파형을 도시한 도면.

도 9a 및 도 9b는 각각 본 발명의 제1실시예에 따른 하이브리드배전 시스템의 직류 그리드전압이 입력되는 제1 및 제2직류모드의 동작상태를 도시한 도면.

도 10은 본 발명의 제1실시예에 따른 하이브리드배전 시스템의 직류 그리드전압이 입력되는 경우의 파형을 도시한 도면.

도 11은 본 발명의 제2실시예에 따른 하이브리드배전 시스템을 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0041] 이하, 본 발명의 구체적인 내용을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0042] 도 6은 본 발명의 제1실시예에 따른 하이브리드배전 시스템을 도시한 도면이다.
- [0043] 도 6에 도시한 바와 같이, 본 발명의 제1실시예에 따른 하이브리드배전 시스템(110)은, 교류 그리드전압(Vgdac) 또는 직류 그리드전압(Vgddc)을 입력 받아 직류 링크전압(Vlk)을 출력하고, 이를 위하여 제1 내지 제6스위치(Q1 내지 Q6), 제1 및 제2인덕터(L1, L2), 링크 커패시터(Clk), 링크 저항(Rlk)을 포함한다.
- [0044] 제1 및 제4스위치(Q1, Q4)는 직렬로 연결되고, 제2 및 제5스위치(Q2, Q5)는 직렬로 연결되고, 제3 및 제6스위치(Q3, Q6)는 직렬로 연결되고, 제1 및 제4스위치(Q1, Q4)와 제2 및 제5스위치(Q2, Q5)와 제3 및 제6스위치(Q3, Q6)는 병렬로 연결된다.
- [0045] 제1 및 제4스위치(Q1, Q4)의 연결노드는 교류 그리드전압(Vgdac) 또는 직류 그리드전압(Vgddc)의 제2전극에 연결되고, 제2 및 제5스위치(Q2, Q5)의 연결노드는 제1인덕터(L1)의 제2전극에 연결되고, 제3 및 제6다이오드(Q3, Q6)의 연결노드는 제2인덕터(L2)의 제2전극에 연결된다.
- [0046] 구체적으로, 제1스위치(Q1)의 제1전극은 제2스위치(Q2)의 제1전극, 제3스위치(Q3)의 제1전극, 링크 커패시터(Clk)의 제1전극, 링크 저항(Rlk)의 제1전극에 연결되고, 제1스위치(Q1)의 제2전극은 교류 그리드전압(Vgdac) 또는 직류 그리드전압(Vgddc)의 제1전극, 제4스위치(Q4)의 제1전극에 연결된다.
- [0047] 제2스위치(Q2)의 제1전극은 제1스위치(Q1)의 제1전극, 제3스위치(Q3)의 제1전극, 링크 커패시터(Clk)의 제1전극, 링크 저항(Rlk)의 제1전극에 연결되고, 제2스위치(Q2)의 제2전극은 제1인덕터(L1)의 제2전극, 제5스위치(Q5)의 제1전극에 연결된다.
- [0048] 제3스위치(Q3)의 제1전극은 제1스위치(Q1)의 제1전극, 제2스위치(Q2)의 제1전극, 링크 커패시터(Clk)의 제1전극, 링크 저항(Rlk)의 제1전극에 연결되고, 제3스위치(Q3)의 제2전극은 제2인덕터(L2)의 제2전극, 제6스위치(Q6)의 제1전극에 연결된다.
- [0049] 제4스위치(Q4)의 제1전극은 교류 그리드전압(Vgdac) 또는 직류 그리드전압(Vgddc)의 제2전극, 제1스위치(Q1)의 제2전극에 연결되고, 제4스위치(Q4)의 제2전극은 제5스위치(Q5)의 제2전극, 제6스위치(Q6)의 제2전극, 링크 커패시터(Clk)의 제2전극, 링크 저항(Rlk)의 제2전극에 연결된다.
- [0050] 제5스위치(Q5)의 제1전극은 제1인덕터(L1)의 제2전극, 제2스위치(Q2)의 제2전극에 연결되고, 제5스위치(Q5)의 제2전극은 제4스위치(Q4)의 제2전극, 제6스위치(Q6)의 제2전극, 링크 커패시터(Clk)의 제2전극, 링크 저항(Rlk)의 제2전극에 연결된다.
- [0051] 제6스위치(Q6)의 제1전극은 제2인덕터(L2)의 제2전극, 제3스위치(Q3)의 제2전극, 제6스위치(Q6)의 제2전극은 제4스위치(Q4)의 제2전극, 제5스위치(Q5)의 제2전극, 링크 커패시터(Clk)의 제2전극, 링크 저항(Rlk)의 제2전극에 연결된다.
- [0052] 제1인덕터(L1)의 제1전극은 교류 그리드전압(Vgdac) 또는 직류 그리드전압(Vgddc)의 제1전극에 연결되고, 제1인덕터(L1)의 제2전극은 제2스위치(Q2)의 제2전극, 제5스위치(Q5)의 제1전극에 연결된다.

- [0053] 제2인덕터(L2)의 제1전극은 교류 그리드전압(Vgdac) 또는 직류 그리드전압(Vgddc)의 제1전극에 연결되고, 제2인덕터(L2)의 제2전극은 제3스위치(Q3)의 제2전극, 제6스위치(Q6)의 제1전극에 연결된다.
- [0054] 링크 커패시터(Clk) 및 링크 저항(Rlk)의 제1전극은 제1스위치(Q1)의 제1전극, 제2스위치(Q2)의 제1전극, 제3스위치(Q3)의 제1전극에 연결되고, 링크 커패시터(Clk) 및 링크 저항(Rlk)의 제2전극은 제4스위치(Q4)의 제2전극, 제5스위치(Q5)의 제2전극, 제6스위치(Q6)의 제2전극에 연결된다.
- [0055] 링크 커패시터(Clk)의 제1 및 제2전극으로부터 직류 링크전압(Vlk)이 출력되고, 링크 저항(Rlk)은 부하에 대응될 수 있다.
- [0056] 도 7a 및 도 7b는 각각 본 발명의 제1실시예에 따른 하이브리드배전 시스템의 양 및 음의 교류 그리드전압이 입력되는 경우의 동작상태를 도시한 도면이고, 도 8은 본 발명의 제1실시예에 따른 하이브리드배전 시스템의 교류 그리드전압이 입력되는 경우의 파형을 도시한 도면으로, 도 6을 함께 참조하여 설명한다.
- [0057] 도 7a 및 도 8에 도시한 바와 같이, 하이브리드배전 시스템(110)에 입력되는 교류 그리드전압(Vgdac)이 양의 값을 갖고 제1인덕터(L1)가 이용되는 제31구간(T31) 동안, 제1, 제3 및 제6스위치(Q1, Q3, Q6)는 지속적으로 오프(off) 상태를 갖고, 제4스위치(Q4)는 지속적으로 온(on) 상태를 갖는다.
- [0058] 제2 및 제5스위치(Q2, Q5)는 주기적으로 스위칭 되어 온 상태 및 오프 상태를 교대로 갖는데, 서로 상보적(complementary)으로 스위칭 되어 제2스위치(Q2)가 온 상태를 가질 때 제5스위치(Q5)는 오프 상태를 갖고 제2스위치(Q2)가 오프 상태를 가질 때 제5스위치(Q5)는 온 상태를 갖는다.
- [0059] 즉, 제5스위치(Q5)가 온 상태를 갖고 제2스위치(Q2)가 오프 상태를 갖는 동안 교류 그리드전압(Vgdac), 제1인덕터(L1), 제5스위치(Q5), 제4스위치(Q4)의 전류경로를 통하여 제1인덕터(L1)의 전류가 증가하는 빌드업(build-up) 동작이 수행되어 제1인덕터(L1)에 전류가 축적되고, 제5스위치(Q5)가 오프 상태를 갖고 제2스위치(Q2)가 온 상태를 갖는 동안 교류 그리드전압(Vgdac), 제1인덕터(L1), 제2스위치(Q2), 링크 저항(Rlk), 제4스위치(Q4)의 전류경로를 통하여 제1인덕터(L1)의 전압이 증가하는 파워링(powering) 동작이 수행되어 링크 커패시터(Clk)에 전하가 축적된다.
- [0060] 도 7b 및 도 8에 도시한 바와 같이, 하이브리드배전 시스템(110)에 입력되는 교류 그리드전압(Vgdac)이 음의 값을 갖고 제2인덕터(L2)가 이용되는 제32구간(T32) 동안, 제2, 제4 및 제5스위치(Q2, Q4, Q5)는 지속적으로 오프 상태를 갖고, 제1스위치(Q1)는 지속적으로 온 상태를 갖는다.
- [0061] 제3 및 제6스위치(Q3, Q6)는 주기적으로 스위칭 되어 온 상태 및 오프 상태를 교대로 갖는데, 서로 상보적(complementary)으로 스위칭 되어 제3스위치(Q3)가 온 상태를 가질 때 제6스위치(Q6)는 오프 상태를 갖고 제3스위치(Q3)가 오프 상태를 가질 때 제6스위치(Q6)는 온 상태를 갖는다.
- [0062] 즉, 제3스위치(Q3)가 온 상태를 갖고 제6스위치(Q6)가 오프 상태를 갖는 동안 교류 그리드전압(Vgdac), 제1스위치(Q1), 제3스위치(Q3), 제2인덕터(L2)의 전류경로를 통하여 제2인덕터(L2)의 전류가 증가하는 빌드업(build-up) 동작이 수행되어 제2인덕터(L2)에 전류가 축적되고, 제3스위치(Q3)가 오프 상태를 갖고 제6스위치(Q6)가 온 상태를 갖는 동안 교류 그리드전압(Vgdac), 제1스위치(Q1), 링크 저항(Rlk), 제6스위치(Q6), 제2인덕터(L2)의 전류경로를 통하여 제2인덕터(L2)의 전압이 증가하는 파워링(powering) 동작이 수행되어 링크 커패시터(Clk)에 전하가 축적된다.
- [0063] 이에 따라, 교류 그리드전압(Vgdac) 및 교류 그리드전류(Igdac)는, 제31구간(T31) 동안 중간값(약 0V, 약 0A)에서 최고값(약 +311V, 약 8A)으로 증가하다가 다시 중간값으로 감소하고, 제32구간(T32) 동안 중간값에서 최저값(약 -311V, 약 -8A)으로 감소하다가 다시 중간값으로 증가한다. 편의상 교류 그리드전압(Vgdac)은 0.1배로 축소하여 도시한다.
- [0064] 그리고, 링크 커패시터(Clk) 및 링크 저항(Rlk) 양단의 링크전압(Vlk)은 제31 및 제32구간(T31, T32) 동안 최고값 및 최저값(약 +410V, 약 +390V) 사이의 중간값(약 +400V)으로 출력된다.
- [0065] 여기서, 교류 그리드전압(Vgdac)은 약 220Vrms이고, 제1 및 제2인덕터(L1, L2)는 각각 약 300 μ H이고, 링크 커패시터(Clk)는 약 330 μ F이고, 출력은 약 1kW 일 수 있다.
- [0066] 이상과 같이, 본 발명의 제1실시예에 따른 하이브리드배전 시스템(110)에 교류 그리드전압(Vgdac)이 입력될 경우, 교류 그리드전압(Vgdac) 및 교류 그리드전류(Igdac)의 중간값, 최고값, 최저값의 위상이 서로 일치하여 역률교정(power factor correction)이 원활히 수행되고, 교류 그리드전압(Vgdac)이 승압되어 직류 링크전압(Vl

k)으로 출력된다.

- [0067] 도 9a 및 도 9b는 각각 본 발명의 제1실시예에 따른 하이브리드배전 시스템의 직류 그리드전압이 입력되는 제1 및 제2직류모드의 동작상태를 도시한 도면이고, 도 10은 본 발명의 제1실시예에 따른 하이브리드배전 시스템의 직류 그리드전압이 입력되는 경우의 파형을 도시한 도면으로, 도 6을 함께 참조하여 설명한다.
- [0068] 도 9a 및 도 10에 도시한 바와 같이, 하이브리드배전 시스템(110)에 직류 그리드전압(Vgddc)이 입력되고 제1인덕터(L1)가 이용되는 제1직류모드 동안, 제1, 제3 및 제6스위치(Q1, Q3, Q6)는 지속적으로 오프 상태를 갖고, 제4스위치(Q4)는 지속적으로 온 상태를 갖는다.
- [0069] 제2 및 제5스위치(Q2, Q5)는 주기적으로 스위칭 되어 온 상태 및 오프 상태를 교대로 갖는데, 서로 상보적(complementary)으로 스위칭 되어 제2스위치(Q2)가 온 상태를 가질 때 제5스위치(Q5)는 오프 상태를 갖고 제2스위치(Q2)가 오프 상태를 가질 때 제5스위치(Q5)는 온 상태를 갖는다.
- [0070] 즉, 제2스위치(Q2)가 오프 상태를 갖고 제5스위치(Q5)의 제5게이트전압(Vgs(Q5))이 하이레벨(약 1V)을 가져서 제5스위치(Q5)가 온 상태를 갖는 제41구간(T41) 동안 직류 그리드전압(Vgddc), 제1인덕터(L1), 제5스위치(Q5), 제4스위치(Q4)의 전류경로를 통하여 제1인덕터(L1)의 전류가 증가하는 빌드업(build-up) 동작이 수행되어 제1인덕터(L1)에 전류가 축적된다.
- [0071] 그리고, 제2스위치(Q2)가 온 상태를 갖고 제5게이트전압(Vgs(Q5))이 로우레벨(약 0V)을 가져서 제5스위치(Q5)가 오프 상태를 갖는 제42구간(T42) 동안 직류 그리드전압(Vgddc), 제1인덕터(L1), 제2스위치(Q2), 링크 저항(Rlk), 제4스위치(Q4)의 전류경로를 통하여 제1인덕터(L1)의 전압이 증가하는 파워링(powering) 동작이 수행되어 링크 커패시터(Clk)에 전하가 축적된다.
- [0072] 도 9b 및 도 10에 도시한 바와 같이, 직류 그리드전압(Vgddc)이 입력되고 제2인덕터(L2)가 이용되는 제2직류모드 동안, 제1, 제2 및 제5스위치(Q1, Q2, Q5)는 지속적으로 오프 상태를 갖고, 제4스위치(Q4)는 지속적으로 온 상태를 갖는다.
- [0073] 제3 및 제6스위치(Q3, Q6)는 주기적으로 스위칭 되어 온 상태 및 오프 상태를 교대로 갖는데, 서로 상보적(complementary)으로 스위칭 되어 제3스위치(Q3)가 온 상태를 가질 때 제6스위치(Q6)는 오프 상태를 갖고 제3스위치(Q3)가 오프 상태를 가질 때 제6스위치(Q6)는 온 상태를 갖는다.
- [0074] 즉, 제3스위치(Q3)가 오프 상태를 갖고 제6스위치(Q6)의 제6게이트전압(Vgs(Q6))이 하이레벨(약 1V)을 가져서 제6스위치(Q6)가 온 상태를 갖는 제2직류모드의 제43구간(T43) 동안, 직류 그리드전압(Vgddc), 제2인덕터(L2), 제6스위치(Q6), 제4스위치(Q4)의 전류경로를 통하여 제2인덕터(L2)의 전류가 증가하는 빌드업(build-up) 동작이 수행되어 제2인덕터(L2)에 전류가 축적된다.
- [0075] 그리고, 제3스위치(Q3)가 온 상태를 갖고 제6스위치(Q6)의 제6게이트전압(Vgs(Q6))이 로우레벨(약 0V)을 가져서 제6스위치(Q6)가 오프 상태를 갖는 제2직류모드의 제44구간(T44) 동안, 직류 그리드전압(Vgddc), 제2인덕터(L2), 제3스위치(Q3), 링크 저항(Rlk), 제4스위치(Q4)의 전류경로를 통하여 제2인덕터(L2)의 전압이 증가하는 파워링(powering) 동작이 수행되어 링크 커패시터(Clk)에 전하가 축적된다.
- [0076] 이에 따라, 제1인덕터(L1)의 제1인덕터전류(IL1)는, 제41구간(T41) 동안 최저값(약 0.3A)에서 최고값(약 1.8A)으로 증가하고, 제42, 제43, 제44구간(T42, T43, T44) 동안 최고값에서 최저값으로 감소한다.
- [0077] 그리고, 제2인덕터(L2)의 제2인덕터전류(IL2)는, 제43구간(T43) 동안 최저값(약 0.3A)에서 최고값(약 1.8A)으로 증가하고, 제44, 제41, 제42구간(T44, T41, T42) 동안 최고값에서 최저값으로 감소한다.
- [0078] 또한, 직류 그리드전압(Vgddc)이 하이브리드배전 시스템(110)에 입력되는 경우, 제1 및 제2인덕터전류(IL1, IL2)는 각각 평균적으로 제1 및 제2인덕터전류의 합(IL1+IL2)의 1/2 정도이다.
- [0079] 여기서, 직류 그리드전압(Vgddc)은 약 380V이고, 제1 및 제2인덕터(L1, L2)는 약 300 μ H이고, 링크 커패시터(Clk)는 약 330 μ F이고, 출력은 약 1kW 일 수 있으며, 링크전압(Vlk)은 평균 약 400V 일 수 있다.
- [0080] 이상과 같이, 본 발명의 제1실시예에 따른 하이브리드배전 시스템(110)에 직류 그리드전압(Vgddc)이 입력될 경우, 입력전류가 제1 및 제2인덕터(L1, L2)에 동등하게 분배되어 인덕터, 스위치 등의 다수의 소자의 평균전류가 감소되어 도전손실(conduction loss)이 감소되고, 직류 그리드전압(Vgddc)이 승압되어 직류 링크전압(Vlk)으로 출력된다.

- [0081] 도 11은 본 발명의 제2실시예에 따른 하이브리드배전 시스템을 도시한 도면으로, 제1실시예와 동일한 부분에 대한 설명은 생략한다.
- [0082] 도 11에 도시한 바와 같이, 본 발명의 제2실시예에 따른 하이브리드배전 시스템(210)은, 제1, 제2 및 제4다이오드(D1, D2, D4), 제3, 제5 및 제6스위치(Q3, Q5, Q6), 제1 및 제2인덕터(L1, L2), 링크 커패시터(Clk), 링크 저항(Rlk)을 포함한다.
- [0083] 제1, 제2 및 제4다이오드(D1, D2, D4)는 각각 제1실시예의 제1, 제2 및 제4스위치(Q1, Q2, Q4)에 대응되고, 제3, 제5 및 제6스위치(Q3, Q5, Q6)는 각각 제1실시예의 제3, 제5 및 제6스위치(Q3, Q5, Q6)에 대응된다.
- [0084] 제3, 제5 및 제6스위치(Q3, Q5, Q6)는 각각 전계 효과 트랜지스터(field effect transistor: FET)로 이루어질 수 있다.
- [0085] 이러한 하이브리드배전 시스템(210)은 직류 그리드전압(Vgddc) 입력 시 제1 및 제2인덕터(L1, L2)의 교차(interleaving) 구동을 원활히 수행함과 동시에 제어 복잡성이 감소되는 장점을 갖는다.
- [0086] 이상과 같이, 본 발명의 실시예에 따른 브리지리스 부스트 컨버터와 이를 포함하는 하이브리드배전 시스템에서는, 교류 그리드전압 또는 직류 그리드전압을 승압하여 직류 링크전압으로 출력하여 부하에 공급함으로써, 교류 그리드전압 및 직류 그리드전압에 대한 호환성을 향상시킬 수 있다.
- [0087] 그리고, 본 발명의 실시예에 따른 브리지리스 부스트 컨버터와 이를 포함하는 하이브리드배전 시스템에서는, 교류 그리드전압에 대하여 교류 그리드전류와의 위상일치에 의하여 역률교정을 원활히 수행하고, 직류 그리드전압에 대하여 제1 및 제2인덕터(L1, L2)의 교차(interleaving) 구동에 의하여 평균전류 및 도전손실을 감소시키고 전력변환 효율을 향상시킬 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.

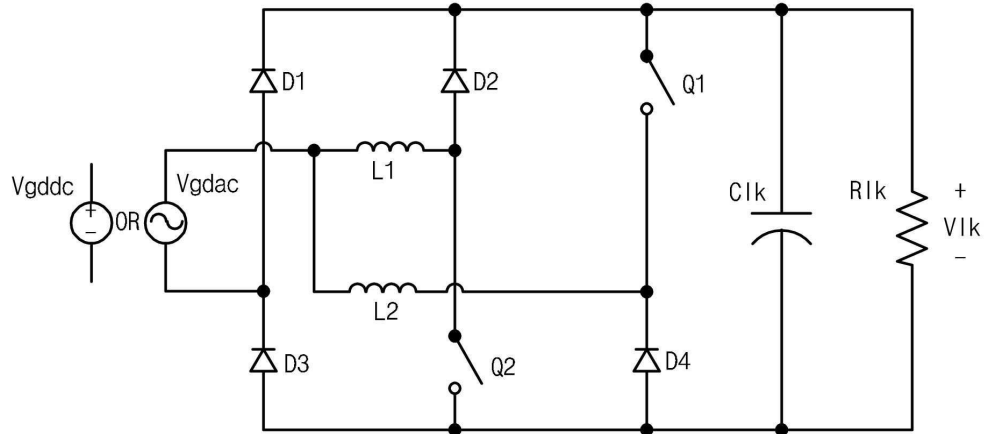
부호의 설명

- [0089] 110: 하이브리드배전 시스템
- Vgdac: 교류 그리드전압 Vgdc: 직류 그리드전압
- Q1 내지 Q6: 제1 내지 제6스위치 L1, L2: 제1 및 제2인덕터
- Clk: 링크 커패시터 Rlk: 링크 저항
- Vlk: 가변 직류 링크전압

도면

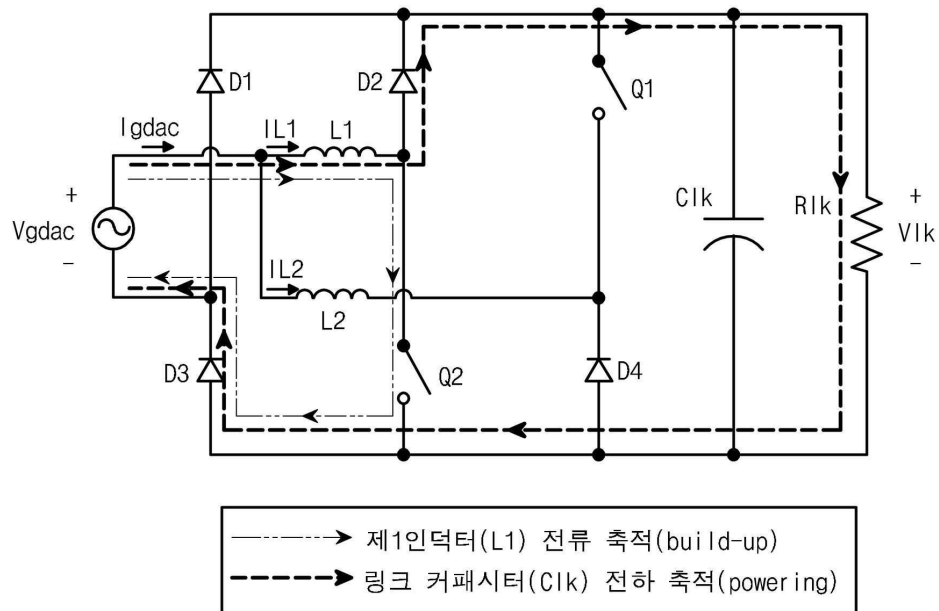
도면1

10



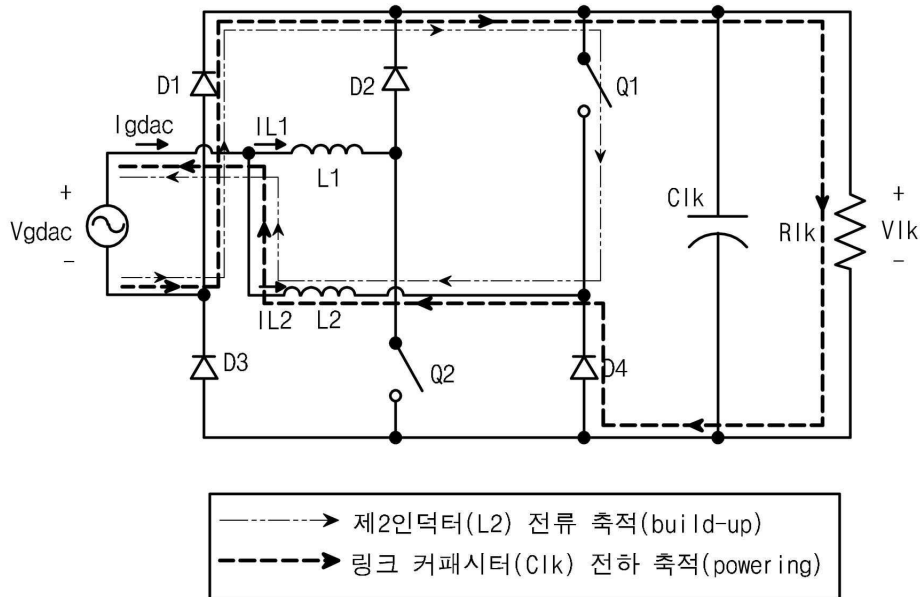
도면2a

10

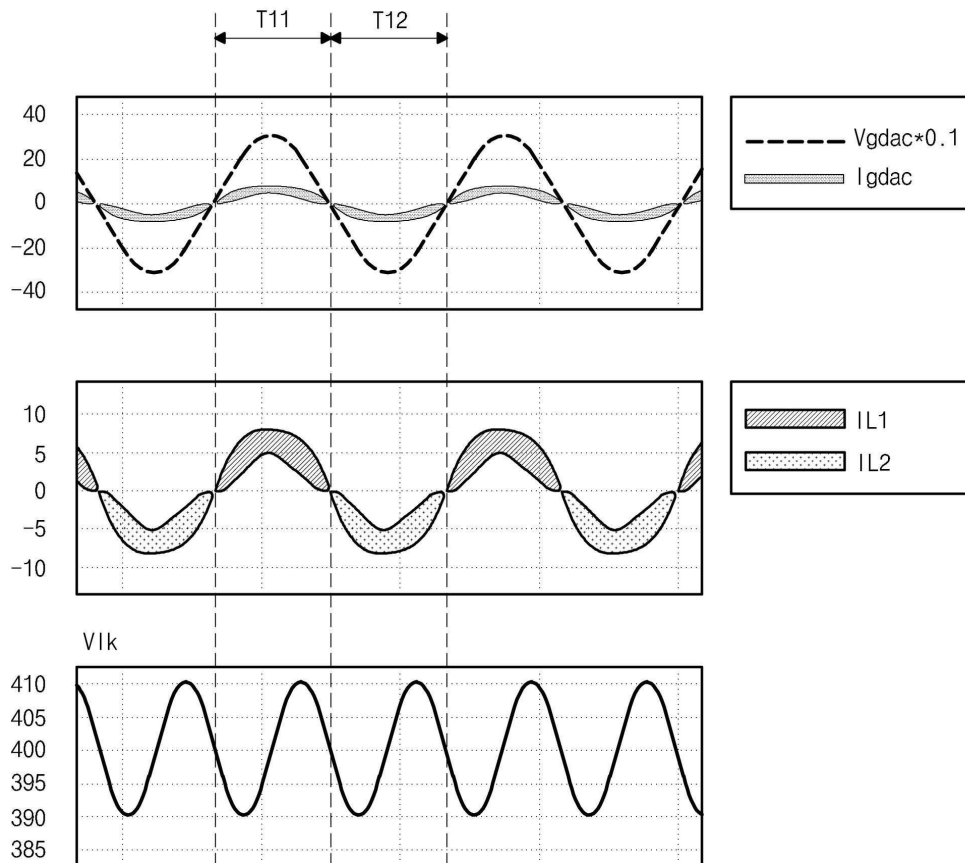


도면2b

10

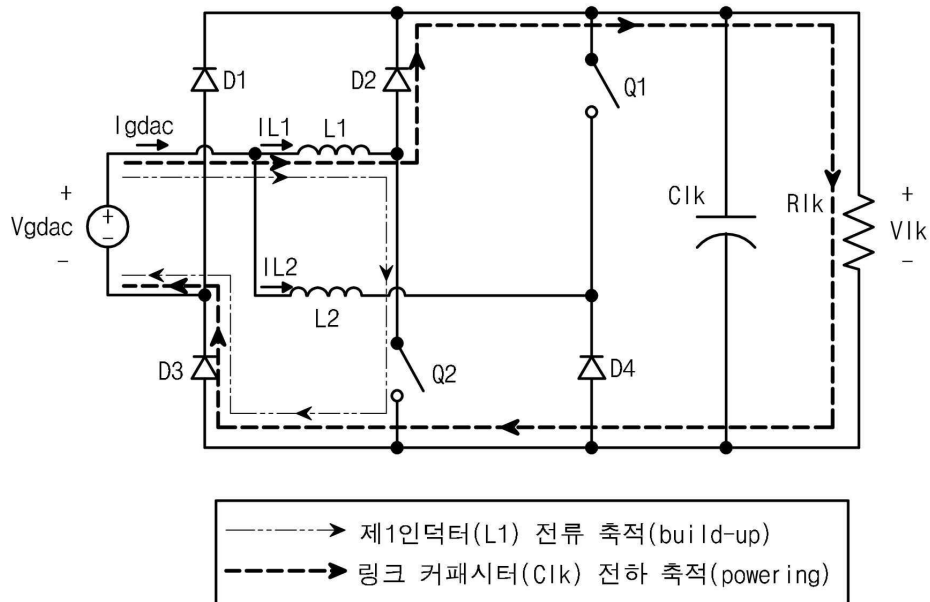


도면3

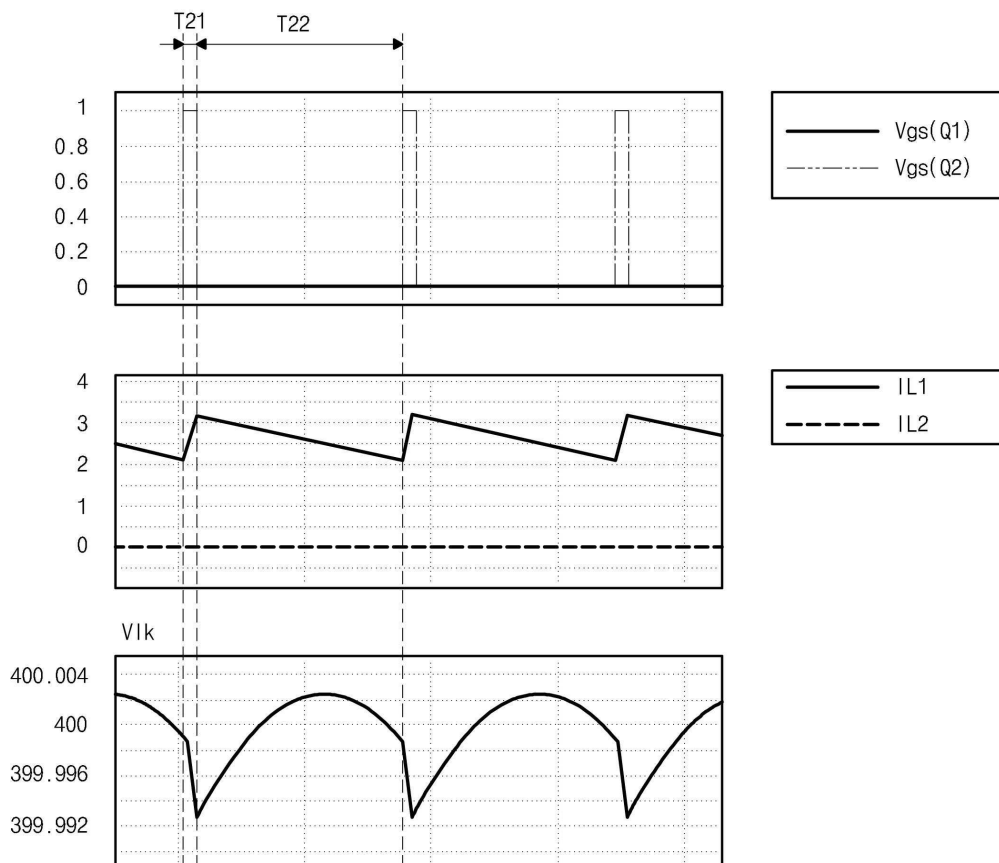


도면4

10

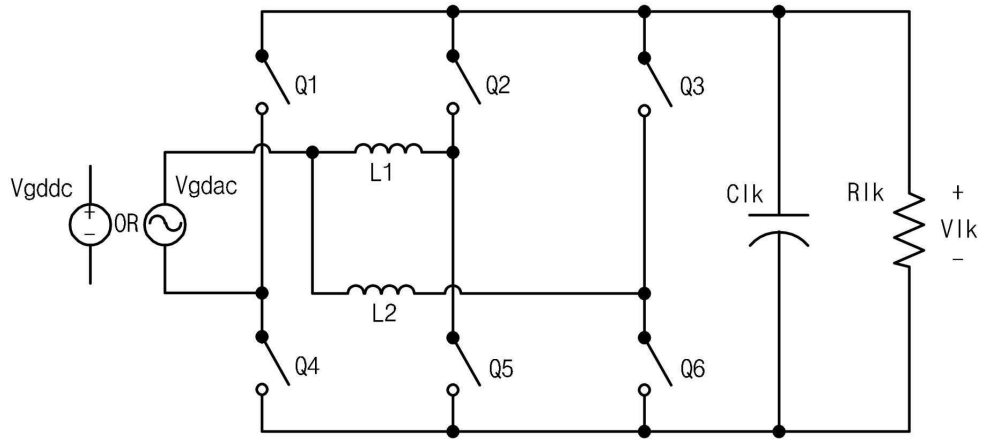


도면5



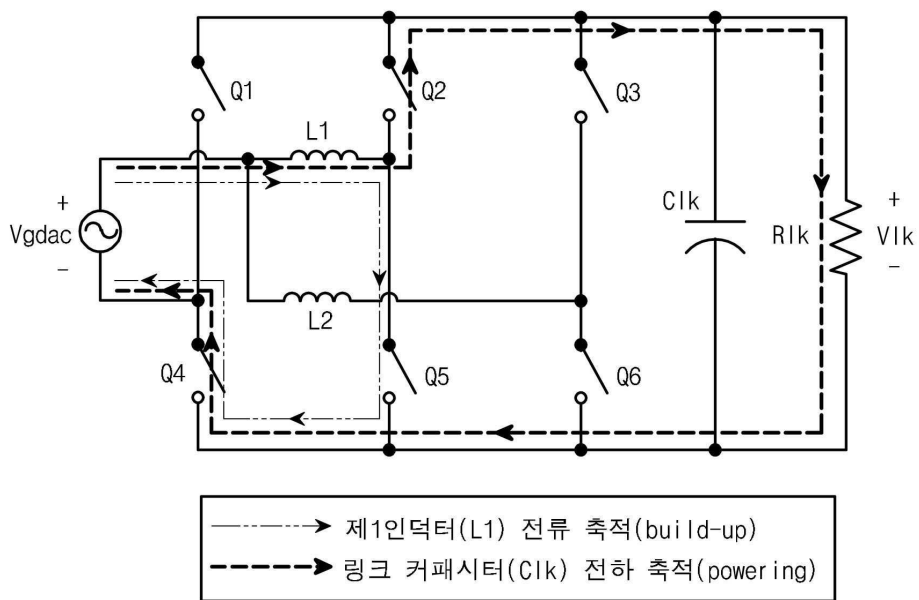
도면6

110



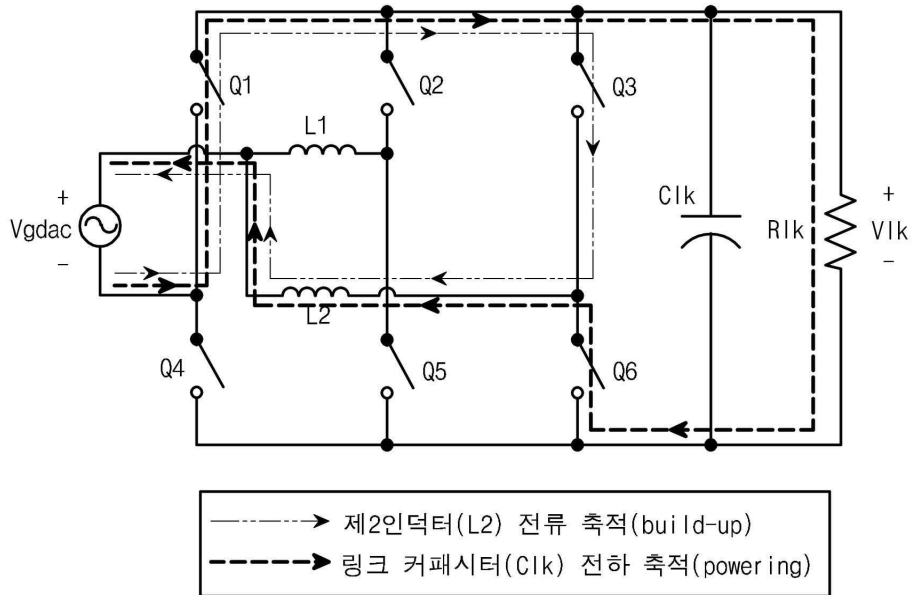
도면7a

110

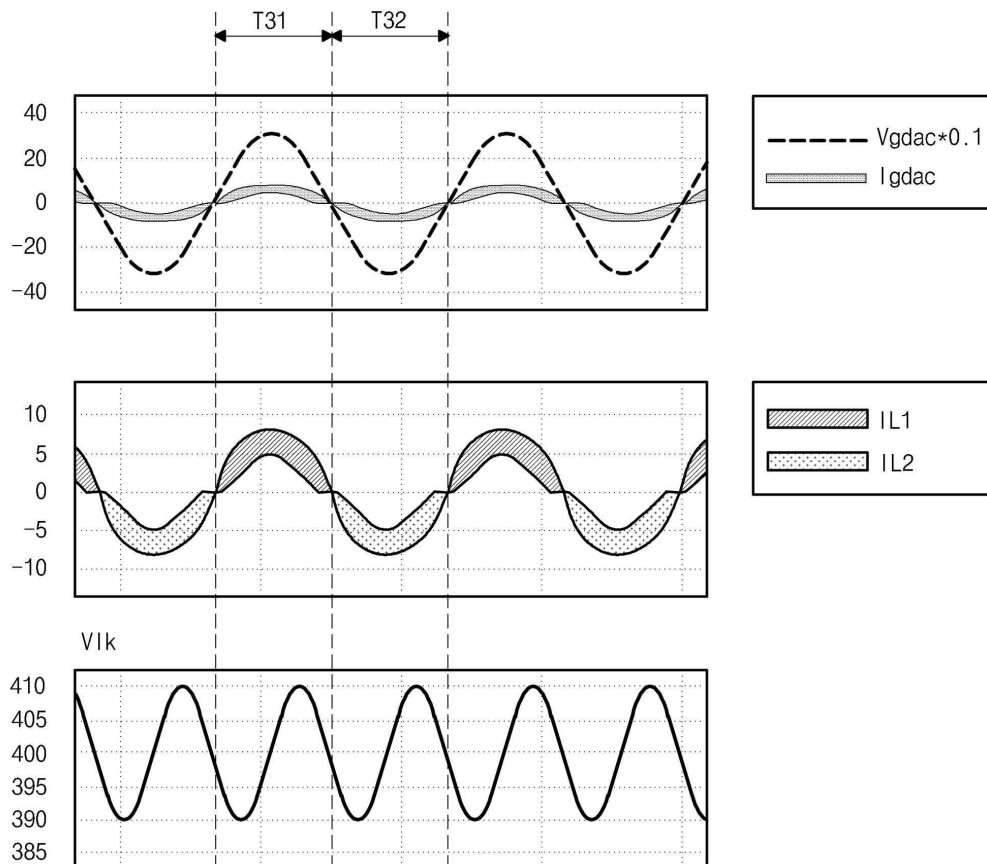


도면7b

110

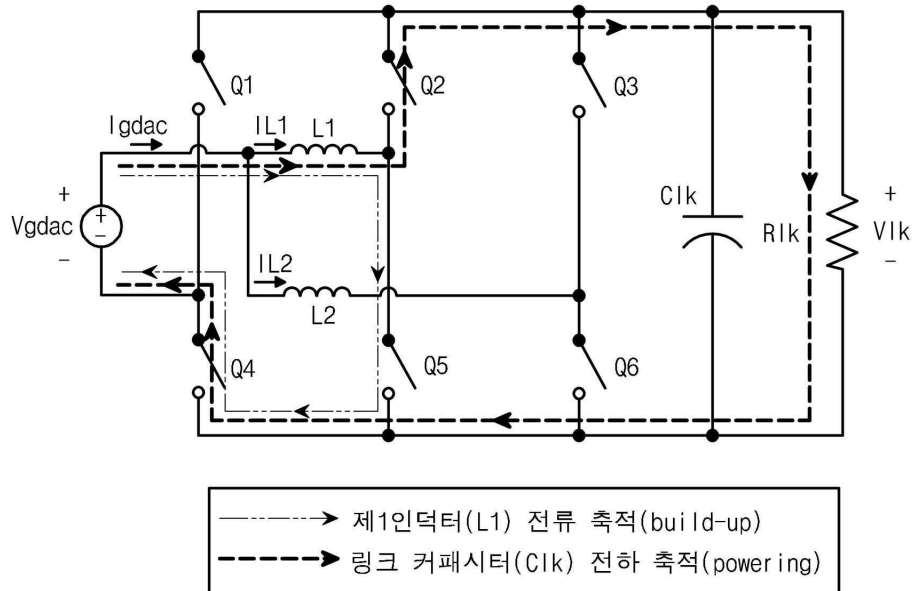


도면8



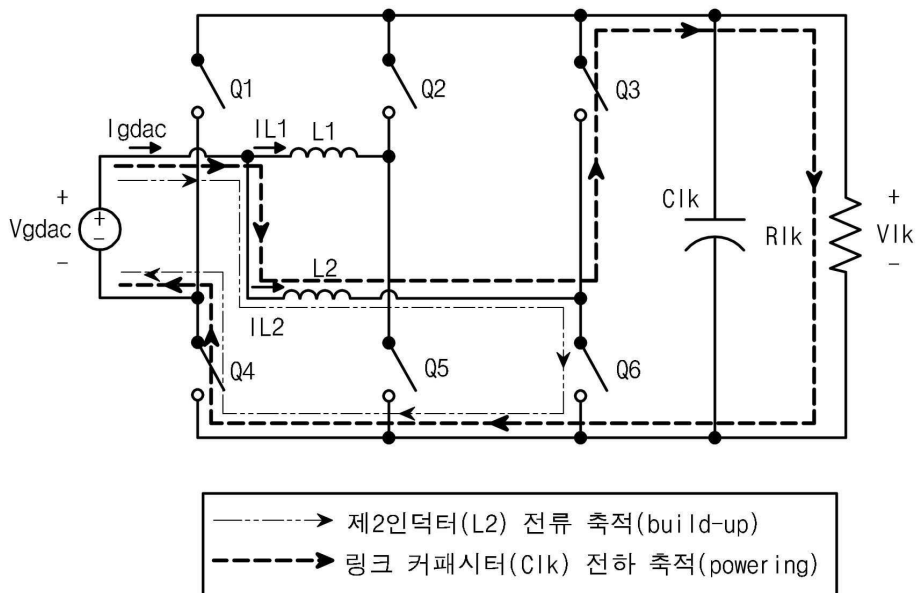
도면9a

110

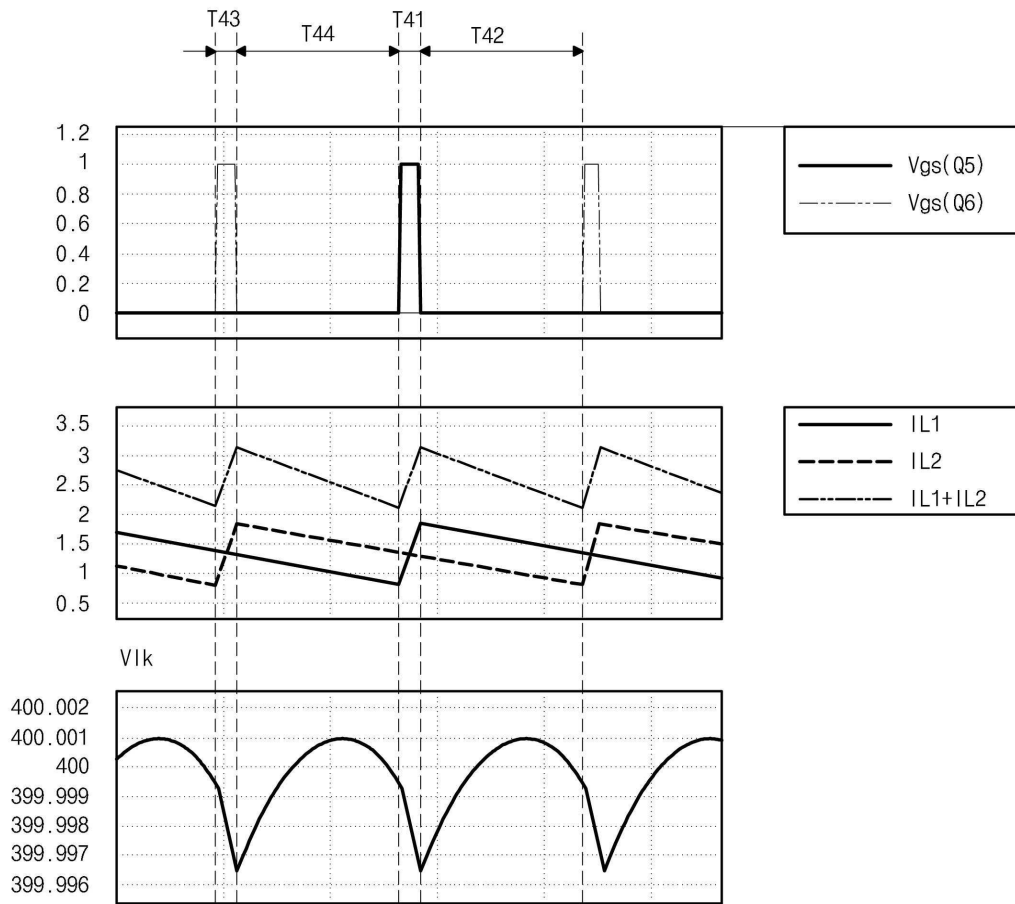


도면9b

110



도면10



도면11

210

