



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0097529
(43) 공개일자 2020년08월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02M 3/158 (2006.01) H02M 1/08 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H02M 3/1582 (2013.01)

H02M 1/08 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0015019

(22) 출원일자 2019년02월08일

심사청구일자 2019년02월08일

(71) 출원인

울산과학기술원

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(72) 발명자

김재준

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술대학교

김명우

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술대학교

(74) 대리인

제일특허법인(유)

전체 청구항 수 : 총 10 항

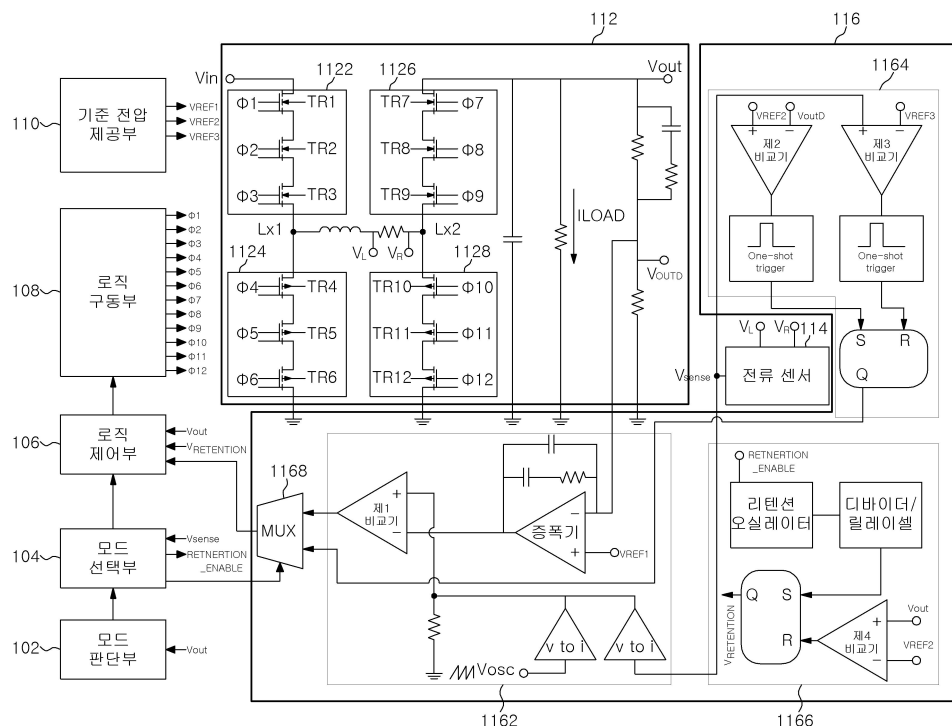
(54) 발명의 명칭 스택 스위치 기반의 벡-부스트 컨버터 제어 장치

(57) 요약

본 발명에 따른 스택 스위치 기반의 벡-부스트 컨버터 제어 장치는, 비반전 벡-부스트 컨버터로부터 출력되는 출력 전압(V_{out})에 의거하여 상기 비반전 벡-부스트 컨버터의 동작 모드를 판단하는 모드 판단부와, 상기 모드 판단부로부터 제공되는 모드 판단신호와 전류 센서로부터 제공되는 센싱된 전압 신호(V_{sense})에 의거하여, 상기 비

(뒷면에 계속)

대표도



반전 벡-부스트 컨버터가 기 설정된 다수의 제어 로직 중 어느 한 로직으로 동작하도록 로직을 결정하는 모드 선택부와, 상기 모드 선택부로부터 제공되는 로직 제어신호, 상기 비반전 벡-부스트 컨버터의 출력 전압신호(V_{out}), 컨버터 제어부로부터 제공되는 리텐션($V_{RETENTION}$) 전압 신호($V_{RETENTION}$) 또는 출력 전압신호에 의거하여 로직 제어신호를 생성하는 로직 제어부와, 상기 로직 제어부로부터 제공되는 로직 제어신호에 의거하여 상기 비반전 벡-부스트 컨버터를 구성하는 스택 스위칭 트랜지스터들의 각각을 온 또는 오프시키기 위한 구동 제어신호를 발생하는 로직 구동부와, 상기 구동 제어신호에 따라 PWM(Pulse Width Modulation) 동작 모드, PFM(Pulse Frequency Modulation) 동작 모드, 리텐션(Retention) 동작 모드 중 어느 한 모드를 실행하는 상기 비반전 벡-부스트 컨버터와, 상기 비반전 벡-부스트 컨버터의 출력 노드로 전달되는 전류를 센싱하여 획득되는 상기 센싱된 전압 신호(V_{SENSE})를 상기 모드 선택부에 제공하는 상기 전류 센서와, PWM 제어를 위한 출력 전압신호, PFM 제어를 위한 출력 전압신호, 리텐션 제어를 위한 리텐션 전압신호 중 어느 하나를 생성하여 상기 로직 제어부에 제공하는 상기 컨버터 제어부를 포함할 수 있다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711082165(세부과제번호:2017M1A2A2087833)

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 기후변화대응기술개발(R&D)

연구과제명 태양전지-이차전지 모노리틱 전원 기반 저전력 올인원 센서 인터페이스 개발

기 여 율 1/1

주관기관 울산과학기술원

연구기간 2019.01.20 ~ 2020.01.19

명세서

청구범위

청구항 1

비반전 벡-부스트 컨버터로부터 출력되는 출력 전압(V_{out})에 의거하여 상기 비반전 벡-부스트 컨버터의 동작 모드를 판단하는 모드 판단부와,

상기 모드 판단부로부터 제공되는 모드 판단신호와 전류 센서로부터 제공되는 센싱된 전압 신호(V_{sense})에 의거하여, 상기 비반전 벡-부스트 컨버터가 기 설정된 다수의 제어 로직 중 어느 한 로직으로 동작하도록 로직을 결정하는 모드 선택부와,

상기 모드 선택부로부터 제공되는 로직 제어신호, 상기 비반전 벡-부스트 컨버터의 출력 전압신호(V_{out}), 컨버터 제어부로부터 제공되는 리텐션($V_{RETENTION}$) 전압 신호($V_{RETENTION}$) 또는 출력 전압신호에 의거하여 로직 제어신호를 생성하는 로직 제어부와,

상기 로직 제어부로부터 제공되는 로직 제어신호에 의거하여 상기 비반전 벡-부스트 컨버터를 구성하는 스택 스위칭 트랜지스터들의 각각을 온 또는 오프시키기 위한 구동 제어신호를 발생하는 로직 구동부와,

상기 구동 제어신호에 따라 PWM(Pulse Width Modulation) 동작 모드, PFM(Pulse Frequency Modulation) 동작 모드, 리텐션(Retention) 동작 모드 중 어느 한 모드를 실행하는 상기 비반전 벡-부스트 컨버터와,

상기 비반전 벡-부스트 컨버터의 출력 노드로 전달되는 전류를 센싱하여 획득되는 상기 센싱된 전압 신호(V_{SENS})를 상기 모드 선택부에 제공하는 상기 전류 센서와,

PWM 제어를 위한 출력 전압신호, PFM 제어를 위한 출력 전압신호, 리텐션 제어를 위한 리텐션 전압신호 중 어느 하나를 생성하여 상기 로직 제어부에 제공하는 상기 컨버터 제어부를 포함하는

스택 스위치 기반의 벡-부스트 컨버터 제어 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 기 설정된 다수의 제어 로직은,

PWM 제어 로직, PFM 제어 로직, 리텐션 제어 로직을 포함하는

스택 스위치 기반의 벡-부스트 컨버터 제어 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 로직 제어부는,

구동 로직의 부하의 전류에 따라 다른 제어 방식을 갖도록 하는 상기 로직 제어신호를 생성하는

스택 스위치 기반의 벡-부스트 컨버터 제어 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 로직 제어부는,

상기 비반전 벡-부스트 컨버터의 부하전류가 소정의 제 1 부하전류 이상일 때 상기 비반전 벡-부스트 컨버터를 PWM 제어 동작으로 실행시키는 로직 제어신호를 생성하고, 상기 부하전류가 소정의 제 2 부하전류 이하일 때 상기 비반전 벡-부스트 컨버터를 PFM 제어 동작으로 실행시키는 로직 제어신호를 생성하며, 상기 부하전류가 상기 소정의 제 2 부하전류보다 작은 소정의 제 3 부하전류 이하일 때 상기 비반전 벡-부스트 컨버터를 리텐션 제어

동작으로 실행시키는 로직 제어신호를 생성하는
스택 스위치 기반의 벡-부스트 컨버터 제어 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
상기 비반전 벡-부스트 컨버터는,
다수의 스위칭 트랜지스터가 스택되어 구성되는 하이 사이드 벡 트랜지스터부와,
다수의 스위칭 트랜지스터가 스택되어 구성되는 로우 사이드 벡 트랜지스터부와,
다수의 스위칭 트랜지스터가 스택되어 구성되는 하이 사이드 부스트 트랜지스터부와,
다수의 스위칭 트랜지스터가 스택되어 구성되는 로우 사이드 부스트 트랜지스터부를 포함하는
스택 스위치 기반의 벡-부스트 컨버터 제어 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,
상기 하이 사이드 벡 트랜지스터부는,
상기 비반전 벡-부스트 컨버터의 입력 전압 노드(V_{in})와 상기 하이 사이드 벡 트랜지스터와 상기 로우 사이드 벡 트랜지스터부가 연결되는 노드($Lx1$)의 사이에 연결되어 소스/드레인 경로를 갖는 3개의 P-채널 트랜지스터를 포함하는
스택 스위치 기반의 벡-부스트 컨버터 제어 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,
상기 로우 사이드 벡 트랜지스터부는,
상기 노드($Lx1$)와 그라운드 사이에 연결되어 드레인/소스 경로를 갖는 3개의 N-채널 트랜지스터를 포함하는
스택 스위치 기반의 벡-부스트 컨버터 제어 장치.

청구항 8

제 5 항에 있어서,
상기 하이 사이드 부스트 트랜지스터부는,
상기 비반전 벡-부스트 컨버터의 출력 전압 노드(V_{out})와 상기 하이 사이드 부스트 트랜지스터와 상기 로우 사이드 부스트 트랜지스터가 연결되는 노드($Lx2$)의 사이에 연결되어 소스/드레인 경로를 갖는 3개의 P-채널 트랜지스터를 포함하는
스택 스위치 기반의 벡-부스트 컨버터 제어 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,
상기 로우 사이드 부스트 트랜지스터부는,
상기 노드($Lx2$)와 그라운드 사이에 연결되어 드레인/소스 경로를 갖는 3개의 N-채널 트랜지스터를 포함하는
스택 스위치 기반의 벡-부스트 컨버터 제어 장치.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 컨버터 제어부는,
 상기 PWM 제어를 위한 출력 전압신호를 생성하여 상기 로직 제어부에 제공하는 PWM 제어부와,
 상기 PFM 제어를 위한 출력 전압신호를 생성하여 상기 로직 제어부에 제공하는 PFM 제어부와,
 상기 리텐션 제어를 위한 리텐션 전압신호를 생성하여 상기 로직 제어부에 제공하는 리텐션 제어부를 포함하는
 스택 스위치 기반의 벅-부스트 컨버터 제어 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 벅-부스트(Buck-Boost) 컨버터 제어 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 스택 스위치(Stacked Switch) 기반의 벅-부스트 컨버터를 최적 효율로 제어할 수 있는 스택 스위치 기반의 벅-부스트 컨버터 제어 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 전력 반도체 등을 이용하여 전력을 변환하는 스위칭 모드 컨버터로서는, 예컨대 벅(Buck) 타입 컨버터, 부스트(Boost) 타입 컨버터 등이 알려져 있다.

[0003] 여기에서, 벅 타입 컨버터는 입력 전압보다 출력 전압을 낮춰서 출력하는 방식이어서 스텝 다운 컨버터로 정의되기도 하는데, 벅 타입 컨버터에서 입력 전압 대비 출력 전압의 비율은 전력 반도체의 듀티 싸이클(D)에 비례한다. 그리고, 부스트 타입 컨버터는 입력 전압보다 출력 전압을 높여서 출력하는 방식이어서 스텝 업 컨버터로 정의되기도 하는데, 부스트 타입 컨버터에서 입력 전압 대비 출력 전압의 비율은 일반적으로 (1-D)에 반비례한다.

[0004] 한편, 컨버터는 하나의 타입으로 고정되어 있을 수 있으나, 필요에 따라 복수의 타입(벅 타입, 부스트 타입)으로 변화하면서 작동할 수도 있어야 한다.

[0005] 예컨대, 특정 구간에서는 벅 모드로 작동하다가 다른 특정 구간에서는 부스트 모드로 작동하는 것이 필요하다. 따라서, 이러한 기능을 위해서는 벅-부스트 컨버터가 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제1816928호(공고일: 2018. 02. 21.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 스택 스위치(Stacked Switch) 기반의 벅-부스트 컨버터의 출력 전류 측정값에 의거하여 트리플 모드(고부하 전류 모드, 저부하 전류 모드, 초저부하 전류 모드)를 기반으로 최적 효율로 컨버터를 제어할 수 있는 스택 스위치 기반의 벅-부스트 컨버터 제어 장치를 제공하고자 한다.

[0008] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 상기에서 언급한 것으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 해결하고자 하는 과제는 아래의 기재들로부터 본 발명이 속하는 통상의 지식을 가진 자에 의해 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명은, 일 관점에 따라, 비반전 벅-부스트 컨버터로부터 출력되는 출력 전압(Vout)에 의거하여 상기 비반전 벅-부스트 컨버터의 동작 모드를 판단하는 모드 판단부와, 상기 모드 판단부로부터 제공되는 모드 판단신호와 전류 센서로부터 제공되는 센싱된 전압 신호(Vsense)에 의거하여, 상기 비반전 벅-부스트 컨버터가 기 설정된

다수의 제어 로직 중 어느 한 로직으로 동작하도록 로직을 결정하는 모드 선택부와, 상기 모드 선택부로부터 제공되는 로직 제어신호, 상기 비반전 벡-부스트 컨버터의 출력 전압신호(Vout), 컨버터 제어부로부터 제공되는 리텐션(VRETENTION) 전압 신호(V_{RETENTION}) 또는 출력 전압신호에 의거하여 로직 제어신호를 생성하는 로직 제어부와, 상기 로직 제어부로부터 제공되는 로직 제어신호에 의거하여 상기 비반전 벡-부스트 컨버터를 구성하는 스택 스위칭 트랜지스터들의 각각을 온 또는 오프시키기 위한 구동 제어신호를 발생하는 로직 구동부와, 상기 구동 제어신호에 따라 PWM(Pulse Width Modulation) 동작 모드, PFM(Pulse Frequency Modulation) 동작 모드, 리텐션(Retention) 동작 모드 중 어느 한 모드를 실행하는 상기 비반전 벡-부스트 컨버터와, 상기 비반전 벡-부스트 컨버터의 출력 노드로 전달되는 전류를 센싱하여 획득되는 상기 센싱된 전압 신호(V_{SENSE})를 상기 모드 선택부에 제공하는 상기 전류 센서와, PWM 제어를 위한 출력 전압신호, PFM 제어를 위한 출력 전압신호, 리텐션 제어를 위한 리텐션 전압신호 중 어느 하나를 생성하여 상기 로직 제어부에 제공하는 상기 컨버터 제어부를 포함하는 스택 스위치 기반의 벡-부스트 컨버터 제어 장치를 제공할 수 있다.

- [0010] 본 발명의 상기 기 설정된 다수의 제어 로직은, PWM 제어 로직, PFM 제어 로직, 리텐션 제어 로직을 포함할 수 있다.
- [0011] 본 발명의 상기 로직 제어부는, 구동 로직의 부하의 전류에 따라 다른 제어 방식을 갖도록 하는 상기 로직 제어신호를 생성할 수 있다.
- [0012] 본 발명의 상기 로직 제어부는, 상기 비반전 벡-부스트 컨버터의 부하전류가 소정의 제 1 부하전류 이상일 때 상기 비반전 벡-부스트 컨버터를 PWM 제어 동작으로 실행시키는 로직 제어신호를 생성하고, 상기 부하전류가 소정의 제 2 부하전류 이하일 때 상기 비반전 벡-부스트 컨버터를 PFM 제어 동작으로 실행시키는 로직 제어신호를 생성하며, 상기 부하전류가 상기 소정의 제 2 부하전류보다 작은 소정의 제 3 부하전류 이하일 때 상기 비반전 벡-부스트 컨버터를 리텐션 제어 동작으로 실행시키는 로직 제어신호를 생성할 수 있다.
- [0013] 본 발명의 상기 비반전 벡-부스트 컨버터는, 다수의 스위칭 트랜지스터가 스택되어 구성되는 하이 사이드 벡 트랜지스터부와, 다수의 스위칭 트랜지스터가 스택되어 구성되는 로우 사이드 벡 트랜지스터부와, 다수의 스위칭 트랜지스터가 스택되어 구성되는 하이 사이드 부스트 트랜지스터부와, 다수의 스위칭 트랜지스터가 스택되어 구성되는 로우 사이드 부스트 트랜지스터부를 포함할 수 있다.
- [0014] 본 발명의 상기 하이 사이드 벡 트랜지스터부는, 상기 비반전 벡-부스트 컨버터의 입력 전압 노드(Vin)와 상기 하이 사이드 벡 트랜지스터와 상기 로우 사이드 벡 트랜지스터부가 연결되는 노드(Lx1)의 사이에 연결되어 소스/드레인 경로를 갖는 3개의 P-채널 트랜지스터를 포함할 수 있다.
- [0015] 본 발명의 상기 로우 사이드 벡 트랜지스터부는, 상기 노드(Lx1)와 그라운드 사이에 연결되어 드레인/소스 경로를 갖는 3개의 N-채널 트랜지스터를 포함할 수 있다.
- [0016] 본 발명의 상기 하이 사이드 부스트 트랜지스터부는, 상기 비반전 벡-부스트 컨버터의 출력 전압 노드(Vout)와 상기 하이 사이드 부스트 트랜지스터와 상기 로우 사이드 부스트 트랜지스터가 연결되는 노드(Lx2)의 사이에 연결되어 소스/드레인 경로를 갖는 3개의 P-채널 트랜지스터를 포함할 수 있다.
- [0017] 본 발명의 상기 로우 사이드 부스트 트랜지스터부는, 상기 노드(Lx2)와 그라운드 사이에 연결되어 드레인/소스 경로를 갖는 3개의 N-채널 트랜지스터를 포함할 수 있다.
- [0018] 본 발명의 상기 컨버터 제어부는, 상기 PWM 제어를 위한 출력 전압신호를 생성하여 상기 로직 제어부에 제공하는 PWM 제어부와, 상기 PFM 제어를 위한 출력 전압신호를 생성하여 상기 로직 제어부에 제공하는 PFM 제어부와, 상기 리텐션 제어를 위한 리텐션 전압신호를 생성하여 상기 로직 제어부에 제공하는 리텐션 제어부를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0019] 본 발명의 실시예에 따르면, 스택 스위치(Stacked Switch) 기반의 벡-부스트 컨버터의 출력 전류 측정값에 의거하여 트리플 모드(고부하 전류 모드, 저부하 전류 모드, 초저부하 전류 모드)를 기반으로 컨버터를 최적 효율로 제어할 수 있다.
- [0020] 본 발명의 실시예에 따르면, 비반전 벡-부스트 컨버터를 구성하는 각 트랜지스터부 각각에 대해 하나의 트랜지스터가 견딜 수 없는 전압을 3개의 트랜지스터를 스택하여 전압강하를 해 줌으로써, 상대적으로 높은 전압에도 충분하게 견딜 수 있는 효과를 얻을 수 있으며, 또한 상대적으로 낮은 입력 전압에서 스택 스위치에 의해 생

는 론 드롭(Ron drop)에 의한 낮은 효율을 효과적으로 보완할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 스택 스위치 기반의 벡-부스트 컨버터 제어 장치의 구성도이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따라 스택 스위치 기반의 벡-부스트 컨버터를 PWM 모드로 실행시키는 주요 과정을 설명하기 위한 예시도이다.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따라 스택 스위치 기반의 벡-부스트 컨버터를 PFM 모드로 실행시키는 주요 과정을 설명하기 위한 예시도이다.
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따라 스택 스위치 기반의 벡-부스트 컨버터를 리텐션 모드로 실행시키는 주요 과정을 설명하기 위한 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 먼저, 본 발명의 장점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되는 실시 예들을 참조하면 명확해질 것이다. 여기에서, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시 예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시 예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 발명의 범주를 명확하게 이해할 수 있도록 하기 위해 예시적으로 제공되는 것이므로, 본 발명의 기술적 범위는 청구항들에 의해 정의되어야 할 것이다.
- [0023] 아울러, 아래의 본 발명을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성 등에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들인 것으로, 이는 사용자, 운용자 등의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있음은 물론이다. 그러므로, 그 정의는 본 명세서의 전반에 걸쳐 기술되는 기술사상을 토대로 이루어져야 할 것이다.
- [0024] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 상세하게 설명한다.
- [0025] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 스택 스위치 기반의 벡-부스트 컨버터 제어 장치의 구성도로서, 모드 판단부(102), 모드 선택부(104), 로직 제어부(106), 로직 구동부(108), 기준전압 제공부(110), 비반전 벡-부스트 컨버터(112), 전류 센서(114) 및 컨버터 제어부(116) 등을 포함할 수 있다.
- [0026] 도 1을 참조하면, 모드 판단부(102)는, 예컨대 벡(Buck) / 부스트(Boost) / 벡-부스트(Buck-Boost) 모드 선택기(Mode Selector)로 정의될 수 있는 것으로, 후술하는 비반전 벡-부스트 컨버터(112)로부터 실시간으로 출력되는 출력 전압(Vout)에 의거하여 비반전 벡-부스트 컨버터(112)의 동작 모드를 판단(결정), 예컨대 벡 모드, 부스트 모드, 벡-부스트 모드 중 어느 하나로 할 것인지를 판단하는 등의 기능을 제공할 수 있다. 여기에서, 결정되는 모드 판단신호는 다음 단의 모드 선택부(104)로 전달될 수 있다.
- [0027] 즉, 모드 판단부(102)는 비반전 벡-부스트 컨버터(112)의 출력 전압(Vout)을 분석하여 비반전 벡-부스트 컨버터(112)가 벡 모드, 부스트 모드, 벡-부스트 모드 중 어느 모드로 동작을 해야 하는지의 정보를 판단한 후 모드 판단신호를 모드 선택부(104)에 제공할 수 있다.
- [0028] 그리고, 모드 선택부(104)는, 예컨대 PWM(Pulse Width Modulation) / PFM(Pulse Frequency Modulation) / 리텐션(Retention) 모드 선택기(Mode Selector)로 정의될 수 있는 것으로, 모드 판단부(102)로부터 제공되는 모드 판단신호와 후술하는 전류 센서(114)로부터 제공되는 센싱된 전류값(Vsense)에 따라서 벡-부스트 컨버터의 제어 방식을 결정할 수 있다.
- [0029] 즉, 모드 선택부(104)는 전류 센서(114)로부터 제공되는 Vsense 전압신호와 모드 판단부(102)로부터 제공되는 모드 판단신호를 통해 PWM 제어 로직(Control Logic), PFM 제어 로직(Control Logic), 리텐션 제어 로직(Control Logic) 중 어떤 로직으로 동작할 것인지를 결정할 수 있는 로직 제어신호를 생성하여 로직 제어부(106)에 제공할 수 있다.
- [0030] 여기에서, PWM 제어 로직은 비반전 벡-부스트 컨버터(112)를 PWM 모드로 동작시키기 위한 로직이고, PFM 제어 로직은 비반전 벡-부스트 컨버터(112)를 PFM 모드로 동작시키기 위한 로직이며, 리텐션 제어 로직은 비반전 벡-부스트 컨버터(112)를 리텐션 모드로 동작시키기 위한 로직이다.

- [0031] 이를 위해, 모드 선택부(104)는 비반전 벅-부스트 컨버터(112)의 동작이 PWM 모드 또는 PFM 모드 중 어느 하나 일 경우, 멀티플렉서(MUX)(1168)에 0 또는 1의 신호를 전달해 줌으로써, 비반전 벅-부스트 컨버터(112)가 PWM 동작 또는 PFM 동작을 실행하도록 제어할 수 있다.
- [0032] 또한, 모드 선택부(104)는 비반전 벅-부스트 컨버터(112)의 동작이 PWM 모드 또는 PFM 모드가 아닐 경우, 리텐션 인에이블(RETENTION_ENABLE) 신호를 인에이블시킴으로써, 비반전 벅-부스트 컨버터(112)가 리텐션 모드로 동작하도록 제어할 수 있다.
- [0033] 다음에, 로직 제어부(106)는 모드 선택부(104)로부터 제공되는 로직 제어신호, 비반전 벅-부스트 컨버터(112)의 출력 전압신호(V_{out}), 후술하는 리텐션 제어부(1166)로부터 제공되는 $V_{RETENTION}$ 전압신호 및 멀티플렉서(1168)의 출력 전압신호에 의거하여 구동 로직이 부하의 전류에 따라 다른 제어 방식을 갖도록 하는 로직 제어신호를 생성하는 등의 기능을 제공할 수 있다.
- [0034] 예컨대, 비반전 벅-부스트 컨버터(112)의 부하전류가 소정의 제 1 부하전류 이상일 때 비반전 벅-부스트 컨버터(112)가 PWM 제어 동작을 실행하도록 로직 구동부(108)에 로직 제어신호를 제공할 수 있고, 부하전류가 소정의 제 2 부하전류 이하일 때 비반전 벅-부스트 컨버터(112)가 PFM 제어 동작을 실행하도록 로직 구동부(108)에 로직 제어신호를 제공할 수 있으며, 부하전류가 소정의 제 2 부하전류보다 작은 소정의 제 3 부하전류 이하일 때 비반전 벅-부스트 컨버터(112)가 리텐션 제어 동작을 실행하도록 로직 구동부(108)에 로직 제어신호를 제공할 수 있다.
- [0035] 그리고, 로직 구동부(108)는 로직 제어부(106)로부터 제공되는 로직 제어신호, 예컨대 PWM 제어 동작을 위한 로직 제어신호, PFM 제어 동작을 위한 로직 제어신호, 리텐션 제어 동작을 위한 로직 제어신호에 의거하여 비반전 벅-부스트 컨버터(112)를 구성하는 각 스위칭 트랜지스터(TR_1 내지 TR_{12})를 온 또는 오프시키기 위한 구동 제어신호(ϕ_1 내지 ϕ_{12})를 각각 발생하여 비반전 벅-부스트 컨버터(112)에 제공하는 등의 기능을 제공할 수 있다.
- [0036] 여기에서, 기준전압 제공부(110)는 V_{REF1} , V_{REF2} , V_{REF3} 등과 같은 기준전압들을 발생하여 컨버터 제어부(116) 내의 각 구성부재에 제공하는 등의 기능을 제공할 수 있다.
- [0037] 다음에, 비반전 벅-부스트 컨버터(112), 즉 스택 스위치(Stacked Switch) 기반의 비반전 벅-부스트 컨버터는 로직 구동부(108)로부터 제공되는 구동 제어신호(ϕ_1 내지 ϕ_{12})에 따라 PWM(Pulse Width Modulation) 동작 모드, PFM(Pulse Frequency Modulation) 동작 모드, 리텐션(Retention) 동작 모드 중 어느 한 모드를 실행하는 등의 기능을 제공할 수 있다.
- [0038] 이를 위해, 비반전 벅-부스트 컨버터(112)는, 입력 전압(V_{in})이 인가되는 입력 전압 노드를 포함할 수 있으며, 다수의 스위칭 트랜지스터 각각 스택되어 구성되는 하이 사이드 벅 트랜지스터부(1122), 로우 사이드 벅 트랜지스터부(1124), 하이 사이드 부스트 트랜지스터부(1126) 및 로우 사이드 부스트 트랜지스터부(1128) 등을 포함할 수 있다.
- [0039] 여기에서, 하이 사이드 벅 트랜지스터부(1122)는 입력 전압 노드(V_{in})와 하이 사이드 벅 트랜지스터(1122)와 로우 사이드 벅 트랜지스터부(1124)가 연결되는 노드(Lx_1)의 사이에 연결되어 소스/드레인 경로를 갖는 3개의 P-채널 트랜지스터(TR_1 내지 TR_3)를 포함할 수 있고, 로우 사이드 벅 트랜지스터부(1124)는 노드(Lx_1)와 그라운드 사이에 연결되어 드레인/소스 경로를 갖는 3개의 N-채널 트랜지스터(TR_4 내지 TR_6)를 포함할 수 있다.
- [0040] 또한, 하이 사이드 부스트 트랜지스터부(1126)는 비반전 벅-부스트 컨버터(112)의 출력 전압 노드(V_{out})와 하이 사이드 부스트 트랜지스터(1126)와 로우 사이드 부스트 트랜지스터(1128)가 연결되는 노드(Lx_2)의 사이에 연결되어 소스/드레인 경로를 갖는 3개의 P-채널 트랜지스터(TR_7 내지 TR_9)를 포함할 수 있고, 로우 사이드 부스트 트랜지스터부(1128)는 노드(Lx_2)와 그라운드 사이에 연결되어 드레인/소스 경로를 갖는 3개의 N-채널 트랜지스터(TR_{10} 내지 TR_{12})를 포함할 수 있다.
- [0041] 그리고, 각 스위칭 트랜지스터(TR_1 내지 TR_{12})의 게이트 각각은 로직 구동부(108)의 출력에 각각 연결되고, 인덕터는 노드(Lx_1)와 노드(Lx_2)의 사이에 연결되며, 출력 커패시터는 출력 전압 노드(V_{out})와 그라운드 노드 사이에서 출력 전압 노드에 연결된다. 그리고, 부하는 출력 전압 노드와 그라운드 노드 사이에서 출력 커패시터와 병렬로 연결될 수 있다.
- [0042] 이때, 벅 동작 모드에서의 듀티 사이클은 $D = t_{on}/T$ 로 정의될 수 있는데, 여기에서 t_{on} 은 하이 사이드 벅 트랜지스터(스위칭 트랜지스터)의 온 시간이고, T 는 컨버터의 스위칭 주기로서 스위칭 주파수(f_{sw})의 역이다

($T=1/f_{sw}$).

- [0043] 그리고, 부스트 동작 모드에서의 듀티 사이클은 $D=t_{on}/T$ 로 정의될 수 있으며, 컨버터의 스위칭 주기에 의해 나누어진 하이 사이드 부스트 트랜지스터의 온 시간을 의미할 수 있다.
- [0044] 다시, 비반전 벅-부스트 컨버터(112)를 참조하면, 구동 제어신호 $\phi 1, \phi 2, \phi 3, \phi 4, \phi 5, \phi 6$ 에 대응되는 각 스위칭 트랜지스터(TR1 내지 TR6)는 벅 동작 모드에서는 벅-부스트 컨버터를 위한 파워 스위치로 기능할 수 있다.
- [0045] 벅 동작 모드에서는, 구동 제어신호 $\phi 7, \phi 8, \phi 9$ 에 대응되는 스위칭 트랜지스터(TR7 내지 TR9)는 항상 턴 온이고 구동 제어신호 $\phi 10, \phi 11, \phi 12$ 에 대응되는 스위칭 트랜지스터(TR10 내지 TR12)는 항상 턴 오프이다.
- [0046] 마찬가지로, 부스트 동작 모드에서는 구동 제어신호 $\phi 7, \phi 8, \phi 9, \phi 10, \phi 11, \phi 12$ 에 대응되는 스위칭 트랜지스터(TR7 내지 TR12)는 부스트 모드에서의 벅-부스트 컨버터를 위한 파워 스위치이다.
- [0047] 부스트 동작 모드에서는, 구동 제어신호 $\phi 1, \phi 2, \phi 3$ 에 대응되는 스위칭 트랜지스터(TR1 내지 TR3)는 항상 턴 온이고 구동 제어신호 $\phi 4, \phi 5, \phi 6$ 에 대응되는 스위칭 트랜지스터(TR4 내지 TR6)는 항상 턴 오프이다.
- [0048] 벅-부스트 동작 모드에서는 구동 제어신호 $\phi 1, \phi 2, \phi 3, \phi 10, \phi 11, \phi 12$ 에 대응되는 스위칭 트랜지스터(TR1 내지 TR3, TR10 내지 TR12)가 온 되는 상태와 구동 제어신호 $\phi 4, \phi 5, \phi 6, \phi 7, \phi 8, \phi 9$ 에 대응되는 스위칭 트랜지스터(TR4 내지 TR9)가 온 되는 상태가 주기적으로 반복될 수 있다.
- [0049] 여기에서, 각 트랜지스터부 각각에 대해 하나의 트랜지스터가 건널 수 없는 전압을 3개의 트랜지스터를 스택하여 전압강하를 해 주기 때문에 상대적으로 높은 전압에도 충분하게 건널 수 있는 효과를 얻을 수 있다.
- [0050] 다음에, 전류 센서(114)는 비반전 벅-부스트 컨버터(112)의 출력 노드로 전달되는 전류를 센싱하여 획득한 결과 값(센싱된 전압 신호)을 모드 선택부(106)로 전달하는 등의 기능을 제공할 수 있다.
- [0051] 즉, 전류 센서(114)는 인덕터를 통해 흐르는 전류가 똑같이 흐르는 저항의 양단 전압 V_L 과 V_R 을 통해서 전류를 센싱하고, 이 센싱된 전류 정보를 그에 대응하는 전압신호 V_{sense} 로 변환하여 모드 선택부(106)로 제공할 수 있다.
- [0052] 그리고, 컨버터 제어부(116)는, PWM 제어를 위한 출력 전압신호, PFM 제어를 위한 출력 전압신호, 리텐션 제어를 위한 $V_{RETENTION}$ 전압신호 중 어느 하나를 선택적으로 생성하여 로직 제어부(106)에 제공하는 등의 기능을 제공할 수 있는 것으로, 이를 위해 컨버터 제어부(116)는 PWM 제어부(1162), PFM 제어부(1164), 리텐션 제어부(1166) 및 멀티플렉서(1168) 등을 포함할 수 있다.
- [0053] 먼저, PWM 제어부(1162)는 컨버터의 PWM 제어를 위한 출력 전압신호를 생성하여 로직 제어부(106)에 제공하는 등의 기능을 제공할 수 있는데, 이를 위해 증폭기(202), 제 1 비교기(204) 등을 포함할 수 있다.
- [0054] 여기에서, 증폭기(202)의 반전 입력 노드(-)에는 비반전 벅-부스트 컨버터(112)의 출력 노드(즉, 비반전 벅-부스트 컨버터(112)의 출력 전압이 저항 디바이더를 통해 디바이딩된 전압 신호 V_{outD})가 연결되고, 증폭기(202)의 비반전 입력 노드(+)에는 기준전압 제공부(110)가 제공하는 V_{REF1} 신호가 연결된다.
- [0055] 그리고, 증폭기(202)의 반전 입력 노드와 비반전 벅-부스트 컨버터(112)의 출력 노드 사이에는 레지스터가 연결되고, 커패시터와 저항의 직렬 연결된 수동소자가 다른 저항과 병렬로 연결된다.
- [0056] 또한, 제 1 비교기(204)의 반전 입력 노드(-)에는 증폭기(202)의 출력이 연결되고, 제 1 비교기(204)의 비반전 입력 노드(+)에는 전류 센서(114)의 전압 값(V_{sense})을 전류 값으로 변환한 값 및 램프 생성기(Ramp generator)에 의해 생성된 전압 값(V_{osc})을 전류 값으로 변환한 값의 전류 합산 값에 해당하는 전류가 저항에 흐르도록 하여 생성된 전압 값이 제공된다.
- [0057] 여기에서, 제 1 비교기(204)의 출력 전압신호, 즉 컨버터의 PWM 제어를 위한 출력 전압신호는 멀티플렉서(1168)의 입력으로 전달되어 로직 제어부(106)로 제공된다.
- [0058] 다음에, PFM 제어부(1164)는 컨버터의 PFM 제어를 위한 출력 전압신호를 생성하여 로직 제어부(106)에 제공하는 등의 기능을 제공할 수 있는데, 이를 위해 제 2 비교기(302), 제 3 비교기(304), 제 1 래치(306) 등을 포함할 수 있다.
- [0059] 여기에서, 제 2 비교기(302)의 비반전 입력 노드(+)에는 기준전압 제공부(110)로부터 제공되는 V_{REF2} 신호가 연

결되고, 제 2 비교기(302)의 반전 입력 노드(-)에는 비반전 벡-부스트 컨버터(112)의 출력 노드, 즉 비반전 벡-부스트 컨버터(112)의 출력 전압이 레지스터 디바이더를 통해 디바이딩된 전압신호 VoutD가 연결된다.

- [0060] 또한, 제 3 비교기(304)의 반전 입력 노드(-)에는 기준전압 제공부(110)로부터 제공되는 VREF3 신호가 연결되고, 제 3 비교기(304)의 비반전 입력 노드(+)에는 전류 센서(114)로부터 제공되는 전압신호 Vsense가 연결된다.
- [0061] 여기에서, 제 2 비교기(302) 및 제 3 비교기(304)의 각 출력은 온 슈트 트리거(One shot trigger)를 통해 제 1 래치(306)의 각 입력(S, R)으로 연결된다.
- [0062] 그리고, 제 1 래치(306)는 제 2 비교기(302)의 출력 또는 제 3 비교기(304)의 출력을 래치하는 기능을 제공할 수 있는 것으로, 이러한 제 1 래치(306)의 출력 전압신호, 즉 컨버터의 PFM 제어를 위한 출력 전압신호는 멀티플렉서(1168)의 입력으로 전달되어 로직 제어부(106)로 제공된다.
- [0063] 다음에, 리텐션 제어부(1166)는 컨버터의 리텐션 제어를 위한 리텐션 전압신호($V_{\text{RETENTION}}$)를 생성하여 로직 제어부(106)에 제공하는 등의 기능을 제공할 수 있는데, 이를 위해 리텐션 오실레이터(OSC)(402), 디바이더/딜레이 셀(/N DIVIDER & DELAY CELL)(404), 제 4 비교기(406) 및 제 2 래치(408) 등을 포함할 수 있다.
- [0064] 여기에서, 리텐션 오실레이터(402)는 모드 선택부(104)로부터 제공되는 리텐션 인에이블 신호에 의해 동작을 시작하고, 디바이더/딜레이 셀(404)은 리텐션 오실레이터(402)로부터 클록신호를 제공받으며, 이러한 디바이더/딜레이 셀(404)의 출력은 제 2 래치(408)의 S 입력으로 연결된다.
- [0065] 또한, 제 4 비교기(406)의 반전 입력 노드(-)에는 기준전압 제공부(110)로부터 제공되는 VREF2 신호가 연결되고, 제 4 비교기(406)의 비반전 입력 노드(+)에는 비반전 벡-부스트 컨버터(112)의 출력 Vout가 연결되며, 제 4 비교기(406)의 출력은 제 2 래치(408)의 R 입력으로 연결된다.
- [0066] 그리고, 제 2 래치(408)는 디바이더/딜레이 셀(404)의 출력 또는 제 4 비교기(406)의 출력을 래치하는 기능을 제공할 수 있는 것으로, 이러한 제 2 래치(408)의 출력(노드 Q의 클록신호), 즉 컨버터의 리텐션 제어를 위한 출력 전압신호($V_{\text{RETENTION}}$)는 로직 제어부(106)로 제공된다.
- [0067] 다음에, 상술한 바와 같은 구성을 갖는 본 실시예에 따른 스택 스위치 기반의 벡-부스트 컨버터 제어 장치를 통해 PWM 모드, PFM 모드 및 리텐션 모드를 적응적으로 수행하는 일련의 동작들에 대하여 도 2 내지 도 4를 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0068] 도 2는 본 발명의 실시예에 따라 스택 스위치 기반의 벡-부스트 컨버터를 PWM 모드로 실행시키는 주요 과정을 설명하기 위한 예시도이다. 여기에서, PWM 모드는, 예컨대 고부하 전류 모드로 정의될 수 있다.
- [0069] 도 2를 참조하면, 스택 스위치 기반의 비반전 벡-부스트 컨버터(112)는 PWM 모드 동작을 실행할 수 있는데, 부하의 전류가 일정 전류 이상으로 높을 때 고부하 전류 모드에 해당하는 PWM 모드로 동작할 수 있다.
- [0070] 전류 센서(114)를 통해서 벡-부스트 컨버터(112)의 인덕터의 뒷단에 연결된 저항의 양단 전압 V_L , V_R 을 센싱하고, 이 센싱된 전압 정보를 통해서 인덕터에 흐르는 전류 정보를 추출한다. 이러한 전류 정보는 Vsense에 해당하는 전압 정보로 전환되어 PWM 제어부(1162)로 전달된 후 증폭기(202) 및 제 1 비교기(204) 등을 경유하여 멀티플렉서(1168)의 입력으로 제공된다.
- [0071] 그리고, 멀티플렉서(1168)의 출력(즉, PWM 제어를 위한 출력 전압신호)이 로직 제어부(106)에 제공되는데, 로직 제어부(106)는 제공된 Vsense 정보를 바탕으로 부하에 전달되는 전류가 일정 전류 이상이면 PWM 동작을 실행하도록 하는 로직 제어신호를 생성하여 로직 구동부(108)에 제공하며, 로직 구동부(108)는 그에 상응하는 구동 제어신호(즉, PWM 동작 모드의 실행을 위한 구동 제어신호)를 발생하여 비반전 벡-부스트 컨버터(112)에 제공한다.
- [0072] 예컨대, 로직 구동부(108)는 PWM 모드 동작을 위해 필요로 하는 $\phi 1$, $\phi 2$, $\phi 3$, $\phi 4$, $\phi 5$, $\phi 6$, $\phi 7$, $\phi 8$, $\phi 9$, $\phi 10$, $\phi 11$, $\phi 12$ 의 구동 제어신호를 생성하여 하이 사이드 벡 트랜지스터부(1122), 로우 사이드 벡 트랜지스터부(1124), 하이 사이드 부스트 트랜지스터부(1126) 및 로우 사이드 부스트 트랜지스터부(1128)에 각각 제공함으로써, 각 스위칭 트랜지스터(TR1 내지 TR12)의 온 또는 오프를 구동 제어한다.
- [0073] 따라서, 비반전 벡-부스트 컨버터(112)는 로직 구동부(108)로부터 제공되는 구동 제어신호에 따라 PWM 모드를 실행하게 된다.

- [0074] 도 3은 본 발명의 실시예에 따라 스택 스위치 기반의 벡-부스트 컨버터를 PFM 모드로 실행시키는 주요 과정을 설명하기 위한 예시도이다. 여기에서, PFM 모드는, 예컨대 저부하 전류 모드로 정의될 수 있다.
- [0075] 도 3을 참조하면, 스택 스위치 기반의 비반전 벡-부스트 컨버터(112)는 PFM 모드 동작을 실행할 수 있는데, 부하의 전류가 일정 전류 이하로 낮을 때 저부하 전류 모드에 해당하는 PFM 모드로 동작할 수 있다.
- [0076] 전류 센서(114)를 통해 인덕터의 뒷단에 연결된 저항의 양단 전압 V_L , V_R 을 센싱하고, 이 센싱된 전압 정보를 통해서 인덕터에 흐르는 전류 정보를 추출한다. 이러한 전류 정보는 Vsense에 해당하는 전압 정보로 전환되어 PFM 제어부(1164)로 전달된 후 제 2 및 제 3 비교기(302, 304), 래치(306) 등을 경유하여 멀티플렉서(1168)의 입력으로 제공된다.
- [0077] 그리고, 멀티플렉서(1168)의 출력(즉, PFM 제어를 위한 출력 전압신호)이 로직 제어부(106)에 제공되는데, 로직 제어부(106)는 제공된 Vsense 정보를 바탕으로 부하에 전달되는 전류가 일정 전류 이하이면 PFM 동작을 실행하도록 하는 로직 제어신호를 생성하여 로직 구동부(108)에 제공하며, 로직 구동부(108)는 그에 상응하는 구동 제어신호(즉, PFM 동작 모드의 실행을 위한 구동 제어신호)를 발생하여 비반전 벡-부스트 컨버터(112)에 제공한다.
- [0078] 예컨대, 로직 구동부(108)는 PFM 모드 동작을 위해 필요로 하는 $\phi 1$, $\phi 2$, $\phi 3$, $\phi 4$, $\phi 5$, $\phi 6$, $\phi 7$, $\phi 8$, $\phi 9$, $\phi 10$, $\phi 11$, $\phi 12$ 의 구동 제어신호를 생성하여 하이 사이드 벡 트랜지스터부(1122), 로우 사이드 벡 트랜지스터부(1124), 하이 사이드 부스트 트랜지스터부(1126) 및 로우 사이드 부스트 트랜지스터부(1128)에 각각 제공함으로써, 각 스위칭 트랜지스터(TR1 내지 TR12)의 온 또는 오프를 구동 제어한다.
- [0079] 따라서, 비반전 벡-부스트 컨버터(112)는 로직 구동부(108)로부터 제공되는 구동 제어신호에 따라 PFM 모드를 실행하게 된다.
- [0080] 도 4는 본 발명의 실시예에 따라 스택 스위치 기반의 벡-부스트 컨버터를 리텐션 모드로 실행시키는 주요 과정을 설명하기 위한 예시도이다. 여기에서, 리텐션 모드는, 예컨대 초저부하 전류 모드로 정의될 수 있다.
- [0081] 도 4를 참조하면, 스택 스위치 기반의 비반전 벡-부스트 컨버터(112)는 리텐션 모드 동작을 실행할 수 있는데, 부하의 전류가 PFM 동작에 해당하는 전류 이하로 낮을 때 초저부하 전류 모드에 해당하는 리텐션 모드로 동작할 수 있다.
- [0082] 리텐션 제어부(1166) 내 제 2 래치(408)의 노드 Q의 출력이 로직 제어부(106)로 제공되고, 로직 제어부(106)는 부하에 전달되는 전류가 PFM 동작에 해당하는 전류 이하이면 리텐션 동작을 실행하도록 하는 로직 제어신호를 생성하여 로직 구동부(108)에 제공하며, 로직 구동부(108)는 그에 상응하는 구동 제어신호(즉, 리텐션 동작 모드의 실행을 위한 구동 제어신호)를 발생하여 비반전 벡-부스트 컨버터(112)에 제공한다.
- [0083] 예컨대, 로직 구동부(108)는 리텐션 모드 동작을 위해 필요로 하는 $\phi 1$, $\phi 2$, $\phi 3$, $\phi 4$, $\phi 5$, $\phi 6$, $\phi 7$, $\phi 8$, $\phi 9$, $\phi 10$, $\phi 11$, $\phi 12$ 의 구동 제어신호를 생성하여 하이 사이드 벡 트랜지스터부(1122), 로우 사이드 벡 트랜지스터부(1124), 하이 사이드 부스트 트랜지스터부(1126) 및 로우 사이드 부스트 트랜지스터부(1128)에 각각 제공함으로써, 각 스위칭 트랜지스터(TR1 내지 TR12)의 온 또는 오프를 구동 제어한다.
- [0084] 따라서, 비반전 벡-부스트 컨버터(112)는 로직 구동부(108)로부터 제공되는 구동 제어신호에 따라 리텐션 모드를 실행하게 된다.
- [0085] 이상의 설명은 본 발명의 기술사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경 등이 가능함을 쉽게 알 수 있을 것이다. 즉, 본 발명에 개시된 실시 예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것으로서, 이러한 실시 예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다.
- [0086] 따라서, 본 발명의 보호 범위는 후술되는 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

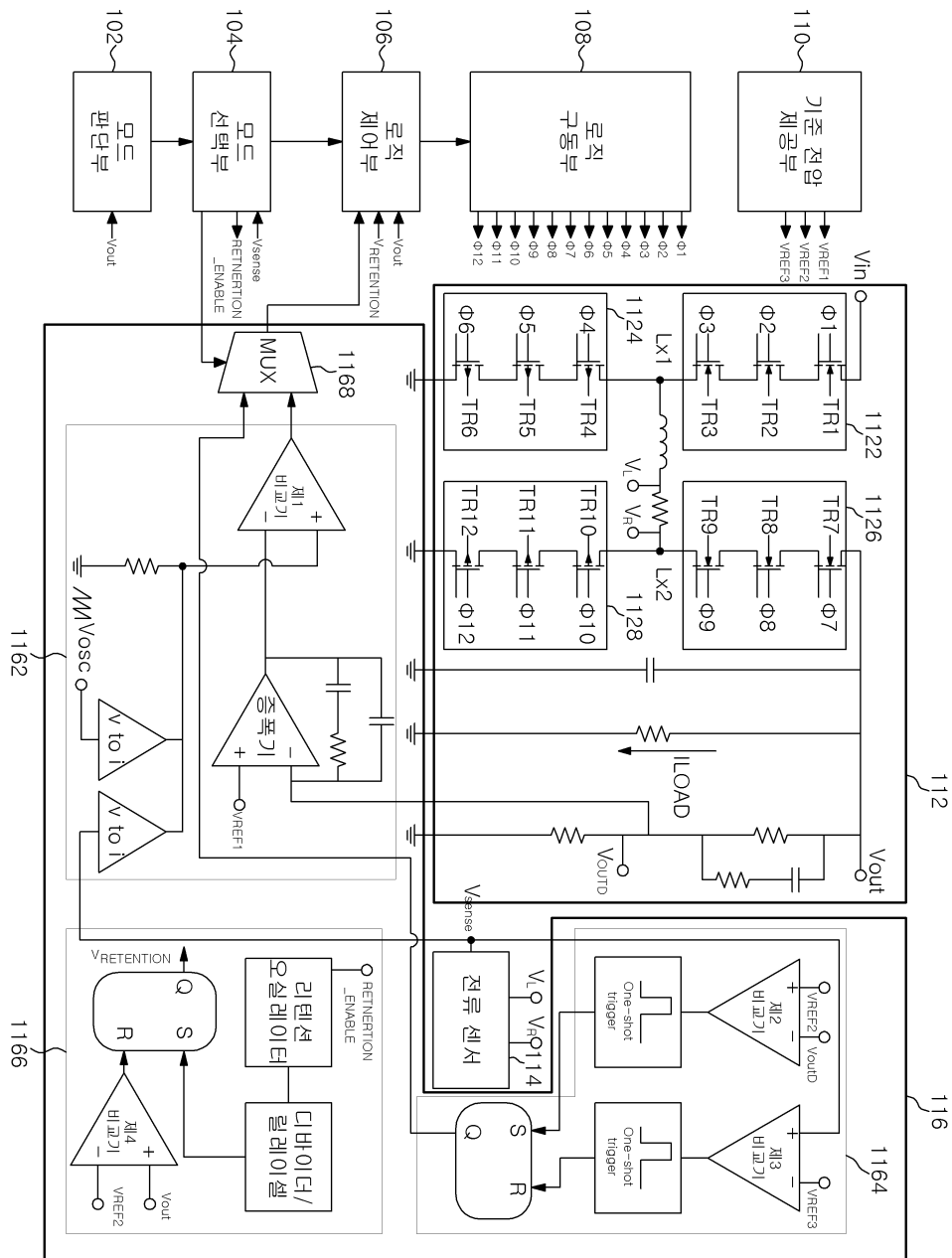
부호의 설명

- [0087] 102 : 모드 판단부

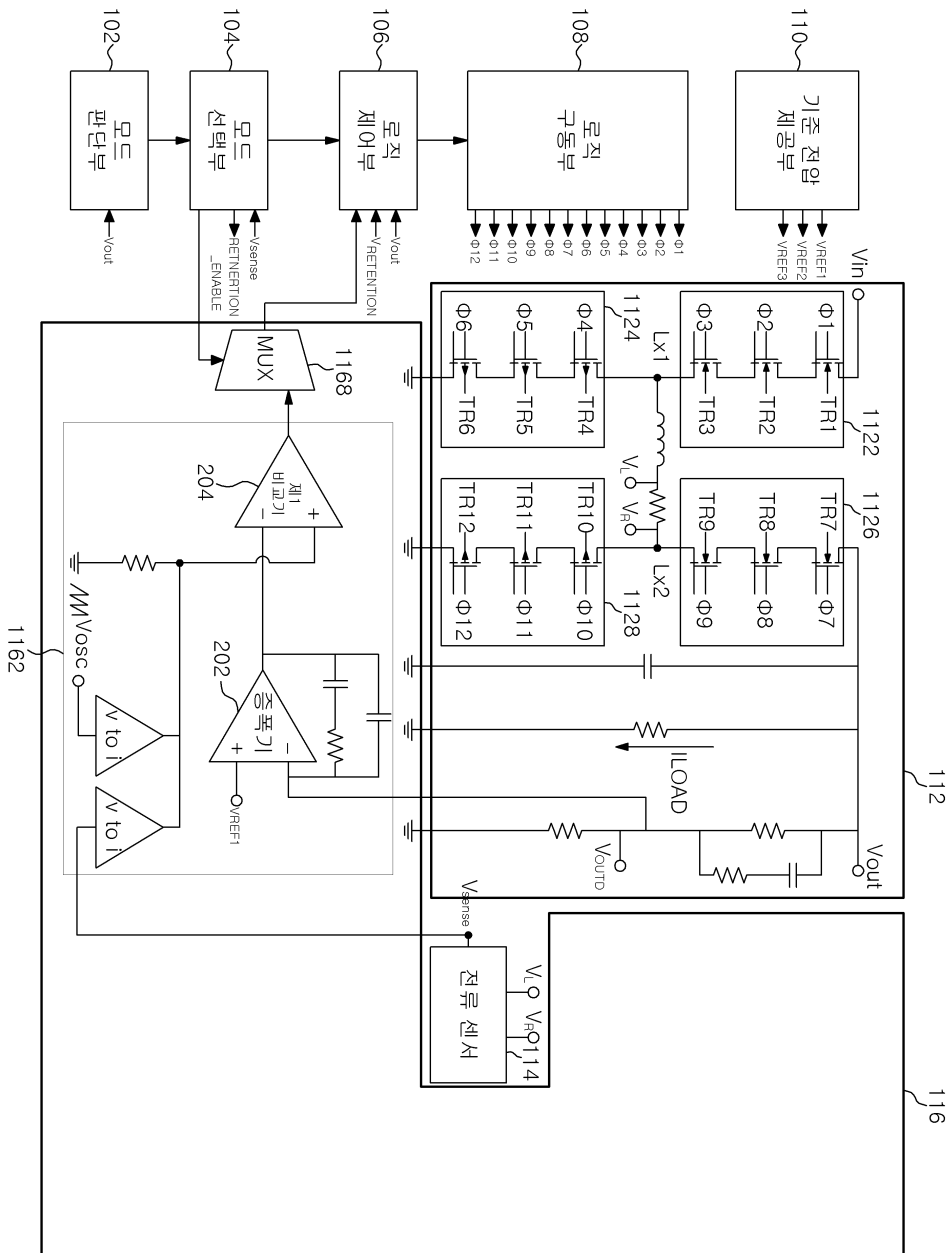
- 104 : 모드 선택부
- 106 : 로직 제어부
- 108 : 로직 구동부
- 110 : 기준전압 제공부
- 112 : 비반전 백-부스트 컨버터
- 114 : 전류 센서
- 116 : 컨버터 제어부
- 1162 : PWM 제어부
- 1164 : PFM 제어부
- 1166 : 리텐션 제어부

도면

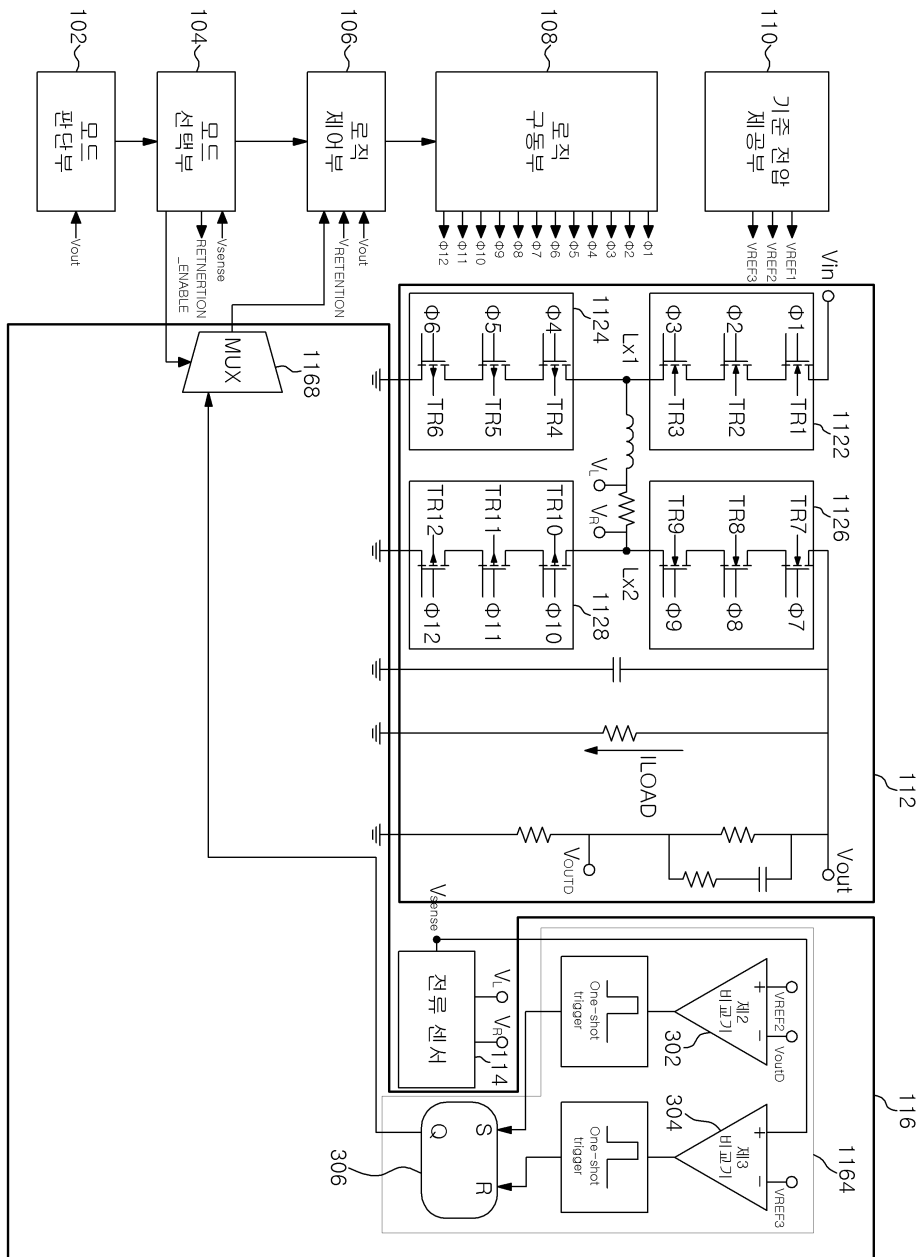
도면1



도면2



도면3



도면4

