



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년03월31일

(11) 등록번호 10-2379933

(24) 등록일자 2022년03월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H02M 3/158 (2006.01) H02M 1/42 (2007.01)

(52) CPC특허분류  
H02M 3/1582 (2013.01)  
H02M 1/4266 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0019783

(22) 출원일자 2020년02월18일

심사청구일자 2020년02월18일

(65) 공개번호 10-2021-0105166

(43) 공개일자 2021년08월26일

(56) 선행기술조사문헌

A high voltage pulse-generator based on DC-to-DC converters and capacitor-diode voltage multipliers for water treatment applications(2015.12.31.)

Single-phase PFC converter using modified multiplier SEPIC converter for high voltage DC applications(2018.01.11.)\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

주식회사 글로벌스탠다드테크놀로지

경기도 화성시 동탄면 동탄산단6길 15-13

(72) 발명자

조은석

경기도 남양주시 도농로 34 부영그린타운 304동 1604호

김기범

경기도 오산시 대원로38번길 21, 드림하우스 205호

이현진

경기도 용인시 기흥구 한보라2로14번길 3-10, 302호

(74) 대리인

윤의섭, 김수진

전체 청구항 수 : 총 6 항

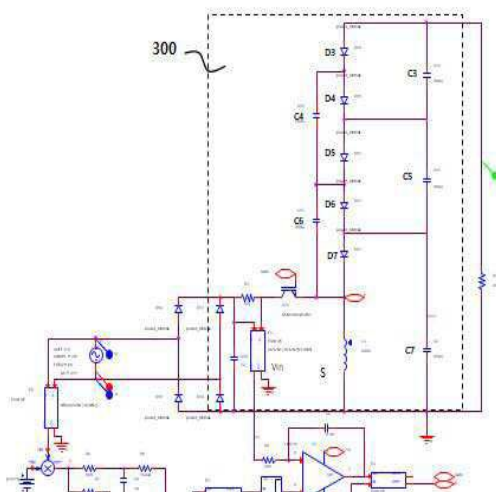
심사관 : 남기영

(54) 발명의 명칭 능동 역률제어가 가능한 고승압비의 다단계 벅 부스트 PFC 컨버터 및 부스트 PFC 컨버터

## (57) 요약

실시예에 따른 다단계 벅 부스트(Multilevel Buck-boost) PFC(Power Factor Correction) 컨버터(Converter) 및 부스트 컨버터는 1개의 단일 소자만으로 별도의 PFC 회로를 사용할 때와 동일한 높은 역률을 달성함과 동시에 높은 승압비 출력전압과 네거티브 출력 전압을 얻을 수 있도록 한다.

대 표 도 - 도3



(52) CPC특허분류  
Y02B 70/10 (2020.08)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

능동 역률제어가 가능한 고승압비의 다단계 벅 부스트 PFC 컨버터에 있어서,  
 결선방식 및 CT/PT 비율에 따라 전압, 전류, 유효전력 무효전력, 역률제어를 수행하는 PFC(Power Factor Correction) 제어모듈;  
 역률제어 후 교류로 입력 전원을 정류하여 음의 전압을 양의 전압으로 변환하는 정류모듈; 및  
 전환된 직류전류를 단계별로 증폭시켜 네거티브 출력전압을 생성하는 멀티레벨 벅 부스트(Multilevel Buck Boost) 컨버터모듈; 을 포함하고,  
 상기 멀티레벨 벅 부스트 컨버터모듈; 은  
 상기 멀티레벨 벅 부스트 컨버터 모듈의 입력전압과 직렬 연결된 스위칭부(S);  
 상기 스위칭부(S)와 좌측으로 병렬 연결된 복수개의 커패시터(C2, C4, C6)  
 상기 스위칭부(S)와 우측으로 병렬 연결된 복수개의 커패시터(C1, C3, C5, C7); 및  
 상기 좌측 및 우측의 복수개의 커패시터들과 모두 병렬 연결되고, 좌측으로 병렬 연결된 커패시터(C2, C4, C6) 및 우측으로 연결된 커패시터들(C1, C3, C5, C7); 각각과 복수의 폐회로를 구성하는 복수개의 다이오드(D1 내지 D7); 를 포함하고,  
 상기 폐회로는  
 상기 스위칭부(S), 상기 스위칭부와 우측 병렬 연결된 커패시터(C7) 및 스위칭부(S)와 직렬 연결된 다이오드(D7)으로 구성된 제1루프;  
 상기 스위칭부(S)와 좌측으로 병렬 연결된 커패시터(C6) 및 상기 커패시터(C6)과 병렬 연결된 두 개의 다이오드(D6, D7)로 구성된 제2루프;  
 다이오드 D5, D6 및 상기 다이오드 D5, D6과 병렬 연결된 커패시터 C5로 구성된 제 3루프;  
 다이오드 D4, D5 및 상기 다이오드 D4, D5과 병렬 연결된 커패시터 C4로 구성된 제 4루프;  
 다이오드 D3, D4 및 상기 다이오드 D3, D4와 병렬 연결된 커패시터 C3로 구성된 제 5루프; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 다단계 벅 부스트 PFC 컨버터.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

삭제

#### 청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 멀티레벨 벅 부스트 컨버터모듈; 의  
 제1루프와 제2루프를 포함하는 폐회로는 상기 멀티레벨 벅 부스트 컨버터 모듈로 입력된 전압을 승압 하는 1단 회로; 이고,  
 상기 제1루프 내지 제4루프를 포함하는 폐회로는 상기 멀티레벨 벅 부스트 컨버터 모듈 입력 전력을 승압 하는 2단 회로; 이고,

상기 2단 회로에서 승압된 전압은 1단 회로에서 승압된 전압을 초과하는 것을 특징으로 하는 다단계 벅 부스트 PFC 컨버터.

## 청구항 5

제 4항에 있어서, 상기 멀티레벨 벅 부스트 컨버터모듈; 은

상기 멀티레벨 벅 부스트 컨버터 모듈에 포함된 루프의 수 및 단 수를 증가시킴으로써, 입력전압의 추가적인 승압비를 획득하는 것을 특징으로 하는 다단계 벅 부스트 PFC 컨버터.

## 청구항 6

능동 역률제어가 가능한 고승압비의 다단계 부스트 PFC 컨버터에 있어서,

결선방식 및 CT/PT 비율에 따라 전압, 전류, 유효전력 무효전력, 역률제어를 수행하는 PFC(Power Factor Correction) 제어모듈;

역률제어 후 교류로 입력 전원을 정류하여 음의 전압을 양의 전압으로 변환하는 정류모듈; 및

전환된 직류전류를 단계별로 증폭시키는 멀티레벨 부스트(Multilevel Boost) 컨버터모듈; 을 포함하고,

상기 멀티레벨 부스트 컨버터모듈; 은

상기 멀티레벨 부스트 컨버터 모듈의 입력전압과 직렬 연결된 스위칭부(S);

상기 스위칭부(S)와 좌측으로 병렬 연결된 복수개의 커패시터(C2, C4, C6)

상기 스위칭부(S)와 우측으로 병렬 연결된 복수개의 커패시터(C1, C3, C5, C7); 및

상기 좌측 및 우측의 복수개의 커패시터들과 모두 병렬 연결되고, 좌측으로 병렬 연결된 커패시터(C2, C4, C6) 및 우측으로 연결된 커패시터들(C1, C3, C5, C7); 각각과 복수의 폐회로를 구성하는 복수개의 다이오드(D1 내지 D7); 를 포함하고,

상기 폐회로는

상기 스위칭부(S), 상기 스위칭부와 우측 병렬 연결된 커패시터(C7) 및 스위칭부(S)와 직렬 연결된 다이오드(D7)으로 구성된 제1루프;

상기 스위칭부(S)와 좌측으로 병렬 연결된 커패시터(C6) 및 상기 커패시터(C6)과 병렬 연결된 두 개의 다이오드(D6, D7)로 구성된 제2루프;

다이오드 D5, D6 및 상기 다이오드 D5, D6과 병렬 연결된 커패시터 C5로 구성된 제 3루프;

다이오드 D4, D5 및 상기 다이오드 D4, D5과 병렬 연결된 커패시터 C4로 구성된 제 4루프;

다이오드 D3, D4 및 상기 다이오드 D3, D4와 병렬 연결된 커패시터 C3로 구성된 제 5루프; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 다단계 부스트 PFC 컨버터.

## 청구항 7

삭제

## 청구항 8

삭제

## 청구항 9

제 6항에 있어서, 상기 멀티레벨 부스트 컨버터모듈; 의

제1루프와 제2루프를 포함하는 폐회로는 상기 멀티레벨 부스트 컨버터 모듈로 입력된 전압을 승압 하는 1단 회로; 이고,

상기 제1루프 내지 제4루프를 포함하는 폐회로는 상기 멀티레벨 부스트 컨버터 모듈 입력 전력을 승압 하는 2단 회로; 이고,

상기 2단 회로에서 승압된 전압은 1단 회로에서 승압된 전압을 초과하는 것을 특징으로 하는 다단계 부스트 PFC 컨버터.

## 청구항 10

제 9항에 있어서, 상기 멀티레벨 부스트 컨버터모듈; 은

상기 멀티레벨 부스트 컨버터 모듈에 포함된 루프의 수 및 단 수를 증가시킴으로써, 입력전압의 추가적인 승압비를 획득하는 것을 특징으로 하는 다단계 부스트 PFC 컨버터.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 개시는 다단계 벡 부스트 PFC 컨버터 및 부스트 컨버터에 관한 것으로 구체적으로, 추가 승압 컨버터 없이 단일 스위칭 소자 만으로 추가적인 승압비를 획득하는 능동 역률제어가 가능한 고승압비의 다단계 벡 부스트 PFC 컨버터 및 부스트 컨버터에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0003] 본 명세서에서 달리 표시되지 않는 한, 이 섹션에 설명되는 내용들은 이 출원의 청구항들에 대한 종래 기술이 아니며, 이 섹션에 포함된다고 하여 종래 기술이라고 인정되는 것은 아니다.

[0004] PFC는 전원장치에 전력효율 향상을 위해 절전회로를 추가한 것으로, PFC 설치 시 전력소비량 감소, 전류가 열로 전환되어 생기는 온도상승 방지, 전자파 감소의 이점을 제공한다. 또한, PFC 는 교류 전력을 직류 전력으로 바꾸는 과정에서 생기는 전력손실을 줄여주는 장치로서, 패시브방식과 액티브방식의 PFC가 있다. 패시브방식은 액티브 PFC보다 저가이며 무겁고 전력손실을 최소화 시키지만 전력효율이 70%안팎으로 낮다. 패시브 PFC는 액티브에 비해 회로가 단순해 부품 원가가 낮아 추가부담이 적고 쉽게 생산할 수 있으며 전자파가 훨씬 낮지만, 저 효율이고 오디오 잡음 발생 가능성이 있다는 단점이 있다.

[0005] 액티브 PFC는 패시브PFC보다 가볍고 전력효율이 95%이상 뛰어나며 전력손실을 최소화 한다. 또한, 액티브PFC는 패시브에 비해 가볍고, 오디오 잡음이 발생하지 않지만 고가이며 높은 고압의 부품이 사용된다는 단점이 있다.

[0006] 또한, 종래 PFC(Power Factor Correction) 컨버터는 800볼트 이상의 출력전압을 획득하기 위해서는 PFC 정류기와 풀브릿지(Full Bridge)등의 승압 컨버터가 필요하다. 종래 PFC 컨버터 회로를 나타낸 도 1의 (a)를 참조하면, 종래 절연방식의 PFC 컨버터는, PFC회로와 승압컨버터를 5개의 스위칭 소자로 제어해야 한다. 아울러, 도 1의 (b)를 참조하면, 비절연 방식의 PFC 컨버터는 PFC회로와 승압컨버터를 2개의 스위칭 소자로 제어해야 한다. 종래 PFC(Power Factor Correction) 컨버터는 고출력 전압을 생성하기 위해서는 PFC회로, 승압컨버터 및 스위치 등 다수의 소자들이 필요하여 회로 설계 효율을 떨어뜨리는 문제가 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 1. 한국 특허등록 제 10-1642755호(2016.07.20)

## 발명의 내용

## 해결하려는 과제

[0009] 실시예에 따른 다단계 벅 부스트(Multilevel Buck-boost) PFC(Power Factor Correction) 컨버터(Converter) 및 부스트 컨버터는 1개의 단일 소자만으로 별도의 PFC 회로를 사용할 때와 동일한 높은 역률을 달성함과 동시에 높은 승압비의 출력 전압을 얻을 수 있도록 한다. 특히, 다단계 벅 부스트(Multilevel Buck-boost) PFC(Power Factor Correction) 컨버터(Converter)는 네거티브 고출력 전압을 획득할 수 있도록 한다.

## 과제의 해결 수단

[0011] 실시예에 따른 능동 역률제어가 가능한 고승압비의 다단계 벅 부스트 PFC 컨버터는 결선방식 및 CT/PT 비율에 따라 전압, 전류, 유효전력 무효전력, 역률제어를 수행하는 PFC(Power Factor Correction) 제어모듈; 역률제어 후 교류로 입력 전원을 정류하여 음의 전압을 양의 전압으로 변환하는 정류모듈; 및 전환된 직류전류를 단계별로 증폭시키는 멀티레벨 벅 부스트(Multilevel Buck Boost) 컨버터모듈; 을 포함한다.

[0012] 다른 실시예에 따른 능동 역률제어가 가능한 고승압비의 다단계 부스트 PFC 컨버터는 결선방식 및 CT/PT 비율에 따라 전압, 전류, 유효전력 무효전력, 역률제어를 수행하는 PFC(Power Factor Correction) 제어모듈; 역률제어 후 교류로 입력 전원을 정류하여 음의 전압을 양의 전압으로 변환하는 정류모듈; 및 전환된 직류전류를 단계별로 증폭시켜 네거티브 출력전압을 생성하는 멀티레벨 부스트(Multilevel Boost) 컨버터모듈; 을 포함한다.

## 발명의 효과

[0014] 종래 PFC 정류기의 경우에는 800V이상의 출력 전압을 얻기 어려워 추가 승압 컨버터 필요하지만, 실시예에 따른 다단계 벅 부스트(Multilevel Buck-boost) PFC(Power Factor Correction) 컨버터(Converter) 및 부스트 PFC 컨버터는 멀티레벨 벅 부스트(Multilevel Buck-boost) 컨버터 및 부스트 컨버터의 단 수를 증가시킴으로써 추가적인 승압비를 얻을 수 있도록 한다.

[0015] 또한, 제어 대상이 1개의 스위칭 소자에 불과하여 제어를 간단하게 하고, 벅 부스트(Buck-boost) 컨버터의 경우 높은 네거티브(Negative) 전압을 얻을 수 있도록 한다.

[0016] 본 발명의 효과는 상기한 효과로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 상세한 설명 또는 특허청구범위에 기재된 발명의 구성으로부터 추론 가능한 모든 효과를 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

## 도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 종래 PFC 컨버터의 회로도  
 도 2는 실시예에 따른 능동 역률제어가 가능한 고승압비의 다단계 벅 부스트 PFC 컨버터 회로를 나타낸 도면  
 도 3은 실시예에 따른 멀티레벨 벅 부스트 컨버터모듈의 회로도  
 도 4는 도 3의 회로에서 측정한 능동 역률제어가 가능한 고승압비의 다단계 벅 부스트 PFC 컨버터의 입력 전류와 출력전류를 나타낸 그래프  
 도 5는 실시예에 따른 능동 역률제어가 가능한 고승압비의 다단계 벅 부스트 PFC 컨버터 및 부스트 컨버터 회로의 온오프 스위칭 시 인가되는 신호 흐름을 나타낸 도면  
 도 6은 실시예에 따른 능동 역률제어가 가능한 고승압비의 다단계 부스트 PFC 컨버터 회로를 나타낸 도면  
 도 7은 실시예에 따른 멀티레벨 부스트 컨버터모듈의 회로도  
 도 8는 도 7의 회로에서 측정한 능동 역률제어가 가능한 고승압비의 다단계 부스트 PFC 컨버터의 입력 전류와 출력전류를 나타낸 그래프

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 도면부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.

- [0020] 본 발명의 실시 예들을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명의 실시 예에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0021] 도 2는 실시예에 따른 능동 역률제어가 가능한 고승압비의 다단계 벅 부스트 PFC 컨버터 회로를 나타낸 도면이다.
- [0022] 도 2를 참조하면, 실시예에 따른 능동 역률제어가 가능한 고승압비의 다단계 부스트 PFC 컨버터는 PFC(Power Factor Correction) 제어모듈(100), 정류모듈(200) 및 멀티레벨 벅 부스트(Multilevel Buck Boost) 컨버터모듈(300)을 포함하여 구성될 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 '모듈'이라는 용어는 용어가 사용된 문맥에 따라서, 소프트웨어, 하드웨어 또는 그 조합을 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다. 예를 들어, 소프트웨어는 기계어, 펌웨어(firmware), 임베디드코드(embedded code), 및 애플리케이션 소프트웨어일 수 있다. 또 다른 예로, 하드웨어는 회로, 프로세서, 컴퓨터, 집적 회로, 집적 회로 코어, 센서, 맴스(MEMS; Micro-Electro-Mechanical System), 수동 디바이스, 또는 그 조합일 수 있다.
- [0023] PFC(Power Factor Correction) 제어모듈(100)은 역률제어를 수행하는 모듈로서, 모듈의 각 상 결선방식 및 CT/PT 비율에 따라 전압, 전류, 유효전력 무효전력의 역률제어를 수행한다.
- [0024] 정류모듈(200)은 역률제어 후 교류로 입력 전원을 정류하여 음의 전압을 양의 전압으로 변환한다. 멀티레벨 벅 부스트(Multilevel Buck Boost) 컨버터모듈(300)은 전환된 직류전류를 단계별로 증폭시키고 네거티브 출력전압을 생성한다.
- [0025] 도 3은 실시예에 따른 멀티레벨 벅 부스트 컨버터모듈의 회로도이다.
- [0026] 도 3을 참조하면, 멀티레벨 벅 부스트 컨버터모듈(300)은 스위칭부(S), 커패시터(C1내지 C4), 다이오드(D1 내지 D4)를 포함하여 구성될 수 있다. 멀티레벨 벅 부스트 컨버터모듈(300)의 스위칭부(S)는 멀티레벨 부스트 컨버터 모듈의 입력전압과 직렬 연결된다. 복수개의 커패시터(C4, C6)는 스위칭부(S)와 좌측으로 병렬 연결된다. 또한, 커패시터(C3, C5, C7); 는 스위칭부(S)와 우측으로 병렬 연결된다. 복수개의 다이오드(D3 내지 D7)는 좌측 및 우측의 복수개의 커패시터들과 모두 병렬 연결되고, 좌측으로 병렬 연결된 커패시터(C4, C6) 및 우측으로 연결된 커패시터들(C3, C5, C7); 각각과 복수의 폐회로를 구성한다. 벅 부스트 컨버터 회로의 다이오드(D3 내지 D7)는 인가된 전류가 D3에서 D7 방향으로 흐르도록 한다.
- [0027] 폐회로는 스위칭부(S), 스위칭부(S)와 우측 병렬 연결된 커패시터(C7) 및 스위칭부(S)와 직렬 연결된 다이오드(D7)으로 구성된 제1루프; 스위칭부(S)와 좌측으로 병렬 연결된 커패시터(C6) 및 커패시터(C6)과 병렬 연결된 두 개의 다이오드(D6, D7)로 구성된 제2루프; 다이오드 D5, D6 및 다이오드 D5, D6과 병렬 연결된 커패시터 C5로 구성된 제 3루프; 다이오드 D4, D5 및 상기 다이오드 D4, D5과 병렬 연결된 커패시터 C4로 구성된 제 4루프; 다이오드 D3, D4 및 다이오드 D3, D4와 병렬 연결된 커패시터 C3로 구성된 제 5루프; 를 포함할 수 있다.
- [0028] 이때, 제1루프와 제2루프를 포함하는 폐회로는 멀티레벨 벅 부스트 컨버터 모듈로 입력된 전압을 승압 하는 1단 회로이고, 제1루프 내지 제4루프를 포함하는 폐회로는 멀티레벨 벅 부스트 컨버터 모듈 입력 전력을 승압 하는 2단 회로이다.
- [0029] 실시예에서는 스위칭 동작을 통해 멀티레벨 벅 부스트 컨버터모듈의 폐회로를 다르게 동작시켜 입력 전압의 승압 정도를 제어할 수 있다. 실시예에서는 폐회로를 포함하는 회로의 단수가 늘어날수록 승압비율이 커지게 된다. 구체적으로 제1루프 내지 제4루프를 포함하는 2단 회로에서 승압된 전압은 1단 회로에서 승압비율을 초과하게 된다.
- [0030] 또한, 실시예에서 멀티레벨 벅 부스트 컨버터모듈(300);은 멀티레벨 부스트 컨버터 모듈에 포함된 루프의 수 및 단 수를 증가시킴으로써, 입력전압의 추가적인 승압비를 획득할 수 있다. 도 4는 도 3의 회로에서 측정한 능동 역률제어가 가능한 고승압비의 다단계 벅 부스트 PFC 컨버터의 입력/출력의 전압, 전류를 나타낸 그래프이다.
- [0031] 도 4를 참조하면, PFC 제어모듈(100)으로 교류 전류 또는 교류 전압을 입력하면 역률제어, 정류 과정 이후, 멀티레벨 벅 부스트 컨버터모듈(300);의 승압과정을 거쳐 네거티브의 출력전압을 획득할 수 있다. 도 3에 도시된 바와 같이, 측정 출력전압은 최종 출력 전압 값으로, 3단 이상으로 출력 회로의 단수를 증가시킬 경우, 도 4에 도시된 네거티브 출력전압의 절대 수치를 초과하는 최종 출력전압을 획득할 수 있다.
- [0032] 도 5는 실시예에 따른 능동 역률제어가 가능한 고승압비의 다단계 벅 부스트 PFC 컨버터 및 부스트 PFC 회로의



온오프 스위칭 시 인가되는 신호 흐름을 나타낸 도면이다.

- [0033] 도 5를 참조하면, 멀티레벨 벅 부스트 컨버터모듈; 은 멀티레벨 부스트 컨버터 모듈의 입력전압과 직렬 연결된 스위칭부(S); 스위칭부(S)와 좌측으로 병렬 연결된 복수개의 커패시터(C2, C4, C6) 스위칭부(S)와 우측으로 병렬 연결된 복수개의 커패시터(C1, C3, C5, C7); 및 좌측 및 우측의 복수개의 커패시터들과 모두 병렬 연결되고, 좌측으로 병렬 연결된 커패시터(C2, C4, C6) 및 우측으로 연결된 커패시터들(C1, C3, C5, C7); 각각과 복수의 폐회로를 구성하는 복수개의 다이오드(D1 내지 D7); 를 포함한다. 실시예에서 폐회로는 스위칭부(S), 스위칭부와 우측 병렬 연결된 커패시터(C7) 및 스위칭부(S)와 직렬 연결된 다이오드(D7)으로 구성된 제1루프; 스위칭부(S)와 좌측으로 병렬 연결된 커패시터(C6) 및 커패시터(C6)과 병렬 연결된 두 개의 다이오드(D6, D7)로 구성된 제2루프; 다이오드 D5, D6 및 상기 다이오드 D5, D6과 병렬 연결된 커패시터 C5로 구성된 제 3루프; 다이오드 D4, D5 및 다이오드 D4, D5과 병렬 연결된 커패시터 C4로 구성된 제 4루프; 다이오드 D3, D4 및 다이오드 D3, D4와 병렬 연결된 커패시터 C3로 구성된 제 5루프; 다이오드 D2, D3 및 다이오드 D2, D3과 병렬 연결된 커패시터 C2로 구성된 제 6루프; 및 다이오드 D1, D2와 병렬 연결된 커패시터 C1로 구성된 제 7루프; 를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0034] 멀티레벨 벅 부스트 컨버터모듈(300)의 제1루프와 제2루프를 포함하는 폐회로는 멀티레벨 벅 부스트 컨버터 모듈로 입력된 전압을 승압 하는 1단 회로; 이고, 제1루프 내지 제4루프를 포함하는 폐회로는 멀티레벨 벅 부스트 컨버터 모듈 입력 전력을 승압 하는 2단 회로; 이고, 제1루프 내지 제6루프를 포함하는 폐회로는 3단 회로로서 멀티레벨 벅 부스트 컨버터 모듈 입력 전력을 승압한다.
- [0035] 도 5의 (a)는 입력신호를 멀티레벨 벅 부스트 컨버터모듈에 인가했을 때 형성되는 신호 흐름을 나타낸 것이고, 도 5의 (b)는 스위칭을 통해 1단 회로까지 승압 시켰을 때, 형성되는 신호 흐름을 나타낸 도면이다. 도 5의 (C)는 2단 회로까지 승압 시켰을 때 형성되는 신호 흐름, 도 5의 (D)는 3단 회로까지 승압 시켰을 때 형성되는 신호 흐름을 나타낸 도면이다. 실시예에서 멀티레벨 벅 부스트 컨버터모듈;은 멀티레벨 부스트 컨버터 모듈에 포함된 루프의 수 및 단 수를 증가시킬 수록, 입력전압의 추가적인 승압비를 획득할 수 있다.
- [0036] 실시예에 따른 능동 역률제어가 가능한 고승압비의 다단계 벅 부스트 PFC 컨버터 모듈은 부스트 부스트 PFC 에도 적용 될 수 있다. 이하, 능동 역률제어가 가능한 고승압비의 다단계 부스트 PFC 컨버터에 대해 보다 자세히 설명한다.
- [0037] 도 6은 실시예에 따른 능동 역률제어가 가능한 고승압비의 다단계 부스트 PFC 컨버터 회로를 나타낸 도면이다.
- [0038] 도 6을 참조하면, 실시예에 따른 능동 역률제어가 가능한 고승압비의 다단계 부스트 PFC 컨버터는 PFC(Power Factor Correction) 제어모듈(10), 정류모듈(20) 및 멀티레벨 부스트(Multilevel Boost) 컨버터모듈(30)을 포함하여 구성될 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 '모듈' 이라는 용어는 용어가 사용된 문맥에 따라서, 소프트웨어, 하드웨어 또는 그 조합을 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다. 예를 들어, 소프트웨어는 기계어, 펌웨어(firmware), 임베디드코드(embedded code), 및 애플리케이션 소프트웨어일 수 있다. 또 다른 예로, 하드웨어는 회로, 프로세서, 컴퓨터, 집적 회로, 집적 회로 코어, 센서, 멤스(MEMS; Micro-Electro-Mechanical System), 수동 디바이스, 또는 그 조합일 수 있다.
- [0039] PFC(Power Factor Correction) 제어모듈(10)은 역률제어를 수행하는 모듈로서, 모듈의 각 상 결선방식 및 CT/PT 비율에 따라 전압, 전류, 유효전력 무효전력의 역률제어를 수행한다.
- [0040] 정류모듈(20)은 역률제어 후 교류로 입력된 전류를 직류로 전환한다.
- [0041] 멀티레벨 부스트(Multilevel Boost) 컨버터모듈(30)은 전환된 직류전류를 단계별로 증폭시킨다.
- [0042] 도 7은 실시예에 따른 멀티레벨 부스트 컨버터모듈의 회로도이다.
- [0043] 도 7을 참조하면, 멀티레벨 부스트 컨버터모듈(30)은 스위칭부(S), 커패시터(C1내지 C4), 다이오드(D1 내지 D4)를 포함하여 구성될 수 있다. 멀티레벨 부스트 컨버터모듈(30)의 스위칭부(S)는 멀티레벨 부스트 컨버터 모듈의 입력전압과 직렬 연결된다. 복수개의 커패시터(C4, C6)는 스위칭부(S)와 좌측으로 병렬 연결된다. 또한, 커패시터(C3, C5, C7); 는 스위칭부(S)와 우측으로 병렬 연결된다. 복수개의 다이오드(D3 내지 D7)는 좌측 및 우측의 복수개의 커패시터들과 모두 병렬 연결되고, 좌측으로 병렬 연결된 커패시터(C4, C6) 및 우측으로 연결된 커패시터들(C3, C5, C7); 각각과 복수의 폐회로를 구성한다. 부스트 컨버터 회로의 다이오드(D3 내지 D7)는 인가된 전류가 D7에서 D3 방향으로 흐르도록 한다.
- [0044] 폐회로는 스위칭부(S), 스위칭부(S)와 우측 병렬 연결된 커패시터(C7) 및 스위칭부(S)와 직렬 연결된 다이오드



(D7)으로 구성된 제1루프; 스위칭부(S)와 좌측으로 병렬 연결된 커패시터(C6) 및 커패시터(C6)과 병렬 연결된 두 개의 다이오드(D6, D7)로 구성된 제2루프; 다이오드 D5, D6 및 다이오드 D5, D6과 병렬 연결된 커패시터 C5로 구성된 제 3루프; 다이오드 D4, D5 및 다이오드 D4, D5과 병렬 연결된 커패시터 C4로 구성된 제 4루프; 다이오드 D3, D4 및 다이오드 D3, D4와 병렬 연결된 커패시터 C3로 구성된 제 5루프; 를 포함할 수 있다.

[0045] 이때, 제1루프와 제2루프를 포함하는 폐회로는 멀티레벨 부스트 컨버터 모듈로 입력된 전압을 승압 하는 1단 회로이고, 제1루프 내지 제4루프를 포함하는 폐회로는 상기 멀티레벨 부스트 컨버터 모듈 입력 전력을 승압 하는 2단 회로이다.

[0046] 실시예에서는 스위칭 동작을 통해 멀티레벨 부스트 컨버터모듈의 폐회로를 다르게 동작시켜 입력 전압의 승압 정도를 제어할 수 있다. 실시예에서는 폐회로를 포함하는 회로의 단수가 늘어날수록 승압비율이 커지게 된다. 구체적으로 제1루프 내지 제4루프를 포함하는 2단 회로에서 승압된 전압은 1단 회로에서 승압비율을 초과하게 된다.

[0047] 또한, 실시예에서 멀티레벨 부스트 컨버터모듈(30);은 멀티레벨 부스트 컨버터 모듈에 포함된 루프의 수 및 단 수를 증가시킴으로써, 입력전압의 추가적인 승압비를 획득할 수 있다. 도 8은 도 7의 회로에서 측정한 능동 역률제어가 가능한 고승압비의 다단계 부스트 PFC 컨버터의 입력 전류와 출력전류를 나타낸 그래프이다.

[0048] 도 8를 참조하면, 실시예에서는 PFC 제어모듈(10) 스위칭을 제어하여 역률/THD가 향상된 정형파의 입력 전류를 인가하면, 최종 출력전압으로 1.0 KV의 고출력 전압을 획득할 수 있다. 구체적으로, 역률제어, 정류 과정 이후, 멀티레벨 부스트 컨버터모듈(300);의 승압과정을 거쳐 1KV의 출력전압을 획득할 수 있다. 도 7에 도시된 바와 같이, 측정 출력전압은 최종 출력 전압값으로, 실시예에서 3단 이상으로 출력 회로의 단수를 증가시킬 경우, 1KV를 초과하는 최종 출력전압을 획득할 수 있다.

[0049] 또한, 실시예에 따른 능동 역률제어가 가능한 고승압비의 다단계 부스트 PFC 컨버터 회로에서도 신호 인가 시도 5에 도시된 바와 같은 출력 전류의 단 별 승압을 확인할 수 있다.

[0050] 실시예에서 멀티레벨 부스트 컨버터모듈;은 멀티레벨 부스트 컨버터 모듈에 포함된 루프의 수 및 단 수를 증가시킬 수록, 입력전압의 추가적인 승압비를 획득할 수 있다. 즉, 실시예에 따른 멀티레벨 부스트 컨버터모듈의 스위칭 제어에 의한 다단 승압이 가능하다.

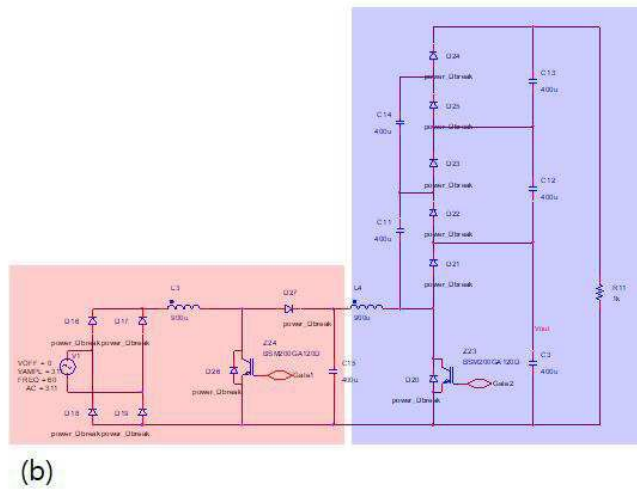
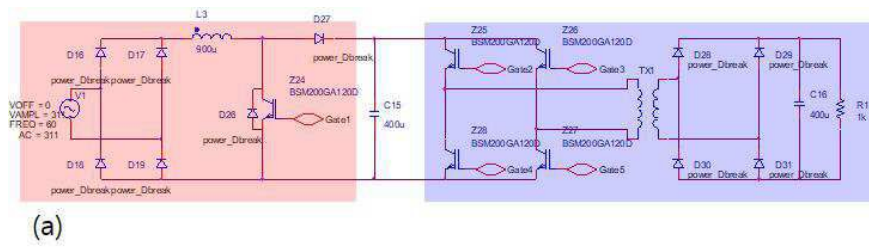
[0051] 종래 PFC 정류기의 경우에는 800V이상의 출력 전압을 얻기 어려워 추가 승압 컨버터 필요하지만, 실시예에 따른 다단계 벅 부스트(Multilevel Buck-boost) PFC(Power Factor Correction) 컨버터(Converter)는 Multilevel Buck-boost 컨버터의 단 수를 증가시킴으로써 추가적인 승압비를 얻을 수 있도록 한다.

[0052] 또한, 제어 대상이 1개의 스위칭 소자에 불과하여 제어를 간단하게 하고, 높은 승압비를 획득하게 한다. 특히, 실시예에서는 벅 부스트(Buck-boost) 컨버터의 특성으로 높은 네거티브(Negative) 전압을 얻을 수 있도록 한다.

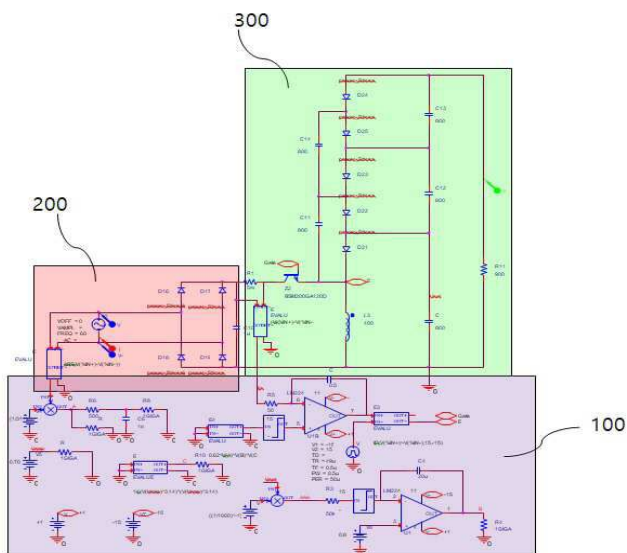
[0053] 개시된 내용은 예시에 불과하며, 특허청구범위에서 청구하는 청구의 요지를 벗어나지 않고 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 다양하게 변경 실시될 수 있으므로, 개시된 내용의 보호범위는 상술한 특정의 실시예에 한정되지 않는다.

도면

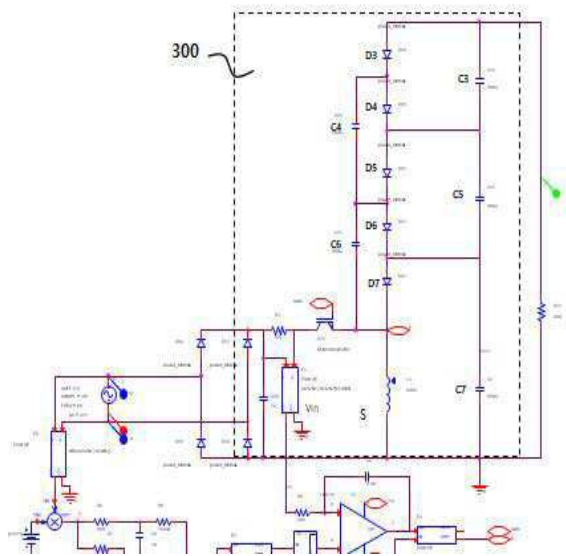
도면1



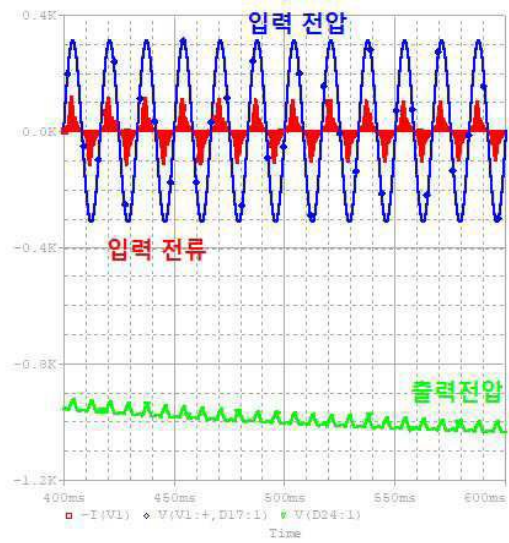
도면2



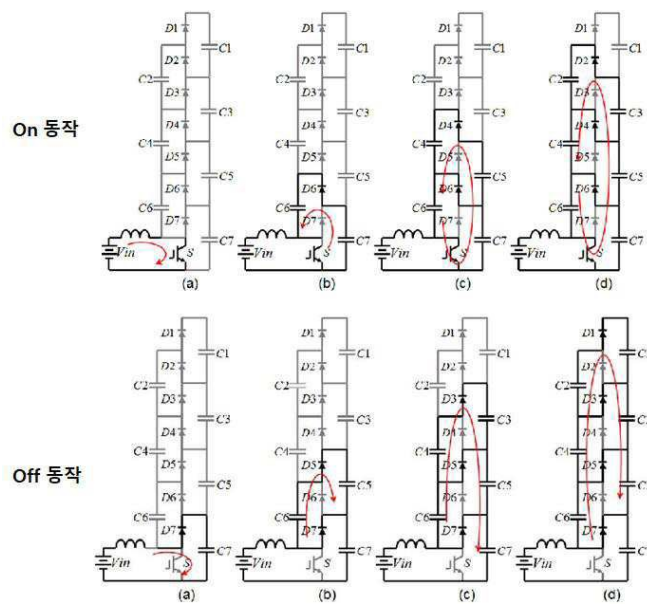
도면3



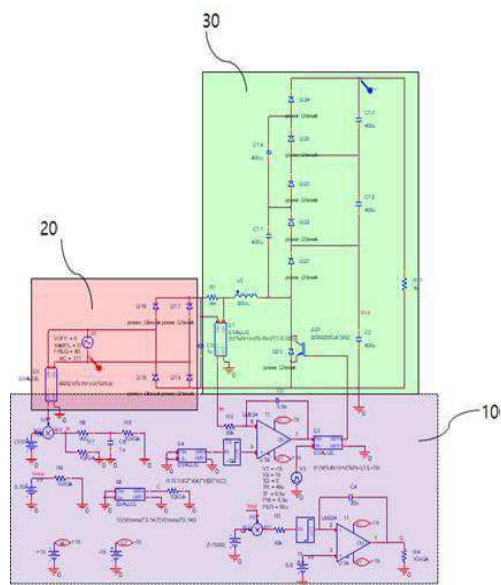
도면4



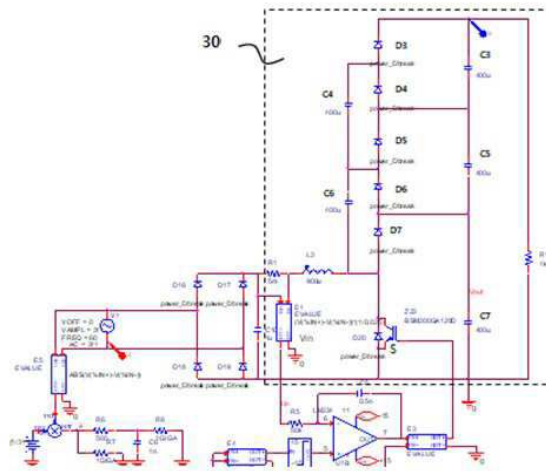
도면5



도면6



도면7



도면8

