



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년03월02일
(11) 등록번호 10-2083697
(24) 등록일자 2020년02월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23K 9/10 (2006.01) H02M 3/28 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B23K 9/10A3 (2013.01)
B23K 9/1056 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-7001100
(22) 출원일자(국제) 2013년07월15일
심사청구일자 2018년06월07일
(85) 번역문제출일자 2015년01월15일
(65) 공개번호 10-2015-0037833
(43) 공개일자 2015년04월08일
(86) 국제출원번호 PCT/US2013/050567
(87) 국제공개번호 WO 2014/018299
국제공개일자 2014년01월30일
(30) 우선권주장
61/674,780 2012년07월23일 미국(US)
13/839,235 2013년03월15일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US06091049 A*
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 21 항

(73) 특허권자
일리노이즈 툴 워크스 인코포레이티드
미국 일리노이즈주 60025 글렌뷰 할렘 애비뉴 155
(72) 발명자
보겔 버나드 제이
미국 일리노이즈주 60026 글렌뷰 웨스트 레이크
애버뉴 3600 일리노이즈 툴 워크스 인코포레이티
드 내
(74) 대리인
김태홍, 김진희

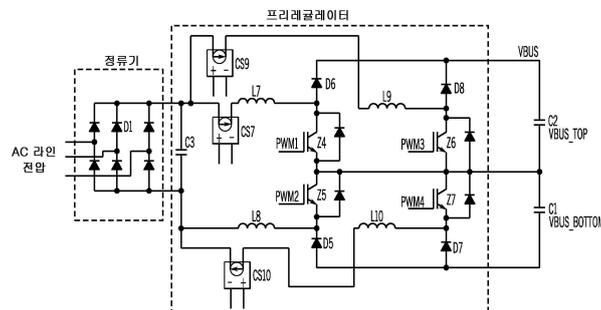
심사관 : 홍성의

(54) 발명의 명칭 용접 타입 전력을 제공하는 방법 및 장치

(57) 요약

용접 타입 전력 공급기는 컨트롤러, 프리레귤레이터(preregulator), 프리레귤레이터 버스, 및 출력 컨버터를 포함한다. 컨트롤러는 프리레귤레이터 제어 출력 및 출력 컨버터 제어 출력을 갖는다. 프리레귤레이터는 전력 입력으로서 일정 범위의 입력 전압을 수신하고, 제어 입력으로서 프리레귤레이터 제어 출력을 수신하고, 프리레귤레이터 전력 출력 신호를 제공한다. 프리레귤레이터는 복수의 적층형 부스트 회로(stacked boost circuit)를 포함한다. 프리레귤레이터 버스는 프리레귤레이터 출력 신호를 수신한다. 출력 컨버터는 전력 신호로서 프리레귤레이터 버스를 수용하고, 제어 신호로서 출력 컨버터 제어 신호를 수신한다. 출력 컨버터는 용접 타입 전력 출력을 제공하고, 적어도 하나의 적층형 인버터 회로를 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류

B23K 9/1062 (2013.01)

H02M 3/285 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

US06269015 B1*

US06815639 B2*

US20020056708 A1*

US20110155703 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

용접 타입 전력 공급기에 있어서,

프리레귤레이터(preregulator) 제어 출력 및 출력 컨버터 제어 출력을 갖는 컨트롤러;

일정 범위(a range)의 입력 전압을 수신하고, 상기 프리레귤레이터 제어 출력을 수신하고, 프리레귤레이터 출력 신호를 제공하도록 배치된 프리레귤레이터 - 상기 프리레귤레이터는 복수의 적층형 부스트 회로를 포함함 -;

상기 프리레귤레이터 출력 신호를 수신하도록 배치된 프리레귤레이터 버스; 및

상기 프리레귤레이터 버스를 수용하고, 상기 출력 컨버터 제어 출력을 수신하고, 용접 타입 전력 출력을 제공하도록 배치된 출력 컨버터를

포함하고,

상기 출력 컨버터는 적어도 하나의 적층형 인버터 회로를 포함하며,

상기 컨트롤러는 출력 컨버터 플럭스 밸런싱 모듈을 포함하는 것인, 용접 타입 전력 공급기.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 프리레귤레이터 버스는 전압 조절되는 것인, 용접 타입 전력 공급기.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 출력 컨버터는 이중 적층형 인버터를 포함하는 것인, 용접 타입 전력 공급기.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 복수의 적층형 부스트 회로는 이중 적층형 부스트 회로인 것인, 용접 타입 전력 공급기.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 컨트롤러는 버스 전압 밸런싱 모듈을 포함하는 것인, 용접 타입 전력 공급기.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 버스 전압 밸런싱 모듈은 인테그레이터(integrator)와 어큐뮬레이터(accumulator) 중 적어도 하나를 포함하는 것인, 용접 타입 전력 공급기.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 버스 전압 밸런싱 모듈은 상기 프리레귤레이터 및 상기 출력 컨버터로부터 피드백을 수신하는 것인, 용접 타입 전력 공급기.

청구항 8

제4항에 있어서, 상기 컨트롤러는 전류 균형 모듈을 포함하는 것인, 용접 타입 전력 공급기.

청구항 9

삭제

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 컨트롤러는 시동 모듈 및 전력 차단 모듈을 포함하는 것인, 용접 타입 전력 공급기.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 컨트롤러는 전력 회로 구성 검출 모듈을 포함하고, 상기 프리레귤레이터 제어 출력과 상기 출력 컨버터 제어 출력 중 적어도 하나는 상기 전력 회로 구성 검출 모듈에 응답하는 것인, 용접 타입 전력 공급기.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 전력 회로 구성 검출 모듈 및 보조 전력 회로 검출 모듈에 응답하는 사용자 통지 모듈을 더 포함하는, 용접 타입 전력 공급기.

청구항 13

제1항에 있어서,

ac 조정 가능 주파수 보조 전력 출력을 갖는 합성 보조 ac 전력 회로; 및

상기 프리레귤레이터와 상기 출력 컨버터의 적어도 일부를 향해 에어(air)를 송풍하도록 배치되고 상기 ac 조정 가능 주파수 보조 전력 출력을 수신하도록 배치된 가변 속도 냉각 팬을

더 포함하는, 용접 타입 전력 공급기.

청구항 14

용접 타입 전력 공급기에 있어서,

프리레귤레이터 제어 출력, 출력 컨버터 제어 출력, 및 버스 전압 밸런싱 모듈을 갖는 컨트롤러 - 상기 프리레귤레이터 제어 출력은 상기 버스 전압 밸런싱 모듈에 응답함 -;

일정 범위의 입력 전압을 수신하고, 상기 프리레귤레이터 제어 출력을 수신하고, 프리레귤레이터 출력 신호를 제공하며, 상기 버스 전압 밸런싱 모듈에 피드백을 제공하도록 배치된 프리레귤레이터 - 상기 프리레귤레이터는 적어도 하나의 적층형 부스트 회로를 포함함 -;

상기 프리레귤레이터 출력 신호를 수신하도록 배치된 프리레귤레이터 버스; 및

상기 프리레귤레이터 버스를 수용하고, 상기 출력 컨버터 제어 출력을 수신하고, 용접 타입 전력 출력을 제공하도록 배치된 출력 컨버터 - 상기 출력 컨버터는 적어도 하나의 적층형 인버터 회로를 포함함 - 를

포함하고,

상기 컨트롤러는 출력 컨버터 플럭스 밸런싱 모듈을 포함하는 것인, 용접 타입 전력 공급기.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 프리레귤레이터 버스는 전압 조절되는 것인, 용접 타입 전력 공급기.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 출력 컨버터는 적층형 풀 브릿지 인버터를 포함하는 것인, 용접 타입 전력 공급기.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 버스 전압 밸런싱 모듈은 인테그레이터와 어큐물레이터 중 적어도 하나를 포함하는 것인, 용접 타입 전력 공급기.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 컨트롤러는 전류 균형 모듈을 포함하는 것인, 용접 타입 전력 공급기.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 컨트롤러는 출력 컨버터 플럭스 밸런싱 모듈을 포함하는 것인, 용접 타입 전력 공급기.

청구항 20

제19항에 있어서, 상기 컨트롤러는 시동 모듈 및 전력 차단 모듈을 포함하는 것인, 용접 타입 전력 공급기.

청구항 21

제19항에 있어서,

상기 컨트롤러는 전력 회로 구성 검출 모듈을 포함하고,

상기 프리레귤레이터 제어 출력과 상기 출력 컨버터 제어 출력 중 적어도 하나는 상기 전력 회로 구성 검출 모듈에 응답하는 것인, 용접 타입 전력 공급기.

청구항 22

제21항에 있어서,

ac 조정 가능 주파수 보조 전력 출력을 갖는 합성 보조 ac 전력 회로; 및

상기 프리레귤레이터와 상기 출력 컨버터의 적어도 일부를 향해 에어를 송풍하도록 배치되고 상기 ac 조정 가능 주파수 보조 전력 출력을 수신하도록 배치된 가변 속도 냉각 팬을

더 포함하는, 용접 타입 전력 공급기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 일반적으로 용접 타입 전력 공급기 분야에 관한 것이다. 더 구체적으로, 인버터 타입 전력 공급기와 같은 다수의 전력 프로세싱 회로를 포함하는 용접 타입 전력 공급기들에 관한 것이다. 모듈형 용접 타입 전력 공급 시스템의 일부로서 재구성되게 하는 허용하는 피쳐들 및 컨트롤들을 갖는다.

배경 기술

[0002] 여러 공지된 용접 타입 전력 공급기들이 존재한다. 여기에 사용된 바와 같은 용접 타입 전력은 전기 아크 용접 (electric arc welding), 플라즈마 아크 절단(plasma arc cutting), 또는 유도 가열(induction heating)에 적절한 전력을 지칭한다. 여기에 사용된 바와 같은 용접 타입 시스템은 용접 타입 전력을 제공할 수 있고 제어 및 전력 회로망, 와이어 송급기들(wire feeders), 및 부수 장비(ancillary equipment)를 포함할 수 있다. 여기에 사용된 바와 같은 용접 타입 전력 공급기는 용접 타입 전력을 제공할 수 있는 전력 공급기이다.

[0003] 용접 타입 전력을 제공하는 것과 용접 타입 전력을 제공하도록 시스템들 설계하는 것은 고유의 도전 과제들을 제공한다. 용접 타입 시스템들은 종종 하나의 위치에서 다른 위치로 이동할 것이고, 단상 또는 3상 또는 115V, 230V, 460V, 575V 등 또는 50Hz 또는 60Hz 신호들과 같은 상이한 입력들을 이용하여 사용될 것이다. 단일 입력을 위해 설계된 전력 공급기들은 상이한 입력 전압들 사이에 일관성 있는 출력을 제공할 수 없고, 특정 입력 레벨로 안전하게 동작하는 이들 전력 공급기 내의 컴포넌트들은 다른 입력 레벨로 동작할 때 손상 받을 수 있다. 또한, 대부분의 분야를 위한 전력 공급기들은 상대적으로 변함없는 부하를 위해 설계된다. 한편, 용접은 매우 동적인 프로세스로서, 예를 들어 아크 길이, 전극 타입(electrode type), 쉴드 타입(shield type), 기류(air currents), 워크피스(work piece) 상의 먼지, 퍼들(puddle) 사이즈, 용접 배향, 작업자 숙련도, 및 이러한 정 용에 가장 적절하다고 판단되는 용접 프로세스의 타입 등의 수많은 변수들은 출력 전류 및 부하에 영향을 미친다. 이들 변수는 끊임없이 변하며, 끊임없이 변하고 예측 불가능한 출력 전력 및 전압을 초래한다. 또한, 여러 분야를 위한 전력 공급기들은 낮은 전력 출력을 위해 설계된다. 용접 타입 전력 공급기들은 고전력으로서, 스위칭 손실, 라인 손실, 열 손상, 유도성 손실, 및 전자기 간섭 생성과 같은 여러 문제점들을 제시한다. 따라서, 용접 타입 전력 공급기 설계자들은 고유한 여러 도전과제에 직면한다.

[0004] 추가적으로, 용접 타입 전력 공급기 또는 시스템들은 종종 스틱(stick), TIG, MIG, 펄스, 서브-아크, 가열, 절단과 같은 하나 이상의 특정 프로세스를 위해 팔리는데, 최대 출력 전력 또는 전류는 100 미만의 암페어와 500 이상의 암페어 사이의 임의의 지점일 수 있다. 특정 용접 타입 시스템의 최대 출력은 의도된 상업 시장 및/또는 프로세스를 위해 선택된다. 용접 타입 전력이 고전력 레벨인 동안, 일부 용접 타입 시스템들은 다른 시스템과 달리 전력 및/또는 출력 전류를 제공해야 한다. 예를 들어, 300암페어 스틱 용접 시스템의 요구 출력은 600

암페어 MIG 용접 시스템의 요구 출력과 상이하다.

- [0005] 종래 기술의 용접 타입 시스템들은 통상적으로 특정 출력을 위해 설계되었고, 전력 회로망, 컨트롤러, 출력 회로망 등은 최대 출력 전력을 염두해 두고 설계된다. 100암페어 시스템은 200암페어 머신과 상이할 수 있고, 200암페어 머신은 300암페어 머신 등과 상이할 수 있다. 이로 인해, 용접 타입 시스템은 종종 처음부터 철저히 설계된다. 다른 때에는, 수반되는 엔지니어링 비용을 감소시키기 위한 노력으로, 스위치 용량을 증가시키거나 스위치들을 병렬로 배치시킴으로써 높은 출력을 위해 용접 타입 전력 공급기의 스케일이 확대된다. 그러나, 이러한 부류의 스케일 확대에 대한 제한이 있으며, 컴포넌트들이 훨씬 큰 전류들을 용인하는 것은 훨씬 더 비싸진다. 새로운 용접 타입 시스템들을 설계할 때 이들 접근법 모두가 확장 설계, 엔지니어링, 및 시험을 요구했으며, 이로써 상대적으로 비용이 비싸다.
- [0006] 2004년 3월 30일에 알브레히트(Albrecht)에 발행된 발명의 명칭이 “Method of Designing and Manufacturing Welding-Type Power Supplies” 인 USP 제6713721호(여기에 참조로서 통합됨)는 소정의 출력 전류를 이용하는 단일 전력 토폴로지를 사용하고, 그 다음 원하는 출력 전류를 획득하기 위해 필요한 만큼 병렬로 모듈들을 위치시키는 것을 교시한다. 예를 들어, 각 모듈이 250암페어를 생성하고, 750암페어가 필요하다면, 3개의 병렬 모듈이 사용된다. USP 제6713721호에 교시된 바와 같이 모듈들을 사용하는 것은 출력 전류 증가에 대해 대비하면서, 다수의 모듈을 위한 출력 전압은 단일 모듈을 위한 출력 전압보다 높지 않다.
- [0007] 휴대성에 매우 적합하고 상이한 입력 전압들을 수신하기 위한 종래의 용접 타입 전력 공급기는 입력 전압을 컨디셔닝하고, 안전한 버스 및 안전한 버스를 용접 타입 출력으로 컨버팅하거나 변환하는 출력 회로를 제공하기 위해 프리레귤레이터(preregulator)를 갖는 멀티-스테이지 시스템이다. 이러한 용접 타입 시스템들의 예시는 USP 제7049546호(Thommes), USP 제6987242호(Geissler), 미국 공개 공보 제20090230941호(Vogel)에 설명되는데, 이들 모두는 본 개시의 소유자에 의해 소유되고 참조로서 여기에 통합된다. Autoline® 피처를 갖는 Miller® 용접기들은 이러한 종래 기술의 피처들의 일부를 포함한다.
- [0008] AC 또는 DC 전원으로로부터 출력된 용접 타입 전력을 제공할 수 있는 여러 타입의 용접 타입 전력 공급기들이 존재한다. 하나의 일반적인 카테고리의 전력 공급기는 전력 반도체 스위치들을 활용하여 DC 전원을 톱핑(chop)하고 이러한 톱핑된 전력을 용접에 적합한 전압 및/또는 전류로 컨버팅하는 스위칭 모드 전력 공급기로서 알려져 있다.
- [0009] 용접 산업에서 흔히 알려진 일 타입의 스위칭 모드 전력 공급기는 인버터 타입 전력 공급기이다. 인버터 타입의 전력 공급기는 DC 전원을 톱핑하여 트랜스포머의 1차 측에 인가한다. 통상적으로, 톱핑된 전압의 주파수는 보통 전원으로 사용되는 AC 라인 주파수(50Hz 내지 60Hz)보다 훨씬 더 크다. 통상적인 스위칭 주파수들은 20kHz 내지 100kHz 범위에 있다. 이러한 고주파수는 인버터 트랜스포머가 비교 가능한 라인 주파수 트랜스포머보다 훨씬 작도록 허용한다. 트랜스포머의 2차 측은 톱핑된 전압을 용접에 적합한 전압 및 전류 레벨로 변환한다. 통상적으로, 트랜스포머의 2차 측은 정류기에 연결되고 DC로 컨버팅되고 스무딩 인덕터(smoothing inductor)에 피딩되어 출력을 필터링한다. 그 후, 이러한 스무딩된 출력은 용접 타입 전력 공급기의 출력으로서 사용된다. 일부 용접 타입 전원들의 경우, DC 출력은 더 프로세싱되어 AC GTAW와 같은 AC 용접 타입 출력으로 컨버팅된다.
- [0010] 인버터 기반의 용접 타입 전력 공급기를 위해 사용될 수 있는 여러 회로 토폴로지들이 존재한다. 이들 중에서, 토폴로지들은 포워드 회로(forward circuit), 풀 브릿지(full-bridge), 하프 브릿지(half-bridge), 플라이백(flyback) 등으로 흔히 알려져 있다. 이들 타입의 전력 공급기들을 위한 DC 전원은 통상적으로 AC 라인 전원을 정류함으로써 도출된다. 인버터 타입 전력 공급기는 또한 정류기의 뒤에 있고 인버터 회로의 앞에 있는 프리레귤레이터 회로를 포함할 수 있다. 프리레귤레이터 회로는 원(raw) 정류된 AC 전압과 상이할 수 있는 전압 레벨일 수 있는 인버터 회로에 조절된 DC 버스 전압을 제공하는 기능을 제공할 수 있다. 이러한 프리레귤레이터 회로는 또한 AC 라인으로부터 인입된 전류의 역률(power factor)을 개선하는데 사용될 수 있는 역률 컨트롤(power factor control)을 포함할 수 있다.
- [0011] 도 1은 USP 제7049546호 및 USP 제6987242호에 도시된 바와 일관되는 인버터 기반 용접 타입 전력 공급기를 위한 간략화된 개략도를 도시한다. AC 라인 전압이 정류되는데, 3상(three phase) AC로 도시되어 있지만, 다른 방법으로 단상(single phase)일 수 있다. AC 라인 전압의 통상의 값들은 115VAC 이하 내지 600VAC의 범위에 있을 수 있다. 인버터 전력 공급기는 단일의 명목 AC 라인 전압 또는 AC 라인 전압 범위를 위해 설계될 수 있다. 정류기는 C3로서 도시된 필터 커패시터(filter capacitor)를 포함할 수 있고, 출력 전압(Vrectified)을 제공할 수 있다.

- [0012] 정류된 AC 라인 전압의 피크보다 높은 전압으로 조절될 수 있는 조절 버스 전압(Vbus)를 제공하기 위해 프리레귤레이터가 포함될 수 있다. 프리레귤레이터 회로는 또한 AC 라인으로부터 인입된 전류 또는 전력을 위한 역률을 개선하기 위해 역률 보정 회로 또는 컨트롤을 포함할 수 있다. 도 1은 프리레귤레이터를 위한 부스트(boost) 컨버터 회로 배열을 도시한다. 전력 반도체(Z3)의 스위칭은 프리레귤레이터/인버터 컨트롤에 의해 제공되는 게이트 구동 신호에 의해 제어된다. Z3의 스위칭은 역률 보정을 수행할 뿐 아니라 조절 Vbus를 제공하기 위해 이러한 방식으로 제어될 수 있다.
- [0013] 도시된 인버터 토폴로지(topology)는 커패시터들(C1 및 C2)의 중점과 전력 반도체 스위치들(Z1 및 Z2) 간의 접합점(junction) 사이에 연결된 고주파 인버터 트랜스포머(T1)의 1차 측을 갖는 하프 브릿지 회로이다. 전력 반도체 스위치들은 인버터 컨트롤의 일부로서 도시된 게이트 구동 회로에 의해 스위칭 온/오프될 수 있다. 전력 반도체 스위치들의 스위칭 주파수 및 온/오프 비(ON/OFF ratio)(또는 듀티 사이클(duty cycle, D))는 용접 타입 전력 공급기의 조정된 출력 전압 및/또는 전류를 제공하기 위해 인버터 컨트롤에 의해 제어된다. Z1 및 Z2는 DC 버스 전압을 교대로 출력하여 트랜스포머의 1차 측에 고주파수 AC 전압을 생성한다. 도시된 하프 브릿지 회로의 경우, 버스 전압이 2개의 커패시터에 의해 반으로 분할되어, Z1 또는 Z2가 효과적으로 스위칭 온되면, Vbus의 절반이 트랜스포머의 1차 측 양단에 인가된다. 트랜스포머는 전압을 용접에 적합한 레벨로 변환한다. 트랜스포머의 중심 트랩된 2차 측은 2차 측 고주파수 AC 전압을 정류하여 DC 출력을 생성하는 다이오드 정류기(D2 및 D3)에 연결된다. DC 출력은 인덕터(L1)에 의해 필터링되어 스무딩된 출력 전류를 용접 아크에 제공한다. 스너버(snubber) 및 프리차지 회로(precharge circuit)들, EMI 필터들, 게이트 구동 회로들, 제어 전력 공급기들, 및 그 밖의 다양한 회로들과 같은 도 1에 도시되지 않은 추가적인 컴포넌트 및 회로들이 포함될 수 있다.
- [0014] 전류 센서(CS1)가 출력 전류(I_{out})을 나타내는 피드백 신호를 제공한다. 전압 피드백(V_{out})이 또한 인버터 제어 회로에 제공된다. 인버터 컨트롤은 또한 열 센서들을 모니터링하고, 냉각 팬을 제어하고, 다양한 상태 및 제어 신호들을 수신하여 다른 회로들 및 용접 컨트롤과 같은 컨트롤들에 전송하는 것과 같은 다른 기능들을 제공한다. 도시된 용접 컨트롤러는 사용자로 하여금 용접 프로세스를 선택 및 제어하게 하고, 다양한 신호들, 지시자들(indicators), 컨트롤들, 미터들, 컴퓨터 인터페이스 등을 제공하여 사용자로 하여금 소정의 용접 프로세스를 위해 요구되는 바와 같이 용접 타입 전력 공급기를 셋업 및 구성하게 한다. 용접 컨트롤러는 통상적으로 I_{ref}라고 표시된 인버터 컨트롤에 커맨드 신호를 제공할 것이다. 이러한 커맨드 신호는 전력 공급기를 위한 출력 전류 레벨이거나, 특정 용접 프로세스 및 사용자 입력들, 전압 및 전류 피드백 신호들 및 용접 아크에서의 다른 조건들에 종속하는 더 복잡한 파형 또는 신호일 수 있다. 전압 피드백, 전류 피드백, 및 다른 신호들이 용접 컨트롤에 제공될 수 있다.
- [0015] 도 1에 도시된 바와 같은 용접 타입 전력 공급기들은 종종 230, 450, 또는 575VAC와 같은 산업 레벨의 AC 전력으로부터 동작하도록 설계된다. 이와 같이, 버스 전압(Vbus)는 900볼트보다 클 수 있다. 이러한 레벨의 버스 전압은 약 1200볼트의 전압 정격들을 갖는 전력 반도체 스위치들(Z1, Z2, 및 Z3)을 요구할 수 있다. 스너버들, 저속 전압 트랜지션(slow voltage transition, SVT), 또는 그 밖의 회로들과 같은 회로들이 버스 전압 레벨로 인해 전력 반도체들 내의 스위칭 손실들을 감소시키도록 요구 받을 수 있다. 또한, 충분한 전압 정격을 획득하기 위해 벌크 커패시터들(C1, C2)의 직렬 배열이 요구될 수 있다. 이들 커패시터들은 전압을 완벽하게 공유하지 않을 수 있고, 결국 불일치 전압 레벨을 초래한다.
- [0016] 용접 타입 전력 공급기들은 전 범위의 입력 전압 및 전력을 다루고 소정의 용접 타입 전력 출력을 제공할 수 있는 컴포넌트들을 갖도록 종종 설계된다. 이는 일정한 애플리케이션들에 대해 최적이지 아닐 수 있으며, 이로써 용접 타입 전력 공급기가 필요 이상으로 복잡해지거나 비싸지게 만든다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0017] 전술된 바와 같이 일정 범위의 입력 범위를 다룰 수 있는 용접 타입 전력 공급기를 갖지만, 더 효율적으로 스위칭될 수 있고, 스너버들 및 다른 회로들을 위한 필요성을 감소 또는 제거하여 스위칭 손실을 감소시킬 수 있는 저전력 반도체들을 사용하는 것이 바람직할 수 있다. 또한, 직렬 배열이 사용되는 경우 버스 커패시터들을 위한 전력의 균형 잡힌 공유를 유지하는 것이 바람직할 수 있다. 또한, 다양한 용접 출력들과 함께 상이한 입력 전압 및 전력 레벨들을 위해 용이하게 맞춰질 수 있는 용접 타입 전력 공급기를 제공하는 것이 바람직할 수 있다.

[0018] 따라서, 모듈형 시스템으로 구성된 전력 토폴로지를 갖는 용접 타입 시스템, 바람직하게는, 어느 하나의 모듈의 출력보다 큰 원하는 출력 전류 및/또는 임의의 모듈의 출력 전압보다 큰 출력 전압을 제공할 수 있는 시스템이 바람직하다. 바람직하게, 시스템은 종래의 휴대용 보편적인 입력 시스템들의 이점을 유지하지만, 종래 기술의 단점 중 일부를 회피한다.

과제의 해결 수단

[0019] 본 개시의 제1 양태에 따르면, 용접 타입 전력 공급기는 컨트롤러, 프리레귤레이터, 프리레귤레이터 버스, 출력 컨버터를 포함한다. 컨트롤러는 프리레귤레이터 제어 출력 및 출력 컨버터 제어 출력을 갖는다. 프리레귤레이터는 전력 입력으로서 일정 범위의 입력 전압을 수신하고, 제어 입력으로서 프리레귤레이터 제어 출력을 수신하고, 프리레귤레이터 전력 출력 신호를 제공한다. 프리레귤레이터는 복수의 적층형(stacked) 부스트 회로를 포함한다. 프리레귤레이터 버스는 프리레귤레이터 출력 신호를 수신한다. 출력 컨버터는 전력 신호로서 프리레귤레이터 버스를 수용하고, 제어 입력으로서 출력 컨버터 제어 출력을 수신한다. 출력 컨버터는 용접 타입 전력 출력을 제공하고, 적어도 하나의 적층형 인버터 회로를 포함한다.

[0020] 본 개시의 제2 양태에 따르면, 용접 타입 전력 공급기는 컨트롤러, 프리레귤레이터, 프리레귤레이터 버스, 출력 컨버터를 포함한다. 컨트롤러는 프리레귤레이터 제어 출력 및 출력 컨버터 제어 출력을 갖는다. 프리레귤레이터는 전력 입력으로서 일정 범위의 입력 전압을 수신하고, 제어 입력으로서 프리레귤레이터 제어 출력을 수신하고, 프리레귤레이터 전력 출력 신호를 제공한다. 프리레귤레이터는 적층형 부스트 회로를 포함한다. 프리레귤레이터 버스는 프리레귤레이터 출력 신호를 수신한다. 출력 컨버터는 전력 신호로서 프리레귤레이터 버스를 수용하고, 제어 입력으로서 출력 컨버터 제어 출력을 수신한다. 출력 컨버터는 용접 타입 전력 출력을 제공하고, 적어도 하나의 적층형 인버터 회로를 포함한다.

[0021] 다른 실시예에서, 컨트롤러는 버스 전압 밸런싱(balancing) 모듈을 포함한다. 다양한 실시예에서 버스 전압 밸런싱 모듈은 인테그레이터(integrator) 및 어큐뮬레이터(accumulator) 중 하나 또는 양자 모두를 포함하고/거나, 다양한 실시예에서 프리레귤레이터 및 출력 컨버터로부터 피드백을 수신한다.

[0022] 본 개시의 제3 양태에 따르면, 용접 타입 전력 공급기는 컨트롤러, 프리레귤레이터, 프리레귤레이터 버스, 출력 컨버터를 포함한다. 컨트롤러는 프리레귤레이터 제어 출력 및 출력 컨버터 제어 출력을 갖는다. 컨트롤러는 버스 전압 밸런싱 모듈을 포함하고, 프리레귤레이터 제어 출력은 버스 전압 밸런싱 모듈에 응답한다. 프리레귤레이터는 전력 입력으로서 일정 범위의 입력 전압을 수신하고, 제어 입력으로서 프리레귤레이터 제어 출력을 수신하고, 프리레귤레이터 전력 출력 신호를 제공한다. 프리레귤레이터는 프리레귤레이터 출력 신호를 제공하고, 버스 전압 밸런싱 모듈에 피드백을 제공한다. 프리레귤레이터는 적어도 하나의 적층형 부스트 회로를 포함한다. 프리레귤레이터 버스는 프리레귤레이터 출력 신호를 수신한다. 출력 컨버터는 전력 신호로서 프리레귤레이터 버스를 수용하고, 제어 입력으로서 출력 컨버터 제어 출력을 수신한다. 출력 컨버터는 용접 타입 전력 출력을 제공하고, 적어도 하나의 적층형 인버터 회로를 포함한다.

[0023] 일 실시예에서, 프리레귤레이터 버스는 전압 조절된다.

[0024] 다른 실시예에서, 출력 컨버터는 이중 적층형 인버터를 포함한다.

[0025] 다양한 실시예에서, 복수의 적층형 부스트 회로는 이중 적층형 부스트 회로, 삼중 적층형 부스트 회로, 또는 4층 이상 적층된 부스트 회로들이다.

[0026] 다양한 실시예에서, 컨트롤러는 전류 균형 모듈 및/또는 출력 컨버터 플럭스(flux) 밸런싱 모듈을 포함한다.

[0027] 다른 실시예들에서, 컨트롤러는 시동(start up) 모듈 및/또는 전력 차단(power down) 모듈을 포함한다.

[0028] 다른 실시예에서, 컨트롤러는 전력 회로 구성 검출 모듈을 포함하고, 프리레귤레이터 제어 출력과 출력 컨버터 제어 출력 중 하나 또는 양자 모두는 전력 회로 구성 검출 모듈에 응답한다.

[0029] 다른 실시예에서, 용접 타입 전력은 또한 전력 회로 구성 검출 모듈 및 보조 전력 회로 검출 모듈에 응답하는 사용자 통지 모듈을 갖는다.

[0030] 다른 실시예에서, 용접 타입 전력 공급기는 또한 ac 조정 가능 주파수 보조 전력 출력을 갖는 합성 보조 ac 전력 회로를 포함하고/거나, 가변 속도 냉각 팬은 보조 전력 출력을 수신하고, 프리레귤레이터 및 출력 컨버터의 적어도 일부를 향해 에어(air)를 송풍한다.

[0031] 다른 실시예에서, 출력 컨버터는 적층형 풀 브릿지 인버터를 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0032] 도 1은 종래 기술의 인버터 기반 용접 타입 전력 공급기에 대한 개략도이다.

도 2는 바람직한 실시예에 따른 이중 적층형 부스트 프리레귤레이터 전력 회로이다.

도 3은 바람직한 실시예에 따른 단일 적층형 부스트 프리레귤레이터 전력 회로이다.

도 4는 바람직한 실시예에 따른 이중 적층형 풀 브릿지 인버터 출력 컨버터이다.

도 5는 바람직한 실시예에 따른 적층형 풀 브릿지 인버터 출력 컨버터이다.

도 6은 바람직한 실시예에 따른 용접 타입 전력 공급기의 블록도이다.

도 7은 바람직한 실시예에 따른 프리레귤레이터를 위한 컨트롤러이다.

도 8은 바람직한 실시예에 따른 적층형 부스트 프리레귤레이터 회로를 위한 컨트롤러이다.

도 9는 바람직한 실시예에 따른 이중 적층형 부스트 프리레귤레이터 회로를 위한 제어 루프이다.

도 10은 바람직한 실시예에 따른 인버터 기반 출력 컨버터를 위한 컨트롤러이다.

도 11은 바람직한 실시예에 따른 인버터 기반 출력 컨버터를 위한 컨트롤러이다.

도 12는 바람직한 실시예에 따른 인버터 기반 출력 컨버터를 위한 4개의 PWM 신호를 도시한다.

도 13은 바람직한 실시예에 따른 인버터 기반 출력 컨버터를 위한 제어 루프이다.

방법 및 시스템의 적어도 하나의 실시예를 상세히 설명하기 전에, 본 개시는 다음의 상세한 설명에 개시되거나 도면에 예시된 컴포넌트들의 구조 및 배열의 상세 설명에 대한 적용으로 제한되지 않는다는 점이 이해될 것이다. 방법 및 장치는 다른 실시예들을 가능하게 하거나, 다양한 방식으로 실시 또는 이행될 수 있다. 또한, 여기에 채택된 어법 및 전문 용어는 설명 목적으로서 제한적인 것으로 간주되지 않아야 한다는 점이 이해될 것이다. 동일한 참조 부호들은 동일한 컴포넌트들을 지시하기 위해 사용된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 방법 및 시스템이 특정 회로들 및 토폴로지들을 참조하여 예시될 것이지만, 방법 및 시스템이 다른 회로들 및 토폴로지들을 이용하여 구현될 수 있다는 점이 애초에 이해되어야 한다.

[0034] 일반적으로, 방법 및 시스템은 이중 적층형 부스트 프리레귤레이터 회로 및 이중 적층형 풀 브릿지 인버터 회로 출력 컨버터를 갖는 용접 타입 전력 공급기를 포함한다. 여기에 사용된 바와 같은 적층형 부스트 회로는 직렬 배열에서 2개의 스위치, 2개의 다이오드, 및 2개의 커패시터를 포함하는 부스트 회로이며, 여기서 하나의 스위치의 컬렉터(collector)는 다른 스위치의 이미터(emitter)에 연결되고, 각 스위치는 이와 관련된 인덕터를 갖는다. 각 스위치는 다이오드들을 갖는 직렬 배열에 의해 자신의 관련 버스 커패시터에 클램핑된다. 단일 적층형 부스트는 상위 또는 하위 스위치에 연결된 하나의 인덕터를 가질 수 있다. 바람직하게, 듀얼 부스트는 각 스위치를 구비한 인덕터를 갖는데, 이로써 전류는 2개의 상위 브랜치 사이에 밸런싱될 수 있으며, 2개의 하위 브랜치들에 대해서도 마찬가지이다. 적층형 부스트 회로는 병렬 스위치들의 그룹을 가질 수 있다. MOSFET 스위치들이 사용되면, 이들은 드레인에서 소스로 연결되고, 다른 스위치들이 사용되면, 이들은 동일한 방식으로 연결된다. 도 3은 적층형 부스트 회로를 도시한다. 여기에 사용된 바와 같은 적층형 인버터 회로는 1차 측 스위치들이 직렬 연결된 2개의 인버터 회로이다. 단일 적층형 인버터 회로는 하위 버스에 연결된 적어도 하나의 스위치와 단일 트랜스포머에서 구동하는 상위 버스에 연결된 적어도 하나의 스위치의 배열이다.

[0035] 용접 타입 전력 공급기의 일 구성은 단일 적층형 부스트 프리레귤레이터 회로로 구성되어 프리레귤레이터 회로를 위해 저전력 구성을 제공한다. 용접 타입 전력 공급기의 다른 구성은 단일 적층형 풀 브릿지 인버터 회로로 구성되어 인버터 전력 회로를 위해 저전력 구성을 제공한다. 프리레귤레이터 및 출력 회로들의 동작을 제어하기 위해 컨트롤러가 제공된다. 여기에 사용된 바와 같은 컨트롤러는 제어 신호들을 하나 이상의 회로에 제공하기 위해 협력하는 디지털 및/또는 아날로그 회로망 및/또는 로직/명령어들이다. 컨트롤러가 단일 보드에 위치하거나, 다수의 위치에 분산될 수 있다. 여기에 사용된 바와 같은 이중 적층형 부스트 회로는 병렬로 공통 출력 버스와 연결된 2개의 적층형 부스트 회로들로서 또한 공통 입력 정류기로부터 피딩된다. 다른 방법들은 공

통 AC 소스로부터 피딩된 2개의 정류기를 포함하고/거나, 2개의 별도의 출력 버스를 포함한다. 여기에 사용된 바와 같은 출력 컨버터는 버스과 같은 중간 신호를 수신하고 출력 전력 신호를 제공하는 전력 회로망이다. 여기에 사용된 바와 같은 출력 컨버터 제어 출력은 출력 컨버터에서 하나 이상의 스위치를 제어하기 위해 사용되는 제어 출력으로서 다수의 제어 신호로 구성될 수 있다. 여기에 사용된 바와 같은 프리레귤레이터는 하나의 형태로 입력 전력을 수신하고 다른 전력 프로세싱 회로에 다른 형태로 제공하는 전력 회로이다. 여기에 사용된 바와 같은 프리레귤레이터 버스는 프리레귤레이터의 출력인 버스이다. 여기에 사용된 바와 같은 프리레귤레이터 제어 출력은 프리레귤레이터에서 하나 이상의 스위치를 제어하기 위해 사용되는 제어 출력으로서 다수의 제어 신호로 구성될 수 있다. 여기에 사용된 바와 같은 프리레귤레이터 출력 신호는 프리레귤레이터의 전력 출력이다.

[0036] 컨트롤러는 다양한 제어 알고리즘 및 피치들을 제공한다. 바람직하게, 전력 회로 구성을 검출하여 요구대로 제어를 적응시키거나 수정하고, 의도된 파라미터들의 이외에 가능한 동작 및 검출된 구성에 대해 사용자에게 상태 정보를 제공하고, 옵션의 전력 공급기들을 검출하고 이들 공급기(예시: 115VAC 보조 전력 회로, 와이어 송급기 전력 공급기 등)의 존재에 기반하여 제어를 적응시키거나 수정할 수 있는 플러그 앤 플레이(plug and play) 모듈을 포함한다. 여기에 사용된 바와 같은 전력 회로 구성 검출 모듈은 단일 또는 이중 적층형 부스트 회로가 사용되고 있는지 여부와 같은, 전력 공급기의 구성을 검출하는 제어 모듈이다. 여기에 사용된 바와 같은 모듈은 하나 이상의 태스크를 수행하기 위해 협력하는 소프트웨어 및/또는 하드웨어로서, 디지털 커맨드들, 제어 회로망, 전력 회로망, 네트워킹 하드웨어 등을 포함할 수 있다.

[0037] 또한, 바람직하게, 시스템은 어큐물레이터 또는 인테그레이터 기능과 같은 2 이상의 직렬 커패시터 사이에 공유되는 버스 전압을 능동적으로 밸런싱하여 프리레귤레이터와 인버터 또는 그 밖의 회로들 사이의 버스 밸런싱의 조직과 함께 버스 전압 차이를 추적하기 위한 모듈을 포함한다.

[0038] 바람직하게, 시스템은 듀얼 부스트 구성을 위한 전류 흐름을 능동적으로 밸런싱하기 위한 모듈, 및/또는 보조 전력 공급기들의 시동 및 차단 및/또는 인버터 회로를 위한 활성 플럭스 밸런싱을 조직 및 제어하여 트랜스포머 포화의 가능성을 감소시키기 위한 모듈, 및/또는 냉각을 위해 가변 속도 팬을 제공하기 위한 모듈, 및/또는 다양한 자체 점검을 제공하여 프리레귤레이터 및 인버터 회로들의 적절한 동작을 확신시키기 위한 모듈을 포함한다.

[0039] 이중 적층형 부스트 프리레귤레이터 전력 회로가 도 2에 예시된다. 도시된 프리레귤레이터 회로의 출력은 Vbus라고 표시된 조절 버스 전압이다. 버스 전압은 2개의 직렬 커패시터(C1 및 C2) 사이에 거의 동등하게 공유된다. Vbus_top 및 Vbus_bottom은 2개의 커패시터 전압을 나타낸다. 커패시터들(C1 및 C2)은 각각 단일 커패시터 또는 커패시터 뱅크를 형성하는 다수의 커패시터로 구성될 수 있다. 프리레귤레이터 회로에 대한 입력은 AC 라인 전압을 정류된 DC 전압으로 컨버팅하는 정류기에 의해 제공된다. 정류기는 일정 범위의 라인 전압(예를 들어, 230VAC, 460VAC, 575VAC)을 공급 받아 단상 또는 3상으로 동작할 수 있다. 여기에 사용된 바와 같은 입력 전압들의 범위는 적어도 2개의 유틸리티 전압(utility voltage)에 걸친 범위이다.

[0040] 프리레귤레이터 회로는 입력 전압의 연속 범위에 걸쳐 동작하고, 가장 높은 정류 전압(예를 들어, 920VDC)보다 높은 거의 고정된 전압으로 조절되는 출력 버스 전압을 제공하도록 설계될 수 있다. 다른 방법으로, 프리레귤레이터는 몇몇 AC 라인 전압으로 프리레귤레이터가 섀다운되어 추가적인 부스팅 없이 정류된 라인 전압을 통과시키기 위한 레벨로 버스 전압을 제공할 수 있다(예를 들어, 라인 전압이 575VAC+15%에 도달할 때 부스팅을 중단시킬 수 있음). 또한, 프리레귤레이터는 예를 들어, 배터리 또는 제너레이터(generator)로부터 DC 전압의 임의의 소스를 제공받을 수 있다. 일부 경우에, AC 라인 전압은 제너레이터, 알터네이터(alternator), 또는 유틸리티 파워(utility power)에 의해 제공될 수 있다. 바람직하게, 프리레귤레이터는 전압 조절 버스를 제공한다. 여기에 사용된 바와 같은 전압 조절 버스는 원하는 전압 또는 전압 파형으로 조절된 버스이다.

[0041] 도 2에 도시된 프리레귤레이터 회로는 직렬 연결된 스위치를 갖는 2개의 부스트 회로(이중 적층형 부스트)로 구성된다. 제1 부스트 회로는 직렬 스위치(Z4, Z5), 다이오드(D5, D6), 인덕터(L7, L8), 및 전류 센서(CS7)로 구성된다. 다른 방법으로, 추가적인 전류 센서가 인덕터(L8)와 직렬로 제공될 수 있다. L8에 흐르는 전류의 크기는 다른 인덕터들(L7, L9, L10)에 흐르는 전류로부터 계산 또는 추론될 수 있고, 이와 같이 이러한 추가적인 전류 센서가 요구되지 않을 수 있다. 다른 방법들은 병렬로 2개, 3개, 4개 이상 적층된 부스트 회로들을 사용하는 것을 가능하게 한다. 여기에 사용된 바와 같은 복수의 적층형 부스트 회로들은 병렬로 배열된 2 이상 적층된 부스트 회로들이다.

[0042] 스위치들(Z4 및 Z5)은 인덕터들(L7 및 L8)에 흐르는 전류를 제어 및 조절하면서 버스 전압을 조절하기 위해 요

구되는 바와 같이 ON 시간이 제어 회로에 의해 제어 또는 변조되는 스위칭 주파수(예를 들어, 10kHz 내지 20kHz 이상)로 제어 및 스위칭 온 및 오프된다. 독립적으로 Z4와 Z5를 제어하기 위해 2개의 펄스 폭 변조 신호들이 제공된다(PWM1 및 PWM2). 일반적으로, 이들 스위치의 제어는 도 1에 도시된 널리 공지된 부스트 회로와 유사한데, 그 외에는 2개의 PWM 신호들을 위상 스테거링하거나 스위칭 신호들을 인터리빙하는 것이 바람직할 수 있다. 인터리빙(interleaving)은 인덕터(L7 및 L8)에 존재하는 리플 전류(ripple current) 주파수를 효과적으로 더블링(doubling)하는 이점을 갖는데, 이는 다른 이점들과 함께 Z4 및 Z5의 스위칭 주파수의 감소를 허용하고, L7 및 L8의 상대적 사이즈 및 필터링 요건들을 감소시킨다. PWM1 및/또는 PWM2의 다른 변형예들은 제2 부스트 회로와의 버스 전압 밸런싱 및 전류 밸런싱을 제공하기 위해 더 상세히 후술되는 바와 같이 구현될 수 있다. 다이오드(D5 및 D6)와 함께 Z4 및 Z5의 직렬 배열은 결과적으로 Vbus의 거의 절반인, 이들 디바이스 양단에 가해진 전압을 초래한다. 이는 더 효율적인 디바이스들이 사용되게 할 수 있고, 스너버들, SVT, 또는 회로들이 스위칭 손실들을 감소시키기 위한 필요성을 감소 또는 제거할 수 있다.

[0043] 제2 부스트 회로는 스위치(Z6, Z7), 다이오드(D7, D8), 인덕터(L9, L10), 및 전류 센서(CS9, CS10)로 구성된다. 제2 부스트 출력은 제1 부스트 회로와 마찬가지로 Vbus에 연결된다. 입력은 공통 정류기로부터 제공 받는다. 다른 방법으로, 제2 부스트 회로는 별도의 정류기 또는 다른 DC 전력 소스로부터 자신의 입력을 수신할 수 있다. 스위치들(Z6 및 Z7)은 2개의 추가적인 독립된 PWM 신호들(PWM3, PWM4)에 의해 제어된다. 이들 2개의 PWM 신호들은 제1 부스트 회로에 제공되는 2개의 PWM 신호들과 유사할 수 있다. PWM3 및 PWM4는 PWM1 및 PWM2와 유사한 방식으로 인터리빙될 수 있다. 제2 부스트 회로의 동작은 제1 부스트 회로의 동작과 유사하다. 이하, 4개의 PWM 신호들의 유도 및 제어의 더 상세한 설명이 제공된다. 단일 부스트 회로에 비해, 이중 부스트 회로는 Vbus로 흐르는 전류를 공유함으로써 프리레귤레이터를 통해 추가적인 전력 흐름을 제공한다.

[0044] 프리레귤레이터를 위한 단일 적층형 부스트 회로 배열이 도 3에 도시된다. 설명 및 동작은 이중 부스트 배열의 일부로서 제1 부스트 회로를 위해 앞서 주어진 설명과 유사하다. 제어 신호들(PWM1 및 PWM2)은 유사하고, 전술된 바와 같이 인터리빙될 수 있다. PWM1 및 PWM2의 변형은 버스 전압 밸런싱을 달성하기 위해 구현될 수 있다. 그러나, 제2 부스트와의 전류 밸런싱을 위한 PWM1 및 PWM2의 변형은 제2 부스트 회로가 존재하지 않기 때문에 요구되지 않을 것이다. 제어 알고리즘 또는 회로는 전류 밸런싱 변형을 제거하기 위해 수정될 수 있다. 이와 같이, 제어 변형이 자동으로 구현될 수 있도록 프리레귤레이터 회로(단일 부스트, 이중 부스트)의 구성을 제어 가 검출하는 것이 유리하고 바람직할 수 있다. 일반적으로, 이중 부스트에 비해 단일 부스트의 이러한 배열은 DC 버스로 흐르는 총 출력 부스트 전류를 감소시킬 수 있으며, 이로써 이러한 배열은 저전력 용접 전력 공급기, 또는 축소된 범위의 입력 전압들(예를 들어, 이중 부스트의 경우 400 내지 600VAC vs. 230 내지 600VAC)로부터 동작할 수 있는 용접 전력 공급기에 적합하다. 이는 예를 들어, 전 범위의 입력 전압을 요구하지 않는 일부 적용예를 위해 복잡도와 비용이 감소된 회로를 허용할 수 있다. 또한, 프리레귤레이터 배열(단일 부스트, 이중 부스트)을 검출하고 지시자, 사용자 인터페이스, 또는 배열 및 이러한 배열의 능력에 관한 다른 수단을 통해 사용자에게 피드백을 제공하는 것이 바람직할 수 있다. 예를 들어, 용접 타입 전력 공급기가 230VAC에 연결되어 단일 부스트 범위가 400 내지 600VAC가 되려 하면, 단일 부스트 배열을 갖는 커스터머(customer)는 부정확한 라인 전압에 대한 경고를 받을 수 있다. 그러므로, 프리레귤레이터 구성을 검출하여 용접 타입 전력 공급기들의 다양한 구성이 제조되게 하여 필드에서의 변형, 개량 등에서의 변형을 허용하고, 검출된 구성에 기반하여 사용자에게 정보를 제공할 뿐 아니라 필요한 PWM 제어 신호들을 적응 및 제공할 수 있는 제어를 제공하는 것이 바람직할 수 있다.

[0045] 이중 적층형 풀 브릿지 인버터 회로가 도 4에 도시된다. 스위치들(Z8, Z9, Z10, Z11), 트랜스포머(T2), 및 다이오드들(D9, D10)은 제1 인버터 회로를 위한 기본 전력 회로를 형성한다. 스위치들(Z12, Z13, Z14, Z15), 트랜스포머(T3), 및 다이오드들(D11, D12)은 제2 인버터 회로를 형성한다. 이들 2개의 회로들은 입력 또는 1차 측에 직렬 배열로 배열되어 각각이 버스 전압의 절반(Vbus_top, Vbus_bottom)에 걸쳐 연결된다. 출력 또는 2차 측은 T2와 함께 D9 및 D10이 D11, D12, 및 T3와 출력 전류를 공유하도록 병렬 배열로 배열된다. 스위치들은 용접 타입 출력을 제공하기 위해 요구되는 대로 출력 전류 및/또는 전압을 제어 및 조절하기 위해 변조되는 펄스 폭 또는 듀티 사이클을 갖는 스위칭 주파수(예를 들어, 20kHz 내지 100kHz)로 스위칭 온/오프된다. 이들 펄스 폭 변조 신호들은 PWM5, PWM6, PWM7, 및 PWM8라고 표시된다. 풀 브릿지 회로의 기본 동작은 널리 공지되어 있으며, PWM 신호들의 제어에 관한 것이기 때문에 특정한 상세 부분 이외에 더 상세히 설명되지 않을 것이다. 여기에 사용된 바와 같은 이중 적층형 인버터는 이들의 출력이 병렬이 되도록 연결된 2개의 적층형 인버터이다. 다른 방법들은 직렬 연결을 가능하게 하며, 결과적으로 더 높은 출력 전력을 초래할 것이다. 바람직한 실시예는 단 하나의 트랜스포머를 갖는 2개의 직렬 버스 전압에 걸쳐 직렬의 4개의 스위치가 존재하는 단일 인버터를 입력 측에 갖는다. 이중 인버터의 경우, 직렬의 2개의 버스 전압과 각각의 버스 전압을 가로질러 연결된 하나

의 트랜스포머의 1차 측을 구동하는 풀 브릿지에 4개의 스위치가 배열된다.

- [0046] 적층형 부스트 회로에 대해, 적층형 풀 브릿지 배열은 각 인버터 회로의 1차 측이 총 버스 전압의 절반으로부터 동작함에 따라 저전압 스위치의 사용을 허용할 수 있다. 또한, 도 4에 도시된 적층 배열(stacked arrangement)은 2차 측의 전류를 분할하고 공유하고 1차 측의 2개의 버스 전압들(VBus_top 및 Vbus_bottom)의 대략적인 밸런싱을 자연스럽게 강제하기 위한 내재적인 수단이 존재한다는 점에서 여러 이점을 갖는다. 예를 들어, 상단 버스 전압이 하단 버스 전압보다 높으면, T2의 2차 전압은 T3의 2차 전압보다 높을 것이고, 이에 따라 T2는 출력 전류의 더 큰 부분을 차지할 것이다. T2의 1차 측에 반영된 이러한 추가적인 전류는 상단 버스 전압으로부터 인입된 총 전력이 하단 버스에서의 하위 인버터 회로에 의해 인입된 전력보다 클 것이라는 것을 의미한다. 이러한 더 큰 전력은 평형점(equilibrium point)에 도달할 때까지 총 버스 전압에 비해 상단 버스 전압을 자연스럽게 감소시킬 것이다. 이로 인해, 수동형 밸런싱 또는 공유가 존재한다. 능동 밸런싱 또는 공유는 예를 들어, 용접 타입 전력 공급기의 출력에서의 단락 조건 중에 매우 작은 PWM 값들의 경우와 같이 동적이거나 정적인 부하 조건들에 바람직할 수 있다. 상단 및 하단 버스 전압의 능동 밸런싱은 독립적으로 수행되거나, 단일 또는 이중 적층형 부스트 프리레귤레이터를 위한 제어에서 구현된 전압 밸런싱 수단과 함께 수행될 수 있다.
- [0047] 직렬 버스 전압의 내재적 밸런싱 및 출력 전류의 공유는 인버터 회로, 스위칭 특성 등 내의 다양한 회로 컴포넌트들의 허용 오차에 의해 자연스럽게 도달되는 상단 및 하단 버스 전압에서의 작은 불일치(예를 들어, 2 내지 3 볼트 차이)와 함께 최적으로 수행될 수 있다. 이와 같이, 일단 버스 전압 차이가 한도 내에(예를 들어, 5볼트 차이 내에) 있으면, 프리레귤레이터 회로 내의 능동 DC 버스 밸런싱을 디스에이블 하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0048] 용접, 절단, 또는 가열용 전력 공급기의 몇몇 배열에서, 2차 다이오드(D9, D10, D11, 및 D12)가 제거되고, T2 및 T3의 고주파수가 직접 사용될 수 있다. 다른 배열은 인버터 스위칭 주파수와 독립적이고 AC 라인 주파수와 독립적인 수 있는 주파수를 갖는 AC 출력 전력을 제공하기 위해 AC 인버터 회로를 통한 출력 전력의 추가적인 프로세싱을 더 포함할 수 있다. 열 센서들, 팬 컨트롤, 사용자 인터페이스, 용접 프로세스 컨트롤, 데이터 스토리지, 와이어 송급기, 보조 전력 공급기들 등과 같은 용접 타입 시스템 내에서 요구되는 대로 임의의 개수의 추가적인 회로들 및 컨트롤들이 제공될 수 있다.
- [0049] 적층형 풀 브릿지 인버터 회로가 도 5에 도시된다. 기본 인버터 회로는 트랜스포머(T2), 블로킹 커패시터(C4), 및 다이오드(D9, D10)뿐 아니라 스위치들(Z8, Z9, Z14, 및 Z15)로 구성된다. 스위치들(Z8, Z9, Z14, 및 Z15)은 PWM 신호들(PWM5, PWM6, PWM7, 및 PWM8)에 의해 제어된다. 이러한 배열에서, 스위치들(Z8 및 Z15)은 거의 함께 스위칭되고, 스위치들(Z9 및 Z14)은 함께 스위칭 온 및 오프된다. 커패시터(C4)는 Vbus의 절반과 거의 동일한 DC 오프셋 전압을 유지한다. 일반적으로, 풀 브릿지 회로의 이러한 배열의 동작은 도 4에 도시된 2개의 풀 브릿지 인버터 회로들 중 하나의 동작과 유사하며, 주요한 차이는 스위치들(Z9 및 Z14)가 온일 때, T2의 1차 측 양단의 전압 및 이로 인한 출력 전력이 블로킹 커패시터(blocking capacitor; C4)에 저장된 전압에 의해 공급된다는 점이다.
- [0050] 설명된 용접 타입 전력 공급기의 기본 시스템 블록도가 도 6에 도시된다. AC 라인 전압이 정류기 회로에 공급된 다음에 프리레귤레이터 회로에 공급된다. 조절 버스 전압(Vbus)이 프리레귤레이터에 의해 인버터 회로에 제공되고, 인버터 회로는 차례로 용접 타입 전력 출력을 제공한다. 보조 전력 회로 또한 Vbus로부터 전력을 공급 받고, 보조 전력 회로에 제공한다. 예를 들어, 보조 전력 회로는 직사각형 파형 또는 사인 파형 또는 다른 적절한 파형의 형태로 115VAC를 제공할 수 있다. 보조 전력 회로는 다양한 수공구들(hand tools), 그라인더들(grinders), 팬들(fans), 조명들(lights), 또는 용접 셀에서 발견될 수 있는 그 밖의 부수 장비에 전력 공급을 위해 용접 타입 시스템 또는 셀에서 사용될 수 있다. 보조 전력 회로는 몇몇 용접 타입 전력 공급기에 존재할 수도 있고, 존재하지 않을 수도 있다. 와이어 송급기 전력 회로 또한 Vbus 신호로부터 전력 공급받아 용접 시스템의 일부로서 와이어 송급기를 구동하기 위한 출력 전력 신호를 제공할 수 있다. 와이어 송급기 전력 출력은 42VDC와 같은 DC 신호이거나, 다른 시스템에서 AC 신호일 수 있다. 다시, 와이어 송급기 전력 회로는 특별한 구성에 따라 몇몇 용접 타입 전력 공급기에 존재할 수도 있고, 존재하지 않을 수도 있다. 예를 들어, 수랭식 냉각기, 가열기 등을 위한 그 밖의 유사한 전력 회로에는 유사한 방식으로 제공될 수 있다.
- [0051] 컨트롤은 입력 신호들을 수신하고/거나 다양한 신호들을 제공하여 프리레귤레이터 회로, 인버터 회로, 및 도 6에 도시된 바와 같은 임의의 추가적인 전력 회로들을 제어할 수 있다. 이들 신호는 전류 및 전압 피드백 신호들, PWM 신호들, 인에이블 및 상태 신호들, 아날로그 피드백 신호들 등을 포함할 수 있다. 다시 말하면, 전력 회로들을 모니터링하고 제어하는데 요구되는 필수적인 신호들 전부가 포함된다. 컨트롤은 또한 용접 동작 내의 용접 타입 전력 공급기의 적절한 동작을 위해 요구되는 바와 같은 용접 컨트롤, 사용자 인터페이스 등과 같은 추

가격인 컨트롤들 및/또는 회로들에 인터페이싱할 수 있다. 컨트롤은 제어 회로들, 마이크로프로세서들, 및 메모리 디바이스들, 소프트웨어 알고리즘, 또는 다양한 조합을 이용하여 구현될 수 있다.

[0052] 프리레귤레이터 제어 블록도가 도 7에 도시된다. 4개의 스위치 회로(Z4, Z5, Z6, 및 Z7) 각각은 프리레귤레이터에 의해 생성된 PWM 제어 신호 및 프리레귤레이터 컨트롤에 제공되는 검출 신호를 제공받아 컨트롤이 스위치 회로들의 존재 또는 부존재를 검출하는 것을 가능하게 한다. 각 스위치 회로는 IGBT, 게이트 구동 회로, 열 피드백, 또는 그 밖의 회로들과 같은 전력 반도체를 포함할 수 있다. 검출 회로는 프리레귤레이터에 의해 판독 또는 검출되어 각 특정 스위치 회로의 존재를 감지할 수 있는 아날로그 피드백 신호 또는 논리 신호일 수 있다. 전술된 프리레귤레이터 컨트롤은 스위치 회로 중 하나 이상의 존재 또는 부존재에 기반하여 제어 시퀀스 또는 알고리즘을 변경할 수 있다. 예를 들어, 컨트롤이 4개의 스위치 회로들의 존재를 검출하면, 도 2에 도시된 4개의 인덕터들에 흐르는 전류를 밸런싱하기 위해 전류 밸런싱 컨트롤이 구현될 수 있다. 용접 타입 전력 공급기의 구성을 표시하기 위해 사용자 인터페이스 또는 그 밖의 컨트롤에 인터페이스 신호들이 제공될 수 있다. 스위치 검출 신호들은 또한 비정상적인 포화 또는 가능한 용접 타입 전력 공급 결함을 검출 및 표시하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 프리레귤레이터 컨트롤이 4개의 스위치 회로 중 3개의 존재를 검출하면, 이는 사용자에게 결함으로서 표시될 수 있고, 용접 타입 전력 공급기를 서비스하기 위한 도움으로서 어떠한 스위치가 검출되지 않았는지에 관해 제공되는 표시일 수 있다.

[0053] 마찬가지로, 3개의 전류 센서들은 도시된 바와 같이 컨트롤에 연결되어 도 2에 도시된 인덕터 중 3개에 흐르는 전류를 표시하는 전류 피드백 신호를 제공할 수 있다. 전류 센서들은 또한 검출 신호를 컨트롤에 제공할 수 있고, 이로써 전류 센서들의 존재 또는 부존재가 검출될 수 있다. 용접 타입 전력 공급기 내의 프리레귤레이터 회로에서, 몇몇 방식으로 프리레귤레이터 전류를 제어하고, 그 전류를 제한하고, 전류 파형을 정형하여 역률을 개선하고, 프리레귤레이터 회로로부터 입력 전력 또는 출력 전력을 제한하는 것 등이 바람직할 수 있다. 전류 센서가 검출되지 않으면 제어 또는 디스플레이 동작을 수정하기 위해 전류 검출 신호를 활용하는 것은 적절한 동작을 보장하는 것을 돕고 용접 타입 전력 공급기의 서비스 제공을 보조할 수 있다. 다른 방법으로, 전류 센서들의 존재는 프리레귤레이터 회로의 동작 또는 시동 중에 전류 피드백의 일정한 임계치를 찾음으로써 검출될 수 있다. 예를 들어, 시동 시퀀스가 PWM 듀티 사이클 값이 작은 일정한 시간 주기 동안 부스트 프리레귤레이터 회로를 동작시킬 수 있으며, 이로써 전류는 일정한 한도를 넘어 너무 급속하게 상승할 수 없지만, 여전히 센서가 피드백 신호를 제공하고 있다는 검출을 허용한다. 다른 방법으로, 예상 전류 피드백 신호는 프리레귤레이터 회로에 공급된 입력 정류 전압, 출력 버스 전압, 스위치 PWM 듀티 사이클 값들, 및 인덕터 값들에 기반하여 계산될 수 있고, 이 값은 실제 전류 센서 피드백 신호들과 비교되어 전류 센서들의 적절한 동작을 결정할 수 있다. 도시되지 않은 추가적인 신호들이 전력 공급기들과 같은 전류 센서 회로에 제공될 수 있거나, 다른 신호들이 적절한 동작에 요구될 수 있다.

[0054] 프리레귤레이터 컨트롤은 또한 정류 전압(V_RECTIFIED_FEEDBACK) 및 버스 전압 피드백 신호들(VBUS_TOP_FEEDBACK, VBUS_BOTTOM_FEEDBACK)을 나타내는 피드백 신호와 같은 다른 신호들을 공급 받을 수 있다. 이들 신호는 버스 전압을 조절하고, 상단 버스 전압과 하단 버스 전압 사이의 DC 버스 밸런싱을 구현하고, 버스 전압 불균형을 검출하고, 일부 조치를 취하여 동작을 보정하거나 디스플레이하고, 검출된 프리레귤레이터 구성 또는 그 밖의 피쳐들 및 기능들에 기반하여 적절한 입력 전압을 검증하기 위해 사용될 수 있다. 버스 밸런싱은 버스 전압 피드백 신호들을 수신하는 버스 전압 밸런싱 모듈에 의해 성취되고, 스위치들로 하여금 이들을 서로 가깝게 가져다 놓는 것과 같은 방식으로 동작하게 한다. 여기에 사용된 바와 같은 버스 전압 밸런싱 모듈은 다수의 커패시터 양단의 버스 전압을 밸런싱하기 위해 스위칭 신호들을 제어하는 제어 모듈이다.

[0055] 다양한 인터페이스 신호들은 인버터 컨트롤, 보조 전력 회로, 와이어 송급기 전력 회로, 프리차지 회로, 및 용접 타입 시스템 내의 다른 회로들에 제공될 수 있다. 이들 인터페이스 신호는 프리레귤레이터 컨트롤에 의한 출력으로서 제공되거나, 프리레귤레이터 컨트롤에 대한 입력으로서 제공될 수 있다. 이들 인터페이스 신호들은 예를 들어, 보조 전력 회로와 같은 일정한 회로들의 존재의 검출을 가능하게 하여 일정한 회로들의 존재 또는 부존재에 기반하여 몇몇 조치를 취한다. 예를 들어, 보조 전력 회로가 현재 검출되면, 보조 전력 회로를 위한 전력 공급 루틴이 용접 타입 전력 공급기의 전체 전력 공급 루틴의 일부로서 활성화될 수 있다. 보조 전력 회로는 예를 들어, 명목 조절 값에서 프리레귤레이터가 Vbus를 구축하고 보조 전력 회로를 인에이블하는 것이 허용된다고 판단한 후에만 인에이블될 수 있다. 일정한 전력 공급 시간 이후에, 프리레귤레이터 컨트롤은 보조 전력 회로의 동작을 검증하는데, 보조 전력 회로의 검출 상태에 따라 계속 동작 또는 디스플레이 동작일 수 있다. 이러한 상태 및 동작 정보는 사용자 인터페이스를 통해 사용자에게 전달될 수 있다.

[0056] 일부 상황에서 용접 타입 전력 공급기에 대한 총 입력 전력 또는 전류를 제한하는 것이 바람직할 수 있다. 이

와 같이, 보조 전력 회로가 존재하면, 최대 용접 타입 출력 전력을 감소시키거나 제한하는 것이 바람직할 수 있다. 예를 들어, 최대 2KW의 출력 전력을 제공할 수 있는 보조 전력 회로가 용접 타입 전력 공급기의 구성의 일부로서 검출되면, 일부 상황에서 입력 전력이 상한을 초과하지 않도록 2KW 이상만큼 최대 용접 출력 전력을 감소시키는 것이 바람직할 수 있다. 또한, 보조 전력 공급기 구성의 존재를 검출하는 것에 기반하거나, 보조 전력 공급기의 출력 전력 레벨에 기반하여 냉각 팬의 제어를 수정하는 것이 바람직할 수 있다. 이는 용접 전력 출력이 감소된 한도에 있는 구간 동안 보조 전력 공급 컴포넌트들의 적당한 냉각을 가능하게 할 수 있다. 보조 전력 회로가 보조 전력 회로 검출 모듈을 이용하여 다른 회로들을 검출하기 위한 전술된 방식으로 검출된다. 여기에 사용된 바와 같은 보조 전력 회로 검출 모듈은 보조 전력 회로의 존재 또는 사용을 검출하는 제어 모듈이다.

[0057] 검출 모듈은 사용자 통지 모듈에 구성들을 제공할 수 있고, 사용자 통지 모듈은 사용자에게 구성을 통지하거나, 검출된 오류가 있을 때에만 사용자에게 통지할 수 있다. 여기에 사용된 바와 같은 사용자 통지 모듈은 사용자에게 조건 또는 파라미터를 통지하는 역할을 하는 제어 모듈이다.

[0058] 부스트 회로의 동작 이전에 버스 커패시터들이 소프트 차지(soft charge)되거나 프리차지(precharge)되게 하기 위해 프리차지 회로 인터페이스가 제공된다. 릴레이 또는 AC 라인 컨택터(contactor) 또는 널리 공지된 다른 수단은 프리차지 회로의 일부로서 사용될 수 있다. 인터페이스 신호들은 검출, 인에이블, 및 상태를 넘어 추가적인 정보를 포함할 수 있다. 예를 들어, DC 버스 전압 신호들 또는 정보가 인버터 컨트롤에 제공될 수 있으며, 이로써 인버터 컨트롤은 DC 버스 균형을 강제하기 위한 프리레귤레이터 컨트롤과 함께 작동하기 위해 일정한 조치를 취할 수 있다. 용접 타입 전력 공급기의 이들 부분과 다른 부분 사이에 임의의 개수의 다른 신호들이 지나다닐 수 있다. 이들 신호는 하드웨어 연결, 소프트웨어의 변수, 직렬 통신, 또는 임의의 다른 적절한 형태일 수 있다.

[0059] 단일 또는 이중 부스트 배열을 수용할 수 있는 적층형 부스트 프리레귤레이터 회로를 위한 예시적인 제어 회로가 도 8에 도시된다. 회로 A1은 출력 신호를 부스트 전류 레귤레이터 회로(boost current regulator circuit)에 제공하는 버스 전압 레귤레이터 회로이다. 버스 전압 레귤레이터 회로의 출력은 피드백 신호들(VBUS_TOP 및 VBUS_BOT)에 기반하여 총 버스 전압을 고정 값(REF)으로 조절할 목적으로 제공된다. 펄스 용접과 같은 일정 범위의 동적 용접 프로세스들을 요구하는 몇몇 용접 타입 전력 공급기들의 경우, 프리레귤레이터의 전력 유출은 용접 프로세스의 동적 특성이 아니라 평균 용접 전력 요건에 더 응답하는 경향이 있어서 버스 전압 레귤레이터의 보상 네트워크를 튜닝하는 것이 바람직할 수 있다. 이는 상대적으로 느린 응답(예를 들어, 50 내지 100 ms)을 제공하는 보상 네트워크를 요구할 수 있다.

[0060] 회로 A2는 전류 피드백 신호(CS7)에 기반하여 부스트 전류를 조절할 목적으로 제공되는 부스트 전류 레귤레이터 회로이다. 전류 레귤레이터의 출력(I_ERROR)은 마이크로프로세서에 의해 아날로그 입력으로서 판독되고, 4개의 부스트 스위치(PWM1 내지 PWM4)를 위한 PWM 듀티 사이클을 판단하기 위해 하나의 입력으로서 사용된다. 예를 들어, PWM1 내지 PWM4는 I_ERROR의 값에 기반하여 초기에는 동일할 수 있다.

[0061] 추가적인 아날로그 및 디지털 입력들이 마이크로프로세서에 제공된다. 이들은 도 2에 도시된 인덕터들에 흐르는 전류에 비례하여 피드백 정보를 제공하는 아날로그 전류 센서 신호들(CS7, CS9, 및 CS10)을 포함한다. 아날로그 버스 전압 피드백 신호들(VBUS_TOP 및 VBUS_BOT)은 또한 마이크로프로세서에 의해 판독되고, PWM 듀티 사이클(PWM1 내지 PWM4)을 변형하여 2개의 DC 버스 전압을 능동적으로 밸런싱하기 위해 또 다른 입력으로서 사용될 수 있다. 입력 정류기에 의해 프리레귤레이터 회로에 제공되는 정류 전압(V_RECTIFIED)을 나타내는 피드백 신호가 또한 제공될 수 있다. 이러한 피드백 신호는 특정한 프리레귤레이터 구성에 대해 너무 높거나 너무 낮은 입력 전압을 검출하고, 단상 전압(single phase power)을 검출하는 등의 다양한 방식으로 사용될 수 있다. 일부 경우에, 정류 전압 피드백은 역률을 더 개선하기 위해 입력 전류가 정형되어 입력 AC 라인 전압과 정렬되도록 PWM 값을 변형하기 위해 사용될 수 있다.

[0062] Z4 내지 Z7 검출 신호들이 마이크로프로세서에 제공되는데, 부스트 구성 또는 배열(단일 또는 이중)을 판단하고, 비정상적인 조건을 검출하기 위해 사용될 수 있다. 일정한 제어 및 상태 정보는 직렬 통신 회로를 통해 인버터 컨트롤을 통해 전달된다. 정류된 전압 피드백, 열 센서 등과 같이 도시되지 않은 추가적인 신호들이 제공될 수 있다. 전압 레귤레이터 출력을 정형하여 정류기에 공급되는 AC 라인 전압의 파장 형상 및 정렬을 더 가깝게 따름으로써 전압 레귤레이터 출력과 전류 레귤레이터 사이에 회로가 대안적으로 삽입되어 더 개선된 역률을 제공할 수 있다. 이를 목적으로 멀티플라이어(multiplier) 또는 그 밖의 회로가 사용될 수 있다.

[0063] 다음은 Z4 내지 Z7 검출 신호들이 사용될 수 있는 하나의 방식을 예시한다.

- [0064] 1) Z4 & Z5 & Z6 & Z7 검출된 구성 = 이중 부스트(DUAL BOOST)
- [0065] 2) Z4 & Z5 검출된 구성 = 단일 부스트(SINGLE BOOST)
- [0066] 3) 임의의 다른 조합 검출됨 = 결함(Fault), 디스에이블 부스트, 및/또는 다른 조치를 취함.
- [0067] 프리레귤레이터 PWM 신호들 중 하나 이상을 수정하기 위해 사용될 수 있는 버스 밸런싱 듀티 사이클 기간을 생성하기 위해 DC 버스 차이 신호가 생성 및 활용될 수 있다. 다음은 검출된 전력 회로 구성을 고려하여, DC 버스 밸런싱 알고리즘을 구현하는 일 방법을 예시한다.
- [0068] 1) $BUS_DIFF = V_{bus_top} - V_{bus_bot}$
- [0069] 2) 크기 $BUS_DIFF > Fault_limit$ 이면, Fault, 디스에이블 부스트 및/또는 다른 조치를 취함.
- [0070] 3) 크기 $BUS_DIFF < Correction_lower_limit$ 이면, BUS_ERROR 를 리셋하고, 버스 밸런싱을 디스에이블함.
- [0071] 4) 그 밖의 경우, BUS_ERROR 값을 누적하는데, 즉 $BUS_ERROR = BUS_ERROR + BUS_DIFF$.
- [0072] 5) $BUS_ERROR > 0$ 이면, 이는 상단 버스 전압이 너무 높다는 것을 나타냄.
- [0073] 6) 구성 = DUAL BOOST이면, $PWM1 = PWM1 + K * BUS_ERROR$, $PWM3 = PWM3 + K * BUS_ERROR$.
- [0074] 7) 구성 = SINGLE BOOST이면, $PWM1 = PWM1 + K * BUS_ERROR$. 유사하게 $BUS_ERROR < 0$ 이면, 이는 하단 버스 전압이 너무 높다는 것을 나타냄.
- [0075] 8) 구성 = DUAL BOOST이면, $PWM2 = PWM2 - K * BUS_ERROR$, $PWM4 = PWM4 - K * BUS_ERROR$.
- [0076] 9) 구성 = SINGLE BOOST이면, $PWM2 = PWM2 - K * BUS_ERROR$.
- [0077] 이득 항(gain term) 또는 스케일링 항(scaling term)이 BUS_ERROR (K)에 적용되어 PWM 신호들에 적용되는 바와 같은 정확한 스케일링을 가능하게 한다. 추가적으로, BUS_ERROR 의 크기는 몇몇 상한으로 제한될 수 있으며, 이로써 DC 버스 에러의 추가적인 누적이 무시된다. 큰 BUS_ERROR 항이 도출되어 버스 전압 차이의 작은 크기를 유지하면서 상위 스위치 PWM 값과 하위 스위치 PWM 값 사이의 큰 불일치를 강제하기 위해 큰 BUS_ERROR 항이 유도될 수 있도록 누적 버스 에러 기능 또는 인테그레이터가 바람직할 수 있다.
- [0078] 용접 전력 공급기의 감소된 출력 전력 레벨에서와 같은 일부 상황에서, 프리레귤레이터 회로의 전력 출력 및 전류 레벨들은 상대적으로 낮은 레벨이다. 이들 조건의 경우 및 더 구체적으로 정류 입력 전압이 상단 버스 전압 또는 하단 버스 전압 미만인 경우, 큰 BUS_ERROR 항을 개발하여 버스 밸런싱 메커니즘을 효과적으로 제공하는 것이 필요할 수 있다. 다른 전력 레벨들 및 정류 전압 레벨들의 경우, 작은 BUS_ERROR 항이 DC 버스 균형을 효과적으로 강제할 수 있다. 일단 버스 전압 차이가 하위 보정 제한(예를 들어, 5볼트) 미만이면, 추가적인 DC 버스 보정이 디스에이블될 수 있다. 전술된 바와 같이, 이는 버스 전압 불일치를 갖는 자연적인 평형 동작점(natural equilibrium operating point)에 인버터 회로가 도달하기 위한 수단을 제공하기 위해 바람직할 수 있다. 또한, 프리레귤레이터 컨트롤 내에 버스 밸런싱이 일단 다시 요구되고 활성화되는 경우 버스 에러 항이 이미 원하지 않거나 부정확한 값에 있도록 누적 버스 에러 항 또는 인테그레이터를 리셋하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0079] 버스 전압 차이가 $fault_limit$ (예를 들어, 50볼트 미만의 차이)보다 작고 보정 상한(예를 들어, 10볼트의 차이)보다 크면, 인버터 컨트롤과 통신함으로써 추가적인 DC 버스 보정 방식이 구현될 수 있으며, 이로써 인버터 컨트롤은 DC 버스 전압들을 밸런싱하는 것을 보조하기 위해 추가적인 조치를 취할 수 있다. 일 방법은 인버터 컨트롤이 어느 DC 버스가 더 큰 크기를 갖는지에 따라 동작하는 인버터의 PWM 듀티 사이클들을 증가시키는 것이다. 예를 들어, 상단 버스 전압이 하단 버스 전압에 비해 너무 높으면, 인버터 컨트롤은 몇몇 고정 또는 가변 지속시간(예를 들어, 0.5 sec)만큼 상위 인버터의 PWM 듀티 사이클을 증가시킬 것이다. 일단 DC 버스 차이의 크기가 상위 보정 제한 미만 아래로 다시 떨어지면, 이러한 하락은 인버터 컨트롤에 전달될 수 있고, 이러한 보충적인 DC 버스 밸런싱이 디스에이블되거나, 인버터 PWM 값들이 이들의 정상적인 동작 값으로 돌아갈 수 있다. 대체적인 구현에는 DC 버스 밸런싱 조직에 보조 전력 공급기, 제어 전력 공급기, 또는 상단 또는 하단 버스로부터 어느 정도의 전력을 선택적으로 인입할 수 있는 다른 전력 회로를 제공할 수 있다.
- [0080] 이중 부스트 회로가 도 2에 도시된 바와 같이 4개의 인덕터들에서 전류 밸런싱을 달성하기 위해 전류 밸런싱 제어 시스템이 구현될 수 있다.

- [0081] 4개의 인덕터 전류(및 그 후 4개의 스위치 전류)이 거의 일치하도록 능동적으로 강제하기 위해 전류 밸런싱이 바람직할 수 있다. 능동 전류 밸런싱 없으면, (게이트 드라이브, 인덕터 차이 등과 같은) 회로 차이 및 허용오차로 인해 4개의 전류에서의 불일치가 일어날 수 있다. 다시, 프리레귤레이터 컨트롤은 검출 신호들(Z1 내지 Z4)을 활용하여 DUAL 부스트 구성을 검출하고 전류 밸런싱 컨트롤을 자동 구현할 수 있다. SINGLE 부스트 구성이 검출되면, 프리레귤레이터 컨트롤의 전류 밸런싱 부분이 디스에이블될 수 있다. SINGLE 부스트 동작의 경우, 단 2개의 인덕터들이 존재하고, 전류들이 자연스럽게 일치된다
- [0082] 일반적으로, 전류 밸런싱이 다음과 같이 수행된다. 2개의 상위 브랜치 전류들(L7 및 L9)이 비교되어 더 큰 전류를 갖는 상위 브랜치의 PWM 값은 전류 차이에 비례한 값만큼 감소된다. 그 후, 2개의 하위 브랜치 전류들(L8 및 L10)이 비교되어 더 큰 전류를 갖는 하위 브랜치의 PWM 값은 전류 차이에 비례한 값만큼 감소된다. 2개의 하위 브랜치 전류들의 합이 2개의 상위 브랜치 전류들의 합과 같아야 한다는 사실을 활용함으로써, 2개의 하위 브랜치 전류들의 밸런싱은 단 하나의 추가적인 전류 센서(CS10)를 이용하여 성취될 수 있다. 그러므로, 각각의 하위 브랜치에 대한 희망 또는 목표 전류는 CS7와 CS9의 합의 절반이다.
- [0083] 대안적으로, 4개의 브랜치 전류를 판단하기 위해 4개의 전류 센서가 활용될 수 있다. DUAL BOOST인 경우:
- [0084] 1) $Upper_current_error = CS7 - CS9$
- [0085] 2) $Upper_current_error > 0$ 이면, $PWM1 = PWM1 - K2 * Upper_current_error$
- [0086] 3) $Upper_current_error < 0$ 이면, $PWM3 = PWM3 + K2 * Upper_current_error$
- [0087] 4) $Lower_current_error = (CS7 + CS9) / 2 - CS10$
- [0088] 5) $Lower_current_error > 0$ 이면, $PWM2 = PWM2 - K2 * Lower_current_error$
- [0089] 6) $Lower_current_error < 0$ 이면, $PWM4 = PWM4 + K2 * Lower_current_error$
- [0090] 대안적으로, 4개의 브랜치 전류는 예를 들어, 4개의 상이한 스위치들(Z1 내지 Z4) 사이의 냉각 차이 또는 다른 이유를 설명하기 위해 백분율 차이를 능동적으로 강제하는 방식으로 제어될 수 있다. 이는 상이한 제약사항을 갖는 현재 피드백 신호들을 스케일링하여 백분율 차이를 강제함으로써 성취될 수 있다. 예를 들어, $Upper_current_error$ 는 다음과 같이 계산될 수 있다.
- [0091] 1A) $Upper_current_error = CS7 - K3 * CS9$ (예를 들어, $K3 = 1.2$)
- [0092] 그 후, 이렇게 새로운 $Upper_current_error$ 는 전술된 바와 같이 2개의 상위 PWM 값(PWM1 및 PWM3) 중 하나를 조정하기 위해 사용될 수 있다.
- [0093] 마찬가지로, 2개의 하위 브랜치 전류는 백분율 차이를 강제하기 위해 유사한 방식으로 제어될 수 있다. 2개의 하위 브랜치 전류는 2개의 상위 브랜치와 동일한 백분율 차이를 이용하여 제어될 필요가 없다. 이러한 방식으로, 전력 회로는 특정 전력 컴포넌트 및 냉각 배열에 기반하여 최적화될 수 있다.
- [0094] 또한, 전술된 바와 같이 브랜치 전류들을 능동적으로 밸런싱하여 동일하거나 약간의 백분율 차이가 있도록 대안들이 활용될 수 있다. 하나의 대안은 다른 전류 피드백 신호들(CS8, CS10)을 이용하여 도 8에 도시된 바와 같이 하나 이상의 추가적인 부스트 전류 레귤레이터를 제공하는 것일 수 있다. 이들 추가적인 전류 레귤레이터는 공통 버스 전압 레귤레이터에 연결되어 추가적인 I_error 신호들을 생성하기 위해 사용될 수 있는데, 그 후 추가적인 I_error 신호들은 추가적인 입력들로서 PWM 신호들을 설정하기 위해 사용될 수 있다.
- [0095] 추가적인 수정 또는 제한들이 프리레귤레이터(PWM1 내지 PWM4)를 위한 PWM 신호들 중 하나 이상에 적용될 수 있다. 예를 들어, 듀티 사이클 값은 절대 최소값 또는 최대값으로 클램핑되거나 제한될 수 있다. 추가적으로, 일정 지속 시간 동안 프리레귤레이터가 전원을 공급하고, 버스 전압을 목표 값으로 차징함에 따라 듀티 사이클이 더 제한되도록 시동 듀티 사이클 제한이 구현될 수 있다. 이러한 시간 인터벌 동안, 프리레귤레이터 컨트롤은 CS7, CS8, 및/또는 CS10의 값들을 테스트하여 전류 센서들이 유효 피드백 신호들을 제공하고 있는지 여부를 판단할 수 있다.
- [0096] 도 9는 버스 전압 밸런싱 루프 및 상단 및 하단 전류 밸런싱 루프들을 갖는 이중 적층형 부스트 프리레귤레이터 회로의 제어 루프 모델을 도시한다.
- [0097] 버스 전압 제어 루프는 상단 및 하단 버스 전압들을 나타내는 피드백 신호들을 합산한다. 이득 계수($K1$)가 적용되고, 그 결과가 기준 또는 설정 전압(V_{ref})으로부터 차감된다. 이러한 차이는 라플라스 도메인(Laplace

domain)에서 $G1(s)$ 라고 표현된 보상 네트워크에 적용된다. 보상 네트워크의 출력은 전류 기준 커맨드(I_{ref})로서, 마스터 전류 제어 루프에 대한 입력이다. 전류 피드백 신호($CS7$)가 I_{ref} 로부터 차감되어 전류 루프 보상 네트워크($G2(s)$)에 적용된다. 전류 제어 루프의 출력은 4개의 PWM 신호(PWM1 내지 PWM4)를 위한 값들을 설정하는데 사용되는 에러 신호(I_ERROR)이다. 다른 방법으로, I_{ref} 신호를 정형하여 입력 AC 전압의 형태 및 위상을 더 가깝게 따르게 함으로써 전압 제어 루프 출력(I_{ref})과 전류 루프 입력 사이에 다른 블록이 삽입되어 역률을 더 개선할 수 있다. 이러한 기능을 위해, 희망 파형을 표시하는 기준 파형을 제공하는 제2 입력을 갖는 멀티플라이어 기능이 사용될 수 있다.

- [0098] 버스 균형 제어 루프가 상단으로부터 하단 버스 전압 피드백을 차감한다. 차이는 인테그레이터 또는 보상 네트워크($G4(s)$)에 적용된다. 리미터(limiter) 기능은 상한 및/또는 하한을 제한한다. 스위치(SW1)는 음의 버스 보정 계수(correction factor)를 하위 스위치들(PWM2, PWM4)을 위한 PWM 신호들에 인가한다. 스위치(SW2)는 양의 버스 보정 계수를 2개의 상위 스위치들(PWM1, PWM3)을 위한 PWM 신호들에 인가한다. 스위치들(SW1 및 SW2)은 버스 전압 차이가 임계치 미만일 때마다 분리된 채로 남을 수 있다.
- [0099] 하단 전류 균형 전류 컨트롤 루프는 $CS7$ 과 $CS9$ 의 평균으로서 판단된 목표 전류 값으로부터 전류 피드백($CS10$)를 차감한다. 이득 계수($K3$)가 적용되고, 그 결과가 리미터 기능에 적용된다. 리미터는 상한 및/또는 하한을 제한할 수 있다. 스위치(SW3)는 음의 하단 전류 보정 계수를 PWM4 신호에 적용한다. 스위치(SW4)는 양의 하단 전류 보정 계수를 PWM2에 적용한다. 전류 밸런싱 루프들은 전류 균형 모듈의 일부이다. 여기에 사용된 바와 같은 전류 균형 모듈은 다수의 전류 경로들에서의 전류 흐름을 밸런싱하는 제어 모듈이다.
- [0100] 상단 전류 균형 제어 루프가 2개의 상단 브랜치 전류를 나타내는 피드백 신호($CS7$ 및 $CS9$)를 차감한다. 이득 계수($K3$)가 적용되고, 그 결과가 리미터 기능에 적용된다. 리미터는 상한 및/또는 하한을 제한할 수 있다. 스위치(SW5)는 음의 하단 전류 보정 계수를 PWM3 신호에 적용한다. 스위치(SW6)는 양의 하단 전류 보정 계수를 PWM1에 적용한다.
- [0101] 검출된 구성에 의존하는 전력 공급 시퀀스가 구현될 수 있다. 예를 들어, 전력 시퀀스는 보조 전력 공급기 또는 와이어 송급기 전력 공급기의 존재 또는 부존재를 검출하는 것에 기반하여 적용될 수 있다. 마찬가지로, 검출된 구성에 기반하여 전력 차단 시퀀스가 수정될 수 있다. 여기에 사용된 바와 같은 시동 모듈은 원하는 방식으로 전력 회로를 시작하는 역할을 하는 제어 모듈이다. 여기에 사용된 바와 같은 전력 차단 모듈은 원하는 방식으로 전력 회로의 전력을 차단하는 역할을 하는 제어 모듈이다.
- [0102] 다음은 하나의 가능한 전력 공급 시퀀스를 예시한다.
- [0103] 1) 프리차지 지연(DC 버스 커패시터들의 초기 차징을 허용함).
- [0104] 2) SINGLE/DUAL 부스트 구성을 자체 체크 검증하고, 제시된 전류 센서 신호들을 검증하고, Z1 내지 Z4의 정확한 조합을 검증함. 부적절한 구성 = FAULT, 전력 공급 시퀀스를 진행하지 않음. 다른 자체-점검들이 통합될 수 있음.
- [0105] Vrectified에 기반하여 Vbus_top 및 Vbus_bottom를 검증함. 각 버스 커패시터는 예를 들어, Vrectified의 대략 최대 1/2을 차징해야 함.
- [0106] 4) 프리차지 릴레이 또는 컨택터를 인에이블하여 프리차지 저항기를 바이패스함.
- [0107] 5) 부스트 프리레귤레이터 회로를 인에이블함, 소프트-시작 모드(최대 PWM 듀티 사이클, 최대 전류 등을 제한함).
- [0108] 6) 지연 시간을 부스트함.
- [0109] 7) 부스트된 DC 버스 전압(Vbus_top, Vbus_bot)을 검증함.
- [0110] 8) 보조 전력 회로가 검출되면:
- [0111] 8A) 보조 전력 회로를 인에이블함.
- [0112] 8B) 보조 전력 공급 지연.
- [0113] 8C) 보조 전력 회로 검증(적절히 운영되면), 그렇지 않으면, 디스에이블되고 사용자에게 지시하고/거나 다른 조치들을 취함.

- [0114] 8D) 보조 전력에 의해 소비되는 전력에 기반하여 용접 전력 출력에 이용 가능한 최대 전력을 계산함.
- [0115] 9) 와이어 송급기 전력 회로가 검출되면:
- [0116] 9A) 와이어 송급기 전력 회로를 인에이블함.
- [0117] 9B) 전력 공급을 위한 와이어 송급기 전력 회로 지연.
- [0118] 9C) 와이어 송급기 전력 회로 검증(적절히 운영되면), 그렇지 않으면, 디스에이블되고 사용자에게 지시하고/거나 다른 조치를 취함.
- [0119] 10) 인버터 회로를 인에이블하여 용접 전력 출력을 제공함
- [0120] 인버터 제어 블록도가 도 10에 도시된다. 다양한 입력들 및 컨트롤들에 기반하여 스위치들의 듀티 사이클을 제어하여 용접 타입 전력 출력을 효과적으로 생성하기 위해 스위치 회로들(Z8 내지 Z15)은 PWM 제어 신호들이 제공된다. 스위치 회로들은 도시된 바와 같이 또는 개별적으로 그룹화될 수 있고, 하나 이상의 검출 신호들을 인버터 컨트롤에 제공한다. 이들 검출 신호들은 프리레귤레이터 컨트롤에 대해 설명된 것과 유사한 방식으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 일정한 검출 신호들의 조합은 도 4에 도시된 바와 같은 이중 적층형 풀 브릿지 전력 구성 또는 도 5에 도시된 바와 같은 적층형 풀 브릿지 구성을 나타낼 수 있다. 이와 같이, 인버터 컨트롤은 검출된 구성에 기반하여 PWM 신호들이 생성 및 제어되는 방법을 수정할 수 있다. 검출 신호들의 비정상적인 조합들은 인버터 회로의 동작을 디스에이블하는 결함을 생성할 수 있다. 이러한 결함은 프리레귤레이터 컨트롤에 전달되어 프리레귤레이터 회로를 디스에이블하는 것과 같이 추가적인 조치를 취할 수 있다.
- [0121] 인버터 컨트롤은 용접 타입 전력 출력을 생성하기 위해 요구되는 대로 전류 및 전압 피드백 또는 그 밖의 피드백 신호들을 공급받을 수 있다. 예를 들어, 용접 컨트롤은 일정한 전류 또는 전압 파형들이 용접을 생성하도록 요구할 수 있다. 인버터 컨트롤은 피드백 신호들을 이용하여 요구된 파형들을 생성할 수 있다. 추가적인 인터페이스 신호들은 용접 컨트롤, 사용자 인터페이스, 프리레귤레이터 컨트롤 등과 같이, 요구되는 용접 타입 전력 공급기 또는 시스템 내의 다른 컴포넌트들과 통신하기 위해 추가적인 인터페이스 신호들이 제공될 수 있다.
- [0122] 또한, 하나 이상의 냉각 팬을 제어하기 위해 팬 제어 신호가 생성될 수 있다. 팬 제어 신호는 인버터 전력 회로 및/또는 프리레귤레이터 회로의 검출된 배열에 기반하여 수정 또는 제어될 수 있다. 예를 들어, 이중 적층형 부스트가 프리레귤레이터 회로를 위해 검출될 수 있고, 이중 적층형 풀 브릿지 회로가 인버터를 위해 검출될 수 있다. 이러한 검출된 구성에 기반하면, 팬은 최대 속도로 동작될 수 있다. 이러한 검출된 구성에 기반하면, 팬은 최대 속도로 동작될 수 있다. 냉각을 위해 AC 팬(예를 들어, 115VAC)이 사용될 수 있고, 그 속도는 팬에 공급되는 주파수를 변화시킴으로써 제어될 수 있다(예를 들어, 저속의 경우 50Hz, 고속의 경우 60Hz). 이러한 AC 신호는 널리 공지된 AC H-브릿지 회로 또는 그 밖의 유사 회로에 의해 합성될 수 있다. 추가 또는 대체적으로, 팬의 속도 또는 제어는 전류 피드백 신호(예를 들어, CS1), 열 센서, 주변 온도 또는 그 밖의 입력들과 같은 다른 입력들에 기반하여 수정될 수 있다.
- [0123] 간략화된 인버터 제어 회로가 11에 도시된다. 회로 A3은 기준 신호(REF) 및 전류 피드백 신호(CS1)를 받아들여서 에러 신호(I_ERROR)를 생성하는 전류 레귤레이터 회로이다. 기준 신호는 용접 프로세스 컨트롤 또는 다른 수단에 의해 생성될 수 있고, 용접 아크 시의 조건들에 응답하는 설정 레벨 또는 기준 용접 파형을 제공할 수 있다. 일부 용접 프로세스들은 단락(short circuit) 아크 조건에서 개방(open) 아크 조건으로 급격히 변할 수 있는 아크 조건들 및 복잡한 기준 파형들을 이용하여 매우 동적이다. 이와 같이, 전류 레귤레이터는 요구되는 변화들에 반응하여 원하는 용접 조건을 생성하기에 정상적으로 충분히 빠르다. 이와 같이, 에러 신호(I_ERROR) 요구에 따라 급격히 달라져서 인버터 스위치들을 위한 PWM 신호들을 제어할 수 있고, 이에 따라 인버터의 출력을 제어할 수 있다.
- [0124] 마이크로프로세서가 I_ERROR의 아날로그 값을 판독할 수 있고, 이에 따라 거동하여 필요한 PWM 신호들을 생성할 수 있다. 4개의 고유 PWM 신호들은 이중 적층형 풀 브릿지 인버터 회로를 제어하기 위해 요구될 수 있다. 다양한 다른 아날로그 및 디지털 신호들은 용접 타입 전력 공급기 또는 시스템 내의 다른 컴포넌트들과 인터페이스할 뿐 아니라, 요구에 따라 마이크로프로세서와 인터페이스하여 인버터를 제어할 수 있다. Z8 내지 Z15 검출 신호들은 전술된 바와 같이 통합되어 전력 회로 구성 또는 비정상적인 조건을 검출할 수 있다. 또한, 부스트 프리레귤레이터 컨트롤에 인터페이스가 제공될 수 있다. 이러한 인터페이스는 부스트 프리레귤레이터 컨트롤에 의해 수행되는 DC 버스 밸런싱 조치들과 함께 DC 버스 밸런싱을 조직하기 위해 정보 또는 신호들을 제공할 수 있다. 전술된 바와 같은 일부 상황에서, DC 버스 균형을 유지하는 것을 보조하기 위해 인버터 컨트롤이 조치를

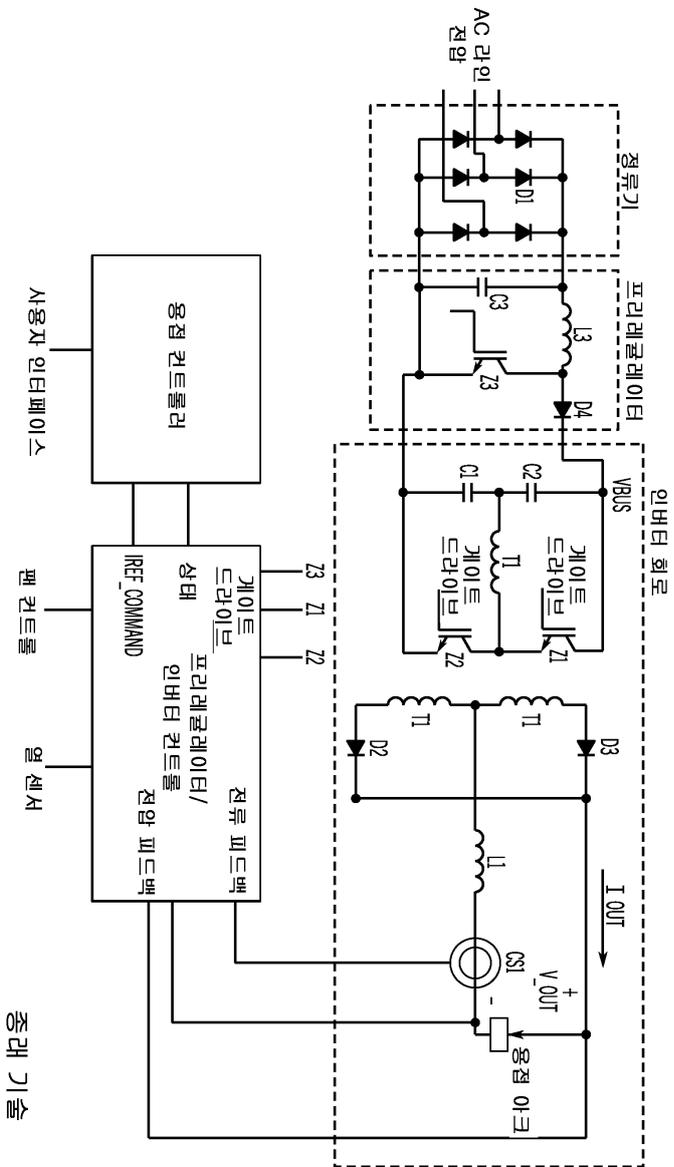
취하는 것이 바람직할 수 있다. 전술된 바와 같은 팬 컨트롤과 같이, 도시되지 않은 추가적인 신호들, 제어, 및 회로들이 통합될 수 있다.

- [0125] 인버터 제어 회로는 도 12에 표시된 바와 같이 4개의 PWM 신호를 생성한다. 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이, PWM 신호들은 스위치들(Z8 내지 Z15)을 제어한다. 각 PWM 신호는 스위칭 주파수 또는 주기(T_{PERIOD}) 및 스위치들이 턴온되는 시간 지속시간을 나타내는 듀티 사이클(D)을 갖는다. PWM 신호들 중 2개는 스위칭 주기의 절반만큼 위상 스테거링된다. PWM5 및 PWM7가 일 극성에서 인버터 트랜스포머들(T2, T3)의 1차측을 양단의 전압(VBUS_TOP, VBUS_BOTTOM)을 인가하고, PWM6 및 PWM8가 다른 극성에서 동일한 전압들을 적용하는 것이 도 4 및 도 5로부터 알 수 있다. PWM 신호들의 듀티 사이클 및 인가 전압에 비례하여 각 트랜스포머에서 자속(magnetic flux)이 생성된다. 널리 공지된 바와 같이, 일 극성에서 트랜스포머 양단에 인가된 전압*초의 곱(volt*sec product)은 다른 극성에 인가된 전압*초의 곱과 밸런싱되는 것이 바람직할 수 있고, 그렇지 않으면, 트랜스포머 포화가 일어날 수 있다. 이들 반대 극성 펄스들의 위상 스테거링된 특성 및 용접 아크 또는 프로세스의 동적 특성으로 인해, 듀티 사이클 또는 PWM 값들은 종종 하나의 사이클로부터 다른 사이클로 변한다. 도 11에 도시된 컨트롤은 플럭스 밸런싱 알고리즘을 구현하여, 각 극성에 인가된 순수 시간(net time) 또는 듀티 사이클 값을 추적하고, 플럭스 제한이 초과되면 각 극성을 위한 PWM 듀티 사이클 값을 제한함으로써 트랜스포머 포함의 가능성을 감소시킬 수 있다.
- [0126] DC 버스 밸런싱 기능뿐 아니라 플럭스 제한 기능을 예시하는 인버터 제어 루프의 모델이 도 13에 도시된다. 용접 타입 전력 공급기(CS1)의 출력 전류를 나타내는 전류 피드백 신호 및 기준 신호 또는 커맨드(REF)에 응답하여 에러 신호(I_ERROR)를 생성한다. 마스터 전류 제어 루프는 보상 회로 또는 기능($G2(s)$)을 포함하여 제어 루프의 동적 특성을 재단(tailor)하여 안정성을 제공할 수 있다. 에러 신호는 궁극적으로 PWM5 및 PWM7를 제어하는 양의 극성 PWM 신호 및 PWM6 및 PWM8를 제어하는 음의 극성 PWM 신호를 생성하는데 사용된다. 양(positive) 및 음(negative)은 트랜스포머(T2, T3)의 1차측 양단에 인가된 전압의 극성의 임의의 디스크립터(descriptor)들이다. 이들 PWM 신호들은 에러 신호의 이산 샘플링 또는 PWM 램프 비교기와 같은 연속적 기능에 의해 생성될 수 있다.
- [0127] 트랜스포머들에 인가된 순수 플럭스(net flux) 또는 전압*초의 이력을 유지하는 플럭스 어큐뮬레이터 또는 인테그레이터가 도시된다. 사실상, 프리레귤레이터의 출력으로서 제공되는 조절 버스 전압의 특성으로 인해 PWM 값들을 추적하는 것이 필수적이다. 다른 방법으로, 버스 전압은 측정될 수 있고, 이러한 측정은 플럭스 어큐뮬레이터에 대한 입력으로서 사용될 수 있다. 동작 중인 어큐뮬레이터에 양의 PWM 값을 더하고 음의 PWM 값을 뺀으로써 순수 플럭스가 계산된다. 플럭스 값 또는 이 경우 순수 PWM 값이 양의 임계치를 초과하면, 도시된 바와 같이 양의 PWM 값의 최댓값을 제한하기 위해 리미터가 적용될 수 있다. 마찬가지로, 순수 PWM 값이 음의 임계치를 초과하면, 도시된 바와 같이 음의 PWM 값의 최댓값을 제한하기 위해 리미터가 적용될 수 있다.
- [0128] DC 버스 보정 듀티 사이클 항(D_BUS_CORRECTION)이 상단 버스 상의 상위 인버터를 제어하는 2개의 PWM 신호(PWM5, PWM6)에 선택적으로 추가되거나, 하단 버스 상의 하위 인버터를 제어하는 2개의 PWM 신호(PWM7, PWM8)에 선택적으로 추가될 수 있다. 이러한 DC 버스 보정 항은 예를 들어, 이러한 DC 버스 보정 항은 PWM5 내지 PWM8를 위한 작은 PWM 값들을 위해 일어날 수 있는 일정한 조건들을 위한 DC 버스 밸런싱을 보조하기 위해 프리레귤레이터 컨트롤과의 조합에 추가될 수 있다. 예를 들어, 프리레귤레이터 컨트롤을 위해 설명된 바와 같이, DC 버스 불균형이 제1 한도 미만이면, 버스 보정은 디스에이블될 수 있다. DC 버스 불균형이 제1 한도를 초과하면, 프리레귤레이터는 전술된 바와 같이 DC 버스 전압들을 밸런싱하기 위해 일정한 조치를 취할 수 있다. DC 버스 불균형이 제2 한도를 초과하면, 신호가 인버터 컨트롤에 전달될 수 있고, 버스 보정 항이 상위 또는 하위 인버터 PWM 신호들(D_BUS_CORRECTION)에 적용될 수 있다. DC 버스 불균형이 제3 한도를 초과하면, 인버터와 프리레귤레이터 양자 모두가 디스에이블되거나 다른 조치가 취해질 수 있다. 인버터 PWM 신호들에 적용된 DC 버스 보정 항은 고정 듀티 사이클 항이거나, 불균형의 크기에 비례하거나 몇몇 다른 관계로 설정될 수 있다. 일반적으로, 이러한 버스 보정 항은 상대적으로 작은 퍼센트의 PWM 신호로 제한될 수 있다.
- [0129] 적층형 부스트 구성은 전술된 바와 유사한 방식으로 구현된 전류 밸런싱을 갖는 삼중 또는 그 이상의 부스트 회로 배열로 더 확장될 수 있다. 예를 들어, 총 전류를 계산 또는 측정하고 이 배열에서 부스트 회로들의 개수를 나눔으로써 상위 인덕터 또는 전류 브랜치마다 목표 전류가 판단될 수 있다.
- [0130] 적층형 포워드(stacked forward), 하프 브릿지(half bridge), 플라이백(flyback), 또는 다른 토폴로지와 같은 대체적인 인버터 토폴로지들이 사용될 수 있다. 추가적으로, 용접 타입 전력 공급기의 일부 구성에서, 전술된 바와 같이 프리레귤레이터 회로의 피쳐들 및 이점들의 일부를 여전히 사용하면서 인버터 회로들의 적층형 또는

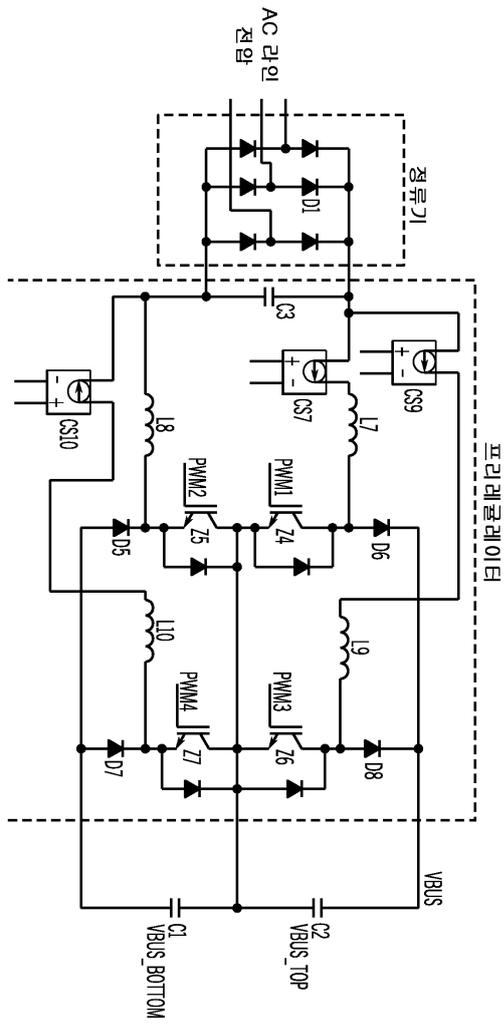
직렬 배열보다는, 총 버스 전압으로부터 동작하는 단일 인버터 회로를 사용하는 것이 바람직할 수 있다.

- [0131] 가변 주파수, 고정 온 시간, 고정 오프 시간, 주파수 디터링(frequency dithering), 또는 전술된 PWM 방식들과 함께 또는 대안으로서 다양한 조합들과 같은 다른 프리레귤레이터 및/또는 인버터 제어 방식들 또한 가능하다.
- [0132] 적층형 포워드, 하프 브릿지, 플라이백, 또는 다른 토폴로지와 같은 대체적인 인버터 토폴로지들이 사용될 수 있다. 추가적으로, 용접 타입 전력 공급기의 일부 구성에서, 전술된 바와 같이 프리레귤레이터 회로의 피처들 및 이점들의 일부를 여전히 사용하면서 인버터 회로들의 적층 또는 직렬 배열보다는, 총 버스 전압으로부터 동작하는 단일 인버터 회로를 사용하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0133] 가변 주파수, 고정 온 시간, 고정 오프 시간, 주파수 디터링, 또는 전술된 PWM 방식들과 함께 또는 대안으로서 다양한 조합들과 같은 다른 프리레귤레이터 및/또는 인버터 제어 방식들 또한 가능하다.
- [0134] 여전히 의도된 범위 내에 있는 방법 및 시스템에 대한 수많은 수정이 행해질 수 있다. 이에 따라, 전술된 목적 및 이점들을 충분히 만족시키는 용접 타입 전력을 제공하기 위한 방법 및 장치가 제공되었다는 것이 명백해야 한다. 이러한 방법 및 시스템은 특정 실시예와 함께 설명되었지만, 여러 대체예, 변형예, 및 변경예가 당업자에게 명백할 것이라는 점이 분명하다. 따라서, 첨부된 청구항들의 사상 및 넓은 범위 내에 있는 이러한 모든 대체예, 변형예, 및 변경예를 포괄하는 것을 목적으로 한다.
- [0135] 배타적 권리 또는 권한이 청구되는 본 발명의 실시예들은 다음과 같이 청구범위에서 정의된다.

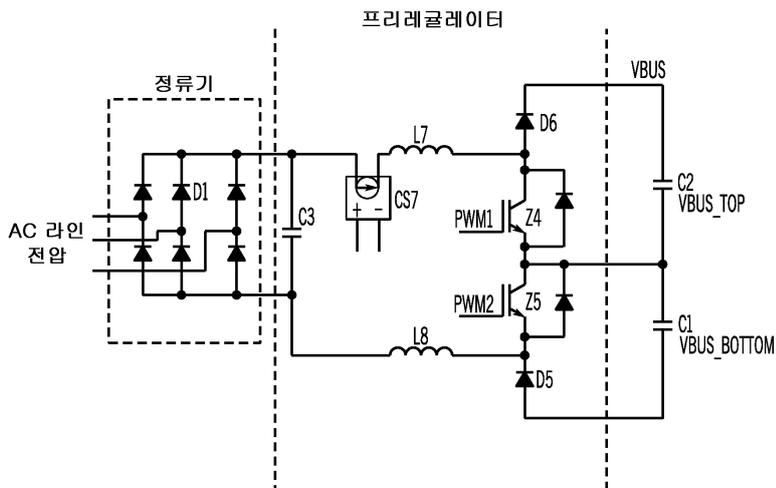
도면
도면1



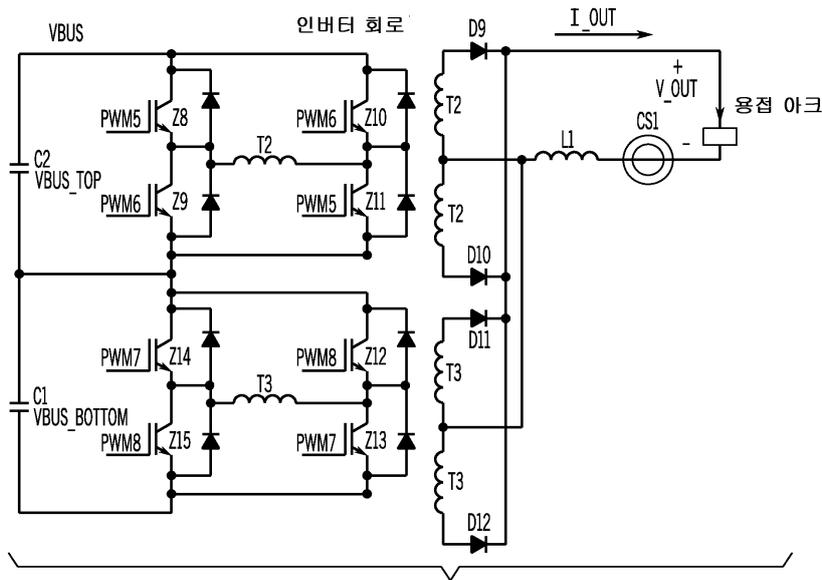
도면2



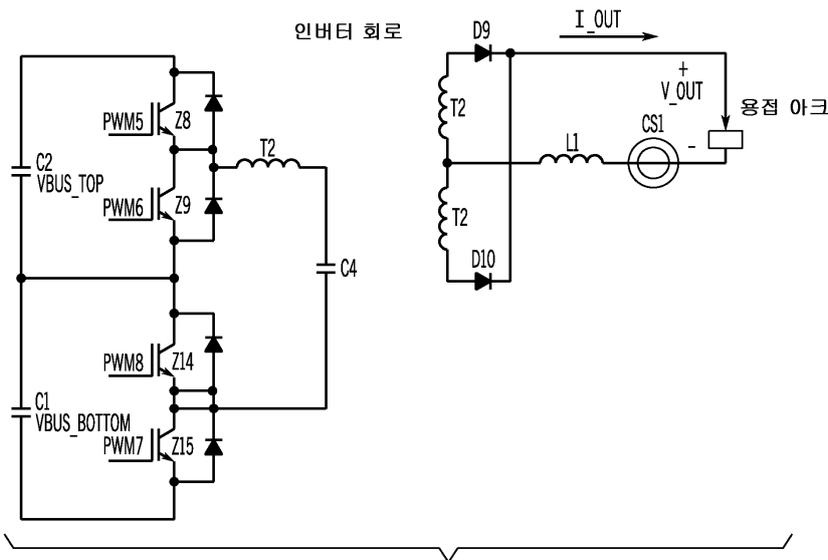
도면3



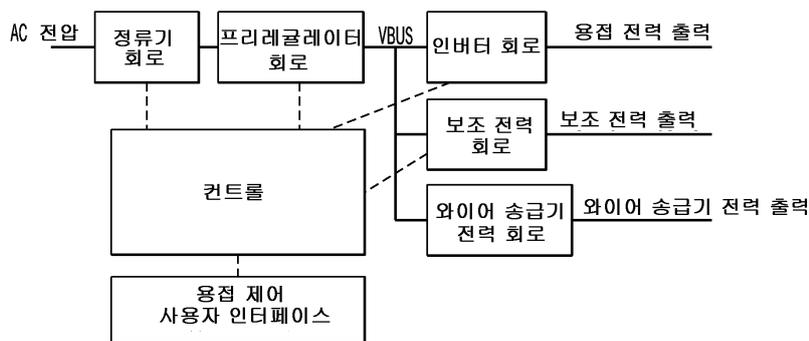
도면4



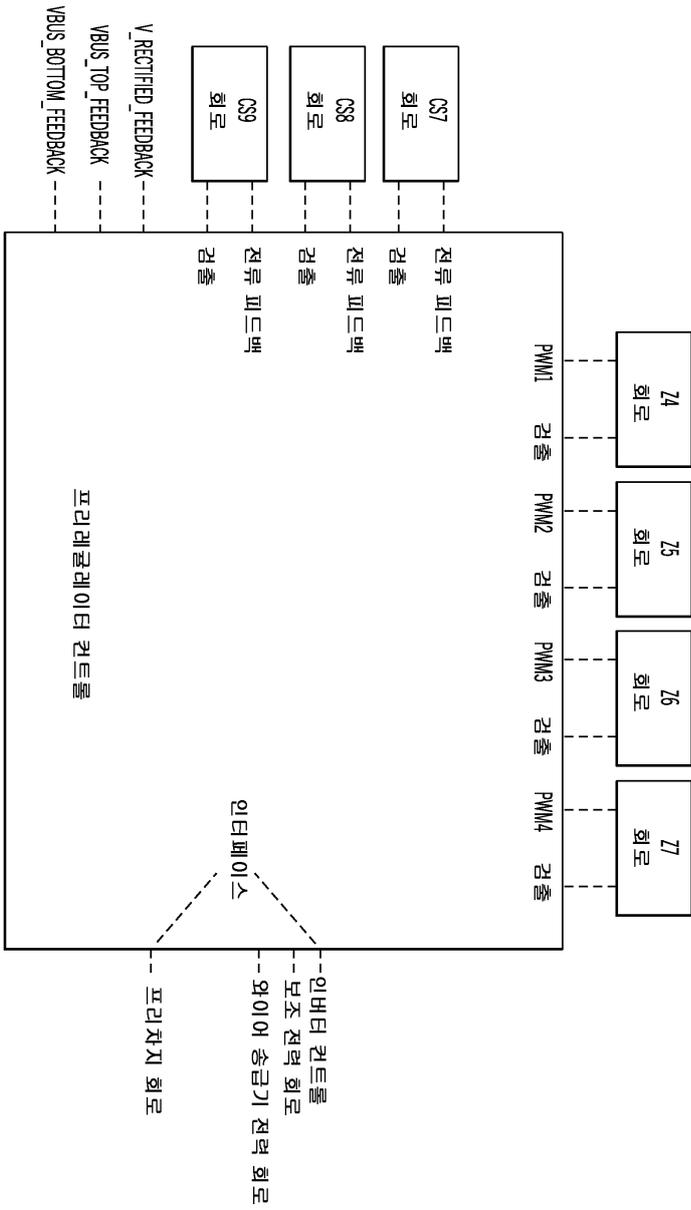
도면5



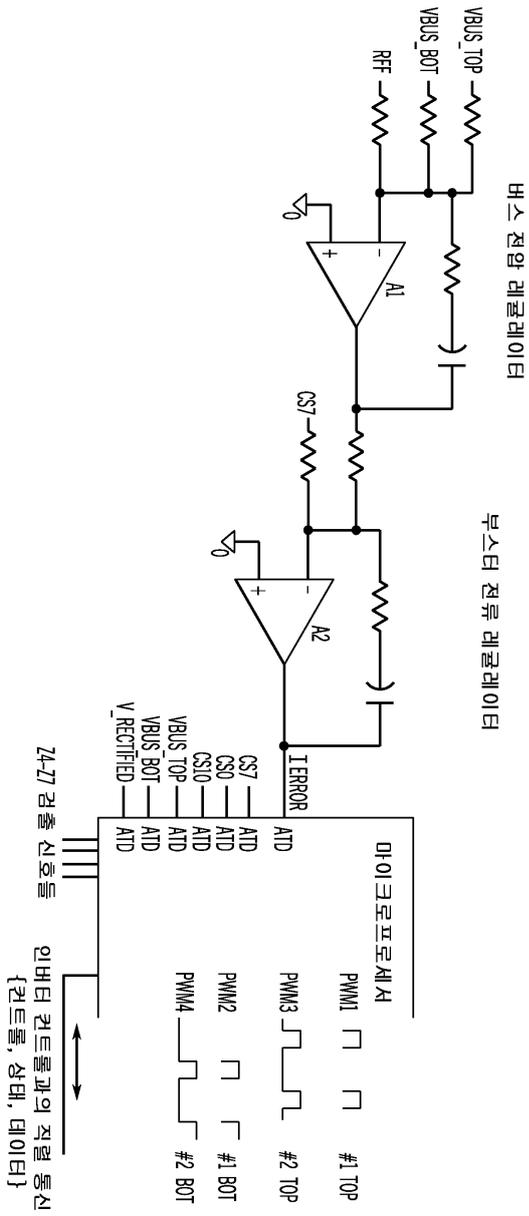
도면6



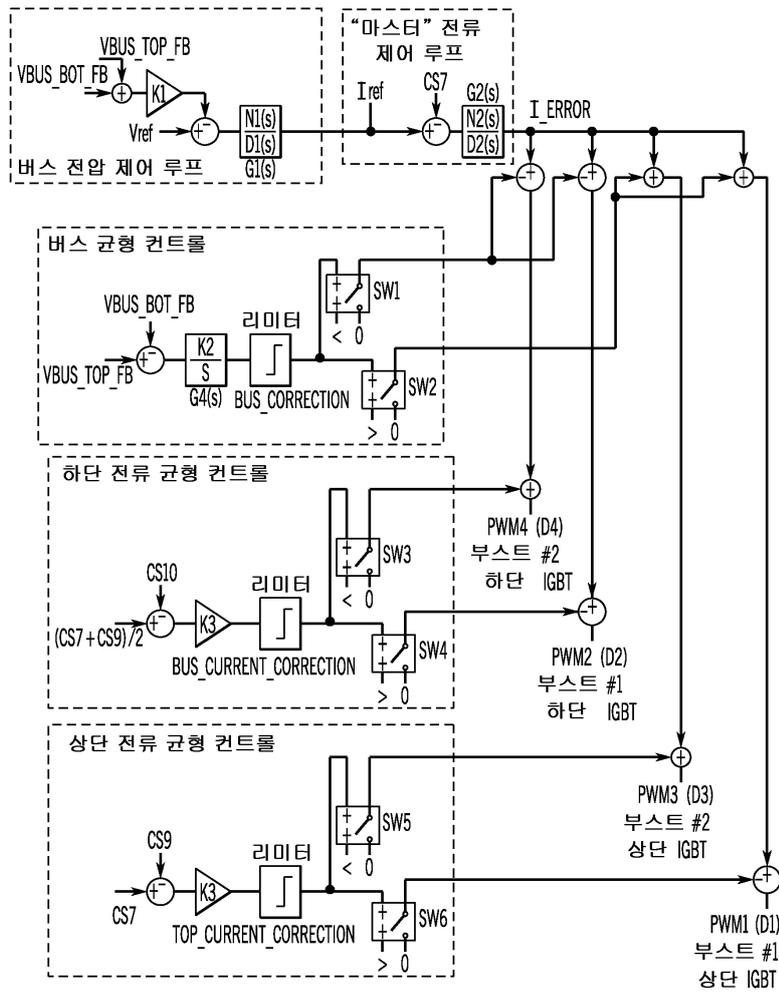
도면7



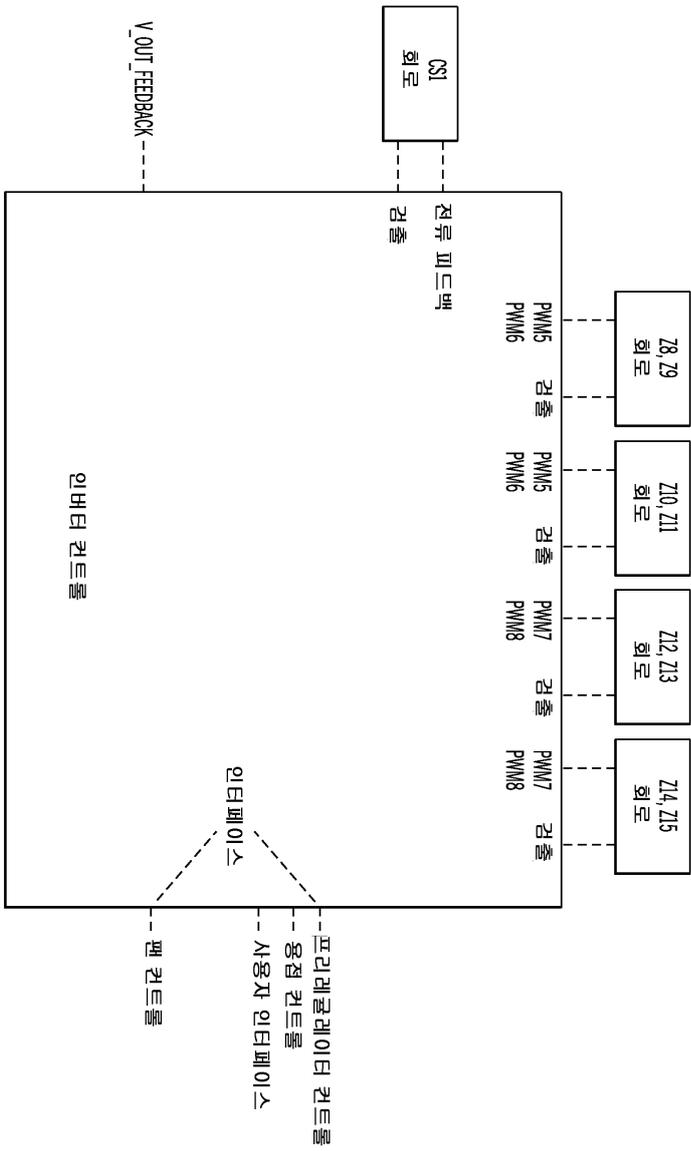
도면8



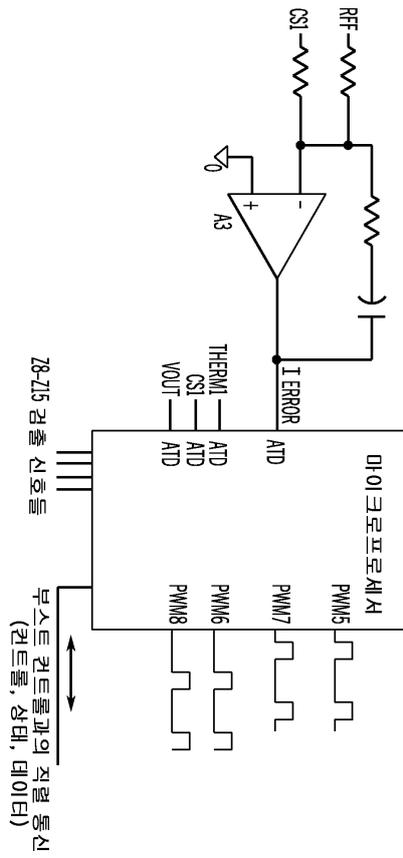
도면9



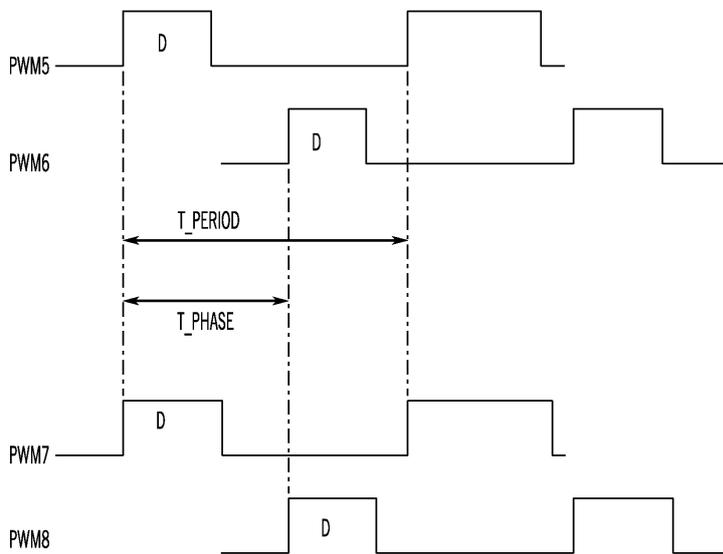
도면10



도면11



도면12



도면13

