



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0127568
(43) 공개일자 2023년09월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H03F 1/02 (2006.01) G01R 19/00 (2021.01)
H03F 3/217 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H03F 1/0227 (2013.01)
G01R 19/0069 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0025023
(22) 출원일자 2022년02월25일
심사청구일자 2022년02월25일

(71) 출원인
경상국립대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
(72) 발명자
정세교
경상남도 진주시 가좌안골길21번길 5, 105동 120
1호 (가좌동, 제일풍경채)
김상호
경상남도 진주시 정촌면 삼일로 12, 105동 1508호
(진주정촌 올리움)
(74) 대리인
김중선

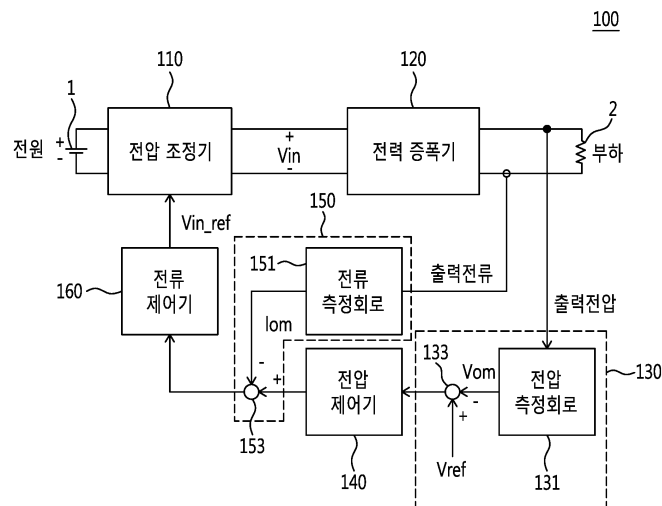
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 전력 증폭기의 출력을 제어하기 위한 장치

(57) 요약

본 발명은 전력 증폭기의 출력을 제어하는 장치에 관한 것이다. 상기 장치는 상기 전력 증폭기의 출력 전압을 측정하고, 상기 측정된 전압과 기준 전압을 비교하여 전압 오차 신호를 생성하는 전압 오차 검출부; 상기 전압 오차 신호에 기초하여 전류 명령을 생성하는 전압 제어기; 상기 전력 증폭기의 출력 전류를 측정하고, 상기 측정된 전류와 상기 전류 명령을 비교하여 전류 오차 신호를 생성하는 전류 오차 검출부; 상기 전류 오차 신호에 기초하여, 상기 전력 증폭기의 입력 전압을 제어하는 전압 명령을 생성하는 전류 제어기; 및 상기 전력 증폭기의 전단에 위치하고, 상기 전압 명령에 기초하여, 상기 전력 증폭기의 입력 전압을 제어하는 전압조정기를 포함할 수 있다. 이러한 본 발명의 일 실시 예는 부하의 변동에 관계없이 전력 증폭기의 출력 전압을 일정하게 유지할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H03F 3/217 (2013.01)

H03F 2203/21121 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711148816
과제번호	2019R1F1A1062892
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	무지향성 무선전력전송을 위한 저 왜율 고주파 전력변환장치 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	경상대학교
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

전력 증폭기의 출력을 제어하는 장치에 있어서,

상기 전력 증폭기의 출력 전압을 측정하고, 상기 측정된 전압과 기준 전압을 비교하여 전압 오차 신호를 생성하는 전압 오차 검출부;

상기 전압 오차 신호에 기초하여 전류 명령을 생성하는 전압 제어기;

상기 전력 증폭기의 출력 전류를 측정하고, 상기 측정된 전류와 상기 전류 명령을 비교하여 전류 오차 신호를 생성하는 전류 오차 검출부;

상기 전류 오차 신호에 기초하여, 상기 전력 증폭기의 입력 전압을 제어하는 전압 명령을 생성하는 전류 제어기; 및

상기 전력 증폭기의 전단에 위치하고, 상기 전압 명령에 기초하여 상기 전력 증폭기의 입력 전압을 제어하는 전압조정기를 포함하는 것을 특징으로 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 전압조정기는

강압 컨버터(Step-down Converter), 승압 컨버터(Step-up Converter), 및 승강압 컨버터(Step-up/down) 중 하나로 구성되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 전압조정기는

상기 전압 명령에 따라 출력 전압을 제어하는 전압 보상 회로를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 전압조정기는 부하(load)의 증가에 따라 상기 전력 증폭기의 입력 전압을 감소시키는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 전압 오차 검출부는

상기 전력 증폭기의 출력 전압의 크기를 측정하여 측정 전압을 생성하는 전압 측정 회로; 및

상기 측정 전압과 상기 기준 전압을 비교하여 상기 전압 오차 신호를 생성하는 전압 비교 회로를 포함하는 것을

특징으로 하는 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 전류 오차 검출부는

상기 전력 증폭기의 출력 전류의 크기를 측정하여 측정 전류를 생성하는 전압 측정 회로; 및

상기 측정 전류와 상기 전류 명령을 비교하여 상기 전류 오차 신호를 생성하는 전류 비교 회로를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 전력 증폭기는

차동 출력 E급 전력 증폭기인 것을 특징으로 하는 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전력 증폭기의 출력을 제어하기 위한 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 배터리를 이용하는 휴대용 전자기기(예: 스마트 폰, 스마트 워치), 개인 모빌리티 장치, 및 전기 자동차의 발전과 함께, 배터리를 무선으로 충전(또는 무선으로 전력을 공급)하기 위해 무선으로 전력을 전송할 수 있는 무선 전력 전송 시스템이 개발되고 있다.

[0003] 상기 무선 전력 전송 시스템에서 직류 전원을 교류 전원(예: 고주파의 교류 전원)으로 변환하는 전력 증폭기는 가장 중요한 구성품 중 하나이다. 상기 무선 전력 전송 시스템은 E급 전력 증폭기(Class E Power Amplifier)를 가장 널리 사용하고 있다.

[0004] 하지만, E급 전력 증폭기는 전류원으로 동작함에 따라 부하의 변동에 따라 출력 전압이 크게 변하는 문제점을 가지고 있다. 특히, 무부하 또는 경부하에서 출력 전압이 크게 상승하여 별도의 보호 회로를 포함해야 하는 문제점을 가지고 있다. 따라서, E 급 전력 증폭기는 출력 전압을 효과적으로 제어(부하의 변동에 관계없이 출력 전압이 일정하게 유지)할 수 있는 방안이 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은, 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 전력 증폭기의 출력 전압을 효과적으로 제어(예: 부하의 변동에 관계없이 출력 전압이 일정하게 유지)할 수 있는 전력 증폭기의 출력을 제어하기 위한 장치를 제공할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 이와 같은 목적을 달성하기 위한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전력 증폭기의 출력을 제어하는 장치는 상기 전력 증폭기의 출력 전압을 측정하고, 상기 측정된 전압과 기준 전압을 비교하여 전압 오차 신호를 생성하는 전압 오차 검출부; 상기 전압 오차 신호에 기초하여 전류 명령을 생성하는 전압 제어기; 상기 전력 증폭기의 출력 전류를 측정하고, 상기 측정된 전류와 상기 전류 명령을 비교하여 전류 오차 신호를 생성하는 전류 오차 검출부; 상기 전류 오차 신호에 기초하여, 상기 전력 증폭기의 입력 전압을 제어하는 전압 명령을 생성하는 전류

제어기; 및 상기 전력 증폭기의 전단에 위치하고, 상기 전압 명령에 기초하여, 상기 전력 증폭기의 입력 전압을 제어하는 전압조정기를 포함할 수 있다.

[0007] 상기 전압조정기는 강압 컨버터(Step-down Converter), 승압 컨버터(Step-up Converter), 및 승강압 컨버터(Step-up/down) 중 하나로 구성될 수 있다.

[0008] 상기 전압조정기는 상기 전압 명령에 따라 출력 전압을 제어하는 전압 보상 회로를 포함할 수 있다.

[0009] 상기 전압조정기는 부하(load)의 증가에 따라 상기 전력 증폭기의 입력 전압을 감소시킬 수 있다.

[0010] 상기 전압 오차 검출부는 상기 전력 증폭기의 출력 전압의 크기를 측정하여 측정 전압을 생성하는 전압 측정 회로 및 상기 측정 전압과 상기 기준 전압을 비교하여 상기 전압 오차 신호를 생성하는 전압 비교 회로를 포함할 수 있다.

[0011] 상기 전류 오차 검출부는 상기 전력 증폭기의 출력 전류의 크기를 측정하여 측정 전류를 생성하는 전압 측정 회로 및 상기 측정 전류와 상기 전류 명령을 비교하여 상기 전류 오차 신호를 생성하는 전류 비교 회로를 포함할 수 있다.

[0012] 상기 전력 증폭기는 차동 출력 E급 전력 증폭기일 수 있다.

발명의 효과

[0013] 본 발명의 일 실시 예는 부하의 변동에 관계없이 전력 증폭기의 출력 전압을 일정하게 유지할 수 있다. 본 발명의 전력 증폭기는 출력 전압을 효과적으로 제어할 수 있어 다양한 전자기기(예: 휴대용 전자기기, 개인 모빌리티 기기, 또는 전기 자동차)의 무선 충전 및/또는 무선 전력 공급을 위한 무선 전력 전송 시스템에 적용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 전력 증폭기의 출력을 제어하기 위한 장치를 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 전압 측정 회로의 구성을 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 전류 측정 회로의 구성을 도시한 도면이다.

도 4a는 본 발명의 일 실시 예에 따른 제1 부하 조건에서 전력 증폭기의 출력 전압 및 입력 전압을 도시한 도면이다.

도 4b는 본 발명의 일 실시 예에 따른 제2 부하 조건에서 전력 증폭기의 출력 전압 및 입력 전압을 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명한다. 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 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 이하에서 동일한 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.

[0016] 비록 제1, 제2 등이 다양한 소자, 구성요소 및/또는 섹션들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 소자, 구성요소 및/또는 섹션들은 이들 용어에 의해 제한되지 않음은 물론이다. 이들 용어들은 단지 하나의 소자, 구성요소 또는 섹션들을 다른 소자, 구성요소 또는 섹션들과 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 소자, 제1 구성요소 또는 제1 섹션은 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 소자, 제2 구성요소 또는 제2 섹션일 수도 있음은 물론이다.

[0017] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "이루어지다(made of)"는 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

- [0018] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또한, 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.
- [0019] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 구성에 대하여 상세히 설명한다.
- [0020] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 전력 증폭기의 출력을 제어하기 위한 장치를 도시한 도면이고, 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 전압 측정 회로의 구성을 도시한 도면이고, 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 전류 측정 회로의 구성을 도시한 도면이다.
- [0021] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 전력 증폭기의 출력을 제어하기 위한 장치(100)는 전압 조정기(110), 전력 증폭기(120), 전압 오차 생성부(130), 전압 제어기(140), 전류 오차 생성부(150), 및 전류 제어기(160)를 포함할 수 있다.
- [0022] 전압 조정기(110)는 전력 증폭기(120)의 전단에 위치하고, 전원(1)으로부터 공급된 직류 전력을 적절한 직류 전압으로 조정할 수 있다. 예를 들어, 전압 조정기(110)는 전력 증폭기(120)에 입력되는 전압(Vin)을 제어하는 전력 변환 회로이다. 전압 조정기(110)는 강압 컨버터(Step-down Converter)(예: 벡 컨버터(buck converter)), 승압 컨버터(Step-up Converter)(예: 부스트 컨버터(boost converter)), 및 승강압 컨버터(Step-up/down)(예: SEPIC(single-ended primary inductor converter)) 중 하나일 수 있다.
- [0023] 전압 조정기(110)는 전류 제어기(160)로부터 출력되는 전압 명령(Vin_ref)에 기초하여 입력 전압(Vin)을 제어할 수 있다. 전압 조정기(110)는 전압 명령(Vin_ref)에 기초하여 출력 전압을 제어하는 전압 보상 회로를 포함할 수 있다.
- [0024] 전력 증폭기(120)는 전압 조정기(110)로부터 출력되는 직류 전압(Vin)을 교류 전압으로 변환 및 증폭할 수 있다. 예를 들어, 전력 증폭기(120)는 상기 직류 전압을 고주파(6.78MHz 또는 13.56MHz의 주파수)의 교류 전압으로 변환 및 증폭할 수 있다. 전력 증폭기(120)는 고출력을 지원하는 E 급(class E) 전력 증폭기일 수 있다. 또한, 전력 증폭기(120)는 차동 출력 전력 증폭기일 수 있다.
- [0025] 일 실시 예에 따르면, 전력 증폭기(120)는 부하(2)의 변화(예: 출력 임피던스의 변화)에 따라 입력 전압(Vin)이 전압 조정기(110)에 의해 조정되어 출력 전력(전압 및 전류)이 일정하게 유지될 수 있다.
- [0026] 전압 오차 검출부(130)는 전력 증폭기(120)의 출력 전압의 오차를 검출하여 전압 오차 신호를 생성할 수 있다. 전압 오차 생성부(130)는 전압 측정 회로(131) 및 전압 비교 회로(133)를 포함할 수 있다. 전압 측정 회로(131)는 전력 증폭기(120)의 출력 전압을 측정할 수 있다. 예를 들어, 전압 측정 회로(131)는, 도 2에 도시된 바와 같이, 전력 증폭기(120)의 출력 전압(교류 전압)을 분배하는 직렬 연결된 저항(R1, R2), 분배된 출력 전압의 크기를 조정(예: 증폭)하는 증폭기(21), 상기 크기가 조정된 출력 전압을 복조(직류로 변환)하여 측정 전압(Vom)을 생성하는 정류 회로(22) 및 저역통과필터(23)를 포함할 수 있다. 상기 전압 비교 회로(133)는 측정 전압(Vom)과 기준 전압(Vref)을 비교하여 전압 오차 신호를 생성할 수 있다.
- [0027] 전압 제어기(140)는 전압 오차 검출부(130)에 의해 생성된 전압 오차 신호에 기초하여 전류 명령(기준 전류)을 생성할 수 있다. 전압 제어기(140)는, 이에 한정되지 않지만, 비례-적분(Proportion-Integral), 비례-적분-미분(Proportion-Integral-Differential), 또는 진상-지상(Lead-Lag) 보상기(compensator)를 이용하여 구성될 수 있다.
- [0028] 전류 오차 검출부(150)는 전력 증폭기(120)의 출력 전류에 대한 오차를 검출하여 전류 오차 신호를 생성할 수 있다. 전류 오차 검출부(150)는 전류 측정 회로(151) 및 전류 비교 회로(153)를 포함할 수 있다. 상기 전류 측정 회로(151)는 전력 증폭기(120)의 출력 전류를 측정할 수 있다. 상기 전류 측정 회로(151)는, 도 3에 도시된 바와 같이, 병렬 저항(R3), 전력 증폭기(120)의 출력 전류의 크기를 조정하는 증폭기(31), 상기 크기가 조정된 출력 전류를 복조(직류로 변환)하여 측정 전류(Iom)를 생성하는 정류 회로(32) 및 저역통과필터(33)를 포함할 수 있다. 상기 전류 비교 회로(153)는 상기 측정 전류(Iom)와 상기 전압 제어기(140)에 의해 생성된 전류 명령(기준 전류)을 비교하여 상기 전류 오차 신호를 생성할 수 있다.
- [0029] 전류 제어기(160)는 상기 전류 오차 검출부(150)에 의해 생성된 전류 오차 신호에 기초하여, 전력 증폭기(120)의 입력 전압(전압 조정기(110)의 출력 전압)을 제어하는 전압 명령(Vin_ref)을 생성하고, 생성된 전압 명령(Vin_ref)을 전압 조정기(110)로 전송할 수 있다. 전류 제어기(160)는, 이에 한정되지 않지만, 비례-적분

(Proportion-Integral), 비례-적분-미분(Proportion-Integral-Differential), 또는 진상-지상(Lead- Lag) 보상기(compensator)를 이용하여 구성될 수 있다.

[0030] 상술한 본 발명은 부하(2)의 변동에 의해 전력 증폭기(120)의 출력 전압 및 출력 전류의 변화가 검출되면, 부하(2)의 변동에 대응하여 전압 조정기(110)의 출력 전압(전력 증폭기(120)의 입력 전압)을 조정하여 전력 증폭기(120)의 출력 전압의 변화를 억제할 수 있다. 즉, 본 발명은 부하(2)의 변동에 관계없이 전력 증폭기(120)의 출력 전압이 일정하게 유지시킬 수 있다. 이와 같이, 본 발명은 부하(2)의 변동에 따라 전력 증폭기(120)의 출력 전압을 효과적으로 제어할 수 있다. 이로 인하여, 본 발명은 종래에 무부하 또는 경부하 시 전력 증폭기(120)의 출력 전압이 크게 상승함에 따라 발생하는 문제를 방지하기 위해 요구되었던 보호 회로가 필요치 않다.

[0031] 도 4a는 본 발명의 일 실시 예에 따른 제1 부하 조건에서 전력 증폭기의 출력 전압 및 입력 전압을 도시한 도면이고, 도 4b는 본 발명의 일 실시 예에 따른 제2 부하 조건에서 전력 증폭기의 출력 전압 및 입력 전압을 도시한 도면이다.

[0032] 상세한 설명에 앞서, 도 4a는 부하 저항이 "15 옴(Ω)"일 때, 전력 증폭기의 출력 전압 및 입력 전압을 도시한 도면이고, 도 4b는 부하 저항이 "100 옴(Ω)"일 때, 전력 증폭기의 출력 전압 및 입력 전압을 도시한 도면이다.

[0033] 도 4a 및 도 4b를 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 전력 증폭기의 출력을 제어하는 장치는 부하 저항이 증가(예: 15 옴 $\rightarrow$ 100 옴)하는 경우 전력 증폭기의 입력 전압(= 전압 조정기의 출력 전압)을 감소(예: 23 V $\rightarrow$ 8 V)시켜, 출력 전압(예: 50 V)을 유지할 수 있다. 이와 같이, 본 발명은 부하의 변동에도 전력 증폭기의 출력 전압을 일정하게 유지할 수 있다.

[0034] 이상과 같이 본 발명의 도시된 실시 예를 참고하여 설명하고 있으나, 이는 예시적인 것들에 불과하며, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 요지 및 범위에 벗어나지 않으면서도 다양한 변형, 변경 및 균등한 다양한 타 실시 예들이 가능하다는 것을 명백하게 알 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적인 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0035] 100: 전력 증폭기의 출력 제어 장치

110: 전압 조정기

120: 전력 증폭기

130: 전압 오차 검출부

140: 전압 제어기

150: 전류 오차 검출부

160: 전류 제어기

131: 전압 측정 회로

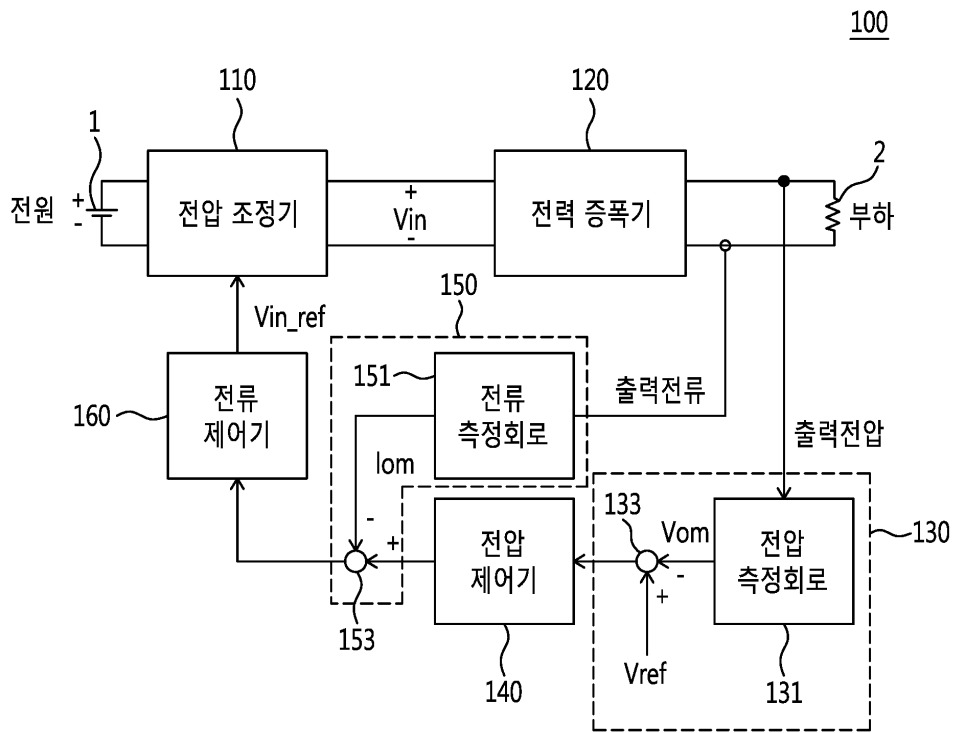
133: 전압 비교 회로

151: 전류 측정 회로

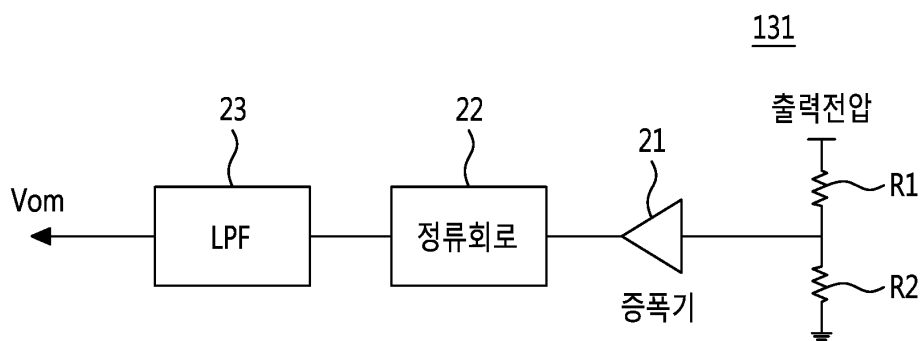
153: 전류 비교 회로

도면

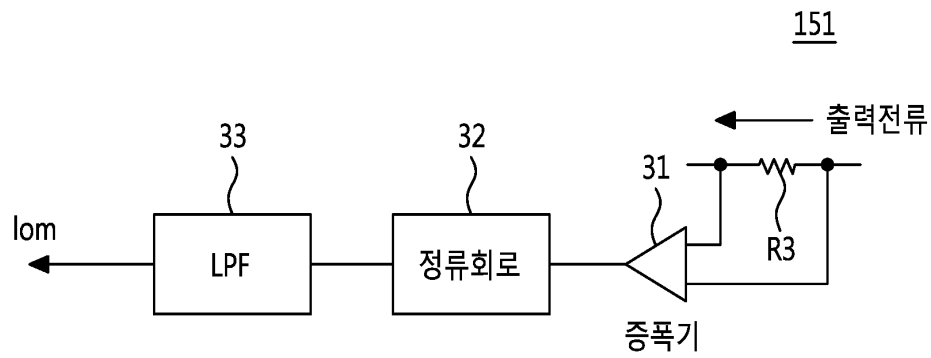
도면1



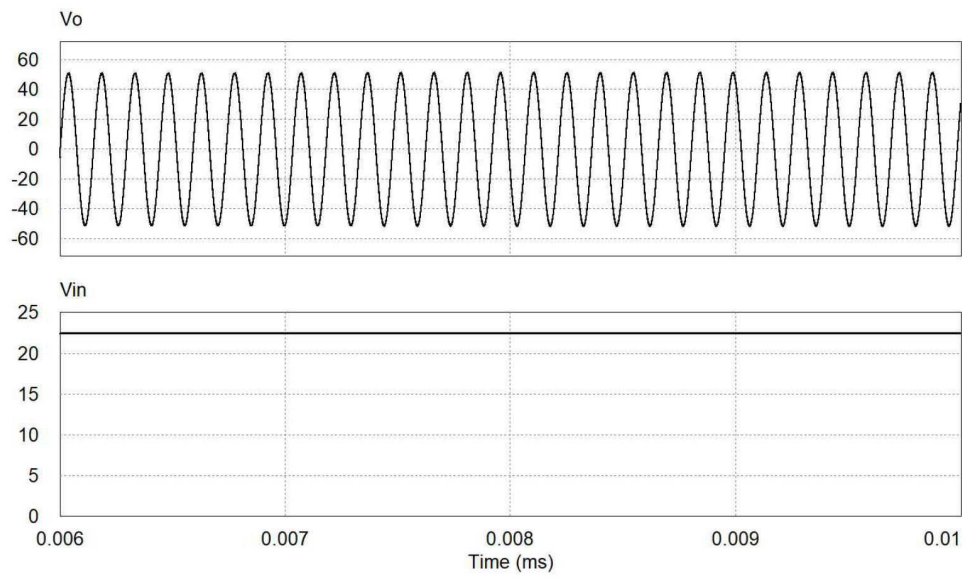
도면2



도면3



도면4a



도면4b

