



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0133631

(43) 공개일자 2015년11월30일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H03F 3/387 (2006.01) A61B 5/02 (2006.01)
H03F 3/45 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H03F 3/387 (2013.01)
A61B 5/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0017881
(22) 출원일자 2015년02월05일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
1020140060542 2014년05월20일 대한민국(KR)

- (71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
김종팔
서울특별시 관악구 관악로 304 관악현대아파트
101동 1101호
고형호
대전광역시 유성구 대학로 99
이탁형
경기도 수원시 영통구 매영로310번길 12 신나무실
주공 5단지 504동 1601호
(74) 대리인
특허법인 무한

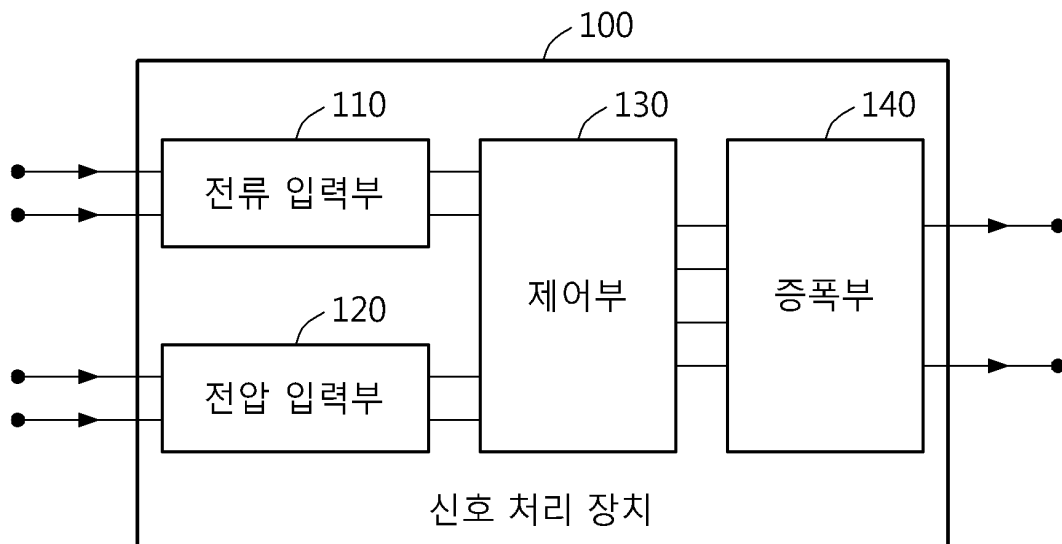
전체 청구항 수 : 총 26 항

(54) 발명의 명칭 신호 처리 방법 및 장치

(57) 요약

전압 측정 모드 또는 전류 측정 모드를 제공하는 신호 처리 방법 및 장치가 개시된다. 신호 처리 장치는 전압 측정 모드 및 전류 측정 모드 중 어느 하나의 측정 모드를 결정할 수 있다. 전압 측정 모드에서 신호 처리 장치는 입력된 전압을 증폭하여 출력하고, 전류 측정 모드에서 신호 처리 장치는 입력된 전류를 증폭하여 출력할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H03F 3/45 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 입력 전압들 중 어느 하나의 입력 전압을 선택하는 입력 전압 선택부;
상기 입력 전압 선택부에 연결된 입력 소자; 및
상기 입력 전압 선택부의 동작과 관련하여 입력 전류의 유입을 제어하는 입력 전류 제어부를 포함하는 신호 처리 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 신호 처리 장치의 동작 모드는,
전압 측정 모드 및 전류 측정 모드를 포함하는 신호 처리 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,
상기 입력 전압 선택부는,
상기 전류 측정 모드에서 미리 설정된 기준 전압을 상기 입력 소자에 인가하고, 전압 측정 모드에서 측정하고자 하는 입력 전압을 상기 입력 소자에 인가하는 신호 처리 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,
상기 미리 설정된 기준 전압은,
고정된 전압 레벨 또는 가변되는 전압 레벨을 가지는 신호 처리 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 입력 소자 및 상기 입력 전류 제어부와 기능적으로 연결된 부하 소자를 더 포함하는 신호 처리 장치.

청구항 6

제2항에 있어서,
상기 입력 전류 제어부는,
상기 전류 측정 모드에서 상기 입력 전류를 상기 신호 처리 장치에 유입시키고, 전압 측정 모드에서 상기 입력 전류의 유입을 차단하는 신호 처리 장치.

청구항 7

제2항에 있어서,
상기 입력 소자는,
상기 전압 측정 모드에서, 상기 선택된 입력 전압에 응답하여 전류를 생성하는 신호 처리 장치.

청구항 8

제2항에 있어서,
상기 입력 전류 제어부는,
상기 전류 측정 모드에서, 상기 입력 전류의 레벨을 조절하기 위한 보상 전류를 출력하는 입력 전류 보상부를 포함하는 신호 처리 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,
상기 신호 처리 장치의 출력 신호에 기초하여 상기 입력 전류 보상부가 출력하는 보상 전류의 레벨을 제어하는 입력 전류 보상 제어부를 더 포함하는 신호 처리 장치.

청구항 10

제8항에 있어서,
상기 신호 처리 장치의 출력 신호로부터 저주파수 대역의 신호를 출력하는 로우 패스 필터;
상기 로우 패스 필터의 출력 신호의 레벨과 미리 설정된 기준 신호의 레벨을 비교하는 비교기; 및
상기 비교기의 비교 결과에 기초하여 상기 입력 전류 보상부를 제어하기 위한 제어 신호를 생성하는 입력 전류 보상 제어부를 더 포함하는 신호 처리 장치.

청구항 11

제2항에 있어서,
상기 입력 전류 제어부는,
상기 전류 측정 모드에서, 제어 신호에 기초하여 상기 입력 전류의 주파수 성분을 변조(modulation)하는 초퍼(chopper)를 포함하는 신호 처리 장치.

청구항 12

제5항에 있어서,
상기 입력 전류 제어부의 출력단은, 상기 부하 소자의 양단에 연결되고, 상기 입력 소자의 일단은 상기 부하 소자의 일단과 연결되는 신호 처리 장치.

청구항 13

입력 전압을 수신하는 전압 입력부;
입력 전류를 수신하는 전류 입력부;
상기 입력 전압 및 상기 입력 전류 중 어느 하나를 증폭하는 증폭부; 및
상기 전압 입력부와 상기 증폭부 간의 연결 및 상기 전류 입력부와 상기 증폭부 간의 연결을 제어하는 제어부를 포함하는 신호 처리 장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 제어부는,

전압 측정 모드에서, 상기 전류 입력부와 상기 증폭부 간의 연결을 차단하고, 상기 전압 입력부와 상기 증폭부를 서로 연결시키는 것을 특징으로 하는 신호 처리 장치.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 제어부는,

전류 측정 모드에서, 상기 전압 입력부와 상기 증폭부 간의 연결을 차단하고 상기 전류 입력부와 상기 증폭부를 서로 연결시키는 것을 특징으로 하는 신호 처리 장치.

청구항 16

제13항에 있어서,

상기 전류 입력부는,

전류 측정 모드에서, 상기 입력 전류의 레벨이 미리 설정된 값보다 큰 경우, 상기 입력 전류의 레벨을 조절하여 출력하는 것을 특징으로 하는 신호 처리 장치.

청구항 17

제13항에 있어서,

상기 입력 전압은, 심전도(ECG, electrocardiogram) 신호이고,

상기 입력 전류는 광전용적맥파(PPG, photoplethysmogram) 신호인, 신호 처리 장치.

청구항 18

사용자의 신체에 광 신호를 출력하는 광원부;

상기 광 신호에 기초하여 측정된 제1 생체 신호를 검출하는 광 검출부;

전압 신호에 기초하여 측정된 제2 생체 신호를 검출하는 생체 전극;

측정 모드에 따라 상기 제1 생체 신호 또는 상기 제2 생체 신호를 증폭하는 신호 처리부; 및

상기 신호 처리부의 상기 측정 모드를 제어하는 제어부

를 포함하는 신호 처리 장치.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 측정 모드는, 전류 측정 모드 및 전압 측정 모드를 포함하고,

상기 제어부는,

상기 전류 측정 모드에서, 상기 신호 처리부가 상기 제1 생체 신호를 증폭하도록 제어하고,

상기 전압 측정 모드에서, 상기 신호 처리부가 상기 제2 생체 신호를 증폭하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 신호 처리 장치.

청구항 20

제18항에 있어서,

상기 제1 생체 신호는 광전용적맥파 신호이고, 상기 제2 생체 신호는 심전도 신호인 것을 특징으로 하는 신호 처리 장치.

청구항 21

제18항에 있어서,

상기 광원부는,

복수의 광원들이 배열된 구조를 가지고,

상기 제어부는,

서로 다른 시간 구간들에서 상기 광원들 중 하나 이상의 광원을 순차적으로 활성화시키고, 상기 서로 다른 시간 구간들에서 상기 광 검출부로부터 출력되는 신호의 레벨에 기초하여 상기 광원들 중 상기 제1 생체 신호를 측정하기 위한 광원을 결정하는 것을 특징으로 하는 신호 처리 장치.

청구항 22

전압 측정 모드 및 전류 측정 모드 중 어느 하나의 측정 모드를 결정하는 단계; 및

상기 결정된 측정 모드에 따라 인가되는 입력 전압의 종류 및 입력 전류의 유입을 제어하는 단계를 포함하는 신호 처리 방법.

청구항 23

제22항에 있어서,

상기 제어하는 단계는,

상기 결정된 측정 모드가 전압 측정 모드인 경우, 상기 입력 전류의 유입을 차단하고, 측정하고자 하는 입력 전압을 선택하는 단계

를 포함하는 신호 처리 방법.

청구항 24

제22항에 있어서,

상기 제어하는 단계는,

상기 결정된 측정 모드가 전류 측정 모드인 경우, 입력 전압으로 미리 설정된 기준 전압을 선택하고, 상기 입력 전류를 유입시키는 단계

를 포함하는 신호 처리 방법.

청구항 25

제22항에 있어서,

상기 제어하는 단계는,

상기 유입된 입력 전류의 레벨을 미리 설정된 범위 내로 조절하는 단계

를 포함하는 신호 처리 방법.

청구항 26

제22항의 방법을 실행하기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체.

발명의 설명

기술 분야

아래의 설명은 입력 신호를 처리하여 출력 신호를 생성하는 신호 처리 기술에 관한 것이다.

배경 기술

계측 증폭기(Instrumentation Amplifier, IA)는 다양한 신호를 측정하기 위해 사용된다. 예를 들어, 계측 증폭

[0001]

[0002]

기는 의료 분야에서 심전도(ECG, electrocardiogram)나 근전도(EMG, electromyogram), 광전용적맥파(PPG, photoplethysmogram), 체저항 또는 움직임 신호 등과 같은 생체 신호를 측정하여 증폭하는데 이용될 수 있다.

- [0003] 일반적으로, 계측 증폭기는 낮은 오프셋(offset), 적은 소음, 높은 동상 신호 제거(high common mode rejection), 높은 루프 이득, 높은 입력 저항을 나타내는 차동 증폭기(differential amplifier)로 구성될 수 있다. 계측 증폭기는 측정된 신호를 보다 높은 주파수 대역으로 변조하거나 다시 낮은 주파수 대역의 신호로 복조하기 위한 초퍼(chopper) 회로를 포함할 수 있다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

- [0004] 일실시예에 따른 신호 처리 장치는, 입력 전압을 수신하는 전압 입력부; 입력 전류를 수신하는 전류 입력부; 상기 입력 전압 및 상기 입력 전류 중 어느 하나를 증폭하는 증폭부; 및 상기 전압 입력부와 상기 증폭부 간의 연결 및 상기 전류 입력부와 상기 증폭부 간의 연결을 제어하는 제어부를 포함할 수 있다.
- [0005] 일실시예에 따른 신호 처리 장치에서, 상기 제어부는, 전압 측정 모드에서, 상기 전류 입력부와 상기 증폭부 간의 연결을 차단하고, 상기 전압 입력부와 상기 증폭부를 서로 연결시킬 수 있다.
- [0006] 일실시예에 따른 신호 처리 장치에서, 상기 제어부는, 전류 측정 모드에서, 상기 전압 입력부와 상기 증폭부 간의 연결을 차단하고 상기 전류 입력부와 상기 증폭부를 서로 연결시킬 수 있다.
- [0007] 일실시예에 따른 신호 처리 장치에서, 상기 전류 입력부는, 전류 측정 모드에서, 상기 입력 전류의 레벨이 미리 설정된 값보다 큰 경우, 상기 입력 전류의 레벨을 조절하여 출력할 수 있다.
- [0008] 다른 실시예에 따른 신호 처리 장치는, 복수의 입력 전압들 중 어느 하나의 입력 전압을 선택하는 입력 전압 선택부; 상기 입력 전압 선택부에 연결된 입력 소자; 및 상기 입력 전압 선택부의 동작과 관련하여 입력 전류의 유입을 제어하는 입력 전류 제어부를 포함할 수 있다.
- [0009] 다른 실시예에 따른 신호 처리 장치의 동작 모드는, 전압 측정 모드 및 전류 측정 모드를 포함할 수 있다.
- [0010] 다른 실시예에 따른 신호 처리 장치에서, 상기 입력 전압 선택부는 상기 전류 측정 모드에서 미리 설정된 기준 전압을 상기 입력 소자에 인가하고, 전압 측정 모드에서 측정하고자 하는 입력 전압을 상기 입력 소자에 인가할 수 있다.
- [0011] 다른 실시예에 따른 신호 처리 장치에서, 상기 입력 전류 제어부는 상기 전류 측정 모드에서 상기 입력 전류를 상기 신호 처리 장치에 유입시키고, 전압 측정 모드에서 상기 입력 전류의 유입을 차단할 수 있다.
- [0012] 다른 실시예에 따른 신호 처리 장치에서, 상기 입력 전류 제어부는 상기 전류 측정 모드에서, 상기 입력 전류의 레벨을 조절하기 위한 보상 전류를 출력하는 입력 전류 보상부를 포함할 수 있다.
- [0013] 다른 실시예에 따른 신호 처리 장치는, 상기 신호 처리 장치의 출력 신호에 기초하여 상기 입력 전류 보상부가 출력하는 보상 전류의 레벨을 제어하는 입력 전류 보상 제어부를 더 포함할 수 있다.
- [0014] 다른 실시예에 따른 신호 처리 장치는, 상기 신호 처리 장치의 출력 신호로부터 저주파수 대역의 신호를 출력하는 로우 패스 필터; 상기 로우 패스 필터의 출력 신호의 레벨과 미리 설정된 기준 신호의 레벨을 비교하는 비교기; 및 상기 비교기의 비교 결과에 기초하여 상기 입력 전류 보상부를 제어하기 위한 제어 신호를 생성하는 입력 전류 보상 제어부를 더 포함할 수 있다.
- [0015] 다른 실시예에 따른 신호 처리 장치에서, 상기 입력 전류 제어부는 상기 전류 측정 모드에서, 제어 신호에 기초하여 상기 입력 전류의 주파수 성분을 변조하는 초퍼를 포함할 수 있다.
- [0016] 다른 실시예에 따른 신호 처리 장치는, 상기 입력 소자 및 상기 입력 전류 제어부와 기능적으로 연결된 부하 소자를 더 포함할 수 있다.
- [0017] 또 다른 실시예에 따른 신호 처리 장치는, 사용자의 신체에 광 신호를 출력하는 광원부; 상기 광 신호에 기초하여 측정된 제1 생체 신호를 검출하는 광 검출부; 전압 신호에 기초하여 측정된 제2 생체 신호를 검출하는 생체 전극; 측정 모드에 따라 상기 제1 생체 신호 또는 상기 제2 생체 신호를 증폭하는 신호 처리부; 및 상기 신호 처리부의 상기 측정 모드를 제어하는 제어부를 포함할 수 있다.

- [0018] 또 다른 실시예에 따른 신호 처리 장치에서, 상기 측정 모드는, 전류 측정 모드 및 전압 측정 모드를 포함할 수 있고, 상기 제어부는, 상기 전류 측정 모드에서, 상기 신호 처리부가 상기 제1 생체 신호를 증폭하도록 제어하고, 상기 전압 측정 모드에서, 상기 신호 처리부가 상기 제2 생체 신호를 증폭하도록 제어할 수 있다.
- [0019] 또 다른 실시예에 따른 신호 처리 장치에서, 상기 제1 생체 신호는 광전용적맥파 신호이고, 상기 제2 생체 신호는 심전도 신호일 수 있다.
- [0020] 또 다른 실시예에 따른 신호 처리 장치에서, 상기 광원부는, 복수의 광원들이 배열된 구조를 가지고, 상기 제어부는, 서로 다른 시간 구간들에서 상기 광원들 중 하나 이상의 광원을 순차적으로 활성화시키고, 상기 서로 다른 시간 구간들에서 상기 광 검출부로부터 출력되는 신호의 레벨에 기초하여 상기 광원들 중 상기 제1 생체 신호를 측정하기 위한 광원을 결정할 수 있다.
- [0021] 일실시예에 따른 신호 처리 방법은, 전압 측정 모드 및 전류 측정 모드 중 어느 하나의 측정 모드를 결정하는 단계; 및 상기 결정된 측정 모드에 따라 인가되는 입력 전압의 종류 및 입력 전류의 유입을 제어하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0022] 일실시예에 따른 신호 처리 방법에서, 상기 제어하는 단계는 상기 결정된 측정 모드가 전압 측정 모드인 경우, 상기 입력 전류의 유입을 차단하고, 측정하고자 하는 입력 전압을 선택하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0023] 일실시예에 따른 신호 처리 방법에서, 상기 제어하는 단계는 상기 결정된 측정 모드가 전류 측정 모드인 경우, 입력 전압으로 미리 설정된 기준 전압을 선택하고, 상기 입력 전류를 유입시키는 단계를 포함할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 일실시예에 따른 신호 처리 장치의 전체적인 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2 및 도 3은 일실시예에 따른 신호 처리 장치를 구현하기 위한 회로의 일례를 도시하는 도면이다.
- 도 4는 다른 실시예에 따른 신호 처리 장치를 구현하기 위한 회로의 일례를 도시한 도면이다.
- 도 5는 일실시예에 따른 전압 측정 모드에서 신호 처리 장치의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 6은 일실시예에 따른 제어 신호에 의한 입력 초퍼의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 7은 일실시예에 따른 전압 측정 모드에서 각 초퍼들에 입력되는 제어 신호의 일례를 도시한 도면이다.
- 도 8 및 도 9는 일실시예에 따른 전류 측정 모드에서 신호 처리 장치의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 10 및 도 11은 일실시예에 따른 전류 측정 모드에서 각 초퍼들에 입력되는 제어 신호의 일례를 도시한 도면이다.
- 도 12는 일실시예에 따른 입력 전류 레벨에 관한 자동 조절 모드에서 신호 처리 장치의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 13은 일실시예에 따른 트랜스임피던스 스테이지의 구성을 도시한 도면이다.
- 도 14는 일실시예에 따른 신호 처리 방법의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다.
- 도 15 및 도 16은 일실시예에 따른 신호 처리 장치가 적용된 웨어러블 디바이스를 도시하는 도면이다.
- 도 17은 일실시예에 따른 광학 센서의 구조를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 18은 또 다른 실시예에 따른 신호 처리 장치의 구성을 도시하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 아래의 특정한 구조적 내지 기능적 설명들은 단지 발명의 실시예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로, 발명의 범위가 본문에 설명된 실시예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 안된다. 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 또한, 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타내며, 공지된 기능 및 구조는 생략하도록 한다.
- [0026] 도 1은 일실시예에 따른 신호 처리 장치의 전체적인 동작을 설명하기 위한 도면이다.

- [0027] 신호 처리 장치(100)는 멀티 채널 환경에서 채널별 전류 또는 전압을 측정할 수 있다. 신호 처리 장치(100)는 전압 측정 모드, 전류 측정 모드, 또는 혼합 모드로 동작할 수 있다. 혼합 모드는 제어에 의해 전압 측정 모드 및 전류 측정 모드 사이에서 측정 모드를 변경할 수 있는 측정 모드를 나타낸다. 신호 처리 장치(100)는 하나의 통합적인 회로 구성으로 입력 전압 또는 입력 전류를 모두 측정할 수 있다. 신호 처리 장치(100)는 제어 신호에 기초하여 회로에 입력되는 입력 전압 및 입력 전류의 처리를 제어하는 것에 의해 전압 측정과 전류 측정 사이에서 호환성을 제공할 수 있다.
- [0028] 일실시예에 따르면, 신호 처리 장치(100)는 계측 증폭기(Instrumentation Amplifier; IA)에 포함되어 동작할 수 있고, 계측 증폭기는 신호 처리 장치(100)를 통해 전압 및 전류를 선택적으로 측정할 수 있다. 예를 들어, 신호 처리 장치(100)를 포함하는 계측 증폭기는 ECG와 같은 전압 측정 기반의 생체 신호 또는 PPG와 같은 전류 측정 기반의 생체 신호를 증폭할 수 있다. 신호 처리 장치(100)는 전압 측정 모드에서 ECG를 측정하고, 전압 측정 모드에서 PPG를 측정할 수 있다.
- [0029] 도 1을 참조하면, 신호 처리 장치(100)는 전압 입력부(120), 전류 입력부(110), 제어부(130) 및 증폭부(140)를 포함한다.
- [0030] 전압 입력부(120)는 입력 전압을 수신한다. 예를 들어, 입력 전압은 사용자 신체로부터 측정된 심전도 신호일 수 있다. 전류 입력부(110)는 입력 전류를 수신한다. 예를 들어, 입력 전류는 사용자 신체로부터 측정된 광전 용적맥파 신호 또는 혈액 내 산소 포화도(SpO2) 정보를 포함하는 생체 신호일 수 있다.
- [0031] 증폭부(140)는 제어부(130)의 제어에 기초하여 입력 전압 및 입력 전류 중 어느 하나의 신호를 증폭한다. 증폭부(140)는 측정 모드에 따라 전압 입력부(120)로부터 출력된 입력 전압 또는 전류 입력부(110)로부터 출력된 입력 전류를 증폭할 수 있다. 측정 모드는 입력 전압을 측정하기 위한 전압 측정 모드와 입력 전류를 측정하기 위한 전류 측정 모드를 포함할 수 있다.
- [0032] 제어부(130)는 전압 입력부(120)와 증폭부(140) 간의 연결 및 전류 입력부(110)와 증폭부(140) 간의 연결을 제어한다. 예를 들어, 제어부(130)는 스위칭 동작을 통해 입력 전압 및 입력 전류 중에 증폭부(140)에 인가할 신호를 결정할 수 있다. 전압 측정 모드에서, 제어부(130)는 전류 입력부(110)와 증폭부(140) 간의 연결을 차단하고, 전압 입력부(120)와 증폭부(140)는 서로 연결시킬 수 있다. 이에 따라, 전류 입력부(110)가 수신한 입력 전류는 증폭부(140)에 전달되지 않으며, 전압 입력부(120)로부터 출력된 입력 전압이 증폭부(140)에 입력되어 증폭될 수 있다.
- [0033] 전류 측정 모드에서, 제어부(130)는 전압 입력부(120)와 증폭부(140) 간의 연결을 차단하고, 전류 입력부(110)와 증폭부(140)를 서로 연결시킬 수 있다. 이에 따라, 전압 입력부(120)가 수신한 입력 전압은 증폭부(140)에 전달되지 않으며, 전류 입력부(110)로부터 출력된 입력 전류가 증폭부(140)에 입력되어 증폭될 수 있다.
- [0034] 전류 측정 모드에서, 전류 입력부(110)는 입력 전류의 레벨이 미리 설정된 값보다 큰 경우, 입력 전류의 레벨을 조절하여 출력할 수 있다. 전류 입력부(110)는 입력 전류의 레벨을 조절하기 위한 보상 전류를 생성할 수 있고, 입력 전류는 보상 전류에 의해 보상되어 신호 레벨이 신호 처리 장치(100)의 운용 범위에 포함되도록 조절될 수 있다.
- [0035] 신호 처리 장치(100)의 동작은 이하에서 보다 구체적으로 설명하도록 한다.
- [0036] 도 2 및 도 3은 일실시예에 따른 신호 처리 장치를 구현하기 위한 회로의 일례를 도시하는 도면이다.
- [0037] 도 2 및 도 3에 따르면, 신호 처리 장치(200)는 하나의 통합적인 회로 구성으로 입력 전압 또는 입력 전류를 모두 측정할 수 있다. 도 2는 전압 측정 모드에서의 신호 처리 장치의 스위칭 연결을 도시한 도면이고, 도 3의 전류 측정 모드에서의 신호 처리 장치의 스위칭 연결을 도시한 도면이다.
- [0038] 이하에서는, 신호 처리 장치(200)가 전압 측정 모드로 동작하는 경우와 전류 측정 모드로 동작하는 경우를 구별하여 설명하도록 한다.
- [0039] <신호 처리 장치(200)가 전압 측정 모드로 동작하는 경우>
- [0040] 도 2를 참조하면, 신호 처리 장치(200)가 전압 측정 모드로 동작하는 경우, 신호 처리 장치(200)는 신호 처리 장치(200) 내 입력 전류의 흐름을 제어하기 위한 스위치들 SW_Iip(252), SW_Iin(254), SW_Iop(256) 및 SW_Ion(258)의 개방(open)되도록 제어할 수 있다.
- [0041] 측정하고자 하는 입력 전압 Vip 및 Vin의 신호 처리 장치(200) 내 흐름을 제어하기 위한 스위치들 SW_Vip(232)

및 SW_Vin(234)은 단락(short)되어 제2 초퍼(230)의 출력이 입력 소자(240)의 입력단에 연결될 수 있다. 제2 초퍼(230)는 신호 처리 장치(200)의 제어에 의해 입력 전압 Vip 및 Vin을 그대로 출력하거나 또는 입력 전압 Vip 및 Vin의 주파수 성분을 변환하여 출력할 수 있다. 예를 들어, 제2 초퍼(230)에 의해 입력 전압 Vip 및 Vin의 주파수 성분이 원 신호보다 저주파수 또는 고주파수로 변환될 수 있다. 일실시예에 따르면, 입력 소자(240)는 전압-전류 컨버터 또는 트랜지스터에 대응될 수 있고, 입력 소자(240)는 입력 전압 Vip 및 Vin 간의 차동 전압에 기초하여 전류를 출력할 수 있다.

[0042] 입력 소자(240)로부터 출력된 전류에 의해 부하 소자인 입력 저항(250) Ri에 전류 Ii가 흐를 수 있다. 전류 미러(current mirror, 260)는 입력 저항(250) Ri를 통해 흐르는 전류 Ii를 미러링(mirroring)하여 동일한 레벨의 전류 Io 또는 증폭된 전류 Io를 출력할 수 있다. 전류 미러(260)로부터 출력된 전류 Io는 출력 저항(280) Ro의 양단에 전압을 발생시키고, 출력 저항(280) Ro 양단에 발생된 전압에 기초하여 신호 처리 장치(200)의 출력 단자로부터 출력 전압 Vop 및 Von이 출력될 수 있다.

[0043] 다른 실시예에 따르면, 전류 미러(260)로부터 출력된 전류 Io는 제3 초퍼(270)를 통과할 수 있고, 전류 Io는 제3 초퍼(270)에 의해 주파수 성분이 변환될 수 있다. 예를 들어, 제2 초퍼(230)에 의해 주파수 성분이 변조된 입력 신호가 제3 초퍼(270)에 의해 주파수 복조될 수 있다.

[0044] 일실시예에 따르면, 제1 초퍼(220), 제2 초퍼(230), 또는 제3 초퍼(270)를 제어하는 제어 신호가 High 논리 상태 또는 Low 논리 상태로 일정하게 유지되는 경우, 해당 제어 신호에 의해 제어되는 초퍼의 입력 신호는 주파수 성분이 변환되지 않고 그대로 출력될 수 있다. 제1 초퍼(220), 제2 초퍼(230), 또는 제3 초퍼(270)를 제어하는 제어 신호가 시간에 따라 High 논리 상태 및 Low 논리 상태 사이에서 반복적으로 변환되는 경우 해당 제어 신호에 의해 제어되는 초퍼의 입력 신호는 주파수 성분이 변환되어 출력될 수 있다.

[0045] 다른 실시예에 따르면, 신호 처리 장치(200)는 출력 임피던스(output impedance)를 낮추기 위한 엘리먼트를 더 포함될 수 있다. 예를 들어, 신호 처리 장치(200)는 출력 임피던스를 낮추기 위해 출력 단자 Vop 및 Von에 연결된 버퍼(미도시)를 더 포함할 수 있다.

[0046] <신호 처리 장치(200)가 전류 측정 모드로 동작하는 경우>

[0047] 도 3을 참조하면, 신호 처리 장치(200)가 전류 측정 모드로 동작하는 경우, 신호 처리 장치(200)는 외부에서 유입된 입력 전압이 처리되지 않도록 제어할 수 있다. 신호 처리 장치(200)는 입력 전압 Vip 및 Vin의 신호 처리 장치(200) 내 흐름을 제어하기 위한 스위치들 SW_Vip(232) 및 SW_Vin(234)을 제어하여 입력 소자(240)의 입력을 기준 전압인 Vip_b 및 Vin_b에 연결시킬 수 있다. 기준 전압 Vip_b 및 Vin_b는 서로 동일한 전압 레벨을 가지거나 또는 서로 전압 레벨이 다를 수 있다. 또한, 기준 전압 Vip_b 및 Vin_b는 시간에 따라 고정된 전압 레벨을 가지거나 시간에 따라 가변되는 전압 레벨을 가질 수도 있다.

[0048] 신호 처리 장치(200)가 입력 전류 Iip 및 Iin을 상대적으로 높은 레벨로 증폭하는 경우, 신호 처리 장치(200)는 입력 전류 Iip의 흐름을 제어하기 위한 스위치 SW_Iip(252) 및 입력 전류 Iin의 흐름을 제어하기 위한 스위치 SW_Iin(254)을 제어하여 측정 대상인 입력 전류 Iin 및 Iip가 입력 저항(250) Ri에 흐르도록 제어할 수 있다. 신호 처리 장치(200)는 스위치 SW_Iip(252) 및 SW_Iin(254)이 단락되도록 제어하여 입력 전류 Iin 및 Iip가 입력 저항(250) Ri에 흐르도록 제어할 수 있다. 그리고, 신호 처리 장치(200)는 스위치 SW_Iop(256) 및 SW_Ion(258)을 제어하여 출력 저항(280) Ro에는 흐르지 못하도록 제어할 수 있다. 신호 처리 장치(200)는 스위치 SW_Iop(256) 및 SW_Ion(258)이 개방되도록 제어하여 입력 전류 Iin 및 Iip가 출력 저항(280) Ro에 흐르지 않도록 제어할 수 있다.

[0049] 신호 처리 장치(200)가 입력 전류 Iip 및 Iin을 상대적으로 낮은 레벨로 증폭하는 경우, 신호 처리 장치(200)는 입력 저항(250) Ri의 일단에 연결되는 스위치 SW_Iip(252) 및 SW_Iin(254)이 개방되도록 제어하고, 출력 저항(280) Ro에 연결되는 스위치 SW_Iop(256) 및 SW_Ion(258)은 단락되도록 제어할 수 있다.

[0050] 일실시예에 따르면, 회로에 허용 범위를 초과하는 전류가 흐르는 경우, 신호 처리 장치(200)는 입력 전류 보상부(210)를 이용하여 신호 처리 장치(200) 내부에 흐르는 전류의 레벨이 적정 운용 범위에 포함되도록 전류의 레벨을 제어할 수 있다. 예를 들어, 측정하고자 하는 입력 전류가 DC 전류 100uA에 AC 전류 1uA가 포함된 전류이고, 입력 저항(250) Ri에 흘릴 수 있는 전류의 최대 레벨이 10uA라고 가정하면, 입력 전류 보상부(210)는 DC 전류 100uA를 상쇄하기 위한 보상 전류를 회로에 흘려줄 수 있다. 입력 전류 보상부(210)가 출력한 보상 전류에 의해 입력 저항(250) Ri에는 운용 가능한 전류인 AC 전류 1uA만이 흐를 수 있다.

[0051] 신호 처리 장치(200)는 측정의 대상이 되는 입력 전류를 증폭하는 과정에서 노이즈가 유입되는 것을 최소화하기

위해, 제1 초퍼(220)를 이용하여 입력 전류의 주파수 성분을 변조하고, 제3 초퍼(270)를 통해 주파수 성분을 복조할 수 있다. 또는, 측정의 대상이 되는 입력 전류가 주파수 성분이 변조되어 있는 경우, 신호 처리 장치(200)는 제3 초퍼(270)를 이용하여 변조된 신호를 복조할 수 있다.

[0052] 도 4는 다른 실시예에 따른 신호 처리 장치를 구현하기 위한 회로의 일례를 도시한 도면이다.

[0053] 도 4를 참조하면, 신호 처리 장치(400)는 입력 전압 선택부(410), 입력 소자(430), 입력 전류 제어부(420) 및 부하 소자(440)를 포함할 수 있다. 신호 처리 장치(400)의 동작 모드는 전압 측정 모드 및 전류 측정 모드를 포함할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 신호 처리 장치(400)는 계측 증폭기의 트랜스컨덕턴스 스테이지(transconductance stage)에 대응할 수 있다.

[0054] 입력 전압 선택부(410)는 복수의 입력 전압들 중 어느 하나의 입력 전압을 선택할 수 있다. 복수의 입력 전압들은 측정하고자 하는 대상 전압과 미리 설정된 기준 전압을 포함할 수 있다. 예를 들어, ECG 등의 생체 신호가 측정하고자 하는 대상 전압으로 입력될 수 있다. 도 4에서, V_{TC_ip2} 및 V_{TC_in2}의 차동 전압은 측정하고자 하는 대상 전압을 나타내고, V_{ref_TcP} 및 V_{ref_TcN}은 미리 설정된 기준 전압을 나타낸다. V_{ref_TcP} 및 V_{ref_TcN}은 서로 동일한 전압 레벨을 가지거나 서로 전압 레벨이 다를 수 있다. 또한, V_{ref_TcP} 및 V_{ref_TcN}은 시간에 따라 고정된 전압 레벨을 가지거나 시간에 따라 가변되는 전압 레벨을 가질 수 있다.

[0055] 입력 전압 선택부(410)는 입력 소자(430)에 연결될 수 있다. 입력 전압 선택부(410)는 스위치를 이용하여 입력 소자(430)에 인가할 입력 전압을 선택할 수 있다. 입력 소자(430)는 전압 측정 모드에서 입력 전압 선택부(410)에 의해 선택된 입력 전압에 응답하여 전류를 생성할 수 있다. 예를 들어, 입력 소자(430)는 트랜스컨덕턴스 소자로서, 트랜지스터일 수 있고, 복수 개의 트랜스컨덕턴스 소자로 구성될 수 있다. 입력 소자(430)는 측정하고자 하는 입력 전압을 전류로 변환할 수 있다. 제어 신호를 통해 입력 소자(430)에 인가될 입력 전압이 결정될 수 있다. 도 3에서, REG_TC_SEL_ip 및 REG_TC_SEL_in은 입력 전압 선택부(410)의 스위칭 동작을 제어하는 제어 신호를 나타낸다.

[0056] 입력 전류 제어부(420)는 입력 전압 선택부의 동작과 관련하여 입력 전류의 유입을 제어할 수 있다. 예를 들어, 입력 전류 제어부(420)는 입력 전압 선택부가 신호 처리 장치에 입력되는 입력 전압을 측정 대상으로 하는 경우, 입력 전류의 유입을 차단할 수 있다. 입력 전류 제어부(420)를 통해 측정하고자 하는 입력 전류가 신호 처리 장치(400) 내로 입력될 수 있다. 예를 들어, PPG 등의 생체 신호가 입력 전류로서 신호 처리 장치(400)에 입력될 수 있다. 입력 전류 제어부(420)는 제어 신호에 의해 제어되는 스위치를 이용하여 입력 전류의 유입을 제어할 수 있다. 입력 전류 제어부(420)는 신호 처리 장치(400)의 측정 모드에 따라 입력 전류를 신호 처리 장치(400) 내로 유입시키거나 또는 입력 전류의 유입을 차단할 수 있다. 도 4에서, V_{Current_ip} 및 V_{Current_in}의 차동 전류는 측정하고자 하는 입력 전류를 나타내고, REG_TC_ch_discon은 입력 전류 제어부(420)의 스위칭 동작을 제어하는 제어 신호를 나타낸다.

[0057] 부하 소자(440)는 입력 전류 제어부(420) 및 입력 소자(430)와 기능적으로 연결될 수 있다. 예를 들어, 입력 전류 제어부(420)의 출력단은 부하 소자(440) 양단에 연결되고, 입력 소자(430)의 일단은 부하 소자(440)와 연결될 수 있다. 여기서, 기능적으로 연결되었다는 것은, 부하 소자(440)가 입력 전류 제어부(420) 및 입력 소자(430)에 직접 연결된 경우 또는 다른 엘리먼트를 경유하여 부하 소자(440)가 입력 전류 제어부(420) 및 입력 소자(430)의 영향을 받는 경우를 모두 포함한다. 예를 들어, 부하 소자(440)는 저항일 수 있다. 입력 소자(430)에 의해 흐르는 전류 또는 입력 전류 제어부(420)에 의해 흐르는 입력 전류에 의해 부하 소자(440)의 양단에 흐르는 전류가 변동될 수 있다.

[0058] 다른 실시예에 따르면, 입력 전류 제어부(420)는 입력 전류의 레벨을 조절하는 입력 전류 보상부(450)를 더 포함할 수도 있다. 입력 전류 보상부(450)는 입력 전류의 레벨을 조절하기 위한 보상 전류를 생성할 수 있다. 측정하고자 하는 입력 전류의 레벨이 신호 처리 장치(400)의 운용 가능한 범위를 넘어서는 경우, 입력 전류 보상부(450)는 상쇄 전류를 출력하여 입력 전류의 레벨이 신호 처리 장치(400)의 운용 가능한 범위에 포함되도록 조절할 수 있다.

[0059] 예를 들어, 입력 전류 보상부(450)는 입력 전류의 직류(DC) 레벨을 미리 설정된 범위로 낮추기 위한 보상 전류를 출력할 수 있다. 입력 전류의 직류 레벨을 감소시키기 위해, 입력 전류 보상부(450)는 음의 직류 레벨(예를 들어, -3 mA)을 가지는 보상 전류를 출력할 수 있다. 유입된 입력 전류에 입력 전류 보상부(450)로부터 출력된 보상 전류가 더해져서 입력 전류의 레벨이 조절될 수 있다.

[0060] 입력 전류 보상부(450)는 수동(manual) 조절 모드 또는 자동(automatic) 조절 모드로 동작할 수 있다. 예를 들

어, 수동 조절 모드에서, 입력 전류 보상부(450)는 사용자의 제어에 의해 입력 전류의 레벨을 수동적으로 조절할 수 있다. 자동 조절 모드에서, 입력 전류 보상부(450)는 신호 처리 장치(400)의 출력 신호에 기초하여 입력 전류의 레벨을 적응적으로 조절할 수 있다. 예를 들어, 입력 전류 보상부(450)는 자동 조절 모드에서, 신호 처리 장치(400)의 출력 신호로부터 저주파수 대역의 신호를 추출하고, 추출된 저주파수 대역의 신호의 레벨에 기초하여 입력 전류의 레벨 조절이 필요한지 여부를 판단할 수 있다. 입력 전류 보상부(450)는 판단 결과에 따라, 입력 전류의 레벨을 조절하기 위한 보상 전류의 레벨을 결정하고, 결정된 레벨의 보상 전류를 출력하여 신호 처리 장치(400) 내부에 흐르는 입력 전류의 레벨을 조절할 수 있다.

[0061] 자동 조절 모드에서, 신호 처리 장치는 입력 전류 보상부를 제어하기 위한 제어 신호를 생성하는 입력 전류 보상 제어부(미도시)를 더 포함할 수 있다. 입력 전류 보상 제어부는 신호 처리 장치의 출력 신호에 기초하여 입력 전류 보상부가 출력하는 보상 전류의 레벨을 제어할 수 있다. 일실시예에 따르면, 신호 처리 장치는 신호 처리 장치의 출력 신호로부터 저주파수 대역의 신호를 출력하는 로우 패스 필터(미도시) 및 로우 패스 필터의 출력 신호의 레벨과 미리 설정된 기준 신호의 레벨을 비교하고, 비교 결과를 입력 전류 보상 제어부에 출력하는 비교기(미도시)를 더 포함할 수 있다. 입력 전류 보상 제어부는 비교기의 비교 결과에 기초하여 입력 전류 보상부를 제어하기 위한 제어 신호를 생성할 수 있다. 이에 대한 자세한 설명은 도 12에서 후술하도록 한다.

[0062] 다른 실시예에 따르면, 입력 전류 제어부(420)는 제어 신호에 기초하여 입력 전류의 주파수 성분을 변조(modulation)하는 초퍼(460)를 더 포함할 수도 있다. 초퍼(460)는 제어 신호에 기초하여 입력 전류 제어부(420)의 입력단들과 출력단들 사이의 연결을 변경할 수 있다. 초퍼(460)에 의해 입력 전류의 주파수 성분이 변조되어 저주파수 노이즈(또는, 1/f 노이즈, flicker 노이즈)가 저감될 수 있다. 예를 들어, 초퍼(460)에 의해 입력 전류가 고주파수 대역의 신호로 변조될 수 있고, 이를 통해 저주파수 대역의 신호에 나타나는 저주파수 노이즈가 저감될 수 있다. 초퍼(460)가 위와 같은 신호의 변조 동작을 수행하지 않는 경우, 초퍼(460)는 단순히 입력 전류의 유입을 허용/차단하는 스위치로 동작할 수 있다.

[0063] 이하에서는, 전압 측정 모드에서의 신호 처리 장치(400)의 동작 및 전류 측정 모드에서의 신호 처리 장치(400)의 동작의 실시예를 보다 구체적으로 설명하도록 한다.

[0064] <신호 처리 장치(400)가 전압 측정 모드로 동작하는 경우의 실시예>

[0065] 전압 측정 모드에서, 신호 처리 장치(400)는 입력 전류의 유입을 차단하고, 측정하고자 하는 전압을 입력 전압으로 선택할 수 있다.

[0066] 입력 전압 선택부(410)는 측정하고자 하는 입력 전압을 입력 소자(430)에 인가할 수 있다. 예를 들어, 입력 전압 선택부(410)는 측정하고자 하는 입력 전압인 V_TC_ip2(V_TC_in2)를 입력 소자(430)의 게이트 노드 V_Gp(V_Gn)에 인가할 수 있다. 입력 전압 V_TC_ip2와 V_TC_in2는 차동 입력의 관계를 가질 수 있다. 제어 신호 REG_TC_SEL_in이 논리적으로 'High(H)' 값이 되면 노드 V_Gp에 입력 전압 V_TC_ip2가 인가되고, 노드 V_Gn에 입력 전압 V_TC_in2가 인가되어 측정하고자 하는 입력 전압이 신호 처리 장치(400)에 입력될 수 있다.

[0067] 차동 입력 전압 V_TC_ip2 및 V_TC_in2에 의해 부하 소자(440)의 양단 사이에 흐르는 전류가 변동될 수 있다.

[0068] 입력 소자(430)는 인가된 입력 전압에 응답하여 소스 노드 V_Sn에서 드레인 노드 V_Dn으로 흐르는 전류를 생성할 수 있다. 드레인 노드 V_Dp는 신호 처리 장치(400)의 출력 노드 V_TC_op2와 연결되고, 드레인 노드 V_Dn은 신호 처리 장치(400)의 출력 노드 V_TC_on2와 연결될 수 있다.

[0069] 입력 전류 제어부(420)는 입력 전류가 신호 처리 장치(400) 내로 유입되는 것을 차단할 수 있다. 예를 들어, 제어 신호 REG_TC_ch_discon이 논리적으로 'High' 값이 되면, 입력 전류 제어부(420) 내 초퍼(460)에 포함된 스위치들의 연결이 끊기게 되어 외부의 입력 전류가 부하 소자(440) 양단으로 유입되지 않도록 제어될 수 있다.

[0070] <신호 처리 장치(400)가 전류 측정 모드로 동작하는 경우의 실시예>

[0071] 전류 측정 모드에서, 신호 처리 장치(400)는 입력 전류의 유입을 허용하고, 측정하고자 하는 전압이 아닌 미리 설정된 기준 전압을 입력 전압으로 선택할 수 있다.

[0072] 입력 전압 선택부(410)는 고정된 전압 레벨을 가지는 기준 전압을 입력 소자(430)에 인가할 수 있다. 예를 들어, 입력 전압 선택부(410)는 제어 신호 REG_TC_SEL_in이 논리적으로 'Low(L)' 값이 되면 노드 V_Gp에 고정된 전압 레벨의 기준 전압 V_ref_TCp가 인가되고, 게이트 노드 V_Gn에 고정된 전압 레벨의 기준 전압 V_ref_TCn이 인가될 수 있다.

- [0073] 입력 소자(430)에는 고정 전류 $ib2$ 가 흐르므로, 입력 소자(430)의 소스 노드 V_{Sp} , V_{Sn} 에는 일정한 전압 레벨이 유지될 수 있다. 기준 전압 V_{ref_TCp} 의 전압 레벨을 조정하는 것에 의해 소스 노드 V_{Sp} 에 원하는 전압 레벨을 발생시킬 수 있다. 기준 전압 V_{ref_TCn} 의 전압 레벨을 조정하는 것에 의해 소스 노드 V_{Sn} 에 원하는 전압 레벨을 발생시킬 수 있다.
- [0074] 입력 전류 제어부(420)는 측정하고자 하는 입력 전류를 신호 처리 장치(400)에 유입시킬 수 있다. 예를 들어, 입력 전류 제어부(420)는 측정하고자 하는 입력 전류인 $V_{Current_ip}(V_{Current_in})$ 의 유입을 허용할 수 있다. 입력 전류 $V_{Current_ip}$ 와 $V_{Current_in}$ 은 차동 입력의 관계를 가질 수 있다. 제어 신호 $REG_TC_ch_discon$ 이 논리적으로 'Low' 값이 되면 초퍼(460)에 포함된 스위치들이 연결되어 초퍼(460)의 입력단과 출력단이 서로 연결될 수 있다.
- [0075] 차동 입력 전류 $V_{Current_ip}$ 와 $V_{Current_in}$ 에 의해 부하 소자(440)의 양단 사이에 흐르는 전류가 변동될 수 있다.
- [0076] 초퍼(460)는 제어 신호 $REG_TC_ch_discon$ 에 의해 입력단과 출력단을 연결하는 스위치로 동작할 수 있고, 또는 주기적인 스위칭 동작을 통해 입력 전류의 주파수 성분을 변조시킬 수도 있다.
- [0077] 다른 실시예에 따르면, 입력 전류 제어부(420)는 입력 전류의 전류 레벨을 조절하는 입력 전류 보상부(450)를 포함할 수 있다. 측정하고자 하는 입력 전류의 전류 레벨이 신호 처리 장치(400)가 제어할 수 있는 운용 범위를 벗어나는 경우, 입력 전류 보상부(450)는 입력 전류의 전류 레벨이 신호 처리 장치(400)의 운용 범위에 포함 되도록 제어하기 위한 보상 전류를 출력할 수 있다. 입력 전류는 보상 전류에 의해 신호 처리 장치(400)의 엘리먼트들이 제어할 수 있는 전류 레벨의 신호로 변할 수 있다.
- [0078] 도 5는 일실시예에 따른 전압 측정 모드에서 신호 처리 장치의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [0079] 도 5를 참조하면, 신호 처리 장치(500)는 트랜스컨덕턴스 스테이지(510) 및 트랜스임피던스 스테이지(520)를 포함할 수 있다. 트랜스컨덕턴스 스테이지(510)는 도 4의 신호 처리 장치(500)에 대응할 수 있다. 트랜스컨덕턴스 스테이지(510)는 전압 측정 모드 및 전류 측정 모드 중 어느 하나의 측정 모드로 동작할 수 있다. 트랜스컨덕턴스 스테이지(510)는 측정 모드에 따라 인가되는 입력 전압의 종류 및 입력 전류의 유입을 제어할 수 있다.
- [0080] 도 5는 신호 처리 장치(500)가 전압 측정 모드에서 ECG를 측정하는 일례를 도시하는 도면이다. ECG_{ip} 와 ECG_{in} 은 생체 전극과 같은 센서(550)를 통해 측정된 ECG 신호를 나타낸다. 전압 측정 모드에서, 트랜스컨덕턴스 스테이지(510)는 측정하고자 하는 전압을 입력 전압으로 선택하고, 입력 전류의 유입을 차단할 수 있다. 예를 들어, 전압 측정 모드에서, 트랜스컨덕턴스 스테이지(510)는 측정하고자 하는 입력 전압 V_{TC_in2} 및 V_{TC_ip2} 를 내부의 입력 소자에 인가하고, 입력 전류 $V_{Current_ip}$ 및 $V_{Current_in}$ 의 유입을 차단할 수 있다. 트랜스컨덕턴스 스테이지(510)는 제어 신호 $REG_TC_SEL_in$ 을 통해 입력 전압의 종류를 선택할 수 있다. 트랜스컨덕턴스 스테이지(510)는 제어 신호 $REG_TC_ch_discon$ 을 통해 입력 전류의 유입 여부를 결정하는 스위치를 제어할 수 있다.
- [0081] 트랜스임피던스 스테이지(520)는 트랜스컨덕턴스 스테이지(510)부터 출력된 전류에 기초하여 출력 전압 V_{TI_op2} 및 V_{TI_on2} 를 생성할 수 있다. 트랜스임피던스 스테이지(520)는 전류 미러(current mirror) 회로를 포함할 수 있다.
- [0082] 신호 처리 장치(500)는 전압 측정 모드에서, 트랜스컨덕턴스 스테이지(510)의 입력 전압의 주파수 성분을 변조하는 입력 초퍼(530)를 더 포함할 수 있다. 입력 초퍼(530)는 저주파수 노이즈를 저감시키기 위해 입력 전압을 고주파수 대역의 신호로 변조할 수 있다. 제어 신호 $REG_input_ch_discon$ 은 입력 초퍼(530)의 동작 여부를 결정하고, 제어 신호 f_ch_i 는 입력 초퍼(530)에 포함된 각 스위치들의 연결을 제어할 수 있다.
- [0083] 트랜스임피던스 스테이지(520)는 입력 초퍼(530)에 의해 고주파수 대역의 신호로 변조된 입력 신호를 다시 저주파수 대역의 신호로 복조(demodulation)하는 출력 초퍼(540)를 포함할 수 있다. 제어 신호 f_ch_o 는 출력 초퍼(540)에 포함된 각 스위치들의 연결을 제어할 수 있다. 일실시예에 따르면, 출력 초퍼(540)에 인가되는 제어 신호 f_ch_o 는 입력 초퍼(530)에 인가되는 제어 신호 f_ch_i 와 동일한 신호 파형을 가질 수 있다.
- [0084] 도 6은 일실시예에 따른 제어 신호에 의한 입력 초퍼의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [0085] 제어 신호 $REG_input_ch_discon$ 은 입력 초퍼의 동작 여부를 결정할 수 있다. 예를 들어, (a)와 같이 $REG_input_ch_discon$ 가 'High(H)' 논리 상태인 경우, 입력 초퍼에 포함된 모든 스위치들이 OFF되어 입력 초퍼의 입력단과 출력단 사이의 연결이 끊길 수 있다. 반대로, (b)와 같이 $REG_input_ch_discon$ 가 'Low(L)' 논리

상태인 경우, 입력 초퍼가 동작할 수 있다. 입력 초퍼가 동작하는 경우, 제어 신호 f_input_ch 에 의해 입력 초퍼에 포함된 각 스위치들의 동작이 제어될 수 있다. 제어 신호 f_input_ch 에 기초하여 f_input_ch 와 반대되는 파형을 가지는 제어 신호 $f_input_ch_bar$ 가 생성될 수 있고, 제어 신호 f_input_ch 와 $f_input_ch_bar$ 를 이용하여 입력 초퍼에 포함된 각 스위치들의 연결 관계가 변동될 수 있다.

- [0086] 도 7은 일실시예에 따른 전압 측정 모드에서 각 초퍼들에 입력되는 제어 신호의 일례를 도시한 도면이다.
- [0087] 도 7에서, (a)는 입력 초퍼에 인가되는 제어 신호 f_ch_i 를 나타내고, (b)는 출력 초퍼에 인가되는 제어 신호 f_ch_o 를 나타내며, (c)는 입력 전류 제어부에 포함된 초퍼에 인가되는 제어 신호 f_TC_ch 를 나타낸다. 전압 측정 모드에서는 입력 전압이 입력 초퍼에 의해 고주파수 대역의 신호로 변조되고, 출력 초퍼에 의해 저주파수 대역의 신호로 복조될 수 있다. 전압 측정 모드에서는 입력 전류 제어부에 포함된 초퍼 내 스위치들의 연결이 단절되어야 하므로 제어 신호 f_TC_ch 에 'Low(L)'의 논리 신호가 인가된다.
- [0088] 도 8 및 도 9는 일실시예에 따른 전류 측정 모드에서 신호 처리 장치의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [0089] 도 8은 신호 처리 장치(800)가 전류 측정 모드에서 photovoltaic mode PPG를 측정하는 일례를 도시하는 도면이다. 도 8에서 광 검출기(810)로부터 출력된 전류 $V_Current_ip$ 가 트랜스컨덕턴스 스테이지(510)에 입력될 수 있다.
- [0090] 도 9는 신호 처리 장치(900)가 전류 측정 모드에서 photoconductive mode PPG를 측정하는 일례를 도시하는 도면이다. 도 9에서 광 검출기(910)로부터 출력된 전류 $V_Current_ip$ 및 $V_Current_in$ 이 트랜스컨덕턴스 스테이지(510)에 입력될 수 있다.
- [0091] 도 8 및 도 9를 참조하면, 전류 측정 모드에서 트랜스컨덕턴스 스테이지(510)는 입력 전압으로 미리 설정된 기준 전압 $Vref_TCp$ 및 $Vref_TCn$ 을 내부의 각 입력 소자에 인가할 수 있다. 제어 신호 $REG_TC_SEL_in$ 을 통해 입력 소자에 전달되는 입력 전압이 결정될 수 있고, 입력 전압 V_TC_in2 및 V_TC_ip2 이 트랜스컨덕턴스 스테이지(510) 내부로 전달되는 것이 차단될 수 있다. 제어 신호 $REG_TC_ch_discon$ 에 의해 입력 전류의 유입 여부가 결정될 수 있고, 제어 신호 f_TC_ch 에 의해 트랜스컨덕턴스 스테이지(510)에 포함된 초퍼가 제어될 수 있다. 초퍼에 포함된 스위치들의 스위칭 동작에 의해 입력 전류가 고주파수 대역의 신호로 변조될 수 있다.
- [0092] 트랜스임피던스 스테이지(520)는 트랜스컨덕턴스 스테이지(510)에 포함된 초퍼에 의해 고주파수 대역의 신호로 변조된 입력 신호를 다시 저주파수 대역의 신호로 복조하는 출력 초퍼(540)를 포함할 수 있다. 제어 신호 f_ch_o 는 출력 초퍼(540)에 포함된 각 스위치들의 연결을 제어할 수 있다. 일실시예에 따르면, 출력 초퍼(540)에 인가되는 제어 신호 f_ch_o 는 트랜스컨덕턴스 스테이지(510) 내 초퍼에 인가되는 제어 신호 f_TC_ch 와 동일한 신호 파형을 가질 수 있다.
- [0093] 도 10 및 도 11은 일실시예에 따른 전류 측정 모드에서 각 초퍼들에 입력되는 제어 신호의 일례를 도시한 도면이다.
- [0094] 도 10은 전류 측정 모드에서 초퍼가 운용되는 경우에 각 초퍼들에 인가되는 제어 신호를 나타낸다. (a)는 입력 초퍼에 인가되는 제어 신호 f_ch_i 를 나타내고, (b)는 출력 초퍼에 인가되는 제어 신호 f_ch_o 를 나타내며, (c)는 트랜스컨덕턴스 스테이지에 포함된 초퍼에 인가되는 제어 신호 f_TC_ch 를 나타낸다. 전류 측정 모드에서는 입력 전류가 트랜스컨덕턴스 스테이지 내 초퍼에 의해 고주파수 대역의 신호로 변조되고, 출력 초퍼에 의해 저주파수 대역의 신호로 복조될 수 있다. 전류 측정 모드에서는 입력 초퍼가 이용되지 않으므로, 제어 신호 f_ch_i 에 'Low(L)' 상태의 논리 신호가 인가된다.
- [0095] 제어 신호 f_TC_ch 가 'High' 논리 상태일 경우, 트랜스컨덕턴스 스테이지에 포함되는 초퍼의 제1 입력단은 제1 출력단과 연결되고, 제2 입력단은 제2 출력단과 연결될 수 있다. 제어 신호 f_TC_ch 가 'Low' 논리 상태일 경우, 트랜스컨덕턴스 스테이지에 포함되는 초퍼의 제1 입력단은 제2 출력단과 연결되고, 제2 입력단은 제1 출력단과 연결될 수 있다.
- [0096] 도 11은 전류 측정 모드에서 초퍼가 운용되지 않는 경우에 각 초퍼들에 인가되는 제어 신호를 나타낸다.
- [0097] 도 11에서, (a)는 입력 초퍼에 인가되는 제어 신호 f_ch_i 를 나타내고, (b)는 출력 초퍼에 인가되는 제어 신호 f_ch_o 를 나타내며, (c)는 트랜스컨덕턴스 스테이지에 포함된 초퍼에 인가되는 제어 신호 f_TC_ch 를 나타낸다. 초퍼가 운용되지 않는 경우, 제어 신호 f_ch_i , f_ch_o , 및 f_TC_ch 에 'Low(L)' 상태의 논리 신호가 인가된다.
- [0098] 도 12는 일실시예에 따른 입력 전류 레벨에 관한 자동 조절 모드에서 신호 처리 장치(1200)의 동작을 설명하기

위한 도면이다.

- [0099] 도 12를 참조하면, 신호 처리 장치(1200)는 전류 측정 모드에서 입력 전류의 레벨을 조정하는 입력 전류 보상부(210)를 포함할 수 있다. 일실시예에 따르면, 신호 처리 장치(1200)는 신호 처리 장치(1200)의 출력 신호에 기초하여 입력 전류 보상부(210)를 제어하기 위한 제어 회로(1210)를 더 포함할 수 있다. 제어 회로(1210)는 입력 전류 보상 제어부(1250), 로우 패스 필터(1220), 제1 비교기(1230) 및 제2 비교기(1240)를 포함할 수 있다.
- [0100] 일실시예에 따르면, 신호 처리 장치(1200)의 출력단은 로우 패스 필터(1220)에 입력단과 연결될 수 있고, 로우 패스 필터(1220)의 출력단은 제1 비교기(1230) 및 제2 비교기(1240)의 입력단과 연결될 수 있다. 제1 비교기(1230) 및 제2 비교기(1240)의 출력단은 입력 전류 보상 제어부(1250)의 입력단과 연결될 수 있고, 입력 전류 보상 제어부(1250)의 출력단은 입력 전류 보상부(210)에 연결될 수 있다.
- [0101] 로우 패스 필터(1220)는 신호 처리 장치(1200)의 출력 신호인 V_{op} 및 V_{on} 에서 저주파수 대역의 신호를 추출할 수 있다. 예를 들어, 신호 처리 장치(1200)는 로우 패스 필터(1220)를 통해 신호 처리 장치(1200)의 출력 신호에서 0.1 Hz 이하 주파수 대역의 신호를 추출할 수 있다. 이렇게 로우 패스 필터(1220)로부터 출력된 저주파수 대역의 신호 V_{LPF} 는 제1 비교기(1230) 및 제2 비교기(1240)에 입력될 수 있다.
- [0102] 제1 비교기(1230)는 저주파수 대역의 신호 V_{LPF} 와 제어 신호 V_{limit_H} 를 비교하고, 제1 비교기(1230)의 비교 결과를 나타내는 신호 V_{comp_H} 를 출력할 수 있다. 제2 비교기(1240)는 저주파수 대역의 신호 V_{LPF} 와 제어 신호 V_{limit_L} 를 비교하고, 제2 비교기(1240)의 비교 결과를 나타내는 신호 V_{comp_L} 를 출력할 수 있다. 추출된 저주파수 대역의 신호에서 기준이 되는 전압 범위의 상한은 제어 신호 V_{limit_H} 에 의해 설정되고, 기준이 되는 전압 범위의 하한은 제어 신호 V_{limit_L} 을 통해 설정될 수 있다.
- [0103] 예를 들어, 로우 패스 필터(1220)를 통과하여 출력된 신호 V_{LPF} 가 $V_{limit_L} < V_{LPF} < V_{limit_H}$ 범위에 있는 경우, 제1 비교기(1230)의 출력 V_{comp_H} 및 제2 비교기(1240)의 출력 V_{comp_L} 은 모두 논리적으로 Low 값을 출력할 수 있다. 이 경우, 입력 전류 보상 제어부(1250)가 입력 전류 보상부(210)에 출력하는 제어 신호는 이전과 동일한 신호를 유지할 수 있다.
- [0104] 다른 예로, 로우 패스 필터(1220)를 통과하여 출력된 신호 V_{LPF} 의 레벨이 V_{limit_H} 보다 큰 경우, 제1 비교기(1230)가 논리적으로 High 값을 출력하고, 제2 비교기(1240)가 논리적으로 Low 값을 출력할 수 있다. 이 경우, 입력 전류 보상 제어부(1250)는 V_{LPF} 의 레벨이 낮아지도록 제어하기 위한 제어 신호를 입력 전류 보상부(210)에 출력할 수 있다.
- [0105] 또 다른 예로, 로우 패스 필터(1220)를 통과하여 출력된 신호 V_{LPF} 의 레벨이 V_{limit_L} 보다 작은 경우, 제1 비교기(1230)가 논리적으로 Low 값을 출력하고, 제2 비교기(1240)가 논리적으로 High 값을 출력할 수 있다. 이 경우, 입력 전류 보상 제어부(1250)는 V_{LPF} 의 레벨이 높아지도록 제어하기 위한 제어 신호를 입력 전류 보상부(210)에 출력할 수 있다.
- [0106] 위와 같이, 입력 전류 보상 제어부(1250)는 신호 처리 장치(1200)의 출력 신호에 기초하여 입력 전류 보상부(210)가 출력하는 보상 전류의 레벨을 자동으로 제어할 수 있다. 여기서 설명되지 않은 도 12의 신호 처리 장치(1200)의 동작은 도 2 및 도 3의 관련 내용을 참조할 수 있다.
- [0107] 도 13은 일실시예에 따른 트랜스임피던스 스테이지(1300)의 구성을 도시한 도면이다.
- [0108] 트랜스임피던스 스테이지(1300)는 트랜스컨덕턴스 스테이지부터 출력된 전류에 기초하여 출력 전압 V_{TI_op2} 및 V_{TI_on2} 를 생성할 수 있다. 트랜스임피던스 스테이지(1300)는 전류 미러 회로를 포함할 수 있다. 트랜스임피던스 스테이지(1300)는 입력 초퍼 또는 트랜스컨덕턴스 스테이지에 포함된 초퍼에 의해 고주파수 대역의 신호로 변조된 입력 신호를 다시 저주파수 대역의 신호로 복조하는 출력 초퍼(1310)를 포함할 수 있다.
- [0109] 도 14는 일실시예에 따른 신호 처리 방법의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0110] 단계(1410)에서, 신호 처리 장치는 전압 측정 모드 및 전류 측정 모드 중 어느 하나의 측정 모드를 결정할 수 있다. 신호 처리 장치는 결정된 측정 모드에 따라 인가되는 입력 전압의 종류 및 입력 전류의 유입을 제어할 수 있다.
- [0111] 단계(1420)에서, 신호 처리 장치는 전압 측정 모드 또는 전류 측정 모드로 결정되었는지 여부를 결정할 수 있다.

- [0112] 단계(1420)에서 측정 모드로서 전압 측정 모드가 결정된 경우, 단계(1430)에서 신호 처리 장치는 입력 전류의 유입을 차단하고, 측정하고자 하는 입력 전압을 선택할 수 있다. 신호 처리 장치는 측정하고자 하는 입력 전압을 입력 소자에 인가하고, 입력 전류의 유입을 제어하는 스위치를 OFF시켜 입력 전류의 유입을 차단할 수 있다.
- [0113] 단계(1420)에서 측정 모드로서 전류 측정 모드가 결정된 경우, 단계(1440)에서 신호 처리 장치는 입력 전압으로 미리 설정된 기준 전압을 선택하고, 입력 전류를 유입을 허용할 수 있다. 신호 처리 장치는 고정된 전압 레벨을 가지는 기준 전압을 입력 소자에 인가하고, 입력 전류의 유입을 제어하는 스위치를 ON시켜 입력 전류를 유입시킬 수 있다. 또한, 신호 처리 장치는 초퍼를 이용하여 입력 전류를 고주파수 대역의 신호로 변조할 수도 있다. 고주파수 대역의 신호로 변조된 입력 전류는 출력 초퍼에 의해 다시 저주파수 대역의 신호로 복조될 수 있다.
- [0114] 다른 실시예에 따르면, 신호 처리 장치는 유입된 입력 전류의 레벨을 미리 설정된 범위 내로 조절하는 단계(1450)를 더 포함할 수도 있다. 입력 전류의 전류 레벨이 신호 처리 장치가 제어할 수 있는 운용 범위를 벗어나는 경우, 신호 처리 장치는 보상 전류를 생성하여 입력 전류를 적정 레벨의 신호로 조절할 수 있다. 신호 처리 장치는 수동 조절 모드 또는 자동 조절 모드로 입력 전류의 레벨을 조절할 수 있다. 수동 조절 모드에서, 신호 처리 장치는 사용자의 제어에 의해 수동적으로 입력 전류의 레벨을 조절할 수 있다. 자동 조절 모드에서, 신호 처리 장치는 신호 처리 장치의 출력 신호에 기초하여 보상 전류의 레벨을 결정할 수 있다. 예를 들어, 신호 처리 장치는 신호 처리 장치의 출력 신호로부터 저주파수 대역의 신호를 추출하고, 추출된 저주파수 대역의 신호의 레벨이 미리 설정된 기준을 만족하는지 여부에 따라 보상 전류의 레벨 또는 방향을 결정할 수 있다.
- [0115] 도 15 및 도 16은 일 실시예에 따른 신호 처리 장치가 적용된 웨어러블 디바이스(wearable device)를 도시하는 도면이다.
- [0116] 도 1 내지 도 14를 통해 설명된 각각의 신호 처리 장치는 웨어러블 디바이스(1510)에 내장되어 동작할 수 있다. 예를 들어, 웨어러블 디바이스(1510)는 시계 또는 팔찌 등의 형태를 가지는 손목 착용 디바이스(wrist worn device)일 수 있다. 웨어러블 디바이스(1510)는 사용자(1520)의 신체로부터 다양한 생체 신호를 측정할 수 있고, 측정된 생체 신호는 신호 처리 장치에 의해 처리될 수 있다.
- [0117] 웨어러블 디바이스(1510)는 사용자(1520)의 생체 신호를 측정하기 위한 다양한 센서들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 웨어러블 디바이스(1510)는 ECG를 측정하기 위한 생체 전극, PPG를 측정하기 위한 센서, 사용자(1520)의 심박수(heart rate)를 측정하기 위한 센서, 체온을 측정하기 위한 센서, 또는 피부 습도를 측정하기 위한 센서들을 포함할 수 있다.
- [0118] 생체 신호는 측정하는 방법에 따라 전압 신호 또는 전류 신호로 검출될 수 있고, 주파수 대역폭과 같은 특성이 서로 다를 수 있다. 신호 처리 장치는 이와 같은 다양한 특성의 생체 신호를 처리하여 웨어러블 디바이스(1510)가 생체 신호를 분석하기에 용이한 상태로 변환시킬 수 있다. 신호 처리 장치는 전압 측정 모드 또는 전류 측정 모드로 동작할 수 있고, 각각의 측정 모드에 따라 내부 엘리먼트들 간의 연결을 제어하여 특성이 다른 생체 신호들을 증폭할 수 있다.
- [0119] 신호 처리 장치는 내부 엘리먼트들을 공유하면서 내부 엘리먼트들 간의 연결 관계를 조절하여 전류 신호 및 전압 신호를 모두 측정할 수 있다. 예를 들어, ECG와 같은 전압 신호를 측정하는 경우, 신호 처리 장치는 전압 측정 모드로 동작하여 전압 신호를 증폭할 수 있도록 내부 엘리먼트들 간의 연결 관계를 조절할 수 있다. 반대로, PPG와 같은 전류 신호를 측정하는 경우, 신호 처리 장치는 전류 측정 모드로 동작하여 전류 신호를 증폭할 수 있도록 내부 엘리먼트들 간의 연결 관계를 조절할 수 있다.
- [0120] 도 15는 웨어러블 디바이스(1510)가 사용자(1520)의 신체로부터 ECG를 측정하는 일례를 도시하고 있다. 예를 들어, 사용자(1520)가 왼손 팔목에 웨어러블 디바이스(1510)를 착용하고 있고, 사용자(1520)가 오른손 검지 손가락을 웨어러블 디바이스(1510)의 센서(1530)에 터치하는 경우, 사용자(1520)의 ECG가 측정될 수 있다. 센서(1530)는 ECG를 측정하기 위한 생체 전극일 수 있다. 웨어러블 디바이스(1510)는 측정된 ECG로부터 사용자(1520)의 심박수를 결정하고, 심박수 정보와 ECG를 화면에 디스플레이할 수 있다.
- [0121] 도 16은 도 15의 웨어러블 디바이스(1510)의 정면도 (a) 및 후면도 (b)를 도시한 도면이다.
- [0122] 정면도 (a)에서, 웨어러블 디바이스(1510)는 사용자의 손목에 웨어러블 디바이스(1510)를 체결하기 위한 체결부(1660, 1670)를 포함할 수 있다. 웨어러블 디바이스(1510)는 ECG를 측정하기 위한 제1 전극(1620)을 포함할 수 있다. 제1 전극(1620)은 도 15의 센서(1530)에 대응된다. 또한, 웨어러블 디바이스(1510)는 신호 처리 장치

및 다른 부가 엘리먼트들을 포함하는 본체(body)(1610)를 포함할 수 있다. 웨어러블 디바이스(1510)는 측정된 생체 신호 및 생체 신호의 분석 결과를 디스플레이하기 위한 디스플레이부(1615)를 포함할 수 있다. 디스플레이부(1615)는 본체(1610)의 상부에 배치될 수 있다.

[0123] 후면도 (b)에서, 웨어러블 디바이스(1510)는 ECG를 측정하기 위한 제2 전극(1630)을 포함할 수 있다. 제2 전극(1630)은 제1 전극(1620)과 전기적으로 분리되며, 제1 전극(1620)과 제2 전극(1630) 사이의 전기적 통로에서 ECG가 측정될 수 있다. 웨어러블 디바이스(1510)는 ECG를 측정하는데 필요한 기준 전압을 측정하기 위한 기준 전극(1650)을 포함할 수 있다.

[0124] 또한, 웨어러블 디바이스(1510)는 PPG 또는 산소 포화도와 같은 전류 측정 기반의 생체 신호를 측정하기 위한 광학 센서(1640)를 포함할 수 있다. 광학 센서(1640)는 특정 주파수 대역의 광 신호를 사용자의 신체에 방사하는 광원부 및 광 신호에 기초한 생체 신호를 검출하기 위한 광 검출부를 포함할 수 있다. 광학 센서(1640)에 대해서는 도 17에서 보다 구체적으로 서술하도록 한다.

[0125] 도 17은 일실시예에 따른 광학 센서의 구조를 설명하기 위한 도면이다.

[0126] 광학 센서(1710)는 PPG 또는 산소 포화도 등과 같은 전류 측정 기반의 생체 신호를 센싱할 수 있다. 광학 센서(1710)는 도 16의 광학 센서(1640)에 대응될 수 있다. 광학 센서(1710)는 광 신호를 사용자의 신체에 방사하는 광원부 및 광 신호에 기초한 생체 신호를 검출하기 위한 광 검출부(1740)를 포함할 수 있다. 광원부는 복수의 광원들을 포함할 수 있으며, 광원들이 특정 방향으로 배열된 어레이(array) 구조를 가질 수 있다. 도 17에 도시된 일례에서는, 광원부가 제1 광원 어레이(1720)와 제2 광원 어레이(1730)를 포함하는 것으로 도시되어 있다. 제1 광원 어레이(1720)는 광원들 LS11, LS21, LS31, LS41로 구성되며, 제2 광원 어레이(1730)는 광원들 LS12, LS22, LS32, LS42로 구성된다.

[0127] 광 검출부(1740)는 제1 광원 어레이(1720)와 제2 광원 어레이(1730)의 사이에 배치될 수 있다. 광 검출부(1740)는 복수의 광 검출기(photo detector)들을 포함할 수 있고, 광 검출기들이 특정 방향으로 배열된 어레이 구조를 가질 수 있다. 도 17에 도시된 일례에서는, 광 검출부(1740)가 광 검출기들 PD1, PD2, PD3, PD4로 구성된다.

[0128] 사용자의 신체적 특징에 따라 손목의 요골 동맥(radial artery)(1750)의 위치가 각각 다를 수 있다. 광원부의 어레이 구조 및 광 검출부(1740)의 어레이 구조를 통해 최상의 생체 신호를 획득할 수 있다. 예를 들어, 사용자가 웨어러블 디바이스(1510)를 착용하였을 때, 요골 동맥(1750)의 위치가 광 검출기 PD2에 가까이 위치하게 된다면 다른 광 검출기들 PD1, PD3, PD4보다 광 검출기 PD2에서 생체 신호의 진폭(또는, 변동)이 상대적으로 크게 측정될 것이다.

[0129] 제1 광원 어레이(1720)에 포함된 광원들과 제2 광원 어레이(1730)에 포함된 광원들은 서로 동일한 파장의 광을 방사하거나 또는 서로 다른 파장의 광을 방사할 수 있다. 예를 들어, 사용자의 혈액 내 산소 포화도를 측정하는 경우에는 제1 광원 어레이(1720)에 포함된 광원들은 적색 광을 방사하고, 제2 광원 어레이(1730)에 포함된 광원들은 적외선(infrared light)을 방사할 수 있다.

[0130] 도 18은 또 다른 실시예에 따른 신호 처리 장치의 구성을 도시하는 도면이다.

[0131] 신호 처리 장치(1810)는 사용자의 신체로부터 다양한 생체 신호를 측정할 수 있고, 측정된 생체 신호를 처리할 수 있다. 신호 처리 장치(1810)는 생체 신호를 측정하기 위한 다양한 센서들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 신호 처리 장치(1810)는 전압 측정 기반의 생체 신호를 측정하기 위한 생체 신호, 전류 측정 기반의 생체 신호를 측정하기 위한 광학 센서를 포함할 수 있다. 신호 처리 장치(1810)는 전압 측정 모드 또는 전류 측정 모드로 동작할 수 있고, 각각의 측정 모드에 따라 내부 엘리먼트들 간의 연결을 제어하여 특성이 다른 생체 신호들을 증폭할 수 있다.

[0132] 도 18을 참조하면, 신호 처리 장치(1810)는 광원부(1840), 광 검출부, 생체 전극(1880), 신호 처리부(1870) 및 제어부(1820)를 포함할 수 있다.

[0133] 광원부(1840)는 사용자의 신체에 광 신호를 출력할 수 있다. 광원부(1840)는 복수의 광원들을 포함할 수 있고, 광원들은 특정 방향으로 배열된 구조를 가질 수 있다. 광원들은 복수의 광원 어레이 구조를 형성할 수 있고, 서로 다른 광원 어레이 구조에 포함된 광원들은 동일 또는 서로 다른 파장의 광을 방사할 수 있다. 예를 들어, 제1 광원 어레이는 광원들 LS11, LS21, LS31, LS41로 구성되며, 제2 광원 어레이는 광원들 LS12, LS22, LS32, LS42로 구성될 수 있다. 광원 LS 11과 광원 LS12가 방사하는 광은 파장이 동일하거나 또는 서로 다를 수 있다.

- [0134] 광 검출부는 광원부(1840)로부터 출력된 광 신호에 기초하여 측정된 제1 생체 신호를 검출할 수 있다. 예를 들어, 제1 생체 신호는 광전용적맥파 신호 또는 혈액 내 산소 포화도 정보를 포함하는 신호일 수 있다. 광 검출부는 복수의 광 검출기들을 포함할 수 있고, 광 검출기들은 특정 방향으로 배열된 어레이 구조를 가질 수 있다.
- [0135] 제어부(1820)는 광원부(1840)를 구동하기 위한 광원 구동부(1830), 멀티플렉서(1860) 및 신호 처리부(1870)를 제어할 수 있다. 제어부(1820)는 멀티플렉서(1860)를 통해 광 검출기들과 신호 처리부(1870) 간의 연결들을 제어할 수 있다. 광 검출기들은 멀티플렉서(1860)에 연결되고, 멀티플렉서(1860)는 제어부(1820)의 제어에 의해 광 검출기들로부터 출력된 복수의 제2 생체 신호들 중 특성의 제2 생체 신호 I_{in} 및 I_{ip} 를 신호 처리부(1870)에 전달한다.
- [0136] 생체 전극(1880)은 전압 신호에 기초하여 측정된 제2 생체 신호를 검출할 수 있다. 예를 들어, 제2 생체 신호는 심전도 신호일 수 있다. 생체 전극(1880)은 제1 전극 및 제2 전극을 포함할 수 있고, 제1 전극과 제2 전극 사이의 전기적 통로에서 측정된 제2 생체 신호를 검출할 수 있다. 제1 전극 및 제2 전극은 신호 처리부(1870)의 입력단에 연결되고, 각각 V_{ip} 신호 및 V_{in} 신호를 신호 처리부(1870)에 전달한다.
- [0137] 신호 처리부(1870)는 측정 모드에 따라 제1 생체 신호 또는 제2 생체 신호를 증폭할 수 있다. V_{op} 신호 및 V_{on} 신호는 신호 처리부(1870)의 출력 신호를 나타낸다. 신호 처리부(1870)에 관한 보다 구체적인 내용은 도 1 내지 도 14의 신호 처리 장치에 관한 설명을 참조할 수 있다. 제어부(1820)는 신호 처리부(1870)의 측정 모드를 제어할 수 있고, 측정 모드는 전류 측정 모드 및 전압 측정 모드를 포함할 수 있다.
- [0138] 전류 측정 모드에서, 제어부(1820)는 신호 처리부(1870)가 제1 생체 신호를 증폭하도록 제어할 수 있다. 제어부(1820)는 신호 처리부(1870)와 생체 전극(1880) 간의 연결을 제어하여 생체 전극(1880)으로부터 출력되는 제2 생체 신호가 신호 처리부(1870)에 의해 증폭되는 것을 방지하고, 광 검출부로부터 출력되는 제1 생체 신호를 멀티플렉서(1860)를 통해 신호 처리부(1870)에 입력시킬 수 있다.
- [0139] 전압 측정 모드에서, 제어부(1820)는 신호 처리부(1870)가 제2 생체 신호를 증폭하도록 제어할 수 있다. 제어부(1820)는 멀티플렉서(1860)를 통해 광 검출부로부터 출력되는 제1 생체 신호가 신호 처리부(1870)에 전달되는 것을 차단하고, 생체 전극(1880)으로부터 출력되는 제2 생체 신호가 신호 처리부(1870)에 의해 증폭되도록 신호 처리부(1870)를 제어할 수 있다.
- [0140] 또한, 제어부(1820)는 광원부(1840)에 포함된 복수의 광원들 중에서 제1 생체 신호를 측정하기 위한 하나 이상의 광원을 결정할 수 있다. 제어부(1820)는 서로 다른 시간 구간들에서 광원들 중 하나 이상의 광원을 순차적으로 활성화시키고, 서로 다른 시간 구간들에서 광 검출부로부터 출력되는 신호의 레벨에 기초하여 광원들 중 제1 생체 신호를 측정하기 위한 광원을 결정할 수 있다.
- [0141] 예를 들어, 제어부(1820)는 광원 구동부(1830)를 제어하여 제1 시간 구간에서 전체 광원들 중 광원들 LS11, LS12 만을 활성화시키고, 광 검출기 PD1의 출력 신호가 신호 처리부(1870)의 입력 단자에 인가되도록 멀티플렉서(1860)를 제어할 수 있다. 제1 시간 구간의 다음 시간 구간인 제2 시간 구간에서, 제어부(1820)는 광원들 LS21, LS22 만을 활성화시키고, 광 검출기 PD2의 출력 신호가 신호 처리부(1870)의 입력 단자에 인가되도록 멀티플렉서(1860)를 제어할 수 있다. 제2 시간 구간의 다음 시간 구간인 제3 시간 구간에서, 제어부(1820)는 광원들 LS31, LS32 만을 활성화시키고, 광 검출기 PD3의 출력 신호가 신호 처리부(1870)의 입력 단자에 인가되도록 멀티플렉서(1860)를 제어할 수 있다. 제3 시간 구간의 다음 시간 구간인 제4 시간 구간에서 제어부(1820)는 광원들 LS41, LS42 만을 활성화 시키고, 광 검출기 PD4의 출력 신호가 신호 처리부(1870)의 입력 단자에 인가되도록 멀티플렉서(1860)를 제어할 수 있다.
- [0142] 제어부(1820)는 위 과정을 반복적으로 수행하고, 각각의 시간 구간들에서 광 검출부로부터 출력되는 신호의 레벨을 분석하여 제1 생체 신호를 측정하기 위한 광원과 광 검출기의 쌍(pair)를 결정할 수 있다. 제어부(1820)는 결정된 광원과 광 검출기만을 구동시키고, 해당 광 검출기의 출력 신호가 신호 처리부(1870)에 인가되도록 멀티플렉서(1860)를 제어할 수 있다. 예를 들어, 제2 시간 구간에서 광 검출부로부터 출력된 신호의 레벨이 다른 시간 구간들에서 출력된 신호들의 레벨보다 큰 경우, 제어부(1820)는 광원들 LS21, LS22를 제2 생체 신호를 측정하기 위한 광원들로 결정하고, 광 검출기 PD2의 출력 신호가 신호 처리부(1870)에 인가되도록 멀티플렉서(1860)를 제어할 수 있다.
- [0143] 다른 실시예에 따르면, 제어부(1820)는 위 광원 및 광 검출기의 쌍을 결정하는 과정을 주기적으로 수행하여 제1 생체 신호를 측정하기 위한 최적의 센싱 위치를 결정할 수 있다. 신호 처리부(1870)는 제어부(1820)로부터 수

신한 광원의 발광 타이밍 정보에 기초하여 광원이 발광하는 시간 구간을 결정하고, 해당 시간 구간에서만 신호 처리부(1870)에 전달되는 광 검출기의 신호를 증폭할 수 있다.

[0144]

이상에서 설명된 실시예들은 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치, 방법 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0145]

소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0146]

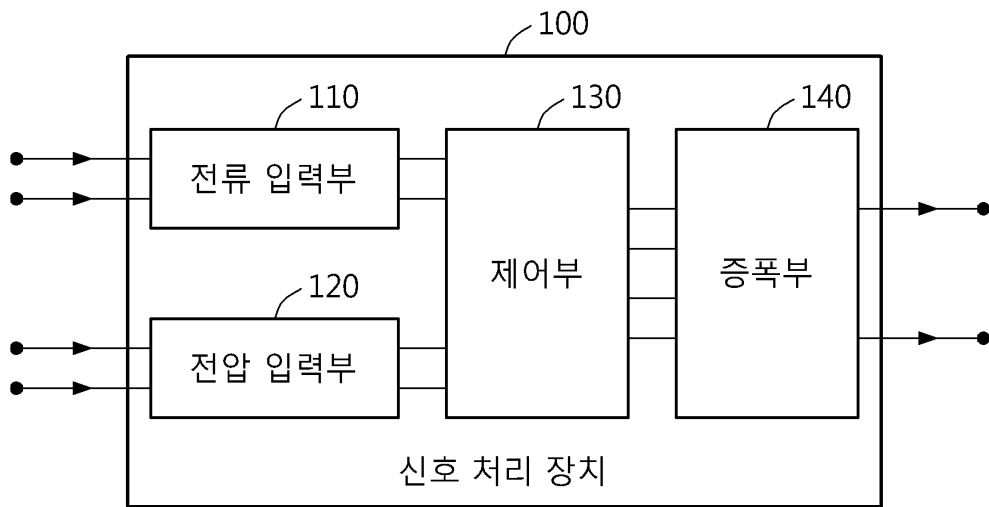
실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0147]

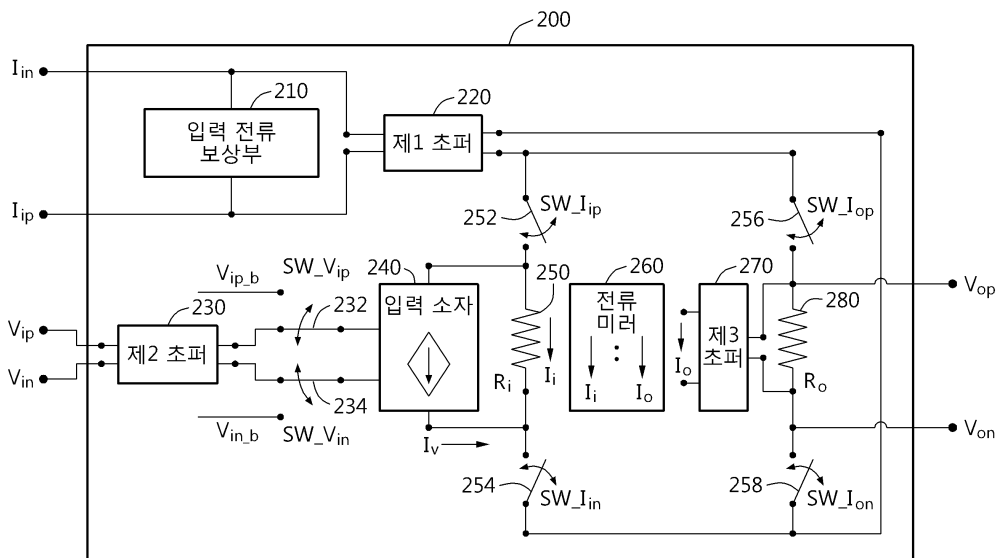
이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다. 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

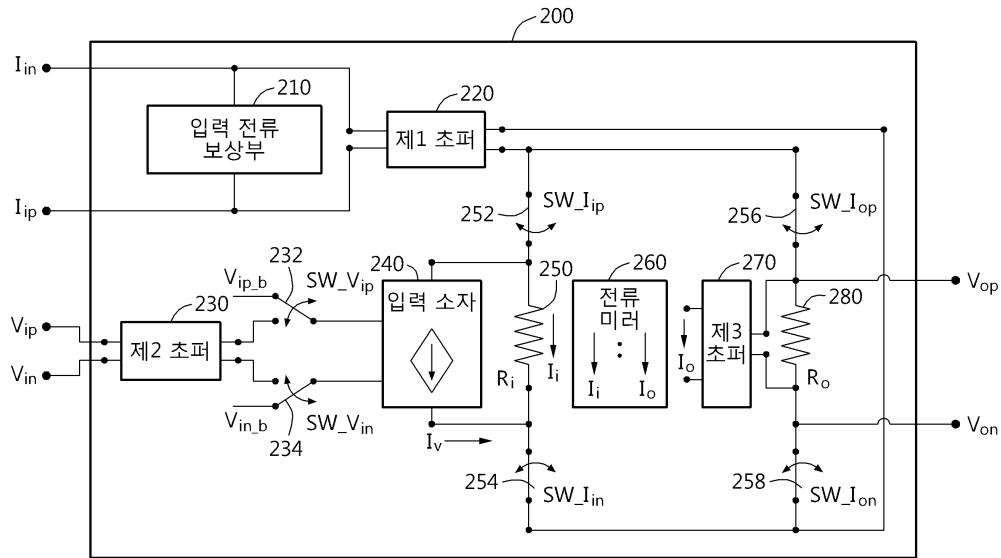
도면1



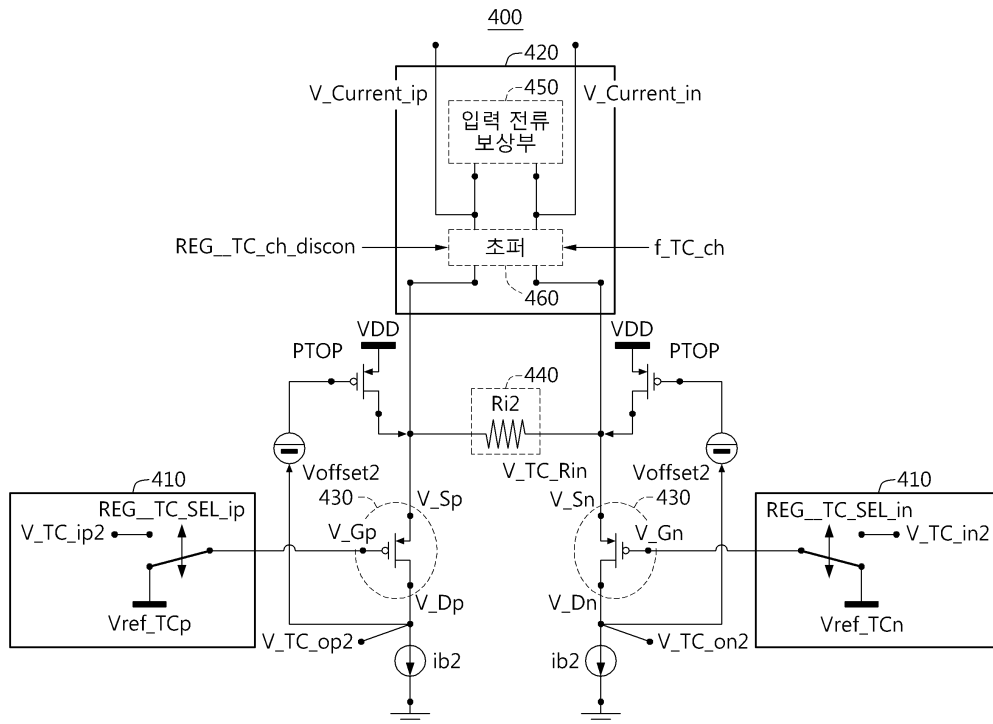
도면2



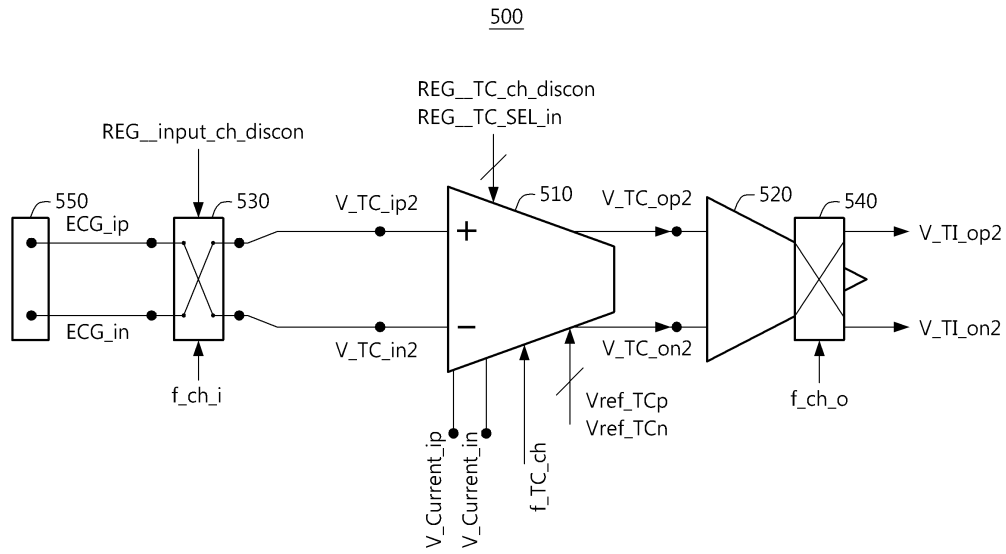
도면3



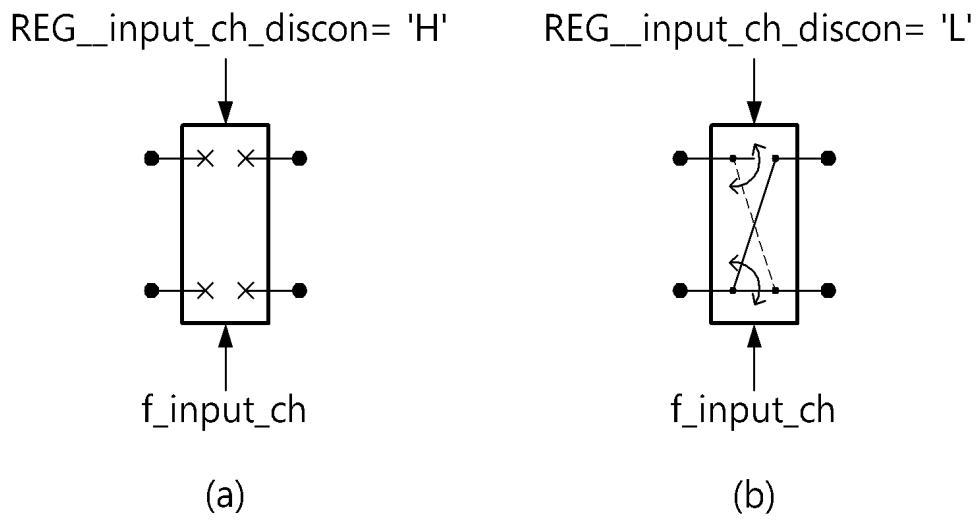
도면4



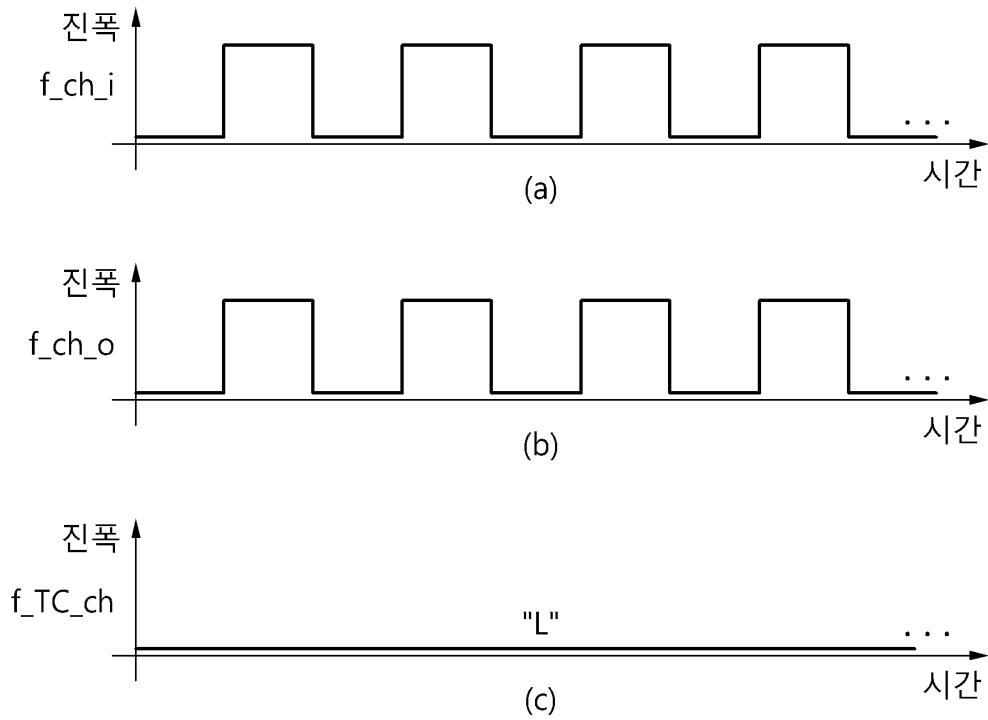
도면5



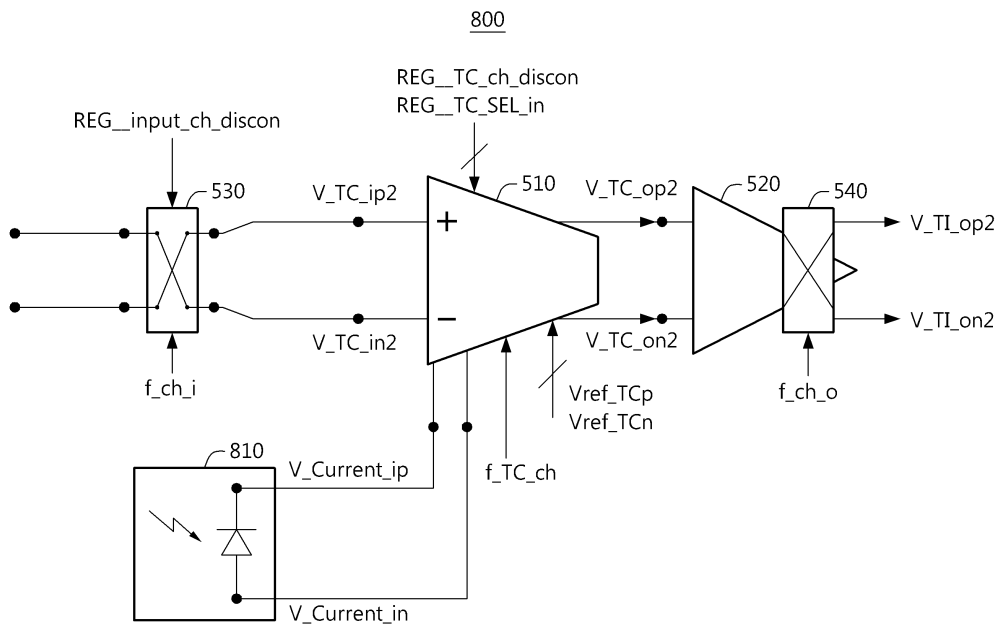
도면6



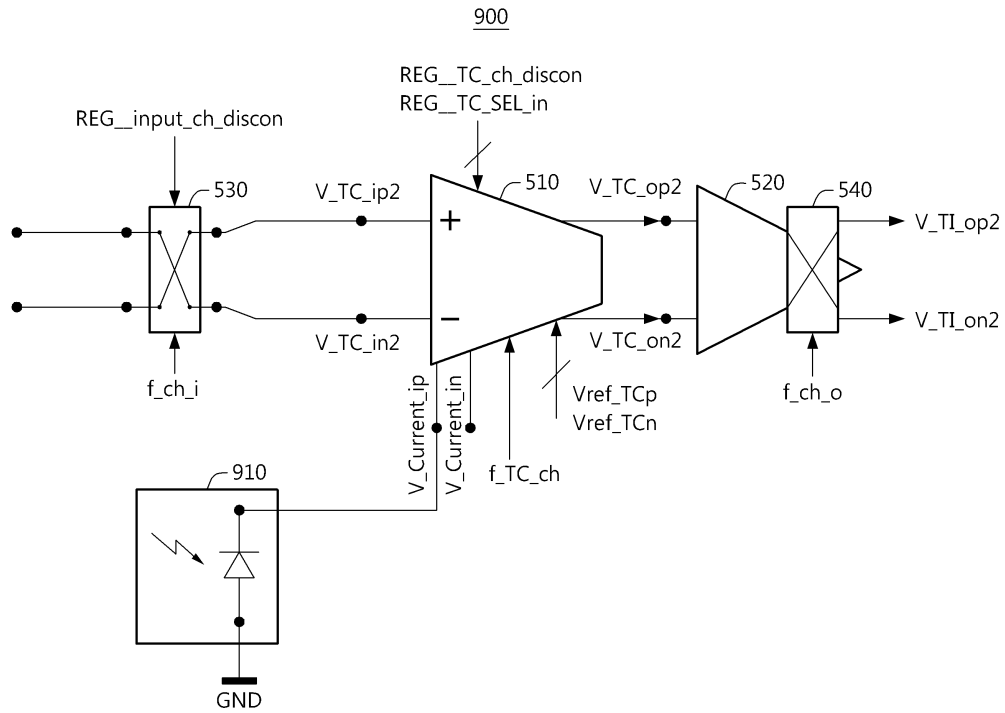
도면7



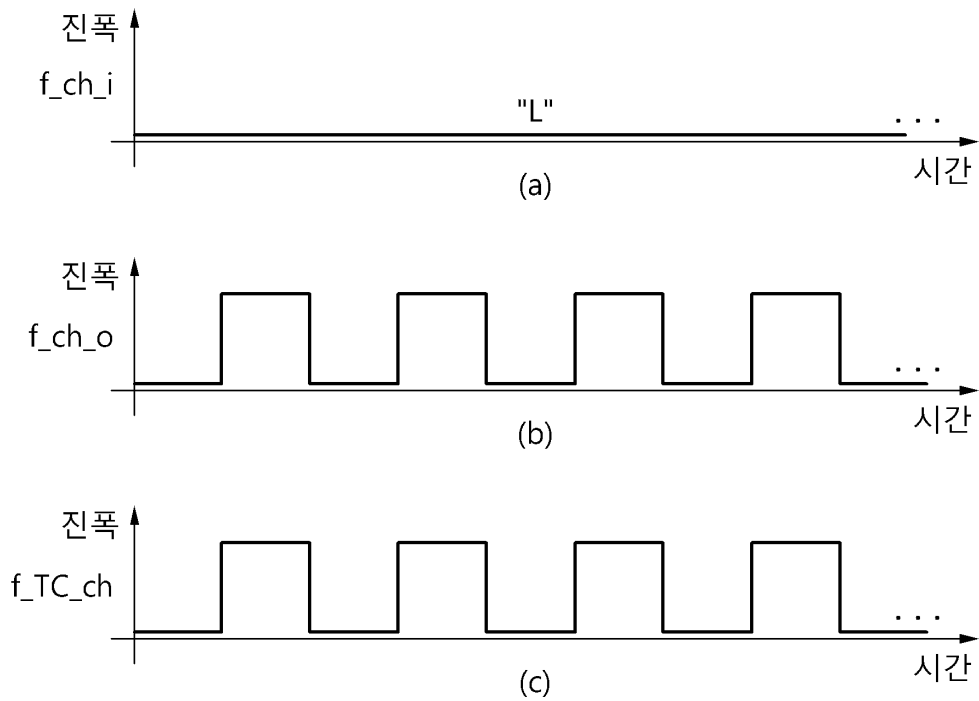
도면8



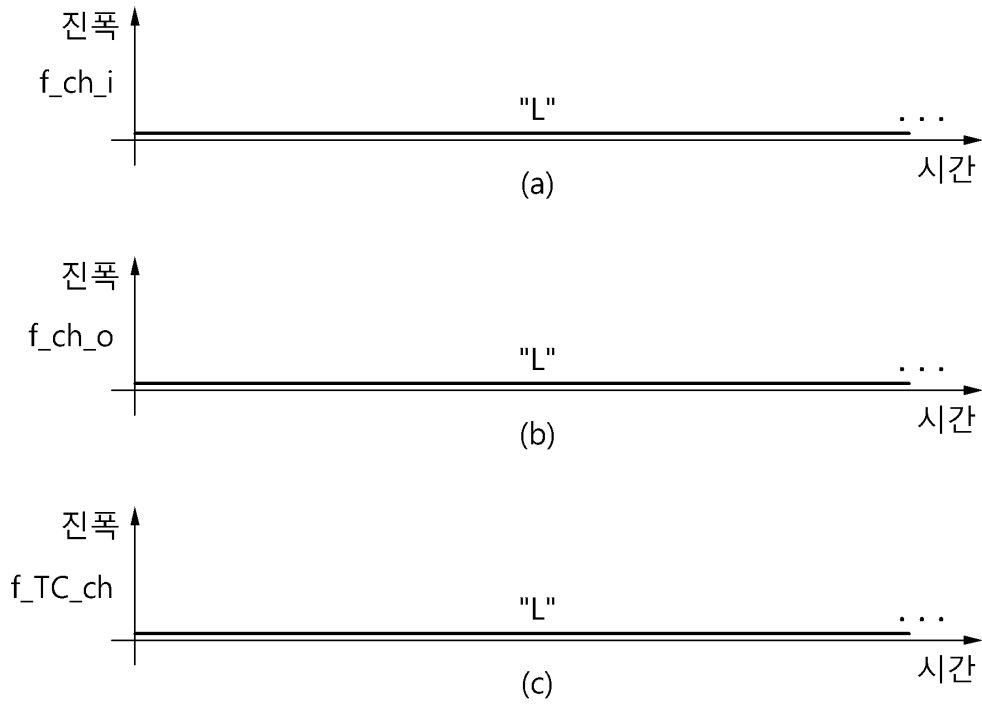
도면9



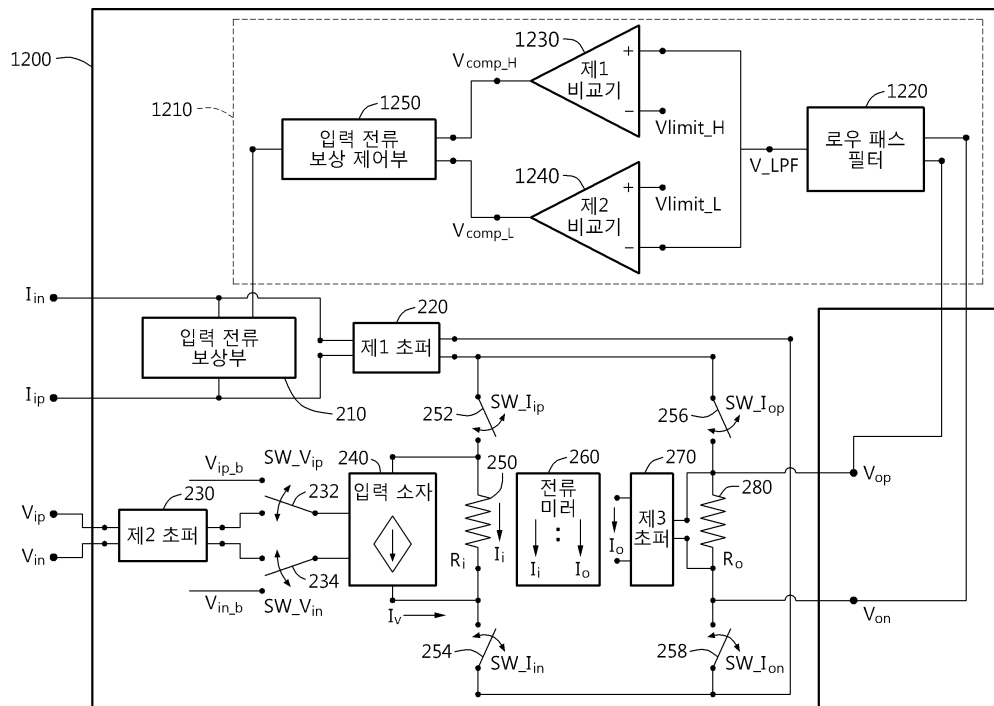
도면10



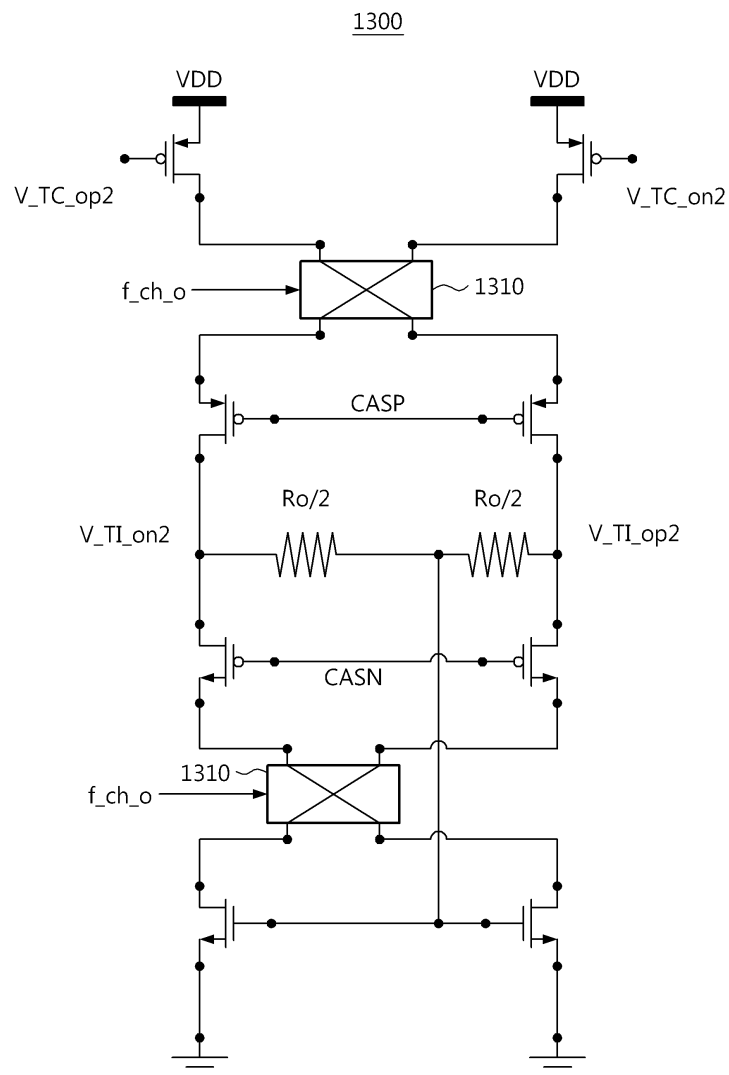
도면11



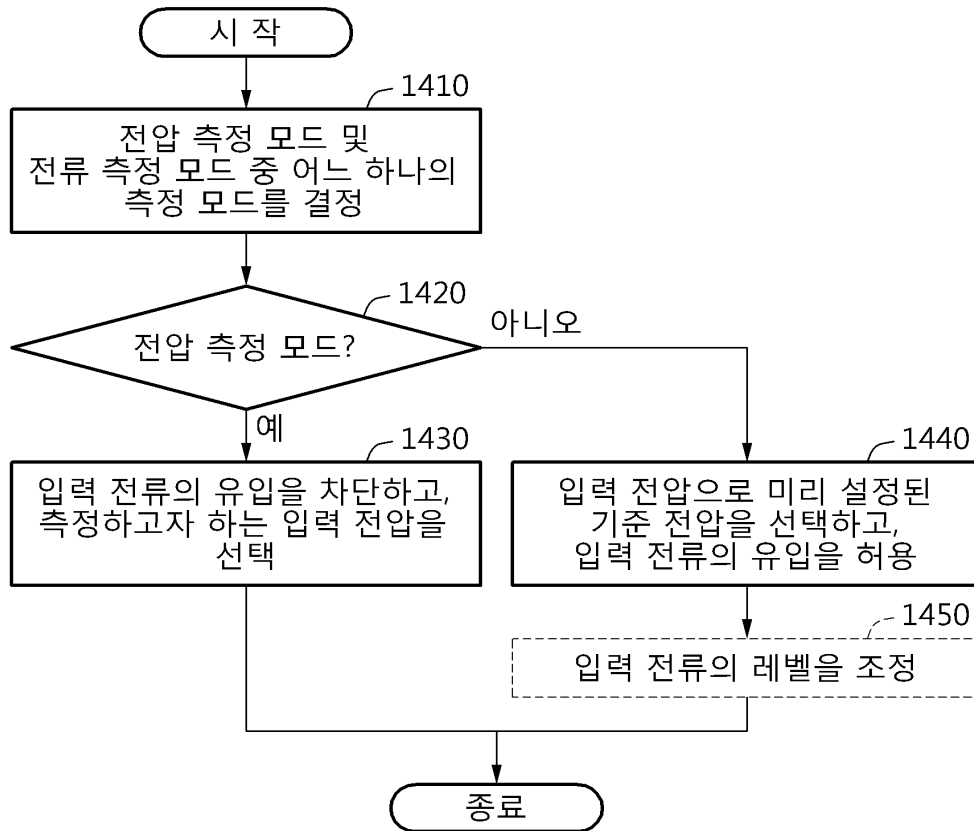
도면12



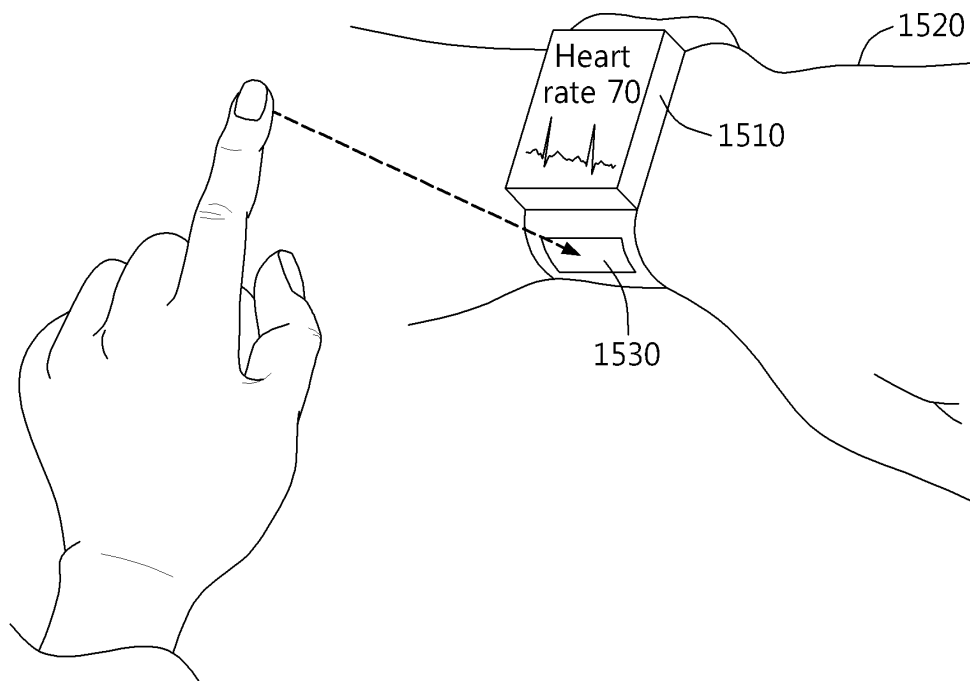
도면13



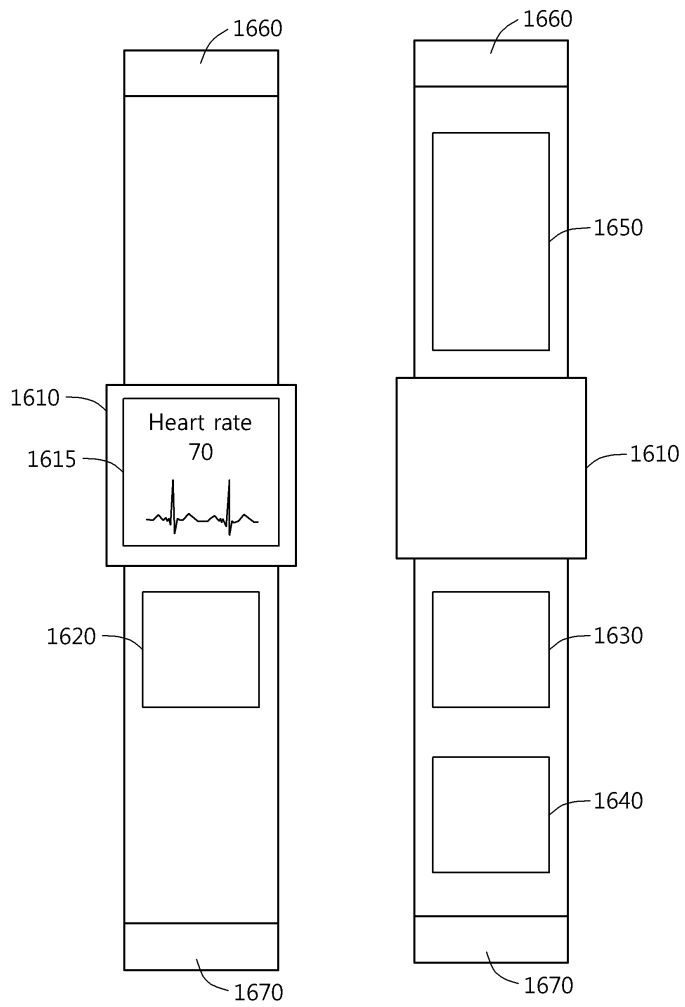
도면14



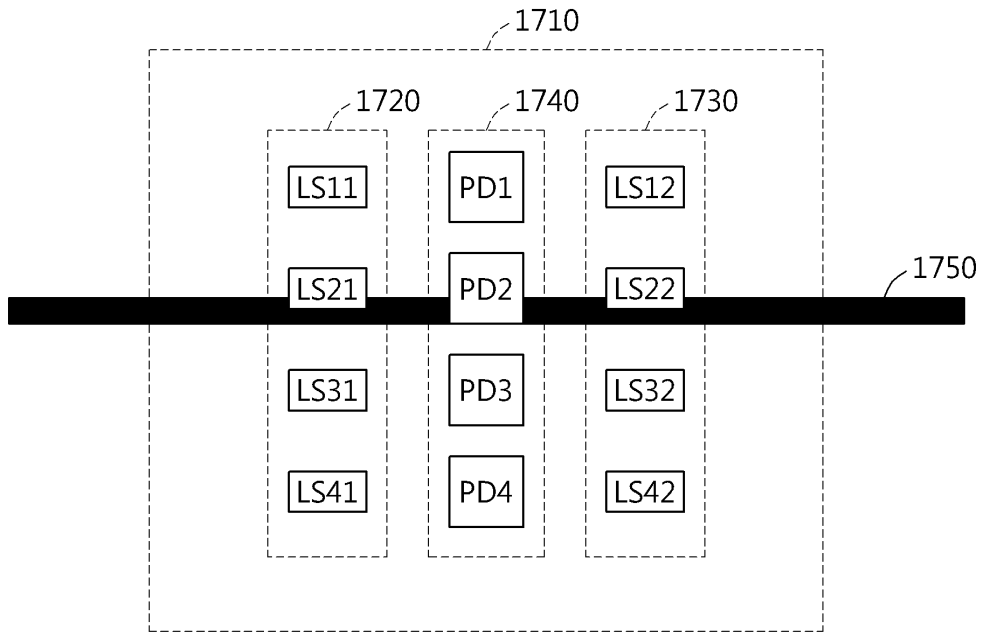
도면15



도면16



도면17



도면18

