



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년07월23일  
(11) 등록번호 10-2137259  
(24) 등록일자 2020년07월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H03H 7/12 (2006.01) A61B 5/00 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2013-0094166  
(22) 출원일자 2013년08월08일  
심사청구일자 2018년08월08일  
(65) 공개번호 10-2015-0017928  
(43) 공개일자 2015년02월23일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020060050892 A  
US20120095361 A1  
KR1020100107104 A

(73) 특허권자  
삼성전자주식회사  
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)  
서울대학교산학협력단  
서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)  
(72) 발명자  
김연호  
경기 화성시 동탄반석로 41, 616동 1301호 (반송동, 나루마을신도브레뉴아파트)  
강재민  
서울 강서구 곰달래로57길 45-28, 101호 (화곡동)  
(74) 대리인  
특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 19 항

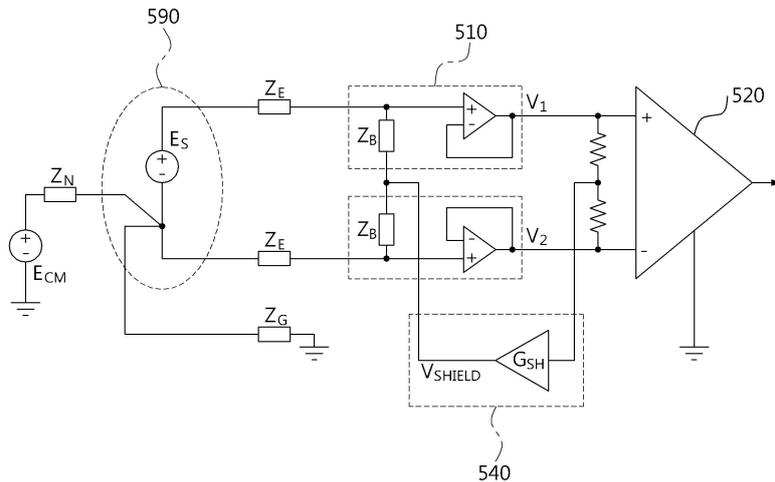
심사관 : 최규돈

(54) 발명의 명칭 공통모드에 의한 차폐 구동을 통해 생체 신호를 측정하는 방법, 장치 및 회로

(57) 요약

용량성 결합 능동전극(capacitive coupling electrode)을 이용한 생체 신호의 측정에서 공통모드 잡음을 제거하는 기술이 개시된다. 일 실시예에 따르면 필터를 통해 공통모드 신호의 특정 주파수 대역을 용량성 결합 능동전극의 차폐에 연동하여 생체 신호의 특정 주파수 대역을 보상할 수 있다. 구체적으로는 미리 정한 이득이 적용되는 필터를 통과한 공통모드 신호가 생체 신호로 피드백됨으로써, 차동 증폭기에서 공통모드 잡음이 감소될 수 있다.

대표도



(72) 발명자

**신건수**

경기 성남시 분당구 양현로166번길 20, 906동 304호 (이매동, 이매촌동신9단지아파트)

**박광석**

서울 서초구 고무래로 94, 201동 303호 (서초동, 현대아파트)

**이정수**

서울 도봉구 방학로 193, 14동 1212호 (방학동, 신동아1단지아파트)

**임용규**

서울 강남구 논현로 213, 104동 404호 (도곡동, 역삼럭키아파트)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

용량성 결합 능동전극(Capacitive Coupling Active Electrode) 회로에 있어서,

생체 신호를 감지하는 전극면(electrode face);

상기 용량성 결합 능동전극 회로 및 다른 용량성 결합 능동전극 회로의 출력들 간의 공통모드 신호 중 미리 정한 주파수 대역의 신호를 상기 생체 신호에 보상하기 위해 상기 공통모드 신호에 미리 정한 공통모드 구동 이득을 적용한 차폐 전위를 차폐(shield)로 출력하는 공통모드 연동부;

상기 차폐 전위를 초단 증폭기로 제공하는 차폐(shield); 및

상기 전극면의 출력과 연결되고, 상기 차폐 전위 및 상기 생체 신호를 증폭하는 초단 증폭기(pre-amplifier)를 포함하는 용량성 결합 능동전극 회로.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 공통모드 연동부는,

상기 공통모드 신호 중 상기 주파수 대역의 신호를 통과시키는 필터를 포함하는 용량성 결합 능동전극 회로.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 필터는,

상기 주파수 대역의 신호를 미리 정한 이득으로 통과시키도록 구성된 캐퍼시터, 저항 및 수동 소자를 포함하는 용량성 결합 능동전극 회로.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 공통모드 연동부는,

사용자의 제어에 따라 상기 미리 정한 주파수 대역을 변경하는 주파수 대역 변경부를 포함하는 용량성 결합 능동전극 회로.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 공통모드 연동부는,

상기 초단 증폭기의 입력 임피던스에 대한 상기 입력 임피던스 및 차폐 임피던스의 합의 비율로 미리 정한 공통모드 구동 이득을 상기 공통모드 신호에 적용하는 구동 이득 적용부

를 포함하고,

상기 차폐 임피던스는,

상기 전극면과 상기 차폐 사이에 형성되는 임피던스인,

용량성 결합 능동전극 회로.

**청구항 6**

제1항에 있어서,  
 상기 공통모드 연동부는,  
 미리 정한 공통모드 구동 이득에 대응하도록 상기 공통모드 신호에 대한 이득과 위상을 조절하는 조절부  
 를 포함하는 용량성 결합 능동전극 회로.

**청구항 7**

제1항에 있어서,  
 상기 공통모드 연동부는,  
 상기 공통모드 신호가 통과하는 저역통과필터 및 고역통과필터 중 적어도 하나,  
 를 포함하는 용량성 결합 능동전극 회로.

**청구항 8**

용량성 결합 능동전극 및 다른 용량성 결합 능동전극의 출력들 간의 공통모드 신호 중 미리 정한 주파수 대역의  
 신호를 생체 신호에 보상하기 위해, 상기 공통모드 신호를 차폐로 제공하는 공통모드 연동부;  
 상기 생체 신호를 측정하는 전극면, 상기 전극면의 출력과 연결되는 초단 증폭기 및 상기 공통모드 연동부와 연  
 결되어 상기 전극면 및 초단 증폭기를 감싸는 차폐를 포함하는 용량성 결합 능동전극; 및  
 상기 용량성 결합 능동전극의 출력 및 상기 다른 용량성 결합 능동전극의 출력 간의 차동 성분을 증폭하는 차동  
 증폭기  
 를 포함하는 공통 모드에 의한 차폐 구동을 통해 생체 신호를 측정하는 장치.

**청구항 9**

제8항에 있어서,  
 상기 공통모드 연동부는,  
 상기 공통모드 신호 중 상기 미리 정한 주파수 대역의 신호를 통과시키는 필터  
 를 포함하는 공통 모드에 의한 차폐 구동을 통해 생체 신호를 측정하는 장치.

**청구항 10**

제9항에 있어서,  
 상기 필터는,  
 상기 주파수 대역의 신호를 미리 정한 이득으로 통과시키도록 구성된 캐퍼시터, 저항 및 수동 소자  
 를 포함하는 공통 모드에 의한 차폐 구동을 통해 생체 신호를 측정하는 장치.

**청구항 11**

제8항에 있어서,  
 상기 공통모드 연동부는,  
 사용자의 제어에 따라 상기 미리 정한 주파수 대역을 변경하는 주파수 대역 변경부  
 를 포함하는 공통 모드에 의한 차폐 구동을 통해 생체 신호를 측정하는 장치.

**청구항 12**

제8항에 있어서,  
 상기 공통모드 연동부는,  
 상기 차단 증폭기의 입력 임피던스에 대한 상기 입력 임피던스 및 차폐 임피던스의 합의 비율로 미리 정한 공통 모드 구동 이득을 상기 공통모드 신호에 적용하는 구동 이득 적용부를 포함하고,  
 상기 차폐 임피던스는,  
 상기 전극면과 상기 차폐 사이에 형성되는 임피던스인,  
 공통 모드에 의한 차폐 구동을 통해 생체 신호를 측정하는 장치.

**청구항 13**

제8항에 있어서,  
 상기 공통모드 연동부는,  
 미리 정한 공통모드 구동 이득에 대응하도록 상기 공통모드 신호에 대한 이득과 위상을 조절하는 조절부를 포함하는 공통 모드에 의한 차폐 구동을 통해 생체 신호를 측정하는 장치.

**청구항 14**

제9항에 있어서,  
 상기 공통모드 연동부는,  
 상기 공통모드 신호가 통과하는 저역통과필터 및 고역통과필터 중 적어도 하나,를 포함하는 공통 모드에 의한 차폐 구동을 통해 생체 신호를 측정하는 장치.

**청구항 15**

용량성 결합 능동전극 회로의 전극면이 생체 신호를 감지하는 단계;  
 상기 용량성 결합 능동전극 회로 및 다른 용량성 결합 능동전극 회로의 출력들 간의 공통모드 신호 중 미리 정한 주파수 대역의 신호를 상기 생체 신호에 보상하기 위해 상기 공통모드 신호에 미리 정한 공통모드 구동 이득을 적용한 차폐 전위를 차폐로 출력하는 단계;  
 상기 생체 신호 및 상기 차폐 전위를 차단 증폭기의 입력 단자에 제공하는 단계; 및  
 상기 차단 증폭기의 출력 및 상기 다른 용량성 결합 능동전극 회로의 출력 간의 차동 성분을 증폭하는 단계를 포함하는 공통 모드에 의한 차폐 구동을 통해 생체 신호를 측정하는 방법.

**청구항 16**

제15항에 있어서,  
 상기 차폐 전위를 차폐로 출력하는 단계는,  
 상기 공통모드 신호 중 상기 미리 정한 주파수 대역의 신호를 통과시키는 단계를 포함하는 공통 모드에 의한 차폐 구동을 통해 생체 신호를 측정하는 방법.

**청구항 17**

제15항에 있어서,  
 상기 차폐 전위를 차폐로 출력하는 단계는,  
 상기 미리 정한 주파수 대역을 사용자의 제어에 따라 변경하는 단계

를 포함하는 공통 모드에 의한 차폐 구동을 통해 생체 신호를 측정하는 방법.

**청구항 18**

제15항에 있어서,

상기 차폐 전위를 차폐로 출력하는 단계는,

상기 초단 증폭기의 입력 임피던스에 대한 상기 입력 임피던스 및 차폐 임피던스의 합의 비율로 미리 정한 공통 모드 구동 이득을 상기 공통모드 신호에 적용하는 단계

를 포함하고,

상기 차폐 임피던스는,

상기 전극면과 상기 차폐 사이에 형성되는 임피던스인,

공통 모드에 의한 차폐 구동을 통해 생체 신호를 측정하는 방법.

**청구항 19**

제15항에 있어서,

상기 차폐 전위를 차폐로 출력하는 단계는,

미리 정한 공통모드 구동 이득에 대응하도록 상기 공통모드 신호에 대한 이득과 위상을 조절하는 단계

를 포함하는 공통 모드에 의한 차폐 구동을 통해 생체 신호를 측정하는 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 생체 신호를 측정하는 기술이 제공된다.

**배경 기술**

[0002] 인체와 측정 장치의 접지 사이에 의복 등의 전기 저항이 큰 물체가 있는 경우, 간접접촉 생체 신호 측정 장치는 전원 잡음 등의 공통모드 잡음(common-mode noise)을 줄일 필요가 있다.

[0003] 간접접촉 생체 신호 측정 장치에서의 공통모드 잡음을 줄이기 위해서 인체와 접지간의 임피던스를 최소화하도록 설계할 수 있다. 이를 위해 최대한 넓은 접지판을 사용하여 인체와 접지간의 전기적 용량을 크게 함으로써 결국 인체와 접지 간의 전기적 임피던스를 최소화할 수 있다. 또한, 오른발 구동 접지(driven-right-leg ground) 또는 액티브 접지(active ground), 액티브 커먼(active common)으로 불리는 방식을 사용하여 인체와 접지 간의 등가 임피던스를 줄일 수 있다. 이 경우, 오른발 구동 접지를 사용하면 접지판의 면적을 보다 줄일 수 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

**과제의 해결 수단**

[0004] 일 실시예에 따르면 생체 신호를 감지하는 전극면(electrode face), 미리 정한 주파수 대역을 보상하도록 공통 모드 신호를 차폐 전위와 연동하는 공통모드 연동부, 차폐 전위를 초단 증폭기로 제공하는 차폐(shield) 및 차폐 전위 및 생체 신호를 증폭하는 초단 증폭기(pre-amplifier)를 포함하는 용량성 결합 능동전극(Capacitive Coupling Active Electrode) 회로가 제공될 수 있다.

[0005] 다른 일 실시예에 따르면 공통모드 연동부는, 공통모드 신호 중 주파수 대역의 신호를 통과시키는 필터를 포함하는 용량성 결합 능동전극 회로가 제공될 수 있다.

[0006] 또 다른 일 실시예에 따르면 필터는, 주파수 대역의 신호를 미리 정한 이득으로 통과시키도록 구성된 캐퍼시터,

저항 및 수동 소자를 포함하는 용량성 결합 능동전극 회로가 제공될 수 있다.

- [0007] 또 다른 일 실시예에 따르면 공통모드 연동부는, 사용자의 제어에 따라 생체 신호를 보상하는 공통모드 신호의 주파수 대역을 변경하는 주파수 대역 변경부를 포함하는 용량성 결합 능동전극 회로가 제공될 수 있다.
- [0008] 또 다른 일 실시예에 따르면 공통모드 연동부는, 입력 임피던스에 대한 입력 임피던스 및 차폐 임피던스의 합의 비율로 미리 정한 공통모드 구동 이득을 공통모드 신호에 적용하여 차폐 전위와 연동하는 구동 이득 적용부를 포함하는 용량성 결합 능동전극 회로가 제공될 수 있다.
- [0009] 또 다른 일 실시예에 따르면 공통모드 연동부는, 미리 정한 공통모드 구동 이득에 대응하도록 공통모드 신호에 대한 이득과 위상을 조절하는 조절부를 포함하는 용량성 결합 능동전극 회로가 제공될 수 있다.
- [0010] 또 다른 일 실시예에 따르면 공통모드 연동부는, 공통모드 신호가 통과하는 저역통과필터 및 고역통과필터 중 적어도 하나, 를 포함하는 용량성 결합 능동전극 회로가 제공될 수 있다.
- [0011] 일 실시예에 따르면 미리 정한 주파수 대역을 보상하는 공통모드 신호를 차폐로 피드백(feedback)하는 공통모드 연동부, 생체 신호를 측정하는 전극면, 전극면 뒤에 설치된 초단 증폭기 및 공통모드 연동부와 연결되어 전극면 및 초단 증폭기를 감싸는 차폐를 포함하는 용량성 결합 능동전극 및 용량성 결합 능동전극에서 측정된 생체 신호의 차동 성분을 증폭하는 차동 증폭기를 포함하는 공통 모드에 의한 차폐 구동을 통해 생체 신호를 측정하는 장치가 제공될 수 있다.
- [0012] 다른 일 실시예에 따르면 공통모드 연동부는, 공통모드 신호 중 주파수 대역의 신호를 통과시키는 필터를 포함하는 공통 모드에 의한 차폐 구동을 통해 생체 신호를 측정하는 장치가 제공될 수 있다.
- [0013] 또 다른 일 실시예에 따르면 필터는, 주파수 대역의 신호를 미리 정한 이득으로 통과시키도록 구성된 캐퍼시터, 저항 및 수동 소자를 포함하는 공통 모드에 의한 차폐 구동을 통해 생체 신호를 측정하는 장치가 제공될 수 있다.
- [0014] 또 다른 일 실시예에 따르면 공통모드 연동부는, 사용자의 제어에 따라 생체 신호를 보상하는 공통모드 신호의 주파수 대역을 변경하는 주파수 대역 변경부를 포함하는 공통 모드에 의한 차폐 구동을 통해 생체 신호를 측정하는 장치가 제공될 수 있다.
- [0015] 또 다른 일 실시예에 따르면 공통모드 연동부는, 입력 임피던스에 대한 입력 임피던스 및 차폐 임피던스의 합의 비율로 미리 정한 공통모드 구동 이득을 공통모드 신호에 적용하여 차폐 전위와 연동하는 구동 이득 적용부를 포함하는 공통 모드에 의한 차폐 구동을 통해 생체 신호를 측정하는 장치가 제공될 수 있다.
- [0016] 또 다른 일 실시예에 따르면 공통모드 연동부는, 미리 정한 공통모드 구동 이득에 대응하도록 공통모드 신호에 대한 이득과 위상을 조절하는 조절부를 포함하는 공통 모드에 의한 차폐 구동을 통해 생체 신호를 측정하는 장치가 제공될 수 있다.
- [0017] 또 다른 일 실시예에 따르면 공통모드 연동부는, 공통모드 신호가 통과하는 저역통과필터 및 고역통과필터 중 적어도 하나, 를 포함하는 공통 모드에 의한 차폐 구동을 통해 생체 신호를 측정하는 장치가 제공될 수 있다.
- [0018] 일 실시예에 따르면 생체 신호를 감지하는 단계, 미리 정한 주파수 대역을 보상하도록 공통모드 신호를 차폐 전위와 연동하는 단계, 생체 신호에 차폐 전위를 피드백하는 단계 및 차폐 전위가 피드백된 생체 신호의 차동 성분을 증폭하는 단계를 포함하는 공통 모드에 의한 차폐 구동을 통해 생체 신호를 측정하는 방법이 제공될 수 있다.
- [0019] 다른 일 실시예에 따르면 미리 정한 주파수 대역을 보상하도록 공통모드 신호를 차폐 전위와 연동하는 단계는, 공통모드 신호 중 주파수 대역의 신호를 통과시키는 단계를 포함하는 공통 모드에 의한 차폐 구동을 통해 생체 신호를 측정하는 방법이 제공될 수 있다.
- [0020] 또 다른 일 실시예에 따르면 미리 정한 주파수 대역을 보상하도록 공통모드 신호를 차폐 전위와 연동하는 단계는, 생체 신호를 보상하는 공통모드 신호의 주파수 대역을 사용자의 제어에 따라 변경하는 단계를 포함하는 공통 모드에 의한 차폐 구동을 통해 생체 신호를 측정하는 방법이 제공될 수 있다.
- [0021] 또 다른 일 실시예에 따르면 미리 정한 주파수 대역을 보상하도록 공통모드 신호를 차폐 전위와 연동하는 단계는, 입력 임피던스에 대한 입력 임피던스 및 차폐 임피던스의 합의 비율로 미리 정한 공통모드 구동 이득을 공통모드 신호에 적용하여 차폐 전위와 연동하는 단계를 포함하는 공통 모드에 의한 차폐 구동을 통해 생체 신호

를 측정하는 방법이 제공될 수 있다.

[0022] 또 다른 일 실시예에 따르면 미리 정한 주파수 대역을 보상하도록 공통모드 신호를 차폐 전위와 연동하는 단계는, 미리 정한 공통모드 구동 이득에 대응하도록 공통모드 신호에 대한 이득과 위상을 조절하는 단계를 포함하는 공통 모드에 의한 차폐 구동을 통해 생체 신호를 측정하는 방법이 제공될 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0023] 도 1은 간접접촉 생체 신호 측정의 전기적 구성을 도시한 회로도이다.
- 도 2는 용량성 결합 능동전극의 구성을 도시한 도면이다.
- 도 3은 용량성 결합 능동전극의 전기적 모델을 도시한 회로도이다.
- 도 4는 단위 이득 공통모드 구동 차폐가 적용된 간접접촉 생체 신호 측정 장치를 도시한 회로도이다.
- 도 5는 일 실시예에 따른 공통모드에 의한 차폐 구동(driving shield)을 통해 생체 신호를 측정하는 장치를 도시한 회로도이다.
- 도 6은 일 실시예에 따른 용량성 결합 능동전극을 도시한 회로도이다.
- 도 7은 일 실시예에 따른 저역통과필터와 고역통과필터의 조합으로 구성된 공통모드 연동부를 도시한 도면이다.
- 도 8은 일 실시예에 따른 고역통과필터로 구성된 공통모드 연동부를 도시한 도면이다.
- 도 9는 일 실시예에 따른 특정 주파수에 맞춰진 공통모드 연동부를 도시한 도면이다.
- 도 10은 일 실시예에 따른 접지 차폐와 공통모드 구동 차폐의 전원 잡음 크기를 도시한 그래프이다.
- 도 11은 일 실시예에 따른 공통 모드에 의한 차폐 구동을 통해 생체 신호를 측정하는 방법을 도시한 흐름도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0024] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0025] 도 1은 간접접촉 생체 신호 측정의 전기적 구성을 도시한 회로도이다. 여기서 간접접촉 생체 신호 측정은 간접 접촉 심전도 측정(IDC-ECG, Indirect-contact ECG)을 포함할 수 있다. 예를 들면, IDC-ECG는 전극과 인체(190)의 피부간의 직접 접촉 없이 의복 위에서 심전도를 측정할 수 있는 측정 기술을 나타낼 수 있다. 이 때, IDC-ECG는 높은 입력 저항의 용량성 결합 능동전극(110)과 넓은 전도성 직물로 만든 접지판으로 구성될 수 있다.
- [0026] 여기서 능동전극은 인체(190)의 피부와 의복을 사이에 두고 간접적으로 접촉하여, 피부와 전극 간에는 용량성 결합을 이룰 수 있다. 두 개의 능동전극으로부터 측정된 두 신호에서, 차동 증폭기(120)를 통해 차동 성분을 추출할 수 있다. 이어서 차동 성분을 증폭기 내지 필터(130)를 이용하여 증폭하고 필터링함으로써 심전도 파형을 얻을 수 있다. 여기서, 접지판은 인체(190)의 피부와 직접 접촉 없이, 의복을 통한 용량성 결합에 의해 인체(190)를 접지시킬 수 있다. 예를 들면, 용량성 결합 능동전극(110)과 간접접촉 접지판에 의해, 인체(190)와 측정 장비 간에 직접 접촉이 전혀 없이 생체 신호를 측정할 수 있다.
- [0027] 도 2는 용량성 결합 능동전극의 구성을 도시한 도면이다. 용량성 결합 능동전극은 도 2에 도시된 바와 같이, 금속판으로 된 전극면(211), 전극면(211) 뒤에 설치된 초단 증폭기(213)(pre-amplifier) 및 전극면(211)과 전극면(211)의 뒷면을 둘러싼 금속 차폐(shield)(212)를 포함할 수 있다. 여기서 전극면(211)과 인체(290) 사이에 의복(291)이 있는 경우, 도 2에 도시된  $C_{CLTH}$  와 같은 용량성 결합이 형성될 수 있다.
- [0028] 일 실시예에 따르면 초단 증폭기(213)의 증폭기 소자(트랜지스터 또는 연산 증폭기)에 바이어스(bias) 전류를 흘려주어 증폭기를 안정화하기 위해서 초단 증폭기(213)의 입력 단자와 접지 사이에 저항( $R_B$ )을 연결할 수 있다. 간접접촉 생체 신호 측정에서는 증폭기 입력 임피던스를 크게 하기 위해 높은 저항(예를 들면  $2G\Omega$ ) 이상

의 저항)을 사용할 수 있다. 여기서, 전극면(211)과 접지간에는 표유정전용량 (stray capacitance)  $C_B$ 가 존재할 수 있다.

[0029] 도 3은 용량성 결합 능동전극(310)의 전기적 모델을 도시한 회로도이다. 여기서  $E_S$ 는 신호원으로서 생체 신호 측정 시의 생체 신호 발생원,  $Z_E$ 는 전극과 인체 피부 사이에 있는 의복(391)의 임피던스를 나타낼 수 있다. 일 실시예에 따르면 도 3에 도시된 바와 같이 차단 증폭기(313)의 입력 임피던스( $Z_A$ )는 캐피시터( $C_A$ ) 및 저항( $R_A$ )으로, 또한, 의복(391)의 임피던스( $Z_E$ )는 캐피시터( $C_{CLTH}$ ) 및 저항( $R_{CLTH}$ )으로 모델링될 수 있다. 차단 증폭기(313)의 입력 전압은  $V_{IN}$ , 출력 전압은  $V_O$ 로 나타낼 수 있다.

[0030] 상술한 용량성 결합 능동전극(310)에서 공통모드 잡음을 제거하기 위해, 간접접촉 생체 신호 측정에 일반적인 생체 신호 측정과 같이 두 전극 신호의 차동 측정 방식을 사용할 수 있다. 여기서 차동 측정 방식을 사용하더라도 공통모드 잡음이 완전히 제거되지 않을 수 있다. 예를 들면, 차동 증폭기의 공통모드 성분 제거비(CMRR, Common-Mode Rejection Ratio)가 유한할 수 있고, 두 전극의 임피던스에 차이가 생겨서 공통모드 전압이 일부분 차동 모드로 전환될 수 있으므로 공통모드 잡음이 완전히 제거되지 않을 수 있다. 여기서 간접접촉 생체 신호 측정에서는 의복(391)을 통한 간접접촉 특성상 두 전극간의 의복(391)의 임피던스 차이에 의한 전원 잡음이 클 수 있다.

[0031] 예를 들면 간접접촉 생체 신호 측정 시스템에서, 차폐는 상술한 도 3에 도시된 바와 같이 간접접촉 생체 신호 측정 장치의 접지와 연결될 수 있고, 차폐와 연결된 저항( $R_B$ )도 접지에 연결될 수 있다. 본 명세서에서는 이러한 차폐 방식을 접지 차폐(grounded shield)라고 나타낼 수 있다.

[0032] 일 실시예에 따른 공통모드 구동 차폐(common-mode-driven shield)는 공통모드 잡음을 줄이기 위해, 차폐 전위 (shield voltage)를 공통모드 입력 전압에 연동하여 변동시킬 수 있다. 공통모드 구동 차폐에 따른 구체적인 동작은 하기에서 상세히 설명한다.

[0033] 도 4는 단위 이득 공통모드 구동 차폐가 적용된 간접접촉 생체 신호 측정 장치를 도시한 회로도이다. 여기서 인체(490)는 신호원( $E_S$ ), 인체(490)와 대기 사이의 공통모드 잡음은 임피던스( $Z_N$ ) 및 신호원( $E_{CM}$ ), 인체(490)와 접지 사이의 관계는 임피던스( $Z_G$ )로 모델링될 수 있다.

[0034] 도 4에서, 접지 차폐(예를 들면, 차폐 전위인  $V^{SHIELD}=0$ )를 기반으로 하는 공통모드 잡음 성분은 하기와 같이 나타낼 수 있다. 두 전극의 임피던스와 두 전극에 대한 의복의 임피던스가 각각 서로 동일하다면 차동 증폭기(420) 입력단에서 관찰되는 차동 성분은 하기 수학식 1과 같이 나타낼 수 있다. 수학식 1에서는 공통모드 잡음 성분이 나타나지 않을 수 있다. 다만, 의복의 임피던스는 하기와 같이 서로 다르게 나타날 수 있다.

[0035] 예를 들면, 두 전극의 임피던스, 중 한쪽 의복 임피던스  $Z_E$ 가  $Z_E + \Delta Z_E$ 로 변화한다면, 차동 증폭기(420) 입력단의 차동 성분을 하기 수학식 2와 같이 근사 시켜 나타낼 수 있다. 여기서  $Z_E \gg \Delta Z_E$  라는 가정이 적용될 수 있다. 하기 수학식 2에서 공통모드 전압원  $E_{CM}$ 에 의한 차동 성분도 나타날 수 있고, 상술한 차동 성분의 크기는 두 전극의 의복 임피던스의 차( $\Delta Z_E$ )에 비례할 수 있다.

수학식 1

$$V_1 - V_2 = E_S \frac{Z_B}{Z_B + Z_E}$$

[0036]

수학식 2

$$V_1 - V_2 \approx E_{CM} \frac{\Delta Z_E Z_B Z_G}{(Z_B + Z_E)^2 Z_N} + E_S \frac{Z_B}{Z_B + Z_E}$$

[0037]

[0038]

여기서  $V_1$  및  $V_2$ 는 각각 차폐 전위와 연동된 생체 신호가 초단 증폭기(410)를 통과한 출력으로서 단위는 V이고,  $V_1$  및  $V_2$ 의 평균은 공통모드 신호,  $V_1$  및  $V_2$ 의 차는 차동 성분으로 사용될 수 있다.  $E_S$ 는 인체(490)의 생체 신호를 모델링한 신호원으로서 단위는 V일 수 있다.  $Z_B$ 는 전극과 차폐 사이에 형성되는 차폐 임피던스로서 단위는 ohm이고,  $Z_E$ 는 의복의 임피던스로서 단위는 ohm일 수 있다.  $Z_G$ 는 인체(490)와 접지 사이의 임피던스,  $Z_N$ 은 인체와 대기 사이의 임피던스를 모델링한 것으로서 단위는 ohm일 수 있다.  $E_{CM}$ 은 인체와 대기 사이의 공통모드 잡음을 모델링한 신호원으로서 단위는 V일 수 있다.

[0039]

일 실시예에 따르면 도 4는 단위 이득 공통모드 구동 차폐(unit-gain common-mode-driven shield)를 적용한 간접접촉 생체 신호 측정 장치를 도시할 수 있다. 이 경우 차폐 전압  $V_{SHIELD}$ 는 전극의 두 출력 간의 평균 전압으로 하기 수학식 3과 같이 연동될 수 있다. 두 출력의 평균 전압은 근사적으로 두 전극에 공통적으로 가해지는 공통모드 전압 신호로 나타낼 수 있다.

수학식 3

$$V_{SHIELD} = (V_1 + V_2) / 2$$

[0040]

[0041]

예를 들면, 도 4에서 공통모드 전압은 공통모드 연동부(441)를 통해 이득이 1로 차폐에 연결될 수 있다. 이를 통해 공통모드 성분에 대해서 전극의 입력 임피던스가 증가적으로 증대됨으로써, 의복 임피던스( $Z_E$ )의 비대칭에 의한 공통모드 잡음이 감소될 수 있다.

[0042]

일 실시예에 따른 단위 이득 공통모드 구동 차폐는 전극의 입력 임피던스를 증가적으로 높여서 공통모드 잡음을 줄일 수 있다. 용량성 결합 능동전극(410)을 이용한 생체 신호 측정은 기존의 다른 전극을 이용하는 측정에 비해, 도 3에 도시된 차폐 임피던스( $Z_B$ )가 상대적으로 커서 효과가 작게 나타날 수 있다. 구체적으로는 차폐 임피던스( $Z_B$ )에 비해 연산 증폭기의 입력 임피던스( $Z_A$ )가 상대적으로 작아진 영향이 나타난 것일 수 있다. 예를 들면, 이러한 용량성 결합 능동전극(410)을 이용한 측정에서, 단위 이득 공통모드 구동을 적용하면, 차폐 임피던스( $Z_B$ )는 증가적으로 커지지만 차폐 임피던스( $Z_B$ )에 병렬로 연결된 입력 임피던스( $Z_A$ )는 증가 없

이 그대로 유지되어 전체 전극의 공통모드 성분에 대한 등가 입력 임피던스의 증가가 적어질 수 있다.

[0043] 도 5는 일 실시예에 따른 공통모드에 의한 차폐 구동(driving shield)을 통해 생체 신호를 측정하는 장치를 도시한 회로도이다. 여기서 인체(590), 용량성 결합 능동전극(510), 차동 증폭기(520)는 상술한 도 4와 유사할 수 있다.

[0044] 일 실시예에 따른 입력 임피던스 보상형의 공통모드 구동 차폐는, 상술한 단위 이득 공통모드 구동 차폐와 달리, 공통모드 연동부(540)를 통해 공통모드 성분에 대해 전극의 입력 임피던스가 최대가 되도록 공통모드 구

동 이득을 결정할 수 있다. 차폐 전위( $V_{SHIELD}$ )는 공통모드 연동부(540)를 통해 하기 수학적 식 4와 같이 공통모드 신호와 연동될 수 있다.

수학적 식 4

[0045] 
$$V_{SHIELD} = G_{SH}(V_1 + V_2)/2$$

[0046] 여기서 최적의 공통모드 구동 이득( $G_{SH}$ )은 하기 수학적 식 5과 같이 나타낼 수 있다.

수학적 식 5

[0047] 
$$G_{SH} = \frac{Z_A + Z_B}{Z_A} = \frac{R_A + R_B + (C_A + C_B)R_A R_B s}{R_A + C_B R_A R_B s}$$

[0048] 일 실시예에 따르면 용량성 결합 능동전극(510)은 전극면, 공통모드 연동부(540), 차폐 및 초단 증폭기를 포함할 수 있다.

[0049] 전극면은  $Z_E$  로 모델링되는 의복 임피던스를 통해 생체 신호를 감지할 수 있다.

[0050] 공통모드 연동부(540)는 미리 정한 주파수 대역을 보상하도록 공통모드 신호를 차폐 전위와 연동할 수 있다. 여기서 미리 정한 주파수 대역은 공통모드 잡음을 감소시키기 위해 정해진 주파수 대역을 포함할 수 있다. 예를 들면, 공통모드 잡음 중 사용자가 제거하고자 하는 잡음이 발생하는 주파수 대역, 또는 전원 잡음이 발생하는 주파수 대역(예를 들면, 60Hz)을 포함할 수 있다.

[0051] 일 실시예에 따르면 공통모드 연동부(540)는 공통모드 신호 중 미리 정한 주파수 대역의 신호를 통과시키는 필터를 포함할 수 있다. 예를 들면, 필터는 미리 정한 주파수 대역의 신호를 미리 정한 이득으로 통과시키도록 구성된 캐퍼시터, 저항 및 수동 소자를 포함할 수 있다. 여기서 미리 정한 이득은 공통모드 구동 이득을 포함할 수 있다. 구체적으로 공통모드 구동 이득은 구동 이득 적용부를 통해 상술한 수학적 식 5와 같이, 입력 임피던

$$\frac{Z_A + Z_B}{Z_A}$$

스에 대한 입력 임피던스 및 차폐 임피던스의 합의 비율(예를 들면, )로 미리 정해질 수 있다.

[0052] 일 실시예에 따르면 공통모드 연동부(540)는 사용자의 제어에 따라 생체 신호를 보상하는 공통모드 신호의 주파수 대역을 변경하는 주파수 대역 변경부를 포함할 수 있다. 다른 일 실시예에 따르면 공통모드 연동부(540)는 미리 정한 공통모드 구동 이득에 대응하도록 공통모드 신호에 대한 이득과 위상을 조절하는 조절부를 포함할 수 있다. 예를 들면, 공통모드 연동부(540)가 RC 네트워크로 구성되는 경우, 조절부는 통과 주파수 대역 및 통과 대역 이득을 조절할 가변저항 및 가변캐퍼시터를 포함할 수 있다.

[0053] 차폐는 전도성 재질로써 용량성 결합 능동전극(510) 외부의 기타 잡음을 차단할 수 있다. 일 실시예에 따르면

공통모드 신호와 연동된 차폐 전위를 전극면에서 감지된 생체 신호로 피드백할 수 있다.

- [0054] 초단 증폭기는 공통모드 신호와 연동된 생체 신호를 증폭할 수 있다. 예를 들면, 버퍼(buffer)로 구성되어 차동 증폭기(520)로 두 개의 생체 신호를 전달할 수 있다. 전달된 생체 신호는 공통모드 신호 및 차동 신호를 출력하는데 사용될 수 있다.
- [0055] 일 실시예에 따른 간접접촉 생체 신호 측정 장치, 예를 들면 공통 모드에 의한 차폐 구동을 통해 생체 신호를 측정하는 장치는 공통모드 연동부(540), 용량성 결합 능동전극(510) 및 차동 증폭기(520)를 포함할 수 있다. 여기서 공통모드 연동부(540) 및 용량성 결합 능동전극(510)은 상술한 바와 같다.
- [0056] 차동 증폭기(520)는 초단 증폭기로부터 전달된 두 개의 생체 신호의 차동 성분을 증폭하여 차동 신호를 추출할 수 있다. 예를 들면 차동 신호는 심전도 신호를 포함할 수 있다.
- [0057] 도 6은 일 실시예에 따른 용량성 결합 능동전극(610)을 도시한 회로도이다. 여기서 의복(691), 용량성 결합 능동전극(610), 초단 증폭기(613)는 상술한 도 3과 유사할 수 있다. 일 실시예에 따르면 용량성 결합 능동전극(610)에서 차폐 전위는 공통모드 연동부(640)를 통해 공통모드 신호와 연동될 수 있다.
- [0058] 일 실시예에 따르면 용량성 전극을 둘러싼 차폐의 전압(예를 들면, 차폐 전위)를 공통모드 신호에 연동함으로써 공통모드 잡음을 줄일 수 있다. 여기서 일 실시예에 따른 용량성 결합 능동전극(610)은 단독으로 사용되거나, 오른발 구동 접지(RLD, Right Leg Drive)가 적용되어 동시에 사용될 수 있다.
- [0059] 일 실시예에 따른 용량성 결합 능동전극(610)은 접지 면적이 작기 때문에 접지가 불량한 간접접촉 생체 신호 측정 장치에 적용될 수 있고, 오른발 구동 접지와 동시에 적용함으로써 생체 신호 측정 장치의 공통모드 잡음을 보다 감소시킬 수 있다.
- [0060] 일 실시예에 따라 접지의 크기가 기존보다 수분의 1 이하로 줄어든 용량성 결합 능동전극(610)은 착용형 간접접촉 생체 신호 측정 장치와 같이 전극과 접지의 크기가 제한되는 장치에 적용될 수 있다. 또한, 측정의 편리성이 향상되어 측정 대상의 자각 없이 생체 신호를 측정할 수 있고, 심박 측정을 기반으로 하는 다양한 어플리케이션에 적용할 수 있다. 예를 들면, 다양한 어플리케이션은 R 피크(R-peak) 기반의 심전도 측정, 줄음 방지, 수면 및 스트레스 등의 데일리 모니터링, 반려동물 감시장치를 포함할 수 있다.
- [0061] 일 실시예에 따른 공통모드에 의한 차폐 구동을 고역통과필터와 저역통과필터의 출력의 합으로 구현하는 회로, 고역통과필터를 사용하여 구현하는 회로, 및 특정 주파수 대역에서 감소율이 최대가 되도록 이득이 결정된 공통모드 구동회로는 하기 도 7 내지 도 9에서 상세히 설명한다.
- [0062] 도 7은 일 실시예에 따른 저역통과필터(741)와 고역통과필터(742)의 조합으로 구성된 공통모드 연동부를 도시한 도면이다.
- [0063] 도 7a는 저역통과필터(741)와 고역통과필터(742)의 조합을 개념적으로 도시한 도면이다. 여기서 두 필터의 차단 주파수는  $2\pi C_B R_B$ , 1차 저역통과필터(741)의 통과대역 이득은  $(R_A + R_B)/R_A$ , 1차 고역통과필터(742)의 통과대역 이득은  $(C_A + C_B)/C_B$  로 정할 수 있다. 상술한 저역통과필터(741) 및 고역통과필터(742)의 조합에 따라 최적화된 공통모드 구동 이득은 하기 수학적 식 6과 같이 나타낼 수 있다. 다만, 각 필터는 1차 필터로 한정하는 것은 아니고 n차 필터도 사용할 수 있다. (예를 들면, n은 1 이상의 자연수)

**수학적 식 6**

$$G_{SH} = \frac{R_A + R_B}{R_A} \frac{1}{1 + C_B R_B s} + \frac{C_A + C_B}{C_B} \frac{C_B R_B s}{1 + C_B R_B s}$$

[0064]

[0065] 도 7b는 상술한 도 7a의 저역통과필터(741) 및 고역통과필터(742)의 조합을 RC 네트워크 회로로 도시한 회로도

이다. 저항( $R_{Ah}$ ,  $R_{Bh}$ ) 및 캐피시터( $C_{Ah}$ ,  $C_{Bh}$ )를 도 7b에 도시된 바와 같이 구성하고, 하기 수학적 식 7과 같이 각 수동 소자의 크기를 결정함으로써 미리 정한 공통모드 구동 이득이 적용된 공통모드 신호를 차폐 전위와 연동시킬 수 있다.

수학적 식 7

$$\frac{R_A}{R_{Ah}} = \frac{C_{Ah}}{C_A} = \frac{R_B}{R_{Bh}} = \frac{C_{Bh}}{C_B}$$

[0066]

일 실시예에 따르면 조절부를 통해 미리 정한 공통모드 구동 이득에 대응하도록 공통모드 신호에 대한 이득과 위상을 조절할 수 있다. 예를 들면, 조절부는 가변소자가 적용된  $R_{Bh}$  및  $C_{Bh}$ 를 포함할 수 있다.

$R_{Bh}$  및  $C_{Bh}$  크기를 조절함으로써 공통모드 신호에 대한 이득과 위상을 변경할 수 있다.

[0068]

도 8은 일 실시예에 따른 고역통과필터(742)로 구성된 공통모드 연동부를 도시한 도면이다. 도 8에 도시된 바와 같이 공통모드 구동 이득이 하나의 고역통과필터(742)를 이용하여 보다 간단한 형태로 구현될 수 있다. 이 경우 비교적 높은 주파수에서 공통모드 잡음의 감소율이 도 7에 도시된 저역통과필터와 고역통과필터(742)의 조합으로 구성된 공통모드 연동부의 최적 이득에 비해 작을 수 있다. 상술한 하나의 고역통과필터(742)를 이용한 경우의 공통모드 구동 이득은 하기 수학적 식 8과 같이 나타낼 수 있다. 여기서 s는 주파수 성분을 나타낼 수 있다.

수학적 식 8

$$G_{SH} = 1 + \frac{C_A}{C_B} \frac{C_B R_B s}{1 + C_B R_B s}$$

[0069]

도 9는 일 실시예에 따른 특정 주파수에 맞춰진 공통모드 연동부를 도시한 도면이다. 일 실시예에 따른 도 9에서 공통모드 연동부는 단순한 증폭기로 공통모드 구동 이득을 구현할 수 있다. 상술한 바와 같이 단순한 증폭기를 이용하는 경우 공통모드 잡음이 전체 주파수 범위에서 고르게 감소되지 않고, 특정 주파수 부분에서 감소율이 증가할 수 있다. 예를 들면, 하기 수학적 식 9와 같이 전원잡음 주파수에 맞춰서 이득을 조정하여 사용할 수 있다. 여기서  $\omega_0$ 는 주파수 성분으로서, 전원잡음 주파수에 맞춰질 수 있다.

수학적 식 9

$$G_{SH} = 1 + \frac{C_A R_B \omega_0}{\sqrt{1 + (C_B R_B \omega_0)^2}}$$

[0071]

도 10은 일 실시예에 따른 접지 차폐와 공통모드 구동 차폐의 전원 잡음 크기를 도시한 그래프이다. 여기서 도

[0072]

10은 일 실시예에 따른 공통 모드에 의한 차폐 구동을 통해 생체 신호를 측정하는 장치의 전원 잡음 감소 효과를 나타낼 수 있다.

- [0073] 도 10a는 접지 차폐를 이용한 생체 신호 측정 결과, 도 10b는 단위 이득 공통모드 구동 차폐를 이용한 생체 신호 측정 결과, 도 10c는 일 실시예에 따라 최적의 공통모드 구동 이득을 적용한 공통모드 구동 차폐를 이용한 생체 신호 측정 결과를 나타낼 수 있다. 도 10b에 도시된 바와 같이 공통모드 구동 차폐를 이용한 생체 신호 측정은 전원 잡음을 크게 감소시킬 수 있다. 또한, 도 10c에 도시된 바와 같이 최적의 공통모드 구동 차폐를 이용하면 전원 잡음을 대부분 제거할 수 있다. 여기서 전원 잡음은 60Hz 잡음을 포함할 수 있다.
- [0074] 도 11은 일 실시예에 따른 공통 모드에 의한 차폐 구동을 통해 생체 신호를 측정하는 방법을 도시한 흐름도이다.
- [0075] 우선, 단계(1110)에서는 대상의 생체 신호를 감지할 수 있다. 예를 들면, 생체 신호는 심전도(ECG, electrocardiogram), 안전도(EOG, electrooculogram), 근전도(EMG, electromyogram), 뇌전도(EEG, electroencephalogram) 등을 포함할 수 있다.
- [0076] 그리고 단계(1120)에서는 공통모드 연동부를 통해 미리 정한 주파수 대역을 보상하도록 공통모드 신호를 차폐 전위와 연동할 수 있다. 여기서 공통모드 연동부는 공통모드 신호 중 미리 정한 주파수 대역의 신호를 통과시키는 필터, 사용자의 제어에 따라 생체 신호를 보상하는 공통모드 신호의 주파수 대역을 변경하는 주파수 대역 변경부, 입력 임피던스에 대한 입력 임피던스 및 차폐 임피던스의 합의 비율로 미리 정한 공통모드 구동 이득을 공통모드 신호에 적용하여 차폐 전위와 연동하는 구동 이득 적용부, 미리 정한 공통모드 구동 이득에 대응하도록 공통모드 신호에 대한 이득과 위상을 조절하는 조절부를 포함할 수 있다.
- [0077] 일 실시예에 따르면 필터는 공통모드 신호가 통과하는 저역통과필터 및 고역통과필터 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 예를 들면, 저역통과필터 및 고역통과필터는 주파수 대역의 신호를 미리 정한 이득으로 통과시키도록 구성된 캐퍼시터, 저항 및 수동 소자를 포함할 수 있다.
- [0078] 이어서 단계(1130)에서는 감지된 생체 신호에 차폐 전위를 피드백할 수 있다. 예를 들면, 공통모드 신호를 입력받은 공통모드 연동부가 전극면에서 감지된 생체 신호와 동일한 노드에 차폐 전위를 출력할 수 있다.
- [0079] 그리고 단계(1140)에서는 차폐 전위가 피드백된 생체 신호의 차동 성분을 증폭할 수 있다. 예를 들면, 상술한 도 5에 도시된 바와 같은 차동 증폭기를 통해 차동 성분을 증폭할 수 있다. 다른 일 실시예에 따르면 차동 증폭기를 통해 차동 성분을 추출하고, 별도의 증폭기를 통해 추출된 차동 성분을 증폭할 수 있다.
- [0080] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable 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 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.
- [0081] 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(embodiment)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.
- [0082] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판

독 가능 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 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.

[0083] 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.

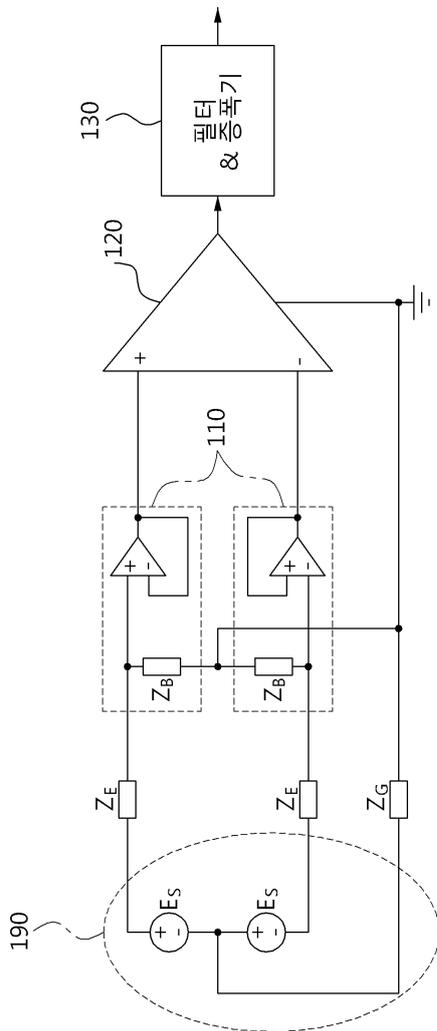
[0084] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

**부호의 설명**

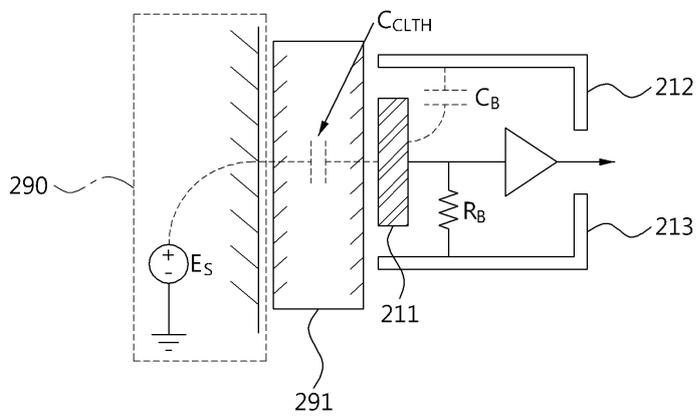
- [0085] 510: 용량성 결합 능동전극
- 520: 차동 증폭기
- 540: 공통모드 연동부
- 590: 인체

도면

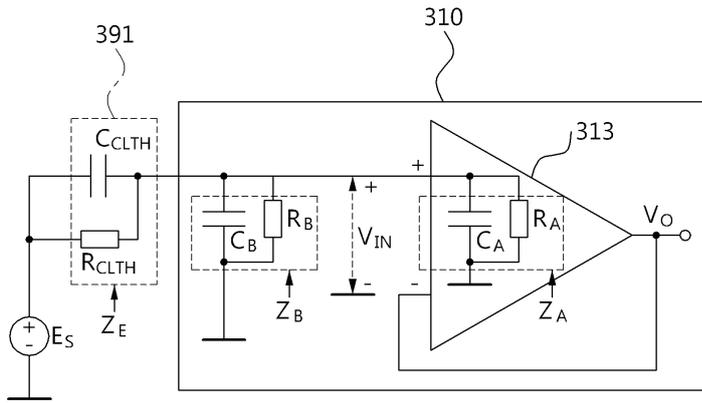
도면1



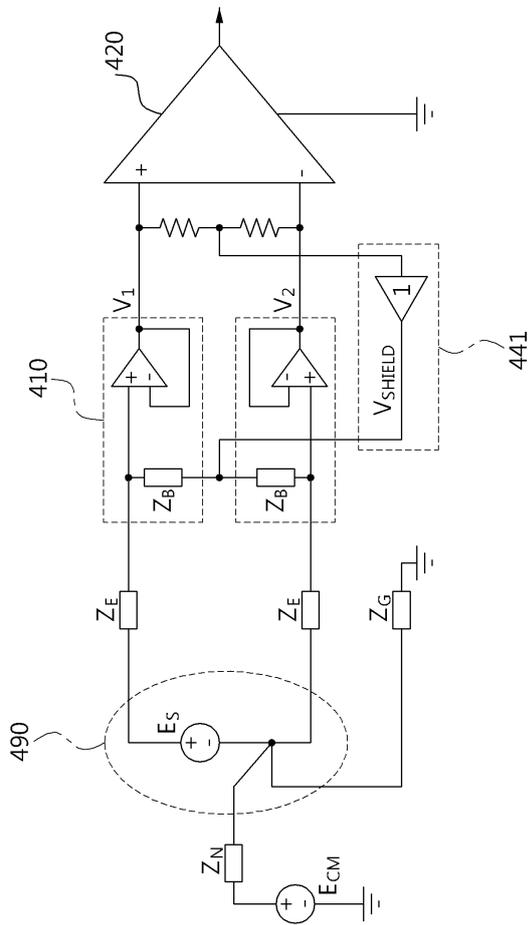
도면2



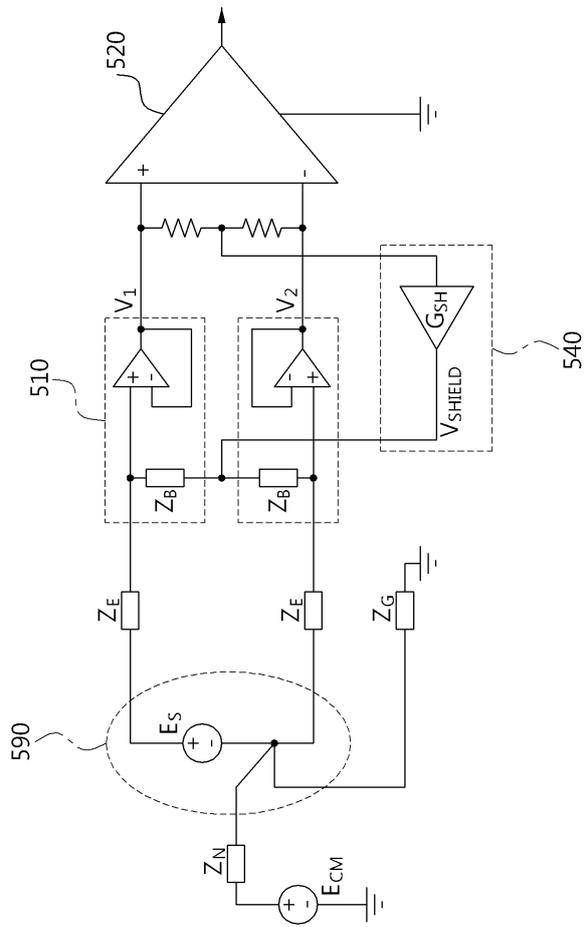
도면3



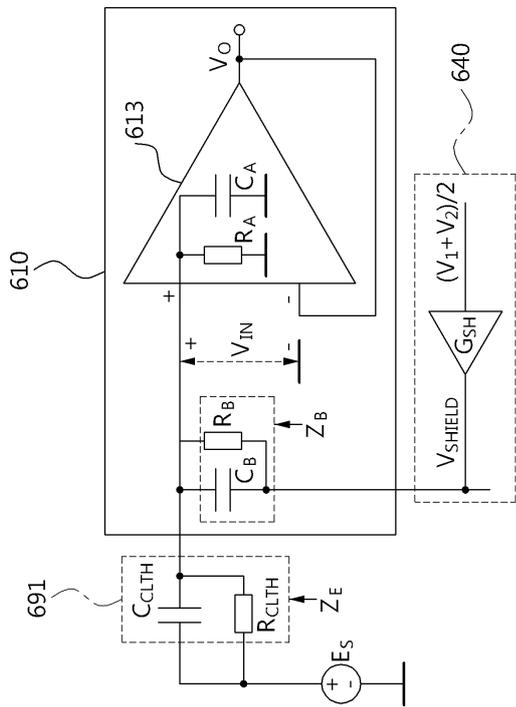
도면4



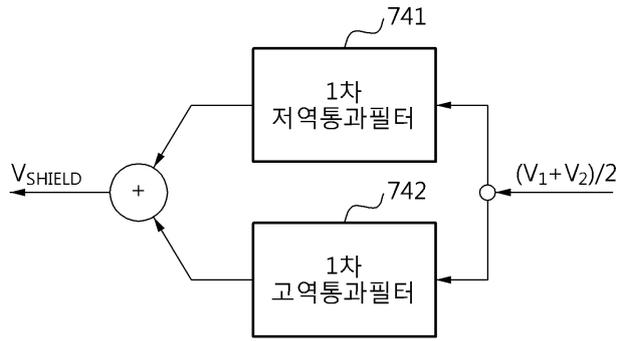
도면5



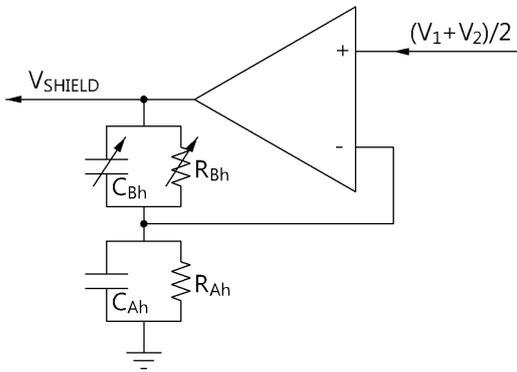
도면6



도면7

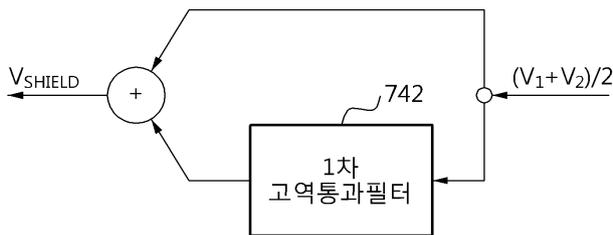


(a)

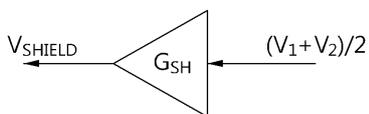


(b)

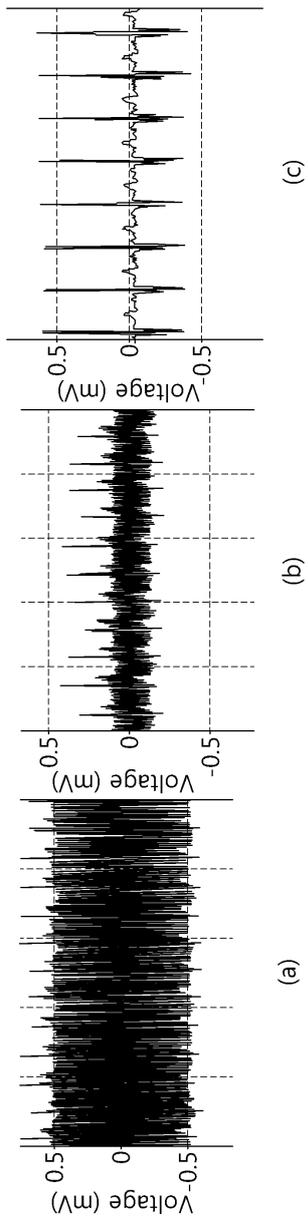
도면8



도면9



도면10



도면11

