

(11) 공개번호 10-2023-0140101
(43) 공개일자 2023년10월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)	(71) 출원인
<i>A61B 5/30</i> (2021.01) <i>A61B 5/00</i> (2021.01)	울산과학기술원
(52) CPC특허분류	울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
<i>A61B 5/30</i> (2022.01)	(72) 발명자
<i>A61B 5/7225</i> (2021.01)	김성진
(21) 출원번호	10-2022-0038797
(22) 출원일자	2022년03월29일
심사청구일자	2022년03월29일
	(73) 권리자
	특허법인대백
	울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
	(74) 대리인
	특허법인대백
	울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

전체 청구항 수 : 총 12 항

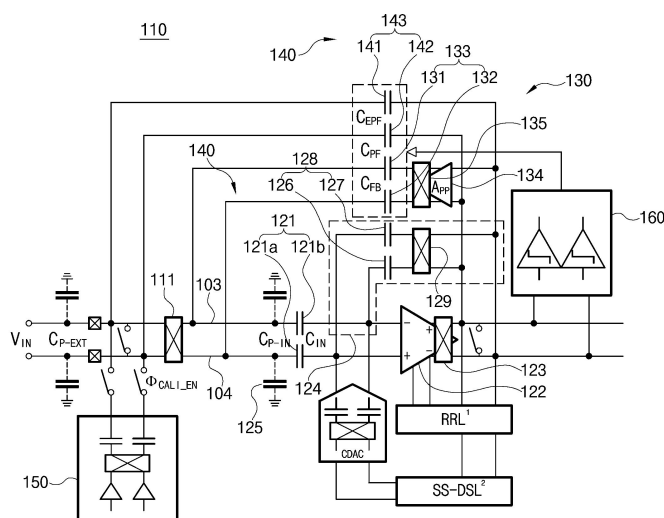
(54) 발명의 명칭 듀얼 포지티브 피드백을 구비한 생체 신호 처리 장치

(57) 요약

본 발명은, 내부 포지티브 피드백과 외부 포지티브 피드백을 구성하여 입력 임피던스를 크게 높여서 외부 기생 커패시턴스를 보상하여 생체 전위 신호를 감쇠없이 생체 신호 처리 장치에 입력할 수 있는 듀얼 포지티브 피드백을 구비한 생체 신호 처리 장치를 제공할 수 있다.

본 발명에 따르면, 높은 입력 임피던스와 최고의 노이즈 성능을 동시에 달성할 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도4



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711135048
과제번호	2021M3F3A2A01037367
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	차세대지능형반도체기술개발(R&D)
연구과제명	대량정보 처리를 위한 확장형 저잡음 모듈화된 뇌신호 증폭 IC 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	울산과학기술원
연구기간	2021.04.09 ~ 2023.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

인체 표피에 부착하는 접촉식으로 구성된 2개의 전극으로부터 입력받는 생체 전위 신호를 증폭한 후, 차동 연산하여 생체 신호를 획득하는 생체 신호 검출부를 포함하고, 상기 생체 신호 검출부는,

상기 2개의 전극에 연결된 제1 도선과 제2 도선이 입출력되며, 일정한 주파수의 초퍼 제어 신호에 의해 온오프되는 스위치인 제1 초퍼 스위치;

상기 제1 초퍼 스위치의 출력단에 연결되어 상기 제1 도선과 상기 제2 도선의 2개의 채널을 통해 입력받는 생체 전위 신호를 증폭하여 차동 연산하는 증폭부;

일단이 상기 제1 초퍼 스위치의 출력단에 연결되고, 타단이 증폭부의 출력단에 연결되고, 상기 제1 초퍼 스위치에 입력되는 입력 전류(IIN)만큼 전류(IPF)를 상기 증폭부에 주입하여 상기 입력 전류(IIN)를 제거하는 내부 임피던스 보정부; 및

일단이 상기 제1 초퍼 스위치의 입력단에 연결되고, 타단이 증폭부의 출력단에 연결되고, 상기 2개의 전극과 상기 생체 신호 검출부의 사이에 생성된 외부 기생 커패시턴스(CP-EXT)에 흐르는 전류(IP-EXT)만큼 전류(IEPF)를 상기 증폭부의 입력단에 주입하여 상기 생체 신호 검출부에 입력되는 외부 입력 전류(T-IIN)를 제거하여 입력 임피던스(T-ZIN)를 높이는 외부 임피던스 보정부를 포함하는 듀얼 포지티브 피드백을 구비한 생체 신호 처리 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 증폭부는 입력 커패시터, 증폭기, 제2 초퍼 스위치, 내거티브 피드백 회로를 포함하고,

상기 증폭기는 출력단에 일정한 주파수(fchop)의 초퍼 제어 신호에 의해 온오프되는 제2 초퍼 스위치를 결합하고, (-) 입력단에는 상기 제1 도선이 연결되고, (+) 입력단에는 상기 제2 도선이 연결하고,

상기 입력 커패시터(CIN)는 일단이 상기 제1 초퍼 스위치의 출력단에 상기 제1 도선을 통해 연결되고, 타단이 증폭기의 (-) 입력단에 연결되는 제1 입력 커패시터(CIN)를 포함하고, 일단이 상기 제1 초퍼 스위치의 출력단에 상기 제2 도선을 통해 연결되고, 타단이 상기 증폭기의 (+) 입력단에 연결되는 제2 입력 커패시터(CIN)를 포함하는 듀얼 포지티브 피드백을 구비한 생체 신호 처리 장치.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 내거티브 피드백 회로는 상기 증폭기의 (-) 출력단에 연결된 일단과, 제1 내거티브 커패시터(CFB)를 통해 상기 증폭기의 (+) 입력단에 연결되고, 상기 증폭기의 (+) 출력단에 연결된 일단과, 제2 내거티브 커패시터(CFB)를 통해 상기 증폭기의 (-) 입력단에 연결되는 제3 초퍼 스위치를 포함하는 듀얼 포지티브 피드백을 구비한 생체 신호 처리 장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 내부 임피던스 보정부는 내부 포지티브 피드백(Internal Positive Feedback)으로서, 상기 증폭기의 (-) 출력단에 연결된 일단과, 제1 내부 커패시터(CPF)를 통해 상기 제1 초퍼 스위치의 출력단의 제1 도선에 연결되고, 상기 증폭기의 (+) 출력단에 연결된 일단과, 제2 내부 커패시터(CPF)를 통해 상기 제1 초퍼 스위치의 출력단의 제2 도선에 연결되는 감쇠기에 결합된 제4 초퍼 스위치를 포함하고, 상기 제1 내부 커패시터(CPF)와 상기 제2 내부 커패시터(CPF)로 이루어진 내부 커패시터(CPF)를 포함하는 듀얼 포지티브 피드백을 구비한 생체 신호 처리 장치.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 외부 임피던스 보정부는 외부 포지티브 피드백(External Positive Feedback)으로서, 상기 증폭기의 (-) 출력단에 연결된 일단과, 상기 제1 초과 스위치의 입력단의 제1 도선에 연결되는 제1 외부 커패시터(CEPF)를 포함하고, 상기 증폭기의 (+) 출력단에 연결된 일단과, 상기 제1 초과 스위치의 입력단의 제2 도선에 연결되는 제2 외부 커패시터(CEPF)로 이루어진 외부 커패시터(CEPF)를 포함하는 듀얼 포지티브 피드백을 구비한 생체 신호 처리 장치.

청구항 6

인체 표피에 부착하는 접촉식으로 구성된 전극으로부터 입력받는 생체 전위 신호를 증폭한 후, 차동 연산하여 생체 신호를 획득하는 생체 신호 검출부를 포함하고, 상기 생체 신호 검출부는,

전극에 연결된 입력도선이 입력단에 연결하고, 출력도선이 출력단에 연결되어 일정한 주파수의 초과 제어 신호에 의해 온오프되는 스위치인 제1 초과 스위치;

상기 제1 초과 스위치의 출력단에 연결되어 입력받는 생체 전위 신호를 증폭하여 차동 연산하는 증폭부;

일단이 상기 제1 초과 스위치의 출력단에 연결되고, 타단이 증폭부의 출력단에 연결되고, 상기 제1 초과 스위치에 입력되는 입력 전류(IIN)만큼 전류(IPF)를 상기 증폭부에 주입하여 상기 입력 전류(IIN)를 제거하는 내부 임피던스 보정부; 및

일단이 상기 제1 초과 스위치의 입력단에 연결되고, 타단이 증폭부의 출력단에 연결되고, 상기 전극과 상기 생체 신호 검출부의 사이에 생성된 외부 기생 커패시턴스(CP-EXT)에 흐르는 전류(IP-EXT)만큼 전류(IEPF)를 상기 증폭부의 입력단에 주입하여 상기 생체 신호 검출부에 입력되는 외부 입력 전류(T-IIN)를 제거하여 입력 임피던스(T-ZIN)를 높이는 외부 임피던스 보정부를 포함하는 듀얼 포지티브 피드백을 구비한 생체 신호 처리 장치.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 증폭부는 입력 커패시터(CIN), 증폭기, 제2 초과 스위치, 내거티브 피드백 회로를 포함하고,

상기 입력 커패시터(CIN)는 일단이 상기 제1 초과 스위치의 출력단에 출력도선을 통해 연결되고, 타단이 상기 증폭기의 입력단에 연결하고, 상기 증폭기는 출력단에 일정한 주파수의 초과 제어 신호에 의해 온오프되는 제2 초과 스위치를 결합하고,

상기 내거티브 피드백 회로는 상기 증폭기의 출력단에 연결된 일단과, 내거티브 커패시터(CFB)를 통해 상기 증폭기의 입력단에 연결되는 제3 초과 스위치를 포함하는 듀얼 포지티브 피드백을 구비한 생체 신호 처리 장치.

청구항 8

청구항 6에 있어서,

상기 내부 임피던스 보정부는 내부 포지티브 피드백(Internal Positive Feedback)으로서, 상기 증폭기의 출력단에 연결된 일단과, 내부 커패시터(CPF)를 통해 상기 제1 초과 스위치의 출력단의 출력도선에 연결되는 감쇠기에 결합된 제4 초과 스위치를 포함하는 듀얼 포지티브 피드백을 구비한 생체 신호 처리 장치.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 외부 임피던스 보정부는 외부 포지티브 피드백(External Positive Feedback)으로서, 상기 증폭기의 출력단에 연결된 일단과, 상기 제1 초과 스위치의 입력단의 입력도선에 연결되는 외부 커패시터(CEPF)를 포함하는 듀얼 포지티브 피드백을 구비한 생체 신호 처리 장치.

청구항 10

청구항 5 또는 청구항 9에 있어서,

상기 제1 초과 스위치의 입력단과 연결되어 2mVpp의 입력 전압을 입력하는 신호 발생기; 및

입력단이 증폭기의 출력단에 연결되고, 출력단이 상기 외부 커패시터(CEPF)와 상기 내부 커패시터(CPF)에 연결되어 있고, 상기 증폭기의 출력전압(Vout)이 기설정된 기준전압(600mVpp)을 넘어서 발진하는지 판단하는 캘리브레이션부를 더 포함하는 듀얼 포지티브 피드백을 구비한 생체 신호 처리 장치.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 캘리브레이션부는 상기 증폭기의 출력전압(Vout)이 기설정된 기준전압(200mVpp)을 넘는 경우, 상기 외부 커패시터(CEPF)와 상기 내부 커패시터(CPF)의 값을 상승시킨 후, 상기 증폭기의 출력전압(Vout)이 기설정된 기준전압(600mVpp)을 넘어서 발진하는지 판단하고, 발진하는 경우, 상기 외부 커패시터(CEPF)와 상기 내부 커패시터(CPF)의 값을 올리는 것을 중단하는 듀얼 포지티브 피드백을 구비한 생체 신호 처리 장치.

청구항 12

청구항 10에 있어서,

상기 캘리브레이션부는 상기 증폭기의 출력전압(Vout)이 기설정된 기준전압(200mVpp)을 넘는 경우, 상기 내부 커패시터(CPF)의 값을 기설정된 기준값만큼 올리고, 상기 증폭기의 출력전압(Vout)이 기준전압(600mVpp)을 넘어서 발진하는지 다시 판단하고, 상기 증폭기의 출력전압(Vout)이 600mVpp를 넘어서 발진하는 경우, 상기 외부 커패시터(CEPF)의 값을 기설정된 기준값만큼 올리고,

상기 증폭기의 출력전압(Vout)이 기준전압(600mVpp)을 넘어서 발진하는지 다시 판단하고, 상기 내부 커패시터(CPF)와 상기 외부 커패시터(CEPF)의 값을 교대로 값을 상승시키면서 상기 증폭기의 출력전압(Vout)이 발진되는 전압값을 찾을 때까지 반복하고, 발진하는 경우, 상기 외부 커패시터(CEPF)와 상기 내부 커패시터(CPF)의 값을 올리는 것을 중단하는 듀얼 포지티브 피드백을 구비한 생체 신호 처리 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 생체 신호 처리 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 내부 포지티브 피드백과 외부 포지티브 피드백을 구성하여 입력 임피던스를 크게 높여서 외부 기생 커패시턴스를 보상하여 생체 전위 신호를 감쇠없이 생체 신호 처리 장치에 입력할 수 있는 듀얼 포지티브 피드백을 구비한 생체 신호 처리 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 생체 신호는 인체의 세포 간에 발생하는 미세한 전기적 신호로서, 의학 분야에서 환자의 상태 및 근전 상태를 판단하는데 사용되며, 대표적인 것으로 심전도, 근전도, 뇌파 등이 있다.

[0003] 심전도(ECG), 뇌전도(EEG), 근전도(EMG)와 같은 생체 전위 신호가 제공하는 생리학적 정보는 지난 수십 년 동안 사람들의 일상 생활에 필수 요소였다. 따라서, 이러한 생체 신호를 가혹한 사용 환경에서도 비침습적이고 편안한 방식으로 안정적으로 제공할 수 있는 웨어러블 생체 센서가 개발되었다.

[0004] 최근 개발된 웨어러블 디바이스는 센서와 인체 간의 인터페이스를 위해 건식 전극을 채택하고 있는데, 이는 습식 전극보다 편의성과 내구성 면에서 사용자 경험이 더 우수하기 때문이다.

[0005] 한편, 아날로그 프론트 엔드(Analog Front End, AFE)의 입력 임피던스는 일반적인 건식 전극의 임피던스가 수백 킬로옴에서 수십 메가옴에 이르기 때문에 신호 감쇠를 방지하기 위해 100M보다 커야 한다. 그러나 생체 전위 획득을 위한 아날로그 프론트 엔드(AFE)가 시계나 안경과 같은 다양한 웨어러블 장치에 통합됨에 따라 다양한 인터페이스 환경은 AFE의 입력 노드에서 큰 외부 기생 커패시턴스(CP-EXT)를 유발할 수 있다.

[0006] 도 1은 종래 기술에 따른 생체 신호 계측 장치의 구성을 나타낸 도면이다.

[0007] 생체 신호 계측 장치(10)는 건식 전극(11)에서 높은 임피던스를 발생하는데, 증폭부(12)의 입력 임피던스(IC-ZIN)가 작은 경우, PCB 라우팅, PAD 및 ESD 기생을 포함하는 외부 기생 커패시턴스(CP-EXT)와 입력 임피던스(IC-ZIN)의 전압 분배로 인하여 건식 전극(11)에서 입력되는 생체 전위 신호인 입력 신호가 작아지게 된다.

[0008] 따라서, 생체 신호 계측 장치(10)는 증폭부(12)의 입력 임피던스(IC-ZIN)를 충분히 크게 형성해야 건식 전극에서 높은 임피던스를 사용한 입력 신호가 감쇠되지 않고 그대로 증폭부(12)로 입력될 수 있는 과제를 해결해야 한다.

[0009] 생체 신호 계측 장치(10)는 회로가 복잡하여 외부 기생 커패시턴스(CP-EXT)가 크게 생기게 되면, 입력 임피던스(T-ZIN)가 외부 기생 커패시턴스(CP-EXT)와 증폭부(12)의 입력 임피던스(IC-ZIN)와 병렬로 구성되며, 이로 인하여 입력 임피던스(T-ZIN)가 낮아지므로 입력 신호도 작아지게 되는 문제점이 발생한다.

[0010] 도 2는 종래 기술에 따른 생체 신호 계측 장치의 인스트루먼트 증폭기의 내부 구성을 나타낸 도면이다.

[0011] 종래 기술에 따른 생체 신호 계측 장치(10)의 인스트루먼트 증폭기(12)는 초퍼 증폭기(Chopper Amplifier)로서, 일정한 주파수에 의해 온오프하는 스위치(13)를 구비하고, 스위치(13)의 주파수를 높일수록 OP AMP(14)의 노이즈가 낮아지는 반면, 입력 임피던스(VIN/IIN)가 낮아져서 입력 임피던스(IC-ZIN)도 낮아지는 문제점이 발생한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0012] (특허문헌 0001) 한국 등록특허번호 제10-1101635호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명은 내부 포지티브 피드백과 외부 포지티브 피드백을 구성하여 입력 임피던스를 크게 높여서 외부 기생 커패시턴스를 보상하여 생체 전위 신호를 감쇠없이 생체 신호 처리 장치에 입력할 수 있는 듀얼 포지티브 피드백을 구비한 생체 신호 처리 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0014] 본 발명은, 인체 표피에 부착하는 접촉식으로 구성된 2개의 전극으로부터 입력받는 생체 전위 신호를 증폭한 후, 차동 연산하여 생체 신호를 획득하는 생체 신호 검출부를 포함하고, 상기 생체 신호 검출부는,

[0015] 상기 2개의 전극에 연결된 제1 도선과 제2 도선이 입출력되며, 일정한 주파수의 초퍼 제어 신호에 의해 온오프되는 스위치인 제1 초퍼 스위치;

[0016] 상기 제1 초퍼 스위치의 출력단에 연결되어 상기 제1 도선과 상기 제2 도선의 2개의 채널을 통해 입력받는 생체 전위 신호를 증폭하여 차동 연산하는 증폭부;

[0017] 일단이 상기 제1 초퍼 스위치의 출력단에 연결되고, 타단이 증폭부의 출력단에 연결되고, 상기 제1 초퍼 스위치에 입력되는 입력 전류(IIN)만큼 전류(IPF)를 상기 증폭부에 주입하여 상기 입력 전류(IIN)를 제거하는 내부 임피던스 보정부; 및

[0018] 일단이 상기 제1 초퍼 스위치의 입력단에 연결되고, 타단이 증폭부의 출력단에 연결되고, 상기 2개의 전극과 상기 생체 신호 검출부의 사이에 생성된 외부 기생 커패시턴스(CP-EXT)에 흐르는 전류(IP-EXT)만큼 전류(IEPF)를 상기 증폭부의 입력단에 주입하여 상기 생체 신호 검출부에 입력되는 외부 입력 전류(T-IIN)를 제거하여 입력 임피던스(T-ZIN)를 높이는 외부 임피던스 보정부를 포함한다.

[0020] 또한, 증폭부는 입력 커패시터, 증폭기, 제2 초퍼 스위치, 내거티브 피드백 회로를 포함하고,

[0021] 증폭기는 출력단에 일정한 주파수(fchop)의 초퍼 제어 신호에 의해 온오프되는 제2 초퍼 스위치를 결합하고, (-) 입력단에는 상기 제1 도선이 연결되고, (+) 입력단에는 상기 제2 도선이 연결하고, 입력 커패시터(CIN)는 일단이 상기 제1 초퍼 스위치의 출력단에 상기 제1 도선을 통해 연결되고, 타단이 증폭기의 (-) 입력단에 연결되는 제1 입력 커패시터(CIN)를 포함하고, 일단이 상기 제1 초퍼 스위치의 출력단에 상기 제2 도선을 통해 연결되고, 타단이 상기 증폭기의 (+) 입력단에 연결되는 제2 입력 커패시터(CIN)를 포함한다.

- [0023] 또한, 내거티브 피드백 회로는 상기 증폭기의 (-) 출력단에 연결된 일단과, 제1 내거티브 커패시터(CFB)를 통해 상기 증폭기의 (+) 입력단에 연결되고, 상기 증폭기의 (+) 출력단에 연결된 일단과, 제2 내거티브 커패시터(CFB)를 통해 상기 증폭기의 (-) 입력단에 연결되는 제3 초과 스위치를 포함한다.
- [0025] 또한, 내부 임피던스 보정부는 내부 포지티브 피드백(Internal Positive Feedback)으로서, 상기 증폭기의 (-) 출력단에 연결된 일단과, 제1 내부 커패시터(CPF)를 통해 상기 제1 초과 스위치의 출력단의 제1 도선에 연결되고, 상기 증폭기의 (+) 출력단에 연결된 일단과, 제2 내부 커패시터(CPF)를 통해 상기 제1 초과 스위치의 출력단의 제2 도선에 연결되는 감쇠기에 결합된 제4 초과 스위치를 포함하고, 상기 제1 내부 커패시터(CPF)와 상기 제2 내부 커패시터(CPF)로 이루어진 내부 커패시터(CPF)를 포함한다.
- [0027] 또한, 외부 임피던스 보정부는 외부 포지티브 피드백(External Positive Feedback)으로서, 상기 증폭기의 (-) 출력단에 연결된 일단과, 상기 제1 초과 스위치의 입력단의 제1 도선에 연결되는 제1 외부 커패시터(CEPF)를 포함하고, 상기 증폭기의 (+) 출력단에 연결된 일단과, 상기 제1 초과 스위치의 입력단의 제2 도선에 연결되는 제2 외부 커패시터(CEPF)로 이루어진 외부 커패시터(CEPF)를 포함한다.
- [0029] 그리고, 본 발명에 따른 듀얼 포지티브 피드백을 구비한 생체 신호 처리 장치는, 인체 표피에 부착하는 접촉식으로 구성된 전극으로부터 입력받는 생체 전위 신호를 증폭한 후, 자동 연산하여 생체 신호를 획득하는 생체 신호 검출부를 포함하고, 상기 생체 신호 검출부는,
- [0030] 전극에 연결된 입력도선이 입력단에 연결하고, 출력도선이 출력단에 연결되어 일정한 주파수의 초과 제어 신호에 의해 온오프되는 스위치인 제1 초과 스위치;
- [0031] 상기 제1 초과 스위치의 출력단에 연결되어 입력받는 생체 전위 신호를 증폭하여 자동 연산하는 증폭부;
- [0032] 일단이 상기 제1 초과 스위치의 출력단에 연결되고, 타단이 증폭부의 출력단에 연결되고, 상기 제1 초과 스위치에 입력되는 입력 전류(IIN)만큼 전류(IPF)를 상기 증폭부에 주입하여 상기 입력 전류(IIN)를 제거하는 내부 임피던스 보정부; 및
- [0033] 일단이 상기 제1 초과 스위치의 입력단에 연결되고, 타단이 증폭부의 출력단에 연결되고, 상기 전극과 상기 생체 신호 검출부의 사이에 생성된 외부 기생 커패시턴스(CP-EXT)에 흐르는 전류(IP-EXT)만큼 전류(IEPF)를 상기 증폭부의 입력단에 주입하여 상기 생체 신호 검출부에 입력되는 외부 입력 전류(T-IIN)를 제거하여 입력 임피던스(T-ZIN)를 높이는 외부 임피던스 보정부를 포함한다.

발명의 효과

- [0034] 본 발명에 따르면, 내부 포지티브 피드백과 외부 포지티브 피드백을 구성하여 입력 임피던스를 크게 높여서 복수의 외부 기생 커패시턴스를 보상하여 생체 전위 신호를 감쇠없이 생체 신호 처리 장치에 입력할 수 있는 효과가 있다.
- [0035] 본 발명은 높은 입력 임피던스와 최고의 노이즈 성능을 동시에 달성할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0036] 도 1은 종래 기술에 따른 생체 신호 측정 장치의 구성을 나타낸 도면이다.
- 도 2는 종래 기술에 따른 생체 신호 측정 장치의 인스트루먼트 증폭기의 내부 구성을 나타낸 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 듀얼 포지티브 피드백을 구비한 생체 신호 처리 장치의 구성을 나타낸 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 생체 신호 검출부의 구성을 나타낸 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 제1 실시예에 따른 캘리브레이션 모습을 나타낸 도면이다.

도 6은 본 발명의 제2 실시예에 따른 생체 신호 검출부의 구성을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0037] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.
- [0038] 본 발명의 생체 신호 처리 장치는 건식 전극에서 높은 임피던스를 사용한 입력 신호가 감쇠되지 않고 그대로 증폭부로 입력될 수 있도록 증폭부의 입력 임피던스(IC-ZIN)를 충분히 크게 형성하는 방법을 제공한다.
- [0039] 본 발명은 외부 기생 커패시턴스(CP-EXT)가 많이 생기더라도 생체 신호 처리 장치 전체의 입력 임피던스(T-ZIN)를 높여서 입력 신호를 감쇠하지 않고 생체 전위 신호를 그대로 들어올 수 있는 방법을 제공한다.
- [0040] 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 듀얼 포지티브 피드백을 구비한 생체 신호 처리 장치의 구성을 나타낸 도면이고, 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 생체 신호 검출부의 구성을 나타낸 도면이고, 도 5는 본 발명의 제1 실시예에 따른 캘리브레이션 모습을 나타낸 도면이다.
- [0041] 본 발명의 제1 실시예에 따른 듀얼 포지티브 피드백을 구비한 생체 신호 처리 장치(100)는 계측하려는 생체 신호의 종류에 따라 지정되는 서로 다른 특정 부위에서 인체의 표피에 나타나는 생체 전위 신호를 증폭하여 차동 연산하여 생체 전위 신호를 검출하는 생체 신호 검출부(110)와, 생체 신호 검출부(110)로부터 검출한 생체 전위 신호의 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 아날로그 디지털 컨버터(105)를 포함한다.
- [0042] 생체 신호 검출부(110)는 인스트루먼트 앰플리파이어(Instrument Amplifier)를 나타낸다.
- [0043] 2개의 전극(101, 102)은 인체 표피에 부착하는 접촉식으로 구성되고, 제1 도선(103)과 제2 도선(104)에 의해서 생체 신호 검출부(110)에 전기 신호적으로 연결된다.
- [0044] 생체 신호 검출부(110)는 2개의 전극(101, 102)으로부터 입력받는 생체 전위 신호를 증폭한 후, 차동 연산하여 생체 신호를 획득한다.
- [0045] 생체 신호 검출부(110)는 2개의 전극(101, 102), 제1 도선(103), 제2 도선(104)으로 이루어진 2개의 채널을 통해 생체 전위 신호를 입력받는다. 2개의 채널에 의해 나타나는 입력 임피던스(T-ZIN, IC-ZIN)로 표현한다.
- [0046] 2개의 전극(101, 102)의 입력단에는 제1 입력 임피던스(T-ZIN)가 발생하고, 기관의 회로가 복잡하여 외부 기생 커패시턴스(CP-EXT)(106)를 형성하고, 생체 신호 검출부(110)의 입력단의 제1 도선(103)과 제2 도선(104) 사이에 제2 입력 임피던스(IC-ZIN)가 발생한다.
- [0047] 제1 입력 임피던스(T-ZIN)는 제2 입력 임피던스(IC-ZIN)와, 외부 기생 커패시턴스(106)로 인해 발생한 제3 입력 임피던스(ZP-EXT)를 병렬로 연결되고, 이로 인하여 제1 입력 임피던스(T-ZIN)가 낮아져 입력 신호가 감쇠된다.
- [0048] 생체 신호 검출부(110)는 외부 기생 커패시턴스(CP-EXT)(106)가 많이 생기더라도 제1 입력 임피던스(T-ZIN)를 높게 하여 입력 신호의 감쇠없이 그대로 들어올 수 있는 방법을 제공한다.
- [0049] 생체 신호 검출부(110)는 저잡음 증폭 회로부인 용량 결합 계측 증폭기(Capacitive Coupled Instrumentation Amplifier, CCIA) 구조일 수 있다.
- [0050] 생체 신호 검출부(110)는 제1 초퍼 스위치(111), 증폭부(120), 내부 임피던스 보정부(130), 외부 임피던스 보정부(140), 신호 발생기(150) 및 캘리브레이션부(160)를 포함한다.
- [0051] 제1 초퍼 스위치(111)는 2개의 전극(101, 102)에 연결된 제1 도선(103)과 제2 도선(104)이 입력력되며, 일정한 주파수의 초퍼 제어 신호에 의해 온오프되는 스위치이다.
- [0052] 증폭부(120)는 2개의 전극(101, 102)으로 입력받은 생체 전위 신호를 각각 증폭한 후, 차동 연산한다.
- [0053] 증폭부(120)는 입력 커패시터(121), 증폭기(122), 제2 초퍼 스위치(123), 내거티브 피드백 회로(124)를 포함한다.
- [0054] 입력 커패시터(CIN)(121)는 일단이 제1 초퍼 스위치(111)의 출력단에 제1 도선(103)을 통해 연결되고, 타단이 증폭기(122)의 (-) 입력단에 연결되는 제1 입력 커패시터(CIN)(121a)를 포함하고, 일단이 제1 초퍼 스위치(111)의 출력단에 제2 도선(104)을 통해 연결되고, 타단이 증폭기(122)의 (+) 입력단에 연결되는 제2 입력 커패시터(CIN)(121b)를 포함한다.

- [0055] 입력 커패시터(121)는 제1 입력 커패시터(CIN)(121a)와 제2 입력 커패시터(CIN)(121b)에 흐르는 두 전류의 차이를 차동 연산(+ 전류, - 전류)하여 계산된다.
- [0056] 입력 커패시터(CIN)(121)는 근처에 일단이 접지된 내부 기생 커패시턴스(CP-IN)(125)를 형성한다. 내부 기생 커패시턴스(CP-IN)(125)에는 전류(IP-IN)가 흐른다.
- [0057] 증폭기(122)는 내거티브 피드백 회로(124)에 의해 증폭도를 조절할 수 있다. 증폭기(122)는 제1 도선(103)과 제2 도선(104)의 2개의 채널을 통해 입력받는 생체 전위 신호를 증폭하여 차동 연산한다.
- [0058] 증폭기(122)는 출력단에 일정한 주파수(fchop)의 초과 제어 신호에 의해 온오프되는 제2 초과 스위치(123)를 결합한다.
- [0059] 증폭기(122)의 (-) 입력단에는 제1 도선(103)이 연결되고, 증폭기(122)의 (+) 입력단에는 제2 도선(104)이 연결된다.
- [0060] 내거티브 피드백 회로(124)는 증폭기(122)의 (-) 출력단에 연결된 일단과, 제1 내거티브 커패시터(CFB)(126)를 통해 증폭기(122)의 (+) 입력단에 연결되고, 증폭기(122)의 (+) 출력단에 연결된 일단과, 제2 내거티브 커패시터(CFB)(127)를 통해 증폭기(122)의 (-) 입력단에 연결되는 제3 초과 스위치(129)를 포함한다.
- [0061] 내거티브 커패시터(CFB)(128)는 제1 내거티브 커패시터(CFB)(126)와 제2 내거티브 커패시터(CFB)(127)의 두 전류(IFB)의 차이를 차동 연산(+ 전류, - 전류)하여 계산된다.
- [0062] 증폭기(122)는 제1 내거티브 커패시터(CFB)(126)와 제2 내거티브 커패시터(CFB)(127)의 비율에 따라 일정한 이득을 갖게 된다. 여기서, 이득(Gain, Av)은 CIN/CFB이다.
- [0063] 내부 임피던스 보정부(130)는 내부 포지티브 피드백(Internal Positive Feedback)으로서, 증폭기(122)의 (-) 출력단에 연결된 일단과, 제1 내부 커패시터(CPF)(131)를 통해 제1 초과 스위치(111)의 출력단의 제1 도선(103)에 연결되고, 증폭기(122)의 (+) 출력단에 연결된 일단과, 제2 내부 커패시터(CPF)(132)를 통해 제1 초과 스위치(111)의 출력단의 제2 도선(104)에 연결되는 감쇠기(134)에 결합된 제4 초과 스위치(135)를 포함한다.
- [0064] 제1 내부 커패시터(CPF)(131)는 제1 도선(103)을 통해 제1 입력 커패시터(CIN)(121a)에 연결되고, 제2 내부 커패시터(CPF)(132)는 제2 도선(104)을 통해 제2 입력 커패시터(CIN)(121b)에 연결된다.
- [0065] 내부 커패시터(CPF)(133)는 제1 내부 커패시터(CPF)(131)와 제2 내부 커패시터(CPF)(132)에 흐르는 두 전류(IPF)의 차이를 차동 연산(+ 전류, - 전류)하여 계산된다.
- [0066] 입력 전류(IIN)에서 발생하는 입력 임피던스(IC-ZIN)는 하기의 수학적 식 1과 같이 정의된다.

수학적 식 1

$$IC-Z_{IN} = \frac{1}{2 \cdot f_{chop} \cdot [C_{IN} + C_{P-IN} - C_{PF} \cdot (A_V - 1)]}$$

- [0067]
- [0068] 여기서, CPF는 내부 커패시터, CIN는 입력 커패시터, CP-IN는 내부 기생 커패시턴스, fchop는 제4 초과 스위치(135)를 온오프시키는 주파수이다.
- [0069] 내부 임피던스 보정부(130)는 내부 커패시터(CPF)(133)가 커질수록 내부 커패시터(CPF)(133)에 흐르는 전류(IPF)가 커지고, 이로 인하여 입력 전류(IIN)가 작아지거나 제거된다.
- [0070] 다시 말해, 내부 임피던스 보정부(130)는 입력 커패시터(CIN)(121)에 의해 유도되는 입력 전류(IIN)만큼 내부 커패시터(CPF)(121)에 흐르는 전류(IPF)를 주입하여 입력 전류(IIN)를 작게 만들거나 제거할 수 있다.
- [0071] 입력 커패시터(CIN)(121)는 이미 알고 있는 값이므로 입력 커패시터(CIN)(121)에 대응하도록 내부 커패시터(CPF)(133)를 구성하면, 입력 전류(IIN)를 아주 작게 하거나 제거할 수 있게 된다.
- [0072] 입력 임피던스(IC-ZIN)는 입력 전류(IIN)가 작아질수록 커지게 된다.
- [0073] 입력 임피던스(IC-ZIN)는 내부 커패시터(CPF)(133)가 커질수록 커지고, 내부 커패시터(CPF)(133)가 작아질수록

작아진다.

- [0074] 외부 임피던스 보정부(140)는 외부 포지티브 피드백(External Positive Feedback)으로서, 증폭기(122)의 (-) 출력단에 연결된 일단과, 제1 초과 스위치(111)의 입력단의 제1 도선(103)에 연결되는 제1 외부 커패시터(CEPF)(141)를 포함하고, 증폭기(122)의 (-) 출력단에 연결된 일단과, 제1 초과 스위치(111)의 입력단의 제2 도선(104)에 연결되는 제2 외부 커패시터(CEPF)(142)를 포함한다.
- [0075] 내부 포지티브 피드백과 외부 포지티브 피드백을 합쳐서 듀얼 포지티브 피드백(Dual Positive Feedback)이라 명칭한다.
- [0076] 외부 커패시터(CEPF)(143)는 제1 외부 커패시터(CEPF)(141)와 제2 외부 커패시터(CEPF)(142)에 흐르는 두 전류(IEPF)의 차이를 차동 연산(+ 전류, - 전류)하여 계산된다.
- [0077] 외부 기생 커패시턴스(CP-EXT)(106)와 외부 커패시터(CEPF)(143)는 초과 스위치가 없기 때문에 동일한 주파수로 이루어져 있어 컨트롤이 용이하다.
- [0078] 외부 임피던스 보정부(140)는 외부 기생 커패시턴스(CP-EXT)(106)에 흐르는 전류(IP-EXT)만큼 외부 커패시터(CEPF)(143)에 흐르는 전류(IEPF)를 주입하여 외부 입력 전류(T-IIN)를 작게 만들거나 제거할 수 있다.
- [0079] 외부 기생 커패시턴스(CP-EXT)(106)에 흐르는 전류(IP-EXT)와 외부 커패시터(CEPF)(143)에 흐르는 전류(IEPF)가 같게 되면, 외부 입력 전류(T-IIN)는 입력 전류(IIN)가 같게 된다.
- [0080] 이를 정리하면 다음의 수학식 2와 같다.

수학식 2

$$T - I_{IN} = I_{IN} + \boxed{I_{P-EXT} - I_{EPF}}$$

**Cancelled out by
external PFL**

- [0081]
- [0082] 전극의 제1 입력 임피던스(T-ZIN)는 다음의 수학식 3과 같이, 정의될 수 있다.

수학식 3

$$T - Z_{IN} = \frac{1}{2 \cdot f_{Chop} \left[\boxed{C_{IN} + C_{P-IN} - C_{PF} \cdot A_{PF} \cdot (A_V - 1)} \right] + 2f_{IN} \left[\boxed{C_{P-EXT} - C_{EPF} (A_V - 1)} \right]}$$

Cancelled out Cancelled out

- [0083]
- [0084] 내부 임피던스 보정부(130)는 입력 커패시터(CIN)(121)에 의해 유도되는 입력 전류(IIN)만큼 내부 커패시터(CPF)(133)에 흐르는 전류(IPF)를 주입하여 입력 전류(IIN)를 제거한다(Cancelled out).
- [0085] 여기서, Cancelled out은 입력 커패시터(CIN)(121)에 의해 유도되는 입력 전류(IIN)만큼 내부 커패시터(CPF)(133)에 흐르는 전류(IPF)를 주입하여 입력 전류(IIN)가 0에 가까워지는 것을 의미한다. 입력 전류(IIN)가 0에 가까워지면, 입력 임피던스가 커짐을 의미한다.
- [0086] 외부 임피던스 보정부(140)는 외부 기생 커패시턴스(CP-EXT)(106)에 흐르는 전류(IP-EXT)만큼 외부 커패시터(CEPF)(143)에 흐르는 전류(IEPF)를 주입하여 외부 입력 전류(T-IIN)를 제거한다(Cancelled out).
- [0087] 여기서, Cancelled out은 외부 기생 커패시턴스(CP-EXT)(106)에 흐르는 전류(IP-EXT)만큼 외부 커패시터(CEPF)(143)에 흐르는 전류(IEPF)를 주입하여 외부 입력 전류(T-IIN)가 0에 가까워지는 것을 의미한다. 외부 입력 전류(T-IIN)가 0에 가까워지면, 외부 입력 임피던스가 커짐을 의미한다.
- [0088] 이로 인하여 생체 신호 검출부(110)는 외부 기생 커패시턴스(CP-EXT)(106)가 많이 생기더라도 제1 입력 임피던

스(T-ZIN)를 높게 하여 입력 신호의 감쇠없이 생체 전위 신호를 그대로 들어올 수 있게 된다.

- [0089] 신호 발생기(150)는 제1 초과 스위치(111)의 입력단과 연결되어 2mVpp의 입력 전압을 입력하면, Closed Loop Gain이 100이므로 증폭기(122)의 출력전압(Vout)이 200mVpp가 나오게 된다. 이때, 생체 신호 검출부(110)는 안정된 상태(Stable)를 나타낸다.
- [0090] 캘리브레이션부(160)는 입력단이 증폭기(122)의 출력단에 연결되고, 출력단이 내부 커패시터(CPF)(133)와 외부 커패시터(CEPF)(143)에 연결되어 있다.
- [0091] 캘리브레이션부(160)는 증폭기(122)의 출력전압(Vout)이 200mVpp로 안정되게 나오는 경우, 외부 커패시터(CEPF)(143)와 내부 커패시터(CPF)(133)의 값을 상승시킨 후, 증폭기(122)의 출력전압(Vout)이 기설정된 기준전압(600mVpp)을 넘어서 발진하는지 다시 판단하고, 이러한 과정을 반복하여 증폭기(122)의 출력전압(Vout)이 발진되는 전압값이 될 때까지 반복한다.
- [0092] 캘리브레이션부(160)는 출력전압(Vout)이 기설정된 기준전압(600mVpp)보다 작으면, 내부 커패시터(CPF)(133)와 외부 커패시터(CEPF)의 값을 올리고, 동일한 과정을 반복하고, 출력전압(Vout)이 기설정된 기준전압(600mVpp)보다 크면, 발진이라고 판단하고, 내부 커패시터(CPF)(133)와 외부 커패시터(CEPF)의 값을 올리는 것을 중단하는 것이다. 캘리브레이션부(160)는 증폭기(122)의 출력전압(Vout)이 600mVpp를 넘어서 발진하는지 판단하고, 증폭기(122)의 출력전압(Vout)이 기설정된 기준전압(600mVpp)를 넘는 경우, 내부 커패시터(CPF)(133)의 값을 기설정된 기준값만큼 올리고, 증폭기(122)의 출력전압(Vout)이 기설정된 기준전압(600mVpp)을 넘어서 발진하는지 다시 판단한다.
- [0093] 이어서, 캘리브레이션부(160)는 증폭기(122)의 출력전압(Vout)이 600mVpp를 넘어서 발진하는 경우, 외부 커패시터(CEPF)(143)의 값을 기설정된 기준값만큼 올리고, 증폭기(122)의 출력전압(Vout)이 기설정된 기준전압(600mVpp)을 넘어서 발진하는지 다시 판단한다.
- [0094] 이러한 방식으로 캘리브레이션부(160)는 내부 커패시터(CPF)(133)와 외부 커패시터(CEPF)(143)의 값을 교대로 값을 상승시켜 증폭기(122)의 출력전압(Vout)이 발진되는 전압값을 찾을 때까지 반복한다.
- [0096] 도 6은 본 발명의 제2 실시예에 따른 생체 신호 검출부의 구성을 나타낸 도면이다.
- [0097] 본 발명의 제2 실시예에 따른 생체 신호 검출부(110)는 신호 발생기(150), 캘리브레이션부(160), 증폭부(170), 내부 임피던스 보정부(180), 외부 임피던스 보정부(190)를 포함한다.
- [0098] 증폭부(170)는 입력받은 생체 전위 신호를 증폭하여 출력한다.
- [0099] 증폭부(170)는 제1 초과 스위치(171), 입력 커패시터(172), 증폭기(173), 제2 초과 스위치(174), 내거티브 피드백 회로(175)를 포함한다.
- [0100] 제1 초과 스위치(171)는 생체 전위 신호를 입력하는 입력도선에 입력단이 연결되고, 출력도선에 출력단이 연결된다.
- [0101] 제1 초과 스위치(171)는 일정한 주파수의 초과 제어 신호에 의해 온오프되는 스위치이다.
- [0102] 입력 커패시터(CIN)(172)는 일단이 제1 초과 스위치(171)의 출력단에 출력도선을 통해 연결되고, 타단이 증폭기(173)의 입력단에 연결된다.
- [0103] 입력 커패시터(172)는 근처에 일단이 접지된 외부 기생 커패시턴스(CP-IA)(172a)를 형성한다. 외부 기생 커패시턴스(CP-IN)(172a)에는 전류(IP-IN)가 흐른다.
- [0104] 증폭기(173)는 내거티브 피드백 회로에 의해 증폭도를 조절할 수 있다. 증폭기는 입력도선을 통해 입력받은 생체 전위 신호를 증폭하여 연산한다.
- [0105] 증폭기(173)는 출력단에 일정한 주파수의 초과 제어 신호에 의해 온오프되는 제2 초과 스위치(174)를 결합한다.
- [0106] 내거티브 피드백 회로는 증폭기(173)의 출력단에 연결된 일단과, 내거티브 커패시터(CFB)를 통해 증폭기(173)의 입력단에 연결되는 제3 초과 스위치(176)를 포함한다.
- [0107] 내부 임피던스 보정부(175)는 내부 포지티브 피드백(Internal Positive Feedback)으로서, 증폭기(173)의 출력단에 연결된 일단과, 내부 커패시터(CPF)(178)를 통해 제1 초과 스위치(171)의 출력단의 출력도선에 연결되는

감쇠기(179a)에 결합된 제4 초과 스위치(179)를 포함한다.

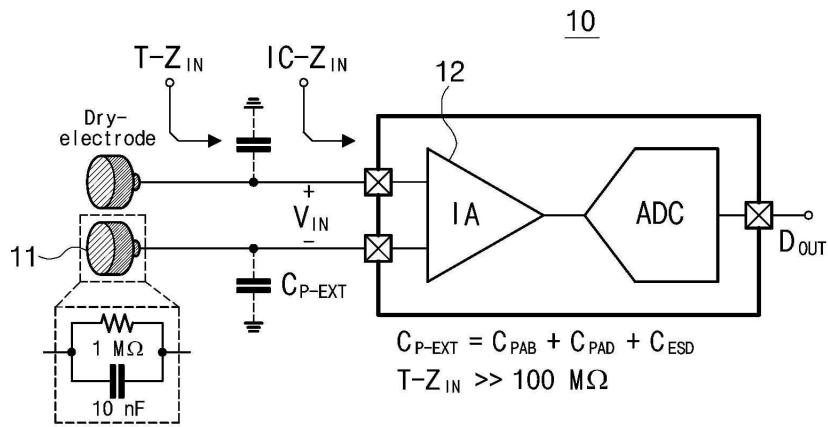
- [0108] 내부 커패시터(CPF)(178)는 출력도선을 통해 입력 커패시터(CIN)(172)에 연결된다.
- [0109] 외부 임피던스 보정부(140)는 외부 포지티브 피드백(External Positive Feedback)으로서, 증폭기(173)의 출력단에 연결된 일단과, 제1 초과 스위치(171)의 입력단의 입력도선에 연결되는 외부 커패시터(CEPF)(180)를 포함한다.
- [0110] 내부 포지티브 피드백과 외부 포지티브 피드백을 합쳐서 듀얼 포지티브 피드백(Dual Positive Feedback)이라 명칭한다.
- [0111] 신호 발생기(150)는 제1 초과 스위치(171)의 입력단과 연결되어 2mVpp의 입력 전압을 입력한다.
- [0112] 캘리브레이션부(160)는 입력단이 증폭기(173)의 출력단에 연결되고, 출력단이 외부 커패시터(CEPF)(180)와 내부 커패시터(CPF)(178)에 연결되어 있고, 증폭기의 출력전압(Vout)이 기설정된 기준전압(600mVpp)을 넘어서 발진하는지 판단한다.
- [0113] 캘리브레이션부(160)는 증폭기(173)의 출력전압(Vout)이 기설정된 기준전압(600mVpp)을 넘는 경우, 외부 커패시터(CEPF)(180)와 내부 커패시터(CPF)(178)의 값을 상승시킨 후, 증폭기(173)의 출력전압(Vout)이 기설정된 기준전압(600mVpp)을 넘어서 발진하는지 다시 판단한다.
- [0114] 캘리브레이션부(160)는 증폭기(173)의 출력전압(Vout)이 기설정된 기준전압(200mVpp)를 넘는 경우, 내부 커패시터(CPF)(178)의 값을 기설정된 기준값만큼 올리고, 증폭기(173)의 출력전압(Vout)이 기준전압(200mVpp)을 넘어서 발진하는지 다시 판단하고, 증폭기(173)의 출력전압(Vout)이 200mVpp를 넘어서 발진하는 경우, 외부 커패시터(CEPF)(180)의 값을 기설정된 기준값만큼 올린다. 캘리브레이션부(160)는 증폭기(173)의 출력전압(Vout)이 기준전압(200mVpp)을 넘어서 발진하는지 다시 판단하고, 이러한 방식으로 내부 커패시터(CPF)(178)와 외부 커패시터(CEPF)(180)의 값을 교대로 값을 상승시키면서 증폭기(173)의 출력전압(Vout)이 기설정된 기준전압(200mVpp)을 출력될 때까지 반복한다.
- [0115] 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

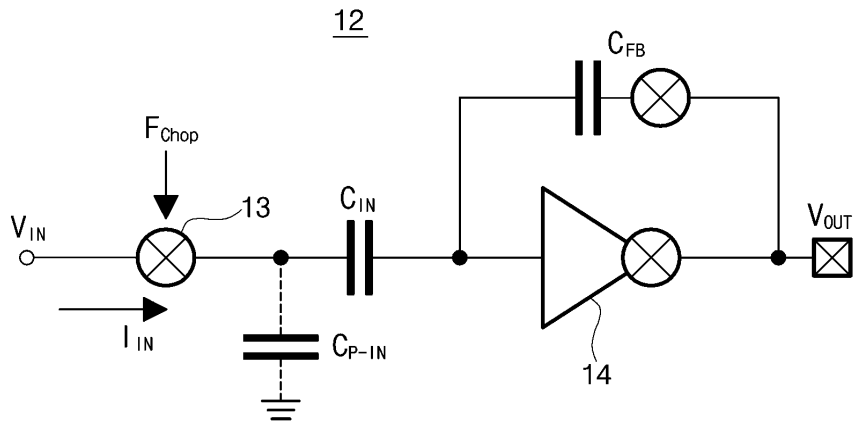
- | | | |
|--------|------------------|------------------|
| [0116] | 100: 생체 신호 처리 장치 | 110: 생체 신호 검출부 |
| | 111: 제1 초과 스위치 | 120: 증폭부 |
| | 121: 입력 커패시터 | 121a: 제1 입력 커패시터 |
| | 121b: 제2 입력 커패시터 | 122: 증폭기 |
| | 123: 제2 초과 스위치 | 124: 내거티브 피드백 회로 |
| | 125: 내부 기생 커패시턴스 | 130: 내부 임피던스 보정부 |
| | 140: 외부 임피던스 보정부 | 150: 신호 발생기 |
| | 160: 캘리브레이션부 | |

도면

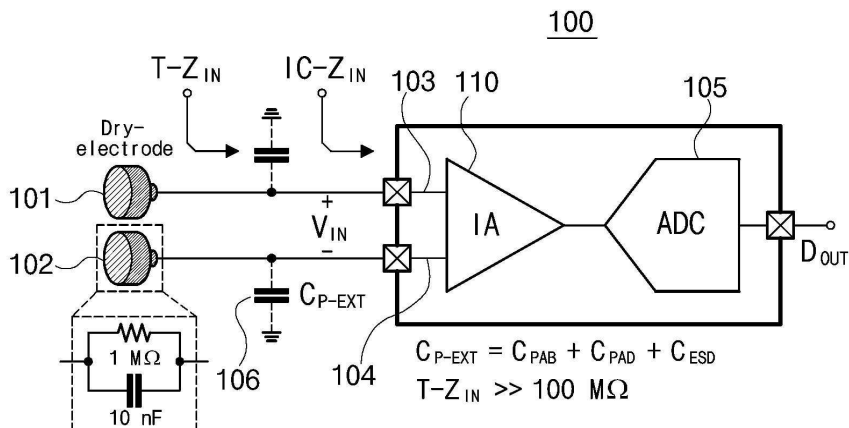
도면1



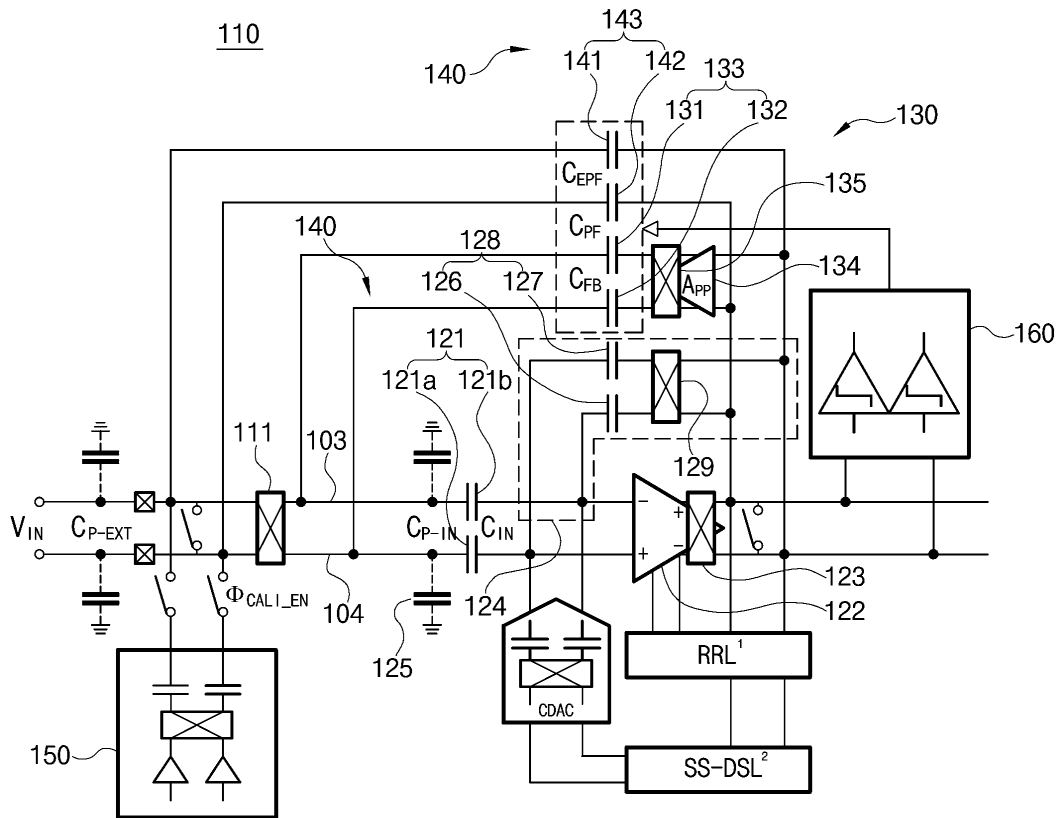
도면2



도면3



도면4



도면5

