(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0001032
(43) 공개일자 2017년01월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/6804 (2013.01)
A61B 5/0205 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0090371
(22) 출원일자 2015년06월25일
심사청구일자 2015년06월25일

(71) 출원인
경북대학교 산학협력단
대구광역시 북구 대학로 80 (산격동, 경북대학교)
(72) 발명자
조진호
대구광역시 북구 중앙대로 591, 206동 2104호 (침산동, 침산동코오롱하늘채)
강신원
대구광역시 수성구 수성로 71, 111동 1201호 (상동, 수성동일하이빌레이크시티아파트)
(74) 대리인
정홍식, 김태헌

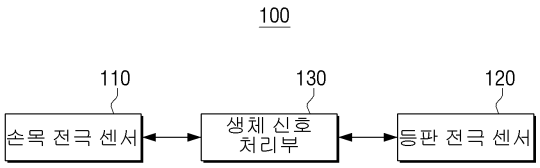
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 **생체신호를 측정하는 스마트 웨어**

(57) 요 약

생체신호를 측정하는 스마트 웨어(smart wear)가 개시된다. 스마트 웨어는, 스마트 웨어의 양 소매 끝단에 부착된 소매형 섬유의 일 영역에 각각 설치되는 한 쌍의 손목 전극 센서, 스마트 웨어의 등판에 위치하는 섬유의 일 영역에 설치되는 등판 전극 센서 및 손목 전극 센서 및 등판 전극 센서를 통해 측정된 심전도(electrocardiogram, ECG) 신호를 처리하여 맥박 신호 및 호흡 신호를 검출하고, 검출된 맥박 신호 및 호흡 신호에 기초하여 알람(alarm) 신호를 출력하는 생체 신호 처리부를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
A61B 5/024 (2013.01)
A61B 5/0402 (2013.01)
A61B 5/08 (2013.01)
A61B 5/681 (2013.01)
A61B 5/6823 (2013.01)
A61B 5/74 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

생체신호를 측정하는 스마트 웨어(smart wear)에 있어서,

상기 스마트 웨어의 양 소매 끝단에 부착된 소매형 섬유의 일 영역에 각각 설치되는 한 쌍의 손목 전극 센서;

상기 스마트 웨어의 등판에 위치하는 섬유의 일 영역에 설치되는 등판 전극 센서; 및

상기 손목 전극 센서 및 상기 등판 전극 센서를 통해 측정된 심전도(electrocardiogram, ECG) 신호를 처리하여 맥박 신호 및 호흡 신호를 검출하고, 검출된 맥박 신호 및 호흡 신호에 기초하여 알람(alarm) 신호를 출력하는 생체 신호 처리부;를 포함하는 스마트 웨어.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 생체 신호 처리부는,

상기 검출된 맥박 신호에 기초한 맥박수(pulse rate)와 기 설정된 맥박수와의 차 또는 상기 검출된 호흡 신호에 기초한 호흡수(respiration rate)와 기 설정된 호흡수의 차가 각각의 기 설정된 범위의 값을 벗어나면, 상기 알람 신호를 출력하는 것을 특징으로 하는 스마트 웨어.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 손목 전극 센서는,

상기 소매 끝단에 위치하는 섬유 부위의 내측에 구비되어 심전도 신호를 검출하는 전도성 섬유 전극; 및

상기 전도성 섬유 전극에 맞붙어 맥박을 검출하는 압전 센서;를 포함하는 것을 특징으로 하는 스마트 웨어.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 압전 센서는,

압전형 시트, 압전형 필름 또는 상기 전도성 섬유 전극에 코팅되는 압전 물질 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 스마트 웨어.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 소매형 섬유는,

상기 손목 전극 센서가 인체의 손목에 밀착되도록 양 단의 내측 및 외측이 벨크로(velcro)로 마감 처리되는 것을 특징으로 하는 스마트 웨어.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 소매형 섬유는,

상기 소매형 섬유의 외측에 마감 처리된 벨크로와 상기 손목 전극 센서 사이에 신축성 고무 밴드를 포함하여, 상기 소매형 섬유의 양 단의 내측 및 외측의 벨크로(velcro) 사이로 기체가 유통하는 것을 방지하는 것을 특징

으로 하는 스마트 웨어.

청구항 7

제3항에 있어서,

상기 스마트 웨어의 양 소매 끝단에 부착된 소매형 섬유 중 적어도 하나는,

상기 압전 센서와 상기 소매형 섬유 사이에 부착되는 제1 전선; 및

상기 압전 센서 및 상기 전도성 섬유 전극 사이에 부착되는 제2 전선;을 포함하고,

상기 제1 전선 및 제2 전선은, 상기 생체 신호 처리부에 연결되는 것을 특징으로 하는 스마트 웨어.

청구항 8

제3항에 있어서,

상기 소매형 섬유는,

지퍼(zipper)를 이용하여, 상기 압전 센서가 상기 소매형 섬유와 탈부착이 가능하도록 구현되는 것을 특징으로 하는 스마트 웨어.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 손목 전극 센서는,

상기 소매 끝단에 위치하는 섬유 부위의 내측에 구비되어 압축 및 신장에 따른 저항 변화를 일으킬 수 있는 신축성 전도성 섬유 전극을 포함하고,

상기 신축성 전도성 섬유 전극은, 양 끝단에 상기 생체 신호 처리부에 연결되는 제1 전선 및 제2 전선을 포함하는 것을 특징으로 하는 스마트 웨어.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 손목 전극 센서는,

상기 소매 끝단에 위치하는 섬유 부위의 내측에 구비되어 심전도 신호를 검출하는 전도성 섬유 전극; 및

가속도 센서;를 포함하는 것을 특징으로 하는 스마트 웨어.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 소매형 섬유는,

상기 전도성 섬유 전극의 양 단에 고정되며, PZT 및 PMN-PT 중 적어도 하나의 압전 소재로 구현되는 적어도 하나 이상의 스트레인 게이지(strain gauge)를 이용하여 움직임 장해 신호를 검출하는 것을 특징으로 하는 스마트 웨어.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 소매형 섬유는,

상기 전도성 섬유 전극의 양 단과 연결되는 적어도 하나 이상의 연결고리를 포함하는 고정판을 포함하며,

상기 고정판은,

직육면체의 압전체 및 상기 압전체의 양 측면에 부착되는 에폭시 수지를 통해 상기 연결 고리와 연결되며, 상기

스트레인 게이지에 걸리는 장력에 기초하여 손목의 움직임 또는 맥파의 진동에 의한 기계적 변위에 따라 나타나는 압전 전위를 상기 압전체의 상하 방향으로 검출할 수 있도록 상기 압전체 상하에 각각 전극을 코팅하고, 상기 코팅된 전극과 연결된 전극선을 각각 상기 연결고리 중 서로 다른 하나를 통해 인출하는 것을 특징으로 하는 스마트 웨어.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 생체 신호 처리부는,

상기 손목 전극 센서로부터 측정된 심전도 신호로부터 공통 모드(common mode) 신호를 추출하고, 추출된 공통 모드 신호를 반전시켜 상기 등판 전극 센서로 인가한 후, 음성 피드백(negative feedback)을 수행하여 잡음을 제거하는 것을 특징으로 하는 스마트 웨어.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 생체 신호 처리부는,

호흡에 따른 상기 심전도 신호의 베이스라인(baseline)의 주기적 변화에 기초하여, 상기 호흡 신호를 검출하는 것을 특징으로 하는 스마트 웨어.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 생체신호를 측정하는 스마트 웨어에 대한 것으로 보다 상세하게는, 이상맥박(abnormal heartbeat) 또는 이상호흡(abnormal respiration rate)을 검출하여 사용자에게 알려줄 수 있는 스마트 웨어에 대한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 기술 간 융합의 중요성 및 경제, 사회적 파급 효과에 대한 인식의 제고로 주요 선진국을 중심으로 다양한 기술 융합에 관련된 연구 개발 활동이 급속히 확산되는 추세이다. 융합 기술(Convergence Technology)이란, 이종 기술간 융합을 통하여 신제품 또는 서비스를 창출하거나 기존 제품의 성능을 향상시키는 기술이다. 융합 기술의 시대적 흐름에 부합하는 대표적 의류 기술로는 스마트 웨어(smart wear) 기술을 들 수 있다.

[0003] 여기서, 스마트 웨어란, 의류 내에 각종 신호 전달성 섬유 신기술을 적용하고 각종 디지털 장치들을 내장시킴으로써, 주변 환경에 대해 의류 자체가 자극을 감지, 작동 및 반응할 수 있는 디지털 기반의 의류를 의미한다. 예를 들어, 스마트 웨어에는 운동하는 동안 옷의 센서가 심전도, 체온 등 생체 신호를 실시간으로 측정하여 몸 상태를 자동으로 분석하는 운동복 등이 포함될 수 있다.

[0004] 한편, 산업 및 농업이 발전함에 따라 눈에 보이지 않는 각종 유해가스의 발생과 유독한 약물의 살포에 따르는 위험에 대처해야할 필요성이 높아지면서, 근로자의 생체 신호에 기반하여 유독성 물질 등에 대한 위험을 근로자에게 경고해주는 시스템으로서 스마트 웨어가 활용될 수 있다.

[0005] 그러나, 최근까지 신체의 생체 신호를 검출하여 다양하게 활용할 수 있는 의복 등이 개발되었으나, 사용자의 움직임에 의한 동잡음(moving artifact)에 의해 신뢰성 있는 심전도 등의 측정이 어려웠으며, 구조상 호흡파를 검출하기 어려웠던 문제점이 있었다.

[0006] 이에 따라, 동잡음을 최소한으로 줄여 생체 신호 감지의 정확성을 높일 수 있는 스마트 웨어를 제공하기 위한 방안이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 동잡음을 최소화하여 정확한 맥박과 호흡수를 측정함으로써, 이상 징후가 있을 때 경보 신호를 발생시킬 수 있는 스마트 웨어를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시 예에 따른, 생체 신호를 측정하는 스마트 웨어는, 상기 스마트 웨어의 양 소매 끝단에 부착된 소매형 섬유의 일 영역에 각각 설치되는 한 쌍의 손목 전극 센서, 상기 스마트 웨어의 등판에 위치하는 섬유의 일 영역에 설치되는 등판 전극 센서 및 상기 손목 전극 센서 및 상기 등판 전극 센서를 통해 측정된 심전도(electrocardiogram, ECG) 신호를 처리하여 맥박 신호 및 호흡 신호를 검출하고, 검출된 맥박 신호 및 호흡 신호에 기초하여 알람(alarm) 신호를 출력하는 생체 신호 처리부를 포함한다.

[0009] 또한, 상기 생체 신호 처리부는, 상기 검출된 맥박 신호에 기초한 맥박수(pulse rate)와 기 설정된 맥박수와의 차 또는 상기 검출된 호흡 신호에 기초한 호흡수(respiration rate)와 기 설정된 호흡수의 차가 각각의 기 설정된 범위의 값을 벗어나면, 상기 알람 신호를 출력할 수 있다.

[0010] 또한, 상기 손목 전극 센서는, 상기 소매 끝단에 위치하는 섬유 부위의 내측에 구비되어 심전도 신호를 검출하는 전도성 섬유 전극 및 상기 전도성 섬유 전극에 맞붙어 맥박을 검출하는 압전 센서를 포함할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 압전 센서는, 압전형 시트, 압전형 필름 또는 상기 전도성 섬유 전극에 코팅되는 압전 물질 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 소매형 섬유는, 상기 손목 전극 센서가 인체의 손목에 밀착되도록 양 단의 내측 및 외측이 벨크로(velcro)로 마감 처리될 수 있다.

[0013] 또한, 상기 소매형 섬유는, 상기 소매형 섬유의 외측에 마감 처리된 벨크로와 상기 손목 전극 센서 사이에 신축성 고무 밴드를 포함하여, 상기 소매형 섬유의 양 단의 내측 및 외측의 벨크로(velcro) 사이로 기체가 유통하는 것을 방지할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 스마트 웨어의 양 소매 끝단에 부착된 소매형 섬유 중 적어도 하나는, 상기 압전 센서와 상기 소매형 섬유 사이에 부착되는 제1 전선 및 상기 압전 센서 및 상기 전도성 섬유 전극 사이에 부착되는 제2 전선을 포함하고, 상기 제1 전선 및 제2 전선은, 상기 생체 신호 처리부에 연결될 수 있다.

[0015] 또한, 상기 소매형 섬유는, 지퍼(zipper)를 이용하여, 상기 압전 센서가 상기 소매형 섬유와 탈부착이 가능하도록 구현될 수 있다.

[0016] 또한, 상기 손목 전극 센서는, 상기 소매 끝단에 위치하는 섬유 부위의 내측에 구비되어 압축 및 신장에 따른 저항 변화를 일으킬 수 있는 신축성 전도성 섬유 전극을 포함하고, 상기 신축성 전도성 섬유 전극은, 양 끝단에 상기 생체 신호 처리부에 연결되는 제1 전선 및 제2 전선을 포함할 수 있다.

[0017] 또한, 상기 손목 전극 센서는, 상기 소매 끝단에 위치하는 섬유 부위의 내측에 구비되어 심전도 신호를 검출하는 전도성 섬유 전극 및 가속도 센서를 포함할 수 있다.

[0018] 또한, 상기 소매형 섬유는, 상기 전도성 섬유 전극의 양 단에 고정되며, PZT 및 PMN-PT 중 적어도 하나의 압전 소재로 구현되는 적어도 하나 이상의 스트레인 게이지(strain gauge)를 이용하여 움직임 장해 신호를 검출할 수 있다.

[0019] 또한, 상기 소매형 섬유는, 상기 전도성 섬유 전극의 양 단과 연결되는 적어도 하나 이상의 연결고리를 포함하는 고정판을 포함하며, 상기 고정판은, 직육면체의 압전체 및 상기 압전체의 양 측면에 부착되는 에폭시 수지를 통해 상기 연결 고리와 연결되며, 상기 스트레인 게이지에 걸리는 장력에 기초하여 손목의 움직임 또는 맥파의 진동에 의한 기계적 변위에 따라 나타나는 압전 전위를 상기 압전체의 상하 방향으로 검출할 수 있도록 상기 압전체 상하에 각각 전극을 코팅하고, 상기 코팅된 전극과 연결된 전극선을 각각 상기 연결고리 중 서로 다른 하나를 통해 인출할 수 있다.

[0020] 또한, 상기 생체 신호 처리부는, 상기 손목 전극 센서로부터 측정된 심전도 신호로부터 공통 모드(common mode) 신호를 추출하고, 추출된 공통 모드 신호를 반전시켜 상기 등판 전극 센서로 인가한 후, 음성 피드백(negative feedback)을 수행하여 잡음을 제거할 수 있다.

[0021] 또한, 상기 생체 신호 처리부는, 호흡에 따른 상기 심전도 신호의 베이스라인(baseline)의 주기적 변화에 기초하여, 상기 호흡 신호를 검출할 수 있다.

발명의 효과

[0022] 상술한 본 발명의 다양한 실시 예에 따르면, 동잡음을 최소화하여 정확한 맥박과 호흡수를 측정하고, 측정된 결과를 기초로 이상 징후가 있을 때 경보 신호를 발생시킴으로써 근로자의 유동성 기체 혹은 농약에 의한 위험을 최소화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른, 스마트 웨어의 구성을 간략히 도시한 블럭도,

도 2 내지 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른, 스마트 웨어의 소매형 섬유를 설명하기 위한 도면,

도 6a 및 도 6b는 본 발명의 일 실시 예에 따른, 스마트 웨어의 각 구성의 위치를 설명하기 위한 도면,

도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따른, 압전 센서가 소매형 섬유에 탈부착되는 방법을 설명하기 위한 도면,

도 8 내지 도 9b는 본 발명의 다른 실시 예에 따른, 스트레인 게이지를 이용하여 움직임 장해 신호를 검출하는 방법을 설명하기 위한 도면,

도 10은 본 발명의 일 실시 예에 따른, 가속도 센서를 이용하여 움직임 장해 신호를 검출하는 방법을 설명하기 위한 도면,

도 11은 본 발명의 일 실시 예에 따른, 생체 신호 처리부의 각 구성을 설명하기 위한 도면,

도 12는 본 발명의 일 실시 예에 따른, 착용자의 심박수 및 호흡수를 산출하는 과정을 설명하기 위한 흐름도,

도 13은 본 발명의 일 실시 예에 따른, 호흡 신호를 검출하는 방법을 설명하기 위한 도면,

도 14는 본 발명의 일 실시 예에 따른, 심전도의 베이스 라인이 호흡에 따라 주기적으로 변하는 심전도 신호를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명에 대해 상세히 설명하기로 한다.

[0025] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른, 스마트 웨어의 구성을 간략히 도시한 블럭도이다.

[0026] 본 발명의 일 실시 예에 따른 스마트 웨어(100)는 맥박, 심전도 또는 호흡 등 각종 생체 신호를 감지할 수 있는 센서 등을 구비하여 사용자가 입을 수 있도록 만들어진 상의 의류로서, 점퍼, 셔츠, 남방 및 조끼 등을 모두 포함할 수 있다. 본 발명에서, 스마트 웨어(100)는 소매가 신체의 손목까지 덮도록 만들어진 점퍼를 예로 들어 설명하도록 한다. 그러나, 스마트 웨어(100)의 형상 및 종류가 이에 한정되는 것은 아님은 자명하다.

[0027] 또한, 본 발명의 스마트 웨어(100)는, 기능의 확장성 측면에서 이름붙여진 것이며, 스마트 의복 및 스마트 의류 등으로 명명될 수 있다. 또한, 전자 웨어, 전자 의복 및 전자 의류 등으로 명명될 수도 있다.

[0028] 도 1에 따르면 본 발명의 일 실시 예에 따른 스마트 웨어(100)는, 손목 전극 센서(110), 등판 전극 센서(120) 및 생체 신호 처리부(130)를 포함한다.

[0029] 손목 전극 센서(110)는 스마트 웨어(100)의 양 소매 끝단에 부착된 소매형 섬유의 일 영역에 각각 설치되는 센서로서, 접촉성 또는 비접촉성의 성질을 모두 가질 수 있는 복합형 손목 전극 센서로 구현될 수 있다. 여기서, 소매형 섬유는 스마트 웨어(100)의 손목 부위에 해당하는 기반 섬유를 절개 후 연장하여 제작될 수 있다.

[0030] 손목 전극 센서(110)는 신체의 생체 신호 중에서도 심전도(Electrocardiogram, 이하 ECG)를 측정할 수 있다. ECG란, 심장의 전기 신호의 변화를 측정한 것으로, 심장이 주기적으로 수축과 이완을 반복하여 온몸으로 혈액을 공급해 산소를 제공하고 노폐물을 제거하므로 ECG의 측정은 생체 신호에 있어서, 중요한 요소이다.

[0031] ECG의 측정을 위해, 본 발명에서는 잡음(noise)에 강한 3전극 ECG 측정법을 사용한다. 일반적으로 심전도 측정에 쓰이는 전극은 일반적으로 1회용 전극을 사용하는데 1회용 전극의 경우, 전극 주의의 젤 형태의 전해질 성분에 의해 접촉 임피던스가 크게 감소하여 ECG 신호가 안정적이고 잡음이 적은 깨끗한 신호의 측정이 가능하다.

[0032] 그러나, 본 발명의 스마트 웨어(100)는 착용자에 의해 쉽게 탈착이 가능하도록 구현되어야 하므로, 1회용 전극 또는 금속 전극 등을 사용하지 않으며, 언제든 탈착이 용이하며 반복적으로 재사용이 가능한 비접촉성 특성을 가지고 있는 전도성 섬유 전극을 필요로 하는바, 3전극 ECG 측정을 위한 3개의 전극을 이용한다. 이때, 2개의 전극은 스마트 웨어(100)의 좌측 팔 및 우측 판의 소매형 섬유의 일 영역에 각각 설치되며, 나머지 1개의 전극

은 후술하는 스마트 웨어(100)의 등판에 위치하는 섬유의 일 영역에 설치될 수 있다.

[0033] 이때, ECG 신호에서 같이 발생되는 잡음은, 공통 모드(common mode) 신호를 제거하고, 노치 필터를 통해 전원잡음을 제거함으로써, 최소화될 수 있다. 이에 대한 구체적인 내용은 도 12와 관련하여 후술하기로 한다.

[0034] 등판 전극 센서(120)는 스마트 웨어(100)의 등판에 위치하는 섬유의 일 영역에 설치되는 센서로서, 일반적으로 등 면적의 10% 보다는 크게 구현되는 것이 바람직하다. 등판 전극 센서(120)는 착용자의 피부와 직접 닿지 않는 비접촉성 센서이며, 용량성 결합으로 된 기준 전극(reference electrode)으로 기능한다. 즉, 등판 전극 센서(120)는 일반적인 표준 심전도 측정시의 오른쪽 다리 전극(driven right leg)에 해당하며, 본 발명의 스마트 웨어(100)는 심박의 이상적 변화만을 검출하기 때문에 기준 전극이 착용자의 등 부위에 위치하여도 무방하다는 점을 이용한 것이다.

[0035] 생체 신호 처리부(130)는 손목 전극 센서(110) 및 등판 전극 센서(120)를 통해 측정된 ECG 신호를 처리하여 맥박 신호 및 호흡 신호를 검출할 수 있다. 구체적으로, 생체 신호 처리부(130)는 손목 전극 센서(110) 및 등판 전극 센서(120)와 전선을 통해 연결되며, 전선을 통해 손목 전극 센서(110) 및 등판 전극 센서(120)로부터 신호를 입력받아 처리함으로써, 맥박 신호를 검출할 수 있다.

[0036] 이때, 생체 신호 처리부(130)는 착용자의 폐의 용적이 호흡에 따라 변함으로써, 심전도 신호의 베이스 라인(base line)이 주기적으로 변하는 형태를 관찰함으로써, 호흡 신호를 검출할 수 있게 된다. 이에 대한 구체적인 내용은 도 14와 관련하여 후술하기로 한다.

[0037] 한편, 생체 신호 처리부(130)는, 검출된 맥박 신호 및 호흡 신호에 기초하여 사용자에게 경고를 주기 위한 알람(alarm) 신호를 출력할 수 있다. 구체적으로, 생체 신호 처리부(130)는, 검출된 맥박 신호 및 호흡 신호에 기초하여, 착용자가 이상 맥박(abnormal heartbeat) 및 이상 호흡(abnormal respiration rate)이 있는지 판단할 수 있다.

[0038] 이에 대한 기준으로서, 생체 신호 처리부(130)는 검출된 맥박 신호에 기초한 맥박수(pulse rate)와 기 설정된 맥박수를 비교하여 그 차를 산출하고, 산출된 차가 기 설정된 범위의 값을 벗어나면, 알람 신호를 출력할 수 있다. 또한, 생체 신호 처리부(130)는 검출된 호흡 신호에 기초한 호흡수(respiration rate)와 기 설정된 호흡수를 비교하여 그 차를 산출하고, 산출된 차가 기 설정된 범위의 값을 벗어나면, 알람 신호를 출력할 수 있다.

[0039] 예를 들어, 스마트 웨어(100)는 착용자의 개인별 분당 맥박수와 호흡수를 저장부(미도시) 등에 미리 저장할 수 있거나, 외부 기기 또는 서버를 통해 통신을 수행하여 수신할 수 있다. 또는, 스마트 웨어(100)는, 사용자가 스마트 웨어(100)를 착용할 때, 사용자의 심전도를 측정하여, 이때 측정된 맥박수 및 호흡수를 기준 값으로 설정할 수도 있다. 또한, 기 설정된 범위란, 착용자의 맥박수와 호흡수에 기초한 값이 미리 저장되거나 설정된 기준 값보다 일정한 수치 이상 높거나 낮지 않도록 설정된 범위일 수 있다.

[0040] 생체 신호 처리부(130)는 검출된 호흡 신호에 기초한 호흡수와 기 설정된 호흡수의 차가 기 설정된 범위를 벗어나면, 스마트 웨어(100)에 구비된 스피커(미도시) 또는 디스플레이(미도시)를 통해 착용자에게 경고를 주는 알람 신호를 출력할 수 있다. 여기서, 알람 신호는 스피커를 통해 특정한 알람음으로 출력될 수도 있고, 음악 또는 노래로 출력될 수도 있다.

[0041] 또한, 생체 신호 처리부(130)는, 손목 전극 센서(110)로부터 측정된 심전도 신호로부터 공통 모드 신호를 추출하고, 추출된 공통 모드 신호를 반전시켜, 등판 전극 센서(120)로 인가한 후, 음성 피드백(negative feedback)을 수행하여 잡음을 제거할 수 있다. 이에 대한 구체적인 내용은 도 12와 관련하여 자세히 설명하도록 한다.

[0042] 도 2 내지 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른, 스마트 웨어의 소매형 섬유를 설명하기 위한 도면이다.

[0043] 도 2에 도시된 바와 같이, 손목 전극 센서(110)는 스마트 웨어(100)의 양 소매 끝단에 부착된 소매형 섬유(9)의 일 영역에 각각 밀착성 있게 설치되며, 스마트 웨어(100)의 손목 부위에 해당하는 소매의 기반 섬유를 절개한 후 연장하여 만든 소매형 섬유(9)로 구현될 수 있다.

[0044] 손목 전극 센서(110)는 소매형 섬유의 내측에 구비되어 심전도 신호를 검출하는 전도성 섬유 전극 및 전도성 섬유 전극에 맞붙어 맥박을 검출하는 압전 센서를 포함할 수 있다.

[0045] 전도성 섬유 전극은, ECG 측정을 위한 전극으로서, 일반적으로 금속 전극으로 쓰이는 구리(Cu), 은(Ag) 등과는 달리 비접촉성 전극의 특성을 가질 수 있다. 즉, 전도성 섬유 전극은 접촉성 또는 비접촉성 특성을 모두 가지고 있는 복합성 전극으로 구현될 수 있다.

[0046] 이때, 소매형 섬유(9)는, 도 2에 도시된 바와 같이, 소매형 섬유(9)는 전도성 섬유 전극을 포함하는 손목 전극 센서(110)가 인체의 손목에 밀착되도록 양 단의 내측 및 외측이 벨크로(velcro)(10, 11)로 마감 처리될 수 있다. 이때, 소매형 섬유(9) 양단의 내측에 부착되는 벨크로(10)는 후크형 벨크로 또는 루프형 벨크로로 구현될 수 있으며, 외측에 부착되는 벨크로(11)는 내측에 부착되는 벨크로(10)와는 다른 루프형 벨크로 및 후크형 벨크로로 구현될 수 있다.

[0047] 즉, 소매형 섬유(9)는 일반적으로 손목 보호를 위해 시판되고 있는 손목 보호대(wrist guard)의 형태와 흡사한 구조로 양 벨크로의 부착력에 의해서 효과적으로 착용자의 손목에 조여질 수 있다. 따라서, 소매형 섬유(9)를 조이기 위한 별도의 벨트형 사각링 혹은 원형링은 불필요하다.

[0048] 이에 따라, 착용자는 벨크로(10, 11)를 이용하여, 손목 전극 센서가 인체의 손목에 밀착되도록 조일 수 있으며, 스마트 의복을 편하게 입고 벗을 수 있다.

[0049] 한편, 스마트 웨어(100)의 양 소매 끝단의 소매형 섬유(9) 각각은, 전도성 섬유 전극 및 생체 신호 처리부(130)에 연결되는 전선(13)을 포함할 수 있다. 이에 따라, 전도성 섬유 전극을 통해 감지된 착용자의 심전도 신호를 전선(13)을 통해 생체 신호 처리부(130)로 전송할 수 있다.

[0050] 한편, 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 손목 전극 센서(110)는, 심전도 신호를 검출하는 전도성 섬유 전극(7) 및 전도성 섬유 전극(7)에 맞붙어 맥박을 검출하는 압전 센서(8)를 더 포함할 수 있다.

[0051] 전도성 섬유 전극(7)은 일반적인 심전도 측정용 전극인 금속 전극보다 전극으로서의 기능이 떨어지므로, 착용자가 움직일 때 나타나는 근전도 및 피부와 전도성 섬유 전극(7) 사이의 반전지 전위(half cell potential)의 교란이 매우 커지게 된다. 압전 센서(8)는 이러한 교란 장해를 보완해주기 위한 구성이다.

[0052] 여기서, 압전 센서(8)는 압전형 시트(sheet), 압전형 필름 또는 전도성 섬유 전극(7)에 코팅되는 압전 물질 중 적어도 하나로 구현될 수 있다. 압전 센서(8)가 압전형 시트로 구현되는 경우, 압전형 시트는 PZT, PVDF 등의 얇은 시트형 소재로 제작될 수 있다.

[0053] 압전 센서(8)가 압전형 시트로 구현되는 경우, 소매형 섬유(9)는 내측에 압전 센서(8)를 넣고, 그 위에 전도성 섬유 전극(7)을 덮어 박음질하여 제작될 수 있다. 이때, 압전 센서(8)는 벨크로를 조여 착용자의 피부에 닿았을 때, 손목에서 심박이 감지되는 요골 동맥(radial artery)을 덮을 수 있도록 제작되는 것이 바람직하다.

[0054] 이를 위하여, 압전 센서(8)가 압전형 시트로 구현되는 경우, 압전형 시트의 크기는 누구라도 의복을 착용했을 때, 압전형 시트가 충분히 요골 동맥을 포함하게 됨으로서 맥박을 측정하기 용이한 크기로 제작되어야 한다.

[0055] 또한, 도 3에 도시된 바와 같이, 소매형 섬유(9)는, 외측에 마감 처리된 벨크로(velcro)와 전도성 섬유 전극(7)을 포함하는 손목 전극 센서(110) 사이에 신축성 소재(12)를 포함할 수 있다. 이는, 손목 전극 센서(110)가 착용자의 손목에 부착되어 소매형 섬유(9) 끝에서 조일 때, 두 끝단이 절개되어 있으므로 그대로 장착할 경우 외부의 공기가 절개된 틈 사이로 유통하는 것을 방지하기 위한 것이다.

[0056] 이에 따라, 도 4에 도시된 바와 같이 소매형 섬유(9)의 일 단에 신축성 소재(12)를 부착하고, 반대 쪽 단의 일부분을 끌어당겨 재봉함으로써, 손목 전극 센서(110)의 장착에 따른 외부의 기류를 효과적으로 차단할 수 있다. 신축성 소재(12)는 고무 벨트 또는 고무 벨트에 준하는 신축성 섬유를 포함할 수 있다.

[0057] 한편, 도 3에 따르면, 우측 팔의 소매형 섬유 및 좌측 팔의 소매형 섬유 중 적어도 하나는 압전 센서(8)와 소매형 섬유(9) 사이에 부착되는 제1 전선(13-1) 및 압전 센서(8)와 전도성 섬유 전극(7) 사이에 부착되는 제2 전선(13-2)를 포함할 수 있다. 즉, 압전 센서(8)로부터의 맥박 신호를 측정하기 위한 전선은 우측 팔의 소매형 섬유 또는 좌측 팔의 소매형 섬유 중 어느 한 쪽에만 구비될 수 있다. 이는, 압전 센서(8)에서 측정되는 맥파가 심전도와 달리 한쪽 손목만으로도 측정이 가능하기 때문이다.

[0058] 도 5에 도시된 바와 같이, 제1 전선(13-1) 및 제2 전선(13-2)은 각각 압전 센서(8)와 소매형 섬유(9) 사이에, 압전 센서(8)와 전도성 섬유 전극(7) 사이에 교차되도록 부착되는 것이 바람직하다. 제 전선(13-1) 및 제2 전선(13-2)는 생체 신호 처리부(130)에 연결되어 각각 맥박 신호 및 심전도 신호를 전송할 수 있다.

[0059] 도 6a 및 도 6b는 본 발명의 일 실시 예에 따른, 스마트 웨어의 각 구성의 위치를 설명하기 위한 도면이다.

[0060] 도 6a 및 도 6b에 도시된 바와 같이, 스마트 웨어(100)는 소매의 길이가 손목을 감싸도록 만들어진 작업복 형태의 점퍼(jumper)로 구현될 수 있다. 우측 팔의 소매형 섬유(9-1)로부터 전도성 섬유 전극(7)과 연결된 전선(13-3)은 스마트 웨어(100) 좌측 안주머니에 부착된 생체 신호 처리부(130)로 연결되며, 좌측 팔의 소매형 섬유(9-

2)로부터 전도성 섬유 전극(7)에 연결된 제1 전선(13-1) 및 전도성 섬유 전극(7) 및 압전 센서(8)와 연결된 제2 전선(13-2)은 생체 신호 처리부(130)로 연결될 수 있다.

[0061] 또한, 스마트 웨어(100)의 등판에 위치하는 섬유의 일 영역에 설치된 등판 전극 센서(120)와 연결된 전선(6) 또한 생체 신호 처리부(130)에 연결되어 잡음을 제거하기 위한 각종 신호를 교환할 수 있다.

[0062] 도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따른, 압전 센서가 소매형 섬유에 탈부착되는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0063] 도 7에 따르면, 스마트 웨어(100)의 전도성 섬유 전극(7)는 세탁이 가능하지만, 압전형 시트 및 압전형 필름 등으로 구현된 압전 센서(8)의 경우 세탁에 의해 그 기능이 상실될 수 있는바, 이를 방지하기 위하여 압전 센서(8)를 소매형 섬유(9)와 탈부착이 가능하도록 구현한 것이다.

[0064] 이를 위한 일 실시 예로서, 소매형 섬유(9)의 외측에 소형의 지퍼(71)를 달고, 세탁시 이를 개봉하여 압전 센서(8)가 소매형 섬유(9)로부터 분리될 수 있도록 할 수 있다. 세탁이 끝난 후, 스마트 웨어(100)가 건조된 경우에는, 압전 센서(8)를 다시 지퍼(71) 내에 부착하여 사용할 수 있으므로, 압전 센서(8)의 기능 손상 없이, 스마트 웨어(100)의 세탁을 용이하게 할 수 있다.

[0065] 도 8 내지 도 9b는 본 발명의 다른 실시 예에 따른, 스트레인 게이지를 이용하여 움직임 장해 신호를 검출하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0066] 도 8에 따르면, 전술한 바와 같이 압전 센서를 사용하지 않고, 전도성 섬유 전극 자체가 압전성을 가지거나, 또는 신축에 의해 저항을 변화시킴으로서 움직임 장해 신호를 검출한다.

[0067] 구체적으로, 소매형 섬유(9)는 전도성 섬유 전극(7) 내부에 손목에 감싸는 방향으로 적어도 하나 이상의 스트레인 게이지(strain gauge)용 와이어(wire)(81)를 구비하여 외력에 따르는 저항 변화를 이끌어낼 수 있다. 여기서, 스트레인 게이지는, 물체가 외력으로 변형될 때 변형을 측정하는 측정기를 의미한다.

[0068] 스트레인 게이지용 와이어(81)는 인장 방향의 변형을 받으면 길이가 증가하여 단면적이 감소됨으로써 전기 저항이 증가하게 되며, 전기 저항의 증가분으로부터 움직임 장해의 정도를 검출할 수 있게 된다. 일반적으로, 전기 저항의 증가분의 측정은 전기저항 측정기인 휘트스톤 브릿지(Wheatstone Bridge)를 사용하는 것이 바람직하다.

[0069] 한편, 도 9a 및 도 9b는 본 발명의 다른 실시 예에 따른, 압전체 발생기를 이용하여 움직임 장해 신호를 검출하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0070] 도 9a에 따르면, 스마트 웨어(100)는 전도성 섬유 전극(7)의 일 단과 타 단에 부착되는 벨크로 사이에, 장력에 의해 압전체 전압이 나타날 수 있도록 소형의 압전체 발생기(91)를 포함할 수 있다. 압전체 발생기(91)는 생체 신호 처리부(130)와 연결되는 전선(92-1, 92-2)과 연결될 수 있다.

[0071] 도 9b를 참조하면, 압전체 발생기(91)는 직육면체 모양의 압전체(91-1)의 양 모서리에 도전성 금속판(91-2)이 도전성 에폭시로 접착되고, 손목 부분의 섬유가 양쪽으로 당겨졌을 때, 장력을 받아 압전 전압을 발생시킴으로써, 손목의 움직임을 감지할 수 있도록 복수 개의 갈고리(91-3)를 설치한 형태로 구현될 수 있다.

[0072] 이 경우, 압전체(91-1)의 장력에 의하여 발생하는 압전 전압의 모드가 당기는 힘의 방향이 아닌 당기는 힘에 수직하는 면으로 발생하는 경우, 압전체(91-1)의 상하에 각각 전극을 설치하고, 압전체(91-1)에 설치된 갈고리(91-3)쪽으로 압전 전압을 인출할 수 있다. 이때, 도전성 금속판(91-2)은 수직방향으로 발생하는 압전 전압과 혼합되지 않도록 절연 접착제로 고정될 수 있으며, 부도체로 구현될 수도 있다.

[0073] 한편, 도 9b에 도시된 바와 같이, 압전체 발생기(91)는 뚜껑(91-5)이 있는 직육면체의 상자(91-4) 내부에 은닉되어 설치될 수도 있다.

[0074] 도 10은 본 발명의 일 실시 예에 따른, 가속도 센서를 이용하여 움직임 장해 신호를 검출하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0075] 도 10에 따르면, 손목 전극 센서(110)는 움직임 장해 신호를 검출하기 위해 압전 센서(8)를 이용하지 않고 소형의 가속도 센서(111)를 이용할 수도 있다.

[0076] 스마트 웨어(100)는 전도성 섬유 전극(7)의 하부 혹은 벨크로(10, 11) 하부에 가속도 센서를 설치하고, 전선을 통해 생체 신호 처리부(130)와 연결하여 손목의 기계적 움직임을 검출할 수 있다. 구체적으로, 가속도 센서(111)는 가속도 센서(111)가 부착된 소매형 섬유(9)의 기울기 등에 따라 변화되는 중력 가속도에 대응되는 값을 출력할 수 있다.

[0077] 도 10의 (b)에 도시된 바와 같이, 가속도 센서(111)는 생체 신호 처리부(130)와 연결된 두 개의 전선(111-1, 111-2)과 연결되어, 움직임에 따라 출력된 값을 생체 신호 처리부(130)에 전송할 수 있다.

[0078] 한편, 손목 전극 센서(110)는 가속도 센서(111)뿐만 아니라, 자이로 센서(미도시), 지자기 센서(미도시)를 이용하여 움직임 장해 신호를 검출할 수도 있음은 물론이다.

[0079] 도 11은 본 발명의 일 실시 예에 따른, 생체 신호 처리부의 각 구성을 설명하기 위한 도면이다.

[0080] 도 11은 착용자의 이상 맥박 및 이상 호흡을 감지하기 위한 생체 신호 처리부(130)를 도시한 것이다. 생체 신호 처리부(130)는 최소한의 면적을 차지하는 케이스(14), 알람용 스피커(15), 전원 스위치(16), 알람용 LED(18) 및 전원용 LED(17)를 포함할 수 있다.

[0081] 생체 신호 처리부(130)의 입력선은 네 가닥의 전선(13-1, 13-2, 13-3, 6)으로 구현될 수 있으며, 전선 13-1 및 13-2는 각각 좌측 팔의 전도성 섬유 전극(7) 및 압전 센서(8)와 연결된 전선일 수 있다. 또한, 전선 13-3은 우측 팔의 전도성 섬유 전극(7')에 연결된 전선일 수 있다. 전선 6은 스마트 웨어(100)의 등판에 위치하는 등판 전극 센서(130)의 비접촉성 전도성 섬유 전극과 연결된 전선일 수 있다.

[0082] 생체 신호 처리부(130)는 상술한 네 가닥의 전선(13-1, 13-2, 13-3, 6)을 통해 입력된 신호를 처리하여 정확하고 안정된 심박 신호를 검출하며, 이상 맥박이 감지되었을 때, 소리 혹은 진동으로써 알람 신호를 발생시킬 수 있다.

[0083] 생체 신호 처리부(130)는 전도성 섬유 전극(7)으로부터 수신한 심전도 신호를 증폭시켜 가장 큰 신호인 R 파형(R-wave)을 얻고 압전 센서(8)로부터 얻은 신호를 처리하여 맥박 신호를 얻을 수 있다. 여기서 R 파형은, 심전도 신호의 특징점을 추출하기 위한 기준이 되는 파형으로서, 대표적으로 실시간 QRS-complex 검출 알고리즘 등을 이용하여 얻을 수 있다. 생체 신호 처리부(130)는 R 파형 신호 및 맥박 신호가 동시에 존재할 때를 심박 신호의 단위비트로 결정할 수 있다.

[0084] 한편, 생체 신호 처리부(130)는 심전도 신호의 처리과정에서 발생된 공통 모드(common mode) 신호를 검출하고, 검출된 공통 모드 신호를 반전시켜 등판 전극 센서(120)로 인가하게 되며, 음성 피드백(negative feedback)을 수행하여 전원 잡음 등의 불필요한 잡음을 감소시킬 수 있다. 이 과정에서, 생체 신호 처리부(130)에서 심전도 신호(1402)가 최종적으로 출력된다.

[0085] 이때, 도 14에 도시된 바와 같이, 폐의 용적이 호흡에 따라 변하기 때문에, 심전도 신호(1402)의 베이스 라인(1401)이 호흡에 따라 주기적으로 변하는 현상이 관찰되며, 생체 신호 처리부(130)는 이 현상을 이용하여 호흡 신호를 효과적으로 검출할 수 있다.

[0086] 생체 신호 처리부(130)에서, 심전도 신호는 입력 임피던스가 극히 높은(1000MΩ 이상) 전치증폭기를 이용하여 증폭되며, 공통 모드 분리 회로에서 공통모드 신호가 분리되어 반전 증폭기를 통해 등판 전극 센서(120)로 인가된다. 여기서, 전치증폭기를 통해 출력된 신호는 노치 필터(notch filter)를 통해 전원잡음이 제거된 후 증폭되고, 대역 통과 필터(bandpass filter) 및 미분기를 통과함으로써 R 파형 신호가 걸러지게 된다.

[0087] 한편, 맥박 신호는 비반전 연산 증폭기를 통해 전치증폭된 후, 노치 필터, 대역 통과 필터 및 미분기를 순차적으로 통과하여 잡음이 감소된 맥박 신호로 걸러질 수 있다. 걸러진 R 파형 신호 및 맥박 신호는 생체 신호 처리부(130)에서 ADC 변환된 후 소프트웨어적으로 문턱치를 통과하여 더욱 안정된 R 파형 신호 및 맥박 신호로 변환될 수 있다. 이후, 생체 신호 처리부(130)는 R 파형 신호 및 맥박 신호를 AND gate로 인가하여 동잡음을 더욱 줄일 수 있으며, 보간(interpolation) 후, 이동평균필터(moving average filter)로 통과시켜 맥박 신호 및 호흡 신호를 확정할 수 있다.

[0088] 한편, 사용자가 생체 신호 처리부(130)의 전원 스위치(16)를 켜면 일정 시간 동안(예를 들어, 1~2분)의 초기 심박수(Ha) 및 초기 호흡수(Sa)를 저장부(미도시)에 저장하며, 이 후 측정되는 심박수(Hb) 및 호흡수(Sb)를 각각 Ha 및 Sa와 비교할 수 있다. 이 두 값의 차이(Ha-Hb, Sa-Sb)가 일정한 폭 이상으로 매우 상승하는 경우, 스피커(15)를 통해 알람 신호를 출력할 수 있다. 또한, 알람 신호는 모터를 통해 진동으로 출력될 수도 있다.

[0089] 도 12는 본 발명의 일 실시 예에 따른, 착용자의 심박수 및 호흡수를 산출하는 과정을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0090] 먼저, 우측 소매형 섬유(9-1)의 전도성 섬유 전극과 연결된 도선(13-3)을 통해 출력되는 신호와, 좌측 소매형 섬유(9-2)의 전도성 섬유 전극과 연결된 도선(13-2)을 통해 출력되는 신호는 울트라 하이 임피던스

instrumentation 앰프(1201)의 일 단자로 각각 입력되며, 울트라 하이 임피던스 instrumentation 앰프(1201)에서 출력된 신호는 공통모드 신호성분 분리회로(1203)으로 입력되어 공통 모드 신호가 분리된다. 이 후, 공통모드 신호성분 분리회로(1203)에서 출력된 신호는 노치필터(1204)로 입력되어 전원잡음이 제거되며, 전원잡음이 제거된 신호는 전압 증폭 OP 앰프(1205)로 입력되어, 충분히 증폭될 수 있다. 증폭된 신호는 중심 주파수가 17Hz 정도되는 대역통과 필터인 QRS 심전도 성분 분리 필터(1206) 및 차단 주파수 5Hz 미만의 저역통과 필터인 호흡 성분 분리 필터(1207)로 각각 입력되고, 각 필터(1206, 1207)에서 출력된 맥박 신호 및 호흡 신호는 마이크로 프로세서(1208)로 입력된다. 마이크로 프로세서(1208)는 입력된 신호로부터 신호 처리 알고리즘에 의해 알람 신호를 발생시킬 수 있다.

[0091] 또한, 공통모드 신호성분 분리회로(1203)에서는 출력되는 신호는 공통모드 잡음 드라이버 앰프(1202)로도 입력되어, 등판 전극 센서(120)로 입력되어, 잡음을 제거하는 데 사용된다.

[0092] 한편, 좌측 소매형 섬유(9-2)의 압전 센서와 연결된 도선(13-1)은 압전 센서용 프리 앰프(1209)로 입력된 후, 노치 필터(1210)를 거쳐 대역 통과 필터(1211)를 거쳐, 마이크로 프로세서(1208)로 입력된다.

[0093] 한편, 도 13은 호흡 신호를 검출함에 있어 신호 대 잡음 비(SNR)를 높이기 위하여 제공되는 생체신호 측정 방식을 도시한 것이다. 도 13에 따르면, 생체 신호 처리부(130)는 등판 전극(120)과 좌우측의 손목 전극 센서(110) 중 어느 하나의 센서와 연결된 전선을 통하여 80~200kHz의 미약한 정전류(i) 전원을 인가하여 호흡에 따르는 생체 임피던스(ΔZ)의 변화에 따르는 전압($\Delta v = i \cdot \Delta z$)를 얻을 수 있다. 생체 신호 처리부(130)는 얻은 전압(Δv)을 증폭한 뒤, 포락선 검파기(Envelope detector, 1301)를 통해 호흡에 따르는 임피던스 변화에 비례하는 전압의 진폭 변화 성분만을 검출함으로써 호흡 신호의 성분을 심전도와 관계 없이 분리하여 측정할 수 있다.

[0094] 한편, 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특정의 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어져서는 안될 것이다.

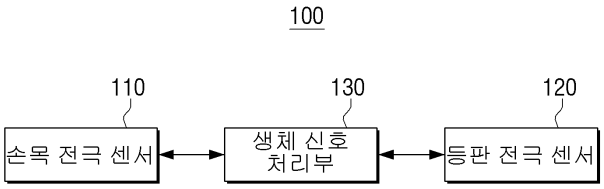
부호의 설명

[0095] 100: 스마트 웨어 110: 손목 전극 센서

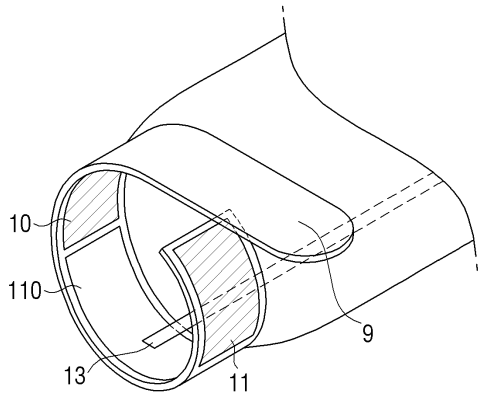
120: 등판 전극 센서 130: 생체 신호 처리부

도면

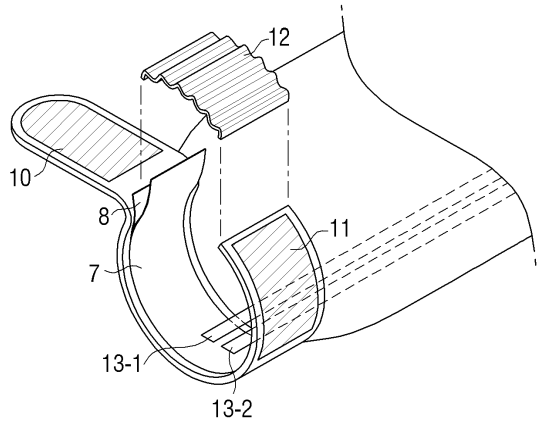
도면1



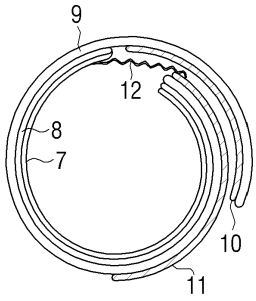
도면2



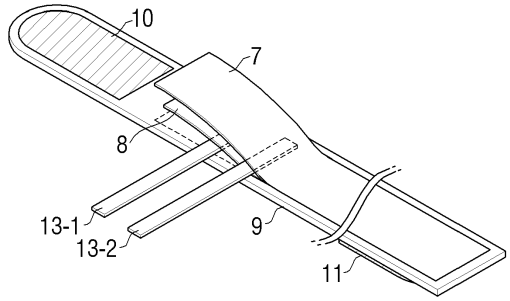
도면3



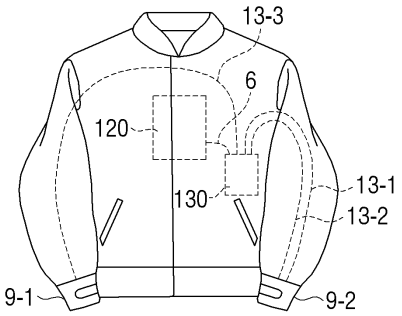
도면4



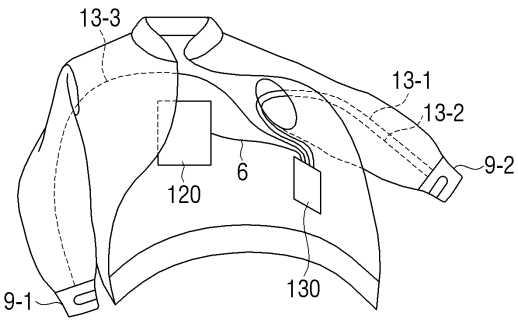
도면5



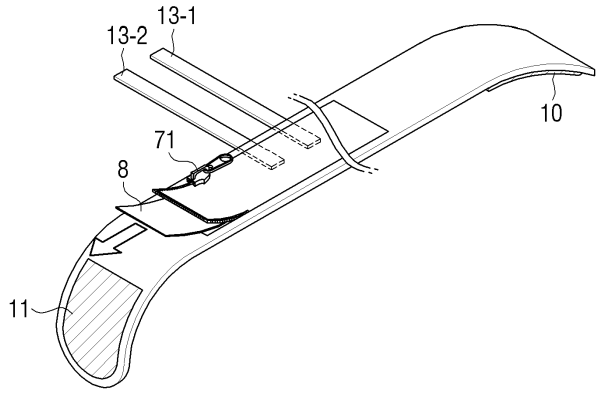
도면6a



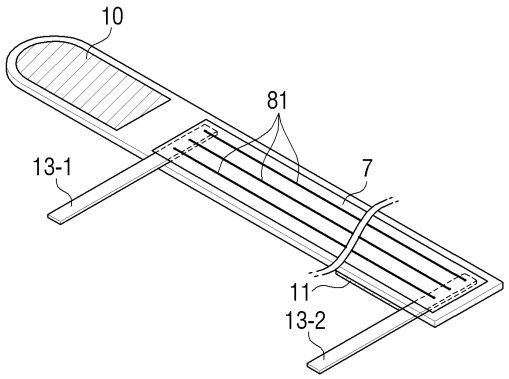
도면6b



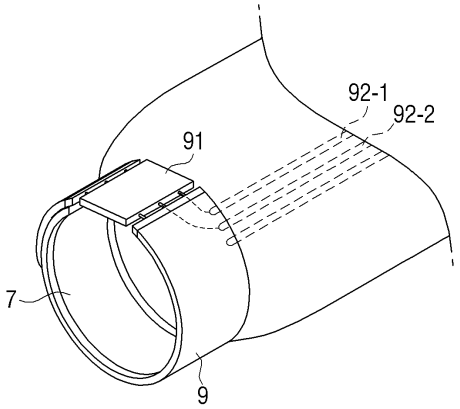
도면7



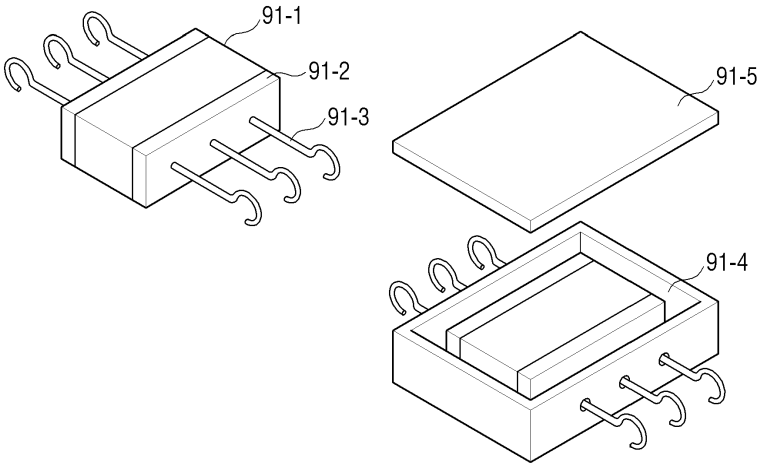
도면8



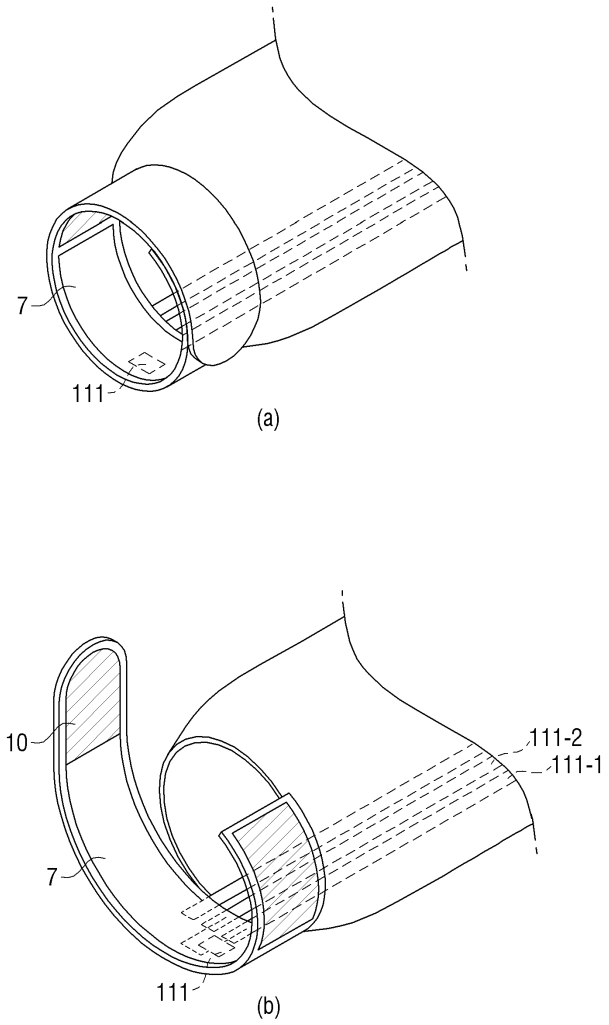
도면9a



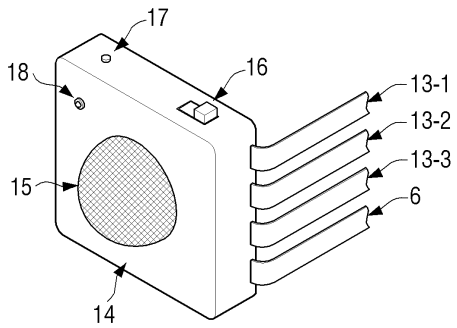
도면9b



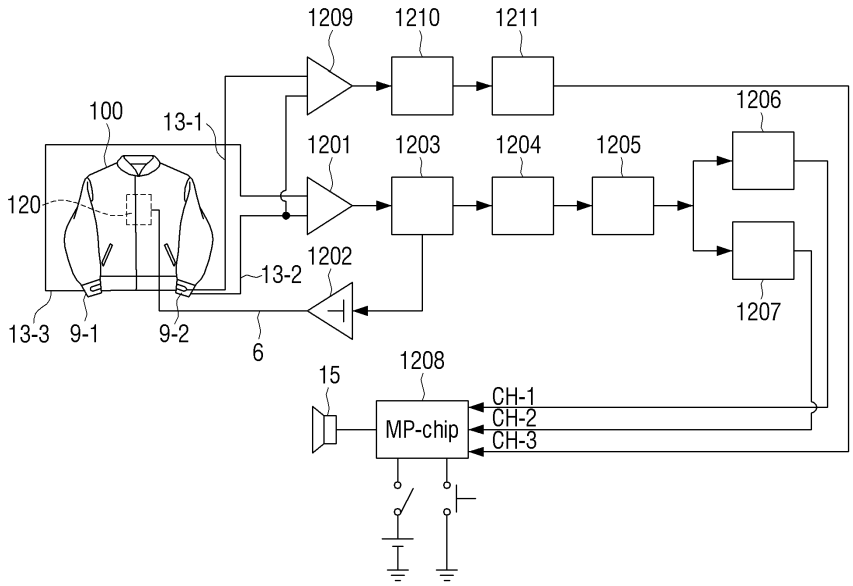
도면10



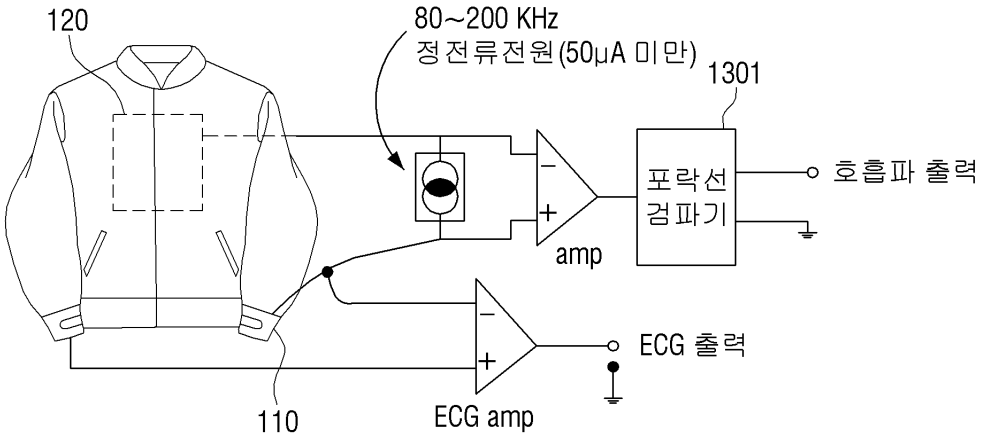
도면11



도면12



도면13



도면14

