



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0088784  
(43) 공개일자 2019년07월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
A61B 5/021 (2006.01) A61B 5/00 (2006.01)  
A61B 5/024 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
A61B 5/021 (2013.01)  
A61B 5/024 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2018-0007297  
(22) 출원일자 2018년01월19일  
심사청구일자 2018년01월19일

(71) 출원인  
한국과학기술원  
대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)  
주식회사 로보프린트  
대구광역시 북구 노원로 75, 206호(노원동3가,  
한국로봇산업진흥원 로봇혁신센터)  
(72) 발명자  
이진재  
대전광역시 유성구 대학로 291 한국과학기술원  
박대용  
대전광역시 유성구 대학로 291 한국과학기술원  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
특허법인 다해

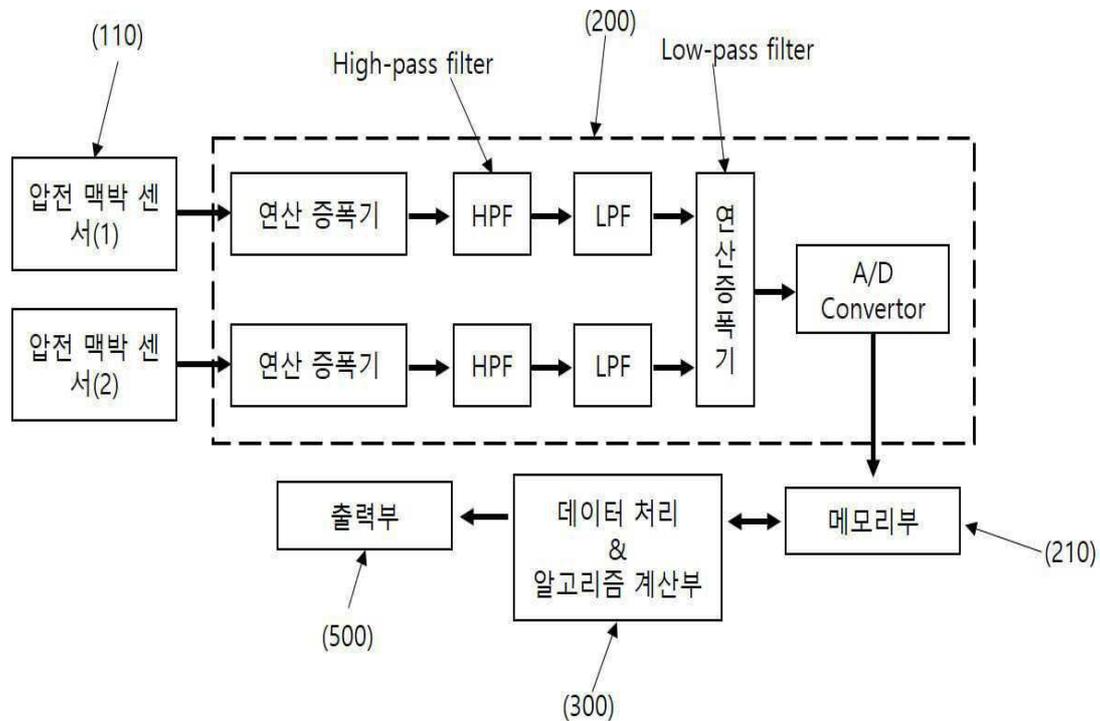
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 인체 상에 부착 가능한 압전 맥박 소자를 이용한 압전 기반 혈압 측정 장치

(57) 요약

본 발명에 따른 압전 기반 혈압 측정 장치는 손목 상에 분리 가능하게 결합되는 캐리어 기관(100); 상기 캐리어 기관(100) 상에 소정 간격으로 마운팅되는 복수의 압전 센서(110); 상기 복수의 압전 센서(110)를 각각 덮는 상태로 상기 캐리어 기관(100) 상에 코팅되는 탄성 소재(120); 상기 압전 센서(110)에서 센싱된 전기신호를 전송받 (뒷면에 계속)

대표도 - 도1



는 입력신호 전처리부(200); 상기 입력신호 전처리부(200)에서 증폭, 필터링, 증폭 과정을 거쳐 A/D 변환부에 입력된 신호가 저장되는 메모리부(210); 및 상기 메모리부(210) 상에 저장된 맥박 신호를 혈압 계산 알고리즘에 의한 신호처리 과정을 수행하는 데이터 처리 및 알고리즘 계산부(300);를 포함하고, 초박형인 상기 압전 센서(110) 상에 상기 탄성 소재(120)를 형성시킴으로써 굴곡진 인체의 손목과 상기 압전 센서(110) 간의 밀착도를 증가시켜 정확한 맥박 측정을 가능하게 하고, 상기 데이터 처리 및 알고리즘 계산부(300)의 알고리즘 연산 과정을 통해 혈압을 유추한다.

(52) CPC특허분류

*A61B 5/6831* (2013.01)

*A61B 5/7225* (2013.01)

*A61B 5/7235* (2013.01)

*A61B 5/7275* (2013.01)

*A61B 2562/02* (2013.01)

(72) 발명자

**김동현**

대전광역시 유성구 대학로 291 한국과학기술원

**박정규**

대구광역시 수성구 달구벌대로621길 11(시지동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 G01170323

부처명 산업체

연구관리전문기관 주식회사 로보프린트

연구사업명 산업체연구개발사업

연구과제명 웨어러블 자가발전에너지 소자와 IoT용 압전 소자 상품개발

기여율 1/1

주관기관 한국과학기술원

연구기간 2017.07.10 ~ 2018.07.09

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

인체 상에 분리 가능하게 결합되는 캐리어 기관(100);  
상기 캐리어 기관(100) 상에 마운팅되는 압전 센서(110);  
상기 압전 센서(110)를 각각 덮는 상태로 상기 캐리어 기관(100) 상에 코팅되는 탄성 소재(120);  
상기 압전 센서(110)에서 센싱된 전기신호를 전송받는 입력신호 전처리부(200);  
상기 입력신호 전처리부(200)에서 증폭, 필터링, 증폭 과정을 거쳐 A/D 변환부에 입력된 신호가 저장되는 메모리부(210); 및  
상기 메모리부(210) 상에 저장된 맥박 신호를 혈압 계산 알고리즘에 의한 신호처리 과정을 수행하는 데이터 처리 및 알고리즘 계산부(300);를 포함하는,  
압전 기반 혈압 측정 장치.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,  
상기 압전 센서(110)는 두께 500nm~3mm 이내의 페로브스카이트 구조를 가지는 압전 물질을 포함하는,  
압전 기반 혈압 측정 장치.

#### 청구항 3

제 2 항에 있어서,  
상기 압전 센서(110)는 단일 또는 복수로 위치하는,  
압전 기반 혈압 측정 장치.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,  
상기 캐리어 기관(100)은,  
상기 탄성 소재(120)를 형성시킴으로써 굴곡진 인체와 상기 압전 센서(110) 간의 밀착도를 증가시켜 정확한 맥박 측정을 가능하게 하는, 손목 밴드 형태 또는 패치 형태인,  
압전 기반 혈압 측정 장치.

#### 청구항 5

제 2 항에 있어서,  
상기 장치는,  
상기 캐리어 기관(100) 상에 배치되는 배터리부(310); 및

상기 데이터 처리 및 알고리즘 계산부(300)에서의 분석결과를 표시하는 출력부(500);를 더 포함하는,  
압전 기반 혈압 측정 장치.

#### 청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 입력신호 전처리부(200)는, 상기의 압전 센서(110)에 각각 연결되는 연산 증폭기, 상기 연산 증폭기의 출력단에 연결되는 하이패스 필터, 상기 하이패스 필터에 연결되는 로우패스 필터, 상기 복수의 로우패스 필터에 연결되는 연산 증폭기, 및 상기 연산 증폭기에 연결되는 A/D 변환부를 포함하는,

압전 기반 혈압 측정 장치.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 탄성 소재(120)는 신체와의 밀착도를 향상시켜 신체에서 발생하는 기계적 변위를 상기 압전 센서(110)에 전달할 수 있도록 Polydimethylsiloxane, Polyethylene, Polybutyrate, Polyurethane 및 Hydrogel을 포함하는 그룹 중 어느 하나의 물질을 채용하는,

압전 기반 혈압 측정 장치.

#### 청구항 8

제 4 항에 있어서,

상기 캐리어 기관(100)의 길이 방향을 따라 소정 간격으로 이격 배치되는 단위 센싱부를 기준으로 하여 일측 상에 상기 입력신호 전처리부(200)와 메모리부(210)가 위치하고, 타측 상에는 상기 데이터 처리 및 알고리즘 계산부(300)와 배터리부(310)가 위치하고, 반대측에는 출력부(500)가 위치하는,

압전 기반 혈압 측정 장치.

#### 청구항 9

제 1 항에 따른 압전 기반 혈압 측정 장치를 이용한 혈압 측정 방법은,

압전 센서 기반의 압전 기반 혈압 측정 장치를 이용하여 인체에서의 맥파 신호를 측정하는 단계;

상기 압전 센서를 이용해 측정된 맥파 생체신호는 아날로그 신호처리 과정을 통해 맥박 신호가 증폭 및 필터링 되는 단계;

상기 아날로그신호 처리된 맥파 신호는 A/D 변환부에 입력되어 디지털 신호로 변환되는 단계;

상기 변환된 맥파 신호를 디지털 필터를 적용하여 대기압 기준의 신호 보정을 한 후에 혈압 계산 알고리즘에 적용하는 단계; 및

최종적으로 계산된 맥박 수, 수축기 혈압, 이완기 혈압, 평균 혈압 값을 디스플레이에 표시하는 단계;를 포함하는,

압전 기반 혈압 측정 장치를 이용한 혈압 측정 방법.

#### 청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 혈압 계산 알고리즘은,

맥박 신호에서 파형 신호를 검출하는 단계;

상기 검출된 파형 신호가 아날로그 전처리 및 디지털 신호로 변환되어 출력되는 결과값과 유연 압전 센서에서 측정되는 상대적인 압력값 사이의 선형 회귀식을 도출하는 단계;를 포함하는,

압전 기반 혈압 측정 장치를 이용한 혈압 측정 방법.

### 청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 혈압 계산 알고리즘은,

선형 회귀식을 도출하는 단계 이후에,

대기압을 고려한 실제 절대 압력 값으로 보정하여 혈압 값과의 상관 관계를 도출한 후에, 이로부터 평균 혈압, 최고 혈압(SYS), 최저 혈압(DIA)을 계산하는 단계; 및

상기 계산된 값을 최종적으로 디스플레이에 표시하는 단계;를 더 포함하는,

압전 기반 혈압 측정 장치를 이용한 혈압 측정 방법.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 인체 상에 부착이 용이하며 압전 압력 센서를 이용한 압전 기반 혈압 측정 장치 기술에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 고령화 시대에 접어들어 따라 높은 삶의 질을 오랫동안 유지하기 위해 건강에 대한 관심이 높아지는 추세이다. 그 중, 혈압은 심장관련 질병에 대한 중요한 인자로서 초기 진단에 매우 중요한 역할을 한다. 기존의 혈압 측정은 병원에서 주로 이루어졌지만 최근에는 가정에서도 손쉽게 혈압 측정을 할 수 있게 됐다. 가장 대표적으로 사용되는 혈압계는 오실로메트릭 방식의 전자혈압계이다. 이 방법은 팔뚝에 감겨진 커프(cuff)에 피검자의 수축기 혈압보다 높은 압력을 가하여 동맥을 폐색시킨 후, 압력을 줄여가면서 커프 압력의 진동의 폭으로 혈압을 판단하는 방법이다.

[0003] 이러한 측정 방식이 편리성을 일부 증대시켰지만, 일상 생활에서 규칙적으로 사용하기에는 힘들다는 단점이 존재한다. 이 외에도 피나프레스 (Finapress) 및 코르트코프 방법 등이 있다. 하지만 이러한 전자 혈압계 방식은 단일 요소만으로 혈압 값을 유추하기 때문에 오차율이 높아 미국 의료기기개발협회 (Association for the Advancement of Medical Instrumentation, AAMI)나 영국 고혈압 학회(British Hypertension Society, BHS)의 기준에 미치지 못한다.

[0004] 한편, Cuff를 사용하지 않고 연속적으로 혈압 측정이 가능한 장치에 관한 특허도 있다 (US 6,669,648 등). 하지만 이러한 경우 손가락에만 한정되고, 손목부위에 고정시 어렵다는 제약이 있으며, 특히 연속적으로 측정하기 위해서는 광원을 계속 구동시켜야 하여 부가적으로 많은 전력이 소비된다는 단점이 존재한다.

[0005] 맥박을 측정할 수 있는 방법에는 크게 압전 저항 방식(piezo-resistive), 광센서를 이용하는 방법 등을 포함할 수 있다. 그러나 압전 저항 방식의 경우에는 온도의 변화에 민감하고 온도 보상을 고려하여야 한다는 단점이 있으며, 소자의 두께가 두꺼워 사람의 피부에 밀착하기가 어려워 측정값의 신뢰도가 떨어진다는 문제점도 또한 존재한다.

[0006] 광센서를 이용하는 방식의 경우에는 혈관의 정확한 위치에 부착하여야 신뢰성 있는 결과값을 얻을 수 있으며, 매우 미세한 신호값을 감지하기 위해서는 복잡한 회로가 필요하다는 구조적 단점이 존재한다. 또한, 상기 방식들은 모두 높은 전력이 소모되는 관계로 시스템을 장기적으로 구동시키기 위해서는 추가적으로 전력원이나 배터

리를 필요로 한다는 단점이 있다.

- [0007] 압전 저항 방식과 관련해서, 최근에 전자 산업의 기술이 비약적으로 발전함에 따라 소자의 소형화와 더불어 소비 전력이 감소하게 됨에 따라 현재의 배터리를 대체할 수 있는 새로운 방법의 전원 개발에 대한 연구로 압력, 힘, 진동과 같은 기계 에너지를 전기 에너지로 전환 가능한 압전 재료에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다.
- [0008] 이러한 압전 하베스팅 기술은 USN, 휴대기기 등의 자체 소자 전원으로 발전 개발되어질 수 있으며, 이들을 플렉서블 박막 소자화함으로써 그 사용처의 다변화 및 확장을 이룰 수 있을 것으로 전망되고 있어 플렉서블 압전 에너지 하베스팅 기술 개발에 대한 요구가 매우 크게 부각되고 있다.
- [0009] 상기한 플렉서블 소자는 유연성이 요구되므로 폴리머와 같은 유기물 기판을 사용하고, 그 상면에 기능부를 구성하는 박막을 유기박막으로 채용하고 있다. 그러나, 유기박막으로 구현된 기능부는 고성능을 보장하기 어려우므로, 무기물로서 플렉서블 소자의 기능부를 구현할 필요가 있다. 이 경우, 압전소재의 고온 성장 공정이 유기물인 플렉서블 기판에 직접 적용되기 어려우므로, 다른 성장기판 상에 산화물 박막과 같은 무기물로 형성된 박막을 성장시킨 후 이를 유기물 기판에 전사하는 박막 전사기술이 사용되곤 한다.
- [0010] 신체의 손목 상에 부착된 상태에서 실시간으로 맥박을 검출하여 표시하는 방안을 제시하는 종래의 문헌으로는 등록특허 제10-1461622호(2014.11.20) 및 제10-1000467호(2010.12.14)를 참조할 수 있다.
- [0011] 상기 문헌들에서는 손목에 착용된 상태에서 맥박을 측정하는 진동 감지부, 감지된 맥박 신호를 표시하는 디스플레이부 등을 포함하는데, 상기 진동 감지부는 밴드에 내장된 압전 필름을 이용하거나 발광 소자를 이용해서 맥박을 검출하는 방식에 관한 내용을 개시한다.
- [0012] (특허문헌 1) KR10-1461622 B
- [0013] (특허문헌 2) KR10-1000467 B

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0014] 본 발명은 상기 종래의 문제점을 해소하고자 하는 것으로서, 압전 압력 센서 상에 젤 또는 탄성체를 형성시킴으로써 굴곡진 인체와 측정부 센서 간의 밀착도를 증가시켜 정확한 맥박 측정을 가능하게 하고, 알고리즘 연산 과정을 통해 혈압을 유추할 수 있는 압전 기반 혈압 측정 장치를 제공하는 것이 목적이다.

**과제의 해결 수단**

- [0015] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 관점에 따른 압전 기반 혈압 측정 장치는 인체 상에 분리 가능하게 결합되는 캐리어 기판(100); 상기 캐리어 기판(100) 상에 소정 간격으로 마운팅되는 압전 센서(110); 상기 압전 센서(110)를 각각 덮는 상태로 상기 캐리어 기판(100) 상에 코팅되는 탄성 소재(120); 상기 압전 센서(110)에서 센싱된 전기신호를 전송받는 입력신호 전처리부(200); 상기 입력신호 전처리부(200)에서 증폭, 필터링, 증폭 과정을 거쳐 A/D 변환부에 입력된 신호가 저장되는 메모리부(210); 및 상기 메모리부(210) 상에 저장된 맥박 신호를 혈압 계산 알고리즘에 의한 신호처리 과정을 수행하는 데이터 처리 및 알고리즘 계산부(300);를 포함한다.
- [0016] 상기 압전 센서(110)는 두께 500nm~3mm 이내의 페로브스카이트 구조를 가지는 압전 물질을 포함한다.
- [0017] 상기 압전 센서(110)는 단일 또는 복수로 위치한다.
- [0018] 상기 장치는, 상기 캐리어 기판(100) 상에 배치되는 배터리부(310); 및 상기 데이터 처리 및 알고리즘 계산부(300)에서의 분석결과를 표시하는 출력부(500);를 더 포함한다.
- [0019] 상기 입력신호 전처리부(200)는, 상기 압전 센서(110)에 각각 연결되는 연산 증폭기, 상기 연산 증폭기의 출력단에 연결되는 하이패스 필터, 상기 하이패스 필터에 연결되는 로우패스 필터, 상기 복수의 로우패스 필터에 연결되는 연산 증폭기, 및 상기 연산 증폭기에 연결되는 A/D 변환부를 포함한다.
- [0020] 상기 탄성 소재(120)는 신체와의 밀착도를 향상시켜 신체에서 발생하는 기계적 변위를 상기 압전 센서(110)에 전달할 수 있도록 Polydimethylsiloxane, Polyethylene, Polybutyrate, Polyurethane 및 Hydrogel을 포함하는 그룹 중 어느 하나의 물질을 채용한다.

- [0021] 상기 캐리어 기관(100)의 길이 방향을 따라 소정 간격으로 이격 배치되는 단위 센싱부를 기준으로 하여 일측 상에 상기 입력신호 전처리부(200)와 메모리부(210)가 위치하고, 타측 상에는 상기 데이터 처리 및 알고리즘 계산부(300)와 배터리부(310)가 위치한다.
- [0022] 압전 센서(110) 상에 상기 탄성 소재(120)를 형성시킴으로써 굴곡진 인체의 손목과 상기 압전 센서(110) 간의 밀착도를 증가시켜 정확한 맥박 측정을 가능하게 하고, 상기 데이터 처리 및 알고리즘 계산부(300)의 알고리즘 연산 과정을 통해 혈압을 유추한다.
- [0023] 상기 캐리어 기관(100)은 손목 밴드 형태 또는 패치 형태이다.
- [0024] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 관점에 따른 압전 기반 혈압 측정 장치를 이용한 혈압 측정 방법은, 압전 센서 기반의 압전 기반 혈압 측정 장치를 이용하여 인체에서의 맥파 신호를 측정하는 단계; 상기 압전 센서를 이용해 측정된 맥파 생체신호는 아날로그 신호처리 과정을 통해 맥박 신호가 증폭 및 필터링되는 단계; 상기 아날로그신호 처리된 맥파 신호는 A/D 변환부에 입력되어 디지털 신호로 변환되는 단계; 상기 변환된 맥파 신호를 디지털 필터를 적용하여 대기압 기준의 신호 보정을 한 후에 혈압 계산 알고리즘에 적용하는 단계; 및 최종적으로 계산된 맥박 수, 수축기 혈압, 이완기 혈압, 평균 혈압 값을 디스플레이에 표시하는 단계;를 포함한다.
- [0025] 상기 혈압 계산 알고리즘은, 맥박 신호에서 과형 신호를 검출하는 단계; 상기 검출된 과형 신호가 아날로그 전처리 및 디지털 신호로 변환되어 출력되는 결과값과 유연 압전 센서에서 측정되는 상대적인 압력값 사이의 선형 회귀식을 도출하는 단계;를 포함한다.
- [0026] 상기 혈압 계산 알고리즘은, 선형 회귀식을 도출하는 단계 이후에, 대기압을 고려한 실제 절대 압력 값으로 보정하여 혈압 값과의 상관 관계를 도출한 후에, 이로부터 평균 혈압, 최고 혈압(SYS), 최저 혈압(DIA)을 계산하는 단계; 및 상기 계산된 값을 최종적으로 디스플레이에 표시하는 단계;를 더 포함한다.

**발명의 효과**

- [0027] 상술한 바와 같은 본 발명에 따른 압전 기반 혈압 측정 장치는 압전 압력 센서 상에 젤 또는 탄성체를 형성시킴으로써 굴곡진 인체와 측정부 센서 간의 밀착도를 증가시켜 정확한 맥박 측정을 가능하게 하고, 알고리즘 연산 과정을 통해 혈압을 유추할 수 있게 한다.

**도면의 간단한 설명**

- [0028] 도 1은 본 발명에 따른 압전 기반 혈압 측정 장치의 개념도를 나타낸다.
- 도 2는 피부 접촉면 상에 위치한 압전 기반 혈압 측정 장치의 피부 접촉면을 보여주는 개략적인 도면이다.
- 도 3은 본 발명에 따른 압전 기반 혈압 측정 장치를 이루는 유연 압전 맥박 센서와 탄성소재 간의 모습을 나타내는 대략적인 모식도이다.
- 도 4는 본 발명에 따른 압전 기반 혈압 측정 장치에 대한 개략적인 실제 제작된 형상을 보인다.
- 도 5는 본 발명에 따른 압전 기반 혈압 측정 장치의 내측 상에 탄성 소재가 포함된 실제 형상을 보인다.
- 도 6는 본 발명에 따른 패치 형태의 혈압 측정 장치에 대해 개략적으로 실제 제작된 형상을 보인다.
- 도 7은 본 발명에 따라 후막의 페로브스카이트 구조의 압전 물질에 대한 실제 제작된 형상을 보인다.
- 도 8은 본 발명에 따른 압전 기반 혈압 측정 장치를 이루는 탄성 소재 및 유연한 압전 기반의 센서를 이용하여 손목에서 측정된 요골동맥 펄스를 보이는 그래프이다.
- 도 9는 압전 기반 혈압 측정 장치의 디스플레이부를 나타내는 대략적인 모식도이다.
- 도 10은 압전 기반 혈압 측정 장치의 측정 방법을 나타낸 흐름도이다.
- 도 11은 압전 기반 혈압 측정 장치를 이용한 혈압 계산 알고리즘의 연산 과정을 나타내는 흐름도이다.
- 도 12는 소자의 유연성 및 압전 전위 시뮬레이션 결과를 보인다.
- 도 13은 유연 센서의 특성평가 결과를 보인다.

도 14는 소자의 내구성 테스트 결과를 보인다.

도 15는 유연한 압전 물질 기반의 센서를 손목에 부착하여 요골동맥에서의 맥파를 감지하는 모습을 보인다.

도 16은 소자를 목에 부착하여 경동맥의 맥박 및 침 삼킴 등의 움직임 감지한 모습이다.

도 17은 의료용 호흡마스크에 소자를 부착하여 호흡의 변화를 측정된 결과를 보인다.

도 18은 맥박 신호를 감지하는 동안에 발생하는 에너지를 이용하여 시각 및 청각적으로 확인할 수 있는 회로를 보인다.

도 19는 유연 맥박 센서로 감지한 맥박 신호를 마이크로 컨트롤러와 블루투스 모듈을 이용하여 휴대 기기로 무선송신하는 모습을 보인다.

도 20은 500nm 두께의 압전 센서를 이용하여 맥박 신호를 측정된 결과를 보인다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 더욱 상세히 설명하기로 한다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 도면 상에서 동일 부호는 동일한 요소를 지칭한다.
- [0030] 이하, 도 1 내지 도 5를 참조하여 본 발명에 따른 압전 기반 혈압 측정 장치에 대해 설명한다.
- [0031] 본 발명에 따른 압전 기반 혈압 측정 장치는 손목을 포함한 인체 상에 분리 가능하게 결합되는 캐리어 기관(100), 캐리어 기관(100) 상에 마운팅되는 하나 또는 복수의 압전 센서(110), 압전 센서(110)를 각각 덮는 상태로 캐리어 기관(100) 상에 코팅되는 탄성 소재(120), 압전 센서(110)에서 센싱된 전기신호를 전송받는 입력신호 전처리부(200), 입력신호 전처리부(200)에서 증폭, 필터링, 증폭 과정을 거쳐 A/D 변환부에 입력된 신호가 저장되는 메모리부(210), 메모리부(210) 상에 저장된 맥박 신호를 혈압 계산 알고리즘에 의한 신호처리 과정을 수행하는 데이터 처리 및 알고리즘 계산부(300), 캐리어 기관(100) 상에 배치되는 배터리부(310) 및 데이터 처리 및 알고리즘 계산부(300)에서의 분석결과를 표시하는 출력부(500)를 포함한다.
- [0032] 입력신호 전처리부(200)는 압전 센서(110)에 각각 연결되는 연산 증폭기, 연산 증폭기의 출력단에 연결되는 하이패스 필터, 하이패스 필터에 연결되는 로우패스 필터, 복수의 로우패스 필터에 연결되는 연산 증폭기, 및 연산 증폭기에 연결되는 A/D 변환부를 포함한다.
- [0033] 즉, 압력 맥박 센서(110)를 이용해 측정된 맥파 신호는 아날로그 신호 전처리부인 입력신호 전처리부(200)에서 증폭, 필터링, 증폭 과정을 거쳐 A/D 변환부에 입력되고 메모리부(211)에 저장된다. 메모리부(211)에 저장된 맥박 신호는 데이터 처리 및 알고리즘 계산부(300)에 입력되어 있는 혈압 계산 알고리즘에 의해 신호처리 과정을 거치고, 그 분석 결과는 출력부(500)를 통해 표시된다.
- [0034] 본 발명은 정확한 동맥의 위치를 선정하고 맥파를 정확하게 측정하기 위해 하나 또는 다수의 압전 센서(110)를 위치시킨다.
- [0035] 한편, 압전 센서(110)와 인체와의 접촉을 증가시키기 위해 압전 센서(110) 상부 쪽에 젤 또는 탄성체인 탄성 소재(120)를 부착시켜 임의의 곡면에서 발생하는 압력 신호를 정밀하게 측정할 수 있다. 압전 센서(110)는 유연한 성질을 이루는 박막 센서로서의 특징을 갖는 것으로서 3mm 이내의 페로브스카이트 구조를 가지는 압전 물질일 수 있다. 상기 압전 센서(110)는 박막(thin film)과 후막(thick film)을 모두 포함한다.
- [0036] 압전 센서(110) 상에 소정 압력을 가하게 되면 변위(displacement)의 변화에 의해 내부 전하의 크기가 변하면서 전력이 발생하게 된다. 한편, 압전 센서가 일정 두께 이상이 되면 소자 전체의 강성(stiffness)이 급격히 증가하게 된다. 상기의 stiffness는 임의의 물체에 대한 단단함 정도를 나타내는 물리적 요소로서, 물체에 가하는 힘을 변위로 나눈 값으로 정의한다. 이를 토대로 보면, 두께가 얇은 유연한 상태의 압전 센서하에서는, 압전 물질의 두께 요소가 지배적인 요소인바, 압전 물질의 두께가 증가할수록 변위 및 생성되는 전력이 증가한다. 반면에, 두께가 일정치 이상으로 증가하면 물질이 딱딱해지고 소자의 강성이 지배적인 요소가 되는데, 일정 두께 이상에서는 변위 및 전력이 감소한다.
- [0037] 본 발명의 경우에는 압전 센서의 두께가 1~3mm 범위에서 전력이 감소하게 된다.

- [0038] 또한, 압전 센서를 장치 및 시스템 상에 배치하여 제작하는 경우에, 상기 압전 센서 뿐만 아니라 다른 전자부품 요소들과의 패키징 등의 문제까지도 고려해야 한다. 예를 들어, OPA227, LM358 등과 같이 상용으로 사용하는 연산 증폭기의 경우를 고려하면 약 1~2mm 내의 두께를 유지하는 것이 바람직할 수 있다. 상기한 부품 요소들과의 설계, 패키징 및 위에서 설명한 output 전력 등을 고려하여 3mm 내의 두께로 한정한다.
- [0039] 한편, 도 20을 참조하면 압전 센서의 두께를 500 nm 로 설정하여 맥박 신호를 측정하는 경우에는, 발생하는 노이즈에 비해서 출력값이 너무 낮아지게 되어 맥박 신호가 측정되지 않는 것을 확인할 수 있다. 이를 감안하며, 본 발명에서는 압전 센서의 두께를 500nm~3mm 로 설정한다.
- [0040] 탄성 소재(120)는 압전 센서(110)가 인체 상에 완전히 부착되지 않는 경우에도, 젤 또는 탄성체가 완전히 부착됨으로써 예를 들어 손목 요골 동맥의 맥박 파형을 센서로 전달할 수 있어 측정의 정밀도를 향상시킬 수 있다.
- [0041] 도 2를 참조하여, 탄성 소재(120)를 포함한 구성요소들의 배치를 보면 다음과 같다.
- [0042] 캐리어 기판(100)의 길이 방향을 따라서 압전 센서(110)와 상기 압전 센서(110)를 감싸는 탄성 소재(120)로 구성되는 단위 센싱부가 소정 간격으로 다수개 배치되고, 상기 다수의 단위 센싱부 사이에 입력신호 전처리부(200)와 메모리부(210)가 배치되는 것과 동시에 한편으로는 상기 단위 센싱부 사이에 데이터 처리 및 알고리즘 계산부(300)와 배터리부(310)가 배치될 수 있다. 즉, 일례로서 캐리어 기판(100)의 길이 방향을 따라 소정 간격으로 이격 배치되는 3개의 단위 센싱부 중 중앙의 단위 센싱부를 기준으로 하여 일측 상에 입력신호 전처리부(200)와 메모리부(210)가 위치하고, 타측 상에는 데이터 처리 및 알고리즘 계산부(300)와 배터리부(310)가 위치한다.
- [0043] 정확한 동맥의 위치를 선정하고 맥파를 정확하게 측정하기 위해 다수의 유연 압전 센서(110)를 위치시킨다. 유연 압력 센서(110)와 손목과의 접촉을 증가시키기 위해 센서(110) 위쪽에 젤 또는 탄성체를 부착시켜 임의의 곡면에서 발생하는 압력 신호를 정밀하게 측정할 수 있다.
- [0044] 상기 탄성 소재(120)는 신체와의 밀착도를 향상시켜 신체에서 발생하는 기계적 변위를 상기 압전 센서(110)에 전달할 수 있도록 Polydimethylsiloxane, Polyethylene, Polybutyrate, Polyurethane 및 Hydrogel을 포함하는 그룹 중 어느 하나의 물질을 채용한다.
- [0045] 도 3은 본 발명에 따른 압전 기반 혈압 측정 장치를 이루는 유연 압전 맥박 센서와 탄성소재 간의 모습을 나타내는 대략적인 모식도로서, 손목(400) 상에 압전 센서(110) 및 탄성 소재(120)가 배치된 일례를 보인다. 탄성 소재(120)는 손목(400) 상에 중앙이 볼록한 넓은 원판 형상으로 길게 부착된 형태를 보이고, 압전 센서(110)는 상기 탄성 소재(120) 상면 상에 부착된다. 압전 센서(110)가 손목에 완전히 부착되지 않아도, 젤 또는 탄성체가 완전히 부착됨으로써, 요골 동맥의 맥박 파형을 센서로 전달할 수 있어 측정의 정밀도를 향상시킬 수 있다.
- [0046] 도 4는 본 발명에 따른 압전 기반 혈압 측정 장치에 대한 개략적인 실제 제작된 형상을 보인다. 도 5는 본 발명에 따른 압전 기반 혈압 측정 장치의 내측 상에 탄성 소재가 포함된 실제 형상을 보인다.
- [0047] 한편, 도 6은 본 발명에 따라 패치 형태의 압전 기반 혈압 측정 장치에 대해 개략적으로 실제 제작된 형상을 보인다. 도 7은 본 발명에 따라 후막의 페로브스카이트 구조의 압전 물질에 대한 실제 제작된 형상을 보인다.
- [0048] 도 8은 본 발명에 따른 압전 기반 혈압 측정 장치를 이루는 탄성 소재 및 유연한 압전 기반의 센서를 이용하여 손목에서 측정된 요골동맥 펄스를 보이는 그래프이다.
- [0049] 도 9는 압전 기반 혈압 측정 장치의 디스플레이부를 나타내는 대략적인 모식도이다. 도 9를 참조하면, 캐리어 기판(100) 상에 디스플레이부(500)가 표시된 것을 보이는데, 구체적으로는 혈압, 맥박 및 산소 포화도를 표시한다.
- [0050] 도 10은 압전 기반 혈압 측정 장치의 측정 방법을 나타낸 흐름도이다.
- [0051] 도 10에 나타난 흐름도를 살펴보면, 유연 압전 센서 기반의 압전 기반 혈압 측정 장치를 이용하여 손목에서의 맥파 신호 측정을 시작하게 되면, 유연 압전 센서를 이용해 맥파 생체신호를 측정하고, 아날로그 신호처리 과정을 통해 맥박 신호가 증폭 및 필터링된다.
- [0052] 아날로그신호 처리된 맥파 신호는 A/D 변환부에 입력되어 디지털 신호로 변환된다.
- [0053] 변환된 맥파 신호는 디지털 필터를 적용하고, 대기압 기준의 신호 보정을 하고, 이를 혈압 계산 알고리즘에 적용한다.

- [0054] 계산된 맥박 수, 수축기 혈압, 이완기 혈압, 평균 혈압 값을 디스플레이에 표시한다.
- [0055] 도 11은 압전 기반 혈압 측정 장치를 이용한 혈압 계산 알고리즘의 연산 과정을 나타내는 흐름도이다.
- [0056] 도 11에 나타난 흐름도를 살펴보면, 맥박 신호에서 파형 신호를 검출하고, 검출된 파형 신호가 아날로그 전처리 및 디지털 신호로 변환되어 출력되는 결과값과 유연 압전 센서에서 측정되는 상대적인 압력값 사이의 선형 회귀식을 도출한다.
- [0057] 다음으로는, 대기압을 고려하여 실제 절대 압력 값으로 보정하여 혈압 값과의 상관 관계를 도출하고, 이로부터 평균 혈압, 최고 혈압(SYS, systolic pressure 수축기압), 최저 혈압(DIA, diastolic pressure 확장기 혈압)을 계산한다.
- [0058] 계산된 값을 최종적으로 디스플레이에 표시하게 되면 본 알고리즘에 의한 일련의 연산 과정은 종료된다.
- [0059] 도 12(a)는 소자의 유연성을 보여주는 그림으로서, 얇은 플라스틱 위에 소자가 제작되어 비탄성 방울 위에서도 안정적으로 형태를 유지하는 것을 확인할 수 있다. 도 12(b)는 압력에 의해 소자에서 발생하는 압전 전위 시뮬레이션 결과를 보이는 것으로서 10kPa의 압력 상황에서 진행한 결과를 나타내며, 이 정도의 압력은 맥박에서 발생하는 압력과 유사한 상황을 보인다.
- [0060] 도 13은 본 발명에 따라 제작된 유연 센서의 특성평가 결과를 보인다. 도 13(a)는 다양한 압력 변화에 따라 발생하는 전압 결과를 보여주고 있다. 도 13(b)는 다양한 압력 범위에 따른 정규화된 압력값의 통계 결과를 보인다. 그래프의 기울기를 통해  $0.018 \text{ kPa}^{-1}$ 의 민감도를 확인할 수 있으며, 반응속도는 약 60ms 인 것을 확인할 수 있다.
- [0061] 도 14는 소자의 내구성 테스트 결과를 보인다. 5000 cycle에도 소자가 작동하는 것을 확인할 수 있다.
- [0062] 도 15는 유연한 압전 물질 기반의 센서를 손목에 부착하여 요골동맥에서의 맥박을 감지하는 모습이다. 도 15(a)는 소자가 굴곡진 손목에도 매우 균일하게 잘 붙어 있는 모습을 보여주고 있다. 도 15(b)는 요골동맥에서 측정된 맥박의 모습을 보인다. 구체적으로는, 빨간색은 운동 전의 맥박이며, 파란색은 운동 후를 보이는 것으로서 약 5분 정도의 간단한 러닝 후의 맥박을 보여주고 있다. 운동 전에는 분당 약 55회, 운동 후에는 약 75회의 맥박수를 확인하였다.
- [0063] 도 16은 소자를 목에 부착하여 경동맥의 맥박 및 침삼김 등의 움직임을 감지한 모습이다. 경동맥은 요골동맥에서 측정한 결과값보다 높은 전압을 형성하는데, 이는 심장에서 시작되는 피의 흐름에서 경동맥에 가장 강한 압을 전달하기 때문이다. 또한, 침을 삼키는 행동에 대해 규칙적인 움직임을 감지하였으며, 이러한 결과는 다양한 모션 센서로 활용할 수 있는 가능성을 갖고 있다.
- [0064] 도 17은 의료용 호흡 마스크에 소자를 부착하여 호흡의 변화를 측정한 결과이다. 일반적인 호흡과 깊은 호흡의 변화를 감지할 수 있는 것을 확인할 수 있다.
- [0065] 도 18은 맥박 신호를 감지하는 동안에 발생하는 에너지를 이용하여 시각 및 청각적으로 확인할 수 있는 회로를 보인다.
- [0066] 압전 물질은 외부의 압력에 의해 전력이 생성된다는 장점을 가지고 있다. 이러한 특성을 이용하여 맥박 신호를 센싱하면서, 동시에 발생하는 에너지를 이용하여 시각 및 청각적으로 확인할 수 있는 회로를 제작하였다.
- [0067] 도 18의 왼쪽 그림은 회로의 block diagram을 보인다. 2회에 걸쳐 증폭 및 필터링(Band Path Filter, BPF)를 통과하여 생성된 전압을 이용하여 Red LED 및 스피커 모듈을 작동시킨다. 맥이 뛸 때 발생하는 최대 전압을 이용하기 때문에, LED와 스피커는 맥박과 동기화(synchronization)하여 펄스 형태로 작동되게 된다. 즉, 맥박이 뛸 때마다 LED가 깜빡거리게 된다.
- [0068] 도 19는 유연 맥박 센서로 감지한 맥박 신호를 마이크로 컨트롤러와 블루투스 모듈을 이용하여 휴대 기기로 무선 송신하는 모습을 보인다.
- [0069] 본 발명을 통해 제작된 압전 기반의 유연 센서가 상용적으로 사용되는 무선 송신 모듈에도 충분히 호환되는 것을 확인할 수 있으며, 이러한 기술을 이용하여 맥박 신호를 실시간 모니터링할 수 있다.
- [0070] 본 발명에 따른 압전 기반 혈압 측정 장치는 압전 압력 센서 상에 젤 또는 탄성체를 형성시킴으로써 굴곡진 인체의 손목과 측정부 센서간의 밀착도를 증가시켜 정확한 맥박 측정을 가능하게 하고, 알고리즘 연산 과정을 통

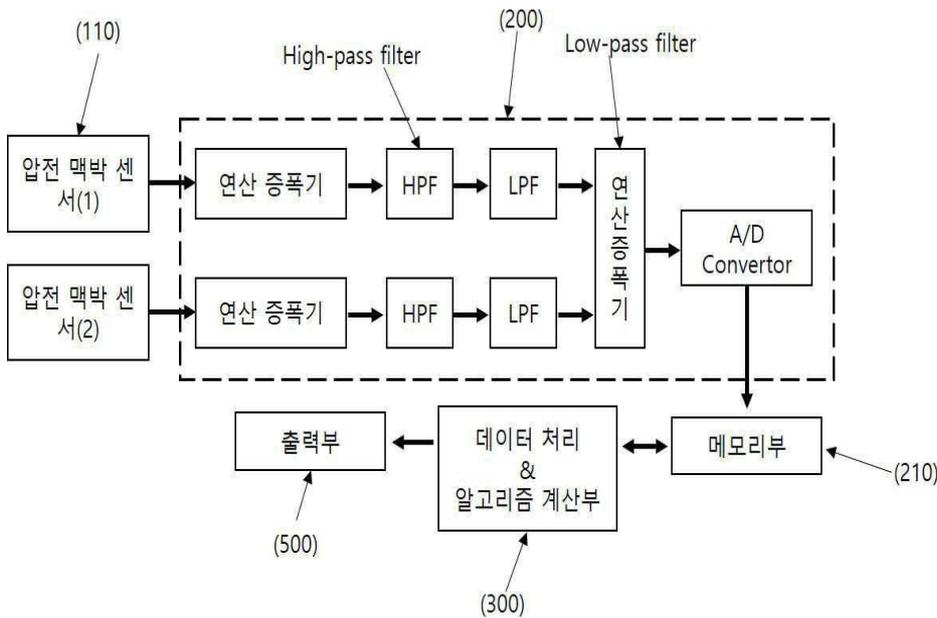
해 혈압을 유추할 수 있게 한다.

[0071]

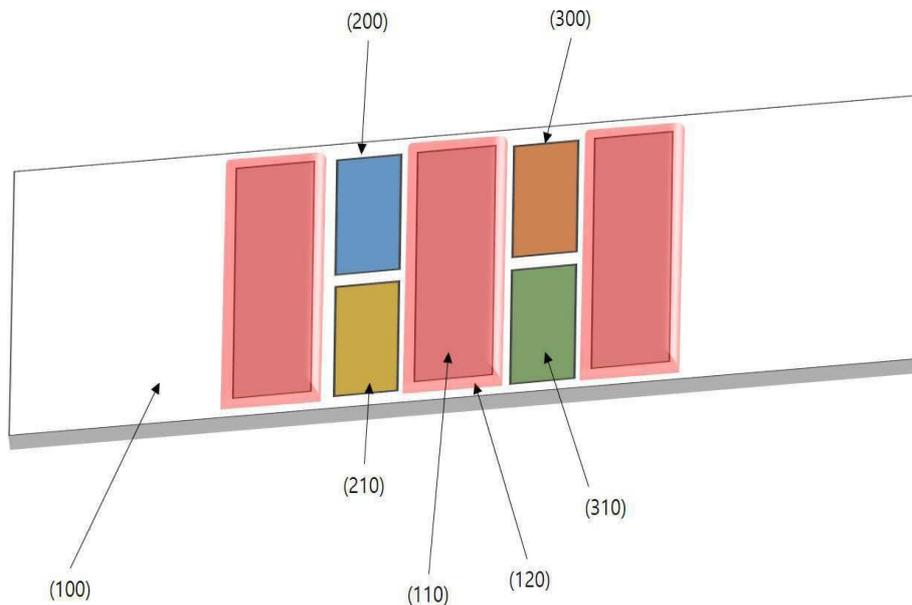
이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

**도면**

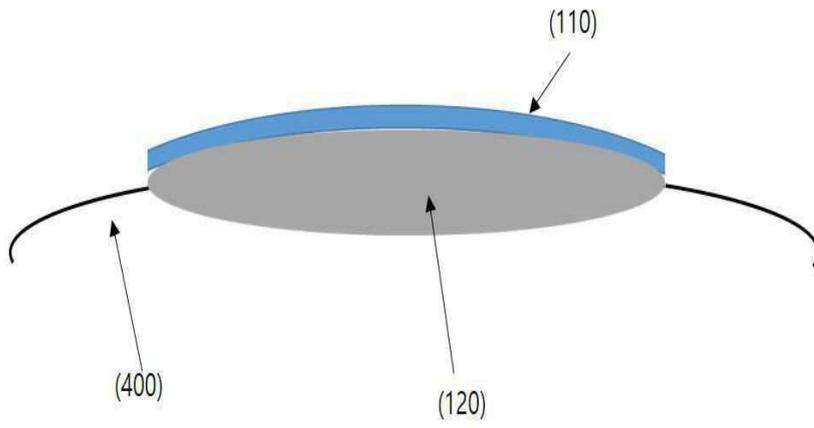
**도면1**



**도면2**



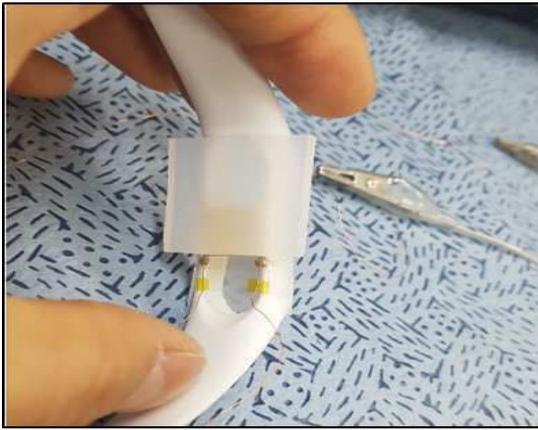
도면3



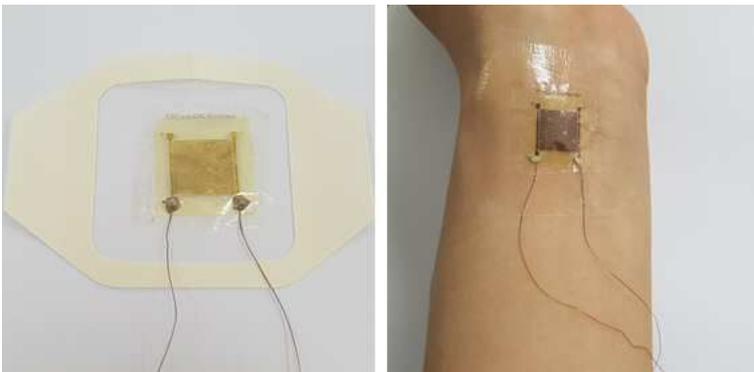
도면4



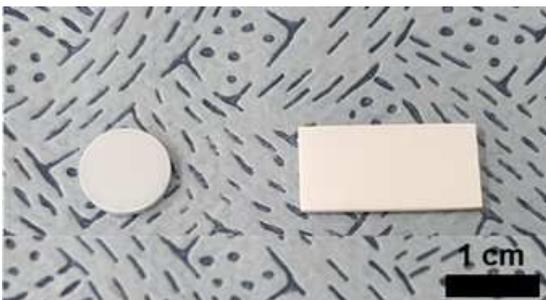
도면5



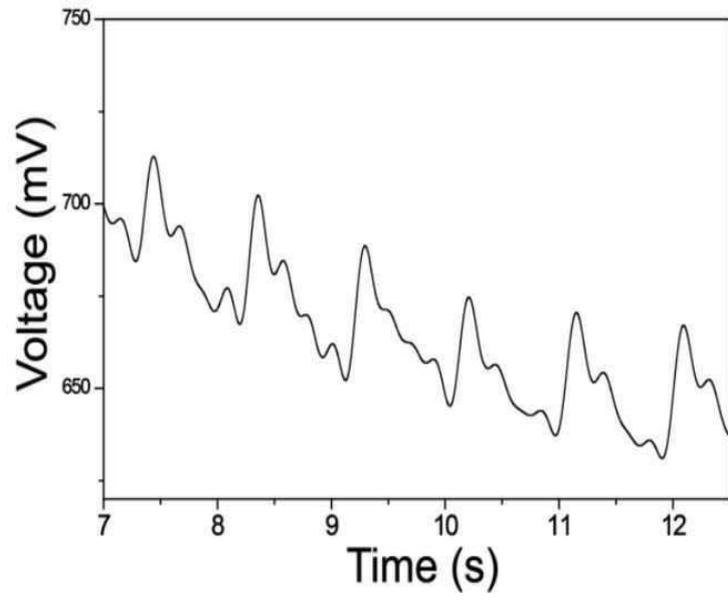
도면6



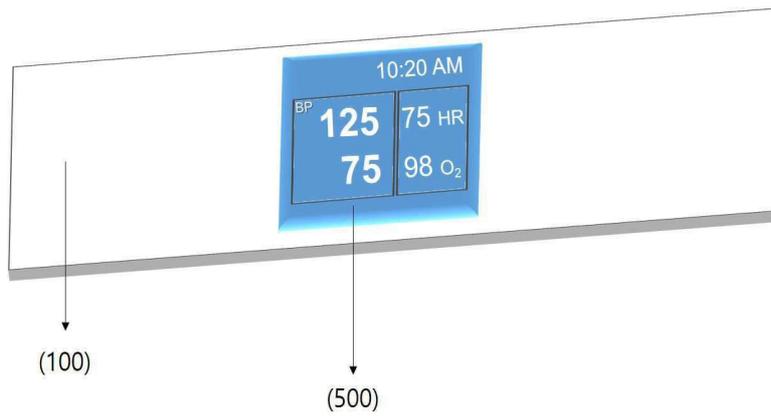
도면7



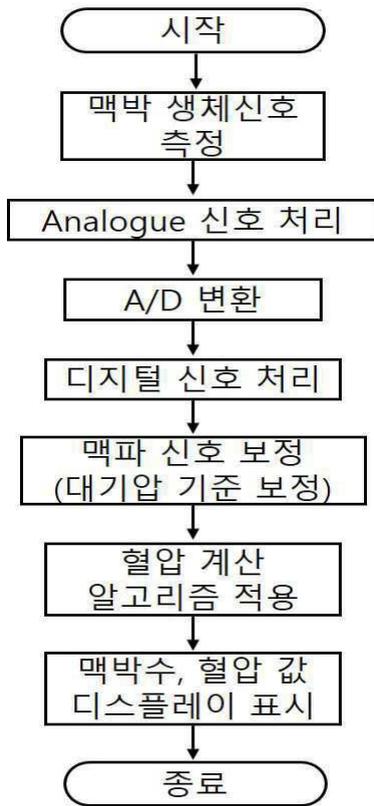
도면8



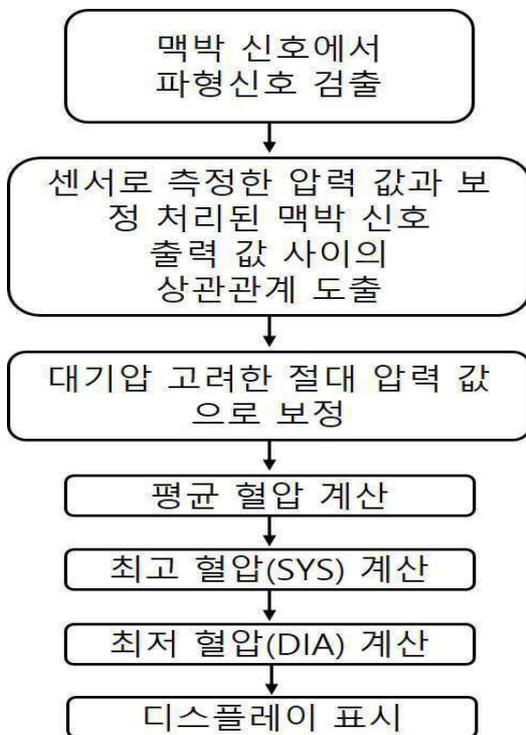
도면9



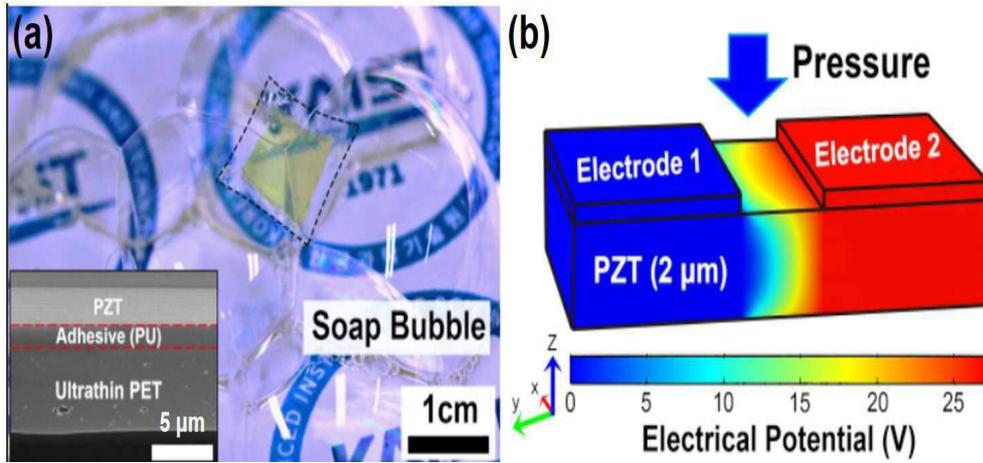
도면10



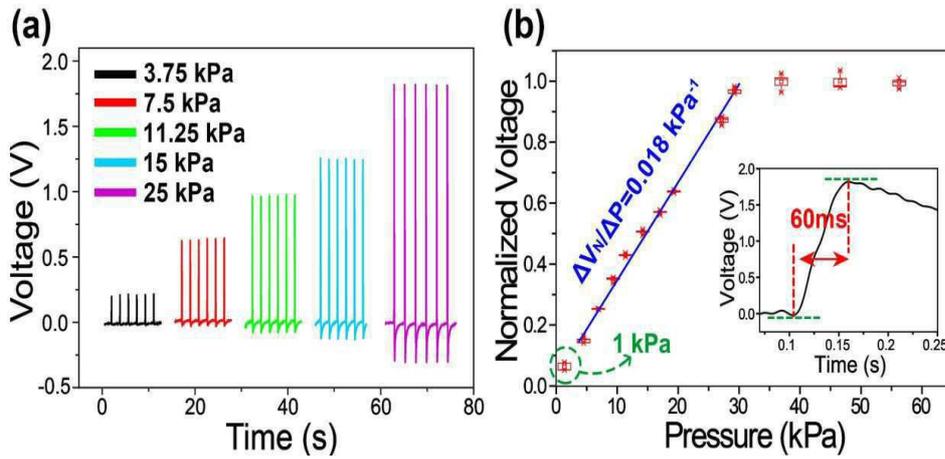
도면11



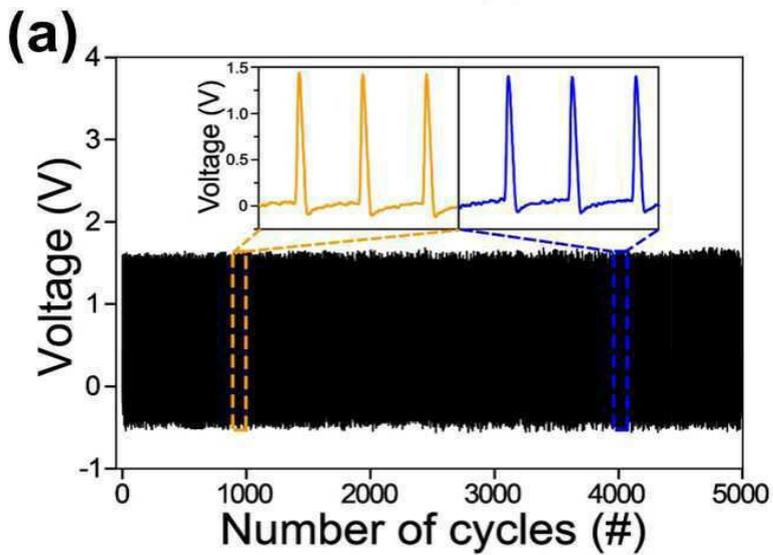
도면12



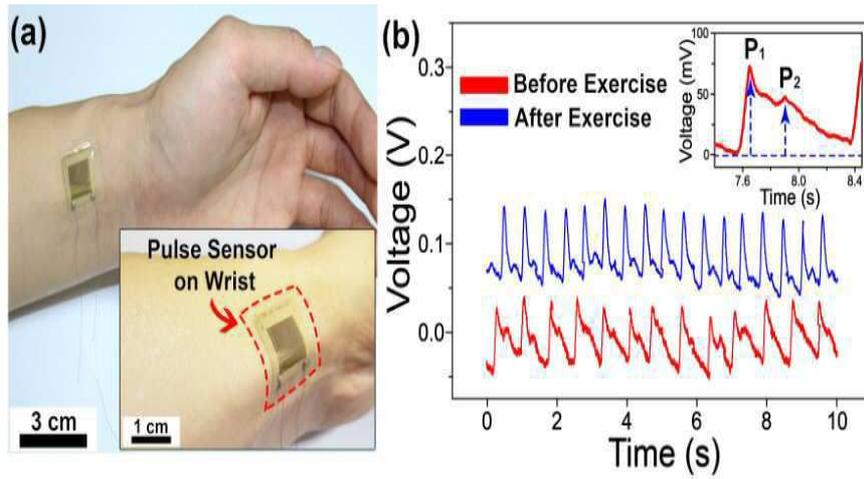
도면13



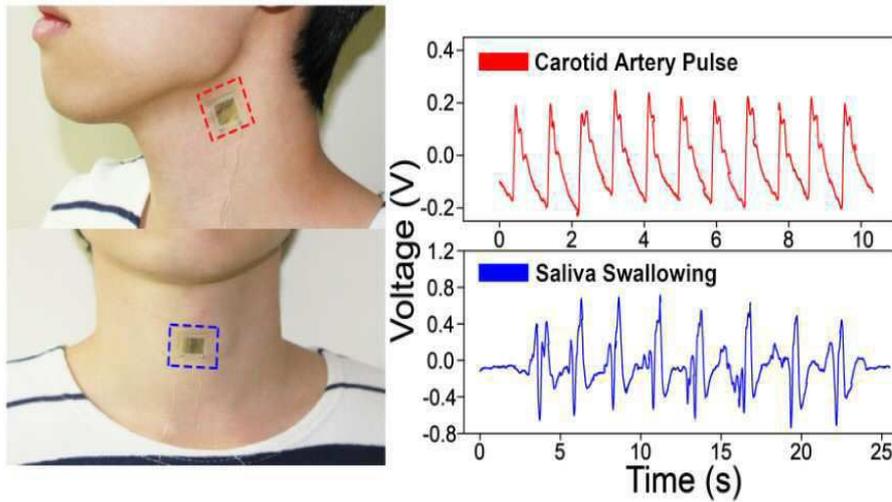
도면14



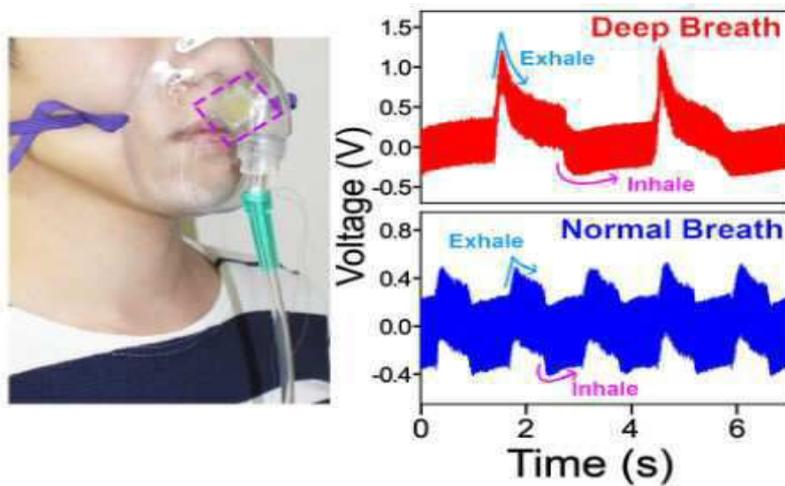
도면15



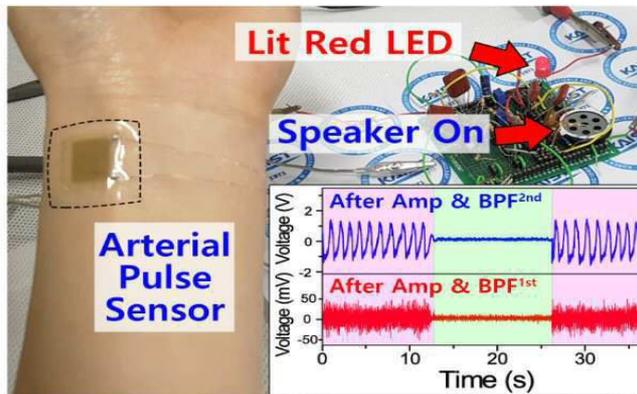
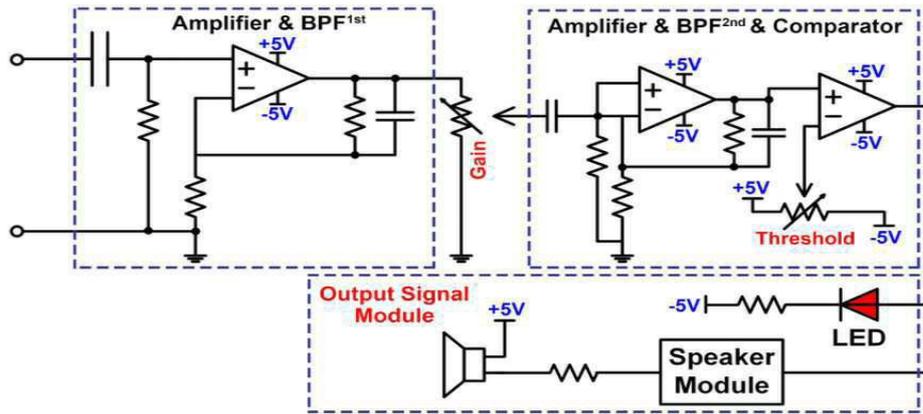
도면16



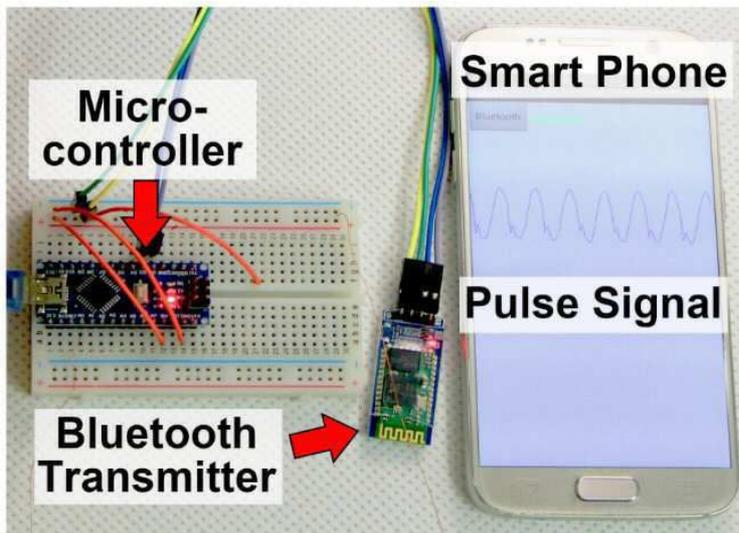
도면17



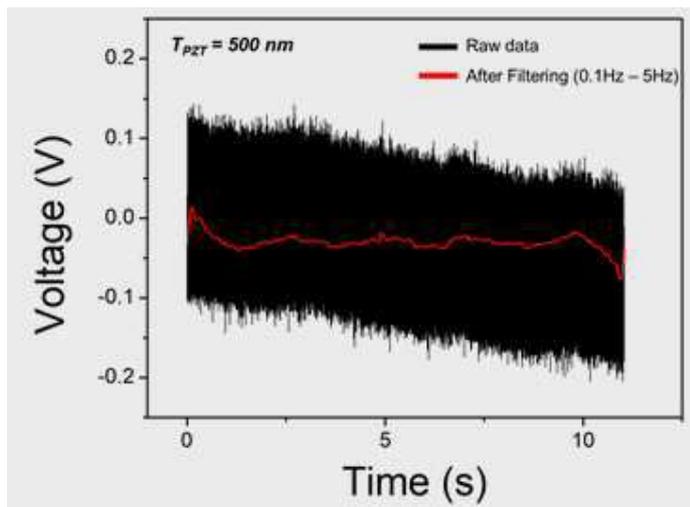
도면18



도면19



도면20



专利名称(译)	压电式血压测量装置，采用压电脉冲元件安装在人体上		
公开(公告)号	<a href="#">KR1020190088784A</a>	公开(公告)日	2019-07-29
申请号	KR1020180007297	申请日	2018-01-19
[标]申请(专利权)人(译)	韩国科学技术院		
申请(专利权)人(译)	科学与韩国高等科技研究院 印刷有限公司机器人		
[标]发明人	이건재 박대용 김동현 박정규		
发明人	이건재 박대용 김동현 박정규		
IPC分类号	A61B5/021 A61B5/00 A61B5/024		
CPC分类号	A61B5/021 A61B5/024 A61B5/6831 A61B5/7225 A61B5/7235 A61B5/7275 A61B2562/02		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

根据本发明，一种基于压电的血压测量设备包括：可分离地连接至手腕的载体基板（100）；以及可分离地连接至手腕的载体基板。多个压电传感器（110）以规则的间隔安装在载体基板（100）上。弹性材料（120）在覆盖多个压电传感器（110）的同时涂覆在载体基板（100）上；输入信号预处理单元（200）接收由压电传感器（110）感测的电信号；存储单元（210），用于通过在输入信号预处理单元（200）中进行放大，滤波和放大处理来存储输入到A/D转换单元的信号；数据处理和算法计算单元（300）通过血压计算算法对存储在存储单元（210）中的脉搏信号进行信号处理。弹性材料（120）形成在超薄压电传感器（110）上，以增加弯曲的人手腕与压电传感器（110）之间的附着程度，以允许精确的脉冲测量。通过数据处理和算法计算单元（300）的算法计算处理来推断血压。

