(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년07월19일
(11) 등록번호 10-1755594
(24) 등록일자 2017년07월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06Q 50/22 (2012.01) *A61B 5/00* (2006.01)
A61B 5/021 (2006.01) *A61B 5/024* (2006.01)
A61B 5/11 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06Q 50/22 (2013.01)
A61B 5/0002 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0011582
(22) 출원일자 2016년01월29일
심사청구일자 2016년01월29일
(56) 선행기술조사문헌
JP2004127409 A*
KR101503604 B1
KR1020100083902 A*
KR1020150105783 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
동서대학교 산학협력단
부산 사상구 주례로 47, (주례동, 동서대학교)
(72) 발명자
서지윤
부산광역시 부산진구 초연로 11, 213동 1002호(연지동, 연지자이2차아파트)
노윤홍
부산광역시 금정구 중군진로 20, 유성아파트 101호 (금사동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 신태양

전체 청구항 수 : 총 2 항 심사관 : 김석호

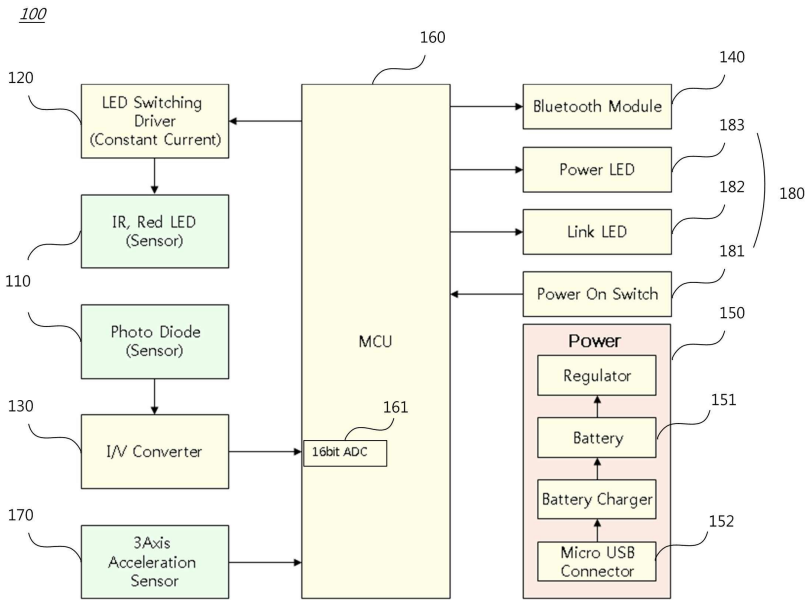
(54) 발명의 명칭 **스마트폰 기반의 착용형 기기를 이용한 영유아 안전 모니터링 시스템**

(57) 요 약

본 발명은 스마트폰 기반의 착용형 기기를 이용한 영유아 안전 모니터링 시스템에 관한 것이다. 본 발명은, 밴드 형태의 착용형 기기(100) 및 스마트폰(200)을 포함하는 스마트폰 기반의 착용형 기기를 이용한 영유아 안전 모니터링 시스템에 있어서, 맥파 측정을 위한 IR/Red LED, photo diode 일체형으로 발광(IR/Red LED) 소자와 수광

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도2



(photo-diode) 센서가 반사형 측정을 위해 패키지화된 SpO2 센서(110); SpO2 센서(110)의 LED를 구동하기 위한 정전류 LED 스위칭부(120); 스마트폰(200)과 블루투스 통신을 위한 블루투스 모듈(140); 및 SpO2 센서(110)에 의한 측정신호로부터 SpO2와 맥박수 검출, 자세 검출, 통신 수행을 처리하는MCU(160); 및 각 축에 투영된 중력가속도 방향을 이용하여 회전각을 얻은 후 자세로 바로 누운 자세(supine)와 엎드린 자세(prone)만을 검출하는 3축 가속도 센서(170); 를 포함하며, MCU(160)의 펌웨어는, SpO2 및 맥박수 검출 과정에서 잡음 제거를 위해 디지털 LPF, baseline 검출을 위해 QV 알고리즘을 적용하여 신호의 AC/DC 성분을 추출하며, 자세에 대해서는 가속도 센서의 회전각과 움직임을 검출하며, 블루투스 모듈(140)을 통해 스마트폰(20)으로 SpO2, 맥박수, 자세 정보를 전송한다.

이에 의해, 밴드 형태의 착용형 기기와 모니터링 어플리케이션을 통해 영유아 돌연사 방지를 위해 산소포화도 및 자세 모니터링을 실시간으로 제공할 수 있는 효과가 있다.

또한, 본 발명은, 밴드 형태의 착용형 기기를 영유아의 대퇴부(허벅지)에 착용함으로써, 산소포화도와 자세를 실시간 검출하고, 검출 정보를 블루투스를 통해 스마트폰으로 자동으로 무선 전송함으로써, 영유아에게 불편을 최소화하는 한편, 보호자는 간편하게 영유아 상태 정보를 확인할 수 있는 효과를 제공한다.

뿐만 아니라, 본 발명은, 스마트폰의 모니터링 어플리케이션을 활용하여 착용형 기기로부터 수신한 산소포화도와 자세를 실시간으로 표출하고, 위급상황 판단시 알람을 제공함으로써, 보호자가 영유아를 놔두고 잠시 일을 보는 경우에도 편리하게 활용할 수 있는 효과를 제공한다.

(52) CPC특허분류
A61B 5/02108 (2013.01)
A61B 5/024 (2013.01)
A61B 5/1123 (2013.01)
A61B 5/7203 (2013.01)
A61B 2562/02 (2013.01)

(72) 발명자
박준모
경기도 성남시 분당구 정자일로 80, 상록마을 404-704 (정자동)

정도운
부산광역시 해운대구 대천로 205, 106동 1802호 (좌동, 벽산아파트)

명 세 서

청구범위

청구항 1

밴드 형태의 착용형 기기(100) 및 스마트폰(200)을 포함하는 스마트폰 기반의 착용형 기기를 이용한 영유아 안전 모니터링 시스템에 있어서,

맥파 측정을 위한 IR/Red LED, photo diode 일체형으로 발광(IR/Red LED) 소자와 수광(photo-diode) 센서가 반사형 측정을 위해 패키지화된 SpO2 센서(110); SpO2 센서(110)의 LED를 구동하기 위한 정전류 LED 스위칭부(120); 스마트폰(200)과 블루투스 통신을 위한 블루투스 모듈(140); 및 SpO2 센서(110)에 의한 측정신호로부터 SpO2와 맥박수 검출, 자세 검출, 통신 수행을 처리하는MCU(160); 및 각 축에 투영된 중력가속도 방향을 이용하여 회전각을 얻은 후 자세로 바로 누운 자세(supine)와 엎드린 자세(prone)만을 검출하는 3축 가속도 센서(170); 를 포함하며,

MCU(160)의 펌웨어는, SpO2 및 맥박수 검출 과정에서 잡음 제거를 위해 디지털 LPF, baseline 검출을 위해 QV 알고리즘을 적용하여 신호의 AC/DC 성분을 추출하며, 자세에 대해서는 3축 가속도 센서(170)의 회전각과 움직임을 검출하며, 블루투스 모듈(140)을 통해 스마트폰(20)으로 SpO2, 맥박수, 자세 정보를 전송하되,

상기 SpO2 센서(110)는 파장 IR 905 nm, Red 660 nm를 사용하고,

상기 MCU(160)의 펌웨어는, SpO2 연산을 위해,

Red/IR LED가 켜진 경우의 신호 값에 대해 AC 성분과 DC 성분을 추출해야 한 뒤,

$SpO2 = A - BR$, $R = \frac{RED_{AC} / RED_{DC}}{IR_{AD} / IR_{DC}}$ 에 의하여 계산하여, A는 110, B는 25를 적용하고,

상기 정전류 LED 스위칭부(120)는,

발광(IR/Red LED) 소자에는 정전류 제어를 통해 20mA의 전류를 흘리며, 3단계(IR LED On → Red LED On → 모든 LED Off)를 한 주기로 하여 스위칭을 수행하며, 각 단계의 duty비는 1/3로 스위칭 주파수는 300Hz로 제어하는 것을 특징으로 하는 스마트폰 기반의 착용형 기기를 이용한 영유아 안전 모니터링 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

청구항 1에 있어서,

SpO2 센서(110)의 수광(photo-diode) 센서는, 입사되는 광량에 비례하여 전류 신호를 발생시키며, SpO2 센서(110)의 전류 출력 신호는 밴드 형태의 착용형 기기(100)의 전류-전압 변환기(I/V Converter)(130)를 통해 전압 신호로 변환된 후 MCU(160)의 16bit ADC(161)로 전달되도록 하며,

ADC(161)는, 50kSPS의 샘플링율로 구동되는 것을 특징으로 하는 스마트폰 기반의 착용형 기기를 이용한 영유아 안전 모니터링 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 스마트폰 기반의 착용형 기기를 이용한 영유아 안전 모니터링 시스템 에 관한 것으로, 보다 구체적으로는, 밴드 형태의 착용형 기기와 스마트폰의 모니터링 어플리케이션(application)을 통해 영유아 돌연사 방지를 위해 산소포화도 및 자세 모니터링을 제공하도록 하기 위한 스마트폰 기반의 착용형 기기를 이용한 영유아 안전 모니터링 시스템 에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 가정이나, 영유아 위탁시설에서 영유아의 안전관리를 위한 다양한 연구가 진행되고 있다.

[0003] 종래의 기술에는, 개인정보 및 보호자정보가 저장된 태그를 영유아에게 부착 또는 지급하고, 리더부를 통해 영유아가 보호영역에 존재하는지에 대한 여부를 보호자에게 주기적으로 통지하는 영유아 안전관리 시스템이 연구되어 널리 사용되고 있다.

[0004] 그러나 종래의 태그를 이용한 영유아 안전관리 시스템은 보호자가 단순히 보호영역 내에 영유아가 위치하고 있는지에 대한 여부만을 수동적으로 전송받는 방식으로 이루어지기 때문에 영유아의 현재 상태를 보호자가 정확하게 인지할 수 없을 뿐만 아니라 영유아의 돌발 상황을 인지하지 못하고, 돌발 상황에 대한 즉각적인 대처를 수행할 수 없는 한계를 갖는다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 대한민국 특허공개공보 공개번호 제10-2015-0136421호 "서비스 제공 장치, 그 제어 방법, 컴퓨터 프로그램이 기록된 기록 매체 및 영유아 관리 시스템"

(특허문헌 0002) 대한민국 특허공개공보 공개번호 제10-2015-0129436호 "영유아기관 운영 서비스 제공 방법"

(특허문헌 0003) 대한민국 특허등록공보 등록번호 제10-1374797호 "영유아를 위한 인터랙션 서비스를 제공하는 장치 및 방법, 이를 이용한 시스템"

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상기의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 밴드 형태의 착용형 기기와 모니터링 어플리케이션을 통해 영유아 돌연사 방지를 위해 산소포화도 및 자세 모니터링을 제공하도록 하기 위한 스마트폰 기반의 착용형 기기를 이용한 영유아 안전 모니터링 시스템을 제공하기 위한 것이다.

[0007] 또한, 본 발명은 밴드 형태의 착용형 기기를 활용하여 영유아의 대퇴부(허벅지)에 착용하여 산소포화도와 자세를 실시간 검출하고, 검출 정보를 블루투스를 통해 스마트폰으로 자동으로 무선 전송하도록 하기 위한 스마트폰 기반의 착용형 기기를 이용한 영유아 안전 모니터링 시스템을 제공하기 위한 것이다.

[0008] 또한, 본 발명은 스마트폰의 모니터링 어플리케이션을 활용하여 착용형 기기로부터 수신한 산소포화도와 자세를 실시간으로 표출하고, 위급상황 판단시 알람을 제공하도록 하기 위한 스마트폰 기반의 착용형 기기를 이용한 영유아 안전 모니터링 시스템을 제공하기 위한 것이다.

[0009] 그러나 본 발명의 목적들은 상기에 언급된 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기의 목적을 달성하기 위해 본 발명의 실시예에 따른 스마트폰 기반의 착용형 기기를 이용한 영유아 안전 모니터링 시스템은, 밴드 형태의 착용형 기기(100) 및 스마트폰(200)을 포함하는 스마트폰 기반의 착용형 기기를 이용한 영유아 안전 모니터링 시스템에 있어서, 맥파 측정을 위한 IR/Red LED, photo diode 일체형으로 발광(IR/Red LED) 소자와 수광(photo-diode) 센서가 반사형 측정을 위해 패키지화된 SpO2 센서(110); SpO2 센서(110)의 LED를 구동하기 위한 정전류 LED 스위칭부(120); 스마트폰(200)과 블루투스 통신을 위한 블루투스 모듈(140); 및 SpO2 센서(110)에 의한 측정신호로부터 SpO2와 맥박수 검출, 자세 검출, 통신 수행을 처리하는 MCU(160); 및 각 축에 투영된 중력가속도 방향을 이용하여 회전각을 얻은 후 자세로 바로 누운 자세(supine)와 엎드린 자세(prone)만을 검출하는 3축 가속도 센서(170); 를 포함하며, MCU(160)의 펌웨어는, SpO2 및 맥박수 검출 과정에서 잡음 제거를 위해 디지털 LPF, baseline 검출을 위해 QV 알고리즘을 적용하여 신호의 AC/DC 성분을 추출하며, 자세에 대해서는 3축 가속도 센서(170)의 회전각과 움직임을 검출하며, 블루투스 모듈(140)을 통해 스마트폰(20)으로 SpO2, 맥박수, 자세 정보를 전송한다.

[0011] 이때, MCU(160)의 펌웨어는, SpO2 연산을 위해, Red/IR LED가 켜진 경우의 신호 값에 대해 AC 성분과 DC 성분을 추출해야 한 뒤, $$SpO2 = A - BR,\ R = \frac{RED_{AC} / RED_{DC}}{IR_{AD} / IR_{DC}}$$ 에 의하여 계산하여, 계산시 A는 110, B는 25를 적용하는 것이 바람직하다.

[0012] 또한, SpO2 센서(110)는, 파장 IR 905 nm, Red 660 nm를 사용하는 것이 바람직하다.

[0013] 또한, 정전류 LED 스위칭부(120)는, 발광(IR/Red LED) 소자에는 정전류 제어를 통해 약 20mA의 전류를 흘리며, 3단계(IR LED On → Red LED On → 모든 LED Off)를 한 주기로 하여 스위칭을 수행하며, 각 단계의 duty비는 1/3로 스위칭 주파수는 300Hz로 제어하는 것이 바람직하다.

[0014] 또한, SpO2 센서(110)의 수광(photo-diode) 센서는, 입사되는 광량에 비례하여 전류 신호를 발생시키며, SpO2 센서(110)의 전류 출력 신호는 밴드 형태의 착용형 기기(100)의 전류-전압 변환기(I/V Converter)(130)를 통해 전압 신호로 변환된 후 MCU(160)의 16bit ADC(161)로 전달되도록 하며, ADC(161)는, 50kSPS의 샘플링율로 구동되는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0015] 본 발명의 실시예에 따른 스마트폰 기반의 착용형 기기를 이용한 영유아 안전 모니터링 시스템은, 밴드 형태의 착용형 기기와 모니터링 어플리케이션을 통해 영유아 돌연사 방지를 위해 산소포화도 및 자세 모니터링을 실시간으로 제공할 수 있는 효과가 있다.

[0016] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 따른 스마트폰 기반의 착용형 기기를 이용한 영유아 안전 모니터링 시스템은, 밴드 형태의 착용형 기기를 영유아의 대퇴부(허벅지)에 착용함으로써, 산소포화도와 자세를 실시간 검출하고, 검출 정보를 블루투스를 통해 스마트폰으로 자동으로 무선 전송함으로써, 영유아에게 불편을 최소화하는 한편, 보호자는 간편하게 영유아 상태 정보를 확인할 수 있는 효과를 제공한다.

[0017] 뿐만 아니라, 본 발명의 다른 실시예에 따른 스마트폰 기반의 착용형 기기를 이용한 영유아 안전 모니터링 시스템은, 스마트폰의 모니터링 어플리케이션을 활용하여 착용형 기기로부터 수신한 산소포화도와 자세를 실시간으로 표출하고, 위급상황 판단시 알람을 제공함으로써, 보호자가 영유아를 놔두고 잠시 일을 보는 경우에도 편리하게 활용할 수 있는 효과를 제공한다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 스마트폰 기반의 착용형 기기를 이용한 영유아 안전 모니터링 시스템을 나타내는 개략도.

도 2는 도 1의 밴드 형태의 착용형 기기에 대한 하드웨어를 나타내는 블록도.

도 3은 도 1의 밴드 형태의 착용형 기기 중 SpO2 센서의 구성을 나타내는 개략도.

도 4는 도 1의 밴드 형태의 착용형 기기 중 맥파 측정부 회로(통신 및 전원부 제외)를 나타내는 도면.

도 5는 도 1의 밴드 형태의 착용형 기기 중 자세 측정부의 회로를 나타내는 도면.

도 6은 도 1의 밴드 형태의 착용형 기기 중 MCU와 주변회로를 나타내는 회로도.

도 7은 도 1의 밴드 형태의 착용형 기기 중 블루투스 모듈을 나타내는 블록도.

도 8은 도 1의 밴드 형태의 착용형 기기 중 블루투스 모듈을 나타내는 회로도.

도 9는 도 1의 밴드 형태의 착용형 기기 중 전원부에서의 충전회로를 나타내는 회로도.

도 10은 도 1의 밴드 형태의 착용형 기기 중 MCU의 펌웨어에서 제공되는 SpO2 및 맥박수 연산처리 흐름도를 나타내는 도면.

도 11은 도 1의 밴드 형태의 착용형 기기 중 MCU의 펌웨어에서 제공되는 계산된 SpO2 값과 맥박수 값이 유효한지를 판단하는 방법을 나타내는 흐름도.

도 12는 도 1의 밴드 형태의 착용형 기기 중 MCU의 펌웨어에서 제공되는 이중 가중치 QV 알고리즘 진행 과정을 설명하기 위한 도면.

도 13은 도 1의 밴드 형태의 착용형 기기 중 MCU의 펌웨어에서 제공되는 자세 계산 과정을 나타내는 흐름도.

도 14는 도 1의 밴드 형태의 착용형 기기 중 3축 가속도 센서가 회전한다고 가정하여 1g의 중력가속도가 구면좌표계에서 φ와 Θ를 0~ 2π만큼 변화시킨 경우 직교좌표계의 X, Y, Z축에 투영되는 크기에 절대값을 취한 후 더한 결과(적분을 제외한 SMA, |X| + |Y| + |Z|)를 3D로 나타낸 도면.

도 15는 도 1의 밴드 형태의 착용형 기기의 케이스를 나타내는 도면.

도 16은 도 1의 밴드 형태의 착용형 기기와 블루투스 통신을 통해 데이터를 획득하여 펌웨어의 연산 결과를 실시간으로 관찰하는 유저인터페이스 화면을 나타내는 도면.

도 17은 도 1의 밴드 형태의 착용형 기기의 통신 포맷을 설명하는 도표.

도 18 내지 도 21은 도 1의 밴드 형태의 착용형 기기에 대한 부착이 용이하고 측정이 가능한 피부 부위를 판단하는 목적으로 한 측정 실험을 설명하기 위한 도면.

도 22 및 도 23은 도 1의 스마트폰상의 어플리케이션에 의해 구현된 유저인터페이스 화면을 나타내는 참조도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예의 상세한 설명은 첨부된 도면들을 참조하여 설명할 것이다. 하기에서 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다.

[0020] 본 명세서에 있어서는 어느 하나의 구성요소가 다른 구성요소로 데이터 또는 신호를 '전송'하는 경우에는 구성요소는 다른 구성요소로 직접 상기 데이터 또는 신호를 전송할 수 있고, 적어도 하나의 또 다른 구성요소를 통하여 데이터 또는 신호를 다른 구성요소로 전송할 수 있음을 의미한다.

[0021] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 스마트폰 기반의 착용형 기기를 이용한 영유아 안전 모니터링 시스템을 나타내는 개략도이다. 도 1을 참조하면, 스마트폰 기반의 착용형 기기를 이용한 영유아 안전 모니터링 시스템은 밴드 형태의 착용형 기기(100) 및 스마트폰(200)을 포함한다.

[0022] 도 2는 도 1의 밴드 형태의 착용형 기기(100)의 하드웨어를 나타내는 블록도이다. 도 2를 참조하면, 밴드 형태의 착용형 기기(100)는 맥파 측정을 위해 IR/Red LED, photo diode 일체형의 SpO2 센서(110), SpO2 센서(110)의 LED를 구동하기 위한 정전류 LED 스위칭부(120), 센서 출력 전류를 전압으로 변경시켜주는 I/V 변환기(130), 블루투스 통신을 위한 블루투스 모듈(140), 전원부(150) 및 MCU(160)를 주요 구성요소로 구성된다.

[0023] 또한, 밴드 형태의 착용형 기기(100)는 자세 측정을 위하여 3축 가속도 센서(170)를 사용하며, 사용자 인터페이스(180)는 전원 On/Off 스위치(181), 블루투스 통신의 연결상태와 배터리 충전 상태를 표시하는 LED(182, 183)

로 구성되어 있다. 전원은 배터리(151)로 구동되며, micro USB 커넥터(152)를 통해 배터리 충전이 가능하도록 한다.

[0024] 한편, 본 발명에 따른 밴드 형태의 착용형 기기(100)의 맥파 측정부에 대해서 설명하면, 맥파 측정부로 SpO2 센서(IR/Red LED, photo diode 일체형)(110)를 활용한다. 맥파 측정부의 센서는 발광(IR/Red LED) 소자와 수광(photo-diode) 센서가 반사형 측정을 위해 패키지화된 통합 센서를 사용한다.

[0025] 도 3은 SpO2 센서(110)로 파장 IR 905 nm, Red 660 nm를 사용한 것을 나타내는 도면이다. 즉 도 2와 같이, 정전류 LED 스위칭부(120)는 발광 소자에는 정전류 제어를 통해 약 20mA의 전류를 흘리며, 3단계(IR LED On → Red LED On → 모든 LED Off)를 한 주기로 하여 스위칭을 제어한다. 각 단계의 duty비는 1/3이고 스위칭 주파수는 약 300Hz이다. SpO2 센서(110)의 수광 센서는 입사되는 광량에 비례하여 전류 신호가 발생시킨다. SpO2 센서(110)의 전류 출력 신호는 전류-전압 변환기(I/V Converter)(130)를 통해 전압 신호로 변환된 후 MCU(160)의 16bit ADC(161)로 전달된다. ADC(161)는 50kSPS의 샘플링율로 구동된다.

[0026] 도 4는 도 1의 밴드 형태의 착용형 기기(100)의 맥파 측정부 회로(통신 및 전원부 제외)(100a)를 나타내는 도면이다. 도 4를 참조하면, SpO2 센서(110)의 스위칭(120), 정전류 LED 스위칭부(120) 및 전류-전압 변환기(130)와 관련된 회로도이며, 회로 동작은, U1을 통해 스위칭을 수행하고 Q1을 통해 Red/IR LED의 전류가 정전류가 되도록 제어한다. 전류량은 MCU의 DAC(DAC_CH2 신호선)의 값을 통해 설정 가능하도록 설계하며, 약 20mA 정도의 전류가 흐르도록 설정한다. OP Amp(U3B)를 이용하여 I/V 변환을 수행한 후 출력을 MCU(160)의 16bit ADC(161)로 전달한다. I/V 변환의 증폭률은 75kV/I이다. 증폭도를 증가하기 위해 R5를 통해 옵셋이 감소하도록 설계한다.

[0027] 도 5는 도 1의 밴드 형태의 착용형 기기(100)의 자세 측정부(100b)의 회로를 나타내는 도면이다. 도 5를 참조하면, 자세 측정부(110b)에서 자세는 3축 가속도 센서(170)의 각 축에 투영된 중력가속도 방향을 이용하여 회전각을 얻은 후 계산하도록 한다. 자세는 바로 누운 자세(supine)와 엎드린 자세(prone)만을 검출한다. 3축 가속도 센서(170)는 1g당 256 level의 해상도로 표현한다. 통신 방식은 I2C를 사용한다.

[0028]

[0029] 도 6은 도 1의 밴드 형태의 착용형 기기(100)의 MCU(160)와 주변회로를 나타내는 회로도이다. 도 6을 참조하면, MCU(160)는 소형화를 위해 16bit ADC(161)를 내장한다. MCU(160)는 통신 제어뿐만 아니라, 자세, SpO2, HR의 연산 기능을 수행한다. SpO2 값의 연산은 IR/Red 신호의 AC/DC값을 모두 검출하여야 하며, DC 성분이 AC 성분에 비해 매우 크고, IR 신호가 Red 신호보다 커야 가능하다. 16bit ADC(161)를 적용한 장치에서 Red 신호의 AC 성분은 사람에 따라 다르게 나타나지만, 손가락에서 측정시 약 200 레벨의 값을 가진다. 만약에 12bit 양자화율의 ADC를 적용한다면, 약 13 레벨 수준으로 분해능이 많이 감소하여 SpO2 연산에 문제를 야기할 것으로 판단하여 16bit ADC(161)를 채택한다.

[0030] 도 7은 도 1의 밴드 형태의 착용형 기기(100)의 블루투스 모듈(140)에 대한 모듈 블록도이며, 도 8은 도 1의 밴드 형태의 착용형 기기(100)의 블루투스 모듈(140)을 나타내는 회로도이다. 도 7 및 도 8을 참조하면, 블루투스 모듈(140)은 스마트폰(200)과 통신을 위해 채용하며, FW, RF 부, 안테나 등을 통합한 소형 모듈로서, 크기는 10 ㎜×17㎜×2㎜이다. 블루투스 모듈(140)은 MCU(160)와 UART 961200 bps로 통신하며, 블루투스 통신을 위한 V2.0 Stack을 내장하고 있다.

[0031] 도 9는 도 1의 밴드 형태의 착용형 기기(100)의 전원부(150)에서의 충전회로(150a)를 나타내는 회로도이다. 도 9를 참조하면, 전원부(150)는 리튬폴리머 배터리를 충전하기 위한 충전부와 정전압 전원으로 구성된다. 전원부(150)에서 블루투스 모듈(140), MCU(160) 등을 구동하기 위한 정전압은 TCR2EF30을 이용하여 구현하며, 외부에서의 전원 공급은 사용의 편의성 및 소형화를 고려하여 micro USB 커넥터(152)를 채택한다. 전원부(150)의 충전 전류는 약 200mA로 설정하고, 배터리(151)는 430mAh의 용량으로 4시간 이상을 사용 가능하도록 설계한다.

[0032] 한편, 사용자 인터페이스(180)는 전원 On/Off 스위치(181)와 사용자에게 정보를 전달하기 위한 2개의 LED(182, 183)로 구성된다. 전원 On/Off 스위치(181) 1초 이상 누를 때 켜지며, 다시 1초 이상 누를 때 꺼지도록 동작한다. 2개의 LED(182, 183)는 배터리(151) 충전 시 충전 상태를 표시하는 충전 LED(183)와 블루투스 연결 상태를 표시하는 연결 LED(182)로 구성된다. 충전 LED(183)는 충전 중일 때 0.2초 켜짐과 1초 꺼짐을 반복하고, 충전 완료시 계속 켜지며, 충전 오류가 발생한 경우는 0.1초 켜짐과 0.1초 꺼짐을 반복한다. 연결 LED(182)는 연결 대기 상태에서는 0.2초 켜짐과 1초 꺼짐을 반복하며, 연결 중일 때는 계속 켜진다.

[0033] 그리고 MCU(160)의 펌웨어에 대해서 살펴보면, MCU(160)의 펌웨어 프로그래밍과 디버깅은 JLink 에뮬레이터를 통해 SWO 통신 방식으로 수행하며, 소프트웨어는 IAR 사의 IAR Embedded Workbench for ARM V6.6을 통해 개발한다.

[0034] MCU(160)의 펌웨어에서는 기본적으로 SpO2와 맥박수 검출, 자세 검출, 통신 수행, 사용자 인터페이스 기능을 처리한다. MCU(160)의 펌웨어는 SpO2 및 맥박수 검출 과정에서 잡음 제거를 위해 디지털 LPF, baseline 검출을 위해 QV 알고리즘을 적용하여 신호의 AC/DC 성분을 추출한다.

[0035] 여기서, 맥박수는 윈도우 방식의 최대치 검출 방법을 이용하여 검출하며, 자세는 3축 가속도 센서(170)의 회전각과 움직임을 검출하여 추론한다. 블루투스 모듈(140)이 UART를 통해 제어되므로, PC와의 통신은 DMA를 통해 UART 포트를 제어하여 수행하도록 구현한다.

[0036] 한편, SpO2 연산 관계식은 하기의 [수학식 1]과 같이 정의된다. Red/IR LED가 켜진 경우의 신호 값에 대해 AC 성분과 DC 성분을 추출해야 한다. [수학식 1]에서 A와 B는 상수이며, TI의 Application Note에서 제시한 값, 즉 A는 110, B는 25를 적용한다.

수학식 1

[0037] $$SpO2 = A - BR, \quad R = \frac{RED_{AC} / RED_{DC}}{IR_{AD} / IR_{DC}}$$

[0038] 도 10은 MCU(160)의 펌웨어에서 제공되는 SpO2 및 맥박수 연산처리 흐름도를 나타내는 도면이다. 도 10을 참조하면, SpO2 센서(100)에서 IR LED 켜짐/Red LED 켜짐/모든 LED 꺼짐의 순서로 LED를 스위칭 함으로써, 발생한 SpO2 센서의 출력 신호를 내장 ADC(161)를 통해 50kSPS의 샘플링율로 데이터를 획득한다(S11). 그리고 잡음을 제거하기 위하여 22 샘플 크기로 이동 평균(moving average)을 수행하고, 4.5kSPS로 down sampling을 한다(S12).

[0039] SpO2 센서(110)의 LED를 약 300 Hz로 스위칭하기 때문에, 스위칭 주기와 동기화하여 4.5kSPS의 데이터에서 IR LED가 켜진 경우, Red LED가 켜진 경우, 모든 LED가 꺼진 경우 등 3가지 상태에 대해 300SPS의 신호 파형을 추출한다(S13). 각 신호에 대해 LPF를 통과시켜 고주파 잡음을 추가로 제거한다(S14).

[0040] 맥박수는 300SPS 데이터의 변화량 성분(AC 성분)을 추출한 후 최대치 검출(Peak Detection)을 수행하며, 각 최대치 간의 시간(샘플수)을 얻은 후 계산한다. 최대치 간의 시간을 △T, 맥박수를 HR이라 할 때, 맥박수는 아래 [수학식 2]와 같이 계산된다. 이때, 맥파 파형만을 관찰할 목적이라면 50SPS의 샘플링율도 적당하지만, 낮은 샘플링율이면 △T의 해상도 감소로 HR의 해상도가 감소하기 때문에 맥박수 연산에 300SPS의 샘플링율을 적용한다.

수학식 2

[0041] $$HR = \frac{60}{\Delta T}$$

[0042] 맥박수 연산을 위한 AC 성분은 300SPS의 신호에서 baseline 변화 성분을 제거함으로써 추출한다(16c). Baseline은 QV 알고리즘을 적용하여 검출한다. 300SPS, 5초 단위로 처리하는 QV 알고리즘은 정방행렬을 통해 구현되어지며, 결과값을 얻기 위해서는 많은 연산량을 요구하므로 본 발명에 적용한 MCU(160)의 처리 능력을 초과한다. QV 알고리즘을 적용하기 위해 300SPS의 데이터를 30SPS의 데이터로 down sampling 한 후(S15), QV 알고리즘을 통해 baseline을 검출하며, 다시 300SPS로 선형 보간을 수행한다(S16a). QV 알고리즘과 선형 보간을 통해 획득한 baseline(S16b)과 LPF를 통과한 신호 간에는 시간차가 발생하므로 시간 지연 circular Queue를 통해 시간 지연 성분을 보상한다(S16e). QV 알고리즘에 의한 baseline 결과는 계산 구간마다 불연속점이 발생하는 문제가 있으므로, 문제 해결을 위해 이중 가중치 QV(Weighted Dual QV) 알고리즘을 제안한다.

[0043] 한편, SpO2 값은 30SPS의 IR, Red 신호를 통해 연산된다. SpO2 값을 연산하는 [수학식 1]에서 QV 알고리즘을 적용한 baseline을 DC 성분으로, 신호 값에서 baseline 값을 뺀 값을 AC 성분으로 하여 연산한다(S17a, S17b).

[0044] 도 11은 MCU(160)의 펌웨어에서 제공되는 계산된 SpO2 값과 맥박수 값이 유효한지를 판단하는 방법을 나타내는 흐름도이다. 도 11을 참조하면, SpO2는 SpO2 센서(110)와 측정 대상이 근접하여야 정상적으로 측정된다. SpO2 센서(110)와 측정 대상 사이에 거리가 먼 경우 SpO2와 맥박수를 계산하는 것이 무의미하기 때문에, 계산된 SpO2 값과 맥박수 값이 유효한지를 판단하는 방법을 제안한다. 전원이 켜진 직후에는 일정시간 QV 정방행렬이 안정 상태로 될 때까지 대기한 후 Sensor Off 상태로 전환된다.

[0045] IR의 DC 신호가 문턱치 이상일 경우에는 SpO2 센서(110)가 정상적으로 연결되었다고 판단하여 Sensor On 상태로 전환된다. 문턱치를 두 종류(Thres_IR1, Thres_IR2)로 두고 이력(hysteresis) 관리를 적용하여 약간의 DC값 변동에서도 빠른 상태변화가 발생하지 않도록 한다.

[0046] Sensor On 상태에 진입한 후 7회 이상의 맥박수가 검출되면 정상적인 측정 상태(Normal)로 전환된다. 만약에 IR의 AC 값이 지나치게 작은 경우에도 측정이 정상적으로 이루어지지 않는다고 가정하여 Error_No Signal 상태로 전환된다. Normal 상태 이외의 상태에서는 SpO2 및 맥박수를 표시하지 않도록 한다.

[0047] 도 12는 MCU(160)의 펌웨어에서 제공되는 이중 가중치 QV 알고리즘 진행 과정을 설명하기 위한 도면이다. 도 12를 참조하면, QV 알고리즘에서 구간의 끝부분에 불연속점이 나타나는 문제를 해결하기 위해 이중 가중치 QV 알고리즘을 제안한다. QV 알고리즘은 정방행렬 크기 간격으로 데이터 구간을 나누어 처리한다. 도 12에서는 150 샘플마다 구간을 나누어 처리하며, A 또는 B로 표시한 부분이 한 구간이다. 구간 B는 구간 A를 75 샘플만큼 지연하여 처리하는 구간이며, 각 구간의 크기는 150이다. Baseline 변동이 있는 신호 a를 A와 같이 구간을 나누고 QV 알고리즘을 적용한 결과를 b, B와 같이 구간을 나누어 처리한 결과를 c에 나타낸다. b, c에서 직선 부분은 중심선을 나타내며, 값은 0이다. 따라서 QV 알고리즘을 통해 신호 a에 포함된 baseline 변동 성분이 매우 잘 제거되어 AC 성분이 잘 나타남을 알 수 있다. 참고로 a신호의 세로 중심 근처를 통과하는 선은 a 신호에서 A, B 구간으로 나누어 QV 알고리즘 적용을 통해 b 또는 c 신호를 빼어서 계산한 baseline이다. 하지만 QV 알고리즘은 각 구간의 끝점에서 불연속점을 나타낼 가능성을 가지고 있다. 그림에서 A구간으로 나누어 계산된 끝 점 중 ① 세로선의 부분과 b 신호, B구간으로 나눈 끝점 중 ② 세로선과 c 신호의 교차점을 살펴보면 불연속점이 나타남을 알 수 있다. 참고로 신호의 baseline 변동이 적은 구간에서는 불연속점이 잘 나타나지 않는다.

[0048] 이중 가중치 QV를 설명하면 다음과 같다. 1개의 구간을 1/2구간만큼 지연한 구간에서 각각 QV 출력을 계산한 다음, 각 구간마다 반복되는 0~1 크기의 삼각파를 가중치로 하여 QV 출력에 곱한다. 삼각파 가중치는 구간 끝점에 0을 곱하고 중심에 1을 곱하는 형태를 가지며 d, e에 가중치의 형상 및 QV 출력인 b, c 신호와 가중치를 곱한 결과를 나타낸다. 그리고 d, e의 결과를 서로 더한 결과를 f 행에 나타낸다. 가중치는 구간의 끝부분에서는 0이기 때문에 구간 끝에서 발생하는 불연속점의 영향을 제거되어진다. 가중치가 곱해진 d, e의 신호를 더한 신호를 f에 나타내었다. f를 살펴보면 구간의 불연속점에서의 신호값에 영향을 받지 않음을 알 수 있다. 불연속점이 발생했던 ① 및 세로선 ② 부분과 f 신호의 교차점에서 불연속점이 나타나지 않음을 알 수 있다.

[0049] 이중 가중치 QV로 처리하게 되면 불연속점이 존재할 때에 비해 미분을 수행하여도 갑작스런 값의 증가가 발생하지 않으므로 향후 미분 등을 통한 최대치 검출 등에 사용할 수 있다.

[0050] 도 13은 MCU(160)의 펌웨어에서 제공되는 자세 계산 과정을 나타내는 흐름도이다. 도 13을 참조하면, 자세는 3

축 가속도 센서(170)를 이용하여 1초마다 4가지 상태(움직임, 다리올림/내림, 바로 누움, 뒤집어 누움)를 표현하도록 구현한다. 장치 부착부위는 허벅지 위쪽이며, 장치 부착시 3축 가속도 센서(170)의 Y축이 허벅지의 장축 방향을 지시하게 된다. 다리가 바닥에 수평하게 놓인 상태라면 Y축의 값은 0, X축의 값은 0, Z 축의 값은 1g가 된다. 따라서 다리를 바닥에 수평한 상태에서 장축 방향(중력의 직각 방향의 축)으로 회전을 하게 되면 X, Z축의 값에 따라 회전각을 알 수 있다. 다리를 바닥에 수평한 상태에서 약간 올리거나 내려도 회전각을 계산하는데 큰 문제는 없지만, 많이 올리게 되면 회전각의 계산에 문제가 발생하여 계산 불가능 상태로 진입하게 된다. 다리를 바닥에서 수평한 상태에서 높이거나 낮추게 되면 Y축의 값이 0에서 +로 증가 또는 ?로 감소하게 되며, 문턱치를 두어 계산 불가능 상태로의 진입을 검출한다.

[0051] 도 13의 흐름도를 참조하면, 1초마다 각 축의 최대, 최소, 평균값을 계산한 후 3축 가속도 센서(170)의 최대 가속도 변화량(최대값-최소값)을 계산한 후 최대 가속도 변화량이 문턱치(Thres_Move) 이상이라면 움직임 상태로 판단한다. 움직임이 없고 다리가 올려지지 않은 경우는 회전각을 통해 바로 누웠는지, 뒤집어 누웠는지를 판단한다. 블록도상에서는 180도를 기준으로 판단하나 실 코드에서는 현재 자세를 기준으로 10도의 이력(hysteresis)을 두어 0, 180도 근처에서 약간 움직이는 경우에도 자세의 표시가 안정적으로 나타나도록 한다.

[0052] 참고로, 움직임 상태 감지를 위해 SMA를 선택하지 않은 이유는 SMA의 경우 움직임이 없어도 3축 가속도 센서(170)의 방향에 따라 SMA값이 대략 1.73배 차이가 났기 때문이다. 3축 가속도 센서(170)가 회전을 하게 되면 직교좌표계의 X, Y, Z 축 방향으로 투영되는 중력가속도 크기가 변화한다.

[0053] 도 14는 3축 가속도 센서(170)가 회전한다고 가정하여 1g의 중력가속도가 구면좌표계에서 ϕ와 Θ를 0~ 2π만큼 변화시킨 경우 직교좌표계의 X, Y, Z축에 투영되는 크기에 절대값을 취한 후 더한 결과(적분을 제외한 SMA, |X| + |Y| + |Z|)를 3D로 나타낸 도면이다. 즉, 도 14는 구면좌표계에서 ϕ와 Θ를 0~ 2π만큼 변화 시 SMA값의 변화를 나타낸다.

[0054] 여기서 최소값은 1이며 최대값은 약 1.73이다. 만일 움직임 감지를 위해 문턱치를 1.75로 설정한다면 최대값이 나타나는 방향에서의 움직임은 0.02만큼, 최소값이 나타나는 방향에서는 0.75만큼 움직여야 움직임을 감지할 수 있게 된다. 센서가 놓인 방향에 따라 움직임을 감지하는 민감도 차이가 많이 나서 SMA를 움직임 감지에 채택하지 않았다.

[0055] 도 15는 밴드 형태의 착용형 기기(100)의 케이스(1)를 나타내는 도면이다. 도 15를 참조하면, 케이스(1)는 PCB와 배터리를 포함하며, 대퇴부에 고정이 용이하도록 구성한다. 대퇴부에 밴드를 통해 허벅지에 장착하도록 설계된다. SpO2 센서(110)는 피부 부위에 접촉되도록 한다. 크기는 54㎜×67㎜×14㎜이다.

[0056] 한편, 알고리즘에 관한 모든 연산은 밴드 형태의 착용형 기기(100)의 펌웨어 내부에서 수행된다. 하지만 펌웨어 개발시 내부 연산 결과의 실시간 관찰이 힘들기 때문에, 밴드 형태의 착용형 기기(100)와 PC간 통신을 확인하고 측정 신호의 관찰을 용이하도록 하기 위해 PC SW를 개발한다. 개발 도구는 Visual C++을 사용한다. 소프트웨어 화면은 도 16과 같으며, 밴드 형태의 착용형 기기(100)와 블루투스 통신을 통해 데이터를 획득하여 펌웨어의 연산 결과를 실시간으로 관찰하도록 한다.

[0057] 도 16의 ①은 스마트폰(200)에 표시될 SpO2 측정 상태, SpO2 측정값 및 심박수, 자세 정보를 표시한다. 측정 상태는 “도 11의 맥박수/SpO2 계산 가능 상태 전환 상태도”의 5가지 상태를 표시하며 SpO2 측정값, 심박수는 정수로 표시한다. 자세의 경우 “도 13의 자세 계산 블록도 ”의 4가지 상태를 표시한다.

[0058] 300SPS의 IR/Red 신호값을 4500 SPS의 ADC 데이터에서 신호를 추출하는 과정을 도 16의 ⑩, ⑪에 나타내었다. 도 16의 ⑩은 이동 평균되어진 4500SPS의 ADC 데이터를 나타내며 도 16의 ⑪은 도 16의 ⑩에서 300 SPS의 IR, Red, 모든 LED가 꺼진 상태에서의 신호를 추출하는 위치를 표시한다. 낮은 삼각형이 IR, 중간 높이 삼각형이 Red, 높은 삼각형이 모두 꺼진 신호를 추출하는 위치이다.

[0059] 얻어진 300 SPS의 IR/Red SPS 신호는 도 16의 ②, ④에 나타내며, LPF한 신호를 도 16의 ③, ⑤에 나타내었다. LPF한 신호를 30 SPS로 down sampling 한 후 이중 가중치 QV 알고리즘을 적용한 결과를 도 16의 ⑥, ⑦에서 관찰할 수 있다. 알고리즘을 통해 계산된 SpO2 측정 상태는 도 16의 ⑧, SpO2 측정값은 도 16의 ⑮, 자세에 대한 정보는 도 16의 ⑰에 표시된다. 자세 계산 시 사용되는 회전각에 대한 정보는 도 16의 ⑯에 나타내었다. 계

산되어진 심박수는 도 16의 ⑨에서 관찰 가능하다.

[0060] 자세 계산 시 입력으로 사용되는 3축 가속도 센서(170)의 X, Y, Z 축에 대한 출력값은 도 16의 ⑫, ⑬, ⑭에 나타내어 움직임이 발생하거나 회전이 된 경우의 3축 가속도 센서(170) 출력의 변화를 관찰하기 용이하도록 한다.

[0061] 도 17은 밴드 형태의 착용형 기기(100)의 통신 포맷을 설명하는 도표를 나타낸다. 도 17을 참조하면, 밴드 형태의 착용형 기기(100)의 블루투스 모듈(140)과 PC 또는 스마트폰(200)으로 통신하는 패킷을 정리하고 있다. 샘플링율 열은 도 10에서 설명된 샘플링율이다. PC SW 열은 “도 16의 PC SW 화면”에서 표시된 번호를 나타내며, PC SW에서 그래프 또는 에디트 창에 나타낼 정보를 의미한다. 데이터 통신은 패킷 단위로 전송되며, 패킷은 초당 30회 전송된다. 예를 들어, 표의 IR300[10]의 경우 10샘플이 초당 30회 전송되므로 300 샘플이 1초에 전송된다.

[0062] 한편, 밴드 형태의 착용형 기기(100)에 대한 부착이 용이하고 측정이 가능한 피부 부위를 판단하는 목적으로 측정 실험을 수행하였다. 측정은 피검자 확보가 용이하지 않아서 만 2세 소아 1인에게서만 수행하였다. 노트북의 해상도로 인해 화면의 일부만을 획득하였다. 측정 자료 중 이중 가중치 QV 그래프에서 IR/Red 신호의 파형이 나타나고, SpO2 값이 안정적으로 나타나는 몇 가지를 도 18 내지 도 21에서 나타내고 있다. 즉, 도 18은 발뒤꿈치에서 측정, 도 19는 종아리 안쪽에서 측정, 도 20은 허벅지 위쪽에서 측정을 나타내고 있다.

[0063] 이러한 실험 결과, 자세 검출을 고려하지 않는다면 발뒤꿈치가 가장 적절하다고 판단되며, 자세 검출을 고려한다면 자세를 판단하는 기준인 몸의 회전과 관련성이 높은 허벅지 전면부에서 측정을 하는 것이 적합하다고 판단된다.

[0064] 그리고 도 21 및 도 22는 스마트폰(200)의 어플리케이션에 의해 구현된 유저인터페이스 화면을 나타내는 참조도면이다.

[0065] 본 발명은 또한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함한다.

[0066] 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기테이프, 플로피 디스크, 광 데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어, 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다.

[0067] 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다. 그리고 본 발명을 구현하기 위한 기능적인(functional) 프로그램, 코드 및 코드 세그먼트들은 본 발명이 속하는 기술 분야의 프로그래머들에 의해 용이하게 추론될 수 있다.

[0068] 이상과 같이, 본 명세서와 도면에는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 개시하였으며, 비록 특정 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명의 기술 내용을 쉽게 설명하고 발명의 이해를 돕기 위한 일반적인 의미에서 사용된 것이지, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시예 외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형 예들이 실시 가능하다는 것은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

부호의 설명

[0069] 100 : 밴드 형태의 착용형 기기

110 : SpO2 센서

120 : 정전류 LED 스위칭부

130 : I/V 변환기

140 : 블루투스 모듈

150 : 전원부

151 : 전원은 배터리

152 : micro USB 커넥터

160 : MCU

170 : 3축 가속도 센서

180 : 사용자 인터페이스

181 : 전원 On/Off 스위치(Power On switch)

182 : 연결 LED(Link LED)

183 : 충전 LED(Power LED)

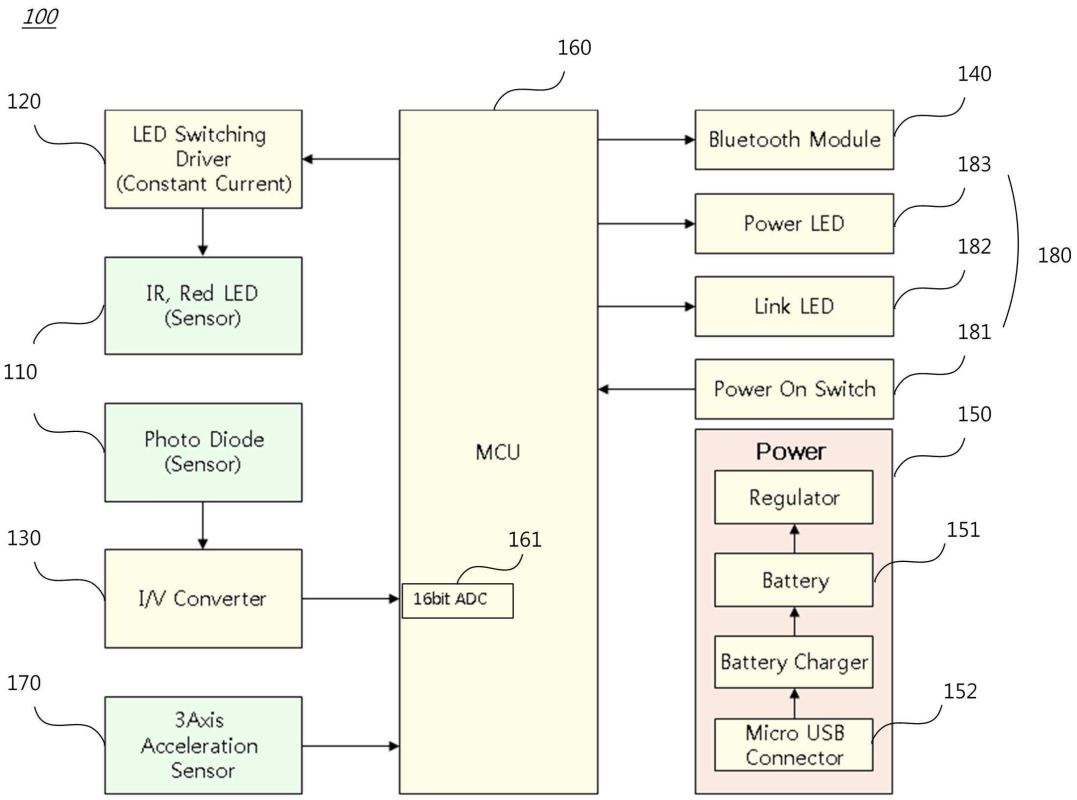
200 : 스마트폰

도면

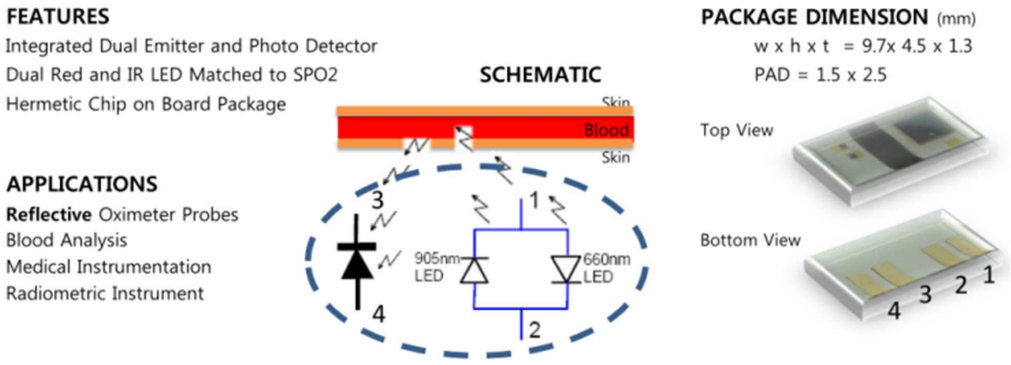
도면1



도면2

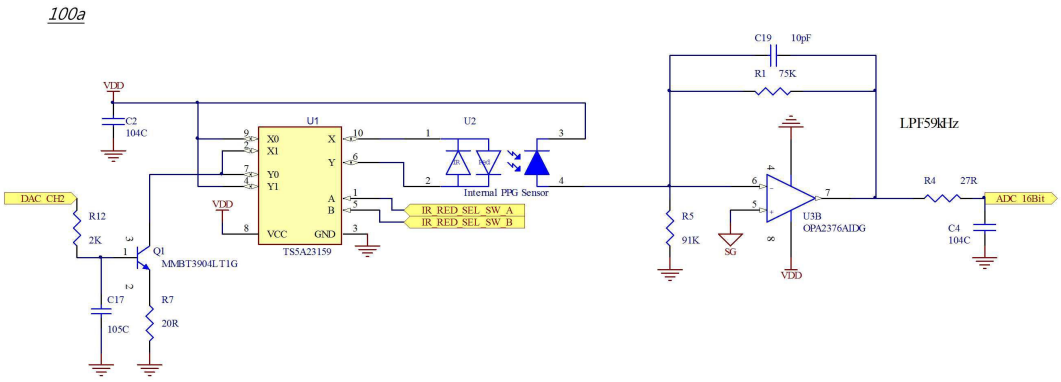

100
160
120
LED Switching Driver (Constant Current)
140
Bluetooth Module
183
Power LED
182
Link LED
180
181
Power On Switch
IR, Red LED (Sensor)
110
Photo Diode (Sensor)
MCU
150
Power
Regulator
130
I/V Converter
161
16bit ADC
151
Battery
Battery Charger
170
3Axis Acceleration Sensor
152
Micro USB Connector

도면3


FEATURES
Integrated Dual Emitter and Photo Detector
Dual Red and IR LED Matched to SPO2
Hermetic Chip on Board Package
APPLICATIONS
Reflective Oximeter Probes
Blood Analysis
Medical Instrumentation
Radiometric Instrument
SCHEMATIC
Skin
Blood
Skin
905nm LED
660nm LED
PACKAGE DIMENSION (mm)
w x h x t = 9.7x 4.5 x 1.3
PAD = 1.5 x 2.5
Top View
Bottom View

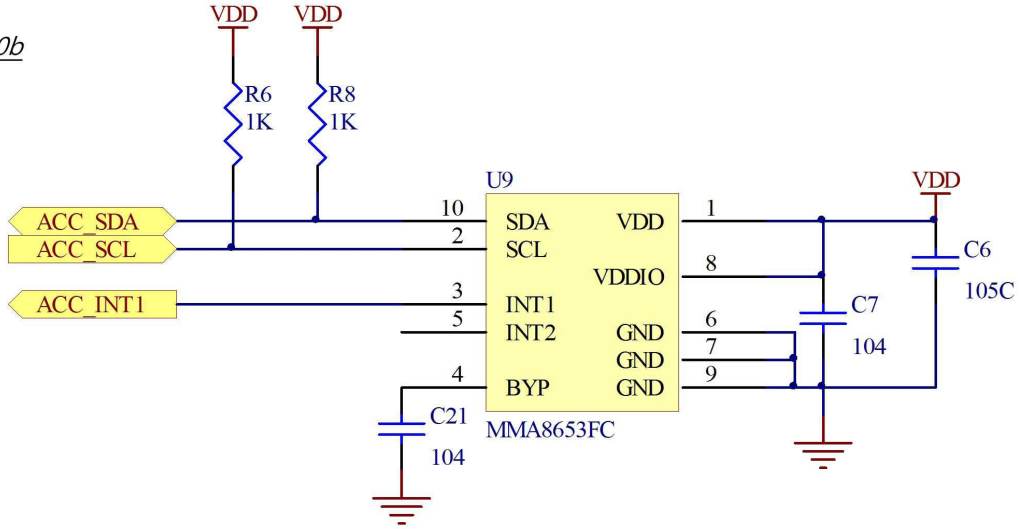
도면4

100a



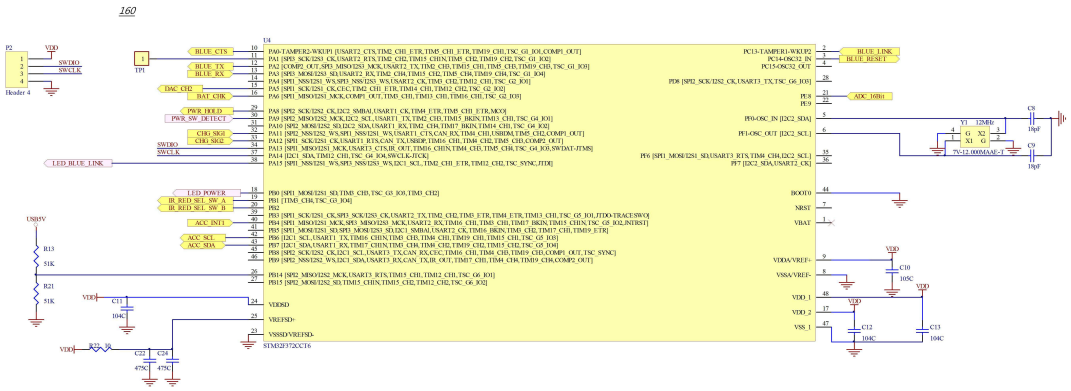
도면5

100b



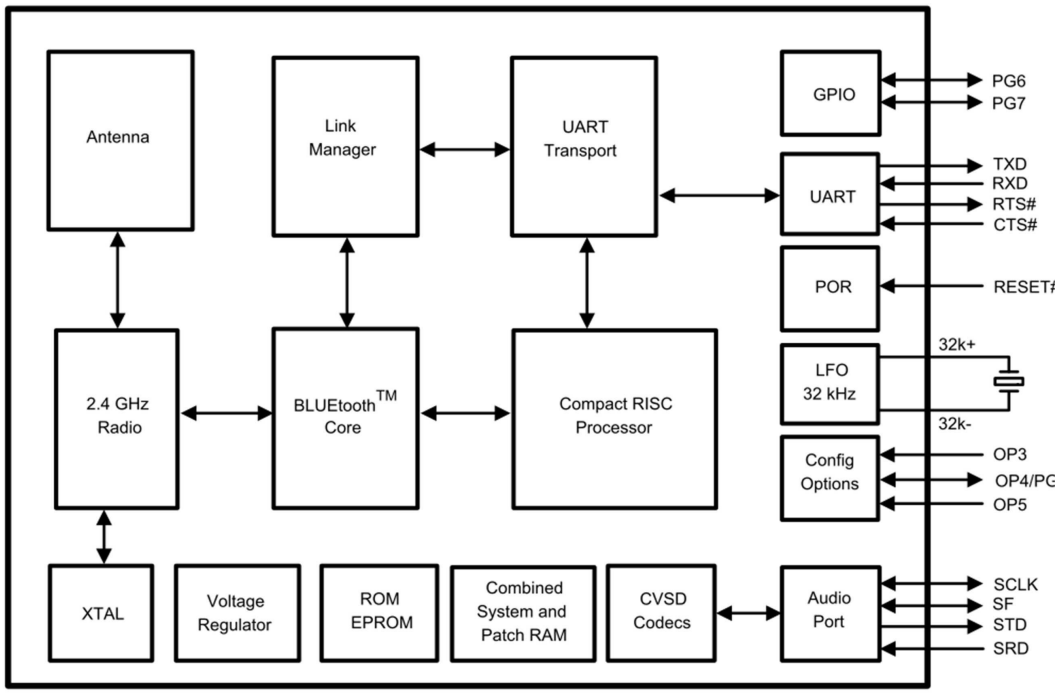
도면6

160



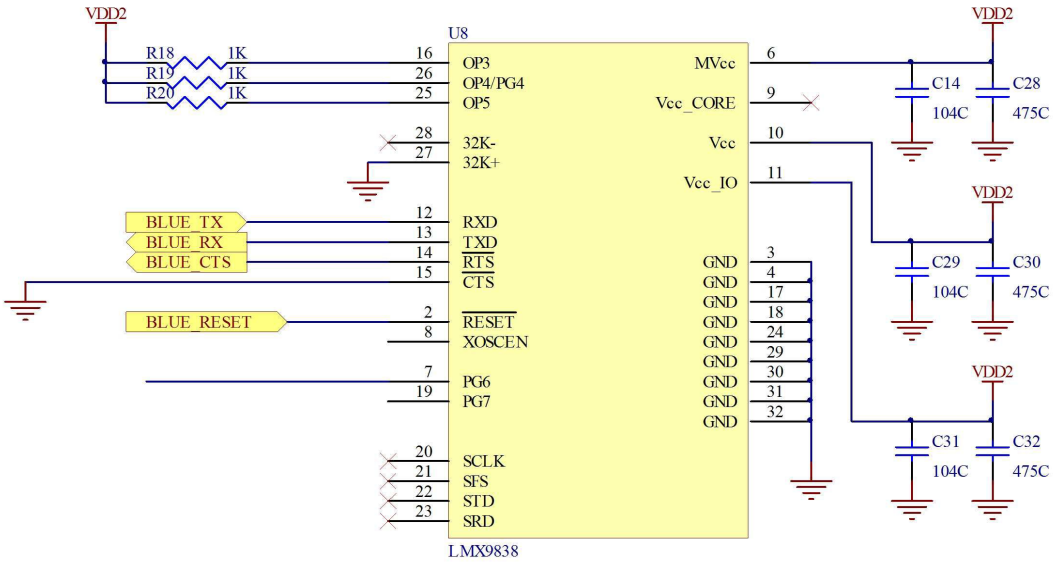
도면7

160

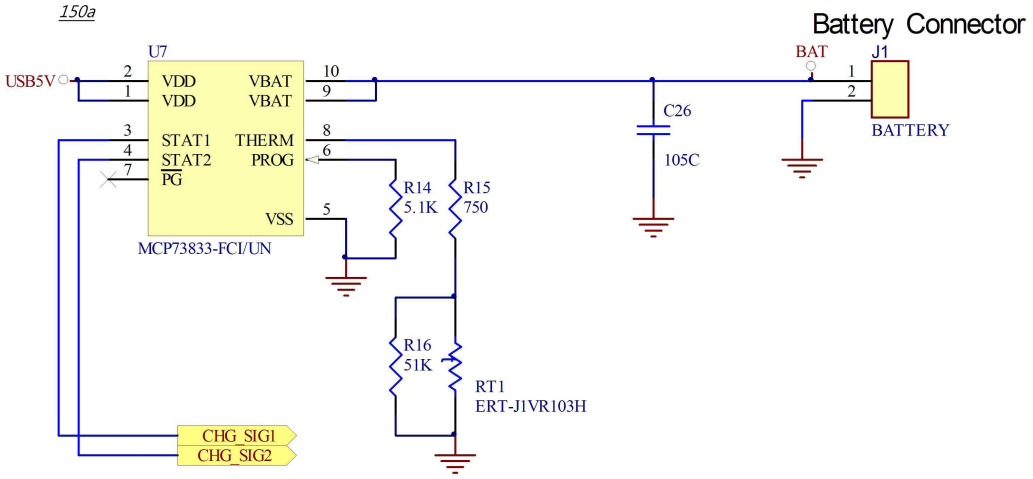


도면8

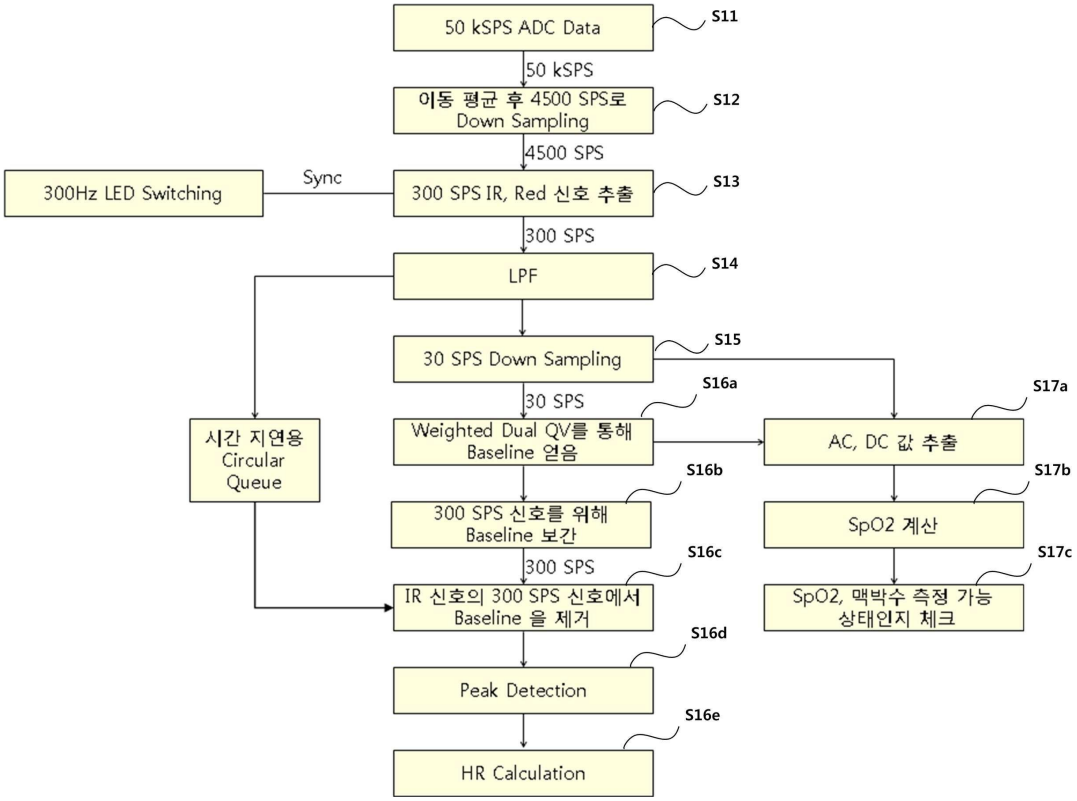
160



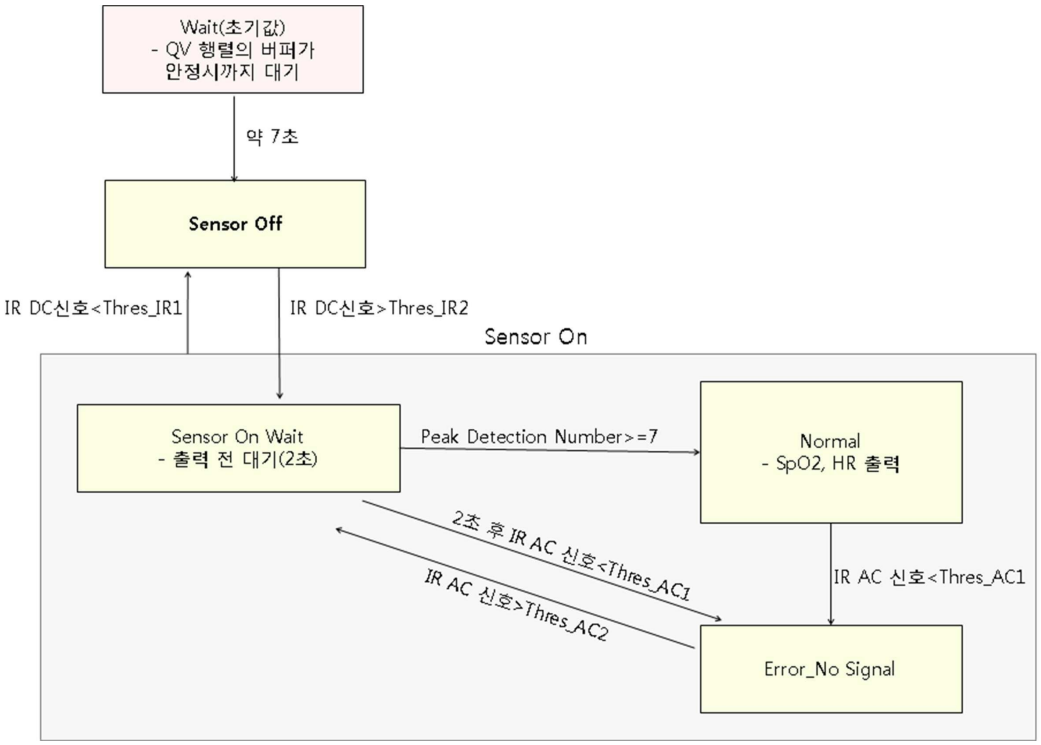
도면9


150a
Battery Connector
U7
USB5V
VDD
VDD
VBAT
VBAT
STAT1
STAT2
PG
THERM
PROG
VSS
MCP73833-FCI/UN
C26
105C
BAT
J1
BATTERY
R14
5.1K
R15
750
R16
51K
RT1
ERT-J1VR103H
CHG_SIG1
CHG_SIG2

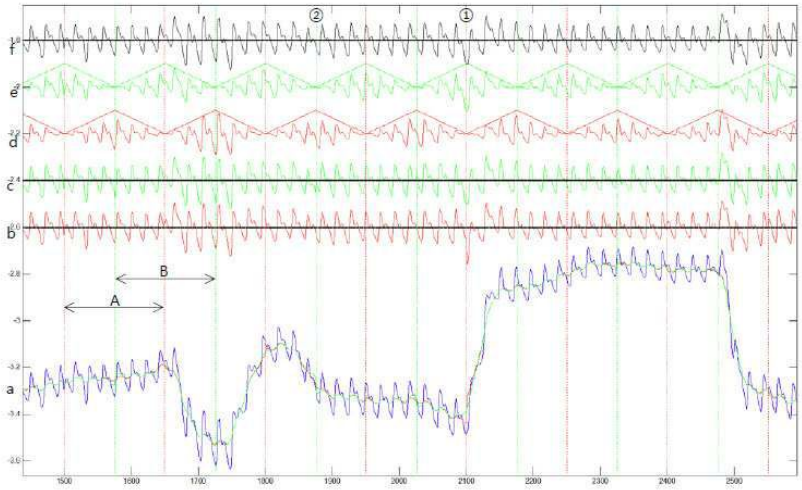
도면10


50 kSPS ADC Data
S11
50 kSPS
이동 평균 후 4500 SPS로 Down Sampling
S12
4500 SPS
300Hz LED Switching
Sync
300 SPS IR, Red 신호 추출
S13
300 SPS
LPF
S14
30 SPS Down Sampling
S15
30 SPS
S16a
Weighted Dual QV를 통해 Baseline 얻음
S17a
AC, DC 값 추출
시간 지연용 Circular Queue
S16b
300 SPS 신호를 위해 Baseline 보간
S17b
SpO2 계산
300 SPS
S16c
IR 신호의 300 SPS 신호에서 Baseline 을 제거
S17c
SpO2, 맥박수 측정 가능 상태인지 체크
S16d
Peak Detection
S16e
HR Calculation

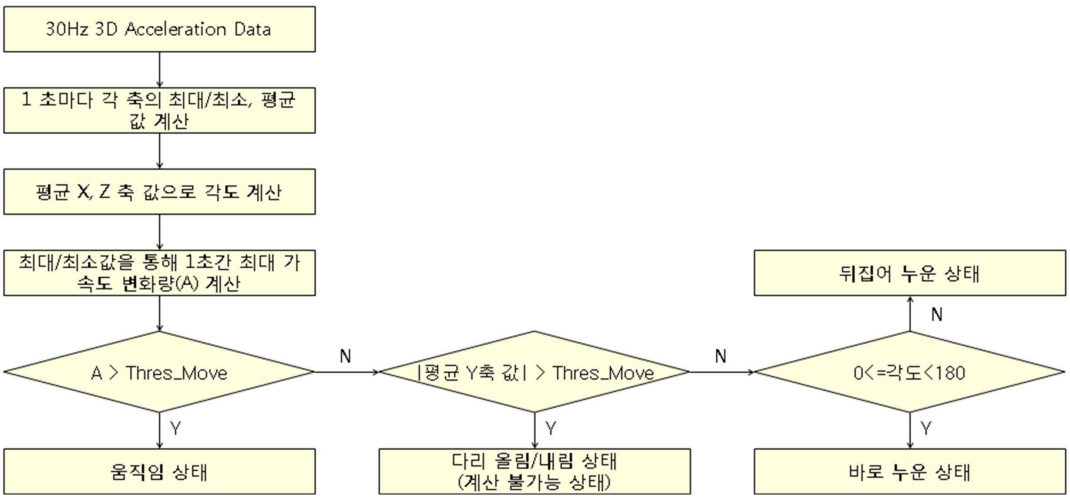
도면11


Wait(초기값)
- QV 행렬의 버퍼가
안정시까지 대기
약 7초
Sensor Off
IR DC신호<Thres_IR1
IR DC신호>Thres_IR2
Sensor On
Sensor On Wait
- 출력 전 대기(2초)
Peak Detection Number>=7
Normal
- SpO2, HR 출력
2초 후 IR AC 신호<Thres_AC1
IR AC 신호>Thres_AC2
IR AC 신호<Thres_AC1
Error_No Signal

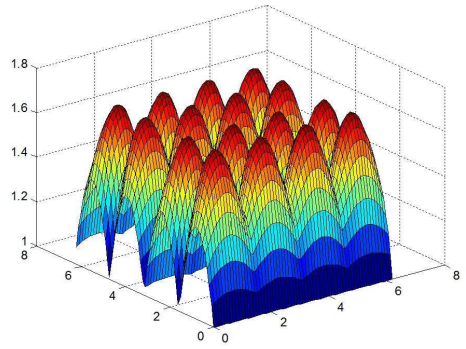
도면12


②
①
f
e
d
c
b
a
B
A

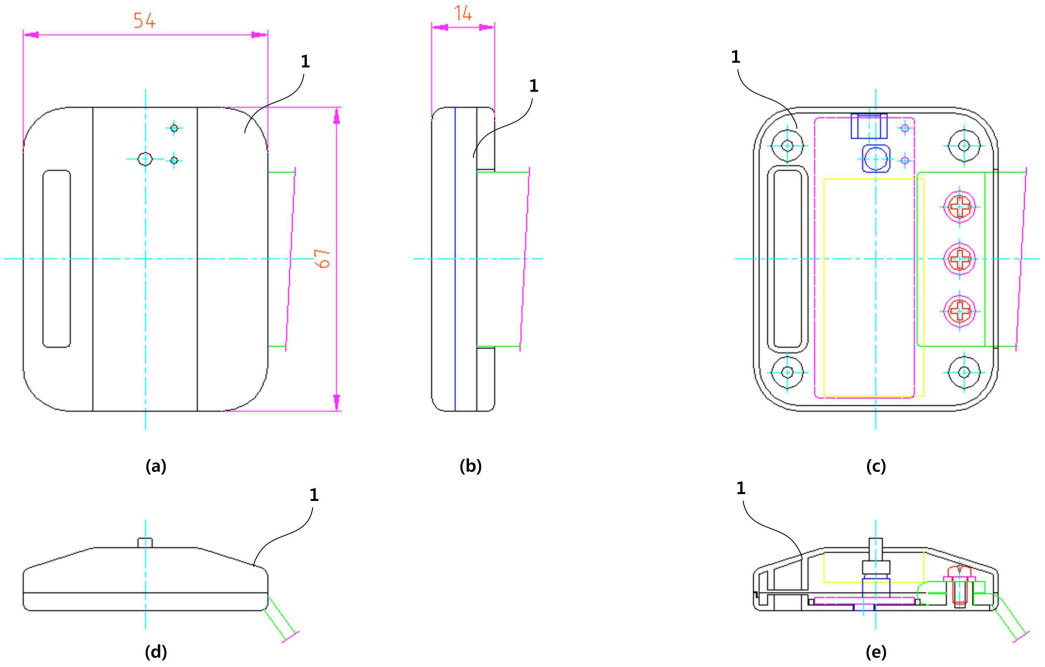
도면13



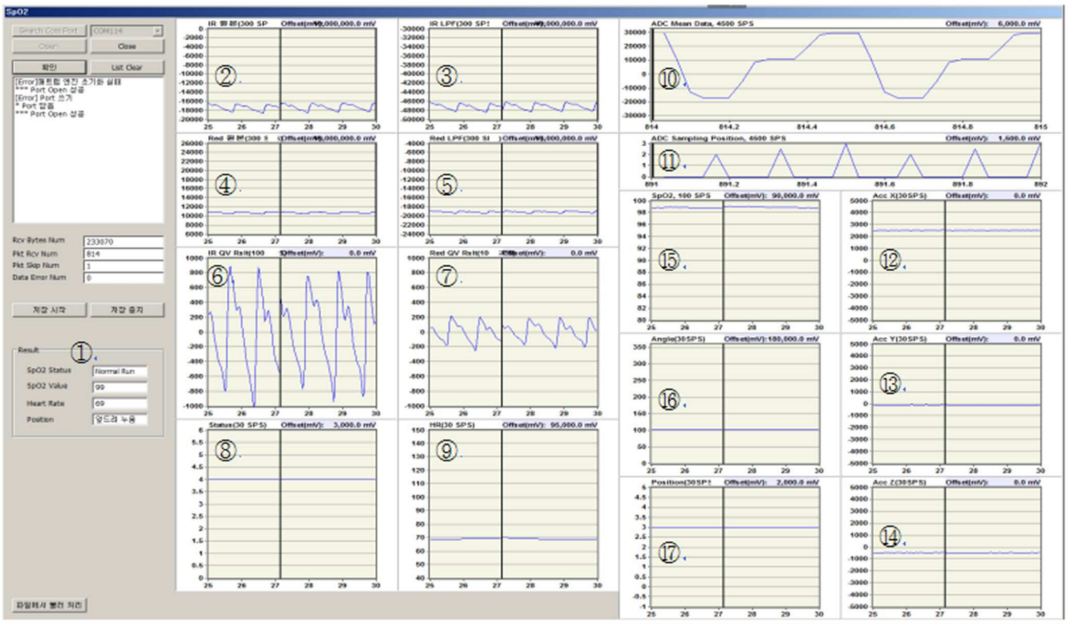
도면14



도면15



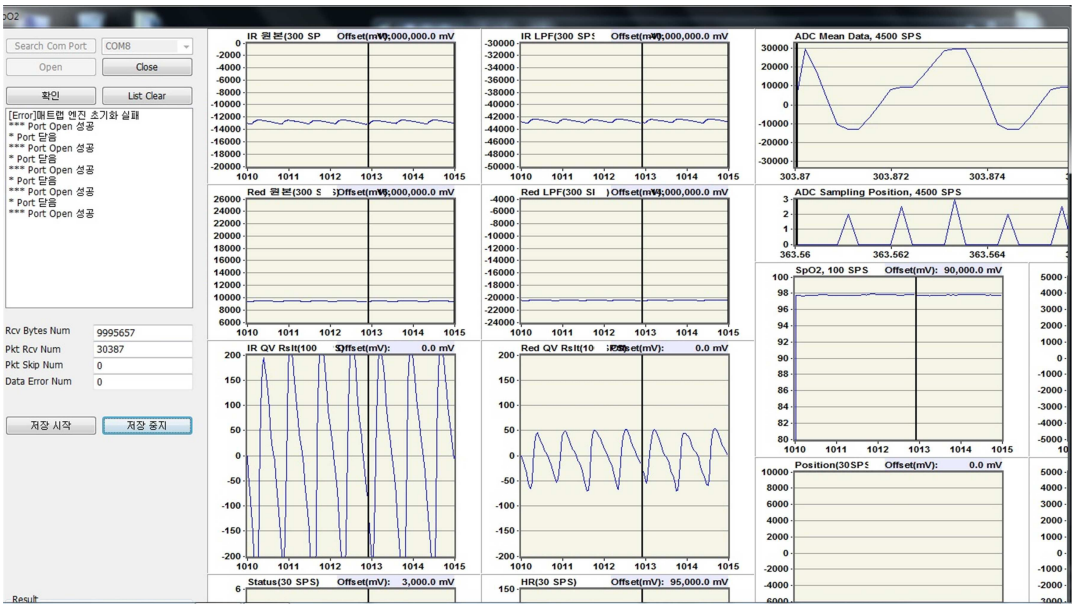
도면16



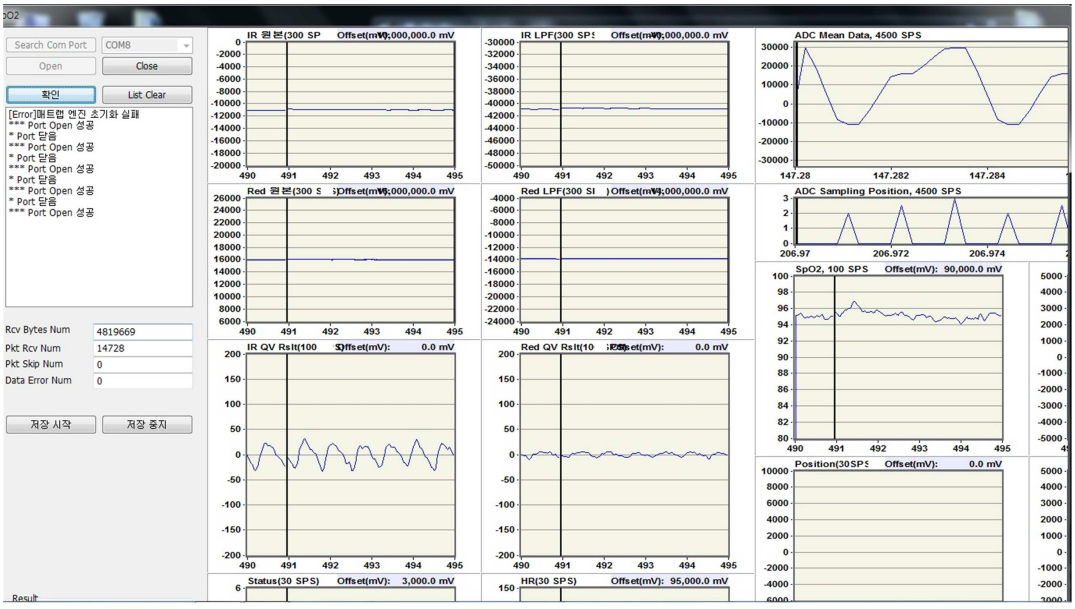
도면17

데이터 형, 변수명	샘플링율 (SPS)	PC SW	그래프 설명
INT16 ADCMAData[30]	4500	⑩	50kSPS의 ADC 데이터에서 moving average 한 후 11샘플마다 추출하여 약 4500 SPS로 추출한 파형
INT8 MASampKind[30]	4500	⑪	ADC 데이터를 moving average 한 파형에서 300 SPS의 IR, Red, 모든 LED 꺼진 신호를 추출하는 위치,
float IR300[10]	300	②	ADCMAData에서 센서 LED 스위칭 신호로 동기한 후 추출한 IR 신호 - 추출한 모든 LED 꺼진 신호
float Red300[10]	300	④	ADCMAData에서 센서 LED 스위칭 신호로 동기한 후 추출한 Red 신호 - 추출한 모든 LED 꺼진 신호
float IRLpf300[10]	300	③	IR300 신호를 LPF한 신호
float RedLpf300[10]	300	⑤	Red 300 신호를 LPF한 신호
float QV_AC_IR	30	⑥	IRLpf 신호를 30 SPS로 down sampling한 후 이중 가중치 QV 알고리듬을 적용한 결과 신호
float QV_AC_Red	30	⑦	RedLpf 신호를 30 SPS로 down sampling한 후 이중 가중치 QV 알고리듬을 적용한 결과 신호
float SpO2_Val	30	① ⑮	SpO2 값, 0~100사이
float HR	30	① ⑨	심박수
UINT8 SpO2Status	30	① ⑧	SpO2 측정 상태, 1: Wait, 2: Sensor off, 3: Sensor On, 4: Normal, 5: Error
INT16 AccX	30	⑫	가속도 센서의 X축 출력
INT16 AccY	30	⑬	가속도 센서의 Y축 출력
INT16 AccZ	30	⑭	가속도 센서의 Z축 출력
UINT8 Position	30	⑰	자세, 0: 움직임, 1: 다리올림/내림, 2: 바로 누움, 3: 엎드려 누움
UINT16 Angle	30	⑯	가속도 X, Z 축으로 계산된 각도 0~360도 *100의 값, 0~36000사이의 값

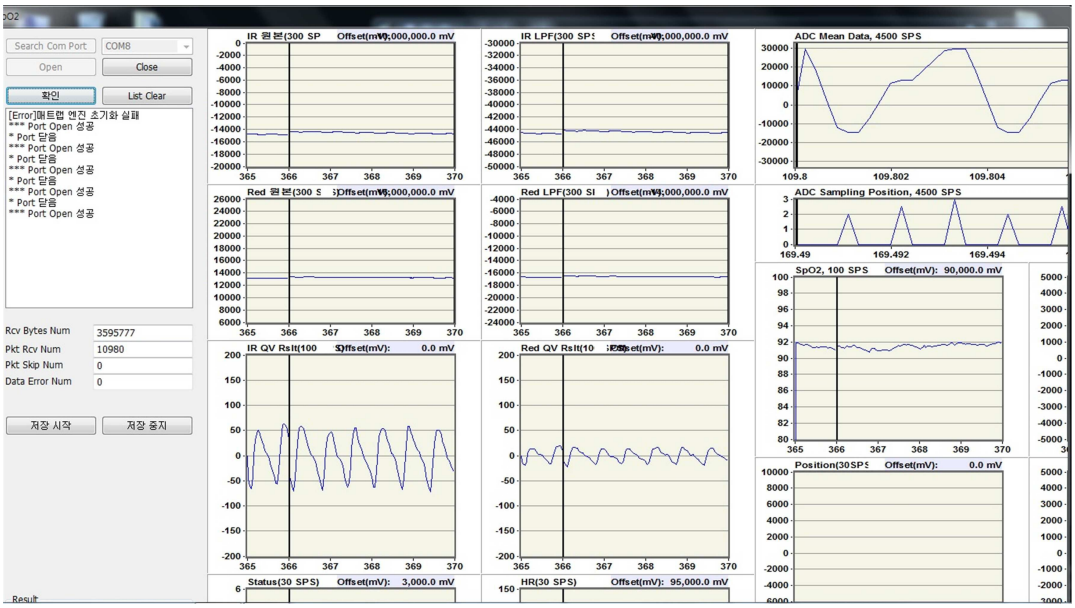
도면18


Search Com Port
COM8
Open
Close
확인
List Clear
[Error]매트랩 앤진 초기화 실패
*** Port Open 성공
* Port 닫음
*** Port Open 성공
* Port 닫음
*** Port Open 성공
* Port 닫음
*** Port Open 성공
* Port 닫음
*** Port Open 성공
Rcv Bytes Num 9995657
Pkt Rcv Num 30387
Pkt Skip Num 0
Data Error Num 0
저장 시작
저장 중지
Result
IR 원본(300 SP Offset(mV): 000,000.0 mV
IR LPF(300 SPS Offset(mV): 000,000.0 mV
ADC Mean Data, 4500 SPS
Red 원본(300 S Offset(mV): 000,000.0 mV
Red LPF(300 SI Offset(mV): 000,000.0 mV
ADC Sampling Position, 4500 SPS
SpO2, 100 SPS Offset(mV): 90,000.0 mV
IR QV Rslt(100 Offset(mV): 0.0 mV
Red QV Rslt(10 Offset(mV): 0.0 mV
Position(30SPS Offset(mV): 0.0 mV
Status(30 SPS) Offset(mV): 3,000.0 mV
HR(30 SPS) Offset(mV): 95,000.0 mV

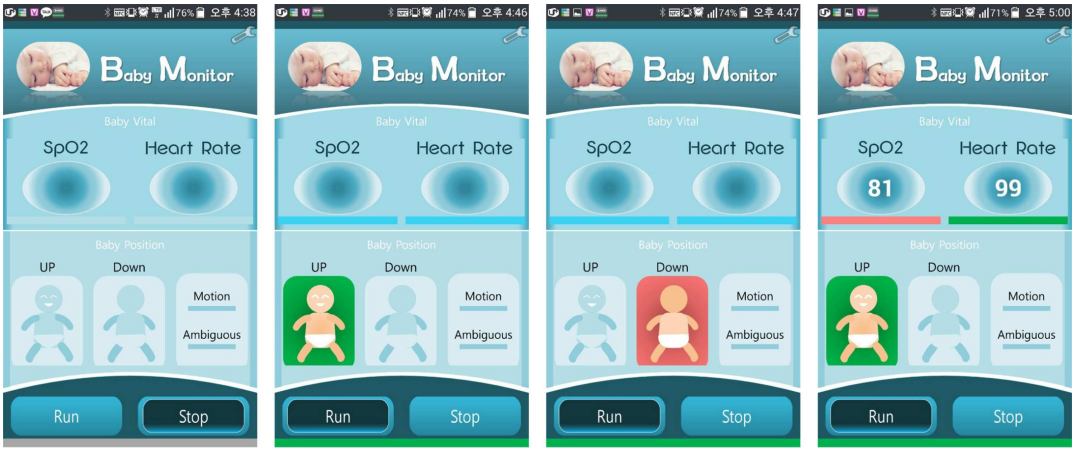
도면19


Search Com Port
COM8
Open
Close
확인
List Clear
[Error]매트랩 앤진 초기화 실패
*** Port Open 성공
* Port 닫음
*** Port Open 성공
* Port 닫음
*** Port Open 성공
* Port 닫음
*** Port Open 성공
* Port 닫음
*** Port Open 성공
Rcv Bytes Num 4819669
Pkt Rcv Num 14728
Pkt Skip Num 0
Data Error Num 0
저장 시작
저장 중지
Result
IR 원본(300 SP Offset(mV): 000,000.0 mV
IR LPF(300 SPS Offset(mV): 000,000.0 mV
ADC Mean Data, 4500 SPS
Red 원본(300 S Offset(mV): 000,000.0 mV
Red LPF(300 SI Offset(mV): 000,000.0 mV
ADC Sampling Position, 4500 SPS
SpO2, 100 SPS Offset(mV): 90,000.0 mV
IR QV Rslt(100 Offset(mV): 0.0 mV
Red QV Rslt(10 Offset(mV): 0.0 mV
Position(30SPS Offset(mV): 0.0 mV
Status(30 SPS) Offset(mV): 3,000.0 mV
HR(30 SPS) Offset(mV): 95,000.0 mV

도면20

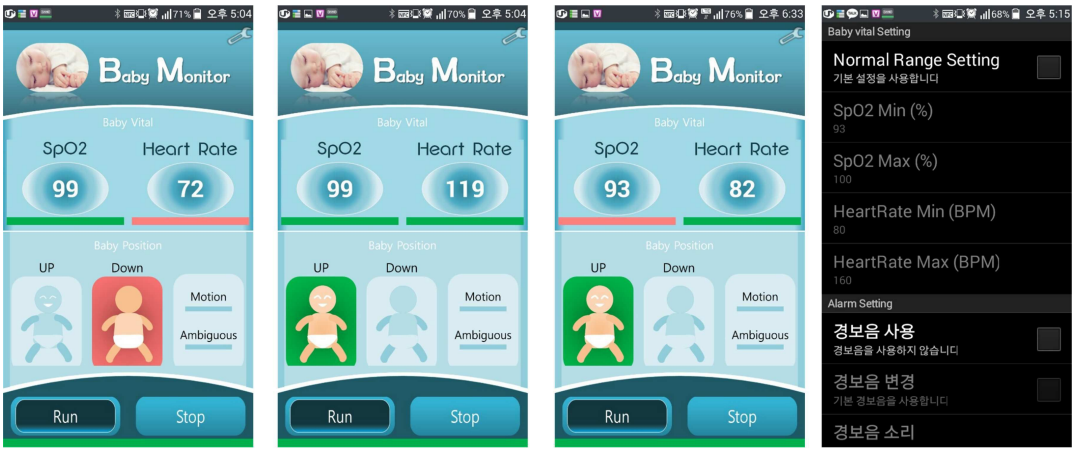


도면21



(a) (b) (c) (d)

도면22



(a) (b) (c) (d)

【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1

【변경전】

약 20mA의 전류

【변경후】

20mA의 전류