



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0168275
(43) 공개일자 2022년12월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/145 (2006.01) A61B 5/00 (2021.01)
A61B 5/01 (2021.01) A61B 5/05 (2021.01)
A61B 5/1495 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/14532 (2013.01)
A61B 5/01 (2021.01)
(21) 출원번호 10-2021-0077798
(22) 출원일자 2021년06월16일
심사청구일자 2021년06월16일

(71) 출원인
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
이기진
서울특별시 종로구 자하문로12길 11-5(창성동)
김종철
서울특별시 서대문구 통일로 348, 101동 303호 (홍제동, 청구아파트)
김승완
서울특별시 강남구 도곡로37길 13, 1동 202호(역삼동, 이지빌라트)
(74) 대리인
특허법인로알

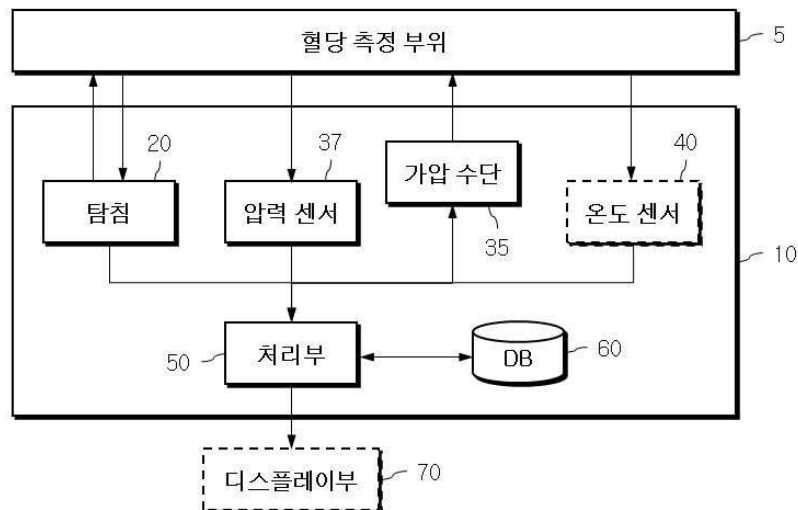
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 비체혈 혈당 측정 장치 및 그 제어 방법

(57) 요약

본 발명은 인체에 상처를 내지 않는 비체혈 방식으로 혈당을 측정하는 기술에 관한 것으로, 혈당 측정 장치는, 피측정자의 혈당 측정 부위와 접촉하는 측정 표면이 형성된 몸체, 측정 표면을 통해 노출되어 혈당 측정 부위에 마이크로파를 조사하고 반사 신호를 검출하기 위한 탐침, 혈당 측정 부위에 가해지는 압력을 측정하는 압력 센서, 몸체에 형성되어 혈당 측정 부위를 측정 표면에 고정하기 위한 고정부 및 측정된 압력을 참조하여 반사 신호로부터 혈당값을 산출하는 처리부를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61B 5/021 (2013.01)

A61B 5/0507 (2021.01)

A61B 5/1495 (2013.01)

A61B 5/6826 (2013.01)

A61B 5/6843 (2013.01)

A61B 2560/0223 (2013.01)

A61B 2562/0247 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

피측정자의 혈당 측정 부위와 접촉하는 측정 표면이 형성된 몸체;

상기 측정 표면을 통해 노출되어 상기 혈당 측정 부위에 마이크로파를 조사하고 반사 신호를 검출하기 위한 적어도 하나의 탐침;

상기 혈당 측정 부위에 가해지는 압력을 측정하는 압력 센서;

상기 몸체에 형성되어 상기 혈당 측정 부위를 상기 측정 표면에 고정하기 위한 고정부; 및

상기 압력을 참조하여 상기 반사 신호로부터 혈당값을 산출하는 처리부;를 포함하는, 혈당 측정 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 고정부는,

상기 혈당 측정 부위에 가해지는 압력을 점진적으로 변화시킴으로써 상기 탐침으로부터 상기 혈당 측정 부위 내의 혈관까지의 거리 또는 혈관의 면적을 조절하는 가압 수단을 구비하는, 혈당 측정 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 압력 센서는 상기 가압 수단에 의해 변화하는 압력을 연속적으로 측정하되,

상기 처리부는 연속적으로 측정되는 압력을 모니터링하는 중 미리 설정된 탐침-혈관 간의 거리에 해당하는 압력 구간이 감지되는 경우 상기 탐침으로 하여금 해당 압력 측정 시점에 대응하는 반사 신호만을 검출하도록 제어하는, 혈당 측정 장치.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 압력 센서는 상기 가압 수단에 의해 변화하는 압력을 이산적으로 복수 회 측정하되,

상기 처리부는 상기 탐침으로 하여금 복수 회의 압력 측정 시점에 대응하여 상기 반사 신호를 각각 복수 회 검출하도록 제어하는, 혈당 측정 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 처리부는,

복수 회 검출된 상기 반사 신호 중 미리 설정된 탐침-혈관 간의 거리에 해당하는 압력 구간에 대응하는 반사 신호를 선택하여 선택된 반사 신호로부터 혈당값을 산출하는, 혈당 측정 장치.

청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 고정부는,

상기 피측정자의 신체를 거치하되 신체 말단을 수납하여 고정할 수 있는 고리(ring) 또는 원통(cylinder) 형태를 갖는 구조를 형성하고,

상기 측정 표면을 통해 노출된 상기 탐침이 상기 구조 내에 통합되거나 상기 구조와 인접하여 배치되며,
상기 가압 수단에 의해 수납된 상기 신체 말단에 대해 가해지는 압력을 변화시키는 동안 상기 신체 말단 중 상기 혈당 측정 부위에 대한 압력의 측정 및 반사 신호의 검출을 동시에 수행하는, 혈당 측정 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 탐침은 상기 혈당 측정 부위 내의 글루코스(glucose) 농도에 따른 반사 계수 및 주파수 변화에 따른 유전 상수(dielectric permittivity)를 이용하여 상기 혈당 측정 부위로부터 반사되는 신호를 검출하는, 혈당 측정 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 처리부는,

볼륨 단위당 파워(power per volume unit), 상기 탐침으로부터 상기 혈당 측정 부위까지의 거리 및 글루코스를 포함한 유전 물질의 특성에 따른 투과 깊이에 기초하여 결정되는 볼륨 파워 밀도(volume power density) 및 상기 탐침을 통해 검출된 반사 신호의 공진 주파수를 이용하여 상기 반사 신호로부터 상기 혈당 측정 부위 내의 글루코스의 농도를 산출하는, 혈당 측정 장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 탐침은 비-침습적으로(non-invasive) 상기 혈당 측정 부위를 검사하는, 혈당 측정 장치.

청구항 10

피측정자의 혈당 측정 부위와 접촉하는 측정 표면이 형성된 몸체;

상기 측정 표면을 통해 노출되어 상기 혈당 측정 부위에 마이크로파를 조사하고 반사 신호를 검출하기 위한 적어도 하나의 탐침;

상기 혈당 측정 부위에 가해지는 압력을 측정하는 압력 센서;

상기 피측정자의 체온을 측정하는 온도 센서;

상기 몸체에 형성되어 상기 혈당 측정 부위를 상기 측정 표면에 고정하고, 상기 혈당 측정 부위에 가해지는 압력을 점진적으로 변화시킴으로써 상기 탐침으로부터 상기 혈당 측정 부위 내의 혈관까지의 거리 또는 혈관의 면적을 조절하는 고정부; 및

상기 압력 및 상기 체온을 참조하여 상기 반사 신호로부터 혈당값을 산출하는 처리부;를 포함하는, 혈당 측정 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 압력 센서는 변화하는 압력을 연속적으로 측정하되, 압력 측정 시점에 대응하여 상기 온도 센서가 상기 피측정자의 체온을 측정하고,

상기 처리부는 연속적으로 측정되는 압력을 모니터링하는 중 미리 설정된 탐침-혈관 간의 거리에 해당하는 압력 구간이 감지되는 경우 상기 탐침으로 하여금 해당 압력 측정 시점에 대응하는 반사 신호만을 검출하도록 제어하며, 검출된 반사 신호, 측정된 압력 및 체온을 함께 매칭하여 저장하는, 혈당 측정 장치.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 압력 센서는 변화하는 압력을 이산적으로 복수 회 측정하되, 압력 측정 시점에 대응하여 상기 온도 센서가 상기 피측정자의 체온을 측정하고,

상기 처리부는 상기 탐침으로 하여금 복수 회 압력 측정 시점에 대응하여 상기 반사 신호를 각각 복수 회 검출하도록 제어하고, 복수 회 검출된 상기 반사 신호 중 미리 설정된 탐침-혈관 간의 거리에 해당하는 압력 구간에 대응하는 반사 신호를 선택하여 선택된 반사 신호, 해당 시점에 측정된 압력 및 체온을 함께 매칭하여 저장하는, 혈당 측정 장치.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 처리부는,

압력 및 체온의 조합에 따라 매칭된 혈당값을 미리 저장하고,

볼륨 단위당 파워(power per volume unit), 상기 탐침으로부터 상기 혈당 측정 부위까지의 거리 및 글루코스를 포함한 유전 물질의 특성에 따른 투과 깊이에 기초하여 결정되는 볼륨 파워 밀도(volume power density) 및 상기 탐침을 통해 검출된 반사 신호의 공진 주파수를 이용하여 상기 반사 신호로부터 상기 혈당 측정 부위 내의 글루코스의 농도를 산출하며,

미리 저장된 압력 및 체온의 조합을 참조하여 상기 글루코스의 농도를 보정하여 혈당값을 산출하는, 혈당 측정 장치.

청구항 14

제 10 항에 있어서,

상기 고정부는,

상기 피측정자의 신체를 거치하되 신체 말단을 수납하여 고정할 수 있는 고리(ring) 또는 원통(cylinder) 형태를 갖는 구조를 형성하고,

상기 측정 표면을 통해 노출된 상기 탐침이 상기 구조 내에 통합되거나 상기 구조와 인접하여 배치되며,

수납된 상기 신체 말단에 대해 가해지는 압력을 변화시키는 동안 상기 신체 말단 중 상기 혈당 측정 부위에 대한 압력의 측정 및 반사 신호의 검출을 동시에 수행하는, 혈당 측정 장치.

청구항 15

제 10 항에 있어서,

상기 탐침은 상기 혈당 측정 부위 내의 글루코스(glucose) 농도에 따른 반사 계수 및 주파수 변화에 따른 유전 상수(dielectric permittivity)를 이용하여 상기 혈당 측정 부위로부터 반사되는 신호를 검출하는, 혈당 측정 장치.

청구항 16

(a) 혈당 측정 장치가 상기 혈당 측정 장치에 고정된 피측정자의 혈당 측정 부위에 가해지는 압력을 점진적으로 변화시킴으로써 탐침으로부터 상기 혈당 측정 부위 내의 혈관까지의 거리 또는 혈관의 면적을 조절하는 단계;

(b) 상기 혈당 측정 장치가 압력 센서를 통해 상기 혈당 측정 부위에 가해지는 압력을 측정하는 단계;

(c) 상기 혈당 측정 장치가 상기 탐침을 통해 조사된 마이크로파의 반사 신호를 상기 혈당 측정 부위로부터 검출하는 단계; 및

(d) 상기 혈당 측정 장치가 검출된 반사 신호 중 미리 설정된 탐침-혈관 간의 거리에 해당하는 압력 구간에 대응하는 반사 신호로부터 혈당값을 산출하는 단계;를 포함하는, 혈당 측정 장치의 제어 방법.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 (c) 단계는,

상기 (b) 단계를 통해 연속적으로 측정되는 압력을 모니터링하고,

모니터링되는 압력의 변화 중에서 미리 설정된 탐침-혈관 간의 거리에 해당하는 압력 구간이 감지되는 경우 상기 탐침으로 하여금 해당 압력 측정 시점에 대응하는 반사 신호만을 검출하도록 제어하는, 혈당 측정 장치의 제어 방법.

청구항 18

제 16 항에 있어서,

상기 (c) 단계는,

상기 (b) 단계를 통해 이산적으로 수행되는 복수 회의 압력 측정 시점에 대응하여 상기 반사 신호를 각각 복수 회 검출하도록 제어하고,

상기 (d) 단계는,

복수 회 검출된 상기 반사 신호 중 미리 설정된 탐침-혈관 간의 거리에 해당하는 압력 구간에 대응하는 반사 신호를 선택하여 선택된 반사 신호로부터 혈당값을 산출하는, 혈당 측정 장치의 제어 방법.

청구항 19

제 16 항에 있어서,

상기 (c) 단계는,

소스(source)로부터 생성된 마이크로파를 입력받아 상기 탐침을 통해 상기 혈당 측정 부위에 조사하도록 유도하고,

상기 혈당 측정 부위 내의 글루코스(glucose) 농도에 따른 반사 계수 및 주파수 변화에 따른 유전상수(dielectric permittivity)를 이용하여 상기 혈당 측정 부위로부터 반사되는 신호를 검출하는, 혈당 측정 장치의 제어 방법.

청구항 20

제 16 항에 있어서,

상기 (d) 단계는,

볼륨 단위당 파워(power per volume unit), 상기 탐침으로부터 상기 혈당 측정 부위까지의 거리 및 글루코스를 포함한 유전 물질의 특성에 따른 투과 깊이에 기초하여 볼륨 파워 밀도(volume power density)를 결정하고,

결정된 볼륨 파워 밀도 및 상기 탐침을 통해 검출된 반사 신호의 공진 주파수를 이용하여 상기 반사 신호로부터 상기 혈당 측정 부위 내의 글루코스의 농도를 산출하는, 혈당 측정 장치의 제어 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 혈당을 측정하는 기술에 관한 것으로, 특히 인체에 상처를 내지 않는 비침혈(non-invasive) 방식으로 전자기(electromagnetic, EM) 센서를 이용하여 피측정자의 신체 일부분에 접촉함으로써 피측정자의 혈당을 측정하는 혈당 측정 장치 및 그 제어 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 당뇨병은 인슐린의 분비량이 부족하거나 정상적인 기능이 이루어지지 않는 등의 대사질환의 일종이다. 당뇨병은 혈중 포도당의 농도가 높아지는 고혈당을 특징으로 하는데, 고혈당으로 인하여 여러 증상 및 징후를 일으키고 소변에서 포도당을 배출하게 된다.

[0003] 통상적으로, 이러한 당뇨 증세를 포함하여 혈당을 통해 건강의 이상을 확인할 필요가 있는 질환을 앓고 있는 환자들은 항상 자신의 혈당 수치를 검사하여 혈당 수치가 너무 높거나 혹은 너무 낮지 않은지 주의해야 한다. 당

노 증세가 있는 환자 자신이 주기적으로 자신의 혈당 수치를 검사할 수 있도록 다양한 혈당 측정 기술이 알려져 있다. 혈당 측정 장치의 예로서, 환자로부터 채취한 혈액으로 간단하게 혈당 수치를 측정할 수 있도록 한 혈당 측정기나 혈당 측정 시험지가 존재한다. 그러나, 이러한 측정 기술은 필연적으로 환자의 채혈을 요구하므로, 채혈과 관련된 비위생과 환자의 고통이 수반된다는 문제점이 있다.

[0004] 채혈 방식에 의한 혈당 측정 장치의 대안으로서, 최근 전파를 환자의 신체 일부에 조사한 후 반사된 전파로부터 환자의 혈당 수치를 측정하는 기술이 제안되었다. 이 기술은 채혈 없이 환자의 혈당 수치를 간편하게 정량적으로 계량화하는 장점을 가지나, 아직 측정의 정확도나 재현성이 떨어지고 측정 오차가 많아 혈당 측정에 대한 신뢰성이 낮다는 문제점이 있다. 아래에 제시되는 선행기술문헌은 전파를 이용하여 혈당을 측정하는 기술을 소개한 바 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 한국특허공개공보 제2006-0034565호, "전파를 이용한 혈당측정장치 및 방법"

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 지속적으로 혈당을 관찰하여야 하는 환자를 위한 혈당 측정 기술에 있어서, 채혈 방식의 고통을 덜기 위해 제안된 비채혈 방식의 경우 측정의 정확도나 재현성이 떨어지고 오차가 많아 혈당 측정의 신뢰성이 낮다는 문제점을 해결하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 혈당 측정 장치는, 피측정자의 혈당 측정 부위와 접촉하는 측정 표면이 형성된 몸체; 상기 측정 표면을 통해 노출되어 상기 혈당 측정 부위에 마이크로파를 조사하고 반사 신호를 검출하기 위한 적어도 하나의 탐침; 상기 혈당 측정 부위에 가해지는 압력을 측정하는 압력 센서; 상기 몸체에 형성되어 상기 혈당 측정 부위를 상기 측정 표면에 고정하기 위한 고정부; 및 상기 압력을 참조하여 상기 반사 신호로부터 혈당값을 산출하는 처리부;를 포함한다.

[0008] 일 실시예에 따른 상기 혈당 측정 장치에서, 상기 고정부는, 상기 혈당 측정 부위에 가해지는 압력을 점진적으로 변화시킴으로써 상기 탐침으로부터 상기 혈당 측정 부위 내의 혈관까지의 거리 또는 혈관의 면적을 조절하는 가압 수단을 구비할 수 있다.

[0009] 또한, 일 실시예에 따른 상기 혈당 측정 장치에서, 상기 압력 센서는 상기 가압 수단에 의해 변화하는 압력을 연속적으로 측정하되, 상기 처리부는 연속적으로 측정되는 압력을 모니터링하는 중 미리 설정된 탐침-혈관 간의 거리에 해당하는 압력 구간이 감지되는 경우 상기 탐침으로 하여금 해당 압력 측정 시점에 대응하는 반사 신호만을 검출하도록 제어할 수 있다.

[0010] 또한, 일 실시예에 따른 상기 혈당 측정 장치에서, 상기 압력 센서는 상기 가압 수단에 의해 변화하는 압력을 이산적으로 복수 회 측정하되, 상기 처리부는 상기 탐침으로 하여금 복수 회의 압력 측정 시점에 대응하여 상기 반사 신호를 각각 복수 회 검출하도록 제어할 수 있다. 나아가, 상기 처리부는, 복수 회 검출된 상기 반사 신호 중 미리 설정된 탐침-혈관 간의 거리에 해당하는 압력 구간에 대응하는 반사 신호를 선택하여 선택된 반사 신호로부터 혈당값을 산출할 수 있다.

[0011] 또한, 일 실시예에 따른 상기 혈당 측정 장치에서, 상기 고정부는, 상기 피측정자의 신체를 거치하되 신체 말단을 수납하여 고정할 수 있는 고리(ring) 또는 원통(cylinder) 형태를 갖는 구조를 형성하고, 상기 측정 표면을 통해 노출된 상기 탐침이 상기 구조 내에 통합되거나 상기 구조와 인접하여 배치되며, 상기 가압 수단에 의해 수납된 상기 신체 말단에 대해 가해지는 압력을 변화시키는 동안 상기 신체 말단 중 상기 혈당 측정 부위에 대한 압력의 측정 및 반사 신호의 검출을 동시에 수행할 수 있다.

[0012] 일 실시예에 따른 상기 혈당 측정 장치에서, 상기 탐침은 상기 혈당 측정 부위 내의 글루코스(glucose) 농도에 따른 반사 계수 및 주파수 변화에 따른 유전상수(dielectric permittivity)를 이용하여 상기 혈당 측정 부위로

부터 반사되는 신호를 검출할 수 있다.

- [0013] 일 실시예에 따른 상기 혈당 측정 장치에서, 상기 처리부는, 볼륨 단위당 파워(power per volume unit), 상기 탐침으로부터 상기 혈당 측정 부위까지의 거리 및 글루코스를 포함한 유전 물질의 특성에 따른 투과 깊이에 기초하여 결정되는 볼륨 파워 밀도(volume power density) 및 상기 탐침을 통해 검출된 반사 신호의 공진 주파수를 이용하여 상기 반사 신호로부터 상기 혈당 측정 부위 내의 글루코스의 농도를 산출할 수 있다.
- [0014] 일 실시예에 따른 상기 혈당 측정 장치에서, 상기 탐침은 비-침습적으로(non-invasive) 상기 혈당 측정 부위를 검사할 수 있다.
- [0015] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 다른 실시예에 따른 혈당 측정 장치는, 피측정자의 혈당 측정 부위와 접촉하는 측정 표면이 형성된 몸체; 상기 측정 표면을 통해 노출되어 상기 혈당 측정 부위에 마이크로파를 조사하고 반사 신호를 검출하기 위한 적어도 하나의 탐침; 상기 혈당 측정 부위에 가해지는 압력을 측정하는 압력 센서; 상기 피측정자의 체온을 측정하는 온도 센서; 상기 몸체에 형성되어 상기 혈당 측정 부위를 상기 측정 표면에 고정하고, 상기 혈당 측정 부위에 가해지는 압력을 점진적으로 변화시킴으로써 상기 탐침으로부터 상기 혈당 측정 부위 내의 혈관까지의 거리 또는 혈관의 면적을 조절하는 고정부; 및 상기 압력 및 상기 체온을 참조하여 상기 반사 신호로부터 혈당값을 산출하는 처리부;를 포함한다.
- [0016] 다른 실시예에 따른 상기 혈당 측정 장치에서, 상기 압력 센서는 변화하는 압력을 연속적으로 측정하되, 압력 측정 시점에 대응하여 상기 온도 센서가 상기 피측정자의 체온을 측정하고, 상기 처리부는 연속적으로 측정되는 압력을 모니터링하는 중 미리 설정된 탐침-혈관 간의 거리에 해당하는 압력 구간이 감지되는 경우 상기 탐침으로 하여금 해당 압력 측정 시점에 대응하는 반사 신호만을 검출하도록 제어하며, 검출된 반사 신호, 측정된 압력 및 체온을 함께 매칭하여 저장할 수 있다.
- [0017] 다른 실시예에 따른 상기 혈당 측정 장치에서, 상기 압력 센서는 변화하는 압력을 이산적으로 복수 회 측정하되, 압력 측정 시점에 대응하여 상기 온도 센서가 상기 피측정자의 체온을 측정하고, 상기 처리부는 상기 탐침으로 하여금 복수 회의 압력 측정 시점에 대응하여 상기 반사 신호를 각각 복수 회 검출하도록 제어하고, 복수 회 검출된 상기 반사 신호 중 미리 설정된 탐침-혈관 간의 거리에 해당하는 압력 구간에 대응하는 반사 신호를 선택하여 선택된 반사 신호, 해당 시점에 측정된 압력 및 체온을 함께 매칭하여 저장할 수 있다.
- [0018] 다른 실시예에 따른 상기 혈당 측정 장치에서, 상기 처리부는, 압력 및 체온의 조합에 따라 매칭된 혈당값을 미리 저장하고, 볼륨 단위당 파워(power per volume unit), 상기 탐침으로부터 상기 혈당 측정 부위까지의 거리 및 글루코스를 포함한 유전 물질의 특성에 따른 투과 깊이에 기초하여 결정되는 볼륨 파워 밀도(volume power density) 및 상기 탐침을 통해 검출된 반사 신호의 공진 주파수를 이용하여 상기 반사 신호로부터 상기 혈당 측정 부위 내의 글루코스의 농도를 산출하며, 미리 저장된 압력 및 체온의 조합을 참조하여 상기 글루코스의 농도를 보정하여 혈당값을 산출할 수 있다.
- [0019] 다른 실시예에 따른 상기 혈당 측정 장치에서, 상기 고정부는, 상기 피측정자의 신체를 거치하되 신체 말단을 수납하여 고정할 수 있는 고리(ring) 또는 원통(cylinder) 형태를 갖는 구조를 형성하고, 상기 측정 표면을 통해 노출된 상기 탐침이 상기 구조 내에 통합되거나 상기 구조와 인접하여 배치되며, 수납된 상기 신체 말단에 대해 가해지는 압력을 변화시키는 동안 상기 신체 말단 중 상기 혈당 측정 부위에 대한 압력의 측정 및 반사 신호의 검출을 동시에 수행할 수 있다.
- [0020] 다른 실시예에 따른 상기 혈당 측정 장치에서, 상기 탐침은 상기 혈당 측정 부위 내의 글루코스(glucose) 농도에 따른 반사 계수 및 주파수 변화에 따른 유전상수(dielectric permittivity)를 이용하여 상기 혈당 측정 부위로부터 반사되는 신호를 검출할 수 있다.
- [0021] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 혈당 측정 장치의 제어 방법은, (a) 혈당 측정 장치가 상기 혈당 측정 장치에 고정된 피측정자의 혈당 측정 부위에 가해지는 압력을 점진적으로 변화시킴으로써 탐침으로부터 상기 혈당 측정 부위 내의 혈관까지의 거리 또는 혈관의 면적을 조절하는 단계; (b) 상기 혈당 측정 장치가 압력 센서를 통해 상기 혈당 측정 부위에 가해지는 압력을 측정하는 단계; (c) 상기 혈당 측정 장치가 상기 탐침을 통해 조사된 마이크로파의 반사 신호를 상기 혈당 측정 부위로부터 검출하는 단계; 및 (d) 상기 혈당 측정 장치가 검출된 반사 신호 중 미리 설정된 탐침-혈관 간의 거리에 해당하는 압력 구간에 대응하는 반사 신호로부터 혈당값을 산출하는 단계;를 포함한다.
- [0022] 또 다른 실시예에 따른 상기 혈당 측정 장치의 제어 방법에서, 마이크로파의 반사 신호를 검출하는 상기 (c) 단계는, 혈당 측정 부위에 가해지는 압력을 측정하는 상기 (b) 단계를 통해 연속적으로 측정되는 압력을 모니터링

하고, 모니터링되는 압력의 변화 중에서 미리 설정된 탐침-혈관 간의 거리에 해당하는 압력 구간이 감지되는 경우 상기 탐침으로 하여금 해당 압력 측정 시점에 대응하는 반사 신호만을 검출하도록 제어할 수 있다.

[0023] 또 다른 실시예에 따른 상기 혈당 측정 장치의 제어 방법에서, 마이크로파의 반사 신호를 검출하는 상기 (c) 단계는, 혈당 측정 부위에 가해지는 압력을 측정하는 상기 (b) 단계를 통해 이산적으로 수행되는 복수 회의 압력 측정 시점에 대응하여 상기 반사 신호를 각각 복수 회 검출하도록 제어하고, 혈당값을 산출하는 상기 (d) 단계는, 복수 회 검출된 상기 반사 신호 중 미리 설정된 탐침-혈관 간의 거리에 해당하는 압력 구간에 대응하는 반사 신호를 선택하여 선택된 반사 신호로부터 혈당값을 산출할 수 있다.

[0024] 또 다른 실시예에 따른 상기 혈당 측정 장치의 제어 방법에서, 마이크로파의 반사 신호를 검출하는 상기 (c) 단계는, 소스(source)로부터 생성된 마이크로파를 입력받아 상기 탐침을 통해 상기 혈당 측정 부위에 조사하도록 유도하고, 상기 혈당 측정 부위 내의 글루코스(glucose) 농도에 따른 반사 계수 및 주파수 변화에 따른 유전상수(dielectric permittivity)를 이용하여 상기 혈당 측정 부위로부터 반사되는 신호를 검출할 수 있다.

[0025] 또 다른 실시예에 따른 상기 혈당 측정 장치의 제어 방법에서, 혈당값을 산출하는 상기 (d) 단계는, 볼륨 단위당 파워(power per volume unit), 상기 탐침으로부터 상기 혈당 측정 부위까지의 거리 및 글루코스를 포함한 유전 물질의 특성에 따른 투과 깊이에 기초하여 볼륨 파워 밀도(volume power density)를 결정하고, 결정된 볼륨 파워 밀도 및 상기 탐침을 통해 검출된 반사 신호의 공진 주파수를 이용하여 상기 반사 신호로부터 상기 혈당 측정 부위 내의 글루코스의 농도를 산출할 수 있다.

[0026] 나아가, 이하에서는 상기 기재된 혈당 측정 장치의 제어 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공한다.

발명의 효과

[0027] 본 발명의 실시예들은, 마이크로파를 이용하여 비채혈 방식으로 간편하게 혈당을 측정할 수 있고, 피측정자의 신체를 고정하되 혈당 측정 부위에 가해지는 압력을 점진적으로 변화시킴으로써 탐침으로부터 혈당 측정 부위 내의 혈관까지의 거리 또는 혈관의 면적을 일관된 방식으로 조절할 수 있으며, 변화하는 압력을 참조하여 반사 신호로부터 혈당값을 산출함으로써 정확도와 재현성을 현저히 향상시킴과 동시에 측정 오차를 억제할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 비채혈 방식의 혈당 측정 장치를 도시한 블록도이다.
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 혈당 측정 장치의 프로토타입(prototype)을 사시도, 평면도 및 측면도로 예시한 도면이다.
 도 3은 도 2의 혈당 측정 장치에서 고정부 내부의 구조를 예시한 도면이다.
 도 4 및 도 5는 가압 수단을 통해 혈관에 압력을 가하는 상황과 그에 따라 측정된 혈압을 설명하기 위한 도면이다.
 도 6 및 도 7은 시계열적으로 변화하는 압력에 따라 나타나는 혈당 측정 결과와 체온 측정 결과를 각각 예시한 그래프이다.
 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따라 제작된 혈당 측정 장치의 프로토타입을 통해 피측정자의 혈당을 측정하는 모습을 예시한 도면이다.
 도 9는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 비채혈 방식의 혈당 측정 장치를 제어하는 방법을 도시한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 구체적으로 설명하도록 한다. 다만, 하기의 설명 및 첨부된 도면에서 본 발명의 요지를 흐릴 수 있는 공지 기능 또는 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다. 덧붙여, 명세서 전체에서, 어떤 구성 요소를 '포함'한다는 것은, 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라, 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0030] 본 발명에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "구비하다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것

이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

- [0031] 특별히 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미이다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미인 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0032] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 비체혈 방식의 혈당 측정 장치(10)를 도시한 블록도이다.
- [0033] 혈당 측정 장치(10)는, 피측정자의 혈당 측정 부위(5)와 접촉하는 측정 표면이 형성된 몸체를 포함한다. 피측정자는 이러한 몸체에 신체 일부를 거치하거나 고정하여 측정 표면을 통해 자신의 혈당 측정 부위(5)에 대한 검사를 수행할 수 있다.
- [0034] 혈당 측정 장치(10)는, 상기 측정 표면을 통해 노출되어 상기 혈당 측정 부위(5)에 마이크로파를 조사하고 반사 신호를 검출하기 위한 적어도 하나의 탐침(20)을 포함한다. 이러한 탐침(20)은 비-침습적으로(non-invasive) 상기 혈당 측정 부위(5)를 검사하기 위해 마련된 수단으로서, 구현의 관점에서 마이크로파를 생성하여 탐침에 인가할 수 있는 소스(source)가 더 포함될 수 있을 것이다. 상기 탐침(20)은 상기 혈당 측정 부위(5) 내의 글루코스(glucose) 농도에 따른 반사 계수 및 주파수 변화에 따른 유전상수(dielectric permittivity)를 이용하여 상기 혈당 측정 부위(5)로부터 반사되는 신호를 검출한다.
- [0035] 압력 센서(37)는 상기 혈당 측정 부위(5)에 가해지는 압력을 측정하는 수단으로, 종래의 마이크로파를 이용한 혈당 측정 기술이 갖는 측정의 부정확함을 극복하기 위해 안출된 구성이다. 마이크로파를 이용한 혈당 측정시 혈관에 가해지는 압력에 따라 측정 결과가 달라지는 현상을 발견하였다. 특히, 압력에 의해 탐침(20)으로부터 혈당 측정 부위(5)까지의 측정 거리가 달라지거나 혈당 측정 부위(5) 내의 혈관의 면적이 변화함에 따라 글루코스(glucose) 측정값이 크게 변화하게 되는 것을 인지하였으며, 이러한 의도하지 않은 측정값의 변화를 일정하게 제어하기 위해 압력 센서(37)를 도입하였다.
- [0036] 나아가, 피측정자의 체온을 실시간으로 측정할 수 있는 온도 센서(40)를 선택적으로 포함할 수 있다. 이후에 체온과 혈당 측정과의 상관관계를 살펴보겠지만, 이러한 온도 센서(40) 역시 혈당 측정에 작용하는 체온이라는 변인을 적절하게 통제하기 위해 도입된 구성이다.
- [0037] 또한, 혈당 측정 장치(10)의 몸체에는 고정부가 형성되어 상기 혈당 측정 부위(5)를 상기 측정 표면에 고정할 수 있으며, 이러한 고정부를 통해 혈당 측정의 정확도를 더욱 향상시킨다. 특히, 고정부는 압력 센서(37)가 혈당 측정 부위(5)에 가해지는 압력을 측정함에 있어서 보다 일관된 측정 결과를 얻을 수 있게 돕는다. 만약, 혈당 측정 장치(10)에 압력 센서(37) 외에 온도 센서(40)가 더 포함된다면, 고정부를 통해 고정된 혈당 측정 부위(5)에 대해 혈압과 체온을 동시에 측정하는 것이 바람직하다. 이를 위해 고정부는 피측정자의 신체 일부를 고정하고 혈당 측정 장치(10)의 몸체에 형성된 측정 표면 상에 상기 혈당 측정 부위(5)를 밀착시킬 수 있는 가압 수단(35)이 마련되는 것이 바람직하다.
- [0038] 이제, 처리부(50)가 압력 센서(37)를 통해 측정된 상기 압력을 참조하여 상기 반사 신호로부터 혈당값을 산출할 수 있다. 이렇게 산출된 혈당값을 별도의 디스플레이부(70)를 통해 사용자에게 표시할 수도 있다. 나아가, 데이터베이스(60)는 이후에 기술한 미리 측정된 데이터 및 이들의 조합 및 범위가 저장될 수 있다. 예를 들어, 탐침(20)을 통해 검출된 반사 신호, 압력 센서(37)를 통해 측정된 압력 및 온도 센서(40)를 통해 측정된 체온을 함께 매칭하여 미리 저장할 수 있으며, 새로운 피측정자의 데이터로부터 정확한 혈당을 산출하기 위한 참조 데이터로 활용하거나 보정의 기준으로 활용할 수 있다.
- [0039] 이하에서는, 압력에 의한 혈관 면적 변화와 글루코스 측정값의 상관관계를 보다 구체적으로 설명하도록 한다. 유전체에 입사하는 전자기파의 파워 밀도를 나타내는 볼륨 파워 밀도(volume power density) P_1 는 다음의 수학적 식 1과 같이 초기 입사파에 관한 물질 표면에서의 볼륨 단위당 파워(power per volume unit) P_0 와 측정 대상과의 거리 l , 그리고 글루코스를 포함한 유전물질의 특성에 따른 투과 깊이(penetration depth) D_p 에 의해 결정된다.

수학식 1

$$P_l = P_0 e^{-\frac{2l}{D_p}}$$

여기서, 투과 깊이 D_p 는 흡수된 파워 밀도 P_l 가 물질 표면과 비교하여 e 배 감소하는 거리로서 정의되며, 다음의 수학식 2와 같이 표현될 수 있다.

수학식 2

$$D_p = \frac{v_0}{\omega \sqrt{2\varepsilon'} \sqrt{\sqrt{1 + \left(\frac{\varepsilon''}{\varepsilon'}\right)^2} - 1}}$$

여기서, ω 는 동작 주파수(operating frequency)이고, v_0 는 진공에서의 빛의 속도이다.

또한, 글루코스 용액의 농도를 포함하는 복소 유전상수(complex dielectric permittivity)는 다음의 수학식 3과 같다.

수학식 3

$$\varepsilon_g(\omega) = [\varepsilon'_0(\omega) + c\delta'] - j[\varepsilon''_0(\omega) + c\delta'']$$

여기서, $\varepsilon_0(\omega)$ 는 증류수(DI water)의 복소 유전상수(complex permittivity)이고 (6 GHz에서 $\varepsilon'_0(\omega) \approx 72.13$ 및 $\varepsilon''_0(\omega) \approx 21.05$), C 는 글루코스 농도이며, δ' 는 글루코스 농도가 1 단위(unit) 오르는 경우 유전상수의 증가분을 나타낸다 ($\delta' = 0.00577 \text{ (mg/dl)}^{-1}$ 및 $\delta'' = 0.00015 \text{ (mg/dl)}^{-1}$). 증류수의 복소 유전상수는 마이크로파 주파수 ω 의 함수이고, 실수부와 허수부의 유전상수는 다음의 이완 모델(relaxation model)을 이용하여 산출될 수 있다.

수학식 4

$$\varepsilon'_0(\omega) = \varepsilon_\infty + \frac{\varepsilon_s - \varepsilon_\infty}{1 + \omega^2 \tau^2}$$

수학식 5

$$\varepsilon''_0(\omega) = \frac{(\varepsilon_s - \varepsilon_\infty)\omega\tau}{1 + \omega^2 \tau^2}$$

여기서, ε_∞ 는 고주파수 영역에서의 유전상수이고, ε_s 는 정적, 저주파수 영역에서의 유전상수이며, τ 는 물질의 특성 이완 시간을 나타낸다.

따라서, 이상의 수학식들을 정리하면 글루코스 농도와 이를 측정하기 위하여 사용하는 전자기파와의 측정 거리

는 다음의 수학식 6과 같은 상관관계가 발견된다.

수학식 6

$$\sqrt{(\varepsilon'(c))^2 + (\varepsilon''(c))^2} - \varepsilon'(c) = \frac{v_0^2 \ln^2(P_l/P_0)}{8\omega l}$$

[0051]

[0052]

즉, 일정한 주파수 ω 를 사용하고 측정 대상까지 일정한 거리 l (본 발명의 실시예들에서는 측정하고자 하는 혈관까지의 거리)를 유지한다면, 수학식 6에 의하여 글루코스의 농도 C 는 측정되는 P_l 과의 값으로부터 알 수 있다.

[0053]

요약하건대, 처리부(50)는, 볼륨 단위당 파워(power per volume unit), 상기 탐침(20)으로부터 상기 혈당 측정 부위(5)까지의 거리 및 글루코스를 포함한 유전 물질의 특성에 따른 투과 깊이에 기초하여 결정되는 볼륨 파워 밀도(volume power density) 및 상기 탐침(20)을 통해 검출된 반사 신호의 공진 주파수를 이용하여 상기 반사 신호로부터 상기 혈당 측정 부위(5) 내의 글루코스의 농도를 산출할 수 있다. 따라서, 탐침(20)으로부터 혈당 측정 부위 내의 혈관까지의 거리를 정확하게 특정하는 것이 매우 중요하며, 가압 수단(35)을 통해 변화하는 압력에 따라 탐침으로부터 조사되는 마이크로파의 반사 위치를 제어할 수 있다는 것을 보장할 필요가 있다.

[0054]

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 혈당 측정 장치(10)의 프로토타입(prototype)을 사시도, 평면도 및 측면도로 예시한 도면이다.

[0055]

앞서, 혈당 측정 장치(10)의 몸체에 혈당 측정 부위를 측정 표면에 고정하기 위한 고정부(30)가 형성된다고 설명하였다. 이러한 고정부(30)는, 피측정자의 신체를 거치하되 신체 말단을 수납하여 고정할 수 있는 고리(ring) 또는 원통(cylinder) 형태를 갖는 구조(32)를 형성할 수 있다. 이때, 고정부(30)에는 측정 표면을 통해 노출된 탐침(미도시)이 상기 구조(32) 내에 통합되거나 상기 구조(32)와 인접하여 배치되는 것이 바람직하다. 또한, 고정부(30)는, 혈당 측정 부위에 가해지는 압력을 점진적으로 변화시킴으로써 탐침으로부터 상기 혈당 측정 부위 내의 혈관까지의 거리 또는 혈관의 면적을 조절하는 가압 수단(미도시)을 구비하게 되는데, 가압 수단에 의해 수납된 상기 신체 말단에 대해 가해지는 압력을 변화시키는 동안 상기 신체 말단 중 상기 혈당 측정 부위에 대한 압력의 측정 및 반사 신호의 검출을 동시에 수행하는 것이 바람직하다. 따라서, 압력 센서(미도시) 역시 탐침(미도시)과 마찬가지로 상기 구조(32) 내에 통합되거나 상기 구조(32)와 인접하여 배치되는 것이 바람직하다.

[0056]

도 3은 도 2의 혈당 측정 장치에서 고정부(30) 내부의 고리 또는 원통 형태의 구조(32)를 예시한 도면이다. 이러한 구조(32)의 내측으로 혈당 측정 부위에 가해지는 압력을 점진적으로 변화시킴으로써 탐침(20)으로부터 상기 혈당 측정 부위 내의 혈관까지의 거리 또는 혈관의 면적을 조절하는 가압 수단(35)이 마련될 수 있다. 예시된 바와 같이, 고정부 내부의 구조(32)는 측정 표면(15)을 둘러싸도록 배치되고, 제어 신호에 따라 팽창하여 혈당 측정 부위를 압박할 수 있는 탄성 재료로 구성될 수 있다.

[0057]

한편, 본 발명의 실시예들은 탐침(20)을 통해 실시간으로 측정된 신호와 압력 센서(미도시)를 통해 실시간으로 측정된 혈압을 동일한 시간 기준에 따라 매칭하여 함께 저장할 수 있다. 나아가, 온도 센서(미도시)를 통해 실시간으로 측정된 체온 역시 매칭하여 함께 저장할 수 있다. 이후, 저장된 혈당 측정 시점의 혈압 및 체온의 조합을 통해 다음번 혈당 측정시에도 동일/유사하거나 미리 저장된 범위에서의 혈압 및 체온의 조합에 따른 혈당 측정값을 제시할 수 있다. 이를 통해, 본 발명의 실시예들에 따른 혈당 측정 기술은 오차를 최소화하면서도 높은 재현성을 유지할 수 있게 된다.

[0058]

예를 들어, 혈당 산출 과정으로서 다음의 2가지 처리 방식을 고려할 수 있다.

[0059]

첫째, 연속적인 측정 방식에 기반한 혈당 산출이 가능하다. 압력 센서는 가압 수단(35)에 의해 변화하는 압력을 연속적으로 측정하되, 혈당 측정 장치의 처리부는 연속적으로 측정되는 압력을 모니터링하는 중 미리 설정된 탐침-혈관 간의 거리에 해당하는 압력 구간이 감지되는 경우 탐침으로 하여금 해당 압력 측정 시점에 대응하는 반사 신호만을 검출하도록 제어할 수 있다. 즉, 연속적으로 측정되는 압력을 관찰하던 중에 목표포로 설정된 압력 구간에 도달한 경우 탐침을 제어하여 해당 시점의 혈당값을 얻는 것이다.

[0060]

둘째, 이상적인 측정 방식에 기반한 혈당 산출이 가능하다. 압력 센서는 가압 수단(35)에 의해 변화하는 압력을 이산적으로 복수 회 측정하되, 혈당 측정 장치의 처리부는 탐침으로 하여금 복수 회의 압력 측정 시점에 대응하여 반사 신호를 각각 복수 회 검출하도록 제어할 수 있다. 그런 다음, 처리부는, 복수 회 검출된 상기 반사 신호 중 미리 설정된 탐침-혈관 간의 거리에 해당하는 압력 구간에 대응하는 반사 신호를 선택하여 선택된 반사

신호로부터 혈당값을 산출할 수 있다. 즉, 이산적으로 측정되는 압력에 따라 탐침을 통해 혈당을 나타내는 반사 신호를 다수 획득한 후 이들 중에서 적절한 혈당값을 선택하는 것이다.

[0061] 이상의 혈당 산출 과정에서, 처리부는, 앞서 수학적 식 6을 통해 제시한 바와 같이, 볼륨 단위당 파워(power per volume unit), 탐침으로부터 혈당 측정 부위까지의 거리 및 글루코스를 포함한 유전 물질의 특성에 따른 투과 깊이에 기초하여 결정되는 볼륨 파워 밀도(volume power density) 및 탐침을 통해 검출된 반사 신호의 공진 주파수를 이용하여 반사 신호로부터 혈당 측정 부위 내의 글루코스의 농도를 산출할 수 있다.

[0062] 이상의 혈당 측정 장치에 관한 일 실시예에서는, 혈압과 혈당 간의 상관관계를 고려하여 글루코스의 농도를 산출하는 구성을 제시하였다. 이하에서 제시되는 혈당 측정 장치의 다른 실시예에서는 피측정자의 체온을 더 고려하여 글루코스의 농도를 산출하게 된다. 이를 위해, 피측정자의 체온을 측정하는 온도 센서가 더 필요하다. 고정부는 혈당 측정 장치의 몸체에 형성되어 혈당 측정 부위를 측정 표면에 고정하고, 혈당 측정 부위에 가해지는 압력을 점진적으로 변화시킴으로써 탐침으로부터 혈당 측정 부위 내의 혈관까지의 거리 또는 혈관의 면적을 조절할 수 있다. 이제, 처리부는 압력 센서를 통해 측정된 압력 및 온도 센서를 통해 측정된 체온을 참조하여 탐침을 통해 수신한 반사 신호로부터 혈당값을 산출할 수 있다.

[0063] 일 구현의 관점에서, 압력 센서는 변화하는 압력을 연속적으로 측정하되, 압력 측정 시점에 대응하여 온도 센서가 피측정자의 체온을 측정하고, 혈당 측정 장치의 처리부는 연속적으로 측정되는 압력을 모니터링하는 중 미리 설정된 탐침-혈관 간의 거리에 해당하는 압력 구간이 감지되는 경우 상기 탐침으로 하여금 해당 압력 측정 시점에 대응하는 반사 신호만을 검출하도록 제어하며, 검출된 반사 신호, 측정된 압력 및 체온을 함께 매칭하여 저장하는 것이 바람직하다. 즉, 압력 변화를 모니터링함으로써 반사 신호의 검출을 최소화할 수 있다.

[0064] 다른 구현의 관점에서, 압력 센서는 변화하는 압력을 이산적으로 복수 회 측정하되, 압력 측정 시점에 대응하여 온도 센서가 상기 피측정자의 체온을 측정하고, 혈당 측정 장치의 처리부는 탐침으로 하여금 복수 회의 압력 측정 시점에 대응하여 반사 신호를 각각 복수 회 검출하도록 제어하고, 복수 회 검출된 상기 반사 신호 중 미리 설정된 탐침-혈관 간의 거리에 해당하는 압력 구간에 대응하는 반사 신호를 선택하여 선택된 반사 신호, 해당 시점에 측정된 압력 및 체온을 함께 매칭하여 저장할 수 있다. 즉, 압력 변화를 모니터링하지 않는 대신, 다수의 반사 신호로부터 특정 압력 구간의 반사 신호를 선택하게 된다.

[0065] 한편, 이상의 혈당 측정 장치는 실시간으로 연속 또는 이산하여 입력되는 혈당, 혈압 및 체온에 관한 다양한 조합 데이터를 비교 분석하기 위하여 머신러닝에 기반한 딥러닝 방식이나 보정 기법을 사용할 수 있다. 이를 위해 다양한 딥러닝 알고리즘이 활용될 수 있으나, 여기서는 학습을 위해 필요한 훈련 데이터의 수집과 보정에의 활용에 관하여만 간략히 소개하도록 한다.

[0066] 우선, 처리부는, 압력 및 체온의 조합에 따라 매칭된 혈당값을 미리 저장하고, 볼륨 단위당 파워(power per volume unit), 상기 탐침으로부터 상기 혈당 측정 부위까지의 거리 및 글루코스를 포함한 유전 물질의 특성에 따른 투과 깊이에 기초하여 결정되는 볼륨 파워 밀도(volume power density) 및 상기 탐침을 통해 검출된 반사 신호의 공진 주파수를 이용하여 상기 반사 신호로부터 상기 혈당 측정 부위 내의 글루코스의 농도를 산출하며, 미리 저장된 압력 및 체온의 조합을 참조하여 상기 글루코스의 농도를 보정하여 혈당값을 산출할 수 있다. 예를 들어, 미리 저장된 혈압-체온의 조합에 따른 글루코스의 측정값을 다수 확보하여 훈련 데이터로서 입력하여 학습 모델을 생성할 수 있다. 이렇게 생성된 학습 모델을 활용하여 이후에 주어지는 새로운 피측정자의 측정값으로부터 적절한 혈압-체온의 조합에 대응하는 예측 혈당값을 도출하여 실제 산출된 혈당값을 보정하는데 활용할 수 있다. 보정에 관하여는 측정된 혈당값의 오차 범위를 도출하여 미세 보정을 적용할 수 있다.

[0067] 도 4 및 도 5는 가압 수단을 통해 혈관에 압력을 가하는 상황과 그에 따라 측정된 혈압을 설명하기 위한 도면이다.

[0068] 본 발명의 실시예들이 제안하는 혈당 측정 장치는 마이크로파를 이용하여 비채혈 방식으로 피측정자의 혈당 값을 측정하도록 구성되었다. 도 4를 참조하면, 피측정자의 신체의 일부, 예를 들어, 피측정자의 손가락, 손목 또는 팔뚝을 혈당 측정 장치의 몸체에 고정한다. 고정 후, 공기 가압 속도 조절 제어기 및 마이크로파 펌프에 의한 자동 보정 가압을 통해 약 40초 정도 서서히 압력을 증가시킬 수 있다. 이와 동시에 마이크로파 탐침에 의하여 혈당의 변화를 실시간 측정한다. 물론, 이때 온도 센서를 활용하여 체온의 변화도 동시에 실시간으로 측정할 수 있다. 이렇게 입력된 혈당 데이터, 혈압 데이터 및 체온 데이터들은 별도의 디스플레이 수단에 의해 사용자에게 표시될 수 있다. 이와 같이 혈당 측정에 있어서 압력과 온도를 함께 측정함으로써 혈당 측정의 재현성과 정밀도를 한층 향상시킬 수 있다.

- [0069] 피측정자의 손가락, 손목 또는 팔뚝을 혈당 측정 장치의 몸체에 편하게 거치한 후 측정을 시작하면, 도 4에 도시된 바와 같이 가압 수단을 통해 피측정자의 신체에 압력이 서서히 가해지면서 압박되는 부위를 통과하는 혈액이 감소하다가 다시 압력을 감소시키게 되면 혈액이 흐르기 시작한다. 이렇게 측정된 혈압은 도 5와 같이 각각 수축기와 이완기 사이의 구간으로 표현될 수 있다.
- [0070] 도 6 및 도 7은 시계열적으로 변화하는 압력에 따라 나타나는 혈당 측정 결과와 체온 측정 결과를 각각 예시한 그래프이다.
- [0071] 앞서 도 4 및 도 5에서 볼 수 있는 압력의 변화에 따른 혈당 측정을 진행하는 동안 동시에 실시간으로 산출되는 혈당을 기록하면 도 6과 같이 일정 혈압에서의 혈당값을 알 수 있다. 이때, 정확도를 더욱 향상시키기 위하여 온도 센서를 사용하여 동시에 체온을 측정하면, 도 7과 같은 결과를 얻을 수 있다. 즉, 도 6과 도 7의 결과를 함께 참조하여 혈압-체온 간의 조합에 따른 혈당값을 함께 매칭한 결과를 얻을 수 있다. 이를 통해, 본 발명의 실시예들에 따른 혈당 측정은 고정된 위치에서 일정한 압력과 체온에서의 혈당값을 도출할 수 있으므로 재현성과 정확도를 더욱 향상시킬 수 있다.
- [0072] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따라 제작된 혈당 측정 장치의 프로토타입을 통해 피측정자의 혈당을 측정하는 모습을 예시한 도면이다. 제작된 혈당 측정 장치에 피측정자의 팔을 편안하게 거치하고, 신체 말단(손가락)을 고정부에 삽입하여 혈당, 혈압, 체온을 동시에 측정할 수 있었다. 예시된 프로토타입의 몸체 내부에는 고정부 내측의 고리형 구조 하부에 가압 수단, 탐침, 압력 센서 및 온도 센서가 모두 통합하여 구비되었다.
- [0073] 도 9는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 비채혈 방식의 혈당 측정 장치를 제어하는 방법을 도시한 흐름도로서, 도 1의 혈당 측정 장치의 각 구성을 제어하는 명령 수행의 관점에서 재구성되었다. 따라서, 여기서는 설명의 중복을 피하기 위해 시계열적인 제어의 흐름을 중심으로 각 단계를 약술하도록 한다.
- [0074] S910 단계에서, 혈당 측정 장치는 상기 혈당 측정 장치에 고정된 피측정자의 혈당 측정 부위에 가해지는 압력을 점진적으로 변화시킴으로써 탐침으로부터 상기 혈당 측정 부위 내의 혈관까지의 거리 또는 혈관의 면적을 조절한다.
- [0075] S920 단계에서, 상기 혈당 측정 장치는 압력 센서를 통해 상기 혈당 측정 부위에 가해지는 압력을 측정한다.
- [0076] S930 단계에서, 상기 혈당 측정 장치는 상기 탐침을 통해 조사된 마이크로파의 반사 신호를 상기 혈당 측정 부위로부터 검출한다. 이 과정에서, 소스(source)로부터 생성된 마이크로파를 입력받아 상기 탐침을 통해 상기 혈당 측정 부위에 조사하도록 유도하고, 상기 혈당 측정 부위 내의 글루코스(glucose) 농도에 따른 반사 계수 및 주파수 변화에 따른 유전상수(dielectric permittivity)를 이용하여 상기 혈당 측정 부위로부터 반사되는 신호를 검출할 수 있다.
- [0077] 앞서, 압력의 측정 방식에 따른 마이크로파의 반사 신호를 검출하는 2가지 방식에 관해 설명한 바 있다. 각각의 방식에 따른 제어 과정은 다음과 같다.
- [0078] 첫째, S920 단계를 통해 연속적으로 측정되는 압력을 모니터링하는 경우, S930 단계에서는, 모니터링되는 압력의 변화 중에서 미리 설정된 탐침-혈관 간의 거리에 해당하는 압력 구간이 감지되는 경우 상기 탐침으로 하여금 해당 압력 측정 시점에 대응하는 반사 신호만을 검출하도록 제어할 수 있다. 즉, 압력 변화를 모니터링함으로써 반사 신호의 검출을 최소화할 수 있다.
- [0079] 둘째, S920 단계를 통해 이산적으로 수행되는 복수 회의 압력 측정 시점에 대응하여 상기 반사 신호를 각각 복수 회 검출하도록 제어하였다면, S930 단계에서는, 복수 회 검출된 상기 반사 신호 중 미리 설정된 탐침-혈관 간의 거리에 해당하는 압력 구간에 대응하는 반사 신호를 선택하여 선택된 반사 신호로부터 혈당값을 산출할 수 있다. 즉, 압력 변화를 모니터링하지 않는 대신, 다수의 반사 신호로부터 특정 압력 구간의 반사 신호를 선택하게 된다.
- [0080] S940 단계에서, 상기 혈당 측정 장치는 S930 단계를 통해 검출된 반사 신호 중 미리 설정된 탐침-혈관 간의 거리에 해당하는 압력 구간에 대응하는 반사 신호로부터 혈당값을 산출한다. 이 과정에서, 볼륨 단위당 파워(power per volume unit), 상기 탐침으로부터 상기 혈당 측정 부위까지의 거리 및 글루코스를 포함한 유전 물질의 특성에 따른 투과 깊이에 기초하여 볼륨 파워 밀도(volume power density)를 결정하고, 결정된 볼륨 파워 밀도 및 상기 탐침을 통해 검출된 반사 신호의 공진 주파수를 이용하여 상기 반사 신호로부터 상기 혈당 측정 부위 내의 글루코스의 농도를 산출할 수 있다.
- [0081] 상기된 본 발명의 실시예들에 따르면, 마이크로파를 이용하여 비채혈 방식으로 간편하게 혈당을 측정할 수

있고, 피측정자의 신체를 고정하되 혈당 측정 부위에 가해지는 압력을 점진적으로 변화시킴으로써 탐침으로부터 혈당 측정 부위 내의 혈관까지의 거리 또는 혈관의 면적을 일관된 방식으로 조절할 수 있으며, 변화하는 압력을 참조하여 반사 신호로부터 혈당값을 산출함으로써 정확도와 재현성을 현저히 향상시킴과 동시에 측정 오차를 억제할 수 있다.

[0082] 한편, 본 발명의 실시예들은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함한다.

[0083] 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치 등을 포함한다. 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산 방식으로 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 의하여 용이하게 추론될 수 있다.

[0084] 이상에서 본 발명에 대하여 그 다양한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명에 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0085] 5: 혈당 측정 부위

10: 혈당 측정 장치 15: 측정 표면

20: 탐침

30: 고정부 32: 고정 구조

35: 가압 수단 37: 압력 센서

40: 온도 센서

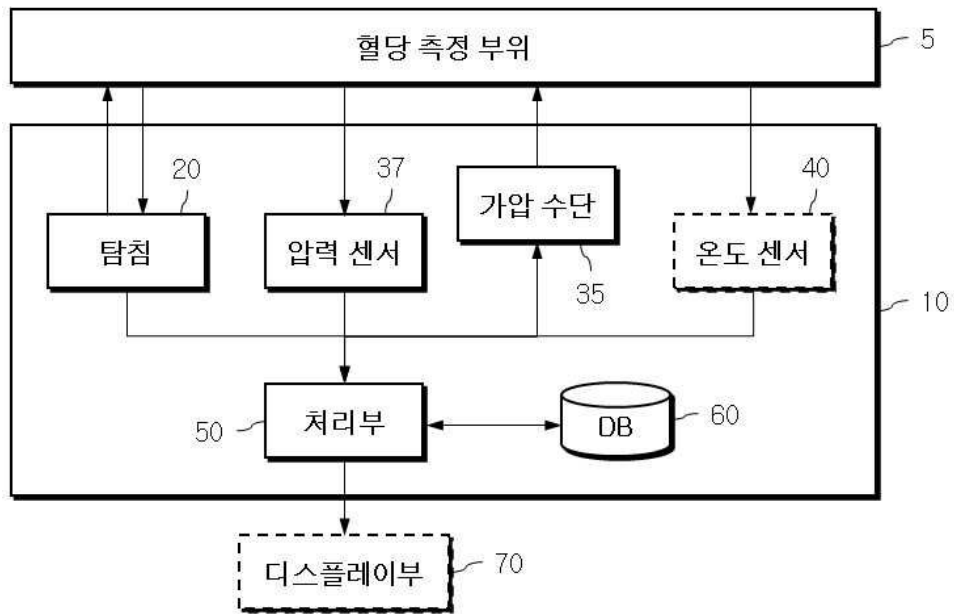
50: 처리부

60: 데이터베이스

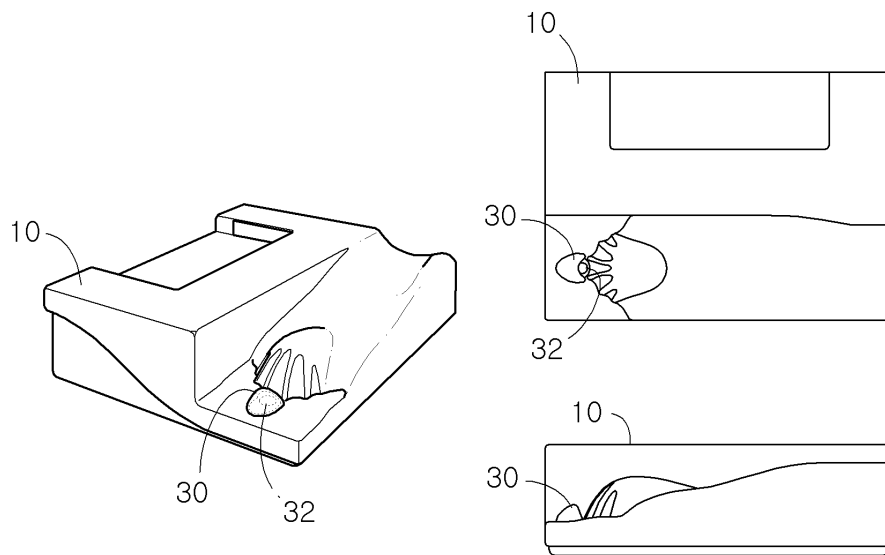
70: 디스플레이부

도면

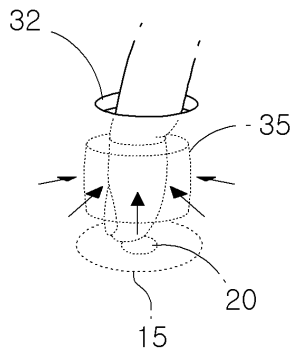
도면1



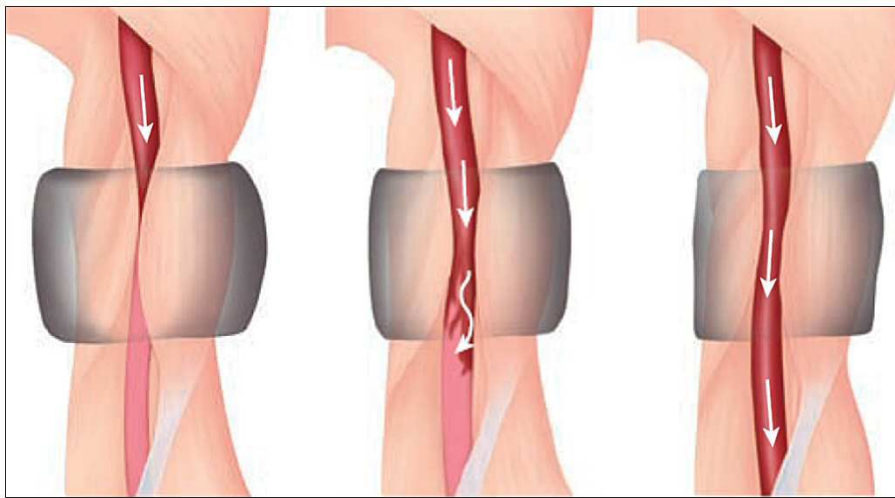
도면2



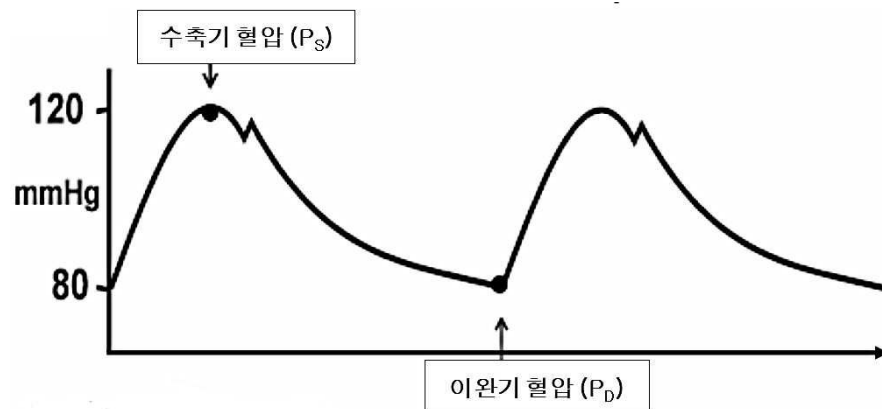
도면3



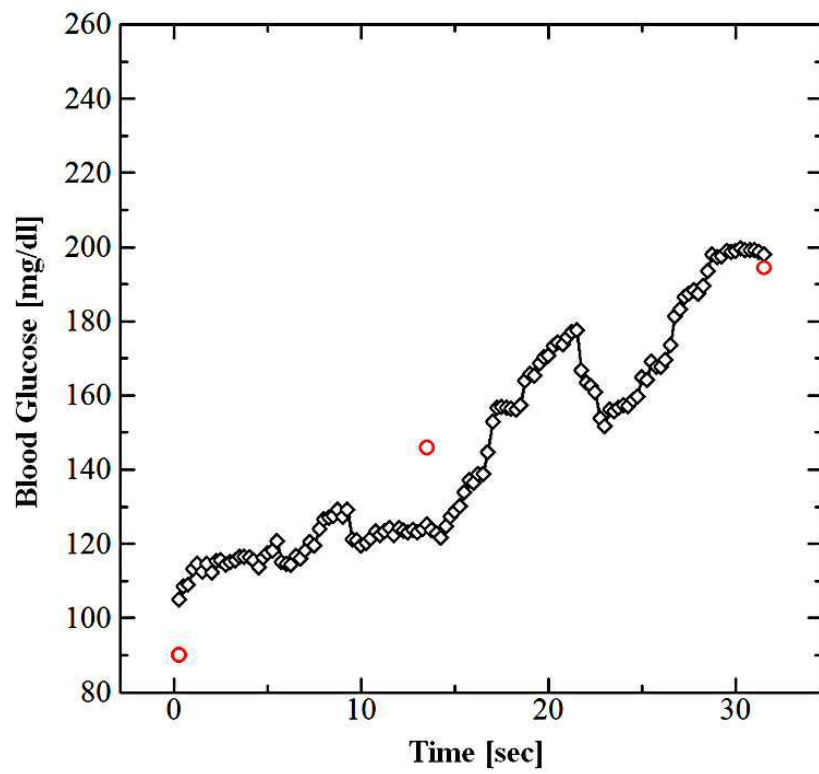
도면4



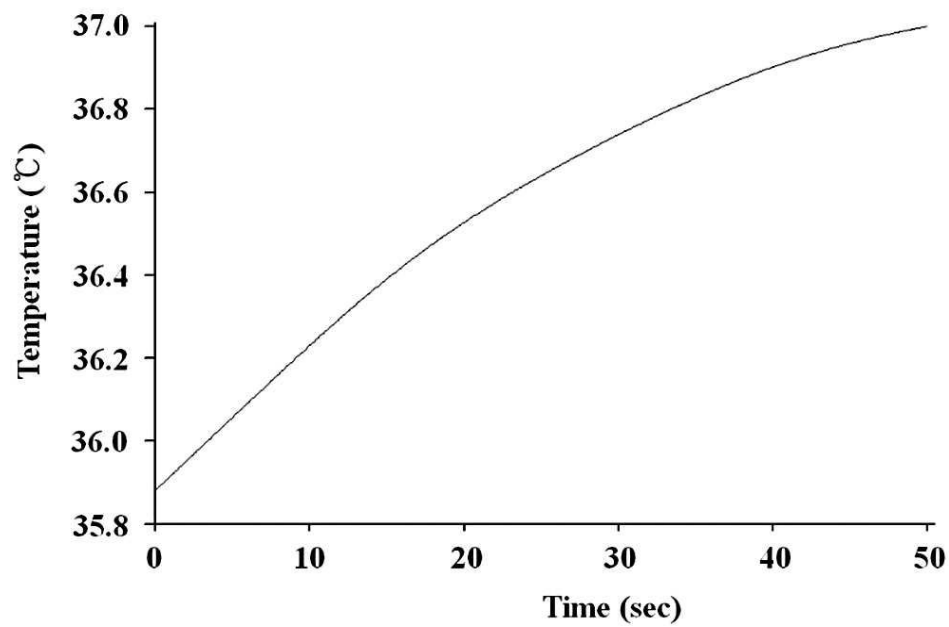
도면5



도면6



도면7



도면8



도면9

