



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0017243
(43) 공개일자 2014년02월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/145 (2006.01) A61B 5/1477 (2006.01)
A61B 5/05 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0083918
(22) 출원일자 2012년07월31일
심사청구일자 2012년07월31일

(71) 출원인
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
이기진
경기 안산시 단원구 고랫부리길 172-17 (대부남동)
이정하
서울 마포구 독막로 266, 106동 1602호 (대흥동, 대흥동태영아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인충현

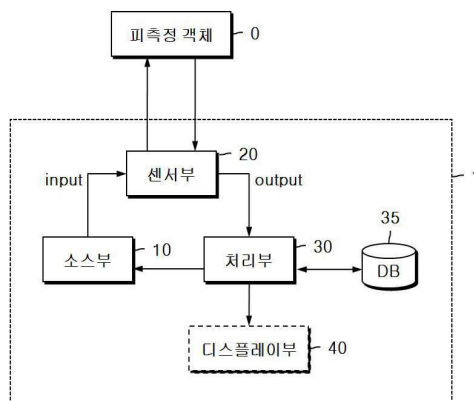
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 전자기파와 캐비티 공진을 이용한 유전체 공진기, 이를 이용한 혈당 측정 장치 및 방법

(57) 요약

전자기파와 캐비티 공진을 이용한 유전체 공진기, 이를 이용한 혈당 측정 기술이 개시된다. 일 실시예에 따른 혈당 측정 장치는, 전자계 에너지를 생성하는 소스부, 전자계 에너지를 입력받아 피측정 객체에 조사하고, 피측정 객체로부터 반사되는 전파를 검출하는 센서부 및 소스부를 제어하여 센서부의 공진 주파수를 결정하고, 센서부를 통해 검출된 전파의 공진 주파수 및 반사율의 변화로부터 피측정 객체의 혈당량의 변화를 산출하는 처리부를 포함하되, 센서부의 외부는 금속이고 내부는 공기로 충전된 캐비티 구조를 형성하며, 중앙 내측에 홀이 형성되어 피측정 객체가 중앙 내측에 삽입됨으로써 피측정 객체와 상호작용하는 유전체 공진기를 구비한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

김중철

서울 강동구 고덕로 210, 603동 809호 (명일동, 삼익그린맨션)

김승완

서울 관악구 문성로 86, 605호 (신림동, 라이프아파트)

특허청구의 범위

청구항 1

소정 주파수의 전자계 에너지를 생성하는 소스(source)부;

상기 소스부로부터 생성된 전자계 에너지를 입력받아 피측정 객체에 조사하고, 상기 피측정 객체로부터 반사되는 전파를 검출하는 센서(sensor)부; 및

상기 소스부를 제어하여 상기 센서부의 공진 주파수를 결정하고, 상기 센서부를 통해 검출된 전파의 공진 주파수 및 반사율의 변화로부터 상기 피측정 객체의 혈당량의 변화를 산출하는 처리부;를 포함하되,

상기 센서부는,

외부가 금속이고, 내부가 공기(air)로 충전된 캐비티(cavity) 구조를 형성하며, 중앙 내측에 홀(hole)이 형성되어 상기 피측정 객체가 상기 중앙 내측에 삽입됨으로써 상기 피측정 객체와 상호작용하는 유전체 공진기를 구비하는 것을 특징으로 하는 혈당 측정 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 센서부의 중앙 내측에 형성된 홀은, 원통(cylinder) 형태로 형성됨으로써 상기 피측정 객체가 상기 유전체 공진기의 중심에 위치하도록 상기 피측정 객체를 고정하는 것을 특징으로 하는 혈당 측정 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 센서부는, 단일 포트(port)의 커플링(coupling)이 형성된 입출력단자를 구비함으로써 상기 유전체 공진기에 대한 상기 전자계 에너지의 방사 손실(radiation loss)을 감소시키는 것을 특징으로 하는 혈당 측정 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 센서부는, 상기 피측정 객체 내의 글루코스(glucose) 농도에 따른 반사 계수 및 주파수 변화에 따른 유전상수(dielectric permittivity)를 이용하여 상기 피측정 객체로부터 반사되는 전파를 검출하는 것을 특징으로 하는 혈당 측정 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 유전상수는, 상기 피측정 객체 내의 전기 에너지와 상기 전기 에너지의 손실의 결합에 의해 결정되는 것을 특징으로 하는 혈당 측정 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 처리부는, 상기 센서부를 통해 검출된 전파의 공진 주파수 및 반사율의 변화를 미리 저장된 데이터베이스와 비교함으로써 상기 피측정 객체의 혈당량의 정량적 변화에 대한 시각적인 데이터를 생성하고,

상기 생성된 시각적인 데이터를 표시하는 디스플레이부;를 더 포함하는 혈당 측정 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 센서부는, 비-침습적으로(non-invasive) 상기 피측정 객체를 검사하는 것을 특징으로 하는 혈당 측정

장치.

청구항 8

센서를 구비하여 글루코스의 농도를 측정하는 장치에 있어서,

상기 센서는,

외부가 금속이고, 내부가 공기로 충전된 캐비티 구조를 형성하며, 중앙 내측에 홀이 형성되어 피측정 객체가 상기 중앙 내측에 삽입되는 유전체 공진기; 및

단일 포트의 커플링이 형성된 입출력단자;를 구비하고,

상기 유전체 공진기를 통해 상기 피측정 객체에 전자계 에너지를 조사하며,

상기 피측정 객체와의 상호작용 결과, 상기 피측정 객체로부터 반사되는 전파의 공진 주파수 및 반사율의 변화를 검출하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 센서의 중앙 내측에 형성된 홀은, 원통 형태로 형성되어 상기 피측정 객체가 상기 유전체 공진기의 중심에 위치하도록 상기 피측정 객체를 고정함으로써 상기 센서의 재현성(reproducibility)을 임계치 이상으로 유지하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 캐비티 구조의 유전체 공진기는,

외부가 알루미늄(Al), 구리(Cu), 또는 스테인레스 스틸(SUS) 중 어느 하나의 금속으로 구성되거나, 상기 어느 하나의 금속의 표면에 금(Au)을 코팅한 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 11

제 8 항에 있어서,

상기 센서는 상기 피측정 객체 내의 글루코스 농도에 따른 반사 계수 및 주파수 변화에 따른 유전상수를 이용하여 상기 피측정 객체로부터 반사되는 전파를 검출하고,

상기 전자계 에너지 및 전파는 상기 피측정 객체와의 상호작용을 고려하여 설정된 마이크로파인 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 12

피측정 객체와 상호작용하는 유전체 공진기를 구비한 센서의 중앙 내측에 형성된 홀에 상기 피측정 객체를 삽입하는 단계;

소스로부터 생성된 소정 주파수의 전자계 에너지를 입력받는 단계;

센서가 상기 입력된 전자계 에너지를 상기 피측정 객체에 조사하는 단계;

상기 센서가 상기 피측정 객체로부터 반사되는 전파를 검출하는 단계; 및

상기 검출된 전파의 공진 주파수 및 반사율의 변화로부터 상기 피측정 객체의 혈당량의 변화를 산출하는 단계를 포함하되,

상기 센서는,

외부가 금속이고, 내부가 공기로 충전된 캐비티 구조를 형성하며, 상기 센서의 중앙 내측에 형성된 홀은 원통 형태로 형성되어 상기 피측정 객체가 상기 유전체 공진기의 중심에 위치하도록 상기 피측정 객체를 고정함으로써 상기 센서의 재현성을 임계치 이상으로 유지하는 것을 특징으로 하는 혈당 측정 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 센서는 상기 피측정 객체 내의 글루코스 농도에 따른 반사 계수 및 주파수 변화에 따른 유전상수를 이용하여 상기 피측정 객체로부터 반사되는 전파를 검출하고,

상기 유전상수는 상기 피측정 객체 내의 전기 에너지와 상기 전기 에너지의 손실의 결합에 의해 결정되는 것을 특징으로 하는 혈당 측정 방법.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

전파의 공진 주파수 및 반사율에 따른 혈당량 정보를 생성하여 미리 데이터베이스에 저장하는 단계; 및

상기 피측정 객체의 혈당량의 변화에 대한 시각적인 데이터를 디스플레이 장치를 통해 표시하는 단계;를 더 포함하고,

상기 혈당량의 변화를 산출하는 단계는, 상기 센서를 통해 검출된 전파의 공진 주파수 및 반사율의 변화를 미리 저장된 데이터베이스와 비교함으로써 상기 피측정 객체의 혈당량의 정량적 변화에 대한 시각적인 데이터를 생성하는 것을 특징으로 하는 혈당 측정 방법.

청구항 15

제 12 항에 있어서,

상기 센서는 비-침습적으로 상기 피측정 객체를 검사하는 것을 특징으로 하는 혈당 측정 방법.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 혈당 측정 장치 및 방법에 관한 것으로, 특히 인체에 상처를 내지 않는 비-침습(non-invasive) 방식을 이용한 전자기(electromagnetic, EM) 센서를 이용하여 피측정 객체의 신체 일부분에 접촉함으로써 피측정 객체의 혈당을 측정하기 위한 글루코스(glucose) 센서, 혈당 측정 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 당뇨병은 인슐린의 분비량이 부족하거나 정상적인 기능이 이루어지지 않는 등의 대사질환의 일종으로, 혈중 포도당의 농도가 높아지는 고혈당을 특징으로 하며, 고혈당으로 인하여 여러 증상 및 징후를 일으키고 소변에서 포도당을 배출하게 된다. 이러한 당뇨병을 비롯하여 많은 질환의 경우 혈당을 통해 건강의 이상을 확인할 수 있기에, 상당수의 의료 진단에 혈당 측정이 수반되는 경우가 많다. 특히 이러한 혈당 측정기는 환자에 대한 지속적인 혈당 변화의 모니터링을 요구하고 있으며, 이하에서 인용되는 비특허문헌에는 이러한 지속적 혈당 모니터링에 관한 기술적 수단이 제시되어 있다.

[0003] 한편, 현재 이용되고 있는 통상적인 혈당 측정 장치로는 환자로 부터 혈액을 채취하여 혈당을 측정하는 채혈 혈당 측정 장치가 있다. 이 중 채혈 혈당 측정 장치는 약국에서 간편하게 시험지를 구입할 수 있고 채혈을 통하여 혈당을 측정할 수 있는 기구로서 일반인도 가정에서 손쉽게 혈당량을 확인함으로써 당뇨를 관리할 수 있는 기구이다.

[0004] 그러나, 혈당측정기는 혈당 측정 시 매번 채혈을 해야 하고, 채혈 부위의 감염을 막기 위한 추가적인 소독이 필요하며, 채혈시 바늘을 사용해야만 한다는 점에서 통증과 위생상의 문제가 수반된다. 최근에는 장소에 상관없이 휴대 전화를 이용하여 혈당을 측정할 수 있는 당뇨폰이 출시되었지만, 이 역시 채혈이 수반되어야 하는 점에서 종래의 혈당 측정기와 그 구성 및 원리는 크게 다르지 않다.

선행기술문헌

비특허문헌

- [0005] (비특허문헌 0001) 지속적 혈당모니터링을 통한 당뇨병자 치료향상 시스템 설계 및 구현, 장달현, 영남대학교, 2011.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는 혈당을 측정하기 위해 환자로부터 혈액을 채취하는 과정에서의 통증과 비위생의 불편함을 해소하고, 종래의 외부 단일 탐침형 혈당 측정 방법에서 신호 대 잡음 특성, 혈당 측정의 감도 및 정확도가 저하되는 문제점을 해결하며, 환자의 피측정 부위의 측정 위치 변화에 따른 잡음, 불규칙 노이즈, 측정 불균질성의 결함과 오류를 극복하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0007] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 혈당 측정 장치는, 소정 주파수의 전자계 에너지를 생성하는 소스(source)부; 상기 소스부로부터 생성된 전자계 에너지를 입력받아 피측정 객체에 조사하고, 상기 피측정 객체로부터 반사되는 전파를 검출하는 센서(sensor)부; 및 상기 소스부를 제어하여 상기 센서부의 공진 주파수를 결정하고, 상기 센서부를 통해 검출된 전파의 공진 주파수 및 반사율의 변화로부터 상기 피측정 객체의 혈당량의 변화를 산출하는 처리부;를 포함하되, 상기 센서부는, 외부가 금속이고, 내부가 공기(air)로 충전된 캐비티(cavity) 구조를 형성하며, 중앙 내측에 홀(hole)이 형성되어 상기 피측정 객체가 상기 중앙 내측에 삽입됨으로써 상기 피측정 객체와 상호작용하는 유전체 공진기를 구비한다.
- [0008] 일 실시예에 따른 상기 혈당 측정 장치에서, 상기 센서부의 중앙 내측에 형성된 홀은, 원통(cylinder) 형태로 형성됨으로써 상기 피측정 객체가 상기 유전체 공진기의 중심에 위치하도록 상기 피측정 객체를 고정한다.
- [0009] 일 실시예에 따른 상기 혈당 측정 장치에서, 상기 센서부는, 단일 포트(port)의 커플링(coupling)이 형성된 입출력단자를 구비함으로써 상기 유전체 공진기에 대한 상기 전자계 에너지의 방사 손실(radiation loss)을 감소시킨다.
- [0010] 일 실시예에 따른 상기 혈당 측정 장치에서, 상기 센서부는, 상기 피측정 객체 내의 글루코스(glucose) 농도에 따른 반사 계수 및 주파수 변화에 따른 유전상수(dielectric permittivity)를 이용하여 상기 피측정 객체로부터 반사되는 전파를 검출한다.
- [0011] 일 실시예에 따른 상기 혈당 측정 장치에서, 상기 처리부는, 상기 센서부를 통해 검출된 전파의 공진 주파수 및 반사율의 변화를 미리 저장된 데이터베이스와 비교함으로써 상기 피측정 객체의 혈당량의 정량적 변화에 대한 시각적인 데이터를 생성하고, 상기 생성된 시각적인 데이터를 표시하는 디스플레이부;를 더 포함한다.
- [0012] 일 실시예에 따른 상기 혈당 측정 장치에서, 상기 센서부는, 비-침습적으로(non-invasive) 상기 피측정 객체를 검사한다.
- [0013] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 다른 실시예에 따른 센서를 구비하여 글루코스의 농도를 측정하는 장치에서, 상기 센서는, 외부가 금속이고, 내부가 공기로 충전된 캐비티 구조를 형성하며, 중앙 내측에 홀이 형성되어 피측정 객체가 상기 중앙 내측에 삽입되는 유전체 공진기; 및 단일 포트의 커플링이 형성된 입출력단자;를 구비하고, 상기 유전체 공진기를 통해 상기 피측정 객체에 전자계 에너지를 조사하며, 상기 피측정 객체와의 상호작용 결과, 상기 피측정 객체로부터 반사되는 전파의 공진 주파수 및 반사율의 변화를 검출한다.
- [0014] 다른 실시예에 따른 상기 글루코스의 농도를 측정하는 장치에서, 상기 센서의 중앙 내측에 형성된 홀은, 원통 형태로 형성되어 상기 피측정 객체가 상기 유전체 공진기의 중심에 위치하도록 상기 피측정 객체를 고정함으로써 상기 센서의 재현성(reproducibility)을 임계치 이상으로 유지한다.
- [0015] 다른 실시예에 따른 상기 글루코스의 농도를 측정하는 장치에서, 상기 캐비티 구조의 유전체 공진기는, 외부가 알루미늄(Al), 구리(Cu), 또는 스테인레스 스틸(SUS) 중 어느 하나의 금속으로 구성되거나, 상기 어느 하나의 금속의 표면에 금(Au)을 코팅한 것이 될 수 있다.
- [0016] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 혈당 측정 방법은, 피측정 객체와 상호작용하는 유전체 공진기를 구비한 센서의 중앙 내측에 형성된 홀에 상기 피측정 객체를 삽입하는 단계; 소스로부터

생성된 소정 주파수의 전자계 에너지를 입력받는 단계; 센서가 상기 입력된 전자계 에너지를 상기 피측정 객체에 조사하는 단계; 상기 센서가 상기 피측정 객체로부터 반사되는 전파를 검출하는 단계; 및 상기 검출된 전파의 공진 주파수 및 반사율의 변화로부터 상기 피측정 객체의 혈당량의 변화를 산출하는 단계를 포함하되, 상기 센서는, 외부가 금속이고, 내부가 공기로 충전된 캐비티 구조를 형성하며, 상기 센서의 중앙 내측에 형성된 홀은 원통 형태로 형성되어 상기 피측정 객체가 상기 유전체 공진기의 중심에 위치하도록 상기 피측정 객체를 고정함으로써 상기 센서의 재현성을 임계치 이상으로 유지한다.

[0017] 일 실시예에 따른 상기 혈당 측정 방법은, 전파의 공진 주파수 및 반사율에 따른 혈당량 정보를 생성하여 미리 데이터베이스에 저장하는 단계; 및 상기 피측정 객체의 혈당량의 변화에 대한 시각적인 데이터를 디스플레이 장치를 통해 표시하는 단계;를 더 포함하고, 상기 혈당량의 변화를 산출하는 단계는, 상기 센서를 통해 검출된 전파의 공진 주파수 및 반사율의 변화를 미리 저장된 데이터베이스와 비교함으로써 상기 피측정 객체의 혈당량의 정량적 변화에 대한 시각적인 데이터를 생성한다.

[0018] 한편, 이하에서는 상기 기재된 혈당 측정 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공한다.

발명의 효과

[0019] 본 발명은 비-침습적으로 전파를 조사하고 피측정 객체로부터 반사되는 전파의 공진 주파수 및 반사율의 변화를 검출함으로써 환자로부터 혈액을 채취할 필요없이 혈당을 측정할 수 있고, 그 결과 통증과 비위생의 불편함을 해소할 수 있으며, 피측정 객체의 혈당이 센서부의 중앙 내측에 형성된 홀에 고정되어 공진기의 중앙에 직접 반응함으로써 측정 위치의 변화를 최소화하고, 캐비티 구조의 공진기를 활용함으로써 혈당 측정의 감도, 정확도, 측정 속도뿐만 아니라, 품질 계수와 온도에 대한 주파수 안정성을 향상시킬 수 있다. 또한, 본 발명은 전파를 이용하여 피측정 객체의 혈당을 검출함으로써 시간의 경과에 따라 인체의 혈당 변화를 실시간으로 모니터링할 수 있는 혈당 측정 수단을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 혈당 측정 장치를 도시한 블록도이다.
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 혈당 측정 장치의 센서부를 도시한 사시도이다.
 도 3a 및 도 3b는 각각 도 2의 혈당 측정 장치의 센서의 사시도 및 정면도의 내부 구조를 도시한 도면이다.
 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 혈당 측정 방법을 도시한 흐름도이다.
 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 혈당 측정 장치의 유전체 공진기에서 공진 주파수에 따른 공진 특성 변화를 예시한 그래프이다.
 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 혈당 측정 장치를 이용하여 측정한 자기장 분포의 형성 형태를 예시한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 본 발명의 실시예들을 설명하기에 앞서 실시예들이 공통적으로 채용하고 있는 기본 아이디어를 제시하고자 한다. 앞서 설명한 바와 같이 통상적인 채혈 혈당 측정 장치의 문제점(통증, 비위생)을 해소하고자 본 발명에 따른 실시예들은 비-침습적인 방법을 통해 혈당을 측정하는 방법에 주목하였다.

[0022] 이러한 비-침습적인 혈당 측정을 위해 이하의 실시예들은 인체 조직 내의 혈액으로부터 글루코스-유도(glucose-induced)를 통해 유전 특성(dielectric property)이 변화하는 성질을 이용한다. 또한, 이하의 실시예들은 비-침습적인 혈당 측정을 위해 피측정 객체 내의 혈액과의 직접적인 접촉없이 전자기(electromagnetic, EM)를 이용하여 피측정 객체의 혈당을 측정하고자 한다. 이러한 전자기 매체로는 전파, 특히 마이크로파가 이용될 수 있으며, 본 발명의 실시예들은 피측정 객체 내의 글루코스 농도를 비-침습적으로 결정하고, 그 변화를 실시간으로 모니터링하는데 적용될 수 있는 마이크로파 센서 및 그 디자인을 제안하고자 한다.

[0023] 통상적으로 근접장 원리에 따라 마이크로파를 방출하는 단일 탐침을 이용하여 글루코스의 반응을 측정하는 방법에 따르면, 측정 위치에 따른 오차가 많이 발생하고, 측정 위치의 변화에 따라 불규칙한 노이즈가 유입되거나, 측정의 불균질성 등의 결함으로 인해 혈당 측정의 감도 및 안정성에 부정적인 영향이 발생하는 것이

발견되었다.

[0024] 따라서, 이하에서 제시될 본 발명의 실시예들은 통상적인 외부에 구비된 단일 탐침이 아닌 센서부의 중앙 내측에 홀이 형성된 유전체 공진기를 활용함으로써 글루코스 농도 및 혈당을 보다 정확하게 검출하는 장치 및 방법을 제안하고자 한다. 또한, 이러한 유전체 공진기는 그 내부 전체가 유전체 물질로 충전된 통상적인 유전체가 아니라, 외부는 금속으로 형성되고 내부는 공기(air)로 충전된 캐비티(cavity) 구조의 공진기로 구현되었다. 이러한 캐비티 구조를 채택함으로써 본 발명의 실시예들이 구현하는 공진기 센서는 우수한 품질 계수(quality factor, Q)를 가지며, 온도에 대한 주파수 안정성이 향상될 수 있다. 여기서, 품질 계수는 고품질 필터 설계의 주요한 요소로서, 다음의 수학식 1과 같이 공진 피크(peak)의 선예도를 계량적으로 나타낸 것이다.

수학식 1

$$Q_L = \frac{F_c}{(F_L - F_H)}$$

$$Q_U = \frac{Q_L}{(1 - 10^{(loss/20)})}$$

[0025]

[0026] 수학식 1에서, Q_L 은 공진 피크가 얼마나 선예한지를 나타내는 부하 품질 계수(loaded Q)이고, Q_U 은 손실을 보정한 무부하 품질 계수(unloaded Q)를 나타낸다. 또한, F_c 는 공진 주파수이고, F_L 및 F_H 는 각각 공진 주파수로부터 3dB B/W 아래 및 위의 주파수를 나타낸다.

[0027] 이하에서, 관련 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예들을 보다 구체적으로 설명한다. 도면들에서 동일한 참조 번호들은 동일한 구성 요소를 지칭한다.

[0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 혈당 측정 장치를 도시한 블록도로서, 혈당 측정 장치(1)와 더불어 피측정 객체(0)를 도시하였다. 혈당 측정 장치(1)는 크게 소스(source)부(10), 센서(sensor)부(20), 처리부(30) 및 이에 수반된 데이터베이스(35)를 포함한다. 또한, 추가적으로 처리부(30)를 통해 생성된 정보를 표시하는 디스플레이부(40)가 활용될 수 있다.

[0029] 소스(source)부(10)는 일정 범위의 주파수에 해당하는 전자계 에너지를 생성한다. 이러한 전자계 에너지는 피측정 객체(0) 내의 글루코스와 반응할 수 있는 다양한 에너지원이 사용될 수 있으나, 본 실시예에서는 전파를 이용하는 방법을 예시하고 있으며, 그 중에서도 특히 피측정 객체와의 상호작용을 고려하여 설정된 마이크로파(microwave)가 활용될 수 있다. 이러한 전자계 에너지는 이후에 설명할 처리부(30)에 의해 제어되어 피측정 객체에 적합한 수준의 주파수를 생성하게 된다.

[0030] 센서(sensor)부(20)는 소스부(10)로부터 생성된 전자계 에너지를 입력받아 피측정 객체에 조사하고, 피측정 객체로부터 반사되는 전파를 검출한다. 특히, 본 발명의 실시예들을 통해 이러한 센서부(20)는 중앙 내측에 홀(hole)이 형성되어 피측정 객체(0)와 직접적으로 상호작용하는 유전체 공진기를 구비한다. 즉, 본 발명의 실시예들에 따른 유전체 공진기는 별도의 외부 탐침(probe)이 아닌 유전체 공진기 중앙부에 직접 피측정 객체의 시료(혈당)을 위치시켜 직접적으로 전자계 에너지를 조사하고, 그 반사율을 검출한다.

[0031] 종래의 외부 탐침을 이용한 혈당 측정 방식은 전자계 에너지가 집중되어 있는 위치에서 직접 글루코스 농도를 측정하는 것이 아니라 외부에 전기적으로 연결된 탐침을 통해 이러한 측정이 수행되기 때문에, 센서와 글루코스 농도 반응이 미약하고, 위치에 따른 오차가 발생할 수 있으며, 측정 위치의 변화에 따른 잡음, 불규칙 노이즈, 측정 불균질성 등의 결함이 발생하였다.

[0032] 이에 반해, 본 발명의 실시예들이 공통적으로 채택하고 있는 센서부(20)는 중앙 내측에 형성된 홀을 통해 피측정 객체와 유전체 공진기가 직접 반응할 수 있다. 즉, 센서부(20)의 중앙 내측에 형성된 홀은, 피측정 객체가 유전체 공진기의 중심에 위치하도록 피측정 객체를 고정할 수 있는 형태로 형성되는 것이 바람직하다. 이를 위해, 센서부(20)의 중앙 내측에 형성된 홀은, 원통(cylinder) 형태로 형성되는 것이 바람직하나, 이러한 홀의 실질적인 구성은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술적 사상이 유지되

는 한도 내에서 유연하게 설계, 구현될 수 있을 것이다.

- [0033] 따라서, 이러한 구성으로 인해 종래의 외부 탐침에 접촉하는 피측정 객체의 위치에 따라 혈당의 측정 결과가 예기치 못하게 변화하고, 측정 결과에 불규칙 노이즈와 측정 불균질성이 나타나는 종래의 문제점을 해소할 수 있다. 이러한 유전체 공진기를 구현하기 위한 유전체의 종류에는 특별한 제한이 없으며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 적절한 유전체를 선택될 수 있다.
- [0034] 또한, 센서부(20)는, 외부가 금속이고, 내부가 공기(air)로 충전된 캐비티(cavity) 구조를 형성함으로써 공진기 내부 전체에 유전체가 충전된 통상적인 유전체 공진기에 비해 품질 계수와 온도 안정성이 우수하며, 결과적으로 분해능과 정밀도가 향상된다.
- [0035] 이러한 센서부(20)는 피측정 객체(혈당을 측정하고자 하는 인체의 특정 부위, 예를 들어 손가락 등이 될 수 있다.)와 접촉하는 수단으로서, 본 발명의 실시예에 따른 혈당 측정 장치(1)는 소스부(10)로부터 생성된 전자계 에너지를 센서부(20)의 유전체 공진기에 전달함으로써 피측정 객체 내의 글루코스 용액(즉, 인체 내부의 혈액을 의미한다.)과 반응하면서 환자의 혈당을 측정하게 된다. 보다 구체적으로 센서부(20)는 피측정 객체(0) 내의 글루코스 농도에 따른 반사 계수 및 주파수 변화에 따른 유전상수를 이용하여 피측정 객체(0)로부터 반사되는 전파를 검출한다. 이 때, 이러한 유전상수는 피측정 객체(0) 내의 전기 에너지와 전기 에너지의 손실의 결합에 의해 결정된다.
- [0036] 처리부(30)는 소스부(10)를 제어하여 센서부(20)의 공진 주파수를 결정하고, 센서부(20)를 통해 검출된 전파의 공진 주파수 및 반사율의 변화로부터 피측정 객체(0)의 혈당량의 변화를 산출한다. 처리부(30)는 글루코스의 마이크로파 신호 분석을 이용하여 유전 상수의 비-직접적인 측정 또는 마이크로파의 반사 계수의 직접적인 측정으로부터 글루코스 농도를 측정할 수 있다. 이러한 처리부(30)에서 활용하는 파라미터(parameter)는 매체의 주요 물질 특성 중 하나인 복합 유전상수(dielectric permittivity)이다.
- [0037] 요약하면, 센서부(20)는 글루코스 농도 변화를 결정하기 위해 일정한 범위의 공진 주파수에서 피측정 객체(0)에 접촉하는 공진기의 반사 계수의 변화를 측정한다. 마이크로파 센서부(20) 및 피측정 객체(0) 간의 전자기적 상호 작용으로 인해 반사 계수에 변화가 나타나게 되고, 이러한 변화는 직접적으로 글루코스 농도 변화와 관련되어 있음을 확인하였다. 그러면, 처리부(30)는 센서부(20)를 통해 측정된 마이크로파 반사 계수의 변화를 통해 글루코스 농도를 실시간으로 결정할 수 있다.
- [0038] 한편, 이러한 처리부(30)는 센서부(20)를 통해 검출된 전파의 공진 주파수 및 반사율의 변화를 미리 저장된 데이터베이스(35)와 비교함으로써 피측정 객체(0)의 혈당량의 정량적 변화에 대한 시각적인 데이터를 생성할 수 있다. 또한, 혈당 측정 장치(1)는 디스플레이부(40)를 통해 이렇게 생성된 시각적인 데이터를 표시할 수 있다. 이러한 디스플레이부(40)는 본 발명의 실시예가 구현되는 구현예에 따라 선택적으로 포함될 수 있을 것이다.
- [0039] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 혈당 측정 장치의 센서부를 도시한 사시도이다. 앞서 간략히 소개한 바와 같이 종래의 외부 탐침형 센서의 경우 유전체 공진기로부터 탐침이 외부로 노출되어 있고, 피측정 객체를 외부에 노출된 탐침에 직접 접촉함으로써 혈당 측정이 수행되었다. 그러나, 본 발명의 실시예들이 제안하고 있는 혈당 측정 장치는 도 2를 통해 볼 수 있듯이 외부 탐침 없이 혈당 측정 장치(1)의 내부에 홀(25)을 형성하고, 형성된 홀(25)에 피측정 객체(0)를 삽입하여 혈당 측정을 수행한다. 혈당 측정 장치(1)의 내부에는 유전체 공진기를 구비하는 센서(미도시)가 마련되어 있음이 당연하다.
- [0040] 특히, 도 2의 혈당 측정 장치(1)에 형성된 홀(25)은 피측정 객체(0)가 직접적으로 유전체 공진기의 중앙에 위치하도록 하여 상호작용하도록 할 뿐만 아니라, 피측정 객체(0)를 단단히 고정하여 측정 위치가 변화하지 않도록 하는 역할을 수행한다. 이러한 구성을 통해 다수의 측정 과정에서도 피측정 객체(0)의 측정 위치가 변화하지 않고, 불규칙 노이즈 및 측정 불균질성이 발생하는 것을 막을 수 있다.
- [0041] 이상과 같이 본 발명의 실시예들이 일관된 측정 결과를 보장할 수 있는 것을 재현성(reproducibility)이라고 하는데, 재현성이란 동일한 방법으로 동일한 측정 대상을, 측정자, 장치, 측정 장소, 측정 시기의 모든 것, 또는 그 중 어느 하나가 다른 조건에서 측정하였을 때 개개의 측정치가 일치하는 성질 또는 정도를 말한다. 따라서, 본 발명의 실시예들을 통해 구현되는 홀(25)과 유전체 공진기의 위치는 다수의 실험 및 측정 결과를 통해 일정한 수준(예를 들어, 미리 설정된 임계치 이상으로 유지되도록 할 수 있다.)의 재현성이 유지될 수 있도록 구현되는 것이 바람직하다. 즉, 이러한 재현성은 피측정 객체(0)에 대한 혈당 측정 결과가 얼마나 일관성 있게 획득될 수 있는지에 따라 달라진다.
- [0042] 또한, 도 2의 혈당 측정 장치(1)는 단일 포트(port)의 커플링(coupling)이 형성된 입출력단자(27)를 구비함으로

써 유전체 공진기에 대한 상기 전자계 에너지의 방사 손실(radiation loss)을 감소시킨다. 이러한 입출력단자(27)는 입출력 신호를 공급하는 매체의 특성과 규격에 따라 다양한 형태로 구현될 수 있으나, 도 2에 예시된 바와 같이 단일 포트로서 구현되는 것이 성능 향상에 바람직하다.

[0043] 도 3a 및 도 3b는 각각 도 2의 혈당 측정 장치의 센서의 사시도 및 정면도의 내부 구조를 도시한 도면이다. 앞서 도 2를 통해 설명한 바와 같이 혈당 측정 장치는 내부에 유전체 공진기(23)를 포함하는 센서가 마련될 것이며, 혈당 측정 장치의 상단부의 중앙 내측에 홀이 형성되어 피측정 객체를 삽입할 수 있다. 이 때, 유전체 공진기(23)로부터 형성되는 전자기장은 유전체 공진기(23)를 중심으로 고르게 형성되므로, 피측정 객체가 정확하게 유전체 공진기(23)의 중앙부에 위치할 수 있다면, 보다 정확한 혈당 측정이 가능하다. 도 3a 및 도 3b를 통해 볼 수 있듯이, 본 발명의 실시예들에 따르면 피측정 객체는 유전체 공진기(23)의 중심에 위치하도록 삽입되고, 또한 고정됨으로써 혈당 측정의 재현성을 보장할 수 있으며, 불규칙한 노이즈와 측정 불균질성을 방지할 수 있다.

[0044] 또한, 도 3a 및 도 3b를 통해 예시된 혈당 측정 장치의 센서는 외부가 금속으로 형성되고, 내부가 공기로 충전된 캐비티 구조를 채택하고 있다. 여기서, 센서 외부는 알루미늄(Al), 구리(Cu), 또는 스테인레스 스틸(SUS) 중 어느 하나의 금속으로 구성되거나, 상기 어느 하나의 금속의 표면에 금(Au)을 코팅한 것이 될 수 있다. 실용적 관점에서 생산 단가를 고려할 때, 특히 외부가 알루미늄으로 형성된 캐비티 공진기는 낮은 비유전율, 높은 품질계수 및 온도 안정성을 보장할 수 있는 것으로 확인되었다.

[0045] 나아가, 도 3a 및 도 3b에 도시된 바와 같이, 혈당 측정 장치의 센서는, 단일 포트(port)의 커플링(coupling)이 형성된 입출력단자(27)를 구비함으로써 유전체 공진기(23)에 대한 전자계 에너지의 방사 손실(radiation loss)을 감소시킬 수 있다.

[0046] 한편, 본 실시예에 따른 비-침습 센서는 센서의 중앙부 내측에 홀이 형성되어 피측정 객체와 직접적으로 상호작용할 수 있는 유전체 공진기를 구비함으로써, 유전체 공진기를 통해 피측정 객체에 마이크로파를 조사하고, 피측정 객체와의 상호작용 결과, 피측정 객체로부터 반사되는 전파의 공진 주파수 및 반사율의 변화를 검출한다. 이를 위해 비-침습 센서는 피측정 객체 내의 글루코스 농도에 따른 반사 계수 및 주파수 변화에 따른 유전상수를 이용한다.

[0047] 이제, 본 실시예의 구현 원리 및 이론을 보다 구체적으로 살펴보자.

[0048] 본 발명의 실시예들이 공통적으로 채택하고 있는 유전체 공진기를 통한 혈당의 측정은 글루코스 농도에 따른 반사계수 및 주파수 변화에 따른다. 이러한 센서의 가동상인 원리는 주파수에 따라 변화하는 유전상수(dielectric permittivity) 및 자화율(magnetic permeability)과 같은 피측정 객체의 특성의 변화로부터 반사계수 S_{11} 및 공진 주파수 f_0 파라미터 내의 변화(shift)에 기초한다.

[0049] 우선, 자화율은 물질 내의 자기 에너지의 변화에 따른다. 일반적으로 대부분의 반자성(diamagnetic) 물질이나 상자성(paramagnetic) 물질은 강한 자기장의 속성을 갖지 않기 때문에 외부 자기장에 영향을 받지 않는다. 반면, 비선형 매체인 강자성(ferromagnetic) 물질은 외부 자기장 변화에 강한 영향을 받는다. 그런데, 대부분의 생물학적 시료는 외부 자기장에 의해 거의 영향을 받지 않는다. 따라서, 인체를 대상으로 글루코스 레벨에 관한 본 발명의 실시예들의 관점에서 이러한 피측정 객체의 특성 중 한 요소인 자화율은 무시될 수 있다.

[0050] 다음으로 피측정 객체의 다른 중요한 특징적 파라미터 중 하나인 유전상수를 살펴보자. 유전상수는 물질에 따라 다음의 수학적 2와 같은 복소수 형태의 특성을 갖는다.

수학적 2

$$\epsilon_g = \epsilon' - j\epsilon''$$

[0051]

[0052] 수학적 2에서 ϵ' 는 실수부로서 물질 내의 전기 에너지에 의해 결정된다. 전자기(EM) 신호가 물질을 통과할 때, 허수부 ϵ'' 는 에너지 손실 $\tan \delta \approx \epsilon''/\epsilon'$; $\epsilon'' \ll \epsilon'$ 에 의해 결정된다. 글루코스 솔루션에서 텍스트로 오스(dextrose)의 유전상수는 몰농도 증가분 δ 에 의해 이상의 수학적 2로부터 다음의 수학적 3과 같이 표현될

수 있다.

수학식 3

$$\varepsilon_g(\omega) = [\varepsilon_0'(\omega) + c\delta'] - j[\varepsilon_0''(\omega) + c\delta'']$$

수학식 3에서 상수 c 는 글루코스의 농도이고, $\delta = \delta' - j\delta''$ 는 37℃에서 $\delta' = 0.00577 \text{ (mg/dl)}^{-1}$ 과 $\delta'' = 0.00015 \text{ (mg/dl)}^{-1}$ 에 의한 글루코스 농도의 유니트(unit) 증가분이고,

$\varepsilon_0 = \varepsilon_0' - j\varepsilon_0''$ 는 증류수(de-ionized water, DI water)의 유전상수다. 이 때, 증류수의 실수부와 허수부의 복소수 유전상수는 다음의 수학식 4와 같이 표현될 수 있다.

수학식 4

$$\varepsilon_0'(\omega) = \varepsilon_\infty + \frac{\varepsilon_s - \varepsilon_\infty}{1 + \omega^2 \tau^2}$$

$$\varepsilon_0''(\omega) = \omega \tau \frac{\varepsilon_s - \varepsilon_\infty}{1 + \omega^2 \tau^2}$$

수학식 4에서 ε_∞ 는 고주파수 영역에서의 유전상수이고, ε_s 는 저주파수 영역에서의 유전상수이며, τ 는 물질의 특성이완시간을 나타낸다.

이상과 같이 피측정 객체의 중요한 특징 파라미터인 유전상수가 결정될 수 있고, 이러한 유전상수의 변화는 곧 피측정 객체의 특성의 변화로 나타나며, 그로부터 반사계수 S_{11} 및 공진 주파수 f_0 파라미터 내의 변화(shift)가 도출될 수 있다. 피측정 객체와의 상호작용으로 인해 유전체 공진기를 진행하는 마이크로파의 파형 패턴이 변하는 것은 피측정 객체의 혈액에 포함된 당량에 따라 유전율이 변하며, 이에 의해 반사계수 S_{11} 가 달라지기 때문이다.

혈당량에 따른 반사계수 S_{11} 의 변화를 살펴보면, 혈당량에 따라 반사계수의 중심주파수와 피크값이 모두 변화하는 것으로 나타난다. 본 발명의 실시예에 따른 혈당 측정 장치에서는 일정 대역폭을 갖는 마이크로파가 센서에 의해 피측정 객체에 조사되므로, 상호작용 후 검출되는 마이크로파는 주파수 대역이 쉬프트(shift)된 형태로 나타난다. 즉, 이러한 마이크로파의 파형 변화 패턴은 센서를 통해 측정되고, 처리부는 이러한 측정된 값으로부터 혈당량에 대한 데이터를 산출한다. 이 때, 혈당량은 측정된 파형 변화 패턴과 미리 준비된 파형 변화 패턴과 혈당량의 관계에 대한 데이터베이스로부터 산출될 수 있다. 파형 변화 패턴의 측정은, 예를 들면 주파수 대 마이크로파의 진폭으로 나타난 그래프에서 그래프가 쉬프트 된 면적을 측정하고 이로부터 마이크로파의 파워 변화를 측정하는 방법에 의할 수 있으며, 파워 변화는 전압으로 환산될 수 있다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 혈당 측정 방법을 도시한 흐름도로서, 도 1의 혈당 측정 장치에 대응하는 단계들을 포함한다. 설명의 편의를 위해 여기서는 도 1의 구성과의 대응 관계를 중심으로 각 단계의 개요만을 요약하며, 중복되는 구체적인 설명은 생략하도록 한다.

410 단계에서는 피측정 객체와 상호작용하는 캐비티 구조의 유전체 공진기를 구비한 센서의 중앙 내측에 형성된 홀에 피측정 객체를 삽입한다.

420 단계에서 센서는 소스로부터 생성된 일정 범위의 주파수의 전자계 에너지를 입력받는다.

430 단계에서 센서는 420 단계를 통해 입력된 전자계 에너지를 피측정 객체에 조사하고, 피측정 객체로부터 반사되는 전파를 검출한다. 이미 설명한 바와 같이 이러한 센서는 별도의 외부 단일 탐침이 없이 제작되며, 외부

가 금속이고, 내부가 공기로 충전된 캐비티 구조의 유전체 공진기를 구비하는 것으로서, 중앙 내측의 홀은 원통 형태로 형성되어 피측정 객체가 유전체 공진기의 중심에 위치하도록 피측정 객체를 고정함으로써 센서의 재현성을 임계치 이상으로 유지하게 된다.

- [0063] 440 단계에서는 440 단계를 통해 검출된 전파의 공진 주파수 및 반사율의 변화로부터 피측정 객체의 혈당량의 변화를 산출한다.
- [0064] 상기된 본 발명의 실시예들에 따르면, 환자로부터 혈액을 채취할 필요없이 혈당을 측정할 수 있고, 그 결과 통증과 비위생의 불편함을 해소할 수 있다. 또한, 외부 단일 탐침 없이 센서의 중앙부 내측에 형성된 홀을 통해 피측정 객체를 직접 유전체 공진기의 중앙부에 위치시킴으로써 혈당 측정의 감도 및 정확도를 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라, 캐비티 구조의 유전체 공진기를 통해 우수한 품질 계수와 향상된 온도 안정성을 제공할 수 있다.
- [0065] 한편, 본 발명의 다른 실시예에 따른 혈당 측정 방법은 다음과 같은 추가적인 단계를 선택적으로 더 포함할 수 있다.
- [0066] 450 단계에서는 피측정 객체의 혈당량의 변화에 대한 시각적인 데이터를 디스플레이 장치를 통해 표시한다. 이를 위해 440 단계의 혈당량의 변화를 산출함에 있어서, 센서를 통해 검출된 전파의 공진 주파수 및 반사율의 변화를 미리 저장된 데이터베이스와 비교함으로써 피측정 객체의 혈당량의 정량적 변화에 대한 시각적인 데이터를 생성할 수 있다. 또한, 이들 과정이 수행되기 이전에 전파의 공진 주파수 및 반사율에 따른 혈당량 정보를 생성하여 미리 데이터베이스에 저장할 필요가 있음은 당연하다.
- [0067] 상기된 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 시간의 경과에 따라 인체의 혈당 변화를 실시간으로 모니터링할 수 있는 혈당 측정 수단을 제공할 수 있다.
- [0068] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 혈당 측정 장치의 유전체 공진기에서 공진 주파수에 따른 공진 특성 변화를 예시한 그래프로서, 특정 공진 주파수에서의 공진 특성 변화를 각각의 글루코스 농도에 따라 도시하였다. 도 5에서 가장 오른쪽에 위치한 그래프는 증류수(DI water)의 글루코스 농도를 나타내고, 각각 92 mg/dl, 192 mg/dl, 292 mg/dl, 392 mg/dl, 및 492 mg/dl의 글루코스 농도에서의 반사계수를 나타낸 것이다. 또한, 도 5의 내부 도면의 왼쪽 축은 유전체 공진기의 글루코스 농도 변화에 따른 공진 주파수 변화를 나타내고, 오른쪽 축은 반사계수의 변화를 나타낸 것이다.
- [0069] 도 5를 통해 피측정 객체의 혈당, 즉 글루코스 농도에 따라 유전체 공진기의 공진 주파수에 따른 마이크로파 반사계수가 크게 변화하는 것을 확인할 수 있다. 따라서, 이상에서 제안된 본 발명의 실시예들은 이러한 실험값에 기초하여 피측정 객체로부터 반사된 마이크로파의 반사계수로부터 혈당 측정의 기초 데이터를 확보할 수 있다.
- [0070] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 혈당 측정 장치를 이용하여 측정한 자기장 분포(magnetic field distribution)의 형성 형태를 예시한 그래프로서, 시료 내의 글루코스 농도를 유전율로 표현하였다. 도 6에서 빨간색과 노란색으로 표시된 부분은 상대적으로 주변에 비해 필드 이미지가 강하다는 것을 의미한다. 도 6을 참조하면, 유전율(당도)가 미세하게 증가할수록 이미지 내의 빨간색 부분과 노란색 부분이 확장되고 색깔이 진해지는 것을 확인할 수 있다.
- [0071] 특히, 본 발명의 실시예들에서는 캐비티 구조의 유전체 공진기를 이용하여 센서의 중앙부 내측에 형성된 홀을 통해 피측정 객체를 고정하고, 유전체 공진기의 중앙부에 직접 글루코스 용액 내지 인체 내부의 혈액이 반응함으로써 일정한 수준 이상의 재현성을 보장할 수 있음을 알 수 있으며, 실험 결과 통상적인 종래의 유전체 공진기에 비해 분해능이 향상됨으로써 자기장 분포의 이미지 분간이 보다 용이해졌고, 그 결과 정확한 혈당 검출 및 평가가 가능한 것을 확인할 수 있었다.
- [0072] 이상에서 제안한 본 발명의 실시예들에 따르면, 혈당 측정 장치의 센서부 중앙 내측에 형성된 홀에 피측정 객체를 고정하여 혈당이 공진기의 중앙에 직접 반응함으로써 측정 위치의 변화를 최소화하고, 혈당 측정의 감도, 정확도, 측정 속도를 향상시킬 수 있다. 특히, 캐비티 구조의 공진기를 활용함으로써 종래의 유전체 공진기에 비해 우수한 품질 계수를 보장하면서도 온도에 대한 주파수 안정성을 향상시킬 수 있다는 장점을 갖는다. 나아가, 혈당이 혈액과 직접 반응하여 정확하고 신속하게 측정될 수 있고, 실시간으로 혈당 변화에 따른 변화를 측정하여 원격에 위치한 의사로부터 의학적 진단을 받을 수 있다.
- [0073] 한편, 이들 실시예에 따른 혈당 측정 장치의 공진기 센서는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 용도에 맞는 공진기 패턴으로 대체될 수 있으며, 외부 측정 환경에 따라 공진기의 형태의 크기 및 구조를 변경하여 설계함으로써 혈당 측정에 대한 특성 감도를 높일 수 있다. 이러한 전자기파를 이용한 내부 삽

입형 유전체 공진기 센서는 외부 탐침형 센서에 비해 위치에 대해 안정적인 특성을 유지하고, MHz 영역부터 GHz 영역의 주파수를 선택하여 설계가 가능하다. 또한, 향상된 잡음 대 신호 특성과 최소 글루코스 검출 능력을 향상시킬 수 있으며, 측정 시 시료 및 측정 위치 변화에 따른 잡음, 불규칙 노이즈, 측정 불균질성 등의 결함으로 인해 발생할 수 있는 실험적 혹은 진단상 오류를 근본적으로 해소할 수 있다.

[0074] 나아가, 상기 기재된 혈당 측정 장치를 제어하기 위해 본 발명의 또 다른 실시예는 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.

[0075] 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현하는 것을 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.

[0076] 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.

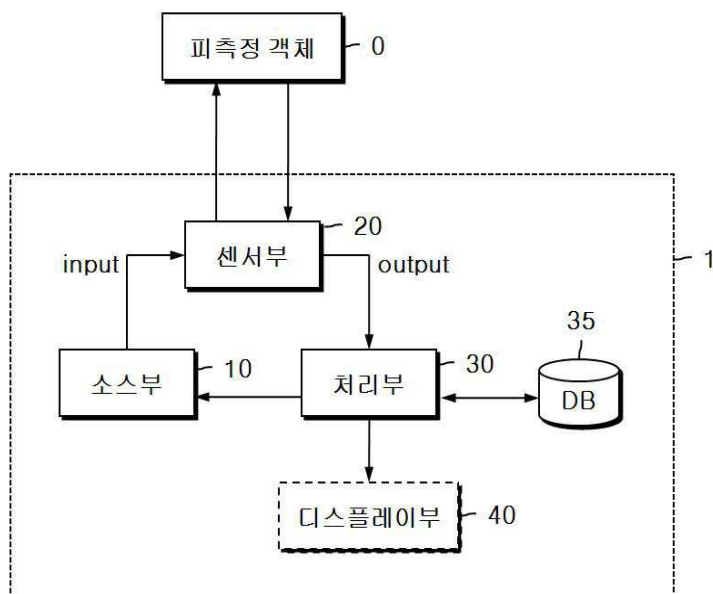
부호의 설명

[0077]

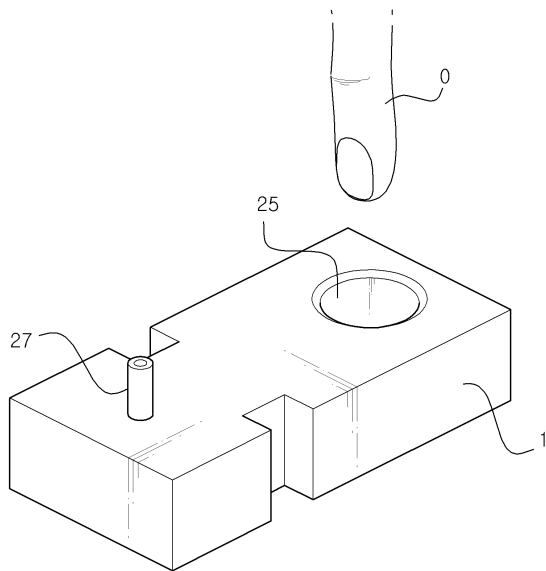
0 : 피측정 객체	1 : 혈당 측정 장치
10 : 소스(source)부	
20 : 센서(sensor)부	23 : 유전체 공진기
25 : 내측 홀(hole)	27 : 입출력단자
30 : 처리부	35 : 데이터베이스
40 : 디스플레이부	

도면

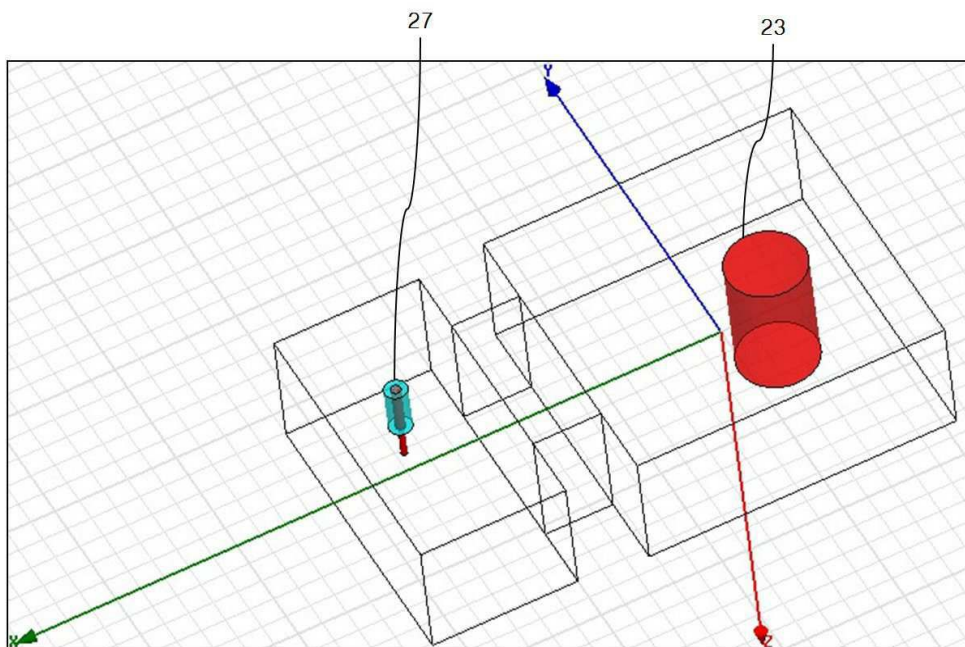
도면1



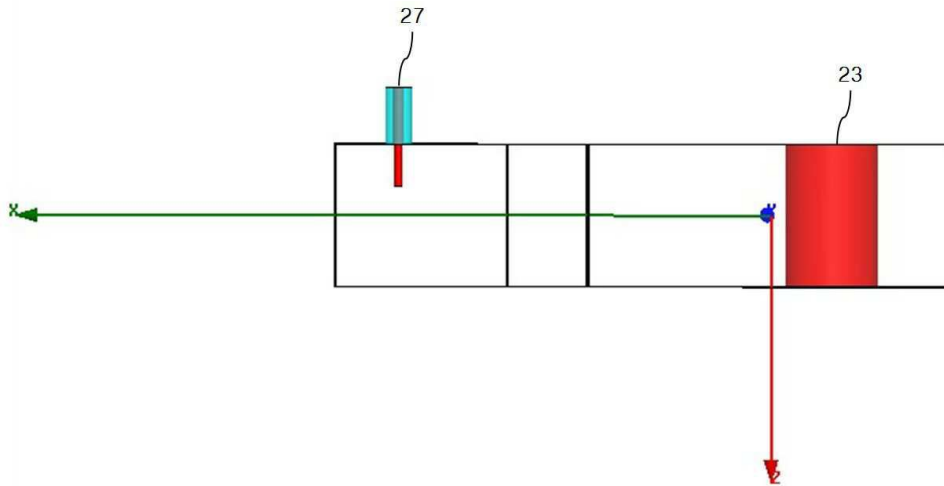
도면2



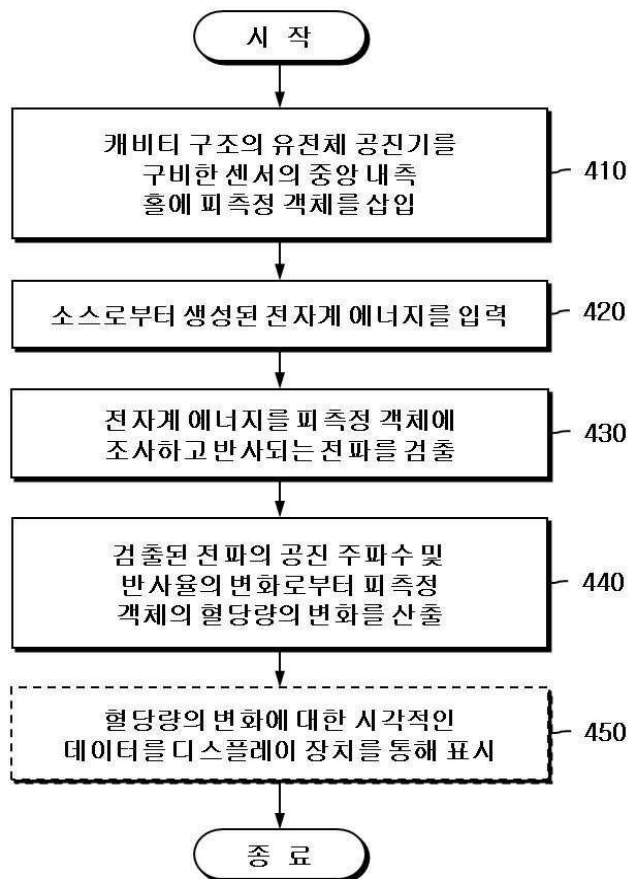
도면3a



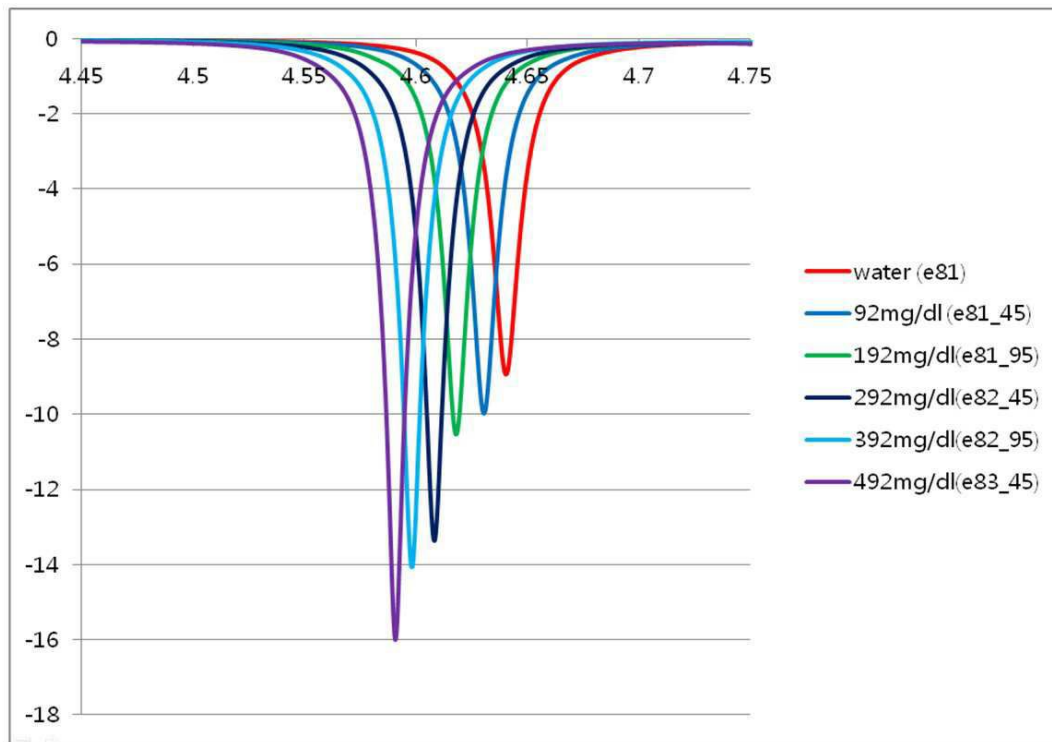
도면3b



도면4

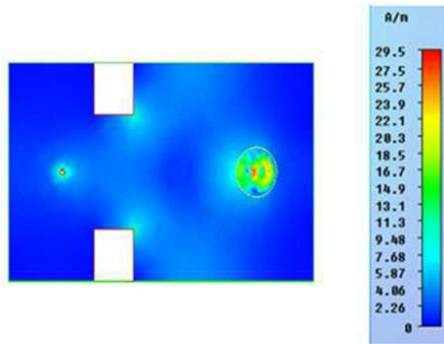


도면5

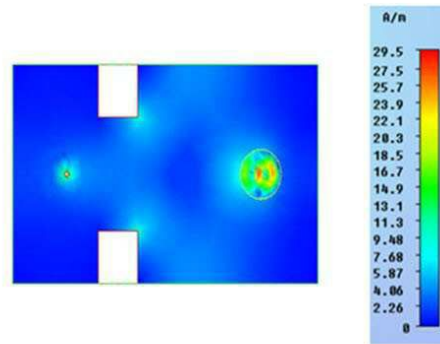


도면6

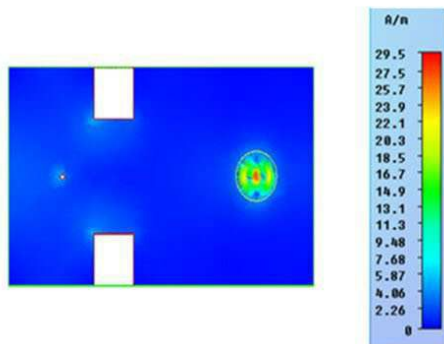
Magnetic field distribution Water



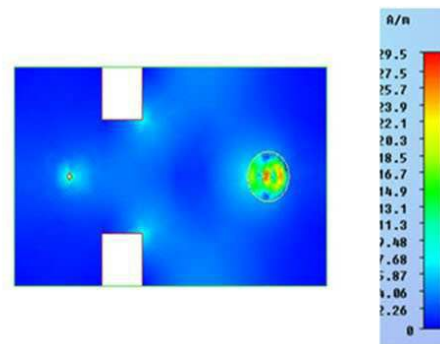
Magnetic field distribution 92 mg/dl



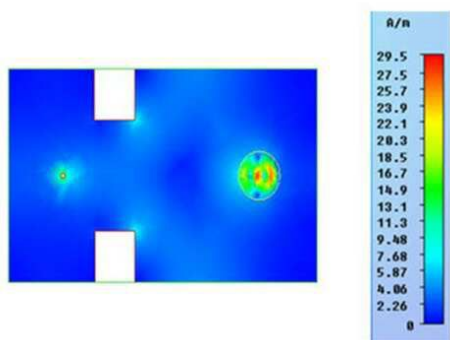
Magnetic field distribution 192 mg/dl



Magnetic field distribution 292 mg/dl



Magnetic field distribution 392 mg/dl



Magnetic field distribution 492 mg/dl

