(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0045301
(43) 공개일자 2021년04월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/145 (2006.01) *A46B 9/04* (2006.01)
A61B 10/00 (2006.01) *A61B 5/00* (2021.01)
A61B 5/1477 (2006.01) *A61B 5/1486* (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/14532 (2013.01)
A46B 9/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0113804
(22) 출원일자 2020년09월07일
심사청구일자 2020년09월07일
(30) 우선권주장
1020190128636 2019년10월16일 대한민국(KR)

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
김동영
서울특별시 성북구 보문로22길 62, 101호
전문배
부산광역시 수영구 수영로582번길 49, 401호
조창환
서울특별시 관악구 승방3가길 1, 301호
(74) 대리인
유광철, 강일신, 권성현, 백두진, 김정연

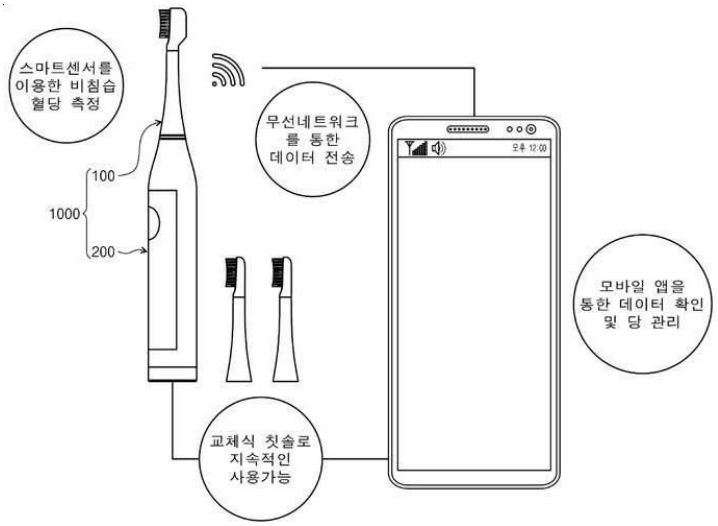
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 **칫솔형 혈당 측정기 및 이를 이용한 혈당 측정 방법**

(57) 요 약

본 발명의 일 실시예에 따른 칫솔형 혈당 측정기는 칫솔모를 포함하는 헤드부; 및 상기 헤드부에 결합되는 본체부를 포함하고, 상기 헤드부는 타액을 흡입 또는 방출하는 타액 출입부를 포함하고, 상기 본체부는 상기 흡입된 타액에 포함된 혈당을 측정하는 혈당 측정부를 포함한다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
A61B 10/0051 (2013.01)
A61B 5/14507 (2013.01)
A61B 5/1477 (2013.01)
A61B 5/1486 (2013.01)
A61B 5/6887 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

칫솔모를 포함하는 헤드부; 및

상기 헤드부에 결합되는 본체부를 포함하고,

상기 헤드부는 타액을 흡입 또는 방출하는 타액 출입부를 포함하고,

상기 본체부는 상기 흡입된 타액에 포함된 혈당을 측정하는 혈당 측정부를 포함하는 칫솔형 혈당 측정기.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 타액 출입부는:

상기 헤드부에 제공되고, 상기 타액이 출입하는 타액 출입 홀; 및

상기 타액이 이송되는 타액 이송관을 포함하는 칫솔형 혈당 측정기.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 타액 이송관은 상기 타액 이외의 물질을 거르는 필터를 포함하는 칫솔형 혈당 측정기.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 혈당 측정부는:

표면 탄성파를 발생시키는 송신 전극;

상기 입력 전극에서 발생한 표면 탄성파가 진행하는 가이딩층;

상기 흡입된 타액 속 글루코스와 특이 결합하는 효소 또는 항체가 부착되며, 특이 결합 시 상기 표면 탄성파를 변화시키는 감지층; 및

상기 표면 탄성파를 전기 신호로 변환하는 수신 전극을 포함하는 칫솔형 혈당 측정기.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 본체부는 상기 수신 전극을 통해 변환된 전기 신호를 통해 글루코스의 농도를 감지하는 데이터 처리부를 포함하는 칫솔형 혈당 측정기.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 몸체부는 상기 타액 출입부 및 상기 혈당 측정부를 세척하는 세척부를 포함하고,

상기 세척부는 상기 혈당 측정부를 통해 상기 타액에 치약 성분이 포함된 것이 감지된 경우 상기 치약 성분의 농도가 기 설정된 값 이하가 될 때까지 상기 타액 출입부 및 상기 혈당 측정부를 세척하는 칫솔형 혈당 측정기.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 세척부는:

세척액을 보관하는 세척액 보관 유닛; 및

상기 혈당 측정부로 세척액이 이송되는 세척액 이송관을 포함하는 칫솔형 혈당 측정기.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 몸체부는 기 설정된 시간이 경과한 후 상기 헤드부를 통해 치약을 배출하는 치약 공급부를 포함하는 칫솔형 혈당 측정기.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 치약 공급부는:

치약을 보관하는 치약 보관 유닛;

상기 헤드부로 치약이 이송되는 치약 배출관; 및

상기 헤드부에 제공되고, 치약이 배출되는 치약 배출 홀을 포함하는 칫솔형 혈당 측정기.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 몸체부는 외부 디바이스와의 데이터 송수신이 가능한 통신부를 포함하는 칫솔형 혈당 측정기.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 몸체부는 상기 혈당 측정부에서 측정된 혈당 데이터를 표시하는 디스플레이부를 포함하는 칫솔형 혈당 측정기.

청구항 12

타액 출입부를 통해 기 설정된 시간 동안 타액을 흡입하는 타액 흡입 단계; 및

혈당 측정부를 통해 상기 흡입된 타액을 이용하여 혈당을 측정하는 혈당 측정 단계를 포함하는 혈당 측정 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 혈당 측정 단계 이후, 혈당 측정 결과를 통신부를 통해 외부 디바이스로 전송하거나 디스플레이부를 통해 출력하는 측정 결과 제공 단계를 더 포함하는 혈당 측정 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 측정 결과 제공 단계 이후, 세척부를 통해 상기 타액 출입부 및 상기 혈당 측정부를 세척하는 세척 단계를 더 포함하는 혈당 측정 방법.

청구항 15

제12항에 있어서,

상기 타액 흡입 단계 이후, 치약 공급부를 통해 치약을 공급하는 치약 공급 단계를 더 포함하는 혈당 측정 방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 치약 공급 단계는 기 설정된 시간이 경과한 후 치약을 공급하는 단계인 혈당 측정 방법.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 치약 공급 단계 이후, 필터를 통해 상기 흡입된 타액에 포함된 치약 성분을 필터링 하는 필터링 단계를 더 포함하는 혈당 측정 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 칫솔형 혈당 측정기 및 이를 이용한 혈당 측정 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 전세계적으로 인구의 노령화와 서구화된 생활습관에 따른 당뇨병 유병율이 매년 빠르게 증가하고 있다. 건강보험심사평가원에 따르면 2017년 기준, 국내에는 당뇨 환자 약 280만명이 있는 것으로 추산되고 있다. 이는 국내 30세 이상 인구의 약 12%에 해당하는 것으로 매우 심각하고 흔한 질병으로 판단된다. 그러나 근본적으로, 당뇨병은 완치가 쉽지 않은 만성질환으로 꾸준한 측정과 관리가 필요한 질병이다.

[0003] 이에 따라, 당뇨병 환자들은 다양한 혈당 측정기기를 사용하여 혈당을 측정하고 관리하고 있다. 하지만, 현재의 혈당 측정기기는 대부분 침습형, 비자동형 혈당 측정기기로 환자가 혈당을 측정할 때 피를 내어야 하며, 주기적으로 따로 시간을 내서 측정을 해야 한다는 불편성을 가지고 있다. 특히 비자동 측정은 만성질환자가 자신이 환자임을 계속 인식하게 함으로써, 우울증을 일으키는 부작용을 가지고 있다. 실제로 2001년의 한 연구에 따르면 당뇨병 환자들은 일반적인 사람들에 비해 두 배나 우울증에 더 잘 걸린다는 것을 보여주고 있다. 따라서, 비침습과 자동화가 된 새로운 개념의 혈당 측정기기 개발이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 실시예는 표면 탄성파 기반의 혈당 측정 장치를 통해 양치 중 흡입한 타액을 이용하여 비침습방식으로 혈당을 측정할 수 있는 칫솔형 혈당 측정기 및 이를 이용한 혈당 측정 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0005] 한편, 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 실시예에 따른 칫솔형 혈당 측정기는 칫솔모를 포함하는 헤드부; 및 상기 헤드부에 결합되는 본체부를 포함하고, 상기 헤드부는 타액을 흡입 또는 방출하는 타액 출입부를 포함하고, 상기 본체부는 상기 흡입된 타액에 포함된 혈당을 측정하는 혈당 측정부를 포함한다.

[0007] 상기 타액 출입부는: 상기 헤드부에 제공되고, 상기 타액이 출입하는 타액 출입 홀; 및 상기 타액이 이송되는 타액 이송관을 포함할 수 있다.

[0008] 상기 타액 이송관은 상기 타액 이외의 물질을 거르는 필터를 포함할 수 있다.

[0009] 상기 혈당 측정부는: 표면 탄성파를 발생시키는 송신 전극; 상기 입력 전극에서 발생한 표면 탄성파가 진행하는 가이딩층; 상기 흡입된 타액 속 글루코스와 특이 결합하는 효소 또는 항체가 부착되며, 특이 결합 시 상기 표면 탄성파를 변화시키는 감지층; 및 상기 표면 탄성파를 전기 신호로 변환하는 수신 전극을 포함할 수 있다.

[0010] 상기 본체부는, 상기 수신 전극을 통해 변환된 전기 신호를 통해 글루코스의 농도를 감지하는 데이터 처리부를

포함할 수 있다.

[0011] 상기 몸체부는, 상기 타액 출입부 및 상기 혈당 측정부를 세척하는 세척부를 포함하고, 상기 세척부는, 상기 혈당 측정부를 통해 상기 타액에 치약 성분이 포함된 것이 감지된 경우 상기 치약 성분의 농도가 기 설정된 값 이하가 될 때까지 상기 타액 출입부 및 상기 혈당 측정부를 세척할 수 있다.

[0012] 상기 세척부는: 세척액을 보관하는 세척액 보관 유닛; 및 상기 혈당 측정부로 세척액이 이송되는 세척액 이송관을 포함할 수 있다.

[0013] 상기 몸체부는, 기 설정이 경과한 후 상기 헤드부를 통해 치약을 배출하는 치약 공급부를 포함할 수 있다.

[0014] 상기 치약 공급부는: 치약을 보관하는 치약 보관 유닛; 상기 헤드부로 치약이 이송되는 치약 배출관; 및 상기 헤드부에 제공되고, 치약이 배출되는 치약 배출 홀을 포함할 수 있다.

[0015] 상기 몸체부는, 외부 디바이스와의 데이터 송수신이 가능한 통신부를 포함할 수 있다.

[0016] 상기 몸체부는, 상기 혈당 측정부에서 측정된 혈당 데이터를 표시하는 디스플레이부를 포함할 수 있다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에 따른 혈당 측정 방법은 타액 출입부를 통해 기 설정된 시간 동안 타액을 흡입하는 타액 흡입 단계; 및 혈당 측정부를 통해 상기 흡입된 타액을 이용하여 혈당을 측정하는 혈당 측정 단계를 포함한다.

[0018] 상기 혈당 측정 단계 이후, 혈당 측정 결과를 통신부를 통해 외부 디바이스로 전송하거나 디스플레이부를 통해 출력하는 측정 결과 제공 단계를 더 포함할 수 있다.

[0019] 상기 측정 결과 제공 단계 이후, 세척부를 통해 상기 타액 출입부 및 상기 혈당 측정부를 세척하는 세척 단계를 더 포함할 수 있다.

[0020] 상기 타액 흡입 단계 이후, 치약 공급부를 통해 치약을 공급하는 치약 공급 단계를 더 포함할 수 있다.

[0021] 상기 치약 공급 단계는, 기 설정된 시간이 경과한 후 치약을 공급하는 단계일 수 있다.

[0022] 상기 치약 공급 단계 이후, 필터를 통해 상기 흡입된 타액에 포함된 치약을 필터링 하는 필터링 단계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0023] 본 발명의 실시예에 따른 칫솔형 혈당 측정기 및 이를 이용한 혈당 측정 방법은 표면 탄성파 기반의 혈당 측정 장치를 통해 양치 중 흡입한 타액을 이용하여 비침습 방식으로 혈당을 측정할 수 있다.

[0024] 한편, 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 칫솔형 혈당 측정기가 활용되는 모습을 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 칫솔형 혈당 측정기의 모습을 대략적으로 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 헤드부의 대략적인 구성을 나타낸 블록도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 헤드부의 구조를 대략적으로 나타낸 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 본체부의 대략적인 구성을 나타낸 블록도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 본체부의 구조를 대략적으로 나타낸 도면이다.

도 7은 혈당 측정부가 타액 속 글루코스와 결합하기 전의 모습을 대략적으로 나타낸 도면이다.

도 8은 혈당 측정부가 타액 속 클루코스와 결합한 후의 모습을 대략적으로 나타낸 도면이다.

도 9는 혈당 측정부가 타액 속 글루코스와 결합하여 제1 시간이 경과한 후의 혈당 측정부의 주파수 변화를 나타낸 도면이다.

도 10은 혈당 측정부가 타액 속 글루코스와 결합하여 제1 시간이 경과한 후의 혈당 측정부의 Phasor 변화를 나

타낸 도면이다.

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 혈당 측정 방법을 개략적으로 나타낸 블록도이다.

도 12는 본 발명의 다른 실시예에 따른 혈당 측정 방법을 개략적으로 나타낸 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 본 발명의 다른 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술 되는 실시 예를 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시 예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시 예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0027] 만일 정의되지 않더라도, 여기서 사용되는 모든 용어들(기술 혹은 과학 용어들을 포함)은 이 발명이 속한 종래 기술에서 보편적 기술에 의해 일반적으로 수용되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적인 사전들에 의해 정의된 용어들은 관련된 기술 그리고/혹은 본 출원의 본문에 의미하는 것과 동일한 의미를 갖는 것으로 해석될 수 있고, 그리고 여기서 명확하게 정의된 표현이 아니더라도 개념화되거나 혹은 과도하게 형식적으로 해석되지 않을 것이다.

[0028] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시 예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 '포함한다' 및/또는 이 동사의 다양한 활용형들 예를 들어, '포함', '포함하는', '포함하고', '포함하며' 등은 언급된 조성, 성분, 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 조성, 성분, 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다. 본 명세서에서 '및/또는' 이라는 용어는 나열된 구성들 각각 또는 이들의 다양한 조합을 가리킨다.

[0029] 한편, 본 명세서 전체에서 사용되는 '~부', '~기', '~블록', '~모듈' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미할 수 있다. 예를 들어 소프트웨어, FPGA 또는 ASIC과 같은 하드웨어 구성요소를 의미할 수 있다. 그렇지만 '~부', '~기', '~블록', '~모듈' 등이 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니다. '~부', '~기', '~블록', '~모듈'은 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다.

[0030] 따라서, 일 예로서 '~부', '~기', '~블록', '~모듈'은 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 태스크 구성 요소들과 같은 구성요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로 코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들 및 변수들을 포함한다. 구성요소들과 '~부', '~기', '~블록', '~모듈'들 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성요소들 및 '~부', '~기', '~블록', '~모듈'들로 결합되거나 추가적인 구성 요소들과 '~부', '~기', '~블록', '~모듈'들로 더 분리될 수 있다.

[0031] 이하, 본 명세서의 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명한다.

[0032] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 칫솔형 혈당 측정기(1000)가 활용되는 모습을 나타낸 도면이다. 도 1을 참조하면, 칫솔형 혈당 측정기(1000)는 표면 탄성파 기반의 센서를 이용한 비침습 방식으로 혈당을 측정한다. 결과 데이터는 무선 네트워크를 통해 외부 디바이스로 전송된다.

[0033] 사용자는 모바일 앱을 통해 데이터 확인 및 혈당 관리가 가능하다. 또한, 칫솔은 교체식 칫솔로 제공됨으로써 지속적인 사용이 가능하다.

[0034] 이하에서는 칫솔형 혈당 측정기(1000) 및 이를 이용한 혈당 측정 방법에 대해 보다 자세히 설명한다.

[0035] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 칫솔형 혈당 측정기(1000)의 모습을 대략적으로 나타낸 도면이다. 도 2를 참조하면, 칫솔형 혈당 측정기(1000)는 헤드부(100) 및 본체부(200)를 포함한다.

[0036] 헤드부(100)는 칫솔모(110)를 포함하며 칫솔질 과정에서 구강 내에 제공되어 혈당 측정을 위한 타액을 흡입한다. 헤드부(100)에는 타액 출입홀(121)이 제공되어 이를 통해 타액을 흡입한다. 흡입된 타액은 본체부(200)에 포함된 혈당 측정부(210)로 이동한다. 헤드부(100)는 주기적인 교체를 위해 본체부(200)로부터 탈부착이 가능하도록 제공된다.

[0037] 본체부(200)는 칫솔질 과정에서 칫솔의 손잡이 역할을 한다. 또한, 혈당 측정부(210)를 포함한 혈당 측정을 위한 구성부를 내부에 수용한다.

[0038] 혈당 측정부(210)는 타액을 이용하여 표면 탄성파 분석을 통해 혈당을 측정한다.

[0039] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 헤드부(100)의 대략적인 구성을 나타낸 블록도이다. 도 3을 참조하면, 헤드부(100)는 칫솔모(110) 및 타액 출입부(120)를 포함한다.

[0040] 타액 출입부(120)는 타액 이송관(121) 및 타액 출입홀(122)을 포함한다.

[0041] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 헤드부(100)의 구조를 대략적으로 나타낸 도면이다. 도 4를 참조하면, 또한, 헤드부(100)에는 복수의 홀이 제공된다.

[0042] 복수의 홀은 타액이 출입하는 타액 출입홀(121)이거나 치약이 배출되는 치약 배출홀(243)일 수 있다.

[0043] 사용자가 본 발명의 칫솔형 혈당 측정기를 이용하여 칫솔질을 시작하면 헤드부(100)에 제공되는 타액 출입홀(121)은 기 설정된 시간 동안 타액을 흡입한다.

[0044] 타액 출입 구동부(미도시)는 타액 출입홀(121)을 통해 타액을 흡입하기 위한 동력을 제공한다.

[0045] 타액 출입홀(121)을 통해 흡입된 타액은 타액 이송관(122)을 거쳐 본체부(200)로 이송된다.

[0046] 타액 출입부(120)는 필터(123)를 더 포함할 수 있다. 필터(123)는 타액 이송관(122)에 제공되어 흡입된 타액에 포함된 치약 성분을 필터링한다. 필터(123)가 치약 성분을 필터링 함으로써 혈당 측정부(210)를 통해 혈당을 측정하는 과정에서 발생할 수 있는 오차를 줄일 수 있다. 하지만, 혈당 측정부(210)에서의 혈당 측정은 타액 속 글루코스(10)와의 특이 결합 반응을 이용하므로 치약이 소량 유입되더라도 측정 결과의 신뢰성을 떨어트리지 않는다. 따라서, 경우에 따라 필터(123)는 본 발명의 구성에 포함되지 않을 수 있다.

[0047] 헤드부(100)에는 치약을 배출하는 치약 배출홀(243)이 제공될 수 있다. 하지만, 사용자가 칫솔모(110)에 직접 치약을 짜서 칫솔질을 하는 경우 치약 배출홀(243)은 제공되지 않아도 무방하다.

[0048] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 본체부(200)의 대략적인 구성을 나타낸 블록도이다. 도 5를 참조하면, 본체부(200)는 혈당 측정부(210), 데이터 처리부(220), 세척부(230), 치약 공급부(240), 통신부(250), 디스플레이부(260), 배터리(270) 및 충전부(280)를 포함한다.

[0049] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 본체부(200)의 구조를 대략적으로 나타낸 도면이다. 도 6을 참조하면, 혈당 측정부(210)는 타액 이송관(122)과 연결된다.

[0050] 혈당 측정부(210)는 Delay-line 방식 또는 Resonator 방식 중 어느 하나의 방식으로 제공될 수 있다.

[0051] 혈당 측정부(210)는 표면 탄성파를 발생시키고, 혈당 측정 과정에서 나타나는 표면 탄성파의 변화를 감지하여 혈당을 측정한다. 혈당 측정부(210)는 표면 탄성파 중 액상 감지에 민감한 상기 제시된 Shear horizontal-wave와 Love wave를 기반으로 한다.

[0052] 도 7은 혈당 측정부(210)가 타액 속 글루코스(10)와 결합하기 전의 모습을 대략적으로 나타낸 도면이고, 도 8은 혈당 측정부(210)가 타액 속 클루코스(10)와 결합한 후의 모습을 대략적으로 나타낸 도면이다. 도 7 및 도 8을 참조하면, 혈당 측정부(210)는 감지층(211), 압전기판(212), IDT전극(213) 및 가이딩층(214)을 포함한다.

[0053] 감지층(211)에는 타액 속 글루코스(10)와 특이 결합하는 효소 또는 항체(211a)가 고착화되어 있다. 효소 또는 항체(211a)를 고착화시키기 위해 감지층(211)은 골드(Au), 그래핀(Graphene) 또는 pH-sensitive polymer가 사용될 수 있다. 예를 들어, pH-sensitive polymer는 pH-sensitive Aquagel이 사용될 수 있다.

[0054] 타액 이송관(122)을 거쳐 혈당 측정부(210)로 이송된 타액에는 글루코스(10)가 포함되어 있다. 타액 속 글루코스(10)는 감지층(211)에서 효소 반응(enzyme reaction) 또는 항원-항체 결합 반응(antibody-antigen reaction)과 같은 특이 결합 반응을 일으킨다. 이러한 특이 결합은 감지층(211)에 질량, 점도 또는 전기 전도도의 변화를 일으킨다.

[0055] 압전기판(212)으로는 LiTaO3, LiNbO3, Li2B4O7, Lithium Niobate, Lithium tantalate, ST-Quartz, AT-Quartz을 포함한 다양한 각도의 압전기판이 사용될 수 있다. 또한, ZnO/Si, AlN/Si을 포함한 실리콘 반의 압전 박막 기판이 사용될 수 있다.

[0056] IDT전극(213)은 압전기판(212) 상에 복수개가 제공된다. IDT전극(213)은 전기적 신호를 기계적 신호로 변환하거

나 기계적 신호를 전기적 신호로 변환하는 인터디지털 트랜스듀서(InterDigital Transducer: IDT)로 이루어진 금속전극이다. IDT전극(213)은 압전기판(212)상에 금속층을 형성하고, 이를 포토리소그래피에 의해 소정형태의 전극으로 형성한 것이다. 이때 IDT전극(213)은 빗살형태로 다수의 전극지를 교대로 교차시킨 구조를 갖는다. 예를 들어, IDT전극(213)은 구리(Cu), 알류미늄(Aluminium, Al), 골드(Aurum, Au), 인듐 주석 산화물(Indium tin oxide, ITO), 투명 전도성 산화물(transparent conduction oxide, TCO), 그래핀(graphene), 은나노와이어(silver nanowire), 및 탄소나노튜브(carbon nanotube, CNT) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0057] IDT전극(213)은 입력 전극(213a) 및 출력 전극(213b)을 포함한다. 전기적 신호가 입력 전극(213a)에 입력되면 입력된 전기적 신호는 이에 상응하는 표면 탄성파로 변환된다. 출력 전극(213b)은 입력 전극(213a)에서 발생된 표면 탄성파를 수신하여 다시 전기적 신호로 변환한다. 이때, 표면 탄성파가 진행하는 매질 상에 변화가 발생하는 경우 표면 탄성파에도 변화가 나타나게 된다. 출력 전극(213b)은 이러한 변화를 전기적 신호의 변화를 통해 감지한다.

[0058] IDT전극(213)에서 발생한 표면 탄성파는 가이딩층(214)을 따라 흐른다. 가이딩층(214) 상에는 상술한 감지층(211)이 제공된다. 감지층(211)에 고착화되어 있는 효소 또는 항체(211a)가 타액에 포함된 글루코스(10)와 특이 결합하게 되면 감지층(211)에 질량, 점도 또는 전기 전도도의 변화가 발생한다. 이러한 감지층(211)의 변화는 가이딩층(214)을 따라 흐르는 표면 탄성파에 변화를 야기한다.

[0059] 출력 전극(213b)은 타액에 포함된 글루코스(10)의 농도에 따라 각기 다른 전기적 신호를 발생한다.

[0060] 도 9는 혈당 측정부(210)가 타액 속 글루코스(10)와 결합하여 제1 시간이 경과한 후의 혈당 측정부(210)의 주파수 변화를 나타낸 도면이고, 도 10은 혈당 측정부(210)가 타액 속 글루코스(10)와 결합하여 제1 시간이 경과한 후의 혈당 측정부(210)의 Phasor 변화를 나타낸 도면이다. 도 9 및 도 10을 참조하면, 실험을 위해 감지층(211)에 고정화 될 글루코스 산화효소(glucose oxidase) 및 카탈라아제(catalase)와, 실제 감지 대상인 사람의 혈액 속 혈청(human blood serums)을 대신하여 상용 glucose solution을 사용하여 실험을 진행하였다. 실험 결과 포화(saturation) 상태까지 약 240초가 소요되었으며, 주파수 변화량은 43kHz 정도인 것을 확인하였다. 즉, 출력 전극(213b)에서는 제1 시간이 경과한 후 글루코스(10)와의 결합에 따라 주파수 및 Phasor가 변화함을 확인할 수 있었으며 이러한 주파수 및 Phasor 변화를 통해 타액 속 글루코스(10) 농도를 파악함으로써 혈당 측정이 가능함을 알 수 있다.

[0061] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 혈당 측정부(210)는 표면 탄성파를 통한 측정 방식 외에도 타액으로 혈당을 측정할 수 있는 다양한 방식이 적용될 수 있다. 예를 들어, 혈당 측정부(210)에 적용될 수 있는 센서에는 광센서, 마이크로 유체칩, 바이오센서등이 있다. 광센서의 경우 빛을 내는 발광부와 빛을 받는 수광부 신호처리와 데이터전송에 필요한 MCU로 구성되어 있다. 광센서가 사용할 수 있는 기술에는 광학발색법 및 SPR(Surface plasmon resonance) 등이 있다. 마이크로 유체칩의 경우 타액에서 혈당을 측정하는 칩과 데이터를 저장하고 전송하는 MCU 부분으로 구성되어 있다. 바이오센서의 경우 그리핀을 이용하는 기술과 금속표면과 빛을 이용해 타액 속의 혈당을 측정하는 기술을 이용할 수 있다.

[0062] 다시 도 5를 참조하면, 본체부(200)는 데이터 처리부(220)를 포함한다.

[0063] 데이터 처리부(220) ROIC(Readout Integrated Circuit)를 포함한다. 데이터 처리부(220)는 IDT전극(213)에서 발생한 주파수 및 Phasor 변화와 관련된 신호를 수신한다. 예를 들어, RF Signal을 송수신할 수 있는 안테나 혹은 마이크로 프루브 팁을 활용하는 방식이 이용될 수 있다. 수신된 신호는 ROIC(Readout Integrated Circuit)에 의해 처리됨으로써 혈당 관련 데이터를 도출한다.

[0064] 세척부(230)는 세척액 보관 유닛(231) 및 세척액 이송관(232)을 포함한다. 세척부(230)는 혈당 측정부(210) 및 타액 출입부(120)를 세척한다. 세척액 보관 유닛(231)에 보관되어 있던 세척액은 세척 시 혈당 측정부(210)로 이송되어 감지층에 부착된 타액 및 치약 성분을 세척한다. 이후 세척액은 타액 이송관(121)를 따라 타액 흡입 방향과 역순으로 이동하며 흡입했던 물질들을 세정액과 함께 헤드부(100) 밖으로 배출시킨다. 세척부(230)는 혈당 측정부(210)를 통해 흡입된 타액에 치약 성분이 포함된 것이 감지된 경우, 치약 성분의 농도가 기 설정된 값 이하가 될 때까지 혈당 측정부(210) 및 타액 출입부(120)를 세척한다. 이를 통해, 칫솔형 혈당 측정기(1000) 내부로 흡입된 치약 성분 및 타액을 모두 제거함으로써 다음 사용 시 혈당 측정의 정확도를 향상시킬 수 있다.

[0065] 치약 공급부(240)는 치약 보관 유닛(241), 치약 배출관(242) 및 치약 배출홀(243)을 포함한다. 치약 공급부(240)는 치약 보관 유닛(241)에 보관하고 있던 치약을 치약 배출관(242)을 통해 이동시킨 후 헤드부(100)에 제공되는 치약 배출홀(243)을 통해 배출한다. 이때, 치약 공급부(240)는 사용자가 칫솔질을 시작하고 기 설정된

시간이 경과한 후 치약을 배출함으로써 타액 출입부(120)가 타액과 함께 치약을 흡입하는 것을 방지할 수 있다.

[0066] 통신부(250)는 데이터 처리부(220)에서 도출된 혈당 관련 데이터를 무선 네트워크를 통해 외부 디바이스로 전송한다. 예를 들어, 통신부(250)는 BLE(Bluetooth Low Energy) 방식을 통해 혈당 관련 데이터를 휴대폰의 모바일 앱에 전송함으로써 사용자가 혈당 관련 데이터를 모바일 앱을 통해 쉽게 확인하여 혈당 관리에 도움을 받을 수 있다.

[0067] 디스플레이부(260)는 혈당 측정부(210)에서 측정된 혈당 관련 데이터를 시각적 화면으로 표시한다. 이를 통해 혈당 측정 결과를 즉각적으로 확인할 수 있다.

[0068] 배터리(270)는 각 구성부의 구동에 필요한 에너지를 공급하며, 니켈 수소(Ni-MH) 배터리로 제공된다. 하지만 이에 한정되지 않으며, 니켈 카드뮴 전지를 포함한 공지된 전지로 제공될 수 있다. 배터리에 충전된 에너지는 충전부(280)를 통해 외부로부터 공급된다.

[0069] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 혈당 측정 방법을 개략적으로 나타낸 블록도이다. 도 11을 참조하면, 본 발명의 혈당 측정 방법은 타액 출입부(120)를 통해 기 설정된 시간 동안 타액을 흡입하는 타액 흡입 단계, 혈당 측정부(210)를 통해 흡입된 타액을 이용하여 혈당을 측정하는 혈당 측정 단계, 혈당 측정 결과를 통신부(250)를 통해 외부 디바이스로 전송하거나 디스플레이부(260)를 통해 출력하는 측정 결과 제공 단계 및 세척부(230)를 통해 타액 출입부(120) 및 혈당 측정부(210)를 세척하는 세척 단계를 포함한다.

[0070] 도 12는 본 발명의 다른 실시예에 따른 혈당 측정 방법을 개략적으로 나타낸 블록도이다. 도 12를 참조하면, 타액 흡입 단계 이후 치약 공급부(240)를 통해 치약을 공급하는 치약 공급 단계 및 필터(123)를 통해 흡입된 타액에 포함된 치약 성분을 필터링 하는 필터링 단계를 더 포함할 수 있다.

[0071] 본 발명의 실시예에 따른 칫솔형 혈당 측정기 및 이를 이용한 혈당 측정 방법은 표면 탄성파 기반의 혈당 측정 장치를 통해 양치 중 흡입한 타액을 이용하여 비침습 방식으로 혈당을 측정할 수 있다.

[0072] 이상에서 실시예를 통해 본 발명을 설명하였으나, 위 실시예는 단지 본 발명의 사상을 설명하기 위한 것으로 이에 한정되지 않는다. 통상의 기술자는 전술한 실시예에 다양한 변형이 가해질 수 있음을 이해할 것이다. 본 발명의 범위는 첨부된 특허청구범위의 해석을 통해서만 정해진다.

부호의 설명

[0073] 1000: 칫솔형 혈당 측정기

100: 헤드부

110: 칫솔모

120: 타액 출입부

121: 타액 출입홀

122: 타액 이송관

123: 필터

200: 본체부

210: 혈당 측정부

211: 감지층

212: 압전기판

213: IDT전극

214: 가이딩층

220: 데이터 처리부

230: 세척부

231: 세척액 보관 유닛

232: 세척액 이송관

240: 치약 공급부

241: 치약 보관 유닛

242: 치약 배출관

243: 치약 배출홀

250: 통신부

260: 디스플레이부

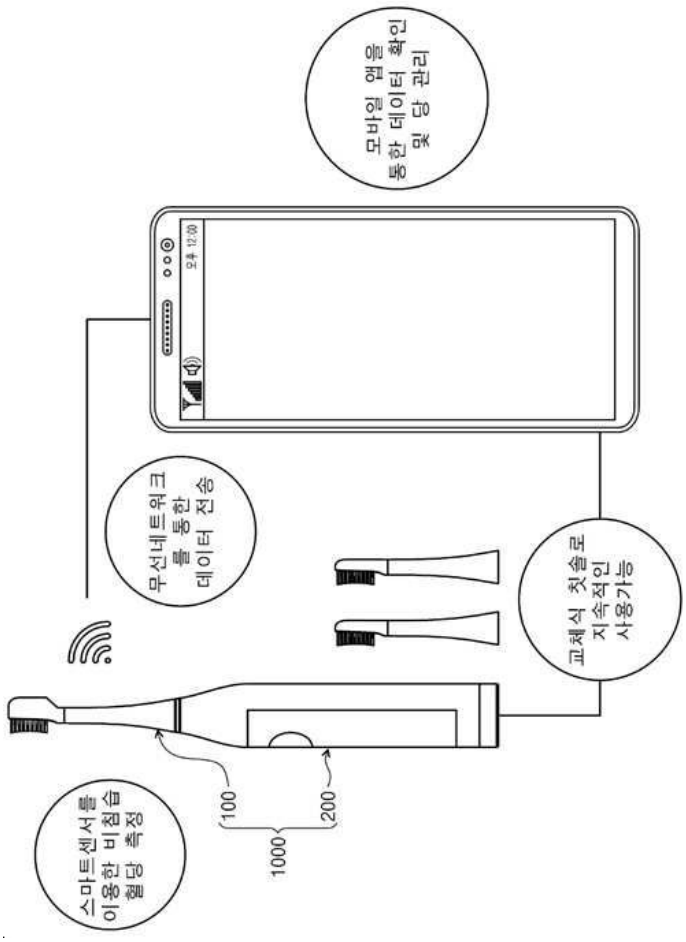
270: 배터리

280: 충전부

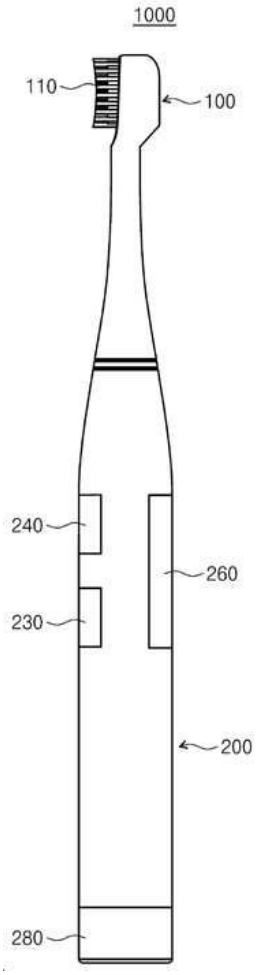
200: 본체부

도면

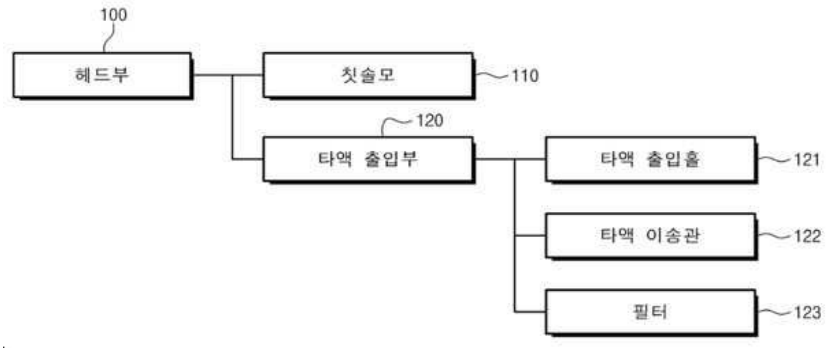
도면1



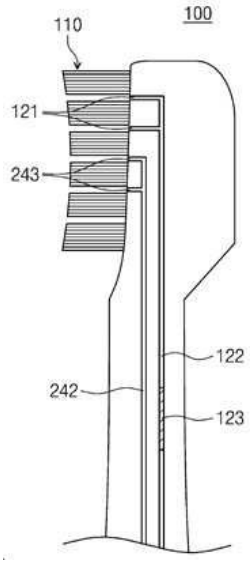
도면2


1000
110
100
240
260
230
200
280

도면3


100
헤드부
칫솔모
110
120
타액 출입부
타액 출입홀
121
타액 이송관
122
필터
123

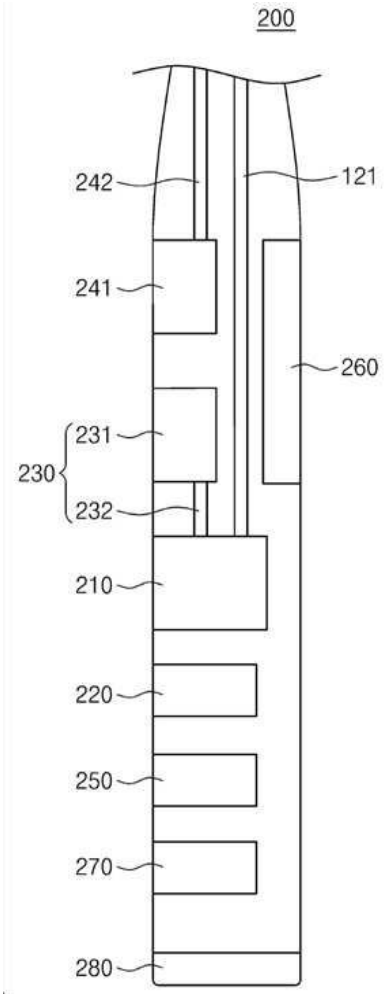
도면4


110
100
121
243
122
242
123

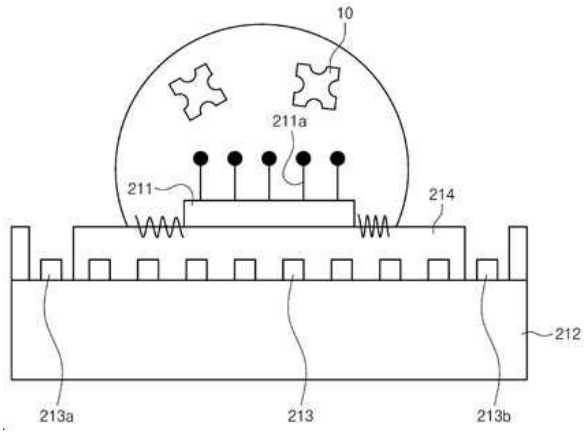
도면5


200
본체부
혈당 측정부
210
데이터 처리부
220
세척부
230
치약 공급부
240
통신부
250
디스플레이부
260
배터리
270
충전부
280
감지층
211
압전기판
212
IDT전극
213
가이딩층
214
세척액 보관 유닛
231
세척액 이송관
232
치약 보관 유닛
241
치약 배출관
242
치약 배출홀
243

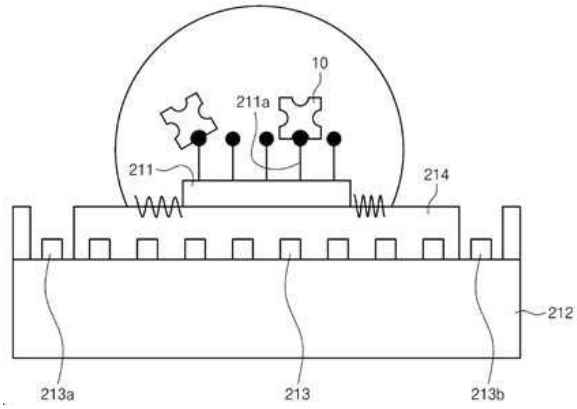
도면6


200
242
121
241
260
231
230
232
210
220
250
270
280

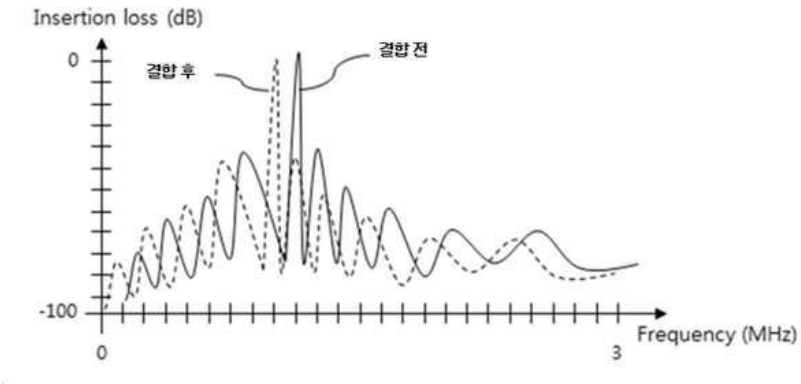
도면7


10
211a
211
214
212
213a
213
213b

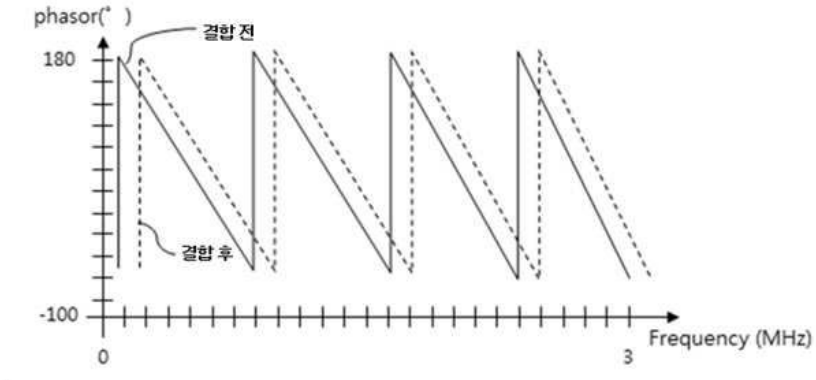
도면8


10
211a
211
214
212
213a
213
213b

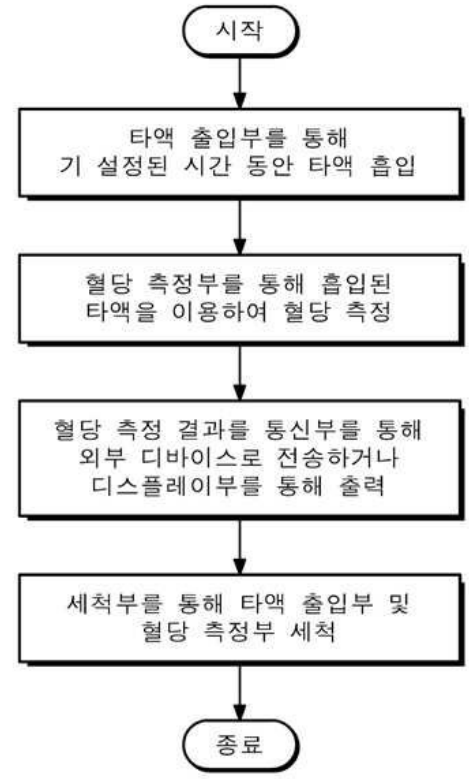
도면9


Insertion loss (dB)
0
결합 후
결합 전
-100
0
3
Frequency (MHz)

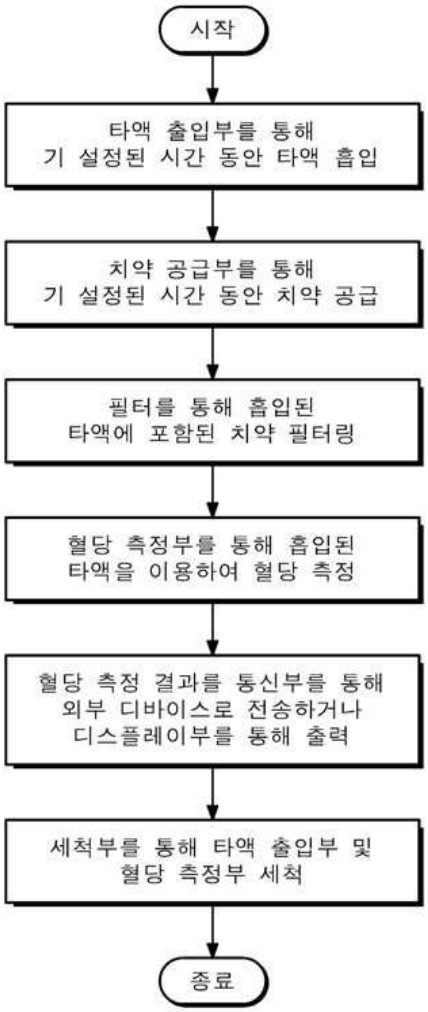
도면10


phasor(°)
결합 전
180
결합 후
-100
0
3
Frequency (MHz)

도면11


시작
타액 출입부를 통해
기 설정된 시간 동안 타액 흡입
혈당 측정부를 통해 흡입된
타액을 이용하여 혈당 측정
혈당 측정 결과를 통신부를 통해
외부 디바이스로 전송하거나
디스플레이부를 통해 출력
세척부를 통해 타액 출입부 및
혈당 측정부 세척
종료

도면12


시작
타액 출입부를 통해
기 설정된 시간 동안 타액 흡입
치약 공급부를 통해
기 설정된 시간 동안 치약 공급
필터를 통해 흡입된
타액에 포함된 치약 필터링
혈당 측정부를 통해 흡입된
타액을 이용하여 혈당 측정
혈당 측정 결과를 통신부를 통해
외부 디바이스로 전송하거나
디스플레이부를 통해 출력
세척부를 통해 타액 출입부 및
혈당 측정부 세척
종료