



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0036613
(43) 공개일자 2017년04월03일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 21/63 (2006.01) G01N 21/64 (2006.01)
G01N 33/58 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G01N 21/636 (2013.01)
G01N 21/6408 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-0117040
- (22) 출원일자 2016년09월12일
심사청구일자 없음
- (30) 우선권주장
14/863,933 2015년09월24일 미국(US)

- (71) 출원인
존슨 앤드 존슨 비전 케어, 인코포레이티드
미국 플로리다주 32256 잭슨빌 센츄리온 파크웨이 7500
- (72) 발명자
플릿치 프레데릭 에이.
미국 뉴욕 12553 뉴 윈저 트윈 폰즈 로드 25
곤잘레스 조지
미국 워싱턴 디시 20001 메사츄세츠 애비뉴 노스 웨스트 450
퓨 렌달 비.
미국 플로리다 32256 잭슨빌 센츄리온 파크웨이 7500
- (74) 대리인
장훈

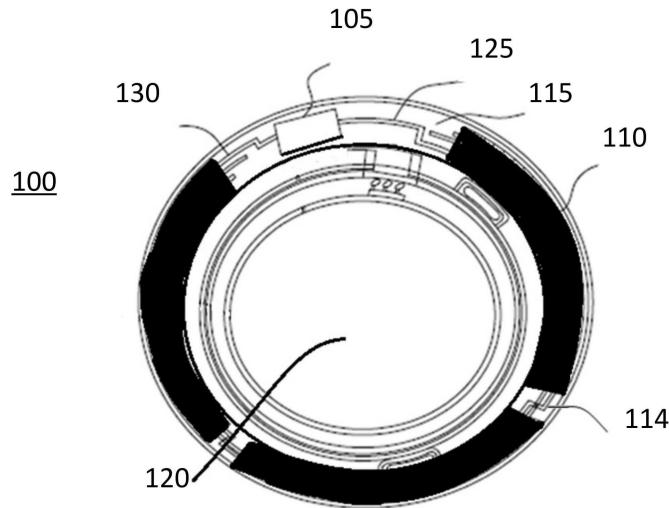
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 생의학 디바이스에서 사용하기 위한 양자점 분광계 및 사용 방법

(57) 요약

분광 분석을 위한 양자점들의 생의학 디바이스들 내로의 통합을 위한 디바이스 및 방법이 개시되어 있다. 일부 예에서, 양자점들은 광 방출기들, 광 필터들 또는 분석물 특이적 염료들로서 작용한다. 일부 예에서, 장치 및 방법에 대한 사용 분야는 분광 분석으로부터 이익을 얻는 임의의 생의학 디바이스 또는 제품을 포함할 수 있다.

대표도 - 도1a



(52) CPC특허분류
G01N 33/588 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

생의학 디바이스로서,

제1 및 제2 전류 콜렉터(current collector), 캐소드(cathode), 애노드(anode), 및 전해질을 포함하는 동력공급 요소;

양자점 광 방출기, 광검출기, 및 상기 양자점 분광계로부터 사용자에게 정보를 통신하는 수단을 포함하고, 동력공급 요소에 의해 동력공급되는 양자점 분광계; 및

상기 동력공급 요소 및 상기 양자점 분광계를 포함하고, 상기 생의학 디바이스가 작동하는 생의학 환경으로부터 상기 동력공급 요소를 분리하는 삽입체 디바이스를 포함하는, 생의학 디바이스.

청구항 2

제1항에 있어서, 마이크로유체 펌프를 추가로 포함하고, 상기 마이크로유체 펌프는 유체의 샘플을, 분석을 위하여 상기 양자점 분광계를 향하게 또는 그로부터 멀어지게 하는 기능을 하는, 생의학 디바이스.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 생의학 디바이스는 안과용 디바이스인, 생의학 디바이스.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 생의학 디바이스는 콘택트 렌즈인, 생의학 디바이스.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 생의학 디바이스는 전자 알약(electronic pill)인, 생의학 디바이스.

청구항 6

분석물을 분석하는 방법으로서,

생의학 디바이스 상으로 양자점 광 방출기를 제조하는 단계;

상기 생의학 디바이스 상으로 광검출기를 제조하는 단계;

상기 생의학 디바이스 내에서 상기 양자점 방출기 및 광검출기를, 상기 양자점 방출기 및 광검출기의 기능을 지시할 수 있는 집적 회로 제어기에 접속하는 단계;

상기 양자점 광 방출기로부터 좁은 파장 대역을 방출하는 단계;

전달된 광자들을 상기 광검출기 내로 수신하는 단계; 및

수신된 광자들의 세기에 기초하여 분석물의 흡수율을 분석하는 단계를 포함하고,

상기 생의학 디바이스는 제1 및 제2 전류 콜렉터, 캐소드, 애노드, 및 전해질을 포함하는 동력공급 요소를 포함하고;

상기 양자점 방출기는 상기 동력공급 요소에 의해 동력공급되는, 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 분석물들의 샘플을, 상기 분석물들을 분석하기 전에, 양자점 분광계 채널 내로 펄핑하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 생의학 디바이스는 콘택트 렌즈인, 방법.

청구항 9

제6항에 있어서, 상기 생의학 디바이스는 전자 알약인, 방법.

청구항 10

생의학 디바이스로서,

동력공급 요소;

외부 캡슐화 경계로서, 상기 경계의 적어도 일부는 재진입 캐비티(cavity)를 형성하고, 상기 캐비티의 측벽은 광이 선택된 스펙트럼 대역 내를 통과하게 하는, 상기 외부 캡슐화 경계;

상기 캐비티의 상기 측벽의 일 측을 통하여, 상기 캐비티의 개재 공간을 통하여, 그리고 상기 캐비티의 상기 측벽의 원위 측을 통하여 광을 방출하도록 설치된 양자점 광 방출기;

상기 외부 캡슐화 경계 내의 상기 캐비티의 상기 원위 측 상에 설치된 광검출기;

무선 주파수 송수신기; 및

상기 광검출기로부터의 신호가, 상기 무선 주파수 송수신기에 의해 상기 생의학 디바이스 외부로 전달되는 디지털 데이터 값으로 변환되는 아날로그-디지털 변환기를 포함하는, 생의학 디바이스.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 디바이스는 콘택트 렌즈인, 생의학 디바이스.

청구항 12

제10항에 있어서, 상기 디바이스는 전자 알약인, 생의학 디바이스.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 전자 알약은 상기 광검출기에서 수신된 상기 신호에 기초하여 약물의 방출이 제어가능한 방출 메커니즘을 포함하는, 생의학 디바이스.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 광검출기에서 수신된 상기 신호는 디지털 신호로 변환되고 외부 수신기로 통신되며, 상기 외부 수신기에서, 알고리즘이 분석물의 농도를 계산하고 약물의 방출을 위한 시간 값을 결정하는, 생의학 디바이스.

청구항 15

제12항에 있어서, 상기 전자 알약은 양자점 염료의 상기 캐비티 내로의 방출이 제어가능한 방출 메커니즘을 포함하고, 상기 염료는 분석물 분자들과 반응하여 상기 양자 광 방출기가 상기 양자점 염료를 여기시켜 광을 방출하게 하는, 생의학 디바이스.

청구항 16

생의학 디바이스로서,

동력공급 요소;

외부 캡슐화 경계로서, 상기 경계의 적어도 일부는 유체 샘플이 외부 영역으로부터 상기 생의학 디바이스 내로 지나가게 하도록 작동하는 전기 제어된 포어(pore)를 포함하는, 상기 외부 캡슐화 경계;

분석물 특이적 염료를 포함하는 시약과 상기 유체 샘플을 혼합하도록 작동하는 마이크로유체 프로세싱 칩(chip);

상기 마이크로유체 프로세싱 칩의 일부를 통하여 광을 방출하도록 설치된 양자점 광 방출기;

상기 양자점 광 방출기로부터의 상기 마이크로유체 프로세싱 칩의 원위 측 상에 설치된 광검출기로서, 상기 양자점 광 방출기에 의해 방출된 광이 상기 마이크로유체 프로세싱 칩의 상부 표면을 통하여, 상기 마이크로유체 프로세싱 칩의 샘플 분석 영역을 통하여, 상기 마이크로유체 프로세싱 칩의 하부 표면을 통하여, 그리고 상기 광검출기 내로 진행되는, 상기 광검출기;

무선 주파수 송수신기; 및

상기 광검출기로부터의 신호가, 상기 무선 주파수 송수신기에 의해 상기 생의학 디바이스 외부로 전달되는 디지털 데이터 값으로 변환되는 아날로그-디지털 변환기를 포함하는, 생의학 디바이스.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 디바이스는 콘택트 렌즈인, 생의학 디바이스.

청구항 18

제16항에 있어서, 상기 디바이스는 전자 알약인, 생의학 디바이스.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 전자 알약은 상기 광검출기에서 수신된 상기 신호에 기초하여 약물의 방출이 제어가능한 방출 메커니즘을 포함하는, 생의학 디바이스.

청구항 20

제18항에 있어서, 상기 전자 알약은 양자점 염료의 상기 마이크로유체 프로세싱 칩 내로의 방출이 제어가능한 방출 메커니즘을 포함하고, 상기 염료는 분석물 분자들과 반응하여 상기 양자점 광 방출기가 상기 양자점 염료를 여기시켜 상기 분석물 분자들의 농도와 상관된 세기를 갖는 광을 방출하게 하는, 생의학 디바이스.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 생의학 디바이스들에서 사용하기 위한 양자점 분광계들이 본 명세서에서 설명되고 있다. 일부 예시적인 실시예에서, 디바이스들의 기능은 디바이스의 사용자에게 대한 개인맞춤형 생분석(bioanalysis)을 수행하기 위하여 바이오메트릭 정보를 수집하는 것을 수반한다.

배경 기술

[0002] 최근, 의료 디바이스들의 개수 및 그들의 기능이 빠르게 발전하기 시작했다. 이들 의료 디바이스는, 예를 들어, 이식형 심장 박동 조절기, 생물학적 기능을 모니터링 및/또는 테스트하기 위한 전자 알약(electronic pill), 능동 콤포넌트를 갖는 외과용 디바이스, 콘택트 렌즈, 주입 펌프, 및 신경 자극기를 포함할 수 있다. 이들 디바이스는, 종종, 디바이스가 바이오메트릭 데이터를 수집, 저장, 및 분배하기 위한 최적의 툴이 되게 하는 생물학적 및 화학적 시스템에 노출되어 이들과 상호작용한다.

[0003] 일부 의료 디바이스는 바이오메트릭 수집을 비롯한 다양한 기능들을 수행하는 반도체 디바이스와 같은 콤포넌트들을 포함할 수 있고, 많은 생체적합형 및/또는 이식형 디바이스 내에 포함될 수 있다. 그러한 반도체 콤포넌트는 에너지를 필요로 하며, 따라서, 동력공급 요소가 또한 그러한 생체적합형 디바이스에 포함되어야 한다. 바이오메트릭 정보를 수집할 수 있는 생의학 디바이스에서의 자족적 에너지의 추가는 디바이스가 디바이스의 사용자를 위한 개인맞춤형 바이오메트릭 분석을 수행할 수 있게 할 것이다.

[0004] 바이오메트릭 정보 수집의 일 태양은 분석물을 대응하는 효소에, 예컨대, 글루코스를 유체 매체에서 글루코스의 검출을 위한 글루코스 옥시다제에 페어링하는 능력에 포커스를 두었다. 바이오메트릭 정보 수집의 다른 태양은 광원이 매체를 통하여 광을 비추고 이는 이어서 검출기에 의해 수집되고 흡수된 광의 양에 대해 분석되는 - 분광계와 유사함 - 광의 사용에 포커스를 둘 수 있다. 분광계는 물리적, 화학적, 및 생물학적 연구에서 폭넓게 사용되지만; 현재의 마이크로-분광계 설계들은 광자 효율, 분해능, 및 스펙트럼 범위를 제한하는 간섭측정 광학계 및 간섭 필터를 대부분 사용한다. 그럼에도 불구하고, 분광 데이터의 획득을 지원하는 데 양자점들을 이용하는 기술들 및 시약들의 개발에 의해 가능한 소형화는 생의학 디바이스들의 그들의 환경의 화학적 상태들을 감

지하는 능력의 상당한 진전을 허용할 수 있다.

[0005] 양자점(QD)은 반도체 재료로 통상 제조되는 나노결정이다. 결정이 "나노-크기"인 경우, 이는 양자 기계적 특성을 나타내기엔 충분히 작아진다. QD들을 둘러싼 기술들은 이러한 양자 기계적 거동을 이용하여 QD들의 흥미로운 광학적 특성을 야기한다. 그러므로, 양자점 분광법을 위한 그리고 양자점들의 사용을 위한 생의학용 신규 디바이스들이 유용할 수 있다.

발명의 내용

[0006] 따라서, 동력수급 생의학 디바이스들 상에서 또는 그 내에서 발광원, 필터, 염료 및 협대역 및 광대역 분광계들로서 QD들의 사용을 위한 디바이스 및 방법은 동력수급 생의학 디바이스들이 사용자의 신체 상의 또는 그 내의 분석물을 특정적으로 그리고 정밀하게 검출할 수 있게 할 수 있다. 양자점은 높은 레벨의 주도(consistency) 및 순도로 제조될 수 있는 극히 작은 독립체이다. 양자점 제조 프로세스가 상이한 크기들 및 재료들에 맞춰 조정될 수 있기 때문에, 거의 임의적인 양의 주파수들이 QD의 유형으로부터의 스펙트럼 응답에 대해 조정될 수 있다. 따라서, 발광원으로서, 미세 라인 형광 광원이 결과적인 고 산출 형광 발광을 갖는 QD들의 여기로부터 형성될 수 있다. 필터로서 QD들의 이용을 위해, 조정가능 투과 응답이 달성될 수 있다. 그러므로, 광대역 분광학의 관점을 생성하기 위하여 수백 개의 특유의 조정된 스펙트럼 필터들을 포함하는 분광계들을 생성하는 것이 용이할 수 있다. QD들의 다른 추가의 스펙트럼 적합성은 개별 QD들이 표면에 결합하고 그들의 형광을 켜칭(quenching)하는 분자들을 가질 수 있다는 사실에 기인할 수 있다. 이들 켜칭 분자들은 분석물들에 결합하도록 선택 및 설계될 수 있고, 그렇게 하는 한, 이들이 켜칭하고 있는 QD로부터 커플링 해제되어, 분석물 연구를 위한 민감한 형광 탐침들을 가져온다.

[0007] 하나의 대체적인 태양은 제1 및 제2 전류 콜렉터(current collector), 캐소드(cathode), 애노드(anode) 및 전해질을 포함하는 동력공급 요소를 포함하는 생의학 디바이스를 형성하는 것을 포함한다. 생의학 디바이스는 또한 양자점 분광계를 포함할 수 있는데, 양자점 분광계는 양자점 광 방출기, 광검출기, 및 양자점 분광계로부터 사용자에게 정보를 통신하는 수단을 포함할 수 있다. 양자점 분광계는 동력공급 요소에 의해 동력공급된다. 생의학 디바이스는 또한 삽입체 디바이스를 포함할 수 있다. 이러한 삽입체 디바이스는 동력공급 요소 및 양자점 분광계를 포함할 수 있다. 삽입체 디바이스는 이러한 생의학 디바이스가 작동하는 생의학 환경으로부터 동력공급 요소를 분리하는 캡슐을 생성할 수 있다.

[0008] 생의학 디바이스는 마이크로유체 펌프를 추가로 포함할 수 있다. 마이크로유체 펌프는 유체의 샘플을, 분광계가 분석을 위하여 사용되는 경우, 양자점 분광계를 향하게 또는 그로부터 멀어지게 하는 기능을 한다. 일부 예에서, 생의학 디바이스는 안과용 디바이스일 수 있다. 일부 예에서, 생의학 디바이스는 콘택트 렌즈일 수 있다. 일부 예에서, 생의학 디바이스는 전자 알약일 수 있다.

[0009] 구현예에는 분석물들을 분석하는 방법이 포함될 수 있다. 본 방법은 생의학 디바이스 내로 양자점 광 방출기를 제조하는 단계를 포함할 수 있다. 또한, 광검출기가 생의학 디바이스 내로 포함될 수 있다. 본 방법은 양자점 방출기 및 광검출기를 집적 회로 제어기에 접속하는 단계를 포함할 수 있는데, 이러한 제어기는 양자점 방출기 및 광검출기의 기능을 지시할 수 있다. 본 방법은 양자점 광 방출기로부터 좁은 파장 대역을 방출하는 단계를 추가로 포함할 수 있다. 본 방법은 전달된 광자들을 광검출기 내로 수신하는 단계를 포함할 수 있다. 일부 구현예에서, 본 방법은 수신된 광자들의 세기에 기초하여 분석물의 흡수율을 분석하는 단계를 계속할 수 있다. 생의학 디바이스는 제1 및 제2 전류 콜렉터, 캐소드, 및 애노드 및 전해질을 포함할 수 있는 동력공급 요소를 포함할 수 있고, 분광계는 동력공급 요소에 의해 동력공급된다. 본 방법은 분석물들의 샘플을, 분석물들을 분석하기 전에, 양자점 분광계 채널 내로 펌핑하는 단계를 추가로 포함할 수 있다. 일부 구현예에서, 본 방법은 생의학 디바이스가 콘택트 렌즈인 예를 수반할 수 있다. 본 방법은 또한 생의학 디바이스가 전자 알약인 예를 수반할 수 있다.

[0010] 하나의 대체적인 태양은 동력공급 요소를 포함하는 생의학 디바이스를 포함한다. 생의학 디바이스는 외부 캡슐화 경계를 포함할 수 있다. 외부 캡슐화 경계는, 유체가 생의학 디바이스의 환경 내로 그리고 그로부터 외부로 유동하게 하면서, 생의학 디바이스에 의해 대체적으로 둘러싸일 수 있는 외부 영역을 생성하는 재진입 캐비티(cavity)를 포함할 수 있다. 생의학 디바이스의 캡슐화 층들은 광이 중요한 스펙트럼 대역들에서 이들을 통과하게 할 수 있다. 재진입 채널은 광자 방출기들 및 검출기들에 의해 라이닝될 수 있다.

[0011] 일부 구현예에서, 생의학 디바이스는 광이 캐비티의 측벽의 일 측을 통과하고 캐비티의 개재 공간을 통하여 방출하도록 설치된 양자점 광 방출기를 포함할 수 있다. 광은 캐비티의 측벽의 반대 또는 원위 측을 통하여 추가로

진행할 수 있다. 타 측 상에는 많은 광검출기들이 외부 캡슐화 경계 내에서 설치될 수 있다. 생의학 디바이스는 또한 무선 주파수 송수신기 및 아날로그-디지털 변환기를 포함할 수 있다. 광검출기로부터의 신호가 아날로그-디지털 변환기에 의해, 무선 주파수 송수신기에 의해 전달될 수 있는 데이터 값으로 변환될 수 있다. 일부 예에서, 생의학 디바이스는 콘택트 렌즈 또는 전자 알약일 수 있다. 전자 알약의 예에서, 알약은 또한 약물의 방출이 제어가능한 방출 메커니즘을 포함할 수 있다. 검출기는 디바이스를 위해 피드백 루프를 형성할 수 있고, 그러므로, 알약에 의해 분산되는 약물의 양을 조절할 수 있다.

[0012] QD 분광계를 포함하는 생의학 디바이스의 일부 예에서, 광검출기에서 수신된 신호는 디지털 신호로 변환될 수 있고 외부 수신기로 통신될 수 있다. 이러한 외부 수신기는 분석물의 농도를 계산하고 이어서 원하는 약물의 부수하는 방출량을 결정하는 알고리즘을 수행할 수 있는 프로세서를 포함할 수 있다. 외부 수신기는 데이터 및 제어 신호를 생의학 디바이스로 전송할 수 있다.

[0013] 구현예는 동력공급 요소를 포함하는 생의학 디바이스를 포함할 수 있다. 생의학 디바이스는 또한 외부 캡슐화 경계를 포함할 수 있고, 경계의 적어도 일부는 전기 제어된 포어(pore)를 포함한다. 포어는 유체 샘플이 외부 영역으로부터 생의학 디바이스 내로 지나가게 하도록 작동할 수 있다. 생의학 디바이스는 또한 유체 샘플들 및 시약들을 혼합할 수 있는 마이크로유체 프로세싱 칩(chip)을 포함할 수 있다. 마이크로유체 프로세싱 칩 내의 시약은 분석물 특이적 염료를 포함할 수 있다. 생의학 디바이스는 마이크로유체 프로세싱 칩의 일부를 통하여 광을 방출할 수 있는 양자점 광 방출기를 포함할 수 있다. 디바이스는 또한 마이크로유체 프로세싱 칩의 원위 위치 상에 설치된 광검출기를 포함할 수 있다. 디바이스는 또한 무선 주파수 송수신기를 포함할 수 있다. 구현예는 또한, 광검출기로부터의 신호가, 무선 주파수 송수신기에 의해 생의학 디바이스 외부로 전달되는 디지털 데이터 값으로 변환될 수 있는 아날로그-디지털 변환기를 포함할 수 있다. 이들 예는 콘택트 렌즈, 및 광검출기에서 수신된 신호에 기초하여 약물을 방출할 수 있는 전자 알약인 생의학 디바이스들을 포함할 수 있다.

[0014] 하나의 대체적인 태양은 전자 알약으로서의 생의학 디바이스를 포함하고, 전자 알약은 양자점 염료의 캐비티 내로의 방출이 제어가능한 방출 메커니즘을 포함하고, 염료는 분석물 분자들과 반응하여 양자 광 방출기가 양자점 염료를 여기시켜 광을 방출하게 한다. 생의학 디바이스는 또한 동력공급 요소; 외부 캡슐화 경계로서, 경계의 적어도 일부는 유체 샘플이 외부 영역으로부터 생의학 디바이스 내로 지나가게 하도록 작동하는 전기 제어된 포어를 포함하는, 외부 캡슐화 경계; 분석물 특이적 염료를 포함하는 시약과 유체 샘플을 혼합하도록 작동하는 마이크로유체 프로세싱 칩; 마이크로유체 프로세싱 칩의 일부를 통하여 광을 방출하도록 설치된 양자점 광 방출기; 양자점 광 방출기로부터의 마이크로유체 프로세싱 칩의 원위 측 상에 설치된 광검출기로서, 양자점 광 방출기에 의해 방출된 광이 마이크로유체 프로세싱 칩의 상부 표면을 통하여, 마이크로유체 프로세싱 칩의 샘플 분석 영역을 통하여, 마이크로유체 프로세싱 칩의 하부 표면을 통하여, 그리고 광검출기 내로 진행되는, 광검출기; 무선 주파수 송수신기; 및 광검출기로부터의 신호가 전달되는 디지털 데이터 값으로 변환되는 아날로그-디지털 변환기를 포함한다. 전자 알약은 약물의 그의 방출을 제어할 수 있다. 약물의 방출은 변환된 디지털 데이터 값의 수신에 응답하여 작동하는 제어기에 의해 조절될 수 있다.

[0015] 일부 예에서, 생의학 디바이스는 양자점 염료의 마이크로유체 프로세싱 칩 내로의 방출이 제어가능한 부분을 포함할 수 있다. 염료는 분석물 분자들과 반응할 수 있고, 반응은, 양자점들로부터 특징적 방출을 구분할 수 있는 켄칭 분자들의 존재 없이, 양자점 광 방출기가 양자점들을 여기시키게 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 본 발명의 상기의 그리고 다른 특징들 및 이점들은, 첨부 도면에 예시된 바와 같이, 하기로부터, 더 구체적으로는, 본 발명의 바람직한 실시예들의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다.

도 1a 및 도 1b는 콘택트 렌즈의 예시적인 응용과 협력하는 생체적합성 동력공급 요소의 예시적인 태양을 도시한다.

도 2는 스펙트럼 대역이 양자점 기반 필터(quantum-dot based filter)들을 사용하여 분석될 수 있는 방법을 도시한다.

도 3은 본 발명의 일부 실시예들을 구현하는 데 사용될 수 있는 프로세서를 도시한다.

도 4는 양자점 분광계용 생의학 디바이스에 대한 예시적인 기능 구조 모델을 도시한다.

도 5는 예시적인 양자점 분광계 디바이스를 도시한다.

도 6a는 예시적인 멀티-피스 환형 형상의 형태 삽입체의 평면도를 도시한다.

도 6b는 도 6a의 예시적인 멀티-피스 환형 형상의 형태 삽입체의 제1 확대된 부분 단면도를 도시한다.

도 6c는 도 6a의 예시적인 멀티-피스 환형 형상의 형태 삽입체의 제2 확대된 부분 단면도를 도시한다.

도 7은 샘플링 영역들 및 제어 컴포넌트들뿐만 아니라 예시적인 펌핑 메커니즘을 갖는 양자점 분광계 시스템의 확대된 부분 평면도 섹션을 도시한다.

도 8은 유체 샘플이 마이크로유체 분석 컴포넌트를 통하여 유동하는 예시적인 양자점 분광계 시스템의 부분 평면도 섹션을 도시한다.

도 9는 배설물 저장 요소를 갖는 예시적인 양자점 분광계 시스템 컴포넌트의 평면도 섹션을 도시한다.

도 10은 랩온어칩(lab on a chip) 컴포넌트를 이용한 양자점 분광계 시스템을 위한 예시적인 펌핑 메커니즘의 평면도 섹션을 도시한다.

도 11a 내지 도 11c는 생의학 디바이스 내의 예시적인 양자점 분광계를 도시한다.

도 12는 예시적인 양자점 기반 형광 염료를 도시한다.

도 13은 양자점 기반 분광학에 의한 샘플 분석물 검출을 위한 예시적인 흐름도를 도시한다.

도 14는 본 발명의 태양에 따른 안과용 렌즈를 착용한 사용자의 분석물 레벨을 모니터링하는 데 사용될 수 있는 예시적인 방법 단계들을 도시한다.

도 15는 본 발명의 태양에 따른 안과용 렌즈를 착용한 사용자의 글루코스 레벨을 처리하는 데 사용될 수 있는 예시적인 방법 단계들을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 생의학 디바이스들에 사용될 수 있는 발광원, 필터 및 염료로서 양자점을 사용하는 분광학이 본 명세서에 개시된다. 하기의 섹션에서, 다양한 예들의 상세한 설명이 기술된다. 설명은 단지 예시적인 실시예들이며, 다양한 수정 및 변경이 당업자에게 명백할 수 있다. 따라서, 예들은 본 출원의 범주를 제한하지 않는다. 생의학 디바이스에 사용하기 위한 양자점 기반 분광계, 및 이를 포함하는 구조체는 안과용 렌즈 및 전자 알약과 같은 디바이스에서 사용하기 위해 설계될 수 있다. 일부 예에서, 생의학 디바이스에서 사용하기 위한 양자점을 이용하는 분광학 방법은 생명체의 몸체 내에서, 또는 그에 근접해서 사용하도록 설계될 수 있다.
- [0018] 용어
- [0019] 하기 발명을 실시하기 위한 상세한 설명 및 청구범위에서, 하기의 정의가 적용되는 다양한 용어가 사용될 수 있다.
- [0020] "애노드"는 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 전류가 그를 통해 극성을 띤 전기 디바이스로 흘러들어가는 전극을 지칭한다. 전류의 방향은 통상적으로 전자 흐름 방향에 반대이다. 다시 말하면, 예를 들어, 전자는 애노드에서 전기 회로로 흐른다.
- [0021] "결합체"는 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 기계적 변형에 탄성 반응을 나타낼 수 있고, 다른 동력공급 요소 컴포넌트와 화학적으로 호환가능한 중합체를 지칭한다. 예를 들어, 결합체는 전기활성 재료, 전해질, 중합체 등을 포함할 수 있다.
- [0022] "생체적합성"은 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 특정 응용에서 적절한 숙주 반응과 함께 수행하는 재료 또는 디바이스를 지칭한다. 예를 들어, 생체적합성 디바이스는 생물학적 시스템에 독성의 또는 해로운 영향이 미치지 않는다.
- [0023] "캐소드"는 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 전류가 그를 통해 극성을 띤 전기 디바이스로부터 흘러나오는 전극을 지칭한다. 전류의 방향은 통상적으로 전자 흐름 방향에 반대이다. 따라서, 전자는 극성을 띤 전기 디바이스의 캐소드로 흘러들어가고, 예를 들어, 연결된 전기 회로로부터 흘러나온다.
- [0024] "코팅"은 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 얇은 형태의 재료의 침착을 지칭한다. 일부 사용에서, 상기 용어는 코팅이 형성되는 기재의 표면을 충분히 덮는 얇은 침착물을 지칭할 것이다. 다른 더 많은 특정 사용에서, 상기 용어는 표면의 더 작은 영역의 작고 얇은 침착물들을 설명하기 위하여 사용될 수 있다.

- [0025] "전극"은 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 에너지 공급원 내의 능동형 질량체(active mass)를 지칭할 수 있다. 예를 들어, 이는 애노드 및 캐소드 중 하나 또는 둘 모두를 포함할 수 있다.
- [0026] "동력공급된"은 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 전류를 공급할 수 있거나 내부에 전기 에너지가 저장되도록 할 수 있는 상태를 지칭한다.
- [0027] "에너지"는 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 일을 수행하는 물리적 시스템의 능력을 지칭한다. 동력공급 요소의 많은 용도는 전기적 작용을 수행할 수 있는 능력과 관련될 수 있다.
- [0028] "에너지 공급원" 또는 "동력공급 요소" 또는 "동력공급 디바이스"는 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 에너지를 공급할 수 있거나 논리 디바이스 또는 전기 디바이스를 동력공급된 상태에 놓을 수 있는 임의의 디바이스 또는 층을 지칭한다. 동력공급 요소는 배터리를 포함할 수 있다. 배터리는 알칼리 유형 전지 화학 반응으로 형성될 수 있고 고체 상태 배터리 또는 습전지(wet cell) 배터리일 수 있다.
- [0029] "충전제"는 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 산성 및 알칼리성 전해질 둘 모두와 반응하지 않는 하나 이상의 동력공급 요소 분리를 지칭한다. 대체적으로, 충전제는 실질적으로 수불용성인 재료들, 예컨대, 카본 블랙; 분탄; 흑연; 금속 산화물 및 수산화물, 예컨대, 규소, 알루미늄, 칼슘, 마그네슘, 바륨, 티타늄, 철, 아연, 및 주석의 산화물; 금속 탄산염, 예컨대, 칼슘 및 마그네슘의 탄산염; 미네랄, 예컨대, 운모, 몬모틸로나이트, 카올리나이트, 애터필사이트, 및 활석; 합성 및 천연 제올라이트, 예컨대, 포틀랜드 시멘트(Portland cement); 침강형 금속 규산염, 예컨대, 규산칼슘; 중공 또는 중실 중합체 또는 유리 미세구체, 플레이크(flake) 및 섬유; 등을 포함한다.
- [0030] "기능화된"은 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 예를 들어, 층 또는 디바이스가 에너지 공급, 활성화, 및/또는 제어를 포함하는 기능을 수행할 수 있게 하는 것을 지칭한다.
- [0031] "이온화 염"은 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 용액 내에 용해된 이온을 생성하기 위하여 용매 내에 용해될 이온성 고체를 지칭한다. 많은 예에서, 용매는 물을 포함할 수 있다.
- [0032] "금형"은 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 경화되지 않은 제제로 3차원 물체를 형성하기 위해 사용될 수 있는 경성 또는 반-경성 물체를 지칭한다. 일부 예시적인 금형은, 다른 하나에 대항할 때, 3차원 물체의 구조를 형성하는 두 금형 부분품을 포함한다.
- [0033] "동력"은 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 단위 시간당 행해진 일 또는 전달된 에너지를 지칭한다.
- [0034] "재충전가능한" 또는 "동력 재공급가능한"은 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 보다 높은 일 수행 능력을 갖는 상태로 복원되는 능력을 지칭한다. 많은 용도는 소정의 회복 기간 동안 소정의 비율로 전류를 흘리는 능력이 복원되는 능력에 관계될 수 있다.
- [0035] "동력 재공급" 또는 "재충전"은 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 보다 높은 일 수행 능력을 갖는 상태로 복원하는 것을 지칭한다. 많은 용도는 소정의 회복 기간 동안 소정의 비율로 전류를 흘리는 능력으로 디바이스를 복원하는 것에 관계될 수 있다.
- [0036] "이형된"은 본 명세서에 사용되고 종종 "금형으로부터 이형된"으로 지칭되는 바와 같이, 3차원 물체가 금형으로부터 완전히 분리되거나, 금형에 단지 느슨하게 부착되어, 약한 교반으로 분리될 수 있도록 하는 것을 의미한다.
- [0037] "적층된"은 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 적어도 2개의 콤포넌트 층을 서로 근접하게 배치하여 층들 중 하나의 일 표면의 적어도 일부분이 제2 층의 제1 표면과 접촉하게 하는 것을 의미한다. 일부 예에서, 코팅부가, 접착을 위해서든 다른 기능을 위해서든 간에, 상기 코팅부를 통해 서로 접촉하는 두 층 사이에 존재할 수 있다.
- [0038] "트레이스"는 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 회로 콤포넌트를 함께 접속시킬 수 있는 동력공급 요소 콤포넌트를 지칭한다. 예를 들어, 기제가 인쇄 회로 기판일 때 회로 트레이스는 구리 또는 금을 포함할 수 있고, 전형적으로는, 가요성 회로에서 구리, 금 또는 인쇄된 필름일 수 있다. "트레이스"의 특정 유형은 전류 콜렉터이다. 전류 콜렉터는 전류 콜렉터를 전해질의 존재 시에 애노드 또는 캐소드로 그리고 그로부터 전자를 전도하는 데 사용하기에 적합하게 하는 전기화학적 상용성을 갖는 트레이스이다.
- [0039] 본 명세서에 기재된 방법 및 장치는 평탄한 또는 3차원인 생체적합성 디바이스의 내에 또는 그 위에 포함되기 위한 생체적합성 동력공급 요소를 형성하는 것에 관한 것이다. 동력공급 요소의 특정 유형은 층들로 제조된 배터리일 수 있다. 층들은 또한 라미네이트 층들로서 분류될 수 있다. 이러한 방식으로 형성된 배터리는 층형

배터리(laminar battery)로서 분류될 수 있다.

[0040] 본 발명에 따른 배터리들을 조립 및 구성하는 방법의 다른 예들이 있을 수 있고, 일부는 하기 섹션에서 설명될 수 있다. 그러나, 많은 이들 예의 경우, 자체에 기술되어 있을 수 있는 배터리들의 선택된 파라미터들 및 특징들이 존재한다. 하기 섹션에서는, 일부 특징들 및 파라미터들에 포커스가 맞춰질 것이다.

[0041] 예를 들어 안과용 렌즈를 비롯한 생의학 디바이스들에 있어서의 최근 개발은 동력공급될 수 있는 기능화된 생의학 디바이스들을 가능하게 하였다. 동력수급 생의학 디바이스들은 매립되는 마이크로 전자장치들을 이용하여 사용자의 분석물을 수집 및 분석하는 데 필요한 요소들을 포함할 수 있다. 마이크로 전자장치들을 이용하는 추가 기능은, 예를 들어, 사용자에 대한 청각적, 시각적, 및 햅틱 피드백을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 생의학 디바이스들에서 사용하기 위한 양자점 분광계는 하나 이상의 무선 디바이스(들)와 무선 통신할 수 있고, 비정상적인 분석물 농도 및 상관된 원인의 판단을 위해 실시간으로 사용될 수 있는 신호 데이터를 수신할 수 있다. 무선 디바이스(들)는, 예를 들어, 스마트폰 디바이스, 태블릿, 개인용 컴퓨터, FOB, MP3 플레이어, PDA, 및 다른 유사한 디바이스들을 포함할 수 있다.

[0042] 동력수급 안과용 디바이스

[0043] 도 1a를 참조하면, 양자점 기반 분광학의 작동을 지원할 수 있는 동력수급 생의학 디바이스 구조체의 예를 제공하기 위하여 동력수급 안과용 디바이스에 대한 매체 삽입체(100)의 예시적인 실시예 및 대응하는 동력수급 안과용 디바이스(150)(도 1b)가 도시되어 있다. 매체 삽입체(100)는 시력 교정을 제공하도록 기능할 수 있거나 기능하지 않을 수 있는 광학 구역(120)을 포함할 수 있다. 안과용 디바이스의 동력수급 기능이 시력과 무관한 경우, 매체 삽입체의 광학 구역(120)은 재료가 결여될 수 있다. 일부 예시적인 실시예들에서, 매체 삽입체는 동력공급 요소들(110)(동력원) 및 전자 콤포넌트들(105), 예컨대, 분광계가 통합된 기재(115)를 포함하는 광학 구역(120)에 있지 않는 부분을 포함할 수 있다. 동력공급 요소들(110)은 회로 요소에 접속될 수 있고, 회로 요소는 상호접속 특징부들(125)이 상부에 위치될 수 있는 그 자신의 기재(111)를 가질 수 있다. 집적 회로의 형태일 수 있는 회로는 기재(111) 및 그의 상호접속 특징부들(125)에 전기 및 물리적으로 접속될 수 있다. 동력공급 요소들(110)은 그 자신의 상호접속 특징부들을 가져서, 상호접속부(114)의 영역 아래에 놓인 것으로 도시될 수 있는 바와 같이 요소들을 함께 결합할 수 있다.

[0044] 일부 예시적인 실시예에서, 동력원 또는 동력공급 요소(110)(예를 들어, 배터리) 및 부하, 예컨대, 전자 콤포넌트(105)(예를 들어, 분광계)는 기재(115)에 부착될 수 있다. 상호접속 특징부들(125, 130)로 지칭되는 전도성 트레이스들은 전자 콤포넌트들(105)과 동력공급 요소들(110)을 전기적으로 상호접속시킬 수 있다. 매체 삽입체(100)는 동력공급 요소들(110), 상호접속 특징부들(125), 및 전자 콤포넌트들(105), 예컨대, 분광계를 보호 및 수용하도록 완전히 캡슐화될 수 있다. 일부 예시적인 실시예들에서, 캡슐화 재료는, 예를 들어 물과 같은 특정 물질이 매체 삽입체로 유입되는 것을 방지하기 위해 그리고 주위 기체 또는 동력공급 요소들 내의 반응 부산물과 같은 특정 물질이 매체 삽입체로 침투하거나 그로부터 배출되는 것을 허용하기 위해 반투과성일 수 있다.

[0045] 일부 예시적인 실시예들에서, 도 1b에 도시된 바와 같이, 매체 삽입체(100)는 중합체 생체적합성 재료를 포함할 수 있는 안과용 디바이스(150) 내에 포함될 수 있다. 안과용 디바이스(150)는 강성 중심부, 연성 스커트 설계를 포함할 수 있는데, 중심부의 강성 광학 요소가 매체 삽입체(100)를 포함한다. 일부 특정 실시예들에서, 매체 삽입체(100)는 각각의 전방 표면 및 후방 표면 상에서 대기 및 각막 표면과 직접 접촉할 수 있거나, 또는, 대안적으로, 매체 삽입체(100)는 안과용 디바이스(150) 내에 캡슐화될 수 있다. 안과용 디바이스(150) 또는 렌즈의 주연부(155)는, 예를 들어 하이드로겔 재료를 비롯한 연성 스커트 재료일 수 있다. 매체 삽입체(100) 및 안과용 디바이스(150)의 기반구조는, 삽입체를 둘러싼 생의학 환경으로부터 내부 콤포넌트들을 분리시키면서, 양자점 기반 분석 요소들에 의한 유체 샘플 프로세싱을 수반하는 많은 실시예들을 위한 환경을 제공할 수 있다.

[0046] 분석물 분석을 위한 형광 기반 탐침 요소

[0047] 다양한 유형의 분석물들이 형광 기반 분석 기술들을 이용하여 검출 및 분석될 수 있다. 이러한 기술들의 서브 세트는 분석물 자체로부터의 직접적인 형광 방출을 수반할 수 있다. 기술들의 보다 포괄적인 세트는 분석물 분자들에 결합하고, 그렇게 결합하는 한, 형광 시그니처를 변경시키는 성분들을 갖는 형광 탐침과 관련된다. 예를 들어, FRET(Förster Resonance Energy Transfer)에서, 탐침은 상호작용하는 단백질들에 화학적으로 부착될 수 있는 2 개의 형광단들의 조합으로 구성된다. 형광단들의 서로의 거리는 그로부터 방출되는 형광 신호의 효율성에 영향을 미칠 수 있다.

[0048] 형광단들 중 하나는 여기 조사 신호를 흡수할 수 있고, 여기를 다른 형광단에서의 전자 상태로 공명하여 전달할

수 있다. 부착된 상호작용 단백질들에 분석물들이 결합하는 것은 기하학적 형상을 교란할 수 있고 형광단들의 페어(pair)로부터의 형광 방출에서의 변화를 야기할 수 있다. 결합 부위들은 상호작용 단백질들 내로 유전자적으로 프로그래밍될 수 있으며, 예를 들어 글루코스에 민감한 결합 부위가 프로그래밍될 수 있다. 일부 경우에, 생성된 부위는 원하는 샘플의 간질 유체들 내의 다른 성분들에 덜 민감하거나 둔감할 수 있다.

[0049] FRET 탐침에 분석물이 결합하는 것은 글루코스 농도에 민감한 형광 신호를 산출할 수 있다. 일부 예시적인 실시예들에서, FRET 기반 탐침은 10 μM 과 같이 작은 글루코스 농도에 민감할 수 있으며, 최대 수백 마이크로몰의 농도에 민감할 수 있다. 다양한 FRET 탐침들이 유전자적으로 설계 및 형성될 수 있다. 생성된 탐침들은 사용자의 간질 유체들의 분석을 보조할 수 있는 구조들로 구성될 수 있다. 일부 예시적인 실시예들에서, 탐침들은 간질 유체들 및 이들의 콤포넌트들 내로 침투가능한 재료의 매트릭스 내에 위치될 수 있는데, 예를 들어 FRET 탐침들은 하이드로겔 구조들 내로 조립될 수 있다. 일부 예시적인 실시예들에서, 이들 하이드로겔 탐침은 눈에 착용된 경우에 누액에 침지되는 하이드로겔 캡슐 내에 있을 수 있도록 하는 방식으로 안과용 콘택트 렌즈의 하이드로겔 기반 프로세싱 내에 포함될 수 있다. 다른 예시적인 실시예들에서, 탐침은 공막 바로 위의 안구 조직 내에 삽입될 수 있다. 형광 발광 분석물 민감성 탐침을 포함하는 하이드로겔 매트릭스는 분석물을 포함하는 신체 유체와 접촉하게 되는 다양한 위치들에 배치될 수 있다.

[0050] 제공된 예들에서, 형광 탐침은 공막 근처의 눈 영역의 간질 유체와 접촉해 있을 수 있다. 탐침이 침습적으로 매립되는 이러한 경우에, 감지 디바이스는 눈의 외부 위치로부터, 예컨대 눈과 근접하여 유지되는 안과용 렌즈 또는 핸드헬드 디바이스로부터, 형광 탐침 상에 입사되는 방사선 신호를 제공할 수 있다.

[0051] 다른 예시적인 실시예들에서, 탐침은 안과용 렌즈 내에 또한 매립되어 있는 형광 감지 디바이스에 근접하여 안과용 렌즈 내에 매립될 수 있다. 일부 예시적인 실시예들에서, 하이드로겔 스퀴트트가 형광 검출기를 갖는 안과용 삽입체뿐만 아니라 FRET 기반 분석물 탐침 둘 모두를 캡슐화할 수 있다.

[0052] 양자점 분광학

[0053] 소형 분광 디바이스들은 사용자에게 다양한 분석물들의 농도를 측정 및 제어할 수 있는 능력을 갖는 생의학 디바이스들을 창안하는 데 있어서 중요한 지원부의 것일 수 있다. 예를 들어, 글루코스의 계량은 다양한 종류의 약물 치료 후에 환자 내의 재료의 변동을 제어하는 데 이용될 수 있다. 현재 마이크로분광계 설계는 주로 간섭 필터 및 간섭측정 광학기기를 사용하여, 광을 흡수하는 재료를 함유한 혼합물들의 스펙트럼 반응을 측정한다. 일부 예들에서, 분광계는 양자점들로 구성된 어레이를 생성함으로써 형성될 수 있다. 양자점 어레이들에 기초한 분광계는 파장 다중화 원리에 기초하여 광 스펙트럼을 측정할 수 있다. 파장 다중화 원리는 다수의 스펙트럼 대역들이 하나의 필터 요소 및 하나의 검출기 요소로 각각 동시에 인코딩 및 검출되는 경우에 달성될 수 있다. 어레이 포맷은 프로세스가 상이한 인코딩을 갖는 상이한 필터들을 사용하여 다수 회 효율적으로 반복되게 하여, 타깃 스펙트럼의 계산 재구성을 가능하게 하도록 충분한 정보가 획득되게 할 수 있다. CCD 카메라에서 발견된 것과 같은 광 검출기들의 어레이를 고려함으로써 일례가 도시될 수 있다. 광 감지 디바이스들의 어레이는 CCD 어레이 내의 각각의 특정 검출기 요소에 도달하는 광의 양을 정량화하는 데 유용할 수 있다. 광대역 분광계에서는, 복수, 때때로 수백 개의 양자점 기반 필터 요소들이 배치되어, 각각의 필터가, 광이 소정 스펙트럼 영역들로부터 하나 또는 수 개의 CCD 요소들로 통과하게 한다. 수백 개의 그러한 필터들의 어레이는 샘플을 통과한 조명 광이 QD 필터들의 어레이를 통해 QD 필터들에 대한 CCD 요소들의 각각의 세트에 진행할 수 있도록 레이아웃되었다. 스펙트럼으로 인코딩된 데이터의 동시 수집은 샘플의 신속한 분석을 허용할 수 있다.

[0054] 협대역 스펙트럼 분석 예들이 협대역을 둘러싼 더 적은 수의 QD 필터들을 사용하여 형성될 수 있다. 도 2에는, 스펙트럼 대역이 2개의 필터들의 조합에 의해 관찰될 수 있는 방법의 예시가 도시되어 있다. 수백 개의 필터들의 어레이가 다수 회 반복된 도 2에서의 개념과 유사한 개념으로 구상될 수 있다는 것도 또한 명백할 수 있다.

[0055] 도 2에서, 제1 QD 필터(210)는 투과로서 도시되고 표시된 바와 같이 연관된 스펙트럼 투과 응답을 가질 수 있다. 제2 QD 필터(220)는 필터에 포함된 양자점들의 상이한 본질과 연관되는 변형된 연관 스펙트럼 투과율을 가질 수 있고, 예를 들어, QD들은 도면 부호 220의 QD 필터에서 더 큰 직경을 가질 수 있다. 모든 파장의 광(백색광)의 평탄한 방사도의 차이 곡선은 필터(220)를 가로지르고 필터(210)를 가로지르는 광으로부터의 흡수 결과의 차이로부터 기인할 수 있다. 따라서, 이러한 2개의 필터들을 통해 조사하는 효과는 상이한 곡선이 묘사된 대역(230)에서 스펙트럼 응답을 나타낼 것이다. 분석물이 UV/가시 스펙트럼 내의, 그리고 가능하게는, 적외선 내의 흡수 대역을 갖는 경우, 분석물이 분광계의 광 경로 내에 도입될 때, 결과는 스펙트럼(240)에 의해 도시된 바와 같이, 해당 스펙트럼 대역 내의 광의 투과를 수정해야 할 것이다. 230로부터 240으로의 차이는 2개의 양자점 필터들에 의해 한정되는 영역 내의 분석물에 대한 투과 스펙트럼(250)을 초래한다. 따라서, 좁은 스

펙트럼 응답이 적은 수의 필터들에 의해 획득될 수 있다. 일부 예들에서, 상이한 필터 유형의 동일한 스펙트럼 영역에 의한 리던던트 커버리지가, 스펙트럼 결과의 신호 대 잡음 특성을 개선하도록 사용될 수 있다.

[0056] QD에 기초한 흡수 필터들은 표면 상에 켄칭 분자들을 갖는 QD들을 포함할 수 있다. 이러한 분자들은 QD가 적절한 주파수 범위 내의 에너지를 흡수한 후에 광을 방출하지 않게 할 수 있다. 더 일반적으로, QD 필터들은 벌크 여기 보어(Bohr) 반지름보다 더 작은 반경을 갖는 나노결정으로부터 형성될 수 있는데, 이는 전자 전하들의 양자 제약을 가져온다. 결정의 크기는 나노결정의 제한된 에너지 상태와 관련되며, 대체로, 결정 크기를 감소시키는 것은 더 강한 제약의 효과를 갖는다. 이러한 더 강한 제약은 양자점 내의 전자 상태에 영향을 미치고, 증가되는 실효 밴드갭을 초래하는데, 이는 광학 흡수 및 형광 방출 양측 모두를 청색 파장으로 변환하게 된다. 구매 또는 제조에 이용가능할 수 있는 양자점들의 넓은 어레이에 대해 정의되는 많은 스펙트럼 제한 소스가 있어 왔고, 필터로서 역할을 하는 생의학 디바이스 내에 포함될 수 있다. 약간 수정된 QD 들을 배치함으로써, 예컨대 QD의 크기, 형상, 및 조성을 변화시킴으로써, 흡수 스펙트럼을 동조시키고 원자외선 내지 중적외선에 이르는 파장에 걸쳐서 계속적이고 정교하게 흡수 스펙트럼을 동조시키는 것이 가능해질 수 있다. QD는 또한 매우 미세한 패턴으로 인쇄될 수 있다.

[0057] 전기 및 컴퓨팅 시스템에 대한 다이어그램들

[0058] 이제 도 3을 참조하면, 본 발명의 일부 태양들을 구현하는 데 사용될 수 있는 프로세서의 개략적인 다이어그램이 도시되어 있다. 제어기(300)는 통신 디바이스(320)에 커플링된 하나 이상의 프로세서 컴포넌트들을 포함할 수 있는 하나 이상의 프로세서들(310)을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 제어기(300)는 디바이스 내에 배치된 에너지 소스에 에너지를 전달하는 데 사용될 수 있다.

[0059] 프로세서들(310)은 통신 채널을 통해 에너지를 통신하도록 구성된 통신 디바이스(320)에 커플링될 수 있다. 통신 디바이스(320)는, 예를 들어, 매체 삽입체 내의 컴포넌트들과 전기적으로 통신하는 데 사용될 수 있다. 통신 디바이스(320)는, 또한, 예를 들어, 하나 이상의 제어기 장치 또는 프로그래밍/인터페이스 디바이스 컴포넌트들과 통신하는 데 사용될 수 있다.

[0060] 프로세서(310)는 또한 저장 디바이스(330)와 통신한다. 저장 디바이스(330)는 자기 저장 디바이스, 광학적 저장 디바이스, 및/또는 반도체 메모리 디바이스, 예컨대 랜덤 액세스 메모리(RAM) 디바이스 및 판독 전용 메모리(ROM) 디바이스의 조합들을 비롯한 임의의 적절한 정보 저장 디바이스를 포함할 수 있다.

[0061] 저장 디바이스(330)는 프로세서(310)를 제어하기 위한 프로그램(340)을 저장할 수 있다. 프로세서(310)는 소프트웨어 프로그램(340)의 명령어들을 수행하고, 이에 의해 본 발명에 따라 작동한다. 예를 들어, 프로세서(310)는 매체 삽입체 배치, 디바이스의 활성 타깃 구역들을 설명하는 정보를 수신할 수 있다. 저장 디바이스(330)는, 또한, 하나 이상의 데이터베이스들(350, 360) 내에 다른 사전결정된 바이오메트릭 관련 데이터를 저장할 수 있다. 데이터베이스는, 예를 들어, 망막 혈관화와 상관된 심장 리듬 또는 비정상 상태에 따른 변화를 나타내는 사전결정된 망막 구역들, 표준 측정 임계치들, 계량 데이터, 및 시스템, 매체 삽입체로/로부터의 에너지의 흐름, 통신 프로토콜 등에 대한 특정 제어 시퀀스들을 포함할 수 있다. 데이터베이스는, 또한, 작동에 기인할 수 있는 데이터 및/또는 피드백뿐만 아니라 디바이스 내에 존재할 수 있는 바이오메트릭 기반 모니터링 시스템의 제어를 위한 파라미터들 및 제어 알고리즘들을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 그 데이터는 궁극적으로 외부 수신 무선 디바이스로/로부터 통신될 수 있다.

[0062] 본 발명의 태양들에 따른 일부 실시예들에서, 단일의 그리고/또는 다수의 개별 전자 디바이스들이 개별 칩들로서 포함될 수 있다. 다른 실시예들에서, 동력수급 전자 요소들은 적층된 집적 컴포넌트들의 형태로 매체 삽입체 내에 포함될 수 있다. 이제 도 4를 참조하면, 양자점 분광계 시스템(410)을 구현하는 적층된 다이 집적 컴포넌트들의 예시적인 개략 단면도가 도시되어 있다. 양자점 분광계는, 예를 들어, 글루코스 모니터, 망막 혈관화 모니터, 시각적 스캐닝 모니터, 또는 사용자에 관한 분광광도 정보를 제공하는 데 유용한 임의의 다른 유형의 시스템일 수 있다. 특히, 매체 삽입체는 상이한 유형의 다수의 층들을 포함할 수 있는데, 이러한 층들은 그들이 점유할 환경에 부합하는 윤곽 내로 캡슐화된다. 일부 실시예들에서, 적층된 집적 컴포넌트 층들을 갖는 이러한 매체 삽입체들은 매체 삽입체의 전체 형상을 취할 수 있다 대안으로, 일부 경우에, 매체 삽입체는 전체 형상 내의 체적의 일부분만을 점유할 수 있다.

[0063] 도 4에 도시된 바와 같이, 동력공급을 제공하는 데 사용되는 박막 배터리들(430)이 있을 수 있다. 일부 실시예들에서, 이들 박막 배터리들(430)은 층들 내의 다수의 컴포넌트들 및 이들 사이의 상호접속부로 서로 적층될 수 있는 층들 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 배터리들(430)은 예시적인 목적으로 박막 배터리들로서 설명되며,

적층된 실시예 및 적층되지 않은 실시예 양측 모두에서의 동작을 포함하는 본 명세서 내의 실시예들에 부합하는 다수의 다른 동력공급 요소들이 있을 수 있다. 비제한적인 대안적인 예로서, 다수의 캐비티들을 가진 캐비티 기반 라미네이트 형태 배터리들은 설명된 박막 배터리들과 동등하게 또는 유사하게 수행될 수 있다.

[0064] 일부 실시예들에서, 서로에게 적층되는 2개의 층들 사이에 추가적인 상호접속부가 있을 수 있다. 최신 기술에서, 이들 상호접속부를 형성하기 위한 다수의 방식들이 있을 수 있지만, 설명된 바와 같이, 상호접속은 층들 사이의 솔더 볼(solder ball) 상호접속부를 통해 이루어질 수 있다. 일부 실시예들에서, 이들 접속부만이 필요할 수 있지만; 다른 경우에, 솔더 볼은, 예를 들어 층 관통 비아(via)를 갖는 콤포넌트에서와 같이, 다른 상호접속 요소와 접촉할 수 있다.

[0065] 적층된 집적 콤포넌트 매체 삽입체의 다른 층들에서, 층(425)은 상호접속 층들 내의 다양한 콤포넌트들 중 2개 이상의 콤포넌트들의 상호접속에 전용될 수 있다. 상호접속 층(425)은 다양한 콤포넌트들로부터 다른 것으로 신호를 전달할 수 있는 비아 및 라우팅 라인을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상호접속 층(425)은 기술 층(technology layer)(415)에 존재할 수 있는 동력 관리 유닛(420)에 대한 다양한 배터리 요소 접속부들을 제공할 수 있다. 동력 관리 유닛(420)은 제어된 특징을 갖는 공급 전압원(440)에 전용인 회로를 가질 수 있다. 기술 층(415) 내의 다른 콤포넌트들은, 예를 들어, 송수신기(445), 제어 콤포넌트들(450) 등을 포함할 수 있다. 또한, 상호접속 층(425)은 기술 층(415) 외부의 콤포넌트들뿐만 아니라 기술 층(415) 내의 콤포넌트들 사이에 접속을 형성하도록 기능할 수 있는데; 이는, 예를 들어, 집적 수동 디바이스(455) 내에 존재할 수 있기 때문이다. 상호접속 층(425)과 같은 전용 상호접속 층의 존재에 의해 지원될 수 있는 전기 신호들의 라우팅을 위한 다수의 방식들이 있을 수 있다.

[0066] 일부 실시예들에서, 다른 층 콤포넌트들처럼, 기술 층(415)은 다수의 층들로서 포함될 수 있는데, 이는 이러한 특징부들이 매체 삽입체 내에 포함될 수 있는 다양한 기술 옵션들을 나타내기 때문이다. 일부 실시예들에서, 층들 중 하나의 층은 CMOS, BiCMOS, 양극성(Bipolar), 또는 메모리 기반 기술들을 포함할 수 있는 반면, 다른 층은 상이한 기술을 포함할 수 있다. 대안으로, 2개의 층들이 동일한 전반적인 계열(family) 내의 상이한 기술 계열들을 나타낼 수 있는데; 이는, 예를 들어, 하나의 층은 0.5 마이크로미터 CMOS 기술을 이용하여 제조된 전자 요소들을 포함할 수 있고 다른 층은 20 나노미터 CMOS 기술을 이용하여 제조된 요소들을 포함할 수 있기 때문이다. 다양한 전자 기술 유형들의 많은 다른 조합들이 본 명세서에 기술된 기술 내에서 모순이 없을 것이 명백할 수 있다.

[0067] 일부 실시예들에서, 매체 삽입체는 삽입체의 외부의 콤포넌트들에 대한 전기적 상호접속부를 위한 위치들을 포함할 수 있다. 그러나, 다른 예들에서, 매체 삽입체는, 또한, 무선 방식으로 외부 콤포넌트들에 대한 상호접속부를 포함할 수 있다. 그러한 경우에, 안테나 층(435) 내의 안테나의 사용은 무선 통신의 예시적인 방식들을 제공할 수 있다. 많은 경우에, 그러한 안테나 층(435)은, 예를 들어, 매체 삽입체 내의 적층된 집적 콤포넌트 디바이스의 상부 또는 저부에 위치될 수 있다.

[0068] 본 명세서에 논의된 실시예들 중 일부에서, 동력공급 요소, 예컨대, 배터리(430)는 적층된 층들 그 자체 중 적어도 하나 내에 요소로서 포함될 수 있다. 또한, 배터리 요소들(430)이 적층된 집적 콤포넌트 층의 외부에 위치되는 다른 실시예들이 가능할 수 있다는 것이 주목될 수 있다. 실시예들에서의 또 다른 다양성이, 별도의 배터리 또는 다른 동력공급 콤포넌트가 또한 매체 삽입체 내에 존재할 수 있거나, 또는, 대안으로, 이들 별도의 동력공급 콤포넌트들이 또한 매체 삽입체의 외부에 위치될 수 있다는 사실로부터 도출될 수 있다. 이러한 예들에서, 기능은 적층된 집적 콤포넌트들의 포함을 위해 설명될 수 있으며, 기능 요소들은 또한 적층된 콤포넌트들을 포함하지 않고 여전히 본 명세서 내의 실시예들에 관련된 기능들을 수행할 수 있는 방식으로 생의학 디바이스들 내에 포함될 수 있다는 것이 명백할 수 있다.

[0069] 양자점 분광계 시스템(410)의 콤포넌트들은, 또한, 적층된 집적 콤포넌트 아키텍처 내에 포함될 수 있다. 일부 실시예들에서, 양자점 분광계 시스템(410)의 콤포넌트들은 층의 일부분으로서 부착될 수 있다. 다른 실시예들에서, 전체적인 양자점 분광계 시스템(410)은 또한 다른 적층된 집적 콤포넌트들로서 유사한 형상의 콤포넌트들을 포함할 수 있다. 일부 대안적인 예들에서, 콤포넌트들은 적층되는 것이 아니라 안과용 디바이스 또는 다른 생의학 디바이스의 주연부 영역들 내에 레이아웃될 수 있으며, 여기서 콤포넌트들의 전반적인 기능적 상호작용(interplay)은 동등하게 기능할 수 있지만, 전체 회로를 통한 신호들 및 동력의 라우팅은 상이할 수 있다.

[0070] 생의학 디바이스 내에 양자점 분광계 시스템(410)을 구성하는 경우, 크기는 적분 인자(integral factor)일 수 있다. 양자점 발광기는 발광 다이오드의 형성과 유사한 방식으로 형성될 수 있다. 재료들의 층들은 발광 다이오드들을 양자점들로 생성하도록 양자점들을 둘러쌀 수 있다. 유기 층들은 양자점 층 내로의 정공 도너들로서

그리고 전자 도너들로서 역할을 할 수 있다. 비제한적인 예에서, QD들은 전자 수송 층들과 정공 수송 층들 사이에 개재될 수 있다. 전위의 전자 수송 층 및 정공 수송 층에 접속된 전극들로의 인가는 QD들에 특징적인 파장 대역에서 QD를 광루미네선스로 여기시킨다. 전자 수송 층들 및 정공 수송 층들의 예에는, 비제한적인 예로서 트리스-(8-하이드록시퀴놀린) 알루미늄; 바토쿠프로인(bathocuproine); 4,4'-N,N'-다이카르바졸릴바이페닐; 폴리(2-(6-시아노-6'-메틸헵틸옥시)-1,4-페닐렌); 폴리[(9,9-다이헥실플루오레닐-2,7-다이일)-코-(1,4-{벤조-[2,1',3]티아다리아졸})]; 폴리[2-메톡시-5-(2-에틸헥실옥시)-1,4-페닐렌비닐렌]; 4,4-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노] 바이페닐; 2-(4-바이페닐릴)-5-(4-tert-부틸페닐)-1,3,4 옥사다리아졸; 폴리~3,4-에틸렌 다이옥시티오펜; 폴리(9,9'-다이옥틸플루오렌-코-N-(4-부틸페닐)다이페닐아민; 퍼플루오로-사이클로부탄; 폴리(페닐렌 비닐렌); 3-(4-바이페닐일)-4-페닐-5-tert-부틸페닐-1,2,4-트리아졸; 폴리[(9,9-다이옥틸플루오레닐-2,7-다이일)-코-(4-4'-(N-(4-sec-부틸페닐)) 다이페닐아민)]; 1,3,5-트리스(N-페닐벤즈이미다졸-2-일)-벤젠; 및 N,N'-다이페닐-N,N'-비스(3-메틸페닐)-(1,1'-바이페닐)-4,4'-다이아민이 포함될 수 있다.

[0071] 일단 (예컨대, 동력 관리 유닛(420)으로부터의) 전류에 의해 여기되면, 양자점 층은 양자점 분광계 시스템(410)으로부터의 설계된 특정 파장에서 광을 방출할 수 있다. 방출된 광은 외부 환경과, 또는 그 환경 내의 특정 샘플 또는 샘플들과 상호작용할 수 있는데, 샘플 또는 샘플들은 소정 파장들에서 방출된 광을 흡수할 수 있다. 이어서, 양자점 분광계는 양자점 분광계 시스템(410) 내의 양자점 검출기(예시적인 일 실시예에 대한 도 11a를 참조)에서 샘플 또는 샘플들을 통하여 투과된 잔여 광을 수신할 수 있다.

[0072] 유사하게, 밀리미터 또는 나노미터 크기의 양자점 검출기가 양자점 분광계 시스템(410) 내로 구현될 수 있다(또한, 도 11a의 1120 참조). 현재 양자점 검출기는 전하 결합 디바이스(CCD)를 필요로 할 수 있지만, CCD는 현재 밀리미터 또는 나노미터 크기의 양자점 분광계를 위해 필요한 크기 스케일을 제공하지 않는다. 오히려, 더 작은 광다이오드 어레이가 크기 요건을 달성하기 위하여 사용될 수 있다. 광다이오드는 광을 에너지로 변환하는 반도체 디바이스이다. 밀리미터 또는 나노미터 크기의 광다이오드는 포토리소그래픽 수단을 통하여 구성될 수 있다.

[0073] 바이오마커/분석적 화학물질

[0074] 바이오마커 또는 생물학적 표지자는 대체로 일부 생물학적 상태 또는 질환의 측정가능 표시자를 지칭한다. 그 용어는 또한 존재가 생명체의 존재를 나타내는 물질을 지칭하는 데 가끔 사용된다. 추가로, 생활 형태들은 특정 위치에서 그들의 존재의 증거로서 DNA를 비롯한 고유 화학물질을 환경 내에 떨어뜨리는 것으로 알려져 있다. 바이오마커들은, 종종, 표준 생물학적 프로세스, 병원성 프로세스, 또는 치료 개입에 대한 약리학적 응답을 검사하기 위해 측정 및 평가된다. 총체적으로, 이들 바이오마커는 질병의 방지와 치료 및 육체 건강과 정신 건강의 유지에 중요한 광대한 양의 정보를 드러낼 수 있다.

[0075] 바이오마커들을 분석하도록 구성된 생의학 디바이스들은, 어떤 사람의 표준 신체 기능을 신속하고 정확하게 드러내기 위해 그리고 그 사람이 건강한 생활 방식을 유지하고 있는지 여부 또는 질환 또는 질병을 피하기 위해 변화가 필요할 수 있는지 여부를 평가하기 위해 활용될 수 있다. 생의학 디바이스들은 단백질, 박테리아, 바이러스, 체온 변화, pH 변화, 대사물, 전해액, 및 진단 의학 및 분석 화학에서 이용되는 다른 그러한 분석물을 판독하여 분석하도록 구성될 수 있다.

[0076] 양자점 분광계를 갖는 안과용 삽입체 디바이스 및 다른 생의학 디바이스

[0077] 도 5를 참조하면, 예시적인 양자점(QD) 분광계 시스템을 형성할 수 있는 컴포넌트들을 포함하는 안과용 삽입체(500)가 도시되어 있다. 도시된 안과용 삽입체는 도면 부호 535의 내부 경계 및 도면 부호 520의 외부 경계를 갖는 예시적인 환형 형태로 도시되어 있다. 동력공급 요소, 예컨대, 배터리 동력원(530), 제어 회로(510), 및 상호접속 특징부(560)에 더하여, 광대역 QD 분광계 시스템(550)이 있을 수 있는데, 이는 소정의 예시적인 실시예들에서 플랩(flap)(540) 상에 위치될 수 있다. 플랩(540)은 삽입체(500)에 연결되거나 삽입체의 일체형 모놀리식 연장부(monolithic extension)일 수 있다. 플랩(540)은 QD 검출기를 포함하는 안과용 디바이스가 착용될 때 광대역 QD 분광계 시스템(550)을 적절하게 위치시킬 수 있다. 플랩(540)은 광대역 QD 분광계 시스템(550)이 광학 구역으로부터 떨어져 있는 사용자 눈의 부분들과 중첩되게 할 수 있다. 광대역 QD 분광계 시스템(550)은 유체 샘플 내의 분석물의 존재 또는 분석물의 농도 면에서 분석물을 판정가능할 수 있다.

[0078] 광대역 QD 분광계의 경우, 분석물 샘플이 상이한 QD 필터들의 어레이를 통과할 수 있는 여기 광원에 노출될 수 있다. 필터들의 어레이를 갖는 이러한 광원은 분석 시스템의 본체 내에 위치될 수 있다. 일부 예시적인 실시예들에서, 광원은 발광 다이오드(LED)와 유사한 솔리드 스테이트(solid-state) 디바이스 또는 디바이스들을 포

함할 수 있다. QD 필터링된 광원은 샘플을 통하여 조사될 수 있고 일부 조직 층들 상에서 검출기 어레이로 다시 반사될 수 있다.

[0079] 상호접속부 특징부들(560)의 전자 제어 버스가 광원 또는 광원들에 신호를 제공하고 검출기로부터의 신호를 반환할 수 있다. 동력수급 전자 컴포넌트는 신호들 및 동력 양태들을 제공할 수 있다. 도 5의 예시적인 실시예는 전자 회로(510)에 대한 배터리 동력원(530)을 도시한다. 다른 예시적인 실시예들에서, 동력공급은 또한 무선주파수 전송 또는 광전 전송과 같은 무선 방식을 통한 에너지 커플링에 의해 전자 회로에 제공될 수 있다.

[0080] 검출 방법 - 마이크로유체 시스템

[0081] 삽입체 피스들에 의해 한정되는 내부 영역 내에서 더 제어되는 방식으로 샘플을 분석하기 위하여 샘플을 외부 환경으로부터 생의학 디바이스 내로 끌어오는 데 마이크로유체 시스템이 이용될 수 있다. 이제 도 6a를 참조하면, 예시적인 멀티-피스 환형 형상의 삽입체(600)의 평면도가 도시되어 있다. 도시된 바와 같이, 예시적인 멀티-피스 환형 형상의 삽입체(600)는 재료가 없는 중심 광학 구역 둘레의 링 형상의 재료일 수 있다. 더욱이, 환형 형상의 삽입체(600)는 외부 연장부(620) 및 내부 환형 에지(630)에 의해 한정될 수 있다. 외부 연장부(620)와 내부 환형 에지(630) 사이 내에 포함된 동력공급 요소(640), 다양한 유형의 상호접속 특징부(645) 및/또는 전자 회로 요소(650)가 확인될 수 있다.

[0082] 이제 도 6b를 참조하면, 도 6a의 예시적인 멀티-피스 환형 형상의 형태 삽입체(600)의 제1 확대된 부분 단면도(690)가 도시되어 있다. 단면도(690)는 전방 삽입체 피스(691) 및 후방 삽입체 피스(692)의 조합으로서 환형 형상의 삽입체(600)를 나타낸다. 도시된 바와 같이, 일부 실시예에서, 전방 삽입체 피스(691) 및 후방 삽입체 피스(692)는 서로 결합 및 밀봉될 수 있다. 상이한 실시예에서, 양 피스들을 서로 결합시키기 위하여 다른 구조 특징부 및 수단이 구현될 수 있다. 또한 캡슐화된 위치에 도시된 것은 상호접속 요소들과 접속된 집적 회로 요소(693)일 수 있다.

[0083] 이제 도 6c를 참조하면, 도 6a의 예시적인 멀티-피스 환형 형상의 형태 삽입체(600)의 제2 확대된 부분 단면도(695)가 도시되어 있다. 특히, 다른 섹션/실시예에서, 상이한 유형의 구조체가, 단면도(695)에 도시된 바와 같이, 확인될 수 있다. 도시된 바와 같이, 환형 형상의 삽입체(600)의 내부의 어느 일부가 외부 환경에 대해 개방되게 하도록 형성된 갭(gap) 또는 포어(696)가 존재할 수 있다는 것이 인지될 수 있다. 이러한 개구에 연결될 수 있는 많은 컴포넌트(698)가 존재할 수 있고, 환형 형상의 삽입체(600) 내에 자체가 캡슐화될 수 있다. 따라서, 환형 형상의 삽입체(600) 내에 위치한 컴포넌트(들)(698)가 그의 외부 환경에서 유체 및/또는 기체와 제어가능하게 인터페이스를 이루게 하는 이러한 능력은, 일부 실시예에서, 안과용 디바이스 내에서의 QD 분광계 요소들의 통합을 가능하게 할 수 있다.

[0084] 이제 도 7을 참조하면, 샘플링 영역들 및 제어 컴포넌트들뿐만 아니라 예시적인 펌핑 메커니즘(760)이 함께 도시된 마이크로유체 분석 시스템(700)의 일 섹션의 평면도를 도시한다. 도시된 바와 같이, 일부 실시예에서, 제어 회로(740)는 상호접속부(들)(720)를 통하여 마이크로유체 분석 시스템의 컴포넌트들에 전기 접속될 수 있다. 포어(미도시)를 위한 제어 요소(750)가 포함될 수 있고 이는 마이크로유체 분석 시스템(700)을 삽입체 외부의 유체(미도시)에 연결하는 데 유용할 수 있다. 포어들의 상이한 설계들의 예시적인 태양들이 하기 섹션에서 확인될 수 있지만, 포어는 유체 샘플들이 삽입체 환경의 외부로부터 펌핑 요소(760)로 지나가게 할 수 있다.

[0085] 일부 실시예에서, 펌핑 요소(760)는 펌프 요소(760)와 결합할 수 있는 활성화 또는 구동 컴포넌트(730)를 가질 수 있다. 일례에서, 펌프 요소(760)는 가요성이고 절첩가능한 멤브레인을 포함할 수 있는데, 멤브레인은 압력의 멤브레인 상의 인가에 의해 활성화될 수 있다. 압력의 멤브레인 상의 인가를 구동하기 위한 많은 방식이 존재할 수 있다. 예를 들어, 유체가 캐비티(731)를 충전할 수 있고 캐비티(731)를 펌핑 요소(760)에 연결하는 튜브(735)를 통하여 유동할 수 있다. 따라서, 캐비티(731)는 그에 함유된 유체 상의 압력의 인가를 허용하는 특징부를 포함할 수 있다. 예를 들어, 전압의 인가 시 체적을 팽창시키고 그에 따라서 함유된 유체를 가압하는 압전 컴포넌트들이 사용될 수 있다. 다른 실시예에서, 열-압축성 재료는 가열 요소에 대한 전기 에너지의 인가에 의해 제어될 수 있는 온도 변화에 응답할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 유전체 상 전기습윤(Electrowetting on Dielectric, EWOD) 컴포넌트가 전위의 인가 시 캐비티(731) 내의 표면의 습윤 특징의 변화에 의해 유체 상에 압력을 인가할 수 있다. 펌프 요소(760) 자체에서 또한 직접 결합될 수 있는 펌프 메커니즘을 구동하는 다른 수단이 또한 존재할 수 있다. 더 추가적인 다양성은 기계식 펌핑 수단의 사용보다는 오히려 유체 자체의 유동에 영향을 주는 EWOD 컴포넌트들의 사용으로부터 유래할 수 있다.

[0086] 펌프 요소(760)는 유체가 채널(770)을 통하여 이어서 마이크로유체 분석 시스템(700)의 분석 챔버(705) 내로 유

동하는 것을 강제할 수 있다. 그러한 챔버(705) 내의 콤포넌트들의 추가 상세사항이 하기 섹션에서 설명될 것이지만, 간단히 언급하면, 유체는 분석 챔버(705)를 통하여 유동할 수 있고 콤포넌트들의 일부일 수 있는 전극(들)(710) 상에 영향이 일어나게 할 수 있다.

[0087] 이제 도 8을 참조하면, 유체 샘플이 마이크로유체 분석 콤포넌트를 통하여 유동되는 예시적인 마이크로유체 분석 시스템(800)의 부분 평면도 섹션이 도시된다. 환형 시스템의 특성으로 인해, 콤포넌트들은 곡선 방식으로 배치되는 것으로 관찰될 수 있는데, 이는, 예를 들어, 전극들 및 챔버 단면들의 정확한 형상들을 포함하는 곡선 시스템에서 변하는 많은 상세사항들이 존재할 수 있기 때문이다. 그러나, 다른 실시예에서, 선형 분석 시스템들은 이들이 안구 환경에 맞춰지게 하는 치수를 갖도록 형성된다. 더욱이, 추가 실시예에서, 분석 챔버를 다른 시스템의 특성과 무관하게, 챔버가 위에 놓이는 전체 기체는 이것이 눈의 대략 구형인 표면 상에 놓이게 하는 곡면일 수 있다. 분석 챔버의 3차원 특성의 상세사항은 시스템들의 성능과 관련된 모델들을 고려할 수 있다. 그러나, 예시를 목적으로, 이러한 설명은 이들倪양스를 분명히 나타내지만, 선형 마이크로유체 분석 시스템(800)의 특징부들을 만족시킴으로써 예시적인 실시예를 예시할 것이다. 마이크로유체 분석 시스템(800)의 일부에 도시된, 유체 샘플들을 수용 및 수송하기 위한 마이크로채널(850)이 도시되어 있다. 이러한 유체 샘플들은 외부 위치로부터, 예를 들어, 앞서 논의된 펌핑 시스템(예를 들어, 도 7의 760)에 의해, 펌핑될 수 있다. 예를 들어, 유체 샘플들은 마이크로유체 분석 시스템(800)을 포함하는 콘택트 렌즈를 둘러쌀 수 있는 안구 유체로부터 샘플링될 수 있다. 분석물 센서(870)는 예를 들어 마이크로채널을 따라서 확인될 수 있다. 이러한 분석물 센서(870)는 유체 샘플들에 대한 전기화학적 분석 단계, 광측정 분석 단계 또는 다른 분석 단계들 중 하나 이상을 수행할 수 있다. 일부 예에서, QD 분광법이 이들 영역에서 수행될 수 있다. 예시적인 실시예에서, 분석 단계는 하나 이상의 콤포넌트를 사용한 형광 센서 유형에 기초하는 글루코스 농도의 광측정 감지와 관련될 수 있다. 다른 예에서, 센서는 유체 샘플 및 분석물 센서(870)의 일부들과의 글루코스 옥시다제 상호작용으로부터 반응 생성물의 존재를 검출할 수 있다. 감지 요소(870)를 제어 전자장치에 접속시키는 많은 전기 상호접속부(820)가 존재할 수 있다.

[0088] 펌프 채널(840)로부터 마이크로채널(850) 내로 유체가 유동할 수 있다. 유체가 마이크로채널(850) 내로 유동함에 따라, 이는 특정 영역 내의 다른 유체를 대체할 수 있거나, 초기 사용 시, 채널 내의 주위 기체를 대체할 수 있다. 유체가 유동함에 따라, 이는 전극들(860, 861)을 포함하는 센서전(pre-sensor) 마이크로채널 부분 및 전극들(862, 863)을 포함하는 센서후(post-sensor) 부분에 의해 감지될 수 있다. 일부 실시예에서, 전극들(예컨대, 860, 861) 사이의 임피던스의 측정은 재료의 유동을 감지하는 데 이용될 수 있다. 다른 실시예에서, 일련의 전극들(862, 863)의 저항은 마이크로채널(850) 내의 유체의 존재, 또는 마이크로채널(850) 내에 존재하는 상이한 특징들의 두 유체들 사이의 전방부의 존재에 의해 변경될 수 있다. 샘플링되는 마이크로채널(890)의 빈 영역으로부터 마이크로채널을 통하여 유체(880)가 유동할 수 있다. 대안적으로, 890에 있는 마이크로채널 부분은 예를 들어 전형적인 누액과 상이한 전해질들의 농도 및 그에 따른 전도성을 가질 수 있는 유체의 상이한 용액을 나타낼 수 있다.

[0089] 대체적으로, 본 발명의 실시예에서의 위치 전극들(860 내지 863) 사이의 임피던스, 또는 오믹 저항의 측정은, 그들 사이에 전압을 인가하고 생성된 전류를 측정함으로써 달성될 수 있다. 정전압 또는 교류 전압이 위치 전극들(860 내지 863) 사이에 인가될 수 있고, 생성된 직류(DC) 또는 교류(AC)가 각각 측정될 수 있다. 이어서, 생성된 DC 또는 AC 전류는 임피던스 또는 오믹 저항을 계산하는 데 사용될 수 있다. 더욱이, 당업자는 임피던스의 측정이 오믹 강하(즉, 전압/전류 또는 옴 단위의 저항 [R]) 및 측정 커패시턴스(즉, 패럿 또는 콜롱/볼트 단위의 커패시턴스) 둘 모두의 측정을 수반할 수 있다는 것을 인식할 것이다. 실제로, 임피던스는, 예를 들어, 교류를 위치 전극(들)(860 내지 863)에 인가하고 생성된 전류를 측정함으로써 측정될 수 있다. 교류의 상이한 주파수에서, 저항 또는 용량 효과는 측정된 임피던스를 결정하는 데 우세하다. 순수한 저항 성분은 더 낮은 주파수에서 우세할 수 있지만, 순수한 용량 성분은 더 높은 주파수에서 우세할 수 있다. 저항 성분과 용량 성분 사이를 구별하기 위하여, 인가된 교류와 측정된 생성된 전류 사이의 위상 차이가 결정될 수 있다. 위상 변이가제로인 경우, 순수 저항 성분이 우세하다. 전류가 전압에 뒤쳐져 있는 것을 위상 변이가 나타내면, 용량 성분은 상당히 크다. 그러므로, 위치 전극 구성 및 인가된 교류의 주파수에 따라서, 저항 또는 저항 및 커패시턴스의 조합을 측정하는 것이 이로울 수 있다.

[0090] 도 8의 특정 예를 다시 참조하면, 임피던스 측정은, 예를 들어, 제1 위치 전극(830)과 최종 위치 전극 접속부(810) 사이에 교류 전압을 인가하고 생성된 교류를 측정함으로써 수행될 수 있다. 860, 861, 862 및 863을 포함하는 일련의 전극들이, (위치 전극들을 마이크로채널(850) 내의 유체와의 직접 접촉으로부터 분리하고 있을 수 있는 임의의 층들과 이후의 위치 전극들 사이의 마이크로채널(850) 내의 임의의 물질[예컨대, 공기 또는 액

체 샘플]과 함께), 커패시터의 일부일 수 있기 때문에, 측정된 전류는 임피던스를 계산하는 데 이용될 수 있다. 전극들 사이의 마이크로채널(850, 890) 내의 액체 샘플의 존재 또는 부재는 측정된 전류 및 임피던스에 영향을 미칠 것이다. 제1 및 제2 위치 전극들(860 내지 863) 사이에 인가된 교류 전압의 주파수 및 진폭은 제1 및 제2 위치 전극들(860 내지 863) 사이의 액체 샘플의 존재가 측정된 전류의 유의한 증가에 의해 검출될 수 있도록 사전결정될 수 있다.

[0091] 임피던스 또는 저항의 측정에 대해, 인가된 전압의 크기는, 예를 들어, 안과용 누액 샘플 및 탄소 기반 또는 은 기반 잉크 위치 전극들의 환경의 경우에 약 10 mV 내지 약 2 볼트 범위에 있을 수 있다. 인가된 전압 범위의 하한 및 상한은 액체 샘플의 전기분해 또는 전기화학적 분해의 개시에 종속된다. 교류 전압이 사용되는 경우에, 교류 전압은, 예를 들어, 하나 이상의 전기화학적 반응으로 인한 액체 샘플의 특성의 무시할만한 실변화(net change)를 야기하는 주파수로, 인가될 수 있다. 그러한 주파수 범위는 전압 파형이 0 볼트를 중심으로 대칭이 되는(즉, 교류 전압의 RMS 값이 대략 제로임), 예를 들면, 약 10 Hz 내지 약 100 kHz일 수 있다.

[0092] 도시된 바와 같이, 분석물 센서(870) 및 위치 전극들(860 내지 863)은 각각 마이크로채널(850)과 작동식으로 통신할 수 있다. 본 발명의 실시예에서 사용된 위치 전극들(860 내지 863)이 분석 전극 재료로서 종래에 사용된 전도성 재료, 및 특히, 가요성 회로, 포토리소그래픽 제조 기술, 스크린 인쇄 기술 및 플렉소 인쇄 기술에서 사용하기에 적합한 것으로 알려진 전도성 재료를 포함하는, 당업자에게 알려진 임의의 적합한 전도성 재료로 형성될 수 있다는 것을 주목하여야 한다. 적합한 전도성 재료에는, 예를 들어, 탄소, 귀금속(예컨대, 금, 백금 및 팔라듐), 귀금속 합금, 전도성 전위 형성 금속 산화물(conductive potential-forming metal oxide) 및 금속 염이 포함된다. 위치 전극은, 예를 들면, 구매가능한 전도성 은 잉크, 일렉트로대그(Electrodag) 418 SS와 같은 전도성 은 잉크로부터 형성될 수 있다.

[0093] 이제 도 9를 참조하면, 배설물 또는 유체 보유 용기(930)를 갖는 예시적인 마이크로유체 분석 시스템 컴포넌트(900)의 평면도 섹션이 도시되어 있다. 예시적인 실시예에서, 시스템 내의 유체의 유량을 측정하기 위한 전극(910)은 (도 9에 도시되지 않은) 많은 다른 것들 중 단부 전극일 수 있다. 유체는 마이크로채널(920)을 통하여 유동할 수 있고 유체 보유 용기(930)로 계속될 수 있다. 유체 보유 용기는, 예를 들어, 그 내에서 더 큰 체적의 유체 분석을 위해 사용될 수 있다. 일부 실시예에서, 포어(940)는 배설물 저장 요소(930)로서 또한 사용될 수 있는 유체 보유 용기(930)를 삽입체 외부에 위치한 영역들에 연결하기 위한 포어 제어 요소(945)를 포함할 수 있다. 더욱이, 일부 실시예에서, 포어 제어 요소(945) 연결은 마이크로유체 컴포넌트가 유체로 충전됨에 따라 기체 압력을 동등하게 하는 데 유용할 수 있다. 다른 실시예에서, 포어(940) 및 포어 제어 요소(945)는 안과용 디바이스로부터 유체를 방출하는 데 유용할 수 있다. 포어(940)는 또한 마이크로유체 분석 시스템의 단부를 눈 환경 내에서 그의 외부 영역에 연결시키는 데 유용할 수 있고, 이는 안과용 디바이스의 제거 없이 연속적인 모니터링을 허용할 수 있다. 다른 실시예에서, 포어(940) 및 포어 제어 요소(945)는 유체 보유 용기(930)와 같은 저장 위치에서 마이크로유체 분석 시스템을 통한 유동 제어에 유용할 수 있다. 예를 들어, 저장 동안, 마이크로유체 분석 시스템은 시스템을 통한 용액의 유동에 의해 세척 또는 재생될 수 있고, 일부 실시예에서, 캘리브레이션 프로토콜을 거칠 수 있다. 이들 기능의 제어는 외부 제어 시스템과 또한 통신할 수 있는 렌즈 내의 집적 회로 컴포넌트들에 의해 수행될 수 있다.

[0094] 랩온어칩 컴포넌트를 갖는 동력수급 안과용 디바이스

[0095] 이제 도 10을 참조하면, 랩온어칩 컴포넌트(1010)를 이용한 마이크로유체 분석 시스템을 위한 예시적인 펌핑 메커니즘(1000)의 평면도 섹션이 도시되어 있다. 랩온어칩 컴포넌트(1010)는 앞서 논의된 마이크로유체 분석 시스템의 실시예를 갖는 많은 태양들을 공유할 수 있다. 그러나, 유사하게, 일부 실시예에서, 작은 액적들이 펌프(1060)의 동작을 통해서가 아닌 EWOD 컴포넌트들에 의한 액적들의 제어에 의해 랩온어칩(1010) 내에서 여기저기 이동될 수 있다. 액적들은 화학적 프로세싱을 수행하기 위하여 랩온어칩 컴포넌트(1010)의 요소들 내에서 조합될 수 있다. 많은 분석 기술들이 수행될 수 있는데, 예를 들어, 일부 실시예에서는, 분석물로서 글루코스의 분석이 수행될 수 있다. 이러한 분석을 위한 기술은, 예를 들어, 전술된 전기화학적 또는 광측정 기술, 또는 랩온어칩 컴포넌트(1010)에 초기에 저장될 수 있는 화학 물질들의 혼합과 관련될 수 있는 다른 기술들을 포함할 수 있다. 양자점 기반 분광학 기술이 랩온어칩 컴포넌트 내에서 또는 그를 통하여 수행될 수 있다. 일부 예에서, QD 기반 염료가 생의학 디바이스의 환경으로부터 획득된 샘플과 혼합된 액적 내에 위치될 수 있다. 목표 분석물과의 결과적인 상호작용은, 예를 들어, 분석물의 농도를 계산하는 데 사용될 수 있는 분광 신호를 산출할 수 있다.

[0096] 전술된 동력공급 요소(미도시), 상호접속부(1040), 및 밀봉 태양과 같은 다양한 컴포넌트들이 본 예의 환경에

체 삽입체 피스 내에 있을 수 있다. 더욱이, 랩온어칩 콤포넌트(1010)를 포함하는 다양한 콤포넌트들을 제어할 수 있는 전자 회로(1020)가 구현될 수 있다. 포어(1050) 및 포어 제어 시스템(1055)이 안과용 디바이스 환경으로부터의 유체 샘플의 샘플링을 제어할 수 있다. 펌프 액추에이터(1030)는 멤브레인 기반 펌프와 같은 특성이 기계식일 수 있는 펌프(1060)를 작동시킬 수 있다. 유체 샘플의 액적들은 본 발명에서 설명되는 바와 같은 전극(1016)과 같은 전극의 사용을 통하여 체적 및 샘플 유량의 계량을 위해 마이크로채널(1015) 내로 펌핑될 수 있다. 액적들은, 이것이 추가로 프로세싱될 수 있는, 채널(1011)을 통하여 랩온어칩 콤포넌트(1010)로 제공될 수 있다. 랩온어칩 콤포넌트(1010)는 자체 내에서 유동을 제어하기 위하여 샘플에 대한 펌핑된 동작을 이용할 수 있거나, 또는 다른 실시예에서, 이는 그에 제공되는 샘플의 유량을 자체적으로 제어할 수 있다.

[0097] 추가 실시예에서, 랩온어칩 콤포넌트(1010)는 외부 펌핑 시스템의 필요성 없이 그의 환경 내에서 유체를 감지할 수 있다. 그러나, 랩온어칩 콤포넌트의 환경 내로의 외부 유체의 유동에 대한 제어를 제공하는 데에는 포어(1050)가 여전히 유용할 수 있다. 그 후에, 랩온어칩 콤포넌트(1010)는, 예를 들어, 유체 샘플들을 끌어당기고 이동시킬 수 있는 유전체 상 전기습윤 또는 전기이동 특징부를 통한 제어에 의해, 도입된 샘플을 자체적으로 샘플링할 수 있다.

[0098] 랩온어칩 콤포넌트(1010)는, 예를 들어, 안구 표면의 3차원 형상과 일치하는 형상으로서의 변형을 허용하도록 매우 얇은 랩온어칩 가요성 콤포넌트를 포함하는, 본 설명과 일치할 수 있는 설계를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 랩온어칩 콤포넌트(1010)의 형상 및 두께는 이것이 안과용 삽입체 디바이스 내의 평면 형상 내에 포함되게 할 수 있다.

[0099] 양자점 분광계를 갖는 생의학 디바이스들

[0100] 도 11a는 생의학 디바이스(1100) 내의 예시적인 QD 분광계 시스템을 도시한다. 도 11a에서의 예시는 도 10에 도시된 바와 같은 마이크로유체 시스템을 이용할 수 있거나, 또는 대안적으로는, 샘플을 수집하는 것에 대한 더 수동적인 접근법을 이용할 수 있으며, 여기서 샘플 유체가 채널(1102)에 수동적으로 진입한다. 채널(1102)은 일부 예들에서 생의학 디바이스 내부일 수 있고, 다른 예들에서, 도시된 바와 같이, 생의학 디바이스는 채진입 캐비티를 갖는 외부 영역을 둘러쌀 수 있다. 생의학 디바이스가 자체 외부에 유체의 채널을 생성하는 일부 예들에서, 디바이스는 또한 채널 영역에서 외부 유체와 상호작용하도록 시약 또는 염료를 방출하는 포어(1160)를 포함할 수 있다. 비제한적인 관점에서, 수동적 샘플링은 생의학 디바이스가 삼킬 수 있는 알약일 수 있는 일례를 참조하면 이해될 수 있다. 알약은 분석물의 존재 동안에 위액과 같은 주변 유체를 분석하는 영역들뿐만 아니라 약물(1150)을 방출하는 영역들을 포함할 수 있는데, 여기서 분석물은 예를 들어 약물일 수 있다. 알약은 약물에 근접한 제어기(1170) 영역들을 포함할 수 있고, 여기서 약물의 방출의 제어가 생의학 알약 디바이스의 일부분에 의해 행해질 수 있다. 분석 영역은 외부 유체가 채널 내로 그리고 채널 외부로 수동적으로 유동하게 하는 생의학 알약 디바이스 내에 채진입 채널을 포함할 수 있다. 예를 들어 위액 내의 분석물이 채널 내로 확산 또는 유동하는 경우, 그것은 도 11a에 도시된 바와 같이 분석 영역들 사이에 위치되게 된다.

[0101] 이제 도 11b를 참조하면, 일단 분석물이 확산하거나 또는 달리 채널(1102)로 지칭될 양자점 분광계 채널에 진입하면, 샘플(1130)이 양자점(QD) 방출기(1110)의 방출 부분에서 이동할 수 있다. QD 방출기(1110)는 QD 방출기(1110)에게 채널(1102)을 가로질러 광의 출력 스펙트럼을 방출할 것을 지시하는 정보를 QD 방출기 제어기(1112)로부터 수신할 수 있다.

[0102] 일부 예들에서, QD 방출기는 양자점의 방출 속성에 기초하여 작용할 수 있다. 다른 예들에서, QD 방출기는 양자점의 흡수 속성에 기초하여 작용할 수 있다. 양자점의 방출 속성을 이용하는 예들에서, 이들 방출은 광자극(photostimulate)될 수 있거나 또는 전기 자극될 수 있다. 광자극의 일부 예들에서, 자광선 내지 자외선 내의 에너지 광이 광원에 의해 방출될 수 있고, 양자점에서 흡수될 수 있다. QD에서의 여기는 협대역 내의 특유 에너지의 광자를 방출함으로써 이완될 수 있다. 전술된 바와 같이, QD는 방출이 선택된 관심 주파수에서 발생하도록 엔지니어링될 수 있다. 유사한 세트의 예들에서, QD는 전자 및 흡수 QD 내로 공여할 수 있는 전기적 활성 층들 사이에 개재되는 전술된 층 내에 형성될 수 있다. 이들 여기는 선택된 주파수의 특유 광자를 유사하게 방출할 수 있다. QD 방출기(1110)는 양자점으로서 기능하는 나노스코픽 결정들의 포함에 의해 형성될 수 있으며, 결정들은 그들이 방출기 요소에 포함되기 전에 그들을 형성하는 데 사용되는 재료 및 그들의 성장이 제어될 수 있다.

[0103] 대안적인 세트의 예들에서, QD가 흡수 모드에 있는 경우, 소정 세트의 필터들의 조합이 소정 영역 내의 스펙트럼 응답을 판정하는 데 사용될 수 있다. 이러한 메커니즘은 도 2를 참조하여 이전 섹션에 기술되어 있다. QD 흡수 요소들의 조합은 분석을 위한 스펙트럼의 영역을 선택하도록 분석 시에 이용될 수 있다.

- [0104] 이러한 유형의 방출 예들 중 어느 하나에서, 광 주파수들의 스펙트럼은 QD 방출기(1110)에 의해 방출될 수 있고, 샘플(1130)을 통과할 수 있다. 샘플(1130)은 샘플 내의 화학 성분이 방출된 주파수들 중 일부를 흡수할 수 있는 경우에 그러한 주파수로부터의 광을 흡수할 수 있다. 흡수되지 않은 나머지 주파수는 검출기 요소로 계속 향할 수 있는데, 여기서 QD 수신기(1120)는 광자를 흡수할 수 있고, 이들을 전기 신호로 변환할 수 있다. 이러한 전기 신호들은 QD 검출기 센서(1122)에 의해 디지털 정보로 변환될 수 있다. 일부 예들에서, 센서(1122)는 각각의 QD 수신기들(1120)에 접속될 수 있거나, 또는 다른 예들에서, 전기 신호들이 감지용 중앙집중식 전기 회로로 라우팅될 수 있다. 디지털 데이터는 QD 파장 흡수율 값에 대한 사전결정된 값들에 기초하여 샘플(1130)을 분석하는 데 이용될 수 있다.
- [0105] 도 11c에서, QD 시스템은 샘플이 공간적으로 위치한 스펙트럼 분석 요소들의 전방으로 이동되는 방식으로 도시되어 있다. 이는, 예를 들어 마이크로유체 진행에 대해 기술된 방식으로 달성될 수 있다. 다른 예들에서, 샘플(1130)은 생의학 디바이스의 재료로 외부 유체를 봉입하는 생의학 디바이스의 영역 내부에서 확산하여 샘플이 수동적으로 유동할 수 있는 포어 또는 캐비티를 형성하거나, 또는 생의학 디바이스 내에서 방출기로부터 생의학 디바이스 외부로 그리고 다시 생의학 디바이스 내의 검출기로 광을 전달하는 분석적 영역으로 확산하는 분석물을 포함할 수 있다. 도 11b 및 도 11c는 분석 영역을 따라서 새로운 위치(1131)로 이동한 샘플(1130)의 위치들 사이의 차이로서 그러한 이동을 도시한다. 다른 예들에서, QD들은 여기 수단 및 감지 수단이 각각의 기능을 위한 단일 요소들로 통합되는 단일의 다점 위치에서 동작하도록 통합될 수 있다. 안과용 디바이스와 같은 일부 생의학 디바이스는 100개 초과인 양자점 디바이스들을 포함하는 분광계에 대한 공간적 제한을 가질 수 있지만, 다른 생의학 디바이스들은 혼합물을 함유한 분석물의 전체 분광 특징을 허용하는 수백 개의 양자점 디바이스들을 가질 수 있다.
- [0106] QD 분석 시스템은 또한 마이크로유체 디바이스와 함께 염료를 함유한 시약으로 분석물을 함유한 샘플을 반응시키도록 기능할 수 있다. 염료 분자는 특정 분석물에 반응할 수 있다. 전술된 바와 같이, 그러한 결합의 일례가 FRET 표시자일 수 있다. 염료 분자는 상당히 강한 자외선 및 가시 스펙트럼 내의 흡수 대역을 가질 수 있으며, 이는 높은 소광 계수를 갖는 것으로도 지칭될 수 있다. 따라서, 적은 양의 특정 분석물은 QD 분석 시스템에 의해 포커스를 둘 수 있는 스펙트럼 주파수에서 상당히 흡수하는 분자에 선택적으로 결합될 수 있다. 염료 복합체의 증강된 신호는 분석물 농도의 더 정밀한 수량화를 허용할 수 있다.
- [0107] 일부 예들에서, 마이크로유체 프로세싱 시스템은 분석물 샘플을 타겟 분석물에 결합할 염료를 포함하는 시약과 혼합할 수 있다. 마이크로유체 프로세싱 시스템은 염료와 분석물 사이의 충분한 착화(complexing)를 보장할 기간 동안에 2개의 샘플을 함께 혼합할 수 있다. 그 후, 일부 예들에서, 마이크로유체 프로세싱 시스템은 혼합된 액체 샘플을, 임의의 착화되지 않은 염료 분자에 결합할 수 있는 표면을 포함하는 위치로 이동시킬 수 있다. 이어서, 마이크로유체 시스템이 샘플 혼합물을 분석 영역 내로 추가로 이동시키는 경우, 나머지 염료 분자들은 샘플 내의 분석물의 농도에 상관가능할 것이다. 혼합물은 기술된 방식으로 양자점 방출 광원 또는 양자점 흡수 필터 중 어느 하나의 전방으로 이동될 수 있다.
- [0108] 소정 유형의 형광 염료가 켄칭 분자를 갖는 양자점들을 착화시킴으로써 형성될 수 있다. 양자점과 착화된 켄칭 분자의 시약 혼합물은 생의학 디바이스 내에서 분석물을 함유한 샘플 내에, 예를 들어 마이크로유체 셀 내에 도입될 수 있다. 켄칭 분자는 분석물에 선택적으로 결합할 수 있는 영역들을 포함할 수 있고, 그렇게 하는 한, 양자점으로부터 켄칭 분자를 분리시킬 수 있다. 착화되지 않은 양자점은 이제 여기 방사선의 존재 시에 형광을 발할 수 있다. 일부 예들에서, 양자점 필터들의 조합들은 착화되지 않은 양자점의 파장 특성에서 증강된 방출의 존재를 검출하는 능력을 생성하는 데 이용될 수 있다. 다른 예들에서, 착화되지 않은 양자점들의 증강된 방출을 검출하는 다른 방식들이 활용될 수 있다. 착화된 양자점들의 용액은 생의학 디바이스의 마이크로유체 프로세싱 셀 내에 저장될 수 있고, 생의학 디바이스 내에 도입되는 샘플들에서 사용자로부터 분석물의 존재를 검출하는 데 이용될 수 있다.
- [0109] 도 12를 참조하면, 염료로서 작용하는 착화된 양자점들의 개념의 예시적인 도면이 도시되어 있다. 양자점(1210)은, 예로서 인화인듐 / 황화아연, 구리 인듐 황화물 / 황화아연, 셀렌화카드뮴, 황화카드뮴, 황화납, 셀렌화납, 비화인듐, 및 인화인듐과 같은 예시적인 재료를 포함할 수 있다. 다른 예들은 규소 및 탄소의 나노입자를 포함할 수 있다. 양자점의 유형 특징의 스트레인드 밴드(strained band) 구조체를 형성할 수 있는 임의의 재료가 일부 예에서 사용될 수 있다. 양자점 코어는 양자점으로부터 그의 외부 환경으로의 인터페이스를 제공하는 코어 셸 코팅에 의해 둘러싸일 수 있다. 일부 예의 경우, 양자점의 표면에 대한 켄칭 분자들의 결합을 허용할 수 있는 생체적합성 지질 코팅이 또한 제공될 수 있다. 켄칭 분자들(1211)은 양자점 표면에 결합될 수 있고, 형광 방출 없이 양자점 에너지의 탈여기를 야기할 수 있는 양자점으로부터의 전자 에너지 전달을 가능하게

하도록 작동할 수 있다. 양자점의 용액이 샘플 함유 분석물(1221)과 혼합(1220)될 수 있다. 혼합 동안, 분석물은 켈칭 분자와 착화(1230)되어 분석물/켈칭 분자 착물(1231)을 형성할 수 있다. 켈칭 분자와 분석물의 착화는 켈칭 분자를 양자점으로부터 결합해제(1240)하여, 유리된 분석물/켈칭 분자(1241) 및 착화되지 않은 양자점을 생성할 수 있다. 이제, 양자점은 양자점의 고유 형광 에너지와 구별되는 에너지에서 광자에 의해 여기될 수 있고 켈칭되지 않은 양자점은 이제 형광을 발할 것이다. 샘플 내의 분석물의 농도는 켈칭되지 않은 양자점으로부터 방출하는 형광 신호의 함수일 수 있다. 마이크로유체 분석 시스템은, 예를 들어 양자점 발광 다이오드일 수 있는 광원, 또는 형광 신호와 구별되는 에너지를 갖는 다른 광원들을 포함할 수 있다. 검출기는 스펙트럼 분석 영역을 가로지르는 모든 광을 검출하도록 구성될 수 있다. 대안적으로, 양자점 흡수 필터들 또는 다른 광 필터들이 양자점 형광 신호의 에너지 대역을 선택적으로 지나가도록 하는 데 사용될 수 있다.

[0110]

도 13을 참조하면, 양자점 구성 생의학 디바이스들에서 분석물 분석을 위한 흐름도의 예시를 제공한다. 단계(1300)에서, 사용자는 양자점 디바이스 또는 시약, 및 샘플 수송 수단을 포함하는 생의학 디바이스를 획득할 수 있다. 생의학 디바이스는 사용자로부터 유체 샘플을 획득할 수 있고 이를 양자점 발광 디바이스 또는 다른 광원으로부터 방출하는 광의 경로 내로 지나가게 할 수 있다. 광원은 분석을 위한 선택된 스펙트럼 영역들을 격리시키도록 구성된 켈칭된 양자점 필터들의 세트 또는 양자점 발광 다이오드를 포함할 수 있다. 레이저 및 발광 다이오드와 같은 다른 광원이 또한 사용될 수 있다. 일부 예에서, 생의학 디바이스는 최종 사용자에게 의한 사용을 위하여 중개자에 의해 획득될 수 있다. 단계(1310)에서, 생의학 디바이스는 사용자의 생물학적 유체와 접촉하여 위치될 수 있다. 상기 위치는 비제한적인 예에서, 혈액, 혈액, 타액, 및 배설물과 같은, 사용자로부터의 유체 방출물에 가까운 영역을 포함할 수 있다. 또는, 상기 위치는 사용자의 체강 및 정맥계 내의 또는 그와 접촉하는 위치들 및 피하 위치들을 포함할 수 있다. 단계(1320)에서, 생의학 디바이스는 사용자의 생물학적 유체를 샘플링하는 데 사용된다. 단계(1330)에서, 생의학 디바이스는 자율적인 방식으로 또는 외부 디바이스 또는 통신 신호의 지시 하에서 캘리브레이션 프로토콜을 채용할 수 있다. 캘리브레이션은 궁극적인 샘플 분석 신호와 관련된 계산에서 사용될 수 있는 기준 제어 신호를 허용하도록 분석물의 부재 시 생의학 디바이스의 샘플 분석 섹션을 테스트할 수 있다. 일부 예에서, 단계(1340)에서는, 사용자의 생물학적 유체의 샘플의 분취물이 염료 화합물을 포함하는 시약과 혼합될 수 있다. 혼합은 수동 확산 기반 상호작용에 의해 일어날 수 있거나, 또는 대안적으로, 본 명세서에서 설명된 바와 같은 마이크로유체 프로세싱 시스템에 의해서와 같이 능동적으로 제어될 수 있다. 염료 화합물은 유기 염료, 또는 일부 예에서, 양자점 기반 염료일 수 있다. 염료는, 그가 샘플 내의 분석물과 결합하는 경우, 형광 방사율 또는 스펙트럼 흡수율과 같은 스펙트럼 특징을 변화시킬 수 있다. 단계(1350)에서, 일부 예의 경우, 혼합물은 이후에, 특히 분석물에 대한 염료의 결합이 염료의 스펙트럼 특징을 변화시키지 않는 예에서, 미반응 염료를 제거하도록 프로세싱될 수 있다. 샘플은 비결합 염료가 불활성화되도록 하는 시약과 혼합될 수 있거나, 또는 대안적으로 샘플은 비결합 염료를 결합하고 이를 고정 또는 분리할 수 있는 표면과 접촉한 상태로 통과될 수 있다. 단계(1360)에서, 샘플 혼합물은 일부 예에서 반응 영역으로부터 분석 영역으로 이동될 수 있다. 다른 예에서, 반응이 일어나는 동일한 위치는 스펙트럼 분석을 수행하는 데 이용될 수 있다. 단계(1370)에서, 샘플은 광원으로 조사될 수 있다. 광원은, 설명된 바와 같이, 양자점을 포함하는 광원을 비롯한 많은 예시적인 유형으로부터 비롯될 수 있다. 이러한 조사는 샘플을 통하여 계속될 수 있고, 샘플로부터 방출되는 광은 생의학 디바이스 내의 검출기 시스템에 의해 일정 스펙트럼 영역에서 검출될 수 있다. 검출된 방출 신호는 전기 신호로 변환될 수 있고, 전기 신호 스트림으로서 또한 전달될 수 있는 디지털 데이터 값으로 또한 변환될 수 있다. 단계(1380)에서, 일부 예의 경우, 생의학 디바이스는 온 보드(on board) 프로세싱 디바이스, 및 샘플 내의 분석물의 농도의 추정치의 계산을 하게 할 수 있는 소프트웨어 알고리즘을 포함할 수 있다. 다른 예에서, 미가공 데이터 신호, 분석물이 없는 상태의 검출기 (캘리브레이션) 신호, 및 분석물이 있는 상태의 검출기 신호는 생의학 디바이스 내의 추가 신호 프로세싱 없이 전달될 수 있다. 단계(1390)에서, 미가공 데이터 신호는, 예를 들어, 무선 통신을 통하여, 외부 송수신기로 통신될 수 있다. 일부 예에서, 단계(1390)에서, 분석물의 농도의 계산된 추정치가 또한 통신될 수 있다. 더 추가의 예에서, 비제한적인 시각 센서(perspective sensor)에서, 생의학 디바이스의 영역에서 감지되는 온도의 측정치를 포함할 수 있는 분석 시스템 데이터에 더하여 전달될 수 있는 많은 다른 센서 데이터가 존재할 수 있다.

[0111]

QD 분광계 시스템은, 분석물을 검출 및 분석하도록 하는 그러한 방식으로 신체 상에 있는 또는 그에 근접해 있는 안과용 디바이스, 생의학 알약, 위생 제품, 패치, 및 다른 유사한 생의학 제품을 비롯한 몇몇 상이한 생의학 디바이스들에 이용될 수 있다. QD 분광계 시스템으로부터 획득된 정보는, 비제한적인 예로서, 당뇨병을 위한 글루코스의 실시간 관측과 같은 바이오메트릭 분석을 위해 이용될 수 있다. 획득된 정보는, 도 4와 관계하여 개시된 바와 같이, 스마트폰과 같은 제3 디바이스로 통신될 수 있다.

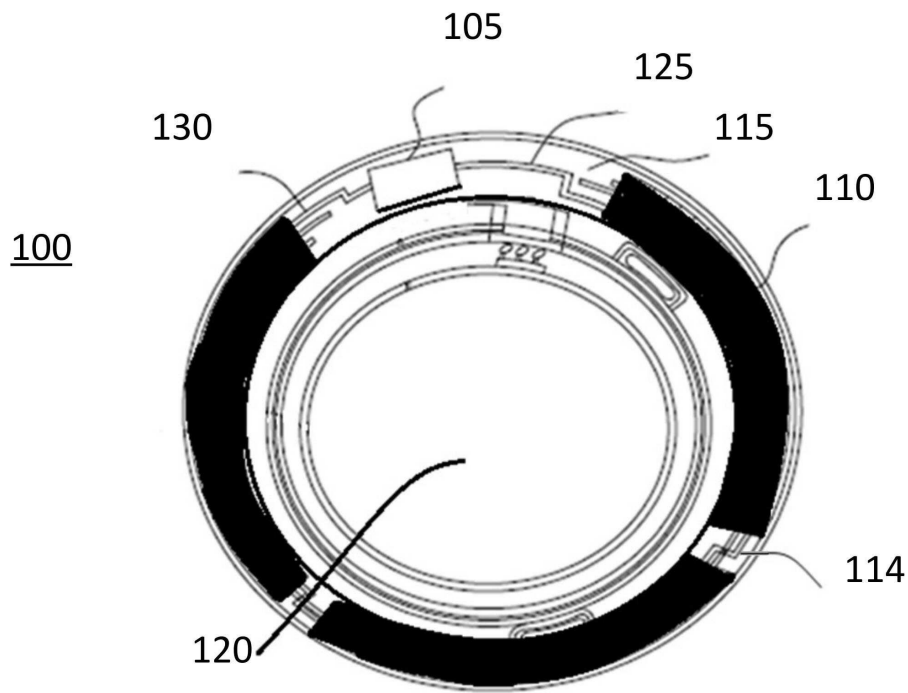
- [0112] 생분식물을 모니터링하기 위한 방법
- [0113] 이제 도 14를 참조하면, 본 발명의 태양에 따른 안과용 렌즈를 착용한 사용자의 분석물 레벨을 모니터링하는 데 사용될 수 있는 예시적인 방법 단계들이 도시된다. 단계(1401)에서, 임계 값이 소프트웨어 프로그램 내로 프로그래밍될 수 있다. 본 발명의 태양에 따르면, 임계 값은, 예를 들어, 안구 유체 내의 글루코스 바이오마커의 농도에 대한 용인가능한 레벨을 포함할 수 있다. 우울증, 고혈압, 등과 같은 상이한 질환들을 모니터링하는 데 사용되는 다른 바이오마커들의 사용은 또한 본 발명의 태양의 발명 범주 내에 있다. 더욱이, 사전프로그래밍된 레벨들은 안구 유체 샘플 표적이, 예를 들어, 누액인지 또는 간질액인지에 따라 상이할 수 있다. 프로그램은 안과용 디바이스의 매체 삽입체의 프로세서 형성 부분 및 매체 삽입체의 프로세서와 통신 상태에 있는 외부 디바이스 중 하나 또는 둘 모두를 사용하여 저장 및 실행될 수 있다. 외부 디바이스는 스마트폰 디바이스, PC, 전문적인 생의학 디바이스 사용자 인터페이스, 등을 포함할 수 있고, 안구 유체 샘플의 특성을 모니터링하는 데 유용한 실행가능 코드를 포함하도록 구성될 수 있다. 안구 유체 특성은 안과용 디바이스 내에 포함된 하나 이상의 센서에 의해 측정될 수 있다. 센서는 전기화학적 센서 및/또는 광측정 센서를 포함할 수 있다. 예시적인 실시예에서, 센서 분석 단계는 QD 분광법에 기초한 글루코스 농도의 광측정 감지와 관련될 수 있다. 다른 예에서, 센서는 유체 샘플 및 분석물 센서의 일부와의 글루코스 옥시다제 상호작용으로부터 반응 생성물의 존재를 검출할 수 있다.
- [0114] 단계(1405)에서, 마이크로유체 시스템을 포함하는 안과용 디바이스는 눈의 전방 안구 표면의 일부와 접촉 상태로 배치될 수 있고 사용자에게 의해 착용될 수 있다. 일부 실시예에서, 안과용 디바이스는 동력수급 콘택트 렌즈의 형태일 수 있고, 단계는 콘택트 렌즈가 눈 표면 상에 배치되는 경우에 달성될 수 있다. 다른 실시예에서, 생의학 디바이스는, 예를 들어, 안내 렌즈, 누점 플러그, 생의학 알약, 또는 임의의 다른 유사한 생의학 디바이스의 형태일 수 있고, 본 발명에서 설명된 QD 분광계 시스템의 태양들을 여전히 포함할 수 있다. 안과용 디바이스가 명세서 전체를 통하여 단수형으로 설명되더라도, 각각의 눈에 하나가 놓이는 두 개의 안과용 디바이스들 (예컨대 콘택트 렌즈들)이 본 발명의 기능적 태양을 제공하기 위하여 함께 기능할 수 있다는 것은 당업자에 의해 이해될 것이다.
- [0115] 단계(1410)에서, 하나 이상의 센서를 이용하여 바이오마커의 농도 변화가 모니터링될 수 있다. 바이오마커의 모니터링은 사전결정된 빈도로/대역폭에서, 또는 안과용 디바이스 내의 사용자 인터페이스 및/또는 활성화 센서를 통한 요구 시에 일어날 수 있다. 바이오마커는 글루코스 레벨, 우울증, 혈압 등과 상관된 것들을 포함할 수 있다. 단계(1420)에서, 안과용 디바이스의 프로세서는 안구 유체의 샘플로부터의 측정된 특성/상태를 기록할 수 있다. 일부 실시예에서, 안과용 디바이스의 프로세서는 이를 저장할 수 있고/있거나 이를 안과용 디바이스와 통신하는 하나 이상의 디바이스(들)로 전송할 수 있다. 단계(1415)에서, 기록된 값은 안과용 렌즈와 통신하는 사용자 인터페이스에 저장될 수 있고 그 내에서 분석될 수 있고/있거나, 단계(1425)에서, 분석 및 기록은 안과용 디바이스에서 일어날 수 있다.
- [0116] 단계(1430)에서, 안과용 디바이스 및 사용자 인터페이스 중 하나 또는 둘 모두는 사용자, 및/또는 전문가에게 측정된 농도를 경고로서 알려줄 수 있다. 이러한 경고는 측정된 레벨이 안과용 디바이스에 의해 프로그래밍된, 수신된 그리고/또는 계산된 사전결정된 임계 값 밖에 있는 경우 일어나도록 프로그래밍될 수 있다. 일부 추가 실시예에서, 데이터 및 경고는 a) 하루 중 시간에 따른 측정 빈도를 변화시키는 단계, b) 농도 레벨 측정치의 변화의 개인적인 패턴을 식별하는 단계, 및 c) 측정된 농도의 변화에 따른 측정 빈도를 변화시키는 단계 중 하나 이상의 단계를 수행하도록 분석될 수 있다. 단계(1435)에서, 하루 중 시간은 측정의 빈도를 변화시킬 수 있다. 예를 들어, 안과용 디바이스가 수면 동안 눈에 남아 있곤 하는 것인 경우, 오후 10시에서 오전 6시 동안 측정의 횟수는 감소될 수 있거나, 정지할 수 있다. 유사하게, 점심 및 저녁 시간 동안, 사용자의 음식 소비로 인한 변화를 검출하기 위하여 빈도가 증가할 수 있다. 단계(1440)에서, 농도 레벨의 변화의 패턴은 시스템에 의해 식별될 수 있다. 식별된 패턴을 사용하여, 시스템은 사용자에게 원인을 경고로서 알릴 수 있고/있거나, 단계(1445)에서, 식별된 변화에 따라 빈도를 변경하여 시스템이 식별된 증대한 상태 동안 더 많은 경고를 하게 한다. 증대한 상태는 글루코스 레벨의 유의한 증가 또는 감소를 트리거(trigger)할 사건을 포함할 수 있다. 사건은, 예를 들어, 휴일 약속, 운동, 위치, 하루 중 시간, 약물의 소비 등을 포함할 수 있다.
- [0117] 일부 실시예에서, 단계(1450)에서, 원래 프로그래밍된 값은 식별된 패턴/상태에 따라서 주기적으로 또는 실시간으로 커스터마이징될 수 있다. 이러한 능력은 시스템이 오경보를 제거하고 증대한 상태에서 감도를 증가시킴으로써 그의 유효성을 증가시키게 할 수 있다. 유효성은 시스템에 의해 사용자 참여를 촉진하고, 그에 의해 안과용 디바이스의 이익을 최대화할 수 있고 그리고 그에 의해 안전 모니터링 시스템을 제공할 수 있다. 단계(1455)에서, 예를 들어, 식별된 패턴, 측정치, 및/또는 선호도를 비롯한, 사용자와 관련된 데이터가 사용자의

병력의 일부로 될 수 있다. 병력은 데이터를 암호화하고/하거나 그의 액세스를 제한함으로써 안전하게 저장될 수 있다.

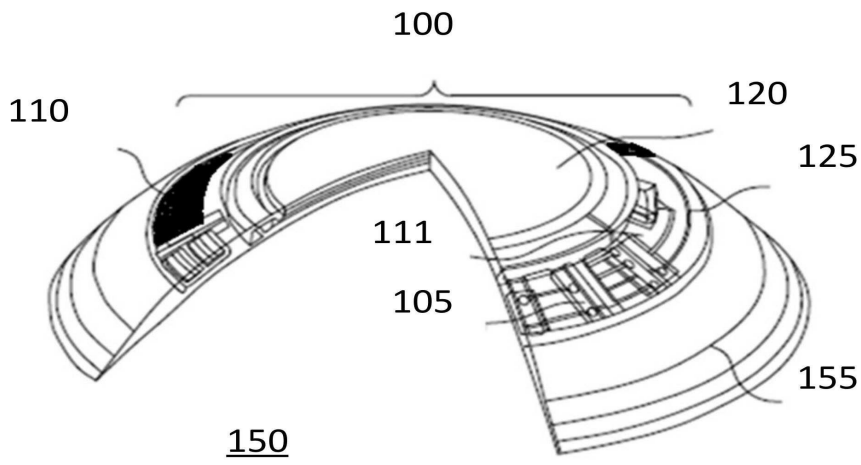
- [0118] 이제 도 15를 참조하면, 본 발명의 태양에 따른 안과용 렌즈를 착용한 사용자의 글루코스 레벨을 처리하는 데 사용될 수 있는 예시적인 방법 단계들이 도시된다. 단계(1501)에서, QD 분광계 분석 시스템을 포함하는 안과용 디바이스가 안구 유체와 접촉한 상태로 배치된다. 일부 실시예에서, 안과용 디바이스는 동력수급 콘택트 렌즈의 형태일 수 있고, 단계는 콘택트 렌즈가 눈 표면 상에 배치되는 경우에 달성될 수 있다. 다른 실시예에서, 안과용 디바이스는, 예를 들어, 안내 렌즈 또는 누점 플러그의 형태일 수 있고, 본 발명에서 설명된 QD 분광계 시스템의 태양을 여전히 포함할 수 있다.
- [0119] 단계(1505)에서, 안구 유체 내의 바이오마커의 변화가 모니터링될 수 있다. 바이오마커 변화를 모니터링하는 방법은, 예를 들어, 도 14에 도시된 단계들을 포함할 수 있다. 단계(1510)에서, 측정된 변화는 안과용 디바이스와 직접 또는 간접적으로 통신하는 약물-분배 디바이스에 실시간으로 통신될 수 있다. 안구 유체 내의 모니터링된 바이오마커의 농도의 변화가 검출 시 사용자의 혈류의 농도 변화에 관한 시간 지연을 포함할 수 있지만, 단계(1515)에서, 약물-분배 디바이스는 농도를 정상 레벨로 낮추거나 올릴 수 있는 약물을 투여할 수 있다. 예를 들어, 글루코스 레벨은 모니터링될 수 있고, 그가 정상 레벨 밖에 있는 경우 처리될 수 있다. 연속적인 모니터링은 심장, 신장, 눈, 및 신경과 같은 중요한 기관으로 혈액을 공급하는 혈관에 손상을 줄 수 있는 제어되지 않은 혈당 레벨을 방지할 수 있다. 개인의 글루코스 레벨이 그/그녀를 위험에 노출시키는 레벨에 도달할 수 있는 그러한 개인이 상태가 괜찮다고 느낄 수 있기 때문에, 본 발명의 태양은 상태의 조기 검출 시 조치를 취하는 것을 도울 수 있다. 조기 검출은 레벨을 정상 상태로 다시 가져오고/거나 사용자가 인지하게 할 수 있을 뿐만 아니라, 예를 들어, 비정상 글루코스 레벨이 처리되지 않은 상태로 남아 있는 경우 일어나는 것으로 알려진 심장마비 또는 뇌졸중, 신부전, 및 실명을 비롯한 더 극적이고 영구적인 결과를 추가로 방지할 수 있다.
- [0120] 더욱이, 일부 실시예에서, 약물 투여 디바이스가 그의 인터페이스를 통하여 또는 안과용 디바이스의 컴포넌트를 이용하여 사용자에게 경고를 전송할 수 있다. 예를 들어, 일부 안과용 디바이스 실시예에서, 매체 삽입체는 신호를 사용자에게 전송할 수 있는 하나 이상의 LED와 같은 광 투영 시스템을 포함할 수 있다.
- [0121] 이어서, 단계(1520)에서, 누액에 반영될 효과 및 약물의 효과의 시간 지연으로 인한 시스템의 과다복용을 방지하도록 임의의 추가 약물 투여가 중단될 수 있다. 예를 들어, 약물은 비정상 레벨에 대응하기 위하여 10 내지 30분을 필요로 할 수 있고, 그의 효과 시, 누액의 농도를 동등하게 하기 위하여 추가 20분이 걸릴 수 있다. 그 결과, 상태, 시간 지연, 및 약물의 적절한 후속 복용을 상관시킬 수 있는 프로그래밍된 알고리즘이 시스템 내에 프로그래밍되어 안전하게 기능할 수 있다. 단계(1525)에서, 측정된 상태 및 사용자에게 대한 약물 투여 중 하나 또는 둘 모두에 관한 데이터는 사용자의 병력 및/또는 치료의 일부로서 저장 및 이용될 수 있다.
- [0122] 생의학 디바이스에서 분광 분석을 위해 양자점을 포함시키는 것과 관련된 방법 및 디바이스를 위한 샘플 실시예를 예시하기 위하여 구체적인 예들이 설명되었다. 이들 예는 상기 설명을 위한 것이며, 임의의 방식으로 청구 범위의 범주를 제한하고자 의도되지 않는다. 따라서, 본 설명은 당업자에게 명백할 수 있는 모든 예들을 포함하고자 한다.

도면

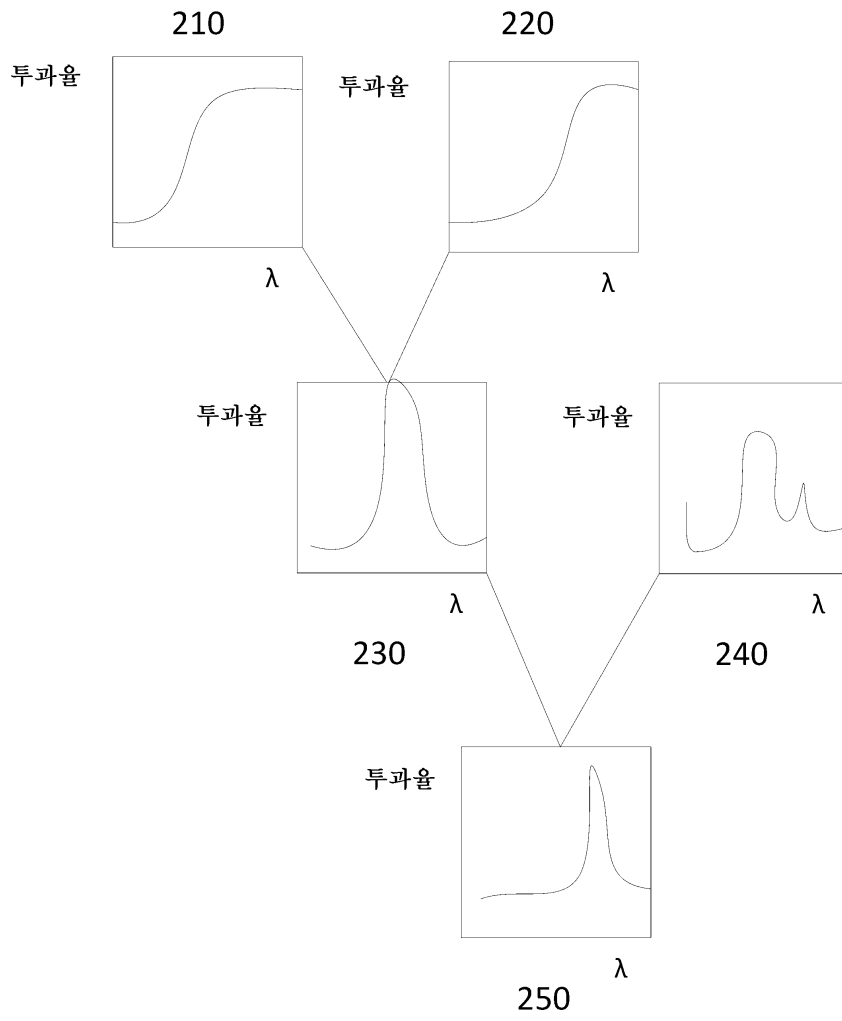
도면1a



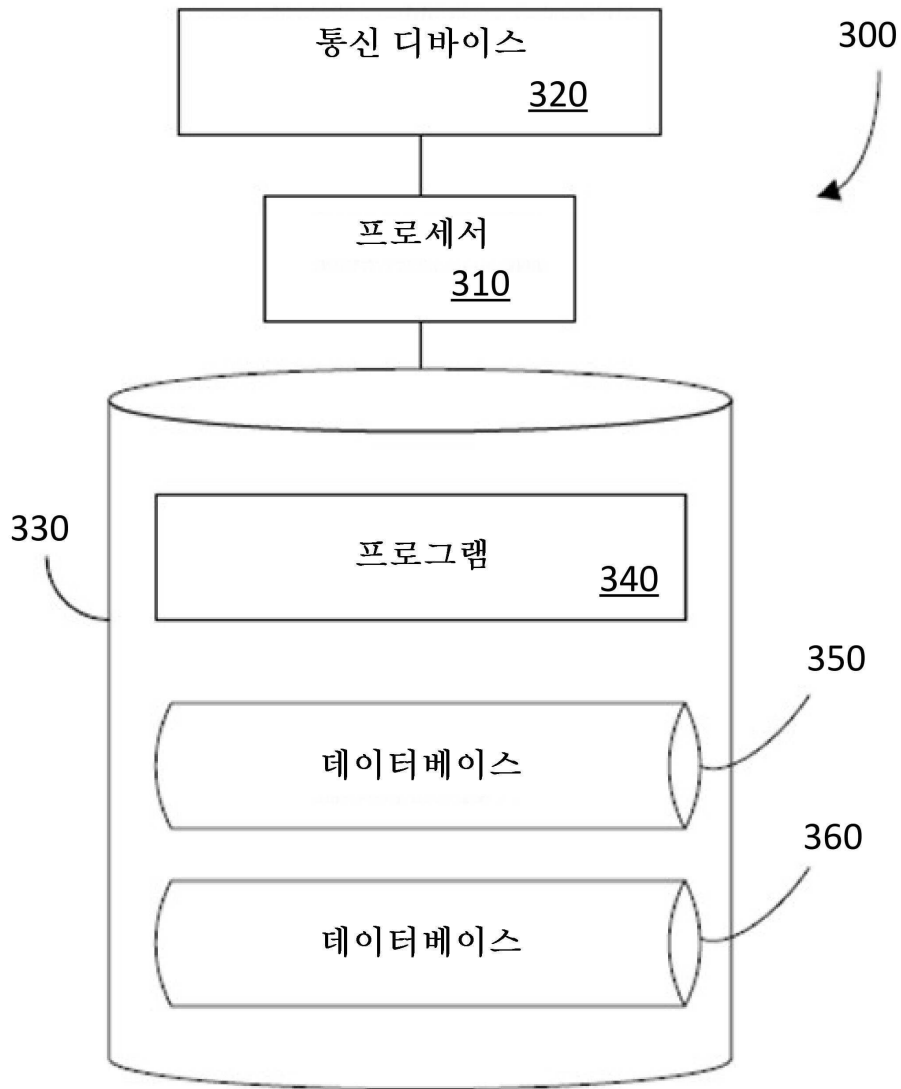
도면1b



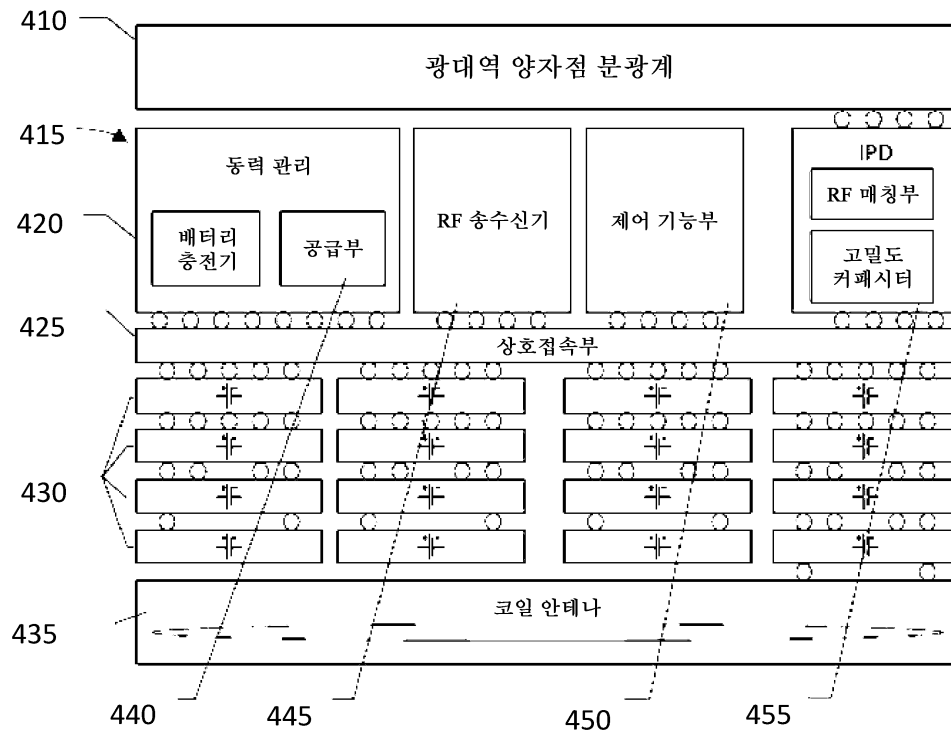
도면2



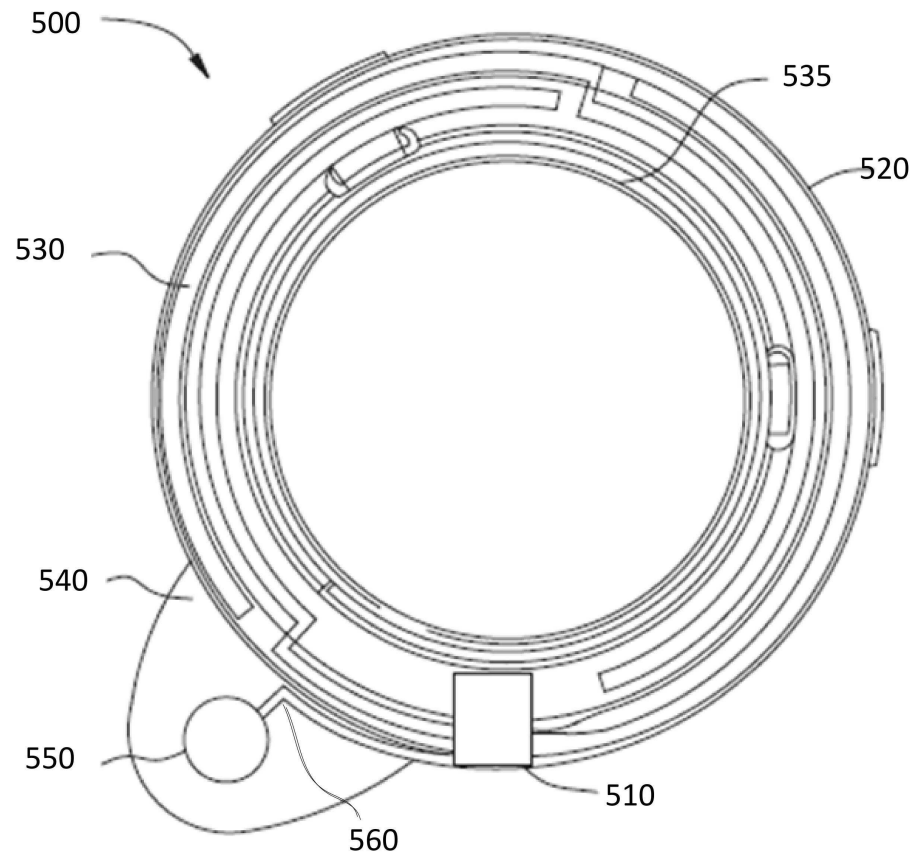
도면3



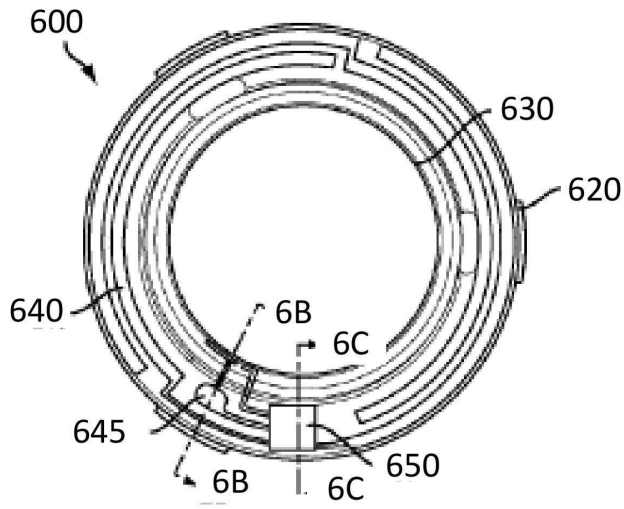
도면4



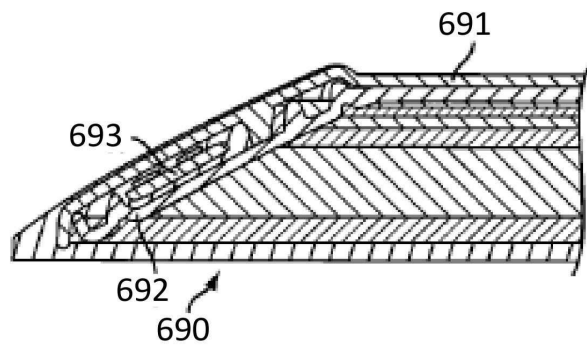
도면5



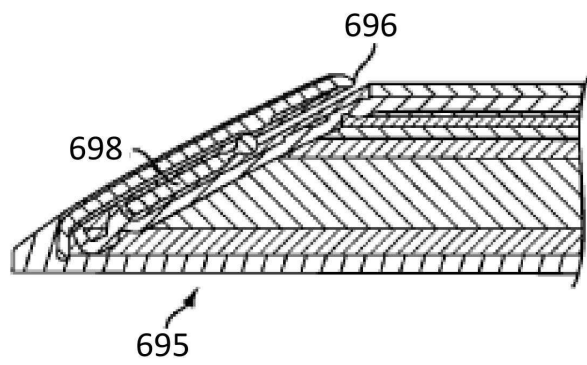
도면6a



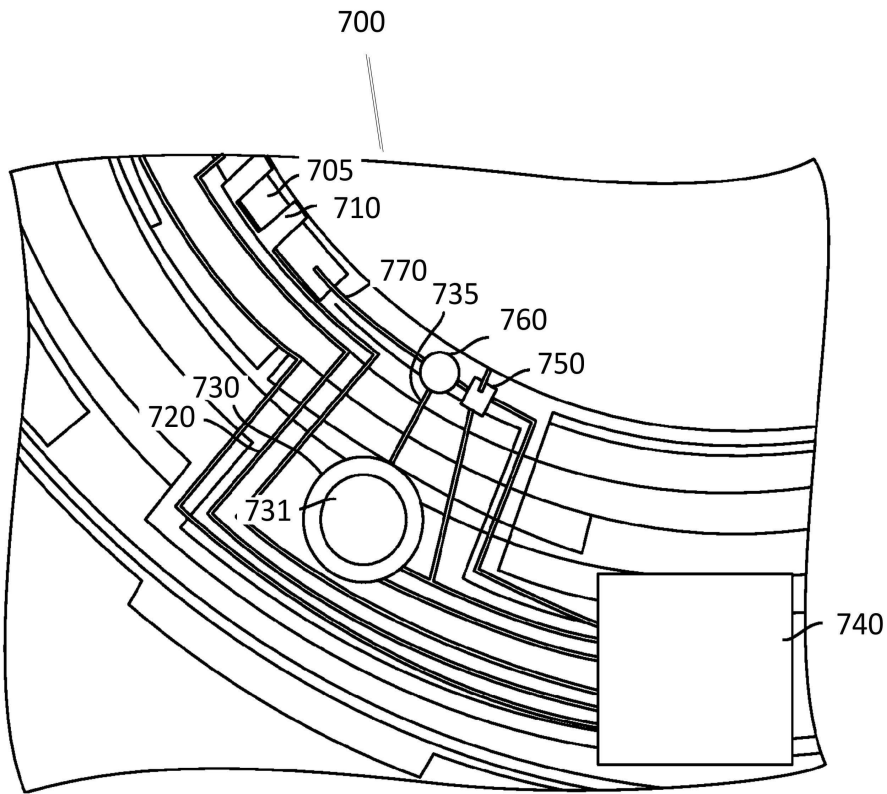
도면6b



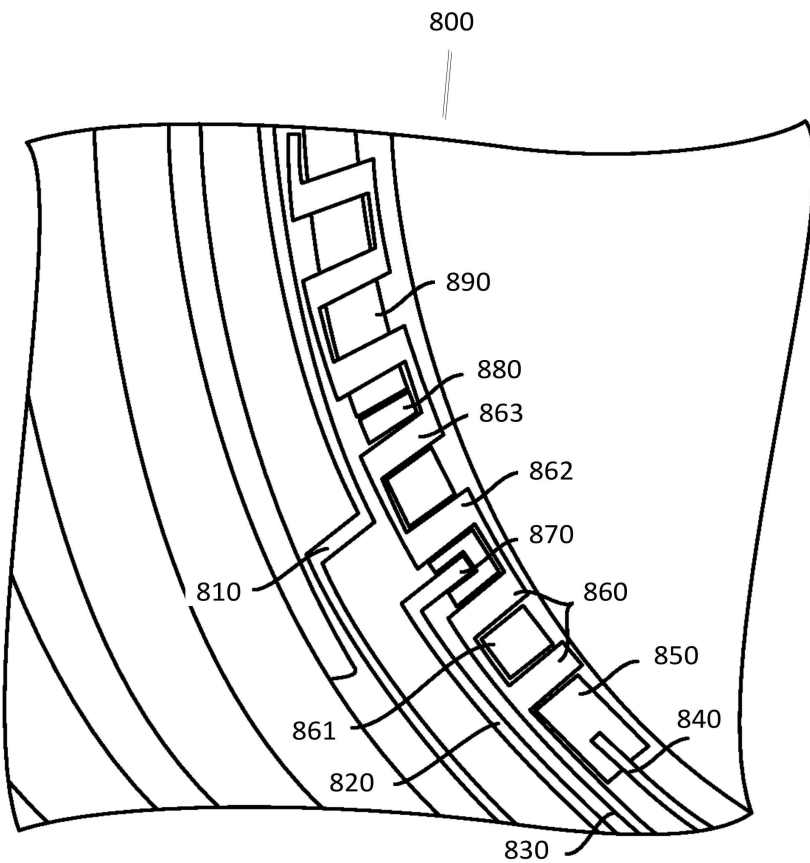
도면6c



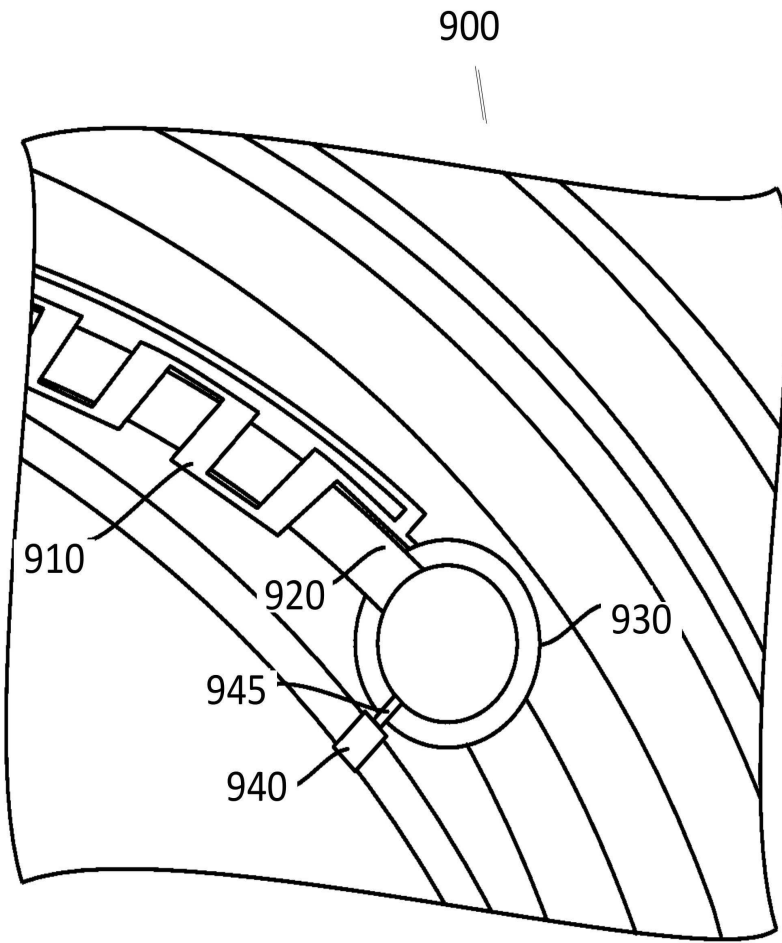
도면7



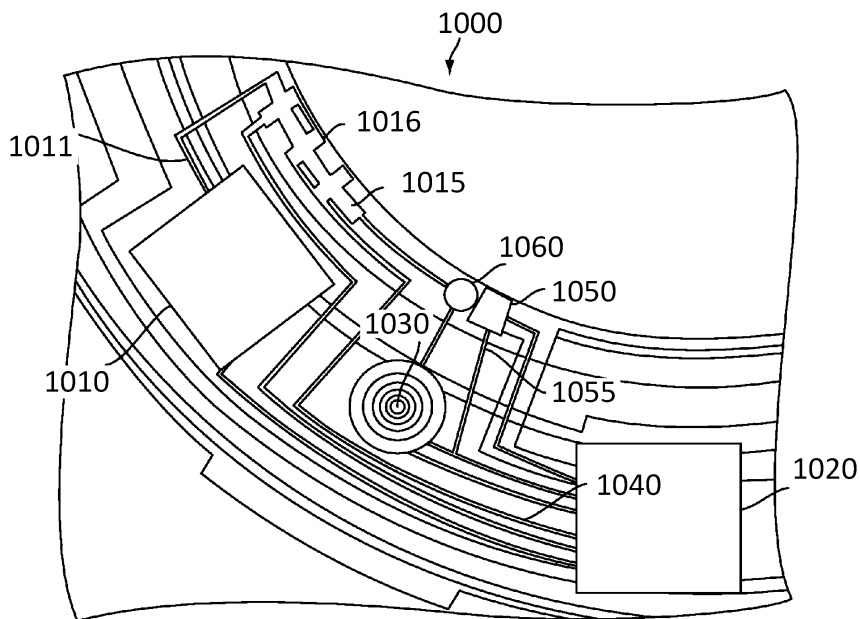
도면8



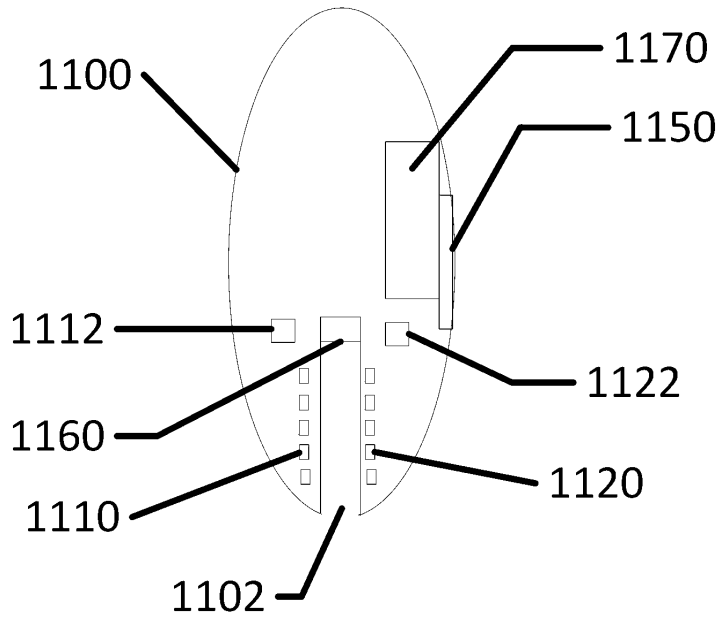
도면9



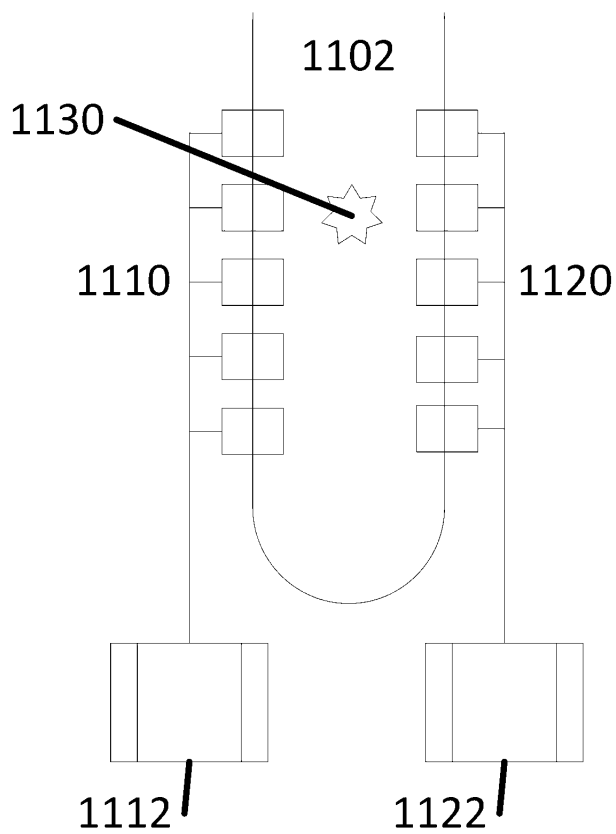
도면10



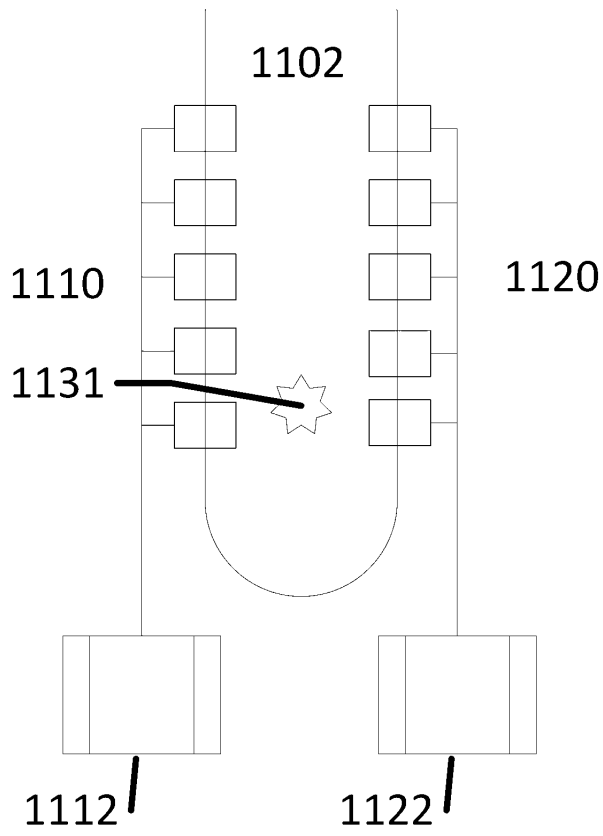
도면11a



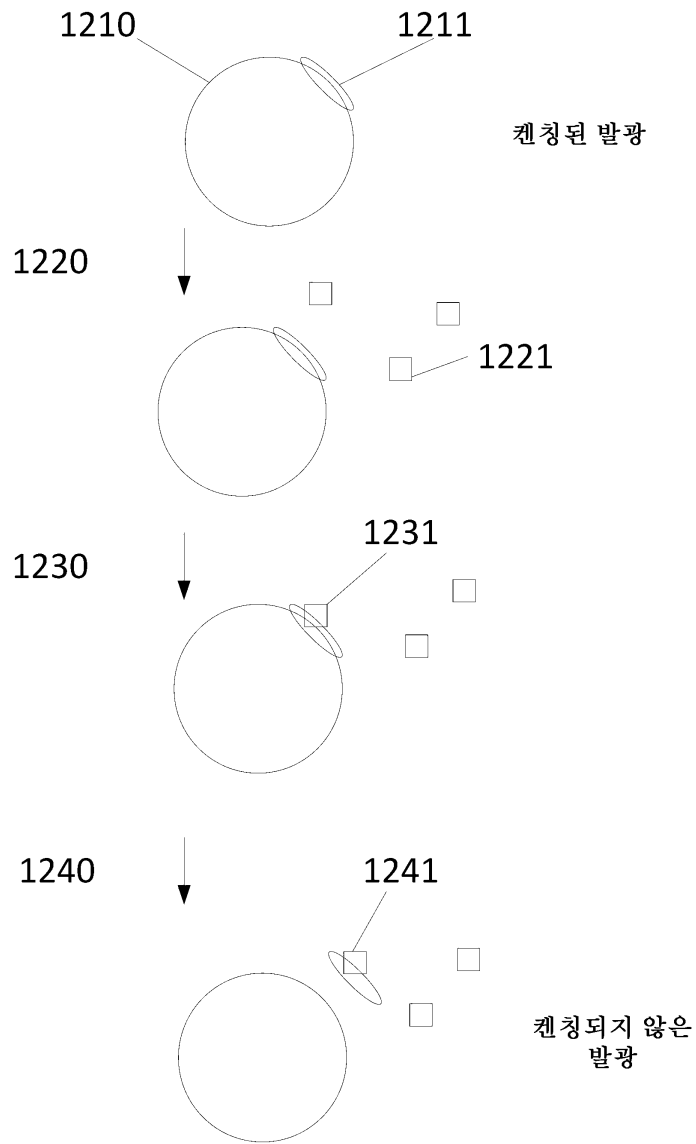
도면11b



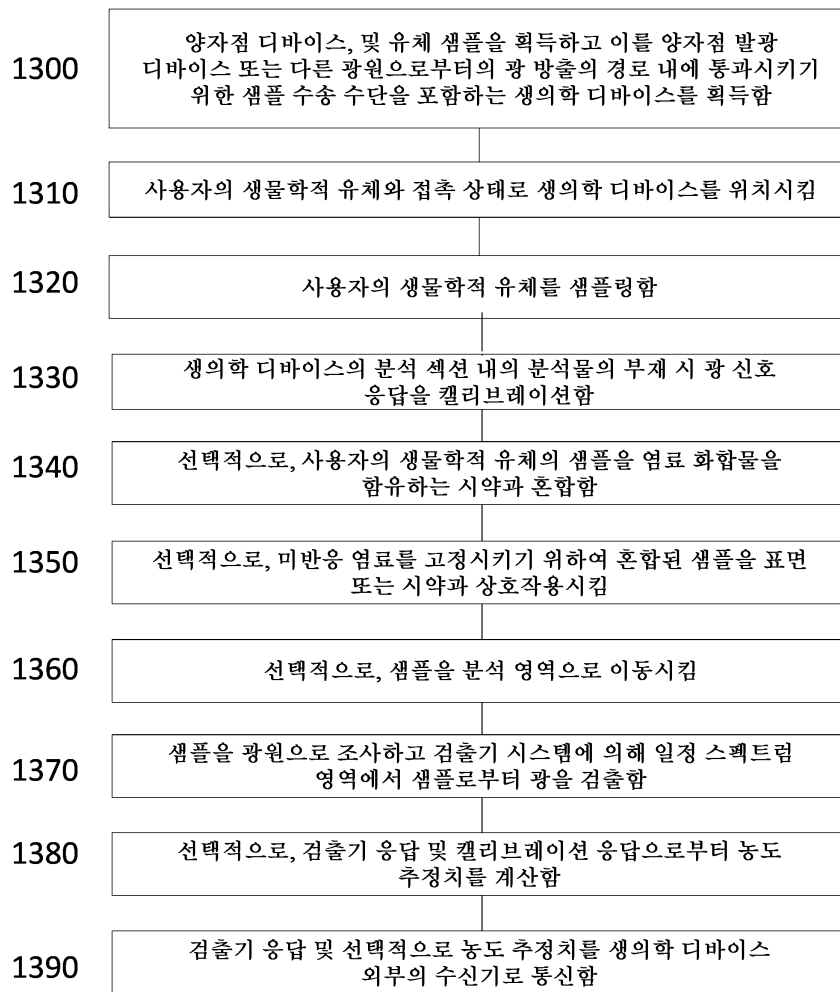
도면11c



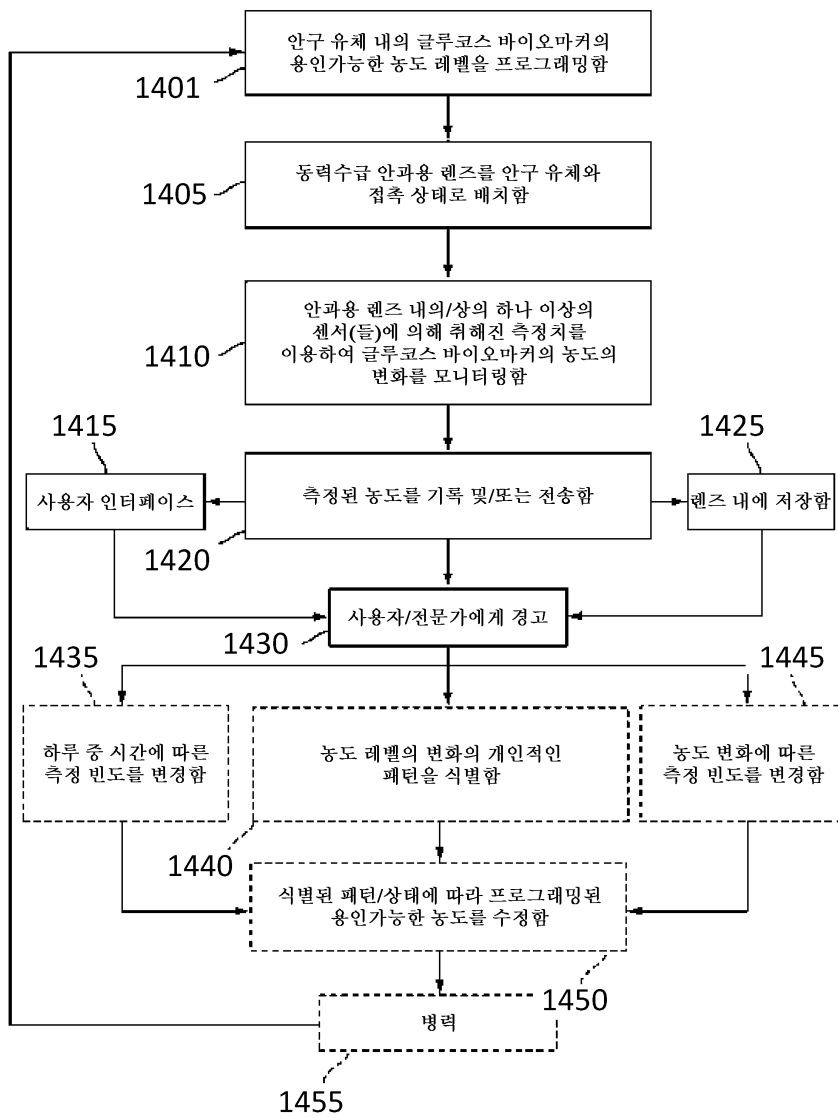
도면12



도면13



도면14



도면15

