



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0042595
(43) 공개일자 2023년03월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61N 1/36 (2006.01) A61B 5/00 (2021.01)
A61B 5/11 (2006.01) A61F 9/00 (2021.01)
A61N 1/05 (2006.01) G02C 11/00 (2006.01)
G02C 7/04 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61N 1/36046 (2013.01)
A61B 5/1103 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-7007269
(22) 출원일자(국제) 2021년08월03일
심사청구일자 2023년02월28일
(85) 번역문제출일자 2023년02월28일
(86) 국제출원번호 PCT/US2021/044383
(87) 국제공개번호 WO 2022/031731
국제공개일자 2022년02월10일
(30) 우선권주장
63/060,363 2020년08월03일 미국(US)
17/391,835 2021년08월02일 미국(US)

(71) 출원인
트웬티 트웬티 테라퓨틱스 엘엘씨
미국 캘리포니아 사우스 샌프란시스코 이스트 그
랑 애비뉴 259 (우: 94080)
(72) 발명자
리, 프레드 숀
미국 94080 캘리포니아 사우스 샌프란시스코 이스
트 그랑 애비뉴 259
아자르, 디미트리
미국 94080 캘리포니아 사우스 샌프란시스코 이스
트 그랑 애비뉴 259
(74) 대리인
특허법인 남앤남

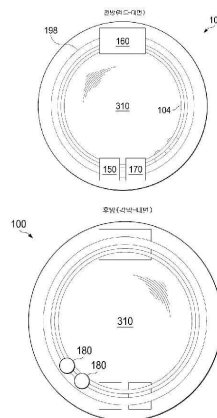
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 안구 건조를 치료하기 위한 안과 디바이스들, 시스템들, 및 방법들

(57) 요약

일부 양태들에서, 안구 건조를 치료하기 위한 전자 콘택트 렌즈가 제시된다. 일부 양태들에 따르면, 전자 콘택트 렌즈는 환자의 눈에 순응하도록 구성되는 오목 표면, 눈꺼풀 움직임을 표시하는 신호를 생성하도록 구성되는 센서, 및 눈을 자극하기 위해 사용되는 에너지를 저장하도록 구성되는 적어도 하나의 커패시터를 포함한다. 전자 콘택트 렌즈는 적어도 하나의 커패시터에 결합되는 적어도 2개의 전극들을 더 포함할 수 있으며, 적어도 2개의 전극들은 오목 표면에 노출되고 그리고 눈을 자극하기 위해 적어도 하나의 커패시터로부터 전력을 전달하도록 구성된다. 전자 콘택트 렌즈는 센서 및 전극들에 결합되는 프로세서를 더 포함한다. 프로세서는, 센서 출력으로부터 깜박임 속도를 컴퓨트하고 그리고 깜박임 속도에 기초하여, 눈을 자극하기 위해 적어도 2개의 전극들을 활성화시키도록 구성될 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

A61B 5/4836 (2021.08)

A61B 5/6821 (2013.01)

A61F 9/0017 (2013.01)

A61N 1/0543 (2013.01)

A61N 1/36031 (2017.08)

G02C 11/10 (2013.01)

G02C 7/04 (2013.01)

A61B 2560/0214 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

안구 건조를 치료하기 위한 전자 콘택트 렌즈(electronic contact lens)로서, 상기 전자 콘택트 렌즈는,
환자의 눈에 순응하도록 구성되는 오목 표면;
눈꺼풀 움직임을 표시하는 신호를 생성하도록 구성되는 센서(sensor);
상기 눈을 자극하기 위해 사용되는 에너지(energy)를 저장하도록 구성되는 적어도 하나의 커패시터(capacitor);
상기 적어도 하나의 커패시터에 결합되는 적어도 2개의 전극들 — 상기 적어도 2개의 전극들은 오목 표면에 노출되고 그리고 상기 눈을 자극하기 위해 상기 적어도 하나의 커패시터로부터 전력을 전달하도록 구성됨 — ; 및
상기 센서 및 상기 전극들에 결합되는 프로세서(processor)를 포함하며,
상기 프로세서는,
상기 센서로부터 신호를 수신하도록;
상기 신호에 기초하여 깜빡임(blink)이 발생하는 때를 결정하도록;
상기 2회 이상의 검출된 깜박임들의 세트로부터 깜박임 속도를 컴퓨터하도록(compute); 그리고
상기 깜박임 속도에 기초하여, 제1 자극 진폭을 사용하여 상기 눈을 자극하기 위해 상기 적어도 2개의 전극들을 활성화시키도록 구성되는,
안구 건조를 치료하기 위한 전자 콘택트 렌즈.

청구항 2

제1 항에 있어서,
상기 프로세서는 추가적으로,
마지막 자극이 상기 적어도 2개의 전극들로부터 전달된 후에, 자극간 기간(inter-stimulation period)이 초과되는지의 여부를 결정하도록; 그리고
상기 결정에 기초하여, 제2 자극 진폭을 사용하여 상기 눈을 자극하기 위해 상기 적어도 2개의 전극들을 활성화시키도록 구성되는,
안구 건조를 치료하기 위한 전자 콘택트 렌즈.

청구항 3

제1 항에 있어서,
상기 제1 자극 진폭은 상기 제2 자극 진폭보다 더 큰,
안구 건조를 치료하기 위한 전자 콘택트 렌즈.

청구항 4

제3 항에 있어서,
상기 제1 자극 진폭은 깜박임 반사(blink reflex)를 자극하도록 구성되며, 그리고 상기 제2 자극 진폭은 눈물 반사 생성(reflex tear production)을 자극하도록 구성되는,
안구 건조를 치료하기 위한 전자 콘택트 렌즈.

청구항 5

제1 항에 있어서,

전력 공급장치를 더 포함하며, 상기 전력 공급장치는 상기 프로세서에 결합되고, 그리고 상기 프로세서에 전력을 전달하도록 구성되는,

안구 건조를 치료하기 위한 전자 콘택트 렌즈.

청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 오목 표면은 상기 눈의 적어도 각막을 커버하도록 구성되며, 그리고 상기 적어도 하나의 커패시터, 상기 센서, 및 상기 프로세서는 상기 눈 및/또는 눈꺼풀에 접촉하기에 적합한 인클로저 재료(enclosure material)에서 에워싸이는,

안구 건조를 치료하기 위한 전자 콘택트 렌즈.

청구항 7

제1 항에 있어서,

상기 프로세서는, 표적 깜빡임 속도에 기초하는 주파수로 상기 눈을 자극하기 위해 상기 적어도 2개의 전극들을 활성화시키도록 추가적으로 구성되는,

안구 건조를 치료하기 위한 전자 콘택트 렌즈.

청구항 8

제6 항에 있어서,

상기 전자 콘택트 렌즈는 상기 눈에 시력 교정을 제공하도록 구성되는,

안구 건조를 치료하기 위한 전자 콘택트 렌즈.

청구항 9

제1 항에 있어서,

상기 프로세서는 추가적으로,

눈물 특성을 측정하기 위해 상기 전극들을 사용하도록; 그리고

상기 눈물 특성 측정들에 기초하여 상기 전극들을 활성화시키도록 구성되는,

안구 건조를 치료하기 위한 전자 콘택트 렌즈.

청구항 10

제1 항에 있어서,

상기 센서는,

제1 전극 부분 및 제2 전극 부분을 포함하는 오실레이터 회로(oscillator circuit); 및

드라이버 회로(driver circuit)를 포함하며, 상기 드라이버 회로는 상기 제1 전극 부분 및 상기 제2 전극 부분이 상기 콘택트 렌즈로부터 연장하는 전자기장을 방출하는 것을 유발시키기 위해 제2 신호로 상기 오실레이터 회로를 구동시키도록 결합되며,

깜빡임이 상기 신호에 기초하여 발생하는 때를 결정하는 것은,

진동의 임계 상태에 대해 상기 오실레이터 회로를 감시하는 것;

상기 진동의 임계 상태의 표시를 결정하는 것; 및

상기 진동의 임계 상태의 표시를 깜빡임과 상호관련시키는 것을 포함하는,

안구 건조를 치료하기 위한 전자 콘택트 렌즈.

청구항 11

사용자의 눈 상에 스마트 콘택트 렌즈(smart contact lens)를 사용하는 방법으로서, 상기 스마트 콘택트 렌즈는,

상기 사용자의 눈꺼풀 움직임을 나타내는 신호를 생성하도록 구성되는 센서; 및

상기 눈을 자극하도록 구성되는 적어도 2개의 전극들을 포함하며,

상기 방법은,

적어도 2회의 검출된 깜빡임들의 세트를 생성하기 위해 상기 신호에 기초하여 깜빡임이 발생하는 때를 반복적으로 결정하는 단계;

상기 검출된 적어도 2회의 깜빡임들부터 깜빡임 속도를 컴퓨트하는 단계; 및

상기 깜빡임 속도에 기초하여, 상기 눈을 자극하기 위해 상기 적어도 2개의 전극들을 활성화시킬 것인지의 여부를 결정하는 단계를 포함하는,

사용자의 눈 상에 스마트 콘택트 렌즈를 사용하는 방법.

청구항 12

제11 항에 있어서,

상기 적어도 2개의 전극들은, 상기 깜빡임 속도가 제1 임계치보다 더 작은 경우, 제1 진폭을 사용하여 상기 눈을 자극하며, 상기 방법은,

상기 깜빡임 속도가 상기 제1 임계치를 초과하는 것을 결정하는 단계;

상기 마지막으로 전달된 자극이 제2 임계치를 초과한 후의 시간을 결정하는 단계; 및

상기 제1 임계치가 초과되는 것 그리고 상기 제2 임계치가 초과되는 것을 결정하는 단계에 기초하여, 제2 진폭을 사용하여 상기 적어도 2개의 전극들을 활성화시키는 단계를 더 포함하는,

사용자의 눈 상에 스마트 콘택트 렌즈를 사용하는 방법.

청구항 13

제12 항에 있어서,

상기 제1 진폭은 상기 제2 진폭보다 더 크며, 상기 제1 진폭은 상기 깜빡임 반사가 자극되도록 하는 것이며, 그리고 상기 제2 진폭은 상기 깜빡임 반사가 자극되지 않도록 하는 것인,

사용자의 눈 상에 스마트 콘택트 렌즈를 사용하는 방법.

청구항 14

제11 항에 있어서,

상기 제1 자극 진폭은 깜빡임 반사를 자극하도록 선택되며, 그리고 상기 제2 자극 진폭은 눈물 반사 생성을 자극하도록 선택되는,

사용자의 눈 상에 스마트 콘택트 렌즈를 사용하는 방법.

청구항 15

제11 항에 있어서,

상기 눈을 자극하기 위해 상기 적어도 2개의 전극들을 활성화시킬 것인지의 여부를 결정하는 단계는,

상기 깜빡임 속도가 임계치보다 더 작다는 것을 결정하는 단계; 및

상기 깜빡임 속도가 상기 임계치보다 더 작다는 것을 결정하는 단계의 결과로서, 상기 전극들을 사용하여 상기

눈을 자극하는 단계를 포함하는

사용자의 눈 상에 스마트 콘택트 렌즈를 사용하는 방법.

청구항 16

사용자의 눈에 순응하고 그리고 각막과 중첩하도록 구성되는, 안과용 디바이스(ophthalmic device)로서, 상기 안과용 디바이스는,

상기 사용자의 눈꺼풀의 깜박임을 표시하는 신호를 생성하도록 구성되는 센서;

상기 눈을 자극하도록 구성되는 적어도 2개의 전극들; 및

상기 센서 및 상기 전극들에 결합되는 프로세서를 포함하며,

상기 프로세서는,

상기 센서로부터 신호를 수신하도록;

상기 신호에 기초하여 깜박임이 발생하는 때를 추정하도록;

상기 2회 이상의 검출된 깜박임들의 세트로부터 깜박임 속도를 컴퓨트하도록; 그리고

상기 깜박임 속도에 기초하여, 깜박임 반사를 생성하기에 충분하게 상기 눈을 자극하기 위해 상기 적어도 2개의 전극들을 활성화시키도록 구성되는,

안과용 디바이스.

청구항 17

제16 항에 있어서,

상기 전극들에 결합되고 그리고 상기 깜박임 반사를 생성하기에 충분하게 전력을 상기 전극들에 전달하도록 구성되는 적어도 하나의 커패시터를 더 포함하는,

안과용 디바이스.

청구항 18

제17 항에 있어서,

상기 프로세서에 결합되고 그리고 상기 프로세서로 전력을 전달하도록 구성되는 배터리(battery)를 더 포함하는,

안과용 디바이스.

청구항 19

제18 항에 있어서,

제1 외부 디바이스와 무선으로 통신하도록 구성되는 트랜시버(transceiver);

상기 배터리를 충전하기 위해 제2 외부 디바이스로부터 무선 전력을 수신하도록 구성되는 무선 충전 디바이스(wireless charging device); 및

상기 프로세서에 결합되고 그리고 깜박임 속도 및 상기 눈으로 전달되는 자극에 관한 데이터를 저장하도록 구성되는 메모리(memory)를 더 포함하며,

상기 프로세서는 깜박임 속도 및 상기 눈에 전달되는 자극에 관한 저장된 데이터를 상기 제1 외부 디바이스로 통신하기 위해 상기 트랜시버를 제어하도록 추가적으로 구성되는,

안과용 디바이스.

청구항 20

제16 항에 있어서,

상기 안과용 디바이스는 상기 사용자에게 비전 교정을 제공하도록 구성되며, 그리고 상기 프로세서는, 이전의 자극이 전달된 후에 경과 시간의 추적을 유지하도록; 그리고

컴퓨터된 깜박임 속도가 제1 임계치를 초과하며 그리고 상기 경과 시간이 제2 임계치를 초과하는 경우, 깜박임 반사가 아닌, 눈물 발생을 자극하기에 충분하게 상기 눈을 자극하기 위해 상기 적어도 2개의 전극들을 활성화시키도록 추가적으로 구성되는,

안과용 디바이스.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] [0001] 본 출원은 2020년 8월 3일자로 출원된 미국 가특허 출원 번호 63/060,363 및 2021년 8월 2일자로 출원된 미국 가특허 출원 번호 17/391,835에 대한 우선권 및 이익을 주장하며, 이들 각각은 그 전체가 인용에 의해 포함된다.
- [0002] [0002] 본 개시내용은 일반적으로 안구 건조를 치료하기 위한 안과용 디바이스들(ophthalmic devices)에 관한 것이며, 그리고 특히, 배타적이지 않지만, 눈의 표면을 자극함으로써 안구 건조를 치료하기 위한 스마트 콘택트 렌즈들(smart contact lenses)에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] [0003] 콘택트 렌즈 착용으로 인한 눈 건조의 근본 원인이 다면적이기 때문에, 콘택트 렌즈 착용으로부터의 "안구 건조"는 포괄적인 용어로서 이해될 수 있다. 많은 이들이 콘택트 렌즈 재료 혁신들, 예컨대 증가하는 산소 투과도, 증가하는 하이드로겔(hydrogel) 물 함량, 중합체 제제를 변경시키는 것, 및 상이한 표면 코팅들을 적용하는 것을 통해 안구 건조를 해결하려고 노력하고 있다. 일부 대상들에서, 보다 많은 물을 함유하는 것을 추구하는 하이드로겔은, 눈에 대한 유체들에서의 농도 차이들로 인해, 눈 건조를 증가시킨다.
- [0004] [0004] 많은 예들에서, (렌즈들을 전혀 착용하지 않은 것을 제외하고) 안구 건조를 갖는 콘택트 렌즈 착용자에게 가장 편안한 눈 환경은, 사용자의 눈들을 감으며 그리고 눈꺼풀들이 열 환경 및 증발로 인한 눈물막 농도 레벨들을 회복시킬 때이다.
- [0005] [0005] 기초 눈물 발생을 위한 경로는 주로 폐쇄형 루프 열 시스템으로서 이해된다. 연구들은, 온도 차이가 자연적인 눈물막 증발로 인해 각막 상에서 검출된다면, 눈물샘(lacrimal gland)이 눈물막과 각막 온도수용기들(corneal thermoreceptors) 사이의 이러한 열적 균형을 회복시키기 위해 눈물들을 발생시키는 것을 나타내었다. 그러나, 기계적 불쾌감을 유발시키기에 충분한 건조가 존재하지만, 렌즈가 여전히 열적 환경을 보존한다면(기초 눈물 발생을 유발시키지 않음), 안구 건조 상태는 악화될 수 있다. 이에 따라, 가벼운 안구 건조 증상들로 고통 받는 사람들은, 콘택트 렌즈들을 착용하는 것이 이들의 안구 건조 상태를 어렵게하거나 악화시키기 때문에, 콘택트 렌즈를 착용하는 것을 싫어할 수 있다.
- [0006] [0006] 증상들은, 예를 들어, 다양한 점안액들(eye drops) 형태의 액체 약물의 국소 적용을 통해 일시적으로 완화될 수 있다. 그러나, 경감의 일시적인 특성은, 액체들의 반복적인 사용으로 이어지며, 이는 값비싸고 그리고 불편할 수 있다.
- [0007] [0007] 따라서, 콘택트 렌즈 착용자들에 대한 안구 건조 상태들을 치료하기 위한 디바이스들 및/또는 기술들에 대한 필요가 여전히 존재한다.

발명의 내용

- [0008] [0008] 안구 건조를 치료하기 위한 시스템들, 디바이스들, 및 방법들이 제시된다. 일부 양태들에서, 안구 건조를 치료하기 위한 전자 콘택트 렌즈가 제시된다. 일부 양태들에 따르면, 전자 콘택트 렌즈는 환자의 눈에 순응하도록 구성되는 오목 표면, 눈꺼풀 움직임을 표시하는 신호를 생성하도록 구성되는 센서, 및 눈을 자극하기 위해 사용되는 에너지를 저장하도록 구성되는 적어도 하나의 커패시터를 포함한다. 전자 콘택트 렌즈는 적어도 하나의 커패시터에 결합되는 적어도 2개의 전극들을 더 포함할 수 있으며, 적어도 2개의 전극들은 오목 표면에 노출되고 그리고 눈을 자극하기 위해 적어도 하나의 커패시터로부터 전력을 전달하도록 구성된다. 일부 양태들에 따르면, 전자 콘택트 렌즈는 센서 및 전극들에 결합되는 프로세서를 더 포함한다. 프로세서는, 센서로부터

신호를 수신하고, 신호에 기초하여 깜박임이 발생하는 때를 결정하고, 2개 이상의 검출된 깜박임의 세트로부터 깜박임 속도를 컴퓨터하고, 그리고 깜박임 속도에 기초하여, 제1 자극 진폭을 사용하여 눈을 자극하기 위해 적어도 2개의 전극들을 활성화시키도록 구성된다.

[0009] 일부 양태들에서, 본 개시내용은 사용자의 눈 상에 스마트 콘택트 렌즈를 사용하는 방법을 설명한다. 스마트 콘택트 렌즈는, 사용자의 눈꺼풀 움직임을 표시하는 신호를 생성하도록 구성되는 센서, 및 눈을 자극하기 위해 구성되는 적어도 2개의 전극들을 포함한다. 스마트 콘택트 렌즈를 사용하는 방법은, 적어도 2회의 검출된 깜박임들의 세트를 생성하기 위해 신호에 기초하여 깜박임이 발생하는 때를 반복적으로 결정하는 단계, 적어도 2회의 검출된 깜박임들로부터 깜박임 속도를 컴퓨터하는 단계, 및, 깜박임 속도에 기초하여, 눈을 자극하기 위해 적어도 2개의 전극들을 활성화시킬 것인지의 여부를 결정하는 단계를 포함한다.

[0010] 일부 양태들에서, 본 개시내용은 사용자의 눈에 순응하고 그리고 각막과 중첩하도록 구성되는 안과용 디바이스를 설명한다. 안과용 디바이스는 사용자의 눈꺼풀의 깜박임을 표시하는 신호를 생성하도록 구성되는 센서, 눈을 자극하도록 구성되는 적어도 2개의 전극들, 및 센서 및 전극들에 결합되는 프로세서를 포함한다. 프로세서는, 센서로부터 신호를 수신하고, 신호에 기초하여 깜박임이 발생하는 때를 추정하고, 2개 이상의 검출된 깜박임의 세트로부터 깜박임 속도를 컴퓨터하고, 그리고 깜박임 속도에 기초하여, 깜박임 반사를 생성하기에 충분하게 눈을 자극하기 위해 적어도 2개의 전극들을 활성화시키도록 구성된다.

[0011] 본 개시내용의 추가적인 양태들, 특징들 및 이점들은 다음의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0012] 본 개시의 예시적인 실시예들은 첨부 도면들을 참조로 설명될 것이다.

[0013] 도 1은 일 실시예에 따라, 스마트 콘택트 렌즈의 블록 선도이다.

[0014] 도 2는 일 실시예에 따라, 콘택트 렌즈의 센서의 블록 선도이다.

[0015] 도 3a는 일 실시예에 따라, 콘택트 렌즈의 정면/리드-대면/전방 측의 도면이며, 그리고 도 3b는 일 실시예에 따라, 콘택트 렌즈의 후면/각막-대면/후방 측의 도면이다. 도 3c는 일 실시예에 따라, 사용자의 눈에서 사용되는 도 3a 및 도 3b의 콘택트 렌즈의 도면이다.

[0016] 도 4는 일 실시예에 따라, 본원에 설명된 콘택트 렌즈들과 같은 콘택트 렌즈를 작동시키는 방법을 예시한다.

[0017] 도 5a 및 도 5b는 일 실시예에 따라, 눈꺼풀의 상이한 포지션들을 위해 사용자의 눈 상에 배치되는 안과용 디바이스를 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 본 개시내용의 원리들에 대한 이해를 촉진하기 위한 목적들을 위해, 이제 도면들에 예시된 실시예들에 대한 참조가 이루어질 것이며, 그리고 특정 언어는 이를 설명하는데 사용될 것이다. 그럼에도 불구하고, 본 개시내용의 범위에 대한 제한이 의도되지 않는 것으로 이해된다. 설명된 디바이스들, 시스템들 및 방법들에 대한 임의의 변경들 및 추가의 수정들, 및 본 개시내용의 원리들의 임의의 추가 적용은, 본 개시내용이 관련된 당업자에게 일반적으로 발생하는 바와 같이 본 개시내용 내에 완전히 고려되고 그리고 포함된다. 특히, 일 실시예에 대해 설명된 특징들, 구성요소들, 및/또는 단계들이 본 개시내용의 다른 실시예에 대해 설명된 특징들, 구성요소들, 및/또는 단계들과 조합될 수 있다는 것이 완전히 고려된다. 그러나 간결함을 위해, 이러한 조합들의 수많은 반복들은 별도로 설명하지 않을 것이다.

[0019] 본원에 설명된 디바이스들 및 방법들은 (콘택트 렌즈 마모 또는 기존의 경도 건조증으로부터 방해될 수 있는) 기초 눈물 생성을 반사 티어링(reflex tearing)으로 보완하도록 노력한다. 일부 실시예들에서, 반사 티어링은, 누선을 통한 반사 티어링을 발생시키도록 안구 상의 구심성 신경 세포들을 자극하기 위해 콘택트 렌즈 형태의 안구(예컨대, 각막 또는 공막)의 신경 자극을 통해 자극된다.

[0020] 콘택트 렌즈 폼 팩터는 시력을 위한 굴절 교정을 유지하고, 그리고 또한, 깜박임 속도들, 깜박임 패턴들, 및/또는 깜박임 검출을 추적할 수 있어, 알고리즘이 각막을 언제 그리고 얼마나 자주 자극할지를 결정할 수 있다. 충분히 빠른 깜박임을 검출함으로써, 깜박임 동안 자극을 동기화하는 것이 또한 가능하며, 이는 보다 자연적이고 그리고 사용자 친화적인 자극을 초래할 수 있다.

- [0016] [0021] 많은 경우에, 안구 건조증은 낮은 깜빡임 속도로 인해 악화된다. 이는, 특히, 비디오 게임들을 플레이 하거나 일하는 동안 눈을 깜빡이는 것을 잊어버리는, 젊은 게이머들(gamers) 또는 과도하게 접속된 개인들에게 있어서의 문제이다. 이에 따라, 자극 강도는 (물론 안전 제한들 내에서) 증가될 수 있어, 콘택트 렌즈가 또한, 사용자에게 눈 깜박임을 제안하거나 촉발시키기에 충분히 강한 자극으로, "깜박임 페이스메이커(blink pacemaker)"로서의 역할을 할 수 있으며, 이에 의해 안구 건조 치료의 추가의 수단을 제공한다.
- [0017] [0022] 도 1은 일 실시예에 따라, 스마트 콘택트 렌즈(100)의 전자 구성요소들의 블록 선도이다. 콘택트 렌즈(100)는 안구 건조를 치료하기 위한 전자장치/회로를 포함하는 동시에, 사용자에게 시력 교정을 제공하기 위해 전형적인 콘택트 렌즈로서 기능한다. 도시된 바와 같이, 콘택트 렌즈(100)는 적어도 하나의 센서(104)(또는 센서(들)), 프로세서(150), 전력 공급장치(160), 적어도 하나의 커패시터(170)(또는 커패시터(들)), 적어도 한 쌍의 전극들(180), 트랜시버(190), 무선 충전 디바이스(194), 메모리(196), 및 안테나(198)를 포함한다. 센서(104)가 본원에서 단수형으로 지칭되지만, 하나 초과와 센서가 사용될 수 있는 것이 이해된다.
- [0018] [0023] 센서(104)는, 콘택트 렌즈(100)가 사용자의 안구 상에 위치결정된 후에 사용자의 깜빡임을 검출하도록 구성된다. 적어도 하나의 실시예에서, 센서(104)는, 발명의 명칭인 “Device, System and Method for Detecting Overlap of an Ophthalmic Device by an Eyelid”인 Shungneng Lee 등에 의한 미국 특허 공보 2018/0031867에 설명되는 바와 같은 눈꺼풀 중첩 센서이다. 이러한 센서(104)는 또한 아래에서 도 2에 대해 본원에서 더 설명된다.
- [0019] [0024] 도 1의 콘택트 렌즈(100)는 일부 실시예들에서 전력 공급장치(160)를 포함한다 일부 실시예들에서, 전력 공급장치는 재충전될 수 있는 배터리와 같은 에너지 저장 디바이스를 포함한다. 일부 실시예들에서, 전력 공급장치(160)는 센서(104), 프로세서(150), 트랜시버(190), 및 메모리(196) 중 적어도 하나에 전력을 제공한다. 전력 공급장치(160)는 장기간, 예컨대, 수 시간 또는 하루 종일 동안 이들 구성요소들에 전력을 제공하도록 구성될 수 있다.
- [0020] [0025] 도 1의 콘택트 렌즈(100)는 일부 실시예들에서 프로세서(150)를 포함한다 프로세서(150)는 IC(integrated circuit), ASIC(application-specific integrated circuit), FPGA(field-programmable gate array), 또는 범용 프로세서와 같은 임의의 공지된 프로세서의 형태를 취할 수 있다. 프로세서(150)는, 본원에서 추가로 논의되는 바와 같은 일 실시예에 따라, (전력 공급장치(160) 또는 에너지 하베스팅 뷰(energy harvesting view) 무선 충전을 관리하는 것과 같은) 전력 관리, 깜빡임 감지, 깜빡임 타이밍, 또는 깜빡임 반사를 자극하는 것의 임의의 조합을 제공하도록 구성된다.
- [0021] [0026] 도 1의 콘택트 렌즈(100)는 일부 실시예들에서 커패시터(들)(170) 및 전극들(180)을 포함한다 커패시터(들)(170)는 안구의 표면의 자극 동안에 전력의 일부분을 전극들(180)에 제공한다. 커패시터(들)(170)는 자극(단위 시간당 전기 에너지, 즉 전력으로 전달됨)을 위해 필요할 때까지 전기 에너지를 저장하며, 그리고 프로세서(150)는 커패시터(들)(170)의 방전의 타이밍을 제어한다. 콘택트 렌즈(100)는 또한 커패시터(들)(170)를 전극들(180)에 결합시키는 회로(미도시)를 포함할 수 있어서, 전극들은, 신경 자극 분야에서 공지된 바와 같이, 펄스 진폭(즉, 전압 또는 전류 진폭), 펄스 지속 시간, 펄스 주파수, 온 시간, 오프 시간 등을 가지는 특정 웨이브폼을 제공한다. 커패시터(들)(170)는 임의의 공지된 유형의 자극 파형을 전달하기 위해 전극들(180)에 전력을 전달한다. 커패시터(들)(170)는 눈을 자극하기 위해 주어진 양의 시간 동안 전극들(180)에 적절한 양의 전력을 전달하도록 필요에 따라 직렬 또는 병렬로 연결된 2개 이상의 커패시터들, 예컨대 슈퍼커패시터들을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 전력 공급장치(160)는, 전극들(180)에 전력을 전달하기에 충분히 충전된 상태로 커패시터들(170)을 유지하기 위해 방전들 사이에 커패시터들(170)을 재충전한다.
- [0022] [0027] 도 1의 콘택트 렌즈(100)는 일부 실시예들에서 트랜시버(190) 및 안테나(198)를 포함한다 트랜시버(190)는 휴대폰, 스마트폰, 태블릿 컴퓨터 또는 랩탑 컴퓨터와 같은, 사용자의 신체 외부에 있는 디바이스와 통신하기 위해 임의의 공지된 유형의 통신 프로토콜들 및 파형들을 활용할 수 있다. 트랜시버(190)는 예를로서 NFC(near-field communications), RFID(radio-frequency identification), 또는 BLE(Bluetooth Low Energy)를 활용할 수 있다. 트랜시버(190)는 전자기 파형들을 전송하거나 수신하기 위해 안테나(198)와 함께 작동한다.
- [0023] [0028] 도 1의 콘택트 렌즈(100)는 일부 실시예들에서 메모리(196)를 포함한다. 메모리(196)는 다른 구성요소들을 위한 데이터 및/또는 명령들을 저장하는 데 사용되는 반도체 메모리이다. 메모리(196)는 임의의 적합한 반도체 메모리, 예컨대, RAM(random-access memory)(예컨대, 동기식 동적 RAM 또는 SDRAM), ROM(read-only memory)(예컨대, 프로그래밍가능한 ROM 또는 PROM), 플래시 메모리 또는 이의 임의의 조합이다. 메모리(196)는

프로세서(150) 및/또는 트랜시버(190)를 작동시키기 위한 명령들을 저장하는 데 사용될 수 있다. 따라서, 콘택트 렌즈(100)는 메모리(196) 및/또는 프로세서(150)를 활용하는 소프트웨어 및 하드웨어의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 하나의 극단에서, 콘택트 렌즈(100)는 메모리를 포함하지 않을 수 있으며, 그리고 프로세서(150)는 콘택트 렌즈(100)의 다양한 구성요소들을 제어하도록 하드웨어-연결된다(hard-wired).

[0024] [0029] 도 1의 콘택트 렌즈(100)는 일부 실시예들에서 무선 충전 디바이스(194)를 포함한다. 예시적인 무선 충전 디바이스(194)는 루프 안테나와 같은 안테나이다. 안테나는 일반적으로 콘택트 렌즈(100)에 대해 유도성 무선 충전을 통해 무선 충전을 수행하기 위한 임의의 유용한 형태를 취할 수 있다. 안테나는 콘택트 렌즈(100)의 표면 상에 존재할 수 있거나, 콘택트 렌즈 내측에 존재할 수 있다.

[0025] [0030] 도 1에서 도시되는 많은 또는 모든 구성요소들은 유전체 인클로저 재료(미도시)에서 에워싸인다. 따라서, 콘택트 렌즈(100)는, 예컨대, 눈 및 눈꺼풀의 표면들에 접촉하기에 적합한 하이드로겔 또는 실리콘 하이드로겔 재료를 사용하여, 오버몰드에 의해 커버될 수 있다. 인클로저 재료는 사용자에게 비전 교정을 제공하기 위한 전형적인 콘택트 렌즈로서 기능하기에 적합한 적어도 일부 부분을 포함한다.

[0026] [0031] 도 2는 도 1의 콘택트 렌즈(100)의 센서(104)의 구성요소들의 실시예의 블록 선도를 제시한다. 센서(104)는, 콘택트 렌즈(100)의 적어도 일부가 사용자의 눈꺼풀에 의해 중첩되고 있는지의 여부를 검출하기 위한 회로를 포함한다. 이러한 유형의 중첩(간결성을 위해, 본원에서 간단히 "눈꺼풀 중첩"으로 지칭됨)의 검출은, 예를 들어, 원경 디바이스와의 통신들에서, 사용자의 상태를 평가하여, 수용 액추에이터 및/또는 그 유사물에 의해 수행될 조작을 결정하는데 사용될 수 있다. 이러한 센서(104)에 대한 추가의 상세들은 미국 특허 공보 2018/0031867 및 아래에 제시된다.

[0027] [0032] 안과용 디바이스(102)는 밀봉된 인클로저를 형성하는 (예컨대, 예시적인 유전체 인클로저 재료(110)를 포함하는) 렌즈를 포함하는 실시예의 일 예이며, 밀봉된 인클로저에 배치되는 회로는 사용자의 눈꺼풀이 안과용 디바이스(102)와 중첩하는 양을 검출하도록 작동가능하다. 적어도 일 실시예에 따르면, 안과용 디바이스(102)의 밀봉된 인클로저에 배치되는 일부 또는 모든 회로는 센서(104)를 구성한다.

[0028] [0033] 도시된 예시적인 실시예에서, 이러한 회로는 안과용 디바이스(102)의 각각의 영역들을 따라 다양하게 연장하는 제1 전극 부분 및 제2 전극 부분(미도시)을 포함하는 오실레이터 회로(112)를 포함한다. 제1 전극 부분 및 제2 전극 부분은 유도 루프 구조물의 상이한 개개의 부분들일 수 있다. 대안적으로, 제1 전극 부분은 제1 전극 부분의 일 단부만을 통해 제2 전극 부분에 결합될 수 있다. 오실레이터 회로(112)는 눈꺼풀 중첩 센서 기능성을 용이하게 하기 위해 다양한 조건들 하에서 상이한 시간들에서 다양하게 작동할 수 있다. 예를 들어, 제1 전극 부분 및 제2 전극 부분은 안과용 디바이스(102)의 외부에 있는 환경과 유전체 인클로저 재료(110)를 통해 전자기식으로 상호작용하도록 구성될 수 있다. 환경은 사용자의 눈의 각막의 일부 또는 모두, 유전체 인클로저 재료(110)에 인접한 눈물막, 및, 때때로, 안과용 디바이스(102)와 중첩할 수 있는 눈꺼풀의 일부 부분을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 오실레이터 회로(112)는 제1 전극 부분 및 제2 전극 부분으로 진동 상태를 유도하도록 작동될 수 있다.

[0029] [0034] 예를 들어, 안과용 디바이스(100)의 드라이버 회로(118)는 또한 밀봉된 인클로저 내에 배치될 수 있다. 드라이버 회로(118)는, 제1 전극 부분 및 제2 전극 부분이 전자기장을 방출하는 것을 유발시키는 신호로 오실레이터 회로(112)를 구동하도록 결합될 수 있다. 전자기장과 렌즈 외부의 환경(미도시) — 예컨대, 렌즈 및/또는 사용자의 눈꺼풀 상의 눈물막을 포함하는 환경 — 사이의 상호작용은 오실레이터 회로(112)에서 신호 진동 상태 또는 진동 응답에 기여할 수 있다. 전자기 상호작용은, 오실레이터 회로(112)가 눈꺼풀 중첩의 양을 표시하는 하나 이상의 신호 특성들을 나타내는 것을 초래할 수 있다. 밀봉된 인클로저 내에 또한 배치되는 ODC(oscillation detector circuit)(114)는 오실레이터 회로(112)의 진동의 임계 상태에 대해 감시하도록 결합될 수 있다. 본원에 사용된 바와 같이, "진동의 임계 상태"는 오실레이터 회로에서 제1 상태의 섭동으로부터 초래되는 진동 응답을 지칭하지만, 여기서 이러한 제1 상태는 대안적인 제2 상태에 가까우며, 이러한 진동 응답은 이러한 섭동으로부터 초래되지 않는다.

[0030] [0035] 실시예에서, 드라이버 회로(118)는 오실레이터 회로(112)의 다수의 초기화 상태들을 연속적으로 구성하도록 결합되는 초기화 회로(미도시)를 포함한다. 이러한 실시예에서, 드라이버 회로(118)는 다수의 초기화 상태들 각각에 대해, 초기화 상태의 개개의 섭동을 제공하도록 결합된 펄스 발생기(미도시)를 더 포함할 수 있으며, ODC(114)는, 개개의 섭동에 대해 응답하여 주어진 진동 응답의 임의의 발생에 대해 검출하기 위해 오실레이터 회로(112)를 감시한다. ODC(114)는 오실레이터 회로(112)에서 하나 이상의 신호 특성을 결정하도록 결합될 수 있으며, 예컨대, ODC(114)는 안과용 디바이스(100) 위의 눈물막에 의해 부분적으로 제공되는 저항의 양, 및

상이한 시간들에서, 안과용 디바이스(100)의 적어도 일부 부분과 중첩하는 눈꺼풀로 인한 저항의 가변 양을 검출한다. 저항을 검출하는 것은 오실레이터 회로(112)로 진동을 시작하기 위한 전류의 임계량(여기서, 입력 전류의 임계량은 눈꺼풀 중첩의 양에 적어도 부분적으로 의존하여 변함)을 검출하는 것을 포함할 수 있다.

[0031] [0036] ODC(114)는, 예를 들어, 오실레이터 회로(112)의 출력이 대응하는 섭동에 대한 진동 응답으로서 적합하게 되는지의 여부를 결정하는 데 사용되는 기준 정보를 저장하는 메모리 자원들(미도시)을 포함하거나 그렇지 않으면 이에 대한 접근을 가질 수 있다. 이러한 기준 정보는 규정된 시간 기간 내에 오실레이터 회로(112)로부터의 출력에 의한 전이들의 임계 최소 수를 포함할 수 있다. 대안적으로, 또는 부가적으로, 기준 정보는 오실레이터 회로(112)로부터의 출력의 임계 최소 진폭을 포함할 수 있다. ODC(114)는 기준 정보에 기초하여 진동의 임계 상태에 대해 오실레이터 회로(112)를 감시할 수 있다. 예를 들어, 이러한 진동 응답을 검출하는 것은, ODC(114)가 오실레이터 회로에 의한 출력의 진폭이 일부 임계 최소 진폭보다 더 큰지의 여부(또는 일부 실시예들에서는 동일할지의 여부)를 식별하는 것을 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 진동 응답을 검출하는 것은, ODC(114)이 일부 미리 규정된 샘플 기간 동안 오실레이터 회로(112)의 출력에 의한 (예컨대, 임계 전압 또는 전류 레벨을 통해) 전이들을 카운트하는 것을 포함한다. 그 후, 전이들의 총 카운트된 수는, 출력이 진동 응답으로서 적합하게 되도록 일부 미리 규정된 임계 최소 수의 전이들과 비교될 수 있다.

[0032] [0037] 밀봉된 인클로저 내에 배치되는, 안과용 디바이스(100)의 평가 회로(116)는, 진동의 임계 상태의 표시를 수신하고 그리고 진동의 임계 상태의 표시를 눈꺼풀 중첩의 양과 상호관련시키기 위해 ODC(114)에 결합될 수 있다. 예를 들어, 안과용 디바이스(100)의 메모리 자원들은, 상이한 개개의 양의 눈꺼풀 중첩을 각각 갖는 오실레이터 회로(112)의 다수의 초기화 상태들(및/또는 대응하는 진동 응답들)에 대응하는 기준 정보를 저장할 수 있다. 이러한 실시예에서, ODC(114)는 진동 응답을 발생시키기 위해 임계 초기화 상태의 표시를 평가 회로(116)로 통신할 수 있다. 이러한 표시에 기초하여, 평가 회로(116)는 임계 초기화 상태에 대응하는 눈꺼풀 중첩의 양을 식별하기 위해 — 예컨대, 기준 정보의 룩업(lookup)을 포함하는 — 평가를 수행할 수 있다. 그 후, 평가 회로(116)는 눈꺼풀 중첩의 양을 식별하는 하나 이상의 신호들을 생성할 수 있다.

[0033] [0038] 오실레이터 회로(112)의 임계 진동 상태는, 예를 들어, 사용자의 눈꺼풀이 안과용 디바이스(100)와 중첩하는 정도를 포함하는 환경 조건들에 기초하여 시간에 걸쳐 변할 수 있다. 일 실시예에서, ODC(114)는 시간에 걸쳐 다수의 테스트 라운드들을 연속적으로 수행하며, 각각의 테스트 라운드는 오실레이터 회로(112)의 개개의 현재 임계 진동 상태를 검출한다. 테스트 라운드들은, 오실레이터 회로(112)의 상이한 개개의 초기화 상태에 각각 대응하는 다수의 샘플 사이클들을 각각 포함할 수 있다. 테스트 라운드들의 주어진 테스트 라운드에 대해, 주어진 테스트 라운드의 다수의 샘플 사이클들은, 드라이버 회로(118)와 함께 오실레이터 회로(112)에 제공될 입력의 상이한 개개의 값에 각각 대응할 수 있다. 예를 들어, 입력은 드라이버 회로(118)의 전류 소스에 의해 제공되는 전류를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 입력은 오실레이터 회로(112)를 바이어스하는(bias) 전압을 포함한다. 주어진 검사 라운드의 수행은, 수행될 샘플 사이클에 대한 초기화 상태(예컨대, 입력의 레벨)를 동적으로 선택하는 것을 포함할 수 있으며, 선택하는 것은 이전의 샘플 사이클 및 이전 탐색 알고리즘의 결과에 기초한다.

[0034] [0039] 도 5a 및 도 5b는 일 실시예에 따라, 눈꺼풀(134)의 상이한 위치선들을 위해 사용자의 눈(130) 상에 배치되는 안과용 디바이스(140)(예컨대, 안과용 디바이스(100))를 예시한다. 도 5a의 인셋(inset)(120)으로 도시된 바와 같이, 일 실시예는, 사용자의 눈(130)에서 또는 그 상에 배치되도록 구성되는 안과용 디바이스(140)(예컨대, 안과용 디바이스(100))를 포함할 수 있으며, 여기서 안과용 디바이스(140)는 눈(130)의 홍채(132)의 일부 또는 모두를 커버하는 콘택트 렌즈이다. 사용자의 눈(130) 및/또는 눈꺼풀(134)의 움직임은, 눈꺼풀(134)이 상이한 시간들에 상이한 양들만큼 안과용 디바이스(140)와 중첩하는 것을 초래할 수 있다. 실시예에서, 안과용 디바이스(140)는, 예컨대, 임의의 이러한 중첩으로부터 초래될 수 있는 저항의 변화에 기초하여 눈꺼풀(134)에 의한 중첩의 양을 검출하기 위한 센서 기구를 포함한다.

[0035] [0040] 제한이 아닌 예시로서, 이러한 센서 기구는 안과용 디바이스(140)의 광 투과성, 유전체 인클로저 재료 내에서 다양하게 연장하는, 제1 전극 부분(142) 및 제2 전극 부분(144)을 포함하는 회로(예컨대, 오실레이터 회로(112))를 포함할 수 있다. 전극 부분들(142, 144)은 안과용 디바이스(140)에 걸쳐 연장하는 눈물막과 전자기적으로 상호작용하는 개개의 전극 부분들로서 각각 기능하도록 구성될 수 있다(예컨대, 여기서 눈물막의 적어도 일부는 안과용 디바이스(140)와 눈꺼풀(134) 사이에 있음). 전극 부분들(142, 144)은 안과용 디바이스(140)의 적어도 일부 각도 세그먼트(예를 들어, 적어도 30°)에 걸쳐 개개의 원호에서 각각 다양하게 연장하는 전극 부분들로서 기능할 수 있으며, 예컨대, 이러한 전극 부분들은 동일한 단일 전극의 루프 구조의 적어도 일부를 형성하기 위해 서로 연결된다. 아킹 전극 부분들(arcuing electrode portions)은 사용자의 시야와의 간섭을 완화

시키기 위해 안과용 디바이스(140)의 주변부에 가깝게 (예컨대, 그의 중심으로부터 멀리) 위치될 수 있다. 예를 들어, 전극 부분들(142, 144) 중 하나 또는 둘 모두는, 전극 부분들(142, 144)의 적어도 일부분이 안과용 디바이스(140)의 중심보다 안과용 디바이스(140)의 주변에 더 근접하도록 위치될 수 있다.

[0036] [0041] 일부 실시예들에서, 전극 부분들(142, 144) 중 하나 또는 둘 모두는 안과용 디바이스(140) 아래로 (예컨대, 눈(130)과 안과용 디바이스(140) 사이에서) 연장하는 다른 눈물막과 전자기식으로 상호작용하도록 추가적으로 구성된다. 도 5b의 인서트(122)로 도시된 바와 같이, 눈꺼풀(134) 및/또는 눈(140)은 시간에 걸쳐 이동할 수 있어, 눈꺼풀(134)이 전극 부분들(142, 144) 중 하나 또는 둘 모두를 중첩하는 상이한 양들을 초래한다. 눈꺼풀(134)에 의한 중첩의 상이한 양들은, 안과용 디바이스(100)의 외부에 있는 환경과 전극 부분들(142, 144)에 의한 전자기 상호작용과 연관된 하나 이상의 신호 특성들에 영향을 줄 수 있다.

[0037] [0042] 또한, 전극들(142 및 144)은, 도 5a 및 도 5b에서, 펄스(pupil)를 둘러싸는 연속 전도체의 일부이도록 예시되지 않지만, 전극들(142 및 144)은 대신에, 예를 들어, 도 3a 및 도 3b에서 예시된 바와 같이, 펄스를 둘러싸는 연속 전도체의 일부로서 연결될 수 있다.

[0038] [0043] 도 1의 프로세서(150)는 인클로저(110)에서 연장하는 회로 구조물(미도시)의 진동 특성들에 기초하여 눈꺼풀 중첩의 양을 결정하도록 작동한다. 예를 들어, 프로세서(150)는 ODC(114) 및/또는 평가 회로(116)의 것과 같은 기능성을 제공할 수 있으며, 그리고 센서(104)는 오실레이터 회로(112) 및 드라이버 회로(118)를 포함할 수 있다. 센서(104) 및 프로세서(150)는 깜박임 검출을 제공하도록 함께 작동할 수 있다. 예를 들어, 안과용 디바이스(102)와 중첩하는 사용자의 눈꺼풀의 범위가 임계치를 초과하는 경우, 센서(104)의 출력들에 기초하여 프로세서(150)에 의해 검출되는 바와 같이, 프로세서는, 깜박임이 발생한 것을 결정한다.

[0039] [0044] 도 3a 및 도 3b는 일 실시예에 따라, 스마트 콘택트 렌즈(100)의 상이한 도면들을 제시한다. 더 구체적으로는, 도 3a는 콘택트 렌즈(100)의 정면, 또는 리드-대면, 또는 전방 측의 도면을 나타내며, 그리고 도 3b는 콘택트 렌즈(100)의 후면, 또는 각막-대면, 또는 후방 측의 도면을 제시한다. 비록 도면들이 2차원이지만, 콘택트 렌즈들의 통상적인 바와 같이, 콘택트 렌즈의 후면/각막-대면 표면은 눈에 순응하도록 오목하며, 그리고 정면/리드-대면 표면은 대응하는 눈꺼풀에 순응하도록 볼록하다.

[0040] [0045] 도 3a 및 도 3b를 참조하면, 콘택트 렌즈(100)는 프로세서(150), 배터리(160), 및 하나 이상의 커패시터들(170)(본원에서 단수 형태의 커패시터로 지칭됨)을 포함한다. 콘택트 렌즈(100)는 통신 또는 무선 충전 또는 둘 모두를 위해 사용될 수 있는 무선 주파수 안테나(198)를 포함한다.

[0041] [0046] 콘택트 렌즈(100)는 한 쌍의 전극들(180)을 포함한다. 전극들(180)은 공막 또는 각막의 일부분과 같은, 눈의 표면을 자극하기 위해 사용된다. 도시된 바와 같이, 전극들(180)은, 전기 자극이 콘택트 렌즈(100)의 안구-대면 측으로부터 전달될 수 있도록 콘택트 렌즈(100) 내에 또는 콘택트 렌즈 상에 위치결정된다. 이전에 설명되는 바와 같이, 커패시터(170)는 눈의 자극 동안 전극들(180)에 피크 전류 지원을 제공한다. 자극하지 않을 때, 전극들(180)은 콘택트 렌즈(100)와 눈 사이에 있는 눈물막의 눈물막 품질을 감지하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 전극들(180)은 눈물 삼투성의 측정치로서 사용되는 눈물 전도도 또는 임피던스를 측정하는 데 사용될 수 있으며, 그리고 프로세서(150)는, 전도도 측정들을 삼투성 값들로 변환하기 위해 룩업 테이블 또는 공식을 활용할 수 있다. 실시예에서, 콘택트 렌즈(100)는, 전극들(180)에 대한 자극 신호를 생성하는 때를 결정하기 위해 깜박임 속도 및/또는 눈물막 값들의 측정들을 사용한다.

[0042] [0047] 콘택트 렌즈는 센서(104)를 포함한다. 센서(104)는 이전에 설명되는 바와 같이 깜박임 검출을 제공한다. 센서(104)는 실시예에 따라, 눈물막과 눈꺼풀 사이를 구별할 수 있다. 예를 들어, 눈물막은 센서 회로(104)로 유도되는 전류에 대해 전도성이 있을 수 있다. 센서 회로의 작동 특성들에 대한 이러한 전도도의 효과는, 예컨대, 눈물막과 접촉하게 되는 생물학적 재료(예컨대, 눈꺼풀)의 임의의 추가의 전도도로 인해, 변하는 외부 환경에 따라 시간에 걸쳐 변할 수 있다. 눈꺼풀이 센서 회로가 중첩하는 정도는 눈물막과 평행한 전류 경로의 저항물에 영향을 줄 수 있다. (임의의 눈꺼풀 중첩으로부터 초래되는 것과 조합하여) 눈물막의 생체-전도도/생체-저항을 효율적으로 측정하기 위해, 일부 실시예들은 예를 들어, 렌즈 커패시턴스 및 눈물막의 저항의 직렬 조합과 병렬로 결합되는 유도 요소를 다양하게 제공한다. 센서 회로의 공진 상태 동안, 이러한 인덕턴스 요소는, 렌즈 커패시턴스가 제공되는 임피던스를 상쇄시키거나 그렇지 않으면 상당히 오프셋(offset) 수 있다. 따라서, 센서 회로의 공진 상태에서, 진동의 주파수는, 인덕터 및 렌즈 커패시턴스의 조합을 위한 공진으로서 자동으로 결정될 수 있어, 예컨대, 이러한 저항의 감지는 렌즈 커패시턴스의 임피던스에 의해 가려지지 않는 경우, 눈물막 및 눈꺼풀(존재한다면)에 의해 제공되는 저항의 총량을 효과적으로 노출시킨다. 이러한 저항은 센서 회로의 진동을 시작시키는 데 필요한 전류의 최소량과 직접적으로 상호관련될 수 있고, 그리고 이 진

류의 최소량을 결정함으로써 감지될 수 있다.

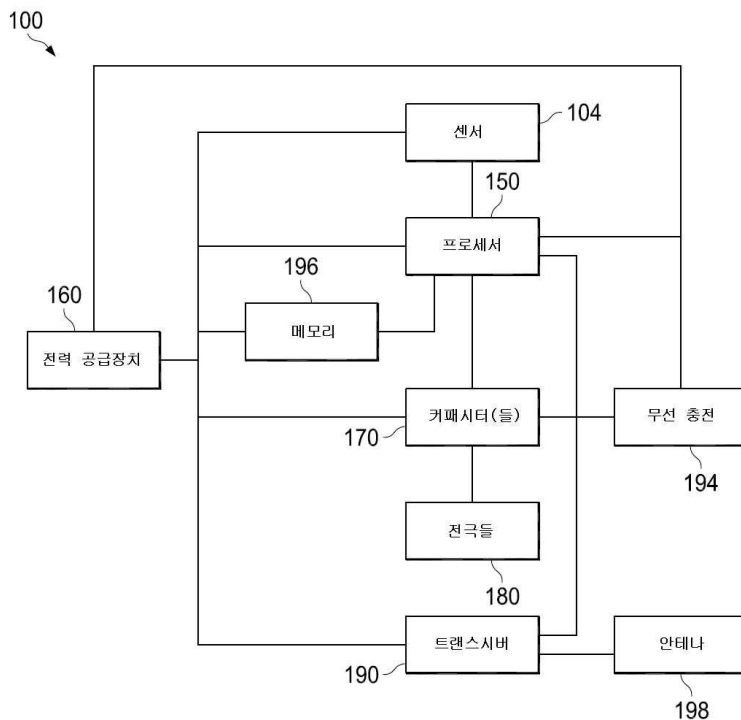
- [0043] [0048] 많은 또는 모든 회로 구성요소들이 유전체 인클로저 재료(310)에 의해 에워싸일 수 있다. 예시적인 유전체 인클로저 재료(310)로 해당되는 인클로저 재료는, 광 투과성 렌징 재료로서 기능을 할 수 있고, 그리고 콘택트 렌즈(100)의 회로를 위한 밀봉된 인클로저를 적어도 부분적으로 형성할 수 있다. 유전체 인클로저 재료(310)는 중합체 재료, 하이드로겔, PMMA, 실리콘 기반 중합체들(예를 들어, 플루오로-실리콘 아크릴레이트), 또는 다른 유형과 같은 사람 눈과의 직접 접촉에 대해 호환성이 있는 다양한 재료들로 제조될 수 있다. 유전체 인클로저 재료(310)는 눈/안구의 표면에 장착되도록 구성되는 오목한 만곡부를 갖는 둥근 렌즈의 형태일 수 있다.
- [0044] [0049] 도 3c는 사용자의 눈(콘택트 렌즈의 외부 경계가 파선을 사용하여 예시됨) 상에 위치결정되는 사용시의 도 3a 및 도 3b의 콘택트 렌즈(100)의 도면을 나타낸다. 단지 콘택트 렌즈(100)의 전극들이 예시적인 목적들을 위해 제시된다.
- [0045] [0050] 도 4는 일 실시예에 따라 본원에 설명된 콘택트 렌즈들(100)과 같은 콘택트 렌즈를 작동시키는 방법(400)을 제시한다. 본 방법(400)은 단계(410)에서 사용자가 사용자의 눈 상에 콘택트 렌즈를 위치결정하는 것으로 시작한다. 눈 상에 콘택트 렌즈를 배치하기 전에, 콘택트 렌즈는 작동을 위해 의존되는 콘택트 렌즈의 전력 공급장치 또는 다른 에너지 저장 디바이스들을 충전하는 저장 케이스에 저장될 수 있다.
- [0046] [0051] 일단 콘택트 렌즈가 눈에 배치된다면, 사용자는 휴대용 디바이스(미도시)로 공칭 및 증가된 자극 진폭들을 교정하는 옵션을 가질 수 있다. 예를 들어, 콘택트 렌즈는 이전에 설명된 바와 같이 눈을 자극하기 위한 전극들을 포함할 수 있다. 공칭 자극 진폭은, 반사 눈물들을 생성하기 위해 눈을 자극하는 데 사용될 수 있어, 예컨대, 마치 무엇인가가, 예컨대 먼지의 반점과 같이 "눈에" 있는 것처럼 사용자에게 경미한 감각을 제공한다. 반사 눈물들은 기초 눈물 대체의 한 형태일 수 있다. 증가된 자극 진폭은 깜빡임 반사를 자극하는 데 사용될 수 있다. 증가된 자극 진폭은 일반적으로 공칭 자극 진폭보다 더 크다. 휴대용 디바이스는 무선 통신을 통해 자극 매개변수들을 콘택트 렌즈로 통신할 수 있다. 예를 들어, 콘택트 렌즈는 이전에 설명된 바와 같이 트랜시버 및 안테나를 포함할 수 있다.
- [0047] [0052] 다음으로, 단계(420)에서, 콘택트 렌즈는, 예컨대, 이전에 설명된 센서(104)와 같은 센서를 사용하여 깜박임들을 검출하고, 그리고 깜박임 속도를 결정하기 위해 깜박임들 사이의 시간을 추적하고, 그리고, 또한 공칭 자극이 아래에서 논의되는 바와 같이 적용되어야 하는지의 여부를 결정하기 위해 깜박임들 사이의 시간을 사용한다.
- [0048] [0053] 단계(430)에서, 콘택트 렌즈는 (예컨대, 미리 정해진 시간 기간 동안 컴퓨터되는) 깜박임 속도가 경우에 따라 안구 건조 완화를 제공하거나 안구 건조를 방지 또는 치료하기에 충분한지의 여부를 결정한다. 일 실시예에서, 콘택트 렌즈는, 깜박임 속도를 임계치와 비교함으로써 깜박임 속도가 충분한지의 여부를 결정한다. 임계치는 환자-의존적이거나, 시각 또는 다수의 다른 매개변수들 중 임의의 것에 의존할 수 있다. 깜박임 속도가 충분하지 않다면(예컨대, 임계치 미만인 경우), 본 방법은 단계(440)로 전이되며, 콘택트 렌즈는 전극들, 예컨대 본원에 설명된 전극들(180)을 사용하여 자극 파형을 적용한다. 자극 파형은 깜빡임 반사를 유발시키고 그리고 자극 속도를 증가시키기 위해, 제1 전류 또는 전압 진폭 값을 사용하여, 증가된 자극을 사용할 수 있다. 설정된 시간 기간에 걸쳐 특정 규칙성 또는 주기성을 갖는 자극 파형을 적용함으로써, 콘택트 렌즈는, 깜박임 속도가 충분한 것을 보장하기 위해 깜박임 페이스메이커로서 기능할 수 있다.
- [0049] [0054] 단계(430)에서, 깜박임 속도가 충분한 것으로 결정된다면, 단계(450)는 다음에 수행된다. 단계(450)에서, 콘택트 렌즈는 자극간 기간에 도달되었는지의 여부를 결정한다. 자극간 기간(예컨대, 마지막 자극이 임계치를 초과한 후의 시간)이 도달될 때, 자극 파형은 단계(460)에서 전극들에 의해 공급되는 제2 전류 또는 전압 진폭 값을 사용하여, 공칭 자극을 사용하여 적용된다. 실시예에서, 공칭 자극은 반사 티어링을 초래하기에 충분히 높지만, 반사 블링킹(blinking)을 생성할 정도로 충분히 높지 않다. 단계(460)에서 공칭 자극이 적용된 후에, 본 방법(400)은 단계(420)로 복귀하며, 그리고 프로세스가 반복된다. 본 방법(400)의 프로세스는, 콘택트 렌즈가 눈 상에 장착된 상태를 유지하는 한 반복된다. 사용자는 언제든지 눈으로부터 콘택트 렌즈를 제거할 수 있으며, 이에 의해 방법(400)을 종료한다.
- [0050] [0055] 콘택트 렌즈가 눈으로부터 제거된 후에, 콘택트 렌즈는 케이스로 복귀될 수 있다. 데이터, 예컨대 상이한 시간 기간들 동안 평균 깜박임 속도, 눈물 삼투성 판독들, 얼마나 자주 자극이 적용되었는지에 대한 데이터 등과 같은 데이터가 사용 동안에 콘택트 렌즈에 의해 수집될 수 있다.

[0051] [0056] 일반적으로, 본원에 개시된 방법, 장치, 및/또는 시스템과 연관된 사용자 데이터의 임의의 생성, 저장, 처리 및/또는 교환은 비밀보장(confidentiality) 및 사용자 데이터의 무결성(integrity)을 처리하는 것과 일치하여, 중요한 대상으로서 다양한 개인정보 설정들 및 보안 프로토콜들 그리고 우세한 데이터 규정들에 부합하도록 구성된다. 예를 들어, 콘택트 렌즈(100)와 같은, 장치 및/또는 시스템은 다수의 표준들 및/또는 다른 동의들에 부합하도록 정보 보안 제어들을 구현하는 모듈을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 모듈은, 사용자로부터 개인정보 설정 선택을 수신하고, 그리고 선택된 개인정보 설정에 부합하기 위해 제어들을 구현한다. 다른 실시예들에서, 모듈은, 민감한 것으로 고려되는 데이터를 식별하고, 당 분야의 임의의 적절한 그리고 주지된 방법에 따라 데이터를 암호화하고, 데이터를 가명화하기 위해 민감한 데이터를 코드들로 대체하고, 그리고 그렇지 않으면, 선택된 개인정보 설정들 및 데이터 보안 요건들 및 규정들에 대한 부합을 보장한다. 이러한 모듈은 예로서 프로세서(150), 또는 프로세서(150)와 메모리(196)의 조합을 사용하여 구현될 수 있다.

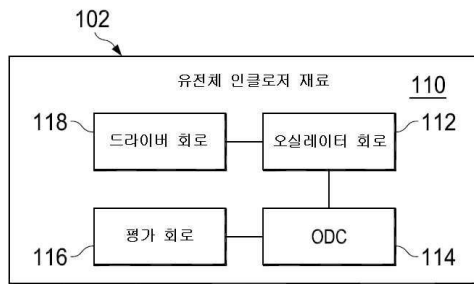
[0052] [0057] 당업자는 전술된 디바이스들, 시스템들, 및 방법들이 다양한 방식으로 수정될 수 있는 것을 인식할 것이다. 이에 따라, 당업자는, 본 개시내용에 의해 포함되는 실시예들이 전술된 특정한 예시적인 실시예들에 제한되지 않는 것을 이해할 것이다. 이러한 점에서, 비록 예시적인 실시예들이 도시되었고 그리고 설명되었지만, 매우 넓은 수정, 변경, 및 대체가 이전의 개시내용에서 고려된다. 이전의 것들에 대한 이러한 변형들이 본 개시내용의 범주로부터 벗어나지 않고 이루어질 수 있는 것이 이해된다. 이에 따라, 첨부된 청구항들이 광범위하게 그리고 본 개시내용과 일치하는 방식으로 해석되는 것이 적합하다.

도면

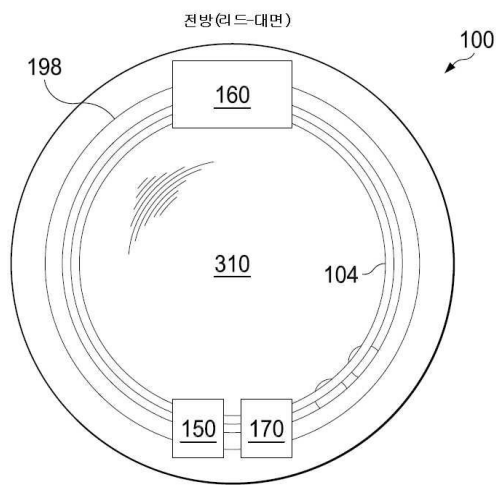
도면1



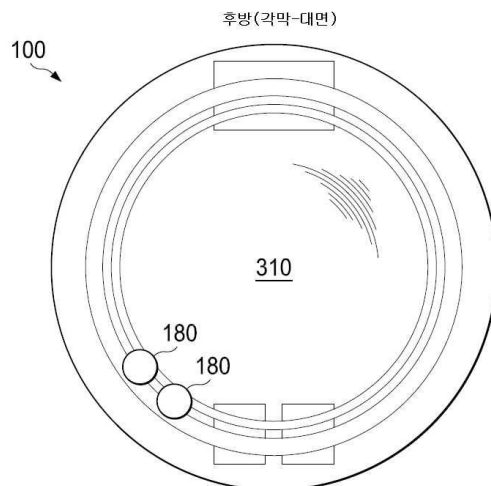
도면2



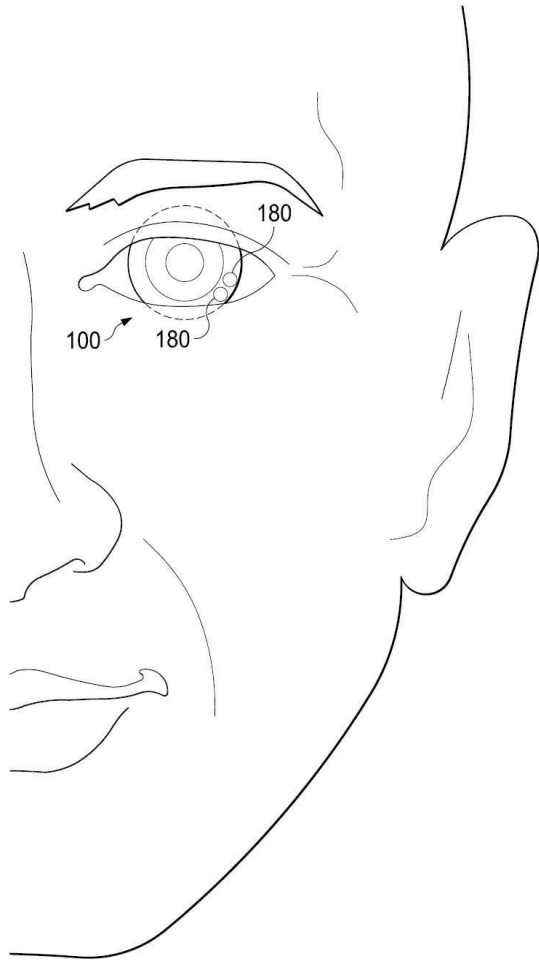
도면3a



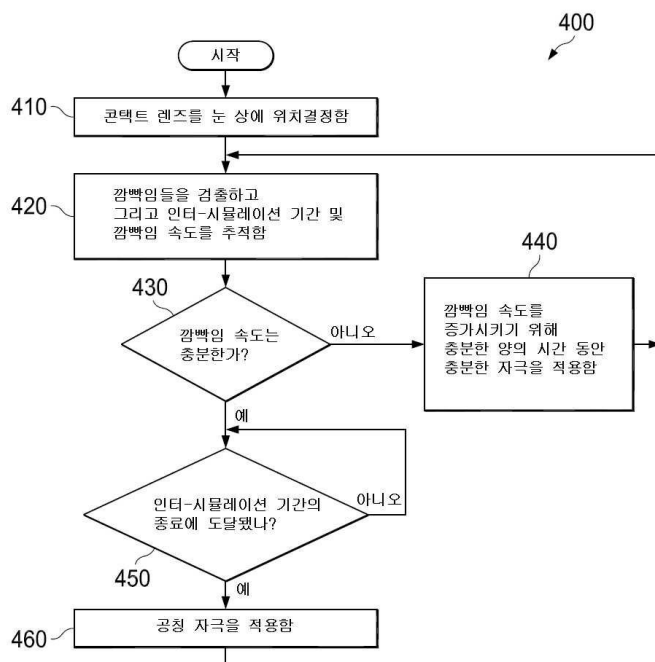
도면3b



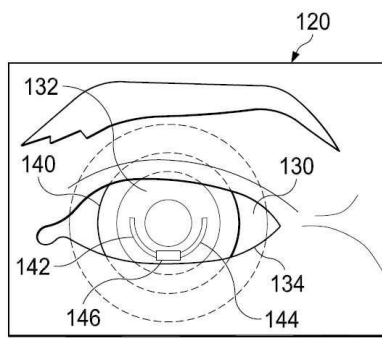
도면3c



도면4



도면5a



도면 5b

