



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년05월31일
(11) 등록번호 10-1984116
(24) 등록일자 2019년05월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61F 9/00 (2006.01) *F04B 43/04* (2006.01)

H01L 41/09 (2006.01)

(52) CPC특허분류

A61F 9/0008 (2013.01)

F04B 43/046 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-7022269

(22) 출원일자(국제) 2016년01월11일

심사청구일자 2017년08월09일

(85) 번역문제출일자 2017년08월09일

(65) 공개번호 10-2017-0104555

(43) 공개일자 2017년09월15일

(86) 국제출원번호 PCT/US2016/012903

(87) 국제공개번호 WO 2016/115050

국제공개일자 2016년07월21일

(30) 우선권주장

62/125,073 2015년01월12일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

US08128606 B2*

US20070119969 A1*

US20120143152 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
켄달리온 테라퓨틱스 인코포레이티드
미국 캘리포니아 94025 멘로 파크 스위트 씨 오'브라이언 드라이브 1490

(72) 발명자
아이브리, 예휴다
미국 캘리포니아 92660, 126 프로몬토리 드라이브 이스트 뉴포트 비치

(74) 대리인
윤의섭, 김수진

전체 청구항 수 : 총 29 항

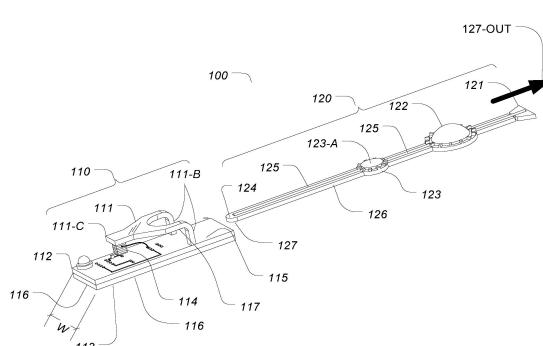
심사관 : 윤기용

(54) 발명의 명칭 마이크로-액적 전달 장치 및 방법

(57) 요약

마이크로 액적 전달 장치 및 방법은 예비 적재 혁 하에서 약물 용기에 작동 가능하게 결합되는 압전 칩을 갖는 압전 작동기를 포함할 수도 있다. 작동기는 개구로부터 예를 들어, 눈의 각막 표면으로 약물의 액적을 분출하기 위해 약물 용기 내에 음향 압력을 발생시키도록 구성된다. 압전 작동기는 약물 용기와 결합되거나 결합 해제될 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
H01L 41/0986 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

유체를 분출하기 위한 시스템에 있어서,

작동기; 및

약물 용기의 제1 단부에 개구 및 상기 약물 용기의 제2 단부 또는 제2 단부 가까이에 약물 저장소를 가지는 약물 용기를 포함하며,

상기 약물 용기는 상기 작동기로부터 제거 가능하게 분리 가능하고 상기 작동기와 정렬되게 위치되어 상기 작동기로부터 상기 약물 용기의 외부 표면에 유도된 변위가 상기 약물 저장소로부터 상기 유체가 상기 개구를 통해 분출되도록 야기하는, 유체 분출 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 작동기는 압전 칩을 포함하는, 유체 분출 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 압전 칩은 1-5 미크론의 변위를 갖도록 구성되는, 유체 분출 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 개구 및 상기 약물 저장소와 유체연통하는 음향 공동을 더 포함하는, 유체 분출 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 약물 저장소는 소정 용량의 안과용 조성물을 포함하는, 유체 분출 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 약물 저장소는 $1000 \mu\text{L}$ 의 용적을 갖는, 유체 분출 시스템.

청구항 7

제4항에 있어서,

상기 약물 저장소와 상기 음향 공동 사이의 거리는 5-15mm인, 유체 분출 시스템.

청구항 8

제4항에 있어서,

상기 음향 공동과 상기 개구 사이의 거리는 30-60mm인, 유체 분출 시스템.

청구항 9

제4항에 있어서,

상기 음향 공동과 상기 약물 저장소 사이에 배치되어 음향 압력 파가 상기 약물 저장소 내로 전파되는 것을 제한하는 제한부를 더 포함하는, 유체 분출 시스템.

청구항 10

제4항에 있어서,

상기 음향 공동은 30-100 μL 의 용적을 갖는, 유체 분출 시스템.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 개구는 80-120 미크론의 직경을 갖는, 유체 분출 시스템.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 작동기는 10Hz-30kHz의 주파수로 상기 개구를 통해 상기 유체를 분출하도록 프로그램되는, 유체 분출 시스템.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 유체는 마이크로 액적의 흐름으로 분출되고, 각각의 마이크로 액적은 500pL 용적을 갖는, 유체 분출 시스템.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 작동기는 1 $\mu\text{L}/\text{초}$ 의 평균 속도로 상기 유체를 분출하도록 프로그램되는, 유체 분출 시스템.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 작동기는 각각 33Hz의 주파수에서 500pL의 용적을 갖는 마이크로 액적의 흐름으로 상기 유체를 분출하도록 프로그램되는, 유체 분출 시스템.

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 작동기는 미리 결정된 시간 간격으로 마이크로 액적의 흐름으로 상기 유체를 분출하도록 프로그램되는, 유체 분출 시스템.

청구항 17

제1항에 있어서,

상기 시스템이 부착되는 안경테를 추가로 포함하는, 유체 분출 시스템.

청구항 18

유체를 분출하는 방법에 있어서,

작동기와, 제1 단부에 개구를, 제2 단부 또는 상기 제2 단부 가까이에 약물 저장소를 가지며 상기 작동기로부터 제거 가능하게 분리 가능한 약물 용기를 제공함;

하나 이상의 음향 펄스가 상기 약물 용기를 통해 전달되도록 상기 작동기로부터 상기 약물 용기의 외부 표면에 변위를 유도함에 의해 상기 약물 저장소로부터 상기 유체를 상기 개구를 통해 분출시킴,

을 포함하는 유체 분출 방법.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 작동기로부터 상기 약물 용기를 제거함을 더 포함하는, 유체 분출 방법.

청구항 20

제18항에 있어서,

상기 작동기로부터 상기 약물 용기의 외부 표면에 변위를 유도하는 것은 압전 칩을 작동시킴을 포함하는, 유체 분출 방법.

청구항 21

제20항에 있어서,

상기 압전 칩은 1 내지 5 미크론의 변위를 갖는, 유체 분출 방법.

청구항 22

삭제

청구항 23

제18항에 있어서,

상기 유체는 안과용 조성물을 포함하는, 유체 분출 방법.

청구항 24

제18항에 있어서,

상기 개구 및 상기 약물 저장소와 유체 연통을 하는 음향 공동으로부터 상기 약물 저장소로 음향 압력 파의 전파를 제한함을 더 포함하는, 유체 분출 방법.

청구항 25

제18항에 있어서,

상기 유체의 분출은 상기 개구로부터 10Hz 내지 30KHz 주파수의 마이크로 액적의 흐름으로 상기 유체를 분출함을 포함하는, 유체 분출 방법.

청구항 26

제18항에 있어서,

상기 유체의 분출은 각각 500pL의 용적을 갖는 마이크로 액적의 흐름으로 상기 유체를 분출함을 포함하는, 유체 분출 방법.

청구항 27

제18항에 있어서,

상기 유체의 분출은 1 μ L/초의 평균 속도의 마이크로 액적의 흐름으로 상기 유체를 분출함을 포함하는, 유체 분출 방법.

청구항 28

제18항에 있어서,

상기 유체의 분출은 각각 33Hz의 주파수에서 500pL의 용적을 갖는 마이크로 액적의 흐름으로 상기 유체를 분출

함을 포함하는, 유체 분출 방법.

청구항 29

제18항에 있어서,

상기 유체의 분출은 미리 결정된 시간 간격의 마이크로 액적의 흐름으로 상기 유체를 분출함을 포함하는, 유체 분출 방법.

청구항 30

제18항에 있어서,

치료될 피검자의 눈 부근에 상기 개구를 위치시킴을 더 포함하는, 유체 분출 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원에 대한 상호 참조(CROSS-REFERENCE OF RELATED APPLICATIONS)

[0002] 본 출원은 2015년 1월 12일자로 출원된 미국 임시 출원 62/125,073의 우선권을 주장하며, 이를 본원에 참고로 합병한다.

[0003] 본 발명은 만성 안구 건조 증후군(dry eye syndrome: DES)의 임의 수의 상태들, 예를 들어, 중간 내지 중증 경우에 눈물로 지속적으로 전달하여 치료하도록 안구 표면과 같은 조직 영역 상에 하나 이상의 약물을 전달하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0004] DES는 안구 건조증, 뼈뼉함, 통증, 지속적인 불편감, 시각적 장애, 화끈하고 찌르는 듯한 느낌 및 각막 손상의 위험 갖는 눈물 생산의 결핍에 의해 유발된다.

[0005] 현재의 치료법은 임시 처방으로서 일시적인 완화를 제공하고 안구 표면을 보호하기 위해 인공 눈물을 사용하는 보충 눈물을 포함한다. 그러나 심한 DES의 경우에는 투여 빈도가 매우 높아야 하므로 종종 따르기에 비실용적이다. 따라서, 심한 DES에서는 위에서 언급한 자극적 증상이 지속되어 심리적 및 육체적 효과 모두를 감퇴시킬 수 있다. DES는 시력 관련 일상 활동 저하, 신체 통증 및 지속적인 불편으로 인한 삶의 질에 영향을 준다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 그러한 빈번한 투여의 비실용성을 극복한다. 본 발명은 안경 용품에 분리 가능하게 부착될 수 있는 일회용 앰풀(ampoule)을 구비하여, 눈 표면을 향해 마이크로 액적을 일정 속도로 연속적으로 또는 간헐적으로 분출함으로써 눈물을 적절히 대체하도록 구성된다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명은 만성 안구 건조 증후군을 치료하기 위한 소형의 착용가능 마이크로 액적 분출 장치를 제공한다. 상기 장치는 일회용 약물 용기 및 압전 작동기를 포함한다. 약물 용기는 일회용 약물 용기의 외부 표면 상에 압전 작동기에 의해 가해지는 음향 펄스에 의해 마이크로 액적을 분출하도록 구성된다. 본 발명에서, 약물 용기는 압전 작동기로부터 분리될 수 있어, 사용된 용기의 처분할 수 있는 한편 압전 작동기는 다른 약물 용기로 재사용될 수 있다. 본 발명은 하나 이상의 약제의 전달이 요망되는 임의 수의 상태들을 치료하기 위한 경제적이고 비용이 효과적인 접근 방법을 제공한다. 만성 DES 상태에 대한 치료는 여기서 단지 설명을 목적으로 설명되며, 기술된 장치 및 방법은 임의 수의 상이한 상태에 그리고 DES의 치료에 국한되지 않고 임의 수의 약물을 전달하기 위해 적용될 수도 있다.

[0008] 압전 작동기는 광학 장치 또는 선글라스와 같은 안경 제품의 귓부분(earpiece)에 감압 접착제, 기계 스프링 클립(mechanical spring-clip) 등에 의해 착탈 가능하게 부착된다. 일회용 약물 용기는 작동기에 삽입하되, 분출 노즐이 안경 제품의 렌즈를 향해 연장된 다음, 눈을 향하여 렌즈의 표면 위 후방으로 구부러지도록 삽입된다.

액적은 미리 결정된 시간 간격에 따라 일정 속도 및 누적 쉬르메르(Schirmer)의 테스트 절차와 같은 기저 분비 테스트에 의해 결정될 수도 있는 환자의 눈물 생산 결핍에 따라 조정될 수 있으나 그것으로 제한되지는 않는다.

[0009] 한 실시예에서, 약물 용기는 눈물을 대체하는 보존제가 없는 안과용 약물을 담아두는 팽창-충전-밀봉 용기 (blow-fill-seal package) 또는 앰풀로 구성된다. 약물은 폴리비닐 알콜, 포비돈 하이드록시프로필, 메틸 셀룰로오스, 폴록사머, 카르복시메틸 또는 셀룰로즈 헤드록시에틸과 같은 중합체를 함유하는 수용액으로 이루어질 수도 있다.

[0010] 본 발명의 장치에 사용될 수 있는 건성 안구 증후군의 치료를 위한 다양한 약물들은 PCT 특허 공보 WO 2001/046134 A1 및 미국 특허 공보들 2013/053042 A1, 2014/0274910 A1, 2014/0242022 A1, 2001/0036449 A1, 2012/0070467 A1 및 미국 특허 8,722,728 B2에 기재되어 있다.

[0011] 상기 조성물은 항염증제 국소 코르티코스테로이드류, 예컨대, 테트라사이클린, 사이클로스포린 필로카르핀 또는 사이클로스포린 A를 포함할 수도 있다.

[0012] 혈청 또는 텁콜 혈청을 또한 DES의 중간 내지 중증 경우에 적용하여 사용할 수도 있다.

[0013] 다음의 공보들에 개시된 인공 눈물 약물들도 또한 사용할 수도 있다:

[0014] 1. Murube J, Paterson A, Murube E. 인공 눈물의 분류: I. 조성물 및 특성. *Adv Exp Med Biol.* 1998a; 438: 693-704. 49.

[0015] 2. Murube J, Murube E, Zhuo C. 인공 눈물의 분류: II. 첨가제 및 상업 약물. *Adv Exp Med Biol.* 1998b; 438: 705-715.

[0016] 각종 안과용 조성물 및 치료제의 조성물을 기술한 미국 특허 공보 2012/0070467를 포함하는 상기 문헌의 모든 관련 개시 내용 전체는 임의 목적을 위해 본원에 참고로 병합된다.

[0017] 또한, 인공 눈물의 상업용 약물로서, 예를 들어, Optive®(Allergen, Inc, Irvine, CA, USA) 또는 Soothe® (Bausch and Lomb, Rochester, NY, USA) 또는 Systane ®(Alcon Laboratories, Inc., Fort Worth, TX, USA)이 본 발명에서 사용될 수도 있다.

[0018] 약물 용기는 외부 표면 상에서 펄스 변위 유도에 응답하여 마이크로 액적을 분출하도록 구성된다. 용기는 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리에틸렌 또는 폴리프로필렌과 같은 열가소성 중합체로 제조된다. 약물 용기는 약물 저장소, 음향 공동 및 개구를 포함한다. 약물 용기는 약물 저장소와 음향 공동 사이를 연결하는 제1 유체 채널과, 음향 공동과 개구 사이를 연결하는 제2 유체 채널을 더 포함한다. 약물 용기는 약물 저장소, 음향 공동 및 채널의 용적을 채우는 안과용 약물을 내장한다. 음향 공동은 얇은 벽 구조로 밀봉된 작은 유체 통으로 구성된다. 펄스 변위가 얇은 벽 구조에 가해지면 공동 내의 액체 내에서 음향 압력(acoustic pressure)이 발생한다. 그 다음 음향 압력은 유체 채널을 통해 개구를 향해 전파되어, 여기서 액적이 개구로부터 분출된다. 각 펄스 변위에 후속하여 한 방울의 액적이 분출된다. 펄스 변위라는 용어는 변위가 얇은 듀티 사이클, 바람직하게는 10-1000 μ sec, 보다 바람직하게는 80-300 μ sec(마이크로 초)를 갖는다는 것을 의미한다. 막의 변위 진폭은 전형적으로 약 1, 2, 3 또는 4 μ m이고, 일반적으로 10 μ m 미만이다.

[0019] 바람직하게는, 상기 장치는 높은 주파수로 작동한다. 액적 분출 주파수는 1Hz에서 30KHz 사이이다.

[0020] 액적의 용적은 일반적으로 100pL 내지 1000pL이며, 개구의 크기는 통상적으로 80 내지 120 μ m이다. 강한 음향 펄스는 바람직하지 않게 많은 방향으로 분출되는 작은 위성 액적을 형성시킬 수도 있다.

[0021] 일부 실시예에서, 장치는 액적들이 분출되기 수 초 전에 점등하거나 점멸하는 발광 다이오드(LED)를 포함한다. 이 방법에서는 사용자가 1, 2 또는 3초 동안 눈을 크게 떠서 유지하도록 주의 받는다. 이러한 실시예에서, 장치는 20, 30, 45 또는 60분마다 자동으로 분출할 것이다. 장치는 일반적으로 미리 결정된 수의 발진인 버스트 모드(burst mode)로 분출할 것이며 이를 소정의 시간 주기마다 반복한다. 모든 버스트는 발진 횟수와 각 액적의 용적의 산술 합과 동일한 용적을 분출한다. 따라서 예를 들어, 액적 용적이 500pL이고 버스트가 1000 발진으로 구성된 경우, 총 용적은 500,000pL 또는 0.5 μ L(마이크로 리터)이다. 버스트는 임의 수의 발진으로 구성될 수 있지만 일반적으로 10000 미만이다. 이 제한은 압전 칩의 기술 사양과 관련된다. 버스트들 사이의 시간 간격은 일반적으로 60분 미만이다.

[0022] 일부 실시예에서, 장치는 사용자에게 주의를 주지 않고 얇은 시간 간격마다 순차적으로 작은 용적들을 분출할 수도 있다. 이러한 방식으로, 액적의 버스트가 눈을 깜박임으로 인해 장기간에 걸쳐 총 투여량 전달에 실질적으

로 영향을 주지 않으면서 눈의 표면을 빠트릴 수도 있다.

[0023] 비 사용 기간 동안 안과용 약물은 예를 들어, 야간 기간 동안 개구를 건조시켜 막히게 할 위험이 있다. 본 발명에서, 장치는 안과용 약물이 개구에서 건조되는 것을 방지하기 위해 매 10분, 20분 또는 30분마다 적어도 한 방울의 액체를 분출하도록 구성된다.

[0024] 작동기는 상대적으로 낮은 전압 입력, 전형적으로 100V 미만에 반응하여 큰 변위를 생성할 수 있는 모놀리식 동시에 소성되는 세라믹 압전 적층체를 포함한다. 압전 적층체(피에조일렉트릭 칩 또는 피에조 칩으로서 일부 제조업체에 의해 정의됨)은 다수의 압전 요소가 통합된 적층체로 만들어지므로 총 변위는 적층체의 모든 요소가 누적된 변위이다. 본 발명에서, 압전 적층체는 음향 실의 얇은 벽 구조에 탄자된 스프링에 의해 예비 적재된다. 이러한 방식으로 약물 용기를 제거하고 교체할 수 있는 한편 압전 적층체는 다른 약물 용기로 재사용할 수 있다. 일 실시예에서, 약물 용기는 약학 액체의 포장에 일반적으로 사용되는 무균 팽창-충전-밀봉 공정에 의해 제조된다. 이러한 방법은 예를 들어, 미국 특허 공보 2013/0345672 A1, 2012/0017898, 및 미국 특허 5,624,057에 기술되어 있으며, 이들 각각은 그 전체를 참고로 또한 임의 목적을 위해 여기에 병합한다.

[0025] 상기 장치는 전기 펄스를 생성하여 상기 압전 적층체에 전달하도록 구성된 전자 회로를 더 포함한다. 회로의 제조 공정은 회로 크기를 줄이는 마이크로 전자 장치 포장 기술들을 병합한다. 이 회로는 하프 브리지 구동기 칩(half-bridge driver chip)과 2개의 MOSFET 트랜지스터를 포함하는 하프 브리지 구동기로 구성된다. 하프-브리지 구동기는 입력 신호를 수신하고 한 쌍의 MOSFET 트랜지스터를 순차적으로 "온" 및 "오프"로 구동하는 스위칭 출력 신호를 전송한다. 이러한 방식으로 저 전압 입력 신호를 압전 적층체를 구동할 수 있는 고 전력 전기 펄스로 변환한다. 회로는 더 높은 전압 레버에 대한 출력을 증가시키는 인덕터를 더 포함한다. 바람직하게는 인덕터의 인덕턴스 및 압전의 캐페시턴스는 선택된 출력 주파수에서 공진 동작하도록 조정된다. 하프 브리지 구동기 칩으로 전송된 입력 신호는 마이크로프로세서 또는 신호 생성기 IC(집적 회로)에 의해 생성될 수도 있다. 일 실시예에서, 구동기, 트랜지스터 및 마이크로프로세서는 단일 집적 회로 상에 제조된다. 바람직하게는, 이러한 IC는 칩-온-보드(COB) 포장 공정을 이용하여 인쇄 회로 기판(PCB)에 직접 부착되고 캡슐화된다. 초소형 전자장치 분야에서 COB는 회로의 크기를 줄이기 위해 사용된다. 본 발명에서, 회로의 입력 전압은 바람직하게는 5V이하, 보다 바람직하게는 3V이하, 더욱 바람직하게는 1.5V이하이다.

발명의 효과

[0026] 에너지 원은 리튬 중합체와 같은 재충전 가능한 배터리에 의해 제공된다. 바람직하게는, 배터리는 약 0.5mm 내지 2mm의 두께를 갖는 편평한 시트로서 포장된다. 바람직하게는 배터리의 폭과 길이는 PCB의 폭과 길이와 동일하다. 배터리는 유도 충전에 의해 무선으로 재충전 될 수도 있으며, 에너지는 장치와 외부 충전기 사이의 유도 결합에 의해 전달된다.

도면의 간단한 설명

[0027] 따라서, 본 발명의 일반적인 특성 및 그 특징 및 장점의 일부를 요약하면, 다음의 도면을 참조하여 본 명세서의 상세한 설명으로부터 당업자에게는 특정의 바람직한 실시예 및 변형예가 명백해질 것이다:

도 1은 본 발명의 특정 실시예에 따라 압전 작동기 및 약물 용기가 서로 분리되어 있는 간략화된 분해도이다.

도 2는 본 발명의 특정 실시예에 따라 동작 가능하게 결합된 압전 작동기 및 약물 용기의 개략도이다.

도 3은 본 발명의 특정 실시예에 따른 분출 개구의 단면도이다.

도 4는 본 발명의 특정 실시예에 따른 개구의 보호 테이프를 나타내는 분출 장치의 사시도이다.

도 5는 본 발명의 특정 실시예에 따라 분리된 약물 용기를 갖는 안경테에 부착된 압전 작동기를 도시한다.

도 5A는 본 발명의 특정 실시예에 따라 약물 용기에 작동 가능하게 결합되고 안경테에 부착된 압전 작동기를 도시한다.

도 6은 본 발명의 특정 실시예에 따라 압전 칩에 의해 클램핑된 음향 공동의 단면 형상을 나타내는 약물 용기의 음향 공동을 통해 상세-A로 표시된 단면도를 도시한다.

도 6A는 본 발명의 특정 실시예에 따른 도 6의 상세-A를 도시한다.

도 7은 압전 작동기와 약물 용기가 동작 가능하게 결합되어 있는 한편 눈에 대한 약물 용기의 조정 방법을 도시

한다.

도 8은 본 발명의 특정 실시예에 따라 스프링 클립을 사용하여 압전 작동기를 안경테에 부착하는 대안을 도시한다.

도 9는 본 발명의 특정 실시예에 따른 유체 채널을 도시하는 약물 용기의 두께를 통한 단면도를 도시한다.

도 9A는 도 9의 도해와 관련하여 단면의 방향을 포함하는 약물 용기의 측면도를 도시한다.

도 9B는 본 발명의 특정 양태에 따른 약물 용기의 평면도를 도시한다.

도 9C는 음향 파의 전파를 제한하는 협소 부분의 상세도를 포함하는 유체 채널의 확대도를 도시한다.

도 10은 본 발명의 특정 실시예에 따른 압전 작동기의 전자 회로의 개략도를 도시한다.

도 11은 본 발명의 특정 실시예에 따라 안경의 귓부분(earpiece) 내의 공동에 일체로 설치된 압전 작동기를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 본원에 기술된 실시예는 임의 수의 치료, 예를 들어, 안구 건조 증후군(DES)에 대해 하나 이상의 유체 약물을 안구 표면에 전달하기 위한 장치에 관한 것이다. 만성 DES 상태에 대한 전술된 장치 및 방법이 단지 도해 목적으로 임의 수의 상이한 상태에 DES의 치료에 국한되지 않는 임의 수의 약물을 전달하기 위해 적용될 수도 있을 때만을 여기서 설명한다.

[0029] 본 명세서에 기재된 시스템 및 방법에서, 액적은 고주파로 분출되지만 한 방울의 액적 형태로 분출된다. 액적은 약 수백 퍼코 리터에서 약 1 나노 리터에 이르는 범위의 매우 작은 용적을 가지고 있다. 이러한 용적의 액적들은 깜박거리는 반사를 일으키지 않으며 초소형 용적 증가분에서의 전달은 자연스러운 눈물 생성을 면밀히 시뮬레이션 할 수 있다.

[0030] 제1 양태 실시예에서, 분출 장치는 바람직하게는 일회용, 제거 가능 또는 분리 가능한 약물 용기를 사용하는 한편 이후의 추가 사용을 위해 압전 작동기 또는 변환기를 바람직하게 유지하며, 그에 의해 추가 작동을 위해 압전 작동기 또는 변환기의 재사용으로 경제적이고 비용이 효과적인 접근 방법을 제공한다.

[0031] 제2 양태에서, 약물 용기는 안구 표면에 근접한 위치에 있는 개구를 포함하는 연장된 노즐 또는 도관을 포함하는 한편 압전 작동기는 눈의 말단에 위치된다.

[0032] 본 설명은 다양한 실시예의 특정한 세부 사항을 설명하지만, 이 설명은 단지 예시적인 것이고 본 발명을 제한하는 것으로 해석되어서는 않된다. 또한, 본 발명 기술 분야의 당업자에게 발생할 수도 있는 본 발명의 다양한 응용 및 이에 대한 변형은 또한 본 명세서에 기재된 일반적인 개념에 의해 내포된다.

[0033] 또한, 도 1 및 도 2는 일부 실시예에 따른 압전 작동기(110)를 도시한다. 압전 작동기는 예비 적재력(preloading force) 하에서 약물 용기(120)에 작동 가능하게 결합되는 압전 칩(114)으로 구성된다. 작동기(110)는 개구(124)로부터 눈의 각막 표면으로 안과용 조성물의 액적을 분출하기 위해 약물 용기 내에 음향 압력을 발생시키도록 구성된다. 압전 작동기(110)는 도 1 및 도 2에 도시되고 이하 및 본원에서 더 논의된 바와 같이 약물 용기로부터 결합 또는 분리될 수 있다.

[0034] 도 1에 도시된 바와 같이, 장치(100)는 약물 용기(120) 및 압전 작동기(110)를 포함한다. 약물 용기(120)는 분출될 안과용 조성물을 내장하는 블리스터(blister)(이하, '약물 저장소'라고 칭하기도 함)(122)를 포함하는 열가소성 몸체로 이루어진다. 약물 용기(120)는 블리스터로부터 연장되고 단부(127)에서 종결되는 연장된 노즐 또는 도관(126)을 더 포함한다. 도관(126)은 블리스터(122)와 유체 연통하는 내부 유체 채널(도시되지 않음)을 포함한다. 도관(126)은 단부(127)에 근접한 분출 개구(124) 및 단부에 대해 멀고 블리스터(122)에 근접한 음향 공동(123)을 더 포함한다. 일부 실시예에서, 블리스터(122)와 음향 공동 사이의 거리는 약 5-15mm이고, 음향 공동(123)과 개구 사이의 거리는 30-60mm이다. 이러한 방식으로, 압전 작동기(110)는 편리하게 분출 개구(124) 또는 눈에 대해 멀다.

[0035] 음향 공동(123)은 얇은 벽 막(123-A)에 의해 밀봉된 원통형 챔버를 포함한다.. 약물 용기(120)는 얇은 벽 막(123-A)의 표면 상에 작동기(110)에 의해 펄스 변위가 가해질 때마다 마이크로 액적을 분출하도록 구성된다. 이러한 펄스 변위는 음향 공동(123) 내에서 음향 압력을 발생시키고, 그 다음 이 음향 압력은 도관(126) 내의 유체를 통해 개구(124)를 향해 전파하며, 여기서 액적은 평균 속도로 한 방울의 형태로 분출하며 이 속도는 눈물

생산 결핍을 보충하도록 조정된다.

[0036] 압전 작동기(110)는 압전 클램프 및 전자 회로를 포함한다. 압전 클램프는 스프링 압력 하에서 클램프되어 있는 동안 음향 공동에 펄스 변위를 인가하도록 구성된다.

[0037] 압전 작동기(110)는 선택된 주파수에서 전기 펄스를 생성할 수 있는 인쇄 회로 기판(PCB)(115)을 포함한다. 도 2를 참조하면, PCB(115)는 압전 칩(114)에 의해 예비 적재되는 동안 약물 용기(120)를 지지하기 위한 강성 기판으로서도 기능한다는 것을 알 수 있다. 압전 칩(114)은 "L"형 스프링 부재(111)의 자유 단부에 부착되는 반면, 스프링의 대향 단부는 용접 접합에 의해 각각 PCB에 부착된 2개의 각부(111-B)로 분할되는 것을 볼 수 있다. 압전 칩(114)은 LOCTITE® Hysol® type E-30CL(이에 국한되지 않음)과 같은 구조용 애폭시 접착제에 의해 자유 단부(111-C)에 부착된다. 스프링 부재(111)는 약 5-10 뉴턴을 적용함으로써 압전 칩(114)을 표면(123-A)에 대해 예비 적재하도록 치수가 정해진다. 일부 실시예에서, 스프링 부재(111)는 베릴륨 동으로 만들어진다. 일부 실시 예에서, 스프링 부재(111)는 니켈 도금된 스프링 강으로 만들어진다. 스프링의 두께는 0.3-0.7 mm이다.

[0038] 약물 용기(120)는 화살표(127-IN) 및 화살표(127-OUT)로 표시된 방향으로 작동기(110)에 삽입되거나 작동기(110)로부터 제거될 수 있다. 도 1은 압전 작동기(110)로부터 분리된 약물 용기(120)를 보여주는 장치(100)의 분해도를 도시하고, 도 2는 작동기(110)에 작동 가능하게 결합된 약물 용기(120)를 도시한다.

[0039] 압전기 칩(114)은 미국 뉴저지주 뉴톤 소재의 토팩스 인코포레이티드(Thor labs Inc.)에 의해 판매되는 모놀리식 동시 점화형 압전 세라믹(piezoceramic) 적층체 모델 PA3CE로 이루어진다. 칩은 교류 전압의 입력에 따라 팽창 및 수축한다. 공동 발화된 압전 세라믹 적층체는 일반적으로 1-5 미크론 범위의 큰 변위를 일으킨다. 비교에서 단결정 압전 세라믹 요소는 0.1-0.5 미크론의 범위에서 변위를 생성하므로 일반적으로 발진 구조에 구조적인 부착이 필요하다. 따라서, 본 발명에서 공동 발화된 압전 세라믹 적층체는 약물 용기의 분리 및 DES의 치료를 위한 경제적이고 비용이 효과적이고 실제적인 해결책을 가능하게 한다.

[0040] 작동기(110)의 바닥면은 작동기가 안경의 귓부분에 부착되기 전에 벗겨지는 보호막(도시되지 않음)이 제공된 압력 감지성 필름 접착제(116)에 의해 안경테에 부착될 수 있다.

[0041] 회로(115)는 배터리(113)로부터 DC 전력을 수신하고, 음향 공동(123)의 표면(123-A)에 대한 변위 펄스를 후속적으로 발생시키는 압전 칩(114)에 전송되는 전기 펄스를 발생한다.

[0042] 일부 실시예에서, 배터리는 리튬 중합체 화학을 기본으로 하고 약 70 mAH(milliamp x hours)의 전기 용량 및 약 3 볼트 출력을 갖는다. 리튬 폴리머 배터리는 PCB의 평면 형상과 일치하는 얇은 편평한 셀로 포장될 수도 있다. 일부 실시예에서, 배터리는 0.5 내지 2mm의 두께 범위를 갖는다.

[0043] 상기 회로는 하드웨어 연결없이 배터리(113)를 충전하도록 구성된 무선 배터리 충전기를 더 포함한다. 충전기는 무선 수신 코일 및 충전 회로로 이루어진다. 코일은 회로 기판 상에 나선형 도전 층으로서 인쇄되는 것이 바람직하다. 그러한 코일 및 회로의 설계를 최적화하는 방법은 "효율적인 경피 유도성 동력 전달을 위한 인쇄된 나선형 코일의 설계 및 최적화"라는 간행물에 기재되어 있다. IEEE TRANSACTIONS on BIOMEDICAL CIRCUITS AND SYSTEMS, VOL. 1, NO. 3, 2007년 9월에 개시되어 있다.

[0044] 배터리는 무선 전력 컨소시엄(WPC) 표준에 부합하는 무선 충전 패드에 장치를 근접 위치시킴으로써 충전된다.

[0045] 장치는 건조한 눈의 표면 상의 정상 눈물 용적을 유지 및 복원하기 위해 조절되는 마이크로 액적을 평균 속도로 분출하도록 프로그램되거나 사전 설정된다. 일부 실시예에서, 상기 장치는 10Hz-30KHz의 주파수에서 액적을 분출한다. 장치는 1, 5, 10, 20, 40, 60분의 시간 간격으로 액적을 분출할 수 있으며, 일반적인 액적 크기는 500pL(피코 리터)이다. 예를 들어, 장치는 33Hz의 주파수에서 500pL의 액적을 연속적으로 분출함으로써 평균 1 μ L/초의 속도를 분출하도록 프로그램할 수 있다. 또는 2KHz의 주파수 및 1분마다 1초의 주기. 또는 0.1-2KHz의 주파수에서 환자의 눈물 생성 결핍에 의존하는 간격으로 펄스한다. 대안적으로, 소방하는 경우, 액적은 간헐적으로 투여될 수도 있다.

[0046] 일부 실시예에서, 장치는 하나 이상의 개구를 가질 수도 있다. 일반적으로 각 개구의 직경은 80-120 마이크론 범위이다. 도 3은 각 개구의 단면 형상을 도시한다. 개구는 일반적으로 테이퍼 형상 또는 나팔 형의 입 모양을 갖는 반면 큰 개구(124-A)는 유체 입구이고, 작은 개구(124-B)는 액적 출구임을 알 수 있다. 일부 실시예에서, 개구는 MylarTM 또는 KevlarTM(DuPont, Wilmington, DE USA)와 같은 폴리아미드 필름 상에 별도로 형성된다. 개구는 잉크젯 노즐 플레이트의 제조에 일반적으로 사용되는 레이저 삭마 공정을 사용하여 식각된다. 도 4는 개구(124)를 갖는 폴리아미드 필름(126)을 도시한다. 필름은 감압 접착제에 의해 약물 용기에 부착된다. 약물 용기

(120)는 약물 용기(120)를 기밀하게 밀봉하고 저장하는 동안 세균 오염을 방지하기 위해 개구(124) 위의 폴리아미드 필름(126)에 접착 식으로 부착되는 밀봉 테이프(129)를 더 포함한다. 밀봉 테이프(129)는 약제카트리지가 사용되기 직전에 벗겨 낼 수 있다. 편리하게, 밀봉 테이프(127)의 연부(128)는 약물 용기의 연부로부터 연장되며, 이러한 방식으로 밀봉 테이프는 사용 직전에 연장된 연부(128)를 당김으로써 쉽게 박리할 수 있다. 밀봉 테이프(129)는 약물 용기가 사용되기 전에 제거되어야 함을 나타내도록 명시될 수 있다.

[0047] 밀봉 테이프가 제거된 후에, 오랜 기간 동안 사용하지 않을 때, 예를 들어, 야간에 개구부의 유체가 말라서 개구를 막을 위험이 있다. 유체가 건조되는 것을 방지하기 위해 장치는 10, 20 또는 30분 간격으로 한 방울씩 연속적으로 배출하도록 프로그램할 수도 있다. 이 작업은 곧 건조될 유체를 신선한 유체로 대체한다. 각 액적의 크기가 약 500pL 정도로 작으므로 사용하지 않는 12시간 동안 분출되는 누적 용적은 0.036, 0.018 또는 0.012 μL(마이크로 리터)이다. 이러한 용적은 약물 용기에 저장된 총 용적, 약 1000 μL(1 mL)에 비해 무시할 수 있다.

[0048] 일부 실시예에서, 장치의 전자 회로는 2-위치 스위치를 포함한다. 첫 번째 위치는 안경 착용 기간 동안 장치가 정상적으로 작동하도록 설정하는 "온(on)" 위치이고, 두 번째 위치는 "절전(sleep)" 위치로서, 이 위치는 위에 설명된 것처럼 사용하지 않는 기간 동안 장치가 한 방울씩 분출하도록 설정한다.

[0049] 일부 실시예에서, 전자 회로는 안경을 착용하고 있을 때를 검출하는 광 센서를 포함한다. 센서는 LED와 감광 센서를 포함한다. 안경 착용시 LED가 눈 코너 근처의 안경 다리 부분을 비춘다. 빛은 안경 다리로부터 반사되어 민감한 센서에 의해 감지된다. 센서가 반사된 빛을 감지하면 장치를 "온"으로 전환하도록 회로에 신호를 보내고, 반대로 반사가 없으면 회로가 "절전" 모드로 전환하도록 신호를 보낸다. LED와 센서는 10분, 20분 또는 30분마다 주기적으로 이러한 반사 시험을 수행할 수도 있다. 에너지를 절약하기 위해 긴 간격을 선택한다. 바람직하게는, LED 및 센서는 보이지 않는 적외선을 분출 및 검출하도록 구성된다.

[0050] 이제 도 5을 참조하면, 작동기(110)는 안경(502)의 프레임의 귓부분(501)에 부착되어 있음을 알 수 있다. 일부 실시예에서, 작동기(501)는 제거 가능한 압력 감지 양면 접착 테이프에 의해 부착되는데, 테이프의 한 면은 작동기에 부착되고 반대 면은 귓부분(501)에 부착되는 식이다. 사용될 수도 있는 몇 가지 방수 양면 테이프는 모델 3M 410M, 3M4910 VHB 또는 3M 5952 VHB(3M Maplewood, Minnesota, U.S.)를 포함하지만 이에 한정되지는 않는다.

[0051] 도 5A는 작동기(110) 내로 완전히 삽입된 약물 용기(120)를 도시한다. 약물 용기(120)의 단부(127)는 먼저 안경의 렌즈(502)에 도달하고, 약물 용기가 더 삽입되는 동안, 단부(127)는 렌즈(502)의 표면 상에서 슬라이딩하면서 화살표(506)로 표시된 방향으로 측 방향으로 구부러진다. 약물 용기가 압전 작동기에 완전히 삽입될 때, 개구(124)는 눈을 향하고 액적(503)은 눈의 표면 상에 투사된다. 약물 용기는 압전 작동기가 도 6에서 단면도로 상세히 도시된 바와 같이 음향 공동 위에 정지되어 위치될 때까지 삽입된다.

[0052] 도 6은 압전 칩(114)에 의해 동작 가능하게 결합된 약물 용기(120)를 나타내는 도 6A에서 원으로 둘러싼 영역의 상세도를 도시한다. 압전 칩(114)과 인쇄 회로 기판(PCB)(601)의 표면 사이에 음향 공동(123)이 클램프되어 있음을 알 수 있다. 스프링 부재(111)는 약 10 뉴톤의 클램핑력(F)을 제공한다. 음향 공동(123)은 원통형 통(123A) 및 두 개의 표면을 포함하는데, 첫 번째 표면은 공동의 일면을 밀봉하는 평면 표면(602)이고, 두 번째 표면은 공동의 반대 면을 밀봉하는 오목 표면(603)이다. 둘 형상 부재(604)는 압전 칩(114)에 부착되어 있다. 둘 형상의 구형 형상은 압전 칩의 변위를 벡터(F)로 표시된 바와 같이 음향 공동의 표면에 수직한 방향으로 이송한다. PCB(601)에는 음향 공동의 오목면과 맞물리도록 구성된 구형 종점을 갖는 맞춤 핀(dowel pin)(606)이 제공되어 횡 방향 운동을 제한함으로써 약물 용기를 적소에 고정시킨다. 그러나 맞춤 핀(606)은 그의 축(605) 주위에서 약물 용기의 회전 변위를 허용한다. 이러한 회전 변위는 이후에 보다 상세히 설명되는 바와 같이 눈에 대한 약물 용기의 마이크로 조정을 위해 사용될 수도 있다.

[0053] 약물 용기(120)는 화살표로 표시된 방향으로 작동기에 삽입된다. 약물 용기는 맞춤 핀(606)이 오목면(603)에 끼워질 때까지 PCB(601)의 표면 위로 미끄러진다. 둘 부재(604)는 압전 칩(114) 아래로 미끄러지도록 용기를 안내하는 선단 연부(601)를 포함한다.

[0054] 도 7은 압전 작동기(110)에 작동 가능하게 결합된 약물 용기(120)를 도시한다. 도 6과 관련하여 기술된 바와 같이, 약물 용기는 맞춤 핀의 축(605)을 중심으로 회전할 수 있다. 이러한 회전 변위는 눈에 대해 개구(124)를 마이크로 조정하는데 사용될 수도 있다. 약물 용기의 연부(701)는 상하 방향 화살표로 나타내어진 추가 조정(702)으로 표시된 바와 같이 시계 방향 또는 반 시계 방향으로 밀릴 수 있으며, 이어서 분출 개구(124)를 포함하는 약물 용기(120)의 단부(127)는 화살표(703)로 표시된 반대 방향으로 회전할 것이다. 작동기(110)에는 액적을 파

열 분출하기 위해 압전 작동기를 구동하도록 구성된 순간 스위치(705)가 추가로 구비된다. 이러한 방식으로, 사용자는 노즐이 적절히 조정되고 액적이 눈에 도달하는지 또는 추가 조정(702)이 필요한지를 점검할 수도 있다. 스위치는 약 2초 내에 약 5000개의 액적을 분출하도록 구성되며, 이는 사용자에 의해 검출되거나 감지될 수 있는 $2\mu\text{L}$ 의 용적을 생성한다.

[0055] 도 8은 작동기(110)를 안경의 쟁부분(401) 상에 부착하는 대안적인 방법을 도시한다. 일부 실시예에서, 작동기(110)는 쟁부분(401)의 연부 둘레 및 위에서 클립 또는 스냅하는 2개의 "U"형상 스프링-클립(801)을 포함한다.

[0056] 도 9 및 도 9A는 화살표 A-A에 의해 지시된 방향으로의 약물 용기(120)의 두께를 통한 단면도를 도시한다. 도 9는 약물 저장소(122)로부터 음향 공동(123)을 통해 개구(124)로 약물 용기(120)를 따라 연장하는 유체 채널(901)을 나타내는 단면도이다. 약물 저장소(122) 및 음향 공동(123) 사이를 연장하는 채널의 구역은 도 9C에서 상세-B로 표시된 확대 상세도를 나타낸다. 도 9C를 참조하면, 약물 저장소(122)와 음향 공동(123) 사이를 연결하는 채널 구역이 제한부(901-N)를 가지고 있는 것을 볼 수 있다. 제한부(901-N)는 음향 공동(123)으로부터 약물 저장소(122)로의 음향 압력 파의 전파를 제한한다. 이것은 약물 저장소로의 음향 압력 소실을 제한하고 개구(124)에 도달하는 압력 파는 바람직하게는 더욱 강렬하다.

[0057] 일부 실시예에서, 채널(901)의 단면적은 $0.25\text{-}1\text{ mm}$ 사이인 반면, 제한 구역(901-N)의 단면은 약 50-90% 더 작다. 제한부(901-N)의 단면적은 음향 파가 화살표 R-R 및 C-C로 나타낸 바와 같이 전파하는 유효 영역이다. 단면 형상은 원형 또는 직사각형 형상일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0058] 채널(901)의 단부 구역은 약물 저장소(122)로의 배출구로서 사용된다. 채널(901-V)의 단부 구역은 약물 저장소로부터 텁 구역(903)까지 연장한다. 사용 전에 텁이 파손되고 채널(901-V)의 개구가 대기에 노출된다. 사용 중에 약물 저장소에 진공이 성장하지 않도록 통기가 필요하다.

[0059] 일부 실시예에서, 약물 저장소(122)의 직경은 8mm 내지 14mm이고, 그의 용적은 0.5ml 내지 1.5ml의 범위이다. 일부 실시예에서, 음향 공동의 직경은 5 내지 8mm이고, 그의 용적은 30 내지 $100\mu\text{L}$ 이다.

[0060] 음향 공동(123)과 개구(124) 사이의 채널(901)의 길이는 도 9에서 문자 L로 표시된다. 일부 실시예에서, 동작 주파수는 채널(901) 내의 유체의 고유 주파수이다. 고유 주파수는 다음 식에 의해 결정된다.

$$f := \frac{i \cdot C}{2 \cdot L} \quad \blacksquare$$

[0061] (1)

[0062] C = 1500 m/초(수성 조성물에서의 소리의 속도)

[0063] L = 40mm(채널(901)의 길이 L)

[0064] i = 1, 2, 3, ..., n

[0065] C, L 및 i = 1을 대입하면 채널(901) 내의 유체의 고유 주파수는 19,500Hz이므로, 전자 회로의 작동 주파수도 19,500Hz이어야 함이 밝혀질 수 있다. 액체 분출의 용적은 압전 작동기가 이 주파수에서 작동하는 사이클의 수에 의해 결정된다.

[0066] 유체 채널(901), 약물 저장소(122) 및 음향 공동(123)을 포함하는 도 9의 단면도에 도시되어 있는 모든 내부 유체 통로는 표면 장력을 증가시키는 친수성 코팅으로 처리되어 약물 용기(120)의 모든 내부 유체 통로를 통해 강한 모세관력뿐만 아니라 음향 공동 내의 강한 유체-고체 결합을 생성한다. 특히 유효 코팅은 미국 뉴멕시코의 로투스 리프 코팅사(by Lotus Leaf Coating Inc. New Mexico, USA)에 의해 제조한 Hydrophil TM이다.

[0067] 도 10은 전자 회로의 개략도를 도시한다. 이 회로는 전기 펄스를 생성하여 압전 칩에 전달하도록 구성된다. 회로의 제조 공정에는 회로 크기를 줄이는 초소형 전자장치 포장 기술이 통합되어 있다. 회로(1000)는 하프-브리지 구동기 칩(1001) 및 2개의 MOSFET 트랜지스터(1002 및 1003)를 포함하는 하프-브리지 구동기를 포함한다. 트랜지스터는 배터리 전압원(Vp)에 직접 연결된다. 하프-브리지 구동기는 구형파 신호(1004)를 수신하고 스위칭 신호를 송신하여 트랜지스터 쌍을 "온" 및 "오프"로 순차적으로 구동한다. 이러한 방식으로 배터리 소스 전압(Vp)과 전류 용량이 고주파에서 전환되어 강력한 전기 펄스를 제공한다. 이 회로는 압전 칩(C)에 직렬로 연결되고 L-C 공진 회로를 함께 정의하는 인덕터(L)를 더 포함한다. 압전 칩(C)의 인덕턴스(L)와 커패시턴스는 동작 주파수에서 공진한다. 일부 실시예에서, 동작 주파수는 도 9와 관련하여 기술된 바와 같이 약물 용기 내의 유체의 공진 주파수인 19500Hz이다. 압전 칩 모델 PA3CE의 커패시턴스는 직렬 LC 회로의 공진 주파수 계산을 사용하

여 30nF(Thorlabs Inc., Newton, New Jersey, USA)이다.

$$[0068] f := \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (2)$$

[0069] 인덕턴스 L에 대한 해답:

$$[0070] L := \frac{\left(\frac{1}{2\pi f}\right)}{C} \quad (3)$$

[0071] L = 2.22 mH

[0072] 압전 칩에 직렬로 연결된 2.22mH의 값을 갖는 인덕터는 회로를 공진시켜 결과적으로 배터리의 전압 레벨을 일반적으로 5, 10, 20배 증가시킬 것이다. 본 발명에서, 액적들의 크기는 500pL(피코 리터)의 범위 내에 있다. 이에 반해, 눈물 누액은 약 1 μL/분이므로, 그러한 용적은 약 0.1초 동안 19500Hz의 주파수에서 2000개의 펄스를 발생시킴으로써 생성할 수 있다.

[0073] 입력 신호(1004)는 마이크로프로세서 또는 신호 생성기 IC(집적 회로)에 의해 생성될 수도 있다. 일 실시예에서, 구동기, 트랜지스터 및 마이크로프로세서는 단일 집적 회로 상에 제조된다. 그러한 집적 회로(IC)는 바람직하게는 칩-온-보드(chip-on-board: COB) 포장 공정을 이용하여 인쇄 회로 기판(PCB)에 직접 부착되고 캡슐화된다. 초소형 전자장치 분야에서 COB는 회로의 크기를 줄이기 위해 사용된다. 본 발명에서, 회로의 입력 전압은 바람직하게는 5V 이하이고, 보다 바람직하게는 3V 이하, 더욱 바람직하게는 1.5V 이하이다.

[0074] 에너지 원은 리튬 폴리머와 같은 재충전 가능한 배터리에 의해 제공된다. 바람직하게, 배터리는 약 0.5mm 내지 2mm의 두께를 갖는 편평한 시트로서 포장된다. 바람직하게 배터리의 폭과 길이는 PCB의 폭과 길이와 실질적으로 동일하다. 이 회로는 배터리에 결합된 수천 코일을 더 구비하고 있어 무선 전력을 수신할 때 배터리를 충전한다. 미국 특허 공보 2014/0224267 A1에 기재된 무선 충전 시스템은 임의 목적을 위해 본 명세서에서 참고로 그 전체를 병합한다.

[0075] 분출 주파수 당 액적 용적은 각각의 DES 환자의 눈물 생산 결핍에 따라 장치를 프로그램함으로써 달성될 수 있다. 그러한 프로그램은 전문가에 의해 수행될 수 있지만, 경우에 따라서는 예를 들어, 주위 온도, 습도, 바람 또는 눈물 증발 속도에 영향을 주는 환기 공기 흐름과 같은 환경 조건에 따라 추가 조정할 필요가 있을 수도 있다.

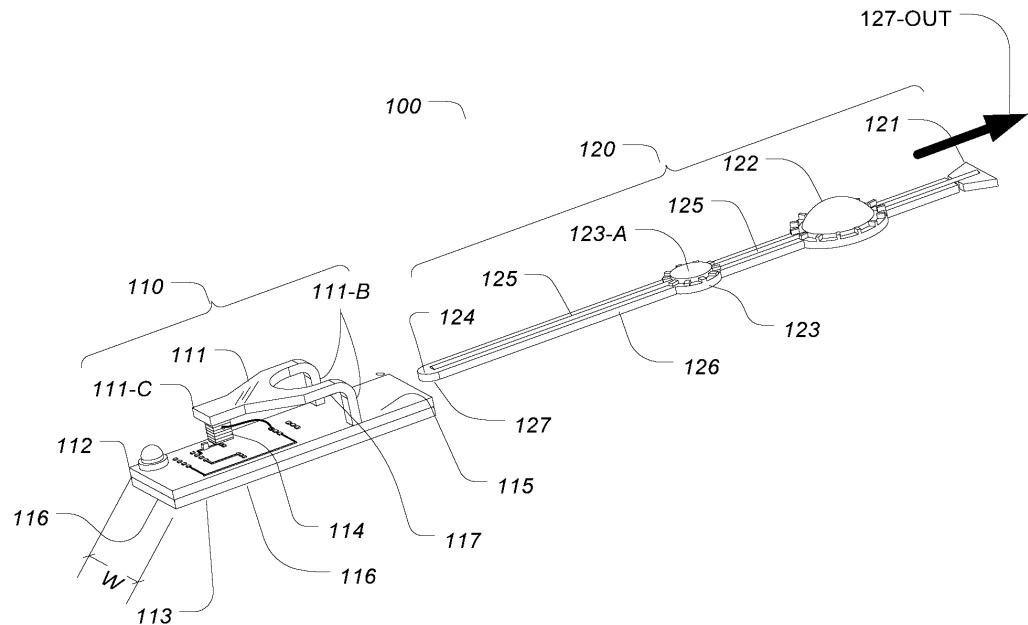
[0076] 일부 실시예에서, 전자 회로는 스크린 디스플레이 상의 다양한 아이콘을 통해 액적 분출 기능을 편리하게 제어 할 수 있는 이동 장치와 통신하는 원격 제어 기능을 구비한다. 이동 통신 장치는 근거리 자제 유도(near-field magnetic induction: NFDI) 방법 또는 블루투스(Bluetooth), Wi-Fi 또는 지그비(ZigBee)와 같은 다른 무선 통신 방법에 기초한 근거리 통신(near-field-communication: NFC) 하드웨어 및 소프트웨어가 장착된 스마트폰, 특정 개인용 컴퓨터 또는 태블릿일 수도 있다.

[0077] 도 11은 압전 작동기를 일체로 통합한 안경의 컷부분을 도시한다. 컷부분(1101)은 배터리 및 전자 회로(1102)를 위한 통 또는 하우징을 제공하는 포켓 또는 요부(1103)를 포함한다. 이 실시예는 전술한 바와 같이 접착 필름 또는 클립에 의해 압전 작동기를 연결할 필요성을 제거한다.

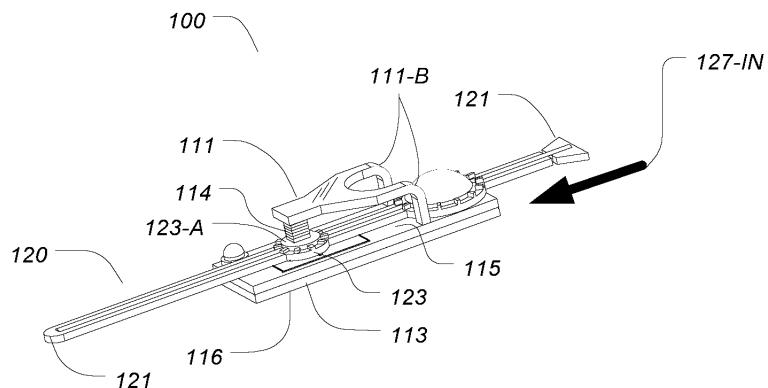
[0078] 상술한 개시된 발명의 응용들은 설명된 실시예에 한정되지 않고 임의 수의 다른 응용 및 용도를 포함 할 수도 있다. 본 발명을 수행하기 위한 상술한 방법 및 장치의 수정 및 당업자에게 자명한 본 발명의 변형은 본 개시의 범위 내에 있는 것으로 본다. 또한, 실시예들 사이의 양상들의 다양한 조합도 고려되며, 또한 본 개시의 범위 내에 있는 것으로 고려된다.

도면

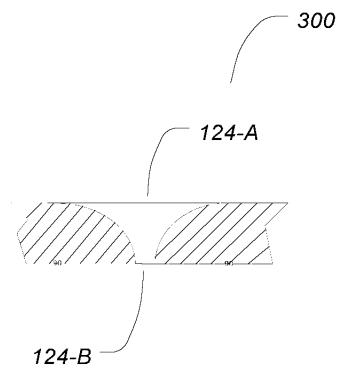
도면1



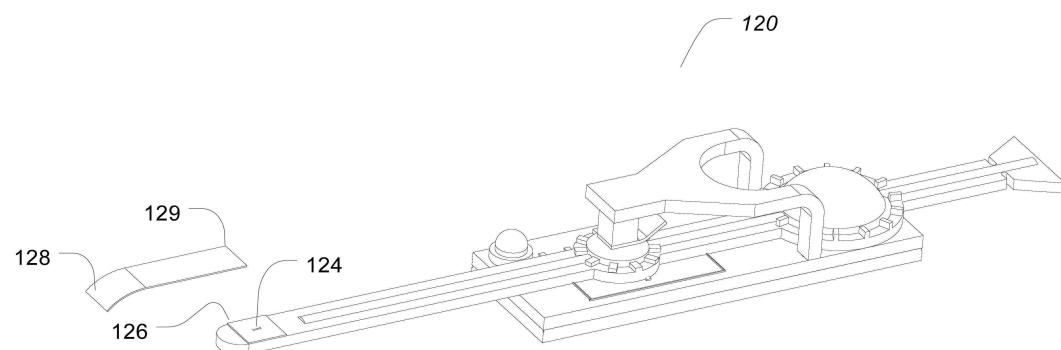
도면2



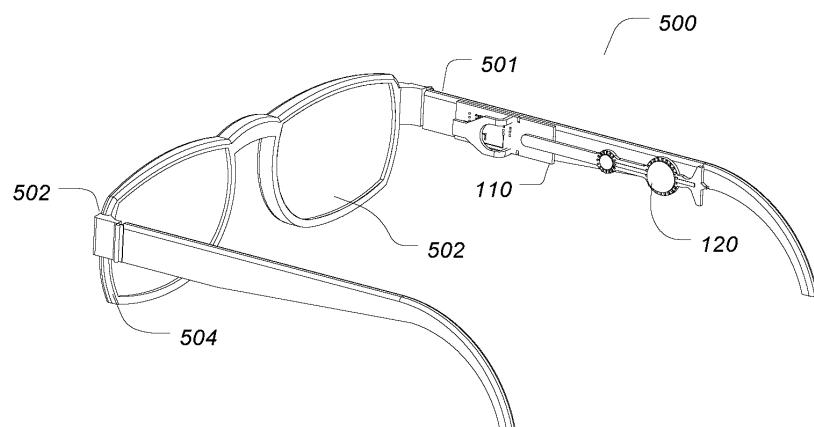
도면3



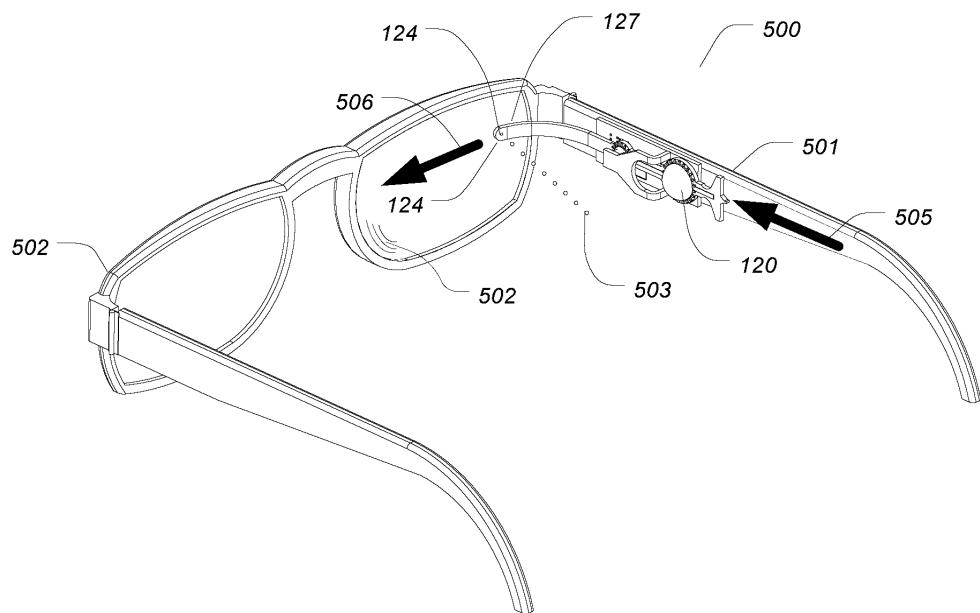
도면4



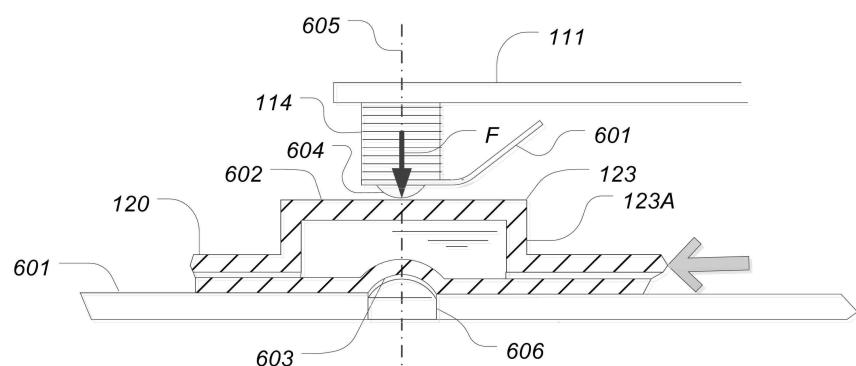
도면5



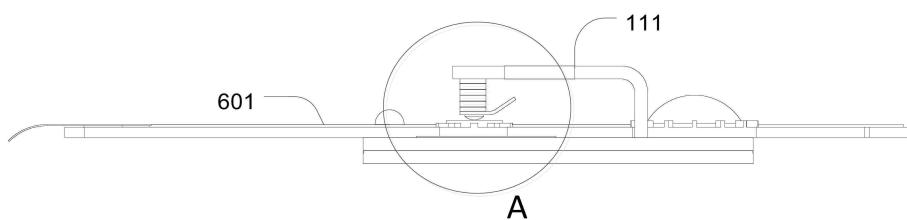
도면5a



도면6

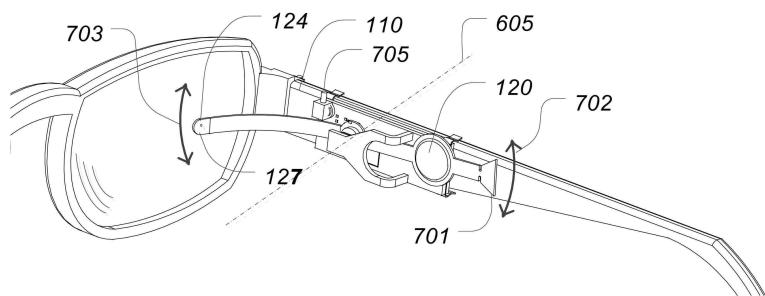


Detail-A 도-6

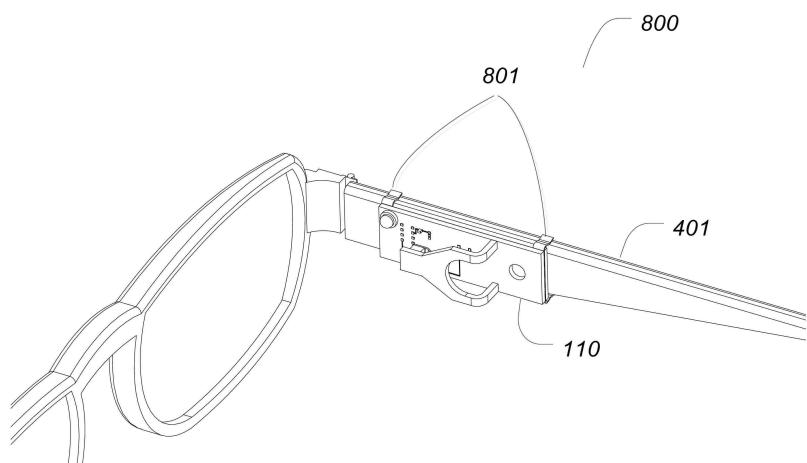


도-6A

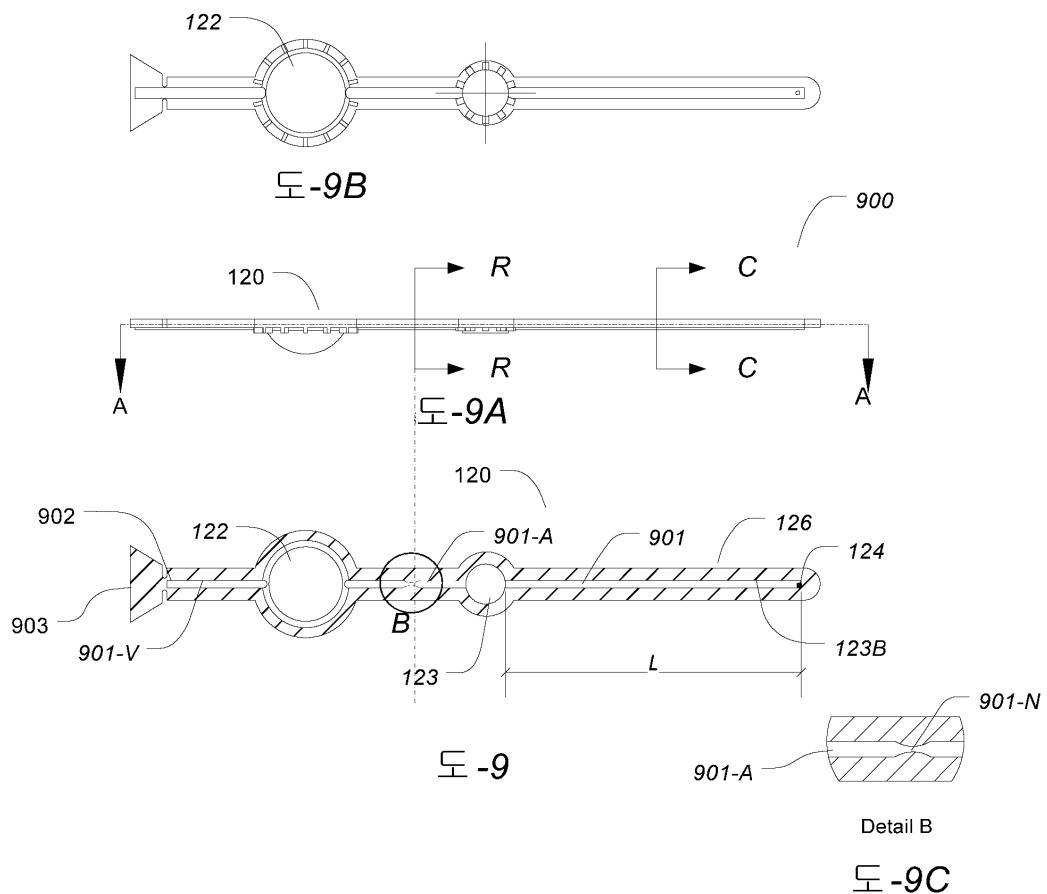
도면7



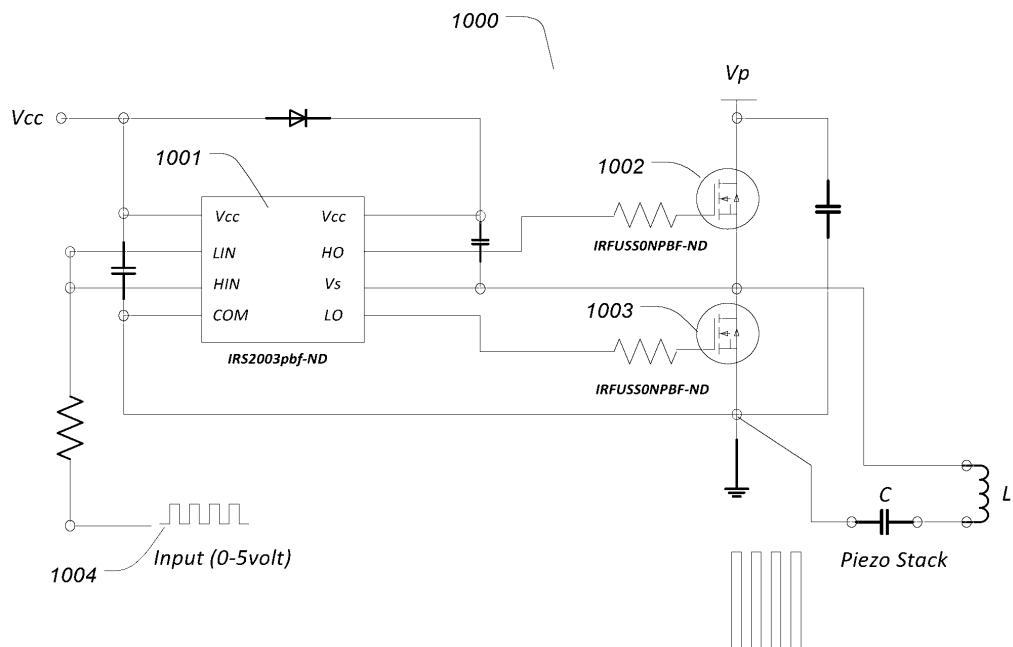
도면8



도면9



도면10



도면11

