



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년03월30일
(11) 등록번호 10-2234046
(24) 등록일자 2021년03월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61M 11/00 (2006.01) A61F 9/00 (2021.01)
A61M 15/00 (2006.01) B05B 17/00 (2006.01)
B05B 17/06 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61M 11/00 (2013.01)
A61F 9/0008 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-7012369(분할)
(22) 출원일자(국제) 2013년04월19일
심사청구일자 2020년05월15일
(85) 번역문제출일자 2020년04월28일
(65) 공개번호 10-2020-0047781
(43) 공개일자 2020년05월07일
(62) 원출원 특허 10-2014-7032639
원출원일자(국제) 2013년04월19일
심사청구일자 2018년04월18일
(86) 국제출원번호 PCT/US2013/037326
(87) 국제공개번호 WO 2013/158967
국제공개일자 2013년10월24일
(30) 우선권주장
61/636,559 2012년04월20일 미국(US)
(뒷면에 계속)
(56) 선행기술조사문헌
FR2934128 A1*
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 29 항

(73) 특허권자
아이노비아 인코포레이티드
미국 10017 뉴욕주 뉴욕 피프스 애비뉴 501 스위트 1404
(72) 발명자
헌터 찰스 에릭
미국 28607 노스 캐롤라이나주 분 체리 드라이브 510
저미나리오 루이스 토마스
미국 28607 노스 캐롤라이나주 분 엑스텐션 105
하이웨이 148 스위트 103
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인코리아나

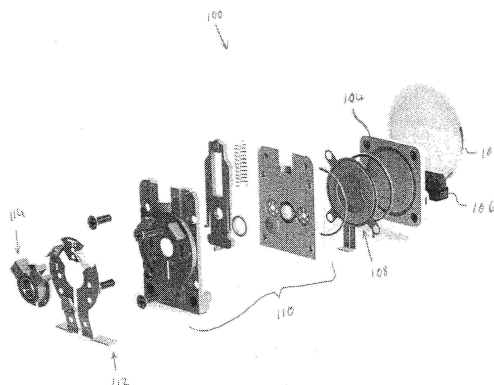
심사관 : 이수희

(54) 발명의 명칭 분사 토출기 디바이스 및 이용 방법들

(57) 요약

유체의 액적들을 표면 상으로 토출하기 위한 토출기 디바이스는 저장소를 천공하고 모세관 동작에 의해 유체를 토출기 기구의 후방 표면에 채널링하도록 구성되는 유체 로딩 플레이트를 통해 유체 저장소에 부착된 토출기 기구를 포함한다. 토출기 기구는 무연 압전 액츄에이터를 갖는 중심 대칭적 구성을 가질 수도 있고, 자동 폐쇄 커버에 의해 커버될 수도 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61M 11/005 (2013.01)
A61M 15/00 (2013.01)
B05B 17/0646 (2013.01)
B05B 17/0661 (2013.01)
B05B 17/0676 (2013.01)
A61M 2210/0612 (2013.01)

(72) 발명자

클레멘츠 제이 시드

미국 28607 노스 캐롤라이나주 분 글렌데일 드라이브 276

윌커슨 조나단 라이언

미국 28607 노스 캐롤라이나주 분 익스텐션 105 하
 이웨이 148 스위트 103

린치 이엄

미국 28607 노스 캐롤라이나주 분 익스텐션 105 하
 이웨이 148 스위트 103

브라운 조슈아 리차드

미국 28601 노스 캐롤라이나주 히커리 노스웨스트
 28번 애비뉴 235

리스 제임스 쏜힐

미국 27217 노스 캐롤라이나주 벌링턴 사턴 로드
 5696

폴크스 나단

미국 28607 노스 캐롤라이나주 분 킴벌리 드라이브
 134 아파트먼트 3

그루브 크리스

미국 28607 노스 캐롤라이나주 분 익스텐션 105 하
 이웨이 148 스위트 103

디트롤리오 매튜

미국 28607 노스 캐롤라이나주 분 익스텐션 105 하
 이웨이 148 스위트 103

(56) 선행기술조사문헌

W02012009706 A1*
 US03892235 A
 US06530370 B1
 US08485503 B2
 US07448559 B2
 US20050211797 A1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(30) 우선권주장

61/636,565	2012년04월20일	미국(US)
61/643,150	2012년05월04일	미국(US)
61/722,611	2012년11월05일	미국(US)
61/722,616	2012년11월05일	미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

유체를 타겟으로 전달하기 위한 디바이스로서,

하우징;

상기 하우징 내에 배치되어, 유체의 용적을 수용하거나 유체의 용적으로 사전 충전된 저장소; 및

상기 저장소와 유체 연통하고 있고 액적들의 스트림을 토출하도록 구성된 중심 대칭적 토출기 기구로서, 상기 중심 대칭적 토출기 기구는 생성기 플레이트에 결합된 토출기 플레이트 및 압전 액추에이터를 포함하고, 상기 생성기 플레이트는 그 두께를 관통하여 형성된 복수의 개구들을 포함하고, 상기 압전 액추에이터는 상기 생성기 플레이트에 결합된 상기 토출기 플레이트의 공진 주파수에서, 상기 토출기 플레이트를 발진시키고 상기 토출기 플레이트를 발진시킴에 따라 상기 생성기 플레이트를 발진시켜 액적들의 지향된 스트림을 생성하도록 동작가능한, 상기 중심 대칭적 토출기 기구를 포함하고,

상기 토출기 플레이트는 상기 생성기 플레이트와 정렬하도록 구성된 중심 개방 영역을 포함하고, 상기 생성기 플레이트는 상기 생성기 플레이트의 중심 영역이 상기 토출기 플레이트의 상기 중심 개방 영역과 정렬하도록 상기 토출기 플레이트와 결합하는, 유체를 타겟으로 전달하기 위한 디바이스.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 압전 액추에이터는 무연 압전 재료를 포함하는, 유체를 타겟으로 전달하기 위한 디바이스.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 토출기 플레이트는 대칭적인 장착 구조 (symmetric mounting structure) 를 더 포함하는, 유체를 타겟으로 전달하기 위한 디바이스.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 압전 액추에이터는 무연 압전 재료를 포함하는, 유체를 타겟으로 전달하기 위한 디바이스.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 무연 압전 재료는 BiFeO_3 계 재료, 비스무트 나트륨 티타네이트 (BNT) 재료, 비스무트 칼륨 티타네이트 (BKT) 재료, 이중 모드의 자기변형/압전 2층 복합재, 텅스텐 청동 재료, 나트륨 니오베이트 재료, 바륨 티타네이트 재료, 및 폴리비닐리덴 플루오라이드 재료로 구성된 그룹으로부터 선택되는, 유체를 타겟으로 전달하기 위한 디바이스.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 생성기 플레이트는 폴리머 생성기 플레이트인, 유체를 타겟으로 전달하기 위한 디바이스.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

평균 토출된 액적 직경은 15 마이크론보다 크고, 액적들의 상기 스트림은, 인간 또는 동물 신체 타겟에 대해 분사될 때, 표면 상으로 액적들의 상기 스트림이 침적되도록 낮은 비말동반된 기류를 가지는, 유체를 타겟으로 전달하기 위한 디바이스.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 압전 액츄에이터는 상기 생성기 플레이트의 상기 복수의 개구들을 막지 않도록 상기 토출기 플레이트의 주변 영역에 결합되는, 유체를 타겟으로 전달하기 위한 디바이스.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 생성기 플레이트는 상기 토출기 플레이트에 비해 감소된 사이즈를 가지고, 상기 생성기 플레이트의 사이즈는 적어도 부분적으로, 상기 중심 개방 영역 및 상기 복수의 개구들의 배열에 의해 점유된 면적에 의해 결정되는, 유체를 타겟으로 전달하기 위한 디바이스.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 토출기 플레이트는 원형이며 상기 액츄에이터는 환형 구성을 가지고, 상기 토출기 플레이트 및 상기 압전 액츄에이터는 동일한 외부 직경을 가지는, 유체를 타겟으로 전달하기 위한 디바이스.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 토출기 플레이트는 원형이며 상기 액츄에이터는 환형 구성을 가지고, 상기 토출기 플레이트는 상기 압전 액츄에이터 d 보다 더 큰 외부 직경을 가지는, 유체를 타겟으로 전달하기 위한 디바이스.

청구항 12

액적들의 스트림을 토출하도록 구성된 토출기 기구로서,

생성기 플레이트에 결합된 토출기 플레이트 및 압전 액츄에이터를 포함하고;

상기 생성기 플레이트는 그 두께를 관통하여 형성된 복수의 개구들을 포함하고; 그리고

상기 압전 액츄에이터는 일 주파수에서, 상기 토출기 플레이트를 발진시키고 상기 토출기 플레이트를 발진시키는 데 따라 상기 생성기 플레이트를 발진시키고, 액적들의 지향된 스트림을 생성하도록 동작가능하고,

상기 토출기 플레이트는 상기 생성기 플레이트와 정렬하도록 구성된 중심 개방 영역을 포함하고, 상기 생성기 플레이트는 상기 생성기 플레이트의 중심 영역이 상기 토출기 플레이트의 상기 중심 개방 영역과 정렬하도록 상기 토출기 플레이트와 결합하는, 액적들의 스트림을 토출하도록 구성된 토출기 기구.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 생성기 플레이트는 폴리머 생성기 플레이트인, 액적들의 스트림을 토출하도록 구성된 토출기 기구.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 토출기 플레이트는 대칭적인 장착 구조를 더 포함하는, 액적들의 스트림을 토출하도록 구성된 토출기 기구.

청구항 15

제 12 항에 있어서,

상기 압전 액츄에이터는 무연 압전 재료를 포함하는, 액적들의 스트림을 토출하도록 구성된 토출기 기구.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 무연 압전 재료는 BiFeO_3 계 재료, 비스무트 나트륨 티타네이트 (BNT) 재료, 비스무트 칼륨 티타네이트 (BKT) 재료, 이중 모드의 자기변형/압전 2층 복합재, 텅스텐 청동 재료, 나트륨 니오베이트 재료, 바륨 티타네이트 재료, 및 폴리비닐리덴 플루오라이드 재료로 구성된 그룹으로부터 선택되는, 액적들의 스트림을 토출하도록 구성된 토출기 기구.

청구항 17

제 12 항에 있어서,

상기 복수의 개구들 중의 하나 이상은 진입 공동 및 모세관 채널을 정의하는, 액적들의 스트림을 토출하도록 구성된 토출기 기구.

청구항 18

제 12 항에 있어서,

상기 생성기 플레이트는 초고분자량 폴리에틸렌 (UHMWPE), 폴리이미드, 폴리에테르 에테르 케톤 (PEEK), 폴리비닐리덴 플루오라이드 (PVDF), 및 폴리에테르이미드로 구성된 그룹으로부터 선택된 재료로 형성되는, 액적들의 스트림을 토출하도록 구성된 토출기 기구.

청구항 19

제 12 항에 있어서,

상기 압전 액츄에이터는 상기 생성기 플레이트의 상기 복수의 개구들을 막지 않도록 상기 토출기 플레이트의 주변 영역에 결합되는, 액적들의 스트림을 토출하도록 구성된 토출기 기구.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 생성기 플레이트는 상기 토출기 플레이트에 비해 감소된 사이즈를 가지고, 상기 생성기 플레이트의 사이즈는 적어도 부분적으로, 상기 중심 개방 영역 및 상기 복수의 개구들의 배열에 의해 점유된 면적에 의해 결정되는, 액적들의 스트림을 토출하도록 구성된 토출기 기구.

청구항 21

제 19 항에 있어서,

상기 토출기 플레이트는 원형이며 상기 액츄에이터는 환형 구성을 가지고, 상기 토출기 플레이트 및 상기 압전 액츄에이터는 동일한 외부 직경을 가지는, 액적들의 스트림을 토출하도록 구성된 토출기 기구.

청구항 22

제 19 항에 있어서,

상기 토출기 플레이트는 원형이며 상기 액츄에이터는 환형 구성을 가지고, 상기 토출기 플레이트는 상기 압전 액츄에이터보다 더 큰 직경을 가지는, 액적들의 스트림을 토출하도록 구성된 토출기 기구.

청구항 23

제 1 항에 있어서,

상기 저장소는 접을 수 있는, 유체를 타겟으로 전달하기 위한 디바이스.

청구항 24

제 23 항에 있어서,

상기 유체는 안과, 국소, 경구, 코, 또는 폐의 용도를 위한 것인, 유체를 타겟으로 전달하기 위한 디바이스.

청구항 25

제 23 항에 있어서,

상기 저장소는 용적 V_t 를 가지고, V_t 보다 더 적은 용적 V_f 까지 유체를 제공받는, 유체를 타겟으로 전달하기 위한 디바이스.

청구항 26

제 25 항에 있어서,

상기 접을 수 있는 저장소가 유체의 용적 V_f 로 충전될 때에 용적 V_r 만큼 접혀진, 유체를 타겟으로 전달하기 위한 디바이스.

청구항 27

제 26 항에 있어서,

상기 접을 수 있는 저장소가 네거티브 내부 압력 하에 있는, 유체를 타겟으로 전달하기 위한 디바이스.

청구항 28

제 26 항에 있어서,

상기 접혀진 저장소는 포지티브 압력 차이에 노출될 때에 용적 V_{exp} 로 팽창하고, 상기 저장소 내부의 압력은 주변 압력보다 더 큰, 유체를 타겟으로 전달하기 위한 디바이스.

청구항 29

제 26 항에 있어서,

상기 용적 V_r 은 정의된 포지티브 압력 차이에 대한 용적 V_{exp} 보다 더 크도록 선택되는, 유체를 타겟으로 전달하기 위한 디바이스.

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

청구항 50

삭제

청구항 51

삭제

청구항 52

삭제

청구항 53

삭제

청구항 54

삭제

청구항 55

삭제

청구항 56

삭제

청구항 57

삭제

청구항 58

삭제

청구항 59

삭제

청구항 60

삭제

청구항 61

삭제

청구항 62

삭제

청구항 63

삭제

청구항 64

삭제

청구항 65

삭제

청구항 66

삭제

청구항 67

삭제

청구항 68

삭제

청구항 69

삭제

청구항 70

삭제

청구항 71

삭제

청구항 72

삭제

청구항 73

삭제

청구항 74

삭제

청구항 75

삭제

청구항 76

삭제

청구항 77

삭제

청구항 78

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001]

관련 출원들

[0002]

본 출원은 2012 년 4 월 20 일자로 출원된 미국 가출원 제 61/636,559 호; 2012 년 4 월 20 일자로 출원된 제 61/636,565 호; 2012 년 5 월 4 일자로 출원된 제 61/643,150 호; 2012 년 11 월 5 일자로 출원된 제 61/722,611 호; 및 2012 년 11 월 5 일자로 출원된 제 61/722,616 호의 출원일의 이익을 주장하고, 그 내용들은 그 전체적으로 참조를 위해 본원에 편입된다.

[0003]

개시물의 분야

[0004]

본 개시물은 토출기 디바이스 (ejector device) 들, 및 토출기 디바이스들을 제조하는 방법들에 관한 것이다. 특히, 그것은 미스트 (mist) 들, 또는 마이크로액적 (micro-droplet) 들의 분사들을 토출하기 위한 디바이스들 및 방법들에 관한 것이다.

배경 기술

[0005] 미스트 또는 분사의 형태로 제품들을 투여하기 위하여 분사 디바이스들을 이용하는 것은 안전하고, 사용 용이성 제품들에 대한 가능성이 큰 분야이다. 이러한 디바이스를 제공함에 있어서의 주요한 과제는 적당한 1 회 투약량 (dose) 들의 일관되고 정확한 전달을 제공하고, 전달되고 있는 제품의 오염을 회피하는 것이다.

[0006] 분사 디바이스들을 필요로 하는 중요한 분야는 안약 (eye medication) 들의 전달이다. 점안액의 경우에서와 같이, 유체들의 적용은 특히, 투여의 중요한 순간에 눈을 깜박이거나 갑자기 움직이는 경향이 있는 유아들 및 동물들에 대해 항상 문제를 제기하였고, 이것은 액적 (droplet) 이 얼굴의 눈꺼풀, 코, 또는 다른 부분 위에 내려앉게 한다. 특히, 유체가 상이한 온도일 때, 안구 위에서의 유체의 큰 방울 (drop) 또는 방울들의 충돌은 또한, 깜박이는 반응을 일으키는 경향이 있다. 노인은 또한 점안액들을 그 눈 속으로 넣기 위해 필요한 적당하게 투여하기 위해 필요한 손의 조정력을 종종 잃는다. 뇌졸중 환자들은 유사한 어려움들을 가진다. 현재, 전달 기구는 약을 적용하기 위하여 전형적으로 중력에 의존하므로, 이 약들의 다수는, 머리가 뒤로 젖혀질 것, 대상자가 눕거나 아래 눈꺼풀 위에서 하향 견인을 제공하는 것, 또는 견인 및 젖힘의 조합을 종종 요구하는 점안기 (eye dropper) 들을 이용하여 투여된다. 이것은 불편할 뿐만 아니라, 점안기 선단부로 눈을 찌르는 것을 회피하면서 약이 눈 속으로 들어가는 것을 보장하기 위하여, 상당한 양의 조정력, 신축성 및 대상자의 일부에 대한 협력을 수반한다. 현재의 점안기 병들에서는, 뾰족한 어플리케이터 (applicator) 선단부가 사용자의 눈을 찌를 위험을 제기하고, 이것은 잠재적으로 눈에 대한 물리적 손상을 야기시키고, 또한, 선단부를 눈과의 접촉으로 인한 세균 오염에 노출시킨다. 이와 같이, 대상자는 점안기 병 안의 약을 오염시키며 추후에 눈을 감염시킬 위험을 감수한다. 추가적으로, 큰 용적의 약은 눈 외부로 흐르거나, 눈물을 흘리는 반사 작용에 의해 씻겨 나간다. 그 결과, 이 투여 방법은 또한 부정확하고 낭비적이다. 또한, 점안기는 투여되는 약의 양을 조절하는 만족스러운 방법을 제공하지도 않고, 투여되는 약이 실제로 눈 위에 내려 앉고 눈 위에서 유지되는 것을 보장하는 방법을 제공하지도 않는다.

[0007] 점안기들은 또한 대상자에 의한 준수를 확인하기 위한 방법을 전혀 제공하지 않는다. 1 주일 이용 후에, 예를 들어, 병의 중량을 측정함으로써, 투여된 약의 총 용적에 대해 점안기 병이 검사될 수 있다고 하더라도, 이것은 매일의 준수에 대한 레코드를 제공하지는 않는다. 대상자는 하나 이상의 1 회 투약량들을 놓쳤을 수도 있고 다른 경우들에는 과다 투약하였을 수도 있다. 또한, 점안기들이 방울들을 눈에 전달하는 열악한 정밀도는, 약이 투여되었을 수도 있더라도, 약이 실제로 눈으로 전달되는지 여부를 결정하는 것을 어렵게 한다.

[0008] 유체를 토출하기 위한 압전식 액적 생성 시스템들의 능력은 기존에는, 채용된 세라믹의 압전 재료 속성들에 의해 주로 제한되었다. 수년 동안, 납 (lead) 기반의 시스템들에 대해 필적할만한 속성들을 갖는 무연 (lead free) 인 대안적인 압전 재료 시스템이 전세계적 규제들을 충족시키기 위하여 추구되어 왔다. 이 재료 시스템이 이제 표면화되어야 한다. 이에 따라, 열악한 재료 특성들로 필적할만한 토출을 가능하게 하기 위하여 압전 재료 속성들에 대한 의존성을 최소화하는 토출기 시스템이 매우 바람직하다.

본 발명의 배경이 되는 기술은 프랑스 공개특허공보 제2934128호 (공개일: 2010. 1. 29.) 에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 따라서, 안전하고, 적당하고, 반복가능한 투약량들을 안과 (ophthalmic), 국소 (topical), 경구 (oral), 코 (nasal), 또는 폐 (pulmonary) 의 용도를 위한 대상자에게 전달하는 전달 디바이스에 대한 필요성이 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 개시물에 따르면, 하우징, 하우징 내에 포함된 유체의 용적을 갖는 저장소, 저장소에서의 유체와 유체 연통되어 있는 유체 로딩 플레이트, 및 유체 로딩 플레이트와 유체 연통되어 있는 토출기 기구를 포함하고, 유체 로딩 플레이트는 토출기 기구의 후방 표면에 유체를 제공하고, 토출기 기구는 적어도 하나의 개구를 통해 유체의 액적들의 스트림을 토출하도록 구성되는, 토출기 디바이스가 제공된다. 유체 로딩 플레이트는 토출기 기구의 후방 토출 표면에 유체를 제공하도록 토출기 기구와 평행한 배열로 배치되도록 구성될 수도 있다. 개시물의 토출기 디바이스는 적용 시에 적절하고 반복가능한 높은 백분율의 침적 (deposition) 을 제공하는 속성들을 갖는 액적들의 형태로 유체의 정의된 용적을 갖는 액적들의 형태로 유체의 정의된 용적을 전달할 수 있다.

[0011] 이와 관련하여, 본 개시물에 따른 중요한 고려사항은 예를 들어, 미스트를 처리될 표면 상으로 수평으로 분사함으로써 사용하기 더욱 용이한 방식으로 약을 전달할 수 있을 뿐만 아니라, 약이 토출기에 일관되게 제공되거나

약을 임의의 배향 (orientation) 으로 전달하는 것을 보장할 수도 있다. 일부의 구현예들에서, 토출기 디바이스가 틸트 (tilt) 되어 있을 때, 거꾸로 뒤집혀서 180 도로 틸트되어 있더라도, 토출기 디바이스는 액적들의 스트림을 토출할 수 있다.

[0012] 어떤 실시형태들에서, 유체 로딩 플레이트는 저장소로부터 토출기 디바이스의 토출기 기구로 유체를 전달하기 위한 모세관 플레이트 유체 전달 디바이스와, 유체들의 안전하고, 적당하고, 반복가능한 투약량들을 안과, 국소, 경구, 코, 또는 폐의 용도를 위한 대상자에게 전달하기 위한 이용 방법들을 포함할 수도 있다. 모세관 플레이트는 유체 저장소 계면 (interface), 토출기 기구 계면, 및 모세관 동작을 포함하는 하나 이상의 메커니즘들에 의해 유체를 토출기 기구에 채널링 (channeling) 하기 위한 하나 이상의 유체 채널들을 포함할 수도 있다.

[0013] 다른 실시형태들에서, 유체 로딩 플레이트는 저장소로부터 토출기 디바이스의 토출기 기구로 유체를 전달하기 위한 천공 플레이트 유체 전달 시스템을 포함할 수도 있다. 모세관/천공 플레이트 유체 전달 시스템이라고 또한 지칭되는 천공 플레이트 유체 전달 시스템은, 모세관 동작을 포함하는 하나 이상의 메커니즘들에 의해 유체를 토출기 기구에 채널링하기 위하여 천공/모세관 플레이트 유체 전달 시스템 및 토출기 기구의 후방 표면 사이에 유체 유지 구역을 포함하는 모세관 플레이트 부분과, 유체를 저장소로부터 유체 유지 구역으로 이송하기 위한 적어도 하나의 중공 천공 니들 (hollow puncture needle) 을 포함할 수도 있다.

[0014] 어떤 양태들에서, 천공 플레이트 유체 전달 시스템은 제 1 및 제 2 메이팅부 (mating portion) 를 포함할 수도 있고, 여기서, 저장소는 제 2 메이팅부와 유체 연통하도록 부착되고, 제 2 메이팅부는 천공가능한 밀봉부를 포함한다. 제 1 메이팅부는 제 2 메이팅부를 위한 리셉터클 (receptacle) 을 형성할 수도 있고, 천공가능한 밀봉부를 천공하기 위한 적어도 하나의 중공 천공 니들을 포함할 수도 있다. 제 1 메이팅부 및 적어도 하나의 천공 니들은 일체로 형성될 수도 있다. 제 2 메이팅부에 포함된 천공가능한 밀봉부는 자체 밀봉 실리콘 (self-sealing silicone) 을 포함할 수도 있다.

[0015] 애플이라고 본원에서 또한 지칭되는 저장소는 접을 수 있고 신축성 있는 (flexible) 용기를 포함할 수도 있다. 저장소는 용기 및 뚜껑을 포함할 수도 있고, 여기서, 저장소는 뚜껑 및 용기가 유체를 포함할 수 있는 용적을 형성하도록 구성된다. 저장소는, (해수면에서) 부분적으로 접히고, 용적 내에서의 기체의 팽창을 수용하며 누설들을 방지하기 위하여 팽창할 수 있도록 구성될 수도 있다.

[0016] 토출기 기구는 액적 생성기 플레이트 (본원에서 간단하게 생성기 플레이트라고 지칭됨) 에 결합된 토출기 기구 및 압전 액추에이터를 포함할 수도 있고; 생성기 플레이트는 그 두께를 관통하여 형성된 복수의 개구들을 포함하고, 압전 액추에이터는 액적들의 지향된 스트림 (directed stream) 을 생성하기 위하여 일 주파수에서 토출기 플레이트 및 이에 따라 생성기 플레이트를 발진시키도록 동작가능하다. 토출기 플레이트는 생성기 플레이트와 정렬된 중심 개방 영역을 가질 수도 있고, 여기서, 압전 액추에이터는 생성기 플레이트의 복수의 개구들을 막지 않도록 토출기 플레이트의 주변 영역에 결합된다. 토출기 플레이트의 복수의 개구들은 압전 액추에이터에 의해 커버되지 않으며 토출기 플레이트의 중심 개방 영역과 정렬되는 생성기 플레이트의 중심 영역에서 배치될 수도 있다. 오리피스 (orifice) 직경 및 모세관 길이를 포함하는 개구들의 3 차원 기하구조 및 형상과, 토출기 플레이트 상의 공간적 어레이 (spatial array) 는 액적들의 지향된 스트림의 생성을 최적화하도록 제어될 수도 있다. 생성기 플레이트는 예를 들어, 초고분자량 폴리에틸렌 (UHMWPE), 폴리이미드, 폴리에테르 에테르 케톤 (PEEK), 폴리비닐리덴 플루오라이드 (PVDF), 및 폴리에테르이미드로 구성된 그룹으로부터 선택된 재료로 형성된 높은 모듈러스의 폴리머 재료로 형성될 수도 있다. 토출기 기구는 15 마이크론 (micron) 보다 더 큰 평균 토출된 액적 직경을 갖는 액적들의 스트림을 토출하도록 구성될 수도 있고, 액적들의 스트림이 이용 동안에 대상자의 눈 위에 침적되도록 액적들의 스트림은 낮은 비말동반된 기류 (entrained airflow) 를 가진다.

[0017] 토출기 기구는 토출기 플레이트가 대칭적으로 배열된 장착 구조들을 포함하는 중심 대칭적 구조를 가질 수도 있고, 대칭적 구성에서는, 액적들이 대칭적 구조의 중심 영역으로부터 토출된다. 압전 액추에이터는 더욱 다양한 압전 상수들을 제공하기 위하여 토출기 플레이트에 결합된 생성기 플레이트의 공진 증폭 (resonance amplification) 을 유도할 수도 있다. 토출기 플레이트는 높은 모듈러스의 폴리머 재료로 이루어질 수도 있고, 압전 액추에이터는 무연 (lead free) 또는 실질적으로 무연일 수도 있다.

[0018] 액적들은 사이즈들의 분포로 형성될 수도 있고, 각각의 분포는 평균 액적 사이즈를 가진다. 평균 액적 사이즈는 약 15 마이크론 내지 400 마이크론 이상, 예를 들어, 20 마이크론 초과 내지 약 400 마이크론, 약 20 마이크론 내지 약 200 마이크론, 약 100 마이크론 내지 약 200 마이크론, 약 20 마이크론 내지 약 80 마이크론, 약

25 마이크론 내지 약 75 마이크론, 약 30 마이크론 내지 약 60 마이크론, 약 35 마이크론 내지 약 55 마이크론, 등보다 더 큰 범위일 수도 있다. 그러나, 평균 액적 사이즈는 의도된 응용에 따라서는, 2500 마이크론만큼 클 수도 있다. 또한, 액적들은 약 0.5 m/s 내지 약 100 m/s, 예를 들어, 약 0.5 m/s 내지 약 20 m/s, 약 0.5 내지 약 10 m/s, 약 1 m/s 내지 약 5 m/s, 약 1 m/s 내지 약 4 m/s, 약 2 m/s 등의 평균 초기 속도를 가질 수도 있다. 본원에서 이용된 바와 같이, 토출 사이즈 및 초기 속도는 액적들이 토출기 플레이트를 떠날 때의 액적들의 사이즈 및 초기 속도이다. 타겟에 지향된 액적들의 스트림은 타겟 상으로의 그 조성물을 포함하는 액적들의 질량의 백분율의 침적으로 귀착될 것이다.

[0019] 토출기 기구 및 유체 로딩 플레이트는 토출기 어셈블리를 정의하는 유닛을 형성하도록 조립될 수도 있고, 유체 로딩 플레이트가 유체를 토출기 기구의 후방 표면에 제공하도록 토출기 어셈블리는 토출기 기구와 유체 연통되어 있고, 토출기 기구는 액적들의 스트림을 토출하도록 구성된다. 어떤 실시형태들에서, 토출기 어셈블리는 유체 로딩 플레이트와 연통되어 있는 저장소를 더 포함할 수도 있다.

[0020] 토출기 디바이스는 결정화, 증발, 및 오염 위험을 일반적으로 감소시키는 자동 폐쇄 시스템 (auto-closing system) 을 더 포함할 수도 있다. 자동 폐쇄 시스템은, 생성기 플레이트에서 적어도 구멍들을 둘러싸도록 형성된 가스켓 또는 밀봉부를 밀봉 방식으로 계합하며, 구멍들이 노출되는 개방 위치와, 구멍들이 슬라이드 플레이트에 의해 커버 (cover) 되는 폐쇄 위치 사이에서 슬라이딩가능한 사용자 활성화된 슬라이드 플레이트를 포함할 수도 있다. 슬라이드 플레이트는 스프링에 의하여 그 폐쇄된 위치를 향해 바이어싱될 수도 있다. 슬라이드 플레이트는 슬라이드 플레이트가 그 개방 위치에 있을 때에 생성기 플레이트에서의 구멍들과 일치하도록 구성된 개구를 포함할 수도 있다. 슬라이드 플레이트가 폐쇄된 위치에 있을 때에 밀봉부에 대해 충분한 압력으로 가압하는 것을 보장하기 위한 수단이 자동 폐쇄 시스템 내에 포함될 수도 있다.

[0021] 또한, 개시물에 따르면, 결정화, 증발, 및 오염 위험을 일반적으로 감소시키는 액적 토출 디바이스를 위한 자동 폐쇄 시스템이 제공된다.

[0022] 또한, 개시물에 따르면, 안과, 국소, 경구, 코, 또는 폐의 용도를 위해 적당한 높은 점성의 유체들을 토출하기 위한 생성기 플레이트의 제조를 위한 방법이 제공되고, 상기 방법은 재료의 두께를 통해 3 차원 개구들을 형성하기 위한 재료들의 레이저 미세가공 (micromachining) 을 포함하고, 개구들의 각각은 진입 공동 (entrance cavity) 및 모세관 채널을 정의하고, 여기서, 개구는 전체적인 피치 길이 (pitch length) 를 포함한다.

[0023] 또한, 개시물에 따르면, 안과적 유체의 용적을 대상자의 눈에 전달하는 방법이 제공되고, 상기 방법은 토출기 플레이트의 개구들로부터 저장소 내에 포함된 안과적 유체의 액적들의 지향된 스트림을 토출하는 단계를 포함하고, 지향된 스트림 내의 액적들은 5 - 2500 마이크론, 예를 들어, 20 - 400 마이크론, 예를 들어, 20 - 200 마이크론의 범위와, 100 - 200 등의 범위를 포함하지만 이에 제한되지 않는 평균 토출 직경, 그리고 0.5 - 100 m/s, 예를 들어, 1 - 100 m/s, 예를 들어, 2 - 20 m/s 범위의 평균 초기 속도를 가진다.

[0024] 발명의 이러한 그리고 다른 양태들은 당해 분야의 당업자에게 분명해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1 은 개시물의 토출기 디바이스의 하나의 실시형태의 기계적 부분들의 3 차원 분해도이다.

도 2 는 개시물의 토출기 디바이스의 하나의 실시형태의 정면도이다.

도 3 은 개시물의 저장소의 하나의 실시형태를 도시한다.

도 4 는 개시물의 저장소의 또 다른 실시형태를 도시한다.

도 5 는 고도 (h) 와 함께 대기압 (p) 의 변동을 예시한다.

도 6A 내지 도 6D 는 개시물의 하나의 실시형태에 따라 저장소의 컴포넌트들의 다양한 실시형태들을 예시한다.

도 7 은 개시물의 하나의 실시형태에 따라 저장소들의 생성을 위한 형성, 충전 및 밀봉 프로세스를 예시한다.

도 8 은 자세 (attitude) 각도에 관련된 액적 토출의 방향을 예시하는, 개시물의 양태에 따른 저장소, 유체 로딩 플레이트 및 토출기 플레이트의 실시형태를 도시한다.

도 9 는 개시물의 양태에 따라 저장소, 유체 로딩 플레이트 및 토출기 어셈블리의 실시형태에서 차압 (differential pressure) 유도된 누설을 측정하기 위한 테스트 장치의 실시형태를 도시한다.

- 도 10A 내지 도 10E 는 개시물의 양태에 따라, 저장소, 유체 로딩 플레이트 및 토출기 어셈블리의 실시형태들에 대한 누설 포인트 압력의 결정 및 압력에 있어서의 감소 후의 저장소 팽창을 예시한다.
- 도 11 은 개시물의 양태에 따라 저장소, 유체 로딩 플레이트 및 토출기 어셈블리의 상이한 실시형태들에 대한 자동 누설 압력 값에 관한 V_L 의 백분율로서 표현된 용적 V_{gas} 의 효과를 예시한다.
- 도 12 는 개시물의 양태에 따라 시간에 걸친 저장소들 (앰플들) 로부터의 질량의 손실을 예시한다.
- 도 13 은 경성 (hard) 저장소를 갖는 개시물의 실시형태와 비교하여, 접을 수 있고 신축성 있는 저장소 (앰플) 을 갖는 개시물의 실시형태의 자세 둔감성 (attitude insensitivity) 을 예시한다.
- 도 14a 내지 도 14c 는 개시물의 모세관 플레이트의 하나의 실시형태를 도시한다.
- 도 15A 내지 도 15C 는 개시물의 모세관 플레이트의 실시형태와 관련한 토출기 기구의 하나의 실시형태를 도시한다.
- 도 16a 내지 도 16b 는 수직의 평행한 플레이트들에서 플레이트 간격 및 물 높이 사이의 관계를 예시한다.
- 도 17a 내지 도 17b 는 개시물의 모세관 플레이트의 실시형태를 도시한다.
- 도 18 은 모세관 플레이트 유무에 의한 물의 질량 침적 (mass deposition) 에 대한 공진 주파수의 효과를 도시한다.
- 도 19 는 모세관 플레이트의 존재 시의 토출기 플레이트 후방의 증가된 물 높이가 특별한 주파수에서 증가된 질량 로딩 효과를 초래한다는 것을 예시한다.
- 도 20 은 다양한 유체들의 전달과 함께 이용되는 모세관 플레이트와 연관된 주파수에서의 하향 시프트를 예시한다.
- 도 21 은 밀도 및 점성을 증가시키는 유체들에 대한 질량 로딩에 있어서의 감소를 예시한다.
- 도 22 는 모세관 플레이트를 포함하는 토출기 디바이스의 자세 둔감성을 예시한다.
- 도 23 은 개시물에 따라 저장소 및 토출기 기구를 갖는 천공/모세관 플레이트 시스템을 포함하는 토출기 어셈블리의 하나의 실시형태의 주요 컴포넌트들을 도시한다.
- 도 24A 내지 도 24B 는 조립된 형태의 도 23 의 컴포넌트들의 3 차원 정면 및 후면 도면을 도시한다.
- 도 25A 내지 도 25B 는 개시물의 토출기 기구의 하나의 실시형태의 상세한 후면 및 정면 도면을 도시한다.
- 도 26 은 개시물의 천공 플레이트 시스템을 통한 유체 흐름의 개요를 설명하는 개략적인 표현이다.
- 도 27 은 벤츄리 효과 (Venturi effect) 를 나타내는 개시물의 천공 플레이트 시스템의 개략적인 표현이다.
- 도 28 은 베르누이 방정식의 원리들을 예시한다.
- 도 29 는 정수압 (hydrostatic pressure) 의 원리들을 예시한다.
- 도 30 은 개시물의 상이한 저장소 구성들의 개략적인 표현들을 도시한다.
- 도 31 은 개시물의 추가의 저장소 구성들의 개략적인 표현들을 도시한다.
- 도 32A 내지 도 32B 는 개시물의 2개의 접을 수 있는 저장소 실시형태들의 3 차원 사진들 및 측면 및 후면 도면들을 도시한다.
- 도 33 은 개시물의 송풍-충전-밀봉 (blow-fill-seal) 저장소 및 천공 플레이트의 하나의 실시형태의 후면도를 도시한다.
- 도 34A 내지 도 34B 는 개시물의 2개의 송풍-충전-밀봉 저장소 및 천공 플레이트 시스템 실시형태들의 측면도들을 도시한다.
- 도 35 는 개시물의 상이한 형성-충전-밀봉 (form-fill-seal) 저장소 실시형태들을 도시한다.
- 도 36 내지 도 37 은 상이한 저장소 구성들이 유체를 제거하고 있을 때에 가하는 네거티브 압력의 양을 결정하기 위한 장치 및 설정을 도시한다.

- 도 38 은 개시물의 실질적인 주름 형성을 갖는 비접이식 바이어싱된 (non-collapse biased) 저장소 실시형태의 분사 당 질량 및 총 분사 (하방 분사 성능) 를 도시한다.
- 도 39 는 개시물의 다양한 송풍-충전-밀봉 저장소의 실시형태들의 분사 당 질량 및 총 분사 (하방 분사 성능) 를 도시한다.
- 도 40 은 개시물의 LTS/접이식 바이어싱된 자체 밀봉 RW 용접 저장소의 실시형태의 분사 당 질량 및 총 분사 (하방 분사 성능) 의 2 개의 실행들을 도시한다.
- 도 41 은 도 35 로부터의 엄선된 반구형 (round) LTS 애플 설계들에 대한 풀 다운 (pull down) 성능을 도시한다.
- 도 42 는 반구형 LTS 저장소를 이용하여 반전된 분사에 관여된 기구를 도시한다.
- 도 43 은 개시물의 거꾸로 뒤집힌 완전한 천공 시스템에서 하방으로 분사된 LTS 저장소 실시형태의 실제적인 하방 분사 성능 결과들을 도시한다.
- 도 44 는 개시물의 IV 백 저장소의 실시형태를 갖는 또 다른 천공 플레이트 구성의 하방 분사 성능을 도시한다.
- 도 45 는 상이한 배향들에서 그리고 상이한 분사 방향들을 갖는 개시물의 IV 백 저장소의 실시형태를 갖는 2 개의 상이한 천공 플레이트 구성들의 하방 분사 성능을 도시한다.
- 도 46 은 상이한 배향들에서 그리고 상이한 분사 방향들 및 상이한 천공 플레이트 배출 개구 옵션들을 갖는 개시물의 IV 백 저장소의 실시형태를 갖는 천공 플레이트 구성의 하나의 실시형태의 하방 분사 성능을 도시한다.
- 도 47 은 저장소의 모세관 효과 및 정수압 사이의 관계를 개략적으로 도시한다.
- 도 48 은 물의 다양한 사이즈의 절반의 액적들에 대한 모세관 압력을 도시한다.
- 도 49 는 라타노프로스트 (latanoprost) 의 다양한 사이즈의 절반의 액적들에 대한 모세관 압력을 도시한다.
- 도 50 은 상이한 접촉 각도 값들을 갖는 다양한 유체 타입들에 대한 모세관 상승 (capillary rise) 을 도시한다.
- 도 51 은 상이한 타입들의 재료들로 이루어진 모세관 채널에서의 염분에 대한 모세관 상승을 도시한다.
- 도 52 내지 도 53 은 상이한 재료들에 대한 천공 플레이트와 토출기 플레이트 사이의 유체 상승 레벨들을 도시한다.
- 도 54 는 상이한 유체 충전 위치들 하에서 모세관 상승 구멍으로부터의 유체 누설의 테스트를 위한 테스트 설정을 도시한다.
- 도 55a 는 개시물의 토출기 어셈블리의 하나의 실시형태의 단면도를 도시한다.
- 도 55b 는 개시물의 토출기 기구의 하나의 실시형태의 3 차원 도면을 도시한다.
- 도 55c 는 개시물의 중심 대칭적 토출기 기구의 하나의 실시형태의 정면도를 도시한다.
- 도 55d 는 개시물의 토출기 기구의 하나의 실시형태의 분해도이다.
- 도 56 은 압전 효과들에 대한 축 번호부여 관례의 명명법을 도시한다.
- 도 57 은 생성기 플레이트의 하나의 실시형태의 활성 영역의 동작 모드들과, 생성기 플레이트의 발진의 디지털 홀로그래픽 현미경 기법 이미지들을 도시한다.
- 도 58 은 개시물의 하나의 실시형태에 따라 내부 장착된 압전 액츄에이터를 갖는 토출기 어셈블리를 이용한 PZT 및 BaTiO₃ (무연) 압전 액츄에이터 재료들에 대한 질량 토출의 비교를 예시한다.
- 도 59 는 개시물의 또 다른 실시형태에 따라 예지 장착된 압전 액츄에이터를 갖는 토출기 어셈블리를 이용한 PZT 및 BaTiO₃ (무연) 압전 액츄에이터 재료들에 대한 질량 토출의 비교를 예시한다.
- 도 60 은 개시물의 자동 폐쇄 시스템을 갖는 토출기 어셈블리의 하나의 실시형태의 3 차원의 투명한 도면을 도시한다.

도 61 은 분해된 상태에서 도 60 의 자동 폐쇄 시스템을 갖는 토출기 어셈블리를 도시한다.

도 62 는 도 60 의 자동 폐쇄 시스템을 갖는 토출기 어셈블리의 일부의 측단면도이다.

도 63 은 도 60 의 자체 폐쇄 시스템의 슬라이딩 유닛의 3 차원 정면도를 도시한다.

도 64 는 도 63 의 슬라이딩 유닛의 3 차원 후면도를 도시한다.

도 65 는 폐쇄된 위치에서의 도 60 의 자동 폐쇄 유닛의 정면도이다.

도 66 은 폐쇄된 위치에서의 도 60 의 자동 폐쇄 유닛의 측단면도이다.

도 67 은 개방된 위치에서의 도 60 의 자동 폐쇄 유닛의 정면도이다.

도 68 은 개방된 위치에서의 도 60 의 자동 폐쇄 유닛의 측단면도이다.

도 69 (a) 내지 (c) 는 모세관 플레이트가 시스템에 제공되지 않은 생성기 플레이트의 메쉬 스크린의 시간에 걸친 투과광 현미경 기법 이미지들을 도시한다.

도 70 (a) 내지 (c) 는 모세관 플레이트가 시스템에 제공된 생성기 플레이트의 메쉬 스크린의 시간에 걸친 투과광 현미경 기법 이미지들을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 본 출원은 유체를 액적들의 토출된 스트림으로서 표면에 전달하기 위한 토출기 디바이스들에 관한 것이다. 토출기 디바이스는 예를 들어, 미국 가출원 제 61/569,739 호, 제 61/636,559 호, 제 61/636,565 호, 제 61/636,568 호, 제 61/642,838 호, 제 61/642,867 호, 제 61/643,150 호 및 제 61/584,060 호와, 미국 특허 출원 제 13/184,446 호, 제 13/184,468 호 및 제 13/184,484 호에 설명된 바와 같을 수도 있고, 그 내용들은 참조를 위해 본원에 편입된다.

[0027] 본 개시물의 토출기 디바이스는 예를 들어, 안과, 국소, 경구, 코, 또는 폐의 용도를 위한 유체의 전달에 있어서 유용할 수도 있다. 그러나, 개시물은 그렇게 제한되지 않고, 임의의 토출기 디바이스들 (예를 들어, 프린터 디바이스들, 등) 과 함께 유용할 수도 있다.

[0028] 어떤 실시형태들에서, 토출기 디바이스는 토출기 디바이스는 하우징, 유체의 용적을 수용하기 위하여 하우징 내에 배치된 저장소, 유체 로딩 플레이트, 및 유체의 액적들의 하나 이상의 스트림들을 토출하도록 구성된 토출기 기구를 포함할 수도 있고, 여기서, 저장소는, 유체 로딩 플레이트가 유체를 토출기 플레이트의 후방 표면에 제공하도록 토출기 기구와 유체 연통되어 있는 유체 로딩 플레이트와 유체 연통되어 있다.

[0029] 따라서, 본 개시물은 일반적으로, 유체를 표면 상으로 토출, 예를 들어, 안과적 유체의 환자의 눈 위로의 토출을 위한 토출기 디바이스에 관한 것이다. 토출기 디바이스의 하나의 실시형태 컴포넌트들은 도 1 에 대하여 폭넓게 설명될 것이고, 그 후에, 디바이스를 구성하는 엘리먼트들의 일부에 대해 더욱 상세하게 논의될 것이다. 그러나, 출원은 본원에서 설명된 특별한 실시형태들에 제한되는 것이 아니라, 토출기 디바이스를 구성하는 엘리먼트들의 변형들 및 상이한 조합들을 포함한다는 것이 인식될 것이다.

[0030] 이 출원의 목적들을 위하여, 유체는 제한 없이 토출기 기구를 이용하여 액적 형성을 할 수 있는 범위의 점성들을 가지는 서스펜션 (suspension) 들 및 에멀전 (emulsion) 들을 포함한다.

[0031] 도 1 은 본 개시물의 토출기 디바이스 (100) 의 내부 컴포넌트들의 하나의 실시형태의 분해도를 도시하고, 이 실시형태에서는 자체 밀봉 RF 용접 기술을 이용하여 만들어진 신축성 있는 저장소인 저장소 (102) 를 포함한다. 저장소 (102) 는 천공가능한 밀봉 메이팅 (seal mating; 106) 에 의하여 유체 로딩 플레이트 (104) 와 유체 연통하도록 배치된다. 유체 로딩 플레이트는 예를 들어, 모세관 동작에 의해 유체를 저장소로부터 토출기 기구 (108) 의 후면으로 공급한다. 이 실시형태에서의 토출기는 유체의 액적들의 조절가능한 스트림을 생성하도록 구성된 압전 토출기 기구를 포함한다. 본 실시형태는 이하에서 더욱 상세하게 또한 논의되어 있는 유체 로딩 플레이트 (104) 를 설명하지만, 저장소로부터 토출기 기구로의 모세관 동작에 의해 유체를 채널링 (channeling) 하기 위한 다른 구성들이 채택될 수도 있다. 유체의 증발 (evaporation), 결정화 (crystallization) 및 오염을 제한하기 위하여, 자동 폐쇄 시스템 (110) 은 토출 기구 (108) 의 전방에 장착된다. 타겟용 LED 를 위한 하우징 (114) 을 지지하기 위한 브라켓 (112) 은 자동 폐쇄 시스템 (110) 의 정면 상에 클립 (clip) 하도록 구성된다.

[0032] 도 2 에 도시된 바와 같이, 어떤 실시형태들에서는, 토출기 디바이스의 기계적 컴포넌트들이 하부 핸드 그룹부 (204) 와 결합하는 하우징 (202) 의 제거가능한 상부 섹션 (200) 내부에 장착될 수도 있다. 유체의 토출 및 전원을 조절하기 위한 전자기기는 하우징 (202) 의 핸드 그룹부 (204) 내부에 하우징될 수도 있다.

[0033] 토출기 디바이스 (100) 와 함께 사용하기 위한 저장소 또는 앰플 (102) 은 신축성 있는, 또는 강성의 비신축성의 저장소를 포함할 수도 있다. 어떤 실시형태들에서, 저장소는 하우징 (202) 의 상부 섹션 (200) 내에 배치된 접을 수 있고 신축성 있는 저장소 (102) 를 포함하고, 유체의 용적을 포함하거나 유체의 용적을 수용하도록 구비된다. 도 1 에 도시된 바와 같은 자체 밀봉의 무선 주파수 (radio frequency; RF) 용접 저장소들을 포함하는, 상이한 기술들을 이용하여 만들어진 상이한 타입들의 신축성 있는 저장소들이 본 개시물에 의해 고려된다. 대안적으로, 도 3 에 도시된 바와 같은 유사한 구성의 저장소를 형성하기 위하여 송풍-충전-밀봉 기술이 이용될 수 있거나, 도 4 에 도시된 것과 같은 저장소를 제공하기 위하여 형성-충전-밀봉 기술이 이용될 수 있다. 이하의 논의로부터 더욱 명백해지는 바와 같이, 저장소의 특별한 구성은 하나의 실시형태로부터 다음 실시형태까지 변동될 수도 있다. 예를 들어, 형성-충전-밀봉 저장소들의 형상은 도 4 에 도시된 것으로 제한되지 않는다.

[0034] 도 5 를 참조하면, 대기압은 고도와 함께 변동된다. 구체적으로, 고도가 증가함에 따라, 압력은 감소한다. 보일의 법칙 (Boyle's Law) 에 따르면, 압력이 감소함에 따라 기체의 용적은 증가한다. 유사하게, 샤를의 법칙 (Charles' Law) 은 온도가 증가함에 따라, 기체의 용적도 그러하다는 점을 규정한다. 대조적으로, 액체들은 일반적으로 압력 및 온도에 있어서의 변화에 응답하여 용적에 있어서의 작은 변화들을 가지며, 물은 4 °C 로부터 0 °C 까지 냉각될 때에 팽창하는 주목할 만한 예외이다. 따라서, 저장소 내의 액체는 압력 및 온도 조건들이 변화할 때에는 거의 변화하지 않을 것이지만, 액체의 용적 및 또한 기체의 용적을 갖는 저장소는 압력에 있어서의 감소들 및 온도에 있어서의 증가들을 수용하도록 설계되어야 한다. 많은 경우들에 있어서, 더 큰 관심은 압력에 있어서의 변화로부터 생기고, 이것은 기체에 있어서의 상당한 용적 변화들을 야기시킨다. 고도에 있어서의 변화들은 압력 및 이에 따라 기체들의 용적에 있어서의 변화들의 공통적인 원인이다.

[0035] 이론에 의해 제한되는 것을 의도하지 않으면서, 고도에 있어서의 변화들로 인한 대기압에 있어서의 변화는 다음의 수학적식에 따라 결정될 수 있다:

[0036]
$$\langle h \rangle = \frac{\gamma_{lv}(\cos(\theta_1) + \cos(\theta_2))}{\rho g d} ; \quad h = \frac{2\gamma_{lv}\cos(\theta)}{\rho g d}$$

[0037] 여기서:

파라미터	설명	값
p_o	해수면 표준 대기압	101325 파스칼 (Pa)
L	온도 경과 레이트	0.0065 ° 켈빈 (K)/미터 (m)
T_o	해수면 표준 온도	288.15 ° K
g	지표면 중력 가속도	9.80665 m/ sec (s)
M	건조 공기의 몰 질량	0.0289644 kg/mol
R	일반 기체 상수	8.31447 줄 (J)/(몰 ° K)

[0038]

[0039] 개시물에 따르면, 앰플 또는 저장소, 또는 앰플 또는 저장소를 포함하는 디바이스는 비행기로 또는 해수면 위의 지리적 위치로 수송될 수도 있다. 논의된 바와 같이, 이러한 변화들은 토출기 디바이스의 오리피스들로부터의 누설로 이어질 수 있는 해수면으로부터의 압력 차이들로 이어질 수 있다. 예를 들어, 비행기 내의 객실은 6000 ft 로부터 8000 ft 까지 고도들에 대해 가압될 수 있다. 해수면으로부터의 대응하는 압력 차이는 각각 20 내지 29 kPa 이다. 팽창에 의해 이 압력 차이를 수용할 수 없는 앰플들은 앰플 내에서의 압력 축척 및 디바이스로부터의 추후의 유체 누설로 종종 이어진다. 본원에서 이용되는 바와 같이, "주변 압력" 은, 저장소, 앰플, 또는 저장소 또는 앰플을 갖는 디바이스가 노출되는 공기 압력을 지칭한다. 본원에서 이용되는 바와 같이, "압력 차이" 는 주변 압력과 해수면에서의 표준 공기 압력 (101325 파스칼 (Pa)) 과의 사이의 공기 압력 차이를 지칭한다. 따라서, 비행기에서 발견되는 바와 같은 감소된 압력은 주변 압력이고, 압력 차

이는 주변 압력과 해수면에서의 표준 압력과의 사이의 차이 (예를 들어, 6000 ft 에서 약 20 kPa) 이다. 유사하게, 해수면 위의 고도에서의 압력 차이는 해수면에서의 표준 압력 (101325 파스칼 (Pa)) 과 그 고도에서의 주변 압력과의 사이의 차이이다.

[0040] 다른 실시형태들에서, 저장소 또는 앰플은 임의의 가스의 팽창을 그 안에서 수용하도록 설계된 경성 저장소일 수도 있다. 일부의 실시형태들에서, 팽창은 가압된 인클로저를 제공함으로써 억제될 수도 있다. 다른 실시형태들에서, 누설은 저장소 위에 존재하는 임의의 오리피스를 밀봉함으로써 억제될 수도 있다.

[0041] 도 6A 내지 도 6D 를 참조하면, 어떤 실시형태들에서는, 저장소 (형성-충전-밀봉 저장소의 경우) 는 3 개의 컴포넌트들, 뚜껑 (601), 용기 (602) 및 선택적으로 보강 링 (603) 을 갖는 앰플을 포함할 수도 있다. 일부의 실시형태들에서, 뚜껑 (601) 은 밀폐된 불침투성의 용기를 형성하기 위하여 용기 (602) 에 밀봉된다. 일 실시형태에서, 뚜껑 (601) 및 용기 (602) 의 밀봉된 불침투성의 조합은 액체의 보관을 제공한다. 다른 실시형태들에서, 용기 (602) 는 저장소로 포함되고 그리고 저장소에 의해 가두어진 기체의 팽창을 수용할 수 있는 신축성 있는 저장소를 형성한다. 다른 실시형태들에서, 저장소는 딱딱한 저장소를 만들기 위하여 비유연성 (non-pliable) 의 재료들로 형성될 수도 있다.

[0042] 본 개시물에 따른 일부의 양태들에서, 앰플 또는 저장소는 다수의 컴포넌트들로부터 조립될 수도 있어서, 뚜껑 (601), 용기 (602), 및 보강 링 (603) 은 디바이스의 응용의 필요성들에 따라 구비될 수도 있다. 다른 실시형태들에서, 용기 (602) 및 보강 링 (603) 은 함께 형성될 수도 있고, 뚜껑 (601) 은 희망하는 유체의 추가 후에 적용될 수도 있다. 일 실시형태에서, 뚜껑 (601) 및 용기 (602) 의 밀봉된 불침투성의 조합은 별도로 형성될 수도 있다. 어떤 실시형태들에서, 뚜껑 (601) 은 천공가능할 수도 있다.

[0043] 어떤 실시형태들에서, 앰플 또는 저장소의 형상 및 사이즈는 의도된 이용의 필요성들에 따라 선택될 수도 있다. 비제한적인 예에서, 안과적 용도를 위한 유체는 짧은 치료 시간을 필요로 하는 사람에 의해 요구될 수도 있고, 이에 따라, 더 적은 1 회 투약량들을 요구할 수도 있다. 적은 1 회 투약량들이 표시될 경우, 앰플의 형상 및 사이즈는 불필요한 낭비를 회피하기 위하여 적절하게 스케일링될 수도 있다. 다른 양태들에서, 유체가 긴 시간 기간에 걸쳐 요구될 경우에는 큰 용적들이 표시될 수도 있거나, 다수의 일간 1 회 투약량 (daily dose) 들을 요구할 수도 있다.

[0044] 용적 (610) 은 깊이 (607), 직경 (604), 및 형상 (609) 을 변동시킴으로써 조절될 수도 있다. 일부의 양태들에서는, 예를 들어, 폐의 용도를 위하여, 직경 (604) 이 직경 1 cm 보다 더 클 수도 있다. 또 다른 양태에서, 직경은 1.5 cm 일 수도 있다. 추가의 실시형태에서, 직경은 1 cm 로부터 3 cm 까지일 수도 있다. 또 다른 실시형태에서, 직경은 1 및 4 cm 사이, 또는 1 및 5 cm 사이일 수도 있다. 다른 실시형태들에서, 직경 (604) 은 3 cm 이상, 4 cm 이상, 5 cm 이상, 6 cm 이상, 또는 7 cm 이상일 수도 있다. 다른 실시형태들에서, 직경은 예를 들어, 안과 응용들을 위한 디바이스를 위해 구성될 수도 있다. 예를 들어, 직경 (604) 은 20 mm 이하일 수도 있다. 다른 실시형태들에서, 직경 (604) 은 19 mm 이하일 수도 있다. 또 다른 실시형태들에서, 직경 (604) 은 18 mm 이하일 수도 있다. 또 다른 실시형태들에서, 직경 (604) 은 17 mm 이하일 수도 있다. 일 실시형태들에서, 직경 (604) 은 16 mm 이하일 수도 있다. 본 개시물의 다른 실시형태들에서, 직경 (604) 은 18 내지 19 mm 일 수도 있다. 또 다른 실시형태에서, 직경은 15 로부터 20 mm 까지, 16 내지 20 mm, 17 내지 20 mm, 18 내지 20 mm, 또는 19 내지 20 mm 일 수도 있다. 다른 실시형태들에서, 직경 (604) 은 15 로부터 19 mm 까지, 16 내지 19 mm, 17 내지 19 mm, 또는 18 내지 19 mm 일 수도 있다.

[0045] 본 개시물에 따른 어떤 실시형태들에서, 앰플의 형상 (609) 은 직경 (604) 을 고려하여 용적을 증가시키거나 감소시키도록 수정될 수도 있다. 일부의 실시형태들에서, 형상 (609) 은 직경이 깊이 (607) 를 따라 용기의 폐쇄 단부를 향해 감소하도록 구성될 수도 있다. 어떤 양태들에서, 감소하는 직경은 몰드 (mold) 의 제거를 제공할 수도 있다. 용기 (602) 를 갖는 본 발명에 따른 앰플들을 형성하기 위한 몰드들의 설계 및 제조는 당해 분야에서 알려져 있다.

[0046] 본 개시물의 어떤 실시형태들에서, 앰플은 용기 (602) 에 안정성을 추가하도록 구성된 보강 링 (603) 을 포함할 수도 있다. 일부의 실시형태들에서, 용기 (602) 는 신축성이 있고, 보강 링 (603) 은 본 개시물에 따른 디바이스들 또는 하우징들에 대한 연결을 제공할 수도 있다. 두께 (606) 및 직경 (605) 은 성형된 용기 (602) 의 직경 (604) 에 기초하여 결정될 수도 있다. 일 양태에서, 두께 (606) 는 보강 링 (603) 의 재료에 따라 결정될 수도 있다.

[0047] 뚜껑 (601) 및 용기 (602) 의 밀봉된 조합과, 선택적인 보강 링은 앰플이 토출기 디바이스 또는 토출기 디바이

스 하우스로 삽입될 때까지, 안과, 국소, 경구, 코, 또는 폐의 용도를 위한 유체를 유지하고 보관하기에 적당한 앰플을 형성한다. 일부의 실시형태들에서, 밀봉된 앰플은 안과, 국소, 경구, 코, 또는 폐의 용도를 위한 유체의 단기 보관을 위해 적당할 수도 있다. 다른 실시형태들에서, 밀봉된 앰플은 안과, 국소, 경구, 코, 또는 폐의 용도를 위한 유체의 장기 보관을 위해 적당할 수도 있다.

[0048] 어떤 구현예들에서, 앰플을 포함하는 밀봉된 유체는 유체의 손실 또는 열화 없이 1 주일 동안 보관될 수도 있다. 다른 실시형태들에서, 밀봉된 앰플은 1 주일을 초과하는 동안에 보관될 수도 있다. 일부의 실시형태들에서, 밀봉된 앰플은 2 주, 3 주, 또는 1 개월을 포함하는 단기 보관을 위해 적당할 수도 있다. 어떤 구현예들에서, 밀봉된 앰플은 1 개월 동안 보관될 수도 있다.

[0049] 어떤 구현예들에서, 앰플을 포함하는 밀봉된 유체는 상당한 손실 또는 열화 없이 더 긴 기간들 동안에 보관될 수도 있다. 다른 실시형태들에서, 앰플을 포함하는 밀봉된 앰플은 1 개월을 초과하는 동안에 보관될 수도 있다. 다른 실시형태들에서, 밀봉된 앰플은 2 개월을 초과하는 동안에 보관될 수도 있다. 일부의 실시형태들에서, 밀봉된 앰플은 3 개월, 4 개월 이상을 포함하는 장기 보관을 위해 적당할 수도 있다. 어떤 구현예들에서, 밀봉된 앰플은 5 개월 동안 보관될 수도 있다. 다른 실시형태들에서, 밀봉된 앰플은 6 개월 동안 보관될 수도 있다. 일부의 실시형태들에서, 밀봉된 앰플은 7 개월, 8 개월 이상을 포함하는 장기 보관을 위해 적당할 수도 있다. 어떤 구현예들에서, 밀봉된 앰플은 9 개월 동안 보관될 수도 있다. 어떤 구현예들에서, 밀봉된 앰플은 10 개월 동안 보관될 수도 있다. 다른 실시형태들에서, 밀봉된 앰플은 11 개월 동안 보관될 수도 있다. 일부의 실시형태들에서, 밀봉된 앰플은 12 개월 이상을 포함하는 장기 보관을 위해 적당할 수도 있다. 어떤 구현예들에서, 밀봉된 앰플은 1.5 년 동안 보관될 수도 있다. 또 다른 구현예들에서, 밀봉된 유체 충전된 앰플은 1.5 년을 초과하는 동안에 보관될 수도 있다.

[0050] 뚜껑 (601), 용기 (602), 및 보강 링 (603) 은 의도된 응용에서의 이용을 위한 임의의 적당한 재료들로 형성될 수도 있다. 예로서, 안과적 응용들에서는, 전달될 유체들과 화학적으로 반응하거나 이 유체들을 흡착하지 않는 폴리머 (polymer) 재료들과 같은, 약학적 안과 응용들에서의 이용을 위한 임의의 적당한 재료가 이용될 수도 있다. 다른 양태들에서, 전달될 유체에 노출되어 있는 뚜껑 (601), 용기 (602), 및 보강 링 (603) 은, 예를 들어, 소수성 (hydrophobicity), 친수성 (hydrophilicity), 비반응성, 안정성, 등을 포함하는 희망하는 표면 속성들을 제공하는 재료들로 형성될 수도 있다. 뚜껑 (601) 및 용기 (602) 를 위해 적당한 재료들의 예들은 표 1 에 제시되지만 그것에 의해 제한되지 않는 재료들을 포함한다.

표 1: 일 예의 뚜껑 및 용기 재료들

제조업체	제품명	설명
Sealed Air	Nexcel Latitude ML29xxC	PE 기반 공압출된 필름
Sealed Air	Nexcel M2930	
Sealed Air	Nexcel MF513 clear	산소 장벽을 갖는 장벽 의료용 필름
Rollprint	Triad "C"	폴리에스테르, 폴리에틸렌, 알루미늄 포일 및 수정된 폴리올레핀 밀봉재의 압출 라미네이팅된 복합재
Alcan Packaging Pharmaceutical Packaging Inc.	Pouch laminate Product Code 92036	PET, 접착제, 알루미늄, 폴리에틸렌의 높은 장벽의 공압출된 복합재
Texas Technologies	SV-300X	3 밀 (mil) 나일론, EVOH, 폴리 coex
SAFC Biosciences	Bioeaze	에틸 비닐 아세테이트 필름
Winpak	DF15YG2	박리가능한 Al-포일 계 (Al/PE)
Winpak	WCS100	PET, LDPE, Al, 및 coex 로 구성된 신축성 있는 실장 라미네이트

[0051]

[0052]

본 개시물에 따른 일부의 실시형태들에서, 용기 (602) 를 위한 재료는 FDA 승인된 의료용 디바이스와 일치하는 속성들에 대해 선택될 수도 있다. 당해 분야에서 알려진 방법들 및 기준들, 예를 들어, ISO 10993-5, Biological Evaluation of Medical Devices (의료용 디바이스들의 생물학적 평가) - Part 5 US Pharmacopeia (미국 약전) 32, Biological Reactivity Tests, In Vitro (체외에서의 생물학적 반응성 테스트들); ISO 13485, Medical Device Quality Management System (의료용 디바이스 품질 관리 시스템); 및 ISO 17025, General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Labs (테스팅 및 교정 실험실들의 적격성에 대한 일반적인 요건들) 에 의해 재료들이 선택될 수도 있다. 예를 들어, 용기 (602) 는 밀봉된 공기로부터 입수가능한 ML29xxC 와 같은 비세포독성 (non-cytotoxic) 필름일 수도 있다.

[0053]

본 개시물에 따르면, 용기 (602) 를 위한 재료는 폴리머일 수도 있다. 어떤 실시형태들에서, 폴리머는 층상 구조의 폴리머 (layered polymer) 일 수도 있다. 다른 실시형태들에서, 폴리머는 공압출된 형성 필름 (coextruded forming film) 일 수도 있다. 어떤 실시형태들에서, 폴리머는 의료용 디바이스들에서의 이용을 위한 폴리머일 수도 있다. 본 개시물에 따른 하나의 예에서는, 필름이 폴리에틸렌계 공압출된 형성 필름일 수도 있다. 어떤 실시형태들에서, 폴리머는 살균될 수도 있다. 일 양태에서, 필름은 다른 필름들에 본딩하기 위한 그 능력에 따라 선택될 수도 있다. 하나의 예에서, 다른 필름은 Tyvek 또는 다른 코팅된 의료용 재료일 수도 있다. 일 양태에서, 필름은 투명하거나 또는 불투명할 수도 있다. 또 다른 양태에서, 필름은 천공들에 대해 저항력이 있을 수도 있다. 또 다른 양태에서, 필름은 다운 게이징 (down-gauging) 에 대해 저항력이 있을 수도 있다.

[0054]

일 양태에서, 필름은 형성가능할 수도 있다. 본 개시물에 따른 형성가능한 필름들은 응용의 요건들에 따라 선택될 수도 있다. 어떤 양태들에서, 필름은 다음의 기준들: 두께, 영률 (Young's modulus), 연신율 (elongation), 인장 강도 (tensile strength), 천공력 (puncture force), 파열 (tear) 및 헤이즈 (haze) 중의 하나 이상에 기초하여 선택될 수도 있다. 어떤 양태들에서, 필름의 신축성은 접을 수 있는 애플을 제공할 수도 있다. 일 양태에서, 접을 수 있는 애플은 대기압의 변화시 누설의 제거를 제공할 수도 있다.

[0055] 본 발명의 디바이스들 및 방법들과 양립가능한 필름들의 예들은 표 2 에서 제공된 필름들을 포함한다. 본 개시물에 따르면, 두께, 영률 (MD), 연신율 (MD), 인장 강도 (MD), 천공, 파열, 및 헤이즈의 희망하는 속성들에 기초하여 유사한 필름들이 선택될 수도 있다.

표 2: 본 개시물의 일 예의 필름들

Sealed Air Nexcel® Medical films: Latitude ML29xxC								
	단위	ASTM	30C	45C	60C	70C	80C	10C
두께*	마이크론		75	112.5	150	175	200	250
영률 (MD)	kg/cm ²	D882	496 7	5059	4995	5002	5016	5023
연신율 (MD)	%	D882	280	340	350	345	374	406
인장 강도 (MD)	kg/cm ²	D882	375	332	329	335	315	296
천공	N	F1306	13. 26	19.39	24.24	28.02	31.70	38.99
파열	g	D1004	718	1020	1360	1610	1817	2262
헤이즈	%	D1003	12	16	22	31	33	43

[0056]

[0057] 일부의 구현예들에 따르면, 뚜껑 (601), 용기 (602), 및 보강 링 (603) 은 살균을 위해 적당한 재료들로 형성될 수도 있다. 일부의 양태들에서, 뚜껑 (601), 용기 (602), 및 보강 링 (603) 은 유닛으로서 함께 살균될 수도 있다. 다른 양태들에서, 뚜껑 (601), 용기 (602), 및 보강 링 (603) 은 당해 분야에서 알려진 다양한 살균 방법들 중의 하나 이상을 이용하여 별도로 살균될 수도 있다. 본 개시물의 어떤 양태들에서, 하나 이상의 살균 방법들, 예를 들어, 이하에서 제공되는 바와 같은 화학적 및 자극 방법들은 조합될 수도 있다.

[0058] 일 양태에서, 뚜껑 (601), 용기 (602), 및 보강 링 (603) 은 자극에 의한 살균과 양립가능한 재료들로 형성될 수도 있다. 일 양태에서, 재료는 감마 자극에 의한 살균과 양립가능할 수도 있다. 다른 양태에서, 재료는 전자 빔들, X-선들, 또는 아원자 입자 (subatomic particle) 들과 같은 조사와 양립가능하도록 선택될 수도 있다.

[0059] 또 다른 양태에서, 용기는 화학적 방법들 또는 살균과 양립가능한 재료들로 형성될 수도 있다. 일 실시형태에서, 재료는 에틸렌 옥사이드 (ethylene oxide; EtO) 살균과 양립가능할 수도 있다. 또 다른 실시형태에서, 재료는 오존 (O₃) 살균과 양립가능할 수도 있다. 또 다른 실시형태에서, 재료는 오르토-프탈알데히드 (Ortho-phthalaldehyde; OPA) 와 양립가능할 수도 있다. 추가의 실시형태에서, 과산화수소 (hydrogen peroxide) 는 화학적 살균제로서 이용될 수도 있다.

[0060] 본 개시물에 따른 일부의 양태들에서, 뚜껑 (601), 용기 (602), 및 보강 링 (603) 은 가열 살균과 양립가능한 재료들로 형성될 수도 있다. 일 실시형태에서, 가열 살균 양립가능한 재료는 건조 가열 살균에 저항력이 있을 수도 있다. 또 다른 실시형태에서, 가열 살균 양립가능한 재료는 습열 살균 (moist heat sterilization) 에 양립가능할 수도 있다. 본 개시물에 따른 일부의 양태들에서, 뚜껑 (601), 용기 (602), 및 보강 링 (603) 은 틴달화 (Tyndalization) 와 양립가능한 재료들로 형성될 수도 있다.

[0061] 일부의 양태들에서, 뚜껑 (601), 용기 (602), 및 보강 링 (603) 을 위해 선택된 재료들은 액체의 장기 보관을 제공한다. 일부의 실시형태들에서, 밀봉된 앰플은 불침투성 재료들을 포함할 수도 있다. 어떤 양태들에서, 불침투성은 유체에 기초하여 선택될 수도 있다. 본 개시물에 따른 하나의 비제한적인 예에서, 안과, 국소, 경구, 코, 또는 폐의 용도를 위한 유체들은 안정성을 유지하기 위하여 광 또는 공기로부터의 보호를 요구할 수도 있다. 본 개시물에 따른 또 다른 비제한적인 예에서, 안과, 국소, 경구, 코, 또는 폐의 용도를 위한 유체들은 안정성을 유지하기 위하여 광 및 산소로부터의 보호를 요구할 수도 있다. 일부의 실시형태들에서, 재료들은 기체들에 대해 불침투성일 수도 있다. 일 실시형태에서, 기체는 산소일 수도 있다. 다른 실시형태들에서, 재료들은 광에 대해 불침투성일 수도 있다. 또 다른 실시형태에서, 재료는 기체, 예를 들어,

산소에 대해 불침투성이고 그리고 광에 대해 불침투성일 수도 있다.

[0062] 본 개시물에 따른 양태에서, 용기 (602) 및 뚜껑 (601) 재료는 연장된 기간들 동안에 안정적이도록 선택될 수도 있다. 하나의 양태로서, 어떤 실시형태들에서는, 인장 강도, 백분율 연신율, 파열 저항력 및 충격 안정성을 포함하지만 이것으로 제한되지 않는 하나 이상의 속성들이 재료의 안정성을 결정하기 위하여 이용될 수도 있다.

[0063] 도 7 을 참조하면, 본 발명의 유체를 포함하는 용기들은 당해 분야에서 알려진 바와 같이 형성, 충전 및 밀봉 프로세스를 이용하여 준비될 수도 있다. 어떤 실시형태들에서, 도 7 에 개요가 설명된 전체 프로세스는 의료용 디바이스들 및 제형 (preparation) 들을 위한 적용가능한 규제 표준들에 따라 살균 조건들 하에서 수행될 수도 있다. 하나의 실시형태에서, 필름은 몰드에 적용될 수도 있고, 다음으로, 형상 (609) 및 깊이 (607) 의 용기를 만들기 위하여 가열되고 진공 형성된다. 형상 (609), 깊이 (607), 및 직경 (604) 을 변동시킴으로써, 정의된 총 용적 (V_t) 의 용기 또는 앰플이 형성될 수도 있다.

[0064] 일단 형성되면, 용기 (예컨대, 예를 들어 용기 (602)) 는 유체로 충전될 수도 있고, 뚜껑은 충전된 용기 또는 앰플들에 적용된다. 일부의 실시형태들에서, 그리고 오직 예로서, 밀봉재는 누설 방지 폐쇄부 (leak-proof closure) 를 만들기 위하여 적용된다. 뚜껑을 용기에 부착하고 밀봉하기 위한 다른 방법들은 당해 분야에서 알려져 있다. 밀봉에 후속하여, 개별적인 앰플들은 형성물로부터 절단될 수도 있다. 다른 실시형태들에서, 밀봉 및 절단은 동시에 발생할 수 있다. 다음으로, 최종 밀봉된 용기들 또는 앰플들은 토출기 디바이스에서의 보관, 선적 또는 이용을 위해 적당하다. 위에서 언급된 바와 같이, 이 실시형태에서 논의된 형성-충전-밀봉 프로세스는 당해 분야에서 알려져 있는, 용기들을 형성하고 밀봉하기 위한 오직 하나의 기술이다. 송풍-충전-밀봉 및 자체 밀봉 RF 용접과 같은 다른 기술들이 또한 이용될 수 있고, 뚜껑 엘리먼트를 이용하지 않는다.

[0065] 현재의 개시물의 일부의 실시형태들에서, 유체 (V_f) 는 용기 (602) 의 전체 용적 (예를 들어, V_t) 을 충전할 수도 있다. 다른 실시형태들에서, 유체는 용적을 완전히 충전하지 않고, 공간 ($V_{\Delta T}$) 을 남길 수도 있다. 액체 용적 V_f 가 $V_{\Delta T}$ 와 동일한 실시형태들에서는, 뚜껑을 적용하는 것이 기체의 용적 V_{gas} 의 포착 (entrapment) 으로 귀착될 수도 있다. 다른 실시형태들에서, 용기 (602) 의 용적은 용적을 용적 (V_r) 만큼 감소시키기 위한 용적까지 분쇄하거나 변형함으로써 감소될 수도 있다. 본 개시물에 따르면, 밀봉된 용기 또는 앰플의 용적은 다음과 같을 것이다:

[0066]
$$V_t = V_f + V_{gas} + V_r \text{ 여기서}$$

[0067]
$$V_{\Delta T} = V_{gas} + V_r$$

[0068] 본 개시물의 어떤 양태들에 따르면, 용적 V_r 은 용적 V_t 으로 팽창하기 위한 능력을 용기에 제공함으로써, 토출기 디바이스에서 채워질 때에 용기가 누설되는 경향을 감소시킨다. 유사하게, 선적 또는 냉동 보관되거나, 액체의 용적이 팽창할 수도 있는 조건들 하에 있을 때, 용적 V_r 은 수용성 유체의 용적의 팽창을 수용할 수 있다. 다른 실시형태들에서, $V_{\Delta T}$ 는 기체의 용적 V_{gas} 및 용적 V_r 의 둘 모두를 포함할 수도 있고, 이것에 의하여, 주변 압력에 있어서의 변화들과 연관된 기체 용적에 있어서의 변화가 보상될 수도 있고, 누설 없는 토출기 디바이스들의 준비를 제공할 수도 있다. 유사하게, 용적 V_r 은 또한, 더 낮은 주변 압력의 조건들 하에서의 선적 또는 보관하는 동안에 발생할 수도 있는 기체 팽창의 용적 V_{exp} 을 제공한다.

[0069] 본 개시물의 어떤 양태들에서는, 용기가 기체의 용적 V_{gas} 을 포함할 수도 있다. 일 양태에서, 기체는 공기일 수도 있다. 일 양태에서, 기체는 산소가 고갈된 공기일 수도 있다. 다른 양태들에서, 기체는 비반응성 기체일 수도 있다. 일 양태에서, 기체는 질소일 수도 있다. 또 다른 양태에서, 기체는 헬륨 또는 아르곤과 같은 비활성 기체일 수도 있다. 다른 양태들에서, 기체는 CO_2 일 수도 있다. 임의의 기체는 본 개시물에 따라 수용될 수도 있다.

[0070] 개시물의 어떤 실시형태들에서, 저장소들은 토출기 디바이스들의 자세 둔감성을 제공한다. 일 양태에서, 저장소는 신축성 있는 용기를 포함한다. 구체적으로, 본 개시물의 어떤 양태들에 의해 제공된 바와 같이, 저장소는 유체 레벨 및 디바이스 배향과 관계 없이, 일관된 양의 유체를 토출기 기구에 제공한다. 일부의 양태들에서, 토출기 기구와 유체 연통하고 있는 앰플 또는 저장소는, 일관된 양의 유체가 액적들로서 토출되도록

유체의 일관된 흐름을 토출기 기구의 후방 표면에 제공한다. 또 다른 양태에서, 저장소 또는 앰플은, 토출기 기구의 후방 토출 표면에서의 모세관 유체 로딩 구역에서 유체의 일관된 공급 및 전달을 제공하는 모세관 플레이트와 유체 연통하고 있다. 주변 압력이 해수면에서의 표준 압력에 비해 감소됨에 따라, 앰플은 토출기 디바이스의 자세 둔감성 및 누설에 대한 저항력을 제공한다. 따라서, 앰플, 모세관 플레이트 및 토출기 기구의 조합은, 액적들의 일관된 용적이 전달되도록 감소된 자세 및 고도 감도의 둘 모두를 제공한다.

[0071] 도 8 을 참조하면, 본 개시물의 디바이스는 중력의 방향 (805) 에 수직인 방향 (804) 으로 유체를 토출한다. 본 개시물의 양태에서는, 자세 각도 세타 (θ) 가 변화하지만, 앰플 (803) 및 유체 로딩 플레이트 (802) 의 조합은 토출기 플레이트 (801) 로의 유체의 일관된 흐름을 제공한다. 예를 들어, 자세가 증가되지만, 조합은 유체의 계속되는 일관된 흐름을 제공한다. 따라서, 본 발명의 양태들에 따르면, 디바이스는 액적들을 방향 (804) 으로 투여하는 것을 계속한다. 본 개시물의 양태에서, 자세 각도 세타 (θ) 는 토출기 플레이트 (801) 로의 유체의 일관된 흐름을 유지하면서, 임의적으로 증가되거나 감소될 수도 있다. 예를 들어, 자세 각도 세타 (θ) 는 45° 보다 더 많거나 더 적을 수도 있다. 따라서, 자세 각도 세타 (θ) 는 0 및 45° 사이일 수도 있거나, 45° 및 90° 사이일 수도 있다. 자세 각도 세타 (θ) 는 또한 90° 일 수도 있다. 자세 각도 세타 (θ) 는 또한 180° 일 수도 있거나, 0 및 180° 사이일 수도 있다.

[0072] 본 발명에 따른 어떤 구현예들에서, 용기들은 총 용적 V_t 를 갖는 신축성 있는 용기들이고, 액체의 용적 V_l 및 기체의 용적 V_{gas} 을 포함하며 팽창가능한 용적 V_r 을 가진다. 어떤 양태들에서, 팽창가능한 용적 V_r 은 용기 내의 압력에 있어서의 증가로 귀착되지 않으면서, 압력에 있어서의 변화들로 인한 기체의 팽창 ΔV_{gas} 을 제공하고 이를 수용한다. 따라서, 예를 들어, 수송 중인 동안에, ΔV_{gas} 의 팽창은 용기로 하여금 누설되게 하지 않는다. 유사하게, 냉동 시의 수용성 유체의 팽창이 유사하게 수용될 수 있다.

[0073] 발명의 다수의 구현예들이 개시되었다. 이 개시물은 하나의 구현예의 특징들 중의 임의의 것을 다른 구현예들 중의 하나 이상의 구현예의 특징들과 조합하는 것을 고려한다. 예를 들어, 토출기 기구들 또는 모세관 플레이트들 중의 임의의 것은 용기뿐만 아니라, 하우징들 또는 하우징 특징부들, 예를 들어, 커버들, 지지부들, 받침부들, 조명들, 밀봉부들 및 가스켓들, 충전 기구들, 또는 정렬 기구들 중의 임의의 것과 조합하여 이용될 수 있다. 당업자의 범위 내에서의 실시형태들 중의 임의의 것의 엘리먼트들 중의 임의의 것에 있어서의 추가의 변동들은 이 개시물에 의해 고려된다. 이러한 변형들은 재료들, 코팅들, 또는 제조 방법들의 선택을 포함한다. 당해 분야에서 알려지고 본원에서 명시적으로 열거되지 않은 다른 제조 방법들은 디바이스를 제조하거나, 테스트하거나, 수리하거나, 또는 유지하기 위하여 이용될 수 있다.

[0074] 실시예 1: 차압 누설 값들의 측정

[0075] 도 9 는 용기, 유체 로딩 플레이트 및 토출기 디바이스의 어셈블리가 압력이 감소될 때에 누설에 대해 테스트되도록 하는 어셈블리를 도시한다. 유체 충전된 용기는 앰플 유지 마운트 (1), 유체를 토출기 플레이트 (3) 후방으로 전달하는 유체 로딩 플레이트 (2) 로 구성되는 누설 압력 테스트 장치 상에 장착된다. 누설 압력 테스트 장치는 2.75 psi 에 도달하기에 적당한 기계적 펌프에 의해 펌핑되는 진공 챔버 내에 배치된다. 이 압력 (2.75 psi) 에서는, STP (13.23 psi) 및 최저 측정가능한 누설 압력 (2.75 psi) 사이의 측정된 압력 차이는 10.5 psi 또는 72.3 kPa 이다. 이 압력에서의 누설은 해수면으로부터 31,000 피트 (feet) 까지 이동함에 있어서 마주치게 되는 압력 차이와 동등하다. 도 9 는 제로 (zero) 보다 더 큰 V_r 을 갖는 용기의 양태를 또한 예시한다. 따라서, 주변 압력이 용기 챔버 내부에서 감소됨에 따라, 용기는 기체의 팽창을 제공한다. V_r 의 변동은 누설 압력에 영향을 줄 수 있다.

[0076] 표 3 은 12 mm 깊이의 (예를 들어, 도 6 의 깊이 (607)) 신축성 있는 용기 상의 40 μ m 구멍들을 통한 누설 압력 테스트의 결과들을 제공한다.

표 3: 12 mm 깊이의 신축성 있는 용기에 있어서의 40 μm 구멍들을 통한 누설 압력

테스트

실험 #:	% 전체 (%)	% 공기 용적	델타 P (psi)	델타 P (kPa)
1	97.20	3.43	1.66	11.43
2	93.20	8.34	2.45	16.91
3	77.38	22.70	0.99	6.80
4	81.89	18.18	1.16	8.00
5	87.72	12.32	3.51	24.18
6	85.28	14.77	1.80	12.41
7	81.17	18.90	1.89	13.05
8	73.31	26.79	1.00	6.89

[0077]

[0078]

표 4 는 20 mm 깊이의 신축성 있는 용기 상의 20 μm 구멍들을 통한 누설 압력 테스트의 결과들을 제공한다.

표 4: 20 mm 깊이의 신축성 있는 용기에 있어서의 20 μm 구멍들을 통한 누설 압력

테스트

실험 #:	% 공기 용적	시작 압력 (psi)	누설 압력 (psi)	델타 P (psi)	델타 P (kPa)
1	3.13	13.23	2.75	10.48	72.26
2	3.13	13.26	2.95	10.31	71.09
3	15.63	13.26	6.40	6.86	47.30
4	9.38	13.26	5.95	7.31	50.40
5	6.25	13.25	3.75	9.50	65.50
6	12.50	13.25	5.95	7.30	50.33
7	9.38	13.25	5.25	8.00	55.16

[0079]

[0080]

표 5 는 20 mm 깊이의 신축성 있는 용기 상의 40 μm 구멍들을 통한 누설 압력 테스트의 결과들을 제공한다.

표 5: 40 μm 구멍들을 갖는 20 mm 의 신축성 있는 용기에 대한 누설 압력 테스트

실험 #:	% 공기 용적	시작 압력 (psi)	누설 압력 (psi)	델타 P (psi)	델타 P (kPa)
1	2.3	13.28	2.75	10.53	72.6
2	6.3	13.28	3.18	10.1	69.6
3	9.4	13.28	5.2	8.08	55.7
4	12.5	13.28	5.5	7.78	53.6
5	15.6	13.28	5.9	7.38	50.9
6	18.8	13.27	6.15	7.12	49.1
7	21.9	13.27	6.35	6.92	47.7

[0081]

[0082] 표 6 은 20 mm 깊이의 신축성 있는 용기 상의 40 μm 구멍들을 통한 누설 압력 테스트의 결과들을 제공한다.

표 6: 40 μm 구멍들을 갖는 경성 용기에 대한 누설 압력 테스트

실험 #:	% 공기 용적	시작 압력 (psi)	누설 압력 (psi)	델타 P (psi)	델타 P (kPa)
1	12.5	13.25	12.85	0.4	2.8
2	4.2	13.25	12.75	0.5	3.4
4	29.2	13.25	12.75	0.5	3.4
5	37.5	13.25	12.7	0.55	3.8
8	20.8	13.25	12.72	0.53	3.7

[0083]

[0084] 도 10 은 압력 등화의 메커니즘 (mechanism) 으로서의 용기 팽창의 결과들을 예시한다. 실시예 1 에서 테스트되고 표 4 에서 제시된 바와 같이, 압력이 감소됨에 따라 가스는 팽창하여, 접혀진 용적 V_r 의 팽창을 야기시킨다. V_{gas} 가 총 용적 V_{AT} 에 접근함에 따라, 장치가 누설되는 경향은 증가한다. 공기의 더 작은 용적들은 일반적으로 더 낮은 누설 포인트 압력들과 연관된다. 델타 (delta) P 는 상기 조합이 누설되기 시작하는 압력을 나타낸다.

[0085] 도 11 은 본 개시물의 상이한 실시형태들의 누설 압력 테스트의 결과들을 그래픽으로 제시한다. 도시된 바와 같이, 경성 저장소는 % 공기 용적 (예를 들어, V_{air} / V_t) 에 독립적인 낮은 차압들에서 누설된다. 12 mm 깊이의 용기 (애플) 는 누설을 유도하기 위하여 더 높은 차압들을 요구하고, 약 25 의 최대 압력이 약 12 % 공기 용적에 대해 관찰된다. 40 x 160 μm 구멍들 또는 20 x 40 μm 구멍들을 갖는 20 mm 깊이의 용기는 누설을 야기시키기 위하여 최고의 차압들을 요구한다. 이 실시형태들에서는, 구멍의 수 및 사이즈가 구별가능하지 않았다.

[0086] 실시예 2: 시간에 걸친 시간 손실의 측정:

[0087] 도 12 는 본 개시물의 애플들 (저장소들) 의 보관 능력을 결정하기 위하여 시간에 걸친 애플 (저장소) 로부터의 질량 손실을 도시한다. 일련의 저장소들은 72 일 동안에 보관되고, 질량의 양이 결정된다. 3.5 ml 의 총 용적으로부터, 50 μl 의 총 용적이 시간 기간에 걸쳐 빠져 나간다.

[0088] 실험 3. 상이한 자세 각도들에서의 토출 용적의 측정:

[0089] 도 13 은 경성 저장소 또는 신축성 있는 저장소의 어느 하나를 갖는 압전 토출기 디바이스의 주파수들의 범위에 걸쳐 상이한 자세 각도들에서의 노출 용적을 도시한다. 신축성 있는 애플 설계는 더 넓은 주파수 범위 및 충전 레벨에 걸쳐 유체 용적의 더 일관된 토출을 제공한다.

[0090] 상기한 바는 예시 및 예에 의하여 다양한 저장소 실시형태들을 설명하지만, 당업자는 다양한 변화들 및 수정들이 본 출원의 사상 및 범위 내에서 실시될 수도 있다는 것을 인식할 것이다. 본원에서 이용되는 바와 같이, 저장소는 유체를 유지하기에 적당한 임의의 객체일 수도 있다. 예로서, 저장소는 유체를 포함할 수 있는 임의의 적당한 재료로 이루어질 수도 있다. 본 개시물의 저장소들은 강성 또는 신축성이 있을 수도 있고, 본 개시물의 저장소들은 더욱 접힐 수 있는 것일 수도 있다. 본원에서 이용되는 바와 같이, 접을 수 있다는 것은, 접은 후에 둘러싸이는 총 용적이 비접이식 용기에서 둘러싸일 수 있는 용적보다 더 적도록, 압착, 폴딩, 분쇄, 압축, 진공, 또는 다른 조작에 의해 달성되는 저장소에서 얻어질 수 있는 용적에 있어서의 감소를 지칭한다. 저장소는 유체의 용적을 유지할 수 있는 용적으로 형성될 수 있는 임의의 적당한 재료로 이루어질 수도 있다. 적당한 재료들은 예를 들어, 신축성 있거나 강성일 수도 있고, 형성가능하거나 사전 형성 (pre-form) 될 수도 있다. 본원에서 이용되는 바와 같이, 저장소는 예로서, 필름으로 형성될 수도 있다.

[0091] 다른 양태들에서, 개시물의 유체 로딩 플레이트는 저장소 및 토출기 기구 사이의 토출기 디바이스 내로 통합될 수도 있다. 어떤 실시형태들에서, 토출기 디바이스는 유체를 대상자의 눈에 전달하기 위한 것일 수도 있고, 하우징, 유체의 용적을 수용하기 위하여 하우징 내에 배치된 저장소를 포함하고, 상기 저장소는 유체 로딩 플레이트와 유체 연통하고 있고, 유체 로딩 플레이트가 유체를 토출기 기구의 후방 토출 표면에 제공하도록 유체 로딩 플레이트는 토출기 기구와 유체 연통하고 있고, 여기서, 상기 토출기 기구는 유체의 액적들의 스트림을 토출

하도록 구성된다. 토출기 기구는 15 마이크론 (micron) 보다 더 큰 평균 토출된 액적 직경을 갖는 액적들의 스트림을 토출하도록 구성될 수도 있고, 액적들의 스트림이 이용 동안에 대상자의 눈 위에 침적되도록 액적들의 스트림은 낮은 비말동반된 기류 (entrained airflow) 를 가진다.

[0092] 어떤 실시형태들에서, 토출기 기구는 토출기 플레이트 및 압전 액추에이터를 포함할 수도 있고; 토출기 플레이트는 그 두께를 관통하여 형성된 복수의 개구들을 포함하고; 압전 액추에이터는 일 주파수에서 토출기 플레이트를 발진시키고 액적들의 지향된 스트림 (directed stream) 을 생성하도록 동작가능하다. 어떤 양태들에서, 토출기 플레이트는 높은 모듈러스 (modulus) 의 폴리머 재료로 형성될 수도 있다.

[0093] 어떤 실시형태들에서, 압전 액추에이터는 토출기 플레이트의 복수의 개구들을 막지 않도록 토출기 플레이트의 주변 영역에 결합된다. 토출기 플레이트의 복수의 개구들은 압전 액추에이터에 의해 커버되지 않는 플레이트의 중심 영역에서 배치될 수도 있다. 어떤 실시형태들에서, 오리피스 (orifice) 직경 및 모세관 길이를 포함하는 개구들의 3 차원 기하구조 및 형상과, 토출기 플레이트 상의 공간적 어레이 (spatial array) 는 액적들의 지향된 스트림의 생성을 최적화하도록 제어될 수도 있다.

[0094] 예로서, 유체 로딩 플레이트는 토출기 디바이스 또는 토출기 어셈블리 내로 통합될 수도 있거나, 예를 들어, 출원들에서 개시된 바와 같이 토출기 기구와 인터페이스하도록 구성될 수도 있다: "High Modulus Polymeric Ejector Mechanism, Ejector Device, and Methods of Use (높은 모듈러스의 폴리머 토출기 기구, 토출기 디바이스, 및 이용 방법들)" 이라는 명칭으로 2012 년 1 월 27 일자로 출원된 미국 출원 제 61/591,786 호; "Ejector Mechanism, Ejector Device, and Methods of Use (토출기 기구, 토출기 디바이스, 및 이용 방법들)" 이라는 명칭으로 2011 년 12 월 12 일자로 출원된 미국 출원 제 61/569,739 호; 및 "Drop Generating Device (방울 생성 디바이스)" 라는 명칭으로 2011 년 7 월 15 일자로 출원된 미국 출원 제 13/184,484 호이며, 이 출원들은 전체적으로 참조를 위해 본원에 각각 편입된다.

[0095] 발명의 다수의 실시형태들 및 구현예들이 본원에 개시되어 있다. 이 개시물은 하나의 실시형태의 특징들 중의 임의의 것을 다른 실시형태들 중의 하나 이상의 실시형태의 특징들과 조합하는 것을 고려한다. 예를 들어, 토출기 기구들 또는 저장소들 중의 임의의 것은 유체 로딩 플레이트뿐만 아니라, 하우징들 또는 편입된 참조문헌들에서 논의된 하우징 특징부들, 예를 들어, 커버들, 지지부들, 받침부들, 조명들, 밀봉부들 및 가스켓들, 충전 기구들, 또는 정렬 기구들 중의 임의의 것과 조합하여 이용될 수 있다. 통상의 기술의 범위 내에 있는 본 개시물의 양태들 중의 임의의 것의 엘리먼트들 중의 임의의 것에 대한 추가의 변동들은 이 개시물에 의해 고려된다. 이러한 변형들은 재료들, 코팅들, 또는 제조 방법들의 선택을 포함한다.

[0096] 도 14a 내지 도 14c 를 참조하면, 하나의 실시형태에서, 유체 로딩 플레이트는 유체 저장소 계면 (1402), 토출기 기구 계면 (1404), 및 하나 이상의 유체 개구들 (1406) 을 포함하는 모세관 플레이트 (1400) 를 포함할 수도 있다. 희망하는 경우, 모세관 플레이트 (1400) 는, 전체적으로 참조를 위해 본원에 편입되는, "Drop Generating Device (방울 생성 디바이스)" 라는 명칭으로 2011 년 7 월 15 일자로 출원된 미국 출원 제 13/184,484 호에 설명된 바와 같이, 다양한 저장소 하우징 구성들 (도시되지 않음) 과의 연결을 용이하게 하기 위한 저장소 하우징 메이팅 링 (reservoir housing mating ring; 1410) 을 선택적으로 포함할 수도 있다.

[0097] 추가적으로, 모세관 플레이트 (1400) 는 모세관 플레이트 (1400) 를 저장소 하우징 (도시되지 않음) 에 고정하기 위하여 하우징 메이팅 링 (1410) 상에 클립들 (1412) 을 체결하는 것을 선택적으로 포함할 수도 있다. 예시적인 클립 구성들 및 위치들이 도시되어 있지만, 상이한 실시형태들 및 위치들이 개시물의 범위 내에서 구상된다. 모세관 플레이트 (1400) 는 또한, 다양한 저장소 하우징 구성들 (도시되지 않음) 의 개구를 용이하게 하기 위하여 유체 저장소 계면 (1402) 상의 피어싱 돌기 (piercing projection) 들 (1414) 을 포함할 수도 있다. 다시, 예시적인 피어싱 돌기들 및 위치들이 도시되어 있지만, 상이한 실시형태들 및 위치들이 개시물의 범위 내에서 구상된다. 예를 들어, 피어싱 돌기들은 하나 이상의 유체 개구들 (1406) 을 통한 유체 흐름을 방해하지 않도록 사이즈 및 형상이 정해질 수도 있다.

[0098] 도 15A 내지 도 15C 를 참조하면, 어떤 실시형태들에서는, 모세관 플레이트 및 토출기 기구 사이에 간격 (1508) 을 형성하고, 토출기 기구의 후방 토출 표면에서의 모세관 유체 로딩 구역 (1512) 에서 모세관 플레이트 (1500) 및 토출기 기구 (1504) 사이에 유체 흐름 (1510) 을 생성하도록, 모세관 플레이트 (1500) 의 토출기 기구 계면 (1502) 은 토출기 기구 (1504) 의 후방 토출 표면 (1506) 과 평행한 배열로 배치된다. 이 유체 흐름 (1510) 은 모세관 플레이트 (1500) 가 유체를 토출기 기구의 토출기 플레이트 (1514) 의 후방 토출 표면 (1506) 에 제공하도록 한다. 모세관 플레이트의 구성은 토출기 플레이트 (1514) 의 후방 토출 표면 (1506) 에서의 모세관 유체 로딩 구역에서 유체의 일관된 공급 및 전달을 제공한다. 그 결과, 유체 레벨 및 디바이스 배향

(즉, 자세)에 관계 없이, 액적들의 일관된 용적이 토출기 기구에 의해 생성된다.

[0099] 도 16a 및 도 16b를 참조하면, 모세관 플레이트 및 토출기 플레이트의 평행한 표면들 사이의 유체 로딩은 모세관 플레이트 간격의 거리 d 에 종속된다. 도 16a에 도시된 바와 같이, 1 mm에 이르는 플레이트 간격은 모세관 유체 로딩 구역에서 적절한 유체 로딩 (액체 높이)을 제공한다. 어떤 실시형태들에서는, 약 0.2 mm 및 약 0.5 mm 사이, 특히 약 0.2 mm 및 약 0.4 mm 사이, 또는 특히 0.3 mm의, 모세관 플레이트 및 토출기 기구 사이의 간격 거리가 이용될 수도 있다.

[0100] 이론에 의해 제한되는 것을 의도하지 않으면서, 2개의 평행한 표면들 사이의 모세관 상승에 대한 일반적인 표면들이 이하에 기재되어 있다:

[0101]
$$\langle h \rangle = \frac{\gamma_{lv}(\cos(\theta_1) + \cos(\theta_2))}{\rho g d}, \quad h = \frac{2\gamma_{lv}\cos(\theta)}{\rho g d}$$

[0102] 여기서:

[0103] h 는 액체 높이이고;

[0104] γ_{lv} 는 표면과 접촉하고 있는 액체 증기 표면 장력이고;

[0105] θ 는 유체 및 표면 사이의 접촉 각도이고;

[0106] ρ 는 유체 및 증기 사이의 밀도 차이이고;

[0107] g 는 중력 가속도이고; 그리고

[0108] d 는 표면들 사이의 간격 거리이다.

[0109] 유체 로딩 플레이트는 의도된 응용에서 이용하기 위한 임의의 적당한 재료들로 형성될 수도 있다. 예로서, 안과적 응용들에서는, 전달될 유체들과 화학적으로 반응하거나 이 유체들을 흡착하지 않는 폴리머 재료들과 같은, 약학적 안과 응용들에서의 이용을 위한 임의의 적당한 재료가 이용될 수도 있다. 어떤 실시형태들에서, 전달된 유체에 노출되는 유체 로딩 플레이트의 표면들은 평행한 표면들 사이의 위킹(wicking) 및 모세관 동작을 용이하게 하기 위하여, 친수성/소수성 속성들, 표면 에너지, 등을 포함한 희망하는 표면 속성들을 제공하는 재료들로 형성될 수도 있다. 예를 들어, 참조를 위해 본원에 편입되는 Thompson 등의 미국 특허 제 5,200,248호를 참조한다.

[0110] 어떤 실시형태들에서, 유체 로딩 플레이트는 예를 들어, 모세관 플레이트 실시형태에서 단일 재료로 형성될 수도 있다. 다른 양태들에서, 유체 로딩 플레이트는 하나를 초과하는 재료로 형성된 복합재(composite)일 수도 있고, 여기서, 전달될 유체에 노출되어 있는 표면들은 희망하는 표면 속성들을 가지도록 선택된다. 예로서, 모세관 플레이트는 단일 피스(unitary piece)로서 또는 별도의 피스들로서 사출 성형(injection mold) 또는 열성형(thermoform)될 수도 있다. 희망하는 경우, 하나 이상의 저장소 메이팅 표면들은 별도로 형성되거나, 모세관 플레이트의 다른 컴포넌트들을 갖는 단일 피스로서 형성될 수도 있다. 제한하는 것을 의도하지 않으면서, 그리고 예로서, 재료들은: 나일론 6과 같은 나일론들을 포함하는 폴리아미드들, HDPE, 폴리에스테르들, 코폴리에스테르들, 폴리프로필렌, 및 다른 적당한 약학적 등급 친수성 폴리머들 또는 폴리머 구조들을 포함한다.

[0111] 토출기 기구의 후방 토출기 표면 및 모세관 플레이트 사이의 토출기 기구 계면으로 유체가 제공되고 이 계면에서 적당한 모세관 유체 로딩 구역이 형성되도록, 유체 로딩 플레이트는 희망하는 토출기 기구와 인터페이스하기 위하여 임의의 적당한 방식으로 사이즈 및 형상이 정해질 수도 있다. 도 17a 및 도 17b를 참조하면, 모세관 플레이트(1700)의 하나의 실시형태가 예시되어 있다. 그러나, 도 17a 및 도 17b에서 주어진 사이즈들은 예시의 목적들만을 위한 것이고, 개시물은 그렇게 제한되지 않는다. 예로서, 모세관 플레이트(1700)는 일반적으로 정사각형 형상일 수도 있고, 약 25 mm의 예지 길이를 가질 수도 있다. 그러나, 일반적으로 원형 구성들 등을 포함하는 다른 형상들이 구상된다. 약 2.50 mm의 일반적인 개구 폭 및 약 2 mm의 간격을 갖는 4개의 분리된 유체 개구들(1706)이 약 4.70 mm의 환형 반경 주위에 도시되어 있다. 모세관 플레이트(1700)의 유체 흐름부(즉, 유체 개구(1706)를 포함하는 모세관 플레이트(1700)의 부분)의 두께는 약 0.30 mm일 수도 있고, 모세관 플레이트(1700)의 하우징 메이팅 링(1710)의 두께는 약 2 mm일 수도 있다. 피어싱 돌기들(1714)은 유체 흐름을 여전히 허용하면서 희망하는 돌출 속성들을 제공하기 위하여, 예를 들

어, 가로로 약 1.62 mm 및 길이에 있어서 약 1.35 mm 일 수도 있다.

- [0112] 본 발명을 이해하는 것을 돕기 위하여, 도 18 내지 도 22 는 토출기 디바이스의 성능에 대해 본원에서 설명된 유체 로딩 플레이트의 이용의 다양한 효과들을 예시한다. 본원에서 설명된 실험들은 발명을 구체적으로 제한하는 것으로 해석되지 않아야 하고, 당해 분야의 당업자의 이해 범위 내에 있을, 현재 알려져 있거나 더 이후에 개발되는 발명의 이러한 변동들은 본원에서 설명되고 이후에 청구되는 바와 같은 발명의 범위 내에 속하는 것으로 간주된다.
- [0113] 더욱 구체적으로, 도 18 은 주파수에 있어서의 하향 시프트를 도시하는, 25 및 40 마이크로 구멍들을 갖는 160 마이크로 두께의 NiCo 토출기 플레이트를 이용한 물의 질량 침적 및 공진 주파수에 대한 모세관 플레이트의 효과들을 예시한다. 도 19 는 (토출기 플레이트 후방의 모세관 영역과 같은) 공진 시스템에서의 유체의 밀도 (그리고, 이에 따라 질량) 가 증가함에 따라, 공진 주파수에 있어서의 하향 시프트가 있다는 것을 예시한다. 도 20 은 25 및 40 마이크로 구멍들을 갖는 160 마이크로 두께의 NiCo 토출기 플레이트를 이용한 다양한 유체들의 전달과 함께 이용되는 모세관 플레이트와 연관된 주파수에 있어서의 하향 시프트를 예시한다. 도 21 은 공진 시스템에서의 유체의 밀도 (ρ) 및 점성 (η) 이 증가될 때에 공진 구조의 공진 주파수 및 진폭에 있어서의 둘 모두의 감소를 예시한다. 예로서, 그리고 도 21 의 그래프에서 특별한 값들에 반드시 관련되지 않지만, 물, 에탄올 및 프로필렌 글리콜의 밀도들 및 점성들은 그래프 아래의 표면에서 주어진다. 도 18 내지 도 21 에서 도시된 바와 같이, 모세관 플레이트의 존재는 더 낮은 주파수들로의 공진 주파수에 있어서의 전체적인 시프트로 이어진다. 액체들에 대해 분사된 용적에 있어서의 시프트는 증가된 밀도 및 점성의 결과이다 (물, 에탄올, 및 프로필렌 글리콜).
- [0114] 도 22 는 모세관 플레이트를 포함하는 토출기 디바이스의 자세 둔감성을 예시한다. 도시된 바와 같이, 전달된 용적 (질량) 은 토출기 디바이스 배향에 상대적으로 둔감하다. 이것은 토출기 플레이트 후방에서의 유체의 일정한 전달 및 공급을 보장한다. 그 결과, 유체 레벨 및 디바이스 배향에 관계 없이, 액체들의 일관된 용적이 토출기 기구에 의해 형성되고 분사된다.
- [0115] 다른 실시형태들에서, 유체 로딩 플레이트는, 압전 토출을 통한 액체들의 지향된 스트림으로서의 전달을 위한 토출기 기구의 후방에서 저장소로부터 유체 유지 구역으로 유체를 전달하도록 구성되는, 모세관/천공 플레이트 유체 전달 시스템이라고 또한 지칭되는 천공 플레이트 유체 전달 시스템을 포함할 수도 있다. 이론에 의해 제한되는 것을 의도하지 않으면서, 천공 플레이트 시스템은 정수압, 모세관 압력, 기하학적 압력 경도들 (벤츄리 효과), 및 공기 배기 중의 하나 이상을 사용할 수도 있다.
- [0116] 천공 플레이트 유체 전달 시스템 및 그 동작의 하나의 실시형태가 도 23 내지 도 27 에 도시되어 있다. 도 23A 및 도 23B 는 5 개의 상승 구멍들 (2302) 을 갖는 토출기 기구 (2300) 의 정면도 및 후면도를 각각 도시한다. 도 23C 의 정면도 및 도 23D 의 후면도에 도시된 바와 같이, 천공 플레이트 유체 전달 시스템은 모세관 동작을 포함하는 하나 이상의 메커니즘들에 의해 유체를 토출기 기구에 채널링하기 위하여 천공/모세관 플레이트 유체 전달 시스템 및 토출기 기구의 후방 표면 사이에 유체 유지 구역을 포함하는 모세관 플레이트 부분과, 유체를 저장소로부터 유체 유지 구역으로 이송하기 위한 적어도 하나의 중공 천공 니들 (hollow puncture needle) 을 포함할 수도 있다. 이 실시형태에서, 6 개의 중공 천공 니들들 (2306) 은 모세관/천공 플레이트의 후방 표면으로부터, 구멍들 (2308) 에 의해 도시된 바와 같이 모세관 플레이트 (2304) 의 전방 면으로 관통하여 연장되는 니들들을 통해 채널들을 연장시킨다. 니들들 (2306) 은 (부속품 (2312) 내에 하우징되는 자체 밀봉 실리콘 (silicone) 밀봉 엘리먼트 (2314) 와 함께 도 23E 에 도시된) 부속품 (2312) 을 위한 리셉터클 (receptacle) 을 정의하는 벽 (2310) 에 의해 둘러싸인다.
- [0117] 초기에, 유체 포함 저장소 또는 앰플 (2316; 이 용어들은 본원에서 상호 교환가능하게 이용됨) 은 부속품에 연결되고, 부속품 및 실리콘 밀봉 엘리먼트 (2314) 에 의해 정의된 2 차적인 저장소와 유체 연통되어 있다. 모세관 플레이트 (2304) 는 결국, 토출기 기구 (2300) 에 부착되고 이것과 유체 연통되어 있다. 그러나, 이용 전에, 천공 플레이트 및 토출기 기구 (2300) 는 유체 교환을 방지하기 위하여 부속품 (2312) 및 저장소 (2316) 로부터의 연결해제 상태에서 제공될 수도 있다. 연결의 초기 단계 동안, 도 23D 의 천공 플레이트 이미지의 후방에 도시된 중공 천공 니들들 (2302) 은 부속품 (2312) 내부에서 받쳐지는 자체 밀봉 실리콘 천공 가스켓 또는 쇠고리 (grommet; 2314) 내로 부분적으로 삽입된다. 부속품 (2312) 에서 형성된 2 차 저장소는 1 차 앰플/저장소 (2316) 에서 유체 일정하게 개방된다. 그러나, 이 단계에서는, 부속품 (2312) 의 2 차 저장소로 이동한 1 차 저장소로부터의 유체가 자체 밀봉 실리콘 가스켓 재료 (2314) 에 의해 생성된 장벽으로 인해 중공 천공 니들들 (2306) 내로 진입하지 않는다.

- [0118] 천공은 실리콘 가스켓을 통해 니들들에 힘을 가하여 천공 플레이트 니들들을 가스켓 (2314) 을 통해 유체 충전된 부속품 내로 계속 가압함으로써 달성된다. 이것은 예를 들어, 부속품이 천공 플레이트 (2304) 의 리셉터클 (2310) 내로 스냅핏 (snap-fit) 될 때 (따각 음에 의해 표시됨) 에 발생할 수도 있다. 실리콘 가스켓 (2314) 은 순응적인 자체 밀봉 재료이므로, 밀봉은 천공 후에 유지된다. 천공 직후의 중공 천공 니들들을 통한 저장소/용기로부터의 유체의 초기 이송은 정수압, 부속품 유지부/저장소 용적과, 중공 니들들 및 모세관/천공 플레이트에서의 채널들에 의해 정의된 모세관 튜브들을 통해 유체를 구동하는 초기 천공으로부터의 유체 반응력의 조합으로부터 기인한다.
- [0119] 일단 유체가 모세관 튜브들을 통과하면, 표면 장력 효과들이 중력에 대한 유체의 상승을 지배한다. 유체가 상승함에 따라, 토출기 개구들 또는 구멍들의 전방 외부로 유체를 푸쉬 (push) 함으로써 시스템으로부터 공기를 제공한다. 모세관 상승 구멍들 (2301) 은 시스템에서의 공기를 위한 압력 방출의 역할을 하는 압전 엘리먼트 (2322) 상부의 토출기 기구의 토출기 플레이트 (2320) 위에 배치된다. 이 모세관 상승 구멍들 (2302) 의 부재 시에, 시스템은 토출기 개구들 상부의 영역에서 폐쇄될 것이고, 유체는 모세관 압력과 궁극적으로 동등하게 되는 공기 압력에서의 증가하는 축적으로 인해 상승하는 것을 중단할 것이다. 완전한 상승을 달성하기 위하여, 공기의 전부는 시스템의 외부로 푸쉬될 필요가 있다. (도 25A 의 후방으로부터 그리고 도 25B 의 전방으로부터 도시된) 모세관 상승 구멍들 (2302) 은 압력 등화 구멍들로서 작동하고, (유체 누설을 방지하도록) 배치되며 적절하게 사이즈가 정해지고, 유체가 완전히 상승하도록 함으로써, 공기가 전혀 (또는 매우 적게) 시스템에 남아 있음을 보장한다. 조립된 토출기 어셈블리는 도 24A 의 전방으로부터 그리고 도 24B 의 후방으로부터 도시되어 있다.
- [0120] 도 26 은 실리콘 가스켓을 통한 완전한 천공 후의 천공 플레이트 시스템을 통한 유체 흐름의 개요를 설명하는 개략도를 예시한다. 액체는 천공 시스템을 통해 그리고 모세관 플레이트 챔버 (2600) 위로 흐르고, 이것은 토출기 개구들 또는 구멍들 (2602) 및 모세관 상승 구멍들 (2302) 의 외부로 공기를 푸쉬한다. 도 23C 및 도 23D 를 참조하면, 천공/모세관 플레이트 (2304) 는 650 마이크론의 내부 직경 (ID) 및 1 mm 의 외부 직경 (OD) 을 갖는 6 개의 니들들을 갖는 설계를 예시한다. 니들들의 수는 1 개의 니들만큼 작을 수 있지만, 더 많은 니들들, 예를 들어, 500 마이크론 내지 3 mm 범위의 ID 치수들 및 600 마이크론 내지 4 mm 범위의 OD 치수들을 갖는 8 개의 니들들을 또한 포함할 수 있다. 도 25 에 도시된 상승 구멍들은 또한, 이 도면에서 디스플레이되어 있는 것으로부터 변동될 수 있다. 이 도면은 5 개의 20 마이크론 직경 사이즈의 상승 구멍들을 도시하지만, 구멍들의 수는 1 개의 구멍만큼 낮을 수 있고, 더 많은 구멍들, 예를 들어, 10 마이크론 내지 50 마이크론 범위의 구멍들의 직경을 갖는 8 개의 구멍들을 또한 포함할 수 있다.
- [0121] 대안적으로, 도 44 내지 도 46 을 참조하면, 천공 플레이트는 기다란 니들 천공 시스템으로 설계될 수도 있다. 이러한 설계들은 예를 들어, 입식 직사각형의 낮은 인장 응력 (Low Tensile Stress; LTS) 저장소들과 같은 저장소 설계들 (즉, IV 백 설계들) 의 어떤 구성들과 관련하여 이용될 수도 있다.
- [0122] 천공 플레이트는 본원에서 설명 및 예시된 바와 같은 임의의 적당한 재료로 구성될 수도 있다. 비제한적인 예로서, 천공 플레이트는 다음으로 구성될 수도 있다: 액정 폴리머 "Liquid crystal polymer; LCP" (유리 충전됨 0-30 %); 나일론 6; 나일론 6,6; 폴리카보네이트; 폴리에테라이미드 (울템 (Ultem)); 폴리에테르 에테르 케톤 (PEEK); 캡톤; 폴리이미드 (캡톤); 스테인리스 스틸 316L; 다이아몬드 유사 카본 (Diamond-like carbon; DLC) 코팅된 스테인리스 스틸 (300 시리즈); 다이아몬드 유사 카본 (DLC) 코팅된 알루미늄; 다이아몬드-유사 카본 (DLC) 코팅된 구리; 다이아몬드 유사 카본 (DLC) 코팅된 나노결정 코발트 포스페이트; 나노 결정 코발트 포스페이트 (nCoP); 금 코팅된 스테인리스 스틸 (300 시리즈); 폴리머 코팅된 (위에서 열거된 폴리머들) 스테인리스 스틸 (300 시리즈); 폴리머 코팅된 (위에서 열거된 폴리머들) 구리 (300 시리즈); 폴리머 코팅된 (위에서 열거된 폴리머들) 알루미늄 (300 시리즈), 등.
- [0123] 상기한 바는 예시 및 예에 의하여 다양한 실시형태들을 설명하지만, 당업자는 다양한 변화들 및 수정들이 본 출원의 사상 및 범위 내에서 실시될 수도 있다는 것을 인식할 것이다. 용어 "모세관 플레이트" 및 "천공 플레이트" 가 다양한 실시형태들을 설명하기 위하여 이용되고 있더라도, 설명은 임의의 유체 로딩 플레이트에 적용 가능하고, 플레이트의 형태를 취할 필요가 없고, 저장소로부터 토출기 기구로 액체를 채널링하기에 적당한 임의의 구성을 가질 수 있다는 점이 인식될 것이다.
- [0124] 본원에서 이용되는 바와 같이, 저장소는 유체를 유지하기에 적당한 임의의 객체일 수도 있다. 예로서, 저장소는 유체를 포함할 수 있는 임의의 적당한 재료로 이루어질 수도 있다. 본 개시물의 저장소들은 강성 또는 신축성이 있을 수도 있고, 본 개시물의 저장소들은 더욱 접힐 수 있는 것일 수도 있다. 본원에서 이용되는

바와 같이, 접을 수 있다는 것은, 접은 후에 둘러싸이는 총 용적이 비접이식 용기에서 둘러싸일 수 있는 용적보다 더 적도록, 압착, 폴딩, 분쇄, 압축, 진공, 또는 다른 조작에 의해 달성되는 저장소에서 얻어질 수 있는 용적에 있어서의 감소를 지칭한다. 저장소는 유체의 용적을 유지할 수 있는 용적으로 형성될 수 있는 임의의 적당한 재료로 이루어질 수도 있다. 적당한 재료들은 예를 들어, 신축성 있거나 강성일 수도 있고, 형성이 능하거나 사전 형성 (pre-form) 될 수도 있다. 본원에서 이용되는 바와 같이, 저장소는 예로서, 필름으로 형성될 수도 있다.

[0125] 또한, 저장소는 유체 저장소 계면을 형성하기 위하여 유체 로딩 플레이트와 유체 연통될 수도 있고, 어떤 실시 형태들에서는, 유체 로딩 플레이트가 다양한 유체 저장소 구성들과의 연결을 용이하게 하기 위하여 저장소 메이팅 표면 또는 링을 선택적으로 포함할 수도 있다.

[0126] 일부의 양태들에서, 개시물의 시스템의 저장소는 낮은 인장 응력 또는 "LTS" 저장소로서 구성될 수도 있다. 개시물의 LTS 저장소는 메모리 효과들, 주름 형성, 및 바이어싱되지 않은 접기로부터 만들어진 저장소에 의해 시스템에 대해 부과된 포지티브 압력 정도 (positive pressure gradient) 들을 최소화하거나 제거하도록 일반적으로 설계된다. 이러한 정도들은 시스템에 압력 차이를 가하는 저장소의 복원 (용적에 있어서의 팽창) 으로 귀착될 수도 있고, 이것은 토출기 개구들을 통해 공기를 시스템으로 배출함으로써 잠재적인 실패로 귀착될 수도 있다. 어떤 양태들에서, 압력 차이를 정정하기 위하여, LTS 저장소는, 주름 형성의 가능성을 감소시키거나 제거하는 그 낮은 와식 받침 위치 (low lying rest position) 로 접기 위하여 바이어싱되도록 구성된다.

[0127] LTS 저장소는 또한, 불활성 (inertness) 및 증발 내성 (evaporation resistance) 과 타협하지 않으면서 용적 팽창, 리바운딩 (rebounding), 메모리 효과들에 저항하는 얇고, 신축성 있는 (낮은 인장 응력) 재료들로 구성된다. 위에서 그리고 이하에서 더욱 상세하게 설명된 바와 같이, LTS 저장소들은 예를 들어, RF 용접, 송풍-충전-밀봉 프로세스들, 형성-충전 밀봉 프로세싱, 등을 포함하는 임의의 적당한 방식으로 구성될 수도 있다.

[0128] 이론에 의해 제한되는 것을 의도하지 않으면서, 동작 동안에 유체 유지부/저장소로부터 그리고 모세관 튜브들을 통한 유체 수송을 돕기 위하여, LTS 저장소는 또한, 연속성 및 벤츄리 효과들의 원리를 도 27 에 도시된 바와 같이, 그리고 압축불가능한 흐름들에 대한 베르누이 방정식에서 이하에 설명된 되고 도 28 에 도시된 바와 같이 포함함으로써 기하학적으로 설계될 수도 있다.

[0129] 다시, 이론에 의해 제한되는 것을 의도하지 않으면서, 도 28 은 저장소 기하구조를 수렴 형상 프로파일로 (더 큰 구역에서 더 작은 구역) 변경하는 것이 연속성 원리에 기인하는 속도에 있어서의 증가로 인해 저장소 아래로 이동함에 따라 어떻게 유체 가속으로 귀착되는지를 설명한다. 베르누이 방정식에 따르면, 연속성 원리로부터의 속도에 있어서의 증가는 (연속성을 유지하기 위하여) 증가된 속도의 영역에서 압력에 있어서의 감소로 귀착될 것이다. 압력에 있어서의 이 변화는 부속품으로 그리고 천공 니들들/모세관 튜브들을 통해 유체를 수송하는 것을 돕는 정도를 생성한다. 수렴 구역 변화로부터 기인하는 속도에 있어서의 이러한 증가는 벤츄리 효과로서 알려져 있다.

[0130] 도 29 는 정수압이 유체를 LTS 앰플로부터 부속품으로 그리고 천공 니들들을 통해 유체 저장소로 어떻게 구동하는지를 예시한다. 정수압을 최대화하기 위하여, 정수압은 높이의 함수이므로, 앰플은 직립 위치 (upright position) 에서 배향될 필요가 있다.

애플 타입	애플 재료	두께들
RF-용접됨	폴리우레탄 (PU), PU/폴리비닐리덴 클로라이드 (PVDC)/PU, 에틸렌-비닐 아세테이트 (EVA) 열가소성 폴리우레탄 (TPU) PU/에틸렌-비닐 알콜 (EVOH)/PU Isoplast® ETPU	2- 12 밀
송풍 충전 밀봉	저-밀도 폴리에틸렌 (LDPE) LDPE w/ EVA (10%- 50%) EVA (100%)	2- 15 밀
형성 충전 밀봉	빅트렉스 (LDPE w/ 산소 장벽층) TPU	2- 12 밀

표 7

[0131]

[0132]

도 30 은 자체로 접어지는 비유체 가속 LTS 저장소 기하구조들의 개략적 표현들을 도시한다. 입식 직사각형은 그 최소 치수 (도시되지 않음) 를 따라 접어지도록 설계되는 저장소 (IV 백과 유사함) 를 나타낸다. 입식 직사각형 저장소 설계는 정수압의 효과가 최대화되도록 높이를 최대화하기 위하여 직립식으로 배향된다. 도시된 두 번째 이미지는 입식 직사각형과 유사한 방법으로 기능하지만 정수압의 효과를 최대화하지 않은 와식 직사각형이다. 세 번째 이미지는 정사각형 저장소 구성을 도시한다. 도 31 은 유체 가속 LTS 저장소 기하구조들의 개략적 표현들을 도시한다.

[0133]

도 32 를 참조하면, 원형 유체 가속 LTS 저장소의 2 개의 예들이 예시되어 있고, 하나는 송풍-충전-밀봉 프로세스들 (도 32A) 에 의해 구성되고 다른 하나는 RF 용접 (도 32B) 에 의해 구성된다. 도시된 바와 같이, 접기의 양은 저장소가 도 32 에서 두께인 최소 치수를 따라 접히도록 바이어싱될 때에 증대될 수도 있다. 이 타입의 접기는 동작 동안에 저장소에서의 주름들의 형성을 주로 방지한다. 입식 저장소 설계들에 대하여, 토출기 디바이스의 동작 동안의 주름 형성에 대한 추가의 보호는 저장소가 비워질 때에 그 자체를 펼당하는 것을 방지하는 하우징에서 저장소를 밀폐시킴으로써 이루어질 수도 있다. 이 저장소들의 성능의 데이터를 지원하는 것이 본원에서 제공된다.

[0134]

도 33 은 부속품이 제거된 송풍-충전-밀봉 저장소 및 천공 플레이트 (3300) 의 구성을 도시한다. 어떤 실시 형태들에서, 자체 밀봉을 위하여 저장소 재료들이 이용될 경우, 저장소의 하부 영역을 통해 직접적으로 천공이 발생할 수 있다. 도 33 의 하부에 도시된 충전 격실은 2 차 저장소의 최대 유체 충전을 허용하도록 설계된다. 송풍 충전 밀봉 천공 플레이트 어셈블리를 위한 대안적인 천공 기구들이 도 34 에 도시되어 있다.

[0135]

도 34A 는 송풍 충전 밀봉 저장소 천공 플레이트 어셈블리의 또 다른 실시형태의 측면 프로파일을 도시한다. 도 34A 는 자체 밀봉 재료로 구성될 때에 송풍 충전 저장소를 통해 니들 천공을 돕기 위해 이용되는 플라스틱 쉘 (plastic shell; 3400) 형태의 보강 기구를 도시한다. 우측의 도면 (도 34B) 은, 송풍 충전 밀봉 저장소가 천공 시에 자체 밀봉하지 않으며 도 22 및 도 23 과 동일한 방식으로 부속품에 연결되어야 할 때의 구성을 도시한다. 도 34B 에 도시된 바와 같이, 니들들은 "여기를 통한 니들들의 천공" 으로 도시된 영역으로 실리콘 가스켓을 통과할 필요가 있다.

[0136]

개시물의 또 다른 실시형태들에서, 도 35 는 주름 형성을 방지하는 어떤 방법으로 접히도록 바이어싱되는 저장소들의 기하구조들을 예시한다. 이 애플들에 대한 하방 분사 및 폴 다운 절차들 및 결과들이 이하의 실시예

에 개시되어 있다.

[0137] 실시예 3: 하방 분사 및 폴 다운의 측정

[0138] 예를 들어, 도 30 내지 도 35 에 도시된 바와 같은 상이한 저장소 구성들이 유체를 제거하고 있을 때에 시스템에 대해 가하는 네거티브 압력의 양을 결정하기 위하여 정적 폴 다운 테스트들이 수행되었다. 이 테스트를 위한 실험 설정이 도 36 내지 도 37 에 도시되어 있다. 실험 절차는 다음과 같다: 저장소 또는 앰플로부터 유체를 배출하기 위하여 이용되는 기계적 펌프에 연결된 진공 레귤레이터에 연결되는 물 기둥 튜브 (water column tube) 에 저장소가 부착된다.

[0139] 주어진 주파수 또는 다수의 주파수들 (질량 침적 스윙) 에서 디바이스로부터의 분사의 질량을 결정하기 위하여 질량 침적 테스트가 수행되었다. 일부의 주파수들이 질량을 측정하기 위해 이용된 스케일 (scale) 의 더 낮은 공차 (tolerance) 에서 있을 수도 있는 매우 낮은 분사 당 질량을 가진다면, 분사들의 수는 각각의 주파수에서 샘플 당 변동되었고, 다음으로, 각각의 주파수에서 분사 당 용적을 결정하기 위하여 평균화되었다. 이것은 또한 측정에서 일부의 에러를 제거하는 것을 도왔다. (이용된 스케일은 밀리그램 (milligram) 의 1/10 까지 판독할 수 있다.) 이 설정들은 스케일, 함수 생성기 (function generator), 및 오실로스코프 (oscilloscope) 와 통신한 랩톱 컴퓨터에 의해 실행되었다. 분사들의 질량뿐만 아니라, 분사 동안의 전기적 특성들 (전압 및 전류의 위상 및 크기, 및 임피던스) 도 기록되었다. 설정은 랩뷰 (labview) 실행가능한 프로그램으로 컴파일링되었고 랩톱으로부터 실행된 랩뷰 프로그램에 의해 제어되었다. 이 프로그램은 사용자가 설정에서 랩 장비, 스케일을 위한 com 포트, 및 오실로스코프 및 함수 생성기를 위한 범용 직렬 버스 (Universal Serial Bus; USB) 식별을 선택하도록 하였다. 사용자는 또한 테스트 파라미터들을 정의하였다: 전압, 파형, 시작 주파수, 종료 주파수, 스텝 사이즈, 분사들의 수, 분사들 사이의 시간, 및 분사 지속기간. 프로그램은 분사를 위한 주파수 및 적절한 분사 지속기간을 달성하기 위한 사이클들의 수를 설정하는 함수 생성기와 통신하였고, 오실로스코프를 트리거 (전압 프로브 (voltage probe)) 로부터의 단일 획득으로 설정하였다. 다음으로, 프로그램은 함수 생성기가 파형을 트리거하도록 지시하였다. 신호를 그 이후에 디바이스에 인가되었던 적절한 전압 (0 내지 ± 90 V) 로 부스트 (boost) 하기 위하여, 신호는 연산 증폭기에 송신되었다. 디바이스에서는, 전압을 확인하고 전류를 판독하기 위하여 전압 및 전류 프로브들이 부착되었다.

스케일로부터 질량을 판독하고 분사 당 질량을 결정하기 전에 스케일에 대한 시간 (약 8 초) 의 균형을 잡도록 하기 위하여, 지연이 프로그램으로 기록되었다. 스케일은 테스트의 시작 시에 그리고 모든 0.5 그래프에서 제로로 되었다. 스케일을 제로로 할 때의 모든 0.5 그래프에서, 스케일은 소거되었고, 디바이스에 부착된 저장소는 재충전되었다. 이것은 디바이스에서 유체가 바닥나지 않았고, 디바이스가 0.5 g 으로 증발할 수 있었던 스케일 상의 유체의 양을 제한함으로써 스케일 상에서의 유체의 증발로 인한 에러를 낮추었다는 것을 보장하였다. 스케일은 사용자에게 의해 정의된 바와 같은 분사들의 각각의 세트 (통상적으로 5) 후에 판독되었다. 분사들의 질량은 현재의 스케일 판독으로부터 이전의 값을 감산함으로써 결정되었고, 이것에 의하여, 분사들의 세트들 사이에서 스케일을 제로로 하기 위해 요구된 시간을 제거하였다.

[0140] 도 38 은 상당히 강성이며, 네거티브 압력의 축적으로 귀착되는 다수의 주름들을 형성하도록 접혀지는 제어 저장소의 하방 분사 성능 (유체의 24 %) 을 도시한다. 도 39 는 도 35 에 예시된 바와 같은, 개시물의 대표적인 LTS 저장소에 대한 결과들을 도시한다. 이것은 제어된 방향으로 접혀지도록 바이어싱된 기하구조를 만드는 것뿐만 아니라, 신축성 있는 재료들 및 적절한 재료 두께들을 선택할 때에도 하방 분사 성능에 있어서의 개선을 보여준다. 그래프는 샘플들의 대부분 (동일한 앰플 타입이며 동일한 두께를 갖는 다수의 테스트들) 이 도 38 의 주름이 생긴 제어 저장소보다 훨씬 더 적지만 더 양호하게 제거한 약간의 이상점 (outlier) 들을 가지면서, 유체의 80 퍼센트 이상이 제거되도록 하였다는 것을 보여준다.

[0141] 도 40 은 반구형 LTS 저장소의 하나의 실시형태에 의한 2 개의 별도의 실행들의 하방 분사 성능을 도시한다. 이 저장소는 유체의 90 퍼센트 이상이 제거된 뚜렷한 개선을 보여주었다. 도 41 은 도 35 로부터의 엄선된 반구형 LTS 앰플 설계들에 대한 폴 다운들을 도시한다. 이 그래프들은 반구형 LTS 저장소를 이용할 때에 시스템으로부터 생성된 네거티브 압력에 있어서의 큰 개선을 보여준다. 이론에 의해 제한되는 것을 의도하지 않으면서, 도 42 는 반구형 LTS 저장소를 이용한 반전된 분사에 관여된 기구를 도시하는 반면, 도 43 은 거꾸로 뒤집힌 완전한 진공 시스템에서 하방 분사된 LTS 저장소의 실제적인 하방 분사 성능 결과들을 도시한다.

[0142] 개시물의 다른 양태들에 따르면, 유체 로딩 플레이트는 도 44 내지 도 46 에 예시된 바와 같이 상이한 니들 진공 시스템들로 설계될 수도 있다. 이러한 설계들은 저장소 설계들, 예를 들어, 직립식 직사각형 LTS 저장소들 (즉, IV 백 스타일 설계들) 과 관련하여 이용될 수도 있다.

- [0143] 위에서 논의된 바와 같이, 시스템의 토출기 플레이트는 활성 구역 (토출기 개구들) 상부에서 추가적인 공기 압력 방출을 제공하기 위한 모세관 상승 구멍들을 포함할 수도 있다. 이것에 의하여, 이 추가적인 공기 압력 방출은 유체의 완전한 모세관 상승을 허용할 수도 있고, 이것은 유지부/저장소가 유체로 완전히 충전되도록 한다. 발명의 어떤 양태들에 따르면, 이 구멍들이 토출기 개구들의 상부에 배치되지 않을 경우, 유체가 토출기 개구들의 레벨 이하로 떨어지면 (이것에 의하여, 동작 동안에 외부 공기가 시스템 내로 잠재적으로 이동시킴), 디바이스는 효율적으로 동작하지 않을 수도 있다는 점이 갑자기 발견되었다.
- [0144] 모세관 상승 구멍들을 구성할 때, 구멍 사이즈의 최적화가 중요하다. 구멍들은 모세관 상승이 너무 느리지 않도록 타당한 배출 레이트 (venting rate) 를 허용할 정도로 바람직하게는 충분히 크고, 구멍이 중력의 방향으로 정렬될 때에 유체가 용이하게 누설되지 않도록 바람직하게는 충분히 작다. 상승 구멍 외부로의 유체의 누설은 구멍의 사이즈뿐만 아니라, 유체의 표면 장력의 함수이다. 더 높은 표면 장력들을 갖는 유체들은 유체에 의해 상승 구멍 내에 형성된 (유체의 표면 장력의 함수인) 유체 메니스커스 (meniscus) 의 강도로 인한 누설에 대한 증가된 저항력을 가지며, 이것은 외부로 누설되는 유체 및 들어오는 공기로부터의 장벽을 만든다. 장벽은 저장소 (앰플) 의 정수압이 상승 구멍 공동 (rise hole cavity) 내의 표면 장력을 압도할 때에 돌파된다 (도 47 참조).
- [0145] 개시물의 유체 로딩 플레이트는 예를 들어, 도 27 에 대하여 더 이전에 논의된 바와 같이, 유체를 토출을 위한 압전 메쉬의 활성 구역 후방의 위치로 수송하기 위하여 모세관 동작을 사용한다. 모세관 상승은 유체의 표면 장력, 유체와 접촉하는 표면들의 표면 에너지 (접촉 각도), 및 유체와 접촉하는 표면들의 간격 거리의 함수이다. 천공 플레이트 시스템을 위한 최적의 성능을 달성하기 위하여, 친수성 재료 (90 도 미만인 유체 및 표면 사이의 접촉 각도) 가 모세관 채널들을 위해 바람직하게 이용된다. 추가적으로, 재료는 바람직하게는 생체 적합성이 있고 (biocompatible) 화학적으로 불활성이다. 유체 상승을 포함하는 표면들의 간격 거리는 바람직하게는, 모세관 폭이 유체의 모세관 길이보다 상당히 더 작다는 것을 보장함으로써, 표면력들이 중력보다 더 상당하다는 것을 보장하도록 조정된다. 도 27 에 도시된 바와 같이, 시스템에서의 모세관 상승은 천공 플레이트 (모세관 플레이트 + 니들들) 및 (활성 구역 또는 개구들을 포함하는) 토출기 플레이트 (압전 메쉬 스크린) 사이에서 발생한다.
- [0146] 실시예 4: 모세관 상승의 측정
- [0147] 도 48 내지 도 49 는 물 및 예시적인 안과 의약, 라타노프로스트의 다양한 사이즈의 절반의 액적들에 대한 모세관 압력을 예시한다. 따라서, 토출기 플레이트로부터의 유체 로딩 플레이트 간격 거리는 토출기 개구들 상부의 어떤 더 높은 높이로 모세관 상승의 최적화를 위한 중요한 파라미터이다. (유체의 표면 장력 및 점성과 함께) 이 플레이트 간격 거리는 유체가 최종 높이로 상승하기 위한 시간에 또한 영향을 준다. 도 50 에 도시된 바와 같이, 물 및 염분을 분사하도록 설계된 디바이스는 2.7 mm 이하인 모세관 거리로 동작할 수 있다. 그러나, 개시물의 시스템들은 그렇게 제한되지 않고, 2.7 mm 내지 1.7 mm 와, 1.7 mm 미만의 모세관 거리 (모세관 플레이트 및 토출기 플레이트 사이의 간격) 가 더 큰 모세관 상승을 달성하기 위하여 사용될 수도 있다. 어떤 실시형태들에서, 천공 플레이트 시스템에 대한 거리는 50 내지 200 마이크로미터 사이일 수도 있다.
- [0148] 이와 관련하여, 도 51 은 상이한 재료들로 이루어진 모세관 채널들에서의 염분에 대한 모세관 상승을 도시한다. 도 52 는 모세관 상승 구멍 (2302) 이 없는 모세관 플레이트 및 천공 플레이트 사이의 모세관 상승을 도시한다. 이것은, 모세관 상승 구멍이 포함될 때에 상승을 도시하는 도 53 에 도시된 훨씬 더 양호한 모세관 상승과 대조된다.
- [0149] 추가로, 이하의 표 8 내지 표 10 은 상이한 수들 및 사이즈들의 모세관 상승 구멍들 (2302) 을 이용한 결과로서, 토출기 기구의 후방 표면 및 유체 로딩 플레이트 사이의 모세관 채널에서의 모세관 상승 데이터를 도시한다. 표 8 은 물에 대한 상승 시간의 데이터를 도시하고, 표 9 는 실온에서의 라타노프로스트에 대한 상승 시간을 도시하고, 표 10 은 38° F 로 냉장된 라타노프로스트에 대한 상승 시간을 도시한다. 일부의 결과들은 모세관 상승 구멍들에서의 결함들로 인해 무효 (무효 (In-Op), 미충전 과거 활성 구역 (No Fill Past Active Area), 블랭크 엔트리) 로서 폐기되었거나, 비대칭적 충전 (별표로 표기됨) 을 도시되었어야 했지만, 결과들은 5 개의 모세관 구멍들을 이용할 때에 상승 시간에 있어서 장점들을 표시하였고, 모세관 구멍 사이즈 증가와 함께 더 신속한 상승 시간들을 보였다.

		1 구멍	3 구멍들	5 구멍들
5 μm	테스트 1	395s	200s	무효
	테스트 2	370s	155s*	무효
10 μm	테스트 1	미충전 과거 활성 구역	70s	23s
	테스트 2	미충전 과거 활성 구역	54s	25s
20 μm	테스트 1	22s	8s	6s
	테스트 2	22s	10s	5.5s
50 μm	테스트 1	3s	2s	무효
	테스트 2	3.5s	1.6s	무효

표 8

		1 구멍	3 구멍들	5 구멍들
10 μm	테스트 1	미충전 과거 A.A.	60 s	26 s
	테스트 2		68 s*	32 s
20 μm	테스트 1	11 s	8 s	6s
	테스트 2	8 s	11 s	5s

표 9

		1 구멍	3 구멍들	5 구멍들
10 μm	테스트 1		25 s	28 s*
	테스트 2		42 s	44 s*
20 μm	테스트 1	7 s	10 s	3.5 s
	테스트 2	10 s	7 s	4.5 s

표 10

실시예 5: 엄선된 안과 약물들 및 상승 구멍 사이즈들에 대한 유체 누설 테스트

디바이스의 하나의 실시형태의 모세관 상승 구멍들 또는 배출 구멍들 외부로 누설되는 유체에 대해 테스트하기 위하여, 정수압 테스트 어셈블리는 도 54 에 도시된 바와 같이 구성되었다. 상승 구멍들 및 토출기 어셈블리를 갖는 토출기 플레이트는 튜브에 의해 정의된 유체 컬럼의 아래에 배치되었다. 테스트 유체는 토출기 플레이트의 바로 상부에 배향된 튜브 내로 충전되었고, 유체 컬럼의 높이는 주의 깊게 감시되었다. 토출기 개구들 상부의 유체가 상승 구멍들 및 토출기 개구들 통한 누설을 야기시킨 테스트 높이들 (정수압) 에 유체가 도달하였을 때, (압력 값들에 대응하는) 높이들은 상승 구멍 치수들을 최적화하기 위한 설계 파라미터로서 기록 및 이용되었다. 결과들은 이하의 표들 5 내지 7 에 도시되어 있다.

		메쉬의 측면으로의 물 기동				메쉬 바로 상부의 물 기동			
		배출 구멍들 (인치 물)		메쉬 구멍들 (인치 물)		배출 구멍들 (인치 물)		메쉬 구멍들 (인치 물)	
환형부 배출 구멍	장착 조건	평균	표준 편차	평균	표준 편차	평균	표준 편차	평균	표준 편차
1 x 5 _{μm}	1	32		31	2	22	3	29	4
	2	28	3	31		23	3	31	
3 x 5 _{μm}	1	28		27	2				
	2	26	3	29	3				
5 x 5 _{μm}	1					누설 없음		27	6
	2					누설 없음		28	6
1 x 10 _{μm}	1	23	10	27	3	15	1	25	4
	2	22	4	27	2	18	2	23	5
3 x 10 _{μm}	1	15	1	25	4				
	2	14	2	26	5	13	3	23	5
3 x 20 _{μm}	1								
	2	22	2	23	5				
1 x 50 _{μm}	1								
	2					12	4	누설 없음	
3 x 50 _{μm}	1								
	2					14	3	누설 없음	
5 x 50 _{μm}	1								
	2					13	4	누설 없음	

표 11

[0155]

		메쉬의 측면으로의 트로피카마이드 기둥				메쉬 바로 상부의 트로피카마이드 기둥			
		배출 구멍들 (인치 트로피카마이드)		메쉬 구멍들 (인치 트로피카마이드)		배출 구멍들 (인치 트로피카마이드)		메쉬 구멍들 (인치 트로피카마이드)	
환형부	배출 구멍	장착 조건	평균	표준 편차	평균	표준 편차	평균	표준 편차	표준 편차
1 x 5 μ m	1								
	2	7	1.5	6.8	1				
1 x 10 μ m	1								
	2	4.8	0.9	6	0.7	7		5.6	1.2
3 x 10 μ m	1								
	2	n/a		6.3	1.3	n/a		4.8	0.5
3 x 20 μ m	1								
	2	n/a		8.1	1.6	n/a		3.8	0.8
1 x 50 μ m	1								
	2	4	0.9	6	1.3				
3 x 50 μ m	1								
	2	4.8	0.7	6.4	0.8				

표 12

[0156]

		메쉬의 측면으로의 라타노프로스트 기둥					
		배출 구멍들 (인치 라타노프로스트)		메쉬 구멍들 (인치 라타노프로스트)			
환형부	배출 구멍	장착 조건	평균	표준 편차	평균	표준 편차	
1 x 5 μ m	1						
	2	n/a		3.7	0.6		
1 x 10 μ m	1						
	2	n/a		3.5	0.6		
1 x 50 μ m	1						
	2	3.3	0.7	3.7	0.6		

표 13

[0157]

[0158]

상기한 바는 예시 및 예에 의하여 다양한 실시형태들을 설명하지만, 당업자는 다양한 변화들 및 수정들이 본 출원의 사상 및 범위 내에서 실시될 수도 있다는 것을 인식할 것이다.

- [0159] 위에서 언급된 바와 같이, 액적들은 토출기 기구에 결합되는 저장소 내에 포함된 유체로부터 토출기 기구에 의해 형성될 수도 있다. 토출기 어셈블리를 함께 형성하는 토출기 기구 및 저장소는 어셈블리가 폐기되거나 재이용되도록 하기 위하여 제거가능하도록 구성될 수도 있다. 따라서, 컴포넌트들은 하우징, 예를 들어, 도 2 에 도시된 하우징 (202) 의 상부 섹션 (200) 내에 제거가능한 방식으로 실장될 수도 있다. 그러므로, 하우징 자체는 폐기가능하거나, 제거가능한 토출기 기구를 수용하도록 구성됨으로써 재이용가능할 수도 있다. 하우징은 손으로 잡히거나, 소형화되거나, 기저부에 결합하도록 형성될 수도 있고, 다른 디바이스들과의 통신을 위해 구비될 수도 있다. 하우징들은 컬러 코딩되거나, 용이한 식별을 위하여 구성될 수도 있다.
- [0160] 토출기 기구의 특정 실시형태들이 이하에 논의되지만, 이것은 토출기 기구의 구성 또는 이용뿐만 아니라, 토출기 디바이스에 추가될 수도 있는 특징들도 제한하지 않는다. 일부의 구현예들에서, 토출기 디바이스들은 조명 수단, 정렬 수단, 온도 제어 수단, 진단 수단, 또는 다른 특징들을 포함할 수도 있다. 다른 구현예들은 대상자 관리 및 치료를 위해 이용되는 상호연결되고 상호작용하는 디바이스들의 더 큰 네트워크의 일부일 수도 있다. 토출기 기구는 예를 들어, 본원에서 설명된 바와 같은 압전 액추에이터일 수도 있다.
- [0161] 도 55a 내지 도 55c 를 참조하면, 토출기 어셈블리 (5500) 는 토출기 기구 (5501) 및 저장소 (5520) 를 포함할 수도 있다. 토출기 기구 (5501) 는, 하나 이상의 개구들 또는 구멍들 (5526) 을 포함하는 생성기 플레이트 (5532) 에 결합된 토출기 플레이트 (5502) 를 포함할 수도 있다. 압전 액추에이터 (5504) 에 의해 작동될 수 있는 토출기 플레이트 (5502) 및 생성기 플레이트 (5532) 는 저장소 (5520) 에 포함된 유체 (5510) 를 방향 (5514) 을 따라 토출된 액적들 (5512) 의 형태로 전달하기 위하여 진동된다. 다시, 유체는 인간 성인, 유아, 또는 동물의 눈 (5516) 을 향해 토출되는 안과적 유체일 수도 있다. 추가적으로, 유체는 인간 또는 동물의 불안, 상태, 또는 질병을 치료하기 위하여 활성 약제를 포함할 수도 있다. 일부의 구현예들에서, 생성기 플레이트는 예를 들어, 초고분자량 폴리에틸렌 (ultrahigh molecular weight polyethylene; UHMWPE), 폴리이미드, 폴리에테르 에테르 케톤 (PEEK), 폴리비닐리덴 플루오라이드 (PVDF), 및 폴리에테르이미드로 구성된 그룹으로부터 선택된 재료로 형성된 높은 모듈러스의 폴리머 생성기 플레이트이고, 높은 모듈러스의 폴리머 생성기 플레이트를 포함한다.
- [0162] 도 55a 에 도시된 바와 같이, 토출기 플레이트 (5502) 는 유체 (5510) 를 포함하는 저장소 (5520) 의 전방 상부에 배치된다. 토출기 플레이트 (5502) 의 후방 표면 (5525) 은 유체 (5510) 에 인접하도록 배열된다. 이 실시형태에서는, 그러므로, 저장소 (5520) 는 표면 (5525) 및 개구들 (5526) 에 인접하게 부착된 개방 단부 (5538) 를 가진다. 이 실시형태에서, 표면 (5525) 은 저장소 (5520) 에서 유체 (5510) 를 밀폐시킨다. 저장소 (5520) 는 적당한 밀봉 또는 결합을 이용하여 토출기 플레이트 (5502) 의 표면 (5525) 의 주변 영역 (5546) 에서 토출기 플레이트 (5502) 에 결합될 수도 있다. 예로서, 저장소 (5520) 는 O-링 (O-ring; 5548a) 을 통해 결합될 수도 있다. 도시되어 있지 않지만, 하나를 초과하는 O-링이 이용될 수 있다. 당해 분야에서 알려진 바와 같이, O-링들은 임의의 적당한 단면 형상을 가질 수도 있다. 또한, 폴리머, 세라믹, 또는 금속 밀봉들과 같은 다른 결합재들이 이용될 수 있다. 대안적으로, 결합은 함께 제거될 수 있고, 저장소 (5520) 는 예를 들어, 용접 또는 과다 몰딩에 의해 토출기 플레이트 (5502) 에 일체로 연결될 수도 있다. 이러한 구현예에서는, 유체가 저장소 (5520) 로 공급되는 개구가 제공될 수도 있다 (도시되지 않음). 결합들이 이용되는 실시형태들에서는, 결합들이 예를 들어, 저장소 (5520) 및 토출기 플레이트 (5502) 사이에 힌지 방식 연결을 제공함으로써, 또는 신축성 있는 또는 비강성 커넥터, 예를 들어, 폴리머 커넥터를 제공함으로써 제거가능하게 만들어질 수도 있다.
- [0163] 저장소 (5520) 는 토출기 플레이트 (5502) 의 부분들을 커버하는 주변 뚜껑 또는 벽 (5550) 을 정의할 수도 있다. 도 55a 의 구현예에서는, 벽 (5550) 이 토출기 플레이트 (5502) 와 직접 접촉하는 것이 아니라, 오히려 O-링들 (5548a) 에 결합된다. 대안적으로, 벽 (5550) 은 토출기 플레이트 (5502) 에 직접 부착될 수 있다. 실제로, 저장소는 토출기 플레이트 (5502) 에 직접 부착될 수 있고, 벽 (5550) 은 함께 생략될 수 있다.
- [0164] 형상 및 치수를 포함하는 저장소의 구성은 보관되어야 할 유체 (5510) 의 양뿐만 아니라, 토출기 플레이트 (5502) 의 기하구조에 기초하여 선택될 수 있다. 저장소들의 대안적인 형태들은 (위에서 논의된 바와 같고 압력 차이들을 수용하는) 중력 이용 (gravity-fed), 위킹, 또는 접을 수 있는 블래더 (bladder) 들을 포함한다. 이 저장소들은 사전 충전될 수도 있거나, 마이크로 펌프를 이용하여 충전될 수도 있거나, 대체가능한 카트리지를 받아들이도록 구성될 수도 있다. 마이크로 펌프는 유체를 접을 수 있는 또는 접을 수 없는 용기내로 또는 용기 외부로 펌핑함으로써 저장소를 충전할 수도 있다. 카트리지는 저장소 내로 로딩되는 용기를 포함할 수도 있다. 대안적으로, 카트리지는 자체는 특정된 수의 배출들 후에 그 다음으로 대체되는 일회용 토출기에 결합될 수도 있다. 저장소들의 예들은, 참조를 위해 본원에 편입되는 2011 년 7 월 15 일자로 출원된 미

국 특허 출원 제 13/184,484 호에 예시되어 있다.

[0165] 일부의 구현예들에서, 저장소 (5520) 는 공기가 저장소 (5520) 로부터 빠져 나가거나 저장소 (5520) 에 진입하도록 하고 유체 (5510) 를 적절한 주변 압력에서 저장소에 유지하기 위한 관통 구멍들 (5542) (도 55a 에는 하나만 도시됨) 을 포함한다. 관통 구멍들 (5542) 은 유체 (5510) 가 구멍들로부터 누설되지 않도록 작은 직경을 가진다. 대안적으로, 개구들이 저장소 (5520) 에 전혀 형성되지 않을 수도 있고, 적어도 부분, 예를 들어, 부분 (5544) 또는 전체 저장소 (5520) 가 예를 들어, 위에서 더욱 상세하게 논의되는 바와 같이 블래더의 형태로 접을 수 있는 것일 수 있다. 따라서, 일부의 실시형태들에서는, 전체 저장소가 신축성 있는 또는 접을 수 있는 블래더의 형태로 만들어질 수도 있다. 따라서, 유체 (5510) 가 개구들 (5526) 을 통해 토출되므로, 저장소 (5520) 는 저장소 (5520) 내의 유체 (5510) 의 양에 있어서의 변화들을 따르도록 그 형상 및 용적을 변화시킨다.

[0166] 도 55a 의 실시형태에서, 토출기 기구 (5501) 는, 이 실시형태에서 환형 형상을 가지는 압전 액추에이터 (5504) 에 의해 진동됨으로써 작동된다. 2 개의 전극들 (5506a 및 5506b) 은, 토출기 플레이트 (5502) 의 표면 (5522) 에 대해 평행하고 토출기 플레이트 (5502) 및 생성기 플레이트 (5532) 를 진동시키기 위하여 압전 액추에이터 (5504) 를 작동시키는 압전 액추에이터 (5504) 의 2 개의 대향 표면들 (5536 및 5534) 위에 형성된다. 표현의 용이함을 위하여, 토출기 플레이트 (5502) 및 생성기 플레이트 (5532) 는 공통의 평면에서 와식으로 도시되어 있다. 그러나, 도 1b 내지 도 1d 에 대하여 이하에서 더욱 상세하게 논의되는 바와 같이, 생성기 플레이트 (5532) 는 이 실시형태에서 토출기 플레이트 (5502) 의 표면에 부착된다. 전극들 (5506a 및 5506b) 은 접착 또는 이와 다르게 본딩에 의한 고정을 포함하는 임의의 알려진 방식으로 토출기 플레이트 또는 압전 액추에이터에 부착될 수 있다. 이들은 또한 적소에서 토출기 플레이트 (5502) 에 과다 몰당될 수도 있다. 토출기 플레이트 (5502) 및 전극들 (5506a 및 5506b) 사이의 필요한 전기적 접촉에 영향을 주기 위하여 배선들 또는 다른 전도성 커넥터들이 이용될 수 있다. 대안적으로, 전극들은 도금 (plating) 또는 이와 다르게 침적에 의해 토출기 플레이트 (5502) 위에 형성될 수도 있다. 예로서, 토출기 플레이트 (5502) 와 전기적 접촉하도록 전극 (5506a) 을 배치하기 위하여, 전극 (5506a) 및 토출기 플레이트 (5502) 사이에 적용되는 전기적 전도성 접착제 (5528) 에 의하여 전극들이 부착된다. 전압이 전극들 (5506a 및 5506b) 양단에 인가될 때, 압전 액추에이터 (5504) 는 형상을 더 오목한 또는 볼록한 형상으로 변화시키기 위하여 토출기 플레이트 (5502) 및 이와 마찬가지로 생성기 플레이트 (5532) 를 편향시킨다.

[0167] 따라서, 전압이 전극들 (5506a 및 5506b) 양단에 인가될 때, 압전 액추에이터 (5504) 는 결합된 토출기 플레이트 (5502) 및 생성기 플레이트 (5532) 의 공진 주파수에서 교대로 더 오목하거나 볼록하도록 형상을 변화시키기 위하여 토출기 플레이트 (5502) 및 이와 마찬가지로 생성기 플레이트 (5532) 를 편향시킨다. 공진 주파수에서 압전 액추에이터 (5504) 에 의해 편향된 결합된 토출기 플레이트 (5502) 및 생성기 플레이트 (5532) 는 결합된 토출기 플레이트 (5502) 및 생성기 플레이트 (5532) 의 변위를 증폭시킴으로써, 압전 액추에이터 입력의 전력 요건들을 감소시킬 수도 있다. 추가의 양태에서, 환형부/메쉬의 고유의 내부 저항으로 인한 결합된 토출기 플레이트 (5502) 및 생성기 플레이트 (5532) 의 공진 시스템의 댐핑 팩터 (damping factor) 는 폭주 (runaway) 조건을 방지하고 파국적 고장을 방지하기 위하여 이동을 제한한다.

[0168] 상이한 압전 재료들에 대응하는 전압들의 광범위한 범위는 당해 분야에서 알려져 있지만, 예로서, 5 와 60 V 사이, 또는 30 과 60 V 사이, 예를 들어, 40 또는 60 V 의 전압 차이가 전극들에 인가될 수도 있다. 전압 차이의 방향이 예를 들어, -40 또는 -60 으로 반전될 때, 플레이트는 반대 방향으로 편향될 것이다. 이러한 방법으로, 압전 액추에이터 (5504) 는 토출기 플레이트 (5502) 및 생성기 플레이트 (5532) 의 발진을 야기시키고, 이 발진은 유체 (5510) 로부터의 액적들 (5512) 의 형성으로 귀착되는 진동을 구성한다. 교류 전압이 전극들 (5506a 및 5506b) 에 인가될 때, 토출기 플레이트 (5502) 및 생성기 플레이트 (5532) 는 발진하고, 이것은 유체 액적들 (5512) 이 개구들 (5526) 에서 누적되게 하고, 궁극적으로, 저장소 (5520) 로부터 멀어지는 방향 (5514) 을 따라 개구들 (5526) 로부터 토출되게 한다. 발진의 주파수 및 파장은, 토출기 플레이트 (5502) 의 두께, 조성 및 조직, 및 그 스티프니스 (stiffness) 를 포함한 기계적 속성들, 생성기 플레이트 (5532) 의 속성들, 개구들 (5526) 의 용적, 개구들 (5526) 의 수, 압전 액추에이터 (5504) 의 조성 및 구조, 압전 작동 구동 전압, 주파수 및 파형, 유체의 점성, 온도 및 다른 인자들을 포함하지만 이것으로 제한되지 않는 다수의 인자들에 종속될 수도 있다. 이 파라미터들은 희망하는 액적 스트림을 생성하기 위하여 조절되거나 선택될 수도 있다. 액적 토출의 주파수는 또한 다수의 인자들에 종속된다. 일부의 구현예들에서, 액적들 (5512) 은 압전 액추에이터 (5504) 에 인가된 펄스 주파수보다 더 낮은 주파수에서 토출된다. 예를 들어, 액적들 (5512) 은 토출기 플레이트/생성기 플레이트 진동 (액추에이터 (5504) 와 동일한 주파수에서

진동함) 매 1 내지 1000 사이클, 더욱 구체적으로 8 내지 12 사이클들에서 토출된다. 일부의 구현예들에서, 생성기 플레이트는 높은 모듈러스의 폴리머 생성기 플레이트를 포함한다.

[0169] 본 개시물의 하나의 실시형태에서는, 도 55c 에 예시된 바와 같이, 토출기 플레이트 (5502) 가 선택적인 장착 구멍들 (5551) 을 통해 대칭적인 장착 구조들 (5555) 에 의해 중심 대칭적으로 장착될 수도 있다. 대칭적 장착 구조들은 토출기 플레이트 (5502) 의 일정한 속도의 표면적을 최대화할 수도 있고, 반대칭적 (anti-symmetric) 모드들을 억제할 수도 있고, 압전 재료를 더 낮은 차수의 베셀 모드 (Bessel mode) 들에 기계적으로 정합시킬 수도 있다. 이 실시형태에서는, 도 1c 에 도시된 바와 같이 4 개의 장착 탭 (tab) 들 (5555) 이 있다. 또 다른 실시형태에서는, 8 개의 장착 탭들 (5555) 이 있을 수도 있다. 또 다른 실시형태에서는, 16 개의 장착 탭들 (5555) 이 있을 수도 있다.

[0170] 어떤 양태들에서, 중심 대칭적 장착은 무연인 압전 재료들, 예를 들어, BaTiO₃ 의 이용을 제공한다. 개시물의 하나의 실시형태에서, 생성기 플레이트 (5532) 및 압전 액추에이터 (5504) 로의 토출기 플레이트 (5502) 의 공진 결합은 산업 표준의 압전 재료들보다 더 작은 변위들을 갖는 압전 재료들의 이용을 제공한다.

[0171] 개시물의 어떤 실시형태들에 따라, 도 55a 를 참조하면, 토출기 플레이트 (5502) 는 중심 영역 (5530) 및 개구들 (5526) 을 갖는 통합된 생성기 플레이트 (5532) 를 갖는 간단한 토출기 플레이트 (5502) 일 수도 있다. 개시물의 다른 실시형태들 (도 55b 내지 도 55d) 에서는, 토출기 플레이트 (1602) 가 중심 영역 (5530) 및 개구들 (5526) 을 갖는 결합된 생성기 플레이트 (5532) 를 갖는 하이브리드 토출기 플레이트 (1602) 일 수도 있다. 토출기 플레이트 (5502) 의 제 1 표면 (5522) 은 생성기 플레이트 (5532) 에 결합될 수도 있다. 토출기 플레이트 (5502) 는 일반적으로 생성기 플레이트 (5532) 와 정렬하도록 구성된 중심 개방 영역 (5552) 을 포함할 수도 있다. 다음으로, 생성기 플레이트 (5532) 는, 생성기 플레이트 (5532) 의 중심 영역 (5530) 이 토출기 플레이트 (5502) 의 중심 개방 영역 (5552) 과 정렬하도록 토출기 플레이트 (5502) 와 결합될 수도 있다. 생성기 플레이트 (5532) 의 중심 영역 (5530) 은 일반적으로 하나 이상의 개구들 또는 구멍들 (5526) 을 포함할 수도 있고, 토출기 플레이트 (5502) 의 중심 개방 영역 (5552) 과, 그 하나 이상의 개구들 (5526) 을 갖는 생성기 플레이트 (5532) 의 중심 영역 (5530) 과의 정렬은 하나 이상의 개구들 (5526) 의 관통 연통을 허용한다. 일부의 실시형태들에서, 생성기 플레이트는 높은 모듈러스의 폴리머 생성기 플레이트를 포함한다.

[0172] 어떤 실시형태들에서는, 토출기 플레이트 (5502) 및 생성기 플레이트 (5532) 의 결합을 허용하도록 재료의 충분한 중첩을 제공하기 위하여, 토출기 플레이트 (5502) 의 중심 개방 영역 (5552) 이 생성기 플레이트 (5532) 보다 더 작을 수도 있다. 그러나, 이러한 실시형태들에서는, 토출기 플레이트 (5502) 의 중심 개방 영역 (5552) 이 생성기 플레이트 (5532) 의 중심 영역 (5530) (그리고 이것에 의하여, 하나 이상의 개구들 (5526)) 과 간섭하거나 이 중심 영역을 막지 않도록 사이즈 및 형상이 정해져야 한다. 비제한적인 예로서, 토출기 플레이트의 중심 개방 영역 (5552) 은 생성기 플레이트 (5532) 와 유사한 방식으로 형상이 정해질 수도 있고, 생성기 플레이트 (5532) 의 토출기 플레이트 (5502) 로의 결합을 위해 이용가능한 중첩 재료 (예를 들어, 모든 측면들 상의 중첩) 의 예를 들어, 약 0.5 mm 내지 약 4 mm, 예를 들어, 약 1 mm 내지 약 4 mm, 또는 약 1 mm 내지 약 2 mm, 등을 가지도록 사이즈가 정해질 수도 있다. 예를 들어, 토출기 플레이트의 중심 개방 영역 (5552) 은 생성기 플레이트 (5532) 의 형상과 전반적으로 정합하는 방식으로, 정사각형, 직사각형, 원형, 타원형 등으로서 형상이 정해질 수도 있고, 중심 개방 영역 (5552) 이 예를 들어, 총 치수들에 있어서의 약 0.5 mm 내지 약 4 mm 더 작도록 (즉, 원의 직경이 약 0.5 내지 약 4 mm 더 작고, 타원의 장축 및 단축이 약 0.5 내지 약 4 mm 더 작고, 정사각형 또는 직사각형의 변들의 길이가 약 0.5 내지 약 4 mm 더 작고, 이하 등등과 같음) 사이즈가 정해질 수도 있다. 일부의 실시형태들에서, 생성기 플레이트는 높은 모듈러스의 폴리머 생성기 플레이트를 포함한다.

[0173] 이와 다르게 본원에서 설명된 것을 제외하고, 예시적인 토출기 기구들은, 그 내용들이 그 전체적으로 참조를 위해 본원에 편입되는 "Ejector Mechanisms, Devices, and Methods of Use (토출기 기구들, 디바이스들, 및 이용 방법들)" 이라는 명칭으로 2012 년 12 월 12 일자로 출원된 미국 출원들 제 13/712,784 호 및 "High Modulus Polymeric Ejector Mechanism, Ejector Device, and Methods of Use (높은 모듈러스의 폴리머 토출기 기구, 토출기 디바이스, 및 이용 방법들)" 이라는 명칭으로 2012년 12 월 12 일자로 출원된 제 13/712,857 호에 개시되어 있다.

[0174] 생성기 플레이트 (5532) 는 이용 중인 재료들에 따라서는, 당해 분야에서 알려진 임의의 적당한 방식을 이용하여 토출기 플레이트 (5502) 에 결합될 수도 있다. 결합 방법들의 예들은 접착 및 본딩 재료들, 예를 들어,

접착물 (glue) 들, 에폭시들, 본딩제들, 및 접착제들, 예컨대, 록타이트 409 또는 다른 적당한 초강력 접착물, 용접 및 본딩 프로세싱, 예를 들어, 초음파 또는 열초음파 본딩, 열 본딩, 확산 본딩, 또는 프레스 피트 (press-fit) 등의 이용을 포함한다.

[0175] 토출기 플레이트 (5502) 의 표면 (5522) 은 또한, 작동 시에 액적들을 형성하기 위하여 생성기 플레이트 (5532) 를 작동시키는 압전 액츄에이터 (5504) 에 결합될 수도 있다. 압전 액츄에이터 (5504) 의 토출기 플레이트 (5502) 로의 부착의 방식 및 위치는 토출기 어셈블리 (5500) 의 동작 및 액적 스트림의 생성에 영향을 준다.

도 55b 내지 도 55c 의 실시형태에서는, 압전 액츄에이터 (5504) 가 플레이트 (5502) 의 표면 (5522) 의 주변 영역에 결합될 수도 있는 반면, 생성기 플레이트 (5532) 는 위에서 설명된 바와 같이 토출기 플레이트 (5502) 의 중심 개방 영역 (5552) 과 정렬하도록 표면 (5522) 에 결합된다. 압전 액츄에이터 (5504) 는 생성기 플레이트 (5532) 의 중심 영역 (5530) (및 이것에 의하여, 하나 이상의 개구들 (5526)) 을 커버하거나 막지 않도록 토출기 플레이트 (5502) 에 일반적으로 결합된다. 이러한 방식으로, 유체 (5510) 는 (도 55a 에 도시된 바와 같이) 액적들 (5512) 을 형성하기 위하여 개구들 (5526) 을 통과할 수도 있다.

[0176] 토출기 플레이트 (5502) 및 선택적으로 결합된 생성기 플레이트 (5532) 에 의해 정의된 구조는 많은 수의 고유 모드 (eigenmode) 들을 보유하고, 이 고유 모드들은 각각의 고유 모드에 대하여, 상기 구조가 여기될 때에 구조가 취할 형상을 정의한다. 고유 모드들의 예들은 도 3 에 제시되어 있다. 이 고유 모드들 중의 임의의 것에서의 최대 토출을 위하여, 압전 액츄에이터 (5504) 는 적당하게 형상이 정해져야 하고, 희망하는 고유 모드에서 토출기 플레이트 (5502) 및 선택적으로 결합된 생성기 플레이트 (5532) 의 변형에 대한 저항력의 최소의 양을 제공하는 위치에 배치되어야 한다. 압전 액츄에이터 (5504) 가 주어진 고유 모드의 형상에 대한 제약을 제공할 경우, 압전 액츄에이터 (5504) 및 본딩층의 스티프니스는 모드를 댄핑시킬 수도 있고 (계속된 운동을 위한 저항력을 제공함), 구조의 이동이 압전 액츄에이터 (5504) 재료 속성들에 극도로 종속되도록 강제할 수도 있다. 이것은 대략 압전 액츄에이터 (5504) 속성들의 비율에서 질량 토출을 제한할 수 있다.

[0177] 일부의 구현예들에서, 토출기 플레이트 (5502) 및 선택적으로 결합된 생성기 플레이트 (5532) 고유 모드들은, 압전 액츄에이터 (5504) 를 토출기 플레이트 (5502) 및 선택적으로 결합된 생성기 플레이트 (5532) 의 에지에 단순히 장착함으로써, 계속된 운동 (토출기 플레이트 (5502) 및 선택적으로 결합된 생성기 플레이트 (5532) 공진) 에 대한 (내부의 토출기 플레이트 (5502) 및 선택적으로 결합된 생성기 플레이트 (5532) 저항력 이외의) 낮은 또는 전혀 없는 저항력으로 여기될 수 있다. 압전 액츄에이터 (5504) 를 토출기 플레이트 (5532) 및 선택적으로 결합된 생성기 플레이트 (5532) 의 에지에 본딩함으로써, 토출기 플레이트 (5502) 및 선택적으로 결합된 생성기 플레이트 (5532) 운동에 대한 가장 가능성이 적은 저항력이 제공될 수 있다. 에지 본딩되거나, 근접 에지 본딩된 실시형태에서는, 세라믹 (예를 들어, 압전 액츄에이터 (5504)) 의 스티프니스 및 고유 모드 형상들에 대한 본딩에 의해 제공된 기계적 저항력이 토출기 플레이트 (5502) 및 선택적으로 결합된 생성기 플레이트 (5532) 자체의 그것보다 더 적으므로, 압전 액츄에이터 (5504) 속성들의 제한들이 최소화된다.

[0178] 본 개시물의 어떤 양태들에서는, 토출기 플레이트 (5502) 및 선택적으로 결합된 생성기 플레이트 (5532) 의 고유 모드들이 압전 액츄에이터 (5504) 의 치수들을 변동시킴으로써 최적화될 수도 있다. 일 양태에서, 주어진 고유 모드는 구동력 (예를 들어, 압전 액츄에이터 (5504)) 을 토출기 플레이트 (5502) 및 선택적으로 결합된 생성기 플레이트 (5532) 상의 정재파 (standing wave) 와 관련하여 우측 위치에 장착함으로써, 그리고 압전 액츄에이터 (5504) 의 치수들을 (지배적인 방사상 또는 세로방향 구동 모드에 따라) 정재파 노드 또는 안티노드 (anti-node) 내로 제한함으로써 여기될 수도 있다. 토출기 플레이트 (5502) 및 선택적으로 결합된 생성기 플레이트 (5532) 의 고유 모드들 및 그 형상은 스투름-리우빌 (Sturm-Liouville) 문제의 해결책에 의해 분석적으로 구해질 수 있다.

[0179] 멤브레인 (예를 들어, 드럼) 의 이상화된 고유 모드들이 스투름-리우빌 문제의 해결책에 의해 구해질 수도 있지만, 본 개시물의 어떤 양태들에서는, 토출기 플레이트 (5502) 및 선택적으로 결합된 생성기 플레이트 (5532) 의 진동의 고유 모드 형상들, 주파수들 및 대응하는 진폭 계수들을 분석적으로 구하는 것이 수학적으로 어렵거나 심지어 다루기 힘들어진다. 스투름-리우빌 문제에 대한 해결책을 얻는 것에 대한 분석적 제한들은, 이상화된 멤브레인이 로딩되거나, 구동 엘리먼트를 포함하거나, 비이상적인 경계 조건을 가지거나, 다수의 재료들을 포함할 때에 생긴다.

[0180] 본 개시물에 따른 양태들에서, 토출기 플레이트 (5502) 및 선택적으로 결합된 생성기 플레이트 (5532) 는 유체 (5510) 와 같은 부하들을 포함할 수도 있다. 다른 양태들에서는, 토출기 플레이트 (5502) 및 선택적으로 결합된 생성기 플레이트 (5532) 가 압전 액츄에이터 (5504) 구동 엘리먼트를 포함할 수도 있다. 또 다른 양태

에서, 토출기 플레이트 (5502) 는 하나 이상의 재료들을 포함하는 결합된 생성기 플레이트 (5532) 를 포함할 수도 있다. 추가의 양태에서, 토출기 플레이트 (5502) 는 비균일한 (non-uniform) 두께일 수도 있다. 유사하게, 일 양태에서, 결합된 생성기 플레이트 (5532) 는 비균일한 두께일 수도 있다. 또 다른 양태에서, 생성기 플레이트 (5532) 는 비균일한 개구들 (5526) 을 가질 수도 있고, 사소하지 않은 분석적 해결책들을 초래할 수도 있다.

[0181] 비이상화된 멤브레인으로부터 야기되는 분석적 제한들은 해소될 수도 있다. 본 개시물에 따른 어떤 양태들에서는, 유한 요소 방법 (Finite Element Method; FEM) 들을 이용하여 전체 구조를 더 작은 이산 엘리먼트들로 분할하는 연산 소프트웨어가 이용될 수도 있다. 일 양태에서, 연산 소프트웨어는 구조를, 진동적 관심의 최소 파장 (최대 주파수) 의 사이즈의 1/2 이하일 수도 있는 엘리먼트들로 이산화 (discretize) 한다. 다른 양태들에서, 이산 엘리먼트들은 진동적 관심의 최소 파장 (최대 주파수) 의 사이즈의 1/5 이하일 수도 있다. 다른 양태들에서, 이산 엘리먼트들은 진동적 관심의 최소 파장 (최대 주파수) 의 사이즈의 1/10 이하일 수도 있다. 본 개시물의 다른 양태들에서, 이산 엘리먼트들은 진동적 관심의 최소 파장 (최대 주파수) 의 사이즈의 1/15 또는 1/20 이하일 수도 있다. 일 양태에서는, 다음으로, 편미분 방정식을 포함하는 분석적 문제가 이산 엘리먼트들의 각각의 포인트에서의 중심 차이들에 의해 표현될 수도 있다. 또 다른 양태에서, 편미분 방정식은 시스템 에너지를 최소화하는 기본 함수들의 합을 구함으로써 해결될 수도 있다.

[0182] 일 양태에서, FEM 기술들을 이용하여, 고유 모드 주파수들 및 형상들은 자유롭거나, 간단하게 지원되거나, 클램핑 (clamping) 되거나, 피닝 (pinning) 되거나, 이 경계 조건들의 일부의 하이브리드와 같은 경계 조건들의 주어진 세트에 대한 모달 분석 (modal analysis) 을 통해 결정될 수도 있다. 일 양태에서, 압전 액츄에이터 (5504) 의 형상은 그것이 구동하도록 의도되는 고유 모드 형상에 의해 결정될 수도 있다. 어떤 양태들에서, 압전 액츄에이터 (5504) 의 형상은, 토출기 플레이트 (5502) 및 선택적으로 결합된 생성기 플레이트 (5532) 와 접촉하는 압전 액츄에이터 (5504) 의 구역과 직접 관련되는 단위 면적 당 적용된 힘과, 본딩된 압전 액츄에이터 (5504) 의 스티프니스 (stiffness) 에 의해 모드 형상에 적용된 저항력 또는 댐핑의 균형에 의해 주로 결정된다.

[0183] 본 개시물에 따른 어떤 실시형태들에서는, 일단 압전 액츄에이터 (5504) 위치 및 초기 사이즈가 결정되면, 그것은 토출기 플레이트 (5502) 에 대해 모델링되고, 압전 액츄에이터 (5504) 의 상부에 인가된 전압으로 시뮬레이션되며 토출기 플레이트 (5502) 및 선택적으로 결합된 생성기 플레이트 (5532) 단자 상에서 접지된다. 토출기 플레이트 (5502) 및 선택적으로 결합된 생성기 플레이트 (5532) 는 간단한 토출기 플레이트 (5502), 결합된 생성기 플레이트 (5532) 를 갖는 하이브리드 토출기 플레이트 (5502), 4 포스트 구조를 갖는 간단한 또는 하이브리드 토출기 플레이트 (5502), 전기장 차단된 구조, 또는 구조들의 임의의 다른 조합일 수 있다. 압전 액츄에이터 (5504) 여기 주파수는 체로 근처의 주파수로부터 수백 킬로헤르쯔 (kHz), 또는 더 많은 일반적으로 임의의 주파수까지의 시뮬레이션 시에 스위프 (sweep) 된다. 간단한 또는 하이브리드 토출기 플레이트 (5502) 가 경험하는 모드 형상, 변위의 진폭 및 속도는 스위프 시에 각각의 주파수에 대해 연산된다. FEM 기술들을 적용함으로써, 설계의 진폭 및 속도가 평가될 수도 있다.

[0184] 토출기 플레이트 (5502)/압전 액츄에이터 (5504) 시스템이 희망하는 주파수에서 적절한 진폭 및 속도로 이동할 경우, 설계는 완료된다. 그렇지 않을 경우, 압전 액츄에이터 (5504) 에 의해 적용된 토출기 플레이트 (5502) 의 댐핑을 변경시키기 위하여 압전 액츄에이터 (5504) 높이를 얇게 하거나 두껍게 함으로써 설계가 조정된다. 어떤 양태들에서, 압전 액츄에이터 (5504) 는 또한, 특정 모드들의 댐핑을 감소시키거나 공진 주파수들을 더 높거나 더 낮게 시프트 (shift) 시키기 위하여 측방향/방사상 두께에 있어서 조정될 수 있다. 설계 최적화가 완료될 때까지, 압전 액츄에이터 (5504) 사이즈 결정의 추세가 주어지면, 시뮬레이션들이 반복된다.

[0185] 토출기 어셈블리 (5500) 는 치료제들 또는 다른 유체들을 희망하는 타겟, 예를 들어, 눈에 전달하기 위해 이용되므로, 토출기 어셈블리 (5500) 는 저장소 (5520) 내에 포함된 유체 (5510) 및 토출된 액적들 (5512) 이 오염되는 것을 방지하도록 설계될 수도 있다. 일부의 구현예들에서는, 유체들에 노출되어 있는 압전 액츄에이터 (5504), 토출기 플레이트 (5502), 생성기 플레이트 (5532) 등의 노출된 표면 (들) 의 적어도 일부분 상부에 예를 들어, 코팅 (도시되지 않음) 이 형성될 수도 있다. 코팅은 압전 액츄에이터 (5504) 및 전극들 (5506a 및 5506b) 과 유체 (5510) 와의 직접 접촉을 방지하기 위하여 이용될 수도 있다. 코팅은 토출기 플레이트 (5502) 또는 생성기 플레이트 (5532) 와 유체와의 상호작용을 방지하기 위하여 이용될 수도 있다. 압전 액츄에이터 (5504) 및 전극들 (5506a 및 5506b) 을 환경으로부터 보호하기 위하여 코팅 또는 별도의 코팅이 또한 이용될 수도 있다. 예를 들어, 코팅은 비반응성 재료, 예를 들어, 폴리프로필렌, 나일론, 또는 고밀도 폴리에틸렌 (HDPE) 을 포함하는 폴리머들, 금, 백금, 또는 팔라듐을 포함하는 등각 코팅 (conformal coating), 또는

Teflon® 과 같은 코팅들일 수 있다. 코팅들은 본원에서 더욱 상세하게 설명된다.

[0186] 생성기 플레이트 (5532) 는 적어도 하나의 개구 (5526) 를 포함하는 천공된 플레이트일 수도 있다. 하나 이상의 개구들 (5526) 은, 유체 (5510) 가 개구들 내로 통과되어 생성기 플레이트 (5532) 로부터 토출될 때에 액적들이 형성되도록 한다. 생성기 플레이트 (5532) 는 개구들의 임의의 적당한 구성을 포함할 수도 있다.

높은 모듈러스의 폴리머들을 포함하는 생성기 플레이트들 (5532) 의 예들은, "High Modulus Polymeric Ejector Mechanism, Ejector Device, And Methods Of Use (높은 모듈러스의 폴리머 토출기 기구, 토출기 디바이스, 및 이용 방법들)" 이라는 명칭으로 2012 년 12 월 12 일자로 출원된 미국 출원 제 13/712,857 호에 예시되어 있고, 그 내용들은 이러한 개시물들의 목적을 위하여 전체적으로 참조를 위해 본원에 편입된다.

[0187] 일부의 구현예들에서, 토출기 플레이트 (5502) 는 금속, 예를 들어, 스테인리스 스틸, 니켈, 코발트, 티타늄, 이리듐, 백금, 또는 팔라듐 또는 그 합금들로 형성될 수도 있다. 대안적으로, 플레이트는 다른 금속들 또는 폴리머들을 포함하는 다른 적당한 재료로 형성될 수 있고, 본원에서 설명된 바와 같이 코팅될 수도 있다. 플레이트는 하나 이상의 재료들 또는 층들의 복합체일 수도 있다. 플레이트는 예를 들어, 시트 금속으로부터 절단 (cutting), 사전 형성 (pre-forming), 롤링 (rolling), 캐스팅 (casting) 또는 이와 다르게 성형 (shaping) 함으로써 제조될 수도 있다. 코팅들은 또한 스퍼터링 (sputtering), 또는 물리적 기상 증착 (physical vapor deposition; PAD), 화학적 기상 증착 (chemical vapor deposition; COD) 을 포함하는 기상 증착 (vapor deposition), 또는 정전 분말 증착 (electrostatic powder deposition) 과 같은 적당한 증착 기술들을 이용하여 증착될 수도 있다. 보호 코팅은 약 0.1 μm 미만 내지 약 500 μm 의 두께를 가질 수도 있다.

높은 주파수에서 진동할 때에 디라미네이션 (delamination) 을 방지하기 위하여 코팅은 토출기 플레이트 (5502) 에 충분히 고착되는 것이 바람직하다.

[0188] 도 55b 및 도 55d 를 참조하면, 하나의 구현예에서, 토출기 플레이트 (5502) 및 생성기 플레이트 (5532) 는 동심 원형 형상들을 가질 수도 있다. 어떤 실시형태들에서, 토출기 플레이트는 생성기 플레이트 및 본원에서 설명된 다른 컴포넌트들 (예를 들어, 압전 액추에이터, 등) 의 결합을 수용하도록, 생성기 플레이트보다 더 클 수도 있다. 어떤 실시형태들에서, 생성기 플레이트 (5532) 의 전체 사이즈 또는 직경은 적어도 부분적으로, 중심 영역 (5530) 의 사이즈에 의해, 그리고 개구들 (5526) 의 배열에 의해 결정될 수도 있다. 일부의 실시형태들에서, 생성기 플레이트는 높은 모듈러스의 폴리머 생성기 플레이트를 포함한다.

[0189] 그러나, 둘 모두의 플레이트들은 다른 형상들, 예를 들어, 타원, 정사각형, 직사각형, 또는 일반적으로 다각형 형상을 독립적으로 가질 수도 있고, 동일하거나 상이할 수도 있다. 전체 사이즈 및 형상은 임의의 적당한 사이즈 및 형상일 수도 있고, 토출기 디바이스 설계 파라미터들, 예를 들어, 외부 디바이스 하우징 등의 사이즈 및 형상에 기초하여 선택될 수도 있다. 추가적으로, 플레이트들은 평평할 필요가 없고, 오목하거나 볼록하게 만드는 표면 곡률을 포함할 수도 있다. 압전 액추에이터 (5504) 는 임의의 적당한 형상 또는 재료일 수도 있다. 예를 들어, 액추에이터는 원형, 타원, 정사각형, 직사각형, 또는 일반적으로 다각형 형상을 가질 수도 있다. 액추에이터 (5504) 는 토출기 플레이트 (5502), 생성기 플레이트 (5532), 또는 영역들 (5530 또는 5552) 의 형상을 따를 수도 있다. 대안적으로, 액추에이터 (5504) 는 상이한 형상을 가질 수도 있다. 또한, 액추에이터 (5504) 는 하나 이상의 섹션들에서 토출기 플레이트 (5502) 또는 토출기 플레이트 (5502) 의 표면 (5522) 에 결합될 수도 있다. 도 55b 내지 도 55d 에 도시된 예에서, 압전 액추에이터 (5504) 는 토출기 플레이트 (5502), 생성기 플레이트 (5532) 및 영역들 (5530/5552) 에 동심인 링의 형상이다.

[0190] 일부의 구현예들에서, 토출기 플레이트 (5502) 및/또는 생성기 플레이트 (5532) 는 오염 방지 및/또는 항균성 (anti-microbial) 속성들을 가지는 보호 코팅으로 코팅될 수도 있다. 보호 코팅은 개구들 (5526) 을 정의하는 표면들을 포함한, 토출기 플레이트 및/또는 생성기 플레이트의 모든 표면들 상부에서 등각 (conformal) 일 수도 있다. 다른 구현예들에서, 보호 코팅은 선택된 표면들, 예를 들어, 표면들 (5522, 5525), 또는 표면 영역들, 예를 들어, 이러한 표면들의 일부들 상부에서 적용될 수 있다. 보호 코팅은 생체적합성 금속, 예를 들어, 금, 이리듐, 로듐, 백금, 팔라듐 또는 그 합금들, 또는 생체적합성 폴리머, 예를 들어, 폴리프로필렌, HDPE, 또는 Teflon® 으로 형성될 수 있다. 항균성 재료들은 은, 은 옥사이드, 셀레늄 또는 폴리머들 예컨대, 폴리케톤들과 같은 금속들을 포함한다. 보호 코팅은 유체 (5510) 또는 액적들 (5512) 과 직접 접촉할 수 있다. 코팅은 유체 주위에 비활성 장벽을 제공할 수도 있거나, 미생물 성장을 금지하고 유체 (5510) 및/또는 액적들 (5512) 을 살균할 수도 있다.

[0191] 추가적으로, 토출기 플레이트 (5502) 의 표면 (5522) 과, 저장소 (5520) 와 대면하는 생성기 플레이트 (5532) 의 젖은 표면 중의 하나 또는 둘 모두는 친수성 또는 소수성 코팅으로 코팅될 수도 있다. 추가적으로, 코팅

은 보호층으로 코팅될 수도 있다. 표면들은 또한 반사층으로 코팅될 수도 있다. 코팅층은 보호 및 반사 둘 모두일 수도 있다. 대안적으로, 표면들 중의 하나 이상은 반사하도록 형성되었을 수도 있다. 예를 들어, 표면들은 스테인리스, 니켈-코발트, 또는 다른 반사 재료로 이루어질 수도 있다. 표면은 반사하도록 형성 또는 연마되었을 수도 있다. 표면을 반사하도록 만드는 것에 추가하여, 표면은 또한 그 표면 상에서 또는 그 원주 주위에서 역광(backlit)일 수도 있다. 안과적 응용들에서, 반사 표면은 토출기 어셈블리를 눈과 정렬함에 있어서 사용자를 보조한다.

[0192] 희망하는 경우, 토출기 어셈블리의 표면들은 딥핑(dipping), 전기도금을 포함하는 도금, 또는 이와 다르게 몰딩 또는 캐스팅(casting)과 같은 다른 캡슐화(encapsulating)에 의해 사전 형성될 수도 있는 코팅들을 포함할 수도 있다. 코팅들은 또한 스퍼터링, 물리적 기상 증착(PAD) 및 화학적 기상 증착(COD)을 포함하는 기상 증착, 또는 정전 분말 증착과 같은 적당한 증착 기술들을 이용하여 증착될 수도 있다. 보호 코팅은 0.1 μm 미만 내지 약 500 μm 의 두께를 가질 수도 있다. 높은 주파수에서 진동할 때에 디라미네이션을 방지하기 위하여 코팅은 플레이트에 충분히 고착되는 것이 바람직하다.

[0193] 압전 액츄에이터(5504)는 당해 분야에서 알려진 임의의 적당한 재료로 형성될 수도 있다. 예로서, 일부의 구현예들에서는, 압전 액츄에이터가 PZT, 바륨 티타네이트, 또는 폴리비닐리딘 플루오라이드와 같은 폴리머계 압전 재료들로 형성될 수 있다. 전극들(5506a 및 5506b)은 금, 백금, 또는 은을 포함하는 적당한 전도체들로 형성될 수 있다. 접착제(5528)로서 이용하기 위한 적당한 재료들은 실리콘 접착제들, 에폭시들, 또는 은 페이스트(silver paste)와 같은 접착제들을 포함할 수 있지만, 이것으로 제한되지 않는다. 전도성 접착제의 하나의 예는 Dow Corning DA6524 및 DA6533와 같은 틱소트로프 접착제(Thixotropic adhesive)를 포함한다. 저장소(5520)는 폴리머 재료로 형성될 수도 있고, 그 약간의 예들은 Teflon®, 고무, 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 또는 실리콘을 포함한다.

[0194] 압전 세라믹 재료들은 비분극 상태에서는 등방성이지만, 이들은 분극 상태에서는 이방성으로 된다. 이방성 재료들에서는, 전기장 및 전기적 변위 둘 모두가 기계적 힘 벡터와 유사한 방식으로 3개의 차원들을 갖는 벡터들로서 표현되어야 한다. 이것은 유전체 플레이트의 액적(또는 분극된 세라믹)축들로의 배향 시에, 유전체 변위 D 의 전기장 E 에 대한 비율의 종속성의 직접적인 결과이다. 이것은 전기적 변위에 대한 일반적인 방정식이 상태 변수 방정식으로서 기록될 수 있다는 것을 의미한다.

[0195]
$$D_i = \epsilon_{ij} E_j$$

[0196] 전기적 변위는 전기장에 대해 항상 평행하고, 이에 따라, 각각의 전기적 변위 벡터 D_i 는 그 대응하는 유전 상수 ϵ_{ij} 에 의해 승산된 필드 벡터들 E_j 의 합과 동일하다:

[0197]
$$D_1 = \epsilon_{11} E_1 + \epsilon_{12} E_2 + \epsilon_{13} E_3$$

[0198]
$$D_2 = \epsilon_{21} E_1 + \epsilon_{22} E_2 + \epsilon_{23} E_3$$

[0199]
$$D_3 = \epsilon_{31} E_1 + \epsilon_{32} E_2 + \epsilon_{33} E_3$$

[0200] (단일 결정 압전 재료들과 반대로) 압전 세라믹들에 대한 유전 상수들의 대부분은 제로이다. 유일한 비제로(non-zero) 항들은:

[0201]
$$\epsilon_{11} = \epsilon_{22}, \epsilon_{33}$$

[0202] 압전 효과는 기계적 효과들을 전기적 효과들에 관련시킨다. 이 효과들은 분극된 축으로의 그 배향 시에 매우 종속적이다. 축 번호부여 방식은 도 56에 도시되어 있다. 예를 들어, 전기-기계 상수 d_{ab} 에 대하여, a = 전기적 방향; b = 기계적 방향이고 전기-기계 상수에 대하여 $D_{33} = \epsilon_{33} E_3$ 기계적 변위는 분극된 방향, 이 경우에 Z 이다. 도 55a를 참조하면, Z 방향은 토출된 액적들(5512)의 방향, 방향(5514)이다.

[0203] 따라서, D_{33} 는 세라믹 재료가 분극되는 방향에 대해 평행한 방향 Z (분극된 방향, 도 55a의 방향(5514)에 대응함)에서의 유도된 분극이다.

[0204] 개시물의 어떤 실시형태들에 따르면, 압전 재료들은 분극된 방향, Z (예를 들어, 도 55a의 방향(5514))에서의 기계적 변위에 의해 설명될 수도 있다.

- [0205] 일부의 실시형태들에서, 압전 재료는 $D_{33} = 330 \text{ pC/N}$ 를 갖는 납 지르코늄 티타네이트 (PZT) 일 수도 있다. 또 다른 실시형태에서, 압전 재료는 널리 이용되는 $\text{PbTiO}_3\text{-PbZrO}_3$ (PZT) 계 멀티 컴포넌트 시스템의 타입일 수도 있다. 상업적으로 입수가 가능한 PZT 압전 세라믹들은 225 pC/N 의 D_{33} 를 갖는 PZT-4, 350 pC/N 의 D_{33} 을 갖는 PZT-5A, 및 585 pC/N 의 D_{33} 을 갖는 PZT-5H 를 포함한다. (PZT) 계 압전 액츄에이터는 300 pC/N 보다 큰 D_{33} 을 갖는 재료로 형성될 수 있다. 또 다른 실시형태에서, 압전 세라믹은 200 pC/N 내지 300 pC/N 의 D_{33} 을 가질 수도 있다. 또 다른 실시형태에서, 압전 세라믹은 250 pC/N 내지 300 pC/N 의 D_{33} 을 가질 수도 있다.
- [0206] 일부의 구현예들에서는, 안전성의 이유들 및 FDA/EU 준수를 위해 압전 재료로부터 납을 제거하는 것이 바람직할 수도 있다. 일 구현예에서는, 300 pC/N 미만의 D_{33} 을 갖는 무연 압전 세라믹이 이용될 수도 있다. 또 다른 실시형태에서는, 무연 압전 세라믹이 200 미만의 D_{33} 을 가질 수도 있다. 또 다른 실시형태에서, 무연 압전 세라믹은 150 pC/N 및 200 pC/N 사이의 D_{33} 을 가질 수도 있다. 또 다른 실시형태에서, 무연 세라믹의 D_{33} 은 150 pC/N 미만일 수도 있다. 또 다른 실시형태에서, 무연 압전 세라믹은 100 및 150 pC/N 사이의 D_{33} 을 가질 수도 있다. 또 다른 실시형태에서, 압전 액츄에이터를 위해 적당한 무연 세라믹의 D_{33} 은 100 pC/N 미만일 수도 있다.
- [0207] 일부의 실시형태들에서, 압전 디바이스는 상업적으로 입수가 가능한 재료들로부터 준비될 수도 있다. 비제한적 예에 대하여, 표 14 에서 제시된 Sunnytec Powder Materials 로부터 입수가 가능한 재료들은 개시물의 압전 디바이스들에 대해 적당할 수도 있다.

재료들 물리 & 속성들		S-42	S-44	S-44-2	S-81	S-51	S-52	S-53	S-54	S-55	S101-D	S101-F
		P-42	FM-2-1	SP-12-4	P-8	P-5A	FT-3	FT-4	P-5H	TK-	S101-D	S101-F
밀도 (g/cm^3)	ρ	7.6	7.7	7.7	7.6	7.6	7.56	7.56	7.6	7.7	7.55	7.6
퀴리 온도 ($^{\circ}\text{C}$)	T_c	305	300	280	320	260	280	250	180	170	185	165
유전 상수들	$\epsilon_{33}^T / \epsilon_0$	1450	1550	1600	1030	2300	2200	3200	3800	4600	3200	4200
발산율 (%)	t_{go}	0.4	0.4	0.5	0.3	1.5	1.8	1.8	1.7	2	1.6	1.6
결합 계수들 (%)	k_p	65	68	66	58	71	80	81	77	81	72	68
	k_t	48	48	47	46	51	51	52	52	51	50	46
	k_{31}	33	34	35	30	38	43	44	42	45	38	36
주파수	N_p	2230	2250	2220	2300	2080	1960	1950	1980	1950	2030	2100
상수들 (MHz)	N_t	2050	2050	2080	2050	2040	2030	2045	2040	2020	2040	2100
	NL	1650	1630	1630	1655	1545	1420	1420	1500	1465	1510	1545
기계적 품질 인자	Q_m	600	1400	1200	1000	80	70	65	65	55	100	70
압전 변화	d_{33}	320	330	330	250	450	550	640	650	750	620	650
상수들 ($\text{X}10^{-12}\text{M/V}$)	d_{31}	-155	-135	-140	-110	-200	-260	-300	-290	-300	-250	-265
압전 전압	g_{33}	25.8	23.4	23.2	27.4	22.1	28.2	22.6	19.3	18.4	21.8	17.4
	g_{31}	-12.5	-10.5	-10.2	-9.8	-11.1	-11.5	-10.8	-8.6	-7.5	-8.5	-7.1
탄성 상수들 ($\text{X}10^{-12}\text{m}^2/\text{N}$)	S_{11}^{SE}	11.5	12.5	12.1	12.1	13.8	16.2	16.5	14.1	15.2	14.5	13.7
	S_{11}^{SD}	10.2	11.2	11.1	10.9	11.8	13.3	13.2	11.6	12.9	12.3	11.8

표 14

[0208]

[0209]

일부의 실시형태들에서, 압전 재료는 BiFeO_3 계 세라믹일 수도 있다. 일부의 실시형태들에서, 세라믹은 $(\text{Bi}, \text{Ba})(\text{Fe}, \text{Ti})\text{O}_3$, $(\text{K}, \text{Na}, \text{Li})\text{NbO}_3$, $(\text{K}, \text{Na}, \text{Li})\text{NbO}_3$, $(\text{K}, \text{Na}, \text{Li})\text{NbO}_3$, $(\text{K}, \text{Na}, \text{Li})\text{NbO}_3$, $\text{Bi}(\text{Fe}, \text{Mn})\text{O}_3 + \text{BaTiO}_3$, $\text{Bi}(\text{Fe}, \text{Mn})\text{O}_3 + \text{BaTiO}_3$, $\text{BiFeO}_3 - \text{NdMnO}_3 - \text{BiAlO}_3$, $(\text{Bi}, \text{La})(\text{Fe}, \text{Mn})\text{O}_3$, $(\text{Bi}, \text{La})(\text{Fe}, \text{Mn})\text{O}_3$, $\text{BiFeMnO}_3 - \text{BaTiO}_3$, $\text{Bi}(\text{Fe}, \text{Mn})\text{O}_3 - \text{BaZrTiO}_3$, $(\text{Bi}, \text{La})(\text{Fe}, \text{Mn})\text{O}_3$, $(\text{Bi}, \text{La})(\text{Fe}, \text{Mn})\text{O}_3$, $(\text{Bi}, \text{Ba})(\text{Fe}, \text{Ti})\text{O}_3$, $\text{Bi}(\text{Zn}, \text{Ti})\text{O}_3 - \text{La}(\text{Zn}, \text{Ti})\text{O}_3 - \text{Ba}(\text{Sc}, \text{Nb})\text{O}_3$ ($d_{33}=250$), BiFeO_3 , $(\text{Ba}, \text{M})(\text{Ti}, \text{Ni})\text{O}_3$, BiFeO_3 , $\text{Bi}(\text{Al}, \text{Ga})\text{O}_3$, $\text{BT} - \text{BiFeO}_3$, $\text{Bi}(\text{Fe}, \text{Al})\text{O}_3$, $\text{Bi}(\text{Fe}, \text{Al})\text{O}_3$, $\text{Bi}(\text{Fe}, \text{Co}, \text{Mn})\text{O}_3$, $\text{BiFeO}_3 - \text{BaTiO}_3$, $\text{BiFeO}_3 - \text{BaTiO}_3$, $\text{Bi}(\text{Al}, \text{Ga})\text{O}_3$ ($d_{33}=150$), $\text{Bi}(\text{Al}, \text{Ga})\text{O}_3$, $\text{BiFeO}_3 + \text{AD}$, $\text{BiFeO}_3 + \text{BaTiO}_3$, BiFeO_3 계, $\text{BaTiO}_3 - \text{BiFeO}_3$, $(\text{Bi}, x)(\text{Fe}, \text{Mn})\text{O}_3$, 및 $(\text{Bi}, x)(\text{Fe}, \text{Ti}, \text{Mn})\text{O}_3$ 로 구성된 그룹으로부터 선택될 수도 있다.

[0210]

일부의 실시형태들에서, 압전 재료는 비스무트 나트륨 티타네이트 (bismuth sodium titanate; BNT) 재료 또는 비스무트 칼륨 티타네이트 (bismuth potassium titanate; BKT) 재료일 수도 있다. BNT 또는 BKT 재료는 $(1-x)\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3 - x\text{LaFeO}_3$, $(1-x)\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3 - x\text{NaSbO}_3$, $(1-x)\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3 - x\text{BiCrO}_3$, $(1-x)\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3 - x\text{BiFeO}_3$, $\text{Bi}_{0.5}(\text{Na}_{1-x}\text{K}_x)_{0.5}\text{TiO}_3$ (BNKT), $\text{Bi}_{0.5}(\text{Na}_{1-x}\text{K}_x)_{0.5}\text{TiO}_3$ (BNKT), $\text{Bi}_{0.5}(\text{Na}_{1-x}\text{K}_x)_{0.5}\text{TiO}_3$ (BNKT), $\text{Bi}_{0.5}(\text{Na}_{1-x}\text{K}_x)_{0.5}\text{TiO}_3$ (BNKT), $((1-x)\text{Bi}_{1-a}\text{Na}_a)\text{TiO}_3 - (1-x)\text{LiNbO}_3$, $\text{Bi}_{0.5}(\text{Na}_{1-x}\text{Li}_x)_{0.5}\text{TiO}_3$, $\text{Bi}_{0.5}(\text{Na}, \text{K})_{0.5}[\text{Ti}, (\text{Mg}, \text{Ta})]\text{O}_3$,

$\text{Bi}_{0.5}(\text{Na},\text{K})_{0.5}[\text{Ti},(\text{Al}, \text{Mo})]\text{O}_3$, $\text{Bi}_{0.5}(\text{Na},\text{K})_{0.5}[\text{Ti},(\text{Mg}, \text{Nb})]\text{O}_3$, $\text{Bi}_{0.5}(\text{Na},\text{K})_{0.5}[\text{Ti},(\text{M},\text{V})]\text{O}_3$, $\text{Bi}_{0.5}(\text{Na},\text{K})_{0.5}[\text{Ti},(\text{M},\text{V})]\text{O}_3$, BNT-BT-KNN, $(1-x)\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3-x\text{BaTiO}_3$ (BNBT) ($d_{33}=100 \times 10^{-12}$ C/N 이상), BNT-BKT-BT ($d_{33}=158 \text{pC/N}$), BNT-BKT-BT+PT ($d_{33}=127$), BNT-KN, $\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3-\text{BaTiO}_3$ (BNBT) ($d_{33} = 253 \text{pC/N}$), NGK2, BNT-BKT-BT, NGK, BNT-BKT-BT, NGK4, $\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3-\text{BaTiO}_3-\text{CaTiO}_3-\text{Ba}(\text{Zn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3+\text{Y}_2\text{O}_3$, MnO, $(1-v)[(\text{Li}_{1-y}\text{Na}_y)\text{zNbO}_3]-v[\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3, (1-v-x)[(\text{Li}_{1-y}\text{Na}_y)\text{zNbO}_3]-x\text{LMnO}_3-v[\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3]$, $\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3$, BNT-BT, BNT-BT, $x\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3-y(\text{MnNbO}_3)-(Z/2)(\text{Bi}_2\text{O}_3-\text{Sc}_2\text{O}_3)$ (M = K, Na), BNT-BKT-Bi($\text{Mg}_{2/3}\text{Ta}_{1/3}$) O_3 , $[(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})_x\text{My}]_z(\text{TiuNv})\text{O}_3$ (M=Ba, Mg, Ca, Sr, $(\text{Bi}_{0.5}\text{K}_{0.5})$) (N=Zr, Hf), $[(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})_x\text{My}]_z(\text{TiuNv})\text{O}_3$ (M=Ba, Mg, Ca, Sr, $(\text{Bi}_{0.5}\text{K}_{0.5})$, 그 외) (N=Zr, Hf, 그 외), BNT-BKT-BT-CT-NaNbO₃, BNT-BKT-Bi(Ni,Ti)O₃, BNT-BKT-Bi(Ni,Ti)O₃, BNT-BKT-BT, BNT-BT-ST, BNT-BKT-BT, BNT-BKT-AgNbO₃, BNT-BKT-BT, BT-BKT, BNT-BT-Bi($\text{Fe}_{0.5}\text{Ti}_{0.5}$)₃, BNT-BKT-Bi($\text{Zn}_{0.5}\text{Zr}_{0.5}$)₃, BNT-BKT-Bi($\text{Fe}_{0.5}\text{Ta}_{0.5}$)₃, BNT-BKT-Bi(M1,M2)O₃, BNT-BKT, BNT-BT, BNT-BKT, $\text{Bi}_{0.5}\text{K}_{0.5}\text{TiO}_3$ (BKT) 및 $\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3-(1-x)\text{ABO}_3$ 로 구성된 그룹으로부터 선택될 수도 있다.

[0211] 일부의 구현예들에서, 압전 재료는 이중 모드의 자기 변형/압전 2층 복합재, 텅스텐 청동 재료, 나트륨 니오베이트 재료, 바륨 티타네이트 재료, 및 폴리비닐리덴 플루오라이드 재료일 수도 있다. 개시물의 압전 액츄에이터에 대한 적당한 재료들의 예들은 $\text{A}2\text{Bi}4\text{Ti}5\text{O}18$ (A=Sr,Ca, $(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})$, $(\text{Bi}_{0.5}\text{Li}_{0.5})$, $(\text{Bi}_{0.5}\text{Li}_{0.5})$), $(\text{A}1-x\text{Bix})2\text{Bi}4\text{Ti}5\text{O}18$ (A=Sr,Ca, $(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})$, $(\text{Bi}_{0.5}\text{Li}_{0.5})$, $(\text{Bi}_{0.5}\text{Li}_{0.5})$), $\text{Bi}4\text{Ti}3\text{O}12-x(\text{Sr}1-\text{aAa})\text{TiO}3$ (A=Ba, $\text{Bi}_{0.5}\text{Na}0.5$, $\text{Bi}_{0.5}\text{K}0.5$, $\text{Bi}_{0.5}\text{Li}0.5$), $\text{Bi}4\text{Ti}3\text{O}12-(\text{Ba}, \text{A})\text{TiO}3$, $\text{Bi}4\text{Ti}3\text{O}12-x\{(\text{Sr}1-\text{aA}'\text{a})\text{TiO}3-\text{ABO}3\}$ (A'=Ba, $\text{Bi}_{0.5}\text{Na}0.5$, $\text{Bi}_{0.5}\text{K}0.5$, $\text{Bi}_{0.5}\text{Li}0.5$, A=Bi,Na,K,Li, B=Fe,Nb), $(\text{A}1-x\text{Bix})\text{Bi}4\text{Ti}4\text{O}15$ (A=Sr,Ba), $\text{BaBi}4\text{Ti}4\text{O}15,(\text{Sr}2-\text{aAa})x(\text{Na}1-\text{bKb})y(\text{Nb}5-\text{cVc})\text{O}15$ (A=Mg, Ca, Ba) $d_{33} = 80 \text{pC} / \text{N}$ 이상, $\text{Tc} = 150^\circ \text{C}$ 이상, $(\text{Sr}2-\text{aAa})x(\text{Na}1-\text{bKb})y(\text{Nb}5-\text{cVc})\text{O}15$, $(\text{Na}0.5 \text{ Bi}_{0.5})1-x\text{MxBi}4\text{Ti}4\text{O}15$, $\text{Bi}4\text{Ti}3\text{O}12$, $\text{SrBi}2(\text{Nb},\text{W})\text{O}9$, $(\text{Sr}1-x\text{M}1x)\text{Bi}2(\text{Nb}1-\text{zWy})2\text{O}9$, $(\text{Sr}, \text{Ca})\text{NdBi}2\text{Ta}2\text{O}9+\text{Mn}$, $(\text{Sr}1-x\text{Mx})(\text{Bi}, \text{Nd})(\text{Nb}, \text{Ta})2\text{O}9$, $\text{Bi}2(\text{Sr}1-x\text{Mx})\text{Nb}2\text{O}9$ (M= Y, La), $(\text{Sr}2\text{CaK})\text{Nb}5\text{O}15$ ($d_{33}=120$) 을 포함한다.

[0212] 개시물에 따른 구현예들에서, 니오베이트 재료는 $(\text{Sn},\text{K})(\text{Ti},\text{Nb})\text{O}3$, $\text{KNbO}3-\text{NaNbO}3-\text{LiNbO}3-\text{SrTiO}3-\text{BiFeO}3$, $\text{KNbO}3-\text{NaNbO}3-\text{LiNbO}3$, $\text{KNbO}3-\text{NaNbO}3-\text{LiNbO}3$, $x\text{LiNbO}3-y\text{NaNbO}3-z\text{BaNb}2\text{O}6$, $\text{NaxNbO}3-\text{AyBO}f$ (A = K,Na,Li,Bi B=Li,Ti,Nb,Ta,Sb), $(1-x)(\text{Na}1-\text{aMna})b(\text{Nb}1-\text{aTia})\text{O}3-x\text{MbTiO}3$ (M = $(\text{Bi}1/2\text{K}1/2)$, $(\text{Bi}1/2\text{Na}1/2)$, $(\text{Bi}1/2\text{Li}1/2)$, Ba, Sr, (K,Na,Li) $\text{NbO}3-\text{Bi}(\text{Mg},\text{Nb})\text{O}3-\text{Ba}(\text{Mg},\text{Nb})\text{O}3$, $(1-x)[(\text{Li}1-y\text{Nay})\text{zRO}3]-x\text{LMnO}3$ (R=Nb,Ta,Sb, L=Y,Er,Ho,Tm, Lu, Yb), $(\text{LixNa}1-x-y\text{Ky})\text{z}-2\text{wMa}2\text{wNb}1-\text{wMbW}3$ (Ma=²⁺ 금속 A, Mb=³⁺ 금속 B), NN-BT $d_{33}=164$, $\text{K}1-x\text{NaxNbO}3+\text{Sc}2\text{O}3$, $[(\text{K}1-x\text{Nax})1-y\text{Agy}]\text{NbO}3-z[\text{Ma}+][\text{O}2-]$ (M = 첨가제), $\text{Li}(\text{K},\text{Na})(\text{Nb},\text{Sb})\text{O}3$, $\text{KNbO}3-\text{NaNbO}3$ ($d_{33}=200$), $(\text{Li},\text{Na},\text{K})(\text{Nb},\text{Ta},\text{Sb})\text{O}3$, $(\text{K},\text{Na},\text{Li})\text{NbO}3$, $\text{KNbO}3+\text{MeO}3$ (MnWO₃. 등) ($d_{33}=130$) 으로부터 선택될 수도 있다.

[0213] 바륨 티타네이트 재료는 화학식 BaTiO_3 을 갖는 무기 화합물이다. 바륨 티타네이트 재료들은 다른 원소들의 아화화량론적 (substoichiometric) 양들을 더 포함하는 BaTiO_3 재료들을 포함한다. BaTiO_3 재료들에 포함되는 다른 원소들의 예들은 희토류 원소들 및 알칼리 토금속들을 포함한다. 다른 원소들의 아화화량론적 양들은 BaTiO_3 재료들의 압전 속성들을 수정한다. BaTiO_3 재료들의 도핑은 다른 원소들의 아화화량론적 양들의 포함을 지칭한다.

[0214] 적당한 단일 결정 바륨 티타네이트 재료들의 예들은 $\{(\text{Bi}1/2,\text{Na}1/2)1-x\text{A}1x\}\text{TiO}3$ (A1=Ba, Ca, Sr), $\{(\text{Bi}1/2,\text{Na}1/2)1-x(\text{Bi}1/2, \text{A}21/2)x\}\text{TiO}3$ (A1=Ba, Ca, Sr, A2=Li, K, Rb) (단일 결정), $(\text{Sr},\text{Ba})3\text{TaGa}3\text{Si}2\text{O}14$, $\text{La}3-x\text{Sr}x\text{Ta}y\text{Ga}6-y-z\text{Si}z\text{O}14$, $(\text{Ba},\text{Ca})\text{TiO}3$, $\text{LiNbO}3$, $\text{LiTaO}3$, $(\text{K}3\text{Li}2)1-x\text{NaxNb}5\text{O}15$, $\text{La}3\text{Ga}5\text{SiO}14$, $\text{MgBa}(\text{CO}3)2$, $\text{NdCa}40(\text{BO}3)3$ (M1 = 희토류 원소들, M2 = 알칼리 토금속들), $\text{LaTiO}2\text{N}$ 을 더 포함한다.

[0215] 일부의 구현예들에서, 토출기 플레이트 (5502) 는 적당한 재료로 형성될 수도 있고, 여기서, 적당한 재료는 평면의 변위, 방향 (5514) 에 기초하여 선택된다. 토출기 플레이트 (5502) 변위 Z (예를 들어, 방향 (5514) 에서의 이동) 은 토출기 플레이트 (5502) 의 직경 및 토출기 플레이트 (5502) 의 두께에 종속된다. 적당한 재료는 또한, 토출기 플레이트 (5502) 의 영률 및 푸아송비 (Poisson's Ratio) 를 고려하여 선택될 수도 있다. 영률 및 푸아송비는 재료의 고유의 속성들이고, 준수하는 재료들은 희망하는 변위를 결정하기 위하여 선택될

수 있다. 토출기 플레이트 (5502) 를 위한 적당한 재료에 대하여, 변위 Z 는 토출기 플레이트 (5502) 의 두께를 감소시킴으로써 증가될 수도 있다.

[0216] 방향 (5514) 에서의 변위를 갖는 토출기 플레이트 (5502) 에 대한 적당한 재료들은, 토출기 플레이트 (5502) 의 공진 주파수가 정합되도록 압전 액추에이터 (5504) 의 주파수에 결합될 수 있다. 토출기 플레이트 (5502) 의 변위를 공진 시스템에서의 압전 액추에이터 (5504) 와 결합함으로써, 토출기 플레이트 (5532) 의 구멍들을 통한 액체의 토출은 D_{33} 값들에 의해 제한되지 않는 압전 액추에이터로 달성될 수 있다.

[0217] 도 55c 를 참조하면, 압전 액추에이터 (5504) 의 토출기 플레이트 (5502) 로의 부착의 방식 및 위치는 토출기 어셈블리 (5500) 의 동작 및 액적 스트림의 생성에 영향을 줄 수도 있다.

[0218] 위에서 논의된 바와 같이, 간단한 토출기 플레이트 (5502) 로서, 또는 생성기 플레이트 (5502) 에 결합된 하이브리드 토출기 플레이트 (5502) 로서 어떤 것이든지 토출기 플레이트 (5502) 는 많은 수의 고유 모드들을 보유할 수도 있고, 이 고유 모드들은 각각의 고유 모드에 대하여, 상기 모드가 여기될 때에 구조가 취할 형상을 정의한다. 위에서 제공된 바와 같이, 예를 들어 FEM 기술들을 이용하면, 토출기 플레이트 (5502) 및 선택적으로 결합된 생성기 플레이트 (5532) 의 고유 모드들이 계산될 수도 있고, 고유 모드들의 희망하는 진폭 및 속도가 결정될 수도 있다.

[0219] 하나의 실시형태에서, 압전 액추에이터 (5504) 는 거리 (5554) 가 제로인 토출기 플레이트 (5502) 상에 에지 장착된다. 에지 장착 설계는 여기하도록 설계되어 있는 모드들에 대한 제로 근처의 고유한 저항력을 가지는 특별한 경우이다. 원형 압전 액추에이터 (5504) 가 원형 토출기 플레이트 (5502) 의 에지에 본딩될 때 (예를 들어, 거리 (5554) 는 제로이거나 제로에 근치임), 토출기 플레이트 (5502) 는 경질의 (stiff) 압전 액추에이터 (5504) 가 배치되는 곳에서 상당히 보강되지만, 압전 액추에이터 (5504) 내부 직경 (5557) 의 내부 상의 토출기 플레이트 (5502) 의 부분은 자유롭게 이동하도록 남겨져 있어서, 압전 액추에이터 (5504) 가 아니라 탄성의 그 자체의 제한들에 의해서만 제약된다. 유사하게, 결합된 생성기 플레이트 (5532) 를 갖는 하이브리드 토출기 플레이트들 (5502) 은 또한 자유롭게 이동하도록 남겨질 것이며, 압전 액추에이터 (5504) 가 아니라 탄성의 결합된 제한들에 의해서만 제약될 것이다. 압전 액추에이터 (5504) 의 에지들이 피닝 (pinning) 또는 클램핑될 경우, 토출기 플레이트 (5502) 는 마치 그것이 이상적인 (에지 구동된) 방사상 및 세로방향 여기를 갖는 압전 액추에이터 (5504) 의 내부 직경 (5557) 의 직경인 것처럼 가상적으로 거동한다. 토출기 플레이트 (5502) 의 전체 사이즈와 관련된 다른 모드들은 압전 액추에이터 (5504) 의 스티프니스로 인해 억제된다. 어떤 실시형태들에서, 압전 액추에이터 (5504) 의 스티프니스는 압전 액추에이터 (5504) 의 두께를 증가 또는 감소시킴으로써 변조될 수도 있다. 압전 액추에이터 (5504) 의 변조를 예시하는 실시형태들은 이하의 실시예 5 에 제시되어 있다.

[0220] 본 개시물에 따른 다른 실시형태들에서는, 압전 액추에이터 (5504) 의 토출기 플레이트 (5502) 로의 장착 구성이 토출기 플레이트 (5502) 및 생성기 플레이트 (5532) 의 변위 및 속도를 초래한다. 일반적으로, 주어진 모드에서의 토출기 플레이트 (5502) 의 변위 및 속도의 진폭은 압전 재료의 단위 전압 당 이동 (D_{33}) 에 의해 주로 결정되는 힘과, 압전이 토출기 플레이트 (5502) 이동에 제공하는 댐핑/저항력과 사이의 균형이다. 압전 재료의 스티프니스를 증가시키는 것은 댐핑 및 저항력을 증가시킨다. 큰 D_{33} 을 갖는 압전 재료들, 예를 들어, PZT 와 같은 재료들을 갖는 본 개시물의 실시형태들에 대하여, 압전 재료의 댐핑/저항력은 변위의 진폭에 있어서 덜 중요한 역할을 한다. 더 낮은 D_{33} , 예를 들어, $BaTiO_3$ 을 갖는 다른 실시형태들에서는, 액적 토출기 시스템의 성능이 댐핑/저항력에 의해 상당히 감소될 수도 있다. 토출기 어셈블리 (5500) 의 성능은 압전 액추에이터 (5504) 를 준비하기 위하여 이용되는 재료의 D_{33} 에 정비례하여 감소된다.

[0221] 압전 액추에이터 (5504)/토출기 플레이트 (5502) 의 에지 장착된 실시형태의 속성들은 더 낮은 재료 이동의 효과들을 우회하기 위하여 이용될 수 있다. 구체적으로, 토출기 플레이트 (5502) 가 그 자신의 저항력만이 압전 액추에이터 (5504) 에 의해 인가되는 단위 면적 당 주어진 힘으로 인해 그 이동을 제한하는 기계적 모드에서 여기될 때, 단위 면적 값 당 최소의 힘에 도달될 때까지, 압전 D_{33} 은 동일한 전기적 입력에 대한 성능에 영향을 주지 않으면서 스케일링 다운 (scaling down) 될 수 있다. 이 속성은 도 8 에 예시되어 있고, 여기서, 단위 면적 당 힘이 어떤 임계치를 초과할 경우, 토출기 플레이트 (5502) 이동에 있어서의 증가는 매우 작다. 이 임계치 미만에서, 토출기 플레이트 (5502) 이동은 단위 면적 당 힘과 함께 선형으로 감소한다.

[0222] 본 개시물의 토출기 플레이트들 (5502) 에 대해서는, 정재파의 파장이 반파장의 정수배인 구조 상에서 낮은 차

수의 모드들이 최저 주파수들에서 일반적으로 여기된다. 이 모드의 주파수 및 파장은 토출기 플레이트들 (5502)의 재료 속성들 및 그 방사상 치수에 의해 결정된다. 고유 모드 형상이 이 모드들에 대한 토출기 플레이트들 (5502)의 에지들에서 노드를, 그리고 멤브레인의 중심에서 최대치를 항상 보유하므로, 2개의 압전 위치들만이 유체 액적 시스템에서 이 모드들을 여기시키기 위해 관련된다.

[0223] 본 개시물에 따른 실시형태에서, 압전 액추에이터 (5504)는 최대 이동을 여기시키기 위하여 토출기 플레이트 (5502)의 중심에 위치될 수 있다. 그러나, 유체 토출이 발생하기 위한 토출기 플레이트 (5502)의 바로 중심에 구역이 있어야 하므로, 이 장착 위치는 이 응용을 위해 최적이지 않다. 유체 토출을 허용하기 위하여 성능이 희생되어야 한다.

[0224] 낮은 주파수들로 토출기 플레이트 (5502)의 중심에서 최대 이동을 여기시키기 위하여, 압전 액추에이터 (5504)는 토출기 플레이트 (5502)의 에지에서 마찬가지로 배치될 수 있다. 이 구성에서는, 모드의 자연적인 이동에 대한 최소 저항력이 발생하여, 낮은 주파수들에서의 큰 변위들 및 이 모드들에서의 증대된 질량 침적들을 허용한다. 일반적으로, 이 모드들은 그 거의 일정한 형상 및 토출 구역에 걸친 속도 분포로 인해 계속적인 유체 토출에 대해 양호하다. 또한, 결합된 생성기 플레이트 (5532)를 갖는 하이브리드 토출기 플레이트 (5502)에서와 같이, 토출기 플레이트 (5502)의 중심에 질량을 로딩하는 것은 중심 질량 (예를 들어, 생성기 플레이트 (5532))의 관성으로 인해 낮은 차수의 모드 변위를 증대시킨다.

[0225] 일부의 실시형태들에서, 에지 장착된 압전 액추에이터 (5504)는 상기 생성기 플레이트에 결합된 토출기 플레이트의 공진 주파수에서 생성기 플레이트 (5532)에 결합된 토출기 플레이트 (5502)를 발진시킨다. 하나의 실시형태에서, 공진 주파수와 정합하는 것은 압전 재료의 변위 요건을 감소시킨다. 하나의 실시형태에서, 공진 주파수 정합은 200 미만의 D_{33} 을 갖는 압전 재료를 이용한 액적들의 지향된 스트림의 발생을 제공한다.

또 다른 실시형태에서, 공진 주파수 정합은 150 미만 또는 125 미만의 D_{33} 을 갖는 압전 재료를 이용한 액적들의 지향된 스트림의 발생을 제공한다. 또 다른 실시형태에서, 공진 주파수 정합은 100 미만 또는 75 미만의 D_{33} 을 갖는 압전 재료를 이용한 액적들의 지향된 스트림의 발생을 제공한다.

[0226] 또 다른 실시형태에서, 압전 액추에이터 (5504)는 토출기 플레이트 (5502)상에 장착된 (예를 들어, 내부 장착된) 에지보다 약간 더 작고, 여기서, 거리 (5554)는 제로보다 더 크다. 하나의 실시형태에서, 거리 (5554)는 0.05 mm 일 수도 있다. 또 다른 실시형태에서, 거리 (5554)는 0.01 mm 일 수도 있다. 또 다른 실시형태에서, 거리 (5554)는 0.25 mm 일 수도 있다. 또 다른 실시형태에서, 거리 (5554)는 0.5 mm 일 수도 있다. 추가의 실시형태에서, 거리 (5554)는 0.75 mm 또는 1.0 mm 일 수도 있거나, 1.0 mm 보다 더 클 수도 있다.

[0227] 본 개시물에 따른 다른 실시형태들에서, 압전 액추에이터 (5504)는 토출기 플레이트 (5502)상에 내부 장착되고, 여기서, 거리 (5554)는 제로보다 더 크고, 압전 액추에이터 (5504)의 외부 직경은 토출기 플레이트 (5502)보다 더 작다. 일 실시형태에서, 압전 액추에이터 (5504)는 토출기 플레이트 (5502)상에 내부 장착되고, 토출기 플레이트 (5502)의 직경보다 1% 더 작다. 일 실시형태에서, 압전 액추에이터 (5504)는 토출기 플레이트 (5502)상에 내부 장착되고, 토출기 플레이트 (5502)의 직경보다 1.5% 더 작다. 일 실시형태에서, 압전 액추에이터 (5504)는 토출기 플레이트 (5502)상에 내부 장착되고, 토출기 플레이트 (5502)의 직경보다 2% 더 작다. 일 실시형태에서, 압전 액추에이터 (5504)는 토출기 플레이트 (5502)상에 내부 장착되고, 토출기 플레이트 (5502)의 직경보다 3% 더 작다. 일 실시형태에서, 압전 액추에이터 (5504)는 토출기 플레이트 (5502)상에 내부 장착되고, 토출기 플레이트 (5502)의 직경보다 4% 더 작다. 일 실시형태에서, 압전 액추에이터 (5504)는 토출기 플레이트 (5502)상에 내부 장착되고, 토출기 플레이트 (5502)의 직경보다 5% 더 작다. 일 실시형태에서, 압전 액추에이터 (5504)는 토출기 플레이트 (5502)상에 내부 장착되고, 토출기 플레이트 (5502)의 직경보다 7.5% 더 작다.

[0228] 본 개시물에 따른 일부의 실시형태들에서, 압전 액추에이터 (5504)는 토출기 플레이트 (5502)상에 내부 장착되고, 여기서, 거리 (5554)는 제로보다 더 크고, 환형의 압전 액추에이터의 내부 직경은 토출기 플레이트 (5502)의 낮은 주파수 에지 모드가 댄핑되거나 제거되도록 선택된다.

[0229] 개시물의 어떤 실시형태들에서, 토출기 기구는 압전 액추에이터에 의해 토출기 플레이트 (5502) 및 이에 따라 생성기 플레이트 (5532)의 작동을 용이하게 하도록 구성될 수도 있다. 위에서 설명된 바와 같이, 생성기 플레이트 (5532)는 관심 대상 유체의 토출을 최적화하도록 구성될 수도 있다. 예를 들어, 생성기 플레이트의 개구들의 종횡비 (aspect ratio)는, 생성기 플레이트 (5532)의 일반적인 두께가 위에서 설명된 바와 같이

약 50 μm 로부터 약 200 μm 까지의 범위가 되도록, 부분적으로 유체 속성들에 기초하여 선택될 수도 있다. 이론에 의해 제한되지 않으면서, 어떤 구현예들에서는, 상대적으로 두꺼운 생성기 플레이트의 직접적인 작동이 비록 가능하지만, 덜 최적일 수도 있다. 일부의 구현예들에서, 생성기 플레이트는 높은 모듈러스의 폴리머 생성기 플레이트를 포함한다.

[0230] 이와 같이, 어떤 구현예들에서는, 토출기 기구의 작동이 본원에서 설명된 바와 같이, 토출기 플레이트에 결합된 생성기 플레이트를 포함하는 구성들을 이용하여 최적화될 수도 있다. 추가적으로, 생성기 플레이트 (5532)의 표면적 (즉, 하나 이상의 개구들을 갖는 중심 영역)을 감소시키는 것은 마찬가지로 제조 비용을 감소시키고, 잠재적인 제조 결함들을 감소시키고, 제조 효율들 및 출력을 증가시킨다. 어떤 실시형태들에서, 토출기 플레이트는 토출기 기구의 작동 (즉, 토출기 플레이트 및 이에 따라 생성기 플레이트의 작동)을 용이하게 하기 위한 방식으로 사이즈 및 형상이 정해질 수도 있다. 예로서, 토출기 플레이트의 구성들은 토출기 플레이트의 플렉스 (flex) 및 이에 따라 생성기 플레이트의 진동을 용이하게 하는 속성들 (예를 들어, 사이즈, 형상, 재료, 등)의 선택을 통해 토출기 기구의 작동을 유발할 수도 있다. 예를 들어, 토출기 플레이트 (5532)는 일반적으로 약 10 μm 로부터 약 400 μm 까지, 약 20 μm 로부터 약 100 μm 까지, 약 20 μm 로부터 약 50 μm 까지, 또는 약 30 μm 로부터 약 50 μm 까지 등의 범위인 두께를 가질 수도 있다. 다시, 이론에 의해 제한되지 않으면서, 어떤 구현예들에서는, (생성기 플레이트 (5532)와 비교하여) 상대적으로 더 얇은 토출기 플레이트 (5502)의 직접적인 작동이 더욱 최적일 수도 있다. 일부의 구현예들에서, 생성기 플레이트 (5532)는 높은 모듈러스의 폴리머 생성기 플레이트를 포함한다.

[0231] 개시물의 어떤 구현예들에서, 토출기 플레이트 (5502) 및 생성기 플레이트 (5532)의 구성은, 개구들 (생성기 플레이트의 "활성 영역")을 포함하는 생성기 플레이트 (5532)의 중심 영역이 정상적인 발진 모드로 대칭적인 발진을 생성하도록 선택될 수도 있다. 이론에 의해 제한되지 않으면서, 어떤 구현예들에서는, 토출기 플레이트 (5502) 및 생성기 플레이트 (5532)의 구성들이 생성기 플레이트의 활성 영역의 발진의 0,2 정상 모드 및 0,3 정상 모드가 관찰되도록 선택될 수도 있다. 모드는 활성 영역의 최대 진폭 및 변위와 연관되고, 여기서, 모드는 (d,c)로서 지정되고, 여기서, d는 노드 직경들의 수이고, c는 노드 원들의 수이다.

[0232] 토출기 플레이트 (5502)진동의 크기 및 주파수는 또한, 전극들 (5506a, 5506b)에 인가된 전압 펄스들을 제어함으로써 제어될 수 있고, 예를 들어, 40 또는 60 V의 전압 차이가 전극들에 인가될 수도 있다. 위에서 논의된 바와 같이, 펄스들은 토출기 플레이트 (5502) 및 이에 따라 생성기 플레이트 (5532)를 편향시키는 전압 차이들에 의해 생성된다. 일부의 구현예들에서, 전극들 (5506a 또는 5506b)중의 하나는 접지되고, 전압 펄스들, 예를 들어, 쌍극성 펄스들은 예를 들어, 토출기 플레이트 (5502)를 진동시키기 위하여 전극들 (5506a 또는 5506b)중의 다른 하나에 인가된다. 예로서, 하나의 구현예에서, 압전 액추에이터 (5504)는 약 5 kHz 내지 약 1 MHz, 예를 들어, 약 10 kHz 내지 약 160 kHz, 예를 들어, 약 50-120 kHz 또는 약 50-140 kHz, 또는 약 108-130 kHz, 등의 공진 주파수를 가질 수 있다. 인가된 전압 펄스들은 압전 액추에이터 (5504)의 공진 주파수보다 더 낮거나, 더 높거나, 또는 이와 동일한 주파수를 가질 수 있다.

[0233] 어떤 구현예들에서, 액적들의 전달 시간은 약 0.1 ms 내지 약 수 초 (second)이다. 이론에 의해 제한되지 않을 것을 희망하면서, 인간의 눈들은 한 번의 깜빡임 동안에 약 300 ms 내지 약 400 ms 걸리는 것으로 믿어지고 있다. 그러므로, 전달이 깜빡임의 지속기간 내에 있도록 희망되는 구현예들에 대하여, 전달 시간은 약 50 ms 내지 약 300 ms 그리고 특히 25 ms 내지 200 ms 일 수도 있다. 하나의 구현예에서, 전달 시간은 50 ms 내지 100 ms이다. 이러한 방법으로, 토출된 액적들은 눈의 깜빡임 사이클 동안에 효과적으로 전달될 수 있고 눈에 침적될 수 있다. 일부의 구현예들, 예를 들어, 일반의약품 (over-the-counter) 식염수 디스펜서 (saline dispenser)들에서는, 전달 시간이 몇 번의 깜빡임 사이클들에 걸쳐 있는 수 초, 예를 들어, 3-4 초만큼 길 수 있다. 대안적으로, 단일 투약량은 액적 토출의 몇 번의 발사들 또는 펄스들에 통해 투여될 수 있다. 추가적으로, 그리고 이론에 의해 제한되는 것을 의도하지 않으면서, 시간에 걸쳐 임펄스를 확산시킴으로써 액적 기류의 피크 진폭을 감소시키기 위하여 펄싱 (pulsing)이 이용될 수도 있다. 그러므로, 타겟 상으로의 토출의 압력은 완화될 수도 있다. 게다가, 펄싱은 액적 응집을 감소시킬 수도 있고 더 적은 비말동반된 공기 생성으로 귀착될 수도 있다. 예로서, 25 ms의 펄스들은 펄스들을 분리시키는 25 ms의 정지 시간들로 투여될 수 있다. 하나의 구현예에서, 펄스들은 총 150 ms 동안에 반복될 수도 있다.

[0234] 본원에서 설명된 바와 같이, 개시물의 토출기 디바이스 및 토출기 기구는 액적들의 스트림으로서 일반적으로 낮은 점성 내지 상대적으로 높은 점성의 유체를 토출하도록 구성될 수도 있다. 예로서, 토출기 디바이스에 의한 이용을 위해 적당한 유체들은 예를 들어, 1 cP 이하, 예를 들어, 0.3 cP에서의 물에서와 같이, 매우 낮은 점성들을 가질 수 있다. 유체는 그 대신에 600 cP에 이르는 범위들의 점성들을 가질 수도 있다. 특히,

유체는 약 0.3 내지 100 cP, 0.3 내지 50 cP, 0.3 내지 30 cP, 1 cP 내지 53 cP, 등의 점성 범위를 가질 수도 있다. 일부의 구현예들에서, 토출기 디바이스는 액적들의 스트림으로서 상대적으로 높은 점성을 갖는 유체, 예를 들어, 약 1 cP 내지 약 600 cP, 약 1 cP 내지 약 200 cP, 약 1 cP 내지 약 100 cP, 약 10 cP 내지 약 100 cP 등의 범위인, 약 1 cP 의 점성을 갖는 유체를 토출하기 위하여 이용될 수도 있다. 일부의 구현예들에서, 적당한 점성 및 표면 장력들을 갖는 용액들 또는 약들은 수정 없이 저장소에서 직접 이용될 수 있다. 다른 구현예들에서는, 유체 파라미터를 조절하기 위하여 추가적인 재료들이 추가될 수도 있다. 예로서, 어떤 유체들은 표 15 에서 이하에 열거된다.

약물들/유체들	동적 점성 (cP)	운동 점성 (cP)	밀도
물	1.017	1.019	0.99821
Xalatan™	1.051	1.043	1.00804
트로피카마이드	1.058	1.052	1.00551
Restasis™	18.08	17.98	1.00535

표 15 20 °C 에서 측정된 점성

[0235]

[0236]

상기 논의로부터, 상이한 구성들 및 재료는 상이한 속성들로 귀착될 것이라는 점이 인식될 것이다. 토출기 기구의 약간의 엄선된 실시형태들 중에 있어서의 이 속성들 중의 일부를 이해하는 것을 돕기 위하여, 어떤 실시 형태들을 비교하기 위한 실험들이 행해졌다. 본원에서 설명된 실험들은 물론, 발명을 구체적으로 제한하는 것으로 해석되지 않아야 하고, 당해 분야의 당업자의 이해 범위 내에 있을, 현재 알려져 있거나 더 이후에 개발 되는 발명의 이러한 변동들은 본원에서 설명되고 이후에 청구되는 바와 같은 발명의 범위 내에 속하는 것으로 간주된다.

[0237]

실시예 6: 질량 침적의 측정

[0238]

토출기 디바이스의 질량 침적을 측정하기 위하여, 토출기 디바이스는 재료를 지면을 향해 토출하기 위하여 수평으로 클램핑되고, 여기서, 도 56 에 도시된 바와 같이, 분극된 방향 Z 는 지면을 향하고 있다 (예를 들어, 중력에 평행함). 도 55a 를 참조하면, 토출된 액적들 (5512) 의 방향 (5514) 은 지면을 향하고 있다. 디바이스의 접지 배선 및 포지티브 배선은 연산 증폭기에 접속되고, 전류 프로브 및 전압 프로브는 오실로스코프에 접속된다.

[0239]

디바이스 분사를 제공하는 주파수 영역은 초기에 2 kHz 내지 500 kHz 의 범위를 통한 주파수 스위프에 의해 결정된다. 전압 및 전류를 포함하는 전기적 데이터가 기록 및 저장되었다. 분석 시에, 질량 침적 결정을 위한 분사 범위들이 선택된다. 결과들은 예를 들어, 도 58 에 도시된 바와 같은 질량 토출 프로파일을 제공하도록 도표화된다.

[0240]

질량 침적을 결정하기 위하여, 주파수 및 전압은 예를 들어, 50 킬로헤르쯔 (kHz) 의 주파수에서의 90 V 피크 투 피크 (90 Vpp) 사인파로 설정되고, 토출기 디바이스로부터의 분사는 1 밀리그램 (mg) 감도를 가지며 추적가능한 증명서를 갖는 1 mg 클래스 1 중량으로 교정된 스케일 (scale) 을 이용하여 24 mm x 60 mm No. 1 유리 커버슬립 (coverslip) 상에서 5 회 측정된다. 각각의 측정에 대하여, 커버슬립은 스케일 상에 배치되고 스케일은 제로로 된다. 슬라이드는 토출기 디바이스 아래에 배치되고 전압은 정의된 시간 기간 동안에 인가된다. 슬라이드는 스케일로 복귀되고, 질량이 결정 및 기록된다. 커버슬립은 소거되고, 각각의 측정 전에 스케일은 다시 제로로 된다. 총 5 개의 측정들이 각각의 주파수에 대하여 기록된다. 프로세스는 미리 결정된 스텝 사이즈 (통상적으로, 1 kHz) 에 기초하여 증분식으로 변화된 주파수로 반복된다.

[0241]

실시예 7: 내부 장착 토출기 어셈블리들을 이용한 PZT 와 BaTiO₃ 의 비교

[0242]

내부 장착된 토출기 어셈블리를 갖는 토출기 디바이스들의 질량 침적 프로파일은 디바이스 분사를 위한 주파수 영역을 결정하기 위하여 상기 실험 6 에서 설명된 방법을 이용하여 결정된다. PZT 및 BaTiO₃ 압전 재료들의 둘 모두에 대하여, 압전 액츄에이터 (5504) 는 550 μm 의 높이와 함께, 16 mm 외부 직경 대 8 mm 내부 직경을 가지고, 20 mm 직경의 원형 토출기 플레이트 (5502) 50 μm 두께에 장착된다. 이 실시형태에서, PZT 의 몇몇 샘플들은 BaTiO₃ 와 직접 비교되고, PZT 는 재료들의 대략 d33 계수들의 비율에서 BaTiO₃ 보다 더 많은 유체를 토출한다. 유일하게 상당히 토출하는 모드가 도 59 에 도시되어 있다.

- [0243] 거리 (5554) 가 제로보다 더 클 경우 (여기서, 2 mm), PZT 재료는 BaTiO₃ 와 비교할 때에 더 넓은 범위의 유효 주파수들을 제공한다. PZT 계 토출기의 최대 질량 토출은 BaTiO₃ 토출기의 출력의 2 배보다 더 많다. 덜 효율적이지만, BaTiO₃ 는 약 6 mg 의 115 및 102 kHz 사이의 최대 질량 토출을 제공한다.
- [0244] 7a: 에지 장착된 토출기 어셈블리들을 이용한 PZT 와 BaTiO₃ 의 비교
- [0245] 실험 6 의 방법을 이용하면, 상이한 주파수들에서의 질량 토출은 10 kHz 내지 500 kHz 에서 시작하는 1 kHz 의 주파수 스텝 사이즈를 이용하여 결정된다. 밀리그램으로 침적된 질량은 주파수에 대하여 도표화되고, 20 mm 원형 50 μ m 두께의 토출기 플레이트 (5502) 상에 550 μ m 높이 압전부의 20 mm 외부 직경 대 14 mm 내부 직경을 갖는 에지 장착된 PZT 및 BaTiO₃ 압전 액츄에이터들에 대하여 도 58 에 도시되어 있다. 이 경우, PZT 의 몇몇 샘플들은 BaTiO₃ 와 직접 비교되어, PZT 및 BaTiO₃ 는 심지어 대단히 상이한 재료 d33 계수들로도 (샘플 변동에 대해 조절되고) 거의 동등하게 토출한다. 도 58 로부터 또한 분명한 바와 같이, 다수의 모드들은 재료들 사이의 동등한 성능으로 여기된다.
- [0246] PZT 및 BaTiO₃ 압전 액츄에이터들이 에지 장착될 때 (즉, 거리 (5554) 는 제로 또는 제로 근처임), 압전 액츄에이터와, 결합된 토출기 플레이트 (5502) 및 생성기 플레이트와의 사이의 공진 결합에 대응하는 주파수들의 이산 범위들에서 질량 토출이 발생한다. PZT계 디바이스가 D₃₃ = 330 pC/N 을 가지고 BaTiO₃ 가 D₃₃ = 160 pC/N 을 가질 때, 토출 프로파일들 및 효율은 매우 유사하다. 압전 액츄에이터의 중심 대칭적 설계 및 에지 장착은 변위에 있어서의 차이들을 해소하여, 폭넓게 다양한 압전 재료들이 토출 디바이스 내로 포함되는 것을 허용한다.
- [0247] 7b: 토출기 플레이트 (5502) 에 비해 압전 액츄에이터 (5504) 직경을 감소시키는 효과
- [0248] 압전 액츄에이터 (5504) 가 토출기 플레이트 (5502) 의 에지로부터 시프트되어 들어오므로 (예를 들어, 거리 (5554) 는 제로로부터 증가됨), 토출 모드들이 압전 스티프니스에 의해 증가하면서 댐핑될 때에 성능이 손실된다. 하나의 실시형태에서, 압전부는 20 mm 외부 직경 대 14 mm 내부 직경이면서, 250 μ m 의 최적화된 두께 및 20 mm 의 토출기 플레이트 직경을 가진다. 그것은 20-33 % 만큼 모든 다른 경우들을 초과하는 토출을 보여주었다. 또 다른 실시형태에서, 압전부의 외부 직경은 19 mm 로 변경되었고, 토출기 플레이트 직경은 200 μ m 의 최적화된 두께를 가지면서 21 mm 로 변화되었다. 토출 주파수들은 가상적으로 동일하지만, 에지 장착된 경우와는 반대로 되어 있고, 압전 두께가 최적화되더라도 토출은 모드 마다에 걸쳐 감소된다 (150 μ m 로부터 550 μ m 까지의 두께가 25 μ m 증분으로 실험실 테스트되었음). 세 번째 실시형태에서, 압전부는 19 mm 외부 직경 및 14 mm 내부 직경으로 남아있지만, 토출기 플레이트는 23 μ m 로 변화되었다. 다시 한번, 스티프니스를 감소시키기 위하여 두께는 175 μ m 로 최적화되었지만, 모든 모드들은 극도로 억제되었고 성능은 80 % 이상 열화되었다.
- [0249] 실시예 8: BaTiO₃ 압전 재료들의 비교
- [0250] 상이한 속성들을 갖는 BaTiO₃ 재료들은 주사 전자 현미경 기법 (SEM) 을 이용하여 구별되었다. 2 개의 예시적인 BaTiO₃ 재료들의 SEM 이미지들이 얻어졌고, 제 1 샘플에서는 약 2 내지 5 마이크론의 균일한 입자 사이즈와, 제 2 샘플에서는 직경에 있어서의 수십 마이크론인 입자들을 갖는 융합된 구조를 보였다. 두 샘플들은 유사한 D₃₃ 값들을 가졌지만, 더 작은 그레인 사이즈는 공진 주파수들을 저하시킴으로써 성능을 개선한다.
- [0251] 실시예 9: 고유 모드들의 변조
- [0252] 압전 액츄에이터 (5504) 에 의해 여기된 원형 토출기 플레이트 (5502) 에 대하여, 압전 액츄에이터 (5504) 의 스티프니스를 증가시키는 것은 높은 주파수의 고유 모드들의 억제로 귀착되었다. 압전 액츄에이터 (5504) 의 스티프니스를 증가시키는 효과들을 테스트하기 위하여, 20 mm 의 외부 직경 및 14 mm 의 내부 직경 (20 mm x 14 mm) 을 갖는 200 μ m 두께의 제 1 압전 액츄에이터 (5504) 와, 400 μ m 두께 (20 mm x 14 mm) 의 제 2 압전 액츄에이터 (5504) 는 20 mm 의 외부 직경을 갖는 토출기 플레이트 (5502) 에 본딩되었다 (예를 들어, 에지 장착됨). 2 개의 토출기 기구들의 정규화된 변위는 1 Hz 로부터 3 x 10⁵ Hz 까지의 주파수 범위에서 [모델링 또는 측정] 되었다. 더 얇은 압전 액츄에이터 (5504) 의 더 큰 신축성은 높은 주파수의 복소 고유 모드 (complex eigenmode) 들을 허용한다. 대조적으로, 더 경질의 압전 액츄에이터 (5504) 는 고유 모드들을, 압

전 액추에이터 (5504) 의 내부 직경 내에서 (예를 들어, 14 mm 내부) 토출기 플레이트 (5502) 의 영역으로 제한된 낮은 주파수 모드들로 제한한다.

[0253] 본원에서 설명된 토출기 어셈블리는 토출기 디바이스 및 시스템 내로 포함될 수도 있다는 것을 이해할 것이다. 예시적인 토출기 디바이스들 및 시스템들은, 그 내용들이 그 전체적으로 참조를 위해 본원에 편입되는 "Ejector Mechanisms, Devices, and Methods of Use (토출기 기구들, 디바이스들, 및 이용 방법들)" 이라는 명칭으로 2012 년 12 월 12 일자로 출원된 제 13/712,784 호, "High Modulus Polymeric Ejector Mechanism, Ejector Device, and Methods of Use (높은 모듈러스의 폴리머 토출기 기구, 토출기 디바이스, 및 이용 방법들)" 이라는 명칭으로 2012년 12 월 12 일자로 출원된 제 13/712,857 호, 및 "Droplet Generator Device (액적 생성기 디바이스)" 라는 명칭으로 2011 년 7 월 15 일자로 출원된 제 13/184,484 호에 예시되어 있다.

[0254] 유체가 공기 계면에 노출될 때, 그것은 공기로 증발할 것이고, 유체 용적의 시간에 걸쳐 손실을 야기시킬 것이다. 유체가 남겨져 있는 임의의 무기염류 (mineral) 원소들을 가질 경우, 혼합물 함량들은 시간에 걸쳐 변화하고, 이것은 공기-유체 계면에서 결정화로 귀착된다. 그러나, 유체 공기 계면 주위의 작은 공기 용적이 밀봉될 경우, 증발 레이트 및 결정화 레이트는 밀봉부의 누설 레이트까지 떨어짐으로써, 증발 및 결정화를 감소시키거나 제거한다. 디바이스가 환경에 개방될 때마다 오염이 또한 가능하다.

[0255] 부분적으로 이 쟁점들을 다루기 위하여, 본 개시물은 액적 토출 디바이스와 함께 이용하기 위한 자동 폐쇄 시스템을 제공하고, 이 자동 폐쇄 시스템은 오염의 위험을 대폭 감소시키는 실제적인 액적 토출 기간보다 임의의 더 긴 기간 동안에 디바이스가 환경에 개방되는 것을 방지한다. 어떤 실시형태들에서, 자동 폐쇄 시스템은 유체 토출의 경로를 따라 차원적으로 간결하고, 최소의 컴포넌트들을 이용하고, 컴포넌트 차원 변동이 존재할 시에 일관된 밀봉을 제공한다. 시스템은 폐쇄되고 밀봉된 위치와, 유체 토출을 위해 이용되는 개방된 활성 위치를 제공한다. 폐쇄 및 개방 위치들 사이의 변화는 사용자에게 의한 수동 작동을 위해 구성될 수 있거나, 동력 작동을 위해 구성될 수 있다. 어떤 실시형태들에서, 시스템은 낮은 작동력을 갖는 수동 구성을 제공할 수도 있다. 또한, 밀봉 및 개방 위치들 사이의 이동은 선형 작동을 위해 또는 회전식 작동을 위해 구성될 수 있다. 예를 들어, 어떤 실시형태들은 사용자 조작식의 힌지결합된 작동 버튼과 함께 이용되는 선형 작동 구성을 제공한다.

[0256] 도 60 내지 도 65 는 개시물의 자동 폐쇄 시스템의 하나의 실시형태를 도시한다. 도 60 은 개시물의 자동 폐쇄 시스템의 간결한 선형 작동식 실시형태를 도시하고, 도 61 은 이 실시형태의 주요 컴포넌트들의 분해된 조립도를 도시한다.

[0257] 도 60 및 도 61 에 도시된 바와 같이, 애퍼처 (aperture; 6002) 를 갖는 슬라이드 엘리먼트 (6000) 는 밀봉된 토출 시스템 (6004) 및 유지 플레이트 (6006) 사이에 유지된다. 토출 시스템은 내부 특징들을 참조하지 않으면서 개략적으로 도시되어 있다. 토출 시스템의 면은 반구형의 탄성중합체 면 밀봉부 (6012) 에 의해 둘러싸인 반구형 애퍼처 (6010) 를 가진다. 면 밀봉부는 토출기의 면 내의 마개 (gland) 또는 홈 (groove; 6014) 에 존재한다. 하나의 실시형태에서, 슬라이드 엘리먼트는 슬라이드 엘리먼트 내부의 굴곡부들 (6020) 에 의해 면 밀봉부에 대해 압착된다. 굴곡부들은 대안적으로 유지 플레이트 상에 위치될 수 있거나, 별도의 컴포넌트로서 포함될 수 있다. 슬라이드의 하나의 위치 (개방 위치) 에서는, 슬라이드 애퍼처 (6002) 가 유체 배출을 위하여 토출기 애퍼처 (6010) 와 정렬된다. 폐쇄 위치에서는, 슬라이드 엘리먼트 애퍼처 (6002) 및 토출 시스템 애퍼처 (6010) 가 완전히 비정렬되어 있고 토출 시스템은 밀봉된다. 힌지결합된 작동 버튼 (6030; 도 60) 은 하우징 (도시되지 않음) 에 연결된 받침대 (6031) 주위로 피벗 (pivot) 한다. 버튼 (6030) 은 사용자에게 의해 손가락 조작되고, 밀봉부를 개방하기 위하여 슬라이드 엘리먼트를 하향 방향으로 작동시킨다. 사용자 손가락 압력의 제거 시에, 압축 스프링 (6032) 은 슬라이드 엘리먼트 (6000) 를 폐쇄 및 밀봉된 위치로 복귀시킨다.

[0258] 도 62 는 자동 폐쇄 시스템의 개략적인 단면도를 도시하고, 기본 밀봉 원리를 나타낸다. 축력 F 는 토출 시스템의 면 상의 마개 내에 위치한 탄성중합체 면 밀봉부에 대하여 슬라이드 엘리먼트를 누른다. 면 밀봉부 표면은 면 단면의 대략 20 % 만큼 토출 시스템의 표면으로부터 돌출된다. 토출 시스템에서의 최대 예상된 내부 압력은 축 압착력 F 에 의해 반작용을 받아서, 압착력은 내부 압력 P 및 밀봉 면적 A 의 곱에 의해 주어진 내부 압력의 힘을 초과한다. 이 실시형태에 대하여, 축력은 예상된 내부 압력의 힘의 대략 2 배가 되도록 선택되었다. 바람직한 실시형태에서는, 축 압착력이 도 63 및 도 64 에 도시된 바와 같이 간결한 굴곡부들 (6020) 에 의해 제공된다. 굴곡부들 (6020) 은 컴포넌트들의 차원들에서의 제조 변동에 민감하지 않은 밀봉부 상에서 일관된 힘을 제공한다. 굴곡부들을 슬라이드 엘리먼트에 일체로 하는 것은 토출 시스템으로부터

유지 플레이트의 애퍼처까지 최소 스택업 (stack-up) 높이를 제공하여, 토출 시스템의 면이 최종적인 전달 포인트에 더 근접하도록 한다. 작동력을 최소화하기 위하여, 면 밀봉부 (6012) 는 사전 윤활처리된 실리콘 (pre-lubricated silicone) 으로 형성된다. 마모를 방지하기 위하여, 슬라이드 엘리먼트 (6000) 는 밀봉부와 항상 접촉한다. 슬라이드 엘리먼트 (6000) 의 어떤 에지도 돌아다니며 밀봉부 (6012) 상으로 다시 오지 않고; 슬라이드 애퍼처 에지들만이 면 밀봉부를 횡단한다. 마모를 더욱 방지하고 작동력을 감소시키기 위하여, 슬라이드 애퍼처 에지 (6040) 는 원형으로 되고 면 밀봉부의 상부 에지들은 원형으로 된다. 슬라이드 엘리먼트를 면 밀봉부에 대해 평행하게 유지하기 위하여, 작은 글라이드 너브 (glide nub) 들 (6042) 이 도 63 및 도 64 에 도시된 바와 같이 슬라이드 엘리먼트 상에 제공된다.

[0259] 바람직한 실시형태에서의 슬라이드 엘리먼트는 항균성 열가소성 수지로부터 사출 성형된다. 그러나, 개시물은 그렇게 제한되지 않고, 임의의 적당한 재료가 이용될 수도 있다. 논의된 바와 같이, 슬라이드 (6000) 에 일체인 굴곡부들 (6020) 은 면 밀봉부 상에서 사전-로드력 (pre-load force) 을 제공한다. 굴곡부 기하구조는 열가소성 수지에 과응력 (over-stress) 을 가하지 않고도 희망하는 축력을 제공하도록 선택된다. 특히, 완전히 편향될 때의 굴곡부에서의 최대 응력은 선택된 열가소성 수지의 장기 크리프 한계 (long-term creep limit) 미만이 되도록 선택된다. 이것은, 굴곡부들에서 응력 이완 없이 디바이스가 조립될 후에 희망하는 면 밀봉부 사전-로드가 장기간 달성되는 것을 보장한다. 간결함을 위하여, 자동 폐쇄 디바이스를 위한 압축 스프링 (6032) 은 슬라이드 엘리먼트 (6000) 의 경계들 내에서 슬롯 (6044) 내에 위치된다. 위에서 언급된 바와 같이, 노출된 면 밀봉부 표면이 슬라이드 엘리먼트 (6000) 의 후면을 제약하는 토출 시스템 상의 안내 표면 위에서 돌출하므로, 2 개의 글라이드 너브들 (6042) 은 슬라이드 엘리먼트 (6000) 를 면 밀봉부에 대해 평행하게 유지하기 위하여 슬라이드 엘리먼트 (6000) 의 상부에 위치된다.

[0260] 위에서 설명된 바와 같이, 면 밀봉부 상의 축력은 일부의 안전성의 마진만큼 예상된 내부 압력의 힘을 초과하도록 선택된다. 요구된 축력이 작은 플라스틱 굴곡부들에 의해 제공될 수 있는 힘을 초과할 경우, 대안적인 접근법은 강철 (steel) 로 형성될 수 있는 별도의 스프링 컴포넌트를 이용하는 것이다. 장기 크리프 쟁점들은 강철 리프 스프링과 함께 존재하지 않고, 가해진 힘은 상당한 장점들을 제공하기 위하여 증가될 수 있지만, 별도의 부분으로 인해 요구되는 비용 및 공간도 증가한다. 이 문제를 다루기 위한 하나의 접근법은 2 차적인 목적을 위한 압축 스프링 (6032) 을 마찬가지로 이용하는 것이다. 압축 스프링의 1 차적인 목적은 디바이스의 자동 폐쇄 굴곡부를 제공하는 것일 것이다. 사용자 손가락 압력이 작동 버튼으로부터 제거될 때, 압축 스프링은 사용자 상호작용 없이 수동으로 폐쇄 및 밀봉된 위치로 디바이스를 복귀시킨다. 완전히 폐쇄된 디바이스를 유지하기 위하여, 디바이스의 기하구조는, 슬라이드 엘리먼트가 그 완전히 폐쇄된 위치에 있을 때, 압축 스프링이 사전-로딩된 상태에 있도록 설정된다. 이 사전-로드는 본 실시형태에서 채용된 특징부인 면 밀봉부 상에서 축력을 증가시키는 2 차적인 목적을 위해 이용될 수 있다.

[0261] 도 66 에 도시된 바와 같이, 폐쇄된 위치에서는, 작동 버튼 (6030) 이 각도형성된 경사진 표면 (6050) 상에서 슬라이드 엘리먼트와 상호작용한다. 이 각도는 슬라이드 엘리먼트 (6000) 의 상부 상에 작용하는 수평 외향력 (horizontal outward force) 성분으로 귀착된다. 작은 받침대 특징부 (도시되지 않음) 는 유지 플레이트의 상부 내로 통합된다. 받침대는 슬라이드 엘리먼트의 전방 면과 상호작용하는 작은 상승된 부분이다. 수평 힘 벡터의 존재 시에, 슬라이드 엘리먼트 (6000) 는 받침대 주위로 피봇하여, 슬라이드 엘리먼트 (6000) 의 하부 부분으로 하여금 면 밀봉부를 향해 피봇하게 하고, 이것에 의하여 면 밀봉부 상에서 축력을 증가시키게 한다. 이것은 추가된 부분들 또는 증가된 공간 요건의 추가 없이 밀봉 무결성을 증가시킨다. 또한, 면 밀봉부 상의 축력은 더 이상 굴곡부들에 전적으로 종속되지 않으며, 이것은 더 낮은 모듈러스 (스티프니스) 값들을 갖는 열가소성 수지들의 더 폭넓은 선택을 허용한다.

[0262] 도 65 내지 도 68 은 위에서 설명된 모든 특징들의 구현예와 함께, 폐쇄 (좌측) (도 65 및 도 66) 및 개방 (우측) (도 67 및 68) 위치들의 완전한 개략적인 표면을 도시한다. 어떤 실시형태들에서, 자동 폐쇄 시스템은 증기압 축적을 다루기 위하여 유지 플레이트 (본원에서는 압축 플레이트라고 또한 지칭됨) 와 관련하여 사용되는 우산 밸브 (umbrella valve) 들 또는 다른 적당한 압력 배출 수단을 포함한다. 비제한적인 예로서, 대안적인 압력 배출 시스템들은 덕빌 밸브 (duckbill) 밸브들; 우산/덕빌 2-방향 밸브들; 다른 적당한 압력 방출 밸브들; 실리콘 시트 내의 핀홀 밸브 (pinhole valve); 실리콘 시트 내의 슬릿 밸브; 강성 재료 내의 단일 핀홀/배출 구멍 (예를 들어, 50 마이크론 두께 스테인리스 스틸 내의 50 마이크론 직경 구멍); 배출 구멍들의 어레이; 또는 증기 압력으로 인한 과도한 증발을 또한 방지하면서, 충분히 신속하게 압력 균형을 복원할 수 있는 임의의 다른 적당한 압력 배출 수단을 포함할 수도 있다. 우산 밸브들 또는 압력 배출 수단의 양태들은 본원에서 더욱 상세하게 논의된다.

[0263] 실시예 10: 결정화, 증발, 및 밀봉의 측정

[0264] 결정화는 특히, 액적 토출기 디바이스의 동작을 금지할 수 있는 레이트들로, 증발 레이트가 높은 작은 구멍들에서 발생한다. 결정화가 발생할 경우, 그것은 흐름을 차단함으로써 토출기 개구들로부터의 액적 토출을 방지한다.

[0265] 하나의 실시형태에 따르면, 천공/모세관 플레이트를 갖지 않으며 환경에 개방되도록 노출된 50 마이크론 깊이인 20 μm 폭의 구멍들을 갖는 생성기 플레이트에 대하여, 도 69 (a) 내지 (c) 는 등삼투압 염분 용액에 대한 시간에 걸친 결정 성장을 도시한다. 도 69 (a) 에서, 토출기 개구들은 시간 제로에서 도시되어 있고 (유체는 (다수의 토출기 개구들을 정의하는) 토출기 메쉬에 밀봉되는 경성 저장소 내로 방금 삽입되었음) 결정화를 도시하지 않는다. 스택 압축 플레이트는 O-링 (O-ring) 에 의하여 메쉬 스크린을 밀봉 방식으로 결합하고, 메쉬 스크린의 반대 표면은 O-링을 통해 저장소에 부착되고, 어셈블리는 나사들 및 너트들로 함께 유지된다. 도 69 (b) 에 도시된, 유체가 삽입된 후에 50 초에서, 현저한 결정화가 토출기 노즐들 (구멍들) 에서 형성되기 시작한다. 도 69 (c) 에 도시된 3 분에서는, 다수의 토출기 개구들 또는 구멍들이 완전히 막히고 몇몇 토출기 노즐들 (구멍들) 이 결정 성장을 나타낸다. 이미지들은 투과광 현미경 기법에 의해 취득되었고, 여기서, 결정들은 개구들을 통해 투과된 광을 막는다.

[0266] 유체 로딩 플레이트의 효과를 보여주기 위하여, 시스템은 유사하게 설정되었고, 50 마이크론 깊이인 20 μm 폭의 구멍들을 갖는 생성기 플레이트의 메쉬 스크린으로 구성되지만, 이 경우, 모세관 플레이트는 환경에 추가되었고 개방되게 노출되었다. 도 70 (a) 내지 (c) 는 등삼투압 염분 용액에 대한 시간에 걸친 결정 성장을 도시한다. 도 70 (a) 에서, 토출기 개구들은 시간 제로에서 도시되어 있고 (유체는 이하를 통해 토출기 메쉬에 밀봉되는 경성 저장소 내로 방금 삽입되었음: 스택 압축 플레이트, O-링, 메쉬 스크린, O-링, 천공/모세관 플레이트, O-링, 나사들 및 너트들로 함께 유지된 저장소) 결정화가 발생하지 않았다. 도 70 (b) 에 도시된 5 분에서는, 여전히 결정화가 형성되지 않았다. 도 70 (c) 에 도시된 6 시간에서는, 다수의 토출기 개구들이 완전히 막히고 몇몇 토출기 개구들이 결정 성장을 나타낸다. 천공/모세관 플레이트가 증발을 감소시킬 수 없지만, 그것은 결정화를 감소시킨다. 결정화 레이트에 있어서의 감소는 일정한 유체 공급을 전달함으로써, 그리고 무기염류 침적들을 유체에서 침지되지 않도록 방지함으로써 얻어진다.

[0267] 증발은 어떤 응용들에서, 예를 들어, 물의 손실 및 노도에 있어서의 결과적인 변화를 통해, 약물 강도 및 효능에 있어서의 변화들로 이어질 수도 있다. 증발은 또한 토출기 개구들에서의 결정화로 이어질 수 있다. 표 16 은 본 개시물의 자동 폐쇄 시스템으로부터의 증발 레이트들 대 유체 로딩 플레이트에서 제공된 상이한 크랙킹 압력 (cracking pressure) 들을 갖는 우산 밸브들의 2 개의 타입들에 의한 증발 레이트들을 도시한다. 도시된 증발 레이트들은 하나의 타입의 밸브를 이용한 등삼투압 염분과, 상이한 밸브를 라타노프로스트 및 등삼투압 염분에 대한 압력 변동으로 인한 밸브 크랙킹 없이 나타낸 것들이다. 두 밸브들은 매우 높은 증발 레이트들을 보여주었다. 대조적으로, 본 개시물의 자동 폐쇄 시스템들은 테스트 유체에 따라, 7-10 배만큼 증발 레이트에 있어서의 감소로 귀착되었다. 이것은 또한, 천공/모세관 플레이트 및 우산 밸브들 단독과 비교하여, 분사들 사이에서의 7-10 배만큼 결정화 시간의 연장으로 귀착되었다.

유체	우산 밸브	1 일에 손실된 질량 (mg)	30 일에 손실된 예측된 질량 (mg)	30 일에 2.0 mL 앰플로부터 손실된 예측된 % 유체
등삼투압 염분	5.3mm	23.6	707	35%
등삼투압 염분	(0.1 - 0.2	18.0	539	27%
등삼투압 염분	PSI 배출 압력)	20.4	613	31%
라타노프로스트	5.8mm	3.5	104	5%
라타노프로스트	(0.2 - 0.3	8.6	258	13%
등삼투압 염분	PSI 배출 압력)	11.7	351	18%
라타노프로스트		7.5	224	11%
등삼투압 염분	완전한 밀봉	2.4	72	4%
라타노프로스트		2.6	79	4%

표 16 우산 밸브 증발 레이트 대 자동-폐쇄 시스템을 이용한 완전한 면 밀봉

[0268]

[0269]

개시물의 어떤 양태들에서는, 큰 압력 편위들이 유체를 토출기 시스템 외부로 강제하는 것을 방지하기 위하여 자동 폐쇄 시스템들이 사용되었다. 압력이 크래킹 압력을 초과할 경우, 밸브들은 압력을 거의 즉각적으로 등화시킨다.

[0270]

우산 밸브들에 대한 대안들은 본 개시물의 범위 내에 있다. 이와 관련하여, 증발을 방지하면서 압력을 등화시키기 위한 임의의 적당한 방식, 예를 들어, 배출 구멍을 통해 본딩된 박테리아 및 유체 저항성 멤브레인 필터를 갖는 50 μm 및 100 μm 배출 구멍 용액이 사용될 수도 있다. 이 용액은 또한, 표 17 에 도시된 바와 같이, 거의 즉각적으로 압력, 공기의 초 당 10 psi/.25cc 를 등화시키지만, 증발 레이트들을 우산 밸브들의 그것보다 10-20 배 미만으로 감소시킨다. 압력 등화 (증발이 아님) 에 대한 누설 레이트들이 또한 표 17 에 도시되어 있다.

조건	하루당 평균 질량 손실 (mg)	표준 편차 (mg)	샘플들의 수
50 μ m 구멍	1.3	0.3	4
50 μ m 구멍 & 1.2 μ m 멤브레인	0.9	0.2	3
SS316 스틸에서의 50 μ m 구멍으로부터의 누설 레이트들, 50 μ m 두께 (샘플 사이즈: 각각의 조건에 대해 N=10)			
조건	평균 누설 레이트 (cm ³ /sec)	정정된 누설 레이트 (cm ³ /sec)	표준 편차 (cm ³ /sec)
50 μ m 구멍 수 (SS316 플레이트)	0.035	0	0.004
50 μ m 구멍	0.431	0.40	0.08
50 μ m 구멍 & 1.0 μ m 멤브레인 (비직조 폴리에스터 LHOP 서포트 상의 PTFE)	0.428	0.39	0.06
50 μ m 구멍 & 1.2 μ m 멤브레인 (비직조 나일론 서포트 상의 아크릴 코폴리머)	0.473	0.44	0.13

표 17 필터링된 배출 구멍들의 압력 등화를 위한 증발 및 누설 레이트들

[0271]

[0272]

자동 폐쇄 시스템은 토출기 개구들에서의 결정화로 이어질 수 있는 유체의 증발을 방지하기 위해 필요한 공기 및 압력 장벽을 제공한다. 이 실험의 목적은 1.00 PSI 에서 밀봉할 수 있는 자동 폐쇄 시스템을 만들기 위하여 필요한 정상적인 힘을 결정하기 위한 것이었다.

[0273]

면 밀봉 품질을 정상적인 힘의 함수로서 결정하기 위하여 실리콘 면 밀봉 링 상에서의 플라스틱 밀봉 엘리먼트의 중력을 이용하는 것. ABS/폴리카보네이트 플라스틱 밀봉 엘리먼트는 물이 가변 질량에 대해 추가될 수 있도록 차단기의 하부에 부착되었다. 자체 윤활처리 실리콘 밀봉부는 압축 플레이트의 내부에 실장되었고, 압력 레귤레이터 및 압력 게이지는 압축 플레이트의 내부에 부착되었다. 가변 질량 밀봉 엘리먼트는 실리콘 밀봉부에 대해 균형이 맞추어졌고, 유체는 차단기에 추가되었다. 압력 데이터는 면 밀봉부의 정상적인 힘의 함수로서 기록되었다.

[0274]

게이지 압력이 1.00 PSI 에 접근함에 따라, 자동 폐쇄 시스템 밀봉 질량이 증가되었다. 40 그램 이상의 정상적인 힘들이 전형적으로 0.90 PSI 이상에서 밀봉되었다. 이것은 수용가능한 밀봉부로서 식별되었는데, 그것은 0.2 PSI 우산 밸브 배출 압력보다 상당히 더 높기 때문이다.

[0275]

또 다른 식별된 조건은, 자동 폐쇄 시스템 상부의 폐쇄용 슬라이더의 마찰력이 자동 폐쇄 스프링의 복원력보다 작아야 한다는 점이었다. 이 조건은 충분한 스프링 상수 및 변위를 갖는 스프링을 선택함으로써 충족되었다.

[0276]

내부에 의해 제공된 밀봉 품질을 측정하기 위하여 자동 폐쇄 시스템은 다수의 슬라이딩 작동들의 시퀀스를 통해 밀봉한다. 개시물에 따른 자동 폐쇄 시스템은 공기 압력 레귤레이터 및 압력 게이지에 부착되었다. 레귤레이터는 완전한 밀봉부로 1.00 PSI 로 설정되었고, 다음으로, 완전한 밀봉부가 제거된다. 자동 폐쇄는

밀봉부를 제공하도록 작동되고, 밀봉부 내부의 게이지 압력은 최대 압력에 도달하였을 때까지 증가하였다. 이 최대 균형 압력은 그 시도에 대한 밀봉 압력으로 기록된다.

[0277] 최대 균형 압력은 20 시도들에 대해 기록되었고, 그 후에, 자동 폐쇄 시스템은 100 회 작동되었다. 이 프로세스는 3 회 더 반복되었고, 각각의 데이터 세트 사이의 100 작동들과 함께, 20 시도들의 4 데이터 세트들로 귀착되었다. 이것은 총 380 슬라이드 작동들을 통해 자동 폐쇄 시스템 반복가능성을 테스트하도록 설계되었다. 각각의 데이터 세트에 대한 평균 밀봉 압력이 표 18 에 도시되어 있다.

데이터 세트 # (N=20 작동들)	평균 밀봉 압력 (PSI)
1	0.940 ± 0.006
2	0.937 ± 0.007
3	0.934 ± 0.005
4	0.936 ± 0.005
주의: 최대 밀봉 압력은 레귤레이터로 인해 1.00 PSI 이다	

표 18 380 작동들을 통한 자동-폐쇄 면 밀봉 테스트

[0278]

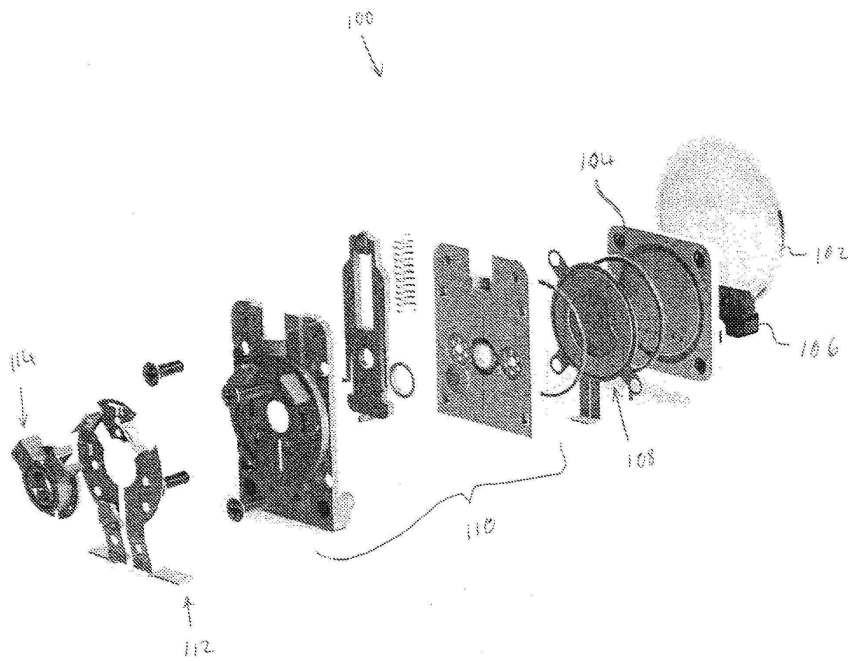
[0279] 1.00 PSI 밀봉부는 수용가능한 면 밀봉부로서 식별되었는데, 그것은 0.2 PSI 우산 밸브 배출을 초과하는 안전성 마진을 제공하기 때문이다. 이 테스트로부터의 데이터는 380 회의 총 작동들을 통해 이 타겟 밀봉 압력의 6-7 % 내에 일관되게 있었다.

[0280] 본 출원과, 참조를 위해 편입되어 있는 상기 출원들에서 개시된 발명의 다수의 구현예들이 개시되었다. 이 개시물은 하나의 구현예 또는 실시형태의 특징들 중의 임의의 것을 다른 구현예들 또는 실시형태들의 하나 이상에 대한 특징들과 조합하는 것을 고려한다. 예를 들어, 토출기 기구들 또는 저장소들 중의 임의의 것은 개시된 하우징들 또는 하우징 특징부들, 예를 들어, 커버들, 지지부들, 받침부들, 조명들, 밀봉부들 및 가스켓들, 충전 기구들, 또는 정렬 기구들 중의 임의의 것과 조합하여 이용될 수 있다.

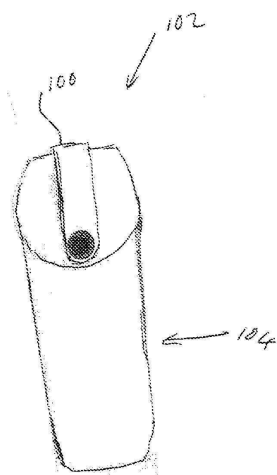
[0281] 당업자의 범위 내에서의 발명들 중의 임의의 것의 엘리먼트들 중의 임의의 것에 대한 추가의 변형들은 이 개시물에 의해 고려된다. 이러한 변형들은 재료들, 코팅들, 또는 제조 방법들의 선택을 포함한다. 전기 및 전자 기술 중의 임의의 것은 제한 없이 구현예들 중의 임의의 것과 함께 이용될 수 있다. 또한, 임의의 네트워킹, 원격 액세스, 대상자 감시, e-헬스 (e-health), 데이터 저장, 데이터 마이닝 (data mining), 또는 인터넷 기능성은 구현들 중의 임의의 것 및 전부에 적용가능하고, 그와 함께 실시될 수 있다. 또한, 생리학적 파라미터들의 테스트들 또는 측정들의 성능과 같은 추가적인 진단 기능들이 구현예들 중의 임의의 것의 기능성 내로 포함될 수도 있다. 녹내장 또는 다른 안과적 테스트들의 수행은 그 진단 기능성의 일부로서 디바이스들에 의해 수행될 수 있다. 당해 분야에서 알려지고 여기에서 명시적으로 열거되지 않은 다른 제조 방법들은 디바이스를 제조하거나, 테스트하거나, 수리하거나, 또는 유지하기 위하여 이용될 수 있다. 또한, 디바이스는 더 복잡한 이미징 또는 정렬 기구들을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 디바이스를 사용자에게 정합시키기 위하여 유일한 식별정보를 생성하고 눈들 사이를 묘사하기 위하여, 디바이스 또는 기저부에 홍채 또는 망막 스캐너가 구비될 수도 있거나 이 디바이스 또는 기저부가 홍채 또는 망막 스캐너에 결합될 수도 있다. 대안적으로, 디바이스 또는 베이스는 임의의 적당한 타입의 사진 기법 또는 방사선 기법을 위한 복잡한 이미징 디바이스들에 결합될 수도 있거나, 이 복잡한 이미징 디바이스들을 포함할 수도 있다.

도면

도면1



도면2



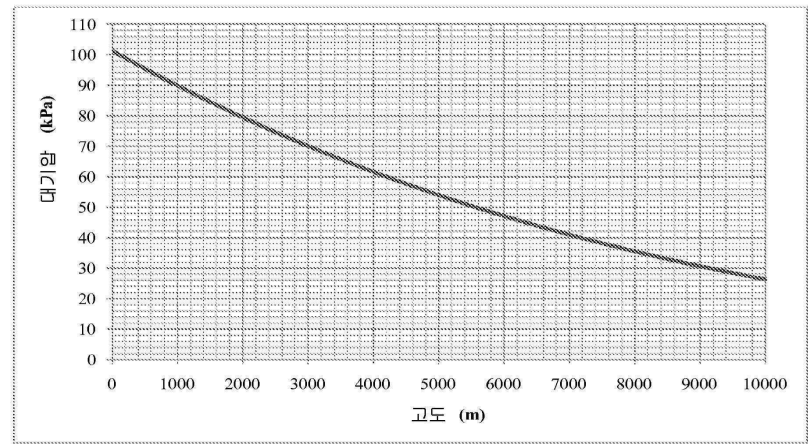
도면3



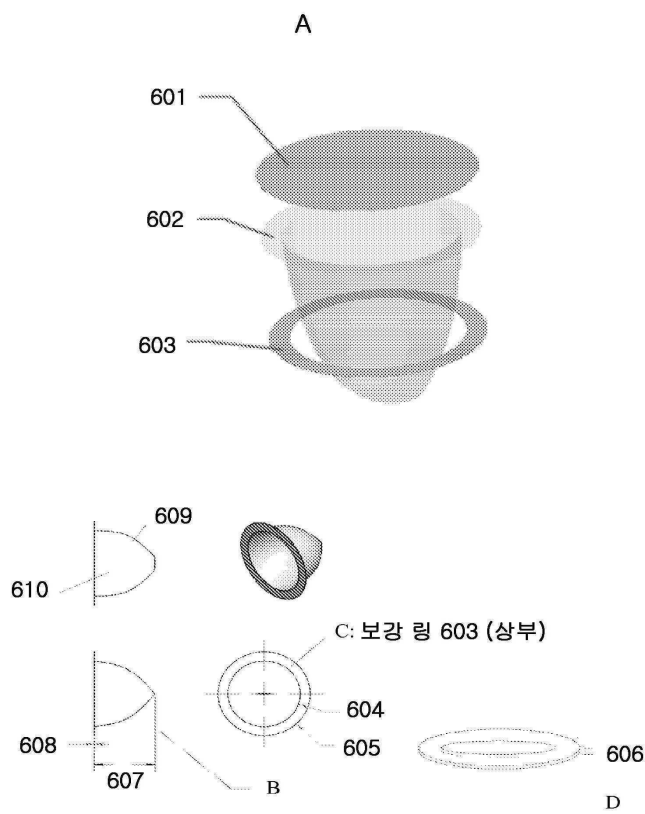
도면4



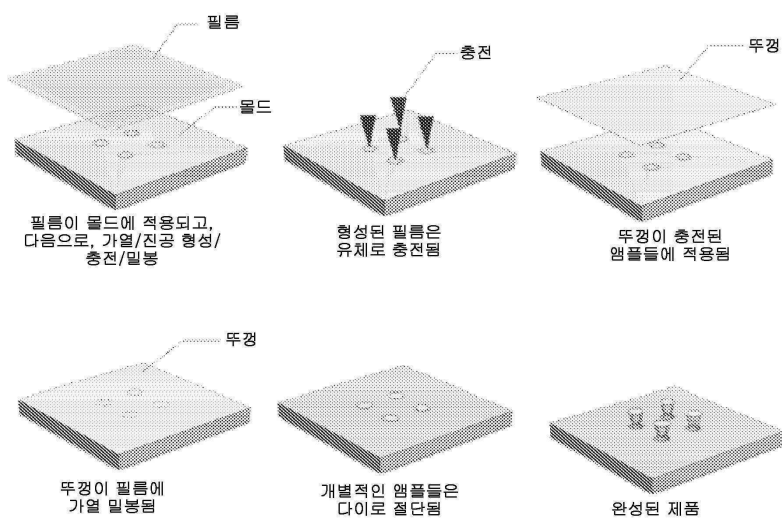
도면5



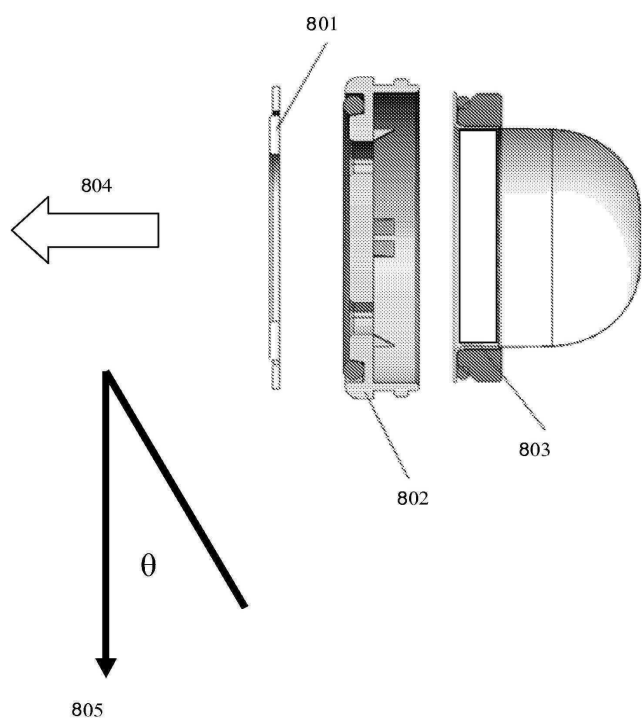
도면6



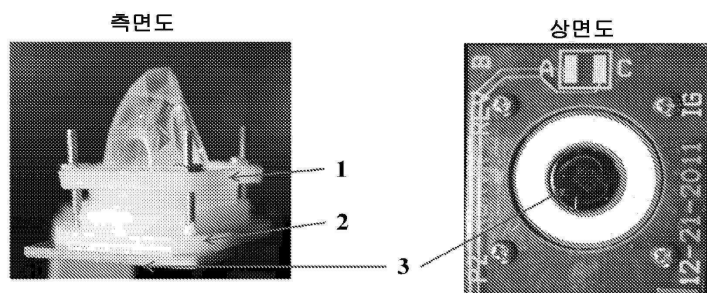
도면7



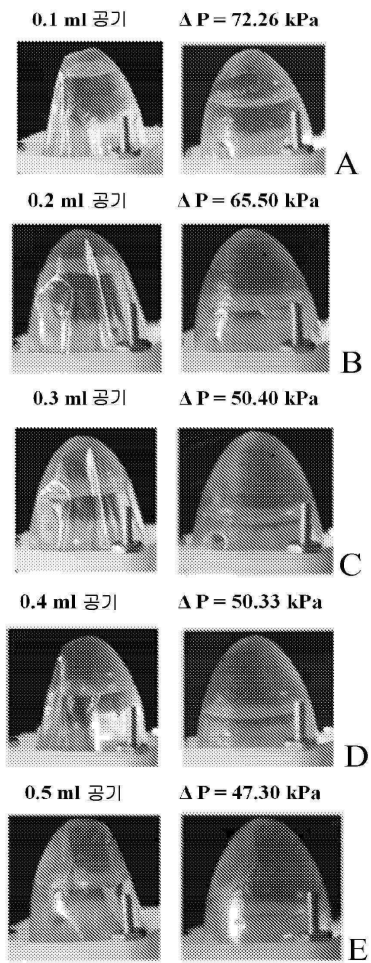
도면8



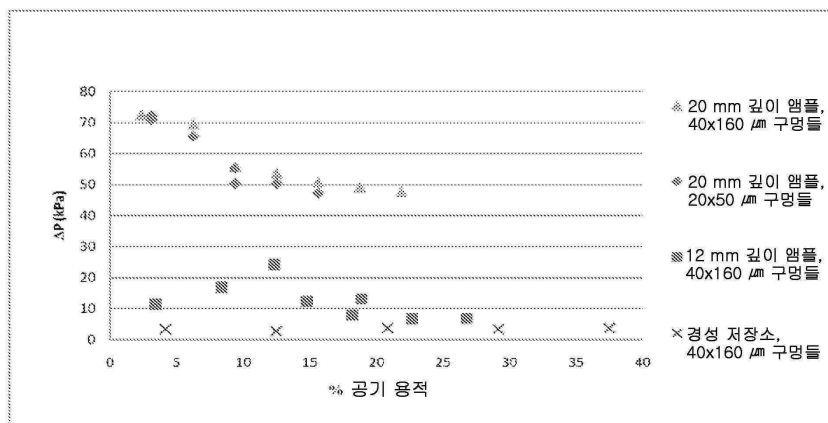
도면9



도면10

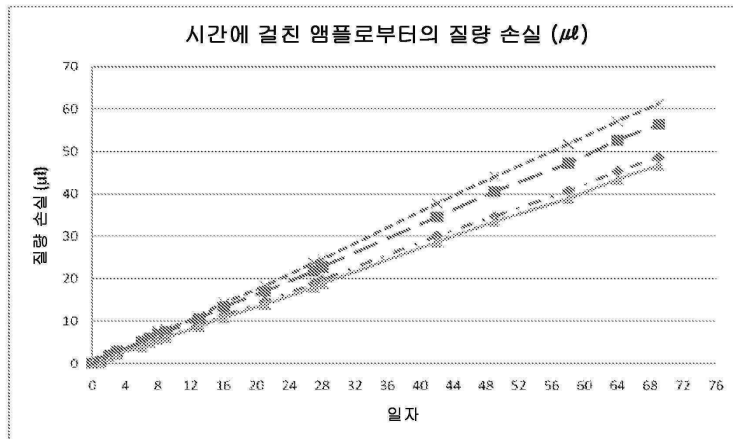


도면11



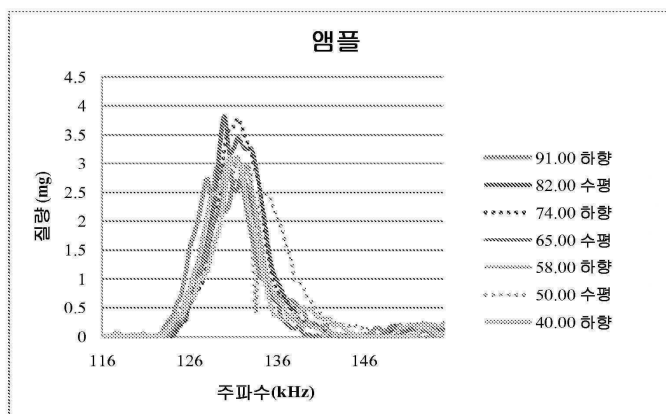
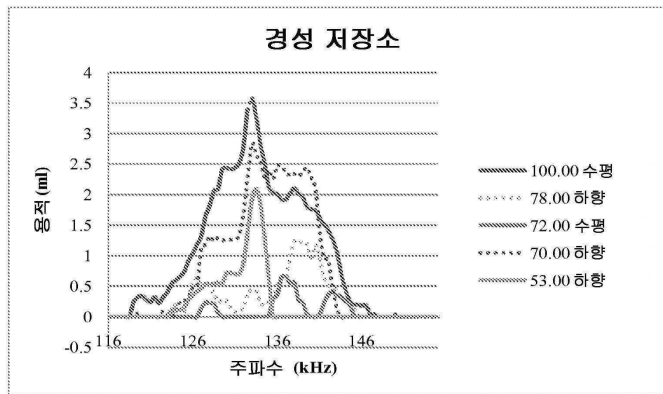
6000 ft = 1828.8 m = $\Delta P = 20 \text{ kPa} = 2.9 \text{ psi}$
 8000 ft = 2438.4 m = $\Delta P = 29 \text{ kPa} = 4.2 \text{ psi}$

도면12

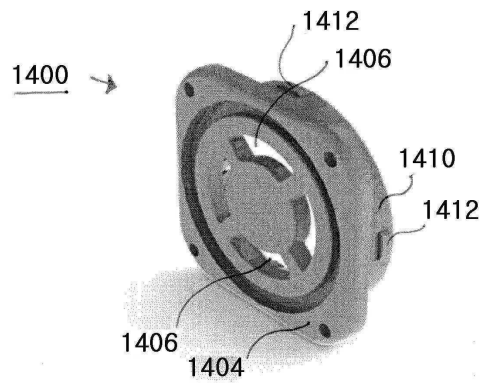


앰플 필름/뚜껑 시스템을 통한 증발로부터 하루 당 1 마이크로리터 미만이 손실됨

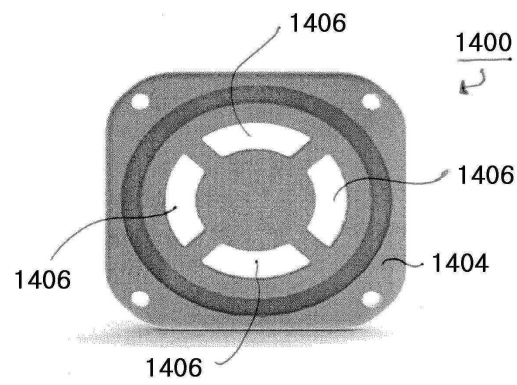
도면13



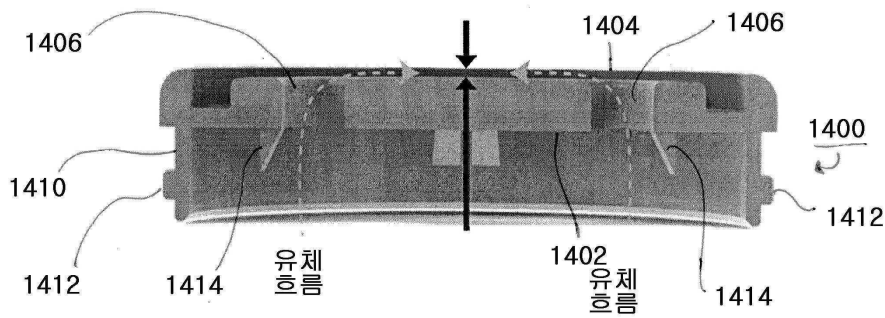
도면14a



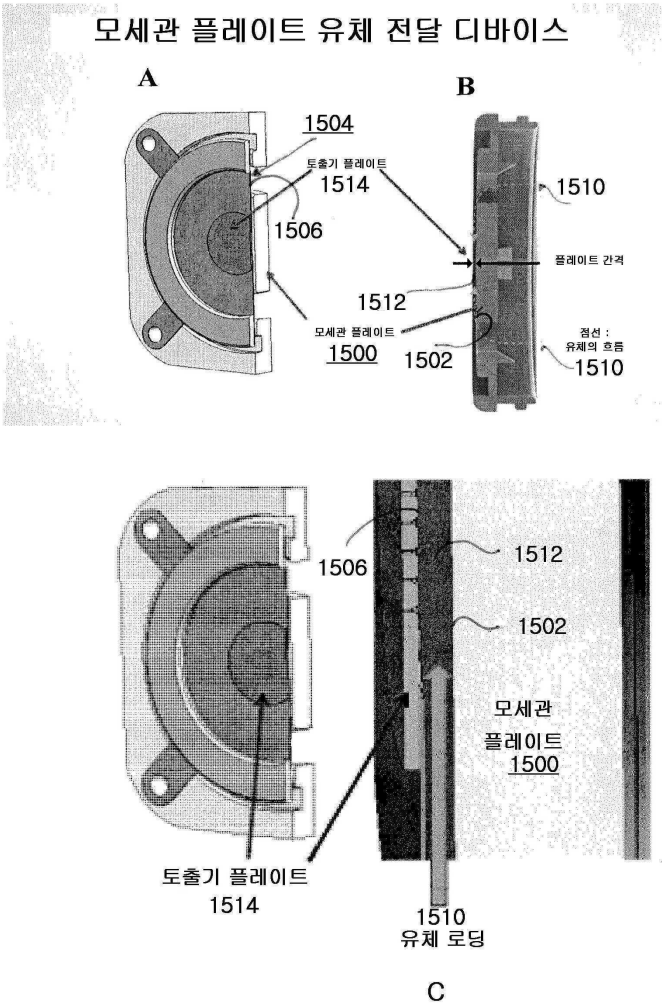
도면14b



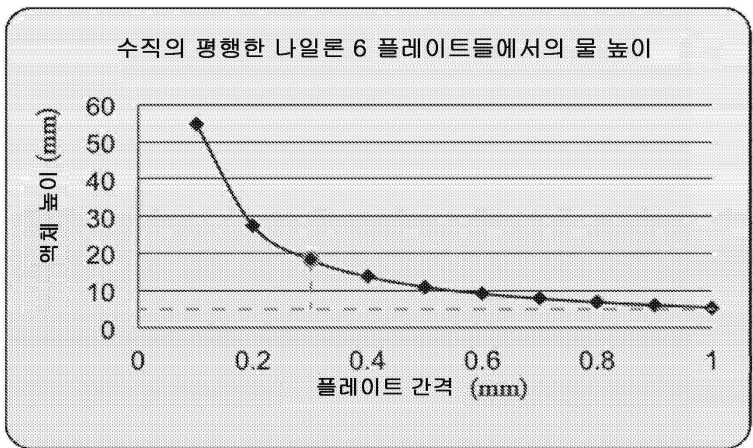
도면14c



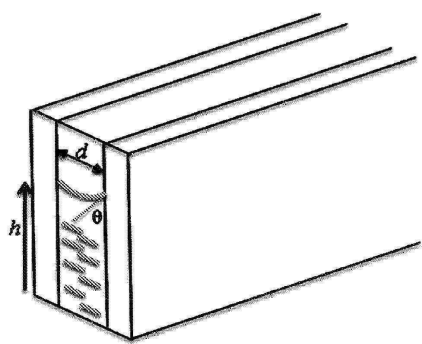
도면15



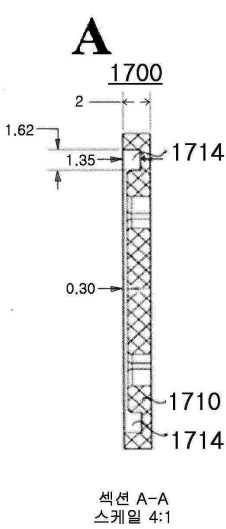
도면16a



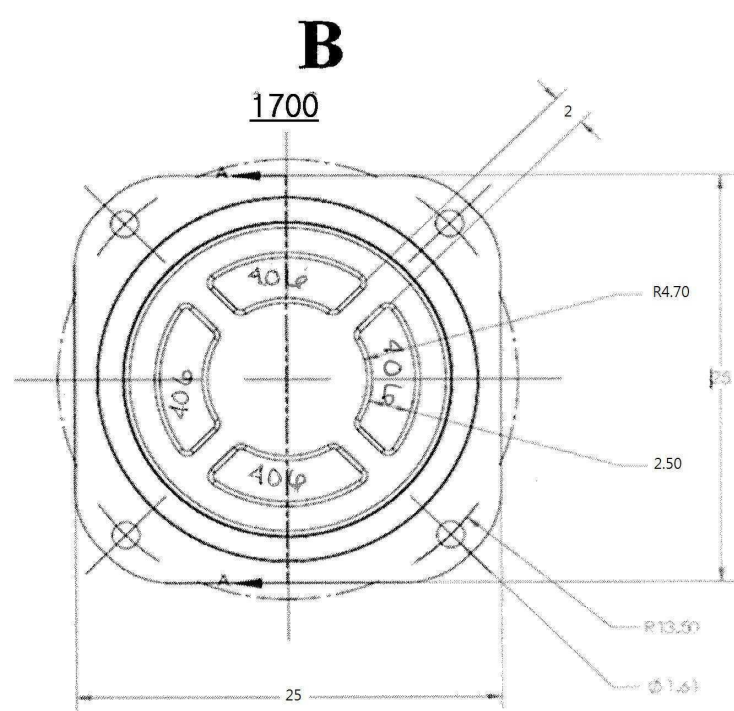
도면16b



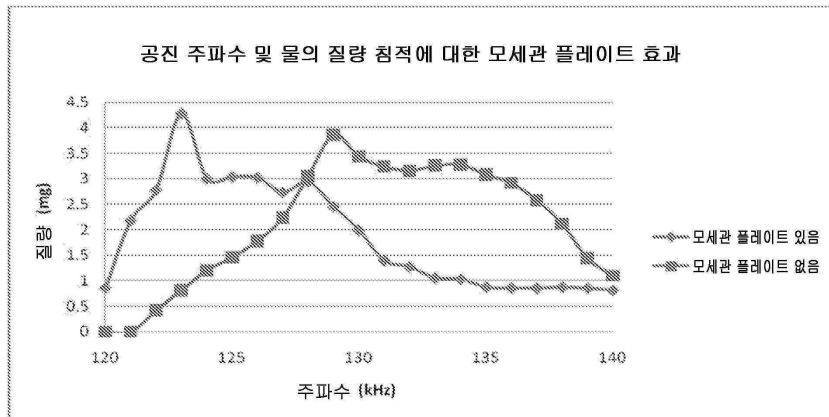
도면17a



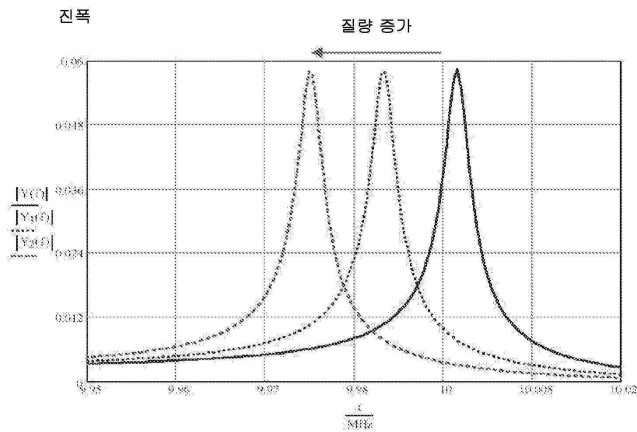
도면17b



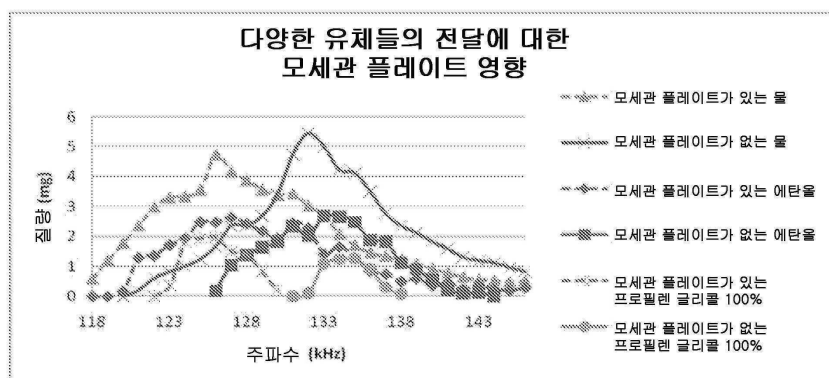
도면18



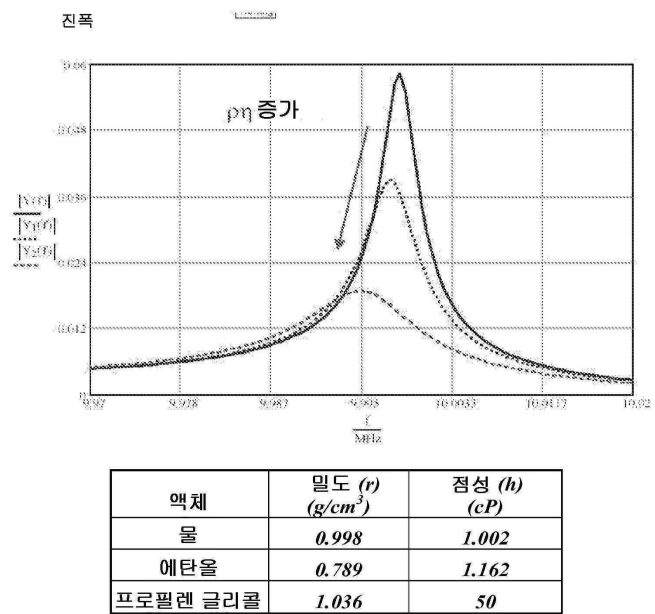
도면19



도면20

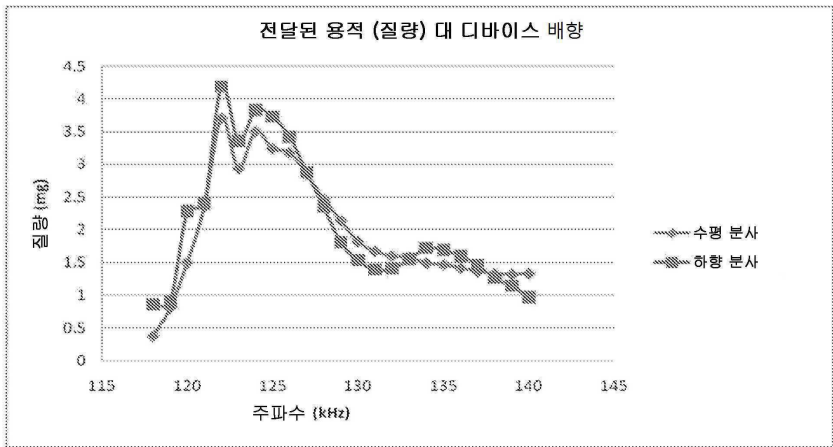


도면21

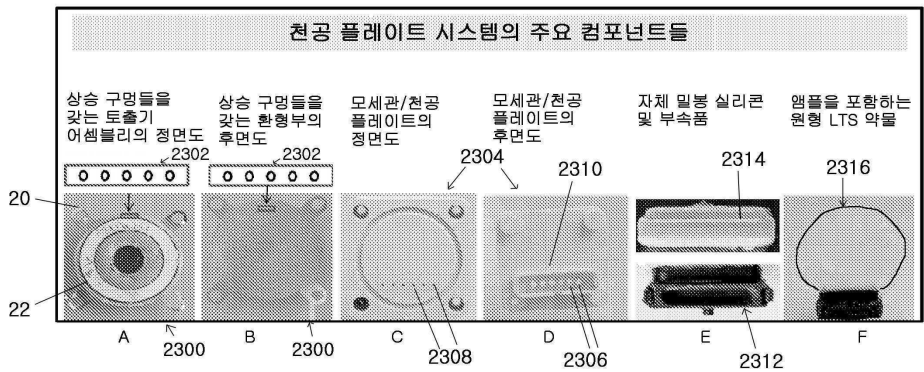


도면22

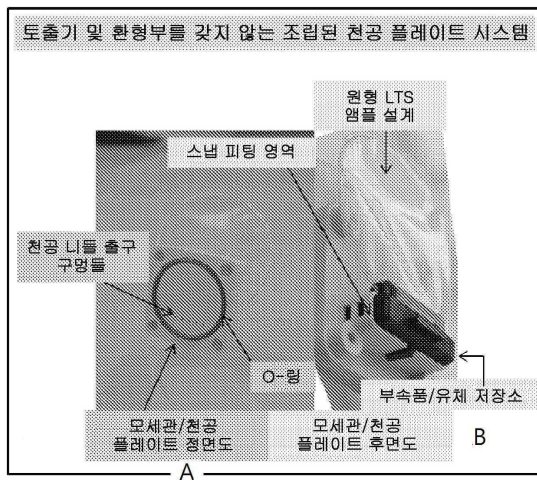
모세관 플레이트의 자세 둔감성



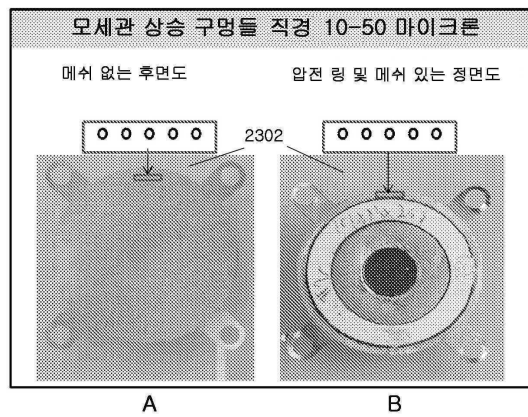
도면23



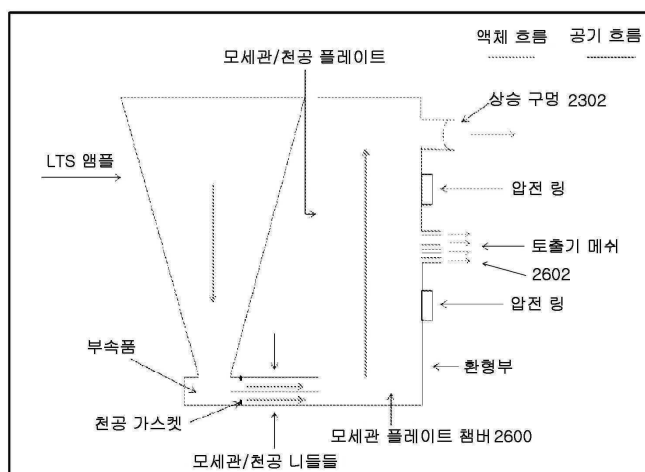
도면24



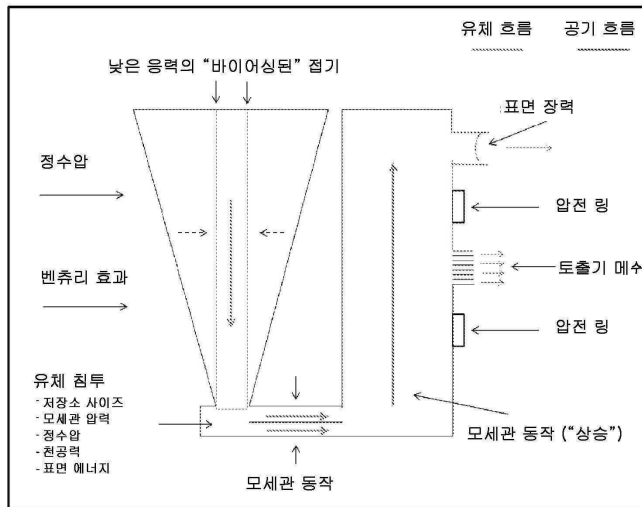
도면25



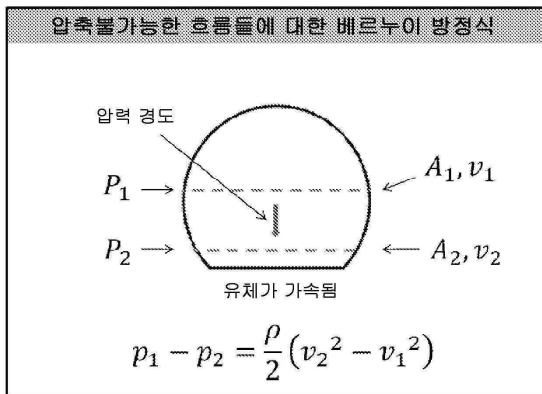
도면26



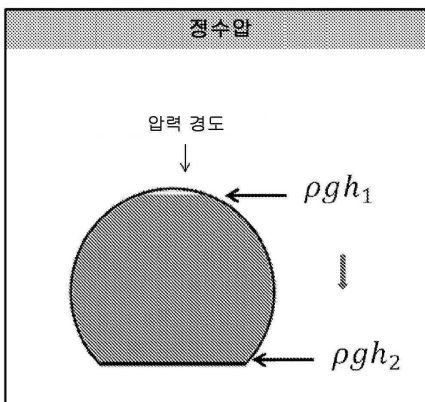
도면27



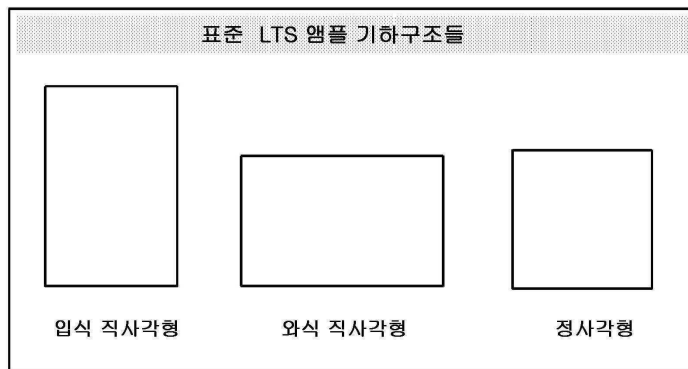
도면28



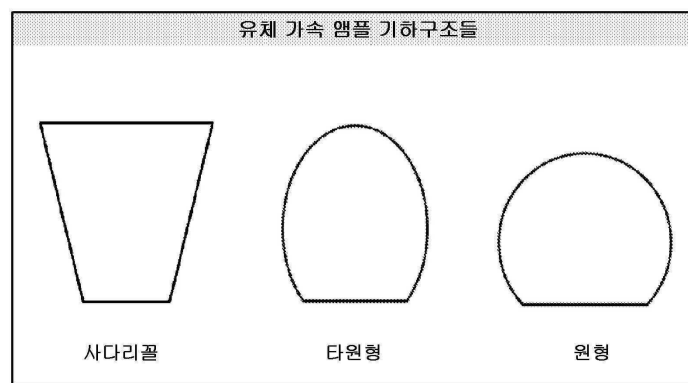
도면29



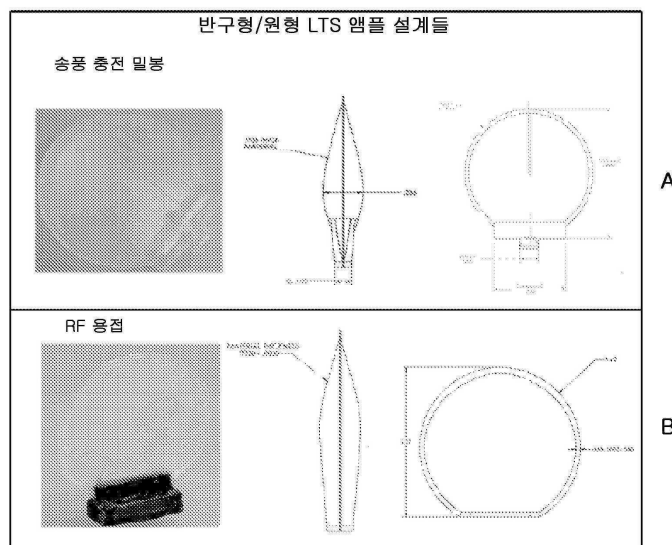
도면30



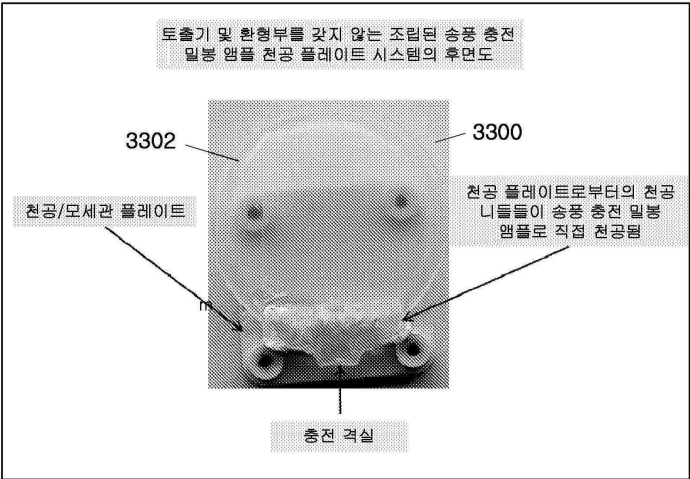
도면31



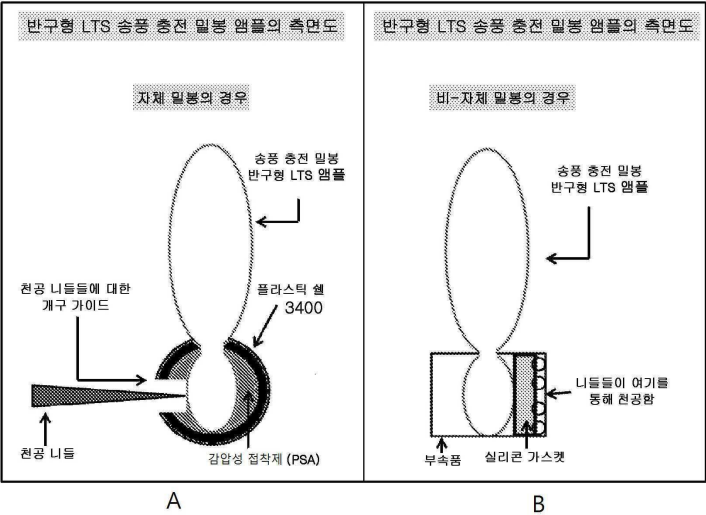
도면32



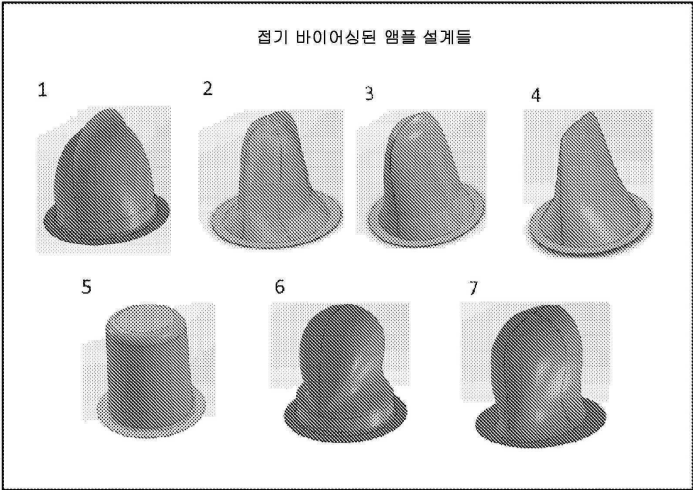
도면33



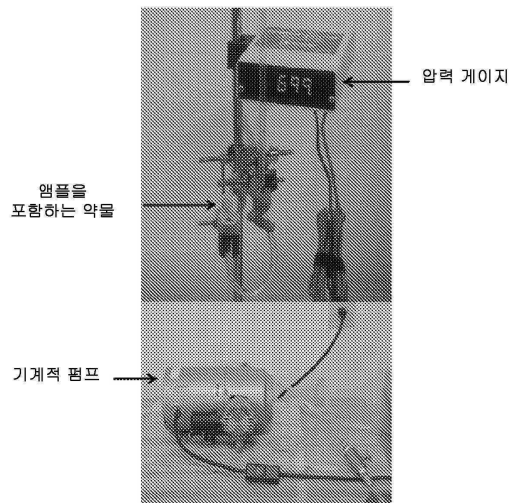
도면34



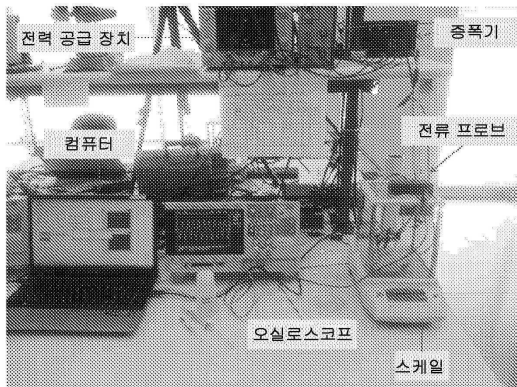
도면35



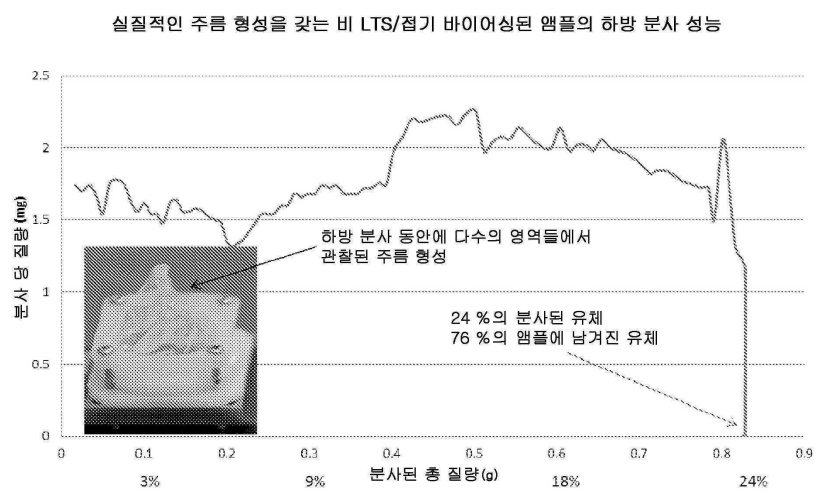
도면36



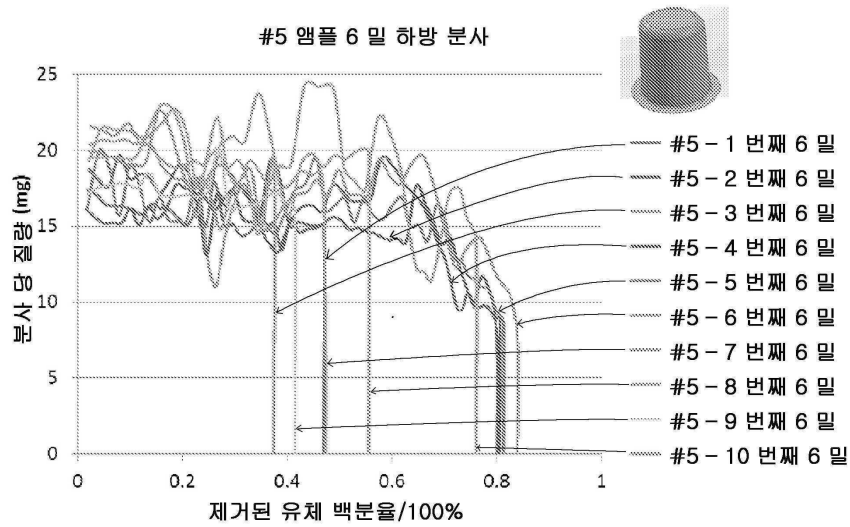
도면37



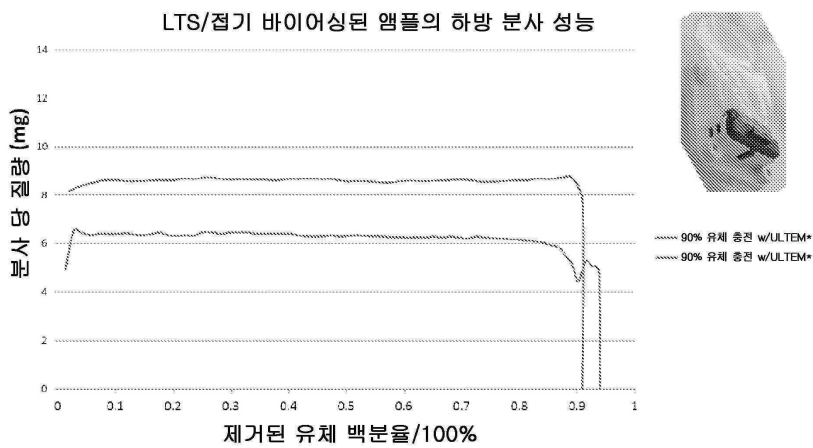
도면38



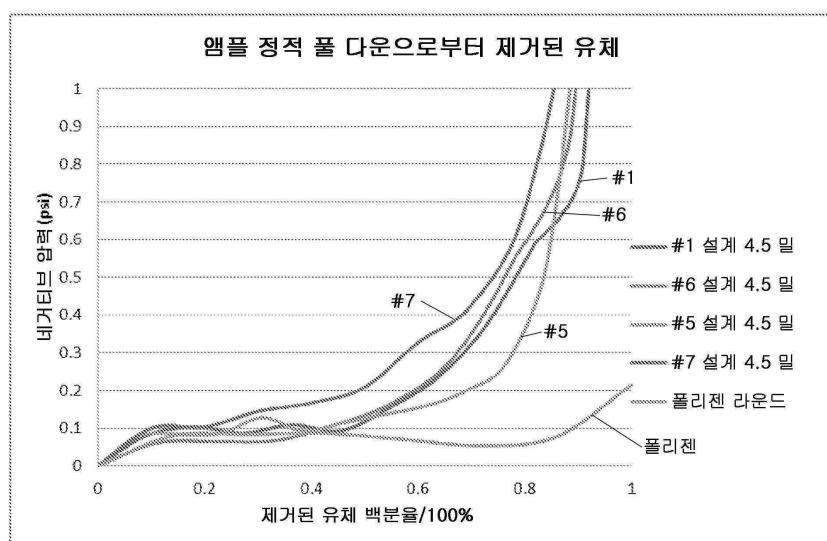
도면39



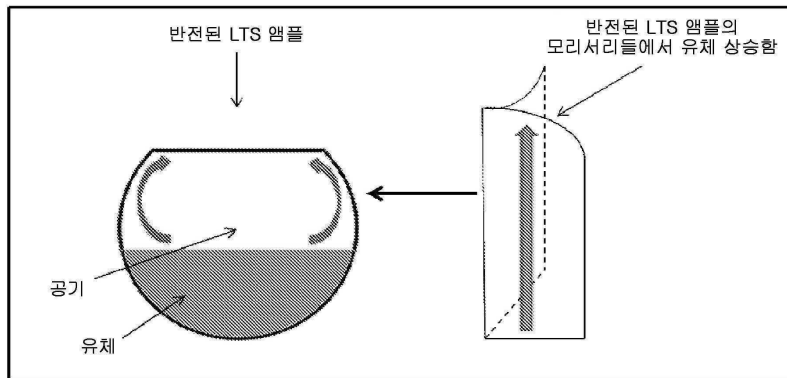
도면40



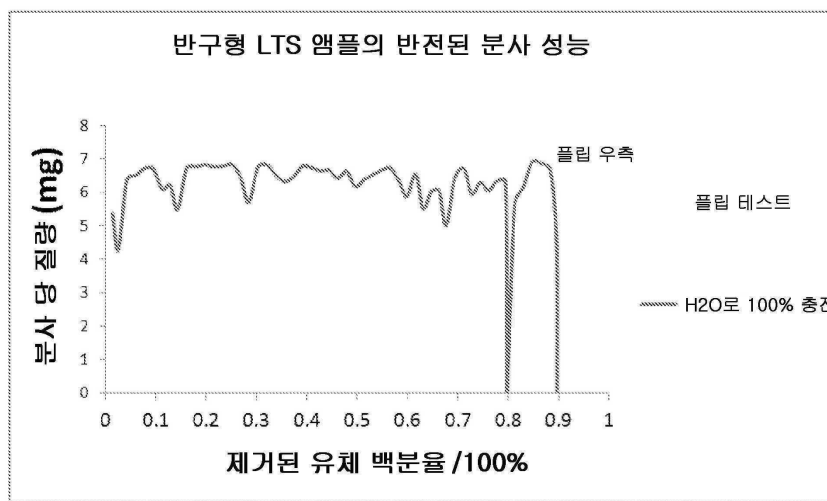
도면41



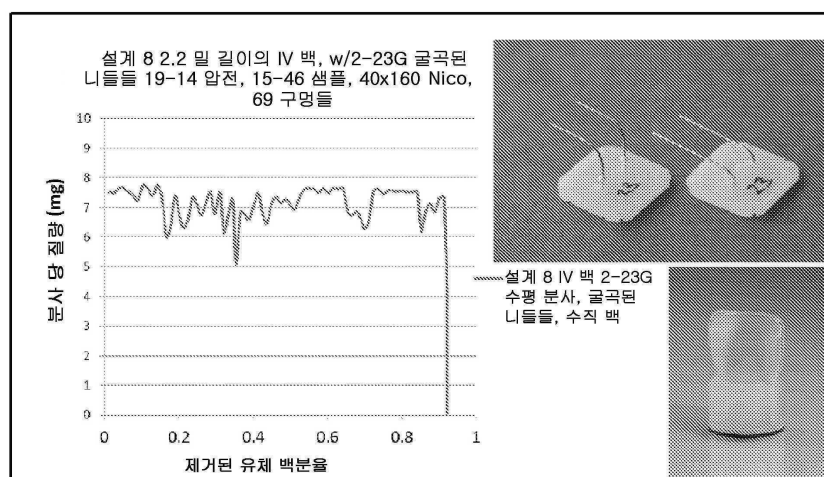
도면42



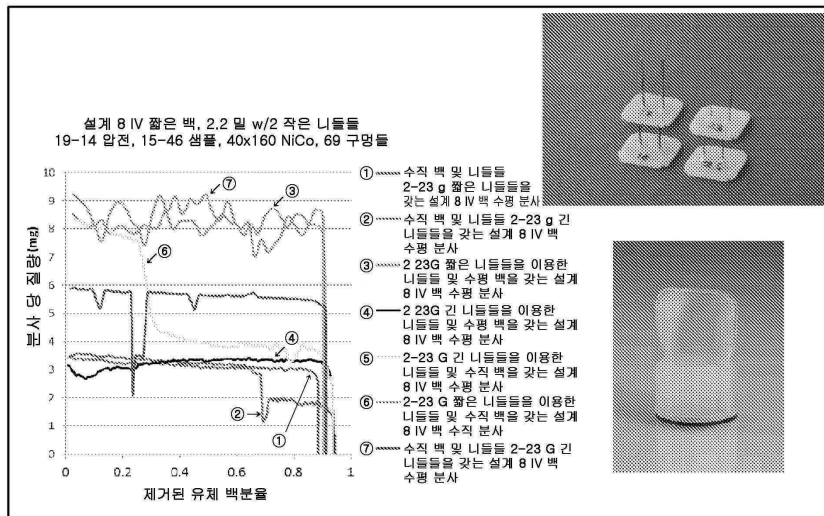
도면43



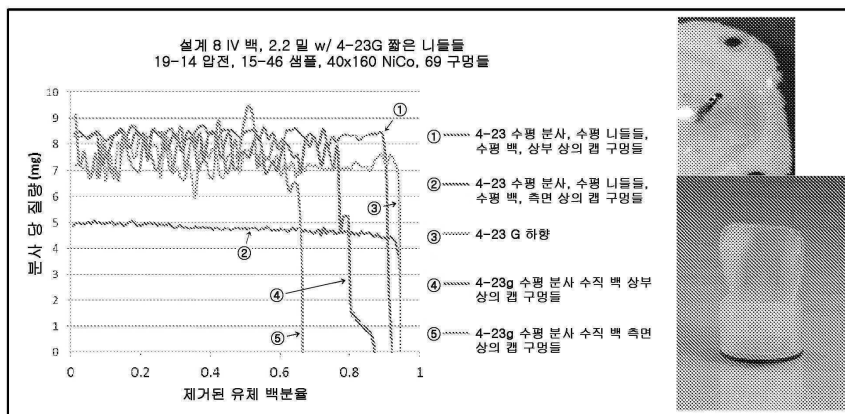
도면44



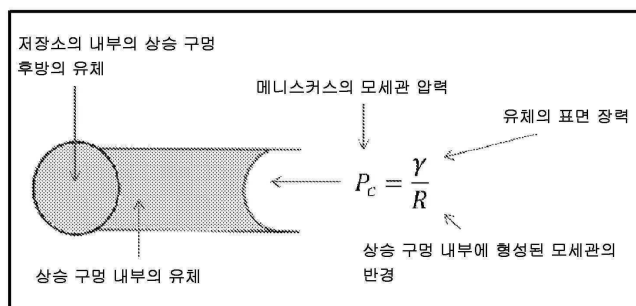
도면45



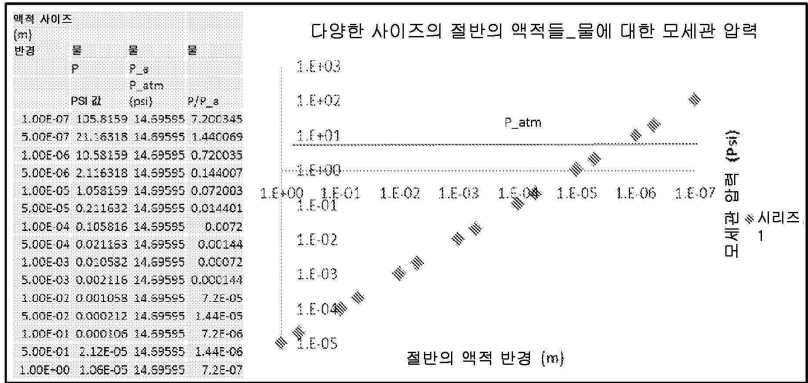
도면46



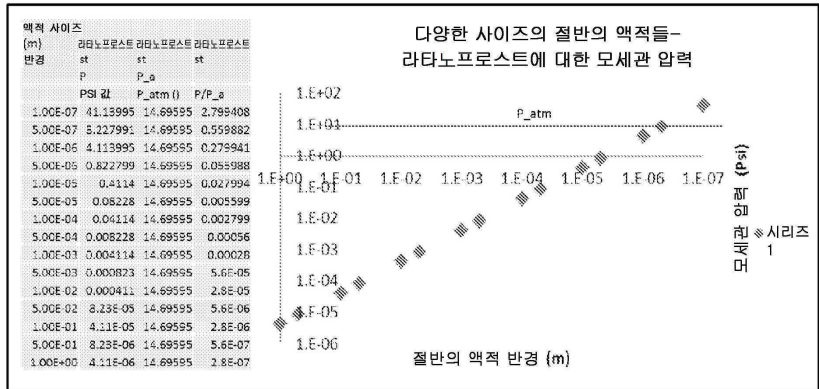
도면47



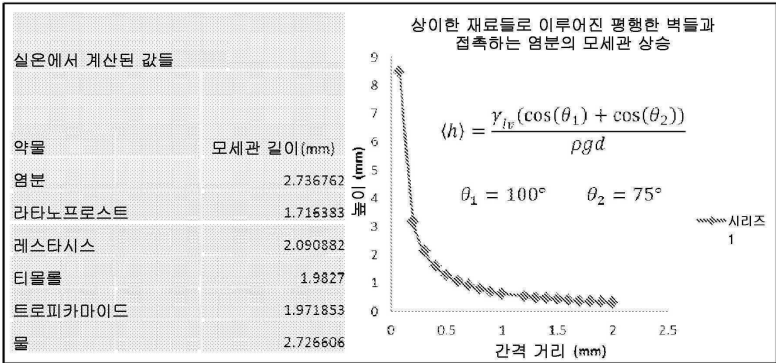
도면48



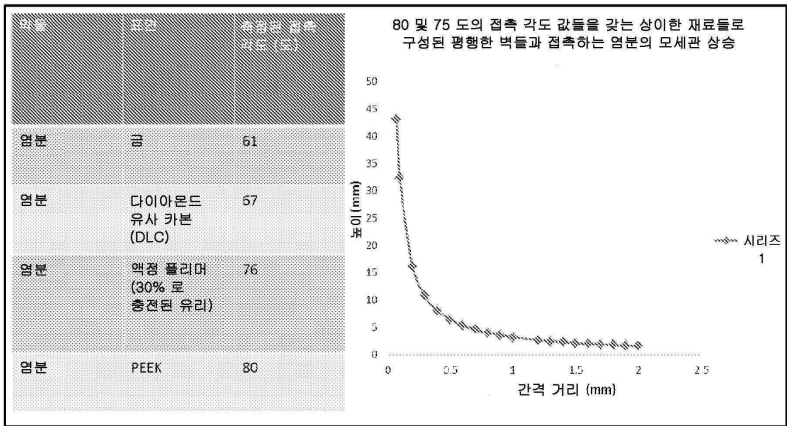
도면49



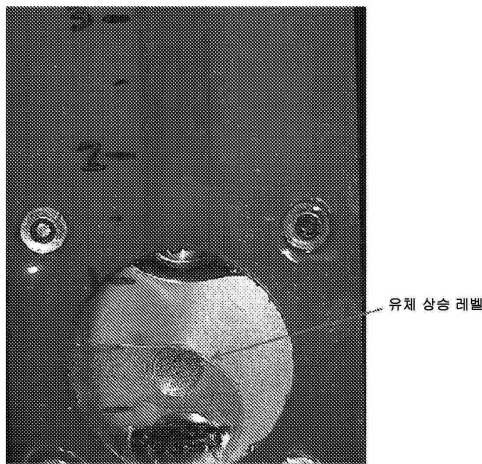
도면50



도면51



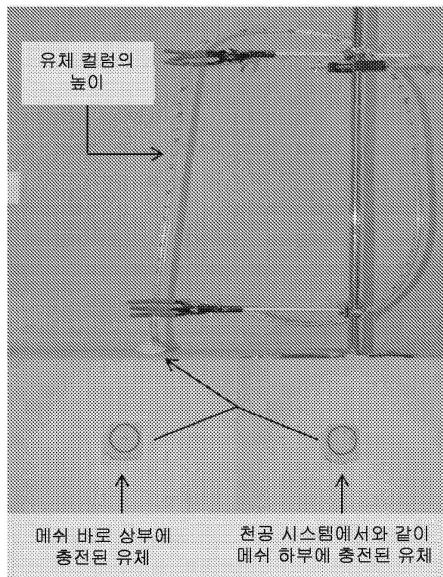
도면52



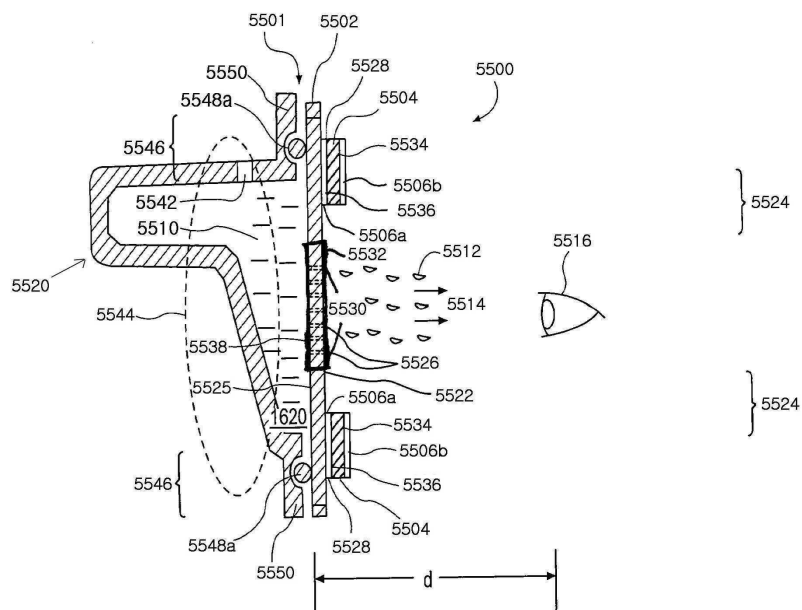
도면53



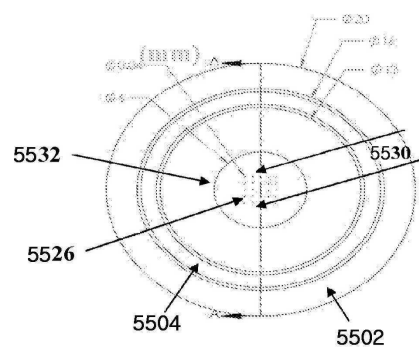
도면54



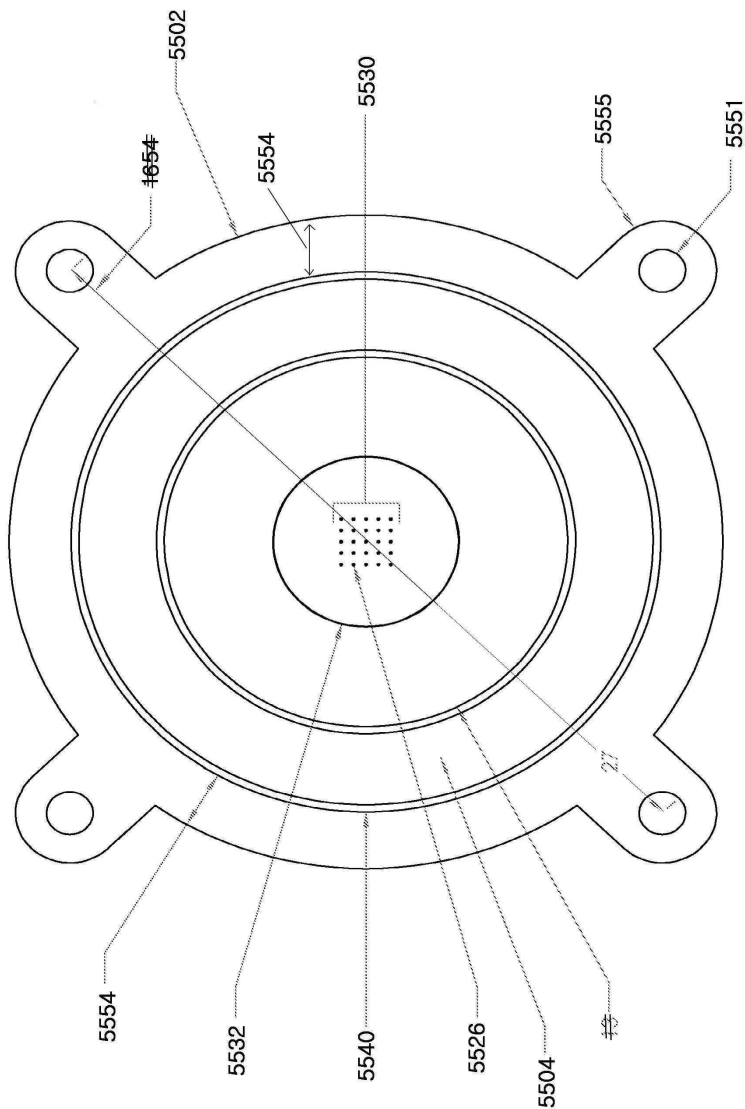
도면55a



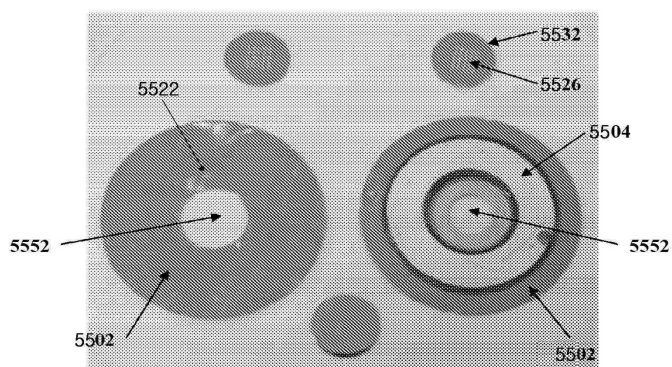
도면55b



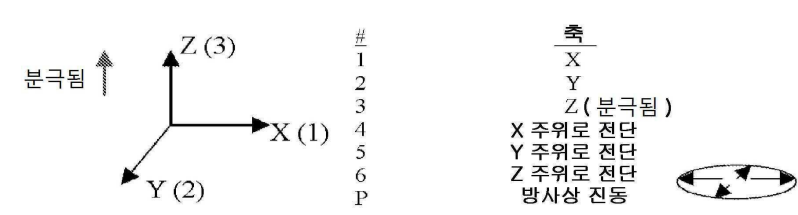
도면55c



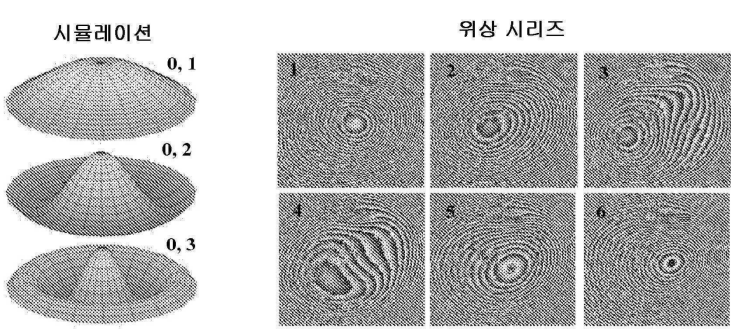
도면 55d



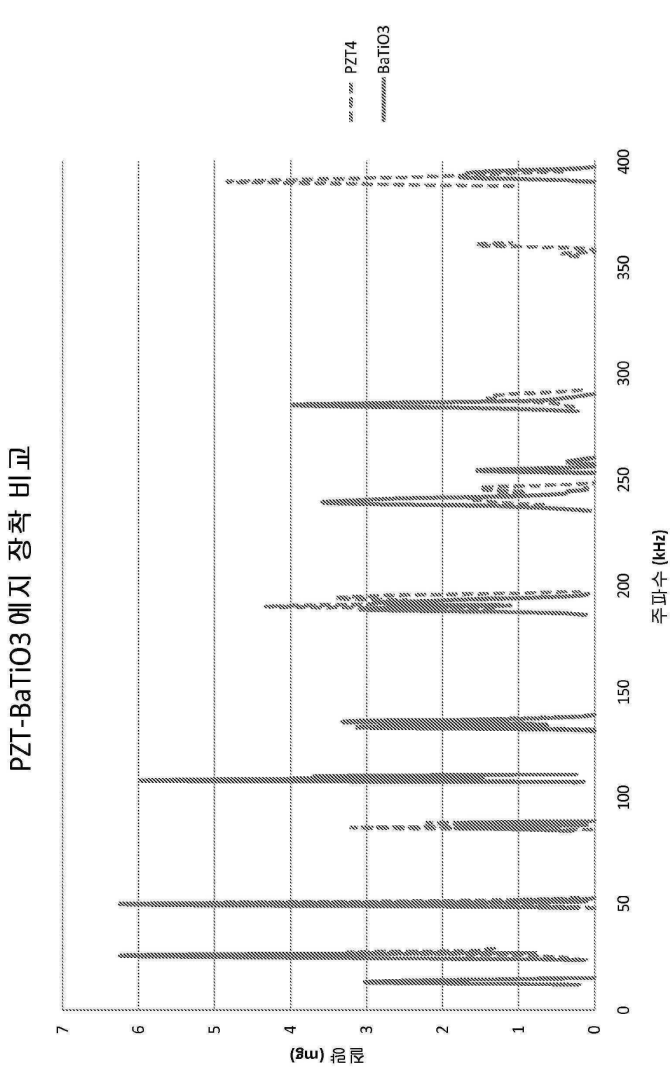
도면56



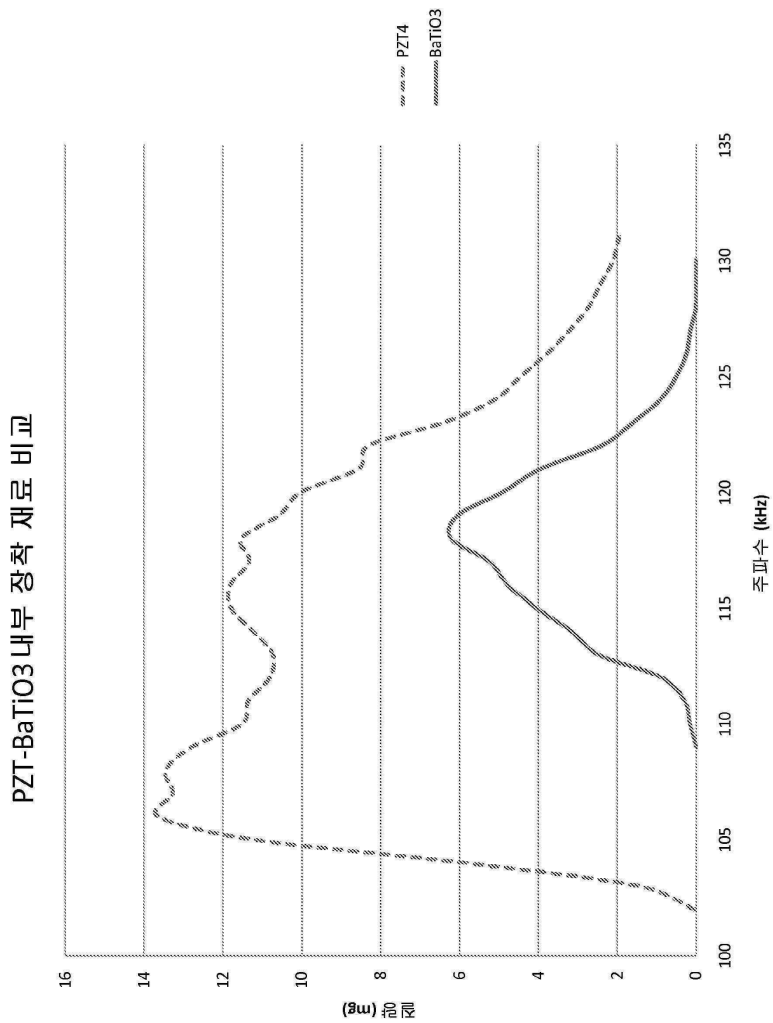
도면57



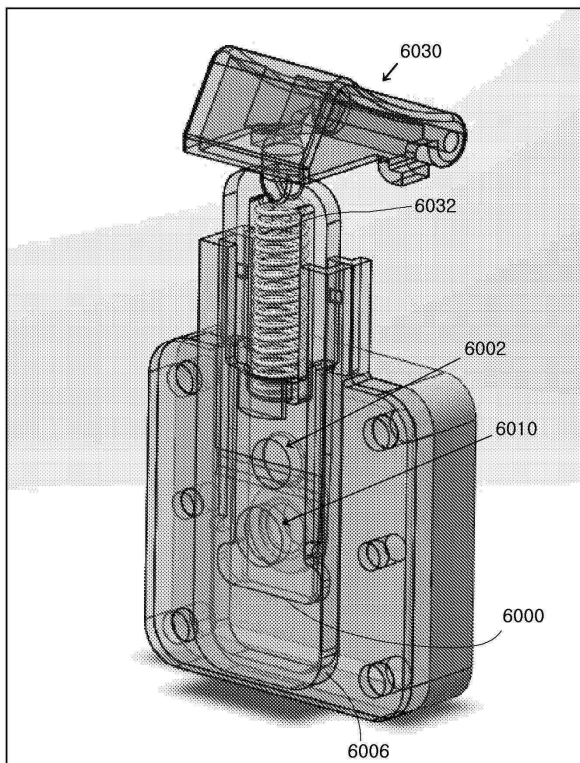
도면58



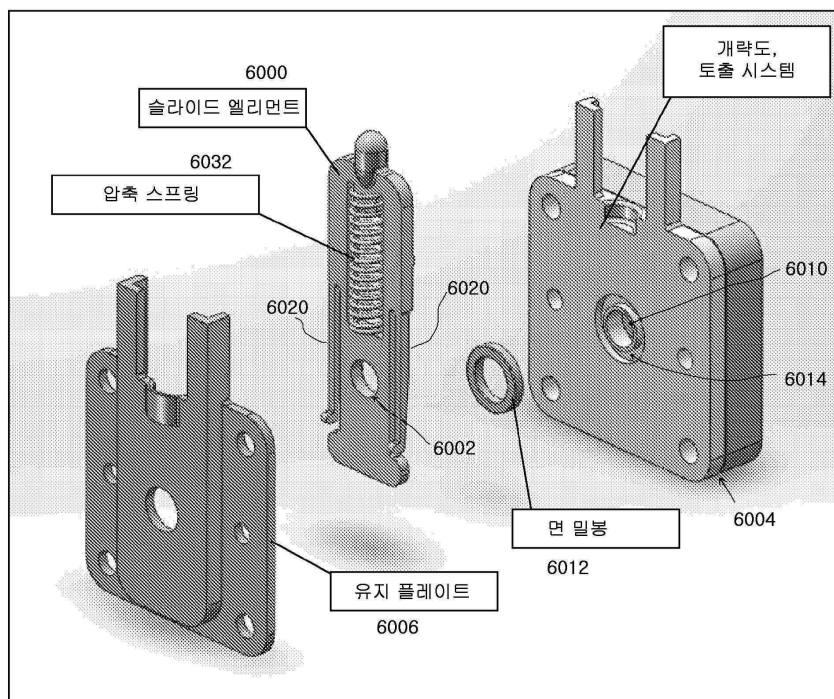
도면59



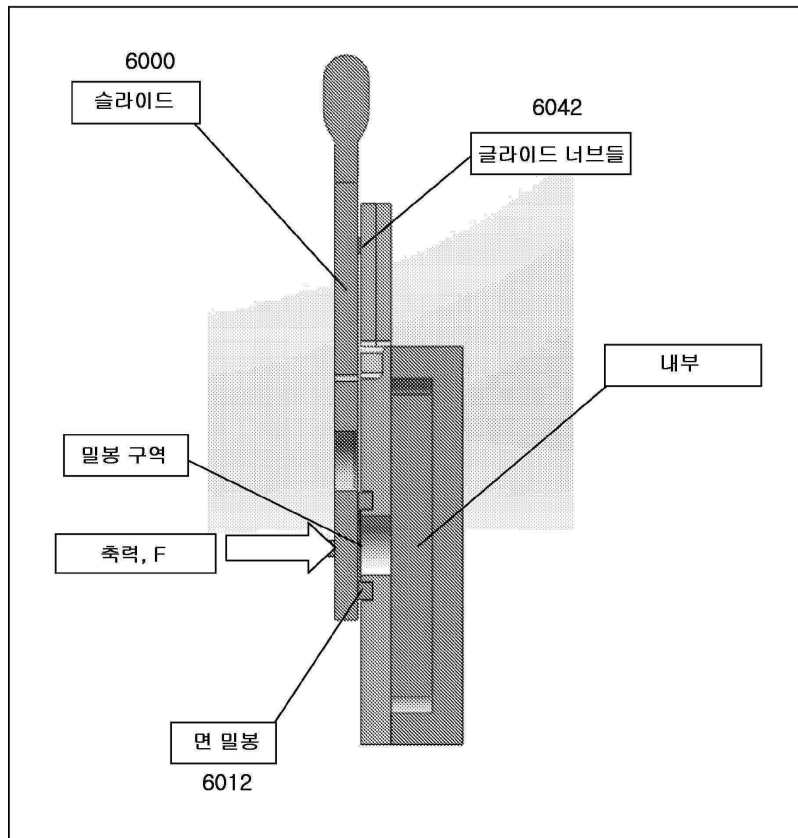
도면60



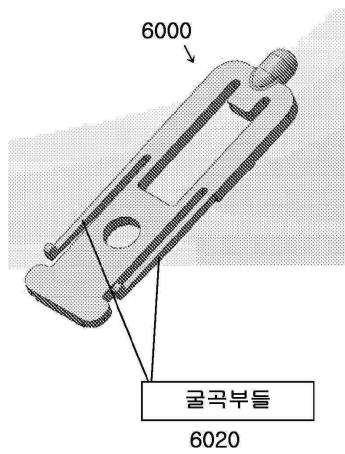
도면61



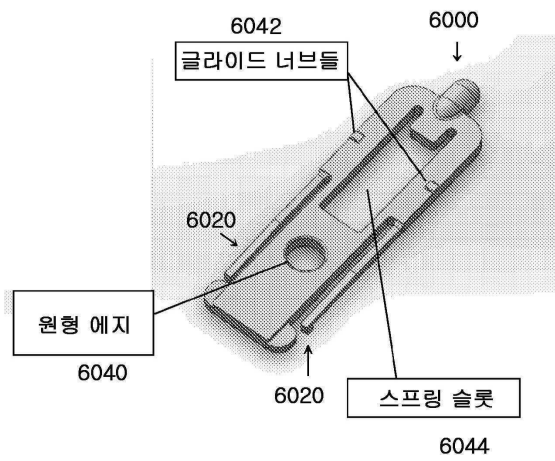
도면62



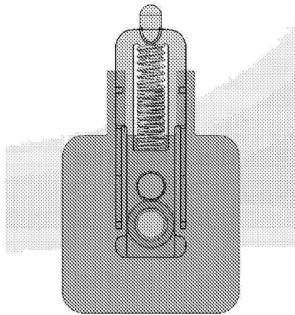
도면63



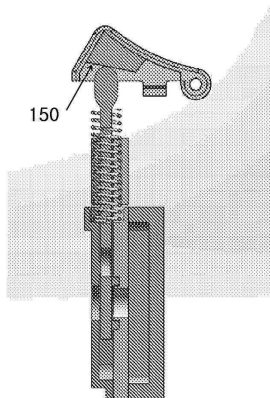
도면64



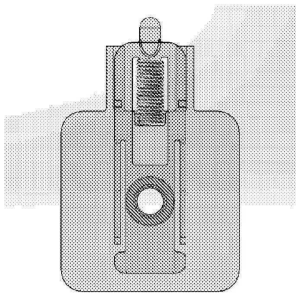
도면65



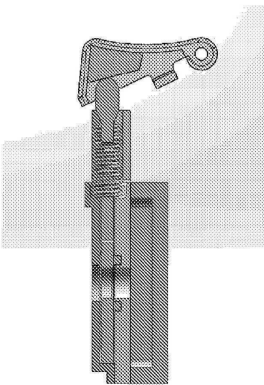
도면66



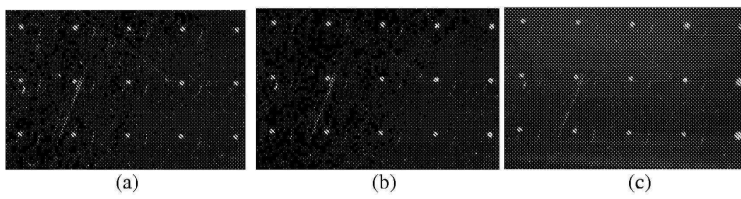
도면67



도면68



도면69



도면70

