(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0037245
(43) 공개일자 2024년03월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61M 11/00 (2006.01) *A61M 15/06* (2006.01)
B05B 17/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61M 11/005 (2013.01)
A61M 11/003 (2015.01)
(21) 출원번호 10-2024-7002301
(22) 출원일자(국제) 2022년06월22일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2024년01월19일
(86) 국제출원번호 PCT/US2022/034552
(87) 국제공개번호 WO 2022/271848
국제공개일자 2022년12월29일
(30) 우선권주장
63/213,634 2021년06월22일 미국(US)
(뒷면에 계속)

(71) 출원인
뉴마 레스퍼러토리 인코포레이티드
미국 28607 노스 캐롤라이나주 분 스테이트 팜 로드 870 스위트 103-비
(72) 발명자
헌터 찰스 에릭
미국 28607 노스 캐롤라이나주 분 스테이트 팜 로드 870 스위트 103-비
스코긴 마이클
미국 28607 노스 캐롤라이나주 분 스테이트 팜 로드 870 스위트 103-비
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인코리아나

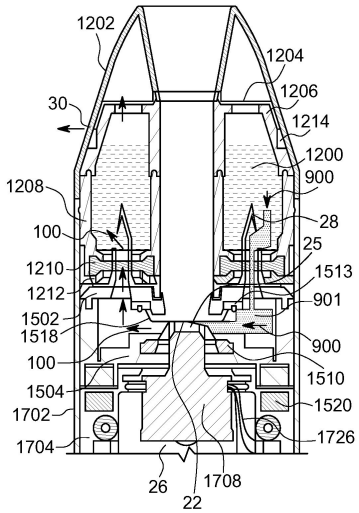
전체 청구항 수 : 총 46 항

(54) 발명의 명칭 **푸시 이젝션에 의한 액적 전달 장치**

(57) 요 약

액적 전달 장치는 유체 액적을 방출하기 위한 비강 장치로부터의 마우스피스 포트 또는 출구를 갖는 하우징, 유체 저장조, 및 복수의 개구를 갖는 메시와 초음파 트랜스듀서와 같은 전자 트랜스듀서에 결합되는 진동 부재 사이에 위치된 멤브레인을 갖는 이젝터 브라켓을 포함한다. 트랜스듀서는 진동 부재를 진동시키고, 이는 멤브레인이 메쉬를 통해 저장조에 의해 공급된 유체를 밀어내도록 하여, 출구를 통해 방출되는 배출 스트림 내에 액적을 생성한다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
A61M 15/002 (2015.01)
A61M 15/0021 (2015.01)
A61M 15/0085 (2013.01)
A61M 15/06 (2013.01)
B05B 17/0638 (2013.01)

(72) 발명자
밀러 제프리
미국 28607 노스 캐롤라이나주 분 스테이트 팜 로드 870 스위트 103-비
살라자르 호세
미국 28607 노스 캐롤라이나주 분 스테이트 팜 로드 870 스위트 103-비
비치 브라이언
미국 28607 노스 캐롤라이나주 분 스테이트 팜 로드 870 스위트 103-비
모들린 캘리
미국 28607 노스 캐롤라이나주 분 스테이트 팜 로드 870 스위트 103-비
컬페퍼 매튜
미국 28607 노스 캐롤라이나주 분 스테이트 팜 로드 870 스위트 103-비
리 젠창
미국 28607 노스 캐롤라이나주 분 스테이트 팜 로드 870 스위트 103-비
리 청제
미국 28607 노스 캐롤라이나주 분 스테이트 팜 로드 870 스위트 103-비
왕 시보
미국 28607 노스 캐롤라이나주 분 스테이트 팜 로드 870 스위트 103-비
리 차오-핑
미국 28607 노스 캐롤라이나주 분 스테이트 팜 로드 870 스위트 103-비
랩 그레고리
미국 28607 노스 캐롤라이나주 분 스테이트 팜 로드 870 스위트 103-비
클레멘츠 저드슨 시드니
미국 28607 노스 캐롤라이나주 분 글렌데일 드라이브 276

(30) 우선권주장
63/256,245 2021년10월15일 미국(US)
63/256,546 2021년10월16일 미국(US)
63/280,643 2021년11월18일 미국(US)

명 세 서

청구범위

청구항 1

액적 전달 장치로서,

마우스피스 포트를 갖는 용기 조립체,

상기 용기 조립체 내에 배치되거나 상기 용기 조립체와 유체 연통하고 일정 체적의 유체를 공급하도록 구성된 저장조,

상기 저장조와 유체 연통하는 이젝터 브라켓으로서, 상기 이젝터 브라켓은 진동 부재와 메시 사이에서 멤브레인으로 전자 트랜스듀서에 결합되는 상기 진동 부재에 작동 가능하게 결합된 상기 멤브레인을 갖는 상기 메시를 포함하고, 상기 메시는 상기 메시의 두께를 통해 형성된 복수의 개구들을 포함하고, 상기 트랜스듀서는 전원에 결합되고, 상기 진동 부재 및 상기 멤브레인을 진동시키도록 그리고 상기 메시를 통해 배출된 액적 스트림을 생성하도록 작동할 수 있는, 상기 이젝터 브라켓, 및

상기 배출된 액적 스트림을 상기 메시로부터 출구로 지향시키도록 구성된 상기 용기 조립체 내의 이젝션 채널

을 포함하는, 액적 전달 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 전자 트랜스듀서는 초음파 트랜스듀서인, 액적 전달 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 초음파 트랜스듀서는 압전 재료를 포함하는, 액적 전달 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 용기 조립체는 상기 이젝터 브라켓으로부터 해제가능하게 탈착가능하거나, 상기 전달 장치의 하나 이상의 다른 탈착가능한 부품들에 대해 상기 이젝터 브라켓과 함께 해제가능하게 탈착가능한, 액적 전달 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기 용기 조립체는 상기 저장조를 포함하는, 액적 전달 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 추가로 상기 이젝터 브라켓은 상기 용기 조립체에 해제 가능하게 결합되도록 구성되고, 추가로 상기 이젝터 브라켓은 상기 진동 부재, 트랜스듀서 및 상기 전원을 포함하는 인클로저 시스템에 해제 가능하게 결합되도록 구성되는, 액적 전달 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서, 상기 이젝터 브라켓 및 인클로저 조립체를 해제 가능하게 결합하도록 구성된 자석들을 더 포함하는, 액적 전달 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 저장조는 상기 이젝터 브라켓의 유체 방출 정합 (mating) 기구에 결합되도록 구성된 자체-밀봉 정합 기구를 포함하는, 액적 전달 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 유체 방출 정합 기구는 상기 자체-밀봉 정합 기구 내로 삽입되도록 구성된 유체 도관을

포함하는, 액적 전달 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 상기 유체 도관은 상기 저장조와 상기 멤브레인 사이에 유체 연통을 제공하도록 구성된 중공 내부를 갖는 스파이크형 구조를 포함하는, 액적 전달 장치.

청구항 11

제 1 항에 있어서, 상기 멤브레인은 상기 메시와 접촉하지 않도록 구성되는, 액적 전달 장치.

청구항 12

제 1 항에 있어서, 상기 멤브레인은 상기 저장조로부터 공급된 유체와 접촉하도록 구성된 경사진 상부 표면을 포함하는, 액적 전달 장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서, 상기 진동 부재는 상기 멤브레인의 상기 경사진 상부 표면의 반대편 하부 표면과 접촉하는 경사진 팁을 포함하는, 액적 전달 장치.

청구항 14

제 1 항에 있어서, 상기 진동 부재는 링 형상의 베벨 팁 (beveled tip) 을 포함하는, 액적 전달 장치.

청구항 15

제 1 항에 있어서, 상기 진동 부재는 링 형상의 논-베벨 팁을 포함하는, 액적 전달 장치.

청구항 16

제 1 항에 있어서, 상기 메시는 상기 진동 부재의 팁의 평평한 표면과 평행한 구성의 상부 표면을 갖는, 액적 전달 장치.

청구항 17

제 1 항에 있어서, 상기 진동 부재는 로드 형상의 팁을 포함하는, 액적 전달 장치.

청구항 18

제 1 항에 있어서, 상기 메시는 상기 멤브레인의 상부 표면과 평행하지 않은 구성의 저부 표면을 갖는, 액적 전달 장치.

청구항 19

제 18 항에 있어서, 상기 메시는 상기 멤브레인의 상기 상부 표면에 대해 일정 각도로 경사진 저부 표면을 갖는, 액적 전달 장치.

청구항 20

제 1 항에 있어서, 상기 이젝션 채널 및 상기 멤브레인을 통과하는 상기 액적 전달 장치의 중심 축선을 더 포함하고, 상기 진동 부재는 상기 중심 축선으로부터 오프셋된 위치에서 상기 멤브레인에 결합되는 팁을 포함하는, 액적 전달 장치.

청구항 21

제 1 항에 있어서, 비치료 (non-therapeutic) 물질, 니코틴 및 카나비노이드 (cannabinoid) 중 적어도 하나를 포함하는 상기 저장조 내의 유체를 더 포함하는, 액적 전달 장치.

청구항 22

제 1 항에 있어서, 질환 또는 손상 상태를 치료 또는 예방하는 치료 물질을 포함하는 상기 저장조 내의 유체를

더 포함하는, 액적 전달 장치.

청구항 23

제 1 항에 있어서, 상기 전달 장치의 상기 마우스피스 포트 전에 상기 용기 조립체의 상기 이젝션 포트에 위치된 층류 유동 요소를 더 포함하는, 액적 전달 장치.

청구항 24

제 23 항에 있어서, 상기 층류 유동 요소는 복수의 셀룰러 애퍼처들을 포함하는, 액적 전달 장치.

청구항 25

제 24 항에 있어서, 상기 층류 유동 요소는 상기 복수의 셀룰러 애퍼처들을 규정하는 블레이드-형상 벽들을 포함하는, 액적 전달 장치.

청구항 26

제 25 항에 있어서, 상기 복수의 셀룰러 애퍼처들 중 하나 이상은 삼각형 프리즘형 형상, 사각형 프리즘형 형상, 오각형 프리즘형 형상, 육각형 프리즘형 형상, 칠각형 프리즘형 형상 또는 팔각형 프리즘형 형상을 포함하는, 액적 전달 장치.

청구항 27

제 1 항에 있어서, 상기 전원에 작동가능하게 결합된 호흡-작동식 센서 (breath-actuated sensor) 를 추가로 포함하고, 상기 호흡-작동식 센서는 상기 이젝션 채널 내에서 또는 상기 이젝션 채널과 유체 연통하는 상기 액적 전달 장치의 통로 내에서 미리 결정된 압력 변화를 감지할 때에 상기 전자 트랜스듀서를 활성화시키도록 구성되는, 액적 전달 장치.

청구항 28

제 1 항에 있어서, 상기 메시는 팔라듐 니켈, 폴리테트라플루오로에틸렌 및 폴리이미드 중 적어도 하나의 재료를 포함하는, 액적 전달 장치.

청구항 29

제 1 항에 있어서, 상기 메시는 폴리 에테르 케톤, 폴리에테르이미드, 폴리비닐리덴 플루오라이드, 초고분자량 폴리에틸렌, Ni, NiCo, Pd, Pt, NiPd 및 금속 합금 중 적어도 하나의 재료를 포함하는, 액적 전달 장치.

청구항 30

제 1 항에 있어서, 상기 멤브레인은 폴리에틸렌 나프탈레이트, 폴리에틸렌이민 및 폴리 에테르 케톤 중 적어도 하나의 재료를 포함하는, 액적 전달 장치.

청구항 31

제 1 항에 있어서, 상기 멤브레인은 금속 멤브레인, 금속화된 폴리머, 스레드화된 폴리머, 스레드화된 나일론, 폴리머 또는 금속으로 코팅된 스레드화된 폴리머, 폴리머 또는 금속으로 코팅된 스레드화된 나일론, 스레드화된 금속, 스레드화된 SiC, 스레드화된 흑연 복합체, 금속화된 흑연 복합체, 폴리머로 코팅된 흑연 복합체, 탄소 섬유로 충전된 폴리머 시트, 탄소 섬유로 충전된 폴리 에테르 케톤, SiC 섬유로 충전된 폴리머 시트, 세라믹 또는 금속 섬유로 충전된 폴리머 시트, ULPA 필터 매체, Nitto Denko Temic Grade 필터 매체, Nitto Denko 폴리머 시트, 폴리머 시트에 결합된 스레드화된 폴리머, 폴리 에테르 케톤 또는 폴리이미드에 결합된 나일론 직조, 폴리머 시트에 결합된 흑연 복합체, 금속화된 코팅으로 직조된 폴리머 섬유, 및 Al 또는 기상 증착된 Al 상에 스퍼터링된 나일론 중 적어도 하나의 재료를 포함하는, 액적 전달 장치.

청구항 32

제 1 항에 있어서, 상기 전자 트랜스듀서는 등급 5 티타늄 합금, 등급 23 티타늄 합금, 및 약 99% 이상의 순도의 티타늄 중 적어도 하나를 포함하는 팁 부분을 포함하는 진동 부재에 결합되는, 액적 전달 장치.

청구항 33

제 1 항에 있어서, 상기 전자 트랜스듀서는 상기 메시에 가장 가깝게 위치된 상기 멤브레인의 외부 상부 표면에 대향하는 상기 멤브레인의 하부 저부 표면과 접촉하도록 구성된 매끄러운 팁 표면을 제공하는 약 99% 이상의 순도 티타늄의 외부 층 상에 스퍼터링된 팁 부분을 포함하는 진동 부재에 결합되는, 액적 전달 장치.

청구항 34

제 1 항에 있어서, 상기 진동 부재와 접촉하는 상기 멤브레인의 하부 표면에 대향하는 상기 멤브레인의 외부 표면이 소수성 코팅을 포함하는, 액적 전달 장치.

청구항 35

제 1 항에 있어서, 상기 진동 부재와 접촉하는 상기 멤브레인의 하부 표면에 대향하는 상기 멤브레인의 외부 표면이 친수성 코팅을 포함하는, 액적 전달 장치.

청구항 36

제 1 항에 있어서, 상기 메시는 상기 메시의 하나 이상의 표면들 상에 소수성 코팅을 포함하는, 액적 전달 장치.

청구항 37

제 1 항에 있어서, 상기 메시는 상기 메시의 하나 이상의 표면들 상에 친수성 코팅을 포함하는, 액적 전달 장치.

청구항 38

제 1 항에 있어서, 상기 메시는 상기 메시의 제 1 표면 상의 소수성 코팅 및 상기 메시의 제 2 표면 상의 친수성 코팅을 포함하는, 액적 전달 장치.

청구항 39

제 1 항에 있어서, 상기 멤브레인은 상기 트랜스듀서에 의한 55,000 에어로졸-생성 활성화에 걸친 작동가능한 수명을 갖는, 액적 전달 장치.

청구항 40

제 1 항에 있어서, 제거가능한 알루미늄화된 폴리머 탭으로 덮인 상기 저장조와 유체 연통하는 적어도 하나의 초소수성 벤트를 더 포함하는, 액적 전달 장치.

청구항 41

제 1 항에 있어서, 상기 메시에 인접한 상기 멤브레인의 외부 표면에 결합된 제거가능한 알루미늄화된 폴리머 탭을 더 포함하는, 액적 전달 장치.

청구항 42

제 1 항의 액적 전달 장치의 조립 방법으로서,

저장조에 저장된 유체를 갖는 상기 저장조를 포함하는 알루미늄 및/또는 알루미늄 코팅을 포함하는 밀봉된 패키징을 제거하고, 전원을 포함하는 인클로저 시스템에 용기 조립체를 결합하는 것을 포함하는, 액적 전달 장치의 조립 방법.

청구항 43

제 42 항에 있어서, 상기 저장조는 상기 용기 조립체 내에 배치되는, 액적 전달 장치의 조립 방법.

청구항 44

제 1 항에 있어서, 상기 이젝터 브라켓과 상기 용기 조립체를 해제 가능하게 결합하도록 구성된 스냅 기구 및/

또는 자석들을 더 포함하는, 액적 전달 장치.

청구항 45

액적 전달 장치로서,

상기 액적 전달 장치 내에 지지되고 진동 부재를 통해 전자 트랜스듀서에 결합되는 멤브레인, 및

콧구멍 삽입 요소 또는 마우스피스에서의 포트와 상기 멤브레인 사이에서 상기 액적 전달 장치에 지지되는 메시로서, 상기 멤브레인, 메시 및 포트는 모두 서로 유체 연통하는, 상기 메시

를 포함하는, 액적 전달 장치.

청구항 46

유체로부터 액적 스트림을 생성하는 방법으로서,

멤브레인과 메시 사이에 유체 체적을 전달하고, 진동 부재를 통해 상기 멤브레인에 결합된 초음파 트랜스듀서를 전자적으로 활성화시키고, 메시 내의 개구들을 통해 상기 유체 체적을 밀음으로써 액적 스트림을 생성하는 것을 포함하는, 유체로부터 액적 스트림을 생성하는 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 관련 출원에 대한 상호 참조

[0002] 본 출원은 2021. 11. 18에 출원된 미국 가특허출원 제63/280,643호, 2021. 10. 16에 출원된 미국 가특허출원 제63/256,546호, 2021. 10. 15에 출원된 가특허출원 제63/256,245호, 및 2021. 6. 22에 출원된 가특허출원 제63/213,634호의 우선권의 이익을 청구하며, 이들 모두는 그 전문이 본원에 참고로 포함된다.

[0003] 푸시 모드 발명의 분야

[0004] 본 개시는 이젝터 기구를 갖는 액적 전달 장치에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 입, 목구멍 코, 및/또는 폐로 흡입되는 유체의 전달을 위한 액적 전달 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0005] 푸시 모드 발명의 배경

[0006] 호흡계로의 물질의 전달을 위한 액적 생성 장치의 이용은 큰 관심 분야이다. 주요한 과제는, 호흡기 시스템의 목표 영역에 물질의 성공적인 전달에 적합한 액적 크기를 갖는, 정확하고, 일관되며, 검증가능한 양의 물질을 전달하는 디바이스를 제공하는 것이다.

[0007] 현재, 계량 투여 흡입기 (MDI) 및 가압 계량 투여 흡입기 (p-MDI) 또는 공압 및 초음파 구동식 디바이스들과 같은 대부분의 흡입기 유형 시스템은, 일반적으로 높은 운동량 및 운동 에너지를 갖는 큰 액적을 포함하는 넓은 범위의 액적 크기 및 높은 속도를 갖는 액적을 생성한다. 큰 크기 분포 및 높은 운동량을 갖는 액적 플룸(droplet plumes)은 호흡계 내의 표적 영역에 도달하지 않고, 오히려 폐 통로, 입 및 목구멍 전체에 디포짓팅된다. 그러한 비-표적화된 디포지션은 부적절한 투여 및 원치 않는 부작용을 비롯한 많은 이유로 바람직하지 않을 수 있다.

[0008] 현재 액적 전달 시스템으로부터 생성된 액적 플룸들은, 이들의 높은 분사 속도 및 추진제를 운반하는 물질의 급속한 팽창으로 인해서, 국부적인 냉각 및 후속의 응축, 디바이스 표면상으로의 물질의 디포지션 및 결정화를 초래할 수 있다. 디포짓팅된 물질 잔류물에 의한 장치 표면의 차단도 또한 문제가 된다.

[0009] 또한, 베이프 펜(vape pens) 등을 포함하는 니코틴의 전달을 위한 종래의 액적 전달 장치는 전형적으로 에어로졸화되는 액체에 부정적인 영향을 미치는 온도로 가열되도록 흡입되는 유체를 필요로 한다. 구체적으로, 이러한 수준의 가열은 뉴스 및 문헌에 기록된 바와 같이 바람직하지 않고 독성 부산물을 생성할 수 있다.

[0010] 따라서, 적합한 크기 범위의 액적을 전달하고, 표면 유체 디포지션 및 구멍의 폐색을 피하고, 가열을 통한 원하

지 않는 화학 부산물을 생성하는 것을 피하고, 일관되고 재현가능한 양의 개선된 액적 전달 장치가 필요하다.

발명의 내용

[0011] 푸시 모드 발명의 일 실시형태에서, "푸시 모드" 액적 전달 장치는, 바람직하지 않은 부산물을 초래할 수 있는 가열 요건을 포함하지 않으며, 마우스피스 포트를 갖는 용기 조립체; 상기 용기 조립체 내에 배치되거나 상기 용기 조립체와 유체 연통하여 일정 체적의 유체를 공급하는 저장조; 상기 저장조와 유체 연통하는 이젝터 브라켓으로서, 상기 이젝터 브라켓은 전자 트랜스듀서와 메시 사이에서 멤브레인으로 전자 트랜스듀서에 작동 가능하게 결합되는 상기 멤브레인을 갖는 상기 메시를 포함하고, 상기 메시는 상기 메시의 두께를 통해 형성된 복수의 개구들을 포함하고, 상기 트랜스듀서는 전원에 결합되고, 상기 멤브레인을 진동시키도록 그리고 상기 메시를 통해 배출된 액적 스트림을 생성하도록 작동할 수 있는, 상기 이젝터 브라켓; 및 상기 배출된 액적 스트림을 상기 메시로부터 출구로 지향시키도록 구성된 상기 용기 조립체 내의 이젝션 채널을 포함한다. 메시를 통해 액체를 “밀어내는” 진동 멤브레인은 본 명세서에서 "푸시 모드(push mode)" 이젝션으로 지칭되고, 푸시 모드 발명의 실시형태들에서의 장치들은 푸시 모드 장치들로 지칭될 수 있다.

[0012] 푸시 모드 발명의 다른 실시형태에서, 메시와 협력하는 멤브레인을 갖는 액적 전달 장치는 전자 트랜스듀서로서 초음파 트랜스듀서, 바람직하게는 압전 재료를 포함하는 초음파 트랜스듀서를 더 포함한다.

[0013] 푸시 모드 발명의 다른 실시형태에서, 메시와 협력하는 멤브레인을 갖는 액적 전달 장치는 유체 저장조를 갖는 용기 조립체를 더 포함한다.

[0014] 푸시 모드 발명의 다른 실시형태에서, 메시와 협력하는 멤브레인을 갖는 액적 전달 장치는 용기 조립체에 해제 가능하게 결합되도록 구성된 이젝터 브라켓을 더 포함하고, 이젝터 브라켓은 전자 트랜스듀서 및 전원을 포함하는 인클로저 시스템에 해제 가능하게 결합되도록 더 구성된다.

[0015] 푸시 모드 발명의 다른 실시형태에서, 메시와 협력하는 멤브레인을 갖는 액적 전달 장치는 이젝터 브라켓 및 인클로저 시스템을 해제 가능하게 결합하도록 구성된 자석들을 더 포함한다.

[0016] 푸시 모드 발명의 다른 실시형태에서, 메시와 협력하는 멤브레인을 갖는 액적 전달 장치는 이젝터 브라켓과 용기 조립체를 해제 가능하게 결합하도록 구성된 스냅 기구 및/또는 자석들을 더 포함한다.

[0017] 푸시 모드 발명의 다른 실시형태에서, 메시와 협력하는 멤브레인을 갖는 액적 전달 장치는 이젝터 브라켓의 유체 방출 정합 기구에 결합되도록 구성된 자체-밀봉 정합 기구를 갖는 유체 저장조를 더 포함한다.

[0018] 푸시 모드 발명의 다른 실시형태에서, 메시와 협력하는 멤브레인을 갖는 액적 전달 장치는, 자체-밀봉 정합 기구 내로 삽입되도록 구성된 유체 도관을 갖는 유체 방출 정합 기구를 더 포함한다. 바람직한 실시형태에서, 유체 방출 정합 기구는 저장조와 멤브레인 사이에 유체 연통을 제공하도록 구성된 중공 내부를 갖는 스파이크형 구조를 포함한다.

[0019] 푸시 모드 발명의 다른 실시형태에서, 메시와 협력하는 멤브레인을 갖는 액적 전달 장치는, 멤브레인이 메시와 접촉하지 않고 유체를 밀어내어 메시 내의 개구들을 통해 액적 전달 장치로부터 액적들로서 토출시키도록 구성된다.

[0020] 푸시 모드 발명의 다른 실시형태에서, 메시와 협력하는 멤브레인을 갖는 액적 전달 장치는 저장조로부터 공급된 유체와 접촉하도록 구성된 경사진 상부 표면을 갖는 멤브레인을 더 포함한다.

[0021] 푸시 모드 발명의 다른 실시형태에서, 메시와 협력하는 멤브레인을 갖는 액적 전달 장치는 멤브레인의 경사진 상부 표면의 대향하는 하부 표면과 접촉하는 경사진 팁을 갖는 진동 부재를 더 포함한다.

[0022] 푸시 모드 발명의 추가 실시형태들에서, 전자 트랜스듀서는 링-형상의 베벨 팁, 로드-형상의 베벨 팁, 로드-형상의 팁, 또는 링-형상의 논-베벨 팁을 갖는 진동 부재에 결합되는 압전 재료를 포함한다.

[0023] 푸시 모드 발명의 다른 실시형태에서, 메시와 협력하는 멤브레인을 갖는 액적 전달 장치는 멤브레인의 상부 표면과 평행한 구성의 저부 표면을 갖는 메시를 더 포함한다.

[0024] 푸시 모드 발명의 다른 실시형태에서, 메시와 협력하는 멤브레인을 갖는 액적 전달 장치는 멤브레인의 상부 표면과 평행하지 않은, 즉 비스듬히 경사진 구성의 저부 표면을 포함하는 메시를 더 포함한다.

[0025] 푸시 모드 발명의 다른 실시형태에서, 메시와 협력하는 멤브레인을 갖는 액적 전달 장치는 이젝션 채널 및 멤브레인을 통과하는 액적 전달 장치의 중심 축선을 더 포함하고, 트랜스듀서는 중심 축선으로부터 오프셋된 위치에

서 멤브레인에 결합되는 진동 부재에 결합된다.

[0026] 푸시 모드 발명의 다른 실시형태에서, 메시와 협력하는 멤브레인을 갖는 액적 전달 장치는 비치료 물질, 니코틴, 또는 카나비노이드 중 적어도 하나를 포함하는 저장조 내의 유체를 더 포함한다.

[0027] 푸시 모드 발명의 다른 실시형태에서, 메시와 협력하는 멤브레인을 갖는 액적 전달 장치는 질병 또는 손상 상태를 치료 또는 예방하는 치료 물질을 포함하는 저장조 내의 유체를 더 포함한다.

[0028] 푸시 모드 발명의 다른 실시형태에서, 메시와 협력하는 멤브레인을 갖는 액적 전달 장치는 액적 전달 장치의 마우스피스 포트 전에 용기 조립체의 이젝션 채널에 위치된 층류 유동 요소를 더 포함한다. 바람직한 실시형태에서, 층류 유동 요소는 복수의 셀룰러 애퍼처들을 포함한다. 일부 실시형태에서, 층류 유동 요소는 복수의 셀룰러 애퍼처들을 규정하는 블레이드-형상 벽들을 포함한다. 다른 실시형태에서, 복수의 셀룰러 애퍼처들 중 하나 이상은 삼각형 프리즘 형상, 사각형 프리즘 형상, 오각형 프리즘 형상, 육각형 프리즘 형상, 칠각형 프리즘 형상, 또는 팔각형 프리즘 형상을 포함한다.

[0029] 푸시 모드 발명의 다른 실시형태에서, 메시와 협력하는 멤브레인을 갖는 액적 전달 장치는 전원에 작동 가능하게 결합된 압력 센서와 같은 호흡 작동식 센서를 더 포함하며, 호흡 작동식 센서는 이젝션 채널 내에서 또는 이젝션 채널과 유체 연통하는 액적 전달 장치의 통로 내에서 미리 결정된 압력 변화를 감지할 때에 전자 트랜스듀서를 활성화시키도록 구성된다.

[0030] 푸시 모드 발명의 다른 실시형태에서, 메시와 협력하는 멤브레인을 갖는 액적 전달 장치는 팔라듐 니켈, 폴리테트라플루오로에틸렌, 및 폴리이미드 중 적어도 하나의 재료로 제조된 메시를 더 포함한다.

[0031] 푸시 모드 발명의 다른 실시형태에서, 메시와 협력하는 멤브레인을 갖는 액적 전달 장치는 폴리 에테르 케톤, 폴리에테르이미드, 폴리비닐리딘 플루오라이드, 초고분자량 폴리에틸렌, Ni, NiCo, Pd, Pt, NiPd, 및 금속 합금 중 적어도 하나의 재료로 제조된 메시를 더 포함한다.

[0032] 다른 실시형태에서, 메시는 포토 리소그래피 및 등방성 및 이방성 에칭과 같은 반도체 프로세스들을 사용하여 형성된 홀 구조들을 갖는 규소, 규소 탄화물, 알루미늄 질화물 또는 게르마늄과 같은 단결정 또는 다결정 재료들로 제조될 수 있다. 포토리소그래피 및 등방성 및/또는 이방성 에칭들에 의해, 상이한 홀 형상들이 매우 높은 정밀도로 단결정 웨이퍼에서 형성될 수 있다. 스퍼터링을 이용하여, 필름들은 상이한 접촉각들로 표면 상에 디포짓팅될 수 있다. 표면 상에 형성되거나 디포짓팅된 얇은 층들은, 특정 실시형태들에서, 레이저 어블레이션에 의해 형성된 폴리머 메시 또는 갈바닉 디포지션에 의해 형성된 금속 메시 상에 디포짓팅된 필름보다 훨씬 더 양호한 접착을 가질 것이다. 이러한 더 양호한 접착은 단결정 웨이퍼들 "슬라이스들" 상의 표면들이 원자적으로 매끄럽고 접착제 또는 다른 재료들과의 기계적 결합을 용이하게 하기 위해 정확한 표면 거칠기를 생성하도록 에칭될 수 있기 때문이다. 규소 탄화물은 높은 강도 및 인성을 갖기 때문에 바람직한 재료이다. 푸시 모드 발명의 실시형태의 메시에서 단결정 웨이퍼 "슬라이스"로부터 홀 구조들을 제조하기 위해 반도체 프로세스들을 사용하는 중요한 이점은, 갈바닉 디포지션 또는 레이저 어블레이션으로부터 만들어진 메시를 사용하는 종래의 이젝터 플레이트들에서 본 바와 같은 변동 없이 홀들 및 표면 접촉각들이 정확할 것이라는 것이다.

[0033] 푸시 모드 발명의 다른 실시형태에서, 메시와 협력하는 멤브레인을 갖는 액적 전달 장치는 폴리에틸렌 나프탈레이트, 폴리에틸렌이민 및 폴리 에테르 케톤 중 적어도 하나의 재료로 제조된 멤브레인을 더 포함한다.

[0034] 푸시 모드 발명의 다른 실시형태에서, 메시와 협력하는 멤브레인을 갖는 액적 전달 장치는 금속 멤브레인, 금속화된 폴리머, 스레드화된 폴리머, 스레드화된 나일론, 폴리머 또는 금속으로 코팅된 스레드화된 폴리머, 폴리머 또는 금속으로 코팅된 스레드화된 나일론, 스레드화된 금속, 스레드화된 SiC, 스레드화된 흑연 복합체, 금속화된 흑연 복합체, 폴리머로 코팅된 흑연 복합체, 탄소 섬유로 충전된 폴리머 시트, 탄소 섬유로 충전된 폴리에테르 케톤, SiC 섬유로 충전된 폴리머 시트, 세라믹 또는 금속 섬유로 충전된 폴리머 시트, ULPA 필터 매체, Nitto Denko Temic Grade 필터 매체, Nitto Denko 폴리머 시트, 폴리머 시트에 결합된 스레드화된 폴리머, 폴리 에테르 케톤 또는 폴리이미드에 결합된 나일론 직조, 폴리머 시트에 결합된 흑연 복합체, 금속화된 코팅으로 직조된 폴리머 섬유, 및 Al 또는 기상 증착된 Al 상에 스퍼터링된 나일론 중 적어도 하나의 재료로 제조된 멤브레인을 더 포함한다.

[0035] 푸시 모드 발명의 다른 실시형태에서, 메시와 협력하는 멤브레인을 갖는 액적 전달 장치는 등급 5 티타늄 합금, 등급 23 티타늄 합금, 및 약 99% 이상의 순도의 티타늄 중 적어도 하나로 만들어진 팁 부분을 갖는 진동 부재에 결합된 PZT-기반 초음파 트랜스듀서를 더 포함한다. 특정 실시형태들에서, 진동 부재의 팁은 멤브레인의 마모를 감소시키고 멤브레인(및 또한 가능하게는 진동 부재의 팁 부분)의 수명 및 작동 일관성을 증가시키는 것을

돕기 위해 메시에 가장 가깝게 위치된 멤브레인의 외부 상부 표면에 대향하는 멤브레인의 하부 저부 표면에 접촉하도록 구성된 매끄러운 팁 표면을 제공하는 외부 층 상에 스퍼터링된 약 99% 이상의 순도의 티타늄을 포함한다.

[0036] 푸시 모드 발명의 다른 실시형태에서, 메시와 협력하는 멤브레인을 갖는 액적 전달 장치는, 진동 부재와 접촉하는 멤브레인의 하부 표면에 대향하는, 소수성 코팅을 갖는 멤브레인의 외부 표면을 더 포함한다.

[0037] 푸시 모드 발명의 다른 실시형태에서, 메시와 협력하는 멤브레인을 갖는 액적 전달 장치는 진동 부재와 접촉하는 멤브레인의 하부 표면에 대향하는, 친수성 코팅을 갖는 멤브레인의 외부 표면을 더 포함한다.

[0038] 푸시 모드 발명의 다른 실시형태에서, 메시와 협력하는 멤브레인을 갖는 액적 전달 장치는 메시의 하나 이상의 표면 상에 친수성 코팅을 추가로 포함한다.

[0039] 푸시 모드 발명의 다른 실시형태에서, 메시와 협력하는 멤브레인을 갖는 액적 전달 장치는 메시의 하나 이상의 표면 상에 소수성 코팅을 포함하는 메시를 더 포함한다.

[0040] 푸시 모드 발명의 다른 실시형태에서, 메시와 협력하는 멤브레인을 갖는 액적 전달 장치는 메시의 제 1 표면 상의 소수성 코팅 및 메시의 제 2 표면 상의 친수성 코팅을 추가로 포함한다.

[0041] 푸시 모드 발명의 다른 실시형태에서, 메시와 협력하는 멤브레인을 갖는 액적 전달 장치는 트랜스듀서에 의해 55,000 에어로졸-생성 활성화에 걸친 동작가능 수명을 갖는 멤브레인을 더 포함한다.

[0042] 푸시 모드 발명의 다른 실시형태에서, 메시와 협력하는 멤브레인을 갖는 액적 전달 장치는 저장 동안 제거 가능한 알루미늄 처리된 폴리머 탭으로 덮인 저장조와 유체 연통하는 적어도 하나의 초소수성 벤트를 더 포함한다.

[0043] 푸시 모드 발명의 다른 실시형태에서, 메시와 협력하는 멤브레인을 갖는 액적 전달 장치는 저장 동안 메시에 인접한 멤브레인의 외부 표면에 결합된 제거 가능한 알루미늄 처리된 폴리머 탭을 더 포함한다.

[0044] 푸시 모드 발명의 다른 실시형태에서, 메시와 협력하는 멤브레인을 갖는 액적 전달 장치는 유체를 갖는 저장조를 함께 수용하는 알루미늄 및/또는 알루미늄 코팅을 포함하는 밀봉된 패키징을 제거하는 사전-조립 단계를 포함하며, 바람직하게는 저장조는 또한 밀봉된 패키징에서의 저장을 위해 패키징되는 용기 조립체에 포함된다. 일부 실시형태에서, 밀봉된 패키징은 건조 질소, 아르곤 또는 산소를 포함하지 않는 다른 가스를 포함할 수 있다.

[0045] 푸시 모드 발명의 다양한 실시형태에서, 메시와 협력하는 멤브레인을 갖는 액적 전달 장치는 구강 흡입 또는 비강 흡입에 사용될 수 있다. 마우스피스 포트는 그 특정 입 또는 코 흡입 사용 및 목적에 더 적합한 크기, 형상 및 재료를 포함할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0046] 본 발명의 푸시 모드는 다음의 설명으로부터 더욱 명확하게 이해될 것이다:

도 1a 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치의 주요 부품들의 분해도이다.

도 1b 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치의 주요 부품들의 단면도이다.

도 2 는 푸시 모드 II 로 지칭되는 본 개시의 일 실시형태에 따른 액적 전달 장치의 탄성 밀봉 링을 지지하는 스테인리스강 링에 결합된 메시의 개략도이다.

도 3 은 푸시 모드 I 으로 지칭되는 본 개시의 일 실시형태에 따른 액적 전달 장치의 내부 및 외부 태블릿 링 및 탄성 밀봉 링에 의해 지지되는 메시의 개략도이다.

도 4 는 본 발명의 일 실시형태에 따른 액적 전달 장치의 이젝션 및 마우스피스 포트들의 특정 치수의 단면도를 도시한다.

도 5 는 본 발명의 일 실시형태에 따른 2-부분 카트리지를 갖는 액적 전달 장치의 유체 유로의 단면도를 도시한다.

도 6a 및 도 6b 는 본 발명의 일 실시형태에 따른 2-부분 카트리지를 갖는 액적 전달 장치의 공기유동을 도시한다.

도 7a 및 도 7b 는 본 발명의 일 실시형태에서 (도 3 에 도시된 메시 지지부를 이용하는) 푸시 모드 I 액적 전

달 장치의 주요 부품들의 분해 사시도를 도시한다.

도 8 은 본 발명의 일 실시형태에서 (도 3 에 도시된 메시 지지부를 이용하는) 푸시 모드 I 액적 전달 장치의 분해도를 도시한다.

도 9 는 본 발명의 일 실시형태에서 (도 3 에 도시된 메시 지지부를 이용하는) 푸시 모드 I 액적 전달 장치의 메시(22)를 포함하는 COC(환형 올레핀 공중합체) 링의 분리된 사시도를 도시한다.

도 10 은 본 발명의 일 실시형태에서 (도 3 에 중복되는) 푸시 모드 I 액적 전달 장치 메시 서스펜션 시스템의 개략도를 도시한다.

도 11 은 본 발명의 일 실시형태에서 (도 3 에 도시된 메시 지지부를 이용하는) 푸시 모드 I 액적 전달 장치의 브라켓의 각각의 좁은 측면 상에 위치된 벤트들을 포함하는 하부 이젝터 브라켓의 사시도를 도시한다.

도 12a 및 도 12b 는 본 개시의 일 실시형태에서 (도 2 에 도시된 메시 지지부를 이용하는) 푸시 모드 II 전달 장치의 주요 부품들의 분해 사시도를 도시한다.

도 13 은 본 개시의 일 실시형태에서 (도 2 에 도시된 메시 지지부를 이용하는) 푸시 모드 II 액적 전달 장치의 분해도를 도시한다.

도 14 는 본 개시의 일 실시형태에서 (도 2 에 또한 도시되는) 푸시 모드 II 액적 전달 장치 메시 서스펜션 시스템의 개략도를 도시한다.

도 15 는 본 개시의 일 실시형태에서 (도 2 에 도시된 메시 지지부를 이용하는) 푸시 모드 II 액적 전달 장치의 브라켓의 각각의 넓은 측면 상에 위치된 벤트들을 포함하는 하부 이젝터 브라켓의 사시도를 도시한다.

도 16 은 본 개시의 일 실시형태에서 (도 2 에 도시된 메시 지지부를 이용하는) 푸시 모드 II 액적 전달 장치의 하부 용기를 도시한다.

도 17 은 본 개시의 일 실시형태에서 (도 3 에 도시된 메시 지지부를 이용하는) 푸시 모드 I 액적 전달 장치의 하부 용기를 도시한다.

도 18 은 본 개시의 일 실시형태에 따른 액적 전달 장치의 진동 부재를 위한 로드 팁 설계의 사시도를 도시한다.

도 19 는 본 개시의 일 실시형태에 따른 액적 전달 장치의 진동 부재를 위한 링 팁 설계의 사시도를 도시한다.

도 20 은 본 개시의 일 실시형태에 따른 액적 전달 장치에서 긴 진동 부재를 갖는 단일 부품 카트리지 설계의 단면도를 도시한다.

도 21a 및 도 21b 는 본 개시의 일 실시형태에 따른 액적 전달 장치에서 짧은 진동 부재를 갖는 단일 부품 카트리지 설계의 단면도를 도시한다.

도 22a 및 도 22b 는 본 개시의 일 실시형태에 따른 액적 전달 장치에서 긴 진동 부재를 갖는 단일 부품 카트리지 대안 설계의 단면도를 도시한다.

도 23a 및 도 23b 는 본 개시의 일 실시형태에 따른 액적 전달 장치에서 짧은 진동 부재를 갖는 단일 부품 카트리지 대안 설계의 단면도를 도시한다.

도 24 는 본 개시의 일 실시형태에 따른 액적 전달 장치 내의 2-부분 카트리지 설계의 단면도 및 분리도를 도시한다.

도 25 는 본 개시의 일 실시형태에 따라 제약 용도에 적합하고(그러나 다른 실시형태에서는 다른 용도일 수 있음) 멤브레인-구동 에어로졸화(즉, "푸시 모드 기능")를 활용하는 액적 전달 장치의 사시도를 도시한다.

도 26 은 본 개시의 일 실시형태에 따라 제약 용도에 적합하고(그러나 다른 실시형태에서는 다른 용도일 수 있음) 멤브레인-구동 에어로졸화(즉, "푸시 모드 기능")를 활용하는 액적 전달 장치의 분해도를 도시한다.

도 27a-27d 는 본 개시의 일 실시형태에 따라 제약 용도에 적합하고(그러나 다른 실시형태에서는 다른 용도일 수 있음) 멤브레인-구동 에어로졸화(즉, "푸시 모드 기능")를 활용하는 액적 전달 장치의 주요 부품들의 도면을 도시한다.

도 28a-28d 는 본 개시의 일 실시형태에 따라 제약 용도에 적합하고(그러나 다른 실시형태에서는 다른 용도일

수 있음) 멤브레인-구동 에어로졸화(즉, "푸시 모드 기능")를 활용하는 액적 전달 장치의 주요 부품들의 조립 도면을 도시한다.

도 29 는 본 개시의 일 실시형태에 따라 제약 용도에 적합하고(그러나 다른 실시형태에서는 다른 용도일 수 있음) 멤브레인-구동 에어로졸화(즉, "푸시 모드 기능")를 활용하는 액적 전달 장치의 캡의 분해도를 도시한다.

도 30a 및 도 30b 는 본 개시의 일 실시형태에 따라 제약 용도에 적합하고(그러나 다른 실시형태에서는 다른 용도일 수 있음) 멤브레인-구동 에어로졸화(즉, "푸시 모드 기능")를 활용하는 액적 전달 장치의 유체 카트리지의 각각의 전방 및 측방 단면도를 도시한다.

도 31 은 본 개시의 일 실시형태에 따라 제약 용도에 적합하고(그러나 다른 실시형태에서는 다른 용도일 수 있음) 멤브레인-구동 에어로졸화(즉, "푸시 모드 기능")를 활용하는 액적 전달 장치의 진동 부재 인클로저의 단면도를 도시한다.

도 32 는 본 발명의 일 실시형태에 따라 제약 용도에 적합하고(그러나 다른 실시형태에서는 다른 용도일 수 있음) 도 14 에 도시된 메시 지지부의 구조 및 기능을 따르는 메시 서스펜션 시스템을 활용하는 이젝터 브라켓의 단면도를 도시한다.

도 33 은 본 발명의 일 실시형태에 따라 제약 용도에 적합하고(그러나 다른 실시형태에서는 다른 용도일 수 있음) 도 10 에 도시된 메시 지지부의 구조 및 기능을 따르는 메시 서스펜션 시스템을 활용하는 이젝터 브라켓의 단면도를 도시한다.

도 34a 및 34b 는 본 발명의 일 실시형태에 따라 제약 용도에 적합하고(그러나 다른 실시형태에서는 다른 용도일 수 있음) 이젝터 브라켓의 양측의 진동 부재 아래에 위치된 2개의 가열 요소를 갖는 멤브레인-구동 에어로졸화(즉, "푸시 모드 기능")를 활용하는 액적 전달 장치의 각각의 측방 및 전방 단면도를 도시한다.

도 35a-35c 는 본 개시의 일 실시형태에 따른 단일 부품 카트리지 설계를 갖는 저부 가열 요소를 갖는 액적 전달 장치를 위한 공기유동 경로의 단면도를 도시한다.

도 36 은 본 개시의 일 실시형태에 따른 단일 부품 카트리지 설계를 갖는 저부 가열 요소 및 스피커를 갖는 액적 전달 장치의 단면도를 도시한다.

도 37 은 본 개시의 일 실시형태에 따른 2-부분 카트리지 설계를 갖는 내부 가열 요소를 갖는 액적 전달 장치를 위한 공기유동 경로의 단면도를 도시한다.

도 38 은 본 개시의 일 실시형태에 따른 단일 부품 카트리지 설계를 갖는 내부 가열 요소를 갖는 액적 전달 장치를 위한 공기유동 경로의 단면도를 도시한다.

도 39 는 본 개시의 일 실시형태에 따른 단일 부품 카트리지 설계를 갖는 외부 가열 요소를 갖는 액적 전달 장치를 위한 공기유동 경로의 단면도를 도시한다.

도 40 은 본 개시의 일 실시형태에 따른, 공기스트림의 온도를 일정하게 유지하고 또한 과열 및 사용자 부상을 피하기 위해 폐쇄 루프 시스템과 함께 사용되는 온도 센서를 포함하는 가열된 공기스트림을 갖는 액적 전달 장치의 단면도를 도시한다.

도 41a 및 도 41b 는 본 개시의 일 실시형태에 따른 슬라이딩 슬리브 및 관련 벤트를 통해 조절가능한 공기 저항을 갖는 액적 전달 장치의 도면을 도시한다.

도 42 는 본 개시의 일 실시형태에 따라 비강 흡입에 적합하고 멤브레인-구동 에어로졸화(즉, "푸시 모드 기능")를 활용하는 액적 전달 장치의 길고 좁은 흡입 포트를 도시한다.

도 43 은 본 개시의 일 실시형태에 따라 비강 흡입에 적합하고 멤브레인-구동 에어로졸화(즉, "푸시 모드 기능")를 활용하는 액적 전달 장치의 더 짧은 버전의 흡입 포트를 도시한다.

도 44a 및 도 44b 는 본 개시의 일 실시형태에 따라 비강 흡입에 적합하고 멤브레인-구동 에어로졸화(즉, "푸시 모드 기능")를 활용하는 액적 전달 장치의 제거 캡을 도시한다.

도 45 는 본 개시의 일 실시형태에 따라 멤브레인-구동 에어로졸화(즉, "푸시 모드 기능")를 활용하는 액적 전달 장치에 사용되는 액체가 유입될 수 있는 다수의 개구를 갖는 부착 플레이트를 갖는 메시를 도시한다.

도 46 은 본 개시의 일 실시형태에 따라 멤브레인-구동 에어로졸화(즉, "푸시 모드 기능")를 활용하는 액적 전

달 장치에서 메시-멤브레인 영역 옆에 액체를 가로질러 배치된 2개의 평행 플레이트를 갖는 커패시턴스 카트리지의 단면도를 도시한다.

도 47a-47c 는 본 개시의 일 실시형태에 따른 멤브레인-구동 에어로졸화(즉, "푸시 모드 기능")를 활용하는 액적 전달 장치에서 직사각형 진동 부재 팁의 사시도(도 47a), 정면 평면도(도 47b) 및 측면 평면도(도 47c)를 도시한다.

도 48a-48c 는 본 개시의 일 실시형태에 따른 멤브레인-구동 에어로졸화(즉, "푸시 모드 기능")를 활용하는 액적 전달 장치에서 슬롯 또는 튜닝이 없는 고유 모드 진동 부재 팁 및 결과적인 진동 진폭 맵의 사시도(도 48a), 진동 진폭 맵 사시도(도 48b) 및 상부 진동 진폭 평면도(도 48c)를 도시한다.

도 49a-49c 는 본 개시의 일 실시형태에 따른 멤브레인-구동 에어로졸화(즉, "푸시 모드 기능")를 활용하는 액적 전달 장치에서 슬롯이 있는 고유 모드 진동 부재 팁 및 결과적인 진동 진폭 맵의 사시도(도 49a), 진동 진폭 맵 사시도(도 49b) 및 상부 진동 진폭 평면도(도 49c)를 도시한다.

도 50 은 본 개시의 일 실시형태에 따라 멤브레인-구동 에어로졸화(즉, "푸시 모드 기능")를 활용하는 액적 전달 장치 내의 컨투어드(contoured) 진동 부재를 도시한다.

도 51 은 본 개시의 일 실시형태에 따라 멤브레인-구동 에어로졸화(즉, "푸시 모드 기능")를 활용하는 액적 전달 장치 내의 플런저 진동 부재를 도시한다.

도 52 는 본 개시의 일 실시형태에 따라 멤브레인-구동 에어로졸화(즉, "푸시 모드 기능")를 활용하는 액적 전달 장치 내의 센서 캐리어 진동 부재를 도시한다.

도 53a 및 53b 는 본 개시의 일 실시형태에 따라 멤브레인-구동 에어로졸화(즉, "푸시 모드 기능")를 활용하는 액적 전달 장치에서의 스풀 진동 부재 및 그에 따른 진동 진폭 맵을 도시한다.

도 54a 및 54b 는 본 개시의 일 실시형태에 따라 멤브레인-구동 에어로졸화(즉, "푸시 모드 기능")를 활용하는 액적 전달 장치에서의 최적화된 원통형 진동 부재 및 그에 따른 진동 진폭 맵을 도시한다.

도 55a 및 55b 는 본 개시의 일 실시형태에 따라 멤브레인-구동 에어로졸화(즉, "푸시 모드 기능")를 활용하는 액적 전달 장치에서의 최적화되지 않은 슬롯형 원통형 진동 부재 및 그에 따른 진동 진폭 맵을 도시한다.

도 56a 및 56b 는 본 개시의 일 실시형태에 따라 멤브레인-구동 에어로졸화(즉, "푸시 모드 기능")를 활용하는 액적 전달 장치에서의 최적화된 바아 진동 부재 및 그에 따른 진동 진폭 맵을 도시한다.

도 57a 및 57b 는 본 개시의 일 실시형태에 따라 멤브레인-구동 에어로졸화(즉, "푸시 모드 기능")를 활용하는 액적 전달 장치에서의 최적화되지 않은 바아 진동 부재 및 그에 따른 진동 진폭 맵을 도시한다.

도 58a 및 도 58b 는 본 개시의 일 실시형태에 따른 멤브레인-구동 에어로졸화(즉, "푸시 모드 기능")를 활용하는 액적 전달 장치에서 부스터 진동 부재 및 그에 따른 진동 진폭 맵의 사시도(도 58a) 및 진동 진폭 단면도(도 58b)를 도시한다.

도 59a-59c 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치의 트랜스듀서에 결합되는 대안적인 진동 부재의 사시도(도 59a), 상부 평면도(도 59b) 및 정면 평면도(도 59c)를 도시한다.

도 60a-60c 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치의 트랜스듀서에 결합되는 대안적인 진동 부재의 사시도(도 60a), 상부 평면도(도 60b) 및 정면 평면도(도 60c)를 도시한다.

도 61a-61c 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치의 트랜스듀서에 결합되는 대안적인 진동 부재의 사시도(도 61a), 상부 평면도(도 61b) 및 정면 평면도(도 61c)를 도시한다.

도 62a-62c 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치의 트랜스듀서에 결합되는 대안적인 진동 부재의 사시도(도 62a), 상부 평면도(도 62b) 및 정면 평면도(도 62c)를 도시한다.

도 63a-63c 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치의 트랜스듀서에 결합되는 대안적인 진동 부재의 사시도(도 63a), 상부 평면도(도 63b) 및 정면 평면도(도 63c)를 도시한다.

도 64a-64c 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치의 트랜스듀서에 결합되는 대안적인 진동 부재의 사시도(도 64a), 상부 평면도(도 64b) 및 정면 평면도(도 64c)를 도시한다.

도 65a-65d 는 본 개시의 실시형태에 따라 액적 전달 장치의 트랜스듀서에 결합되는 대안적인 진동 부재의 사시

도(도 65a), 상부 평면도(도 65b), 정면 평면도(도 65c) 및 도 65b 의 A-A를 따른 단면도(도 65d)를 도시한다.

도 66a-66c 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치의 트랜스듀서에 결합되는 대안적인 진동 부재의 사시도(도 66a), 상부 평면도(도 66b) 및 정면 평면도(도 66c)를 도시한다.

도 67a-67c 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치의 트랜스듀서에 결합되는 대안적인 진동 부재의 사시도(도 67a), 상부 평면도(도 67b) 및 정면 평면도(도 67c)를 도시한다.

도 68a-68d 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치의 트랜스듀서에 결합되는 대안적인 진동 부재의 사시도(도 68a), 상부 평면도(도 68b) 및 정면 평면도(도 68c) 및 측면 평면도(도 68d)를 도시한다.

도 69a 및 도 69b 는 본 개시의 일 실시형태에 따른 액적 전달 장치의 트랜스듀서에 결합되는 대안적인 진동 부재의 사시도(도 69a) 및 측면 평면도(도 69b)를 도시한다.

도 70a-70c 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치의 트랜스듀서에 결합되는 대안적인 진동 부재의 사시도(도 70a), 상부 평면도(도 70b) 및 정면 평면도(도 70c)를 도시한다.

도 71a-71c 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치의 트랜스듀서에 결합되는 대안적인 진동 부재의 사시도(도 71a), 상부 평면도(도 71b) 및 정면 평면도(도 71c)를 도시한다.

도 72a-72c 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치의 트랜스듀서에 결합되는 대안적인 진동 부재의 사시도(도 72a), 상부 평면도(도 72b) 및 정면 평면도(도 72c)를 도시한다.

도 73a-73c 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치의 트랜스듀서에 결합되는 대안적인 진동 부재의 사시도(도 73a), 상부 평면도(도 73b) 및 정면 평면도(도 73c)를 도시한다.

도 74a-74c 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치의 트랜스듀서에 결합되는 대안적인 진동 부재의 사시도(도 74a), 상부 평면도(도 74b) 및 정면 평면도(도 74c)를 도시한다.

도 75a-75c 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치의 트랜스듀서에 결합되는 대안적인 진동 부재의 사시도(도 75a), 상부 평면도(도 75b) 및 정면 평면도(도 75c)를 도시한다.

도 76a-76c 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치의 트랜스듀서에 결합되는 대안적인 진동 부재의 사시도(도 76a), 상부 평면도(도 76b) 및 정면 평면도(도 76c)를 도시한다.

도 77a-77d 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치의 트랜스듀서에 결합되는 대안적인 진동 부재의 사시도(도 77a), 상부 평면도(도 77b) 및 정면 평면도(도 77c) 및 측면 평면도(도 77d)를 도시한다.

도 78a-78c 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치의 트랜스듀서에 결합되는 대안적인 진동 부재의 사시도(도 78a), 상부 평면도(도 78b) 및 정면 평면도(도 78c)를 도시한다.

도 79a-79c 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치의 트랜스듀서에 결합되는 대안적인 진동 부재의 사시도(도 79a), 상부 평면도(도 79b) 및 정면 평면도(도 79c)를 도시한다.

도 80a-80d 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치의 트랜스듀서에 결합되는 대안적인 진동 부재의 사시도(도 80a), 상부 평면도(도 80b) 및 정면 평면도(도 80c) 및 측면 평면도(도 80d)를 도시한다.

도 81a-81d 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치의 트랜스듀서에 결합되는 대안적인 진동 부재의 사시도(도 81a), 상부 평면도(도 81b) 및 정면 평면도(도 81c) 및 측면 평면도(도 81d)를 도시한다.

도 82a-82d 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치의 트랜스듀서에 결합되는 대안적인 진동 부재의 사시도(도 82a), 상부 평면도(도 82b) 및 정면 평면도(도 82c) 및 측면 평면도(도 82d)를 도시한다.

도 83a-83c 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치의 트랜스듀서에 결합되는 대안적인 진동 부재의 사시도(도 83a), 상부 평면도(도 83b) 및 정면 평면도(도 83c)를 도시한다.

도 84a-84q 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치의 용기 조립체의 층류 유동 요소들의 대안적인 구조들을 도시한다.

도 85a 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치 내의 진동 부재 팁 부분을 포함하는 초음파 트랜스듀서를 도시한다.

도 85b 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치 내의 멤브레인에 결합되는 도 85a 의 초음파 트랜스듀서

의 부분 단면 평면도이다.

도 85c 및 도 85d 는 본 개시의 대안적인 실시형태에 따른 액적 전달 장치에서의 도 85b 의 초음파 트랜스듀서 및 멤브레인의 개략도이며, 메시는 도 85c 의 제 1 고정 기구 및 도 85d 의 제 2 고정 기구를 포함한다.

도 86a 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치 내의 멤브레인에 결합되는 초음파 트랜스듀서의 부분 단면 평면도이다.

도 86b 및 도 86c 는 본 개시의 대안적인 실시형태에 따른 액적 전달 장치에서의 도 86a 의 초음파 트랜스듀서 및 멤브레인의 개략도이며, 메시는 도 86b 의 제 1 고정 기구 및 도 86c 의 제 2 고정 기구를 포함한다.

도 87 은 본 개시의 실시형태에 따른 경사진 멤브레인 및 메시를 통과하는 액적 전달 장치의 중심 축선으로부터 오프셋된 진동 부재 팁 부분을 갖는 초음파 트랜스듀서를 포함하는 액적 전달 장치의 부분 단면 평면도이다.

도 88a 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치 내의 경사진 메시에 결합된 논-베벨 링-형상 진동 부재 팁 부분을 갖는 초음파 트랜스듀서의 부분 단면 평면도이다.

도 88b 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치에서의 도 88a 의 초음파 트랜스듀서 및 멤브레인의 개략도이다.

도 89a 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치 내의 경사진 멤브레인에 결합된 베벨 링-형상 진동 부재 팁 부분을 갖는 초음파 트랜스듀서의 부분 단면 평면도이다.

도 89b 는 도 89a 에 도시된 초음파 트랜스듀서 및 메시와 협력하는 경사진 멤브레인을 도시한다.

도 89c 및 도 89d 는 본 개시의 대안적인 실시형태에 따른 액적 전달 장치에서의 도 89a 의 초음파 트랜스듀서 및 멤브레인의 개략도이며, 메시는 도 89c 의 제 1 고정 기구 및 도 89d 의 제 2 고정 기구를 포함한다.

도 89e 는 도 89a 의 베벨 링-형상 진동 부재 팁 부분을 갖는 초음파 트랜스듀서를 도시한다.

도 90a 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치 내의 메시와 접촉하고 멤브레인에 결합된 논-베벨 링-형상 진동 부재 팁 부분을 갖는 초음파 트랜스듀서의 부분 단면 평면도이다.

도 90b 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치에서의 도 90a 의 초음파 트랜스듀서 및 멤브레인의 개략도이다. 이 실시형태는 푸시 모드 I 또는 II 중 어느 하나의 메시 캐리어와 함께 사용될 수 있다.

도 91a 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치에서 메시와 멤브레인 사이의 공간을 갖는 경사진 멤브레인에 결합된 베벨 링-형상 진동 부재 팁 부분을 갖는 초음파 트랜스듀서의 부분 단면 평면도이다.

도 91b 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치에서의 도 91a 의 초음파 트랜스듀서 및 멤브레인의 개략도이다. 이 실시형태는 푸시 모드 I 또는 II 의 메시 캐리어와 함께 사용될 수 있다.

도 92 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치에서 메시와 멤브레인 사이의 공간을 갖는 멤브레인에 결합된 논-베벨 링-형상 진동 부재 팁 부분을 갖는 초음파 트랜스듀서의 개략도이다. 이 실시형태는 푸시 모드 I 또는 II 의 메시 캐리어와 함께 사용될 수 있다.

도 93a 및 도 93b 는 본 개시의 실시형태에 따라 멤브레인 및 메시와 함께 넓고 평평한 진동 부재 팁 부분을 갖는 초음파 트랜스듀서의 분리 사시도(도 93a)와 도 93a 의 선 A-A 를 따른 단면도(도 93b)를 도시한 액적 전달 장치의 초음파 트랜스듀서의 개략도이다.

도 94a-94d 는 본 개시의 실시형태에 따라 멤브레인 및 메시와 함께 넓은 링-형상의 팁 부분을 갖는 초음파 트랜스듀서의 도 94a 의 B-B 선을 따른 초음파 트랜스듀서의 단면 분리도(도 94b), 분리도(도 94c) 및 도 94c 의 A-A 선을 따른 단면도(도 94d)를 도시한 액적 전달 장치(도 94)의 개략도이다.

도 95 는 본 개시의 일 실시형태에서 알루미늄화된 폴리머 탭의 개략적인 블록도이다.

도 96a-96d 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치의 멤브레인의 사시도이다.

도 97a 및 도 97b 는 본 개시의 일 실시형태에 따른 액적 전달 장치 내의 팁 부분을 갖는 진동 부재에 결합된 트랜스듀서 및 멤브레인에 대해 스테인리스강 환형체에 의해 상승 위치에서 지지되는 폴리머 메시의 단면도(도 97a) 및 확대도(도 97b)를 도시한다.

도 98a 및 도 98b 는 본 개시의 일 실시형태에 따른 액적 전달 장치 내의 팁 부분을 갖는 진동 부재에 결합된

트랜스듀서 및 멤브레인에 대해 스테인리스강 환형체에 의해 하강 위치에서 지지되는 폴리머 메시의 단면도(도 98a) 및 확대도(도 98b)를 도시한다.

도 99a 및 도 99b 는 본 개시의 일 실시형태에 따른 액적 전달 장치에서 팁 부분을 갖는 진동 부재에 결합된 멤브레인 및 트랜스듀서에 대해 제 1 스테인리스강 환형체에 의해 상승 위치에서 지지되고, 예컨대 접착제 또는 접합제로 접합함으로써 제 1 환형체의 상부에 결합된 보강재로서의 제 2 스테인리스강 환형체를 갖는 폴리머 메시의 단면도(도 99a) 및 확대도(도 99b)를 도시한다.

도 100a 및 도 100b 는 본 개시의 일 실시형태에 따른 액적 전달 장치에서 팁 부분을 갖는 진동 부재에 결합된 멤브레인 및 트랜스듀서에 대해 제 1 스테인리스강 환형체에 의해 하강 위치에서 지지되고, 예컨대 접착제 또는 접합제로 접합함으로써 제 1 환형체의 하부에 결합된 보강재로서의 제 2 스테인리스강 환형체를 갖는 폴리머 메시의 단면도(도 100a) 및 확대도(도 100b)를 도시한다.

도 101a-101c 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치 내의 진동 부재에 결합된 멤브레인 및 트랜스듀서에 대해 링형 지지부의 플라스틱 요소들을 갖는(그리고 금속 환형체가 없는) 들쭉날쭉한 지지부(도 101c)를 통해 상승 위치(도 101a), 하강 위치(도 101b)에서 지지되는 폴리머 메시의 단면도를 도시한다.

도 102a-c 는 도 101a의 확대도(도 102a), 도 101b의 확대도(도 102b) 및 도 101c의 확대로(도 102c)를 도시한다.

도 103a 및 도 103b 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치 내의 폴리머 메시와 진동 부재 팁 부분을 덮는 멤브레인 사이의 폴리머 메시 아래에 놓인 플레이트 내의 개구들을 갖는 스테인리스강 모세관 플레이트 및 폴리머 메시의 단면도(도 103a) 및 확대도(도 103b)를 도시한다.

도 103c 는 도 103a 및 103b 에 도시된 폴리머 메시의 개략적인 상부 평면도이다.

도 103d 는 도 103a 및 103b 에 도시된 스테인레스강 모세관 플레이트의 개략적인 상부 평면도이다.

도 104 는 폴리머 메시 및 모세관 플레이트의 개략도를 도시하며, 모세관 플레이트는 진동 부재를 덮는 (또한 PEN 재료로 제조된) 멤브레인과 같은 PEN 재료로 제조되고, 본 개시의 일 실시형태에 따른 액적 전달 장치에서의 모세관 플레이트와 메시 사이에 (금속, 세라믹 또는 플라스틱과 같은) 스페이서를 추가로 포함한다.

도 105a 및 도 105b 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치에서 팁 부분을 갖는 진동 부재에 결합된 트랜스듀서 및 멤브레인에 대해 폴리머 메시에 결합되는 환형체의 중심 부분을 향해 아래로 그리고 위로 스테인리스강 환형체에 결합되는 플라스틱 또는 실리콘 링-형상 브라켓(d)을 갖는 폴리머 메시의 단면도(도 105a) 및 확대도(도 105b)를 도시한다.

도 106a 및 도 106 b 는 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치 내의 팁 부분을 갖는 진동 부재에 결합된 트랜스듀서 및 멤브레인에 대해 폴리머 메시에 결합되는 환형체의 플라스틱 또는 실리콘 링-형상 브라켓 중심 부분을 갖는 폴리머 메시의 단면도(도 106a) 및 확대도(도 106b)를 도시한다.

도 107a-107d 는 이중-강화 스테인리스강 환형체들에 결합된 플라스틱 또는 실리콘 링-형상 브라켓을 갖는 폴리머 메시의 단면도를 도시하며(도 99 및 도 100과 유사함), 본 개시의 실시형태에 따른 액적 전달 장치에서 팁 부분을 갖는 진동 부재에 결합된 멤브레인 및 트랜스듀서에 대해 폴리머 메시는 추가 연장 상부 강화부에 의해 상승되고(도 107a), 폴리머 메시는 추가 연장 상부 강화부에 의해 상승되고(도 107b), 폴리머 메시는 연장 하부 강화부에 의해 하강되고(도 107c), 폴리머 메시는 추가 연장 하부 강화부에 의해 하강된다(도 107d).

도 108a-108d 는 도 107a의 확대도(도 108a), 도 107b의 확대도(도 108b), 도 107c의 확대도(도 108c) 및 도 107d의 확대도(도 108d)를 도시한다.

도 109a 내지 도 109d 는 본 개시의 일 실시형태에 따른 액적 전달 장치의 메시에서, 의사구면(pseudospherical)과 같은 매끄러운 개구들(메시를 완전히 통해 개구들을 도시하도록 의도된 도 109d 의 확대 단면도)의 정확한 제조를 제공하기 위해 반도체 기술로 처리된 링-구조화된 지지부들 사이의 결정질 실리콘 또는 실리콘 카바이드 "웨이퍼"-유형 메시의 단면도(도 109a), 사시도(도 109b), 상부 평면도(도 109c) 및 도 109c의 C-C선을 따른 단면 확대도(도 109d)를 도시한다.

도 110 은 본 개시의 일 실시형태에 따른 액적 전달 장치에서 메시의 두께를 통해 더 크게 시작하고 이어서 개구들 내의 더 작은 애퍼처들로 종료되거나 마무리되는(그리고 또한 반도체 기술 처리에 의해 경사질 수 있는) 웰-타입 개구들을 갖는 결정질 실리콘 또는 실리콘 카바이드 "웨이퍼"-유형 메시의 단면도 및 확대도를 도시한

다.

도 111a-111c 는 본 개시의 실시형태에 따른 핀들을 갖는 배플과 흡수기의 제 1 단부의 사시도(도 111a), 핀들을 갖는 배플의 제 2 대향 단부의 사시도(도 111b), 및 핀들을 갖는 배플을 포함하는 메시를 갖는 이젝터 플레이트 및 액적 전달 장치의 부분 개략도를 도시한다.

도 112 는 본 개시의 실시형태에 따른 배플이 없는 공기유동 디렉터를 포함하는 액적 전달 장치의 공기유동 경로의 유선형 속도장 그래픽 맵이다.

도 113 은 본 개시의 실시형태에 따른 공기유동 디렉터가 없고 위킹 재료를 갖는 배플을 포함하는 액적 전달 장치의 공기유동 경로의 유선형 속도장 그래픽 맵이다.

도 114 는 본 개시의 실시형태에 따른 공기유동 디렉터를 또한 포함하고 위킹 재료를 갖는 배플을 포함하는 액적 전달 장치의 공기유동 경로의 유선형 속도장 그래픽 맵이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0047] 푸시 모드 개요

[0048] 푸시 모드는 (i) 니코틴, 카나비노이드, 및 다른 비치료 물질(본 명세서에서 "BlueSky"로 기술된 장치는 이러한 물질과 함께 사용하기에 바람직함)뿐만 아니라, (ii) 치료 및 처방적 약물 제품(본 명세서에서 "Norway"로 기술된 장치는 이러한 제품과 함께 사용하기에 바람직함)을 전달하기 위한 위험 감소 제품으로서 개발되었다. 푸시 모드 장치는 안전하고 제어된 투여량을 사용자에게 전달하도록 설계된다. 푸시 모드 액적 전달 장치(10)는 실온에서 수성 및 비수성 용액 및 현탁액을 전달할 수 있다. 수용성이든 아니든, 큰 분자 제형이 또한 이 기술로 전달될 수 있다. 가열된 니코틴 및 다른 물질과 함께 일반적으로 발견되는 유해한 화학 부산물은 푸시 모드 장치에서 제거되어 에어로졸 전달에 대한 더 안전한 옵션을 만든다.

[0049] 푸시 모드는 멤브레인(25) 및 메시(2)와 함께 작동하여 유체(901)를 에어로졸화시키는 진동 부재(1708) 및 트랜스듀서(26)를 이용하며, 이는 저장조(1200) 내에 유지되고 다양한 방법(예를 들어, 위크(wick) 재료, 친수성 코팅, 모세관 작용 등)을 사용하여 메시(22)에 공급된다. 바람직하게는 진동 부재는 접합(예를 들어, 접착제 등), 용접, 접착, 물리적 연결(예를 들어, 브라켓 및 다른 기계적 커넥터) 등에 의해 트랜스듀서에 결합된다. 트랜스듀서 및 진동 부재는 멤브레인과 상호 작용하여 유체를 메시를 통해 밀어낸다. 다양한 실시형태에서 예시되고 설명된 바와 같이, 멤브레인은 일부 경우에 메시 내의 홀들을 통해 유체를 또한 "밀면서" 메시와 접촉할 수 있고, 다른 경우에 메시 내의 홀들을 통해 액체를 밀기 위해 메시와 접촉하지 않고서 분리될 수 있다. 트랜스듀서는 다양한 재료들(예를 들어, PZT 등) 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 특정 실시형태에서, 트랜스듀서는 사람 흡입용으로 의도된 액적 전달 장치에서 원치 않거나 독성인 물질의 생성을 피하기 위해 무연 압전 재료로 제조된다. 진동 부재는 다양한 상이한 재료들(예를 들어, 티타늄 등) 중 하나 이상으로 제조될 수도 있다. 메시는 다양한 재료들(예를 들어, 팔라듐 니켈, 폴리이미드 등) 중 하나 이상일 수 있다. 유체가 메시를 통해 밀리면, 액적 스프레이가 형성되고, 동반된 공기에 의해 운반되며 마우스피스 포트를 통해 배출된다.

[0050] 장치는 조정 가능하고 정밀하다. 장치는 개별 사용자 선호 또는 요구에 대해 최적화될 수 있다. 에어로졸 매스 분출 및 매스 중간 공기역학적 직경(mass median aerodynamic diameter: MMAD)은 메시 홀 크기, 메시 처리, 멤브레인 설계, 진동 부재 설계, 공기유동, 트랜스듀서에 대한 전력의 조작 등을 통해 원하는 파라미터로 조정될 수 있다. 이 설계는 폐가 에어로졸을 가장 효율적으로 흡수할 수 있도록 높은 호흡 분획을 갖는 액적으로 구성된 에어로졸을 생성한다.

[0051] 진동 부재 및 트랜스듀서는 둘 모두 멤브레인에 의해 격리된 카트리지로부터 분리된다. 이것은 더 안전한 제품을 만들 뿐만 아니라 제조 능력을 향상시킨다. 진동 부재 및 트랜스듀서는 둘 모두 전형적으로 고가의 부품들이다. 이러한 부품들을 카트리지가 아닌 인클로저 시스템에 보관하면, 제품 판매 비용(cost of goods sold: COGS)이 절감된다.

[0052] 요소 번호 테이블

[0053] 물질, 피처 및 부품 번호는 본 명세서의 표 1 에 제공된 설명 및 도면에 관련하여 편리한 참조를 위해 제공된다:

[0054] 표 1: 요소 번호

물질 번호	물질 명
100	공기유동
800	공기
900	유체 유동
901	유체

[0055]

피처 번호	피처 명
10	액적 전달 장치
12	용기 조립체
15	이젝터 브라켓
17	인클로저 시스템
20	공기유동 출구
24	공기유동 입구
26	열교환 영역
28	스파이크
30	공기 교환 출구
40	마우스피스 포트
41	비강 흡입 포트
42	이젝션 포트
43	비강 흡입 캡
45	구멍을 갖는 메시 플레이트
47	메시 및 메시 플레이트 스페이서
170	진동 부재 팁
220	중심 축선
230	진동 부재 중심 축선
1200	유체 저장조
2200	유체 저장조
2250	스파이럴

[0056]

[0057]

부품 번호	부품 명	재료	실시형태 푸시 모드 I 및/또는 II
22	메시	팔라듐 니켈	I 및 II
25	멤브레인	다양한 재료	I 및 II
26	트랜스듀서	PZT, 무연 재료	I 및 II
1200's	**BlueSky** 용기		
1202	마우스피스	COC	I 및 II
1204	벤트 재료	소결된 PTFE – PMA20	I 및 II
1206	상부 용기	COC	I 및 II
1208	중간 용기	COC	I 및 II
1210	격막	부틸 고무	I 및 II
1212	하부 용기	COC	I
1213	연장된 하부 용기	COC	II
1214	용기 링	COC	I 및 II
1500's	**BlueSky** 이젝터 브라켓		
1502	상부 이젝터 브라켓	COC	I 및 II
1504	하부 이젝터 브라켓	COC	I 및 II
1506	상부 메시 캐리어	COC	I
1508	하부 메시 캐리어	COC	I
1510	멤브레인 홀더	COC	I 및 II
1512	서스펜션 가스켓	실리콘	I
1513	캐리어 가스켓	실리콘	II
1518	스테인레스강 메시 캐리어	SUS316L	II
1519	위크		I 및 II
1520	자석	N54 Ni 코팅	I 및 II

1522	캐리어 O-링	실리콘	II
1524	소형 O-링	실리콘	단순화된 카트리지
1526	대형 O-링	실리콘	단순화된 카트리지
1528	평행 플레이트 캐패시터		
1600	층류 유동 요소	COC	I 및 II
1700's	**BlueSky** 인클로저 시스템		
1702	인클로저	알루미늄 6063 합금	I 및 II
1704	진동 부재 전방 커버	PC/ABS	I 및 II
1706	진동 부재 후방 커버	PC/ABS	I 및 II
1708	진동 부재	티타늄 합금	I 및 II
1710	트랜스듀서 접촉 핀	황동 3604 합금, 금-도금	I 및 II
1712	지문/버튼/밀봉 브라켓	PC/ABS	I 및 II
1714	지문/버튼 커버	PC/ABS	I 및 II
1716	인클로저 후방 커버	PC/ABS	I 및 II
1718	인클로저 밀봉 링	실리콘	I 및 II
1720	센서 디렉터	실리콘	I 및 II
1722	지문/버튼	PC/ABS	I 및 II
1725	PCB	많은 재료	전부
1726	스프링 전극	SUS304	전부
1728	USB-C 포트	PC/ABS	전부
1730	배터리/전원	Li-이온	가열기-Beluga
1732	공기유동 슬리브	PC/ABS	공기 저항
1734	스피커		스피커-Beluga
1760	노달-장착 감지 장치		
1762	센서 제어 유닛		
1900's	가열 컴포넌트		
1902	가열 요소	Nichrome 80	가열기
1904	열 절연		가열기
1906	공기유동 가속기		
1908	전극		전부
1910	온도 센서		가열기
2200's	**Norway** 이젝터 브라켓 및 용기		
2201	마우스피스	COC	Norway D
2202	페이스플레이트	SUS316L	Norway D
2203	이젝터 브라켓 바닥 커버	COC	Norway D
2204	이젝터 브라켓 ID 칩	많은 재료	Norway D
2205	이젝터 브라켓	COC	Norway D
2206	O-링	규소	전부
2207	메시		Norway D
2208	멤브레인 캐리어	COC	Norway D
2209	멤브레인		Norway D
2210	카트리지 스페이서	COC	Norway D

[0058]

2211	격막 캡	COC	Norway D
2212	격막	부틸 고무	Norway D
2213	하부 용기	COC	Norway D
2214	벤트 재료		Norway D
2215	상부 용기	COC	Norway D
2216	벤트 스페이서		Norway D
2217	메시 캐리어		
2218	서스펜션 가스켓		
2219	캐리어 가스켓		
2220	상부 메시 캐리어	COC	
2221	하부 메시 캐리어	COC	
2222	스테인레스강 메시 캐리어	SUS316L	
2400's	**Norway 페이스 시일**		
2401	스크류		Norway D
2402	카트리지 실러 상부 피스		Norway D
2403	O-링	규소	Norway D
2404	카트리지 실러 중간 피스		Norway D
2405	스크류		Norway D
2406	카트리지 실러 바닥 피스		Norway D
2407	캡 스프링	강 합금	Norway D
2408	스크류		Norway D
2409	장치 캡	COC	Norway D
2410	스크류		Norway D
2411	핀 스크류	COC	Norway D
2412	자석		전부
2600's	**Norway 진동 부재 컴포넌트**		
2601	진동 부재 인클로저	알루미늄 합금	Norway D
2602	진동 부재 전방 커버	COC	Norway D
2603	진동 부재 및 트랜스듀서 조립체	티타늄 합금 및 PZT4	Norway D
2604	진동 부재 후방 커버	COC	Norway D
2605	진동 부재 커버 전방 홀더	규소	Norway D
2606	진동 부재 조립체 스프링	강 합금	Norway D
2607	진동 부재 장치 브라켓	COC	Norway D
2608	진동 부재 커버 후방 홀더		
2609	스크류		
2800's	**Norway 인클로저 시스템**		
2801	장치 캡 릴리스 악셀		Norway D
2802	카트리지 릴리스 버튼 커버		Norway D

[0059]

2803	카트리지 릴리스 버튼 액추에이터		Norway D
2804	스페이서		Norway D
2805	카트리지 릴리스 스프링		Norway D
2806	7-Seg 디스플레이		Norway D
2807	장치 배터리 커버 릴리스		Norway D
2808	장치 배터리 커버 릴리스 스프링		Norway D
2809	장치 배터리 커버 악셀		Norway D
2810	장치 인클로저 가스켓		Norway D
2811	장치 바닥 인클로저		Norway D
2812	AAA 배터리		Norway D
2813	장치 배터리 커버 가스켓		Norway D
2814	장치 배터리 커버		Norway D
2815	LED 디스플레이 커버		Norway D
2816	장치 전방 커버 버튼		Norway D
2817	7-Seg 디스플레이 커버		Norway D
2818	장치 상부 인클로저		Norway D
2819	장치 캡 릴리스		Norway D
3300	알루미늄화 폴리머 탭		
4000	배플		
4050	배플 핀		
4100	흡수 플러그		

[0060]

[0061] "BlueSky" 실시형태

[0062] 도 1a 및 도 1b 를 참조하면, BlueSky 푸시 모드 장치(10)는 용기 조립체(12), 이젝터 브라켓(15) 및 인클로저 시스템(17)의 주요 부품들을 포함한다. 현재, BlueSky 푸시 모드의 2개의 실시형태, I 및 II 가 프로토타입화되고 테스트되었다. 도 2 를 참조하면, 액적 전달 장치(10) 내의 스테인리스강 링 및 탄성 밀봉 링에 의해 지지되는 메시의 포함은 본 명세서에서 "푸시 모드 II"로 지칭된다. 도 3 을 참조하면, 액적 전달 장치(10) 내의 상부 및 하부 메시 캐리어 및 탄성 밀봉 링에 의해 지지되는 메시의 포함은 본 명세서에서 "푸시 모드 I"으로 지칭된다.

[0063] 푸시 모드 I 및 II 실시형태는 티타늄 합금으로 만들어진 진동 부재의 저부에 결합된 PZT(lead zirconate titanate) 디스크로 구성된 트랜스듀서를 갖는다. 진동 부재 및 트랜스듀서는 인클로저 시스템(17) 내의 플라스틱 커버에 의해 둘러싸인다. 이젝터 브라켓(15) 내의 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN)로 제조된 멤브레인은 용기 조립체(12) 내의 저장조로부터 공급되는 유체로부터 트랜스듀서 및 진동 부재를 격리한다. 멤브레인은 진동 부재 탭의 형상으로 열성형될 수 있다. 장치에 내장된 시스템은 모두 단일 보드 마이크로컨트롤러에 연결된 트랜스듀서, 압력 센서 및 리튬-이온 배터리로 구성된다. 내장 시스템을 수용하는 알루미늄 인클로저는 제어된 물질과 함께 사용하기 위한 지문 센서로서 2배가 될 수 있는 버튼을 포함한다. 장치는 USB-C 충전 포트를 통해 충전된다. 자석들은 카트리지를 인클로저에 유지하는 데 사용된다.

[0064] 실시형태들은 저장 시에 유체가 메시와 접촉하는 것을 방지하기 위해 2-성분 카트리지 시스템을 사용한다. 이 설계는 2개의 스파이크를 포함하고, 그 중 하나는 카트리지의 한 부분, 즉 이젝터 브라켓 상에 위크 재료를 포함한다. 카트리지의 다른 부분인 용기는 유체 저장조 및 2개의 격막을 수용한다. 사용자는 이젝터 브라켓과 용기를 함께 밀고, 스파이크는 격막을 천공하여, 메시로 유체가 흐르는 경로를 생성한다. 하나의 스파이크 내의 위크 재료는 메시에 대한 유체의 공급을 돕는다. 위크 재료를 포함하지 않는 다른 스파이크는 압력 균등화를 위해 공기가 컨테이너에 들어갈 수 있게 한다. 벤트 재료로 덮인 벤트는 유체 저장조의 각 측면의 상부에 위치되고, 공기유동 출구를 통해 개방된 대기에 연결되어, 압력의 균등화를 허용한다.

[0065] 도 4 를 참조하면, 25㎜ 의 길이를 갖는 이젝션 포트(42) 및 10㎜ 의 길이를 갖는 마우스피스 포트가 있다. 이젝션 포트의 바람직한 길이는 0㎜-50㎜ 이다. 바람직한 마우스피스 포트 길이는 0㎜-50㎜ 이다. 도 5 는 프로토타입 실시형태에서 스파이크(28)를 통한 유체(900) 및 환기(100) 유동 경로를 도시한다. 도 6a 및 도 6b 는 프로토타입 실시형태의 동반된 공기 경로를 도시한다.

[0066] BlueSky I 푸시 모드

[0067] 도 7a 및 도 7b 는 각각 푸시 모드 I 실시형태의 렌더링 및 CAD 개요를 도시한다. 도 7a 및 도 7b 의 개요는 용기 조립체(12), 이젝터 브라켓(15) 및 인클로저 시스템(17)을 좌측에서 우측으로 보여준다.

[0068] 도 8 은 푸시 모드 I 실시형태로부터의 부품들의 분해도를 제공한다.

[0069] 도 9 를 참조하면, 푸시 모드 I 실시형태는 메시(22) 및 서스펜션 가스켓(1512)을 유지하면서 초음파 용접되는 2개의 COC 링(1506, 1508)을 포함하는 메시 캐리어를 포함한다. COC 링은 도 10 에 도시된 바와 같이 메시 및 서스펜션 가스켓을 개재한다. 가스켓은 상부 및 하부 이젝터 브라켓 사이에 배치된다.

[0070] 도 11 을 참조하면, 푸시 모드 I 실시형태에서 2개의 벤트가 하부 이젝터 브라켓(1504)의 좁은 측면들에 위치한다. 스파이크는 상부 이젝터 브라켓(1502)에 위치된다. 유체 저장조(1200)를 수용하는 용기는 3개의 COC 피스들을 포함한다. 2개의 격막(1210)은 중간 및 하부 용기 피스들 사이에 유지된다. 용기 링은 상부 용기 피스(1206) 및 중간 용기 피스(1208) 상에 접합되고, 마우스피스(1202)는 상부 용기 피스(1206) 상에 스냅된다.

[0071] BlueSky II 푸시 모드

[0072] 도 12a 및 12b 는 각각 푸시 모드 II 실시형태의 렌더링 및 도식적 개요를 도시한다. 도 12a 및 도 12b 의 개요는 용기 조립체(12), 이젝터 브라켓(15) 및 인클로저 조립체(17)를 좌측에서 우측으로 보여준다.

[0073] 도 13 은 푸시 모드 II 실시형태의 부품들의 분해도를 도시한다.

[0074] 푸시 모드 II 실시형태에서, 스테인리스강 환형 캐리어(1518)가 메시(22)에 접합된다. 가스켓(1513)은 상부 이젝터 브라켓(1502)과 하부 이젝터 브라켓 사이의 메시 및 메시 캐리어 위에 배치된다. 도 14 는 푸시 모드 II 실시형태의 메시 캐리어(1518) 및 가스켓(1513)을 도시한다.

[0075] 도 15 에 도시된 바와 같이 하부 이젝터 브라켓(1504)의 넓은 측면에는 2개의 벤트가 위치한다. 스파이크는 상부 이젝터 브라켓(1502)에 위치된다.

[0076] 푸시 모드 I 에서와 같이, 유체 저장조를 수용하는 용기는 3개의 COC 피스들을 포함한다. 푸시 모드 II 실시형태를 위한 하부 용기는 푸시 모드 I 에서보다 더 연장되며, 관형 부분은 상부 이젝터 브라켓 내로 연장된다.

[0077] 도 16(푸시 모드 II) 및 도 17(푸시 모드 I)은 각각의 실시형태의 하부 용기의 비교를 도시한다. I 의 COC 캐리어보다 얇은 스테인레스강 메시 캐리어로 인해 메시가 I 에 비해 더 낮게 위치하기 때문에 확장이 필요하다. 두 개의 격벽이 중간 및 하부 용기 사이에 보유된다. 용기 링이 상부 및 중간 용기 피스 상에 접합되고, 마우스피스가 상부 용기 피스 상에 스냅결합된다.

[0078] BlueSky 진동 부재 및 멤브레인

[0079] 푸시 모드는 다수의 진동 부재 및 멤브레인 설계를 갖는다. 표 2 와 표 3 은 각각 프로토타입화하고 시험한 진동 부재와 멤브레인 설계에 대한 설명을 포함하고 있다. 도 18 및 도 19 를 참조하면, 현재 진동 부재 로드 팁 및 링 팁에 대한 2개의 상이한 팁들이 각각 존재한다.

[0080] 표 2: 진동 부재의 설명

진동 부재	설명
H1	1.0mm 직경 로드 팁
H2	1.5mm 직경 로드 팁
H3	2.0mm 직경 로드 팁
H4	3.5mm 직경 로드 팁
H5	2 도 틸트를 갖는 3.5mm 직경 링 팁
H6	5 도 틸트를 갖는 3.5mm 직경 링 팁
H7	8 도 틸트를 갖는 3.5mm 직경 링 팁
H8	틸트를 갖지 않는 3.5mm 직경 링 팁
H9	3 도 틸트를 갖는 3.5mm 직경 로드 팁

[0081]

[0082] 표 3: 멤브레인의 설명

멤브레인 스타일	설명
M1	H1 이 사용된, 라운드 플라토를 갖는 1.0mm 직경 원으로 열성형됨
M2	H1 이 사용된, 2 도 틸트를 갖는 1.0mm 직경 원으로 열성형됨
M3	H1 이 사용된, 5 도 틸트를 갖는 1.0mm 직경 원으로 열성형됨
M4	H1 이 사용된, 8 도 틸트를 갖는 1.0mm 직경 원으로 열성형됨
M5	H2 가 사용된, 2 도 틸트를 갖는 1.5mm 직경 원으로 열성형됨
M6	H2 가 사용된, 5 도 틸트를 갖는 1.5mm 직경 원으로 열성형됨
M7	H2 가 사용된, 8 도 틸트를 갖는 1.5mm 직경 원으로 열성형됨
M8	H3 가 사용된, 2 도 틸트를 갖는 2.0mm 직경 원으로 열성형됨
M9	H3 가 사용된, 5 도 틸트를 갖는 2.0mm 직경 원으로 열성형됨
M10	H3 가 사용된, 8 도 틸트를 갖는 2.0mm 직경 원으로 열성형됨
M11	H4 가 사용된, 라운드 플라토를 갖는 3.5mm 직경 원으로 열성형됨
M12	H5 가 사용된, 2 도 틸트를 갖는 3.5mm 직경 원으로 열성형됨
M13	H6 가 사용된, 5 도 틸트를 갖는 3.5mm 직경 원으로 열성형됨
M14	H7 이 사용된, 8 도 틸트를 갖는 3.5mm 직경 원으로 열성형됨
M15	H4 또는 H8 이 사용된, 틸트를 갖지 않는 3.5mm 직경 원으로 열성형됨

[0083]

[0084] 트랜스듀서는 장치의 작동 동안 많은 양의 전력을 요구한다. 전력 사용량이 증가할수록, 인쇄 회로 기판 어셈블리(PCBA)에서 발생하는 열이 증가한다. 열로부터의 영향은 PCBA 에서의 몇몇 설계 특징들을 통해 완화된다. 4층 PCBA 는 간섭 방지 및 열 소산 능력을 증가시킨다. PCBA 에도 동박이 많이 함유되어 있어, 열 소산에 도움이 된다. 트랜스듀서를 구동하는 MOSFET 는 장시간 연속 운전 시의 가열에 의한 손상을 피하기 위해 고전류 패키지를 채택한다. 자동 변압기는, 전압 출력을 높이기 위해, PCBA 의 나머지와 절연시키도록 현수된다. 이러한 특징은 장치가 과열되거나 전기적 소음이 발생할 우려 없이 수일 동안 작동하게 한다.

[0085] BlueSky 수명 시험

[0086] 프로토타입 BlueSky 푸시 모드 실시형태들, I 및 II 는 수명 시험을 거쳤다. 수명 시험은 수일의 기간에 걸쳐 1초의 휴식 간격으로 3초의 반복 투여로 구성되었다. 매스 이젝션은 수명 시험 전후에 행해졌다. 매스 이젝션은 장치가 1회 3초 투여에 걸쳐 에어로졸화하는 매스로서 정의된다. 수명 시험 전의 매스 이젝션 데이터는 표 3 에 열거하고, 수명 시험 후의 데이터는 표 4 에 열거한다. 일 실시형태의 매스 이젝션은 55,000 투여 전후로 일정하게 유지되었고, 아마도 그 이상을 넘어설 수 있다. H4 및 M11 을 갖는 이 실시형태, II 푸시 모드는 스테인레스강 메시 캐리어를 갖는다. COC 플라스틱 메시 캐리어를 갖는 제 2 실시형태, I 푸시 모드가 있다. 극단적인 투약 사이클링으로부터의 열로 인해, 플라스틱 메시 캐리어는 시험 동안 휘어진다. 이는 수명 시험 후 매스 이젝션의 감소로 이어졌다. 그러나, II 푸시 모드의 스테인레스강 캐리어는 열로부터 휘지 않았고, 이는 시험 후에 일정하게 유지되도록 하였다. I 및 II 모두에서, 열 관리는 동박의 표준량보다 큰 4층 PCBA 및 고전류 MOSFET 드라이버를 통해 개선된다. 시험 조건은 정상적인 소비자 사용을 나타내지 않는다. 극단적인 가열이 일어나지 않는 정상적인 일상 사용 중에, 실시형태 I 및 II 모두 일관된 매스 이젝션을 보여준다. 표 2 및 3 은 각각 참조된 진동 부재 및 멤브레인의 세부사항을 제공한다.

[0087] 표 4. 수명 시험 전의 푸시 모드 장치의 매스 이젝션 데이터

유형	진동 부재	멤브레인	이젝터	평균 스케일 이젝션 (mg)	평균 니코틴 (μg)
II	H4	M11	R52	2.45	73.5
I	H5	M12	W11	3.30	99
I	H8	M15	W11	3.60	108

[0088]

[0089] 표 5. 수명 시험 후의 푸시 모드 장치의 매스 이젝션 데이터

유형	진동 부재	멤브레인	이젝터	평균 스케일 이젝션 (mg)	평균 니코틴 (μg)
II	H4	M11	R52	3.26	97.8
I	H5	M12	W11	1.16	34.8
I	H8	M15	W11	1.54	46.2

[0090]

[0091] 푸시 모드와 종래 기술 링 모드의 비교

[0092] 후속하여 설명되는 예 1 에 제시된 바와 같이, BlueSky I 및 II 푸시 모드의 프로토타입들이 시험되었고, (WO 2020/264501에서 그 기술에 대한 각각의 시험 데이터로 설명되고 도시된 바와 같이) BlueSky 링 모드로 지칭되는 종래 기술과 비교되었고, 다음과 같이 제공된다:

[0093] 예 1

[0094] 각각의 장치에서 홀 크기가 2.0 μm 인 이젝터들을 시험하였다. 시험된 이젝터들의 절반은 친수성 입구 및 소수성 출구(R)를 가졌다. 나머지 절반은 소수성 입구 및 출구(W)를 가졌다. 시험은 TSI Mini-MOUDI 모델 135 및 Thermo Fisher Vanquish UHPLC 로 수행하였다. 8개의 상이한 설계 조합 (진동 부재, 멤브레인, 이젝터 처리)을 BlueSky I 및 II 로 시험하였다. 시험 결과들에 기초하여, 푸시 모드 I 은 푸시 모드에 대한 바람직한 실시형태인 것으로 보인다. 푸시 모드 I 설계는 II 에 비해 더 일관된 매스 이젝션 및 MMAD 값을 초래하였다. 8개의 설계 조합 중 7개는 동등한 매스 이젝션 및 MMAD 를 초래하였다. 하나의 이상치, M12 및 R-처리된 이젝터를 갖는 H5 는 다른 것들보다 상당히 더 높은 매스 이젝션을 가졌다. I 푸시 모드와 BlueSky 링 모드의 비교시, I 는 더 높고 더 일관된 매스 이젝션 및 더 낮은 MMADs 를 전달하였다. 표 6, 표 7 및 표 8 은 각각 링 모드, I 푸시 모드 및 II 푸시 모드로부터 얻은 데이터를 제공한다. 표들에서의 데이터는 마이크로그램의 분출된 니코틴, MMAD, 기하학적 표준 편차(GSD), 및 mini-MOUDI 의 스테이지 1 및 스테이지 2 에서의 분출된 용액의 백분율을 포함한다. 표 7 에서 볼 수 있는, I 푸시 모드로 시험된 모든 진동 부재와 멤브레인 조합들은 양 이젝터 처리와 함께 잘 수행되었다. 표 8 에서 알 수 있는 바와 같이, II 푸시 모드를 이용한 최상의 수행 조합은 W-처리된 이젝터를 모두 사용하는 M11을 갖는 H4 및 M12를 갖는 H5였다.

[0095] 표 6: 링 모드 Mini-MOUDI 결과:

처리	니코틴 (μg)	MMAD (μm)	GSD	스테이지 1 (%)	스테이지 2 (%)	스테이지 1 및 2 (%)
R	47.040	1.38	1.76	0.299	1.322	1.62
R	59.367	1.61	1.68	0.406	4.340	4.75
R	23.830	1.12	1.76	0.340	1.073	1.41
W	38.057	1.50	1.77	0.288	4.159	4.45
W	69.387	1.77	1.69	1.057	10.316	11.37
W	39.653	1.22	1.86	0.207	1.443	1.65

[0096]

[0097] 푸시 모드 I 장치로부터 얻어진 결과는 표 7 에 나타낸다. 표 2 및 3 은 각각 참조된 진동 부재 및 멤브레인의 세부사항을 제공한다.

[0098] 표 7: 푸시 모드 I Mini-MOUDI 결과:

처리	진동 부재 스타일	멤브레인 스타일	니코틴 (μg)	MMAD (μm)	GSD	스테이지 1 (%)	스테이지 2 (%)	스테이지 1 및 2 (%)
R	H4	M11	85.880	1.40	1.95	6.20	3.07	9.27
R	H4	M15	76.250	1.14	1.56	1.06	0.45	1.51
R	H5	M12	141.957	1.30	1.81	2.00	1.66	3.66
R	H8	M15	90.124	1.26	1.81	1.61	1.27	2.88
W	H4	M11	99.705	1.40	1.78	0.72	2.78	3.50
W	H4	M15	108.750	1.27	1.82	1.07	1.71	2.78
W	H5	M12	102.493	1.37	1.79	0.87	2.41	3.28
W	H8	M15	102.177	1.22	1.69	0.55	1.14	1.69

[0099]

[0100] 푸시 모드 II 장치로부터 얻어진 결과는 표 8 에 나타낸다. 표 2 및 3 은 각각 참조된 진동 부재 및 멤브레인의 세부사항을 제공한다.

[0101] 표 8: 푸시 모드 II Mini-MOUDI 결과:

처리	진동 부재 스타일	멤브레인 스타일	니코틴 (μg)	MMAD (μm)	GSD	스테이지 1 (%)	스테이지 2 (%)	스테이지 1 및 2 (%)
R	H3	M10	32.64	1.02	1.59	0.51	0.53	1.04
R	H4	M11	96.29	1.85	1.59	0.84	9.37	10.21
R	H5	M12	50.58	1.21	1.84	1.69	2.57	4.26
R	H7	M14	45.22	1.17	1.66	0.69	1.32	2.01
W	H3	M10	13.75	0.96	1.63	1.35	0.27	1.62
W	H4	M11	75.77	1.4	1.73	0.64	1.47	2.11
W	H5	M12	88.26	1.28	1.87	4.45	1.24	5.69
W	H7	M14	229.53	1.45	4.37	20.5	7.84	28.34

[0102]

[0103] 시험 결과에 기초하여, I 푸시 모드는 II 와 비교할 때 바람직한 실시형태이다.

[0104] BlueSky 단일 피스 카트리지 및 저비용의 제품 판매 설계

[0105] 푸시 모드의 다른 실시형태는 2-부분 카트리지 시스템을 단일 컴포넌트에 통합한다. 카트리지를 원피스로 갖는 것은 사용자에 대한 셋업을 단순화하고, 비용을 감소시키면서 제조성을 증가시킨다. 도 20, 도 21a 및 도 21b 는 2개의 단일 피스 카트리지 실시형태를 도시한다. 도 20 에 도시된 실시형태는 메시 아래에 존재하는 유체 저장조를 갖는 긴 진동 부재를 포함한다. 이 설계에서, 용기는 제조 동안 조립되는 2개의 피스이다.

[0106] 다른 실시형태에서, 메시 위에 유체 저장조를 갖는 짧은 진동 부재가 존재한다(도 21a 및 도 21b 참조). 이 설계에서, 용기는 제조 동안 조립되는 3개의 피스들로 구성된다. 유체 저장조가 채워진 후, 마우스피스는 용기 링을 사이에 두고서 용기 상으로 스냅결합된다.

[0107] 진동 부재 및 트랜스듀서는 BlueSky 푸시 모드의 전술한 실시형태들과 같이 멤브레인 및 메시와 함께 작동한다. 멤브레인은 또한 진동 부재 및 트랜스듀서를 유체로부터 격리시키는 역할을 한다. 메시 캐리어는 두 설계 모두에서 사용된다. 용기들의 저부 상의 자석들은 카트리지를 인클로저에 유지한다.

[0108] 도 22a 및 도 22b 에 도시된 단일 피스 카트리지의 추가 실시형태는 사출 성형된 부품 및 결합의 수를 감소시킴으로써 제조시 COGS를 감소시키는 간단한 설계를 포함한다. 도 22a 는 긴 진동 부재를 갖는 도 21a 의 설계의 단순화된 버전을 도시한다. 도 22a 의 설계는 초음파 용접부 및 사출 성형된 부품의 개수를 줄인다. 도 22b 는 더 적은 초음파 용접부 및 사출 성형된 부품을 갖는 도 21a 로부터의 설계를 추가로 단순화한다.

[0109] 도 23a 및 도 23b 에 도시된 낮은 COGS 설계는 도 21b 에 도시된 설계의 단순화이다. 이 설계는 인클로저에 삽입할 수 있는 단일 부품 카트리지이다. 마우스피스의 시일과 상부 용기 사이의 공기 교환이 이루어진다. 도 22a-22b 및 도 24 에 도시된 카트리지는 10mm 마우스피스 포트를 떠나는 이젝션 포트를 제거하였다. 바람직한 이젝션 포트 및 마우스피스 포트 길이는 전술한 0mm 내지 50mm와 동일하다.

[0110] BlueSky 2-피스 카트리지

[0111] 도 24 는 긴 진동 부재를 위한 2-피스 카트리지 설계를 도시한다. 용기와 이젝터 브라켓은 이젝터 브라켓이 마우스피스에 연결되고 용기가 아래에 있는 곳에서 교환된다. 이젝터 브라켓 상의 스파이크들은 용기 상의 격막 상으로 하향으로 향한다.

[0112] 제약/치료 (Norway) 실시형태

[0113] 푸시 모드의 또 다른 실시형태, Norway 는 처방적 및 의학적 사용을 위해 맞춤화된 것을 제외하고, 대부분의 측면들에서 그의 BlueSky 대응부와 유사하다. BlueSky 와 매우 유사하게, Norway 는 유체 저장조와 이젝터 브라켓을 포함하는 해제 가능한 카트리지를 특징으로 한다. 장치는 또한 폐활량 측정법(spirometry)을 사용하여 폐 건강을 평가하기 위해 사용될 수 있다. 도 25는 Norway 푸시 모드의 일 실시형태를 도시한다.

[0114] 폐질환으로 진단받은 환자는 Norway 장치를 이용해 약물 용량을 추적하고 폐 기능 검사를 받아 치료 경과를 평가할 수 있다. 환자는 Bluetooth로 Norway 장치와 페어링하는 폰 앱을 통해 폐 기능 검사를 수행하고 투약 이력을 볼 수 있다. 장치는 약제의 각각의 투여량으로부터 압력 센서 측정치들을 저장한다. 흡입 유동 측정들은 사용자가 솔루션을 가장 효율적으로 전달하는 유량으로 그들의 약물을 흡입하고 있음을 보장하기 위해 압력 센서 측정치들로부터 도출될 수 있다. 장치는 또한 1 초 이상의 환자의 강제 호기량(forced expiratory volume), 강제 활력 용량(forced vital capacity), 피크 호기 유량(peak expiratory flow), 및 다른 폐활량 측정을 측정하

기 위해 폐 기능 시험을 수행할 수 있다. 용량 추적 및 폐 기능 검사의 데이터는 환자 및 의사가 환자의 진행을 볼 수 있도록 클라우드에 업로드된다.

[0115] 이젝터 브라켓은 유체 저장조 부피가 변하는 많은 상이한 크기의 용기를 수용하도록 설계되었다. 이는 장치를 생물학적제제(biologics)와 함께 또는 1회 용출을 사용할 수 있게 한다. 가능한 유체 저장조 부피는 1μL 내지 20mL 의 범위이다.

[0116] Norway 실시형태용의 마우스피스는 15mm 의 바람직한 길이를 갖는다. 27mm^2 의 영역에 대해 9mm × 3mm의 치수를 갖는 마우스피스의 측면에 2개의 슬릿이 있다. 마우스피스의 길이는 5mm 내지 30mm일 수 있다. 마우스피스를 위한 면적은 1mm^2 내지 100mm^2 일 수 있다. 마우스피스 개구는 336mm^2 의 영역에 대해 14mm x 24mm 의 치수를 갖는다. 마우스피스 개구의 면적은 10mm^2 내지 500mm^2 일 수 있다.

[0117] 카트리지는 장치의 메인 본체에 삽입될 수 있다. 카트리지의 전방은 메시를 통한 어떠한 증발도 방지하기 위해 폐쇄될 때 스테인레스강 환형체 상에서 메시 주위를 가압하는 캡에 부착된 O-링에 의해 밀봉될 수 있으며, 이는 페이스 시일(face seal)이다. 이 장치는 음성 코칭과 LED 조명을 통해 사용자가 이젝션 흡입으로 안내할 수 있는 것이 특징이다. LCD 화면에 투여 카운트와 기타 필요한 정보가 표시된다. 도 26은 Norway 푸시 모드의 일 실시형태의 분해도를 도시한다.

[0118] 도 27a-d 를 참조하면, 카트리지 조립체(도 27a)는 용기(도 27b), 카트리지 스페이서(도 27c), 및 이젝터 브라켓(도 27d)의 세 부분으로 구성된다. 카트리지 스페이서는 푸시 모드 초기 사용 전에 보관 중에 유체가 메시와 접촉하는 것을 방지하기 위해 이젝터 브라켓을 용기로부터 분리되게 유지한다.

[0119] 카트리지 스페이서는 제거될 수 있어서, 용기가 이젝터 브라켓 상으로 아래로 눌러질 수 있어서, 스파이크가 격막을 관통하여 카트리지를 하나의 피스로 만든다. 그 다음, 카트리지를 장치의 메인 본체 내로 밀어 넣어 장치를 완성시킬 수 있다. 이러한 과정은 도 28 에 예시된다.

[0120] Norway 실시형태의 캡은 각각의 사용 후에 카트리지 주위에 단단한 밀봉을 생성하도록 설계된다. O-링은 캡이 폐쇄될 때 카트리지 조립체 상으로 가볍게 압축되는 스프링-로딩된 플라스틱 피스 상에 안착되어, 카트리지와 개방 대기 사이에 밀봉을 생성한다. 캡의 부품들은 도 29 에 도시된 바와 같이 격리되어 도시되어 있다.

[0121] 이젝터 브라켓의 정확한 에어로졸을 생성하기 위한 중요한 부품들은 메시, 가스켓, 멤브레인, 벤트 재료 및 마우스피스를 포함한다. 멤브레인은 멤브레인 면이 메시 면에 평행하게 또는 작은 정밀한 각도로 유지되도록 위치된다. 이젝터 브라켓은 또한 용기를 뚫어 상단 바깥으로 돌출해 있는 두 개의 스파이크를 갖는다. 하나는 유체 공급을 위한 것이고, 다른 하나는 이젝션에 의하여 생성된 공기의 통기 경로를 제공한다. 공기 통기 스파이크가 있는 이젝터 브라켓의 측면에는 압력을 완화시키고 공기의 축적을 돕기 위해 벤트 재료로 덮인 개구가 있다. 마우스피스는 메시의 면을 따라 위치된다.

[0122] 일관된 에어로졸을 유지하기 위한 용기의 중요한 부품들은 벤트 재료, 스파이럴, 격막 및 격막 캡이다. 벤트 재료는 유체와 스파이럴 사이에 위치된다. 스파이럴은 상부 용기 및 벤트 재료를 통한 유체의 증발을 최소화하는 벤트 스페이서에 의해 생성된다. 벤트 스페이서는 상부 용기의 상부에 접합되어 용기 조립체의 푸시 모드 내측에 대한 개구 및 대기에 대한 다른 개구를 갖는 밀봉된 스파이럴을 생성한다. 격막은 용기의 바닥에 있다. 격막은 하부 용기 내의 공동 내로 배치되고, 하부 용기 상에 접합되는 격막 캡으로 제 위치에 유지된다. 이젝터 브라켓 및 용기 모두의 중요한 부품들은 도 30a 및 도 30b 에서 볼 수 있다.

[0123] Norway 의 메인 본체는 진동 부재와 트랜스듀서 조립체를 포함한다. 일 실시형태에서, 도 31에 도시된 바와 같이, 진동 부재 및 트랜스듀서 조립체는 진동 부재 전방 커버 및 진동 부재 후방 커버에 의해 둘러싸인다. 커버들은 전방 및 후방 진동 부재 커버 홀더들로 불리는 원형 캡들에 의해 함께 유지된다. 그 후, 수납된 진동 부재는 진동 부재 인클로저 내로, 이어서 진동 부재 조립체 스프링으로, 마지막으로 진동 부재 장치 브라켓 내로 안착된다. 진동 부재 인클로저는 스프링이 진동 부재 및 트랜스듀서 조립체를 멤브레인에 가압할 수 있게 한다.

[0124] Norway 푸시 모드의 추가 실시형태는 BlueSky 푸시 모드에서의 것과 유사하게, 카트리지 내에 메시를 유지하기 위한 상이한 서스펜션 시스템을 포함한다. 도 32 및 도 33 에 도시된 서스펜션 시스템에 의하면, 진동 부재 및 트랜스듀서 조립체는 더 이상 스프링을 갖지 않으며, 따라서 진동 부재 인클로저 내에 있을 필요도 없고, 진동 부재 장치 브라켓도 필요하지 않다.

[0125] Norway 푸시 모드 장치의 추가 실시형태는 푸시 모드 흡입 공기 온도를 대략 50℃ 로 증가시켜 투여량을 보다

편안하게 하는 가열 요소를 포함한다. 가열 요소들을 포함하는 BlueSky 설계들에서와 같이, 가열된 공기 온도는 열적 열화 레벨들 미만으로 유지되며, 따라서 제형의 푸시 모드 무결성이 유지되고, 유해한 부산물들이 생성되지 않는다. 이는 BlueSky 에서와 같이, 장치가 에어로졸화하기 위한 열에 의존하지 않기 때문에 달성될 수 있다. 도 34a 및 도 34b 는 이젝터 브라켓의 양측에서 진동 부재 아래에 위치된 2개의 가열 요소를 포함하는 하나의 설계를 도시한다. 도 34a 및 도 34b 에 도시된 바와 같이, 공기는 이젝터 브라켓의 저부의 개구를 통해 들어가고, 가열 요소들을 통과하여 마우스피스 내로 빠져나간다. 추가로, 더 따뜻한 공기는 에어로졸화된 유체의 최소한의 증발을 야기하여 MMAD 의 감소를 초래할 것이다.

[0126] 생체적합성

[0127] 푸시 모드 설계에서, 진동 부재 및 트랜스듀서는 멤브레인에 의해 푸시 모드 흡입 용액으로부터 완전히 격리된다. 전형적으로 중금속을 함유하는 트랜스듀서는 진동 부재 뒤에 위치되어, 이젝션 영역 및 유체 저장조로부터 완전히 제거된다. 멤브레인은 진동 부재로부터 유체 저장조를 분리하여, 거의 또는 전혀 확산을 허용하지 않는 화학적 불활성 장벽, 및 후속 증발을 제공한다. 일 실시형태에서, 팔라듐 니켈 합금 메시가 유체를 분무하는데 사용된다. 폴리이미드 메시가 또한 시험되었고 실행 가능한 옵션인 것으로 나타났다. 폴리머 메시를 사용하는 것은 제조 비용을 상당히 감소시키고 잠재적으로 장치의 추출가능/침출가능 프로파일을 개선시킬 것이다. 프로토타입화된 실시형태의 비금속 성분은 주로 사이클릭 올레핀 코폴리머(COC) 및 실리콘으로 구성되며, 이들 모두는 의료 장치 산업에서 널리 허용되는 재료이다.

[0128] 가열된 공기 설계

[0129] 도 35a-35c 내지 도 38 은 푸시 모드 I 흡입 공기 온도를 대략 50℃ 로 증가시켜 투여량을 보다 편안하게 하는 가열 요소를 포함하는 실시형태를 도시한다. 공기는 가열 요소를 수직으로 통과하여 가장 효율적으로 가열된다. 가열된 공기 온도가 열적 열화 수준 미만으로 유지되기 때문에, 제형의 푸시 모드 무결성이 유지되고, 유해한 부산물이 생성되지 않는다. 또한, 유체의 비열은 공기보다 훨씬 더 크므로, 에어로졸화된 유체의 온도는 최소로 가열될 것이다. 이는 장치가 에어로졸화하기 위한 열에 의존하지 않기 때문에 달성될 수 있다. 여기서, 열은 단지 사용자 경험을 최적화하기 위해 사용된다. 추가로, 더 따뜻한 공기는 에어로졸화된 유체의 최소한의 증발을 야기하여 MMAD 의 감소를 초래할 것이다. 마지막으로, 가열 요소는 장치의 모든 부품들이 열로부터 절연된 상태로 유지되도록 절연 재료에 의해 둘러싸일 것이다.

[0130] 가열 요소는 사용자가 흡입할 때만 공기를 가열하도록 호흡작동된다. 이는 배터리가 훨씬 더 긴 수명을 가질 수 있게 한다. 이는 또한 가열 요소가 항상 켜져 있지 않다는 점에서 훨씬 더 안전한 장치를 생성한다. 이는 소형 게이지 와이어의 푸시 모드 통합으로 인해 달성될 수 있다. 이 와이어는 매우 빠르게 발열하므로, 사용자가 흡입하자마자 가열 요소가 반응한다.

[0131] 도 35a-35c 에 도시된 실시형태에서, 공기가 장치에 진입한 후에, 공기 경로는 속도를 증가시키기 위해 공기유동 가속기에 의해 좁아진다. 이어서, 공기는 열교환 영역에 위치되는 가열 요소를 통과한다. 마지막으로, 가열된 공기가 마우스피스 내로 유입된다. 도 35a-35c 는 이 실시형태의 3개의 도면을 특징으로 한다. 이러한 설계는 가열 요소를 보충하는 장치에 더 큰 배터리가 설치될 수 있도록 한다.

[0132] 도 36 을 참조하면, 스피커는 또한 가열된 공기 BlueSky 실시형태들 중 임의의 것에 통합될 수 있다. 이는 사용자에 대한 추가적인 감각 경험(즉, 흡입시 탁탁/가열 소리)을 허용할 것이다.

[0133] 도 37 및 도 38 에 도시된 실시형태에서, 가열 요소는 인클로저 내부의 별도의 챔버에서 진동 부재 아래에 위치된다. 공기는 공기유동 입구를 통해 진입하고, 가열 요소를 통과하며, 이젝터 위로 빠져나간다. 이 설계는 2-부분 카트리지 설계(도 37) 또는 단일 피스 카트리지 설계(도 98)에 사용될 수 있다. 이들 실시형태는 배터리 수명의 비용에서, 도 35a-35c에 도시된 실시형태와 비교하여, 더 콤팩트한 장치의 이점을 제공한다.

[0134] 다른 실시형태는 인클로저의 외부에 안착된 외부 가열 요소들을 특징으로 한다(도 39). 공기는 가열 요소들을 통과하고, 메시 위의 마우스피스 내로 진입하고, 마우스피스의 단부를 통해 빠져나간다. 이 설계는 일부 실시형태들에서 제거가능한 가열 요소를 제공할 수 있다.

[0135] 가열 공기 푸시 모드 장치의 다른 실시형태에서, 폐쇄 루프 제어는 가열 요소에 전달되는 전력을 조절하는데 사용된다. 동력은 공기스트림 온도를 일정하게 그리고 안전 수준으로 유지하도록 조정된다. 도 40 을 참조하면, 공기스트림 온도는 RTD 와 같은 온도 센서에 의해 측정된다. 가열 요소에 전달되는 전력은 온도 센서 판독들의 결과로서 변화한다.

[0136] 가열 공기 푸시 모드 장치의 다른 실시형태에서, 개방 루프 제어는 가열 요소에 전달되는 전력을 조절하는데 사용된다. 공기스트림 온도를 일정하게 유지하기 위해 전력이 조정된다. 흡입으로부터 압력 강하가 감지된다. 압력 강하의 변화로 인해 공기 스트림 온도를 일정하게 유지하기 위해서 가열 요소에 공급하는 데 필요한 전력의 양은 알려져 있다. 압력 센서 값에 기초하여 공기 스트림 온도를 일정하게 유지하기 위해 가열 요소에 공급하는 데 필요한 전력량을 결정하기 위해 룩업 테이블이 생성된다.

[0137] 가열 공기 푸시 모드 장치의 다른 실시형태에서, 가열 공기와 접촉하는 푸시 모드 내부 장치 부품들 중 하나 이상은 바람직하게는 금속(즉, 알루미늄, 인코넬(Inconel) 등)으로 제조된다. 이는 가열 요소를 절연시키고 장치의 생체적합성을 향상시킬 것이다.

[0138] 가열 공기 푸시 모드 장치의 다른 실시형태에서, 가열 공기에 의해 손상될 수 있는 임의의 부품은 바람직하게는 금속(즉, 티타늄, 알루미늄, 인코넬 등)으로 제조된다. 이러한 부품들은 마우스피스, 가열 챔버, 및 가열된 공기가 부정적인 영향을 미칠 수 있는 유사한 부품들을 포함하지만, 이에 제한되지 않는다.

[0139] 가열 공기 푸시 모드 장치의 일 실시형태에서, 가열 공기와 접촉하는 금속 부품들은 바람직하게는 인코넬과 같은 낮은 열 전도율을 갖는 재료로 제조된다.

[0140] 가열 공기 푸시 모드 장치의 하나의 실시형태에서, 세라믹이 가열 요소를 절연시키는데 사용된다.

[0141] 조절가능한 공기 저항 설계

[0142] 푸시 모드의 다른 실시형태는 공기유동 입구의 크기를 조정하기 위한 기구를 포함한다. 공기유동 입구는 슬리브 또는 조정가능한 애퍼처를 사용하여 개폐될 수 있다. 이러한 방식으로, 사용자가 경험하는 저항은 개별 선호도들로 조정될 수 있다. 도 41a 및 도 41b 는 인클로저 주위에 슬라이딩 슬리브(1732)를 갖는 BlueSky 장치를 도시한다. 슬리브는 공기유동 입구를 부분적으로 또는 완전히 덮도록 조정될 수 있어, 사용자가 느끼는 저항이 증가한다. 부가적으로, 마우스피스 내의 공기유동은 슬리브의 위치가 변경됨에 따라 변경될 것이다. 이는 또한 공기유동 흐름에서의 변화로 인해 투여량의 MMAD 를 변화시킬 것이다.

[0143] 비강 장치 실시형태

[0144] BlueSky 푸시 모드는 또한 코 흡입에 적응되었다. 도 42-44 는 비강 BlueSky 푸시 모드 장치의 여러 실시형태를 도시한다. 도 42-44 에 도시된 바와 같이, 푸시 모드 흡기 포트의 다수의 변형이 있다. 그러나, 비강 장치의 바람직한 실시형태는 최적의 콧구멍 사용을 위해 더 짧은 흡기 포트(도 43 참조)를 갖는 다른 설계에서보다 더 길고 더 좁은 흡기 포트(도 42 참조)를 갖는다. 도 44 에서 알 수 있는 바와 같이, 푸시 모드 흡기 포트를 보호하고 이를 청결하게 유지하기 위해 캡이 추가될 수 있다. 바람직한 액적 크기는 1-110 미크론 범위이지만, 2-23 미크론이 바람직하다.

[0145] 추가 피처들

[0146] 친수성/소수성 튜브

[0147] 푸시 모드의 다른 실시형태는 유체를 유체 저장조로부터 메시로 공급하는 친수성 내부를 갖는 튜브를 포함한다. 친수성 튜브는 위크 재료에 대한 필요성을 제거하고, 더 다양한 현탁액 및 용액이 장치로부터 전달될 수 있게 한다. 이들 튜브 중 하나의 예는 BlueSky I 및 II 상의 스파이크이다.

[0148] 푸시 모드의 다른 실시형태는 위크 재료 없이 유체 저장조로부터 메시로 유체를 공급하는 친수성 내부를 갖는 튜브를 포함함으로써, 더 다양한 현탁액 및 용액이 장치로부터 전달될 수 있게 하며; 멤브레인과 메시 사이의 유체 공급 영역으로부터 가스 이동을 촉진하는 반대의 소수성 튜브를 포함한다.

[0149] 폴리머 메시 홀

[0150] 다른 실시형태에서, 도 45 에 도시된 바와 같이, 폴리머 메시(22)는 이에 부착된 플레이트(45)와 함께 사용된다. 플레이트에 있는 2㎜ 홀이 이젝션에 가장 잘 작동하는 것으로 나타났다. 그에 따라, 다른 실시형태는 플레이트가 액체가 들어가기 위한 다수의 2㎜ 개구들을 갖는 경우이다. 플레이트의 홀들은 0.1㎜-20㎜ 범위일 수 있다.

[0151] 타이달 호흡 (Tidal Breathing)

[0152] 푸시 모드의 다른 실시형태는 소아과 치료를 위해 사용될 수 있는 타이달 호흡 시스템을 사용한다. 푸시 모드 기술은 에어로졸에 Aero Chamber Plus Z-Stat Pediatric Mask (Monaghan Medical)와 유사한 마스크를

공급한다. 이는 장기 사용 요법을 허용한다. 사용자가 흡입할 때, 장치는 분출을 시작할 것이고, 사용자가 배기할 때 장치는 분출을 중지할 것이다. 푸시 모드의 견고성으로 인해, 이는 확장된 치료법들에 대해 매우 효과적인 장치가 될 수 있다.

[0153] 커패시턴스 카트리지

[0154] 다른 실시형태에서, 2개의 평행한 플레이트들(1528)은 메시 및 멤브레인 영역 옆의 유체를 둘러싼다. 이들 2개의 평행한 플레이트는 유체의 커패시턴스를 측정할 것이다. 공급된 유체의 커패시턴스는 알려져 있다. 측정된 커패시턴스가 알려진 커패시턴스와 다르면, 장치는 작동하지 않을 것이다. 이는 카트리지의 조작을 방지할 것이고, 인가되지 않은 유체가 카트리지 내로 삽입되는 것을 방지할 것이다. 평행한 플레이트들 중 하나가 도 46 에 도시되어 있다.

[0155] 미세유체 펌프

[0156] 푸시 모드의 다른 실시형태는 진동 부재 및 멤브레인 기하구조를 그들의 결합된 계면에서 이용하여, 위크 재료가 특정 현탁액, 용액, 및 다른 의료, 치료 및 소비자 적용을 위한 바람직한 실시형태에 통합되지 않는 적용에서 분무기 및 미세유체 펌프 모두로서 작용한다. 진동 부재의 팁은 원하는 기하구조와 일치하는 멤브레인에 결합되어, 유체가 메시와 멤브레인 사이에 진입하게 하면서 또한 임의의 가스가 자유롭게 빠져나가도록 조장한다. 이들 멤브레인은 친수성 또는 소수성이 되도록 앞서 언급된 기술에 의해 처리될 수 있다.

[0157] 다른 실시형태는 적절한 투여를 보장하기 위해 전원이 켜질 때, 호흡 작동 시, 설정 간격 등으로 메시와 멤브레인 사이에 적절한 양의 유체 및 압력을 지향시키기 위해 별도의 미세유체 펌프를 이용한다.

[0158] 진동 부재 기하구조 최적화

[0159] 실시형태들의 진동 부재들은 적절한 음향 및 기계적 특성들을 특징으로 하는 재료들로 제조된다. 진동 부재 팁 섹션에는 티타늄, 팔라듐, 금, 은 등 다양한 비반응성 금속을 박막 스퍼터링함으로써 생체적합성을 더욱 향상시킬 수 있다. 업계 리더에 따르면, 티타늄은 고강도 합금의 음향 특성이 가장 우수하고, 높은 진폭에서 높은 사이클 속도를 견딜 수 있도록 높은 피로 강도를 가지며, 알루미늄보다 높은 경도를 가지므로, 더욱 견고하다. 정확한 재료가 선택되어야 하고, 진동 부재가 균형을 잡아야 하고, 요구되는 진폭을 위해 설계되어야 하며, 특정 주파수에 정확하게 튜닝되어야 한다. 튜닝의 일 양태는 진동 부재가 정확한 세장형 길이를 갖도록 하는 것이다. 튜닝의 다른 양태는 진동 부재를 메시에 매칭시키고 정확한 이득 비율을 갖는 것이다. 잘못 튜닝된 진동 부재는 전원 공급 장치에 손상을 줄 수 있으며, 장치의 최적화된 주파수에서 공진하지 않으므로, 매스 이젝션과 수명이 줄어든다. (*Ultrasonic Vibrating member catalog* - Emerson 참조 - 카탈로그 - 초음파 진동 부재 (2014). 사용 가능 위치: https://www.emerson.com/documents/automation/catalog-ultrasonic-vibrating member-branson-en-us-160126.pdf (액세스됨: 2021년 11월 2일) - 여기에 참조로 통합됨)

[0160] 예를 들어, 티타늄 7-4 재료는 티타늄 6-4보다 한 방향(축)으로 훨씬 더 균일한 파형 전파를 갖는다.

[0161] 실시형태들은 Ti 등급 23, Ti 등급 5, Ti 순수 > 99.9%, TIMETAL ® 7-4, 302 스테인리스강, 303 스테인리스강, 304 스테인리스강, 304L 스테인리스강, 316 스테인리스강, 347 스테인리스강, Al 6061, Al 6063, Al 3003 등과 같은 적절한 탄성 계수, 음향 특성, 음속, 기계적 특성, 분자 구조 등을 갖는 진동 부재들을 가져야 한다.

[0162] 다른 실시형태들은 사파이어(Al2O3 알루미늄 산화물), 단결정 실리콘 등과 같은 적절한 탄성 계수, 음향 특성, 음속, 기계적 특성, 분자 구조 등을 갖는 결정질 진동 부재들을 갖는다.

[0163] 일 실시형태에서, 진동 부재 설계는 이후 언급되는 푸시 모드에 의해 개시되지만 폐, 코, 귀, 눈 등으로의 유체의 전달에서 에어로졸 생성을 위해 사용되도록 최적화되는 것과 같은 산업용 초음파 진동 부재 설계에 기초한다.

[0164] 도 47 을 참조하면, 진동 부재는 멤브레인 계면에서 직사각형이다. 이 직사각형 팁은 준주기적 포노닉 결정 구조(quasi-periodic phononic crystal structure)에 기초하여 부재 팁의 X 방향을 따라 3개의 주기적 슬롯 및 Y 방향을 따라 2개의 주기적 슬롯을 특징으로 한다.

[0165] 도 48 및 도 49 를 참조하면, 원추형 섹션 및 원통형 섹션과 결합된 직사각형 진동 부재 팁은 출력 진폭 이득을 효과적으로 개선할 수 있고, 진동 부재 팁의 측방향 진동을 효과적으로 억제하기 위해 구조의 밴드 갭 특성을 이용하여, 멤브레인 계면에서의 진폭 분포 균일성을 개선한다(또한 *Lin, J. & Lin, S. Study on a large-scale*

three-dimensional ultrasonic plastic welding vibration system based on a quasi-periodic phononic crystal structure 참조. MDPI(2020). 사용가능 위치: https://www.mdpi.com/2073-4352/10/1/21/htm. (액세스 됨: 2021년 11월 2일) - 여기에 참조로 통합됨)

[0166] 다른 실시형태에서, 도 50-58 에 도시된 바와 같이, 진동 부재(1708)는 산업용 초음파 진동 부재 설계(이러한 도면들은 언급된 참조문헌에 개시됨)와 유사하게 튜닝되고 기계가공되지만, 윤곽 진동 부재(도 50), 플런저 진동 부재(도 51), 제품 진위 센서 진동 부재(도 52), 스풀 진동 부재(도 53), 슬롯형 원통형 진동 부재(도 54 및 도 55), 바아 진동 부재(도 56 및 도 57), 및 부스터 진동 부재(도 58)와 같은 폐, 코, 귀, 눈 등에 유체를 전달하는데 있어서 에어로졸 발생을 위해 최적화된다. *Industrial resonators 참조, 사용가능 위치: Http://www.krell-engineering.com/fea/industr/industrial_resonators.htm.* (액세스됨: 2021년 11월 2일) - 여기에 참조로 통합됨.

[0167] 도 50 을 참조하면, 진동 부재는 멤브레인 기하구조와 밀접하게 접촉하도록 윤곽이 형성될 수 있다.

[0168] 도 51 을 참조하면, 플런저 부재들은 진동 부재에 의해 접촉된 멤브레인의 주어진 표면 상에 압력을 가하는데 사용될 수 있는 노드-장착 플런저들(nodally-mounted plungers)을 갖는다.

[0169] 도 52 를 참조하면, 센서 캐리어 진동 부재는 노드-장착 감지 장치를 부분적으로 또는 완전히 캡슐화하는 내부 공동을 특징으로 한다. 감지 장치는 PCBA 에 신호를 출력하는 센서 제어 유닛과 결합된다. 이 신호는 비호환, 부정확한, 비허가 등의 카트리지가 사용되도록 시도될 때 에어로졸 생성을 비활성화하는 데 사용될 수 있다.

[0170] 도 53 을 참조하면, 스풀 진동 부재는 스풀 형상을 형성하기 위해 면 뒤에 언더컷 측면을 특징으로 하는 비슬롯형 원통형 부재이다. 이러한 스풀 형상은 면 진폭 균일성을 향상시킨다. 스풀 진동 부재는 슬롯들을 갖지 않기 때문에, 그 응력들은 비교가능한 슬롯형 원통형 진동 부재들보다 훨씬 더 낮아서, 가공 비용을 훨씬 더 낮게 만든다. 축방향 공진을 최적화하기 위해 공동, 슬롯, 및 후방 연장부를 사용하는 것은 부재 면에 걸쳐 매우 균일한 진폭을 생성한다. 부재는 진동의 주 방향에 대해 일반적으로 횡단하는 단일 노드에 의해 표시된 바와 같이, 축방향 공진에서 하나의 반파장 길이이다. 스풀 진동 부재는 다소 높은 이득이 가능하지만, 일반적으로 약 1:1 이득을 갖는다.

[0171] 도 54 (최적화됨) 및 도 55 (최적화되지 않음)를 참조하면, 슬롯형 원통형 진동 부재는 포아송 효과(Poisson effect)로 인한 횡방향 커플링을 감소시키는 데 사용되는 종방향 슬롯들을 특징으로 한다. 그러한 슬롯들은 일반적으로 반경방향이지만, 다른 구성들이 때때로 유용하다. 그러한 슬롯들 없이, 진동 부재는 면에 걸쳐 매우 불균일한 진폭을 가질 것이거나, 심지어 비축 방식으로 공진할 수 있다. 이들은 또한 이득을 증가시키기 위해 부재 내에서 깊게 연장되는 면 공동을 갖는다. 진동 부재는 진동의 주 방향에 대해 일반적으로 횡단하는 단일 노드에 의해 표시된 바와 같이, 축방향 공진에서 하나의 반파장 길이이다. 슬롯형 원통형 진동 부재는 일반적으로 낮은-중간 이득(1:1 내지 2:1)을 갖는다.

[0172] 도 56 (최적화됨) 및 도 57 (최적화되지 않음)을 참조하면, 바아 진동 부재들은 직사각형이고 단지 두께를 통해 비슬롯형이 되거나 슬롯형이 된다. 특수한 설계 기술은 최적의 면 진폭 균일성을 제공한다. 진동 부재의 두께는 합리적인 이득을 제공하기 위해 블레이드 섹션에서 감소되었다. 진동 부재는 진동의 주 방향에 대해 일반적으로 횡단하는 단일 노드에 의해 표시된 바와 같이, 축방향 공진에서 하나의 반파장 길이이다. 바아 진동 부재는 일반적으로 낮은-중간 이득(1:1 내지 4:1)을 갖는다.

[0173] 도 58 을 참조하면, 부스터는 부재의 진폭을 변화시키기 위해 그리고/또는 공진기 스택을 지지하는 수단으로서 트랜스듀서와 진동 부재 사이에 배치되는 커플링 공진기이다. 부스터 본체는 부스터의 노드에 접합되는 칼라에 의해 견고하게 지지된다. 강성 부스터는 금속만으로 구성되기 때문에(컴플라이언트 엘라스토머가 없음), 우수한 축방향 및 측방향 강성을 갖는다. 추가적인 강성을 위해, 제 2 칼라는 전파(full-wave) 설계에 통합될 수 있다. 칼라는 부스터 본체의 움직임을 지지 구조로부터 격리시키도록 튜닝된다. 이는 변위된 부스터의 다음의 이미지인 것으로 도시되며, 여기서 가장 차가운 색들은 가장 낮은 진폭들을 나타낸다. 각각의 부스터는 일반적으로 0.5:1 내지 3.0:1 의 고정된 이득(출력 진폭 대 입력 진폭의 비)을 갖는다.

[0174] 도 59-83 을 더 참조하면, 본 발명의 다양한 실시형태에 따른 액적 전달 장치(10)의 트랜스듀서(26)에 결합되는 진동 부재 팁(170)을 갖는 진동 부재(1708)의 또 다른 실시형태가 도시되어 있다.

[0175] 기타 진동 부재 및 멤브레인 정렬 및 설계

[0176] 다른 실시형태에서, 진동 부재(1708)는 다른 형상을 포함할 수 있고, 멤브레인(25)은 또한 대안적인 형상을 포

함할 수 있다. 예를 들어, 도 85a 는 로드 형상의 진동 부재 팁 부분(170)에 결합된 초음파 트랜스듀서를 도시한다. 도 85 는 액적 전달 장치(10)에서 중앙부가 피크형이거나 뾰족한 멤브레인(25)에 결합된 도 85a 의 진동 부재를 도시한다. 도 85c 및 도 85d 는 메시(22)가 도 85c 의 제 1 고정 기구(도 2 및 수반되는 설명 참조) 및 도 85d 의 제 2 고정 기구(도 3 및 수반되는 설명 참조)를 포함하는 대안적인 실시형태에서 도 85b 의 초음파 트랜스듀서(26) 및 멤브레인(25)을 도시한다.

[0177] 도 86a 는 또 다른 실시형태에서 액적 전달 장치(10)에서 넓거나 또는 돔/둥근 외부 표면을 갖는 멤브레인(25)에 결합된 로드형 팁 부분(170)을 갖는 초음파 트랜스듀서(26)를 추가로 도시한다. 도 86b 및 도 86c 는 메시(22)가 도 86b 의 제 1 고정 기구(도 2 및 수반되는 설명 참조) 및 도 86c 의 제 2 고정 기구(도 3 및 수반되는 설명 참조)를 포함하는 대안적인 실시형태에서 도 86a 의 초음파 트랜스듀서(26) 및 멤브레인(25)을 도시한다.

[0178] 도 87 은 기울어진/경사진 멤브레인(25), 메시(22) 및 이젝션 채널(23)을 통과하는 액적 전달 장치의 중심 축선(220)으로부터 오프셋된 로드 형상의 진동 부재 팁 부분(170)을 갖는 초음파 트랜스듀서(26)를 포함하는 액적 전달 서비스의 대안적인 실시형태를 도시하고, 여기서 진동 부재(230)의 중심 축선은 장치(10)의 중심 축선(220)과 정렬되지 않는다.

[0179] 다른 실시형태에서, 도 88a 및 도 88b 는 액적 전달 장치(10)에서 (메시(22)에 가장 가까운) 대체로 평탄한 외부 상부 표면을 갖는 멤브레인(25)과 접촉하는 경사진 메시(22)에 결합된 논-베벨 링-형상 진동 부재 팁 부분(170)을 갖는 초음파 트랜스듀서(26)를 도시한다.

[0180] 도 89a 에 도시된 추가 실시형태에서, 베벨 링-형상 진동 부재 팁 부분(170)을 갖는 초음파 트랜스듀서(26)는 액적 전달 장치(10) 내의 멤브레인(25)과 접촉하는 기울어진/경사진 멤브레인(25)에 결합될 수 있다. 도 89b 는 도 89a 의 기울어진 멤브레인(25)을 도시하고, 도 89e 는 도 89a 에 도시된 베벨 링-형상 진동 부재 팁 부분(170)을 갖는 초음파 트랜스듀서를 도시한다. 도 89c 및 도 89d 는 본 발명의 대안적인 실시형태에 따른 액적 전달 장치의 도 89a 의 초음파 트랜스듀서(26) 및 멤브레인(25)을 도시하며, 여기서 메시(22)는 도 89c 의 제 1 고정 기구(도 2 및 수반되는 설명 참조) 및 도 89d 의 제 2 고정 기구(도 3 및 수반되는 설명 참조)를 포함한다.

[0181] 도 90a 및 도 90b 는 메시(22)의 유체-진입 하부 표면의 평면과 접촉하고 그 평면과 평행한 평면에 있는 대체로 평탄한 외부 표면을 갖는 멤브레인에 결합된 논-베벨 링-형상 진동 부재 팁 부분(170)을 갖는 초음파 트랜스듀서(26)를 도시한다.

[0182] 도 91a 및 도 91b 는 멤브레인(25)과 메시(22) 사이에 공간이 있는 기울어진/경사진 멤브레인(25)에 결합된 베벨 링-형상 진동 부재 팁 부분(170)을 갖는 초음파 트랜스듀서(26)를 도시한다.

[0183] 도 90a 및 도 92b 는 추가의 실시형채에서 메시(22)의 하측 유체-대면 평탄 표면과 접촉하지 않고 대체로 평탄하고 그에 대해 평행한 외부 표면을 갖는 멤브레인(25)에 결합된 논-베벨 링-형상 진동 부재 팁 부분(170)을 갖는 초음파 트랜스듀서(26)를 도시한다.

[0184] 도 93a-93d 는 일반적으로 편평한 표면을 갖는 멤브레인 (25) 및 일반적으로 편평한 메시 (22) 와 함께 넓고 편평한 진동 부재 팁 부분 (170) 을 갖는 초음파 트랜스듀서 (26) 를 갖는 액적 전달 장치 (10) 의 대안적인 실시형태를 도시한다. 메시(22)를 위한 바람직한 서스펜션 시스템이 도 30c 및 도 30d 에 추가로 도시되어 있다.

[0185] 도 94a-94d 는 일반적으로 편평한 표면을 갖는 멤브레인(25) 및 일반적으로 편평한 메시(22)와 함께 넓고 링-형상의 팁 부분(170)을 갖는 초음파 트랜스듀서(26)를 갖는 다른 실시형태를 도시한다 . 메시(22)를 위한 바람직한 서스펜션 시스템이 도 94c 및 도 94d 에 추가로 도시되어 있다.

[0186] 멤브레인

[0187] 실시형태들의 멤브레인(25)은 폴리에틸렌 나프탈레이트, 폴리에틸렌이민, 폴리 에테르 케톤, 폴리아미드, 폴리-메틸 메타크릴레이트, 폴리에테르이미드, 폴리비닐리덴 플루오라이드, 초고분자량 폴리에틸렌 등과 같은 견고하고 적절한 음향 및 기계적 특성을 특징으로 하는 재료로 제조된다.

[0188] 실시형태들의 멤브레인은 소수성 코팅, 소수성 에칭, 친수성 에칭, 친수성 코팅, 조화 에칭 등을 가질 수 있다.

[0189] 도 96a-96d 에 도시된 바와 같은 일부 실시형태들에서, 멤브레인은 일 실시형태에서 "범프들"을 포함하는, 다양한 형상들 및 표면 텍스처들을 포함할 수 있다.

[0190] 메시

[0191] 실시형태들의 메시(22)는 폴리-메틸 메타크릴레이트, 폴리 에테르 케톤, 폴리에테르이미드, 폴리비닐리덴 플루오라이드, 초고분자량 폴리에틸렌, 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE), Ni, NiCo, Pd, Pt, NiPd, 및 금속 합금과 같은 견고하고 적절한 음향 및 기계적 특성을 특징으로 하는 재료로 제조되는 것이다.

[0192] 일 실시형태에서, 메시는 규소, 규소 탄화물, 알루미늄 질화물, 붕소 질화물, 규소 질화물, 또는 알루미늄 산화물과 같은 단결정 또는 다결정 재료들로 제조된다. 그레이스케일 마스크를 사용하거나 사용하지 않는 고정밀 포토리소그래피, 및 등방성 및/또는 이방성 에칭을 통해 단결정 웨이퍼에서 상이한 홀 형상들이 형성될 수 있다. 스퍼터링된 막들은 표면의 습윤성을 수정하기 위해 메시 상에 디포짓팅될 수 있다. 표면 상에 형성되거나 디포짓팅된 얇은 층들은, 특정 실시형태들에서, 레이저 어블레이션에 의해 형성된 폴리머 메시 또는 갈바닉 디포지션에 의해 형성된 금속 메시 상에 디포짓팅된 필름보다 훨씬 더 양호한 접착을 가질 것이다. 단결정 웨이퍼들 "슬라이스들" 상의 표면들은 원자적으로 매끄럽고, 정확한 표면 거칠기들을 생성하도록 에칭될 수 있다. 정확한 표면 조도들은 접착제 또는 다른 재료들과의 기계적 본딩의 더 양호한 접착을 위해 사용될 수 있다. 규소 탄화물은 높은 강도 및 인성을 갖기 때문에 바람직한 재료이다. 푸시 모드 발명의 실시형태의 메시에서 단결정 웨이퍼 "슬라이스"로부터 홀 구조들을 제조하기 위해 반도체 프로세스들을 사용하는 중요한 이점은, 갈바닉 디포지션 또는 레이저 어블레이션으로부터 만들어진 메시를 사용하는 종래의 이젝터 플레이트들에서 본 바와 같은 변동 없이 홀들 및 표면 접촉각들이 정확할 것이라는 것이다. 표 9 에 나타낸 바와 같은 이러한 메시는 II 에서와 같이 고정되거나, I 에서와 같이 서스펜딩될 수 있으며, 멤브레인은 생체적합성을 더욱 향상시키기 위해 팔라듐 또는 금 부재 팁 섹션과 같은 비반응성 금속의 박막 스퍼터링으로 최적화된 진동 부재와 커플링된다.

[0193] 다른 실시예들의 홀 구조들은 포토 리소그래피 및 등방성 및 이방성 에칭, 레이저 어블레이션, 펨토초 레이저 어블레이션, 전자 빔 드릴링, EDM(전기 방전 가공) 드릴링, 다이아몬드 슬러리 그라인딩 등과 같은 반도체 프로세스들을 사용하여 형성된다. 도 109 및 도 110 을 또한 참조한다.

[0194] 표 9

[0195]

메시 디자인	실시형태	간단한 설명
단결정 웨이퍼	II	최적화된 진동 부재에 커플링된 고정된 메시
단결정 웨이퍼	I	최적화된 진동 부재에 커플링된 현수된 메시

[0196] 실시형태의 메시는 소수성 코팅, 소수성 에칭, 친수성 에칭, 친수성 코팅, 조면화 에칭 등 또는 이들의 조합을 가질 수 있다.

[0197] 다른 실시형태들에서, 도 97-108 은 푸시 모드 I 및 II 장치들에서 이용되는 폴리머 메시들의 다양한 구현들을 예시한다.

[0198] 층류 유동 요소

[0199] 푸시 모드 발명의 실시형태들에서, 도 1b 에 도시된 바와 같은 층류 유동 요소(1600)는 바람직하게는 액적 전달 장치의 마우스피스 포트 전에 이젝션 포트에 고정된다. 바람직한 실시형태에서, 층류 유동 요소는 복수의 셀룰러 애퍼처들을 포함한다. 일부 실시형태에서 층류 유동 요소는 복수의 셀룰러 애퍼처들을 규정하는 블레이드-형상 벽들을 포함한다. 다른 실시형태에서, 복수의 셀룰러 애퍼처들 중 하나 이상은 삼각형 프리즘 형상, 사각형 프리즘 형상, 오각형 프리즘 형상, 육각형 프리즘 형상, 칠각형 프리즘 형상, 또는 팔각형 프리즘 형상을 포함한다. 도 84a-84q 는 층류 유동 요소의 다양한 실시형태를 도시한다.

[0200] 산소 확산 방지

[0201] 도 95 를 참조하면, 이젝터 브라켓 및 용기 조립체가 단일 조립체로서 통합되는 실시형태의 액적 전달 장치는 메시와 협력하는 멤브레인을 포함하고, 바람직하게는 저장조와 유체 연통하는 이러한 단일 조립체에 적어도 하나의 초소수성 벤트를 더 포함하고, 이러한 저장 동안 저장조 내의 유체 내로의 산소 확산을 방지하는 것을 돕기 위해 제거 가능한 알루미늄화된 폴리머 탭(3300)으로 저장시에 덮인다. 푸시 모드 발명의 다른 실시형태에서, 이젝터 브라켓 및 용기 조립체가 메시와 협력하는 멤브레인을 포함하는 단일 조립체로서 통합되는 실시형태의 액적 전달 장치는 바람직하게는 저장 동안 저장조 내의 유체 내로의 산소 확산을 방지하는 것을 돕기 위해 저장 동안 메시에 인접한 멤브레인의 외부 표면에 결합된 제거 가능한 알루미늄화된 폴리머 탭(3300)을 더 포함한다.

[0202] 푸시 모드 발명의 다른 실시형태에서, 메시(22)와 협력하는 멤브레인(25)을 갖는 액적 전달 장치는 유체를 갖는 저장조를 함께 수용하는 알루미늄 및/또는 알루미늄 코팅을 포함하는 밀봉된 패키징을 제거하는 사전-조립 단계를 포함하며, 바람직하게는 저장조는 또한 밀봉된 패키징에서의 저장을 위해 패키징되는 용기 조립체에 포함된다.

[0203] 에어로졸의 큰 액적의 감소

[0204] 푸시 모드 발명의 실시형태에서, 큰 액적 형성을 감소시키고 더 작은 액적 크기가 액적 전달 장치 밖으로 그리고 에어로졸 스트림으로 전달되는 것을 촉진시키는 것이 바람직하다.

[0205] 일 실시형태에서, 액적 전달 장치의 마우스피스를 라이닝하기 위해 친수성 위크 재료가 제공될 수 있다. 메시 출구의 외부 둘레 상에 형성된 액적은 친수성 위크 재료에 의해 흡수되고 큰 액적이 메시 출구의 표면으로부터 추진될 가능성을 감소시킨다. 큰 액적의 이러한 위크 재료 흡수는 MMAD 반복성을 증가시키고 풀링(pooling)을 방지한다.

[0206] 다른 실시형태에서, 1차원 친수성 격자(층류 유동 요소(1600)를 참조하지만 단면과 같이 취함), 또는 일련의 1차원 친수성 격자들이 풀링으로 인해 메시로부터 "터짐(pop)"을 일으킬 수 있는 큰 액적들을 흡수하는 데 사용될 수 있다.

[0207] 푸시 모드 액적 생성 시험에서 에어로졸 안개가 흡입 후에 마우스피스 튜브 내에 남아 있을 수 있다는 것이 주목되었다. 이 안개는 외부 둘레를 따라 메시를 당길 수 있다. 이러한 당김은 에어로졸 분사의 꼬리 끝을 당기는 비말동반된 공기가 없기 때문에 발생한다. 액적 전달 장치에 통합되거나 결합된 마이크로제어기 또는 마이크로칩을 통한 전자 프로그래밍 및 모니터링을 통해, 액적 장치는 공기 유량이 임계치에 도달할 때 분사를 시작하도록 프로그래밍가능하게 제어될 수 있고, 그 후에 액적 전달 장치 검출 제어기는 매 2 ms 마다 사용자의 최대 공기 흡입을 기록한다. 액적 전달 장치는 유량이 흡입 중에 달성된 최대 유량의 백분율로 후퇴할 때에 분사를 중지하도록 프로그래밍된다. 실시형태들에서, "압력 차단"으로 라벨링된 파라미터가 액적 전달 장치의 제어/프로그래밍을 위해 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)에 추가되어, 제조자 또는 다른 장치 조작자가 분사에 대한 정지 조건 파라미터를 변경할 수 있다.

[0208] 도 111a-111c 를 참조하면, 다른 실시형태에서 배플(4000)이 에어로졸 경로 내로 삽입된다. 배플(4000)은 액적 전달 장치의 에어로졸 튜브 내의 적소에 유지하기 위해 핀들(4050)을 갖는 플라스틱 피스를 포함할 수 있다. 플라스틱 피스는 흡수성 플러그(4100)(예를 들어, 다공성 폴리에스테르 또는 다른 위크 재료)를 유지하는 원통형 공동을 갖는다. 플러그(4100)는 배플 공동 내로 삽입되고, 공동의 개구를 넘어 연장되기에 충분히 길다. 흡수성 플러그는 이젝터 메시(22)와 대향한다. 메시(22)에 대향하는 배플의 측면 상에서, 플라스틱 배플(4000)은 공기 유동을 지향시키고 소용돌이가 형성되는 것을 방지하기 위해 눈물방울 형상을 갖는다. 배플(4000)은 분사 시에 흡수성 플러그(4100) 내의 큰 액적을 포획함으로써 에어로졸을 관성 필터링하도록 설계된다. 3개의 이젝터를 사용한 초기 데이터는 아래 표와 같다. 표 10 에서 알 수 있는 바와 같이, 배플(4000)은 각각의 이젝터에 대해 대략 0.1-0.2 um 만큼 MMAD 를 감소시켰다. 이러한 관성 필터링은 자극이 적은 더 부드러운 흡입 경험을 생성한다. 배플(4000)의 플라스틱 피스 및 흡수성 플러그(4100)는 다양한 길이 및/또는 직경을 가질 수 있다.

[0209] 표 10: 배플 관성 필터링

[0210]

샘플	배플이 없는 MMAD (um)	배플이 있는 MMAD (um)
1	0.83	0.69
2	0.86	0.67
3	0.82	0.75

[0211] 기재된 바와 같이, 모든 작은 액적들을 마우스피스 밖으로 꺼내는 것이 중요하다. 작은 액적들은 매우 작은 정지 거리를 가지며; 따라서, 공기유동은 작은 액적들을 운반하기 위해 이젝터 플레이트에 충분히 가까워야 한다. 공기유동 디렉터를 사용하여 공기유동을 마우스피스의 단부를 향해 그리고 메시로부터 멀리 향하게 하는 일 설계를 시험하였다. 도 112 에 도시된 바와 같이, 공기유동 디렉터를 갖는 공기유동 경로는 후방 소용돌이를 야기하여, 작은 액적이 이젝터 플레이트에 의해 아래로 머물게 하였다. 공기유동 디렉터를 빼내는 것은 공기유동이 일부 작은 액적들을 잡는 데 도움이 되었지만, 공기유동은 여전히 일부 작은 액적들을 남기고 있었다. 이젝터 플레이트용 홀더는 공기유동을 이젝터 플레이트로 유도하는 데 도움을 주기 위해 경사져 있었다. 이는 공기가 작은 액적들의 대부분을 포획하고 액적들을 마우스피스 튜브의 중간 아래로 보내는 것을 촉진하지만, 이젝터는 여전히 더 큰 원치 않는 액적들을 생성한다.

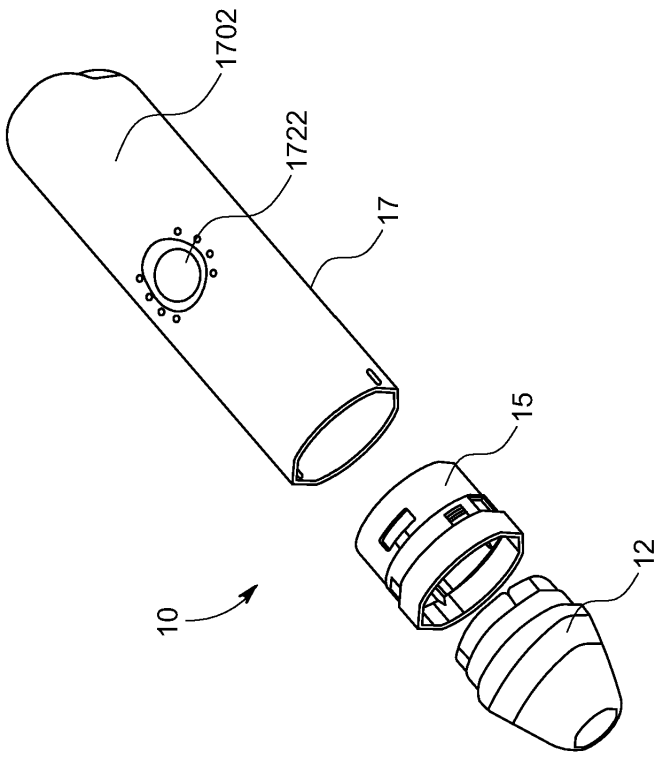
[0212] 도 113 은 삽입가능한 배플(4000)이 마우스피스 튜브의 중간에 배치되었을 때의 결과를 도시한다. 이 배플은 위크 재료를 수용한다. 공기유동이 마우스피스 튜브의 중간부를 아래로 잡아당겨짐에 따라, 공기는 배플 주위로 흐른다. 액적은 공기유동을 따르지만, 더 큰 액적은 너무 많은 운동량을 지니고 배플의 주위를 흐르도록 턴을 만들 수 없다. 더 큰 액적들이 위크 재료에 부딪친다. 위크 재료는 액체를 보유하여 액체가 이젝터 플레이트 상으로 다시 떨어지는 것을 방지한다. 이어서, 액체는 위크 재료로부터 증발할 수 있다.

[0213] 도 114 는 삽입가능한 배플(4000)이 또한 공기유동 디렉터와 함께 사용되었을 때의 추가적인 결과를 도시한다. 이 테스트에 의하면 공기유동 디렉터로부터 공기유동이 유입되어 배플의 측면을 격추시켰다. 소용돌이는 여전히 마우스피스 튜브의 중간에 형성되어 작은 액적들을 이젝터 플레이트에 다시 밀어 넣었다. 이러한 소용돌이는 또한 큰 액적들이 배플 주위로 흘러가게 만들었고 관성 필터링도 없었다.

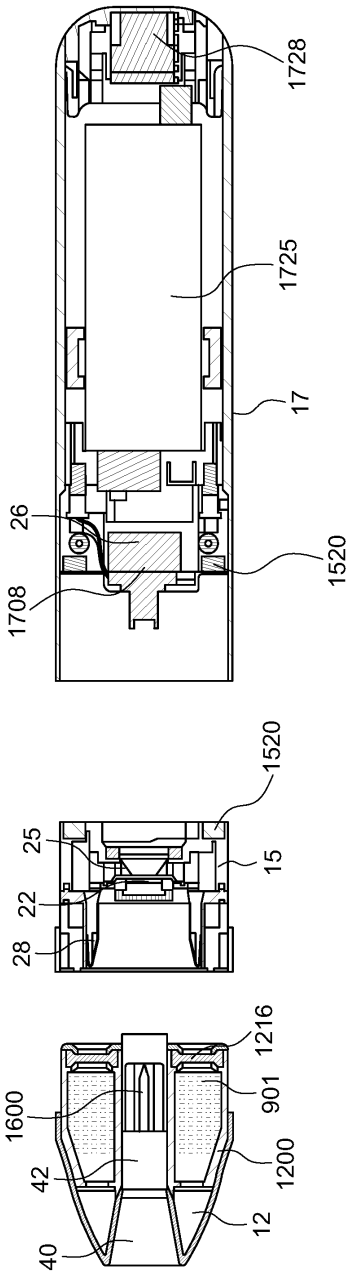
[0214] 푸시 모드 발명을 예시적인 실시형태들에 관하여 기재하였으나, 다양한 변경을 할 수 있으며 푸시 모드 발명의 범주에서 벗어나지 않고 등가물이 그의 요소들을 대신할 수 있다는 것이 당업자에 의해 이해될 것이다. 추가로, 본 발명의 본질적인 범주를 벗어나지 않고 교시에 특정 상황 또는 재료를 적용하기 위해 많은 수정이 이루어질 수 있다. 따라서, 푸시 모드 발명이 본 발명을 수행하기 위해 고려된 최상의 모드로서 개시된 특정 실시형태에 제한되는 것이 아니라, 푸시 모드 발명이 첨부된 청구범위의 범주 내에 해당되는 모든 실시형태들을 포함할 것으로 의도된다.

도면

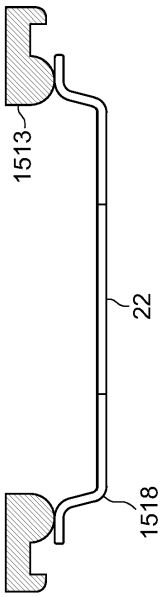
도면1a



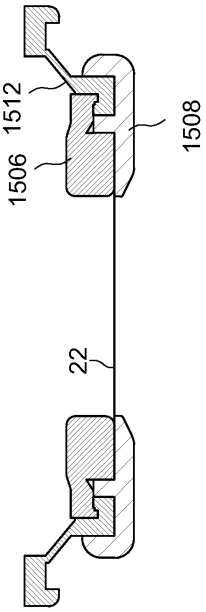
도면1b


1728
1725
17
26
1520
1708
1520
25
15
22
28
1216
901
1600
1200
42
12
40

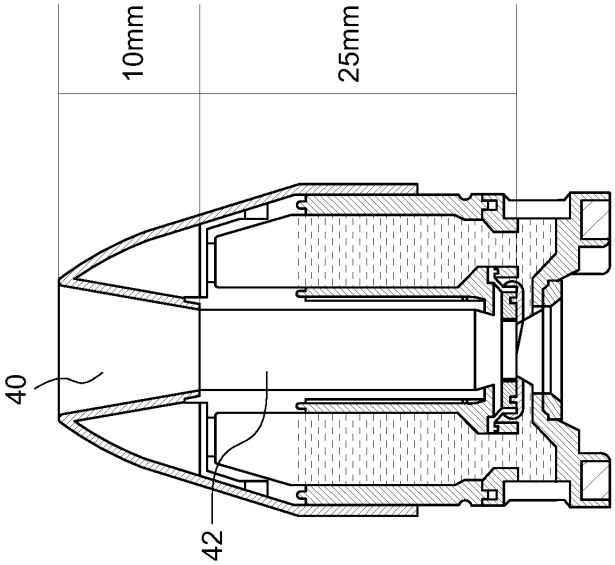
도면2



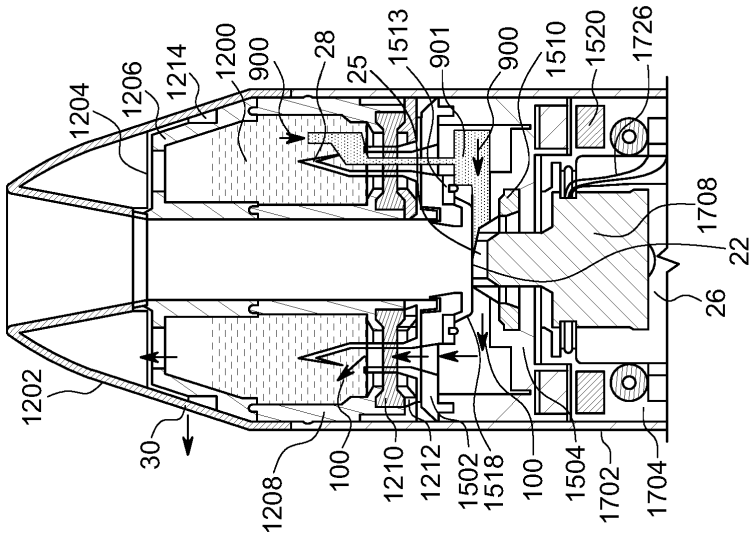
도면3



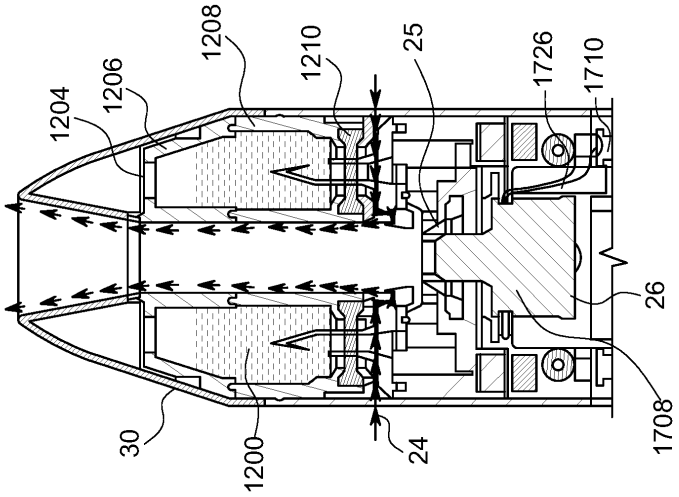
도면4


10mm
25mm
40
42

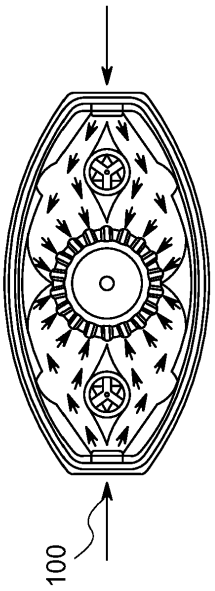
도면5


1204
1206
1214
1200
900
28
25
1513
901
900
1510
1520
1726
1708
22
26
1202
30
1208
100
1210
1212
1502
1518
100
1504
1702
1704

도면6

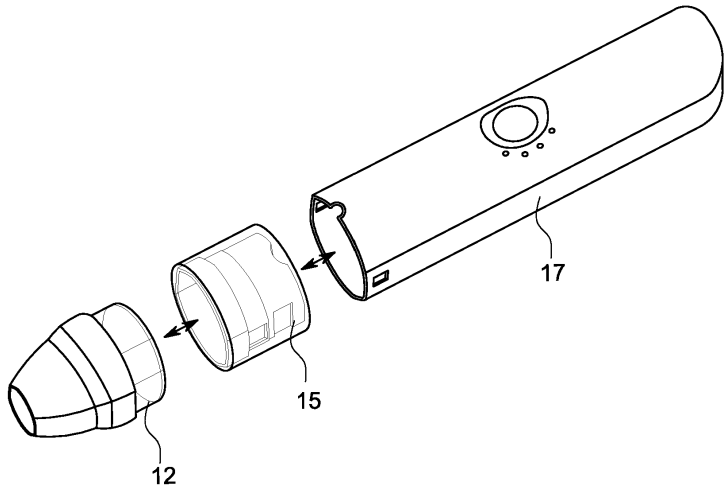


도 6b

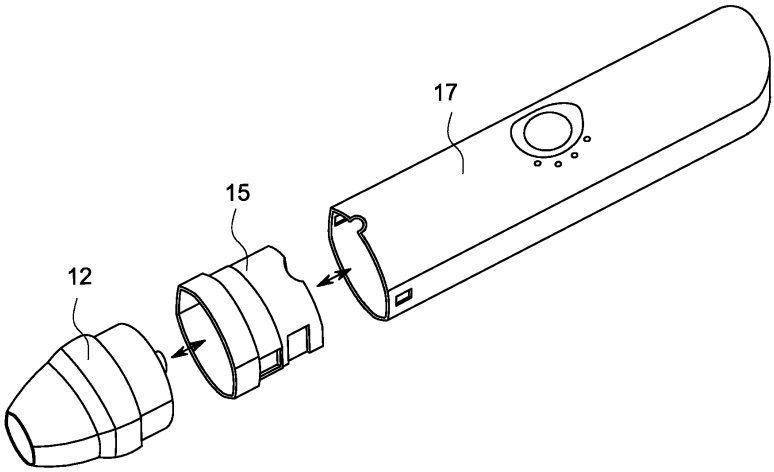


도 6a

도면7

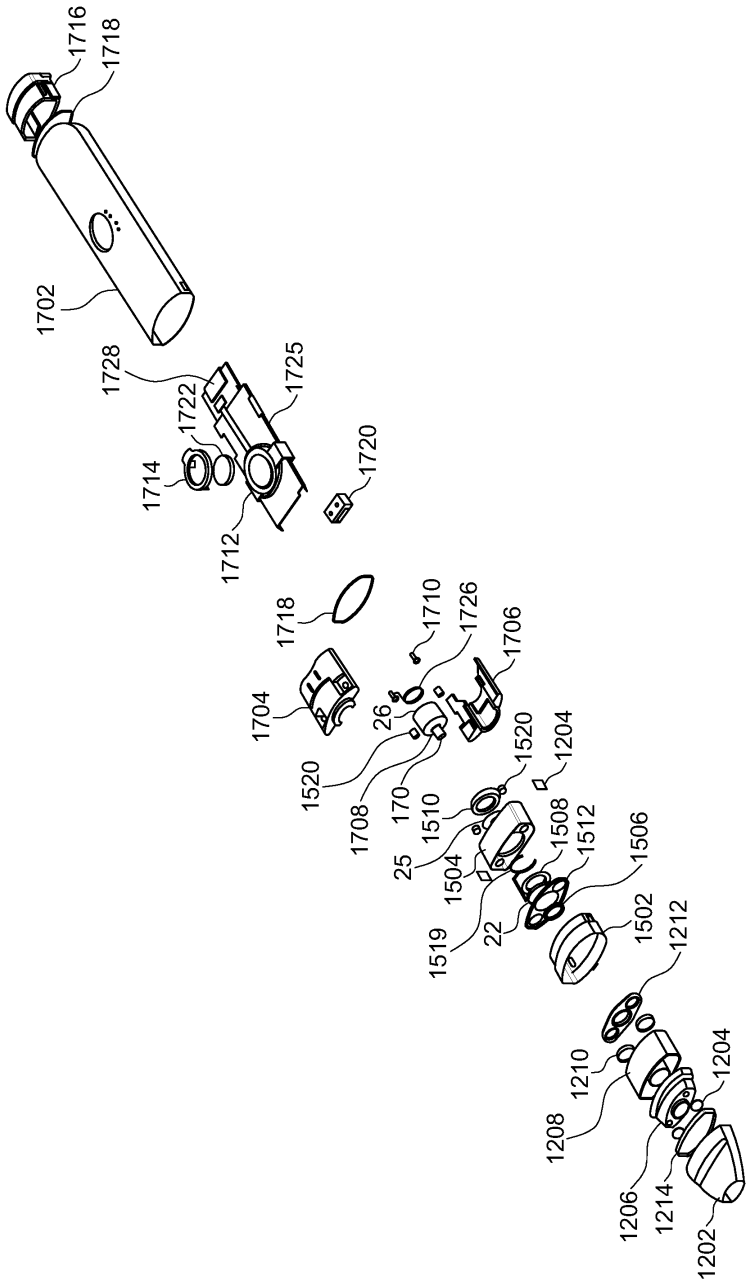


도 7a

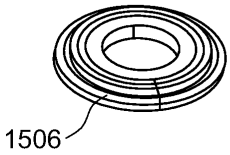


도 7b

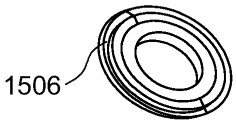
도면8


1716
1718
1702
1728
1722
1725
1714
1720
1712
1718
1710
1726
1706
1704
26
1520
1204
1520
1708
170
1510
1508
1512
1506
25
1504
1519
22
1502
1212
1210
1204
1208
1206
1214
1202

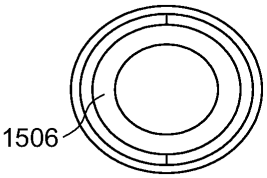
도면9



도 9a



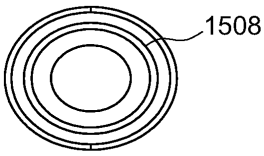
도 9b



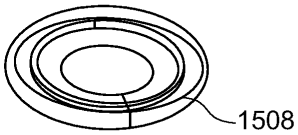
도 9c



도 9f

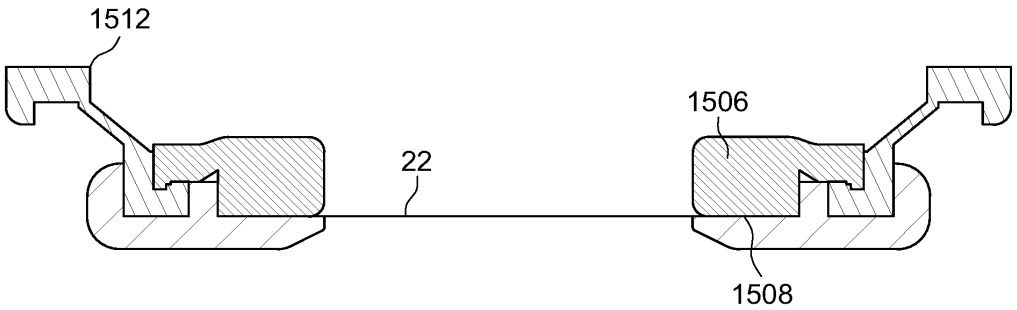


도 9d

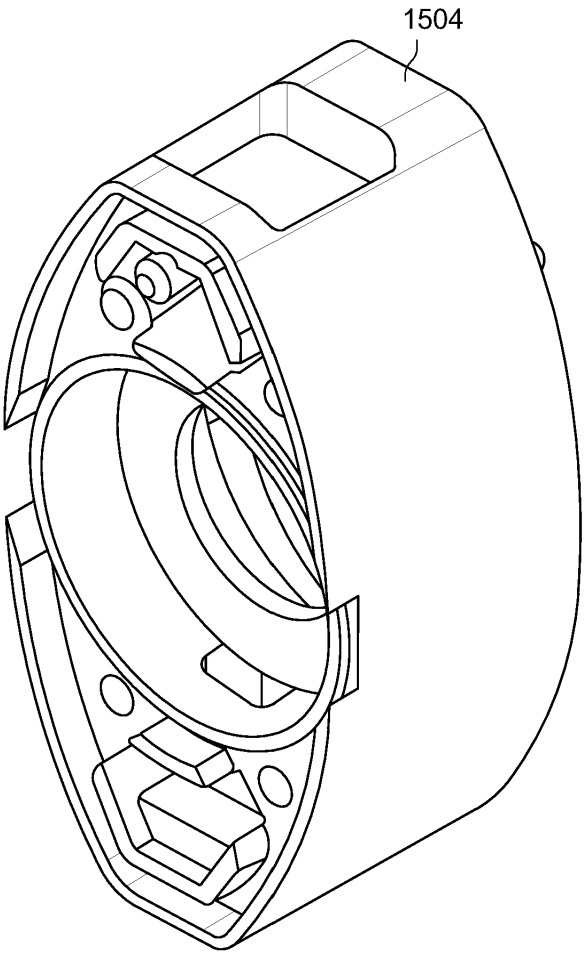


도 9e

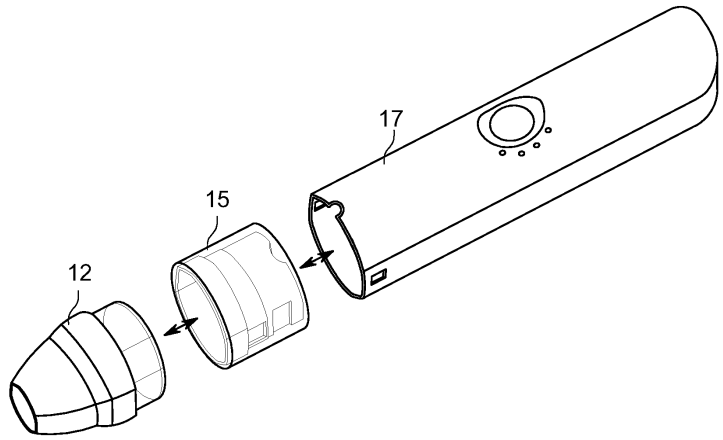
도면10



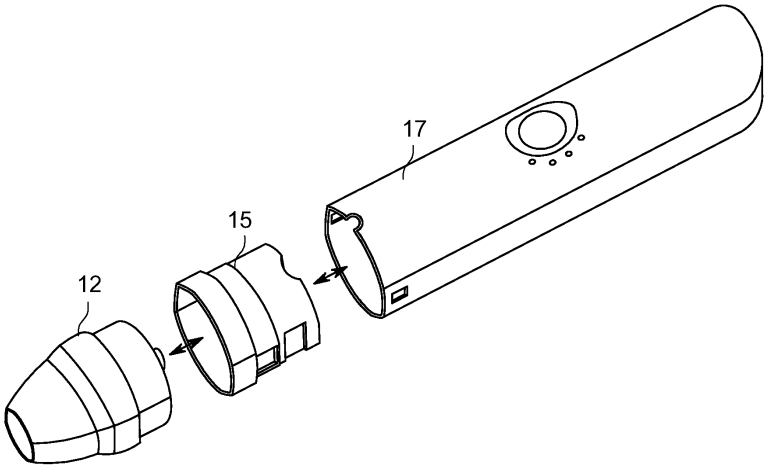
도면11



도면12

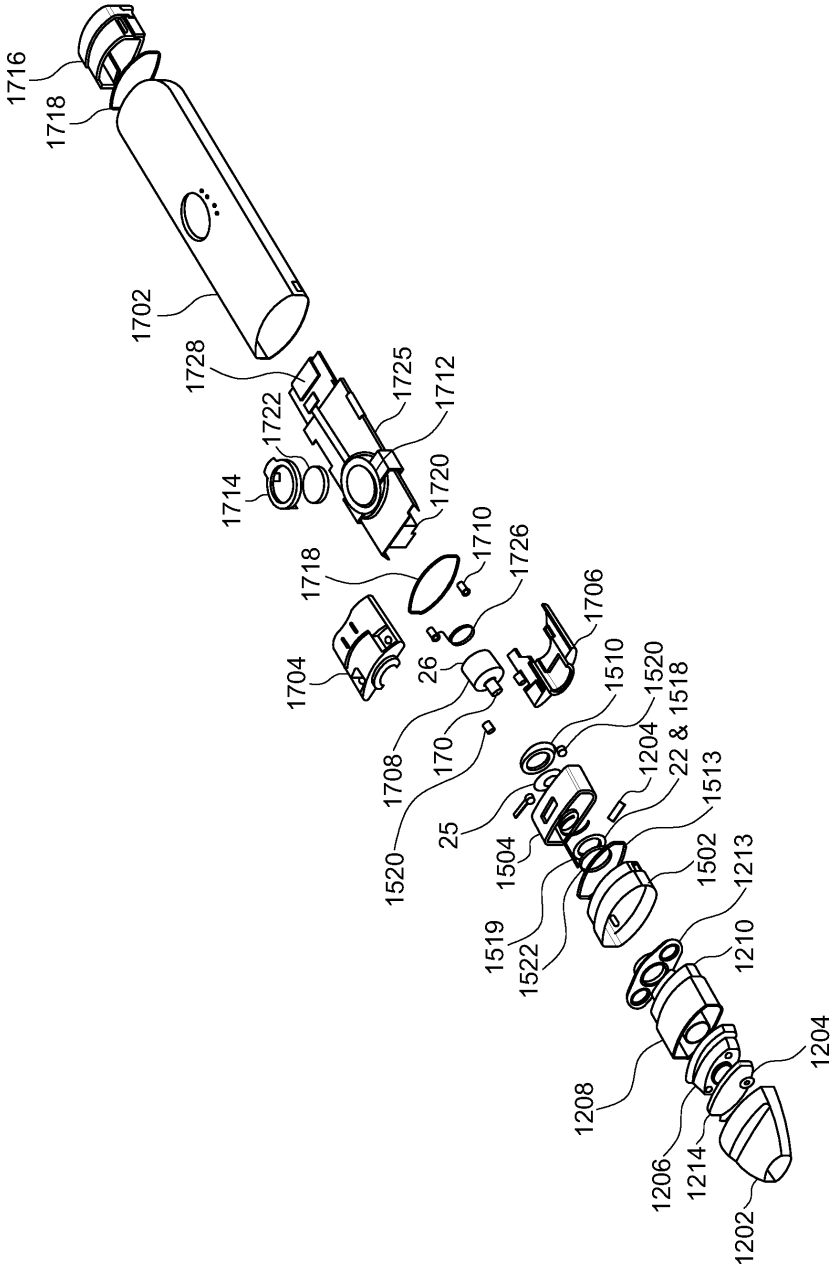


도 12a

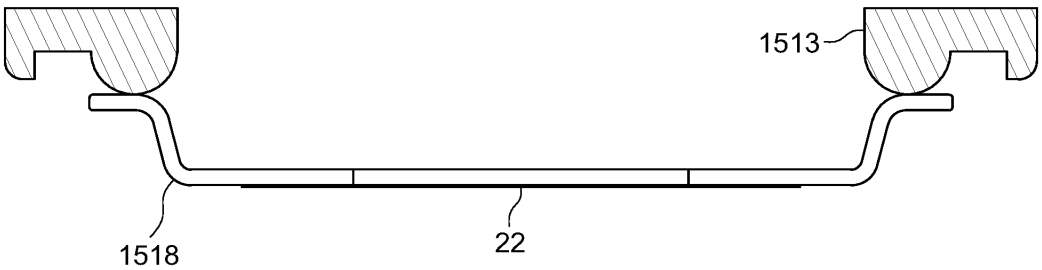


도 12b

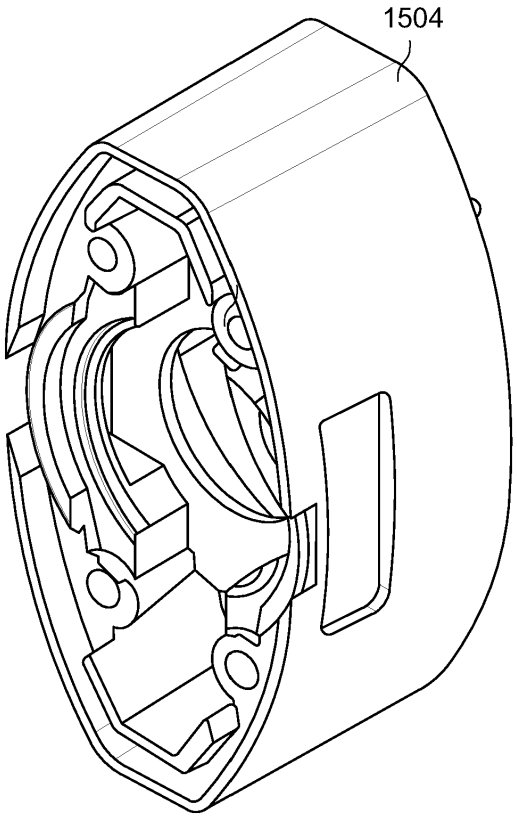
도면13


1716
1718
1702
1728
1725
1712
1722
1714
1720
1710
1718
1726
1706
1704
26
1510
1520
1518
1708
170
1204
22 & 1518
1513
25
1520
1504
1502
1213
1519
1522
1210
1204
1208
1206
1214
1202

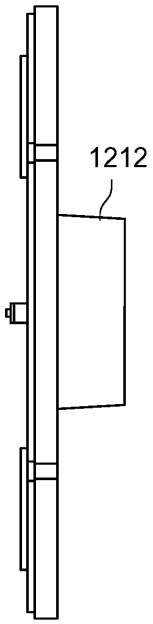
도면14


1513
1518
22

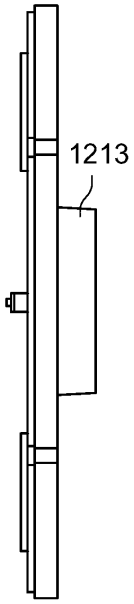
도면15



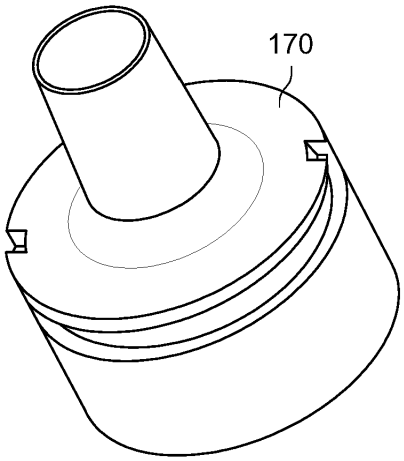
도면16



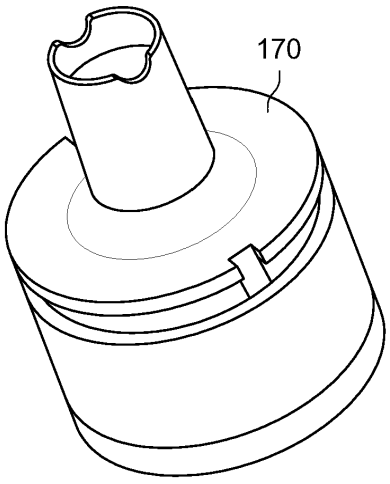
도면17



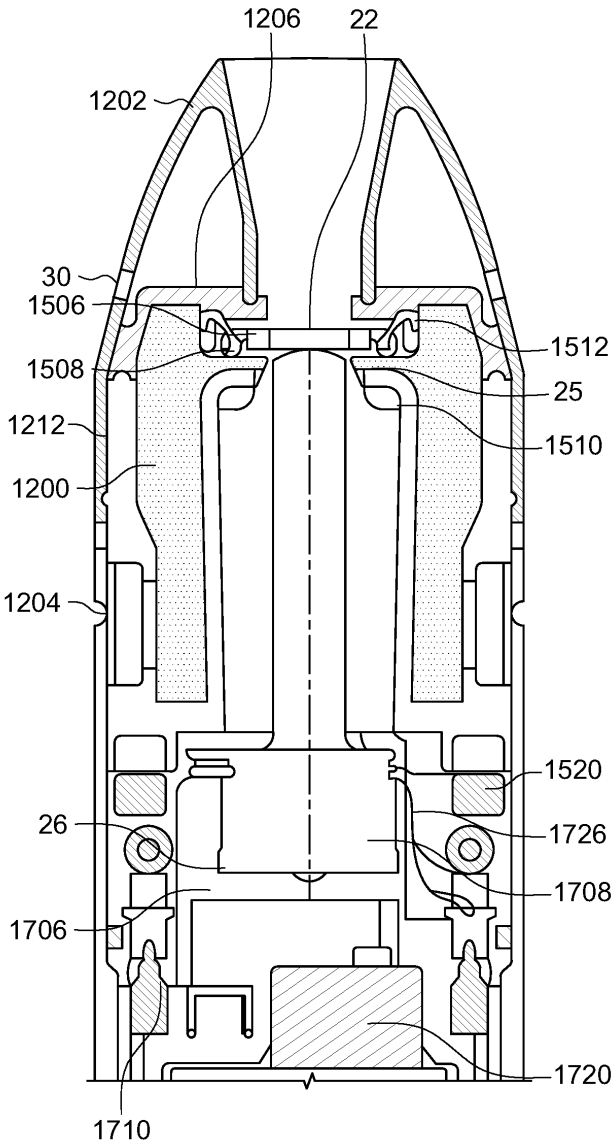
도면18



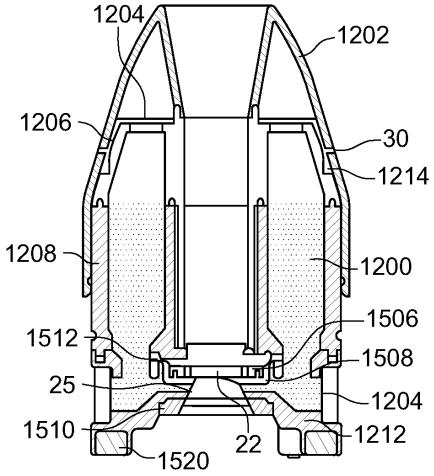
도면19



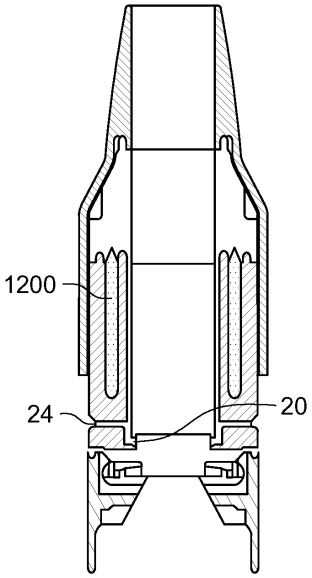
도면20


1206
22
1202
30
1506
1508
1212
1200
1204
26
1706
1710
1512
25
1510
1520
1726
1708
1720

도면21

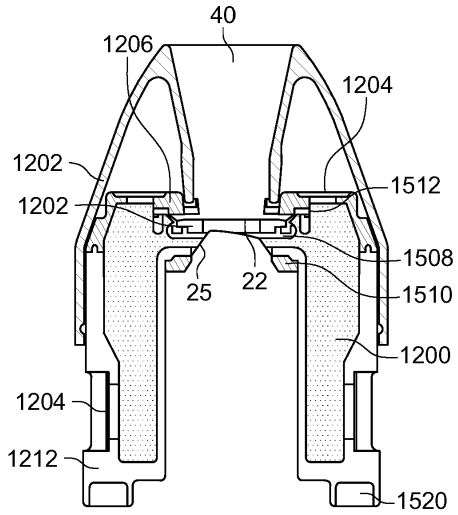


도 21a

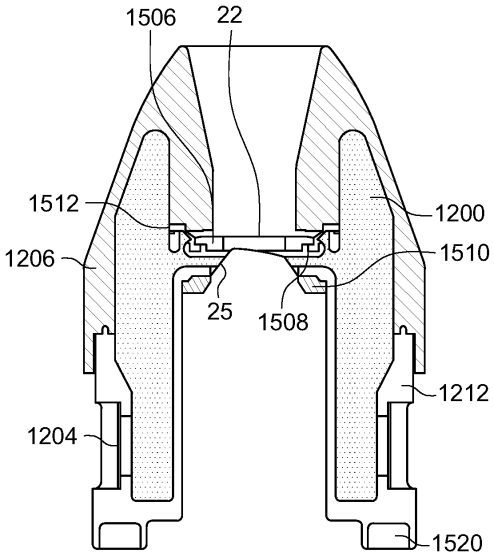


도 21b

도면22

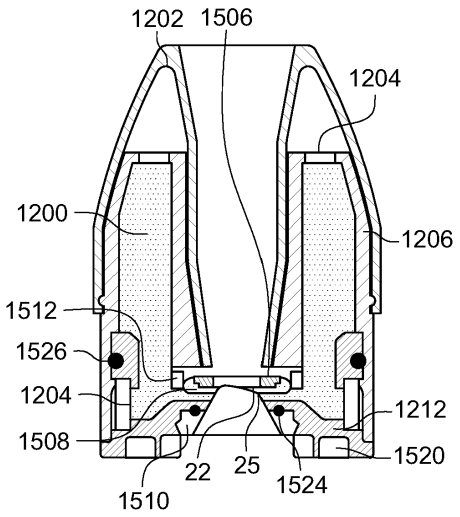


도 22a

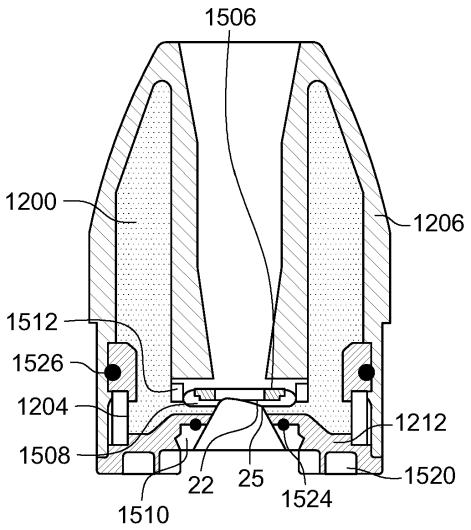


도 22b

도면23

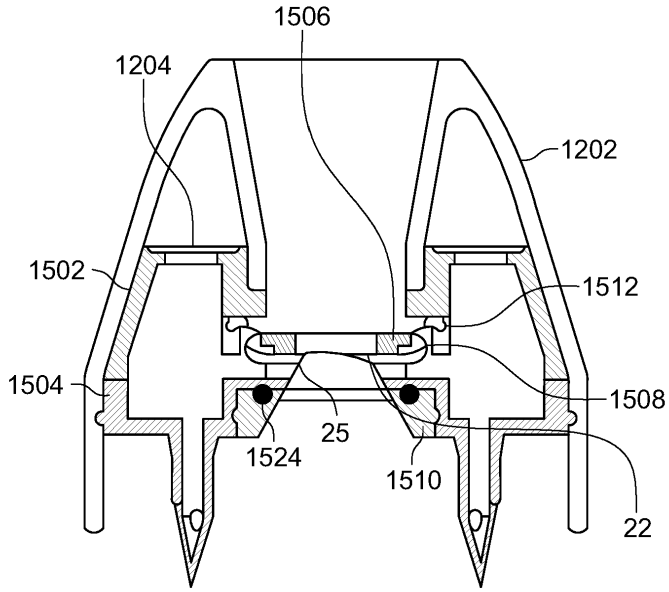


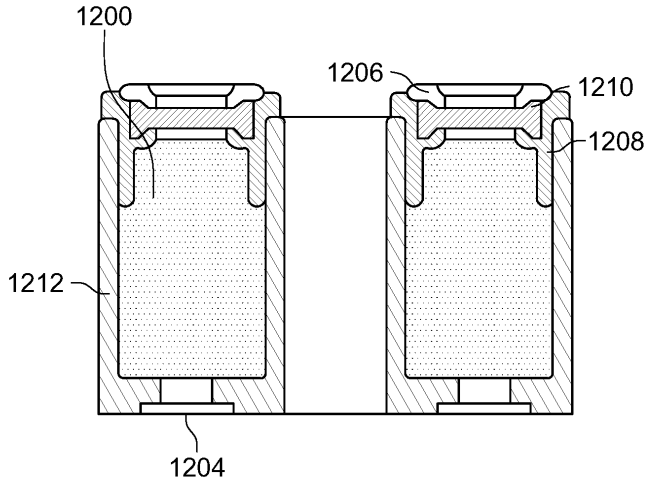
도 23a



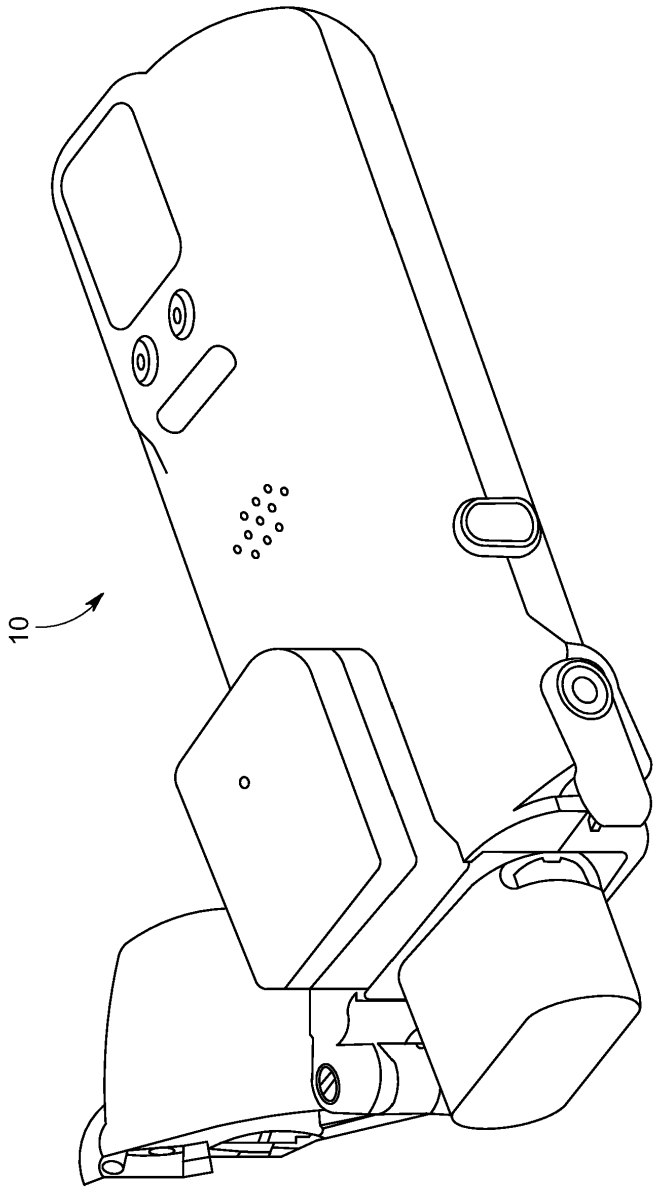
도 23b

도면24

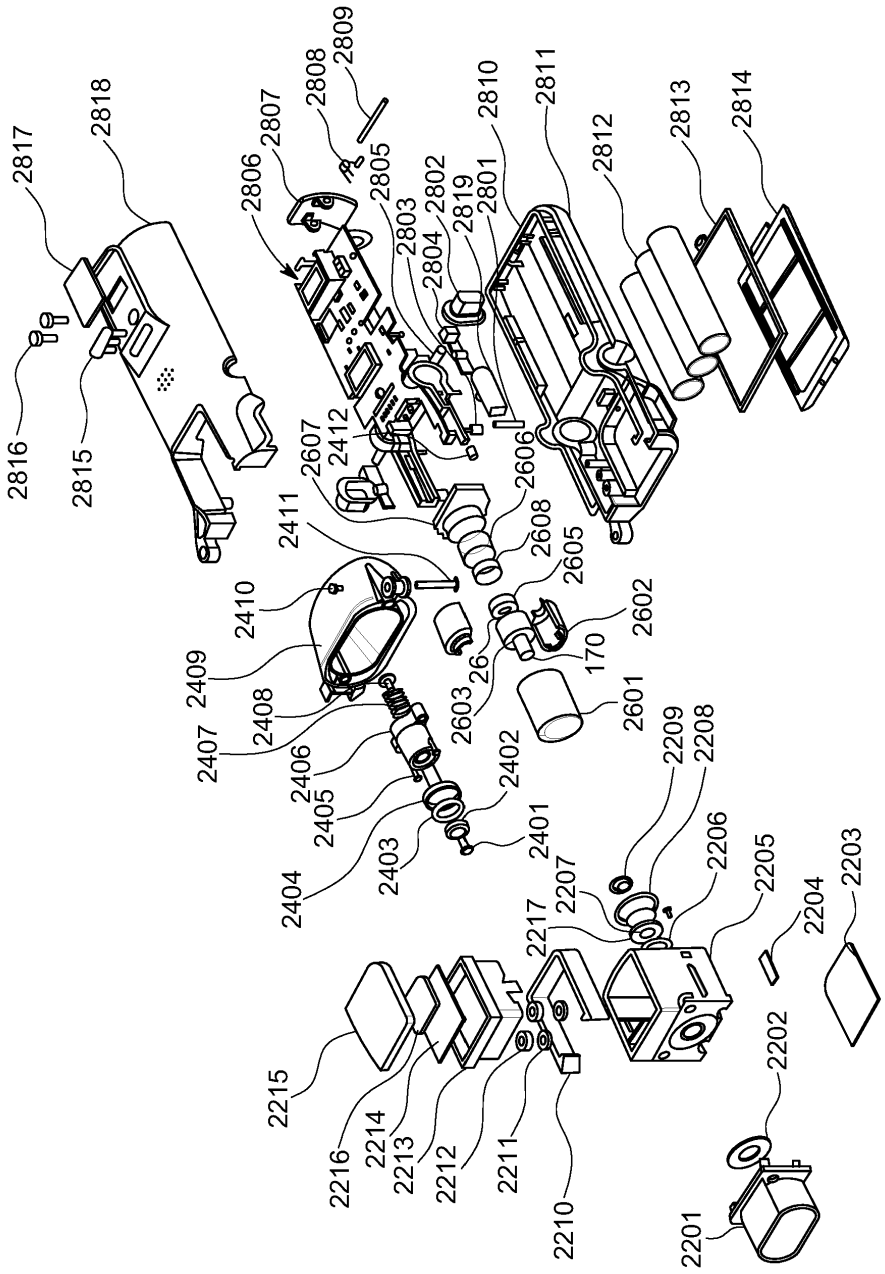

1506
1204
1202
1502
1512
1504
1508
25
1524
1510
22


1200
1206
1210
1208
1212
1204

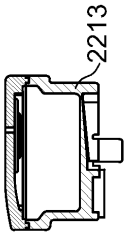
도면25



도면26


2817
2818
2816
2815
2806
2807
2808
2809
2805
2803
2804
2802
2819
2801
2810
2811
2812
2813
2814
2607
2412
2606
2411
2608
2605
2410
2602
2409
26
170
2603
2601
2408
2407
2406
2402
2405
2209
2208
2403
2401
2404
2207
2206
2205
2217
2204
2203
2215
2202
2216
2214
2213
2212
2211
2210
2201

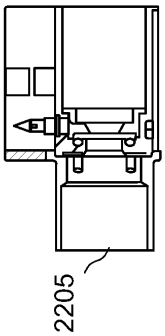
도면27



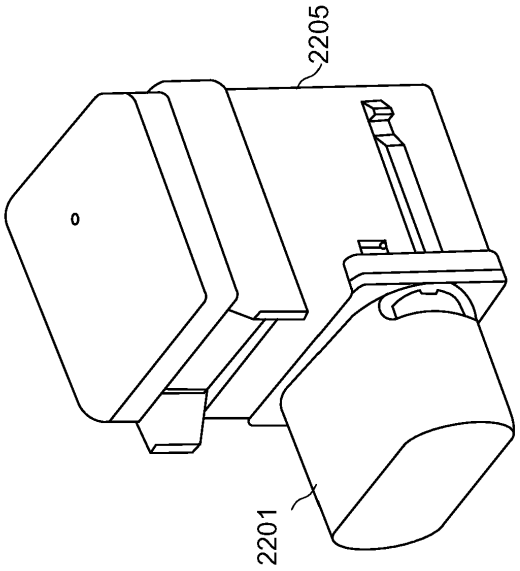
도 27b



도 27c

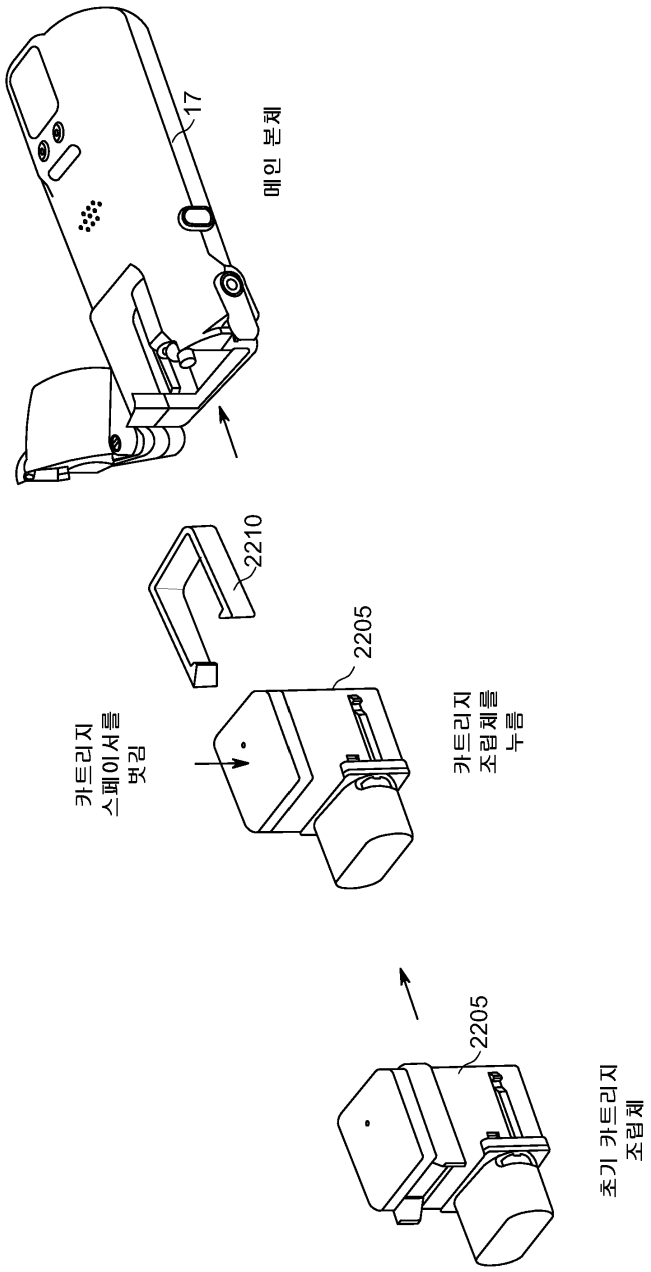


도 27d

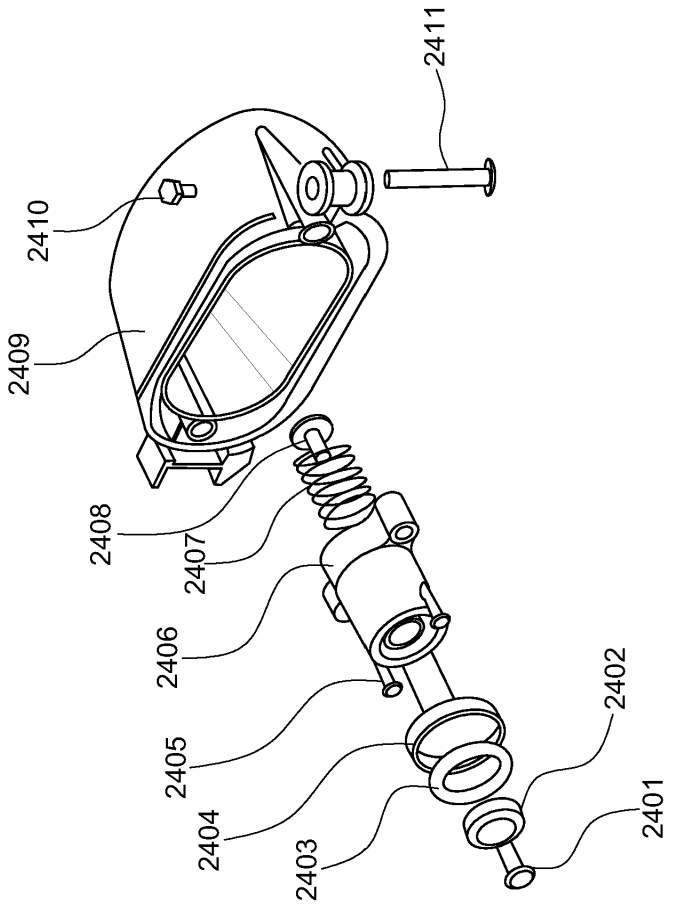


도 27a

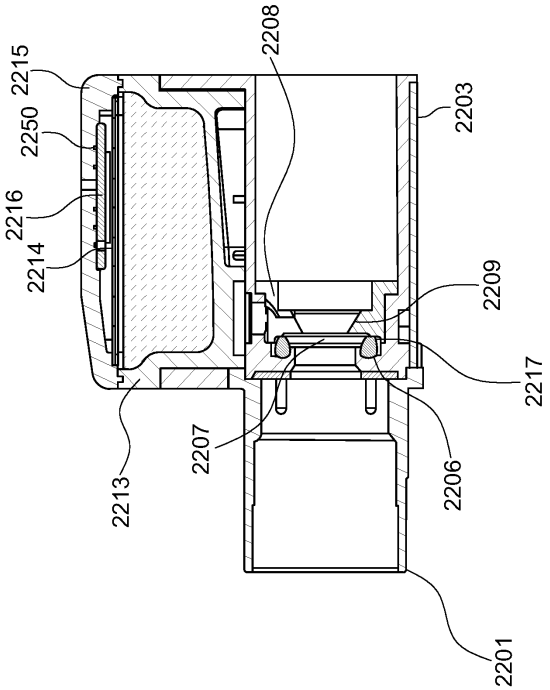
도면28



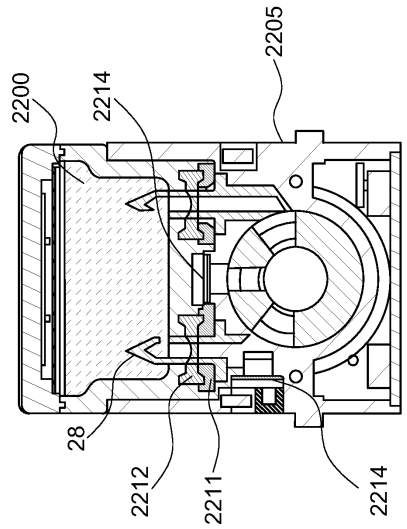
도면29



도면30

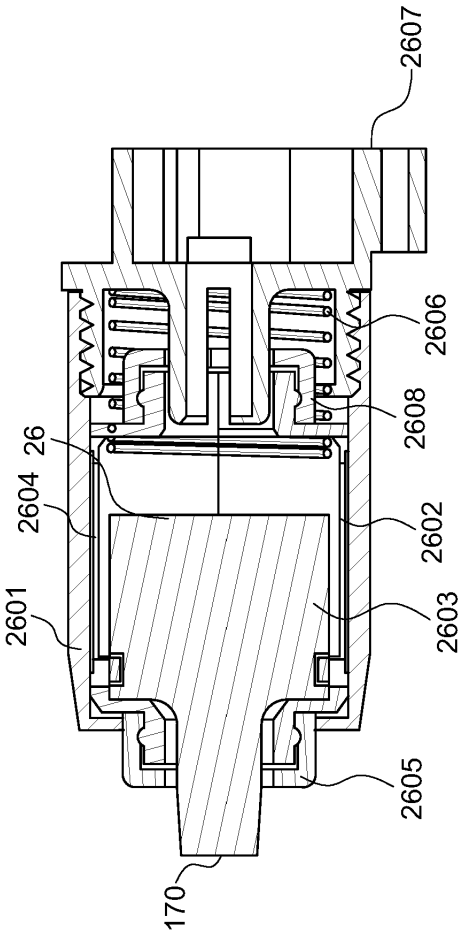


도 30b

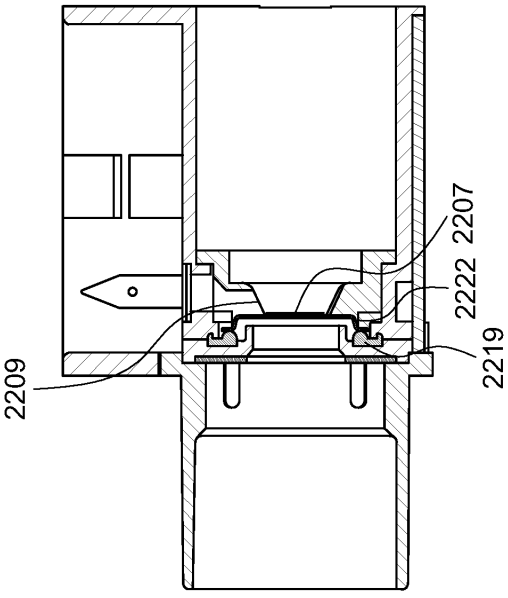


도 30a

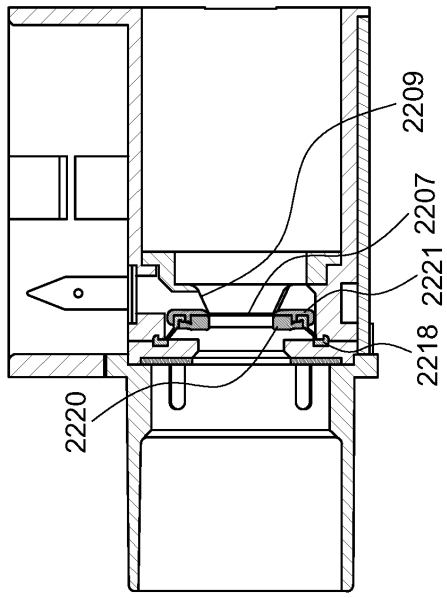
도면31


2607
2606
2608
26
2604
2602
2601
2603
2605
170

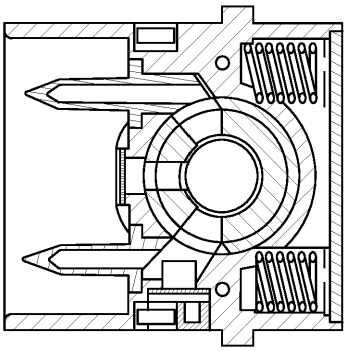
도면32


2207
2222
2219
2209

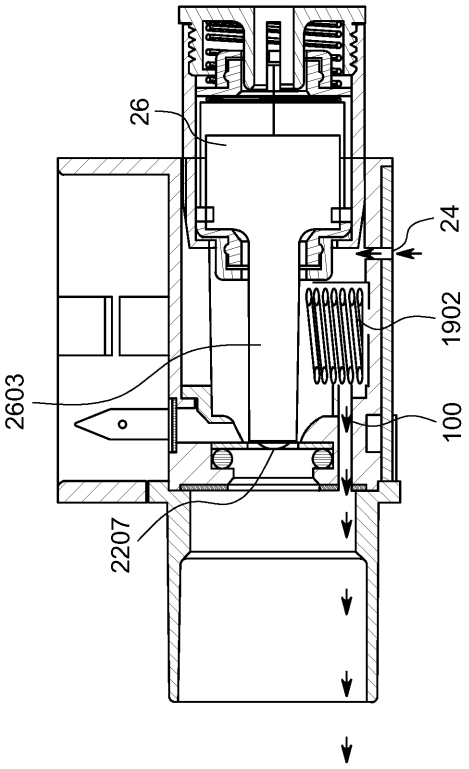
도면33



도면34

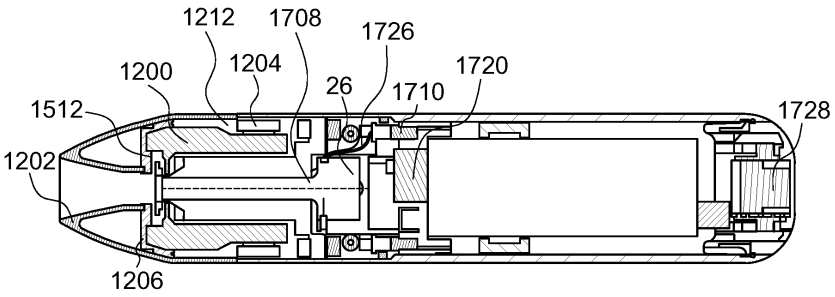


도 34b

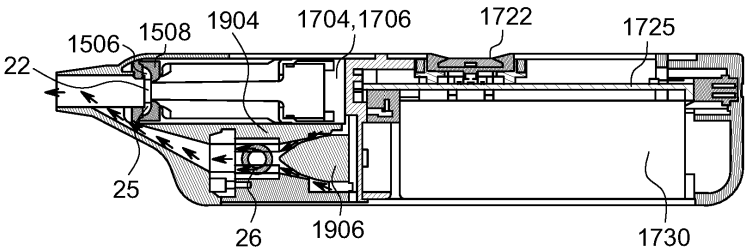


도 34a

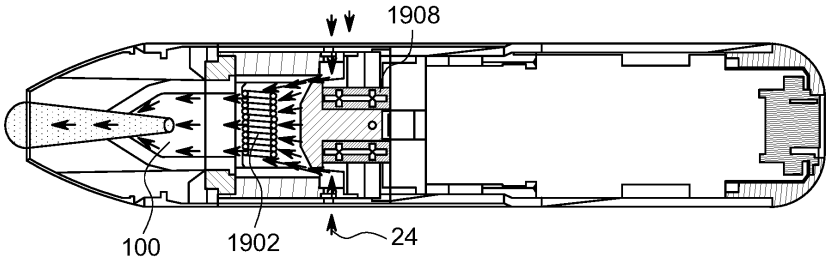
도면35



도 35a

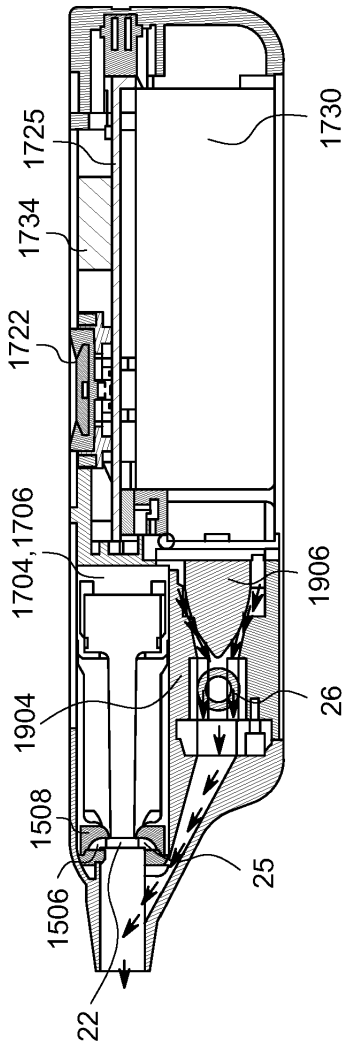


도 35b

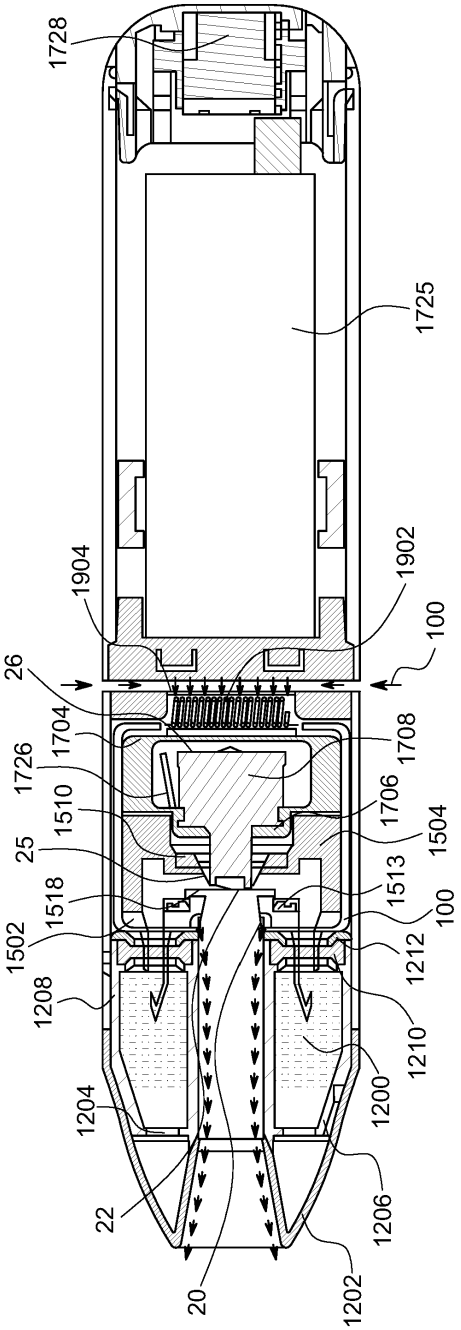


도 35c

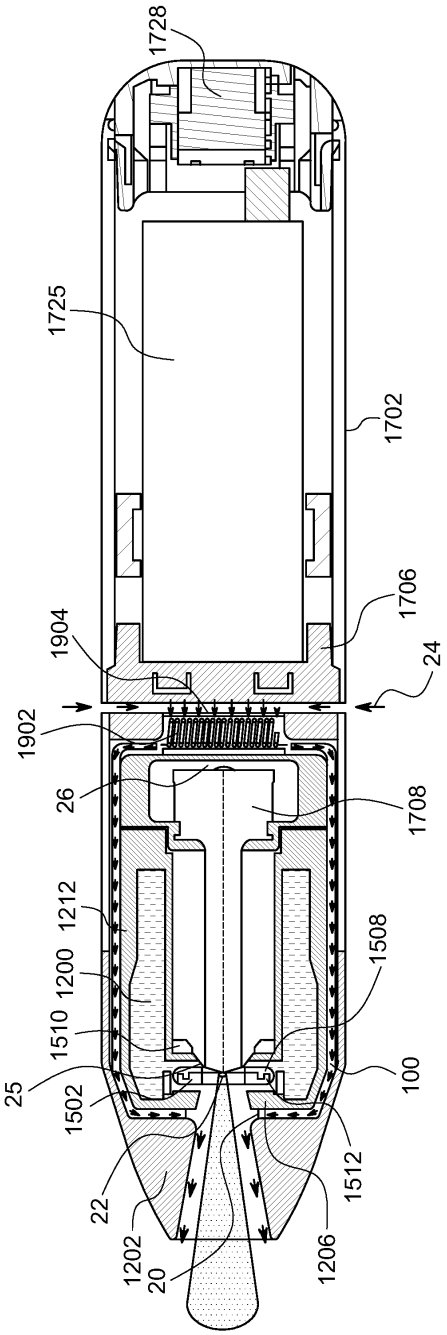
도면36



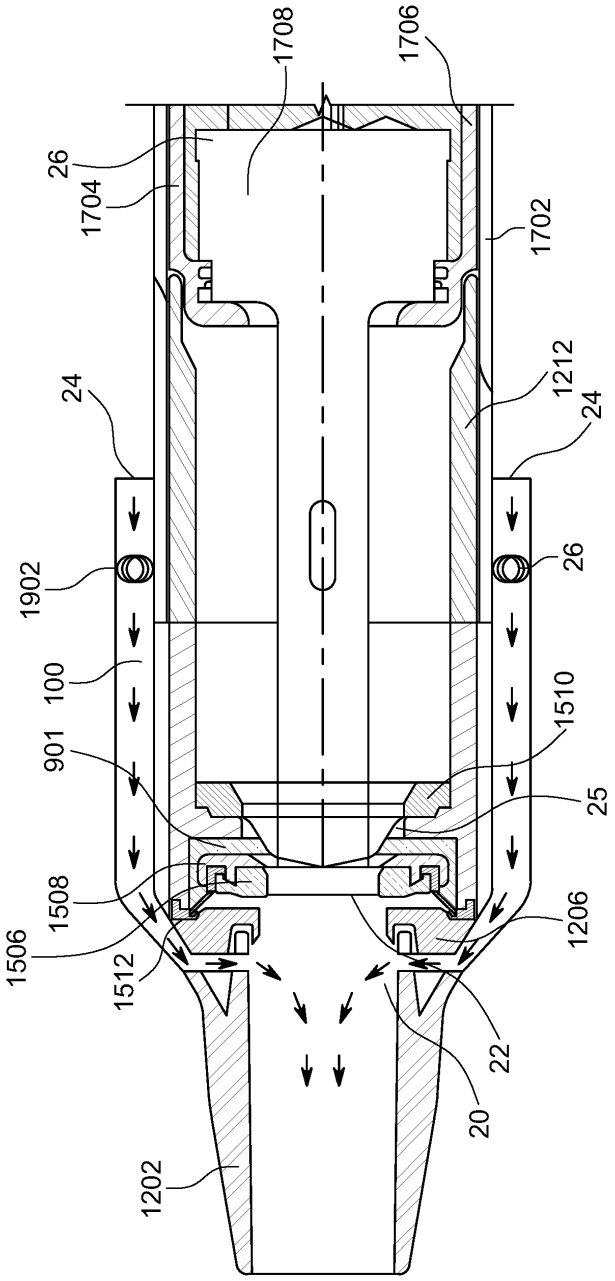
도면37


1728
1725
1904
1902
100
26
1704
1708
1726
1706
1510
1504
25
1513
1518
100
1502
1212
1208
1210
1200
1204
1206
22
20
1202

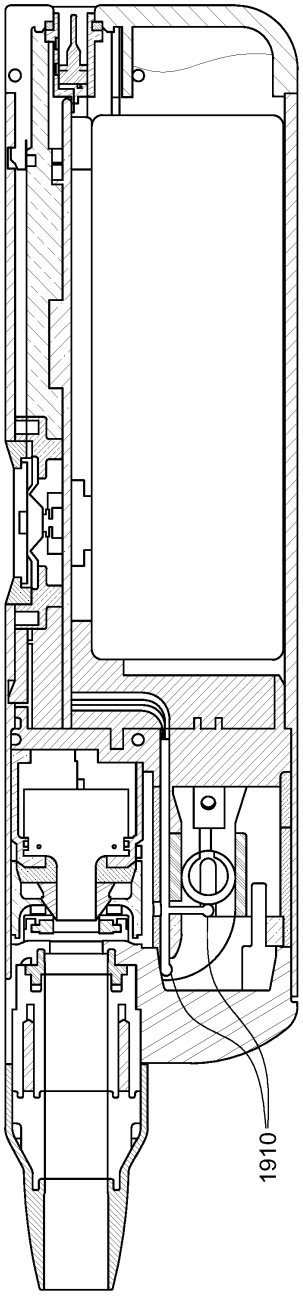
도면38


1728
1725
1702
1706
1904
24
1902
26
1708
1212
1508
1200
1510
100
25
1502
1512
22
1202
20
1206

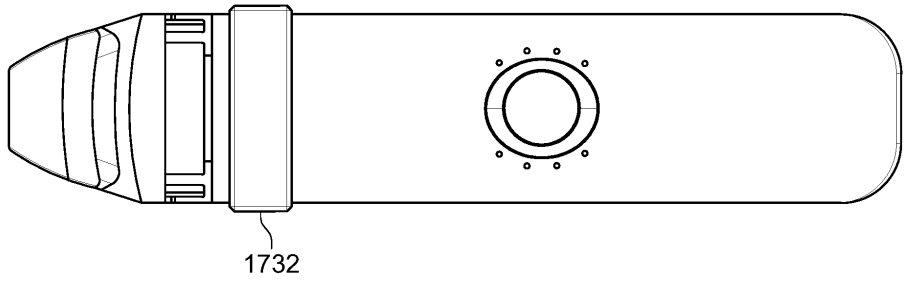
도면39


1708
1706
26
1704
1702
1212
24
24
1902
26
100
1510
901
25
1508
1206
1506
1512
22
20
1202

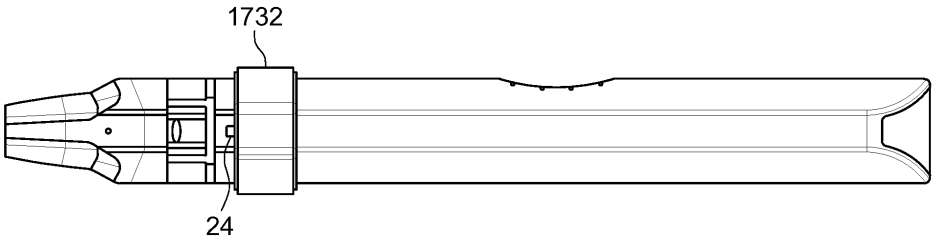
도면40



도면41

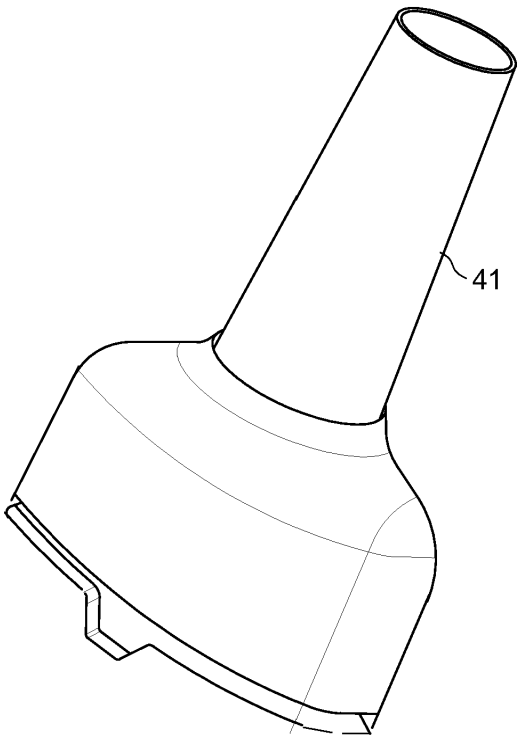


도 41a

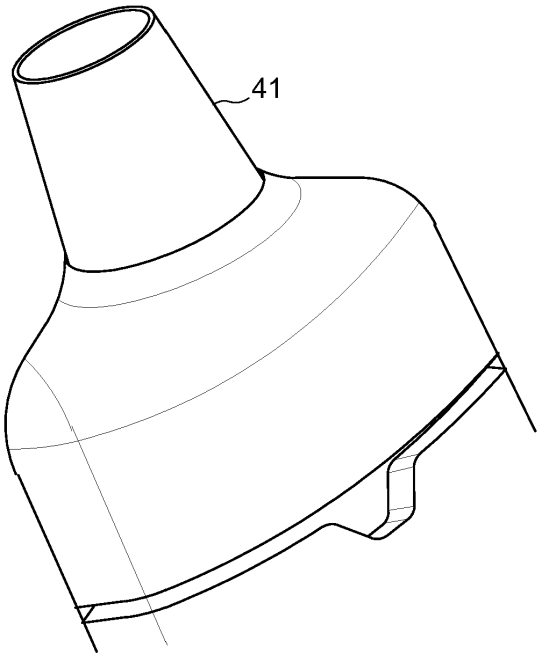


도 41b

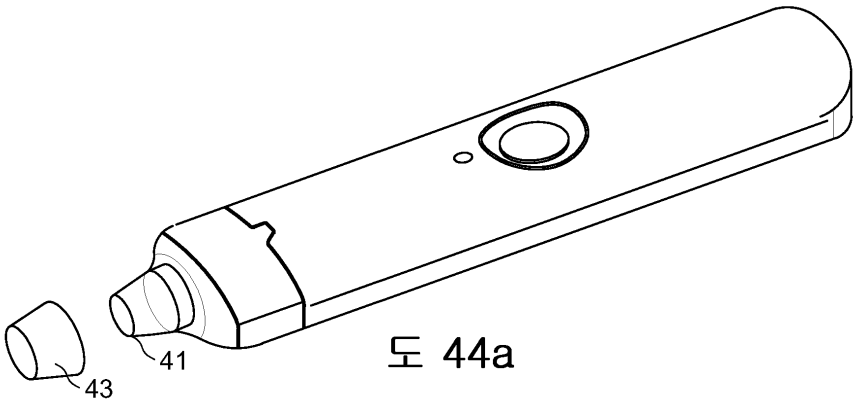
도면42



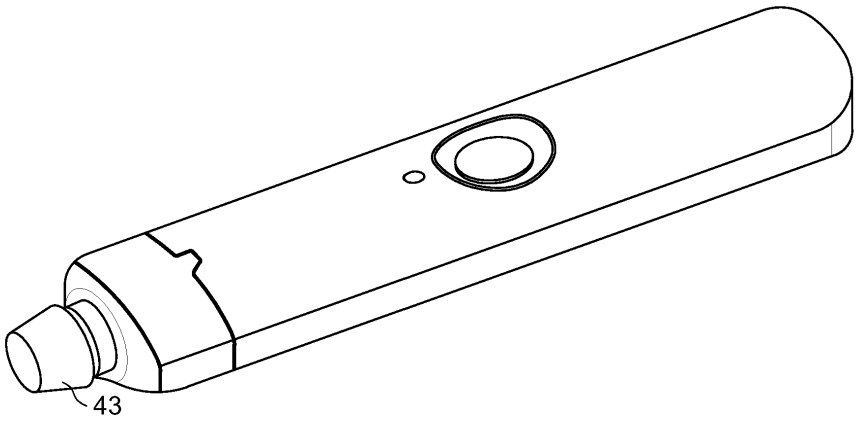
도면43



도면44

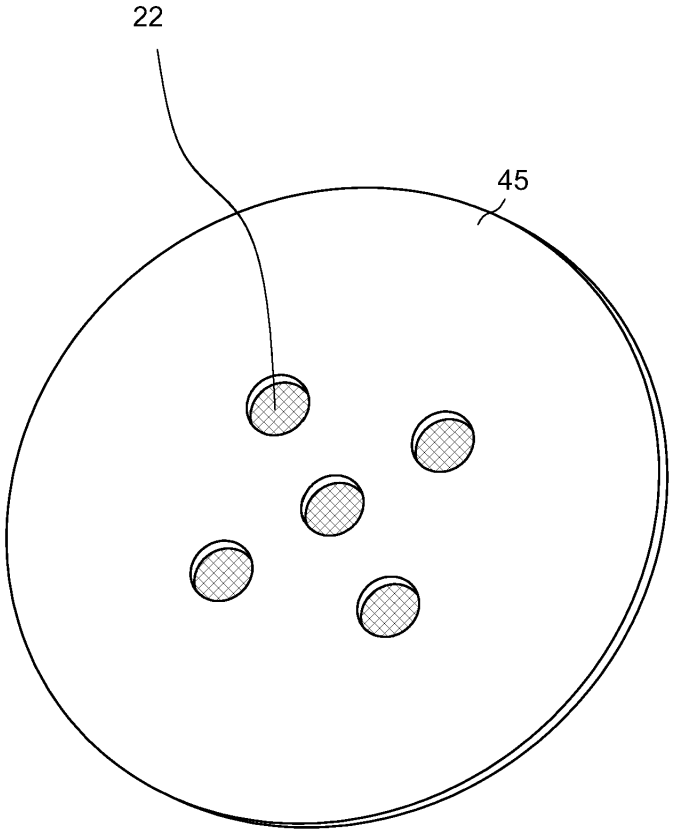


도 44a

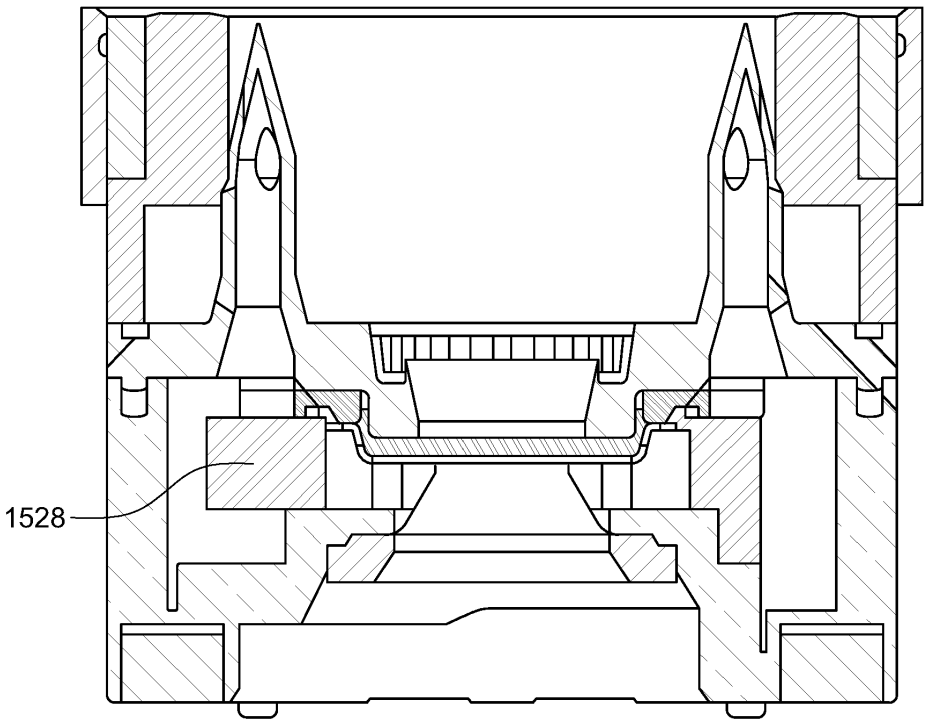


도 44b

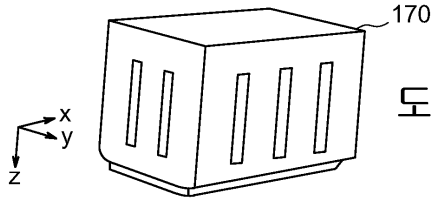
도면45



도면46

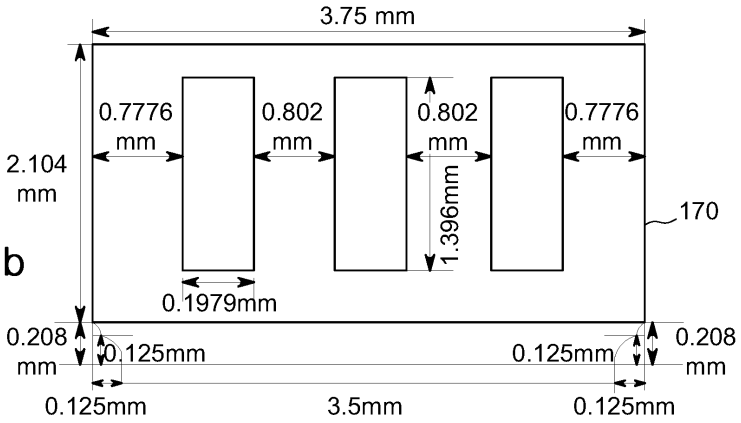


도면47



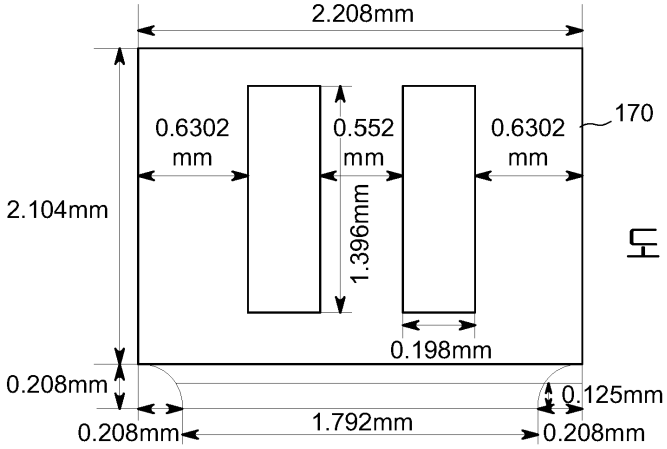
도 47a

(a) 진동 부재 팁의 구조 다이어그램



도 47b

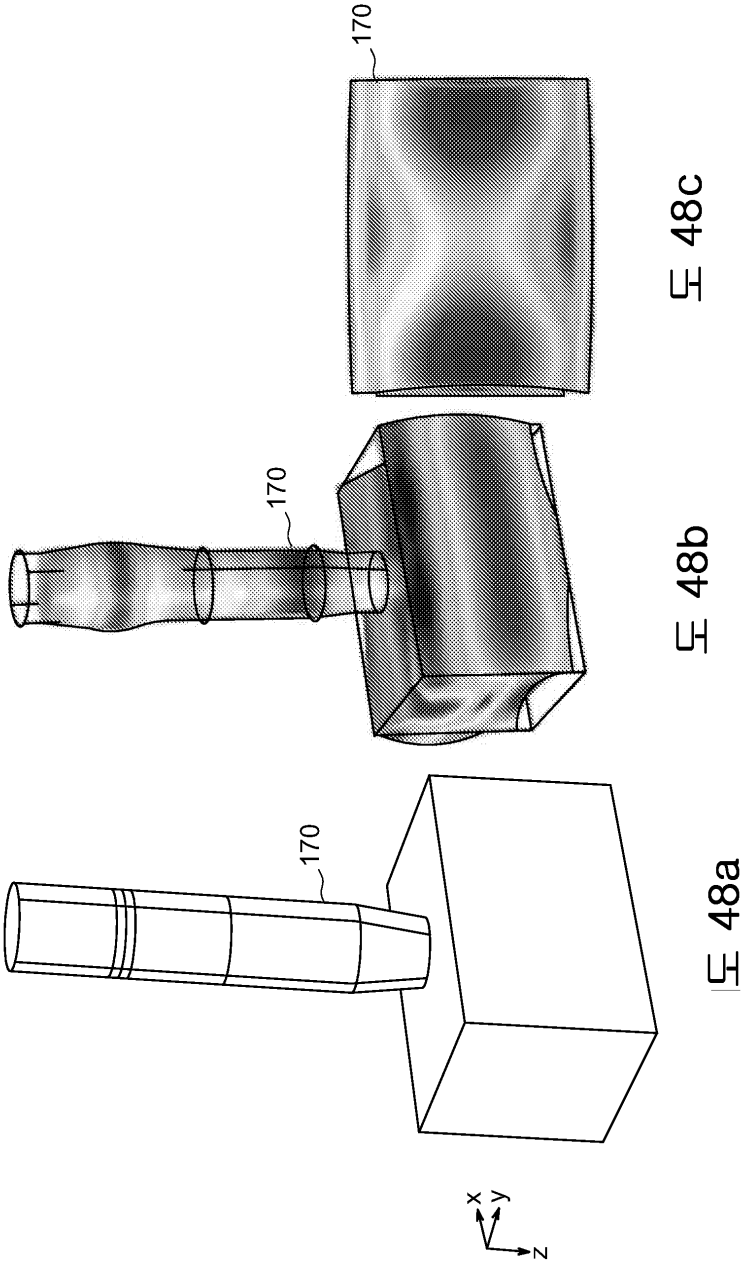
(b) XZ 표면에서의 진동 부재 팁의 치수 드로잉



도 47c

(c) YZ 표면에서의 진동 부재 팁의 치수 드로잉

도면48

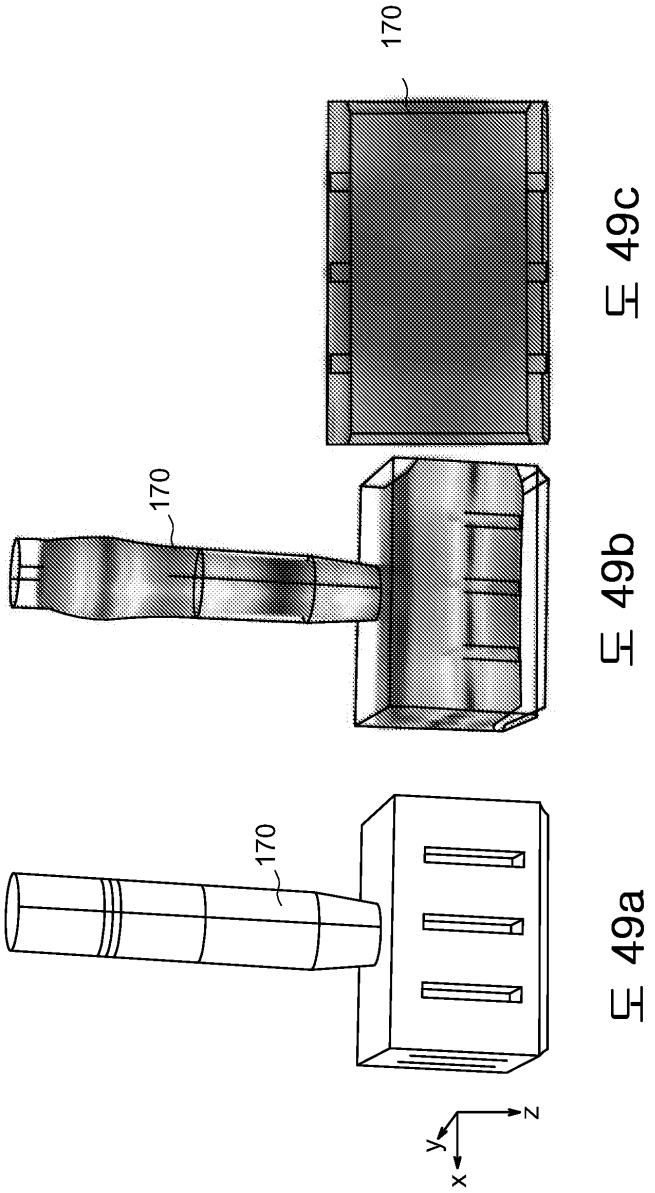


도 48c

도 48b

도 48a

도면49

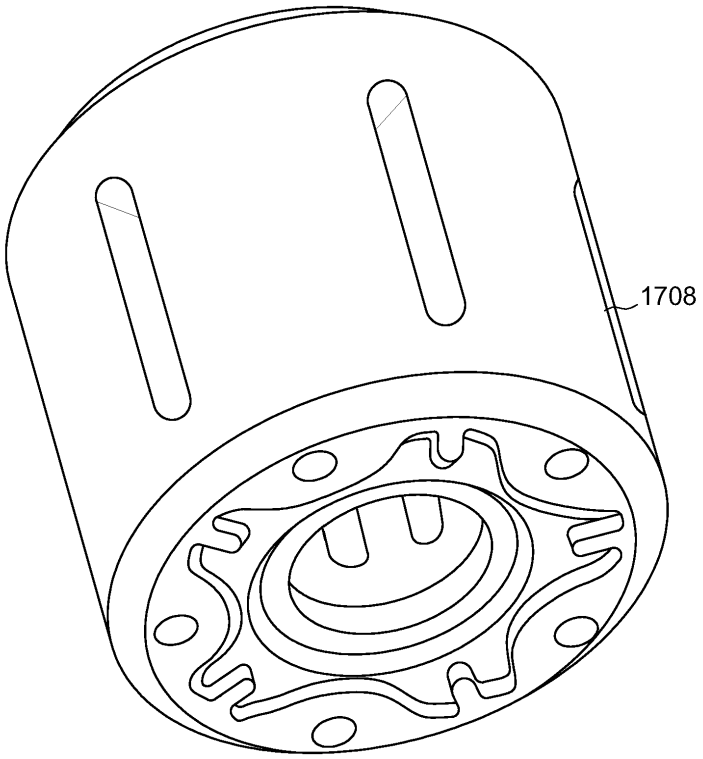


도 49c

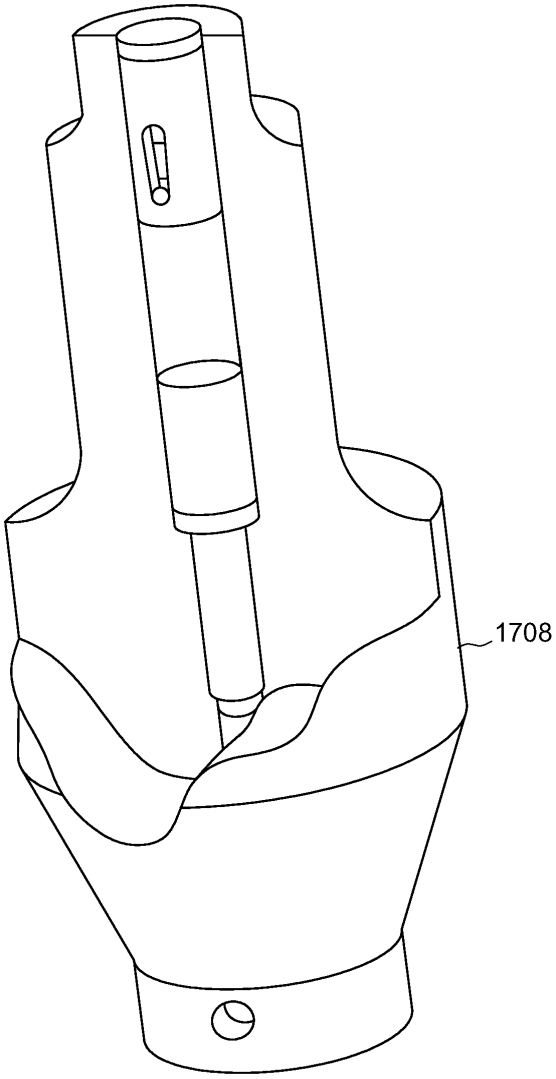
도 49b

도 49a

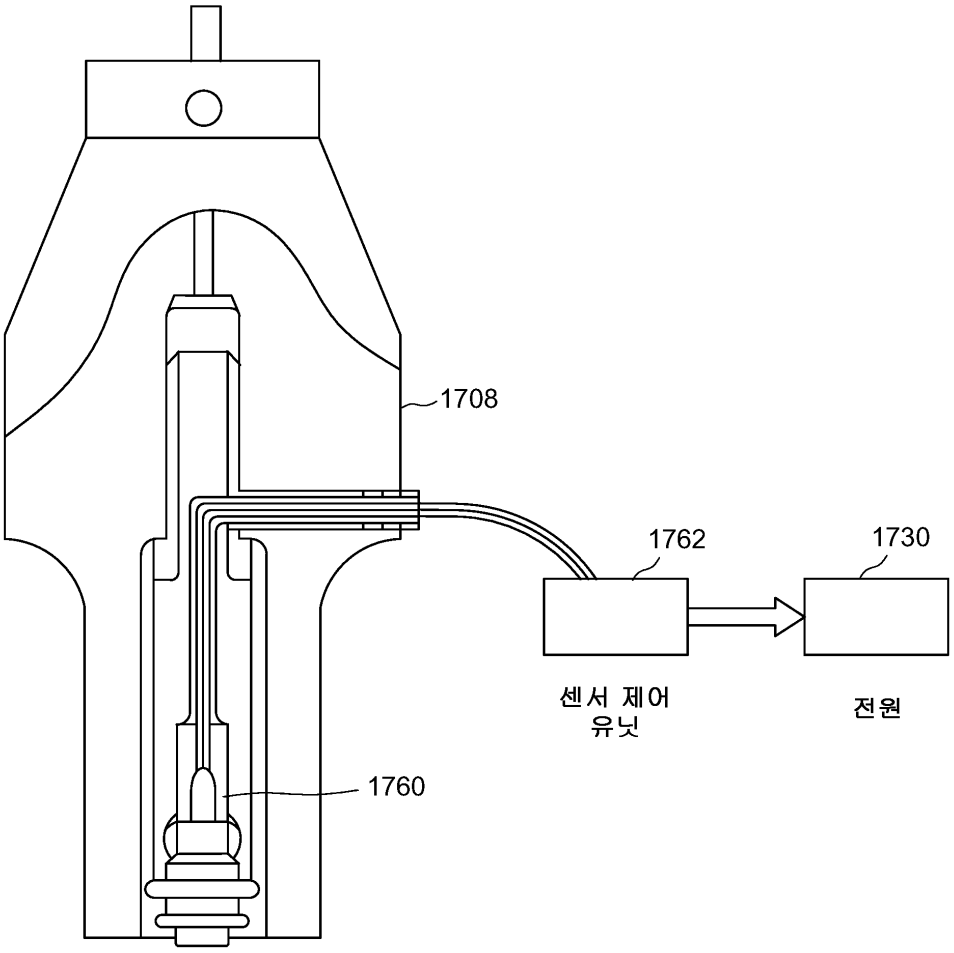
도면50



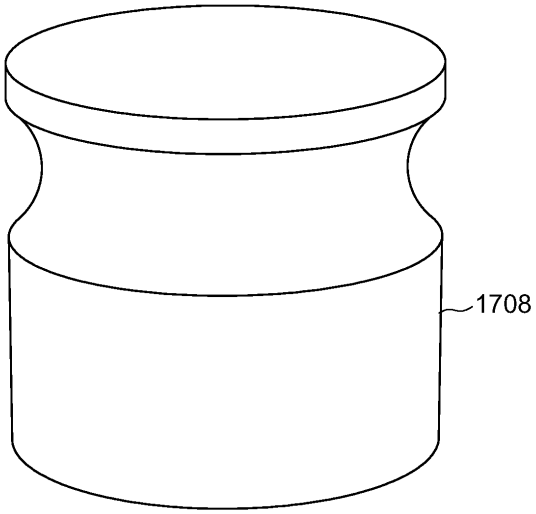
도면51

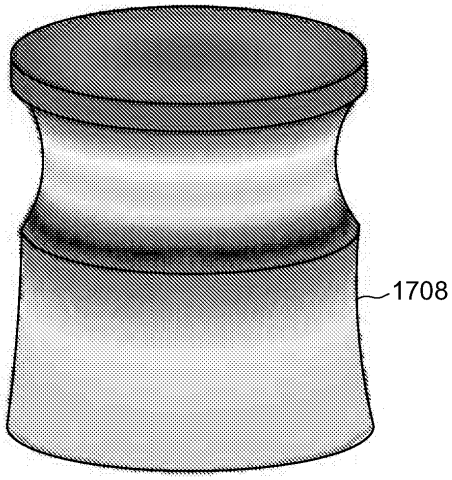


도면52



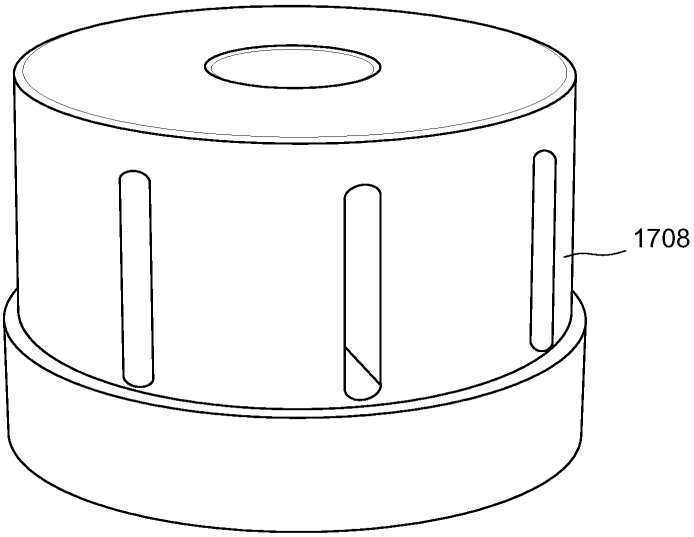
도면53



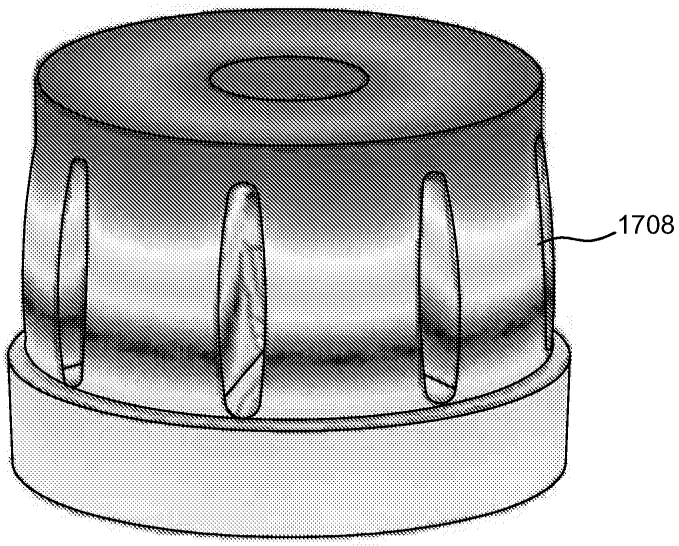


도면54

도 54a

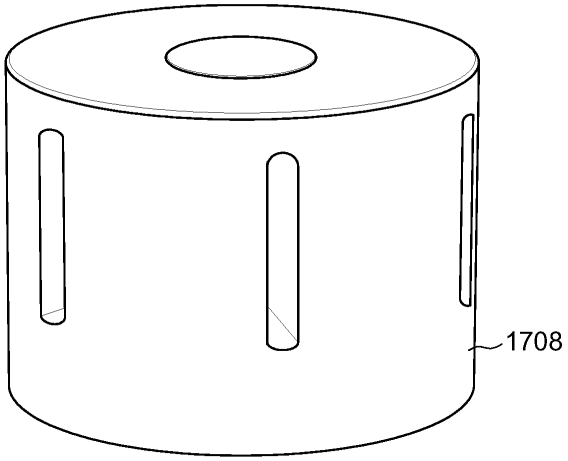


도 54b

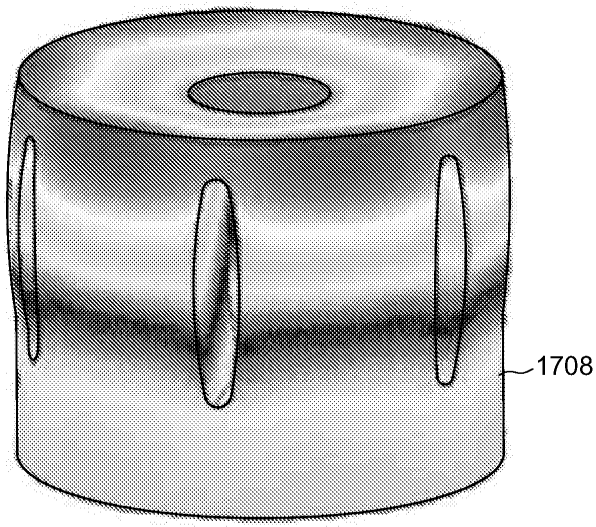


도면55

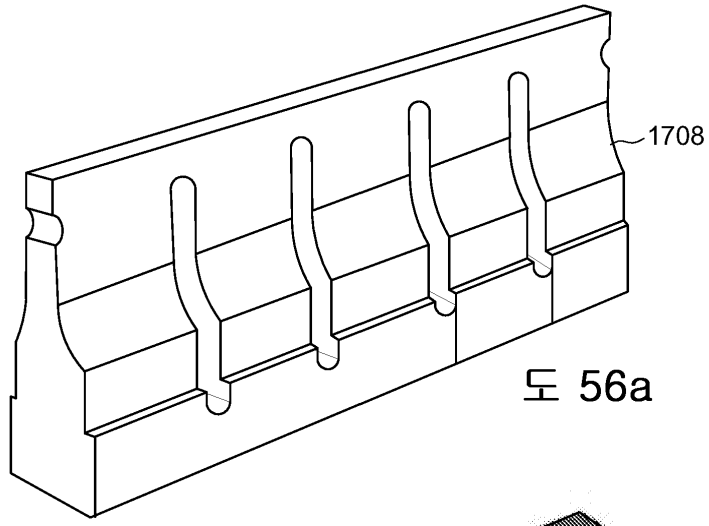
도 55a



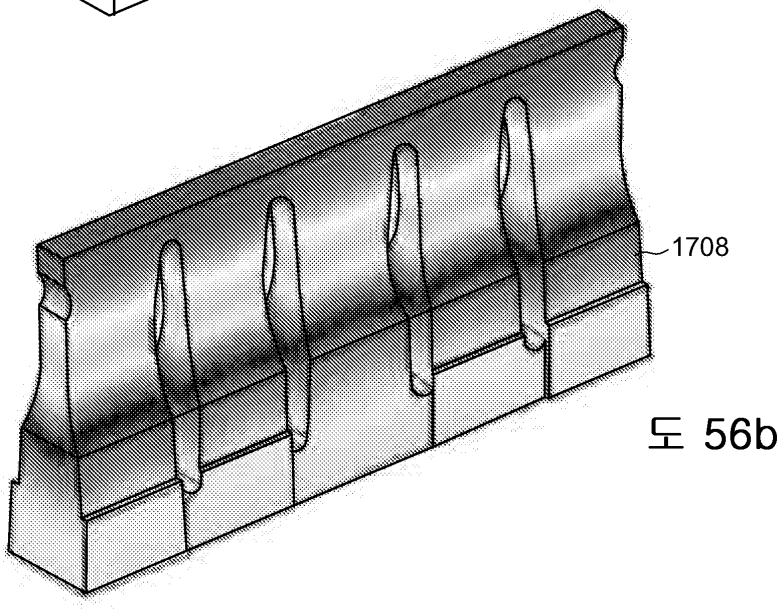
도 55b



도면56

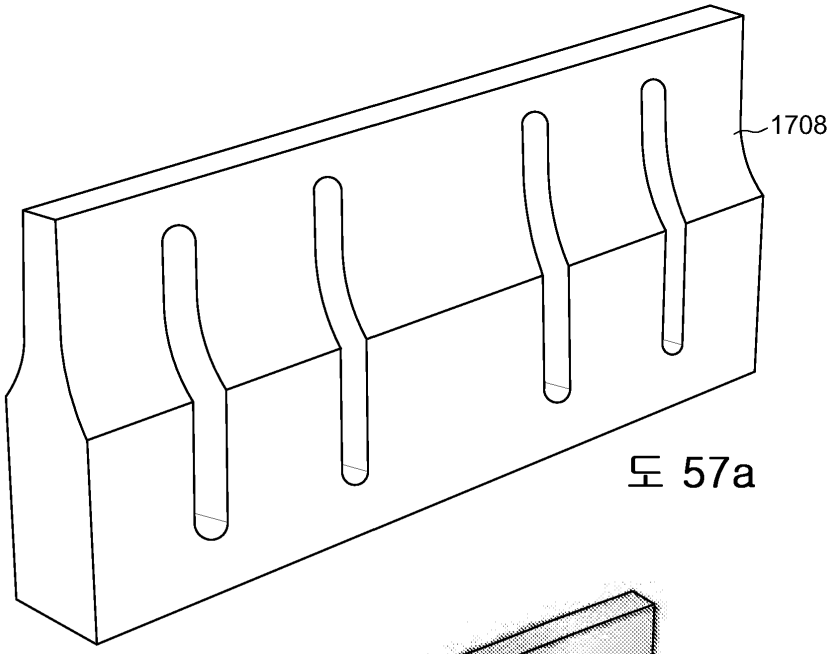


도 56a

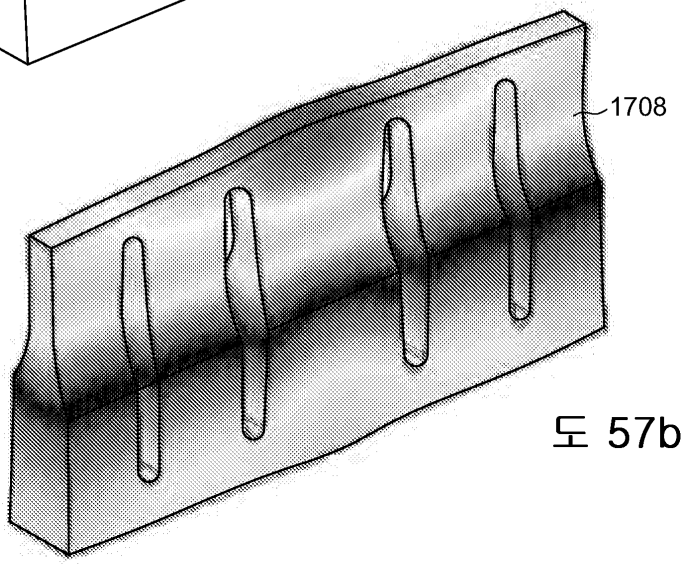


도 56b

도면57



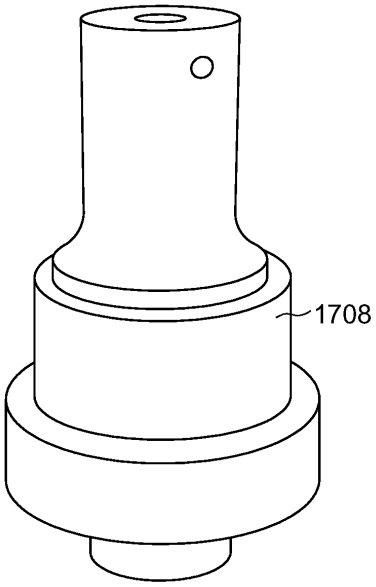
도 57a



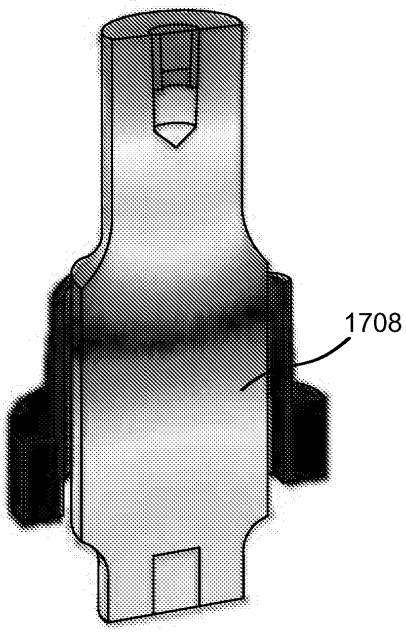
도 57b

도면58

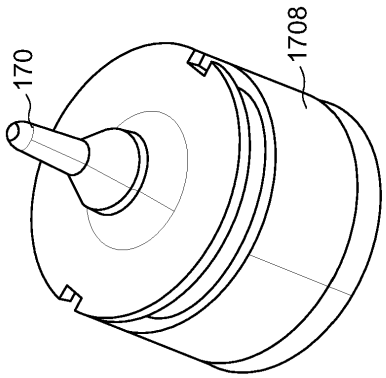
도 58a



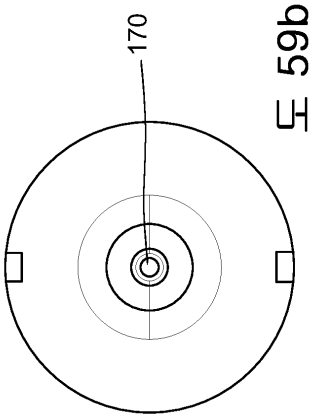
도 58b



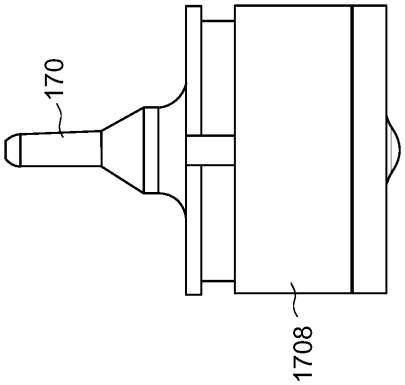
도면59



도 59a

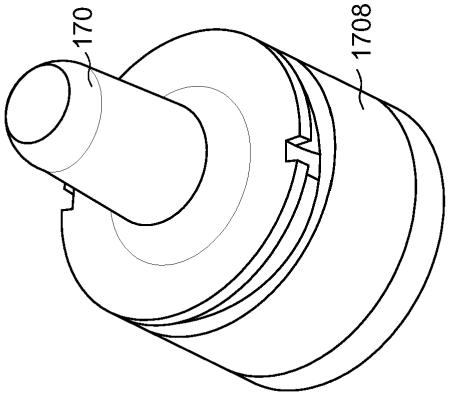


도 59b

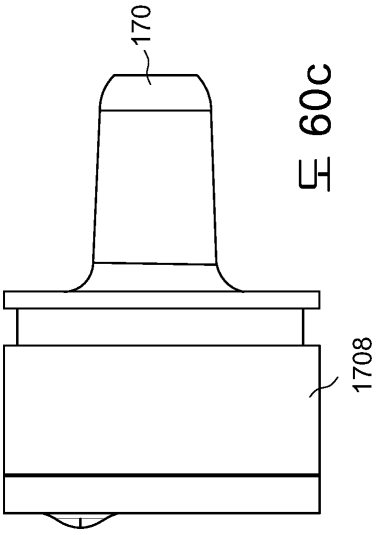


도 59c

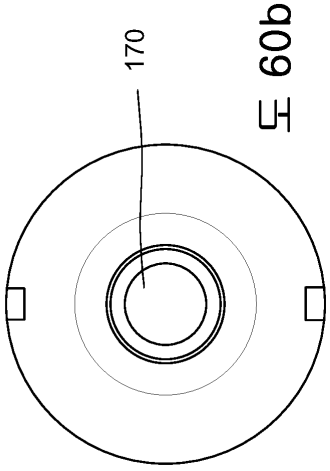
도면60



도 60a

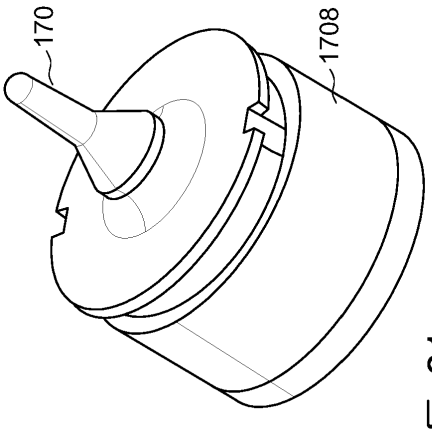


도 60c

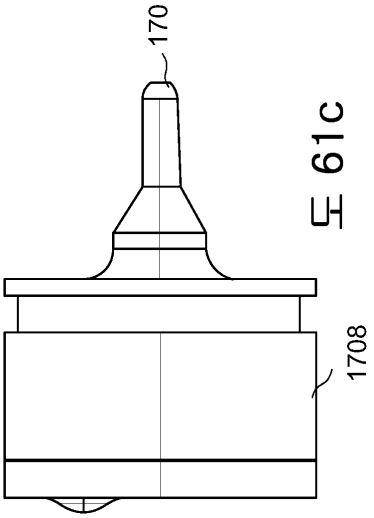


도 60b

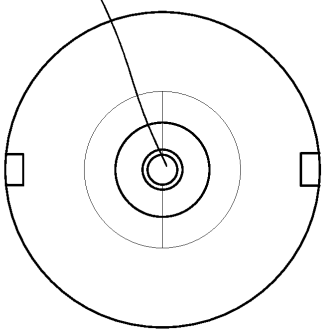
도면61



도 61a

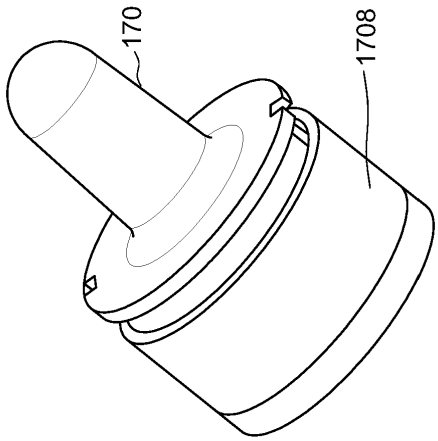


도 61c

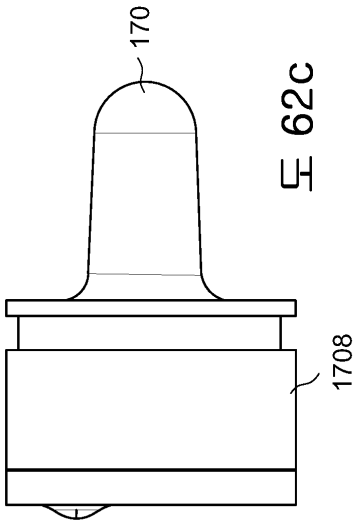


도 61b

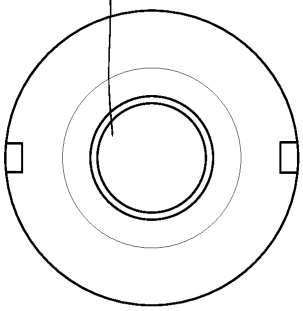
도면62



도 62a

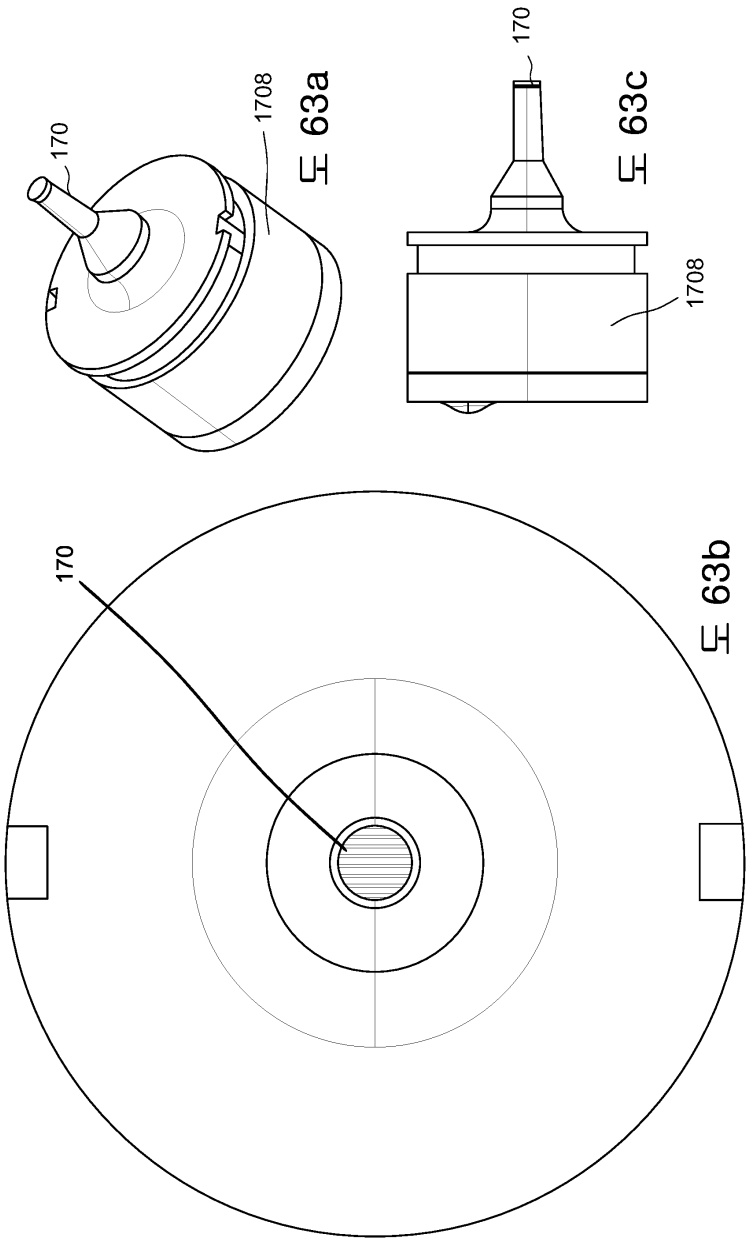


도 62c

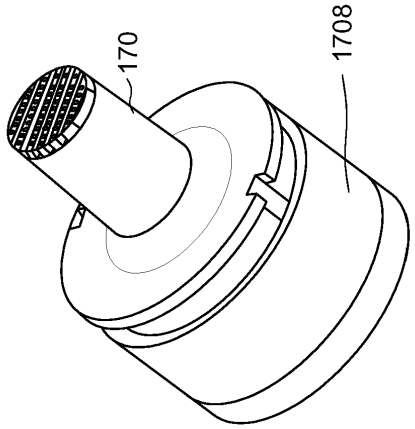


도 62b

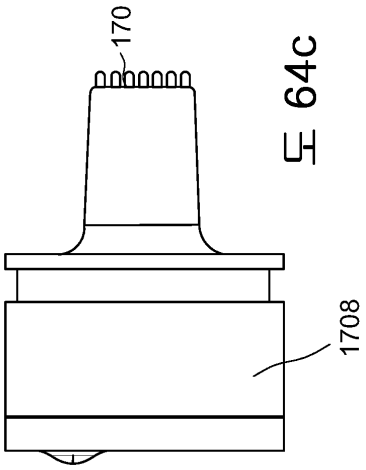
도면63



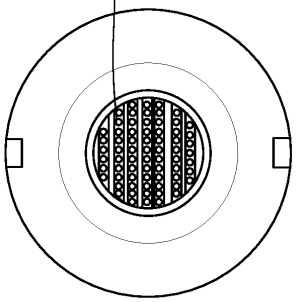
도면64



도 64a

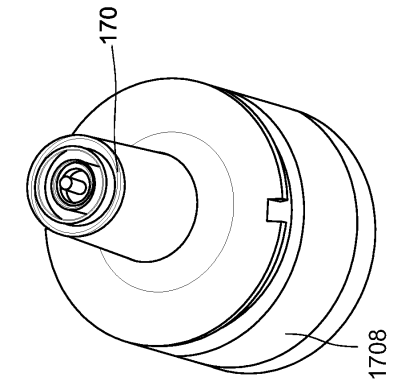


도 64c

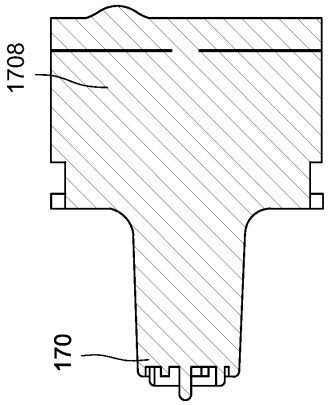


도 64b

도면65

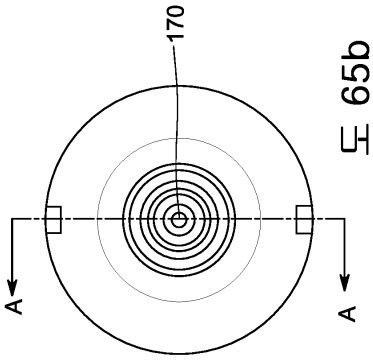


도 65a

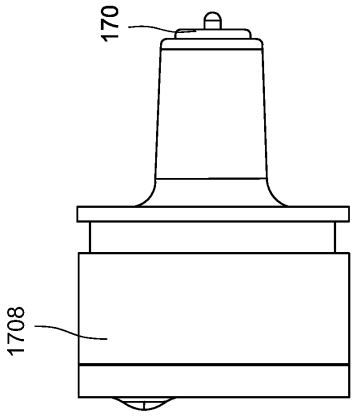


단면 A_A

도 65d

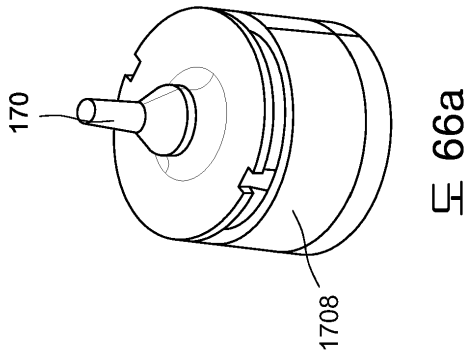


도 65b

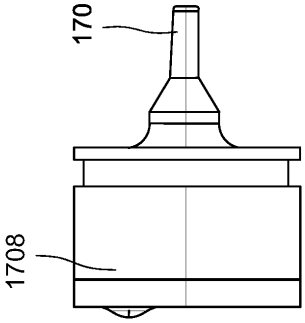


도 65c

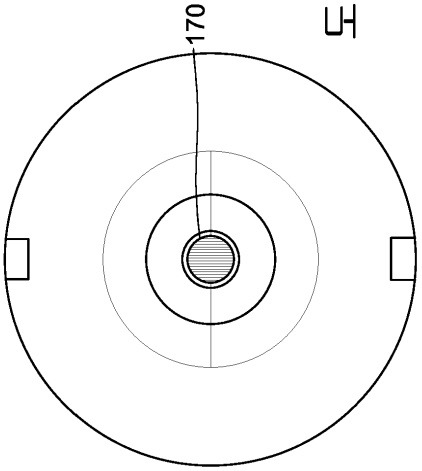
도면66



도 66a

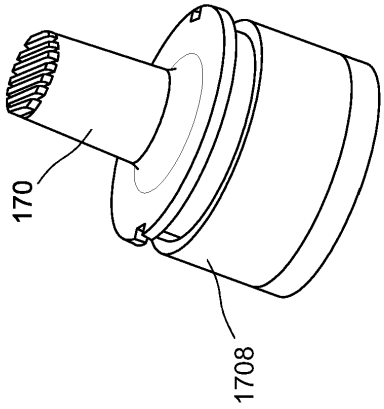


도 66c

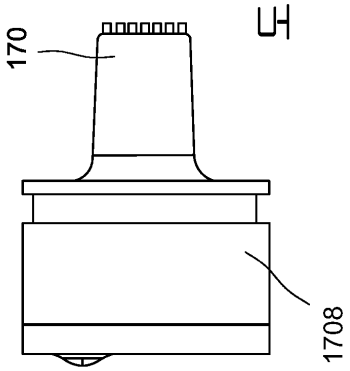


도 66b

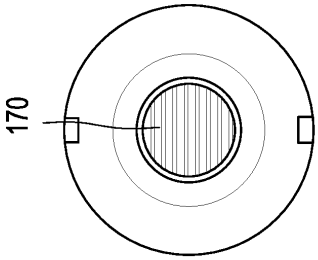
도면67



도 67a

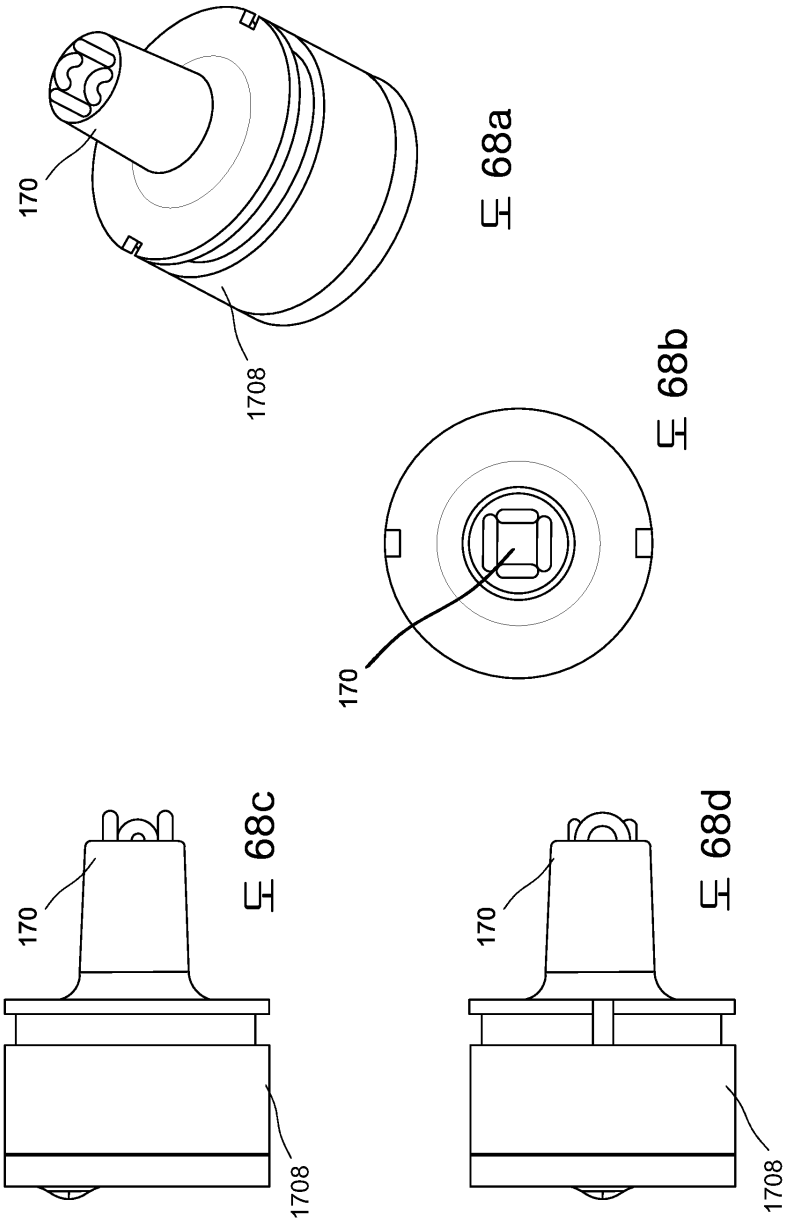


도 67c

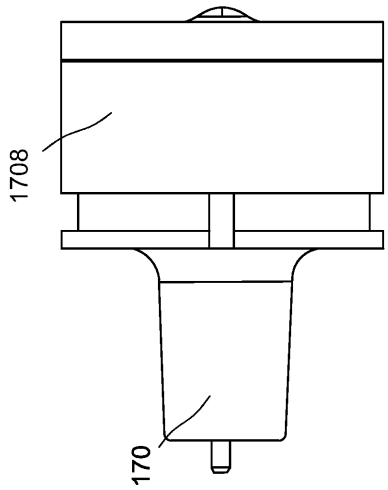


도 67b

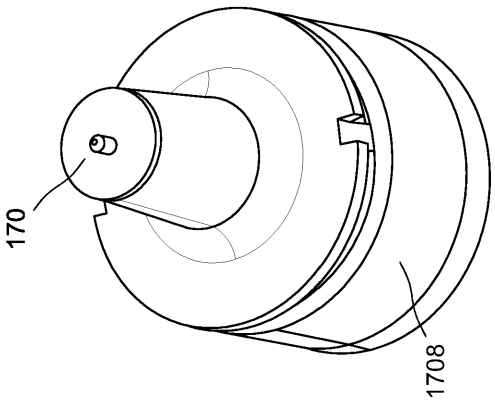
도면68



도면69

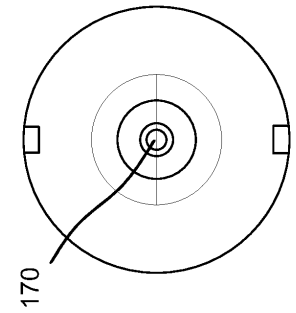


도 69b

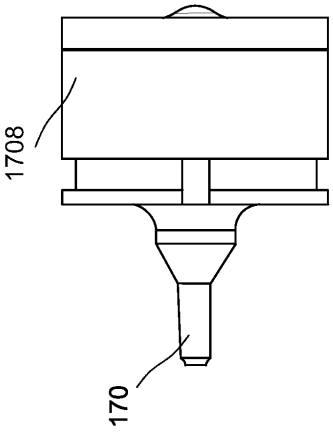


도 69a

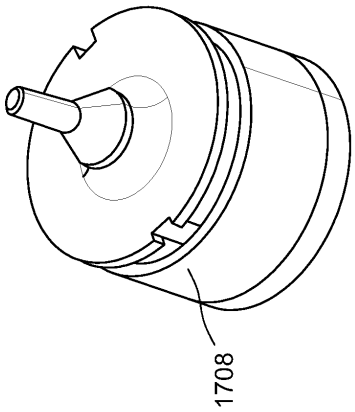
도면70



도 70b

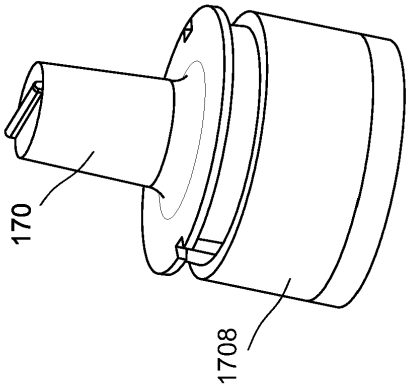


도 70c

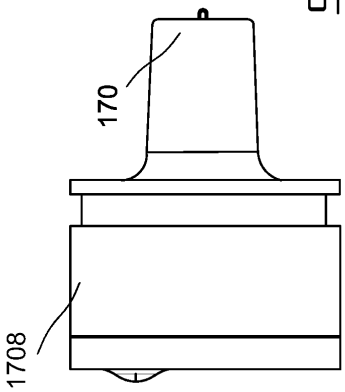


도 70a

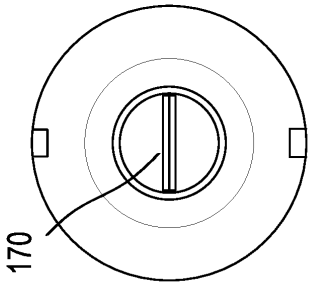
도면71



도 71a

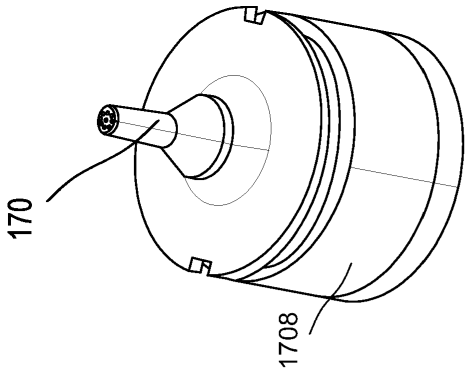


도 71c

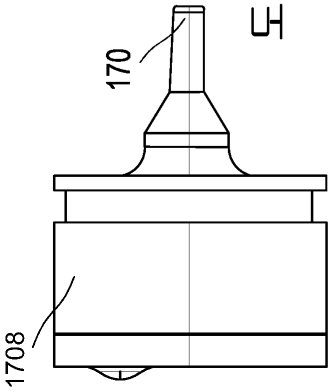


도 71b

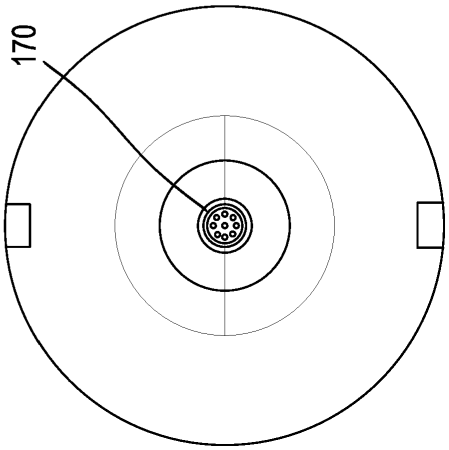
도면72



도 72a

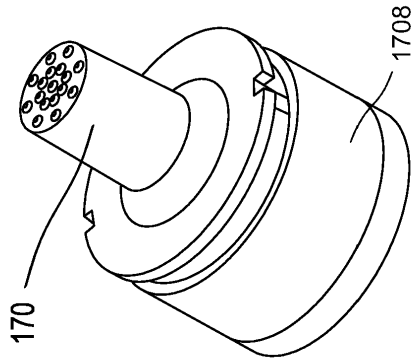


도 72c

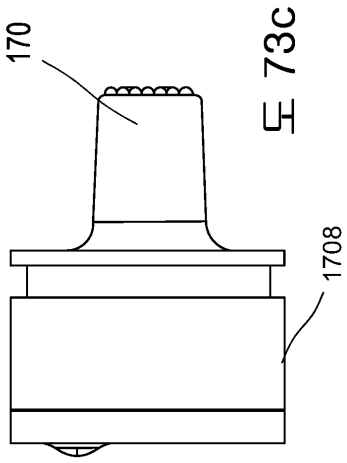


도 72b

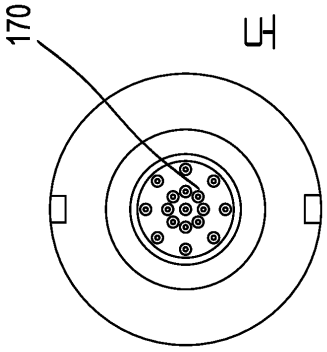
도면73



도 73a

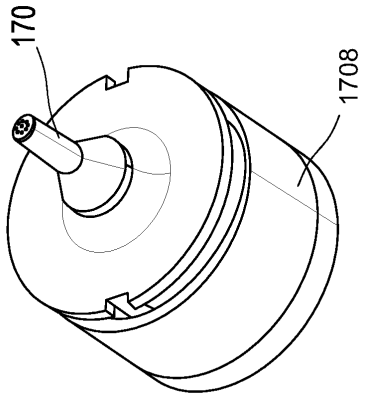


도 73c

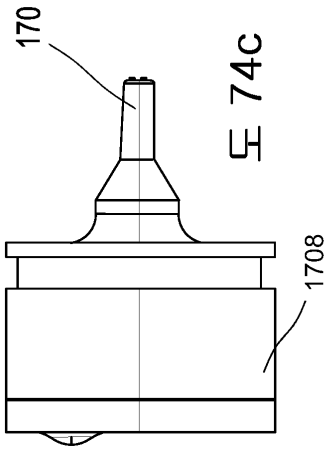


도 73b

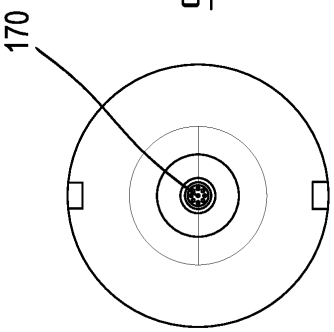
도면74



도 74a

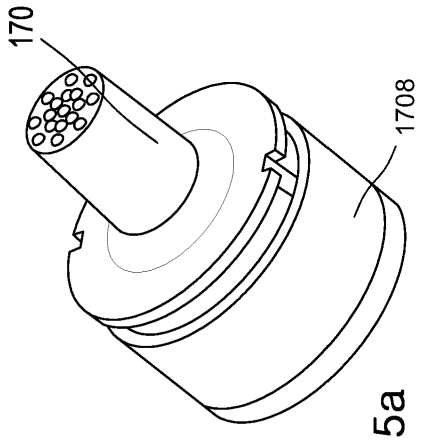


도 74c

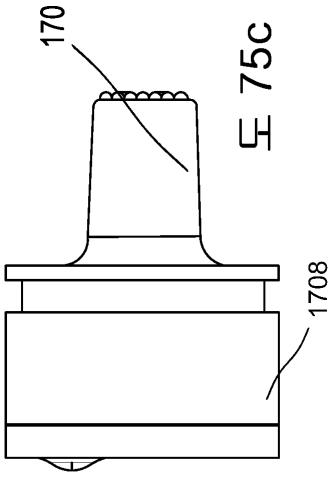


도 74b

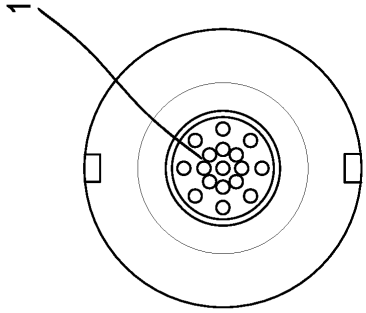
도면75



도 75a

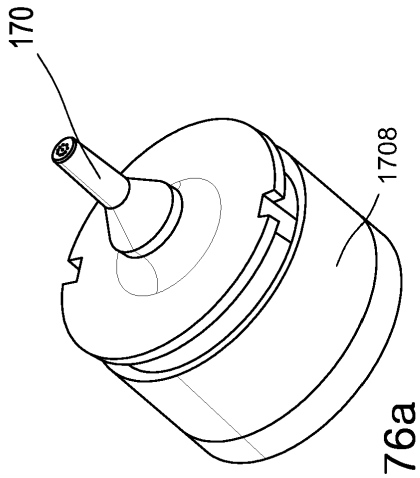


도 75c

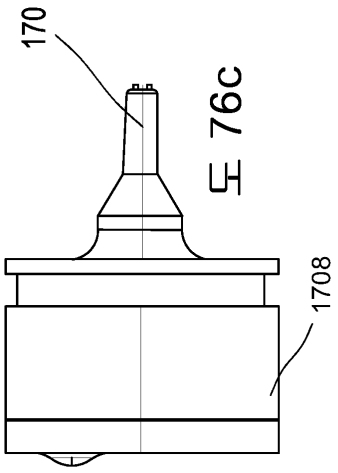


도 75b

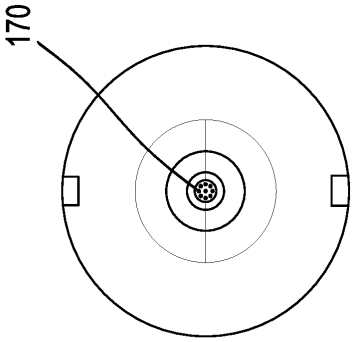
도면76



도 76a

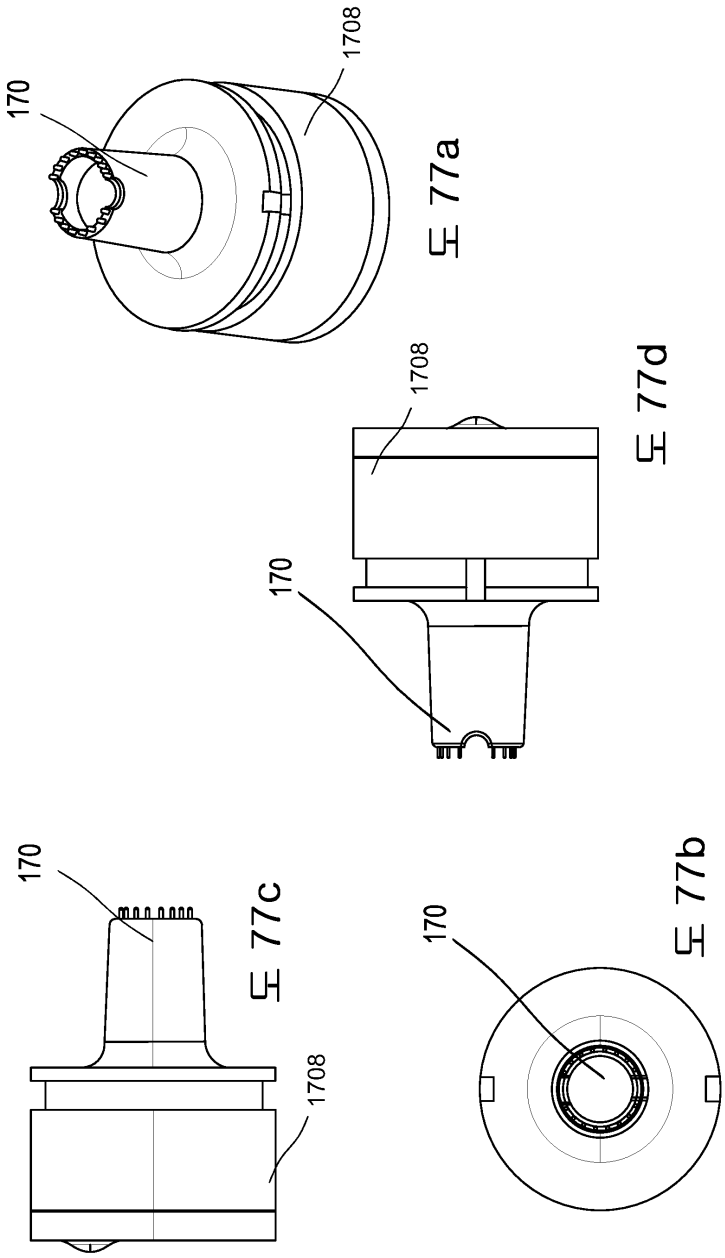


도 76c

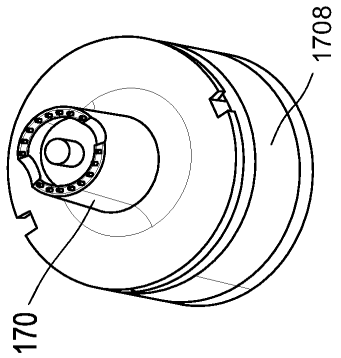


도 76b

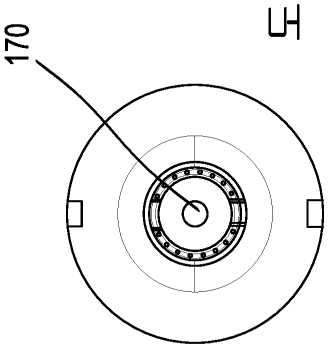
도면77



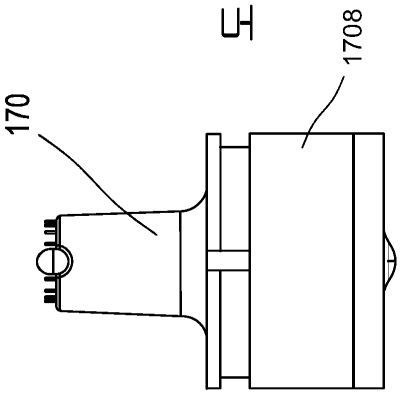
도면78



도 78a

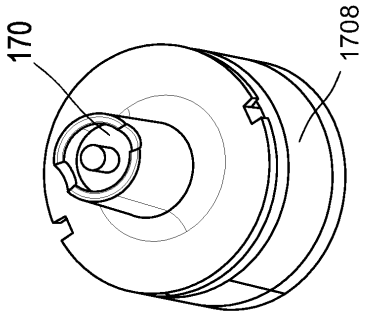


도 78b

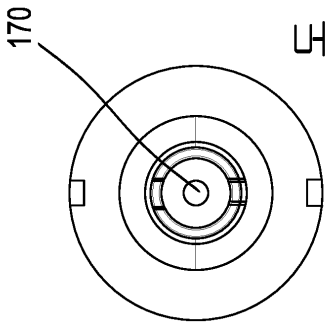


도 78c

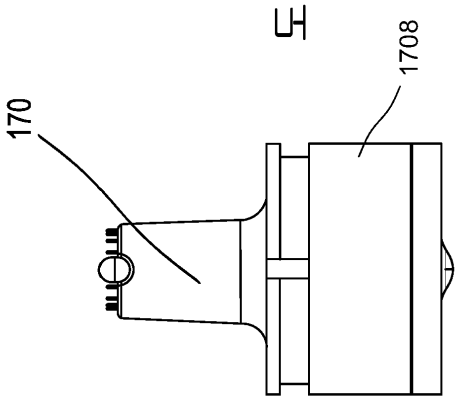
도면79



도 79a

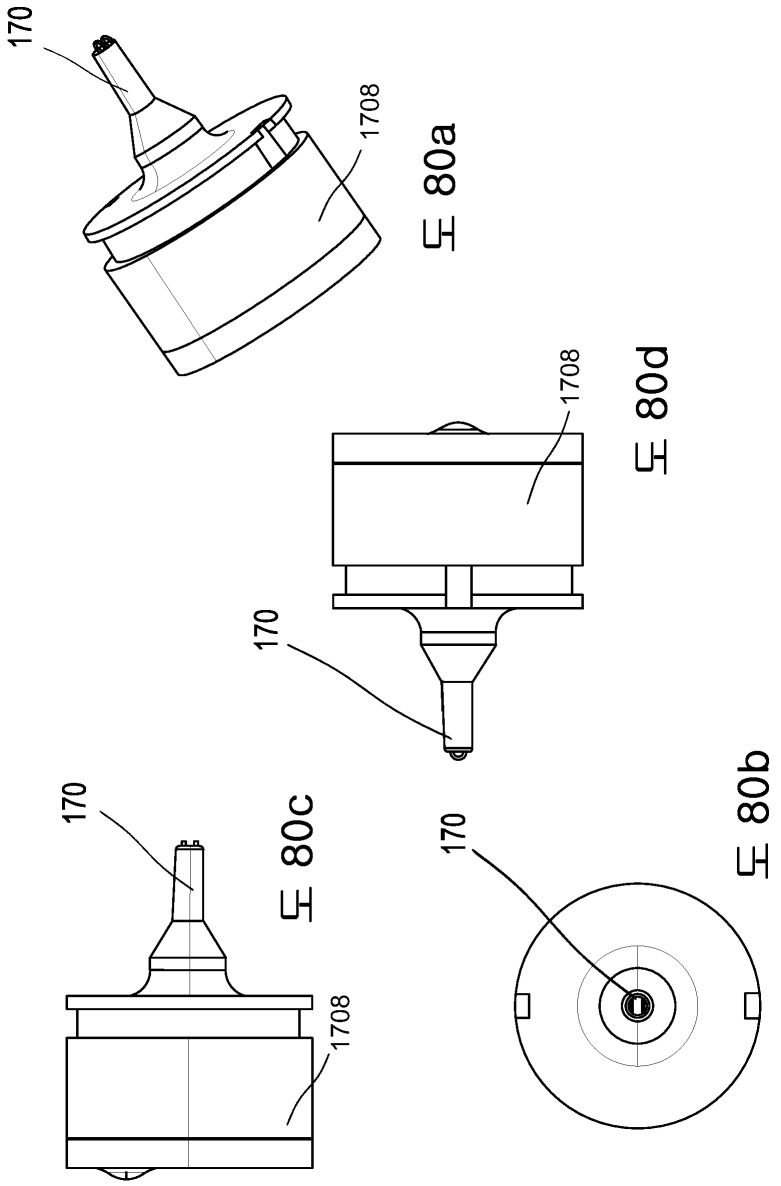


도 79b

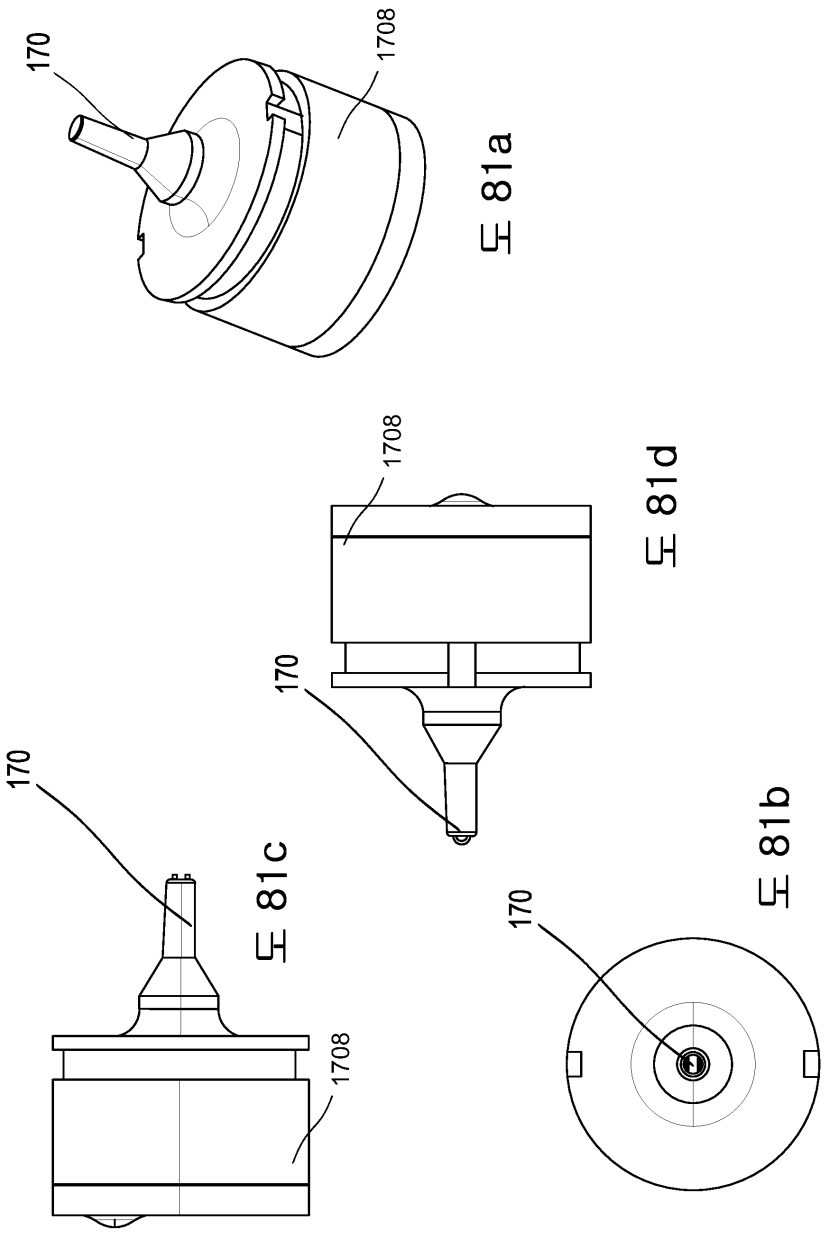


도 79c

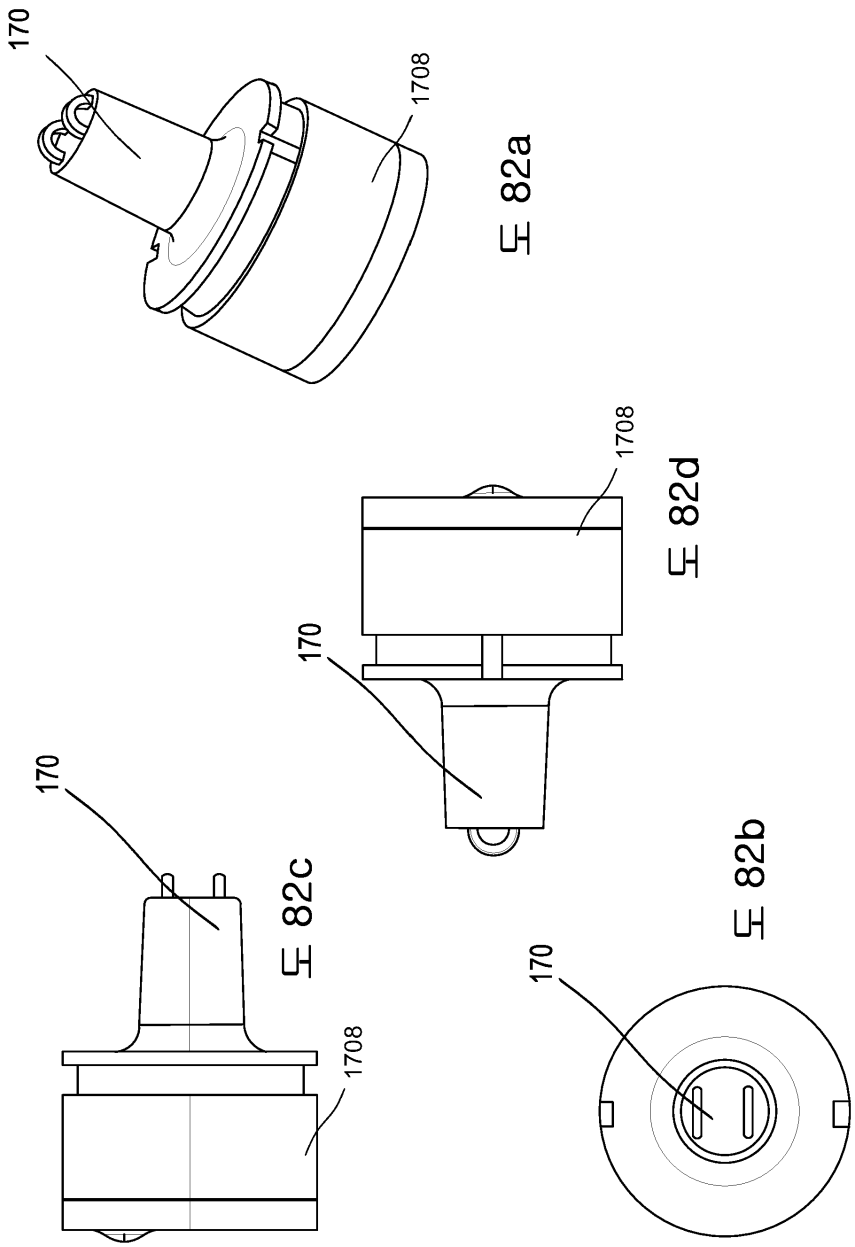
도면80



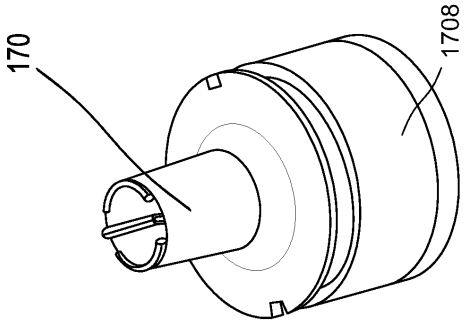
도면81



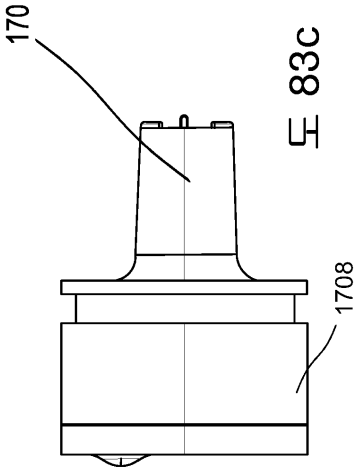
도면82



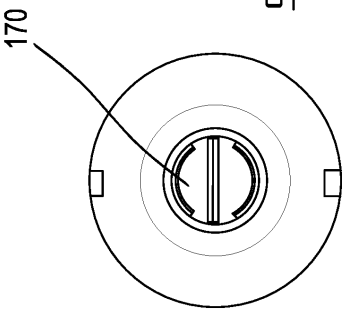
도면83



도 83a

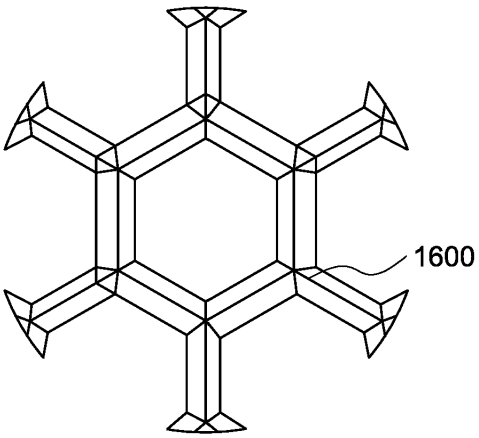


도 83c

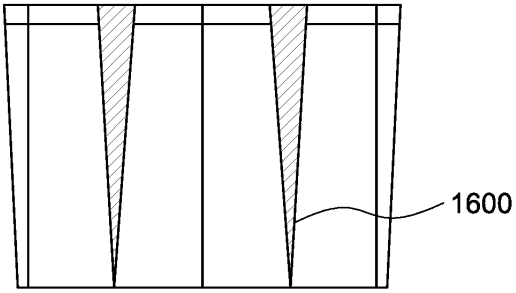


도 83b

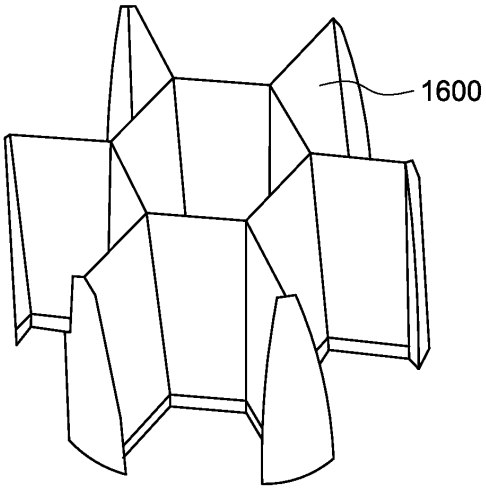
도면84a



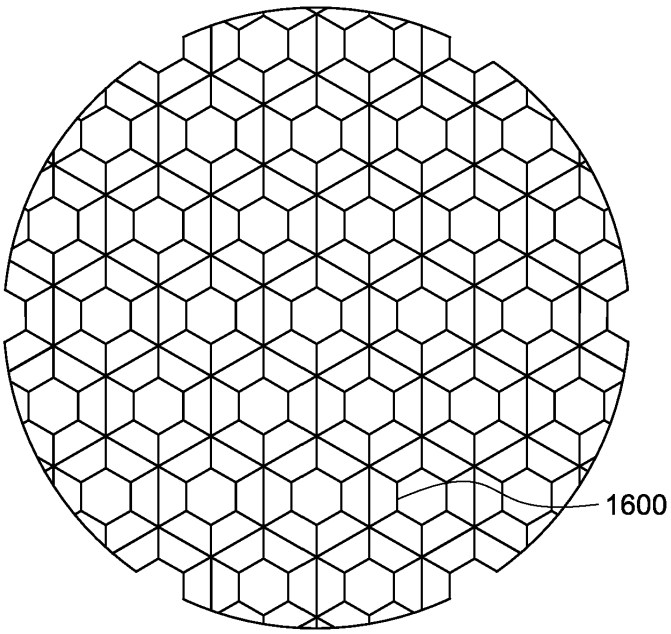
도면84b



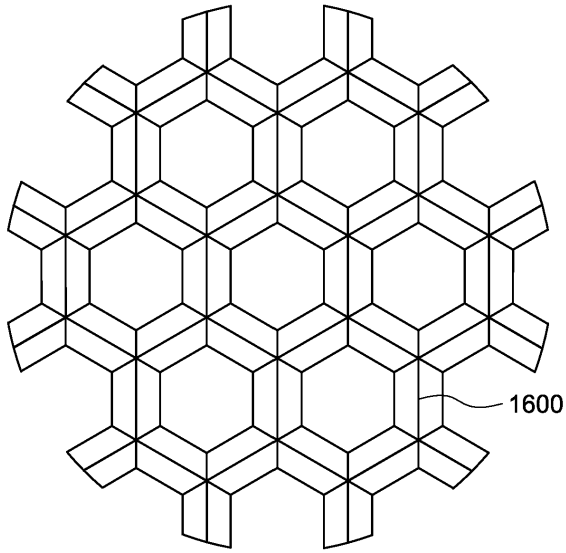
도면84c



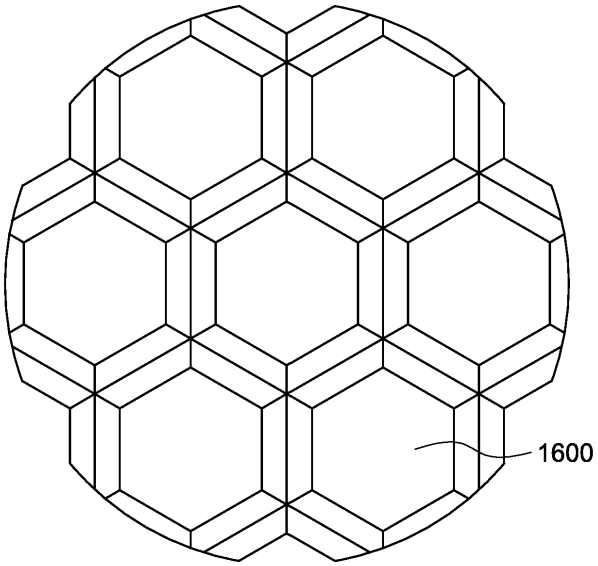
도면84d



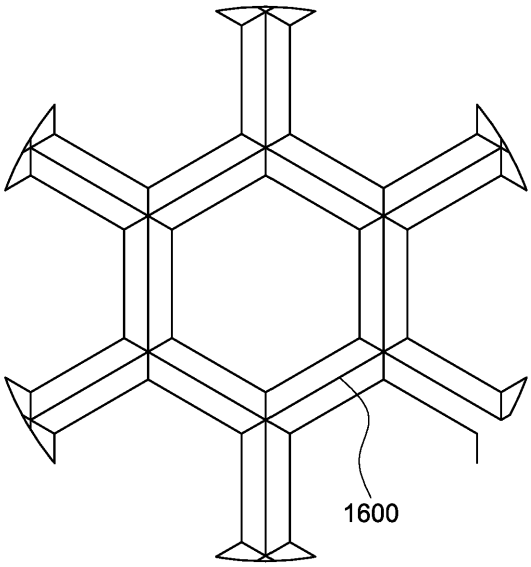
도면84e



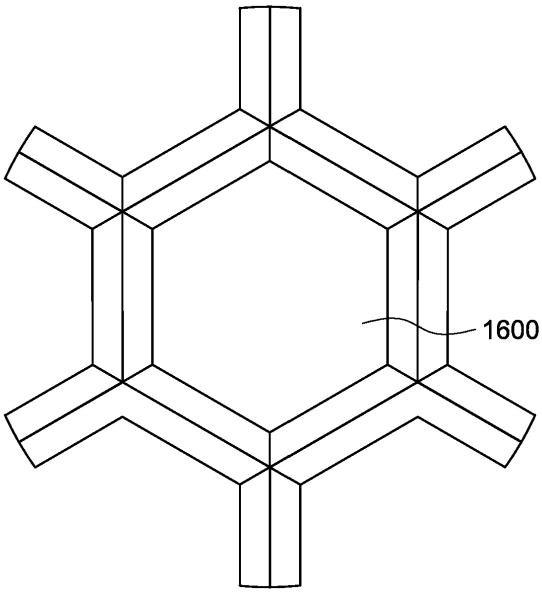
도면84f



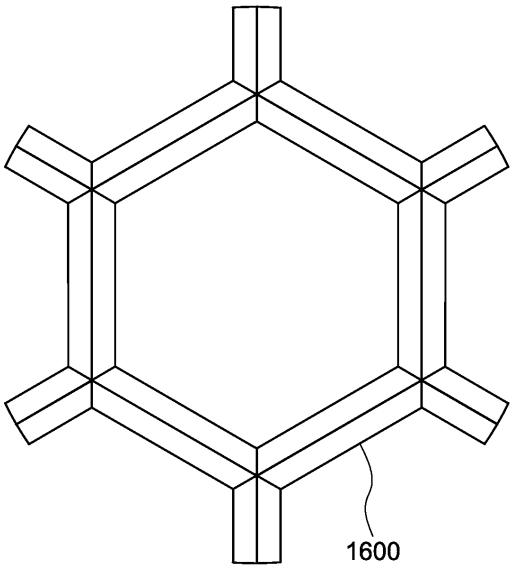
도면84g



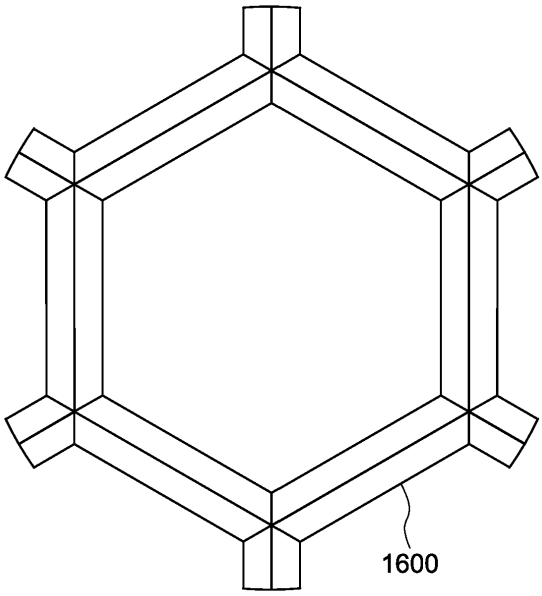
도면84h



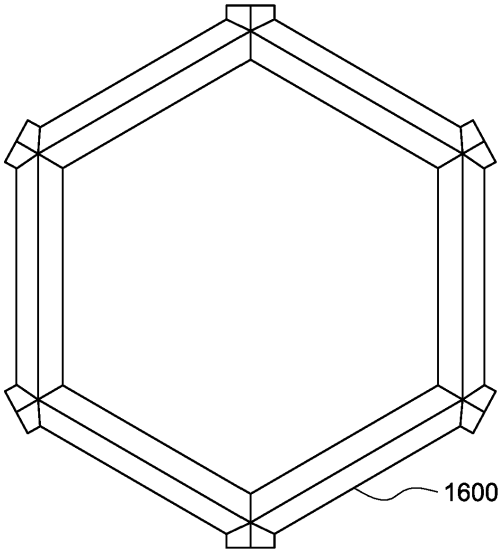
도면84i



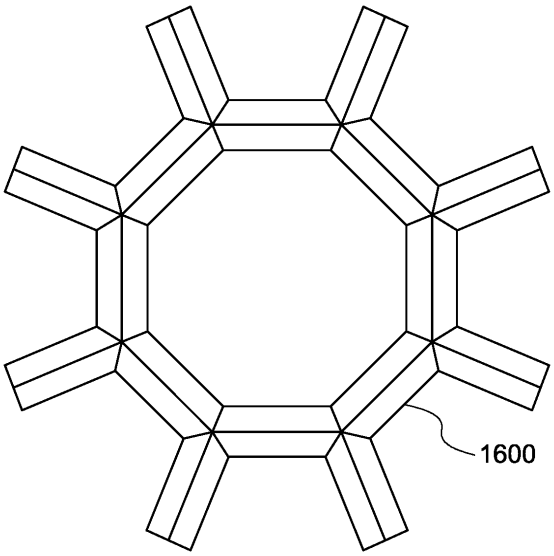
도면84j



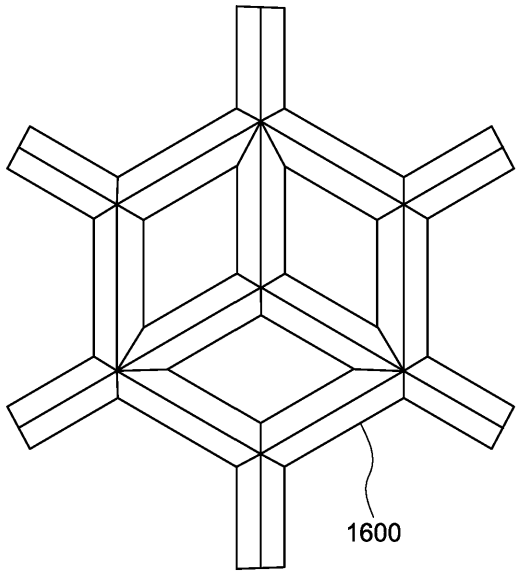
도면84k



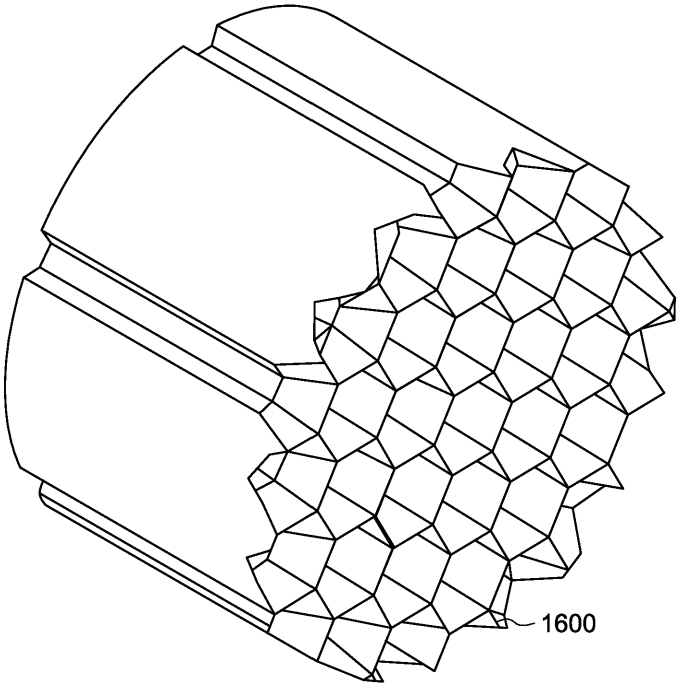
도면841



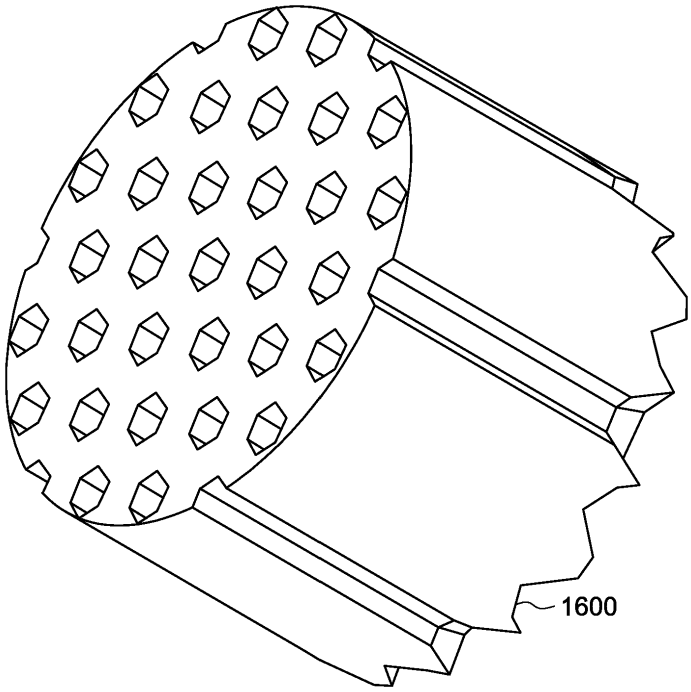
도면84m



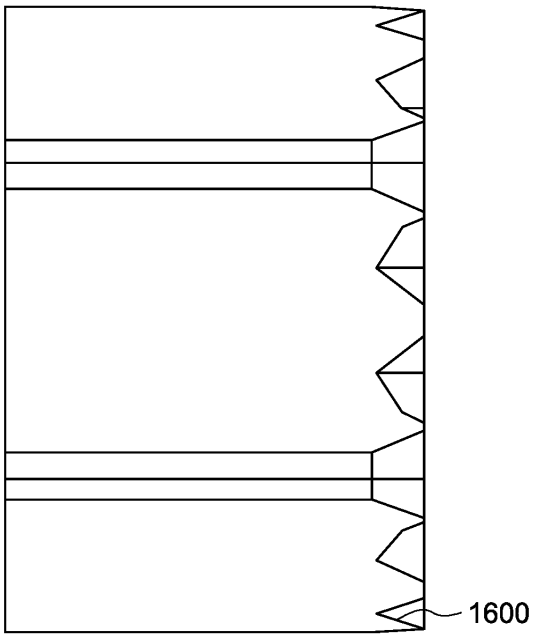
도면84n



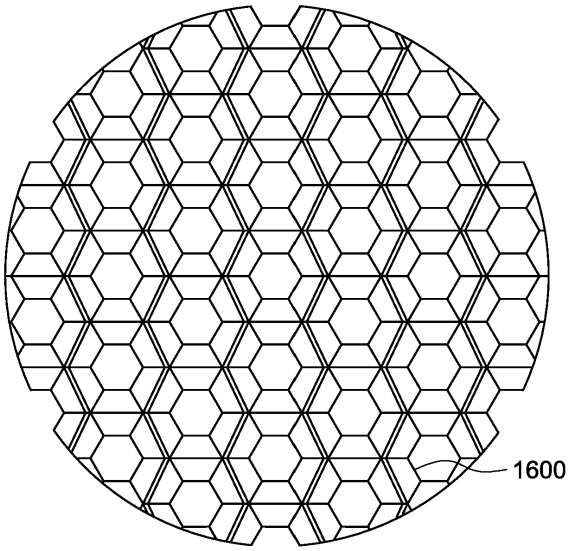
도면84o



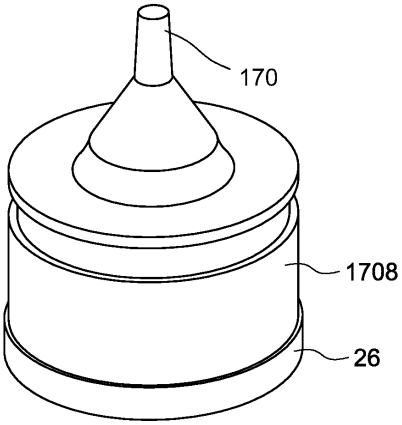
도면84p



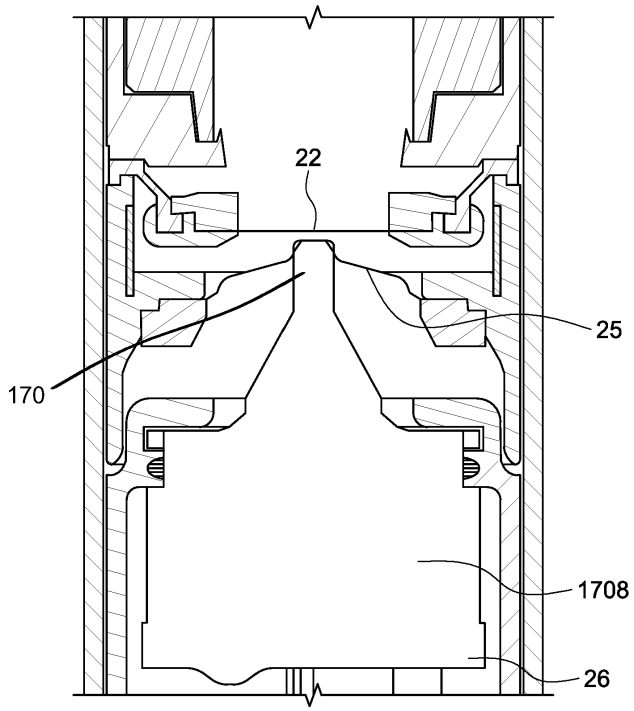
도면84q



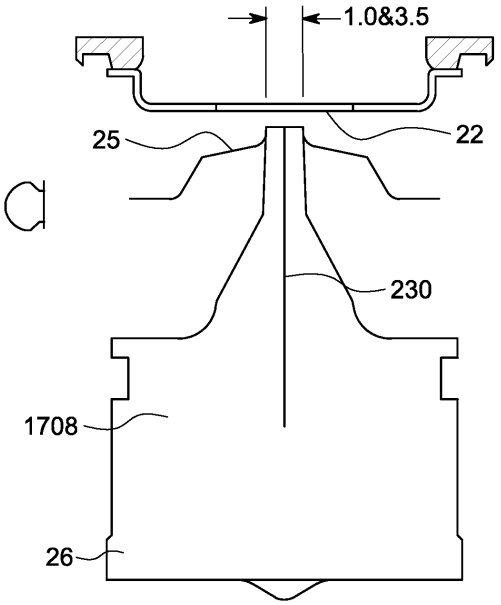
도면85a



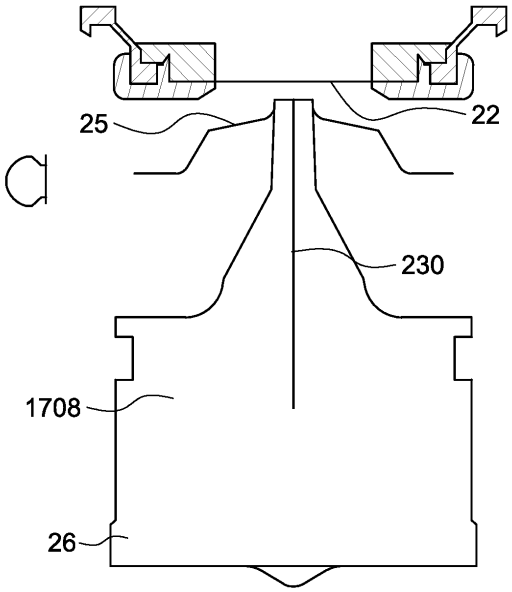
도면85b



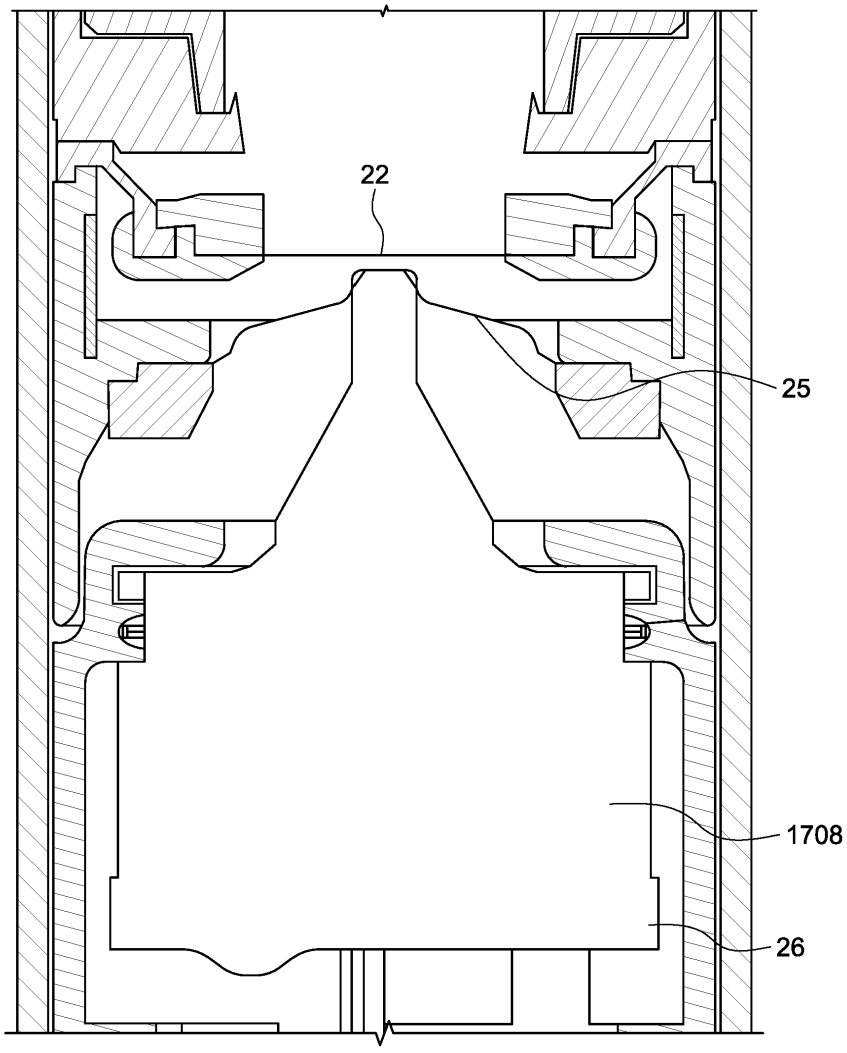
도면85c



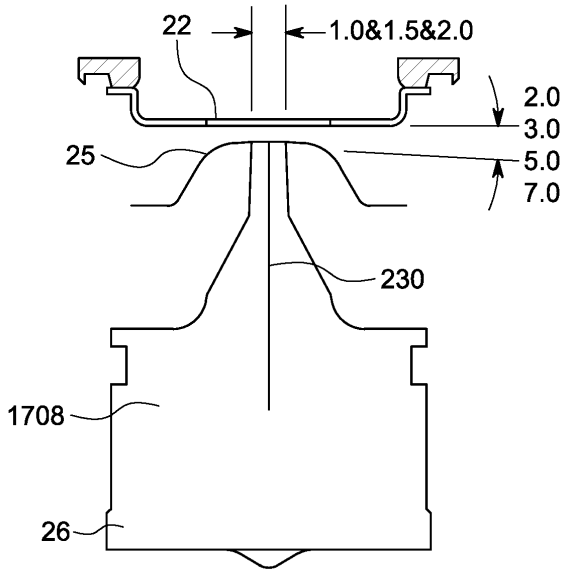
도면85d



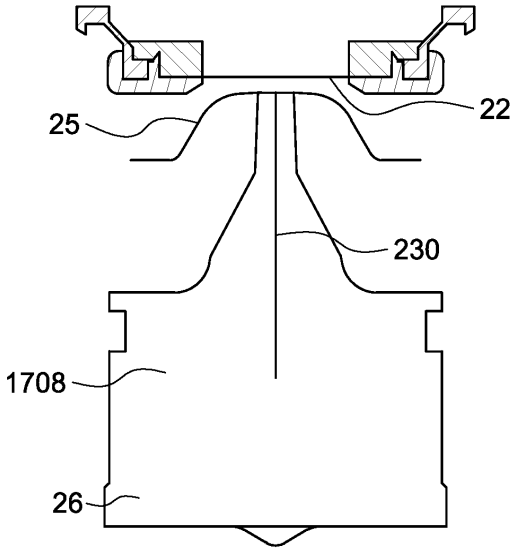
도면86a



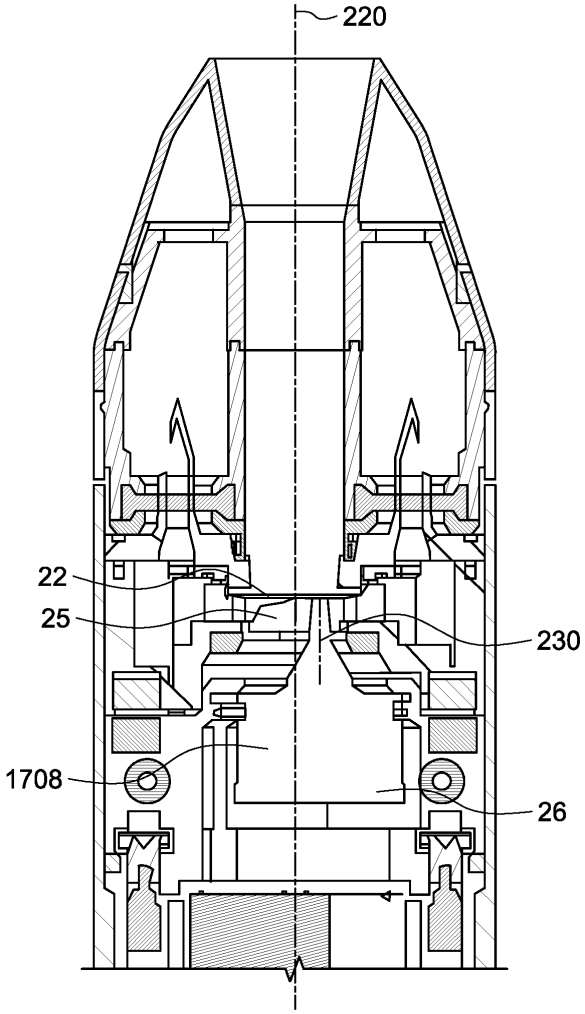
도면86b



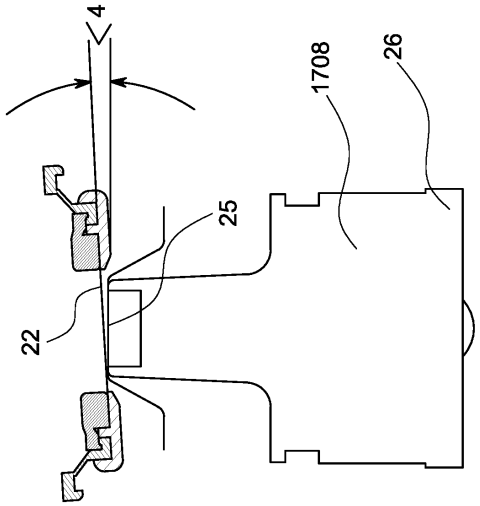
도면86c



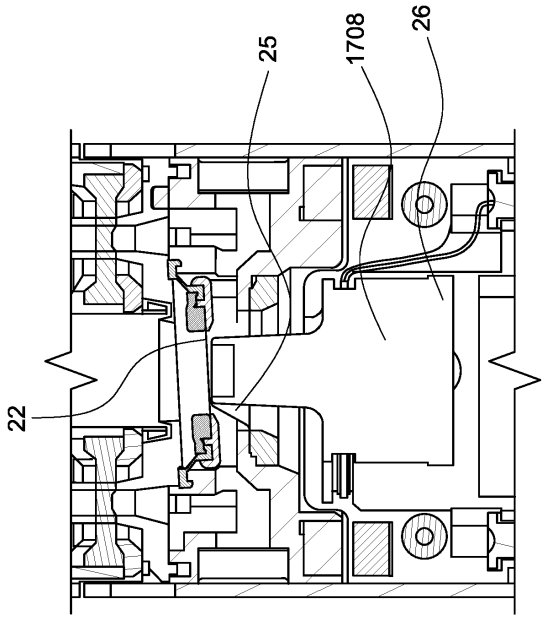
도면87



도면88

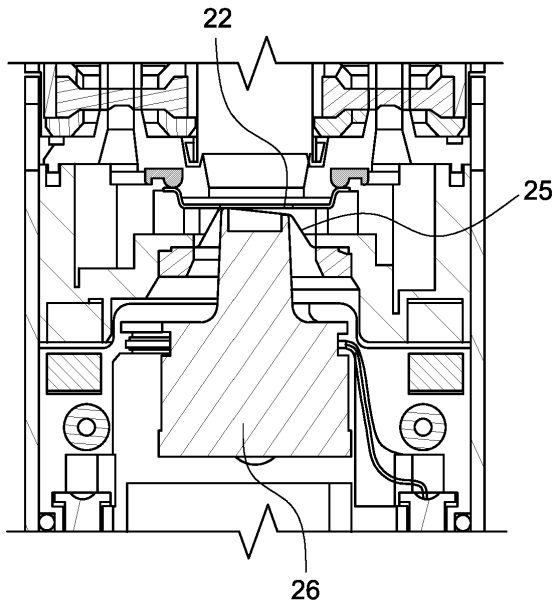


도 88b

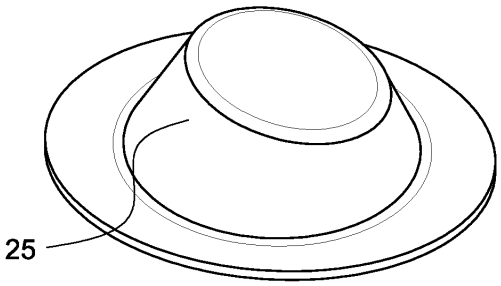


도 88a

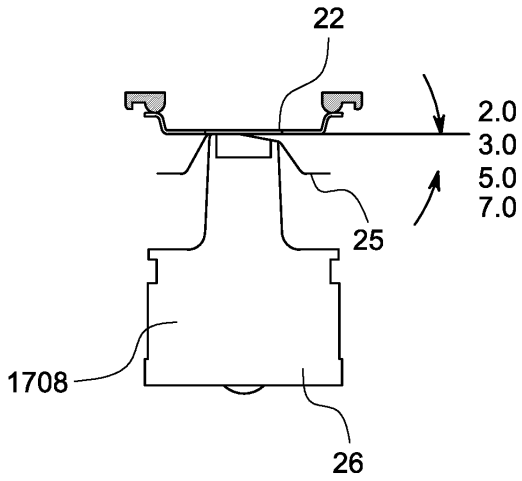
도면89a



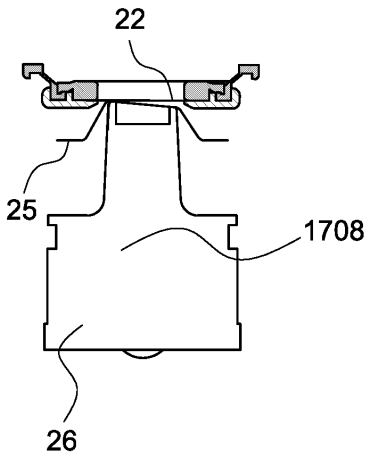
도면89b



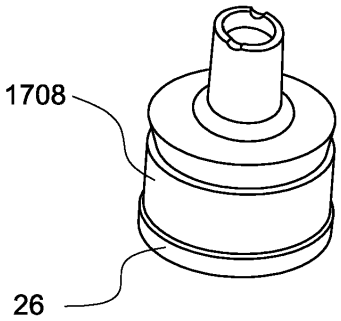
도면89c



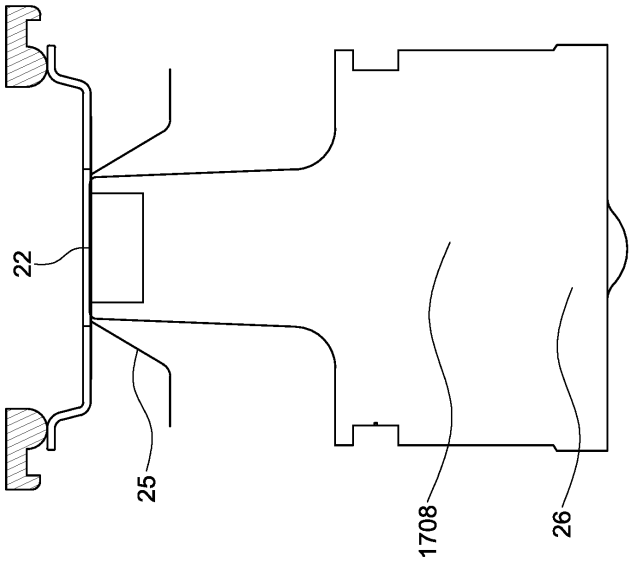
도면89d



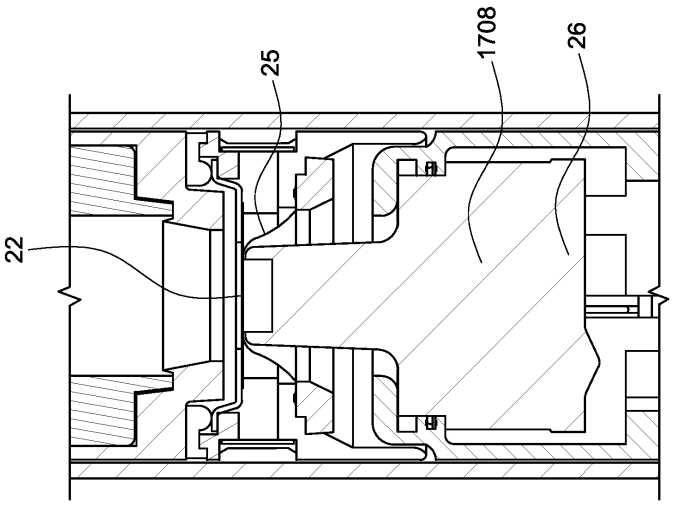
도면89e



도면90

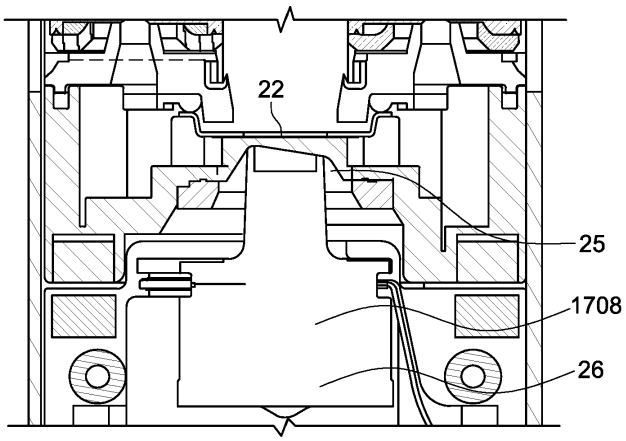


도 90b

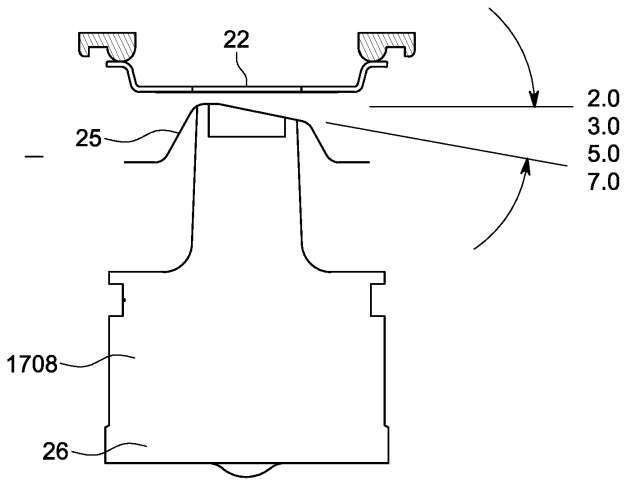


도 90a

도면91

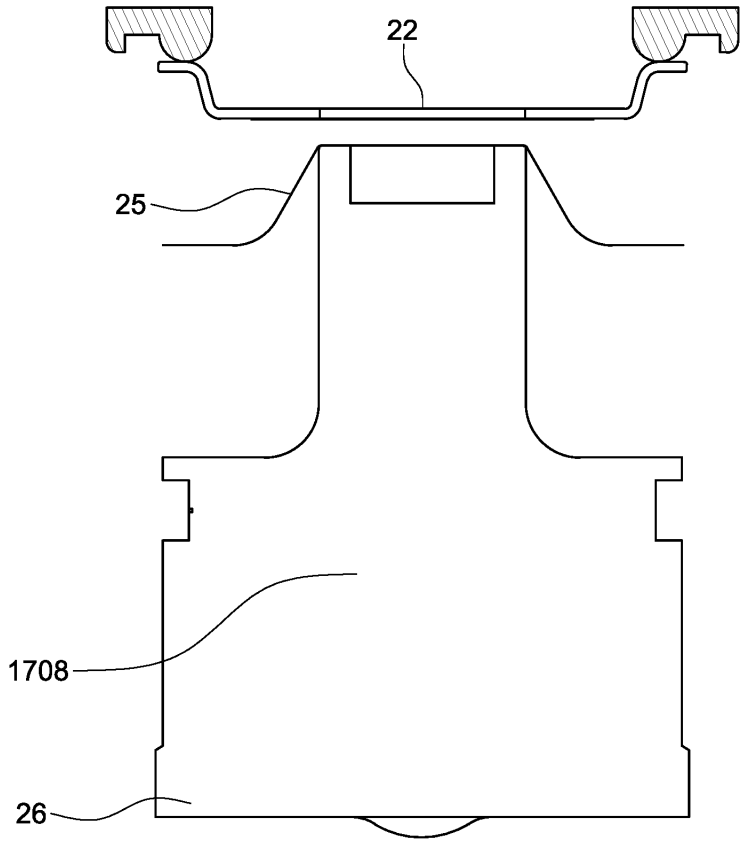


도 91a

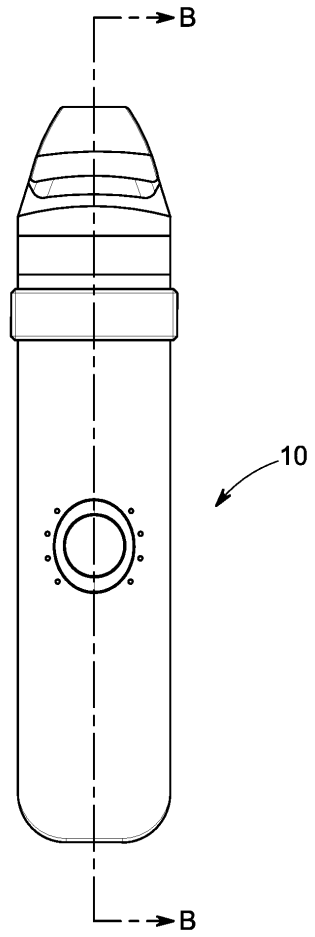


도 91b

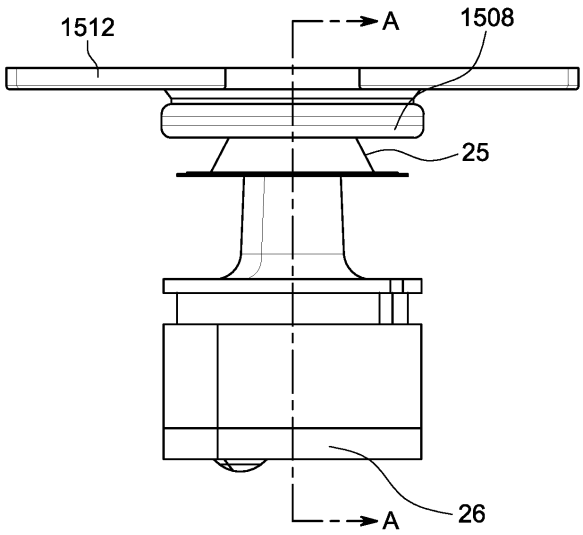
도면92



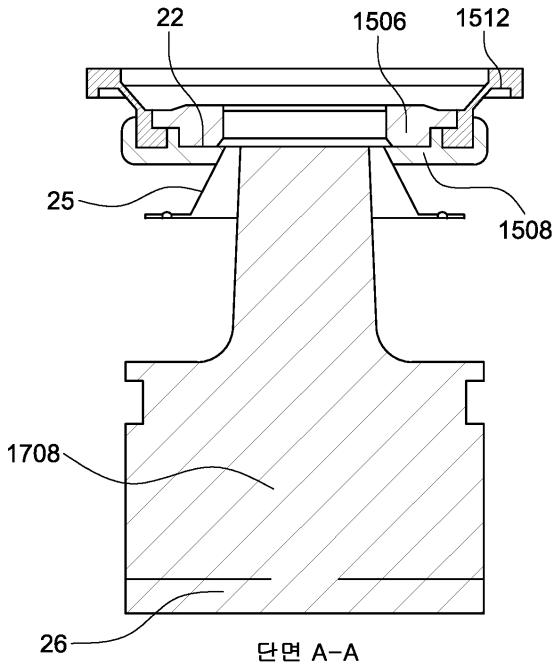
도면93a



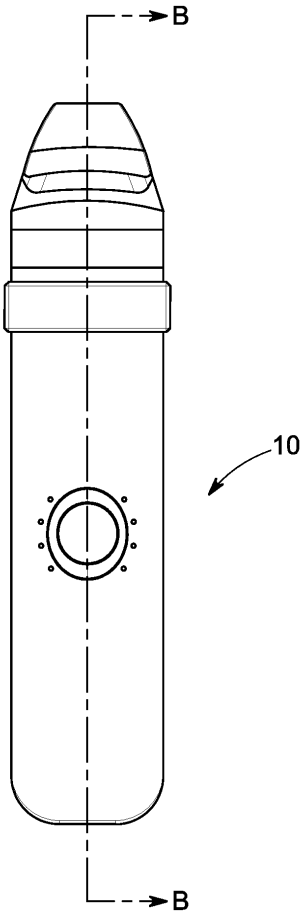
도면93b



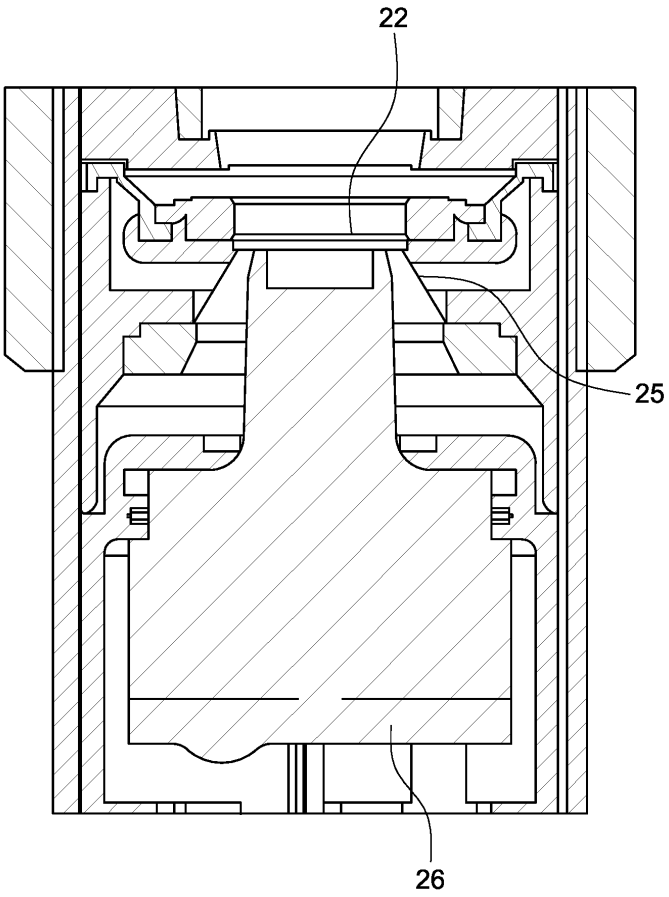
도면93c



도면94a

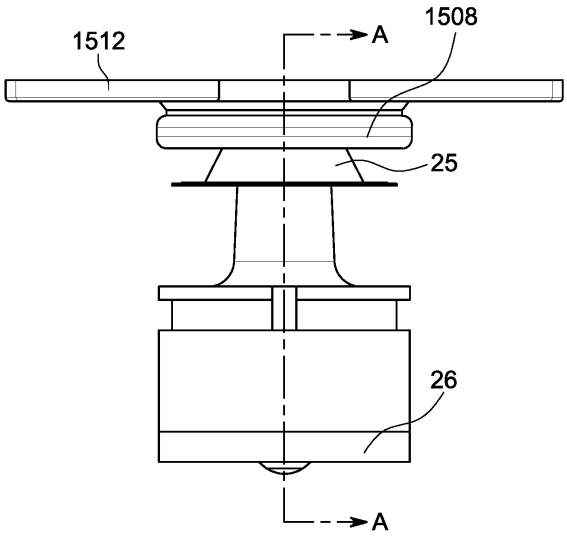


도면94b

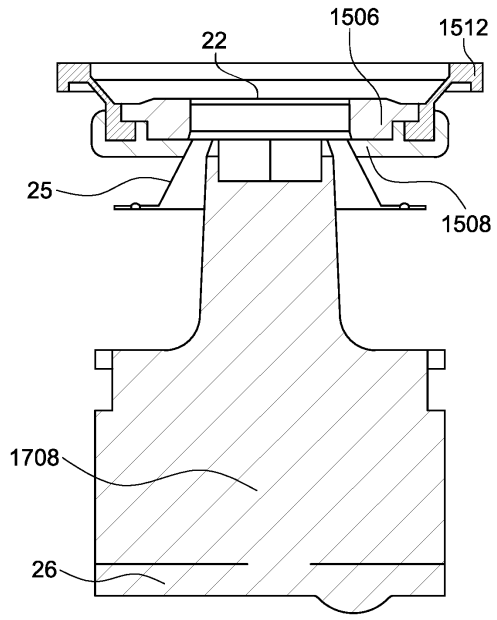


단면 B-B
스케일 4 : 1

도면94c

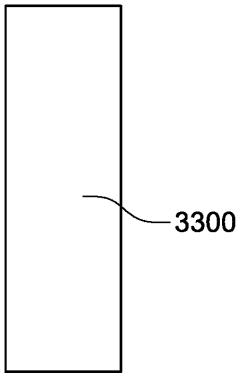


도면94d

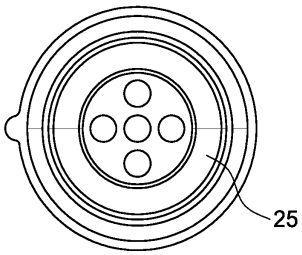


단면 A-A
스케일 4 : 1

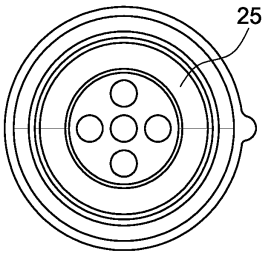
도면95



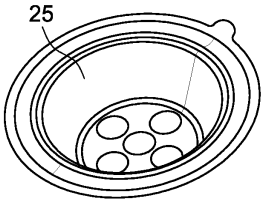
도면96



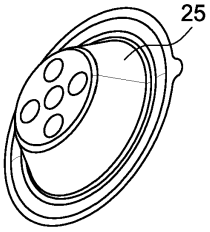
도 96a



도 96b

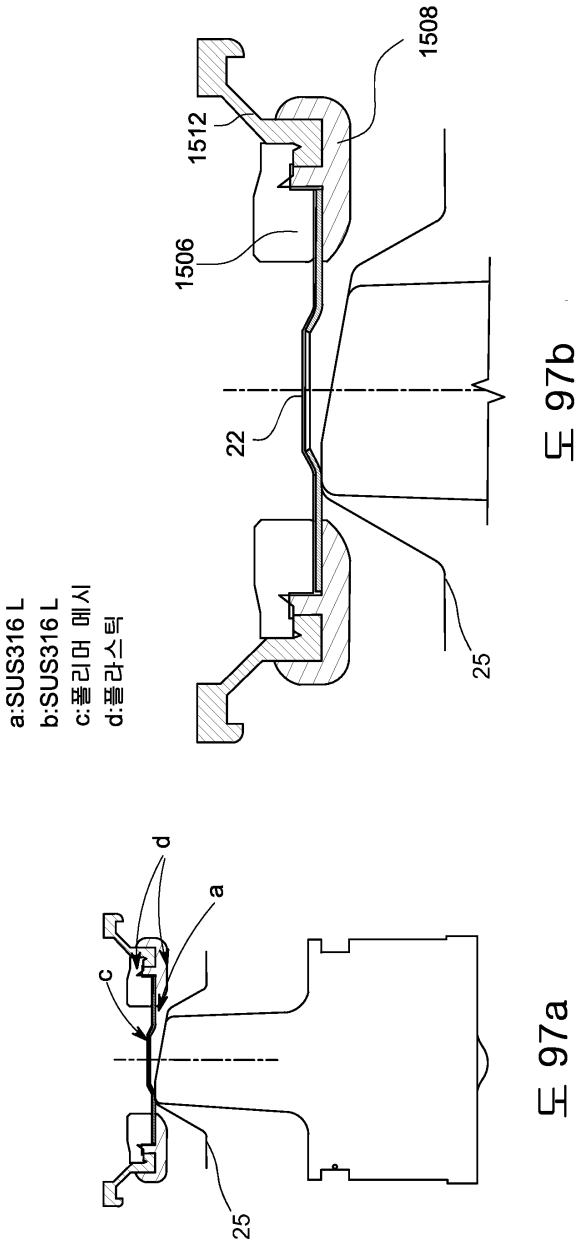


도 96c



도 96d

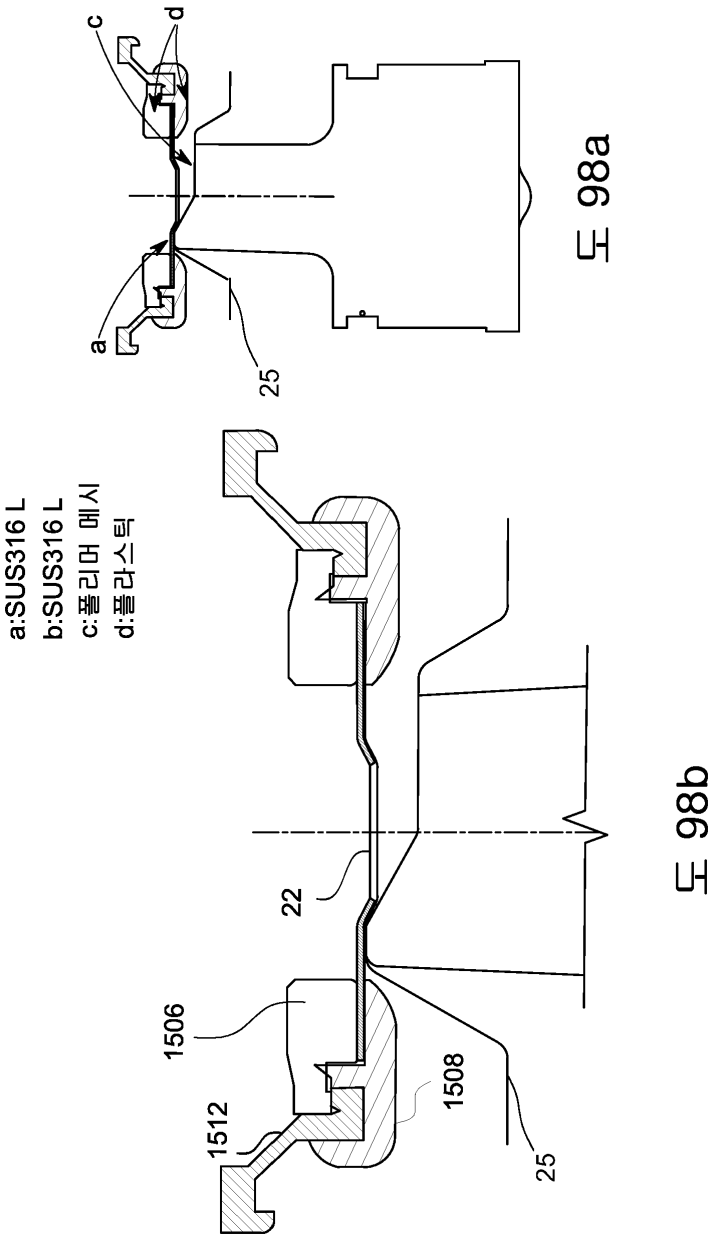
도면97



도 97b

도 97a

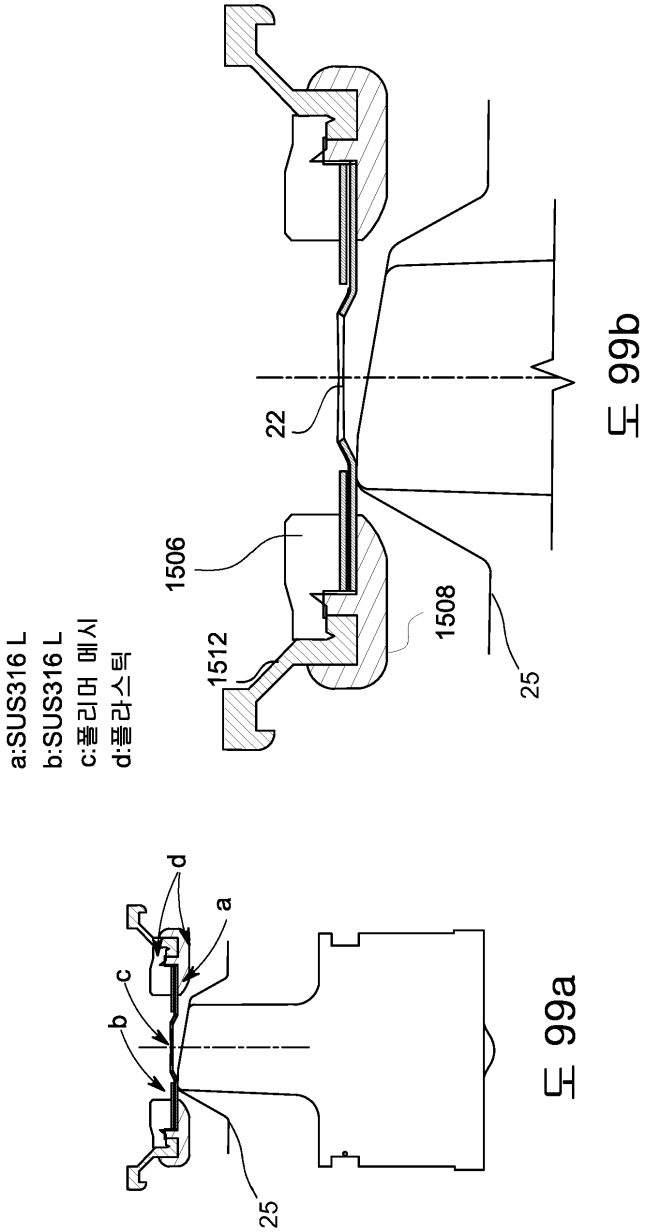
도면98



도 98a

도 98b

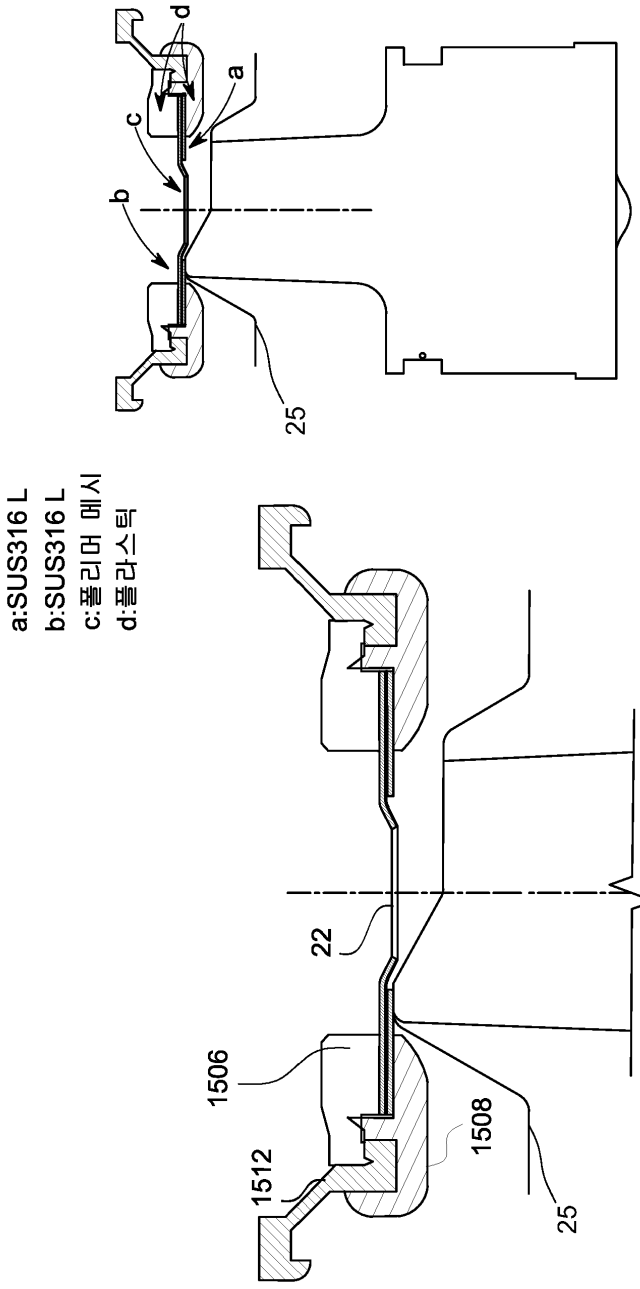
도면99



도 99b

도 99a

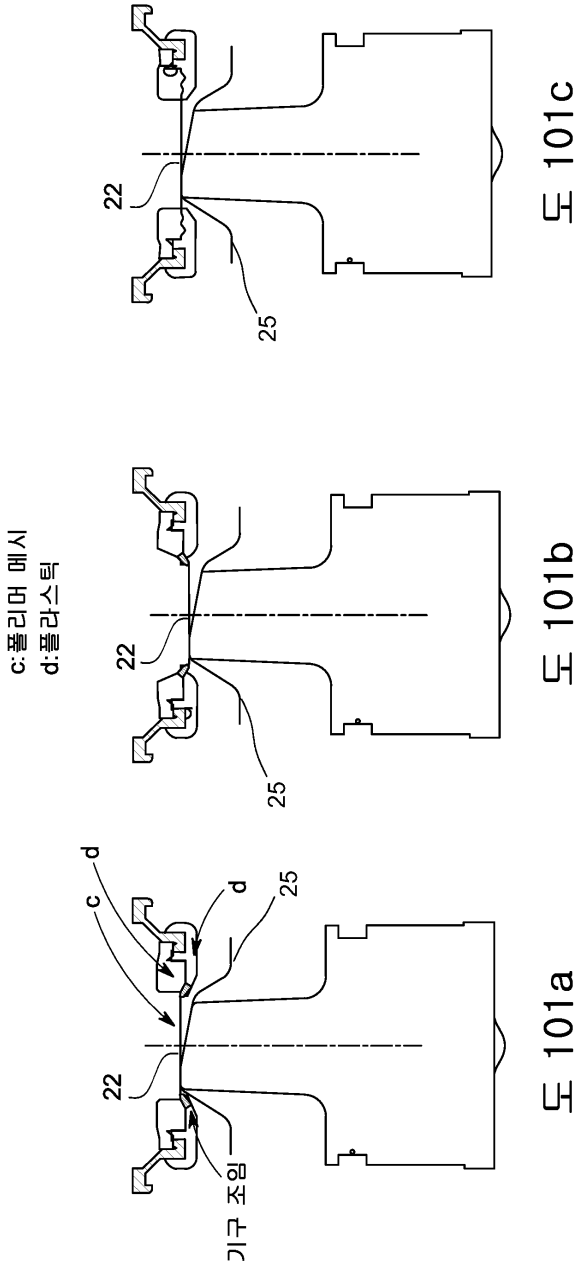
도면100



도 100a

도 100b

도면101

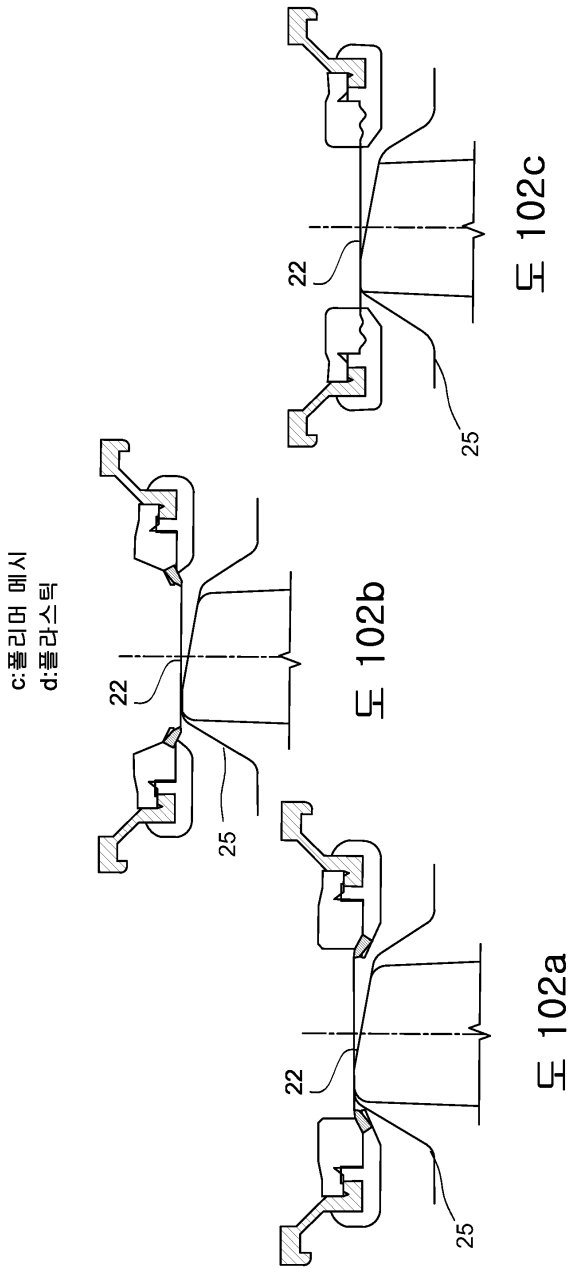


도 101c

도 101b

도 101a

도면102

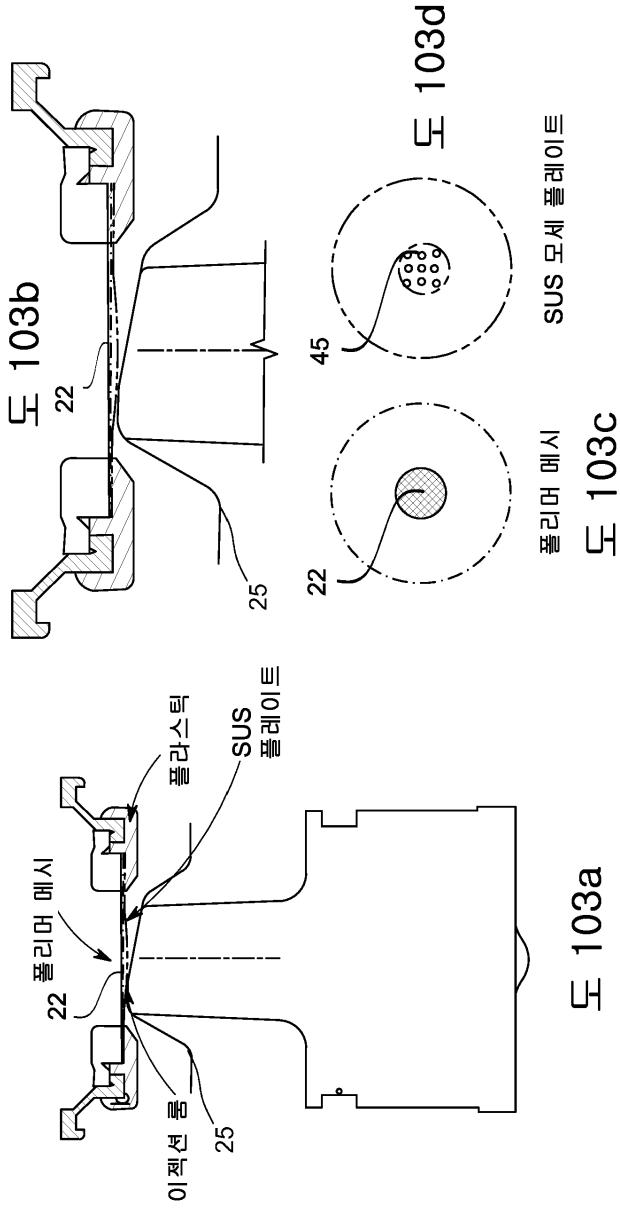


도 102a

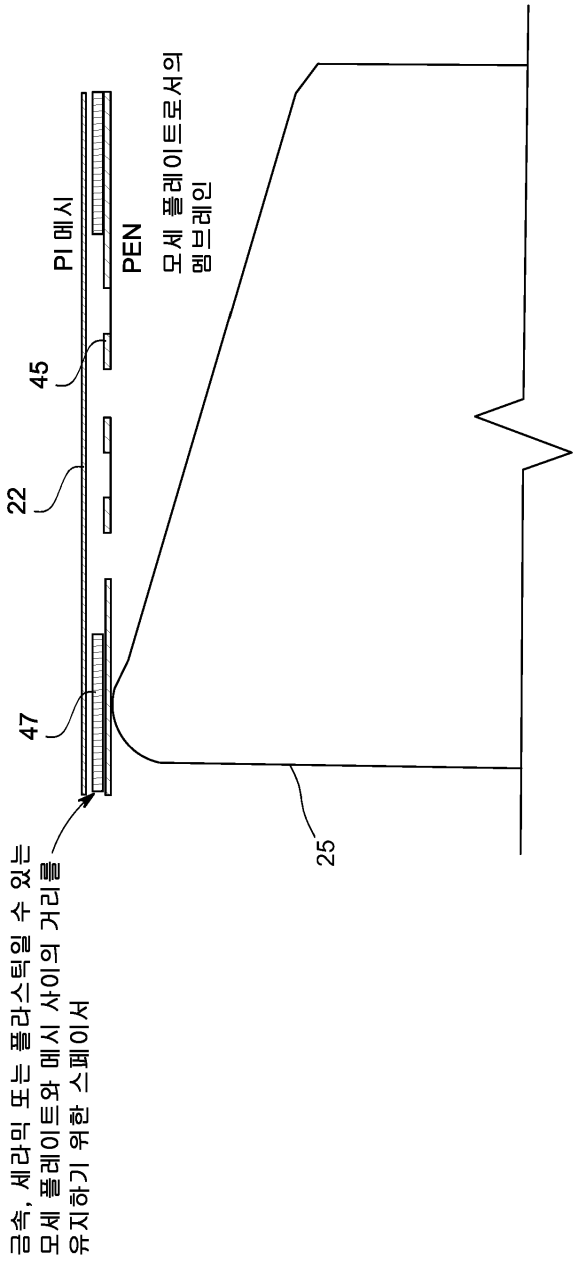
도 102b

도 102c

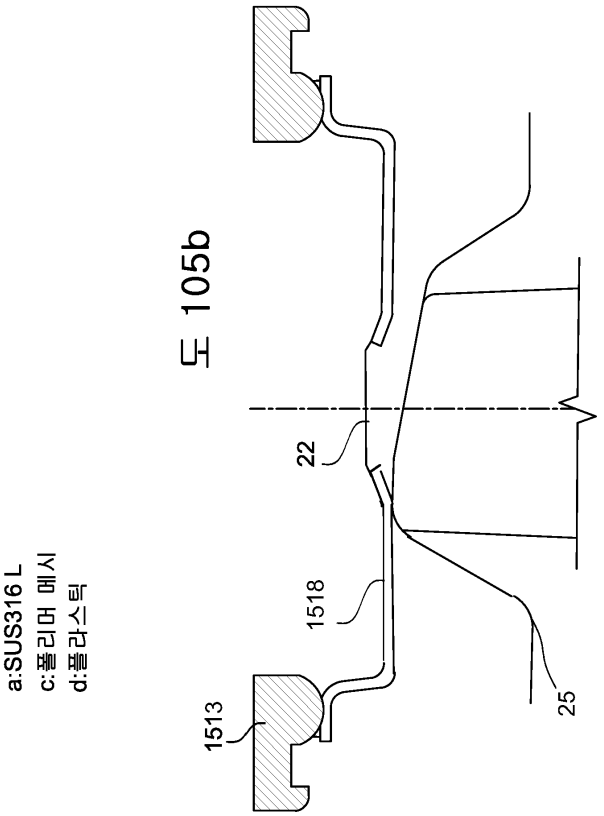
도면103


도 103b
22
25
45
SUS 모세 플레이트
도 103d
폴리머 메시
22
도 103c
폴리머 메시
22
플라스틱
SUS
플레이트
이젝션 홀
25
도 103a

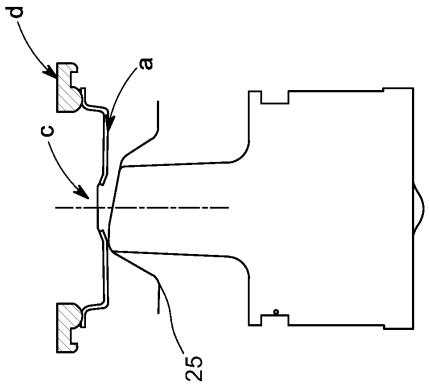
도면104


금속, 세라믹 또는 플라스틱일 수 있는
모세 플레이트와 메시 사이의 거리를
유지하기 위한 스페이서
47
22
45
PI 메시
PEN
모세 플레이트로서의
멤브레인
25

도면105

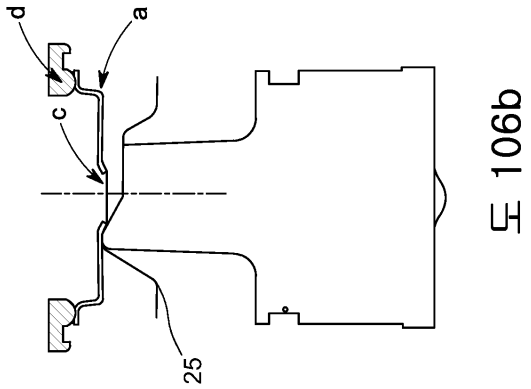


도 105b



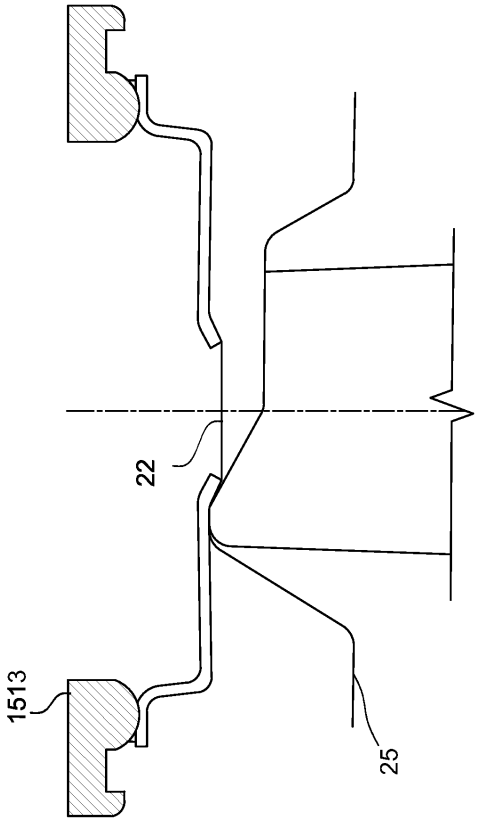
도 105a

도면106



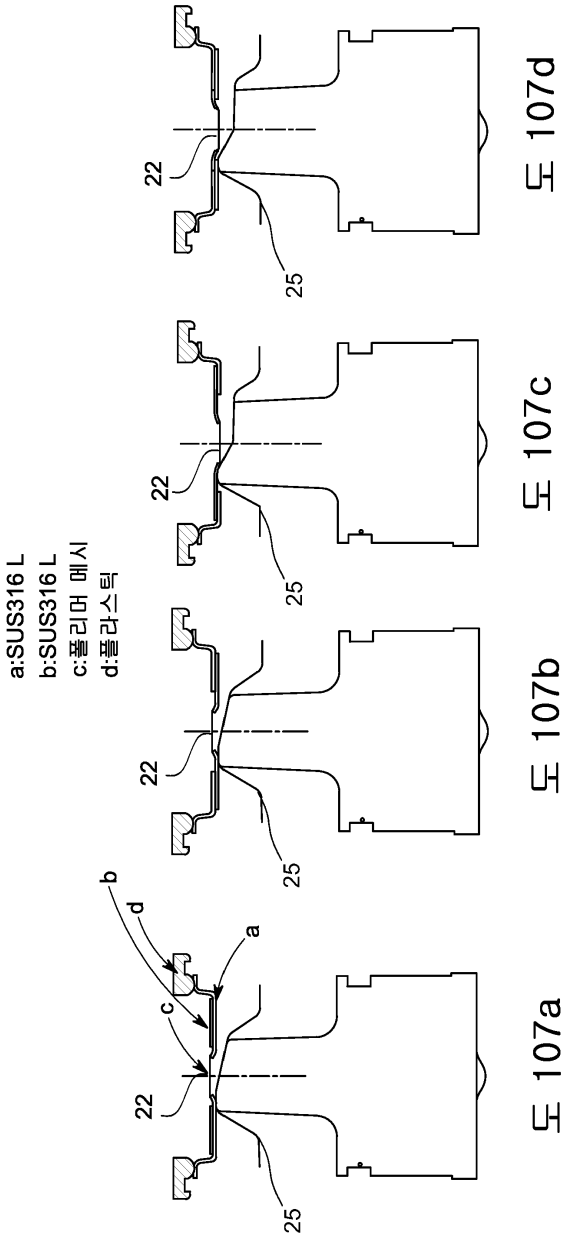
도 106b

a:SUS316 L
c:폴리머 메시
d:폴라스틱

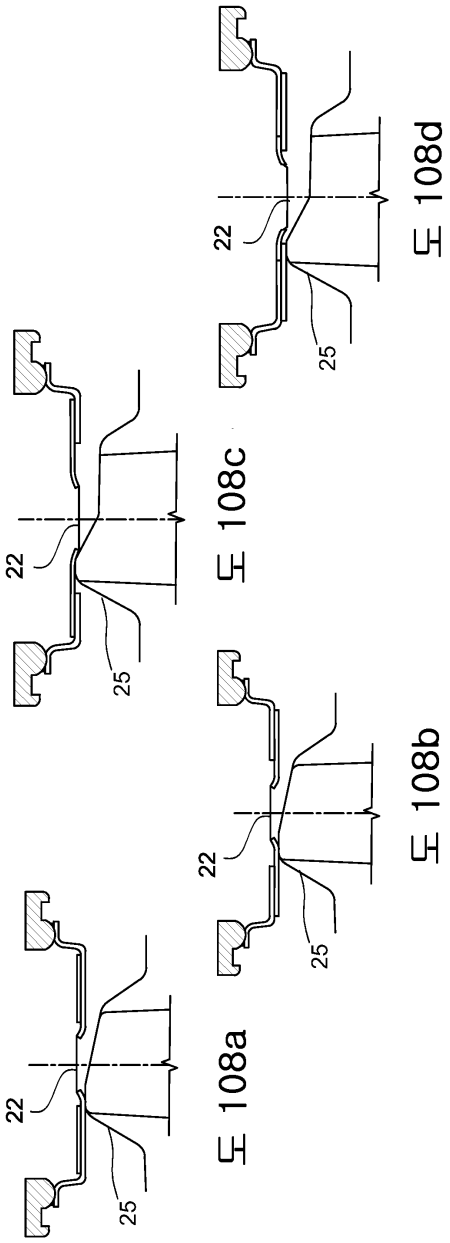


도 106a

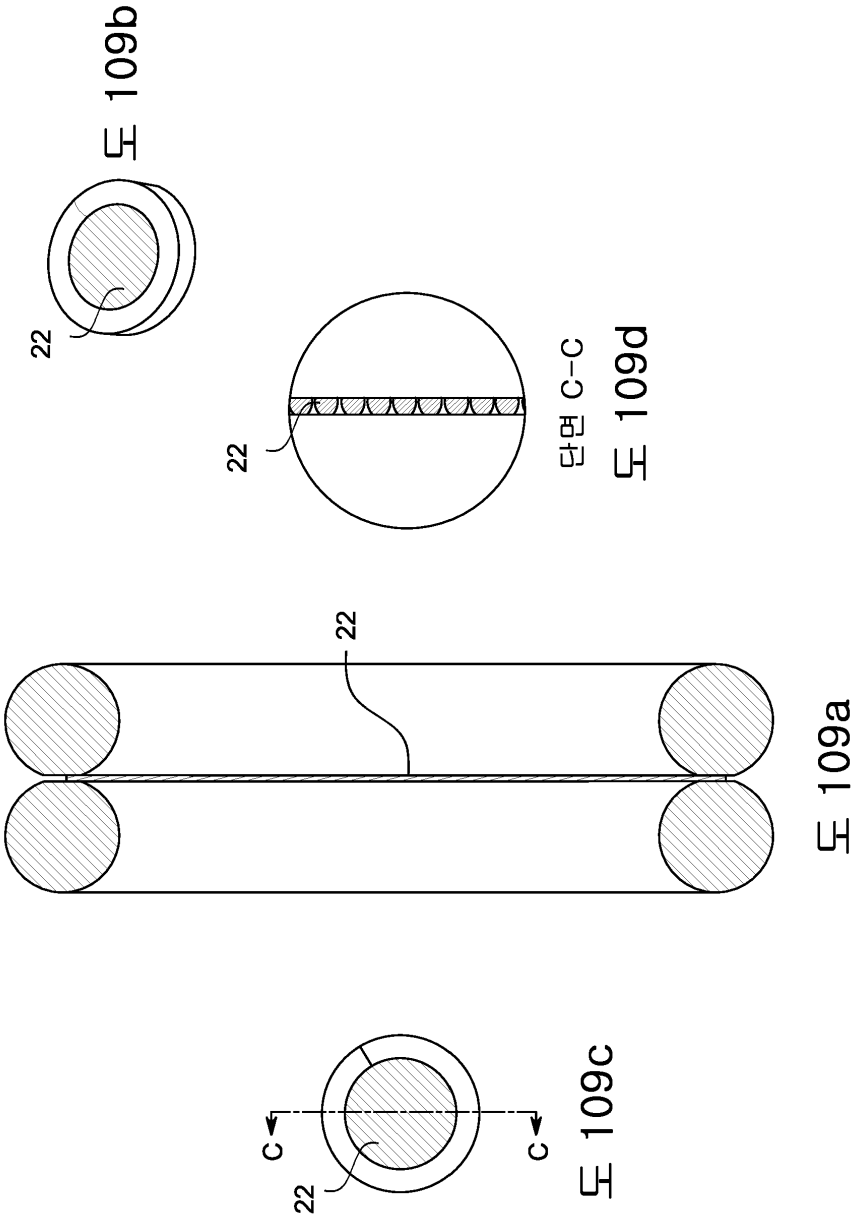
도면107


a:SUS316 L
b:SUS316 L
c:폴리머 메시
d:플라스틱
22
25
a
b
c
d
도 107a
도 107b
도 107c
도 107d

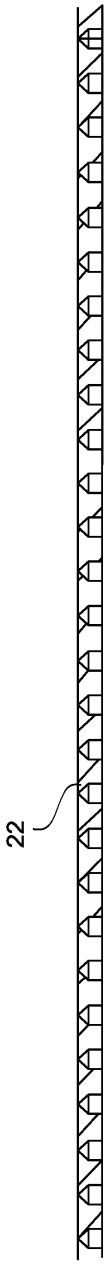
도면108



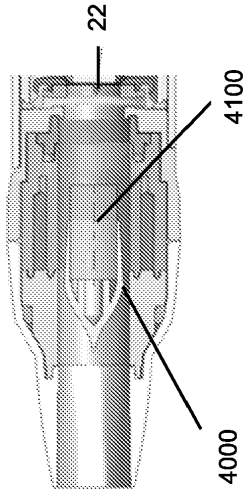
도면109



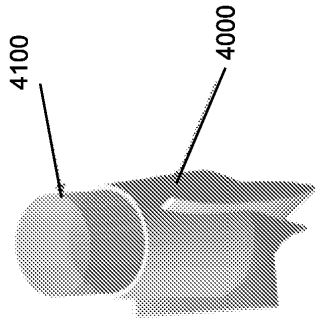
도면110



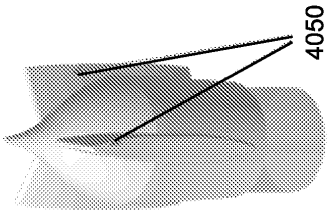
도면111



도 111c

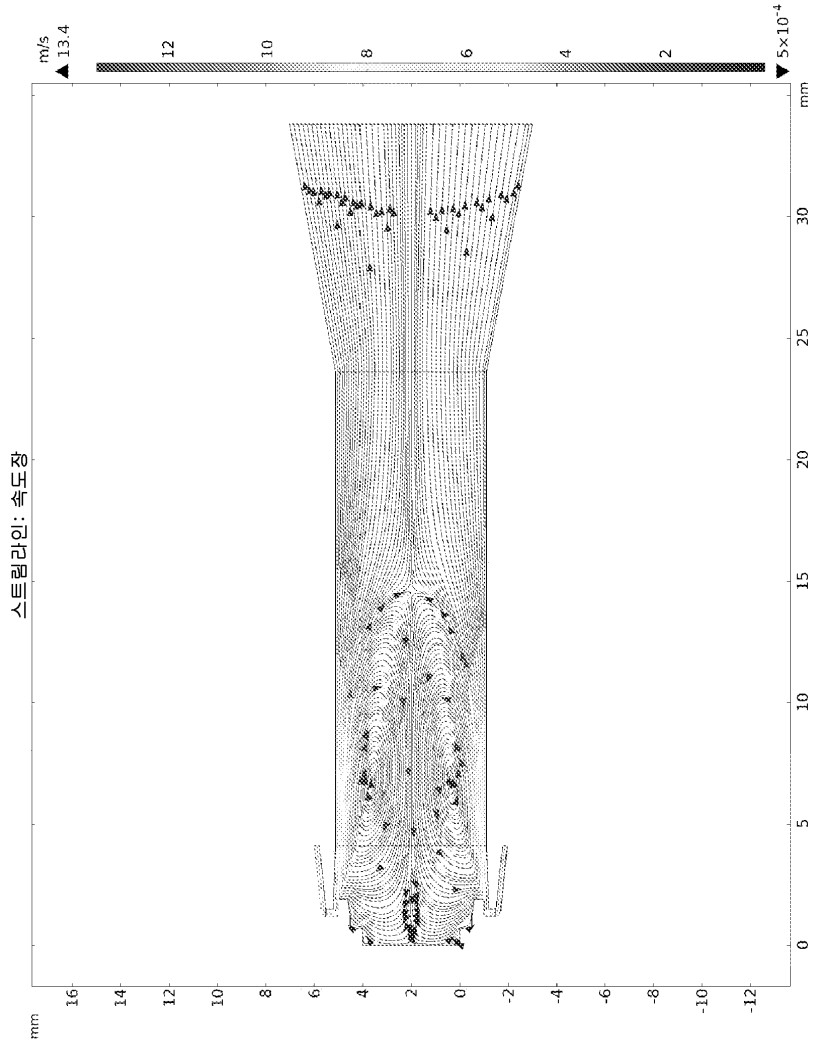


도 111b

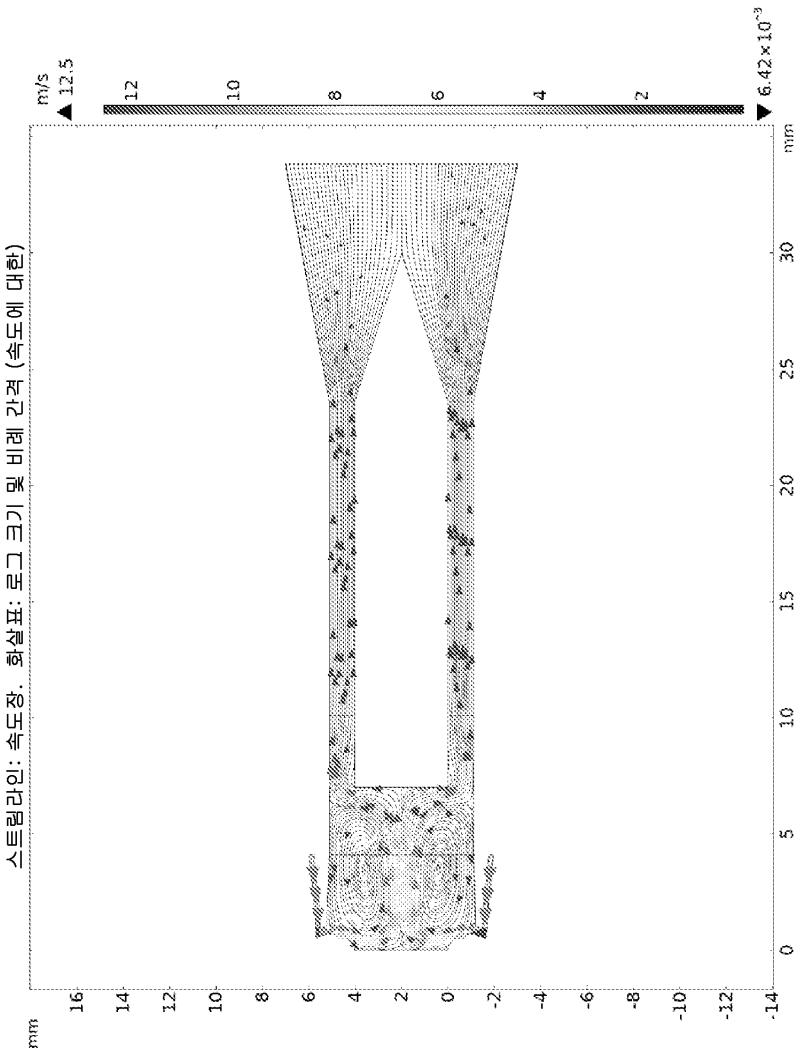


도 111a

도면112



도면113


스트림라인: 속도장. 화살표: 로그 크기 및 비례 간격 (속도에 대한)
m/s
12.5
12
10
8
6
4
2
6.42×10⁻³
mm
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
mm
0
5
10
15
20
25
30

도면114

