(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년02월20일
(11) 등록번호 10-1949907
(24) 등록일자 2019년02월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*A61M 1/10* (2006.01) *A61M 1/12* (2006.01)
*A61M 1/16* (2006.01) *F04B 43/06* (2006.01)
*F04B 43/073* (2006.01) *F17D 3/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
*A61M 1/1037* (2019.01)
*A61M 1/12* (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-7020851(분할)
(22) 출원일자(국제) 2008년02월26일
심사청구일자 2018년08월20일
(85) 번역문제출일자 2018년07월19일
(65) 공개번호 10-2018-0085073
(43) 공개일자 2018년07월25일
(62) 원출원 특허 10-2018-7007241
원출원일자(국제) 2008년02월26일
심사청구일자 2018년04월12일
(86) 국제출원번호 PCT/US2008/055000
(87) 국제공개번호 WO 2008/106440
국제공개일자 2008년09월04일
(30) 우선권주장
60/904,024 2007년02월27일 미국(US)
*(뒷면에 계속)*
(56) 선행기술조사문헌
US20050069425 A1
JP2006512138 A
JP2001513404 A

(73) 특허권자
**데카 프로덕츠 리미티드 파트너쉽**
미국 뉴햄프셔주 03101 맨체스터 커머셜 스트리트 340
(72) 발명자
**디머스 제이슨 에이.**
미국 03104 뉴햄프셔주 맨체스터 노스 베이 스트리트 387
**윌트 마이클 제이.**
미국 03087 뉴햄프셔주 윈드햄 캐스트크 힐 로드 136
*(뒷면에 계속)*
(74) 대리인
**양영준**

전체 청구항 수 : 총 19 항 심사관 : 현승훈

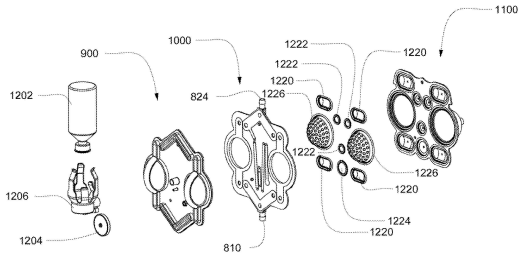
(54) 발명의 명칭 **유체-밸런싱 카세트**

## (57) 요 약

본 발명은 펌프 카세트에 관한 것이다. 펌프 카세트는 적어도 하나의 유체 입구 라인과 적어도 하나의 유체 출구 라인을 포함하는 하우징을 포함한다. 카세트는 또한 하우징 내의 적어도 하나의 왕복식 압력 변위 멤브레인 펌프(820)를 포함한다. 압력 펌프는 유체를 상기 유체 입구 라인으로부터 상기 유체 출구 라인으로 펌핑한다.

(뒷면에 계속)

## 대 표 도



하우징 상의 중공의 스파이크(902)와 적어도 하나의 계량 펌프(830)가 또한 포함된다. 계량 펌프(830)는 상기 하우징 상의 상기 중공 스파이크(902)와 계량 펌프 유체 라인에 유체 연결된다. 계량 펌프 유체 라인은 상기 유체 출구 라인에 유체 연결된다.

(52) CPC특허분류
*A61M 1/16* (2013.01)
*A61M 1/1639* (2015.01)
*A61M 1/1656* (2013.01)
*F04B 43/06* (2013.01)
*F04B 43/073* (2013.01)
*F17D 3/00* (2013.01)

(72) 발명자
**그랜트 케빈 엘.**
미국 03052 뉴햄프셔주 리치필드 버제스 드라이브 12
**데일 제임스 디.**
미국 03062 뉴햄프셔주 내슈아 화이트 플레인스 드라이브37
**트래이시 브라이언**
미국 03052 뉴햄프셔주 리치필드 탈렌트 로드 151

(30) 우선권주장
60/921,314 2007년04월02일 미국(US)
11/871,680 2007년10월12일 미국(US)

# 명 세 서

## 청구범위

### 청구항 1

유체-밸런싱 카세트이며,

제1 및 제2 유체-밸런싱 포드로서, 각 포드는 가요성 멤브레인에 의해 대향하는 제2 포트로부터 분리된 제1 포트를 가지고, 가요성 멤브레인은 유체-밸런싱 포드를 가변 체적 제1 및 제2 챔버로 분할하고, 유체-밸런싱 포드의 총 유체 체적은 제1 및 제2 챔버의 체적의 합인, 유체 밸런싱 포드;

제1 및 제2 다이어프램 펌프로서, 제1 다이어프램 펌프의 출구는 제1 유체-밸런싱 포드의 제2 포트에 대한 밸브식 연결부를 갖고, 제2 다이어프램 펌프의 출구는 제2 유체-밸런싱 포드의 제2 포트에 대한 밸브식 연결부를 가지며, 각 다이어프램 펌프의 전체 행정 체적은 해당 다이어프램 펌프가 연결된 유체-밸런싱 포드의 총 유체 체적과 일치하는, 제1 및 제2 다이어프램 펌프;

카세트의 제1 입구를 카세트의 제1 출구에 연결하는 제1 유체 유동 경로로서, 제1 유체 유동 경로는 제1 유체-밸런싱 포드의 제1 포트 및 제2 유체-밸런싱 포드의 제1 포트에 대한 별개의 밸브식 연결부를 가지는, 제1 유체 유동 경로; 및

카세트의 제2 입구를 카세트의 제2 출구에 연결하는 제2 유체 유동 경로로서, 제2 유체 유동 경로는 제1 다이어프램 펌프의 입구 및 제2 다이어프램 펌프의 입구에 대한 별개의 밸브식 연결부를 갖는, 제2 유체 유동 경로를 포함하고,

유체-밸런싱 카세트는, 제2 입구로부터 수용된 제2 유체를 수납하는, 제1 또는 제2 다이어프램 펌프의 전체 행정 체적이 제1 입구로부터 제1 또는 제2 유체-밸런싱 포드가 이전에 수용한, 제1 또는 제2 유체-밸런싱 포드 내에 수납되어 있는, 제1 유체의 실질적으로 동일한 체적을 변위시킬 수 있게 하도록 구성되는 유체-밸런싱 카세트.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 제1 및 제2 유체-밸런싱 포드를 우회하는, 제2 입구를 제2 출구에 연결하는 제3 유체 유동 경로에 대한 밸브식 연결부를 갖는 제3 다이어프램 펌프를 더 포함하는 유체-밸런싱 카세트.

### 청구항 3

제1항에 있어서, 제1 유체 유동 경로는 제1 및 제2 유체-밸런싱 포드의 제1 유체 입구 및 제1 포트 각각의 사이에 위치된 센서 셀을 포함하는 유체-밸런싱 카세트.

### 청구항 4

제3항에 있어서, 센서 셀은 제1 유체의 온도 또는 전도성을 검출하기 위해 온도 또는 전도성 프로브와 정합하도록 구성된 두 개 또는 세 개의 센서 요소 하우징을 포함하는 유체-밸런싱 카세트.

### 청구항 5

제1항에 있어서, 제1 유체 유동 경로는 제1 유체-밸런싱 포드의 제1 포트에 연결된 제1 브랜치 및 제2 유체-밸런싱 포드의 제1 포트에 연결된 제2 브랜치를 포함하고, 각각의 상기 브랜치는 제1 또는 제2 유체-밸런싱 포드에 유입 제1 유체를 안내하도록 구성되는 제1 브랜치 밸브를 포함하는 유체-밸런싱 카세트.

### 청구항 6

제5항에 있어서, 각각의 상기 브랜치는 제1 및 제2 유체-밸런싱 포드 각각의 각 제1 포트 하류에 제2 브랜치 밸브를 포함하고, 유체-밸런싱 카세트는 제1 및 제2 브랜치 밸브의 동작을 통해 제1 유체로 각각의 유체-밸런싱 포드를 충전하도록 구성되는 유체-밸런싱 카세트.

### 청구항 7

제1항에 있어서, 제2 유체 유동 경로는 제1 다이어프램 펌프의 입구에 연결된 제1 브랜치 및 제2 다이어프램 펌프의 입구에 연결된 제2 브랜치를 포함하고, 각각의 상기 브랜치는 각각의 다이어프램 펌프의 상류의 펌프 입구 밸브, 각각의 다이어프램 펌프와 각각의 유체 밸런싱 포드의 제2 포트 사이에 위치된 펌프 출구 밸브 및 각각의 유체-밸런싱 포드의 제2 포트의 하류의 브랜치 출구 밸브를 포함하고, 유체 밸런싱 카세트는 펌프 입구 밸브, 펌프 출구 밸브 및 브랜치 출구 밸브의 동작을 통해 제2 유체로 각각의 유체-밸런싱 포드를 충전하도록 구성되는 유체-밸런싱 카세트.

**청구항 8**

유체-밸런싱 카세트이며,

제1 및 제2 유체-밸런싱 포드로서, 각 포드는 가요성 멤브레인에 의해 대향하는 제2 포트로부터 분리된 제1 포트를 가지고, 가요성 멤브레인은 유체-밸런싱 포드를 가변 체적 제1 및 제2 챔버로 분할하고, 유체-밸런싱 포드의 총 유체 체적은 제1 및 제2 챔버의 체적의 합인, 유체 밸런싱 포드;

제1 및 제2 다이어프램 펌프로서, 제1 다이어프램 펌프의 출구는 제1 유체-밸런싱 포드의 제2 포트에 대한 밸브식 연결부를 갖고, 제2 다이어프램 펌프의 출구는 제2 유체-밸런싱 포드의 제2 포트에 대한 밸브식 연결부를 가지며, 각 다이어프램 펌프의 전체 행정 체적은 해당 다이어프램 펌프가 연결된 유체-밸런싱 포드의 총 유체 체적과 일치하는, 제1 및 제2 다이어프램 펌프;

카세트의 제1 입구를 카세트의 제1 출구에 연결하는 제1 유체 유동 경로로서, 제1 유체 유동 경로는 제1 유체-밸런싱 포드의 제1 포트 및 제2 유체-밸런싱 포드의 제1 포트에 대한 별개의 밸브식 연결부를 가지는, 제1 유체 유동 경로;

카세트의 제2 입구를 카세트의 제2 출구에 연결하는 제2 유체 유동 경로로서, 제2 유체 유동 경로는 제1 다이어프램 펌프의 입구 및 제2 다이어프램 펌프의 입구에 대한 별개의 밸브식 연결부를 갖는, 제2 유체 유동 경로; 및

제3 유체 유동 경로로서, 제3 다이어프램 펌프를 포함하고, 카세트의 제2 입구 및 제2 출구에 대한 밸브식 연결부를 구비하며, 제1 및 제2 유체-밸런싱 포드를 우회하는 제3 유체 유동 경로를 포함하고,

유체-밸런싱 카세트는, 제2 입구로부터 수용된 제2 유체를 수납하는, 제1 또는 제2 다이어프램 펌프의 전체 행정 체적이 제1 입구로부터 제1 또는 제2 유체-밸런싱 포드가 이전에 수용한, 제1 또는 제2 유체-밸런싱 포드 내에 수납되어 있는, 제1 유체의 실질적으로 동일한 체적을 변위시킬 수 있게 하도록 구성되는 유체-밸런싱 카세트.

**청구항 9**

제8항에 있어서, 제1 유체 유동 경로는 제1 및 제2 유체-밸런싱 포드의 제1 유체 입구 및 제1 포트 각각의 사이에 위치된 센서 셀을 포함하는 유체-밸런싱 카세트.

**청구항 10**

제9항에 있어서, 센서 셀은 제1 유체의 온도 또는 전도성을 검출하기 위해 온도 또는 전도성 프로브와 정합하도록 구성된 두 개 또는 세 개의 센서 요소 하우징을 포함하는 유체-밸런싱 카세트.

**청구항 11**

제8항에 있어서, 제1 유체 유동 경로는 제1 유체-밸런싱 포드의 제1 포트에 연결된 제1 브랜치 및 제2 유체-밸런싱 포드의 제1 포트에 연결된 제2 브랜치를 포함하고, 각각의 상기 브랜치는 제1 또는 제2 유체-밸런싱 포드에 유입 제1 유체를 안내하도록 구성되는 제1 브랜치 밸브를 포함하는 유체-밸런싱 카세트.

**청구항 12**

제11항에 있어서, 각각의 상기 브랜치는 제1 및 제2 유체-밸런싱 포드 각각의 각 제1 포트 하류에 제2 브랜치 밸브를 포함하고, 유체-밸런싱 카세트는 제1 및 제2 브랜치 밸브의 동작을 통해 제1 유체로 각각의 유체-밸런싱 포드를 충전하도록 구성되는 유체-밸런싱 카세트.

**청구항 13**

제8항에 있어서, 제2 유체 유동 경로는 제1 다이어프램 펌프의 입구에 연결된 제1 브랜치 및 제2 다이어프램 펌프의 입구에 연결된 제2 브랜치를 포함하고, 각각의 상기 브랜치는 각각의 다이어프램 펌프의 상류의 펌프 입구 밸브, 각각의 다이어프램 펌프와 각각의 유체 밸런싱 포드의 제2 포트 사이에 위치된 펌프 출구 밸브 및 각각의 유체-밸런싱 포드의 제2 포트의 하류의 브랜치 출구 밸브를 포함하고, 유체 밸런싱 카세트는 펌프 입구 밸브, 펌프 출구 밸브 및 브랜치 출구 밸브의 동작을 통해 제2 유체로 각각의 유체-밸런싱 포드를 충전하도록 구성되는 유체-밸런싱 카세트.

**청구항 14**

유체-밸런싱 카세트이며,

제1 및 제2 유체-밸런싱 포드로서, 각 포드는 가요성 멤브레인에 의해 대향하는 제2 포트로부터 분리된 제1 포트를 가지고, 가요성 멤브레인은 유체-밸런싱 포드를 가변 체적 제1 및 제2 챔버로 분할하고, 유체-밸런싱 포드의 총 유체 체적은 제1 및 제2 챔버의 체적의 합인, 유체 밸런싱 포드;

제1 및 제2 다이어프램 펌프로서, 제1 다이어프램 펌프의 출구는 제1 유체-밸런싱 포드의 제2 포트에 대한 밸브식 연결부를 갖고, 제2 다이어프램 펌프의 출구는 제2 유체-밸런싱 포드의 제2 포트에 대한 밸브식 연결부를 가지며, 각 다이어프램 펌프의 전체 행정 체적은 해당 다이어프램 펌프가 연결된 유체-밸런싱 포드의 총 유체 체적과 일치하는, 제1 및 제2 다이어프램 펌프;

카세트의 제1 입구를 카세트의 제1 출구에 연결하는 제1 유체 유동 경로로서, 제1 유체 유동 경로는 제1 유체-밸런싱 포드의 제1 포트 및 제2 유체-밸런싱 포드의 제1 포트에 대한 별개의 밸브식 연결부를 가지며, 제1 유체 유로는 제1 및 제2 유체-밸런싱 포드의 각각의 제1 포트와 제1 유체 입구 사이에 위치된 센서 셀을 포함하는, 제1 유체 유동 경로; 및

카세트의 제2 입구를 카세트의 제2 출구에 연결하는 제2 유체 유동 경로로서, 제2 유체 유동 경로는 제1 다이어프램 펌프의 입구 및 제2 다이어프램 펌프의 입구에 대한 별개의 밸브식 연결부를 갖는, 제2 유체 유동 경로를 포함하고,

유체-밸런싱 카세트는, 제2 입구로부터 수용된 제2 유체를 수납하는, 제1 또는 제2 다이어프램 펌프의 전체 행정 체적이 제1 입구로부터 제1 또는 제2 유체-밸런싱 포드가 이전에 수용한, 제1 또는 제2 유체-밸런싱 포드 내에 수납되어 있는, 제1 유체의 실질적으로 동일한 체적을 변위시킬 수 있게 하도록 구성되는 유체-밸런싱 카세트.

**청구항 15**

제14항에 있어서, 제1 및 제2 유체-밸런싱 포드를 우회하는, 제2 입구를 제2 출구에 연결하는 제3 유체 유동 경로에 대한 밸브식 연결부를 갖는 제3 다이어프램 펌프를 더 포함하는 유체-밸런싱 카세트.

**청구항 16**

제14항에 있어서, 센서 셀은 제1 유체의 온도 또는 전도성을 검출하기 위해 온도 또는 전도성 프로브와 정합하도록 구성된 두 개 또는 세 개의 센서 요소 하우징을 포함하는 유체-밸런싱 카세트.

**청구항 17**

제14항에 있어서, 제1 유체 유동 경로는 제1 유체-밸런싱 포드의 제1 포트에 연결된 제1 브랜치 및 제2 유체-밸런싱 포드의 제1 포트에 연결된 제2 브랜치를 포함하고, 각각의 상기 브랜치는 제1 또는 제2 유체-밸런싱 포드에 유입 제1 유체를 안내하도록 구성되는 제1 브랜치 밸브를 포함하는 유체-밸런싱 카세트.

**청구항 18**

제17항에 있어서, 각각의 상기 브랜치는 제1 및 제2 유체-밸런싱 포드의 제1 포트 각각의 하류에 제2 브랜치 밸브를 포함하고, 유체-밸런싱 카세트는 제1 및 제2 브랜치 밸브의 동작을 통해 제1 유체로 각각의 유체-밸런싱 포드를 충전하도록 구성되는 유체-밸런싱 카세트.

**청구항 19**

제14항에 있어서, 제2 유체 유동 경로는 제1 다이어프램 펌프의 입구에 연결된 제1 브랜치 및 제2 다이어프램

펌프의 입구에 연결된 제2 브랜치를 포함하고, 각각의 상기 브랜치는 각각의 다이어프램 펌프의 상류의 펌프 입구 밸브, 각각의 다이어프램 펌프와 각각의 유체 밸런싱 포드의 제2 포트 사이에 위치된 펌프 출구 밸브 및 각각의 유체-밸런싱 포드의 제2 포트의 하류의 브랜치 출구 밸브를 포함하고, 유체 밸런싱 카세트는 펌프 입구 밸브, 펌프 출구 밸브 및 브랜치 출구 밸브의 동작을 통해 제2 유체로 각각의 유체-밸런싱 포드를 충전하도록 구성되는 유체-밸런싱 카세트.

## 발명의 설명

### 기 술 분 야

[0001] 본 발명은 유체를 펌핑하기 위한 펌핑 카세트에 관한 것이다.

### 배 경 기 술

[0002] 펌프 카세트의 일 양태에 따르면, 카세트는 적어도 하나의 유체 입구 라인 및 적어도 하나의 유체 출구 라인을 갖는 하우징을 포함한다. 또한, 카세트는 하우징 내에 적어도 하나의 왕복식 압력 변위 멤브레인 펌프를 포함한다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0003] 압력 펌프는 유체 입구 라인으로부터 유체 출구 라인으로 유체를 펌핑한다. 또한, 중공 스파이크는 하우징 뿐만 아니라 적어도 하나의 계량 펌프(metering pump)에 포함된다. 계량 펌프는 하우징 상의 중공 스파이크 및 계량 펌프 유체 라인에 유동적으로 연결된다. 계량 펌프 유체 라인은 유체 출구 라인에 유동적으로 연결된다.

#### 과제의 해결 수단

[0004] 카세트의 이러한 양태의 다양한 실시예는 후술되는 구성을 하나 이상 포함한다. 왕복식 압력 변위 펌프는 만곡된 강성 챔버 벽과, 강성 챔버 벽에 부착된 가요성 멤브레인을 포함한다. 가요성 멤브레인 및 강성 챔버 벽은 펌핑 챔버를 형성한다. 또한, 카세트는 계량 펌프 유체 라인에 유동적으로 연결된 통기구를 포함한다. 카세트는 통기구에 연결된 공기 필터를 포함한다. 카세트 하우징은 상부 판, 중간 판 및 저부 판을 포함한다. 또한, 일부 실시예는 후술되는 구성을 하나 이상 포함한다. 용기 부착부는 용기를 수용하고 유지하기 위한 용기 지지 장치와, 카세트에 스파이크를 부착하기 위한 카세트 부착 장치를 포함한다. 카세트 부착 장치는 하우징과, 하우징 내측의 바늘을 포함하고, 이 바늘은 용기 지지 장치와 유체 연통된다. 또한, 카세트는 적어도 하나의 밸브를 더 포함한다. 일부 실시예에서, 밸브는 하우징을 2개의 챔버, 즉 작동 챔버 및 액체 챔버로 분할하는 멤브레인을 갖는 밸브 하우징을 포함한다. 일부 실시예에서, 작동 챔버는 적어도 하나의 개구를 구비하고, 액체 챔버는 적어도 하나의 개구를 구비한다. 밸브의 일부 실시예에서, 작동 챔버는 2개의 개구를 포함한다. 밸브의 일부 실시예에서, 액체 챔버는 사실상 평활한 표면을 포함한다. 밸브의 일부 실시예에서, 작동 챔버는 적어도 하나의 융기식 형상부를 포함한다. 밸브의 일부 실시예에서, 밸브는 볼케이노 밸브(volcano valve)이다.

[0005] 펌프 카세트의 다른 양태에 따르면, 카세트는 적어도 하나의 유체 입구 라인 및 적어도 하나의 유체 출구 라인을 구비한 하우징을 포함한다. 또한, 카세트는 하우징 내에 적어도 하나의 왕복식 압력 변위 멤브레인 펌프를 포함한다. 압력 펌프는 유체 입구 라인으로부터 유체 출구 라인으로 유체를 펌핑한다. 또한, 카세트는 정량 멤브레인 펌프와, 소정 체적의 제2 유체를 유체 출구 라인으로 펌핑하기 위한 제2 유체 입구 라인과, 제2 유체 입구 라인으로 제2 유체를 유체 연통시키기 위한 중공 스파이크와, 제2 유체 입구 라인에 유동적으로 연결된 통기구를 포함하는 하우징 내의 제2 유체 투입 시스템을 포함한다.

[0006] 카세트의 이러한 양태의 다양한 실시예는 후술되는 구성을 하나 이상 포함한다. 왕복식 압력 변위 펌프는 만곡된 강성 챔버 벽과 강성 챔버 벽에 부착된 가요성 멤브레인을 포함한다. 가요성 멤브레인 및 강성 챔버 벽은 펌핑 챔버를 형성한다. 카세트 하우징은 상부 판, 중간 판 및 저부 판을 포함한다.

[0007] 펌프 카세트의 다른 양태에 따르면, 카세트는 환자로부터 혈액을 펌핑하기 위한 적어도 하나의 혈액 입구 라인과, 투석기로 혈액을 펌핑하기 위한 혈액 출구 라인을 구비한 하우징을 포함한다. 또한, 카세트는 하우징 내에 적어도 2개의 왕복식 압력 변위 멤브레인 펌프를 포함한다. 압력 펌프는 혈액을 환자로부터 투석기로

펌핑한다. 또한, 카세트는 하우징과 멤브레인을 포함하는 적어도 2개의 밸브를 포함한다. 멤브레인은 하우징을 2개의 챔버, 즉 작동 챔버와 액체 챔버로 분할한다. 작동 챔버는 적어도 하나의 개구를 가지며, 액체 챔버는 적어도 2개의 개구를 갖는다. 액체 챔버는 사실상 평활한 표면을 포함한다. 또한, 카세트는 하우징 내에 헤파린 투입 시스템을 포함한다. 헤파린 투입 시스템은 멤브레인 펌프와, 혈액 출구 라인으로 소정 체적의 헤파린을 펌핑하기 위한 헤파린 입구 라인과, 헤파린 입구 라인으로 헤파린을 유체 연통시키기 위한 중공 스파이크와, 공기를 포획하기 위해 헤파린 입구 라인에 유동적으로 연결되는 공기 필터를 포함한다.

[0008] 카세트의 이러한 양태의 다양한 실시예는 후술되는 구성을 하나 이상 포함한다. 왕복식 압력 변위 펌프는 만곡된 강성 챔버 벽과, 강성 챔버 벽에 부착된 가요성 멤브레인을 포함한다. 가요성 멤브레인 및 강성 챔버 벽은 펌핑 챔버를 형성한다. 카세트 하우징은 상부 판, 중간 판 및 저부 판을 포함한다. 왕복식 압력 변위 멤브레인 펌프는 적어도 하나의 표면상에서 오목하게 된 멤브레인을 포함한다.

[0009] 본 발명의 이러한 양태들은 배타적인 것을 의미하지 않으며, 본 발명의 다른 구성, 양태 및 장점들은 첨부된 청구항 및 첨부된 도면과 함께 판독될 때 당업자에게 쉽게 이해될 것이다.

## 도면의 간단한 설명

[0010] 본 발명의 상기한 구성 및 장점과 그 외의 구성 및 장점은 도면과 함께 취해진 후술되는 상세한 설명을 판독함으로써 더욱 잘 이해될 것이다.

도 1a는 카세트의 실시예들에 포함되는 포드 펌프(pod pump)의 일 예시적 실시예의 단면도이다.

도 1b는 카세트의 실시예들에 포함되는 포드 펌프의 다른 실시예의 단면도이다.

도 2a는 카세트의 일부 실시예에 포함되는 일 유형의 공압 제어식 밸브의 일 실시예의 도시적 단면도이다.

도 2b는 카세트의 일부 실시예에 포함된 일 유형의 공압 제어식 밸브의 다른 실시예의 단면도이다.

도 2c는 카세트의 일부 실시예에 포함된 일 유형의 공압 제어식 밸브의 다른 실시예의 단면도이다.

도 2d는 카세트의 일부 실시예에 포함된 일 유형의 공압 제어식 밸브의 다른 실시예의 단면도이다.

도 2e 및 도 2f는 밸브형 멤브레인의 실시예의 평면도 및 저면도이다.

도 2g는 밸브형 멤브레인의 도시적인 평면도 및 단면도를 도시한다.

도 3a 및 도 3b는 각각 카세트 내의 포드 펌프의 평면도 및 단면도이다.

도 4a 및 도 4b는 각각 가변 멤브레인을 구비한 카세트 내의 포드 펌프의 도시도이다.

도 4c 및 도 4d는 각각 오목/가변 멤브레인을 구비한 카세트 내의 포드 펌프의 평면도 및 단면도이다.

도 4e 및 도 4f는 가변 표면을 구비한 단일 링 멤브레인의 도시도이다.

도 5a 내지 도 5d는 가변 멤브레인의 다양한 실시예의 도시도이다.

도 5e 내지 도 5h는 계량 펌프의 다양한 실시예의 도시도이다.

도 6a 및 도 6b는 평활한 표면을 구비한 이중 링 멤브레인의 도시도이다.

도 6c 및 도 6d는 오목한 표면을 갖는 이중 링 멤브레인의 도시도이다.

도 6e 및 도 6f는 가변 표면을 갖는 이중 링 멤브레인의 도시도이다.

도 6g는 가변 표면을 갖는 이중 링 멤브레인의 단면도이다.

도 7은 포드 펌프를 구동하는데 사용될 수 있는 압력 작동 시스템을 도시한 개략도이다.

도 8은 카세트의 유체 유동 경로 회로도의 일 실시예이다.

도 9a 및 도 9b는 카세트의 예시적 실시예의 외측 상부 판의 분리도 및 평면도이다.

도 9c 및 도 9d는 카세트의 예시적 실시예의 내측 상부 판의 분리도 및 평면도이다.

도 9e는 카세트의 예시적 실시예의 상부 판의 측면도이다.

도 10a 및 도 10b는 카세트의 예시적 실시예에 따른 중간 판의 액체 측의 분리도 및 평면도이다.

도 10c 및 도 10d는 카세트의 예시적 실시예에 따른 중간 판의 공기 측의 분리도 및 평면도이다.

도 11a 및 도 11b는 카세트의 예시적 실시예에 따른 저부 판의 내측의 분리도 및 평면도이다.

도 11c 및 도 11d는 카세트의 예시적 실시예에 따른 저부 판의 외측의 분리도 및 평면도이다.

도 11e는 카세트의 예시적 실시예에 따른 저부 판의 측면도이다.

도 12a는 약병이 부착된 카세트의 조립된 예시적 실시예의 평면도이다.

도 12b는 약병이 부착된 카세트의 조립된 예시적 실시예의 저면도이다.

도 12c는 약병을 구비한 카세트의 조립된 예시적 실시예의 분해도이다.

도 12d는 약병을 구비한 카세트의 조립된 예시적 실시예의 분해도이다.

도 13a 내지 도 13c는 조립된 카세트의 예시적 실시예의 단면도를 도시한다.

도 14a 및 도 14b는 계량 펌프의 조립된 다른 실시예를 도시한다.

도 14c 및 도 14d는 계량 펌프의 조립된 다른 실시예의 분해도이다.

도 14e는 카세트에 연결된 계량 펌프의 조립된 다른 실시예를 도시한다.

도 14f는 카세트에 연결된 계량 펌프의 부분적으로 조립된 다른 실시예를 도시한다.

도 15a 및 도 15b는 계량 펌프의 다른 실시예에 따른 외측 상부 판의 분리도 및 평면도를 도시한다.

도 15c 및 도 15d는 계량 펌프의 다른 실시예에 따른 내측 상부 판의 저면도를 도시한다.

도 16a 및 도 16b는 계량 펌프의 다른 실시예에 따른 액체 측의 중간 판의 분리도 및 평면도를 도시한다.

도 16c 및 도 16d는 계량 펌프의 다른 실시예에 따른 공기 측의 중간 판의 분리도 및 저면도를 도시한다.

도 17a 및 도 17b는 계량 펌프의 다른 실시예에 따른 내측 저부 판의 분리도 및 평면도를 도시한다.

도 17c 및 도 17d는 계량 펌프의 다른 실시예에 따른 외측 저부의 분리도 및 저면도를 도시한다.

도 18a 및 도 18b는 카세트의 다른 실시예에 따른 외측 상부 판의 분리도 및 평면도를 도시한다.

도 18c 및 도 18d는 카세트의 다른 실시예에 따른 내측 상부 판의 저면도를 도시한다.

도 18e는 상부 판의 다른 실시예의 측면도를 도시한다.

도 19a 및 도 19b는 카세트의 다른 실시예에 따른 액체 측의 중간 판의 분리도 및 평면도를 도시한다.

도 19c 및 도 19d는 카세트의 다른 실시예에 따른 공기 측의 중간 판의 분리도 및 저면도를 도시한다.

도 19e는 중간 판의 다른 실시예의 측면도를 도시한다.

도 20a 및 도 20b는 카세트의 다른 실시예에 따른 내측 저부 판의 분리도 및 평면도를 도시한다.

도 20c 및 도 20d는 카세트의 다른 실시예에 따른 외측 저부판의 분리도 및 저면도를 도시한다.

도 20e는 저부 판의 다른 실시예의 측면을 도시한다.

도 21a는 약병을 구비한 카세트의 조립된 다른 실시예의 평면도이다.

도 21b는 약병을 구비한 카세트의 조립된 다른 실시예의 저면도이다.

도 21c는 약병을 구비한 카세트의 조립된 다른 실시예의 분해도이다.

도 21d는 약병을 구비한 카세트의 조립된 다른 실시예의 분해도이다.

도 22a 및 도 22b는 조립된 카세트의 다른 실시예의 단면도이다.

도 23a 및 도 23b는 카세트의 다른 실시예에 따른 외측 상부 판의 분리도 및 평면도를 도시한다.

도 23c 및 도 23d는 카세트의 다른 실시예에 따른 내측 상부 판의 저면도를 도시한다.

도 23e는 상부 판의 다른 실시예의 측면도를 도시한다.

도 24a 및 도 24b는 카세트의 다른 실시예에 따른 액체 측 중간 판의 분리도 및 평면도를 도시한다.

도 24c 및 도 24d는 카세트의 다른 실시예에 따른 공기 측 중간 판의 분리도 및 저면도를 도시한다.

도 24e는 중간 판의 다른 실시예의 측면도를 도시한다.

도 25a 및 도 25b는 카세트의 다른 실시예에 따른 내측 저부 판의 분리도 및 평면도를 도시한다.

도 25c 및 도 25d는 카세트의 다른 실시예에 따른 외측 저부 판의 분리도 및 저면도를 도시한다.

도 25e는 저부 판의 다른 실시예의 측면도를 도시한다.

도 26a는 카세트의 조립된 다른 실시예의 평면도이다.

도 26b는 카세트의 조립된 다른 실시예의 저면도이다.

도 26c는 카세트의 조립된 다른 실시예의 분해도이다.

도 26d는 카세트의 조립된 다른 실시예의 분해도이다.

도 27a 및 도 27b는 조립된 카세트의 다른 실시예의 단면도를 도시한다.

## *발명을 실시하기 위한 구체적인 내용*

[0011] 1. 펌핑 카세트

[0012] 1.1 카세트

[0013] 펌핑 카세트는 다양한 특징부, 즉, 포드 펌프, 유체 라인 및 일부 실시예에서의 밸브를 포함한다. 본 설명에 도시 및 설명된 카세트 실시예들은 예시적이면서 어느정도 대안적인 실시예들을 포함한다. 그러나 유사한 기능을 갖는 임의의 다양한 카세트들이 고려된다. 마찬가지로, 본 명세서에 설명된 카세트 실시예는 도 8a 및 도 8b에 도시된 바와 같은 유체 회로도(fluid schematics)의 구현예들이지만, 다른 실시예에서, 카세트는 다양한 유체 경로 및/또는 밸브 배치 및/또는 포드 펌프 배치와 개수를 가질 수 있으며, 따라서 이러한 카세트는 여전히 본 발명의 범주 내에 포함된다.

[0014] 예시적 실시예에서, 카세트는 상부 판, 중간 판 및 저부 판을 포함한다. 각 판을 위한 다양한 실시예들이 존재한다. 일반적으로, 상부 판은 펌프 챔버 및 유체 라인을 포함하며, 중간 판은 상보적 유체 라인, 계량 펌프 및 밸브를 포함하고, 저부 판은 작동 챔버를 포함한다(그리고, 일부 실시예에서는 상부 판과 저부 판은 밸런싱 챔버의 상보적 부분들을 포함한다).

[0015] 일반적으로, 중간 판과 저부 판 사이에 멤브레인이 배치되지만, 밸런싱 챔버와 관련하여, 멤브레인의 일부는 중간 판과 상부 판 사이에 배치된다. 일부 실시예들은 오버몰딩, 포획(capturing), 접합(bonding), 억지끼워맞춤(press fitting), 용접 또는 다른 부착 방법이나 공정으로 멤브레인이 카세트에 부착되는 경우를 포함하지만, 예시적 실시예에서, 멤브레인은 판들이 조립될 때까지 상부 판, 중간 판 및 저부 판으로부터 분리되어 있다.

[0016] 카세트는 다양한 재료로 구성될 수 있다. 일반적으로, 다양한 실시예에서, 사용되는 재료는 고체이고, 비가요성이다. 양호한 실시예에서, 판들은 폴리술폰(polysulfone)으로 구성되지만, 다른 실시예에서, 카세트는 임의의 다른 고체 재료로 구성되고, 예시적 실시예에서는 임의의 열가소체 또는 열경화체로 이루어진다.

[0017] 예시적 실시예에서, 카세트는 멤브레인을 그 정확한 위치에 배치하고, 판들을 순서대로 조립하고 판들을 연결함으로써 형성된다. 일 실시예에서, 판들은 레이저 용접 기술을 사용하여 연결된다. 그러나 다른 실시예에서, 판들은 접착제 접합(glue)되거나, 기계적 고정되거나, 서로 스트랩으로 결속되거나, 초음파 용접되거나 판들을 서로 부착하는 임의의 다른 형태로 부착될 수 있다.

[0018] 실시시, 카세트는 임의의 소스로부터 임의의 위치로 임의의 유형의 유체를 펌핑하기 위해 사용될 수 있다. 유체의 유형은 영양물, 비영양물, 무기 화학제, 유기 화학제, 체액 또는 임의의 다른 유형의 유체를 포함한다. 부가적으로, 일부 실시예의 유체는 가스를 포함하며, 따라서, 일부 실시예에서 카세트는 가스를 펌핑하기 위해 사용된다.

[0019] 카세트는 소정의 위치로부터 그리고 소정의 위치로 유체를 펌핑 및 안내하도록 기능한다. 일부 실시예에서, 외

부 펌프들이 유체를 카세트 내부로 펌핑하고, 카세트는 유체를 외부로 펌핑한다. 그러나 일부 실시예에서, 포드 펌프가 유체를 카세트 내부로 견인하도록 기능하고 유체를 카세트 외부로 펌핑하도록 기능한다.

[0020] 상술한 바와 같이, 밸브 위치에 따라, 유체 경로의 제어가 부여된다. 따라서, 서로 다른 위치에 있는 밸브들 또는 부가적인 밸브들은 본 카세트의 대안적인 실시예이다. 부가적으로, 상술된 도면에 도시된 유체 라인 및 경로는 단지 유체 라인 및 경로의 예일 뿐이다. 다른 실시예는 더 많은, 더 적은 및/또는 다른 수의 유체 경로를 가질 수 있다. 또 다른 실시예에서, 밸브는 카세트 내에 존재하지 않는다.

[0021] 상술된 포드 펌프의 개수도 실시예에 따라 변할 수 있다. 예로서, 앞서 도시 및 설명된 예시적이고 대안적인 실시예는 두 개의 포드 펌프를 포함하지만, 다른 실시예에서는 카세트가 하나의 포드 펌프를 포함할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 카세트는 둘 이상의 포드 펌프를 포함한다. 포드 펌프는 단일 펌프이거나, 더 연속적인 유동을 제공하도록 직렬로 작동할 수 있다. 이들 중 하나 또는 양자 모두가 카세트의 다양한 실시예들에 사용될 수 있다.

[0022] 다양한 유체 입구 및 유체 출구는 유체 포트들이다. 실시시, 밸브 배열 및 제어에 따라, 유체 입구는 유체 출구가 될 수 있다. 따라서, 유체 포트를 유체 입구 또는 유체 출구라 명명하는 것은 단지 설명의 목적을 위한 것일 뿐이다. 다양한 실시예는 상호교체가능한 유체 포트를 갖는다. 유체 포트는 카세트 상에 특정 유체 경로를 부여하도록 제공된다. 이들 유체 포트는 모든 시간 동안 모두가 사용될 필요는 없으며, 대신, 유체 포트의 다양성은 실시되는 카세트의 용도의 유연성을 제공한다.

[0023] 1.2 예시적 압력 포드 펌프 실시예

[0024] 도 1a는 카세트의 예시적 실시예에 따른 유체 제어 또는 펌프 카세트(또한, 도 3 및 도 4 참조) 내에 통합된 예시적 포드 펌프(100)의 단면도이다. 본 실시예에서, 포드 펌프는 세 개의 강체 부재, 즉, "상부" 판(106), 중간 판(108) 및 "저부" 판(110)으로 형성된다(용어 "상부" 및 "저부"는 상대적인 것이며, 본 명세서에서는 편의상 도 1a에 도시된 배향을 기준으로 사용된다는 것을 유의하여야 한다). 상부 판(106) 및 저부 판(110)은 반편구(hemispheroid) 부분들을 포함하며, 이 반편구 부분들은 서로 조립될 때 반편구 챔버를 형성하고, 이 반편구 챔버는 포드 펌프(100)가 된다.

[0025] 멤브레인(112)은 포드 펌프의 중앙 공동을 두 개의 챔버로 분할한다. 일 실시예에서, 이들 챔버들은 펌핑 대상 유체를 수용하는 펌핑 챔버 및 공압식으로 펌프를 작동시키는 제어 가스를 수용하는 작동 챔버이다. 입구(102)는 유체가 펌핑 챔버에 진입할 수 있게 하고, 출구(104)는 유체가 펌핑 챔버를 벗어날 수 있게 한다. 입구(102) 및 출구(104)는 중간 판(108) 및 상부 판(106) 사이에 형성될 수 있다. 공압 포트(114)를 통해 공압이 제공되어, 양의 가스 압력에서 포드 펌프 공동의 일 벽에 대해 멤브레인(112)을 밀어붙여 펌핑 챔버의 체적을 최소화거나, 음의 가스 압력에서 멤브레인(112)을 포드 펌프(100) 공동의 다른 벽을 향해 흡인하여 펌핑 챔버의 체적을 최대화한다.

[0026] 멤브레인(112)은 중간 판(108) 내의 돌출부(118)에 의해 긴밀하게 유지되는 두꺼운 림(116)을 구비한다. 따라서, 제조시, 저부 판(110)이 중간 판(108)에 (예시적 실시예에서)연결되기 전에 멤브레인(112)은 중간 판(108) 내에 배치되어 중간 판(108)에 의해 유지될 수 있다.

[0027] 도 1a 및 도 1b에는 도시되어 있지 않지만, 포드 펌프의 일부 실시예들에서, 유체 측부에는, 챔버 벽 위에 홈이 존재한다. 이 홈은 챔버가 비워질 때 멤브레인내의 주름이 챔버 내의 유체를 포획하는 것을 방지하도록 작용한다.

[0028] 먼저, 도 1a를 참조하면, 카세트 내의 왕복식 포지티브-변위 펌프(100; reciprocating positive-displacement pump, "포드 펌프"라고도 지칭됨)의 단면도가 도시되어 있다. 포드 펌프(100)는 펌핑 챔버("액체 챔버" 또는 "액체 펌핑 챔버"라고도 지칭됨) 벽(122)과 작동 챔버("공압 챔버"라고도 지칭됨) 벽(120)이 조우하는 위치에 장착된 가요성 멤브레인(112)("펌핑 다이아프램" 또는 "멤브레인"이라고도 지칭됨)을 포함한다. 멤브레인(112)은 내부 공동을 사실상 가변-체적 펌핑 챔버[펌핑 챔버 벽(122)의 강성 내부면과 멤브레인(112)의 표면에 의해 형성됨] 및 상보적 가변-체적 작동 챔버[작동 챔버 벽(120)의 강성 내부면과 멤브레인(112)의 표면에 의해 형성됨]로 분할한다. 상부 판(106)은 유체 입구(102) 및 유체 출구(104)를 포함하고, 이들 유체 입구 및 유체 출구 양자 모두는 펌핑/액체 챔버와 유체 연통한다. 저부 판(110)은 작동 챔버와 유체 연통하는 작동 또는 공압 포트(114)를 포함한다. 더 상세히 후술되어 있는 바와 같이, 음의 공압 또는 대기와 통기된 상태의 공압 및 양의 공압을 공압 포트(114)에 교번적으로 가함으로써 멤브레인(112)은 공동 내에서 전후로 이동하도록 압박될 수 있다. 멤브레인(112)이 전후로 왕복할 때, 펌핑 챔버 및 작동 챔버의 체적의 합은 일정하게 유지된다.

[0029] 통상적 유체 펌핑 동작 중에, 음의 공압 또는 대기와 통기된 상태의 공압을 작동 또는 공압 포트(114)에 인가하면 멤브레인(112)이 작동 챔버 벽(120)을 향해 후퇴되어 펌핑/액체 챔버가 확장되고 유체를 입구(102)를 통해 펌핑 챔버 내로 인출하는 경향이 있으며, 양의 공압의 인가는 멤브레인(112)을 펌핑 챔버 벽(122)을 향해 추진하여 펌핑 챔버를 쇠약하게 하고 출구(104)를 통해 펌핑 챔버 내의 유체를 축출하는 경향이 있다. 이런 펌핑 동작 동안, 펌핑 챔버 벽(122)과 작동 챔버 벽(120)의 내부 표면은 멤브레인이 전후로 왕복할 때 멤브레인(112)의 이동을 제한한다. 도 1a에 도시된 실시예에서, 펌핑 챔버 벽(122) 및 작동 챔버 벽(120)의 내부 표면들은 강체이며, 평활하고 반구형이다. 강성 작동 챔버 벽(120) 대신, 펌핑 챔버가 최대값에 접근함에 따라 멤브레인의 이동을 제한하기 위해 대안적 강성 제한 구조체-예로서, 공압을 제공하기 위해 사용된 베젤(bezel)의 일부 및/또는 리브세트-가 사용될 수 있다. 베젤 및 리브 구조체는 발명의 명칭이 "공압 제어를 위한 베젤 조립체(BEZEL ASSEMBLY FOR PNEUMATIC CONTROL)"인 2003년 10월 30일자로 출원되어 출원 공개 공보 제US 2005/0095154호(대리인 문서 번호 제1062/D75호)로 공개된 미국 특허 출원 제10/697,450호 및 발명의 명칭이 "공압 제어를 위한 베젤 조립체(BEZEL ASSEMBLY FOR PNEUMATIC CONTROL)"인 2004년 10월 29일자로 출원되어 제WO 2005/044435호(대리인 문서 번호 제1062/D71WO호)로 공개된 관련 PCT 출원 제PCT/US2004/035952호에 포괄적으로 설명되어 있으며, 이들 양자 모두는 본 명세서에 그 전문이 참조로 통합되어 있다. 따라서, [강성 작동 챔버 벽(120), 베젤, 또는 리브 세트 같은] 강성 제한 구조체는 펌핑 챔버가 그 최대 값에 있을 때의 멤브레인(112)의 형상을 규정한다. 양호한 실시예에서, (강성 제한 구조체에 대해 압박될 때의) 멤브레인 및 펌핑 챔버 벽(122)의 강성 내부면은 펌핑 챔버 체적이 최소일 때의 구형 펌핑 챔버 체적을 규정한다.

[0030] 따라서, 도 1a에 도시된 실시예에서, 멤브레인(112)의 이동은 펌핑 챔버 벽(122) 및 작동 챔버 벽(120)에 의해 제한된다. 공압 포트(114)를 통해 제공되는 양의 가압 및 대기와 통기된 상태 또는 음의 가압이 충분히 강하다면, 멤브레인(112)은 작동 챔버 벽(120)에 의해 한정되는 위치로부터 펌핑 챔버 벽(122)에 의해 한정되는 위치로 이동할 것이다. 멤브레인(112)이 작동 챔버 벽(120)에 대해 밀어 붙여질 때, 멤브레인 및 펌핑 챔버 벽(122)은 펌핑 챔버의 최대 체적을 형성한다. 멤브레인이 펌핑 챔버 벽(122)에 대해 밀어 붙여질 때, 펌핑 챔버는 그 최소 체적으로 존재한다.

[0031] 예시적 실시예에서, 펌핑 챔버 벽(122) 및 작동 챔버 벽(120) 모두는 펌핑 챔버가 최대 체적일 때 편구 형상을 갖도록 반편구 형상을 갖는다. 최대 체적에서 편구 형상 특히 구체 형상이 되는 펌핑 챔버를 사용함으로써, 순환 유동은 펌핑 챔버 도처에 도달될 수 있다. 따라서, 이러한 형상은 펌핑 챔버 내의 유체의 정체 포켓(stagnant pocket)을 예방할 것이다. 후술되는 바와 같이, 입구(102) 및 출구(104)의 배향도 펌핑 챔버를 통과하는 유체 유동에 영향을 주는 경향이 있으며, 일부 실시예에서는 유체의 정체 포켓이 형성될 가능성을 감소시킨다. 또한, 유체가 펌핑 챔버 내로, 펌핑 챔버를 통해 그리고 펌핑 챔버 외부로 순환할 때, 다른 체적 형상(volumetric shape)에 비해 구체 형상(및 일반적으로는 편구 형상)은 전단(shear) 및 난류를 덜 생성할 것이다.

[0032] 이제, 도 3a 내지 도 4b를 참조하면 융기식 유동 경로(30)가 펌핑 챔버 내에 도시된다. 이러한 융기식 유동 경로(30)로 인해 유체는 멤브레인이 행정(stroke)의 종점에 도달한 후에 포드 펌프를 통해 계속 유동할 수 있다. 따라서, 융기식 유동 경로(30)는 멤브레인으로 인해 공기 또는 유체가 포드 펌프 내에 포획될 가능성이나, 멤브레인이 포드 펌프의 입구 또는 출구를 차단하여 연속적인 유동을 방해할 가능성을 최소화한다. 융기식 유체 경로의 추가적 설명은 도 9a, 도 9b 및 도 18a 내지 도 18e과 관련하여 아래에서 도시 및 개시된다. 융기식 유동 경로(30)는 특정한 치수를 갖도록 예시적 실시예에서 도시되었지만, 도 18a 내지 도 18e에 도시된 바와 같은 다른 실시예에서 융기식 유동 경로(30)는 더 좁을 수 있거나, 또 다른 실시예에서 융기식 유동 경로(30)는 유체의 소정의 유량 또는 거동을 얻기 위해 유체 유동을 제어할 목적으로 임의의 치수를 가질 수 있다. 따라서, 융기식 유동 경로, 포드 펌프, 밸브 또는 임의의 다른 양태와 관련하여 본원에 도시되고 개시된 치수들은 단지 예시적이고 대안적 실시예일 뿐이다. 다른 실시예들도 쉽게 이해될 것이다.

[0033] 따라서, 예컨대 펌핑되는 유체가 전혈(whole blood)일 때, (적혈구에 다량의 스트레스를 가하는) 원심 분리기 펌프는 다량의 용혈을 유발할 수 있으며 환자에게 상해를 입힐 수 있는 반면에, (낮은 전단력 및 난류를 가하는) 상술된 유형의 포드 펌프는 상당히 낮은 용혈을 생성할 것이다. 마찬가지로, 펌핑되는 유체가 계면 활성제 또는 발포성인 다른 유체인 경우, 포드 펌프의 감소된 전단력 및 감소된 난류는 거품 형성을 감소시킬 것이다.

[0034] 일반적으로, 낮은 전단 및/또는 낮은 난류 용례에 대해, 입구 및 출구는 유체 방향의 날카롭고 급작스러운 변화를 피하도록 구성되는 것이 바람직하다. 또한, 입구 및 출구(및 펌프 챔버 자체)는 플래쉬(flash) 또는 버(burr)가 없는 것이 일반적으로 바람직하다. 입구 및/또는 출구는 유체 유동을 원활하게 하는 것을 돕도록 둥글게된 에지를 포함할 수 있다. 이러한 이득이 전혈과 관련하여 설명되었지만, 이는 단지 예이며 카세트는 임

의의 유체를 펌핑하고, 전단에 민감한 유체 또는 생물학적 유체에 관해 설명된 이득들은 다른 유체에도 적용될 수 있다.

[0035] 1.3 예시적인 밸런싱 포드들의 실시예

[0036] 이제 도 1b를 참조하면, 밸런싱 포드의 예시적인 실시예가 나타나 있다. 밸런싱 포드는 위의 도 1a과 관련하여 서술된 포드 펌프와 비슷한 구조로 되어 있다. 그러나, 밸런싱 포드는 작동 챔버와 펌핑 챔버를 포함하는 대신 두 개의 유체 밸런싱 챔버를 포함하며, 작동 포트는 포함하지 않는다. 또한, 각각의 밸런싱 챔버는 입구(102)와 출구(104)를 갖는다. 예시적인 실시예에서 홈(126)이 각각의 밸런싱 챔버 벽들(120, 122) 상에 포함된다. 홈(126)은 하기에 자세하게 설명된다.

[0037] 멤브레인(112)은 두 개의 챔버들 사이에 밀봉부(seal)를 제공한다. 밸런싱 챔버들은 챔버들 안팎으로의 유체 유동을 균형화하며, 이로써 양 챔버들이 균등한 체적률 유동(volume rate flow)을 유지하게 된다. 각 챔버의 입구들(102)과 출구들(104)이 동일한 측부에 있는 것으로 나타나 있지만, 다른 실시예들에서는 각 챔버들의 입구들(102)과 출구들(104)이 서로 다른 측부들 상에 있다. 또한, 밸런싱 챔버가 통합되는 유동 경로에 따라서, 입구들(102)과 출구들(104)은 어느 한 측부에 있을 수 있다.

[0038] 밸런싱 포드의 일 실시예에서 멤브레인(112)은 도 6a 내지 도 6g와 관련하여 아래 서술되어지는 것과 유사한 실시예를 포함한다. 그러나 대안적인 실시예들에서, 멤브레인(112)은 오버몰딩되거나 이중-링 밀봉부가 적용될 수 없도록 다른 방식으로 구성될 수 있다.

[0039] 1.4 계량 펌프들과 유체 관리 시스템

[0040] 계량 펌프는 임의의 유체를 추가하거나 임의의 유체를 제거할 수 있는 임의의 펌프일 수 있다. 유체들은 제약품들, 무기 화합물들 또는 요소들, 유기 화합물들 또는 요소들, 기능 식품들, 영양 요소들 또는 화합물들 또는 용액들, 또는 펌핑될 수 있는 임의의 다른 유체를 포함하나, 이에 한정되지 않는다. 일 실시예에서, 계량 펌프는 멤브레인 펌프이다. 예시적인 실시예에서, 계량 펌프는 소체적 포드 펌프(smaller volume pod pump)이다. 예시적인 실시예에서, 계량 펌프는 (예를 들면, 도 1a에 도시된 바와 같이) 더 큰 포드 펌프와 유사하게 입구와 출구를 포함한다. 그러나, 입구와 출구는 대체로 포드 펌프보다 훨씬 작으며, 예시적인 일 실시예에서는, 입구 또는 출구 주변에 볼케이노 밸브형 융기식 링을 포함한다. 계량 펌프들은 멤브레인을 포함하며, 계량 펌프 멤브레인의 다양한 실시예들이 도 5e 내지 도 5h에 나타나 있다. 일부 실시예들에서, 계량 펌프는 유체 라인 밖으로 소정 체적의 유체를 펌핑한다. 유체가 포드 펌프 안으로 들어오면, 카세트 외부에 배치된 기준 챔버가 제거된 체적을 FMS를 사용하여측정한다.

[0041] 따라서, 실시예에 따라, 이 제거된 유체의 체적은 그후 유체 출구, 밸런싱 챔버들 또는 포드 펌프로 흐르지 않게 된다. 그러므로, 일부 실시예들에서는 유체라인으로부터 소정 체적의 유체를 제거하는 데에 계량 펌프가 사용된다. 다른 실시예들에서는 다른 결과들을 얻기 위해 유체의 체적을 제거하는 데에 계량 펌프가 사용된다.

[0042] 예를 들어, 본 명세서에 전문이 참조로 통합되어 있는 미국 특허 제4,808,161호, 제4,826,482호, 제4,976,162호, 제5,088,515호 및 제5,350,357호에 서술된 기술들을 이용하여, 예컨대, 멤브레인의 행정 동안 펌프 챔버를 통해서 펌핑되는 대상 유체의 체적을 측정하거나, 펌핑 챔버 내의 공기를 검출하는 것 같이 특정한 유체 관리 시스템 측정을 수행하도록 FMS가 사용될 수 있다.

[0043] 또한, 다양한 실시예에서, 계량 펌프들은 제2 유체를 유체 라인 내로 펌핑하기 위해 사용된다. 일부 실시예들에서, 계량 펌프는 치료물질 또는 화합물을 유체 라인 안으로 펌핑하기 위해 사용된다. 일 실시예는 소정 체적의 화합을 혼합 챔버 내로 펌핑해 용액을 조성하는 데에 계량 펌프를 사용한다. 이러한 실시예들 중 일부에서, 계량 펌프들은 FMS 체적 측정용으로 구성된다. 다른 실시예들에서, 계량 펌프들은 그렇지 않기도 하다.

[0044] FMS 측정을 위해, 예를 들어, 공압 매니폴드(도시되어 있지 않음) 내에서 카세트 외부에 소형의 고정식 기준 공기 챔버가 배치된다. 밸브가 기준 챔버와 제2 압력 센서를 격리시킨다. 계량 펌프의 행정 체적은 기준 챔버를 공기로 충전하고, 압력을 측정한 다음 펌핑 챔버로 밸브를 개방시킴으로써 정확하게 계산되어질 수 있다. 챔버 측부의 공기 체적은 기준 챔버의 고정 체적 및 기준 챔버가 펌프 챔버에 연결되었을 때의 압력의 변화를 바탕으로 계산되어질 수 있다.

[0045] 1.5 밸브들

[0046] 카세트의 예시적인 실시예는 하나 이상의 밸브들을 포함한다. 밸브들은 유체 라인들을 열고 닫음으로써 유동을

조절하는 데에 사용된다. 카세트의 다양한 실시예들에 포함되어 있는 밸브들은 볼케이노 밸브 또는 평활 밸브(smooth valve)중 하나 이상을 포함한다. 카세트의 일부 실시예에서, 체크 밸브가 포함될 수도 있다. 볼케이노 밸브의 실시예들은 도 2a와 도 2b에 나타나 있으며, 평활 밸브의 실시예는 도 2c에 나타나 있다. 부가적으로, 도 3a 내지 도 4b는 입구 및 출구 밸브를 가지는 카세트 내의 포드 밸브의 일 예시적인 실시예의 단면을 보여준다.

[0047] 일반적으로, 직전에 설명한 유형의 왕복식 포지티브-변위(positive-displacement) 펌프는 펌프를 통과하는 유체 유동을 조절하기 위한 다양한 밸브들을 포함하거나, 또는 그와 연계하여 사용될 수 있다. 따라서, 예컨대, 왕복식 포지티브-변위 펌프 또는 밸런싱 포드들은 입구 밸브 및/또는 출구 밸브를 포함하거나 또는 그와 연계하여 사용될 수 있다. 밸브들은 수동형(passive) 또는 능동형(active)일 수 있다. 왕복식 포지티브-변위 펌프의 예시적인 실시예에서, 멤브레인은 작동 챔버를 압력 작동 시스템에 연결시키는 공압 포트를 통해 제공되는 가스의 양 및 음의 가압에 의해, 또는 양 및 대기와 통기된 상태의 가압에 의해 전후로 압박된다. 멤브레인의 결과적인, 왕복 동작은 유체를 입구로부터 펌핑 챔버 속으로 끌어당기고(출구 밸브는 출구로부터 펌핑 챔버 속으로 액체가 역방향 흡입되는 것을 방지한다), 그후 유체를 출구를 통하여 펌핑 챔버 밖으로 밀어낸다(입구 밸브는 유체가 입구로부터 역방향으로 밀려들어오는 것을 방지한다).

[0048] 예시적 실시예들에서 능동형 밸브들이 펌프(들)와 카세트를 통과하는 유체 유동을 조절한다. 능동형 밸브들은 제어기에 의해 원하는 방향으로 유동을 안내하는 방식으로 작동될 수 있다. 일반적으로 이러한 배열은 제어기가 포드 펌프를 통해 어느 한 방향으로의 유동을 형성할 수 있게 한다. 전형적인 시스템에서, 유동은, 예컨대, 입구로부터 출구로의 방향 같은 제1 방향으로 이루어지는 것이 일반적일 것이다. 다른 특정 시기에, 유동은 예컨대, 출구로부터 입구로의 방향 같이 반대 방향으로 안내될 수 있다. 그러한 유동의 반전은 예를 들면, 비정상적인 라인 조건(예로서, 라인 폐색, 막힘, 단절 또는 누출)을 점검하기 위한, 또는 비정상적인 라인 조건을 해결하기 위한(예로서, 막힘을 뚫기 위한) 펌프의 프라이밍(priming) 동안 사용되어질 수 있다.

[0049] 밸브들의 공압 작동은 압력 제어 및 시스템 내에서 생길 수도 있는 최대 압력에 대한 자연적 제한을 제공한다. 시스템의 맥락에서, 공압 작동은 일체의 솔레노이드 제어 밸브들을 유체 경로들로부터 떨어져서 시스템의 일 측부에 위치시키는 기회를 제공하는 부가적인 잇점을 갖는다.

[0050] 이제 도 2a 및 2b를 참조하면, 볼케이노 밸브의 두 개의 실시예의 단면도가 도시되어 있다. 볼케이노 밸브들은 카세트의 실시예들에서 사용될 수 있는 공압식으로 제어되는 밸브들이다. 멤브레인(202)은 중간 판(204)과 함께 밸브조작 챔버(206)를 형성한다. 공압 압력은 밸브 작동 포트, 예를 들어, 공압 포트(208)를 통해 제공되어, 양의 가스 압력으로 멤브레인(202)을 밸브 시트(210)에 대해 밀어붙여 밸브를 닫거나, 음의 가스 압력으로, 또는 일부 실시예들에서는 대기와 통기된 상태의 압력으로, 밸브 시트(210)로부터 멀리 멤브레인을 끌어당겨 밸브를 개방시킨다. 제어 가스 챔버(212)는 멤브레인(202), 상부 판(214) 및 중간 판(204)에 의해 형성된다. 중간 판(204) 상에는 오목부가 형성되어 있으며, 이 오목부 내에 멤브레인(202)이 배치되어 멤브레인(202)의 한 쪽에 제어 가스 챔버(212)가 형성되고 다른 한 쪽에 밸브조작 챔버(206)가 형성된다.

[0051] 공압 포트(208)는 상부 판(214) 내에 형성된 채널에 의해 형성된다. 카세트 내의 몇몇 밸브들의 공압식 제어를 제공함으로써, 밸브들은 모두 함께 그룹화될 수 있으며, 그룹화된 밸브 일체가 공압 압력의 단일 소스에 의해서 동시에 열리거나 닫힐 수 있다. 저부 판(216)을 따른 유체 경로에 대응하는 중간 판(204) 위에 형성된 채널들은 밸브 입구(218)와 밸브 출구(220)를 형성한다. 중간 판(204)을 통해 형성된 구멍들은 입구(218)와 밸브조작 챔버(206) 간 및 밸브조작 챔버(206)와 출구(220) 간의 소통을 제공한다.

[0052] 멤브레인(202)은 두꺼운 림(rim)(222)을 가지고 있는데, 이는 중간 판(204) 내의 홈(224) 안에 꼭 맞게 끼워진다. 따라서, 상부 판(214)이 중간 판(204)에 연결되기 이전에 멤브레인(202)은 홈(224) 내에 배치되어 이 홈에 의해 지지될 수 있게 된다. 그러므로 이 밸브 디자인은 제조시 이득을 줄 수 있다. 도 2b와 도2c에 나타나 있듯이, 상부 판(214)은 멤브레인(202)이 홈(224)로부터 멀어지는 방향으로 과도하게 힘을 받지 않도록 해서 멤브레인의 두꺼운 림(222)이 홈(224) 밖으로 튀어나오는 것을 방지하기 위해, 제어 가스 챔버(212) 내로 연장되는 추가의 재료를 포함할 수 있다. 제어 가스 챔버(212)에 대한 공압 포트(208)의 위치는 도 2a와 2b에 나타난 두 개의 실시예에서와 차이가 있다.

[0053] 도 2c는 밸브조작 챔버에 밸브 시트 형상부를 갖지 않는 실시예를 보여주고 있다. 오히려, 도 2c에서, 이 실시예의 밸브는 볼케이노 형상부들을 포함하고 있지 않으므로, 밸브조작 챔버(206), 즉, 유체 측부는 어떠한 융기 형상부들도 가지고 있지 않으므로 평활하다. 이 실시예는 전단(shearing)에 민감한 유체를 펌핑하기 위해 사용되는 카세트에 사용된다. 도 2d는 밸브조작 챔버가 밸브조작 멤브레인의 밀봉을 돕는 융기식 영역을 가지는 실

시예를 보여주고 있다. 이제 도 2e 내지 도 2g를 참조하면, 밸브 멤브레인의 다양한 실시예들이 나타나 있다. 일부 예시적인 실시예들이 예시 및 설명되었지만, 다른 실시예들에서는 밸브와 밸브조작 멤브레인의 변형들이 사용될 수 있다.

[0054] 1.6 포드 멤브레인의 예시적 실시예

[0055] 일부 실시예들에서, 멤브레인은 도 4에 보여진 것처럼, 가변적 단면 두께를 가지고 있다. 선택된 멤브레인들의 재료들의 강도, 휨, 및 다른 특성들을 수용하기 위해서 더 얇거나 더 두껍거나 또는 가변적 두께를 가진 멤브레인들이 사용될 수 있다. 더 얇거나 더 두껍거나 또는 가변적 멤브레인 벽 두께는 멤브레인이 다른 영역들에서보다 일부 영역들에서 더 쉽게 굴곡되게 하도록 멤브레인을 관리하기 위해 사용되어, 펌핑 동작 및 대상 유체의 펌프 챔버 안으로의 유동의 관리를 돕도록 사용된다. 이 실시예에서 멤브레인은 그 중심부에 가장 가까운 영역에서 그 가장 두꺼운 단면적을 갖는 것으로 예시되어 있다. 그러나, 가변적 단면의 멤브레인을 갖는 다른 실시예들에서 가장 두껍고 가장 얇은 영역들은 멤브레인 상의 어떤 위치에나 있을 수 있다. 따라서, 예를 들면, 더 얇은 단면이 중심부 근처에 있을 수도 있고, 더 두꺼운 단면들이 멤브레인의 외주에 더 근접하게 존재할 수도 있다. 또 다른 구조들도 가능하다. 도 5a 내지 도 5d를 참조하면, 다양한 표면 구조를 갖는 멤브레인의 일 실시예가 예시되어 있으며, 이들은 가변적 두께의 평활면(도 5a), 링(도 5d), 리브(rib)(도 5c), 딤플(dimple) 또는 도트(dot)(도 5b)를 포함하고, 그리고/또는 멤브레인의 작동 및/또는 펌핑 측부 상의 다양한 위치들에 위치되는 기하학적 구조를 포함한다. 멤브레인의 일 실시예에서, 멤브레인은 적어도 하나의 구획 내에서 접선 방향 경사부를 갖지만, 다른 실시예들에서 멤브레인은 완전히 평탄하거나 대체적으로 평탄하다.

[0056] 이제 도 4c, 도 4e 및 도 4f를 참조하면, 멤브레인의 대안적 실시예가 예시되어 있다. 이 실시예에서 멤브레인은 딤플형 또는 도트형 표면을 갖는다.

[0057] 멤브레인은 바람직한 내구성 및 대상 유체와의 호환성을 가지는 임의의 가요성 재료로 형성될 수 있다. 멤브레인은 유체, 액체 또는 작동 챔버에 가해지는 가스 압력이나 진공에 반응하여 굴곡될 수 있는 어떤 재료로도 만들어질 수 있다. 멤브레인 재료는 특정 생체-호환성, 온도 호환성 또는 멤브레인에 의해 펌핑되거나 멤브레인의 운동을 용이하게 하기 위해 챔버들에 도입될 수도 있는 다양한 대상 유체들과의 호환성을 위해 선택될 수도 있다. 예시적인 실시예에서, 멤브레인은 고 신장성 실리콘으로 만들어져 있다. 그러나 다른 실시예들에서 멤브레인은 실리콘, 우레탄, 니트릴, EPDM 또는 임의의 다른 고무나 엘라스토머 또는 가요성 재료를 포함하나 이에 국한되지 않는, 임의의 엘라스토머나 고무로 이루어질 수 있다.

[0058] 멤브레인의 형상은 다수의 변수들에 따라 다르다. 이러한 변수들은 챔버의 형상, 챔버의 크기, 대상 유체의 특성들, 행정 당 펌핑되는 대상 유체의 체적, 그리고 하우징에 대한 멤브레인의 부착 수단 또는 부착 형태를 포함하지만, 이에 국한되지 않는다. 멤브레인의 크기는 다수의 변수들에 따라 다르다. 이러한 변수들은 챔버의 형상, 챔버의 크기, 대상 유체의 특성들, 행정 당 펌핑되는 대상 유체의 체적, 그리고 하우징에 대한 멤브레인의 부착 수단 또는 부착 형태를 포함하지만, 이에 국한되지 않는다. 따라서, 이러한 또는 다른 변수들에 따라 멤브레인의 모양과 크기는 다양한 실시예들에서 변화될 수 있다.

[0059] 멤브레인은 임의의 두께를 가질 수 있다. 그러나, 일부 실시예들에서 두께의 범위는 0.0508 ㎜(0.002 인치)부터 3.175 ㎜(0.125 인치) 사이다. 멤브레인에 사용되는 재료에 따라서 바람직한 두께가 다를 수 있다. 일 실시예에서 고 신장성 실리콘은 0.381 ㎜(0.015 인치)부터 1.27 ㎜(0.050 인치)까지의 범위의 두께로 사용된다. 그러나, 다른 실시예들에서 두께는 다를 수 있다.

[0060] 예시적인 실시예에서 멤브레인은 멤브레인 영역의 적어도 일부에서 대체로 돔(dome) 형상을 포함하도록 예비성형된다. 돔 형상의 멤브레인의 일 실시예가 도 4e와 도4f에 나타나 있다. 역시, 돔의 치수는 위에 서술된 변수들 중 일부 이상에 기초하여 달라질 수 있다. 그러나, 다른 실시예들에서 멤브레인은 예비성형된 돔 형상을 포함하지 않을 수 있다.

[0061] 예시적인 실시예에서 멤브레인 돔은 액체 사출성형을 사용하여 형성된다. 그러나 다른 실시예들에서 돔은 압축성형을 사용하여 형성될 수도 있다. 대안적인 실시예들에서, 멤브레인은 대체적으로 평평하다. 다른 실시예들에서 돔 크기, 넓이 또는 높이는 다를 수 있다.

[0062] 다양한 실시예들에서 멤브레인은 다양한 수단과 방법들에 의해 제자리에 보유될 수 있다. 일 실시예에서 멤브레인은 카세트 부분들 사이에 클램핑되고, 이 실시예들 중 일부에서는 카세트의 림이 멤브레인을 파지하는 형상부들을 포함할 수도 있다. 다른 실시예에서, 멤브레인은 적어도 하나의 볼트 또는 다른 장치를 사용하여 카세트에 클램핑된다. 다른 실시예에서 멤브레인은 플라스틱 한 조각과 함께 오버몰딩된 다음 그 플라스틱이 용접

되거나 다른 식으로 카세트에 붙여지게 된다. 다른 실시예에서 멤브레인은 도 1a 및 도1b와 관련하여 서술된 중간 판과 저부 판 사이에 끼여지게 된다. 카세트에 멤브레인을 부착하는 몇몇 실시예들을 설명하였지만 멤브레인을 카세트에 부착하기 위한 방법이나 수단들은 어떤 것이라도 사용가능하다. 일 대안적 실시예에서 멤브레인은 카세트의 일부분에 직접 부착된다. 일부 실시예들에서 멤브레인은 멤브레인의 다른 영역들에서보다도 멤브레인이 판들에 의해 끼여지게 되는 모서리에서 더 두껍다. 일부 실시예들에서 이러한 더 두꺼운 영역은 개스킷이고, 일부 실시예들에서는 O-링, 링 또는 임의의 형상의 개스킷이다. 다시 6a 내지 도 6d를 참조하면, 두 개의 개스킷(62, 64)들을 가지는 멤브레인의 일 실시예가 도시되어 있다. 이 실시예들 중 일부에서 개스킷(들)(62, 64)은 카세트에 대한 멤브레인의 부착점을 제공한다. 다른 실시예들에서 멤브레인은 두 개 이상의 개스킷들을 포함한다. 하나의 개스킷을 가지는 멤브레인들도 일부 실시예들에 포함된다(도 4c 내지 도 4f 참조).

[0063] 개스킷의 일부 실시예들에서 개스킷은 멤브레인과 연속적이다. 그러나 다른 실시예들에서 개스킷은 멤브레인의 분리된 부품이다. 일부 실시예들에서 개스킷은 멤브레인과 동일한 재료로 만들어진다. 그러나, 다른 실시예들에서 개스킷은 멤브레인과 다른 재료들로 만들어지기도 한다. 일부 실시예들에서 개스킷은 멤브레인 주변에 링을 오버몰딩해서 형성된다. 개스킷은 포드 펌프 하우징 실시예를 보완하는데 적합한 임의의 형상의 링이나 밀봉부일 수 있다. 몇몇의 실시예들에서 개스킷은 압축형 개스킷이다.

[0064] 1.7 혼합 포드들

[0065] 카세트의 일부 실시예들은 혼합 포드를 포함한다. 혼합 포드는 혼합을 위한 챔버를 포함한다. 일부 실시예들에서 혼합 포드는 가요성 구조체이며, 일부 실시예들에서는 혼합 포드의 적어도 한 구획이 가요성 구조체이다. 혼합 포드는 O-링과 같은 밀봉부와 멤브레인을 포함할 수 있다. 혼합 포드는 원하는 어떤 형태든 가능하다. 예시적인 실시예에서 혼합 포드는 멤브레인을 포함하지 않고 작동 포트를 포함하지 않는다는 것을 제외하고는 포드 펌프와 유사하다. 혼합 포드의 이러한 실시예 중 일부 실시예들은 혼합 포드 챔버를 밀봉하기 위해서 O-링 밀봉부를 포함한다. 따라서, 예시적인 실시예에서 혼합 포드는 유체 입구와 유체 출구를 가지는 구형 중공 포드이다. 포드 펌프들에 대해서, 챔버 크기는 원하는 어떠한 크기도 가능하다.

[0066] 2. 압력 펌프 작동 시스템

[0067] 도 7은 도 1a에 도시된 포드 펌프와 같은, 양 및 음의 압력 양자로 포드 펌프를 작동하기 위해 사용될 수 있는 압력 작동 시스템의 일 실시예를 보여주는 개략도이다. 압력 작동 시스템은 포드 펌프의 작동 챔버 내의 가스에 양 및 음의 가압을 간헐적 또는 교대로 제공할 수 있다. 그러나, 일부 실시예들에서 도 7은 이들 실시예에 적용되지 않으며, 포드 펌프의 작동은 양의 압력과 대기로 통기된 상태(역시, 도 7에는 미도시)의 적용에 의해 달성된다. (가요성 멤브레인, 입구, 출구, 공압 포트, 펌핑 챔버, 작동 챔버를 포함하고, 입구 체크 밸브 및 출구 체크 밸브 또는 다른 밸브들도 포함 가능한) 포드 펌프는 더 큰 일회용(disposable) 시스템의 일부이다. [작동-챔버 압력 변환기, 양압-공급 밸브, 음압-공급 밸브, 양압 가스 저장부, 음압 가스 저장부, 양압-저장부 압력 변환기, 음압-저장부 압력 변환기를 포함하고, 일부 실시예들에서는 사용자 인터페이스 콘솔(터치-패널 스크린과 같은)을 포함하는 전자 제어기도 포함하는] 공압 작동 시스템도 베이스 유닛의 일부일 수 있다.

[0068] 양압 저장부는 작동 챔버에 제어 가스의 양의 가압을 제공하여 펌핑 챔버가 최소 체적이 되는 위치(즉, 멤브레인이 강성 펌핑-챔버 벽에 기대어져 있는 위치)를 향해서 멤브레인을 압박한다. 음압 저장부는 작동 챔버에 제어 가스의 음의 가압을 제공하여 펌핑 챔버가 그 최대 체적이 되는 위치(즉, 멤브레인이 강성 작동-챔버 벽에 기대어져 있는 위치)를 향해서 멤브레인을 반대 방향으로 압박한다.

[0069] 밸브조작 메카니즘은 이러한 저장부들과 각각의 작동 챔버 간의 제어 유체 소통을 제어하기 위해 사용된다. 도 7에 도시된 바와 같이, 별도의 밸브가 저장부들 각각에 사용되며, 양압-공급 밸브는 양압 저장부와 작동 챔버간 유체 소통을 제어하고, 음압-공급 밸브는 음압 저장부와 작동 챔버간의 유체 소통을 제어한다. 이러한 두 개의 밸브들은 제어기에 의해 제어된다. 대안적으로, 두 개의 개별 밸브들 대신에 단일 3방 밸브가 사용될 수도 있다. 이 밸브들은 양방향(binary) 온-오프 밸브들이거나 가변-규제 밸브들일 수 있다.

[0070] 또한, 제어기는 세 개의 압력 변환기, 즉 작동-챔버 변환기, 양압-저장부 압력 변환기, 그리고 음압-저장부 압력 전환기로부터 압력 정보를 받는다. 이 이름들이 시사하듯이, 이러한 변환기들은 각각 작동 챔버, 양압 저장부 그리고 음압 저장부 내의 압력을 측정한다. 작동-챔버-압력 변환기는 베이스 유닛 내에 위치해 있지만 포드 펌프 공압 포트를 통해 작동 챔버와 유체 소통한다. 제어기는 두 개의 저장부들 내의 압력을 모니터하여 이들이 적절히 가압(양압 또는 음압으로)되는 것을 보증한다. 예시적인 실시예에서 양압 저장부는 750㎜HG 정도에서 유지될 수 있는 반면, 음압 저장부는 -450㎜HG 정도에서 유지될 수 있다.

[0071] 도 7을 계속 참조하면, 압축기-형 펌프 또는 펌프들(도시되지 않음)이 이러한 저장부들 내에서 바람직한 압력들을 유지하는데에 사용될 수 있다. 예를 들어, 두 개의 독립적 압축기들이 각각의 저장부들을 관리하는 데에 사용될 수 있다. 저장부들 내의 압력은 간단한 뱅-뱅(bang-bang) 제어 기술을 사용하여 관리될 수 있는데, 이 기술에서 양압 저장부를 관리하는 압축기는 저장부 안의 압력이 지정된 임계치 아래로 떨어지면 켜지고, 음압 저장부를 관리하는 압축기는 저장부 내의 압력이 지정된 임계치를 넘어서면 켜진다. 이력현상(hysteresis)의 양은 두개의 저장부에 대해 동일하거나 다를 수 있다. 이력현상 대역(hysteresis band)의 크기를 줄임으로써, 저장부들 내 압력의 더 엄격한 제어가 실현될 수 있지만, 이는 대개 압축기의 더 높은 순환 주기들을 야기한다. 저장부 압력들의 매우 엄격한 제어가 필요하게 되거나 아니면 달리 특별한 용례를 위해 바람직하다면, 뱅-뱅 기술은 PID 제어 기술로 대체될 수도 있으며 압축기들에 PWM 신호들을 사용할 수도 있다.

[0072] 양압 저장부에 의해 제공된 압력은 -정상 조건 하에서- 강성 펌핑-챔버 벽에 대하여 멤브레인을 계속 압박하기에 충분히 강한 것이 바람직하다. 비슷하게, 음압 저장부가 제공하는 음압(즉, 진공)은 -정상 조건 하에서- 작동-챔버 벽에 대하여 멤브레인을 계속 압박하기에 충분히 강한 것이 바람직하다. 그러나, 다른 바람직한 실시예에서는 저장부들에서 제공되는 이러한 양압 및 음압들이 양압-공급 밸브 또는 음압-공급 밸브 중 하나가 항상 개방되더라도 멤브레인에 대해 인가되는 양압 또는 음압이 포드 펌프를 손상시키거나 안전하지 않은 유체 압력들(예로서, 펌핑된 혈액이나 또는 다른 유체를 받는 환자에게 유해할 수 있는)을 형성할 정도로 강하지 않은 충분히 안전한 한계 내에 있다.

[0073] 2개 저장부 공압 작동 시스템(two-reservoir pneumatic actuation system)이 일반적으로 바람직하지만, 도 7에 도시된 2개 저장부 공압 작동 시스템 대신에 다른 유형의 작동 시스템들도 멤브레인을 전후로 이동시키는 데에 사용될 수 있다는 것이 이해될 것이다. 예를 들어, 대안적인 공압 작동 시스템은 특히 탄성의 멤브레인과 연계하여, 단독 공급 밸브 및 단독 탱크 압력 센서와 함께 단독 양압 저장부 또는 단독 음압 저장부를 포함할 수 있다. 그러한 공압 작동 시스템들은 양의 가스 압력이나 음의 가스 압력 중 하나를 포드 펌프의 작동 챔버에 간헐적으로 제공할 수 있다. 단독 양압 저장부를 가지는 실시예들에서, 펌프는 간헐적으로 작동 챔버에 양의 가스 압력을 제공하여 멤브레인이 펌핑 챔버 벽을 향해 움직이면서 펌핑 챔버의 내용물들을 방출하고, 가스 압력을 해제하여 멤브레인이 그 이완 위치로 복귀하여 펌핑 챔버 안으로 유체를 흡인하도록 함으로써 작동될 수 있다. 단일 음압 저장부를 가지는 실시예들에서, 펌프는 간헐적으로 음의 가스 압력을 작동 챔버에 제공하여 멤브레인이 작동 챔버 벽을 향해 움직여서 유체를 펌핑 챔버 안으로 끌어들이도록 하고, 가스 압력을 방출하여 멤브레인이 그 이완 위치로 되돌아와 유체를 펌핑 챔버로부터 방출시키게 함으로써 작동될 수 있다.

[0074] 3. 유체 취급

[0075] 도 2a 내지 도2d와 관련하여 예시 및 설명한 바와 같이, 예시적인 실시예에서의 유체 밸브는 가요성 멤브레인, 또는 챔버를 유체 반부(fluid half)와 공압 반부(pnuematic half)로 나누는 중심부를 가로지르는 멤브레인을 가지는 작은 챔버로 구성되어 있다. 예시적인 실시예에서 유체 밸브는 세 개의 입구/출구 포트들을 가지고 있는데, 두 개는 챔버의 유체 반부 위에, 그리고 하나는 챔버의 공압 반부 위에 있다. 챔버의 공압 반부 위에 있는 포트는 챔버로 양의 압력이나 진공(또는 일부 실시예들에서는 진공 대신, 대기로의 통기구가 존재함) 둘 중 하나를 제공할 수 있다. 진공이 챔버의 공압 부분으로 인가되면, 멤브레인은 챔버의 공압 측부로 끌어당겨져서 유체 경로를 비우고 유체가 챔버의 유체 측부 안팎으로 흐르도록 한다. 양의 압력이 챔버의 공압 부분에 인가되면, 멤브레인은 챔버의 유체 쪽으로 밀려지게 되어 유체 경로를 막고 유체 유동을 방지하게 된다. 유체 포트들 중 하나 위에볼케이노 밸브가 있는 실시예에서(도 2a 내지 도 2b에 도시된 바와 같이), 밸브 폐쇄시 그 포트가 먼저 밀봉되고, 밸브 내의 임의의 잔여 유체는 볼케이노 형상부를 갖지 않은 포트를 통해 방출된다. 부가적으로, 도 2d에 도시된, 밸브의 일 실시예에서 두 개의 포트들 사이에 있는 융기 형상부는 작동 행정 이전에(즉, 멤브레인이 포트들을 직접 밀봉하기 전에), 멤브레인이 두 개의 포트들을 서로로부터 밀봉할 수 있게 한다.

[0076] 다시 도 7을 참조하면, 압력 밸브들은 유동 경로 내의 다른 지점들에 위치한 펌프들을 작동하는 데에 사용된다. 이러한 구조는 두 개의 가변-오리피스 밸브들 및 압력 제어를 요구하는 각각의 펌프 챔버에 있는 압력 센서를 사용함으로써 압력 제어를 지원한다. 일 실시예에서, 하나의 밸브가 고압 소스에 연결되어 있고 다른 밸브가 저압 싱크에 연결되어 있다. 고속 제어 루프는 압력 센서를 모니터하고 밸브 위치들이 펌프 챔버 내 필요한 압력을 유지하도록 제어한다.

[0077] 압력 센서들은 챔버들 자체의 공압 부분 내의 압력을 모니터하는 데에 사용된다. 챔버의 공압 측부 상에서 양의 압력과 진공을 교번시킴으로써 멤브레인은 전체 챔버 체적에 걸쳐서 전후로 순환운동한다. 각 사이클에서, 공압장치들(pneumatics)이 포드에 진공을 끌어들일 때 유체는 입구 유체 포트의 상류 밸브를 통과하여

흡입된다. 그런 다음 이어서 공압장치들이 양의 압력을 포드에 전달할 때 유체는 출구 포트와 하류 밸브를 통해 방출된다.

[0078] 다수의 실시예들에서, 압력 펌프들은 한 쌍의 챔버들로 구성되어 있다. 두 개의 챔버들이 서로 180도 상이한 위상으로 구동되면 유동은 본질적으로 지속된다.

[0079] 4. 체적 측정

[0080] 카세트 내의 이러한 유량들은 행정의 종점(end-of-stroke)을 감지할 수 있는 압력 포드 펌프들을 사용하여 제어될 수 있다. 외부 제어 루프(loop)는 요구되는 유동을 전달하기 위한 정확한 압력 값들을 결정한다. 압력 펌프들은 언제 각 행정이 완료되는가를 검출하기 위해 행정 종점 알고리즘을 운영할 수 있다. 멤브레인이 움직이는 동안 챔버 내의 측정된 압력은 양호한 사인곡선형 압력(sinusoidal pressure)을 따른다. 멤브레인이 챔버 벽에 닿으면, 압력은 일정해지고, 사인곡선(sinusoid)을 더 이상 따르지 않게 된다. 압력 신호 내의 이러한 변화는 행정의 종료 시기, 즉, 행정의 종점을 검출하는 데에 사용된다.

[0081] 압력 펌프들은 알려진 체적을 갖는다. 따라서, 행정의 종점은 알려진 체적의 유체가 챔버 내에 존재한다는 것을 의미한다. 그러므로, 행정의 종점을 사용하여, 유체 유동은 이 체적과 동등한 유량을 이용해 제어될 수 있다.

[0082] 위에 더 자세하게 서술되어 있듯이, 계량 펌프들에 의해 펌핑된 유체의 체적을 측정하는 데에 FMS가 사용될 수 있다. 몇몇의 실시예들에서 계량 펌프는 FMS 체적 측정 시스템을 사용하지 않고 유체를 펌핑할 수도 있으나, 예시적인 실시예들에서, 펌핑된 유체의 정확한 체적을 계산하기 위해 FMS 체적 측정 시스템이 사용된다.

[0083] 5. 펌핑 카세트의 실시예

[0084] 유체 경로 뿐만 아니라 입구 및 출구라는 용어들은 설명을 돕기 위해 사용된 것이다. 다른 실시예에서는 입구가 출구로 사용될 수도 있다. 그러한 명칭들은 단순히 카세트로의 별개인 진입 영역을 나타내는 것뿐이다.

[0085] 유체 입구라고 명명된 것들은 유체 출구로 사용될 수도 있고 (예를 들면, 제1 유체 출구, 제2 유체 출구), 단지 유체가 그 입구/출구를 통해 카세트 안이나 밖으로 이동할 수 있다는 것을 나타내는 것뿐이다. 어떤 경우에는 회로도 상의 한 개 이상의 입구/출구가 같은 이름으로 지정된다. 이것은 같은 명칭으로 지정된 모든 입구/출구들이 동일한 계량 펌프 또는 포드 펌프 세트 (대안적인 실시예에서는 단일 포드 펌프일 수도 있다)로 펌핑된다는 것을 설명하는 것이다.

[0086] 도 8은 펌핑 카세트(800)의 유체 회로도의 실시예다. 다른 회로도들은 쉽게 식별 가능하다. 펌핑 카세트(800)는 펌프, 예를 들어, 한 개 이상의 포드 펌프(820, 828)와 한 개 이상의 계량 펌프(830)를 포함한다. 또한, 펌핑 카세트(800)는 유체가 유체 유동원으로부터 카세트로 진입하는 입구, 예를 들어, 하나의 유체 입구(810)를 포함한다. 유체는 하나 이상의 포드 펌프(820, 828)가 제공하는 유동율을 갖는다. 또한, 펌핑 카세트(800)는 하나 이상의 포드 펌프(820, 828) 중 하나가 제공하는 유동율을 갖는 유체가 펌핑 카세트(800)로부터 나가는 출구, 예를 들어, 하나의 유체 출구(824)를 갖는다.

[0087] 예시적인 실시예는 두 개의 포드 펌프(820, 828)를 포함하지만, 대안의 실시예에서는 카세트가 한 개 이상의 포드 펌프를 포함한다. 예시적인 실시예에는, 정상유동을 위해 두 개의 펌프가 제공된다. 계량 펌프(830)는 유체가 유체 출구(824)를 나가기 전에 일정 체적의 제2 유체를 제2 유체 유동원으로부터 유체 라인으로 펌프한다.

[0088] 도 8에 도시된 펌핑 카세트(800)의 유체 회로도는 다양한 카세트 장치로 구현될 수 있다. 따라서, 도 8에 도시된 유체 회로도로 대표되는 유체 유동 경로를 포함하는 펌핑 카세트(800)의 다양한 실시예는 이러한 본 실시예 또는 대안적인 실시예의 유체 회로도를 포함할 수 있는 카세트 실시예들만이 있는 것은 아니다. 나아가, 밸브의 종류, 밸브의 작동 순서, 그리고 펌프의 개수는 이러한 유체 회로도의 다양한 카세트 실시예들마다 변화될 수 있다.

[0089] 도 8에서는, 유체가 유체 입구(810)을 통해서 카세트로 진입한 후 제4 유체 경로, 예를 들어, 펌프 유체 경로(812) 또는 펌프 유체 경로(818)로 펌프된다. 하나의 실시예에서는, 펌프 입구 밸브(814, 808)가 번갈아가면서 열리고 닫히고, 임의의 시간에 열린 펌프 입구 밸브(814, 808)는 유체를 그 각각의 유체 경로(812, 818)와 각각의 포드 펌프(828, 820)로 유입되도록 한다. 그러면, 각각의 펌프 입구 밸브(814, 808)는 닫히고, 상응하는 펌프 출구 밸브(816, 822)가 열린다. 유체는, 포드 펌프 밖으로 그리고 유체 출구(824)를 통해서 펌프된다. 하지만, 다른 실시예에서는, 두 개의 펌프 입구 밸브(808, 814) 모두 동시에 열리고 닫힌다. 어떤 실시예에서는

카세트에 밸브가 없다.

[0090] 계량 펌프(830)는 일정 체적의 제2 유체를 펌핑 카세트(800)에 연결된 유체 유동원으로부터 펌프한다. 계량 펌프(830)는 포드 펌프(820, 828)와 별도로 작동되기 때문에, 계량 펌프(830)는 포드 펌프(820, 828)와는 다른 유동율로 펌프 할수 있다. 계량 펌프(830)는, 유체가 유체 출구(824)를 나가기 전에, 제3 유체 경로, 예를 들어 유체 경로(826)에서 일정 체적의 제2 유체를 제2 유체 유동원으로부터 유체 라인으로 펌프한다. 유체 유동원은 유체 경로(826)에서 주요 유체 경로와 교차하는 유체 라인을 통해 계량 펌프에 연결되어 있다. 밸브(832, 836)는 유체 경로(826)에서 유체를 제 2 유체 유동원으로부터 유체 라인으로 펌프하기 위해 작동한다.

[0091] 어떤 실시예에서는, 계량 펌프(830)가 사용되지 않거나 또는 포드 펌프(820, 828)와 아주 다른 펌핑 패턴을 갖는다. 예시적인 실시예에서 계량 펌프는 유체 관리 시스템(FMS) 부피 측정 기능을 포함한다. 기준 챔버는 카세트의 바깥쪽에 위치되어 있다. 예시적인 실시예에서 제2 유체 유동원은 카세트 내에서 직접 연결된 액체병이다. 스파이크는 유체 라인에 직접 연결되어있다. 다른 실시예에서는, 스파이크가 제2 유체 유동원에 연결된 튜브에 연결되어 있다. 병은 임의의 어떤 액체든지 담을 수 있지만, 어떤 실시예에서는, 헤파린과 같은 치료효과가 있는 액체를 담는다. 그러나, 다른 실시예에서는, 제2 유체가 화학요법제, 영양보조제, 항생제 또는 기타 약리작용 있는 영양액 또는 비영양액이다.

[0092] 유체는 유체 입구(810)로 그리고 유체 출구(824)로 펌프된다. 어떤 실시예에서는, 유체가 유체 유동원으로부터 (연속 유동 회로의 일부분인) 치료 영역으로 펌프된 후 유체 유동원으로 다시 유동한다. 한 실시예에서는, 카세트가 투석기에 연결된 유체 출구(824)를 통하여 환자로부터 혈액을 펌프하는데 사용된다. 혈액은 투석기를 통하여 유동하고 튜브를 통하여 환자에게로 다시 유동한다.

[0093] 도 8에 도시된 유체 유동 경로 회로도의 실시예는 구조물로 구체화될 수 있다. 예시적인 실시예에서는, 구조물은 작동 부재들을 갖는 세 개의 판형 카세트이다. 카세트의 대안적인 실시예를 후술한다.

[0094] 도 9a 및 도 9b는 카세트의 예시적인 실시예의 상부 판(900)의 외측부를 도시한다. 상부 판(900)은 포드 펌프(820, 828)의 반부를 포함한다. 이 반부는 유체 유동원의 유체가 관통해 지나가는 액체 반부이다. 두 개의 유체 경로(818, 812)가 도시되어 있다. 이들 유체 경로는 각각의 포드 펌프(820, 828)에 도달 한다.

[0095] 포드 펌프(820, 828)는 융기식 유동 경로(908, 910)를 포함한다. 융기식 유동 경로(908, 910)는 멤브레인(도시되지 않음)이 행정의 종점에 도달한 후에 유체가 포드 펌프(820, 828)를 통해서 계속해서 유동할 수 있도록 한다. 따라서, 융기식 유동 경로(908, 910)는 멤브레인으로 인해 공기 또는 유체가 포드 펌프(820, 828)에 포획되게 하거나 포드 펌프(820, 828)의 입구나 출구를 차단하여 연속적인 유동을 방해하는 것을 최소화한다. 예시적인 실시예에는 융기식 유동 경로(908, 910)가 특정 치수를 갖도록 도시되어 있으며, 예시적인 실시에서 그 치수는 유체유동 경로(818, 812)와 등가이다. 그러나 도 18a 내지 도 18e에 도시된 것과 같이, 대안적인 실시예에서 융기식 유동 경로(908, 910)는 더 좁거나, 또는 또 다른 실시예에서 바람직한 유동율 또는 유체의 거동을 얻기 위해 유체 유동을 조절하는 것이 목적일 경우에 융기식 유동 경로(908,910)의 치수는 임의의 치수일 수 있다. 어떤 실시예에서는, 융기식 유동 경로(908, 910)와 유체 유동 경로(818, 812)는 서로 다른 치수를 갖는다. 따라서, 융기식 유동 경로, 포드 펌프, 밸브 등과 관련하여 본 명세서에서 도시되고 설명된 치수들은 예시와 대안적인 실시예일뿐이다. 다른 실시예들은 쉽게 식별 가능하다.

[0096] 카세트의 예시적인 실시예에서, 상부 판이 제2 유체 포트, 예를 들어, 스파이크(902)와 용기 받침대(904)를 포함한다. 스파이크(902)는 중공이고, 유체 경로와 유체 연결되어 있다. 어떤 실시예에서는, 바늘이 스파이크 안에 부착되어 있다. 다른 실시예에서는, 바늘이 용기 부속구(도12c, 도면부호 1206 참조)에 연결되어 있다.

[0097] 도 9c 및 도 9d를 참조하면, 상부 판(900)의 내부가 도시되어 있다. 융기식 유동 경로(908, 910)는 포드펌프(820, 828)의 입구 유동 경로(912, 916) 및 출구 유동 경로(914, 918)와 연결된다. 융기식 유동 경로는 위에 더 자세히 설명되어있다.

[0098] 계량 펌프(도시되지 않음, 도10c 및 도 10d에 도시됨)는 제1 유체 포트, 예를 들어, 통기구(906)로의 연결부뿐만 아니라 스파이크(902)의 중공 경로로의 연결부도 포함한다. 예시적인 실시예에서는, 통기구(906)는 하나의 공기 필터(도시되지 않음)를 포함한다. 예시적인 실시예에서는, 공기 필터는 미립자 공기 필터이다. 예시적인 실시예에서 필터는 소미크론 소수성 공기 필터(som cron hydropob c a r f lter)이다. 다양한 실시예마다 필터의 크기는 다를 수 있고, 어떤 경우에는, 필터 크기가 원하는 결과에 따라 달라질 수 있다. 계량 펌프는, 통기구(906)를 통해 공기를 흡인하고, 스파이크(902)의 중공 경로를 통해 공기를 제2 유체의 용기(도시되지 않음)로 펌핑 하고, 일정 체적의 제2 유체를 스파이크(902)의 중공 경로를 통해 용기(도시되지 않음) 밖으로 그리고 유

체 경로(826)에서 유체 라인 내로 펌핑함으로써 작동한다. 이러한 계량 펌프를 위한 유체 유동 경로는 도 9c에 화살표로 도시되어 있다.

[0099] 도 10a 및 도 10b를 참조하면, 중간 판(1000)의 액체측이 도시되어 있다. 내부 상부 판 위의 유동 경로에 상보적인 영역이 도시되어있다. 이 영역은 예시적인 실시예에서 사용되는 제조 형태인 레이저 용접에 도움이 되는 표면 마감이 있는 약간의 융기식 트랙이다. 유체 입구(810)와 유체 출구(824) 또한 도면에 도시되어 있다.

[0100] 도 10c 및 도 10d를 참조하면, 중간 판(1000)의 공기측이 예시된 실시예에 따라 도시되어 있다. 밸브(808, 814, 816, 822)의 구멍의 공기측은 중간 판(도 10a에 도시)의 유체측 내의 구멍에 상응한다. 도 12c 및 12d에 도시된 것과 같이, 멤브레인(1226)이 포드 펌프(820, 828)를 완성할 때, 멤브레인(1220)은 밸브(808, 814, 816, 822)를 완성한다. 밸브 멤브레인의 실시예가 도 2e에 도시되어 있다. 밸브 멤브레인의 추가적인 실시예는 도 2f 내지 도 2g에 도시되어 있다. 계량 펌프(830)는 멤브레인(1224)에 의해 완성된다. 계량 펌프 멤브레인의 실시예는 도 5f에 도시되어 있다. 계량 펌프 멤브레인의 다른 실시예는 도 5e 내지 도 5h에 도시되어 있다. 밸브(808, 814, 816, 822, 832, 834, 836)는 공압식으로 작동되고, 멤브레인이 구멍으로부터 멀어지도록 당겨질 때 액체가 밀려들어오게 되고, 멤브레인이 구멍쪽으로 가압될 때 액체가 밀려나간다. 유체 유동은 밸브(808, 814, 816, 822, 832, 834, 836)의 개폐에 따라 안내된다.

[0101] 도 10a 및 도 10c를 참조하면, 계량 펌프는 제1 유체 포트, 제2 유체 포트, 제3 유체 포트, 예를 들어, 세 개의 구멍(1002, 1004, 1006)을 포함한다. 구멍(1002)은 계량 펌프로 공기를 유입시키고, 구멍(1004)은 공기를 스파이크/유체 유동원 용기로 밀어내면서 액체를 유체 유동원 용기로부터 끌어당기고, 구멍(1006)은 유체 경로(826)에서 제2 유체를 계량 펌프(830)로부터 유체 라인까지 밀어낸다.

[0102] 제1 유체 밸브, 제2 유체 밸브, 제3 유체 밸브, 예를 들어, 밸브(832, 834, 836)는 제2 유체 계량 펌프를 작동시킨다. 밸브(832)는 제2 유체/스파이크 밸브이고, 밸브(834)는 공기 밸브이고, 그리고 밸브(836)는 유체 경로(826)에서 유체 유동을 유체 라인까지 조절하는 밸브이다.

[0103] 도11a 및 도 11b를 참조하면, 저부 판(1100)의 내부 단면도가 도시되어 있다. 포드 펌프(820, 828), 계량 펌프(830), 및 밸브(808, 814, 816, 822, 832, 834, 836)의 내측 도면이 도시되어있다. 포드 펌프(820, 828), 계량 펌프(830), 그리고 밸브(808, 814, 816, 822, 832, 834, 836)는 공압 공기원에 의해 작동된다. 도 11c 및 도 11d를 참조하면, 저부 판(1100)의 외측부가 도시되어 있다. 공기원은 카세트의 외측부에 부착되어 있다. 일 실시예에서는 튜브가 작동 포트, 예를 들어 공기 작동 포트(1102) 상의 형상부에 연결된다. 어떤 실시예에서는, 밸브가 무리 지어져 있고, 하나 이상의 밸브가 동일한 공기 라인에 의해 작동된다.

[0104] 도 12a 및 도 12b를 참조하면, 제2 유체 공급원으로서 부착된 용기(1202)를 갖는 조립된 카세트(1200)가 도시되어 있다. 용기(1202)는 제2 유체 공급원을 담고 있고, 용기 부착부(1206)에 의해 스파이크(도시되지 않음)에 부착되어 있다. 공기 필터(1204)는 통기구(도시되지 않음, 도 9a에 도면부호 906으로 도시)에 부착되어 있다. 도 12a에는 도시되지 않았지만, 용기 받침대(도 9a에 도면부호 904로 도시)는 용기 부착부(1206) 아래에 있다. 도 12a 및 도 12b에 도시된 조립된 카세트(1200)의 분해도는 도 12c 및 도 12d에 도시되어 있다. 이 도면들에는 포드 펌프 멤브레인(1226)의 예시적인 실시예가 도시되어 있다. 예시적인 실시예에는 도 4e 및 도 4f에 도시된 멤브레인을 포함된다. 멤브레인의 가스켓은 (상부 판(900)에 있는)액체 챔버와 (저부 판(1100)에 있는)공기/작동 챔버사이에 밀봉부를 제공한다. 멤브레인(1226)의 돔 위의 딤플형 형상은, 다른 형상부보다 특히, 행정의 종점에서 공기와 액체가 챔버를 빠져나갈 수 있는 추가적인 공간을 제공한다. 카세트의 다른 실시예에서는, 도 5a, 도 5c 또는 도 5d에 도시된 멤브레인을 사용할 수 있다. 카세트의 대안적인 실시예에서는, 도 6a 내지 도 6g에 도시된 멤브레인을 사용할 수 있다. 위에 상세히 설명한 바와 같이, 이러한 멤브레인은 이중 가스켓(62, 64)을 포함한다. 이중 가스켓(62, 64)의 형상부는 포드 펌프의 양측부 모두 액체를 포함하는 실시예이거나 양쪽 챔버의 밀봉이 모두 필요한 응용예에서 바람직할 것이다. 이러한 실시예에서는 가스켓(62)이 저부 판(1100)에 있는 포드 펌프 챔버를 밀봉할 수 있도록 내부 저부 판(1100)에 가스켓 또는 다른 형상부(도시되지 않음)에 상보하는 림(rim)이 추가된다.

[0105] 도 13a를 참조하면, 카세트 내의 포드 펌프(820, 828)의 단면도가 도시되어 있다. 여기에는 멤브레인(1226)의 부착부가 자세히 도시되어 있다. 예시적인 실시예에는, 멤브레인(1226) 가스켓이 중간 판(1000)과 저부 판(1100)에 끼여있다. 중간 판(1000) 상의 림은 가스켓이 상부 판(900)에 위치된 포드 펌프(828, 828) 챔버를 밀봉하기 위한 형상부를 제공한다.

[0106] 도 13b를 참조하면, 조립된 카세트의 밸브(834, 836)의 단면도가 도시되어 있다. 예시적인 실시예에서, 조립된

멤브레인(1220)이 도시되어 있으며, 멤브레인(1220)은 중간 판(1000)과 저부 판(1100) 사이에 개재됨으로써 제자리에 고정된다.

[0107] 도 13c를 참조하면, 조립된 카세트 내의 밸브(816, 822)의 단면도가 도시되어 있다. 예시적인 실시예에서, 조립된 멤브레인(1220)이 도시되어 있으며, 멤브레인(1220)은 중간 판(1000)과 저부 판(1100) 사이에 개재됨으로써 제자리에 고정된다.

[0108] 도 14a 및 도 14b를 참조하면, 계량 펌프(1400)의 조립된 대안적인 실시예가 도시되어 있다. 본 실시예에서는, 계량 펌프(1400)가 카세트(도시되지 않음)에 연결되므로 계량 펌프(1400)는 카세트와 일체형이 아니다. 도 14a를 참조하면, 계량 펌프(1400)는 상부 판(1406)과 카세트(1402)로의 유체 연결부를 포함한다. 용기(1404)는 계량 펌프(1400) 안에 도시되어 있다. 용기(1404)는 제2 액체 유체를 포함하고, 카세트(1402)로의 유체 연결부를 통해 카세트 유체 경로에 유체 연결될 것이다.

[0109] 도 14b를 참조하면, 계량 펌프(1400) 또한 작동 포트, 예를 들어, 공기 작동포트(1416)를 포함하는 저부 판(1408)을 포함한다. 도 14c 및 도 14d에는 계량 펌프의 분해도가 도시되어 있다. 중간 판(1412)의 밸브를 완성하는 멤브레인(1410)이 도시되어 있다. 도 14e는 카세트(1414) 상의 조립된 계량 펌프를 도시한다. 도 14f는 저부 판(1408)이 상부 판(1406)에 의해 덮여지지 않은, 카세트(1414) 상의 부분 조립된 계량 펌프를 도시한다.

[0110] 도 15a 내지 도15d를 참조하면, 계량 펌프의 대안적인 실시예의 상부 판의 형상부는 많은 부분이 도 9c 및 도 9d의 계량 펌프와 관련하여 상기한 카세트의 예시적인 실시예에 나타난 상부판과 같다. 어떤 실시예에서, 공기 입구(1426)는 상기한 실시예와 비슷한 공기 필터를 포함한다. 도 15c는 공기 유동 유체 경로를 화살표로 도시한다. 공기는 공기 입구를 통해 흡인되고 용기(도시되지 않음) 방향으로 밀려 나아간다. 도 15d는 제2 유체 유동 경로를 화살표로 도시하고 있다. 제2 유체는 유체 경로(826)에서 용기(도시되지 않음)로부터 그리고 카세트 밖으로 펌프된다. 따라서, 계량 펌프 구성요소가 카세트와 일체형이라기보다는 카세트에 부착된다는 점을 제외하면, 도 14a 내지 도 17d에 도시된 계량 펌프의 대안적인 실시예는 도 8에 도시된 유체 유동 경로 회로도의 또 다른 구조적인 구현이다.

[0111] 도 16a 및 도 16b를 참조하면, 유체의 유동 경로를 나타내는 개구들이 도시되어 있다. 도 16c 및 도 16d를 참조하면, 중간 판(1412)의 공기 측부가 도시되어 있다. 계량 펌프(830)를 포함한 밸브(832, 834, 836)의 공기 측부가 도시되어 있다. 밸브(832, 834, 836)의 개구들과 계량 펌프(830)는 도 8에 도시된 회로도와 도 10a 내지 도 10c에 도시된 카세트의 중간 판의 예시적인 실시예에 있는 계량 펌프 주변의 밸브에 대응한다. 따라서, 비록 본 실시예에서 계량 펌프, 상응하는 밸브, 그리고 유체 라인이 카세트 바깥쪽에 있어도, 밸브와 유체 라인은 유사하다. 따라서, 계량 펌프 형상부의 예시적인 실시예와 관련한 대부분의 상기 설명들은 계량 펌프의 대안적인 실시예에도 적용 가능하다.

[0112] 도 17a 및 도 17b에는 내부 저부 판(1408)이 도시되어 있다. 밸브(832, 834, 836)와 계량 펌프(830)의 상응하는 작동 측부들이 도시되어 있다. 도 17c 및 도 17d는 외부 저부 판(1408)과 작동포트(1702)를 도시한다. 작동포트(1702)는 계량 펌프와 밸브를 작동시키기 위한 공기로의 접근을 제공한다.

[0113] 상술한 바와 같이, 예시적인 실시예는 도 8에 도시된 예시적인 유체 유동 경로 회로도를 포함하는 하나의 카세트 실시예다. 그러나, 많은 부분이 예시적인 실시예와 같은 형상부를 포함하지만, 구조적 디자인은 조금씩 다른 카세트의 대안적인 실시예도 있다. 이러한 대안적인 실시예 중 하나가 도 18a 내지 도 22b에 도시되어 있다.

[0114] 도 18a 내지 도 22b에 도시된 대안적인 실시예에서는, 도 9a 내지 도 12d에 사용된 구성요소의 상응하는 번호가 적용된다. 도 22a 및 도 22b의 단면도는 도 13a 및 도 13c에 각각 상응된다. 두 실시예는 아주 근소한 차이만 있을 뿐이며, 이러한 차이는 도 9a 내지 도 9e에 도시된 예시적인 실시예와 비교될 때, 도 18a내지도 18e에서 가장 잘 나타난다. 특히, 도 18a 내지 도 18e에 도시된 대안적인 실시예에서의 포드 펌프(820, 828) 상의 융기식 유동 경로(908, 910)는 도 9a 내지 도9e에 도시된 예시적인 실시예에 있는 치수보다 작은 치수를 갖는다. 뿐만 아니라, 도 9a 내지 도 9e에 도시된 예시적인 실시예의 유체 경로는 좀 더 직각인 모서리를 갖는 반면, 도 18a 내지 도 18e에 도시된 대안적인 실시예에서는 유체 경로가 좀더 둥근 모서리를 갖는다. 좀 더 직각인 예시적인 실시예의 모서리가 레이저 용접에 효율적이고 효과적이므로 예시적인 실시예의 모서리가 제조를 용이하게 한다.

[0115] 도 23a 내지 도 27b는 카세트의 또 다른 대안적인 실시예를 도시한다. 그러나, 이 실시예에서는, 계량 펌프가

카세트와 통합되거나 일체화되어 있지 않다. 따라서, 계량 펌프가 요구되는 카세트의 이러한 실시예에서는, 별도의 계량 펌프가 카세트에 연결된다. 별도의 계량 펌프의 일례는 도 14a 내지 도 17d에 도시되어 있다. 많은 형상부, 즉, 포드 펌프와 유체 라인이 도 9a 내지 도 12d에 도시된 예시적인 실시예와 비슷하다. 따라서, 도 9a 내지 도 12d에 상응하는 도면에 대한 설명과 번호가 도 23a 내지 도 26d에 적용될 수 있다. 도 27a 및 도 27b에 도시된 대안적 실시예의 단면도들은 도 13a 및 도 13c에 도시된 단면도들에 각각 상응한다.

[0116] 도 24c 및 도 24d는 밸브(808, 814, 816, 822)의 대안적인 도면을 도시한다. 도 24c 내지 도 24d에 도시된 밸브(808, 814, 816, 822)를 도 10c 내지 도 10d의 밸브(808, 814, 816, 822)와 비교하면, 도 10c 내지 도 10d의 밸브(808, 814, 816, 822)에는 포함되지 않은 융기식 형상부(2410)가 도 24c 내지 도 24d의 밸브(808, 814, 816, 822)에 포함되어 있다는 것을 알 수 있다. 도 10c 내지 도 10d의 밸브(808, 814, 816, 822)는 평활한 구조를 포함하고 있으며, 융기식 형상부나 울퉁불퉁한 형상부(textured feature)도 포함하고 있지 않다. 다시 도 24c 및 도 24d를 참조하면, 밸브(808, 814, 816, 822)의 융기식 형상부(2410)가 하나의 유체 경로에서 다음 유체경로까지 유동하는 유체를 위한 다른 밀봉기구를 제공한다(이때, 각각의 유체 경로는 밸브(808, 814, 816, 822)의 개구들에 의해 나타내어진다).

[0117] 도 23a 내지 도 23b는 상부 판(900)의 대안적인 실시예를 도시한다. 다시, 이 대안적인 실시예를 도 9a 내지 도 9b에 도시된 예시적인 실시예와 비교하면, 도 9a 및 도 9b의 상부 판(900)은 하나의 고형부품이다. 그러나 도 23a 내지 도 23b를 참조하면, 상부 판(900)은 네 개의 별개인 부품들(900a, 900b, 900c, 900d)로 이루어져 있다. 제작시, 네 개의 판이 중간 판(도 24a 내지 도 24b도시)의 유체 측부 위에 개별적으로 레이저 용접되거나 초음파 용접된다. 다른 제작 형태들은 상기와 같다.

[0118] 도 25a 내지 도 25b는 저부 판(1100)의 대안적인 실시예를 도시한다. 다시, 이 대안적인 실시예를 도 11a 내지 도 11b의 예시적인 실시예와 비교하면, 도 11a 및 도 11b의 저부 판(1100)은 하나의 고형부품이다. 하지만, 도 25a 내지 도 25b를 참조하면, 저부 판(1100)은 두 개의 별개인 부품들(1100a, 1100b)으로 이루어져 있다. 제작시, 두 개의 판이 중간 판(도 24c내지 도 24d도시)의 공기 측부 위에 개별적으로 레이저 용접되거나 초음파적으로 용접된다. 도 27a를 참조하면, 상부 판의 부품들(900a, 900b)과 저부 판의 부품들(1100a, 1100b)의 복수 부품 구조가 도시되어 있다. 도 27b는 저부 판의 부품들(1100a, 1100b)의 별개인 구조를 추가적으로 도시한다.

[0119] 5.1 펌핑 카세트의 예시적인 실시예

[0120] 실시시, 카세트는 모든 종류의 유체를 임의의 공급원에서 임의의 장소까지 펌프하는데 사용될 수 있다. 유체의 종류에는 영양물, 비영양물, 무기 화학제, 유기 화학제, 체액 또는 임의의 다른 유형의 유체를 포함한다. 추가적으로, 일부 실시예에서, 유체의 종류는 가스를 포함하며, 따라서, 일부 실시예에서 카세트는 가스를 펌프하기위해 사용된다.

[0121] 카세트는 소정의 위치로부터 소정의 위치까지 유체를 펌프하고 안내하도록 기능한다. 일부 실시예에서는, 외부 펌프가 유체를 카세트 안으로 펌핑하고, 카세트가 유체를 외부로 펌프한다. 하지만, 일부 실시예에서는, 포드 펌프가 유체를 카세트 안으로 밀어 넣었다가 유체를 카세트 밖으로 펌프하도록 기능한다.

[0122] 상기한 바와 같이, 밸브의 위치에 따라 유체 경로가 제어 된다. 따라서, 본 카세트의 대안적인 실시예는 밸브가 다른 위치에 있거나, 추가적인 밸브를 갖는 경우이다. 추가적으로, 상기된 도면에 도시된 유체 라인과 경로는 유체 라인과 경로의 단순 예시에 불과하다. 다른 실시예에 더 많은, 더 적은 및/또는 다른 유체 경로가 있을 수 있다. 또한, 또 다른 실시예에서, 카세트 안에 밸브가 존재하지 않는다.

[0123] 상기한 포드 펌프의 개수 또한 실시예마다 다를 수 있다. 예를 들면, 앞서 설명하고 도시한 예시적인 실시예와 대안적인 실시예에서는 두 개의 포드 펌프를 포함하지만, 다른 실시예에서는 카세트가 한 개의 포드 펌프를 포함한다. 또 다른 실시예에서는 카세트가 두 개 이상의 포드 펌프를 포함한다. 포드 펌프는 단일 펌프일 수도 있고, 좀더 연속적인 유동을 제공하기 위해 직렬로 작동할 수도 있다. 카세트의 다양한 실시예에서는 둘 중 어느 것이든지 단독으로 또는 함께 사용될 수 있다.

[0124] "입구" 와 "출구"라는 용어는 서로 호환적으로 사용될 수 있다. 유체는 출구로 진입할 수 있고 입구로 배출 될 수 있다. 추가적인 입구/출구(포트)가 더해질 수 도 있다. 추가적인 포트는 특정 유체 경로를 카세트에 부여하고자 할 때 제공될 수 있다. 이러한 추가적인 포트는 반드시 항상 사용될 필요는 없으며, 그 대신, 다양한 포트를 사용함으로써 카세트를 실제로 융통성있게 사용할 수 있다.

[0125] 펌핑 카세트는 아주 다양하게 응용될 수 있다. 하지만, 하나의 예시적인 실시예에서 환자로부터 혈액을 카세트 바깥쪽의 투석기로 펌프하고 혈액이 투석기를 지나 카세트 바깥쪽의 라인을 통해 환자에게로 회귀하는데 충분한

펌핑력을 제공하기 위해 펌핑 카세트가 사용된다.

[0126] 예시적인 실시예에는 두 개의 포드 펌프, 혈액 입구, 혈액 출구, 그리고 헤파린 계량 펌프를 포함한다. 밸브는 도 2d와 연관하여 상술한 바와 같이 평활식 밸브이다. 예시적인 실시예에서는, 포드 펌프 멤브레인은 도 4e내지 도 4f에 도시된 것처럼 딤플형 멤브레인이다.

[0127] 혈액 펌프 카세트는 이중 바늘 작동과 단일 바늘 작동 모두를 지원한다. 이중 바늘로 작동할 경우에 챔버는 번갈아 가면서 충전과 전달을 함으로써 두 라인 모두에서 혈액의 유동을 효과적으로 연속시킨다. 단일 바늘로 작동할 경우, 펌프가 먼저 양쪽 펌프 챔버를 동맥 라인을 통해 충전한 후 정맥 라인으로 전달한다.

[0128] 도 12c 및 도 12d를 참조하면, 예시적인 실시예에서는, 유체 또는 혈액 입구 라인은 저부 상에 배향되고 유체 또는 혈액 출구는 상부 상에 배향된다. 따라서, 실시시, 혈액 펌프 카세트는 정상적인 치료 유동이 펌프 챔버를 지나 상승하여 상부에서 배출되도록 배향될 수 있다. 이 실시예에서는 혈액 펌프 카세트로 진입하는 거의 모든 또는 모든 공기가 투석기를 향해 가압된다. 하지만, 다른 실시예에서는, 혈액 입구 라인은 상부 상에 배향된다.

[0129] 본 예시적인 실시예에서는, 계량 펌프가 헤파린 펌프이고, 측정된 량의 헤파린을 병 또는 용기에서부터 받아들여 혈액 회로/유체 라인으로 전달하는 단일 챔버 FMS 계량 펌프다. 이런 특징 덕분에 혈액 펌프 카세트는 헤파린 처방 관리를 할 수 있다.

[0130] 일부 실시예는 유체 라인 내부의 공기 트랩과 한 개 이상의 센서 요소를 포함 할 수 있다. 센서 요소는 임의의 유체 또는 비유체 센서 데이터를 결정할 수 있는 능력을 갖는 임의의 센서 요소일 수 있다. 하나의 실시예에서는, 세 개의 센서 요소가 단일 유체 라인에 포함되어 있다. 일부 실시예에서는, 한 개 이상의 유체 라인이 세 개의 센서 요소를 포함한다. 세 개의 센서 요소 실시예에서는, 센서 요소 중 두 개가 전도성 센서이며 남은 세 번째 센서 요소는 온도 센서이다. 전도성 센서 요소와 온도 센서 요소는 관련 분야에서 사용되는 임의의 전도성 센서나 온도 센서일 수 있다. 하나의 실시예에서는 전도성 센서 요소는 흑연 포스트(post)다. 다른 실시예에서의 전도성 센서 요소는 스테인레스 강, 티타늄, 백금 또는 내식성처리를 위해 코팅되었으나 여전히 전기적으로는 전도성을 지닌 임의의 다른 금속으로 만든 포스트다. 전도성 센서 요소는 탐침 정보를 제어기나 다른 장치에 전달하는 전기 리드를 포함할 것이다. 하나의 실시예에서는, 온도 센서는 스테인레스 강 탐침에 담긴 서미스터(therm ster)이다. 대안적인 실시예에서는, 본 건과 동시 계류 중인 출원으로 2007년 10월 12일자 출원된 "센서 장치 시스템, 기기 및 방법"(DEKA-024XX)라는 명칭의 미국 특허 출원에서 설명된 것과 비슷한 온도 센서 요소와 전도성 센서요소의 조합체가 사용된다. 대안적인 실시예에서는, 카세트 안에 센서가 없거나, 온도 센서만 있거나, 하나 이상의 전도성 센서만 있거나, 또는 하나 이상의 다른 종류의 센서가 있다

[0131] 비록 앞서 혈액 펌프 카세트 실시예만 설명되었지만, 다른 실시예 또한 쉽게 식별 가능하다. 계량 펌프는 일정 체적의 유체를 투약하거나 제거하는데 사용될 수 있다. FMS를 사용하면, 일정 체적의 유체가 측정되고 따라서 거의 정확한(또는 거의 실제로 정확한) 체적의 유체가 더해지거나 제거될 수 있다고 알려져 있다. 본 펌핑 카세트의 다른 실시예에서는 다른 멤브레인이나, 오버몰드된 멤브레인이나, 또는 기타 상술한 멤브레인이 사용된다. 멤브레인의 다양한 실시예의 일부가 상술되어있고 도 4c 내지 도 6g에 도시되어 있다.

[0132] 실시시, 카세트는 모든 유형의 유체를 임의의 공급원에서 임의의 위치로 펌프하는데 사용될 수 있다. 유체의 유형은 영양물, 비영양물, 무기 화학제, 유기 화학제, 체액, 또는 임의의 다른 종류의 유체를 포함한다. 추가적으로, 일부 실시예에서, 유체는 가스를 포함하며, 따라서, 카세트는 가스를 펌프 하기 위해 사용될 수 있다.

[0133] 카세트는 소정의 위치로부터 소정의 위치까지 유체를 펌프하고 안내하도록 기능한다. 일부 실시예에서는, 외부 펌프가 유체를 카세트 안으로 펌프하고, 카세트가 유체를 외부로 펌프한다. 하지만, 일부 실시예에서는, 포드 펌프가 유체를 카세트 안으로 밀어 넣었다가 유체를 카세트 밖으로 펌프하도록 기능한다.

[0134] 여기에는 본 발명의 원리가 기술되었지만, 관련 분야의 당업자들은 이러한 설명들이 예시적으로 기술된 것이며 이러한 설명이 발명의 범위를 제한하지 않는다는 것을 이해할 것이다. 여기 상술되고 도시된 예시적인 실시예뿐만 아니라 다른 실시예들도 본 발명을 벗어나지 않는다. 당업자에 의한 본 발명의 변경이나 대체는 본 발명을 벗어나지 않는다.

## *부호의 설명*

[0135] 100: 포드 펌프

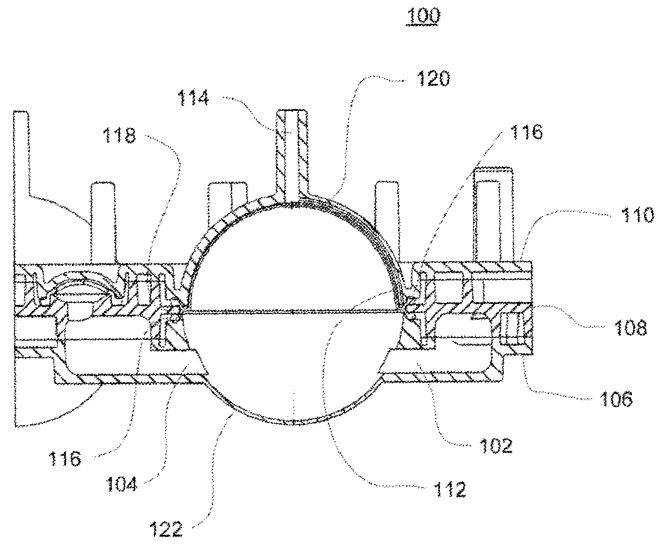
102: 입구

104: 출구

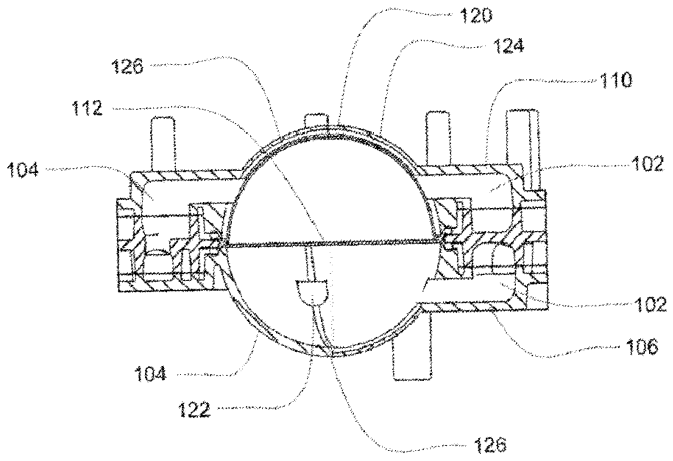
112: 멤브레인

## 도면

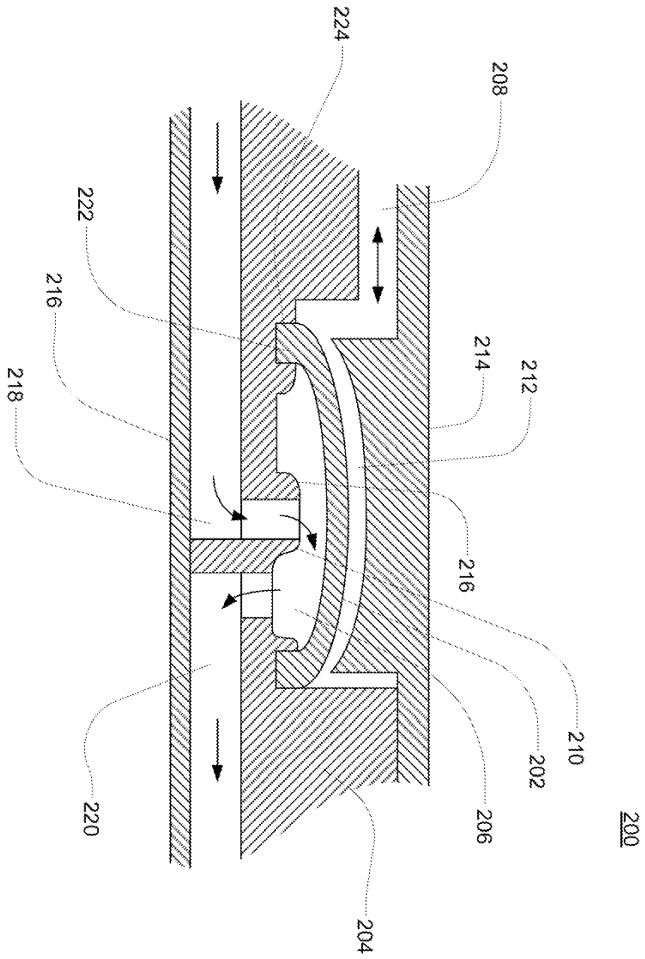
### 도면1a



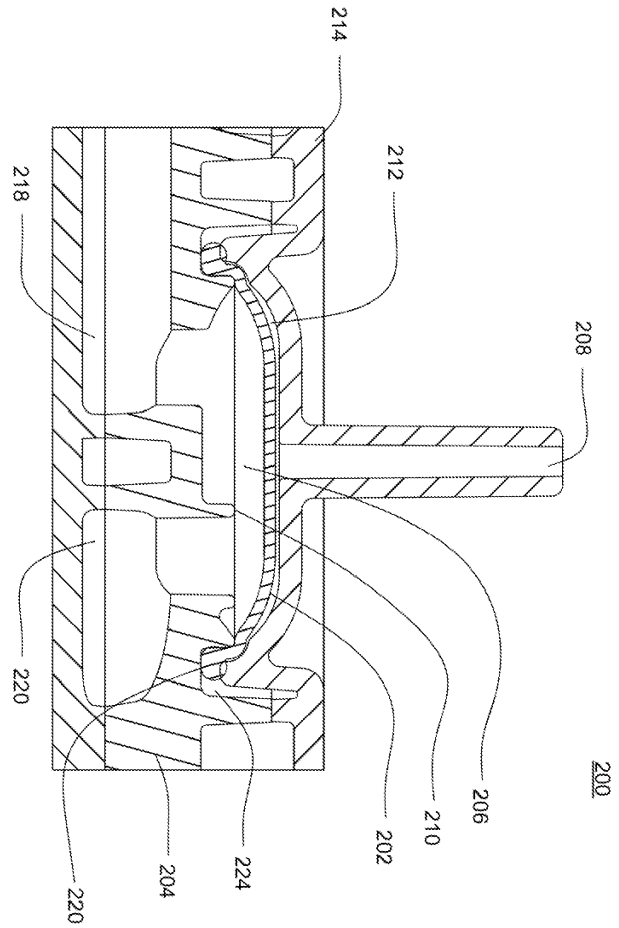

### 도면1b



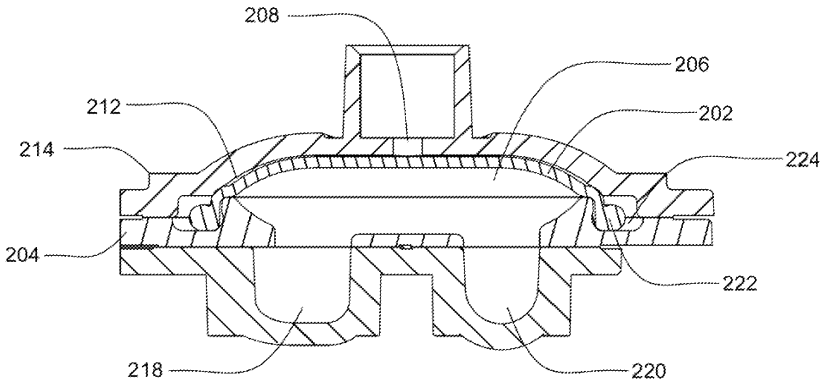
도면2a



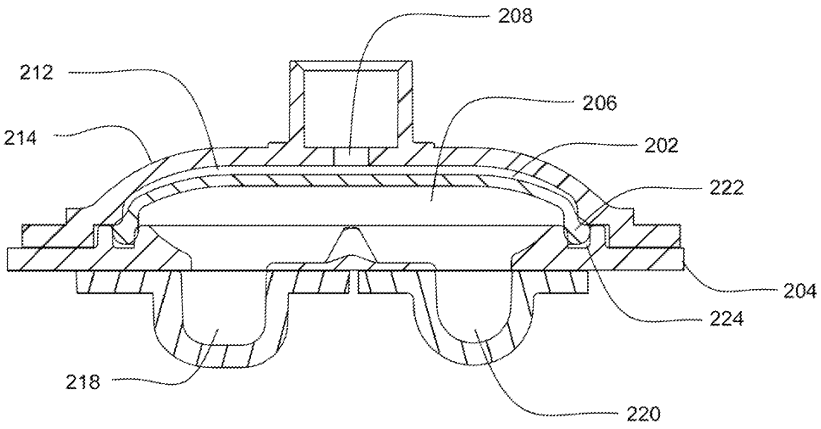
도면2b


214
212
218
208
220
200
206
210
202
224
204
220

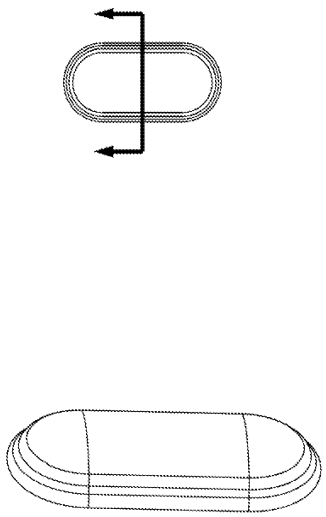
도면2c


208
206
212
202
214
224
204
222
218
220

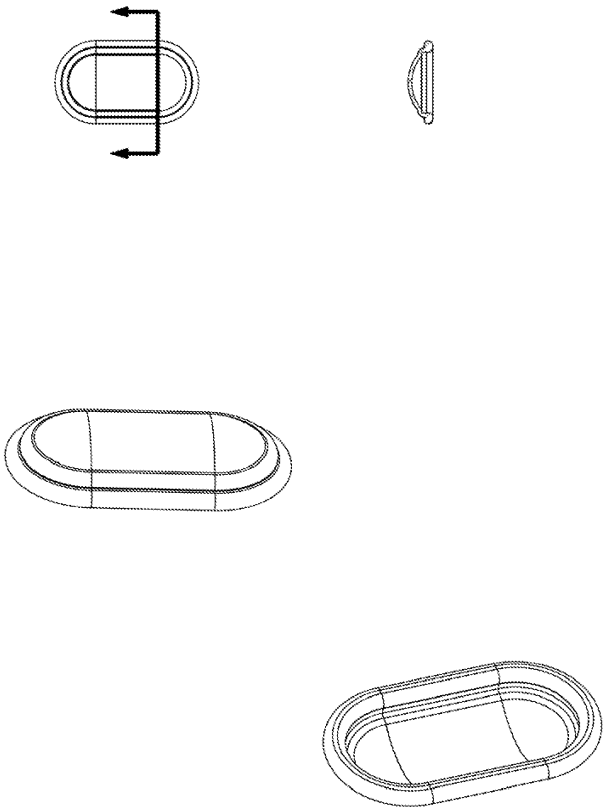
도면2d



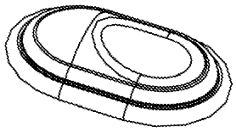

도면2e

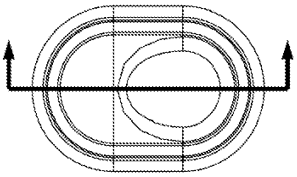


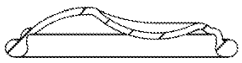
도면2f



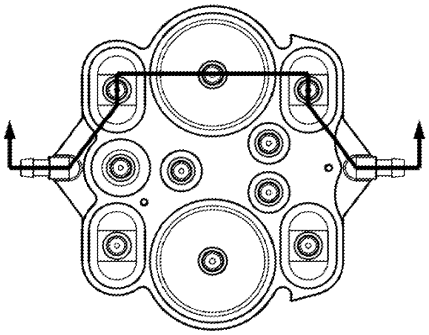
도면2g



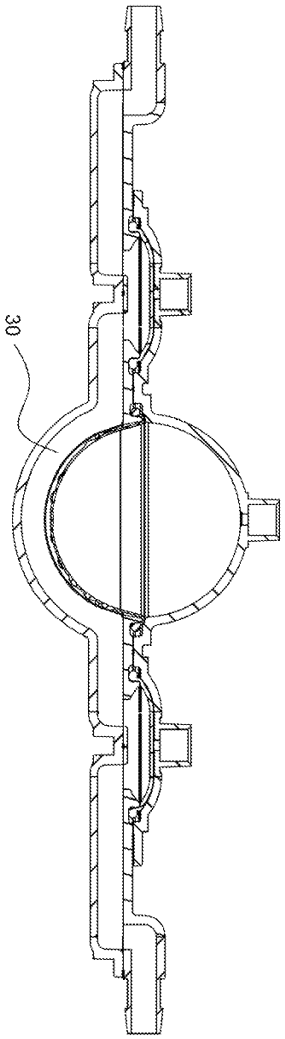




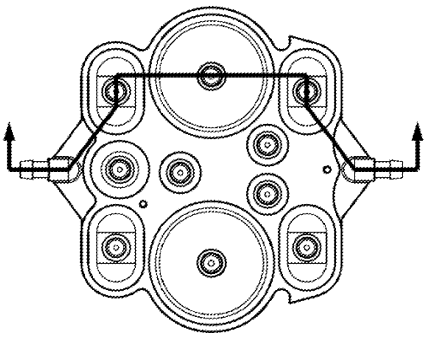
도면3a



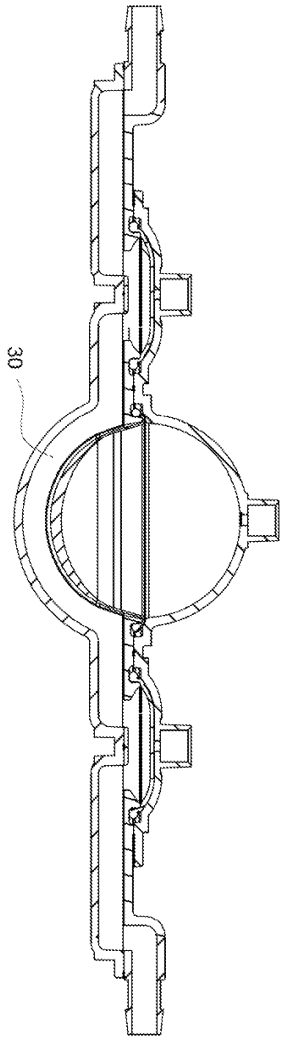
도면3b



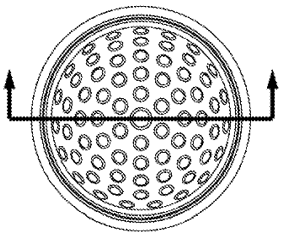

도면4a



도면4b



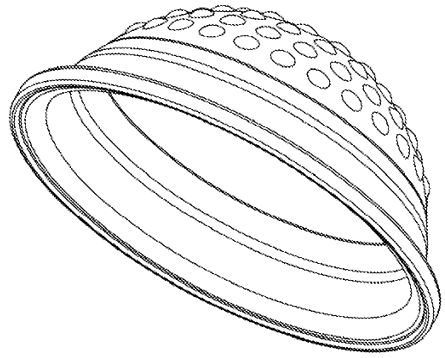

도면4c



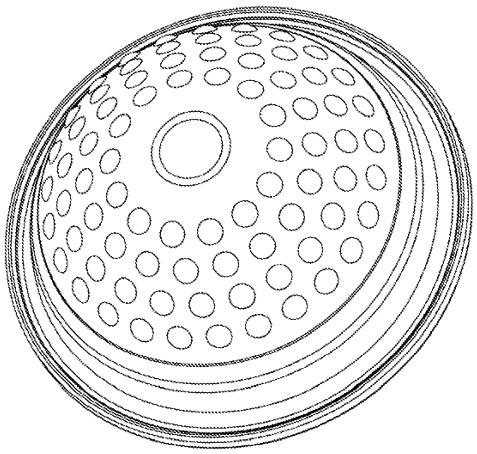
도면4d



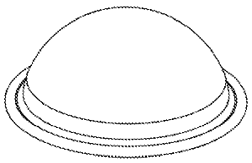
도면4e



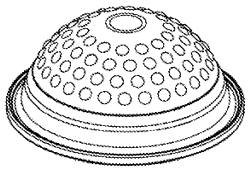
도면4f



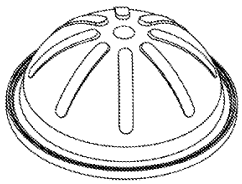
도면5a



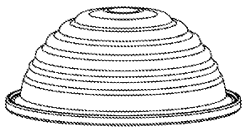
도면5b



도면5c

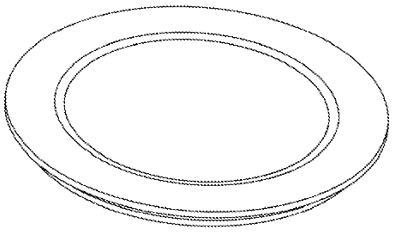


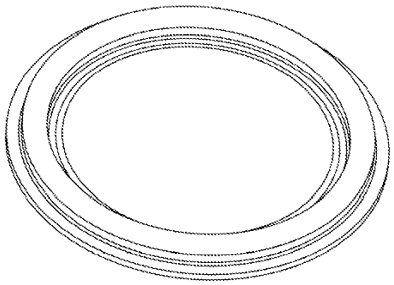
도면5d



도면5e

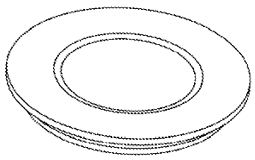


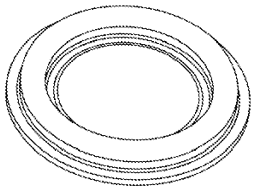




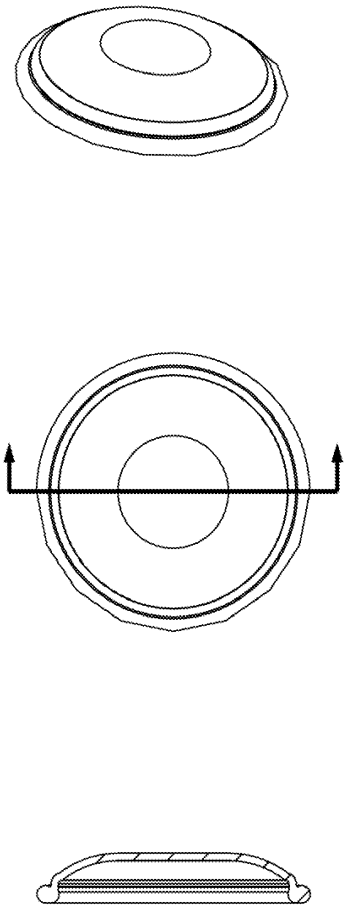
도면5f



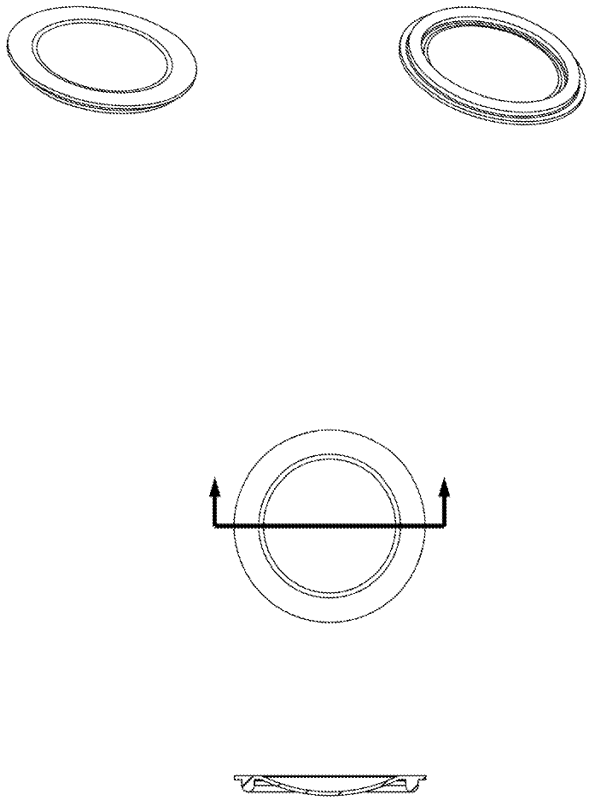




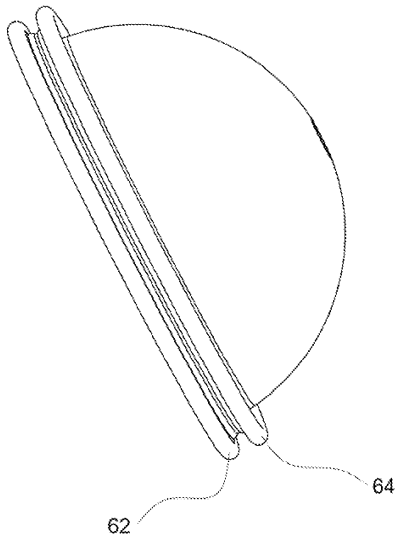
도면5g



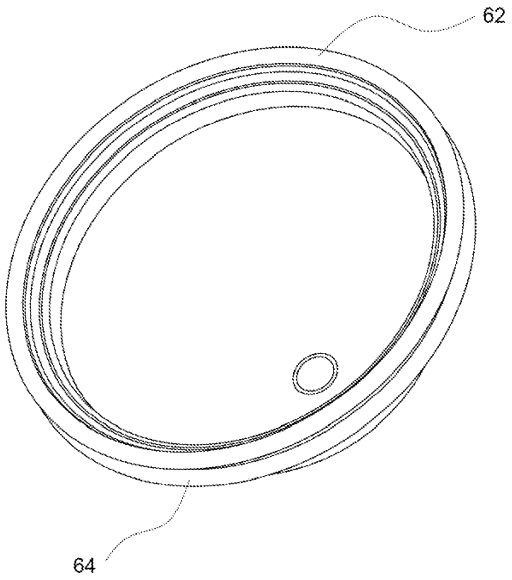
도면5h



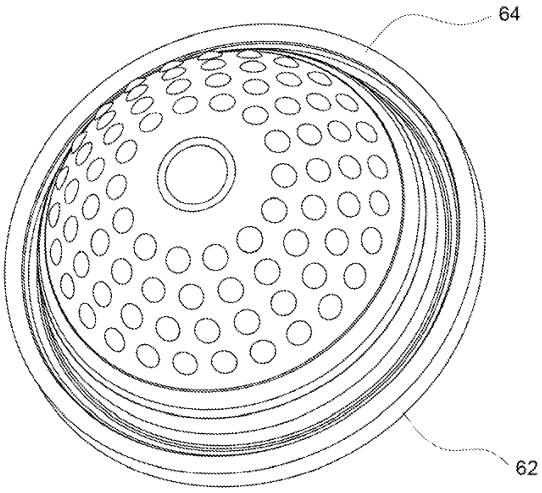
도면6a



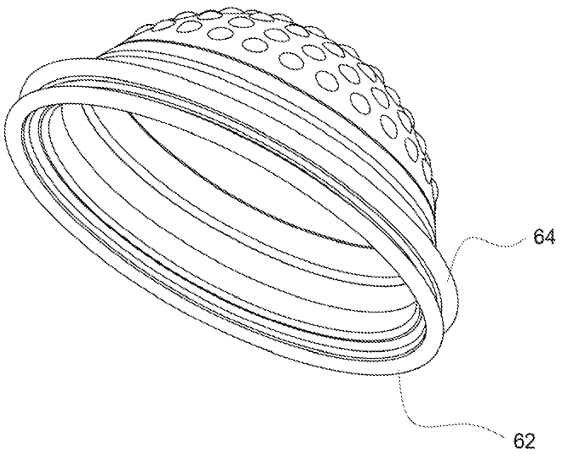
도면6b



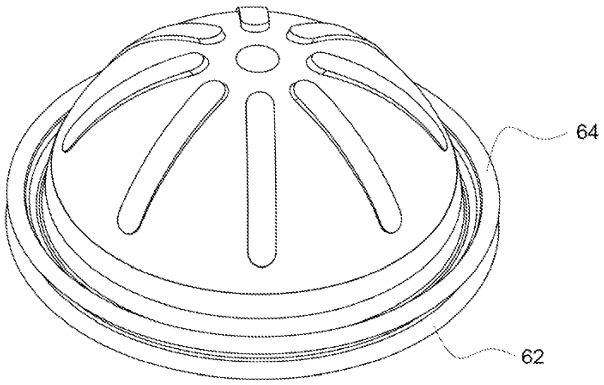

도면6c



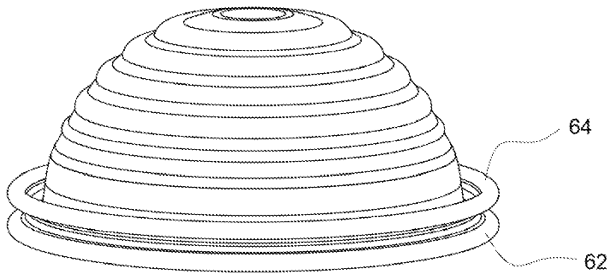
도면6d



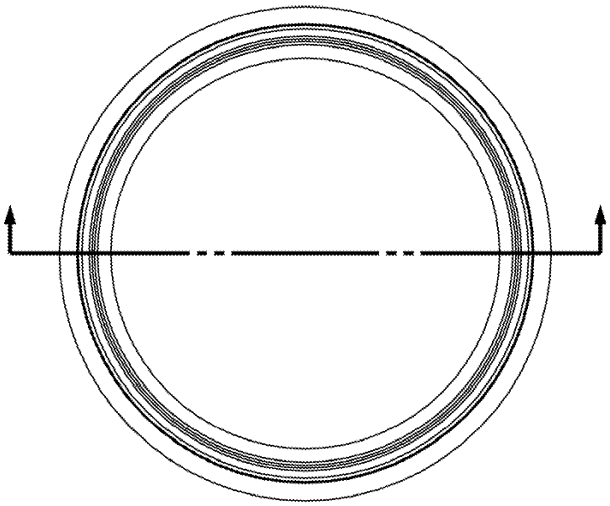

도면6e

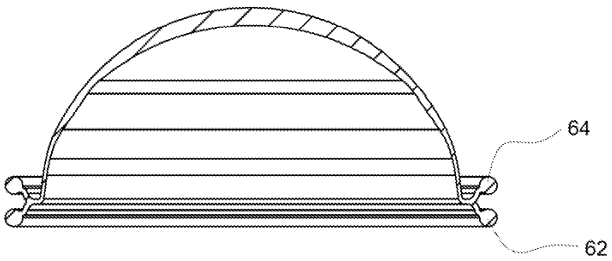



도면6f

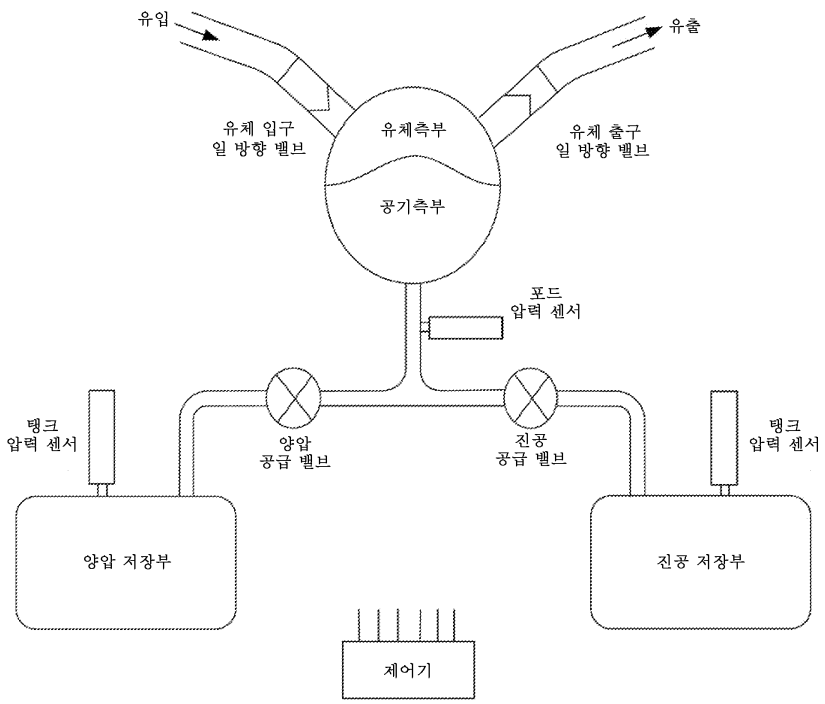


도면6g

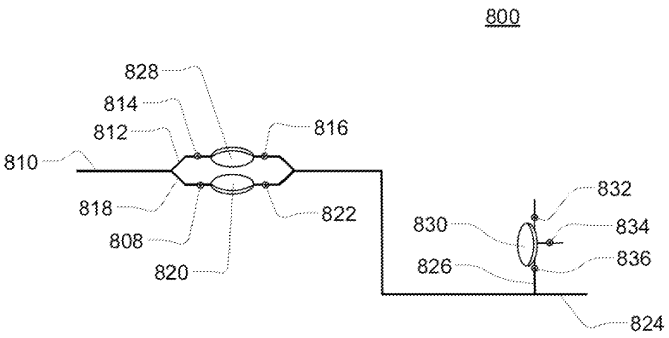




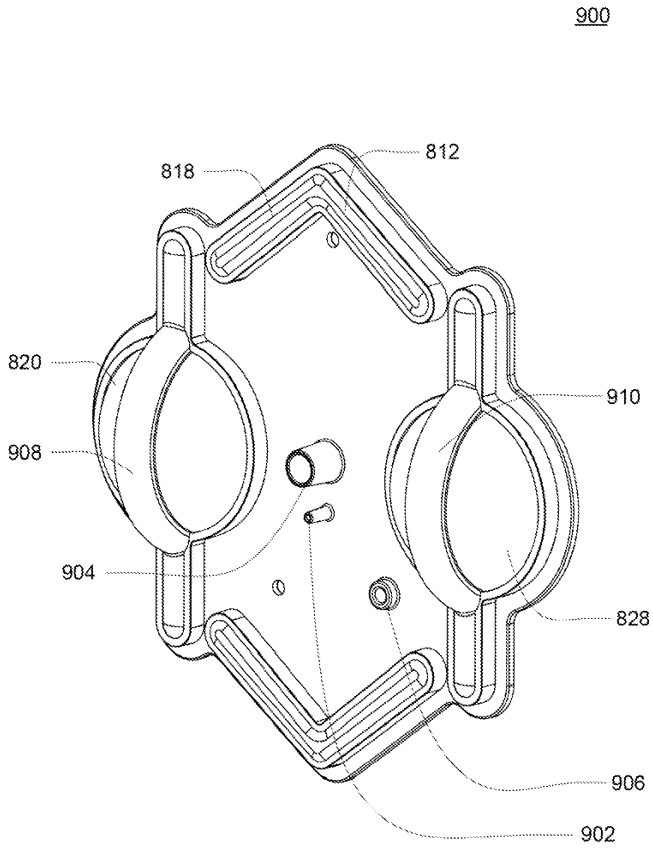
도면7


유입
유출
유체 입구
일 방향 밸브
유체측부
공기측부
유체 출구
일 방향 밸브
포드
압력 센서
탱크
압력 센서
양압
공급 밸브
진공
공급 밸브
탱크
압력 센서
양압 저장부
진공 저장부
제어기

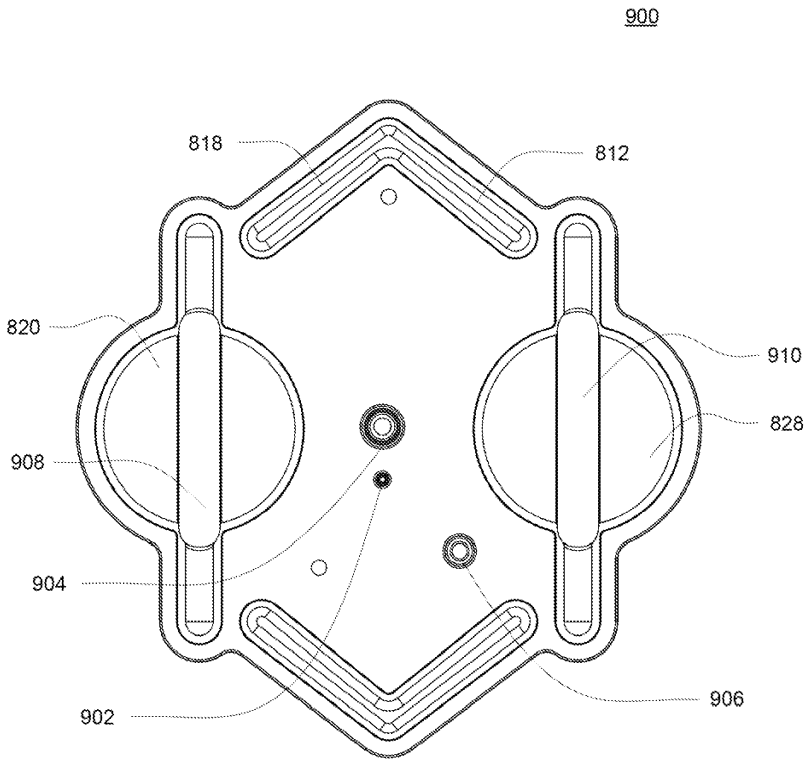
도면8


800
828
814
812
816
810
818
822
808
820
832
830
834
826
836
824

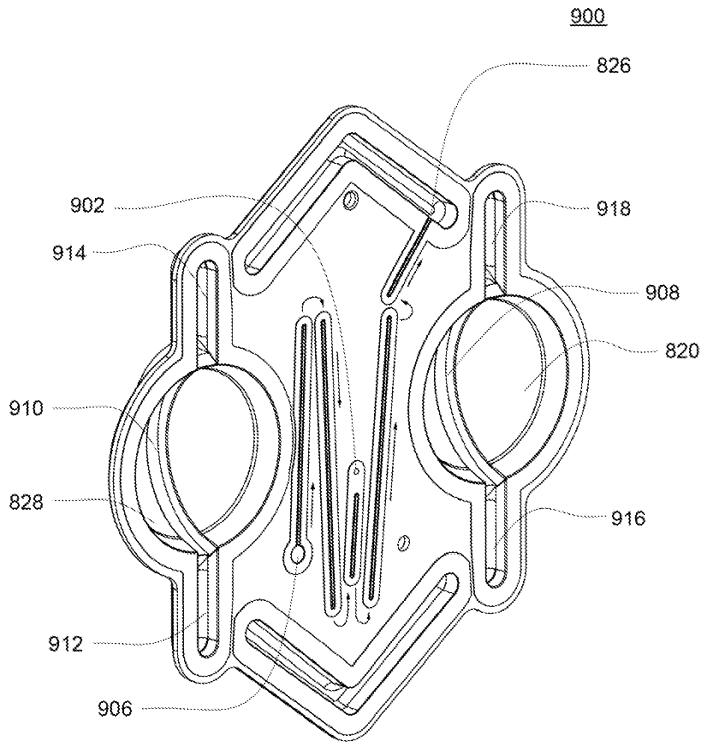
도면9a


900
818
812
820
910
908
904
828
906
902

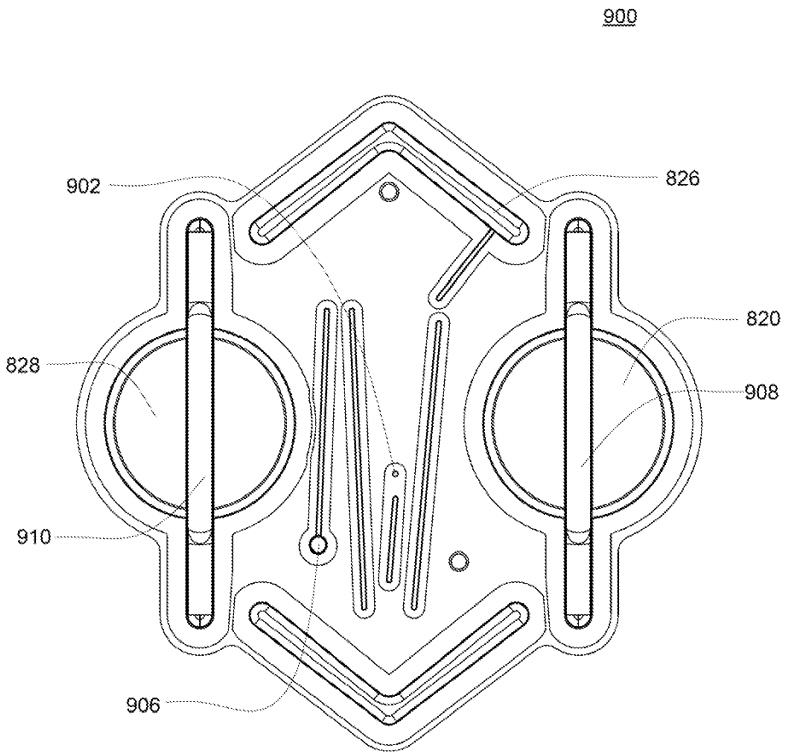
도면9b


900
818
812
820
910
828
908
904
906
902

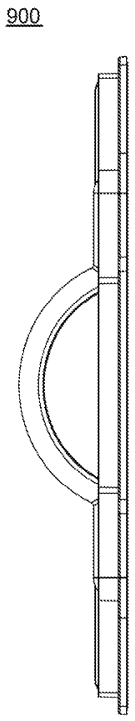
도면9c


900
826
902
918
914
908
820
910
828
916
912
906

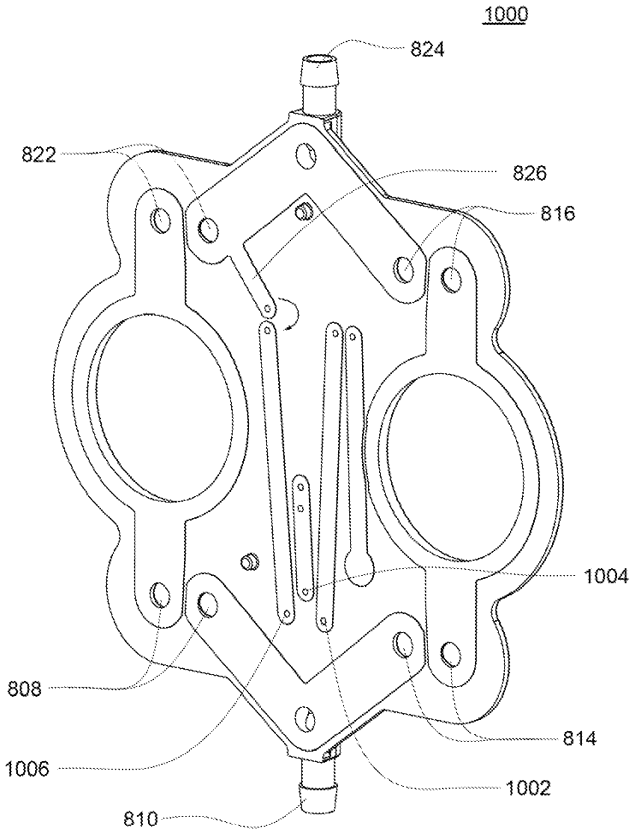
도면9d


900
902
826
820
828
908
910
906

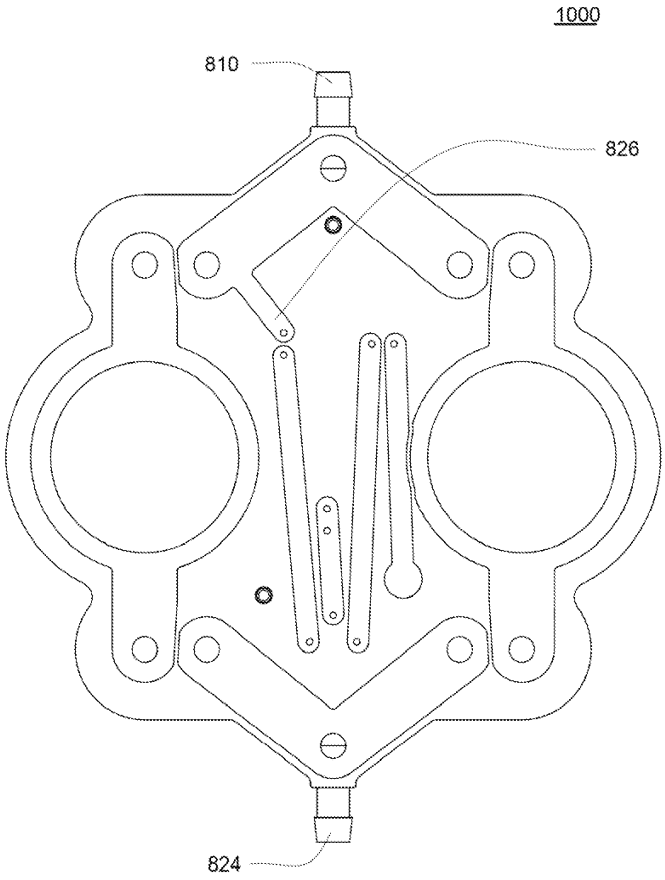
도면9e



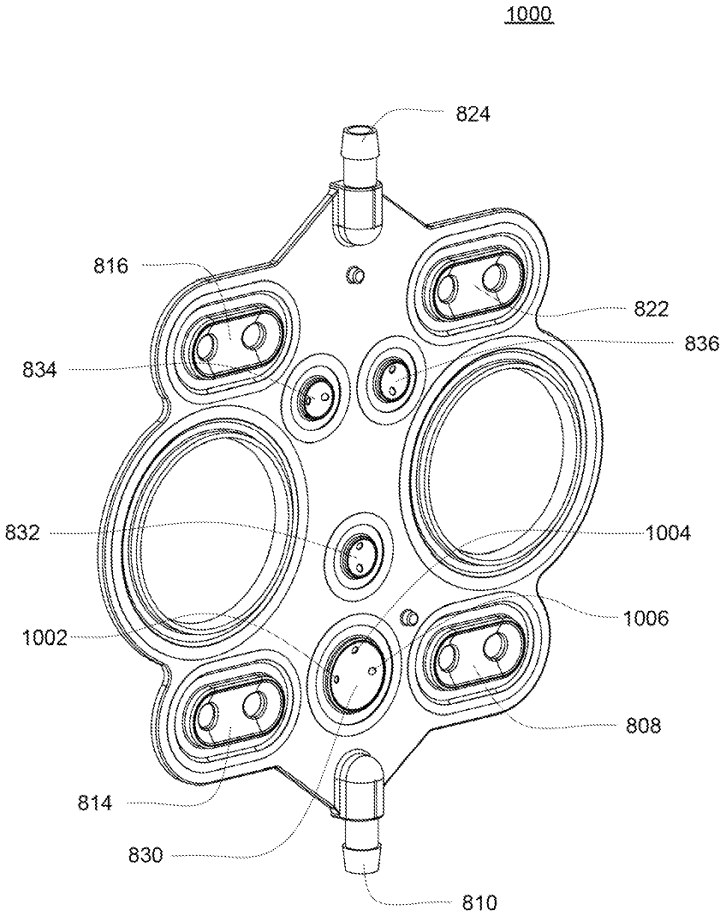

도면10a



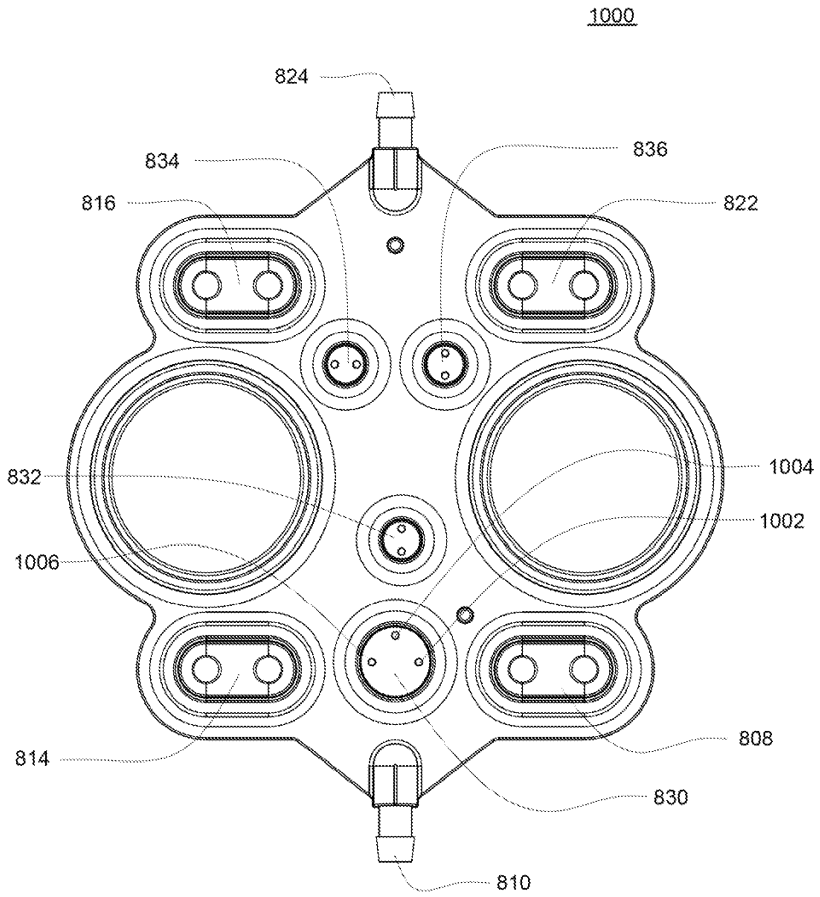
도면10b



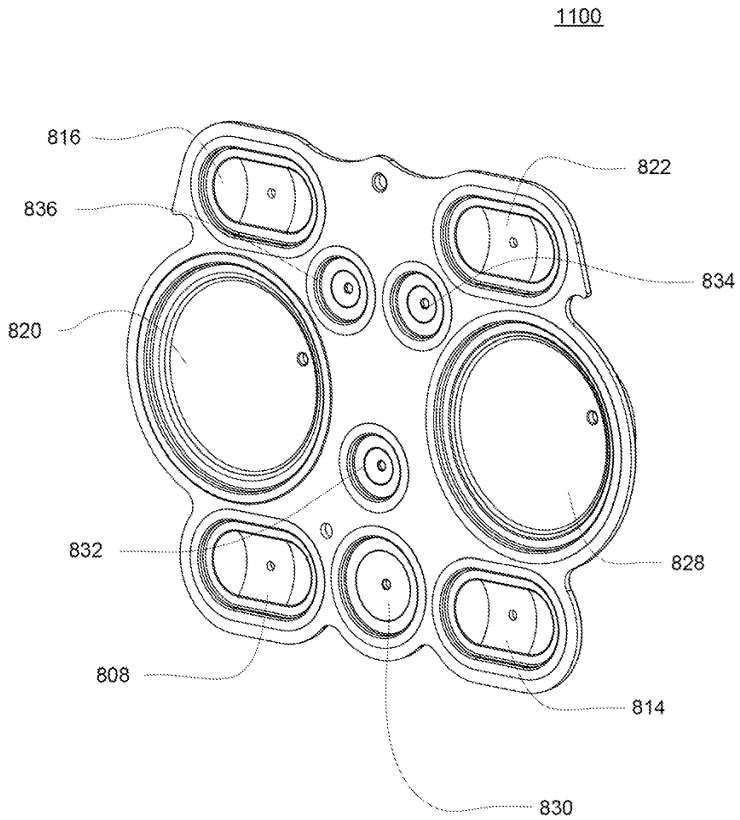
도면10c



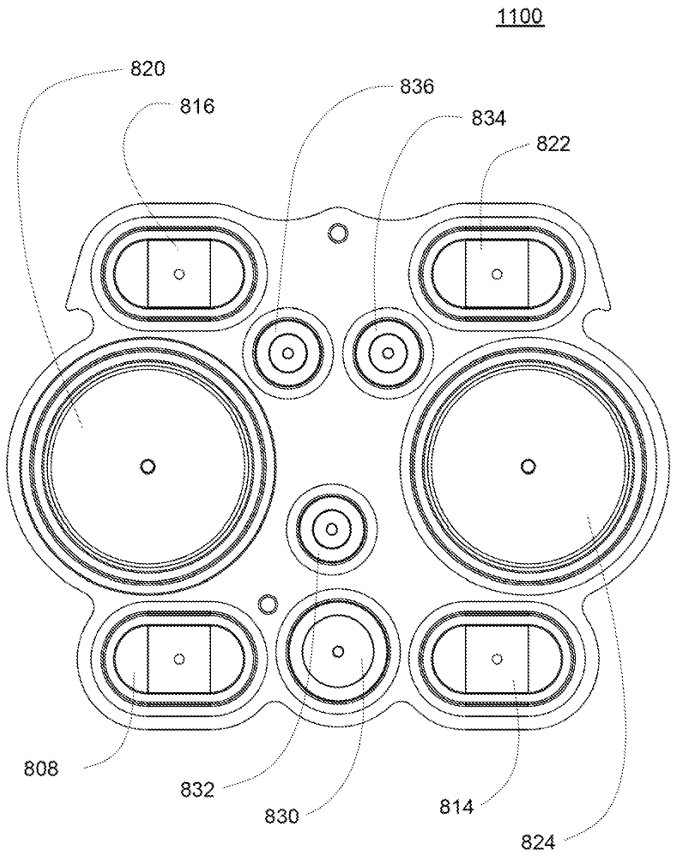
도면10d



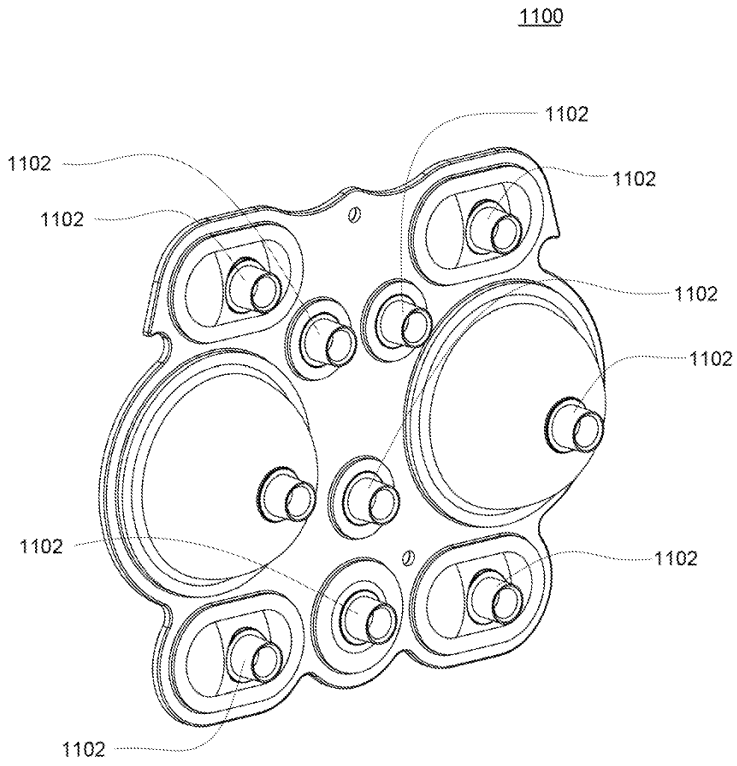
도면11a



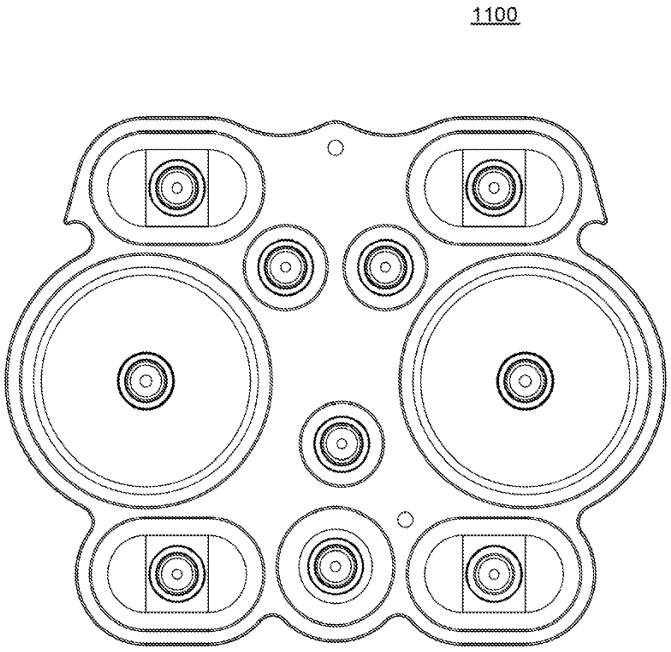
도면11b


1100
820
816
836
834
822
808
832
830
814
824

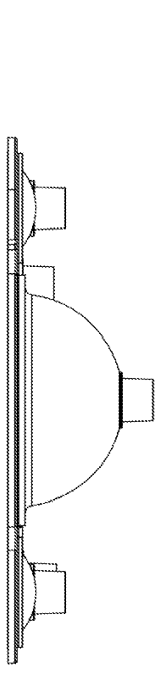
도면11c


1100
1102
1102
1102
1102
1102
1102
1102
1102
1102

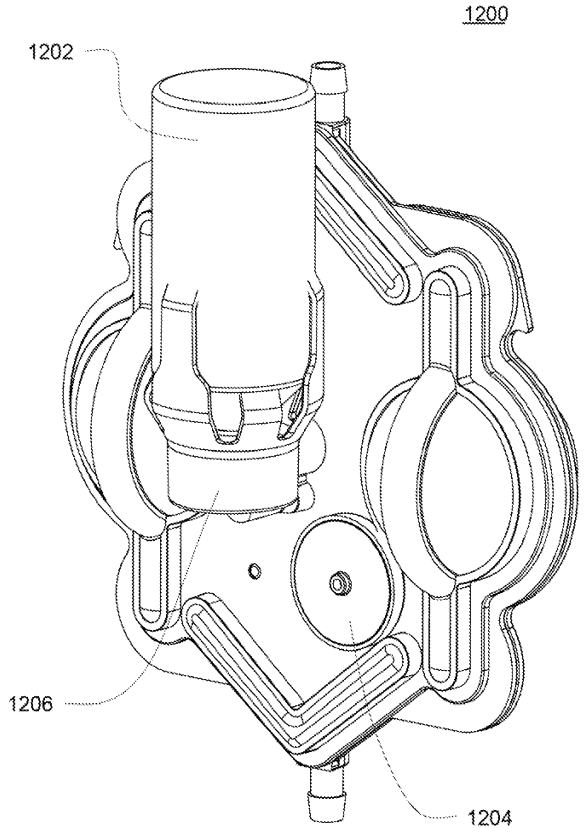
도면11d



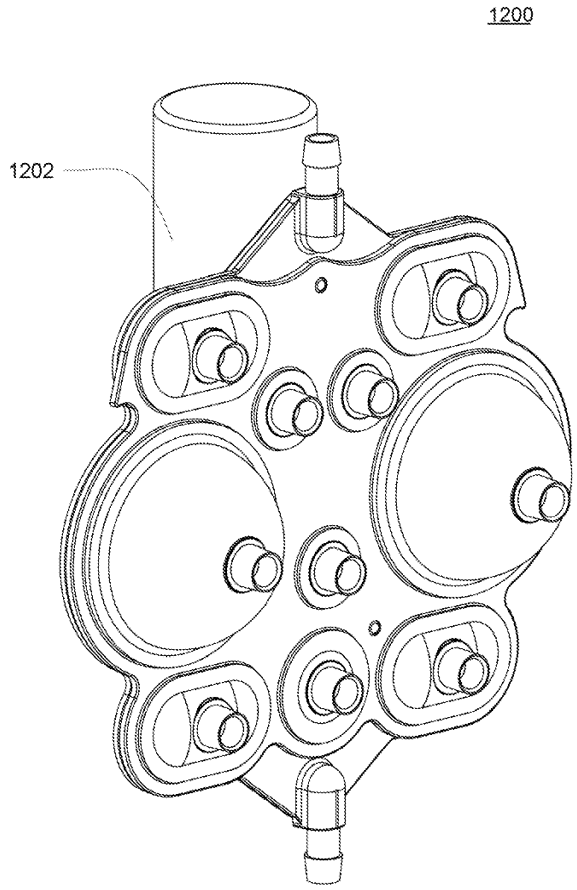

도면11e



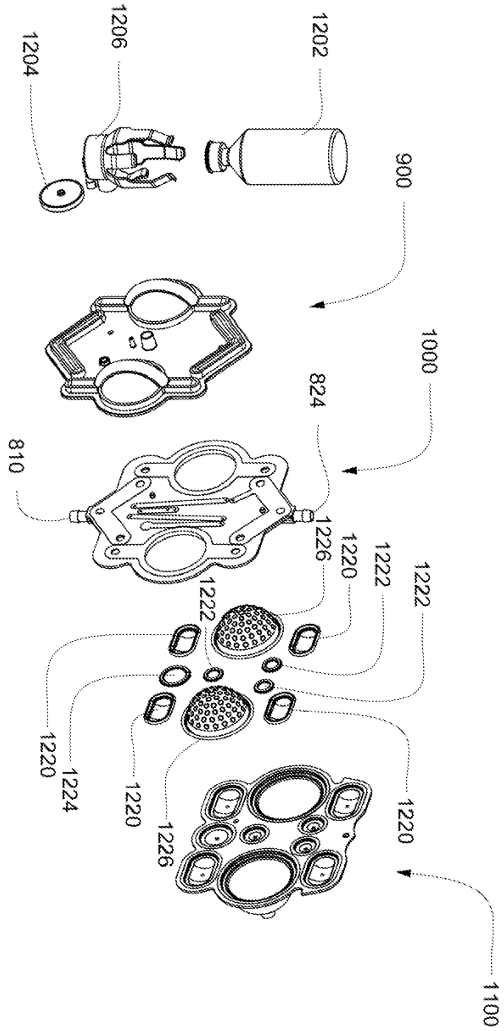
도면12a



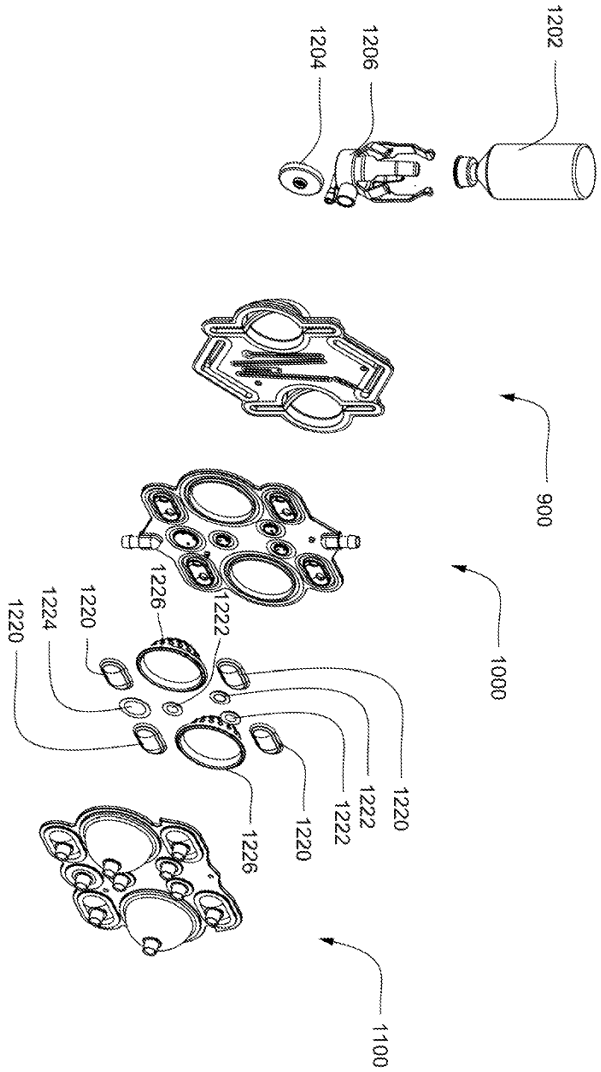
도면12b



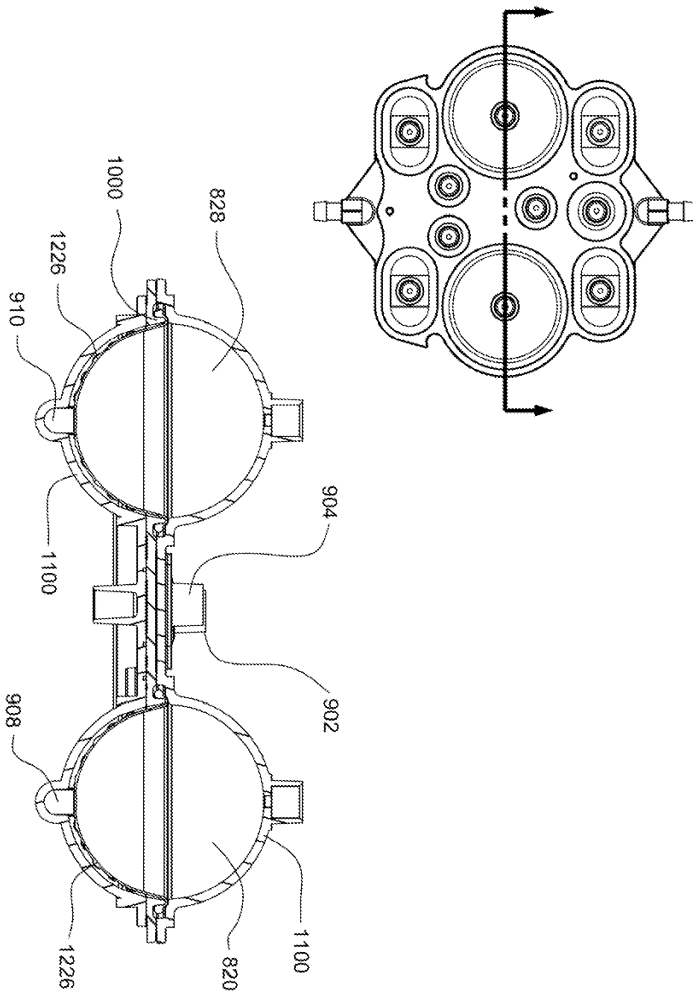
도면12c


1204
1206
1202
900
1000
824
810
1226
1220
1222
1222
1222
1220
1224
1220
1226
1220
1100

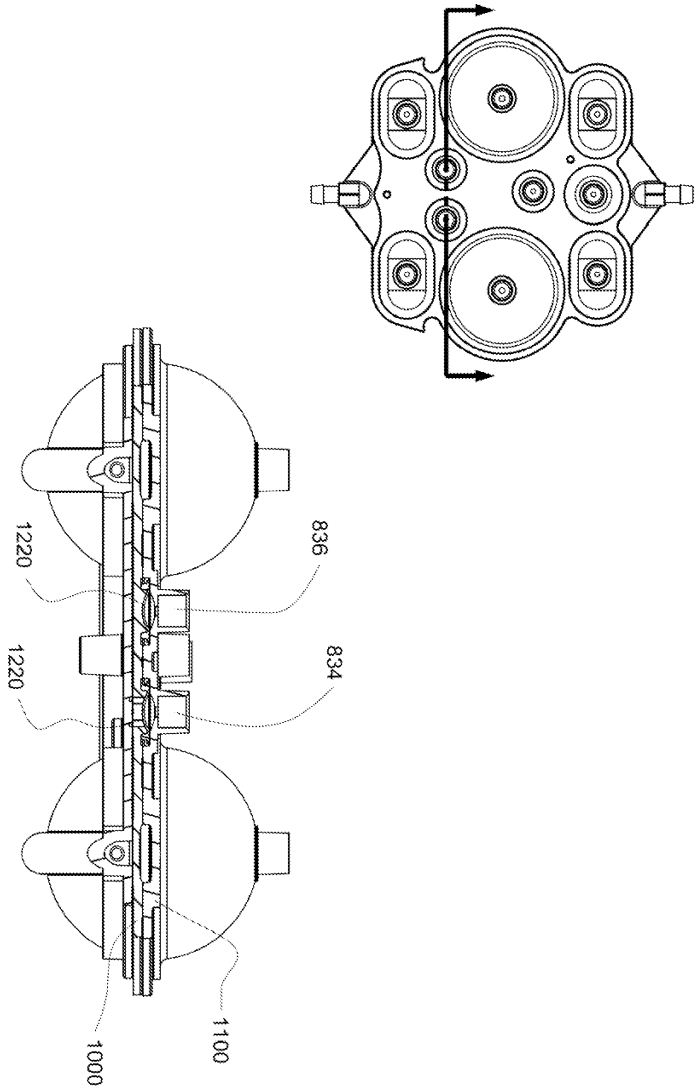
도면12d


1202
1206
1204
900
1000
1226
1222
1220
1224
1220
1220
1222
1222
1220
1226
1100

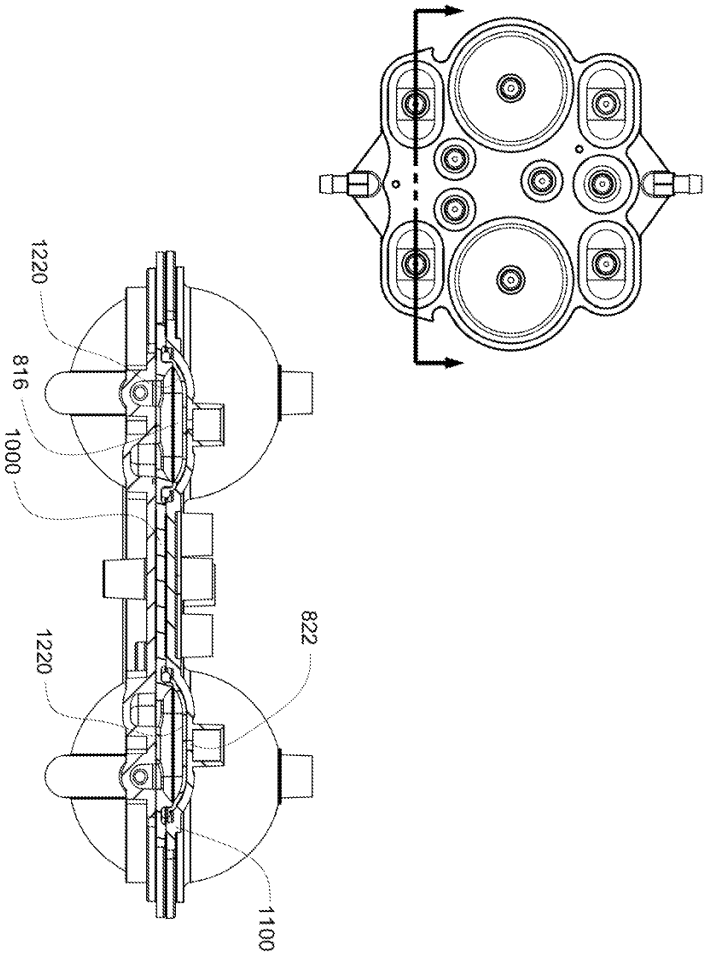
도면13a



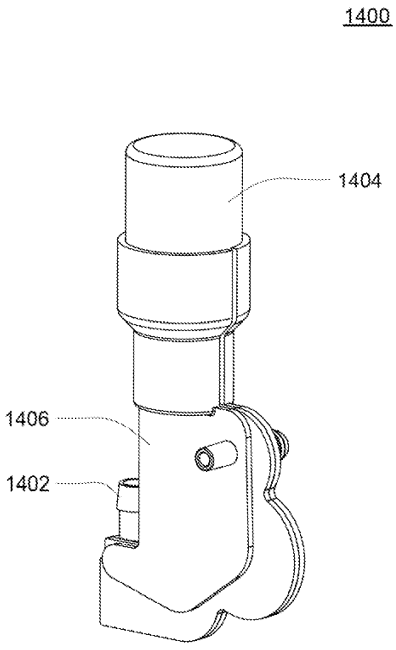
도면13b



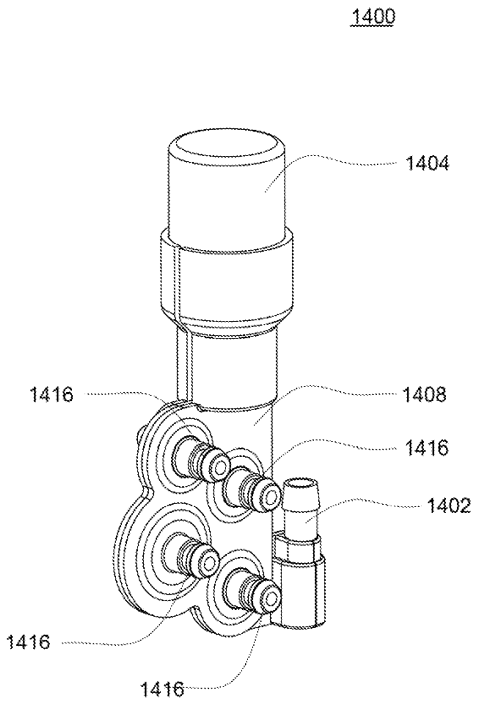
도면13c



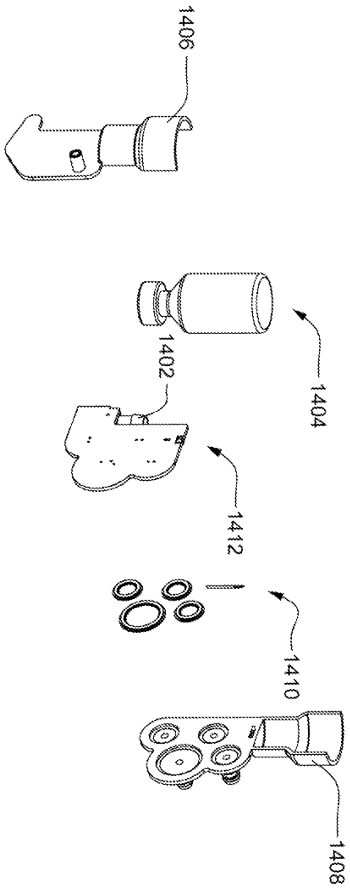

도면14a



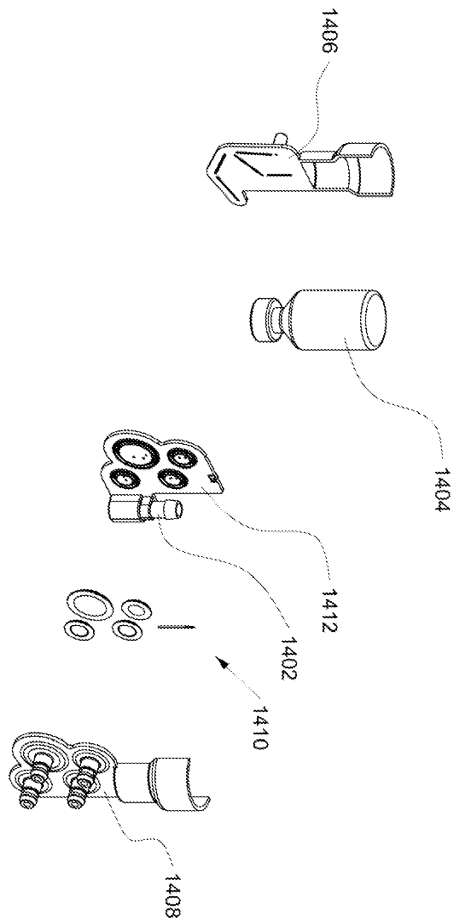
도면14b


1400
1404
1416
1408
1416
1402
1416
1416

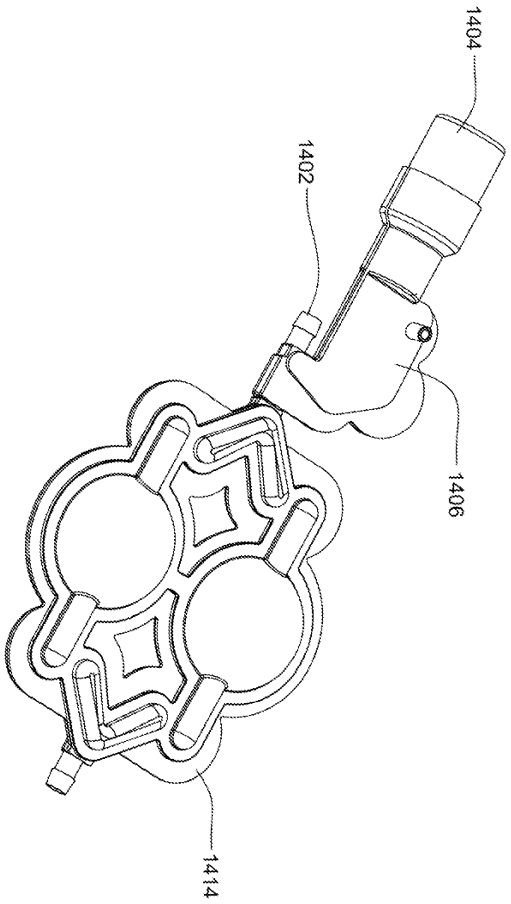
도면14c


1406
1402
1404
1412
1410
1408

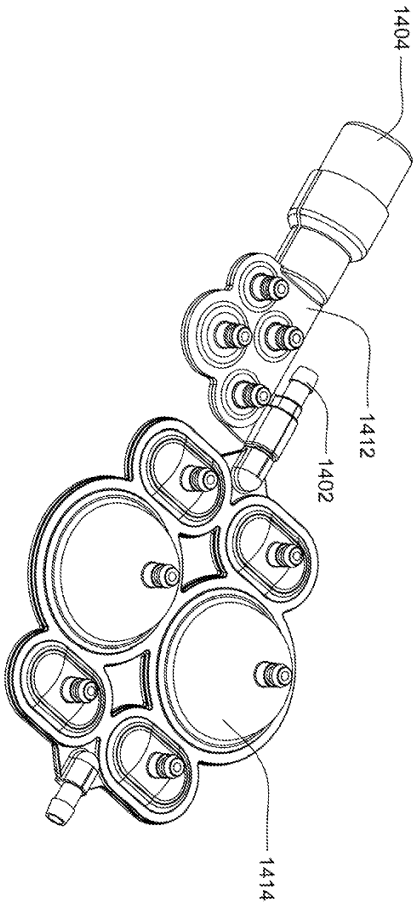
도면14d



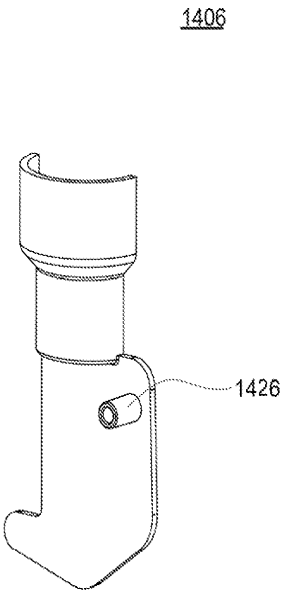
도면14e



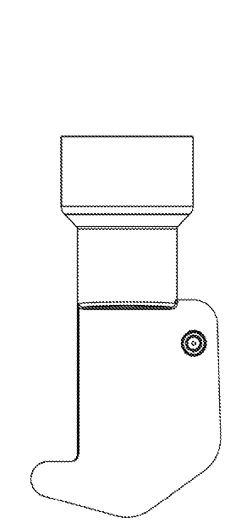
도면14f



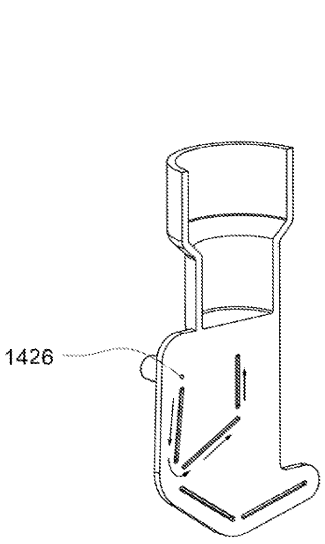

도면15a



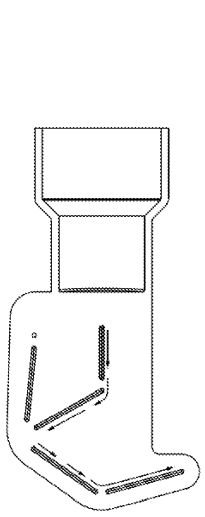
도면15b



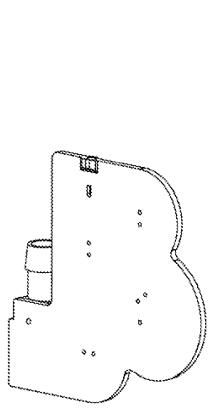

도면15c



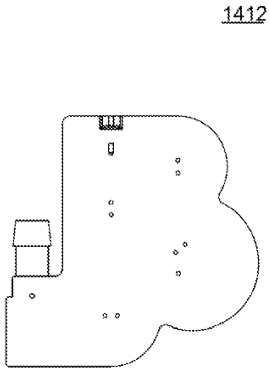
도면15d



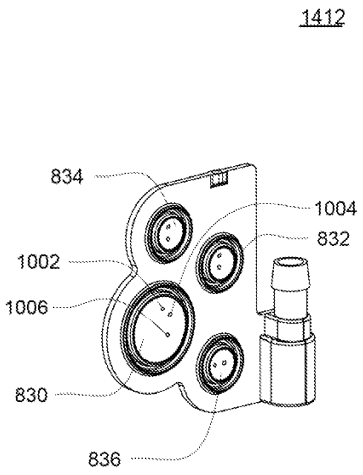

도면16a



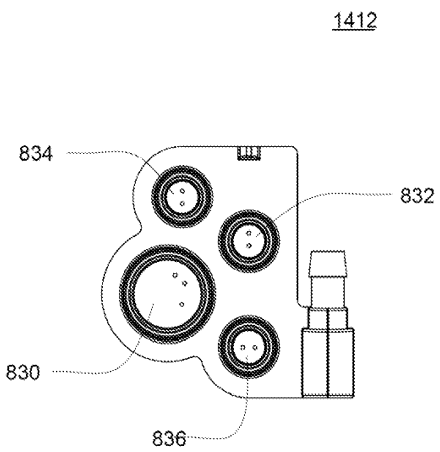

도면16b



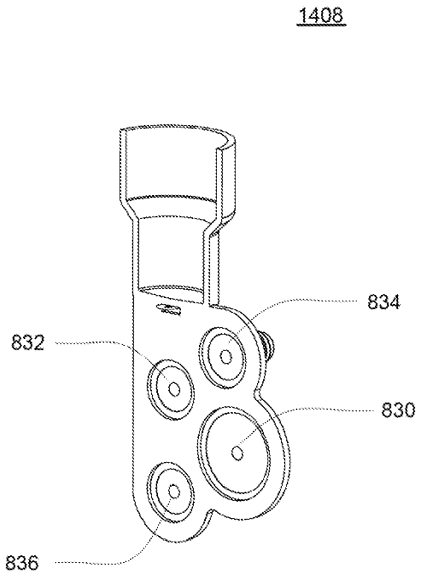
도면16c



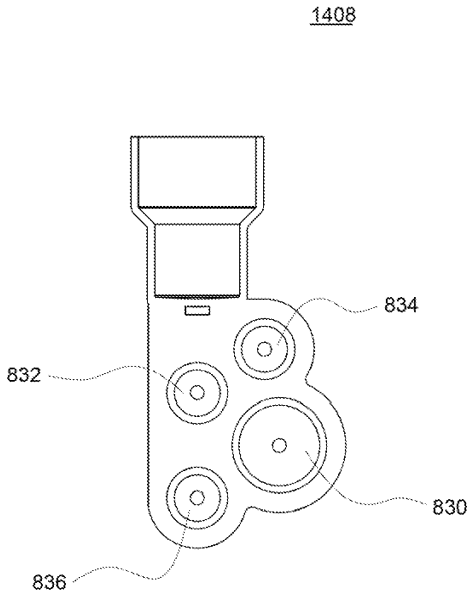

도면16d



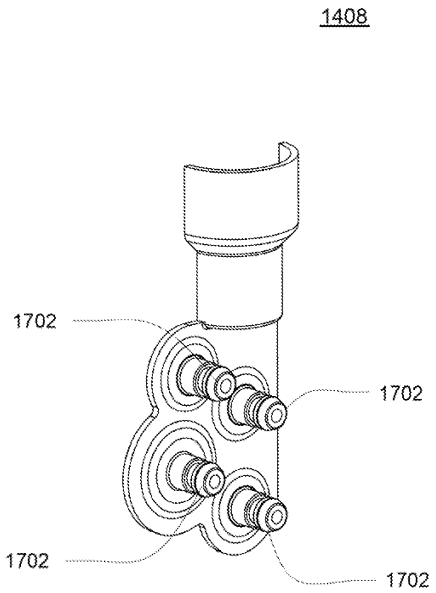
도면17a



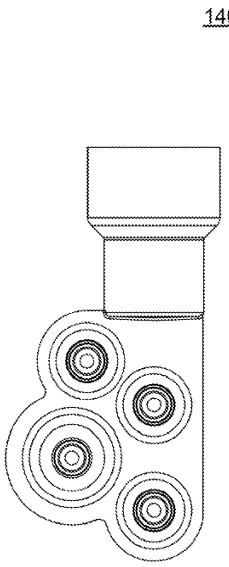

도면17b



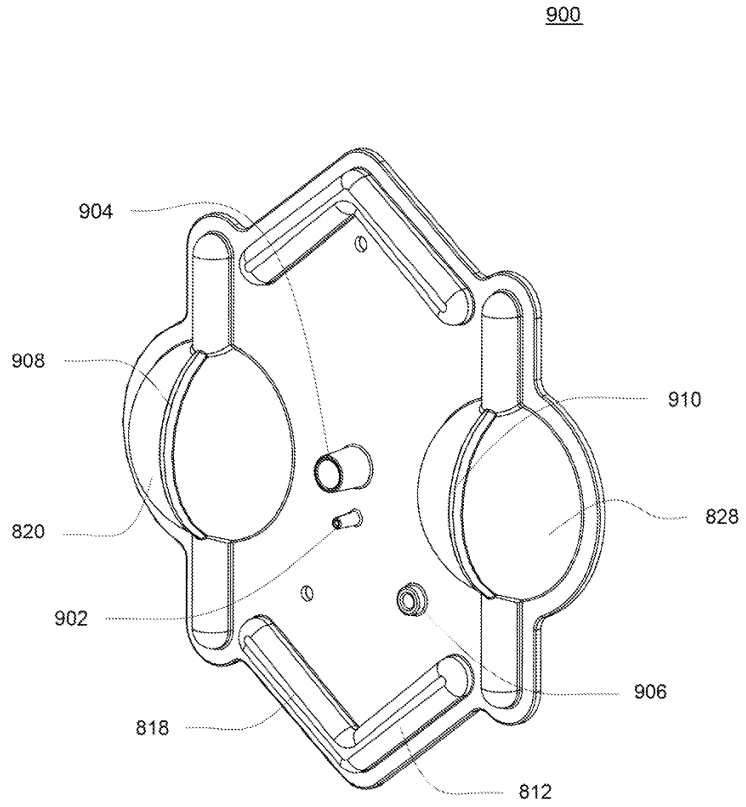
도면17c



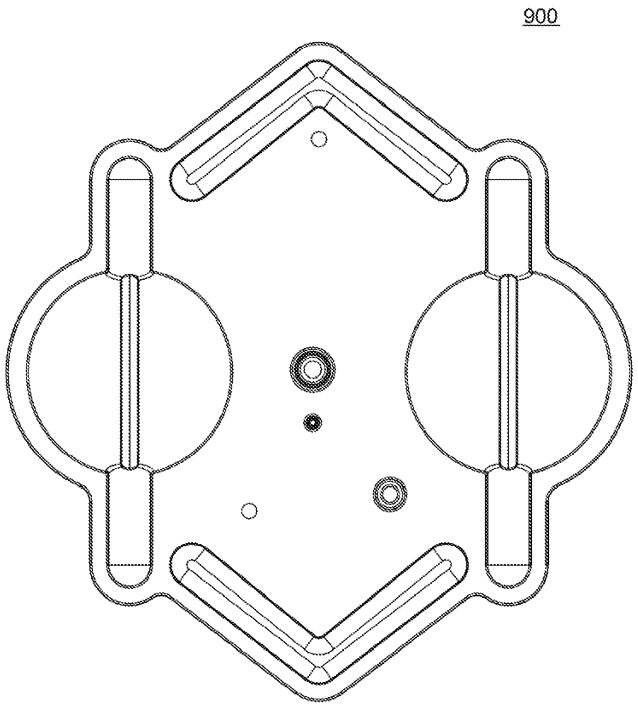

도면17d



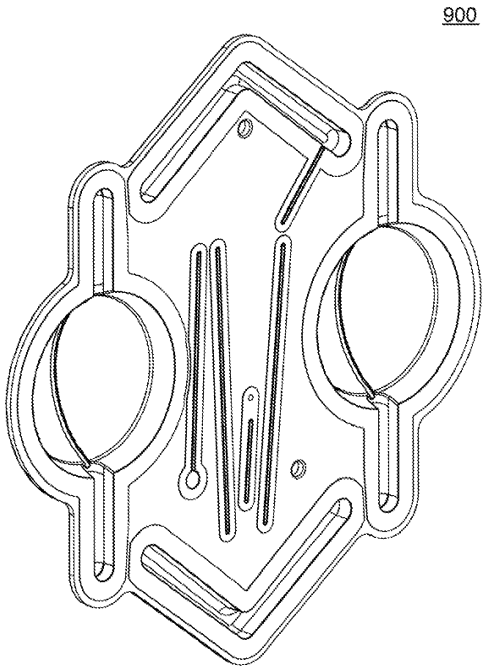
도면18a



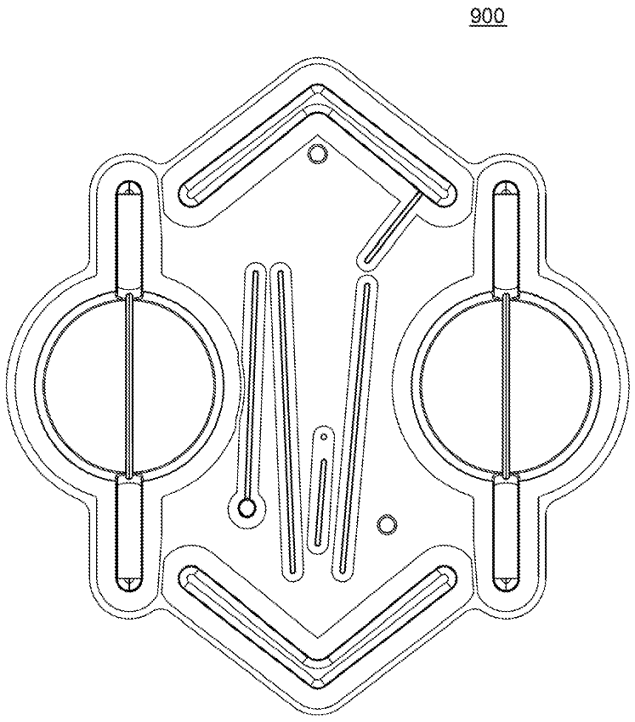

도면18b



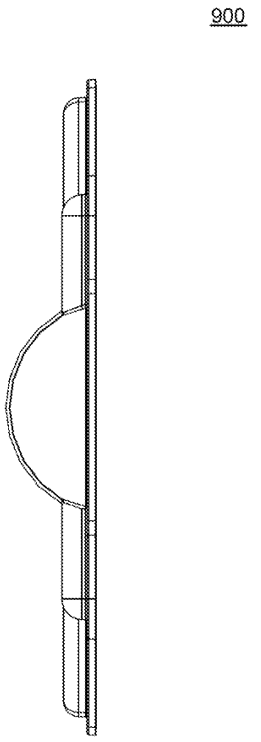
도면18c



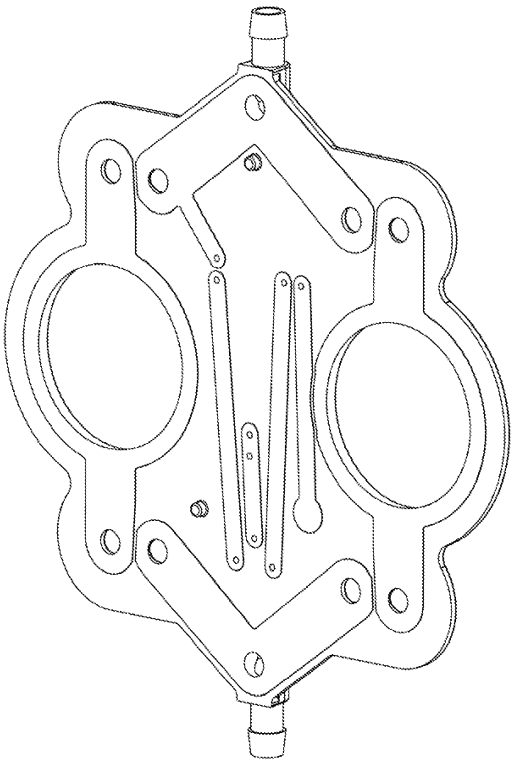

도면18d



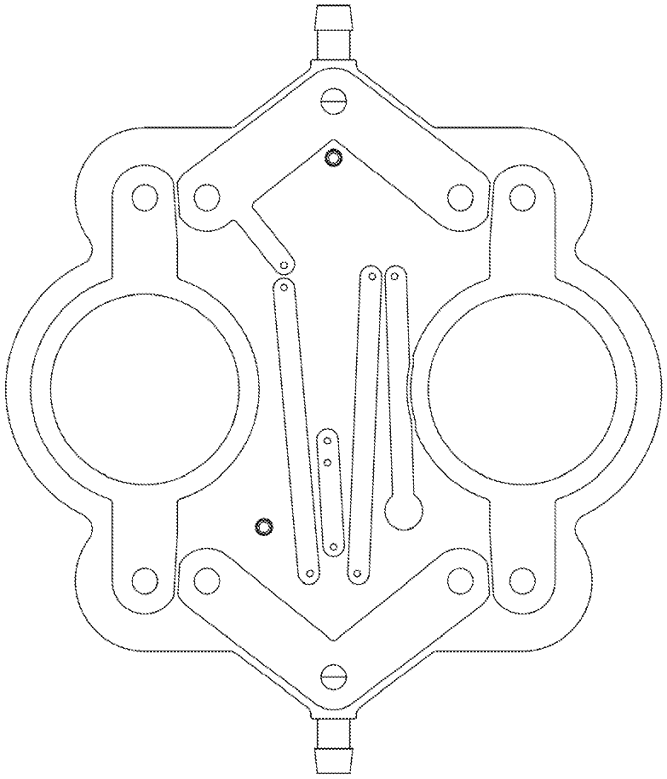
도면18e



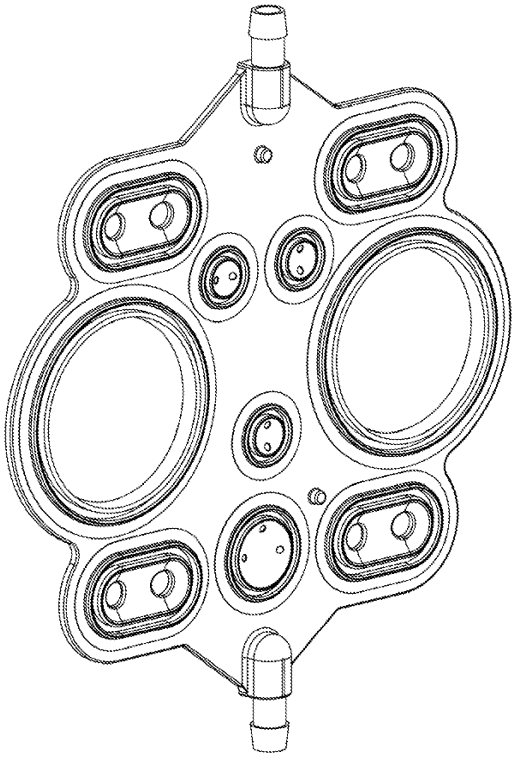

도면19a



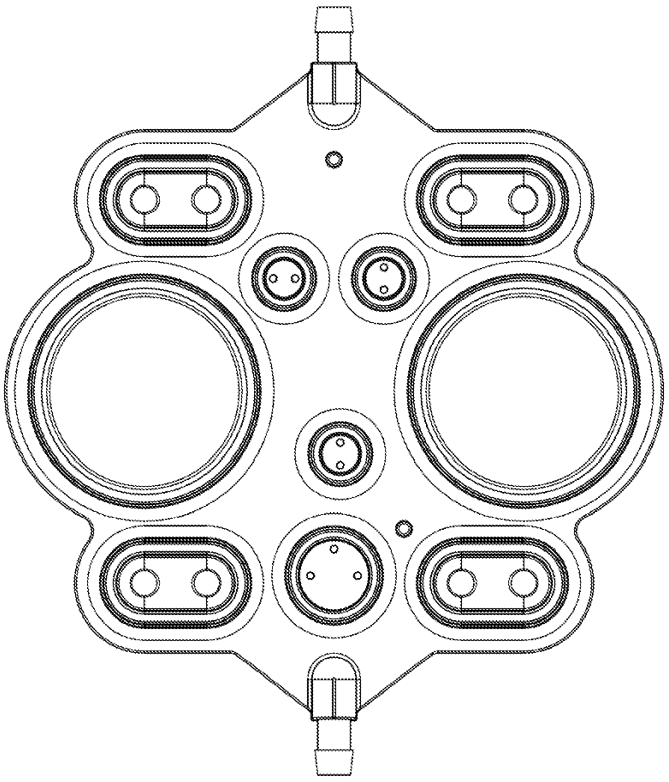
도면19b



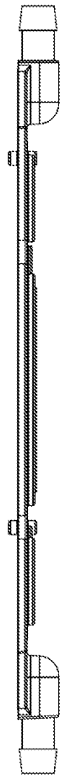
도면19c



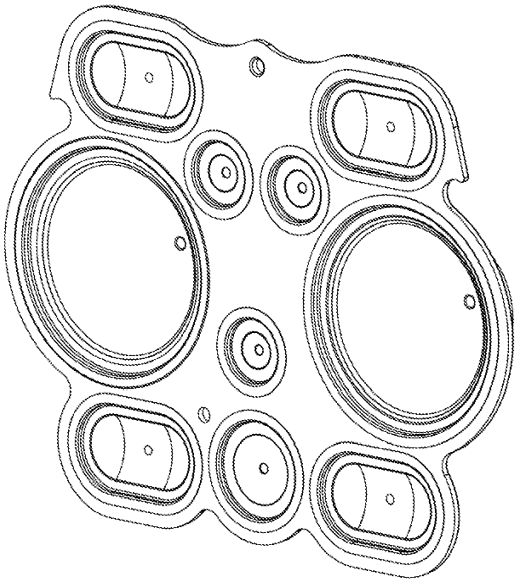
도면19d



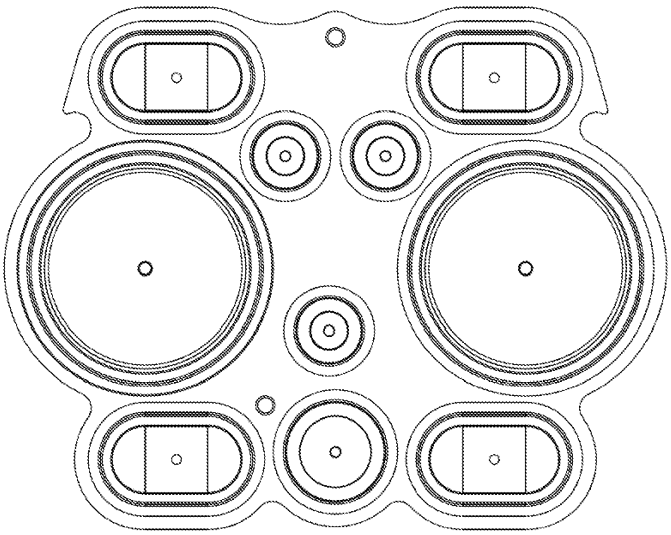
도면19e



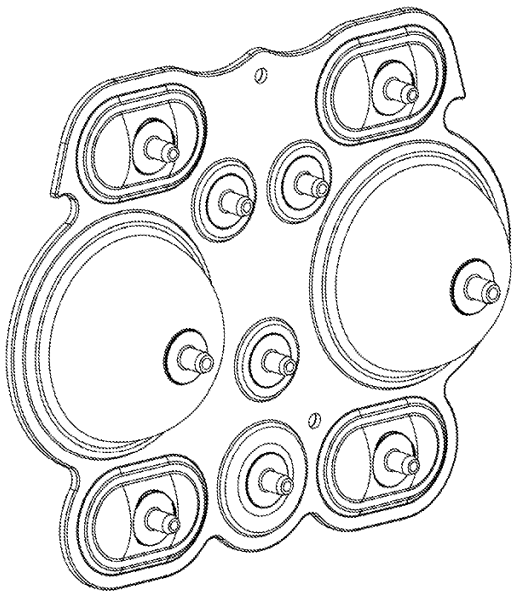
도면20a



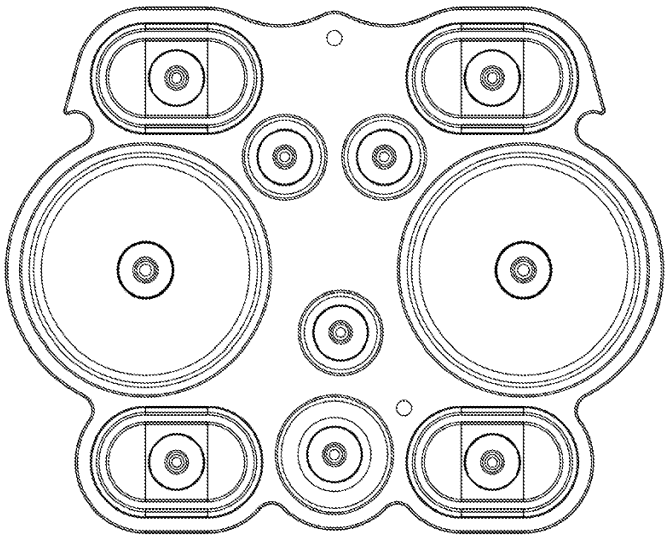
도면20b



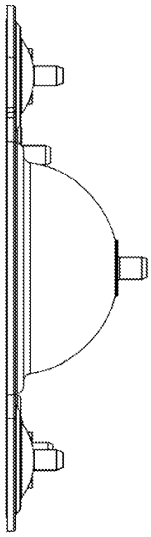
도면20c



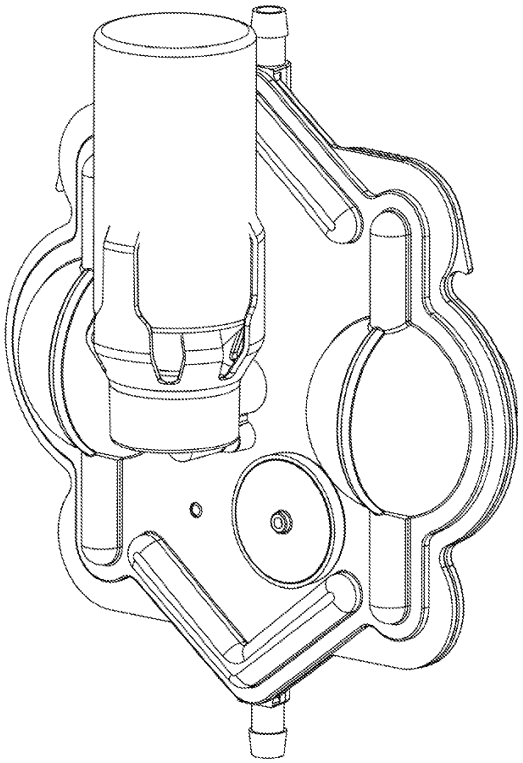
도면20d



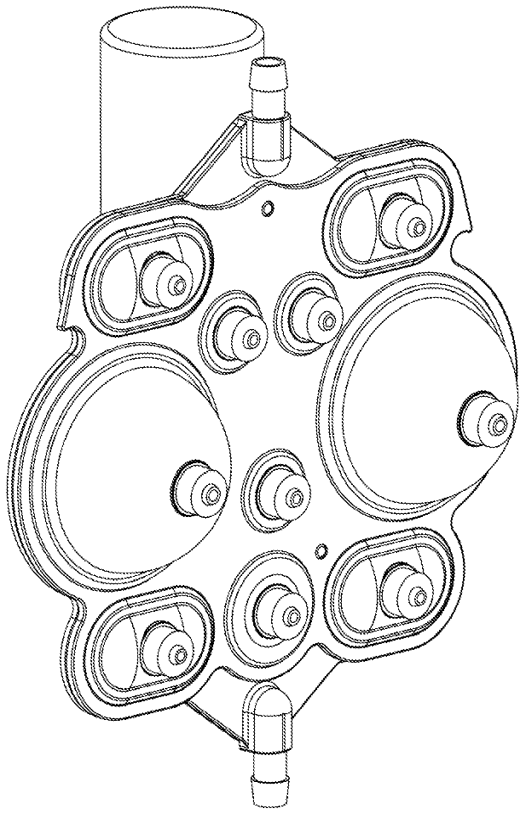
도면20e



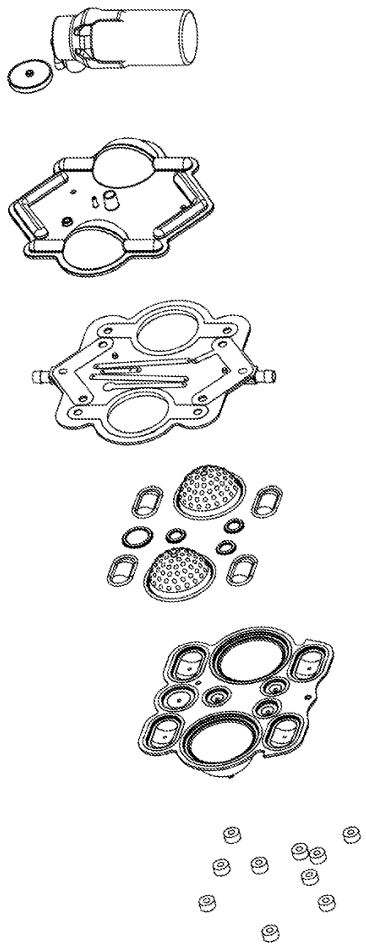
도면21a



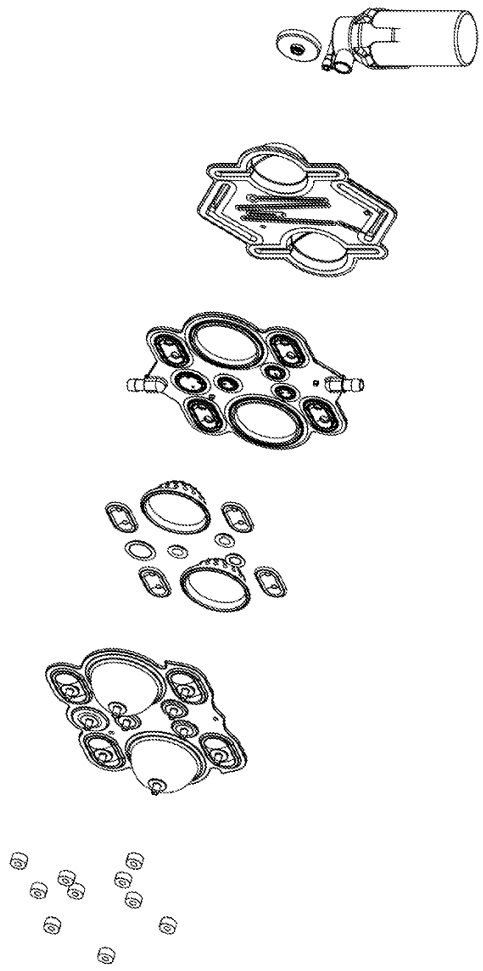
도면21b



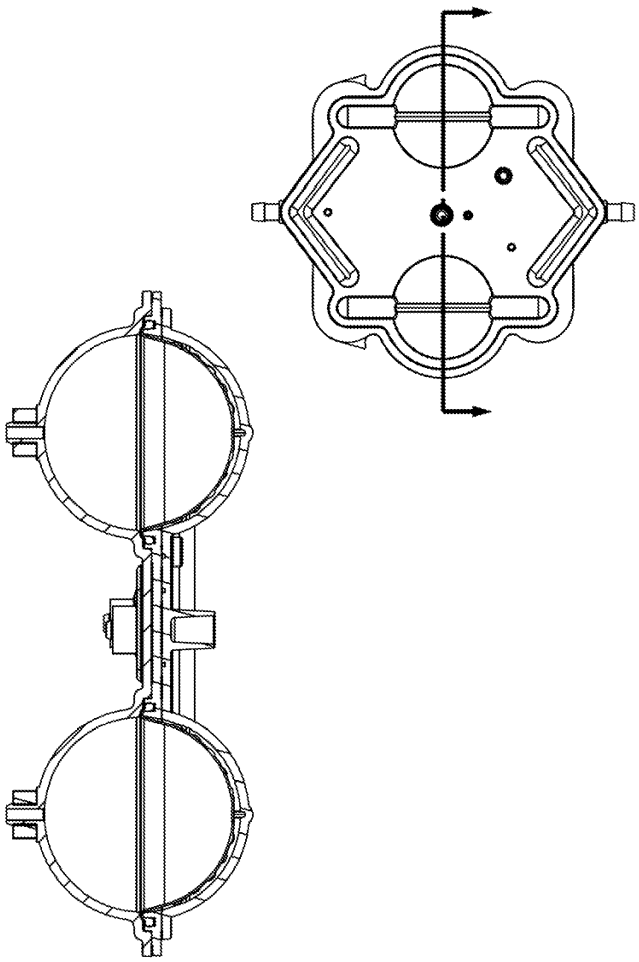
도면21c



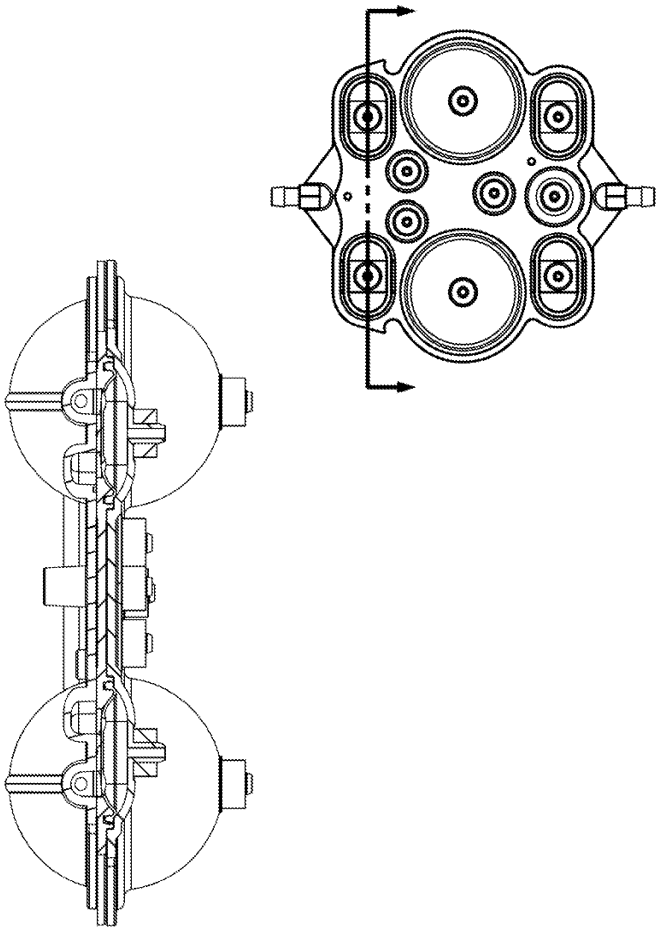
도면21d



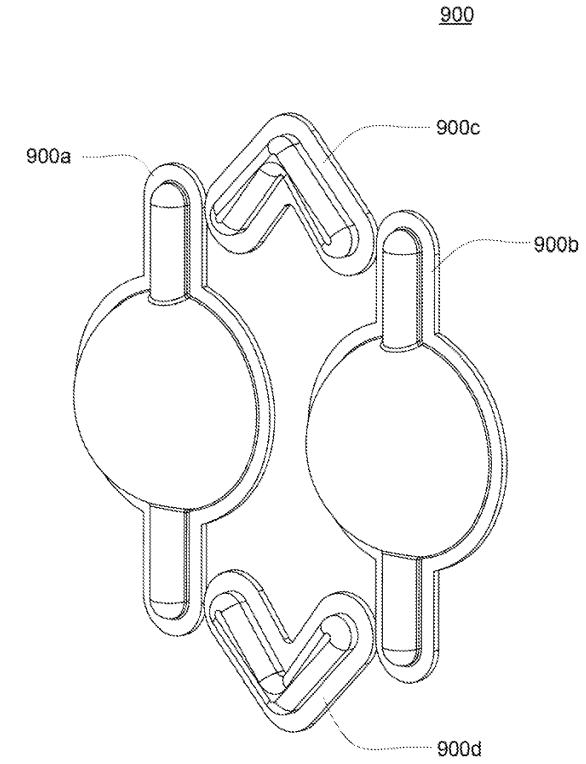
도면22a



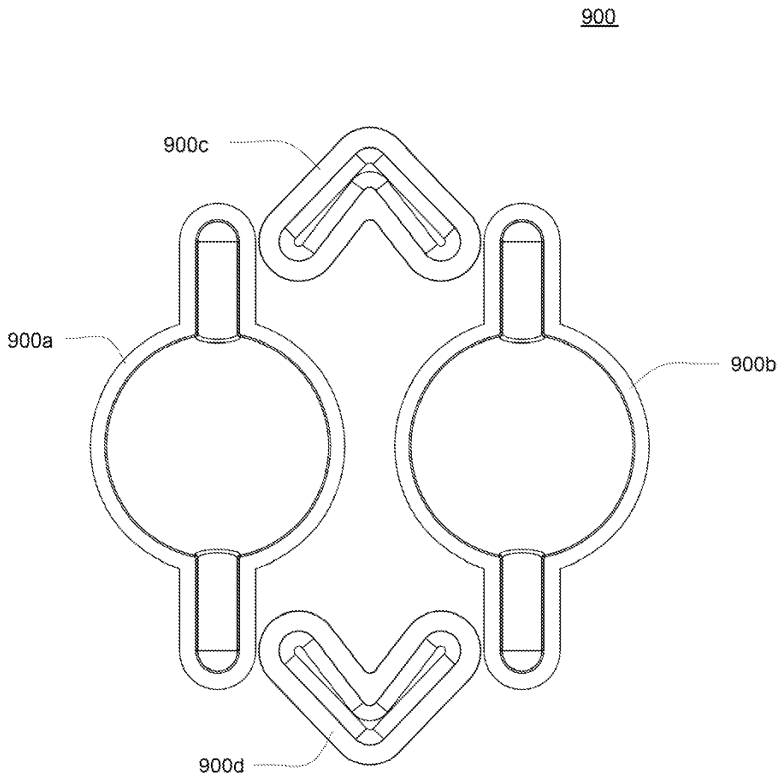
도면22b



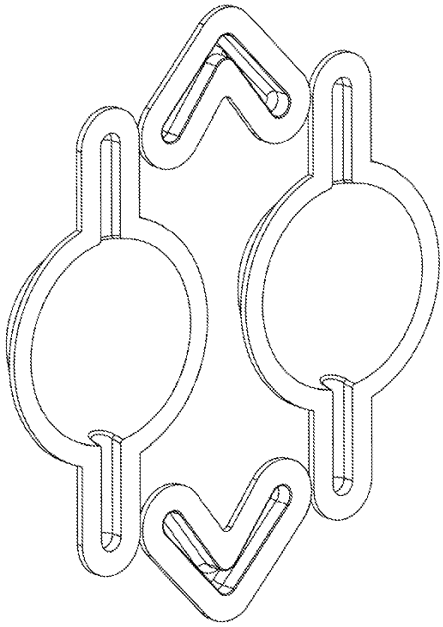
도면23a



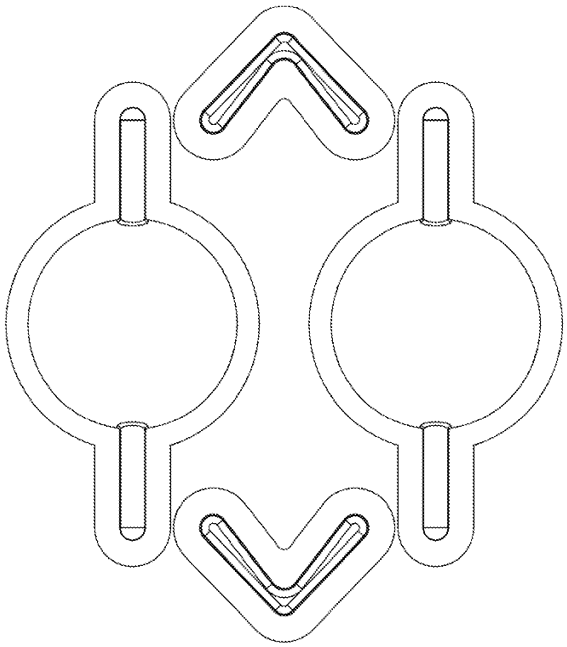

도면23b



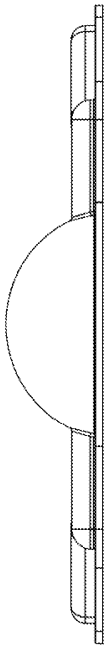
도면23c



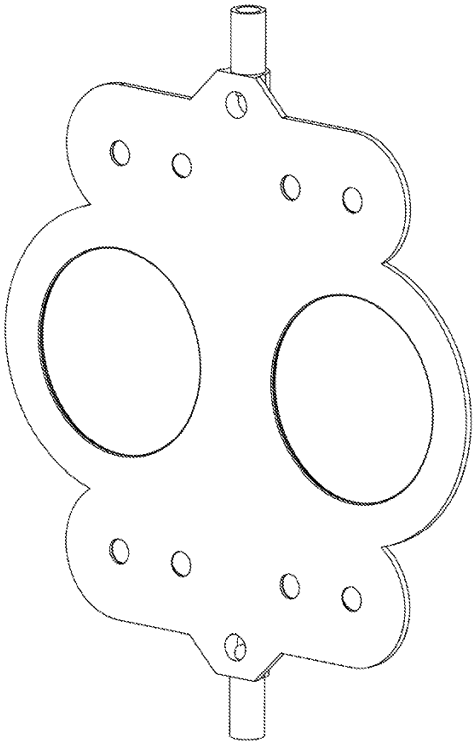
도면23d



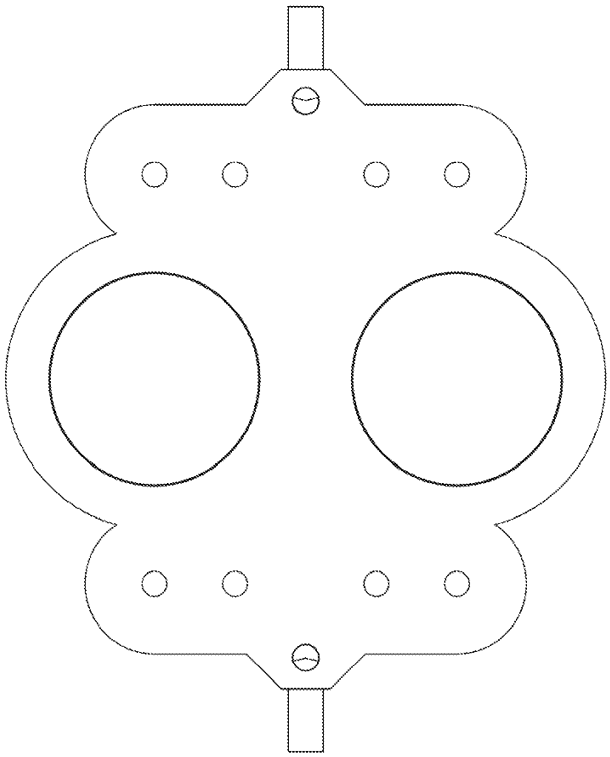
도면23e



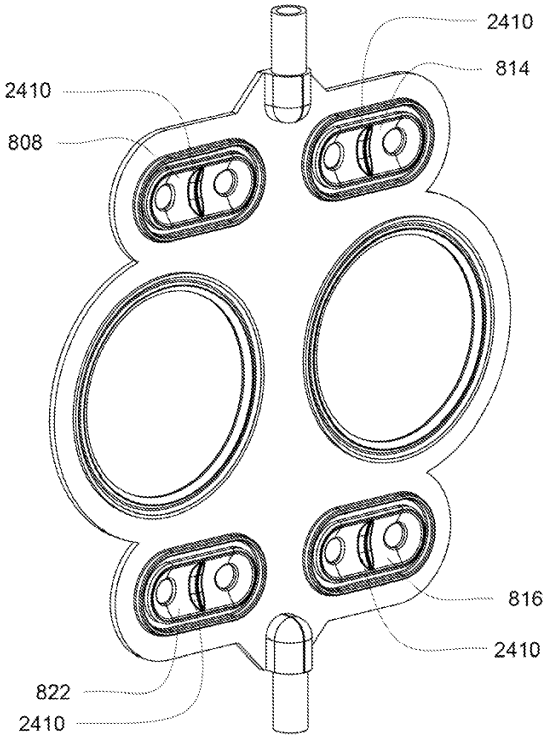
도면24a



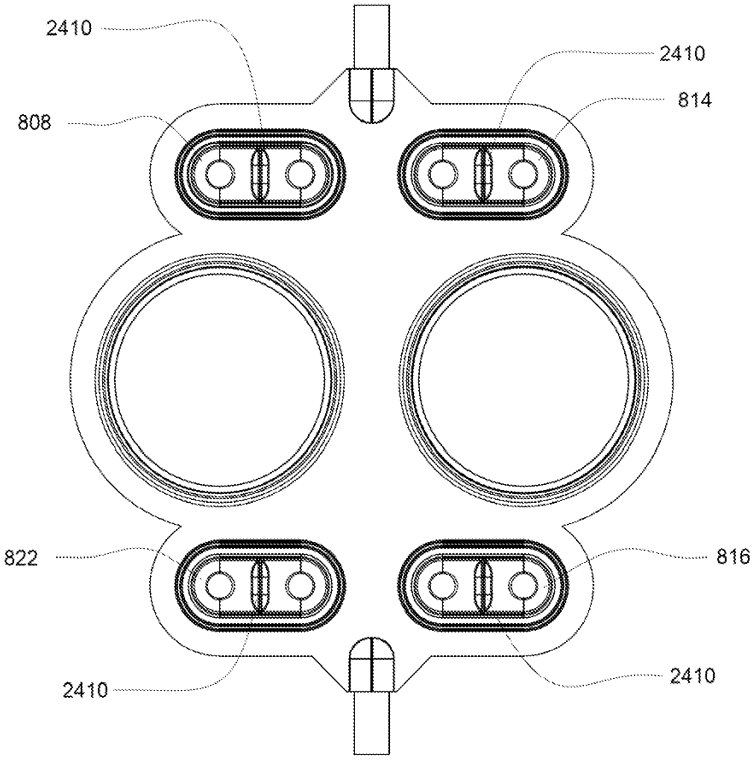
도면24b



도면24c



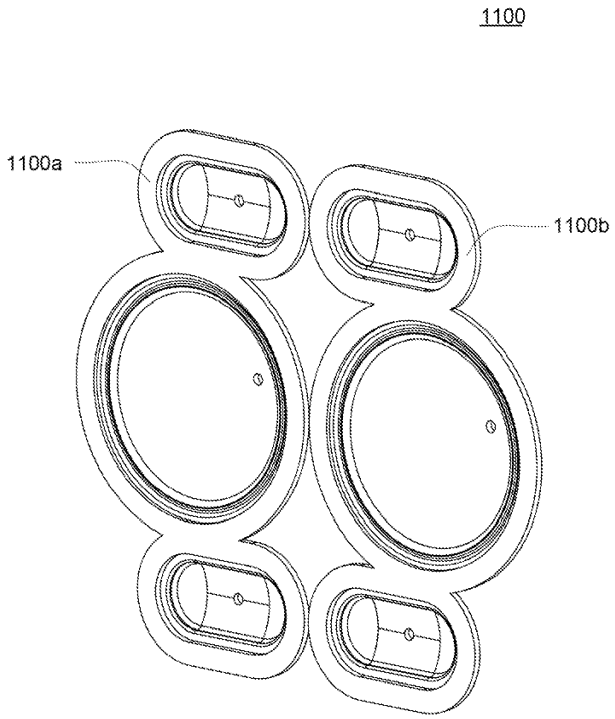
도면24d



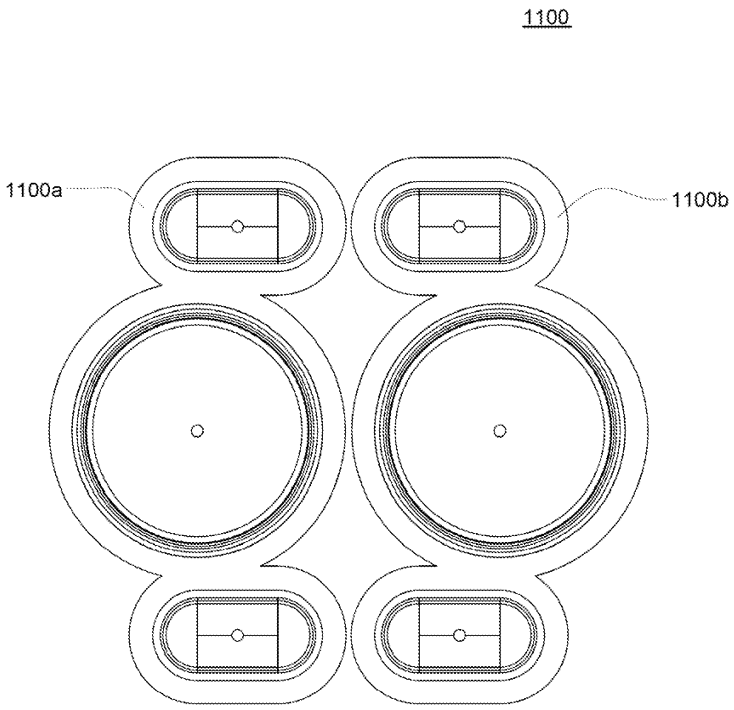

도면24e



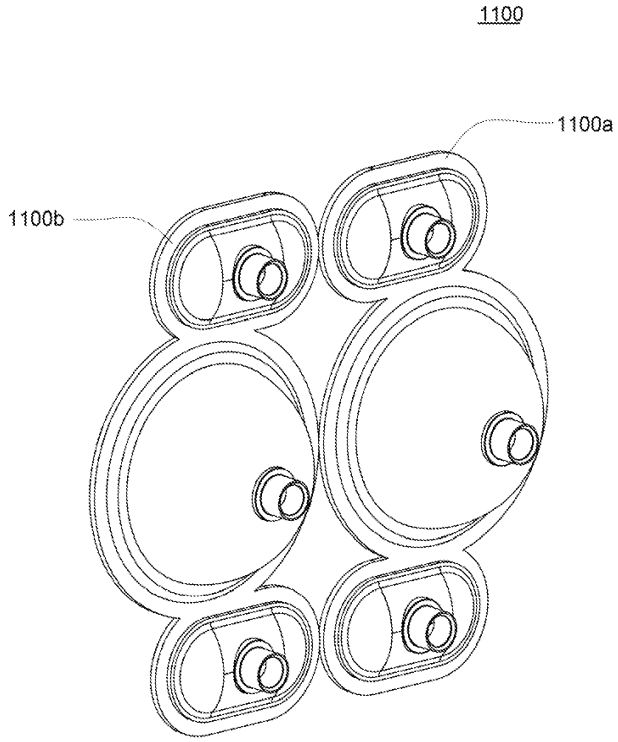
도면25a



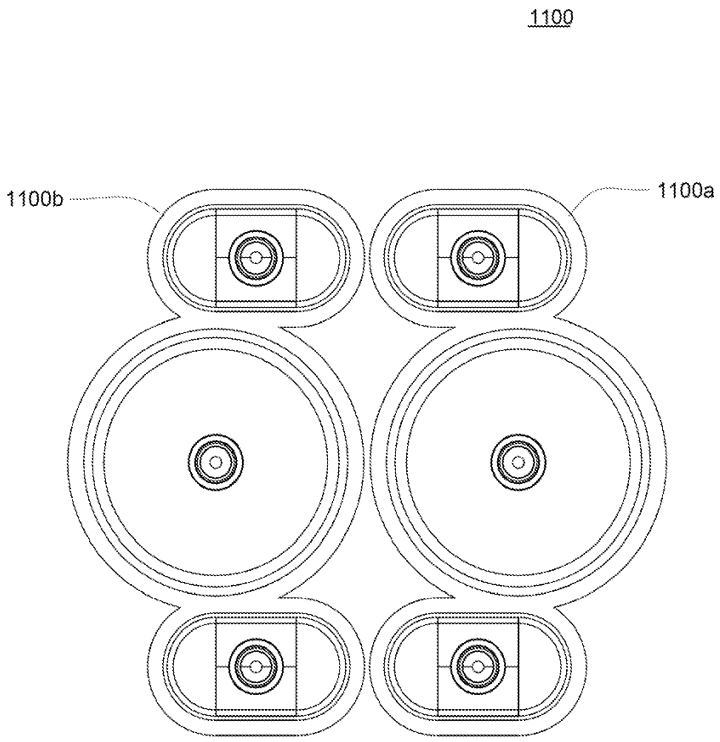

도면25b



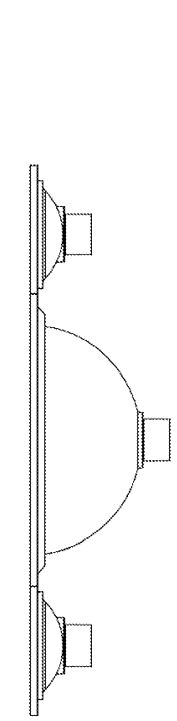
도면25c



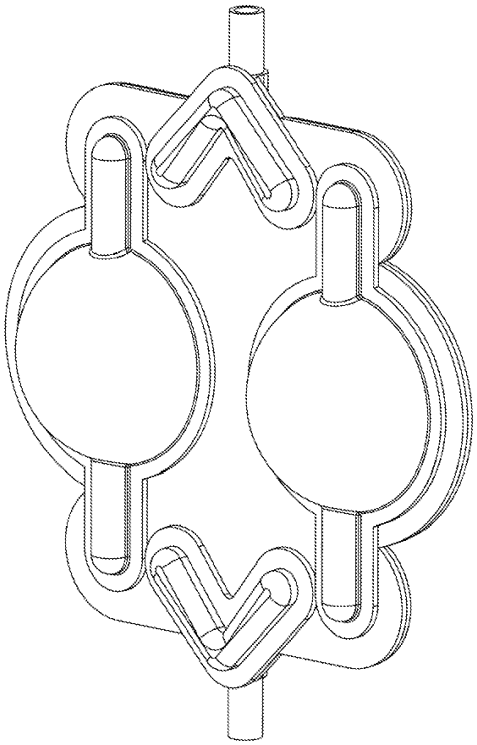

도면25d



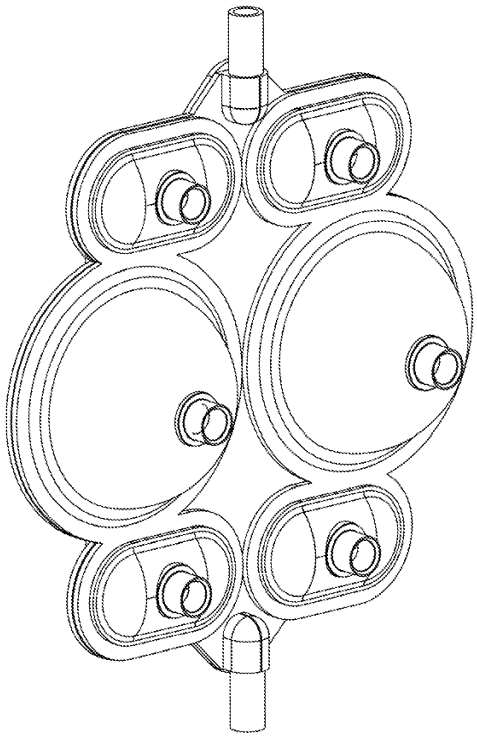
도면25e



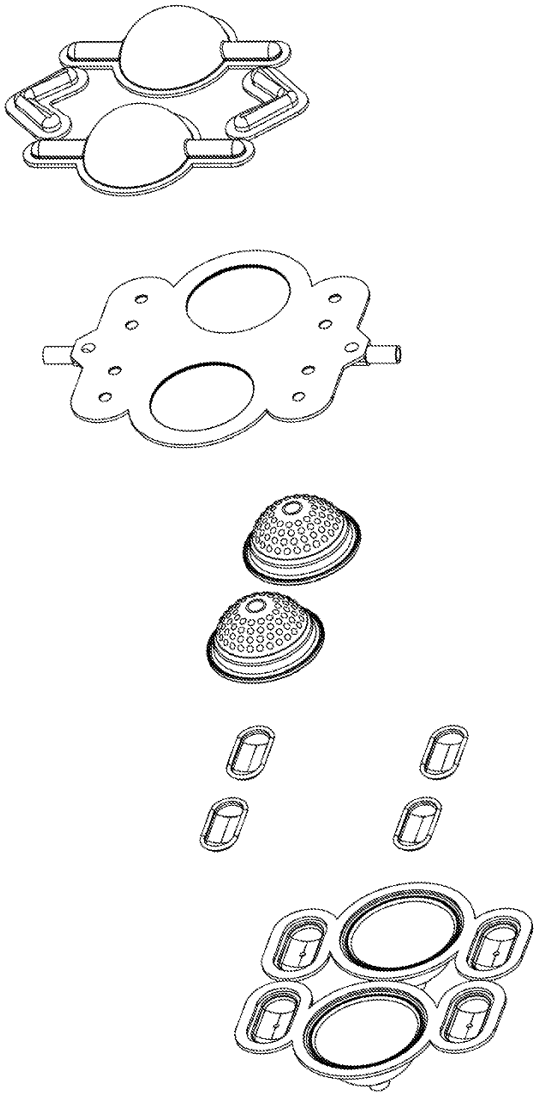

도면26a



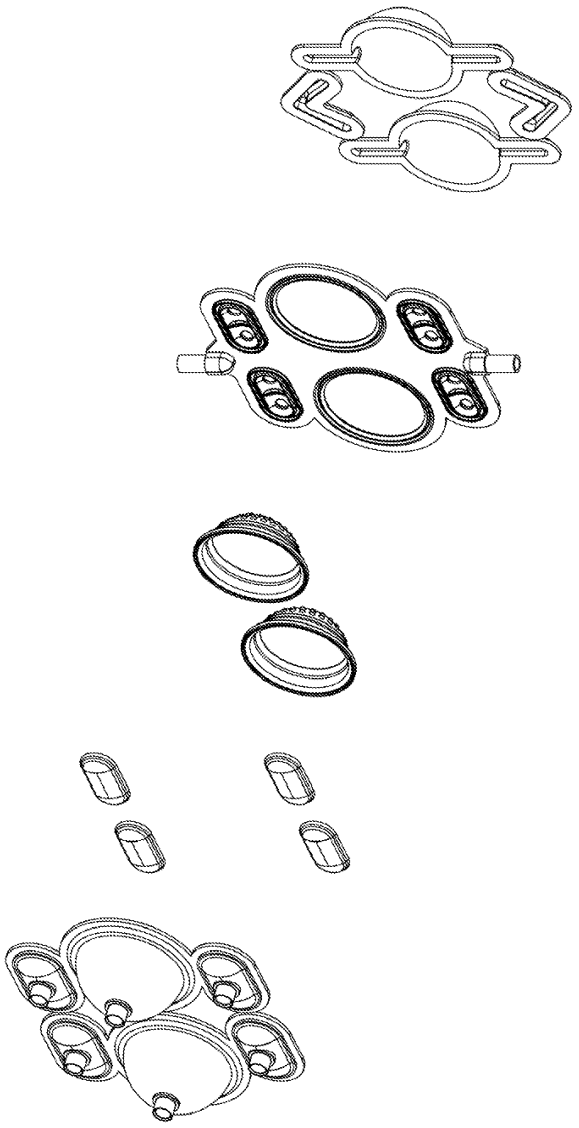
도면26b



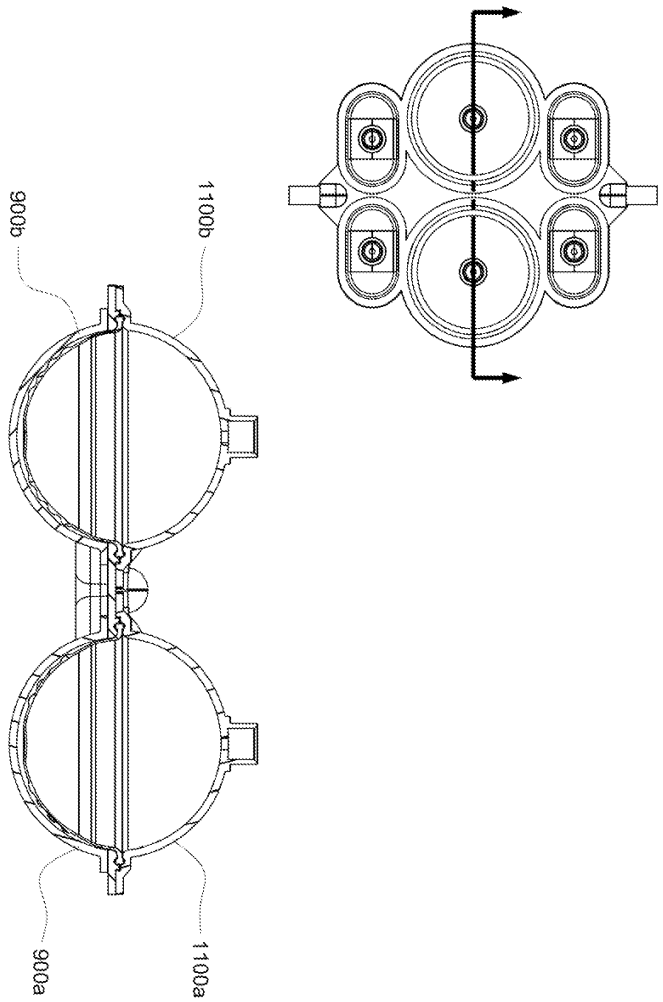
도면26c



도면26d



도면27a



도면27b

