



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년03월18일

(11) 등록번호 10-2090855

(24) 등록일자 2020년03월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01N 30/16 (2006.01) F04B 19/00 (2006.01)

G01N 30/32 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G01N 30/16 (2013.01)

F04B 19/006 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-7021646

(22) 출원일자(국제) 2014년01월15일

심사청구일자 2018년07월17일

(85) 번역문제출일자 2015년08월11일

(65) 공개번호 10-2015-0118137

(43) 공개일자 2015년10월21일

(86) 국제출원번호 PCT/US2014/011697

(87) 국제공개번호 WO 2014/113480

국제공개일자 2014년07월24일

(30) 우선권주장

61/753,299 2013년01월16일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP2007121164 A

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 17 항

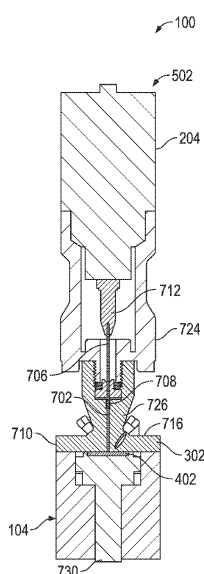
심사관 : 박성철

(54) 발명의 명칭 액체 크로마토그래피용 펌프 및 주입 밸브

## (57) 요약

펌프의 배럴로서 그리고 밸브의 고정자로서 단일편을 이용하여, 따라서 펌프와 밸브 사이의 연결부를 위한 임의의 필요성, 및 따라서 고압 누설 또는 압력 감소에 대한 잠재성을 제거하는 조합형 펌프 주입 밸브가 개시된다. 조합형 펌프 주입 밸브는 샘플의 로딩 및 펌프의 충전 중에 밀봉되는 크로마토그래픽 칼럼 내로의 나노리터 크기의 샘플의 주입을 허용하여, 완전한 분석이 나노리터의 샘플을 갖는 마이크로리터의 이동상으로 완료될 수 있다.

## 대표도 - 도7



(52) CPC특허분류

**G01N 30/32** (2013.01)

G01N 2030/167 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020020077424 A

JP2003202332 A

US20060191581 A1

US20090145205 A1

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

고성능 액체 크로마토그래피용 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브로서:

세장형 배럴 및 고정자를 갖고 단일편의 모놀리식 재료(monolithic material)로 일체형으로 형성되는 일체형 배럴-고정자로서,

상기 세장형 배럴은 상기 일체형 배럴-고정자의 제1 단부에 제1 개방 단부 및 상기 일체형 배럴-고정자의 제2 단부에 제2 개방 단부와, 유체의 공급물을 수용하도록 구성된 내부 챔버를 형성하는 측벽을 갖고,

상기 고정자는 원형이고, 상기 고정자는 제1 측면을 갖고, 상기 세장형 배럴의 제2 단부는 상기 고정자의 제1 측면에서의 상기 고정자의 중심점에서 종료하고 오리피스를 제공하고, 상기 고정자의 제1 측면은 상기 일체형 배럴-고정자의 제2 단부와 동일 평면이며, 상기 고정자는 이동상 공급부와 연통하기 위한 제1 고정자 포트 및 외부 장치와 연통하기 위한 제2 고정자 포트를 갖고, 상기 고정자는 상기 오리피스에서 회전자와 연통하고 상기 일체형 배럴-고정자의 제2 단부에 위치하는 것인, 일체형 배럴-고정자; 및

상기 일체형 배럴-고정자의 제1 단부에 위치한 상기 내부 챔버 내로 슬라이드 가능하게 연장되고 실질적으로 균일한 단면의 종방향 플런저

를 포함하고, 상기 회전자는 원형이고, 상기 회전자는 상기 고정자에 인접한 표면을 갖고, 상기 회전자는 상기 표면 내에 제1 채널을 갖고, 상기 회전자는 로딩 위치와 주입 위치 사이에서 상기 고정자의 중심점 둘레에서 상기 고정자에 대해 회전 가능하고,

상기 로딩 위치는 상기 제1 채널과 연통하는 상기 제1 고정자 포트 및 상기 오리피스에 의해 규정되고,

상기 주입 위치는 상기 제1 채널과 연통하는 상기 오리피스 및 제2 고정자 포트에 의해 규정되는 것인 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 배럴 내에 끼워지고 상기 플런저 둘레에 끼워지도록 치수 설정된 상기 플런저에 대한 제1 경질 플라스틱 밀봉부;

상기 제1 경질 플라스틱 밀봉부에 인접하여 상기 배럴 내에 끼워지고 상기 플런저 둘레에 끼워지도록 치수 설정된 상기 플런저에 대한 가요성 밀봉부;

상기 가요성 밀봉부에 인접하여 상기 배럴 내에 끼워지고 상기 플런저 둘레에 끼워지도록 치수 설정된 상기 플런저에 대한 제2 경질 플라스틱 밀봉부;

간섭 없이 상기 플런저 둘레에 끼워지도록 치수 설정된 관통 보어를 갖는 구동 디스크로서, 이 구동 디스크는 구동 디스크 제1 단부 및 구동 디스크 제2 단부를 구비하고, 상기 구동 디스크는 상기 배럴에 인접하여 상기 일체형 배럴-고정자 내에 자유롭게 끼워지도록 치수 설정되고, 상기 구동 디스크는 상기 구동 디스크 제1 단부 부근의 솔더 및 상기 구동 디스크 제2 단부에 있는 네크를 갖고, 상기 네크는 상기 배럴 내에 끼워지고 상기 제1 경질 플라스틱 밀봉부에 접촉하도록 치수 설정되는 것인, 구동 디스크;

간섭 없이 상기 플런저의 이동을 허용하도록 치수 설정된 관통 보어를 갖는 나사산 형성 수형 슬리브로서, 상기 나사산 형성 수형 슬리브는 상기 배럴에 인접하여 상기 일체형 배럴-고정자 내의 나사산 형성 암형 섹션에 대해 치수 설정되는 것인, 나사산 형성 수형 슬리브; 및

상기 구동 디스크의 상기 솔더 및 상기 나사산 형성 수형 슬리브의 단부에 접촉하는 스프링

을 더 포함하는 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브.

### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 플런저에 부착된 플런저 구동 피스톤과 연계된 펌프 액추에이터를 더 포함하는 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브.

### 청구항 4

제3항에 있어서, 상기 회전자에 부착된 구동샤프트와 연계된 밸브 액추에이터를 더 포함하는 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브.

### 청구항 5

제2항에 있어서,

상기 고정자는 제5 고정자 포트와 연통하는 제2 고정자 포트, 샘플 저장조와 연통하기 위한 제3 고정자 포트, 유출을 위한 제4 고정자 포트, 크로마토그래피 칼럼과 연통하기 위한 제6 고정자 포트, 상기 크로마토그래피 칼럼으로부터 복귀를 위한 제7 고정자 포트, 및 밸브로부터 유출을 위한 제8 고정자 포트를 갖고,

상기 회전자는 상기 표면 내의 제2 채널, 및 상기 표면 내의 제3 채널을 갖고,

상기 로딩 위치는 상기 제2 채널과 연통하는 상기 제3 고정자 포트 및 상기 제4 고정자 포트에 의해 또한 규정되고,

상기 주입 위치는 상기 제2 채널과 연통하는 상기 제5 고정자 포트 및 상기 제6 고정자 포트에 의해, 그리고 상기 제3 채널과 연통하는 상기 제7 고정자 포트 및 상기 제8 고정자 포트에 의해 또한 규정되는 것인 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브.

### 청구항 6

제5항에 있어서, 상기 플런저에 부착된 플런저 구동 피스톤과 연계된 펌프 액추에이터를 더 포함하는 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브.

### 청구항 7

제6항에 있어서, 상기 회전자에 부착된 구동샤프트와 연계된 밸브 액추에이터를 더 포함하는 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브.

### 청구항 8

제2항에 있어서,

상기 고정자는 루프를 거쳐 제5 고정자 포트와 연통하는 제2 고정자 포트, 샘플 저장조와 연통하기 위한 제3 고정자 포트, 유출을 위한 제4 고정자 포트, 크로마토그래피 칼럼과 연통하기 위한 제6 고정자 포트, 상기 크로마토그래피 칼럼으로부터 복귀를 위한 제7 고정자 포트, 및 밸브로부터 유출을 위한 제8 고정자 포트를 갖고,

상기 회전자는 상기 표면 내의 제2 채널, 상기 표면 내의 제3 채널, 및 상기 표면 내의 제4 채널을 갖고,

상기 로딩 위치는 상기 제2 채널과 연통하는 상기 제2 고정자 포트 및 상기 제3 고정자 포트와, 상기 제3 채널과 연통하는 상기 제4 고정자 포트 및 상기 제5 고정자 포트에 의해 또한 규정되고,

상기 주입 위치는 상기 제3 채널과 연통하는 상기 제5 고정자 포트 및 상기 제6 고정자 포트에 의해 그리고 상기 제4 채널과 연통하는 상기 제7 고정자 포트 및 상기 제8 고정자 포트에 의해 또한 규정되는 것인 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브.

### 청구항 9

제8항에 있어서, 상기 플런저에 부착된 플런저 구동 피스톤과 연계된 펌프 액추에이터를 더 포함하는 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브.

### 청구항 10

제9항에 있어서, 상기 회전자에 부착된 구동샤프트와 연계된 밸브 액추에이터를 더 포함하는 일체형 나노스케일

펌프 및 주입 밸브.

#### 청구항 11

제2항에 있어서,

상기 고정자는 루프를 거쳐 제5 고정자 포트와 연통하는 제2 고정자 포트, 샘플 저장조와 연통하기 위한 제3 고정자 포트, 유출을 위한 제4 고정자 포트, 및 크로마토그래피 칼럼과 연통하기 위한 제6 고정자 포트를 갖고,

상기 회전자는 상기 표면 내의 제2 채널, 상기 표면 내의 제3 채널을 갖고, 상기 회전자는 로딩 위치와 주입 위치 사이에서 상기 고정자의 중심점 둘레에서 상기 고정자에 대해 회전 가능하고,

상기 로딩 위치는 상기 제2 채널과 연통하는 상기 제2 고정자 포트 및 상기 제3 고정자 포트와, 상기 제3 채널과 연통하는 상기 제4 고정자 포트 및 상기 제5 고정자 포트에 의해 또한 규정되고,

상기 주입 위치는 상기 제3 채널과 연통하는 상기 제5 고정자 포트 및 상기 제6 고정자 포트에 의해 또한 규정되는 것인 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브.

#### 청구항 12

제11항에 있어서, 상기 플런저에 부착된 플런저 구동 피스톤과 연계된 펌프 액추에이터를 더 포함하는 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브.

#### 청구항 13

제12항에 있어서, 상기 회전자와 연계된 밸브 액추에이터를 더 포함하는 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브.

#### 청구항 14

고성능 액체 크로마토그래피용 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브로서:

세장형 배럴 및 고정자를 갖고 단일편의 모놀리식 재료로 일체형으로 형성되는 일체형 배럴-고정자로서,

상기 세장형 배럴은 상기 일체형 배럴-고정자의 제1 단부에 제1 개방 단부 및 상기 일체형 배럴-고정자의 제2 단부에 제2 개방 단부와, 유체의 공급물을 수용하도록 구성된 내부 챔버를 형성하는 측벽을 갖고,

상기 고정자는 원형이고, 상기 고정자는 제1 측면을 갖고, 상기 세장형 배럴 제2 단부는 오리피스에서 상기 고정자의 제1 측면에서의 상기 고정자의 중심점에서 종료하고, 상기 고정자의 제1 측면은 상기 일체형 배럴-고정자의 제2 단부와 동일 평면이며, 상기 고정자는 상기 일체형 배럴-고정자의 제2 단부에 위치하며,

상기 세장형 배럴은 상기 오리피스에서 회전자와 연통하고, 상기 고정자는 이동상 공급부와 연통하기 위한 제1 고정자 포트 및 외부 장치와 연통하기 위한 제2 고정자 포트를 갖는 것인, 일체형 배럴-고정자; 및

상기 일체형 배럴-고정자의 제1 단부에 위치한 상기 내부 챔버 내로 슬라이드 가능하게 연장되고 실질적으로 균일한 단면의 종방향 플런저

를 포함하고, 상기 회전자는 원형이고, 상기 회전자는 상기 고정자에 인접한 표면을 갖고, 상기 회전자는 상기 표면 내에 제1 채널을 갖고, 상기 회전자는 로딩 위치와 주입 위치 사이에서 상기 고정자의 중심점 둘레에서 상기 고정자에 대해 회전 가능하고,

상기 로딩 위치는 상기 제1 채널과 연통하는 상기 제1 고정자 포트 및 상기 오리피스에 의해 규정되고,

상기 주입 위치는 상기 제1 채널과 연통하는 상기 오리피스 및 제2 고정자 포트에 의해 규정되는 것인 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브.

#### 청구항 15

제2항에 있어서,

상기 고정자는 제5 고정자 포트와 연통하는 제2 고정자 포트, 샘플 저장조와 연통하기 위한 제3 고정자 포트, 유출을 위한 제4 고정자 포트, 크로마토그래피 칼럼과 연통하기 위한 제6 고정자 포트를 갖고,

상기 회전자는 상기 표면 내의 제2 채널을 갖고,

상기 로딩 위치는 상기 제2 채널과 연통하는 상기 제3 고정자 포트 및 상기 제4 고정자 포트에 의해 또한 규정되고,

상기 주입 위치는 상기 제2 채널과 연통하는 상기 제5 고정자 포트 및 상기 제6 고정자 포트에 의해 또한 규정되는 것인 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브.

#### 청구항 16

제15항에 있어서, 상기 플런저에 부착된 플런저 구동 피스톤과 연계된 펌프 액추에이터를 더 포함하는 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브.

#### 청구항 17

제16항에 있어서, 상기 회전자에 부착된 구동샤프트와 연계된 밸브 액추에이터를 더 포함하는 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브.

### 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 관련 출원의 상호 참조

[0002] 본 출원은 2013년 1월 16일자로 미국 특허청에 출원되고 본 명세서에 참조로서 합체되어 있는, 발명의 명칭이 "고성능 액체 크로마토그래피용 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브(Integral nano-scale pump and injector for high performance liquid chromatography)"인 미국 가특허 출원 제61/753,299호의 이익을 청구한다.

[0003] 연방 정부 후원 연구 또는 개발에 관한 진술

[0004] 해당 없음

[0005] 발명의 분야

[0006] 본 발명은 액체 크로마토그래피와 함께 사용을 위한 펌프 및 주입 밸브 시스템에 관한 것이다. 더 구체적으로, 본 발명은 펌프의 배럴로서 그리고 밸브의 고정자로서 단일편을 이용하여, 따라서 펌프와 밸브 사이의 연결부의 임의의 필요성을 제거하는 크로마토그래피 칼럼 내로 나노리터 크기 샘플의 주입을 위한 조합형 펌프/주입 밸브에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0007] 고성능 액체 크로마토그래피(High performance liquid chromatography: HPLC)는 일반적으로, 분당 입방 센티미터의 유체 단위로 측정된 유량으로 유체를 전달하도록 스케일링된(scaled) 펌프, 칼럼 및 주입 밸브를 사용하여 수행된다. 이들 구성 요소들은 통상적으로 개별적이고 함께 결합되어 HPLC용 시스템을 제공한다. 불행하게도, 이들 시스템은 분석을 위한 비교적 큰 샘플 체적, 큰 이동상(mobile phases), 및 큰 유량을 필요로 한다.

[0008] 부가적으로, 이들 비교적 대형 시스템은, 분석 중에 최소 이동상을 사용하는 경량의 강인한 유동 시스템에 대한 요구가 존재하는 현장 휴대형 HPLC 유닛의 생성을 좌절시킨다.

### 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0009] 따라서, 고성능 액체 크로마토그래피용 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브를 제공하는 것이 바람직할 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0010] 따라서, 본 발명은 샘플의 로딩 중에 그리고 펌프의 충전 중에 밀봉되는 크로마토그래픽 칼럼 내로 나노리터 샘플을 주입하여, 완전한 분석이 약 5 내지 10 나노리터 내지 60 나노리터 이상의 범위의 마이크로리터의 이동상으로 완료될 수 있게 되는 조합형 펌프/주입기 밸브를 제공함으로써 종래 기술의 하나 이상의 결점을 극복하고

상기 요구에 부합한다. 따라서, 본 발명은 분석 중에 최소 이동상을 사용하고 현장 휴대형 HPLC 유닛으로서 사용을 위해 적절한 경량의 강인한 유동 시스템을 제공한다.

[0011] 본 발명은 일체형 배럴-고정자를 포함하는 고성능 액체 크로마토그래피용 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브를 제공하고, 일체형 배럴-고정자는 제1 단부에 세장형 배럴 및 제2 단부에 고정자, 실질적으로 균일한 단면의 배럴의 내부 챔버 내에 슬라이드 가능하게 배치된 플런저, 및 회전자를 갖고, 펌프 및 주입 밸브는 로딩 위치와 주입 위치 사이에서 절환 가능하다. 일 실시예에서, 원형 회전자는 고정자에 인접한 표면을 갖고, 그 표면에 복수의 채널을 갖고, 로딩 위치와 주입 위치 사이의 중심점 둘레에서 고정자에 대해 회전 가능하다. 일체형 배럴-고정자의 세장형 배럴부는 개방 단부, 길이, 및 유체의 공급물을 수용하도록 구성된 내부 챔버를 형성하는 측벽, 외경 및 벽 두께를 포함한다. 원형 고정자는 그 중심점에 그를 통한 오리피스 및 제1 측면 및 제2 측면을 가져, 세장형 배럴 개방 말단부가 중심점에서 고정자의 제2 측면과 정렬되고 내부 챔버가 오리피스를 포함하게 된다. 따라서, 펌프는 오리피스에서 밸브와 연통한다.

[0012] 제1 실시예에서, 회전자는 3개의 채널을 포함하고, 고정자는 이동상 공급부와 연통하기 위한 제1 고정자 포트, 제5 고정자 포트와 연통하는 제2 고정자 포트, 샘플 저장조와 연통하기 위한 제3 고정자 포트, 샘플 유출을 위한 제4 고정자 포트, 크로마토그래피 칼럼과 연통하기 위한 제6 고정자 포트, 크로마토그래피 칼럼으로부터 복귀를 위한 제7 고정자 포트, 및 밸브로부터 유출을 위한 제8 고정자 포트를 갖는다. 제1 실시예에서, 로딩 위치는 제1 채널과 연통하는 오리피스 및 제1 포트에 의해 그리고 제2 채널과 연통하는 제3 포트 및 제4 포트에 의해 규정된다. 제1 실시예에서, 주입 위치는 제1 채널과 연통하는 제2 포트 및 오리피스에 의해, 제2 채널과 연통하는 제5 포트 및 제6 포트에 의해, 그리고 제3 채널과 연통하는 제7 포트 및 제8 포트에 의해 규정된다.

[0013] 대안 실시예에서, 회전자는 4개의 채널을 포함하고, 고정자는 이동상 공급부와 연통하기 위한 제1 고정자 포트, 외부 루프를 거쳐 제5 고정자 포트와 연통하는 제2 고정자 포트, 샘플 저장조와 연통하기 위한 제3 고정자 포트, 샘플 유출을 위한 제4 고정자 포트, 크로마토그래피 칼럼과 연통하기 위한 제6 고정자 포트, 크로마토그래피 칼럼으로부터 복귀를 위한 제7 고정자 포트, 및 밸브로부터 유출을 위한 제8 고정자 포트를 갖는다. 대안 실시예에서, 로딩 위치는 제1 채널과 연통하는 오리피스 및 제1 포트에 의해, 제2 채널과 연통하는 제2 포트 및 제3 포트에 의해, 그리고 제3 채널과 연통하는 제4 포트 및 제5 포트에 의해 규정된다. 대안 실시예에서, 주입 위치는 제1 채널과 연통하는 제2 포트 및 오리피스에 의해, 제3 채널과 연통하는 제5 포트 및 제6 포트에 의해, 그리고 제4 채널과 연통하는 제7 포트 및 제8 포트에 의해 규정된다.

[0014] 다른 대안 실시예에서, 실시예가 그에 연결된 장비와 관련하지 않고 펌프로 사용되는 경우에, 회전자는 단지 하나의 채널만을 갖고, 고정자는 이동상 공급부와 연통하기 위한 제1 고정자 포트 및 외부 장치와 연통하기 위한 제2 고정자 포트를 갖는다. 다른 대안적인 실시예에서, 로딩 위치는 제1 채널과 연통하는 오리피스 및 제1 포트에 의해 규정되고, 주입 위치는 제1 채널과 연통하는 제2 포트 및 오리피스에 의해 규정된다.

[0015] 부가의 대안 실시예에서, 실시예가 칼럼을 통해 샘플을 압박하는데 사용되지만, 칼럼의 출력은 밸브를 통해서보다는 다른 장비에 제공되고, 실시예는 채널을 포함하고, 고정자는 이동상 공급부와 연통하기 위한 제1 고정자 포트, 외부 루프를 거쳐 제5 고정자 포트와 연통하는 제2 고정자 포트, 샘플 저장조와 연통하기 위한 제3 고정자 포트, 샘플 유출을 위한 제4 고정자 포트, 및 크로마토그래피 칼럼과 연통하기 위한 제6 고정자 포트를 갖는다. 부가의 대안적인 실시예에서, 로딩 위치는 제1 채널과 연통하는 오리피스 및 제1 포트에 의해, 제2 채널과 연통하는 제2 포트 및 제3 포트에 의해, 그리고 제3 채널과 연통하는 제4 포트 및 제5 포트에 의해 규정된다. 대안 실시예에서, 주입 위치는 제1 채널과 연통하는 제2 포트 및 오리피스에 의해, 그리고 제3 채널과 연통하는 제5 포트 및 제6 포트에 의해 규정된다.

[0016] 본 발명의 부가의 양태, 장점 및 실시예는 다양한 실시예의 이하의 설명 및 관련 도면으로부터 당 기술 분야의 숙련자들에게 명백해질 것이다.

### 도면의 간단한 설명

[0017] 본 발명의 설명된 특징, 장점 및 목적, 뿐만 아니라 명백해질 다른 것들이 얻어지고 상세히 이해될 수 있는 방식으로, 상기에 간략히 요약된 본 발명의 더 구체적인 설명이 도면에 도시되어 있는 그 실시예를 참조함으로써 이루어질 수도 있고, 이 도면은 본 명세서의 부분을 형성한다. 그러나, 첨부 도면은 단지 본 발명의 전형적인 바람직한 실시예를 도시하고 있고, 따라서 본 발명이 다른 동등하게 효과적인 실시예로 승인될 수 있기 때문에 그 범주의 한정으로 고려되어서는 안된다는 것이 주목되어야 한다.

도 1은 조립된 상태의 본 발명의 일 실시예의 평면도이다.

도 2는 조립된 상태의 본 발명의 일 실시예의 측면도이다.

도 3은 본 발명의 제1 실시예의 일체형 배럴-고정자의 고정자의 면의 도면이다.

도 4는 본 발명의 제1 실시예의 회전자의 면의 도면이다.

도 5는 로딩 위치(load position)에서 본 발명의 제1 실시예의 회전자의 면과 고정자의 면의 상대 위치의 도면이다.

도 6은 주입 위치에서 본 발명의 제1 실시예의 회전자의 면과 고정자의 면의 상대 위치의 도면이다.

도 7은 선형 액추에이터와 관련하여 로딩 위치와 연계된 펌프의 최대 위치에 대한 도 1의 라인 Z-Z를 따른 본 발명의 단면도이다.

도 8은 선형 액추에이터와 관련하여 주입 위치에서 펌프의 최대 위치에 대한 도 1의 라인 Z-Z를 따른 본 발명의 단면도이다.

도 9는 주입 위치에서 펌프의 최대 위치에 대한 전달을 위해 전방으로 구동된 펌프 플런저의 확대도이다.

도 10은 로딩 위치에서 펌프의 최대 위치에서 도 5 및 도 7에 도시되어 있는 제1 밸브 위치를 도시하고 있는 펌프 및 밸브 액추에이터를 갖는 본 발명의 실시예의 등각도이다.

도 11은 주입 위치에서 펌프의 최대 위치에서 도 6 및 도 8에 도시되어 있는 제2 밸브 위치를 도시하고 있는 펌프 및 밸브 액추에이터를 갖는 본 발명의 실시예의 등각도이다.

도 12a는 도 10의 섹션 A의 확대도이다.

도 12b는 도 11의 섹션 B의 확대도이다.

도 13은 본 발명의 대안 실시예에서 일체형 배럴-고정자의 고정자의 면의 도면이다.

도 14는 본 발명의 대안 실시예의 회전자의 면의 도면이다.

도 15는 로딩 위치에서 본 발명의 대안 실시예의 회전자의 면과 고정자의 면의 상대 위치의 도면이다.

도 16은 주입 위치에서 본 발명의 대안 실시예의 회전자의 면과 고정자의 면의 상대 위치의 도면이다.

도 17은 로딩 위치에서 본 발명의 다른 대안 실시예의 회전자의 면과 고정자의 면의 상대 위치의 도면이다.

도 18은 주입 위치에서 본 발명의 다른 대안 실시예의 회전자의 면과 고정자의 면의 상대 위치의 도면이다.

도 19는 로딩 위치에서 본 발명의 부가의 대안 실시예의 회전자의 면과 고정자의 면의 상대 위치의 도면이다.

도 20은 주입 위치에서 본 발명의 부가의 대안 실시예의 회전자의 면과 고정자의 면의 상대 위치의 도면이다.

도 21은 본 발명의 밀봉부를 도시하고 있는 주입 위치에서 펌프의 최대 위치에 대한 전달을 위해 전방으로 구동된 펌프 플런저의 확대도이다.

도 22는 로딩 위치에서 본 발명의 부가의 대안 실시예의 회전자의 면과 고정자의 면의 상대 위치의 도면이다.

도 23은 주입 위치에서 본 발명의 부가의 대안 실시예의 회전자의 면과 고정자의 면의 상대 위치의 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 도 1 및 도 2를 참조하면, 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브(100)의 2-위치 실시예가 제공되어 있다. 조립된 상태의 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브(100)의 일 실시예의 평면도가 도 1에 제공되어 있고, 반면에 측면도가 도 2에 제공되어 있다. 도 1 및 도 2에 도시되어 있는 바와 같이, 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브(100)는 펌프 섹션(102)과 밸브 섹션(104) 사이의 인터페이스를 제공하는 일체형 배럴-고정자(716)를 포함한다.

[0019] 도 3 및 도 4를 참조하면, 일체형 배럴-고정자(716)의 고정자(302)의 면 및 회전자(402)의 면의 구성이 제1 실시예에 대해 도시되어 있다. 도 13 및 도 14를 참조하면, 일체형 배럴-고정자(716)의 고정자(302)의 면 및 밸브 섹션(104)의 회전자(1402)의 면의 구성이 대안 실시예에 대해 도시되어 있다.



- [0020] 도 1 내지 도 22를 참조하면, 단일 부품의 펌프(708)의 세장형 배럴(726) 및 밸브(710)의 고정자(302, 1302, 1712, 1932)를 일체형 배럴-고정자(716)로서 형성함으로써, 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브(100)는 그 사이에 개재된 부품 및 피팅에 부수적인 열화 없이 고압에서 작동할 수도 있다.
- [0021] 밸브 및 펌프가 간단히 함께 결합된 개별체였던 종래의 기술과는 달리, 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브(100)에서, 도 7 내지 도 12b에 도시되어 있는 바와 같이, 펌프(708)의 세장형 배럴(726) 및 밸브(710)의 고정자(302, 1302, 1712, 1932)는 단일편으로 일체로 형성되어 고압 작동 중에 팽윤하거나(swell) 또는 누설할 수도 있는 임의의 피팅 또는 커넥터를 도입하지 않고, 펌프(708)와 밸브(710) 사이에 직접 연통을 제공한다.
- [0022] 로딩 위치(502, 1502, 1710, 1928)의 최대 정도와 주입 위치(602, 1602, 1802, 2002)의 최대 정도 사이에서 절환함으로써, 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브(100)는 신속 분리를 위해 나노스케일 칼럼과 함께 사용을 위해 마이크로리터를 유지하도록 치수 설정될 수도 있는 펌프(708)를 제공한다.
- [0023] 로딩의 개시시에, 펌프(708) 및 밸브(710)는 로딩 위치(502)에 위치되고, 플런저(706)는 피스톤(712)에 의해 후퇴되기 시작하고, 저장조로부터 예를 들어 15 cm×200  $\mu$ m 강관을 통해 배럴(726) 내로 용제를 흡인한다. 동시에 펌프 충전에 독립적으로, 샘플은 바람직하게는 제로-사체적 커넥터(zero-dead volume connector)를 사용하여, 펌프 상의 포트(308)에 그리고 샘플 공급부에 연결된 5.08 cm×75  $\mu$ m 내경 모세관을 통해 샘플 루프 내로 도입된다.
- [0024] 로딩의 완료 후에, 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브(100)는 주입을 위해 절환될 수도 있어, 펌프(708)의 작동의 방향을 변경하고 밸브(710)의 위치를 변경한다. 주입 중에, 플런저(706)는 배럴(726) 내로 피스톤(712)에 의해 구동된다. 전진 속도 및 따라서 분배 유량은 전원에 의해 그리고/또는 컴퓨터 소프트웨어에 의해 제어될 수도 있다. 플런저(706)가 피스톤(712)에 의해 전방으로 구동됨에 따라, 샘플은 제2 채널(406)의 샘플 통로로부터 칼럼(504) 내로 구동되고, 이동상은 배럴(726)로부터 루프(506)를 통해, 칼럼(504)을 통해 검출기로 유동한다.
- [0025] 모든 실시예에서, 로딩 위치(502, 1502, 1710, 1928)에서, 펌프 플런저(706)는 도 7, 도 10 및 도 12a에 도시되어 있는 바와 같이 내부 챔버(702)를 충전하기 위해 후퇴된다. 플런저는 0.03 인치 또는 약간 작은 직경, 또는 0.93 인치 또는 약간 큰 직경을 가질 수도 있고, 또는 0.62 인치와 같이 그 사이의 값일 수도 있다. 펌프(708)는 따라서 펌프 플런저(706), 세장형 배럴(726)과 플런저에 의해 규정된 내부 챔버(702)를 포함한다. 도 5, 도 7, 도 10, 도 12a 및 도 15를 참조하면, 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브(100)의 구성 및 나노스케일 작동이 로딩 위치(502)에서 펌프(708)의 최대 위치에 도시되어 있다. 제1 실시예에서 고정자(302) 및 회전자(402)의 위치를 도시하고 있는 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브(100)의 로딩 위치(502)가 도 5에 도시되어 있다. 대안 실시예에 대한 고정자(1302) 및 회전자(1402)의 위치를 도시하고 있는 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브(100)의 로딩 위치(1502)가 도 15에 도시되어 있다. 이해될 수 있는 바와 같이, 고정자(302, 1302, 1712, 1932) 또는 회전자(402, 1402, 1702, 1902)는 다른 하나에 접촉하기 위한 밀봉면을 포함할 것이다. 로딩 위치(502, 1502, 1710, 1928)에서 펌프(708)의 최대 위치에 대한 도 1의 라인 Z-Z를 따른 본 발명의 단면도가 도 7에 도시되어 있다. 제1 밸브 위치를 도시하고 있는 밸브 액추에이터를 갖는 본 발명의 실시예의 등각도가 도 10에 도시되어 있다. 도 10의 섹션 A의 확대도가 도 12a에 제공되어 있다.
- [0026] 도 21을 참조하면, 10000 psi 초과와 같은 고압에서의 작동을 위해, 플런저(706)에 접촉하고 그 둘레에 밀봉부를 형성하기 위해 최대 주입 위치에 있을 때, 플런저(706)의 제1 단부(750) 위로 또는 그를 넘어 적어도 스트로크 길이(1202)로, 강력한 밀봉부(2150)가 일체형 배럴-고정자(716)의 배럴(726) 내에서 플런저(706) 주위에 위치되는 것이 본질적이다. 플런저(706)의 제1 단부(750)로부터 스트로크 길이(1202) 미만으로 밀봉부(2150)를 위치시키는 것은 플런저(706)가 최대 로딩 위치에 도달하도록 완전히 후퇴되어 있을 때 밀봉부(2150)가 제기능을 하지 못하게 할 것이다. 플런저(706)가 그를 통해 이동할 것인 배럴(726)을 가로지르는 단일의 밀봉부가 사용될 수도 있지만, 복합 밀봉부가 바람직하다. 도 21에 도시되어 있는 바와 같이, 배럴(726) 내의 플런저(706) 둘레의 밀봉부(2150)는, 일체형 배럴-고정자(716) 내에 유지되어 있는 구동 디스크(2106)에 의해 압축 하에 배치된, 제1 경질 밀봉부(2100), 가요성 밀봉부(2108), 및 제2 경질 밀봉부(2112)의 압축된 시퀀스로 형성될 수도 있다. 일체형 배럴-고정자(716)의 배럴(726)의 직경은 제1 경질 플라스틱 밀봉부(2100)를 수용하기 위해 최대 주입 위치에 있을 때 플런저(706)의 제1 단부(750) 위에 또는 넘어 스트로크 길이(1202)보다 크게 그 섹션에 대해 확장된다. 제1 경질 플라스틱 밀봉부(2100)는 폴리에테르 에테르 케톤(PEEK) 또는 다른 재료와 같은 재료로 구성될 수도 있고, 플런저(706)의 이동을 방해하지 않고 배럴(726) 내에 그리고 플런저(706) 둘레에 끼워지도록 치수 설정된다. 제1 경질 플라스틱 밀봉부(2100)의 정상부에는 가요성 밀봉부(2108)가 위치되어 있다. 가요성

밀봉부(2108)는 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)과 같은 압축성 밀봉 재료로 구성된다. 가요성 밀봉부(2108)는 플런저(706)의 이동을 방해하지 않고 배럴(726) 내에 그리고 플런저(706) 둘레에 끼워지도록 치수 설정된다. 가요성 밀봉부(2108)의 정상부에는 제2 경질 플라스틱 밀봉부(2112)가 위치되어 있고, 이 제2 경질 플라스틱 밀봉부는 또한 폴리에테르 에테르 케톤(PEEK) 또는 다른 재료와 같은 재료로 구성될 수도 있고, 플런저(706)의 이동을 방해하지 않고 배럴(726) 내에 그리고 플런저(706) 둘레에 끼워지도록 치수 설정된다. 가요성 밀봉부(2108)의 압축은 가요성 밀봉부(2108)의 횡방향 팽창을 야기하고, 이에 의해 가요성 밀봉부(2108)가 제1 경질 밀봉부(2100)와 제2 경성 밀봉부(2112) 사이에, 플런저(706)의 이동을 방해하지 않는 플런저(706)에 대한 밀봉부를 제공하게 한다. 이는 제1 경성 밀봉부(2100)의 위치를 유지하기 위해 배럴(726) 내의 솔더(2114) 및 제2 경성 밀봉부(2112)에 대한 힘의 인가에 의해 성취될 수도 있다. 제2 경성 밀봉부(2112)에 대한 힘의 인가는, 간섭 없이 플런저(706) 및 피스톤(712)을 자유롭게 수용하기 위해 그를 통한 보어를 갖는 나사산 형성 수형 슬리브 또는 너트(2102)를, 밀봉부(2150) 위로 또는 넘어, 일체형 배럴-고정자(716)에 연결함으로써 얻어질 수도 있고, 이 나사산 형성 수형 슬리브(2102)는 구동 디스크(2106)를 강제하여 제2 경질 밀봉부(2112)를 압축하기 위해, 배럴(726) 위에 또는 인접하여 일체형 배럴-고정자(716) 내에 위치된, 특히 또한 원추형 디스크 스프링으로서 알려진 벨빌(Belleville) 스프링과 같은 하나 이상의 스프링(2122)에 힘을 인가할 것이다. 나사산 형성 수형 슬리브(2102)는 배럴(726) 위에 또는 인접하여 일체형 배럴-고정자(716)의 나사산 형성 암형 섹션에 대해 치수 설정된다. 구동 디스크(2106)는 플런저(706)가 간섭 없이 그를 통해 통과하게 허용하도록 치수 설정된 보어(2124), 일체형 배럴-고정자(716) 내의 내부벽에 접촉하지 않도록 나사산 형성 수형 슬리브 또는 너트(2102)보다 직경이 작은 스프링(2122)으로부터 구동 디스크(2106)에 대한 힘의 인가를 허용하기 위한 솔더(2116), 및 간섭 없이 배럴(726)에 진입하도록 치수 설정되고 제2 경질 밀봉부(2112)에 접촉하여 그에 대해 힘을 인가하기 위한 충분한 높이를 갖고 배럴(726)에 근접하여 그 단부(2126)에 있는 네크(2120)를 포함한다. 그 결과, 네크(2120)는 제2 경질 밀봉부(2112)에 대해 구동되고, 이 제2 경질 밀봉부는 이어서 가요성 밀봉부(2108) 내로 구동되어 이를 압축하여 플런저(706)에 대한 밀봉부를 형성한다. 플런저(706)는 따라서, 심지어 가요성 밀봉부(2108)가 플런저(706)의 반복된 이동 중에 유연성이 될 수도 있기 때문에, 유체가 지나 스며나오지 않고 밀봉부(2150)를 통해 이동하는 것이 가능하다. 단지 밀봉부(2112, 2108, 2100)가 플런저(706)에 횡방향으로 접촉하기 때문에 그리고 일체형 배럴-고정자(716), 나사산 형성 수형 너트 또는 슬리브(2102) 및 구동 디스크(2106)를 포함하는 구성 요소들의 균형이 플런저(706)가 간섭 없이 이동하게 하기 위한 충분한 간극을 포함하기 때문에, 플런저(706)는 배럴(726) 내에서 이동할 수 있고 특히 고압으로 배럴(726) 내로 그리고 고정자(302)를 통해 유체를 흡인하거나 토출하도록 작동할 수 있다.

[0027] 따라서, 밀봉부(2150)는 제1 경질 플라스틱 밀봉부(2100), 가요성 밀봉부(2108), 제2 경질 플라스틱 밀봉부(2112)를 포함하고, 구동 디스크(2106), 나사산 형성 수형 슬리브(2102) 및 하나 이상의 스프링(2122)에 의해 플런저(706)에 대해 밀봉하도록 압축된다. 제1 경질 플라스틱 밀봉부(2100)는 배럴(726) 내에 끼워지고 플런저(706) 둘레에 끼워지도록 치수 설정된다. 가요성 밀봉부(2108)는 배럴(726) 내에 끼워지고 제1 경질 플라스틱 밀봉부(2100)에 인접하여 플런저(706)에 대해 끼워지도록 치수 설정된다. 제2 경질 플라스틱 밀봉부(2112)는 배럴(726) 내에 끼워지고 가요성 밀봉부(2108)에 인접하여 플런저(706) 둘레에 끼워지도록 치수 설정된다. 구동 디스크(2106)는 간섭 없이 플런저(706) 둘레에 끼워지도록 치수 설정된 그를 통한 보어(2124), 제1 단부(2118) 및 제2 단부(2126)를 갖는다. 구동 디스크(2106)는 배럴(726)에 인접하여 상기 일체형 배럴-고정자(716) 내에 자유롭게 끼워지도록 치수 설정되고, 제1 단부(2118) 부근의 솔더(2116), 및 제2 단부(2126)에 있는 네크(2120)를 포함하고, 이 네크(2120)는 배럴(726) 내에 끼워지고 제1 경질 플라스틱 밀봉부(2100)에 접촉하도록 치수 설정된다. 나사산 형성 수형 슬리브(2102)는 간섭 없이 플런저(706)의 이동을 허용하도록 치수 설정된 그를 통한 보어를 갖고, 배럴(726) 위에 또는 인접하여 일체형 배럴-고정자(716) 내에 나사산 형성 암형 섹션에 대해 치수 설정된다. 스프링(2122)은 구동 디스크(2106)의 솔더(2116) 및 상기 나사산 형성 수형 슬리브(2102)의 단부에 접촉하고, 나사산 형성 수형 슬리브(2102)가 일체형 배럴-고정자(716) 내에 구동됨에 따라 압축된다.

[0028] 도 5를 참조하면, 제1 실시예에서, 밸브(710)는 따라서 일체형 배럴-고정자(716)를 형성하기 위해 세장형 배럴(726)과 일체로 형성된 원형 고정자(302)와, 원형 회전자(402)를 갖고, 여기서 2개의 구성 요소는 밸브(710)의 다양한 부분들 사이의 유체 연통을 허용하거나 방지하기 위해 협동한다. 고정자(302)는 그 중심점에 오리피스(320), 뿐만 아니라 이동상 공급부와 연통하기 위한 제1 고정자 포트(304), 제5 고정자 포트(312)와 연통하는 제2 고정자 포트(306), 샘플 저장조와 연통하기 위한 제3 고정자 포트(308), 크로마토그래피 칼럼(504)과 연통을 위한 제6 고정자 포트(314), 크로마토그래피 칼럼(504)으로부터 복귀를 위한 제7 고정자 포트(316), 및 밸브(710)로부터 예를 들어 검출기로 유출을 위한 제8 고정자 포트(318)를 갖는다. 칼럼(504)의 양 단부는, 원한다

면 칼럼(504)을 통한 유동이 정지될 때 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브(100)의 충전 중에 압력을 유지하기 위해 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브(100)에 연결될 수 있다. 이는 칼럼 재압축을 위한 지연 기간을 제거할 것이다. 따라서, 회전자(402)는 고정자(302)에 인접한 표면 및 그 표면 내에 3개의 채널 또는 슬롯(404, 406, 408)을 갖는다. 회전자(402)는 로딩 위치(502)와 주입 위치(602) 사이의 중심점 둘레에서 고정자(302)에 대해 회전 가능하다. 2개의 위치 사이의 회전은 중심점 둘레에 45도, 또는 그 이상 또는 이하일 수도 있다. 로딩 위치(502)에서, 구성 요소들은 이동상이 펌프(708)의 내부 챔버(702)로 전달되는 동안 격리되어, 제1 포트(304)가 오리피스(320)와, 이에 의해 제1 채널(404)을 거쳐 펌프(708)의 내부 챔버(702)에 연통하게 되어 충전을 제공하고, 반면에 모든 다른 포트들은 개별적으로 또는 쌍을 이루어 격리되고, 임의의 다른 구성 요소와 연통하지 않고 제2 채널(406)을 거쳐 연통하면서 제3 포트(308) 및 제4 포트(310)를 포함한다. 따라서, 칼럼(504)은 압력에서 유지되고, 도 7에 도시되어 있는 바와 같이, 펌프 섹션(102) 내에 위치한 펌프(708)의 내부 챔버(702)가 포트(304)에 연결된 제1 채널(404)을 거쳐 도입된 오리피스(320)를 통해 이동상을 흡인함으로써 이동상에 의해 충전되는 동안 격리된다. 칼럼(504)의 초기 충전을 위해, 조작자는 로딩 위치(502)와 주입 위치(602) 사이에서 전환하는 샘플 채널인 제2 채널(406)을 통해 이동상을 연장시킬 수 있어 칼럼(504)을 충전하고 어떠한 기포도 시스템 내에 존재하지 않는 것을 보장한다. 로딩 위치(502)에서, 검출기에 연결될 수도 있는 포트(318)는 마찬가지로 격리된다. 도 3 및 도 4, 더 구체적으로 도 5를 참조하면, 이 로딩 위치(502)에서, 고정자(302) 및 회전자(402)를 참조하여, 포트(306, 312)는 루프(506)를 형성하고, 내부 샘플을 제공하기 위해 연통하지만, 다른 방식으로 격리된다. 이 루프(506)는 주입(분배) 중에 이동상을 칼럼에 운반하기 위한 5.08 cm×75 또는 150  $\mu$ m 내경 스테인레스강 배관일 수도 있다. 샘플은 폐기물 출구 포트인 포트(310)로 제2 채널(406)을 거쳐 연결되어 있는 샘플 입구 포트인 포트(308)에서 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브(100)로 도입되어 그를 통해 유동한다. 이해될 수 있는 바와 같이, 각각의 포트는 펌프 섹션(102)과 밸브 섹션(104)의 교점에서 커넥터(206)와 연계된다. 샘플의 도입 중에, 제2 채널(406)은 따라서 테스트될 샘플을 수용한다. 따라서, 이 로딩 위치(502)에서, 외부 저장조로부터 발생할 수도 있는 샘플은 내부 통로를 통해 유동될 수도 있다. 주입 위치(602)에서, 이동상은 펌프(708)로부터 전달되고, 펌프(708)와 연통하고 있는 오리피스(320)를 제1 채널(404)을 거쳐 제2 포트(306)와 연결함으로써, 그리고 제2 채널(406)을 거쳐 제5 포트(312)와 제6 포트(314)를 연결하고, 이에 의해 크로마토그래피 칼럼(504)으로의 완전한 유동 경로를 제공함으로써, 그리고 칼럼(504)에 의해 분리된 샘플이 검출기에 의해 처리될 수도 있도록, 칼럼(504)의 유출구와 연통하는 제7 포트(316)를 제3 채널(408)을 거쳐 제8 포트(318)와 연결함으로써, 밸브(710)를 통해 칼럼(504)으로 그리고 잠재적으로 하류측 검출기로 안내된다. 이해될 수 있는 바와 같이, 제2 실시예에서, 제7 포트(316), 제8 포트(318) 및 제3 채널(408)은 생략될 수 있고, 칼럼(504)으로부터 유출물은 검출기 또는 다른 장비로 직접 제공된다.

[0029] 수반된 체적에 기인하여, 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브(100)의 재충전은 2분 미만에 성취될 수도 있다. 모세관 칼럼(100 내지 150  $\mu$ m 내경)에 사용된 전형적인 유량은 100 내지 500 nL/min의 범위이기 때문에, 등용매 분리(isocratic separation)는 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브(100)를 재충전할 필요성 없이 용이하게 완료될 수 있다.

[0030] 도 13, 도 14, 도 15 및 도 16에 도시되어 있는 바와 같은 대안 실시예에서, 밸브(710)는 또한 세장형 배럴(726)과 일체로 형성된 원형 고정자(302)와, 원형 회전자(402)를 갖고, 여기서 2개의 구성 요소는 밸브의 다양한 부분 사이의 유체 연통을 허용하거나 방지하도록 협동한다. 제1 실시예의 고정자와 같이, 고정자(1302)는 오리피스(1320)에서 밸브(710)와 연통하는 펌프(708)를 갖는 그 중심점에 있는 오리피스(1320), 이동상 공급부와 연통하기 위한 제1 고정자 포트(1304), 루프(1506)를 거쳐 제5 고정자 포트(1312)와 연통하는 제2 고정자 포트(1306), 샘플 저장조와 연통하기 위한 제3 고정자 포트(1308), 유출을 위한 제4 고정자 포트(1310), 크로마토그래피 칼럼(1504)과 연통을 위한 제6 고정자 포트(1314), 크로마토그래피 칼럼(1504)으로부터 복귀를 위한 제7 고정자 포트(1316), 및 밸브(710)로부터 예를 들어 검출기로 유출을 위한 제8 고정자 포트(1318)를 갖는다. 대안 실시예에서 회전자는 그 표면에 4개의 채널(1404, 1406, 1408, 1410)을 포함한다. 대안 실시예에서, 로딩 위치(1502)는 제1 채널(1404)과 연통하는 제1 포트(1304) 및 오리피스(1320)에 의해, 제2 채널(1406)과 연통하는 제2 포트(1306) 및 제3 포트(1308)에 의해, 그리고 제3 채널(1408)과 연통하는 제4 포트(1310) 및 제5 포트(1312)에 의해 형성된다. 대안 실시예에서, 도 15에 도시되어 있는 바와 같이, 칼럼(504)은 그렇지 않으면 격리되는 포트(1314), 칼럼 유입구, 및 포트(1316), 칼럼 유출구에 부착된다. 따라서, 칼럼(1504)은 압력에서 유지되고, 도 7에 도시되어 있는 바와 같이, 펌프 섹션(102) 내에 위치한 펌프(708)의 내부 챔버(702)가 오리피스(1320)를 통해 이동상을 흡인함으로써 이동상에 의해 충전되고, 포트(1304)에 연결된 충전/분배 채널인 제1 채널(1404)을 거쳐 도입되는 동안 격리된다. 로딩 위치(502)에서, 검출기에 연결될 수도 있는 포트(318)는 마찬가지로 격리된다. 도 13 및 도 14, 더 구체적으로 도 15를 참조하면, 이 로딩 위치(502)에서, 고정자(1302) 및



회전자(1402)를 참조하면, 포트(1306, 1312)는 루프(1506)를 형성하도록 연통하지만 다른 방식으로 격리된다. 샘플이 제2 채널(1406)을 거쳐 포트(1306)에, 이어서 이후에 제3 채널(1408)을 거쳐 포트(1310)와 연통하는 포트(1312)에 루프(1506)를 거쳐 연결되는 샘플 입구 포트인 포트(1308)에서 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브(100)에 도입되고 그를 통해 유동한다. 이해될 수 있는 바와 같이, 각각의 포트는 커넥터(206)와 연계된다. 샘플의 도입 중에, 테스트될 샘플은 채널(1406) 및 루프(506)에 수용되어, 증가된 샘플 크기를 제공한다. 따라서, 이 로딩 위치(502)에서, 외부 저장조로부터 발생할 수도 있는 샘플은 내부 통로를 통해 유동될 수도 있다. 대안 실시예에서, 주입 위치(1602)는 제1 채널(1404)과 연통하는 오리피스(1320) 및 제2 포트(1306)에 의해, 제3 채널(1408)과 연통하는 제5 포트(1312) 및 제6 포트(1314)에 의해, 그리고 제4 채널(1410)과 연통하는 제7 포트(1316) 및 제8 포트(1318)에 의해 형성된다.

[0031] 제1 실시예에서, 제2 채널(406)은 나노스케일 샘플 크기를 규정하고, 반면에 내부 챔버(702)는 이동상이 펌핑되는 체적을 수용한다. 대안 실시예에서, 제3 채널(1408) 및 루프(1506)는 나노스케일 샘플 크기를 규정한다.

[0032] 도 6, 도 8, 도 9, 도 11 및 도 12b를 참조하면, 펌프 섹션(102)의 나노스케일 작동은 제1 실시예에 대해 주입 위치(602)에 도시되어 있다. 고정자(302) 및 회전자(402)의 위치를 도시하고 있는, 펌프 섹션(102)의 나노스케일 작동의 주입 위치(602)가 도 6에 도시되어 있다. 도 6에 도시되어 있는 바와 같이, 회전자는 바람직하게는 선형 펌프 액추에이터(204)의 작용과 제후하여 작용하도록 결합된 기계적 밸브 액추에이터(202)에 의해 45도 회전되어, 밸브(710) 내에 새로운 유동 경로를 발생한다. 고정자(302)와 회전자(402) 사이의 상대 위치는 더 크거나 작은 회전을 제공하도록 설정될 수도 있다. 도 6을 참조하면, 충전/분배 채널인 제1 채널(404)이 내부 펌프(708)를 오리피스(320)를 거쳐 포트(312)에서 루프(506)에 연결한다. 루프(506)는 이제 샘플을 수용하는 제2 채널(406)에 연결한다. 포트(308, 310)는 이제 격리되어, 임의의 샘플의 추가의 유입을 방지한다. 유사하게, 포트(304)는 격리되어, 이동상의 추가의 유입을 방지한다. 샘플을 수용하는 제2 채널(406)이 이제 포트(314)를 거쳐 칼럼(504)의 입구에 연결됨에 따라 그리고 채널(408)이 이제 포트(316)에서 칼럼(504)의 출구를 검출기로의 출구인 포트(318)에 연결함에 따라, 완전한 유동 경로가 설정되고, 이동상은 샘플을 칼럼(504)을 통해 임의의 연결된 검출기로 압박한다. 이는 도 8, 도 10 및 도 12b에 도시되어 있는 바와 같이 밸브(710)를 향해 구동되어, 유체를 내부 챔버(702)로부터 밸브(710)로 변위시키는 펌프 플런저(706)에 의해 성취된다. 따라서, 펌프(708)는 제2 채널(406)의 샘플 통로를 통해 칼럼(504) 내로 유체를 전달한다. 밸브(710)의 구동 샤프트(730)가 밸브 액추에이터(202)에 의해 회전될 때, 펌프(708)는 시동되고, 이는 종단점이 도달되는 순간에 펌프(708)가 시동되게 하여 따라서 칼럼 베드가 불안정하게 되는 것을 회피한다. 이해될 수 있는 바와 같이, 분석의 완료시에, 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브(100)는 충전 위치인 로딩 위치(502)로 복귀된다.

[0033] 도 8, 도 9, 도 11, 도 12b 및 도 16을 참조하면, 펌프 섹션(102)의 나노스케일 작동이 제2 실시예에 대해 주입 위치(1602)에 도시되어 있다. 고정자(1302) 및 회전자(1402)의 위치를 도시하고 있는 펌프 섹션(102)의 나노스케일 작동의 주입 위치(1602)가 도 16에 도시되어 있다. 도 16에 도시되어 있는 바와 같이, 회전자는 바람직하게는 선형 펌프 액추에이터(204)의 작용과 제후하여 작용하도록 결합된 기계적 밸브 액추에이터(202)에 의해 45도 회전되어, 밸브(710) 내에 새로운 유동 경로를 발생한다. 고정자(1302)와 회전자(1402) 사이의 상대 위치는 더 크거나 작은 회전을 제공하도록 설정될 수도 있다. 도 16을 참조하면, 충전/분배 채널인 제1 채널(1404)이 내부 펌프(708)를 오리피스(1320)를 거쳐 포트(1312)에서 루프(1506)에 연결한다. 몇몇 샘플을 또한 수용하는 제3 채널(1408)에 연결된, 샘플을 수용하는 루프(1506)가 이제 포트(1314)를 거쳐 칼럼(1504)의 입구에 연결되고, 제3 채널(1408)이 이제 포트(1316)에서 칼럼(1504)의 출구를 검출기로의 출구인 포트(1318)에 연결함에 따라, 완전한 유동 경로가 설정되고, 이동상은 샘플을 칼럼(1504)을 통해 임의의 연결된 검출기로 압박한다. 이는 도 8, 도 10 및 도 12b에 도시되어 있는 바와 같이 밸브(710)를 향해 구동되어, 유체를 내부 챔버(702)로부터 밸브(710)로 변위시키는 펌프 플런저(706)에 의해 성취된다. 따라서, 펌프(708)는 유체를 칼럼(504) 내로 전달한다. 포트(1308, 1310)는 격리되어, 임의의 샘플의 추가의 유입을 방지한다. 유사하게, 포트(1304)는 격리되어, 이동상의 추가의 유입을 방지한다. 밸브(710)의 구동 샤프트(730)가 밸브 액추에이터(202)에 의해 회전될 때, 펌프(708)는 시동되고, 이는 종단점이 도달되는 순간에 펌프(708)가 시동되게 하여 따라서 칼럼 베드가 불안정하게 되는 것을 회피한다. 이해될 수 있는 바와 같이, 분석의 완료시에, 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브(100)는 충전 위치인 로딩 위치(502)로 복귀된다.

[0034] 도 17 및 도 18을 참조하면, 본 발명은 대안적으로 그에 연결된 장비와 관련하지 않고 펌프로서 사용될 수도 있다. 다른 대안 실시예에서, 회전자(1702)는 채널(1704)을 갖고, 고정자(1712)는 이동상 공급부와 연통하기 위한 제1 고정자 포트(1706), 세장형 배럴(726)과 연통하는 오리피스(1714) 및 외부 장치와 연통하기 위한 제2 고정자 포트(1708)를 갖는다. 다른 대안 실시예에서, 로딩 위치(1710)는 도 17에 도시되어 있는 바와 같이, 채널

(1704)과 연통하는 제1 포트(1706) 및 오리피스(1714)에 의해 형성되고, 주입 위치(1802)는 채널(1704)과 연통하는 제2 포트(1708) 및 오리피스(1714)에 의해 형성된다. 이해될 수 있는 바와 같이, 임의의 수의 부가의 포트가 고정자(1712) 상에 위치되어, 제1 포트(1706)를 통해 유체를 흡인하기 위한 펌프가 복수의 포트 중 임의의 하나로 펌핑되게 허용하여, 다중 위치 밸브를 제공할 수도 있다.

[0035] 도 19 및 도 20을 참조하면, 본 발명은 칼럼을 통해 샘플을 압박하는데 사용될 수도 있고, 칼럼의 출력은 밸브를 통해서보다는 다른 장비에 제공된다. 부가의 대안 실시예에서, 회전자(1902)는 제1 채널(1904), 제2 채널(1906) 및 제3 채널(1926)을 갖고, 고정자(1932)는 세장형 배럴(726)과 연통하는 오리피스(1924), 이동상 공급부와 연통하기 위한 제1 고정자 포트(1908), 외부 루프(1914)를 거쳐 제5 고정자 포트(1912)와 연통하는 제2 고정자 포트(1910), 샘플 저장조와 연통하기 위한 제3 고정자 포트(1916), 샘플 유출을 위한 제4 고정자 포트(1918), 및 크로마토그래피 칼럼(1922)과 연통하기 위한 제6 고정자 포트(1920)를 갖는다. 부가의 대안 실시예에서, 로딩 위치(1928)는 제1 채널(1904)과 연통하는 제1 포트(1908) 및 오리피스(1924)에 의해, 제2 채널(1906)과 연통하는 제2 포트(1910) 및 제3 포트(1916)에 의해, 그리고 제3 채널(1926)과 연통하는 제4 포트(1918) 및 제5 포트(1912)에 의해 형성된다. 대안 실시예에서, 주입 위치(2002)는 제1 채널(1904)과 연통하는 오리피스(1924) 및 제2 포트(1910)에 의해, 그리고 제6 포트(1920)에 연결된 칼럼(1922)에 연결된 제3 채널(1926)과 연통하는 제5 포트(1912) 및 제6 포트(1920)에 의해 형성된다.

[0036] 도 22 및 도 23을 참조하면, 본 발명은 칼럼을 통해 내부 샘플을 압박하는데 사용될 수도 있고, 칼럼의 출력은 밸브를 통해서보다는 다른 장비에 제공되어, 생략되어 있는 제3 채널(408), 및 제7 포트(316) 및 제8 포트(318)를 제외하고는, 도 3 내지 도 6에 도시되어 있는 제1 실시예의 구조 및 유동 경로를 합체한다. 도 22는 로딩 위치에서 본 발명의 부가의 대안 실시예의 고정자의 면과 회전자의 면의 상대 위치의 도면이다. 도 23은 주입 위치에서 본 발명의 부가의 대안 실시예의 고정자의 면과 회전자의 면의 상대 위치의 도면이다. 도 22를 참조하면, 밸브(710)는 일체형 배럴-고정자(716)를 형성하기 위해 세장형 배럴(726)과 일체로 형성된 원형 고정자(2202)와, 원형 회전자(2250)를 갖고, 여기서 2개의 구성 요소는 밸브(710)의 다양한 부분 사이의 유체 연통을 허용하거나 방지하도록 협동한다. 고정자(2202)는 그 중심점에 오리피스(2220), 뿐만 아니라 이동상 공급부와 연통하기 위한 제1 고정자 포트(2204), 루프(2260)를 거쳐 제5 고정자 포트(2212)와 연통하는 제2 고정자 포트(2206), 샘플 저장조와 연통하기 위한 제3 고정자 포트(2208), 샘플 폐기물의 유출을 위한 제4 고정자 포트(2210), 및 크로마토그래피 칼럼(2280)과 연통하기 위한 제6 고정자 포트(2214)를 갖는다. 따라서, 회전자(2250)는 고정자(2202)에 인접한 표면과, 그 표면 내의 2개 채널 또는 슬롯(2254, 2256)을 갖는다. 회전자(2250)는 로딩 위치(2222)와 주입 위치(2232) 사이의 중심점 둘레에서 고정자(2202)에 대해 회전 가능하다. 고정자(2202)와 회전자(2250)의 위치를 도시하고 있는 펌프 섹션(102)의 나노스케일 작동의 주입 위치(2232)가 도 23에 도시되어 있다. 충전/분배 채널인 제1 채널(2254)은 내부 펌프(708)를 오리피스(2220)를 거쳐 포트(2212)에서 루프(2260)에 연결한다. 루프(2260)는 이제 샘플을 수용하는 제2 채널(2256)에 연결된다. 포트(2208, 2210)는 이제 격리되어, 임의의 샘플의 추가의 유입을 방지한다. 유사하게, 포트(2204)는 격리되어, 이동상의 추가의 유입을 방지한다. 샘플을 수용하는 제2 채널(2256)이 이제 포트(2214)를 거쳐 칼럼(2280)의 입구에 연결됨에 따라, 이동상이 샘플을 칼럼(2280)을 통해 임의의 연결된 검출기에 압박하도록 완전한 유동 경로를 제공한다.

[0037] 도 7 및 도 8에 일반적으로 도시되어 있는 바와 같은, 펌프 섹션(102)의 스트로크는 도 12a 및 도 12b에 구체적으로 도시되어 있고, 여기서 펌프 섹션(102)의 스트로크(1202)는 최대 로딩 위치(502, 1502, 1710, 1928)와 최대 주입 위치(602, 1602, 1802, 2002) 사이에 도시되어 있다. 스트로크(1202)는 0.25 인치 또는 약간 작고, 또는 0.75 인치 또는 약간 클 수도 있고, 또는 0.50 인치와 같이 그 사이의 값일 수도 있다. 이해될 수 있는 바와 같이, 스트로크(1202) 및 배럴(726)의 직경은 이들의 값에 의해 마이크로리터 단위로 측정되는, 각각의 로딩 및 주입 사이클 중에 전달된 유체의 체적을 결정한다. 본 발명의 작동 및 연계된 유량은 종래의 제품과는 달리, 펌프 섹션(102)과 밸브 섹션(104)의 일체화의 사용에 의해 가능해진다.

[0038] 도 7, 도 8, 도 9, 도 10, 도 11, 도 12a 및 도 12b를 참조하면, 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브(100)의 작동은 본체(724), 선형 펌프 액추에이터(204) 및 일체형 배럴-고정자(716)에 의해 제공된다. 선형 펌프 액추에이터(204)는 플런저(706)에 연결된 플런저 구동 피스톤(712)을 포함한다. 적어도 스트로크(1202)에 길이가 동일하고 내부 챔버(702)의 직경에 거의 동등한 플런저(706)가 플런저 구동 피스톤(712)의 단부에 부착된다. 로딩 위치(502, 1502, 1710, 1928)에서, 플런저(706)는 세장형 배럴(726) 내에서 그 최대 후퇴 위치에 있고, 스트로크(1202) 중에 이동될 수도 있는 최대 체적을 형성한다. 주입 위치(602, 1602, 1802, 2002)에서, 플런저(706)는 세장형 배럴(726) 내로의 그 최대 변위에 있다. 로딩 위치(502, 1502, 1710, 1928)와 연계된 최대 위

치와 주입 위치(602, 1602, 1802, 2002)와 연계된 최대 위치 사이에서 스트로크(1202) 중에 변위된 체적은 세장형 배럴(726) 내로 도입된 플런저(706)의 체적에 동일하다. 스트로크 중에 배럴(726) 내의 플런저(706)의 위치 및 그 정도는 광학 인코더, 또는 당 기술 분야에 공지된 다른 것들과 같은 기계적 시스템에 의해 결정되고, 최대 정도는 기계적 정지부 또는 리미트 스위치에 의해 규정되고 작동이 제한된다.

[0039] 따라서, 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브(100)는 펌프 섹션(102) 및 밸브 섹션(104)을 갖는 본체를 포함하고, 여기서 본체는 펌프 섹션(102) 내의 펌프(708) 및 밸브 섹션(104) 내의 밸브(710)를 갖는다. 펌프(708)는 세장형 배럴(726) 및 플런저(706)를 사용하여 선형으로 기능한다. 배럴은 플런저(706)가 이동하여, 플런저(706)가 대향 단부로부터 이동되는 동안 일 단부로부터 유체를 흡인하거나 토출하는 내부 챔버를 제공하기 때문에, 세장형 배럴(726)은 내부 챔버(702)를 형성하는 개방 기단부, 개방 말단부, 길이 및 측벽에 의해 특징화된다. 상세 설명된 바와 같이, 내부 챔버(702)는 이동상의 공급물을 수용하도록 구성되고, 플런저에 대해 치수 설정된 내경, 펌프 섹션 내에 끼워지도록 치수 설정된 외경 및 충분한 강도를 제공하기 위한 그 사이의 벽 두께를 가짐으로써 플런저(706)와 관련하여 작동을 제공한다. 실질적으로 균일한 단면을 갖는 플런저(706)는 내부 챔버(702) 내에 슬라이드 가능하게 배치되고, 로딩 위치(502, 1502, 1710, 1928) 및 주입 위치(602, 1602, 1802, 2002) 중에 효과적인 작동을 보장하도록 치수 설정된다.

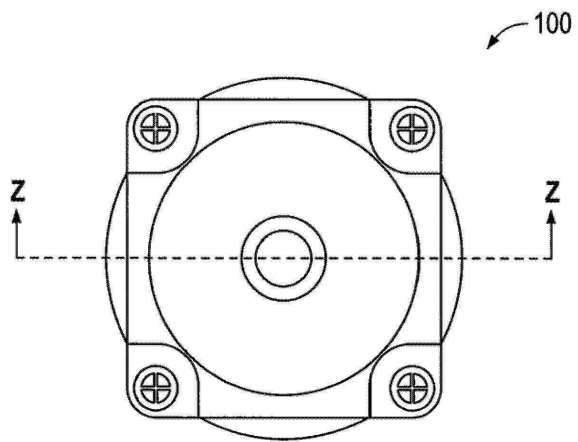
[0040] 본 발명은 제1 단부에 세장형 배럴(726) 및 제2 단부에 고정자(302, 1302, 1712, 1932)를 갖는 일체형 배럴-고정자(716), 실질적으로 균일한 단면의 배럴(726)의 내부 챔버(702) 내에 슬라이드 가능하게 배치된 플런저(706), 및 회전자(402)를 포함하는 고성능 액체 크로마토그래피용 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브(100)를 제공하고, 펌프(708) 및 밸브(710)는 로딩 위치(502, 1502, 1710, 1928)와 주입 위치(602, 1602, 1802, 2002) 사이에서 절환 가능하다. 원형 회전자(402)는 고정자(302)에 인접한 표면을 갖고, 그 표면에 복수의 채널(404, 406, 408, 1404, 1406, 1408, 1410)을 갖고, 로딩 위치(502, 1502, 1710, 1928)와 주입 위치(602, 1602, 1802, 2002) 사이의 중심점 둘레에서 고정자(302, 1302)에 대해 회전 가능하다. 일체형 배럴-고정자(716)의 세장형 배럴부(726)는 개방 기단부, 개방 말단부, 길이, 및 유체의 공급물을 수용하도록 구성되고 내경, 외경 및 벽 두께를 갖는 내부 챔버(702)를 형성하는 측벽을 포함한다. 원형 고정자(302)는 그 중심점에 오리피스(320) 및 제1 측면 및 제2 측면을 가져 세장형 배럴 개방 말단부가 중심점에서 고정자(302)의 제2 측면과 정렬되고 내부 챔버(702)가 오리피스(320)를 포함하게 된다. 따라서, 펌프(708)는 오리피스(320)에서 밸브(710)와 연통한다.

[0041] 부분들의 일체화에 의해 가능해지는 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브(100)의 나노스케일 작동은 충분한 작동 가능한 360도-사체적 마이크로미터 피팅에 의해 그리고 재료 선택에 의해 또한 증강될 수도 있다. 다이아몬드 코팅된 표면이 유리한 경우에 이용될 수도 있다. 플런저(706)는 초고강도, 인성, 연성 및 높은 내부식성 - 특히 수소 설파이드, 염소 용액 및 무기산(질산, 염화수소산, 황산)과의 접촉으로부터 - 을 제공하는 MP35N, 니켈-크롬-몰리브덴-코발트 합금과 같은 가공 경화된 초합금으로 구성될 수도 있다. 더욱이, 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브(100)의 나노스케일 작동은, 경량이고, 낮은 이동상 소비를 갖고, 적은 폐기물을 발생하면서, 배터리 작동식과 같은 휴대성을 허용한다. 부가적으로, 모세관 칼럼 사용을 위해 특히 설계된 이 시스템은 스플리터를 이용하지 않고, 작동시에 실체를 제공한다. 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브(100)는 최대 110.32 MPa(16,000 psi) 압력을 발생할 수 있고, 24  $\mu$ L의 펌프 용적 용량을 갖고, 10 nL 이상, 예를 들어 60 nL의 샘플 체적이 주입될 수 있다. 본 명세서에 제공된 구조의 그 결과로서, 일체형 나노스케일 펌프 및 주입 밸브(100)의 최대 및 최소 분배 체적 유량은 각각 74.2  $\mu$ L/min 및 60 nL/min이다. 이는 주입(분배) 중에 이동상을 칼럼에 운반하기 위해 5.08 cm $\times$ 75 또는 150  $\mu$ m 내경 스테인레스강 배관의 루프(506)를 제공함으로써 또한 성취될 수도 있다.

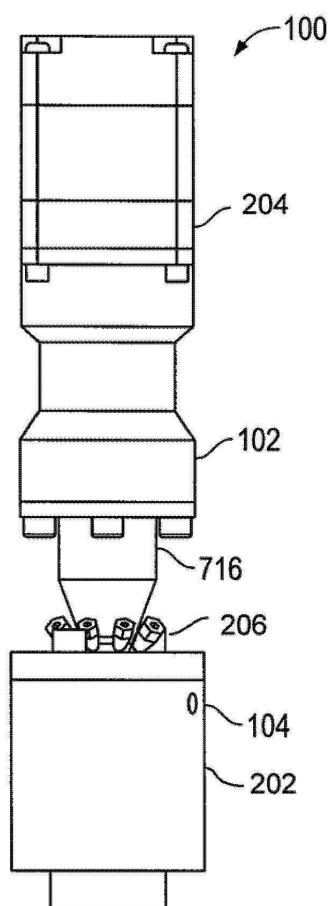
[0042] 상기 설명에 이용된 용어 및 표현들은 한정이 아니라 설명의 견지로서 본 명세서에 사용되고, 이러한 용어 및 표현의 사용에 있어서 도시되어 있고 설명되어 있는 특징들 또는 그 부분들의 등가물을 배제하는 의도는 없다.

도면

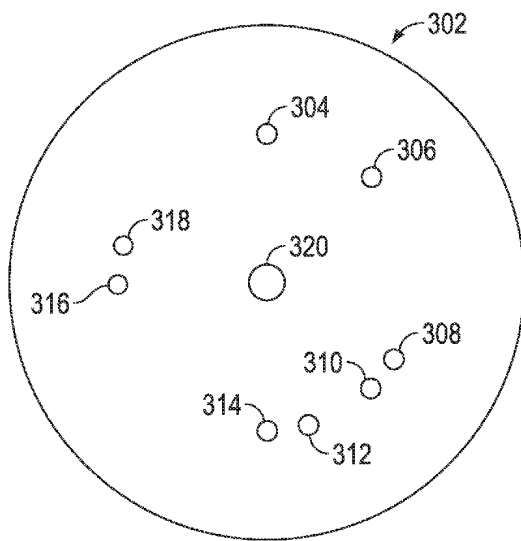
도면1



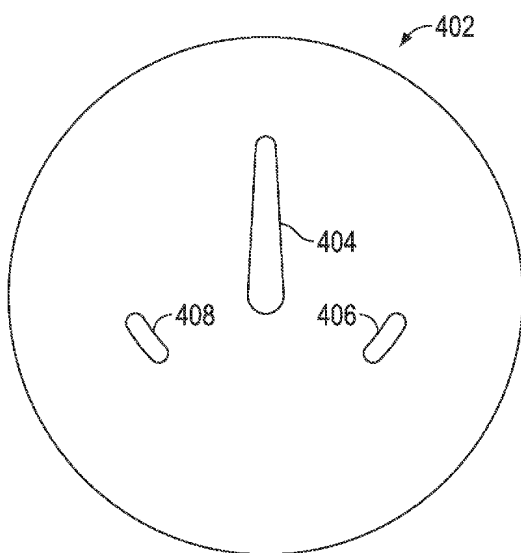
도면2



도면3

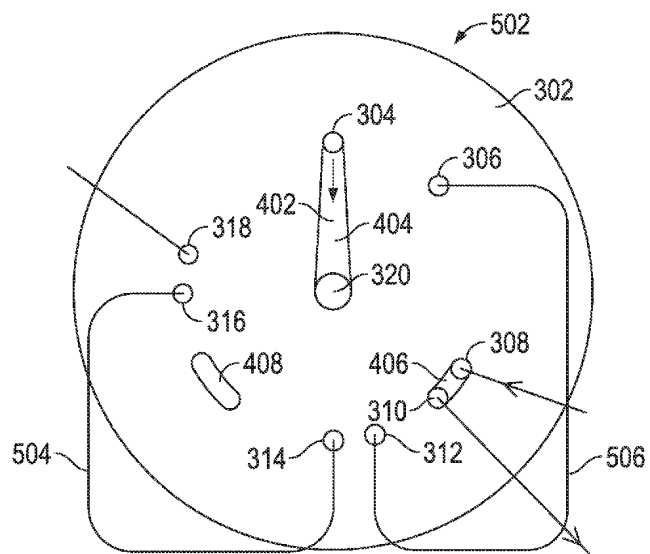


도면4

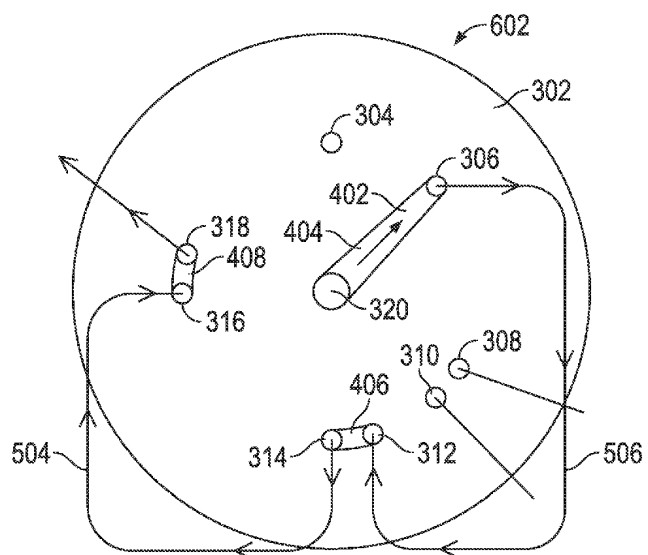




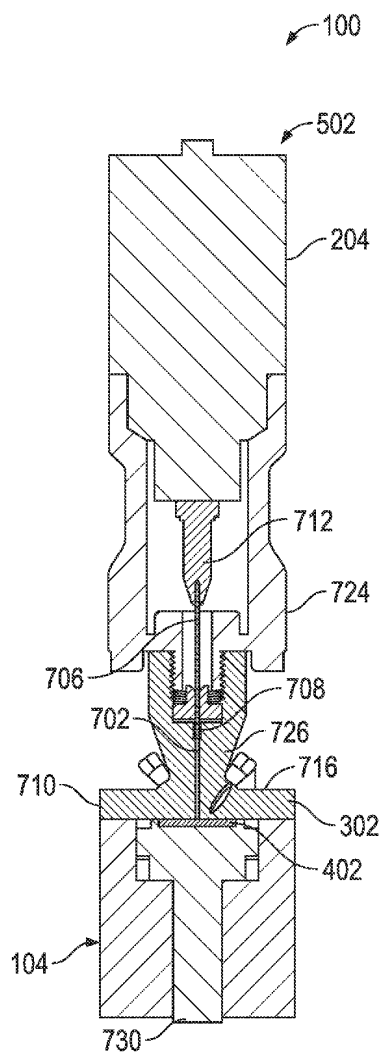
도면5



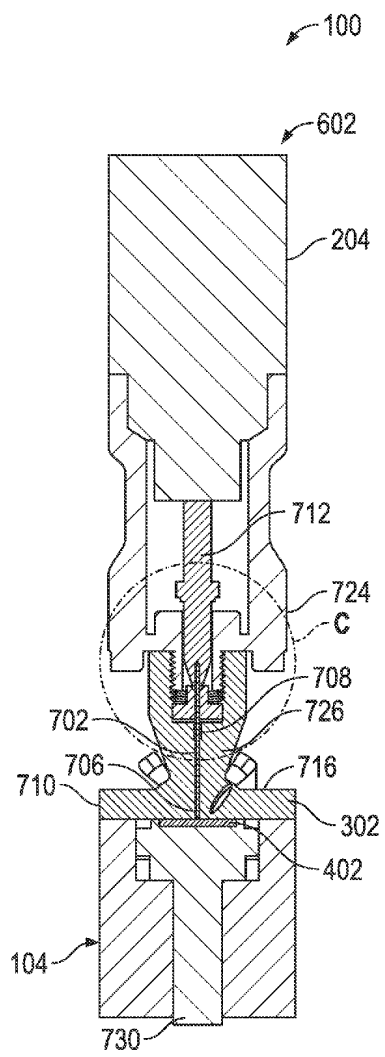
도면6



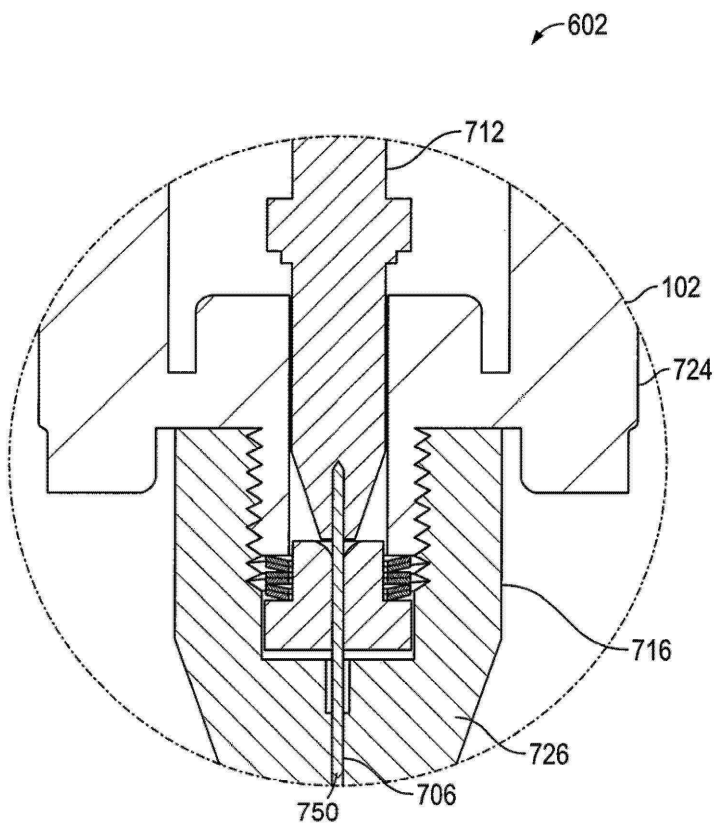
도면7



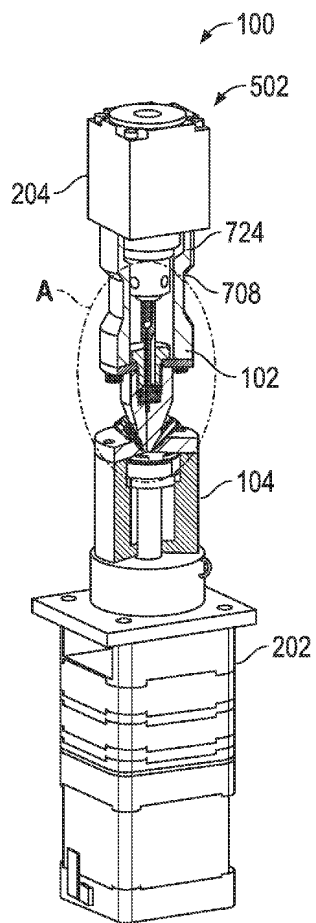
도면8



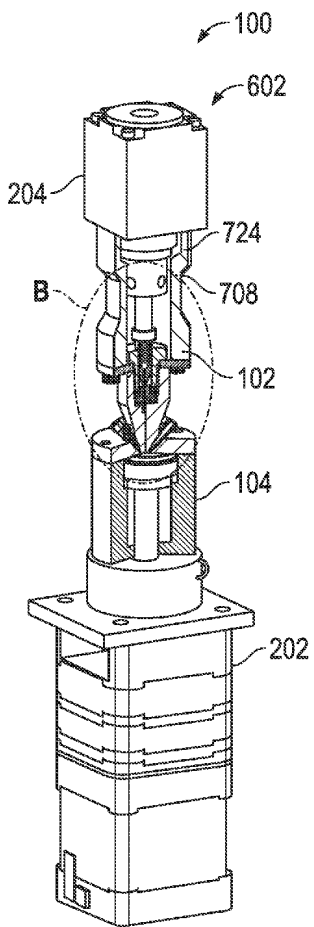
도면9



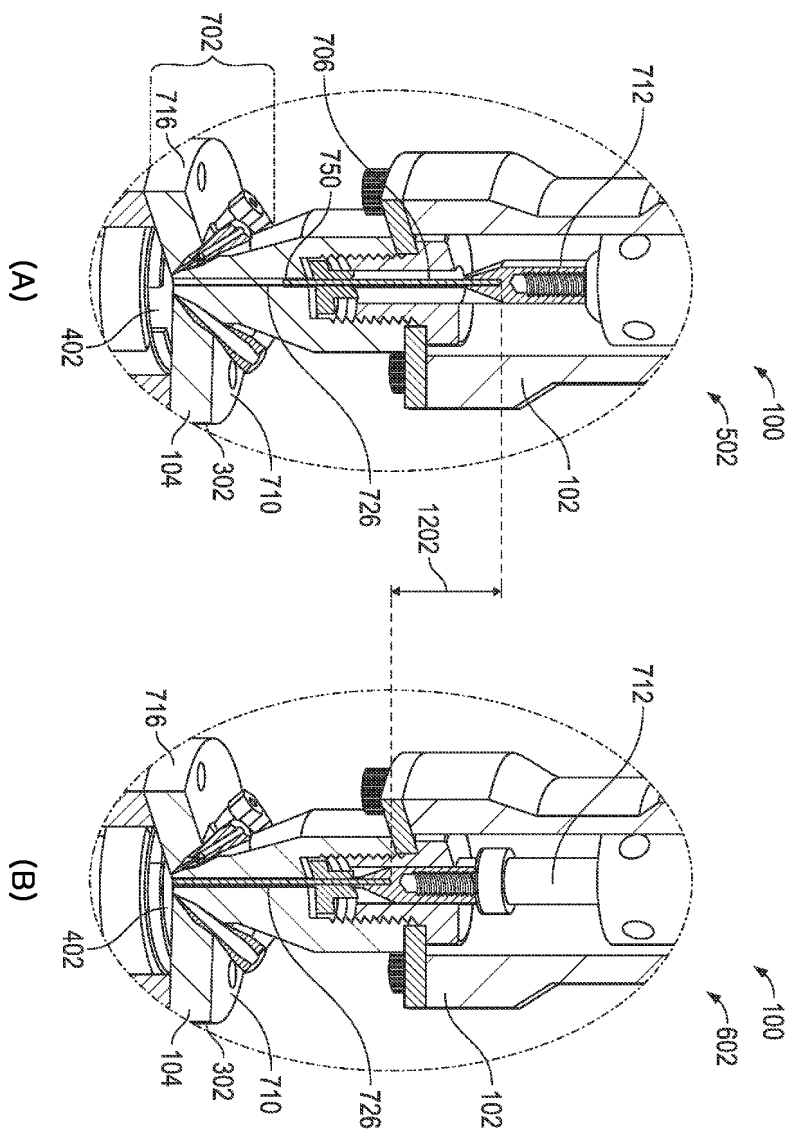
도면10



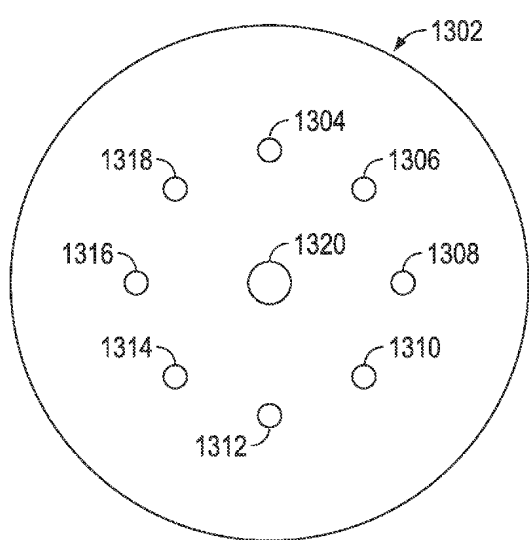
도면11



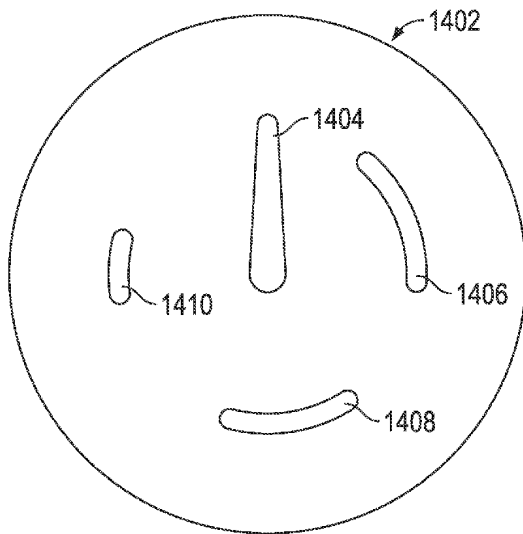
도면12



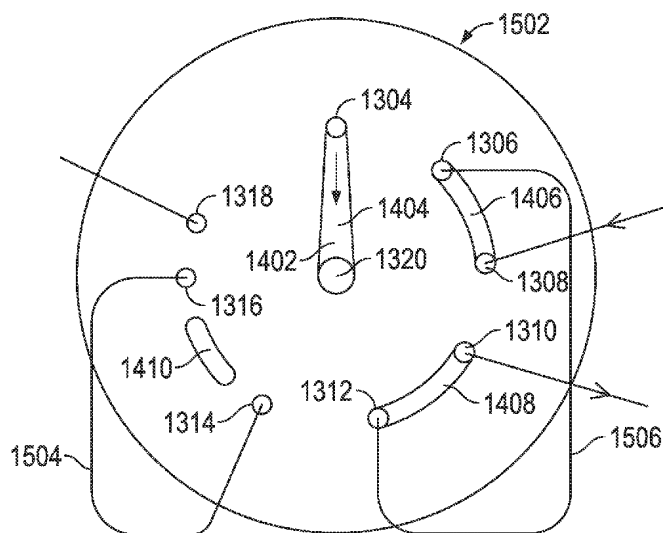
도면13



도면14

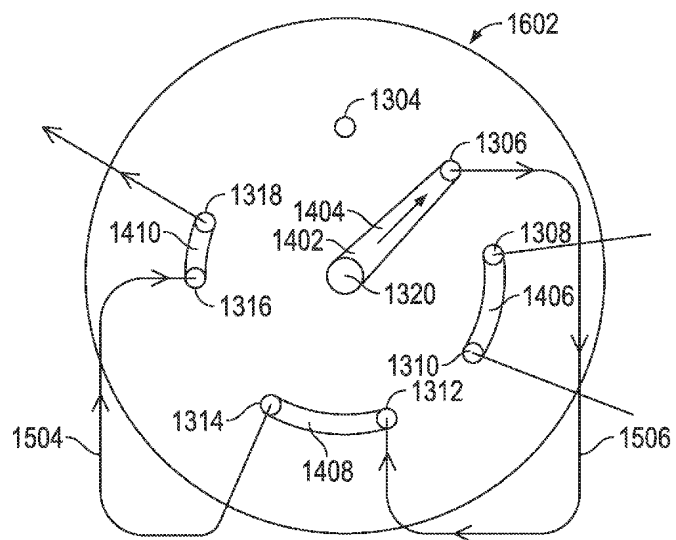


도면15

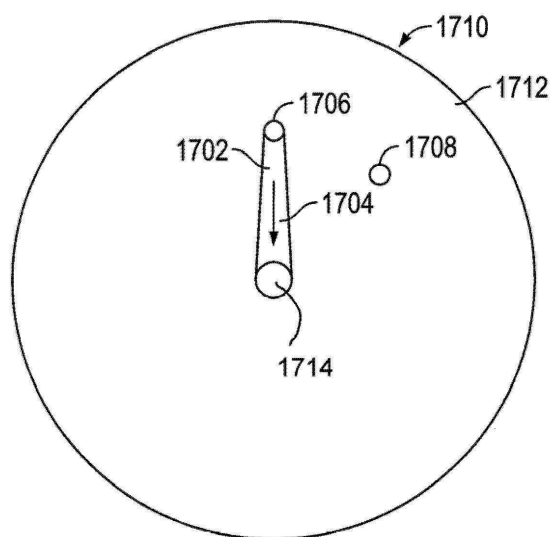




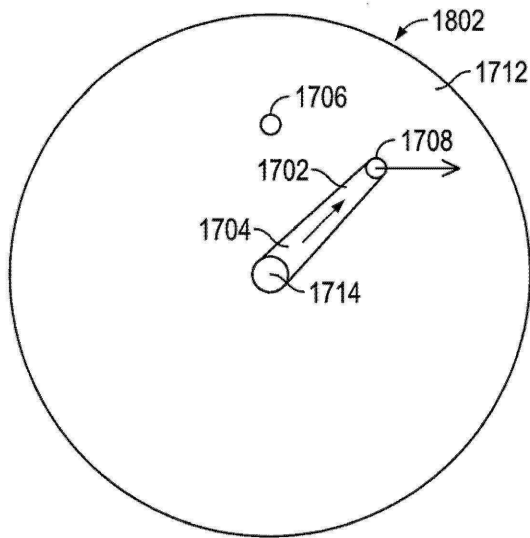
도면16



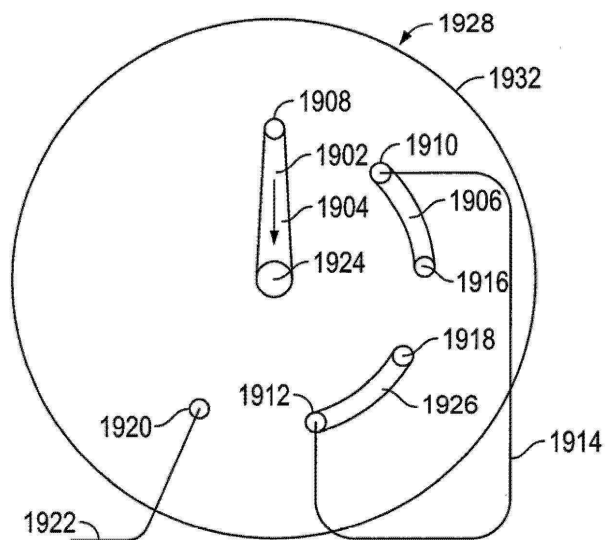
도면17



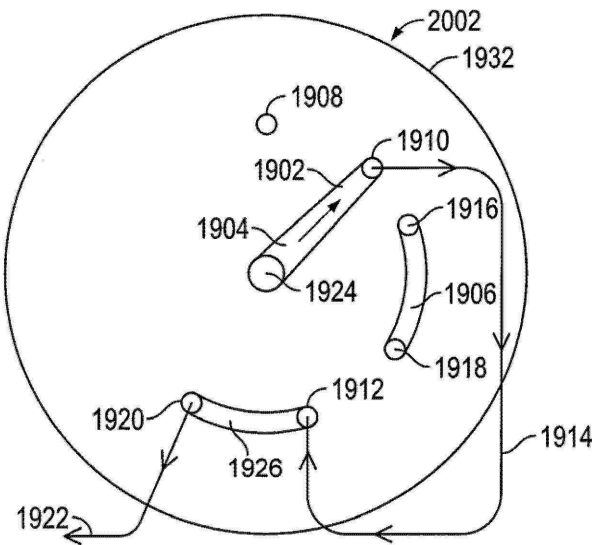
도면18



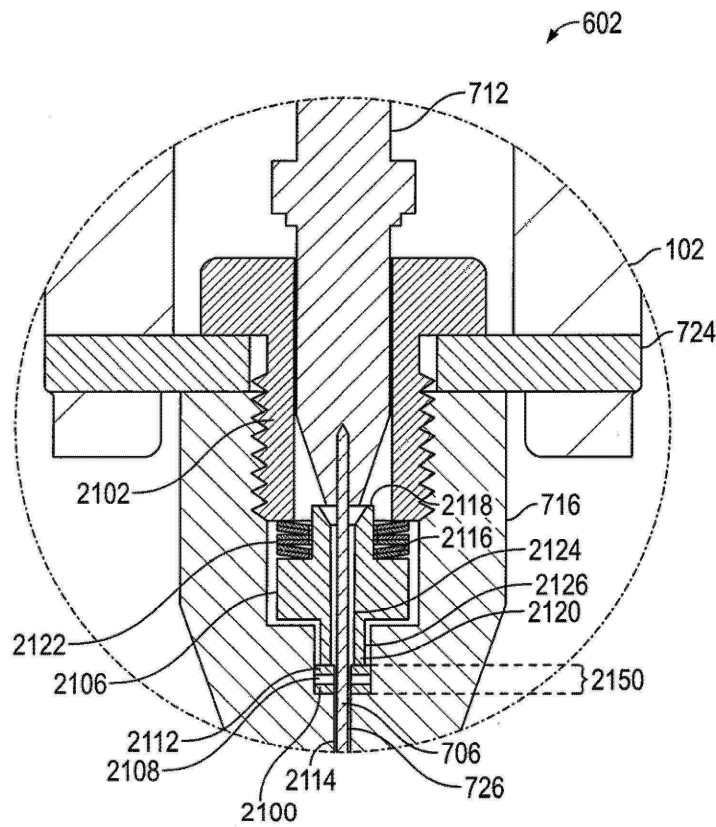
도면19



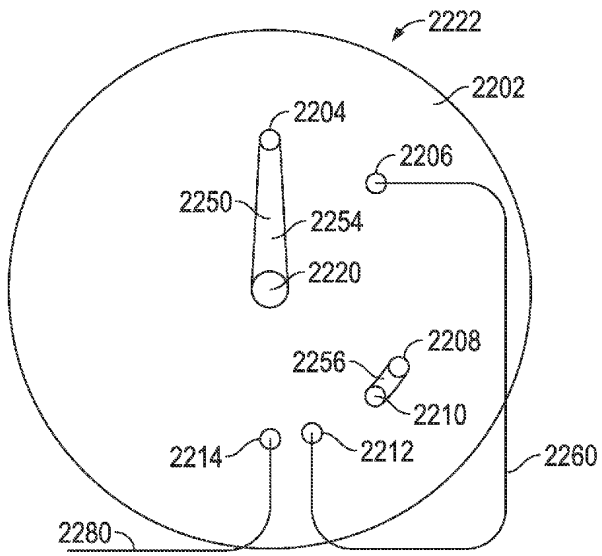
도면20



도면21



도면22



도면23

