



등록특허 10-2376121



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년03월18일

(11) 등록번호 10-2376121

(24) 등록일자 2022년03월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

F04B 17/00 (2006.01) F16K 31/06 (2006.01)

(52) CPC특허분류

F04B 17/00 (2013.01)

F16K 31/06 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0046388

(22) 출원일자 2020년04월17일

심사청구일자 2020년04월17일

(65) 공개번호 10-2020-0123020

(43) 공개일자 2020년10월28일

(30) 우선권주장

62/836,551 2019년04월19일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

US09989164 B1*

JP2008190521 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

화이트 나이트 플루이드 핸들링 인크.

미국 유타 84036 캐머스 이스트 670 사우스 187

(72) 발명자

시몬스 데이비드 엠.

미국 84036 유타주 프랜시스 애스펜 361

화이트 조프리

미국 84032 유타주 헤버 에스. 팰커크 알디. 631

시몬스 톰 엠.

미국 84036 유타주 캐머스 이스트 670 사우스 187

(74) 대리인

박정수, 양영준, 윤정호, 최봉돈

전체 청구항 수 : 총 19 항

심사관 : 황영은

(54) 발명의 명칭 자석을 포함하는 왕복 유체 펌프, 및 관련 조립체, 시스템, 및 방법

(57) 요 약

왕복 유체 펌프는 펌프 본체, 펌프 본체 내의 하나 이상의 대상 유체 챔버, 펌프 본체 내의 하나 이상의 구동 유체 챔버, 및 가압된 구동 유체의 유동을 2개 이상의 도관들 사이에서 전환하기 위한 셔틀 밸브를 포함할 수 있다. 셔틀 밸브는 밸브 본체, 및 밸브 본체 내에 배치되고 밸브 본체 내에서 제1 위치와 제2 위치 사이에서 이동하도록 구성되는 스폴을 포함한다. 셔틀 밸브는 또한 스폴에 수반되는 하나 이상의 자석을 포함한다. 자석은, 스폴이 제1 위치와 제2 위치 사이의 중간 위치로부터 멀리 자기적으로 편향되도록, 자기장에 응답하여 스폴에 힘을 부여하도록 위치되고 구성된다.

명세서

청구범위

청구항 1

왕복 유체 펌프이며:

펌프 본체;

펌프 본체 내의 적어도 하나의 대상 유체 챔버;

펌프 본체 내의 적어도 하나의 구동 유체 챔버; 및

가압된 구동 유체의 유동을 적어도 2개의 도관들 사이에서 전환하기 위한 셔틀 밸브로서, 적어도 2개의 도관 중 적어도 하나의 도관이 적어도 하나의 구동 유체 챔버로 이어지는, 셔틀 밸브를 포함하고, 상기 셔틀 밸브는:

밸브 본체;

밸브 본체 내에 배치되고 밸브 본체 내에서 제1 위치와 제2 위치 사이에서 이동하도록 구성되는 스풀; 및

스풀에 수반되는 적어도 하나의 자석과 밸브 본체 상의 적어도 하나의 부가적인 자석으로서, 자기장에 응답하여 스풀에 힘을 부여하도록 위치되고 구성되는, 적어도 하나의 자석과 적어도 하나의 부가적인 자석;을 포함하고,

적어도 하나의 자석은, 적어도 하나의 자석이 스풀의 길이방향 축을 따르는 위치에서 적어도 하나의 부가적인 자석과 정렬되어, 적어도 하나의 자석과 적어도 하나의 부가적인 자석 사이에 0의 알짜 힘이 존재할 때, 스풀에 0이 아닌 크기의 유체 압력이 작용하도록 위치되고 구성되고,

적어도 하나의 자석은, 스풀에 작용하는 유체 압력이 존재하지 않을 때, 자기장에 응답하여 0이 아닌 알짜 힘을 스풀에 부여하도록 위치되고 구성되는, 왕복 유체 펌프.

청구항 2

제1항에 있어서,

셔틀 밸브는 스풀에 수반되는 제어 막대를 포함하고, 적어도 하나의 자석은, 제어 막대의 상부 표면 상의 돌출부 주위에 중심 맞춤된 적어도 하나의 환형 자석을 포함하는, 왕복 유체 펌프.

청구항 3

제2항에 있어서,

셔틀 밸브는 제어 막대와 나사산식으로 결합되는 내부 캡 및 셔틀 밸브의 밸브 본체에 부착되는 외부 캡을 포함하고, 적어도 하나의 자석은 내부 캡과 외부 캡 사이의 공동 내에 위치되는, 왕복 유체 펌프.

청구항 4

제1항에 있어서,

스풀이 중심 위치에서 정지되는 것을 방지하도록, 적어도 하나의 자석은, 스풀이 제1 위치 및 제2 위치로부터 실질적으로 동일한 거리에 있는 중심 위치에 있을 때, 자기장에 응답하여 힘을 스풀에 부여하도록 위치되고 구성되는, 왕복 유체 펌프.

청구항 5

제1항에 있어서,

적어도 하나의 부가적인 자석은 적어도 하나의 자석에 작용하는 자기장을 제공하도록 위치되고 구성되는, 왕복 유체 펌프.

청구항 6

제1항에 있어서,

적어도 하나의 부가적인 자석은 밸브 본체의 지지 구조물 상에 위치된 하나의 환형 자석을 포함하는, 왕복 유체 펌프.

청구항 7

제4항에 있어서,

스풀은, 적어도 하나의 자석의 위치가 적어도 하나의 부가적인 자석의 위치보다 비교적 높을 때, 중심 위치에 배치되는, 왕복 유체 펌프.

청구항 8

제1항에 있어서,

적어도 하나의 부가적인 자석은 적어도 하나의 자석의 위쪽 및 아래쪽으로 이격된 2개의 환형 자석을 포함하고, 적어도 하나의 자석은 2개의 환형 자석의 모두를 넘어서 연장되지 않는, 왕복 유체 펌프.

청구항 9

제1항에 있어서,

적어도 하나의 자석 및 적어도 하나의 부가적인 자석의 각각이 영구 자석인, 왕복 유체 펌프.

청구항 10

제1항에 있어서,

적어도 하나의 부가적인 자석이 전자기 장치인, 왕복 유체 펌프.

청구항 11

왕복 유체 펌프이며:

셔틀 밸브를 포함하고, 상기 셔틀 밸브는:

밸브 본체;

밸브 본체 내에 배치되고, 스풀의 중심 위치에서 유체 압력의 0의 알짜 힘이 나타나도록 밸브 본체 내에서 제1 위치와 제2 위치 사이에서 이동하도록 구성되는 스풀; 및

밸브 본체의 길이방향 단부에 근접한 배치 자석 조립체로서, 배치 자석 조립체는 스풀에 수반되는 영구 자석 및 밸브 본체 상의 적어도 하나의 정지 자기 장치를 포함하고, 상기 영구 자석은 밸브 본체의 길이방향 축을 따른 방향으로 스풀에 힘을 부여하기 위해서 적어도 하나의 정지 자기 장치와 상호작용하게 구성되는, 배치 자석 조립체;

를 포함하고,

영구 자석은, 영구 자석이 스풀의 길이방향 축을 따르는 위치에서 적어도 하나의 정지 자기 장치와 정렬되어, 영구 자석과 적어도 하나의 정지 자기 장치 사이에 0의 알짜 힘이 존재할 때, 스풀이 제1 위치와 제2 위치 사이의 상기 중심 위치로부터 이격되어 위치되도록, 위치되고 구성되고,

영구 자석은, 스풀이 상기 중심 위치에서 정지되는 것을 방지하도록, 스풀이 상기 중심 위치 또는 근접한 위치에 있을 때, 스풀에 0이 아닌 힘을 부여하도록 위치되고 구성되는, 왕복 유체 펌프.

청구항 12

제11항에 있어서,

셔틀 밸브는 영구 자석과 스풀 사이에 위치된 제어 막대를 포함하고, 스풀의 돌출부가 제어 막대의 하부 표면 상의 함몰부 내에 확실하게 결합되고, 영구 자석은 제어 막대의 상부 표면 상의 돌출부와 결합되는 중앙 개구를

포함하는, 왕복 유체 펌프.

청구항 13

제11항에 있어서,

셔틀 벨브는 벨브 본체의 길이방향 단부에 고정된 외부 캡을 포함하고, 외부 캡은 배치 자석 조립체의 영구 자석을 둘러싸도록 구성되는, 왕복 유체 펌프.

청구항 14

제13항에 있어서,

적어도 하나의 정지 자기 장치는, 외부 캡에 의해서 벨브 본체의 길이방향 단부에 근접한 위치에서 유지되는 2개의 영구 환형 자석을 포함하는, 왕복 유체 펌프.

청구항 15

제14항에 있어서,

영구 자석 및 2개의 영구 환형 자석의 각각의 극성이 동일 방향으로 정렬되는, 왕복 유체 펌프.

청구항 16

제14항에 있어서,

영구 자석은, 스플이 제1 위치와 제2 위치 사이의 상기 중심 위치에 있을 때, 2개의 영구 환형 자석들 사이의 중심을 벗어나 배치되는, 왕복 유체 펌프.

청구항 17

제11항에 있어서,

적어도 하나의 정지 자기 장치는, 벨브 본체 내의 스플의 이동 중에 영구 자석이 2개의 전자기 장치를 넘어서 연장하지 않도록, 영구 자석의 높이보다 더 먼 거리로 서로 이격된 2개의 전자기 장치를 포함하는, 왕복 유체 펌프.

청구항 18

왕복 유체 펌프의 셔틀 벨브의 동작 방법이며:

셔틀 벨브의 벨브 본체와, 벨브 본체 내에 배치되고 벨브 본체 내에서 제1 위치와 제2 위치 사이에서 이동하도록 구성되는 스플 사이에 자기장을 제공하는 단계; 및

스플에 적용되는 유체 압력이 존재하지 않을 때, 0이 아닌 자기력이 스플 상에 부여되도록 벨브 본체에 부착된 적어도 하나의 부가적인 자석을 이용하여 스플에 수반되는 제1 자석에 힘을 부여하는 단계로서,

제1 자석 및 적어도 하나의 부가적인 자석이 스플의 길이방향 축을 따르는 위치에서 서로 정렬되어, 제1 자석과 적어도 하나의 부가적인 자석 사이에 0의 알짜 힘이 존재할 때, 0이 아닌 크기의 유체 압력이 스플에 작용되는 제1 자석에 힘을 부여하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 19

삭제

청구항 20

제18항에 있어서,

적어도 하나의 부가적인 자석을 이용하여 제1 자석에 힘을 부여하는 단계는 제1 자석과 적어도 하나의 부가적인 자석 사이에 척력을 부여하는 단계를 포함하고, 척력의 크기는, 제1 자석과 적어도 하나의 부가적인 자석이 서로 근접될 때, 증가되는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 우선권 주장

[0002] 본원은, 개시 내용의 전체가 본원에서 참조로 포함되는, 2019년 4월 19일자로 출원된 미국 특허출원 제 62/836,551호의 35 U.S.C. § 119(e) 하의 이익을 주장한다.

[0003] 본 개시 내용은 일반적으로, 왕복 플런저를 포함하는 왕복 유체 펌프에 관한 것이다. 보다 특히, 본 개시 내용의 실시예는 자석을 포함하는 왕복 장치(예를 들어, 펌프, 밸브 등), 그리고 관련된 조립체, 시스템, 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0004] 왕복 유체 펌프는 많은 산업계에서 이용되고 있다. 왕복 유체 펌프는 일반적으로 펌프 본체 내의 2개의 유체 챔버를 포함한다. 왕복 피스톤 또는 샤프트가 펌프 본체 내에서 전후로 구동된다. 하나 이상의 플런저(예를 들어, 격막 또는 벨로우즈)가 왕복 피스톤 또는 샤프트에 연결될 수 있다. 왕복 피스톤이 일 방향으로 이동됨에 따라, 플런저의 이동은 유체가 2개의 유체 챔버 중 제1 유체 챔버 내로 인입되고 제2 챔버로부터 방출되는 결과를 초래한다. 왕복 피스톤이 반대 방향으로 이동됨에 따라, 플런저의 이동은 유체가 제1 챔버로부터 방출되고 제2 챔버 내로 인입되는 결과를 초래한다. 챔버 유입구 및 챔버 배출구가 제1 유체 챔버와 유체 연통되게 제공될 수 있고, 다른 챔버 유입구 및 다른 챔버 배출구는 제2 유체 챔버와 유체 연통되게 제공될 수 있다. 제1 및 제2 유체 챔버로의 챔버 유입구는 공통되는 하나의 펌프 유입구와 유체 연통될 수 있고, 제1 및 제2 유체 챔버로부터의 챔버 배출구는 공통되는 하나의 펌프 배출구와 유체 연통될 수 있고, 그에 따라 유체는 단일 유체 공급원으로부터 펌프 유입구를 통해서 펌프 내로 인입될 수 있고, 유체는 단일 펌프 배출구를 통해서 펌프로부터 방출될 수 있다. 체크 밸브는 각각의 유체 챔버의 챔버 유입구 및 배출구에 제공될 수 있고, 그에 따라 유체는 챔버 유입구를 통해서만 유체 챔버 내로 유동할 수 있고, 유체는 챔버 배출구를 통해서만 유체 챔버의 외부로 유동할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0005] 여러 실시예는 왕복 유체 펌프를 포함할 수 있고, 그러한 왕복 유체 펌프는 펌프 본체, 펌프 본체 내의 하나 이상의 대상 유체 챔버, 펌프 본체 내의 하나 이상의 구동 유체 챔버, 및 가압된 구동 유체의 유동을 2개 이상의 도관들 사이에서 전환하기 위한 셔틀 밸브를 포함하고, 2개 이상의 도관 중 적어도 하나의 도관은 적어도 하나의 구동 유체 챔버로 이어진다. 셔틀 밸브는 밸브 본체, 및 밸브 본체 내에 배치되고 밸브 본체 내에서 제1 위치와 제2 위치 사이에서 이동하도록 구성되는 스풀을 포함한다. 셔틀 밸브는 또한 스풀에 수반되는 하나 이상의 자석을 포함한다. 자석은, 스풀이 제1 위치와 제2 위치 사이의 중간 위치로부터 멀리 자기적으로 편향되도록, 자기장에 응답하여 스풀에 힘을 부여하도록 위치되고 구성된다.

[0006] 본 개시 내용의 다른 실시예는 셔틀 밸브를 포함하는 왕복 유체 펌프일 수 있고, 그러한 셔틀 밸브는 밸브 본체, 및 밸브 본체 내에 배치되고 밸브 본체 내에서 제1 위치와 제2 위치 사이에서 이동하도록 구성되는 스풀을 포함한다. 셔틀 밸브는 또한 밸브 본체의 길이방향 단부에 근접한 배치 자석 조립체를 포함한다. 배치 자석 조립체는 스풀에 수반되는 영구 자석 및 밸브 본체 상의 하나 이상의 정지 자기 장치를 포함할 수 있다. 영구 자석은, 스풀이 제1 위치와 제2 위치 사이의 중간 지점에 위치될 때 불안정하도록 밸브 본체의 길이방향 축을 따른 방향으로 스풀에 가해지는 힘을 생성하기 위해서 정지 자기 장치와 상호작용하게 구성된다.

[0007] 본 개시 내용의 다른 실시예는 왕복 유체 펌프의 셔틀 밸브의 동작 방법일 수 있고, 그러한 방법은 셔틀 밸브의 밸브 본체와 밸브 본체 내에 배치되고 밸브 본체 내에서 제1 위치와 제2 위치 사이에서 이동하도록 구성되는 스풀 사이에 자기장을 제공하는 단계, 및 스풀이 제1 위치와 제2 위치 사이의 중간 위치로부터 멀리 자기적으로 편향되도록 자기장을 이용하여 스풀에 힘을 부여하는 단계를 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0008]

본 개시 내용의 실시예로서 간주되는 것을 특별히 언급하고 구분되게 청구하는 청구항으로 명세서가 종결되지만, 개시 내용의 실시예의 다양한 특징 및 장점이, 첨부 도면과 함께 고려할 때, 개시 내용의 예시적인 실시예에 관한 이하의 설명으로부터 보다 용이하게 이해될 수 있을 것이다.

도 1은 본 개시 내용의 실시예에 따른 왕복 유체 펌프의 사시도이다.

도 2a는 도 1에 도시된 왕복 유체 펌프와 함께 사용될 수 있는 셔틀 스플을 포함하는 셔틀 밸브의 개략적으로 도시된 횡단면도이다.

도 2b 내지 도 2d는 셔틀 밸브의 본체 내의 다양한 위치에서 도시된 셔틀 스플을 보여주는, 도 2a의 셔틀 밸브의 일부의 횡단면도이다.

도 3a는 셔틀 스플을 포함하는 셔틀 밸브의 다른 실시예의 개략적으로 도시된 횡단면도이다.

도 3b 내지 도 3d는 셔틀 밸브의 본체 내의 다양한 위치에서 도시된 셔틀 스플을 보여주는, 도 3a의 셔틀 밸브의 일부의 횡단면도이다.

도 4는 셔틀 스플이 대향 위치들 사이에서 순환될 때의 자기력을 도시하는 단순화된 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009]

본원에서 제시된 도면은 임의의 특정 왕복 유체 펌프 또는 그 구성요소의 실제 도면을 의미하는 것이 아니고, 단지 본 개시 내용의 예시적인 실시예를 설명하기 위해서 이용된 이상적인 표상이다. 도면이 반드시 실제 축척인 것은 아니다. 또한, 도면들 사이에서 공통되는 요소들이 동일한 숫자 표시를 가질 수 있다.

[0010]

본원에서 사용된 바와 같이, "제1", "제2", "상단부", "위", "상단부", "하단부", "위쪽의", "아래쪽의" 등과 같은 임의의 관계와 관련된 용어는 개시 내용 및 첨부 도면의 명확하고 편리한 이해를 위해서 사용되며, 문맥이 명확하게 달리 나타내는 경우를 제외하고, 임의의 구체적인 선호사상, 배향, 또는 순서를 암시하거나 그에 따라 달라지지 않는다.

[0011]

본원에서 사용된 바와 같이, 주어진 매개변수에 대한 언급에서의 "실질적으로" 또는 "약"이라는 용어는, 주어진 매개변수, 특성, 또는 조건이 작은 정도의 변동을 가지고, 예를 들어 허용 가능한 제조 공차 내에서, 만족된다는 것을 당업자가 이해할 수 있는 정도를 의미하고 포함한다. 예를 들어, 실질적으로 만족되는 매개변수는, 적어도 약 90% 만족, 적어도 약 95% 만족, 적어도 약 99% 만족, 또는 심지어 100% 만족일 수 있다.

[0012]

본원에서 사용된 바와 같이, "자석"이라는 용어는 자기장을 생성하는 임의의 물체 또는 장치를 의미하고 포함한다. 자석은 영구 자석 및 전자기 장치를 포함한다.

[0013]

본원에서 사용된 바와 같이, "영구 자석"이라는 문구는, 자기화되고 그 자체의 지속적인 자기장을 생성하는 재료를 포함하는 임의의 물체 또는 장치를 의미하고 포함한다.

[0014]

본원에서 사용된 바와 같이, "전자기 장치"라는 문구는 전도성 와이어 또는 다른 구조물을 통해서 전류를 유동시키는 것에 대해서 자기장을 생성하기 위해서 이용되는 임의의 장치를 의미하고 포함한다.

[0015]

본원에서 사용된 바와 같이, "자기 재료"라는 용어는 자기 재료에 근접하여 자기장을 변경하는 및/또는 그에 응답하는 임의의 재료를 의미하고 포함한다. 예를 들어, "자기 재료"는 강자성 재료, 페리마그네틱 재료, 반강자성, 및 상자성 재료를 포함할 수 있다.

[0016]

본원에서 사용된 바와 같이, "비-자기 재료"라는 문구는, 비-자기 재료에 근접하여 자기장을 변경하지 않는 및/또는 그에 응답하지 않는 임의의 재료를 의미하고 포함한다.

[0017]

본원에서 사용된 바와 같이, "근접" 및 "인접"이라는 용어는, 이동 가능 요소에 수반되는 자석과 관련하여 자기장의 위치를 언급할 때, 이동 가능 요소와 연관된 자석이 감지 가능 원동력을 해당 요소에 부여하는 거리를 의미하고 포함한다.

[0018]

왕복 유체 펌프는, 그러한 펌프의 펌핑 작용의 구동을 촉진하기 위한 셔틀 밸브를 포함할 수 있다. 동작 시에, 주변 압력(대기압)이 셔틀 스플의 대향되는 길이방향 단부 표면에 제공되는 동안, 셔틀 스플의 하나의 길이방향 단부 표면에 양압을 인가하는 것에 대해서, 셔틀 스플은 셔틀 밸브 본체 내에서 전후로 이동될 수 있다. 셔틀

스풀이 2개의 동작 위치 중 하나 내로 이동함에 따라, 셔틀 스풀의 단부에 인접한 그리고 전환-셔틀 도관 내의 임의의 유체(예를 들어, 공기와 같은, 가스)가 셔틀 밸브 분출 도관을 통해서 주변으로 분출될 수 있다. 셔틀 밸브는, 셔틀 스풀이 (셔틀 밸브 본체 내의 보어의 길이방향 단부들에 위치되는) 그 2개의 동작 위치들 사이의 중간 위치에서 의도하지 않게 정지될 때 실속(stalling)될 수 있고, 그에 따라 구동 유체가 구동 유체 도관으로부터 셔틀 밸브 본체를 통해서 2개의 구동 챔버 도관 중 어느 하나에 전달되는 것이 방지되거나, 구동 유체가 구동 유체 도관으로부터 셔틀 밸브 본체를 통해서 2개의 구동 챔버 도관의 각각에 적어도 실질적으로 동일한 방식으로 유동된다. 중심 위치(또는 다른 실속 위치)에 위치될 때 셔틀 스풀을 탈안정화시키기 위해서 하나 이상의 자석을 이용하는 것에 의해서, 그러한 실속의 발생이 감소되거나 적어도 실질적으로 제거될 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 부가적인 자석에 의해서 제공된 근접 자기장에 응답하여 셔틀 밸브 본체 내의 중심 위치(예를 들어, 중간 지점)로부터 멀리 셔틀 스풀을 편향시키도록, 자석이 위치, 배향, 및 구성될 수 있다. 특히, 2개 이상의 자석이 중심 맞춤되어 0의 알짜 힘(zero net force)을 초래할 때, 셔틀 스풀이 중심 위치 아래에 위치될 수 있고, 셔틀 스풀이 중심 맞춤될 때 자석들이 셔틀 스풀의 길이방향 축을 따라서 길이방향으로 오프셋되어, 셔틀 스풀이 중심 위치에서 실속되지 않게 하기 위해서(예를 들어, 방지하기 위해서) 그 사이에서 척력을 제공할 수 있다.

[0019] 도 1은 개시 내용의 왕복 유체 펌프(100)의 실시예를 도시한다. 일부 실시예에서, 왕복 유체 펌프(100)는, 예를 들어, 압축 가스(예를 들어, 공기)와 같은 가압된 구동 유체를 이용하여, 예를 들어, 액체(예를 들어, 물, 오일, 산, 등), 가스, 또는 분말형 물질과 같은 대상 유체를 펌핑하도록 구성된다. 따라서, 일부 실시예에서, 왕복 유체 펌프(100)는 공압식으로 동작되는 액체 펌프를 포함할 수 있다.

[0020] 왕복 유체 펌프(100)는, 함께 조립되어 펌프 본체(102)를 형성할 수 있는 2개 이상의 구성요소를 포함할 수 있는 펌프 본체(102)를 포함한다. 예를 들어, 펌프 본체(102)는 중심 본체(104), 제1 측면 상에서 중심 본체(104)에 부착될 수 있는 제1 단부 단편(106), 그리고 대향되는 제2 측면 상에서 중심 본체(104)에 부착될 수 있는 제2 단부 단편(108)을 포함할 수 있다. 왕복 유체 펌프(100)는 대상 유체 유입구(114) 및 대상 유체 배출구(116)를 포함한다. 왕복 유체 펌프(100)의 동작 중에, 대상 유체는 대상 유체 유입구(114)를 통해서 왕복 유체 펌프(100) 내로 인입될 수 있고 대상 유체 배출구(116)를 통해서 왕복 유체 펌프(100)로부터 방출될 수 있다. 왕복 유체 펌프(100)의 동작과 함께 그러한 셔틀 밸브의 동작이, 예를 들어, 전체 개시 내용이 본원에서 참조로 각각 포함되는 2014년 1월 7일자로 허여된 미국 특허 제8,622,720호 및 2014년 1월 28일자로 허여된 미국 특허 제8,636,484호에서 구체적으로 설명된다.

[0021] 도 2a는, 도 1의 왕복 유체 펌프(100)와 함께 이용될 수 있는 셔틀 밸브(120)를 도시한다. 미국 특허 제8,622,720호에서 더 구체적으로 설명된 바와 같이, 펌프 본체(102)는 제1 공동 및 제2 공동을 포함할 수 있다. 제1 플런저는 제1 공동 내에 배치될 수 있고, 제2 플런저는 제2 공동 내에 배치될 수 있다. 왕복 유체 펌프(100)가 동작 중에 순환될 때 플런저가 길이방향으로 연장 및 압축될 수 있도록, 플런저의 각각이, 예를 들어, 격막 또는 벨로우즈를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제1 플런저는 제1 공동을 제1 플런저의 제1 측면 상의 제1 대상 유체 챔버 및 제1 플런저의 대향되는 제2 측면 상의 제1 구동 유체 챔버로 분할할 수 있다. 유사하게, 제2 플런저는 제2 공동을 제2 플런저의 제1 측면 상의 제2 대상 유체 챔버 및 제2 플런저의 대향되는 제2 측면 상의 제2 구동 유체 챔버로 분할할 수 있다. 왕복 유체 펌프(100)는, 가압된 구동 유체의 유동을 제1 구동 유체 챔버와 제2 구동 유체 챔버 사이에서 전후로 전환하기 위한 전환 메커니즘을 포함할 수 있다. 전환 메커니즘은, 예를 들어, 하나 이상의 전환 피스톤 및 셔틀 밸브(120)를 포함할 수 있다.

[0022] 도 2a에 도시된 바와 같이, 셔틀 밸브(120)는 셔틀 밸브 본체(122), 및 적어도 부분적으로 셔틀 밸브 본체(122)를 통해서 연장되는 보어 내에 배치된 셔틀 스풀(124)을 포함한다. 셔틀 스풀(124)이 셔틀 밸브 본체(122) 내에서 제1 위치와 제2 위치 사이에서 (예를 들어, 길이방향으로) 이동될 때 제어 막대(134)가 셔틀 스풀(124)과 함께 (예를 들어, 그에 수반되어) 이동되도록, 제어 막대(134)가 셔틀 스풀(124)의 상부 표면에 부착될 수 있다. 제어 막대(134)는 그 상부 단부에 근접한 나사산(136), 및 나사산(136)에 근접한 제어 막대(134)의 상부 표면 상의 돌출부(138)를 포함할 수 있다. 제어 막대(134)는 또한, 돌출부(138)를 포함하는 상부 단부에 대향되는, 그 하부 단부에서 함몰부(140)를 포함한다. 셔틀 스풀(124)은, 도 2a에 도시된 바와 같이, 제어 막대(134)의 함몰부(140) 내로 연장되도록 그리고 그 내부에서 고정되도록 구성된, 그 상부 표면 상의 돌출부(142)를 포함한다. 셔틀 스풀(124)이 돌출부(142)에 인접한(예를 들어, 둘러싸는) 솔더 영역(156)을 포함하도록, 돌출부(142)의 치수(예를 들어, 직경)가 셔틀 스풀(124)의 치수보다 작을 수 있다. 솔더 영역(156)의 적어도 일부는 제어 막대(134)의 하부 단부를 지지한다. 또한, 솔더 영역(156)의 외부 부분이 제어 막대(134)의 측방향 범위를 넘어서 연장될 수 있다.

- [0023] 지지 구조물(144)이, 제어 막대(134)의 상부 단부에 인접하고 이를 적어도 부분적으로 둘러싸는 셔틀 벨브 본체(122)의 길이방향 단부 상에 선택적으로 위치될 수 있다. 내부 캡(158)이 제어 막대(134)의 상부 단부에 부착될 수 있다. 예를 들어, 제어 막대(134)의 나사산(136)과 결합되도록, 내부 캡(158)의 나사산(162)이 구성될 수 있다. 내부 캡(158)의 적어도 일부가 지지 구조물(144)과 제어 막대(134) 사이에 위치될 수 있다. 또한, 외부 캡(160)이, 내부 캡(158) 및 제어 막대(134)의 상부 단부뿐만 아니라, 지지 구조물(144) 위에 배치될 수 있다. 특히, 지지 구조물(144)의 적어도 일부 및 내부 캡(158)이, 도 2a에 도시된 바와 같이, 외부 캡(160)의 함몰부(164)와 함께 배치될 수 있다. 외부 캡(160)은 셔틀 벨브 본체(122)에 또는 그 선택적인 구성요소(예를 들어, 나사산형 삽입체 등)에 부착될 수 있고(예를 들어, 나사산식으로 결합될 수 있고), 밀봉 부재(예를 들어, O-링) 또는 기타를 이용하여 셔틀 벨브 본체(122)에 대해서 밀봉될 수 있다. 구성요소의 일부(예를 들어, 셔틀 벨브(120) 및 제어 막대(134))가 셔틀 벨브 본체(122)의 중앙 공동(126) 내에 위치될 수 있다. 일부 실시예에서, 중앙 공동(126)의 상부 부분은 그 하부 부분보다 더 큰 치수(예를 들어, 직경)를 가질 수 있다. 그러한 실시예에서, 셔틀 벨브 본체(122)의 솔더 영역(166)이 중앙 공동(126)의 상부 부분의 하부 경계를 형성할 수 있다.
- [0024] 자기 장치(예를 들어, 자석)가 셔틀 벨브(120)의 셔틀 벨브 본체(122) 내에 또는 그에 근접하여 제공될 수 있다(예를 들어, 그 구성요소에 부착될 수 있다). 그러한 자기 장치는 자기 장치의 조립체(예를 들어, 배치 자석 조립체) 내에 포함될 수 있고, 예를 들어, 도 2에 도시된 바와 같이, 제1 자기 장치(150)(예를 들어, 자석) 및 제2 자기 장치(152)(예를 들어, 다른 자석)를 포함할 수 있다. 부가적인 자기 장치가 또한 도 3a 내지 도 3d를 참조하여 이하에서 더 구체적으로 설명되는 바와 같이 포함할 수 있다.
- [0025] 제1 자기 장치(150)는 셔틀 스풀(124)에 수반될 수 있고, 제어 막대(134)의 상부 단부 상에 위치될 수 있다. 특히, 제1 자기 장치(150)는 근접 자기장에 응답하여 힘을 셔틀 스풀(124)에 부여하도록 위치, 배향, 및 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 제1 자기 장치(150)는 중앙 개구를 가지는 환형 자석(예를 들어, 링 자석)일 수 있다. 제1 자기 장치(150)는, 그 중앙 개구가 제어 막대(134)의 돌출부(138) 주위에서 중심 맞춤되게, 제어 막대(134) 상에 위치될 수 있다. 제2 자기 장치(152)는, 제1 자기 장치가 내부에 위치되는 셔틀 스풀(124)의 단부에 상응하는 셔틀 벨브 본체(122)의 길이방향 단부에 근접하여 셔틀 벨브 본체(122) 또는 그 구성요소 내에 위치된다. 예를 들어, 제2 자기 장치(152)는 외부 캡(160)의 함몰부(164) 내에 위치될 수 있다. 일부 실시예에서, 제2 자기 장치(152)는 또한 환형 자석일 수 있고, 외부 캡(160)의 하부 표면과 지지 구조물(144)의 상부 표면 사이에 배치될 수 있다. 또한, 제2 자기 장치(152)는 제1 자기 장치(150)의 직경보다 큰 직경을 가질 수 있고, 도 2a에 도시된 바와 같이, 제1 자기 장치(150)를 둘러싸는 내부 캡(158)의 부분뿐만 아니라 제1 자기 장치(150)를 둘러쌀 수 있다. 따라서, 제2 자기 장치(152)가 제1 자기 장치(150)로부터 거리를 두고 분리될 수 있다. 일부 실시예에서, 중합체와 같은 비-자기 재료가 제1 자기 장치(150)와 제2 자기 장치(152) 사이에 배치될 수 있다. 다른 실시예에서, 제2 자기 장치(152)가 전자기 장치를 포함할 수 있다.
- [0026] 도 2a를 계속 참조하면, 5개의 함몰부(176A 내지 176E)가, 셔틀 스풀(124)이 내부에 위치되는 보어 내의 셔틀 벨브 본체(122)의 벽 내에 제공될 수 있다. 5개의 함몰부(176A 내지 176E)의 각각은, 셔틀 스풀(124)이 내부에 배치되는 셔틀 벨브 본체(122) 내의 보어 주위에서 연장되는 실질적으로 연속적인 환형 함몰부를 포함할 수 있다. 따라서, 5개의 함몰부(176A 내지 176E)의 각각이, 도 2a의 횡단면도에서, (도 2a의 관점으로부터) 셔틀 스풀(124)의 좌측 측면 및 우측 측면 상에서 확인될 수 있다. 유체 도관이 셔틀 벨브 본체(122)를 통해서 5개의 함몰부(176A 내지 176E)의 각각까지 각각 이어질 수 있다.
- [0027] 구동 유체 도관(178)이, 도 2a에 도시된 바와 같이, 중간의, 제3 함몰부(176C)까지 이어질 수 있다. 따라서, 가압된 구동 유체가 가압된 구동 유체의 공급원(예를 들어, 압축 공기와 같은, 압축 가스의 공급원)으로부터 제3 함몰부(176C)에 공급될 수 있다. 제1 구동 챔버 도관(180A)이 왕복 유체 펌프(100)(도 1)의 제2 함몰부(176B)와 제1 구동 유체 챔버 사이에서 연장될 수 있고, 제2 구동 챔버 도관(180B)이 왕복 유체 펌프(100)의 제4 함몰부(176D)와 제2 구동 유체 챔버 사이에서 연장될 수 있다.
- [0028] 제1 셔틀 벨브 분출 도관(182A)이 제1 함몰부(176A)로부터 셔틀 벨브 본체(122)의 외부까지 연장될 수 있고, 제2 셔틀 벨브 분출 도관(182B)이 제5 함몰부(176E)로부터 셔틀 벨브 본체(122)의 외부까지 연장될 수 있다. 이러한 셔틀 벨브 분출 도관(182A, 182B)은 도 2a에서 나사산형 수용부로서 도시되어 있다. 머플러 또는 다른 유체 도관이, 그러한 나사산형 수용부를 통해서, 셔틀 벨브 분출 도관(182A, 182B)에 선택적으로 커플링될 수 있다.
- [0029] 도 2a에 도시된 바와 같이, 원통형 삽입체(190)가, 셔틀 스풀(124)이 내부에 배치되는 보어 내의 셔틀 벨브 본체(122)의 외부까지 연장될 수 있고, 제5 셔틀 벨브 분출 도관(182B)이 제5 함몰부(176E)로부터 셔틀 벨브 본체(122)의 외부까지 연장될 수 있다. 이러한 셔틀 벨브 분출 도관(182B)은 도 2a에서 나사산형 수용부로서 도시되어 있다. 머플러 또는 다른 유체 도관이, 그러한 나사산형 수용부를 통해서, 셔틀 벨브 분출 도관(182B)에 선택적으로 커플링될 수 있다.

체(122)의 벽 내의 5개의 함몰부(176A 내지 176E)와 셔틀 스풀(124) 사이에 배치될 수 있다. 원통형 삽입체(190)는, 5개의 함몰부(176A 내지 176E) 중 하나와 정렬된 셔틀 스풀(124)의 길이방향 축에 횡방향인 각각의 평면 내에서 원통형 삽입체(190)를 통해서 연장되는 하나 이상의 홀(192)을 포함할 수 있다. 따라서, 유체 연통이 원통형 삽입체(190) 내의 홀(192)를 통해서 원통형 삽입체(190)의 내부와 각각의 함몰부(176A 내지 176E) 사이에 제공된다. 또한, 복수의 환형 밀봉 부재(예를 들어, O-링)(미도시)가 원통형 삽입체(190)의 외부 원통형 표면과, 전환 피스톤이 내부에 배치되는 보어 내의 셔틀 밸브 본체(122)의 인접한 벽 사이에 제공되어, 원통형 삽입체(190)와 셔틀 밸브 본체(122) 사이의 임의의 공간을 통한 함몰부(176A 내지 176E)들 중 임의의 함몰부들 사이의 유체 연통을 제거할 수 있다.

[0030] 셔틀 스풀(124)은 셔틀 스풀(124)의 외부 표면 내의 제1 환형 함몰부(196A) 및 셔틀 스풀(124)의 외부 표면 내의 제2 환형 함몰부(196B)를 포함한다. 제1 환형 함몰부(196A) 및 제2 환형 함몰부(196B)가 셔틀 스풀(124)의 외부 표면 상의 중앙 환형 용기부(197)에 의해서 분리된다. 또한, 환형 제1 단부 용기부(198A)가 중앙 환형 용기부(197)에 대향되는 제1 환형 함몰부(196A)의 길이방향축에서 셔틀 스풀(124)의 외부 표면 상에 제공되고, 환형 제2 단부 용기부(198B)가 중앙 환형 용기부(197)에 대향되는 제2 환형 함몰부(196B)의 길이방향축에서 셔틀 스풀(124)의 외부 표면 상에 제공된다. 또한, 셔틀 스풀(124)의 돌출부(142)는 환형 제1 단부 용기부(198A)의 방향과 반대되는 방향으로 환형 제1 단부 용기부(198A)로부터 연장된다.

[0031] 제1 환형 함몰부(196A) 및 제2 환형 함몰부(196B)의 각각은, 5개의 함몰부(176A 내지 176E) 중 2개의 인접한 함몰부와 적어도 부분적으로 길이방향으로 중첩될 수 있을 정도로 충분히 긴 길이(예를 들어, 셔틀 스풀(124)의 길이방향 축에 전반적으로 평행한 치수)를 갖는다. 예를 들어, 셔틀 스풀(124)이 도 2a에 도시된 위치에 있을 때, 제1 환형 함몰부(196A)는 제2 함몰부(176B) 및 제3 함몰부(176C)의 각각까지 연장되고 그 각각과 적어도 부분적으로 중첩되며, 제2 환형 함몰부(196B)는 제4 함몰부(176D) 및 제5 함몰부(176E)의 각각까지 연장되고 그 각각과 적어도 부분적으로 중첩된다. 일부 실시예에서, 유체 연통이, 제3 함몰부(176C), 제3 함몰부(176C)와 정렬된 원통형 삽입체(190) 내의 홀(192), 셔틀 스풀(124) 내의 제1 환형 함몰부(196A), 제2 함몰부(176B)와 정렬된 원통형 삽입체(190) 내의 홀(192), 및 제2 함몰부(176B)를 통해서, 구동 유체 도관(178)과 제1 구동 챔버 도관(180A) 사이에 제공될 수 있다. 또한 이러한 구성에서, 유체 연통이, 제4 함몰부(176D), 제4 함몰부(176D)와 정렬된 원통형 삽입체(190) 내의 홀(192), 셔틀 스풀(124) 내의 제2 환형 함몰부(196B), 제5 함몰부(176E)와 정렬된 원통형 삽입체(190) 내의 홀(192), 및 제5 함몰부(176E)를 통해서, 제2 구동 챔버 도관(180B)과 제2 셔틀 밸브 분출 도관(182B) 사이에 제공된다.

[0032] 도 2a를 다시 참조하면, 제1 및 제2 자기 장치(150, 152)의 각각이, 예를 들어, 적어도 실질적으로 자기 재료로 구성된 영구 자석을 포함할 수 있다. 자기 재료는, 예를 들어, 희토류 원소를 포함할 수 있다(예를 들어, 제1 및 제2 자기 장치(150, 152)의 각각이 영구 희토류 자석을 포함할 수 있다). 비제한적인 예로서, 자기 재료는 사마륨 코발트 합금 및 네오디뮴 철 합금 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 제1 및 제2 자기 장치(150, 152) 중 적어도 하나(예를 들어, 각각)가 전자기 장치를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 셔틀 밸브 본체(122) 및 셔틀 스풀(124)은, 제1 및 제2 자기 장치(150, 152)를 제외하고, 중합체 및/또는 비-자기 금속과 같은 비-자기 재료로 적어도 실질적으로 구성될 수 있다. 예로서 그리고 비제한적으로, 그러한 중합체는 플루오로폴리머, 네오프렌, 부나-N, 에틸렌 디엔 M-클래스(EPDM), VITON®, 폴리우레탄, HYTREL®, SANTOPRENE®, 폴루오르화 에틸렌-프로필렌(FEP), 퍼플루오로알록시 플루오로카본 수지(PFA), 에틸렌-클로로트리플루오로에틸렌 공중합체(ECTFE), 에틸렌-테트라플루오로에틸렌 공중합체(ETFE), 나일론, 폴리에틸렌, 폴리비닐리덴 폴루오라이드(PVDF), NORDEL™ 및 니트릴 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 예로서 그리고 비제한적으로, 그러한 비-자기 금속은 스테인리스 강, INCONEL®, MONEL®, HASTELLOY®, 고 니켈 합금, 황동, 구리, 청동, 알루미늄 및 아연 중 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0033] 제1 및 제2 자기 장치(150, 152)는, 셔틀 스풀(124)이 셔틀 밸브 본체(122) 내에서 전후로 활주될 때 근접 자기 장에 응답하여 셔틀 스풀(124)에 힘을 부여하도록 위치, 배향, 및 구성될 수 있다. 특히, 제1 자기 장치(150)는, 제2 자기 장치(152)에 의해서 제공되는 근접 자기장에 응답하여, 셔틀 밸브 본체(122) 내의 2개의 대향 위치들의 중심 위치(예를 들어, 중간 지점)로부터 멀리 셔틀 스풀(124)을 편향시키도록 위치, 배향, 및 구성될 수 있다.

[0034] 예를 들어, 셔틀 스풀(124)에 수반되는 제1 자기 장치(150) 및 셔틀 밸브 본체(122) 내에 배치된 제2 자기 장치(152)는, 셔틀 스풀(124)이 그 동작 중에 따라서 활주되는 공통 축을 따라서 위치될 수 있고 이를 중심으로 중심 맞춤될 수 있고, 제1 자기 장치(150)의 극성이 제2 자기 장치(152)의 극성에 반대가 되도록, 배향될 수

있다. 다시 말해서, 제1 자기 장치(150)의 자기 모멘트 벡터가 제2 자기 장치(152)의 자기 모멘트 벡터에 반대되는 방향으로 연장될 수 있다. 또한, 제1 자기 장치(150)의 자기 모멘트 벡터는 제2 자기 장치(152)의 자기 모멘트 벡터와의 공통 축(예를 들어, 셔틀 스플(124)이 따라서 활주되는 축)에 평행하고 이를 따라서 정렬될 수 있다. 이러한 구성에서, 척력이 제1 자기 장치(150)와 제2 자기 장치(152) 사이에 인가될 것이고, 그 크기는, 셔틀 벨브(120)의 동작 중에 제1 자기 장치(150) 및 제2 자기 장치(152)가 서로 근접될 때, 증가될 것이다. 제2 자기 장치(152)는, 셔틀 벨브(120)의 동작 중에 제2 자기 장치(152)가 이동되지 않도록, 셔틀 벨브 본체(122) 또는 그 구성요소 내의 고정 위치에 배치될 수 있다. 따라서, 제1 자기 장치(150)가 셔틀 스플(124)에 수반될 때, 제2 자기 장치(152)의 근접 자기장에 의해서 제1 자기 장치(150)에 인가되는 힘이 셔틀 스플(124)에 전달되고 인가될 것이다. 결과적으로, 중심 위치로부터 멀리 그리고 제1 위치 또는 제2 위치 중 하나를 향해서 활주되도록 셔틀 스플(124)을 압박하는 제2 자기 장치(152)의 근접 자기장에 의해서, 힘이 셔틀 스플(124)에 인가될 것이다.

[0035] 대안적으로, 제1 자기 장치(150)의 극성이 제2 자기 장치(152)의 극성과 동일하도록, 셔틀 스플(124)에 수반되는 제1 자기 장치(150) 및 셔틀 벨브 본체(122) 또는 그 구성요소 내에 배치된 제2 자기 장치(152)가 배향될 수 있다. 다시 말해서, 제1 자기 장치(150)의 자기 모멘트 벡터는, 제2 자기 장치(152)의 자기 모멘트 벡터가 연장되는 방향과 동일한 방향으로 연장될 수 있다. 또한, 제1 자기 장치(150)의 자기 모멘트 벡터는 제2 자기 장치(152)의 자기 모멘트 벡터와의 공통 축에 평행하고 이를 따라서 정렬될 수 있다. 이러한 구성에서, 인력이 제1 자기 장치(150)와 제2 자기 장치(152) 사이에 인가될 것이고, 그 크기는, 셔틀 벨브(120)의 동작 중에 제1 자기 장치(150) 및 제2 자기 장치(152)가 서로 근접될 때, 증가될 것이다. 따라서, 제1 자기 장치(150)가 셔틀 스플(124)에 수반될 때, 제2 자기 장치(152)의 근접 자기장에 의해서 제1 자기 장치(150)에 인가되는 힘이 셔틀 스플(124)에 전달되고 인가될 것이다. 결과적으로, 중심 위치로부터 멀리 그리고 제1 위치 또는 제2 위치 중 하나를 향해서 활주되도록 셔틀 스플(124)을 압박하는 제2 자기 장치(152)의 근접 자기장에 의해서, 힘이 셔틀 스플(124)에 인가될 것이다.

[0036] 도 2a를 다시 참조하면, 제1 자기 장치(150) 및 제2 자기 장치(152)는, 셔틀 벨브 본체(122) 내의 셔틀 스플(124)의 이동의 순환의 일부 중에, 서로 중심 맞춤된다(예를 들어, 완벽하게 측방향으로 정렬된다). 특히, 제1 자기 장치(150) 및 제2 자기 장치(152)가 서로 중심 맞춤될 때, 그 사이에는 0의 알짜 힘이 작용하고, 그에 따라, 셔틀 스플(124)에는 자기력이 인가되지 않는다. 순환의 이러한 스테이지에서, 셔틀 스플(124)은, 예를 들어, 그 중심 위치 아래에 위치될 수 있다. 그러한 실시예에서, 셔틀 스플(124)의 솔더 영역(156)이 셔틀 벨브 본체(122)의 솔더 영역(166)으로부터(예를 들어, 아래로) 길이방향으로 오프셋될 수 있고, 간극이, 도 2a에 도시된 바와 같이, 내부 캡(158)의 상부 표면과 지지 구조물(144)의 하부 표면 사이에서 외부 캡(160)의 함몰부(164) 내에 존재한다.

[0037] 도 2b 내지 도 2d는, 셔틀 스플(124)이 셔틀 벨브 본체(122) 내에서 전후로 활주될 때 이동의 순환의 여러 스테이지에서 셔틀 벨브 본체(122) 내의 다양한 위치에서 셔틀 스플(124)을 도시하는, 도 2a의 셔틀 벨브(120)의 일부의 횡단면도이다.

[0038] 도 2b에 도시된 바와 같이, 셔틀 스플(124)이 아래에 있을 때(예를 들어, 그 이동의 하부 단부에 있을 때) 제1 자기 장치(150) 및 제2 자기 장치(152)는 서로 중심 맞춤되지 않을 수 있다. 특히, 제1 자기 장치(150)의 위치가 제2 자기 장치(152)의 위치보다 낮을 때, 자기력(예를 들어, 척력)이 그 사이에서 작용하고, 그러한 힘은 다시 셔틀 스플(124)에 인가된다. 이러한 스테이지에서, 셔틀 스플(124)의 솔더 영역(156)은, 도 2a에 도시된 스테이지와 연관된 거리보다 더 먼 거리만큼, 셔틀 벨브 본체(122)의 솔더 영역(166)으로부터(예를 들어, 아래로) 길이방향으로 오프셋될 수 있고, 도 2b에 도시된 바와 같이, 내부 캡(158)의 상부 표면과 지지 구조물(144)의 하부 표면 사이의 외부 캡(160)의 함몰부(164) 내의 간극이 증가된다.

[0039] 도 2c에 도시된 바와 같이, 셔틀 스플(124)이 중심 위치에 있을 때, 제1 자기 장치(150)의 위치는 제2 자기 장치(152)의 위치보다 비교적 더 높다. 이러한 스테이지에서, 셔틀 스플(124)이 중심 위치에서 실속되는 것을 저지하기 위해서(예를 들어, 방지하기 위해서) 그 사이에 자기력이 작용한다. 다시 말해서, 제1 자기 장치(150) 및 제2 자기 장치(152)는, 셔틀 스플(124)의 실속 발생을 감소시키기 위해서(예를 들어, 실질적으로 제거하기 위해서), 중심 위치에 또는 그에 근접하여 위치될 때 셔틀 스플(124)을 탈안정화하기 위해 자기력을 그 사이에서 생성하도록 이용될 수 있다. 이러한 스테이지에서, 셔틀 스플(124)의 솔더 영역(156)과 셔틀 벨브 본체(122)의 솔더 영역(166) 사이의 거리가 감소될 수 있고, 도 2c에 도시된 바와 같이, 내부 캡(158)의 상부 표면과 지지 구조물(144)의 하부 표면 사이의 외부 캡(160)의 함몰부(164) 내의 간극이 또한 감소된다.

[0040]

도 2d에 도시된 바와 같이, 셔틀 스풀(124)이 중심 위치 위에 (예를 들어, 그 이동의 상부 단부에) 있을 때, 제1 자기 장치(150)의 위치는 제2 자기 장치(152)의 위치보다 더 먼 거리만큼 더 높다. 이러한 스테이지에서, 자기력은 제1 자기 장치(150)와 제2 자기 장치(152) 사이에 작용하여, 셔틀 스풀(124)에 인가되는 힘을 초래한다. 이러한 스테이지에서, 셔틀 스풀(124)의 솔더 영역(156)은 셔틀 밸브 본체(122)의 솔더 영역(166)과 실질적으로 정렬될 수 있고, 도 2d에 도시된 바와 같이, 내부 캡(158)의 상부 표면과 지지 구조물(144)의 하부 표면 사이의 외부 캡(160)의 함몰부(164) 내의 간극이 더 감소된다(예를 들어 존재하지 않는다).

[0041]

도 3a는, 도 1에 도시된 왕복 유체 펌프(100)와 같은, 왕복 유체 펌프와 함께 이용될 수 있는 셔틀 밸브(120')의 다른 실시예의 횡단면도를 도시한다. 도관, 함몰부, 용기부, 및 기타와 같은 많은 부분이 도 2a의 셔틀 밸브(120)의 실시예에 포함된 것과 유사하고(예를 들어, 동일하고), 그에 대한 설명은 여기에서 반복하지 않는다. 이전의 실시예와 유사하게, 셔틀 밸브(120')는 셔틀 밸브 본체(122), 및 적어도 부분적으로 셔틀 밸브 본체(122)를 통해서 연장되는 보어(예를 들어, 중앙 공동(126)) 내에 배치된 셔틀 스풀(124)을 포함한다. 또한, 셔틀 밸브(120')의 제1 자기 장치(150)는 또한 셔틀 스풀(124)에 수반될 수 있고, 제어 막대(134)의 상부 단부 상에 위치될 수 있다. 도 2a의 실시예에서와 같이, 제1 자기 장치(150)는 또한 중앙 개구를 가지는 환형 자석(예를 들어, 링 자석)일 수 있고, 제1 자기 장치(150)는 제어 막대(134) 상에 위치될 수 있고, 그 중앙 개구는 제어 막대(134)의 돌출부(138) 주위에 중심 맞춤된다. 유사하게, 예를 들어, 제2 자기 장치(152)는 또한 환형 자석일 수 있고, 외부 캡(160)의 하부 표면과 외부 캡(160)의 함몰부(164) 내의 지지 구조물(144)의 상부 표면 사이에 배치될 수 있다. 도 3a의 실시예의 차이는, 셔틀 밸브 본체(122) 또는 그 구성요소에 부착되는 제3 자기 장치(154)(예를 들어, 부가적인 자석)에 있다. 특히, 제3 자기 장치(154)는 제2 자기 장치(152)의 형상 및 크기와 유사한(예를 들어, 동일한) 형상 및 크기를 가질 수 있고, 예를 들어, 셔틀 스풀(124)의 길이방향 축을 따라서 제2 자기 장치(152) 위에(예를 들어, 그와 직접적으로 정렬되어) 위치될 수 있다. 그러한 실시예에서, 제3 자기 장치(154)는 또한 외부 캡(160)의 함몰부(164) 내에 위치될 수 있다. 그러나, 제3 자기 장치(154)는, 제1 자기 장치(150)를 둘러싸지 않고, 내부 캡(158)의 부분 및/또는 지지 구조물(144)의 부분을 둘러쌀 수 있다. 특히, 도 3a의 실시예에서 도시된 바와 같이, 제3 자기 장치(154)의 위치가 제1 자기 장치(150)의 위치 위에 있을 수 있고, 제2 자기 장치(152)의 위치는 제1 자기 장치(150)의 위치 아래에 있을 수 있다.

[0042]

또한, 제3 자기 장치(154)는, 비-자기 재료(예를 들어, 중합체)를 사이에 가지는 셔틀 밸브(120')의 구성요소들로, 거리를 두고, 제1 자기 장치(150) 및 제2 자기 장치(152)의 각각으로부터 이격될 수 있다. 셔틀 스풀(124)이 셔틀 밸브(120')의 동작 중에 셔틀 밸브 본체(122) 내에서 전후로 활주됨에 따라, 제1 자기 장치(150)는 제2 자기 장치(152) 및 제3 자기 장치(154) 모두(예를 들어, 그 각각)을 넘어서 연장되지 않을 수 있다.

[0043]

제3 자기 장치(154)는 또한, 제1 자기 장치(150) 및 제2 자기 장치(152)를 참조하여 전술한 바와 같이, 영구 자석 또는 전자기 장치일 수 있다. 제1, 제2, 및 제3 자기 장치(150, 152, 및 154)는, 도 2a 내지 도 2d의 실시예와 유사하게, 셔틀 스풀(124)이 셔틀 밸브 본체(122) 내에서 전후로 이동될 때, 셔틀 스풀(124)에 힘을 부여하도록 위치, 배향, 및 구성될 수 있다. 예를 들어, 제1 자기 장치(150)는, 제2 및 제3 자기 장치(152, 154)에 의해서 제공되는 근접 자기장에 응답하여, 셔틀 밸브 본체(122) 내의 2개의 대향 위치들의 중심 위치(예를 들어, 중간 지점)로부터 멀리 셔틀 스풀(124)을 편향시키도록 위치, 배향, 및 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 제1 자기 장치(150)의 극성이 제2 및 제3 자기 장치(152, 154)의 극성에 반대가 되도록, 그에 따라 척력이 제1 자기 장치(150)와 제2 및 제3 자기 장치(152, 154)의 각각의 사이에 인가되도록, 제2 자기 장치(152) 및 제3 자기 장치(154)의 각각이 배향될 수 있다. 다른 실시예에서, 제1 자기 장치(150)의 극성이 제2 및 제3 자기 장치(152, 154)의 극성과 동일하도록, 그에 따라 인력이 예를 들어 제1 자기 장치(150)와 제2 및 제3 자기 장치(152, 154)의 각각의 사이에 인가되도록, 제2 자기 장치(152) 및 제3 자기 장치(154)의 각각이 배향될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 제2 및 제3 자기 장치(152, 154) 중 적어도 하나(예를 들어, 둘 모두)가 전자기 장치일 수 있다. 물론, 당업자는, 셔틀 스풀(124)이 중심 위치에서 실속되는 것을 저지(예를 들어, 방지)하기 위해서 사이에 작용하는 자기력의 방향 및 크기 모두를 제공하도록, 자기 장치들의 서로에 대한 임의의 구성(예를 들어, 위치, 극성 배향, 크기, 형상 등)이 선택될 수 있다는 것을 인지할 수 있을 것이다.

[0044]

도 3b 내지 도 3d는, 셔틀 스풀(124)이 셔틀 밸브 본체(122) 내에서 전후로 활주될 때, 도 2b 내지 도 2d의 실시예에 도시된 것과 유사하게, 이동의 순환의 여러 스테이지에서 셔틀 밸브 본체(122) 내의 다양한 위치에서 셔틀 스풀(124)을 도시하는, 도 3a의 셔틀 밸브(120')의 일부의 횡단면도이다.

[0045]

도 3b에 도시된 바와 같이, 제1 자기 장치(150)의 위치는, 셔틀 스풀(124)이 아래쪽에(예를 들어, 그 이동의 하부 단부에) 있을 때, 제3 자기 장치(154)의 위치보다 제2 자기 장치(152)의 위치에 비교적 더 가깝다. 특히, 제1 자기 장치(150)의 위치가 제2 자기 장치(152)의 위치에 비교적 더 가까울 때, 자기력(예를 들어, 척력)이

제1 자기 장치(150)와 제2 자기 장치(152) 사이에 작용하고, 그러한 힘은 다시 셔틀 스풀(124)에 인가된다. 이러한 스테이지에서, 셔틀 스풀(124)의 솔더 영역(156)은, 도 3a에 도시된 스테이지와 연관된 거리보다 더 먼 거리만큼, 셔틀 벨브 본체(122)의 솔더 영역(166)으로부터(예를 들어, 아래로) 길이방향으로 오프셋될 수 있고, 도 3b에 도시된 바와 같이, 내부 캡(158)의 상부 표면과 지지 구조물(144)의 하부 표면 사이의 외부 캡(160)의 함몰부(164) 내의 간극이 증가된다.

[0046] 도 3c에 도시된 바와 같이, 제1 자기 장치(150)의 위치는, 셔틀 스풀(124)이 중심 위치에 있을 때, 제2 자기 장치(152)의 위치보다 제3 자기 장치(154)의 위치에 비교적 더 가깝다. 이러한 스테이지에서, 셔틀 스풀(124)이 중심 위치에서 실속되는 것을 저지하기 위해서(예를 들어, 방지하기 위해서), 제1 자기 장치(150)와 제3 자기 장치(154) 사이에 자기력이 작용한다. 다시 말해서, 셔틀 스풀(124)의 실속의 발행을 감소시키기 위해서(예를 들어, 실질적으로 제거하기 위해서) 셔틀 중심 위치에 있거나 그에 근접할 때 셔틀 스풀(124)을 탈안정화하기 위한 자기력을 사이에서 생성하기 위해서, 제1 자기 장치(150)가, 제2 자기 장치(152) 및 제3 자기 장치(154)와 조합되어, 이용될 수 있다. 이러한 스테이지에서, 셔틀 스풀(124)의 솔더 영역(156)과 셔틀 벨브 본체(122)의 솔더 영역(166) 사이의 거리가 감소될 수 있고, 도 3c에 도시된 바와 같이, 내부 캡(158)의 상부 표면과 지지 구조물(144)의 하부 표면 사이의 외부 캡(160)의 함몰부(164) 내의 간극이 또한 감소된다.

[0047] 도 3d에 도시된 바와 같이, 제1 자기 장치(150)의 위치는, 셔틀 스풀(124)이 중심 위치 위쪽에(예를 들어, 그 이동의 상부 단부에) 있을 때, 증가된 양만큼, 제2 자기 장치(152)의 위치보다 제3 자기 장치(154)의 위치에 비교적 더 가깝다. 이러한 스테이지에서, 자기력은 제1 자기 장치(150)와 제3 자기 장치(154) 사이에 작용하여, 셔틀 스풀(124)에 인가되는 힘을 초래한다. 이러한 스테이지에서, 셔틀 스풀(124)의 솔더 영역(156)은 셔틀 벨브 본체(122)의 솔더 영역(166)과 실질적으로 정렬될 수 있고, 도 3d에 도시된 바와 같이, 내부 캡(158)의 상부 표면과 지지 구조물(144)의 하부 표면 사이의 외부 캡(160)의 함몰부(164) 내의 간극이 더 감소된다(예를 들어 존재하지 않는다).

[0048] 도 4는, 셔틀 스풀(124)이 제1 위치와 제2 위치 사이에서 순환할 때, 둘 이상의 자기 장치(예를 들어, 제1 자기 장치(150) 및 제2 자기 장치(152)) 사이의 자기력(예를 들어, 척력)을 도시하는 단순화된 그래프이다. 도 4에 도시된 바와 같이, 자기력은, 예를 들어, 셔틀 스풀(124)이(위치 1로 도시된) 제1 위치에 있을 때, 양의 방향으로 0이 아닌 크기일 수 있고, 자기력은, 셔틀 스풀(124)이(위치 2로 도시된) 제2 위치에 있을 때, 음의 방향으로 0이 아닌 크기일 수 있다. 셔틀 스풀(124)이 제1 위치로부터 제2 위치로 이동할 때, 도 2a에 도시된 스테이지에서 확인되는 바와 같이, 자기 장치들이 중립 위치에 있을 때까지(예를 들어, 완벽하게 측방향으로 정렬될 때까지), 자기력이(예를 들어, 실질적으로 선형적으로) 증가된다. 중립 위치에서, 제1 자기 장치(150) 및 제2 자기 장치(152)는, 그 사이에 작용하는 알짜 힘이 0이 되도록, 서로 중심 맞춤된다. 이러한 스테이지에서, 도 2a를 참조하여 더 구체적으로 설명한 바와 같이, 자기력은 셔틀 스풀(124)에 인가되지 않는다. 따라서, 도 4에서 쇄선의 위치에 의해서 도시된 바와 같이, 셔틀 스풀(124)이 중심을 벗어날 때, 0의 알짜 힘의 자기력이 발생된다. 제1 자기 장치(150) 및 제2 자기 장치(152)가 서로에 대한 중립 위치를 통과한 후에, 셔틀 스풀(124)이 제2 위치에 접근할 때 그 사이의 자기력은 증가되고, 그에 따라 자기력은, 도 4에 도시된 바와 같이, 셔틀 스풀이 제2 위치에 있을 때, 음의 방향으로 0이 아닌 크기를 갖는다.

[0049] 따라서, 셔틀 스풀(124)이 중심 위치에 있을 때, 도 2c에 도시되고 이를 참조하여 설명한 바와 같이, 셔틀 스풀(124)이 중심 위치에서 실속되는 것을 저지하도록(예를 들어, 방지하도록) 자기력이 그 사이에 작용한다. 다시 말해서, 제1 자기 장치(150) 및 제2 자기 장치(152)는, 셔틀 스풀(124)의 실속 발생을 감소시키기 위해서(예를 들어, 실질적으로 제거하기 위해서), 중심 위치에 또는 그에 근접하여 위치될 때 셔틀 스풀(124)을 탈안정화하기 위해 자기력을 그 사이에서 생성하도록 이용될 수 있다. 그러한 실시예에서, 자기 장치들이 중립 위치에 있을 때(예를 들어, 0의 알짜 힘일 때) 공압 유체의 유체 압력은 0이 아닌 크기이고, 그에 따라, 자기 장치들이 중립 위치에 있을 때, 지속되는 압력(예를 들어, 공기 압력)이 셔틀 스풀(124)을 계속 믈다. 다시 말해서, 셔틀 스풀(124)이 중심 위치(예를 들어, 제1 위치와 제2 위치 사이의 중간)에 있도록 공기 압력이(예를 들어, 0의 지점에서) 하나의 방향으로부터 다른 방향으로 전환될 때, 자기 장치들 사이에 작용하는 자기력은 0이 아니고, 그에 따라 셔틀 스풀(124)이 중심 위치에서 실속되는 것을 방지한다. 비록 도 4의 그래프가 2개의 자기 장치를 포함하는 도 2a 내지 도 2d의 실시예를 참조하여 설명되지만, 도 4에 도시된 바와 같은 자기력은, 3개의 자기 장치를 포함하는 도 3a 내지 도 3d의 실시예를 참조하여 유사하게 설명될 수 있다.

[0050] 본원에서 개시된 바와 같이 자기 장치(예를 들어, 자석)를 포함하는 그러한 셔틀 벨브는 통상적인 셔틀 벨브 및 연관된 셔틀 스풀보다 뛰어난 특정 장점을 가질 수 있다. 예를 들어, 셔틀 스풀을 셔틀 벨브의 본체 내의 중심 위치로부터 멀리 편향시키도록 구성된 하나 이상의 자석을 이용하는 자기장을 제공하는 것은, 셔틀 스풀의 실속

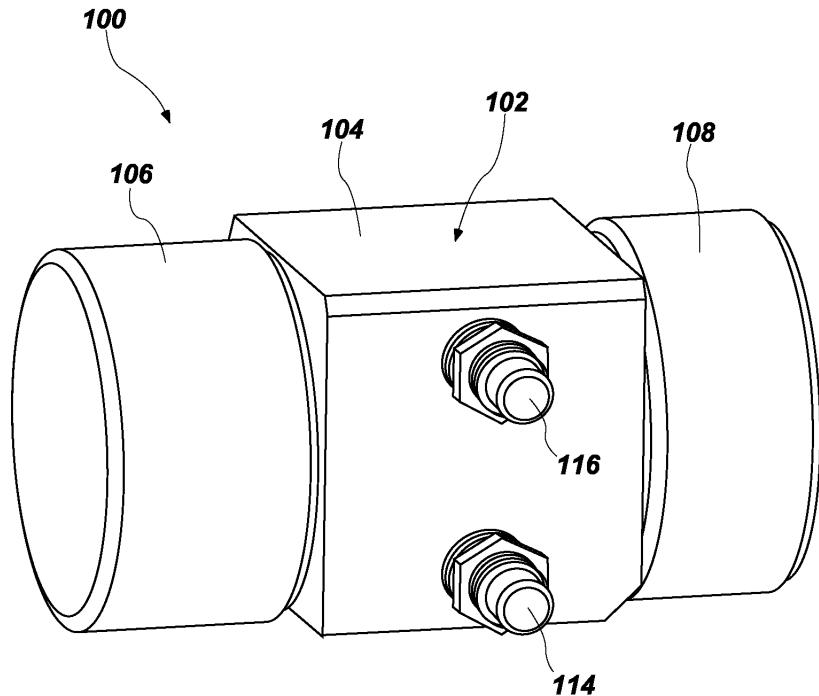
발생을 방지할 수 있다. 특히, 둘 이상의 자석이 중심 맞춤될 때(예를 들어, 0의 알짜 힘) 셔틀 스플을 그 중심 위치 아래에 배치하는 것 그리고 셔틀 스플이 중심 위치에 있을 때 자석들을 길이방향으로 오프셋시키는 것은 자석들 사이에서 척력을 제공하고, 이는, 셔틀 스플을 탈안정화시키는 결과를 초래하고, 그에 따라 셔틀 스플이 중심 위치에서 정지되는 것을 저지(예를 들어, 방지)하고, 셔틀 스플은 제1 위치 또는 제2 위치 중 하나를 향해서 밀린다. 또한, 셔틀 스플이 중심 위치에서 정지되는 것을 저지하는데 필요한 힘(예를 들어, 자기적 척력)은, 셔틀 스플을 제1 위치 및/또는 제2 위치를 향해서 미는데 필요한 힘보다 작을 수 있다. 자석을 포함하는 그러한 셔틀 밸브를 제공하는 것은, 동작 중에 셔틀 밸브의 효율을 높일 수 있고, 그에 의해서 연관된 왕복 유체 펌프의 효율을 높일 수 있다.

[0051]

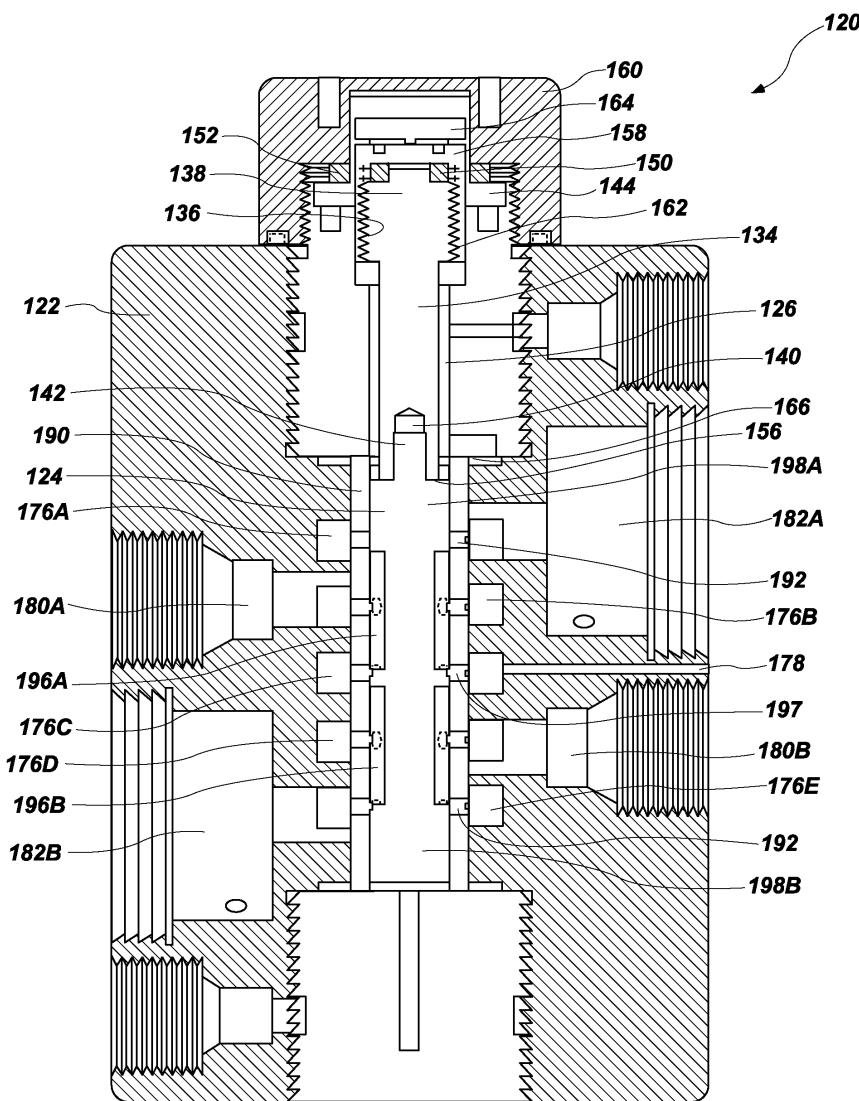
특정의 예시된 실시예와 관련하여 본 개시 내용을 설명하였지만, 당업자는 개시 내용이 그렇게 제한되지 않는다는 것을 인식하고 이해할 것이다. 오히려, 법적 균등물을 포함하여, 이하에서 청구된 개시 내용의 범위로부터 벗어나지 않고도, 예시된 실시예에 대한 많은 부가, 삭제, 및 수정이 이루어질 수 있다. 또한, 발명자가 생각한 바와 같은 개시 내용의 범위 내에 여전히 포함되면서도, 일 실시예로부터의 특징이 다른 실시예의 특징과 조합될 수 있다.

도면

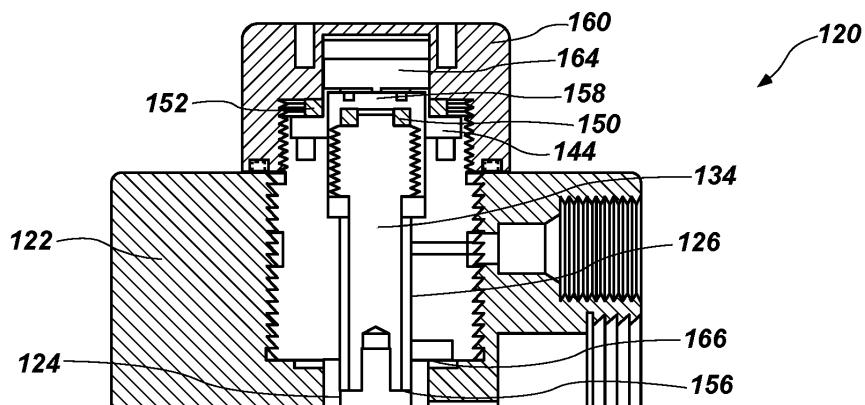
도면1



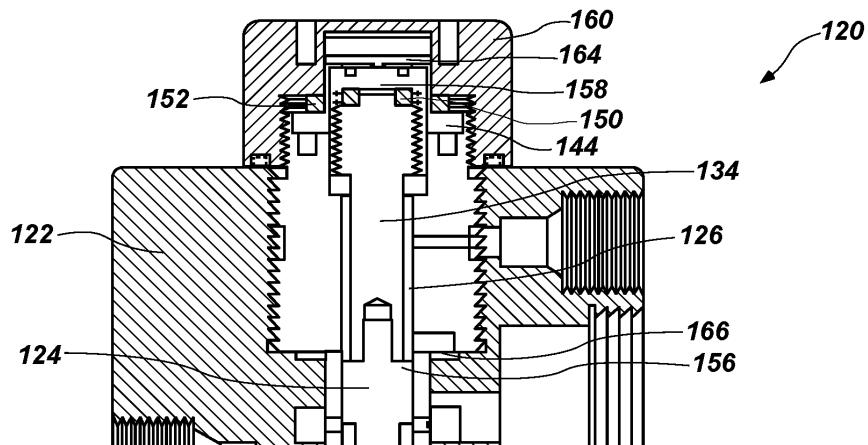
도면2a



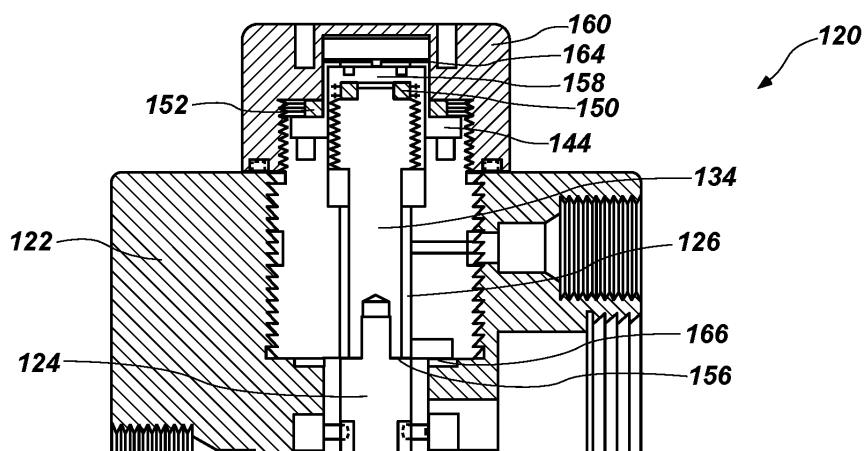
도면2b



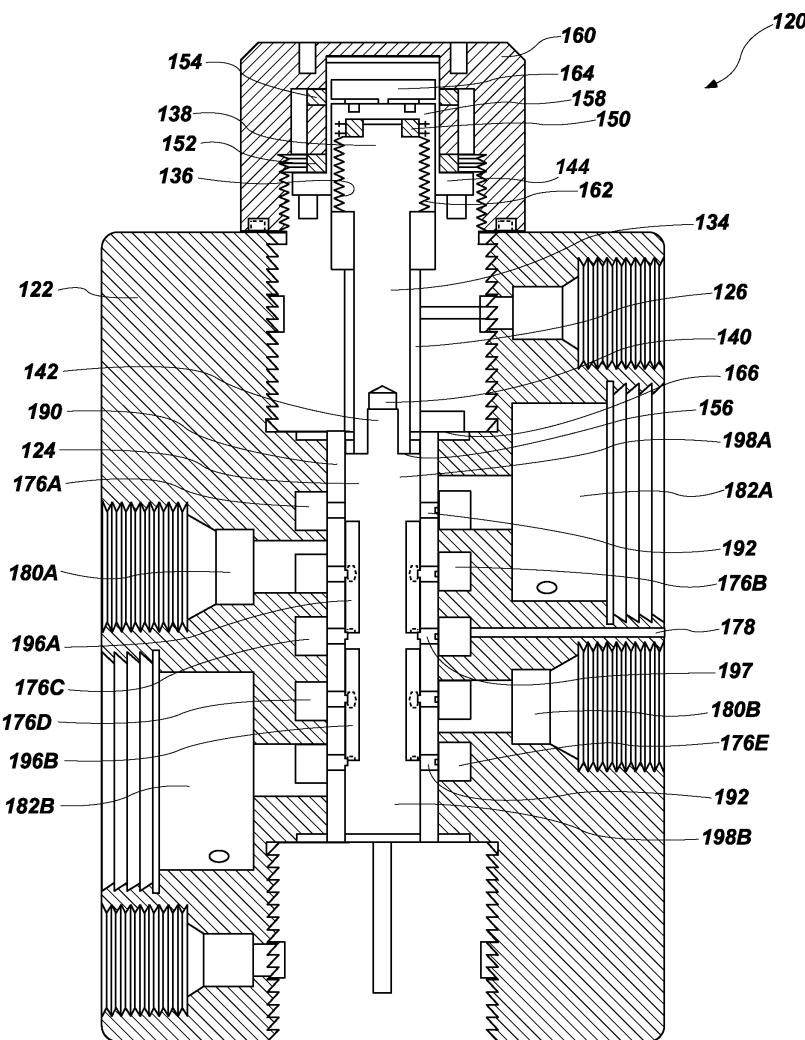
도면2c



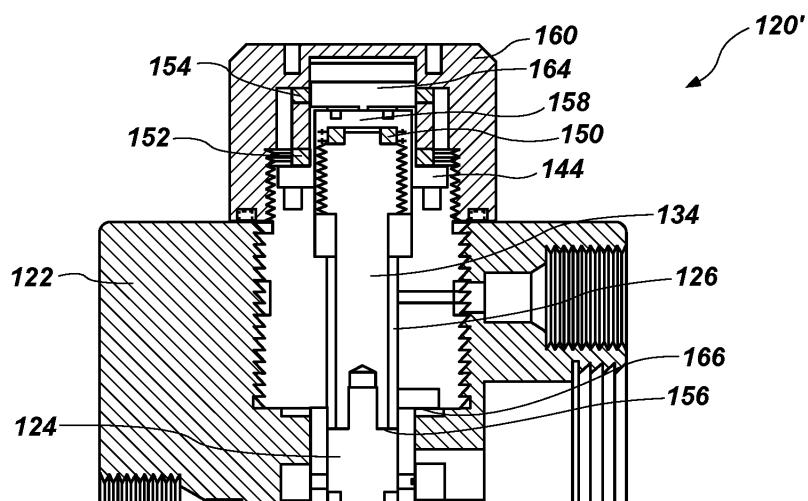
도면2d



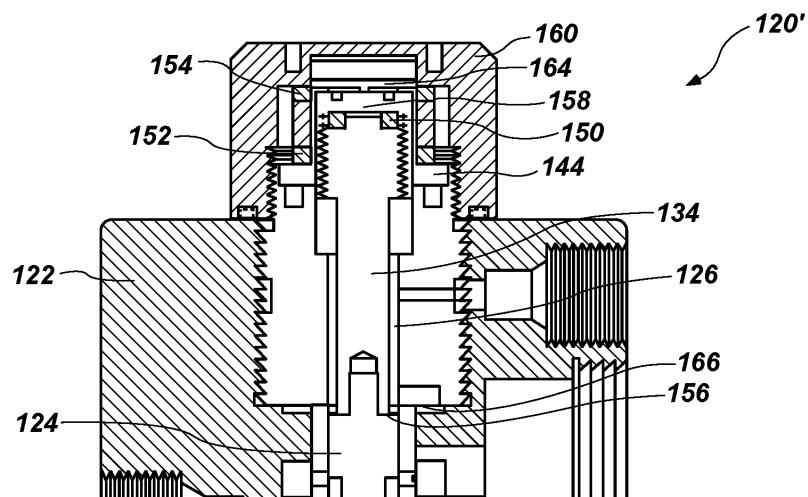
도면3a



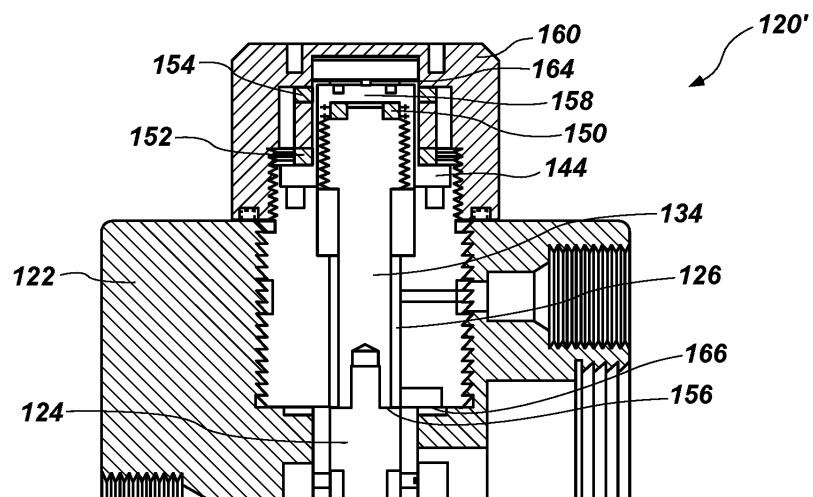
도면3b



도면3c



도면3d



도면4

