



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0099202
(43) 공개일자 2020년08월21일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F01C 1/344 (2006.01) F01C 21/08 (2006.01)
F02B 53/14 (2006.01) F04C 18/344 (2006.01)
F04C 2/344 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
F01C 1/3447 (2013.01)
F01C 21/0836 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7022741
(22) 출원일자(국제) 2018년12월18일
심사청구일자 2020년08월05일
- (85) 번역문제출일자 2020년08월05일
(86) 국제출원번호 PCT/N02018/050315
(87) 국제공개번호 WO 2019/139484
국제공개일자 2019년07월18일
- (30) 우선권주장
20180046 2018년01월11일 노르웨이(NO)
- (71) 출원인
투썸클 인더스트리즈 에이에스
노르웨이 N-0115 오슬로 피.오.박스 1462 비카
- (72) 발명자
회 아르네
노르웨이, 1395 호발스타드, 펠켄스빙겐 21
러버 크리스티안 애세
노르웨이, 1344 하슬럼, 스메드베이엔 2에이
- (74) 대리인
특허법인한얼

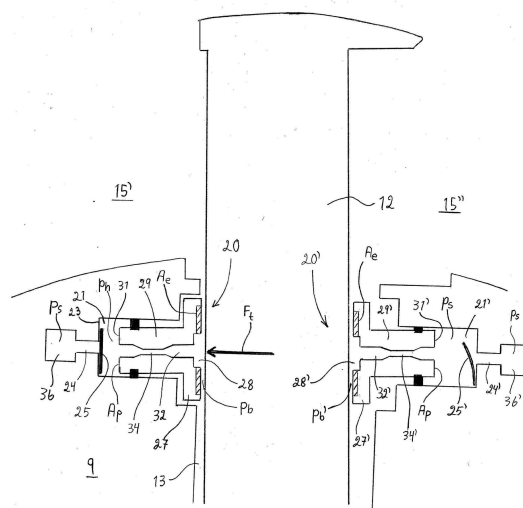
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 베인용 정수압 슬라이드 베어링을 구비한 회전식 슬라이딩 베인 기계

(57) 요약

본 발명은 회전자(9)를 구비한 공동(4)을 갖는 하우징(2)을 포함하는 유체 처리용 회전식 슬라이딩 베인 기계(1)에 관한 것이다. 베인(12)은 회전자(9)의 외향 슬롯(13)에 배열되고, 베인과 회전자 사이의 상대적인 슬라이딩은 회전 방향으로 가변 부피를 갖는 공간을 제공한다. 각각의 베인은 베인(12)의 각 측면에서 정수압 슬라이드 베어링(20, 20')에 의해 지지된다. 공정 유체의 압력 변화로 인해, 베인(12)은 베어링 패드(27, 27', 87) 쪽으로 그리고 베어링 패드로부터 먼 쪽으로 기울어진다. 본 발명은 베어링 패드가 베인(12)에 대한 위치를 조정하게 하고, 베어링 유체 챔버(21, 21', 81)의 부피 변화를 야기하며, 이는 결국 슬라이드 베어링 유체 막으로의 베어링 유체의 공급에 영향을 미친다.

대표도 - 도3b



(52) CPC특허분류

F02B 53/14 (2013.01)

F04C 18/3447 (2013.01)

F04C 2/3447 (2013.01)

F04C 2240/54 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

유체 처리용 회전식 슬라이딩 베인 기계(1)로서,

공정 유체용 입구(5) 및 출구(7)를 구비한 공동(cavity)(4)을 형성하는 내벽(3)을 구비한 하우징;

상기 공동(4) 내에 회전자 축(42)을 구비한 회전자(9)로서, 상기 회전자(9)의 외부면(14)과 하우징(2)의 내벽(3) 사이의 거리가 회전 방향으로 변화하는, 회전자(9); 및

상기 회전자(9) 내 외향 슬롯(13)에 배열되는 베인(12)으로서, 회전 동안 상기 베인과 상기 회전자 사이에 상대적인 슬라이딩이 있으며, 상기 베인은 상기 회전자(9)의 외부면(14)과 상기 하우징의 내벽(3) 사이로 연장되는, 베인(12)을 포함하는, 유체 처리용 회전식 슬라이딩 베인 기계에 있어서,

각각의 베인(12)에 대해 적어도 한 쌍의 정수압 슬라이드 베어링(20, 20')을 더 포함하고,

각각의 쌍의 정수압 슬라이드 베어링은 상기 베인(12)의 각 측면 상에 하나의 정수압 슬라이드 베어링(20, 20')을 포함하고,

각각의 정수압 슬라이드 베어링은

가변 부피를 갖는 베어링 유체 챔버(21, 21', 81);

베어링 유체 공급원(36, 36')과 베어링 유체 챔버(21, 21', 81) 사이에 흐름 제한부(25, 25', 85)를 구비한 베어링 유체 공급 라인(24, 24', 84);

상기 베인(12)과 대향하는 베어링 면(28, 28', 88)을 구비하고 반대되는 측면이 상기 베어링 유체 챔버(21, 21', 81)와 대향하는 베어링 패드(27, 27', 87)로서, 상기 베어링 패드는 상기 베어링 유체 챔버 쪽으로 그리고 상기 베어링 유체 챔버로부터 먼 쪽으로 이동 가능하고, 상기 베어링 유체 챔버를 향하는 상기 베어링 패드의 이동은 상기 베어링 유체 챔버 부피의 감소에 대응하고, 상기 베어링 유체 챔버로부터 먼 쪽으로의 상기 베어링 패드의 이동은 상기 베어링 유체 챔버 부피의 증가에 대응하는, 베어링 패드(27, 27', 87), 및

베어링 유체를 상기 베어링 패드 면(28, 28', 88)과 상기 베인(12) 사이의 베어링 유체 막에 공급하기 위한, 상기 베어링 유체 챔버(21, 21', 81)와 베어링 패드 면(28, 28', 88) 사이의 베어링 유체 채널(32, 32', 82)을 포함하고,

회전 동안, 공정 유체의 압력 변화가 상기 베인(12) 상에 변화하는 접선력(R)을 유발하여, 상기 베인이 상기 베어링 패드(27, 27', 87) 쪽으로 그리고 상기 베어링 패드로부터 먼 쪽으로 기울어지고,

상기 베인(12)이 상기 베어링 패드(27, 27', 87) 쪽으로 기울어질 때, 상기 베인(12)이 상기 베어링 패드를 상기 베어링 유체 챔버(21, 21', 81) 쪽으로 강제하여, 상기 베어링 유체 챔버의 부피를 감소시키고, 상기 베어링 유체 공급 라인(24, 24', 84)의 흐름 제한부(25, 25', 85)가 상기 베어링 유체 공급원(36, 36')으로의 베어링 유체의 복귀를 제한하여, 상기 베어링 유체 챔버(21, 21', 81) 내의 베어링 유체의 가압을 유발하여 상기 베어링 유체를 고압 베어링 유체로 만들어서, 고압 베어링 유체가 상기 베어링 유체 챔버로부터 상기 베어링 유체 채널(32, 32', 82)을 통하여 상기 베어링 패드 면(28, 28', 88)으로 그리고 상기 슬라이드 베어링 유체 막으로 흐르고,

상기 베인(12)이 상기 베어링 패드(27, 27', 87)로부터 먼 쪽으로 기울어질 때, 공급 압력으로 베어링 유체가 상기 베어링 유체 공급 라인(24, 24', 84)으로부터 상기 베어링 유체 챔버(21, 21', 81)로 흘러 상기 베어링 유체 챔버의 부피를 증가시키고, 이어서 상기 베인 쪽으로 상기 베어링 패드를 강제하여 동시에 공급 압력 베어링 유체가 상기 베어링 유체 챔버로부터 상기 베어링 유체 채널(32, 32', 82)을 통하여 상기 베어링 패드 면(28, 28', 88)으로 그리고 상기 슬라이드 베어링 유체 막으로 흐르는 것을 특징으로 하는, 회전식 슬라이딩 베인 기계.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 베어링 유체 챔버(82)의 벽이 가요성 멤브레인(80)에 의해 형성되는, 회전식 슬라이딩 베인 기계.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 베어링 유체 챔버(81)와 대향하는 상기 베어링 패드(87)의 측면은 상기 멤브레인(80)과 접하는, 회전식 슬라이딩 베인 기계.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 베어링 유체 챔버(81)와 대향하는 상기 베어링 패드(87)의 측면은 상기 멤브레인(80)에 연결되는, 회전식 슬라이딩 베인 기계.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 베어링 유체 챔버는 저부(23, 23')를 구비한 실린더(21, 21') 및 상기 실린더(21, 21')에 수용된 저부(31, 31')를 구비한 플런저(29, 29')에 의해 형성되고,

상기 베어링 유체 공급 라인(24, 24')은 상기 플런저 저부(31, 31') 근처 또는 상기 플런저 저부(31, 31')에서 상기 실린더(21, 21')의 개구(26, 26')에 연결되고,

상기 베어링 패드(27, 27')는 상기 플런저(29, 29')에 연결되고,

상기 베어링 유체 채널(32, 332')은 상기 플런저(29, 29') 내의 개구와 상기 베어링 패드 면(28, 28') 사이로 연장하고,

회전 동안,

상기 베인(12)이 상기 베어링 패드(27) 쪽으로 기울어질 때, 상기 베인은 상기 베어링 패드와 상기 플런저(29)를 상기 실린더 저부(23) 쪽으로 강제하고, 상기 베어링 유체 공급 라인(24)의 흐름 제한부(25)는 상기 베어링 유체 공급원(36)으로의 베어링 유체의 복귀를 제한하고, 상기 플런저(29)는 상기 실린더(21) 내의 상기 베어링 유체를 가압하여 상기 베어링 유체를 고압(p_h) 베어링 유체로 만들고, 고압 베어링 유체가 상기 실린더로부터 상기 베어링 유체 채널(32)을 통하여 상기 베어링 패드 면(28)으로 그리고 상기 슬라이딩 베어링 유체 막으로 흐르고,

상기 베인(12)이 상기 베어링 패드(27')로부터 먼 쪽으로 기울어질 때, 공급 압력(p_s)으로 베어링 유체는 상기 베어링 유체 공급 라인(24')으로부터 상기 실린더(21')로 흘러서, 상기 플런저(29') 및 상기 베어링 패드(27')를 상기 베인(12) 쪽으로 강제하고, 동시에 공급 압력 베어링 유체는 실린더로부터 상기 베어링 유체 채널(32')을 통하여 상기 베어링 패드 면(28)으로 그리고 상기 슬라이딩 베어링 유체 막으로 흐르는, 회전식 슬라이딩 베인 기계.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 플런저 저부(31, 31')의 면적(A_p)은 상기 베어링 패드(27, 27')의 유효 면적(A_e) 보다 작은, 회전식 슬라이딩 베인 기계.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

적어도 부분적으로 상기 베어링 유체 공급 라인(24, 24', 84)의 흐름 제한부가 별개의 흐름 제한기(25, 25', 85)로서 제공되는, 회전식 슬라이딩 베인 기계.

청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 베어링 유체 채널(32, 32', 82)은 흐름 제한부를 갖는, 회전식 슬라이딩 베인 기계.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

적어도 부분적으로 상기 베어링 유체 채널(32, 32', 82)의 흐름 제한부는 별개의 흐름 제한기(34, 34')로서 제공되는, 회전식 슬라이딩 베인 기계.

청구항 10

제 1 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

각각의 베인에 대해, 한 쌍의 외측 정수압 슬라이드 베어링(20, 20') 및 한 쌍의 내측 정수압 슬라이드 베어링(50, 50')을 포함하는, 회전식 슬라이딩 베인 기계.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 베인(12)의 각각의 측면 상에서, 상기 외측 정수압 슬라이드 베어링(20, 20') 및 상기 내측 정수압 슬라이드 베어링(50, 50')의 베어링 패드(27, 57; 27', 57')가 상호 연결되는, 회전식 슬라이딩 베인 기계.

청구항 12

제 1 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

각각의 베인(12)을 위한 정수압 슬라이드 베어링(20, 20', 50, 50')이 교환 가능한 카세트(70)에 포함되는, 회전식 슬라이딩 베인 기계.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유체 처리용 회전식 슬라이딩 베인 기계에 관한 것으로, 공정 유체(process fluid)용 입구 및 출구를 갖는 공동(cavity)을 형성하는 내벽을 갖는 하우징; 공동 내에 회전자 축을 갖는 회전자로서, 회전자의 외부면과 하우징의 내벽 사이의 거리가 회전 방향으로 변하는, 회전자; 및 상기 회전자의 외향 슬롯에 배열된 베인을 포함하고, 회전하는 동안 상기 베인과 상기 회전자 사이에 상대적 슬라이딩이 있고, 상기 베인은 상기 회전자의 외부면과 상기 하우징의 내벽 사이로 연장한다.

배경 기술

[0002] 폐쇄된 공간은 베인, 회전자의 외부면, 및 하우징의 내벽 사이에 정의된다. 회전자의 외부면과 벽 사이의 거리가 회전 방향으로 변하기 때문에, 폐쇄된 공간의 부피는 또한 회전 방향으로 변한다. 작동 동안, 이러한 공간이 공정 유체로 채워진다. 입구 및 출구의 위치 및 형상은 입구로부터 출구로의 공정 유체의 흐름을 제공하도록 구성된다.

[0003] 회전자의 외부면과 하우징의 내벽 사이의 가변 거리는 공동 및 회전자가 원통형이라는 것 및 회전자가 공동에 편심적으로 장착된다는 것 둘다에 의해 달성될 수 있다. 대안적으로, 공동은 다른 형상, 예를 들어 타원형일 수 있다. 공동의 단부는 하우징에 부착된 단부 캡에 의해 폐쇄된다. 회전자 및 베인은 공동을 통해 축 방향으로 연장된다. 회전식 슬라이딩 베인 기계의 실제 사용에 대한 요구 사항에 따라, 베인의 외부 가장자리, 베인의 측면 및 회전자의 측면 모두에 시일이 제공될 수 있다.

- [0004] 회전자는 외부 드라이버에 의해 구동될 수 있다. 그런 다음 회전자가 베인을 구동하고 베인은 공정 유체를 움직인다. 이 경우, 회전식 베인 기계는 공정 유체가 액체인 경우 펌프로써 작동하고, 공정 유체가 기체 또는 2상, 즉 액체와 기체의 혼합물인 경우 압축기로써 작동한다. 다른 용도에서, 공정 유체는 베인 및 그에 따라 회전자를 구동시켜 외부 작업을 수행할 수 있다. 이 경우, 회전식 베인 기계는 공정 유체가 액체인 경우 유압 모터(hydraulic motor)로 작동하고 공정 유체가 기체 또는 2상인 경우 팽창기로 작동한다.
- [0005] US 3130673 A호는 베인이 슬롯에서 자유롭게 미끄러져서 회전하는 동안 원심력으로 인해 회전자의 내벽을 지지하는 회전식 베인 펌프를 설명한다. 또한, 펌프 내의 압력은 베인의 내측에 작용하여 베인을 내벽에 대해 강제한다.
- [0006] GB190621345A호는 원통형 공동을 구비한 케이싱과 공동 중심에 위치한 스핀들을 중심으로 독립적으로 회전 가능한 2 개의 베인을 갖는 회전식 베인 펌프를 설명한다. 상기 베인은 공동의 내부 반경과 동일한 길이를 갖는다. 원통형 벽을 구비한 중동 회전자는 케이싱에 편심으로 위치하고 스핀들은 벽 안에 있다. 베인은 두 개의 정반대 개구에 있는 회전자의 벽을 통과한다. 회전하는 동안, 회전자는 베인을 스핀들을 중심으로 회전시킨다. 회전자를 구동하기 위한 스핀들 및 샤프트는 반대쪽으로부터 공동 내로 연장한다. 이러한 방식으로, 회전하는 동안, 스핀들은 회전을 간섭하지 않으며 샤프트는 베인을 간섭하지 않는다.
- [0007] WO9943926A1호는 공동을 갖는 하우징, 하우징에 수용되고 회전자 축 및 주변 표면을 갖는 회전자, 상기 공동과 연통하는 입구 및 출구 통로, 각각 하우징의 내부 표면으로부터 회전자 축으로 방사상으로 연장하고 회전자 내의 슬롯에 반경 방향으로 미끄러짐 가능하게 수용되는 하나 또는 그 초과 베인, 및 공동의 일 부분이고 상기 하우징의 내부 표면, 회전자의 주변 표면, 및 적어도 하나의 베인의 측면에 의해 정의되는 적어도 하나의 작업 챔버를 포함하는 회전식-피스톤 기계를 기술한다. 각각의 베인은 축을 중심으로 제어 압의 일 단에 관성적으로 연결되어 있고, 타단에는 하우징의 공동을 통해 중심으로 연장하는 축과 일치하는 중심 축을 갖는 고정된 액슬 샤프트에 피벗식으로 저널링되며, 이러한 축은 회전자 축과 평행하게 연장하고 회전자 축으로부터 이격되고 회전자는 동력 인출 또는 동력 입력 장치를 적절히 구성한다.
- [0008] 모든 회전식 슬라이딩 베인 기계에 대해, 압력은 입구로부터 출구까지 변화한다. 결과적으로, 베인에 걸쳐 다양한 차압이 있으며, 이는 베인에 작용하는 접선력을 변화시킨다. 정상적으로, 회전하는 동안 접선력의 방향이 변경된다.
- [0009] 각 베인에 작용하는 접선력에 의해 베인에 굽힘 모멘트가 생성된다. 접선력과 굽힘 모멘트는 슬롯 내의 베인에 작용하는 힘에 의해 흡수된다. 원칙적으로, 이러한 힘은 접선력과 반대 방향으로 작용하는 슬롯의 외측 단부에서의 하나의 힘과 접선력과 동일한 방향으로 작용하는 슬롯의 내측 단부에서의 하나의 힘으로 구성된다. 접선력과 굽힘 모멘트는 또한 슬롯 내에서 베인을 기울여 슬롯의 힘 주변 영역으로의 슬라이딩 영역을 감소시킨다. 회전하는 동안 접선력이 방향을 변경하므로, 베인이 슬롯에서 앞뒤로 기울어진다. 베인에 작용하는 관성력으로 인한 동적 힘도 있다.
- [0010] 슬롯 내 힘은 베인과 슬롯 내 회전자 사이의 상대적인 슬라이딩 동안 마찰을 증가시켜 슬라이딩을 줄이고 베인의 마모를 증가시킬 수 있다. 마찰을 줄이는 한 가지 방법은 슬라이드 베어링을 사용하는 것이다. 슬라이드 베어링은 건식, 고상 윤활, 액체 윤활유에 의해 윤활 처리 또는 공정 유체에 의해 윤활 처리될 수 있다.
- [0011] 슬롯 내에서 베인을 윤활하는 한 가지 방법은 유체역학적 베어링, 즉 베인의 움직임에 의해 패드와 베인 사이에 윤활유 막이 쌓이는 베어링 패드를 구비한 베어링을 사용하는 것이다. 그러나, 베인의 이동 방향의 연속적인 변화는 충분히 두꺼운 윤활유 막이 쌓이는 것을 막을 수 있으며, 따라서 유체역학적 베어링은 적합하지 않다. 윤활의 또 다른 방법은 기존의 정수압 베어링, 즉 가압된 윤활유의 연속 공급에 의해 패드와 베인 사이에 윤활유 막이 쌓이는 베어링 패드를 구비한 베어링을 사용하는 것이다. 그러나 이것이 작동하기 위해서는 고성능 회전 슬라이딩 베인 기계에서 윤활유가 고압이어야 하고, 고압 윤활유의 공급에는 고압 펌프와 고압 윤활유의 회전 슬라이딩 베인 기계의 회전 부품으로의 전달이 필요하며, 이는 특히 회전 시일의 필요성으로 인해 비용이 많이 들고 복잡할 수 있다. 또한, 베인의 양측에서 일정한 고압의 윤활유는 베인이 기울어지는 동안 윤활유의 높은 누출을 야기할 것이며, 이는 베인을 가로지르는 차압에 의해 접선력에 더하여 발생하는 힘을 생성하기 때문에 바람직하지 않을 것이다.
- [0012] 또한, 많은 서비스에서, 공정 유체를 오염시키지 않기 위해, 액체 공정 유체 이외의 윤활유가 바람직하지 않을 수 있다. 회전식 슬라이딩 베인 기계를 발전 과정의 증기 팽창기 또는 산업 공정에서 열 펌프의 압축기로 사용하는 예들이 포함된다.

발명의 내용

- [0013] 본 발명의 목적은 고압 윤활유를 공급할 필요가 없고 기계의 회전 부분으로 고압 윤활유를 전달할 필요가 없는 윤활된 베인을 구비한 회전식 슬라이딩 베인 기계를 제공하는 것이다. 본 발명의 다른 목적은 공정 유체가 오염되지 않은 윤활 베인을 구비한 회전식 슬라이딩 베인 기계를 제공하는 것이다. 본 발명의 다른 목적은 조립 및 유지 보수에 대해 효율적이고 유리한 디자인의 윤활된 베인을 구비한 회전식 슬라이딩 베인 기계를 제공하는 것이다. 또 다른 목적은 본 발명이 적어도 종래 기술에 대한 대안을 제공하는 것이다.
- [0014] 본 발명의 다른 특징, 장점 및 목적 및 이들이 달성되는 방법은 상세한 설명, 도면 및 청구 범위로부터 나타날 것이다.
- [0015] 따라서 본 발명은 유체 처리용 회전식 슬라이딩 베인 기계에 관한 것으로, 상기 회전식 슬라이딩 베인 기계는 공정 유체용 입구 및 출구를 구비한 공동을 형성하는 내벽을 구비한 하우징; 상기 공동 내에 회전자 축을 구비한 회전자로서, 상기 회전자의 외부면과 하우징의 내벽 사이의 거리가 회전 방향으로 변화하는, 회전자; 및 상기 회전자 내 외향 슬롯에 배열되는 베인으로서, 회전 동안 상기 베인과 상기 회전자 사이에 상대적인 슬라이딩이 있으며, 상기 베인은 상기 회전자의 외부면과 상기 하우징의 내벽 사이로 연장되는, 베인을 포함한다.
- [0016] 본 발명에 따라, 상기 회전식 슬라이딩 베인 기계는 각각의 베인에 대해 적어도 한 쌍의 정수압 슬라이드 베어링을 포함하고, 각각의 쌍의 정수압 슬라이드 베어링은 상기 베인의 각 측면 상에 하나의 정수압 슬라이드 베어링을 포함하고 각각의 정수압 슬라이드 베어링은 가변 부피를 갖는 베어링 유체 챔버; 베어링 유체 공급원과 베어링 유체 챔버 사이에 흐름 제한부를 구비한 베어링 유체 공급 라인; 상기 베인과 대향하는 베어링 면을 구비하고 반대되는 마주하는 측면이 상기 베어링 유체 챔버와 대향하는 베어링 패드로서, 상기 베어링 패드는 상기 베어링 유체 챔버 쪽으로 그리고 상기 베어링 유체 챔버로부터 먼 쪽으로 이동 가능하고, 상기 베어링 유체 챔버를 향하는 상기 베어링 패드의 이동은 상기 베어링 유체 챔버 부피의 감소에 대응하고, 상기 베어링 유체 챔버로부터 먼 쪽으로 상기 베어링 패드의 이동은 상기 베어링 유체 챔버 부피의 증가에 대응하는, 베어링 패드, 및 베어링 유체를 상기 베어링 패드 면과 상기 베인 사이의 베어링 유체 막에 공급하기 위한, 상기 베어링 유체 챔버와 베어링 패드 면 사이의 베어링 유체 채널을 포함한다.
- [0017] 회전 동안, 공정 유체의 압력 변화가 상기 베인 상에 변화하는 접선력을 유발하여, 베인이 상기 베어링 패드 쪽으로 그리고 상기 베어링 패드로부터 먼 쪽으로 기울어진다. 상기 베인이 상기 베어링 패드 쪽으로 기울어질 때, 상기 베인이 상기 베어링 패드를 상기 베어링 유체 챔버 쪽으로 강제하여, 상기 베어링 유체 챔버의 부피를 감소시키고, 상기 베어링 유체 공급 라인의 흐름 제한부가 상기 베어링 유체 공급원으로서의 베어링 유체의 복귀를 제한하여, 상기 베어링 유체 챔버 내의 베어링 유체의 가압을 유발하여 상기 베어링 유체를 고압 베어링 유체로 만들어서, 고압 베어링 유체가 상기 베어링 유체 챔버로부터 상기 베어링 유체 채널을 통하여 상기 베어링 패드 면으로 그리고 상기 슬라이드 베어링 유체 막으로 흐른다.
- [0018] 또한, 상기 베인이 상기 베어링 패드로부터 먼 쪽으로 기울어질 때, 공급 압력으로 베어링 유체가 상기 베어링 유체 공급 라인으로부터 상기 베어링 유체 챔버로 흘러 상기 베어링 유체 챔버의 부피를 증가시키고, 이는 결국 상기 베인 쪽으로 상기 베어링 패드를 강제하여 동시에 공급 압력 베어링 유체가 상기 베어링 유체 챔버로부터 상기 베어링 유체 채널을 통하여 상기 베어링 패드 면으로 그리고 슬라이드 베어링 유체 막으로 흐른다.
- [0019] 일 실시예에서, 베어링 유체 챔버의 가변 부피는 상기 베어링 유체 챔버의 벽이 가요성 멤브레인에 의해 형성되는 것에 의해 달성된다. 상기 베어링 유체 챔버와 대향하는 상기 베어링 패드의 측면은 상기 멤브레인과 접하거나 상기 멤브레인에 연결될 수 있다. 대안적으로, 상기 멤브레인은 다른 형상을 취할 수 있고, 예를 들면 링-형상의 가요성 외측부 및 강성의 중앙 부분을 가질 수 있으며, 이는 베어링 패드에 연결될 수 있다.
- [0020] 다른 실시예에서, 상기 베어링 유체 챔버는 저부를 구비한 실린더 및 상기 실린더에 수용된 저부를 구비한 플런저에 의해 형성된다. 상기 베어링 유체 공급 라인은 상기 플런저 저부 근처 또는 상기 플런저 저부에서 상기 실린더의 개구에 연결되고, 상기 베어링 패드는 상기 플런저에 연결되고, 상기 베어링 유체 채널은 상기 플런저 내의 개구와 상기 베어링 패드 면 사이로 연장한다. 이러한 실시예에서, 상기 베인이 상기 베어링 패드 쪽으로 기울어질 때, 상기 베인은 상기 베어링 패드와 상기 플런저를 상기 실린더 저부 쪽으로 강제하고, 상기 베어링 유체 공급 라인의 흐름 제한부는 상기 베어링 유체 공급원으로서의 베어링 유체의 복귀를 제한하고, 상기 플런저는 상기 실린더 내의 상기 베어링 유체를 가압하여 상기 베어링 유체를 고압 베어링 유체로 만들고, 고압 베어링 유체가 상기 실린더로부터 상기 베어링 유체 채널을 통하여 상기 베어링 패드 면으로 그리고 상기 슬라이드 베어링 유체 막으로 흐른다. 또한, 상기 베인이 상기 베어링 패드로부터 먼 쪽으로 기울어질 때, 공급 압력으로

베어링 유체는 상기 베어링 유체 공급 라인으로부터 상기 실린더로 흘러서, 상기 플런저 및 상기 베어링 패드를 상기 베인 쪽으로 강제하고, 동시에 공급 압력 베어링 유체는 실린더로부터 상기 베어링 유체 채널을 통하여 상기 베어링 패드 면으로 그리고 상기 슬라이드 베어링 유체 막으로 흐른다.

[0021] 베어링 유체 공급 라인의 흐름 제한부는 베어링 유체 공급 라인의 직경, 길이, 및 형상이 상기 정수압 슬라이드 베어링의 실제 설계에 적용함으로써 상기 베어링 유체 공급 라인 자체에 의해 제공될 수 있다. 대안적으로, 또는 이에 부가하여, 베어링 유체 공급 라인의 흐름 제한부는 별개의 흐름 제한기에 의해 제공할 수 있다. 이러한 흐름 제한기는 흐름 감소기, 예를 들면 라인의 수축, 또는 체크 밸브, 예를 들면 리드 밸브에 의해 형성될 수 있다.

[0022] 상기 베어링 유체 채널은 또한 흐름 제한부를 가질 수 있다. 이는 상기 베어링 유체 채널의 직경, 길이, 및 형상을 상기 정수압 슬라이드 베어링의 실제 설계에 적용함으로써 상기 베어링 유체 채널 자체에 의해 제공될 수 있다. 대안적으로, 또는 이에 부가하여, 베어링 유체 채널의 흐름 제한부가 별개의 흐름 제한기로 제공될 수 있다. 이러한 흐름 제한기는 흐름 감소기, 예를 들면, 라인의 수축, 또는 체크 밸브, 예를 들면, 리드 밸브에 의해 형성될 수 있다.

[0023] 베어링 패드 면이 평면일 수 있고, 베어링 유체 채널이 평평한 면의 개구에 출구를 가질 수 있다. 대안적으로, 베어링 패드 면은 리세스를 가질 수 있고, 베어링 유체 채널은 리세스 내의 개구에 출구를 가질 수 있다.

[0024] 정수압 슬라이드 베어링의 설계 외에, 본 발명에 따라 회전식 슬라이딩 베인 기계는 임의의 설계를 가질 수 있다. 상기 베인은 방사형일 수 있거나 외측으로 경사지게 향할 수 있다. 또한, 베인은 원심력에 의해, 유압식으로, 또는 기계식으로 하우징의 내벽 쪽으로 강제될 수 있다. 일부 회전식 슬라이딩 베인 기계에서, 베인은 또한 회전 동안 피벗될 수 있다. 이러한 종류의 기계에서, 본 발명에 따른 회전식 슬라이딩 베인 기계의 정수압 슬라이드 베어링은 또한 베인용 피벗 베어링을 포함하는 베어링 장치의 부분을 형성할 수 있다.

[0025] 베인의 개수는 실제 설계에 따라 다르며 전형적으로 2개와 10개 사이이다.

[0026] 본 발명의 실시예는 이제 첨부 도면을 참조하여 특정 설계를 갖는 회전식 슬라이딩 베인 기계에 대해 설명될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 본 발명에 따른 회전식 슬라이딩 베인 기계의 단면도이며,

도 2는 회전식 슬라이딩 베인 기계에서 베인에 가해지는(attack) 힘을 나타내는 단면도이며,

도 3a 및 도 3b는 본 발명에 따른 회전식 슬라이딩 베인 기계의 정수압 슬라이드 베어링을 도시한 단면도이며,

도 4a는 도 1의 정수압 슬라이드 베어링을 더 자세히 나타내는 단면도이며,

도 4b는 도 4a의 정수압 슬라이드 베어링의 변형예를 나타내는 단면도이며,

도 5는 본 발명에 따른 회전식 슬라이딩 베인 기계의 정수압 슬라이드 베어링을 도시한 단면도이며,

도 6은 본 발명에 따른 정수압 슬라이드 베어링을 구비한 카세트의 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 도 1은 축 방향에서 본, 본 발명에 따른 회전식 슬라이딩 베인 기계(1)의 단면도이다. 하우징(2)은 공동 축(cavity axis)(43)을 갖는 원통형 공동(4)를 형성하는 내벽(3)을 갖는다. 입구 채널(6)은 공정 유체를 위한 입구(5)로부터 공동(4)으로 연장되고, 출구 채널(8)은 공동(4)으로부터 공정 유체를 위한 출구(7)로 연장된다. 고정 스핀들(10)은 공동(4) 중앙에 위치된다. 스핀들(10) 주위에 링 부분(44)을 포함하는 6개의 중심 아암 및 링 부분(44)으로부터 반경 방향 외측으로 연장되는 로드 부분(45)은 스핀들(10)을 중심으로 독립적으로 회전 가능하다. 다른 중심 아암의 링 부분이 회전방 중심 아암의 링 부분 뒤에 숨겨져 있는 동안, 회전방 중심 아암(44, 45)은 실선으로 표시된다. 다른 중심 아암의 로드 부분의 대부분은 점선으로 표시된다.

[0029] 원통형 회전자(9)는 도시되지 않은 저널링된 샤프트에 연결되고, 방향(11)으로 회전자 축(42)을 중심으로 공동(4)에서 편심 회전한다. 베인(12)은 정수압 슬라이드 베어링(20)에 의해 회전자(9)의 반경 방향 슬롯(13)에 슬라이딩 가능하게 배열된다. 각각의 베인(12)의 내측 부분은 피벗(46)을 통해 중심 아암의 로드 부분(45)의 베인 링(49)에 피벗 가능하게 연결되며, 이는 베인(12)이 스핀들(10) 및 공동 축(43)으로부터 일정한 거리를 유지하

고 또한 각각의 베인(12)은 축(43)을 중심으로 독립적으로 회전 가능하다는 것을 의미한다. 정수압 베어링(20)은 베인(12)을 슬롯(13) 내 제자리에 유지하고 베인(12)이 바깥 쪽을 향하도록 한다. 원심력은 또한 베인(12)을 외부로 강제하는데 기여한다. 베인(12)은 하우징(2)의 내벽(3)으로 연장되고 밀봉 헤드(47)는 베인(12)과 벽(3) 사이를 밀봉한다. 회전자(9)의 회전 동안, 베인(12)은 피벗(46)을 중심으로 피벗되고 정수압 베어링(20) 내에서 미끄러져서 회전자(9)의 편심으로 인한 회전자(9)와 공동(4) 사이의 다양한 상대적 위치에 적응된다.

[0030] 회전자(9)가 공동(4)에 편심적으로 장착되기 때문에, 회전자(9)의 외부면(14)과 하우징(2)의 내벽(3) 사이의 거리는 회전 방향(11)으로 변한다. 베인(12), 벽(3), 및 회전자 외부면(14) 사이에 공간(15)이 형성되고 면(14)과 벽(3) 사이의 거리가 회전 방향(11)으로 변하기 때문에, 공간(15)의 부피도 회전 방향(11)으로 변한다. 회전식 슬라이딩 베인 기계를 사용하는 동안, 공간(15)은 공정 유체로 채워진다. 다양한 부피의 공간(15)은 공정 유체의 순 흐름이 입구(5)에서 출구(7)로 흐르도록 한다. 입구(5)에서, 공간(15)은 입구 압력을 갖고, 출구(7)에서 공간(15)은 출구 압력을 갖는다. 공간(15)의 압력은 따라서 회전자(9) 주위에서 변한다.

[0031] 도 2는 도 1의 회전식 슬라이딩 베인 기계에서 상부 베인에 가해지는 힘을 도시하고 회전자로부터 바깥 쪽을 가리키는 베인을 구비한 종래 기술의 회전 슬라이딩 베인 기계에도 적용되는 단순화된 단면도이다. 베인(12)은 축 방향으로 보여지는 슬롯(13)에 위치된다. 도 2의 목적이 베인(12)에 가해지는 힘을 나타내는 것이기 때문에, 도 1에 도시된 슬라이드 베어링은 도 2에서 생략된다. 베인(12)과 슬롯(13)의 벽 사이의 갭은 예시를 위해 과장되어 있다. 베인(12)의 일측의 공간(15')은 압력(p_1)을 가지며, 베인(12)의 타측의 공간(15'')은 압력(p_1)보다 높은 압력(p_2)을 갖는다. 따라서, 베인(12)을 가로 지르는 차압이 존재한다. 차압의 힘은 차압과 차압에 노출된 베인의 면적의 곱과 동일한 크기를 갖는 결과적인 접선력(R)으로 나타낼 수 있다. 접선력(R)은 도시된 바와 같이 베인(12)을 기울인다. 접선력(R)은 또한 베인(12)을 약간 구부리는 굽힘 모멘트를 생성한다. R 및 굽힘 모멘트는 슬롯(13)의 상부에서 반력(F1)에 의해 슬롯(13)에서 흡수되고, 슬롯(13)의 내부 단부에서 더 작은 반력(F2)이 흡수된다. F2가 R과 같은 방향으로 향하는 동안, F1이 R과 대향되게 지향된다.

[0032] 평형 조건에 인해:

[0033] $F1 = F2 + R$

[0034] 공간(15', 15'')의 압력이 회전 동안 변하기 때문에, 베인(12)을 가로지르는 차압도 회전 동안 변한다. 또한, 회전자 외부면(14)과 하우징 내벽(3) 사이의 거리는 회전 동안 변하기 때문에, 차압에 노출된 베인(12)의 영역도 변한다. 따라서, 접선력(R)은 회전하는 동안 변한다. 정상적으로 차압은 회전하는 동안 방향이 변경되고 이에 따라 접선력(R)도 방향으로 변경한다. 접선력(R)이 변하고 방향이 변경되면, 슬롯(13)의 힘(F1 및 F2)도 변하고 방향을 변경하고, 베인(12)은 반대 방향으로 기울어진다. 베인(12)은 이에 따라 회전 중에 앞뒤로 기울어진다. 차압으로 인한 힘외에도 슬롯(13)의 힘과 베인(12)의 기울어짐에 기여하는 진동, 구심 가속도, 코리올리 힘, 및 다른 관성력에 의해 유발되는 동적 힘도 있다. 슬롯의 힘은 상대 슬라이딩 동안 베인(12)과 회전자(9) 사이의 마찰을 증가시키고, 이러한 증가된 마찰은 슬라이딩을 감소시키고 베인의 마모를 증가시킬 수 있다.

[0035] 도 3a 및 도 3b는 본 발명에 따른 회전식 슬라이딩 베인 기계의 한 쌍의 정수압 슬라이드 베어링을 도시한 단면도이다. 도 3a 및 도 3b의 정수압 슬라이드 베어링은 도 1의 정수압 슬라이드 베어링과 약간 상이하다. 도 2를 참조하여 논의된 바와 같이, 베인(12)은 회전 동안 슬롯(13)에서 앞뒤로 기울어진다. 베인(12)과 슬롯(13)의 벽 사이의 갭, 베인(12)의 기울어짐, 및 베어링 패드의 이동은 예시를 위해 과장되었다.

[0036] 도 3a는 축 방향에서 볼 때 외부면(14)을 갖는 회전자(9)의 슬롯(13) 중심에 위치한 베인(12)을 도시한다. 하나의 정수압 베어링(20, 20')은 베인(12)의 각 측면에 위치된다. 정수압 베어링(20)은 슬롯(13)에 대해 횡방향으로 배열된 실린더(21)를 포함한다. 실린더(21)는 회전자(9) 자체 또는 회전자(9)에 위치한 몸체에 배치될 수 있다. 실린더(21)는 개방된 상부(22) 및 저부(23)를 갖는다. 베어링 유체 공급 라인(24)은 베어링 유체 공급 라인(36)과 실린더 저부(23)의 개구(26) 사이로 연장한다. 리세스(28)를 구비한 베어링 패드(27)는 베인(12)과 마주한다. 플런저(29)는 베어링 패드(27)와 일체형인 저부(31) 및 상부(30)를 가진다. 대안적으로, 플런저(29) 및 베어링 패드(27)는 개별 물품일 수 있고 예를 들면, 나사 결합(threading)을 통해 기계적으로 연결된다. 플런저(29)는 실린더(21) 내에 수용되고 오링(35)은 플런저(29)와 실린더(21) 사이를 실링한다. 저(219)는 플런저 저부 내의 개구(33)와 베어링 패드 리세스(28) 사이로 연장하는 베어링 유체 채널(32)을 갖는다. 베어링 유체 채널(32)은 수축부에 의해 형성된 제한기(restrictor)(34)를 갖는다. 실제 설계에 따라, 제한기(34)는 다른 형상 또는 설계를 갖거나 생략될 수 있다.

[0037] 리드 밸브(reed valve)(25)는 실린더 저부(23)의 개구(26)를 덮고 베어링 유체가 실린더(21)로부터 베어링 유체

공급 라인(24)으로 흐르는 것을 방지한다. 리드 밸브(25)는 베어링 유체 공급 제한기로서 사용될 수 있는 일종의 체크 밸브이다. 대안적으로, 체크 밸브는 베어링 유체 공급 라인(24)에 포함될 수 있다. 베어링 유체 공급 라인(24)은 채널, 보어 또는 튜브에 의해 형성될 수 있다.

- [0038] 베어링 유체 공급 라인(36)은 회전자(9)의 축 방향으로 연장되며, 베어링 유체를 정수압 베어링에 공급하는 채널, 보어, 또는 튜브의 분기된 네트워크의 일부이다. 베어링 유체는 고정식 공급원에서 공급되며 회전 중 고정식 및 회전식 부품을 통해 이송되며, 고정식 및 회전식 부품 사이를 밀봉한다.
- [0039] 회전식 슬라이딩 베인 기계의 작동 중에, 공급 압력에서의 베어링 유체는 베어링 유체 공급 라인(36)으로부터 베어링 유체 공급 라인(24)을 통해 플런저 저부(31)에 의해 정의된 실린더(21)의 부분으로, 또한 베어링 유체 채널(32)을 통해 그리고 리세스(28) 내로 공급된다. 리세스(28)로부터, 베어링 유체는 베어링 패드(27)의 표면과 베인(12) 사이에 분배되며, 여기서 유체는 베어링 유체 막을 형성한다. 베어링 패드(27)의 가장자리에서, 베어링 유체는 베어링 유체 막으로부터 슬롯(13)으로 누출되고, 최종적으로 공동 내의 공간(15')에서 끝나고, 이 공간에서 고정 유체와 혼합된다.
- [0040] 정수압 베어링(20')은 정수압 베어링(20)과 동일하며 동일한 방식으로 기능한다. 대응하는 요소는 프라임 표시된 동일한 참조 번호로 표시된다.
- [0041] 도 3b는 베인(12)이 베어링(20)쪽으로, 즉 베어링 패드(27)쪽으로 기울어질 때의 도 3a의 정수압 베어링(20, 20')을 도시한다. 이는 베어링 패드(27)와 베인(12) 사이의 베어링 유체 막의 압력을 증가시킨다. 베어링 유체 막의 증가된 압력은 베어링 패드(27)를 실린더(21) 쪽으로 그리고 플런저(29)를 실린더(21) 내로 가압하여 실린더(21) 내의 베어링 유체를 고압 베어링 유체(p_h)로 가압한다. 고압은 리드 밸브(25)를 폐쇄하고, 베어링 유체 공급 라인(24)을 통해 실린더(21)로 또는 실린더(21)로부터의 베어링 유체의 흐름이 없다. 실린더(21) 내의 고압은 또한 베어링 유체가 베어링 유체 채널(32)을 통해 리세스(28)로 흐르게 하고 상기 리세스에서 베어링 유체 막을 보충한다. 이는 실린더(21)로부터 유체를 제거하고 실린더(21)의 압력을 감소시키며, 결과적으로 베어링 유체 막은 베어링 패드(27)를 실린더(21) 쪽으로 더욱 밀어내고, 플런저(29)를 실린더(21)로 더 밀어낸다. 이는 베인(12)이 다른 방식으로 기울어질 때까지 계속된다.
- [0042] 동시에 베인(12)은 정수압 베어링(20')으로부터 먼 쪽으로, 즉, 베어링 패드(27')로부터 멀어지도록 기울어진다. 따라서 베어링 패드(27')와 베인(12) 사이의 베어링 유체 막의 압력이 감소된다. 실린더(21') 내의 압력은 베어링 유체 공급 압력(p_s)이다. 베어링 패드(27')와 베인(12) 사이의 베어링 유체 막의 압력이 감소되기 때문에, 공급 압력(p_s)은 플런저(29')와 베어링 패드(27')를 베인(12)을 향해 바깥쪽으로 밀기에 충분히 높다. 동시에 베어링 유체는 실린더(21')로부터 베어링 유체 채널(32')을 통하여 리세스(28') 내로 흐르며, 이 리세스에서 베어링 유체 막을 보충한다. 이것은 실린더(21')의 압력을 감소시키고, 결과적으로 공급 압력(p_s)의 더 많은 베어링 유체가 베어링 유체 공급 라인(24')으로부터 실린더(21')로 들어간다. 이는 플런저(29') 및 베어링 패드(27')를 베인(12) 쪽으로 더 강제하고 베어링 유체 막에 더 많은 베어링 유체를 공급한다. 이것은 베인(12)이 다른 방식으로 기울어질 때까지 계속된다.
- [0043] 수축부 또는 다른 흐름 감소기가 리드 밸브 대신 제한기(25)로 사용될 수 있다. 그렇다면, 플런저(29)에 의해 실린더(21)에 생성된 고압(p_h)은 실린더(21)로부터 베어링 유체 공급 라인(24)으로의 베어링 유체의 작은 복귀 흐름으로 인해 점차 완화될 것이다. 그러나, 베인(12)은 높은 빈도로 앞뒤로 기울어지고 따라서, 상당한 양의 베어링 유체가 베어링 유체 공급 라인(24)으로 복귀하기 전에 흐름 방향이 변경되었을 것이다.
- [0044] 베인(12)이 정수압 베어링(20, 20') 중 하나의 베어링 패드(27, 27')를 실린더(21, 21') 쪽으로 강제할 때, 다른 정수압 베어링의 베어링 패드는 베인(12) 쪽으로 이동하고, 그 반대도 마찬가지이다. 이러한 방식으로, 한 쌍의 정수압 베어링(20, 20')은 베어링 패드(27, 27')의 위치를 베인(12)의 위치에 맞추고, 동시에 베인(12)의 슬라이딩을 허용하는 베어링 유체 막을 유지한다. 특별한 장점은 베어링 패드(27, 27')가 정수압 베어링, 베인 및 슬롯을 형성하는 물품의 생산 편차 및 열 변형에도 그들의 위치를 적응시킬 수 있다는 점이다.
- [0045] 일반적으로, 표면과 유체 사이에 작용하는 힘은 유체의 압력과 표면의 면적의 곱과 같다. 그러나 정수압 베어링 패드에 대해, 베어링 유체 막 압력은 면적에 따라 변하며 베어링 패드의 가장자리에서 가장 낮다. 힘의 계산을 단순화하기 위해, 베어링 유체 막의 일정한 압력과 베어링 패드의 유효 면적이 추정된다.
- [0046] 정수압 베어링(20, 20')에 작용하는 힘은 이제 도 3b를 참조하여 논의될 것이다.
- [0047] 베어링(20)에 대해, 베어링 유체 막과 베인(12) 사이 및 또한 베어링 유체 막과 베어링 패드(27) 사이에 작용하

는 힘은

- [0048] $p_b \times A_e$ 이고,
- [0049] 여기서 p_b 는 베인(12)과 베어링 패드(27) 사이의 베어링 유체 막 압력이고, A_e 는 도 3b에서 음영으로 표시된, 베어링 패드(27)의 유효 면적이다.
- [0050] 베어링(20')에 대해, 베어링 유체 막과 베인(12) 사이 및 또한 베어링 유체 막과 베어링 패드(27') 사이에 작용하는 힘은
- [0051] $p_{b'} \times A_e$ 이며,
- [0052] 여기서 $p_{b'}$ 는 베인(12)과 베어링 패드(27') 사이의 베어링 유체 막 압력이고, A_e 는 도 3b에서 음영으로 표시된, 베어링 패드(27)와 동일한 크기의 베어링 패드(27')의 유효 면적이다.
- [0053] 베인(12)이 도 3b에서와 같이 베어링 패드(27)쪽으로 기울어질 때, 도 2에서 반력(F_t)과 대항하는 동일한 접선력(F_t)이 베인(12)으로부터 베어링(20)의 베어링 유체 막에 작용한다. 베어링(20')의 베어링 유체 막으로부터의 베인(12)의 힘이 이 힘에 추가된다. 따라서 베어링(20)의 베어링 유체 막에 작용하는 베인(12)으로부터의 총 힘은:
- [0054] $F_t + (p_{b'} \times A_e)$ 이다.
- [0055] 이 힘은 베어링(20)의 베어링 유체 막에 작용하는 베어링 패드(27)로부터의 힘과 동일하다, 즉,
- [0056] $F_t + (p_{b'} \times A_e) = p_b \times A_e$
- [0057] 베어링(20')의 베어링 유체 막 압력($p_{b'}$)이 정수압 베어링(20)의 하중을 증가시키고 베어링(20)의 베어링 유체 막 압력(p_b)에 대한 요구를 증가시킨다는 것을 알 수 있다. 그러나, 베어링 유체 막 압력은 작동 중에 변한다. 베인(12)이 베어링(20)쪽으로 기울어지고 베어링 유체 압력(p_b)이 증가하면, 베인(12)은 동시에 베어링(20')으로부터 먼 쪽으로 기울어지고, 베어링 유체 압력($p_{b'}$)이 감소된다. 베어링(20')의 베어링 유체 막 압력($p_{b'}$)의 감소는 베어링(20)의 요구되는 압력(p_b)을 감소시킨다. 베어링의 하중을 감소시키고 회전식 슬라이딩 베인 기계의 주어진 크기의 베어링의 요구된 크기를 감소시키기 때문에, 이는 큰 이점이다. 또한, 베인이 기울어진 베어링에서 베어링 유체 막 압력의 이러한 감소는 또한 이 베어링으로부터의 베어링 유체의 누출을 감소시킨다. 이는 또한 본 발명에 따른 정수압 베어링이 작동 중에 회전식 슬라이딩 베인 기계의 비대칭 하중 사이클 또는 가변 하중에 적응할 수 있음을 의미한다.
- [0058] 작동 중에, 접선력(F_t)의 방향은 높은 빈도로 변하고, 베어링 패드와 플런저는 동일한 빈도로 앞뒤로 움직인다. 베어링 패드와 플런저가 속도와 이동 방향을 바꿀 때마다, 베어링 패드와 플런저는 가속된다. 이 가속은 정수압 베어링의 힘의 계산을 복잡하게 한다. 그러나, 이동 중 일부 장소에서 가속도는 0이고, 베어링 유체 막으로부터 베어링 패드에 작용하는 힘은 실린더 내의 베어링 유체로부터 플런저에 작용하는 힘과 동일하다.
- [0059] 그리고, 베인(12)이 베어링 패드(27)쪽으로 기울어질 때, 다음이 적용된다:
- [0060] $p_b \times A_e = p_h \times A_p$
- [0061] 여기서 p_b 및 A_e 는 위에서 정의된 바와 같고,
- [0062] p_h 는 플런저(29)로부터의 가압으로 인한 실린더(21) 내 고압이며,
- [0063] A_p 는 플런저 바닥(31, 31')의 면적이다.
- [0064] 동시에, 베인(12)은 베어링 패드(27')로부터 멀어지게 기울어지고, 다음이 적용된다:
- [0065] $p_{b'} \times A_e = p_s \times A_p$
- [0066] 여기서 $p_{b'}$, A_e 및 A_p 는 위에서 정의된 바와 같고,

- [0067] p_s 는 베어링 유체 공급 라인(24')으로부터 실린더(21') 내의 공급 압력이다.
- [0068] 또한, 베인(12)이 베어링(20) 쪽으로 기울어질 때 베어링 유체가 실린더(21)로부터 베어링(20)의 베어링 유체 막으로 흐르기 위해서는, 다음 사항이 적용되어야 한다:
- [0069] $p_b < p_h$
- [0070] 그리고, 베인(12)이 베어링(20')으로부터 먼 쪽으로 기울어질 때 베어링 유체가 실린더(21')로부터 베어링(20')의 베어링 유체 막으로 흐르기 위해서는 다음 사항이 적용되어야 한다:
- [0071] $p_{b'} < p_s$
- [0072] 베어링의 양호한 기능을 보장하기 위해, 바람직하게는:
- [0073] $A_p < A_c$ 가 발견되었다.
- [0074] A_c 는 전형적으로 베어링 패드 면적의 60 내지 80%이다.
- [0075] 전형적으로 회전 속도는 500 내지 3600 rpm이다. 공정 유체 압력은 전형적으로 1 내지 16 bar이다. 베어링 유체 공급 압력(p_s)은 공정 유체 압력보다 더 높아야 하며 전형적으로 10 내지 40 bar이다. 전형적으로, 베어링 유체 고압(p_h)은 10 내지 100 bar이다.
- [0076] 본 발명에 따른 정수압 베어링은 그 자체가 필요한 고압 베어링 유체를 제공한다. 따라서, 베어링 유체는 적당한 공급 압력에서 회전식 시일(seal)을 통해 회전자에 공급될 수 있으며, 이는 베어링 유체를 고압으로 공급하는 것보다 기술적으로 훨씬 간단하다.
- [0077] 도 4a는 도 1의 상부 베인(12) 및 그 상부 베인의 정수압 슬라이드 베어링을 더 자세하게 도시하는 단면도이다. 슬롯(13)의 상부 근처에 위치한 한 쌍의 외측 정수압 베어링(20 및 20')과 슬롯(13)의 내부 단부 근처에 위치한 한 쌍의 내측 정수압 베어링(50, 50')이 있음을 알 수 있다. 도 2에 도시된 바와 같이, 외측 정수압 베어링(20, 20')은 반력(F_1)을 제공하고, 내측 정수압 베어링(50, 50')은 반력(F_2)을 제공한다.
- [0078] 도 4a의 정수압 슬라이드 베어링은 도 3a 및 도 3b의 정수압 슬라이드 베어링과 유사하게 기능하지만, 약간의 차이가 있다. 도 4a의 정수압 베어링(20)의 베어링 패드(27)는 베어링 금속의 면(37) 및 플런저(29)와 일체형인 베어링 패드 기초부(39)를 포함한다. 실린더(21)는 연장부(41)를 가지며, 베어링 유체 공급 라인(24)은 이러한 연장부에 연결된다. 실린더(21)에는 리드 밸브가 없고, 대신 베어링 유체 공급 라인(24)에는 제한기(25)가 있다.
- [0079] 교환 가능한 인서트(48)는 플런저(29) 내에서 베어링 패드(27)의 중심의 나사식 연결부(38)로 베어링 패드 기초부(39)에 나사 결합된다. 인서트(48)는 실린더(21)를 베어링 패드 리세스(28)와 연결하는 베어링 유체 채널(32)을 갖는다. 삽입 및 제거를 가능하게 하는, 적합한 키(key), 예를 들면, 6각형 키와 부합하는 내부 스크류 드라이브(40)를 갖는다. 인서트(48)는 상이한 작동 조건에 적응하기 위해 상이한 흐름 제한부를 갖는 베어링 유체 채널(32)로 상이한 방식으로 제조될 수 있다. 외측 정수압 베어링(20, 20')은 상이한 인서트(48, 48')를 가지며, 내측 정수압 베어링(50, 50')은 또한 상이한 인서트(58, 58')를 갖는 것이 보여진다. 이것은 다른 정수압 베어링의 다른 힘에 대한 적응이다.
- [0080] 도 4b는 도 4a의 정수압 슬라이드 베어링의 변형예를 나타내는 단면도이다. 도 4b에서, 외측 정수압 베어링(20)의 베어링 패드 기초부(39)는 베인(12)의 일측상의 연결 바(55)에 의해 내측 정수압 베어링(50)의 베어링 패드 기초부(59)에 연결되고, 외측 정수압 베어링(20')의 베어링 패드 기초부(39')가 베인(12)의 다른 측면상의 연결 바(55')에 의해 내측 정수압 베어링(50')의 베어링 패드 기초부(59')에 연결된다. 도 4b는 베어링 패드 기초부(39, 59)와 연결 바(55)를 일체로 도시하고, 베어링 패드 기초부(39', 59') 및 연결 바(55')를 일체로 도시한다. 대안적으로, 베어링 패드 기초부는 예를 들어 볼트 결합에 의해 연결 바에 기계적으로 연결될 수 있다.
- [0081] 도 5는 본 발명에 따른 회전식 슬라이딩 베인 기계의 정수압 슬라이드 베어링의 다른 실시예를 도시한 단면도이다. 전술한 정수압 슬라이드 베어링과 같이, 베인(12)의 각각의 측면 상에 하나의 정수압 슬라이드 베어링을 포함하는 한 쌍의 정수압 슬라이드 베어링이 있다. 그러나, 하나의 정수압 슬라이드 베어링만이 도 5에 도시되어 있다.

- [0082] 도 5의 정수압 슬라이드 베어링은 회전자(9)에 형성된 베어링 유체 챔버(81)를 포함한다. 베어링 유체 챔버(81)는 가요성 멤브레인(80)에 의해 형성되는 벽들 중 하나에 의해 이루어지는 가변 부피를 갖는다. 멤브레인(80)은 강철로 만들어진 원형 주름을 구비한 원형이다. 멤브레인(80)의 림(rim; 90)은 예를 들어 용접에 의해 회전자(9)의 면(91)에 부착된다.
- [0083] 흐름 제한기(85)를 갖는 베어링 유체 공급 라인(84)은 베어링 유체 챔버(81)의 연장부(83)에 연결된다. 리세스(88)를 구비한 가동 베어링 패드(87)는 베인과 마주하고 베어링 패드(87)의 반대쪽 측면은 베어링 유체 챔버(81)와 대향한다. 베어링 유체 챔버(81)에 대향하는 베어링 패드(87)의 측면은 멤브레인(80)의 중심 부분(86)에 인접하는 보스(89)를 갖는다. 도시된 실시예에서, 보스(89)는 또한 중심 부분(86)에 연결된다. 이 연결은 용접 결합 또는 볼트 체결에 의해 이루어질 수 있다.
- [0084] 베어링 유체의 흐름 제한부를 갖는 베어링 유체 채널(82)은 베어링 패드(87)와 베인(12) 사이의 베어링 유체 막으로 베어링 유체를 공급하기 위해, 베어링 유체 챔버(81)로부터 멤브레인(80)의 중심 부분(86)을 통해 베어링 패드(87)를 통해 베어링 패드 리세스(88)까지 연장된다.
- [0085] 베인(12)이 베어링 패드(87) 쪽으로 기울어지면, 베어링 패드(87)와 베인(12) 사이의 베어링 유체 막의 압력이 증가하고, 베어링 패드(87)는 베어링 유체 챔버(81) 쪽으로 가압된다. 막(80)은 안쪽으로 구부러지고 베어링 유체 챔버(81)를 압축한다. 베어링 유체 공급 라인(84)의 흐름 제한기(85)는 베어링 유체 공급 라인(84)으로의 베어링 유체의 복귀를 제한하여 베어링 유체 챔버(81) 내의 베어링 유체의 가압을 유발하여 베어링 유체를 고압 베어링 유체로 만든다. 이어서, 고압 베어링 유체는 베어링 유체 챔버(81)로부터 베어링 유체 채널(82)을 통해 베어링 패드 리세스(88)로 그리고 베어링 패드(87)와 베인(12) 사이의 베어링 유체 막으로 흐른다.
- [0086] 베인(12)이 베어링 패드(87)으로부터 먼 쪽으로 기울어질 때, 베어링 패드(87)와 베인(12) 사이의 베어링 유체 막의 압력이 감소된다. 베어링 유체 챔버(81)의 압력은 멤브레인(80)을 바깥쪽으로 구부림으로써 베어링 유체 챔버(81)를 팽창시키고 베어링 패드(87)를 베인(12) 쪽으로 강제한다. 이는 베어링 유체 챔버(81)의 압력을 감소시키고, 공급 압력에서 베어링 유체는 베어링 유체 공급 라인으로부터 베어링 유체 챔버(81)로 흐른다. 이는 베어링 유체 챔버(81)의 압력을 증가시키며, 이는 결국 베어링 패드(87)를 베인(12) 쪽으로 추가로 강제한다. 동시에 공급 압력 베어링 유체는 베어링 유체 챔버(81)로부터 베어링 유체 채널(82)을 통해 베어링 패드 리세스(88)로 그리고 베어링 패드(87)와 베인(12) 사이의 베어링 유체 막으로 흐른다.
- [0087] 베어링 유체는 오일 기반일 수 있다. 그러나, 공정 유체를 오염시키지 않기 위해, 베어링 유체는 공정 유체에 유해하지 않은 유체일 수 있다. 하나의 대안에서, 베어링 유체는 공정 유체이거나 공정 유체로부터 유래된다. 하나의 예는 회전식 슬라이딩 베인 기계가 증기 팽창기로 사용되는 경우이다. 이때, 베어링 유체는 물일 수 있다. 공정 유체가 기체 또는 2 상인 경우, 예를 들어 증기 팽창기에 존재하는 경우, 공정 유체는 베어링 유체로 사용되기 전에 액화될 수 있다. 베어링 유체는 회전식 슬라이딩 베인 기계의 상류 또는 하류의 공정 유체로부터 유래될 수 있다. 이러한 방식으로, 펌프에 대한 요구 없이 공급 압력이 제공될 수 있다. 대안적으로, 공정 유체는 펌프에 의해 압력을 공급하도록 가압될 수 있다.
- [0088] 오일이 없는 윤활유, 예를 들면, 물이 사용되는 경우, 오일 기반 윤활유를 사용하는 경우보다 더 높은 베어링 유체 막 압력이 필요할 수 있다. 본 발명은 고압 공급에 대한 필요 없이 고압 베어링 유체 막을 제공하고, 따라서 본 발명은 오일이 없는 윤활유를 사용할 때 유리하다.
- [0089] 회전식 슬라이딩 베인 기계의 축 방향 범위는 실제 설계에 따라 다르다. 일 실시예에서, 각각의 베인에 대해, 2 또는 그 초과인 쌍의 정수압 슬라이드 베어링이 회전식 슬라이딩 베인 기계의 축방향으로 배열된다. 따라서, 베인의 각 측면에는 2개, 3개, 또는 그 초과인 외측 정수압 베어링 및 동일한 구성의 내측 정수압 베어링이 있을 수 있다. 이러한 방식으로, 베인의 범위를 축방향으로 덮는 베어링 배열체가 제공될 수 있다.
- [0090] 일 실시예에서, 하나 초과인 베어링 유체 챔버가 베어링 패드에 연결되거나 베어링 패드와 일체화된다. 일 예로서, 동일한 베어링 패드는 베인의 축 방향 길이에 걸쳐 연장될 수 있고, 베어링 패드는 대응하는 실린더를 갖는 2개의 플런저에 연결될 수 있고, 실린더는 동일한 반경에 위치하지만 상이한 축 위치에 위치된다.
- [0091] 도 6은 본 발명에 따른 정수압 베어링이 카세트(70)에 포함되는 실시예를 도시한다. 카세트(70)는 베인용 정수압 베어링을 포함하는 몸체(75)와 카세트(70)의 상부를 형성하고 회전자(9)의 제 위치에 카세트를 유지하도록 기능하는 헤드(72)를 포함한다. 화살표(71)는 회전자 축(42)에 평행한 카세트(70)의 길이 방향을 정의한다. 헤드(72)를 회전자(9)에 체결하기 위한 볼트(73)는 헤드(72)의 가장자리를 따라 보여진다. 베인(12)용 슬롯(13)은 카세트(90)의 길이 방향으로 연장한다. 유체 공급 라인(36, 도 3a, 도 3b)을 지지하기 위한 연결부(76)는 카세트

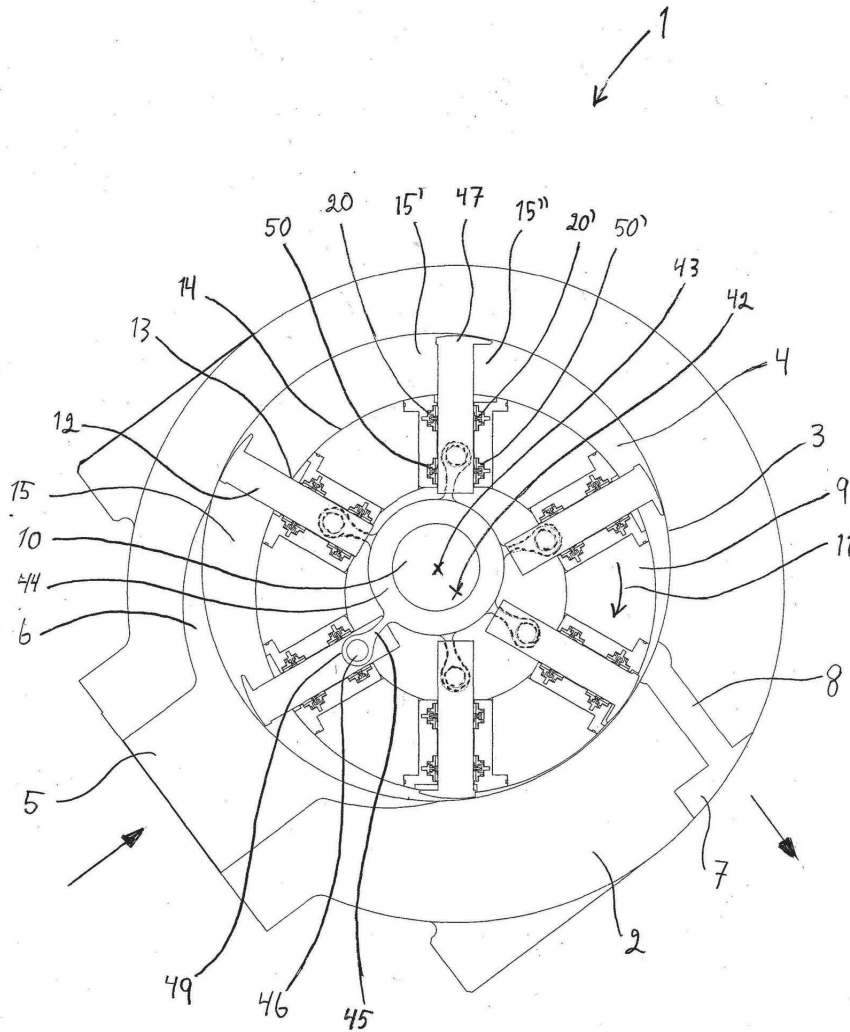
의 단부에서 보여진다.

[0092]

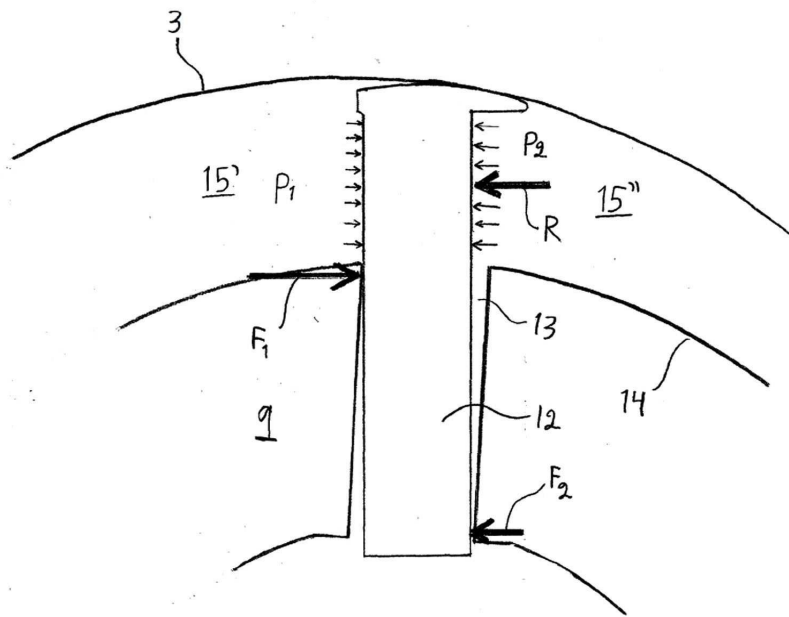
카세트(70)는 회전자의 조립 중에 회전자(9)에 삽입되어 정수압 베어링의 장착을 용이하게 한다. 카세트(70)는 교환 가능하여, 이에 의해 정수압 베어링과 베인을 유지하는 유리한 방법을 가능하게 한다. 베인은 카세트가 회전자에 장착된 후 슬롯에 삽입될 수 있다. 대안적으로, 각각의 카세트는 베인을 포함하는데, 즉 베인은 카세트의 일부를 형성한다.

도면

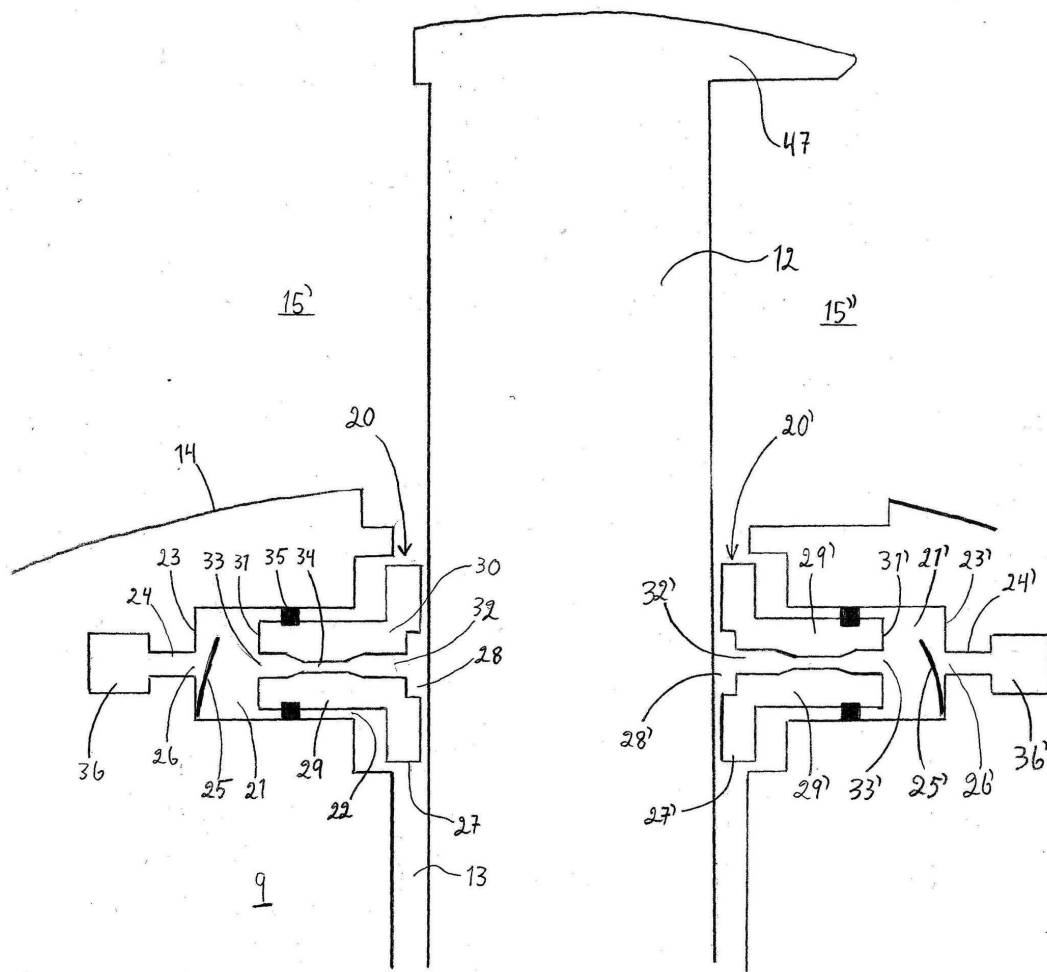
도면1



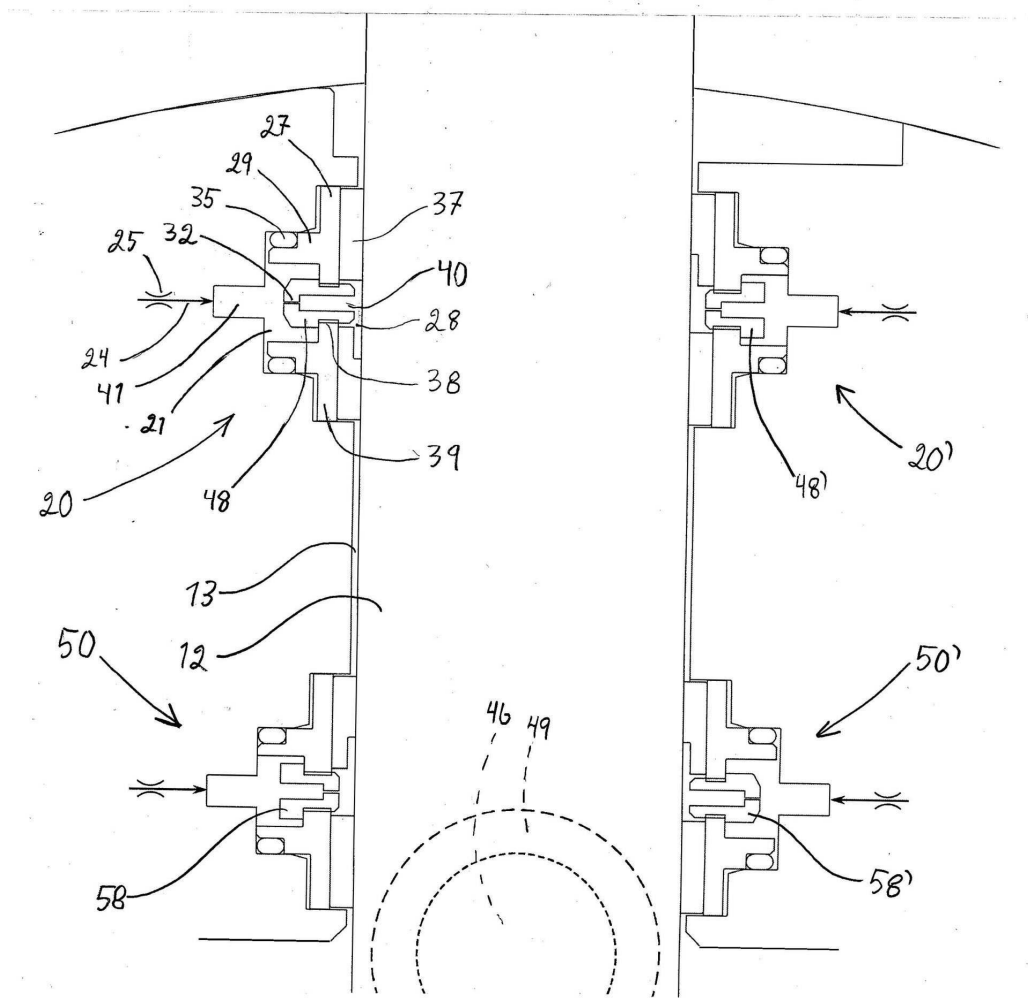
도면2



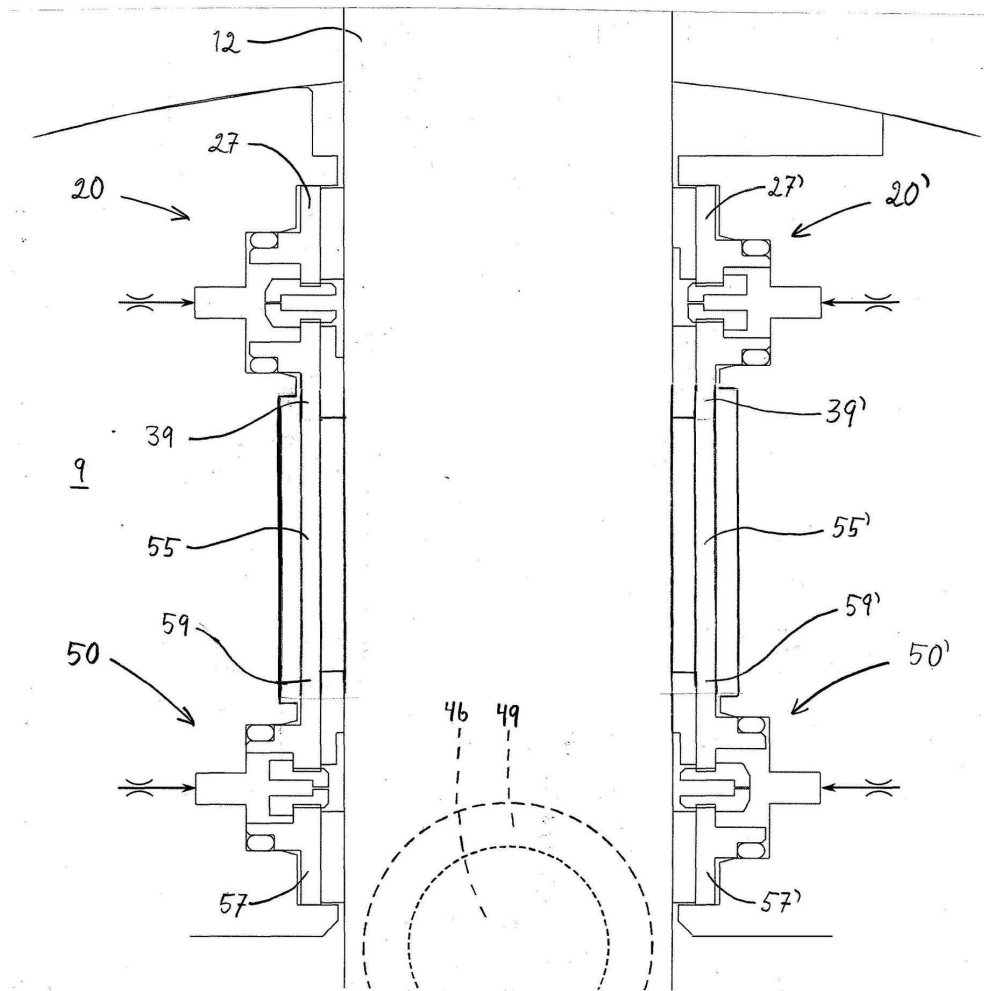
도면3a



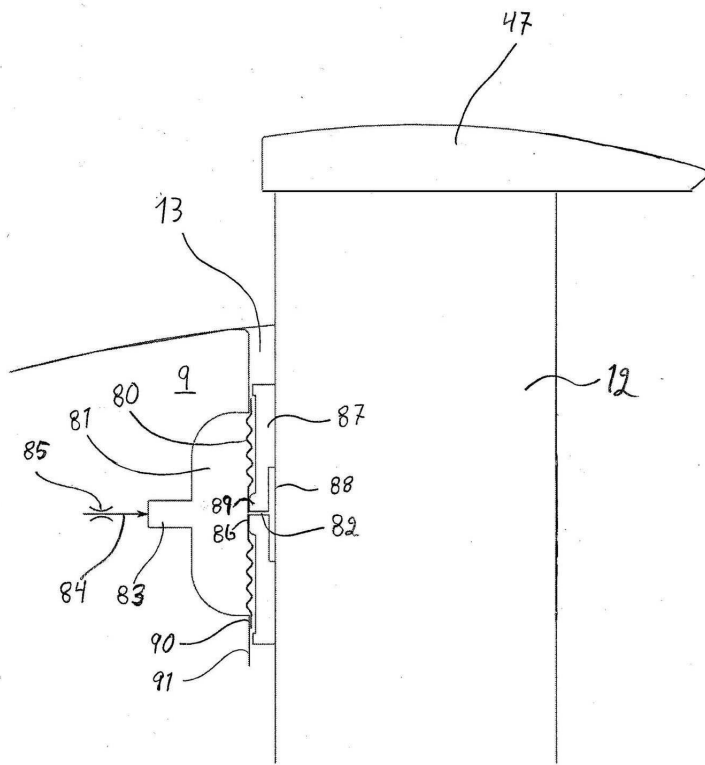
도면4a



도면4b



도면5



도면6

