



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0011170  
(43) 공개일자 2018년01월31일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
F04B 43/00 (2006.01) F04B 39/12 (2006.01)  
F04B 45/04 (2006.01) F04B 45/053 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
F04B 43/009 (2013.01)  
F04B 39/121 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7036414
- (22) 출원일자(국제) 2016년05월12일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2017년12월18일
- (86) 국제출원번호 PCT/DK2016/050127
- (87) 국제공개번호 WO 2016/184468  
국제공개일자 2016년11월24일
- (30) 우선권주장  
PA 2015 70293 2015년05월19일 덴마크(DK)

- (71) 출원인  
넬 하이드로젠 에이/에스  
덴마크 디케이-7400 헤르닝 잉두스트리파르켄 34
- (72) 발명자  
아담스 조슈아 앤드루  
미국 뉴저지 08107 콜링스우드 리치 에비뉴 212  
무라슈코 주니어 알렉산더 조지  
미국 뉴저지 07702 슈루즈베리 시카모어 에비뉴 348
- (74) 대리인  
리엔목특허법인

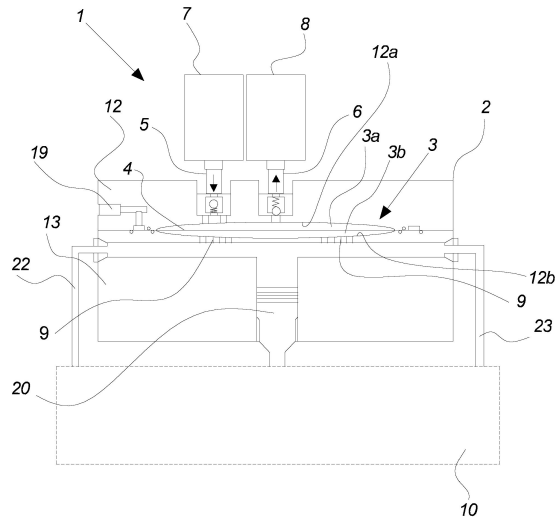
전체 청구항 수 : 총 25 항

(54) 발명의 명칭 길쭉한 형상의 챔버를 가진 다이어프램 압축기

(57) 요약

가스 유체를 적어도 10MPa의 압력까지 가압하기 위한 고압 다이어프램 압축기(1)로서, 상기 압축기(1)는 길쭉한 형상의 챔버(oblong shaped chamber)(3)를 가진 압축기 헤드(2)를 포함한다. 이러한 압축기를 포함하는 수소 급유 스테이션도 개시된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*F04B 45/04* (2013.01)

*F04B 45/053* (2013.01)

*F04B 45/0533* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

가스 유체를 적어도 10MPa의 압력으로 가압하기 위한 고압 다이어프램 압축기(1)로서, 상기 압축기(1)는 길쭉한 형상의 챔버(oblong shaped chamber)(3)를 가진 압축기 헤드(2)를 포함하는, 압축기.

#### 청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 챔버(3)는 압축기 헤드(2)의 상부 헤드(12)와 하부 헤드(13)에 의해 한정되고,

상기 챔버(3)는 다이어프램(4)에 의해 분리된 상부 챔버(3a)와 하부 챔버(3b)를 포함하며,

상기 상부 헤드(12)는 상부 구획실(3a)과 제1 가스 시스템(7) 사이의 유체 연결을 용이하게 하는 유입 밸브(5)를 포함하고,

상기 상부 헤드(12)는 상부 구획실(3a)과 제2 가스 시스템(8) 사이의 유체 연결을 용이하게 하는 배출 밸브(6)를 포함하며,

상기 하부 헤드(13)는 하부 구획실(3b)과 유압 시스템(10) 사이의 유체 연결을 용이하게 하는 다수의 포트들(ports)(9)을 포함하고,

상기 유압 시스템(10)은 유압 유체의 순환에 의해 챔버(3) 내의 다이어프램(4)의 이동을 용이하게 하는 피스톤(20)을 포함하며,

상기 압축기(1)는 챔버(3)로부터 가스 유체 또는 유압 유체의 누설을 검출하는 누설 검출기(19)를 더 포함하는, 압축기.

#### 청구항 3

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상부 구획실(3a)의 깊이(Z) 대 폭(Y)의 비율은 1:10(Z:Y) 내지 1:100 사이이며, 바람직하게는 1:25 내지 1:85 사이이고, 가장 바람직하게는 1:45 내지 1:75 사이인, 압축기.

#### 청구항 4

전기한 항들 중 어느 한 항에 있어서,

챔버(3)의 폭(Y) 대 길이(X)의 비율은 적어도 1:1.2(Y:X)인, 압축기.

#### 청구항 5

전기한 항들 중 어느 한 항에 있어서,

유입 밸브(5)와 배출 밸브(6) 둘 다 상부 헤드(12)에서 평면(F) 내에 배치되는, 압축기.

#### 청구항 6

전기한 항들 중 어느 한 항에 있어서,

유입 밸브(5)를 포함하는 개구의 중심(G)과 배출 밸브(6)를 포함하는 개구의 중심(H) 사이의 거리(R)는 챔버(3)의 길이(X)의 적어도 35%인, 압축기.

#### 청구항 7

전기한 항들 중 어느 한 항에 있어서,

상기 길쭉한 형상은 타원 형상이며, 바람직하게는 초타원(super elliptic) 형상인, 압축기.

**청구항 8**

전기한 항들 중 어느 한 항에 있어서,

피스톤의 이동 방향(26)과 다수의 포트들(9) 중 적어도 하나의 방향 사이의 경사각(tilt angle)(25)은 90도보다 작으며, 바람직하게는 45도보다 작고, 가장 바람직하게는 30도보다 작은, 압축기.

**청구항 9**

제 8항에 있어서,

유압 시스템(10)의 압축 챔버로부터 유입 밸브(5)로 향하는 유압 유체의 흐름 경로(26)는 실질적으로 선형인, 압축기.

**청구항 10**

제 8항 및 제 9항에 있어서,

유압 유체는 다이어프램(4)의 길이 방향의 제2 단부에 앞서 다이어프램(4)의 길이 방향의 제1 단부에 충격을 주는, 압축기.

**청구항 11**

전기한 항들 중 어느 한 항에 있어서,

상부 헤드(12)는, 배출 밸브(6)의 주위 영역으로부터 유입 밸브(5)로 향하는 미리 결정된 흐름 경로(11)의 방향을 향해 냉각제를 안내하는 냉각 채널들(15)을 포함하는, 압축기.

**청구항 12**

제 11항에 있어서,

적어도 하나의 냉각 채널(15)은 유입 밸브(5)와 배출 밸브(6) 사이에서 선형인, 압축기.

**청구항 13**

전기한 항들 중 어느 한 항에 있어서,

상부 헤드의 내면(12a) 및/또는 하부 헤드의 내면(13a) 및/또는 다이어프램(4)은 물리적 기상 증착에 의해 코팅되는, 압축기.

**청구항 14**

제 13항에 있어서,

상기 코팅은 비정질 탄소 코팅인, 압축기.

**청구항 15**

제 13항 및 제 14항에 있어서,

상기 비정질 탄소 코팅은 다이아몬드상 탄소(diamond-like carbon)인, 압축기.

**청구항 16**

전기한 항들 중 어느 한 항에 있어서,

다이어프램(4)은 다수의 개별의 적층된 시트들, 바람직하게는 세 개의 시트들로 만들어지는, 압축기.

**청구항 17**

제 16항에 있어서,

상기 시트들은 인코넬 합금 718(Inconel alloy 718)로 만들어지는, 압축기.

**청구항 18**

제 16항 내지 제 17항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 다수의 적층된 시트들 중 상부 시트의 적어도 하나의 측면과 중간 시트의 적어도 하나의 측면이 코팅되는, 압축기.

**청구항 19**

제 18항에 있어서,

상기 코팅은 물리적 기상 증착 또는 담금(dipping)으로 만들어지고, 다이아몬드상 코팅, 질화크롬 코팅, 은 (silver) 코팅을 포함하는 목록으로부터 선택되는, 압축기.

**청구항 20**

전기한 항들 중 어느 한 항에 있어서,

다이어프램(4)은 슬라이딩 다이어프램인, 압축기.

**청구항 21**

전기한 항들 중 어느 한 항에 있어서,

상부 구획실(3a) 내의 압력은 70MPa보다 높으며, 상부 헤드(12)와 하부 헤드(13)는 다수의 볼트들에 의해 연결되는, 압축기.

**청구항 22**

전기한 항들 중 어느 한 항에 있어서,

유압 시스템(10)의 피스톤(20)은 600rpm 위에서 작동하도록 구성되는, 압축기.

**청구항 23**

전기한 항들 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가스 유체는 저밀도 가스, 바람직하게는 수소인, 압축기.

**청구항 24**

수소 급유 스테이션(18) 내에 제 1항 내지 제 23항 중 어느 한 항에 따른 압축기의 사용.

**청구항 25**

제1 수소 저장고(29)와 제2 수소 저장고(30), 및 길쭉한 형상의 챔버(oblong shaped chamber)(3)를 가지며 제1 압력의 제1 수소 저장고(29) 내의 수소를 제2 압력의 제2 수소 저장고(30) 내로 이동시키는 압축기(1)를 포함하는, 수소 급유 스테이션(18).

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 길쭉한 형상의 챔버를 가진 압축기 헤드를 포함하는 고압 다이어프램 압축기, 수소 급유 스테이션에 이러한 압축기의 사용 및 이러한 압축기를 가진 급유 스테이션에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 산업용 압축기는 다양한 상이한 목적들을 위해 알려져 있으며, 이 압축기들의 압력 범위는 압축기의 목적에 따라 변하게 된다. 동일한 방식에서, 압축기들의 디자인은 종종 특별한 목적으로 주문 제작된다. 그러나, 압축기가, 예를 들어, 1MPa 위로부터 시작하지만 특히 10MPa 위의 고압을 제공하는 것일 때, 이러한 고압 압축기의 물

리적 크기와 에너지 소모가 증가하기 시작한다. 압축기 헤드의 부피가 증가할 때, 어느 지점에서 두 개의 압축기 헤드 부품들을 결합하는 볼트들이 압축기 챔버의 증가된 부피에 기인한 증가된 압력 부하로 인해 압축기 헤드 부품들을 함께 유지하기가 어려울 수 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0003] 본 발명의 목적은 이러한 문제점들을 극복하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0004] 본 발명은 가스 유체를 적어도 10MPa의 압력으로 가압하기 위한 고압 다이어프램 압축기에 관한 것이며, 상기 압축기는 길쭉한 형상의 챔버(oblong shaped chamber)를 가진 압축기 헤드를 포함한다.

[0005] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 챔버는 상기 압축기 헤드의 상부 헤드와 하부 헤드에 의해 한정되고, 상기 챔버는 다이어프램에 의해 분리된 상부 챔버와 하부 챔버를 포함하며, 상기 상부 헤드는 상부 구획실과 제1 가스 시스템 사이의 유체 연결을 용이하게 하는 유입 밸브를 포함하고, 상기 상부 헤드는 상부 구획실과 제2 가스 시스템 사이의 유체 연결을 용이하게 하는 배출 밸브를 포함하며, 상기 하부 헤드는 하부 구획실과 유압 시스템 사이의 유체 연결을 용이하게 하는 다수의 포트들(ports)을 포함하고, 상기 유압 시스템은 유압 유체의 순환에 의해 상기 챔버 내의 다이어프램의 이동을 용이하게 하는 피스톤을 포함하고, 상기 압축기는 상기 챔버로부터의 가스 유체 또는 유압 유체의 누설을 검출하는 누설 검출기를 더 포함한다. 바람직하게는, 제1 및 제2 압력 사이의 압력비는 적어도 1:1.05이고, 예를 들어, 1:1.1과 1:1.2이며, 그럼으로써 제1 유체 시스템의 제1 압력을 제2 유체 시스템의 제2 압력으로 증가시키는 것을 용이하게 한다.

[0006] 길쭉한 형상을 가진 챔버를 형성함으로써, 종래의 원형의 챔버들과 같은 다른 형상과 비교하여 동일한 재료로 더욱 큰 챔버 부피를 얻는 것이 가능하다. 이런 이유로, 증가된 체결력과 개선된 가스 및 열 분배에 기인하여, 본 발명에 의해 얻어지는 압력 대 재료 부피 비율은 종래의 원형 챔버 디자인보다 더 높다.

[0007] 상기 압축기라는 용어는 유체 바람직하게는 가스 유체를 가압하도록 구성된 장치로 이해되어야 하며, 이런 이유로 이러한 장치는, 예를 들어, 펌프로써 지칭될 수도 있으며, 산업상의 목적을 위해 사용되고, 즉, 의료 또는 투약의 목적으로 사용되지 않는다.

[0008] 상기 제1 가스 시스템이라는 용어는 하나의 압력에서 가스가 저장되는 저장고를 포함하는 가스 유체 시스템의 부분으로서 이해되어야 한다. 상기 제2 가스 시스템은, 다른 더 높은 압력의 저장고 또는 예를 들어 차량 또는 저장고와 같은 외부의 유체 시스템으로 가스를 전달하기 위한 출구를 포함하는 가스 유체 시스템의 부분으로서 이해되어야 한다.

[0009] 길쭉한(oblong)이라는 용어는 한 방향으로 신장된 구 모양의 형상, 즉 원형이 아니고 정사각형도 아닌 형상으로서 이해되어야 한다.

[0010] 길쭉한 형상의 챔버를 가지면 압축기 헤드를 가로질러 가장 가까운 체결 지점들 사이의 거리가 감소한다는 점에서 유리하다. 이런 이유로, 주어진 압력 한계/부피를 가진 길쭉한 압축기 헤드에서는, 종래의 원형의 캐비티를 가진 압축기 헤드와 비교하여 이러한 압축기 헤드를 위해 요구되는 재료 두께가 감소한다. 이런 이유로, 길쭉한 형상의 챔버는 더 적은 재료로 더 높은 압력을 허용한다.

[0011] 길쭉한 형상의 챔버의 구체적인 기하학적 구조는 몇몇의 이점들을 가진다. 길쭉한 형상의 헤드의 주된 이점은 특히 유압 유체의 개선된 흐름의 분배를 가능하게 한다는 것이다. 이는 압축기 헤드의 크기의 증가 없이 챔버를 통한 증가된 질량 흐름을 허용한다. 그럼으로써, 질량 흐름, 다이어프램과 같은 구성요소들의 수명, 용적 효율(volumetric efficiency), 등이 증가한다는 점에서, 단위 용량당 자본 비용이 감소한다.

[0012] 또한, 길쭉한 형상의 챔버는, 유효한 표면적, 예를 들어, 챔버의 부피에 대한 열전달 비율이 증가한 것을 고려하면, 열전달을 위한 포텐셜이 증가하게 되고 압축 효율이 더 향상된다는 점에서 유리하다. 또한, 길쭉한 챔버는 상기 챔버로의 유입과 배출의 분리를 용이하게 하며, 이는 챔버 내에서 유입구로부터 배출구까지의 가스의 와류를 감소시킨다. 이러한 선형의 가스 흐름은, 챔버 내에서 유입구로부터 배출구까지의 가스 흐름 경로에 마찰을 줄이고 안정성을 향상시킨다는 점에서 유리하다.

[0013] 가스를 취급하는 가스 압축기 또는 압축기들의 디자인은 누설의 문제점에 직면하며, 이는 가스와 액체의 상이한

본질에 기인하여 액체 압축기에 관해서는 동일한 정도로 존재하지 않는다.

- [0014] 고압에서의 누설은 어떤 것이 잘못되었다는 것을 나타내며, 즉, 압축기가 오작동할 수 있으며 이에 따라 압축기에 중요한 손상이 발생하거나 대기로의 방출 또는 가스 스트림의 오염이 발생하기 전에 보수 또는 교체되어야 한다는 점에서, 누설을 검출할 수 있는 것이 유리하다.
- [0015] 본 발명의 실시예에 따르면, 상부 구획실(3a)의 깊이(Z) 대 폭(Y)의 비율은 1:10(Z:Y) 내지 1:100 사이이며, 바람직하게는 1:25 내지 1:85 사이이고, 가장 바람직하게는 1:45 내지 1:75 사이이다. 이러한 치수는 부피, 속도 및 압력에 관한 요구들을 준수하기 위한 유리한 관계를 정의한다. 이런 이유로, 본 발명의 유리한 실시예에 따르면, 다이어프램의 정지면(E)으로부터 점(I)까지 측정된 깊이가 3mm인 경우에, 점(B)로부터 점(D)까지 측정된 챔버의 폭은 150mm이고, 그 비율은 1:50이다.
- [0016] 상기 다이어프램의 정지면(E)은 상부와 하부 헤드들이 조립되었을 때 만나는 평면으로서 정의되며, 이에 따라, 다이어프램이, 예를 들어 응력을 줄이기 위해, 미리 성형되지 않은 경우에, 이 평면은 압축기가 사용되지 않을 때 다이어프램의 위치이다.
- [0017] 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 챔버(3)의 폭(Y) 대 길이(X)의 비율은 적어도 1:1.2(Y:X)이다. 실시예에서, 점(B)으로부터 점(D)까지 측정된 폭(Y)이 100mm이고, 점(A)로부터 점(D)까지 측정된 길이(X)가 250mm인 경우에, 상기 비율은 1:2.5(Y:X)이다.
- [0018] 본 발명의 실시예에 따르면, 유입 밸브와 배출 밸브 둘 다 상부 헤드에서 평면(F) 내에 배치된다. 본 발명의 대체 가능한 실시예에 따르면, 개구들은 상부 헤드의 측면으로부터 다이어프램의 정지 위치에 대해 직각이 아닌 각도로 적어도 부분적으로 상부 헤드로 들어오는 개구일 수 있다.
- [0019] 또한, 배출 개구는 일반적으로 유입 개구보다 직경이 작다.
- [0020] 본 발명의 실시예에 따르면, 유입 밸브를 포함하는 개구의 중심(G)과 배출 밸브를 포함하는 개구의 중심(H) 사이의 거리(R)는 챔버의 길이(X)의 적어도 35%이다. 상기 거리(R)는 용이하게 챔버의 길이(X)의 50%까지 그리고 그 이상이 될 수 있다. 이는 이에 의해 가스 유체를 직접 유입 밸브로부터 배출 밸브로 안내하는 미리 결정된 흐름 경로가 형성된다는 점에서 유리하다. 이는, 예를 들어, 유용한 챔버 부피를 증가시키기 위해 밸브들이 가능한 한 챔버의 정상부에 서로 가깝게 배치되는 원형의 챔버들과는 반대이다. 이는 밸브들 사이의 직접적인 흐름 경로를 초래하지 않는다.
- [0021] 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 길쭉한 형상은 타원 형상이며, 바람직하게는 초타원(super elliptic) 형상이다. 바람직하게는, 상기 형상은 타원형이며, 이는 초타원 형상(super elliptic shape)을 포함하는, 수학 공식에 의해 계산될 수 있는 임의의 종류의 타원 형상으로서 해석되어야 한다. 상기 챔버의 단부들은 초타원 형상을 가지는 것이, 다른 길쭉한 형상을 가진 챔버와 비교하여 다이어프램의 응력을 상당히 감소시킬 것이라는 점에서 바람직하다.
- [0022] 본 발명의 실시예에 따르면, 피스톤의 이동 방향과 다수의 포트들 중 적어도 하나의 방향 사이의 경사각(tilt angle)은 90도보다 작으며, 바람직하게는 45도보다 작고, 가장 바람직하게는 30도보다 작다. 상기 압축기 헤드의 챔버는 상부 헤드와 하부 헤드에 의해 부분적으로 형성되며, 다수의 포트들은 하부 헤드에 형성된다. 상기 포트들은 유체 시스템의 압축 챔버와 함께, 유압 유체가 유압 유체 시스템으로부터 하부 구획실까지 흐르는 흐름 경로의 부분을 정의한다.
- [0023] 다이어프램이 정지 위치에 있을 때 유압 흐름 경로가 다이어프램과 동일한 평면에 있지 않거나 또는 다이어프램에 대해 직각이 아닌 경우가 유리하다. 이런 이유로, 유압 흐름 경로가 피스톤으로부터 유입 밸브를 향해 직선인 경우가 유리하다. 이는, 유압 시스템 챔버로부터 하부 챔버를 향해 유압 유체가 통과하는 코너들 또는 에지들의 수가 최소화된다는 점에서, 유압 유체의 흐름을 위한 경로가 최대의 작동 속도를 위해 최적화되기 때문이다. 이러한 디자인의 효과는 종래의 압축기 헤드 디자인과 비교하여 동일한 부피에서 속도와 능력이 증가한다는 것이다.
- [0024] 또한, 설명된 바와 같은 흐름 경로를 가짐으로써, 유압 유체가 통과하여야 하는 턴(turn)의 수가 제한되며, 코너들 또는 에지들이 매끄럽게 될 수 있다. 이는 제2 유체의 흐름을 위해 가능한 한 작은 저항을 가능하게 한다는 점에서 유리하다.
- [0025] 바람직하게는, 모든 개개의 포트들이 흐름을 최적화하기 위해 피스톤의 이동 방향에 대하여 조절되며, 대안으로

서, 모든 포트들 또는 포트들 중 일부가 동일한 각도를 가진다.

- [0026] 본 발명의 실시예에 따르면, 유압 시스템의 압축 챔버로부터 유입 밸브로 향하는 유압 유체의 흐름 경로는 실질적으로 선형이다.
- [0027] 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 유압 유체는 다이어프램의 길이 방향의 제2 단부에 앞서 다이어프램의 길이 방향의 제1 단부에 충격을 준다. 이 디자인에 의해, 유압 유체는 유입구가 배치된 단부(제1 단부)에서 챔버로 들어가며 그럼으로써 압축 챔버의 왕복 부재가 길쭉한 챔버를 향해 이동할 때(배출 스트로크) 배출구에 앞서 유입구가 닫힌다는 점에서 유리하다. 동일한 방식으로, 왕복 부재가 타원형 챔버로부터 멀어질 때(유입 스트로크) 배출구에 앞서 유입구가 열린다.
- [0028] 이러한 디자인의 효과는, 더욱 높은 작동 속도를 가능하게 하는 다이어프램의 파상 운동(wave like movement)이다. 챔버 내부로 유입되는 영역으로부터 챔버의 배출구를 향한 이러한 다이어프램의 파상 운동은 속도를 상당히 크게, 예컨대, 종래의 원형 압축기와 비교하여 400%까지 또는 심지어 그 이상으로 증가시키며, 더욱 효율적인 압축기 헤드를 초래한다.
- [0029] 본 발명의 실시예에 따르면, 상부 헤드는, 배출 밸브의 주위 영역으로부터 유입 밸브로 향하는 미리 결정된 흐름 경로의 방향을 향해 냉각제를 안내하는 냉각 채널들을 포함한다.
- [0030] 본 발명의 실시예에 따르면, 적어도 하나의 냉각 채널은 유입 밸브와 배출 밸브 사이에서 선형이다. 이는 유입구와 배출구 사이에서 냉각이 이루어진다는 점에서 유리하다. 이러한 비대칭적인 냉각은, 냉각제가 가능한 한 배출구에 가깝게 공급되며, 그럼으로써 가장 차가운 수준의 냉각제가, 가스가 압축되어 캐비티 밖으로 나갈 때 가장 높은 온도에 도달하게 되는 곳에 가능한 한 가까운 곳에서 상부 헤드로 들어간다는 점에서 유리하다.
- [0031] 또한, 냉각제를 유입구와 배출구 사이에서 바람직하게는 직선으로 인도하고, 유입구 둘레에서 돌아서 배출구 영역으로 돌아오도록 인도하는 것이 유리하다. 이는, 길쭉한 형상의 챔버에 기인하여, 가스가 다이어프램에 의해 압축될 때 유입구와 배출구 사이의 실질적으로 직선인 흐름 경로 내에 집중되기 때문이다.
- [0032] 이런 이유로, 직선의 냉각 채널들을 가진 압축기 헤드는 압축되는 가스로부터 열을 전달하는데 더욱 효율적이다. 이 특성은 상기 다이어프램이 공정 헤드의 표면에 접근함에 따라 증폭된다.
- [0033] 유입구로부터 배출구로 향하는 제1 유체의 명확한 이동 방향을 허용하고 이에 따라 냉각제와 냉각될 가스 유체 사이의 증가된 온도 구배를 달성할 기회를 허용하는, 압축기 헤드의 챔버로의 가스 유체의 유입구와 배출구의 독창적 디자인에 의해 향상된 냉각이 얻어진다.
- [0034] 본 발명의 실시예에 따르면, 상부 헤드의 내면 및/또는 하부 헤드의 내면 및/또는 다이어프램은 물리적 기상 증착에 의해 코팅된다.
- [0035] 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 코팅은 비정질 탄소 코팅이다.
- [0036] 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 비정질 탄소 코팅은 다이아몬드상 탄소(diamond-like carbon)이다. 본 발명의 실시예에 따르면, 상부 및/또는 하부 헤드들의 내측 부분들 및/또는 다이어프램이 건조한 환경에서 작동하는 경우에, 다이어프램의 이동에 따른 마모를 감소시키고 열의 발생을 감소시키기 위해 이 부분들을 코팅하는 것이 유리하다. 이는 특히 제1 및/또는 제2 유체가 가스 상태인 환경에서 적절하다.
- [0037] 본 발명의 실시예에 따르면, 다이어프램은 다수의 개별의 적층된 시트들, 바람직하게는 세 개의 시트들로 만들어진다. 이는, 다수의 시트들로 만들어진 다이어프램은 단일의 시트 재료로 만들어진 다이어프램과 비교하여 더욱 유연하다는 점에서 유리하다. 주어진 두께에서, 다수의 시트들로 구성된 다이어프램은 압축기 챔버의 포트들의 영역에 걸쳐서 거의 동일한 강도를 유지하면서, 캐비티 형상으로 벤딩되기 위해 증가된 유연성을 제공한다.
- [0038] 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 시트들은 인코넬 합금 718(Inconel alloy 718)로 만들어진다.
- [0039] 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 다수의 적층된 시트들 중 상부 시트의 적어도 하나의 측면과 중간 시트의 적어도 하나의 측면이 코팅된다.
- [0040] 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 코팅은 물리적 기상 증착 또는 담금(dipping)으로 만들어지고, 다이아몬드상 코팅, 질화크롬 코팅, 은(silver) 코팅을 포함하는 목록으로부터 선택된다. 시트들의 코팅은, 코팅되지 않은 원재료 시트와 비교하여 시트의 마모가 감소한다는 점에서 유리하다. 따라서, 상기 코팅은 원재료 시트에 코팅되지 않은 시트들의 마모를 감소시킬 수 있는 윤활제를 도입하는 것에 대한 유리한 대안이다.

- [0041] 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 다이어프램은 슬라이딩 다이어프램이다. 슬라이딩이라는 용어는 다이어프램이 챔버 또는 챔버를 형성하는 부품들에 직접 체결되지 않는다는 것으로 이해되어야 한다. 이것의 이점은, 상기 다이어프램이, 챔버 형성 부품들에 체결되는 다이어프램들과 비교하여 더욱 자유롭게 이동할 수 있다는 점에서 다이어프램의 응력이 감소하는 것이다.
- [0042] 바람직하게는, 상기 다이어프램은 오스테나이트-니켈 합금으로 만들어지거나 또는 대안으로서 강재, 플라스틱, 황동, (고) 니켈 합금, 유연한 탄성중합체 재료 및 수소 취성에 저항성이 있는 유사한 재료들로 만들어진다. 탄성중합체 재료는, 이러한 재료는 강재 또는 니켈 합금들과 같은 재료보다 더욱 유연하다는 점에서 유리하다.
- [0043] 본 발명의 실시예에 따르면, 상부 구획실 내의 압력은 70MPa보다 높으며, 상부 헤드와 하부 헤드는 다수의 볼트들에 의해, 바람직하게는 슈퍼 볼트가 아닌 보통의 볼트들에 의해 연결된다.
- [0044] 본 발명의 실시예에 따르면, 유압 시스템의 피스톤은 분당 600사이클 위에서 작동하도록 구성된다. 길쭉한 챔버를 가진 압축기 헤드는, 체결을 위해 볼트들을 사용하는 종래의 디자인을 종래의 압축기 헤드들보다 더 높은 부피와 압력 한계에서 이용 가능하다는 점에서 유리하다. 이런 이유로, 본 발명에 의하면, 디자인을 변경함이 없이, 그림으로써, 예를 들어, 부피 및/또는 압력이 이 값들보다 높아질 때 값비싼 슈퍼 볼트들 또는 부트스트랩(bootstrap) 디자인의 사용 없이, 분당 500사이클/70 MPa를 초과하는 압축기 헤드가 가능하다.
- [0045] 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 가스 유체는 저밀도 가스, 바람직하게는 수소이다.
- [0046] 또한, 본 발명은 수소 급유 스테이션 내에 청구항 제1항 내지 제19항 중 어느 한 항에 따른 압축기의 사용에 관한 것이다.
- [0047] 또한, 본 발명은, 제1 수소 저장고와 제2 수소 저장고, 및 길쭉한 형상의 챔버(oblong shaped chamber)를 가지며 제1 압력의 제1 수소 저장고 내의 수소를 제2 압력의 제2 수소 저장고 내로 이동시키는 압축기를 포함하는, 수소 급유 스테이션에 관한 것이다.

**도면의 간단한 설명**

[0048] 이하에서, 도면들을 참조하면서 본 발명의 몇몇의 예시적인 실시예들이 설명된다.

- 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 압축기를 도시하며,
- 도 2는 압축기 챔버의 상면도를 도시하며,
- 도 3은 압축기 챔버의 측면도를 도시하며,
- 도 4a는 압축기 챔버의 일단부의 부분 상면도를 도시하며,
- 도 4b는 압축기 챔버의 일단부의 부분 측면도를 도시하며,
- 도 5a, 5b는 압축기 헤드와 유압 시스템의 부분을 도시하며,
- 도 6은 상부 헤드의 냉각 채널들의 상면도를 도시하며,
- 도 7은 이 명세서 전반에 걸쳐 설명된 압축기를 가진 수소 급유 스테이션을 도시한다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0049] 본 발명의 일 실시예에 따른 다이어프램 펌프(1)의 개략적인 개관이 도 1에 도시되어 있다.
- [0050] 상부 헤드(12)와 하부 헤드(13)가 함께 조립되어 압축기 헤드(2)를 형성하며, 상부 헤드(3)와 하부 헤드(4) 각각의 결합 표면들은 실질적으로 평면에서 서로 접한다. 상기 펌프 헤드(2) 내부에, 상부 헤드(3)와 하부 헤드(4) 각각의 표면들은 함께 압축기 헤드 챔버(3)를 형성한다. 이 챔버(3)는 동일한 평면에 배치된 가동 다이어프램(movable diaphragm)(4)에 의해 두 개의 구획실들로 분할되며, 상부 헤드(3)와 하부 헤드(4)는 상기 펌프 헤드(2)를 형성하기 위해 조립된다.
- [0051] 상기 다이어프램(4)과 상부 헤드(12) 사이의 구획실은 일반적으로 상부 구획실(3a) 또는 공정 유체 챔버(process fluid chamber)로 지칭된다. 유사하게, 상기 다이어프램(4)과 하부 헤드(4) 사이의 구획실은 하부 챔버(3b) 또는 유압 유체 챔버로 지칭된다.
- [0052] 도 1에 도시된 바와 같이, 유압 시스템(10)은 유압 입력부(input)(22)와 유압 출력부(output)(23)를 통해 하부

챔버(3b)와 유체적으로 연결된다. 유압 피스톤(20)은 유압 유체를 하부 챔버(3b)로 그리고 하부 챔버(3b)로부터 펌핑한다.

[0053] 유압 유체가 하부 챔버(3b) 내부로 펌핑될 때, 상기 다이어프램(4)은 상부 헤드(12)쪽으로 가압되며 상부 챔버(3a)의 부피는 감소한다. 이는 그 내부의 공정 유체의 압력이 증가되도록 하며, 일정한 압력에 도달하였을 때, 상부 헤드(3) 내에 장착된 공정 유체 배출 체크 밸브(배출 밸브(outlet valve)(6)로도 지칭됨)가 열리고 공정 유체는 제2 가스 시스템(gaseous system)(8) 내부로 방출된다. 잔류된 모든 공정 유체를 상부 챔버(3a) 밖으로 배출하기 위해, 상부 챔버(3a)가 매우 작아지도록 다이어프램(4)이 상부 헤드의 내면(12a)에 완전히 접촉할 때까지, 상기 피스톤(20)은 유압 유체를 하부 챔버(3b) 내부로 계속하여 펌핑한다. 공정 유체가 갖혀 있는 부피는 이론상으로는 0의 부피이지만, 일반적으로는 작은 부피일 것이다.

[0054] 상기 유압 피스톤(20)의 후진 스트로크 또는 배출 스트로크로 유압 유체를 하부 챔버(3b) 밖으로 빨아낼 때, 상기 배출 밸브(6)는 닫히고, 상기 다이어프램(4)은 유압 유체의 수위 하강에 뒤따르며, 상부 챔버(3a)의 부피는 증가하고 그 내부의 압력은 감소한다. 상부 챔버(3a) 내의 압력이 공정 유체의 유입 압력 아래로 떨어질 때, 상부 헤드(3) 내에 장착된 공정 유체 유입 체크 밸브(유입 밸브(5)로도 지칭됨)가 열리고, 공정 유체는 유압 피스톤(20)이 후진하는 동안 제1 가스 시스템(7)으로부터 상부 챔버(3a) 내부로 흐르며, 상부 챔버(3a)의 부피는 증가한다.

[0055] 상기 유압 피스톤(20)이 다시 전진하기 시작할 때(유입 스트로크), 상기 유입 밸브(5)는 닫히며, 작동 사이클은 반복된다.

[0056] 상기 제1 유체 시스템(7)은 가스 유체 저장고(29), 바람직하게는 제1 압력(예컨대, 20-50MPa)의 수소 저장고일 수 있으며, 상기 제2 유체 시스템(8)도 가스 유체 저장고(30), 바람직하게는 제2 압력(예컨대, 50-100MPa)의 수소 저장고일 수 있다. 상기 제1 유체 시스템(7)은 수소 급유 스테이션(18)의 부분일 수 있으며, 상기 제2 유체 시스템(8)은 차량(31)의 수소 저장고일 수 있다.

[0057] 상기 다이어프램(4)을 유압 피스톤(20)과 동일한 위상으로 유지하는 것이 중요하며, 더욱이 유압 피스톤(20)의 배출 스트로크의 끝에서 다이어프램(4)이 실제로 상부 헤드의 내면(12a)에 접촉하도록 하부 챔버(3b)가 완전히 채워지는 것을 확실히 하는 것이 바람직하다. 이를 보장하기 위해, 상기 유압 시스템(10)은 주입 펌프, 유입 밸브, 배출 밸브, 제어 밸브, 등을 포함할 수 있다. 배출된 유압 유체의 양에 관한 정보는 상기 다이어프램 압축기(1)의 설정을 적절하게 조절하는데 사용될 수 있다. 그러나, 다른 실시예에서는, 하부 챔버(3b) 내부로 추가적인 유압 유체를 추가하기 위해 다른 (어쩌면 비동기적인) 방법들이 사용될 수 있다.

[0058] 도 1은 임의의 가스 유체 또는 유압 유체가 상기 챔버(3)를 빠져나오는지를 검출하는 역할을 하는 누설 검출 유닛(19)을 더 도시하고 있다. 상기 누설 검출 유닛(19)은 누설의 경우에 작동되는 압력 밸브로서 실행될 수 있다. 유체가 상기 챔버(3)를 어떻게 빠져나오든지, 상기 누설 검출 유닛(19)이 누설을 검출하는 것이 바람직하다. 대안으로서, 하나 이상의 누설 검출 유닛(19)이 사용된다.

[0059] 밸브들(5, 6, 19)과, 피스톤(20)을 포함하는 유압 시스템(10)과, 도시되지 않은 다른 구성요소들은 상기 제1 및 제2 가스 유체 시스템들과 함께 도시되지 않은 제어 시스템들에 의해 함께 또는 개별적으로 제어될 수 있다. 이러한 제어 시스템들은 압축기들을 제어하기 위해 이미 개발된 제어 시스템들이며 이에 따라 더 이상 설명되지 않는다.

[0060] 도 2는 상부 헤드(12) 내에 배치된 상부 챔버(3a) 부분을 다이어프램(4)으로부터 본 도면을 도시한다. 바람직하게는, 상기 챔버(3)는 길쭉한 형상(elongated oblong shape)을 가지며, 이는 폭보다 길이가 더 길다는 것을 의미한다. 바람직하게는 상부 및 하부 챔버들(3a, 3b)은 기하학적 구조가 동일하지만, 하부 챔버(3b)의 부피는 상부 챔버(3a)의 부피보다 더 클 수 있다. 이는 주로, 다이어프램(4)이 바람직하게는 상부 헤드의 내면(12a)에 접촉되는 배출 스트로크의 끝에서 다이어프램(4)의 응력이 더 높기 때문이며, 유입 스트로크의 끝에서 다이어프램(4)은 바람직하게는 하부 헤드의 내면(13a)에 접촉하지 않는다. 상기 챔버(3)의 길이(X)는, 상기 챔버(3)의 단부 지점들을 각각 나타내는 마주보는 종점들(endpoints)(A, C) 사이에서 측정된다. 동일한 방식으로, 상기 챔버의 폭(Y)은, 상기 챔버(3)의 측부 지점들을 각각 나타내는 마주보는 종점들(B, D) 사이에서 측정된다.

[0061] 길이(X)는 두 개의 마주보는 종점들(A, C) 사이의 가장 긴 거리로서 정의되기 때문에 바람직하게는 유입 밸브(5)와 배출 밸브(6) 사이의 선에 평행한 방향으로 측정된다. 폭은 두 개의 마주보는 측부 지점들(B, D) 사이의 가장 긴 거리로서 정의되며 바람직하게는 유입 밸브(5)와 배출 밸브(6) 사이의 선에 직각인 방향으로 측정된다.

[0062] 상기 폭(Y)과 길이(X) 사이의 비율은 적어도 1:1.2인 것이 바람직하다. 폭(Y) 대 길이(X)의 비율이 1:1.5인 예

에서, 폭(Y)은 적어도 120mm-180mm이며 길이(X)는 적어도 180mm-270mm일 수 있다. 그러나, 언급한 폭(Y) 대 길이(X)의 비율은 1:1.6, 1:1.7...1:2, 등과 같이 더 높을 수 있다.

- [0063] 바람직한 실시예에 따르면, Y=150이고 X=270일 때, 비율은  $Y/X = 0.55$  (150/270)로 표현되거나, 또는  $Y:X = 1:1.8$ (150x1.8)로 표현될 수 있다. 이는 0.4 내지 0.9(Y/K)의 비율의 바람직한 범위 내이다.
- [0064] 도 3은 종점들(A, C) 사이에서 측정된 길이(X)를 가진, 상부 헤드(12)에 배치된 상부 챔버(3a) 부분의 측면도를 도시한다. 이 측면도는 도 2의 AA 선을 따른다. 깊이(Z)는 평면(E)에 대해 직각인 지점(point)(I) 사이의 거리로서 도시된다. 상기 평면(E)은, 다이어프램(4)이 정지 위치에 있을 때, 즉 상부 챔버(3a) 내의 압력과 하부 챔버(3b) 내의 압력이 동일할 때 다이어프램(4)의 위치로 정의된다. 상기 지점(I)은 상부 챔버(3a)의 맨 위 지점, 즉 상기 평면(E)에 대해 직각인 거리가 가장 긴 지점으로서 정의된다. 바람직하게는, 상기 지점(I)은 유입 밸브(5)와 배출 밸브(6) 사이에서 동일한 거리에 위치한다.
- [0065] 상기 깊이(Z)와 폭(Y) 사이의 비율은 1:10 내지 1:100 사이이며, 이는 폭(Y)이 깊이(Z)보다 훨씬 더 넓다는 것을 의미한다. 일반적으로, 상기 비율은 대략  $1:40 \pm 20$ 일 수 있으며, 따라서 깊이(Z) 대 폭(Y)의 비율은 Z=3 대 Y=60mm~180mm이다. 이는 또한 (Z/Y)의 비율로서 0.05 내지 0.016로 표현될 수 있다.
- [0066] 본 발명의 바람직한 실시예에서, 상부 챔버(3a)의 치수는 깊이(Z)=2mm, 폭(Y)=270mm이며, 개구들(G와 H) 사이의 거리(R)은 130mm이다.
- [0067] 또한, 도 3은 상부 헤드(12) 내의 개구들의 위치를 도시하고 있으며, 이 개구들은 유입 밸브(5)와 배출 밸브(6)가 장착될 수 있도록 하며 그림으로써 상부 챔버(3a)로 그리고 상부 챔버(3a)로부터 공정 유체(가스 유체로도 지칭됨)의 유입과 배출을 제어할 수 있도록 한다. 도면에서 볼 수 있는 바와 같이, 유입 밸브 개구(G)의 중심과 배출 밸브 개구(H)의 중심 사이에 거리(R)가 있다. 종래의 원형 형상의 챔버들과 비교하여 길쭉한 챔버(3)는 중심점들(G 및 H) 사이의 공간을 증가시키기 쉽도록 한다. 이것의 주된 이점은 유입 밸브(5)로부터 배출 밸브(6)로의 가스 흐름이 미리 정의된 흐름 경로(11)를 따르도록 제어될 수 있다는 것이다. 이는 더 적은 마찰로 이어지고 가스에 대한 비동기 냉각(asynchronous cooling)을 용이하게 한다.
- [0068] 바람직하게는, 필수적인 것은 아니지만, 상기 유입 및 배출 밸브들(5, 6)을 위한 개구들은 상부 챔버(3a)에서 동일한 평면(F)에 배치된다.
- [0069] 바람직하게는, 상기 유입 및 배출 밸브들(5, 6)을 위한 개구들의 중심(G, H)은 상기 챔버(3)의 종점들(A 및 C) 각각으로부터 동일한 거리(S, T)로 이격된다. 이와 함께, 상기 거리들(S 및 T)이 동일하지 않도록 상기 개구들(5, 6)의 중심(G, H)을 배치하는 것도 가능할 수 있다. 바람직하게는 각각의 길이들(S 및 T)은 상기 개구들(5, 6)의 중심(G, H) 사이의 거리(R)보다 작다.
- [0070] 위로부터 이해할 수 있는 바와 같이, 상기 챔버(3)의 기하학적 구조는 캐비티(3)의 부피를 위해 매우 중요하며, 아래에서 언급하는 바와 같이, 종래의 원형 압축기 헤드/챔버 디자인이 변하지 않는다면 캐비티의 부피는 상한에 도달할 것이다. 아래에서, 증가된 부피에 대해 상술한다. 원형의 헤드를 가진 다이어프램 압축기를 고려할 때, 압력하에서 헤드들의 조립체를 함께 유지하는데 요구되는 면적과 체결 하중(clamping load)은, 헤드의 직경의 제곱으로 증가한다. 이는 원의 면적과 압축기 헤드 조립체에 요구되는 체결력(clamping force)으로 단부에 결합된 압력으로 인한 하중의 방정식의 결과이다.
- [0071] 실질적인 압력 등급(예를 들어 50 - 100MPa)의 압축기 헤드를 고려하면, 볼트 체결 하중은 어떤 직경에서 충분히 커지게 되며, 이 경우 볼트를 헤드의 주변부 둘레에 물리적으로 배치하는 것이 어려워지게 된다. 이는 압축기 헤드의 원주의 증가보다 볼트의 크기의 증가가 더 빠르다는 것에 기인한다. 이는 직경과 선형 관계(linear relationship)를 가진 원의 주변부 또는 원주의 방정식 때문이다.
- [0072] 따라서, 헤드의 주변부에 볼트를 물리적으로 배치하기 위한 직경이 더 증가할 때, 볼트가 체결되는 위치로부터 압력 경계 단부까지의 거리는 더 커지게 된다. 이는 그 후에 헤드 두께의 추가적인 증가를 초래한다.
- [0073] 이 점에서, 헤드 두께는 압력에 대해 비선형적이 되며, 이에 따라 설계자는 헤드 두께를 급격히 증가시키지 않고서는 요구되는 하중을 만족시키기 위한 방식으로 체결 볼트를 물리적으로 배치할 수 없다.
- [0074] 설계에 있어서 이러한 딜레마를 피하는 하나의 방법은, 요구되는 체결력의 과격적인 증가 없이 압축 챔버(3a) (또한, 상부 챔버(3a)로 지칭됨)의 부피가 증가하도록 압축기 헤드(2)의 형상을 변경하는 것이다. 이는 본 발명에 의해 압축 헤드(2)를 중간-평면(mid-plane)을 관통하여 "절단(cutting)"하여 절반부들(halves)로 분리함으로써 달성된다. 그 후에, 절반부들은 그들 사이에 재료를 추가함으로써 다시 결합됨으로써 신장되거나 또는 길쭉

한 형상의 헤드를 생성한다. 이렇게 하면, 체결을 위한 볼트들을 수용하기 위한 주변부 길이의 선형적인 증가와 동시에 압력 면적과 부피가 선형적으로 증가된다. 그럼으로써, 체결 볼트들을 위한 한정된 물리적 공간의 문제점이 해소된다.

[0075] 이런 이유로, 만약에 길쭉한 챔버(3)를 가진 길쭉한 헤드(2)를 취하고 헤드를 원으로 만드는 것과 같은 방식으로 재료를 추가함으로써 부피를 증가시키는 것을 가정할 경우에, 증가된 압력 면적으로 인해 요구되는 체결력이 크게 증가하게 되지만, 부피에서는 충분히 증가하지 않는다. 더욱이, 이러한 설계에서는 압축할 때 가스가 부피 내에 갇히게 된다.

[0076] 도 4 a와 4b는 챔버(3)의 일단부를 도시하며, 도 4a에서는 상면도가 도시되고 도 4b에서는 도 2의 AA 선에서의 측면도가 도시된다. 도 4a의 상면도는 본 발명의 실시예에서 초타원(super ellipsis)으로서 정의된 챔버(3)의 일단부를 도시한다. 이러한 초타원의 공식은 아래와 같다.

[0077] 
$$1 = \left| \frac{x}{a} \right|^n + \left| \frac{y}{b} \right|^n$$

[0078] 초타원 형상의 곡선 형태를 가진 챔버 상의 x, y 포인트는 파라미터에 의해 아래와 같이 정의될 수 있다.

[0079] 
$$x(\theta) = \pm a \cos^{\frac{2}{n}} \theta$$

[0080] 
$$y(\theta) = \pm b \sin^{\frac{2}{n}} \theta$$

[0081] 
$$0 \leq \theta < \frac{\pi}{2}$$

[0082] 도 4b에서, 보조 중심점들(auxiliary center points)(J1 및 J2)이 정의되며, 이 중심점들은 원들을 정의하는 중심점들이며, 이 원들의 원주(K1, K2)의 부분들은 측면도에서 보이는 챔버(3)의 형상을 정의한다. 이 원들의 반경은 바람직하게는 크기가 동일하며 그 크기는 50mm 내지 2000mm 사이일 수 있다. 원들의 반경이 길이에 있어서 동일하지 않은 경우에, 보통 중심점(J1)을 가진 원의 반경이 가장 길다.

[0083] 상기 중심점들(J1, J2)은, 본 발명의 실시예에 따라 상기 챔버(3)의 측면에서 본 형상을 정의할 수 있는 원주들의 부분들의 네 개의 원의 중심점들 중 두 개의 중심점들이다.

[0084] 도 4b에 도시된 원의 부분들(K1 및 K2)은 길쭉한 형상의 원의 부분들이지만, 원형의 원도 상기 챔버(3)의 기하학적 구조를 정의하기 위해 사용될 수 있다.

[0085] 비록 위의 설명은 상부 챔버(3a)와 챔버의 일단부에 관한 것이지만, 기하학적 구조와 관련된 동일한 설명이 하부 챔버(3b) 및 챔버(3)의 타단부 또는 코너들(coners)에도 적용된다.

[0086] 도 5a는 다이어프램 압축기(1)의 이상적인 실시예와 유압 시스템(10)의 부분을 도 2의 AA 선에서의 측면도로 도시한다. 도시된 바와 같이, 도 5a는 피스톤의 이동(26)을 도시하며 이를 따라서 피스톤(20)이 왕복 이동한다. 따라서, 유압 유체는 저항을 만나지 않는 한 피스톤의 이동 경로(26)를 따를 것이다. 이런 이유로 피스톤의 이동(26)과 포트들의 방향(27) 사이의 0도의 경사각(tilt angle)으로 경사지게 하부 헤드(13)를 관통하는 포트들(ports)(9)을 가짐으로써, 피스톤(20)으로부터 적어도 하나의 포트(9)를 경유하여 유입 밸브(5)쪽으로 향하는, 피스톤의 이동(26)으로 도시된, 일직선의 유압 흐름 경로를 제공한다. 이런 이유로, 이 예에서 상기 방향들(27 및 26)은 평행하다. 이는 유입 밸브로 그리고 유입 밸브로부터 오가는 중에 유압 유체에 대한 저항이 없다는 점에서 매우 유리하며, 이는 피스톤(20)의 작동 속도의 증가를 가능하게 하고 그럼으로써 경사지지 않은 포트들을 가진 유사한 부피를 가진 압축기의 더 높은 수율을 가능하게 한다.

[0087] 도 5b는 피스톤의 이동(26)에 대하여 90도와 다른 각도(25)로 경사진 포트들(9)을 가진 본 발명에 따른 압축기의 다른 실시예를 도시한다. 여기에 도시된 바와 같이, 피스톤의 이동(26)과 하나 또는 모든 포트들(9) 사이의 경사각(25)은 5 내지 30도 사이이며, 바람직하게는 10 내지 20도 사이이다. 이러한 비이상적인 방식으로 경사진 포트들(9)을 구현하는 것은, 구현하는데 비용이 적게 들며, 종래 기술의 90도의 각도를 30도까지 감소시킬 수 있고 그럼으로써 피스톤으로부터 유입 개구(5)를 향해 유체가 통과해야 하는 통로 둘레의 "코너(corner)"를 줄인다는 점에서 매우 유익하다.

- [0088] 바람직한 실시예에 따르면, 압축기는 피스톤(20)이 수평면(26)에서 이동하도록 지향된다. 이는, 바람직한 실시예에서, 압축기 헤드(20)와 이것의 포트들(9)이 수평면에 대해 각도(25)로 경사진다는 것을 의미한다. 바람직한 기계는 상기 각도(25)는 5 내지 40도 사이이며, 15도의 각도가 적합한 것으로 나타났다. 이런 이유로, 본 발명의 바람직한 실시예에서, 상기 압축기(1)는 구성된다. 피스톤의 이동 방향(26)은 포트들(9) 중 적어도 하나에 대해 15도의 각도(25)를 가진다.
- [0089] 상기 포트들(9)은 유압 흐름을 가장 최적화하는 어떠한 경사각으로도 변할 수 있으며, 또한 하부 헤드(13)를 관통하는 포트들의 길이를 변경할 수도 있다. 추산에 의한 상기 다이어프램(4)의 바람직한 움직임에 따라, 유압 유체가 다이어프램(4)을 유입 밸브(5)를 가진 챔버(3)의 사이드에서 배출 밸브(6)를 가진 챔버(3)의 사이드를 향해 파상 운동(wave like movement)으로 움직이게 하는 방식으로 상기 포트들(9)을 설계하는 것이 가능하다. 이는 유리하다. 다이어프램(4)의 이러한 파상 운동에 의해 가스 유체는 유입 밸브(5)와 배출 밸브(6) 사이의 미리 결정된 흐름 경로(11)를 따르도록 힘을 받는다. 이는 미리 결정된 흐름 경로(11) 내에 저항이 없거나 제한된다는 점에서 속도의 증가를 가능하게 하고, 원형의 챔버를 가진 경우에 있는 난류의 경향을 감소시킨다. 또한, 이는 가스 유체가 배출 밸브(6) 주위에서 가장 높은 온도를 가질 것이라는 점에서 비대칭적인 냉각을 용이하게 한다.
- [0090] 상기한 바로부터 이해될 수 있는 바와 같이, 본 발명에 따른 압축기 내에서 유압 유체와 가스 유체 둘 다의 동역학이 개선된다. 이하에서, 개선된 동역학이 상술된다. 본 발명의 압축기 헤드(2)의 개선된 동역학을 이해하기 위해, 원형의 형상의 다이어프램 압축기 헤드의 동역학을 먼저 살펴볼 수 있다.
- [0091] 가스 동역학에 관하여, 본 기술 분야에서, 흡입 스트로크 중에 유입 체크 밸브를 가능한 한 일찍 여는 것과 가스가 압축기 헤드 내부로 흐르도록 충분히 명확한 영역을 제공하는 것이 매우 중요하다는 것이 알려져 있다. 이를 성취하기 위해 전통적인 원형의 형상의 다이어프램 압축기 헤드에 채용된 방법은, 유입 가스 포트들을 헤드의 중심 가까이 배치하는 것이다. 이는 압축 챔버 내에서 최대 깊이를 제공하며, 이에 따라 가스를 압축 챔버로 도입하기 위한 흐름 영역을 제공한다. 이와 조합하여, 유압 유체는 먼저 챔버의 중심에서 다이어프램을 아래로 당기도록 유도되어야 한다.
- [0092] 또한, 원형의 형상의 다이어프램 압축기 헤드의 가스 동역학에 관하여, 본 기술 분야에서, 가장 높은 용적 효율(volumetric efficiency)을 성취하기 위해, 배출 또는 압축 스트로크에서 압축 챔버로부터 모든 가스를 비우는 것은 매우 중요한 것으로 알려져 있다. 따라서, 배출 가스 포트들은 챔버 내의 모든 가스들이 빠져나갈 수 있는 가장 짧은 경로를 허용하기 위해 압축 챔버의 중심에 바로 배치된다.
- [0093] 또한, 최대의 용적 효율을 성취하기 위해, 압축 챔버로부터 모든 가스들이 배기되기 전에 다이어프램이 배출 가스 포트들을 덮지 않도록 하는 것이 매우 중요하다.
- [0094] 압축 챔버 내에서 일어나는 이러한 상황은 작동 유체 흐름이 최상의 직선상의 진로를 벗어남에 기인하여 흐름 저항이 증가되게 한다. 이러한 흐름 저항의 증가와 다이어프램 운동의 까다로운 동역학은 압축기의 작동 속도에 바람직하지 않은 제한을 가한다.
- [0095] 따라서, 이 명세서에 기재된 본 발명의 압축기 헤드(2)는, 유입 및 배출 가스 포트들(5, 6)과 압축기의 스트로크에서 위치에 관하여 다이어프램(4)의 운동의 독립적인 조작을 허용하기 위해, 유입 및 배출 가스 포트들(5, 6)이 서로 거리(R)로 이격되어 배치되도록 설계된다.
- [0096] 상기한 바와 같이 유입 및 배출 가스 포트들(5, 6)이 상당한 거리(R)로 분리되어 있을 때, 유압 유체 동역학은 특히 흡입 스트로크의 시작시에 즉시 다이어프램(4)이 유입 가스 포트(5)로부터 떨어지게 구동되도록 조작될 수 있으며, 배출 또는 압축 스트로크의 시작시에 즉시 다이어프램(4)이 유입 가스 포트(5)를 향해 구동되도록 조작될 수 있다.
- [0097] 본 발명의 압축기 헤드(2)의 설계에 추가하여, 유압 유체는 압축 스트로크의 맨 끝까지 배출 가스 포트들(5)이 덮이지 않도록 조작될 수 있다. 이렇게 함으로써, 유입 스트로크에서 압축 챔버(3a)는 가스에 의해 최대 채워질 수 있으며, 압축 스트로크의 끝까지 압축 챔버(3a)로부터 거의 모든 가스가 배출될 수 있다.
- [0098] 위에서 언급한 유입 및 배출 가스 포트들의 분리는 길쭉한 압축 챔버(3) 설계에 의해 성취되는 바, 압축 챔버(3a)의 가장 깊은 부분은 하나의 지점이 아니라 길이(R)에 걸쳐 뻗어 있다.
- [0099] 상기 유입 가스 포트(5)는 길쭉한 챔버(3)의 평면(F) 내의 직선 구역의 일단부에 위치하고, 배출 가스 포트(6)는 평면(F) 내에서 길쭉한 챔버(3)의 직선 구역의 반대쪽 단부에 배치된다. 상기 길쭉한 챔버(3) 디자인은 유

입 가스 포트(5) 단부에서 하부 챔버(3b)에 부착되며 유압 유체를 구동시키는 기계적 피스톤과 결합된다.

- [0100] 또한, 압축기 헤드(2)와 포트들(9)이 피스톤의 이동에 대해, 따라서 유압 유체 경로(26)에 대해 적절한 각도, 즉 경사각(25)으로 배치될 때, 유압 유체는 유입 가스 포트(5)까지 거의 직선상의 경로(26)를 가지며, 배출 가스 포트(6)까지 전환된 경로(diverted pathway)(28)를 가진다. 유압 유체는 압축 사이클 중에 항상 유입 가스 포트(5)까지 거의 직선상의 경로(26)를 가지기 때문에, 유압 유체의 대부분은 하부 헤드(13)의 이 구역을 통해 흐르며, 이에 따라 흐름 저항이 극히 감소되어 다이어프램 압축기(1)가 더 빠른 속도로 작동할 수 있게 된다.
- [0101] 또한, 이는 길쭉한 챔버(3) 내에서 다이어프램(4)의 파상 운동의 주된 이유이다.
- [0102] 상기 다이어프램(4)은 다수의 개별의 시트들(sheets)(미도시)로 만들어질 수 있다. 본 발명의 바람직한 실시예에서, 상기 다이어프램(4)은 세 개의 개별의 적층된 시트들로 만들어진다. 하부 헤드(13)의 상부에 (오일 플레이트(oil plate)로 지칭되는) 하부, 중간 및 상부 시트가 배치된다. 상부 시트의 상부에 상부 헤드(12)가 배치되며, 그 다음에 바람직하게는 볼트들에 의해 하부 헤드(13)에 고정된다.
- [0103] 상기 다이어프램 시트들은 금속 또는 합금으로 만들어질 수 있다. 본 발명의 바람직한 실시예에서, 상기 시트들은 높은 인장강도와 피로강도를 가지며 수소에 대해 저항력이 있는 고온 니켈 합금인 인코넬(Inconel) 합금 718(원재료)로 만들어진다.
- [0104] 두 개의 연속적인 시트들의 원재료는 직접 접촉하지 않는 것이 바람직하며, 즉, 시트의 코팅되지 않은 표면은 윤활 없이 물리적으로 접촉하지 않는다는 것으로서 이해된다.
- [0105] 따라서, 시트들의 측면들 중 적어도 하나는 코팅되는 것이 바람직하다. 이런 이유로, 상부 시트의 상면은 바람직하게는 다이아몬드상 코팅(diamond like coating)(DLC 기상 증착으로도 지칭됨)으로 코팅된다. 중간 및 하부 시트들의 측면들 중 적어도 하나는 실시예에 따라 바람직하게는 질화크롬으로 코팅된다.
- [0106] 오일과 같은 유압 유체가 윤활 기능을 가진다는 점에서 하부 시트의 하면은 코팅될 필요가 없다. 또한, 중간 시트가 (상면과 하면 모두에서) 은 코팅(silver coating)으로 코팅될 경우에, 하부 시트는 전혀 코팅될 필요가 없다.
- [0107] 따라서, 시트들의 원재료가 서로 물리적으로 접촉하는 것을 방지하기 위해 상이한 코팅들로 코팅되는 시트들의 측면들의 다양한 조합들이 있다. 언급된 원재료 및 코팅들과는 다른 것도 적합할 수 있다.
- [0108] 도 6에는 상부 헤드(12) 내에 냉각 채널들(15)이 배치된 예가 도시되어 있다. 위에서 설명된 유입 밸브(5)로부터 배출 밸브(6)로의 제어된 흐름 경로(11)로 인해, 냉각 채널은 가장 낮은 온도의 냉각제가 가능한 한 배출 밸브(6)의 가까이에서 상부 헤드(12)로 들어가도록 배치될 수 있다. 이는 배출 밸브(6)의 영역에서 가스의 온도가 가장 높다는 점에서 유리하다.
- [0109] 도 6은 오직 하나의 방식의 냉각 채널의 배치를 도시하고 있지만, 냉각 채널들은 다양한 상이한 패턴들로 배치될 수 있다는 것은 명백하다. 바람직하게는, 모두 배출 밸브(6)의 주위 영역에서의 냉각 능력을 높여서 상부 헤드(12)를 비대칭적으로 냉각시킨다. 이는 본 발명의 압축기 헤드(2)의 상승된 효율이 압축 과정, 즉 압축기(1)의 작동 중에 가능한 한 많은 열을 제거하는 것에 대한 증가된 요구로 이어진다는 점에서 매우 유리하다.
- [0110] 부피 대비 높은 표면적 비율, 경계층을 막기 위한 압축 챔버(3a) 내에서의 가스의 높은 속도 및 가능한 한 열원 주변에 가까운 냉각 채널(15)은 최대의 열전달을 가능하게 하는 데 유리하다.
- [0111] 원형 압축기 헤드 디자인의 가스 동역학과 함께 이를 유념하면, 원형 압축기 헤드 디자인에서 헤드의 중심에 유입 및 배출 가스 포트들의 배치에 기인하여 가스는 압축 챔버 내에서 속도가 변하며 와류를 형성한다. 이러한 가스의 와류는 고온의 가스가 냉각될 수 있는 명확한 경로를 생성하지 않으며, 또한 가스와 헤드 사이의 열 전달에 대한 경계(경계층)를 감소시키는 높은 가스 속도를 제공하지 않는다.
- [0112] 또한, 이러한 점에서 본 발명의 길쭉한 압축 챔버(3a)는, 유입 및 배출 가스 포트들(5, 6)이 분리됨으로써 가스가 길쭉한 압축 챔버(3a)의 일단부로부터 타단부까지 미리 결정된 명확한 흐름 경로(11)를 따라서 상당한 속도로 흐르게 된다는 점에서 유리하다. 유입 및 배출 가스 포트들(5, 6)의 분리는 냉각 채널들(15)이 포트들(4, 5) 사이에 배치될 수 있도록 하며, 배출 포트(6)를 보다 완전히 둘러쌀 수 있도록 한다. 이러한 디자인에 의해, 압축된 고온 가스가 배출 가스 포트(6)에 접근할 때 이를 냉각시키는데 초점을 맞추는 것이 가능하며, 그럼으로써 비대칭적인 냉각을 얻고 부피 대비 높은 표면적 비율을 유지한다는 점에서 유리하다.
- [0113] 도 7에는, 이 실시예에서 설명된, 즉 바람직하게는 청구항들에 기재된 특징들 중 하나 이상을 포함하는 다이어

프램 압축기(1)를 포함하는 수소 급유 스테이션(18)이 도시되어 있다. 또한, 급유 스테이션(18)은 제1 및 제2 수소 저장고(29, 30)를 포함한다. 수소 급유 스테이션에서 상기 다이어프램 압축기(1)는, 예를 들어, 압력 수준을 어떤 한계치, 예컨대 제2 수소 저장고(30) 내에서 50 내지 100 MPa 사이의 한계치보다 높게 확실하게 만드는 것, 차량(11)에 예를 들어, 50 내지 85 MPa 사이의 수소의 급유를 용이하게 하는 것, 수소를 운반 가능한 저장고로부터 제1 또는 제2 저장고(29, 30) 등으로 이동시키는 것을 돕는 것과 같은 몇몇의 목적에 기여할 수 있다.

- [0114] 예로서, 수소 급유 스테이션 내에 사용되는 압축기(1)의 에너지 소비는 10kW 내지 80kW 사이이며, 이러한 압축기의 무게는 800kg 보다 위라고 말할 수 있다.
- [0115] 이러한 수소 급유 스테이션(18)에서 차량의 급유가 가능하도록 하기 위해, 상기 수소 급유 스테이션(18)은 물론 도시되지 않은 제어 유닛, 압력 또는 온도 센서들, 밸브들, 추가적인 수소 저장고 등도 포함할 수 있다.
- [0116] 상기 다이어프램(4)은 압축기 헤드(2)에 체결될 수 있으며, 또는 상기 챔버(3) 내에서 상승 및 하강할 때 상부 및 하부 헤드(12, 13) 사이에서 슬라이딩할 수 있다.
- [0117] 또한, 상기 다이어프램(4) 내의 폰-미세스 응력(von-Mises stress)이 신중히 제어되며 바람직하게는 대략 200MPa의 임계값까지 제한된다. 이는 응력이 챔버(3) 전체에 걸쳐서 거의 동등하게 분포되도록 하는 방식으로 압축 챔버(3)의 형상화를 통해 달성된다. 마찰 또는 굽힘과 같은 다른 인자들로부터의 추가적인 응력에 영향을 받는 영역들이 고려되며, 그 다음에 다이어프램(4)의 수명을 최대화하기 위해 모든 인자들을 고려하는 전체 응력이 균등화된다. 궁극적으로, 이는 압축 챔버(3)는 엄격한 공차와 정밀한 기계가공 공정으로 세심하게 기계가공 된다는 것을 의미한다.
- [0118] 이 명세서로부터, 본 발명은 적어도, 요구되는 체결력의 과격적인 증가 없이 압축 챔버(3)의 부피가 증가하고, 입력부(5)와 출력부(6) 사이에 명확한 흐름 경로(11)를 가진 더 양호한 가스 흐름이 열 전달을 향상시키며, 포트들(5, 6) 사이에 배치되고 배출 포트(6)를 둘러싸는 더 양호한 냉각 채널들은 구성요소들의 추가적인 효율과 수명으로 이어지고 더 높은 속도를 가능하게 한다는 이점들을 가진다는 것은 명확하다.
- [0119] 비록 이 설명에서 피스톤(20)과 다이어프램(4)을 구동시키기 위한 유압 시스템(10)만 언급되었다 하더라도, 본 발명은 유압 시스템(10)이 비유압 시스템으로 대체될 경우에도 적용될 수 있을 것이다. 비유압 시스템은 기계적 또는 자기적 시스템을 포함하는 임의의 이용 가능한 원동력일 수 있다.
- [0120] 마지막으로, 이 명세서에서 상기 다이어프램 압축기(1)가 고압, 예컨대 10MPa보다 높은 압력과 고속, 예컨대 분당 500사이클보다 높은 속도와 관련하여 설명되었다 할지라도, 이 한계들보다 아래의 압력과 속도에서 완전하게 작동할 수 있다.

**부호의 설명**

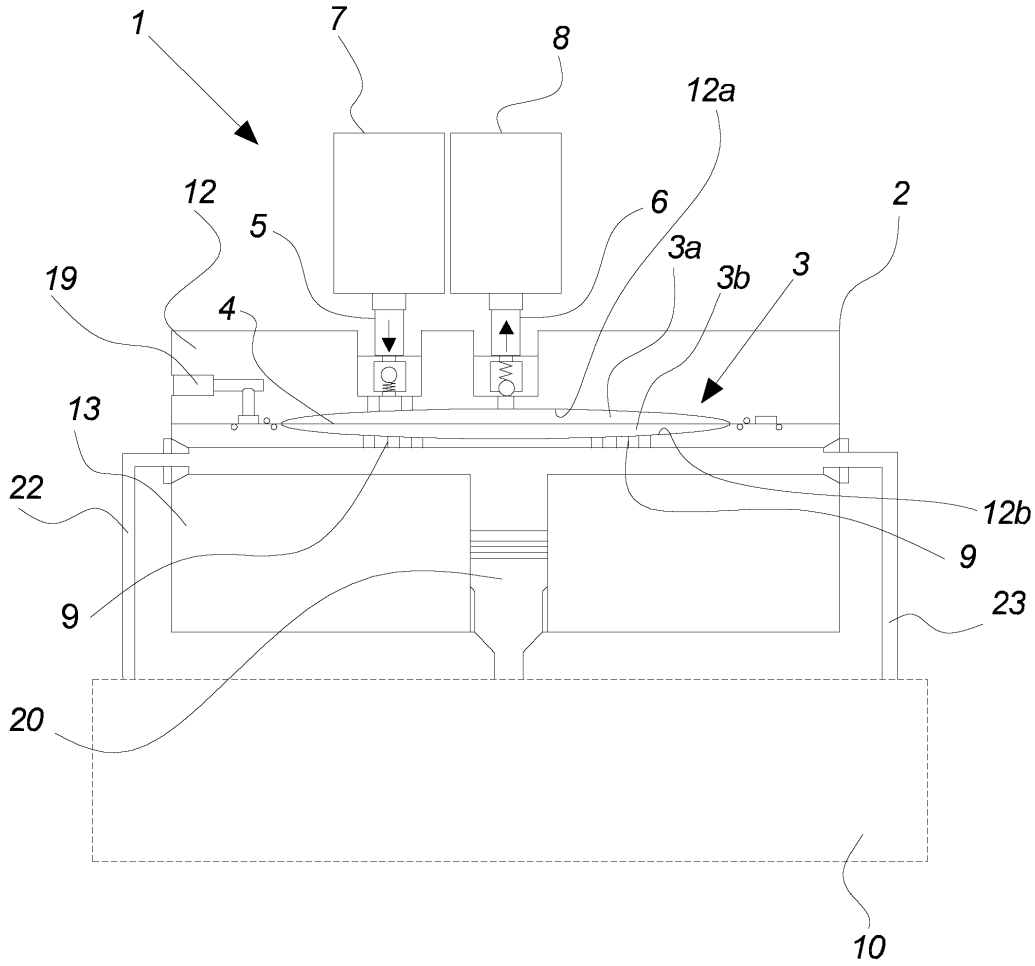
- [0121] 1. 다이어프램 압축기
- 2. 압축기 헤드
- 3. 길쭉한 챔버
  - 3a. 상부 챔버
  - 3b. 하부 챔버
- 4. 다이어프램
- 5. 유입 체크 밸브, 유입 밸브, 유입 개구
- 6. 배출 체크 밸브, 배출 밸브, 배출 개구
- 7. 제1 가스 시스템
- 8. 제2 가스 시스템
- 9. 포트(port)
- 10. 유압 시스템
- 11. 미리 결정된 흐름 경로

12. 상부 헤드
  - 12a. 상부 헤드의 내면
13. 하부 헤드
  - 13a. 하부 헤드의 내면
14. 평면(E)과 포트(9) 사이의 각도
15. 냉각 채널
16. 상부 씌일(seal)
17. 하부 씌일(seal)
18. 수소 급유 스테이션
19. 누설 검출기
20. 피스톤
22. 유압 유체 입구
23. 유압 유체 출구
25. 경사각
26. 피스톤의 이동/유압 흐름 경로
27. 유입/배출 개구 방향
28. 전환된 흐름 경로
29. 제1 수소 저장고
30. 제2 수소 저장고
31. 차량
  - A. 챔버(3)의 길이방향에서 제1 종점을 정의하는 점
  - B. 챔버(3)의 폭의 제1 종점을 정의하는 점
  - C. 챔버(3)의 길이방향에서 제2 종점을 정의하는 점
  - D. 챔버(3)의 폭의 제2 종점을 정의하는 점
  - E. 다이어프램(4)의 정지 위치를 정의하는 평면
  - F. 상부 챔버(3A)에서 밸브들(5, 6)의 위치를 정의하는 평면
  - G. 유입 밸브(5)를 포함하는 개구의 중심을 정의하는 점
  - H. 배출 밸브(6)를 포함하는 개구의 중심을 정의하는 점
  - I. 상부 구획실(3a)의 깊이의 종점을 정의하는 점
  - J. 점 D와 C 사이의 직각을 정의하는 보조 점
  - K. 챔버(3)의 코너까지의 거리
  - R. 점 G와 H, 즉 밸브들(5, 6)의 중심 사이의 길이를 정의하는 거리
  - S. 점 A와 G 사이, 즉 챔버(3)의 제1 종점으로부터 유입 밸브(5)의 위치 사이의 길이를 정의하는 거리
  - T. 점 C와 H 사이, 즉 챔버(3)의 제2 종점으로부터 배출 밸브(6)의 위치 사이의 길이를 정의하는 거리
  - X. 점 A와 C 사이에서 측정된 챔버(3)의 길이
  - Y. 점 B와 D 사이에서 측정된 챔버(3)의 폭

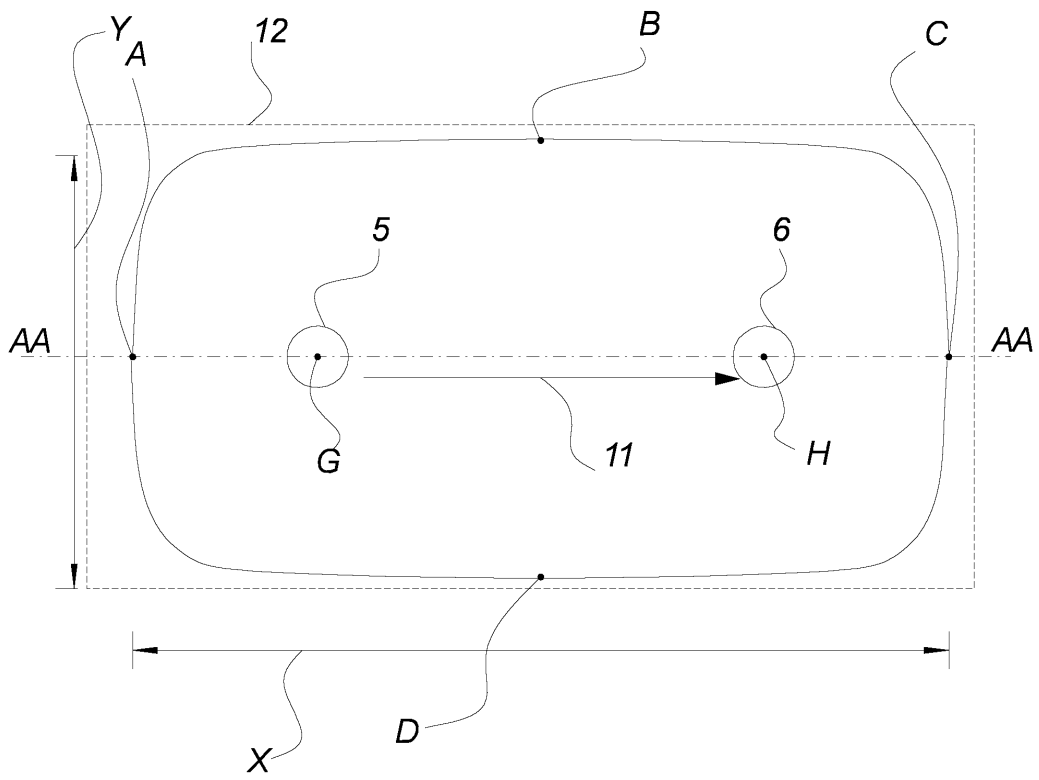
Z. 평면 E와 점 I 사이에서 측정된 챔버(3)의 깊이

도면

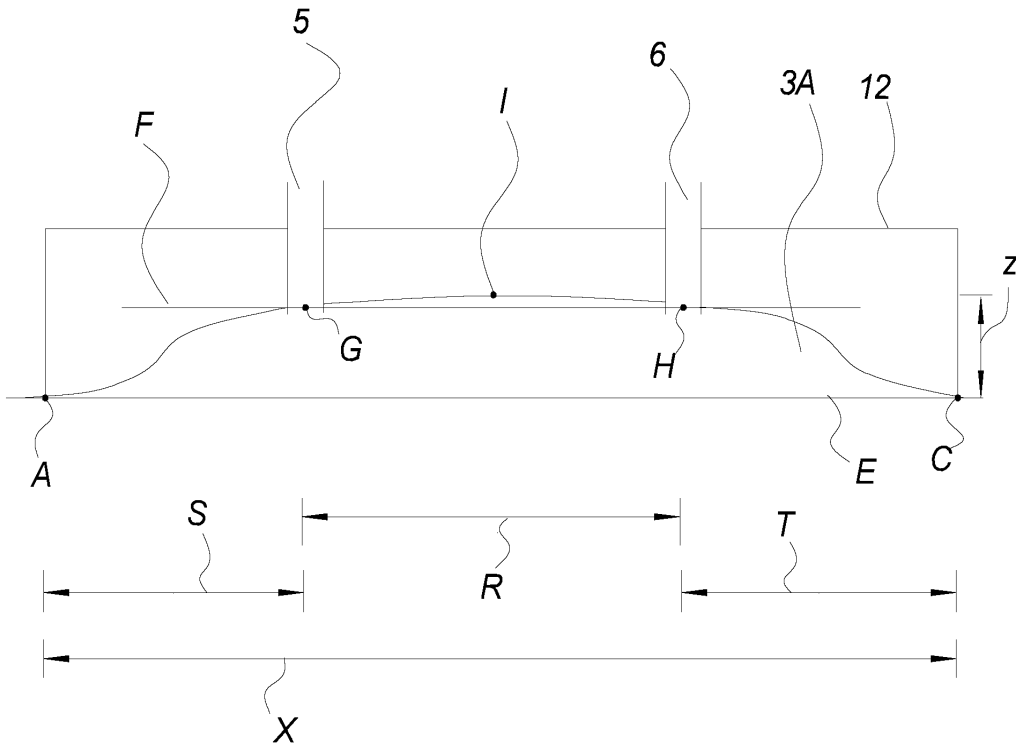
도면1



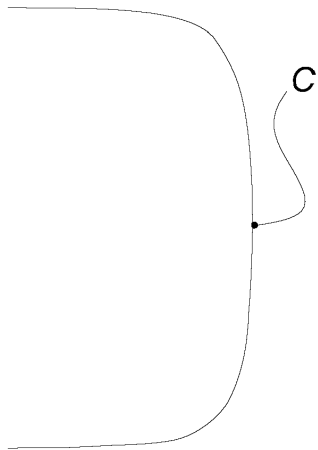
도면2



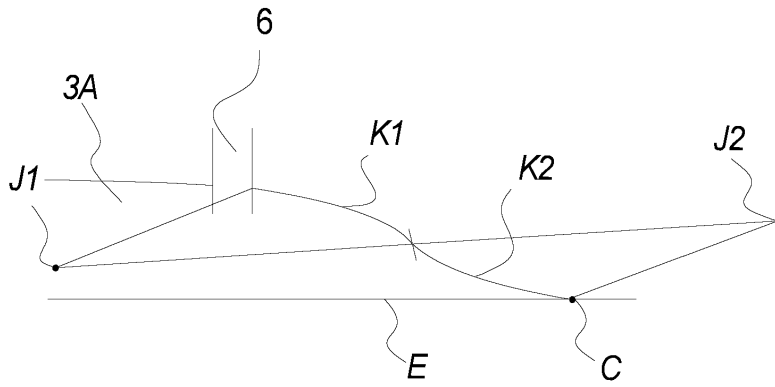
도면3



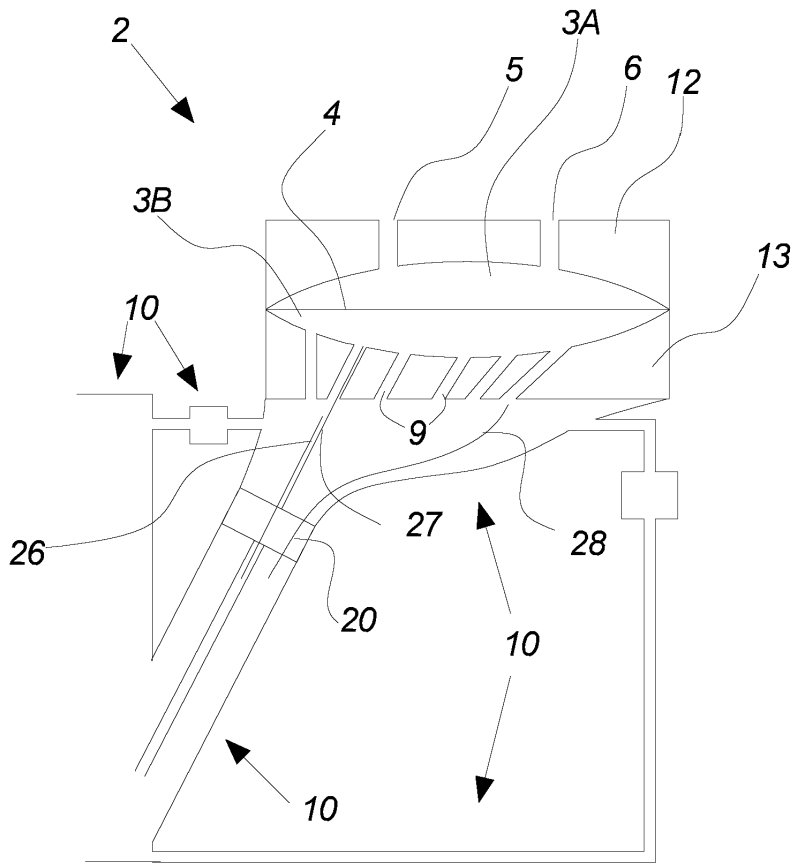
도면4a



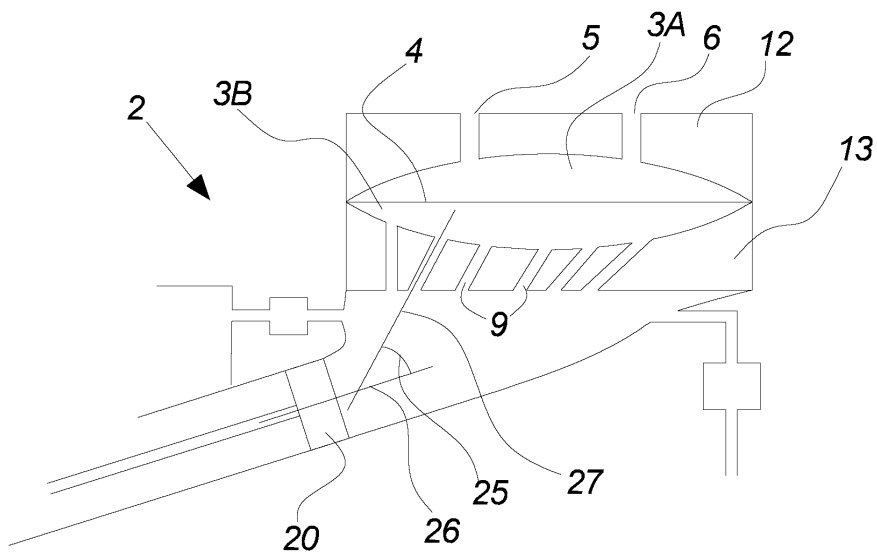
도면4b



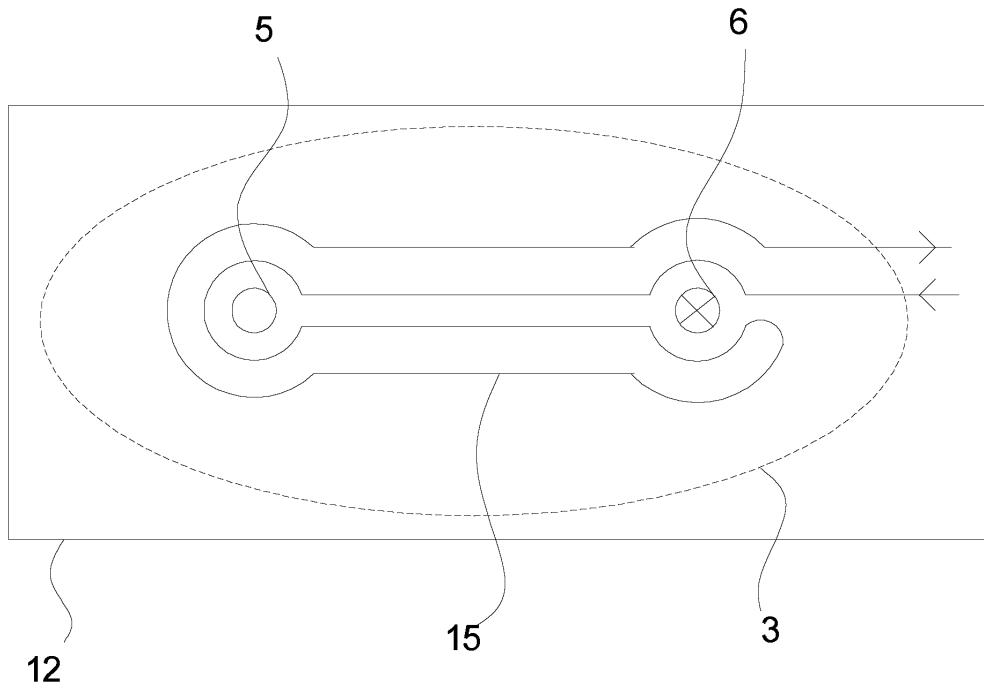
도면5a



도면5b



도면6



도면7

