



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년10월16일

(11) 등록번호 10-2033142

(24) 등록일자 2019년10월10일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F04B 37/08 (2006.01) **B01D 8/00** (2006.01)
- (52) CPC특허분류
F04B 37/08 (2013.01)
B01D 8/00 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-7034235(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2012년02월08일
 심사청구일자 2018년11월27일
- (85) 번역문제출일자 2018년11월26일
- (65) 공개번호 10-2018-0129975
- (43) 공개일자 2018년12월05일
- (62) 원출원 특허 10-2013-7023831
 원출원일자(국제) 2012년02월08일
 심사청구일자 2017년02월06일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2012/024243
- (87) 국제공개번호 WO 2012/109304
 국제공개일자 2012년08월16일
- (30) 우선권주장
 61/441,027 2011년02월09일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
 US04896511 A*
 Vaccum(number6,page 543_546,1989.12.31.)*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
 브룩스 오토메이션, 인크.
 미국 메사추세츠 켈름스포드 엘리자베스 드라이브 15 (우 : 01824)
- (72) 발명자
 시소에브, 세르게이
 미국 01469 매사추세츠 타운샌드 테일러 로드 117
 바틀레트, 알렌, 제이.
 미국 01569 매사추세츠 옥스브릿지 프리덤스 웨이 45
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
 특허법인 남앤남

전체 청구항 수 : 총 12 항

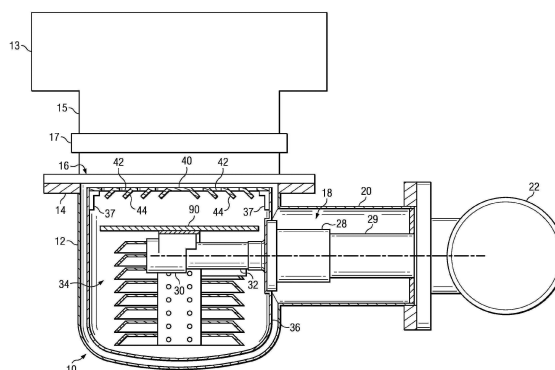
심사관 : 황성만

(54) 발명의 명칭 극저온 펌프

(57) 요약

극저온 펌프는 개선된 가스 분포를 갖는 제작이 간단한 전방 배플 플레이트를 갖고 타입 II 가스들을 포획하기 위해 큰 면적의 제 2 스테이지 어레이 플레이트를 갖는다. 극저온 펌프는 오리피스들 및 이 오리피스들로부터 구부러지고 이에 부착되는 플랩들을 갖는 제 1 스테이지 전방 배플 플레이트를 갖는다. 극저온 펌프는 제 2 스테이지 어레이의 냉각 배플들보다 면적이 더 큰 제 2 스테이지 상부 플레이트를 갖는다.

대표도



(72) 발명자

카셀로, 존, 제이.

미국 02766 매사추세츠 노튼 켄싱턴 로드 47

웰스, 제프리, 에이.

미국 03055 뉴햄프셔 밀포드 베어 코트 24

이코바찌, 미카헬, 제이.

미국 02703 매사추세츠 사우스 아틀보로 올드 스테

이지코치 로드 58

명세서

청구범위

청구항 1

2 스테이지 냉각 장치(two stage refrigerator);

냉각 장치의 제 1 스테이지에 열적으로 커플링되는 원통형 복사 차폐물;

냉각 장치의 제 1 스테이지에 의해 냉각되는 제 1 스테이지 전방 극저온 패널; 및

상기 원통형 복사 차폐물 내의 제 2 스테이지를 포함하고,

상기 제 2 스테이지는,

냉각 배플들의 원통형 어레이로서 배열되는 복수의 냉각 배플들로서, 상기 배플들과 상기 원통형 복사 차폐물 사이에는 방사상의 틈(radial gap)이 있고, 상기 복수의 냉각 배플들은 냉각 장치의 제 2 스테이지에 열적으로 커플링되고, 하나 이상의 냉각 표면의 적어도 일부분이 흡착제 재료로 코팅되는, 복수의 냉각 배플들, 및

냉각 장치의 제 2 스테이지에 열적으로 커플링되고 제 1 스테이지 전방 극저온 패널과 복수의 냉각 배플들 사이에 배열되는 상부 플레이트를 포함하고,

상기 상부 플레이트는, 상기 제 1 스테이지 전방 극저온 패널에 평행하게 연장하고 상기 제 1 스테이지 전방 극저온 패널에 대면하는(facing) 상측 표면(upper surface)을 포함하고,

상기 상측 표면은, 상기 상부 플레이트와 상기 원통형 복사 차폐물 사이의 방사상의 틈을 위해, 전방 극저온 패널로부터 볼 때 복수의 냉각 배플들을 실질적으로 지나서 연장하고,

상기 상부 플레이트와 상기 원통형 복사 차폐물 사이의 방사상의 틈은 상기 배플들과 상기 원통형 복사 차폐물 사이의 방사상의 틈보다 작은,

극저온 펌프.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 상부 플레이트는 극저온 펌프의 복사 차폐물의 전방 개방 영역의 73% 내지 95% 를 커버하기 위해 복수의 냉각 배플들을 지나서 연장하는,

극저온 펌프.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 상부 플레이트는 극저온 펌프의 복사 차폐물의 전방 개방 영역의 73% 내지 90% 를 커버하기 위해 복수의 냉각 배플들을 지나서 연장하는,

극저온 펌프.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 복수의 냉각 배플들은 상기 전방 개방 영역의 50%의 돌출 영역을 가지는,
극저온 펌프.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
상기 상부 플레이트는 복수의 냉각 배플들의 돌출 영역보다 46% 내지 80% 더 큰 영역을 커버하는,
극저온 펌프.

청구항 6

제 1 항에 있어서,
상기 전방 극저온 패널은 각을 이루는 배플들을 포함하는,
극저온 펌프.

청구항 7

제 6 항에 있어서,
상기 각을 이루는 배플들은, 개구를 커버하기 위해 극저온 펌프의 상기 개구에 배열되는 전방 배플 플레이트로
부터 구부러지는 플랩들을 포함하는,
극저온 펌프.

청구항 8

제 6 항에 있어서,
상기 각을 이루는 배플들은 복사 차폐물에 의해 지지되는 동심의 링들을 포함하는,
극저온 펌프.

청구항 9

제 8 항에 있어서,
상기 링들은 차폐물의 전방으로부터 방사상으로 외향으로 각을 이루는,
극저온 펌프.

청구항 10

제 9 항에 있어서,
상기 링들은 전방 극저온 패널의 전방 평면으로부터 10 내지 60° 의 범위로 각도를 이루는,
극저온 펌프.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 링들은 전방 극저온 패널의 전방 평면으로부터 25 내지 35° 의 범위로 각도를 이루는,
극저온 펌프.

청구항 12

제 9 항에 있어서,

상기 링들은 전방 극저온 패널의 전방 평면으로부터 35 내지 45° 의 범위로 각도를 이루는,
극저온 펌프.

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 2011년 2월 9일에 출원된, 미국 가출원 번호 61/441,027 호의 이익을 주장한다.

[0003] 상기 출원의 전체 교시들은 인용에 의해 본원에 포함된다.

배경 기술

[0005] 일반적으로 동일한 디자인 컨셉을 따르는, 개방 또는 폐쇄된 극저온 사이클들에 의해 냉각되는 극저온 펌프가 현재 이용가능하다. 보통 4 내지 25K 범위에서 작동하는, 저온 제 2 스테이지 극저온 패널 어레이가 주된 펌핑 표면이다. 이러한 표면은 보통 40 내지 130K 범위의 온도에서 작동되는 고온 복사 차폐물에 의해 둘러싸이며, 이는 저온 어레이에 대한 복사 차폐를 제공한다. 복사 차폐물은 일반적으로 주된 펌핑 표면과 비워질 챔버 사이에 위치되는 전방 극저온 패널 어레이를 제외하고 폐쇄되는 하우징을 포함한다. 이러한 더 높은 온도의 제 1 스테이지 전방 어레이는, 타입 I 가스들로서 공지된, 수증기와 같은 높은 비등점 가스들을 위한 펌핑 장소로서의 역할을 한다.

[0007] 작동 시에, 수증기와 같은 높은 비등점 가스들은 전방 어레이 상에서 응축된다. 더 낮은 비등점 가스들은 전방 어레이를 통과하여 복사 차폐물 내의 체적 안으로 들어간다. 질소와 같은 타입 II 가스들은 제 2 스테이지 어레이 상에서 응축된다. 수소, 헬륨 및 네온과 같은 타입 III 가스들은 4K 에서 상당한 증기압들을 갖는다. 타입 III 가스들을 포획하기 위해, 제 2 스테이지 어레이의 내부 표면들은 활성화된 카본, 제올라이트 또는 분자체(molecular sieve)와 같은 흡착제(adsorbent)로 코팅될 수 있다. 흡착은 가스들이 극저온 온도들에서 유지되는 재료에 의해 물리적으로 포획되고 이에 의해 환경으로부터 제거되는 프로세스이다. 따라서 펌핑 표면들 상에 응축되는 또는 흡착되는 가스들에 의해, 단지 진공만이 작업 챔버에 남아있게 된다.

[0009] 폐쇄된 사이클 냉각기들에 의해 냉각되는 극저온 펌프 시스템들에서, 냉각기는 통상적으로 복사 차폐물을 통하여 연장하는 콜드 핑거(cold finger)를 갖는 2 개의 스테이지 냉각 장치이다. 냉각 장치의 제 2 의 가장 차가운 스테이지의 콜드 단부는 콜드 핑거의 선단부에 있다. 주된 펌핑 표면, 또는 극저온 패널은 콜드 핑거의 제 2 스테이지의 가장 차가운 단부에서 히트 싱크(heat sink)에 연결된다. 이러한 극저온 패널은 간단한 금속 플레이트, 컵 또는 예컨대, 인용에 의해 본원에 포함되는 미국 특허 제 4,555,907 호 및 4,494,381 호에서와 같이 제 2 스테이지 히트 싱크 주위에 배열되고 이에 연결되는 금속 배플들의 어레이일 수 있다. 이러한 제 2 스테이지 극저온 패널은 이전에 언급된 바와 같은 활성화된 카본 또는 제올라이트와 같은 저온 응축 가스 흡착제들을 또한 지지할 수 있다.

[0011] 냉각 장치 콜드 핑거는 컵형 복사 차폐물의 베이스를 통하여 연장하고 차폐물과 동심일 수 있다. 다른 시스템들에서, 콜드 핑거는 복사 차폐물의 측면을 통하여 연장한다. 이러한 구성은 가끔 극저온 펌프의 배치를 위해 이용가능한 공간에 더 잘 맞는다.

[0013] 복사 차폐물은 냉각 장치의 제 1 스테이지의 가장 차가운 단부에서 히트 싱크, 또는 히트 스테이션에 연결된다. 이러한 차폐물은 복사 열로부터 극저온 패널을 보호하는 방식으로 제 2 스테이지 극저온 패널을 둘러싼다. 복사 차폐물을 폐쇄하는 전방 어레이는 차폐물을 통하여 제 1 스테이지 히트 싱크에 의해, 또는, 인용에 의해 본원에 포함되는 미국 특허 제 4,356,701 호에 기재된 것과 같이, 열 스트럿(strut)들을 통하여 냉각된다.

[0015] 극저온 펌프들은 다량의 가스가 수집된 후에 때때로 재생될 필요가 있다. 재생은 이전에 극저온 펌프에 의해 포획된 가스들이 방출되는 프로세스이다. 재생은 보통 극저온 펌프가 주위 온도들로 복귀되는 것을 가능하게 함으로써 달성되고 가스들은 그 후 보조 펌프에 의해 극저온 펌프로부터 제거된다. 가스의 이러한 방출 및 제거에 후속하여, 극저온 펌프는 다시 동작되고 재냉각 후에 다시 작업 챔버로부터 다량의 가스를 제거할 수 있게 된다.

[0017] 극저온 펌프들의 성능 지수는 수소의 포획 확률, 즉 펌프의 외측으로부터 극저온 펌프의 개방된 입구에 도달하는 수소 분자가 어레이의 제 2 스테이지 상에서 포획될 확률이다. 포획 확률은 펌프에 의해 포획되는 초당 리터인, 수소에 대한 펌프 속도에 직접적으로 관련된다. 종래의 디자인의 더 높은 레이트의 펌프들은 20 % 또는 그 초과인 수소의 포획 확률을 갖는다.

[0019] 다양한 펌프 디자인들이 타입 III 가스들의 펌핑 속도를 증가시키기 위해 제안되어 왔다. 예컨대, 인용에 의해 본원에 포함되는 미국 특허 제 4,718,241 호는 시스템의 재생 빈도를 동시에 제한하는, 비응축 가능 가스들을 펌핑하는 속도를 증가시키도록 디자인되는 제 2 스테이지 어레이를 제시한다. 제 2 스테이지 어레이는 극저온 패널의 디스크들의 내부 표면들 상에 놓이는 흡착제 재료로서의 수소, 네온 또는 헬륨과 같은 비응축 가스들의 더 큰 접근성을 가능하게 하기 위해 제 2 스테이지 극저온 패널을 개방시킴으로써 재생 빈도의 제한 및 펌핑 속도의 증가를 달성한다. 이는 비응축 가스들이 더 신속하게 흡착되고, 따라서 비응축 가능물들에 대한 펌핑 속도를 증가시킨다. 동시에, 제 2 스테이지 어레이는 모든 가스 분자들이 흡착제 재료로 코팅되지 않은 극저온 패

널의 표면에 먼저 충돌하는 것을 보장하도록 디자인되었다.

[0021] 인용에 의해 본원에 포함되는 미국 특허 제 5,211,022 호에 설명된 펌프와 같은 다른 펌프 디자인들이 제 1 스테이지의 세브런(chevron)들 또는 루버(louver)들을 다중 오리피스들을 갖는 플레이트로 대체한다. 오리피스들은 세브런들 또는 루버들에 비교하여 제 2 스테이지로의 가스들의 흐름을 제한한다. 내부 제 2 스테이지 펌핑 영역으로의 흐름을 제한함으로써, 임의의 퍼센티지의 불활성 가스들이 최적의 스퍼터링을 위한 불활성 가스의 적정 압력(통상적으로 10^{-3} Torr 또는 그 이상)을 제공하기 위해 작업 공간에서 유지되는 것이 가능하게 된다. 하지만, 물과 같은 더 높은 응축 온도의 가스들은 전방 오리피스 플레이트 상의 응축에 의해 환경으로부터 즉시 제거된다.

[0023] 종래 기술의 실행은 제 2 스테이지와의 충돌로부터의 복사 열을 감소시키고, 제 2 스테이지에 대한 타입 II 및 III 가스 흐름율들을 제어하고, 더 높은 비등점의 타입 I 응축 가스들이 더 차가운 표면들 및 흡착제 층 상에서 응축하는 것을 방지하기 위해 세브런들 및 스퍼터 플레이트들에 의해 제 2 스테이지를 보호하기 위한 것이었다. 복사 및 흐름율들의 감소는 제 2 스테이지 극저온 패널 표면들의 온도를 낮추고 이러한 표면들 뿐만 아니라 흡착제 상의 응축된 가스들의 온도를 낮춘다. 더 낮은 온도는 증가된 가스 포획 용량을 초래하고 재생 사이클들의 빈도를 감소시킨다. 세브런들은 스퍼터 플레이트들에 비교할 때 매우 좋은 복사 차폐를 제공하며, 세브런들은 제 2 스테이지 극저온 패널 표면들에 대한 복사 열에 대한 직접적인 시선을 제공하는 오리피스를 포함한다. 하지만, 업계의 스퍼터 플레이트들의 현재 상태는 세브런들에 비교할 때 제 2 스테이지 극저온 패널들에 대하여 타입 II 및 III 가스들을 심각하게 제한하고, 이는 이러한 가스들에 대한 더 낮은 펌핑 속도들을 초래한다. 몇몇 분야들에서, 펌핑 속도의 이러한 심각한 제한은 바람직하데, 이는 임의의 퍼센티지의 불활성 가스들이 최적의 스퍼터링 또는 다른 프로세싱을 위한 불활성 가스의 적정 압력을 제공하기 위해 프로세스 챔버의 작업 공간에 유지되는 것이 가능하기 때문이다.

발명의 내용

[0025] 증가된 양의 응축된 가스들을 수반할 수 있는 제 2 스테이지 어레이 및 배플 플레이트를 통하는 제한된 가스 흐름율들을 갖는 개선된 복사 차단을 제공하는 제작이 간단한 제 1 스테이지 배플을 갖는 극저온 펌프에 대한 시장 수요가 있다. 제작이 간단한 제 1 스테이지 배플 플레이트는 임의의 각도로 구부러지고 오리피스들의 에지들에 부착되는 플랩(flap)들을 갖는 오리피스들을 갖는다. 제 2 스테이지 어레이는 제 2 스테이지 어레이의 배플들보다 면적이 더 큰 상부 플레이트를 사용한다. 극저온 펌프는 각각의 제작이 간단한 제 1 스테이지 배플 플레이트 및 큰 면적의 상부 플레이트를 단독으로 또는 조합하여 사용할 수 있다.

[0027] 언급된 것과 같이, 극저온 펌프는 극저온 펌프의 개구에 배열되는 제 1 스테이지 전방 배플 플레이트를 포함할 수 있다. 전방 배플 플레이트는 극저온 펌프의 개구를 실질적으로 커버하는 면적을 갖는다. 전방 배플 플레이트는 복수의 오리피스들을 갖고, 각각의 오리피스는 오리피스의 에지에서 전방 배플 플레이트로부터 구부러지고 이에 부착되는 플랩을 갖고, 각각의 플랩은 전방 배플 플레이트를 통과하는 경로 내에 배열된다. 오리피스들은 직사각형 형상, 정사각형 형상, 사다리꼴 형상, 원 형상, 삼각형 형상 또는 임의의 다른 형상일 수 있다. 플랩들은 전방 배플 플레이트의 표면에 대하여 바람직하게는 10° 내지 60° 의 각도로 구부러지고, 가장 바람직하게는 25° 내지 35° 의 각도로 구부러진다. 제 2 스테이지에서의 더 높은 속도 하지만 더 높은 열 부하를 위해, 35° 내지 45° 의 각도들이 바람직하다.

[0029] 제작이 간단한 전방 배플 플레이트는 먼저 금속 플레이트를 제공함으로써 형성될 수 있다. 복수의 오리피스들이 원형 금속 플레이트에 생성되고, 각각의 오리피스(플랩)로부터의 플레이트로부터의 금속의 적어도 일부분이 오리피스의 에지에서 플레이트에 부착된 채로 남아있다. 금속의 부분은 그 후 금속 플레이트의 표면에 대하여 임의의 각도로 에지를 중심으로 구부러진다. 오리피스는 직사각형 형상, 정사각형 형상, 원 형상, 사다리꼴 형상 또는 삼각형 형상 또는 임의의 다른 형상일 수 있다. 각각의 오리피스에서의 플랩은 전방 배플 플레이트의 중심에 가장 가까운 그의 각각의 오리피스의 에지에 부착될 수 있다. 오리피스들은 플레이트의 중심으로부터 오리피스들을 갖지 않는 플레이트의 에지로 하나 이상의 경로가 있도록 전방 배플 플레이트 상에 배열될 수 있다. 오리피스들은 예컨대 레이저 커팅, 워터 젯 커팅, 기계적 커팅, 에칭 및 스탬핑 중 하나 이상에 의해 생성될 수 있다.

[0031] 여기서 설명된 전방 배플 플레이트들을 갖는 극저온 펌프의 이점들은 제작의 간단함 및 극저온 펌프가 부착되는 프로세스 챔버로부터의 복사의 개선된 차단을 포함한다. 여기서 설명된 전방 배플 플레이트들을 갖는 극저온 펌프의 다른 이점은 극저온 펌프의 제 2 스테이지 어레이에서의 타입 II 가스들 및 타입 III 가스들의 개선된 분

포이다.

[0033] 선택적으로는, 극저온 펌프는 제 1 돌출 영역(프로세스 챔버로의 개구를 통하여 극저온 펌프를 보는 시점으로부터)을 갖는 복수의 냉각 배플들을 갖는 제 2 스테이지 어레이를 가질 수 있고, 복수의 냉각 배플들은 흡착제 재료로 코팅된 하나 또는 둘 이상의 냉각 표면들의 적어도 일부분을 갖는 어레이로서 배열될 수 있다. 냉각 배플들의 어레이는 수평으로, 수직으로 지향되거나 적층으로 배열되거나, 또는 임의의 다른 조합일 수 있다. 각각의 복수의 냉각 배플들은 제 2 스테이지 냉각 장치에 직접적으로 부착되거나 또는 이들은 제 2 스테이지 냉각 장치에 연결되는 브래킷에 부착된다. 제 2 스테이지 어레이는 복수의 냉각 배플들에 커풀링되고 전방 배플 플레이트와 복수의 냉각 배플들 사이에 배열되는 상부 플레이트를 또한 가질 수 있고, 상부 플레이트는 복수의 냉각 배플들과 정렬되고 제 1 돌출 영역보다 더 큰 제 2 돌출 영역을 갖는다. 상부 플레이트의 돌출 영역은 제 2 스테이지를 둘러싸는 극저온 펌프의 복사 차폐물의 전방 개구 면적의 50% 보다 더 크고, 바람직하게는 이 전방 개구 면적의 대략 90% 이다. 하지만, 상부 플레이트는 통상적으로는 복사 차폐물의 약 50% 인, 냉각 배플들의 면적보다 더 큰 임의의 다른 면적을 가질 수 있다.

[0035] 여기서 설명된 큰 면적의 상부 플레이트를 갖는 극저온 펌프의 장점들은 극저온 펌프의 재생이 필요하기 전에 증가된 용량의 응축된 타입 II 가스들을 포함한다. 큰 면적의 상부 플레이트의 다른 장점은 타입 II 가스들로부터의 흡착제 재료의 격리를 개선함으로써, 타입 III 가스들에 대한 흡착제 재료를 보존할 수 있다. 큰 면적의 상부 플레이트는 상기 설명된 전방 배플 플레이트에 의해 특히 유리하다. 큰 면적의 상부 플레이트와 조합하는 전방 배플 플레이트는 스퍼터 플레이트들을 사용하는 종래의 전방 어레이들보다 프로세스 챔버로부터의 더 적은 복사가 배플들의 제 2 스테이지 어레이에 도달하는 것을 가능하게 한다. 감소된 복사는 상부 플레이트/배플들의 어레이의 온도를 감소시키고, 특히 전방 배플 플레이트에 가장 가까운 상부 플레이트/배플의 온도 및 전방 배플 플레이트에 가장 가까운 상부 플레이트/배플 상에 존재하는 타입 II 응축된 가스의 온도를 낮춘다. 큰 면적의 상부 플레이트는 응축된 가스의 표면의 용납 가능한 온도를 유지하면서 응축된 가스들의 더 큰 체적을 포획할 수 있게 한다.

[0037] 전방 배플 플레이트는 바람직하게는 10 내지 60° 로 그리고 가장 바람직하게는 35 내지 45° 로 각을 이루는 동심 링들로 대체될 수 있다.

[0039] 전술한 내용은 첨부된 도면들에 도시된 것과 같이, 이후의 본 발명의 예시적인 실시예들의 더 특별한 설명으로부터 명백하게 될 것이며 동등한 참조 부호들은 상이한 도면들에 걸쳐 동일한 부분들을 나타낸다. 도면들은 반드시 척도에 따른 것이 아니며, 오히려 본 발명의 실시예들을 도시할 때에 강조되어 있다.

도면의 간단한 설명

- [0041] 도 1a 는 종래 기술의 극저온 펌프의 횡측면도이고;
- 도 1b 는 다른 종래 기술의 극저온 펌프의 횡측면도이고;
- 도 2 는 전방 배플 플레이트의 실시예를 갖는 극저온 펌프의 횡측면도이고;
- 도 3a 는 원형 오리피스들을 갖는 전방 배플 플레이트의 실시예의 상면도(top view)이고;
- 도 3b 는 도 3a 에 나타난 전방 배플 플레이트의 실시예의 횡측면도이고;
- 도 3c 는 직사각형 오리피스들을 갖는 전방 배플 플레이트의 실시예의 상면도이고;
- 도 4 는 도 3a 및 도 3b 에 나타난 전방 배플 플레이트의 실시예의 오리피스 및 플랩의 사시도이고;
- 도 5 는 도 3a, 도 3b 및 도 4 에 나타난 전방 배플 플레이트의 오리피스의 상면도이고;
- 도 6 은 전방 배플 플레이트의 직사각형 오리피스의 상면도이고;
- 도 7 은 전방 배플 플레이트의 삼각형 오리피스의 상면도이고;
- 도 8a 는 전방 배플 플레이트의 다른 실시예를 갖는 극저온 펌프의 횡측면도이고;
- 도 8b 는 전방 배플 플레이트의 횡측면도이고;
- 도 9 는 큰 면적의 상부 플레이트의 실시예를 갖는 극저온 펌프의 횡측면도이고;
- 도 10 은 도 9 에 나타난 큰 면적의 상부 플레이트의 횡측면도이고;

도 11a 는 제 2 스테이지 상부 플레이트의 횡측면도이고;

도 11b 는 제 2 스테이지 큰 면적의 상부 플레이트의 횡측면도이고;

도 12 는 상이한 직경들을 갖는 다양한 큰 면적의 상부 플레이트들의 응축된 가스 용량을 나타내는 차트이고,

도 13 은 큰 면적의 상부 플레이트의 실시예와 조합한 전방 배플 플레이트의 실시예를 갖는 극저온 펌프의 횡측면도이고;

도 14 는 다양한 극저온 펌프 구성들의 펌핑 용량을 나타내는 차트이고;

도 15a 는 큰 면적의 상부 플레이트 및 동심 링들의 전방 어레이들을 갖는 극저온 펌프의 횡측면도이고; 및

도 15b 는 도 15a 의 전방 어레이의 평면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0042] 본 발명의 예시적인 실시예들의 설명이 후속된다.

[0044] 프로세스 챔버(13)에 부착되는 종래 기술의 원형 극저온 펌프(6A 및 6B)들의 횡측면도가 각각 도 1a 및 도 1b 에 나타나 있다. 극저온 펌프(6A 및 6B)들은 플랜지(14)를 따라 프로세스 챔버에 직접적으로 또는 플랜지와 프로세스 챔버(13)에 연결되는 프로세스 도관(15) 사이의 중간 게이트 밸브(17)에 장착될 수 있는 극저온 펌프 하우징(12)을 포함한다. 도관(15)은 프로세스 챔버(13)로부터 극저온 펌프(6)를 격리시키는데 이용될 수 있는 게이트 밸브(17)를 포함한다. 극저온 펌프(6A 및 6B)들은 프로세스 챔버(13)를 펌핑할 수 있다. 극저온 펌프(6A 및 6B)들은, 프로세스 챔버(13)에 커플링되는 도관(15)에 볼트 결합되는 극저온 펌프 하우징(12)을 포함한다. 극저온 펌프 하우징(12)의 전방 개구(16)는 프로세스 챔버(13)의 원형 개구와 연통한다. 냉각 장치의 2 개의 스테이지 콜드 핑거(18)는 베슬의 원통형 부분(20)을 통하여 극저온 펌프 하우징(12) 안으로 돌출한다. 냉각 장치는 Chellis 외의 미국 특허 제 3,218,815 호에 기재된 것과 같은 Gifford-McMahon 냉각 장치일 수 있다. 콜드 핑거(18) 내의 2 개의 스테이지 변위기가 모터(22)에 의해 구동된다. 각각의 사이클에 의해, 압력 하에서 콜드 핑거 안으로 도입되는 헬륨 가스는 팽창되고 따라서 냉각되며 그 후 라인을 통하여 배기된다. 제 1 스테이지 히트 싱크 또는 히트 스테이션(28)은 냉각 장치의 제 1 스테이지(29)의 차가운 단부에 장착된다. 유사하게, 히트 싱크(30)가 제 2 스테이지(32)의 차가운 단부에 장착된다.

[0046] 주된 펌핑 표면은 제 2 스테이지 히트 스테이션(30)에 장착되는 배플(34)들의 어레이이다. 이러한 어레이는 낮은 응축 온도의 가스들을 응축하기 위해 바람직하게는 20K 미만의 온도에서 유지된다. 컵 형상의 복사 차폐물(36)이 제 1 스테이지 히트 스테이션(28)에 결합된다. 콜드 핑거의 제 2 스테이지(32)는 복사 차폐물의 개구를 통하여 연장한다. 이러한 차폐물은 복사에 의한 어레이의 가열을 최소화하기 위해 어레이의 후방 및 측면들까지 제 2 스테이지 어레이(34)를 둘러싼다. 바람직하게는, 이러한 복사 차폐물의 온도는 약 130K 미만이다.

[0048] 도 1a 는 수증기와 같은 더 높은 비등 온도의 가스들을 위한 극저온 펌핑 표면으로서 및 배플들(34)의 어레이에 대한 복사 차폐물 모두의 역할을 하는 전방 극저온 패널 어레이(38)를 나타낸다. 이러한 어레이는 방사상의 지지 로드(41)들에 의해 결합되는 루버(39)들을 포함한다. 지지 로드(41)들은 복사 차폐물(36)에 장착된다. 복사 차폐물(36)은 전방 극저온 패널 어레이(38)를 지지하며 히트 싱크(28)로부터 전방 극저온 패널 어레이(38)로의 열 경로로서의 역할도 한다.

[0050] 도 1b 는 다른 전방 극저온 패널 디자인을 나타내고, 이는 수증기와 같은 더 높은 비등 온도의 가스들을 위한 극저온 펌핑 표면으로서 및 제 2 스테이지 펌핑 영역에 대한 복사 차폐물 모두의 역할을 하는, 복사 차폐물(36)과 열 접촉 상태에 있는 전방 배플 플레이트(33)를 포함한다. 전방 배플 플레이트(33)는 브래킷(37)들에 의해 복사 차폐물(36)에 부착된다. 전방 배플 플레이트(33)는 제 2 스테이지 어레이로의 더 낮은 비등점 온도의 가스들의 흐름을 제한하는 복수의 오리피스(35)들을 갖는다.

[0052] 전방 배플 플레이트는 선택적인 방식으로 작용하는데 이는 제 1 스테이지 히트 싱크의 온도(50K 내지 130K)에 접근하는 온도에서 유지되기 때문이다. 더 높은 응축 온도의 가스들이 배플 플레이트 자체 상에서 응결되지만, 오리피스(35)들은 제 2 스테이지로의 이러한 더 낮은 응축 온도의 가스들의 통로를 제한한다. 상기 설명된 것과 같이, 내부 제 2 스테이지 펌핑 영역으로의 흐름을 제한함으로써, 임의의 퍼센티지의 불활성 가스들이 최적의 스퍼터링을 위한 불활성 가스의 적정 압력(통상적으로 10^{-3} Torr 또는 그 이상)을 제공하기 위해 작업 공간 내에서 유지되는 것이 가능하게 된다. 요약하면, 극저온 펌프의 포트(16)에 도달하는 가스들은, 제 2 스테이지

펌핑 표면으로의 더 낮은 온도의 가스들의 흐름이 제한되면서 더 높은 비등 온도의 가스들은 전방 배플 플레이트 상의 응축에 의해 환경으로부터 제거된다. 흐름 제한은 작업 챔버 내의 더 높은 압력을 초래한다.

[0054] 도 2 는 전방 배플 플레이트(40)의 실시예를 갖는 원형 극저온 펌프(7)를 나타내고, 도 3a 및 도 3b 는 극저온 펌프로부터 격리된 전방 배플 플레이트(40)를 나타낸다. 전방 배플 플레이트(40)는 복수의 오리피스(42)들을 갖고, 각각의 오리피스(42)는 이와 연관되는 플랩(44)을 갖는다. 도 3a 는 전방 배플 플레이트(40)의 상면도를 나타낸다. 전방 배플 플레이트(40)는 복수의 오리피스(35)들을 수반한다. 전방 배플 플레이트(40)는 브래킷(37)들에 전방 배플 플레이트(40)를 부착시키기 위해 리벳들, 스크류들, 또는 다른 패스너들(도시되지 않음)을 수용할 수 있는 복수의 구멍(46)들을 또한 수반할 수 있다. 나타낸 실시예에서, 복수의 오리피스(35)들은 오리피스(35)들을 갖지 않는 구역(48)들을 제공하는 패턴으로 전방 배플 플레이트(40) 상에 배열된다. 이러한 구역(48)들은 전방 배플 플레이트(40)의 중심(50)과 전방 배플 플레이트의 주변(47) 및 구멍(46)들 사이에 더 높은 열 컨덕턴스를 가능하게 한다. 일반적으로, 전방 배플 플레이트(40)는 - 구멍(46)들을 통하여 브래킷(37)들에서 복사 차폐물에 열적으로 커플링되고, 또한 전방 배플 플레이트(40)가 복사 차폐물(36)과 접촉 상태에 있는 주변(47)에 커플링될 수 있다. 도 2 는 복사 차폐물(36) 내에 자리잡은 전방 배플 플레이트(40)를 나타낸다. 대안적으로, 전방 배플 플레이트(40)는 복사 차폐물(36)의 상부에 배열될 수 있다. 도 3b 는 도 3a 에 나타낸 섹션 A-A 에서의 전방 배플 플레이트(40)의 횡측면도를 나타낸다. 전방 배플 플레이트(40)의 각각의 오리피스(35)는 플랩(44)을 갖는다. 각각의 플랩(44)은 그의 각각의 오리피스(35)의 에지(48)에서 전방 배플 플레이트(40)에 부착된다.

[0056] 도 3c 는 직사각형 오리피스(51)들을 갖는 원형 극저온 펌프를 위한 전방 배플 플레이트(49)의 대안적인 실시예의 사시도를 나타낸다. 도 3c 는 프로세스 챔버(13)를 대면하는 측으로부터의 전방 배플 플레이트(49)를 나타낸다. 각각의 직사각형 오리피스(51)들은 접음 라인(55)에 부착되는 연관된 플랩(53)을 갖는다. 각각의 오리피스(51)에 대한 접음 라인(55)은 오리피스(51)들을 통하는, 프로세스 챔버(13)로부터 배플(34)들의 어레이로의 차단 해제된 경로가 전방 배플 플레이트의 중심으로부터 방사상으로 외향으로 되도록 전방 배플 플레이트(49)의 중심에 가장 가까운 오리피스의 에지에 있다. 이러한 방사상 외향 경로는 프로세스 챔버로부터의 비교적 고온 가스 흐름을 배플(34)들의 어레이의 처음의 층들로부터 멀어지도록 배향하고, 이는 배플들의 어레이 상의 열 로드를 감소시킨다. 방사상의 외향 경로는 배플(34)들의 제 2 스테이지 어레이 상의 복사 로드를 또한 감소시키는데 이는 복사가 또한 배플(34)들의 어레이로부터 멀어지도록 배향되기 때문이다.

[0058] 일반적으로, 전방 배플 플레이트(40) 상의 오리피스(35)의 개수의 증가 및 전방 배플 플레이트(40) 상의 오리피스(35)들의 고른 분포는 오리피스(35)들을 통과하는 타입 II 가스들이 극저온 펌프의 배플(34)들의 어레이에 더 고르게 영향을 주는 것을 초래한다. 하지만, 주어진 크기의 오리피스(35)들의 개수의 증가 및 오리피스(35)들을 고르게 이격시키는 것은 오리피스(35)들이 없는 구역(48)들의 크기를 감소시키고, 이는 전방 배플 플레이트(40)의 열 컨덕턴스를 감소시키며, 작동하는 극저온 펌프의 전방 배플 플레이트(40)의 온도를 증가시킬 수 있다. 또한, 오리피스(35)들의 개수의 증가는 더 작은 오리피스(35)들을 요구할 수 있으며, 더 작은 오리피스(35)들은 응축 가스들에 의해 더 잘 막힐 수 있다.

[0060] 도 4 는 전방 배플 플레이트(40)의 원형 오리피스(35)의 사시 근접도이다. 오리피스(35)는 전방 배플 플레이트(40)에 의해 둘러싸인다. 플랩(44)은 접음 라인(52)에서 전방 배플 플레이트(40)에 부착되고 전방 배플 플레이트(40)에 대하여 각도(α)로 지향된다. 각도(α)는 바람직하게는 10° 내지 60° 의 각도이고, 더 바람직하게는 20° 내지 40° 의 각도, 가장 바람직하게는 25° 내지 35° 의 각도이다. 각도(α)의 선택은 제 2 스테이지로의 가스 흐름의 개선(더 큰 각도(α))과 복사의 차단(더 작은 각도(α)) 사이의 절충이며, 이상 각도(α)는 특별한 적용 및 펌핑 요구들에 의존할 수 있다.

[0062] 도 5 는 플랩(44)을 구부리기 전에 전방 배플 플레이트(40)의 원형 오리피스(35)의 상면 근접도이다. 통상적으로, 오리피스(35)는 틈(54)을 전방 배플 플레이트(40) 내로 커팅함으로써 형성된다. 틈은 레이저 커팅, 워터젯 커팅, 예칭 및 기계적 커팅을 포함하지만 이에 제한되지 않는 임의의 제거 수단을 사용하여 형성될 수 있다. 틈(54)은 틈(54)이 오리피스(35)의 에지들 주위에 완전히 이어지지 않지만, 오리피스(35)의 에지들을 규정한다. 플랩(44)에 부착되고, 길이(L)를 갖는 접음 라인(52)은 오리피스(35)의 에지들을 완성한다. 틈(54)은 폭(G)을 갖는다. 오리피스(35)를 통과하는 작업 챔버(13)로부터의 복사는, 일부 복사가 틈(54)을 통과하여 배플(34)들의 어레이에 도달할 것이지만, 플랩(44)에 의해 차단될 것이다. 따라서, 틈(54)의 폭(G)을 최소화하는 것이 바람직하다. 예컨대 스탬핑에 의해 오리피스(35)들을 생성함으로써 틈(54)에 0 의 폭(G)을 갖는 것이 가능하며, 이러한 경우 플랩(44)은 전방 배플 플레이트(40)로부터 틈을 전단(shearing)함으로써 생성된다. 하지만, 스탬

핑은 일반적으로 만들기에 비싸고 새로운 스탬프 공구를 주문하지 않고는 변화들, 예컨대 상이한 오리피스 크기들, 형상들 또는 패턴들을 수용할 수 없는 공구 가공을 요구한다. 레이저 커팅 방법들은 0.020 인치만큼 작은 틈들을 생성할 수 있다.

[0064] 일 실시예에서, 원형 오리피스는 1/2 인치의 직경을 갖는다. 일반적으로, 전방 배플 플레이트의 구멍들의 전체 면적이 더 클수록, 플레이트를 통하는 가스의 컨덕턴스는 더 크다. 많은 더 작은 구멍들은 제 2 스테이지 상의 가스들의 더 균일한 분포를 가능하게 한다. 하지만, 구멍들은 응축된 가스들에 의해 막힐 수 있기 때문에 너무 작지 않아야 한다. 원형 오리피스들은 예컨대 0.25 인치 내지 1 인치의 직경들을 갖는다.

[0066] 도 6 은 전방 배플 플레이트(60)의 직사각형 오리피스(62)의 상면 근접도를 나타낸다. 직사각형 오리피스(62)는 틈(66)을 갖고, 이 틈(66)은 오리피스(62)의 에지들 주위에 완전히 이어지지 않지만 오리피스(62)의 에지들을 규정한다. 플랩(68)에 부착되고, 길이(L)를 갖는 접음 라인(64)이 오리피스(62)의 에지들을 완성한다. 접음 라인(64)이 직사각형 오리피스(62)의 가장 긴 치수 상에 배열되는 것이 바람직하다. 예컨대, 일 실시예에서, 직사각형 오리피스(62)는 1 인치 길이 $\times$ 1/2 인치 길이의 치수들을 갖고, 접음 라인(64)은 바람직하게는 1 인치 길이 측 상에 배열된다. 직사각형 오리피스들의 치수들은 1 : 1 내지 5 : 1 의 길이 대 폭 비를 갖는 범위일 수 있다. 직사각형 오리피스의 이점들은 제작의 용이함 및 주어진 오리피스(62) 크기에 대한 전방 배플 플레이트(60)와 플랩(68) 사이의 개선된 열 컨덕턴스(원형 오리피스와 비교할 때)를 포함한다. 열 컨덕턴스는 개선되는데 접음 라인(64)의 길이(L)는 비교할만한 크기의 원형 오리피스에서보다 직사각형 오리피스에서 더 크기 때문이다.

[0068] 도 7 은 전방 배플 플레이트(70)의 삼각형 형상의 오리피스(72)의 상면 근접도를 나타낸다. 삼각형 형상의 오리피스(72)는 정삼각형 또는 이등변 삼각형과 같은 형상을 가질 수 있다. 삼각형 형상의 오리피스(72)는 틈(76)을 갖고, 이 틈(76)은 삼각형 형상의 오리피스(72)의 에지들 주위에 완전히 이어지지 않지만, 삼각형 형상의 오리피스(72)의 에지들을 규정한다. 플랩(78)에 부착되고, 길이(L)를 갖는 접음 라인(74)이 오리피스(72)의 에지들을 완성한다. 다시 말하면, 접음 라인(74)이 삼각형 오리피스(72)의 가장 긴 치수 상에 배열되는 것이 바람직하다. 삼각형 형상의 오리피스(72)가 정삼각형과 같은 형상이라면, 접음 라인(74)은 그 후 오리피스(72)의 임의의 에지 상에 위치될 수 있다. 하지만, 삼각형 형상의 오리피스(72)가 이등변 삼각형과 같은 형상이라면, 나머지 에지들에 대하여 접음을 대칭으로 유지하기 위해 접음 라인(74)을 오리피스(72)의 더 짧은, 길이가 동일하지 않은 에지 상에 배열하는 것이 바람직할 수 있다. 도 5 내지 도 7 은 단지 전방 배플 플레이트의 오리피스들에 대한 예시적 형상들을 나타낸다. 다른 형상들이 또한 사용될 수 있다. 도 2 의 오리피스(42)들은 임의의 이러한 형상들의 오리피스들을 포함할 수 있고, 오리피스(42)들은 상이한 형상들의 혼합을 포함할 수 있다.

[0070] 도 8a 는 복수의 오리피스(82)들을 갖는 전방 배플 플레이트(80)를 갖는 극저온 펌프(8)의 다른 실시예를 나타낸다. 이러한 실시예에서, 플랩(84)들은 이들이 프로세스 챔버(13)를 향해 가리키고 제 2 스테이지 어레이(34)로부터 멀어지도록 배열된다. 도 2 와 같이, 오리피스(82)들은 임의의 형상의 오리피스들을 포함할 수 있고, 상이한 형상들의 혼합을 포함할 수 있다. 사용자는 제 2 스테이지 어레이(34)의 측면 상에서보다 작업 챔버(13)의 측면 상에 더 많은 공간이 있을 때 프로세스 챔버(13)를 대면하는 플랩들을 갖는 전방 배플 플레이트(80)를 지향시킬 수 있다. 다시 말하면, 플랩들은 제 2 스테이지로부터 멀어지게 흐름을 배향하기 위해 지향된다.

[0072] 도 8b 는 복수의 오리피스(91)들을 갖는 전방 배플 플레이트(85)의 다른 실시예를 나타낸다. 전방 배플 플레이트(85)는 쌓이고 함께 접합되는 다중 층(87, 89)들을 포함한다. 층(87)은 도 3 내지 도 7 에 대하여 상기 설명된 것과 같이 오리피스(91)들 및 플랩(93)들을 포함한다. 층(89)은 오리피스(91)들을 포함하지만 플랩(93)들은 포함하지 않는다. 도 8b 는 단지 2 개의 층(87, 89)들을 나타낸다. 하지만, 전방 배플 플레이트는 2 개 초과 의 층들로 형성될 수 있다. 다중 층들은 용접, 납땜, 리벳들, 스크류들, 볼트들 및 접착제들을 포함하지만 이에 제한되지 않는 임의의 수단에 의해 함께 접합될 수 있다.

[0074] 도 9 는 배플(34)들의 제 2 스테이지 어레이의 상부에 위치될 수 있거나, 또는 나타낸 것과 같이 최상부 배플을 대체할 수 있는 큰 면적의 상부 플레이트(90)를 갖는 극저온 펌프(9)의 실시예를 나타낸다. 큰 면적의 상부 플레이트(90)는 복사 차폐물(36)과 배플(34)들의 어레이의 나머지 배플들 사이의 틈(94)보다 복사 차폐물(36)과 큰 면적의 상부 플레이트 자체 사이에 더 작은 틈(92)을 초래한다. 큰 면적의 상부 플레이트(90)는 주어진 양의 펌핑된 타입 II 가스에 대한 응축된 가스의 두께를 감소시키고, 이는 펌핑 동안 응축된 재료의 두께에 걸쳐 더 작은 온도 차이를 초래하고 또한 이하에 설명되는 것과 같은 기준 온도로 복귀하기 위해 작업 사이클들 사이

에 요구되는 시간의 양을 감소시킨다. 큰 면적의 상부 플레이트(90)는 또한 더 많은 타입 II 가스가 펌핑되는 것을 가능하게 할 것이며, 이는 응축된 가스의 동일한 두께에 의해, 응축된 가스의 전체 체적이 더 큰 면적의 결과로서 증가할 것이기 때문이다. 큰 면적의 상부 플레이트(90)는 배플(34)들의 어레이의 나머지 배플들 및 나머지 배플들의 아래측들 상의 흡착제 재료(도시되지 않음)에 도달하는 타입 II 가스들의 양을 감소시킨다.

[0076] 도 10 은 제 2 스테이지 어레이의 원형의 큰 면적의 상부 플레이트(90) 및 그 위에 구성된 응축된 가스(102)들의 층의 횡측면도를 나타낸다. 응축된 가스들은 응축된 타입 II 가스들로 이루어진다. 상기 설명된 것과 같이, 프로세스 챔버(13)로부터의 특정한 가스들이 전방 배플 플레이트를 통과하고 제 2 스테이지 어레이의 상부 플레이트(90) 상에 응축된다. 이러한 가스들은 두께(t)를 갖는 층(102)으로 응축되고, 가스들은 열 전도도 계수(K)를 갖는다. 상기 설명된 것과 같이, 큰 면적의 상부 플레이트(90)는 매우 낮은 온도(T_1)로 유지된다. 응축된 가스(102)들의 표면에서의 온도는 T_1 보다 더 따뜻한 상이한 온도(T_2)일 것이다. 작업 챔버가 아이들(idle) 상태이고 추가적인 가스들이 극저온 펌프에 추가되지 않을 때, T_2 는 결국 T_1 과 동일하게(또는 거의 동일하게) 떨어질 것이다. 하지만, 새로운 가스들이 작업 챔버로부터 극저온 펌프 안으로 도입되고 이미 응축된 가스(102)들의 상부 상에 응축될 때, T_2 는 T_1 보다 더 높다. T_2 와 T_1 사이의 차이는 응축된 가스(102)들의 두께(t), 응축된 가스(102)들의 열 전도도(K), 및 플레이트(90) 상에서 응축되는 유입 가스들의 도착률 및 온도의 함수이다. 응축된 가스(102)들의 층이 더 두꺼울수록, 프로세스 챔버(13) 내의 작업 사이클 후에 T_2 가 T_1 으로 복귀하는데 더 오래 걸린다. T_2 가 역치 온도를 초과한다면, 그 후 극저온 펌프는 작업 챔버로부터 가스들을 효과적으로 펌핑할 수 없고, T_2 가 역치 온도를 초과하는 동안의 기간이 길수록, 작업 챔버(13)가 사용될 수 없는 기간은 더 길어진다. 따라서, 작업 챔버로부터 가스들을 수용한 후에 역치 레벨 미만으로 T_2 를 떨어뜨리는데 요구되는 시간의 양은 극저온 펌프를 재생할 때를 결정하는데 사용되는 요인이다. 응축된 가스(102)들의 두께를 최소화하는 것은 따라서 재생 사이클들 사이의 시간의 양을 최대화하는데 유익하다.

[0078] 도 11a 및 도 11b 는 큰 면적의 상부 플레이트(90)가 응축된 가스(102)의 두께를 어떻게 최소화하는지를 도시한다. 먼저, 도 11a 및 도 11b 에 나타난 것과 같은 원통형 플레이트에 대하여, 응축된 가스(102)가 대략 원통형 체적을 형성하는 것을 알아야 한다(큰 직경의 상부 플레이트(90)의 대향하는 측 상에 랩핑된 응축된 가스들 및 약간 둥근 측면들은 무시한다). 도 11a 는 작은 직경(D_1)을 갖는 원형 상부 플레이트(110)의 횡측면도를 나타낸다. 플레이트(110)는 배플(34)들의 어레이로부터의 상부 배플의 대표이다. 간단함을 위해, 배플(34)들의 어레이에 나타난 각도를 이루는 예지들은 무시된다. 상부 플레이트(110)는 그의 상부 상에 응축된 가스(112)들의 층을 갖는다. 응축된 가스(112)들은 체적(V)을 갖고 실린더 형상을 갖는다. 도 11b 는 큰 직경(D_2)을 갖는 원형의 큰 면적의 상부 플레이트(114)의 횡측면도를 나타내며, D_2 는 D_1 보다 더 크다. 큰 면적의 상부 플레이트(114)는 거의 상부 상에 응축된 가스(116)들의 층을 갖는다. 응축된 가스(116)들은 플레이트(110) 상의 응축된 가스(112)들과 동일한 체적(V)을 갖는다. 하지만, 응축된 가스(116)들의 두께(t_2)는 도 11a 의 플레이트 상의 응축된 가스(112)들의 두께(t_1)보다 더 작다. 실린더의 체적은 두께(t)가 곱해지는 $\pi D^2/4$ 이다. 따라서, D_1 으로부터 D_2 로의 플레이트의 두께의 증가는 응축된 가스(112 및 116)들의 등가 체적(V)이 t_1 으로부터 t_2 로 그의 두께가 감소된 것을 의미한다. 큰 면적의 상부 플레이트(114)는 따라서 등가 체적의 성에 대하여 플레이트(110)보다 더 빠르게 T_2 에서 T_1 으로 복귀될 수 있다. 또한, 큰 면적의 상부 플레이트(114)는 플레이트(110)에서 할 수 있는 것보다 상부 플레이트 상에 축적되는 더 많은 응축된 가스들이 있을 때 용납 가능한 양의 시간으로 T_2 에서 T_1 으로 감소될 수 있다. 또한, T_1 과 T_2 사이의 차이가 응축된 가스(116)의 주어진 체적에 대하여 더 작기 때문에, 큰 면적의 상부 플레이트(114)의 온도(T_1)는 응축된 가스(116)의 용납 가능한 온도(T_2)를 여전히 유지하면서 작은 상부 플레이트(110)의 온도(T_1)보다 더 높을 수 있다.

[0080] 도 9 로 돌아가서, 큰 면적의 상부 플레이트(90)는 타입 II 가스들을 더 포획함으로써 극저온 펌프를 또한 개선하고, 이는 이러한 타입 II 가스들이 배플(34)들의 어레이 내의 나머지 배플들 및 나머지 배플들의 일부 또는 전체 상의 흡착제 재료(도시되지 않음)에 도달하는 것을 방지한다. 타입 II 가스들은 흡착제 재료 상에 응축될 것이지만, 이러한 응축은 타입 III 가스들을 흡착하기 위한 흡착제 재료의 용량을 감소시킨다. 타입 II 가스들이 타입 III 가스들에 대한 흡착제 재료를 절약하기 위해 큰 면적의 상부 플레이트(90) 상에 응축되는 것이 바람직하다. 큰 면적의 상부 플레이트(90)는 복사 차폐물(36)과 배플(34)들의 어레이의 나머지 배플들 사이의 틈

(94)보다 복사 차폐물(36)과 큰 면적의 상부 플레이트(90)의 에지들 사이에 더 작은 틈(92)을 제공한다. 더 작은 틈(92)은 복사 차폐물(36)과 큰 면적의 상부 플레이트(90) 사이를 통과하는 타입 II 가스들의 양을 감소시킨다. 하지만 더 작은 틈은 또한 배플(34)들의 어레이의 나머지 배플들 상의 흡착제 재료에 도달하는 타입 III 가스들의 이동을 느리게 하고, 이에 의해 이러한 가스들의 펌핑 속도를 감소시킨다. 또한, 큰 면적의 상부 플레이트(90)의 더 큰 표면적은 큰 면적의 상부 플레이트(90)를 작업 챔버로부터의 복사에 더 민감하게 한다. 큰 면적의 상부 플레이트(90)의 복사 노출의 증가는 큰 면적의 상부 플레이트(90) 상의 그리고 따라서 제 2 스테이지의 열 로드를 증가시킨다.

[0082] 본 발명에 따른 원형 극저온 펌프의 일 실시예에서, 원형의 큰 면적의 상부 플레이트(90)의 직경(D_2)은 6.5 인치이고 배플(34)들의 어레이의 나머지 배플들의 직경(D_1)은 5.28 인치이다. 이러한 구성의 시험에서, 타입 III 가스들의 펌핑 속도들은 대략 12% 감소된 것이 발견되었다. 하지만, 다른 직경들이 또한 가능하다. 원형의 큰 면적의 상부 플레이트(90)는 타입 III 가스들의 적절한 펌핑 속도를 제공하기 위해 복사 차폐물(36)과 플레이트 사이에 틈을 남기면서 배플(34)들의 어레이의 직경보다 더 큰 임의의 직경을 가질 수 있다. 배플(34)들의 어레이는 통상적으로는 복사 차폐물(36)의 직경의 대략 70% 인 직경을 갖는다. 큰 면적의 상부 플레이트(90)는 복사 차폐물(36)의 직경의 대략 70% 내지 98% 의 직경을 가질 수 있다. 비원형 극저온 펌프에 대하여, 큰 상부 플레이트는 복사 차폐물의 횡단면적의 50% 내지 95% 의 횡단면적을 갖는다. 바람직하게는, 상부 플레이트 돌출된 영역은 복사 차폐물의 전방 개방 영역의 73% 내지 90% 일 것이다. 상부 플레이트는 그의 바닥 표면 상에 흡착제를 지지할 수 있다.

[0084] 도 12 는 특히 원형 극저온 펌프에 대한 큰 면적의 상부 플레이트의 다양한 크기들에 대한 시험 결과들을 나타내는 그래프이다. 그래프는 응축된 가스들의 체적이 증가할 때의 응축된 가스("성")들의 표면 온도를 나타낸다. 시험에 사용된 특별한 극저온 펌프에 대하여, 응축된 가스들의 표면 온도에 대한 역치 온도(120)는 27K 이며 - 더 높은 온도들이 용납 가능하지 않으며 극저온 펌프가 재생되는 것을 요구할 수 있다. 그래프는 더 큰 면적의 상부 플레이트들이 역치 온도(120) 미만으로 온도를 유지하면서 응축된 가스들의 더 큰 체적들을 유지할 수 있는 것을 나타낸다. 예컨대, 5.0 인치(1)의 직경을 갖는 원형의 큰 면적의 상부 플레이트는 응축된 가스들의 표면 온도가 역치 온도(120)를 초과하기 전에 응축된 가스들의 대략 2.3 in^3 를 축적할 수 있다. 다른 예에서, 5.5 인치(2)의 직경을 갖는 원형의 큰 면적의 상부 플레이트는 응축된 가스들의 표면 온도가 역치 온도(120)를 초과하기 전에 응축된 가스들의 대략 2.7 in^3 를 축적할 수 있다. 또 다른 예에서, 6.0 인치(3)의 직경을 갖는 원형의 큰 면적의 상부 플레이트는 응축된 가스들의 표면 온도가 역치 온도(120)를 초과하기 전에 응축된 가스들의 대략 3.1 in^3 를 축적할 수 있다. 4 번째 예에서, 6.5 인치(4)의 직경을 갖는 원형의 큰 면적의 상부 플레이트는 응축된 가스들의 표면 온도가 역치 온도(120)를 초과하기 전에 응축된 가스들의 대략 2.6 in^3 를 축적할 수 있다.

[0086] 도 13 은 도 3 내지 도 8 에서 상기 설명된 것과 같은 전방 배플 플레이트(40) 그리고 도 9 내지 도 11 에 설명된 플레이트와 같은 큰 면적의 상부 플레이트(90) 양쪽을 포함하는 극저온 펌프(10)의 횡측면도를 나타낸다. 전방 배플 플레이트(40)와 큰 면적의 상부 플레이트(90)의 조합은 유익하다. 전방 배플 플레이트(40)는 스퍼터 플레이트들을 사용하는 종래의 전방 어레이들보다 프로세스 챔버(13)로부터 더 적은 복사가 상부 플레이트(90) 및 배플(34)들의 제 2 스테이지 어레이에 도달하는 것을 가능하게 한다. 감소된 복사는 배플(34)들의 어레이의 온도를 감소시키고, 특히 전방 배플 플레이트(40)에 가장 가까운 배플/상부 플레이트(90)의 온도를 낮춘다. 상기 설명된 것과 같이, 큰 면적의 상부 플레이트(90)는 더 큰 체적의 응축된 가스들을 포획하고 용납 가능한 온도를 유지할 수 있다.

[0088] 도 14 는 전방 배플 플레이트(40)와 큰 면적의 상부 플레이트(90) 양쪽을 포함하는 극저온 펌프(10)의 이점들을 나타내는 차트이다. 도 14 는 극저온 펌프가 이미 펌핑된 전체 체적의 함수로서 다양한 흐름율로 유지할 수 있는 진공의 시험 결과들을 나타낸다. 시험에 사용된 극저온 펌프에 대하여, 1×10^{-6} Torr 의 역치 압력(122)이 초과되지 않아야 한다. 극저온 펌프가 역치 압력(122) 미만으로 압력을 유지할 수 없다면, 극저온 펌프는 그 후 재생될 필요가 있다. 차트는 100 분당 표준 입방 센티미터("sccm"; 124)의 레이트로 가스를 펌핑하는, 도 1 에 나타난 극저온 펌프와 같은 표준 극저온 펌프가 역치 압력(122) 미만으로 압력을 유지할 수 없기 전까지 대략 1750 리터를 펌핑할 수 있는 것을 나타낸다. 대조적으로, 230 sccm(126)의 레이트로 가스를 펌핑하는 표준 극저온 펌프는 역치 압력(122) 미만으로 압력을 유지할 수 없기 전까지 단지 대략 420 리터의 가스를 펌핑할 수 있다. 230 sccm(128)에서 펌핑하는, 전방 배플 플레이트(40)와 큰 면적의 상부 플레이트(90) 양쪽을 포함하는

극저온 펌프(10)는 역치 압력(122) 미만으로 압력을 유지할 수 없기 전까지 1,100 리터를 초과하여 펌핑할 수 있다. 전방 배플 플레이트(40) 및 큰 면적의 상부 플레이트(90) 중 단지 하나만을 갖는 극저온 펌프는 230 sccm 에서 도시된 2 개(126 및 128) 사이의 결과들을 나타낼 수 있다.

[0090] 도 15a 및 도 15b 는 큰 면적의 상부 플레이트(90)를 이용하는 본 발명의 또 다른 실시예를 도시한다. 이러한 실시예에서, 전방 어레이는 복사 차폐물의 벽에 커플링되는 로드(132 및 134)들 상에 지지되는 동심 링(130)들을 포함한다. 동심 링들은, 속도를 증가시키기 위해 도 1 에 도시된 것과 같은 세브런들을 포함할 수 있고, 각각의 링은 단지 하나의 방향으로 각도를 이루는 절두 원추형 링이다. 바람직한 각도들은 10 내지 60° 의 범위이지만, 더 바람직하게는 35 내지 45° 의 범위이다. 각도의 선택은 제 2 스테이지 상의 복사 열 로드와 속도 사이의 교환(tradeoff)이다. 바람직하게는, 각각의 링의 외부 직경은 다음의 더 큰 링의 내부 직경과 대략 같거나 또는 약간 더 크다. 링들이 복사 차폐물의 측벽들에 의해 지지되어 나타나지만, 이들은 복사 차폐물의 베이스로 연장하는 길이방향으로 연장하는 스트럿들에 의해 지지될 수 있다.

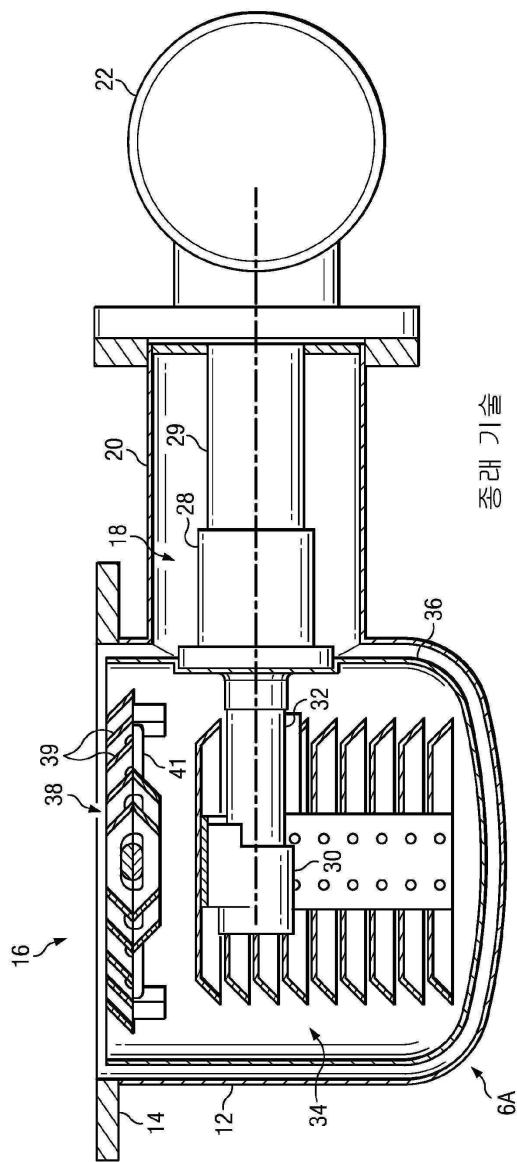
[0092] 다른 실시예들에서, 상기 설명된 전방 배플 어레이 및/또는 큰 상부 플레이트를 갖는 극저온 펌프는 형상이 등글지 않을 수 있다. 이러한 등글지 않은 극저온 펌프들의 예들은 미국 특허 제 6,155,059 호에 설명되며, 그의 내용들은 인용에 의해 그 전체가 포함된다. 직사각형 극저온 펌프에 대하여, 큰 상부 플레이트는 바람직하게는 복사 차폐물의 횡단면적의 50% 내지 98% 를 커버할 수 있다. 다른 실시예들에서, 상기 설명된 전방 배플 어레이 및/또는 큰 상부 플레이트를 갖는 극저온 펌프는 제 위치의 극저온 펌프 또는 부속 펌프일 수 있다. 이러한 제 위치의 극저온 펌프들 및 부속 극저온 펌프들의 예들은 특허 협력 조약 출원 제 PCT/US2009/065168 에 설명되고, 그의 내용들은 인용에 의해 그 전체가 포함된다.

[0094] 본원에 인용된 모든 특허들, 발행된 출원들 및 참조들의 교시들은 그 전체가 인용에 의해 포함된다.

[0096] 본 발명은 그의 예시적 실시예들을 참조하여 특별히 나타내어지고 설명되었지만, 형태 및 세부 사항들에서의 다양한 변화들이 첨부된 청구항들에 의해 포함되는 본 발명의 범주를 벗어나지 않으면서 여기서 이루어질 수 있다는 것이 당업자에 의해 이해될 것이다.

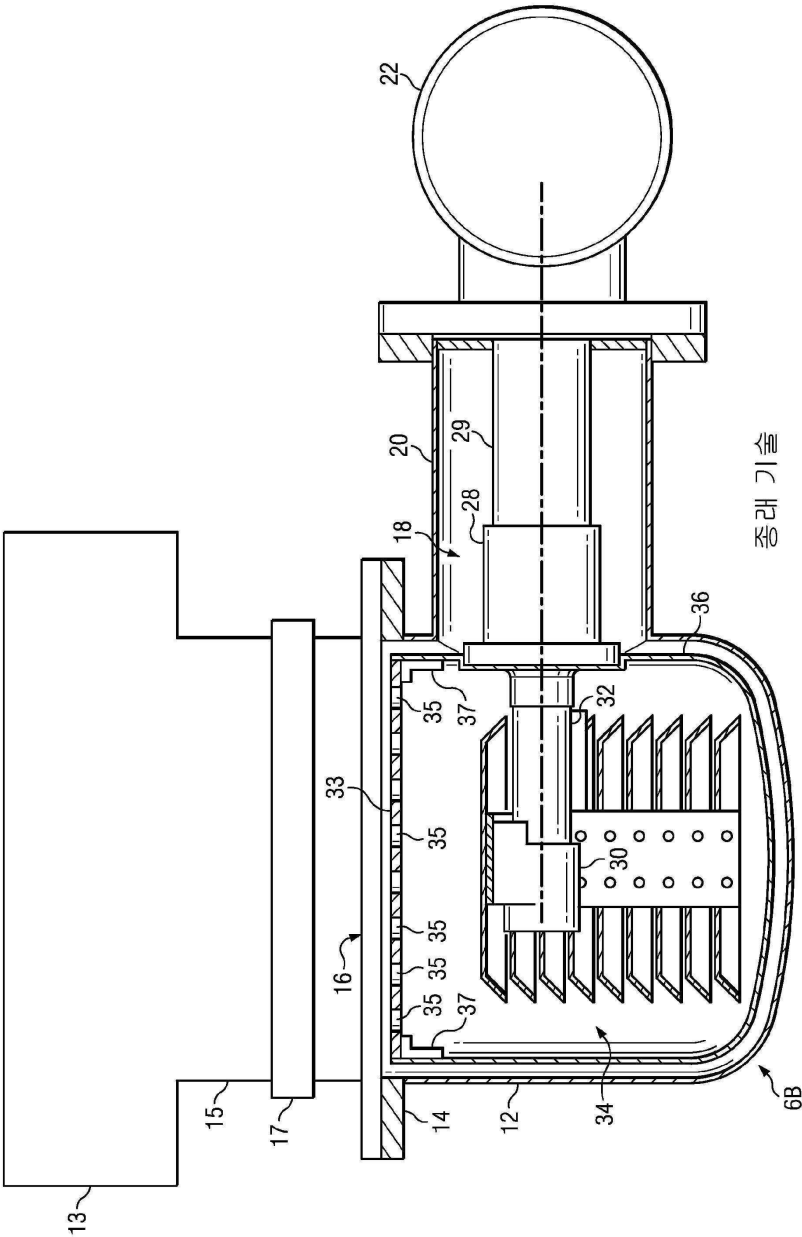
도면

도면1a

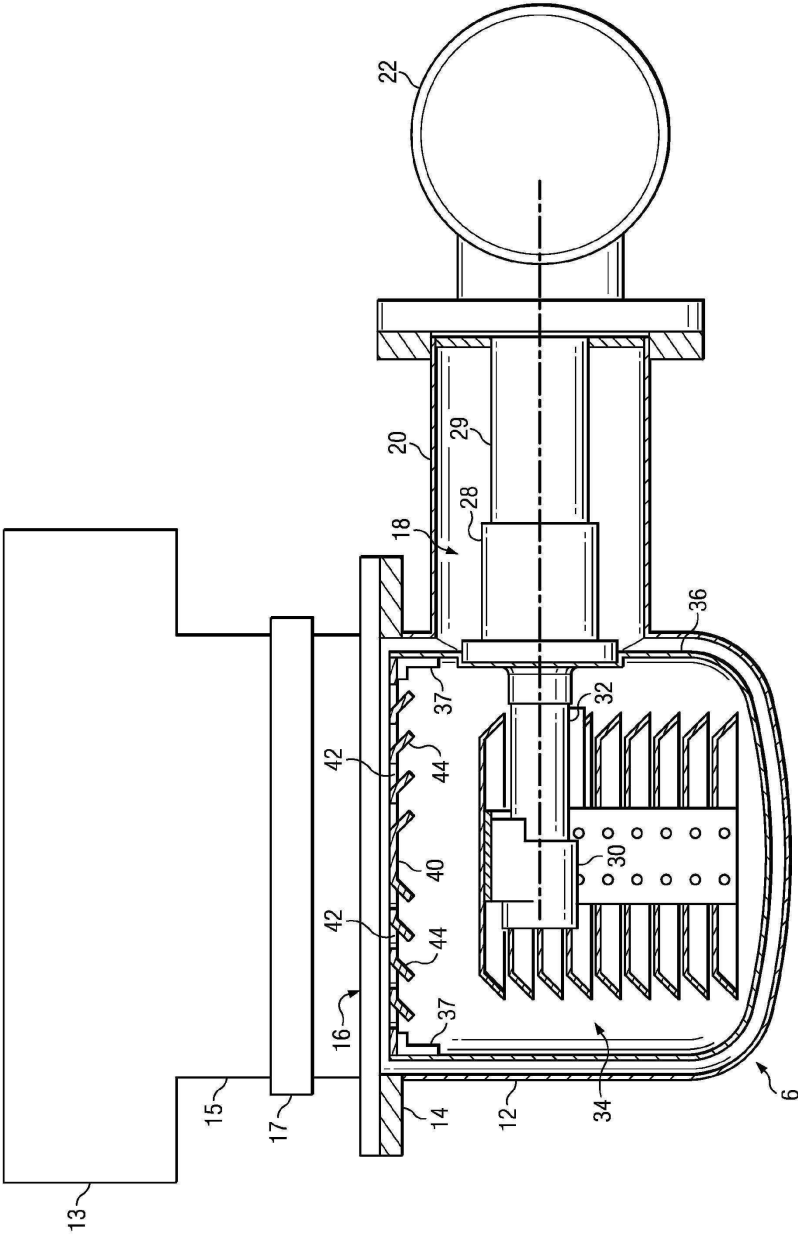


종래 기술

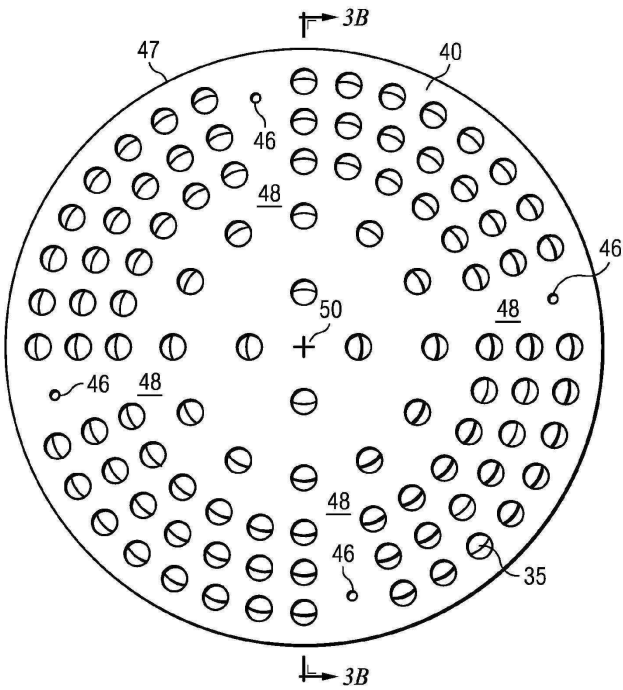
도면1b



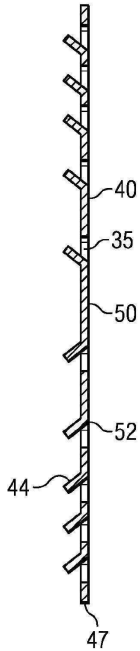
도면2



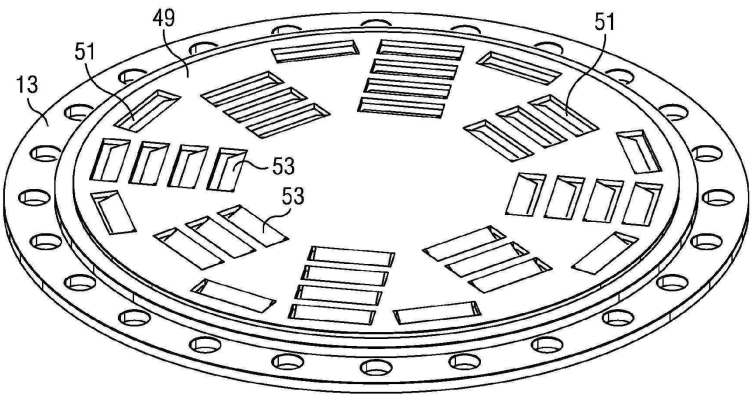
도면3a



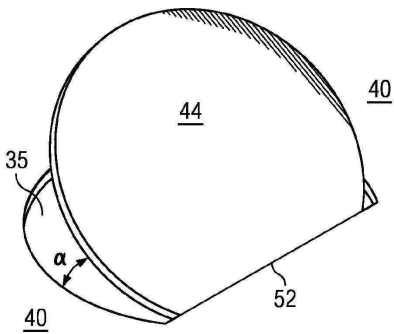
도면3b



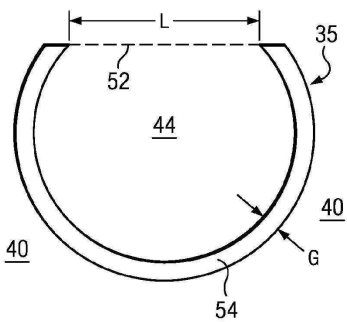
도면3c



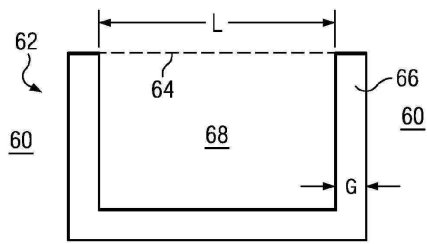
도면4



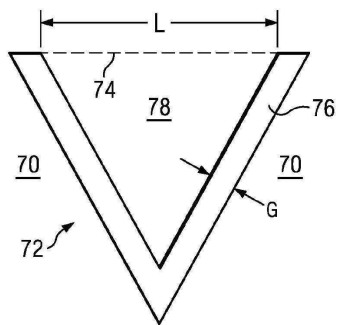
도면5



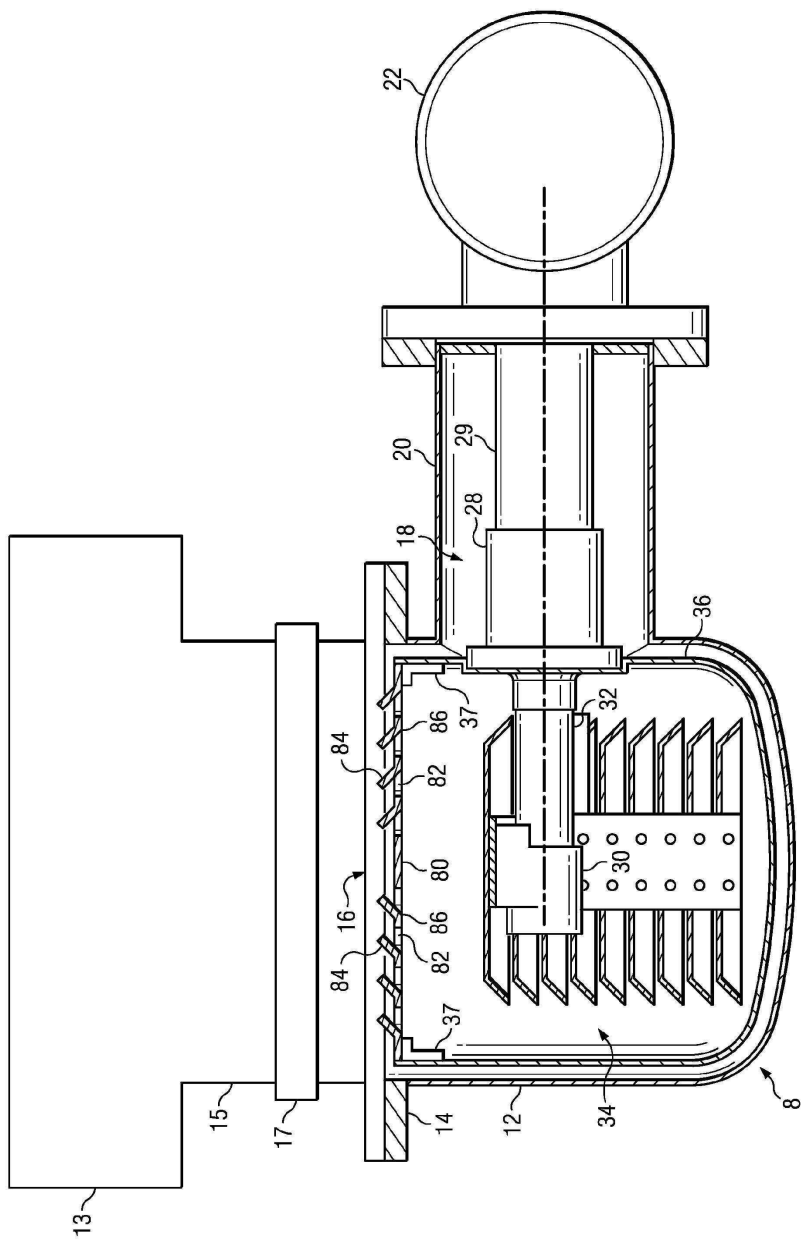
도면6



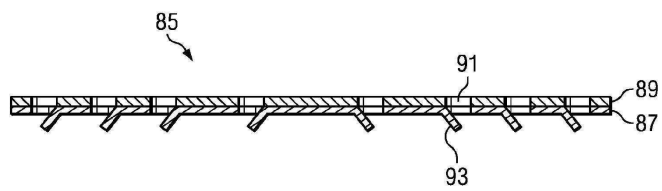
도면7



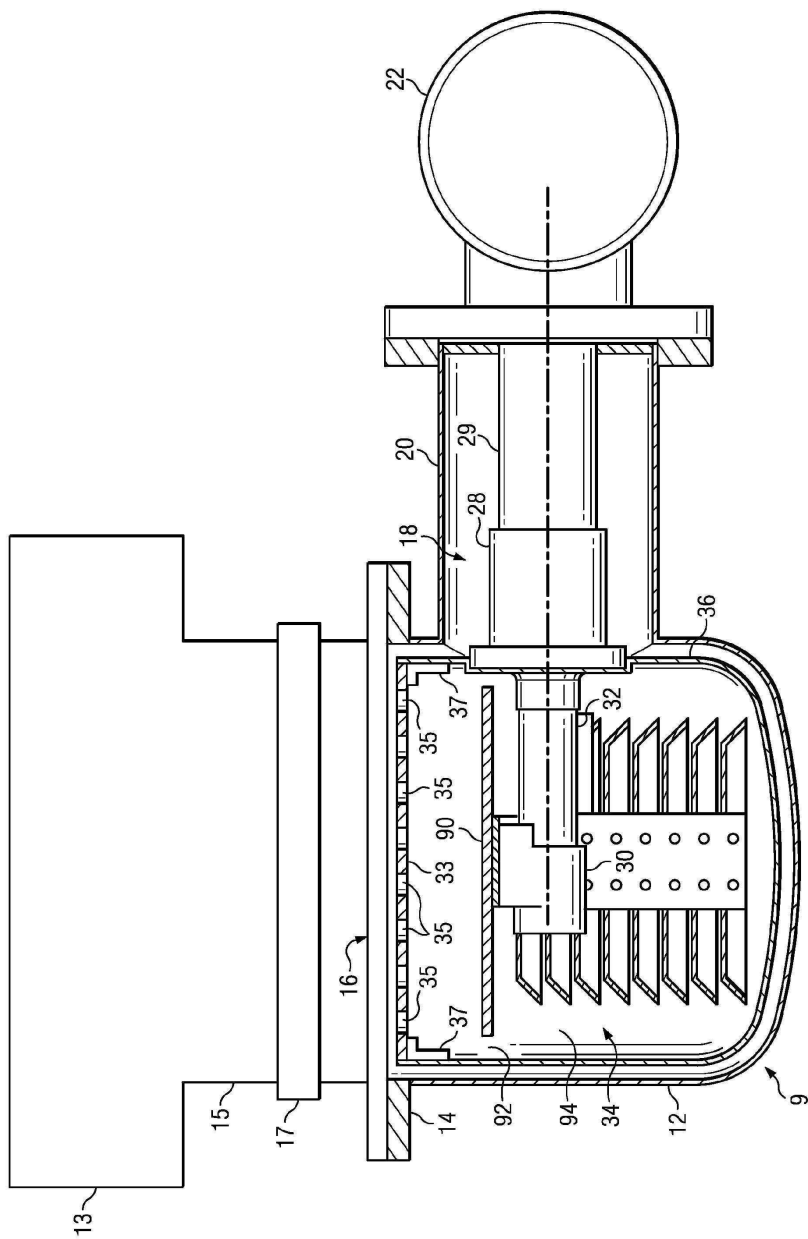
도면8a



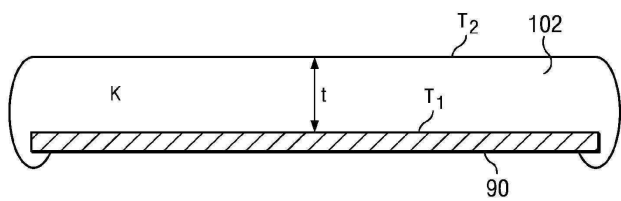
도면8b



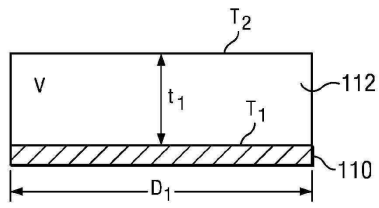
도면9



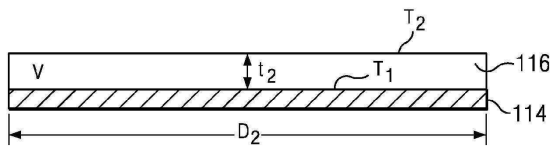
도면10



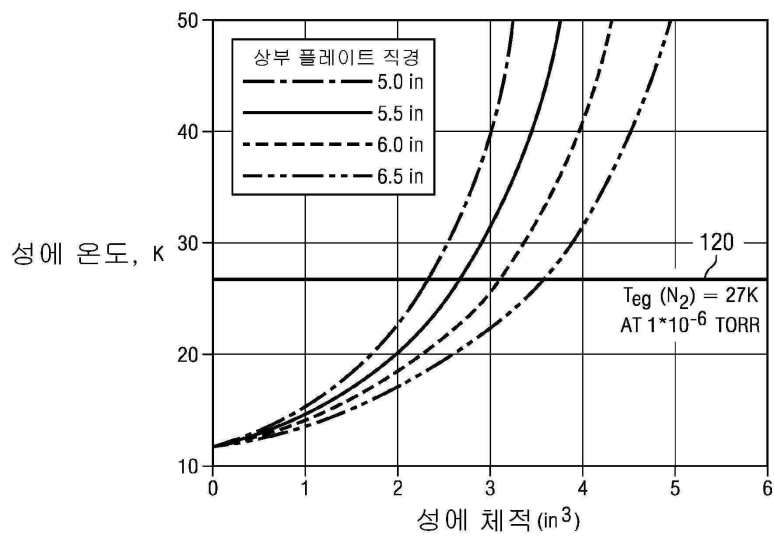
도면11a



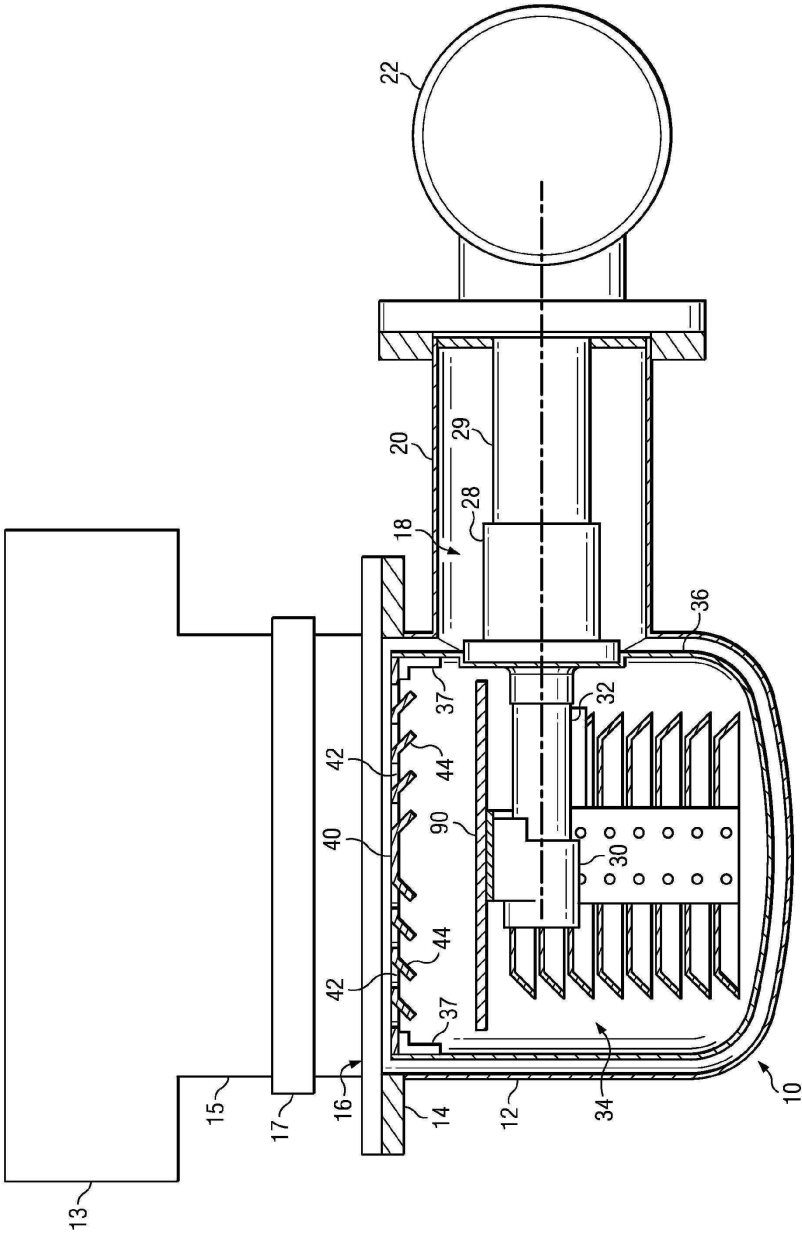
도면11b



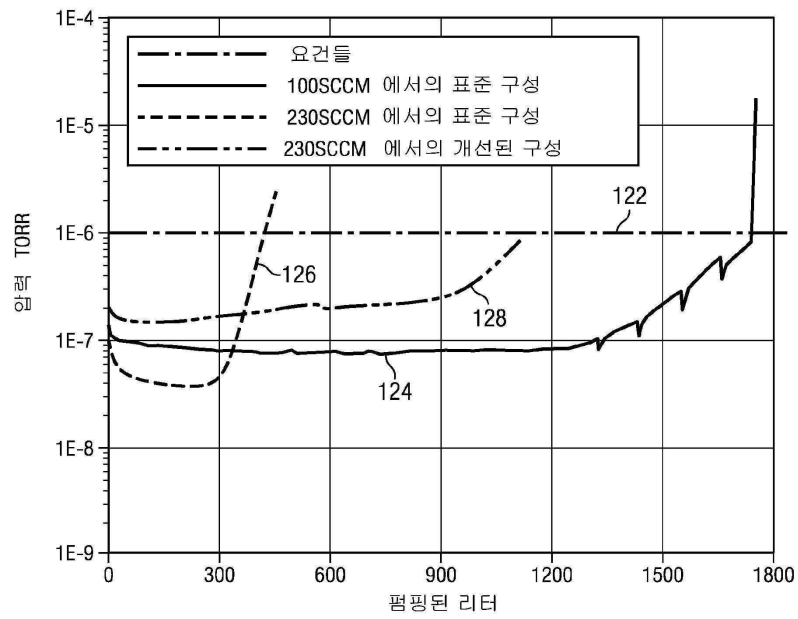
도면12



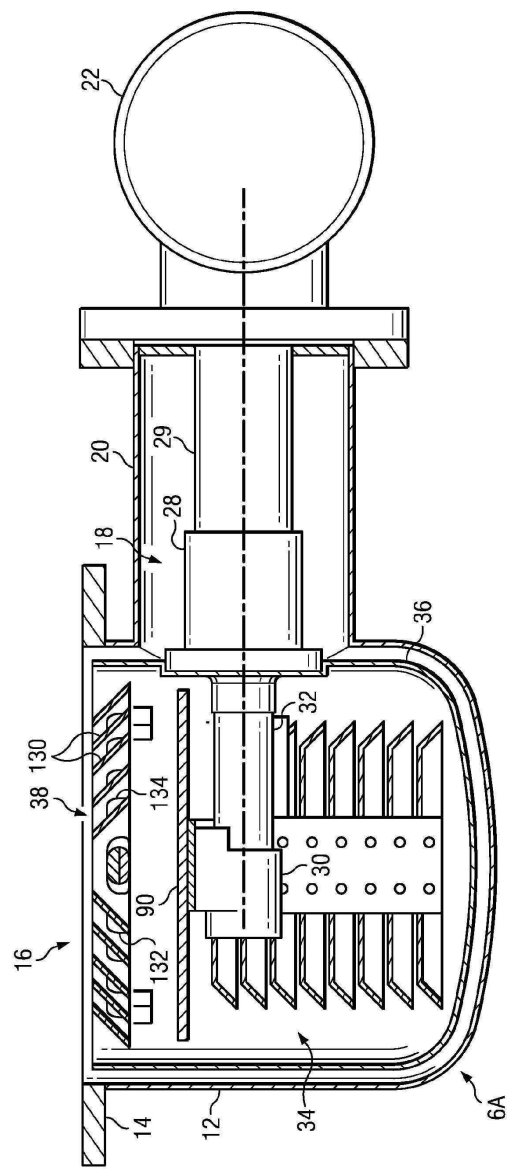
도면13



도면14



도면15a



도면15b

