



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0099523
(43) 공개일자 2015년08월31일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F25B 9/00 (2006.01) *F25B 40/02* (2006.01)
F25B 9/10 (2006.01) *F25J 1/00* (2006.01)
F25J 1/02 (2006.01)
- (52) CPC특허분류(Coo. Cl.)
F25B 9/002 (2013.01)
F25B 40/02 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-7015863
- (22) 출원일자(국제) 2013년11월08일
 심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2015년06월15일
- (86) 국제출원번호 PCT/FR2013/052683
- (87) 국제공개번호 WO 2014/096585
 국제공개일자 2014년06월26일
- (30) 우선권주장
 1262186 2012년12월18일 프랑스(FR)

- (71) 출원인
 레르 리키드 쏘시에떼 아노님 뷔르 레뒤드 에렉스
 스텔라파시옹 데 프로세데 조르즈 클로드
 프랑스 파리 (우편번호 75007) 게 도르세 75번지
- (72) 발명자
 베르나르 장-마르크
 프랑스 에프-38500 라 뷔스 튀 데 리제레 103
 뒤랑 파비에
 프랑스 38340 보레페 알레 데 라 폰텐 오 메를 85
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
 양영준, 류현경

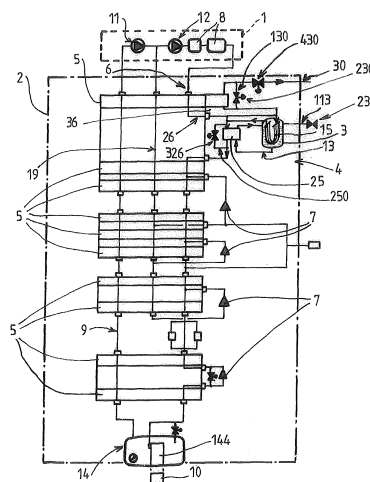
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 냉동 및/또는 액화 장치 및 관련 방법

(57) 요약

헬륨을 포함하는 작동 가스를 냉동 및/또는 액화하기 위한 장치로서, 이 장치는 작동 가스를 위한 루프형 작동 회로를 포함하고, 압축 스테이션(1), 냉각 박스(2), 냉각된 작동 가스와 유체(10) 사이의 열의 교환을 위한 시스템(14)을 직렬로 포함하고, 장치는 액체 질소와 같은 보조 극저온 유체의 적어도 하나의 체적(3)을 포함하는 부가의 예비 냉각 시스템을 더 포함하고, 냉각 박스(2)는 압축 스테이션(1)의 출구에 배치된 제1 열교환기(5) 뿐만 아니라 제2 열교환기(15) 및 제3 열교환기(25)를 포함하는 작동 가스의 제1 냉각 스테이지를 포함하고, 제1 열교환기(5)는 알루미늄 플레이트-핀형이고, 제2 열교환기(15)는 튜브 또는 용접된 플레이트형이고, 제2 열교환기(15) 및 제3 열교환기(25)는 제1 열교환기(5)의 하류측의 작동 회로에 직렬 및 병렬의 모두로 접속되어 있는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도2



- (52) CPC특허분류(Coo. Cl.)
F25B 9/10 (2013.01)
F25J 1/0065 (2013.01)
F25J 1/0268 (2013.01)
F25B 2339/024 (2013.01)
F25B 2339/046 (2013.01)
F25J 2210/42 (2013.01)
F25J 2270/904 (2013.01)
F25J 2270/912 (2013.01)

(72) 발명자

헬로이 뱅상

프랑스 에프-38360 사스나주 쉐메 데 로 비브 아파
르망 203 4

바르주 피에르

프랑스 에프-38700 라 트로쉬 뒤 브왈로 8

플라비앙 질

프랑스 에프-38000 그르노블 뒤 뒤 독퇴르 그레피
에 20

특허청구의 범위

청구항 1

헬륨을 함유하거나 또는 순수 헬륨으로 이루어진 작동 가스의 냉동 및/또는 액화를 위한 장치이며, 상기 장치는 작동 가스를 위한 루프의 형태의 작동 회로를 포함하고,

- 적어도 하나의 압축기(11, 12)를 구비한 작동 가스 압축 스테이션(1),
- 직렬로 배열된 복수의 열교환기(5) 및 작동 가스를 팽창하기 위한 적어도 하나의 부재(7)를 포함하는, 작동 가스를 냉각하기 위한 냉각 박스(2),
- 냉각된 작동 가스와 유체(10) 사이의 열의 교환을 위한 시스템(14),
- 상기 열교환 시스템(14)을 통해 통과된 작동 가스를 상기 압축 스테이션(1)으로 복귀시키는 적어도 하나의 복귀 파이프로서, 상기 복귀 파이프(9)는 작동 가스를 가온하기 위한 적어도 하나의 교환기(5)를 포함하는, 복귀 파이프(9)

를 직렬로 포함하고,

상기 장치는 상기 압축 스테이션(2)으로부터 출구에서 작동 가스를 예비 냉각하기 위한 부가의 시스템을 더 포함하고, 상기 예비 냉각 시스템은 액체 질소와 같은 보조의 극저온 유체의 적어도 하나의 체적(3)을 포함하고, 상기 체적(3)은 보조 유체로부터 작동 가스로 프리고리(frigories)를 선택적으로 전달하기 위해 적어도 하나의 열교환기를 거쳐 작동 회로에 접속되고, 상기 냉각 박스(2)는 제1 작동 가스 냉각 스테이지를 포함하고, 제1 작동 가스 냉각 스테이지는 상기 압축 스테이션(1)으로부터의 출구에 배열된 제1 열교환기(5), 제2 열교환기(15) 및 제3 열교환기(25)를 포함하고, 상기 제1 열교환기(5)는 알루미늄 플레이트 및 핀형이고, 상기 제2 열교환기(15)는 용접된 플레이트 또는 용접된 튜브(들)형이고, 상기 제2 열교환기(15)는 보조 냉각 유체를 위한 욕 내에 침지되어 있는 작동 가스의 냉동 및/또는 액화용 장치에 있어서,

상기 제2 열교환기(15) 및 상기 제3 열교환기(25)는 상기 제1 열교환기(5)의 하류측의 작동 회로에 직렬 및 병렬의 모두로 접속되는데, 즉 상기 제1 열교환기(5)에서 냉각된 작동 가스는 상기 제2 열교환기(15) 및/또는 상기 제3 열교환기(25)에 선택적으로 유입될 수 있고, 상기 제2 열교환기(15)는 액화된 보조 가스의 제1 체적(3) 내에 침지되는 것을 특징으로 하는 작동 가스의 냉동 및/또는 액화용 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제2 열교환기(15)는 스테인레스강 또는 알루미늄 튜브형의 열교환기, 스테인레스강 또는 알루미늄 핀이 있는 튜브형의 열교환기, 스테인레스강 용접된 플레이트 교환기 중 하나인 것을 특징으로 하는 작동 가스의 냉동 및/또는 액화용 장치.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 회로는 상기 제3 열교환기(25)를 선택적으로 바이패스하여 상기 제1 열교환기(5) 및/또는 상기 제2 열교환기(15)로부터의 작동 가스가 상기 작동 회로 내에서 상기 제3 열교환기(25)를 선택적으로 회피하게 하는 바이패스 레그(250)를 포함하는 것을 특징으로 하는 작동 가스의 냉동 및/또는 액화용 장치.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 열교환기(5)를 통한 통로를 거쳐 원격 보조 유체 회수 시스템에 상기 제1 체적(3)의 상단부를 접속하는 증발된 보조 유체를 배출하는 제1 배출 파이프(30)를 포함하는 것을 특징으로 하는 작동 가스의 냉동 및/또는 액화용 장치.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 증발된 보조 유체용 제1 배출 파이프(30)는 상기 제1 열교환기(5)를 선택적으로 바이패스하기 위한 바이패스 레그(130)를 포함하는 것을 특징으로 하는 작동 가스의 냉동 및/또는 액화용 장치.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제3 열교환기(25)는 작동 가스와 보조 유체 사이의 선택적 열의 교환을 실행하는 유형이고, 상기 장치는 보조 유체로부터 상기 제3 열교환기(25) 내의 작동 가스로 프리고리를 전달하기 위해 상기 제3 열교환기에 상기 제1 체적(3)을 접속하는 선택적 공급 파이프(13)를 포함하는 것을 특징으로 하는 작동 가스의 냉동 및/또는 액화용 장치.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 보조-유체 소스로부터 보조 유체를 선택적으로 공급받는 유체의 제2 체적(33)을 포함하고, 상기 제3 열교환기(25)는 작동 가스와 제2 체적(33)의 보조 유체 사이의 프리고리의 교환을 허용하기 위해 상기 제2 체적(33) 내에 침지되는 것을 특징으로 하는 작동 가스의 냉동 및/또는 액화용 장치.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 열교환기(5)를 통한 통로를 거쳐 원격 보조 유체 회수 시스템에 제2 체적(30)의 상단부를 접속하는 증발된 보조 유체를 배출하는 제2 배출 파이프(330)를 포함하는 것을 특징으로 하는 작동 가스의 냉동 및/또는 액화용 장치.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 증발된 보조 유체용 제2 배출 파이프(330)는 상기 제1 열교환기(5)를 선택적으로 바이패스하기 위한 바이패스 레그(130)를 포함하는 것을 특징으로 하는 작동 가스의 냉동 및/또는 액화용 장치.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 따른 작동 가스의 냉동 및/또는 액화용 장치를 사용하여 유저(10)를 냉각하는 방법이며, 유저(10)는 열교환 시스템(14)을 거쳐 냉각되는 방법에 있어서, 상기 방법은 250 K 내지 400 K의 초기 온도를 갖는 유저(10)를 예비 냉각하는 단계를 포함하고, 이 단계에서 압축 스테이션(1)을 떠나는 작동 가스는 제1 열교환기(5)에서 열의 교환에 의해 냉각되고, 이어서 2개의 스트림으로 세분되고, 이들 스트림 중 제1 스트림은 제2 열교환기(15)에서 그리고 이어서 제3 열교환기(25)에서 냉각되고, 제2 스트림은 제3 열교환기(25)에서 직접 냉각되고, 제1 체적(3) 내에서 증발된 보조 유체는 제1 열교환기(5)로 프리고리를 인도하지 않고 배출되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 11

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 따른 작동 가스의 냉동 및/또는 액화용 장치를 사용하여 유저(10)를 냉각하는 방법이며, 유저(10)는 열교환 시스템(14)을 거쳐 냉각되는 방법에 있어서, 상기 방법은 250 K 내지 150 K의 초기 온도를 갖는 유저(10)를 예비 냉각하는 단계를 포함하고, 이 단계에서 압축 스테이션(1)을 떠나는 작동 가스는 제1 열교환기(5)에서, 이어서 제2 열교환기(15)에서 열의 교환에 의해 냉각되고, 이어서 2개의 스트림으로 세분되고, 이들 스트림 중 제1 스트림은 제3 열교환기(25)에서 냉각되고, 제2 스트림은 제3 열교환기(25)를 회피하고, 제3 열교환기(25)는 보조 유체로부터 제3 열교환기(25) 내의 작동 가스로 프리고리를 전달하기 위해 보조 유체를 공급받고, 제1 체적(3) 내에서 그리고/또는 제3 열교환기(25)와 접촉시에 증발되는 보조 유체는 제1 열교환기(5)로 프리고리를 인도하지 않고 배출되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 12

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 따른 작동 가스의 냉동 및/또는 액화용 장치를 사용하여 유저(10)를 냉각하는 방법이며, 유저(10)는 열교환 시스템(14)을 거쳐 냉각되는 방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 방법은 150 K 내지 95 K의 초기 온도를 갖는 유저(10)를 예비 냉각하는 단계를 포함하고, 이 단계에서 압축 스테이션(1)을 떠나는 작동 가스는 제1 열교환기(5)에서, 이어서 제2 열교환기(15)에서, 이어서 제3 열교환기(25)에서 열의 교환에 의해 냉각되고, 제1 체적(3) 내에서 그리고/또는 제3 열교환

기(25)와 접촉시에 증발되는 보조 유체의 적어도 일부는 제1 열교환기(5)로 프리고리를 인도하지 않고 배출되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 14

제12항 또는 제13항에 있어서, 상기 방법은 95 K 내지 80 K의 초기 온도를 갖는 유체(10)를 예비 냉각하는 단계를 포함하고, 이 단계에서 압축 스테이션(1)을 떠나는 작동 가스는 제1 열교환기(5)에서, 이어서 단지 제3 열교환기(25)에서 열의 교환에 의해 냉각되고, 제3 열교환기(25)와 접촉시에 증발되는 보조 유체의 적어도 일부는 배출되어, 제1 열교환기(5)로 프리고리를 인도하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 15

제12항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서, 가능한 예비 냉각 페이즈 후에, 장치는 압축 스테이션(1)을 떠나는 작동 가스가 제1 열교환기(5)에서, 이어서 단지 제3 열교환기(25)에서 열의 교환에 의해 냉각되는 공칭 작동이라 칭하는 작동에서 유체를 냉각하고, 상기 제3 열교환기(25)는 보조 유체로부터 상기 제3 열교환기(25) 내의 작동 가스로 프리고리를 전달하기 위해 보조 유체를 공급받고, 상기 제3 열교환기(25)와의 접촉시에 증발되는 보조 유체는 배출되어, 제1 열교환기(5)에 프리고리를 인도하는 것을 특징으로 하는 방법.

명세서

기술분야

- [0001] 본 발명은 냉동 및/또는 액화 장치 및 대응 방법에 관한 것이다.
- [0002] 본 발명은 더 구체적으로 헬륨을 함유하거나 또는 순수 헬륨으로 이루어진 작동 가스의 냉동 및/또는 액화용 장치에 관한 것으로서, 이 장치는 작동 가스를 위한 루프의 형태의 작동 회로를 포함하고,
- [0003] - 적어도 하나의 압축기를 구비한 작동 가스 압축 스테이션,
- [0004] - 직렬로 배열된 복수의 열교환기 및 작동 가스를 팽창하기 위한 적어도 하나의 부재를 포함하는, 작동 가스를 냉각하기 위한 냉각 박스,
- [0005] - 냉각된 작동 가스와 유체 사이의 열의 교환을 위한 시스템,
- [0006] - 열교환 시스템을 통해 통과된 작동 가스를 압축 스테이션으로 복귀시키는 적어도 하나의 복귀 파이프로서, 복귀 파이프는 작동 가스를 가온(warming)하기 위한 적어도 하나의 열교환기를 포함하는, 복귀 파이프
- [0007] 를 직렬로 포함하고,
- [0008] 장치는 압축 스테이션으로부터 출구에서 작동 가스를 예비 냉각(pre-cooling)하기 위한 부가의 시스템을 더 포함하고, 예비 냉각 시스템은 액체 질소와 같은 보조의 극저온 유체의 적어도 하나의 체적을 포함하고, 체적은 보조 유체로부터 작동 가스로 프리고리(frigories)를 선택적으로 전달하기 위해 적어도 하나의 열교환기를 거쳐 작동 회로에 접속되고, 냉각 박스는 압축 스테이션으로부터의 출구에 배열된 제1 열교환기, 제2 열교환기 및 제3 열교환기를 포함하는 제1 작동 가스 냉각 스테이지를 포함하고, 제1 열교환기는 알루미늄 플레이트 및 핀형이고, 제2 열교환기는 용접 플레이트 또는 용접 튜브(들)형이고, 이 제2 열교환기는 보조 냉각 유체용 욕(bath) 내에 침지되어 있다.
- [0009] 본 발명은 특히, 플라즈마 발생 장치("TOKAMAK")의 초전도 케이블 또는 구성 요소와 같은 유체(user)를 연속적으로 냉각하기 위한 관점에서 매우 낮은 온도(예를 들어, 헬륨의 경우에 4.5 K)를 발생하는 헬륨 냉동기/액화기에 관한 것이다. 냉동/액화 장치에 의해 의도되는 것은 특히 헬륨과 같은 저분자량을 갖는 가스를 냉각하는, 적절한 경우에 액화하는 매우 저온(극저온) 냉동 장치 및/또는 액화 장치이다.

배경 기술

- [0010] 유체가 냉각될 때, 즉 유체가 비교적 높은 시작 온도(예를 들어, 300 K 이상)로부터 결정된 낮은 공칭 작동 온도(예를 들어, 대략 80 K)로 유도될 필요가 있을 때, 냉동/액화 장치는 일반적으로 이러한 냉각에 부적합하다.
- [0011] 무거운 구성 요소(예를 들어, 초전도 자석과 같은)가 장기간에 걸쳐(수십일에 걸쳐) 주위 온도로부터 80 K로 냉각될 때 발생하는 것은, 헬륨의 비교적 고온 및 저온 스트림(유체를 향해 공급되고 유체로부터 복귀됨)이 공통 열교환기를 통해 역류방향으로 통과하는 것이다. 장치가 그럼에도 정확하게 작동하게 하기 위해, 이들 헬륨의 스

트립들 사이의 온도차를 제한할 필요가 있다(예를 들어, 40 K 내지 50 K의 최대차로).

- [0012] 이와 같이 하기 위해, 장치는 이 냉각 중에 프리고리를 공급하는 보조 예비 냉각 시스템을 포함한다.
- [0013] 논문("Solutions for liquid nitrogen pre-cooling in helium refrigeration cycles" by U. Wagner of CERN - 2000)에 특히 예시되어 있는 바와 같이, 예비 냉각 시스템은 일반적으로 적어도 하나의 열교환기를 거쳐 작동 가스에 프리고리를 공급하는 액체 질소의 체적(일정한 온도, 예를 들어 80 K에서)을 포함한다.
- [0014] 그러나, 이들 공지의 예비 냉각 시스템은 제약 또는 단점을 갖는다.
- [0015] 따라서, 80 K의 헬륨을 더 고온의 헬륨(주위 온도 또는 냉각될 유체로부터 복귀할 때의 온도)과 혼합할 필요가 있다.
- [0016] 액체 질소의 소비를 제한하기 위해, 더욱이 유체가 점진적으로 냉각됨에 따라 냉각될 유체로부터 복귀하는 헬륨으로부터 프리고리를 회수할 필요가 있다. 온도차 및 성능에 대한 이들 제약은 다양한 작동 구성(냉각, 정상 작동)에 따라 상이한 열교환기 기술을 필요로 한다.
- [0017] 따라서, 정상 작동 중에(냉각 페이즈 외의), 교환기들은 매우 높은 성능, 즉 낮은 압력 강하를 가질 필요가 있고, 상당한 온도차에 직면하지 않아야 한다. 이 정상 작동에 적합한 열교환기는 알루미늄 브레이징된(brazed) 플레이트 및 핀(fin)형의 열교환기를 포함한다. 이 유형의 교환기는 통상적으로 역류 유체들 사이에 50 K 초과 의 온도차를 견딜 수 있다.
- [0018] 무거운 유체의 냉각 중에, 교환기에 요구된 열교환 성능은 높지 않지만, 높게 유지된다. 대조적으로, 온도차 (일정한 온도에서 액체 질소에 기인하는)는 비교적 높게 된다(50 K 초과).
- [0019] 회로 및 교환기 내의 헬륨 온도가 여전히 높을 때, 압력 강하는 정상 작동시에 요구되는 것보다 훨씬 더 크다.
- [0020] 이들 문제점을 처리하기 위한 현존하는 해결책은 헬륨과 질소 사이의 열의 교환을 제공하는 냉각 박스로의 입구에 주 교환기를 수반한다. 다른 해결책은 이 주 교환기가 유체(헬륨 또는 질소)의 성질에 따라 상이한 열교환기 기술을 사용하여 제조된 다수의 독립적인 섹션으로 분할되게 하기 위한 것을 제공한다.
- [0021] 이들 해결책은 장치가 정상 작동에 부적합하고 또는 냉각 페이즈에 부적합하기 때문에 문제점들에 대한 만족스러운 해결책을 제공하지 않는다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0022] 본 발명의 목적인 상기에 개시된 종래 기술의 단점의 전부 또는 일부를 완화하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0023] 이를 위해, 본 발명에 따른 장치는, 다른 관점에서 상기 서두에 제공된 그 일반적인 정의에 따르면, 본질적으로, 제2 및 제3 열교환기는 제1 열교환기의 하류측의 작동 회로에 직렬 및 병렬의 모두로 접속되는데, 즉 제1 열교환기에서 냉각된 작동 가스는 제2 열교환기 및/또는 제3 열교환기에 선택적으로 유입될 수 있고, 제 2 열교환기는 액화된 보조 가스의 제1 체적 내에 침지되는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 더욱이, 본 발명의 몇몇 실시예는 이하의 특징들 중 하나 이상을 포함할 수도 있다.
- [0025] - 제2 열교환기는 스테인레스강 또는 알루미늄 튜브형의 열교환기, 스테인레스강 또는 알루미늄 핀이 있는 튜브형의 열교환기, 스테인레스강 용접된 플레이트 교환기 중 하나이고,
- [0026] - 회로는 제3 열교환기를 선택적으로 바이패스하여 제1 및/또는 제2 열교환기로부터의 작동 가스가 작동 회로 내에서 제3 열교환기를 선택적으로 회피하게 하는 바이패스 레그를 포함하고,
- [0027] - 장치는 제1 열교환기를 통한 통로를 거쳐 원격 보조 유체 회수 시스템에 제1 체적의 상단부를 접속하는 증발된 보조 유체를 배출하는 제1 배출 파이프를 포함하고,
- [0028] - 증발된 보조 유체용 제1 배출 파이프는 제1 열교환기를 선택적으로 바이패스하기 위한 바이패스 레그를 포함하고,
- [0029] - 제3 열교환기는 작동 가스와 보조 유체 사이의 선택적 열의 교환을 실행하는 유형이고, 장치는 보조 유체로부

터 제3 열교환기 내의 작동 가스로 프리고리를 전달하기 위해 제3 열교환기에 제1 체적을 접속하는 선택적 공급 파이프를 포함하고,

[0030] - 장치는 보조-유체 소스로부터 보조 유체를 선택적으로 공급받는 유체의 제2 체적을 포함하고, 제3 열교환기는 작동 가스와 제2 체적의 보조 유체 사이의 프리고리의 교환을 허용하기 위해 상기 제2 체적 내에 침지되고,

[0031] - 장치는 제1 열교환기를 통한 통로를 거쳐 원격 보조 유체 회수 시스템에 제2 체적의 상단부를 접속하는 증발된 보조 유체를 배출하는 제2 배출 파이프를 포함하고,

[0032] - 증발된 보조 유체용 제2 배출 파이프는 제1 열교환기를 선택적으로 바이패스하기 위한 바이패스 레그를 포함하고,

[0033] - 제2 및 제3 열교환기는 2개의 열교환기 사이의 병렬 접속부 및 직렬 접속부를 형성하는 파이프 및 밸브의 네트워크와 제2 열교환기를 바이패스하는 바이패스 라인을 거쳐 제1 열교환기의 출구에서 작동 회로에 직렬 및 병렬의 모두로 접속되고,

[0034] - 제1 체적은 보조 유체의 소스에 접속되고 밸브가 장착된 전달 파이프를 거쳐 보조 유체를 선택적으로 공급받고,

[0035] - 제1 열교환기는 상이한 각각의 온도에서 작동 가스의 상이한 스트림들 사이에 열을 교환하는 유형이고, 압축 스테이션을 떠나는 고온 고압 작동 가스를 취하는 가스를 공급받는 제1 통로, 제1 통로에 역류 방향에 있고 저온 저압에 있다고 일컬어지는 작동 가스용 복귀 파이프에 의해 공급받는 제2 통로 및 제1 통로와 역류 방향에 있고 열교환 시스템을 통해 통과하지 않은 냉각 박스로부터 작동 가스를 복귀시키는 작동 회로 복귀 파이프를 거쳐 중간 압력에 있다고 일컬어지는 작동 가스를 공급받는 제3 통로를 포함한다.

[0036] 본 발명은 또한 상기 또는 하기의 특징들 중 임의의 하나에 따른 작동 가스의 냉동 및/또는 액화용 장치를 사용하여 유지를 냉각하는 방법에 관한 것으로서, 유지는 열교환 시스템을 거쳐 냉각되고, 방법은 250 K 내지 400 K의 초기 온도를 갖는 유지를 예비 냉각하는 단계를 포함하고, 이 단계에서, 압축 스테이션을 떠나는 작동 가스는 제1 열교환기에서 열의 교환에 의해 냉각되고, 이어서 2개의 스트림으로 세분되고, 이들 스트림 중 제1 스트림은 제2 열교환기에서 그리고 이어서 제3 열교환기에서 냉각되고, 제2 스트림은 제3 열교환기에서 직접 냉각되고, 제1 체적 내에서 증발된 보조 유체는 제1 열교환기로 프리고리를 인도하지 않고 배출된다.

[0037] 본 발명은 또한 상기 또는 하기의 특징들 중 임의의 하나에 따른 작동 가스의 냉동 및/또는 액화용 장치를 사용하여 유지를 냉각하는 방법에 관한 것으로서, 유지는 열교환 시스템을 거쳐 냉각되고, 방법은 250 K 내지 150 K의 초기 온도를 갖는 유지를 예비 냉각하는 단계를 포함하고, 이 단계에서 압축 스테이션을 떠나는 작동 가스는 제1 열교환기에서, 이어서 제2 열교환기에서 열의 교환에 의해 냉각되고, 이어서 2개의 스트림으로 세분되고, 이들 스트림 중 제1 스트림은 제3 열교환기 내에서 냉각되고, 제2 스트림은 제3 열교환기를 회피하고, 제3 열교환기는 보조 유체로부터 제3 열교환기 내의 작동 가스로 프리고리를 전달하기 위해 보조 유체를 공급받고, 제1 체적 내에서 그리고/또는 제3 열교환기와 접촉시에 증발되는 보조 유체는 제1 열교환기로 프리고리를 인도하지 않고 배출된다.

[0038] 본 발명은 또한 상기 또는 하기의 특징들 중 임의의 하나에 따른 작동 가스의 냉동 및/또는 액화용 장치를 사용하여 유지를 냉각하는 방법에 관한 것으로서, 유지는 열교환 시스템을 거쳐 냉각되고, 방법은 150 K 내지 95 K의 초기 온도를 갖는 유지를 예비 냉각하는 단계를 포함하고, 이 단계에서 압축 스테이션을 떠나는 작동 가스는 제1 열교환기에서, 이어서 제2 열교환기에서, 이어서 제3 열교환기에서 열의 교환에 의해 냉각되고, 제1 체적 내에서 그리고/또는 제3 열교환기와 접촉시에 증발되는 보조 유체의 적어도 일부는 제1 열교환기로 프리고리를 인도하지 않고 배출된다.

[0039] 본 발명은 또한 상기 또는 하기의 특징들 중 임의의 하나에 따른 작동 가스의 냉동 및/또는 액화용 장치를 사용하여 유지를 냉각하는 방법에 관한 것으로서, 유지는 열교환 시스템을 거쳐 냉각되고, 방법은 95 K 내지 80 K의 초기 온도를 갖는 유지를 예비 냉각하는 단계를 포함하고, 이 단계에서 압축 스테이션을 떠나는 작동 가스는 제1 열교환기에서, 이어서 단지 제3 열교환기에서 열의 교환에 의해 냉각되고, 제3 열교환기와 접촉시에 증발되는 보조 유체의 적어도 일부는 배출되어, 제1 열교환기로 프리고리를 인도한다.

[0040] 본 발명은 또한 상기 또는 하기의 특징들 중 임의의 하나에 따른 작동 가스의 냉동 및/또는 액화용 장치를 사용하여 유지를 냉각하는 방법에 관한 것으로서, 가능한 예비 냉각 페이즈 후에, 장치는 압축 스테이션을 떠나는 작동 가스가 제1 열교환기에서, 이어서 단지 제3 열교환기에서 열의 교환에 의해 냉각되는 공칭 작동이라 칭하

는 작동에서 유저를 냉각하고, 제3 열교환기는 보조 유체로부터 제3 열교환기 내의 작동 가스로 프리고리를 전달하기 위해 보조 유체를 공급받고, 제3 열교환기와의 접촉시에 증발되는 보조 유체는 배출되어, 제1 열교환기에 프리고리를 인도한다.

[0041] 본 발명은 또한 상기 또는 하기의 특징들의 임의의 조합을 포함하는 임의의 대안적인 장치 또는 방법에 관한 것일 수도 있다.

도면의 간단한 설명

[0042] 부가의 상세 및 장점이 도면을 참조하여 제공된 이하의 설명의 속독으로부터 명백해질 것이다.

도 1은 유저 부재를 냉각하기 위해 사용된 액화/냉동 장치의 구조를 도시하는 간단화된 개략 부분도를 도시한다.

도 2는 유저 부재를 냉각하기 위해 사용된 액화/냉동 장치의 구조 및 작동의 제1 예를 개략적으로 부분적으로 도시한다.

도 3은 제2 실시예에 따른 액화/냉동 장치의 냉각 박스의 상세를 개략적으로 부분적으로 도시한다.

도 4 내지 도 7은 다양한 별개의 작동 구성에서 각각 도 3의 상세를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0043] 도 1에 도시된 바와 같이, 설비(100)는 냉각을 생성하기 위해 작업의 사이클에 헬륨을 인가하는 작동 회로를 포함하는 냉동/액화 장치를 통상의 방식으로 포함할 수도 있다. 냉동 장치(2)의 작동 회로는 헬륨을 압축하는 적어도 하나의 압축기(5) 및 바람직하게는 다수의 압축기를 구비한 압축 스테이션(1)을 포함한다.

[0044] 압축 스테이션(1)을 떠날 때, 헬륨은 헬륨을 냉각하기 위해 냉각 박스(2)에 진입한다. 냉각 박스(2)는 헬륨을 냉각하기 위해 헬륨과 열을 교환하는 다수의 열교환기(5)를 포함한다. 게다가, 냉각 박스(2)는 압축된 헬륨을 팽창하기 위한 하나 이상의 터빈(7)을 포함한다. 바람직하게는, 냉각 박스(2)는 브레이튼형(Brayton type)의 열역학 사이클 또는 임의의 다른 적합한 사이클에서 작동한다. 헬륨의 적어도 일부는 냉각 박스(2)를 떠날 때 액화되고, 액체 헬륨과 냉각될 유저(10) 사이의 열의 선택적 교환을 제공하도록 설계된 열교환 시스템(14)에 진입한다. 유저(10)는 예를 들어, 초전도 자석을 사용하여 얻어진 자기장 발생기 및/또는 하나 이상의 극저온 응축 펌핑 유닛 또는 매우 저온 냉각을 필요로 하는 임의의 다른 부재를 포함한다.

[0045] 도 1에 개략적으로 지시된 바와 같이, 장치는 자체로 공지의 방식으로, 압축 스테이션(2)으로부터의 출구에서 작동 가스를 예비 냉각하기 위한 부가의 예비 냉각 시스템을 더 포함한다. 예비 냉각 시스템은 액체 질소와 같은 보조 극저온 유체의 체적(3)을 포함한다. 체적(3)은 보조 유체로부터 냉각 가스로 프리고리를 선택적으로 전달하기 위해 적어도 하나의 열교환기를 거쳐 작동 회로에 접속된다.

[0046] 예를 들어, 체적(3)은 보조 유체의 소스(도시 생략)에 접속되고 밸브(23)(도 3 참조)가 장착된 전달 파이프(113)를 거쳐 보조 유체를 공급받을 수도 있다.

[0047] 도 2의 더 상세한 예에서, 압축 스테이션(1)은 예를 들어, 헬륨의 3개의 압력 레벨을 규정하는 직렬의 2개의 압축기(11, 12)를 포함한다. 개략적으로 지시된 바와 같이, 압축 스테이션(2)은 헬륨 정화 부재(8)를 또한 포함할 수도 있다.

[0048] 압축 스테이션(1)으로부터의 출구에서, 헬륨은 이 헬륨이 다수의 교환기(5)와 열의 교환에 의해 냉각되고 터빈(7)을 통해 팽창되는 냉각 박스(2)에 유입된다.

[0049] 냉각 박스(2) 내에서 액화된 헬륨은 냉각될 유저(10)와 열을 교환하도록 의도된 교환기(144)를 구비한 저장조(14) 내에 저장될 수 있다(예를 들어, 펌프를 구비한 회로). 헬륨과 유저(10) 사이의 열의 교환을 위한 이 시스템(14)은 임의의 다른 적절한 구조를 포함할 수도 있다.

[0050] 열교환 시스템(14)을 통해 통과된 저압 헬륨은 작업의 사이클을 재개시키기 위해 복귀 파이프(9)를 거쳐 압축 스테이션(1)으로 복귀된다. 이 복귀 중에, 비교적 저온 헬륨은 열교환기(5)로 프리고리를 인도하고, 따라서 유저(10)에 도달하기 전에 냉각 박스(2)를 통해 반대방향으로 순환하는 비교적 고온 헬륨을 냉각한다.

[0051] 도시된 바와 같이, 작동 회로는 열교환 시스템(14)을 통해 통과하지 않은 냉각 박스(2)로부터 헬륨을 압축 스테이션(1)으로 복귀시키는 복귀 파이프(19)를 포함할 수도 있다.

- [0052] 도 2에 가시적인 바와 같이, 장치는 예를 들어, 80 K의 온도에서 액체 질소와 같은 보조 극저온 유체의 체적(3)을 포함하는 예비 냉각 시스템을 포함한다.
- [0053] 냉각 박스(2)는 압축 스테이션(1)을 떠나자마자 헬륨을 수용하는 제1 헬륨 냉각 스테이지를 포함한다.
- [0054] 이 제1 냉각 스테이지는 제1 열교환기(5), 제2 열교환기(15) 및 제3 열교환기(25)를 포함한다.
- [0055] 제1 열교환기(5)는 바람직하게는 알루미늄 브레이징된 플레이트 및 핀형이다. 이러한 교환기는 예를 들어 ALPEMA(aluminum plate-fin heat exchanger manufacturer's association) 추천에 부합한다.
- [0056] 제1 열교환기(5)는 예를 들어, 상이한 각각의 온도에서의 헬륨의 상이한 스트림들 사이의 열의 교환이 존재하는 유형이다. 제1 열교환기(5)는 압축 스테이션(1)을 직접 떠나는 고온 및 고압에 있다고 칭하는 작동 가스를 공급받는 제1 통로(6), 제1 통로에 역류 방향이고 저온 및 저압에 있다고 일컫는 작동 가스를 복귀 파이프(9)에 의해 공급받는 제2 통로, 및 제1 통로에 역류 방향이고 복귀 파이프(19)를 거쳐 중간 압력에 있다고 일컫는 작동 가스를 공급받는 제3 통로를 포함할 수도 있다. 이하에 설명되는 바와 같이, 제1 열교환기(5)는 보조 유체를 위한 통로 섹션을 더 포함한다.
- [0057] 제2 열교환기(15) 및 제3 열교환기(25)는 제1 열교환기(5)의 하류측에서 작동 회로에 직렬 및 병렬의 모두로 접속되는데, 즉 제1 열교환기(5)에서 냉각된 작동 가스는 제2 열교환기(15) 및/또는 제3 열교환기(25)에 선택적으로 유입될 수 있다.
- [0058] 도 3에 더 상세히 도시된 바와 같이, 제2 열교환기(15) 및 제3 열교환기(25)는 2개의 열교환기(15, 25) 사이에 병렬 접속부 및 직렬 접속부를 형성하고 제2 열교환기(15)를 바이패스하기 위한 바이패스 라인(250)을 형성하는 파이프(6, 16, 26, 250) 및 밸브(116, 126, 326)의 네트워크를 거쳐 제1 열교환기(5)에 직렬 및 병렬의 모두로 접속될 수 있다.
- [0059] 도 1에 가시적인 바와 같이, 제2 열교환기(15)는 바람직하게는 80 K에서 액체 질소와 같은 보조 냉각 유체의 욕 내에 침지된 튜브형이다(튜브는 예를 들어, 스테인레스강, 구리 또는 극저온과 호환 가능한 몇몇 다른 합금으로 제조됨). 더 구체적으로, 제2 열교환기(15)는 액체 질소의 제1 체적(3) 내에 침지된다. 전술된 바와 같이, 제1 체적(3)은 보조 유체의 소스(도시 생략)에 접속되고 밸브(23)가 장착된 전달 파이프(113)를 거쳐 보조 유체를 공급받을 수도 있다.
- [0060] 물론, 본 발명은 이 실시예에 한정되는 것은 아니다. 따라서, 예를 들어, 침지형 제2 열교환기(15)는 용접된 플레이트를 갖고 스테인레스강 또는 몇몇 다른 금속 또는 합금으로 제조된 열교환기, 즉 그 기술이 그 영어 명칭 "플레이트 앤 셸(plate and shell)"형으로 알려져 있는 열교환기일 수도 있다. 제2 열교환기(15)를 구성하는 이들 유형의 열교환기는 예를 들어 60 K 내지 250 K의 온도차와 같은, 다양한 사용 구성(침지형/비침지형) 사이의 비교적 높은 온도차를 견디는 것이 단점 없이 가능하다.
- [0061] 장치는 제1 열교환기(5)를 통한 통로를 거쳐 원격 보조-유체 회수 시스템에 제1 체적(3)의 상단부를 접속하는 증발된 보조 유체를 배출하기 위한 제1 배출 파이프(30)를 포함한다. 증발된 보조 유체를 배출하기 위한 이 제1 파이프(30)는 밸브(230, 430)의 시스템을 거쳐 제1 열교환기(5)를 선택적으로 바이패스하기 위한 바이패스 레그(130)를 또한 포함한다.
- [0062] 제3 열교환기(25)는 바람직하게는 알루미늄 플레이트 및 핀형 교환기이다. 제3 열교환기(25)는 헬륨과 질소 사이의 선택적인 열의 교환을 이용하는 유형이다. 이를 위해, 도 2에 가시적인 바와 같이, 장치는 보조 유체로부터 제3 열교환기(25) 내의 작동 가스로 프리고리를 선택적으로 전달하기 위해 제3 열교환기(25)에 제1 체적(3)을 접속하는(예를 들어, 루프로) 적어도 하나의 밸브(도시 생략)를 구비한 공급 파이프(13)를 포함할 수도 있다.
- [0063] 도 3은 장치의 제1 냉각 스테이지의 실시예의 대안적인 형태를 도시한다. 도 3의 실시예의 형태는, 단지 제3 열교환기(25)가 이 때 보조 유체의 제2 체적(33)에 침지되어 있다는 점에서[제1 체적(3)으로부터 또는 소스로부터 보조 유체를 공급받는 대신에], 도 2의 형태와는 상이하다. 도 3에 도시된 바와 같이, 이 유체의 제2 체적(33)은 보조-유체 소스에 의해 보조 유체를 선택적으로 공급받는 극저온 저장조일 수도 있다. 제3 열교환기(25)는 적절하면 작동 유체와 제2 체적(33)의 보조 유체 사이의 프리고리의 교환을 허용하기 위해 상기 제2 체적(33) 내에 침지된다.
- [0064] 제2 보조 체적(33)은 증발된 보조 유체를 배출하고 제1 열교환기(5)를 통한 통로를 거쳐 원격 보조-유체 회수 시스템에 제2 체적(30)의 상단부를 접속하기 위한 제2 배출 파이프(330)를 또한 포함한다. 예를 들어, 제2 배

출 파이프(330)는 제1 열교환기(5)의 상류측의 제1 보조-유체 배출 파이프(30)에 접속한다. 즉 제2 체적(33) 내의 증발된 보조 유체는 제1 열교환기(5)를 통한 통로 및/또는 이 제1 열교환기(5)를 회피하는 바이패스 라인(130) 사이에서 분할될 수 있다.

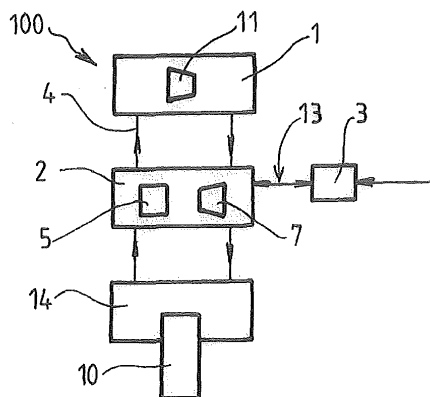
- [0065] 도 4 내지 도 7은 장치의 일 가능한 작동예의 연속에서 이용될 수 있는 4개의 별개의 구성을 각각 도시한다.
- [0066] 도 4에 도시되어 있는 유저(10)의 제1 냉각 페이지에서, 압축 스테이션(1)을 떠나는 헬륨은 제1 열교환기(5)에서의 열의 교환에 의해 냉각되고, 이어서 냉각된 헬륨은 2개의 스트림으로 세분된다[밸브(116, 126) 개방]. 이들 2개의 스트림 중 제1 스트림은 제2 열교환기(15)에서 냉각되고, 이어서 열의 교환 없이 제3 열교환기(25)에 진입한다[밸브(233) 폐쇄]. 제2 스트림은 제2 열교환기(15)에 진입하지 않고, 제3 열교환기(25)에 진입하기 전에 제2 열교환기(15)를 떠나는 제1 스트림과 혼합된다.
- [0067] 이 제1 페이지에서, 제1 체적(3)은 보조 유체(질소)를 공급받고, 증발된 질소는 제1 열교환기(5)에 프리고리를 인도하지 않고 배출 파이프(30) 및 바이패스 레그(130)에 의해 배출된다[밸브(230)가 바이패스 레그(130)에서 개방, 밸브(430)가 제1 열교환기(5)에 진입하기 위해 폐쇄].
- [0068] 이는 초기에 400 K 내지 250 K의 온도에서 유저를 냉각하는 작동의 시작에 대응할 수도 있다. 이 제1 페이지 중에, 헬륨의 온도는
 - [0069] - 제1 열교환기(5)로부터의 출구에서 300 K에 대략 동일하고,
 - [0070] - 제3 열교환기(25)로부터의 출구에서 250 K에 대략 동일할 수도 있다.
- [0071] 도 5에 도시되어 있는 유저(10)의 제2 냉각 페이지에서, 압축 스테이션(1)을 떠나는 헬륨은 제1 열교환기(5)에서, 이어서 제2 열교환기(15)에서 열의 교환에 의해 냉각될 수 있다[밸브(116) 개방 및 밸브(126) 폐쇄]. 헬륨은 이어서 2개의 스트림으로 분할되고, 이들 중 제1 스트림은 제3 열교환기(25)에서 냉각되고 제2 스트림은 바이패스 라인(250)을 통해 통과한다[바이패스 라인(250) 내의 밸브(326)의 개방].
- [0072] 제1 체적(3) 및 제2 체적(33)은 각각의 전달 파이프(113, 133)를 거쳐 보조 유체를 공급받는다[대응 밸브(213, 233) 개방]. 체적(3, 33) 내의 증발된 보조 유체는 제1 열교환기(5)를 거쳐, 즉 바이패스 레그(130)를 거쳐 통과하지 않고 배출될 수 있다[밸브(430) 폐쇄, 밸브(230) 개방]
- [0073] 이는 초기에 250 K 내지 150 K의 온도에서 유저를 냉각하는 작동에 대응할 수도 있다. 이 제2 페이지 중에, 헬륨의 온도는
 - [0074] - 제1 열교환기(5)로부터의 출구에서 145 K에 대략 동일하고,
 - [0075] - 제2 열교환기(15)로부터의 출구에서 120 K에 대략 동일하고,
 - [0076] - 제3 열교환기(25)로부터의 출구에서 80 K에 대략 동일하고,
 - [0077] - 바이패스 레그(130)에서 120 K에 대략 동일하고,
 - [0078] - 바이패스 레그(130)의 하류측의 접합부 후에 95 K에 대략 동일할 수도 있다.
- [0079] 도 6에 도시되어 있는 유저(10)의 제3 냉각 페이지에서, 압축 스테이션(1)을 떠나는 작동 가스는 제1 열교환기(5)에서, 이어서 제2 열교환기(15)에서, 이어서 제3 열교환기(25)에서의 열의 교환에 의해 직렬로 냉각될 수도 있다[밸브(116) 개방, 밸브(126) 폐쇄]. 제1 체적(3) 및 제2 체적(33) 내의 증발된 보조 유체는 제1 열교환기(5)를 거쳐 부분적으로 그리고 바이패스 레그(130)를 거쳐 부분적으로 배출될 수 있다[밸브(230, 430) 개방].
- [0080] 이는 초기에 150 K 내지 95 K의 온도에서 유저를 냉각하는 작동에 대응할 수도 있다. 이 제2 페이지 중에, 헬륨의 온도는
 - [0081] - 제1 열교환기(5)로부터의 출구에서 130 K에 대략 동일하고,
 - [0082] - 제2 열교환기(15)로부터의 출구에서 100 K에 대략 동일하고,
 - [0083] - 제3 열교환기(25)로부터의 출구에서 80 K에 대략 동일할 수도 있다.
- [0084] 도 7에 도시되어 있는 유저(10)의 제4 냉각 단계에서, 압축 스테이션(1)을 떠나는 작동 가스는 제1 열교환기(5)에서, 이어서 제3 열교환기(25)에서 열의 교환에 의해 직렬로 냉각될 수도 있다[제2 열교환기(15)를 거쳐 통과하지 않고, 밸브(116) 폐쇄, 밸브(126) 개방]. 단지 제2 체적(33)만이 보조 유체를 공급받을 수도 있다[밸브

(213) 폐쇄, 밸브(233) 개방]. 제2 체적(33) 내의 증발된 보조 유체는 제1 열교환기(5)를 거쳐 부분적으로 그리고 바이패스 레그(130)를 거쳐 부분적으로 배출될 수도 있다[밸브(230, 430) 개방].

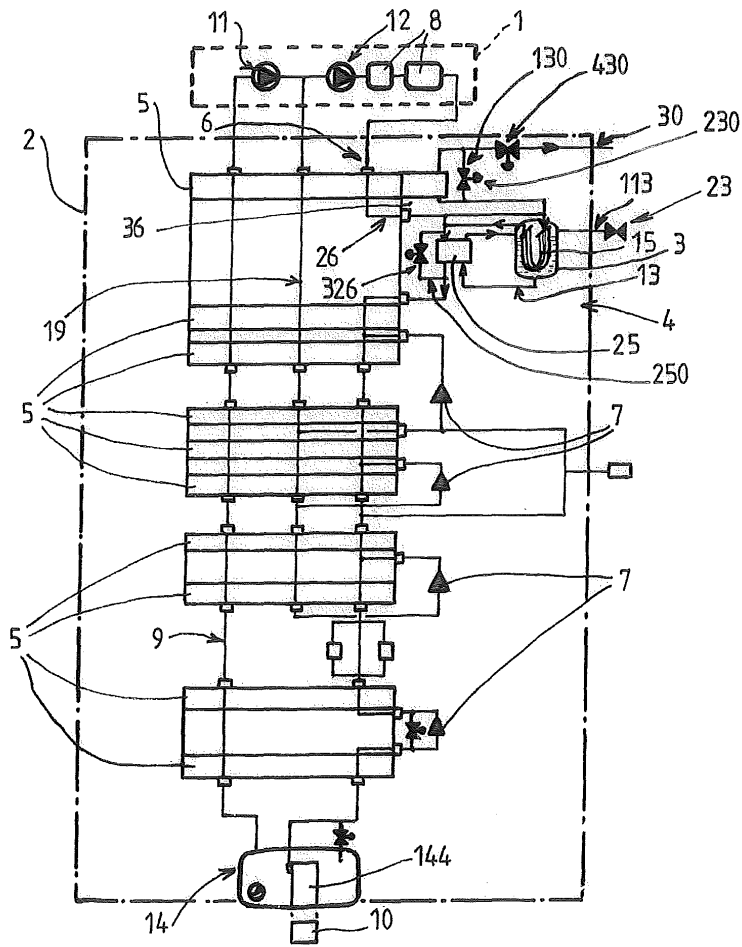
- [0085] 이는 초기에 95 K 내지 80 K의 온도에서 유체를 냉각하는 작동에 대응할 수도 있다. 이 제2 페이지 중에, 헬륨의 온도는
- [0086] - 제1 열교환기(5)로부터의 출구에서 95 K에 대략 동일하고,
- [0087] - 제3 열교환기(25)로부터의 출구에서 80 K에 대략 동일할 수도 있다.
- [0088] 마지막으로, 유체(10)가 정상 작동이라 칭하는 결정된 저온에 도달할 때, 장치는 동일한 장치를 사용하여 연속적인 냉각을 제공할 수도 있다(결정된 온도로 냉각의 레벨을 유지함).
- [0089] 이 연속 냉각 중에, 장치는 또한 도 7의 구성에 따라 작동할 수도 있다. 즉, 압축 스테이션(1)을 떠나는 작동 가스는 제1 열교환기(5)에서, 이어서 제3 열교환기(25)에서의 열의 교환에 의해 직렬로 냉각될 수 있고[제2 열교환기(15)를 거쳐 통과하지 않고], 단지 제2 체적(33)은 보조 유체를 공급받을 수도 있다. 제2 체적(33) 내의 증발된 보조 유체는 제1 열교환기(5)에 의해 배출될 수도 있다[밸브(230) 폐쇄, 밸브(430) 개방].
- [0090] 이 작동 모드 중에, 헬륨의 온도는
- [0091] - 제1 열교환기(5)의 출구에서 90 K에 대략 동일하고,
- [0092] - 제3 열교환기(25)의 출구에서 80 K에 대략 동일할 수도 있다.
- [0093] 전술된 아키텍처는 따라서 감소된 양의 장비로 비교적 고온(예를 들어, 400 K)으로부터 비교적 저온(예를 들어, 80 K)으로 대량의 구성 요소를 냉각하는 것을 가능하게 한다.
- [0094] 알루미늄 플레이트 및 핀형의 2개의 열교환기[제1 열교환기(5) 및 제3 열교환기(25)] 및 튜브형의 열교환기[제2 열교환기(15)]의 사용은 예비 냉각 및 정상 작동이라 칭하는 작동(예비 냉각 후)인 다양한 작동의 페이지를 위한 장치의 작동을 최적화하는 것을 가능하게 한다.
- [0095] 이들 구성은 특히 냉각 박스(2) 및 따라서 또한 제1 체적(3) 외부에 제2 열교환기(15)를 위치시키는 것을 가능하게 한다.
- [0096] 장치에 의해 제공되는 다른 장점은 냉각을 위해서만 사용되는 회로 및 장비를 격리함으로써 정상 작동 중에 작동 가스 내로의 열의 침입을 제한하는 것이다. 이들 장비는 냉각 박스로부터 이격하여 설치될 수도 있고, 마찬가지로 냉각 박스 챔버의 크기 및 비용을 감소시킨다.

도면

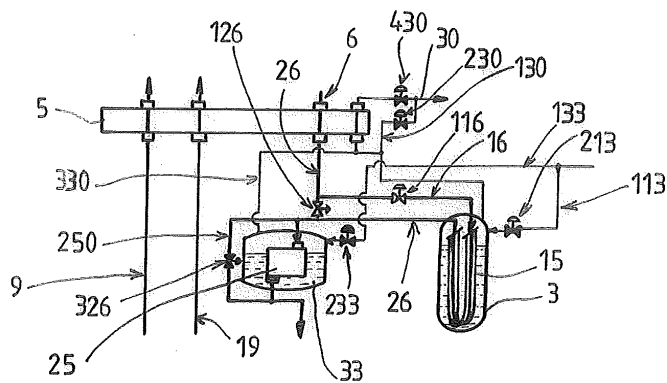
도면1



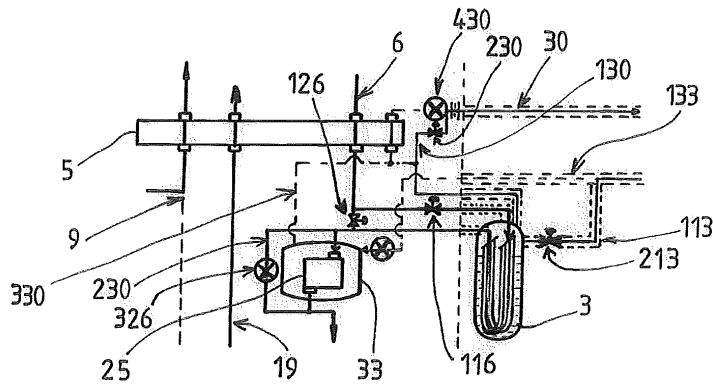
도면2



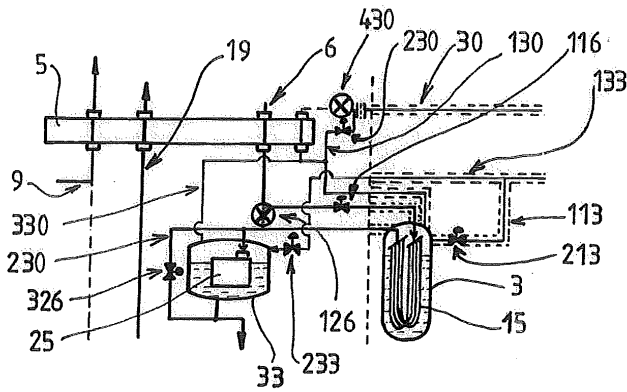
도면3



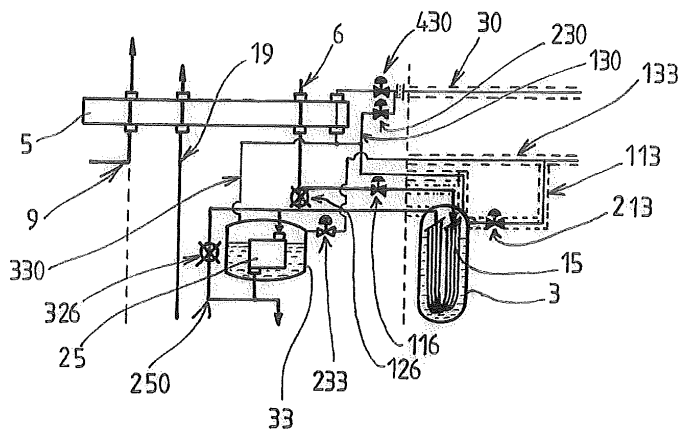
도면4



도면5



도면6



도면7

