(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
F17C 7/00

(45) 공고일자 1999년06월15일
(11) 등록번호 10-0196101
(24) 등록일자 1999년02월19일

(21) 출원번호 10-1993-0006373
(65) 공개번호 특1993-0021998
(22) 출원일자 1993년04월16일
(43) 공개일자 1993년11월23일
(30) 우선권주장 7/870,462 1992년04월17일 미국(US)

(73) 특허권자 프랙스에어 테크놀로지 인코포레이티드 조안 엠. 젤사 ; 로버트 지. 호헨스타인 ; 도로시 엠. 보어
미국 06810-5113 코네티컷 데인베리 올드 리지베리 로드 39
(72) 발명자 보리스 페브즈너
미합중국 14226 뉴욕 윌리암스빌리 스키너스빌리 로우드 631씨
(74) 대리인 남상선

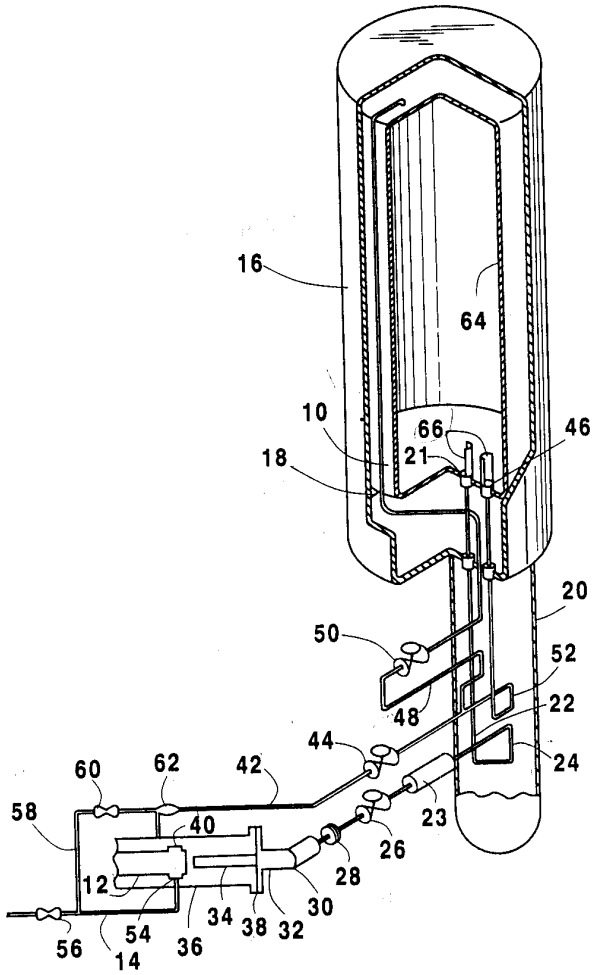
심사관 : 김우순

(54) 액화가스 공급방법 및 공급장치

요약

본 발명은 펌프를 작동시키는 동안에 캐비테이션(cavitation)을 피하기 위해서 차냉각(subcooling)된 액화가스를 용기로부터 펌프로 공급하기 위한 방법 및 장치이다. 공급도관을 통해서 용기 바닥으로부터 펌프 배수조로 액화가스가 공급된다. 펌프배수조는 펌프의 유동통로 요소 및 펌프흡입 설비를 둘러싼다. 회수도관을 통해서 증기 및 과도한 액화가스가 배수조로부터 용기의 바닥으로 회수된다. 가열수단은 바람직하게는, 회수도관내로 전달되는 열누출이며, 회수도관내의 유체밀도를 감소시키고, 이것에 의하여 공급도관을 유동하는 액화가스의 유동속도가 증가되며 펌프로 유동하는 도중에 액화가스의 온도상승이 둔화된다. 용기내에서 용기벽으로부터 이격되어 액체의 차가운 층에 공급도관의 흡입구를 위치시키고, 용기벽에 인접하여 액체의 따뜻한 층에 회수도관의 배출구를 위치시킴에 따라서 더 한층의 차냉각이 유지된다. 공급도관 및 회수도관에서의 저유동 마찰손실은 도관에서의 액화가스의 순환속도를 증가시킨다. 짧은 공급도관은 공급도관에 있는 액화가스 유동으로의 열누출을 감소시킨다. 그리하여, 펌프 배수조위의 용기의 높이를 줄이고 종래 기술에 비하여 용기의 가압을 감소시킴에 따라, 충분한 차냉각이 달성된다.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

액화가스 공급방법 및 공급장치

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명에 따른 장치를 부분 단면으로 도시한 개략도.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

10 : 저장용기 12 : 펌프

14 : 송출도관 16 : 외부셸

18 : 단열공간 20 : 셸연장부

21 : 공급도관 흡입구 22 : 공급도관

24, 52 : 루프 26 : 공급도관 밸브

30 : 이음쇠 32 : 가요성 세그머트

36 : 배수조 42 : 회수도관

44 : 회수도관 밸브 46 : 회수도관 배출구

48 : 증기도관 54 : 펌프 배출구

58 : 무부하 도관

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 휘발성 액체, 특히 액화 가스를 용기로부터 펌프로 공급하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

액화 가스는 통상적으로 단열된 용기 내에 저장되고, 필요에 따라서 용기로부터 펌프로 공급된다. 펌프는

액화가스를 필요한 압력까지 가압하는데, 몇몇 적용에서는 1.03×10^{8} Pa(15,000psig) 정도로 높게 가압한다. 펌프는 고압의 유체를 운반 도관 내로 배출하며, 배출된 유체는 증발기를 거쳐서 고압의 저장 콘테이너 또는 사용장소로 운반된다.

이러한 과정에서 직면하게 되는 일반적인 문제는 액화가스가 펌프 흡입설비에서 증기로 전환되는 플래싱(flashing)문제와, 펌프에서의 캐비테이션(cavitation)이다. 만약, 액체가 차냉각된 액체, 즉 현존 압력에서 포화온도 이하의 충분히 낮은 온도로 냉각된 액체로서 운반되면, 플래싱(flashing) 및 캐비테이션(cavitation)이 방지될 수 있다. 또한, 액체가 압축된 상태, 즉 현존온도에서 포화압력 이상의 충분히 큰 압력을 받으면 캐비테이션 현상을 피할 수가 있다.

용어 상으로 '치냉각된 액체(subcooled liquid)' 또는 '압축된 액체(compressed liguid)'가 모두 사용될 수 있지만, 본 발명에서는 '차냉각된 액체'의 용어가 사용될 것이다. 그러므로, 여기에서 사용되는 차냉각(subcooling)은 현존 압력에서 액체를 포화온도 이하로 냉각시키는 것을 뜻하거나 또는 현존온도에서 액체를 포화압력 이상으로 가압하는 것을 의미한다. 양적 차냉각은 액체의 현존온도에서 액체에 가해지는 현존압력이 액체의 포화압력보다 적은 것을 의미한다.

종래 기술분야에서는 펌프에서의 캐비테이션을 피하도록 용기로부터 펌프의 흡입설비로 운반되는 액체의 차냉각을 달성하기 위한 몇몇의 장치들이 고안되었다. 용기로부터 펌프로 이어지는 라인에서의 열누출 및 압력손실을 보상하기 위해서는 충분한 차냉각이 이루어져야 한다. 한 장치에 있어서, 기화된 액화가스에 의한 용기 내의 압력이 통상적으로 1.5×10^{6}Pa(220 psig)인 용기의 최대 사용 압력까지 상승할 수 있게 되었다. 기화 및 이에 따른 압력 상승은 용기 내로의 자연적인 열누출 또는 기화기의 이용에 의해서 이루어져 왔다. 또다른 장치에서는 펌프 흡입설비로부터 용기 바닥까지의 높이가 4m(12feet) 또는 그 이상이 된다. 그러나, 많은 장치들에 있어서, 액체가 용기 내에서 잔잔한 감지가능 높이로 떨어지는 경우, 펌프 작동이 불가능하게 된다. 왜냐하면, 액체높이 및 용기압력이 충분히 차냉각된(subcooling) 액체를 펌프 흡입설비로 제공하기에 부적당하기 때문이다. 몇몇 펌프장치에 있어서, 액체가 단지 용기 용량의 2/3 정도로 떨어진 후에는 펌프 작동이 불가능하게 된다.

용기 함유물은 열이 용기 내로 누출되기 때문에 점진적으로 데워진다. 용기를 몇일 동안 그대로 두는 비활동 기간후에, 펌프가 작동되지 않는 것이 이상한 일이 아니다. 왜냐하면, 용기 내에 있는 액체가 너무 데워지기 때문이다. 용기 내의 압력은 최대 허용 압력에 도달될 것이다. 그러면, 증기는 용기 내에 있는 일부 액체가 용기 내의 잔류 액체를 냉각시키고, 다시 액체에 압력을 조성할 수 있도록 용기로부터 배출될 수 있다. 물론, 이러한 실행에서 일어나는 액화가스의 상당한 손실은 바람직하지 않다.

본 발명의 목적은 펌프에서 플래싱(flashing) 및 캐비테이션(cavitation)을 피할 수 있도록 적당히 차냉각된 액화가스를 용기로부터 펌프 배수조로 공급하는 방법 및 장치를 제공하는데 있다.

본 발명의 특징은 용기 및 펌프 사이의 액체 재순환이 펌프 배수조에 이르는 공급도관 및 용기에 이르는 회수도관의 유체 밀도차에 의해서 유발된다는 것이다.

본 발명의 또다른 특징은 공급도관 내로의 열누출을 최소화하고 회수도관 내로의 열누출을 허용함으로서, 펌프 배수조에 이르는 공급도관 및 용기에 이르는 회수도관 사이의 유체 밀도차가 증대된다는 것이다.

본 발명의 또 다른 특징은 낮은 유동 저항성의 회로를 제공함으로써 용기 및 펌프 사이의 액체 재순환 속도가 빨라진다는 것이다.

본 발명의 또 다른 특징은 펌프에서 캐비테이션을 피하기 위해서, 공급도관 내의 열누출로부터의 펌프 배수조로의 액체 온도 상승을 감소시키기에 충분한 속도의 재순환 유동이 달성되는 것이다.

본 발명의 또 다른 특징은 액체 흡입구에 차냉각을 제공하는데 있어서 용기 내에 있는 액화가스의 자연적인 온도층을 이용할 수 있게 공급도관 흡입구 및 회수도관 배출구를 용기에 위치시키는 것이다.

본 발명의 장점은 펌프 캐비테이션을 피하기 위해서 요구되는 펌프 배수조 위쪽의 용기 높이를 줄일 수 있다는 것이다.

본 발명의 또다른 장점은 펌프 캐비테이션을 피하기 위해서 요구되는 용기의 가압정도를 줄일 수 있다는 것이다.

본 발명의 또 다른 장점은 액체의 높이가 용기의 바닥쪽으로 점점 낮아지는 경우에도, 캐비테이션의 없는 펌프작용이 가능하다는 것이다.

본 발명의 또 다른 장점은 장기간의 비활동 기간 후에도, 펌프 작용이 개시될 수 있다는 것이다.

본 발명은 펌핑하는 동안에 캐비테이션을 피하기 위해서 크게 차냉각된 액화가스를 용기로부터 펌프로 공급하기 위한 장치를 제공하는데 있다. 본 발명에 따른 장치는 (a) 액화가스를 포함하는 용기와, (b) 액화가스 유동 통로를 형성하는 요소들을 갖춘 펌프와, (c) 액화가스를 재순환시키고 펌프 요소들을 냉각시키기 위한 배수조와, (d) 용기의 바닥 인접부로부터 펌프 및 배수조로 액화가스를 공급하기 위한 공급도관과, (e) 펌프 및 배수조로부터 용기의 바닥 인접부로 증기 및 과잉 액화가스를 회수하기 위한 회수도관과, 그리고 (f) 용기의 바닥 인접부로부터 펌프 및 배수조로 유동하는 액화가스의 유동속도를 증가시키기 위해서 펌프 및 배수조로부터 회수되는 증기 및 과잉 액화가스의 밀도가 감소되도록 증기 및 과잉 액화가스를 가열하기 위한 수단을 포함한다.

또다른 실시예에서, 본 발명의 장치는 용기의 벽으로부터 이격되어 액화가스의 차가운 층에 위치된 공급도관 흡입구를 더 포함하며, 그리고 용기의 벽에 인접하여 상기 공급도관 흡입구보다 더 따뜻한 액화가스층에 위치된 회수도관 배출구를 더 포함한다.

본 발명은 또한 펌핑하는 동안에 캐비테이션을 피하기 위해서 용기로부터 크게 차냉각된 액화가스를 펌프로 공급하기 위한 방법을 제공한다. 상기 방법은 (a) 용기에 액화가스를 포함시키는 단계와, (b) 액화가스 유동 통로를 형성하는 요소들을 갖춘 펌프를 제공하는 단계와, (c) 액화가스의 재순환 및 펌프 요소들

의 냉각을 위해서 배수조를 제공하는 단계와, (e) 배수조에 액화가스를 재순환시키고 펌프 요소들을 냉각시키는 단계와, (f) 펌프 및 배수조로부터 용기의 바닥 인접부로 증기 및 과잉 액화가스를 회수하는 단계와, 그리고 (g) 용기의 바닥 인접부로부터 펌프 및 배수조로 유동하는 액화가스의 유동속도를 증가시키기 위해서 펌프 및 배수조로부터 회수하는 증기 및 과잉액화가스의 밀도가 감소되도록 회수되는 증기 및 과잉 액화가스를 가열하는 단계를 포함한다.

이하, 첨부된 도면을 참조로 하여 본 발명의 따른 바람직한 실시예를 보다 상세히 설명하면 다음과 같다.

제1도 도시된 바와같이, 액화가스는 저장 용기(10)로부터 인출되어 펌프(12)로 가압된 후 송출도관(14) 내로 배출되어 사용위치 또는 분배위치로 운반된다. 이 용기(10)는 액화가스 및 이것의 증발에 의해서 발생된 증기를 포함하여, 통상적으로 외부쉘(16)을 가지며 단열을 위하여 상기 용기(10) 및 외부쉘(16) 사이에는 단열공간(18)이 제공된다. 일반적으로 이 단열 공간(18)에는 단열물질이 포함되어 있으며, 또한 단열성을 크게 향상시키기 위해서 단열공간(18)이 진공상태로 유지된다. 외부쉘(16)의 바닥으로부터 연장된 하부의 쉘연장부(20)도 또한 단열물질을 포함하고 진공상태로 유지된다. 이와 달리, 상기 쉘연장부(20)가 진공상태로 유지되는 벽 사이의 공간을 갖춘 이중벽 신린더를 포함할 수도 있다.

공급도관(22)은 용기(10) 내부의 바닥 인접부에 제공된 흡입구(21)로부터 하류방향으로 연장되어 용기(10)주위의 단열공간(18)을 거쳐서 쉘연장부(20) 내로 뻗어있다. 쉘연장부(20) 내에서 공급도관(22)의 하단부에는 루프(24)가 제공되어 있는데, 이 루프(24)는 도관지름의 3배를 넘지 않는 바람직한 높이를 갖는다. 공급도관(22)은 쉘연장부(20)와 거의 수직하게 외부로 뻗어있고, 바람직하기로 상부방향 경사를 가지며 적어도 일부분에 진공 단열부(23)를 가진다. 이 진공 단열부(23)는 도관주위로 재킷(jacket)을 형성하고 도관 및 재킷 사이의 공간을 진공상태로 만들어서 구성된다.

쉘연장부(20) 외부의 공급도관(22)에는 공급도관 밸브(26) 및 공급도관 이음매(28)가 제공되어 있는데, 이 공급도관 이음매(28)에 의하여, 필요한 경우에 펌프(12)의 수리를 쉽게 할 수 있도록 공급도관 아랫쪽 구간이 제거가능하게 결합되어 있다. 공급도관 이음매(28)를 쉽게 열수 있고 이 이음매(28) 및 펌프(12) 사이의 공급도관 구간을 쉽게 제거할 수 있도록 상기 공급도관 밸브(26) 및 공급도관 이음매(28)는 진공상태로 단열되지 않는 것이 바람직하다. 따라서, 상기 공급도관 밸브(26)는 통상적으로 진공 단열 밸브로서 사용이 가능하지 않은 게이트 밸브가 될 수 있으며, 따라서 진공 단열 밸브로서 사용 가능한 글로우브(globe)밸브 보다 낮은 유동 저항성을 제공한다. 그러나, 상기 공급도관 밸브(26) 및 공급도관 이음매(28)에는 펌프를 수리해야 하는 경우에 쉽게 제거될 수 있는 비진공 단열이 제공되는 것이 바람직하다.

상기 공급도관 이음매(28)의 하류에는 진공 단열된 이음쇠(30)가 제공되어 있는데, 이 이음쇠(30)는 도관의 진공 단열된 가요성 세그먼트(32)의 상류 단부가 된다. 상기 이음쇠(30)는 약 30도 내지 90도의 범위로 구부러지는 부분을 갖는 것이 바람직하다. 가요성 세그먼트(32)의 하류 단부에는 삽입형 연장부(34)가 제공되어 있는데, 이 삽입형 연장부(34)는 삽입형 연결부(38)를 형성하기 위해서 진공 단열된 배수조(36) 내의 대응하는 공동 내로 삽입된다. 상기 삽입형 연결부(38)는 진공 단열된 도관을 또다른 진공 단열도관, 또는 다른 단열 성분에 연결하는 기술 분야에 이미 공지되어 있다. 상류의 상기 이음쇠(30)가 충분히 구부러져 있고 가요성 세그먼트(32)도 충분한 길이를 가지기 때문에, 삽입형 연결부(38) 및 공급도관 이음매(28)가 분리된 후에, 가요성 세그먼트(32)는 상기 이음매(28)의 하류부분과 상류부분 사이의 간섭을 피하도록 약간 구부러질 수 있다. 이리하여, 삽입형 연장부(34)가 본 발명의 다른 성분들과 간섭을 일으키지 않으면서 배수조(36)로부터 회수될수 있다. 그러므로, 가요성 세그먼트는 짧아질 수 있고, 이에 따라 가요성 세그먼트의 유동 저항성 및 열누출이 감소된다. 예를 들면, 3.81㎝(1.5인치) 공칭 파이프 크기의 가요성 세그먼트 및 배수조 유입구에 있어서, 가요성 세그머트 0.25m(10인치)를 넘지 않는 길이가 요구된다.

용기(10)가 액화가스를 포함하고 있고 공급도관(22) 내에서 순환하는 액체의 흐름이 밸브(26) 또는 밸브(44)에 의해서 멈추어지는 경우, 열누출은 쉘연장부(20) 외부의 공급도관(22)에서 액화가스의 증발을 불러일으킨다. 발생된 증기는 공급도관(22)에서 루프(24)로 역류하는데, 여기에서 증기가 용기(10)로부터 나와서 루프(24)를 통해서 유동하는 액화가스와 대향하게 된다. 이에 따라, 가열되기 쉽고 열누출에 의해서 증발이 일어나기 쉬운 쉘연장부(20)의 주변부로 액화가스가 연속적으로 순환하는 것이 방지된다. 또한, 상기 루프(24)는 공급도관(22) 내의 열 변형력과 잔류 응력을 수용하도록 하는 가요성을 제공한다.

액화가스를 가압하여 펌핑하기 위한 펌프(12)에는 흡입밸브(40)가 제공되어 있고, 배수조(36) 내에는 다른 유동 통로 요소가 제공되어 있다. 액화가스는 공급도관(22)으로부터 배수조(36)로 공급되고, 배수조(36)를 통해서 재순환되며,이것에 의하여 펌프유동 통로요소가 냉각되고, 액화가스가 펌프의 흡입밸브(40)로 제공된다. 배수조(36)로부터 나온 가스는 바람직한 상부경사를 갖는 회수도관(42)를 거쳐서 회수도관 밸브(44)를 통과한 후, 쉘연장부(20) 내로 들어간다. 쉘연장부(20)의 외부에서 회수도관은 적어도 부분적으로 단열되지 않으므로, 주위로부터 누출된 열이 회수도관의 온도를 상승시키고, 회수도관에 있는 유동의 밀도가 감소된다. 물론, 회수도관(42)을 가열하는데에는 다른 통상적인 수단이 사용될 수도 있다. 쉘연장부(20) 내에서, 회수도관(42)은 용기(10)의 내부 내로 윗쪽으로 연장되어서 용기(10)의 바닥에 인접하게 위치된 회수도관 배출구(46)에 연결된다. 공급도관 흡입구(21)로부터 펌프 흡입밸브(40)까지 걸쳐있는 공급도관(22), 및 회수도관 배출구(46)로부터 펌프의 흡입밸브(40)까지 걸쳐있는 회수도관(42) 사이에 존재하는 밀도차가 69 내지 207Pa(0.01 내지 0.03psi) 아력의 유동을 제공한다.

쉘연장부(20) 내에서 증기도관(48)은 회수도관(42)으로부터 윗쪽으로 연장되어 있고, 밸브(50)를 포함하도록 쉘연장부(20)의 외부에서 루프로 형성되며, 용기(10) 상부에 인접하게 뻗어있다. 이와 달리, 증기도관(48)이 쉘연장부(20)의 밖에 위치할 수도 있다. 증기도관(48) 입구의 하류에서, 회수도관(42)은 도관지름의 3배를 넘지 않는 높이를 가지는 루프(52)를 갖추고 있다. 회수도관(42)에 있는 루프(52)는 공급도관(22)에 있는 루프(24)와 동일한 기능을 수행한다. 회수도관(42)이 밸브(44) 및 (50), 또는 (50) 및 (26)에 의해서 폐쇄되는 경우, 루프(52)의 상류에서 누출된 열에 의해 발생되는 반대 유동의 증기에 의해서 액화가스의 루프(52)를 통한 하류방향 유동이 저지된다. 루프(52)에 의해서 회수도관(42)에도 가요성이 제공되고, 이것에 의하여 열 팽창력 및 잔류 응력이 약해지게 된다. 또한, 용기(10)가 액화가스를 포함하고 회수도관(42) 및 증기도관(42) 및 증기도관(48)이 개방되는 경우, 즉 이것들에 제공된 각각의 밸브에 의해서 이들이 폐쇄되지 않을 때, 루프(52) 내에서 액화가스에 의해 증기의 아랫쪽 방향 유동이 저

지되며, 이에 따라 증기도관(48) 내로 윗쪽으로 유동이 증진된다. 그러므로, 루프(52)는 액체로부터 증기를 분리하는 정상적인 기능을 수행한다.

펌프 배출구(54)로부터 연장된 송출도관(14)은 첵밸브(56)를 포함한다. 무부하 도관(58)은 펌프 배출구(54)에서부터 시작되거나, 또는 펌프 배출구(54) 및 첵밸브(56) 사이에 있는 송출도관(14)에 위치하며, 무부하 도관밸브(60)를 포함한다. 무부하 도관(58)은 배수조(36) 및 회수도관 밸브(44) 사이의 위치에서 회수도관(42) 내로 연결된다. 무부하 도관(58)은 회수도관(42)내로 유동을 유발시키는 수단(62)에 연결된다. 이 수단(62)은 다른 유체의 유동에너지를 이용하여 유체의 유동을 유발시키도록 작동하는 통상의 제트펌프 또는 유동 인듀서(inducer) 중 하나이다. 일반적으로, 펌프(12)는 상기 무부하 도관밸브(60)가 개방됨에 따라 작동하고, 이에 따라 펌핑된 유체가 회수도관(42)으로 들어가고, 회수도관(42) 내에 유동이 유발되게끔 한다. 그 다음에는, 공급도관(22)에 유동이 유발된다.

용기(10) 내에 잠잠하게 유지되어 있던 액화가스의 주위로부터 누출된 열 때문에 온도층 및 밀도층이 나타나게 된다. 예를 들어, 0.61m(2feet)의 지름 및 2.1m(7feet)높이를 갖는 통상적인 원통형 저장용기에 있어서, 액화가스의 온도는 바닥에서보다 상부에서 11° K 더 높고, 중심부에서보다 벽에서 4° K 더 높다. 그러므로, 차냉각(subcooling)의 견지에서 볼 때, 용기의 바닥 중앙에 있는 액체는 용기벽 또는 상부에 있는 액체보다 더욱 차냉각된다. 펌프에서의 플래싱(flashing) 또는 캐비테이션(cavitation)을 피하기 위해서는 차가운 액체, 즉 크게 차냉각된 액체를 펌프에 공급하도록 용기에 있는 액체의 자연적인 층(natural stratification)을 이용하는 것이 바람직하다. 공급도관 흡입구(21)는 용기 내에서 차가운 층으로부터 액체를 흡입할 수 있도록 용기벽(64)으로부터 떨어져서 용기(10)의 바닥에 인접하게 위치된다. 회수도관 배출구(46)는 회수되는 따뜻한 유체를 용기 내의 따뜻한 층으로 배출하도록 용기(10)의 벽(64)에 인접하여 위치된다. 자연적인 층이 유지될 수 있도록 흡입구(21) 및 배출구(46) 사이에 차폐판(baffle)(66)이 제공되어 있다. 이와는 다른 선택적 구성으로, 차폐판(66)이 흡입구 및 배출구에 각각 제공될 수도 있다.

용기(10)는 공급도관 흡입구(21)가 흡입밸브(40) 위로 단지 약 2.1m(7feet)에 위치하는 높이를 갖는다. 반면에, 종래기술에서는 이것의 2배 정도의 높이가 요구된다. 본 발명에 있어서, 펌프가 작동되지 않고 용기 내에 있는 증발된 액화가스에 의해서 단지 137,800Pa(20psig)의 압력이 가해지는 경우, 배수조를 통해서 나타나는 액화가스의 순환속도가 3.2 내지 19×10^{-5} m^3/sec(0.5 내지 3 gallon/min) 범위 이내 이다. 공급도관 내로의 열누출은 필수적으로 순환속도와 무관하다. 그러므로, 순환속도가 달성됨에 따라, 펌프로 가는 도중의 공급도관 내 유체의 온도 상승은 비교적 작다. 펌프가 작동을 시작한 경우에, 공급도관에서의 작은 온도상승 및 낮은 압력 강하에 의해서 펌프에서의 플래싱 또는 캐비테이션을 피할 수 있게 충분히 차냉각되어 액화가스가 펌프에 도달하게 된다.

본 발명에 따른 장치의 몇가지 특징은, 펌프가 작동하는 경우, 펌프에서의 플래싱 또는 캐비테이션을 피할 수 있는 상태에서의 펌프로의 액화가스 운반 및 액화가스의 순환속도를 유도하는 작용을 한다. 그러한 특징 중 하나가 공급도관 및 회수도관에서의 낮은 유동 저항성이다. 또 다른 하나의 특징은 용기 내에서 공급도관 흡입구가 용기벽으로부터 이격되어 액체의 차가운 층에 위치하고 있는 것이다. 또 다른 특징은 용기벽 가까이에 회수도관 배출구가 위치하고 차폐판이 제공됨에 따라서 용기 내에서 액체의 자연적인 층(natural stratification)이 유지되는 것이다. 또 다른 특징은 공급도관의 효율적인 단열, 바람직하게는 진공단열에 의해서 공급도관 내로의 작은 열누출이 달성되는 것이다. 또 다른 특징은 열누출에 대하여 감소된 표면을 제공하도록 공급도관이 짧게 형성되는 것이다. 또 다른 특징은 따뜻한 유체 및 감소된 유체 밀도가 회수도관의 비진공 단열부에 의해 회수도관에서 달성되는 것이다. 그러므로, 공급도관 흡입구로부터 펌프 흡입설비까지의 전체 높이에 걸쳐서 공급도관에 있는 높은 밀도의 유체에 의해 제공되는 정적 유체 헤드(static fluid head)가 회수도관 배출구로부터 펌프 흡입설비까지의 전체높이에 걸쳐서 회수도관에 있는 낮은 밀도의 유체에 의해 제공되는 상기 헤드 보다 상당히 크다. 회로의 이들 2개 구간 사이에서 생긴 헤드 차이는 상기한 순환속도를 유발하기에 추운하고, 펌프로 운반되는 액체에서의 작은 온도 상승을 달성하기에 충분하다. 달성된 차냉각은 심지어 액체 높이가 용기 내에서 공급도관 흡입구 및 회수도관 배출구에 접근한 위치에 있는 경우에도, 펌프의 시동과 작동을 가능케 하기에 적당하다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

펌프 작동하는 동안에 캐비테이션(cavitation)을 피하기 위해서 차냉각(subcooling)된 액화가스를 용기로부터 펌프로 공급하기 위한 장치로서, (a) 액화가스를 저장하기 위한 용기와, (b) 액화가스 유동 통로를 형성하는 요소를 갖춘 펌프와, (c) 액화가스를 재순환시키고 상기 펌프 요소를 냉각시키기 위한 배수조와, (d) 상기 용기의 바닥 인접부로부터 상기 펌프 및 상기 배수조로 액화가스를 공급하기 위한 공급도관과, (e) 상기 펌프 및 배수조로부터 상기 용기의 바닥 인접부로 증기 및 과잉 액화가스를 회수하기 위한 회수도관과, 그리고 (f) 상기 용기의 바닥 인접부로부터 상기 펌프 및 배수조로 운동하는 액화가스의 유동속도를 증가시키기 위해서, 상기 펌프 및 배수조로부터 회수되는 증기 및 과잉 액화가스의 밀도를 감소시키도록 회수되는 증기 및 과잉 액화가스를 가열하기 위한 수단을 포함하는 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 가열수단이 대기의 자연대류에 의해서 가열되도록 노출되는 상기 회수도관의 적어도 일부분을 포함하는 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 용기의 상부 인접부로부터 연장되어 상기 회수도관에 연결되는 증기도관을 더 포함하는 장치.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 증기도관 입구의 하류에서 상기 회수도관 내에 루프를 더 포함하고 있으며, 이에 따라, 상기 용기가 액화가스를 포함하고 있고 상기 회수도관 및 상기 증기도관이 폐쇄되지 않는 경우에, 상기 루프에서 액화가스에 의해 증기의 하류방향 유동이 저지되며, 상기 회수도관 및 증기도관이 폐쇄되는 경우에, 상기 루프를 지나는 액화가스의 하류방향 유동이 상기 루프에서 상류방향으로 마주하여 유동하는 증기에 의해서 저지되는 장치.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 공급도관에 루프를 더 포함하고 있으며, 이에 따라 상기 용기가 액화가스를 포함하고 있고 상기 공급도관이 폐쇄되는 경우에, 상기 루프의 상류로 마주하여 유동하는 증기에 의해서 상기 루프를 통과하는 액화가스의 하류방향 유동이 저지되는 장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 공급도관 및 회수도관이 적어도 부분적으로 단열되어 있는 장치.

청구항 7

제1항에 있어서, 펌프 배출구, 이 펌프 배출구로부터 연장되어 상기 배수조의 상기 회수도관 하류로 들어가는 무부하 도관, 및 이 무부하 도관에 위치된 무부하 도관밸브를 더 포함하는 장치.

청구항 8

제7항에 있어서, 무부하 도관으로부터 들어오는 유동을 이용하여 상기 회수도관 내에서 유동을 유발시키기 위한 수단을 더 포함하는 장치.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 용기의 벽으로부터 이격되어 액화가스의 차가운 층에 위치된 공급도관 흡입구를 더 포함하며, 상기 용기의 벽에 인접하여 상기 흡입구보다 더 따뜻한 액화가스의 층에 위치된 회수도관 배출구를 더 포함하는 장치.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 용기에 포함된 액화가스층을 유지하고 향상시키도록 상기 공급도관 흡입구 및 회수도관 배출구 사이에 차폐판을 더 포함하는 장치.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 공급도관이 진공 단열된 가요성 도관의 세그먼트를 포함하고 있으며, 이 가요성 도관의 세그먼트는 상류 단부 및 하류 단부를 갖추고 있고, 상기 세그먼트의 상류 단부에 굽힘성을 구비한 이음쇠가 제공되어 있고, 상기 이음쇠는 이음매에 연결되어 있으며, 사익 이음매는 밸브에 연결되어 있고, 상기 세그먼트의 하류 단부에 상기 배수조와의 연결부가 제공되어 있으며, 상기 연결부는 상기 배수조 내로 삽입되기 위한 연장부를 갖추고 있고, 상기 이음쇠가 충분한 굽힘성을 가지고 있고 상기 세그먼트가 충분한 길이를 갖추고 있어서, 상류의 상기 이음매 및 하류의 연결부가 분리된 후에, 상기 세그먼트가 구부러질 수 있으며 그리고 상기 연장부도 상기 장치의 다른 성분들과의 간섭 없이 상기 배수조로부터 철회될 수 있는 장치.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 밸브는 게이트 밸브이고, 상기 밸브 및 상이 이음매가 비진공 단열로써 단열되는 장치.

청구항 13

펌프 작동하는 동안에 캐비테이션을 피하기 위해서 차냉각된 액화가스를 용기로부터 펌프로 공급하기 위한 장치로서, (a) 액화가스를 저장하기 위한 용기와, (b) 액화가스를 유동 통로를 형성하는 요소를 갖춘 펌프와, (c) 액화가스를 재순환시키고 상기 펌프요소를 냉각시키기 위한 배수조와, (d) 상기 용기의 바닥 인접부로부터 상기 펌프 및 상기 배수조로 액화가스를 공급하기 위한 공급도관과, (e) 상기 펌프 및 배수조로부터 상기 용기의 바닥 인접부로 증기 및 과잉 액화가스를 회수하기 위한 회수도관과, (f) 상기 용기의 벽으로부터 이격되어 액화가스의 차가운 층에 위치되는 공급도관 흡입구와, 그리고 (g) 상기 용기의 벽에 인접하여 상기 흡입구 보다 더 따뜻한 액화가스의 층에 위치된 회수도관 배출구를 포함하는 장치.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 용기가 액화가스를 포함하고 있는 경우에, 층(stratification)을 유지하고 향상시키기 위해서 상기 흡입구 및 배출구 사이에 차폐판을 더 포함하는 장치.

청구항 15

제13항에 있어서, 대기의 자연대류에 의해서 가열되도록 노출되는 상기 회수도관의 적어도 일부분을 포함하고 있는 가열수단을 더 포함하는 장치.

청구항 16

펌프 작동하는 동안에 캐비테이션을 피하기 위해서 차냉각된 액화가스를 용기로부터 펌프로 공급하기 위한 방법으로서, (a) 용기 내에 액화가스를 포함시키는 단계와, (b) 액화가스 유동 통로를 형성하는 요소를 갖춘 펌프를 제공하는 단계와, (c) 액화가스를 재순환시키고 상기 펌프요소를 냉각시키기 위한 배수조를 제공하는 단계와, (d) 상기 용기의 바닥 인접부로부터 상기 펌프 및 배수조로 액화가스를 공급하는 단

계와, (e) 상기 배수조에서 액화가스를 재순환시키고 상기 펌프요소를 냉각시키는 단계와, (f) 상기 펌프 및 배수조로부터 상기 용기의 바닥 인접부로 증기 및 과잉 액화가스를 회수하는 단계와, 그리고 (g) 상기 용기의 바닥 인접부로부터 상기 펌프 및 배수조로 유동하는 액화가스의 유동속도를 증가시키기 위해서, 상기 펌프 및 배수조로부터 회수되는 증기 및 과잉 액화가스의 밀도를 감소시키도록 회수되는 증기 및 과잉 액화가스를 가열시키는 단계를 포함하는 방법.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 (d) 단계를 위해서 상기 용기의 벽으로부터 떨어져서 액화가스의 차가운 층에 공급도관 흡입구를 위치시키는 단계와, 상기 (f) 단계를 위하여 상기 용기벽에 인접하여 액화가스의 보다 따뜻한 층에 회수도관 배출구를 위치시키는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 단계 (d)를 위하여 상기 용기의 벽으로부터 떨어져서 공급도관 흡입구를 위치시키며 상기 단계 (f)를 위하여 상기 용기의 벽에 인접하여 회수도관 배출구를 위치시켜서 달성된 차냉각과, 상기 단계 (d) 및 (f)에 있어서의 유동 사이의 유체 헤드(head) 차이를 더하고, 이것에 상기 용기 내에 있는 액체 준위 헤드(liquid level head)를 더하고, 여기에 상기 용기 내의 액체에 가해지는 압력을 더해서 제공된 차냉각으로부터 펌프 작동을 위하여 펌프 배수조의 액체에 충분한 차냉각을 남기기 위하여, 단계(d)에서 열누출 및 유동 마찰손실을 감소시키는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 19

제16항에 있어서, 상기 펌프 및 배수조로부터 유동하는 액화가스에서 증기를 분리하는 단계와, 이 증기를 상기 용기의 상부 인접부로 유도하는 단계를 더 포함하는 방법.

도면

도면1

