



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0120231
(43) 공개일자 2019년10월23일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F17C 5/02 (2006.01) F17C 13/00 (2006.01)
F17C 5/06 (2006.01) F25D 3/12 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
F17C 5/02 (2013.01)
F17C 13/00 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2019-7025506
- (22) 출원일자(국제) 2018년01월26일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2019년08월30일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2018/015381
- (87) 국제공개번호 WO 2018/144328
국제공개일자 2018년08월09일
- (30) 우선권주장
62/452,906 2017년01월31일 미국(US)

- (71) 출원인
니어쇼어 내추럴 가스, 엘엘씨
미국 77019-4142 텍사스주 휴스턴 헤이즐 스트리트 1504
- (72) 발명자
산토스 페드로 티,
미국 94041 캘리포니아주 마운틴 뷰 에이피티, 1115 웨스트 에블린 에이브이이. 455
스콧 데이비드 아이,
미국 60423 일리노이주 프랭크포트 에스티. 앤드 류스 웨이 862
- (74) 대리인
양영준, 윤정호

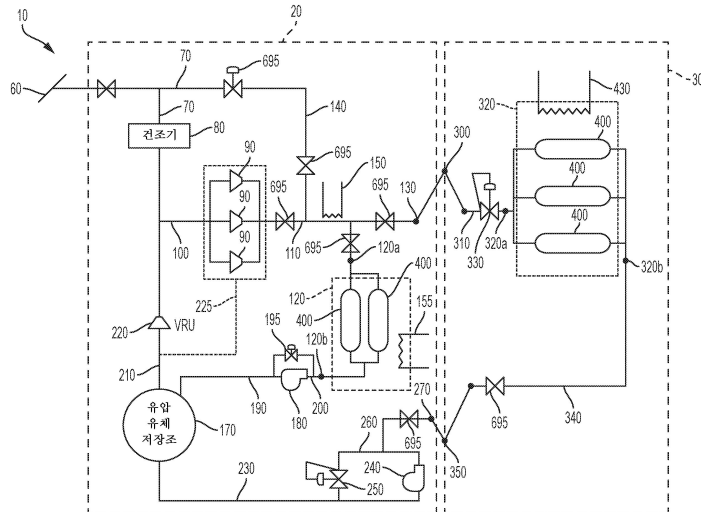
전체 청구항 수 : 총 49 항

(54) 발명의 명칭 압축 천연 가스 저장 및 운송 시스템

(57) 요약

압축 천연 가스를 저장 및 운송하는 시스템은 공급원 및 목적지 설비 및 비히클을 포함하고, 이들 각각은 압력 용기를 포함한다. 압력 용기 및 내부의 가스는 이산화탄소-기반-냉동 유닛에 의해 저온 상태로 유지될 수 있다. 압력 용기를 용기의 피로를 감소시키고 용기 수명을 연장시키는 실질적으로 등압 상태로 유지하도록 압력 용기가 비워질 때, 유압 유체(및/또는 질소) 밸러스트가 압력 용기를 충전하는 데에 사용될 수 있다. 압력 용기는 탄소 섬유 및 유리 섬유 랩핑을 갖는 하이브리드 용기일 수 있다. 딥 튜브는 압력 용기 내로 연장되어 가스를 용기의 상단으로부터/용기의 상단으로 또는 유압 유체를 용기의 바닥으로부터/용기의 바닥으로 선택적으로 배출/주입할 수 있다. 충돌 디플렉터는 용기 내부에서 딥 튜브에 인접하게 배치되어 용기 벽의 유체-유도된 침식을 방지한다.

대표도



(52) CPC특허분류

F17C 5/06 (2013.01)

F25D 3/125 (2013.01)

F17C 2201/0109 (2013.01)

F17C 2201/035 (2013.01)

F17C 2201/054 (2013.01)

F17C 2203/012 (2013.01)

F17C 2203/0604 (2013.01)

F17C 2203/0619 (2013.01)

F17C 2203/0665 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

저온 압축 가스 운송 비히클이며,

비히클;

상기 비히클에 의해 지지되는 절연 공간;

상기 절연 공간 내에 적어도 부분적으로 배치되는 압축 가스 저장 용기; 및

상기 비히클에 의해 지지되고 상기 절연 공간을 냉각시키도록 구성된 이산화탄소-냉매-기반 냉동 유닛을 포함하는, 저온 압축 가스 운송 비히클.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 냉동 유닛은 절연 공간 내에서 -58.7 내지 -98.5°C 의 온도를 유지하도록 구성되는, 저온 압축 가스 운송 비히클.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 비히클은 선박 또는 차륜 자동차인, 저온 압축 가스 운송 비히클.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 냉동 유닛은 상기 절연 공간 내에 고체 이산화탄소를 퇴적시키도록 구성되는, 저온 압축 가스 운송 비히클.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 냉동 유닛은, 냉동 유닛이 오프 상태에 있더라도, 고체 이산화탄소가 절연 공간 내에 있을 때 절연 공간에 수동 승화 기반 냉각을 제공하도록 구성되는, 저온 압축 가스 운송 비히클.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 용기는 용기의 내부 체적의 상부에 유체 연결되는 가스 포트, 및 용기의 내부 체적의 하부에 유체 연결되는 유압 유체 포트를 포함하는, 저온 압축 가스 운송 비히클.

청구항 7

조합체이며,

제6항의 비히클; 및

공급원 설비를 포함하고, 공급원 설비는,

압축 가스를 비히클의 용기로 전달하기 위해 비히클의 용기의 가스 포트에 유체 연결되도록 구성된 압축 가스 공급원,

비히클의 용기와 저장조 사이에서 유압 유체의 전달을 용이하게 하기 위해 유압 유체 통로에 의해 비히클의 용기의 유압 포트에 유체 연결되도록 구성된 유압 유체 저장조, 및

상기 유압 유체 통로에 배치되고, 압축 가스가 압축 가스 공급원으로부터 비히클의 용기로 유동함에 따라 비히클의 용기 내의 압력이 미리 결정된 압력을 초과할 때 유압 유체가 비히클의 용기로부터 공급원 설비의 유압 유체 저장조로 유동하게 하도록 구성된 압력 구동식 밸브를 포함하는, 조합체.

청구항 8

저온 압축 가스를 운송하는 방법이며,
 비히클의 절연 공간 내부에 있는 저장 용기 내에 압축 가스를 저장하는 단계;
 이산화탄소-기반 냉동 유닛을 이용하여 절연 공간을 냉동시키는 단계; 및
 비히클을 목적지 설비를 향해 이동시키는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 압축 가스는 압축 천연 가스를 포함하는, 방법.

청구항 10

제8항에 있어서, 상기 절연 공간을 냉동시키는 단계는 절연 공간 내에 고체 이산화탄소를 퇴적시키는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 11

제8항에 있어서, 이동 단계는 비히클을 제1 지리적 장소로부터 제2 지리적 장소로 이동시키는 단계를 포함하고, 상기 절연 공간 내의 온도는 상기 이동 전반에 걸쳐 -98.7 내지 -58.5°C 로 유지되는, 방법.

청구항 12

유압 유체를 수용하는 용기 내에 압축 가스를 로딩하는 방법이며,

(1) 압축 가스를 용기 내에 주입하고 (2) 용기로부터 유압 유체를 제거함으로써 압축 가스를 용기 내에 로딩하는 단계를 포함하며,

상기 로딩 전반에 걸쳐, 용기 내의 압력은 특정 psig 압력의 20% 내로 유지되는, 방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 로딩 전반에 걸쳐, 용기 내의 압력은 특정 psig 압력의 1000 psi 내로 유지되는, 방법.

청구항 14

제12항에 있어서, 상기 특정 압력은 적어도 3000 psig인, 방법.

청구항 15

제12항에 있어서, 상기 주입의 적어도 일부는 상기 제거의 적어도 일부 동안 발생하는, 방법.

청구항 16

제12항에 있어서, 상기 유압 유체는 실리콘계 유체를 포함하는, 방법.

청구항 17

제12항에 있어서, 상기 로딩 전반에 걸쳐, 용기 내의 온도는 -78.5°C 의 30°C 내로 유지되는, 방법.

청구항 18

제12항에 있어서, 상기 로딩 전에 용기 내의 유압 유체 체적은 상기 로딩 후에 용기 내의 유압 유체 체적을 용기의 내부 체적의 적어도 50%만큼 초과하는, 방법.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 로딩 후에, (1) 유압 유체를 용기 내에 주입하고 (2) 용기로부터 압축 가스를 제거함으로써 용기를 언로딩하는 단계를 더 포함하고,

상기 언로딩 동안, 용기 내의 압력은 특정 psig 압력의 20% 내로 유지되는, 방법.

청구항 20

제19항에 있어서, 상기 언로딩 전반에 걸쳐, 용기의 온도는 -78.5℃의 30℃ 내로 유지되는, 방법.

청구항 21

제19항에 있어서, 상기 언로딩 후에 용기 내의 유압 유체 체적은 상기 언로딩 전에 용기 내의 유압 유체 체적을 용기의 내부 체적의 적어도 50%만큼 초과하는, 방법.

청구항 22

제21항에 있어서,
상기 로딩 및 언로딩을 적어도 19 회 이상 주기적으로 반복하는 단계를 더 포함하고,
상기 주기적인 반복 전반에 걸쳐, 용기 내의 압력은 특정 psig 압력의 10% 내로 유지되는, 방법.

청구항 23

제21항에 있어서,
상기 용기는 비히클에 의해 지지되며,
상기 로딩은 제1 지리적 장소에서 발생하며,
상기 언로딩은 상기 제1 지리적 장소와 상이한 제2 지리적 장소에서 발생하는, 방법.

청구항 24

압축 가스 저장 및 운송 비히클이며,
비히클;
상기 비히클에 의해 지지되는 압축 가스 저장 용기;
상기 용기에 의해 지지되는 유압 유체 저장조;
상기 유압 유체 저장조를 상기 압축 가스 저장 용기에 연결하는 통로; 및
상기 통로에 배치되고, 유압 유체를 저장조로부터 통로를 통해 압축 가스 저장 용기 내로 선택적으로 펌핑하도록 구성된 펌프를 포함하는, 압축 가스 저장 및 운송 비히클.

청구항 25

제24항에 있어서,
상기 압축 가스 저장 용기는 복수의 압력 용기를 포함하고;
상기 저장조는 복수의 압력 용기 사이의 틈새 공간에 적어도 부분적으로 배치되는, 압축 가스 저장 및 운송 비히클.

청구항 26

제24항에 있어서, 상기 비히클은 선박인, 압축 가스 저장 및 운송 비히클.

청구항 27

제24항에 있어서, 상기 비히클은 기관차 텐더(locomotive tender)인, 압축 가스 저장 및 운송 비히클.

청구항 28

제24항에 있어서,
상기 비히클에 의해 지지되는 절연 공간 - 상기 용기 및 저장조는 상기 절연 공간 내에 배치됨 -; 및
상기 비히클에 의해 지지되고 상기 절연 공간을 냉각시키도록 구성된 이산화탄소-냉매-기반 냉동 유닛을 더 포

함하는, 압축 가스 저장 및 운송 비히클.

청구항 29

압축 가스를 전달하는 방법이며,

압축 가스를 제1 지리적 장소에서 용기 내로 로딩하는 단계;

상기 로딩 후에, 용기를 제1 지리적 장소와 상이한 제2 지리적 장소로 이동시키는 단계;

제2 지리적 장소에서 용기로부터 압축 가스를 언로딩하는 단계;

압축 질소를 제2 지리적 장소에서 용기 내로 로딩하는 단계;

제2 지리적 장소에서 상기 언로딩 및 로딩 후에, 용기를 제3 지리적 장소로 이동시키는 단계; 및

제3 지리적 장소에서 용기로부터 질소를 언로딩하는 단계를 포함하고,

상기 용기 내에 압축 가스 및 질소의 로딩, 용기의 제2 및 제3 지리적 장소로의 이동, 및 용기로부터 압축 가스 및 질소의 언로딩 전반에 걸쳐, 용기 내의 압력은 특정 psig 압력의 20% 내로 유지되는, 방법.

청구항 30

제29항에 있어서, 상기 제1 지리적 장소는 제3 지리적 장소인, 방법.

청구항 31

제29항에 있어서, 제29항에 열거된 단계들을 반복하는 단계를 더 포함하고, 상기 용기 내의 압력은 특정 psig 압력의 20% 내로 유지되는, 방법.

청구항 32

압축 가스를 저장하는 용기이며,

내부에 용기의 내부 체적을 확정하는 유밀식 라이너;

내부 체적과 유체 연통하는 적어도 하나의 포트;

상기 라이너 둘레에 권취된 탄소 섬유; 및

상기 라이너 둘레에 권취된 유리 섬유를 포함하는, 용기.

청구항 33

제32항에 있어서, 상기 내부 체적은 팽윤 단부를 갖는 대체로 원통 형상인, 용기.

청구항 34

제33항에 있어서, 용기의 외부 직경은 적어도 3 피트인, 용기.

청구항 35

제32항에 있어서, 상기 내부 체적은 적어도 10,000 리터인, 용기.

청구항 36

제32항에 있어서, 상기 용기의 길이 대 용기의 외부 직경의 비는 적어도 4:1인, 용기.

청구항 37

제32항에 있어서, 상기 용기의 길이 대 용기의 외부 직경의 비는 10:1 미만인, 용기.

청구항 38

제32항에 있어서, 상기 탄소 섬유는, 내부 체적의 형상을 고려하여, 라이너의 가장 약한 부분을 보강시키는 경로를 따라 라이너 둘레에 권취되는, 용기.

청구항 39

제32항에 있어서, 상기 탄소 섬유는 원통 형상과 동심인 용기의 길이방향 축선에 대해 라이너 둘레에 대각선으로 권취되는, 용기.

청구항 40

제32항에 있어서, 상기 라이너는 초고분자량 폴리에틸렌을 포함하는, 용기.

청구항 41

제32항에 있어서, 상기 탄소 섬유는, 라이너 둘레에 탄소 섬유가 불연속 층을 형성하도록, 라이너 둘레에 선택적 위치에서 권취되는, 용기.

청구항 42

제41항에 있어서, 상기 유리 섬유는 라이너 둘레에 연속적 층을 형성하도록 라이너 둘레에 권취되는, 용기.

청구항 43

제32항에 있어서, 상기 라이너 외부에 배치되는 복수의 길이방향으로 이격된 보강 후프를 더 포함하는, 용기.

청구항 44

제43항에 있어서, 상기 복수의 길이방향으로 이격된 보강 후프 중 2개의 보강 후프 사이에서 길이방향으로 연장되는 복수의 인장 구조체를 더 포함하고, 상기 복수의 인장 구조체는 서로 원주방향으로 이격되어 있는, 용기.

청구항 45

제32항에 있어서,

상기 적어도 하나의 포트는 제1 포트를 포함하고;

상기 용기는,

상기 내부 체적 내에 있고 상기 제1 포트와 유체 연통하는 제1 딥 튜브 - 제1 딥 튜브는 내부 체적과 유체 연통하는 제1 개구를 갖고, 제1 개구는 내부 체적의 하부에 배치됨 -; 및

상기 제1 개구와 라이너의 내부 표면 사이에서 내부 체적 내에 배치된 제1 층돌 디플렉터를 더 포함하고, 상기 제1 층돌 디플렉터는 상기 제1 딥 튜브를 통해 내부 체적에 진입하는 물질이 라이너의 내부 표면에 강제로 층돌하는 것을 방지하도록 위치 설정되는, 용기.

청구항 46

제45항에 있어서,

상기 적어도 하나의 포트는 제2 포트를 포함하고;

상기 용기는,

상기 내부 체적 내에 있고 상기 제2 포트와 유체 연통하는 제2 딥 튜브 - 제2 딥 튜브는 내부 체적과 유체 연통하는 제2 개구를 갖고, 제2 개구는 내부 체적의 상부에 배치됨 -, 및

상기 제2 개구와 라이너의 내부 표면 사이에서 내부 체적 내에 배치된 제2 층돌 디플렉터를 더 포함하고, 상기 제2 층돌 디플렉터는 제2 딥 튜브를 통해 내부 체적에 진입하는 물질이 라이너의 내부 표면에 강제로 층돌하는 것을 방지하도록 위치 설정되는, 용기.

청구항 47

압축 가스를 저장하는 용기이며,

내부 체적을 형성하는 내부 표면을 갖는 유밀식 용기;

내부 체적과 유체 연통하는 제1 포트;

내부 체적 내에 있고 제1 포트와 유체 연통하는 제1 딥 튜브 - 제1 딥 튜브는 내부 체적과 유체 연통하는 제1 개구를 갖고, 제1 개구는 내부 체적의 하부 또는 상부 중 하나에 배치됨 -; 및

상기 제1 개구와 내부 표면 사이에서 내부 체적 내에 배치된 제1 충돌 디플렉터를 포함하고, 상기 제1 충돌 디플렉터는 상기 제1 딥 튜브를 통해 내부 체적에 진입하는 물질이 라이너의 내부 표면에 강제로 충돌하는 것을 방지하도록 위치 설정되는, 용기.

청구항 48

제47항에 있어서,

상기 제1 개구는 내부 체적의 하부에 배치되고;

상기 용기는,

상기 내부 체적과 유체 연통하는 제2 포트;

내부 체적 내에 있고 제2 포트와 유체 연통하는 제2 딥 튜브 - 제2 딥 튜브는 내부 체적과 유체 연통하는 제2 개구를 갖고, 제2 개구는 내부 체적의 상부에 배치됨 -; 및

상기 제2 개구와 내부 표면 사이에서 내부 체적 내에 배치된 제2 충돌 디플렉터를 더 포함하고, 상기 제2 충돌 디플렉터는 제2 딥 튜브를 통해 내부 체적에 진입하는 물질이 내부 표면에 강제로 충돌하는 것을 방지하도록 위치 설정되는, 용기.

청구항 49

조합체이며,

내부 체적을 형성하는 압력 용기;

상기 내부 체적을 포트에 유체 연결하는 제1 통로;

통로에 배치되고 센서를 갖는 상시 개방형 센서 제어식 밸브;

상기 내부 체적을 배출구에 연결하는 제2 통로; 및

상기 제2 통로 내에 배치되고 제2 통로를 차단하여 내부 체적으로부터 배출구로의 유체의 통과를 방지하는 파열 물체를 포함하고, 상기 파열 물체는 내부 체적 내의 압력에 노출되며 그러한 압력에 대해 압력 용기보다 낮은 내파괴성을 갖고, 상기 파열 물체는, 파열 물체의 압력-유도된 파괴가 제2 통로를 차단 해제하고 내부 체적 내의 가압 유체가 내부 체적으로부터 제2 통로를 통해 배출구로 배출되게 하도록 위치 설정되고 구성되며,

상기 센서는 파열 물체와 배출구 사이에서 제2 통로에 작동 가능하게 연결되고 파열 물체의 파괴로부터 기인한 유체의 유동을 감지하고 이에 응답하여 밸브를 폐쇄하도록 구성되는, 조합체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 우선권 출원에 대한 상호 참조

[0002] 본 출원은 2017년 1월 31일자로 출원된 미국 가특허 출원 제62/452,906호에 대한 우선권을 주장하며, 이 출원은 그 전체가 참고로 본 명세서에 명시적으로 포함된다.

[0003] 본 발명의 분야

[0004] 다양한 실시예는 전반적으로 압축 천연 가스(compressed natural gas)(CNG)의 저장 및 운송에 관한 것이다.

배경 기술

[0005] 천연 가스와 같은 기상 연료는 통상적으로 파이프 라인에 의해 운송되지만, 기존의 파이프 라인을 통해 이용 가능한 공급량을 초과하는 천연 가스 공급을 주기적으로 요구하는 천연 가스의 사용자가 있다. 게다가, 원격성,

높은 파이프 라인 부설 비용, 또는 기타 요인으로 인해, 파이프 라인을 통한 천연 가스 서비스를 전혀 이용할 수 없는 지역이 존재한다. 이러한 지역의 경우, 천연 가스는, 예를 들어 PCT 공개 공보 제W02014/031999호에 설명된 바와 같이 CNG 용기를 통해 운송될 수 있는데, 이 공보의 전체 내용은 본 명세서에 참고로 포함된다.

[0006] 천연 가스는 전통적으로 액체 천연 가스(liquid natural gas)(LNG) 형태로 수로(예를 들어, 강, 호수, 만, 바다, 대양)를 가로질러 운송된다. 그러나, LNG는 복잡하고 값비싼 액화 플랜트를 필요로 하고 공급 및 전달 측면 모두에서 특별한 취급이 요구된다. LNG는 또한 전달 시에 재기화를 필요로 하며, 이는 상당량의 열 및 복잡한 극저온 열 교환기 뿐만 아니라 극저온 전달/보관 장비의 사용을 수반한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0007] 하나 이상의 비제한적인 실시예는, 비히클; 비히클에 의해 지지되는 절연 공간; 절연 공간 내에 적어도 부분적으로 배치되는 압축 가스 저장 용기; 및 비히클에 의해 지지되고 절연 공간을 냉각시키도록 구성된 이산화탄소-냉매-기반 냉동 유닛을 포함하는, 저온 압축 가스 운송 비히클을 제공한다.

[0008] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 냉동 유닛은 절연 공간 내에서 -58.7 내지 -98.5°C의 온도를 유지하도록 구성된다.

[0009] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 비히클은 선박 또는 차륜 자동차이다.

[0010] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 냉동 유닛은 절연 공간 내에 고체 이산화탄소를 퇴적시키도록 구성된다.

[0011] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 냉동 유닛은, 냉동 유닛이 오프 상태에 있더라도, 고체 이산화탄소가 절연 공간 내에 있을 때 절연 공간에 수동 승화 기반 냉각을 제공하도록 구성된다.

[0012] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 용기는 용기의 내부 체적의 상부에 유체 연결되는 가스 포트, 및 용기의 내부 체적의 하부에 유체 연결되는 유압 유체 포트를 포함한다.

[0013] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 비히클은, 압축 가스를 비히클의 용기로 전달하도록 비히클 용기의 가스 포트에 유체 연결되도록 구성된 압축 가스 공급원, 비히클의 용기와 저장조 사이에서 유압 유체의 전달을 용이하게 하기 위해 유압 유체 통로에 의해 비히클 용기의 유압 포트에 유체 연결되도록 구성된 유압 유체 저장조, 및 유압 유체 통로에 배치되고, 압축 가스가 압축 가스 공급원으로부터 비히클의 용기로 유동함에 따라 비히클의 용기 내의 압력이 미리 결정된 압력을 초과할 때 유압 유체가 비히클의 용기로부터 공급원 설비의 유압 유체 저장조로 유동하게 하도록 구성된 압력 구동식 밸브를 포함하는 공급원 설비와 조합된다.

[0014] 하나 이상의 실시예는 저온 압축 가스를 운송하는 방법을 제공하며, 방법은, 비히클의 절연 공간 내부에 있는 저장 용기 내에 압축 가스를 저장하는 단계; 이산화탄소-기반 냉동 유닛을 이용하여 절연 공간을 냉동시키는 단계; 및 비히클을 목적지 설비를 향해 이동시키는 단계를 포함한다.

[0015] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 압축 가스는 압축 천연 가스를 포함한다.

[0016] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 절연 공간을 냉동시키는 단계는 절연 공간 내에 고체 이산화탄소를 퇴적시키는 단계를 포함한다.

[0017] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 상기 이동 단계는 비히클을 제1 지리적 장소로부터 제2 지리적 장소로 이동시키는 단계를 포함하고, 절연 공간 내의 온도는 상기 이동 전반에 걸쳐 -98.7 내지 -58.5°C로 유지된다.

[0018] 하나 이상의 실시예는 압축 가스를 유압 유체를 수용한 용기 내에 로딩하는 방법을 제공하고, 방법은, (1) 압축 가스를 용기 내에 주입하고 (2) 용기로부터 유압 유체를 제거함으로써 압축 가스를 용기 내에 로딩하는 단계를 포함하며, 상기 로딩 전반에 걸쳐, 용기 내의 압력은 특정 psig 압력의 20% 내로 유지된다.

[0019] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 상기 로딩 전반에 걸쳐, 용기 내의 압력은 특정 psig 압력의 1000 psi 내로 유지된다.

- [0020] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 특정 압력은 적어도 3000 psig이다.
- [0021] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 상기 주입의 적어도 일부는 상기 제거의 적어도 일부 동안 발생한다.
- [0022] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 유압 유체는 실리콘계 유체이다.
- [0023] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 상기 로딩 전반에 걸쳐, 용기 내의 온도는 -78.5°C의 30°C 내로 유지된다.
- [0024] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 상기 로딩 전에 용기 내의 유압 유체 체적은 상기 로딩 후에 용기 내의 유압 유체 체적을 용기의 내부 체적의 적어도 50%만큼 초과한다.
- [0025] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 방법은 또한 상기 로딩 후에, (1) 유압 유체를 용기 내에 주입하고 (2) 용기로부터 압축 가스를 제거함으로써 용기를 언로딩하는 단계를 포함하고, 상기 언로딩 동안, 용기 내의 압력은 특정 psig 압력의 20% 내로 유지된다.
- [0026] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 상기 언로딩 전반에 걸쳐, 용기의 온도는 -78.5°C의 30°C 내로 유지된다.
- [0027] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 상기 언로딩 후에 용기 내의 유압 유체 체적은 상기 언로딩 전에 용기 내의 유압 유체 체적을 용기의 내부 체적의 적어도 50%만큼 초과한다.
- [0028] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 방법은 또한 상기 로딩 및 언로딩을 적어도 19 회 이상 주기적으로 반복하는 단계를 포함하고, 상기 주기적인 반복 전반에 걸쳐, 용기 내의 압력은 특정 psig 압력의 20% 내로 유지된다.
- [0029] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 용기는 비히클에 의해 지지되고, 로딩은 제1 지리적 장소에서 발생하며, 언로딩은 제1 지리적 장소와 상이한 제2 지리적 장소에서 발생한다.
- [0030] 하나 이상의 실시예는, 비히클; 비히클에 의해 지지되는 압축 가스 저장 용기; 용기에 의해 지지되는 유압 유체 저장조; 유압 유체 저장조를 압축 가스 저장 용기에 연결하는 통로; 및 통로에 배치되고, 유압 유체를 저장조로부터 통로를 통해 압축 가스 저장 용기 내로 선택적으로 펌핑하도록 구성된 펌프를 포함하는, 압축 가스 저장 및 운송 비히클을 제공한다.
- [0031] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 압축 가스 저장 용기는 복수의 압력 용기를 포함하고, 저장조는 복수의 압력 용기 사이의 틈새 공간에 적어도 부분적으로 배치된다.
- [0032] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 비히클은 선박, 기관차, 또는 기관차 텐더(locomotive tender)이다.
- [0033] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 조합체는 또한 비히클에 의해 지지되는 절연 공간 - 용기 및 저장조는 절연 공간 내에 배치됨 -, 및 비히클에 의해 지지되고 절연 공간을 냉각시키도록 구성된 이산화탄소-냉매-기반 냉동 유닛을 포함한다.
- [0034] 하나 이상의 실시예는 압축 가스를 전달하는 방법을 제공하며, 방법은, 압축 가스를 제1 지리적 장소에서 용기 내에 로딩하는 단계; 로딩 후에, 용기를 제1 지리적 장소와 상이한 제2 지리적 장소로 이동시키는 단계; 제2 지리적 장소에서 용기로부터 압축 가스를 언로딩하는 단계; 압축 질소를 제2 지리적 장소에서 용기 내로 로딩하는 단계; 제2 지리적 장소에서 상기 언로딩 및 로딩 후에, 용기를 제3 지리적 장소로 이동시키는 단계; 및 제3 지리적 장소에서 용기로부터 질소를 언로딩하는 단계를 포함하고, 용기 내에 압축 가스 및 질소의 로딩, 용기의 제2 및 제3 지리적 장소로의 이동, 및 용기로부터 압축 가스 및 질소의 언로딩 전반에 걸쳐, 용기 내의 압력은 특정 psig 압력의 20% 내로 유지된다.
- [0035] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 제1 지리적 장소는 제3 지리적 장소이다.
- [0036] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 방법은 또한 용기 내의 압력이 특정 psig 압력의 20% 내로 유지되는 동안 이들 로딩 및 언로딩 단계를 반복하는 단계를 포함한다.
- [0037] 하나 이상의 실시예는 압축 가스를 저장하는 용기를 제공하며, 용기는, 내부에 용기의 내부 체적을 확장하는 유밀식 라이너; 내부 체적과 유체 연통하는 적어도 하나의 포트; 라이너 둘레에 권취된 탄소 섬유; 및 라이너 둘레에 권취된 유리 섬유를 포함한다.
- [0038] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 내부 체적은 팽윤 단부를 갖는 대체로 원통 형상이다.
- [0039] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 용기의 외부 직경은 적어도 3 피트이다.
- [0040] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 내부 체적은 적어도 10,000 리터이다.

- [0041] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 용기의 길이 대 용기의 외부 직경의 비는 적어도 4:1이다.
- [0042] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 용기의 길이 대 용기의 외부 직경의 비는 10:1 미만이다.
- [0043] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 탄소 섬유는, 내부 체적의 형상을 고려하여, 라이너의 가장 약한 부분을 보강시키는 경로를 따라 라이너 둘레에 권취된다.
- [0044] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 탄소 섬유는 원통 형상과 동심인 용기의 길이방향 축선에 대해 라이너 둘레에 대각선으로 권취된다.
- [0045] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 라이너는 초고분자량 폴리에틸렌을 포함한다.
- [0046] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 탄소 섬유는, 라이너 둘레에 탄소 섬유가 비균질/불연속 층을 형성하지 않도록, 라이너 둘레에 선택적 위치에서 권취된다.
- [0047] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 유리 섬유는 라이너 둘레에 연속적 층을 형성하도록 라이너 둘레에 권취된다.
- [0048] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 용기는 또한 라이너 외부에 배치된 복수의 길이방향으로 이격된 보강 후프를 포함한다.
- [0049] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 용기는 또한 상기 복수의 길이방향으로 이격된 보강 후프 중 2개의 보강 후프 사이에서 길이방향으로 연장되는 복수의 인장 구조체를 포함하고, 상기 복수의 인장 구조체는 서로 원주방향으로 이격되어 있다.
- [0050] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 적어도 하나의 포트는 제1 포트를 포함하고; 용기는, 내부 체적 내에 있고 제1 포트와 유체 연통하는 제1 딥 튜브 - 제1 딥 튜브는 내부 체적과 유체 연통하는 제1 개구를 갖고, 제1 개구는 내부 체적의 하부에 배치됨 -; 및 제1 개구와 라이너의 내부 표면 사이에서 내부 체적 내에 배치된 제1 충돌 디플렉터를 더 포함하고, 제1 충돌 디플렉터는 제1 딥 튜브를 통해 내부 체적에 진입하는 물질이 라이너의 내부 표면에 강제로 충돌하는 것을 방지하도록 위치 설정된다.
- [0051] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 적어도 하나의 포트는 제2 포트를 포함하고, 용기는, 내부 체적 내에 있고 제2 포트와 유체 연통하는 제2 딥 튜브 - 제2 딥 튜브는 내부 체적과 유체 연통하는 제2 개구를 갖고, 제2 개구는 내부 체적의 상부에 배치됨 -, 및 제2 개구와 라이너의 내부 표면 사이에서 내부 체적 내에 배치된 제2 충돌 디플렉터를 더 포함하고, 제2 충돌 디플렉터는 제2 딥 튜브를 통해 내부 체적에 진입하는 물질이 라이너의 내부 표면에 강제로 충돌하는 것을 방지하도록 위치 설정된다.
- [0052] 하나 이상의 실시예는 압축 가스를 저장하는 용기를 제공하며, 용기는, 내부 체적을 형성하는 내부 표면을 갖는 유밀식 용기; 내부 체적과 유체 연통하는 제1 포트; 내부 체적 내에 있고 제1 포트와 유체 연통하는 제1 딥 튜브 - 제1 딥 튜브는 내부 체적과 유체 연통하는 제1 개구를 갖고, 제1 개구는 내부 체적의 하부 또는 상부 중 하나에 배치됨 -; 및 제1 개구와 내부 표면 사이에서 내부 체적 내에 배치된 제1 충돌 디플렉터를 포함하고, 제1 충돌 디플렉터는 제1 딥 튜브를 통해 내부 체적에 진입하는 물질이 라이너의 내부 표면에 강제로 충돌하는 것을 방지하도록 위치 설정된다.
- [0053] 이들 실시예 중 하나 이상에 따르면, 제1 개구는 내부 체적의 하부에 배치되고; 용기는, 내부 체적과 유체 연통하는 제2 포트; 내부 체적 내에 있고 제2 포트와 유체 연통하는 제2 딥 튜브 - 제2 딥 튜브는 내부 체적과 유체 연통하는 제2 개구를 갖고, 제2 개구는 내부 체적의 상부에 배치됨 -; 및 제2 개구와 내부 표면 사이에서 내부 체적 내에 배치된 제2 충돌 디플렉터를 더 포함하고, 제2 충돌 디플렉터는 제2 딥 튜브를 통해 내부 체적에 진입하는 물질이 라이너의 내부 표면에 강제로 충돌하는 것을 방지하도록 위치 설정된다.
- [0054] 하나 이상의 실시예는 조합체를 제공하는데, 조합체는, 내부 체적을 형성하는 압력 용기; 내부 체적을 포트에 유체 연결하는 제1 통로; 통로에 배치되고 센서를 갖는 상시 개방형 센서 제어식 밸브; 내부 체적을 배출구에 연결하는 제2 통로; 및 제2 통로 내에 배치되고 제2 통로를 차단하여 내부 체적으로부터 배출구로의 유체의 통과를 방지하는 파열 물체를 포함하고, 파열 물체는 내부 체적 내의 압력에 노출되며 그러한 압력에 대해 압력 용기보다 낮은 내파괴성을 갖고, 파열 물체는, 파열 물체의 압력-유도된 파괴가 제2 통로를 차단 해제하고 내부 체적 내의 가압 유체가 내부 체적으로부터 제2 통로를 통해 배출구로 배출되게 하도록 위치 설정되고 구성되며, 센서는 파열 물체와 배출구 사이에서 제2 통로에 작동 가능하게 연결되고 파열 물체의 파괴로부터 기인한 유체의 유동을 감지하고 이에 응답하여 밸브를 폐쇄하도록 구성된다.

[0055] 다양한 실시예의 이들 및/또는 다른 양태 중 하나 이상, 뿐만 아니라 작동 방법 및 구조체의 관련 요소의 기능 및 부품들의 조합 및 제조의 경제는, 전부가 본 명세서의 일부를 형성하는 첨부 도면을 참조하여 다음의 설명 및 첨부된 청구범위를 고려하면 더욱 명백해질 것이고, 동일한 참조 번호는 다양한 도면에서 대응하는 부분을 나타낸다. 일 실시예에서, 본 명세서에 예시된 구조적 구성요소는 비례적으로 그려진다. 그러나, 도면은 단지 예시 및 설명을 위한 것이며 본 발명의 한계를 정의하려는 것이 아님을 명백히 이해해야 한다. 게다가, 본 명세서의 임의의 일 실시예에 도시되거나 설명된 구조적 피쳐는 다른 실시예에서도 사용될 수 있음을 이해해야 한다. 명세서 및 청구범위에 사용될 때, 단수 형태는 문맥상 명백하게 달리 지시되지 않는 한 복수 대상을 포함한다.

[0056] 본 명세서에 개시된 모든 폐쇄 단부형(예를 들어, A 내지 B) 및 개방 단부형(C보다 큰) 범위의 값은 그러한 범위 내에 있거나 그러한 범위 내에 내포되는 모든 범위를 명시적으로 포함한다. 예를 들어, 1-10의 개시된 범위는, 다른 범위 중에서 2-10, 1-9, 3-9 등을 또한 개시하는 것으로 이해된다.

도면의 간단한 설명

[0057] 다양한 실시예 뿐만 아니라 다른 목적 및 그 추가 피쳐의 더 나은 이해를 위해, 첨부 도면과 함께 사용될 다음의 설명을 참조한다.

도 1은 CNG 저장 및 운송 시스템의 실시예에 따른 공급원 설비 및 비히클의 개략도이다.

도 2는 목적지 설비와 도킹된 도 1의 비히클의 개략도이다.

도 3은 도 1 및 도 2에 개시된 시스템의 저온 CNG 저장 유닛의 개략도이다.

도 4는 하나 이상의 실시예에 따른 CNG 운송 비히클의 개략도이다.

도 5는 하나 이상의 실시예에 따른 CNG 운송선의 개략적인 측면도이다.

도 6은 하나 이상의 실시예에 따른 CNG 용기의 개략적인 측면도이다.

도 7은 하나 이상의 실시예에 따른 CNG 용기 및 파열 방지 시스템의 개략적인 측면도이다.

도 8은 하나 이상의 실시예에 따른 구성 동안 CNG 용기의 측면도이다.

도 9는 하나 이상의 실시예에 따른 CNG 저장 용기의 측면도이다.

도 10은 하나 이상의 실시예에 따른 저온 저장 유닛의 개략적인 절취도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0058] 도 1 및 도 2는 하나 이상의 실시예에 따른 CNG 운송 시스템(10)을 개략적으로 예시한다. 시스템은 공급원 설비(20)(도 1 참조), 비히클(30), 및 목적지 설비(40)(도 2 참조)를 포함한다. 공급원 및 목적지 설비(20, 40)는 (예를 들어, 적어도 0.1, 0.5, 1, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 250, 500, 750 및/또는 1000 마일 만큼 서로 떨어져 있는) 상이한 지리적 장소에 있다.

CNG 공급원 설비

[0060] 도 1에 도시된 바와 같이, 공급원 설비(20)는 천연 가스 공급원(60)[천연 가스 파이프 라인; 웰헤드(wellhead); 플레어 가스 통로(예를 들어, 유정 또는 플랫폼 또는 가스가 달리 플레어될 수 있는 다른 설비의)로부터의 디버터; 바이오 가스 공급원(예를 들어, 소화조 또는 매립지); 회박 가스가 현장에서 사용되고 농후 가스가 달리 플레어될 수 있는 가스 처리 및 컨디셔닝 시스템; 회박 가스가 달리 플레어될 때 농후 가스로부터 응축된 NGL을 제공하는 공급원 등]으로부터 천연 가스의 공급을 받아들인다. 통로(70)는 공급원(60)으로부터 건조기(80)의 입구까지 연장된다. 건조기(80)의 출구는 통로(100)를 통해 하나 이상의 병렬 또는 직렬 압축기(90)의 입구(들)에 연결된다. 통로(110)는 압축기(들)(90)의 출구(들)를 저온 저장 유닛(120)의 가스 포트/커넥터(120a)에 연결한다. 통로(110)는 또한 공급원 설비(20)의 방출 포트/커넥터(130)에 연결된다. 바이패스 통로(140)는 공급원(60)을 통로(110)에 직접 연결하도록 압축기(들)(90)를 우회한다. 바이패스 통로(140)는 공급원(60)으로부터의 상류 압력이 압축 없이 충분히 높을 때 에너지를 보존하고 과도한 압축기(90)의 사용을 피하기 위해 사용될 수 있다.

[0061] 능동 냉각 시스템(150)은 통로(110)를 통과하는 천연 가스를 바람직하게는 저온 저장 온도 범위로 냉각시킨다.

능동 냉각 시스템(155)은 저온 저장 유닛(120)의 용기(400)를 원하는 저온 저장 온도 범위 내로 유지한다. 다양한 실시예에 따르면, 냉각 시스템(150, 155)은 임의의 적절한 냉각 기술(예를 들어, 후술되는 냉각 시스템(430)에 의해 사용되는 CO₂ 냉각 사이클)을 이용할 수 있다. 시스템(155)은 냉각 시스템(430)에 대해 후술되는 것과 동일한 방식으로 CO₂ 승화를 통한 수동 냉각을 제공할 수 있다. 다양한 실시예에 따르면, 저온 저장 범위는 -78.5°C(즉, CO₂의 해면 고도 승화 온도)의 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20, 10 및/또는 5°C 내의 온도일 수 있다. 다양한 실시예에 따르면, 저온 저장 온도 범위는 특히 파라핀 왁스와 같은 대안적인 수동 또는 상 변화 냉매의 경우 5°C까지 확장된다.

[0062] 도 1에 도시된 바와 같이, 공급원 설비(20)는 통로(190)를 통해 펌프(180)의 입구에 연결되는 유압 유체 저장조(170)를 포함한다. 압력 제어 밸브(195)는 펌프(180)와 평행하게 배치된다. 통로(200)는 펌프(180)의 출구를 저온 저장 유닛(120)의 유압 유체 포트/커넥터(120b)에 연결한다.

[0063] 도 1에 도시된 바와 같이, 통로(210)는 유압 유체 저장조(170)를 증기 회수 유닛(vapor recovery unit)(VRU) 압축기(220)의 입구에 연결한다. 압축기(220)의 출구는 통로(100)에 연결된다. 압축기(220)는 (특히 저장조(170)가 감압된 경우) 저장조(170) 내의 유압 유체와 함께 용액으로부터 나올 수 있는 용해된 가스를 수집하고 재순환시킨다.

[0064] 다양한 실시예에 따르면, 압축기(90)는, 달리 주위 환경으로 누설될, 압축기(90)로부터 누설되는 가스가 수집되고 통로(225)를 통해 VRU 압축기(220)로 복귀되어 시스템으로 재순환되도록 둘러싸인다.

[0065] 도 1에 도시된 바와 같이, 통로(230)는 유압 유체 저장조(170)를 펌프(240)의 입구 및 압력 제어 밸브(250)의 출구에 연결한다. 통로(260)는 펌프(240)의 출구를 밸브(250)의 입구 및 유압 유체 포트/커넥터(270)에 연결한다.

[0066] 공급원 설비(20)는 (예를 들어, 항구에, CNG 가스 공급 파이프 라인을 따라, 철도 허브에) 고정된 지리적 위치를 갖는 육상 기반 설비를 포함할 수 있다. 대안적으로, 공급원 설비(20) 자체는 비히클[예를 들어, 바퀴달린 트레일러, 철도 비히클(예를 들어, 기관차, 기관차 텐더, 유개차, 화물차, 탱크차), 부유선, 예를 들어 바지선 또는 선박]에 의해 지지되어 공급원 설비(20)를 상이한 가스 공급원(60)(예를 들어, 일련의 웰헤드)으로 이동시키는 것을 용이하게 할 수 있다. 예시된 실시예는 공급원 설비(20)와 하나의 비히클(30) 사이에 단일 유통관 지점을 도시하지만, 공급원 설비(20)는 다수의 비히클(30) 또는 다른 용기를 가스로 동시에 충전하는 것을 용이하게 하도록 파이프 라인을 따라 다수의 유통관 지점을 포함할 수 있다.

[0067] 비히클(30)

[0068] 도 1에 도시된 바와 같이, 비히클(30)은 임의의 유형의 이동 가능한 비히클, 예를 들어 바지선, 선박, 바퀴달린 트레일러, 철도 차량(들)일 수 있다. 비히클(30)은 공급원 설비(20)의 포트/커넥터(130)에 착탈 가능하게 연결되도록 구성된 가스 포트/커넥터(300)를 포함한다. 통로(310)는 포트/커넥터(300)를 비히클(30)의 저온 저장 유닛(320)의 가스 포트(320a)에 연결한다. 통로(310)에는 압력 제어 밸브(330)가 배치된다. 저온 저장 유닛(320)의 유압 유체 포트(320b)는 통로(340)를 통해 비히클(30)의 유압 유체 커넥터/포트(350)에 연결된다. 유압 유체 커넥터/포트(350)는 공급원 설비(20)의 포트/커넥터(270)에 착탈 가능하게 연결되도록 구성된다.

[0069] 저온 저장 유닛

[0070] 도 3에 도시된 바와 같이, 공급원 설비(20), 비히클(30), 및/또는 목적지 설비(40)의 각각의 저온 저장 유닛(120, 320, 520)은 서로 구조적으로 및/또는 기능적으로 유사하거나 동일할 수 있다. 유닛(120, 320, 520)은 하나 이상의 병렬 저장/압력 용기(400)를 포함한다. 용기(400)는 도 3에서 단일 용기(400)로서 예시되어 있지만, 도 1 및 도 5에는 다수의 병렬 용기(400)로서 예시되어 있다. 도 3에 도시된 바와 같이, 용기(400)의 내부 저장 체적(400a)의 상부는 유닛(120, 320, 520)의 가스 포트(120a, 320a, 520a)에 유체 연결된다. 용기의 내부 저장 체적(400a)의 하부는 유닛(120, 320, 520)의 유압 유체 포트(120b, 320b, 520b)에 유체 연결된다. 도 3에 예시된 바와 같이, 유압 유체 포트(120b, 320b)는 포트(120a, 320a)를 통해 내부 체적(400a)의 하부로 하방 연장되는 딥 튜브 통로(410)를 통해 체적(400a)의 하부에 연결된다. 대안적으로, 도 1에 유닛(120)과 관련하여 도시된 바와 같이, 포트(120b, 320b, 520b)는 용기(400)의 내부 체적(400a)의 하부에 연결되도록 용기(400)의 하부(예를 들어, 바닥)에 직접 형성될 수도 있다.

[0071] 각 유닛(120, 320, 520)의 용기(들)는 절연 밀봉 공간(420) 내에 수용되는데, 이 공간은 임의의 적절한 절연체 또는 절연체들의 조합(예를 들어, 발포체, 플라스틱, 불활성 가스 공간, 진공 공간 등)에 의해 형성될 수 있다.

육상 기반 유닛[예를 들어, 공급원 설비(20)의 다양한 실시예에 따른 유닛(120)]의 경우, 공간(420)의 일부는 콘크리트 벽에 의해 형성될 수도 있다.

[0072] 도 3에 도시된 바와 같이, 절연 공간(420) 및 용기(400)는, 바람직하게는 용기(400)를 저온 저장 온도 범위[예를 들어, -78.5°C (즉, CO_2 의 승화 온도)의 30, 20, 10 및/또는 5°C 내의 온도] 내로 유지하는 냉동 시스템(430)에 의해 저온 상태로 유지된다. 예시된 냉동 시스템(430)은 공간(420) 내에 고체 CO_2 (440)를 형성하고 퇴적하는 CO_2 냉동 시스템을 포함한다. 시스템(430)은 다음과 같이 작용한다. 기상 CO_2 는 공간(420)으로부터 통로(440)의 입구(440a) 내로 흡인되어, 열 교환기(450), CO_2 가스를 압축하는 압축기(460), CO_2 가스로부터 주위 환경으로 열을 덩핑하는 열 교환기(470), CO_2 가스로부터 종래의 냉매(예를 들어, 프레온, HFA) 또는 다른 냉각 시스템을 통해 열을 흡인하고 가압된 CO_2 를 액화시키는 종래의 능동 냉각 시스템(480), 열 교환기(450), 압력 제어 밸브(490), 및 통로의 출구(440b)를 통해 순차적으로 유동한다. 다양한 비제한적인 실시예에 따르면, 냉각 시스템(480)이 때때로 턴오프되거나 완전히 제거될 수도 있는 팽창 냉각이 충분하다. 가압된 액체 CO_2 가 밸브(490) 및 출구(440b)를 통과하면 CO_2 가 신속하게 감압되어, 고체 CO_2 (440)로 응고하게 되는데, 고체 CO_2 는 승화하여 입구(440a)에 재진입할 때까지 공간(420)을 적어도 부분적으로 충전한다. 고체 CO_2 (440)는 공간(420) 및 용기(400)를 약 -78.5°C (즉, 대기압/해면 고도에서 CO_2 의 승화 온도)로 유지하는 경향이 있다.

[0073] 고체 CO_2 냉동 시스템(150, 155, 430)의 사용은 다양한 비제한적인 실시예에 따라 다양한 이점을 제공한다. 예를 들어, 공간(420) 내에 축적된 고체 CO_2 (440)는 능동 시스템(430)이 일시적으로 고장나는 경우 용기(400)에 수동 냉각을 제공할 수 있다. 수동 고체 CO_2 냉각은 시스템(430)을 수리할 시간 및/또는 용기(400)가 보다 높은 온도에서 기존의 CNG 로딩을 처리할 장비를 제대로 갖추지 않은 경우 용기(400)로부터 CNG를 오프로드할 시간을 제공할 수 있다. 고체 CO_2 냉동 시스템(150, 155, 430)은 특히 유사한 온도를 달성하는 다른 냉동 시스템과 비교할 때 간단하고 저렴한 경향이 있다.

[0074] 고체 CO_2 냉동 시스템(150, 155, 430)은 공간(420)을 비교적 일정한 온도, 즉 -78.5°C 의 CO_2 승화 온도로 유지하는 데에 특히 적합하다. 공간(420)의 비교적 일정한 온도는 용기(400)의 온도 변화를 방지하는 경향이 있으며, 이는 다시 용기(들)(400) 내의 큰 압력 변화를 방지하는 경향이 있어, 용기(들)(400) 상의 피로 응력을 감소시키고 용기(들)(400)의 유효 수명을 연장시킬 수 있다.

[0075] 하나 이상의 비제한적인 실시예에 따르면, CO_2 냉각 시스템(150, 155, 430)의 자연 저장 온도(예를 들어, -78.5°C 또는 그 근방)는 하나 이상의 이점을 제공한다. 먼저, CNG는 그러한 온도 및 용기(400)에 의해 사용되는 작동 압력에서 매우 조밀하다. 예를 들어, 4500 psig 및 -78.5°C 에서, CNG의 밀도는 약 362 kg/m^3 이며, 이 밀도는, 특히 (1) LNG 저장에 필요한 필수 수증기 헤드 룸/빈 공간, 및/또는 (2) 열 충격을 방지하기 위해 LNG 선박을 저온으로 유지하는 데에 사용되는 LNG의 힐(heel) 양을 고려할 때, 150 psig에서 액체 천연 가스(LNG)의 유효/실제 밀도에 근접한다. 이는, 특히 LNG에 필요한 보다 복잡한 취급 및 액화 절차를 고려할 때, CNG가 대용량/체적 기준으로 LNG와 경쟁할 수 있게 한다. 둘째, -78.5°C 가 저온이지만, 저렴하고 쉽게 이용 가능한 다양한 재료가 이러한 온도를 처리할 수 있으며 시스템(10)의 다양한 구성요소(예를 들어, 밸브, 통로, 용기, 펌프, 압축기 등)에 사용될 수 있다. 예를 들어, 니켈 함량이 낮은 강(예를 들어, 3.5%)이 그러한 온도에서 사용될 수 있다. 이와 달리, 보다 고가이고 니켈 함량이 보다 높은 강(예를 들어, 6%)이 통상적으로 LNG와 관련된 보다 낮은 온도에서 사용된다. 셋째, 시스템(10)에 사용하기 위한, 저렴하고 쉽게 이용 가능한 다양한 유압 유체(770)(예를 들어, 실리콘계 유체)는 -78.5°C 또는 그 근방에서 액체 및 비교적 비-점성을 유지한다. 이와 달리, 통상적인 유압 유체는 LNG 시스템의 통상적인 작동 온도에서 액체 및 비-점성이 실행 가능하지 않다. 넷째, 다양한 비제한적인 실시예에 따르면, 시스템(150, 155, 430)의 CO_2 온도 범위는 보다 낮은 작동 온도에서 요구될 수 있는 보다 고가의 장비의 필요성을 피할 수 있다.

[0076] 다양한 비제한적인 실시예에 따르면, CO_2 냉각 시스템(155, 430)은 용기(400)를 일반적으로 CO_2 의 난연성 체적 내에 봉입함으로써 화재 억제 이점을 물론 제공한다. CO_2 는 산소보다 무겁기 때문에, CO_2 층은 용기(400) 들레에 머무르고 산소를 상방으로 그리고 공간(420) 밖으로 변위시키는 경향이 있을 것이다. 예를 들어, 선박(30)의 화물칸 내의 또는 화물칸의 벽이 절연 공간(420)을 형성하는 비히클(30)의 선박 실시예에서, 공간(420)은 자

연적으로 공기보다 무거운 CO₂로 충전되는 경향이 있고, 이는 공간(420) 내의 화재를 억제하는 경향이 있다.

[0077] 다양한 실시예에 따르면, 유압 유체는 바람직하게는 액체와 같은 대체로 비압축성 유체이다.

[0078] 예시된 냉동 시스템(150, 155, 430)은 고체 CO₂ 냉동 사이클에 기초한다. 그러나, 임의의 다른 유형의 냉동 시스템이 대안적으로 본 발명의 범위에서 벗어나지 않고 시스템(150, 155, 430)에 사용될 수 있다[예를 들어, 다수의 냉매 루프에 의존하는 캐스케이드 시스템; 상이한 냉매(예를 들어, 파라핀 왁스)를 이용하는 냉동 시스템]. 예를 들어, 파라핀 왁스와 같은 다른 낮은 팽창 계수 수동 열 교환 시스템이 사용될 수 있는 데, 이는, 예를 들어 -20°C에서 액체로부터 고체로 상을 변화시키고 높은 열 질량을 갖는다. 이러한 시스템은 수동 냉각을 제공할 수 있다. 더욱이, 냉동 시스템(150, 155, 430)은, 예를 들어 예시된 저온 저장 유닛이 아닌 보다 따뜻한(예컨대, 주위) CNG 저장 유닛에 의존하는 실시예의 경우, 본 발명의 범위로부터 벗어나지 않고 완전히 제거될 수 있다.

[0079] 공급원으로부터 공급원 설비 저온 저장 유닛으로의 CNG 전달

[0080] 이하, 공급원(60)으로부터 공급원 설비 저온 저장 유닛(120)으로 CNG의 전달이 도 1을 참조하여 설명된다. 저장 유닛(120)의 용기(400)가 CNG를 수용하지 않는 경우, 용기는 가압된 유압 유체로 충전되고 원하는 압력으로 유지된다. 유닛(120)을 CNG로 충전하기 위해, 공급원(60)으로부터의 CNG는 통로(70), 건조기(80), 및 통로(100)를 통해 압축기(들)(90)로 유동한다. 압축기(90)는 CNG를 압축한다. 이 압축은 CNG를 가열하는 경향이 있으므로, 냉각 시스템(150)은 압축된 CNG를 원하는 온도(예를 들어, 약 -78.5°C)로 냉각시킨다. 이어서, 저온의 CNG는 통로(110)의 나머지를 통해 포트(120a) 및 용기(400)로 이동한다. CNG로 유닛(120)의 용기(400)를 충전시키면, 유압 유체가 하방으로 그리고 유압 유체 포트(120b)를 통해 용기(400) 밖으로 변위된다. 변위된 유압 유체는 통로(200, 190) 및 압력 제어 밸브(195)를 통해 저장조(170) 내로 비워진다. 압력 제어 밸브(195)는, 용기(400)의 압력[예를 들어, 통로(200)의 밸브(195)에 의해 감지된]이 미리 결정된 값[예를 들어, 원하는 용기(400)의 압력 또는 약간 위]을 초과할 때에만 유압 유체가 용기(400)로부터 유출되게 한다.

[0081] 공급원 설비로부터 비히클로의 CNG 전달

[0082] 이하, 공급원 설비(20)로부터 비히클(30)로의 CNG의 전달이 도 1을 참조하여 설명된다. 커넥터(130)는 커넥터(300)에 부착되고, 커넥터(270)는 커넥터(350)에 부착된다. 유닛(320)의 용기(400)는 가압된 유압 유체로 가득 충전되므로 용기(400)는 원하는 압력 또는 그 근방으로 유지된다. 유닛(320)은 유닛(120)으로부터 및/또는 직접 공급원(60)으로부터의 CNG로 충전될 수 있다. 직접적으로 공급원(60)으로부터의 CNG 전달과 관련하여, 공급원(60)으로부터의 CNG는, CNG가 커넥터(130, 300)를 가로질러 통로(110)를 통해, 통로(310)를 통해, 그리고 압력 제어 밸브(330)로 계속된다는 점을 제외하고, 유닛(120)의 충전과 관련하여 앞서 설명한 바와 동일한 방식으로 유닛(320)으로 진행된다. CNG는 동시에 또는 대안적으로 유닛(120)으로부터 비히클(30)로 전달될 수 있다. 그렇게 하기 위해, 펌프(180)는 가압된 유압 유체를 유닛(120)의 용기(400)로 전달하는데, 이는 CNG를 포트(120a)를 통해, 통로(110)를 통해, 커넥터(130, 300)를 가로질러, 통로(310)를 통해, 그리고 압력 제어 밸브(330)로 변위시킨다. 통로(310) 내의 CNG 압력이 밸브(330)의 설정점[예를 들어, 유닛(320)의 용기(400)의 원하는 압력 이상의 설정점]을 초과할 때, 밸브(330)는 개방되어 저온 CNG가 비히클(30)의 유닛(320)의 용기(400) 내로 유동하게 한다. 유닛(320) 내로의 이러한 CNG의 유동은 유압 유체를 유닛(320)의 용기(400)로부터 포트(320b), 통로(340), 커넥터(350, 270), 통로(260)를 통해 그리고 압력 제어 밸브(250)로 변위시킨다. 통로(260) 내의 압력이 밸브(250)의 설정점[예를 들어, 유닛(320)의 용기(400)의 원하는 압력의, 그 근방의 또는 그보다 약간 낮은 설정점]을 초과할 때, 밸브(250)는 개방되어 유압 유체가 통로(230)를 통해 저장조(170) 내로 유동하게 한다. 유닛(320)의 용기(400)가 CNG로 충전된 경우, 적절한 밸브가 차단되고, 커넥터(300, 350)가 커넥터(130, 270)로부터 각각 분리되어, 비히클(30)은 목적지 설비(40)로 운행할 수 있다. 다양한 실시예에 따르면, 액체 센서(들)는, 용기(400)가 비워졌거나 CNG 또는 유압 유체로 충전되었을 때를 나타내기 위해 다양한 통로 내에 및/또는 용기(400)의 상부/상단 및 하부/바닥에 배치될 수 있다. 그러한 액체 센서는, 일단 프로세스가 완료되면 프로세스를 중지시키기 위해 관련된 가스/유압 유체 전달 밸브의 폐쇄를 트리거하도록 구성될 수 있다.

[0083] 저온 저장 유닛(120)에 의해 생성된 저장 버퍼의 사용은 유닛(120)이 없을 때 적절한 것보다 더 작고, 저렴한 압축기(90)의 사용 및/또는 더 빠른 비히클(30)의 충전을 가능하게 할 수 있다. 이는 비히클(30)의 유휴 시간을 감소시키고 비히클(30)이 가스를 운송하는 데에 능동적으로 사용되는(예를 들어, 각각의 비히클(30)로부터 더 양호한 가동률을 얻는) 시간을 증가시킬 수 있다. 소형 압축기(90)는, 비히클(30)이 충전에 이용될 수 없는

경우에도, 원하는 압력 및 온도에서 CNG로 유닛(120)을 연속적으로 충전하도록 연속적으로 작동할 수 있다. 이러한 방식으로, 압축기(90)는 비히클(30)이 공급원 설비(20)와 도킹되어 있는 동안 비히클(30)로 전달될 모든 CNG를 압축할 필요는 없다. 비히클(120)을 사용하는 일 없이 저압 공급원(60)으로부터 비히클(30)로의 실시간 직접 전달은 비히클(30)의 유닛(320)을 충전하는 데에 보다 크고 더 비싼 압축기(90) 및/또는 상당히 긴 시간을 요구할 것이다.

[0084] 목적지 설비

[0085] 이하, 목적지 설비(40)의 비제한적인 예의 구조적 구성요소가 도 2를 참조하여 설명된다. 가스 전달 커넥터(500)는 가스 전달 통로(510)에 연결되고, 이 가스 전달 통로는 다시, 예를 들어 목적지 비히클 저온 저장 유닛(520)의 가스 포트(520a), CNG 발전기(530), CNG 구동식 비히클을 위한 충전 스테이션(540), CNG 트레일러(560)를 위한 충전 스테이션(550)(PCT 공개 제W02014/031999에 설명된 유형일 수 있으며, 그 전체 내용은 본 명세서에 참고로 포함됨), 및/또는 LNG 트레일러(580)용 LNG 생산 및 분배 플랜트(570), 다른 목적지들 중에서 LNG 플랜트(570)의 확장기(600)로부터 하류에 배치된 저압 CNG 파이프 라인으로의 전달 통로(590)를 포함하는 하나 이상의 중간 또는 최종 CNG 목적지에 연결된다.

[0086] 다양한 비제한적인 실시예에 따르면, CNG 발전기(530)는 저온 팽창된 천연 가스를 사용하여 유입 공기를 냉각시키고 또한 습기를 추출함으로써 온난 습한 기후에서 동력 및 효율 증대를 가질 수 있는 가스 터빈을 포함할 수 있다. 건조제 탈수 시스템이 사용되는 경우, 발전기(530)의 터빈으로부터의 폐열(예를 들어, 단순 사이클 터빈으로부터의 배기 또는 CCGT에서 하부 사이클(bottoming cycle) 이후의 응축 증기)이 (예를 들어, 통로(510)를 통해 가스의 임의의 목적지 사용자에게 이동하는 가스를 가열하기 위해) 사용될 수 있다.

[0087] 다양한 비제한적인 실시예에 따르면, LNG 플랜트(570)는, 예를 들어 추가 기생 에너지 부하 없이 LNG를 생성하기 위해 팽창 냉각을 사용하는 직교류 열 교환기 및 지지 시스템을 이용할 수 있다.

[0088] 도 2에 도시된 바와 같이, 목적지 설비는 비히클(30)의 커넥터(350)에 착탈 가능하게 연결되는 유압 유체 커넥터(610)를 포함한다. 통로(620)는 커넥터(610)를 유압 유체 저장조(630)에 연결한다. 통로(620)에는 2개의 펌프(640, 650)와 압력 제어 밸브(660)가 서로 평행하게 배치되어 있다.

[0089] 펌프(650)는 [예를 들어, 유압 유체가 비히클(30)의 용기(400)로부터 저장조(630)로 전달될 때, 예를 들어, 후술되는 바와 같이, 질소 밸리스트 시스템이 사용되는 경우, 발생될 수 있는] 압력 강하로부터 에너지를 흡수할 수 있는 가역적 펌프(예를 들어, 페루프 펌프)일 수 있다. 밸브(660)는, 밸브(660)가 용기(400) 내의 압력이 미리 결정된 값을 초과한 것을 감지할 때 유압 유체가 저장조(630)로 역류되게 함으로써 비히클(30)의 용기(400) 내의 압력을 제어하는 데에 사용될 수 있다.

[0090] 도 2에 도시된 바와 같이, 저온 저장 유닛(520)의 유압 유체 포트/커넥터(520b)는 통로(670)를 통해 유압 유체 저장조(630)에 연결된다. 통로(670)에는 펌프(680)와 압력 제어 밸브(690)가 서로 평행하게 배치되어 있다.

[0091] 목적지 설비 비히클 저온 저장 유닛의 사용

[0092] 다양한 실시예에 따르면, 비히클 저온 저장 유닛(520)은 CNG가 비히클(30)로부터 직접 제공되지 않을 때 다양한 목적지 사용자(530, 540, 550, 560, 570, 590)에게 CNG를 제공한다. 유닛(520)의 용기(400) 내의 압력은 압력 센서에 의해 모니터링된다. 유닛(520)의 용기(들)(400) 내의 감지된 압력이 미리 결정된 양[예를 들어, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 또는 그 이상 psi; 원하는 압력(psig 단위)의 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 및/또는 그 이상 %] 이상 만큼 원하는 압력으로부터 벗어날 때, 펌프(680)는 저장조(630)로부터의 유압 유체를 유닛(400)의 용기(400) 내로 펌핑하여 유닛(520)의 용기(400) 내의 압력을 원하는 압력 범위 내에 일관되게 머물도록 유지할 수 있다. 따라서, 가압된 유압 유체는 유닛(520)의 용기(400)로부터 고갈되는 CNG를 변위시킨다.

[0093] 비히클(30)로부터 목적지 설비(40)로의 CNG 전달

[0094] 이하, 비히클(30)로부터 목적지 설비(40)로의 CNG의 전달이 도 2를 참조하여 설명된다. 비히클(30)이 목적지 설비(40)에 도착할 때, 목적지 저온 저장 유닛(520)의 용기(400)는 통상적으로 유압 유체로 부분적으로 또는 전체적으로 충전된다. 비히클(30)은 커넥터(300)를 커넥터(500)에 연결하고 커넥터(350)를 커넥터(610)에 연결함으로써 목적지 설비(40)와 도킹한다. 펌프(640)는 저장조(630)로부터의 유압 유체를 비히클(30)의 유닛(320)의 용기(400) 내로 펌핑하고(자세한 내용은 도 1 참조), 이는, CNG를 비히클(30)의 유닛(320)의 용기(400)로부터 커넥터(300, 500)를 통해 통로(510) 내로 강제 이동시키고, 여기서 CNG는 비히클 저온 저장 유닛(520) 및/또는 앞서 설

명된 목적지(530, 540, 550, 560, 570, 580, 590) 중 하나 이상으로 전달된다. 비히클(30)(도 1 참조)의 압력 제어 밸브(330)는 유닛(320)의 용기(400) 내의 압력이 미리 결정된 임계값[예를 들어, 유닛(320)의 용기(400)의 설계 작동 압력 이상]을 초과할 때만 CNG가 비히클(30)로부터 목적지 설비(40)로 전달되게 할 수 있다. 이 방식으로, 유닛(320)의 용기(400) 내의 압력은 원하는 압력 또는 그 근방에서 일관되게 유지된다.

[0095] CNG 저장 및 전달 시스템의 여러 종류의 피쳐

[0096] 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 다양한 추가 밸브(695)(모두 도시되지는 않음)가 공급원 설비(20), 비히클(30), 및 목적지 설비(40)의 통로 전반에 걸쳐 배치된다. 이들 밸브(695)는, 원하는 경로를 따른 유체(예를 들어, CNG, 유압 유체) 유동을 용이하게 하고 및/또는 특정 작동 조건(예를 들어, 공급원(60)으로부터의 CNG로 유닛(120)을 충전하는 것; 공급원 설비(20)로부터의 CNG로 유닛(320)을 충전하는 것; CNG를 유닛(320)으로부터 목적지 설비(40)로 전달하는 것)에서 원하지 않는 통로를 따른 유체 유동을 방지하도록 필요에 따라[예를 들어, 수동으로 또는 자동으로(예를 들어, 압력 제어 밸브)] 개방 및 폐쇄된다.

[0097] 다양한 설비(20, 30, 40), 저장 유닛(120, 320, 520), 용기(400), 및 목적지 사용자(530, 540, 550, 560, 570, 590) 간에 CNG 및/또는 유압 유체의 전달은 수동일 수 있거나, 또는 하나 이상의 제어 시스템에 의해 부분적으로 또는 전체적으로 자동화될 수 있다. 제어 시스템은 시스템(10) 전반에 걸쳐 또는 다양한 부분에서의 상태를 모니터링하는 다양한 센서(예를 들어, 압력, 온도, 질량 유동 등)를 포함할 수 있다. 그러한 제어 시스템은 이에 응답하여 [예를 들어, 밸브, 펌프(180, 240, 640, 650, 680), 압축기(90), 쿨러(150, 155, 430), 히터 등을 제어함으로써] CNG/유압 유체 전달 프로세스를 제어할 수 있다. 그러한 제어 시스템은 아날로그 또는 디지털일 수 있으며, 앞서 설명된 CNG 전달 알고리즘을 수행하도록 프로그램된 컴퓨터 시스템을 포함할 수 있다.

[0098] 비히클 기반 유압 유체 저장조

[0099] 앞서 설명한 시스템(10)에서, 유압 유체 저장조(170, 630)는 공급원 및 목적지 설비(20, 40)에 배치된다. 시스템(10)의 사용은 유압 유체를 목적지 설비(40)의 저장조(630)로부터 공급원 설비(20)의 저장조(170)로 점진적으로 이동시킬 것이다. 그러한 고갈을 처리하기 위해, 유압 유체는 (예를 들어, 비히클을 통해) 공급원 설비(20)의 저장조(170)로부터 목적지 설비의 저장조(630)로 다시 주기적으로 전달될 수 있다.

[0100] 하나 이상의 대안 실시예에 따르면, 도 4에 도시된 바와 같이, 시스템(10)은 비히클(30)을 비히클(700)로 대체하도록 수정되는데, 비히클은 비히클(30)과 대체로 유사하므로, 유사한 구성요소에 대한 중복된 설명은 생략된다. 비히클(700)은, 통로(720)를 통해 유닛(320)의 유압 유체 포트(320b)에 연결되는 비히클 탑재형 유압 유체 저장조(710)를 추가함으로써 비히클(30)과 상이하다. 통로(720)에는 2개의 펌프(730, 740)와 가압 조절 밸브(750)가 서로 평행하게 배치되어 있다. 저장조(710)는 유닛(300)의 용기(400)를 완전히 충전하기에 충분한 용량 및 유압 유체를 갖는다.

[0101] 다양한 실시예에 따르면, 유압 유체 저장조(710) 및/또는 비히클(700)의 다른 부분[예를 들어, 통로(720), 펌프(730, 740), 및 밸브(750)]은 유닛(320)의 냉각/절연 공간(420) 내에 배치될 수 있다. 저장조(710)는 비히클(700)의 용기(400) 사이의 틈새 공간 내에 끼워지도록 운곽 형성되어 용기에 배치될 수 있다. 냉동 유닛(430)은 용기(400), 저장조(710), 및 비히클(700)의 공간(420) 내에 배치된 임의의 다른 구성요소 사이 및 그 둘레의 공간에 고체 CO₂를 퇴적할 수 있다.

[0102] 공급원 설비(20)로부터 비히클(700)로 CNG를 전달하는 동안, 저장조(710), 통로(720), 및 밸브(750)는 앞서 설명한 저장조(170), 통로(340, 260, 230), 및 밸브(250)와 동일한 방식으로 작동한다. 비히클(700)로부터 목적지 설비(40)로 CNG를 전달하는 동안, 저장조(710), 통로(720), 및 펌프(740)는 앞서 설명한 저장조(630), 통로(620), 및 펌프(640)와 동일한 방식으로 작동한다. 비히클(700)의 사용은 목적지 설비(40)로부터 공급원 설비(20)로의 유압 유체의 반복적인 전달을 피한다.

[0103] 결과적으로, 비히클(700)은, 유압 유체가 저장조(710) 내에 주로 배치되고 CNG가 용기(400) 내에 주로 배치된 상태에서 공급원 설비(20)로부터 목적지 설비(40)로 운행한다. 비히클(700)이 목적지 설비(40)로부터 공급원 설비(20)로 운행할 때, 용기(400)는 유압 유체로 충전되고 저장조(710)는 주로 비워질 수 있다.

[0104] 도 5는 아래에서 설명되는 것을 제외하고는 비히클(700)과 대체로 유사한 대안적인 비히클(760)을 예시한다. 비히클(30, 700)의 저온 저장 유닛(320)과 달리, 비히클(760)의 용기(400)는 냉장되지 않으므로, 비히클(760)의 용기(400)는 주위 온도로 될 수 있다. 비히클(760)의 유압 저장조(710)는 용기(400) 사이 및 그 주위의 틈새 공간에 형성되어 유압 유체(770)는 이 틈새 공간을 충전한다.

[0105] 질소 밸러스트

[0106] 대안 실시예에 따르면, 비히클(30)의 용기(400)는 목적지 설비(40)에서 압축 질소로 충전되어, 유압 유체가 아닌 질소가 목적지 설비(40)로부터 공급원 설비(20)[또는 다른 공급원 설비(20)]로의 비히클(30)의 복귀 여행 동안 압력 유지용 밸러스트로서 사용된다.

[0107] 질소 밸러스트는 질소 공급원(예를 들어, 압축 질소를 저온 저장 온도 또는 그 근방으로 냉각시키도록 압축기 및 냉각 시스템과 결합된 공기 분리 유닛)에 의해 제공된다. 질소 공급원은 저온의 압축 질소를 비히클(30)의 커넥터(300)에 연결될 수 있는 질소 전달 커넥터[또는 비히클(30)의 용기(400)에 연결되는 별도의 질소 전용 커넥터]에 전달한다.

[0108] 다양한 질소 밸러스트 실시예에서, CNG는 앞서 설명한 바와 같이 비히클(30)로부터 목적지 설비(40)로 언로딩되어, 용기(400)는 유압 유체로 충전된다. 이 시점에서, 커넥터(500)는 비히클(30)의 커넥터(300)로부터 분리될 수 있고, 질소 공급원의 출구 커넥터는 비히클(30)의 커넥터(300)에 연결된다. 저온의 압축 질소는, 이어서 용기(400)를 원하는 저장 압력 및 온도 또는 그 근방으로 유지하여 용기(400) 상의 응력을 최소화하면서 CNG가 공급원 설비(20)에서의 용기(400)로 전달되는 것과 동일하거나 유사한 방식으로 유압 유체가 용기(400)로부터 변위되는 동안 용기(400) 내로 주입된다. 일단 유압 유체가 용기(400)로부터 배출되면, 비히클(30)의 커넥터(300, 350)는 목적지 설비 커넥터로부터 분리되고 비히클(30)은 공급원 설비(30)로 복귀될 수 있다.

[0109] 공급원 설비(20)에서, 유압 유체는 저장조(170)로부터 (예를 들어, 펌프(240)를 통해) 용기(400) 내로 주입되어 질소 밸러스트를 변위시키며, 질소 밸러스트는 대기로 배출되거나 다른 목적을 위해 수집될 수 있다. 그후, 비히클(30)은 앞서 설명한 방식으로 공급원 설비(20)로부터 CNG로 충전된다.

[0110] 앞서 설명한 실시예에서, 용기(400)에서 CNG 또는 질소 중 하나가 비위지고 CNG 또는 질소 중 다른 하나로 충전되는 사이에 유압 유체가 용기(400) 내로 충전된다. 플래싱 매체로서 유압 유체의 중간 사용은 CNG 및 질소의 교차 오염을 방지, 감소 및/또는 최소화한다. 다양한 실시예에 따르면, 특히 질소가 불활성이기 때문에, CNG로 질소가 약간 혼합되는 것은 허용 가능하다. 그러나, 다양한 대안 실시예에 따르면, 피스톤/블래더의 CNG측과 피스톤/블래더의 밸러스트측 사이에 물리적 장벽을 유지하기 위해 피스톤 또는 블래더가 용기(400) 내에 포함될 수 있다. 그러한 대안 실시예에서, 중간 유압 유체 플래싱은 생략될 수 있다.

[0111] 다양한 실시예에 따르면, 그러한 질소 밸러스트 시스템의 사용은, 용기(400)를 원하는 압력으로 여전히 유지하면서, 비히클(30)이 유압 유체를 목적지 설비(40)로부터 공급원 설비(20)로 다시 운송할 필요성을 피할 수 있다.

[0112] 용기 피로 감소

[0113] 용기(400) 내외로의 앞서 설명된 CNG 전달 프로세스 동안 가압 유압 유체 및/또는 다른 밸러스트 유체의 사용은, 유닛(120, 320, 520)의 용기(400) 내의 압력이 원하는 압력 또는 그 근방[예를 들어, psig 설정점(예를 들어, 특정 압력)의 30, 20, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2 및/또는 1% 이내; psig 설정점(예를 들어, 특정 압력)의 1000, 500, 400, 300, 250, 200, 150, 125, 100, 75, 50, 40, 30, 20 및/또는 10 psi 이내]으로 일관되게 유지될 수 있게 한다. 다양한 실시예에 따르면, 설정점/특정 압력은 (1) 적어도 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000, 2250, 2500, 3000, 3500, 4000, 4250, 4500 및/또는 5000 psig, (2) 10000, 7500, 7000, 6500, 6000, 5500, 5000, 4750 및/또는 4500 미만, (3) 임의의 그러한 2개의 값들 사이(예를 들어, 2500 내지 10000 psig, 2500 내지 5500 psig), 및/또는 (4) 약 2500, 3000, 3500, 3600, 4000 및/또는 4500 psig이다. 따라서, 다양한 비제한적인 실시예에 따르면, 용기(400)는 작동 수명 동안 일반적으로 등압으로 유지된다. 다양한 비제한적인 실시예에 따르면, 용기(400) 압력을 원하는 압력 또는 그 근방으로 유지하는 것은, 압력 용기가 충전/로딩되고 비위지며/언로딩될 때 광범위하게 변하는 압력을 반복적으로 받는 압력 용기를 괴롭히는 주기적인 응력 피로를 감소시키는 경향이 있다.

[0114] 다양한 실시예에 따르면, 용기(400) 내로의 CNG의 다양한 전달은 유압 유체가 용기(400)의 내부 체적의 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2 및/또는 1% 미만을 차지하게 한다. 다양한 실시예에 따르면, 그러한 전달 전에, 유압 유체는 용기의 체적의 적어도 75, 80, 85, 90, 95 및/또는 99%를 차지하였다. 다양한 실시예에 따르면, 전달 전에 용기(400) 내의 유압 유체의 체적은 그러한 전달 후에 용기(400) 내의 유압 유체의 체적을 용기(400)의 내부 체적의 적어도 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 95 및/또는 99%만큼 초과한다.

[0115] 용기 구조

- [0116] 다양한 비제한적인 실시예에 따르면, 용기(400) 상의 감소된 피로는, (1) 각 용기(400)에 대한 더 긴 유효 수명, (2) (예를 들어, 보다 약하고, 가벼우며, 저렴하고, 및/또는 얇은 벽 재료를 통해) 더 적은 피로를 견디도록 만들어진 용기(400), 및/또는 (3) 보다 큰 용량의 용기(400)를 가능하게 한다. 다양한 실시예에 따르면, 그리고 도 6에 도시된 바와 같이, 다양한 용기(400)는 팽윤(예를 들어, 볼록형, 반구형) 단부를 갖는 대체로 관형/원통형이다. 다양한 비제한적인 실시예에 따르면 용기(400)의 외부 직경(D)은, (1) 적어도 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 및/또는 50 피트, (2) 100, 75, 50, 40, 30, 25, 20, 15, 10, 9 및/또는 8 피트 미만, 및/또는 (3) 임의의 그러한 2개의 값들 사이(예를 들어, 2 내지 100 피트, 2 내지 8 피트, 4 내지 8 피트, 약 7.5 피트)이다. 다양한 비제한적인 실시예에 따르면, 용기(400)의 길이(L)는, (1) 적어도 5, 8, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 500, 750 및/또는 1000 피트, (2) 1250, 1000, 750, 500, 250, 200, 175, 150, 125, 100, 75, 70, 60, 50, 40, 30 및/또는 20 피트 미만, 및/또는 (3) 임의의 그러한 2개의 값들 사이(예를 들어, 5 내지 1250 피트, 약 8.5, 18.5, 28.5, 38.5, 43.5, 46.5 및/또는 51.5 피트)이다. 다양한 실시예에 따르면, L:D의 비는, (1) 적어도 3:1, 4:1, 5:1, 6:1, 7:1 및/또는 8:1, (2) 15:1, 14:1, 13:1, 12:1, 11:1, 10:1, 9:1, 8:1, 7:1 및/또는 6:1 미만, 및/또는 (3) 임의의 그러한 2개의 상한값 및 하한값 사이(예를 들어, 3:1 내지 15:1, 4:1 내지 10:1)이다. 다양한 실시예에 따르면, 용기(400)의 직경 및 길이는 용기(400)의 특정 용도에 맞춤화될 수 있다. 예를 들어, 보다 길고 및/또는 보다 큰 직경의 용기(40)는 선박의 화물 영역의 상당 부분이 저장 유닛(320)에 할당되는 대형 해양 선박과 같은 대형 비히클(30)의 저장 유닛(320)에 적합할 수 있다.
- [0117] 다양한 실시예에 따르면, 각각의 용기(400)는 저-사이클 강도의 압력 용기(예를 들어, 연간 로딩/언로딩 사이클의 수가 400, 300, 250, 225 및/또는 200 미만인 용례에 사용됨)일 수 있다.
- [0118] 다양한 실시예에 따르면, 개별 용기(400)의 내부 체적은, (1) 적어도 1,000, 5,000, 7,500, 8,000, 9,000, 10,000, 12,500, 15,000, 17,500, 20,000, 25,000, 30,000, 40,000 및/또는 50,000 리터, (2) 100,000, 50,000, 25,000, 20,000 및/또는 15,000 리터 미만, 및/또는 (3) 임의의 그러한 2개의 상한 체적과 하한 체적 사이(예를 들어, 1,000 내지 100,000 리터, 10,000 내지 100,000 리터)이다.
- [0119] 도 6에 도시된 바와 같이, 용기(400)가 그 유닛(120, 320, 520)에서 수평으로 배치되는 경우(즉, 관형 형상의 축선이 대체로 수평으로 배치되도록), 유압 유체 및 CNG 딥 튜브(800, 810)는, 일반적으로 더 무거운 유압 유체(770)는 딥 튜브(800) 및 연결된 유압 포트(120b, 320b, 520b) 밖으로만 유동하고 더 가벼운 CNG(820)는 딥 튜브(810)로부터 포트(120a, 320a, 520a)로만 유동하는 것을 보장하도록 사용될 수 있다. 도 6에 도시된 바와 같이, 유압 유체 딥 튜브(800)는 그 단부 개구(800a)가 체적(400a)의 중력 바닥에 또는 그 근방에 배치되도록 용기(400)의 체적(400a) 내에서 하향으로 벤딩된다. 반대로, CNG 딥 튜브(810)는 그 단부 개구(810a)가 체적(400a)의 중력 상단에 또는 그 근방에 배치되도록 용기의 체적(400a) 내에서 상향으로 벤딩된다. 다양한 실시예에 따르면, 용기(400)는, 단부 개구(800a)를 체적(400a)의 중력 바닥에 더 가깝게 배치하고 단부 개구(810a)를 체적(400a)의 중력 상단에 더 가깝게 배치하도록 수평에 대해 약간 경사질 수 있다(도 6에 도시된 바와 같이 반시계 방향으로).
- [0120] 도 6에 도시된 바와 같이, 보호 층돌 디플렉터(830)(예를 들어, 플레이트)가 딥 튜브(800, 810)의 단부 개구(800a, 810a)를 바로 지나서 배치된다. 디플렉터(830)는 딥 튜브(800, 810) 또는 용기(400)의 인접한 부분[예를 들어, 딥 튜브(800, 810)의 개구에 인접한 용기(400)의 내부 표면]에 장착될 수 있다. 딥 튜브(800, 810) 및 그 안의 개구를 통한 용기 체적(400a) 내로의 유체[예를 들어, CNG(820), 유압 유체(770)]의 유동은 체적(400a)을 획정하는 용기(400)의 내부 벽/표면에 유체가 충돌하게 하는 경향이 있고, 이는 용기(400)의 벽을 침식 및 손상시킬 수 있다. 층돌 디플렉터(830)는 개구(800a, 810a)와 인접한 용기(400) 벽 사이에 배치되어, 유입 유체(770, 820)는 용기(400) 벽 대신에 디플렉터(830)에 충돌한다. 따라서, 디플렉터(830)는 용기(400)의 유효 수명을 연장시킨다.
- [0121] 앞서 설명된 실시예는 용기(400)를 비교적 일정한 압력으로 유지하지만, 그러한 압력 유지는 다양한 대안 실시예에 따라 생략될 수 있다. 다양한 대안 실시예에 따르면, 유압 유체 저장조, 펌프, 질소 장비, 및/또는 관련 구조가 제거된다. 결과적으로, 용기(400) 내의 압력은, 용기(400)에서 CNG가 비워질 때 상당히 떨어지고, 용기(400)가 CNG로 충전될 때 상당히 상승한다. 다양한 실시예에 따르면, 이들 압력 변동은 더 큰 피로를 초래하여, (1) 각각의 용기(400)에 대한 더 짧은 유효 수명, (2) 더 강하고 더 비싼 용기(400)의 사용, 및/또는 (3) 더 작은 용량의 용기(400)의 사용을 초래할 수 있다.
- [0122] 용기(400)가 수평으로 배치될 때, 그 중간 부분은 중력에 의해 하향으로 처지는 경향이 있다. 따라서, 길이방

향으로 이격된 환형 후프/링(850)이 용기(400)의 원통형 부분에 추가되어 지지를 제공할 수 있다. 다양한 실시예에 따르면, 링(850)은 3.5% 니켈강을 포함한다(예를 들어, 저온 저장 온도가 약 -78.5°C 일 때). 다양한 비제한적인 실시예에 따르면, 더 따뜻한 온도(예를 들어, -50°C)를 위해 설계된 용기의 경우, 덜 비싼 강(예를 들어, A333 또는 충격 시험된 강)이 사용될 수 있다. 복수의 원주방향으로 이격된 인장 바아(860)는 후프(850) 사이에서 연장되어 후프(850)를 서로를 향해 잡아 당긴다. 바아(860)는 임의의 적절한 인장 메커니즘(예를 들어, 바아(860)의 단부에 있는 나사식 파스너; 바아(860)의 인장 길이를 따라 배치된 턴-버클(turn-buckle) 등)을 통해 인장될 수 있다. 예시된 실시예에서, 2개의 후프(850)가 각각의 용기(400)에 사용된다. 그러나, 더 긴 용기(400)에 대해 추가적인 후프(850)가 추가될 수 있다. 후프(850) 및 인장 바아(860)는 용기(400)가 처지는 것을 방지하는 경향이 있고, 용기(40)의 단부가 벤딩되지 않는 것을 보장하는 경향이 있으며, 이는 용기(400)의 단부에 연결된 강성 유체 통로에 악영향을 미칠 수도 있다.

[0123] 다양한 실시예에 따르면, 용기(400)의 멤브레인/라이너는, 불투과성이 아니지만 멤브레인이 합치되는 기계적 지지부를 제공할 수 있는 발사 나무(balsa wood) 또는 몇몇의 다른 구조적 지지부에 의해 지지될 수 있다.

[0124] 도 7에 도시된 바와 같이, 용기(400)는 딥 튜브(810)와 포트(120a, 320a, 520a) 사이에 배치된 과열 방지 시스템(880)을 통합할 수 있다. 시스템(880)은 딥 튜브(810)를 포트(120a, 320a, 520a)에 연결하는 통로(또는 용기의 체적(400a)에 연결된 CNG 통로를 따른 다른 어느 곳)에 배치된 상시 개방형 밸브(890)를 포함한다. 시스템(880)은 또한 체적(400a)을 (예를 들어, 딥 튜브(810)를 통해) 배출구(910)(예를 들어, 안전한 대기 등)에 유체 연결하는 통로(900)를 포함한다. 통로(900)에는 과열 물체(920)(예를 들어, 재료의 디스크)가 배치된다. 과열 물체는 통로(900)를 차단하고 용기 체적(400a)으로부터 배출구(910)로의 유체 유동을 방지한다. 과열 물체(920)는 용기(400) 벽의 재료보다 더 낮은 및/또는 더 예측 가능한 파괴점을 갖는 재료로 제조된다. 예를 들어, 과열 물체(920)는 용기(400)의 벽과 동일하지만 약간 더 얇은 재료로 제조될 수 있다. 과열 물체(920) 및 용기(400) 벽은 용기(400)가 사용될 때 동일한 압력 및 피로를 받는다. 용기(400) 벽 및 과열 물체(920)는 모두 사용함에 따라 약화되기 때문에, 과열 물체(920)는 용기(400) 벽에 앞서 파괴될 것이다. 과열 물체(920)가 파괴된 경우, 용기(400)로부터의 유체는 통로(900) 내에서 파괴된 과열 물체를 통과하여 배출구(910) 밖으로 안전하게 배출된다. 압력 또는 유동 센서(930)는 밸브(890)에 작동 가능하게 연결되고 과열 물체(920)와 배출구(910) 사이에서 통로(900)에 배치되어, 과열 물체(920)의 파괴의 결과로서 통과하는 유체의 유동을 검출한다. 센서(930)에 의한 그러한 유동의 검출은 밸브(890)의 폐쇄를 트리거한다. 경고가 트리거될 수도 있다. 그후에, 용기(400)는 안전하게 교체될 수 있다.

[0125] 다양한 실시예에 따르면, 그리고 도 8에 도시된 바와 같이, 용기(400)는 체적(400a)의 의도된 형상을 갖는 블래더(950)를 먼저 팽창시킴으로써 제조될 수 있다. 이어서, 팽창된 블래더 상에 라이너(960)가 형성된다. 주위 온도(예를 들어, -78.5°C 보다 훨씬 더 따뜻한)에서 사용되도록 의도된 용기(400)의 경우, 라이너(960)는 HDPE와 같은 재료로 형성될 수 있다. 용기(400) 및 그 내용물의 작동 온도가 더 차가운(예를 들어, -78.5°C) 다양한 실시예에 따르면, 초고분자량 폴리에틸렌(ultra-high molecular weight polyethylene)(UHMWPE)이 사용될 수 있는데, 그러한 재료는 그러한 낮은 온도에서 우수한 강도 특성을 갖기 때문이다. 다양한 비제한적인 실시예에 따르면, 라이너(960)는 (a) 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3 및/또는 2 mm 미만의 두께, (b) 적어도 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 및/또는 2.5 mm 두께, 및/또는 (c) 임의의 그러한 2개의 값들 사이(예를 들어, 0.5 내지 10 mm) 두께이다. 다양한 비제한적인 실시예에 따르면, 보다 얇은 라이너(960)는 심한 압력 피로를 받지 않는 용기(400)에 사용된다(예를 들어, 유압 유체 또는 질소가 용기(400)의 일정한 압력을 유지하는 데에 사용되는 실시예). 다양한 비제한적인 실시예에 따르면, 매우 큰 직경 및/또는 두꺼운 벽의 용기(400)의 경우, 유리 섬유 및/또는 탄소 섬유 층과 함께 사용되는 복합 수지의 침투 방지 특성은 라이너가 없어도 침투 테스트 요건을 통과하기에 충분할 수 있고, 이 경우에, 라이너는 생략될 수 있다. 다양한 비제한적인 실시예에 따르면, 용기(400)가 유형 5의 용기(400)인 경우, 라이너는 생략될 수 있다.

[0126] 이어서, 팽창된 블래더(950)가 라이너(960)를 지지하는 동안 전체 유리 섬유 층(970)이 라이너(960) 둘레에 형성된다.

[0127] 도 9에 도시된 바와 같이, 용기(400)의 중요 부분을 보장하기 위해 탄소 섬유 층(980)이 추가된다. 예를 들어, 탄소 섬유(980)는 라이너(960)의 일측의 반구형 형상의 예지로부터 라이너(960)의 타측의 반구형 형상의 대각선 예지까지 대각선으로 권취된다. 다양한 실시예에 따르면, 탄소 섬유 층(980)은 유리 섬유 층(970)이 형성되기 전, 동안 또는 후에 권취될 수 있다.

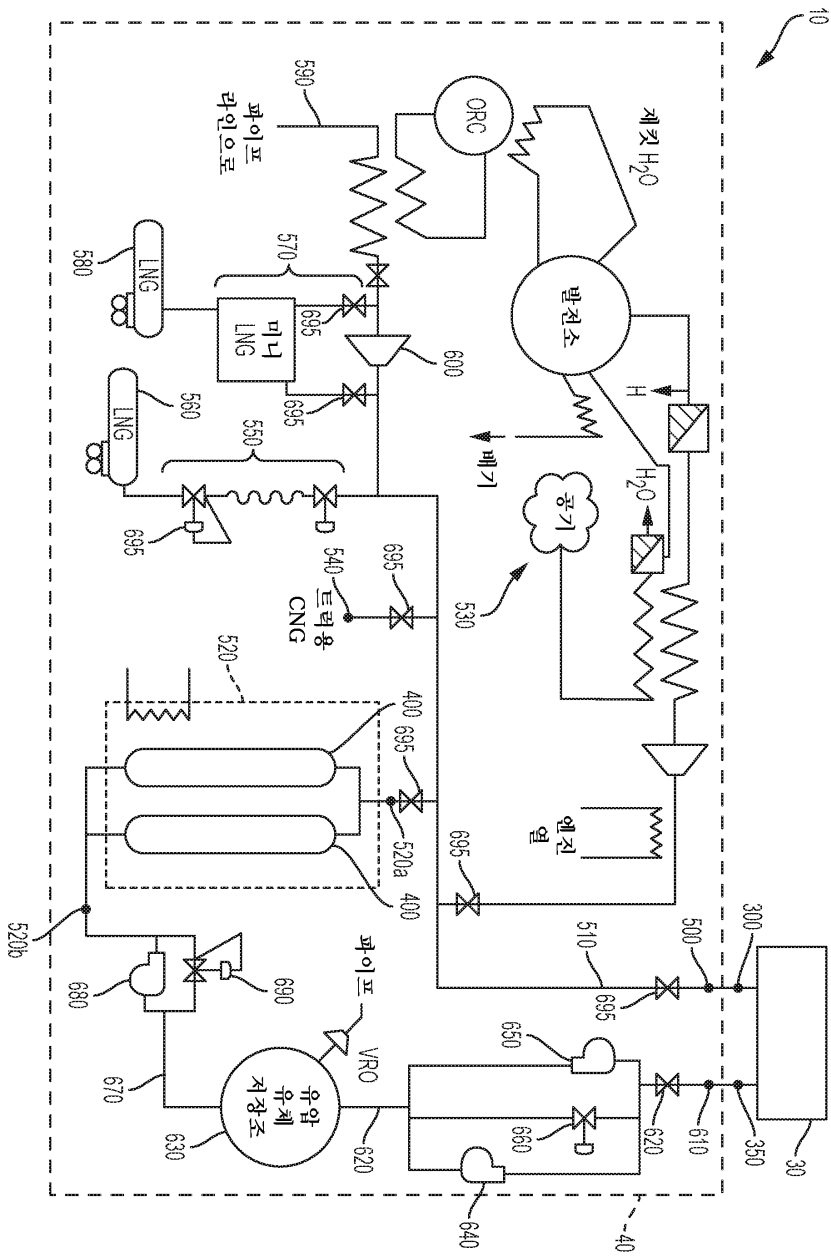
[0128] 권취 후에, 블래더(950)는 수축되어 제거될 수 있다. 이어서, 딥 튜브(800, 810)는 용기(400)를 형성하도록 밀

봉 가능하게 추가될 수 있다.

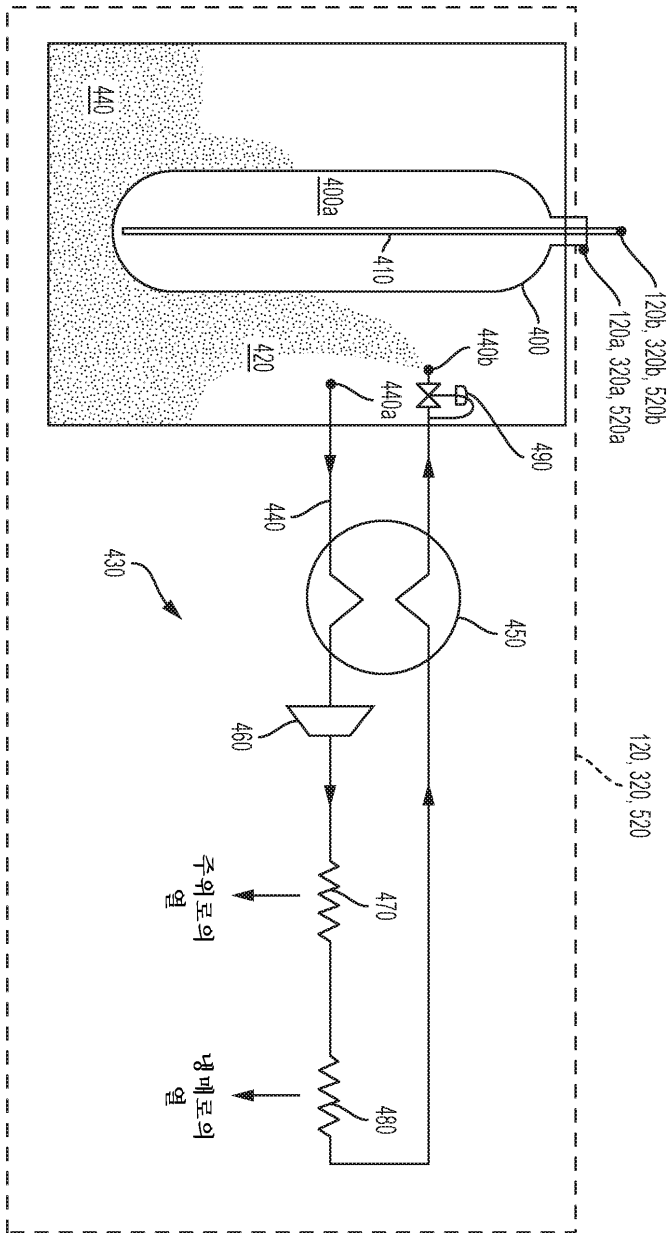
- [0129] 다양한 실시예에 따르면, 유리 섬유 층(970)은 균질하여 유리 섬유가 모든 방향으로 연장된다. 반대로, 탄소 섬유 층(980)은, 탄소 섬유(980)가 주로 도 9에 예시된 대각선 또는 평행 방향으로만 연장되기 때문에 비균질하다. 다양한 실시예에 따르면, 보다 작은 직경의 압력 용기(400)에서, 탄소 섬유는 대각선을 따라서만 권취될 수 있지만, 보다 큰 직경의 압력 용기(400)에서, 탄소 섬유는 완전한 균질 층을 형성할 수 있다. 다양한 실시예에 따르면, 보다 작은 직경의 용기(400)는 5-6개의 탄소 섬유 층을 가질 수 있는 반면, 보다 큰 직경의 용기(400)는 20개 이상의 탄소 섬유 층을 이용할 수 있다.
- [0130] 다양한 실시예에 따르면, 용기(400)에서 유리 섬유: 탄소 섬유의 질량 기반 비율은 적어도 3:1, 4:1, 5:1, 6:1, 7:1, 8:1, 9:1, 10:1, 11:1, 12:1, 13:1, 14:1, 15:1 및/또는 20:1이다.
- [0131] 층(970 및/또는 980)의 권취 후에, 진공은 권취된 층(970 및/또는 980)을 잡아 당겨서 라이너(960)에 대해 층(970 및/또는 980)을 가압하고 라이너(960)와 층(970 및/또는 980) 사이의 틈새 공간을 방지할 수 있다.
- [0132] 이어서, 층(970, 980)에 수지가 도포되어 층(970, 980)을 제자리에 설정하고 보강시킬 수 있다. 다양한 실시예에 따르면, 수지는 주위 온도 경화 수지인데, 이 수지는 그럼에도 불구하고 용기(400)의 설계 작동 온도(예를 들어, 저온 저장 유닛(120, 320, 520)을 이용하는 실시예의 경우 -78.5°C; 저온 저장에 의존하지 않는 실시예의 경우 주위 온도)에서 작동하도록 설계된다.
- [0133] 다양한 비제한적인 대안 실시예에 따르면, 유리 섬유 및/또는 탄소 섬유는 습식 와인딩(wet winding)으로 공지된 프로세스에서 용기(400)에 대한 도포가 생성되기 전에(예를 들어, 섬유의 제조 동안) 수지로 함침될 수 있다.
- [0134] 다양한 실시예에 따르면, 용기(400)를 구성하기 위한 유리 섬유 및 탄소 섬유의 하이브리드 사용은 (탄소 섬유(980)의 비용에 비해) 저렴한 유리 섬유(970)의 비용 이점과 (강도가 보다 낮고, 보다 무거우며, 내피로성이 적은 유리 섬유(970)에 비해) 탄소 섬유(980)의 중량, 강도 및/또는 내피로성 이점의 균형을 이룬다.
- [0135] 다양한 비제한적인 실시예에 따르면, 탄소 섬유의 사용은 유리 섬유와 같이 전도성이 낮은 재료와 비교하여 탄소 섬유에 고유한 개선된 열 전도/소산으로 인해 용기(400)의 화재 안전성을 개선시킨다. 탄소 섬유의 열 전도도는 전도성이 낮은 재료보다 빠르게 배기 안전 밸브(열 구동식)를 트리거할 수 있다.
- [0136] 다양한 규정(예를 들어, EN-12445)에 따르면, 압력 용기의 최대 작동 압력은 용기 재료에 따라 좌우된다. 예를 들어, 강 압력 용기의 파괴 강도는 최대 작동 압력의 1.5 배(즉, 1.5의 안전 계수)가 되도록 요구될 수 있다. 탄소 섬유 압력 용기는 작동 압력에 대해 2.25 내지 3.0의 안전 계수를 요구할 수 있다. 유리 섬유 압력 용기는 3.0 내지 3.65의 안전 계수를 요구할 수 있으며, 이는 제조업자가 유리 섬유 기반 압력 용기에 여분의 두껍고 무거운 유리 섬유 층을 추가하게 할 수 있다. 다양한 실시예에 따르면, 하이브리드 유리 섬유/탄소 섬유 용기(400)는, 용기(400)의 가장 피로-취약한 부분이 통상적으로 코너 대 코너 강도(그러나, 추가적으로 및/또는 대안적으로 다른 방향으로 있을 수 있음)이고, 용기(400)의 해당 부분이 탄소 섬유(980)로 보강되기 때문에, 탄소 섬유의 보다 낮은 안전 계수의 이점을 취할 수 있다.
- [0137] 다양한 실시예에 따르면, 도 8에 도시된 링(850)과 같은 보강 환형 링은 유리 섬유 및/또는 탄소 섬유 층(970, 980)이 추가되기 전, 도중 또는 후에 용기(400)에 추가될 수 있다. 따라서, 보강 링(850)은 용기(400)의 보강 섬유 구조(970, 980)에 일체화될 수 있다. 다양한 실시예에 따르면, 링(850)은 라이너(960)에서 립(rip)의 진행을 중지시킴으로써 용기(400)의 치명적인 파열을 방지하는 경향이 있을 수 있다. 특히, 용기(400)와 같은 원통형상 용기에서의 립은 길이방향을 따라(즉, 용기(400)의 원통형 부분의 축선에 평행하게) 전파되는 경향이 있다. 도 7에 도시된 바와 같이, 보강 링(850)은 통상적인 립 전파 방향에 수직인 방향으로 연장된다. 결과적으로, 링(850)은 라이너(960)에서의 작은 길이방향 립이 대형 및/또는 치명적인 파열로 전파되는 것을 방지하는 경향이 있다.
- [0138] 다양한 실시예에 따르면, 유리 섬유 및/또는 탄소 섬유 층(970, 980)의 권취 동안 반구형 단부/헤드를 지지하는 것을 돕기 위해 보강 링(850)이 유리 섬유 및/또는 탄소 섬유 층(970, 980) 이전에 추가될 수 있다. 보강 링(850)은 또한 지지점을 제공함으로써 원통형 본체의 원형 권취를 용이하게 할 수 있다.
- [0139] 다양한 실시예에 따르면, 금속 보스가 CNG 덩 튜브(800, 810)(또는 다른 커넥터)를 용기(400)의 나머지에 결합하는 데에 사용될 수 있다.

- [0140] 냉동 재킷
- [0141] 도 10은 도 3에 예시된 절연 공간(420)이 용기(400)의 재킷에 통합된 실시예를 예시한다. 도 3에서, 절연 공간(420)은 직사각형 박스형 형상으로 예시되어 있다. 그러나, 도 10에 도시된 바와 같이, 대안적인 절연 공간(1010)은 용기(400)의 윤곽을 따를 수 있다. 절연 공간(1010)은 용기(400)와, 재킷(1030) 내에 둘러싸인 주위 절연 층(1020) 사이에 획정된다. 다양한 실시예에 따르면, 재킷(1030)은 폴리머 또는 금속(예를 들어, 3.5% 니켈강)을 포함한다. 재킷(1030)은, 용기(400)가 누설/파열되는 경우 용기(400)에 대한 충격 보호 및/또는 부분 봉쇄를 제공할 수 있다. 도 10에 도시된 바와 같이, 냉각 시스템(430)은 공간(1010) 내에서 고체 CO₂(440)를 형성한다. 대안적으로, 유사한 냉각 시스템이 공간(1010)으로 액체 CO₂를 전달할 수 있다.
- [0142] 다양한 실시예에 따르면, 링(850)은 용기(400)와 절연재(1020)와 재킷(1030)을 구조적으로 상호 연결할 수 있다. 구멍이 링(850)에 형성되어 냉각수가 공간(1010) 내에서 링(850)을 지나 유동하게 할 수 있다. 대안적으로, 병렬 냉각제 포트(440b, 440a)의 세트는 공간(1010)의 상이한 섹션에 배치될 수 있다.
- [0143] 도 10은 용기(400)를 수평 위치에서 예시한다. 그러나, 용기(400) 및 관련 공간(1010), 절연재(1020), 및 재킷(1030)은 대안적으로 도 3에 도시된 용기(400)의 일반적인 배향을 갖도록 수직으로 배향될 수 있다.
- [0144] 앞서 설명한 실시예는 CNG의 저장 및 운송에 관해 설명되었지만, 앞서 설명된 실시예 중 임의의 실시예는 대안적으로 본 발명의 범주로부터 벗어나지 않고 임의의 다른 적절한 유체(예를 들어, 다른 압축 가스, 다른 연료 가스 등)를 저장 및/또는 운송하는 데에 사용될 수 있다.
- [0145] 달리 언급되지 않는 한, 특정 공간(예를 들어, 용기(400)의 내부) 내의 온도는 (공간의 다른 부분에서 유체의 가변적인 밀도/질량을 고려하지 않고) 공간 내의 체적-가중 평균 온도를 의미한다.
- [0146] 전술한 예시된 실시예는 다양한 실시예의 구조적 및 기능적 원리를 설명하기 위해 제공되며 제한으로 의도되지 않는다. 이와 달리, 본 발명의 원리는 그 임의의 및 모든 변화, 변경 및/또는 대체(예를 들어, 다음의 청구범위의 사상 및 범주 내의 임의의 변경)를 포함하도록 의도된다.

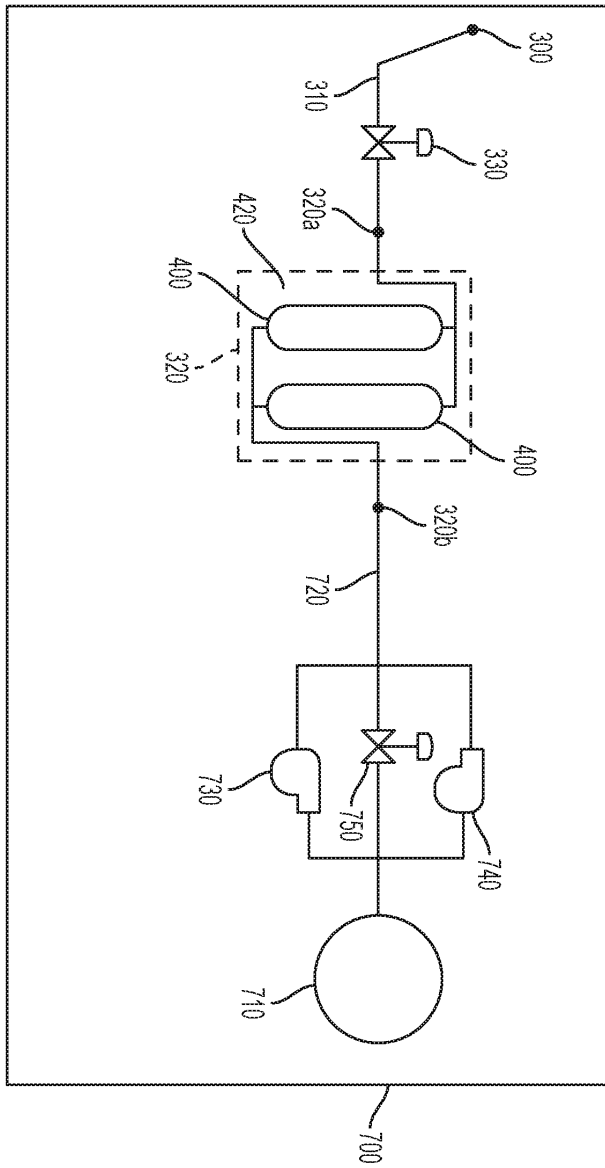
도면2



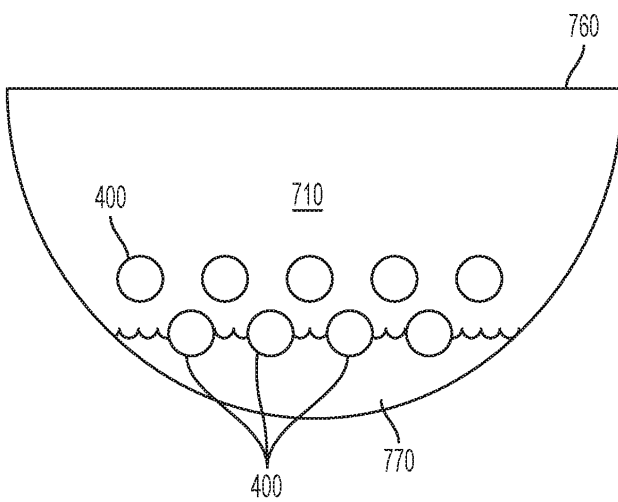
도면3



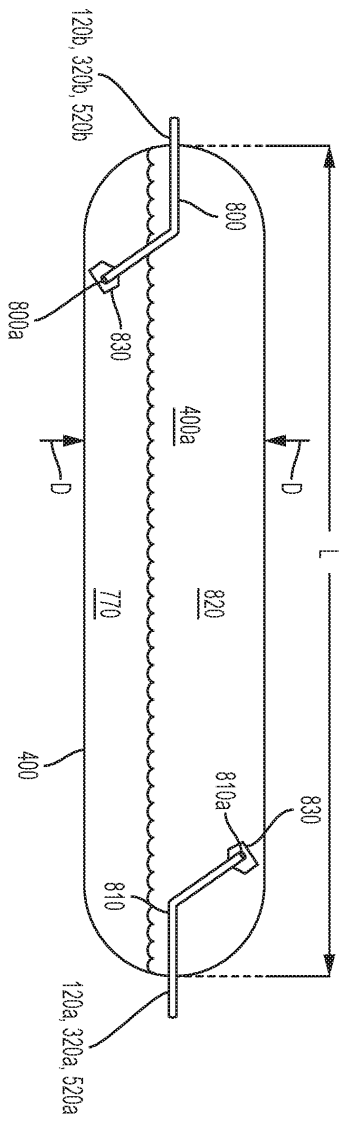
도면4



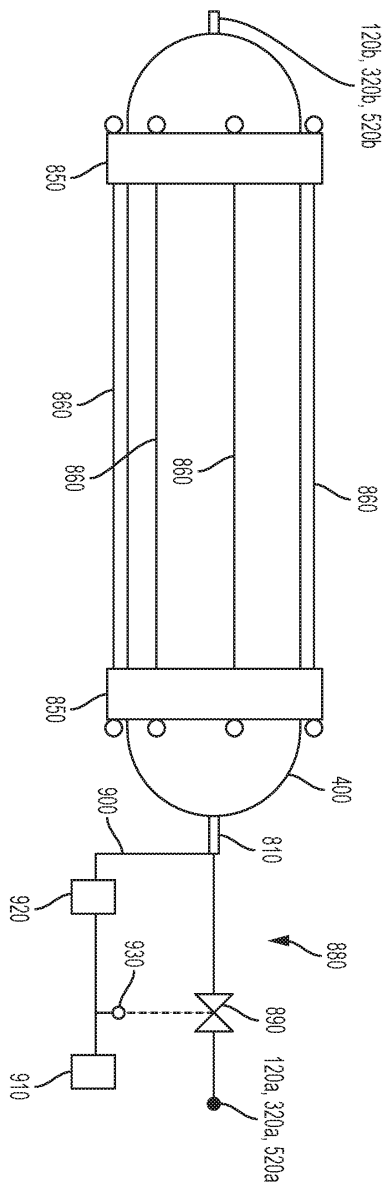
도면5



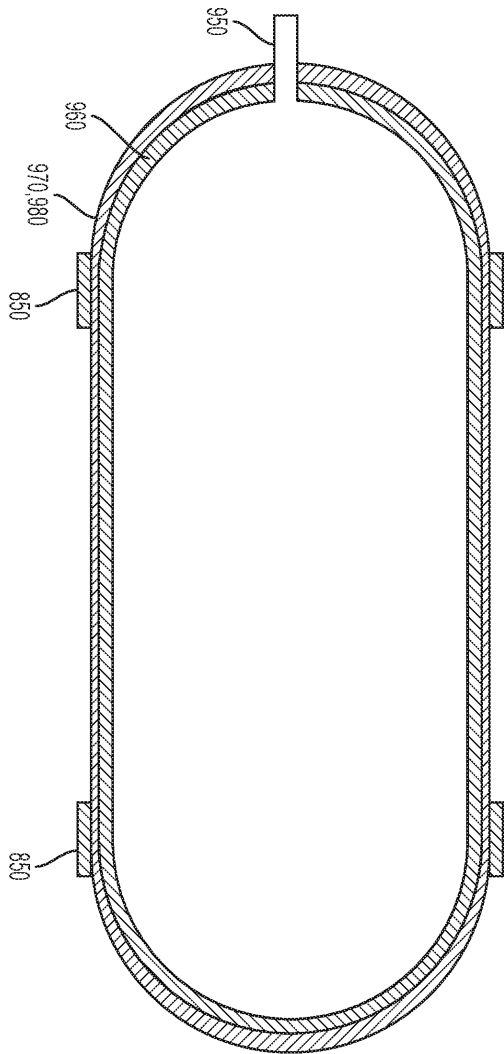
도면6



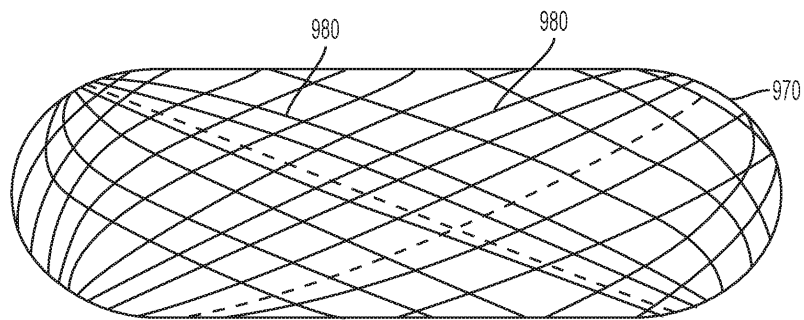
도면7



도면8



도면9



도면10

