

명세서

발명의 명칭: 가스 처리 시스템 및 이를 포함하는 선박

기술분야

- [1] 본 발명은 가스 처리 시스템 및 이를 포함하는 선박에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적으로, 액화석유가스 즉, LPG(Liquefied petroleum gas)는 석유 성분 중 프로판 및 부탄 등 비등점이 낮은 탄화수소를 주성분으로 가스를 상온에서 가압하여 액화한 것이다. 이러한 액화석유가스를 소형의 가벼운 압력용기(보통)에 충전해서 가정용, 업무용, 공업용, 자동차용 등의 연료로 널리 이용하게 된다.
- [3] 액화석유가스는 생산지에서 기체 상태로 추출되며, 액화석유가스 처리 설비를 통해 액화되어 저장되었다가, 액화석유가스 운반선에 의해 액상을 유지하면서 육상으로 수송된 후, 기체 등의 다양한 형태로 수요처에 공급된다.
- [4] 이러한 액화석유가스의 비등점은 약 -50°C 내외이므로, 액화석유가스를 운반하기 위한 액화석유가스 운반선은 이보다 낮은 온도를 유지해야 한다. 따라서 액화석유가스를 보관하는 저장탱크는 저온에 강한 저온강(Low Temperature Carbon Steel 및 Nickel Steel)을 사용하며, 액화석유가스 운반선에는 재액화설비도 마련된다.
- [5] 이러한 액화석유가스 운반선은, 종래의 경우 디젤유를 사용하여 엔진을 가동함으로써 추진력을 발생시켰다. 그런데 디젤유는 선박 추진용 엔진에서 연소하는 과정에서 유해성분인 질소산화물(NO_x), 유황산화물(SO_x), 이산화탄소(CO_2)가 발생하게 되고, 이러한 유해성분이 대기로 방출됨으로써 환경을 오염시키는 문제가 있다.
- [6] 따라서 최근에는 디젤유를 사용하는 경우와 대비할 때 배기의 오염도를 대폭 낮출 수 있도록, 액화석유가스를 이용하여 가동하는 엔진의 개발 및 액화석유가스를 엔진에 공급하는 제반 시스템의 개발이 지속적으로 이루어지고 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 본 발명은 상기와 같은 종래기술의 문제점을 해결하고자 창출된 것으로서, 본 발명의 목적은, 액화석유가스나 암모니아를 이용하여 추진력을 발생시킬 수 있는 가스 처리 시스템 및 이를 포함하는 선박을 제공하기 위한 것이다.

기술적 해결방법

- [8] 본 발명의 일 측면에 따른 가스 처리 시스템은, 중탄화수소 또는 암모니아인 액화가스를 처리하는 시스템으로서, 액화가스를 선박의 추진엔진에 공급할 연료로 저장하는 연료탱크; 상기 연료탱크의 액화가스를 상기 추진엔진에

액상으로 공급하며 고압펌프가 마련되는 액화가스 공급라인; 액화가스를 저장하는 카고탱크에서 발생한 증발가스를 액화시키는 재액화장치; 및 상기 추진엔진에서 배출되는 액상 액화가스를 상기 고압펌프의 상류로 회수하는 액화가스 회수라인을 포함하며, 상기 재액화장치는, 액화된 증발가스를 상기 연료탱크로 전달하여 상기 고압펌프에 의해 상기 추진엔진에 공급되도록 한다.

- [9] 구체적으로, 상기 액화가스 회수라인은, 상기 추진엔진에서 배출되며 윤활유가 섞인 잉여분의 액상 액화가스를 감압하는 감압밸브가 마련되고, 상기 추진엔진의 내부를 거치면서 상기 추진엔진에서 사용되는 윤활유가 혼입된 잉여분의 액상 액화가스를 상기 고압펌프 상류의 상기 액화가스 공급라인으로 전달하여 상기 추진엔진에 재유입되도록 할 수 있다.
- [10] 구체적으로, 상기 액화가스 회수라인은, 상기 감압밸브에 의해 감압된 액화가스를 냉각해 상기 고압펌프에 액상으로 유입되도록 하는 쿨러가 마련될 수 있다.
- [11] 구체적으로, 상기 재액화장치는, 상기 카고탱크에서 배출되는 증발가스를 다단 압축하는 압축기; 압축된 증발가스를 냉매로 냉각하여 액화시키는 응축기; 및 상기 응축기에서 액화된 증발가스 중 일부와 나머지를 상호 열교환시키며, 열교환에 의해 발생한 증발가스를 상기 압축기에 전달하는 인터쿨러를 포함할 수 있다.
- [12] 구체적으로, 상기 재액화장치는, 상기 응축기에서 액화된 증발가스를 기액분리하는 기액분리기를 더 포함하며, 상기 기액분리기에서 분리된 액상을 상기 인터쿨러를 경유해 상기 카고탱크로 전달하는 재액화 모드 및 상기 기액분리기에서 분리된 액상을 상기 연료탱크로 전달하여 상기 추진엔진에 공급되도록 하는 연료공급 모드 중 적어도 어느 하나로 작동할 수 있다.
- [13] 구체적으로, 상기 재액화장치는, 상기 카고탱크에서 배출되는 증발가스를 다단 압축하는 압축기; 압축된 증발가스를 냉각하여 액화시키는 응축기; 및 상기 카고탱크에서 상기 압축기로 전달되는 증발가스와, 상기 응축기에서 액화된 증발가스를 열교환시키는 증발가스 열교환기를 포함할 수 있다.
- [14] 구체적으로, 상기 재액화장치는, 상기 응축기에서 액화된 증발가스를 기액분리하는 기액분리기를 더 포함하며, 상기 기액분리기에서 분리된 액상을 상기 증발가스 열교환기를 경유해 상기 카고탱크로 전달하는 재액화 모드 및 상기 기액분리기에서 분리된 액상을 상기 연료탱크로 전달하여 상기 추진엔진에 공급되도록 하는 연료공급 모드 중 적어도 어느 하나로 작동할 수 있다.
- [15] 본 발명의 다른 측면에 따른 가스 처리 시스템은, 중탄화수소 또는 암모니아인 액화가스를 처리하는 시스템으로서, 카고탱크에 저장된 액화가스를 상기 추진엔진에 액상으로 공급하며 고압펌프가 마련되는 액화가스 공급라인; 상기 카고탱크에서 발생한 증발가스를 액화시켜 상기 고압펌프로 전달되도록 하는 재액화장치; 및 상기 추진엔진에서 배출되는 액상 액화가스를 상기 고압펌프의

상류로 회수하는 액화가스 회수라인을 포함하며, 상기 재액화장치는, 증발가스를 냉매로 냉각하여 액화시키는 응축기; 및 상기 응축기에서 액화된 증발가스를 임시 저장하는 버퍼를 포함하며, 상기 냉매의 온도에 따라 상기 버퍼로부터 상기 고압펌프로 전달되는 증발가스의 압력 변동을 대비하여, 적어도 일부의 증발가스가 상기 응축기를 우회하여 상기 버퍼로 공급되도록 하는 바이패스 라인을 갖는다.

- [16] 구체적으로, 상기 액화가스 회수라인은, 상기 추진엔진에서 배출되며 윤활유가 섞인 잉여분의 액상 액화가스를 감압하는 감압밸브가 마련되고, 상기 추진엔진의 내부를 거치면서 상기 추진엔진에서 사용되는 윤활유가 혼입된 잉여분의 액상 액화가스를 상기 고압펌프 상류의 상기 액화가스 공급라인으로 전달하여 상기 추진엔진에 재유입되도록 할 수 있다.
- [17] 구체적으로, 상기 액화가스 회수라인은, 상기 감압밸브에 의해 감압된 액화가스를 냉각해 상기 고압펌프에 액상으로 유입되도록 하는 쿨러가 마련될 수 있다.
- [18] 구체적으로, 상기 버퍼는, 상기 응축기에서 액화된 증발가스를 기액분리하는 기액분리기일 수 있다.
- [19] 구체적으로, 상기 재액화장치는, 액화된 증발가스를 상기 카고탱크와 상기 고압펌프 사이의 상기 액화가스 공급라인으로 전달할 수 있다.
- [20] 구체적으로, 상기 재액화장치는, 상기 카고탱크에서 배출되는 증발가스를 다단 압축하는 압축기; 및 상기 응축기에서 액화된 증발가스 중 일부와 나머지를 상호 열교환시키며, 열교환에 의해 발생한 증발가스를 상기 압축기에 전달하는 인터쿨러를 포함할 수 있다.
- [21] 구체적으로, 상기 재액화장치는, 상기 기액분리기에서 분리된 액상을 상기 인터쿨러를 경유해 상기 카고탱크로 전달하는 재액화 모드 및 상기 기액분리기에서 분리된 액상을 상기 고압펌프 상류의 상기 액화가스 공급라인으로 전달하여 상기 추진엔진에 공급되도록 하는 연료공급 모드 중 적어도 어느 하나로 작동할 수 있다.
- [22] 본 발명에 따른 선박은, 상기 가스 처리 시스템을 갖는 액화가스 운반선이다.

발명의 효과

- [23] 본 발명에 따른 가스 처리 시스템 및 이를 포함하는 선박은, 디젤유만을 사용하던 종래의 시스템을 벗어나서, 액화석유가스나 암모니아를 추진 연료로 사용할 수 있도록 하여 환경 오염을 저감하고 에너지 효율을 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [24] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 가스 처리 시스템의 개념도이다.
- [25] 도 2는 본 발명의 제2 실시예에 따른 가스 처리 시스템의 개념도이다.
- [26] 도 3은 본 발명의 제3 실시예에 따른 가스 처리 시스템의 개념도이다.
- [27] 도 4는 본 발명의 제4 실시예에 따른 가스 처리 시스템의 개념도이다.

- [28] 도 5는 본 발명의 제5 실시예에 따른 가스 처리 시스템의 개념도이다.
[29] 도 6은 본 발명의 제6 실시예에 따른 가스 처리 시스템의 개념도이다.
[30] 도 7은 본 발명의 제7 실시예에 따른 가스 처리 시스템의 개념도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [31] 본 발명의 목적, 특정한 장점들 및 신규한 특징들은 첨부된 도면들과 연관되는 이하의 상세한 설명과 바람직한 실시예로부터 더욱 명백해질 것이다. 본 명세서에서 각 도면의 구성요소들에 참조번호를 부가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 한해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 번호를 가지도록 하고 있음에 유의하여야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명은 생략한다.
- [32] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 참고로 본 명세서에서 액화가스는 중탄화수소로서 LPG(프로판, 부탄 등)이거나 또는 암모니아 등일 수 있지만, 이로 한정하지 않고 비등점이 상온보다 낮으며 발열량을 갖는 모든 물질을 포괄할 수 있다.
- [33] 또한 본 명세서에서 액화가스/증발가스는, 명칭으로 인하여 액상 또는 기상으로 반드시 한정되는 것은 아님을 알려둔다.
- [34] 본 발명은 이하에서 설명하는 가스 처리 시스템이 구비되는 선박을 포함한다. 이때 선박은 가스 운반선, 가스가 아닌 화물이나 사람을 운반하는 상선, FSRU, FPSO, Bunkering vessel, 해양플랜트 등을 모두 포함하는 개념이며, 다만 예시로서 액화가스 운반선일 수 있음을 알려둔다.
- [35] 본 발명의 도면에 도시하지 않았으나, 압력센서(PT), 온도센서(TT) 등이 제한 없이 적절한 위치에 구비될 수 있음은 물론이며, 각 센서에 의한 측정값은 이하에서 설명하는 구성들의 운영에 제한 없이 다양하게 사용될 수 있다.
- [36] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 가스 처리 시스템의 개념도이다.
- [37] 도 1을 참조하면, 본 발명의 제1 실시예에 따른 가스 처리 시스템(1)은, 가스 저장부, 연료 공급부(20), 재액화부(30), 연료 회수부(40)를 포함한다.
- [38] 가스 저장부는, 액화가스를 저장하는 구성으로서 카고탱크(10), 연료탱크(12) 등을 포함한다.
- [39] 카고탱크(10)는, 액화가스 운반선인 선박의 선내에 마련되는 복수 개의 화물용 탱크이다. 물론 선박이 가스 운반선 외의 선종일 경우에는 선내 또는 선외 등에 별도로 추가되는 탱크나 용기 등일 수 있다.
- [40] 카고탱크(10)는 대기압에서 액화가스를 저온 액상으로 저장하는 탱크이며, 액화가스의 기화를 방지하기 위하여 벽체에 다양한 단열 구조가 부가될 수 있다. 또한 카고탱크(10)는 멤브레인형 탱크이거나 독립형 탱크 등일 수 있으며, 그 형태나 제원 등은 한정되지 않는다.
- [41] 카고탱크(10)에서 후술할 연료탱크(12)로 액화가스 전달라인(L21)이 구비될 수

있고, 액화가스 전달라인(L21)을 통해 카고탱크(10)의 액화가스가 연료탱크(12)로 전달된다. 연료탱크(12)로 전달된 액화가스는 추진엔진(E)의 연료로 사용된다.

- [42] 참고로 본 명세서에서 추진엔진(E)은 선박을 추진하기 위한 구성이면 족하며, 엔진이 아닌 터빈, 연료전지 등과 같이 액화가스를 소비하여 직간접적으로 추진력을 발생시킬 수 있는 모든 구성으로 해석 가능하다. 또한 본 명세서에서 추진엔진(E)은 추진을 위한 엔진과 발전용 엔진, 가스연소장치 등의 모든 가스 수요처를 포괄하는 용어로 사용될 수 있다.
- [43] 카고탱크(10)에는 이송펌프(11)가 할당될 수 있고, 이송펌프(11)에는 액화가스 전달라인(L21)이 연결될 수 있다. 이송펌프(11)는 카고탱크(10)의 내부에 마련될 수 있으며, 액화가스에 잠겨있는 submerged type으로 마련될 수 있다.
- [44] 이송펌프(11)는 복수 개의 카고탱크(10) 중 일부에 마련될 수 있다. 카고탱크(10)는 기본적으로 화물 운송을 목적으로 하는 것으로서, 화물의 언로딩(unloading)을 위한 카고펌프(하역펌프, 스트리핑펌프 등, 도시하지 않음)가 각 카고탱크(10)마다 적어도 2개 마련되는데, 적어도 어느 하나의 카고탱크(10)는 내부에 저장된 액화가스를 추진엔진(E)(ME-LGI) 등의 연료로 사용하기 위해, 카고펌프에 더하여 이송펌프(11)가 추가될 수 있다.
- [45] 일례로 카고탱크(10)가 선박의 길이 방향으로 나란하게 4개가 마련될 때, 추진엔진(E)이 수용된 엔진룸에 근접한 4번 카고탱크(10)에 저장된 액화가스가 연료탱크(12)로 전달된 후 추진엔진(E)의 연료로 사용될 수 있고, 이를 위해 4번 카고탱크(10)에만 이송펌프(11)가 마련될 수 있다.
- [46] 카고탱크(10)에 저장된 액화가스는 외부 열침투에 의하여 자연 증발하게 되므로, 카고탱크(10)에는 증발가스가 발생한다. 카고탱크(10)에는 증발가스를 배출하는 증발가스 배출라인(L10)이 마련될 수 있다. 카고탱크(10)에서 배출되는 증발가스는 액화되어 리턴되거나 추진엔진(E)의 연료로 사용될 수 있는데, 이에 대해서는 이하 재액화부(30)를 서술하는 부분에서 자세히 설명한다.
- [47] 카고탱크(10)는, 중탄화수소를 주성분으로 하는 액화가스들(프로판, 부탄, 프로필렌 등) 중에서 적어도 2종의 액화가스를 각각 저장하기 위하여 복수 개로 마련될 수 있다. 즉 카고탱크(10)는 제1 종의 액화가스를 저장하는 제1 카고탱크(10)와, 제2 종의 액화가스를 저장하는 제2 카고탱크(10)를 포함할 수 있으며, 일례로 제1 카고탱크(10)는 프로판, 제2 카고탱크(10)는 부탄 등을 저장할 수 있다.
- [48] 카고탱크(10)의 증발가스는, 후술할 재액화부(30)의 응축기(32)를 통해 액화되는데, 액화된 증발가스가 카고탱크(10)로 리턴되도록 구성할 경우, 응축기(32)는 적어도 카고탱크(10)에 저장되는 액화가스의 종류만큼 구비될 수 있다(추가로 백업용이 마련될 수 있음).
- [49] 즉 카고탱크(10)가 2종의 액화가스를 저장하는 경우, 응축기(32)는 적어도 3개가 마련되는 것이 바람직하다. 또한 응축기(32)에 대응하여 압축기(31)가

세트로 마련되므로, 압축기(31) 또한 응축기(32)의 수에 맞게 다수 구비될 수 있다.

- [50] 다만 본 실시예는, 응축기(32)에 의해 액화된 증발가스를 카고탱크(10)로 리턴하지 않고 연료탱크(12) 등으로 전달할 수도 있도록 함으로써, 카고탱크(10)가 2종 이상의 액화가스를 저장하도록 마련되더라도 응축기(32)의 설치 대수(또는 가동 대수)를 액화가스의 종류 수 이하로 줄일 수 있다.
- [51] 즉 카고탱크(10)의 증발가스는 증발가스 배출라인(L10)을 통해 응축기(32)로 전달되어 응축기(32)에서 냉매 열교환에 의해 액화될 수 있으며, 액화된 증발가스는 연료탱크(12)를 거쳐 후술하는 고압펌프(22)로 전달되고, 카고탱크(10)로 리턴되지 않을 수 있다(연료공급 모드).
- [52] 연료탱크(12)는, 액화가스를 추진엔진(E)에 공급할 연료로 저장한다. 연료탱크(12)는 대기압으로 액화가스를 대량 저장하는 독립형(SPB타입, MOSS타입)이나 멤브레인형인 카고탱크(10)와 동일하거나 또는 상이한 타입일 수 있고, 고압으로 액화가스를 저장하는 독립형(Type C, 압력용기타입)일 수 있다.
- [53] 이때 연료탱크(12)는 액화가스를 임계압력 이상으로 저장하거나(일례로 18bar 내외), 또는 임계압력 미만으로 저장할 수 있으며(일례로 8bar 내외), 액화가스의 기화 방지를 위해 벽체의 내부 또는 외부 중 적어도 일측에 단열구조가 마련될 수 있다.
- [54] 연료탱크(12)는 선박에서 상갑판 상에 탑재될 수 있고, 새들(saddle)을 통해 상갑판에 지지되도록 마련된다. 연료탱크(12)는 상갑판에서 카고탱크(10)의 액화가스 로딩/연료딩을 위한 구성들(매니폴드 등)과 간섭되지 않으면서, 선박의 항해 시 시야(visibility)를 가리지 않는 위치에 배치될 수 있다. 일례로 연료탱크(12)는 상갑판에서 선수 측의 좌현 또는 우현에 마련될 수 있다. 이 경우 연료탱크(12)는 데크탱크(deck tank)로 지칭될 수 있다.
- [55] 연료탱크(12)는 카고탱크(10)와 추진엔진(E) 사이에서 액화가스를 임시로 저장해두는 구성일 수 있으며, 또한 연료탱크(12)는 내부에 저장된 액화가스를 이용하여 카고탱크(10)에서 발생한 증발가스를 응축시키는 기능을 갖는 구성일 수도 있다.
- [56] 즉 연료탱크(12)는, 내부에 저장된 액화가스를 이용하여 카고탱크(10)에서 발생한 증발가스를 전달받아 응축시키는 재응축기(32)로 사용될 수도 있다. 이를 위해 카고탱크(10)에서 연장된 증발가스 배출라인(L10)에는, 응축기(32)의 상류에서 연료탱크(12)를 향해 분기되는 증발가스 분기라인(도시하지 않음)이 마련될 수 있다.
- [57] 카고탱크(10)에서 연료탱크(12)로는 앞서 설명한 액화가스 전달라인(L21)이 연결되며, 카고탱크(10) 내에 침지된 이송펌프(11)에 의해 액화가스가 연료탱크(12)로 전달될 수 있다. 연료탱크(12)에 저장된 액화가스는 선박의 운항 상태 등을 고려하여 적절한 레벨/압력으로 관리될 수 있다.

- [58] 반대로 연료탱크(12)에서 카고탱크(10)로 액화가스가 리턴되는 것도 가능하겠지만, 이는 연료탱크(12)에 저장된 액화가스가 카고탱크(10)의 액화가스에 저장된 액화가스의 조성과 동일한 경우로 제한될 수 있다.
- [59] 연료탱크(12)에 저장된 액화가스는 후술할 연료 공급부(20)의 저압펌프(21)를 통해 연료탱크(12)로부터 추진엔진(E)으로 전달될 수 있다. 연료탱크(12)에서 추진엔진(E)까지 액화가스 공급라인(L20)이 마련될 수 있다. 즉 카고탱크(10)에서 연료탱크(12)까지는 액화가스 전달라인(L21)이 구비되고, 연료탱크(12)에서 추진엔진(E)까지는 액화가스 공급라인(L20)이 구비된다.
- [60] 물론 액화가스 공급라인(L20)은 카고탱크(10)에서 연료탱크(12)를 우회하여 추진엔진(E)으로 액화가스가 공급되도록 마련될 수도 있으며, 이 경우 액화가스 공급라인(L20)은 카고탱크(10) 및/또는 연료탱크(12)의 액화가스를 추진엔진(E)으로 전달할 수 있다.
- [61] 연료 공급부(20)는, 액화가스를 추진엔진(E)에 공급하여 추진엔진(E)이 가동되도록 한다. 연료 공급부(20)는 저압펌프(21), 고압펌프(22), 열교환기(23) 등을 포함하며, 적절한 위치에 필터(부호 도시하지 않음)가 마련될 수도 있다.
- [62] 저압펌프(21)는, 연료탱크(12)의 액화가스를 추진엔진(E)으로 전달한다. 저압펌프(21)는 연료탱크(12) 내부 또는 외부에 마련될 수 있으며, 연료탱크(12)에서 추진엔진(E)으로 연결되는 액화가스 공급라인(L20) 상에 구비될 수 있다.
- [63] 저압펌프(21)는, 추진엔진(E)의 요구압력보다 낮은 압력으로 액화가스를 가압할 수 있다. 구체적으로 저압펌프(21)는 하류에 배치되는 고압펌프(22)의 흡입압력(일례로 20bar)에 맞게 액화가스를 가압할 수 있다. 즉 저압펌프(21)는 연료탱크(12)의 내압과 고압펌프(22)의 흡입압력 간의 차압만큼 액화가스의 압력을 높인다.
- [64] 다만 연료탱크(12)의 저장 압력이 고압펌프(22)의 흡입압력에 상응할 경우, 저압펌프(21)는 생략될 수도 있다.
- [65] 액화가스 공급라인(L20)에서 저압펌프(21)의 하류에는, 액화가스 리턴라인(도시하지 않음)이 마련될 수 있다. 액화가스 리턴라인은 저압펌프(21)를 통해 추진엔진(E)으로 전달되는 유량이 추진엔진(E)의 요구유량을 넘어설 경우, 잉여분의 액화가스를 연료탱크(12)로 회수하는 역할을 할 수 있다.
- [66] 또는 액화가스 리턴라인은, 연료탱크(12)에서 배출된 후 저압펌프(21)에 의해 가압된 액화가스가 연료탱크(12) 내로 재유입되도록 함으로써, 연료탱크(12)의 내압을 높여주는 기능을 구현하도록 할 수 있다. 따라서 연료탱크(12)는 내압을 높게 유지하여 연료탱크(12) 내에서의 증발가스의 발생을 최소화할 수 있다.
- [67] 고압펌프(22)는, 연료탱크(12)의 액화가스를 추진엔진(E)의 요구압력에 대응하여 가압해 추진엔진(E)으로 전달한다. 추진엔진(E)이 요구하는 압력은 20 내지 50bar일 수 있지만, 추진엔진(E)의 제원에 따라 달라질 수 있다.

- [68] 고압펌프(22)는 연료탱크(12)에서 추진엔진(E)으로 연장되는 액화가스 공급라인(L20) 상에 마련된다. 고압펌프(22)의 타입은 특별히 한정하지 않으며, 또한 고압펌프(22)는 도면에 나타난 것과 같이 복수 개가 서로 백업 가능하게 병렬로 마련될 수 있다.
- [69] 고압펌프(22)는 도면과 같이 후술할 열교환기(23)의 상류에 마련되거나, 또는 도면과 달리 열교환기(23)의 하류에 마련될 수도 있다. 후자의 경우 고압펌프(22)는 열교환기(23)에 의해 온도가 조절된 액화가스를 추진엔진(E)이 요구하는 압력으로 가압할 수 있다.
- [70] 고압펌프(22)의 액화가스 가압 과정에서 캐비테이션(cavitation)의 발생을 억제하기 위해, 고압펌프(22)에는 액화가스가 액상으로 유입될 수 있다. 열교환기(23)가 고압펌프(22)의 상류에 마련될 경우, 열교환기(23)는 위 사항을 고려해 액화가스의 온도를 제어할 수 있다.
- [71] 고압펌프(22)에 흡입되는 액화가스의 압력은, 저압펌프(21)에 의하여 토출되는 액화가스의 압력에 대응될 수 있다. 또한 추진엔진(E)에서 회수되는 액화가스의 압력에도 대응될 수 있다.
- [72] 고압펌프(22)의 하류에는 불순물을 걸러내기 위한 필터(부호 도시하지 않음)가 마련될 수 있는데, 필터는 도면에서와 같이 저압펌프(21)의 상류 등에도 추가로 마련될 수 있다.
- [73] 또한 액화가스 공급라인(L20)에서 고압펌프(22)의 하류에는 연료공급밸브(도시하지 않음)가 마련될 수 있으며, 이때 연료공급밸브와, 액화가스 회수라인(L30)에 구비된 감압밸브(도시하지 않음)는, 하나의 트레인으로 구성되어 FVT(fuel valve train)로 지칭될 수 있다.
- [74] 고압펌프(22)의 하류의 액화가스 공급라인(L20)에는, 후술할 연료 회수부(40)의 액화가스 회수라인(L30)으로 연결되는 액화가스 순환라인(L22)이 마련될 수 있다. 고압펌프(22)에서 토출된 액화가스는 액화가스 순환라인(L22)을 따라 액화가스 회수라인(L30)으로 전달되어, 다시 고압펌프(22)로 순환된다.
- [75] 고압펌프(22)는 가동 안정성 등을 위하여 최소 요구유량이 설정된다. 이를 minimum flow라고 하며, 가동 시 고압펌프(22)에는 최소 요구유량을 만족하는 액화가스가 유입되는 것이 바람직하다.
- [76] 그런데 고압펌프(22) 하류의 추진엔진(E) 등에서의 소비량이 고압펌프(22)의 최소 요구유량을 만족하지 못하는 경우가 있다. 일례로 고압펌프(22)는 가동 중인 상황에서 추진엔진(E)이 저부하로 가동하거나 가동을 정지한 경우 등이 그러하다.
- [77] 이때 본 실시예는 고압펌프(22)의 안정적인 가동을 위하여, 추진엔진(E)의 요구유량이 고압펌프(22)의 최소 요구유량에 못미치더라도, 고압펌프(22)에는 최소 요구유량 이상의 액화가스가 유입되도록 하기 위해, 액화가스를 순환시킬 수 있다.
- [78] 즉 고압펌프(22)의 최소 요구유량이 100이고 추진엔진(E)의 요구유량이

80이면, 20의 액화가스는 고압펌프(22)의 하류에서 액화가스 순환라인(L22), 액화가스 회수라인(L30)을 거쳐 고압펌프(22)로 순환될 수 있다.

- [79] 따라서 액화가스 순환라인(L22)은 추진엔진(E)의 요구유량이 고압펌프(22)의 최소 요구유량 이하일 때, 고압펌프(22)의 최소 요구유량 대비 추진엔진(E)의 요구유량을 제외한 유량 이상을 순환시켜서, 고압펌프(22)의 최소 요구유량을 보장할 수 있다.
- [80] 열교환기(23)는, 저압펌프(21)의 하류에 마련되어 액화가스의 온도를 변화시킨다. 열교환기(23)는 액화가스의 온도를 상승시킬 수 있고 또는 낮출 수도 있으므로, fuel conditioner로 지칭될 수도 있다.
- [81] 일례로 본 실시예의 초기 가동 시에는, 추진엔진(E)으로부터 회수되는 고온 액화가스의 유량이 많기 때문에, 열교환기(23)는 액화가스의 온도를 낮출 수 있으며, 안정 가동에 접어들 경우 열교환기(23)는 액화가스의 온도를 높일 수 있다.
- [82] 열교환기(23)는 도면에서와 같이 고압펌프(22) 하류에 마련될 수 있지만, 또는 도면과 달리 열교환기(23)는 고압펌프(22)의 상류에 마련될 수도 있다. 후자의 경우 열교환기(23)는 고압펌프(22)에 기상 액화가스가 유입되지 않도록, 액화가스의 비등점 이하로 액화가스의 온도를 조절할 수 있다.
- [83] 열교환기(23)는, 다양한 열교환 매체를 이용하여 액화가스와의 열교환을 구현할 수 있으며, 일례로 열교환 매체는 해수, 청수, 글리콜워터, 배기 등일 수 있지만, 이로 한정되는 것은 아니다.
- [84] 재액화부(30)는, 카고탱크(10)에서 발생하는 증발가스를 액화시킨다. 재액화부(30)는 하나의 스킴드 상에 여러 구성이 배치되는 모듈로서 이루어져서 재액화장치를 구성할 수 있으며, 재액화부(30)는 복수의 재액화장치를 포함할 수 있다. 다만 도면에서는 편의상 1대의 재액화장치만 도시하였다.
- [85] 이러한 재액화장치는 압축기(31), 응축기(32), 기액분리기(33), 인터쿨러(34), 애프터쿨러(35)를 포함한다. 이때 압축기(31), 애프터쿨러(35), 응축기(32) 및 기액분리기(33)는 증발가스 배출라인(L10) 상에 차례대로 직렬 배치될 수 있으며, 인터쿨러(34)는 기액분리기(33)에서 카고탱크(10)로 연결되는 증발가스 리턴라인(L11) 상에 마련될 수 있다.
- [86] 압축기(31)는, 카고탱크(10)에서 배출되는 증발가스를 압축한다. 압축기(31)는 압축에 의하여 증발가스의 비등점이 상승하도록 할 수 있으며, 이를 통해 이하 설명하는 응축기(32)에서의 액화 효율을 높일 수 있다.
- [87] 압축기(31)는 다단으로 구성될 수 있고, 도면에서와 같이 3단으로 구성되거나 또는 이외의 다양한 단수로 마련될 수 있다. 또한 압축기(31)는 증발가스 배출라인(L10) 상에 병렬로 구비되어 서로 백업 가능하게 구비될 수 있다.
- [88] 압축기(31)는 압축된 증발가스가 액화될 수 있도록 응축기(32)로 전달하거나, 액화가스가 적정량 채워져 있는 연료탱크(12)로 전달할 수 있다. 전자의 경우 응축기(32)에서 액화된 증발가스는 연료탱크(12)로 공급되며, 후자의 경우

- 고압의 증발가스가 연료탱크(12)에 직접 주입되고 연료탱크(12) 내의 액화가스에 의해 냉각되어 액화될 수 있다.
- [89] 압축기(31) 상류에는 드럼(도시하지 않음)이 구비될 수 있다. 드럼은 카고탱크(10)에서 배출된 증발가스 중 액적을 걸러내기 위한 기액분리 구성으로서, 액적은 카고탱크(10)로 리턴되도록 마련될 수 있다.
- [90] 드럼은 압축기(31)로 액적이 유입되지 않도록 하여 압축기(31)를 보호할 수 있으며, 압축기(31)의 타입에 따라 드럼은 생략 가능하다.
- [91] 응축기(32)는, 카고탱크(10)에서 발생한 증발가스를 액화시킨다. 증발가스의 액화는 냉매를 이용할 수 있고, 냉매는 글리콜워터, 질소 또는 해수 등일 수 있지만, 이하 본 명세서에서 응축기(32)의 냉매는 해수인 것으로 가정하여 설명한다.
- [92] 응축기(32)는 압축기(31)에서 압축된 증발가스가 유입되는 증발가스 스트림과, 증발가스와 열교환하기 위한 냉매가 유동하는 냉매 스트림을 포함하는 2 stream 구조를 가질 수 있다.
- [93] 이러한 응축기(32)는 Shell&Tube, PCHE 등 그 타입이 제한되지 않으며, 냉매가 저장된 하우징 내에 증발가스가 열교환하기 위해 지나가는 bath type 도 가능하다.
- [94] 카고탱크(10)는 앞서 설명한 바와 같이 적어도 2종의 액화가스를 각각 저장하기 위해 복수 개로 마련될 수 있는데, 응축기(32)는 서로 다른 종류의 증발가스를 모두 액화하도록 마련될 수 있다.
- [95] 서로 다른 종류의 액화가스를 저장하는 복수 개의 카고탱크(10)를 구비할 경우, 액화가스의 종류에 대응하여 복수의 응축기(32)를 구비할 수 있다. 또는 앞서 언급한 바와 같이, 본 실시예는 서로 다른 종류의 증발가스가 하나의 응축기(32)에 통합 전달되도록 하여, 응축기(32)의 설치 대수(또는 가동 대수)를 줄일 수 있다.
- [96] 이는 본 실시예의 재액화장치가, 액화된 증발가스를 카고탱크(10)가 아닌 연료탱크(12)로 전달하여 추진엔진(E)에 소비되도록 하는 작동(연료공급 모드)이 가능하기 때문이다.
- [97] 물론 응축기(32)에서 액화된 증발가스가 카고탱크(10)로 리턴되더라도 카고탱크(10) 내에서의 조성 오염이 발생하지 않는 경우라면, 재액화장치는 액화된 증발가스를 카고탱크(10)로 전달하는 재액화 모드로 가동할 수도 있다.
- [98] 기액분리기(33)는, 응축기(32)에서 액화된 증발가스를 임시 저장한다. 기액분리기(33)는 버퍼의 기능을 갖도록 용기 형태 또는 관이 부분적으로 확장된 형태 등을 가질 수 있다.
- [99] 기액분리기(33)는 액화된 증발가스를 기상과 액상으로 분리한 후, 액상을 카고탱크(10)나 연료탱크(12) 등으로 전달할 수 있다. 기액분리기(33)는 액상만 카고탱크(10) 등으로 전달하고 기상은 내부에 수용할 수 있으며, 일정 수준의 내압을 유지하도록 함으로써 증발가스의 기화를 방지할 수 있다.

- [100] 앞서 언급한 바와 같이 재액화장치는 액화가스의 조성 혼합을 방지하기 위해(또는 증발가스를 추진엔진(E)에 공급하기 위해), 액화된 증발가스를 카고탱크(10)가 아닌 연료탱크(12)로 전달하는 연료공급 모드로 작동할 수 있는데, 이를 위해 기액분리기(33)는 액상을 연료탱크(12)로 전달하는 증발가스 전달라인(L12)이 마련될 수 있다.
- [101] 또는 재액화장치가 재액화 모드로 가동하기 위해, 기액분리기(33)에서 카고탱크(10)를 향해 증발가스 리턴라인(L11)이 마련될 수 있고, 증발가스 리턴라인(L11) 상에는 인터쿨러(34)가 구비될 수 있다.
- [102] 따라서 재액화장치는, 기액분리기(33)에서 분리된 액상을 인터쿨러(34)를 경유해 카고탱크(10)로 전달하는 재액화 모드, 및/또는 기액분리기(33)에서 분리된 액상을 연료탱크(12)로 전달하여 추진엔진(E)에 공급되도록 하는 연료공급 모드 중 적어도 어느 하나로 작동할 수 있다.
- [103] 즉 재액화장치는 재액화 모드와 연료공급 모드가 복합된 모드로 작동하는 것도 가능하다. 복합 모드의 경우 기액분리기(33)에서 분리된 액상은 일부가 카고탱크(10)로 전달되고 나머지가 연료탱크(12)로 전달되며, 액상이 연료탱크(12)로 분기되는 유량은 추진엔진(E)의 부하에 따라 제어될 수 있다.
- [104] 인터쿨러(34)는, 응축기(32)에서 액화된 증발가스 중 일부와 나머지를 상호 열교환시키며, 응축기(32)로부터 유입된 증발가스 중 열교환에 의해 발생한 기상 증발가스를 압축기(31)에 전달한다.
- [105] 인터쿨러(34)는 복수 단으로 구성되는 압축기(31)의 중간단에서 증발가스를 냉각하기 위해 사용된다. 증발가스는 압축기(31)에 의해 압축되면 압축열로 인하여 승온되는데, 이 경우 압축기(31) 부하가 증가하는 문제가 있다. 따라서 본 실시예는 중간 냉각을 위해 인터쿨러(34)를 사용할 수 있다.
- [106] 구체적으로 인터쿨러(34)는, 응축기(32)에서 액화된 증발가스 중 일부를 저장하는 용기 형태로 마련되고, 내부에 저장된 증발가스를 응축기(32)에서 액화된 증발가스 중 나머지(카고탱크(10)로 전달되는 유량)를 냉각하는 냉매로 사용한다.
- [107] 이를 위해 증발가스 리턴라인(L11)은 인터쿨러(34) 상류에서 분기되어, 일측은 인터쿨러(34) 내로 증발가스를 전달하고, 타측은 인터쿨러(34)에 저장된 증발가스와 열교환하기 위해 인터쿨러(34) 내부를 경유한 뒤 카고탱크(10)로 연결된다.
- [108] 즉 인터쿨러(34)는, 응축기(32)에서 카고탱크(10)로 전달되는 증발가스를, 응축기(32)로부터 전달받아 내부에 저장하고 있는 증발가스와 열교환하여, 카고탱크(10)로 전달되는 증발가스를 충분히 액화시킬 수 있다.
- [109] 이때 열교환 효율 향상을 위해 증발가스 리턴라인(L11)에서 인터쿨러(34) 내부를 경유하는 부분은 코일 형태로 마련될 수 있으며, 또한 냉각 효율 향상을 위해 증발가스 리턴라인(L11)에서 인터쿨러(34) 내부로 증발가스를 전달하는 부분에는 감압밸브(부호 도시하지 않음)가 마련될 수 있다.

- [110] 또한 인터쿨러(34)는, 내부에 저장된 증발가스 중 기상을 압축기(31)의 중간단에 전달한다. 인터쿨러(34)에서 압축기(31)의 중간단으로 전달되는 기상의 증발가스는 비등점에 인접한 극저온 상태이다. 따라서 압축기(31)의 중간단에서의 증발가스는, 인터쿨러(34)로부터 전달되는 기상 증발가스와 혼합되면서 냉각될 수 있다.
- [111] 인터쿨러(34)는 다단 압축기(31)의 중간단 각각에 모두 할당될 수 있다. 다만 이 경우 인터쿨러(34)에 의해 증발가스가 순환하게 되는 바, 인터쿨러(34)로부터 압축기(31) 중간단으로 전달되는 증발가스량으로 인해, 카고탱크(10)로부터 재액화장치로 유입될 수 있는 증발가스량이 제한될 수 있다.
- [112] 즉 재액화장치는, 압축기(31) 1단의 유입 허용량 대비, 인터쿨러(34)에 의해 압축기(31) 중간단으로 전달되는 증발가스량을 제외한 만큼의 재액화 용량을 갖게 된다. 일례로 압축기(31) 1단의 유입 허용량이 800이라고 할 때, 인터쿨러(34)에 의해 압축기(31) 중간단(1단과 2단 사이 및 2단과 3단 사이)에 각각 200의 증발가스가 순환하게 되면, 최종적으로 재액화장치가 카고탱크(10)로부터 전달받을 수 있는 증발가스량은 400으로 감소한다.
- [113] 이를 개선하고자, 본 실시예는 압축기(31)의 중간단 중 일부에만 인터쿨러(34)가 할당되도록 하고, 압축기(31)의 중간단 중 나머지에는 인터쿨러(34)가 아닌 애프터쿨러(35)가 마련되도록 하여, 재액화장치의 용량을 증대할 수 있다.
- [114] 인터쿨러(34)는, 세퍼레이터로 대체될 수 있다. 세퍼레이터는 앞서 설명한 기액분리기(33)와 유사하게 응축기(32)에서 액화된 증발가스를 기액 분리하여, 액상은 카고탱크(10)로 전달하고 기상은 압축기(31)의 중간단으로 전달할 수 있다. 이 경우 세퍼레이터는 단순히 증발가스를 기액분리할 뿐 증발가스 간의 열교환을 구현하지 않으므로, 내부에 코일 형태의 증발가스 리턴라인(L11)이 생략될 수 있다.
- [115] 애프터쿨러(35)는, 압축기(31) 중간단 중 일부에 마련되며 별도의 냉매를 이용해 증발가스를 냉각할 수 있다. 애프터쿨러(35)는 응축기(32) 관점에서 보면 예냉기의 기능을 구현할 수 있다.
- [116] 애프터쿨러(35)는 응축기(32)와 유사하게 해수 등의 냉매를 이용할 수 있으며, 이외에도 다양한 냉매를 활용할 수 있다. 다만 애프터쿨러(35)는 카고탱크(10)에 저장된 액화가스 또는 카고탱크(10)로부터 배출되는 증발가스가 아닌, 외부로부터 공급되는 별도의 냉매를 사용할 수 있다.
- [117] 도면을 기준으로 설명하면, 본 실시예는 압축기(31) 1단과 2단 사이에 인터쿨러(34)를 연결해 기상 증발가스를 순환하게 되고, 압축기(31) 2단과 3단 사이에 애프터쿨러(35)를 마련할 수 있다.
- [118] 이때 압축기(31) 1단의 유입 허용량이 800이고 인터쿨러(34)의 순환이 200만큼 이루어진다면, 본 실시예는 카고탱크(10)로부터 재액화장치로 600의 증발가스량의 전달이 허용된다.

- [119] 즉 본 실시예는, 재액화장치가 압축기(31) 중간단 각각 인터쿨러(34)를 모두 연결하는 경우와 대비할 때, 적어도 어느 하나의 인터쿨러(34)를 애프터쿨러(35)로 대체하여 재액화 용량을 높일 수 있다.
- [120] 이와 같은 본 실시예의 재액화부(30)는, 2가지 모드로 가동할 수 있다. 일례로 재액화부(30)는 응축기(32)에서 액화된 증발가스를 인터쿨러(34)를 경유하여 카고탱크(10)로 전달하는 재액화 모드와, 응축기(32)의 상류 또는 하류에서 증발가스를 추진엔진(E) 측으로 전달하는 연료공급 모드로 가동할 수 있다.
- [121] 구체적으로 재액화 모드는, 다단 압축된 증발가스가 응축기(32)를 거쳐 액화된 후, 기액분리기(33)를 지나 인터쿨러(34)로 전달된다. 이때 증발가스는 인터쿨러(34)의 상류에서 분기되며, 일부의 증발가스는 인터쿨러(34) 내부로 채워질 수 있고, 나머지의 증발가스는 인터쿨러(34) 내부에 채워진 증발가스와 혼합되진 않고 열교환만 하도록 인터쿨러(34) 내를 경유하게 된다. 인터쿨러(34)를 경유한 증발가스는 안정적으로 액상을 유지하도록 냉각되거나 또는 과냉된 후, 카고탱크(10)로 리턴될 수 있다.
- [122] 반면 연료공급 모드는, 다단 압축된 증발가스를 응축기(32) 상류에서 연료탱크(12)로 전달할 수 있고, 또는 다단 압축 및 응축된 증발가스를 연료탱크(12)로 전달하여 고압펌프(22)에 의해 추진엔진(E)으로 전달되도록 할 수 있다.
- [123] 연료공급 모드는 액화된 증발가스를 카고탱크(10)로 리턴하는 것이 바람직하지 않거나, 추진엔진(E)의 부하가 높아 연료탱크(12) 내에 저장된 액화가스만으로는 추진엔진(E)의 요구유량을 충족시키지 못하는 경우 등에 가동할 수 있다.
- [124] 일례로 카고탱크(10)에 프로판, 부탄이 저장되어 있을 때, 부탄을 처리하는 재액화장치에 문제가 발생해 작동이 정지되는 경우, 프로판을 처리하는 다른 재액화장치를 이용하여 부탄을 액화할 수 있다. 이때 프로판을 처리하는 재액화장치에 잔류한 프로판이 부탄에 혼입될 우려가 있으므로, 액화된 부탄을 카고탱크(10)로 전달하는 대신 연료탱크(12)로 전달하는 연료공급 모드가 이루어질 수 있다.
- [125] 이 외에도 카고탱크(10)로의 전달보다는 연료탱크(12) 등으로의 전달이 바람직한 다양한 상황에서, 재액화 모드를 대신하여 연료공급 모드로 작동이 가능하다. 또한 앞서 언급한 바와 같이 재액화 모드와 연료공급 모드가 복합된 복합 모드의 작동도 가능함은 물론이다.
- [126] 연료 회수부(40)는, 추진엔진(E)에서 배출되는 액상 액화가스를 회수한다. 연료 회수부(40)는 액상 액화가스를 고압펌프(22)의 상류로 회수할 수 있으며, 이를 위해 추진엔진(E)에서 고압펌프(22) 상류의 액화가스 공급라인(L20)으로 액화가스 회수라인(L30)이 마련된다.
- [127] LNG를 기상으로 공급받아 소비하는 상용 엔진(ME-GI, XDF 등)과 달리, 본 발명에서의 추진엔진(E)(ME-LGI 등)은 LPG 등을 액상으로 공급받아

소비하면서 잉여분의 액상 연료를 배출하는 구조를 갖는다.

- [128] 이는 기상의 경우와 달리 액상의 경우 연료공급량의 미세 제어가 용이하지 않아, 추진엔진(E)이 충분한 양의 액상 연료를 공급받음에 따라 잉여분의 연료가 발생하기 때문이다.
- [129] 다만 추진엔진(E)에서 회수되는 액화가스는 추진엔진(E)에 유입되기 전의 액화가스가 아니라, 추진엔진(E)의 내부를 거친 액화가스로서, 추진엔진(E)의 요구압력에 대응되는 온도/압력을 갖는 상태이면서(일례로 45bar 내외, 50도씨 이상), 액화가스 내부에는 추진엔진(E)에서 사용되는 윤활유가 혼입될 수 있다.
- [130] 즉 추진엔진(E)으로부터 회수되는 잉여분의 액화가스에는 윤활유가 섞여 있게 되므로, 화물 오염을 방지하기 위해, 회수된 액화가스를 카고탱크(10)로 전달하지 않는 것이 바람직하다.
- [131] 따라서 추진엔진(E)에 연결되어 잉여분의 액화가스가 회수되도록 하는 액화가스 회수라인(L30)은, 추진엔진(E)에서 리턴되는 잉여 액화가스를 카고탱크(10)가 아닌 고압펌프(22)로 전달하여 추진엔진(E)에 재유입되도록 할 수 있다.
- [132] 즉 액화가스 회수라인(L30)은, 추진엔진(E)의 내부를 거치면서 추진엔진(E)에서 사용되는 윤활유가 혼입된 잉여분의 액상 액화가스를, 고압펌프(22) 상류의 액화가스 공급라인(L20)으로 전달하여 추진엔진(E)에 재유입되도록 함으로써, 윤활유로 인해 카고탱크(10) 내의 액화가스가 오염되지 않도록 할 수 있다.
- [133] 이러한 연료 회수부(40)는 액화가스 회수라인(L30)에 마련되는 감압밸브, 쿨러(41)를 포함하며, 또한 포집탱크(42)와 녹아웃 드럼(43)을 더 포함할 수 있다.
- [134] 감압밸브는, 감압밸브는 추진엔진(E)에서 배출되며 윤활유가 섞인 잉여분의 액상 액화가스를 감압한다. 감압밸브는 줄-톰슨 밸브일 수 있고, 연료공급밸브와 함께 연료공급트레인(FVT)을 구성하도록 마련될 수 있다.
- [135] 이러한 감압밸브는 추진엔진(E)에서 회수되는 고압(약 30 내지 50bar 내외)의 액화가스를 감압하여 고압펌프(22)의 흡입압력에 맞출 수 있다.
- [136] 쿨러(41)는, 액화가스 회수라인(L30)에서 감압밸브에서 감압된 액화가스를 냉각해 고압펌프(22)에 액상으로 유입되도록 한다. 쿨러(41)는 제한되지 않는 다양한 냉매를 활용할 수 있으며, 감압된 액화가스의 비등점 이하로 액화가스를 냉각할 수 있다. 일례로 쿨러(41)는 해수를 냉매로 이용할 수 있으며, 이때 열교환기(23)와 쿨러(41)는 하나의 냉매 공급부에 의해 통합 연결될 수 있다.
- [137] 쿨러(41)에 의한 냉각은, 연료탱크(12)로부터 고압펌프(22)로 전달되는 액화가스와의 혼합을 고려하여 이루어질 수 있으므로, 쿨러(41)는 감압된 액화가스의 비등점보다 다소 높은 온도로 액화가스를 냉각하는 제어도 가능하다.
- [138] 쿨러(41)에 의해 냉각된 액상(또는 액상에 근접한 상태) 액화가스는, 액화가스 회수라인(L30)을 통해 액화가스 공급라인(L20)에서 고압펌프(22)의 상류에

혼입되며, 액화가스 회수라인(L30)이 액화가스 공급라인(L20)에 연결되는 지점에는 믹서(도시하지 않음)가 마련될 수 있다.

- [139] 앞서 설명한 액화가스 순환라인(L22)은 고압펌프(22)의 하류에서 추진엔진(E)과 쿨러(41) 사이로 연결될 수 있도록, 고압펌프(22) 하류의 액화가스 공급라인(L20)에서 분기되어 액화가스 회수라인(L30)에서 쿨러(41)의 상류로 연결될 수 있다.
- [140] 이는 고압펌프(22)의 가동으로 인해 액화가스가 펌핑 및 가열되는데, 가열된 액화가스를 지속 순환하면 고압펌프(22) 자체의 온도가 불필요하게 높아질 수 있기 때문에, 이를 억제하기 위함이다. 즉 본 실시예는 쿨러(41)를 이용하여, 액화가스 순환라인(L22)을 통한 액화가스의 순환 시 고압펌프(22)의 발열 정도를 기설정값 이내로 제한할 수 있다.
- [141] 따라서 고압펌프(22)는 최소 요구유량 이상의 액화가스를 지속적으로 펌핑할 수 있으면서, 액화가스 순환라인(L22)에 의해 회수되는 잉여 액화가스는 쿨러(41)를 거쳐 고압펌프(22)로 순환하므로, 고압펌프(22)의 과열을 방지할 수 있다.
- [142] 포집탱크(42)는, 추진엔진(E)에서 리턴되는 액화가스 중 일부를 포집한다. 포집탱크(42)는 추진엔진(E)으로부터 고압펌프(22) 상류의 액화가스 공급라인(L20)까지 연결되는 액화가스 회수라인(L30)에서 분기되어 구비될 수 있으며, 액화가스 회수라인(L30)에서 포집탱크(42)로 액화가스 포집라인(L31)이 연장될 수 있다.
- [143] 이때 액화가스 포집라인(L31)은, 액화가스 회수라인(L30)에서 감압밸브와 쿨러(41) 사이로부터 연장되어 포집탱크(42)로 연결되며, 또한 포집탱크(42)로부터 쿨러(41) 상류의 액화가스 회수라인(L30)으로 합류될 수 있다. 즉 액화가스 포집라인(L31)은, 액화가스 회수라인(L30)과 부분적으로 병렬로 구비되며 포집탱크(42)가 구비되도록 마련될 수 있다.
- [144] 포집탱크(42)는, 회수되는 액화가스를 기액분리한다. 고압펌프(22)로 기상의 액화가스가 유입되면 캐비테이션 문제가 발생할 수 있으므로, 본 발명은 액화가스 회수라인(L30)을 따라 유동하는 액화가스가 필요에 따라 포집탱크(42)를 경유하면서 기액분리되어, 기상 액화가스의 고압펌프(22) 유입을 차단할 수 있다.
- [145] 즉 포집탱크(42)는 액화가스 회수라인(L30)의 액화가스를 포집하여 액상 액화가스만을 고압펌프(22)로 전달해, 고압펌프(22)의 안정적인 가동을 보장할 수 있다.
- [146] 녹아웃 드림(43)은, 추진엔진(E)에서 회수되는 액화가스를 포집탱크(42)로부터 전달받아, 액화가스에 포함된 불순물(윤활유 등)을 걸러낼 수 있다. 포집탱크(42)에서 녹아웃 드림(43)으로는 액화가스 처리라인(L32)이 연결될 수 있으며, 액화가스 처리라인(L32)은 포집탱크(42)에서 분리된 기상의 액화가스 외에도, 포집탱크(42)에서 액화가스 회수라인(L30)으로 전달되는 액상의

- 액화가스를 녹아웃 드럼(43)으로 전달할 수 있다.
- [147] 녹아웃 드럼(43)은 내부에 유입된 액화가스에서 윤활유를 분리한다. 구체적으로 녹아웃 드럼(43)은 액화가스는 기상으로 배출하고 윤활유는 액상으로 배출한다. 즉 녹아웃 드럼(43)은 포집탱크(42)와 유사하게 기액분리 기능을 구현한다.
- [148] 다만 녹아웃 드럼(43)은 액화가스의 기화를 촉진하기 위해, 트레이싱(tracing) 등의 가열부를 사용할 수 있고, 트레이싱은 스팀이나 해수 등과 같은 매체를 열원으로 사용하는 것이거나 또는 전기를 이용해 가열하는 구성일 수 있다.
- [149] 녹아웃 드럼(43)은 윤활유가 섞인 액화가스를 가열부로 가열하여, 액화가스는 벤트마스트(도시하지 않음) 등으로 배출하고, 윤활유는 하부에서 드레인하여 처리(재활용)할 수 있다.
- [150] 참고로 벤트마스트(도시하지 않음)는, 카고탱크(10)로부터 추진엔진(E) 사이에서 외부로 벤트되어야 하는 물질을 대기 중에 방출한다. 벤트마스트는 선박에서 갑판 상에 마련되며 일정한 높이를 가져서 갑판 상의 승선원을 보호할 수 있다.
- [151] 벤트마스트는 포집탱크(42)나 녹아웃 드럼(43)으로부터 연결될 수 있음은 물론이고, 증발가스 배출라인(L10), 액화가스 공급라인(L20), 연료탱크(12) 등에도 연결될 수 있다. 이를 통해 벤트마스트는 정상 운전 또는 추진엔진(E)의 가동 중단 등과 같은 긴급 상황 등에서 외부 방출을 구현해 시스템을 보호한다.
- [152] 또한 벤트마스트는 증발가스 배출라인(L10), 액화가스 공급라인(L20) 등의 퍼징 시 퍼징가스를 외부로 배출할 수 있다. 이때 퍼징가스는 질소가스 또는 불활성가스 등일 수 있다.
- [153] 이와 같이 본 실시예는, 카고탱크(10)에서 발생하는 증발가스를 재액화한 후 연료탱크(12)에 전달하여 추진엔진(E)에 공급되도록 함으로써, 서로 다른 종류의 액화가스를 재액화 후 카고탱크(10)로 리턴할 경우 액화가스 조성이 오염될 수 있는 문제를 해소할 수 있고, 응축기(32)의 설치 대수나 가동 대수를 절감할 수 있다.
- [154] 도 2는 본 발명의 제2 실시예에 따른 가스 처리 시스템의 개념도이다.
- [155] 이하에서는 본 실시예가 앞선 실시예 대비 달라지는 점 위주로 설명하도록 하며, 설명을 생략한 부분은 앞선 내용으로 갈음한다. 이는 후술하는 실시예에서도 마찬가지임을 알려둔다.
- [156] 도 2를 참조하면, 본 발명의 제2 실시예에 따른 가스 처리 시스템(1)은, 재액화부(30)가 증발가스를 액화시켜 고압펌프(22)로 전달되도록 한다. 구체적으로 재액화장치는, 액화된 증발가스를 앞선 실시예에서와 마찬가지로 연료탱크(12)로 전달하거나, 또는 연료탱크(12)와 고압펌프(22) 사이의 액화가스 공급라인(L20)으로 전달할 수 있다.
- [157] 이를 위해 기액분리기(33)에서 분리된 액상을 전달하는 라인으로서 증발가스 리턴라인(L11), 증발가스 전달라인(L12)에 더하여, 증발가스 공급라인(L13)이

구비될 수 있다. 증발가스 공급라인(L13)은 일단이 기액분리기(33) 또는 증발가스 전달라인(L12)으로부터 연장되어, 타단이 액화가스 공급라인(L20)에서 고압펌프(22)와 저압펌프(21) 사이에 연결될 수 있다.

- [158] 증발가스 전달라인(L12)이 액화가스 공급라인(L20)에 연결되는 지점은, 액화가스 회수라인(L30)이 액화가스 공급라인(L20)에 연결되는 지점의 상류 또는 동일 지점일 수 있다. 따라서 고압펌프(22)는 저압펌프(21)로부터 공급되는 액화가스, 액화가스 회수라인(L30)을 통해 회수되는 잉여분의 액화가스에 더하여, 재액화장치에서 전달되는 액상 증발가스를 가압하여 추진엔진(E)에 공급할 수 있다.
- [159] 응축기(32)에서 액화된 증발가스가, 증발가스 공급라인(L13)을 통해 연료탱크(12)를 우회하여 액화가스 회수라인(L30)에서 회수되는 액화가스와 합류된 후 고압펌프(22)로 공급될 경우, 고압펌프(22)에서는 여전히 기체의 유입이 방지될 수 있다.
- [160] 구체적으로 본 실시예는, 고압펌프(22)의 유입 압력과 응축기(32) 하류의 증발가스 압력(기액분리기(33)의 내압일 수 있음)이 동일하게 제어하여, 고압펌프(22) 상류의 액화가스 공급라인(L20)에서 유동하는 액화가스의 비등점과, 증발가스 공급라인(L13)에서 유동하는 증발가스의 비등점이 동일하게 형성되도록 제어할 수 있다. 즉 기액분리기(33)와 고압펌프(22) 사이에서 증발가스 공급라인(L13) 상에는 별도의 가압/압축 수단이 마련되지 않는다.
- [161] 그런데 고압펌프(22)의 유입 압력은 액화가스 회수라인(L30) 상에서 감압밸브 하류의 압력과 동일하다. 즉 액화가스 회수라인(L30)에서 유동하는 액상 액화가스의 비등점 역시, 증발가스 공급라인(L13) 상에서 증발가스의 비등점과 동일하게 된다.
- [162] 이때 재액화장치의 응축기(32)와 액화가스 회수라인(L30) 상의 쿨러(41)는, 동일한 냉매를 이용할 수 있다. 즉 응축기(32)와 쿨러(41)에는 동일 조건(온도)을 갖는 냉매가 공급되어, 대략 동일한 온도로 증발가스/액상 액화가스의 냉각을 구현하게 된다.
- [163] 따라서 본 실시예는, 연료 회수부(40)의 쿨러(41)가 고압펌프(22) 유입단에서의 기화를 방지하도록, 제1 압력을 갖는 액상 액화가스를 제1 냉매로 냉각하면서, 재액화부(30)의 응축기(32) 역시 제1 압력을 갖는 증발가스를 제1 냉매로 냉각하게 되므로, 쿨러(41)와 응축기(32)는 고압펌프(22)에 기체가 유입되지 않도록 상호 연계하여 제어될 수 있다.
- [164] 즉 본 실시예는 고압펌프(22)의 유입 압력이 낮더라도, 응축기(32)가 연료 회수부(40)에서 회수되는 액상 액화가스와 동일 압력 기준에서 쿨러(41)와 동일한 냉매를 사용해 증발가스를 응축시키므로, 재액화장치가 연료탱크(12)를 우회하여 증발가스를 고압펌프(22)로 직접 전달하더라도, 고압펌프(22)의 가동 안정성을 보장할 수 있다.

- [165] 따라서 본 실시예의 재액화장치는 연료공급 모드로 가동할 때, 기액분리기(33)에서 분리된 액상을 연료탱크(12)로 전달하는 것에 더하여, 고압펌프(22) 상류의 액화가스 공급라인(L20)으로 전달하여 추진엔진(E)에 공급되도록 할 수 있으며, 증발가스 전달라인(L12) 또는 증발가스 공급라인(L13)으로의 유동 제어는, 카고탱크(10)에서 배출되는 증발가스량, 추진엔진(E)의 부하, 연료탱크(12)의 내압 등의 다양한 변수에 따라 제어될 수 있다.
- [166] 또한 본 실시예의 재액화장치는, 바이패스 라인(L14)을 포함한다. 바이패스 라인(L14)은 적어도 일부의 증발가스가 응축기(32)를 우회하여 기액분리기(33)로 공급되도록 하며, 바이패스 라인(L14)에는 유동 조절을 위한 바이패스 밸브(36)가 마련될 수 있다.
- [167] 응축기(32)가 사용하는 냉매의 온도가 저온일 경우, 증발가스는 냉매에 의해 과냉될 수 있다. 과냉된 액상 증발가스가 기액분리기(33)로 응축기(32) 하류의 유입되면, 기액분리기(33)의 내압 하강을 야기할 수 있다.
- [168] 즉 응축기(32)에서의 냉매 온도는 증발가스의 냉각 정도를 결정할 수 있고, 이는 기액분리기(33)에서의 내압을 결정하게 된다. 기액분리기(33)의 내압은 증발가스 공급라인(L13)을 통해 고압펌프(22)로 전달되는 증발가스의 압력일 수 있는데, 기액분리기(33)의 내압이 낮으면 증발가스의 비등점이 낮아지면서 고압펌프(22)에서의 기화가 우려된다.
- [169] 따라서 응축기(32)의 냉매 온도가 고압펌프(22)에서 유입단에서의 기화 문제로 이어질 수 있는 바, 본 실시예는 냉매 온도에 따라 기액분리기(33)의 압력을 높여주는 제어를 구현할 수 있다.
- [170] 이를 위해 바이패스 라인(L14)은, 냉매의 온도에 따라 기액분리기(33)로부터 고압펌프(22)로 전달되는 증발가스의 압력 변동을 대비하여, 바이패스 밸브(36)의 개방에 의해 적어도 일부의 증발가스가 응축기(32)를 우회하여 기액분리기(33)로 공급되도록 할 수 있다.
- [171] 응축기(32)를 우회한 고온 기상 증발가스가 기액분리기(33)로 유입되면 기액분리기(33)의 내압이 상승하게 되므로, 증발가스 공급라인(L13)을 통해 기액분리기(33)로부터 액화가스 공급라인(L20)으로 전달되는 액상 증발가스의 압력이 상승하게 되어, 비등점이 높아진다.
- [172] 따라서 본 실시예는, 냉매 온도를 변수로 하여 응축기(32)의 우회 여부를 조절하는 제어를 통해, 재액화장치로부터 고압펌프(22)로 전달되는 액상 증발가스가 다시 기화되는 것을 방지함으로써, 고압펌프(22)에서의 캐비테이션 현상을 미연에 방지할 수 있다.
- [173] 또한 기액분리기(33)의 내압이 액화가스 회수라인(L30)에서 회수되는 액상 액화가스의 압력에 대응되도록 제어됨에 따라, 앞서 설명한 바와 같이 응축기(32)와 쿨러(41)가 동일 냉매를 사용하여 작동하면서 고압펌프(22)의 유입단에 액상만이 안정적으로 유입되도록 할 수 있다.

- [174] 이와 같이, 응축기(32)에서 사용되는 냉매의 온도가 저온이면 재액화장치로부터 고압펌프(22)로 전달되는 액상 증발가스의 압력이 낮아 기화되어 고압펌프(22)로 유입될 우려가 있는 바, 본 실시예는 냉매 온도에 따라 일부 증발가스가 응축기(32)를 우회하는 제어를 적용하여 위와 같은 문제를 효과적으로 해소할 수 있다.
- [175] 도 3은 본 발명의 제3 실시예에 따른 가스 처리 시스템의 개념도이다.
- [176] 도 3을 참조하면, 본 발명의 제3 실시예에 따른 가스 처리 시스템(1)은, 앞선 제2 실시예 대비 연료탱크(12)가 생략될 수 있고, 액화가스 전달라인(L21)이나 증발가스 전달라인(L12) 등 역시 생략될 수 있다.
- [177] 이 경우 카고탱크(10)에서 추진엔진(E)으로 직접 액화가스 공급라인(L20)이 연결될 수 있고, 액화가스 공급라인(L20) 상에 저압펌프(21), 고압펌프(22), 열교환기(23) 등이 구비될 수 있다.
- [178] 저압펌프(21)는 도면과 같이 액화가스 공급라인(L20)에서 이송펌프(11)의 하류에 배치될 수 있지만, 이송펌프(11)의 토출 압력이 고압펌프(22)의 유입 압력에 대응되도록 마련된다면, 저압펌프(21)는 생략 가능하다.
- [179] 또한 본 실시예에서, 재액화장치는 액화된 증발가스를 카고탱크(10)와 고압펌프(22) 사이의 액화가스 공급라인(L20)으로 전달할 수 있다. 이때 재액화장치는 연료공급 모드에서, 기액분리기(33)에서 분리된 액상을 고압펌프(22) 상류의 액화가스 공급라인(L20)으로 전달하여 추진엔진(E)에 공급되도록 할 수 있다.
- [180] 또한 재액화장치는, 앞선 실시예와 마찬가지로, 증발가스를 액화시켜 고압펌프(22)로 전달하되, 냉매의 온도에 따라 증발가스 일부가 응축기(32)를 우회하고 기액분리기(33)를 거쳐 고압펌프(22) 상류의 액화가스 공급라인(L20)으로 전달되도록 할 수 있다.
- [181] 도 4는 본 발명의 제4 실시예에 따른 가스 처리 시스템의 개념도이다.
- [182] 도 4를 참조하면, 본 발명의 제4 실시예에 따른 가스 처리 시스템(1)은, 앞선 제2 실시예와 대비할 때 증발가스 공급라인(L13)이 생략되며, 액화가스의 회수 지점이 연료탱크(12)로 설정된다.
- [183] 본 실시예에서 재액화장치는, 액화된 증발가스를 연료탱크(12)로 전달할 수 있다. 이는 앞서 언급한 바와 같이 증발가스 전달라인(L12)에 의해 이루어질 수 있다. 즉 재액화장치는 연료공급 모드에서 기액분리기(33)에서 분리된 액상을 연료탱크(12)로 전달하여 추진엔진(E)에 공급되도록 할 수 있다.
- [184] 다만 본 실시예에서 연료 회수부(40)의 액화가스 회수라인(L30)은, 추진엔진(E)으로부터 연장되어 연료탱크(12) 내부로 연결될 수 있다. 따라서 액화가스 회수라인(L30)은, 추진엔진(E)에서 사용되는 윤활유가 혼합된 잉여분의 액상 액화가스를 연료탱크(12)로 전달할 수 있다. 이때 연료탱크(12)로 유입된 액상 액화가스는 저압펌프(21) 및 고압펌프(22)를 통해 추진엔진(E)에 재유입될 수 있다.

- [185] 본 실시예의 연료탱크(12)는 잉여분의 액화가스가 내부에 직접 회수되도록 하는 구성으로서, 앞선 제2 실시예 대비 내압이 높게 설정되어 있을 수 있다. 즉 연료탱크(12)는 회수되는 액화가스가 기화되지 않는 압력으로 내압이 조절될 수 있고, 이 경우 연료탱크(12)의 내압이 고압펌프(22)의 유입압력에 대응되면, 저압펌프(21)는 생략될 수 있다.
- [186] 제2, 3 실시예에서와 마찬가지로, 본 실시예 역시 응축기(32)에서 사용되는 냉매의 온도에 따라 액상 증발가스의 흐름을 제어할 수 있다. 구체적으로 본 실시예에서 재액화장치는, 냉매의 온도에 따라 연료탱크(12)로 전달되는 증발가스의 압력 변동을 대비하여, 적어도 일부의 증발가스가 응축기(32)를 우회하여 연료탱크(12)로 공급되도록 할 수 있다.
- [187] 본 실시예는 액상 증발가스가 연료탱크(12)를 거쳐 고압펌프(22)로 전달되며, 연료탱크(12)와 고압펌프(22) 사이에 저압펌프(21)가 구비될 수 있다. 따라서 응축기(32)의 냉매 온도는 연료탱크(12)의 내압에 영향을 미치게 되며, 이는 저압펌프(21)의 유입압력에 영향을 줄 수 있고, 이는 고압펌프(22)의 유입압력에 간접적으로 영향을 미칠 수 있다. 물론 저압펌프(21)가 생략되면 연료탱크(12)의 내압이 고압펌프(22)의 유입압력에 직접 영향을 줄 수 있다.
- [188] 따라서 본 실시예의 재액화장치는, 냉매 온도에 따라 기액분리기(33)에서 연료탱크(12)로 전달되는 증발가스의 압력 변동을 대비하여, 일부의 증발가스가 응축기(32)를 우회하여 기액분리기(33)를 거쳐 연료탱크(12)로 공급되도록 할 수 있다. 즉 본 실시예는 증발가스의 바이패스 조절을 통해, 기액분리기(33)의 내압 및 연료탱크(12)의 내압을 한꺼번에 조절할 수 있다.
- [189] 또는 본 실시예의 경우 응축기(32)에서 액화된 액상 증발가스가 연료탱크(12)를 거쳐 고압펌프(22)로 전달되므로, 연료탱크(12)가 기액분리 기능을 구현할 수 있는 바 재액화장치에는 기액분리기(33)가 생략될 수도 있다.
- [190] 도 5는 본 발명의 제5 실시예에 따른 가스 처리 시스템의 개념도이다.
- [191] 도 5를 참조하면, 본 발명의 제5 실시예에 따른 가스 처리 시스템(1)은, 제2 실시예와 대비할 때 증발가스 공급라인(L13)의 연결 지점이 상이하게 마련될 수 있다.
- [192] 본 실시예의 증발가스 공급라인(L13)은, 기액분리기(33) 상류의 증발가스를 연료탱크(12)와 고압펌프(22) 사이의 액화가스 공급라인(L20)으로 전달할 수 있다. 즉 증발가스 공급라인(L13)은 일단이 재액화장치에서 응축기(32)와 기액분리기(33) 사이에 연결되며, 타단이 액화가스 공급라인(L20)에서 고압펌프(22)의 상류에 연결될 수 있다.
- [193] 이러한 증발가스 공급라인(L13)은, 냉매의 온도에 따라 기액분리기(33)의 내압 변동을 대비하기 위해 구비된다. 구체적으로 증발가스 공급라인(L13)은 냉매의 온도가 기준값보다 낮은 저온일 경우, 응축기(32)에서 증발가스가 과냉되어 기액분리기(33)를 거쳐 고압펌프(22)로 유입될 때 압력이 충분하지 않게 될 것을 방지하고자, 고압펌프(22)의 상류와 기액분리기(33)의 상류를 직접 연통시킬 수

있다.

- [194] 이 경우, 재액화장치의 압축기(31)는 증발가스의 흐름을 따라 하류에 응축기(32)와 고압펌프(22)가 차례대로 배치되는 상황이 되므로, 고압펌프(22) 유입단의 압력이 압축기(31)의 토출단 압력에 매칭된다. 따라서 압축기(31)는 고압펌프(22) 유입압력(액화가스 회수라인(L30)을 통해 회수되는 액상 액화가스의 압력)을 저항으로 받게 되면서 가동이 제어되어, 압축기(31)의 토출압력이 상향 조절될 수 있다.
- [195] 즉 본 실시예는 응축기(32)에서 사용되는 냉매의 온도가 너무 낮을 경우, 응축기(32) 하류와 고압펌프(22) 상류를 증발가스 공급라인(L13)으로 직접 연통시켜서, 압축기(31) 토출단이 고압펌프(22) 유입압력에 의해 저항을 받도록 하여, 압축기(31)의 토출압력이 고압펌프(22)의 유입압력에 대응되도록 제어된다.
- [196] 따라서 본 실시예는, 저온 냉매와의 열교환을 우회하는 대신, 기액분리기(33)를 우회하여 응축기(32) 하류와 고압펌프(22) 상류가 동일 압력을 갖도록 연통시켜서, 압축기(31)의 토출압력이 고압펌프(22)의 유입압력에 맞춰지도록 할 수 있다.
- [197] 이와 같이 본 실시예는, 응축기(32)에서 사용되는 냉매의 온도가 너무 낮아 액상 증발가스의 압력이 적절하지 않게 될 것을 대비하고자, 압축기(31) 하류와 고압펌프(22) 상류를 연통시켜서, 압축기(31)의 토출압력이 고압펌프(22) 유입압력에 맞춰지게 하여, 고압펌프(22)에서의 기화를 효과적으로 방지할 수 있다.
- [198] 도 6은 본 발명의 제6 실시예에 따른 가스 처리 시스템의 개념도이다.
- [199] 도 6을 참조하면, 본 발명의 제6 실시예에 따른 가스 처리 시스템(1)은, 제5 실시예와 대비할 때 연료탱크(12)를 생략할 수 있고, 액화가스 전달라인(L21)이나 증발가스 전달라인(L12) 등 역시 생략될 수 있다.
- [200] 이 경우 카고탱크(10)에서 추진엔진(E)으로 직접 액화가스 공급라인(L20)이 연결될 수 있고, 액화가스 공급라인(L20) 상에 저압펌프(21), 고압펌프(22), 열교환기(23) 등이 구비될 수 있다. 이때 저압펌프(21)가 생략될 수 있음은 앞서 제3 실시예에서 언급한 바와 같다.
- [201] 본 실시예에서 재액화장치는 액화된 증발가스를 카고탱크(10)와 고압펌프(22) 사이의 액화가스 공급라인(L20)으로 전달할 수 있다. 이때 재액화장치는 연료공급 모드에서, 기액분리기(33)에서 분리된 액상을 고압펌프(22) 상류의 액화가스 공급라인(L20)으로 전달하여 추진엔진(E)에 공급되도록 할 수 있다.
- [202] 또한 재액화장치는, 앞선 실시예와 마찬가지로, 증발가스를 액화시켜 고압펌프(22)로 전달하되, 냉매의 온도에 따라 응축기(32) 하류와 고압펌프(22) 상류가 연통되도록 하여, 압축기(31)의 토출압력이 고압펌프(22)의 유입압력에 맞춰지도록 할 수 있다.
- [203] 도 7은 본 발명의 제7 실시예에 따른 가스 처리 시스템의 개념도이다.

- [204] 도 7을 참조하면, 본 발명의 제7 실시예에 따른 가스 처리 시스템(1)은, 앞선 실시예들 대비 재액화장치의 세부 구성에서 변화가 있으며, 그 외 구성은 앞선 실시예 중 적어도 어느 하나의 구성들을 포함할 수 있다.
- [205] 본 실시예의 재액화장치는, 압축기(31), 응축기(32), 기액분리기(33), 애프터쿨러(35), 증발가스 열교환기(37)를 포함한다. 압축기(31)와 응축기(32) 및 기액분리기(33)는 앞서 설명한 바와 같으므로 자세한 설명은 생략한다.
- [206] 증발가스 열교환기(37)는, 카고탱크(10)에서 압축기(31)로 전달되는 증발가스와, 응축기(32)에서 액화된 증발가스를 열교환시킨다. 구체적으로 증발가스 열교환기(37)는 카고탱크(10)로부터 압축기(31)로 전달되는 증발가스가 흐르는 스트림과, 기액분리기(33)에서 카고탱크(10)로 전달되는 증발가스가 흐르는 스트림을 갖는 2 stream 구조일 수 있다.
- [207] 일례로 증발가스 열교환기(37)는 증발가스 배출라인(L10)과 나란한 하나의 스트림과, 증발가스 리턴라인(L11)과 나란한 다른 스트림을 갖도록, 증발가스 리턴라인(L11) 상에 마련될 수 있으며, 앞서 설명한 인터쿨러(34)를 대체하도록 마련될 수 있다. 물론 인터쿨러(34)를 갖는 앞선 실시예에 증발가스 열교환기(37)가 부가될 수도 있다.
- [208] 응축기(32)에서 액화된 증발가스는 압축기(31)에서 압축된 상태이므로, 비록 액상이지만 온도는 대기압에서의 비등점보다 높을 수 있다. 반면 카고탱크(10)로부터 배출된 증발가스는 대기압 수준의 압력을 갖고 비등점에 근접한 온도를 가질 수 있다.
- [209] 따라서 증발가스 열교환기(37)는 기액분리기(33)로부터 전달된 증발가스를, 카고탱크(10)에서 배출된 저온의 증발가스와 열교환시켜 냉각할 수 있다. 이때 증발가스 열교환기(37)에서 냉각 객체인 증발가스와 냉각 주체로 증발가스는 압력이 서로 다를 수 있는데, 압력 차는 카고탱크(10)에서의 내압 및 기액분리기(33)의 내압 간의 차압으로 형성될 수 있다.
- [210] 증발가스 리턴라인(L11) 상에서 증발가스 열교환기(37)의 상류 또는 하류 중 적어도 일 지점에는 감압밸브(도시하지 않음)가 마련되어, 압축기(31)에서 압축된 증발가스를 감압해 추가적인 냉각을 구현할 수 있다.
- [211] 이러한 증발가스 열교환기(37)를 포함하는 재액화장치는, 앞선 제1 실시예에서 설명한 것과 같이 연료공급 모드 또는 재액화 모드로 가동할 수 있다. 즉 재액화장치는 기액분리기(33)에서 분리된 액상을 증발가스 리턴라인(L11)에 마련된 증발가스 열교환기(37)를 경유해 카고탱크(10)로 전달하는 재액화 모드로 가동하거나, 및/또는 기액분리기(33)에서 분리된 액상을 증발가스 전달라인(L12)을 통해 연료탱크(12)로 전달하여 추진엔진(E)에 공급되도록 하는 연료공급 모드로 가동할 수 있다.
- [212] 이와 같이 본 실시예는, 인터쿨러(34)를 대신하여 증발가스 열교환기(37)를 이용함으로써 재액화장치의 구조를 간소화시킬 수 있고, 인터쿨러(34)를 통한 증발가스 순환이 생략되므로, 재액화장치의 재액화 용량을 증대시킬 수 있다.

- [213] 본 발명은 앞서 설명한 실시예 외에, 적어도 어느 하나의 실시예와 종래기술을 조합한 것과 적어도 둘 이상의 실시예를 조합한 것을 추가적인 실시예로 포함할 수 있음은 물론이다.
- [214] 이상 본 발명을 구체적인 실시예를 통하여 상세히 설명하였으나, 이는 본 발명을 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상 내에서 당해 분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 그 변형이나 개량이 가능함은 명백하다고 할 것이다.
- [215] 본 발명의 단순한 변형 내지 변경은 모두 본 발명의 영역에 속하는 것으로 본 발명의 구체적인 보호 범위는 첨부된 특허청구범위에 의하여 명확해질 것이다.