

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] 선박은 대량의 광물이나 원유, 천연가스, 또는 몇천 개 이상의 컨테이너 등을 싣고 대양을 항해하는 운송수단으로서, 강철로 이루어져 있고 부력에 의해 수선면에 부유한 상태에서 프로펠러의 회전을 통해 발생하는 추력을 통해 이동한다.
- [3] 이러한 선박은 엔진이나 가스 터빈 등을 구동함으로써 추력을 발생시키는데, 이때 엔진은 가솔린 또는 디젤 등의 오일 연료를 사용하여 피스톤을 움직여서 피스톤의 왕복운동에 의해 크랭크 축이 회전되도록 하고, 크랭크 축에 연결된 샤프트가 회전되어 프로펠러가 구동되도록 하며, 반면 가스 터빈은 압축 공기와 함께 연료를 연소시키고, 연소 공기의 온도/압력을 통해 터빈 날개를 회전시킴으로써 발전하여 프로펠러에 동력을 전달하는 방식을 사용한다.
- [4] 그러나 최근에는, 액화가스의 일종인 액화천연가스(Liquefied Natural Gas)를 운반하는 LNG 운반선에서 LNG를 연료로 사용하여 엔진이나 터빈 등의 수요처를 구동하는 LNG 연료공급 방식이 사용되고 있으며, LNG는 청정연료이고 매장량도 석유보다 풍부하기 때문에, 수요처의 연료로 LNG를 사용하는 방식은 LNG 운반선 외의 다른 선박에도 적용되고 있다.
- [5] 그런데 LNG는 디젤유와 달리 로딩/언로딩 시 액상을 유지하기 위해선 극저온 상태로 유지해야 한다는 특성이 있다. 따라서 LNG 추진 방식을 적용한 LNG 운반선 외의 선박에 대해 LNG를 안정적으로 벙커링하는 기술에 대한 연구 및 개발이 필요한 상황이다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [6] 본 발명은 상기와 같은 종래기술의 문제점을 해결하고자 창출된 것으로서, 본 발명의 목적은, 액화가스를 가스 추진 선박에 벙커링하는 과정에서 안정적이고 신속한 액화가스의 전달을 구현하여, 벙커링 효율을 높일 수 있다.

과제 해결 수단

- [7] 본 발명의 일 측면에 따른 가스 처리 시스템은, 벙커링 선박의 저장탱크로부터 가스추진 선박에 마련된 C 타입의 연료탱크로 액화가스를 전달하는 가스 처리 시스템으로서, 상기 저장탱크의 액화가스를 상기 연료탱크로 공급하는 벙커링 라인; 상기 저장탱크의 증발가스를 냉매로 액화해 리턴하여 상기 저장탱크의 내압을 조절하는 벙커링관리부; 및 상기 벙커링 라인을 통한 벙커링 시 상기 연료탱크에서 발생하는 증발가스를 상기 벙커링 선박으로 전달하는 증발가스

리턴라인을 포함하며, 상기 벙커링관리부는, 벙커링 전에 상기 저장탱크의 내압을 기설정압 이하로 낮추고, 벙커링 시 상기 저장탱크의 내압을 상기 연료탱크의 내압 미만으로 유지하여 상기 증발가스 리턴라인을 통해 증발가스가 별도의 압축기에 의한 압축 없이 전달되도록 하는 것을 특징으로 한다.

- [8] 구체적으로, 상기 저장탱크는, 멤브레인 타입 또는 C 타입의 탱크이며, 상기 기설정압은, 0.04barG 또는 0.2barG일 수 있다.
- [9] 구체적으로, 상기 벙커링관리부는, 증발가스를 액화하는 재액화장치를 포함하며, 상기 증발가스 리턴라인은, 상기 재액화장치로 증발가스를 전달할 수 있다.
- [10] 구체적으로, 상기 벙커링관리부는, 벙커링 시 상기 증발가스 리턴라인을 통해 전달되는 증발가스를 재액화해 상기 저장탱크로 복귀시켜, 상기 저장탱크의 내압을 상기 연료탱크의 내압 미만으로 유지할 수 있다.
- [11] 구체적으로, 상기 벙커링관리부는, 벙커링 전의 내압이 제1 압력이고 벙커링 시 액화가스의 유입에 의해 내압이 하강하는 상기 연료탱크에 벙커링하는 경우, 벙커링 전 및 벙커링 시 상기 저장탱크의 내압을 상기 연료탱크의 벙커링 완료 시의 내압 이하로 할 수 있다.
- [12] 구체적으로, 상기 벙커링관리부는, 벙커링 전의 내압이 제2 압력이고 벙커링 시 증발가스의 발생에 의해 내압이 상승하는 상기 연료탱크에 벙커링하는 경우, 벙커링 전 및 벙커링 시 상기 저장탱크의 내압을 상기 연료탱크의 벙커링 시작 시의 내압 이하로 할 수 있다.
- [13] 구체적으로, 상기 제1 압력은, 상기 기설정압 대비 0.05barG 내지 0.1barG 큰 값 이상의 압력이며, 상기 제2 압력은, 상기 기설정압 대비 0.05barG 내지 0.1barG 큰 값 미만의 압력일 수 있다.
- [14] 구체적으로, 상기 제1 압력은, 0.5barG 내지 8barG이며, 상기 제2 압력은, 0.5barG 이하일 수 있다.
- [15] 본 발명의 일 측면에 따른 가스 처리 시스템은, 벙커링 선박의 저장탱크로부터 가스추진 선박에 마련된 연료탱크로 액화가스를 전달하는 가스 처리 시스템으로서, 상기 저장탱크의 액화가스를 상기 연료탱크로 공급하는 벙커링 라인; 상기 저장탱크의 증발가스를 냉매와의 열교환 없이 압축, 냉각, 감압해 리턴하여 상기 저장탱크의 내압을 조절하는 벙커링관리부; 및 상기 벙커링 라인을 통한 벙커링 시 상기 연료탱크에서 발생하는 증발가스를 상기 벙커링 선박으로 전달하는 증발가스 리턴라인을 포함하며, 상기 벙커링관리부는, 벙커링 전에 상기 저장탱크의 내압을 기설정압 이하로 낮추고, 벙커링 시 상기 증발가스 리턴라인을 통한 증발가스의 전달을 차단하여 상기 연료탱크가 축압되도록 하거나, 상기 저장탱크의 내압을 상기 연료탱크의 내압 미만으로 유지하여 상기 증발가스 리턴라인을 통해 증발가스가 별도의 압축기에 의한 압축 없이 전달되도록 하는 것을 특징으로 한다.

- [16] 구체적으로, 상기 저장탱크는, 멤브레인 타입 또는 C 타입의 탱크이며, 상기 기설정압은, 0.04barG 또는 0.2barG일 수 있다.
- [17] 구체적으로, 상기 벙커링관리부는, 압축된 증발가스를 상기 저장탱크에서 배출되는 증발가스와 열교환하는 증발가스 열교환기를 포함하며, 상기 증발가스 리턴라인은, 상기 저장탱크와 상기 증발가스 열교환기 사이로 증발가스를 전달할 수 있다.
- [18] 구체적으로, 상기 증발가스 리턴라인은, 상기 증발가스 열교환기를 경유하거나 우회하여 상기 저장탱크와 상기 증발가스 열교환기 사이로 증발가스를 전달하도록 마련될 수 있다.
- [19] 구체적으로, 상기 벙커링관리부는, 병렬로 마련되며 상기 저장탱크의 증발가스를 압축해 발전엔진으로 공급하는 복수 개의 저압 압축기; 상기 저압 압축기와 상기 발전엔진 사이에서 분기된 위치에 마련되며 잉여의 증발가스를 150barG 이상으로 압축하는 다단의 부스팅 압축기; 및 상기 부스팅 압축기에서 압축된 증발가스를 감압하여 액화하는 감압밸브를 포함하며, 상기 증발가스 열교환기는, 상기 부스팅 압축기와 상기 감압밸브 사이에서 고압의 증발가스를 상기 저장탱크에서 배출되는 증발가스로 냉각할 수 있다.
- [20] 구체적으로, 상기 벙커링관리부는, 벙커링 전에 상기 저장탱크의 내압을 기설정압 이하로 낮추기 위해, 복수 개의 상기 저압 압축기를 병렬 운전하여 상기 저장탱크의 증발가스를 흡입할 수 있다.
- [21] 구체적으로, 상기 벙커링관리부는, 상기 저장탱크의 증발가스를 압축해 발전엔진으로 공급하는 저압 압축기; 상기 저압 압축기와 병렬로 마련되며 상기 저장탱크의 증발가스를 150barG 이상으로 압축하는 다단의 고압 압축기; 및 상기 고압 압축기에서 압축된 증발가스를 감압하여 액화하는 감압밸브를 포함하며, 상기 증발가스 열교환기는, 상기 고압 압축기와 상기 감압밸브 사이에서 고압의 증발가스를 상기 저장탱크에서 배출되는 증발가스로 냉각하며, 상기 고압 압축기는, 중간단의 증발가스를 상기 발전엔진으로 공급할 수 있다.
- [22] 구체적으로, 상기 벙커링관리부는, 상기 저장탱크의 액화가스 저장량에 따라 상기 저압 압축기와 상기 고압 압축기를 독립적으로 운전할 수 있다.
- [23] 본 발명의 일 측면에 따른 가스 처리 시스템은, 벙커링 선박의 저장탱크로부터 가스추진 선박에 마련된 연료탱크로 액화가스를 전달하는 가스 처리 시스템으로서, 상기 저장탱크의 액화가스를 상기 연료탱크로 공급하는 벙커링 라인; 상기 저장탱크의 액화가스를 냉매로 과냉해 리턴하여 상기 저장탱크의 내압을 조절하는 벙커링관리부; 및 상기 벙커링 라인을 통한 벙커링 시 상기 연료탱크에서 발생하는 증발가스를 상기 벙커링 선박으로 전달하는 증발가스 리턴라인을 포함하며, 상기 벙커링관리부는, 벙커링 전에 상기 저장탱크의 내압을 기설정압 이하로 낮추고, 벙커링 시 상기 증발가스 리턴라인을 통한 증발가스의 전달을 차단하여 상기 연료탱크가 축압되도록 하거나, 상기

저장탱크의 내압을 상기 연료탱크의 내압 미만으로 유지하여 상기 증발가스 리턴라인을 통해 증발가스가 별도의 압축기에 의한 압축 없이 전달되도록 하는 것을 특징으로 한다.

- [24] 구체적으로, 상기 저장탱크는, 멤브레인 타입 또는 C 타입의 탱크이며, 상기 기설정압은, 0.04barG 또는 0.2barG일 수 있다.
- [25] 구체적으로, 상기 벙커링관리부는, 액화가스를 냉매로 과냉시키는 과냉장치; 및 상기 과냉장치에 냉매를 공급하는 냉매공급부를 포함하며, 상기 냉매공급부는, 냉매를 상기 저장탱크에서 발전엔진으로 공급되는 액화가스 또는 증발가스로 냉각하는 냉매 열교환기를 포함할 수 있다.
- [26] 구체적으로, 상기 냉매공급부는, 냉매 압축기; 압축된 냉매와 상기 과냉장치에서 가열된 냉매를 열교환하는 냉매간 열교환기; 압축 후 상기 냉매간 열교환기를 거친 냉매를 팽창하는 냉매 팽창기; 및 압축된 냉매를 상기 발전엔진으로 공급되는 액화가스 또는 증발가스로 냉각하는 상기 냉매 열교환기를 포함할 수 있다.
- [27] 구체적으로, 상기 냉매공급부는, 냉매 압축기; 압축된 냉매와 상기 과냉장치에서 가열된 냉매 및 상기 발전엔진으로 공급되는 액화가스 또는 증발가스를 열교환하는 상기 냉매 열교환기; 및 압축 후 상기 냉매 열교환기를 거친 냉매를 팽창하는 냉매 팽창기를 포함할 수 있다.
- [28] 본 발명의 일 측면에 따른 가스 처리 시스템은, 벙커링 선박으로서 상기 가스 처리 시스템을 갖는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [29] 본 발명에 따른 가스 처리 시스템 및 이를 포함하는 선박은, 벙커링 선박에서 가스추진 선박으로 액화가스를 전달할 때 액화가스로부터 증발가스가 발생하는 것을 고려하여, 벙커링 시간과 효율을 단축시키기 위한 기술을 창출하여 안전하고 안정적인 벙커링을 보장할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [30] 도 1은 본 발명의 제1 및 제2 실시예에 따른 가스 처리 시스템의 공정흐름도이다.
- [31] 도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 가스 처리 시스템의 개념도이다.
- [32] 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 가스 처리 시스템에서 내압 변화의 그래프이다.
- [33] 도 4는 본 발명의 제2 실시예에 따른 가스 처리 시스템의 개념도이다.
- [34] 도 5는 본 발명의 제2 실시예에 따른 가스 처리 시스템에서 내압 변화의 그래프이다.
- [35] 도 6은 본 발명의 제3 실시예에 따른 가스 처리 시스템의 공정흐름도이다.
- [36] 도 7은 본 발명의 제4 실시예에 따른 가스 처리 시스템의 공정흐름도이다.
- [37] 도 8은 본 발명의 제5 실시예에 따른 가스 처리 시스템의 공정흐름도이다.

- [38] 도 9는 본 발명의 제6 실시예에 따른 가스 처리 시스템의 공정흐름도이다.
- [39] 도 10은 본 발명의 제7 실시예에 따른 가스 처리 시스템의 공정흐름도이다.
- [40] 도 11은 본 발명의 제8 실시예에 따른 가스 처리 시스템의 공정흐름도이다.
- [41] 도 12는 본 발명의 제9 실시예에 따른 가스 처리 시스템의 공정흐름도이다.
- [42] 도 13은 본 발명의 제10 실시예에 따른 가스 처리 시스템의 공정흐름도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [43] 본 발명의 목적, 특정한 장점들 및 신규한 특징들은 첨부된 도면들과 연관되어지는 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.
- [44] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 참고로 본 명세서에서 액화가스는 LNG일 수 있지만 이로 한정하는 것은 아니며, 비등점이 상온보다 낮아 저장을 위해 강제로 액화되며 발열량을 갖는 모든 물질을 포괄할 수 있다.
- [45] 또한 본 명세서에서 액화가스/증발가스는 탱크 내부에서의 상태를 기준으로 구분되는 것이고, 명칭으로 인하여 액상 또는 기상으로 반드시 한정되는 것은 아님을 알려둔다. 또한 본 명세서에서 고압/저압은 상대적인 것이고, 수치로 한정되지 않는다.
- [46] 참고로, 이하 도 1 내지 도 5를 통해 설명하는 제1, 제2 실시예는, 냉매로 증발가스를 완전 재액화해 병커링 선박(BV)의 탱크 내압을 낮춰 병커링 시 증발가스 발생을 줄이는 사상을 기반으로 한 것이다.
- [47] 이하에서 각 실시예에 대해 자세히 설명한다.
- [48] 도 1은 본 발명의 제1 및 제2 실시예에 따른 가스 처리 시스템의 공정흐름도이고, 도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 가스 처리 시스템의 개념도이며, 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 가스 처리 시스템에서 내압 변화의 그래프이다.
- [49] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 본 발명의 제1 실시예에 따른 가스 처리 시스템은, 병커링 선박(BV)의 저장탱크(110)로부터 가스추진 선박(GFS)에 마련된 연료탱크(210a)로 액화가스를 전달하는 병커링 시스템이다.
- [50] 본 발명은 이하에서 설명하는 가스 처리 시스템을 구비한 병커링 선박(BV)을 포함할 수 있다. 물론 본 발명은 가스 처리 시스템의 구현을 위하여 구성이 특정되는 가스추진 선박(GFS) 역시 포함한다. 일례로 본 발명은, 이하의 가스 처리 시스템이 적용되는 가스추진 선박(GFS)으로서, 병커링 시 발생하는 증발가스를 병커링 선박(BV)으로 리턴하기 위한 압축기(특히 H/D compressor)가

마련되지 않는 가스추진 선박(GFS)을 포함할 수 있다.

- [51] 참고로 가스추진 선박(GFS)은, 액화가스 운반선 외의 상선으로서 벌크선, 컨테이너 운반선, 광물 운반선 등의 선종일 수 있고, 연료탱크(210a)에 저장된 액화가스 또는 증발가스를 연료처리부(220)(펌프, 압축기, 열교환기 등)에 의해 압축/가압/가열 등을 거쳐 가스 공급라인(L6)을 통하여 추진엔진(230)으로 공급하는 설비를 구비할 수 있다.
- [52] 가스 처리 시스템은, 저장탱크(110)에서 연료탱크(210a)로 액화가스를 공급하는 구성을 포함할 수 있다. 이때 저장탱크(110)는 멤브레인 타입 또는 C 타입의 탱크이며, 저장탱크(110) 내에 마련되는 이송펌프(111)에 의해 액화가스가 저장탱크(110)와 연료탱크(210a)를 연결하는 병커링 라인(L1)을 따라 연료탱크(210a)로 전달될 수 있다.
- [53] 또한 가스 처리 시스템은, 연료탱크(210a)에 액화가스가 공급될 때 연료탱크(210a) 내에서 발생하는 증발가스를 병커링 선박(BV)으로 리턴시키는 구성을 포함한다. 이때 연료탱크(210a)는 본 실시예의 경우 5barG 내지 10barG 내외의 설계압력을 갖는 C 타입일 수 있고, 가스추진 선박(GFS)의 갑판 상부 또는 선내 등의 다양한 위치에 설치되어 있을 수 있다. 연료탱크(210a)에서 발생한 증발가스는 증발가스 리턴라인(L2)을 통해 병커링 선박(BV)으로 리턴되며, 직간접적으로 저장탱크(110)로 전달될 수 있다.
- [54] 또한 가스 처리 시스템은, 병커링관리부(120)를 포함한다. 병커링관리부(120)는 저장탱크(110)의 내압을 조절하는데, 일례로 저장탱크(110)의 증발가스를 냉매(질소, 혼합냉매 등 제한없음)로 액화해 저장탱크(110)에 리턴하여 저장탱크(110)의 내압을 낮출 수 있다.
- [55] 본 발명은 이하에서 자세히 서술하는 병커링관리부(120)를 마련함으로써, 병커링 라인(L1)을 통해 저장탱크(110)의 액화가스를 연료탱크(210a)로 공급하는 병커링 시 연료탱크(210a)에서의 증발가스 발생 및 연료탱크(210a)에서 생성된 증발가스의 병커링 선박(BV)으로의 리턴 등의 부분이 종래 대비 개선되도록 할 수 있다.
- [56] 구체적으로 병커링관리부(120)는 병커링 전에 저장탱크(110)의 내압을 기설정압 이하로 낮출 수 있다. 일례로 병커링관리부(120)는 병커링 라인(L1)을 통해 액화가스가 전달되기 전에 미리, 저장탱크(110)의 내압을 0.04barG 또는 0.2barG 등의 기설정압으로 낮춰둘 수 있다. 물론 저장탱크(110)의 내압이 이미 기설정압 이하를 충족한 상태라면 증발가스의 액화 리턴은 생략될 수 있다.
- [57] 즉 본 발명은, 병커링 선박(BV)의 저장탱크(110)의 내압을 사전에 미리 낮춰둠으로써, 저장탱크(110)에서 연료탱크(210a)로 전달되는 액화가스가 충분히 안정적인 액체 상태(일례로 과냉(subcooled) 상태)가 되도록 하여, 연료탱크(210a)에 액화가스가 공급될 때 증발가스의 발생량을 줄일 수 있다.
- [58] 이후 병커링이 시작되면 병커링관리부(120)는 저장탱크(110)의 내압을 연료탱크(210a)의 내압 미만으로 유지한다. 이 경우 연료탱크(210a)에서

발생하는 증발가스는, 증발가스 리턴라인(L2)을 통해 병커링 선박(BV)으로 전달되는 과정에서 별도의 압축기에 의한 압축이 필요하지 않게 된다. 즉 본 발명은 병커링 과정에서 가스추진 선박(GFS)으로부터 병커링 선박(BV)으로 리턴되는 증발가스(NBOG)가, 압축 없이 전달(Freeflow)되도록 한다.

- [59] 구체적으로 본 발명은, 병커링 과정에서 저장탱크(110)의 증발가스를 지속적으로 처리해 줌으로써 저장탱크(110)의 내압을 연료탱크(210a) 대비 낮게 유지하여, 연료탱크(210a)에서 저장탱크(110)로 증발가스가 압축 없이 전달되도록 함으로써, 병커링 시 증발가스 리턴을 위해 가스추진 선박(GFS)에 마련되던 고부하 압축기(High-Duty Compressor)가 생략되도록 할 수 있다. 물론 이를 위해 저장탱크(110)와 연료탱크(210a) 각각에는 내압 측정을 위한 압력계(도시하지 않음)가 구비된다.
- [60] 이러한 효과를 구현하기 위한 병커링관리부(120)는, 증발가스를 액화하는 재액화장치(122)를 이용하며, 재액화장치(122)의 상류에는 병렬로 복수 개의 증발가스 압축기(121)가 서로 백업 가능하게 마련되고, 재액화장치(122)의 하류에는 압력조절밸브(123)와 기액분리기(124)가 마련된다.
- [61] 증발가스 압축기(121)와 재액화장치(122), 압력조절밸브(123) 및 기액분리기(124)는 저장탱크(110)를 기준으로 순환 유로를 형성하는 압력 조절라인(L3) 상에 차례대로 마련될 수 있으며, 이를 통해 병커링관리부(120)는 저장탱크(110)의 증발가스를 압축, 액화하여 저장탱크(110)로 리턴시켜서 저장탱크(110)의 내압을 낮출 수 있게 된다.
- [62] 또한 본 발명은 저장탱크(110)의 내압을 낮게 유지하기 위하여, 증발가스 리턴라인(L2)을 통해 병커링 선박(BV)으로 전달되는 증발가스가 재액화장치(122)로 전달되어 재액화 후 저장탱크(110)로 복귀되도록 할 수 있거나, 재액화장치(122)를 우회하여 저장탱크(110)로 전달되도록 할 수 있다. 또는 가스추진 선박(GFS)으로부터 전달되는 증발가스는 병커링 선박(BV) 내 전력 소비를 위한 발전엔진(130)의 가동에 사용될 수도 있다.
- [63] 저장탱크(110)의 내압이 연료탱크(210a)의 내압 이하가 되도록 하기 위해, 즉 연료탱크(210a)의 내압이 저장탱크(110) 대비 높게 이루어지도록 하기 위하여, 병커링관리부(120)는, 증발가스 리턴라인(L2)을 통해 전달되는 증발가스가 저장탱크(110)로 바로 유입되어 저장탱크(110)의 내압 상승을 야기하지 않도록, 재액화장치(122)를 활용할 수 있다.
- [64] 즉 병커링관리부(120)는 병커링 시 리턴되는 증발가스를 재액화해 저장탱크(110)로 복귀시켜, 저장탱크(110)의 내압을 연료탱크(210a)의 내압 미만으로 유지할 수 있다. 이때 증발가스 리턴라인(L2)은 재액화장치(122)의 상류인 증발가스 압축기(121)의 유입단에 합류되거나 재액화장치(122)에 직접 연결되도록 마련될 수 있는데, 연료탱크(210a)의 내압이 증발가스 압축기(121) 하류의 압력에 대응되는 경우에는 증발가스 리턴라인(L2)으로부터 재액화장치(122)로 직접 증발가스가 전달될 수 있다.

- [65] 저장탱크(110)의 내압이 낮을수록 이송펌프(111)의 부하가 커지게 되므로, 병커링관리부(120)는 저장탱크(110)의 내압이 연료탱크(210a)의 내압 이하인 선에서, 리턴되는 증발가스가 재액화 없이 저장탱크(110)에 공급되도록 하여 저장탱크(110)의 내압이 상승하게 할 수도 있다.
- [66] 병커링 선박(BV)은 병커링을 하기 위한 정박 상태에서 재액화장치(122), 증발가스 압축기(121), 이송펌프(111) 등을 가동하기 위하여 비교적 큰 전력 확보가 필요하므로, 정박 시 발전엔진(130)이 가동되어야 한다. 이때 발전엔진(130)은 압력 조절라인(L3)에서 증발가스 압축기(121)의 하류로부터 분기되는 증발가스 소비라인(L4)을 통해 증발가스를 공급받아 소비할 수 있고, 이를 위해 증발가스 압축기(121)의 토출압력은 발전엔진(130)의 요구압력에 대응될 수 있다.
- [67] 발전엔진(130)은 저장탱크(110)에서 액화가스 소비라인(L5)을 통해 연료공급펌프(112), 기화기(113)를 거친 액화가스를 공급받아 소비할 수 있으며, 다만 발전엔진(130)이 가동되지 못하는 경우 등의 상황에서 저장탱크(110)의 증발가스를 소비하기 위해 증발가스 소비라인(L4)은 가스연소장치(140)(또는 보일러 등)에 추가로 연결될 수 있다.
- [68] 증발가스 리턴라인(L2)을 통해 리턴되는 증발가스 역시 발전엔진(130) 등의 연료로 사용될 수 있으며, 이때 증발가스 리턴라인(L2)은 증발가스 압축기(121)의 상류로 연결될 수 있지만 이로 한정하는 것은 아니다.
- [69] 이하에서는 도 3을 참조하여 병커링 과정에 대해 설명한다. 참고로 도 3에서 실선은 초기 내압이 서로 다른 연료탱크(210a)의 병커링 시 내압 변화를 나타내며, 경사 점선은 병커링되는 액화가스 양을 나타내고, 수평 점선은 저장탱크(110)의 내압을 의미한다.
- [70] 먼저 병커링 전에, 가스 처리 시스템은 재액화장치(122)를 이용해 병커링 선박(BV)의 저장탱크(110)의 내압을 기설정압 이하로 낮춰둘 수 있다. 이때 기설정압은 도 3의 (A)에서는 0.2barG 내외이고 도 3의 (B)에서는 0.04barG 내외이다.
- [71] 저장탱크(110)의 내압이 충분히 낮춰졌다면, 저장탱크(110)와 연료탱크(210a) 간에 병커링 라인(L1)을 연결해 병커링을 개시한다. 연료탱크(210a)는 극저온의 액화가스를 받기 위해 내부가 냉각된 상태(cool-down)일 수 있지만, 병커링 도중 열이 연료탱크(210a) 내로 침투하는 등의 요인에 의해 연료탱크(210a)에서는 증발가스가 대량으로 발생하게 된다.
- [72] 이때 연료탱크(210a)를 보호하고자 증발가스를 병커링 선박(BV)으로 되돌려야 하는데, 본 발명은 도 3에 나타난 것과 같이 병커링이 진행되는 시간 내내 저장탱크(110)의 내압이 연료탱크(210a)의 내압 이하가 되도록 하여, 리턴되는 증발가스가 압축없이 전달되도록 할 수 있다.
- [73] 병커링이 이루어지는 연료탱크(210a)는, 병커링 전의 내압이 일례로 0.2/3.0/6.5barG일 수 있는데, 도 3의 (A)에 나타난 바와 같이 연료탱크(210a)의

초기 압력이 3.0barG 또는 6.5barG일 경우, 액화가스가 공급됨에 따라 연료탱크(210a)의 내압은 점차 감소하게 된다. 따라서 벙커링이 완료된 가스추진 선박(GFS)은, 연료탱크(210a)의 증발가스에 대한 처리없이 바로 추진이 가능한 상태가 된다. 이는 저장탱크(110)가 벙커링 전에 내압을 낮춘 후 벙커링을 수행하기 때문이다.

- [74] 다만 도 3의 (A)에서 연료탱크(210a)의 초기 내압이 0.2barG일 수 있는데, 이는 저장탱크(110)의 기설정압과 동일한 것으로서, 이 경우 연료탱크(210a)는 내압이 동일한 저장탱크(110)의 액화가스를 받으면서 증발가스가 생성됨에 따라 벙커링 과정에서 내압이 다소 상승할 수 있다.
- [75] 반면 도 3의 (B)의 경우에는 연료탱크(210a)의 초기 내압이 0.2barG인 경우에도 저장탱크(110)의 벙커링 전 내압이 그보다 작은 0.04barG로 준비되기 때문에, 3가지 초기 내압을 갖는 연료탱크(210a)는 벙커링 과정에서 모두 내압이 감소하게 되는 것을 확인할 수 있다.
- [76] 위와 같은 사례들 모두에서 여전히 증발가스는 압축 없이 가스추진 선박(GFS)으로부터 벙커링 선박(BV)으로 리턴될 수 있도록, 벙커링관리부(120)는 저장탱크(110)와 연료탱크(210a) 간의 압력차를 유지할 수 있다.
- [77] 구체적으로 벙커링 전의 내압이 제1 압력이고 벙커링 시 액화가스의 유입에 의해 내압이 하강하는 연료탱크(210a)에 벙커링하는 경우(도 3의 (A)에서 연료탱크(210a)의 내압이 3.0/6.5barG인 경우와 도 3의 (B) 모두의 경우), 벙커링관리부(120)는 벙커링 전 및 벙커링 시 저장탱크(110)의 내압을 연료탱크(210a)의 벙커링 완료 시의 내압(약 0.5bar 내외) 이하로 할 수 있다.
- [78] 반면 벙커링 전의 내압이 제2 압력이고 벙커링 시 증발가스의 발생에 의해 내압이 상승하는 연료탱크(210a)에 벙커링하는 경우(도 3의 (A)에서 연료탱크(210a)의 내압이 0.2barG인 경우), 벙커링관리부(120)는 벙커링 전 및 벙커링 시 저장탱크(110)의 내압을 연료탱크(210a)의 벙커링 시작 시의 내압(0.2barG) 이하로 할 수 있다.
- [79] 이때 제1 압력은 기설정압 대비 0.05barG 내지 0.1barG 큰 값 이상의 압력으로 0.5barG 내지 8barG일 수 있고, 제2 압력은 기설정압 대비 0.05barG 내지 0.1barG 큰 값 미만의 압력으로 0.5barG 이하일 수 있지만, 수치를 이로 한정하는 것은 아니다.
- [80] 이상과 같이 본 실시예는, 벙커링 이전에 저장탱크(110)의 내압을 미리 낮춰둠으로써, 벙커링 시 연료탱크(210a)에서 발생하는 증발가스를 줄일 수 있으며, 또한 저장탱크(110)의 내압이 연료탱크(210a)의 내압 이하가 되도록 유지하여 연료탱크(210a)의 증발가스가 압축 없이 벙커링 선박(BV)에 리턴되도록 함으로써 가스추진 선박(GFS)의 H/D 압축기를 생략할 수 있다.
- [81] 도 4는 본 발명의 제2 실시예에 따른 가스 처리 시스템의 개념도이고, 도 5는 본 발명의 제2 실시예에 따른 가스 처리 시스템에서 내압 변화의 그래프이다.

- [82] 도 1과 함께 도 4 및 도 5를 참고하면, 본 발명의 제2 실시예는, 앞선 실시예 대비 연료탱크(210b)가 멤브레인 타입으로 마련된다는 점에서 차이가 있다. 이하에서는 본 실시예가 앞선 실시예 대비 달라지는 점 위주로 설명하도록 하며, 이하에서 설명을 생략하는 부분은 앞선 내용으로 갈음한다. 이는 후술하는 다른 실시예에서도 마찬가지로 알려둔다.
- [83] 본 실시예의 가스추진 선박(GFS)은, 도 4에 나타난 바와 같이 컨테이너 운반선 등으로서, 선내에 연료탱크(210b)를 탑재할 수 있고, 이때 연료탱크(210b)는 멤브레인 타입일 수 있다. 또는 멤브레인 타입의 설계압력과 동일/유사한 설계압력을 갖는 독립형 탱크로서 B 타입(자립각형 타입인 SPB 등)일 수도 있음을 알려둔다.
- [84] 이하에서는 도 5를 참조하여 본 실시예의 벙커링 과정에 대해 설명한다. 참고로 도 3과 마찬가지로, 도 5에서 실선은 초기 내압이 서로 다른 연료탱크(210b)의 벙커링 시 내압 변화를 나타내며, 경사 점선은 벙커링되는 액화가스 양을 나타내고, 수평 점선은 저장탱크(110)의 내압을 의미한다.
- [85] 가스 처리 시스템은 벙커링 전에 기설정압 이하로 저장탱크(110)의 내압을 낮추게 되며, 이때 기설정압은 도 5의 (A)에서는 0.2barG 내외이고 도 5의 (B)에서는 0.04barG 내외이다.
- [86] 저장탱크(110)의 내압을 미리 낮춰둔 후 벙커링을 시작하게 되는데, 제2 실시예의 경우 앞선 제1 실시예와 마찬가지로 벙커링이 진행되는 시간 내내 저장탱크(110)의 내압이 연료탱크(210b)의 내압 이하가 되도록 함으로써 HD 압축기에 의한 압축 없이 연료탱크(210b)에서 벙커링 선박(BV)으로 증발가스가 리턴된다.
- [87] 여기서 연료탱크(210b)의 내압은 벙커링 전의 내압이 0.63/0.2/0.05barG일 수 있는데, 저장탱크(110)의 벙커링 전 내압이 0.2barG인 도 5의 (A)에서 연료탱크(210b)의 내압이 0.63barG인 경우와 저장탱크(110)의 벙커링 전 내압이 0.04barG인 도 5의 (B)에서 연료탱크(210b)의 내압이 0.63/0.2barG인 경우, 액화가스가 공급됨에 따라 연료탱크(210b)의 내압은 점차 감소하게 된다.
- [88] 이 경우는 벙커링 전의 내압이 제1 압력(기설정압 대비 0.05barG 내지 0.1barG 큰 값 이상의 압력으로 0.5barG 내지 1barG)이고 벙커링 시 액화가스의 유입에 의해 내압이 하강하는 연료탱크(210b)에 벙커링하는 경우로서, 벙커링관리부(120)는 벙커링 전 및 벙커링 시 저장탱크(110)의 내압을 연료탱크(210b)의 벙커링 완료 시의 내압(약 0.5bar 내외) 이하로 할 수 있다.
- [89] 반면 저장탱크(110)의 벙커링 전 내압이 0.2barG인 도 5의 (A)에서 연료탱크(210b)의 내압이 0.2barG인 경우와 저장탱크(110)의 벙커링 전 내압이 0.04barG인 도 5의 (B)에서 연료탱크(210b)의 내압이 0.05barG인 경우, 연료탱크(210b)는 내압이 동일/유사한 저장탱크(110)의 액화가스를 받으면서 증발가스가 생성됨에 따라 벙커링 과정에서 내압이 다소 상승할 수 있다.
- [90] 이 경우는 벙커링 전의 내압이 제2 압력(기설정압 대비 0.05barG 내지 0.1barG

큰 값 미만의 압력으로 0.5barG 이하)이고 병커링 시 증발가스의 발생에 의해 내압이 상승하는 연료탱크(210b)에 병커링하는 경우로서, 병커링관리부(120)는 병커링 전 및 병커링 시 저장탱크(110)의 내압을 연료탱크(210b)의 병커링 시작 시의 내압(0.2barG) 이하로 할 수 있다.

- [91] 다만 본 실시예는, 저장탱크(110)의 병커링 전 내압이 0.2barG인 도 5의 (A)에서 연료탱크(210b)의 병커링 전 내압이 0.05barG 이하인 경우가 존재하며, 이 경우에는 병커링 전에 내압이 기설정압 이하로 낮아진 저장탱크(110)의 압력이 병커링 전의 연료탱크(210b)의 내압보다 큰 압력인 경우로서, 제1 실시예에서와 상이한 처리가 이루어진다.
- [92] 이때 병커링 초기에는 저장탱크(110)의 내압이 연료탱크(210b)의 내압보다 높게 형성되므로, 증발가스의 freeflow 리턴이 이루어지지 못한다. 따라서 본 실시예는, 병커링 시작 시점부터 일정시점까지 증발가스 리턴라인(L2)을 통한 증발가스의 전달을 차단하여 연료탱크(210b)가 축압되도록 한다.
- [93] 증발가스의 리턴이 차단되면 연료탱크(210b)의 내압은 증발가스 발생으로 인해 점차 상승하게 되며, 연료탱크(210b)의 내압이 저장탱크(110)의 내압을 넘어서는 지점인 일정시점부터 병커링 완료 시점까지는, 앞선 실시예와 마찬가지로 병커링관리부(120)를 통해 저장탱크(110)의 내압을 연료탱크(210b)의 내압 미만으로 유지하여, 증발가스 리턴라인(L2)을 통해 증발가스를 압축 없이 전달할 수 있다.
- [94] 즉 본 실시예는 설계압력이 대기압 수준인 연료탱크(210b)에 병커링하는 경우, 저장탱크(110)의 내압을 미리 낮추더라도 연료탱크(210b)의 병커링 전 내압보다 높은 상황에서 병커링이 시작되는 상황이 발생할 것을 대비하여, 병커링 시작부터 일정시간동안 연료탱크(210b)가 축압에 의해 내압이 상승하면서 저장탱크(110)의 내압을 넘어서도록 제어할 수 있다.
- [95] 구체적으로 병커링관리부(120)는, 병커링 시작 시점부터 일정시점까지는 증발가스 리턴을 차단하고, 일정시점부터 병커링 완료 시점 사이에서는 리턴되는 증발가스를 재액화해 저장탱크(110)로 복귀시켜서 저장탱크(110) 내압을 연료탱크(210b) 내압 미만으로 유지할 수 있다.
- [96] 이와 같이 본 실시예는, 멤브레인 타입의 연료탱크(210b)에 대한 병커링을 구현하기 위한 것으로, 병커링 시작 시 저장탱크(110)의 내압이 연료탱크(210b)의 내압보다 높은 경우를 대비해 연료탱크(210b)의 부분적 축압 제어를 구현하여, 증발가스의 리턴에 압축기가 사용될 필요가 없도록 할 수 있다.
- [97] 참고로, 이하 도 6 및 도 7을 통해 설명하는 제3, 제4 실시예는, 압축/열교환/감압으로 증발가스를 부분 재액화해 병커링 선박(BV)의 탱크 내압을 낮춰 병커링 시 증발가스 발생을 줄이는 사상을 기반으로 한 것이다.
- [98] 이하에서 각 실시예에 대해 자세히 설명한다.
- [99] 도 6은 본 발명의 제3 실시예에 따른 가스 처리 시스템의 공정흐름도이다.

- [100] 도 6을 참조하면, 본 발명의 제3 실시예에 따른 가스 처리 시스템은, 증발가스를 냉매로 액화해 리턴하는 재액화장치(122)를 구비하는 병커링관리부(120)를 대신하여(또는 더하여), 냉매와의 열교환 없이 저장탱크(110)의 증발가스를 압축, 냉각, 감압해 리턴하여 저장탱크(110)의 내압을 조절하는 병커링관리부(120)를 구비할 수 있다.
- [101] 다만 본 실시예를 포함한 이하 실시예들에서, 병커링관리부(120)가 병커링 전에 저장탱크(110)의 내압을 기설정압(0.04/0.2barG 내외) 이하로 낮추고 병커링 시 증발가스 리턴을 차단해 연료탱크(210a, 210b)가 축압되도록 하거나 병커링 시 증발가스가 압축 없이 전달되도록 저장탱크(110) 내압 < 연료탱크(210a, 210b) 내압을 유지하는 제어는, 앞선 실시예들과 동일함을 알려둔다.
- [102] 병커링관리부(120)는, 저압 압축기(121a), 부스팅 압축기(121b), 증발가스 열교환기(125), 감압밸브(123), 기액분리기(124)를 포함하며, 압력 조절라인(L3)은 저장탱크(110)를 기준으로 순환 유로를 형성하며 위 구성들을 차례로 직렬로 연결할 수 있다.
- [103] 저압 압축기(121a)는, 복수 개가 병렬로 마련되어 저장탱크(110)의 증발가스를 압축해 발전엔진(130)으로 공급한다. 이를 위해 저압 압축기(121a)의 하류에서 증발가스 소비라인(L4)이 분기되어 발전엔진(130) 등으로 연결되며, 저압 압축기(121a)는 발전엔진(130)의 요구압력에 적합한 토출압력을 구비할 수 있다.
- [104] 부스팅 압축기(121b)는, 단단으로 마련되며 저압 압축기(121a)와 발전엔진(130) 사이에서 분기된 위치(압력 조절라인(L3)을 기준으로 저압 압축기(121a)의 하류)에 마련되며 잉여의 증발가스를 150barG 이상으로 압축한다.
- [105] 본 실시예는 증발가스를 냉매 열교환 없이 압축 후 감압하는 것으로 액화하기 위해 줄-튐슨 효과를 활용하며, 이를 위해 증발가스의 감압 전 압력을 150barG 이상으로 하여야 한다. 따라서 본 실시예는 발전엔진(130)으로의 증발가스 공급을 위해 저압 압축기(121a)를 두면서도, 감압을 이용한 증발가스 액화를 위해 부스팅 압축기(121b)를 추가로 마련한다.
- [106] 증발가스 열교환기(125)는, 부스팅 압축기(121b)에서 압축된 증발가스를 저장탱크(110)에서 배출되는 증발가스와 열교환하여, 압축된 고압의 증발가스를 냉각할 수 있다. 반면 저장탱크(110)에서 배출된 증발가스는 증발가스 열교환기(125)에서 열교환에 의해 다소 가열되므로, 저압 압축기(121a)의 유입 온도가 상승하여 저압 압축기(121a)가 견뎌야 하는 온도를 높일 수 있다.
- [107] 증발가스 열교환기(125)는, 저장탱크(110)에서 저압 압축기(121a)로 전달되는 증발가스의 스트림과, 부스팅 압축기(121b)에서 감압밸브(123)로 전달되는 고압 증발가스의 스트림을 서로 열교환시키도록 적어도 두 스트림을 구비하는 구조를 갖는다.
- [108] 이때 증발가스 리턴라인(L2)이 저장탱크(110)와 증발가스 열교환기(125) 사이로 증발가스를 전달하도록 마련됨에 따라, 저장탱크(110)에서 저압 압축기(121a)로 전달되는 스트림은, 저장탱크(110)의 증발가스에 연료탱크(210a,

- 210b)의 증발가스가 혼합된 것일 수 있다.
- [109] 여기에 더하여, 증발가스 열교환기(125)는 증발가스 리턴라인(L2)을 통해 전달되는 연료탱크(210a, 210b)의 증발가스를 열교환할 수 있도록, 증발가스 리턴라인(L2)이 경유하는 스트림을 추가로 구비할 수 있다. 즉 증발가스 리턴라인(L2)은 증발가스 열교환기(125)를 경유한 후 저장탱크(110)와 저압 압축기(121a) 사이의 압력 조절라인(L3)에 합류될 수 있다.
- [110] 다만 증발가스 리턴라인(L2)은 증발가스 열교환기(125)를 우회하도록 마련될 수도 있는바, 증발가스 리턴라인(L2)은 증발가스 열교환기(125)를 경유하거나 우회하여 저장탱크(110)와 증발가스 열교환기(125) 사이로 증발가스를 전달하도록 마련된다.
- [111] 이때 증발가스 리턴라인(L2)이 증발가스 열교환기(125)를 우회하도록 하는 것은 가스추진 선박(GFS)으로부터 회수되는 증발가스의 냉열을 활용할 필요가 없는 경우로서, 발전엔진(130)에 공급되지 않고 남은 잉여의 증발가스가 적거나 없는 경우 동일 수 있다.
- [112] 감압밸브(123)는, 부스팅 압축기(121b)에서 압축되고 증발가스 열교환기(125)에서 냉각된 증발가스를 감압하여 액화한다. 감압밸브(123)는 150barG 이상으로 압축된 후 냉각된 증발가스를 1 내지 10barG로 감압하여 증발가스의 적어도 일부를 액화시킬 수 있다.
- [113] 기액분리기(124)는, 액화된 증발가스를 기액 분리하여 액상(LBOG)은 저장탱크(110)로 리턴시키며, 기상(flash gas)은 저장탱크(110)에서 증발가스 열교환기(125)로 전달되는 증발가스에 혼합할 수 있다.
- [114] 또는 기액분리기(124)에서 분리된 기상은 증발가스와 합류하지 않고 증발가스 열교환기(125)에서 별도의 스트림을 통해 유동하면서 열교환한 뒤, 저압 압축기(121a)의 상류에서 증발가스와 합류되거나 또는 발전엔진(130)이나 보일러 등에 의해 소비되도록 할 수도 있다.
- [115] 이러한 본 실시예의 병커링관리부(120)는, 복수 개가 병렬 배치된 저압 압축기(121a)+부스팅 압축기(121b)를 포함하는 증발가스 압축기(121)를 구성하여, 병커링 전에 저장탱크(110)의 내압을 기설정압 이하로 낮추기 위해 복수 개의 저압 압축기(121a)를 병렬 운전하여 저장탱크(110)의 증발가스를 충분히 흡입함으로써, 저장탱크(110)의 내압 하강을 빠르게 구현할 수 있다.
- [116] 따라서 본 실시예는, 병커링 전에 저장탱크(110)의 내압을 신속하고 충분하게 낮춰둌으로써, 병커링 시 저장탱크(110)에서 발생하는 증발가스의 양을 줄여 병커링 효율을 높일 수 있다.
- [117] 도 7은 본 발명의 제4 실시예에 따른 가스 처리 시스템의 공정흐름도이다.
- [118] 도 7을 참조하면 본 발명의 제4 실시예에 따른 가스 처리 시스템은, 앞선 제3 실시예 대비 병커링관리부(120)의 증발가스 압축기(121)가 다르게 구성될 수 있다.
- [119] 본 실시예의 병커링관리부(120)는, 발전엔진(130)에 증발가스를 공급하기 위한

저압 압축기(121a)와, 줄-톱슨 효과를 통해 증발가스를 액화하기 위한 고압 압축기(121c)를 마련하되, 저압 압축기(121a)와 고압 압축기(121c)를 병렬로 마련할 수 있다.

- [120] 이때 고압 압축기(121c)는 중간단에 증발가스 소비라인(L4)이 연결되어, 중간단에서 압축된 증발가스를 발전엔진(130)으로 공급함으로써, 저압 압축기(121a)가 다단으로 마련된 고압 압축기(121c)의 일부에 의하여 백업될 수 있다.
- [121] 본 실시예의 병커링관리부(120)는, 고압 압축기(121c)를 이용하며 증발가스를 150barG 이상으로 가압한 후, 증발가스 열교환기(125)에서 저장탱크(110)로부터 배출된 증발가스를 이용해 냉각하고, 감압밸브(123), 기액분리기(124)를 거쳐 저장탱크(110)로 리턴시킬 수 있다.
- [122] 이때 병커링관리부(120)는, 저장탱크(110)의 액화가스 저장량에 따라 저압 압축기(121a)와 고압 압축기(121c)를 독립적으로 택일 운전할 수 있다. 일례로 저장탱크(110)의 액화가스 저장량이 많을 경우(증발가스량이 많은 Laden voyage 등)에는 고압 압축기(121c)를 이용하여 중간단의 증발가스 일부를 발전엔진(130)에 공급하면서 최종단의 증발가스를 재액화해 저장탱크(110)로 리턴할 수 있으며, 반면 저장탱크(110)의 액화가스 저장량이 적을 경우(증발가스량이 적은 Ballast voyage 등)에는 저압 압축기(121a)를 이용하여 증발가스가 발전엔진(130) 등에 의해 소비되고 저장탱크(110)로 리턴되지 않도록 할 수 있다.
- [123] 이와 같이 본 실시예는, 감압을 이용한 증발가스 액화를 구현하기 위한 고압 압축기(121c)가 발전엔진(130)으로의 증발가스 공급을 위한 저압 압축기(121a)와 병렬로 구비되도록 하고, 운항 상태에 따라 고압 압축기(121c)와 저압 압축기(121a)를 택일 가동하여 증발가스 압축기(121)의 가동 효율을 높일 수 있다.
- [124] 참고로, 이하 도 8 내지 도 10을 통해 설명하는 제5 내지 제7 실시예는, 냉매로 액화가스를 과냉 리턴해 병커링 선박(BV)의 탱크 내압을 낮춰 병커링 시 증발가스 발생을 줄이는 사상을 기반으로 한 것이다.
- [125] 이하에서 각 실시예에 대해 자세히 설명한다.
- [126] 도 8은 본 발명의 제5 실시예에 따른 가스 처리 시스템의 공정흐름도이다.
- [127] 도 8을 참조하면, 본 발명의 제5 실시예에 따른 가스 처리 시스템은, 병커링관리부(120)가 증발가스를 냉매로 완전 재액화하거나 압축/냉각/감압해 부분 재액화하는 대신, 액화가스를 냉매로 과냉해 리턴하여 저장탱크(110)의 내압을 조절할 수 있다.
- [128] 이를 위해 병커링관리부(120)는, 과냉장치(126), 냉매공급부(127)를 구비한다. 과냉장치(126)는 액화가스를 냉매로 과냉시킬 수 있으며, 과냉되는 액화가스의 온도는 대기압에서 액화가스의 비등점(-163도씨)보다 낮은 온도(일례로 -170도씨 내외)일 수 있다.

- [129] 냉매공급부(127)는, 질소나 혼합냉매 등의 제한되지 않는 물질인 냉매를 과냉장치(126)에 공급하여 액화가스의 과냉을 구현한다. 냉매공급부(127)는 냉매 압축기(1271), 냉매 쿨러(1272), 냉매 팽창기(1273), 냉매 열교환기(1274), 냉매간 열교환기(1275)를 구비하며, 냉매 순환라인(L7)이 위 구성들을 차례로 연결하면서 냉매가 순환하는 유로를 형성한다.
- [130] 냉매 압축기(1271)는, 냉매를 압축한다. 압축된 냉매의 압력은 10barG 내외일 수 있지만 이로 한정되는 것은 아니며, 과냉 효율을 높이기 위하여 다양한 수치의 압력이 사용될 수 있다.
- [131] 냉매 쿨러(1272)는, 냉매 압축기(1271)에 의하여 압축되면서 가열된 냉매를 다양한 냉 에너지로 냉각시킬 수 있다. 냉매 쿨러(1272)는 냉매 압축기(1271)의 하류에 마련되며, 냉매 압축기(1271)가 다단으로 마련될 경우 냉매 압축기(1271)의 각 단에 마련될 수도 있다.
- [132] 냉매 팽창기(1273)는, 압축된 냉매를 팽창시킨다. 압축 후 팽창에 의해 감압되는 냉매는 앞선 감압밸브(123)에서와 유사하게 냉매의 온도를 충분히 떨어뜨릴 수 있으며, 팽창된 냉매는 과냉장치(126)에 전달되어 액화가스를 과냉시키는데 사용된다.
- [133] 냉매 열교환기(1274)는, 냉매 압축기(1271)에서 압축된 냉매를 저장탱크(110)에서 발전엔진(130)으로 공급되는 증발가스로 냉각한다. 이때 냉매 열교환기(1274)는 도면에 나타난 바와 같이 냉매 압축기(1271)와 과냉장치(126) 사이에 마련될 수 있지만, 이와 달리 냉매 열교환기(1274)는 냉매 압축기(1271)와 과냉장치(126) 사이의 어떠한 지점에서도 설치 가능하며, 냉매 쿨러(1272)를 대체할 수도 있다.
- [134] 냉매간 열교환기(1275)는, 압축된 냉매와 과냉장치(126)에서 가열된 냉매를 열교환할 수 있다. 구체적으로 냉매간 열교환기(1275)는 압축 후 팽창 전의 냉매를, 과냉장치(126)에서 가열되고 압축 전인 냉매와 열교환할 수 있다.
- [135] 본 실시예는 냉매공급부(127)가 N2 Bryton cycle로 마련되어 냉매간 열교환기(1275)를 구비할 수 있는 것이지만, 냉매간 열교환기(1275)는 얼마든 생략 가능하다.
- [136] 이와 같이 본 실시예는, 병커링 전에 저장탱크(110)의 내압을 낮추기 위해 액화가스의 과냉 리턴을 이용하되, 과냉을 위한 냉매가 발전엔진(130)으로 공급되는 증발가스의 냉열을 활용하도록 함으로써 에너지 사용 효율을 개선할 수 있다.
- [137] 도 9는 본 발명의 제6 실시예에 따른 가스 처리 시스템의 공정흐름도이다.
- [138] 도 9를 참조하면 본 발명의 제6 실시예에 따른 가스 처리 시스템은, 앞선 제5 실시예 대비 냉매공급부(127)가 냉매를 저장탱크(110)에서 발전엔진(130)으로 공급되는 액화가스로 냉각할 수 있다.
- [139] 저장탱크(110)의 액화가스는 기화기(113)를 거쳐 발전엔진(130)으로 공급되는데, 본 실시예는 기화되어야 하는 액화가스가 냉매의 냉각에

사용되도록 하여, 병커링 전 액화가스의 과냉 효과를 높이는 동시에 기화기(113)의 부하를 낮추거나 기화기(113)를 생략할 수 있다.

- [140] 본 실시예의 냉매 열교환기(1274)는 냉매 순환라인(L7)과 증발가스 소비라인(L4)이 경유하는 앞선 실시예와 달리, 냉매 순환라인(L7)과 액화가스 소비라인(L5)이 경유하도록 마련됨은 물론이다. 또한 앞선 실시예에서 액화가스 과냉을 위한 펌프는 이송펌프(111) 또는 별도의 펌프일 수 있는 반면, 본 실시예에서 액화가스 과냉을 위한 펌프로 연료공급펌프(112)를 사용할 수 있다.
- [141] 또한 본 발명은 본 실시예와 앞선 실시예를 조합하여, 냉매를 발전엔진(130)으로 공급되는 증발가스 및 액화가스 중 적어도 어느 하나로 냉각하는 실시예를 포함할 수 있으며, 이 경우 냉매/액화가스/증발가스 스트림을 구비한 냉매 열교환기(1274)를 단독 구비하거나, 냉매/액화가스 스트림의 냉매 열교환기(1274)와 냉매/증발가스 스트림의 냉매 열교환기(1274)를 구비하는 것이 가능하다.
- [142] 도 10은 본 발명의 제7 실시예에 따른 가스 처리 시스템의 공정흐름도이다.
- [143] 도 10을 참조하면 본 발명의 제7 실시예에 따른 가스 처리 시스템은, 냉매 열교환기(1274)가 냉매간 열교환기(1275)를 대체하도록 마련될 수 있다.
- [144] 즉 냉매 열교환기(1274)는, 압축된 냉매와 과냉장치(126)에서 가열된 냉매 및 발전엔진(130)으로 공급되는 액화가스 또는 증발가스를 열교환하는 적어도 3개의 스트림으로 이루어져, 냉매간 열교환을 포함하는 구조로 마련될 수 있다.
- [145] 따라서 본 실시예는 냉매간 열교환기(1275)를 별도로 구비하지 않으므로 냉매공급부(127)의 구성을 컴팩트하게 줄일 수 있다.
- [146] 참고로, 이하 도 11 내지 도 13을 통해 설명하는 제8 내지 제11 실시예는, 병커링 선박(BV)의 경우 병커링 시 이송펌프(111) 작동을 위해 발전엔진(130)을 충분히 가동해야 하므로, 가스추진 선박(GFS)과 달리 정박 상태에서 연료 소모량이 많음을 고려, 전체 시스템을 효율적으로 최적화한 것이다.
- [147] 이하에서 각 실시예에 대해 자세히 설명한다.
- [148] 도 11은 본 발명의 제8 실시예에 따른 가스 처리 시스템의 공정흐름도이다.
- [149] 도 11을 참조하면 본 발명의 제8 실시예에 따른 가스 처리 시스템은, 앞선 실시예들에서 개시된 내용과 유사하게, 저장탱크(110)의 액화가스 또는 증발가스를 냉매로 냉각해 리턴하는 냉각장치(122, 126)를 이용해 저장탱크(110)의 내압을 조절하는 병커링관리부(120)를 구비한다.
- [150] 본 실시예는, 액화가스를 과냉 리턴해 저장탱크(110)가 증발가스를 더 받을 수 있도록 하는 냉각장치(122, 126)의 가동을 전제하거나 또는 연료탱크(210a, 210b)에서 리턴되는 증발가스를 액화 리턴하는 냉각장치(122, 126)의 가동을 전제하여, 저장탱크(110)가 가스추진 선박(GFS)으로부터 전달받을 수 있는 증발가스 최대 리턴량이 직간접적으로 도출될 수 있는데, 이러한 증발가스 최대 리턴량을, 병커링 시 증발가스 리턴라인(L2)을 통해 전달되는 증발가스 유량 미만으로 설정할 수 있다.

- [151] 즉 본 실시예는, 냉각장치(122, 126)를 가동하는 것만으로는, 가스추진 선박(GFS)에서 벙커링 선박(BV)으로 리턴되는 증발가스를 모두 소화할 수 없도록 할 수 있다. 다만 앞서 설명한 바와 같이 벙커링 선박(BV)은 가스추진 선박(GFS) 대비 정박 시 필요전력이 크다는 점을 고려하여, 본 실시예는 저장탱크(110)의 증발가스를 압축해 발전엔진(130)에 공급하는 증발가스 압축기(121)의 증발가스 처리량과, 냉각장치(122, 126)를 고려한 저장탱크(110)의 증발가스 최대 리턴량의 합이, 벙커링 시 리턴되는 증발가스 유량 이상이 되도록 할 수 있다.
- [152] 이를 정리하면 다음과 같다.
- [153] 냉각장치(122, 126) 고려한 최대 리턴량 < 벙커링 시 리턴량 < 냉각장치(122, 126) 고려한 최대 리턴량 + 압축기 처리량
- [154] 즉 본 실시예는, 벙커링 도중 증발가스 압축기(121)에 의해 충분한 증발가스가 발전엔진(130)에 공급되는 것을 고려하여, 냉각장치(122, 126)의 제원을 축소하여 CAPEX 절감이 가능하다. 다만 증발가스 압축기(121)는, 복수 개가 병렬로 마련되어 병렬 운전이 가능할 수 있으며, 위 수식에서 압축기 처리량은 병렬의 증발가스 압축기(121)를 모두 가동하는 경우의 처리량일 수 있다.
- [155] 도 12는 본 발명의 제9 실시예에 따른 가스 처리 시스템의 공정흐름도이다.
- [156] 도 12를 참조하면 본 발명의 제9 실시예에 따른 가스 처리 시스템은, 앞선 실시예와 다른 방향으로 전체 시스템을 최적화한다.
- [157] 구체적으로 본 실시예는, 냉각장치(122, 126)를 고려한 저장탱크(110)의 증발가스 최대 리턴량이 벙커링 시 증발가스 리턴 유량 이상이 되도록 한다. 즉 다음과 같다.
- [158] 벙커링 시 리턴량 < 냉각장치(122, 126) 고려한 최대 리턴량
- [159] 이 경우 본 실시예는, 저장탱크(110)의 증발가스를 압축해 발전엔진(130)에 공급하는 증발가스 압축기(121)가 생략될 수 있고, 대신 저장탱크(110)의 액화가스가 펌핑, 기화되어 발전엔진(130)에 공급될 수 있다.
- [160] 즉 본 실시예는, 냉각장치(122, 126)의 제원을 벙커링 시 리턴되는 증발가스 유량을 커버할 수 있도록 하면서, 증발가스 압축기(121)를 생략하여 전체 시스템을 간략하게 구성할 수 있다.
- [161] 도 13은 본 발명의 제10 실시예에 따른 가스 처리 시스템의 공정흐름도이다.
- [162] 도 13을 참조하면 본 발명의 제10 실시예에 따른 가스 처리 시스템은, 앞선 제8, 제9 실시예와 다른 방향으로 시스템을 최적화하였다.
- [163] 구체적으로 본 실시예는, 제9 실시예와 유사하게 냉각장치(122, 126)를 고려한 저장탱크(110)의 증발가스 최대 리턴량이 벙커링 시 증발가스 리턴 유량 이상이 되도록 하면서, 저장탱크(110)의 증발가스가 발전엔진(130)에 공급되도록 할 수 있고, 다음과 같이 정리된다.
- [164] 벙커링 시 리턴량 < 냉각장치(122, 126) 고려한 최대 리턴량 < 냉각장치(122, 126) 고려한 최대 리턴량 + 압축기 처리량

- [165] 다만 본 실시예는 저장탱크(110)의 증발가스를 압축해 발전엔진(130)에 공급하는 증발가스 압축기(121)가 단독으로 마련되도록 할 수 있다. 즉 증발가스 압축기(121)가 서로 백업 가능한 제8 실시예와 달리, 본 실시예는 증발가스 압축기(121) 간의 백업은 불가능하다.
- [166] 그러나 본 실시예는 이미 냉각장치(122, 126)를 고려한 증발가스의 최대 리턴량이 병커링 시 증발가스의 리턴 유량을 넘어서도록 구성되기 때문에, 증발가스 압축기(121) 간의 백업을 보장할 필요가 없다.
- [167] 다만 발전엔진(130)으로의 연료 공급을 백업하기 위해서, 본 실시예는 증발가스 또는 액화가스 중 적어도 어느 하나가 발전엔진(130)에 공급 가능하도록 마련하여, 증발가스의 공급이 액화가스의 공급으로 백업되도록 할 수 있다.
- [168] 이와 같이 본 실시예는, 병커링 시 리턴되는 증발가스는 충분히 처리할 수 있도록 하면서, 증발가스 압축기(121)를 단독으로만 구성하되 액화가스로 연료 공급을 백업하도록 구성하여, 설치 및 운영 비용을 절감할 수 있다.
- [169] 본 발명은 앞서 설명된 실시예 외에도, 상기 실시예들 중 적어도 둘 이상의 조합 또는 적어도 하나 이상의 상기 실시예와 공지기술의 조합에 의해 발생하는 실시예들을 모두 포괄한다.
- [170] 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.
- [171] 본 발명의 단순한 변형 내지 변경은 모두 본 발명의 영역에 속하는 것으로 본 발명의 구체적인 보호 범위는 첨부된 특허청구범위에 의하여 명확해질 것이다.
- [172] [부호의 설명]
- [173] BV: 병커링 선박 GFS: 가스추진 선박
- [174] 110: 저장탱크 111: 이송펌프
- [175] 112: 연료공급펌프 113: 기화기
- [176] 120: 병커링관리부 121: 증발가스 압축기
- [177] 121a: 저압 압축기 121b: 부스팅 압축기
- [178] 121c: 고압 압축기 122: 재액화장치, 냉각장치
- [179] 123: 압력조절밸브, 감압밸브 124: 기액분리기
- [180] 125: 증발가스 열교환기 126: 과냉장치, 냉각장치
- [181] 127: 냉매공급부 130: 발전엔진
- [182] 140: 가스연소장치 210a, 210b: 연료탱크
- [183] 220: 연료처리부 230: 추진엔진
- [184] L1: 병커링 라인 L2: 증발가스 리턴라인
- [185] L3: 압력 조절라인 L4: 증발가스 소비라인
- [186] L5: 액화가스 소비라인 L6: 가스 공급라인

[187] L7: 냉매 순환라인