



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0120862
(43) 공개일자 2017년11월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B63B 25/16 (2006.01) B63B 27/24 (2006.01)
B63B 27/34 (2006.01) B67D 9/02 (2010.01)
F17C 6/00 (2006.01) F17C 9/00 (2006.01)

(71) 출원인
대우조선해양 주식회사
경상남도 거제시 거제대로 3370 (아주동)

(52) CPC특허분류
B63B 25/16 (2013.01)
B63B 27/24 (2013.01)

(72) 발명자
유병용
경기도 성남시 분당구 동판교로 122, 206동 2303호 (백현동, 백현마을2단지아파트)

(21) 출원번호 10-2016-0049288
(22) 출원일자 2016년04월22일
심사청구일자 2016년04월22일

(74) 대리인
특허법인에이아이피

전체 청구항 수 : 총 7 항

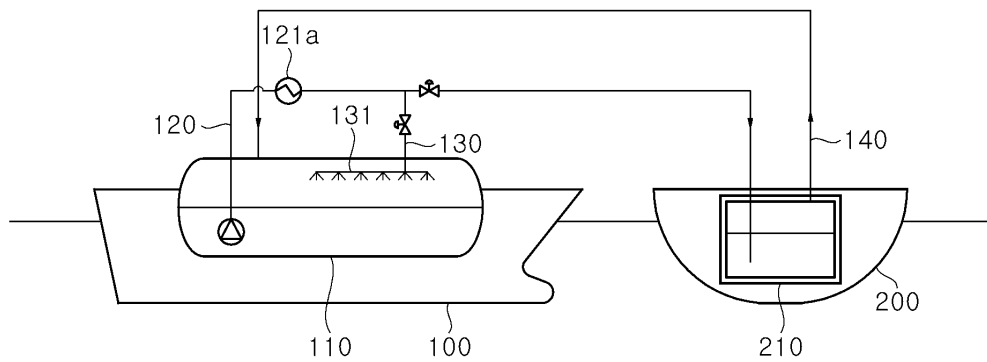
(54) 발명의 명칭 선박의 액화가스 공급 시스템 및 방법

(57) 요약

본 발명은 병커링 선박(Bunkering Vessel)으로부터 액화가스를 외부 선박으로 공급하는 시스템 및 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는, 액화가스를 공급하는 데 있어서 액화가스의 증발량을 감소시키고, 발생한 증발가스는 효율적으로 처리할 수 있는 선박의 액화가스 공급 시스템 및 방법에 관한 것이다.

본 발명에 따른 선박의 액화가스 공급 시스템 및 방법은, 병커링 선박에 마련되며 액화가스를 저장하는 액화가스 저장탱크; 상기 액화가스 저장탱크로부터 액화가스를 펌핑하는 하역펌프; 상기 하역펌프와 연결되며 액화가스를 외부 선박으로 이송시키는 제1 액화가스 이송라인; 및 상기 제1 액화가스 이송라인에 마련되며 상기 펌핑된 액화가스를 냉각시키는 열교환기;를 포함하여, 상기 액화가스를 병커링 선박에서 냉각시켜 상기 외부 선박으로 공급하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B63B 27/34 (2013.01)

B67D 9/02 (2013.01)

F17C 6/00 (2013.01)

F17C 9/00 (2013.01)

F17C 2227/0337 (2013.01)

F17C 2227/041 (2013.01)

F17C 2260/02 (2013.01)

F17C 2260/021 (2013.01)

F17C 2270/0105 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

병커링 선박에 마련되며 액화가스를 저장하는 액화가스 저장탱크;
 상기 액화가스 저장탱크로부터 액화가스를 펌핑하는 하역펌프;
 상기 하역펌프와 연결되며 액화가스를 외부 선박으로 이송시키는 제1 액화가스 이송라인; 및
 상기 제1 액화가스 이송라인에 마련되며 상기 펌핑된 액화가스를 냉각시키는 열교환기;를 포함하여,
 상기 액화가스를 병커링 선박에서 냉각시켜 상기 외부 선박으로 공급하는 것을 특징으로 하는, 선박의 액화가스 공급 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,
 상기 제1 액화가스 이송라인으로부터 분기되며 상기 냉각된 액화가스의 적어도 일부를 상기 액화가스 저장탱크로 재공급하는 제2 액화가스 이송라인;을 더 포함하고,
 상기 냉각된 액화가스의 적어도 일부는 상기 병커링 선박의 액화가스 저장탱크로 재공급하여 상기 액화가스의 증발을 감소시키는, 선박의 액화가스 공급 시스템.

청구항 3

청구항 2에 있어서,
 상기 냉각된 액화가스를 공급받은 외부 선박에서 발생하는 증발가스를 상기 병커링 선박으로 회송하는 증발가스 회송라인;을 더 포함하여,
 상기 병커링 선박으로 회송된 증발가스는 상기 액화가스 저장탱크로 재공급되는, 선박의 액화가스 공급 시스템.

청구항 4

병커링 선박의 액화가스 저장탱크로부터 외부 선박으로 공급할 액화가스를 펌핑하는 단계;
 상기 펌핑한 액화가스를 냉각시키는 단계;
 상기 냉각시킨 액화가스를 상기 외부 선박으로 이송하는 단계;를 포함하여,
 상기 외부 선박에서 발생하는 증발가스량을 감소시키는 것을 특징으로 하는, 선박의 액화가스 공급 방법.

청구항 5

청구항 4에 있어서,
 상기 냉각시킨 액화가스 중 적어도 일부를 분기시켜 상기 액화가스 저장탱크로 분사 공급하는 단계;를 더 포함하여,
 상기 병커링 선박에서 액화가스가 증발하는 것을 억제하는, 선박의 액화가스 공급 방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서,
 상기 냉각시킨 액화가스를 공급받은 외부 선박에서 발생하는 증발가스를 상기 병커링 선박으로 회송시키는 단계;를 더 포함하고,
 상기 회송된 증발가스는 상기 병커링 선박의 액화가스 저장탱크로 공급하는, 선박의 액화가스 공급 방법.

청구항 7

청구항 5에 있어서,

상기 병커링 선박에서 냉각시킨 액화가스를 공급받은 외부 선박은,

상기 액화가스를 이용하여 가스 트라이얼(Gas Trial) 또는 외부 선박의 저장탱크의 쿨다운(Cooldown)을 실시하는 단계;를 더 포함하는, 선박의 액화가스 공급 방법.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 병커링 선박(Bunkering Vessel)으로부터 액화가스를 외부 선박으로 공급하는 시스템 및 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는, 액화가스를 공급하는 데 있어서 액화가스의 증발량을 감소시키고, 발생한 증발가스는 효율적으로 처리할 수 있는 선박의 액화가스 공급 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 액화천연가스(Liquefied Natural Gas, 이하 "LNG"라 함)는 가스 상태일 때보다 그 부피가 대략 1/600로 줄어들게 되므로 원거리 운반에 적합하고, 최근 가격 안정세가 이어져 연료로써 가치가 높다. 또한, LNG는 연소 시 질소산화물(NO_x), 황산화물(SO_x) 등의 대기오염 물질 배출이 현저히 낮은 청정연료이므로, IMO(International Maritime Organization) 및 각국의 배기가스 배출기준 강화에 따라 그 소비량이 전 세계적으로 급증하고 있으며 LNG를 연료로 사용하는 선박의 운항도 늘어나고 있다.

[0003] LNG를 연료로 사용하는 선박(이하, "LNG 연료 선박"이라 함)으로는 LNG를 다수 개의 저장탱크에 적재하여 수요처로 운반하는 LNG 운반선(LNG Carrier) 등이 있는데, LNG 연료를 공급해주는 병커링 선박(Bunkering Vessel)으로부터 주기적으로 LNG를 공급받을 수 있다.

[0004] 이와 같이 LNG 병커링이 상용화되면서, LNG 병커링 선박에는 LNG 병커링 선박으로부터 LNG를 하역>Loading and Unloading)하면서 LNG를 공급받는 선박, 즉 LNG 운반선 등으로부터 발생하는 증발가스를 처리하는 시설을 갖추도록 요구된다. 증발가스는 극저온으로 저장탱크에 저장되어 있던 LNG가 외부 열에 의해 증발하거나, 병커링 선박의 저장탱크와 LNG 운반선의 저장탱크와의 압력 차이 등으로 인해 기화하면서 발생하는데 이러한 증발가스는 다시 액체 상태로 회수되지 않는 한 연료의 손실이자 탱크 내부에 축적되면 탱크 내압을 과도하게 상승시키는 위험 요소가 된다.

[0005] 일반적으로 LNG 병커링 선박에서는 이와 같은 증발가스를 처리하기 위해서 재액화장치를 마련하여 증발가스를 재액화시켜 저장탱크로 다시 공급하거나, LNG를 저장하는 탱크를 압력탱크(IMO Type C Tank)로 마련함으로써 증발가스 발생에 따른 탱크 내압 상승을 견디도록 하거나, 플레어(Flare), GCU(Gas Combustion Unit) 등을 활용하여 태워버리거나 벤트 마스트(Vent Mast) 등을 통해 대기 중으로 배출시켜 버리는 등의 방법이 상용화되고 있다.

[0006] 한편, LNG 운반선 등은 선박이 건조된 후, 최초로 LNG를 공급하여 운반선의 저장탱크, 엔진 등 모든 장비의 시운전을 실시하는 가스 트라이얼(Gas Trial)을 실시하게 되는데, 일반적으로, 가스 트라이얼을 실시하기 위한 LNG는 선박의 용량에 따라 다르지만 평균적으로 약 4,000m³의 LNG가 대량으로 필요하며 육상의 LNG 터미널 등으로부터 공급받는다.

[0007] 또한, 가스 트라이얼을 실시하기 위해 또는 운항중인 LNG 운반선의 LNG 저장탱크의 유지보수를 실시한 후에는, LNG 저장탱크로 LNG를 선적하기 전, LNG 저장탱크를 냉각시키는 쿨다운(Cooldown)을 실시하게 되는데, 쿨다운 시에는 저장탱크의 용량에 따라 다르지만 평균적으로 약 1,000m³이상의 LNG를 필요로 하고, 대량의 LNG를 선적하는 만큼 약 10ton/hr 내지 28ton/hr의 증발가스가 발생하는데, 이는 LNG의 공급처인 LNG 터미널로 회송되며, LNG 터미널은 이러한 증발가스를 처리할 수 있는 능력을 갖추도록 요구된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제10-2014-0148144호 (2014.12.31. 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 상술한 바와 같이, LNG 운반선은 건조 후 가스 트라이얼을 실시해야 하며, 운항 중에도 LNG 저장탱크의 유지보수를 주기적으로 실시해야 하므로, LNG 운반선은 화물로써의 LNG 뿐만 아니라 가스 트라이얼, 쿨다운 용의 LNG를 필요로 하고, 이러한 LNG는 일반적으로 육상의 터미널에서 공급받고 있으며, LNG를 공급받기 위해서는 LNG 운반선이 LNG 터미널이 마련된 육상 항구 등으로 이동해야 한다. 또한, LNG 공급처는 LNG 운반선으로부터 발생하는 증발가스를 회수하여 처리할 수 있는 능력을 갖추어야 하므로 해상에서 액화가스 병커링을 실시하는 데 어려움이 있다.

[0010] 본 발명은 LNG와 같은 액화가스를 병커링 선박으로부터 운반선으로 공급하면서 발생하는 플래시 가스(Flash Gas), BOG(Boil Off Gas) 등의 증발가스가 발생하는 것을 억제할 수 있고, 발생한 증발가스는 효율적으로 처리할 수 있는 선박의 액화가스 공급 시스템 및 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에 의하면, 병커링 선박에 마련되며 액화가스를 저장하는 액화가스 저장탱크; 상기 액화가스 저장탱크로부터 액화가스를 펌핑하는 하역펌프; 상기 하역펌프와 연결되며 액화가스를 외부 선박으로 이송시키는 제1 액화가스 이송라인; 및 상기 제1 액화가스 이송라인에 마련되며 상기 펌핑된 액화가스를 냉각시키는 열교환기;를 포함하여, 상기 액화가스를 병커링 선박에서 냉각시켜 상기 외부 선박으로 공급하는 것을 특징으로 하는, 선박의 액화가스 공급 시스템이 제공된다.

[0012] 바람직하게는, 상기 제1 액화가스 이송라인으로부터 분기되며 상기 냉각된 액화가스의 적어도 일부를 상기 액화가스 저장탱크로 재공급하는 제2 액화가스 이송라인;을 더 포함하고, 상기 냉각된 액화가스의 적어도 일부는 상기 병커링 선박의 액화가스 저장탱크로 재공급하여 상기 액화가스의 증발을 감소시킬 수 있다.

[0013] 바람직하게는, 상기 냉각된 액화가스를 공급받은 외부 선박에서 발생하는 증발가스를 상기 병커링 선박으로 회송하는 증발가스 회송라인;을 더 포함하여, 상기 병커링 선박으로 회송된 증발가스는 상기 액화가스 저장탱크로 재공급될 수 있다.

[0014] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 일 측면에 의하면, 병커링 선박의 액화가스 저장탱크로부터 외부 선박으로 공급할 액화가스를 펌핑하는 단계; 상기 펌핑한 액화가스를 냉각시키는 단계; 상기 냉각시킨 액화가스를 상기 외부 선박으로 이송하는 단계;를 포함하여, 상기 외부 선박에서 발생하는 증발가스량을 감소시키는 것을 특징으로 하는 선박의 액화가스 공급 방법이 제공된다.

[0015] 바람직하게는, 상기 냉각시킨 액화가스 중 적어도 일부를 분기시켜 상기 액화가스 저장탱크로 분사 공급하는 단계;를 더 포함하여, 상기 병커링 선박에서 액화가스가 증발하는 것을 억제할 수 있다.

[0016] 바람직하게는, 상기 냉각시킨 액화가스를 공급받은 외부 선박에서 발생하는 증발가스를 상기 병커링 선박으로 회송시키는 단계;를 더 포함하고, 상기 회송된 증발가스는 상기 병커링 선박의 액화가스 저장탱크로 공급할 수 있다.

[0017] 바람직하게는, 상기 병커링 선박에서 냉각시킨 액화가스를 공급받은 외부 선박은, 상기 액화가스를 이용하여 가스 트라이얼(Gas Trial) 또는 외부 선박의 저장탱크의 쿨다운(Cooldown)을 실시하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0018] 본 발명에 따르면, 액화가스의 이송 중에 발생하는 액화가스 증발량을 감소시킬 수 있고, 따라서, 외부 선박에서 발생하는 증발가스 처리해야 하는 경우 또는 대기 중으로 배출시켜야 하는 경우 처리 용량 또는 대기 배출량을 감소시킬 수 있으며 액화가스의 낭비를 감소시킬 수 있다.

[0019] 또한, 외부 선박에서 발생한 증발가스를 병커링 선박으로 회송하는 경우, 회송하는 증발가스량을 감소시킬 수

있어 병커링 선박의 액화가스 저장탱크의 내압 등 내부 에너지의 상승을 감소시킬 수 있으며, 병커링 선박에서 증발가스를 처리하는 데 필요한 동력, 전력 등의 에너지를 절감시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 선박의 액화가스 공급 시스템 및 방법을 간략하게 도시한 개념도이다.
- 도 2는 본 발명의 제2 실시예에 따른 선박의 액화가스 공급 시스템 및 방법을 간략하게 도시한 개념도이다.
- 도 3a는 종래기술에 따른 공정 모사 시뮬레이션 결과를 도시한다.
- 도 3b는 본 발명의 일 실시예에 따른 공정 모사 시뮬레이션 결과를 도시한다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 증발가스의 감소 원리를 종래 기술과 비교하여 P-H선도에 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 본 발명의 동작상 이점 및 본 발명의 실시예에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시 예를 예시하는 첨부도면 및 첨부도면에 기재된 내용을 참조하여야만 한다.
- [0022] 이하 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예에 대해 구성 및 작용을 상세히 설명하면 다음과 같다. 여기서 각 도면의 구성요소들에 대해 참조 부호를 부가함에 있어 동일한 구성요소들에 한해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호로 표기되었음에 유의하여야 한다. 또한, 하기 실시 예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 하기 실시 예에 한정되는 것은 아니다.
- [0023] 본 발명에 따른 선박의 액화가스 공급 시스템 및 방법은 상온, 상압 조건 하에서 기체 상태로 존재하나 압축, 냉각 등의 공정을 통해 액화시킨 액체 상태의 액화가스를 병커링 선박으로부터 외부 선박으로 공급할 때 적용할 수 있다. 특히, 액화가스는 액화점이 낮아 외부 열 등에 의해 쉽게 기화되고 기화된 증발가스를 회수할 가치가 있는 LNG, LEG(Liquefied Ethane Gas) 등을 포함할 수 있으며, 이하 LNG를 대표적인 예로 들어 설명하나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0024] 또한, 본 명세서에서 병커링 선박(Bunkering Vessel)은 상술한 액화가스를 저장하여 운반하면서 액화가스, 특히 연료 목적의 액화가스를 필요로 하는 또 다른 선박으로 액화가스를 공급해주는 선박을 의미하고, 빠른 수송을 위해 액화가스를 저장하는 탱크 용량이 작으며 병커링 설비가 최적화되어 있는 것을 특징으로 한다.
- [0025] 또한, 병커링(Bunkering)은 일반적으로 액체연료를 외부 선박으로 공급해주고 이를 공급받는 동작을 의미하지만, 본 명세서에서는 액화가스를 연료로써 뿐만 아니라 시운전(Commissioning), 가스 트라이얼(Gas Trial), 유지보수(Tank Maintenance) 등을 목적으로 외부 선박에 공급해주는 동작에도 동일하게 적용할 수 있고 따라서 액화가스란 화물 목적의 액화가스, 연료 목적의 액체연료 내지는 액화가스 연료 등을 모두 포함하는 개념이다.
- [0026] 또한, 본 명세서에서 증발가스는 병커링(Bunkering)을 실시하는 중에 병커링 선박과 외부 선박을 연결하여 액화가스를 이송하는 라인, 외부 선박의 저장탱크 등에서 발생할 수 있고, BOG(Boil Off Gas), 플래시 가스(Flash Gas) 등 액체 상태의 액화가스로부터 기체 상태로 기화된 가스를 의미하며, 외부 열에 의해 기화된 가스뿐만 아니라, 물 오버(대류현상), 탱크 내압, 탱크 내부와 외부의 압력차, 펌프 일(Work) 등에 의해 기화된 가스를 모두 포함하는 개념이다. 그러나 증발가스는 상술한 BOG와 플래시 가스를 모두 포함하는 개념이지만, 이를 구별하여 서술할 필요가 있는 경우에는 BOG와 플래시 가스를 구별하여 설명할 수도 있다.
- [0027] 또한, 본 명세서에서 외부 선박이란, 병커링 선박으로부터 액화가스를 병커링 즉, 공급받는 선박을 의미하며, 예를 들어 LNG 운반선(LNG Carrier) 등 가스 트라이얼을 실시하고자 하는 선박, 해상 부유 구조물 등을 모두 포함하는 개념이다.
- [0028] 이하, 본 발명을 설명하기 위하여 액화가스는 LNG를, 병커링 선박은 LNG 병커링 선박을, 외부 선박은 LNG 운반선을 예로 들기로 하고, 도 1 내지 도 4를 참조하여 본 발명에 따른 선박의 액화가스 공급 시스템 및 방법을 설명하기로 한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 선박의 액화가스 공급 방법은 도 1 내지 도 2에 도시된 본 발명의 일 실시예에 따른 병커링 선박(100)을 이용하여 실시할 수 있다.
- [0029] 도 1 내지 도 2는 병커링 선박(100)이 LNG 운반선(200)보다 크게 도시되었지만, 실제로는 LNG 운반선(200)이 병커링 선박(100)보다 더 큰 크기를 가질 수 있고, 병커링 선박(100) 및 LNG 운반선(200)에는 액화가스 저장탱크

가 각각 하나 이상씩 마련될 수 있으며, 액화가스 저장탱크 하나의 용량은 병커링 선박(100)의 것이 LNG 운반선(200)의 것보다 큰 용량의 것일 수 있다.

- [0030] 본 발명의 일 실시예에 다른 병커링 선박(100)은 LNG를 저장하는 LNG 저장탱크(110), LNG 저장탱크(110)로부터 LNG를 펌핑하여 탱크(110) 외부로 공급하는 하역펌프를 포함하고, 하역펌프와 상기 병커링 선박(100)으로부터 LNG를 공급받는 외부 선박(200)에 마련되는 LNG 화물탱크(210)를 연결하는 제1 액화가스 이송라인(120), LNG 운반선(200)의 LNG 화물탱크(210)로부터 증발가스를 병커링 선박(100)의 LNG 저장탱크(110)로 회송하는 증발가스 회송라인(140)을 포함할 수 있다. 또한, 증발가스 회송라인(140)에는 회송되는 증발가스를 압축하는 컴프레서(미도시)가 더 마련될 수 있다.
- [0031] 본 명세서에서, 병커링 선박(100)으로부터 LNG를 공급받는 LNG 운반선(200)의 LNG 저장탱크(210)는 LNG 운반선(200)의 추진엔진 또는 발전엔진으로 연료로써 LNG를 공급하기 위해 LNG를 저장하는 연료 탱크일 수 있고, 또는 LNG를 화물로써 저장하는 화물탱크일 수도 있으나, 이하, 병커링 선박(100)의 LNG 저장탱크(110)와 구별하여 설명하기 위해 편의상 LNG 운반선(200)의 LNG 저장탱크를 LNG 화물탱크(210)라 칭하기로 한다.
- [0032] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 병커링 선박(100)은 제1 액화가스 이송라인(120)에 마련되며, 병커링 선박(100)으로부터 LNG 운반선(200)으로 이송되는 LNG를 냉각시키는 열교환기(121a, 121b)를 더 포함할 수 있다.
- [0033] 즉, 본 발명에 따르면, 병커링 선박(100)의 LNG 저장탱크(110)로부터 LNG 운반선(200)의 LNG 화물탱크(210)로 공급되는 LNG는 열교환기(121a, 121b)에서 냉각시킨 후 이송할 수 있다.
- [0034] 병커링 선박(100)으로부터 LNG를 공급받는 외부 선박, 즉 LNG 운반선(200)에서 발생하는 증발가스를 본 발명과 같이 병커링 선박(100)으로 회송하지 않고, LNG 운반선(200)에서 자체적으로 사용하거나, 대기 중으로 배출시켜 버리도록 구성되는 경우, 병커링 선박(100)에 증발가스를 처리하는 재액화 장치 내지는 GCU가 마련되어 있다고 하더라도 이는 병커링 선박(100)의 LNG 저장탱크(110)에서 발생하는 증발가스를 처리하기 위해 마련된 설비이기 때문에 LNG 운반선(200)에서 발생하는 증발가스를 처리할 수 있는 용량을 갖추지 못하여 병커링 선박(100)으로 LNG 운반선(200)의 증발가스를 회송시켜 처리할 수 없었다.
- [0035] 그러나, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 병커링 선박(100)으로부터 LNG 운반선(200)으로 이송되는 LNG를 병커링 선박(100)에 마련되는 열교환기(121a, 121b)에 의해 냉각시켜 공급함으로써 LNG 운반선(200)에서 발생하는 증발가스량이 감소하게 되고, 따라서 LNG 운반선(200)에서 발생하는 증발가스를 병커링 선박(100)으로 회송하여 처리할 수 있게 된다.
- [0036] 구체적으로, 도 4에 도시한 P-H선도를 참조하면, LNG 저장탱크(110)(도 4의 ①지점)로부터 종래기술에 따라 LNG를 냉각시키지 않고 하역펌프로 가압하여(도 4의 ②지점) LNG 운반선(200)의 LNG 화물탱크(210)로 이송하면(도 4의 ①→②→③), 도 4의 "V1"만큼의 플래시 가스가 발생하게 되지만, 본 발명의 일 실시예에 따라 LNG 저장탱크(110)로부터 LNG를 도 4의 ④지점까지 냉각시킨 후에 LNG 운반선(200)의 LNG 화물탱크(210)로 이송하면(도 4의 ①→②→④→⑤), LNG가 냉각된 후에 LNG 화물탱크(210)의 내압까지 감소하게 되므로 도 4의 "V2"만큼의 플래시 가스만 발생하게 되는 원리이다.
- [0037] 즉, LNG 운반선(200)에서 대기 중으로 배출시켜 처리했던 증발가스를 배출시키지 않거나, 배출되는 적어도 일부의 증발가스를 병커링 선박(100)으로 회송시켜 처리함으로써 LNG의 낭비를 줄일 수 있고, LNG 운반선(200) 자체에서 증발가스를 처리하는 장치의 처리 능력을 줄일 수 있어, 비용 및 에너지를 절감할 수 있다.
- [0038] 도 3a는 종래기술에 따른, 즉 병커링 선박(100)으로부터 LNG 운반선(200)으로 공급하는 LNG를 냉각시키지 않고 바로 공급하였을 때의 공정을 공정 모사 소프트웨어인 Aspen HYSYS(Aspentech 社)를 활용하여 시뮬레이션한 결과이며, 각 지점에서의 LNG 온도, 압력, 엔탈피 및 유량 등의 수치를 함께 기록하였다.
- [0039] 반면, 도 3b는 도 3a와 동일한 소프트웨어를 활용하여 본 발명에 따른, 즉 병커링 선박(100)으로부터 LNG 운반선(200)으로 공급하는 LNG를 냉각시켜 공급하였을 때의 공정을 시뮬레이션한 결과이며, 마찬가지로 도 3a와 동일한 지점에서의 LNG 온도, 압력, 엔탈피 및 유량 등의 수치를 함께 기록하였다.
- [0040] 도 3a 및 도 3b에서 병커링 선박(100)의 LNG 저장탱크(110)로부터(도 3a의 제1 지점, 도 3b의 제1-2 지점) LNG 운반선(200)의 LNG 화물탱크(210)로 이송되는 LNG의 유량은 45,830kg/hr, 온도는 -149.4℃, 압력은 250kPa로 동일한 조건에서 시뮬레이션 하였다.
- [0041] 도 3a를 참조하면, 종래기술에 따라 45,830kg/hr의 LNG를 병커링 선박(100)으로부터 LNG 운반선(200)으로 냉각시키지 않고 직접 이송할 때, 병커링 선박(100)의 LNG 저장탱크(110)의 내압이 약 250kPa이고 LNG 운반선(200)

의 LNG 화물탱크(210)의 내압이 약 106kPa(약 1atm)이라면, 이때 압력차에 의해 발생하는 플래시 가스의 양은 LNG 전체 유량의 약 8.12%, 즉 약 3,720kg/hr의 증발가스가 LNG 운반선(200)의 LNG 화물탱크(210)로부터 병커링 선박(100)의 LNG 저장탱크(110)로 회송됨(도 3a의 제5 지점)을 확인할 수 있었다.

[0042] 반면, 도 3b를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따라 도 3a의 공정 시뮬레이션에서와 동일한 조건의 LNG를 병커링 선박(100)으로부터 LNG 운반선(200)으로 공급하되, LNG를 냉각시켜(도 3b의 제2 지점) 이송하였을 때, LNG 운반선(200)에서 발생하는 플래시 가스의 양은 LNG 전체 유량의 약 3.51%, 즉 약 1,608kg/hr의 증발가스가 LNG 운반선(200)의 LNG 화물탱크(210)로부터 병커링 선박(100)의 LNG 저장탱크(110)로 회송됨(도 3b의 제5-2 지점)을 확인할 수 있었다.

[0043] 즉, 공정 시뮬레이션에 의하면, 동일한 조건의 LNG를 병커링 선박(100)으로부터 LNG 운반선(200)으로 이송할 때, 병커링 선박(100)에서 LNG를 냉각시켜 이송함으로써 LNG 운반선(200)에서 발생하는 증발가스의 양이 감소함을 확인할 수 있다.

[0044] 병커링 선박(100)의 LNG 저장탱크(110)로부터 LNG 운반선(200)의 LNG 화물탱크(210)로 LNG를 이송할 때, LNG 화물탱크(210)의 내부 압력은 상대적으로 낮게 유지되고 LNG 저장탱크(110)는 회송되는 증발가스 및 저장탱크(110) 자체에서 발생하는 증발가스 등에 의해 내압이 높아지게 되면, LNG 저장탱크(110)와 LNG 화물탱크(210)의 압력 차에 의해 LNG 화물탱크(210)에서는 많은 양의 플래시 가스가 발생하게 되고, 이 플래시 가스는 다시 병커링 선박(100)의 LNG 저장탱크(110)로 회송되어 LNG 저장탱크(110)의 내부 압력을 높여준다.

[0045] 특히, 앞서 설명한 바와 같이, 가스 트라이얼을 실시하기 위해 또는 화물탱크(210)의 쿨다운을 실시하기 위해 LNG를 공급받는 경우에는 LNG 운반선(200)의 LNG 화물탱크(210)가 거의 상압으로 유지되어야 하므로, 압력 차에 의해 발생하는 플래시 가스의 양은 더욱 증가되며, 이 증발가스가 LNG 저장탱크(110)로 회송되므로 LNG 저장탱크(110)의 내압은 쉽게 높아진다.

[0046] 도 3a를 참조하여, 종래 기술에 따라 병커링 선박(100)으로부터 LNG 운반선(200)으로 LNG를 냉각시키지 않고 이송하는 경우, LNG 화물탱크(210)에서 발생한 증발가스(도 3a의 제7 지점)의 열 에너지와, LNG 저장탱크(110)로부터 LNG 화물탱크(210)로 이송되는 LNG(도 3a의 제1 지점)의 열 에너지의 차이는, $3,720\text{kg/hr} \times \{(-4,995) - (-5,536)\} \text{kJ/hr} = 2,012,520\text{kJ/hr}$ 이다.

[0047] 반면, 도 3b를 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따라 병커링 선박(100)의 LNG 저장탱크(110)로부터 LNG 운반선(200)의 LNG 화물탱크(210)로 LNG를 냉각시켜 이송하는 경우, LNG 저장탱크(110)로부터 LNG 화물탱크(210)로 이송되는 LNG는 열교환기(도 3b의 121)에서 냉각되면서 약 1,080,000kJ/hr만큼의 열 에너지를 잃게 된다. 이와 같이, 열교환기에서 냉각된 후 이송된 LNG로부터 LNG 화물탱크(210)에서 발생한 증발가스(도 3b의 제8 지점)의 열 에너지와, LNG 저장탱크(110)로부터 LNG 화물탱크(210)로 이송되는 LNG(도 3b의 제1-2 지점)의 열 에너지의 차이는, $1,608\text{kg/hr} \times \{(-4,995) - (-5,536)\} \text{kJ/hr} = 869,928\text{kJ/hr}$ 이다. 즉, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 병커링 선박(100)에서는 LNG 운반선(200)으로부터 회송되는 869,928kJ/hr의 에너지를 처리해야 한다.

[0048] 이는, 앞서 설명한 바와 같이, 동일한 조건, 즉 병커링 선박(100)으로부터 -149.4°C , 250kPa 상태의 LNG를 45,830kg/hr만큼 LNG 운반선(200)으로 이송한다고 가정하였을 때, LNG를 냉각시켜 이송하는 경우(도 3b)와 그렇지 않은 경우(도 3a)를 시뮬레이션 한 결과에 기인한 것이다.

[0049] 즉, 본 발명의 일 실시예에 따라 병커링 선박(100)으로부터 LNG 운반선(200)으로 LNG를 냉각시켜 이송하면, 동일한 온도, 압력 및 동일한 양의 LNG를 냉각시키지 않고 이송하는 종래 기술과 비교하여, 약, $2,012,520\text{kJ/hr} - 869,928\text{kJ/hr} = 932,520\text{kJ/hr}$ 만큼 병커링 선박(100)에서 처리해야 할 에너지가 감소되므로 약 6.3%의 에너지가 덜 필요하게 되고, 이는 증발가스의 냉각 성능이 약 6.3% 개선된다고 해석할 수 있다.

[0050] 이러한 에너지 효율, 냉각 성능의 향상은 병커링 선박(100)의 LNG 저장탱크(110)의 내압이 높을수록 그 영향이 더 커질 수 있는데, 예를 들어 도면에 도시하지는 않았지만, 병커링 선박(100)의 LNG 저장탱크(110)의 내압이 500kPa이고, LNG 운반선(200)의 LNG 화물탱크(210)의 내압이 106kPa일 때 냉각 성능은 약 11%가 상승함을 확인할 수 있었다.

[0051] 병커링 선박(100)으로부터 LNG 운반선(200)으로 LNG를 냉각하여 이송하면, 증발가스량이 감소하고, 그에 따라 LNG 운반선(200)으로부터 병커링 선박(100)으로 회송되면서 증발가스 회송라인(140)에 마련되는 컴프레서(미도시)에서 압축해야 하는 증발가스량이 감소하기 때문에 에너지 차이가 더욱 커지게 되는 것이다. 또한, 앞서 설명한 바와 같이, 종래기술에 따라 처리해야 하는 에너지의 양이 더 많아지게 되면, 병커링 선박의 LNG 저장탱크의 내압이 증가하는 것을 의미하므로 LNG 운반선의 LNG 화물탱크와의 압력차는 더 커지게 되고, 따라서 플래시

가스의 발생량은 더 많아지게 되므로, 본 발명의 일 실시예에 따라서 병커링 선박(100)으로부터 LNG 운반선(200)으로 이송되는 LNG를 냉각시켜 이송하면, 냉각시키지 않고 이송할 때와 처리해야하는 증발가스 양의 차이가 더 커지게 되는 것이다.

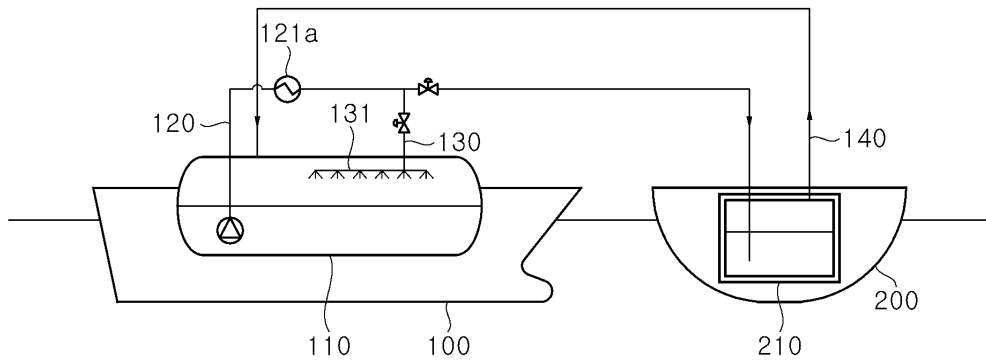
- [0052] 상술한 본 발명의 일 실시예에 따른 액화가스 공급 시스템 및 방법은 후술할 본 발명의 제1 실시예 및 제2 실시예에 동일하게 적용된다. 이하, 도 1 및 도 2를 참조하여 본 발명에 따른 액화가스 공급 시스템 및 방법의 제1 및 제2 실시예를 설명하기로 하나, 제1 및 제2 실시예는 열교환기(121a, 121b)의 특징에 있어 차이가 있을 뿐 그외 구성 및 작동에 대해서는 동일하게 적용될 수 있다. 따라서, 그 동일한 구성 및 작동에 대한 설명은 생략하기로 한다.
- [0053] 본 발명의 제1 실시예에 따르면, 도 1에 도시한 바와 같이, 열교환기(121a)에서 냉각시킨 LNG의 적어도 일부를 제2 액화가스 이송라인(130)을 통해 병커링 선박(100)의 LNG 저장탱크(110)로 재공급할 수 있는데, 제2 액화가스 이송라인(130)은 제1 액화가스 이송라인(120)으로부터 분기되고, 냉각시켜 LNG 운반선(200)으로 이송되는 LNG 중 적어도 일부를 분기시킬 수 있다.
- [0054] 즉, 냉각시킨 LNG를 제2 액화가스 이송라인(130)을 통해 LNG 저장탱크(110)로 재공급함으로써, LNG 저장탱크(110)의 내부 온도를 감소시키고 LNG 저장탱크(110)에서 액화가스가 증발하는 것을 억제할 수 있으며, LNG 저장탱크(110) 내에서 발생한 BOG, LNG 운반선(200)으로부터 증발가스 회송라인(140)을 통해 회송된 증발가스 등 LNG 저장탱크(110) 상부 공간을 차지하고 있는 증발가스를 재액화시킴으로써 LNG 저장탱크(110) 내의 압력상승, 내부 에너지 상승을 억제할 수 있다.
- [0055] 특히, LNG를 LNG 운반선(200)으로 이송하지 않을 때에는, 제2 액화가스 이송라인(130)을 통해 병커링 선박(100)의 LNG 저장탱크(110)에서 증발가스가 생성되는 것을 억제할 수 있다.
- [0056] 제2 액화가스 이송라인(130)은 LNG 저장탱크(110)로 냉각된 LNG를 분사시켜 공급하는 노즐 등이 마련되는 분사부(131)를 더 포함할 수 있다.
- [0057] 또한, 본 발명의 제2 실시예에 따르면, 도 2에 도시한 바와 같이, LNG를 냉각시키는 열교환기(121b)로 공급되는 냉매를 순환시키는 냉각사이클(150)을 포함할 수 있는데, 냉각사이클(150)은 브레이튼 사이클(Turbo Brayton Cycle)일 수 있으며, 냉각사이클(150)은 열교환기(121b)에서 LNG를 냉각시킨 후 가열된 냉매를 압축하는 압축기(153), 압축시킨 냉매를 냉각시키는 냉각기(152) 및 냉각시킨 냉매를 팽창시키는 터빈(151)을 포함할 수 있으며, 압축기(153)와 터빈(151)은 동일한 축(Shaft)에 마련될 수 있다.
- [0058] 이상과 같이 본 발명에 따른 실시 예를 살펴보았으며, 앞서 설명된 실시 예 이외에도 본 발명이 그 취지나 범주에 벗어남이 없이 다른 특정 형태로 구체화될 수 있다는 사실은 해당 기술에 통상의 지식을 가진 이들에게는 자명한 것이다. 그러므로 상술한 실시 예는 제한적인 것이 아니라 예시적인 것으로 여겨져야 하고, 이에 따라 본 발명은 상술한 설명에 한정되지 않고, 첨부된 청구항의 범주 및 그 동등 범위 내에서 변경될 수도 있다.

부호의 설명

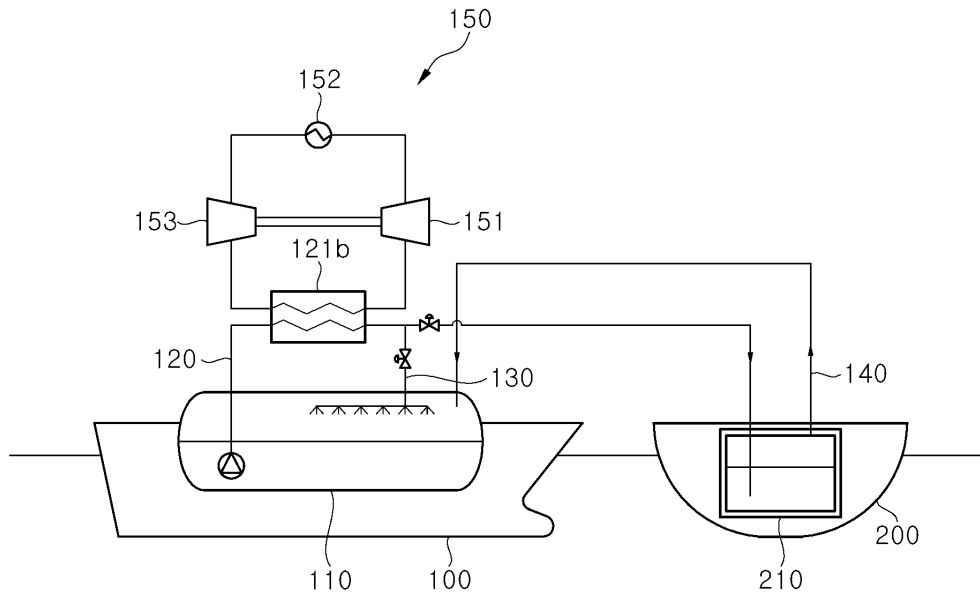
- [0059] 100 : 병커링 선박
- 110 : 액화가스 저장탱크
- 200 : 외부 선박
- 210 : 액화가스 저장탱크
- 120 : 제1 액화가스 공급라인
- 121a, 121b : 열교환기
- 130 : 제2 액화가스 공급라인
- 140 : 증발가스 회송라인

도면

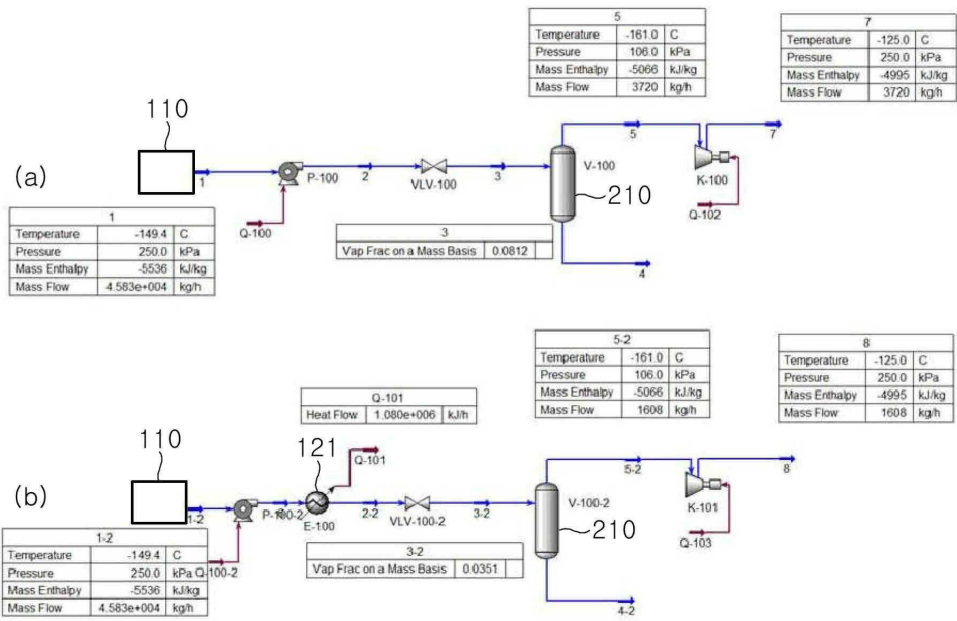
도면1



도면2



도면3



도면4

