(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2018 년 4 월 26 일 (26.04.2018)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2018/074834 A2

(51) 국제특허분류:
F17C 9/02 (2006.01) *F17C 13/04* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2017/011523

(22) 국제출원일: 2017 년 10 월 18 일 (18.10.2017)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2016-0135554 2016 년 10 월 19 일 (19.10.2016) KR

(71) 출원인: **대우조선해양 주식회사 (DAEWOO SHIPBUILDING & MARINE ENGINEERING CO., LTD.)** [KR/KR]; 53302 경상남도 거제시 거제대로 3370, Gyeongsangnam-do (KR).

(72) 발명자: **강구용 (KANG, Ku Young)**; 08832 서울시 관악구 관악로11가길 16, 304호, Seoul (KR). **안수경 (AN, Su Kyung)**; 14242 경기도 광명시 디지털로 56, 110-1903, Gyeonggi-do (KR). **조두현 (CHO, Du Hyeon)**; 07272 서울시 영등포구 선유서로26길 23, 702호, Seoul (KR). **최용석 (CHOI, Yong Seok)**; 05240 서울시 강동구 상암로 11, 102동 713호, Seoul (KR). **김창겸 (KIM, Chang Kyeom)**; 07360 서울시 영등포구 여의대방로43나길 25, 102동 1905호, Seoul (KR).

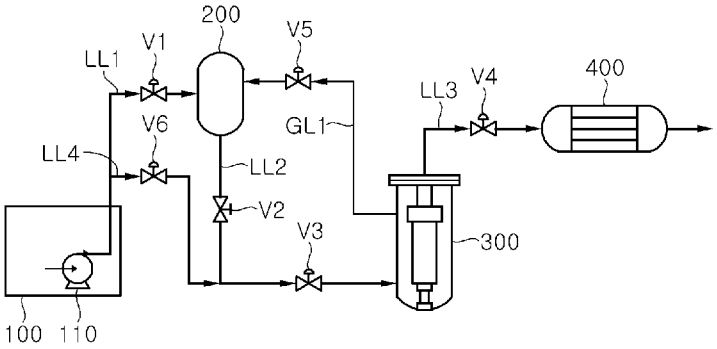
(74) 대리인: **특허법인에이아이피 (AIP PATENT & LAW FIRM)**; 06239 서울시 강남구 테헤란로 14길 30-1, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) **Title:** LIQUEFIED GAS REGASIFICATION SYSTEM AND OPERATION METHOD THEREFOR

(54) **발명의 명칭:** 액화가스 재기화 시스템 및 운전 방법



(57) **Abstract:** The present invention relates to a liquefied gas regasification system and an operation method therefor and, more specifically, to a liquefied gas regasification system capable of smoothly supplying a consumer with a natural gas gasified from a liquefied gas, and an operation method therefor. The liquefied gas regasification system according to the present invention comprises: a supply pump for discharging a liquefied gas stored in a liquefied gas storage tank to the outside thereof; a high-pressure pump for receiving the liquefied gas from the liquefied gas storage tank and compressing the same; and a fourth liquefied gas supply line connecting the high-pressure pump and the supply pump, wherein the high-pressure pump and the supply pump are directly connected by the fourth liquefied gas supply line and thus the liquefied gas supplied to the high-pressure pump is directly supplied by the supply pump.

(57) **요약서:** 본 발명은 액화가스 재기화 시스템 및 운전 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는, 가스 수요처로 액화가스를 기화시킨 천연가스를 원활하게 공급할 수 있도록 하는 액화가스 재기화 시스템 및 운전 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 액화가스 재기화 시스템은, 액화가스 저장탱크에 저장된 액화가스를 상기 액화가스 저장탱크 외부로 토출시키는 공급펌프; 상기 액화가스 저장탱크로부터 액화가스를 공급받아 압축시키는 고압펌프; 및 상기 고압펌프와 공급펌프를 연결하는 제4 액화가스 공급라인;을 포함하고, 상기 고압펌프와 공급펌프는 제4 액화가스 공급라인에 의해 직접 연결되어, 상기 고압펌프로 공급되는 액화가스는 상기 공급펌프에 의해 직접 공급되는 것을 특징으로 한다.

WO 2018/074834 A2

[다음 쪽 계속]

공개:

— 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

명세서

발명의 명칭: 액화가스 재기화 시스템 및 운전 방법

기술분야

[1] 본 발명은 액화가스 재기화 시스템 및 운전 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는, 가스 수요처로 액화가스를 기화시킨 천연가스를 원활하게 공급할 수 있도록 하는 액화가스 재기화 시스템 및 운전 방법에 관한 것이다.

배경기술

[2] 일반적으로, 천연가스는 생산지에서 극저온으로 액화된 액화천연가스(LNG; Liquefied Natural Gas)의 상태로 만들어진 후 LNG 운반선에 의해 목적지까지 원거리에 걸쳐 운반된다. LNG는 천연가스를 상압에서 약 -163℃의 극저온으로 냉각하여 얻어지는 것으로서 가스 상태의 천연가스일 때보다 그 부피가 대략 1/600로 감소되므로 해상을 통한 원거리 운반에 매우 적합하다.

[3] LNG 운반선은, LNG를 싣고 바다를 운항하여 육상 소요처에 LNG를 하역하기 위한 것이며, 이를 위해, LNG가 극저온 상태를 유지할 수 있도록 하는 LNG 저장탱크를 포함하고 있다. 통상 이러한 LNG 운반선은 LNG 저장탱크 내의 LNG를, 액화된 상태 그대로 육상 터미널에 하역하며, 하역된 LNG는 육상 터미널에 설치된 LNG 재기화 설비에 의해 재기화된 후, 소비처로 공급된다.

[4] 이러한 육상 터미널의 LNG 재기화 설비는 천연가스 시장이 잘 형성되어 있어서 안정적으로 천연가스의 수요가 있는 곳에 설치하는 경우에는 경제적으로 유리한 것으로 알려져 있다. 그러나, 천연가스의 수요가 계절적, 단기적 또는 주기적으로 한정되어 있는 소요처의 경우, 육상 터미널에 LNG 재기화 설비를 설치하는 것은 높은 설치비와 운영비로 인해 경제적으로 불리하다.

[5] 특히, 자연재해 등에 의해 육상 터미널의 LNG 재기화 설비가 파괴될 경우, LNG 운반선이 소요처에 LNG를 싣고 도착한다고 하더라도, LNG를 재기화할 수 없으므로 기존의 육상 터미널의 LNG 재기화 설비는 이러한 한계를 가지고 있다.

[6] 이에 따라, 해상에서 LNG를 재기화하여 천연가스를 육상 터미널로 공급할 수 있도록 하기 위해, LNG 운반선에 LNG 재기화 시스템을 설치한 LNG 재기화 선박(LNG RV; LNG Regasification Vessel) 또는 부유식 LNG 저장 및 재기화 설비(FSRU; Floating Storage and Regasification Unit)가 개발되었다.

[7] LNG RV 또는 LNG FSRU에서는 LNG 저장탱크 내의 LNG를 기화기로 공급하여 기화시키게 되는데, 이때, 고압펌프를 이용하여 LNG 저장탱크 내의 LNG를 기화기로 공급한다.

[8] 고압펌프는 원통형의 하우징(housing)을 포함하고, 하우징의 하측에는 LNG를 고압펌프로 흡입하는 LNG 흡입라인이 연결되며, 하우징의 상부에는 LNG를 기화기로 배출시키는 LNG 토출라인이 연결된다. 하우징 내에는 LNG를

흡입하여 고압으로 승압시키기 위한 펌핑실이 설치되며, 펌핑실 내에는 모터, 임펠러 등의 구성요소들이 설치된다. 모터는 그 회전축이 펌핑실의 하방으로 향하며, 모터의 회전축 하측에는 임펠러가 일체형으로 마련되어 있다. 임펠러는 LNG 저장탱크로부터 LNG 흡입라인을 통해 하우징 내로 흡입된 LNG를 고압으로 압축시키는 작용을 한다. 임펠러에 의해 고압으로 압축된 LNG는 하우징의 상부에서 LNG 토출라인을 통해 기화기로 토출된다.

[9] 이러한 구성의 고압펌프에서는 모터의 발열, 외부의 열 침입 등으로 인해 하우징 내에서 LNG가 기화하여 증발가스가 발생한다. 이렇게 고압펌프 내에서 발생된 증발가스를 원활하게 배출시키지 못하면, 고압펌프 내 압력이 상승한다. 고압펌프 내 압력이 너무 높아지게 되면, 고압펌프 내로 LNG가 유입되지 못하고, 고압펌프 내 LNG 레벨이 급격하게 낮아져 고압펌프가 최소 운전 가능 레벨을 유지하지 못하게 된다. 또한, 그에 따라 고압펌프의 운전이 중지되는 펌프 트립이 발생하게 되며, 따라서, 가스 수요처로 필요한 유량의 천연가스를 공급할 수 없게 된다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[10] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 액화가스 저장탱크로부터 가스 수요처로 공급할 천연가스를 고압펌프로 운전 중지 없이 원활하게 공급할 수 있도록 하는 액화가스 재기화 시스템 및 운전 방법을 제공하고자 하는 데 목적이 있다.

과제 해결 수단

[11] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에 따르면, 액화가스 저장탱크에 저장된 액화가스를 상기 액화가스 저장탱크 외부로 토출시키는 공급펌프; 상기 액화가스 저장탱크로부터 액화가스를 공급받아 압축시키는 고압펌프; 및 상기 고압펌프와 공급펌프를 연결하는 제4 액화가스 공급라인;을 포함하고, 상기 고압펌프와 공급펌프는 상기 제4 액화가스 공급라인에 의해 직접 연결되어, 상기 고압펌프로 공급되는 액화가스는 상기 공급펌프에 의해 직접 공급되는 것을 특징으로 하는, 액화가스 재기화 시스템이 제공된다.

[12] 바람직하게는, 상기 고압펌프에서 발생한 증발가스를 회수하는 석션 드럼; 상기 고압펌프와 상기 석션 드럼을 연결하는 제1 증발가스 배출라인;을 더 포함하여, 상기 고압펌프에서 생성된 증발가스를 상기 제1 증발가스 배출라인을 통해 상기 석션 드럼으로 배출할 수 있다.

[13] 바람직하게는, 상기 석션 드럼과 상기 고압펌프를 연결하는 제2 액화가스 공급라인; 및 상기 제2 액화가스 공급라인에 마련되며 상기 석션 드럼의 레벨 측정값에 따라 제어되는 제6 밸브;를 더 포함하여, 상기 석션 드럼에 누적된 액체를 상기 고압펌프로 공급할 수 있다.

[14] 바람직하게는, 상기 공급펌프와 석션 드럼을 연결하는 제1 액화가스

공급라인;을 더 포함하여, 상기 공급펌프에서 흡입한 액화가스를 상기 석션 드럼으로 공급할 수 있다.

[15] 바람직하게는, 상기 고압펌프에서 압축된 액화가스를 기화시켜 가스 수요처로 공급하는 기화기;를 더 포함할 수 있다.

[16] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 일 측면에 따르면, 액화가스 저장탱크로부터 액화가스를 고압펌프로 공급하여 압축시키고, 압축된 액화가스를 기화기로 공급하여 기화시켜 가스 수요처로 공급하되, 상기 고압펌프로 공급하는 액화가스는 상기 액화가스 저장탱크 내의 공급펌프를 이용하여, 상기 공급펌프와 고압펌프를 직접 연결하는 라인을 통해 직접 공급하는 것을 특징으로 하는, 액화가스 재기화 시스템의 운전 방법이 제공된다.

[17] 바람직하게는, 상기 고압펌프에서 생성된 증발가스는 석션 드럼으로 배출하고, 상기 공급펌프를 이용하여 액화가스를 상기 석션 드럼으로 공급하여, 상기 석션 드럼에 누적된 액체를 상기 고압펌프로 공급할 수 있다.

[18] 바람직하게는, 상기 공급펌프를 이용하여 공급하는 액화가스 중, 상기 석션 드럼으로 회수한 증발가스를 재응축시킬 수 있는 양만큼은 상기 석션 드럼으로 공급하고, 나머지 액화가스는 상기 공급펌프와 고압펌프를 직접 연결하는 라인을 이용하여 고압펌프로 공급할 수 있다.

[19] 바람직하게는, 상기 석션 드럼으로부터 상기 고압펌프로 공급하는 액체는 석션 드럼 내 액체의 수두(Head)를 이용하여 공급하고, 상기 공급펌프로부터 상기 고압펌프로 공급하는 액화가스는 상기 공급펌프에서 압축된 액화가스의 압력을 이용하여 공급할 수 있다.

[20] 바람직하게는, 상기 석션 드럼 내 액체 레벨이 설정값 이상이면, 상기 석션 드럼과 고압펌프를 연결하는 라인을 개방할 수 있다.

발명의 효과

[21] 본 발명에 따르면, 증발가스에 의해 고압펌프 내 압력이 높아져 고압펌프로 액화가스를 공급할 수 없는 현상을 해결할 수 있다.

[22] 또한, 고압펌프 내의 증발가스를 원활히 배출할 수 있고, 고압펌프의 최소 운전 가능 레벨을 유지할 수 있다.

[23] 또한, 고압펌프로부터 배출된 증발가스를 낭비하지 않고 회수할 수 있다.

[24] 특히, 고압펌프의 쿨다운 및 재기화 시스템의 정상 운전 시 고압펌프에서 과도한 증발가스가 발생하여 석션 드럼의 압력이 높아져, 저장탱크로부터 석션 드럼으로 액화가스를 공급할 수 없는 현상 및 그에 따라 석션 드럼으로부터 고압펌프로 액화가스가 공급되지 못하는 현상을 해결할 수 있다.

[25] 또한, 액화가스 공급펌프를 이용하여 고압펌프로 직접 액화가스를 공급함으로써 고압펌프에서 과도한 증발가스로 인해 석션 드럼으로부터 고압펌프로 액화가스가 공급되지 못하는 현상에 대처할 수 있다.

[26] 또한, 고압펌프의 NPSH(유효흡입수두)를 용이하게 확보할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[27] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 액화가스 재기화 시스템을 개략적으로 도시한 구성도이다.

발명의 실시를 위한 형태

[28] 본 발명의 동작상 이점 및 본 발명의 실시에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시 예를 예시하는 첨부도면 및 첨부도면에 기재된 내용을 참조하여야만 한다.

[29] 이하 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예에 대해 구성 및 작용을 상세히 설명하면 다음과 같다. 여기서 각 도면의 구성요소들에 대해 참조부호를 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.

[30]

[31] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 액화가스 재기화을 개략적으로 도시한 블록도이다. 이하, 도 1을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 액화가스 재기화 시스템 및 운전 방법을 설명하기로 한다.

[32] 먼저, 본 명세서에서 액화가스는 액화천연가스(이하 'LNG'라 함)인 것을 예로 들어 설명하기로 하고, LNG RV 또는 FSRU와 같은 선박 또는 해양 구조물로부터 육상 또는 또 다른 선박 등의 가스 수요처로 액화가스를 재기화시켜 공급하는 것을 예로 들어 설명하기로 하나 이에 한정하는 것은 아니다.

[33] 또한, 후술할 제1 내지 제6 밸브, 공급펌프 등은 도시하지 않은 제어부에 의해 제어될 수 있으며, 또는 설정값에 따라 자동 제어되도록 설정할 수도 있다.

[34]

[35] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 액화가스 재기화 시스템은, LNG와 같은 액화가스를 저장하는 LNG 저장탱크(100)에 저장된 LNG를 재기화시켜 가스 수요처(미도시)로 공급하는 기화기(400);를 포함한다.

[36] 또한, 본 실시예에 따른 액화가스 재기화 시스템은, 도 1에 도시된 바와 같이, 기화기(400)로 LNG를 고압으로 승압시켜 공급하기 위하여 마련되며, 수직형의 원통형 하우징(housing) 내에 모터(motor), 임펠러(impeller) 등의 구성요소가 마련되어 있고, 하우징 내로 LNG를 공급하여 LNG를 압축시키는 고압펌프(300);를 포함한다.

[37] 고압펌프(300)의 정상적인 작동을 위해서는 하우징 내의 LNG가 일정 수준 이상의 레벨을 유지하여야 한다. 또한, 고압펌프(300) 내로 유입된 LNG는 모터, 임펠러 등의 작동 및 외부로부터의 열 침입 등에 의해 기화되고, 기화된 증발가스는 하우징 내의 상부에 채워지며, 고압펌프(300) 내에서 생성된 또는 외부로부터 유입된 증발가스는 제1 증발가스 배출라인(GL1)을 따라

고압펌프(300) 외부로 배출시킨다.

[38] 본 명세서에서 고압이란, 공급펌프(110)에 의해 흡입된 액화가스보다 상대적으로 높은 압력을 가지며 고압펌프(300)에서 토출되는 토출압력을 의미하는 것이며, 기화기(400)에서 요구하는 액화가스 공급압력일 수 있고, 반드시 통상적으로 분류되는 유체의 고압의 범위에 해당하는 것을 의미하는 것이 아니라 상대적인 개념일 수 있다.

[39] LNG 저장탱크(100)에 저장된 LNG는 공급펌프(110)에 의해 흡입되어 제1 액화가스 공급라인(LL1) 및 제2 액화가스 공급라인(LL2)을 따라 고압펌프(300)로 공급되며, 고압펌프(300)에서 압축된 LNG는 제3 액화가스 공급라인(LL3)을 따라 기화기(400)로 공급된다.

[40] 기화기(400)에서는 공급받은 LNG를 기화시켜 가스 수요처로 공급하고, 기화기(400)에서 LNG를 기화시키는 열원은 스팀, 해수, 글리콜 워터 등 일 수 있다.

[41] 공급펌프(110)는 도 1에 도시된 바와 같이, LNG 저장탱크(100) 내에 마련된 수중펌프일 수 있고, 제1 액화가스 공급라인(LL1)에는 공급펌프(110)에 의해 공급된 LNG를 고압펌프(300)로 공급하기 전에 임시로 저장하는 석션 드럼(suction drum)(200)을 포함할 수 있다.

[42] 석션 드럼(200)으로부터 고압펌프(300)로 공급되는 LNG는, 석션 드럼(200)과 고압펌프(300)의 압력 차 또는 석션 드럼(200)의 수두(Head)에 의해 제2 액화가스 공급라인(LL2)을 따라 이송된다. 따라서 석션 드럼(200)은 고압펌프(300)보다 상부에 위치하도록 배치하고, 제2 액화가스 공급라인(LL2)은 석션 드럼(200)의 하부로부터 고압펌프(300)로 연결하는 것이 바람직하다.

[43] 일반적으로 액화가스 저장탱크(100) 내에 마련되는 공급펌프(110)는 1회 펌핑 당 흡입 유량 또는 토출 유량이 고정되어 있는 고정용량형이고, 기화기(400)에서 기화시킬 LNG의 유량은 가스 수요처의 요구에 따라 달라진다.

[44] 따라서, 기화기(400)에서 LNG를 기화시킬 수요가 발생하면, 공급펌프(110)를 작동시켜 LNG 저장탱크(100) 내 LNG를 흡입하고, 공급펌프(110)에 의해 배출된 LNG는 제1 액화가스 공급라인(LL1)을 따라 석션 드럼(200)으로 공급된다.

[45] 제1 액화가스 공급라인(LL1)에는 제1 액화가스 공급라인(LL1)의 개폐를 조절하는 제1 밸브(V1)가 마련될 수 있고, 제1 밸브(V1)는 공급펌프(110)가 작동하면 개방하도록 제어하여 공급펌프(110)에 의해 흡입되고 공급펌프(110)로부터 토출되는 LNG가 제1 액화가스 공급라인(LL1)을 따라 석션 드럼(200)으로 이송되도록 한다.

[46] 도 1에서는 제1 액화가스 공급라인(LL1)에 하나의 제1 밸브(V1)가 마련되도록 도시하였지만, 제1 밸브(V1)는 동일한 사이즈가 제1 액화가스 공급라인(LL1) 상에 병렬로 하나 이상 마련되도록 하는 것이 바람직하며, 다수 개의 제1 밸브(V1)의 개폐를 조절함으로써 제1 액화가스 공급라인(LL1)을 따라 석션 드럼(200)으로 유입되는 LNG의 유량을 조절할 수 있고 또는 나머지 하나 이상의

밸브가 다른 밸브의 리던던시(redundancy) 역할을 하도록 제어될 수도 있다.

[47] 이와 같이, 제1 밸브(V1)를 제어함으로써 석션 드럼(200)으로 공급되는 LNG의 유량 또는 석션 드럼(200) 내의 LNG 레벨을 제어할 수 있다. 석션 드럼(200)의 LNG 레벨을 제어함으로써 석션 드럼(200)으로부터 LNG가 고압펌프(300)로 원활하게 공급되도록 석션 드럼(200)의 내압을 일정 수준 이상으로 유지할 수 있도록 한다. 석션 드럼(200)의 내압은 LNG 저장탱크(100)의 내압보다 높은 수준을 유지한다.

[48] 석션 드럼(200)의 LNG 레벨 제어는 석션 드럼(200)의 LNG 레벨 측정값에 따라 제어할 수도 있고, 석션 드럼(200)으로 공급되는 LNG의 유량 측정값 또는 석션 드럼(200)으로부터 배출되는 LNG의 유량 측정값에 따라 제어할 수도 있으며, 후술할 석션 드럼(200)으로 회수되는 증발가스의 유량 측정값과 연동하여 제어할 수도 있다.

[49] 석션 드럼(200)은 공급펌프(110)로부터 토출된 LNG를 제1 액화가스 공급라인(LL1)을 통해 공급받아, 제2 액화가스 공급라인(LL2)을 통하여 고압펌프(300)로 공급한다.

[50] 제2 액화가스 공급라인(LL2)에는 제2 액화가스 공급라인(LL2)의 개폐 및 제2 액화가스 공급라인(LL2)을 따라 흐르는 LNG의 유량을 조절하는 제2 밸브(V2)가 마련될 수 있다. 제2 밸브(V2)의 개도량은 상술한 석션 드럼(200)의 LNG 레벨 제어 또는 기화기(400)에서 필요로 하는 LNG의 유량값 등을 고려하여 제어될 수 있다.

[51] 석션 드럼(200)으로부터 제2 액화가스 공급라인(LL2)을 따라 LNG가 고압펌프(300)로 공급되면, 바람직하게는, 제2 액화가스 공급라인(LL2)은 고압펌프(300)의 하부로 연결되어 LNG는 고압펌프(300)의 하부로부터 채워지고, 고압펌프(300)는 채워진 LNG를 고압으로 승압시켜, 고압펌프(300)의 상부로부터 기화기(400)를 연결하는 제3 액화가스 공급라인(LL3)으로 배출시킨다.

[52] 고압펌프(300)로부터 토출된 고압 LNG는 제3 액화가스 공급라인(LL3)을 따라 기화기(400)로 공급되는데, 제3 액화가스 공급라인(LL3)에는 제3 액화가스 공급라인(LL3)의 개폐 및 제3 액화가스 공급라인(LL3)을 따라 흐르는 고압 LNG의 유량을 조절하는 제4 밸브(V4)가 마련될 수 있다. 제4 밸브(V4)는 기화기(400)에서 요구하는 LNG의 양에 따라 제어될 수 있다.

[53] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 도 1에 도시한 바와 같이, 고압펌프(300)와 LNG 저장탱크(100)를 연결하는 제1 증발가스 배출라인(GL1)이 마련되고, 고압펌프(300)로부터 제1 증발가스 배출라인(GL1)을 통해 증발가스를 배출시킴으로써 고압펌프(300)의 운전 가능 레벨을 확보할 수 있는 것을 특징으로 한다.

[54] 상술한 바와 같이, 고압펌프(300) 내에서는 LNG가 기화되어 증발가스가 생성될 수 있고, 생성된 증발가스는 고압펌프(300) 내 압력을 상승시키게 된다.

이와 같이, 고압펌프(300) 내 압력이 증발가스에 의해 상승하게 되면, 석션 드럼(200)의 수두(head)만으로 LNG를 석션 드럼(200)으로부터 고압펌프(300)로 이송할 수 없게 되며, 따라서 고압펌프(300) 내 LNG 레벨이 급격하게 낮아지는 현상이 발생하여 트립이 발생하는 등 정상적으로 운전할 수 없다.

[55] 즉, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 고압펌프(300)와 석션 드럼(200)을 연결하는 제1 증발가스 배출라인(GL1)을 마련하고, 고압펌프(300) 내의 증발가스를 배출시켜 고압펌프(300)가 최소 운전 가능 레벨을 유지하도록 한다.

[56] 고압펌프의 최소 운전 가능 레벨이란, 고압펌프(300)를 트립, 캐비테이션 현상 등을 일으키지 않고 정상적으로 운전 가능하게 하는, 고압펌프(300)의 하우징 내의 LNG 최소 수위를 의미하며, 운전 상황 등에 따라 작업자가 미리 설정할 수 있고 또는 고압펌프(300)의 설계 또는 제작 단계에서 설정될 수도 있다.

[57] 제1 증발가스 배출라인(GL1)은 고압펌프(300)의 상부, 바람직하게는 고압펌프(300)의 상부 측면에, 고압펌프(300)의 최소 운전 가능 레벨 위치보다 상부로부터 석션 드럼(200)의 상단 측부로 연결될 수 있으며, 고압펌프(300) 내의 증발가스를 제1 증발가스 배출라인(GL1)으로 배출시켜 석션 드럼(200)으로 회수할 수 있다.

[58] 상술한 바와 같이, 고압펌프(300) 내 최소 운전 가능 레벨을 유지하기 위해서는 고압펌프(300) 내 증발가스를 원활하게 배출시켜야 한다. 특히, 시스템의 쿨-다운(cool-down)이나 초기 스타트-업(start-up)을 실시할 때에 증발가스가 대량 발생하는데, 이때, 석션 드럼(200)으로 증발가스를 회수하기에는 석션 드럼(200)의 용량이 부족하다. 즉, 쿨다운이나 초기 스타트업 시, 석션 드럼(200)으로 다량의 증발가스가 급격하게 공급되어 석션 드럼(200)의 내압이 급격하게 상승함에 따라 석션 드럼(200)으로 더이상 증발가스가 공급될 수 없게 되며, 따라서, 고압펌프(300)로부터 석션 드럼(200)으로 증발가스를 원활히 배출할 수 없다. 그에 따라, 고압펌프(300) 내 압력이 높아져 제1 증발가스 배출라인(GL1)만으로는 LNG가 석션 드럼(200)으로부터 고압펌프(300)로 LNG가 흐르지 못하게 되는 현상에 대처할 수 없는 경우가 발생하게 된다.

[59] 따라서, 본 발명에 따르면, 도 1에 도시한 바와 같이, LNG 저장탱크(100)의 공급펌프(110)와 고압펌프(300)를 직접 연결하는 제4 액화가스 공급라인(LL4)을 마련하여, 석션 드럼(200)을 거치지 않고 액화가스 저장탱크(100)로부터 고압펌프(300)로 LNG를 직접 공급할 수 있도록 하는 것을 특징으로 한다.

[60] 제4 액화가스 공급라인(LL4)은 도 1에 도시한 바와 같이, 제1 액화가스 공급라인(LL1)으로부터 분기되어 석션 드럼(200)을 우회하여 고압펌프(300)로 직접 LNG를 공급할 수 있도록 연결된다. 또한, 제4 액화가스 공급라인(LL4)은 도 1에 도시한 바와 같이, 석션 드럼(200) 후단에서 제2 액화가스 공급라인(LL2)과 합류하도록 마련될 수도 있으나 이에 한정하는 것은 아니다.

[61] 즉, LNG는 LNG 저장탱크(100)의 공급펌프(110)로부터 토출되어 제4 액화가스 공급라인(LL4)을 따라 고압펌프(300)로 직접 공급되거나, 제1 액화가스

공급라인(LL1)을 따라 석션 드럼(200)을 거쳐 제2 액화가스 공급라인(LL2)을 따라 고압펌프(300)로 공급될 수도 있다.

[62] 제4 액화가스 공급라인(LL4)에는 제4 액화가스 공급라인(LL4)의 개폐를 조절하는 제6 밸브(V6)가 마련되고, 또한, 제2 액화가스 공급라인(LL2)에는 제2 액화가스 공급라인(LL2)의 개폐 또는 제2 액화가스 공급라인(LL2)을 따라 흐르는 LNG의 유량을 조절하는 제2 밸브(V2)가 마련될 수 있다. 제4 밸브(V4) 및 제2 밸브(V2)는 제4 액화가스 공급라인(LL4)과 제2 액화가스 공급라인(LL2)이 합류하기 전 지점에 각각 마련될 수 있다.

[63] 제4 액화가스 공급라인(LL4)과 제2 액화가스 공급라인(LL2)의 합류 지점 이후에는, 공급펌프(110)로부터 고압펌프(300)로 직접 공급되는 LNG 또는 석션 드럼(200)으로부터 고압펌프(300)로 공급되는 LNG의 유량을 조절하는 제3 밸브(V3)가 마련될 수 있다.

[64] 즉, LNG 저장탱크(100)로부터 고압펌프(300)로 공급되는 LNG는, 제4 액화가스 공급라인(LL4)만을 이용하여 공급펌프(110)로부터 고압펌프(300)로 직접 공급되는 LNG일 수 있고, 또는 제1 액화가스 공급라인(LL1)만을 이용하여 석션 드럼(200)을 통해 고압펌프(300)로 공급되는 LNG일 수도 있으며, 또는 제4 액화가스 공급라인(LL4)과 제1 액화가스 공급라인(LL1)을 통해 공급되는 LNG가 함께 혼합되어 공급될 수도 있다.

[65] 예를 들어, 제6 밸브(V6)는 폐쇄하고, 제1 밸브(V1), 제2 밸브(V2) 및 제3 밸브(V3)를 제어하여 공급펌프(110) 및 석션 드럼(200)을 통해 LNG 저장탱크(100)로부터 고압펌프(300)로 LNG를 주입할 수도 있다.

[66] 또한, 제1 밸브(V1) 및 제2 밸브(V2)는 폐쇄하고 제6 밸브(V6) 및 제3 밸브(V3)를 제어하여 석션 드럼(200)을 통하지 않고 공급펌프(110)를 이용하여 흡입 및 토출된 LNG를 고압펌프(300)로 직접 주입할 수도 있다.

[67] 또한, 제1, 제2, 제3 및 제6 밸브(V1, V2, V3, V6)를 모두 제어하여 LNG를 고압펌프(300)로 주입할 수도 있다.

[68] 따라서, 본 실시예에 따르면, 고압펌프(300) 내 압력이 너무 높아 석션 드럼(200)으로부터 고압펌프(300)로 LNG를 이송할 수 없는 경우에도, 제4 액화가스 공급라인(LL4)을 이용하여, 석션 드럼(200)을 통하지 않고 공급펌프(110)로부터 고압펌프(300)로 LNG를 원활히 공급할 수 있다.

[69] 특히, 고압펌프(300)의 내압이, 설치된 고압펌프(300)의 NPSH(Net Positive Suction Head)를 확보할 수 없을 만큼 커지게 되면, 제6 밸브(V6) 및 제3 밸브(V3)는 개방하고, 제1 밸브(V1) 및 제2 밸브(V2)는 폐쇄하여, LNG 저장탱크(100)의 공급펌프(110)에서 흡입한 LNG를, 제4 액화가스 공급라인(LL4)을 따라 석션 드럼(200)을 우회하여 고압펌프(300)로 직접 공급할 수 있도록 할 수 있다.

[70] 또한, 제1 증발가스 배출라인(GL1)에 마련되며, 제1 증발가스 배출라인(GL1)의 개폐 및 제1 증발가스 배출라인(GL1)을 통하여 고압펌프(300)로부터 석션

드럼(200)으로 배출되는 증발가스의 유량을 조절하는 제5 밸브(V5)를 더 포함하고, 상술한 제1, 제2, 제3 및 제6 밸브(V1, V2, V3, V6)와 제5 밸브(V5)를 연동하여 제어할 수 있다.

[71] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따르면, 고압펌프(300)로 LNG를 원활히 공급할 수 있어, 고압펌프(300)의 최소 운전 가능 레벨을 유지시킬 수 있고, 고압펌프(300) 및 석션 드럼(200) 내 압력을 설정 범위 내로 유지할 수 있도록 할 수 있으며, 고압펌프(300)내 압력이 과도하게 높아지는 것을 방지할 수 있어 고압펌프(300)의 NPSH를 확보할 수 있고, 고압펌프(300)로부터 기화기(400)로도 LNG를 원활히 공급할 수 있다.

[72]

[73] 이하, 도 1을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 액화가스 재기화 시스템 의 운전 방법을 설명하기로 한다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 가스 수요처로 재기화시켜 공급할 LNG를 저장탱크(100)로부터 저장탱크(100) 내에 마련된 공급펌프(110)를 이용하여 배출시키고, 공급펌프(110)에 의해 배출된 LNG는 후술하는 2가지 운전 모드를 이용하여 가스 수요처로 공급할 수 있다.

[74]

[75] <제1 운전모드>

[76] 먼저, 공급펌프(110)를 이용하여 LNG를 배출시키고, 배출된 LNG는 제1 액화가스 공급라인(LL1)을 통해 가스 수요처에서 필요로 하는 유량만큼 석션 드럼(200)으로 공급하고, 석션 드럼(200)에 수용된 LNG는 제2 액화가스 공급라인(LL2)을 이용하여 고압펌프(300)로 공급한다. 고압펌프(300)에 일정 수준의 LNG가 채워지면, 고압펌프(300)로 LNG를 고압, 즉, 가스 수요처에서 요구하는 압력으로 압축하고, 압축한 LNG는 제3 액화가스 공급라인(LL3)을 이용하여 기화기(400)로 공급한다. 기화기(400)에서는 LNG를 기화시켜 가스 수요처로 공급한다.

[77] 이때, 고압펌프(300)에서 자연기화된 증발가스는 제1 증발가스 배출라인(GL1)을 통해 석션 드럼(200)으로 배출하고, 석션 드럼(200)으로 회수된 증발가스는, 제1 액화가스 공급라인(LL1)을 통해 석션 드럼(200)으로 공급된 LNG에 의해 적어도 일부가 재응축될 수 있다.

[78] 따라서, 본 실시예의 석션 드럼(200)은 재응축기의 역할 또한 가질 수 있다. 석션 드럼(200)에서 재응축된 액체 상태의 증발가스는, 제2 액화가스 공급라인(LL2)을 이용하여 고압펌프(300)로 공급하는 LNG와 함께, 고압펌프(300)로 공급한다.

[79]

[80] 이와 같이 LNG를 공급펌프(110), 석션 드럼(200), 고압펌프(300) 및 기화기(400)를 이용하여 가스 수요처로 공급하는 운전모드를 실행하는 중에, 석션 드럼(200)의 고장 등으로 인해 유지보수(Maintenance)가 필요한 경우에는, 가스 수요처로의 가스 공급을 중지(Shutdown)하여야 하나, 본 발명의 일

실시예에 따르면, 석션 드럼(200)을 이용할 수 없는 상황에서도 운전을 정지하지 않고, 후술할 제2 운전모드로 전환하여 가스 수요처로 필요한 유량의 가스를 공급할 수 있다.

[81] 또한, 석션 드럼(200)에서 고압펌프(300)로 공급하는 LNG는 석션 드럼(200)에서 LNG의 수두(Head)를 이용하여 공급하는데, 예를 들어, 시스템의 스타트업(start-up)과 같이 고압펌프(300)에서 급격하게 대량의 증발가스가 발생하여, 고압펌프(300)로부터 석션 드럼(200)으로의 증발가스 회수가 원활히 이루어지지 않는 경우에는, 고암펌프(300) 내 압력이 상승하여 석션 드럼(200)으로부터 고압펌프(300)로 LNG를 공급할 수 없는 현상이 발생할 수 있다. 그러나, 이러한 상황에서도 후술할 제2 운전모드를 실행하게 되면 이와 같은 문제를 해결할 수 있다.

[82]

[83] <제2 운전모드>

[84] 본 발명의 일 실시예에 따른 제2 운전모드에 의하면, 저장탱크(100)에 저장된 LNG를 공급펌프(110)를 이용하여 배출시키고, 배출된 LNG는 제4 액화가스 공급라인(LL4)을 이용하여 석션 드럼(200)을 거치지 않고 직접 고압펌프(300)로 공급한다.

[85] 고압펌프(300)에서는 제1 운전모드와 동일하게, 고압펌프(300)로 공급된 LNG를 압축하여 기화기(400)로 공급하고, 기화기(400)에서는 LNG를 재기화시켜 가스 수요처로 공급한다.

[86] 이때, 고압펌프(300)에서 생성된 증발가스는 제1 증발가스 배출라인(GL1)을 이용하여 석션 드럼(200)으로 회수한다는 점에서 제1 운전모드와 동일하나, 제2 운전모드에서는, 공급펌프(110)를 이용하여 배출시킨 LNG의 유량 중에서, 석션 드럼(200)으로 회수된 증발가스를 재응축시킬 수 있는 양만큼의 LNG를 제1 액화가스 공급라인(LL1)을 이용하여 석션 드럼(200)으로 공급하고, 나머지 양만큼의 LNG는 제4 액화가스 공급라인(LL4)을 통하여 고압펌프(300)로 공급한다.

[87] 석션 드럼(200)에서 증발가스를 재응축시키기 위해 공급한 LNG와, LNG에 의해 재응축된 액체 상태의 증발가스가 누적되면, 제2 액화가스 공급라인(LL2)의 제2 밸브(V2)를 개방하여, 누적된 LNG 및 재응축 증발가스를 고압펌프(300)로 공급할 수 있다.

[88] 이와 같이, 제2 운전모드를 실행하여 LNG를 석션 드럼(200)을 거치지 않고, 공급펌프(110)로부터 고압펌프(300)로 제4 액화가스 공급라인(LL4)을 이용하여 직접 공급하면, 석션 드럼(200)의 유지 보수 시에도 시스템 운전을 정지시키지 않고 가스 수요처로 가스를 계속해서 공급할 수 있다.

[89] 또한, 석션 드럼(200)에서 LNG의 수두를 이용하여 LNG를 고압펌프(300)로 공급하는 압력보다, 저장탱크(100)의 공급펌프(110)로 흡입한 LNG의 압력이 더 크기 때문에, 본 발명의 일 실시예에 따른 제2 운전모드를 실행하여

공급펌프(110)로부터 고압펌프(300)로 LNG를 직접 공급해줄 경우, 고압펌프(300)의 압력 증가로 인하여 석션 드럼(200)으로부터 고압펌프(300)로 LNG를 공급할 수 없는 문제를 해결할 수 있고, 고압펌프(300)의 유효흡입수두(NPSH)를 여유롭게 확보할 수 있다.

[90]

[91] 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.

청구범위

[청구항 1] 액화가스 저장탱크에 저장된 액화가스를 상기 액화가스 저장탱크 외부로 토출시키는 공급펌프;
상기 액화가스 저장탱크로부터 액화가스를 공급받아 압축시키는 고압펌프; 및
상기 고압펌프와 공급펌프를 연결하는 제4 액화가스 공급라인;을 포함하고,
상기 고압펌프와 공급펌프는 제4 액화가스 공급라인에 의해 직접 연결되어, 상기 고압펌프로 공급되는 액화가스는 상기 공급펌프에 의해 직접 공급되는 것을 특징으로 하는, 액화가스 재기화 시스템.

[청구항 2] 청구항 1에 있어서,
상기 고압펌프에서 발생한 증발가스를 회수하는 석션 드럼;
상기 고압펌프와 상기 석션 드럼을 연결하는 제1 증발가스 배출라인;을 더 포함하여,
상기 고압펌프에서 생성된 증발가스를 상기 제1 증발가스 배출라인을 통해 상기 석션 드럼으로 배출하는, 액화가스 재기화 시스템.

[청구항 3] 청구항 2에 있어서,
상기 석션 드럼과 상기 고압펌프를 연결하는 제2 액화가스 공급라인; 및
상기 제2 액화가스 공급라인에 마련되며 상기 석션 드럼의 레벨 측정값에 따라 제어되는 제6 밸브;를 더 포함하여,
상기 석션 드럼에 누적된 액체를 상기 고압펌프로 공급하는, 액화가스 재기화 시스템.

[청구항 4] 청구항 3에 있어서,
상기 공급펌프와 석션 드럼을 연결하는 제1 액화가스 공급라인;을 더 포함하여,
상기 공급펌프에서 흡입한 액화가스를 상기 석션 드럼으로 공급하는, 액화가스 재기화 시스템.

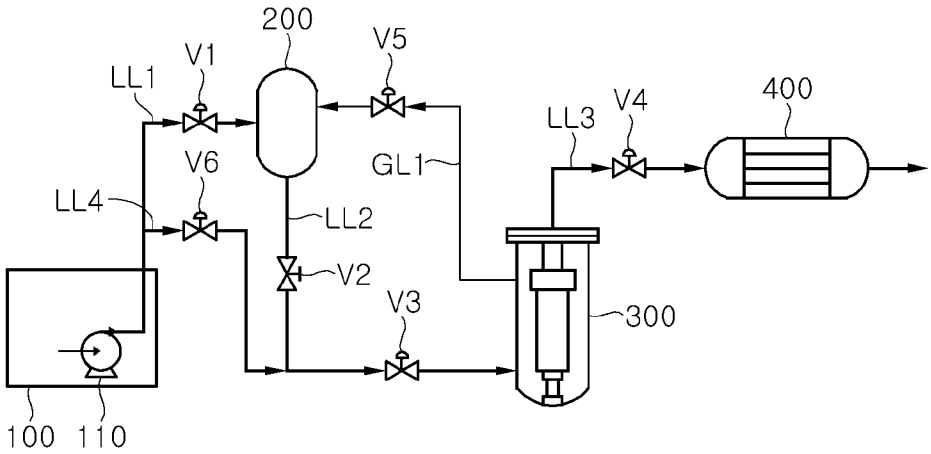
[청구항 5] 청구항 4에 있어서,
상기 고압펌프에서 압축된 액화가스를 기화시켜 가스 수요처로 공급하는 기화기;를 더 포함하는, 액화가스 재기화 시스템.

[청구항 6] 액화가스 저장탱크로부터 액화가스를 고압펌프로 공급하여 압축시키고, 압축된 액화가스를 기화기로 공급하여 기화시켜 가스 수요처로 공급하되,
상기 고압펌프로 공급하는 액화가스는 상기 액화가스 저장탱크 내의 공급펌프를 이용하여, 상기 공급펌프와 고압펌프를 직접 연결하는 라인을 통해 직접 공급하는 것을 특징으로 하는, 액화가스 재기화 시스템의 운전 방법.

[청구항 7] 청구항 6에 있어서,
상기 고압펌프에서 생성된 증발가스는 석션 드럼으로 배출하고,
상기 공급펌프를 이용하여 액화가스를 상기 석션 드럼으로 공급하여,
상기 석션 드럼에 누적된 액체를 상기 고압펌프로 공급하는, 액화가스 재기화 시스템의 운전 방법.

[청구항 8] 청구항 7에 있어서,
상기 공급펌프를 이용하여 공급하는 액화가스 중,
상기 석션 드럼으로 회수한 증발가스를 재응축시킬 수 있는 양만큼은 상기 석션 드럼으로 공급하고,
나머지 액화가스는 상기 공급펌프와 고압펌프를 직접 연결하는 라인을 이용하여 고압펌프로 공급하는, 액화가스 재기화 시스템의 운전 방법.

[청구항 9] 청구항 8에 있어서,
상기 석션 드럼으로부터 상기 고압펌프로 공급하는 액체는 석션 드럼 내 액체의 수두(Head)를 이용하여 공급하고,
상기 공급펌프로부터 상기 고압펌프로 공급하는 액화가스는 상기 공급펌프에서 압축된 액화가스의 압력을 이용하여 공급하는, 액화가스 재기화 시스템의 운전 방법.

[청구항 10] 청구항 8에 있어서,
상기 석션 드럼 내 액체 레벨이 설정값 이상이면,
상기 석션 드럼과 고압펌프를 연결하는 라인을 개방하는, 액화가스 재기화 시스템의 운전 방법.

[도1]