발송번호: [redacted]
발송일자: 2024.12.25.

수신 [redacted]
신동기 귀하(귀중)

[redacted]

특 허 청
특허결정서

출원인	성명	(주)한국해사기술 [redacted]
	주소	서울특별시 강남구 학동로 175 , 5층(논현동, 미디어센터빌딩)
대리인	성명	신동기
	주소	[redacted]
발명자	성명	정철우
	주소	[redacted]
발명자	성명	권재우
	주소	[redacted]
출원번호		10-2022-0115907
발명의 명칭		수소연료 추진선박의 액체수소 연료 공급 방법
청구항 수		3

이 출원에 대하여 특허법 제66조에 따라 특허결정합니다.
(특허권은 특허료를 납부하여 특허법 제87조에 따라 설정등록을 받음으로써 발생하게 됩니다.) 끝.

[참고문헌]

1. KR1020160074910 A
2. KR1020200081012 A
3. KR102244043 B1
4. KR102403599 B1
5. 이현용 외, "액화수소 산적 운반선의 기술성 분석 및 향후 개발과제", 해양환경안전학회지, 2022, vol.28, no.2, 통권 115호 pp. 361-369(2022.04.30.) 1부.

2024.12.25.

특허청 기계금속심사국

운송기계심사과 심사관 김학수 

<< 안내 >>

【 분할출원, 재심사 청구 및 전자등록증 발급 】

1. 출원인은 이 특허결정서를 송달받은 날부터 3개월 이내의 기간(다만, 특허법 제79조에 따른 설정등록을 받으려는 날이 3개월보다 짧은 경우에는 그 날까지의 기간)에 분할출원할 수 있습니다(재심사를 청구할 경우에는 재심사 청구일까지).

2. 출원인은 이 특허결정서를 송달받은 날부터 제79조에 따른 설정등록을 받기 전까지 재심사를 청구할 수 있습니다. 재심사 청구 시에는 특허법 제47조제2항 및 제3항에 따른 범위 내에서 보정할 수 있습니다. 또한, 재심사가 청구된 경우에는 종전에 이루어진 특허결정은 취소된 것으로 봅니다.

3. 2018. 7. 1. 설정등록부터는 특허로(http://www.patent.go.kr)에서 「전자등록증 신청」을 사전에 하거나, 납부서(특허권 등의 등록령 시행규칙 별지 제25호서식)에 등록증 수령 방법을 전자문서 수령으로 선택하면 설정등록료가 1만원 차감됩니다(2026년 12월 31일까지 한시적 감면). 전자등록증은「전자등록증 수신함」을 통해 전자등록증 파일을 내려 받을 수 있으며, 전자등록증을 사전에 신청하지 않고 동봉된 납입고지서로 설정등록료를 납부하면 기존과 동일하게 서면 등록증으로 발급됩니다.

※ 위에서 안내한 후속 절차 또는 신청 서식 등에 관한 사항은 특허고객상담센터 ☎1544-8080로, 이 통지서 내용에 대한 사항은 특허청 운송기계심사과 ☎042-481-5464(대표번호)로 문의하시기 바랍니다.

※ 특허로(www.patent.go.kr) 또는 특허청(www.kipo.go.kr) 홈페이지를 방문하시면 심사 진행상황, 서류 제출 및 절차에 관한 보다 많은 정보를 제공받을 수 있습니다.
(특허청) 우 35208 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사)

관 인 생 략

출 원 번 호 통 지 서

출 원 일 자	2022.09.14
특 기 사 항	심사청구(유) 공개신청(무)
출 원 번 호	10-2022-0115907
출원인 명칭	(주)한국해사기술
대리인 성명	신동기
발명자 성명	정철우 권재우
발명의 명칭	수소연료 추진선박의 액체수소 연료 공급 방법

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 이용하여 특허로 홈페이지(www.patent.go.kr)에서 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 은행 또는 우체국에 납부하여야 합니다.
※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
4. 기타 심사 절차(제도)에 관한 사항은 특허청 홈페이지를 참고하시거나 특허고객상담센터(☎ 1544-8080)에 문의하여 주시기 바랍니다.
※ 심사제도 안내 : https://www.kipo.go.kr-지식재산제도

【서지사항】

【서류명】 특허출원서

【출원구분】 특허출원

【출원인】

【명칭】 (주)한국해사기술

【특허고객번호】 [illegible]

【대리인】

【성명】 신동기

【대리인번호】 [illegible]

【포괄위임등록번호】 [illegible]

【발명의 국문명칭】 수소연료 추진선박의 액체수소 연료 공급 방법

【발명의 영문명칭】 METHOD FOR SUPPLYING LIQUID HYDROGEN FUEL TO HYDROGEN FUEL PROPULSION SHIPS

【발명자】

【성명】 정철우

【성명의 영문표기】 JEONG, Cheol Woo

【주민등록번호】 [illegible]

【우편번호】 [illegible]

【주소】 [illegible]

【발명자】

【성명】 권재우

【성명의 영문표기】 KWON, Jae Woo

【주민등록번호】 [redacted]

【우편번호】 [redacted]

【주소】 [redacted]

【출원언어】 국어

【심사청구】 청구

【이 발명을 지원한 국가연구개발사업】

【과제고유번호】 1525012590

【과제번호】 20200478

【부처명】 해양수산부

【과제관리(전문)기관명】 해양수산과학기술진흥원

【연구사업명】 수소선박 안전기준 개발

【연구과제명】 수소추진선박 벙커링 및 수소운송선박 적하역 안전기준 개발

【기여율】 1/1

【과제수행기관명】 (주)한국해사기술

【연구기간】 2022.01.01 ~ 2022.12.31

【취지】 위와 같이 특허청장에게 제출합니다.

대리인 신동기 (서명 또는 인)

【수수료】

【출원료】 0 면 46,000 원

【가산출원료】 24 면 0 원

【우선권주장료】	0	건	0 원
【심사청구료】	4	항	319,000 원
【합계】	365,000 원		
【감면사유】	소기업(70%감면)[1]		
【감면후 수수료】	109,500 원		

【발명의 설명】

【발명의 명칭】

수소연료 추진선박의 액체수소 연료 공급 방법{METHOD FOR SUPPLYING LIQUID HYDROGEN FUEL TO HYDROGEN FUEL PROPULSION SHIPS}

【기술분야】

【0001】 본 발명은 수소연료 추진선박의 액체수소 연료 공급 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는, 극저온 액체연료인 액체수소를 연료로 사용하는 액체수소 추진선박에 액체수소를 벙커링하는 과정에서, 안전한 이송을 위한 사전 점검, 벙커링 준비, 벙커링 진행, 연료공급시스템을 통한 이상 여부 검증 및 마무리 과정에 대한 체계적인 운용절차 및 안전기준을 제시함으로써, 액체수소를 취급하는 각 과정에서 발생될 수 있는 각종 인명사고 및 안전사고를 미연 예방할 수 있으며, 빠르고 안전한 연료 벙커링을 통하여 정박 시간을 줄여 경제적인 선박운항을 가능하도록 하는 수소연료 추진선박의 액체수소 연료 공급 방법에 관한 것이다.

【발명의 배경이 되는 기술】

【0003】 지구 온난화로 인하여 이상기후, 빙하감소, 자연재해에 따라 최근 EU 및 국제기구를 중심으로 탄소 배출량 제한과 같은 새롭고 강력한 환경규제가 진행되는 추세이다.

【0004】그 대안으로 선박연료로 주로 사용하는 HFO(Heavy Fuel Oil) 보다 탄소 및 황산화물(SOx), 질소산화물(NOx)의 배출량이 적은 LNG(Liquefied Natural Gas, 액화천연가스)나 LPG(Liquefied Petroleum Gas, 액화석유가스)와 같은 저탄소 배출 연료를 사용하고 있으나, 연료의 구성성분인 탄화수소(메탄, 에탄)로 인하여 이산화탄소 배출에 대한 문제가 아직 해결되지 않고 있다.

【0005】이에 수소, 암모니아와 같은 Zero-emission 연료에 대한 관심이 집중되고 있으며, 선박 연료로써의 수소 연료 사용 및 선박을 이용한 수소의 운송에 대한 수요가 높아지고 있다.

【0006】그러나, 이러한 수요에도 불구하고 극저온의 액체수소연료에 대한 안전한 연료공급 절차를 아직 정립하지 못하고 있는 실정이다.

【0007】수소에너지는 액체수소로 사용 시 현존하는 연료 중 중량대비 에너지 밀도가 높고, 기체수소 대비 770배 이하의 작은 부피로 저장 효율성을 확보하여 수소차 및 드론, 로켓 추진체의 연료로 사용되고 있고, 해상 쪽에서는 소형선박의 실증단계를 거쳐 대형선박의 적용에 대한 적합성 검토를 진행 중에 있으며 일부 유럽의 여객선 선사를 중심으로 여객선의 추진연료로서의 적용을 검토 중인 것으로 알려지고 있어 향후 조선시장을 선점하는 기술로 예상되고 있다.

【0008】액체수소는 섭씨 영하162도의 LNG보다 더 낮은 섭씨 영하 253도의 극저온 환경을 요구하기 때문에 보단 안전한 관리를 필요로 한다. 특히 수소가 금속과 결합 시 수소 취화, 수소 침식 등으로 선체 및 주변 기계의 성능을 크게 저하

시킬 수 있다.

【0009】 따라서, 액체수소를 취급, 운용하는 과정에서 필요한 안전기준 및 취급 방법에 대한 안정적이고 체계적인 운용방법이 필요한 실정이다.

【선행기술문헌】

【특허문헌】

【0011】 **(특허문헌 0001)** 한국등록특허 제10-2370606호

【발명의 내용】

【해결하고자 하는 과제】

【0012】 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 극저온 액체연료인 액체수소를 연료로 사용하는 액체수소 추진선박에 액체수소를 벙커링하는 과정에서, 안전한 이송을 위한 사전 점검, 벙커링 준비, 벙커링 진행, 연료공급시스템을 통한 이상 여부 검증 및 마무리 과정에 대한 체계적인 운용절차 및 안전기준을 제시함으로써, 액체수소를 취급하는 각 과정에서 발생될 수 있는 각종 인명사고 및 안전사고를 미연 예방할 수 있으며, 빠르고 안전한 연료 벙커링을 통하여 정박 시간을 줄여 경제적인 선박운항을 가능하도록 하는 수소연료 추진선박의 액체수소 연료 공급 방법을 제공하고자 한다.

【과제의 해결 수단】

【0014】 본 발명의 일 실시예에 따른 수소연료 추진선박의 액체수소 연료 공급 방법은 액체수소의 벙커링을 위한 체크리스트를 토대로, 수취선 및 수취 탱크에 대한 사전 점검을 진행 후 벙커링 준비를 진행하는 단계, 수취 탱크 내로 액체수소를 이송하여 벙커링을 진행하는 단계 및 벙커링 완료에 대한 서류 작성 후 공급자 측 관리 단말과 수취자 측 관리 단말에 각각 상호 전달하고, 수취선 계류 해제 및 벙커링을 마무리하는 단계를 포함할 수 있다.

【0015】 일 실시예에서, 상기 벙커링 준비를 진행하는 단계는 수취선의 계류에 필요한 수취선 기본 정보를 파악하는 단계, 이송에 필요한 안전설비의 작동상태를 파악하는 단계 및 이송에 필요한 연료량, 이송속도, 시작 및 완충 속도, 매니폴더의 최대 압력값, 수취 탱크의 온도 및 압력을 포함하는 체크리스트를 작성하고, 작성된 체크리스트를 액체수소 공급자와 액체수소 수취자 간에 상호 교환하는 단계를 포함할 수 있다.

【0016】 일 실시예에서, 상기 벙커링 준비를 진행하는 단계는 사전 점검 완료 후, 수취선에 대한 접안을 허가 완료 시 접안을 진행하는 단계, 접안된 수취선의 계류를 진행하는 단계, 계류가 완료된 수취선의 수취 탱크에 대한 벙커링 호스, 통신 라인 및 접지 라인을 연결하는 단계, 벙커링 호스로 질소가스를 주입하여, 벙커링 호스 내 공기 및 불순물을 벤트 마스트(vent mast)를 통해 외부로 배출시켜 벙커링 호스 내 공기 및 불순물을 제거하는 단계 및 공급 탱크에서 나오는 액화수

소를 히터를 이용하여 기화시킨 후 벙커링 호스를 통해 수취 탱크로 공급하여, 수취 탱크 내 질소가스를 수소가스로 치환시키는 단계를 포함할 수 있다.

【0017】일 실시예에서, 상기 벙커링을 진행하는 단계는 벙커링 호스 내로 기 설정량 이하의 액체수소를 공급하여 기화가 진행되도록 하고, 기화된 수소가스를 통해 수취 탱크의 사전 온도하강(cool down)을 진행하는 단계, 사전 온도하강이 완료된 후, 공급 탱크로부터 공급되는 액체수소를 수취 탱크로 공급하는 단계, 액체수소 이송이 완료된 후, 벙커링 호스 내 남은 잔여 액체수소를 수소가스로 자연기화시킨 후 공급 탱크 및 수취 탱크로 회수하는 단계, 벙커링 호스 내로 질소가스를 주입하여, 벙커링 호스 내 남은 잔여 수소가스를 벤트 마스트(vent mast)를 통해 외부로 배출시켜 벙커링 호스 내 수소가스를 제거하는 단계, 수소가스 제거 후 벙커링 호스를 수취 탱크로부터 연결 해제하는 단계 및 수취 탱크 내 공급된 액체수소를 연료공급장치(FGS)로 공급하고 연료공급시스템을 가동하여 이상 여부를 검증하는 단계를 포함할 수 있다.

【발명의 효과】

【0019】본 발명에 따르면, 액체수소 추진선박에 액체수소를 벙커링하는 과정에서, 안전한 이송을 위한 사전 점검, 벙커링 준비, 벙커링 진행, 연료공급시스템을 통한 이상 여부 검증 및 마무리 과정에 대한 체계적인 운용절차 및 안전기준을 제시함으로써, 액체수소를 취급하는 각 과정에서 발생될 수 있는 각종 인명사고

및 안전사고를 미연 예방할 수 있으며, 빠르고 안전한 연료 벙커링을 통하여 정박 시간을 줄여 경제적인 선박운항을 가능하도록 하는 이점을 가진다.

【도면의 간단한 설명】

【0021】 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 수소연료 추진선박의 액체수소 연료 공급 방법을 일련의 순서대로 도시한 도면이다.

도 2 내지 도 7은 도 1에 도시된 수소연료 추진선박의 액체수소 연료 공급 방법에 대한 개념을 나타낸 도면이다.

【발명을 실시하기 위한 구체적인 내용】

【0022】 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예들에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예들에 한정되지 않는다.

【0023】 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조 부호를 붙이도록 한다.

【0024】 또한, 여러 실시예들에 있어서, 동일한 구성을 가지는 구성요소에 대해서는 동일한 부호를 사용하여 대표적인 실시예에서만 설명하고, 그 외의 다른 실시예에서는 대표적인 실시예와 다른 구성에 대해서만 설명하기로 한다.

【0025】명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐만 아니라, 다른 부재를 사이에 두고 "간접적으로 연결"된 것도 포함한다. 또한, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함하는 것을 의미할 수 있다.

【0026】또한, 본 발명의 일 실시예들은 육상 터미널에서 적용될 수 있고, 또한 해상의 벙커링 선박에서 적용될 수도 있다. 수취선은 액체수소를 연료로 사용하는 추진용 엔진 또는 추진용 연료전지가 설치된 모든 종류의 선박일 수 있다. 또한, 액체수소를 연료로 사용하는 선박이라면 그 형태 및 규모를 불문하고 본 발명의 일 실시 예에 따른 선박에 적용될 수 있다. 예를 들어, 선박은 액체수소추진 산적화물선(LH2 Bulk Carrier), 액체수소추진 탱커(LH2 Tanker), 액체수소 운반선(LH2 Carrier), 액체수소추진 탐사선(LH2 Research Vessel) 등과 같이 자체 추진 능력을 갖는 선박뿐만 아니라, LH2 FPSO(Floating Production Storage Offloading), LH2 FSRU(Floating Storage Regasification Unit) 등과 같이 자체 추진 능력을 갖지는 않지만 해상에 부유하고 있는 해상구조물을 포함할 수 있다.

【0027】이하, 아래 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명의 일 실시 예에 선박의 액체수소연료 벙커링 시스템을 설명하기로 한다. 본 명세서에서 사용되는 "수취선" 또는 "수취선박"은 액체수소연료를 공급받고자 하는 액체수소연료추진선박을 말하며, "공급자"는 육상 터미날 또는 해상 벙커링선을 의미할 수 있다.

【0029】 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 수소연료 추진선박의 액체수소 연료 공급 방법을 일련의 순서대로 도시한 도면이고, 도 2 내지 도 7은 도 1에 도시된 수소연료 추진선박의 액체수소 연료 공급 방법에 대한 개념을 나타낸 도면이다.

【0030】 도 1 내지 도 7을 살펴보면, 본 발명에 일 실시예에 따른 수소연료 추진선박의 액체수소 연료 공급 방법은 크게 벙커링 준비를 진행하는 단계(110), 벙커링을 진행하는 단계(120) 및 벙커링을 마무리하는 단계(130)로 구분되어 진행된다.

【0031】 먼저, 벙커링 준비를 진행하는 단계(110)는 수취선의 계류에 필요한 수취선 기본 정보를 파악하고, 이송에 필요한 안전설비의 작동상태를 파악하며, 또한 이송에 필요한 연료량, 이송속도, 시작 및 완충 속도, 매니폴더의 최대 압력값, 수취 탱크의 온도 및 압력을 포함하는 체크리스트를 작성하고, 작성된 체크리스트를 액체수소 공급자와 액체수소 수취자 간에 상호 교환하는 단계(S111)로 진행된다.

【0032】 수취선 및 수취 탱크에 대한 사전 점검이 완료되고 나면, 수취선에 대한 접안이 허가되고(S112), 접안된 수취선의 계류가 진행된다(S113). 이 과정에서, 이전단계에서 교환한 계류도면에 의거하여 수취선박이 단단히 계류된다.

【0033】 수취선의 계류가 완료되면, 수취 탱크에 대한 벙커링 호스, 통신 라인 및 접지 라인을 연결하게 된다(S114). 이때 모든 이송을 위한 밸브는 닫힘 상태

에 있어야 하며, 수취선과 공급자 사이는 QC/DC(Quick Connect /Disconnect Coupler)를 이용하여 Liquid Line과 Gas Line의 벙커링 호스를 연결시키게 된다.

【0034】벙커링 호스가 완료된 후에는, 벙커링 호스로 질소가스를 주입하여, 벙커링 호스 내 공기 및 불순물을 벤트 마스트(vent mast)를 통해 외부로 배출시켜 벙커링 호스 내 공기 및 불순물을 제거하게 된다(S115). 이에 대해서는 도 2를 통해 살펴보기로 한다.

【0035】도 2를 살펴보면, 벙커링 호스가 완료되고 난 후, 벙커링 호스 내 존재하는 공기 및 불순물을 제거하기 위해 질소가스(N_2)로 치환하는 배관 불활성화 과정이 진행된다. 기존 벙커링 호스 내에 존재하는 공기 및 불순물을 질소가스를 사용하여 벤트 마스트(Vent mast)를 통하여 배출한다. 특히 수소가스와 산소의 혼합 가스는 섭씨 550도 이상으로 가열하거나 점화시키면 폭발의 위험성이 있으므로, 벤트 마스트(Vent mast)로 방출되는 공기 중 산소(O_2)의 농도가 2% 이하가 되도록 N_2 Generator를 통해 질소가스를 공급해 준다.

【0036】다음으로, 공급 탱크에서 나오는 액화수소를 히터를 이용하여 기화시킨 후 벙커링 호스를 통해 수취 탱크로 공급하여, 수취 탱크 내 질소가스를 수소가스로 치환시키게 된다(S116). 이에 대해서는 도 3을 통해 살펴보기로 한다.

【0037】도 3을 살펴보면, 사전 벙커링 준비과정의 마지막 단계인 가스치환 과정을 통하여 벙커링 호스 및 수취 탱크 내에 존재하는 질소가스를 수소가스로 치환한다. 공급자의 벙커링 탱커에서 나온 소량의 액화수소(LH_2)를 히터를 이용하여 기화시켜 공급해서 질소가스를 벤트 마스트(Vent mast)로 방출시킨다. 수소가스가

질소가스에 비해 비중이 가벼우므로, 수취 탱크 내에서 수소가스는 위쪽으로 질소가스는 아래쪽으로 모이게 되며, 수취 탱크 내부의 하측에서 상측으로 올라가는 배관을 통하여 벤트 마스트(Vent mast)로 방출하게 된다. 벤트 마스트(Vent mast)에서 방출되는 수소농도가 98% 이상이 되면 작업을 종료한다.

【0038】다음으로, 벙커링 준비 진행이 완료되면 수취 탱크 내로 본격적인 액체수소 이송 및 벙커링이 진행된다(S120). 이에 대해서는 도 4를 통해 살펴보기로 한다.

【0039】도 4를 살펴보면, 먼저 벙커링 호스 내로 기 설정량 이하의 액체수소를 공급하여 기화가 진행되도록 하고, 기화된 수소가스를 통해 수취 탱크의 사전 온도하강(cool down)을 진행하게 된다(S121). 보다 구체적으로, 배관 내에 소량의 액체수소를 흘려 기화한 수소가스로 서서히 수취 탱크의 온도를 낮춘다. 극저온의 액체수소가 배관과 벙커링 호스를 통해 흐르기 때문에 사전에 온도하강(Cool down)을 하지 않으면 배관과 벙커링 호스 및 장비의 손상을 야기할 수 있으므로 사전 냉각을 필요로 한다. 이러한 냉각 과정은 수취 탱크 내부 온도가 섭씨 영하 200도에 이르면 종료한다. 이때, 수취 탱크의 내부 온도는 탱크 내 설치된 TI(Temperature Indicator, 온도 표시기)로 확인이 가능하다.

【0040】다음으로, 사전 온도하강이 완료된 후, 공급 탱크로부터 공급되는 액체수소를 수취 탱크로 공급 및 이송하게 된다(S122). 도 5를 살펴보면, 본격적인 액체수소 공급 및 이송이 시작되면 공급 탱크에 저장되어 있는 액체수소는 탱크 내 극저온 이송펌프를 통하여 6bar의 압력으로 수취 탱크로 공급된다. 이때 수취 탱크

내부에 있던 수소가스는 공급 탱크로 회수되거나, BC1(BOG Compressor) 및 RC(BOG Re-Condenser)를 거쳐 재액화된다. 기화된 수소가스 양이 많은 경우 RC(BOG Re-Condenser)를 거쳐 BOG Treatment System으로 주입된다. 수취 탱크 Volume이 98%에 도달하면 액체수소 이송은 완료된다. 이 경우, 수취 탱크의 Volume은 LI(Volume Indicator, 수량계)로 확인이 가능하다.

【0041】다음으로, 액체수소 이송이 완료된 후, 벙커링 호스 내 남은 잔여 액체수소를 수소가스로 자연기화시킨 후 공급 탱크 및 수취 탱크로 회수하게 된다(S123). 보다 구체적으로, 도 6을 살펴보면, 배관에 남아 있는 잔여 액체수소를 자연기화시켜 기체의 팽창압을 이용해 액체수소를 양쪽 탱크(공급 탱크 및 수취 탱크)로 밀어 넣게 된다. 이때 공급 탱크 측의 플랜지 단부에 설치된 밸브는 잠금 상태에 해당한다. 공급자 측 및 수취선 측의 배관 압력은 플랜지 단부 주변에 설치된 PI(Pressure Indicator, 압력 표시기)로 확인이 가능하다.

【0042】다음으로, 벙커링 호스 내로 질소가스를 주입하여, 벙커링 호스 내 남은 잔여 수소가스를 벤트 마스트(vent mast)를 통해 외부로 배출시켜 벙커링 호스 내 수소가스를 제거하게 된다(S124). 보다 구체적으로, 도 7을 살펴보면, 배관 내에 남아 있는 잔여 수소가스를 질소가스로 치환하는 이송관 불활성화과정이 진행된다. 이때 질소가스가 수취 탱크로 유입되지 않도록 수취 탱크 측 밸브를 닫힘 상태로 한다. 수소가스는 가연성이 크고 산소와 결합 시 폭발적으로 반응하여 폭발의 위험성을 가지게 된다. 따라서, 필히 배관 내 수소가스를 제거 후 벙커링 호스를 제거하여야 한다. 이에, N2 Generator를 통해 질소가스를 공급하여 수소가스를 벤

트 마스트(Vent mast)로 밀어낸 후, 배관 내 질소가스 농도가 98% 이상이 되면 작업을 종료하게 된다.

【0043】 다음으로, 수소가스가 완전히 제거된 후에는 벙커링 호스를 수취 탱크로부터 연결 해제하게 된다(S125). 이때 질소가스 농도 확인을 위하여 Gas sampling을 하여 확인한다. 수소가스는 질소가스보다 가볍기 때문에 Gas sampling은 배관 라인의 가장 높은 지점에서 수행한다. 불활성 가스는 반응성이 적고 폭발의 위험성이 적으며 대기 누출 시 이상이 없기 때문에, 배관 내 가스가 질소가스임을 확인한 후 액체공급라인과 기체회수라인의 연결부를 해제하게 된다.

【0044】 다음으로, 연결된 벙커링 호스를 연결 해제하고, 이송된 액체수소를 이용하여 연료공급시스템의 이상 여부를 검증하게 된다(S126).

【0046】 다음으로, 벙커링 완료에 대한 서류 작성 후 공급자 측 관리 단말과 수취자 측 관리 단말에 각각 상호 전달하고, 수취선 계류 해제 및 벙커링을 마무리하게 된다(S130).

【0047】 보다 구체적으로, 수취선에 연료 공급이 완료되면, 공급자 측 관리 단말에서는 벙커링 문서를 수취선의 수취자 측 관리 단말에 전달한다(S131). 이때 벙커링 문서에는 연료의 양 및 품질이 명확히 기재되며, 2부의 문서를 공급자 측 관리 단말 및 수취자 측 관리 단말에 공급하고 상호 서명하여 수취자 측과 공급자 측이 각각 1부씩 나누어 3개월간 보관하게 된다.

【0048】문서 전달이 끝나면 계류 해제 단계(S132)를 시작할 수 있다. 계류삭은 바람과 현재의 기상 및 조류 상태를 고려하면서 책임자의 감독하에 해제된다.

【0049】마지막으로 수취선이 공급자 측으로부터 분리되며(S133), 계류 해제 및 출발 시 주변 교통 및 위치가 지속적으로 모니터링될 수 있다.

【0051】상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

【부호의 설명】

【0053】TK1: 공급자측 액체수소 탱크

TK2: 수취선측 액체수소 탱크

FP: 극저온 액체수소 공급 펌프

BC1: 공급자측 BOG 압축기

BC2: 수취선측 BOG 압축기

RC: 공급자측 BOG 재응축기

HT: H2 히터

DT: DRIP TRAY

LI: 수량 표시기(Volume Indicator)

PI: 압력 표시기(Pressure Indicator)

TI: 온도 표시기(Temperature Indicator)

NL(S): 질소 공급 배관

IL(E): 불순물 배출 배관

FL(C): 차가운 액체수소 공급 배관

FL(W): 기화된 따뜻한 기체수소 공급 배관

GL: 부동액 배관(Glycol Water Line)

RL: BOG 재응축 배관

BL: BOG 처리 배관

RTL: 액체수소 회수 배관

V: 밸브

【청구범위】

【청구항 1】

액체수소의 벙커링을 위한 체크리스트를 토대로, 수취선 및 수취 탱크에 대한 사전 점검을 진행 후 벙커링 준비를 진행하는 단계;

수취 탱크 내로 액체수소를 이송하여 벙커링을 진행하는 단계; 및

벙커링 완료에 대한 서류 작성 후 공급자 측 관리 단말과 수취자 측 관리 단말에 각각 상호 전달하고, 수취선 계류 해제 및 벙커링을 마무리하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 수소연료 추진선박의 액체수소 연료 공급 방법.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 벙커링 준비를 진행하는 단계는,

수취선의 계류에 필요한 수취선 기본 정보를 파악하는 단계;

이송에 필요한 안전설비의 작동상태를 파악하는 단계; 및

이송에 필요한 연료량, 이송속도, 시작 및 완충 속도, 매니폴더의 최대 압력값, 수취 탱크의 온도 및 압력을 포함하는 체크리스트를 작성하고, 작성된 체크리스트를 액체수소 공급자와 액체수소 수취자 간에 상호 교환하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 수소연료 추진선박의 액체수소 연료 공급 방법.

【청구항 3】

제1항에 있어서,

상기 벙커링 준비를 진행하는 단계는,

사전 점검 완료 후, 수취선에 대한 접안을 허가 완료 시 접안을 진행하는 단계;

접안된 수취선의 계류를 진행하는 단계;

계류가 완료된 수취선의 수취 탱크에 대한 벙커링 호스, 통신 라인 및 접지 라인을 연결하는 단계;

벙커링 호스로 질소가스를 주입하여, 벙커링 호스 내 공기 및 불순물을 벤트 마스트(vent mast)를 통해 외부로 배출시켜 벙커링 호스 내 공기 및 불순물을 제거하는 단계; 및

공급 탱크에서 나오는 액화수소를 히터를 이용하여 기화시킨 후 벙커링 호스를 통해 수취 탱크로 공급하여, 수취 탱크 내 질소가스를 수소가스로 치환시키는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 수소연료 추진선박의 액체수소 연료 공급 방법.

【청구항 4】

제1항에 있어서,

상기 벙커링을 진행하는 단계는,

벙커링 호스 내로 기 설정량 이하의 액체수소를 공급하여 기화가 진행되도록 하고, 기화된 수소가스를 통해 수취 탱크의 사전 온도하강(cool down)을 진행하는 단계;

사전 온도하강이 완료된 후, 공급 탱크로부터 공급되는 액체수소를 수취 탱크로 공급하는 단계;

액체수소 이송이 완료된 후, 배관 내 남은 잔여 액체수소를 수소가스로 자연 기화시킨 후 공급 탱크 및 수취 탱크로 회수하는 단계;

벙커링 호스 내로 질소가스를 주입하여, 벙커링 호스 내 남은 잔여 수소가스를 벤트 마스트(vent mast)를 통해 외부로 배출시켜 벙커링 호스 내 수소가스를 제거하는 단계;

수소가스 제거 후 벙커링 호스를 수취 탱크로부터 연결 해제하는 단계; 및

수취 탱크 내 공급된 액체수소를 연료공급장치(FGS)로 공급하고 연료공급시스템을 가동하여 이상 여부를 검증하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 수소연료 추진선박의 액체수소 연료 공급 방법.

【요약서】

【요약】

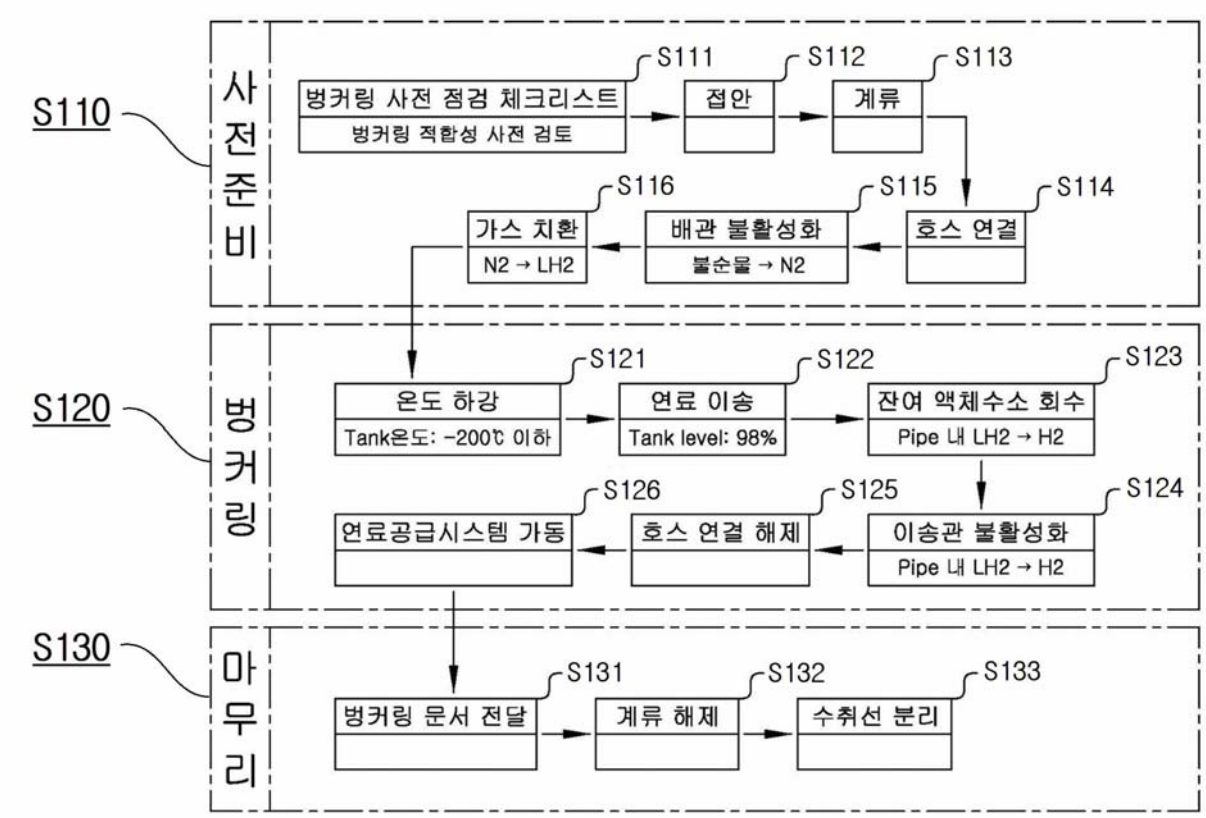
본 발명은 극저온 액체연료인 액체수소의 안전한 이송을 위한 사전 점검, 벙커링 준비, 벙커링 진행, 연료공급시스템을 통한 이상 여부 검증 및 마무리 과정에 대한 체계적인 운용절차 및 안전기준을 제시함으로써, 액체수소를 취급하는 각 과정에서 발생될 수 있는 각종 인명사고 및 안전사고를 미연 예방할 수 있으며, 빠르고 안전한 연료 벙커링을 통하여 정박 시간을 줄여 경제적인 선박운항을 가능하도록 하는 수소연료 추진선박의 액체수소 연료 공급 방법에 관한 것이다.

【대표도】

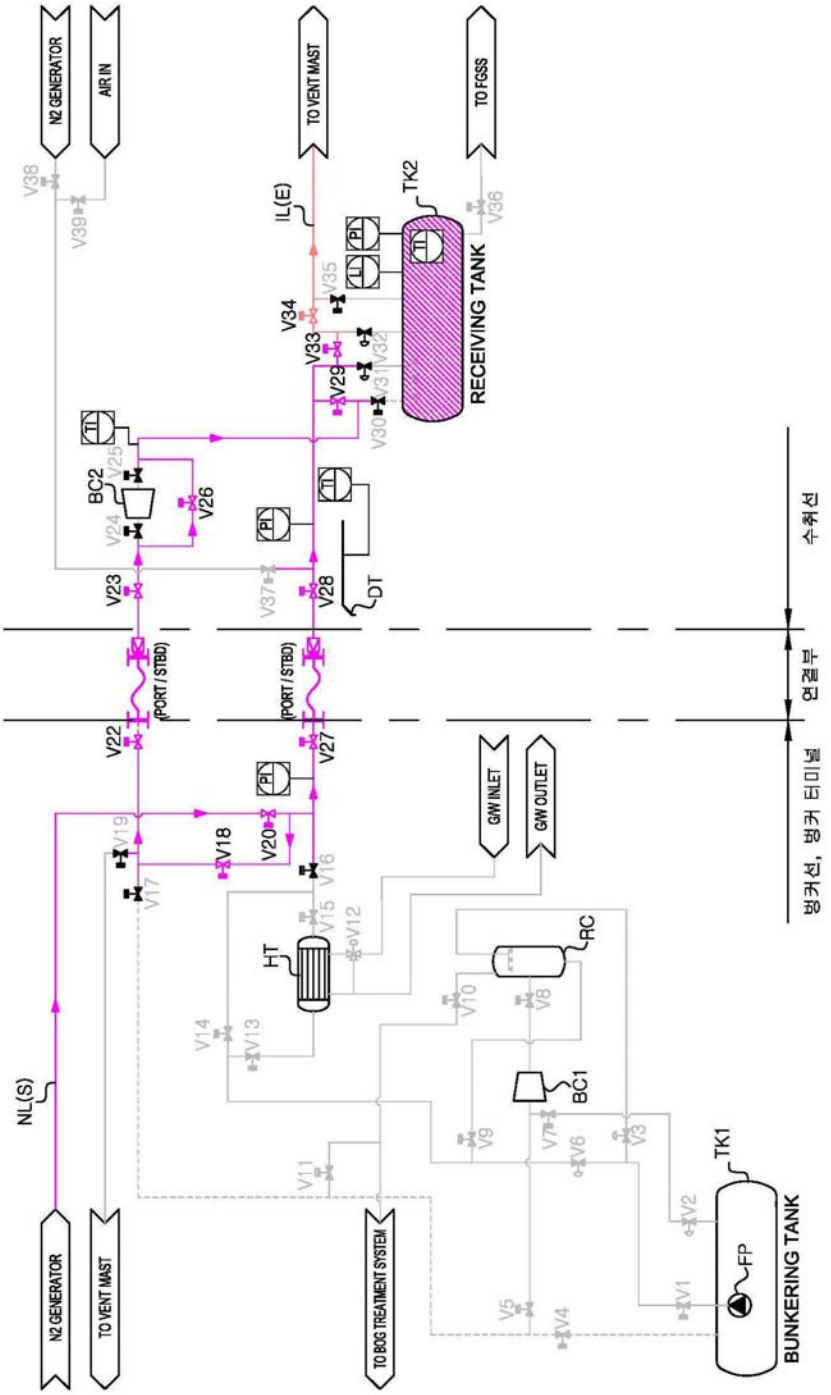
도 1

【도면】

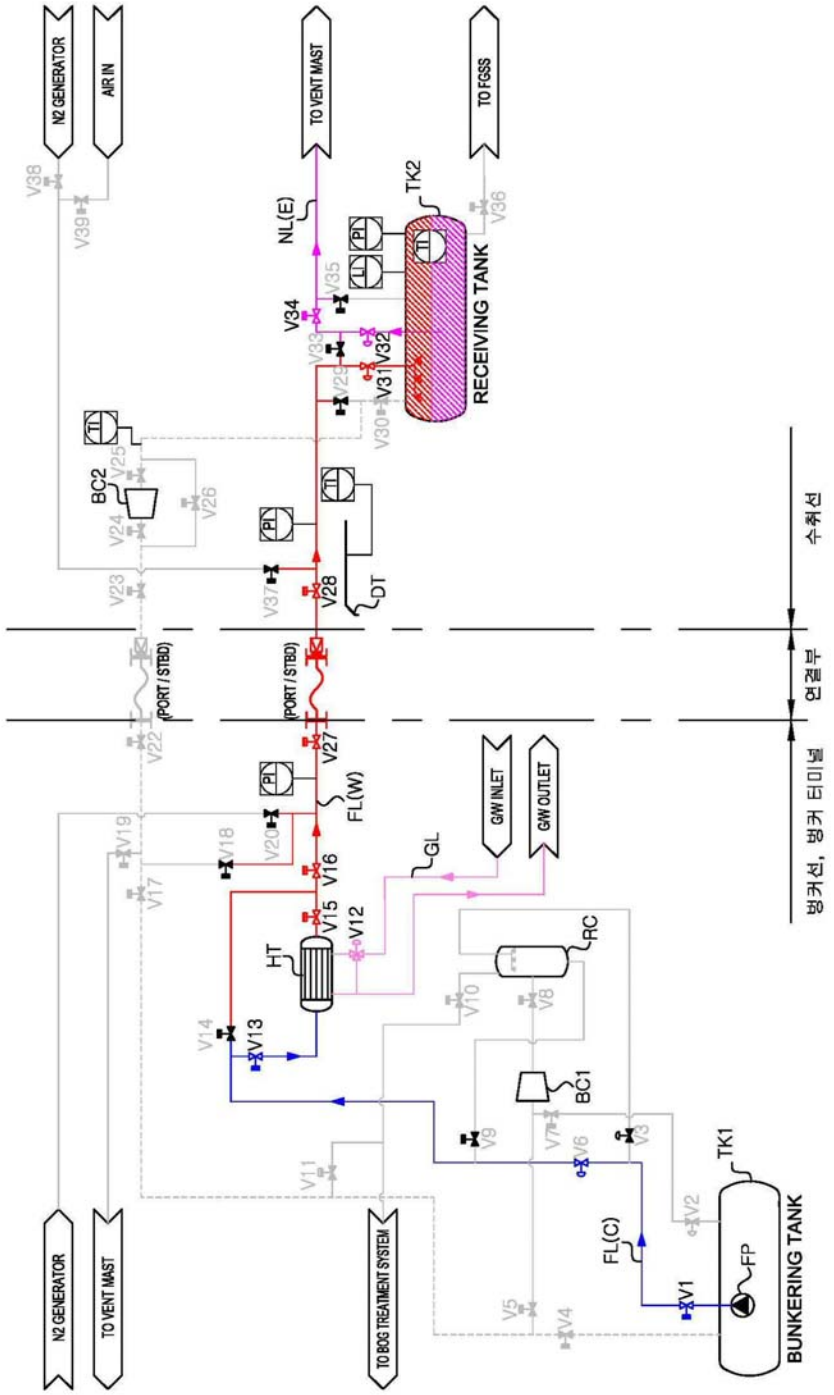
【도 1】


S110
사전준비
벙커링 사전 점검 체크리스트
벙커링 적합성 사전 검토
S111
접안
S112
계류
S113
호스 연결
S114
배관 불활성화
불순물 → N2
S115
가스 치환
N2 → LH2
S116
S120
벙커링
온도 하강
Tank온도: -200℃ 이하
S121
연료 이송
Tank level: 98%
S122
잔여 액체수소 회수
Pipe 내 LH2 → H2
S123
이송관 불활성화
Pipe 내 LH2 → H2
S124
호스 연결 해제
S125
연료공급시스템 가동
S126
S130
마무리
벙커링 문서 전달
S131
계류 해제
S132
수취선 분리
S133

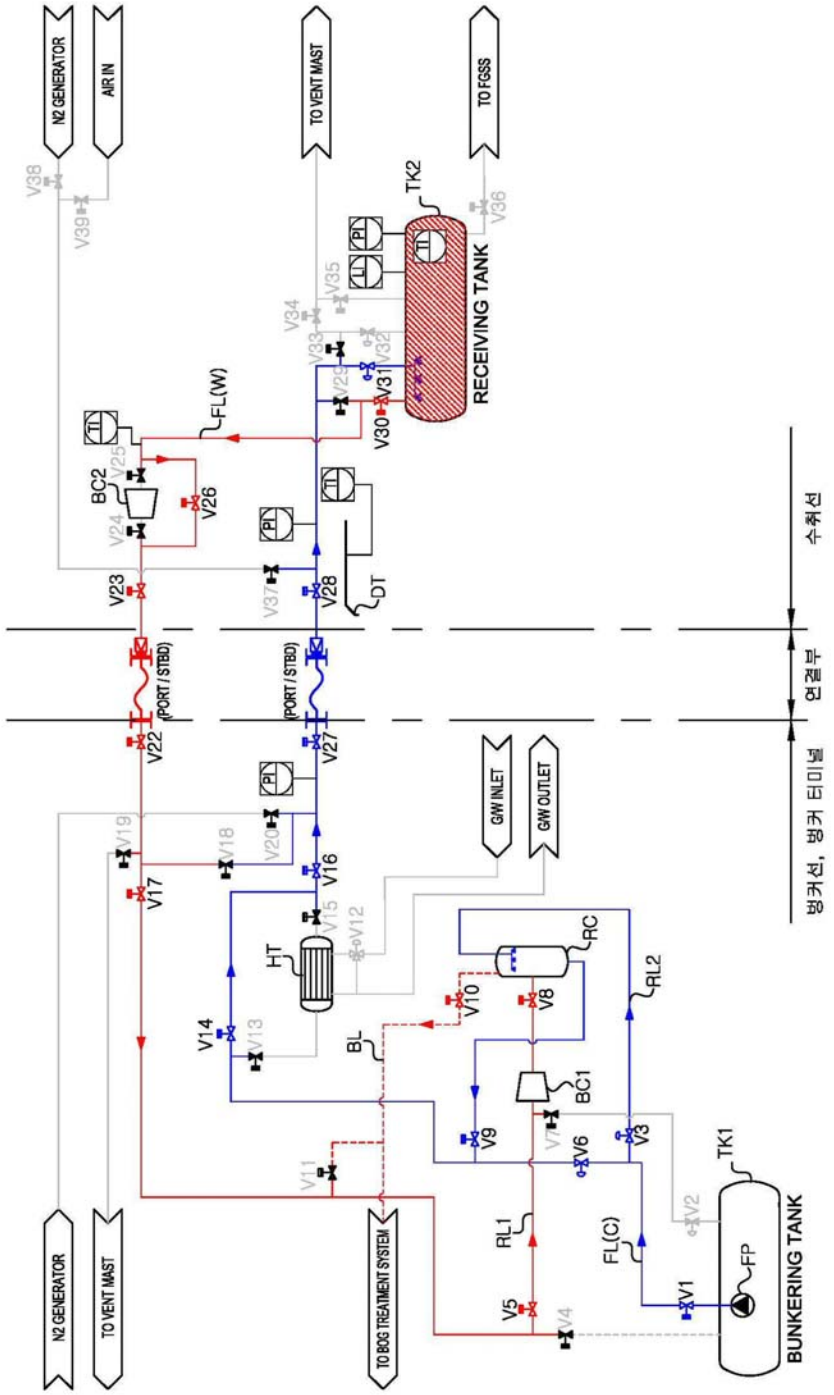
【도 2】


N2 GENERATOR
AIR IN
TO VENT MAST
TO FGSS
IL(E)
TK2
RECEIVING TANK
BC2
DT
(PORT / STBD)
(PORT / STBD)
NL(S)
HT
RC
BC1
TK1
FP
BUNKERING TANK
N2 GENERATOR
TO VENT MAST
TO BOG TREATMENT SYSTEM
G/W INLET
G/W OUTLET
수취선
연결부
벙커선, 벙커 터미널

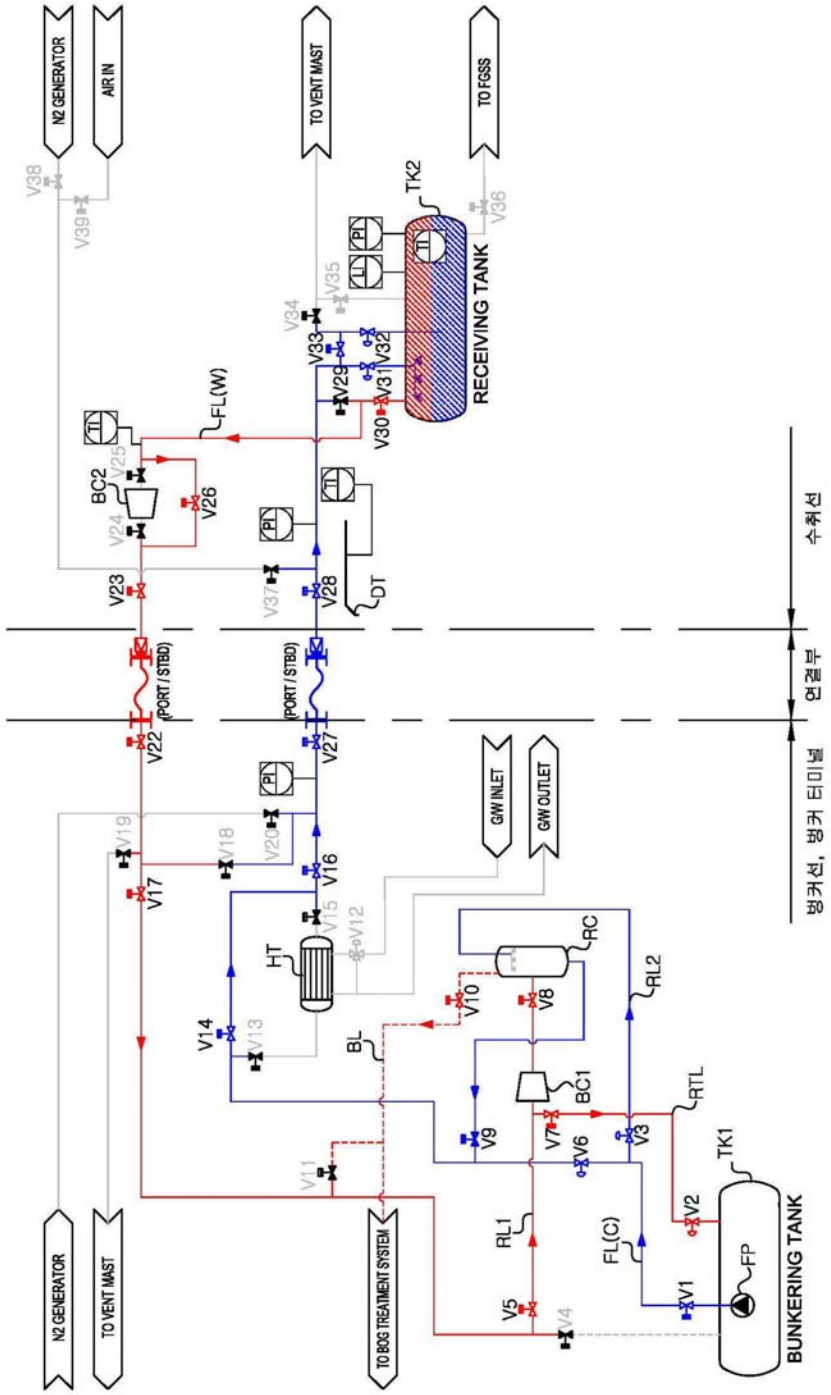
【도 3】


N2 GENERATOR
AIR IN
TO VENT MAST
TO FGSS
NL(E)
TK2
RECEIVING TANK
BC2
DT
(PORT / STBD)
FL(W)
GL
G/W INLET
G/W OUTLET
HT
RC
BC1
TK1
FL(C)
FP
BUNKERING TANK
TO BOG TREATMENT SYSTEM
수취선
연결부
벙커선, 벙커 터미널

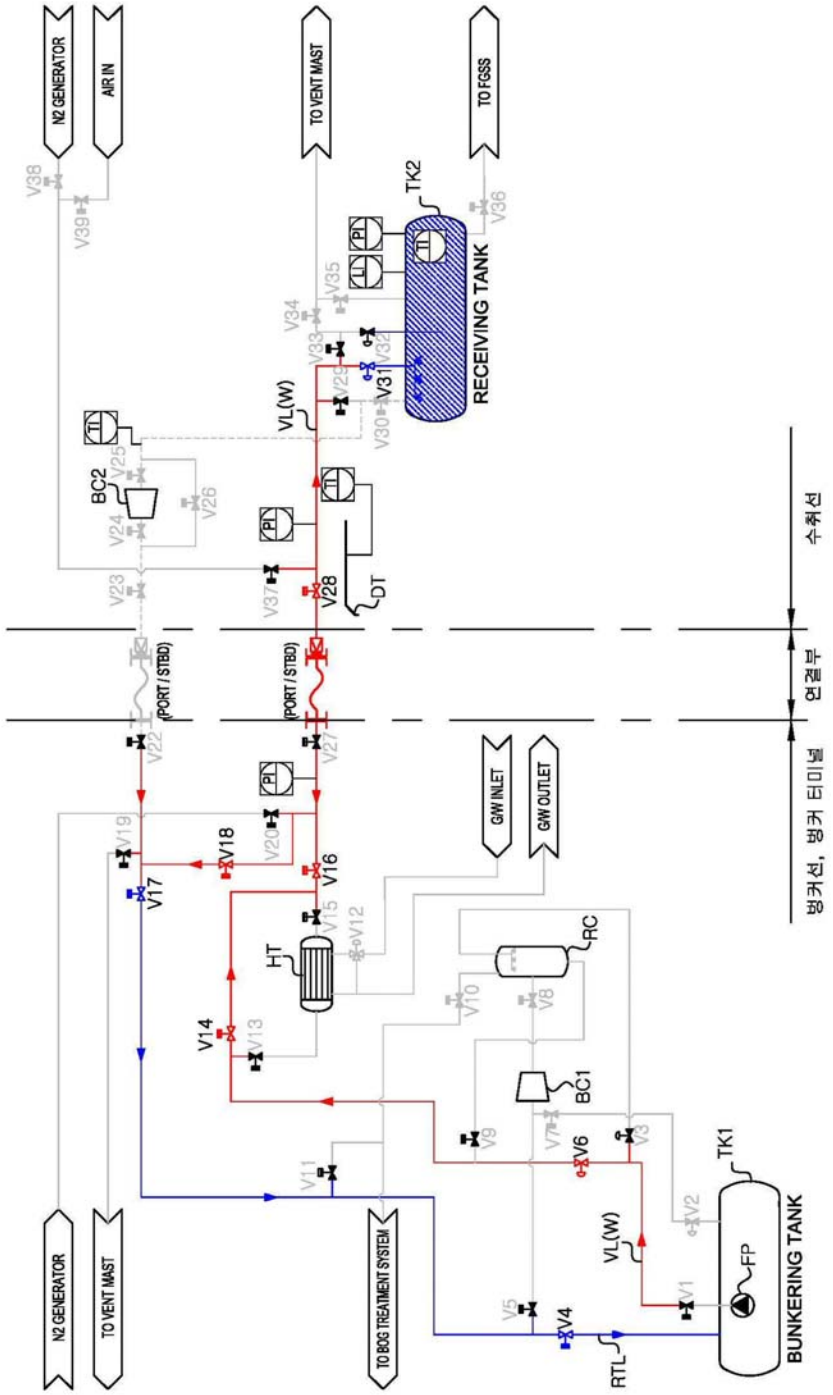
【도 4】


N2 GENERATOR
AIR IN
TO VENT MAST
TO FGSS
TK2
RECEIVING TANK
FL(W)
BC2
DT
(PORT / STBD)
(PORT / STBD)
G/W INLET
G/W OUTLET
HT
RC
RL2
BL
BC1
RL1
FL(C)
TK1
FP
BUNKERING TANK
N2 GENERATOR
TO VENT MAST
TO BOG TREATMENT SYSTEM
수취선
연결부
벙커선, 벙커 터미널

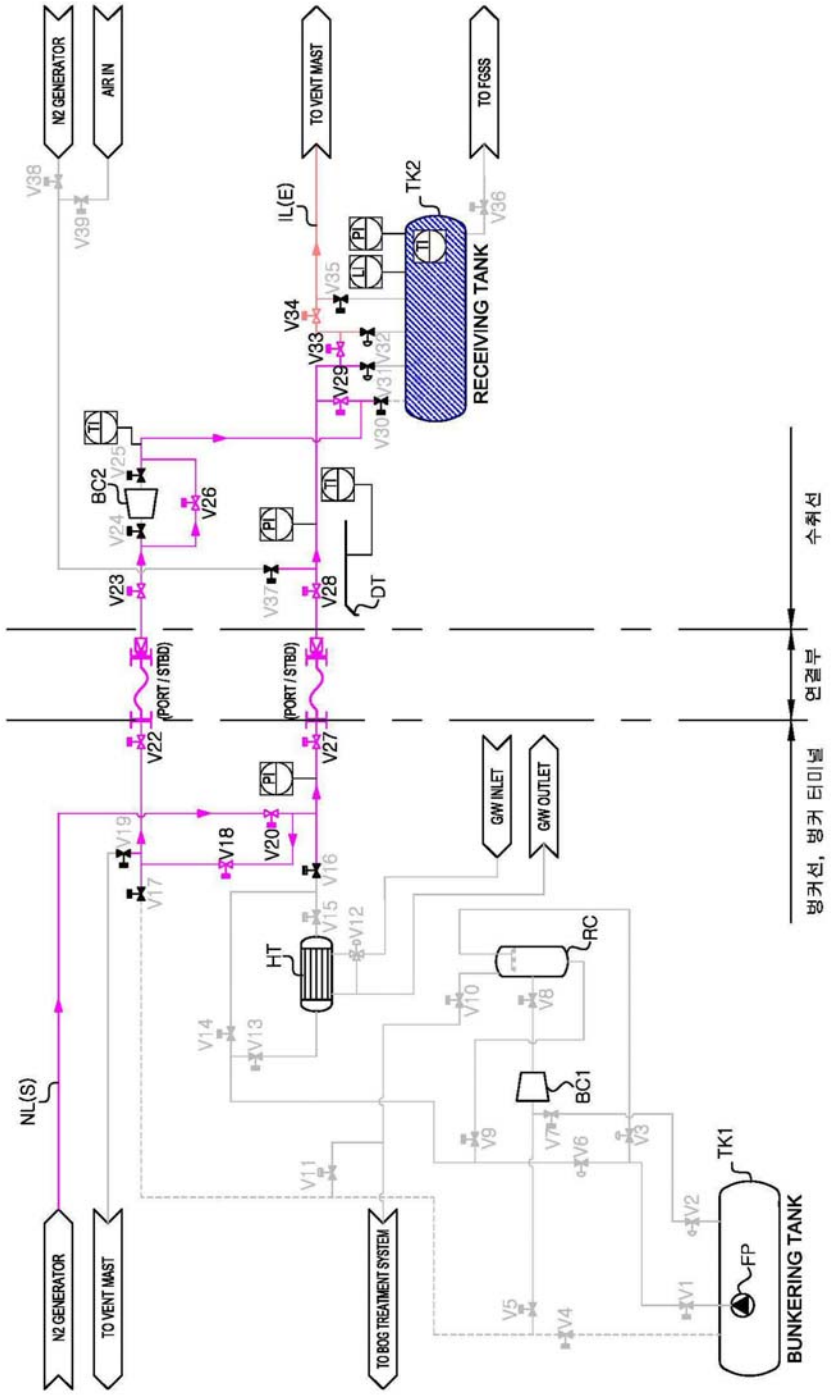
【도 5】


N2 GENERATOR
AIR IN
TO VENT MAST
TO FGSS
RECEIVING TANK
TK2
FL(W)
BC2
DT
(PORT / STBD)
GW INLET
GW OUTLET
HT
RC
RL2
BL
BC1
RTL
RL1
FL(C)
FP
TK1
BUNKERING TANK
TO BOG TREATMENT SYSTEM
수취선
연결부
벙커선, 벙커 터미널

【도 6】


N2 GENERATOR
AIR IN
TO VENT MAST
TO FGSS
TK2
RECEIVING TANK
VL(W)
BC2
DT
(PORT / STBD)
(PORT / STBD)
GW INLET
GW OUTLET
HT
RC
BC1
TK1
BUNKERING TANK
FP
VL(W)
RTL
N2 GENERATOR
TO VENT MAST
TO BOG TREATMENT SYSTEM
수취선
연결부
벙커선, 벙커 터미널

【도 7】


N2 GENERATOR
AIR IN
TO VENT MAST
TO FGSS
IL(E)
TK2
RECEIVING TANK
V38
V39
V34
V33
V29
V30
V31
V32
V35
V36
BC2
V24
V25
V26
V23
V28
V37
DT
(PORT / STBD)
V22
V27
V18
V19
V20
V16
V17
V15
V12
HT
RC
V10
V8
V14
V13
BC1
V9
V7
V6
V3
V11
V5
V4
V2
V1
TK1
FP
BUNKERING TANK
NL(S)
N2 GENERATOR
TO VENT MAST
TO BOG TREATMENT SYSTEM
GW INLET
GW OUTLET
벙커선, 벙커 터미널
연결부
수취선