



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0048095
(43) 공개일자 2020년05월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B63B 25/16 (2006.01) B63J 2/12 (2006.01)
B63J 3/04 (2006.01) F17C 6/00 (2006.01)
F17C 9/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B63B 25/16 (2013.01)
B63J 2/12 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0129789
(22) 출원일자 2018년10월29일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
대우조선해양 주식회사
경상남도 거제시 거제대로 3370 (아주동)
(72) 발명자
남병탁
경남 거제시 아주2로 137, 203동 103호 (아주동,
아주e편한세상2단지)
김중원
경기도 고양시 일산동구 노루목로 100, 212동 90
1호 (장항동, 호수마을2단지아파트)
(74) 대리인
특허법인에이아이피

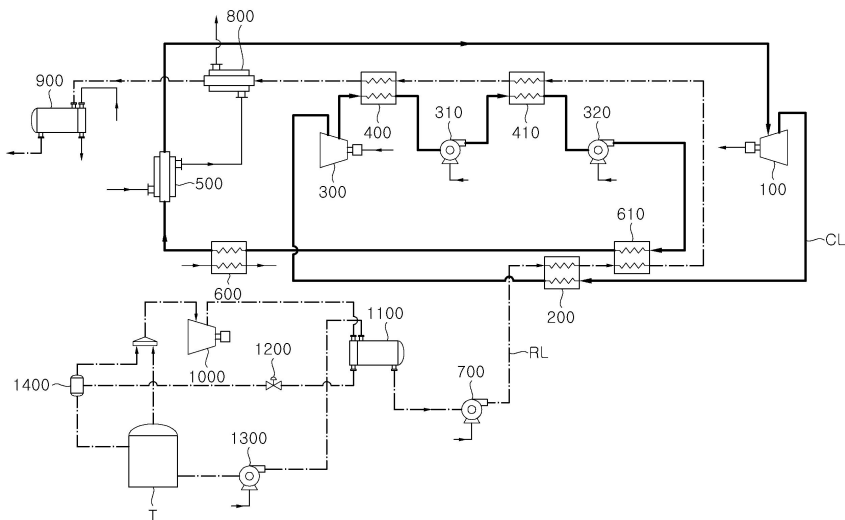
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **재기화 선박의 운전 시스템 및 방법**

(57) 요약

재기화 선박의 운전 시스템 및 방법이 개시된다. 본 발명의 재기화 선박의 운전 시스템은, 선박에 마련되는 LNG 저장탱크; 상기 선박에 마련되며 이산화탄소가 순환하는 이산화탄소 순환라인; 상기 이산화탄소 순환라인에 마련되며 상기 이산화탄소를 작동유체로 구동되는 이산화탄소 터빈; 및 상기 LNG 저장탱크에 저장된 LNG를 재기화하여 선외로 이송하는 재기화 라인; 을 포함하되, 상기 재기화 라인의 LNG는 상기 이산화탄소 순환라인을 순환하는 상기 이산화탄소와 열교환으로 열에너지를 공급받는 것을 특징으로 한다.

대표도



(52) CPC특허분류

B63J 3/04 (2013.01)
F17C 6/00 (2013.01)
F17C 9/00 (2013.01)
F17C 2227/0309 (2013.01)
F17C 2265/031 (2013.01)
F17C 2265/034 (2013.01)
F17C 2265/037 (2013.01)
F17C 2265/05 (2013.01)
F17C 2270/0105 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

선박에 마련되는 LNG 저장탱크;

상기 선박에 마련되며 이산화탄소가 순환하는 이산화탄소 순환라인;

상기 이산화탄소 순환라인에 마련되며 상기 이산화탄소를 작동유체로 구동되는 이산화탄소 터빈; 및

상기 LNG 저장탱크에 저장된 LNG를 재기화하여 선외로 이송하는 재기화 라인; 을 포함하되,

상기 재기화 라인의 LNG는 상기 이산화탄소 순환라인을 순환하는 상기 이산화탄소와 열교환으로 열에너지를 공급받는 것을 특징으로 하는 재기화 선박의 운전 시스템.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 이산화탄소 순환라인에는

상기 이산화탄소 순환라인에 마련되며 상기 이산화탄소 터빈에서 배출되는 이산화탄소를 상기 재기화라인의 LNG와 열교환으로 냉각시키는 제1 쿨러;

상기 이산화탄소 순환라인에 마련되며 상기 제1 쿨러에서 냉각된 상기 이산화탄소를 압축하는 제1 펌프;

압축된 상기 이산화탄소를 공급받아 상기 선박의 외연기관 또는 내연기관에서 발생하는 배기를 열원으로 가열하여 상기 이산화탄소 터빈으로 공급하는 이코노마이저;가 마련되는 것을 특징으로 하는 재기화 선박의 운전 시스템.

청구항 3

제 2항에 있어서, 상기 이산화탄소 순환라인에는,

상기 제1 펌프에서 압축된 상기 이산화탄소를 공급받아 상기 LNG와 열교환으로 냉각하는 제1 인터쿨러;

상기 제1 인터쿨러에서 냉각된 상기 이산화탄소를 공급받아 추가 압축하는 제2 펌프;

상기 제2 펌프에서 압축된 상기 이산화탄소를 공급받아 상기 LNG와 열교환으로 냉각하는 제2 인터쿨러; 및

상기 제2 인터쿨러에서 냉각된 상기 이산화탄소를 공급받아 추가 압축하는 제3 펌프;가 마련되는 것을 특징으로 하는 재기화 선박의 운전 시스템.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 외연기관은 가스 터빈이고,

상기 이산화탄소 순환라인에는 상기 제3 펌프의 하류에 마련되며 압축된 상기 이산화탄소를 공급받아 해수를 열원으로 가열하여 상기 이코노마이저로 공급하는 열교환기;가 마련되는 것을 특징으로 하는 재기화 선박의 운전 시스템.

청구항 5

제 3항에 있어서, 상기 재기화 라인에는

상기 LNG 저장탱크로부터 LNG를 공급받아 압축하는 고압펌프; 및

상기 고압펌프에서 압축된 후 상기 제1 쿨러, 제2 인터쿨러 및 제1 인터쿨러를 순차로 거치며 상기 이산화탄소와 열교환으로 가열된 LNG를 공급받아 상기 이코노마이저로부터 배출되는 배기를 열원으로 추가 가열하는 트림 히터;가 마련되는 것을 특징으로 하는 재기화 선박의 운전 시스템.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 재기화 라인에 마련되며 상기 트립 히터에서 추가 가열된 LNG를 공급받아 해수를 열원으로 재기화하여 선외 이송하는 기화기를 더 포함하는 재기화 선박의 운전 시스템.

청구항 7

제 5항에 있어서, 상기 재기화 라인에는

상기 LNG 저장탱크로부터 발생하는 BOG를 공급받아 압축하는 컴프레서;

상기 컴프레서에서 압축된 BOG와 상기 LNG 저장탱크로부터 공급받은 LNG를 혼합하여 응축시켜 상기 고압펌프로 공급하는 리컨덴서;

상기 리컨덴서로부터 미응축된 BOG 또는 LNG를 공급받아 팽창냉각시키는 J-T 밸브; 및

상기 J-T 밸브를 거쳐 냉각된 BOG 또는 LNG를 기액분리하여 액체는 상기 LNG 저장탱크로 공급하고 기체는 상기 컴프레서로 공급하는 세퍼레이터;가 마련되는 재기화 선박의 운전 시스템.

청구항 8

제 3항에 있어서,

제1 내지 제3 펌프는 상기 이산화탄소 터빈과 축으로 연결된 컴팬더(compander)로 구성될 수 있는 것을 특징으로 하는 재기화 선박의 운전 시스템.

청구항 9

LNG 저장탱크에 저장된 LNG를 재기화하여 선외로 이송하는 선박에서,

상기 선박에 이산화탄소를 작동유체로 구동되는 이산화탄소 터빈을 마련하여, 이산화탄소를 압축 및 가열하여 상기 이산화탄소 터빈을 구동하되,

상기 LNG 저장탱크의 LNG는 상기 이산화탄소 터빈을 구동시키고 배출되는 상기 이산화탄소와 열교환으로 열에너지를 공급받는 것을 특징으로 하는 재기화 선박의 운전 방법.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 이산화탄소는 2회 이상의 압축 및 냉각되는 단계를 거쳐 압축되고, 상기 이산화탄소의 냉각은 상기 LNG와의 열교환으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 재기화 선박의 운전 방법.

청구항 11

제 10항에 있어서,

2회 이상의 압축 및 냉각을 거쳐 압축된 상기 이산화탄소는 상기 선박의 외연기관 또는 내연기관에서 배출되는 배기를 열원으로 가열되어 상기 이산화탄소 터빈으로 공급되는 것을 특징으로 하는 재기화 선박의 운전 방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 재기화 선박의 운전 시스템 및 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 LNG 저장탱크에 저장된 LNG를 재기화하여 선외로 이송하는 선박에서, 선박에 이산화탄소를 작동유체로 구동되는 이산화탄소 터빈을 마련하여, 이산화탄소를 압축 및 가열하여 이산화탄소 터빈을 구동하되, LNG 저장탱크의 LNG는 이산화탄소 터빈을 구동시키고 배출되는 이산화탄소와 열교환으로 열에너지를 공급받도록 하는 것을 특징으로 하는 재기화 선박의 운전 시스템 및 방법에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] LNG(Liquefied Natural Gas)나 LPG(Liquefied Petroleum Gas) 등의 액화가스의 소비량이 전 세계적으로 급증하고 있다. 액화가스는, 육상 또는 해상의 가스배관을 통해 가스 상태로 운반되거나, 또는, 액화된 상태로 액화가스 운반선에 저장된 채 원거리의 소비처로 운반된다. LNG나 LPG 등의 액화가스는 천연가스 혹은 석유가스를 극저온(LNG의 경우 약 -163℃)으로 냉각하여 얻어지는 것으로 가스 상태일 때보다 그 부피가 대폭 감소하므로 해상을 통한 원거리 운반에 매우 적합하다.
- [0003] LNG가 사용되는 선박은 대표적으로 LPG 운반선, LNG 운반선(LNG Carrier), 액체수소 운반선, LNG RV(Regasification Vessel)와 같은 자체 추진 능력을 갖춘 선박을 비롯하여, LNG FPSO(Floating Production Storage Offloading), LNG FSRU(Floating, Storage, Regasification Unit)와 같이 추진 능력을 갖추지는 않지만 해상에 부유하고 있는 해상 구조물 등을 예로 들 수 있다.
- [0004] LNG가 사용되는 선박 중 LNG 재기화 선박은 초저온 액체상태의 LNG를 저장하고, 이를 재기화시켜 육상의 수요처로 공급할 수 있는 기능을 갖는 선박 또는 부유구조물을 말하는데, 해상에 부유한 상태에서 LNG의 저장 및 재기화 목적을 갖는 해상 부유구조물 형태의 LNG FSRU와 LNG 운반선의 기능을 가지면서 재기화의 목적을 갖는 자체 추진능력을 갖는 선박 형태의 LNG RV 등이 이에 해당한다.
- [0005] 이러한 LNG 재기화 선박은, 해상에서 쉽게 얻을 수 있는 해수 또는 공기 등을 열원으로 LNG를 재기화시켜 육상의 가스 수요처로 공급할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] LNG 재기화 선박에서는 LNG 저장탱크에서 자연발생하는 BOG를 압축하거나, LNG를 펌핑하여 고압으로 압축한 후 재기화시켜 이를 선외 이송할 수 있다.
- [0007] 이를 위해 선박에는, LNG 저장탱크에서 발생하는 BOG를 압축하여 이를 LNG 저장탱크에서 펌핑된 LNG와 혼합하는 리컨덴서, 리컨덴서에서 응축된 LNG를 공급받아 고압으로 압축하는 HP 펌프, HP 펌프에서 압축된 LNG를 공급받아 기화시키는 기화기, 기화기에서 기화된 가스를 선박의 외부로 이송하는 계측 유닛(metering unit), 열교환기, 매니폴드 등이 구성될 수 있다.
- [0008] 저온의 LNG를 재기화하기 위해서는 많은 열 에너지를 요하므로, 해수로부터 열원을 공급하는 경우 다량의 해수가 필요하여 취수를 위해 펌프 운전 비용이 들고, LNG와 열교환으로 냉각된 해수를 그대로 배출하는 것은 주변의 해양 생태계에 영향을 줄 수 있다.
- [0009] 한편, LNG 재기화 선박에서는 선내에서 필요한 전기 공급을 위하여 LNG 저장탱크에서 발생하는 BOG나 LNG를 연료로 사용하는 DF(Dual Fuel) 엔진을 포함한 전력 공급 장치가 마련될 수 있다. 이 경우 엔진에서 소비되는 연료의 양도 상당하다.
- [0010] 본 발명은 LNG 재기화를 위한 해수 사용을 줄일 수 있고, 선내에 필요한 전력을 생산하여 공급할 수 있는 고효율의 재기화 선박 운전 시스템을 제안하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 측면에 따르면, 선박에 마련되는 LNG 저장탱크;
- [0012] 상기 선박에 마련되며 이산화탄소가 순환하는 이산화탄소 순환라인;
- [0013] 상기 이산화탄소 순환라인에 마련되며 상기 이산화탄소를 작동유체로 구동되는 이산화탄소 터빈; 및
- [0014] 상기 LNG 저장탱크에 저장된 LNG를 재기화하여 선외로 이송하는 재기화 라인; 을 포함하되,
- [0015] 상기 재기화 라인의 LNG는 상기 이산화탄소 순환라인을 순환하는 상기 이산화탄소와 열교환으로 열에너지를 공급받는 것을 특징으로 하는 재기화 선박의 운전 시스템이 제공된다.
- [0016] 바람직하게는 상기 이산화탄소 순환라인에는, 상기 이산화탄소 순환라인에 마련되며 상기 이산화탄소 터빈에서 배출되는 이산화탄소를 상기 재기화라인의 LNG와 열교환으로 냉각시키는 제1 쿨러; 상기 이산화탄소 순환라인에 마련되며 상기 제1 쿨러에서 냉각된 상기 이산화탄소를 압축하는 제1 펌프; 압축된 상기 이산화탄소를 공급받아

상기 선박의 외연기관 또는 내연기관에서 발생하는 배기를 열원으로 가열하여 상기 이산화탄소 터빈으로 공급하는 이코노마이저;가 마련될 수 있다.

[0017] 바람직하게는 상기 이산화탄소 순환라인에는, 상기 제1 펌프에서 압축된 상기 이산화탄소를 공급받아 상기 LNG와 열교환으로 생각하는 제1 인터쿨러; 상기 제1 인터쿨러에서 냉각된 상기 이산화탄소를 공급받아 추가 압축하는 제2 펌프; 상기 제2 펌프에서 압축된 상기 이산화탄소를 공급받아 상기 LNG와 열교환으로 생각하는 제2 인터쿨러; 및 상기 제2 인터쿨러에서 냉각된 상기 이산화탄소를 공급받아 추가 압축하는 제3 펌프;가 마련될 수 있다.

[0018] 바람직하게는, 상기 외연기관은 가스 터빈이고, 상기 이산화탄소 순환라인에는 상기 제3 펌프의 하류에 마련되며 압축된 상기 이산화탄소를 공급받아 해수를 열원으로 가열하여 상기 이코노마이저로 공급하는 열교환기;가 마련될 수 있다.

[0019] 바람직하게는 상기 재기화 라인에는, 상기 LNG 저장탱크로부터 LNG를 공급받아 압축하는 고압펌프; 및 상기 고압펌프에서 압축된 후 상기 제1 쿨러, 제2 인터쿨러 및 제1 인터쿨러를 순차로 거치며 상기 이산화탄소와 열교환으로 가열된 LNG를 공급받아 상기 이코노마이저로부터 배출되는 배기를 열원으로 추가 가열하는 트립 히터;가 마련될 수 있다.

[0020] 바람직하게는, 상기 재기화 라인에 마련되며 상기 트립 히터에서 추가 가열된 LNG를 공급받아 해수를 열원으로 재기화하여 선외 이송하는 기화기를 더 포함할 수 있다.

[0021] 바람직하게는 상기 재기화 라인에는, 상기 LNG 저장탱크로부터 발생하는 BOG를 공급받아 압축하는 컴프레서; 상기 컴프레서에서 압축된 BOG와 상기 LNG 저장탱크로부터 공급받은 LNG를 혼합하여 응축시켜 상기 고압펌프로 공급하는 리컨덴서; 상기 리컨덴서로부터 미응축된 BOG 또는 LNG를 공급받아 팽창냉각시키는 J-T 밸브; 및 상기 J-T 밸브를 거쳐 냉각된 BOG 또는 LNG를 기액분리하여 액체는 상기 LNG 저장탱크로 공급하고 기체는 상기 컴프레서로 공급하는 세퍼레이터;가 마련될 수 있다.

[0022] 바람직하게는, 제1 내지 제3 펌프는 상기 이산화탄소 터빈과 축으로 연결된 컴판더(compander)로 구성될 수 있다.

[0024] 본 발명의 다른 측면에 따르면, LNG 저장탱크에 저장된 LNG를 재기화하여 선외로 이송하는 선박에서,

[0025] 상기 선박에 이산화탄소를 작동유체로 구동되는 이산화탄소 터빈을 마련하여, 이산화탄소를 압축 및 가열하여 상기 이산화탄소 터빈을 구동하되,

[0026] 상기 LNG 저장탱크의 LNG는 상기 이산화탄소 터빈을 구동시키고 배출되는 상기 이산화탄소와 열교환으로 열에너지를 공급받는 것을 특징으로 하는 재기화 선박의 운전 방법이 제공된다.

[0027] 바람직하게는, 상기 이산화탄소는 2회 이상의 압축 및 냉각되는 단계를 거쳐 압축되고, 상기 이산화탄소의 냉각은 상기 LNG와의 열교환으로 이루어질 수 있다.

[0028] 바람직하게는, 2회 이상의 압축 및 냉각을 거쳐 압축된 상기 이산화탄소는 상기 선박의 외연기관 또는 내연기관에서 배출되는 배기를 열원으로 가열되어 상기 이산화탄소 터빈으로 공급될 수 있다.

발명의 효과

[0029] 본 발명의 재기화 선박의 운전 시스템에서는 선박에 이산화탄소를 작동유체로 구동되는 이산화탄소 터빈을 마련하고, 이산화탄소를 압축 및 가열하여 이산화탄소 터빈을 구동하되, 이산화탄소는 선내 외연기관 또는 내연기관에서 배출되는 배기로 가열하고, LNG 저장탱크의 LNG는 이산화탄소 터빈을 구동시키고 배출되는 이산화탄소와 열교환으로 열에너지를 공급받도록 한다.

[0030] 이를 통해 외연기관 또는 내연기관과 이산화탄소 터빈을 통해 효율적으로 선내에 필요한 전력을 생산하여 공급할 수 있다. 또한, LNG 재기화를 위한 해수 사용을 줄여 냉각된 해수의 배출로 인한 선박 주변 해양 생태계 영향을 줄일 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 재기화 선박의 운전 시스템을 개략적으로 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] 본 발명의 동작상 이점 및 본 발명의 실시에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 첨부도면 및 첨부도면에 기재된 내용을 참조하여야만 한다.
- [0033] 이하 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 대해 구성 및 작용을 상세히 설명하면 다음과 같다. 여기서 각 도면의 구성요소들에 대해 참조 부호를 부가함에 있어 동일한 구성요소들에 한해서는 비록 다른 도면에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호로 표기되었음에 유의하여야 한다.
- [0035] 도 1에는 본 발명의 일 실시예에 따른 재기화 선박의 운전 시스템을 개략적으로 도시하였다.
- [0036] 본 실시예의 선박은 초저온 액체상태의 LNG를 저장하고, 이를 재기화시켜 육상의 수요처 등 선외로 공급할 수 있는 기능을 갖는 선박 또는 부유구조물로, 대표적인 예를 들면, FSRU 및 LNG RV 등이 이에 해당된다.
- [0037] 도 1에 도시된 바와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 재기화 선박의 운전 시스템은, 선박에 마련되는 LNG 저장탱크(T), 선박에 마련되며 이산화탄소가 순환하는 이산화탄소 순환라인(CL), 이산화탄소 순환라인에 마련되며 이산화탄소를 작동유체로 구동되는 이산화탄소 터빈(100), LNG 저장탱크에 저장된 LNG를 재기화하여 선외로 이송하는 재기화 라인(RL)을 포함하되, 재기화 라인의 LNG는 이산화탄소 순환라인을 순환하는 이산화탄소와 열교환으로 열에너지를 공급받는 것을 특징으로 한다.
- [0038] 이산화탄소 순환라인(CL)에는, 이산화탄소 터빈(100)에서 배출되는 이산화탄소를 재기화라인의 LNG와 열교환으로 냉각시키는 제1 쿨러(200), 제1 쿨러에서 냉각된 이산화탄소를 압축하는 제1 펌프(300), 제1 펌프에서 압축된 이산화탄소를 공급받아 LNG와 열교환으로 냉각하는 제1 인터쿨러(400), 제1 인터쿨러에서 냉각된 이산화탄소를 공급받아 추가 압축하는 제2 펌프(310), 제2 펌프에서 압축된 이산화탄소를 공급받아 LNG와 열교환으로 냉각하는 제2 인터쿨러(410), 제2 인터쿨러에서 냉각된 이산화탄소를 공급받아 추가 압축하는 제3 펌프(320), 제1 내지 제3 펌프를 거쳐 압축된 이산화탄소를 공급받아 선박의 외연기관 또는 내연기관에서 발생하는 배기를 열원으로 가열하여 이산화탄소 터빈으로 공급하는 이코노마이저(500)가 마련된다.
- [0039] 제1 내지 제3 펌프(300, 310, 320)는 이산화탄소 터빈과 축으로 연결된 컴팬더(compander)로 구성될 수 있다. 컴팬더는 Expander와 Compressor가 1개의 축으로 합쳐진 것으로, Expander는 등엔트로피 변화를 통해 유체의 에너지를 일로 전환하고, 그 일을 통해 Compressor의 축을 회전시키고, Compressor는 등엔트로피 변화를 통해 유체에 일을 가한다.
- [0040] 선박의 외연기관은 가스 터빈(미도시)으로, 본 실시예의 선박에는 가스 터빈과 이산화탄소 터빈이 함께 구성될 수 있다. 가스 터빈은 Brayton 사이클을 동력을 생산할 수 있고, 압축기, 연소기, 터빈 등으로 구성된다. 가스 터빈에서는 흡입된 공기를 압축기에서 단열압축하여 연소실로 보내고, 연소실에서 연소를 분사하여 연소가스를 얻고, 다시 연소가스가 터빈에서 단열팽창하면서 동력을 발생시킨다. 본 실시예에서는 가스 터빈에서 동력을 발생시킨 후 배출되는 연소가스, 배기를 이코노마이저(500)로 공급하여 이산화탄소 터빈을 구동시키는 이산화탄소 사이클의 열원으로 활용한다. 가스 터빈은 DF 엔진 등에 비해 상대적으로 효율이 낮을 수 있는데, 고온 배기의 열에너지를 활용하여 이산화탄소 터빈을 구동시킴으로써 에너지 효율을 높일 수 있다.
- [0041] 선내 다른 외연기관 및 내연기관에서 배출되는 배기 또한 이코노마이저로 공급하여 이산화탄소 가열을 위한 열원으로 활용할 수 있다.
- [0042] 이산화탄소 순환라인(CL)에서 제3 펌프(320)의 하류에는 제3 펌프를 거쳐 압축된 이산화탄소를 공급받아 해수를 열원으로 가열하는 열교환기(600)가 마련된다. 그리하여 제1 내지 제3 펌프를 거치면서 압축된 이산화탄소는 열교환기(600)에서 해수와 열교환으로 가열된 후 이코노마이저(500)로 공급되어 배기로부터 열에너지를 공급받아 추가로 가열되고 이산화탄소 터빈(100)으로 공급된다. 제1 내지 제3 펌프를 거쳐 압축하는 과정에서 제1 쿨러, 제1 및 제2 인터쿨러를 통해 이산화탄소를 냉각시키면서 압축함으로써 압축 효율을 높일 수 있다. 제3 펌프와 열교환기 사이에는 추가로 제2 쿨러(610)를 마련하여, 압축된 이산화탄소를 제1 쿨러(200)를 거친 LNG와 열교환시킬 수도 있다. 제2 쿨러를 마련하면 LNG를 이산화탄소와 추가로 열교환시킴으로써 재기화될 LNG에 보다 많은 열에너지를 공급할 수 있다.
- [0043] 한편, 본 실시예에서는 이산화탄소를 작동 유체로 사용하는데 이산화탄소는 무독성(Non-toxic), 불연성(non-flammable), 비부식성(non-corrosive)을 지니고, 이산화탄소를 작동유체로 하는 사이클은 초임계(Super

Critical) 영역에서 운전되어 Pinch point가 발생하지 않으며, 밀도가 커서 터빈, 열교환기의 크기를 작게 할 수 있다. 따라서 이산화탄소 사이클은 공간이 한정적이며 안전확보가 중요한 선박에 적용하기 유리하다.

[0044] 재기화 라인(RL)에는 LNG 저장탱크로부터 LNG를 공급받아 압축하는 고압펌프(700), 고압펌프에서 압축된 후 제1 쿨러(200), 제2 인터쿨러(410) 및 제1 인터쿨러(400)를 순차로 거치며 이산화탄소와 열교환으로 가열된 LNG를 공급받아 이코노마이저로부터 배출되는 배기를 열원으로 추가 가열하는 트림 히터(800)가 마련되고, 트림 히터에서 추가 가열된 LNG는 기화기(900)로 공급되어 해수를 열원으로 재기화하여 선외 이송될 수 있다. 기화기의 하류에는 기화된 가스를 선외 이송하기 위한 계측 유닛(metering unit, 미도시), 열교환기(미도시), 매니폴드(미도시) 등이 추가로 구성될 수 있다.

[0045] 재기화 라인(RL)의 상류에는, LNG 저장탱크(T)로부터 발생하는 BOG를 공급받아 압축하는 컴프레서(1000), 컴프레서에서 압축된 BOG와 LNG 저장탱크로부터 공급받은 LNG를 혼합하여 응축시켜 고압펌프(700)로 공급하는 리컨덴서(1100), 리컨덴서로부터 미응축된 BOG 또는 LNG를 공급받아 팽창냉각시키는 J-T 밸브(1200), J-T 밸브를 거쳐 냉각된 BOG 또는 LNG를 기액분리하여 액체는 LNG 저장탱크로 공급하고 기체는 컴프레서로 공급하는 세퍼레이터(1400)가 마련된다.

[0046] 컴프레서(1000)는 LNG 저장탱크에서 자연기화되는 약 -120도에서 -40도의 BOG를 흡입하여 필요한 압력만큼 승압시킨다. 컴프레서는 일 예로 원심형 압축기가 사용될 수 있고, 다단으로 구성되며, 부하 조절을 위한 Inlet Guide Vane 등의 장치와 surge를 방지하기 위한 Anti Surge Valve를 구비할 수 있다. 각 단에서 압축한 BOG를 냉각하여 압축 효율을 높이기 위한 열교환 냉각기, 각 작동부의 윤활을 위한 윤활 장치를 포함할 수 있다.

[0047] 리컨덴서(1100)에서는 컴프레서에서 압축된 BOG를 공급받아, LNG 저장탱크로부터 펌프(1300)를 거쳐 공급되는 저온의 LNG와 혼합하여 응축시킨다.

[0048] 리컨덴서에서 응축된 LNG는 재기화 라인(RL)을 따라 고압펌프(700), 제1 쿨러(200), 제2 인터쿨러(410) 및 제1 인터쿨러(400)를 순차로 거쳐 이산화탄소로부터 열에너지를 공급받고 트림 히터(800)에서 배기에 의해 추가 가열된 후, 기화기(900)를 거쳐 재기화되어 선외 이송될 수 있다.

[0049] 재기화가스를 선외 이송할 필요가 없거나 선외 이송할 양이 적은 때 리컨덴서에서 응축된 LNG 및 미응축된 BOG는 LNG 저장탱크로 저장할 수 있다. 리컨덴서(1100)에서 LNG 및 BOG는 J-T 밸브(1200)를 거쳐 단열팽창으로 냉각된 후 세퍼레이터(1400)로 유입되어 액체는 LNG 저장탱크(T)로 공급되고 기체는 컴프레서(1000)로 보내진다.

[0051] 이상에서 살펴본 바와 같이 본 실시예의 재기화 선박 운전 시스템에서는, LNG 저장탱크에 저장된 LNG를 재기화하여 선외로 이송하는 선박에 이산화탄소를 작동유체로 구동되는 이산화탄소 터빈을 마련하여, 이산화탄소를 압축하고 선내 가스 터빈에서 배출되는 배기로 이산화탄소를 가열하여 이산화탄소 터빈을 구동시키고, LNG 저장탱크의 LNG는 다시 이산화탄소 터빈을 구동시키고 배출되는 이산화탄소 및 이산화탄소를 가열하고 배출되는 배기와 열교환으로 열에너지를 공급받도록 구성하였다.

[0052] 이를 통해 가스 터빈과 이산화탄소 터빈을 통해 고효율로 선내에 필요한 전력을 생산하여 공급함으로써 연료 소비를 절감하며 이산화탄소 배출량을 줄일 수 있다. 또한, 배기와 이산화탄소의 열에너지를 이용함으로써 LNG 재기화를 위한 해수 사용을 줄이고 효과적으로 LNG를 재기화시켜 이송할 수 있고, 해수 공급을 위한 펌프 등의 사용을 줄여 운영비를 절감하고 과냉각된 해수 배출로 인한 주변 해양 생태계 영향을 줄일 수 있다.

[0054] 본 발명은 상기 실시예에 한정되지 않고, 본 발명의 기술적 요지를 벗어나지 아니하는 범위 내에서 다양하게 수정 또는 변형되어 실시될 수 있음은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 자명한 것이다.

부호의 설명

- [0055] T: LNG 저장탱크
- RL: 재기화 라인
- CL: 이산화탄소 순환라인

- 100: 이산화탄소 터빈
- 200: 제1 쿨러
- 300: 제1 펌프
- 310: 제2 펌프
- 320: 제3 펌프
- 400: 제1 인터쿨러
- 410: 제2 인터쿨러
- 500: 이코노마이저
- 600: 열교환기
- 610: 제2 쿨러
- 700: 고압펌프
- 800: 트림 히터
- 900: 기화기
- 1000: 컴프레서
- 1100: 리컨덴서
- 1200: J-T 밸브
- 1300: 펌프
- 1400: 세퍼레이터

도면

도면1

