



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0107902
(43) 공개일자 2009년10월14일

- | | |
|---|--|
| <p>(51) Int. Cl.
 <i>C10L 3/10</i> (2006.01) <i>F25J 3/00</i> (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2008-0113994
 (22) 출원일자 2008년11월17일
 심사청구일자 2008년11월17일</p> <p>(30) 우선권주장
 1020080032971 2008년04월10일 대한민국(KR)
 1020080104547 2008년10월24일 대한민국(KR)</p> | <p>(71) 출원인
 대우조선해양 주식회사
 서울특별시 중구 다동 85</p> <p>(72) 발명자
 최동규
 경남 거제시 옥포2동 덕산4차아파트 410-206</p> <p>문영식
 경남 거제시 옥포1동 551-5번지 미소안APT 1201호
 (뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인
 특허법인에이아이피</p> |
|---|--|

전체 청구항 수 : 총 20 항

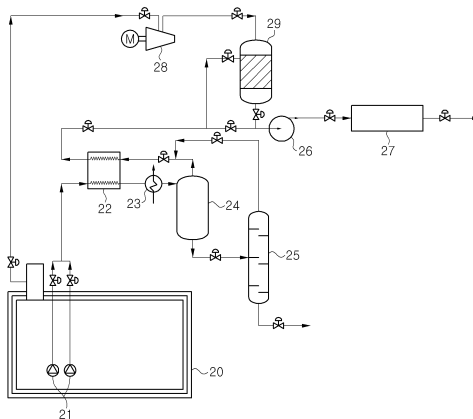
(54) 천연가스 발열량 저감방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은, 다양한 탄화수소 성분으로 이루어진 천연가스로부터 발열량이 높은 성분을 분리함으로써 수요처에 공급되는 천연가스의 발열량을 저감시키는 방법 및 장치에 관한 것이다.

본 발명에 따르면, 천연가스의 발열량을 저감시키는 장치로서, 액화된 상태의 천연가스를 가열하기 위한 가열 수단과; 상기 가열 수단에 의해 가열되어 일부가 기화된 액화천연가스를 저열량의 기체 성분과 고열량의 액체 성분으로 분리하기 위한 기액 분리 수단; 을 포함하는 것을 특징으로 하는 천연가스 발열량 저감장치가 제공된다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

안재완

경남 거제시 아양동 대우조선해양 제3기숙사 1동
406호

이정환

경남 거제시 옥포1동 옥포아파트 5-306

배재류

경남 거제시 신현읍 고현리 860번지 롯데인벤스
108-301

특허청구의 범위

청구항 1

천연가스의 발열량을 저감시키는 장치로서,

액화된 상태의 천연가스를 가열하기 위한 가열 수단과;

상기 가열 수단에 의해 가열되어 일부가 기화된 액화천연가스를 저열량의 기체 성분과 고열량의 액체 성분으로 분리하기 위한 기액 분리 수단;

을 포함하는 것을 특징으로 하는 천연가스 발열량 저감장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 가열 수단의 상류측에 배치되어 상기 가열 수단에 공급되는 액화천연가스를 예열하기 위한 열교환기를 포함하는 것을 특징으로 하는 천연가스 발열량 저감장치.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 열교환기에서 액화천연가스를 예열하기 위한 열원은, 상기 기액 분리 수단에서 분리된 기체 성분으로부터 공급되는 것을 특징으로 하는 천연가스 발열량 저감장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 기액 분리 수단에서 1차적으로 분리된 액체 성분을 전달받아 저열량 성분과 고열량 성분을 2차적으로 분리하기 위한 소형 증류탑을 포함하는 것을 특징으로 하는 천연가스 발열량 저감장치.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 소형 증류탑에서 2차적으로 분리된 저열량 성분은 상기 기액 분리 수단에서 1차적으로 분리된 저열량 성분과 혼합되는 것을 특징으로 하는 천연가스 발열량 저감장치.

청구항 6

청구항 4에 있어서,

상기 소형 증류탑에서 2차적으로 분리된 고열량 성분은 별도의 저장탱크에 저장되거나 연료로서 사용되는 것을 특징으로 하는 천연가스 발열량 저감장치.

청구항 7

청구항 2에 있어서,

상기 기액 분리 수단에서 분리된 저열량의 기체 성분은, 상기 열교환기에서 액화천연가스와의 열교환을 통하여 냉각 및 액화되는 것을 특징으로 하는 천연가스 발열량 저감장치.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

고압 펌프에 의해 상기 열교환기에서 액화된 저열량 성분을 공급받아 기화시킨 후 수요처로 공급하기 위한 기화기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 천연가스 발열량 저감장치.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

액화된 천연가스를 저장하기 위한 액화천연가스 저장탱크와, 상기 액화천연가스 저장탱크에서 발생한 증발가스를 압축하기 위한 증발가스 압축기와, 상기 증발가스 압축기에서 압축된 증발가스를 재액화하여 상기 기액 분리수단에서 분리된 저열량 성분과 혼합하기 위한 재응축기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 천연가스 발열량 저감장치.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 기액 분리수단에서 분리된 저열량 성분을 상기 가열수단에 공급되는 액화천연가스와 열교환시켜 냉각 및 응축시키기 위한 열교환기와, 상기 열교환기에서 응축된 저열량 성분과의 열교환을 통하여 상기 증발가스 압축기에서 압축된 증발가스를 액화시키기 위한 상기 재응축기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 천연가스 발열량 저감장치.

청구항 11

청구항 1에 있어서,

상기 기액 분리수단에 공급되는 액화천연가스 중 일부를 우회시켜 상기 기액 분리수단에서 분리되어 나온 저열량 성분과 혼합하기 위한 우회 라인을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 천연가스 발열량 저감장치.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 우회 라인은, 상기 가열수단에 공급되는 액화천연가스와 상기 기액 분리수단에서 분리된 저열량 성분 사이에서의 열교환이 수행되는 열교환기를 통과하도록 배열되는 것을 특징으로 하는 천연가스 발열량 저감장치.

청구항 13

청구항 4에 있어서,

상기 소형 증류탑에서 분리된 고열량 성분을 추가적으로 분리하기 위해 연달아 설치된 또 다른 소형 증류탑을 포함하는 것을 특징으로 하는 천연가스 발열량 저감장치.

청구항 14

청구항 1에 있어서,

상기 기액 분리수단에서 분리된 고열량의 액체 성분을 저장하기 위한 별도의 저장탱크를 포함하는 것을 특징으로 하는 천연가스 발열량 저감장치.

청구항 15

청구항 14에 있어서,

액화된 천연가스를 저장하기 위한 액화천연가스 저장탱크와, 상기 액화천연가스 저장탱크 및 상기 별도의 저장탱크에서 발생한 증발가스를 함께 압축하기 위한 증발가스 압축기와, 상기 증발가스 압축기에서 압축된 증발가스를 재액화하여 상기 기액 분리수단에서 분리된 저열량 성분과 혼합하기 위한 재응축기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 천연가스 발열량 저감장치.

청구항 16

청구항 15에 있어서,

상기 기액 분리수단에서 분리된 저열량 성분을 상기 가열수단에 공급되는 액화천연가스와 열교환시켜 냉각 및 응축시키기 위한 열교환기와, 상기 열교환기에서 응축된 저열량 성분과의 열교환을 통하여 상기 증발가스 압축기에서 압축된 증발가스를 액화시키기 위한 상기 재응축기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 천연가스 발열량 저감장치.

청구항 17

액화천연가스 저장탱크와 액화천연가스 재기화 장치를 가지며 해상에서 부유된 상태로 사용되는 부유식 해상 구조물로서, 청구항 1 내지 청구항 16 중에서 선택된 어느 한 항에 따른 천연가스 발열량 저감장치를 구비하는 것을 특징으로 하는 부유식 해상 구조물.

청구항 18

청구항 17에 있어서,
상기 부유식 해상 구조물은, LNG RV 및 LNG FSRU 중에서 선택된 어느 하나인 것을 특징으로 하는 부유식 해상 구조물.

청구항 19

천연가스의 발열량을 저감시키는 방법으로서,
액화된 상태의 천연가스를 가열하는 단계와;
상기 가열 단계를 거쳐 일부가 기화된 액화천연가스를 기액 분리 수단을 통하여 저열량의 기체 성분과 고열량의 액체 성분으로 분리하는 단계;
를 포함하는 것을 특징으로 하는 천연가스 발열량 저감방법.

청구항 20

청구항 19에 있어서,
상기 기액 분리 수단을 통하여 분리된 고열량의 액체 성분을 더욱 정밀하게 증류하여 분리하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 천연가스 발열량 저감방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

<1> 본 발명은 천연가스를 수요처에 공급하기 전에 천연가스의 발열량을 낮추는 방법 및 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 다양한 탄화수소 성분으로 이루어진 천연가스로부터 발열량이 높은 성분을 분리함으로써 수요처에 공급되는 천연가스의 발열량을 저감시키는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

- <2> 근래, 천연가스의 소비량이 전 세계적으로 급증하고 있는 추세이다. 천연가스는, 육상 또는 해상의 가스배관을 통해 가스 상태로 운반되거나, 또는, 액화된 액화천연가스의 상태로 LNG 캐리어(특히, LNG 수송선)에 저장된 채 원거리의 소비처로 운반된다. 액화천연가스는 천연가스를 극저온(대략 -163℃)으로 냉각하여 얻어지는 것으로 가스 상태의 천연가스일 때보다 그 부피가 대략 1/600로 줄어들므로 해상을 통한 원거리 운반에 매우 적합하다.
- <3> LNG 수송선은, 액화천연가스를 싣고 바다를 운항하여 육상 수요처에 액화천연가스를 하역하기 위한 것이며, 이를 위해, 액화천연가스의 극저온에 견딜 수 있는 LNG 저장탱크(흔히, '화물창'이라 함)를 포함한다. 통상, 이러한 LNG 수송선은 LNG 저장탱크 내의 액화천연가스를 액화된 상태 그대로 육상에 하역하며, 하역된 LNG는 육상에 설치된 LNG 재기화 설비에 의해 재기화된 후 천연가스의 소비처로 가스배관을 통해 운반된다.
- <4> 이러한 육상의 LNG 재기화 설비는 천연가스 시장이 잘 형성되어 있어 안정적으로 천연가스의 수요가 있는 곳에 설치하는 경우에는 경제적으로 유리한 것으로 알려져 있다. 그러나, 천연가스의 수요가 계절적, 단기적 또는 주기적으로 있는 천연가스 수요처의 경우에는, 높은 설치비와 관리비로 인해, 육상에 LNG 재기화 설비를 설치하는 것이 경제적으로 매우 불리하다.
- <5> 특히 자연재해 등에 의해 육상의 LNG 재기화 설비가 파괴될 경우, LNG 수송선이 수요처에 LNG를 싣고 도달한다 하더라도, 그 LNG를 재기화할 수 없다는 점에서 기존 LNG 수송선을 이용한 천연가스 운반은 한계성을 안고

있다.

- <6> 이에 따라, LNG 수송선이나 해상 부유물에 LNG 재기화 설비를 마련하여 해상에서 액화천연가스를 재기화하고, 그 재기화를 통해 얻어진 천연가스를 육상으로 공급하는 해상 LNG 재기화 시스템이 개발되었다. 이와 같이 LNG 재기화 설비가 마련된 해상 구조물의 예로서는 LNG RV(Regasification Vessel)나 LNG FSRU(Floating Storage and Regasification Unit) 등을 들 수 있다.
- <7> 한편, 재기화되어 소비자에게 공급되는 천연가스는, 사용지역에 따라 천연가스의 발열량을 조절하여 공급해야 할 필요가 있다. 수송해 온 LNG의 발열량이 수요처의 기준보다 높다면, 적절한 양의 질소 가스를 혼합하거나 발열량이 높은 성분을 추가로 제거해야 한다. 또한 수송해 온 LNG의 발열량이 수요처의 기준보다 낮다면, 수송해 오기 전에 분리해 낸 LPG 성분(발열량이 높은 탄화수소 성분)을 다시 혼합해 주어야 하는 문제가 있었다.
- <8> 이와 같이, 천연가스의 발열량을 저감시키는 방법으로서, 질소 등의 불활성 가스를 첨가하는 방법과, 발열량이 높은 성분을 분리해 내는 방법 등이 사용되고 있으며, 천연가스의 발열량을 증가시키는 방법으로서 발열량이 높은 성분을 첨가하는 방법 등이 사용되고 있다.
- <9> 생산된 직후의 천연가스의 발열량은 수요처에서 요구하는 발열량보다 높은 경우가 일반적이므로, 천연가스의 발열량을 조절할 때 주로 발열량을 저감시키는 방법이 활용된다. 발열량 저감을 위해 천연가스로부터 발열량이 높은 성분을 분리해 내는 방법은, 천연가스에 포함되어 있는 다양한 탄화수소 성분들, 즉 메탄(C₁)을 비롯하여 에탄, 프로판 및 부탄(C₂ ~ C₄) 중에서 발열량이 높은 탄화수소 성분(에탄, 프로판 및 부탄 등)을 분리하는 것으로서, 미국특허 제 2,952,984 호, 제 3,282,060 호 및 제 3,407,052 호 등에 개시되어 있다. 또한, 발열량 저감을 위해 천연가스에 질소 가스를 첨가하는 방법은 미국특허 제 3,837,821 호 등에 개시되어 있다.
- <10> 그런데, 천연가스의 발열량 저감을 위해 질소를 주입하는 방법만 사용하게 되면, 수요처에 공급되는 공급가스 성분 중의 질소 비율이 과도하게 증가하는 문제가 발생할 수 있다. 통상 천연가스 중의 질소 비율은 3% 이내로 유지되는 것이 바람직하다. 또한, 질소 소모량이 많아 LNG FSRU와 같은 해상구조물 상에서 작업이 이루어지는 경우에는 질소의 수급이 원활하지 않게 되거나 해상에서 직접 질소를 생산하여 사용해야 하므로 장치의 운전비용이 증가하게 되는 문제가 있다.
- <11> 또한, 천연가스의 발열량 저감을 위해 천연가스로부터 발열량이 높은 성분(예컨대, 에탄, 프로판 및 부탄 등)을 분리하는 방법을 사용하게 되면, 발열량이 높은 성분을 분리하기 위한 대형의 증류탑, 분리해낸 성분을 액체상태로 저장할 수 있는 별도의 저장탱크, 그리고 그와 관련된 각종 장비들이 추가로 설치되어야 하므로, 장치 전체의 규모가 커지고 운용이 복잡해지는 문제가 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <12> 이러한 종래의 문제점들을 해결하기 위한 본 발명은, 다양한 탄화수소 성분으로 이루어진 천연가스의 발열량을 수요처에서의 필요에 따라 저감시키기 위해 세퍼레이터를 이용하여 발열량이 높은 성분을 일부 분리해서 수요처에서의 발열량 기준을 충족시킴으로써, 장치 전체의 규모를 간소화하고 운전 비용을 절감할 수 있는 천연가스 발열량 저감방법 및 장치를 제공하고자 하는 것이다.

과제 해결수단

- <13> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에 따르면, 천연가스의 발열량을 저감시키는 장치로서, 액화된 상태의 천연가스를 가열하기 위한 가열 수단과; 상기 가열 수단에 의해 가열되어 일부가 기화된 액화천연가스를 저열량의 기체 성분과 고열량의 액체 성분으로 분리하기 위한 기액 분리 수단; 을 포함하는 것을 특징으로 하는 천연가스 발열량 저감장치가 제공된다.
- <14> 본 발명에 따른 천연가스 발열량 저감장치는, 상기 가열 수단의 상류측에 배치되어 상기 가열 수단에 공급되는 액화천연가스를 예열하기 위한 열교환기를 포함하는 것이 바람직하다.
- <15> 상기 열교환기에서 액화천연가스를 예열하기 위한 열원은, 상기 기액 분리 수단에서 분리된 기체 성분으로부터 공급되는 것이 바람직하다.
- <16> 본 발명에 따른 천연가스 발열량 저감장치는, 상기 기액 분리 수단에서 1차적으로 분리된 액체 성분을 전달받아

저열량 성분과 고열량 성분을 2차적으로 분리하기 위한 소형 증류탑을 포함하는 것이 바람직하다.

- <17> 상기 소형 증류탑에서 2차적으로 분리된 저열량 성분은 상기 기액 분리 수단에서 1차적으로 분리된 저열량 성분과 혼합되는 것이 바람직하다.
- <18> 상기 소형 증류탑에서 2차적으로 분리된 고열량 성분은 별도의 저장탱크에 저장되거나 연료로서 사용되는 것이 바람직하다.
- <19> 상기 기액 분리 수단에서 분리된 저열량의 기체 성분은, 상기 열교환기에서 액화천연가스와의 열교환을 통하여 냉각 및 액화되는 것이 바람직하다.
- <20> 본 발명에 따른 천연가스 발열량 저감장치는, 고압 펌프에 의해 상기 열교환기에서 액화된 저열량 성분을 공급받아 기화시킨 후 수요처로 공급하기 위한 기화기를 더 포함하는 것이 바람직하다.
- <21> 본 발명에 따른 천연가스 발열량 저감장치는, 상기 기액 분리 수단에 공급되는 액화천연가스 중 일부를 우회시켜 상기 기액 분리 수단에서 분리되어 나온 저열량 성분과 혼합하기 위한 우회 라인을 더 포함하는 것이 바람직하다.
- <22> 상기 우회 라인은, 상기 가열 수단에 공급되는 액화천연가스와 상기 기액 분리 수단에서 분리된 저열량 성분 사이에서의 열교환이 수행되는 열교환기를 통과하도록 배열되는 것이 바람직하다.
- <23> 본 발명에 따른 천연가스 발열량 저감장치는, 상기 소형 증류탑에서 분리된 고열량 성분을 추가적으로 분리하기 위해 연달아 설치된 또 다른 소형 증류탑을 포함하는 것이 바람직하다.
- <24> 본 발명에 따른 천연가스 발열량 저감장치는, 상기 기액 분리 수단에서 분리된 고열량의 액체 성분을 저장하기 위한 별도의 저장탱크를 포함하는 것이 바람직하다.
- <25> 본 발명에 따른 천연가스 발열량 저감장치는, 액화된 천연가스를 저장하기 위한 액화천연가스 저장탱크와, 상기 액화천연가스 저장탱크 및 상기 별도의 저장탱크에서 발생한 증발가스를 함께 압축하기 위한 증발가스 압축기와, 상기 증발가스 압축기에서 압축된 증발가스를 재액화하여 상기 기액 분리 수단에서 분리된 저열량 성분과 혼합하기 위한 재응축기를 더 포함할 수 있다.
- <26> 본 발명에 따른 천연가스 발열량 저감장치는, 상기 기액 분리 수단에서 분리된 저열량 성분을 상기 가열 수단에 공급되는 액화천연가스와 열교환시켜 냉각 및 응축시키기 위한 열교환기와, 상기 열교환기에서 응축된 저열량 성분과의 열교환을 통하여 상기 증발가스 압축기에서 압축된 증발가스를 액화시키기 위한 상기 재응축기를 더 포함하는 것이 바람직하다.
- <27> 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 액화천연가스 저장탱크와 액화천연가스 재기화 장치를 가지며 해상에서 부유된 상태로 사용되는 부유식 해상 구조물로서, 청구항 1 내지 청구항 16 중에서 선택된 어느 한 항에 따른 천연가스 발열량 저감장치를 구비하는 것을 특징으로 하는 부유식 해상 구조물이 제공된다.
- <28> 상기 부유식 해상 구조물은, LNG RV 및 LNG FSRU 중에서 선택된 어느 하나인 것이 바람직하다.
- <29> 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 천연가스의 발열량을 저감시키는 방법으로서, 액화된 상태의 천연가스를 가열하는 단계와; 상기 가열 단계를 거쳐 일부가 기화된 액화천연가스를 기액 분리 수단을 통하여 저열량의 기체 성분과 고열량의 액체 성분으로 분리하는 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 천연가스 발열량 저감방법이 제공된다.
- <30> 상기 천연가스 발열량 저감방법은, 상기 기액 분리 수단을 통하여 분리된 고열량의 액체 성분을 더욱 정밀하게 증류하여 분리하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.

효 과

- <31> 상술한 바와 같은 본 발명에 의하면, 다양한 탄화수소 성분으로 이루어진 천연가스의 발열량을 수요처에서의 필요에 따라 저감시키기 위해, 설치비 및 운영비가 저렴하고 부피가 작은 세퍼레이터를 활용하여 발열량이 높은 성분을 일부 분리할 수 있는 천연가스 발열량 저감방법 및 장치가 제공될 수 있다.
- <32> 그에 따라 본 발명에 의하면, 고가이며 대형인 증류탑이나 질소 생산설비 등을 생략할 수 있어 초기 투자비 및 운영비의 절감이 가능하다.
- <33> 또한 본 발명에 의하면, 수요처에 공급되는 공급가스 성분 중의 질소 비율이 과도하게 증가되지 않고, 질소의

사용량이 적어 질소의 공급이 원활하지 않은 해상에서도 장치의 운전비용을 절감할 수 있게 된다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <34> 이하, 본 발명의 바람직한 실시형태에 따른 천연가스 발열량 저감방법 및 장치를 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 도 1 내지 도 5에는 본 발명의 제1 내지 제5 실시형태에 따른 천연가스 발열량 저감방법 및 장치를 설명하기 위한 개략적인 저감장치의 개념도가 도시되어 있다.
- <35> 본 발명의 제1 실시형태에 따른 천연가스 발열량 저감방법은, 가스정에서 생산되어 액화된 상태로 수송되어 온 액화천연가스(LNG)를 재기화시켜 각 수요처로 공급하는 과정 중에, 발열량이 높은 성분들을 일부 분리해 내는 단계와, 질소를 첨가하여 수요처에서 요구하는 발열량을 맞추는 단계를 포함한다.
- <36> 도 1에 도시된 바와 같이, 저장탱크(도시생략)로부터 이송되어 온 LNG는 LNG 저압 펌프(1)에 의해 대략 20bar 정도의 저압으로 가압된다. 저압으로 가압된 LNG는 계속해서 제1 및 제2 열교환기(11, 13)를 통과하면서 가열되어 부분적으로 기화된다. 부분적으로 기화된 LNG는 저압 LNG 기화기(3)에서 모두 기화된 후, 제2 열교환기(13)로 공급된다.
- <37> 기화된 LNG는 제2 열교환기(13)에서 냉각되어 부분적으로 응축되는데, 이때 응축되는 성분은 발열량이 높은 성분이다. 일반적으로 발열량이 높을수록, 즉 탄화수소 분자 내의 탄소 원자의 개수가 많을수록 액화온도가 높아 응축이 먼저 일어나게 된다.
- <38> 발열량이 높은 성분이 부분적으로 응축된 상태의 LNG는 세퍼레이터(15)로 공급되고, 이 세퍼레이터(15)에서 액체 성분은 분리되어 발전기 등의 연료로서 사용된다. 이때, 본 발명의 제1 실시형태에 따르면, 세퍼레이터(15)에 분리되는 액체 성분은 모두 발전기 등의 연료로서 사용되며, 이를 위해 연료 필요량만큼 제2 열교환기(13)에서 응축되도록 응축량을 조절하는 것이 바람직하다. 즉, 본 발명의 제1 실시형태에서는 수요처에서 요구하는 발열량이 맞춰질 때까지 LNG로부터 발열량이 높은 성분을 모두 분리해 내는 것이 아니라, 연료로서 사용할 수 있는 양만을 분리한다.
- <39> 이와 같이 본 발명의 제1 실시형태에 따르면 발열량이 높은 성분 일부를 천연가스로부터 분리해 낸 다음, 발전기 등의 연료로서 활용하여 분리된 성분을 전량 소모하기 때문에, 천연가스로부터 분리해 낸 액체 성분을 저장하기 위한 별도의 저장탱크나 관련 장비가 일절 필요하지 않게 된다.
- <40> 또한, 종래에는 발열량이 높은 성분, 즉 부탄, 프로판과 같은 성분을 분리하여 LPG라는 이름으로 판매하였기 때문에, 이러한 LPG 성분을 정밀하게 분리할 필요가 있었으며, 이를 위해 컬럼(column)과 같은 설비를 사용하였다. 그러나, 본 발명의 제1 실시형태에 따르면 발열량이 높은 성분을 분리하여 발전기 등의 연료로 연소시킴으로써 내부적으로 사용하기 때문에, 부탄과 프로판 등의 성분만을 정밀하게 분리할 필요가 없으며, 그에 따라 상대적으로 간단한 장비인 세퍼레이터(15)를 활용하여 발열량이 높은 성분을 분리해 낼 수 있다는 이점이 있다.
- <41> 한편, 세퍼레이터(15)에서 액체 성분이 분리된 후, 나머지 기체 성분은 제1 열교환기(11)로 공급되어 모두 응축된다. 응축된 LNG는 발열량이 높은 성분들이 일부 분리되었기 때문에 총 발열량이 다소 낮아진 상태이지만, 아직 수요처에서 요구하는 발열량 기준보다는 높은 상태일 수 있다. 따라서, 수요처에서 요구하는 발열량을 정확히 맞추기 위해 질소가 첨가된다.
- <42> 첨가되는 질소는 기체 상태의 질소 혹은 액체 상태의 질소를 모두 사용할 수 있다. 기체 상태의 질소를 첨가할 경우에, 질소의 첨가를 위한 질소 첨가 수단은, 기체 상태의 질소를 액체 상태의 LNG 내로 흡수시키기 위한 질소 흡수기(도시생략)와, 첨가되는 질소의 양을 조절하기 위한 질소 밸브(도시생략) 등을 포함할 수 있다. 또한, 액체 상태의 질소를 첨가할 경우에, 질소의 첨가를 위한 질소 첨가 수단은, 액체 상태의 질소를 액체 상태의 LNG 내로 혼합시키기 위한 질소 혼합기(도시생략)와, 첨가되는 질소의 양을 조절하기 위한 질소 밸브(도시생략) 등을 포함할 수 있다. 첨가되는 질소의 양은, 도시하지 않은 컨트롤러 등에 의해 질소 밸브의 개폐가 조절됨으로써 정확히 조절될 수 있다.
- <43> 상술한 질소 흡수기, 질소 혼합기, 질소 밸브 등은 질소를 LNG에 첨가할 수 있다면 어떠한 구성을 가지는 것이라도 사용될 수 있다.
- <44> 본 발명의 제1 실시형태에 따르면, 이때 첨가되는 질소의 양은, 질소의 첨가만으로 발열량을 조절하던 종래 기술에 비해 상당히 적은 양이므로, 질소의 소모량이 현저히 절감될 수 있다. 이는 질소의 공급이 원활하지 못한

해상에서, 질소를 별도로 생산하는 질소 생산장치를 설치할 필요성이 없게 하거나 적은 용량의 질소 생산장치만으로도 발열량 조절 작업을 충분히 가능하게 할 수 있다는 더욱 현격한 효과를 거둘 수 있게 한다. 이와 같이 값비싼 질소의 소모량을 절감함으로써 장치의 운전비용을 절감할 수 있게 된다.

- <45> 상기된 제1 및 제2 열교환기(11, 13)와 세퍼레이터(15)는 하나의 모듈로서 콜드박스(cold box)(10)를 구성할 수 있다. 이들 제1 및 제2 열교환기(11, 13)와 세퍼레이터(15)는 극저온 상태가 유지될 필요가 있기 때문에 모듈화하여 제작할 경우 장치들 사이의 배관 길이가 짧아지는 등 열효율 면에서 유리하다.
- <46> 계속해서, 질소의 첨가에 의해 발열량이 맞춰진 LNG는 LNG 고압 펌프(5)에 의해 대략 70 ~ 130bar 정도의 고압으로 가압된 후, 고압 LNG 기화기(7)에서 기화되어 최종 수요처로 공급된다.
- <47> 이하, 도 2 내지 도 5를 참조하여 본 발명의 바람직한 제2 내지 제5 실시형태에 따른 천연가스 발열량 저감방법 및 장치를 설명한다.
- <48> 본 발명의 바람직한 제2 내지 제5 실시형태에 따른 천연가스 발열량 저감방법은, 가스장에서 생산되어 액화된 상태로 수송되어 온 액화천연가스를 재기화시켜 각 수요처로 공급하는 과정 중에, 액화천연가스를 일부 기화시켜 발열량이 높은 성분들을 일부 분리해 내는 단계를 포함한다.
- <49> 상술한 제1 실시형태에 따른 천연가스 발열량 저감방법 및 장치가 발열량이 높은 성분을 분리해 낸 후 질소를 첨가하여 발열량을 수요처의 요구에 일치시키는 반면, 제2 내지 제5 실시형태에 따른 천연가스 발열량 저감방법 및 장치는 질소를 첨가하지 않는다.
- <50> 도 2에는 본 발명의 바람직한 제2 실시형태에 따른 천연가스 발열량 저감장치가 개략적으로 도시되어 있다.
- <51> 도 2에 도시된 바와 같이, 배출 펌프(21)를 통하여 LNG 저장탱크(20)로부터 배출된 LNG는 히터(23)에서 가열되어 부분적으로 기화된 후 세퍼레이터(24)에 공급된다. 배출 펌프(21)와 히터(23) 사이에는 열교환기(22)가 설치될 수 있다. 도 1을 참조하여 설명한 제1 실시형태에서는 LNG를 기화시킨 후 일부 응축하여 세퍼레이터에 공급하였지만, 본 제2 실시형태에서는 LNG를 일부 기화시켜 세퍼레이터에 공급한다는 점에서 차이가 있다.
- <52> 히터(23)에서 열을 공급받아 기화된 성분은 발열량이 낮은 성분(주로 메탄)이다. 일반적으로 발열량이 낮을수록, 즉 탄화수소 분자 내의 탄소 원자의 개수가 적을수록 액화온도가 낮아 기화가 먼저 일어나게 된다.
- <53> 히터(23)에서 발열량이 낮은 성분이 기화되어 기체와 액체가 혼합된 상태의 LNG는 세퍼레이터(24)에서 기체상태의 성분과 액체상태의 성분으로 분리된다. 계속해서 액체 성분, 즉 발열량이 높은 성분은 도시하지 않은 저장탱크로 공급되어 저장되거나 연료로 사용된다.
- <54> 본 제2 실시형태에 따르면, 액체 성분을 더욱 정밀하게 분리하기 위해서 소형 증류탑(25)이 사용될 수 있다. 이때 사용되는 소형 증류탑(25)은 세퍼레이터(24)에서 1차적으로 분리된 성분을 2차적으로 분리하는 것이므로, 종래와 같이 증류탑만을 사용하여 탄화수소 성분을 분리해 내던 경우에 사용해야 하던 고가의 대형 증류탑을 사용할 필요 없이, 저가이고 소형인 것을 사용할 수 있다.
- <55> 다시 말해서, LNG에 포함된 발열량이 낮은 성분 중 대부분(대략 90% 이상)은 이미 세퍼레이터(24)에서 1차적으로 분리된 상태이므로, 소형 증류탑(25)에서의 처리량은 대략 10% 이내로 줄어들게 된다. 따라서, 소형 증류탑(25)의 장비 크기나 처리 용량 등을 획기적으로 감소시킬 수 있어 초기 투자비 및 운영비의 절감이 가능하다. 한편, 소형 증류탑(25)에서의 분리 공정에 있어서 LNG의 냉기를 이용하면 운영비를 절감할 수 있다.
- <56> 소형 증류탑(25)에서 2차적으로 분리된 발열량이 낮은 성분은, 세퍼레이터(24)에서 이미 분리된 기체 성분과 합쳐져서 다음 공정으로 이송될 수 있다. 세퍼레이터(24)와 소형 증류탑(25)에서 LNG로부터 분리된 발열량이 낮은 성분은, 열교환기(22)로 공급되며, LNG 저장탱크(20)로부터 히터(23)로 공급되는 LNG와 열교환이 이루어져 LNG를 가열하는 동시에 자신은 냉각되어 액화된다.
- <57> 이와 같이 히터(23)로 공급되기 전에 열교환기(22)에서 LNG가 가열됨으로써 히터(23)에서의 에너지 소비를 절감(즉, 히터의 용량을 절감)할 수 있다. 또한, 발열량이 낮은 성분은 열교환기(22)에서 냉각되어 액화됨으로써 고압 펌프(26)의 사용에 따른 동력을 절감할 수 있게 된다.
- <58> 열교환기(22)를 거치면서 냉각되어 액화된 발열량이 낮은 성분은, 고압 펌프(26)에 의해 기화기(27)로 공급되고, 이 기화기(27)에서 기화되어 천연가스 상태로 수요처에 공급될 수 있다.
- <59> 한편, LNG 저장탱크(20)에서 자연적으로 증발한 BOG(boil off gas)는 LNG와는 별도의 라인을 통해 BOG 압축기

(28)로 공급된다. 상술한 바와 같이 LNG의 기화시 발열량이 낮은 성분이 먼저 기화되므로, BOG는 대부분 발열량이 낮은 성분으로 이루어진다.

- <60> BOG 압축기(28)에서 일정압력 이상으로 압축된 BOG는 재응축기(29)로 이송되며, 고압 펌프(26)로 이송되고 있던 액화된 발열량이 낮은 성분 중 일부도 분기되어 재응축기(29)로 이송된다. 재응축기(29)에서 BOG는 저온의 액화된 발열량이 낮은 성분에 의해 냉각되어 재응축된 후 함께 고압 펌프(26) 및 기화기(27)로 공급된다.
- <61> 이와 같이 본 발명의 제2 실시형태에 따르면, 세퍼레이터(24)에 의해 발열량이 낮은 성분과 발열량이 높은 성분을 분리할 수 있으며, 필요시 소형 증류탑(25)을 추가하여 LNG로부터 발열량이 높은 성분을 더욱 정밀하게 분리해냄으로써, 질소를 추가하지 않고도 수요처에서 요구하는 LNG의 발열량 조건을 만족시킬 수 있다.
- <62> 또한, 세퍼레이터(24) 및 소형 증류탑(25)으로부터 분리된 발열량이 높은 성분은, 상술한 제1 실시형태에서와 마찬가지로, 발전기 등의 연료로서 소모할 수 있다. 이 경우 분리된 액체 성분, 즉 발열량이 높은 성분을 저장하기 위한 별도의 저장탱크나 관련 장비가 일절 필요하지 않을 수 있다. 물론, 연료로서 소모하는 대신 별도의 저장탱크에 저장해 두고 후처리를 통해 판매할 수도 있다.
- <63> 도 3에는 본 발명의 바람직한 제3 실시형태에 따른 천연가스 발열량 저감장치가 개략적으로 도시되어 있다.
- <64> 제3 실시형태에 따른 천연가스 발열량 저감장치는 상술한 제2 실시형태에 따른 천연가스 발열량 저감장치와 대체로 유사하며, LNG 저장탱크(20)로부터 세퍼레이터(24)에 공급되는 LNG 중 일부를 세퍼레이터(24)의 하류측으로 우회시키기 위한 우회 라인(L3)을 갖는다는 점에서만 서로 상이하다. 설명의 편의상, 도 3에 있어서 제2 실시형태의 천연가스 발열량 저감장치와 동일하거나 유사한 구성요소에는 동일한 부재번호를 부여하고 상세한 설명은 생략한다.
- <65> 우회 라인(L3)은 LNG 저장탱크(20)로부터 세퍼레이터(24)에 LNG를 공급하는 공급 라인으로부터 분기되며, 더욱 상세하게는 우회 라인(L3)은 이 공급 라인 중에서 열교환기(22)의 상류측에서 분기된다. 분기된 우회 라인(L3)은 열교환기를 통과한 후 고압 펌프(26)의 상류측에서, 세퍼레이터(24)에서 분리된 기체성분이 열교환기(22)를 통과하면서 액화된 후 이송되는 배출 라인에 연결된다. 그에 따라 LNG 저장탱크(20)로부터의 LNG는 우회 라인(L3)을 통하여 발열량이 높은 성분이 분리되지 않은 채 고압 펌프(26) 쪽으로 우회된다.
- <66> 제3 실시형태에 따르면, 우회 라인(L3)으로 인하여 세퍼레이터(24)에서 처리해야 하는 LNG의 양이 감소될 수 있다. 그에 따라 세퍼레이터(24)에서 분리된 기체 성분, 즉 발열량이 낮은 성분과, LNG 저장탱크(20)로부터 세퍼레이터(24)에 공급되는 LNG를 열교환기(22)에서 열교환시킴으로써 기체 성분을 액화시킬 때, 액화시킬 기체 성분의 양을 감소시킬 수 있다. 액화시킬 기체 성분의 양이 감소됨에 따라 열교환기(22)에서 기체 성분을 더욱 용이하게 액화시킬 수 있다.
- <67> 본 발명의 제3 실시형태에 따르면, 열교환기(22)에서 기체 성분의 액화가 만족스럽게 이루어지지 못할 경우에, 상술한 우회 라인(L3)을 통해 LNG의 일부를 우회시킴으로써 세퍼레이터(24)(그리고 소형 증류탑(25))에서 분리된 기체 성분을 열교환기(22)에서 만족스럽게 액화시킬 수 있게 된다.
- <68> 도 4에는 본 발명의 바람직한 제4 실시형태에 따른 천연가스 발열량 저감장치가 개략적으로 도시되어 있다.
- <69> 제4 실시형태에 따른 천연가스 발열량 저감장치는 상술한 제2 실시형태에 따른 천연가스 발열량 저감장치와 대체로 유사하며, 소형 증류탑(25)과 또 다른 소형 증류탑(40)이 연달아 설치되어 있다는 점에서만 서로 상이하다. 설명의 편의상, 도 4에 있어서 제2 실시형태의 천연가스 발열량 저감장치와 동일하거나 유사한 구성요소에는 동일한 부재번호를 부여하고 상세한 설명은 생략한다.
- <70> 판매 등을 위해 탄화수소 성분의 정밀 분리가 필요한 경우에, 도 4에 도시된 바와 같이 소형 증류탑들(25, 40)을 연달아 설치하여 LNG를 정밀하게 분리할 수 있다. 도 4에는 2개의 소형 증류탑(25, 40)을 사용하는 것으로 예시되어 있지만, 필요하다면 2개 이상의 소형 증류탑을 사용할 수 있다. 또한, 각각의 소형 증류탑들(25, 40)은 동일한 사양의 것을 사용할 수 있다.
- <71> 도 4에 도시된 바와 같이 2번째의 소형 증류탑(40)에서 분리된 성분 중 소형 증류탑(40)의 하단에서 분리된 성분은 별도의 저장탱크(도시생략)에 저장하거나, 저장탱크 없이 그대로 발전기 등의 연료로 사용할 수도 있다. 또한, 소형 증류탑(40)의 상단에서 분리된 성분, 즉 기체 성분은 LNG 저장탱크(20)에 저장된 LNG와의 열교환을 통해 냉각 및 액화시킨 후 저장탱크(도시생략)에 저장하거나 연료로 사용할 수 있다. 정밀 분리된 후 저장탱크에 저장된 각 탄화수소 성분들은 후공정을 거쳐 판매하거나 연료로 사용할 수 있다.

- <72> 도 5에는 본 발명의 바람직한 제5 실시형태에 따른 천연가스 발열량 저감장치가 개략적으로 도시되어 있다.
- <73> 제5 실시형태에 따른 천연가스 발열량 저감장치는 상술한 제2 실시형태에 따른 천연가스 발열량 저감장치와 대체로 유사하며, 세퍼레이터(24)에서 분리된 액체 성분, 즉 발열량이 높은 성분을 소형 증류탑에서 추가적으로 분리하지 않고 그대로 별도의 저장탱크(50)에 저장한다는 점에서 서로 상이하다. 설명의 편의상, 도 5에 있어서 제2 실시형태의 천연가스 발열량 저감장치와 동일하거나 유사한 구성요소에는 동일한 부재번호를 부여하고 상세한 설명은 생략한다.
- <74> 제5 실시형태에 따르면, 세퍼레이터(24)에서 분리된 액체 성분은 상압으로 팽창된 후 별도의 저장탱크(50)에 저장된다. 별도의 저장탱크(50)에서 발생하는 BOG는 외부로 배출되어 LNG 저장탱크(20)로부터 배출된 BOG와 함께 BOG 압축기(28) 쪽으로 전달된다.
- <75> 상술한 바와 같이, 발열량이 낮은 성분은 발열량이 높은 성분에 비해 낮은 온도에서 기화되므로, 별도의 저장탱크(50)에서 발생하는 BOG는 발열량이 낮은 성분으로 간주할 수 있다. LNG 저장탱크(20) 및 별도의 저장탱크(50)에서 발생한 BOG는 상술한 바와 같이 BOG 압축기(28)와 재응축기(29)를 통하여 고압 펌프(26)로 공급된다.
- <76> 이상 설명한 바와 같이, 본 발명의 바람직한 제2 내지 제5 실시형태에 따르면, LNG 재기화 설비에서 발열량의 저감을 위해 LNG에 질소를 첨가하거나 고가의 대형 증류탑을 사용할 필요 없이 세퍼레이터를 사용하여 간단하게 대부분의 저열량 성분을 분리하여 추가 처리할 고열량 성분을 초기 공급량의 10% 이하로 대폭 줄일 수 있게 된다. 그에 따라 추가의 증류 공정 장비들의 크기를 대폭 감소시킴으로써 투자비 및 운영비의 절감이 가능하다. 추가 증류 공정이 필요 없을 경우에는 1차적으로 세퍼레이터에서 분리된 고열량 성분을 별도의 저장탱크에 상압으로 팽창시켜 저장할 수 있다.
- <77> 이와 같이 본 발명의 제2 내지 제5 실시형태에 따르면, 세퍼레이터를 이용하여 발열량 조건을 만족시킴으로써 대부분의 LNG 처리(즉, 기화하여 소비지로 공급)할 수 있다.
- <78> 또한, 세퍼레이터에서 분리된 기체 성분을 LNG와 열교환함으로써 히터의 용량을 저감할 수 있고, 세퍼레이터에서 분리된 기체 성분을 LNG와 열교환하여 액화함으로써 고압으로 압축 시 펌프 사용에 따른 동력을 절감할 수 있다.
- <79> 또한, LNG 저장탱크에서 분리된 저열량의 가스인 BOG는 재응축기에서 LNG에 의해 액화되고 혼합된 후 기화기에서 기화되어 소비지로 공급될 수 있으며, 소형 증류탑에서 분리된 기체 성분을 LNG와의 열교환에 의해 액화하여 고효율 공정을 구현할 수 있다.
- <80> 상술한 바와 같은, 본 발명에 따른 천연가스의 발열량 저감장치는, 질소의 공급이 원활하지 못한 해상 구조물, 즉 LNG RV 및 LNG FSRU 등에서 사용될 수 있다. LNG RV는 자력 항해 및 부유가 가능한 LNG 수송선에 LNG 재기화 설비를 설치한 것이고, LNG FSRU는 육상으로부터 멀리 떨어진 해상에서 LNG 수송선으로부터 하역되는 액화 천연가스를 저장탱크에 저장한 후 필요에 따라 액화 천연가스를 기화시켜 육상 수요처에 공급하는 부유식 해상 구조물이다.
- <81> 본 발명에 따른 천연가스의 발열량 저감장치는, 상술한 LNG RV 및 LNG FSRU와 같은 해상 구조물을 비롯하여, LNG의 재기화 설비가 갖추어진 곳이라면 해상 또는 육상의 재기화 설비에 구비될 수 있음은 물론이다. 나아가서, 본 발명에 따른 천연가스의 발열량 저감장치는, 상술한 LNG RV 및 LNG FSRU와 같은 해상 구조물 이외에도 해상의 또 다른 구조물에 구비될 수도 있다.
- <82> 이상과 같이 본 발명에 따른 천연가스 발열량 저감방법 및 장치를, 예시된 도면을 참조하여 설명하였으나, 본 발명은 이상에서 설명된 실시예와 도면에 의해 한정되지 않으며, 특허청구범위 내에서 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자들에 의해 다양한 수정 및 변형이 이루어질 수 있음은 물론이다.

도면의 간단한 설명

- <83> 도 1은 본 발명의 제1 실시형태에 따른 천연가스 발열량 저감장치의 개념도,
- <84> 도 2는 본 발명의 제2 실시형태에 따른 천연가스 발열량 저감장치의 개념도,
- <85> 도 3은 본 발명의 제3 실시형태에 따른 천연가스 발열량 저감장치의 개념도,
- <86> 도 4는 본 발명의 제4 실시형태에 따른 천연가스 발열량 저감장치의 개념도, 그리고

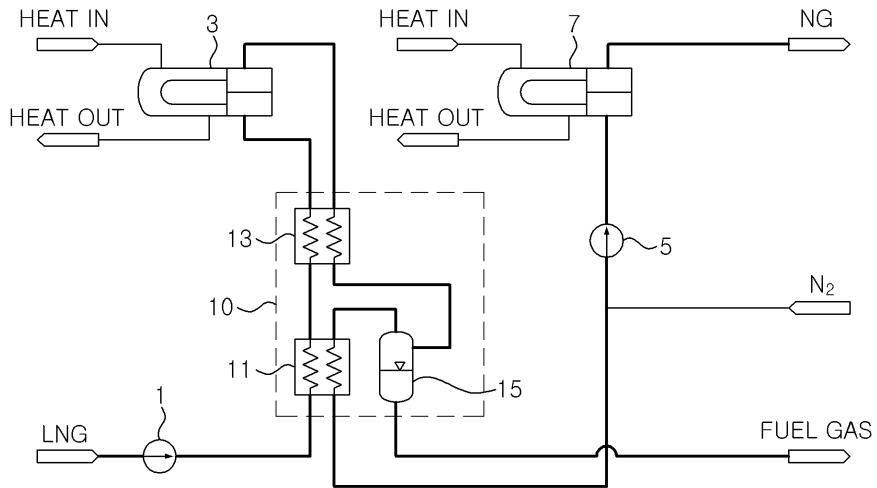
<87> 도 5는 본 발명의 제5 실시형태에 따른 천연가스 발열량 저감장치의 개념도이다.

<88> < 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

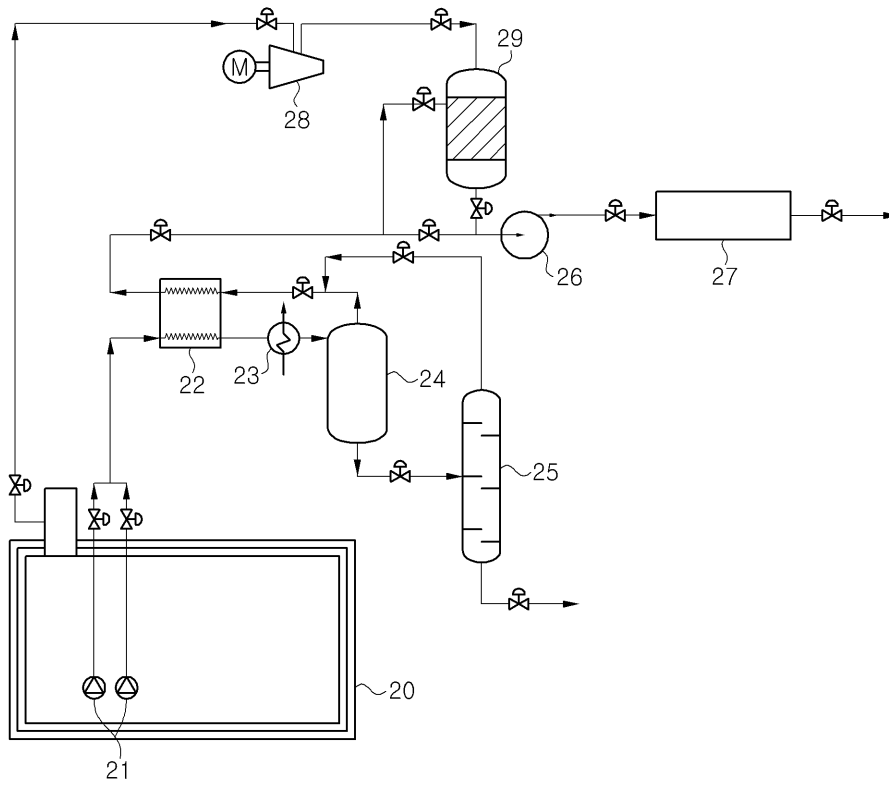
- | | | |
|------|---------------------|----------------|
| <89> | 1 : LNG 저압 펌프 | 3 : 저압 LNG 기화기 |
| <90> | 5 : LNG 고압 펌프 | 7 : 고압 LNG 기화기 |
| <91> | 10 : 쿨드박스(cold box) | 11 : 제1 열교환기 |
| <92> | 13 : 제2 열교환기 | 15 : 세퍼레이터 |
| <93> | 20 : LNG 저장탱크 | 22 : 열교환기 |
| <94> | 23 : 히터 | 24 : 세퍼레이터 |
| <95> | 25, 40 : 소형 증류탑 | 26 : 고압 펌프 |
| <96> | 27 : 기화기 | 28 : 압축기 |
| <97> | 29 : 재응축기 | 50 : 별도의 저장탱크 |
| <98> | L3 : 우회 라인 | |

도면

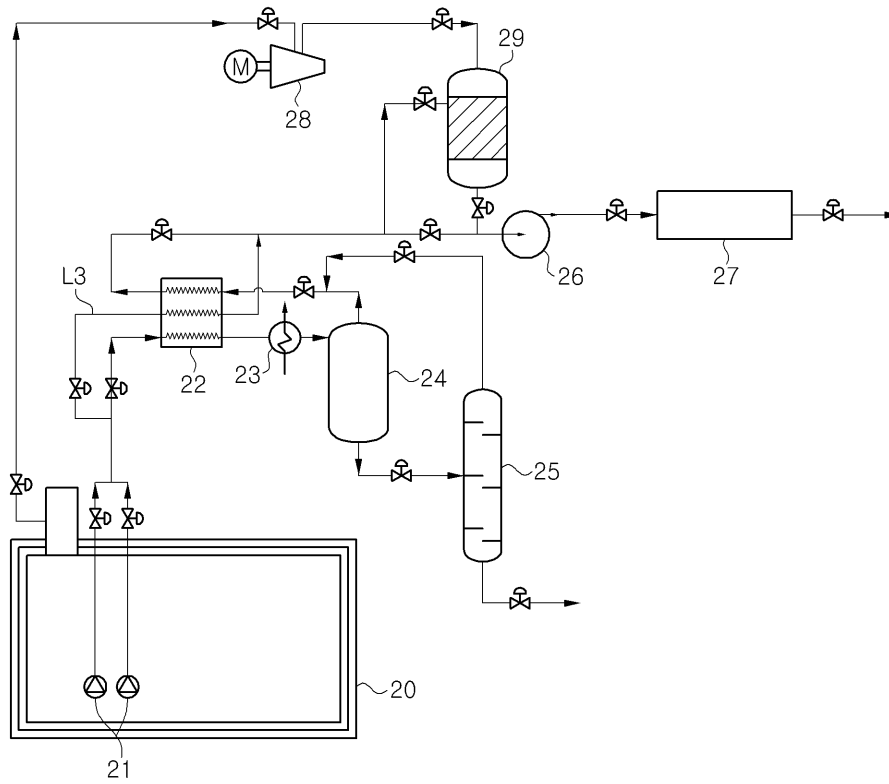
도면1



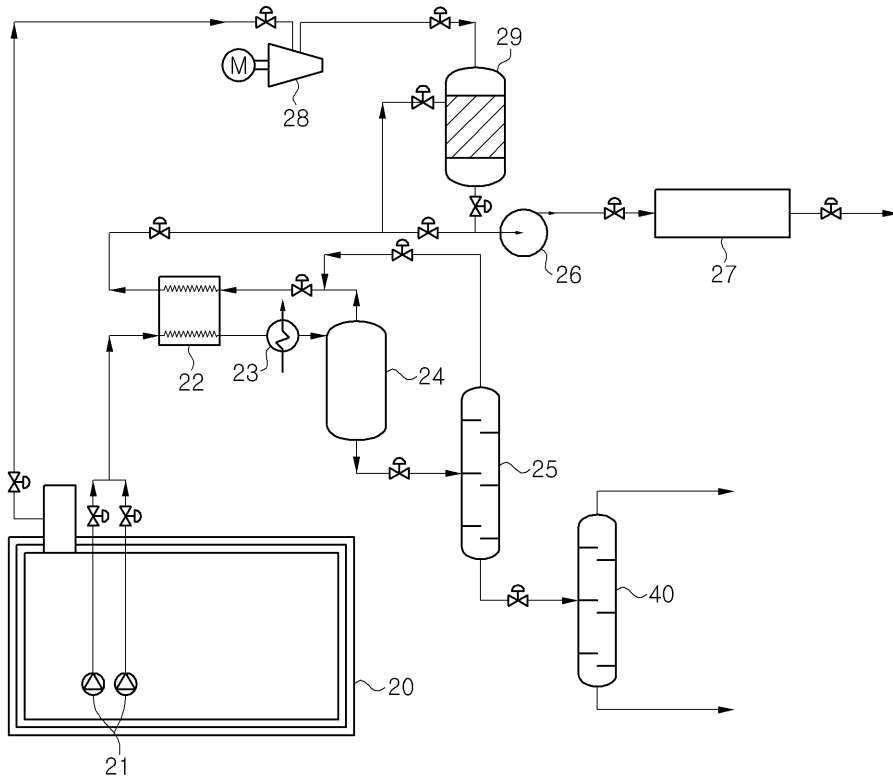
도면2



도면3



도면4



도면5

