



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. F25J 1/00 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년08월07일 10-0747232 2007년08월01일
--	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자 심사청구일자	10-2006-0104801 2006년10월27일 2006년11월01일	(65) 공개번호 (43) 공개일자
----------------------------------	---	------------------------

(30) 우선권주장	1020060097690 1020060097691	2006년10월04일 2006년10월04일	대한민국(KR) 대한민국(KR)
------------	--------------------------------	----------------------------	----------------------

(73) 특허권자 대우조선해양 주식회사
 서울특별시 중구 다동 85

(72) 발명자 유진열
 경남 거제시 능포동 라데팡스아파트 101-603

 김현진
 광주 서구 상무1동 현대아파트 102-703

 박현기
 경남 거제시 마전동 옥림아파트 5-402

 김남수
 경기 수원시 팔달구 화서2동 꽃피버들마을 금강아파트 151동102호

(74) 대리인 윤종섭
 이 성 규
 이수완
 조진태

(56) 선행기술조사문헌 JP60065997 A KR1020010088406 A	KR1019970011764 A US20060032239 A1
--	---------------------------------------

심사관 : 박중철

전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 증발가스 재액화 장치 및 방법과 이 장치가 장착된 LNG운반선

(57) 요약

본 발명은, 증발가스 재액화 장치 및 방법과 이 장치가 장착된 LNG 운반선에 관한 것으로, LNG 저장탱크에서 발생하는 증기 상태의 증발가스의 자체 저온을 이용함으로써 재액화해야 하는 전체적인 부하 및 냉동 시스템의 부하를 증가시키지 않으면서도 증발가스를 예냉할 수 있도록 구성된 증발가스 재액화 장치 및 방법과 이 장치가 장착된 LNG 운반선을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

이를 위해, 본 발명은, LNG 저장탱크에서부터 액화용 열교환기까지 연결된 증발가스 배출라인의 도중에 설치되어 상기 LNG 저장탱크에서 발생하는 증발가스를 압축하여 액화용 열교환기로 보내는 압축부와, 상기 LNG 저장탱크와 상기 압축부 사이의 증발가스 배출라인에 설치된 예압기와, 상기 압축부와 상기 예압기 사이의 증발가스 배출라인에 설치된 예냉용 열교환기와, 상기 압축부에서 압축된 증발가스가 LNG 저장탱크에서 발생하는 증발가스와 열교환하도록 상기 압축부의 출력단에서부터 상기 예냉용 열교환기까지 연결된 압축 증발가스 복귀라인을 포함하는 구성으로 되어 있다.

대표도

도 2

특허청구의 범위

청구항 1.

LNG 저장탱크에서부터 액화용 열교환기까지 연결된 증발가스 배출라인의 도중에 설치되어 상기 LNG 저장탱크에서 발생하는 증발가스를 압축하여 액화용 열교환기로 보내는 압축부와,

상기 LNG 저장탱크와 상기 압축부 사이의 증발가스 배출라인에 설치된 예압기와,

상기 압축부와 상기 예압기 사이의 증발가스 배출라인에 설치된 예냉용 열교환기와,

상기 압축부에서 압축된 증발가스가 LNG 저장탱크에서 발생하는 증발가스와 열교환하도록 상기 압축부의 출력단에서부터 상기 예냉용 열교환기까지 연결된 압축 증발가스 복귀라인을 포함하는 것을 특징으로 하는 증발가스 재액화 장치.

청구항 2.

청구항 1에 있어서, 상기 압축부는, 1개 이상의 압축기를 포함하는 다단 압축기로 구성된 것을 특징으로 하는 증발가스 재액화 장치.

청구항 3.

청구항 2에 있어서, 상기 압축부는, 1개 이상의 중간냉각기를 포함하는 다단 압축기로 구성된 것을 특징으로 하는 증발가스 재액화 장치.

청구항 4.

청구항 1에 있어서, 상기 액화용 열교환기에는 냉매를 압축 및 팽창시키는 냉동 시스템이 더 연결된 것을 특징으로 하는 증발가스 재액화 장치.

청구항 5.

LNG 저장탱크에서 발생하는 증발가스를 예압하는 단계와,

상기 예압 단계에서 예압된 증발가스를 압축하는 단계와,

상기 압축 단계에서 압축된 증발가스를 상기 LNG 저장탱크에서 배출되는 증발가스와 열교환시켜서 냉각시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 증발가스 재액화 방법.

청구항 6.

청구항 5에 있어서, 상기 압축 단계에서, 1개 이상의 압축기에 의해 상기 LNG 저장탱크에서 발생된 증발가스를 반복하여 압축하는 것을 특징으로 하는 증발가스 재액화 방법.

청구항 7.

청구항 6에 있어서, 상기 압축 단계에서, 1개 이상의 중간냉각기에 의해 상기 압축기에서 압축된 증발가스를 반복하여 냉각하는 것을 특징으로 하는 증발가스 재액화 방법.

청구항 8.

청구항 1 내지 청구항 4 중 어느 한 항에 기재된 증발가스 재액화 장치가 장착된 것을 특징으로 하는 LNG 운반선.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은, 증발가스 재액화 장치 및 방법과 이 장치가 장착된 LNG 운반선에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 천연가스를 액체 상태로 저장하는 저장 탱크에서 발생하는 증발 가스를 재액화하기 위한 장치 및 방법과 이 장치가 장착된 LNG 운반선에 관한 것이다.

일반적으로, 천연가스는 생산지에서 극저온으로 액화된 액화천연가스(Liquefied Natural Gas, 이하 LNG라 함)의 상태로 만들어진 후 LNG 운반선에 의해 목적지까지 원거리에 걸쳐 수송된다.

천연가스의 액화온도는 상압 -163°C 의 극저온이므로, LNG는 그 온도가 상압 -163°C 보다 약간만 높아도 증발된다. LNG 운반선의 LNG 저장탱크의 경우 단열처리가 되어 있기는 하지만, 외부의 열이 LNG에 지속적으로 전달되므로, LNG 운반선에 의해 LNG를 수송하는 도중에 LNG는 저장탱크 내에서 지속적으로 기화하여 증발가스(Boil-Off Gas)가 발생한다.

재액화 장치가 설치된 LNG 운반선에서는, LNG 저장탱크 내에서 발생된 증발가스가 증발가스 재액화 장치에 의해 재액화되어 다시 LNG 저장탱크로 돌려보냄으로써 저장탱크 압력을 안전한 상태로 유지하게 된다. 그러나 이와 같은 증발가스 처리 시스템에 문제가 발생하게 될 경우, LNG 저장탱크의 압력이 상승하게 되고, 결국 설정된 안전압력 이상이 되면, 증발가스는 안전밸브를 통하여 LNG 저장탱크의 외부로 방출하게 된다.

도 1에 도시된 바와 같이, 이러한 증발가스 재액화 장치는 콜드 박스(cold box, 10)를 포함하며, LNG 저장탱크(1)로부터 배출된 증발가스는 증발가스 배출라인(L1)을 통해 콜드 박스(10)를 거치면서 재액화된다. 콜드 박스(10)는 액화용 열교환기(11)와 이 액화용 열교환기(11)의 후단에 기액분리기(13)를 포함한다. 액화용 열교환기(11)에는 질소(N_2) 등의 냉매를 압축 및 팽창시키는 냉동 시스템(20)이 연결되어 있다. 냉동 시스템(20)은 3개의 냉동 시스템용 압축기(21a)와 3개의 냉

동 시스템용 중간냉각기(21b)로 이루어진 다단 압축기(21)와 팽창기(23)를 포함하는 것으로 예시되어 있다. 증발가스는 액화용 열교환기(11)를 거치면서 냉각 및 응축되어 재액화된 후 기액분리기(13) 및 재액화 증발가스 복귀라인(L2)을 통해 LNG 저장탱크(1)로 다시 보내진다.

또한, 액화용 열교환기(11)에서의 증발가스 재액화의 안정성 및 효율성 향상을 위해, 액화용 열교환기(11)의 전단의 증발가스 배출라인(L1)에 압축부(30)를 마련하여 증발가스가 액화용 열교환기(11)로 보내지기 전에 증발가스를 고압으로 압축하여 보내는 방법이 사용되었다. 압축부(30)는 2개의 압축부용 압축기(31)를 포함하는 것으로 예시되어 있다.

그런데, 이러한 방법에서는 증발가스의 압축시 온도 또한 함께 상승되므로 냉동 시스템(20)에서의 냉동부하를 감소시켜 주기 위해서는 증발가스를 액화용 열교환기(11)로 유입시키기 전에 냉각수단을 이용하여 증발가스의 온도를 적정온도까지 냉각시켜야만 한다.

종래에는, 증발가스를 액화용 열교환기(11)로 유입시키기 전에 냉각시키기 위해, 즉 증발가스를 예냉하기 위해, 도 1에 도시된 바와 같이, 압축부(30)의 전단의 증발가스 배출라인(L1)에 예냉 용기(40)를 설치하고, 액화용 열교환기(11) 및 기액분리기(13)를 거치면서 재액화된 증발가스의 일부를 LNG 저장탱크(1)로 보내지 않고 LNG 저장탱크(1)로부터 발생되어 압축부(30)로 유입되는 증기 상태의 증발가스와 혼합되게 하여 예냉 용기(40)에서 압축부(30)로 유입되는 증기 상태의 증발가스의 온도를 냉각시키는 방법을 사용하고 있다. 재액화 증발가스 복귀라인(L2)의 도중에 증발가스 배출라인(L1)에 연결되는 분기라인(L3)이 설치되고, 이 분기라인(L3)과 증발가스 배출라인(L1)이 교차하는 부분에는 혼합기(50)가 설치되어 있다. 도시하지는 않았지만, 증발가스 배출라인(L1), 재액화 증발가스 복귀라인(L2) 및 분기라인(L3)의 도중에는 이송 펌프가 설치됨을 알 수 있을 것이다. 여기에서, LNG 저장탱크(1) 상부에서부터 액화용 열교환기(11) 까지 연결되어 그 내부에 증기화된 증발가스가 흐르도록 구성된 라인을 증발가스 배출라인이라고 하고, 액화용 열교환기(11)에서부터 LNG 저장탱크(1) 하부까지 연결되어 그 내부에 재액화된 증발가스가 흐르도록 구성된 라인을 재액화 증발가스 복귀라인이라고 하기로 한다.

그러나, 이렇게 증기 상태의 증발가스와 응축된 증발가스가 혼합되면, 재액화해야 하는 전체적인 부하가 증가하므로 냉동 시스템의 부하가 증가하고 전력 소모량 또한 증가하는 문제가 있다.

한편, 국제특허 공개공보 제 WO2006/098630호는 냉동 시스템의 냉매를 이용하여 증기 상태의 증발가스를 예냉하는 방법을 개시하고 있다. 그러나, 이 또한 이렇게 증기 상태의 증발가스와 냉각된 냉매가 열교환되면, 냉매를 냉각시켜야 하는 부하가 증가하므로 냉동 시스템의 부하가 증가하고 전력 소모량 또한 증가하는 문제가 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명은, 이러한 종래기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, LNG 저장탱크에서 발생하는 증기 상태의 증발가스의 자체 저온을 이용함으로써 재액화해야 하는 전체적인 부하 및 냉동 시스템의 부하를 증가시키지 않으면서도 증발가스를 예냉할 수 있도록 구성된 증발가스 재액화 장치 및 방법과 이 장치가 장착된 LNG 운반선을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

발명의 구성

진술한 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 증발가스 재액화 장치는, LNG 저장탱크에서부터 액화용 열교환기까지 연결된 증발가스 배출라인의 도중에 설치되어 상기 LNG 저장탱크에서 발생하는 증발가스를 압축하여 액화용 열교환기로 보내는 압축부와, 상기 LNG 저장탱크와 상기 압축부 사이의 증발가스 배출라인에 설치된 예압기와, 상기 압축부와 상기 예압기 사이의 증발가스 배출라인에 설치된 예냉용 열교환기와, 상기 압축부에서 압축된 증발가스가 LNG 저장탱크에서 발생하는 증발가스와 열교환하도록 상기 압축부의 출력단에서부터 상기 예냉용 열교환기까지 연결된 압축 증발가스 복귀라인을 포함하는 구성으로 되어 있다.

또한, 본 발명의 증발가스 재액화 방법은, LNG 저장탱크에서 발생하는 증발가스를 예압하는 단계와, 상기 예압 단계에서 예압된 증발가스를 압축하는 단계와, 상기 압축 단계에서 압축된 고압 고온의 증발가스를 상기 LNG 저장탱크에서 배출되는 저압 저온의 증발가스와 열교환시켜서 냉각시키는 단계를 포함하는 구성으로 되어 있다.

또한, 본 발명의 LNG 운반선은 전술한 증발가스 재액화 장치를 장착한 것을 특징으로 한다.

이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명에 대한 바람직한 실시예를 상세하게 설명한다. 본 발명의 실시예에서 종래기술의 구성요소들과 동일한 구성요소에 대해서는 종래기술과 동일한 부재번호를 사용하기로 한다.

도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 증발가스 재액화 장치의 개략적인 구성도이다. 본 실시예에서 콜드 박스(10)와 냉동 시스템(20)의 구성은 종래 기술과 동일하다. 이러한 증발가스 재액화 장치는 콜드 박스(cold box, 10)를 포함하며, LNG 저장탱크(1)로부터 배출된 증발가스는 콜드 박스(10)를 거치면서 재액화된다. 따라서, LNG 저장탱크(1)로부터 배출된 증발가스는 증발가스 배출라인(L1)을 통해 콜드 박스(10)를 거치면서 재액화된다. 콜드 박스(10)는 액화용 열교환기(11)와 이 액화용 열교환기(11)의 후단에 기액분리기(13)를 포함한다. 액화용 열교환기(11)에는 질소(N₂) 등의 냉매를 압축 및 팽창시키는 냉동 시스템(20)이 연결되어 있다. 냉동 시스템(20)은 3개의 냉동 시스템용 압축기(21a)와 3개의 냉동 시스템용 중간냉각기(21b)로 이루어진 다단 압축기(21)와 팽창기(23)를 포함하는 것으로 예시되어 있다. 증발가스는 액화용 열교환기(11)를 거치면서 냉각 및 응축되어 재액화된 후 기액분리기(13) 및 재액화 증발가스 복귀라인(L2)을 경유하여 LNG 저장탱크(1)로 다시 보내진다.

본 발명의 실시예에 따른 증발가스 재액화 장치는, 압축부(30)와, 예압기(132)와, 예냉용 열교환기(140)와, 압축 증발가스 복귀라인(L4)을 포함한다.

압축부(30)는 LNG 저장탱크(1)에서부터 액화용 열교환기(11)까지 연결된 증발가스 배출라인(L1)의 도중에 설치되어 있는 것으로서, LNG 저장탱크(1)에서 발생하는 증발가스를 고압으로 압축하여 액화용 열교환기(11)로 보내는 역할을 한다.

이러한 압축부(30)는 2개의 압축부용 압축기(31)와 2개의 압축부용 중간냉각기(133)를 포함하는 다단 압축기로 구성된 것으로 예시되어 있다.

예압기(132)는 LNG 저장탱크(1)와 압축부(30) 사이의 증발가스 배출라인(L1)에 설치된 것으로서, 이렇게 LNG 저장탱크(1)로부터 배출된 증발가스를 압축부에서 압축시키기 전에 미리 예압시키게 되면 증발가스 재액화의 안정성 및 효율성이 더욱 향상된다.

종래기술에서 기술한 바와 같이, 압축된 증발가스는 온도도 함께 상승한다. LNG 저장탱크(1)에서 배출되는 증발가스는 압력이 대략 1.06기압 정도이며 온도가 대략 -100℃ 정도인데, 예압기(132)를 거친 후 압력이 대략 1.25기압 정도이며 온도가 대략 -90℃ 정도이고, 압축부(30)를 거친 후 압력이 대략 4.67기압 정도이며 온도가 대략 41℃ 정도로 된다. 이러한 압력과 기압은 LNG 저장탱크(1) 및 증발가스 배출라인(L1)의 단열정도와 예압기, 압축기 및 중간냉각기의 성능에 따라 가변적임을 알 수 있을 것이다.

예냉용 열교환기(140)는 압축부(30)와 예압기(132) 사이의 증발가스 배출라인(L1)에 설치된 것으로서, 압축부(30)에서 압축되어 온도가 상승된 증발가스의 온도를 낮추기 위한 것이며, 이를 통해 재액화해야 하는 전체적인 부하 및 냉동 시스템의 부하를 낮출 수 있다.

압축 증발가스 복귀라인(L4)은 압축부(30)의 출력단에서부터 예냉용 열교환기(140)까지 연결된 것으로서, 압축부(30)에서 압축된 고온 고압의 증발가스(41℃, 4.67기압)가 LNG 저장탱크(1)에서 발생하여서 예압기(32)를 거친 저온 저압(-90℃, 1.25기압)의 증발가스와 열교환하도록 한다.

압축부에서 압축되기 전후의 증발가스의 압력 및 온도와 예냉 수단에 의해 예냉된 후의 증발가스의 압력 및 온도는, 한국 특허등록 제 0356764호, 한국 특허공개 제 2001-88406호, 한국 특허공개 제 2001-60256호, 한국 특허공개 제 2005-94798호, 한국 특허공개 제 2005-94799호 및 국제특허 공개공보 제 WO2001-47761호에 각각 기재되어 있다.

본 발명에 따른 증발가스 재액화 장치에 따른 압축 및 예냉 전후의 증발가스의 압력 및 온도를 예시적으로 설명하면 다음과 같다. 이하에서 기재하는 온도, 압력은 하나의 예를 도시하는 것으로 본 발명은 이들의 수치로 한정되는 것은 아니다.

압축부(30)의 출력단에서 나오는 약 41℃ 정도의 온도의 증발가스는, 압축 증발가스 복귀라인(L4)을 통해 예냉용 열교환기(140)로 이송되어서, 예냉용 열교환기(140)에서 LNG 저장탱크(1)로부터 배출되어 예압기(132)를 거친 약 -90℃ 정도의 온도의 예압된 증발가스와 열교환하여 약 -85℃ 정도의 온도로 낮추어져서 액화용 열교환기(11)로 이송된다. 이와 동시에, LNG 저장탱크(1)로부터 예압기(132)를 거쳐 압축부(30)로 공급되는 증발가스는 약 38℃ 정도의 온도로 높아진다.

이렇게 LNG 저장탱크(1)에서 배출되는 저온의 증발가스를 이용하여 압축부(30)에서 압축된 고온의 증발가스의 온도를 적정 온도로 낮추어서 액화용 열교환기(11)로 유입하게 되면, 증발가스 재액화 장치의 전체적인 부하 및 냉동 시스템의 부하를 증가시키지 않으면서도 예냉된 증발가스를 액화용 열교환기(11)로 이송할 수 있게 된다.

삭제

도시하지는 않았지만, 증발가스 배출라인(L1), 재액화 증발가스 복귀라인(L2) 및 압축 증발가스 복귀라인(L4)의 도중에는 이송 펌프가 설치됨을 알 수 있을 것이다.

이상과 같은 증발가스 재액화 장치를 이용하여 증발가스를 재액화하는 방법을 설명하면 다음과 같다. 증발가스 재액화 방법은 예압 단계와, 압축 단계와, 냉각 단계를 포함한다.

예압 단계에서는 LNG 저장탱크(1)에서 발생하는 저압 저온의 증발가스를 예압기(132)에 의해 압축한다.

압축 단계에서는 예압 단계에서 예압된 증발가스를 압축하는데, 2개의 압축부용 압축기(31)와 2개의 압축부용 중간냉각기(133)에 의해 LNG 저장탱크(1)에서 발생된 증발가스를 반복하여 압축 및 냉각한다.

또한, 냉각 단계에서는 압축 단계에서 압축된 고압 고온의 증발가스를 LNG 저장탱크(1)에서 배출되는 저압 저온의 증발가스와 열교환시켜서 냉각시킨다.

그리고, 냉각 단계 다음에는 증발가스를 응축시켜서 LNG 저장탱크(1)로 복귀시킨다.

이상에서는 본 발명이 특정 실시예를 중심으로 하여 설명되었지만, 본 발명의 취지 및 첨부된 특허청구범위 내에서 다양한 변형, 변경 또는 수정이 당해 기술분야에서 있을 수 있으며, 따라서, 전술한 설명 및 도면은 본 발명의 기술사상을 한정하는 것이 아닌 본 발명을 예시하는 것으로 해석되어야 한다.

발명의 효과

전술한 바와 같이, 본 발명에 의하면, 고온 고압의 압축된 증발가스를 응축하기에 앞서 예냉함에 있어서 증발가스 재액화 장치의 전체적인 부하 및 냉동 시스템의 부하를 증가시키지 않으면서도 증발가스를 냉각시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 종래기술에 따른 증발가스 재액화 장치의 개략도이다.

도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 증발가스 재액화 장치의 개략도이다.

< 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 >

1 : LNG 저장탱크 10 : 쿨드 박스

20 : 냉동 시스템 30 : 압축부

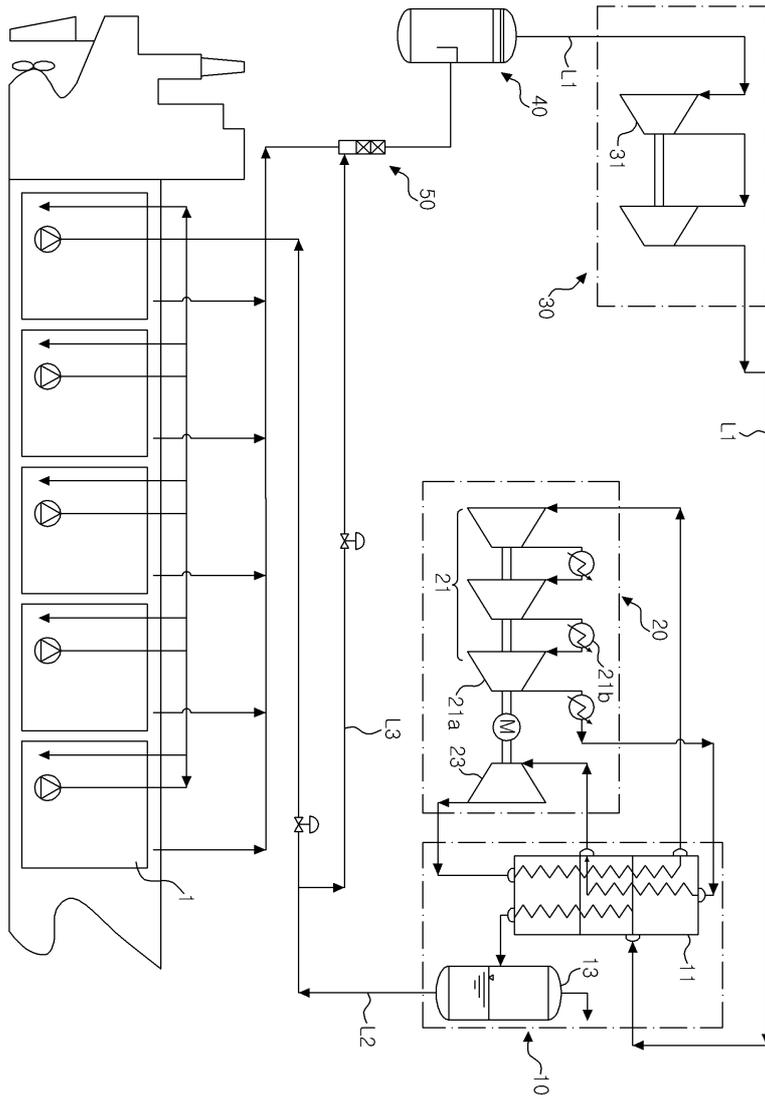
132 : 예압기 140 : 예냉용 열교환기

L1 : 증발가스 배출라인 L2 : 재액화 증발가스 복귀라인

L4 : 압축 증발가스 복귀라인

도면

도면1



도면2

