



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년03월16일
(11) 등록번호 10-2229074
(24) 등록일자 2021년03월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F25J 1/00 (2006.01) F25J 1/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F25J 1/004 (2013.01)
F25J 1/0022 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0052967
(22) 출원일자 2019년05월07일
심사청구일자 2019년05월07일
(65) 공개번호 10-2019-0129728
(43) 공개일자 2019년11월20일
(30) 우선권주장
15/977,535 2018년05월11일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20100287984 A1
EP02857782 A1
US20100206542 A1
KR1020160126909 A

(73) 특허권자
에어 프로덕츠 앤드 케미칼스, 인코오포레이티드
미합중국 펜실베니아주 18195-1501 알렌타운시 해
밀턴 블라바야드 7201
(72) 발명자
첸 페이
미국 뉴저지주 08889 화이트하우스 스테이션 보우
레이 피엘 5
오트 크리스토퍼 마이클
미국 펜실베니아주 18062 맥킨지 채블리스 드라이
브 2273
(74) 대리인
(뒷면에 계속)
김태홍, 김진희

전체 청구항 수 : 총 15 항

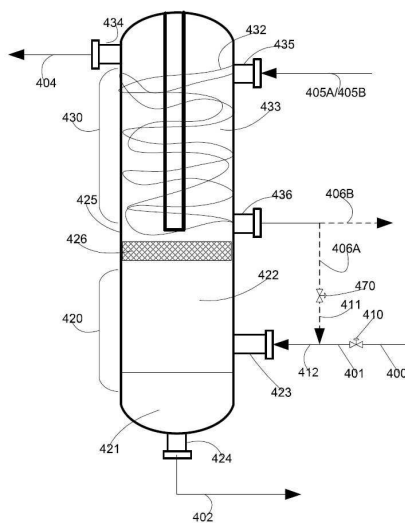
심사관 : 서대중

(54) 발명의 명칭 모듈화된 LNG 분리 장치 및 플래시 가스 열 교환기

(57) 요약

본원은 액화 천연 가스(LNG) 제품을 제조하기 위해 천연 가스의 액화를 위한 방법 및 시스템이 개시된다. 본 방법 및 시스템은 LNG 제품을 제조하기 위해 LNG로부터 플래시 가스를 분리하고 플래시 가스로부터 냉동력을 회수하기 위한 장치를 사용한다. 장치는 코일 권취 열교환기를 포함하는 열교환 구역과 분리 구역을 덮는 셸 케이싱을 포함한다. 열교환 구역은 분리 구역 위에 있고 유체 연통한다. 플래시 가스는 분리 구역에서 LNG 제품으로부터 분리되고, 분리된 플래시 가스로부터 냉동력이 회수되는 열교환 구역 내로 분리 구역으로부터 상향으로 유동한다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

F25J 1/0267 (2013.01)

F25J 2210/60 (2013.01)

F25J 2215/04 (2013.01)

F25J 2270/08 (2013.01)

(72) 발명자

웨이스트 앤마리 오트

미국 펜실베니아주 18062 맥컨지 밀러 드라이브
5235

로버츠 마크 줄리안

미국 펜실베니아주 19529 캠프턴 카나리스 드라이브
8866

명세서

청구범위

청구항 1

액화 천연 가스(LNG) 제품을 제조하기 위해 LNG 스트림으로부터 플래시 가스를 분리하고 분리된 플래시 가스로부터 냉동력을 회수하기 위한 장치로서,

상기 장치는 열교환 구역과 분리 구역을 덮는 셸 케이싱을 포함하고, 상기 열교환 구역은 상기 분리 구역 위에 위치되어 연통하고, 상기 분리 구역은 상기 LNG 제품으로부터 상기 플래시 가스를 분리하도록 구성되고, 상기 열교환 구역은 상기 분리된 플래시 가스로부터 냉동력을 회수하도록 구성되며;

상기 열교환 구역은 상기 열교환 구역의 튜브측과 셸측을 한정하는 적어도 하나의 코일 권취 튜브 번들을 포함하고, 상기 튜브측은 제1 유체 스트림을 냉각 및/또는 액화하기 위해 상기 열교환 구역을 통과하는 하나 이상의 통로를 한정하고, 상기 셸측은 분리된 플래시 가스를 가온하기 위해 상기 열교환 구역을 통과하는 통로를 한정하며;

상기 분리 구역은, 상기 분리 구역에서 상기 LNG 제품으로부터 분리된 상기 플래시 가스가 상기 분리 구역으로부터 상향으로 상기 열교환 구역의 상기 셸측 내로 유동하여 이를 통과하고,

상기 셸 케이싱은,

냉각 및/또는 액화될 상기 제1 유체 스트림을 도입하기 위해 상기 열교환 구역의 상기 튜브측과 유체 연통하는 제1 입구와,

제1 냉각 및/또는 액화된 유체 스트림을 인출하기 위해 상기 열교환 구역의 상기 튜브측과 유체 연통하는 제1 출구와,

가온된 플래시 가스 스트림을 인출하기 위해 상기 열교환 구역의 상기 셸측과 유체 연통하는 제2 출구와,

분리된 플래시 가스를 함유하는 LNG 스트림을 도입하기 위해 상기 분리 구역과 유체 연통하는 제2 입구와,

LNG 제품 스트림을 인출하기 위해 상기 분리 구역과 유체 연통하는 제3 출구를 포함하는, 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 열교환 구역과 상기 분리 구역 사이에 위치되는 미스트 제거기를 더 포함하는, 장치.

청구항 3

청구항 1에 있어서, 상기 열교환 구역을 덮는 상기 셸 케이싱의 섹션과 상기 분리 구역을 덮는 상기 셸 케이싱의 섹션이 동일한 직경을 갖는, 장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서, 상기 열교환 구역을 덮는 상기 셸 케이싱의 섹션이 상기 열교환 구역을 덮는 상기 셸 케이싱의 섹션보다 큰 직경을 갖는, 장치.

청구항 5

청구항 1에 있어서, 상기 분리 구역은 하향으로 유동하는 유체가 상향으로 상승하는 증기와 접촉하게 하는 하나 이상의 물질 전달 장치를 포함하고, 상기 제2 입구는 하나 이상의 상기 물질 전달 장치 위에 위치되는, 장치.

청구항 6

청구항 1에 있어서, 상기 장치는 상기 분리 구역을 통과하여 상향으로 유동하는 증기를 제조하도록 상기 분리

구역의 저부 단부로부터 상기 LNG의 일부를 리보일링하기 위한 리보일러 열교환기를 더 포함하는, 장치.

청구항 7

청구항 1에 있어서, 상기 분리 구역은 LNG의 수집을 위한 수거 구역 및 상기 수거 구역의 위이고 상기 플래시 가스의 수집을 위한 상기 열교환 구역의 아래인 헤드 공간 구역을 한정하는 상기 셸 케이싱의 빈 섹션인, 장치.

청구항 8

청구항 1에 있어서, 상기 열교환 구역은 제2 코일 권취 튜브 번들 위에 위치한 제1 코일 권취 튜브 번들을 포함하고, 상기 제1 및 제2 코일 권취 튜브 번들들은 상기 열교환 구역의 튜브측과 셸측을 한정하고, 상기 튜브측은 제1 유체 스트림을 냉각 및/또는 액화하기 위해 상기 열교환 구역을 통과하는 하나 이상의 통로를 한정하고, 상기 셸측은 분리된 플래시 가스를 가온하기 위해 상기 열교환 구역을 통과하는 통로를 한정하고,

상기 제1 튜브 번들에 의해 한정되는 상기 튜브측은 상기 제1 입구와 유체 연통하고, 상기 제1 유체 스트림을 냉각 및/또는 액화하기 위한 적어도 하나의 통로를 한정하고,

상기 셸 케이싱은 상기 제1 튜브 번들로부터 상기 제1 유체 스트림의 냉각 및/또는 액화된 부분을 인출하기 위해 상기 제1 튜브 번들의 상기 튜브측과 유체 연통하는 제4 출구를 갖고,

상기 제2 튜브 번들에 의해 한정된 튜브측은 상기 제1 튜브 번들의 상기 튜브측 및 상기 제1 출구와 유체 연통하고, 상기 제1 튜브 번들로부터 상기 제1 유체 스트림의 다른 부분을 추가적으로 냉각 및/또는 액화하기 위한 적어도 하나의 통로를 한정하는, 장치.

청구항 9

청구항 1에 있어서, 상기 셸 케이싱은, 상기 열교환 구역의 상기 셸측과 유체 연통하고, 상기 제2 출구 아래에 위치되며, 상기 제2 출구로부터 인출된 가온된 상기 플래시 가스 스트림보다 낮은 온도에서 부분적으로 가온된 상기 플래시 가스 스트림을 인출하기 위한, 제4 출구를 갖는, 장치.

청구항 10

액화 천연 가스(LNG)를 제조하고 상기 플래시 가스로부터 냉동력을 회수하기 위한 시스템이며, 상기 시스템은,

LNG 스트림을 제조하도록 천연 가스 공급 스트림을 냉각 및 액화하기 위한 주 극저온 열교환기(MCHE)와,

주 냉매를 순환시키고 천연 가스 스트림을 액화하기 위한 냉동 능력을 제공하기 위해 MCHE를 통해 냉매의 하나 이상의 냉각 스트림 - 상기 냉매의 상기 하나 이상의 냉각 스트림은 상기 천연 가스 스트림과의 간접 열교환을 통해 상기 MCHE에서 가온됨 - 을 통과시키기 위해 상기 MCHE와 유체 연통하는 냉동 회로와,

감소된 압력의 LNG 스트림을 형성하기 위해 상기 LNG 스트림의 전부 또는 일부의 압력을 감소시키기 위해 상기 MCHE와 유체 연통하는 제1 압력 감소 장치와,

청구항 1에 따른 장치로서, 상기 압력이 감소된 LNG 스트림으로부터 플래시 가스를 분리하고, LNG 제품 스트림과 가온된 플래시 가스 스트림을 제조하기 위해 분리된 플래시 가스로부터 냉동력을 회수하기 위해 상기 제1 압력 감소 장치와 유체 연통하는 장치를 포함하는, 시스템.

청구항 11

청구항 10에 있어서, 상기 제1 유체 스트림은 보조 LNG 스트림을 제조하기 위해 상기 열교환 구역에서 냉각되고 액화되는 보조 천연 가스 공급 스트림이고, 상기 시스템은 보조 LNG 시스템의 압력을 감소시키도록 구성되고, 청구항 1에 따른 장치는 또한, 감소된 압력의 보조 LNG 스트림을 수용하고, 상기 감소된 압력의 보조 LNG 스트림으로부터 플래시 가스를 분리하고, 상기 분리된 플래시 가스로부터 냉동력을 회수하도록 구성되는, 시스템.

청구항 12

청구항 10에 있어서, 상기 냉동 회로는 청구항 1에 따른 장치와 유체 연통하고, 상기 제1 유체 스트림은 냉각 및/또는 액화 냉매의 스트림을 제공하기 위해 상기 열교환 구역에서 냉각 및/또는 액화되는 가스상 냉매의 스트림이고, 상기 냉동 회로는 상기 장치의 상기 제1 입구 내로 가스상 냉매의 상기 스트림을 도입하고, 상기 장치의 제1 출구로부터 냉각 및/또는 액화 냉매의 상기 스트림을 인출하고, 상기 MCHE를 통해 냉각 및/또는 액화 냉

매의 상기 스트림을 통과시키도록 구성되는, 시스템.

청구항 13

액화 천연 가스(LNG) 제품을 제조하는 방법이며, 상기 방법은 청구항 10의 시스템에 채용되며, 상기 방법은,

- (a) LNG 스트림을 제조하도록 상기 MCHE 내로 천연 가스 공급 스트림을 통과시켜 상기 천연 가스 공급 스트림을 냉각 및 액화하는 단계,
- (b) 상기 MCHE로부터 상기 LNG 스트림을 인출하고, 감소된 압력의 LNG 스트림을 형성하도록 상기 LNG 스트림의 전체 또는 일부의 압력을 감소시키는 단계,
- (c) 상기 장치의 상기 분리 구역 내로 상기 감소된 압력의 LNG 스트림을 도입하고, 상기 LNG 제품 스트림을 제조하도록 상기 감소된 압력의 LNG 스트림으로부터 플래시 가스를 분리하는 단계,
- (d) 가온된 플래시 가스 스트림을 제조하도록 상기 장치의 상기 열교환 구역에서 상기 분리된 플래시 가스로부터 냉동력을 회수하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 14

청구항 13에 있어서, 상기 제1 유체 스트림은 보조 천연 가스 공급 스트림이고, 상기 단계 (d)는 보조 LNG 스트림을 제조하도록 상기 열교환 구역에서 상기 보조 천연 가스 공급 스트림을 냉각 및 액화하는 단계를 포함하고, 상기 방법은, 감소된 압력의 보조 LNG 스트림으로부터 플래시 가스를 분리하고 상기 감소된 압력의 보조 LNG 스트림으로부터 분리된 플래시 가스로부터의 냉동력을 회수하기 위해, 보조 LNG 스트림의 압력을 감소시키는 단계와 상기 장치의 상기 분리 구역으로 감소된 압력의 보조 LNG 스트림을 도입하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 15

청구항 13에 있어서, 상기 제1 유체 스트림은 냉매의 스트림이고, 상기 단계 (d)는 냉각 및/또는 액화 냉매의 스트림을 제공하기 위해 상기 장치의 상기 열교환 구역 내의 냉매의 상기 스트림을 냉각 및/또는 액화하는 단계를 포함하고, 상기 방법은 또한, 상기 장치로부터 냉각 및/또는 액화된 냉매의 상기 스트림을 인출하는 단계와, 상기 MCHE를 통해 냉각 및/또는 액화된 냉매의 상기 스트림을 통과시키는 단계를 포함하는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 액화 천연 가스(LNG) 제품의 제조를 위한 방법 및 시스템에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본 발명은 LNG 제품을 제조하기 위해 LNG 스트림으로부터 플래시 가스를 분리하고, 플래시 가스로부터 냉동력을 회수하기 위한 장치에 관한 것이다. 본 발명은 또한 상기 장치에서 활용하는 LNG 제품을 제조하기 위한 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 천연 가스의 액화는 중요한 산업상의 프로세스이다. LNG에 대한 전세계 제조 능력은 연간 3억톤(300 MTPA; 300 million tonnes per annum)을 초과한다. 천연 가스를 냉각하고, 액화하고, 부수적으로 과냉각(subcooling)하기 위한 다수의 액화 시스템이 해당 기술 분야에 공지되어 있다.

[0003] 통상의 액화 시스템에서, 제1 천연 가스 공급 스트림은 제1 LNG 스트림을 제조하기 위해 하나 이상의 냉매와의 간접 열교환을 통해 주 극저온 열교환기(MCHE)에서 예비 냉각되고, 액화되고, 선택적으로 과냉각된다. 제1 LNG 스트림은 제1 플래시 처리된(flashed) LNG 스트림을 제조하기 위해 제1 LNG 스트림을 플래시 처리함으로써 추가로 처리될 수 있고, 이어서 플래시 가스로부터 LNG 제품을 분리하기 위해 기액 분리기(플래시 드럼)로 보내어질 수 있다.

[0004] 분리된 플래시 가스는 기액 분리기로부터 제거되고, 가온된(warmed) 플래시 가스 스트림을 제조하기 위해 플래시 가스 열교환기의 흡열부(cold side)에서 가온됨으로써, 플래시 가스로부터 냉동력을 회수하고 플래시 가스 열교환기에게 냉각 능력(cooling duty)을 제공한다. 가온된 플래시 가스 스트림은 이어서 압축되고, 냉각되고, 천연 가스 공급 스트림으로 재순환될 수 있다. (예를 들어, MCHE에서 마지막 액화 전에 제1 천연 가스 공급 스트림으로부터 분리된) 제2 천연 가스 공급 스트림은 플래시 가스 열교환기에서 냉각되어 액화될 수 있고, 플레

시 처리되고 제1 플래시 처리된 LNG 스트림과 결합될 수 있는 제2 LNG 스트림을 제조할 수 있다. 대안적으로, 다른 종류의 스트림은, MCHC용의 냉동 회로에 의해 순환되는 냉매의 스트림과 같이, 플래시 가스 열교환기의 흡열부(warm side)를 통과하여 냉각될 수 있다.

[0005] 종래 기술의 액화 시스템의 공통적인 특징은, 기액 분리기와 플래시 가스 열교환기가 배관에 의해 연결되는 개별 유닛이라는 점이다. 대략 연간 3백만톤의 LNG를 제조하는 통상적인 육상(land-based) LNG 플랜트에 대해서는, 전술한 바와 같은 기액 분리기와 플래시 가스 열교환기 배치를 위해 요구되는 플롯 공간은 대략 24" 내지 30"의 직경을 갖는 대략 100 내지 300 피트의 절연 배관을 갖고 대략 10 * 20 피트이다.

[0006] LNG 산업의 최근의 동향은 연근해(remote offshore) 가스전을 개발하는 것이고, 이는 플로팅 플랫폼에 천연 가스 액화 시스템을 건설하는 것을 요구할 수 있고, 이러한 응용에는 플로팅 LNG(FLNG) 응용예로서 해당 기술 분야에 공지되어 있다. 플로팅 플랫폼 상에 이러한 LNG 플랜트를 설계하고 동작하는 것은 다수의 도전에 직면한다. 주된 이슈 중 하나는 이러한 플로팅 플랫폼에서 활용 가능한 제한된 양의 공간이다. 통상적으로 FLNG 응용예용으로 활용 가능한 플롯 공간은 종래의 육상 LNG 플랜트의 대략 60%이다.

[0007] 이러한 산업의 다른 동향은 피크 셰이빙(peak shaving) 설비의 경우와 같은 소규모 액화 설비, 또는 단일 고용량 트레인 대신에 다수의 저용량 액화 트레인이 사용되는 모듈화 액화 설치의 개발이다.

[0008] 그 결과, FLNG 응용예, 피크 셰이빙 설비 및 종래의 육상 LNG 설비보다 활용가능한 점유공간(footprint)이 작은 다른 시나리오에 사용하는데 적합한 천연 가스의 액화 방법 및 시스템에 대한 해당 기술 분야에서의 증가된 요구가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본원에서는 LNG 제품의 제조를 위한 방법 및 시스템이 개시된다. 이러한 방법 및 시스템은 LNG 제품을 제조하기 위해 액화 천연 가스(LNG) 스트림으로부터 플래시 가스를 분리하고, 플래시 가스로부터 냉동력을 회수하기 위한 장치를 사용한다. 이러한 장치는 코일 권취 열교환기를 포함하는 열교환 구역 및 분리 구역을 덮는 셸 케이싱을 포함한다. 열교환 구역은 분리 구역 위에 위치하고 그와 유체 연통한다. 플래시 가스는 분리 구역에서 LNG 제품으로부터 분리되고, 분리 구역으로부터 분리된 플래시 가스로부터 냉동력이 회수되는 열교환 구역으로 상향으로 유동한다. 본 발명의 장치는 종래의 육상 LNG 설비용의 종래의 액화 시스템 및 방법보다 작은 점유공간을 갖는, 보다 소형이고 비용 효율적인 액화 시스템을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명에 따른 장치, 시스템 및 방법의 몇 가지 바람직한 양태가 이하에 서술된다.

[0011] 양태 1: 액화 천연 가스(LNG) 제품을 제조하기 위해 LNG 스트림으로부터 플래시 가스를 분리하고 분리된 플래시 가스로부터 냉동력을 회수하기 위한 장치이며, 상기 장치는 열교환 구역과 분리 구역을 덮는 셸 케이싱을 포함하고, 상기 열교환 구역은 상기 분리 구역 위에 위치되어 연통하고, 상기 분리 구역은 상기 LNG 제품으로부터 상기 플래시 가스를 분리하도록 구성되고, 상기 열교환 구역은 상기 분리된 플래시 가스로부터 냉동력을 회수하도록 구성되며;

[0012] 상기 열교환 구역은 상기 열교환 구역의 튜브측과 셸측을 한정하는 적어도 하나의 코일 권취 튜브 번들을 포함하고, 상기 튜브측은 제1 유체 스트림을 냉각 및/또는 액화하기 위해 상기 열교환 구역을 통과하는 하나 이상의 통로를 한정하고, 상기 셸측은 분리된 플래시 가스를 가온하기 위해 상기 열교환 구역을 통과하는 통로를 한정하며;

[0013] 상기 분리 구역은, 상기 분리 구역에서 상기 LNG 제품으로부터 분리된 상기 플래시 가스가 상기 분리 구역으로부터 상향으로 상기 열교환 구역의 상기 셸측내로 이를 통과하여 유동하고,

[0014] 상기 셸 케이싱은,

[0015] 냉각 및/또는 액화될 상기 제1 유체 스트림을 도입하기 위해 상기 열교환 구역의 상기 튜브측과 유체 연통하는 제1 입구와,

[0016] 제1 냉각 및/또는 액화된 유체 스트림을 인출하기 위해 상기 열교환 구역의 상기 튜브측과 유체 연통하

는 제1 출구와,

- [0017] 가온된 플래시 가스 스트림을 인출하기 위해 상기 열교환 구역의 상기 셸측과 유체 연통하는 제2 출구와,
- [0018] 분리될 플래시 가스를 함유하는 LNG 스트림을 도입하기 위해 상기 분리 구역과 유체 연통하는 제2 입구와,
- [0019] LNG 제품 스트림을 인출하기 위해 상기 분리 구역과 유체 연통하는 제3 출구를 포함하는, 장치.
- [0020] 양태 2: 양태 1에 있어서, 상기 열교환 구역과 상기 분리 구역 사이에 위치되는 미스트 제거기를 더 포함하는, 장치.
- [0021] 양태 3: 양태 1 또는 2에 있어서, 상기 열교환 구역을 덮는 상기 셸 케이싱의 상기 섹션과 상기 분리 구역을 덮는 상기 셸 케이싱의 상기 섹션은 실질적으로 동일한 직경을 갖는, 장치.
- [0022] 양태 4: 양태 1 또는 2에 있어서, 상기 열교환 구역을 덮는 상기 셸 케이싱의 상기 섹션은 상기 열교환 구역을 덮는 상기 셸 케이싱의 상기 섹션보다 큰 직경을 갖는, 장치.
- [0023] 양태 5: 전술한 어느 양태에 있어서, 상기 분리 구역은 하향으로 유동하는 유체가 상향으로 상승하는 증기와 접촉하게 하는 하나 이상의 물질 전달 장치를 포함하고, 상기 제2 입구는 하나 이상의 상기 물질 전달 장치 위에 위치되는, 장치.
- [0024] 양태 6: 전술한 어느 양태에 있어서, 상기 장치는 상기 분리 구역을 통과하여 상향으로 유동하는 증기를 제조하도록 상기 분리 구역의 저부 단부로부터 상기 LNG의 일부를 리보일링하기 위한 리보일러 열교환기를 더 포함하는, 장치.
- [0025] 양태 7: 양태 1 내지 4 중 어느 한 양태에 있어서, 상기 분리 구역은 LNG의 수집을 위한 수거 구역 및 상기 수거 구역의 위이고 상기 플래시 가스의 수집을 위한 상기 열교환 구역의 아래인 헤드 공간 구역을 한정하는 상기 셸 케이싱의 빈 섹션인, 장치.
- [0026] 양태 8: 전술한 어느 양태에 있어서, 상기 열교환 구역은 제2 코일 권취 튜브 번들 위에 위치한 제1 코일 권취 튜브 번들을 포함하고, 상기 번들은 상기 열교환 구역의 튜브측과 셸측을 한정하고, 상기 튜브측은 제1 유체 스트림을 냉각 및/또는 액화하기 위해 상기 열교환 구역을 통과하는 하나 이상의 통로를 한정하고, 상기 셸측은 분리된 플래시 가스를 가온하기 위해 상기 열교환 구역을 통과하는 통로를 한정하고,
- [0027] 상기 제1 튜브 번들에 의해 한정되는 상기 튜브측은 상기 제1 입구와 유체 연통하고, 상기 제1 유체 스트림을 냉각 및/또는 액화하기 위한 적어도 하나의 통로를 한정하고,
- [0028] 상기 셸 케이싱은 상기 제1 튜브 번들로부터 상기 제1 유체 스트림의 냉각 및/또는 액화된 부분을 인출하기 위해 상기 제1 튜브 번들의 상기 튜브측과 유체 연통하는 제4 출구를 갖고,
- [0029] 상기 제2 튜브 번들에 의해 한정된 튜브측은 상기 제1 튜브 번들의 상기 튜브측 및 상기 제1 출구와 유체 연통하고, 상기 제1 튜브 번들로부터 상기 제1 유체 스트림의 다른 부분을 추가적으로 냉각 및/또는 액화하기 위한 적어도 하나의 통로를 한정하는, 장치.
- [0030] 양태 9: 양태 1 내지 7 중 어느 한 양태에 있어서, 상기 셸 케이싱은, 상기 열교환 구역의 상기 셸측과 유체 연통하고, 상기 제2 출구 아래에 위치되며, 상기 제2 출구로부터 인출된 가온된 상기 플래시 가스 스트림보다 낮은 온도에서 부분적으로 가온된 상기 플래시 가스 스트림을 인출하기 위한, 제4 출구를 갖는, 장치.
- [0031] 양태 10: 액화 천연 가스(LNG)를 제조하고 상기 플래시 가스로부터 냉동력을 회수하기 위한 시스템이며, 상기 시스템은,
- [0032] LNG 스트림을 제조하도록 천연 가스 공급 스트림을 냉각 및 액화하기 위한 주 극저온 열교환기(MCHE)와,
- [0033] 주 냉매를 순환시키고 천연 가스 스트림을 액화하기 위한 냉동 능력을 제공하기 위해 MCHE를 통해 냉매의 하나 이상의 냉각 스트림 - 상기 냉매의 상기 하나 이상의 냉각 스트림은 상기 천연 가스 스트림과의 간접 열교환을 통해 상기 MCHE에서 가온됨 - 을 통과시키기 위해 상기 MCHE와 유체 연통하는 냉동 회로와,
- [0034] 감소된 압력의 LNG 스트림을 형성하기 위해 상기 LNG 스트림의 전부 또는 일부의 압력을 감소시키기 위해 상기 MCHE와 유체 연통하는 제1 압력 감소 장치와,

- [0035] 양태 1 내지 9 중 어느 한 양태에 따른 장치로서, 상기 압력이 감소된 LNG 스트림으로부터 플래시 가스를 분리하고, LNG 제품 스트림과 가온된 플래시 가스 스트림을 제조하기 위해 분리된 플래시 가스로부터 냉동력을 회수하기 위해 상기 제1 압력 감소 장치와 유체 연통하는 장치를 포함하는, 시스템.
- [0036] 양태 11: 양태 10에 있어서, 상기 제1 유체 스트림은 보조 LNG 스트림을 제조하기 위해 상기 열교환 구역에서 냉각되고 액화되는 보조 천연 가스 공급 스트림이고, 상기 시스템은 보조 LNG 시스템의 압력을 감소시키도록 구성되고, 양태 1 내지 9 중 어느 한 양태에 따른 장치는 또한, 감소된 압력의 보조 LNG 스트림을 수용하고, 상기 감소된 압력의 보조 LNG 스트림으로부터 플래시 가스를 분리하고, 상기 분리된 플래시 가스로부터 냉동력을 회수하도록 구성되는, 시스템.
- [0037] 양태 12: 양태 10에 있어서, 상기 냉동 회로는 양태 1 내지 9 중 어느 한 양태에 따른 장치와 유체 연통하고, 상기 제1 유체 스트림은 냉각 및/또는 액화 냉매의 스트림을 제공하기 위해 상기 열교환 구역에서 냉각 및/또는 액화되는 가스상 냉매의 스트림이고, 상기 냉동 회로는 상기 장치의 상기 제1 입구 내로 가스상 냉매의 상기 스트림을 도입하고, 상기 장치의 제1 출구로부터 냉각 및/또는 액화 냉매의 상기 스트림을 인출하고, 상기 MCHE를 통해 냉각 및/또는 액화 냉매의 상기 스트림을 통과시키도록 구성되는, 시스템.
- [0038] 양태 13: 액화 천연 가스(LNG) 제품을 제조하는 방법이며, 상기 방법은 양태 10의 시스템에 채용되며, 상기 방법은,
- [0039] (a) LNG 스트림을 제조하도록 상기 MCHE 내로 천연 가스 공급 스트림을 통과시켜 상기 천연 가스 공급 스트림을 냉각 및 액화하는 단계,
- [0040] (b) 상기 MCHE로부터 상기 LNG 스트림을 인출하고, 감소된 압력의 LNG 스트림을 형성하도록 상기 LNG 스트림의 전체 또는 일부의 압력을 감소시키는 단계,
- [0041] (c) 상기 장치의 상기 분리 구역 내로 상기 감소된 압력의 LNG 스트림을 도입하고, 상기 LNG 제품 스트림을 제조하도록 상기 감소된 압력의 LNG 스트림으로부터 플래시 가스를 분리하는 단계,
- [0042] (d) 가온된 플래시 가스 스트림을 제조하도록 상기 장치의 상기 열교환 구역에서 상기 분리된 플래시 가스로부터 냉동력을 회수하는 단계를 포함하는, 방법.
- [0043] 양태 14: 양태 13에 있어서, 상기 제1 유체 스트림은 보조 천연 가스 공급 스트림이고, 상기 단계 (d)는 보조 LNG 스트림을 제조하도록 상기 열교환 구역에서 상기 보조 천연 가스 공급 스트림을 냉각 및 액화하는 단계를 포함하고, 상기 방법은, 상기 감소된 압력의 보조 LNG 스트림으로부터 플래시 가스를 분리하고 상기 감소된 압력의 보조 LNG 스트림으로부터 상기 분리된 플래시 가스로부터의 냉동력을 회수하기 위해, 보조 LNG 스트림의 압력을 감소시키는 단계와 상기 장치의 상기 분리 구역으로 감소된 압력의 보조 LNG 스트림을 도입하는 단계를 더 포함하는, 방법.
- [0044] 양태 15: 양태 13에 있어서, 상기 제1 유체 스트림은 냉매의 스트림이고, 상기 단계 (d)는 냉각 및/또는 액화 냉매의 스트림을 제공하기 위해 상기 장치의 상기 열교환 구역 내의 냉매의 상기 스트림을 냉각 및/또는 액화하는 단계를 포함하고, 상기 방법은 또한, 상기 장치로부터 냉각 및/또는 액화된 냉매의 상기 스트림을 인출하는 단계와, 상기 MCHE를 통해 냉각 및/또는 액화된 냉매의 상기 스트림을 통과시키는 단계를 포함하는, 방법.

도면의 간단한 설명

- [0045] 도 1은 종래 기술에 따른 천연 가스 액화 방법 및 시스템을 도시하는 개략 흐름도.
- 도 2는 종래 기술에 따른 천연 가스 액화 방법 및 시스템을 도시하는 개략 흐름도.
- 도 3은 종래 기술에 따른 천연 가스 액화 방법 및 시스템을 도시하는 개략 흐름도.
- 도 4는 제1 실시예에 따른 액화 천연 가스(LNG) 스트림으로부터 플래시 가스를 분리하기 위한 장치를 도시하는 개략 흐름도.
- 도 5는 제2 실시예에 따른 액화 천연 가스(LNG) 스트림으로부터 플래시 가스를 분리하기 위한 장치를 도시하는 개략 흐름도.
- 도 6은 제3 실시예에 따른 액화 천연 가스(LNG) 스트림으로부터 플래시 가스를 분리하기 위한 장치를 도시하는 개략 흐름도.

도 7은 제4 실시예에 따른 액화 천연 가스(LNG) 스트림으로부터 플래시 가스를 분리하기 위한 장치를 도시하는 개략 흐름도.

도 8은 제5 실시예에 따른 액화 천연 가스(LNG) 스트림으로부터 플래시 가스를 분리하기 위한 장치를 도시하는 개략 흐름도.

도 9는 종래 기술에 따른 천연 가스 액화 방법 및 시스템을 도시하는 개략 흐름도.

도 10은 종래 기술에 따른 천연 가스 액화 방법 및 시스템을 도시하는 개략 흐름도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0046] 본원에서는 LNG 제품을 제조하기 위해 액화 천연 가스(LNG) 스트림으로부터 플래시 가스를 분리하고, 플래시 가스로부터 냉동력을 회수하기 위한 장치가 개시되고, 이러한 장치를 활용하는 LNG 제품의 제조를 위한 방법 및 시스템이 개시된다. 본 발명의 장치, 방법 및 시스템은 특히 플로팅 LNG(FLNG) 응용예, 피크 셰이빙 응용예, 모듈화 액화 설비, 소규모 설치 및/또는 플랜트용의 활용 가능한 점유 공간이 액화 시스템의 크기에 대한 제한이 있는 임의의 다른 응용예에 대해 특히 적합하며 매력적이다.
- [0047] 본원에서 사용되며 다르게 지시하지 않는 한, 관사 "a", "an"은 명세서 및 청구범위에 개시된 본 발명의 실시예의 임의의 특징부에 적용될 때 하나 이상을 의미한다. "a" 및 "an"의 사용은 이러한 제한이 특별히 언급되지 않는 한 하나의 특징부를 의미하는 것으로 한정되지 않는다. 하나 또는 복수의 명사 또는 명사구를 선행하는 관사 "the"는 특정하게 지정한 특징부 또는 특정하게 지정한 특징부들을 나타내며, 사용될 때 그 맥락에 따라 하나 또는 복수를 내포할 수 있다.
- [0048] 방법의 인용된 단계를 식별하기 위해 문자가 본원에서 사용되면(예를 들어, (a), (b) 및 (c)), 이들 문자는 방법 단계들을 참조하는 것을 돕도록 단독으로 사용되며, 이러한 순서가 특별하게 인용하는 경우에만, 그리고 그렇지 않으면 청구하는 단계들이 수행되는 특정 순서를 나타내도록 의도하지 않는다.
- [0049] 방법 또는 시스템의 인용된 특징부를 식별하게 위해 본원에서 사용되면, 용어 "제1", "제2" 및 "제3" 등은 해당 특징부들을 지칭하고 구별하는 것을 돕도록 단독으로 사용되며, 이러한 순서가 특별하게 인용되는 경우에만, 그리고 그렇지 않으면 특징부들의 임의의 특정 순서를 나타내도록 의도하지 않는다.
- [0050] 도면과 관련하여 명세서에서 도입된 도면부호는 다른 특징부들에 대한 맥락을 제공하기 위해 명세서에서 추가의 설명없이 하나 이상의 이하의 도면들에 대해 반복될 수 있다. 도면에서, 다른 실시예들과 유사한 요소들은 100의 값만큼 증가된 도면부호들로서 반복된다. 예를 들어, 도 1의 실시예와 연관된 기액 분리기(120)는 도 2의 실시예와 연관된 기액 분리기(220)에 대응한다. 이러한 요소들은 본원에서 달리 개시되거나 도시되지 않는 한 동일한 기능 및 특징부를 갖는 것으로 간주되어야 하고, 따라서 이러한 요소들의 설명은 다수의 실시예에 대해 반복되지 않을 수 있다.
- [0051] 본원에서 사용된 용어 "천연 가스" 및 "천연 가스 스트림"은 합성 및/또는 대체 천연 가스를 포함하는 가스 및 스트림도 포함한다. 천연 가스의 주요한 구성요소는 메탄(이는 통상 공급 스트림의 적어도 85몰%, 보다 빈번하게는 적어도 90몰%, 그리고 평균적으로 약 95몰%를 포함한다)이다. 천연 가스는 또한 작은 양의 에탄, 프로판, 부탄, 펜탄 등과 같은 비중이 높은 다른 탄화수소를 포함할 수 있다. 원료 천연 가스의 다른 통상적인 성분들은 질소, 헬륨, 수소, 이산화탄소 및/또는 다른 산성 가스 및 수은과 같은 하나 이상의 성분들을 포함할 수 있다. 그러나, 본 발명에 따라 처리되는 천연 가스 공급 스트림은, 필요에 따라 수분, 산성 가스, 수은 및/또는 고비중 탄화수소와 같은 임의의 (비교적) 높은 빙점 성분의 수준을 감소시키고, 천연 가스가 액화 및/또는 과냉각(subcool)되는 열교환기 섹션 또는 섹션들 내에서의 결빙 또는 다른 동작상의 문제를 방지하는데 필요한 만큼 이러한 수준을 낮추기 위해 필요한 경우 전처리를 거칠 수 있다.
- [0052] 본원에서 사용된 용어 "냉동 사이클"은 다른 유체에 냉매를 제공하기 위해 냉매를 순환시키는 일련의 단계를 지칭하고, 용어 "냉동 회로"는 냉매가 순환하고 냉동 사이클의 전술한 단계를 수행하는 일련의 연결된 장치들을 지칭한다. 통상적으로, 냉동 사이클은 압축된 냉매를 형성하기 위해 가온된 냉매의 하나 이상의 스트림을 압축하는 단계, 압축된 냉매의 냉각하는 단계, 원하는 냉동을 제공하기 위해 하나 이상의 열교환기 섹션 내에서 팽창된 냉각된 냉매의 하나 이상의 스트림을 형성하기 위해 냉각된 압축 냉매를 팽창시키는 단계를 포함할 수 있다. 압축은 하나 이상의 압축기/압축 스테이지에서 수행될 수 있다. 냉각은 하나 이상의 인터쿨러 및/또는 에프터쿨러 및/또는 팽창된 냉각된 냉매가 가온되는 하나 이상의 열교환기 섹션에서 수행될 수 있다. 팽창은 하

나 이상의 터보 팽창기 및/또는 J-T 밸브와 같은 임의의 적합한 형태의 압력 감소 장치에서 수행될 수 있다.

- [0053] 본원에서 사용된 용어 "혼합 냉매"는 달리 지시되지 않는 메탄과 한 하나 이상의 고비중 및/또는 저비중 성분을 포함하는 조성물을 지칭한다. 용어 "고비중 성분"은 메탄보다 낮은 휘발성(즉, 높은 비등점)을 갖는 혼합된 냉매의 성분을 지칭한다. 용어 "저비중 성분"은 메탄과 동일하거나 또는 높은 휘발성(즉, 동일하거나 낮은 비등점)을 갖는 성분을 지칭한다. 통상적인 고비중 성분은 에탄/에틸렌, 프로판, 부탄 및 펜탄을 포함하지만 이에 제한되지 않는 고비중 탄화수소를 포함한다. 추가 또는 대체 고비중 성분은 하이드로플루오로카본(HFCs)을 포함할 수 있다. 질소는 또한 종종 혼합된 냉매에 존재하고, 예시적인 추가의 가벼운 성분을 대체할 수 있다.
- [0054] 본원에서 사용된 용어 "열교환기 섹션"은 (냉매와 같은) 보다 냉각된 유체의 하나 이상의 스트림과 보다 가온된 유체의 하나 이상의 다른 스트림 사이에서 간접 열교환이 행해지는 유닛 또는 유닛의 일부를 지칭하며, 각각 열교환기 섹션을 통과함에 따라 보다 냉각되어 있는 유체의 스트림(들)은 가온되고, 보다 가온되어 있는 유체의 스트림(들)은 냉각된다.
- [0055] 본원에서 사용된 용어 "주 극저온 열교환기"는 주 천연 가스 공급 스트림이 액화되는 하나 이상의 열교환기 섹션을 포함하는 열교환기 유닛을 지칭한다.
- [0056] 본원에서 사용된 용어 "열교환 구역"은 두 개 이상의 유체의 스트림 사이에서 간접 열교환이 행해지는 구역을 지칭한다.
- [0057] 본원에서 사용된 용어 "분리 구역"은 기액 혼합물의 분리가 일어나는 구역을 지칭한다. 분리 구역은 LNG의 수집을 위한 셸 케이싱의 저부에서의 수거(ump) 구역과, 수거 구역 위이고 플래시 가스의 수집을 위한 열교환 구역의 아래의 헤드 공간 구역을 한정하는 장치의 셸 케이싱의 비어있는 저부 섹션일 수 있다. 대안적으로, 분리 구역은 하향으로 유동하는 유체와 상승하는 증기가 접촉하도록 하는 하나 이상의 물질 전달 장치를 포함할 수 있다. 하나 이상의 물질 전달 장치는 예를 들어, 랜덤 패킹, 구조화된 패킹 및/또는 하나 이상의 플레이트 또는 트레이와 같은 해당 기술 분야에 공지된 임의의 적합한 장치일 수 있다.
- [0058] 본원에서 사용된 용어 "간접 열교환"은 소정 형상의 물리적 장벽에 의해 서로 분리되어 있는 두 유체 사이의 열교환을 지칭한다.
- [0059] 본원에서 사용된 용어 "유체 연통"은 운반되는 액체, 증기 및/또는 2개의 상의 혼합물이 직접 또는 간접적으로 제어된 방식으로 (즉, 누출 없이) 성분들 사이에서 전달되도록 할 수 있는 두 개 이상의 성분들 사이의 연결 특성을 지칭한다. 서로 연통하는 두 개 이상의 구성요소들 사이의 커플링은 용접, 플랜지 도관, 개스킷, 및 볼트의 사용과 같은 해당 기술 분야에서 공지된 임의의 적절한 방법을 수반할 수 있다. 두 개 이상의 컴포넌트들은 또한 이들을 분리시킬 수 있는 시스템의 다른 구성요소, 예를 들어 밸브, 게이트 또는 직접 유체 유동을 선택적으로 제한할 수 있는 임의의 다른 장치들을 통해 함께 커플링될 수 있다.
- [0060] 본원에서 사용된 용어 "코일 권취 열교환기"는 셸 케이싱에 덮여진 하나 이상의 코일 권취 튜브 번들을 포함하며, 각각의 튜브 번들은 그 자신의 셸 케이싱을 가질 수 있거나, 두 개 이상의 튜브 번들이 공통 셸 케이싱을 공유할 수 있는 해당 기술 분야에서 공지된 종류의 열교환기를 지칭한다. 각각의 튜브 번들은 "코일 권취 열교환기 섹션"을 나타낼 수 있고, 번들의 튜브측은 통상 상기 섹션의 발열부(warm side)를 나타내며, 상기 섹션을 통과하는 하나 이상의 통로를 한정하고, 번들의 셸측은 상기 섹션의 흡열부(cold side)를 나타내고 상기 섹션을 통과하는 하나의 통로를 한정한다.
- [0061] 용어 "번들", "튜브 번들" 및 "코일 권취 튜브 번들"은 이러한 응용에 내에서 교환 가능하게 사용되며, 동의어로 의도된다.
- [0062] 본원에서 사용된 용어 "발열측"은, 하나 이상의 유체 스트림이 열교환기 섹션의 흡열측을 통해 유동하는 유체와의 간접 열교환에 의해 냉각되는 열교환기의 측을 지칭하는 열교환기의 일부를 지칭하기 위해 사용된다. 발열측은 유체의 하나의 스트림을 수용하기 위한 열교환기 섹션을 통과하는 단일 통로, 또는 열교환기 섹션을 통과할 때 서로 분리되어 유지되는 동일하거나 다른 유체들의 다수의 스트림들을 수용하기 위한 열교환기 섹션을 통과하는 하나 이상의 통로를 한정한다.
- [0063] 본원에서 사용된 용어 "흡열측"은, 열교환기 섹션의 발열측을 통해 유동하는 유체와의 간접 열교환에 의해 가온되는, 하나 이상의 유체 스트림이 유동하는 열교환기의 측을 지칭하는 열교환기 섹션의 일부를 지칭하기 위해 사용된다. 흡열측은 유체의 하나의 스트림을 수용하기 위한 하나의 통로, 또는 열교환기 섹션을 통과할 때 서로 분리되어 유지되는 다수의 유체 스트림을 수용하기 위한 하나 이상의 통로를 포함할 수 있다.

- [0064] 본원에서 사용된 용어 "플래시 처리(flashing)"(또한 해당 기술 분야에서 "플래시 증발"로도 지칭됨)은 스트림을 부분적으로 기화시키도록 액체 또는 2상 스트림(즉, 가스-액체)의 압력을 감소시켜서, 압력과 온도가 감소된 2상 스트림인 "플래시 처리된" 스트림을 제조하는 처리를 지칭한다. 증기(즉, 가스)는 "플래시 가스"로서 본원에서 지칭되는 플래시 처리된 스트림에서 존재한다. 액체 또는 2상 스트림은 예를 들어, J-T 밸브 또는 유압 터빈(또는 다른 작업 팽창 장치)와 같은, 압력을 감소시켜서 스트림을 부분적으로 기화시키는데 적합한 임의의 압력 감소 장치를 통해 스트림을 통과시킴으로써 플래시 처리된다.
- [0065] 본원에서 사용된 용어 "J-T 밸브" 또는 "줄-튐슨 밸브"는 스로틀링되는 유체가 통과하여 줄-튐슨 팽창을 통해 유체의 압력과 온도를 낮추는 밸브를 지칭한다.
- [0066] 본원에서 사용되는 용어 "기액 분리기"는 스트림을 이를 구성하는 증기 및 액체상으로 분리하기 위해 2상의 스트림이 도입되어, 증기 상이 수집되어 용기의 상부로부터 인출될 수 있고 액체 상이 수집되어 용기의 저부로부터 인출될 수 있는 플래시 드럼 또는 녹아웃 드럼(knock-out drum)과 같은, 그러나 이에 제한되지 않는 용기를 지칭한다. 용기의 상부에서 수집되는 증기는 또한 "오버헤드" 또는 "증기 오버헤드"로서 본원에서 지칭되고, 용기의 저부에서 수집되는 액체는 또한 "저부" 또는 "저부 액체"로서 본원에서 지칭된다. J-T 밸브가 액체 또는 2상 스트림을 플래시 처리하기 위해 사용되고 기액 분리기(예를 들어, 플래시 드럼)가 얻어진 플래시 가스와 액체를 분리하기 위해 사용되면, 밸브 및 분리기는 예를 들어 액체 또는 2상 스트림이 도입되는 분리기의 입구에 밸브가 위치되는 것과 같이 단일의 장치로 결합될 수 있다.
- [0067] 본원에서 사용된 용어 "미스트 제거기"는 증기 스트림으로부터 동반하는 액적 또는 미스트를 제거하기 위한 장치를 지칭한다. 미스트 제거기는 메쉬 패드 제거기 또는 베인형 미스트 제거기를 포함하지만 이에 제한되지 않는 해당 기술 분야에서 공지된 임의의 적합한 장치일 수 있다.
- [0068] 이제 도 1을 참조하면, 종래 기술에 따른 천연 가스 액화 방법 및 시스템이 도시된다. 원료 천연 가스 공급 스트림(150)은 선택적으로, 수은, 물, 산성 가스 및 고비중 탄화수소와 같은 불순물을 제거하기 위해 전처리 시스템(160)에서 전처리되고, 전처리된 천연 가스 공급 스트림(151)을 제조하고, 이는 선택적으로 천연 가스 공급 스트림(152)(또한 주 천연 가스 공급 스트림으로도 지칭됨)을 제조하기 위해 예비 냉각 시스템(161)에서 예비 냉각될 수 있다.
- [0069] 천연 가스 공급 스트림(152)은 이어서 제1 LNG 스트림(100)을 제조하기 위해 주 극저온 열교환기(MCHE)(162)의 발열부에서 예비 냉각되고, 액화되고, 과냉각된다. MCHE(162)는 도 1에 도시된 바와 같이 코일 권취 열교환기일 수 있거나 또는 플레이트와 핀 또는 셸과 튜브 열교환기 또는 해당 기술 분야에 공지된 임의의 다른 적절한 종류의 열교환기와 같은 다른 종류의 열교환기일 수 있다. 이는 또한 하나 또는 다중 섹션들로 구성될 수 있다. 이들 섹션은 동일하거나 상이한 종류이고, 개별 케이싱 또는 단일 케이싱에 포함될 수 있다. MCHE(162)가 코일 권취 열교환기이면, 이들 섹션들은 열교환기의 튜브 번들일 수 있다.
- [0070] 도 1에 도시된 MCHE(162)는 3개의 열교환기 섹션, 즉 MCHE(162)의 발열부(또한 본원에서 발열 섹션으로 지칭됨)에 위치한 제1 열교환기 섹션(162A) -천연 가스 공급 스트림(152)이 예비 냉각된 천연 가스 스트림(153)을 제조하기 위해 예비 냉각됨-과, 제1 섹션(162A)으로부터 예비 냉각된 천연 가스 스트림(153)이 추가 냉각되고 액화되는, MCHE(162)의 중간에 위치한 제2 열교환기 섹션(162B)(또한 본원에서 중간 섹션으로 지칭됨)과, 과냉각된 LNG 스트림(100)을 제조하기 위해 제2 섹션(162B)으로부터의 LNG 스트림이 과냉각되는 MCHE(162)의 흡열 단부(또한 본원에서 흡열 섹션으로서 지칭됨)에서의 제3 열교환기 섹션(162C)을 갖는다. MCHE(162)의 흡열 섹션(162C)을 빠져나오는 과냉각된 LNG 스트림(100)은 이어서 감소된 압력의 LNG 스트림(101)(또한 본원에서는 플래시 처리된 LNG 스트림 또는 플래시 처리된 주 LNG 스트림으로서 지칭됨)을 제조하도록 제1 압력 감소 장치(110)(예를 들어, J-T 밸브)를 통과함으로써 플래시 처리된다.
- [0071] 천연 가스 공급 스트림(152)은 MCHE의 흡열부를 통해 유동하는 냉각 증기화 냉매 또는 증기와 혼합된 냉매와 간접 열교환에 의해 MCHE(162)에서 예비 냉각, 액화 및 과냉각된다.
- [0072] MCHE(162)용의 냉매는 MCHE(162)의 섹션들(162A~162C); 압축기/압축 스테이지(164, 167, 171), 인터쿨러(165, 168) 및 애프터쿨러(172)를 포함하는 압축기 트레인; 상 분리기(173); J-T 밸브(174, 175)를 포함하는 냉동 회로에서의 냉매 순환에 의해 제공된다. 냉매는 해당 기술 분야에 공지된 바와 같이 통상적으로 탄화수소(대부분 메탄)와 질소의 혼합물을 포함하는 혼합 냉매(MR)이다.
- [0073] 도 1을 참조하면, 가온 가스상의 혼합 냉매 스트림(141)이 MCHE(162)로부터 인출되고, 일시적인 오프 설계 동작 동안 존재하는 임의의 액체는 제1 녹아웃 드럼(163)에서 제거될 수 있다. 오버헤드 가온 가스상 냉매 스트림

(142)은 제1 압축 냉매 스트림(143)을 제조하도록 제1 압축기(164)에서 압축되고, 제1 냉각된 압축 냉매 스트림(144)을 제조하도록 제1 인터쿨러(165)의 대기 또는 냉각수에 대해 냉각된다. 오버헤드 제1 냉각 압축 냉매 스트림(145)은 또한 제2 압축 냉매 스트림(146)을 제조하기 위해 제2 압축기(167)에서 압축되고, 제2 냉각 압축 냉매 스트림(147)을 제조하도록 제2 인터쿨러(168)에서 대기 또는 냉각수에 대해 냉각된다. 일시적인 오프 설계 동작 동안 제2 냉각 압축 냉매 스트림(147)내에 존재하는 임의의 액체는 제3 녹아웃 드럼(169)에서 제거된다. 오버헤드 제2 냉각 압축 냉매 스트림(148)은 또한 제3 압축 혼합 냉매 스트림(149)을 제조하도록 제3 압축기(171)에서 압축되고, 제3 냉각 압축 냉매 스트림(153)을 제조하도록 애프터쿨러(172)에서 대기 또는 냉각수에 대해 냉각된다.

[0074] 제3 냉각 압축 냉매 스트림(153)은 2상 냉매 스트림(154)를 제조하기 위해 냉각되는 예비 냉각 시스템(161) 내로 도입된다. 예비 냉각 시스템은 예를 들어 프로판 냉동 사이클과 같은 해당 기술 분야에 공지된 임의의 적절한 냉매 회로/사이클을 사용할 수 있다. 2상 냉매 스트림(154)은 혼합된 냉매 증기(MRV) 스트림(155)과 혼합된 냉매 액체(MRL) 스트림(156)으로 분리되는 상 분리기(173) 내로 도입된다.

[0075] MRL 스트림(156)은 냉각되도록 천연 가스 공급 스트림(152)이 통과하는 통로로의 상기 발열부에서의 개별 통로를 통해 MCHE(162)의 발열 섹션(162A)의 발열부와 중간 섹션(162B)을 통과하고, 이어서 중간 및 발열 섹션(162B 및 162A)의 흡열부를 통해 유동하는 냉각 기화 또는 기화 혼합 냉매를 제공하도록 MCHE(162)의 흡열부 내로 도입되는 냉각 냉매(157)의 스트림을 형성하도록 J-T 밸브(174)를 통해 팽창된다.

[0076] MRV 스트림(155)은 냉각되고 적어도 부분적으로 액화되도록 천연 가스 공급 스트림(152)이 통과하는 통로로의 발열부의 개별 통로와, MLR 스트림(156)이 통과하는 통로를 통해, MCHE(162)의 발열 섹션(162A)의 발열부, 중간 섹션(162B) 및 흡열 섹션(162C)을 통과하고, 이어서 흡열, 중간, 발열 섹션(162C, 162B, 162C)을 통과하여 유동하는 냉각 기화 또는 기화 혼합 냉매를 제공하도록 MCHE(162)의 흡열부 내로 도입되는 냉각 냉매(159)의 스트림을 형성하도록 팽창 장치(175)를 통해 팽창된다.

[0077] MCHE(162)에서 최종으로 액화되기 전에 천연 가스 공급 스트림(152)으로부터 분기되는 보조 천연 가스 공급 스트림(105)은 플래시 처리된 보조 LNG 공급 스트림(111)을 제조하도록 제2 압력 감소 장치(170)를 통해 스트림이 통과함으로써 플래시 처리되는 보조 LNG 스트림(106)을 제조하도록 플래시 가스 열교환기(130)에서 냉각되고 액화되고, 이어서 혼합된 LNG 스트림(112)을 제조하기 위해 플래시 처리된 주 LNG 스트림(101)과 혼합된다.

[0078] 혼합된 LNG 스트림(112)은 플래시 가스와 LNG 제품으로 분리되는 기액 분리기(120)로 보내어진다. 분리된 플래시 가스는 플래시 가스 스트림(103)으로서 기액 분리기(120)로부터 제거되고, 가온된 플래시 가스 스트림(104)을 제조하도록 이를 가온하는 플래시 가스 열교환기(130) 내로 도입되어, 플래시 가스 열교환기(130)에 냉각 능력을 제공한다. 플래시 가스 열교환기(130)을 빠져나온 가온된 플래시 가스 스트림(104)은 천연 가스 공급 스트림(152)(도시 안함)으로 다시 재순환하는 압축된 플래시 가스를 제조하도록 압축되고 냉각된다. 플래시 가스 스트림(103)과 간접 열교환을 통해 플래시 가스 열교환기(130)에서 보조 천연 가스 공급 스트림(105)을 냉각하고 액화함으로써, 플래시 가스 스트림(103)으로부터 냉동력을 회수할 수 있다.

[0079] 기액 분리기(120)으로부터의 저부 스트림은 LNG 제품 스트림(102)으로서 제거되고, 이는 LNG 저장 탱크(140)로 보내어지는 감소된 압력의 LNG 제품 스트림(115)을 제조하도록 제3 압력 감소 장치(180)에서 (도시된 바와 같이) 압력이 낮아지게 될 수 있다. LNG 저장 탱크에서 제조되거나 존재하는 임의의 증발된 가스(또는 추가의 플래시 가스)는 증발 가스(BOG) 스트림(116)으로서 탱크로부터 제거되고, 이는 플랜트에서의 연료로서 사용되거나 또는 태워지거나, 플래시 가스 스트림(103)과 혼합되어 공급부로 재순환(도시 안함)될 수 있다.

[0080] 도 2는 도 1에 도시된 것에 대한 대안적인 종래 기술의 구성을 도시한다. 도 2에서, 보조 천연 가스 공급 스트림의 냉각 및 액화 대신에, 플래시 가스 열교환기(230)가 냉매의 스트림을 냉각하는데 사용되고, 이어서 팽창되어 MCHE(262)의 흡열부로 도입된다. 도시된 실시예에서, MRV 스트림은 두개의 부분으로 분할된다. 우선, 주요부는 전술한 바와 같이 MCHE(262)의 발열부를 통해 스트림(252)으로서 통과하고, 이어서 냉각 냉매(259)의 스트림을 형성하도록 팽창 장치(275)를 통해 팽창되고, 이어서 MCHE(262)의 흡열부를 통해 유동하는 냉각 기화 또는 기화 냉매를 제공하도록 MCHE(262)의 흡열부로 도입된다. 두번째로, MRV 스트림의 작은 부분(minor portion)은 스트림(205)으로서 냉각된 냉매 스트림(206)을 형성하도록 플래시 열교환기(230)를 통과하여 냉각되고 적어도 부분적으로 액화된다. 냉각된 냉매 스트림(206)은 이어서 냉각 냉매(211)의 스트림을 제조하도록 팽창 장치(270)를 통과하고, MCHE(262)의 흡열부 내로 도입되기 전에 스트림(259)과 결합된다.

[0081] 도 3은 도 1에 도시된 것에 대한 추가적인 대안 종래 기술의 구성을 도시한다. 도 3에서 도시된 구성에서, LNG

제품 스트림(도 1의 102에 대응)의 압력 감소는 2단계 처리이며, 헬륨에서 농축된 스트림을 회수하는데 유용하다. 이러한 경우, MCHE(362)를 빠져나온 LNG 스트림(300)은 약 2 내지 7 bara의 중간 압력으로 제1 압력 감소 장치(310)에 의해 압력이 감소되어, 플래시 처리된 LNG 스트림(301)을 형성한다.

[0082] 보조 천연 가스 공급 스트림(305)은 보조 LNG 스트림(306)을 제조하도록 플래시 가스 열교환기(330)에서 냉각되고 액화되고, 이는 플래시 처리된 주 LNG 스트림(301)과 같은 압력에서 플래시 처리된 보조 LNG 스트림(311)을 제조하도록 제2 압력 감소 장치(370)에 스트림을 통과시킴으로써 압력이 감소되고, 혼합 LNG 스트림(312)을 제조하도록 플래시 처리된 주 LNG 스트림과 혼합된다.

[0083] 혼합된 LNG 스트림(312)은 이어서 혼합 LNG 스트림(312)을 저압 기액 분리기(320)로 보내어지는 LNG 스트림(313)과 헬륨에서 농축되는 냉각 플래시 가스 스트림(307)으로 분리하는 기액 분리기(322)에 도입된다. 주 및 보조 LNG 스트림이 감소되는 중간 압력은, 작은 양의 증기(통상적으로 혼합 LNG 스트림(312)의 1몰% 미만)만이 얻어지도록 선택되어, 헬륨이 플래시 가스 스트림(307)에서 농축된다. LNG 스트림(313)은 대략 1bara의 중간 압력으로 제3 압력 감소 장치(390)에 스트림을 통과시킴으로써 압력이 감소되어 플래시 처리된 LNG 스트림(314)을 형성한다. 플래시 처리된 LNG 스트림(314)은 이후 스트림을 LNG 제품 스트림(302)과 냉각 플래시 가스 스트림(303)으로 분리하는 저압 기액 분리기(320)로 도입한다. LNG 제품 스트림(302)은 (도시된 바와 같이) 감소된 압력의 LNG 제품 스트림(315)을 제조하도록 제4 압력 감소 장치(380)에서 압력이 낮아지고, LNG 저장 탱크(340)로 보내어질 수 있다. LNG 저장 탱크에서 제조되거나 존재하는 임의의 증발 가스(boil off gas; BOG)는 증발 가스(BOG) 스트림(316)으로서 탱크로부터 제거되고, 이는 플랜트에서의 연료로서 사용되거나 태워지거나, 플래시 가스 스트림(303)과 혼합되어 공급부로 재순환(도시 안함)된다.

[0084] 플래시 가스 스트림(307, 303)은 이어서 플래시 가스 열교환기(330)의 흡열부의 개별 통로에서 가온된다. 플래시 가스 스트림과 간접 열교환을 통해 플래시 가스 열교환기(330)에서 보조 천연 가스 공급 스트림(305)을 냉각시키고 액화시킴으로써, 플래시 가스 스트림(307, 303)으로부터 냉동력이 회수될 수 있다.

[0085] 도 9는 질소를 포함하는 천연 가스를 액화하기 위해 사용되는 종래 기술의 구성을 도시한다. 상업용 LNG에 대한 통상의 명세는 1몰% 미만의 질소 함량을 갖지만, 다수의 천연 가스 공급부는 높은 질소 함량을 갖는다. 도 9의 시스템은 LNG 제품의 질소 함량을 감소시키기 위해 스트리핑 컬럼(920) 형태의 분리를 채용한다. MCHE(962)로부터의 주 LNG 스트림(900)은 추가로 스트리핑 컬럼(920)의 저부에 리보일링 능력을 제공하는 리보일러(reboiler)(965)에서 냉각된다. LNG 스트림은 이어서 선택식 유체 터빈(964)을 통해 팽창되고, 이어서 감소된 압력의 LNG 스트림(901)을 제조하도록 제1 압력 감소 장치(예를 들어 J-T 밸브)(910)를 지나 대략 1 bara의 압력으로 스트리핑 컬럼(920)의 상부로 도입된다. 컬럼의 내측에는 증류 트레이 또는 패키징이 있어서 컬럼의 하향으로 유동하는 LNG는 리보일러(965)에 의해 제조된 상승 증기에 의해 질소가 감소된다. 스트리핑 컬럼(920)을 빠져나온 플래시 가스 스트림(903)은 질소가 풍부하게 되고, 컬럼 내로 유동하는 전체 LNG 공급의 약 5 내지 20%를 나타낸다. 플래시 가스 스트림(903)은 이어서 도 1과 유사하게 (도시된 바와 같이 보조 천연 가스 스트림(905)과 같은 유체 스트림, 또는 대안적으로 도 2와 유사한 냉매 스트림(도시 안함)에 대해 플래시 가스 열교환기(930)에서 가온된다.

[0086] 도 1, 2, 3 및 9에 도시된 종래 기술 구성의 단점은 기액 분리기(120, 220, 320, 920)와 플래시 가스 열교환기(130, 230, 330, 930)가 배관에 의해 연결된 개별 용기라는 점이다. 개별 용기의 사용은 큰 플롯 공간을 필요로 하고, 플롯 공간이 제한된 FLNG 응용예에서는 바람직하지 않다. 추가로, 라인(103, 203, 303, 903)에서 발생하는 압력 강하는, 플랜트 연료로서 사용하거나, 천연 가스 공급 스트림으로 재순환하기 위해 스트림(104, 204, 304, 904)을 압축하는데 요구되는 전력을 크게 증가시킨다.

[0087] 도 10은 추가의 종래 기술 구성을 도시한다. 이러한 구성에서, 천연 가스는 가스 팽창기 냉동(또는 브레이턴) 사이클을 사용하여 액화되고, 일련의 플래시 단계에서 추가 냉각된다. 공급 가스 스트림(1000)은 3개의 천연 가스 스트림(1002, 1010, 1016)으로 분할된다. 전체 공급의 약 2/3을 나타내는 가장 큰 스트림인 주 천연 가스 스트림(1016)은 재순환된 플래시 가스(1028)와 혼합되고, 이어서 주 LNG 스트림(1020)을 제조하기 위해 가스상 냉매와 간접 열교환에 의해 액화되는 MCHE(1018)로 보내어진다. 이어서 주 LNG 스트림(1020)은 약 8 bara로 압력 감소 장치에서 압력이 감소되고, 기액 분리기(1024)로 보내져 가스 스트림(1024)과 LNG 스트림(1022)으로 분리된다. 이어서 기액 분리기로부터의 LNG 스트림(1022)은 약 1 bara의 압력으로 다른 압력 감소 장치에서 압력이 감소되고, 제품 LNG 스트림(1008)과 다른 플래시 가스 스트림(1026)을 형성하는 기액 분리기(1006)로 보내어진다. 얻어진 플래시 가스 스트림(1024, 1026)은 보조 천연 가스 스트림(1002, 1010)을 냉각하고 액화하면서 각각 플래시 가스 열교환기(1012, 1004)에서 가온된다. 가온된 플래시 가스 스트림은 이어서 재순환 플래시 가

스 스트림(1028)을 형성하도록 애프터쿨러에서 공급 압력으로 가압되고 냉각된다.

- [0088] 플래시 가스 열교환기(1004, 1012)는 각각 발열 섹션(예를 들어, 열교환기가 코일 권취형 열교환기인 가운데 튜브 번들)과, 흡열 섹션(예를 들어 냉각 튜브 번들)을 포함한다. 보조 천연 가스 스트림(1002, 1010)은 플래시 가스 열교환기(1004, 1012) 각각의 가운데 섹션에서 냉각된다. 냉각 후, 각각의 스트림(1030, 1032)의 작은 부분(약 20%)은 각각 플래시 가스 열교환기로부터 인출되고, MCHE의 주 천연 가스 스트림과 결합된다. 이들 스트림을 제거함으로써, 플래시 열교환기의 냉각 곡선이 개선된다. 보조 천연 가스 스트림의 잔여부는 플래시 가스 열교환기(1004, 1012)의 흡열 섹션에서 추가로 냉각되어 액화되어, 압력 감소 장치에서의 압력이 감소되고 기액 분리기(1006, 1004)내로 도입된다.
- [0089] 도 4는 본 발명에 따른 장치의 제1 예시 실시예를 도시하고, 이는 도 1 또는 도 2의 종래 기술의 구성의 기액 분리기(120, 220); 플래시 가스 열교환기(130, 230) 및 관련된 배관을 대신하여 사용될 수 있다. 이러한 장치는 열교환 구역(430)과 분리 구역(420)을 덮는 셸 케이싱(425)을 포함한다. 따라서 본 발명은 도 1/도 2의 기액 분리기 드럼(120/122)과 플래시 가스 열교환기(130/230)의 기능을 단일 소형 용기로 유리하게는 통합하면서, 라인(103, 203) 및 그와 연관된 압력 강하는 제거한다.
- [0090] 열교환 구역(430)은 분리 구역(420)의 위에 위치되고 그와 유체 연통한다. 열교환 구역(430)을 덮는 셸 케이싱(425)의 섹션과 분리 구역(420)을 덮는 셸 케이싱(425)의 섹션은 실질적으로 동일한 직경을 갖는다. 분리 구역(420)은 LNG 제품으로부터 플래시 가스를 분리하도록 구성되고, 열교환 구역(430)은 분리된 플래시 가스로부터 냉동력을 회수하도록 구성된다. 도 4에 도시된 실시예에서, 분리 구역(420)은 셸 케이싱(425)의 빈 저부 섹션이고, LNG를 수집하기 위한 수거(sump) 구역(421)과, 수거 구역(421) 위이고 플래시 가스를 수집하기 위한 열교환 구역(430) 아래의 헤드 공간 구역(422)을 한정한다. 열교환 구역(430)은 튜브 번들의 튜브들 내측의 튜브측(432)과, 튜브 번들의 튜브들의 외부면과 셸 케이싱(425)의 내부벽 사이의 셸측(433)을 한정하는 적어도 하나의 코일 권취 튜브 번들을 포함한다.
- [0091] 예를 들어 도 1/도 2의 LNG 스트림(100 또는 200)과 같은 MCHE(도시 안함)으로부터 배출되는 LNG 스트림(400)은 제1 압력 감소 장치(410)(예를 들어, J-T 밸브)에서 압력이 감소되어 감소된 압력의 LNG 스트림(401)(또한 본원에서는 플래시 처리된 주 LNG 스트림으로 지칭됨)을 제조한다.
- [0092] 도 4의 일 실시예에서, (예를 들어 도 1의 스트림(105)과 같은) 보조 천연 가스 공급 스트림(405A)은 열교환 구역(430)의 상부에서 제1 입구(435)를 통해 열교환 구역(430)으로 도입되고, 열교환 구역(430)의 튜브측(432)에서 냉각되고 액화되고, 열교환 구역(430)의 저부에 위치한 제1 출구(436)를 통해 열교환 구역(430)으로부터 제거되는 보조 LNG 스트림(406A)을 제조한다. 보조 LNG 스트림(406A)은 제2 압력 감소 장치(470)에서 압력이 감소되어, 플래시 처리된 보조 LNG 스트림(411)을 제조하고, 혼합 LNG 스트림(412)을 제조하기 위해 플래시 처리된 주 LNG 스트림(401)과 혼합된다. 대안적으로, 보조 LNG 스트림(406A)은 주 LNG 스트림(400)과 통합되어 통합된 스트림을 형성할 수 있고, 이어서 혼합 LNG 스트림(412)을 형성하기 위해 플래시 처리될 수 있다.
- [0093] 혼합 LNG 스트림(412)은 제2 입구(423)를 통해 분리 구역(420) 내로 도입되고, LNG 제품이 플래시 가스로부터 분리된다. LNG 제품은 분리 구역(420)의 저부의 수거 구역(421)에서 수집되고, LNG 제품 스트림(420)으로서 제3 출구(424)를 통해 분리 구역(420)으로부터 제거된다. 헤드 공간 구역(422)에서 수집된 분리된 플래시 가스 스트림은 선택식 미스트 제거기(426)를 통과하여 동반되는 액적을 제거하고, 이어서 열교환 구역(430)의 셸측(433)에서 가운데에 가운데 플래시 가스 스트림(404)을 제조하여, 열교환 구역(430)에 냉각 능력을 제공한다. 가운데 플래시 가스 스트림(404)은 열교환 구역의 상부에 위치한 제3 출구(434)를 통해 열교환 구역(430)으로부터 제거되고, 천연 가스 스트림 내로 다시 재순환되거나 또는 연료 가스(도시 안함)로 사용하기 위한 압축 플래시 가스 스트림을 제조하도록 선택적으로 압축되고 냉각된다. 분리된 플래시 가스와의 간접 열교환을 통해 열교환 구역(430)의 튜브측(432)에서 보조 천연 가스 공급 스트림(405A)을 냉각하고 액화함으로써, 분리된 플래시 가스로부터 냉동력이 회수될 수 있다.
- [0094] 대안적인 실시예에서, 종래 기술의 도 2와 유사하게, 플래시 가스 스트림(403)을 가운데하기 위해 보조 천연 가스 공급 스트림(405A)을 냉각하고 액화하는 대신에, 열교환 구역(430)은 냉각된 및/또는 액화 냉매(406)를 제조하도록 냉매(405B)의 스트림을 냉각하는데 사용할 수 있다. (예를 들어 도 2와 관련하여 개시된 MRV 스트림의 일부(205)인) 냉매(405B)의 스트림은 열교환 구역(430)의 튜브측(432) 내로 제1 입구(435)를 통해 도입되어, 제1 출구(426)를 통해 인출되는 냉각된 냉매 스트림(406B)을 제공하도록 냉각된다.(또한 예를 들어 도 2와 관련하여 설명한 바와 같이 추가적으로 이용될 수 있다.)

- [0095] 도 5는 본 발명에 따른 장치의 다른 실시예이며 도 4의 변형을 도시한다. 이러한 실시예에서, 분리 구역(520)을 덮는 셸 케이싱의 섹션은 열교환 구역(530)을 덮는 셸 케이싱의 섹션보다 넓은 직경을 갖는다. 이러한 구성은 열교환 구역의 최적 직경이 분리 구역에서 효율적인 기액 분리를 위해 필요한 분리 구역의 최소 직경보다 많이 작은 경우에 바람직할 수 있다.
- [0096] 도 6은 도 9의 종래 기술 구성에 적용된 본 발명에 따른 장치의 실시예를 도시한다. 이러한 실시예에서, 분리 구역(620)은 예를 들어 복수의 플레이트 또는 증류 트레이(619)(도시됨)와 같은 하나 이상의 물질 전달 장치를 포함한다. (예를 들어 도 9의 LNG 스트림(900)과 같은) LNG 스트림(600)은 냉각된 LNG 스트림(613)을 제조하도록 리보일러(616)에서 냉각된다. 냉각된 LNG 스트림(613)은 선택식 터보 팽창기(614)에서 팽창되고, 감소된 압력의 LNG 스트림(617)을 제조하도록 압력 감소 장치(615)에 스트림을 통과시킴으로써 압력이 추가적으로 감소된다. 감소된 압력의 LNG 스트림(617)은 하나 이상의 물질 전달 장치 위의 분리 구역(620)의 상부에 위치되는 제 1 입구(623)를 통해 분리 구역(620) 내로 도입되고, 선택식 분배기(618)를 통과한다. 분리 구역(620)을 통해 하향으로 유동하는 LNG는 리보일러(615)에 의해 제조된 상승하는 증기와 접촉하게 된다. 분리된 플래시 가스 스트림은 동반하는 액적(도시 안함)을 제거하기 위해 선택식 미스트 제거기를 통과하고, 이어서, 가온된 플래시 가스 스트림(604)을 제조하도록, 도 9와 유사하게 보조 천연 가스 스트림(605A)과 같이, 또는 대안적으로 도 2와 유사하게 냉매 스트림(605B)과 같이 유체 스트림에 대해 열교환 구역(630)의 셸측(633)에서 가온되어, 열교환 구역(630)에 냉각 능력을 제공한다. 가온된 플래시 가스(604)는 열교환 구역(630)의 상부에 위치한 제3 출구(634)를 통해 열교환 구역(630)으로부터 인출되고, 예를 들어 압축되어 연료 가스(도시 안함)용으로 사용되는 것과 같이 임의의 적절한 용도로 사용될 수 있다.
- [0097] 도 7은 예를 들어 플래시 가스 열교환기(330), 기액 분리기(322), 저압 기액 분리기(320) 및 연관된 배관 대신에 도 3의 종래 기술의 구성에서 사용될 수 있는 본 발명에 따른 장치의 실시예를 도시한다. 장치는 열교환 구역(730), 고압 분리 구역(722), 저압 분리 구역(720)을 둘러싸는 셸 케이싱(725)을 포함하고, 두개의 분리 구역들은 접시형 압력 용기 헤드(721)에 의해 분리된다. 열교환 구역(730)은 제1 코일 권취 튜브 번들(731A)과 제2 코일 권취 튜브 번들(731B)을 포함한다.
- [0098] (예를 들어 도 3의 LNG 스트림(300)과 같은) LNG 스트림(700)은 플래시 처리된 주 LNG 스트림(701)을 제조하도록 제1 압력 감소 장치(710)로 스트림을 통과시킴으로써 압력이 감소된다.
- [0099] 도 7의 일 실시예에서, (예를 들어 도 3의 스트림(305)과 같은) 보조 천연 가스 공급 스트림(705A)은 열교환 구역(730)의 상부에서 제1 입구(735)를 통해 열교환 구역(730) 내로 도입되고, 보조 LNG 스트림(706A)을 제조하도록 제1 튜브 번들(731A)의 튜브측에서 냉각되고 액화되고, 이는 열교환 구역(730)의 저부에 위치한 제1 출구(736)를 통해 열교환 구역(730)으로부터 제거된다. 보조 LNG 스트림(706A)은 플래시 처리된 보조 LNG 스트림을 제조하도록 압력이 감소될 수 있고, 플래시 처리된 주 LNG 스트림(701)(도시 안함)과 혼합될 수 있다. 대안적으로, 보조 LNG 스트림(706A)은 주 LNG 스트림(700)(도시 안함)과 결합될 수 있다.
- [0100] 플래시 처리된 주 LNG 스트림(701)은 제2 입구(723)를 통해 고압 분리 구역(722) 내로 도입되고, LNG와 헬륨으로 농축되는 냉각 플래시 가스 스트림으로 분리된다.(도 3의 고압 기액 분리기(322)와 동일한 기능을 수행함) 냉각 플래시 가스는 선택식 미스트 제거기(726)를 통과하고, 출구(727)를 통해 냉각 플래시 가스 스트림(707)으로서 인출된다. 출구(724)를 통과한 LNG 스트림(713)은 플래시 처리된 LNG 스트림(714)을 제조하도록 제2 압력 감소 장치(790)를 통과함으로써 중간 압력으로 압력이 감소된다. 플래시 처리된 LNG 스트림(714)은 입구(728)를 통해 저압 분리 구역(720)으로 도입되고, LNG 제품 스트림(702)과 분리된 플래시 가스(703)로 분리된다.
- [0101] 분리된 플래시 가스(703)는 저압 분리 구역(720)을 통과하여 상승하고, 선택식 미스트 제거기(729)를 통과하고 가온된 플래시 가스 스트림(704)을 제조하기 위해 가온되는 열교환 구역(730)의 셸측(733) 내로 통과하여 열교환 구역(730)에 냉각 능력을 제공한다. 가온된 플래시 가스 스트림(704)은 열교환 구역의 상부에 위치한 제3 출구(734)를 통해 열교환 구역(730)으로부터 제거된다. 플래시 가스 스트림(707)은 제2 가온된 플래시 가스 스트림(708)을 제조하도록 제2 튜브 번들(731B)의 튜브측에서 가온된다. 제2 가온된 플래시 가스 스트림(708)은 출구(738)를 통해 열교환 구역(730)으로부터 제거된다. 분리된 플래시 가스와는 간접 열교환을 통해 열교환 구역(730)의 튜브측(732)의 보조 천연 가스 공급 스트림(705A)을 냉각하고 액화함으로써, 분리된 플래시 가스로부터 냉동력이 회수될 수 있다.
- [0102] 도 7의 대안적인 실시예에서, 종래 기술의 도 2와 유사하게, 플래시 가스 스트림(703)을 가온하기 위해 보조 천연 가스 공급 스트림(705A)을 냉각하고 액화하는 대신, 열교환 구역(730)이 냉각된 및/또는 액화된 냉매(706A)를 제조하도록 냉매(705B)의 스트림을 냉각시키는데 사용될 수 있다. (예를 들어 도 2와 관련하여 기술된 MRV

스트림의 일부(205인) 냉매(705B)의 스트림은 열교환 구역(730)의 상부에서의 제1 입구(735)를 통해 열교환 구역(730)에 도입되고, 냉각된 냉매 스트림(706B)을 제공하도록 제1 튜브 번들(731A)의 튜브측에서 냉각되고 액화되고, 제1 출구(736)를 통해 인출된다(그리고, 예를 들어 도 2와 관련하여 개시된 바와 같이 추가적으로 이용될 수 있다).

[0103] 도 8은 도 10의 종래 기술의 구성에 적용된 본 발명의 장치의 추가적인 실시예를 도시한다. 본 발명에 따르면, 도 8의 장치는 도 10의 기액 분리기(1014, 1012)를 대체할 수 있거나 또는 대안적으로 도 10의 플래시 가스 열교환기(1006, 1004)를 대체할 수 있다. 도 8에서, 열교환 구역(830)은 제2 (저부) 코일 권취 튜브 번들(831B) 위에 위치한 제1 (상부) 코일 권취 튜브 번들(831A)을 포함한다.

[0104] (예를 들어 도 10의 LNG 스트림(1000)과 같은) LNG 스트림(800)은, 제2 입구(823)를 통해 분리 구역(820) 내로 도입되는 플래시 처리된 주 LNG 스트림(801)을 제조하도록 제1 압력 감소 장치(810)(예를 들어 J-T 밸브)를 통과함으로써 압력이 감소되고, LNG 제품이 플래시 가스로부터 분리된다. LNG 제품은 분리 구역(820)의 저부의 수거 구역(821)에서 수집되고, LNG 제품 스트림(802)으로서 제3 출구(824)를 통해 분리 구역(820)으로부터 제거된다. 헤드 공간 구역(822)에서 수집된 분리된 플래시 가스 스트림은 선택식 미스트 제거기(826)를 통과하고 이어서 저부 (냉각) 코일 권취 튜브 번들(831B)로 한정된 열교환 구역(830)의 셸측에서 가온되고, 이어서 가온된 플래시 가스 스트림(804)을 제조하도록 상부 코일 권취 튜브 번들(831A)에 의해 한정된 열교환 구역(830)의 셸측에서 가온되어, 열교환 구역(830)에 냉각 능력을 제공한다. 가온된 플래시 가스 스트림(804)은 열교환 구역(830)의 상부에 위치한 출구(834)를 통해 부근의 대기 온도로 인출된다. 가온된 플래시 가스 스트림(804)은 이어서 플랜트 연료용으로 필요한 압력 또는 진입하는 공급의 압력으로 압축되는 압축기로 공급될 수 있다.

[0105] 분리된 플래시 가스와의 간접 열교환을 통해, 제1 및 제2 코일 권취 튜브 번들(831A, 831B)에 의해 한정된 열교환 구역(830)의 튜브측에서 보조 천연 가스 공급 스트림(805)을 냉각 및/또는 액화함으로써, 분리된 플래시 가스로부터 냉동력이 회수될 수 있다.

[0106] 보조 천연 가스 공급 스트림(805)의 냉각 및/또는 액화된 부분(808)은 제4 출구(838)를 통해 제1 코일 권취 튜브 번들(831A)로부터 선택적으로 인출될 수 있고, 열교환 구역(830)의 저부에 위치한 출구(836)를 통해 보조 LNG 스트림(806)으로써 배출되기 전에 보조 천연 가스 공급 스트림(805)의 잔여부가 추가적으로 제2 코일 권취 튜브 번들(831B)의 튜브측에서 냉각 및/또는 액화될 수 있다. 제4 출구로부터 일부(808)를 제거하는 이점은 도 10에서 스트림(1030, 1032)을 제거함으로써 얻어지는 이점과 동일하다.

[0107] 도 8은 또한, 부분적으로 냉각 및/또는 액화된 보조 천연 가스 공급 스트림의 일부가 열교환 구역(830)의 튜브측으로부터 제거되는 대신에, 부분적으로 가온된 플래시 공기 스트림(809)이 제4 출구(837)를 통해 열교환 구역(830)의 셸측으로부터 제거되는, 도 10의 종래 기술에 도시되지 않은 대안적인 구성을 도시한다. 이는 보조 천연 가스 공급 스트림(805)으로부터 상기 일부(808)를 제거하는 것과 유사한 이점을 제공한다.

[0108] 예 1

[0109] 이러한 예는 도 4에 개시되고 도시된 본 발명에 따른 장치의 응용예에 기초하고, 1 MTPA를 제조하는 LNG 플랜트 용의 도 2의 종래 기술의 구성에 사용된다. 도 4의 도면부호가 사용되고 그 결과가 표 1 내지 3에 도시된다.

[0110] 냉매(405B)의 스트림(예를 들어 도 2와 관련하여 개시된 바와 같은 MRV 스트림의 일부(205))는 제1 입구(435)를 통해 열교환 구역(430) 내로 도입된다. 냉매(405B)의 스트림은 대기에 근접한 온도와 약 900 PSIA의 압력을 갖는다. 유동률은 약 1100 몰과운드(lbmole)/시간이고 MRV 스트림의 약 4%를 나타낸다. 냉매(405B)의 스트림은 열교환 구역(430)의 튜브측(432)에서 냉각되고 액화된다. 냉각된 냉매 스트림(406B)은 약 -245°F의 온도에서 제1 출구(436)를 통해 열교환 구역(430)으로부터 인출된다. 냉각된 냉매 스트림(406B)은 이어서 약 75 PSIA의 압력으로 압력이 감소되어 냉각된 냉매 스트림을 제조하고, MCHE의 냉각측으로 도입된다.

[0111] 주 LNG 스트림(400)은 약 19000 lbmole/시간의 유동률을 갖고 제1 압력 감소 장치(410)로 스트림이 통과하기 전에 약 -232°F의 온도로 MCHE를 빠져나와서 약 16.5 PSIA의 압력을 갖는 플래시 처리된 주 LNG 스트림(401)을 제조한다. 압력의 감소는 약 14%의 물 증기 부분을 갖는 2상 스트림을 야기한다. 플래시 처리된 주 LNG 스트림(401)은 제2 입구(423)를 통해 LNG 제품과 플래시 가스로 분리하는 분리 구역(420)내로 도입된다. LNG 제품은 수거 구역(421)에서 수집되고, 제3 출구(424)를 통해 분리 구역(420)으로부터 인출된다. 헤드 공간 구역(422) 내에서 수집된, 분리된 플래시 가스 스트림은 동반하는 액적을 제거하기 위해 미스트 제거기(426)를 통과하고, 분리된 플래시 가스는, 가온된 플래시 가스 스트림(404)을 제조하도록 열교환 구역(430)의 셸측(433)에서 가온되고, 열교환 구역(430)에 냉각 능력을 제공한다. 가온된 플래시 가스 스트림(404)은 약 900 PSIA의 압력으로

압축되기 전에 약 15 PSIA의 압력에서 제3 출구(434)를 통해 열교환 구역(430)으로부터 인출되고, 재순환되고 천연 가스 공급 스트림과 결합된다.

[0112] 이러한 예에서, 셸 케이싱(425)은 약 5.6피트의 전체 직경과 약 70피트의 높이를 갖는다. 분리 구역(420)의 높이는 약 30피트이다.

[0113] 표 1 및 2는 LNG 제조의 기능으로서 셸 케이싱 직경의 대표적인 크기 설정을 도시한다. 표는 -232°F의 온도와 약 810 PSIA의 압력에서 MCHE를 빠져나오는 주 LNG 스트림(400)에 기초한다. 약 18 PSIA(분리 구역(420)의 저부에서의 압력)로 LNG 스트림의 압력을 감소시킨 후에, 분리 구역(420)으로 진입하는 혼합된 LNG 스트림(412)은 12%의 증기(물양)를 갖는다.

표 1

용량 , MTPA	최적 번들 직경 , ft	최소 분리기 직경 , ft	결합된 장치 직경 , ft
1	5.61	6.24	6.24
2	7.57	8.41	8.41
3	8.93	9.92	9.92
4	10.30	11.44	11.44
5	11.34	12.60	12.60
6	12.46	13.84	13.84
7	13.51	15.01	15.01
8	14.32	15.91	15.91

[0114]

표 2

용량 , MTPA	최대 번들 직경 , ft	최소 분리기 직경 , ft	결합된 장치 직경 , ft
1	5.61	4.93	5.61
2	7.57	6.65	7.57
3	8.93	7.84	8.93
4	10.30	9.04	10.30
5	11.34	9.96	11.34
6	12.46	10.94	12.46
7	13.51	11.87	13.51
8	14.32	12.58	14.32

[0115]

[0116] 셸 케이싱의 직경의 크기 설정은 2가지 요인에 의존한다. 특히, 분리 구역(420)에서 액적의 보다 효과적인 분리 및 결합 해제에의 요구는, 분리 구역(420)을 덮는 셸 케이싱에 대한 최소 직경을 설정(표 1 및 2에서 "최소 분리기 직경"으로 지칭됨)하는 한편, 또한 열교환 구역(430)을 덮는 셸 케이싱에 대한 최적 직경의 요구(표 1 및 2에서 "최적 번들 직경"으로 지칭됨) 또한 있다.

[0117] 표 1은 미스트 제거기가 없는 기액 분리기에 기초한다. 이러한 예에서, 열교환 구역(430)을 덮는 셸 케이싱용의 최적 직경은 분리 구역(420)에서의 효과적인 분리를 위해 필요한 최소 직경보다 11% 작다. 따라서, 미스트 제거기가 없으면, 열교환 구역을 덮는 셸 케이싱용의 최적 직경보다 큰 전체 직경(표 1 및 2에서 "결합된 장치 직경"으로 지칭됨)을 갖는 셸 케이싱을 적용하는 것이 바람직하다. 대안적으로, (도 5에 도시된 바와 같이) 2개의 구역용으로, 즉, 열교환 구역(430)보다 분리 구역(420)의 직경이 큰 가변 직경을 갖는 적용하는 것이 필요할 수 있다.

[0118] 표 2는 상승하는 증기에서 동반하는 액적을 포획하기 위한 미스트 제거기를 사용한 기액 분리에 기초하고, 따라서 분리 구역이 보다 작은 최소 직경을 갖도록 설계될 수 있다. 이러한 예에서, 미스트 제거기의 사용은 분리

구역(420)을 덮는 셸 케이싱의 필요 최소 직경을 열교환 구역(430)을 덮는 셸 케이싱의 최적 직경 미만으로 감소시켜서, 열교환 구역(430)의 최적 직경으로 용기를 만들수 있게 한다. 도시된 직경은 해당 기술 분야의 종사자들에게 공지된 표준 열교환기와 분리 용기 설계 절차를 이용하여 제조된다.

[0119] 표 3의 데이터는 도 1의 종래 기술의 구성에 비해 플롯 영역, 설비 갯수, 압력 강하에 대한 본 발명의 장점을 도시한다. 압력 강하의 감소는 플래시 드럼의 낮은 작동 압력으로 인한 실질적인 이점을 갖는다. 플래시를 다시 압축하는데 요구되는 전력은 압력 강하의 1 psi 감소에 대해 약 2%만큼 감소된다.

표 3

	종래 기술	본 발명
설비 갯수	2	1
점유공간	드럼(12)에 있어서 10 ft x 10 ft 플래시 교환기 저온 박스(130)에 있어서 10 ft x 10 ft	통합형 서비스의 경우 10 ft x 10 ft
상호접속 파이프 라인(103)	플래시 드럼 오버헤드와 단열 저온 박스를 연결하는 데 사용되는 6개의 엘보우가 단열된 300 ft	제거됨
플래시 드럼 (기액 분리기)(120)에서 플래시 가스 열교환기(130)로의 압력 강하	1-1.5 psi	0 psi

[0122]

[0123] 예 2

[0124] 이러한 예는 3 MTPA를 제조하는 LNG 플랜트용의 도 10의 종래 기술의 구성에 적용되는 바와 같이, 도 8에 개시되고 도시된 본 발명에 따른 장치의 응용예에 기초한다. 도 8의 도면부호가 사용된다.

[0125] LNG 스트림(800)은 -159°F의 온도로 (도 10의 1000과 등가의) MCHE를 빠져나오고 153 PSIA의 압력으로 압력이 강하되어 플래시 처리된 주 LNG 스트림(801)을 제조한다. 플래시 처리된 주 LNG 스트림(801)은 보조 LNG 스트림(806)을 따라 분리 구역(820) 내로 도입되어 18000 lbmole/시간의 유동률을 갖는 플래시 증기 스트림을 야기하고, 이는 분리 구역(820)으로 진입하는 결합된 공급의 23%이다.

[0126] LNG 제품과 플래시 가스는 분리 구역(820)에서 분리된다. LNG 제품은 수거 구역(821)에서 수집되고, 제3 출구(824)를 통해 분리 구역(820)으로부터 인출된다. 분리된 플래시 가스는 저부 코일 권취 튜브 번들(831B)(냉각 섹션 튜브 번들)에 의해 한정된 열교환 구역(830)의 셸측과 이어서 상부 코일 권취 튜브 번들(831A)(가온 섹션 튜브 번들)에 의해 한정된 열교환 구역의 셸측을 통해 분리된 플래시 가스를 순차적으로 통과시킴으로써 주변 대기 온도(78°F)로 가온된다. 저부 코일 권취 튜브 번들(831B)은 7.7피트의 직경과 40피트의 길이를 갖고, 상부 코일 권취 튜브 번들(831A)은 7.7피트의 직경과 32피트의 길이를 갖는다.

[0127] 분리된 플래시 가스는 플랜트의 전체 공급의 약 20%인 보조 천연 가스 공급 스트림(805)을 냉각하고 액화함으로써 가온된다. 보조 천연 가스 공급 스트림(805)은 12000 lbmole/시간의 유동률과 약 1350 PSIA의 압력과, 약 85°F의 온도를 갖는다. 보조 천연 가스 공급 스트림(805)은 상부 코일 권취 튜브 번들(831A)에서 0°F의 온도로 냉각되고, 3600 lbmole/시간의 유동률을 갖는 보조 천연 가스 공급 스트림(805)의 냉각 및/또는 액화된 부분(808)은 출구(838)를 통해 인출되어 MCHE(도시 안함)로 보내어진다. 보조 천연 가스 공급 스트림(805)의 잔여부는 저부 코일 권취 튜브 번들(831B)에서 추가로 냉각 및/또는 액화되고, -196°F의 온도에서 보조 LNG 스트림(806)으로서 출구(836)를 통해 인출된다. 보조 LNG 스트림(806)은 플래시 처리된 보조 LNG 스트림(811)을 제공하기 위해 153 PSIA로 압력이 감소되고, 이어서 플래시 처리된 제1 주 LNG 스트림(801)과 결합하여 LNG 제품과 플래시 가스를 분리하는 분리 구역(820) 내로 도입된다.

[0128] 대안적으로, 20%의, 가온되어 분리된 플래시 가스 스트림은 스트림(809)으로서 출구(837)를 통해 제거된다. 이는 또한 플래시 교환기에서 냉각 곡선을 개선할 수 있다.

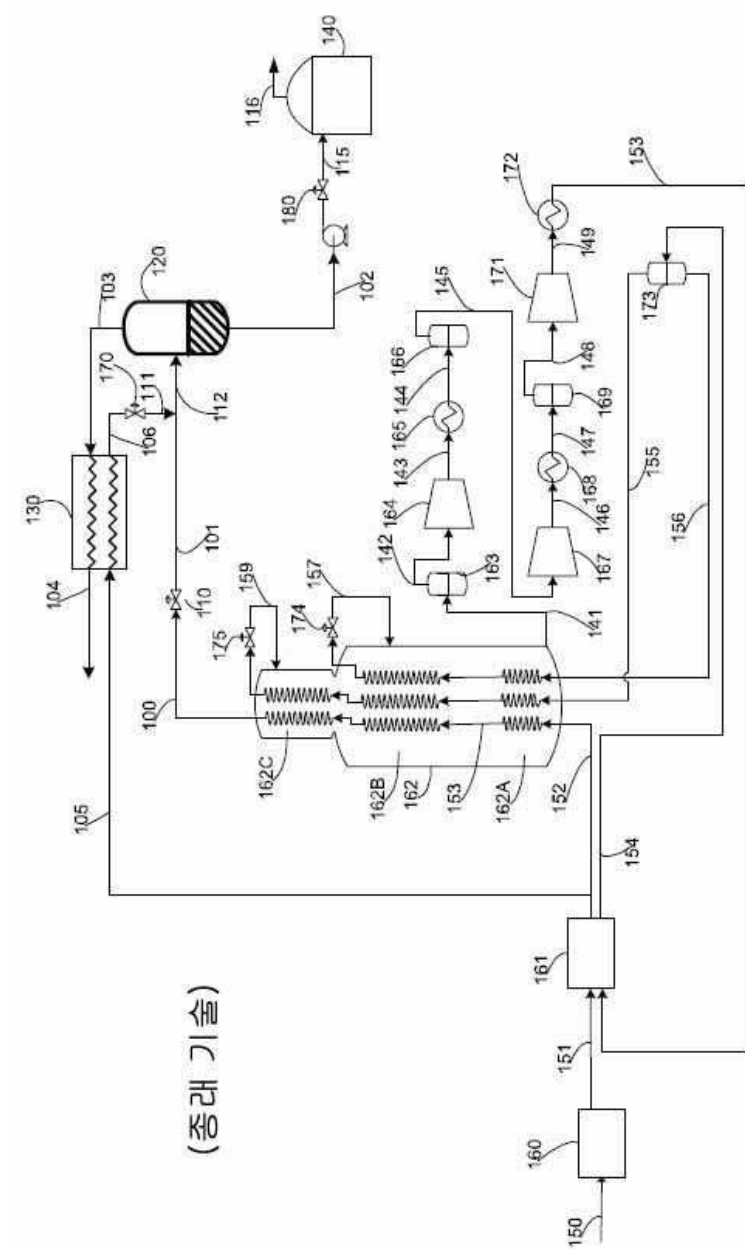
[0129] 예를 들어, 분리 구역은 미스트 제거기를 포함한다. 셸 케이싱은 약 8피트의 직경과 약 165 피트의 높이를 갖는다.

[0130] 본 발명은 바람직한 실시예를 참조하여 진술한 세부사항으로 제한되지 않으며 다양한 변형 및 변경이 이하의 청

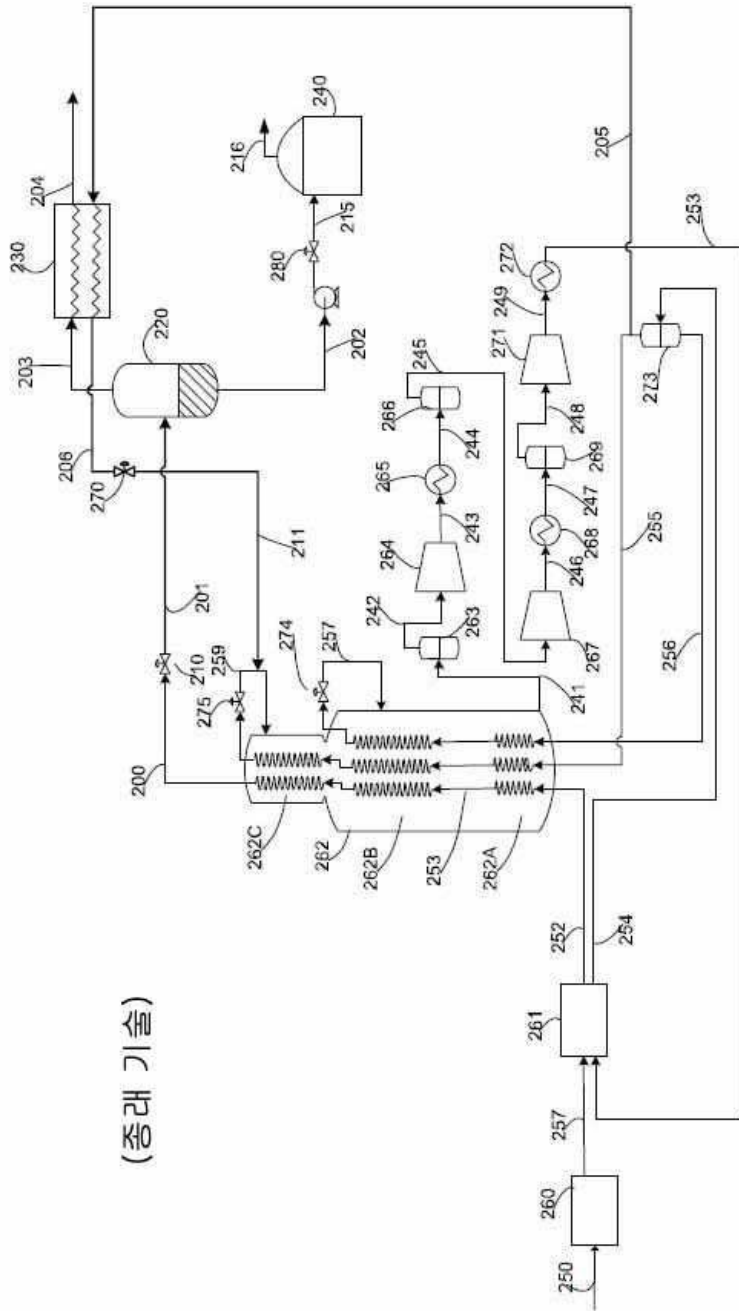
구범위에서 한정된 바와 같은 본 발명의 사상 또는 범주로부터 벗어남 없이 만들수 있다는 것은 명백하다.

도면

도면1

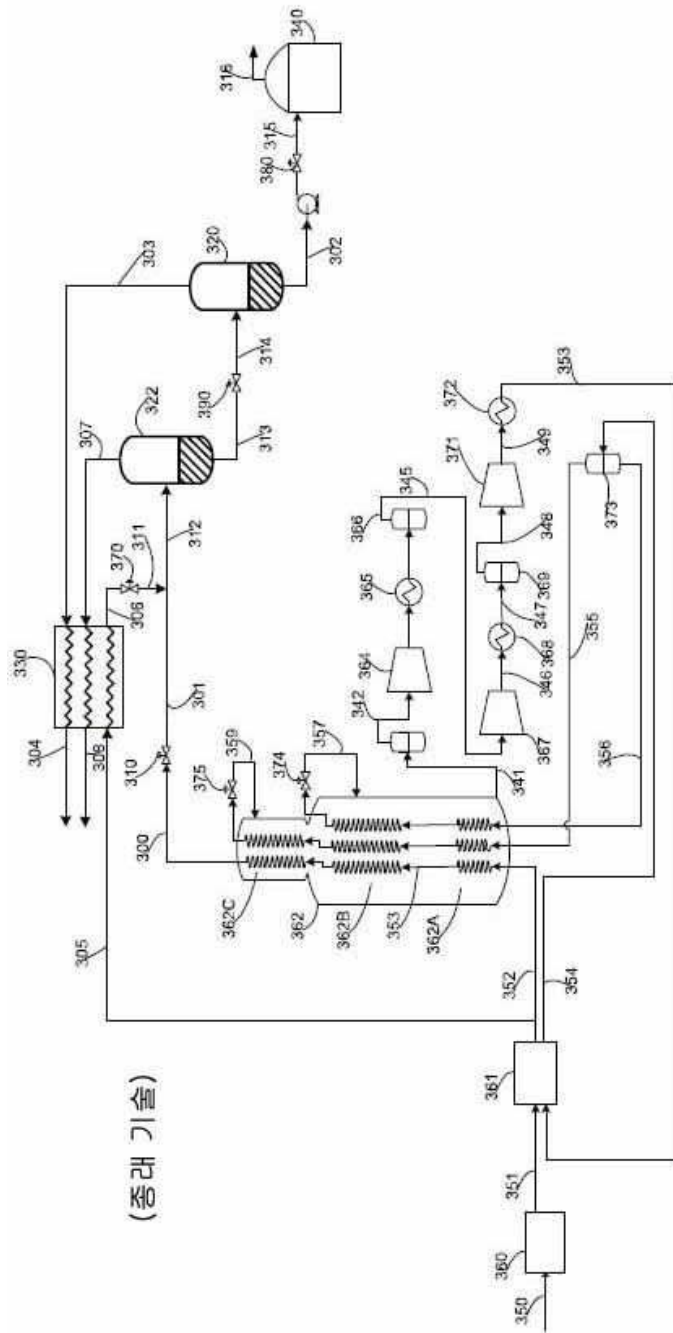


도면2

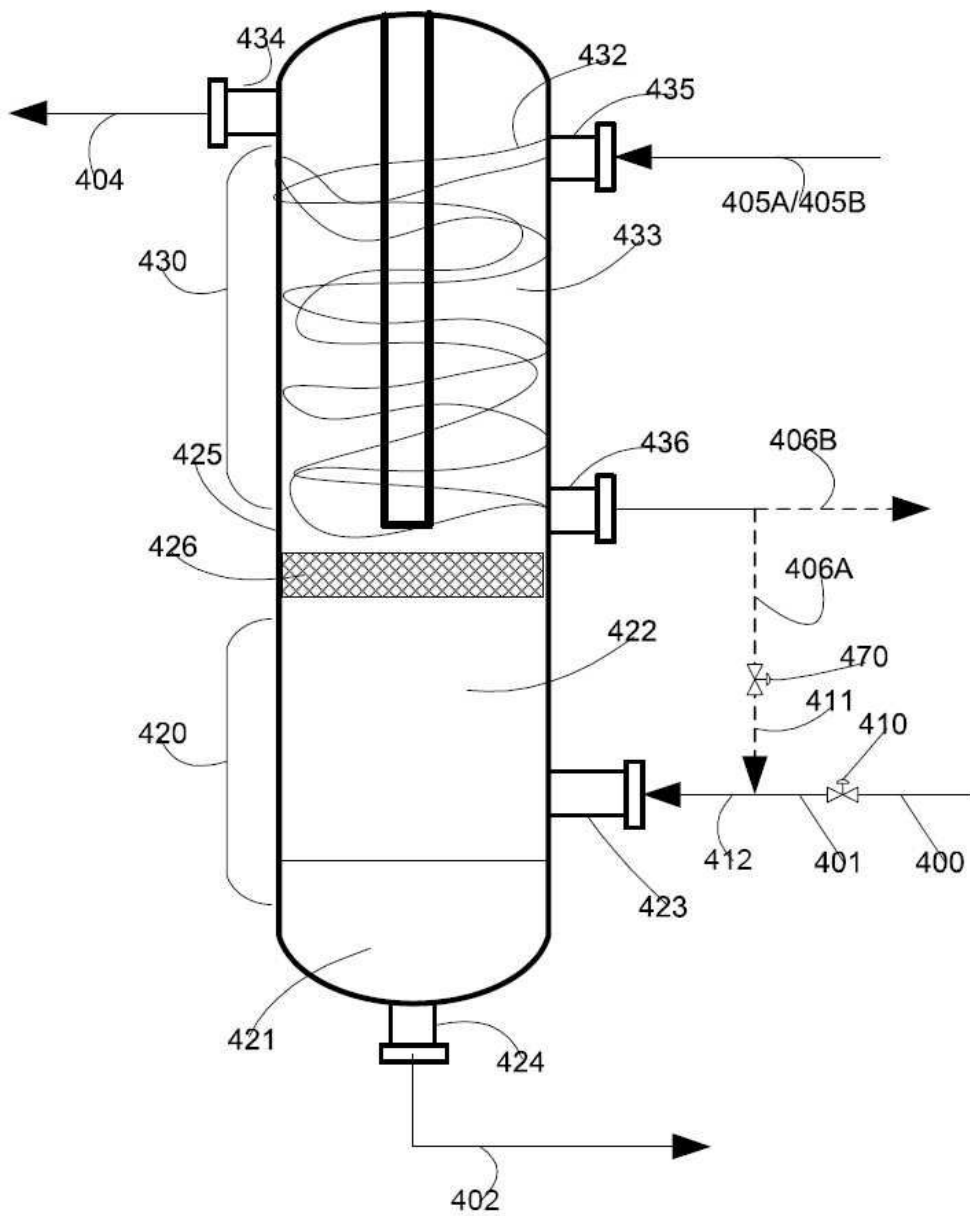


(종래 기술)

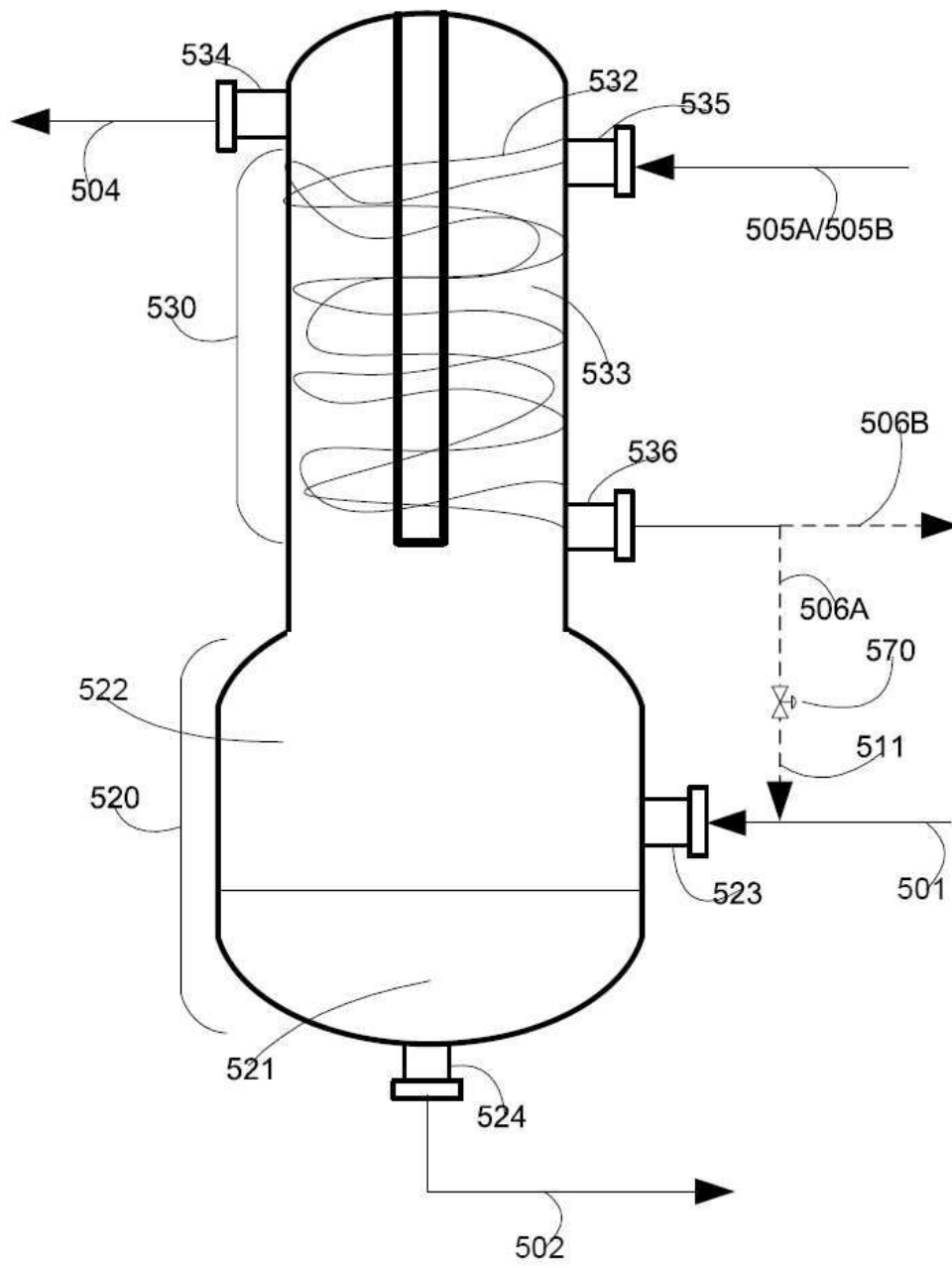
도면3



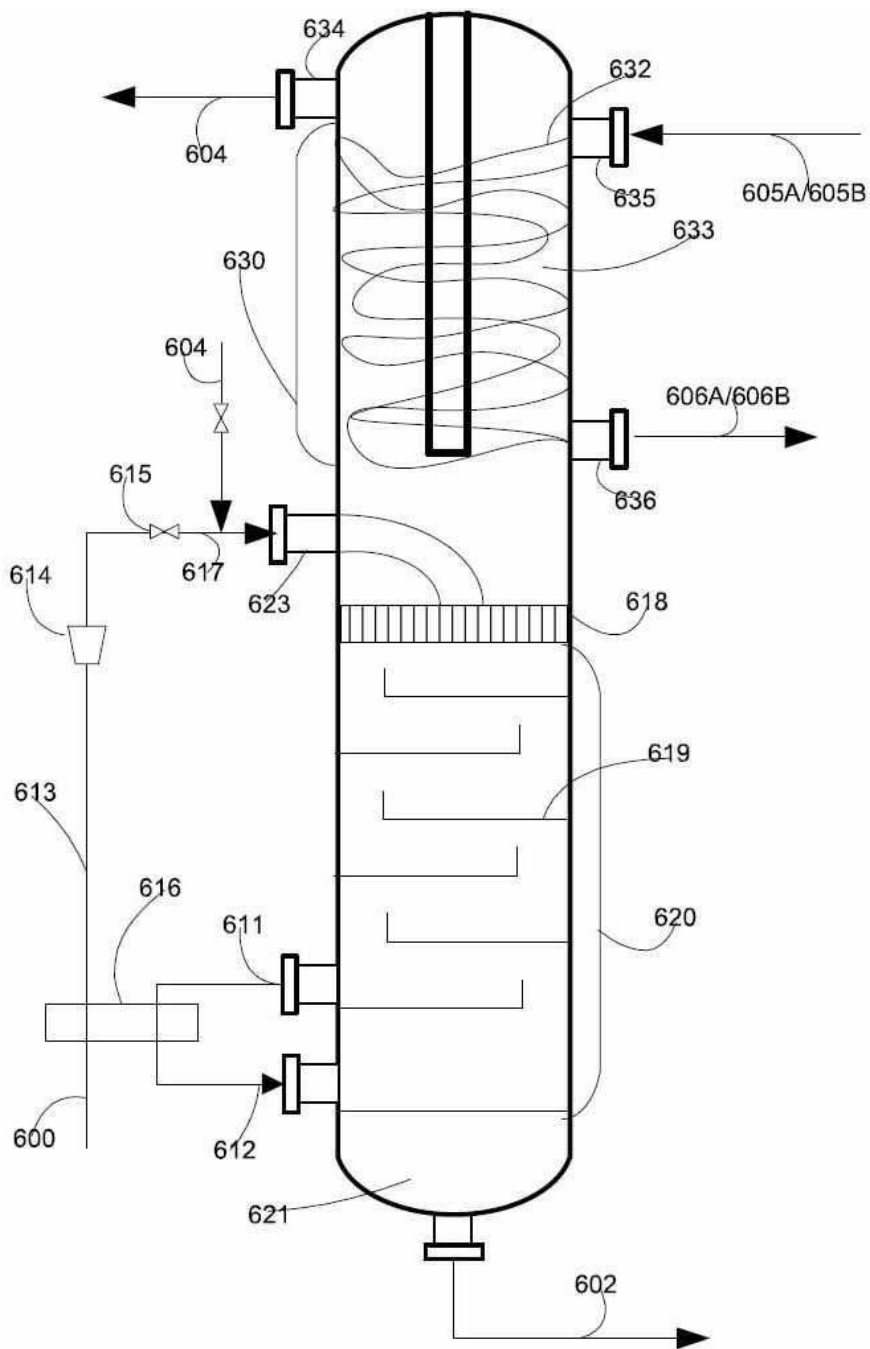
도면4



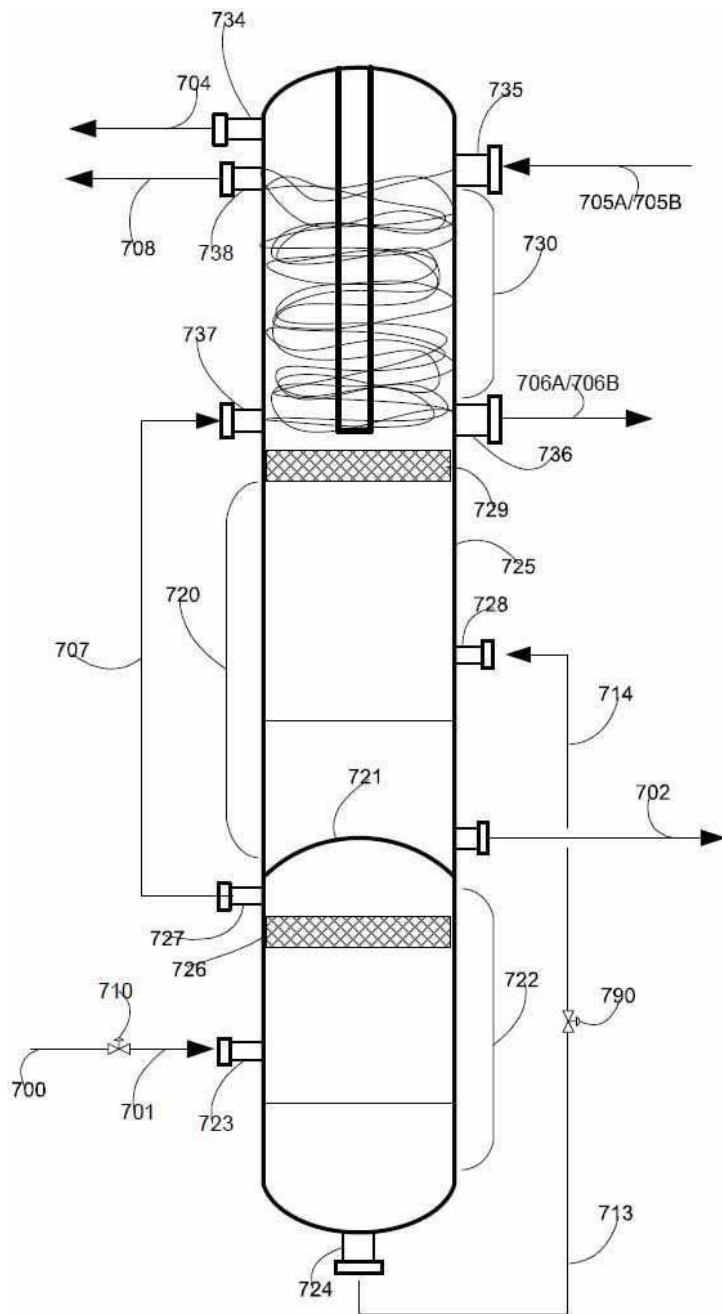
도면5



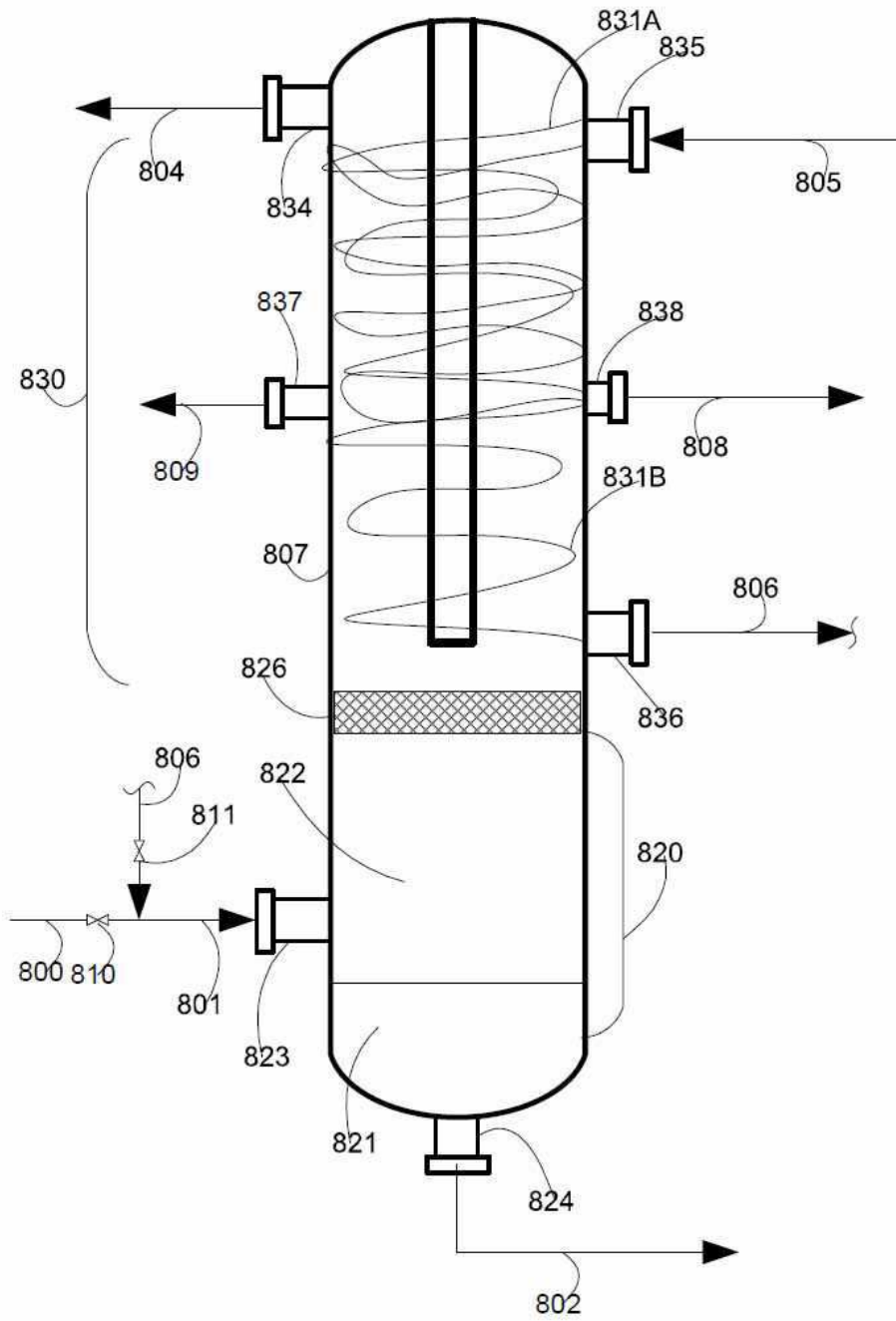
도면6



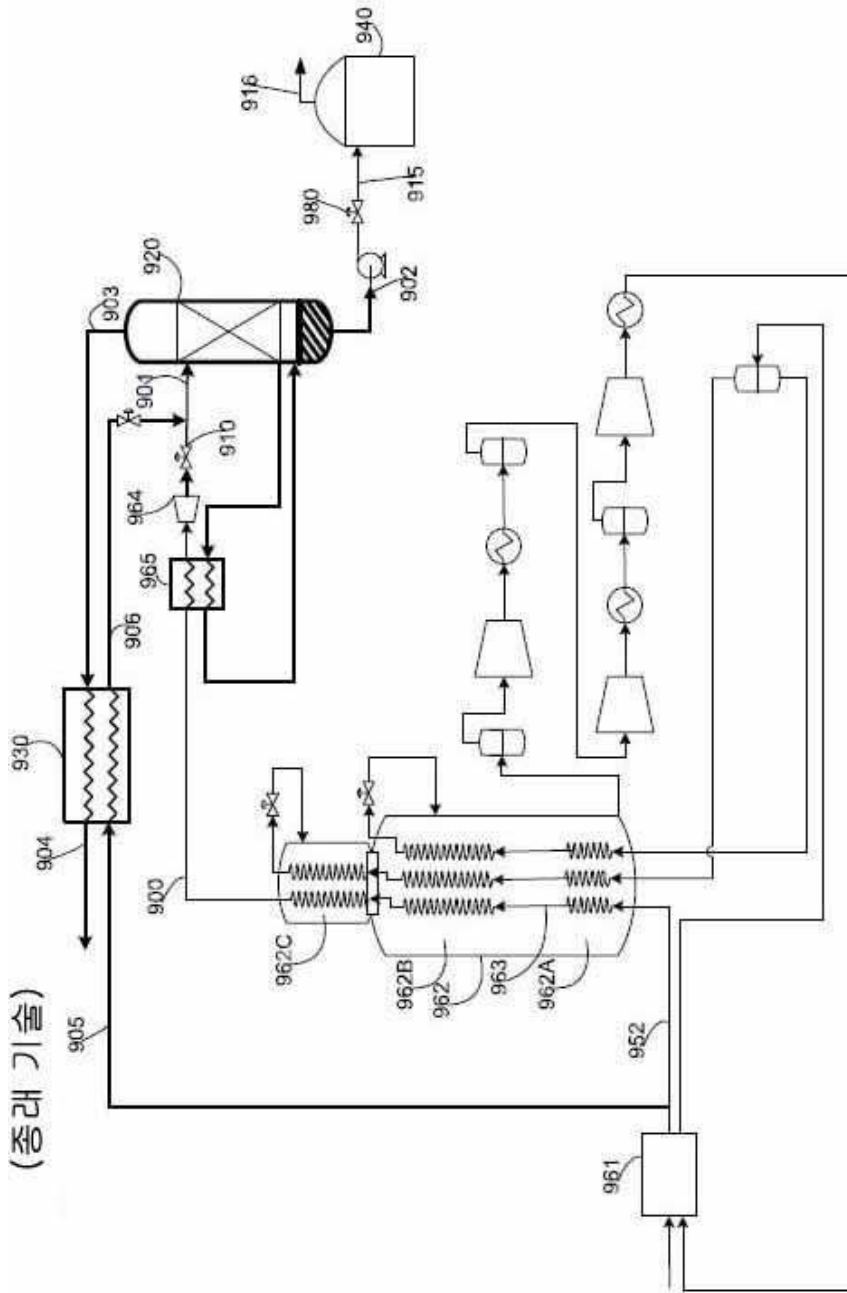
도면7



도면8



도면9



도면10

