



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0110507
(43) 공개일자 2023년07월24일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F25J 1/00 (2006.01) F25J 1/02 (2006.01)
F25J 3/02 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
F25J 1/0022 (2013.01)
F25J 1/004 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2023-7016193
- (22) 출원일자(국제) 2021년11월09일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2023년05월12일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2021/081084
- (87) 국제공개번호 WO 2022/106260
국제공개일자 2022년05월27일
- (30) 우선권주장
FR 2011752 2020년11월17일 프랑스(FR)

- (71) 출원인
테크니프 에너지 프랑스
프랑스 낭테르 세텍스 92741 이머블 오리진-씨에스 10266 볼러바드 데 라 데팡스 2126
- (72) 발명자
보바르트, 실뱅
프랑스 루브시엔 78430 뒤 드 몽뷔송 21
가텔르, 도미니크 클라우드 장
프랑스 루에일 말메종 92500 루 델라르세날 10
- (74) 대리인
이훈, 이두희

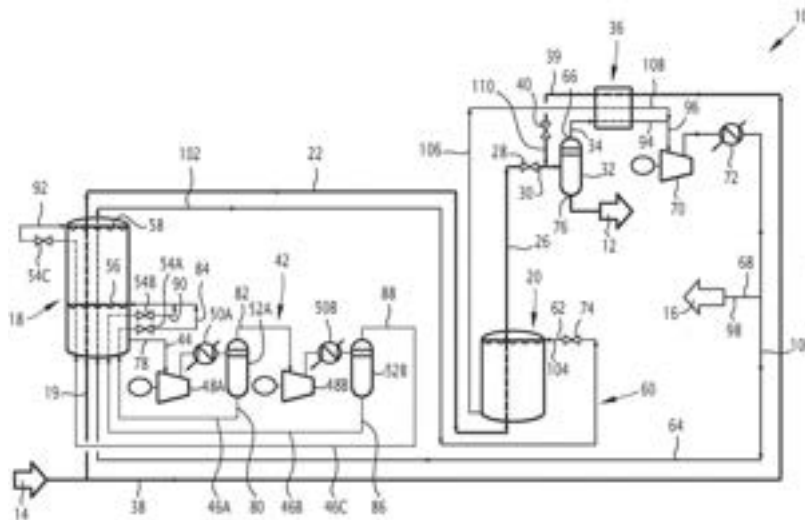
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 천연가스로부터의 액화천연가스 생산방법 및 그의 플랜트

(57) 요약

본 발명은 천연가스(14)로부터 액화천연가스(12)를 생산하는 방법으로서, 상기 방법은, 폐쇄형 사이클(42)에서 제1 혼합 냉매유체(44)와의 열교환으로 제1 열교환기(18)에서 천연가스(14)의 작어도 제1 부분(19)을 액화하는 단계; 제2 냉동사이클(60)의 제2 냉매유체(62)와의 열교환으로 제2 열교환기(20)에서 액화천연가스(22)를 과냉각시키는 단계; 과냉각된 액화천연가스 스트림(26)을 팽창시켜 플래시 분리기(32)로 보내는 단계; 그리고, 분리기의 하부에서 액화천연가스를 회수하고, 상부에서 가스흐름(34)을 회수하며, 상기 가스 흐름의 적어도 일부에 의해 제2 냉동사이클(60)에 공급하는 단계를, 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류

F25J 1/0045 (2013.01)
F25J 1/005 (2013.01)
F25J 1/0055 (2013.01)
F25J 1/0219 (2013.01)
F25J 1/023 (2013.01)
F25J 1/0238 (2013.01)
F25J 1/0264 (2013.01)
F25J 1/0267 (2013.01)
F25J 1/0288 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

천연가스(14)로부터의 액화천연가스(12) 생산 방법에 있어서,

- 제1 냉매유체(44)와의 열교환에 의해 제1 열교환기(18)에서 상기 천연가스(14)의 적어도 제1 부분(19)을 냉각하고 액화천연가스의 제1 스트림(22)을 얻고, 상기 제1 냉매유체(44)는 혼합냉매인, 단계;
- 제1 폐쇄형 냉동사이클(42)에서 상기 제1 냉매유체(44)를 순환시키는 단계;
- 상기 제1 냉매유체(44)와 별개의 제2 냉매유체(62)와의 열교환에 의해 제2 열교환기(20)에서 상기 액화천연가스의 제1 스트림(22)을 과냉각하고, 과냉각된 액화천연가스의 제2 스트림(26)을 얻는 단계;
- 액화천연가스의 제3 스트림(30)을 형성하기 위하여 상기 과냉각된 액화천연가스의 제2 스트림(26)을 팽창시키고, 상기 액화천연가스의 제3 스트림(30)을 플래시 가스 분리기(32)로 이송하는 단계;
- 생성된 상기 액화천연가스(12)를 상기 플래시 가스 분리기(32)의 하부에서 인출하는 단계;
- 제2 냉동사이클(60)에서 상기 제2 냉매유체(62)를 순환시키는 단계로서, 상기 제2 냉매유체(62)를 순환시키는 단계는

냉각된 제2 냉매유체의 스트림(102)을 얻기 위하여 상기 제1 냉매유체(44)와의 열교환에 의해 적어도 상기 제1 열교환기(18)에서 상기 제2 냉매유체(62)를 냉각시키는 단계;

상기 냉각된 제2 냉매유체의 스트림(102)의 적어도 일부를 팽창시키는 단계;

냉각팽창된 제2 냉매유체의 스트림(104)을 얻는 단계; 및

상기 액화천연가스의 제1 스트림(22)을 냉각시키기 위하여 상기 냉각팽창된 제2 냉매유체의 스트림(104)을 상기 제2 열교환기(20) 내로 수용하는 단계를 포함하는,

단계; 및

- 상기 플래시 가스 분리기(32)의 상부에서 가스흐름(34)을 회수하고 상기 가스흐름(34)의 적어도 일부를 상기 제2 냉동사이클(60)에 공급하는 단계를

포함함을 특징으로 하는, 천연가스로부터의 액화천연가스 생산 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

가연성 가스(16)를 생성하기 위해 상기 제2 냉동사이클(60)로부터 상기 제2 냉매유체의 제1 부분(98)을 전환시키는 단계를 더 포함함을 특징으로 하는, 천연가스로부터의 액화천연가스 생산 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

- 상기 제2 냉매유체(62)와 상기 플래시 가스 분리기(32)의 상부로부터 인출된 상기 가스흐름(34)과의 열교환에 의해 제3 열교환기(36)에서 상기 천연가스(14)의 제2 부분(38)을 냉각하고, 액화천연가스의 제4 스트림(39)을 얻는 단계;

- 상기 액화천연가스의 제4 스트림(39)을 팽창시키는 단계; 및

- 팽창된 상기 액화천연가스의 제4 스트림(110)을 상기 플래시 가스 분리기(32) 내에 수용하는 단계를

더 포함함을 특징으로 하는, 천연가스로부터의 액화천연가스 생산 방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중의 어느 한 항에 있어서,

- 상기 제2 냉동사이클(60)로부터 상기 제2 냉매유체(62)의 제2 부분(124)을 전환시키는 단계;
- 상기 플래시 가스 분리기(32)의 상부로부터 인출된 상기 가스흐름(34) 및 상기 제2 열교환기(20)로부터 나오는 상기 제2 냉매유체(62)의 가스흐름(106)과의 열교환에 의해 하나 또는 제3 열교환기(36)에서 상기 제2 냉매유체(62)의 제2 부분(124)을 냉각시키고, 냉각된 제2 냉매액체의 제2 스트림(126)을 얻는 단계;
- 냉각팽창된 제2 냉매액체의 제2 스트림(130)을 얻기 위해 상기 냉각된 제2 냉매액체의 제2 스트림(126)을 팽창시키는 단계; 및
- 액화천연가스의 제1 스트림(22)을 냉각하기 위해 상기 냉각팽창된 제2 냉매액체의 제2 스트림(130)을 상기 제2 열교환기(20) 내로 수용하는 단계를

더 포함함을 특징으로 하는, 천연가스로부터의 액화천연가스 생산 방법.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 냉각된 제2 냉매유체의 스트림(102)의 상기 팽창시키는 단계는 팽창밸브(74)에서 적어도 부분적으로 수행됨을 특징으로 하는, 천연가스로부터의 액화천연가스 생산 방법.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중의 어느 한 항에 있어서,

- 상기 냉각된 제2 냉매유체의 스트림(102)은 상기 제1 열교환기(18)의 출구에서 기체상이고,
- 상기 냉각된 제2 냉매유체의 스트림(102)의 상기 팽창시키는 단계는 터빈(202)에서 적어도 부분적으로 수행되고,

상기 제2 냉동사이클(60)에서의 상기 제2 냉매유체(62)의 순환단계는 상기 터빈(202)에 기계적으로 결합된 하나 이상의 압축기(204)에 의해 수행되는 상기 제2 냉매유체(62)의 하나 이상의 압축단계를 포함함을

특징으로 하는, 천연가스로부터의 액화천연가스 생산 방법.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 제2 냉매유체(62)를 냉각시키는 단계는, 상기 냉각된 제2 냉매유체의 스트림(102)의 상기 팽창시키는 단계 이전에 상기 제2 열교환기(20)를 통하여 상기 제2 냉매유체(62)를 유동시키는 단계를 더 포함함을 특징으로 하는, 천연가스로부터의 액화천연가스 생산 방법.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 냉각된 제2 냉매유체의 스트림(102)의 적어도 다른 부분(402; 502)은 팽창되고 상기 플래시 가스 분리기(32) 내로 유입됨을 특징으로 하는, 천연가스로부터의 액화천연가스 생산 방법.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중의 어느 한 항에 있어서,

- 상기 액화천연가스(12)를 저장기(406; 506) 내로 수용하는 단계;
- 상기 저장기(406; 506)로부터 증발가스(408; 508)를 인출하는 단계; 및
- 상기 증발가스(408; 508)의 적어도 일부를 상기 제2 냉동사이클(60)로 공급하는 단계를

더 포함함을 특징으로 하는, 천연가스로부터의 액화천연가스 생산 방법.

청구항 10

천연가스(14)로부터의 액화천연가스(12) 생산 플랜트(10; 120; 200; 300; 400)에 있어서,

- 혼합냉매인 제1 냉매유체(44)와의 열교환에 의해 상기 천연가스(14)의 적어도 제1 부분(19)을 냉각시키고 액화천연가스의 제1 스트림(22)을 얻기에 적합한 제1 열교환기(18);
- 상기 제1 냉매유체(44)를 순환시키기에 적합한 제1 폐쇄형 냉동사이클(42);
- 제1 냉매(44)와 별개의 제2 냉매유체(62)와의 열교환에 의해 상기 액화천연가스의 제1 스트림(22)을 과냉각하고, 과냉각된 액화천연가스의 제2 스트림(26)을 얻기에 적합한 제2 열교환기(20);
- 상기 과냉각된 액화천연가스의 제2 스트림(26)을 팽창시키고 액화천연가스의 제3 스트림(30)을 형성하기에 적합한 팽창 구성요소(28);
- 상기 액화천연가스의 제3 스트림(30)을 수용하기에 적합한 플래시 가스 분리기(32);
- 생성된 상기 액화천연가스(12)를 회수하기에 적합한, 상기 플래시 가스 분리기(32)의 하부에 있는 회수시스템(76);
- 상기 제2 냉매유체(62)를 순환시키고, 상기 제1 냉매유체(44)와의 열교환에 의해 적어도 상기 제1 열교환기(18)에서 상기 제2 냉매유체(62)를 냉각시켜 냉각된 상기 제2 냉매유체의 스트림(102)을 얻고, 냉각된 상기 제2 냉매유체의 스트림(102)의 적어도 일부를 팽창시키고, 냉각팽창된 상기 제2 냉매유체의 스트림(104)을 얻으며, 냉각 팽창된 상기 제2 냉매유체의 스트림(104)을 상기 제2 열교환기(20) 내로 도입하여 상기 액화천연가스의 제1 스트림(22)을 냉각시키기에, 적합한 제2 냉동사이클(60); 및
- 상기 플래시 가스 분리기(32)의 상부에서 가스흐름(34)을 회수하고 상기 가스흐름(34)의 적어도 일부를 상기 제2 냉동사이클(60)에 공급하기에 적합한 회수시스템(66)을

포함함을 특징으로 하는, 천연가스로부터의 액화천연가스 생산 플랜트.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 천연가스로부터 액화천연가스(LNG)를 생산하는 방법에 관한 것이다.

[0002] 본 발명은 또한 상응하는 액화천연가스의 생산플랜트에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 천연가스는 대부분 소비지역에서 멀리 떨어진 지리적 지역에 위치한다. 이렇게 천연가스는 부피가 약 600분의 1로 감소하도록 액화되고 LNG 운반선에 실려 바다를 통해 소비처로 운반된다.

[0004] 육지에 위치한 대형 액화플랜트의 경우, 각각 프로판, 에틸렌 및 메탄을 기반으로 하는 3개의 확연히 구분되는 집합형의 냉동사이클을 사용하는 캐스케이드 방법을 사용하는 방법이 알려져 있다. 이러한 플랜트는 에너지 소비가 적지만 설치 면적이 크다.

[0005] 또 다른 알려진 방법은 하나 이상의 혼합냉매(mixed refrigerants, MR)를 사용하는 냉동사이클을 사용하는 것으로 구성되는데, 그 이유는 혼합냉매가 복수의 경질 탄화수소(특히 메탄, 에탄, 프로판, 부탄 또는 펜탄)와 질소의 혼합물로 구성되기 때문이다. 이를 통해 플랜트의 소형화가 개선되는 동시에 양호한 에너지효율을 유지하거나 후자를 개선할 수도 있다. 산업장치에서 혼합냉매를 사용하는 사이클의 수는 1 내지 3이다. 사이클 수가 증가함에 따라 에너지효율이 향상된다.

[0006] LNG 생산플랜트에서 가장 많이 사용되는 방식은 프로판(C3) 냉동사이클과 혼합냉매(MR) 사이클을 사용하는 "C3/MR" 방식이다. 그러나, 이러한 방법은 많은 양의 장비를 필요로 하므로 상대적으로 큰 설치공간을 필요로 한다.

[0007] 단일혼합냉매(SMR, Single Mixed Refrigerant) 방식이 존재하며 앞서 언급한 두 가지 방식보다 장비가 덜 필요

하지만 에너지효율이 떨어진다. 또한 메인 극저온 열교환기(Main Cryogenic Heat Exchanger, MCHE)는 매우 설비의 높이가 높고(높이 50m 이상) 추가 공사비가 필요하다.

[0008] 보다 특히 연간 LNG 생산량이 150만 톤(MTPA) 미만인 소용량 플랜트의 경우 에너지성능이나 안전에 영향을 미치지 않고 총 설치공간(높이 및 지면)을 줄이는 것이 바람직할 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 따라서 본 발명의 목적은 "SMR" 방법과 비교하여 특히 높이에서 생산플랜트의 공간을 줄이는데 적합한 방법을 제안한다.

과제의 해결 수단

- [0010] 이를 위해, 본 발명은 다음의 단계를 포함하는 천연가스로부터 액화천연가스를 생산하는 방법에 관한 것이다:
- [0011] - 제1 냉매유체와의 열교환에 의해 제1 열교환기에서 천연가스의 적어도 제1 부분을 냉각하고 혼합냉매인 액화천연가스의 제1 스트림을 얻는 단계;
- [0012] - 제1 폐쇄형 냉동사이클에서 제1 냉매유체를 순환시키는 단계;
- [0013] - 제1 냉매와 구별되는 제2 냉매와의 열교환에 의해 제2 열교환기에서 제1 액화천연가스 스트림을 과냉각하고 제2 과냉각된 액화천연 가스스트림을 얻는 단계;
- [0014] - 액화천연가스의 제3 스트림을 형성하기 위하여 과냉각 액화천연가스의 제2 스트림을 팽창시키고 액화천연가스의 제3 스트림을 플래시 가스 분리기로 이송하는 단계;
- [0015] - 생성된 액화천연가스를 플래시 가스 분리기의 하부에서 인출하는 단계;
- [0016] - 제2 냉동사이클에서 제2 냉매유체를 순환시키는 단계; 및
- [0017] - 플래시 가스 분리기의 상부에서 가스흐름을 회수하고 가스흐름의 적어도 일부를 제2 냉동사이클에 공급하는 단계를 포함하고,
- [0018] 상기 제2 냉매유체를 순환시키는 단계는, 제2 냉매유체의 스트림을 얻기 위하여 제1 냉매유체와의 열교환에 의해 적어도 제1 열교환기에서 제2 냉매유체를 냉각시키는 단계; 냉각된 제2 냉매의 스트림의 적어도 일부를 팽창시키는 단계; 냉각 및 팽창된 제2 냉매의 스트림을 얻는 단계; 그리고, 액화천연가스의 제1 스트림을 냉각시키기 위하여 냉각팽창된 제2 냉매유체의 스트림을 제2 열교환기로 흡입하는 단계를, 포함한다.
- [0019] 열역학적 관점에서 천연가스의 액화 및 과냉각 단계의 분리를 통해 액화를 수행하는 제1 열교환기의 크기가 감소한다. 이러한 분리는 과냉각단계 전용의 제2 교환기로 인하여 플랜트에서 더 많은 유연성을 제공한다.
- [0020] 제1 열교환기의 크기를 줄이면 특히 LNG 생산유닛에 필요한 모든 장비를 수용하는 데 사용되는 모듈식 플랜트의 높이가 줄어들어 관련 구조물의 부피와 무게, 제조시간 및 LNG 생산현장으로의 운송조건이 감소된다.
- [0021] 본 발명에 따른 방법은 플랜트의 성능 또는 안전성을 감소시키지 않으면서 액화유닛의 전체 크기가 감소될 수 있도록 한다. 이러한 개선은 특히 플랜트 건설이 해상 또는 육상에서 모듈 방식으로 수행될 때 매우 흥미로운 절감 효과를 가져온다.
- [0022] 이 방법은 FPSO 또는 FLNG(Floating Production Storage and Offloading) 장치, 고정식 해상장치(해상 플랫폼, 계류된 바지선 등) 및 육상의 모듈식 플랜트에 완벽하게 적합하다.
- [0023] 이 방법은 점유면적을 줄이면서 생산량을 늘리기 위해 기존 플랜트를 수정하는 데에도 유리하게 적용할 수 있다.
- [0024] 특정 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 방법은 개별적으로 또는 기술적으로 가능한 모든 조합에 따라 다음의 특징 중 하나 이상을 포함한다:
- [0025] - 가연성 가스를 생성하기 위해, 제2 냉동사이클로부터 제2 냉매유체의 제1 부분을 분기한다;
- [0026] - 제2 냉매유체(62)와 플래시 가스 분리기의 상부로부터 인출된 가스흐름과의 열교환에 의해 제3 열교환기에서

천연가스의 제2 부분을 냉각하고, 액화천연가스의 제4 스트림을 얻고; 액화천연가스의 제4 스트림을 팽창시키며; 팽창액화된 천연가스의 제4 스트림을 플래시 가스 분리기로 유입시킨다;

- [0027] - 제2 냉동사이클로부터 제2 냉매유체의 제2 부분을 분기하고; 상기 플래시 가스 분리기의 헤드로부터 인출된 가스흐름 및 상기 제2 열교환기로부터 나오는 제2 냉매의 가스흐름과의 열교환에 의해 상기 하나 또는 제3 열교환기에서 상기 제2 냉매의 제2 부분을 냉각시키며, 냉각된 제2 냉매의 제2 스트림을 얻고; 냉각팽창된 제2 냉매의 제2 스트림을 얻기 위해 냉각된 제2 냉매의 제2 스트림을 팽창시키며; 액화천연가스의 제1 스트림을 냉각하기 위해 제2 냉각팽창된 냉매액체 스트림을 제2 열교환기로 흡입한다;
- [0028] - 냉각된 제2 냉매유체의 스트림의 상기 팽창단계는 팽창밸브에서 적어도 부분적으로 수행된다;
- [0029] - 냉각된 제2 냉매유체의 스트림은 제1 열교환기의 출구에서 기체상이며, 냉각된 제2 냉매유체의 스트림의 상기 팽창 단계는 터빈에서 적어도 부분적으로 수행되며; 상기 제2냉동 사이클에서의 상기 제2냉매 유체의 순환 단계는 상기 터빈에 기계적으로 결합된 하나 이상의 압축기에 의해 수행되는 제2냉매 유체의 적어도 하나의 압축단계를 포함한다;
- [0030] - 상기 제2 냉매유체의 냉각 단계는 상기 냉각된 제2 냉매유체의 스트림의 팽창 전에 상기 제2 열교환기를 통하여 제2 냉매유체를 유동시키는 유동단계를 더 포함한다;
- [0031] - 냉각된 제2 냉매의 스트림의 적어도 다른 부분이 팽창되어 플래시 가스 분리기로 유입된다;
- [0032] - 액화천연가스를 저장고로 유입시키고; 저장고로부터 증발가스를 인출하고; 증발가스의 적어도 일부를 제2 냉동사이클로 공급한다.
- [0033] 본 발명의 다른 주제는 다음을 포함하는 천연가스로부터 액화천연가스의 생산을 위한 플랜트이다:
- [0034] - 제1 냉매유체와의 열교환에 의해 천연가스의 적어도 제1 부분을 냉각시키고 혼합냉매인 액화천연가스의 제1 스트림을 얻기에 적합한 제1 열교환기;
- [0035] - 제1 냉매유체를 순환시키기에 적합한 제1 폐쇄형 냉동사이클;
- [0036] - 제1 냉매와 구별되는 제2 냉매와의 열교환에 의해 액화천연가스의 제1 스트림을 과냉각하고 과냉각된 액화천연가스의 제2 스트림을 얻기에 적합한 제2 열교환기;
- [0037] - 과냉각된 액화천연가스의 제2 스트림을 팽창시키고 액화천연가스의 제3 스트림을 형성하기에 적합한 팽창 구성요소;
- [0038] - 액화천연가스의 제3 스트림을 수용하기에 적합한 플래시 가스 분리기;
- [0039] - 생성된 액화천연가스를 회수하기에 적합한, 플래시 가스 분리기의 하단에 있는 회수시스템;
- [0040] - 제2 냉매유체를 순환시키기에 적합하고, 제1 냉매유체와의 열교환에 의해 적어도 제1 열교환기에서 제2 냉매유체를 냉각시키고 냉각된 제2 냉매유체의 스트림을 얻는 단계; 냉각된 제2 냉매의 스트림의 적어도 일부를 팽창시키는 단계; 냉각 및 팽창된 제2 냉매의 스트림을 얻고; 냉각 및 팽창된 제2 냉매의 스트림을 제2 열교환기로 도입하여 액화천연가스의 제1 스트림을 냉각시키는 단계에, 적합한 제2 냉동사이클; 및
- [0041] - 플래시 가스 분리기의 상부에서 가스흐름을 회수하고 상기 가스흐름의 적어도 일부를 제2 냉동사이클에 공급하기에 적합한 회수시스템.
- [0042] 본 발명은 실시예와 첨부된 도면을 참조하여 보다 상세히 설명할 것이다.

발명의 효과

[0043] 본 발명의 단일혼합냉매 방법과 비교하여 특히 높이에서 생산플랜트의 공간을 줄이는데 적합한 천연가스로부터 액화천연가스의 생산방법과 그 플랜트를 제공한다.

도면의 간단한 설명

[0044] 도 1은 본 발명에 따른 방법을 구현하는 플랜트의 블록도
 도 2 내지 7은 도 1에 도시된 플랜트의 변형 및 본 발명에 따른 방법의 구현 변형의 블록 다이어그램.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0045] 이하에서, 동일한 도면부호는 파이프를 통해 흐르는 스트림 및 스트림을 운반하는 파이프를 나타낸다. "상류(upstream)" 및 "하류(downstream)"라는 용어는 일반적으로 유체 흐름의 방향과 관련하여 사용된 것이다.
- [0046] 또한 달리 표시하지 않는 한 언급된 백분율은 몰 백분율이며 압력은 절대압력 bar를 나타낸다.
- [0047] 온도가 주위온도보다 높은 스트림은 공기 냉각기에 의해 냉각되는 것으로 설명된다. 변형예에서 물 열교환기, 예를 들어, 담수 또는 해수 열교환기를 이용할 수 있다.
- [0048] 이하의 시뮬레이션 계산에서, 예를 들어 HYSYS 소프트웨어를 사용하여 수행할 때 냉각공기 또는 물의 온도는 15 °C이다.
- [0049] 플랜트 주변의 주위온도는 본 발명에서는 중요하지 않으며 특히 15°C 내지 35°C에 포함될 수 있다.
- [0050] 이하에서는 모든 압축기의 폴리트로프 효율은 82%이고 모든 터빈의 단열효율은 86%라고 가정한다.
- [0051] 도 1에서, 천연가스(14)로부터 액화천연가스(12)를 생산하기에 적합한 본 발명에 따른 플랜트(10)가 설명된다. 이 실시예에서, 플랜트(10)는 또한 예를 들어 플랜트의 가스터빈 또는 기타 장비에 공급할 수 있는 가연성 가스(16)를 생산한다.
- [0052] 도 1에서 굵은 선의 흐름은 액화를 위한 천연가스와 관련이 있는 반면 가는 선은 냉매유체의 흐름을 보인 것이다.
- [0053] 이 실시예에서, 천연가스(14)는 플랜트(10)에서 액화하는 동안에 응고될 수 있는 화합물이 없는 전처리된 가스이다. 특히 미가공 천연가스로부터 물, 이산화탄소 및 황 화합물을 제거하는 것을 포함할 수 있다.
- [0054] 변형예(도시하지 않았음)에 따르면, 천연가스(14)는 전처리되지 않는다. 그런 다음 플랜트(10)는 전처리를 수행하고 천연가스(14)를 공급하기 위해 알루미나 또는 분자체 베드(molecular sieve bed)와 같은 장비(도시하지 않았음)가 구비된다.
- [0055] 천연가스(14)는 주로 메탄으로 구성되며 예를 들어 다음 몰 조성을 갖는다.
- [0056] - 메탄: 92.0%
- [0057] - 에탄: 5.00%
- [0058] - 프로판: 2.20%
- [0059] - 질소: 0.80%
- [0060] - i-C4, n-C4, i-C5: 0.00%.
- [0061] 플랜트(10)는 천연가스(14)의 적어도 제1 부분(19)을 액화시키고 액화천연가스의 제1 스트림(22)을 생성하기 위한 제1 열교환기(18)와, 액화천연가스의 제1 스트림을 과냉각하기 위한 제2 열교환기(20)를 포함한다. 플랜트(10)는 또한
- [0062] 과냉각팽창된 액화천연가스(30)의 제3 스트림을 생성하기 위한 팽창 구성요소(28)(밸브 또는 동적팽창터빈)와, 과냉각팽창된 액화천연가스의 제3 스트림을 수용하고 이를 가스흐름(34)과 액화천연가스(12)로 분리하기 위한 드럼과 같은 플래시 가스 분리기(2)를 포함한다.
- [0063] "과냉각(sub-cooling)"은 액화온도보다 절대적으로 미만의 온도로 냉각하는 것을 의미한다.
- [0064] 플랜트(10)는 유리하게는 천연가스(14)의 제2 부분(38)을 냉각, 액화 및 과냉각하고 액화천연가스(39)의 제4 스트림을 얻기 위한 제3 열교환기(36)와, 액화천연가스의 제4 스트림을 팽창시키는 팽창 구성요소(40)를 포함한다.
- [0065] 제1 열교환기(18)는 천연가스(14)의 제1 부분(20)과 역류로 제1 냉매유체(44)를 순환시키기에 적합한 제1 냉동사이클(42)에 의해 냉각된다.
- [0066] 제1 냉동사이클(42)은 단혀 있으며, 즉 정상작동 중에 외부와 물질을 교환하지 않는다. 반면에 전체 또는 부분적으로 채우지거나 비워질 때 외부와 재료를 교환할 수 있다. 제1 냉동사이클(42)은 예를 들어 제1 열교환기(18)를 통과하는 3개의 루프(46A, 46B, 46C)를 포함한다.

- [0067] 제1 냉매유체(44)는 혼합냉매이다. 예를 들어 제1 냉매유체(44)는 질소, 메탄, 에탄 및/또는 에틸렌, 프로판, 부탄 및 펜탄을 포함한다.
- [0068] 예를 들어 제1 냉매(44)는 다음의 몰 조성을 갖는다.
- [0069] - 메탄: 26.27%
- [0070] - 에탄: 39.22%
- [0071] - 프로판: 19.41%
- [0072] - 질소: 0.00%
- [0073] - i-C₄, n-C₄: 0.00%
- [0074] - i-C₅: 15.10%
- [0075] 제1 냉동사이클(42)은 예를 들어 2개의 압축기(48A, 48B), 2개의 냉각기(50A, 50B), 2개의 분리탱크(52A, 52B), 3개의 팽창밸브(54A, 54B, 54C) 및 제1 열교환기(18)에 위치한 2개의 분배관(56, 58)을 포함한다.
- [0076] 냉각기(50A, 50B)는 예를 들어 주변 공기온도 또는 수온에 가까운 온도로 관련 흐름을 냉각하는 데 적합한 공기 또는 물 냉각 열교환기이다.
- [0077] 압축기(48A, 48B)는 단일 모터(또는 가스 터빈)가 구비된 동일한 기계에 일체로 구성될 수 있다.
- [0078] 제1 루프(46A)는 압축기(48A), 냉각기(50A), 분리드럼(52A)의 하부, 팽창밸브(54A) 및 분배관(56)을 연속적으로 통과한다.
- [0079] 제2 루프(46B)는 압축기(48A), 냉각기(50A), 분리드럼(52A)의 상부, 압축기(48B), 냉각기(50B), 분리드럼(52B)의 하부, 팽창밸브(54B) 및 분배관(56)을 연속적으로 통과한다.
- [0080] 제3 루프(46C)는 압축기(48A), 냉각기(50A), 분리드럼(52A)의 상부, 압축기(48B), 냉각기(50B), 분리드럼(52B)의 상부, 팽창밸브(54C) 및 분배관(58)을 연속적으로 통과한다.
- [0081] 제2 열교환기(20)는 제1 액화천연가스 스트림(22)과 역류로 제2 냉매유체(62)를 순환시키기에 적합한 제2 냉동사이클(60)에 의해 냉각된다.
- [0082] 도시된 예에서, 제3 열교환기(36)는 또한 제2 냉동사이클(60)에 의해, 유리하게는 플래시 가스 분리기(32)로부터 나오는 가스흐름(34)에 의해 냉각된다.
- [0083] 제2 냉동사이클(60)은 유리하게는 반-개방형(half-open)이다. 이 예에서, 제2 냉동사이클(60)은 하나의 루프(64)만을 포함한다. 제2 냉동사이클(42)은 플래시 가스 분리기(32)의 상부에 위치한 회수시스템(66)으로부터 나오는 가스흐름(34)에 의해 공급되기에 적합하다. 도시된 바와 같이, 분기부(68)는 루프(64)에서 순환하는 제2 냉매유체로부터 가연성 가스(16)를 생성하기 위해 사용된다.
- [0084] 계속 도시된 예에서, 루프(64)는 압축기(70), 냉각기(72), 제1 열교환기(18), 팽창밸브(74), 제2 열교환기(20) 및 제3 열교환기(36)를 통해 연속적으로 통과한다.
- [0085] 제2 냉매유체(62)는 제1 냉매유체(44)와 다른 조성을 갖는다. 원칙적으로, 제2 냉매유체(62)는 가스흐름(34)의 조성, 즉 천연가스의 액화로 얻는 플래시 가스의 조성을 갖는다.
- [0086] 플래시 가스 분리기(32)의 바닥에 위치한 회수시스템(76)은 플랜트(10)에 의해 생산된 액화천연가스(12)를 공급하도록 설계된다.
- [0087] 플랜트(10)에서 실행되는 본 발명에 따른 제1 방법이 이제 설명될 것이다.
- [0088] 천연가스(14)는 예를 들어 온도가 약 25°C이고 압력이 30 bar 초과, 예를 들어 약 70 bar이다. 천연가스(14)의 유량은 예를 들어 3,015 kmols/시간, 즉 상기 언급된 조성의 경우 54,205 kg/시간이다.
- [0089] 도시된 예에서, 전처리된 천연가스(14)는 제1 부분(19)과 제2 부분(38) 사이에서 분리된다.
- [0090] 제1 부분(19)은 예를 들어 제1 액화천연가스 스트림(22)을 형성하기 위해 제1 열교환기(18)에서 -126°C로 냉각 및 응축된다. 제1 액화천연가스 스트림(22)은 과냉각 액화천연가스(26)의 제2 스트림을 형성하기 위해 제2 열교환기(20)에서 -150°C로 과냉각된다. 과냉각 액화천연가스(26)의 제2 스트림은 제3 과냉각 및 팽창된 액화 천연

가스 스트림(30)을 형성하기 위하여 팽창 구성요소(28)에서 예를 들어 1.25 bar까지 팽창된다.

- [0091] 제3 과냉각 팽창된 액화천연가스 스트림(30)은 플래시 가스 분리기(32)로 유입된다. 액화천연가스(12)는 49,588 kg/시간의 생산유량으로 회수시스템(76)을 통하여 플래시 가스 분리기(32)의 하부로부터 회수된다.
- [0092] 제1 냉매유체(44)는 제1 냉동사이클(42)의 루프(46A, 46B, 46C)를 순환한다. 그 조성은 분리기 드럼(52A, 52B)에서 일어나는 분류에 따라 변할 수 있다.
- [0093] 보다 정확하게는, 제1 냉매유체(44)의 스트림(78)은 예를 들어 2.85bar 및 23℃에서 제1 열교환기(18)의 하부에서 회수된다. 스트림(78)은 예를 들어 압축기(48A)에 의해 20 bar로 압축되고, 그 후 냉각기(50A)에서 25℃로 냉각되어 부분적으로 응축되며, 분리기 드럼(52A)으로 옮겨지고, 이로부터 액체부분(80)과 기체부분(82)이 추출된다.
- [0094] 액체부분(80)은 과냉각되도록 병류로(액화될 천연가스의 제1 부분 19에 대해) 제1 열교환기(18)를 통과한 다음 흐름(84)을 형성하기 위해 팽창밸브(54A)에서 팽창된다. 흐름(84)은 분배기(56)를 통해 역류로 제1 열교환기(18)로 유입된다.
- [0095] 기체부분(82)은 예를 들어 압축기(48B)에 의해 40 bar로 압축되고, 그 후 예를 들어 25℃로 냉각기(50B)에서 냉각되고 부분적으로 응축되어, 분리기 드럼(52B)으로 유입되어 이로부터 액체부분(86)과 기체부분(88)이 추출된다.
- [0096] 액체부분(86)은 과냉각되도록 제1 열교환기(18)에서 병류로 통과하고 팽창밸브(54B)에서 팽창되어 흐름(90)을 형성한다. 흐름(90)은 예를 들어 분배기(56)를 통하여 역류로 제1 열교환기(18)로 유입된다. 유리하게, 흐름(90)은 흐름(84)과 실질적으로 동일한 압력이다. 특정 실시예에 따르면, 흐름(90)과 흐름(84)은 제1 열교환기(18)로 유입되기 전에 서로 합하여진다.
- [0097] 기체부분(88)은 액화되고 과냉각되기 위해 제1 열교환기(18)에서 병류로 통과한 다음 흐름(92)을 형성하기 위해 팽창밸브(54C)에서 팽창된다. 흐름(92)은 분배기(58)를 통하여 역류하여 제1 열교환기(18)로 유입된다.
- [0098] 대부분의 액체흐름(84, 90, 92)은 제1 열교환기(18)에서 혼합되고 증발된 다음, 스트림(78)을 형성하기 위해 대략 주위온도에서 회수된다. 스트림(78)의 유속은 예를 들어 5,115 kmol/h이다.
- [0099] 압축기(48A, 48B)에 의해 소비되는 전력은 예를 들어 11,669kW이다.
- [0100] 가스흐름(34)은 예를 들어 4,617kg/시간의 유량으로 회수시스템(66)을 통해 플래시 가스 분리기(32)의 상부로부터 회수된다. 회수된 가스흐름(34)은 제 냉동사이클(60)의 루프(64)를 통하여 재순환되는 재가열된 흐름(94)을 형성하도록 예를 들어 천연가스(14)의 제2 부분과 역류하여 제3 열교환기(36)에서 재가열된다.
- [0101] 가열된 흐름(94)은 압축기(70)에서 압축된 흐름(96)에 병합되어 냉각기(72)에서 냉각된다. 흐름(96)의 일부(98)는 분기부(68)를 통해 유동하여 가연성 가스(16)를 형성한다. 다른 부분(100)은 루프(64)를 통하여 계속 유동하여 제2 냉매유체(62)를 형성한다.
- [0102] 부분(100)은 냉각된 제2 냉매유체의 스트림(102)을 형성하기 위하여 천연가스(14)의 부분(19)과 병류하여 제1 열교환기(18)에서 냉각되고 액화된다.
- [0103] 냉각된 제2 냉매유체의 스트림(102)은 냉각팽창된 제2 냉매유체의 스트림(104)을 형성하기 위하여, 팽창밸브(74)에서 예를 들어, 2.7bar 및 -152℃로 팽창된다.
- [0104] 냉각팽창된 제2 냉매유체 스트림(104)은 예를 들어 액화천연가스의 제1 스트림과 역류하여 제2 열교환기(20)로 유입되고 액화천연가스의 제1 스트림을 과냉각함으로써 기화한다. 제2 냉매유체의 가스흐름(106)은 제2 열교환기(20)의 출구에서 회수되어 가열된 가스의 흐름(108)을 형성하기 위하여 예를 들어 가스 스트림(34)과 병류하여 제3 열교환기(36)로 보내진다.
- [0105] 가열된 가스(108)의 흐름과 가열된 흐름(94)은 서로 혼합되어 스트림(96)을 형성한다.
- [0106] 천연가스(14)의 제2 부분(38)은 가스흐름(34 및 106)을 가열하는 액화천연가스의 제4 스트림(39)을 얻기 위해 제3 열교환기(36)에서 냉각된다. 액화천연가스의 제4 스트림(39)은 플래시 가스 분리기(32)로 들어가는 스트림(110)을 생성하기 위해 팽창밸브(40)에서 예를 들어 1.25 bar로 팽창된다.
- [0107] 본 발명 방법의 에너지소비는 예를 들어 다음과 같다.

- [0108] - 압축기(70): 2.8MW
- [0109] - 압축기(48A): 9.7MW
- [0110] - 압축기(48B): 1.9MW
- [0111] - 총: 14.4MW
- [0112] 전술한 특징에 의해, 본 발명의 방법은 특히 "SMR" 방법과 비교하여 높이가 10 내지 15미터 증가하여 플랜트(10)의 설치공간을 줄일 수 있도록 한다. 제1 열교환기(18)의 크기는 상당히 감소된다. 과냉각 단계 전용의 제2 열교환기(20)로 인해, 플랜트(10)는 또한 더 융통성이 있고, 냉매(42)의 조성은 교환기(18)내에서 달성되는 감소된 온도 차이로 인해 더 잘 최적화될 것이다. 본 발명의 방법은 성능 또는 안전성을 저하시키지 않으면서 플랜트(10)의 전체 크기를 줄일 수 있도록 한다.
- [0113] 제1 열교환기(18)의 크기 감소는 특히 LNG 생산 유닛에 필요한 모든 장비를 수용하기 위해 사용되는 모듈식 플랜트의 높이를 감소시킨다.
- [0114] 도 2에서, 플랜트(10)의 변형예인 플랜트(120)가 설명된다. 플랜트(120)는 도 1에 도시된 플랜트(10)와 유사하다. 동일한 구성요소에 대하여서는 동일한 도면부호를 붙이고 다시 설명하지는 않을 것이다. 이후 차이점만을 설명한다.
- [0115] 플랜트(120)에서 천연가스(14)는 제1 부분(19)과 제2 부분(38)으로 나누어지지 않는다. 천연가스(14)는 모두 제1 열교환기(18)로 보내져 액화된다.
- [0116] 제2 냉동사이클(60)은 루프(64)로부터 제2 냉매유체의 제2 부분(124)을 추출하기 위한 제2 분기부(122)를 포함한다.
- [0117] 제2 분기부(122)는 예를 들어 냉각기(72)의 하류측인 분기부(68)의 상류측에 위치한다. 변형예(도시하지 않았음)에서, 제2 분기부(122)는 제1 분기부(68)의 하류측에 위치한다.
- [0118] 도시된 예에서, 루프(64)를 통해 순환하는 흐름(96)은 제2 부분(124)과 가연성 가스(16)를 형성하는 흐름(98)이 추출되는 흐름(126) 사이에서 분할된다. 나머지 부분(100)은 루프(64)를 통해 계속 흐른다.
- [0119] 제2 부분(124)은 예를 들어 냉각된 냉매액체의 제2 스트림(127)을 형성하기 위하여 가스 흐름(34 및 106)과의 역류로 제3 열교환기(36)에서 냉각된다.
- [0120] 냉각된 제2 냉각액체의 제2 스트림(127)은 냉각팽창된 제2 냉동 액체의 제2 스트림(130)을 형성하기 위해 예를 들어 2.7 bar로 팽창 구성요소(128)에서 팽창된다.
- [0121] 냉각팽창된 제2 냉매액체의 제2 스트림(130)은 액화천연가스(22)의 제1 스트림을 냉각하기 위해 제2 열교환기(20)로 유입된다. 예를 들어, 냉각팽창된 제2 냉매액체의 제2 스트림(130)은 제2 열교환기(20)로 유입되기 전에 냉각팽창된 제2 냉매액체의 스트림(104)과 혼합된다.
- [0122] 플랜트(120)에서, 제2 냉동사이클(60)은 제2 냉매유체의 초기냉각이 제1 열교환기(18)에서 일어나는 루프(64)와, 제2 냉매유체의 초기냉각이 제3 열교환기(36)에서 일어나는 새로운 루프(32)를 포함한다.
- [0123] 도 3에서, 플랜트(10)의 변형예인 플랜트(200)가 설명된다. 플랜트(200)는 도 1에 도시된 플랜트(10)와 유사하다. 동일한 구성요소에 대하여서는 동일한 도면부호를 붙이고 다시 설명하지 않는다. 이후에 차이점만 자세히 설명한다.
- [0124] 제1 열교환기(18)는 냉각된 냉매유체의 제2 스트림(102)이 제1 열교환기(18)의 출구에서 액체가 아닌 기체상이 되도록 구성된다. 냉각된 냉매유체의 제2 스트림(102)의 팽창은 도 1에 도시된 팽창밸브(74)에서 이루어지지 않고 터빈(202)에서 이루어진다.
- [0125] 제2 냉동사이클(60)을 통한 제2 냉매유체의 순환단계는 터빈(202)에 기계적으로 결합된 압축기(204)에 의해 수행되는 제2 냉매유체의 압축단계를 더 포함한다.
- [0126] 설비(200)는 바람직하게는 루프(64)에서 압축기(204)와 제1 열교환기(18) 사이에 위치한 냉각기(206)를 포함한다.
- [0127] 도 4에서, 플랜트(10)의 변형예인 플랜트(300)가 설명된다. 플랜트(300)는 도 1에 도시된 플랜트(10)와 유사하다. 동일한 구성요소에 대하여서는 동일한 도면부호를 붙이고 다시 설명하지 않는다. 이후에 차이점만 자세히

설명한다.

- [0128] 냉각된 제2 냉매유체의 스트림(102)은 제1 열교환기(18)를 통한 부품(100)의 흐름에 의해서 뿐만 아니라 제2 열교환기(20)를 통한 흐름에 의해서도 얻어진다.
- [0129] 보다 정확하게는, 제2 유체의 일부(100)는 냉각된 흐름(302)을 형성하기 위해 제1 열교환기(18)를 통해 흐른다. 그리고 냉각된 흐름(302)은 냉각된 제2 냉매유체의 스트림(102)을 얻기 위하여 예를 들어 제1 액화천연가스 스트림(22)과 병류하여 제2 열교환기(20)에서 과냉된다.
- [0130] 도 5에서, 플랜트(300)의 변형예인 플랜트(400)가 설명된다. 플랜트(400)는 도 4에 도시된 플랜트(300)와 유사하다. 동일한 구성요소에 대하여서는 동일한 도면부호를 붙이고 다시 설명하지 않는다. 이후에 차이점만 자세히 설명한다.
- [0131] 냉각된 제2 냉매유체의 스트림(102)의 일부만이 냉각팽창된 제2 냉매유체의 스트림(104)을 형성하기 위하여 밸브(74)에서 팽창된다.
- [0132] 냉각된 제2 냉매유체의 스트림(102)의 다른 부분(402)은 팽창 브(404)에서 팽창되고 플래시 가스 분리기(32)로 유입된다.
- [0133] 플랜트(400)는 유리하게는 플래시 가스 분리기(32)로부터 나오는 액화천연 가스(12)를 수용하는 저장기(406)를 포함한다.
- [0134] 증발가스(408)(보일오프가스 또는 BOG)는 저장기(406)로부터 유출되어 제2 냉동사이클(60)에 공급된다. 더욱 정확하게는 증발가스(408)가 가열된 흐름(94)에, 예를 들어 압축기(72)의 상류측에 혼합된다.
- [0135] 도 6에서, 플랜트(120)의 변형예인 플랜트(500)가 설명된다. 플랜트(500)는 도 2에 도시된 플랜트(120)와 유사하다. 동일한 구성요소에 대하여서는 동일한 도면부호를 붙이고 다시 설명하지 않는다. 이후에 차이점만 자세히 설명한다.
- [0136] 도 5에서와 같이, 냉각된 제2 냉매유체의 스트림(102)의 다른 부분(502)은 팽창밸브(504)에서 팽창되고 플래시 가스 분리기(32)로 유입된다.
- [0137] 플랜트(500)는 유리하게는 플래시 가스 분리기(32)로부터 나오는 액화천연가스(12)를 수용하는 저장기(506)를 포함한다.
- [0138] 증발가스(508)(보일오프가스)는 저장소(506)로부터 유출되어 제2 냉동사이클(60)에 공급된다. 보다 정확하게는, 증발가스(508)가 도 5에서와 같이 예를 들어 압축기(72)의 상류측에서 가열된 흐름(94)에 혼합된다.
- [0139] 도 7에서, 플랜트(300)의 변형예인 플랜트(600)가 설명된다. 플랜트(600)는 도 4에 도시된 플랜트(300)와 유사하다. 동일한 구성요소에 대하여서는 동일한 도면부호를 붙이고 다시 설명하지 않는다. 이후에 차이점만 자세히 설명한다.
- [0140] 탈질소 컬럼의 리보일러가 제2 열교환기(20)에 일체로 구성된다. 이는 액화천연가스의 제1 스트림(22)을 과냉각된 액화천연가스의 제2 스트림(26)으로 과냉각시키는 데 기여한다. 질소 풍부(rich in nitrogen)한 액체흐름(602)이 플래시 가스 분리기(32)로부터 추출되어 리보일러로서 작용하는 제2 열교환기(20)로 보내진다. 액체흐름(602)은 제2 열교환기(20)에서 부분적으로 기화되고 탈질소화 칼럼(32)으로 되돌아가는 2상 흐름(604)을 형성한다.
- [0141] 도 2 내지 도 7을 참조하여 전술한 변형예는 플랜트(10)의 이점과 유사한 이점을 갖는다. 적절하다면, 기술적으로 가능할 때 이러한 변형예들은 서로 조합되어 다른 변형예를 형성한다.
- [0142] 혼합냉매를 사용하는 단 하나의 냉동사이클을 갖는 종래기술과 여러 변형예의 비교

표 1

		종래기술 "SMR"	도 1	도 2	도 3	도 4	도 5	도 6	도 7
천연가스(피드)									
압력	bar	70	70	70	70	70	70	70	70
온도	°C	25	25	25	25	25	25	25	25
유량	kmol/h	3105	3105	3105	3105	3105	3105	3105	3105

조성									
N2	몰분율	0.0080	0.0080	0.0080	0.0080	0.0080	0.0080	0.0080	0.0500
C1	몰분율	0.9200	0.9200	0.9200	0.9200	0.9200	0.9200	0.9200	0.8780
C2	몰분율	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500
C3	몰분율	0.0220	0.0220	0.0220	0.0220	0.0220	0.0220	0.0220	0.0220
제1냉각유체									
유량	kmol/h	5480	5115	5149	4650	5100	5448	5445	4990
압축전력	kW	13568	11669	11729	11296	11667	12485	12420	11451
조성									
N2	몰분율	0.0182	0.0000	0.0000	0.0151	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
C1	몰분율	0.2920	0.2627	0.2462	0.2473	0.2627	0.2698	0.2562	0.2685
C2	몰분율	0.3467	0.3922	0.4221	0.3914	0.3922	0.3888	0.4040	0.4008
C3	몰분율	0.1916	0.1941	0.1709	0.1720	0.1941	0.1890	0.1837	0.1743
iC5	몰분율	0.1515	0.1510	0.1608	0.1742	0.1510	0.1523	0.1561	0.1563
LNG유량									
	kmol/h	2848	2830	2852	2850	2829	2978	2978	2676
압축기70	kW	992	2845	2878	3391	2584	3268	3249	2601
BOG	kW	374	374	374	374	374			366
총전력									
	kW	14934	14888	14981	15061	14625	15753	15669	14417
비전력	kW/kmol	5.24	5.26	5.25	5.28	5.17	5.29	5.26	5.39
	기본 100	100	100.3	100.2	100.8	98.6	100.9	100.3	102.8

[0144] 상기 표는 제1 냉매유체의 조성과 소비전력을 보인 것이다. 이는 또한 마지막 2개 라인에서 LNG 흐름(12)을 생성하는 데 소비되는 비전력을 보이고 있다.

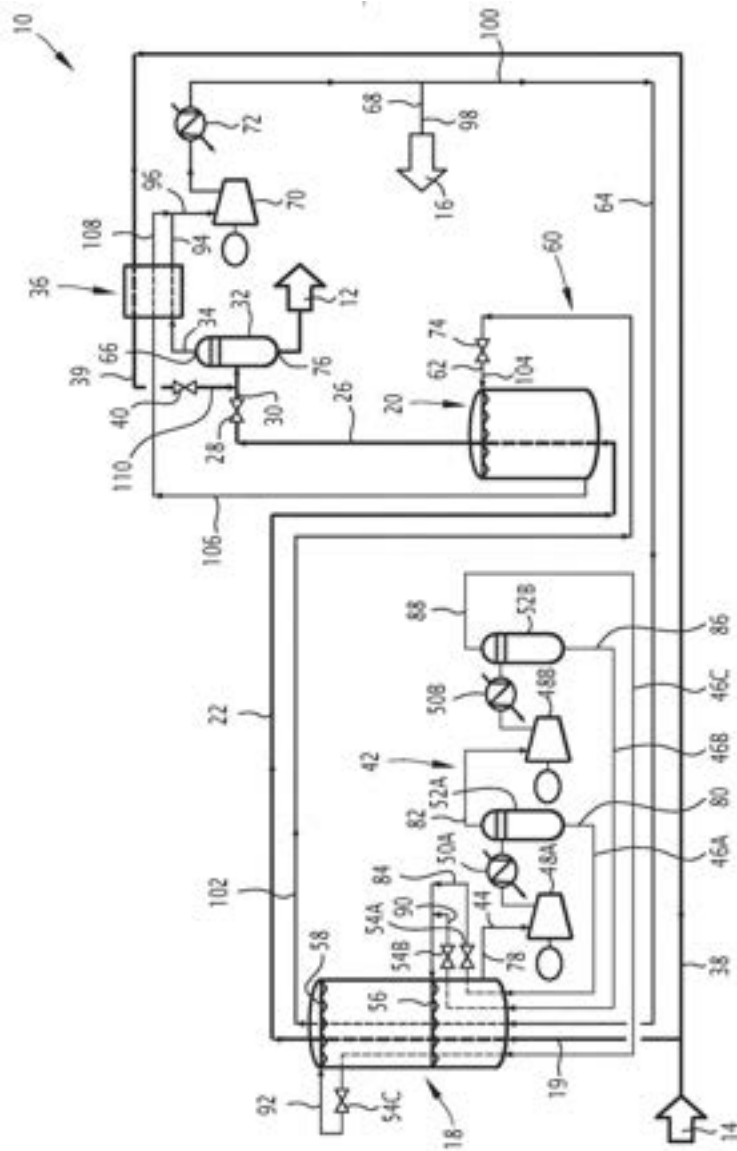
[0145] 소비되는 비전력은 종래기술의 비전력과 실질적으로 동일함을 알 수 있다. 따라서, 플랜트(10)의 설치공간의 감소는 LNG 생산을 위해 소비되는 에너지를 희생시키지 않는다.

부호의 설명

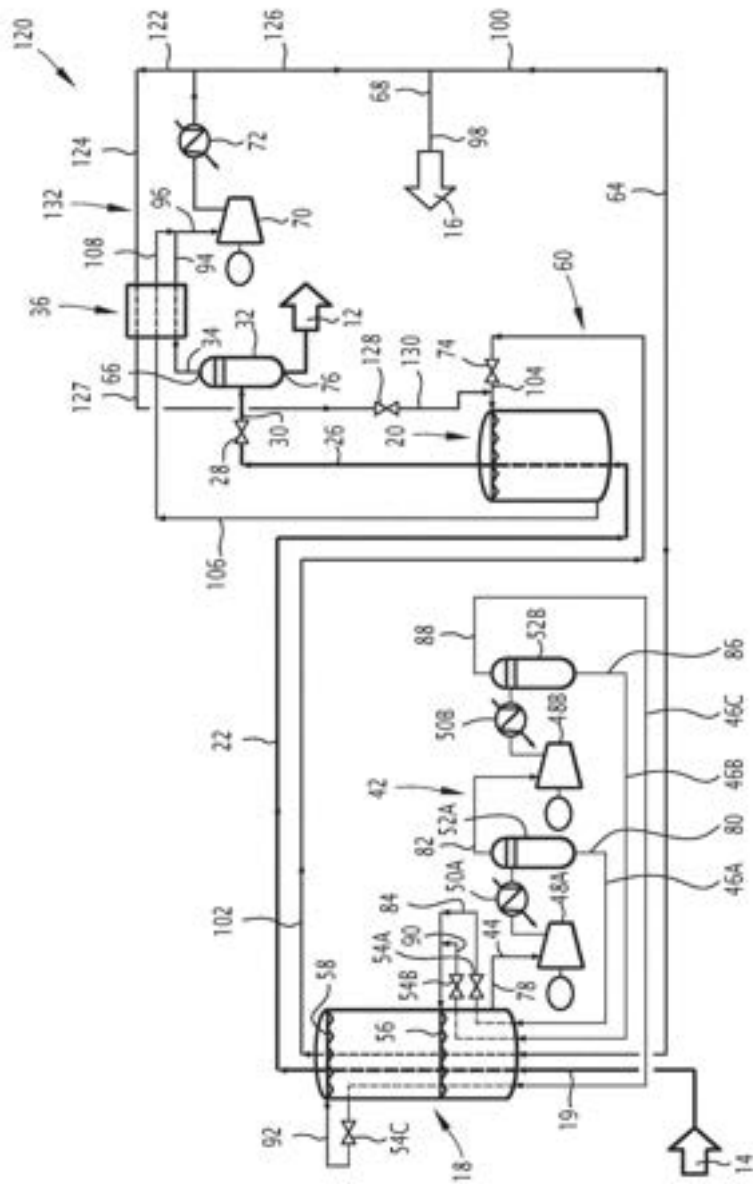
[0146] 10: 플랜트, 12: 액화천연가스, 14: 천연가스, 16: 가연성 가스, 18: 제1 열교환기, 19: 제1 부분, 20: 제2 열교환기, 22: 액화천연가스의 제1 스트림, 26: 과냉각된 액화천연가스의 제2 스트림, 28: 팽창 구성요소, 30: 과냉각된 액화천연가스의 제3 스트림, 32: 플래시 가스 분리기, 34: 가스흐름, 36: 제3 열교환기, 38: 제2 부분, 39: 액화천연가스의 제4 스트림, 40: 팽창 구성요소, 42: 제1 냉동사이클, 44: 제1 냉매유체, 46A, 46B, 46C: 루프, 48A, 48B: 압축기, 50A, 50B: 냉각기, 52A, 52B: 분리드럼, 54A, 54B, 54C: 팽창밸브, 56, 58: 분배기, 60: 제2 냉동사이클, 62: 제2 냉매유체, 64: 루프, 66: 회수시스템, 86: 분기부, 70: 압축기, 72: 냉각기, 74: 회수시스템, 78: 스트림, 80: 액체부분, 84: 흐름, 86: 액체부분, 88: 가스부분, 90, 92: 흐름, 94: 재가열된 흐름, 96: 흐름, 98, 100: 부분, 102: 냉각된 제2 냉매유체의 스트림, 104: 냉각팽창된 제2 냉매유체의 스트림, 106: 가스흐름, 108: 가열된 가스흐름, 110: 스트림, 120: 플랜트, 122: 제2 분기부, 124: 제2 부분, 126: 흐름, 127: 냉각된 제2 냉매유체의 제2 스트림, 128: 팽창 구성요소, 130: 냉각팽창된 제2 냉매유체의 제2 스트림, 132: 루프, 200: 플랜트, 202: 터빈, 204: 압축기, 206: 냉각기, 300: 플랜트, 302: 냉각된 흐름, 400: 플랜트, 500: 플랜트, 502: 다른 부분, 504: 팽창밸브, 506 저장기, 508: 증발가스, 600: 플랜트, 602: 액체흐름, 604: 2상 흐름.

도면

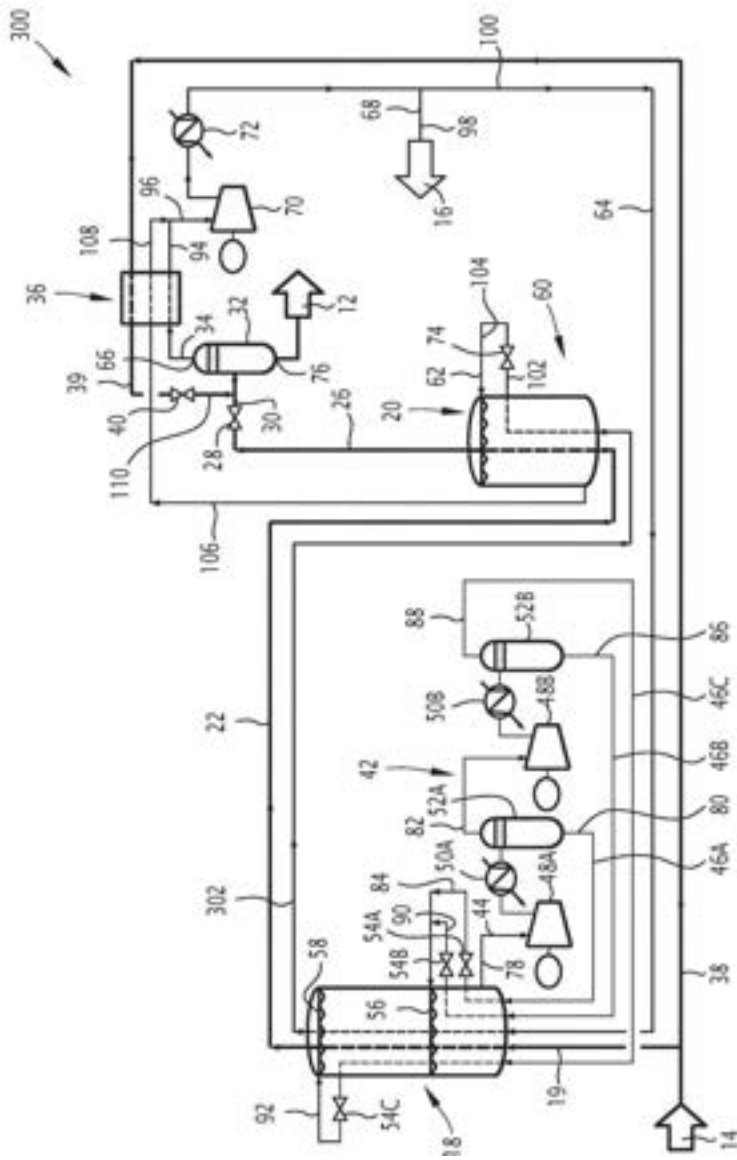
도면1



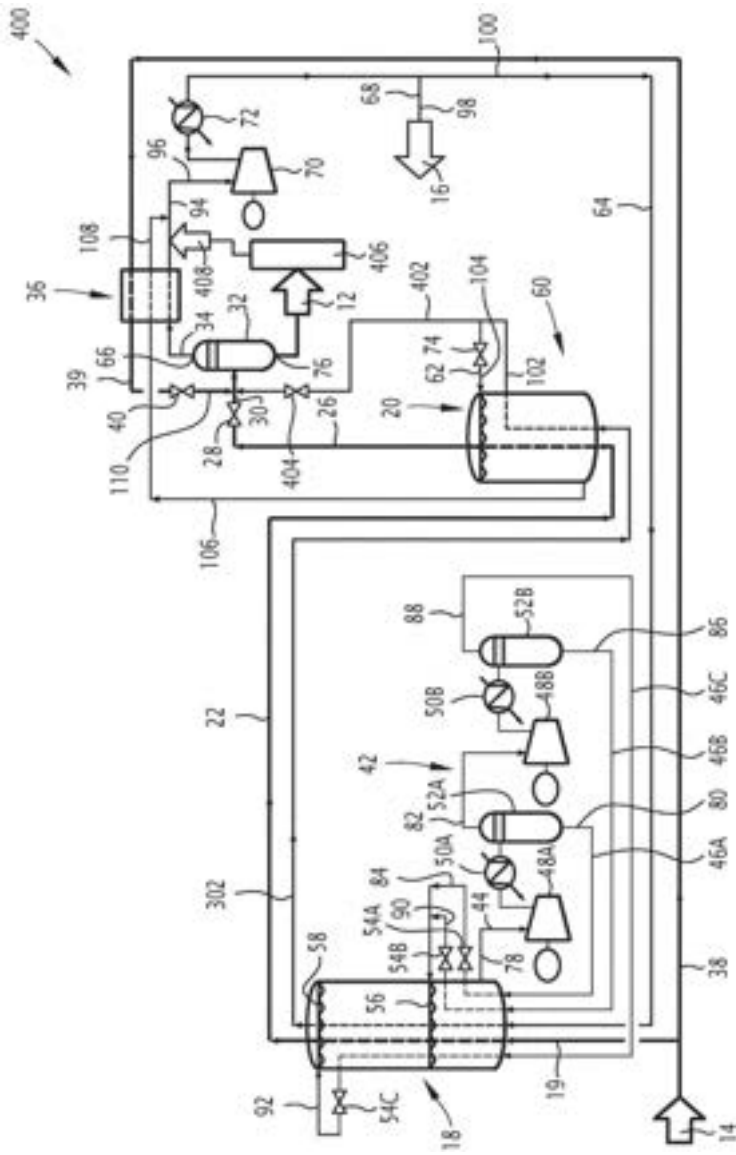
도면2



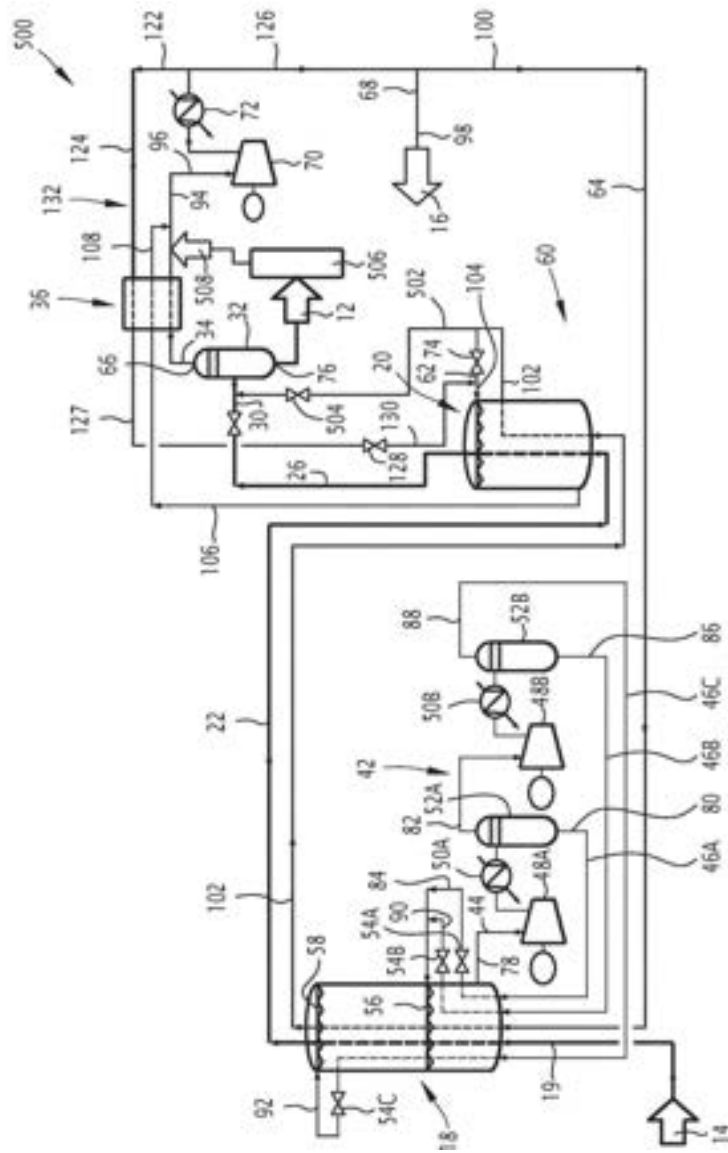
도면4



도면5



도면6



도면7

