

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국

(43) 국제공개일  
2014년 11월 27일 (27.11.2014)



(10) 국제공개번호  
WO 2014/189261 A1

- (51) 국제특허분류: F25J 1/00 (2006.01) F25J 5/00 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2014/004503
- (22) 국제출원일: 2014년 5월 20일 (20.05.2014)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2013-0056478 2013년 5월 20일 (20.05.2013) KR
- (71) 출원인: 한국가스공사 (KOREA GAS CORPORATION) [KR/KR]; 463-754 경기도 성남시 분당구 돌마로 171, Gyeonggi-do (KR).
- (72) 발명자: 이상규 (LEE, Sang Gyu); 137-040 서울시 서초구 신반포로 10 주공아파트 73-502, Seoul (KR). 윤인수 (YOON, Ihn Soo); 406-840 인천시 연수구 컨벤시아대로 130 번길 58, 자이하버뷰 103-1515, Incheon (KR). 조병학 (CHO, Byoung Hak); 406-738 인천시 연수구 해돋이로 6 번길 7, 현대아이파크 109-203, Incheon (KR). 손영순 (SOHN, Young Soon); 406-734 인천시 연수구 신송로 118 번길 6, 송도풍림아이원 107-202, Incheon (KR). 차규상 (CHA, Kyu Sang); 403-828 인천시 부평구 동수북로 162 번길 16, 광성 304 호, Incheon (KR). 박창원 (PARK, Chang Won); 406-761 인천시 연수구 원

인재로 212, 승기마을 108-1311, Incheon (KR). 권용수 (KWON, Yong Soo); 405-824 인천시 남동구 문화로 133 번길 8-11, 트라움하우스 602 호, Incheon (KR).

(74) 대리인: 특허법인 태평양 (BAE, KIM & LEE IP GROUP); 137-858 서울시 서초구 강남대로 343, 11 층, Seoul (KR).

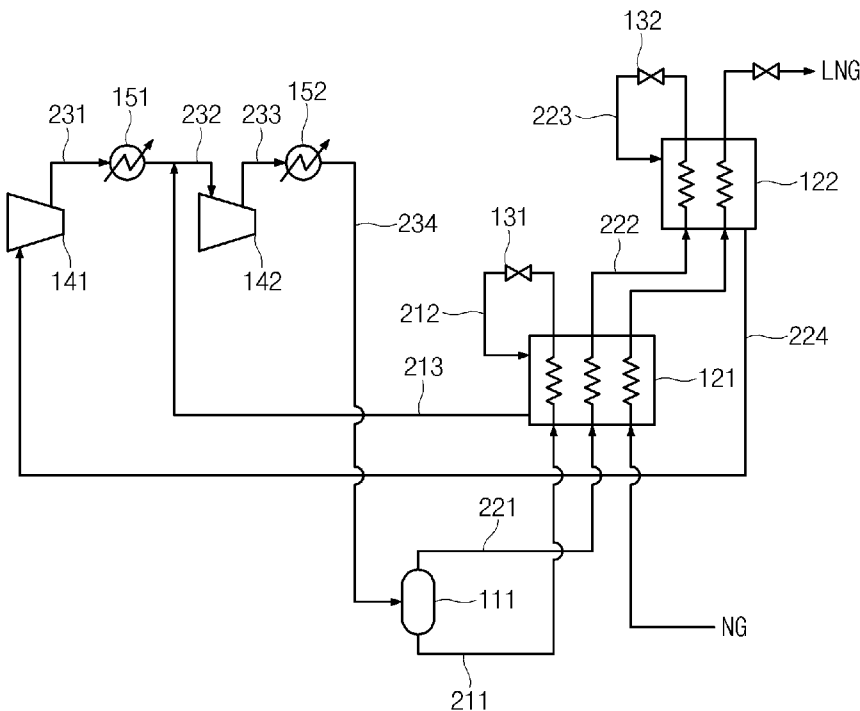
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[다음 쪽 계속]

(54) Title: NATURAL GAS LIQUEFACTION PROCESS

(54) 발명의 명칭: 천연가스 액화공정



(57) Abstract: A natural gas liquefaction process according to the present invention uses a single closed loop refrigeration cycle employing a mixed refrigerant, thereby having a simple structure for the liquefaction process and allowing the liquefaction process to be easily operated. Furthermore, the present invention refrigerates natural gas after a single stream is divided into two streams, thereby having an excellent efficiency of the liquefaction process.

(57) 요약서: 본 발명에 따른 천연가스 액화공정은, 혼합 냉매를 채용한 한 개의 폐 루프 냉동 사이클을 이용하기 때문에 액화공정의 구조가 단순하고 액화공정의 운전이 용이할 뿐만 아니라, 한 개의 스트림이 두 개의 스트림으로 분리된 다음에 각각 천연가스를 냉각시키기 때문에 액화공정의 효율도 우수하다.

WO 2014/189261 A1

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG). **공개:**

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

## 명세서

### 발명의 명칭: 천연가스 액화공정

#### 기술분야

- [1] 본 발명은 천연가스 액화공정에 관한 것으로서, 보다 자세하게는 액화공정의 구조가 단순하고 액화공정의 운전이 용이할 뿐만 아니라, 액화공정의 효율도 우수한 천연가스 액화공정에 관한 것이다.

#### 배경기술

- [2] 천연가스를 액화시켜 액화천연가스(LNG)를 생산하는 열역학적 프로세스는 더 높은 효율과 더 큰 용량에 대한 요구를 포함한 다양한 과제들을 충족시키기 위해 1970년대부터 개발되어 왔다. 이러한 요구들을 만족시키기 위해, 즉 액화공정의 효율과 용량을 높이기 위해 서로 다른 냉매를 사용하거나, 또는 서로 다른 사이클을 사용하여 천연가스를 액화시키는 다양한 시도들이 현재까지도 지속적으로 이루어지고 있으나, 실용적으로 사용되고 있는 액화공정의 수는 매우 적다.
- [3] 작동 중에 있으면서도 널리 보급된 액화공정 중의 하나는 'Propane Pre-cooled Mixed Refrigerant Process(또는 C3/MR 공정)'이다. 도 12에서 도시하고 있는 것과 같이, C3/MR 공정에서 천연가스(NG)는 우선 프로판(C3) 냉매를 채용한 줄-톰슨(Joule-Thomson) 사이클(또는 프로판 사이클)을 통해 대략 238 K까지 예냉(pre-cooled)된다. 그런 다음 천연가스는 혼합 냉매(MR, Mixed Refrigerant 또는 Multi-component Refrigerant)를 채용한 혼합 냉매 사이클을 통해 대략 123 K까지 액화(liquefied)되고 과냉(sub-cooled)된다. 이와 같이 C3/MR 공정은 단일 냉매를 채용한 냉동 사이클과 혼합 냉매를 채용한 냉동 사이클을 사용하기 때문에 액화공정의 구조가 복잡하고 액화공정의 운전이 어렵다는 단점이 있다.
- [4] 작동 중에 있는 액화공정 중의 다른 하나는 Conoco Phillips 사에 의한 캐스케이드(Cascade) 공정이다. 도 13에서 도시하고 있는 것과 같이 Conoco Phillips 사에 의한 캐스케이드 공정은 메탄(C1), 에틸렌(C2) 및 프로판(C3)을 사용한 3개의 줄-톰슨 사이클로 구성된다. 이와 같이 캐스케이드 공정은 단일 냉매를 채용한 냉동 사이클만 사용하기 때문에 액화공정의 운전이 단순하고 액화공정의 신뢰성이 높다는 장점이 있다. 그러나 캐스케이드 공정은 3개의 냉동 사이클이 각각 개별적인 설비(예를 들어, 열교환기)를 요구하기 때문에 액화공정의 규모가 커질 수밖에 없다는 단점이 있다.
- [5] 작동 중에 있는 액화공정 중의 또 다른 하나는 'Single Mixed Refrigerant Process(또는 SMR 공정)'이다. 도 14에서 도시하고 있는 것과 같이, SMR 공정에서 천연가스는 혼합 냉매를 채용한 한 개의 폐 루프 냉동 사이클을 통해 액화된다. 이와 같은 SMR 공정은 액화공정의 구조가 단순하다는 장점이 있다. 그러나 SMR 공정은 액화공정의 효율이 낮다는 단점이 있다.

## 발명의 상세한 설명

### 기술적 과제

- [6] 따라서 본 발명은 위와 같은 문제들을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 본 발명의 과제는 액화공정의 구조가 단순하고 액화공정의 운전이 용이할 뿐만 아니라 액화공정의 효율도 우수한 천연가스 액화공정을 제공하는 것이다.

### 과제 해결 수단

- [7] 본 발명에 따른 액화공정은 혼합 냉매를 채용한 한 개의 폐 루프 냉동 사이클을 이용하여 제1 열교환부에서 일차적으로 천연가스를 냉각시키고 제1 열교환부와 구별되는 제2 열교환부에서 이차적으로 천연가스를 냉각시키는 천연가스 액화공정에 관한 것으로서, 여기서 폐 루프 냉동 사이클은, 혼합 냉매를 부분적으로 응축시키는 응축 단계, 응축 단계 이후에 혼합 냉매를 액상의 제1 스트림과 기상의 제2 스트림으로 분리시키는 제1 분리 단계, 제1 분리 단계 이후에 제1 스트림을 제1 열교환부로 유입시키는 제1 유입 단계, 제1 유입 단계 이후에 제1 열교환부로부터 배출되는 제1 스트림을 팽창시키는 제1 팽창 단계, 제1 팽창 단계 이후에 제1 스트림을 제1 열교환부로 다시 유입시켜 제1 스트림을 통해 제1 열교환부에서 천연가스를 냉각시키는 제1 냉각 단계, 제1 냉각 단계 이후에 제1 열교환부로부터 제1 스트림을 회수하는 제1 회수 단계, 제1 분리 단계 이후에 제2 스트림을 제1 열교환부로 유입시키는 제2 유입 단계, 제2 유입 단계 이후에 제1 열교환부로부터 배출되는 제2 스트림을 제2 열교환부로 유입시키는 제3 유입 단계, 제3 유입 단계 이후에 제2 열교환부로부터 배출되는 제2 스트림을 팽창시키는 제2 팽창 단계, 제2 팽창 단계 이후에 제2 스트림을 제2 열교환부로 다시 유입시켜 제2 스트림을 통해 제2 열교환부에서 천연가스를 냉각시키는 제2 냉각 단계, 및 제2 냉각 단계 이후에 제2 열교환부로부터 제2 스트림을 회수하는 제2 회수 단계를 포함한다.

### 발명의 효과

- [8] 본 발명에 따른 천연가스 액화공정은, 혼합 냉매를 채용한 한 개의 폐 루프 냉동 사이클을 이용하기 때문에 액화공정의 구조가 단순하고 액화공정의 운전이 용이할 뿐만 아니라, 한 개의 스트림이 두 개의 스트림으로 분리된 다음에 각각 천연가스를 냉각시키기 때문에 액화공정의 효율도 우수하다는 효과가 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [9] 도 1은 본 발명의 실시예 1에 따른 천연가스 액화공정을 도시하고 있는 흐름도  
 [10] 도 2는 도 1에 따른 천연가스 액화공정에 대한 제1 변형예를 도시하고 있는 흐름도  
 [11] 도 3은 도 1에 따른 천연가스 액화공정에 대한 제2 변형예를 도시하고 있는 흐름도  
 [12] 도 4는 도 1에 따른 천연가스 액화공정에 대한 제3 변형예를 도시하고 있는 흐름도

- [13] 도 5는 도 1에 따른 천연가스 액화공정에 대한 제4 변형예를 도시하고 있는 흐름도
- [14] 도 6은 도 1에 따른 천연가스 액화공정에 대한 제5 변형예를 도시하고 있는 흐름도
- [15] 도 7은 도 1에 따른 천연가스 액화공정에 대한 제6 변형예를 도시하고 있는 흐름도
- [16] 도 8은 본 발명의 실시예 2에 따른 천연가스 액화공정을 도시하고 있는 흐름도
- [17] 도 9는 도 8에 따른 천연가스 액화공정에 대한 변형예를 도시하고 있는 흐름도이다
- [18] 도 10은 본 발명의 실시예 3에 따른 천연가스 액화공정을 도시하고 있는 흐름도
- [19] 도 11은 도 10에 따른 천연가스 액화공정에 대한 변형예를 도시하고 있는 흐름도이다
- [20] 도 12는 종래의 C3/MR 공정을 개념적으로 도시하고 있는 흐름도
- [21] 도 13은 종래의 캐스케이드 공정을 개념적으로 도시하고 있는 흐름도
- [22] 도 14는 종래의 SMR 공정을 개념적으로 도시하고 있는 흐름도

### 발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [23] 이하에서는 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명한다. 그러나 본 발명이 이하의 실시예에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다.

#### [24] 실시예 1

- [25] 도 1은 본 발명의 실시예 1에 따른 천연가스 액화공정을 도시하고 있는 흐름도이다. 본 발명의 실시예 1에 따른 액화공정은 도 1에서 도시하고 있는 것과 같이 한 개의 폐 루프 냉동 사이클(closed loop refrigeration cycle)을 이용하여 천연가스(NG)를 액화온도까지 냉각시켜 액화천연가스(LNG)를 생산하는 공정에 적용될 수 있다. 특히, 혼합 냉매(mixed refrigerant 또는 multi-component refrigerant)를 채용한 한 개의 폐 루프 냉동 사이클을 이용하여, 제1 열교환부에서 일차적으로 천연가스를 냉각시키고, 제1 열교환부와 구별되는 제2 열교환부에서 이차적으로 천연가스를 냉각시키는 천연가스 액화공정에 적용될 수 있다. 그리고 본 실시예에 따른 액화공정은 추가적으로 혼합 냉매를 냉각하거나 또는 천연가스를 냉각하는 냉동 사이클을 더 포함할 수도 있다.
- [26] 이하에서는 본 발명의 실시예 1에 따른 액화공정을 도 1을 참조하여 보다 자세하게 설명한다. 우선 혼합 냉매(후술할 메인 스트림)는 부분적으로 응축된다(응축 단계). 즉, 혼합 냉매는 일련의 압축(또는 압축과 냉각)을 통해 부분적으로 응축된다. 이에 따라 혼합 냉매는 액상 부분과 기상 부분을 포함한다. 그런 다음 혼합 냉매는 분리 수단(111)으로 유입되어 액상의 제1 스트림과 기상의 제2 스트림으로 분리된다(제1 분리 단계). 이때 분리 수단(111)은 통상의 기액 분리기(vapor-liquid separator)일 수 있다. 이는 후술할

다른 분리 수단도 동일하다.

- [27] 제1 스트림은 도관(211)을 통해 제1 열교환부(121)로 유입된다(제1 유입 단계). 그런 다음 제1 스트림은 제1 열교환부(121)로부터 배출된 다음에 팽창 수단(131)으로 유입되어 팽창된다(제1 팽창 단계). 이로 인해 제1 스트림은 온도가 하강한다. 팽창 수단은 J-T(Joule-Thomson) 밸브로 구성될 수 있다. 예를 들어, 팽창 수단은 통상의 팽창 밸브(expansion valve)로 구성될 수 있다. 또는 팽창 수단은 익스팬더(expander)로 구성될 수도 있다. 이는 후술할 다른 팽창 수단도 동일하다. J-T 밸브는 J-T 효과를 통해 스트림의 압력과 온도를 모두 낮출 수 있다.
- [28] 제1 스트림은 팽창으로 온도가 낮아진 다음에 도관(212)을 통해 제1 열교환부(121)로 다시 유입되어 제1 열교환부(121)에서 천연가스(NG)를 냉각시킨다(제1 냉각 단계). 도관(212)을 통해 제1 열교환부(121)로 유입된 제1 스트림은, 도관(211)을 통해 제1 열교환부(121)로 유입된 제1 스트림과, 도관(221)을 통해 제1 열교환부(121)로 유입된 제2 스트림도 천연가스와 함께 냉각시킨다. 이와 같은 냉각을 통해 천연가스는 예냉될 수 있다. 제1 스트림은 이와 같이 제1 열교환부(121)에서 냉각을 실시한 다음에 제1 열교환부(121)로부터 회수된다(제1 회수 단계). 제1 스트림은 제1 열교환부(121)로부터 회수된 다음에 도관(213)을 통해 응축 단계로 보내진다.
- [29] 제2 스트림은 우선 도관(221)을 통해 제1 열교환부(121)로 유입된다(제2 유입 단계). 제1 열교환부(121)에서 제2 스트림은 도관(212)을 통해 제1 열교환부(121)로 유입되는 제1 스트림에 의해 냉각된다. 그런 다음 제2 스트림은 도관(222)을 통해 제2 열교환부(122)로 유입된다(제3 유입 단계). 그런 다음 제2 스트림은 제2 열교환부(122)로부터 배출된 다음에 팽창 수단(132)으로 유입되어 팽창된다(제2 팽창 단계). 이와 같은 팽창으로 제2 스트림은 온도가 하강한다.
- [30] 제2 스트림은 팽창으로 온도가 낮아진 다음에 도관(223)을 통해 제2 열교환부(122)로 다시 유입되어 제2 열교환부(122)에서 천연가스를 냉각시킨다(제2 냉각 단계). 이와 같은 냉각을 통해 천연가스는 액화될 수 있다. 제2 스트림은 이와 같이 제2 열교환부(122)에서 냉각을 실시한 다음에 제2 열교환부(122)로부터 회수된다(제2 회수 단계). 제2 스트림은 제2 열교환부(122)로부터 회수된 다음에 도관(224)을 통해 응축 단계로 보내진다.
- [31] 참고로, 제1 열교환부(121)는 SWHE(Spiral Wound Heat Exchanger) 타입의 열교환기인 것이 바람직하다. 이는 제2 열교환부(122)도 동일하다. 이에 대해서 보다 상술하면, 천연가스 액화공정의 경우 열교환을 위해 통상적으로 PFHE(Plate Fin Heat Exchanger) 타입의 열교환기나 SWHE(Spiral Wound Heat Exchanger) 타입의 열교환기를 사용한다. PFHE 타입의 열교환기의 경우 일반적으로 다른 스트림을 냉각하는 스트림도 복수 개, 그리고 다른 스트림에 의해 냉각되는 스트림도 복수 개일 수 있다. 이에 반해 SWHE 타입의 열교환기의 경우 일반적으로 다른 스트림을 냉각하는 스트림이 한 개이거나, 또는 다른

스트림에 의해 냉각되는 스트림이 한 개이다.

- [32] 따라서 SWHE 타입의 열교환기를 사용하는 액화공정은 PFHE 타입의 열교환기를 사용하는 액화공정과 서로 다를 수밖에 없다. 즉, PFHE 타입의 열교환기에 기초한 액화공정을 그대로 SWHE 타입의 열교환기를 사용한 액화공정에 적용할 수 없는 경우도 있다. 본 실시예의 경우, 한 개의 스트림(후술할 메인 스트림)을 두 개의 스트림(제1 스트림과 제2 스트림)으로 분리한 다음에 이를 각각 제1 열교환부(121)와 제2 열교환부(122)에서 천연가스의 냉각을 위해 사용한다. 이에 따라 본 실시예의 경우, SWHE 타입의 열교환기를 사용하기 위해 제1 열교환부(121)를 제2 열교환부(122)와 구별할 필요가 있다. 즉, 제1 열교환부(121)도 하나의 SWHE 타입의 열교환기로 구성하고, 제2 열교환부(122)도 다른 하나의 SWHE 타입의 열교환기로 구성할 필요가 있다. 추가로, SWHE 타입의 열교환기는 액화 시스템의 용량이 매우 클 때 유리하다. 또한 SWHE 타입의 열교환기는 액화 시스템의 유지 보수에도 유리하다.
- [33] 앞서 살펴본 바와 같이 본 실시예에 따른 액화공정은 한 개의 폐 루프 냉동 사이클을 이용하여 천연가스를 액화시킨다. 따라서 본 실시예에 따른 액화공정은 액화공정의 구조가 단순하고 액화공정의 운전이 용이하다는 장점이 있다. 또한 본 실시예에 따른 액화공정은 한 개의 스트림이 두 개의 스트림으로 분리된 다음에 각각 천연가스를 냉각시킨다. 따라서 본 실시예에 따른 액화공정은 한 개의 냉동 사이클을 포함하나 두 개의 냉동 사이클을 통해 천연가스를 냉각하는 것과 같은 효과를 가지기 때문에 액화공정의 효율도 우수하다는 장점이 있다.
- [34]
- [35] 한편, 응축 단계는 보다 구체적으로 다음과 같이 설명될 수 있다. 제2 스트림은 제2 열교환부(122)로부터 회수된 다음에 도관(224)을 통해 압축 수단(141)으로 유입되어 압축된다(제1 압축 단계). 여기서 압축 수단(141)은 통상의 압축기(compressor)일 수 있으며, 또한 다단일 수 있다. 이는 후술할 다른 압축 수단도 동일하다. 그런 다음 제2 스트림은 도관(231)을 통해 냉각 수단(151)으로 유입되어 냉각된다. 여기서 냉각 수단(151)은 수랭식이나 공랭식의 냉각기(cooler)일 수 있다. 이는 후술할 다른 냉각 수단도 동일하다. 여기서 냉각 수단(151)은 선택적이다. 즉, 냉각 수단(151)은 압축된 스트림을 냉각할 필요가 있을 때 구비될 수 있다. 이는 다른 냉각 수단도 동일하다.
- [36] 제2 스트림은 이와 같은 냉각 후에 제1 스트림과 혼합된다. 즉, 제1 스트림은 제1 열교환부(121)로부터 회수된 다음에 제2 스트림에 혼입된다(제1 혼입 단계). 이와 같은 혼입은 1개의 도관(213)을 다른 1개의 도관(232)에 연결하는 것으로 달성될 수 있다. 또는 혼입을 위한 별도의 구성을 채용할 수도 있다. 이와 같은 혼입으로 메인 스트림이 형성된다. 즉, 메인 스트림은 제1 스트림과 제2 스트림이 혼합된 스트림이다. 이와 같은 메인 스트림은 압축 수단(142)에 의해

압축된다(제2 압축 단계). 그런 다음 메인 스트림은 도관(233)을 통해 냉각 수단(152)으로 유입되어 냉각된다. 이와 같은 일련의 과정을 통해 메인 스트림은 부분적으로 응축되어 도관(234)을 통해 분리 수단(111)으로 유입된다.

- [37] 참고로, 혼입은 상대적인 개념이다. 즉, 도관의 구성에 따라 제1 스트림이 제2 스트림에 혼입된다고 볼 수도 있고, 제2 스트림이 제1 스트림에 혼입된다고 볼 수도 있다. 또한 제1 스트림과 제2 스트림이 압축 수단(142)으로 각각 독립적으로 유입된 다음에 압축 수단(142)에서 혼합될 수도 있다. 그리고 앞서 살펴본 도관들은 도면부호에 따라 서로 다른 도관일 수도 있고 서로 같은 도관일 수도 있다. 즉, 1개의 도관이더라도 설명의 편의를 위해 2개의 도면부호가 부여될 수도 있다. 또는 이와는 반대로 2개의 도관이더라도 설명의 편의를 위해 1개의 도면부호가 부여될 수도 있다.

[38]

- [39] 한편, 본 실시예에 따른 액화공정은 도 2와 같은 변형이 가능하다. 도 2는 도 1에 따른 천연가스 액화공정에 대한 제1 변형예를 도시하고 있는 흐름도이다. 도 2에서 도시하고 있는 것과 같이 본 변형예에 따른 액화공정은 응축 단계가 기본적으로 제3 압축 단계와 제4 압축 단계를 더 포함한다. 보다 구체적으로 본 변형예에 따른 액화공정에서 메인 스트림은 냉각 수단(152)에 의해 냉각된 다음에 도관(2341)을 통해 압축 수단(143)으로 유입되어 압축된다(제3 압축 단계). 그런 다음 메인 스트림은 도관(2342)을 통해 냉각 수단(153)으로 유입되어 냉각된다.

- [40] 그런 다음 메인 스트림은 도관(2343)을 통해 분리 수단(112)으로 유입되어 액상의 제3 스트림과 기상의 제4 스트림으로 분리된다(제2 분리 단계). 그런 다음 제3 스트림은 도관(2344)을 통해 도관(2341)의 메인 스트림에 혼입된다(제2 혼입 단계). 이때 제3 스트림은 팽창 수단에 의해 팽창된 다음에 메인 스트림에 혼입될 수 있다. 그런 다음 제3 스트림은 메인 스트림과 함께 압축 수단(143)으로 유입된다. 그리고 제4 스트림은 도관(2345)을 통해 압축 수단(144)으로 유입되어 압축된다(제4 압축 단계). 그런 다음 제4 스트림은 도관(2346)을 통해 냉각 수단(154)으로 유입되어 냉각된다. 이와 같은 일련의 과정을 통해 제4 스트림은 부분적으로 응축되어 도관(2347)을 통해 분리 수단(111)으로 유입된다.

- [41] 그런데 압축 수단(예를 들어, 도면부호 144의 압축 수단)은 기상의 냉매를 공급받는 것이 바람직하다. 그러나 제1 스트림과 제2 스트림의 혼합과 같이 냉매를 혼합하거나, 또는 냉매를 압축하거나 냉각하면 액상의 냉매가 발생할 수도 있다. 따라서 본 변형예와 같이 분리 수단(112)을 이용하면 압축 수단으로 기상의 냉매만 공급할 수 있다는 장점이 있다.

[42]

- [43] 그리고 본 실시예에 따른 액화공정은 도 3과 같은 변형도 가능하다. 도 3은 도 1에 따른 천연가스 액화공정에 대한 제2 변형예를 도시하고 있는 흐름도이다. 도 3에 도시되어 있듯이, 제2 스트림은 제2 열교환부(122)로부터 회수된 다음에

- 도관(224)을 통해 압축 수단(141)으로 유입되어 압축된다(제1 압축 단계). 그런 다음 제2 스트림은 도관(231)을 통해 냉각 수단(151)으로 유입되어 냉각된다.
- [44] 제2 스트림은 냉각 후에 제1 스트림과 혼합된다. 즉, 제1 스트림은 제1 열교환부(121)로부터 회수된 다음에 제2 스트림에 혼합된다(제1 혼합 단계). 이와 같은 혼합으로 메인 스트림이 형성된다. 이와 같은 메인 스트림은 도관(2321)을 통해 분리 수단(112)으로 유입되어 액상의 제3 스트림과 기상의 제4 스트림으로 분리된다(제2 분리 단계). 제4 스트림은 도관(2322)을 통해 압축 수단(142)으로 유입되어 압축된다(제2 압축 단계). 그런 다음 제4 스트림은 제3 스트림과 혼합 된다(제2 혼합 단계). 이때 제3 스트림은 펌프(161)에 의해 도관(2324)으로 압송될 수 있다. 그런 다음 제3 스트림과 제4 스트림(메인 스트림)은 도관(2324)을 통해 냉각 수단(152)으로 유입되어 냉각된다. 이와 같은 일련의 과정을 통해 메인 스트림은 부분적으로 응축되어 도관(234)을 통해 분리 수단(111)으로 유입된다. 냉매의 압축 단계 중에 발생할 수 있는 액체 냉매는 냉매 압축기로 승압할 수 없기에, 이와 같이 냉매 펌프를 사용해야 한다.
- [45]
- [46] 또한 본 실시예에 따른 액화공정은 도 4와 같은 변형도 가능하다. 도 4는 도 1에 따른 천연가스 액화공정에 대한 제3 변형예를 도시하고 있는 흐름도이다. 도 4에서 도시하고 있듯이, 본 변형예에 따른 액화공정은 압축 수단(1411)을 더 포함한다. 보다 구체적으로 제1 스트림과 제2 스트림이 서로 혼합되어 메인 스트림이 형성되면, 메인 스트림은 도관(1231)을 통해 압축 수단(1411)으로 유입되어 압축된다. 그런 다음 메인 스트림(1232)은 도관(1232)을 통해 냉각 수단(1511)으로 유입되어 냉각된다. 그런 다음 메인 스트림은 도관(1233)을 통해 분리 수단(112)으로 유입된다. 냉매의 추가적인 압축 단계 중에 발생할 수 있는 액체 냉매는 냉매 압축기로 승압할 수 없기에, 추가적인 압축단계에는 본 변형예와 같이 냉매 펌프를 사용해야 한다.
- [47]
- [48] 더욱이 본 실시예에 따른 액화공정은 도 5와 같은 변형도 가능하다. 도 5는 도 1에 따른 천연가스 액화공정에 대한 제4 변형예를 도시하고 있는 흐름도이다. 도 5에서 도시하고 있는 것과 같이 본 변형예에 따른 액화공정에서 제2 스트림은 제2 열교환부(122)로부터 회수된 다음에 도관(224)을 통해 압축 수단(141)으로 유입되어 압축된다(제1 압축 단계). 그런 다음 제2 스트림은 도관(231)을 통해 냉각 수단(151)으로 유입되어 냉각된다. 그리고 제1 스트림은 제1 열교환부(121)로부터 회수된 다음에 도관(213)을 통해 압축 수단(142)으로 유입되어 압축된다(제2 압축 단계). 그런 다음 제1 스트림은 도관(291)을 통해 냉각 수단(152)으로 유입되어 냉각된다.
- [49] 그런 다음 제1 스트림은 도관(292)을 통해 도관(232)의 제2 스트림에 혼합된다(제1 혼합 단계). 이와 같은 혼합으로 메인 스트림이 형성된다. 즉, 메인 스트림은 제1 스트림과 제2 스트림이 혼합된 스트림이다. 이와 같은 메인

스트림은 압축 수단(143)에 의해 압축된다(제3 압축 단계). 그런 다음 메인 스트림은 도관(233)을 통해 냉각 수단(153)으로 유입되어 냉각된다. 이와 같은 일련의 과정을 통해 메인 스트림은 부분적으로 응축되어 도관(234)을 통해 분리 수단(111)으로 유입된다.

- [50] 본 변형예에 따른 액화공정은 메인 스트림이 분리 수단(111)에 의해 제1 스트림과 제2 스트림으로 분리된 다음에 제1 스트림과 제2 스트림이 압축 수단(141, 142)에 의해 각각 압축될 때까지 서로 혼합되지 않는다. 따라서 제1 스트림과 제2 스트림에 서로 다른 조건(예를 들어, 압력 조건)을 부여할 수 있다. 이의 결과로 본 변형예에 따른 액화공정은 액화공정의 최적화에 매우 유리하다는 장점이 있다.

[51]

- [52] 또한 본 실시예에 따른 액화공정은 도 6과 같은 변형도 가능하다. 도 6은 도 1에 따른 천연가스 액화공정에 대한 제5 변형예를 도시하고 있는 흐름도이다. 도 6에서 도시하고 있는 것과 같이 본 변형예에 따른 액화공정에서 제2 스트림은 제2 열교환부(122)로부터 회수된 다음에 도관(224)을 통해 압축 수단(141)으로 유입되어 압축된다(제1 압축 단계). 그런 다음 제2 스트림은 도관(241)을 통해 냉각 수단(151)으로 유입되어 냉각된다. 그리고 제1 스트림은 제1 열교환부(121)로부터 회수된 다음에 도관(213)을 통해 압축 수단(142)으로 유입되어 압축된다(제2 압축 단계). 그런 다음 제1 스트림은 도관(251)을 통해 냉각 수단(152)으로 유입되어 냉각된다. 그리고 제2 스트림은 도관(242)을 통해 압축 수단(143)으로 유입되어 압축된다(제3 압축 단계). 그런 다음 제2 스트림은 도관(243)을 통해 냉각 수단(153)으로 유입되어 냉각된다.

- [53] 그런 다음 제2 스트림은 제1 스트림과 혼합된다. 즉, 제1 스트림은 도관(252)을 통해 도관(244)의 제2 스트림에 혼입된다(제1 혼입 단계). 이와 같은 혼입으로 메인 스트림이 형성된다. 이와 같은 메인 스트림은 분리 수단(112)으로 유입되어 액상의 제3 스트림과 기상의 제4 스트림으로 분리된다(제2 분리 단계). 그런 다음 제3 스트림은 도관(245)을 통해 도관(242)의 제2 스트림에 혼입된다(제2 혼입 단계). 이때 제3 스트림은 팽창 수단에 의해 팽창된 다음에 제2 스트림에 혼입될 수 있다. 그런 다음 제3 스트림은 제2 스트림과 함께 압축 수단(143)으로 유입된다. 그리고 제4 스트림은 도관(246)을 통해 압축 수단(144)으로 유입되어 압축된다(제4 압축 단계). 그런 다음 제4 스트림은 도관(247)을 통해 냉각 수단(154)으로 유입되어 냉각된다. 이와 같은 일련의 과정을 통해 제4 스트림은 부분적으로 응축되어 도관(248)을 통해 분리 수단(111)으로 유입된다.

- [54] 본 변형예에 따른 액화 공정은 전술한 제4 변형예에 따른 액화 공정의 특징을 가진다. 즉, 본 변형예에 따른 액화 공정도 제4 스트림이 분리 수단에 의해 제1 스트림과 제2 스트림으로 분리된 다음에 제1 스트림과 제2 스트림이 압축 수단에 의해 각각 압축될 때까지 서로 혼합되지 않는다. 또한 본 변형예에 따른 액화 공정은 전술한 제1 변형예에 따른 액화 공정의 특징도 가진다. 즉, 본

변형예에 따른 액화 공정도 압축 수단으로 기상의 냉매만 공급할 수 있다는 장점이 있다.

[55]

[56] 더욱이 본 실시예에 따른 액화공정은 도 7과 같은 변형도 가능하다. 도 7은 도 1에 따른 천연가스 액화공정에 대한 제6 변형예를 도시하고 있는 흐름도이다. 도 7에서 도시하고 있는 것과 같이 본 변형예에 따른 액화공정에서 제2 스트림은 제2 열교환부(122)로부터 회수된 다음에 도관(224)을 통해 압축 수단(141)으로 유입되어 압축된다(제1 압축 단계). 그런 다음 제2 스트림은 도관(231)을 통해 냉각 수단(151)으로 유입되어 냉각된다. 그리고 제1 스트림은 제1 열교환부(121)로부터 회수된 다음에 도관(213)을 통해 압축 수단(142)으로 유입되어 압축된다(제2 압축 단계). 그런 다음 제1 스트림은 도관(291)을 통해 냉각 수단(152)으로 유입되어 냉각된다.

[57]

그런 다음 제1 스트림은 도관(292)을 통해 도관(2331)의 제2 스트림에 혼입된다(제1 혼입 단계). 이와 같은 혼입으로 메인 스트림이 형성된다. 메인 스트림은 분리 수단(112)으로 유입되어 액상의 제3 스트림과 기상의 제4 스트림으로 분리된다(제2 분리 단계). 제4 스트림은 도관(2332)을 통해 압축 수단(143)으로 유입되어 압축된다(제3 압축 단계). 그런 다음 제4 스트림은 제3 스트림과 혼합 된다(제2 혼입 단계). 이때 제3 스트림은 펌프(161)에 의해 도관(2334)으로 압송될 수 있다. 그런 다음 메인 스트림은 도관(2334)을 통해 냉각 수단(153)으로 유입되어 냉각된다. 이와 같은 일련의 과정을 통해 메인 스트림은 부분적으로 응축되어 도관(234)을 통해 분리 수단(111)으로 유입된다. 제1 혼입 단계에서 혼합된 냉매를 승압하기 위해서는 압축기를 사용해야 하나, 제1 혼입 단계에서 액체 냉매가 발생되었을 경우에 이를 압축기에 바로 유입할 수가 없기에, 발생하는 액체 냉매는 분리하고 펌프를 이용하여 승압해야 한다.

[58]

[59] 실시예 2

[60]

도 8은 본 발명의 실시예 2에 따른 천연가스 액화공정을 도시하고 있는 흐름도이다. 도 8에서 도시하고 있는 것과 같이 본 실시예에 따른 액화공정은 전술한 실시예 1, 특히 제5 변형예에 따른 액화공정과 유사한 구성을 가진다. 다만 본 실시예에 따른 액화공정은 제3 열교환부에 있어 전술한 제5 변형예에 따른 액화공정과 차이가 있다. 참고로, 전술한 구성과 동일한 (또는 상당한) 부분에 대해서는 동일한 (또는 상당한) 참조 부호를 부여하고, 그에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.

[61]

도 8에서 도시하고 있는 것과 같이, 본 실시예에 따른 액화공정에서 제2 스트림은 우선 도관(2211)을 통해 제3 열교환부(123)로 유입된다(제2 유입 단계). 제3 열교환부(123)에서 제2 스트림은 도관(2214)을 통해 제3 열교환부(123)로 유입되는 제2 스트림에 의해 냉각된다. 그런 다음 제2 스트림은 도관(2212)을 통해 제2 열교환부(122)로 유입된다(제3 유입 단계). 그런 다음 제2 스트림은 제2

열교환부(122)로부터 배출된 다음에 팽창 수단(132)으로 유입되어 팽창된다(제2 팽창 단계). 이와 같은 팽창으로 제2 스트림은 온도가 하강한다.

- [62] 제2 스트림은 팽창으로 온도가 낮아진 다음에 도관(2213)을 통해 제2 열교환부(122)로 다시 유입되어 제2 열교환부(122)에서 천연가스를 냉각시킨다(제2 냉각 단계). 이와 같은 냉각을 통해 천연가스는 액화될 수 있다. 제2 스트림은 이와 같이 제2 열교환부(122)에서 냉각을 실시한 다음에 제2 열교환부(122)로부터 회수되어 도관(2214)을 통해 제3 열교환부(123)로 다시 유입된다(제4 유입 단계). 제2 스트림은 제2 열교환부(122)에서 천연가스를 냉각시킨 다음에도 어느 정도의 냉열을 가진다. 따라서 본 실시예에 따른 액화공정은 이와 같은 냉열을 제3 열교환부(123)에서 사용한다는 점에 특징이 있다. 즉, 제3 열교환부(123)에서 제2 스트림은 도관(2211)을 통해 제3 열교환부(123)로 유입되는 제2 스트림을 냉각한다. 제2 스트림은 제3 열교환부(123)에서 냉각을 실시한 다음에 제3 열교환부(123)로부터 회수된다(제2 회수 단계). 제2 스트림은 제3 열교환부(123)로부터 회수된 다음에 도관(2215)을 통해 응축 단계로 보내진다.
- [63] 참고로, 본 실시예에서 제1 열교환부(121)와 제2 열교환부(122)는 각각 SWHE 타입의 열교환기인 것이 바람직하다. 그러나 제3 열교환부(123)는 SWHE 타입의 열교환기일 수도 있고, PFHE 타입의 열교환기일 수도 있다. 즉, 제3 열교환부(123)는 열교환기의 타입에 특별한 제한이 없다. 그러나 제3 열교환부(123)는 제1 열교환부(121)와 서로 별개로 구비된다. (제3 열교환부가 제2 열교환부로 일체로 구비될 수는 있다.)
- [64]
- [65] 한편, 본 실시예에 따른 액화공정은 도 9와 같은 변형이 가능하다. 도 9는 도 8에 따른 천연가스 액화공정에 대한 변형예를 도시하고 있는 흐름도이다. 도 9에서 도시하고 있는 것과 같이 본 변형예에 따른 액화공정에서 제2 스트림은 우선 제1 부분과 제2 부분으로 분리된다. 이와 같은 분리는 1개의 도관(2211)으로부터 다른 1개의 도관(2216)을 분기시키는 것으로 달성될 수 있다. 또는 분리를 위한 별도의 구성을 채용할 수도 있다.
- [66] 여기서 제1 부분은 제3 열교환부(123)로 유입된다. 즉, 실시예 2에 따른 액화공정은 제2 스트림의 전부를 제3 열교환부(123)로 공급하는데 반해, 본 변형예에 따른 액화공정은 제2 스트림의 일부만 제3 열교환부(123)로 공급한다. 그리고 제2 부분은 도관(2216)을 통해 제1 열교환부(121)로 유입된다. 이때 제2 부분은 도관(212)을 통해 제1 열교환부(121)로 유입되는 제1 스트림에 의해 냉각된다. 그런 다음 제1 부분과 제2 부분은 다시 혼합되어 제2 열교환부(122)로 유입된다(도면부호 2212과 2217의 도관 참조).
- [67] 본 변형예에 따른 액화공정은 제2 스트림의 제1 부분을 제3 열교환부(123)에서 냉각시키고, 제2 스트림의 제2 부분을 제1 열교환부(121)에서 냉각시킨다. 즉, 본 변형예에 따른 액화공정은 제2 스트림을 두 부분으로 나눈 다음에 이들을 각각

다른 열교환부에서 냉각시킨다. 따라서 본 변형예에 따른 액화공정은 제3 열교환부(123)에서 제2 스트림을 전부 냉각시킬 필요가 없다. 이의 결과로 본 변형예에 따른 액화공정은 제2 스트림을 전부 제3 열교환부(123)에서 냉각시키기 어려울 때 적합하다.

[68]

[69] 실시예 3

[70]

도 10은 본 발명의 실시예 3에 따른 천연가스 액화공정을 도시하고 있는 흐름도이다. 도 10에서 도시하고 있는 것과 같이 본 실시예에 따른 액화공정은 전술한 실시예 1, 특히 제5 변형예에 따른 액화공정과 유사한 구성을 가진다. 다만, 본 실시예에 따른 액화공정은 제3 열교환부에 있어 전술한 제5 변형예에 따른 액화공정과 차이가 있다. 참고로, 전술한 구성과 동일한 (또는 상당한) 부분에 대해서는 동일한 (또는 상당한) 참조 부호를 부여하고, 그에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.

[71]

도 10에서 도시하고 있는 것과 같이, 본 실시예에 따른 액화공정에서 제2 스트림은 우선 도관(2311)을 통해 제1 열교환부(121)로 유입된다(제2 유입 단계). 제2 스트림은 제1 열교환부(121)에서 도관(212)을 통해 제1 열교환부(121)로 유입되는 제1 스트림에 의해 냉각된다. 그런 다음 제2 스트림은 도관(2312)을 통해 제2 열교환부(122)로 유입된다(제3 유입 단계). 그런 다음 제2 스트림은 제2 열교환부(122)로부터 배출된 다음에 팽창 수단(132)으로 유입되어 팽창된다(제2 팽창 단계). 이와 같은 팽창으로 제2 스트림은 온도가 하강한다.

[72]

제2 스트림은 팽창으로 온도가 낮아진 다음에 도관(2313)을 통해 제2 열교환부(122)로 다시 유입되어 제2 열교환부(122)에서 천연가스를 냉각시킨다(제2 냉각 단계). 이와 같은 냉각을 통해 천연가스는 액화될 수 있다. 제2 스트림은 이와 같이 제2 열교환부(122)에서 냉각을 실시한 다음에 제2 열교환부(122)로부터 회수되어 도관(2314)을 통해 제3 열교환부(123)로 유입된다. 제2 스트림은 제2 열교환부(122)에서 천연가스를 냉각시킨 다음에도 어느 정도의 냉열을 가진다. 따라서 본 실시예에 따른 액화공정은 이와 같은 냉열을 제3 열교환부(123)에서 사용한다는 점에 특징이 있다. 즉, 제3 열교환부(123)에서 제2 스트림은 도관(311)을 통해 제3 열교환부(123)로 유입되는 천연가스를 냉각시킨다(제3 냉각 단계). 이와 같은 냉각으로 천연가스는 예냉될 수 있다. 제2 스트림은 제3 열교환부(123)에서 냉각을 실시한 다음에 제3 열교환부(123)로부터 회수된다(제2 회수 단계). 제2 스트림은 제3 열교환부(123)로부터 회수된 다음에 도관(2315)을 통해 응축 단계로 보내진다.

[73]

이와 같이 본 실시예에서 천연가스는 제3 열교환부(123)에서 일차적으로 냉각된 다음에, 도관(312)을 통해 제2 열교환부(122)로 공급되어 제2 열교환부(122)에서 이차적으로 냉각된다. 이의 결과로 천연가스는 액화될 수 있다. 참고로, 본 실시예에서 제1 열교환부(121)와 제2 열교환부(122)는 각각 SWHE 타입의 열교환기인 것이 바람직하다. 그러나 제3 열교환부(123)는 SWHE

타입의 열교환기일 수도 있고, PFHE 타입의 열교환기일 수도 있다. 즉, 제3 열교환부(123)는 열교환기의 타입에 특별한 제한은 없다. 그러나 제3 열교환부(123)는 제1 열교환부(121)와 서로 별개로 구비된다. (제3 열교환부가 제2 열교환부로 일체로 구비될 수는 있다.)

[74]

[75] 한편, 본 실시예에 따른 액화공정은 도 11과 같은 변형이 가능하다. 도 11은 도 10에 따른 천연가스 액화공정에 대한 변형예를 도시하고 있는 흐름도이다. 도 11에서 도시하고 있는 것과 같이 본 변형예에 따른 액화공정에서 천연가스는 우선 제1 부분과 제2 부분으로 분리된다. 이와 같은 분리는 1개의 도관을 2개의 도관으로 분리하는 것으로 달성될 수 있다. 또는 분리를 위한 별도의 구성을 채용할 수도 있다.

[76]

여기서 제1 부분은 제3 열교환부(123)로 유입된다. 즉, 실시예 3에 따른 액화공정은 천연가스의 전부를 제3 열교환부(123)로 공급하는데 반해, 본 변형예에 따른 액화공정은 천연가스의 일부만 제3 열교환부(123)로 공급한다. 그리고 제2 부분은 도관(313)을 통해 제1 열교환부(121)로 유입된다. 이때 제2 부분은 도관(212)을 통해 제1 열교환부(121)로 유입되는 제1 스트림에 의해 냉각된다. 그런 다음 제1 부분과 제2 부분은 다시 혼합되어 함께 제2 열교환부(122)로 유입된다(도면부호 312와 314의 도관 참조).

[77]

본 변형예에 따른 액화공정은 천연가스의 제1 부분을 제3 열교환부(123)에서 냉각시키고, 천연가스의 제2 부분을 제1 열교환부(121)에서 냉각시킨다. 즉, 본 변형예에 따른 액화공정은 천연가스를 두 부분으로 나눈 다음에 이들을 각각 다른 열교환부에서 냉각(예냉)시킨다는 점에 특징이 있다.

[78]

## 청구범위

[청구항 1]

혼합 냉매를 채용한 한 개의 폐 루프 냉동 사이클을 이용하여 제1 열교환부에서 일차적으로 천연가스를 냉각시키고 상기 제1 열교환부와 구별되는 제2 열교환부에서 이차적으로 천연가스를 냉각시키는 천연가스 액화공정에 있어서, 상기 폐 루프 냉동 사이클은, 상기 혼합 냉매를 부분적으로 응축시키는 응축 단계; 상기 응축 단계 이후에 상기 혼합 냉매를 액상의 제1 스트림과 기상의 제2 스트림으로 분리시키는 제1 분리 단계; 상기 제1 분리 단계 이후에 상기 제1 스트림을 상기 제1 열교환부로 유입시키는 제1 유입 단계; 상기 제1 유입 단계 이후에 상기 제1 열교환부로부터 배출되는 상기 제1 스트림을 팽창시키는 제1 팽창 단계; 상기 제1 팽창 단계 이후에 상기 제1 스트림을 상기 제1 열교환부로 다시 유입시켜 상기 제1 스트림을 통해 상기 제1 열교환부에서 상기 천연가스를 냉각시키는 제1 냉각 단계; 상기 제1 냉각 단계 이후에 상기 제1 열교환부로부터 상기 제1 스트림을 회수하는 제1 회수 단계; 상기 제1 분리 단계 이후에 상기 제2 스트림을 상기 제1 열교환부로 유입시키는 제2 유입 단계; 상기 제2 유입 단계 이후에 상기 제1 열교환부로부터 배출되는 상기 제2 스트림을 상기 제2 열교환부로 유입시키는 제3 유입 단계; 상기 제3 유입 단계 이후에 상기 제2 열교환부로부터 배출되는 상기 제2 스트림을 팽창시키는 제2 팽창 단계; 상기 제2 팽창 단계 이후에 상기 제2 스트림을 상기 제2 열교환부로 다시 유입시켜 상기 제2 스트림을 통해 상기 제2 열교환부에서 상기 천연가스를 냉각시키는 제2 냉각 단계; 및 상기 제2 냉각 단계 이후에 상기 제2 열교환부로부터 상기 제2 스트림을 회수하는 제2 회수 단계를 포함하며, 상기 제1 스트림은 상기 제1 회수 단계 이후에, 그리고 상기 제2 스트림은 상기 제2 회수 단계 이후에 상기 응축 단계로 보내지는 것을 특징으로 하는 천연가스 액화공정.

[청구항 2]

청구항 1에 있어서, 상기 응축 단계는, 상기 제2 스트림을 압축시키는 제1 압축 단계, 상기 제1 압축 단계 이후에 상기 제2 스트림에 상기 제1 스트림을 혼합시켜 메인 스트림을 형성하는 제1 혼합 단계, 및 상기 제1 혼합

단계 이후에 상기 메인 스트림을 압축시키는 제2 압축 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 천연가스 액화공정.

[청구항 3]

청구항 1에 있어서,

상기 응축 단계는, 상기 제2 스트림을 압축시키는 제1 압축 단계, 상기 제1 압축 단계 이후에 상기 제2 스트림에 상기 제1 스트림을 혼입시켜 메인 스트림을 형성하는 제1 혼입 단계, 상기 제1 혼입 단계 이후에 상기 메인 스트림을 액상의 제3 스트림과 기상의 제4 스트림으로 분리시키는 제2 분리 단계, 상기 제2 분리 단계 이후에 상기 제4 스트림을 압축시키는 제2 압축 단계, 및 상기 제2 분리 단계 이후에 상기 제3 스트림을 펌프에 의해 이송시켜 상기 제2 압축 단계 이후의 제4 스트림에 혼입시키는 제2 혼입 단계를 포함하며,

상기 제2 혼입 단계 이후에 상기 제3 스트림과 상기 제4 스트림은 함께 상기 제1 분리 단계로 보내지는 것을 특징으로 하는 천연가스 액화공정.

[청구항 4]

청구항 1에 있어서,

상기 응축 단계는, 상기 제2 스트림을 압축시키는 제1 압축 단계, 상기 제1 스트림을 압축시키는 제2 압축 단계, 상기 제1 압축 단계와 상기 제2 압축 단계 이후에 상기 제1 스트림을 상기 제2 스트림에 혼입시켜 메인 스트림을 형성하는 제1 혼입 단계, 및 상기 제1 혼입 단계 이후에 상기 메인 스트림을 압축시키는 제3 압축 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 천연가스 액화공정.

[청구항 5]

청구항 1에 있어서,

상기 응축 단계는, 상기 제2 스트림을 압축시키는 제1 압축 단계, 상기 제1 스트림을 압축시키는 제2 압축 단계, 상기 제1 압축 단계 이후에 상기 제2 스트림을 압축시키는 제3 압축 단계, 상기 제2 압축 단계와 상기 제3 압축 단계 이후에 상기 제1 스트림을 상기 제2 스트림에 혼입시켜 메인 스트림을 형성하는 제1 혼입 단계, 상기 제1 혼입 단계 이후에 상기 메인 스트림을 액상의 제3 스트림과 기상의 제4 스트림으로 분리시키는 제2 분리 단계, 상기 제2 분리 단계 이후에 상기 제3 스트림을 상기 제2 스트림에 혼입시키는 제2 혼입 단계, 및 상기 제2 분리 단계 이후에 상기 제4 스트림을 압축시키는 제4 압축 단계를 포함하며,

상기 제3 스트림은 상기 제2 혼입 단계 이후에 상기 제2 스트림과 함께 상기 제3 압축 단계로 보내지고, 상기 제4 스트림은 상기 제4 압축 단계 이후에 상기 제1 분리 단계로 보내지는 것을 특징으로 하는 천연가스 액화공정.

[청구항 6]

청구항 1에 있어서,

상기 응축 단계는, 상기 제2 스트림을 압축시키는 제1 압축 단계, 상기 제1 스트림을 압축시키는 제2 압축 단계, 상기 제1 압축 단계와 상기 제2 압축 단계 이후에 상기 제1 스트림을 상기 제2 스트림에 혼입시켜 메인 스트림을 형성하는 제1 혼입 단계, 상기 제1 혼입 단계 이후에 상기 메인 스트림을 액상의 제3 스트림과 기상의 제4 스트림으로 분리시키는 제2 분리 단계, 상기 제2 분리 단계 이후에 상기 제4 스트림을 압축시키는 제3 압축 단계, 및 상기 제2 분리 단계 이후에 상기 제3 스트림을 펌프에 의해 이송시켜 상기 제3 압축 단계 이후의 제4 스트림에 혼입시키는 제2 혼입 단계를 포함하며, 상기 제2 혼입 단계 이후에 상기 제3 스트림과 상기 제4 스트림은 함께 상기 제1 분리 단계로 보내지는 것을 특징으로 하는 천연가스 액화공정.

[청구항 7]

청구항 1 내지 청구항 6 중 어느 하나의 청구항에 있어서, 상기 제1 열교환부와 상기 제2 열교환부는 각각 SWHE 타입의 열교환기인 것을 특징으로 하는 천연가스 액화공정.

[청구항 8]

혼합 냉매를 채용한 한 개의 폐 루프 냉동 사이클을 이용하여 제1 열교환부에서 일차적으로 천연가스를 냉각시키고 상기 제1 열교환부와 구별되는 제2 열교환부에서 이차적으로 천연가스를 냉각시키는 천연가스 액화공정에 있어서, 상기 폐 루프 냉동 사이클은, 상기 혼합 냉매를 부분적으로 응축시키는 응축 단계; 상기 응축 단계 이후에 상기 혼합 냉매를 액상의 제1 스트림과 기상의 제2 스트림으로 분리시키는 제1 분리 단계; 상기 제1 분리 단계 이후에 상기 제1 스트림을 상기 제1 열교환부로 유입시키는 제1 유입 단계; 상기 제1 유입 단계 이후에 상기 제1 열교환부로부터 배출되는 상기 제1 스트림을 팽창시키는 제1 팽창 단계; 상기 제1 팽창 단계 이후에 상기 제1 스트림을 상기 제1 열교환부로 다시 유입시켜 상기 제1 스트림을 통해 상기 제1 열교환부에서 상기 천연가스를 냉각시키는 제1 냉각 단계; 상기 제1 냉각 단계 이후에 상기 제1 열교환부로부터 상기 제1 스트림을 회수하는 제1 회수 단계; 상기 제1 분리 단계 이후에 상기 제2 스트림을 상기 제1 열교환부와 구별되는 제3 열교환부로 유입시키는 제2 유입 단계; 상기 제2 유입 단계 이후에 상기 제3 열교환부로부터 배출되는 상기 제2 스트림을 상기 제2 열교환부로 유입시키는 제3 유입 단계;

상기 제3 유입 단계 이후에 상기 제2 열교환부로부터 배출되는 상기 제2 스트림을 팽창시키는 제2 팽창 단계;  
 상기 제2 팽창 단계 이후에 상기 제2 스트림을 상기 제2 열교환부로 다시 유입시켜 상기 제2 스트림을 통해 상기 제2 열교환부에서 상기 천연가스를 냉각시키는 제2 냉각 단계;  
 상기 제2 냉각 단계 이후에 상기 제2 열교환부로부터 상기 제2 스트림을 회수한 다음에 상기 제3 열교환부로 다시 유입시키는 제4 유입 단계; 및  
 상기 제4 유입 단계 이후에 상기 제3 열교환부로부터 상기 제2 스트림을 회수하는 제2 회수 단계를 포함하며,  
 상기 제1 스트림은 상기 제1 회수 단계 이후에, 그리고 상기 제2 스트림은 상기 제2 회수 단계 이후에 상기 응축 단계로 보내지는 것을 특징으로 하는 천연가스 액화공정.

[청구항 9]

청구항 8에 있어서,  
 상기 제1 분리 단계 이후에 상기 제2 스트림을 제1 부분과 제2 부분으로 분리시키는 제3 분리 단계, 및 상기 제2 부분을 상기 제1 열교환부로 유입시키는 제5 유입 단계를 더 포함하며,  
 상기 제2 유입 단계는 상기 제1 부분을 상기 제3 열교환부로 유입시키고, 상기 제3 유입 단계는 상기 제2 유입 단계와 상기 제5 유입 단계 이후에 상기 제1 부분과 상기 제2 부분을 함께 상기 제2 열교환부로 유입시키는 것을 특징으로 하는 천연가스 액화공정.

[청구항 10]

혼합 냉매를 채용한 한 개의 폐 루프 냉동 사이클을 이용하여 천연가스를 액화시키는 천연가스 액화공정에 있어서,  
 상기 폐 루프 냉동 사이클은,  
 상기 혼합 냉매를 부분적으로 응축시키는 응축 단계;  
 상기 응축 단계 이후에 상기 혼합 냉매를 액상의 제1 스트림과 기상의 제2 스트림으로 분리시키는 제1 분리 단계;  
 상기 제1 분리 단계 이후에 상기 제1 스트림을 제1 열교환부로 유입시키는 제1 유입 단계;  
 상기 제1 분리 단계 이후에 상기 제2 스트림을 상기 제1 열교환부로 유입시키는 제2 유입 단계;  
 상기 제1 유입 단계 이후에 상기 제1 열교환부로부터 배출되는 상기 제1 스트림을 팽창시키는 제1 팽창 단계;  
 상기 제1 팽창 단계 이후에 상기 제1 스트림을 상기 제1 열교환부로 다시 유입시켜 상기 제1 스트림을 통해 상기 제1 열교환부에서 상기 제2 스트림을 냉각시키는 제1 냉각 단계;  
 상기 제1 냉각 단계 이후에 상기 제1 열교환부로부터 상기 제1 스트림을 회수하는 제1 회수 단계;

상기 제1 냉각 단계 이후에 상기 제1 열교환부로부터 배출되는 상기 제2 스트림을 상기 제1 열교환부와 구별되는 제2 열교환부로 유입시키는 제3 유입 단계;  
 상기 제3 유입 단계 이후에 상기 제2 열교환부로부터 배출되는 상기 제2 스트림을 팽창시키는 제2 팽창 단계;  
 상기 제2 팽창 단계 이후에 상기 제2 스트림을 상기 제2 열교환부로 다시 유입시켜 상기 제2 스트림을 통해 상기 제2 열교환부에서 상기 천연가스를 냉각시키는 제2 냉각 단계;  
 상기 제2 냉각 단계 이후에 상기 제2 열교환부로부터 상기 제2 스트림을 회수한 다음에 상기 제1 열교환부와 구별되는 제3 열교환부로 유입시켜 상기 제2 스트림을 통해 상기 제3 열교환부에서 상기 천연가스를 냉각시키는 제3 냉각 단계; 및  
 상기 제3 냉각 단계 이후에 상기 제3 열교환부로부터 상기 제2 스트림을 회수하는 제2 회수 단계를 포함하며,  
 상기 제1 스트림은 상기 제1 회수 단계 이후에, 그리고 상기 제2 스트림은 상기 제2 회수 단계 이후에 상기 응축 단계로 보내지며,  
 상기 천연가스는 상기 제3 열교환부에서 일차적으로 냉각된 다음에 상기 제2 열교환부에서 이차적으로 냉각되어 액화되는 것을 특징으로 하는 천연가스 액화공정.

[청구항 11]

청구항 10에 있어서,  
 상기 천연가스를 제1 부분과 제2 부분으로 분리시키는 단계, 상기 제1 부분을 상기 제3 열교환부로 유입시키는 제1 천연가스 유입 단계, 상기 제2 부분을 상기 제1 열교환부로 유입시키는 제2 천연가스 유입 단계, 상기 제1 천연가스 유입 단계와 상기 제2 천연가스 유입 단계 이후에 상기 제1 부분에 상기 제2 부분을 혼입시키는 천연가스 혼입 단계, 및 상기 천연가스 혼입 단계 이후에 상기 제1 부분을 상기 제2 부분과 함께 상기 제2 열교환부로 유입시키는 제3 천연가스 유입 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 천연가스 액화공정.

[청구항 12]

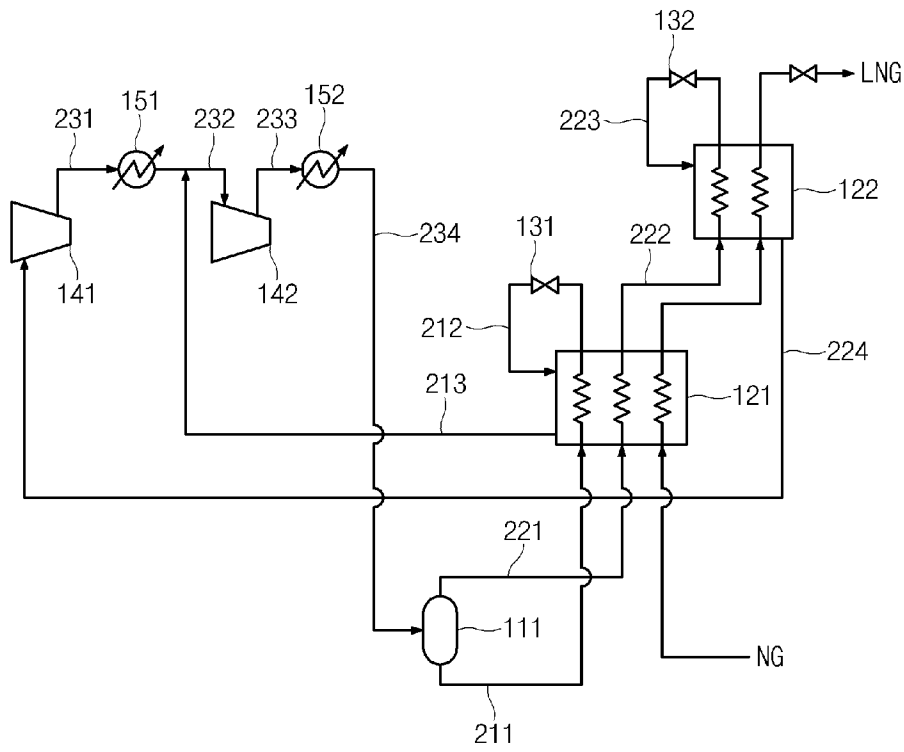
청구항 8 내지 청구항 11 중 어느 하나의 청구항에 있어서,  
 상기 응축 단계는, 상기 제2 스트림을 압축시키는 제1 압축 단계, 상기 제1 스트림을 압축시키는 제2 압축 단계, 상기 제1 압축 단계 이후에 상기 제2 스트림을 압축시키는 제3 압축 단계, 상기 제2 압축 단계와 상기 제3 압축 단계 이후에 상기 제1 스트림을 상기 제2 스트림에 혼입시켜 메인 스트림을 형성하는 제1 혼입 단계, 상기 제1 혼입 단계 이후에 상기 메인 스트림을 액상의 제3 스트림과 기상의 제4 스트림으로 분리시키는 제2 분리 단계, 상기 제2 분리 단계 이후에 상기 제3 스트림을 상기 제2 스트림에

혼입시키는 제2 혼입 단계, 및 상기 제2 분리 단계 이후에 상기 제4 스트림을 압축시키는 제4 압축 단계를 포함하며, 상기 제3 스트림은 상기 제2 혼입 단계 이후에 상기 제2 스트림과 함께 상기 제3 압축 단계로 보내지고, 상기 제4 스트림은 상기 제4 압축 단계 이후에 상기 제1 분리 단계로 보내지는 것을 특징으로 하는 천연가스 액화공정.

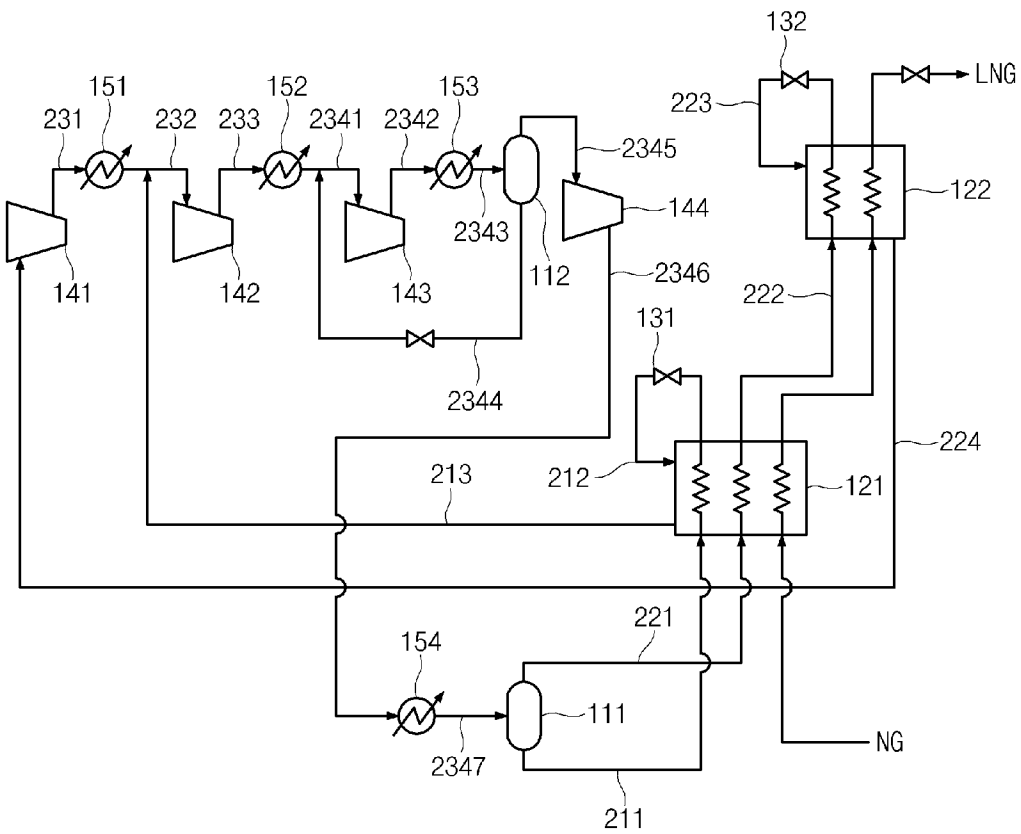
[청구항 13]

청구항 8 내지 청구항 11 중 어느 하나의 청구항에 있어서, 상기 제1 열교환부와 상기 제2 열교환부는 각각 SWHE 타입의 열교환기인 것을 특징으로 하는 천연가스 액화공정.

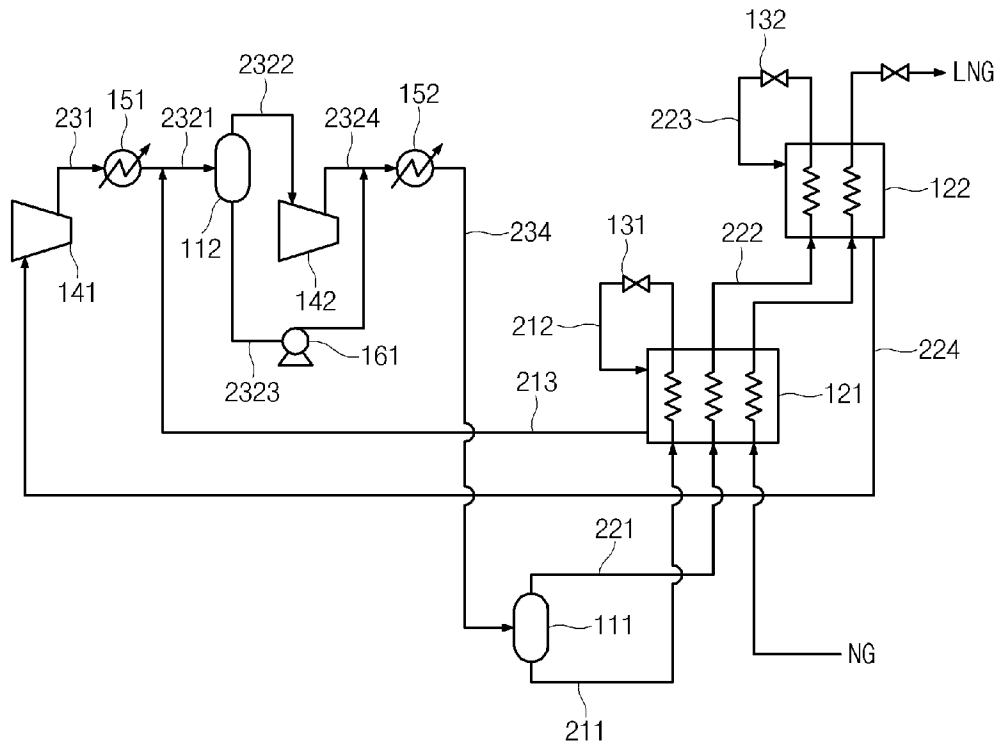
[Fig. 1]



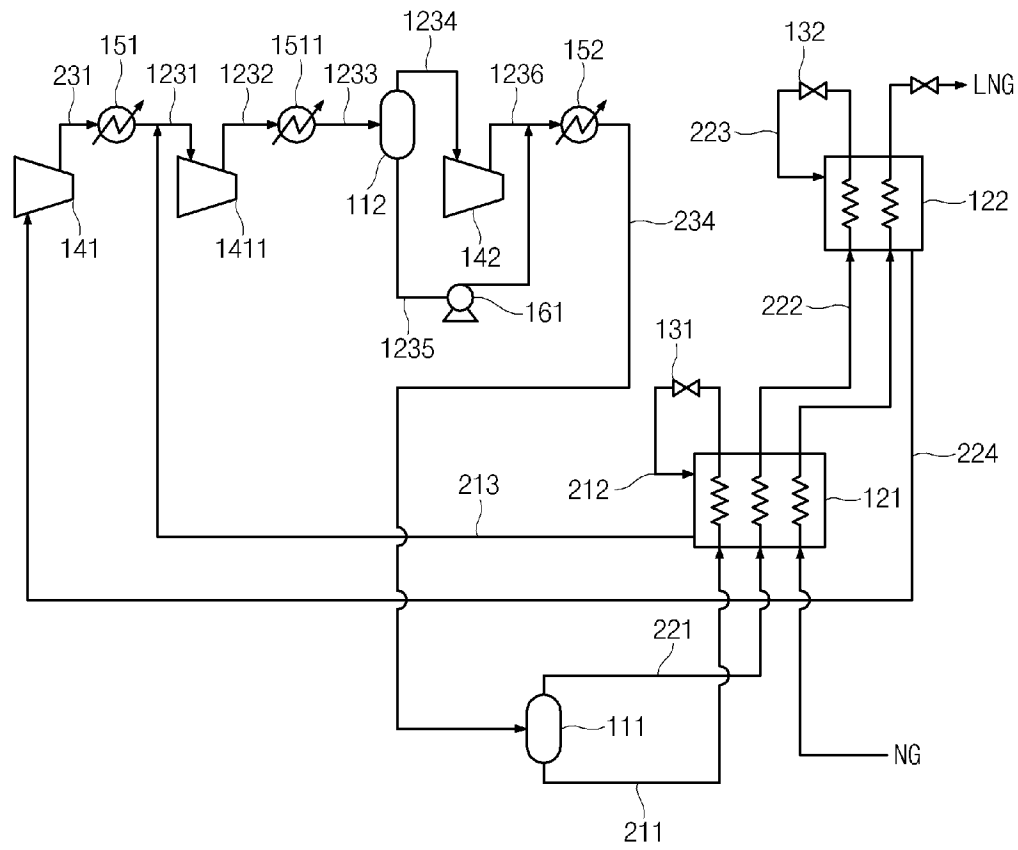
[Fig. 2]



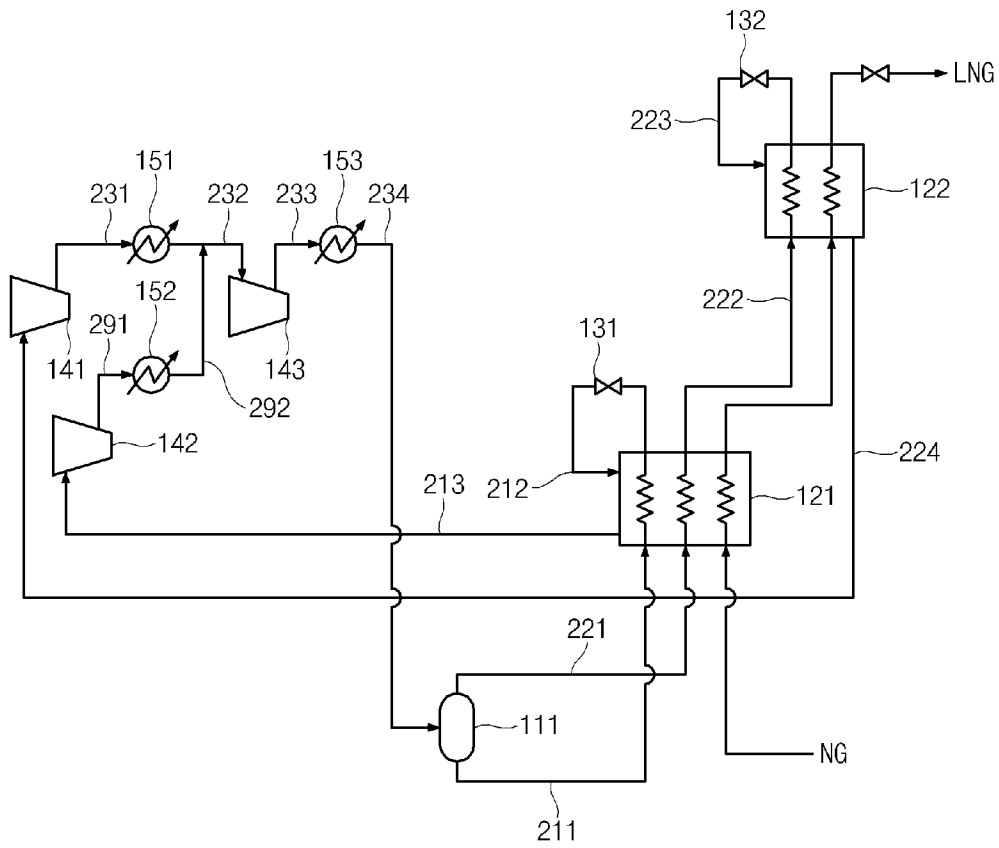
[Fig. 3]



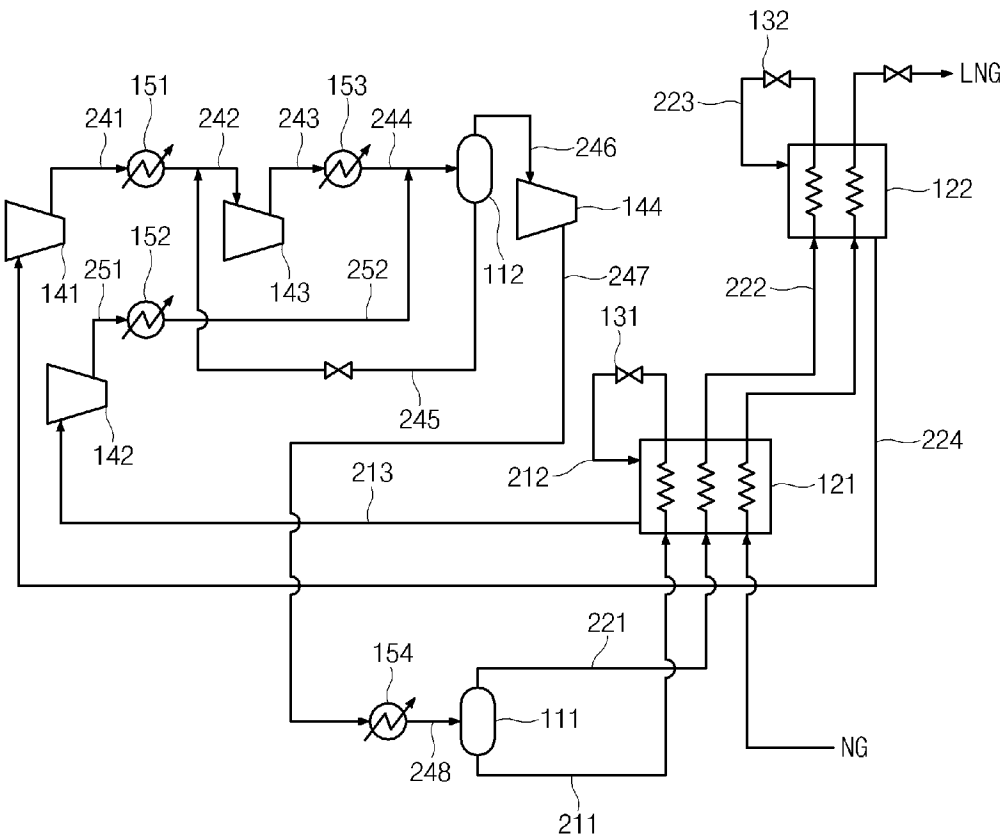
[Fig. 4]



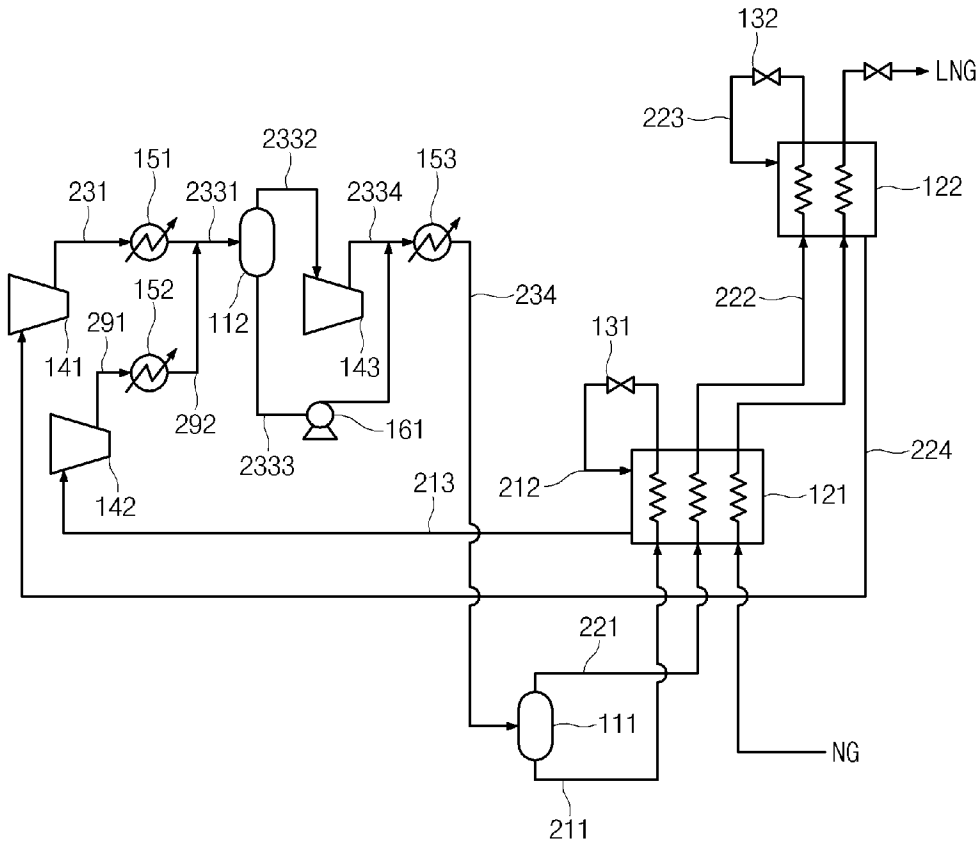
[Fig. 5]



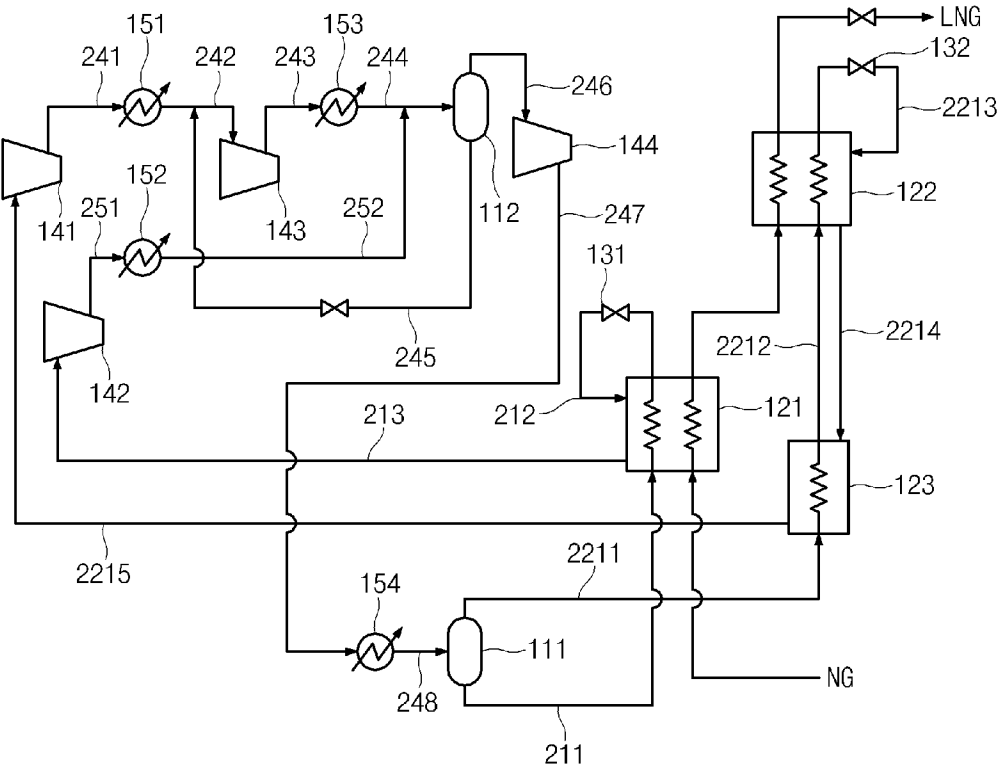
[Fig. 6]



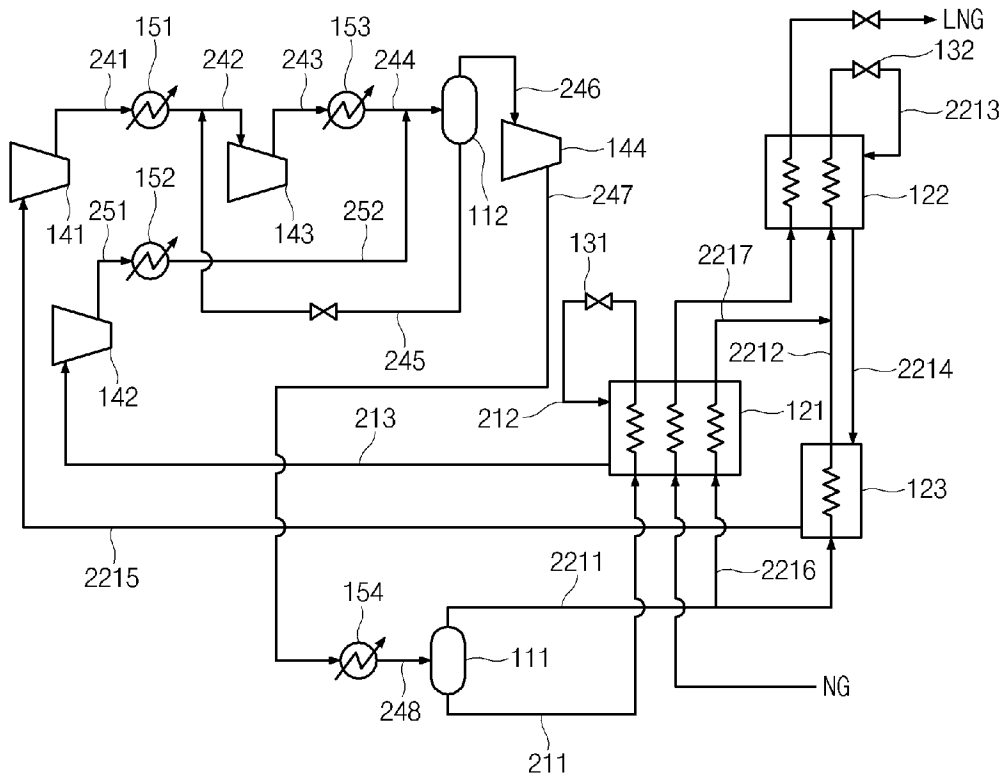
[Fig. 7]



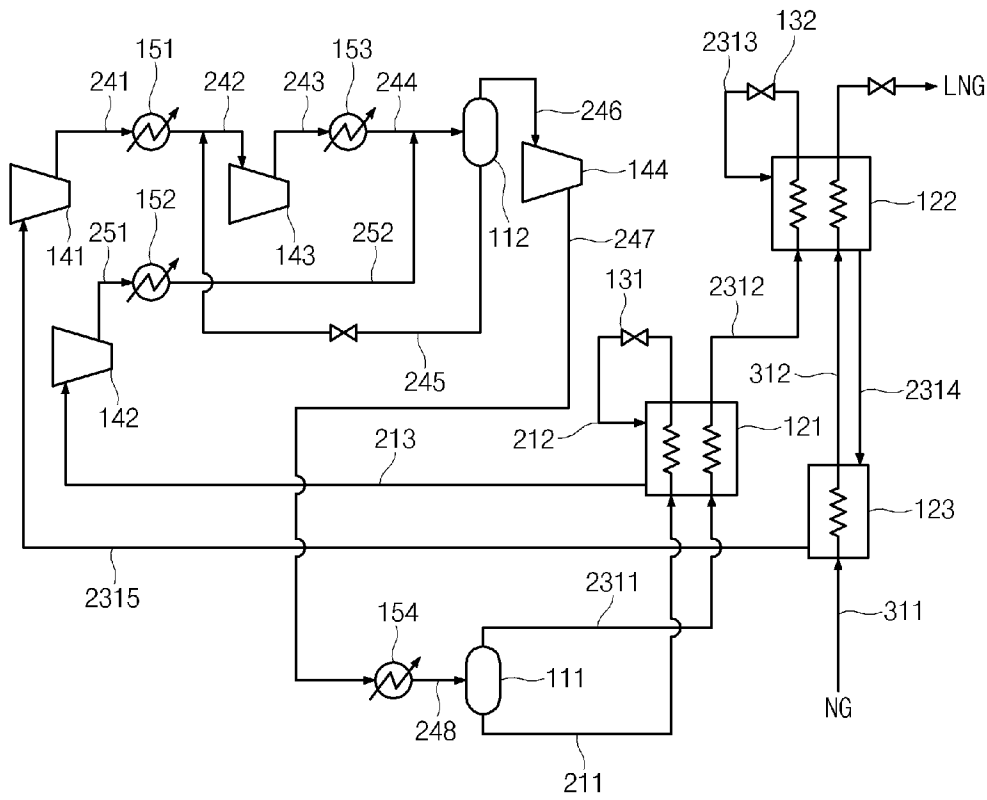
[Fig. 8]



[Fig. 9]

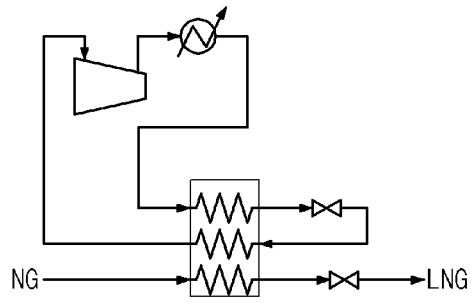


[Fig. 10]





[Fig. 14]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2014/004503

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

*F25J 1/00(2006.01)i, F25J 5/00(2006.01)i*

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F25J 1/00; F25J 3/00; F25J 5/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
 Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above  
 Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) &amp; Keywords: closed loop, refrigeration cycle, natural gas, liquefaction, condensation, separation, heat exchange, expansion, cooling, collection, mixed refrigerants

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4901533 A (FAN, Chung T. et al.) 20 February 1990 See abstract, claim 1, column 10, line 3 - column 11, line 45, and figure 1.	1-13
A	US 2010-0186445 A1 (MINTA, Moses et al.) 29 July 2010 See abstract, claim 1, paragraphs [0018] - [0022], [0024], [0025], [0027], and figure 1.	1-13
A	US 2010-0122551 A1 (ROBERTS, Mark Julian et al.) 20 May 2010 See abstract, claim 1, paragraphs [0031] - [0038], and figure 1.	1-13
A	US 2005-0056051 A1 (ROBERTS, Mark Julian et al.) 17 March 2005 See abstract, claim 1, paragraphs [0111] - [0113], and figure 1.	1-13
A	US 5657643 A (PRICE, Brian C.) 19 August 1997 See abstract, claim 1, column 2, line 47 - column 3, line 46, column 5, line 39 - column 6, line 29, and figure 3.	1-13

 Further documents are listed in the continuation of Box C.
  See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is considered with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 AUGUST 2014 (14.08.2014)

Date of mailing of the international search report

18 AUGUST 2014 (18.08.2014)

Name and mailing address of the ISA/KR


 Korean Intellectual Property Office  
 Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,  
 Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

**PCT/KR2014/004503**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
US 4901533 A	20/02/1990	NONE	
US 2010-0186445 A1	29/07/2010	AU 2008-294046 A1 CA 2695348 A1 EP 2185877 A1 JP 2010-537151 A WO 2009-029140 A1	05/03/2009 05/03/2009 19/05/2010 02/12/2010 05/03/2009
US 2010-0122551 A1	20/05/2010	AU 2009-318882 A1 CA 2740188 A1 CN 102334001 A CN 102334001 B CN 103591767 A EP 2366085 A2 EP 2600088 A2 JP 2012-509457 A JP 2013-242138 A KR 10-1307663 B1 KR 10-1363210 B1 KR 10-2011-0083740 A KR 10-2013-0051511 A PE 01902012 A1 RU 2011124891 A RU 2505762 C2 SG 195581 A1 TW 201022611 A TW 1388788 B US 2013-174603 A1 US 8464551 B2 US 8656733 B2 WO 2010-058277 A2 WO 2010-058277 A3	27/05/2010 27/05/2010 25/01/2012 25/12/2013 19/02/2014 21/09/2011 05/06/2013 19/04/2012 05/12/2013 12/09/2013 12/02/2014 20/07/2011 20/05/2013 30/03/2012 27/12/2012 27/01/2014 30/12/2013 16/06/2010 11/03/2013 11/07/2013 18/06/2013 25/02/2014 27/05/2010 13/10/2011
US 2005-0056051 A1	17/03/2005	AT 479064 T AU 2004-274692 A1 AU 2004-274692 B2 CA 2540024 A1 CA 2540024 C CN 1853078 A CN 1853078 C DE 602004028845 D1 EG 24796 A EP 1668300 A1 EP 1668300 B1 ES 2351340 T3 JP 04938452 B2 JP 2007-506064 A KR 10-0770627 B1 KR 10-2006-0085909 A	15/09/2010 31/03/2005 12/03/2009 31/03/2005 06/01/2009 25/10/2006 13/08/2008 07/10/2010 14/09/2010 14/06/2006 25/08/2010 03/02/2011 23/05/2012 15/03/2007 29/10/2007 28/07/2006

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

**PCT/KR2014/004503**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
		MX PA06002864 A	14/06/2006
		MY 135530 A	30/05/2008
		NO 20061677 A	13/06/2006
		RU 2006112569 A	27/10/2007
		RU 2331826 G2	20/08/2008
		TW 251066 B	11/03/2006
		US 7127914 B2	31/10/2006
		WO 2005-028976 A1	31/03/2005
US 5657643 A	19/08/1997	AU 1997-14977 B2	22/04/1999
		AU 704469 B2	22/04/1999
		DZ 2184 A1	03/12/2002
		EG 21146 A	31/12/2000
		ID 15990 A	21/08/1997

**A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))**  
F25J 1/00(2006.01)i, F25J 5/00(2006.01)i

**B. 조사된 분야**  
조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)  
F25J 1/00; F25J 3/00; F25J 5/00

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌  
한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC  
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))  
eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 폐 루프, 냉동 사이클, 천연가스, 액화, 응축, 분리, 열교환, 팽창, 냉각, 회수, 혼합 냉매

**C. 관련 문헌**

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	US 4901533 A (FAN, CHUNG T. 외 1명) 1990.02.20 요약, 청구항 1, 컬럼 10, 라인 3 - 컬럼 11, 라인 45, 및 도면 1 참조.	1-13
A	US 2010-0186445 A1 (MINTA, MOSES 외 2명) 2010.07.29 요약, 청구항 1, 단락 [0018] - [0022], [0024], [0025], [0027], 및 도면 1 참조.	1-13
A	US 2010-0122551 A1 (ROBERTS, MARK JULIAN 외 1명) 2010.05.20 요약, 청구항 1, 단락 [0031] - [0038], 및 도면 1 참조.	1-13
A	US 2005-0056051 A1 (ROBERTS, MARK JULIAN 외 2명) 2005.03.17 요약, 청구항 1, 단락 [0111] - [0113], 및 도면 1 참조.	1-13
A	US 5657643 A (PRICE, BRIAN C.) 1997.08.19 요약, 청구항 1, 컬럼 2, 라인 47 - 컬럼 3, 라인 46, 컬럼 5, 라인 39 - 컬럼 6, 라인 29, 및 도면 3 참조.	1-13

추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.  대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

\* 인용된 문헌의 특별 카테고리:  
 “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌  
 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌  
 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌  
 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌  
 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌  
 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌  
 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.  
 “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.  
 “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일 2014년 08월 14일 (14.08.2014)	국제조사보고서 발송일 2014년 08월 18일 (18.08.2014)
--	---

ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (302-701) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-472-7140	심사관 김승범 전화번호 +82-42-481-3371
---	------------------------------------

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 4901533 A	1990/02/20	없음	
US 2010-0186445 A1	2010/07/29	AU 2008-294046 A1 CA 2695348 A1 EP 2185877 A1 JP 2010-537151 A WO 2009-029140 A1	2009/03/05 2009/03/05 2010/05/19 2010/12/02 2009/03/05
US 2010-0122551 A1	2010/05/20	AU 2009-318882 A1 CA 2740188 A1 CN 102334001 A CN 102334001 B CN 103591767 A EP 2366085 A2 EP 2600088 A2 JP 2012-509457 A JP 2013-242138 A KR 10-1307663 B1 KR 10-1363210 B1 KR 10-2011-0083740 A KR 10-2013-0051511 A PE 01902012 A1 RU 2011124891 A RU 2505762 C2 SG 195581 A1 TW 201022611 A TW I388788 B US 2013-174603 A1 US 8464551 B2 US 8656733 B2 WO 2010-058277 A2 WO 2010-058277 A3	2010/05/27 2010/05/27 2012/01/25 2013/12/25 2014/02/19 2011/09/21 2013/06/05 2012/04/19 2013/12/05 2013/09/12 2014/02/12 2011/07/20 2013/05/20 2012/03/30 2012/12/27 2014/01/27 2013/12/30 2010/06/16 2013/03/11 2013/07/11 2013/06/18 2014/02/25 2010/05/27 2011/10/13
US 2005-0056051 A1	2005/03/17	AT 479064 T AU 2004-274692 A1 AU 2004-274692 B2 CA 2540024 A1 CA 2540024 C CN 1853078 A CN 1853078 C DE 602004028845 D1 EG 24796 A EP 1668300 A1 EP 1668300 B1 ES 2351340 T3 JP 04938452 B2 JP 2007-506064 A KR 10-0770627 B1 KR 10-2006-0085909 A	2010/09/15 2005/03/31 2009/03/12 2005/03/31 2009/01/06 2006/10/25 2008/08/13 2010/10/07 2010/09/14 2006/06/14 2010/08/25 2011/02/03 2012/05/23 2007/03/15 2007/10/29 2006/07/28

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
		MX PA06002864 A	2006/06/14
		MY 135530 A	2008/05/30
		NO 20061677 A	2006/06/13
		RU 2006112569 A	2007/10/27
		RU 2331826 C2	2008/08/20
		TW 251066 B	2006/03/11
		US 7127914 B2	2006/10/31
		WO 2005-028976 A1	2005/03/31
US 5657643 A	1997/08/19	AU 1997-14977 B2	1999/04/22
		AU 704469 B2	1999/04/22
		DZ 2184 A1	2002/12/03
		EG 21146 A	2000/12/31
		ID 15990 A	1997/08/21