



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2007년12월21일  
(11) 등록번호 10-0786135  
(24) 등록일자 2007년12월10일

(51) Int. Cl.

C10L 3/12 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2003-7011582

(22) 출원일자 2003년09월04일

심사청구일자 2006년06월14일

번역문제출일자 2003년09월04일

(65) 공개번호 10-2003-0082954

(43) 공개일자 2003년10월23일

(86) 국제출원번호 PCT/US2002/006792

국제출원일자 2002년03월06일

(87) 국제공개번호 WO 2002/70972

국제공개일자 2002년09월12일

(30) 우선권주장

60/273,531 2001년03월06일 미국(US)

09/828,551 2001년04월06일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

(73) 특허권자

에이비비 루머스 글러벌 인코포레이티드

미국 텍사스 77042 하우스톤 브라이어파크 3010

(72) 발명자

포그리에타, 조르게에이치.

미국, 텍사스77459, 미조리시티, 윈터레이크2811

(74) 대리인

강명구, 강석용

전체 청구항 수 : 총 21 항

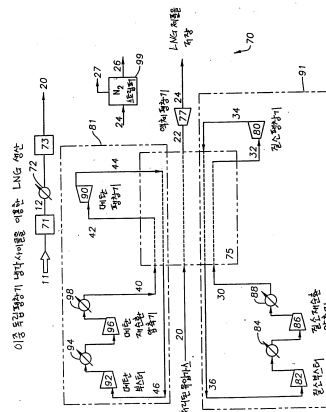
심사관 : 이태영

(54) 이중독립팽창기냉각사이클들을 이용하는 액화천연가스의생산방법

(57) 요약

액화천연가스유동을 생산하기 위한 방법이 독립냉각사이클들에서 이용되는 제1 및 제 2 팽창냉각제들과 열교환접촉하여 압축천연가스공급장치의 적어도 일부분을 냉각한다. 제 1 팽창냉각제가 메탄, 에탄 및 처리 및 압축천연가스로부터 선택된다. 제 2 팽창냉각제는 질소이다.

대표도 - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

제 1 및 제 2 팽창된 냉각제들과 열교환접촉하여 유입가스공급유동의 적어도 일부분을 냉각하는 단계로 구성되고, 유입가스공급유동으로부터 액화천연가스유동을 생산하기 위한 방법에 있어서,

하나 이상의 제 1 및 제 2 팽창된 냉각제들이 가스상 냉각사이클에서 순환되어 액화천연가스유동이 제조되는 것을 특징으로 하는 유입가스공급유동으로부터 액화천연가스유동을 제조하기 위한 방법.

### 청구항 2

제 1항에 있어서, 제 1 팽창된 냉각제가 메탄, 에탄 및 유입가스로 구성된 그룹으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 유입가스공급유동으로부터 액화천연가스유동을 제조하기 위한 방법.

### 청구항 3

제 1항에 있어서, 제 2 팽창된 냉각제가 질소인 것을 특징으로 하는 유입가스공급유동으로부터 액화천연가스유동을 제조하기 위한 방법.

### 청구항 4

제 1항의 액화천연가스유동을 제조하기 위한 방법에 있어서, 제 1 및 제 2 팽창된 냉각제들이 팽창밸브, 터보-팽창기 및 액체팽창기로 구성된 그룹으로부터 선택된 장치내에서 팽창되는 것을 특징으로 하는 액화천연가스유동을 제조하기 위한 방법.

### 청구항 5

제 1항에 있어서, 액화천연가스유동이  $-240^{\circ}\text{F}$  내지  $-260^{\circ}\text{F}$ 의 온도로 냉각되는 것을 특징으로 하는 유입가스공급유동으로부터 액화천연가스유동을 제조하기 위한 방법.

### 청구항 6

제 1항에 있어서, 유입가스유동이 500 psia 내지 1200psia의 유입압력을 가지는 것을 특징으로 하는 유입가스공급유동으로부터 액화천연가스유동을 제조하기 위한 방법.

### 청구항 7

제 1항에 있어서, 제 1 및 제 2 냉각제들을 위한 냉각곡선이 적어도  $5^{\circ}\text{F}$  만큼 유입가스공급유동을 위한 냉각곡선에 접근하는 것을 특징으로 하는 유입가스공급유동으로부터 액화천연가스유동을 제조하기 위한 방법.

### 청구항 8

제 1항에 있어서, 냉각단계는 기계식 냉각사이클에 의해 유입가스공급유동의 적어도 일부분을 냉각하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 유입가스공급유동으로부터 액화천연가스유동을 제조하기 위한 방법.

### 청구항 9

제 8항에 있어서, 프로판 및 프로필렌으로부터 선택된 냉각제가 기계식 냉각사이클에 포함되는 것을 특징으로 하는 유입가스공급유동으로부터 액화천연가스유동을 제조하기 위한 방법.

### 청구항 10

제 1항 또는 8 항에 있어서, 냉각단계는 냉각수에 의해 유입가스공급유동의 적어도 일부분을 냉각하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 유입가스공급유동으로부터 액화천연가스유동을 제조하기 위한 방법.

### 청구항 11

유입가스공급유동으로부터 액화천연가스유동을 제조하기 위한 방법에 있어서, 상기 방법은

질소냉각사이클과 독립적으로 작동되는 제 1 냉각 사이클에서 열교환접촉에 의해 유입가스공급유동의 적어도 일

부분을 냉각하는 단계를 포함하고,

상기 제 1 냉각 사이클은

냉각상태의 냉각제증기유동을 형성하기 위해 냉각제유동을 팽창시키고,

냉각상태의 냉각제증기유동과 열교환접촉하여 유입가스공급유동의 적어도 일부분을 냉각시키며,

압축된 냉각제증기유동을 형성하기 위해 냉각상태의 냉각제증기유동을 압축하고,

냉각상태의 냉각제증기유동과 열교환접촉하여 압축된 냉각제증기유동의 적어도 일부분을 냉각하는 단계들로 구성되며, 질소냉각사이클은

질소유동을 냉각상태의 질소증기유동으로 팽창시키고,

냉각상태의 질소증기유동과 열교환접촉하여 유입공급가스유동의 적어도 일부분을 냉각시키며,

압축된 질소증기유동을 형성하기 위해 냉각상태의 질소증기유동을 압축하고,

냉각상태의 질소증기유동과 열교환접촉하여 압축된 질소증기유동의 적어도 일부분을 냉각하여 액화천연가스유동이 제조되는 것을 특징으로 하는 유입가스공급유동으로부터 액화천연가스유동을 제조하기 위한 방법.

#### 청구항 12

제 11항의 액화천연가스유동을 제조하기 위한 방법에 있어서, 제 1 냉각 사이클에서 냉각제유동은 메탄, 에탄 및 유입가스로 구성된 그룹으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 액화천연가스유동을 제조하기 위한 방법.

#### 청구항 13

제 12항에 있어서, 제 1 냉각 사이클의 압축 단계는 냉각제유동을 형성하기 위하여 유입가스공급유동의 적어도 일부분을 압축된 냉각제증기유동과 혼합시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 유입가스공급유동으로부터 액화천연가스유동을 제조하기 위한 방법.

#### 청구항 14

제 13 항에 있어서, 제 1 냉각사이클의 팽창 단계는  $-110^{\circ}\text{F}$  내지  $-130^{\circ}\text{F}$  의 온도까지 냉각제유동을 팽창시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 유입가스공급유동으로부터 액화천연가스유동을 제조하기 위한 방법.

#### 청구항 15

제 11항의 액화천연가스유동을 제조하기 위한 방법에 있어서, 질소냉각사이클의 팽창 단계는  $-250^{\circ}\text{F}$  내지  $-280^{\circ}\text{F}$  의 온도로 질소유동을 팽창시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 액화천연가스유동을 제조하기 위한 방법.

#### 청구항 16

제 11항의 액화천연가스유동을 제조하기 위한 방법에 있어서, 제 1 및 질소냉각사이클에서의 팽창 단계는 팽창 밸브, 터보-팽창기 및 액체팽창기로 구성된 그룹으로부터 선택된 팽창 장치에 의해 제공되는 것을 특징으로 하는 유입가스공급유동으로부터 액화천연가스유동을 제조하기 위한 방법.

#### 청구항 17

제 11항의 액화가스유동을 제조하기 위한 방법에 있어서, 질소냉각사이클의 압축된 질소증기유동은 500 psia 내지 1200 psia의 압력으로 압축되는 것을 특징으로 하는 유입가스공급유동으로부터 액화천연가스유동을 제조하기 위한 방법.

#### 청구항 18

제 11항의 액화가스유동을 제조하기 위한 방법에 있어서, 제 1 냉각 사이클의 압축된 냉각제증기유동은 500 psia 내지 1400 psia의 압력으로 압축되는 것을 특징으로 하는 유입가스공급유동으로부터 액화천연가스유동을 제조하기 위한 방법.

## 청구항 19

제 1항 또는 제 11항의 액화천연가스유동을 제조하기 위한 방법에 있어서, 액화천연가스유동으로부터 질소 및 다른 미량가스를 제거하는 단계를 추가적으로 포함하는 것을 특징으로 하는 유입가스공급유동으로부터 액화천연가스유동을 제조하기 위한 방법.

## 청구항 20

제 1항 또는 제11 항에 있어서, 15 psia내지 50 psia의 압력으로 액화천연가스유동을 팽창시키는 단계를 추가적으로 포함하는 것을 특징으로 하는 유입가스공급유동으로부터 액화천연가스유동을 제조하기 위한 방법.

## 청구항 21

제 1항에 있어서, 유입가스공급유동의 적어도 일부분을 냉각시키는 단계는 가스상 냉각 사이클들 중 하나 이상의 사이클과 열교환접촉함에 의해 수행되는 것을 특징으로 하는 유입가스공급유동으로부터 액화천연가스유동을 제조하기 위한 방법.

## 청구항 22

삭제

## 명세서

### 기술분야

- <1> 본 발명은 냉각사이클을 이용하여 가압탄화수소액화방법을 위한 액화방법에 관련된다. 구체적으로 본 발명은 적어도 두 개의 서로 다른 냉각제를 가진 독립적인 두 개의 냉각사이클을 이용하여 유입구 탄화수소가스유동을 위한 액화방법에 관련된다.

### 배경기술

- <2> 상대적으로 용이한 운반 및 저장을 위한 체적을 감소시키기 위해 천연가스와 같은 탄화수소가스가 액화된다. 상기 방법은 적어도 한 개의 냉각제 가스를 이용하여 기계식 냉각작용 또는 냉각사이클을 포함하고 가스액화를 위한 종래기술을 따르는 다수의 방법들이다.
- <3> 듀바 씨의 미국특허 제 5, 768, 912 호 및 미국특허 제 5,916,260호에 의하면, 단일질소 냉각제유동에 의해 냉각능력이 제공되고 액화된 천연가스제품을 생산하기 위한 방법이 공개된다. 개별터보팽창기를 통해 팽창될 때 냉각되는 적어도 두 개의 개별 유동들로 상기 냉각제유동이 분리된다. 액화천연가스를 생산하기위해 냉각 및 팽창된 질소냉각제가 가스유동과 교차하여 교환도니다.
- <4> 포그리에타 씨의 미국특허 제 5, 755, 114 호에 의하면, 천연가스의 액화작업시 이중 냉각사이클이 유용하다. 상기 이중냉각사이클로 도시된 사이클들이 서로 연결되어 구동력으로서 증발과정의 잠열을 이용하며 기계식 냉각사이클내에서 종래기술의 냉각제를 이용하며 상기 사이클들이 의존하여 작동한다.
- <5> 파라도브스키 씨의 미국특허 제 6, 105, 389 호에 의하면, 연결되어 의존하는 사이클들을 가진 이중 냉각사이클이 공개된다. 포그리에타 씨의 경우와 같이, 상변화와 관련된 잠열을 이용하는 종래기술의 기계식 냉각사이클을 이용한다.
- <6> 데이비스 씨의 미국특허 제 4, 911,741 호 및 피셔 씨 등의 미국특허 제 6, 041, 619 호에 의하면, 증발과정의 잠열을 이용하기 위해 종래기술의 냉각제를 이용하는 두 개이상의 관련 냉각사이클을 이용하는 것이 공개된다.
- <7> 천연가스의 액화를 위한 간단한 냉각사이클이 필요하다. 종래기술의 액화냉각사이클에 의하면, 액체 및 기체냉각제 상을 위한 특수장치를 요구하고 냉각사이클동안 상변화를 겪는 냉각제가 이용된다.
- <8> 본 발명은 상기 요구를 만족시킨다.

### 발명의 상세한 설명

- <9> 본 발명은 제 1 및 제 2 팽창된 냉각제들과 열교환접촉하여 유입가스의 일부분을 냉각하는 단계를 포함하고 액

화천연가스유동을 발생시키기 위한 극저온 방법이다. 제 1 및 제 2 팽창된 냉각제들중 적어도 한 개가 가스상 냉각사이클내에서 순환되고, 냉각제가 사이클을 통해 가스상으로 유지된다. 상기 방법에 의해 액화천연가스유동이 생산된다. 상기 방법의 선택적 실시예가 제 1 팽냉각제를 가진 제1 냉각사이클 및 이중독립냉각사이클내에서 작동되는 제 2 팽창된 냉각제를 가진 제 2 냉각사이클과 열교환접촉하여 유입탄화수소가스공급유동의 적어도 일부분을 냉각하는 단계를 포함한다. 메탄, 에탄 및 다른 탄화수소가스 또는 처리된 유입가스로부터 선택된다. 제 2 팽창된 냉각제는 질소이다. 상기 이중독립냉각제사이클이 동시에 또는 독립적으로 작동될 수 있다.

<10> 본 발명의 목적, 장점 및 특징이 이해되고, 명세서의 도면에 도시된 실시예를 참고하여 상세히 설명된다. 도면들이 단지 본 발명의 선호되는 실시예를 설명하고, 본 발명의 범위를 제한하지 않는다.

## 실시예

<18> 본 발명은 이중독립 냉각제사이클을 가지고 탄화수소가스 또는 압축천연가스를 액화하기 위한 개선된 방법에 관련된다. 선호되는 실시예에 있어서, 팽창된 제 2 탄화수소를 이용하여 팽창된 질소냉각제 및 제 2 냉각사이클을 이용하는 제 1 냉각사이클이 상기 방법에 포함된다. 제 2 팽창탄화수소 냉각제가 압축된 메탄 또는 처리된 유입가스이다.

<19> 상기 "유입가스"는 탄화수소가스이고 탄화수소는 예를 들어, 85%체적메의 메탄으로 구성되고, 에탄, 상대적으로 많은 탄화수소, 질소 및 다른 미량의 가스로 평형상태를 이룬다.

<20> 본 발명의 선호되는 실시예에 관한 상세한 설명이 대기온도에서 약 800psia 의 초기압력을 가진 압축유입가스의 액화과정을 참고한다. 대기온도에서 약 500내지 약 1200 psia사이의 초기압력이 상기 유입가스에 주어진다. 등엔트로픽팽창과정에 의한 팽창단계들이 터보팽창기, 줄튐슨 팽창밸브, 액체팽창기 등에 의해 형성된다. 가스 팽창에 의해 압축일을 형성하기 위해 상기 팽창기들이 해당 단계의 압축유니트들에 연결된다.

<21> 도 1을 참고할 때, 압축유입가스유동 또는 압축천연가스유동이 본 발명의 과정에 도입된다. 상기 실시예에서, 유입가스유동은 약 900 psia의 압력 및 대기온도를 가진다. 이산화탄소, 황화수소 등과 같은 산성가스를 제거하기 위해 건조과정, 아민(amine)추출 등과 같은 종래기술의 방법에 의해 유입가스유동(11)이 처리유니트(71)내에서 처리된다. 천연가스유동으로부터 물을 제거하기위해 종래기술의 탈수유니트로서 예비처리유니트(71)가 이용된다. 극저온방법에서 종래기술에 의하면, 방법내에서 연속적으로 발생하는 저온에서 라인 및 열교환기가 유입가스유동에 의해 냉동되고 막히는 것을 방지하기 위해 유입가스유동으로부터 물이 제거된다. 건조제 및 분자시브(sieve)를 포함한 종래기술의 탈수유니트가 이용된다.

<22> 한 개이상의 유니트작동에 의해 처리된 유입가스유동(12)이 예비냉각된다. 유동(12)이 냉각기(72)내부의 냉각수에 의해 예비냉각된다. 처리된 유입가스유동(20)과 같이 예비냉각되고 처리된 유동(19)을 액화를 위해 준비되도록 유동(12)이 종래기술의 기계식 냉각장치(73)에 의해 추가로 예비냉각된다.

<23> 액화천연가스제조설비의 냉각부분(70)에 처리된 유입가스유동(20)이 제공된다. 유동(20)이 제 1 냉각사이클(81) 및 제 2 냉각사이클(91)과 반대유동의 열교환접촉에 의해 교환기(75)내에서 냉각 및 액화된다. 유입가스유동을 액화하기 위해 요구되는 냉각성능에 따라 독립적으로 및/또는 합류상태로 상기 냉각사이클들이 설계된다.

<24> 선호되는 실시예에서 제 1 냉각사이클(81)은 팽창된 메탄냉각제를 이용하고, 제 2 냉각사이클(91)이 팽창된 질소냉각제를 이용한다. 제 1 냉각사이클(81)에서 팽창된 메탄이 냉각제로서 이용된다. 냉각되고 팽창된 메탄유동(44)이 약 -119° F 및 약 200psia에서 교환기(75)에 유입되고, 처리된 유입가스(20) 및 압축메탄유동(40)과 교차되고 교환된다. 메탄유동(44)이 교환기(75)내에서 가열되고 유동(46)으로서 한 개이상의 압축단계로 유입된다. 가열된 메탄유동(46)이 메탄 부스터압축기(92)내부의 제 1 압축단계에서 부분적으로 압축된다. 다음에 제2압축단계동안 유동(46)이 메탄재순환압축기(96)내부에서 약 500 psia로부터 1400psia까지 압축된다. 유동(46)이 교환기(94,98)내에서 수냉되고, 압축 메탄유동(40)으로서 교환기(75)내부로 유입한다. 유동(40)이 약 90° F 및 약 1185psia에서 교환기(75)로 유입한다. 유동(40)이 팽창된 냉각 메탄유동(44)과 교차교환하여 약 20° F 및 약 995psia로 냉각되고, 냉각 메탄유동(42)으로서 교환기(75)로 유입한다. 등엔트로픽상태일 때 유동(42)이 팽창기(90)내에서 약 -110° F 내지 -130° F 또는 약 -119° F 및 약 200psia로 팽창된다. 유동(42)이 냉각 및 팽창된 메탄유동(44)으로서 교환기(75)로 유입된다.

<25> 제 2 냉각사이클(91)내에서 냉각 및 팽창된 질소유동(34)이 약 -260° F 및 약 200psia에서 교환기(75)내부로 유

입하고, 처리된 유입가스유동(20) 및 압축된 질소유동(30)과 교차하고 교환된다. 질소유동(34)이 교환기(75)내에서 가열되고, 다음에 유동(36)으로서 한 개이상의 압축단계로 유입된다. 가열된 질소유동(36)이 질소 부스터 압축기(82)내에서 부분적으로 압축되고 다음에 다시 질소재순환압축기(86)내에서 약 500 psia로부터 1200psia까지 압축된다. 유동(36)이 교환기(84,88)내에서 수냉되고 압축질소유동(30)으로서 교환기(75)로 유입된다. 유동(30)이 약 90° F 및 약 1185psia에서 교환기(75)로 유입된다. 유동(30)이 냉각 및 팽창된 질소유동(34)과 교차교환하여 약 -130° 및 약 1180psia로 냉각되고, 냉각된 질소유동(32)으로서 교환기(75)를 유출한다. 약 -250° F 또는 약 -260° F 및 약 200psia에서 팽창기(80)내에서 유동(32)이 등엔트로피상태로 팽창된다. 유동(32)이 냉각 및 팽창된 질소유동(34)으로서 교환기(75)로 유입한다.

<26> 약 -240° F 내지 -260° F 또는 약 -225° F로 유입가스유동(20)을 냉각 및 액화하기 위해 제 1 및 제 2 이중 독립 냉각사이클이 독립적으로 작동한다. 액화된 가스생성물유동(24)을 발생시키기 위해 약 15 내지 50 psia 또는 약 20 psia로 액화된 가스유동(22)이 등엔트로피상태에서 팽창기(77)내에서 팽창된다.

<27> 생성물유동(24)이 질소 및 다른 미량가스들을 포함한다. 상기 불필요한 가스들을 제거하기 위해 처리된 생성물 유동(26) 및 질소농후가스(27)를 발생시키도록 질소 스트리퍼(stripper)와 같은 질소제거유니트(99)로 유동(24)이 유입된다. 농후한 가스(27)가 저압연료가스를 위해 이용되거나 유입가스유동(11)과 재압축 및 재순환된다.

<28> 선호되는 실시예에 의하면, 방법에서 요구되는 냉각성능의 적어도 일부분을 제공하기 위해 처리된 유입가스가 이용된다. 도 2를 참고할 때, 제 1냉각사이클(191)이 냉각제로서 팽창된 탄화수소가스혼합물을 이용한다. 메탄, 에탄 및 유입가스중에서 탄화수소가스혼합물냉각제가 선택된다. 제 2 냉각사이클이 상기 설명과 같이 작동한다. 따라서 냉각사이클동안 가스상 냉각제로서 질소유동 및/또는 유입가스유동이 이용된다. 냉각사이클을 위한 구동력으로서 상기 과정은 현열을 이용한다. 도 2가 적어도 한 개의 가스상 냉각사이클을 이용을 설명하고 있지만, 두 개의 냉각사이클들사이의 의존성을 형성하는 한 개의 사이클에서 유입가스유동이 냉각제로서 이용된다는 점에서 상기 냉각사이클들은 서로 독립적이지 않다.

<29> 제 1 냉각사이클(191)에서 냉각 및 팽창된 탄화수소가스혼합물(144)이 약 -119° F 및 200 psia에서 교환기(75)로 유입하고, 액화되는 유입가스혼합물(174)과 교차 및 교환된다. 가스혼합물유동(144)이 교환기(75)내에서 가열되고, 유동(146)으로서 한 개이상의 압축단계로 유입된다. 메탄부스터압축기(92)내에서 제 1 압축단계에서 가열된 가스혼합물유동(146)이 부분적으로 압축된다. 다음에 메탄재순환압축기(96)내에서 제 2 압축단계에서 유동(146)이 약 500 내지 1400psia까지 압축된다. 압축된 가스혼합물유동(140)으로서 유동(146)이 교환기(94,98)내에서 수냉된다. 액화되어야 하는 유동(174)을 형성하기 위하여 압축가스혼합물(140)과 처리된 유입가스(120)가 혼합된다. 또한 처리된 유입가스(120)가 한 개이상의 압축단계로 유입하기 전에 유동(146)과 혼합된다. 유동(174)이 약 90° F 및 약 1000psia에서 교환기(75)에 유입된다. 유동(174)이 냉각 및 팽창된 가스혼합물유동(144)과 교차 및 교환되어 약 20° F 및 약 995psia로 냉각되고, 냉각된 가스혼합물유동(142)으로서 교환기(75)를 유출한다. 팽창기(90)내에서 유동(142)이 등엔트로피상태에서 약 -110 내지 130° F 또는 약 119° F 및 약 200psia까지 팽창된다. 유동(142)이 냉각 및 팽창된 혼합물유동(144)으로서 교환기(75)로 유입한다. 약 -240 내지 -260° F로부터 약 -255° F까지 유입가스혼합물(174)을 냉각 및 액화하기 위하여 제 1 및/또는 제 2 이중 냉각사이클들이 작동한다. 액화된 가스혼합물의 생성물유동(180)을 발생시키기 위해 팽창기(77)내에서 액화상태의 가스혼합물유동(176)이 약 15내지 50psia로부터 약 20psia까지 등엔트로피상태로 팽창된다.

<30> 상기 설명과 같이, 각 이중냉각사이클의 냉각제가스들이 냉각제를 재압축하는 재생압축기 및/또는 각 부스터압축기까지 전달된다. 방법내에서 해당되거나 작동가능하게 연결된 터보팽창기에 의해 상기 부스터압축기 및/또는 재생압축기가 구동된다. 또한 부스터 압축기가 포스트-부스터 모드(post-boost mode)로 작동되고, 추가로 약 50내지 100psia의 압력을 냉각제가스에 제공하기 위해 재생압축기로부터 하류위치에 구성된다. 부스터압축기가 예비부스팅모드로서 작동되고 최종재생압축기로 전달되기 전에 냉각제가스를 약 50내지 100psia압력으로 부분적으로 압축하기 위하여 재생압축기로부터 상류위치에 위치한다.

<31> 도 3에 종래기술의 액화방법을 위한 가열 및 냉각곡선들이 도시된다. 교환기가 가열되는 최종과정에서 공급가스의 냉각곡선 및 질소냉각제의 가열곡선사이에서 근사화되기 전에 질소냉각제의 순환속도를 변경시켜 조정되는 경사를 가진 직선에 의해 질소냉각제의 가열곡선이 제공된다. 따라서 종래기술의 방법을 이용하면, 서로 다른 곡선들사이에서 열교환기의 가열중점 및 냉각중점에서 상대적으로 근접한 근사화가 제공된다. 각 곡선들의 중간위치에서 각 곡선들이 서로 다른 형상을 가지기 때문에, 방법의 전체 온도범위에 대해 두 개의 곡선들사이에서 근접한 근사화를 유지할 수 없고, 즉 두 개의 곡선들이 중간부분에서 서로에 대해 발산한다. 질소냉각제의



가열곡선이 직선으로 근사화되더라도 공급가스 및 질소의 냉각곡선은 복잡한 형상을 가지고, 질소냉각제의 선형 가열곡선으로부터 현저하게 발산한다. 전체 방법을 작동할 때 선형가열곡선 및 복잡한 냉각곡선사이의 발산은 열역학적 비효율성 또는 손실일의 척도로서 나타난다. 혼합된 냉각사이클로서 다른 방법과 비교하여 질소냉각제를 이용하기 위한 상대적으로 높은 마력소모에 의해 상기 비효율성 또는 손실일이 야기된다.

<32> 본 발명의 선호되는 실시예를 위한 가열 및 냉각곡선들이 도 4에 도시된다. 본 발명에 따라 예를 들어, 고압의 메탄, 에탄 및/또는 유입가스와 같은 탄화수소가스혼합물이 팽창할 때 냉각능력을 이용하면, 종래기술의 가스액화방법과 비교하여 손실일이 감소되거나 열역학적 효율이 개선된다. 또한 공지된 압력온도 및 조성의 주어진 유입가스유동을 액화하기 위하여 특정 냉각성능에 대해 본 발명을 따르는 이중독립냉각사이클 및/또는 이중냉각사이클이 조정 및/또는 적응되기 때문에 열역학적 효율은 종래기술의 방법에 비해 개선된다. 즉 상대적으로 더 큰 냉각요구성능은 불필요하다. 그 결과 온도구배 및 냉각제 및 따라서 유입가스유동사이의 열역학적 손실이 감소되도록 냉각곡선 및 가열곡선이 더욱 근접하게 일치된다.

<33> 도 1에 도시된 방법에서, 이중독립팽창기냉각사이클의 개략선도가 도시된다. 냉각제로서 질소유동 및/또는 메탄유동을 이용하는 본 발명의 독립냉각사이클들이 도 1에 도시된다. (도면에 도시되지 않은)선택적 실시예들이 한 개 또는 양쪽의 독립사이클내에서 종래기술의 냉각제들을 이용한다. 도 1에 도시된 실시예를 참고할 때, 유입가스를 액화하기 위한 냉각성능을 두 개의 냉각곡선들로 분리하여 가열곡선이 두 개의 구분된 부분들로 분리된다. 제 1 사이클에서 터보팽창기내에서 메탄냉각제와 같은 탄화수소가스혼합물이 상대적으로 낮은 온도에서 상대적으로 낮은 압력으로 팽창되고, 유입가스유동을 냉각시킨다. 제 2 사이클이 이용될 때, 질소냉각제가 터보팽창기내에서 상대적으로 낮은 압력 및 온도에서 팽창되고 가스유동을 추가로 냉각시킨다. 가열곡선의 경사가 냉각곡선의 경사와 대략 동일하도록 제 2 사이클에서 냉각유동속도가 선택된다. 냉각과정의 마지막 부분에서 냉각곡선의 형상 및 경사에 기인하여, 본 발명에서 냉각성능의 주요부분을 제공하는 것은 질소사이클이다. 그 결과 교환기를 통해 대략 5° F의 최소온도에 도달된다.

<34> 본 발명은 중요한 잇점들을 가진다. 우선 질소 및/또는 가스냉각제사이의 관계를 조정하고 따라서 상대적으로 높은 열역학적 효율을 가져서 공급유입가스의 서로 다른 상태에 방법이 적응될 수 있다. 다음에, 순환하는 냉각제가 가스상을 가진다. 그 결과 액체분리기 또는 액체저장이 불필요하고, 동시에 환경안전에 대한 영향이 제거된다. 가스상 냉각제는 열교환기의 구성 및 설계를 단순화한다.

### 산업상 이용 가능성

<35> 본 발명이 질소 및 메탄과 같은 제 2 냉각제 또는 다른 탄화수소가스가 이중독립사이클내에서 냉각제로서 이용되고, 천연가스와 같은 탄화수소의 액화방법을 참고하여 설명 및/또는 도시되지만, 본 발명의 범위는 상기 실시예들에 국한되지 않는다. 본 발명의 범위는 질소를 이용 및/또는 상기 적용예이외의 다른 적용예 또는 개선된 적용예에서 다른 가스들의 이용하는 방법의 적용에 및 다른 방법들을 포함하는 것을 당업자들이 이해한다. 또한 상기 발명은 상기 실시예이외에 변형에 및 수정예를 가질 수 있다는 것을 당업자들이 이해한다. 본 발명의 범위 및 사상내에서 모든 변형에 및 수정예가 본 발명에 포함되는 것을 당업자들이 이해한다. 본 발명의 범위는 명세서에 의해 제한되지 않고 하기 청구범위에 의해 정의된다.

### 도면의 간단한 설명

<11> 도 1은 냉각제로서 질소유동 및/또는 메탄유동을 이용하는 본 발명의 독립적인 냉각사이클을 도시하고, 독립적인 이중 팽창기 냉각사이클을 도시한 개략선도.

<12> 도 2는 냉각사이클동안 가스상 냉각제로서 질소유동 및/또는 유입가스 유동이 이용되고 도 1에 도시된 본 발명의 또 다른 실시예를 도시한 개략선도.

<13> 도 3은 종래기술의 방법을 위한 LNG/질소냉각곡선 및 질소가열곡선을 비교한 선도.

<14> 도 4는 본 발명을 위한 냉각제가열곡선 및 LNG/질소/메탄 냉각곡선을 비교한 선도.

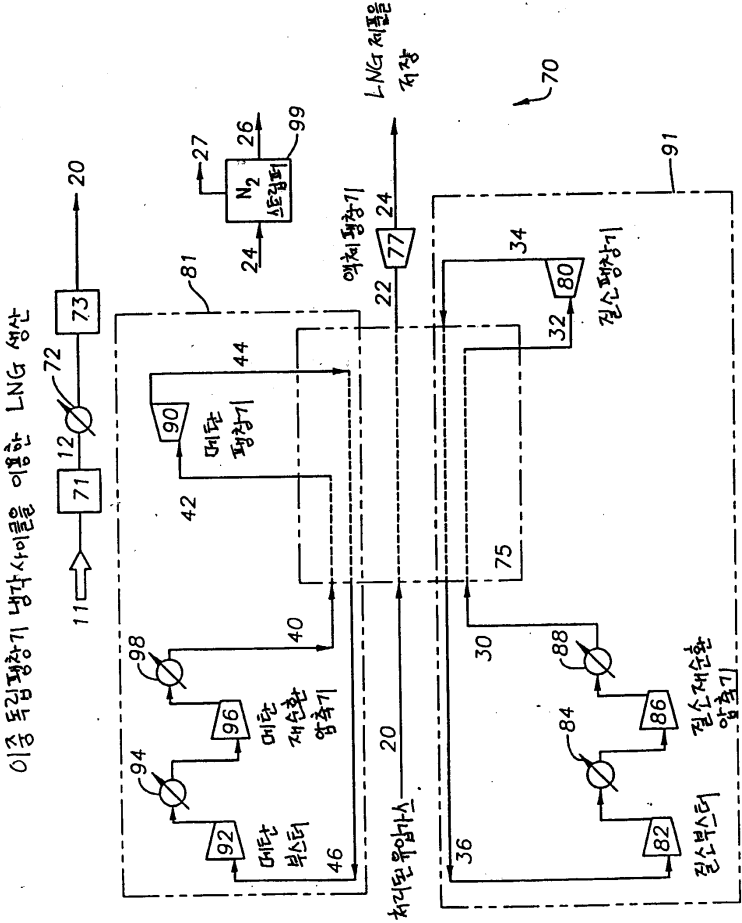
<15> \*부호설명\*

<16> 20 : 유입가스 46 : 메탄유동

<17> 81,91 : 냉각사이클 92 : 부스터압축기

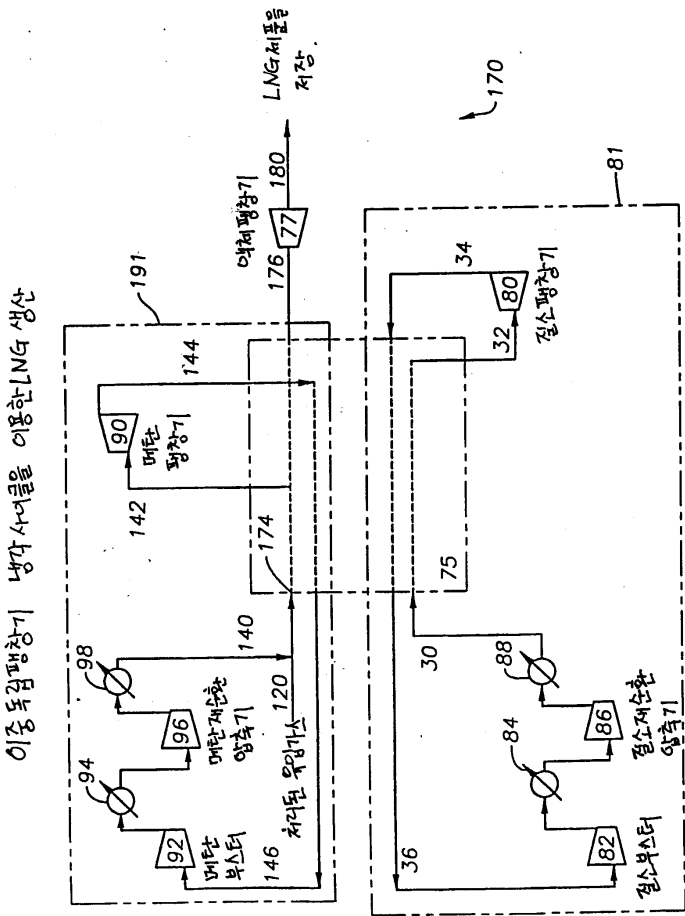
도면

도면1

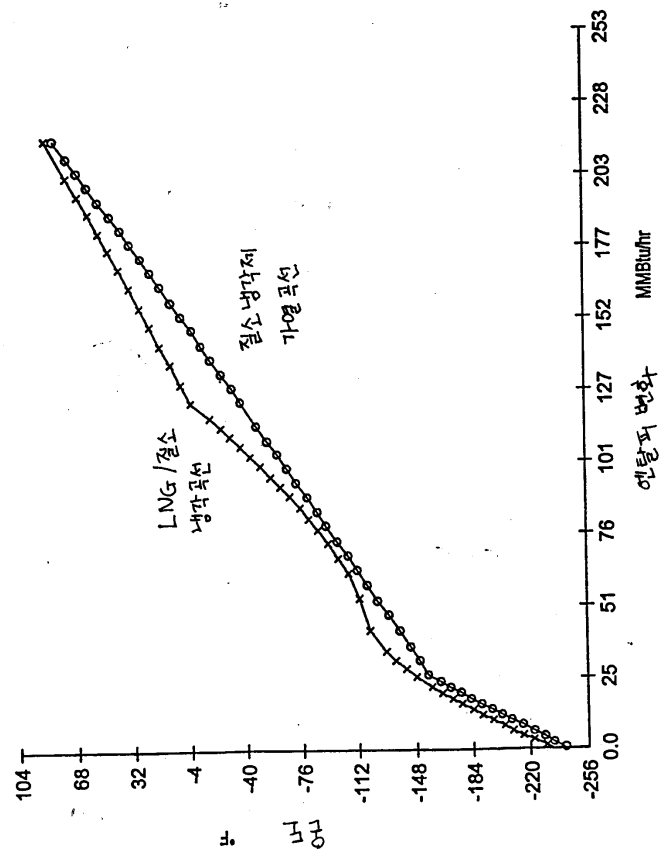




도면2



도면3



도면4

