(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
F25J 3/08

(45) 공고일자 2004년04월29일
(11) 등록번호 10-0414756
(24) 등록일자 2003년12월29일

(21) 출원번호	10-1997-0709664	(65) 공개번호	10-1999-0028349
(22) 출원일자	1997년12월23일	(43) 공개일자	1999년04월15일
번역문제출일자	1997년12월23일		
(86) 국제출원번호	PCT/EP1996/002760	(87) 국제공개번호	WO 1997/01069
(86) 국제출원일자	1996년06월21일	(87) 국제공개일자	1997년01월09일
(81) 지정국	국내특허 : 아일랜드 오스트레일리아 중국 일본 대한민국 뉴질랜드 미국 EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 프랑스 영국 그리스 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투칼 스웨덴		

(30) 우선권주장 95201709.3 1995년06월23일 EP(EP)

(73) 특허권자 쉘 인터내셔널 리써치 마챠피즈 비 브이
네덜란드 더 헤이그 엔엘-2501 에이엔 포스트 오피스 박스 162
(72) 발명자 클라인 나겔보르트 로베르트
네덜란드 엔엘-2596 에이치알 더 헤이그 카렐 반 빌란드틀란 30
빙크 코르넬리스 얀
네덜란드 엔엘-2596 에이치알 더 헤이그 카렐 반 빌란드틀란 30
(74) 대리인 특허법인코리아나

심사관 : 변상현

(54) 천연가스의 액화처리방법

명세서

<1> 본 발명은 비등점이 낮은 성분을 함유하는 천연가스를 액화처리하는 방법에 관한 것이다. 비등점이 낮은 성분으로는 일반적으로 질소, 헬륨 및 수소가 있으며, 이들 성분은 또한 "비중이 작은 성분" 이라고 불린다. 이 방법에 있어서, 액화가스는 액화압력에서 액화되고 나서 이 액화가스의 압력은 저압에서 비등점이 낮은 성분의 함유량이 감소된 액화가스를 획득하도록 감소되며, 이 액화가스는 한층 더 처리되거나 저장될 수 있다. 이 방법의 처리부분은 때때로 엔드플레시방법 (end flash method) 이라 불린다. 이런 엔드플레시방법은 일거 양득이 되는데, 첫번째는 액화가스의 압력을 저압으로 감소시키고, 그리고 두번째는 비등점이 낮은 성분을 함유하는 가스흐름을 액화가스로부터 분리시키므로 잔류 액화가스는 비등점이 낮은 성분의 함유량이 충분히 적게 된다는 것이다.

<2> 천연가스의 액화압력은 일반적으로 3.0 내지 6.0 MPa 의 범위내이다. 저압은 액화압력이하 이다, 예를 들어 저압은 0.3 MPa 미만이고, 적당하게는 저압은 0.10 과 0.15 MPa 사이에서 대략 대기압력이다.

<3> 하기의 단계들로 이루어진 비등점이 낮은 성분을 함유하는 천연가스를 액화 처리하는 방법이 공지되어 있다:

<4> (a) 액화압력으로 천연가스를 주열교환기의 생성물측을 통하여 통과시키는 단계;

<5> (b) 상기 주열교환기의 냉각측에 냉매압력으로 냉각된 액화 냉매를 도입하여 이 냉각된 냉매를 상기 주열교환기의 냉각측에서 냉매압력으로 증발시켜서 냉매압력에서 증기 냉매를 획득하여 상기 주열교환기의 냉각측으로부터 증기 냉매를 제거하는 단계;

<6> (c) 액화압력으로 상기 주열교환기의 생성물측으로부터 액화가스를 제거하는 단계;

<7> (d) 냉각된 액화가스를 저압으로 팽창밸브에 의해서 팽창시켜서 팽창 유체를 획득하는 단계 ;

<8> (e) 팽창 유체를 분리용기로 공급하는 단계;

<9> (f) 비등점이 낮은 성분의 함유량이 감소된 액체 생성물 흐름을 상기 분리용기의 바닥으로부터 회수하는 단계; 및

<10> (g) 비등점이 낮은 성분에 농축된 가스 흐름을 상기 분리용기의 상부로부터 회수하는 단계.

<11> 비등점이 낮은 성분을 함유하는 천연가스를 액화처리하는 다른 방법은 영국 특허 제 1 572 899 호에 개시되어 있다. 이 방법은 하기의 단계로 이루어져 있다:

<12> (a) 액화압력으로 주열교환기의 생성물측을 통하여 천연가스를 통과시키는 단계;

<13> (b) 상기 주열교환기의 냉각측에서 냉매압력으로 냉각된 액화 냉매를 도입하고 이 냉각된 냉매를

상기 주열교환기의 냉각측에서 냉매압력으로 증발시켜서 냉매 압력에서 증기 냉매를 획득하여 상기 주열교환기의 냉각측으로부터 증기 냉매를 제거하는 단계;

<14> (c) 액화압력으로 상기 주열교환기의 생성물측으로부터 액화가스를 제거하는 단계;

<15> (d) 분류컬럼의 하부부분에서 배열된 열교환기의 고온측을 통하여 액화가스를 통과시켜서 냉각된 액화가스를 획득하는 단계;

<16> (e) 냉각된 액화가스를 저압으로 팽창밸브에 의해서 팽창시켜서 팽창 유체를 획득하는 단계;

<17> (f) 상기 분류컬럼의 상부에서 팽창유체를 분사하는 단계;

<18> (g) 비등점이 낮은 성분의 함유량이 감소된 액체 생성물 흐름을 상기 분류컬럼의 바닥으로부터 회수하는 단계; 및

<19> (h) 비등점이 낮은 성분에 농축된 가스 흐름을 상기 분류컬럼의 상부로부터 회수하는 단계.

<20> 후자의 방법에서, 액화가스가 냉각되는 열교환기는 분류컬럼의 하부부분에 의해서 형성되고, 그리고 이 열교환기의 고온측은 분류컬럼의 하부부분에서 배열된 튜브다발로 이루어진다. 분류컬럼의 하부부분의 액체는 튜브다발을 통과하는 액화가스를 냉각시킨다. 그러므로, 단계 (g) 에서 분류컬럼의 바닥으로부터 액체 흐름을 회수하는 것은 열교환기의 튜브다발이 액체에 잠겨져 있는 정도로 실행 되어야 한다는 것을 알 수 있을 것이다.

<21> 이런 열교환기는 소위 내부 리보일러라 불린다. 그러나, 내부 리보일러는 분류컬럼으로부터 별개로 설계될 수 없으므로 단위 컬럼높이당 허용 열전달면적은 분류컬럼의 소요치수에 의해서 영향을 받게 된다. 열전달면적은 공정설계에 영향을 주기 때문에 기계적 한계가 공정설계에 영향을 미치고, 그리고 이것은 최적이지 않은 공정설계를 유도할 수 있다.

<22> 본 발명의 목적은 상술된 단점을 극복하는데 있다. 또한 본 발명의 목적은 팽창 액화가스의 온도강하를 보다 크게하여 전체 액화효율을 보다 좋게하는데 있으며, 여기서 액화효율은 냉매를 압축하는데 필요한 파우어에 의해서 액화되는 천연가스의 유동율의 비이다.

<23> 이에 따라, 본 발명에 따른 비등점이 낮은 성분을 함유하는 천연가스를 액화처리하는 방법은

<24> (a) 액화압력으로 주열교환기의 생성물측을 통하여 천연가스를 통과시키는 단계;

<25> (b) 상기 주열교환기의 냉각측에서 냉매압력으로 냉각된 액화 냉매를 도입하여 이 냉각된 냉매가 상기 주열교환기의 냉각측에서 냉매압력으로 증발시켜서 냉매 압력에서 증기 냉매를 획득하고, 그리고 상기 주열교환기의 냉각측으로부터 증기 냉매를 제거하는 단계;

<26> (c) 액화압력으로 상기 주열교환기의 생성물측으로부터 액화가스를 제거하는 단계;

<27> (d) 외부 열교환기의 고온측을 통하여 액화가스를 통과시켜 냉각된 액화가스를 획득하는 단계;

<28> (e) 냉각된 액화가스를 저압으로 팽창시켜서 적어도 일부가 동력학적으로 팽창되는 팽창 유체를 획득하는 단계;

<29> (f) 상기 분류컬럼의 상부부분과 하부부분사이에 배열된 접촉부위가 구비된 상기 분류컬럼의 상부부분에 팽창 유체를 도입하는 단계;

<30> (g) 팽창유체중의 액체를 접촉부위를 통하여 아래쪽으로 흐르게 하는 단계;

<31> (h) 접촉부위로부터 밖으로 흐르는 액체를 포함하는 액체 재순환 흐름을 상기 분류컬럼으로부터 회수하는 단계;

<32> (i) 상기 외부 열교환기의 냉각측을 통하여 액체 재순환 흐름을 통과시켜서 가열된 2 상의 유체를 획득하는 단계;

<33> (j) 하부부분과 접촉부위사이에서 분류컬럼에 적어도 2 상의 유체중의 증기를 도입하고, 이 증기를 접촉부위를 통하여 위쪽으로 흐르게 하는 단계;

<34> (k) 생성물 수용기에 적어도 2 상의 유체중의 액체부분을 수집하고, 이 생성물 수용기로부터 비등점이 낮은 성분의 함유량이 감소된 액체 생성물 흐름을 회수하는 단계; 및

<35> (l) 비등점이 낮은 성분에 농축된 가스 흐름을 상기 분류컬럼의 상부로부터 회수하는 단계로 이루어져 있다.

<36> 미국특허 제 3 203 191 호가 참고로 언급되어 있다. 이 특허는 주열교환기로부터의 액화가스가 팽창엔진에서 동력학적으로 일부 팽창된다고 개시하고 있다. 이 특허에 따르면, 주어진 압력감소로 인하여 증발하는 액화가스의 양은 팽창밸브에서 팽창이 실행되는 경우 증발하는 양보다 적어지게 된다.

<37> 이제 본 발명은 첨부도면을 참고로 하여 실례로서 더욱 상세하게 설명될 것이다.

<38> 도 1 은 본 발명에 따른 공정의 구성을 개략적으로 도시하는 도면;

<39> 도 2 는 도 1 의 구성의 처리부분에 대한 대안을 개략적으로 도시하는 도면;

<40> 도 3 은 도 2 의 처리부분에 대한 대안을 개략적으로 도시하는 도면; 및

<41> 도 4 는 도 1 에 따른 공정의 구성에 대한 대안을 개략적으로 도시하는 도면.

<42> 이제 도 1 을 참고로 하여 언급된다. 비등점이 낮은 성분을 함유하는 천연가스는 도관 (1) 을 통하여 주열교환기 (2) 에 공급된다. 천연가스는 대략 4mol% 의 질소와 200 ppmv (부피단위로 100만분의 1)

의 헬륨을 함유한다. 천연가스는 액화압력이 4 MPa 이다.

<43> 주열교환기 (2) 는 냉각측 (7) 과 열교환관계로 있는 생성물측 (5) 으로 이루어진다. 도 1 에서 도시된 주열교환기 (2) 에서 생성물측 (5) 은 튜브측이고 냉각측 (7) 은 셸측이다.

<44> 천연가스는 액화압력에서 주열교환기 (2) 의 생성물측 (5) 을 통하여 통과되고, 그리고 이 가스는 도관 (8) 을 통하여 생성물측 (5) 으로부터 배출된다.

<45> 주열교환기 (2) 에서 천연가스의 온도는 -150 ℃ 이다.

<46> 주열교환기 (2) 의 생성물측 (5) 을 통과하는 천연가스를 냉각 및 액화처리 하기 위하여 냉각된 액화 냉매는 주열교환기 (2) 의 냉각측 (7) 에 도입된다.

<47> 도 1 에서 도시된 구성에서, 냉각된 액화 냉매는 입구장치 (10 및 11) 를 통하여 2개의 레벨로 도입된다. 냉매는 냉각측 (7) 에서 냉매압력으로 증발하게 되고, 그리고 증기 냉매는 도관 (13) 을 통하여 주열교환기 (2) 로부터 제거된다. 냉각된 액화 냉매는 다음 방식으로 획득된다. 도관 (13) 을 통하여 제거된 증기 냉매는 고압으로 압축기 (15) 에서 압축되고, 그리고 압축된 유체는 열교환기 (17)에서 부분적으로 응축되어서 분리용기 (22) 로 도관 (19) 을 통하여 공급된 부분적으로 응축된 2 상의 냉매 유체를 획득한다. 분리용기 (22) 에서 냉매 유체는 제 1 응축분류와 제 1 증기분류로 분리된다. 제 1 응축분류는 도관 (24) 을 통하여 주열교환기 (2) 로 통과된다. 주열교환기 (2) 에서 제 1 응축분류는 제 1 냉매측 (27) 에서 냉각 액화되어서 고압으로 냉각된 제 1 응축분류를 획득한다.

<48> 냉각된 제 1 응축분류는 도관 (30) 에서 팽창밸브 (29) 에 의해서 팽창되어서 냉매 압력에서 팽창유체를 획득한다. 냉매압력에서 팽창 유체는 도관 (30) 의 단부에서 배열된 입구장치 (10) 를 통하여 주열교환기 (2) 의 냉각측 (7) 에 도입된다. 제 1 증기분류는 도관 (32) 을 통하여 주열교환기 (2) 로 공급된다. 주열교환기 (2) 에서 제 1 증기분류는 제 2 냉매측 (33) 에서 냉각되고 액화되어서 고압으로 냉각된 제 2 응축분류를 획득한다. 냉각된 제 2 응측분류는 도관 (37) 에서 배열된 팽창밸브 (35) 에 의해서 팽창하게 되어 냉매압력에서 팽창 유체를 획득한다. 냉매압력에서 팽창유체는 도관 (37) 의 단부에서 배열된 입구장치 (11) 를 통하여 주열교환기 (2) 의 냉각측 (7) 에 도입된다. 제 1 및 제 2 냉매측 (27 및 33) 은 냉각측 (7) 과 열교환관계로 있다.

<49> 다성분 액화가스는 도관 (8) 을 통하여 주열교환기 (2) 로부터 회수되고, 그리고 하기에 설명될 처리부분으로 공급된다.

<50> 액화 천연가스는 도관 (8) 을 통하여 외부 열교환기 (41) 로 공급된다.

<51> 액화가스는 열교환기 (41) 의 튜브측의 형태로 고온측 (43) 을 통하여 통과한다. 열교환기 (41) 에서 액화가스는 열교환기 (41) 의 셸측의 형태로 냉각측 (44) 을 통하여 흐르는 냉각제와 간접열교환에 의해서 냉각되어서 도관 (45) 을 통하여 제거된 냉각된 액화가스를 획득한다. 냉각제는 다음 단계에서 논의될 것이다.

<52> 열교환기 (41) 는 케틀타입이고, 이것은 공지되어 있어 상세하게 논의되지 않을 것이다.

<53> 냉각된 액화가스는 팽창장치 (47) 에서 팽창하게 된다. 팽창장치 (47)는 팽창이 동력학적으로 행해지는 팽창엔진 (48) 과 도관 (50) 에 의해서 팽창엔진(48) 에 연결된 팽창밸브 (49) 로 이루어진다. 팽창은 2 단계로 실행되어서 팽창엔진 (48) 에서의 증발을 방지하고 더욱 원활한 작동을 허용한다. 팽창후 압력은 팽창 유체가 분류컬럼 (51) 에서 처리된 압력이다. 냉각 및 팽창의 결과로서 팽창된 유체의 온도는 도관 (8) 을 통하여 통과하는 액화 천연가스의 온도보다 낮고, 그리고 질소와 헬륨의 일부는 증발한다.

<54> 팽창장치 (47) 로부터 팽창된 유체는 분류컬럼 (51) 의 상부부분 (55) 내로 입구장치 (54) 가 구비된 도관 (53) 을 통하여 도입되고, 이 분류컬럼 (51) 은 실질적인 대기압력에서 작동한다. 분류컬럼 (51) 은 분류컬럼 (51) 의 상부부분(55) 과 하부부분 (59) 사이에 배열된 접촉부위 (58) 가 구비되어 있다. 도 1에서 도시된 바와 같이 접촉부위 (58) 는 시브트레이 (도시안됨) 로 이루어진다.

<55> 시브트레이는 공지되어 있어 보다 상세하게 논의되지 않을 것이다.

<56> 팽창 유체의 액상은 접촉부위 (58) 를 통하여 아래쪽으로 흐르게 된다. 접촉부위 (58) 아래에는 굴뚝형상부 (69) 가 구비된 흡출트레이 (68) 가 배열되어 있다. 접촉부위 (58) 로부터 밖으로 흐르는 액체는 흡출트레이 (68) 에 의해서 분류컬럼 (51) 으로부터 회수된다. 이 액체는 재순환 흐름을 형성하고, 그리고 재순환 흐름은 도관 (70) 을 통하여 외부 열교환기 (41) 로 통과된다.

<57> 재순환 흐름은 외부 열교환기 (41) 의 냉각측 (44) 을 통하여 통과되어서 재순환 흐름은 액화 천연가스를 냉각시키는 냉각제가 된다. 재순환 흐름은 가열 되어서 가열된 2 상의 유체가 획득된다. 가열된 2 상의 유체의 증기는 도관(71) 을 통하여 외부 열교환기 (41) 로부터 제거되고, 그리고 이것은 흡출트레이(68) 아래의 도관 (71) 의 단부에서 배열된 입구장치 (72) 를 통하여 분류컬럼(51) 의 하부부분 (59) 내로 도입된다. 증기는 굴뚝형상부 (69) 를 통하여 통과하고, 그리고 이것은 접촉부위 (58) 를 통하여 아래쪽으로 흐르는 액체를 제거하도록 접촉부위 (58) 를 통하여 위쪽으로 흐른다.

<58> 2 상의 유체로부터 액체는 외부 열교환기 (41) 의 냉각측으로부터 생성물 수용기 (76) 내로 위어 (75) 상으로 흐른다. 비등점이 낮은 성분의 함유량이 감소된 액화 천연가스의 생성물 흐름은 도관 (78) 을 통하여 생성물 수용기 (76) 로부터 회수된다. 생성물 흐름은 저장부 (도시안됨) 또는 추가의 처리부 (도시안됨) 로 통과될 수 있다.

<59> 분류컬럼 (51) 의 상부부분 (55) 으로부터 도관 (79) 을 통하여 비등점이 낮은 성분에 농축된 가스 흐름이 회수된다. 이 가스흐름은 연료가스로서 사용될 수 있다. 가스흐름은 또한 헬륨회수유니트 (도시안됨) 를 위한 공급재료로서 사용될 수 있다.

<60> 본 발명의 방법은 액화압력으로 천연가스를 액화하고 그 천연가스를 처리하여서 비등점이 낮은

성분이 제거된 액화 천연가스를 저압으로 획득하는 효과적인 방법을 제공한다. 분류컬럼 및 열교환기는 독립적으로 최적화될 수 있다.

<61> 게다가, 팽창엔진에 의한 팽창은 팽창밸브 만에 의해서 팽창시킬 때 획득될 수 있는 것 보다 더 큰 온도강하를 가져온다. 그리고, 팽창장치로의 공급재료는 냉각되어 이에 따라 방법 전체의 총효율을 보다 좋게 만든다.

<62> 상기 방법은 케틀타입 열교환기가 역류 열교환기에 의해서 교환될 때 향상될 수 있다. 케틀타입 열교환기에서 냉각측 (44) 의 액체는 실질적으로 동일한 온도로 있으므로 냉각측 (44) 으로부터 배출되는 액체 및 증기의 온도는 냉각측 (44)내로 들어오는 재순환 흐름의 온도와 실질적으로 동일하다. 고온측 (43) 으로부터 배출되는 액체 (43o) 의 온도가 고온측 (43) 내로 들어오는 액체 (43i) 의 온도 이하 라면 액체 (43o) 의 출구온도는 냉각측 (44) 으로부터 생성물 수용기 (76)내로 흐르는 액체의 온도 이하일 수 없다. 그러나, 역류 열교환기는 고온측으로부터 배출되는 액체의 온도가 냉각측으로부터 배출되는 액체의 온도 이하가 되도록 작동될 수 있다. 그러므로, 역류 열교환기의 사용은 총효율을 한층 더 향상 시킨다.

<63> 팽창밸브 (29 및 35) 에 의해서 냉매흐름을 팽창시키는 것 대신에 냉매흐름의 팽창은 팽창엔진 (도시안됨) 에 의해서 동력학적으로 실행될 수 있다.

<64> 이제, 역류 열교환기가 사용된 본 발명의 처리부분의 일 실시예를 도시하는 도 2 를 참고로 하여 설명한다. 도 1 에서 도시된 장치와 동일한 도 2 에서 도시된 장치는 동일한 도면부호를 갖고, 그리고 명확하게 하기 위하여 역류 열교환기는 도면부호 41' 로 언급된다.

<65> 도 1 을 참고로 하여 상술된 바와 같이, 주 극저온 열교환기 (도시안됨) 로 부터 회수된 액화 천연가스의 형태로 다성분 액화가스는 도관 (8) 을 통하여 외부 역류 열교환기 (41') 로 통과된다. 액화가스는 상기 열교환기 (41') 의 셀측의 형태로 고온측 (43) 을 통하여 통과한다. 상기 열교환기 (41') 에서 액화가스는 상기 열교환기 (41') 의 튜브측의 형태로 냉각측 (44) 을 통하여 흐르는 냉각제와 간접 열교환에 의해서 냉각되어서 도관 (45) 을 통하여 제거된 냉각된 액화가스를 획득한다. 냉각제는 다음 단계에서 논의될 것이다.

<66> 냉각된 액화가스는 팽창이 동력학적으로 실행되는 팽창엔진 (48) 과 도관(50) 에 의해서 팽창엔진 (48) 에 연결된 팽창밸브 (49) 로 이루어진 팽창장치(47) 에서 팽창하게 된다. 팽창후 압력은 팽창 유체가 분류컬럼 (51) 에서 처리되는 압력이 된다. 냉각 및 팽창의 결과로서, 팽창 유체의 온도는 도관 (8)을 통과하는 액화 천연가스의 온도보다 더 낮고, 그리고 질소 및 헬륨의 일부는 증발한다.

<67> 팽창장치 (47) 로부터 팽창 유체는 대기압력에서 작동하는 분류컬럼 (51) 의 상부부분 (55) 내로 입구장치 (54) 가 구비된 도관 (53) 을 통하여 도입된다.

<68> 분류컬럼 (51) 은 분류컬럼 (51) 의 상부부분 (55) 과 하부부분 (59) 사이에 배열된 접촉부위 (58) 가 구비되어 있다. 접촉부위 (58) 는 시브트레이 (도시안됨)로 이루어진다.

<69> 팽창 유체의 액상은 접촉부위 (58) 를 통하여 아래쪽으로 흐르게 된다.

<70> 액체는 분류컬럼 (51) 의 하부부분 (59) 에 수집되고, 그리고 재순환 흐름은 도관(70) 을 통하여 분류컬럼 (51) 으로부터 회수된다. 재순환 흐름은 외부 열교환기 (41') 로 통과된다.

<71> 재순환 흐름은 외부 열교환기 (41') 의 냉각측 (44) 을 통하여 통과되고, 따라서 재순환 흐름은 액화 천연가스를 냉각시키는 냉각제가 된다. 재순환 흐름은 가열되어서 가열된 2 상의 유체가 획득된다. 가열된 2 상의 유체는 도관(71) 을 통하여 열교환기 (41') 로부터 제거되고, 그리고 이것은 접촉부위 (58) 아래에 배열된 입구장치 (72) 를 통하여 분류컬럼 (51) 의 하부부분 (59) 내로 도입 된다. 증기는 접촉부위 (58) 를 통하여 위쪽으로 흐르게 되고, 그리고 액체는 분류컬럼 (51) 의 하부부분 (59) 에 수집된다. 비등점이 낮은 성분의 함유량이 감소된 액화 천연가스의 생성물 흐름은 도관 (78) 을 통하여 분류컬럼 (51) 의 하부부분 (59) 으로부터 회수된다. 생성물 흐름은 저장부 (도시안됨) 또는 추가의 처리부 (도시안됨) 로 통과될 수 있다. 분류컬럼의 하부부분은 가열된 2상의 유체로부터의 액체와 접촉부위 (58) 로부터의 액체를 위한 수용기로서 역할을 한다.

<72> 분류컬럼 (51) 의 상부부분 (55) 으로부터 비등점이 낮은 성분에 농축된 가스흐름이 도관 (79) 을 통하여 회수된다. 이 가스흐름은 연료가스로서 사용될 수 있다. 이 가스흐름은 또한 헬륨 회수유니트 (도시안됨) 를 위한 공급재료로서 사용될 수 있다.

<73> 이 실시예의 이점은 고온측 (43) 으로부터 배출되는 액체 (43o) 의 온도가 냉각측 (44) 으로부터 배출되는 액체 (44o) 의 온도 이하가 되도록 역류 열교환기(41') 가 작동될 수 있다는 것이다. 그러나, 재순환 흐름 및 생성물 흐름은 이들이 분류컬럼 (51) 의 하부부분 (59) 으로부터 제거되기 때문에 동일한 조성물을 갖는다.

<74> 흐름의 분리는 분류컬럼 (51) 의 하부부분 (59) 안에 내부부분을 배열함으로써 달성될 수 있다. 이 개량된 실시예는 도3에 도시되어 있다. 도2에 도시된 장치와 동일한 도 3 에 도시된 장치는 동일한 도면부호를 갖고, 그리고 명확하게 하기 위하여 도 3 과 도 2 의 방법간의 차이만이 논의될 것이다.

<75> 분류컬럼 (51) 의 하부부분 (59) 에서 내부부분은 입구장치 (72) 를 통하여 공급된 2 상의 유체의 액체로부터 접촉부위 (58) 로부터의 액체를 분리하도록 배열 되어 있다. 내부부분은 생성물 수용기 (62) 로부터 재순환 수용기 (61) 을 분리하는 분할판 (60), 하부 안내배플 (63) 및 굴뚝형상부 (65) 가 구비된 상부 안내 배플 (64) 을 포함한다.

<76> 정상작동동안 접촉부위 (58) 로부터의 액체는 상부 안내배플 (64) 에 의해서 안내되어서 이 액체는 재순환 수용기 (61) 에 수집된다. 이로부터 재순환 흐름은 도관 (70) 을 통하여 열교환기 (41') 의 냉각측 (44) 으로 통과된다.

<77> 재순환 흐름은 가열되고, 그리고 가열된 2 상의 유체가 획득된다. 가열된 2 상의 유체는 도관 (71) 을 통하여 열교환기 (41') 로부터 제거되고, 그리고 이 유체는 하부 와 상부 안내배플 (63 과 64)

사이에 배열된 입구장치 (72) 를 통하여 분류컬럼 (51) 의 하부부분 (59) 내로 도입된다. 증기는 굴뚝형 상부 (65)를 통하여, 그리고 접촉부위 (58) 를 통하여 위쪽으로 흐르고, 그리고 액체는 분류컬럼 (51) 의 하부부분 (59) 에서 생성물 수용기 (62) 에 수집된다. 비등점이 낮은 성분의 함유량이 감소된 액화된 천연가스의 생성물 흐름은 도관 (78) 을 통하여 생성물 수용기 (62) 로부터 회수된다. 생성물 흐름은 저장부 또는 추가의 처리부로 통과될 수 있다.

<78> 입구장치 (72) 를 통하여 공급된 2 상의 유체의 액체로부터 접촉부위 (58)로부터의 액체를 분리하는 것과 관련된 2 가지 이점이 있다. 첫째로, 재순환 흐름의 비등점이 낮은 성분의 농도는 접촉부위 (58) 로부터 액체의 성분의 농도와 실질적으로 동일하고, 그리고 이 농도는 도 2 를 참조로 하여 설명된 방법의 하부부분 (59) 에서 수집된 액체의 혼합물에서의 성분의 농도보다 더 높다. 두번째로, 접촉부위 (58) 로부터 액체의 온도는 생성물 수용기 (62) 안의 가열된 2 상의 유체로부터 액체의 온도보다 더 낮고, 그리고 이에 따라 접촉부위 (58) 로부터의 액체가 도 2 의 실시예인 경우에서 와 같이 2 상의 유체로부터의 액체와 혼합되면 재순환 흐름의 온도는 재순환 흐름의 온도보다 더 낮다.

<79> 도 1 내지 도 3 을 참고로 하여 설명된 바와 같이 처리부분은 특정 액화공정과 연관시켜서 적용된다. 본 발명의 이 실시예는 도 4 를 참고로 하여 더욱 상세하게 설명될 것이다.

<80> 이제 도 4 에 대하여 언급하면, 주열교환기에 냉매압력으로 냉각된 냉매를 도입하는 단계는 도 1 을 참고로 하여 설명된 단계와 다르다.

<81> 비등점이 낮은 성분을 함유하는 천연가스는 도관 (81) 을 통하여 주열교환기(82) 로 공급된다. 천연가스는 대략 4 mol% 의 질소와 200 ppmv (부피단위로 100만분의 1) 의 헬륨을 함유한다. 천연가스는 액화압력이 4 MPa 이다.

<82> 주열교환기 (82) 는 냉각측 (87) 과 열교환관계로 있는 생성물측 (85) 으로 이루어진다.

<83> 천연가스는 액화압력으로 주열교환기 (81) 의 생성물측 (85) 을 통하여 통과되고, 그리고 이 가스는 도관 (88) 을 통하여 생성물측 (85) 으로부터 배출된다. 주열교환기 (82) 로부터 천연가스의 온도는 -150 ℃ 이다.

<84> 주열교환기 (82) 의 생성물측 (85) 을 통과하는 천연가스를 냉각 및 액화처리하기 위하여 냉각된 액화 냉매는 주열교환기 (82) 의 냉각측 (87) 에 도입된다. 냉각된 액화 냉매는 입구장치 (90 및 91) 를 통하여 2 개의 레벨로 도입된다.

<85> 냉매는 냉각측 (87) 에서 냉매압력으로 증발하게 되고, 그리고 증기 냉매는 도관(93) 을 통하여 주열교환기 (82) 로부터 제거된다. 냉각된 액화 냉매는 다음 방식으로 획득된다.

<86> 주열교환기 (82) 로부터 제거된 증기 냉매는 압축기 (95) 에서 압축되고, 그리고 열교환기 (97) 에서 냉각되어서 고압에서 부분적으로 응축된 2 상의 냉매 유체를 획득한다. 부분적으로 응측된 2 상의 냉매 유체는 분리용기 (22) 에서 제 1 응축분류와 제 1 증기분류로 분리된다.

<87> 제 1 응축분류는 도관 (104) 을 통하여 주열교환기 (82) 에서 배열된 제 1 냉매측 (107) 으로 공급되어서 냉각된 제 1 응축분류를 획득한다. 냉각된 제 1 응축분류는 도관 (109) 에서 배열된 팽창장치 (108) 에서 팽창하게 되어서 냉매압력에서 팽창 유체를 획득하고, 그리고 팽창 유체는 유체가 증발하게 되는 도관(109) 의 단부에서 배열된 입구장치 (90) 를 통하여 주열교환기 (82) 의 냉각측(87) 에 도입된다.

<88> 팽창장치 (108) 는 팽창엔진 (110) 및 팽창밸브 (111) 로 이루어지므로 적어도 일부가 동력학적으로 팽창된다.

<89> 제 1 증기분류는 도관 (112) 을 통하여 주열교환기에서 배열된 제 2 냉매측(113) 으로 공급되어서 냉각된 제 2 응축분류를 획득한다. 냉각된 제 2 응축분류는 도관 (117) 에서 배열된 팽창밸브 (115) 에서 냉매압력으로 팽창하게 된다.

<90> 냉각된 제 2 응축분류는 냉매압력에서 주열교환기 (82) 의 냉각측 (87) 에서 증발하게 된다.

<91> 도관 (88) 을 통하여 주열교환기 (82) 로부터 회수된 액화가스는 도 1 내지 도 3 을 참고로 하여 논의된 처리부분에서 처리된다. 명확하게 하기 위하여 처리부분의 일부는 도 4 에 도시되어 있지 않고, 그리고 처리부분은 도면부호 120 으로 언급된다.

<92> 처리부분 (120) 으로부터 도관 (121) 을 통하여 비등점이 낮은 성분의 함유량이 감소된 액화 천연가스의 생성물 흐름이 제거된다. 생성물 흐름은 저장부(도시안됨) 또는 추가의 처리부 (도시안됨) 로 통과될 수 있다. 게다가, 처리부 (120) 로부터 도관 (122) 을 통하여 비등점이 낮은 성분에 농축된 가스 흐름이 제거된다. 이 가스흐름은 연료가스로서 사용될 수 있다.

<93> 제 1 응축분류의 냉각부분과 제 1응축분류의 단부부분에 사용되는 가스흐름은 이 제 1 응축분류가 가스흐름과 열교환에 의해서 냉각되는 열교환기 (125) 로 도관 (123) 을 통하여 공급된다. 열교환기로부터 냉각된 제 1 응축분류는 도관(128) 을 통하여 도관 (117) 으로 공급되고, 그리고 이 분류는 팽창밸브 (115) 의 하류의 도관 (117) 에 도입된다.

<94> 상술된 방법의 이점은 냉매흐름에서 하나의 팽창엔진만이 요구된다는 점이다. 일반적으로, 질소를 함유하는 천연가스를 액화시키기 위하여 주열교환기(82) 의 냉각측의 상부에서의 온도는 가능한한 낮아야 한다는 것이므로 제 2 응축분류는 팽창엔진에 의해서 팽창된다. 그러나, 본 발명의 처리부분에서 획득된 온도감소는 냉각측의 상부에서의 온도가 그렇게 낮지 않을 정도로 이루어지므로 팽창엔진은 생략될 수 있고, 그리고 냉각 제 1 응축분류에서의 팽창엔진으로 충분하다.

<95> 그러나, 상술된 실시예에서, 시브트레이패킹 또는 다른 적당한 가스/액체접촉수단 대신에 접촉부위가 포함된 시브트레이가 사용될 수 있다. 분류컬럼의 압력은 대기압력일 필요는 없고, 이 압력은 압력이 액화압력 이하이면 더 높일 수 있다.

<96> 팽창장치 (47 및 108) 에서, 팽창은 팽창엔진 (48 및 110) 에서 증발을 방지 하고, 그리고 보다 유연한 작동을 허용하도록 2 단계로 실행된다. 팽창은 또한 팽창엔진 만에 의해서 실행되므로 모든 팽창은 동력학적으로 실행된다.

<97> 사용된 팽창엔진은 모든 적당한 팽창엔진, 예를 들어 액체팽창기 또는 소위 말하는 펠톤-휠 (Pelton-wheel) 일 수 있다.

<98> 주열교환기 (2 (도 1); 82 (도 4)) 는 소위 말하는 스풀운드 (spoolwound) 열교환기 이나, 플레이트-핀 열교환기와 같은 모든 다른 적당한 타입이 사용될 수도 있다.

<99> 도 1 에서 도시된 바와 같은 구성에서, 냉각된 액화 냉매는 2 개의 레벨로 주열교환기 (2) 에 도입되고, 이것은 하나의 레벨로 분리하지 않으면서 도입되거나, 또는 3 개의 레벨로 더욱 복잡하게 분리하여 도입될 수도 있다.

<100> 열교환기 (17 (도 1); 97 (도 4)) 는 직렬로 다수의 열교환기를 포함하고, 그리고 상기 열교환기는 압축기 (15 (도 1) ; 95 (도 4)) 에 적용된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

비등점이 낮은 성분을 함유하는 천연가스를 액화처리하는 방법에 있어서,

(a) 액화압력으로 주열교환기의 생성물측을 통하여 천연가스를 통과시키는 단계;

(b) 상기 주열교환기의 냉각측에서 냉매압력으로 냉각된 액화 냉매를 도입하고, 이 냉각된 냉매를 상기 주열교환기의 냉각측에서 냉매압력으로 증발시켜서 냉매압력에서 증기 냉매를 획득하고, 그리고 상기 주열교환기의 냉각측으로부터 증기 냉매를 제거하는 단계;

(c) 액화압력으로 상기 주열교환기의 생성물측으로부터 액화가스를 제거하는 단계;

(d) 외부 열교환기의 고온측을 통하여 액화가스를 통과시켜 냉각된 액화가스를 획득하는 단계;

(e) 냉각된 액화가스를 저압으로 팽창시켜서 적어도 일부가 동력학적으로 팽창되는 팽창 유체를 획득하는 단계;

(f) 상기 분류컬럼의 상부부분과 하부부분사이에 배열된 접촉부위가 구비된 상기 분류컬럼의 상부부분에 팽창 유체를 도입하는 단계;

(g) 팽창유체중의 액체를 접촉부위를 통하여 아래쪽으로 흐르게 하는 단계;

(h) 접촉부위로부터 밖으로 흐르는 액체를 포함하는 액체 재순환 흐름을 상기 분류컬럼으로부터 회수하는 단계;

(i) 상기 외부 열교환기의 냉각측을 통하여 액체 재순환 흐름을 통과시켜서 가열된 2상의 유체를 획득하는 단계;

(j) 하부부분과 접촉부위사이에서 분류컬럼에 적어도 2 상의 유체중의 증기를 도입하고, 이 증기를 접촉부위를 통하여 위쪽으로 흐르게 하는 단계;

(k) 생성물 수용기안에 적어도 2 상의 유체중의 액체부분을 수집하고, 이 생성물 수용기로부터 비등점이 낮은 성분의 함유량이 감소된 액체 생성물 흐름을 회수하는 단계; 및

(l) 비등점이 낮은 성분에 농축된 가스 흐름을 상기 분류컬럼의 상부로부터 회수하는 단계로 이루어진 것을 특징으로 하는 천연가스의 액화처리 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 단계 (h) 내지 (k) 는

(h') 상기 접촉부위로부터 밖으로 흐르는 액체로 이루어진 액체 재순환 흐름을 상기 분류컬럼으로부터 회수하는 단계;

(i') 액체 재순환 흐름을 외부 열교환기의 냉각측을 통하여 통과시켜 가열된 2상의 유체를 획득하는 단계;

(j') 하부부분과 접촉부위사이에서 분류컬럼에 2 상의 유체중의 증기를 도입하여 증기를 접촉부위를 통하여 위쪽으로 흐르게 하는 단계; 및

(k') 외부 열교환기의 냉각측과 유체교환상태로 있는 생성물 수용기에 2 상의 유체중의 액체를 수집하여 비등점이 낮은 성분의 함유량이 감소된 액체 생성물 흐름을 생성물 수용기로부터 회수하는 단계로 이루어진 것을 특징으로 하는 천연가스의 액화처리 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 단계 (j) 는 하부부분과 접촉부위사이에서 분류컬럼에 2상의 유체를 도입하여 증기를 접촉부위를 통하여 위쪽으로 흐르게 하는 단계로 이루어지고, 그리고 단계 (k) 는 분류컬럼의 하부부분에 2 상의 유체중의 액체를 수집하여 비등점이 낮은 성분의 함유량이 감소된 액체 생성물 흐름을 분류컬럼의 하부부분으로부터 회수하는 단계로 이루어진 것을 특징으로 하는 천연가스의 액화처리 방법.

청구항 4

제 1항 또는 제 3항에 있어서, 단계 (h) 는 분류컬럼의 하부부분에 접촉부 위로부터 밖으로 흐르는 액체를 수집하여 액체 재순환 흐름을 분류컬럼의 하부부분으로부터 회수하는 단계로 이루어진 것을 특징으로 하는 천연가스의 액화처리 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 단계 (h) 내지 (k) 는

(h") 상기 분류컬럼의 하부부분에서 재순환 수용기에 접촉부위로부터 액체를 수집하여 액체 재순환 흐름을 상기 재순환 수용기로부터 회수하는 단계;

(i") 액체 재순환 흐름을 외부 열교환기의 냉각측을 통하여 통과시켜 가열된 2 상의 유체를 획득하는 단계;

(j") 하부부분과 접촉부위사이에서 분류컬럼에 2 상의 유체를 도입하고 증기를 접촉부위를 통하여 위쪽으로 흐르게 하여 분류컬럼의 하부부분에서 배열된 생성물 수용기에 적어도 액체의 일부를 수집하는 단계; 및

(k") 비등점이 낮은 성분의 함유량이 감소된 액체 생성물 흐름을 생성물 수용기로부터 회수하는 단계로 이루어진 것을 특징으로 하는 천연가스의 액화처리 방법.

청구항 6

제 1 항 내지 제 3 항중의 어느 한 항에 있어서, 주열교환기에 냉매압력으로 냉각된 냉매를 도입하는 단계는 주열교환기로부터 제거된 증기 냉매를 압축하고 압축된 냉매를 냉각시켜서 고압에서 부분적으로 응축된 2 상의 냉매 유체를 획득하는 단계; 제 1 응축분류와 제 1 증기분류로 부분적으로 응축된 2 상의 냉매 유체를 분리시키는 단계; 주열교환기의 제 1 냉매측에서 제 1 응축분류를 냉각시켜서 냉각된 제 1 응축분류를 획득하는 단계, 냉각된 제 1 응축분류를 팽창시켜서 냉매압력에서 적어도 일부가 동력학적으로 팽창되는 팽창 유체를 획득하는 단계; 팽창 유체를 주 열교환기의 냉각측에서 냉매압력으로 증발시키는 단계, 주열교환기의 제 2 냉매측에서 제 1 증기분류를 냉각시켜서 냉각된 제 2 응축분류를 획득하는 단계; 냉각된 제 2 응축분류를 팽창밸브에서 냉매압력으로 팽창시키는 단계; 및 냉각된 제 2 응축분류를 냉매압력으로 주열교환기의 냉각측에서 증발시키는 단계로 이루어진 것을 특징으로 하는 천연가스의 액화처리 방법.

요약

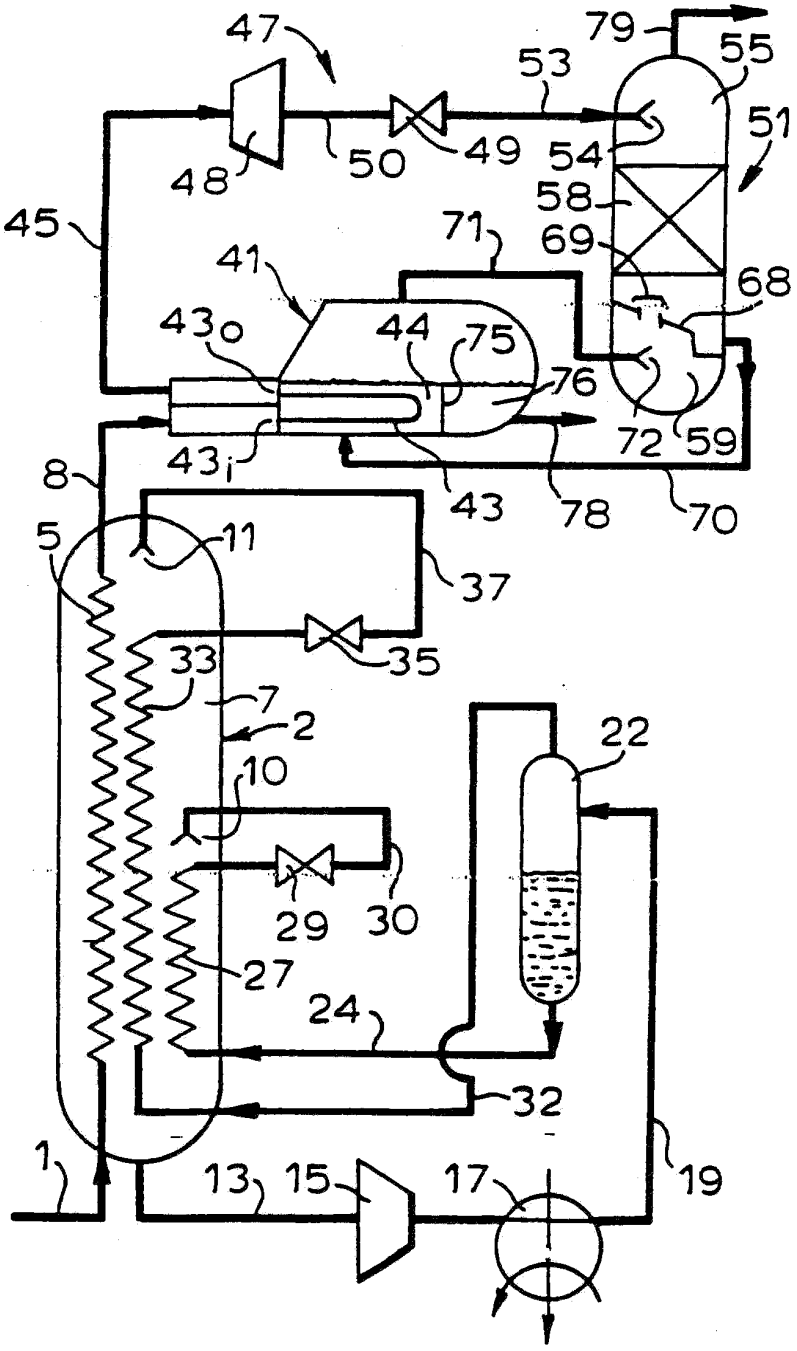
비등점이 낮은 성분을 함유하는 천연가스를 액화처리하는 방법에 있어서, 상기 방법은 주열교환기에서 천연가스를 액화하고, 외부 열교환기 (41') 에서 액화가스 (8) 를 냉각시키는 단계; 냉각된 액화가스를 팽창엔진 (48) 으로 동력학적으로 팽창시키는 단계; 분류컬럼 (51) 의 상부부분에 팽창 유체를 도입하는 단계; 팽창 유체중의 액체를 접촉부위 (58) 를 통하여 아래쪽으로 흐르게 하는 단계; 열교환기 (41') 를 통과하게 되는 액체 재순환흐름 (70) 을 회수하여 가열된 2 상의 유체를 획득하는 단계; 분류컬럼 (51) 에 2 상의 유체 (70) 를 도입하여 증기를 접촉부위(58) 를 통하여 흐르게 하는 단계; 분류컬럼 (51) 의 하부부분 (59) 에 2 상의 유체중의 액체를 수집하고 여기서 비등점이 낮은 성분의 함유량이 감소된 액체 생성물 흐름 (78) 을 회수하는 단계; 및 비등점이 낮은 성분에 농축된 가스 흐름 (79) 을 분류컬럼 (51) 으로부터 회수하는 단계로 이루어진다.

대표도

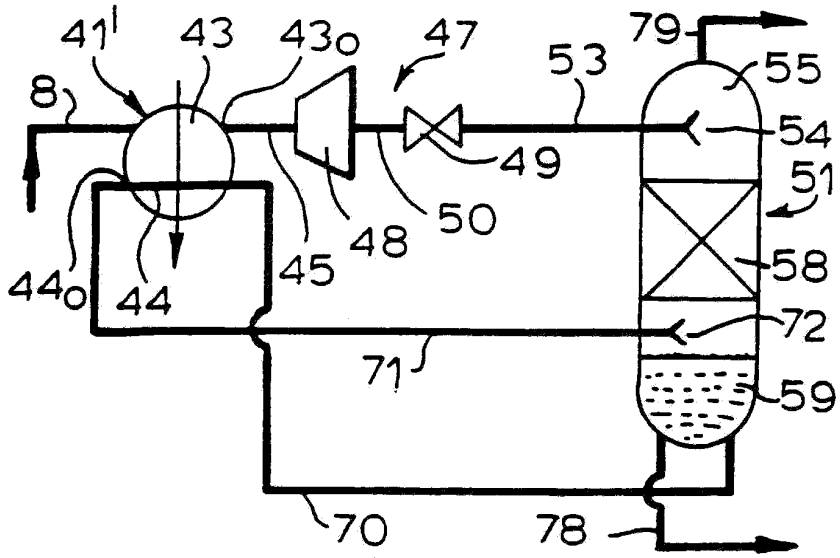
도2

도면

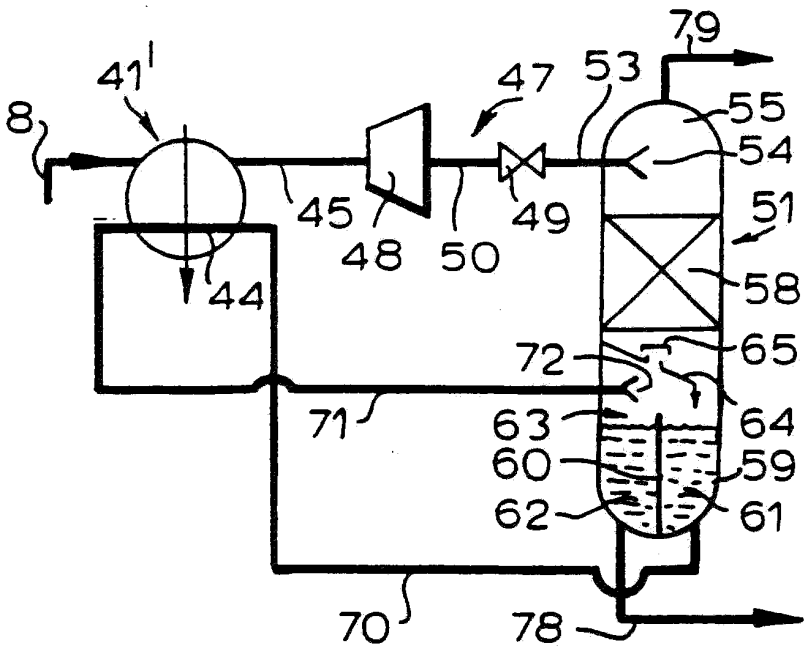
도면1


47
79
55
53
51
48
50
49
54
58
45
71
69
41
68
43o
44
75
76
72
59
43i
8
43
78
70
5
11
37
35
33
7
2
22
10
29
30
27
24
32
1
13
15
17
19

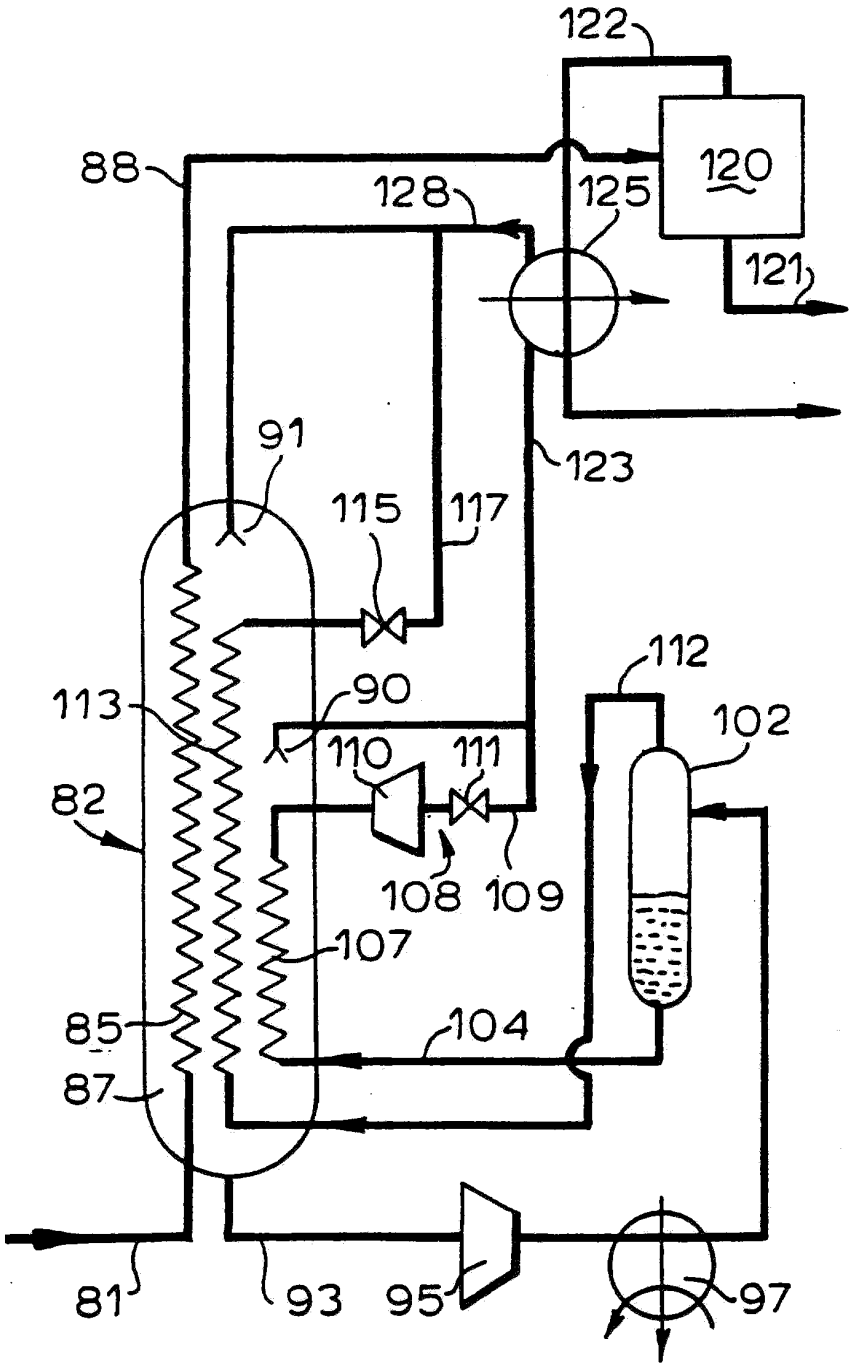
도면2


41'
43
43o
47
53
79
55
8
54
49
51
50
48
45
58
44o
44
72
71
59
70
78

도면3


79
41'
47
53
55
8
54
45
49
51
48
50
58
44
72
65
71
63
64
60
59
62
61
70
78

도면4


122
120
88
128
125
121
91
123
115
117
112
113
90
102
110
111
82
108
109
107
85
104
87
81
93
95
97