

# (19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
F25J 1/00

(11) 공개번호 특1998-0010302  
(43) 공개일자 1998년04월30일

|            |                              |
|------------|------------------------------|
| (21) 출원번호  | 특1997-0032394                |
| (22) 출원일자  | 1997년07월12일                  |
| (30) 우선권주장 | 96 08758 1996년07월12일 프랑스(FR) |
| (71) 출원인   | 가즈 드 프랑스 서비스 나쇼날 에르고 베르브뤼그   |
|            | 프랑스 파리 75017 퀴 필리베르 드로르모 23  |
| (72) 발명자   | 그르니에 모리스                     |
|            | 프랑스 파리 75018 퀴 까밀 따앙 03      |
| (74) 대리인   | 장용식, 정진상                     |

심사청구 : 없음

## (54) 천연가스의 액화의 개량된 냉각공정 및 설비

### 요약

천연가스를 액화시키는 문제가 있다. 이에 대해 냉동 혼합물은 압축유닛(1)의 복수의 스테이지의 끝에서 두번째 스테이지(1A)에서 압축된다. 이 혼합물은 이 혼합물이 거의 주위온도까지 냉각되도록 부분적으로 응축(3A에서)된다; 응축된 혼합물은 증기 분류(分溜) 및 액체 분류를 얻도록 분리(12에서)된다; 상기 증기 분류는 냉각되어 부분적으로 응축된다; 합성 증기분류는 최종 압축 스테이지(1C)까지 송출되며 적어도 고압의 증기분류 및 상기 액체 분류는 냉각되며 팽창되고 냉각될 유체와 함께 적어도 제1 열 교환수단(5)내에서 순환된다.

더욱이 본 발명에 따르면 상기 증기분류의 응축중 응축된 혼합물(12에서)의 분리로부터 유도된 이 증기 분류는 이 응축된 혼합물을 제2 열 교환수단(18)내에서 냉동유체와의 열 교환에 의해 순환시킴으로써 냉각된다.

### 대표도

### 도1

### 명세서

[발명의 명칭]

천연가스의 액화의 개량된 냉각공정 및 설비

[도면의 간단한 설명]

제1,2,3,4,5,6도 및 제7도는 도면과 동일한 수의 본 발명의 설비에 대한 가능한 실시예를 도시하는 도면.

\* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

|                      |                  |
|----------------------|------------------|
| 1 : 사이클 압축유닛         | 1A, 1C : 압축 스테이지 |
| 2A, 2C : 파이프         | 3A, 23 : 콘덴서     |
| 3C, 22 : 쿨러          | 4 : 분리수단         |
| 5 : 제1 열 교환유닛        | 6, 7, 18 : 열 교환기 |
| 8 : 사이클 분리기          | 9 : 분리기          |
| 10 : 액화가스 저장소        | 12 : 추출장치(칼럼)    |
| 13, 14, 15 : 분리기     | 17 : 조절밸브        |
| 59, 69, 71 : 압력 경감밸브 | 75 : 분리유닛        |

[발명의 상세한 설명]

[발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술]

본 발명은 유체의 냉각에 관한 것으로 상세하게는 천연가스의 액화에 적용된다.

이 구성에서 본 발명은 우선, (a) 휘발성이 상이한 정도의 성분으로 구성될 수도 있는 냉동 혼합물이 복수의 압축유닛 스테이지의 끝에서 두번째 스테이지내에서 압축되는 공정, (b) 따라서 압축된 냉동혼합물

이 냉각에 의해 부분적으로 응축되는 공정, (c) 응축된 냉동 혼합물이 증기분류와 액체분류를 얻도록 분리되는 공정, (d) 상기 증기분류가 냉각되는 한편 부분응축을 일으키는 공정, (e) 고압 증기분류를 얻도록 합성 증기분류가 최종 압축 스테이지로 이송되는 공정, 및 (f) 적어도 일정한 양의 상기 고압 증기분류와 액체분류는 냉각되며, 팽창되고, 그리고 냉각될 유체와의 간접 열 교환으로 적어도 제1 열 교환 유닛 내에서 순환되는 공정에 관계된다.

이와 같은 진행방식은 알려져 있다.

따라서, W0-A-94 24500(본 설명에서 참조로 포함되어 있는)은 상이한 정도의 휘발성 성분으로 구성된 냉동 혼합물이 일체식으로 결합된 캐스케이드(cascade)타입의 장치에서 적어도 2개 스테이지로 압축되어 있는 공정을 설명하며, 적어도 각각의 중간 압축 스테이지(즉, 최종 고압 스테이지를 진행시키는 스테이지)이후에 냉동혼합물은 부분적으로 응축되고, 적어도 일정량의 응축된 분류와 고압 가스분류는 냉각되며 압력이 경감되고(또는 팽창되고)그리고 냉각될 유체와의 열 교환 관계로 배치되며, 다음에 재차 압축되어, 끝에서 두번째 압축 스테이지에서 유도된 가스는 또한 추출장치에서 추출되며, 이 장치의 헤드는 한편으로 끝에서 두번째 압축 스테이지의 응축액을 형성하기 위해 그리고 다른 한편으로는 최종 압축 스테이지로 이동된 증기상(蒸氣相)을 형성하기 위해 "기준" 또는 "주위" 온도로 칭하는 온도이하의 온도를 가진 액체와 함께 냉각된다.

바람직하게는, 증기상과 액체상을 얻기 위해 열 교환(직접로 배열된 2개 판의 교환기를 가진 열 교환 유닛 내에서)에 의해 적어도 상기 압축경감된 분류와 함께 추출장치의 헤드 증기를 냉각시키며 부분적으로 응축시키기 위하여, 그리고 이렇게 얻은 액체상과 함께 추출장치의 헤드를 냉각시키기 위하여 동일한 공보가 구비되어 있다.

W0-A-94 24500에서와 같이 본 설명서에서 당해 압력은 절대 압력인 것에 주의해야 할 것이다.

더욱이, 상술한 냉동 혼합물은 그 중에서도 특히 메탄, 에틸렌, 에탄, 프로판, 부탄, 펜탄 등의 질소와 탄화수소를 포함하는 일정량의 유체로 구성된 것을 고려해야 한다.

더욱이 "주위온도"는 구조상으로 설비의 냉각장치(압축기, 교환기...)의 출구에서 고정되어 있는 온도편차에 의해 증대되고 공정이 사이클 내에서 사용되는 사이트(site)상에서 입수가 가능한 냉각유체(물 또는 공기)의 온도에 대응하는 열역학적 기준온도로서 형성될 것이다. 실제로는 이 편차는 대략 1°C 내지 20°C이며 바람직하게는 대개 3°C 내지 15°C 정도이다.

또한 추출장치가 사용되면 유체(액체)와 함께 이 장치의 헤드를 냉각시키는 것이 유리할 것이어서, 헤드를 냉각시키기 위하여 의도된 상기 유체(액체)는 상기 "기준" 또는 "주위"온도(또는 교환기내의 사이트 상에 사용된 냉각유체의 온도보다 저온이기까지한)이하의 온도로 냉각되며, 그리고 "주위"온도와 추출수단의 헤드를 냉각시키기 위하여 의도된 유체(액체)의 온도 사이의 온도차이는 대략 20°C와 55°C 사이에 있으며 전형적으로 30°C 내지 45°C이라는 것에 이제부터 주의해야 할 것이다.

일반적으로 사이트(공기, 해수, 또는 강물...)상에 있을 수 있는 냉각유체의 온도는 대략 -20°C와 +45°C 사이에 있을 것이다.

W0-A-94 24500의 공정과 장치에 관심이 있다 하더라도 원하는 냉각용으로 사용된 전체 기계에너지의 절약을 달성하며 이 냉각 작용의 열역학적 효율을 개선시키는 것은 아직은 가능하다는 것이 입증되었고, 더욱 상세하게는 천연가스를 액화시키는 문제일 경우 잠재적으로 개선된 신뢰도와 장치의 경제성을 개선시키는 것은 아직도 가능하다는 것이 입증되었다.

이 목표에 도달하고자 본 발명에서 제안된 해답은 상술한(d) 단계중 제2 열 교환 유닛 내에서 냉동유체와의(간접)열 교환으로 이 증기분류를 순환시킴으로써 응축된 냉동 혼합물의 분리에 의해 유도된 증기분류를 냉각시키는 것이다.

이 제2 "냉동그룹"의 작용을 위해 필요한 기계적 에너지는 계산에 의하면 전체 설비에 필요한 총 기계적 에너지의 10%이하가 되어야 하며, 이것은 예컨대 냉동 혼합물의 압축용 유닛의 가스터빈의 시동모터로부터의 전기 모터에 의해 제2 그룹을 가동할 수 있게 하고 발생기로서 사용된다.

더욱이 천연가스의 액화에 적용된 공정으로 액화천연가스의 생산은 W0-A-94 24500의 2개의 압축 스테이지의 해답과 비교하여 10%이상 증대될 수 있다.

W0-A-94 24500의 해답과 비교하여 제2 냉동그룹의 추가로 인하여 액화 천연가스(LNG)의 소정의 생산용 장비의 투자원가는 대개는 증대될 것이다. 그러나 파이프 작업의 절감이 적지 않을 수도 있다.

또한 제1 냉동그룹의 고온교환기의 기술이 또한 간단화 되었다는 것에 주의해야 한다. 실제로, 본 발명은 열 작업으로부터 상기 "제1 열 교환유닛"의 한 부분을 부분적으로 제거시킬 수 있게하며 이것은 사이클의 그밖의 요소가 최적화되도록 한다.

추출칼럼이 사용되면 헤드의 냉각의 제1 최적화는 W0-A-94 24500에서 구비된 것과 비교하여 더욱 가능할 것이다.

이를 위해 상술한 단계(c),(d) 및 (e)중: 상기 추출장치에서(부분적으로)응축된 혼합물을 분리시키며, 응축된 증기분류를 얻기 위하여 추출장치로부터 유도된 증기분류를 상기 제2 열 교환유닛 내에서(다시 부분적으로)응축시키고, 증기분류와 액체분류를 얻기 위해 응축된 증기분류를 분리기 내로 이송시키며, 이 분리기로부터 유도된 증기분류를 최종 압축 스테이지내로 이송시키고, 그리고 액체분류를 냉각시키기 위해 상기 분리기로부터 유도된 액체분류를 추출장치의 칼럼의 헤드내로 회송시키는 것이 추천된다.

추출장치 대신 또 다른 분리가 사용될 수도 있다는 것에 주의해야 한다. 이 경우에 상기 응축된 증기분류는 증기분류와 액체분류를 얻기 위하여 제2 분리기 내로 이송되며; 제2 분리기로부터 유도된 증기분류는 최종 압축 스테이지로 이송되고; 그리고 제2 분리기로부터 유도된 액체분류는 상기 제1 열 교환 유

닛에 이송된다.

바람직하게는 그 밖의 경우와 같이 한가지 경우에서 (c)단계로부터 유도된 액체분류를 실질적으로 고온의 유닛끝과 한랭유닛끝 사이에서 제2 열 교환유닛내로 순환시키게하며; 이와같이 냉각된 액체분류를 상기 제1 열 교환유닛에 속하는, 하나는 고온이며 다른 하나는 한랭인 직렬로 배열된 2개의 열 교환기중 제1 고온 교환기의 중간 부분내로 수용하게 하는 것이 더 추천된다.

상기 내용에 더하여 더욱이 본 발명의 공정은 다음 특징의 하나 또는 그 이상을 포함한다. 즉 제2 열교환유닛의 외부에서 냉동유체는 단일 압축 스테이지를 사용하거나 또는 2개의 연속하는 압축 스테이지를 사용하여 최종 냉각기(도 1의 23)의 출구에서 냉동유체의 총 응축물을 가지고 폐쇄회로 냉동사이클내에서 순환되는 특징; 냉각될 유체가 천연가스일 경우 천연가스가 상기 제1 열 교환유닛내로 수용되기 이전에 천연가스는 우선 상기 "제2 열 교환유닛"내에서 순환되며, 천연가스가 이 제2 유닛내에서 순환되기 이전 또는 이후에는 천연가스는 건조유닛내로 이송되는 특징; 상술한 (f)단계중 고압의 증기분류는 최종 압축 스테이지 이후에 냉각되며, 천연가스가 제1 열 교환유닛내로 이송되기 이전에 냉동유체와의 열 교환에 의하여 천연가스를 더 냉각시키기 위해 가스는 상기 제2 열 교환유닛내에서 순환되는 특징; 상기 압축 유닛의 최종 압축 스테이지의 유출구에서 고압의 증기분류는 냉각되며 그리고 천연가스는, 상기 제1 열교환유닛을 구성하는, 하나는 고온이며 다른 하나는 냉온인, 직렬로 배열된 2개의 교환기중 제1 고온교환기의 중간 유입구내로 이송되는 특징; 상술한 (b)단계와 (c)단계 사이에서 응축된 혼합물은 제2 열 교환유닛내에서 순환되는 특징; 열 교환 유체는 제2 열 교환유닛내에 분리하여 순환되는 특징; 냉각될 가스는 건조되어야 하며 건조후 건조된 천연가스는 제1 열 교환유닛내측으로 이송되어, 상기 제1 열 교환유닛을 구성하는, 하나는 고온이며 다른 하나는 한랭인, 직렬로 배열된 2개의 교환기중 제1 고온교환기의 제1부분내로 우선 이송되고, 다음에 상기 제1 열 교환유닛 외부에서 분류유닛내로 이송되기 이전에 제1 열 교환유닛의 상기 제2 교환기의 한 부분내로 이송되는 특징.

상술한 (b)단계는 끝에서 두번째 스테이지의 압축기의 유출구와 분리장치(상세하게는 추출수단에서)의 유입구 사이에는 냉동장치가 없도록 하며 따라서 압축된 냉동 혼합물이 천연가스를 (c)단계에서 분리시키기 이전에는 응축되지 않도록 선택적으로 생략될 수 있다는 것에 더 주의해야 한다. 따라서 이 공정은 이 경우에 상기 액체분류가 상기 제1 교환수단내로 순환되기 이전에 상기 《제1 열 교환수단》(EP-A-117 793내의 11, 15참조)과 관계없이 열 교환수단(EP-A-117 793내의 4A, 10참조)내의 액체분류(압축된 혼합물의 분리에서 나온)의 순환과 함께 종래기술 EP-A-117 793를 기초로 하여 이후에 청구범위 1에 따라 실행될 것이다.

[발명이 이루고자 하는 기술적 과제]

본 발명의 그 이상의 목적은 상술한 공정의 이행을 위하여 사용될 수 있으며 상세하게는 천연가스의 액화용의 냉각설비이다.

따라서 이 증기분류가 최종 압축 스테이지내로 유입되기 이전에 상기 제1 분리유닛의 유출구에서 얻은 증기분류를 냉각시키기 위한 수단으로서 이 증기분류가 상술한 냉동유체와의 열 교환 상태로 배치되어 있는 제2 열 교환수단을 포함하도록 본 발명의 설비가 구비되어 있다.

이 특징과 그 밖의 특징은 지금부터 특허청구의 범위 20 내지 31에서 명백하게 된다.

본 발명의 더욱 상세한 설명은 첨부도면을 참조로하여 이제 이루어질 것이다.

[발명의 구성 및 작용]

도면에 도시되었으며 특히 도 1에 도시된 천연가스가 액화를 위한 설비는 상세하게는 각각의 스테이지가 파이프(2A, 2C)를 거쳐서, 대개 +25℃ 내지 35℃ 정도의 온도를 가지고 있는 일반적으로 사용되는 임수가 능한 유체인 물 또는 공기에 의해 냉각된 콘덴서 또는 냉각기의 각각의 3A, 3C내로 송달되는 2개의 압축 스테이지(1A, 1C)를 가진 사이클 압축유닛(1); 전체가 4로 동일시된 분리수단으로서 고압의 스테이지(1C)를 이들 분리수단에서 유도된 증기분류와 함께 공급하도록 2개의 압축 스테이지(1A, 1C)사이에 삽입된 분리수단; 직렬로 배열된 2개의 열 교환기로서, 바꾸어 말하면 고온 교환기(6)와 한랭 교환기(7)가 직렬로 배열된 2개의 열 교환기로 구성되는 제1 열 교환유닛(5); 중간분리팟(pot)(8); 및 액화천연가스(LNG)의 저장소(10)로 구성된다.

분리수단(4)은 상부 헤드부분(12a)이 분리기(13)로부터 나오는 액체에 의해 냉각되는 추출장치(12)(도 1 내지 도 5 및 도 7), 또는 2개의 분리팟(14, 15)으로 구성될 수도 있으며, 추출장치(12) 또는 제1 분리기(14)의 증기분류는 고압의 압축 스테이지(1C)의 유입구에 수용되기 이전에 결합된 분리기(각각 13, 15)내에서 순환된다.

추출칼럼(12)이 사용된다고 한다면 콘덴서(3A)의 유출구는 추출칼럼(12)의 용기(12b)의 하부부분과 연통될 것이며, 분리기(13)의 하부분은 중력 또는 펌프에 의해 사이펀(siphon)(16) 및 조절밸브(17)를 거쳐서 칼럼(12)의 헤드(12a)에 연결된다.

본 발명의 중요한 특징에 의하면 천연가스의 액화설비는 도 1 내지 도 7의 상이한 실시예에서 제1 열교환유닛(5)과 무관하게 제2 냉동그룹을 구성하는 제2 열 교환유닛(18)을 더 포함한다.

이 제2 냉동그룹은 상세하게는 결합하며 또는 대안적으로 증기분류가 제2 분리수단(13, 15)내로 이송되기 이전에 제1 분리수단(12 또는 14)으로부터 유도된 증기분류를 냉각시키는 기능; 액체분류가 제1 열 교환유닛(5)의 2개 교환기중 제1 고온 열 교환기(6)내로 이송되기 이전에 상기 제1 분리수단(12, 14)으로부터 유도된 액체분류를 냉각시키는 단계, 탄소제거 및 건조(즉 비교적 습기찬) 이전에 펜탄 또는 천연가스가 순환되는 보조회로(19)(도 1, 도 2 및 도 4 내지 도 7)의 냉각에 영향을 미치게 하는 기능, 또는 도 3의 회로(20)에 의해서 조차 분류유닛(75)내에서 C2+ 탄화수소를 중간 제거하여 천연가스를 액화하기 위해 천연가스를 제1 열 교환유닛(5)내로 이송시키기 이전에 이미 건조되었으나 아직 분류되지 않은 천연가스

를 냉각시키는 기능을 갖추고 있다.

보조회로(19)에 관하여 천연가스는 내부에서 순환되는 열 교환유체를 +40℃로부터 +20℃까지 냉각시키는 데 사용되는 교환기(18)의 최고온 부분내로 이송될 수도 있으며, 이 유체(유체가 천연가스가 아닐 경우)는 설비의 또 다른 부분을 냉동시키는데 소용될 수 있다. 예컨대 천연그대로의 천연가스는 설비내에서 처리되기 이전에 건조되도록 의도되어 있다.

열 교환기(18)내에서, 각각의 상술한 냉각회로에서 순환하는 유체는 재생사이클(21 또는 21')내의 폐쇄 회로내에서 순환하는 순수 유체, 또는 2유체 또는 3유체 혼합물과 같은 냉동유체와 함께 간접 열 교환에 의해 냉각된다.

도 1, 3, 4, 5 및 7에서 재생회로(21)는 저압 스테이지(10)(대개 2.5 내지 3.5바 정도의)와 고압스테이지 1E(대략 6 내지 8바에서 작동하는)로 구성되는 2개의 압축 스테이지를 가진 냉동사이클 형태이며 선택적으로 냉각기(22) 또는 순환 혼합물을 응축시키는 콘덴서(23)가 된다.

상세하게는 이 혼합물은 대략 60%의 부탄과 대략 40%의 프로판으로 구성될 수도 있다. 그러나 순수유체는 대안으로서 사용될 수도 있다.

고압 스테이지(1E)를 떠나는 혼합물은 콘덴서(23)내에서 완전히 응축되었으므로 교환기(18)의 고온의 상부끝부(대략 40℃)에 수용된 것은 액체 혼합물이다.

교환기의 축방향의 길이(축선 18a)를 따라 거의 도중에 약 20℃ 정도까지 냉각된 혼합물의 한부분이 25에서 나오며, 한편 잔여부분은 2b에서 약 8℃ 정도로 나오도록 교환기의 하부 한랭 끝부까지 계속 순환하고, 그리고 교환기의 하부 한랭 돔(dome)(28a)을 통하여 교환기의 축방향 길이를 따라 거의 도중에 31에서 가로방향으로 나오기 이전에 저압 액체 혼합물이 증발되는 통로(29)내로 축방향으로 재차유입되기 이전에 그리고 저압 스테이지(10)내로 수용되기 이전에 27에서 저압의 사이클로 압력이 경감되도록 교환기의 하부 한랭 끝부까지 계속 순환된다.

압축 스테이지(10)를 떠남에 따라, 가스상태의 냉동혼합물은 축방향의 통로(33)내에서 증발되도록 고압 스테이지(1E)의 유입구에 수용되기 이전에, 25에서 회복된 2유체 혼합물의 부분과의 혼합물 상태로 32에서 중간사이클압력(대개...정도의)까지 경감되었고, 교환기의 길이의 대략 절반 이상에 걸쳐 축방향의 순환을 위해 교환기(18)내로 재차 유입되어 냉각기(22)내에서 냉각될 수도 있으며, 증발된 혼합물을 스테이지(10)로부터 유도된 가스상태의 혼합물의 부분과 함께 35에서 혼합되기 이전에 고온의 상부 돔(28b)을 통해 축방향으로 나타난다.

교환기(6,7,18)는 바람직하게는 판 교환기이며 이 판은 바람직하게는 핀(fin)(또는 웨이브(wave))으로 장착되어 있다. 이들 교환기는 금속제이며 예컨대 알루미늄으로 만들어진 핀과 판을 갖추는 수도 있다.

특히 2개의 교환기(6,7)에 관하여는, 교환기는 열 교환 관계로 배치된 유체의 향류식(向流式)순환을 위하여 직렬로 끝과 끝을 접하여 동축으로 납땜 또는 용접될 수도 있으며 동일 길이로 될 수도 있다.

교환기는 판 사이에 아래에 설명될 기능을 위해 필요한 통로를 더 갖추고 있다.

그 이전에, 한랭 교환기(7)와 고온 교환기(6)사이의 동위의 끝과 끝접합부(40)의 사이트에서 교환기(7)의 복귀통로(41)와 교환기(6)의 복귀통로(42)(이 통로내에서 냉동혼합물은 이들 교환기의 그 밖의 통로 내의 순환에 대해 향류식으로 순환하는)는 W0-A-94 24500에서 이미 구비된 바와 같이 중간 영역(40)내에서 서로 직접 연통한다는 것에 주의하게 될 것이다.

2개의 교환기의 적어도 중요한 부분에 걸쳐 교환기(7)의 상부 돔(7a)과 교환기(6)의 하부돔(6b)사이에서 40에서의 직접 통로는 더욱이 W0-A-94 24500에서와 같이 오로지 차단부(40)에서의 비위상(非位相) 재분배를 피함으로써만 생산될 수 있다는 것에 주의해야 한다.

상술한 바와 같은 설비로써 C1 내지 C6의 탄화수소와 질소로 구성되는 냉동 혼합물은 교환기(6)(통로(42)를 경유하는)의 정상부 6a)(고온 끝부로 칭함)로부터 가스 상태로 나타나며 재순환 파이프 46)를 경유하여 제 1압축 스테이지(1)의 흡입부까지 이송된다.

이 가스혼합물은 전형적으로 대개 12바 내지 20바 정도의 제1 중간 압력(Pi)으로 압축되며 다음에 부분 응축으로써 3A에서 약 +30℃ 내지 +40℃까지 냉각되고, 추출장치(12)내에서 증기분류와 액체분류로 분리된다.

칼럼(12)의 용기액체(12b에서 회복된)는 교환기(18)내에서 냉각후 고온 교환기(6)의 냉동의 중요한 부분을 구비하도록 배열된 제1 냉동액체를 구성한다.

이에 대해 용기 액체는 8℃에서 47에 나타나도록 한랭 끝부(28a)까지 순환하는 교환기(18)의 고온 끝부(28b)로 수용되며(약 30℃ 내지 40℃에서), 이 냉각된 액체분류는 약 -20℃ 내지 -40℃에서 한랭 끝부(6b)쪽으로 다시 가로방향으로 나타나도록 하며, 그리고 감압밸브(50)내에서 저압의 사이클(2.5 내지 3.5바)로 경감되도록(또는 팽창되도록)하고 그리고 또 교환기의 저압통로(42)내에서 증발되기 위해 가로방향의 유입구 박스(52)및 적합한 배포장치를 거쳐 여전히 동일 교환기의 한랭 끝부(6b)에서 비 위상 형태내로 재차 유입되도록 고온 교환기(6)를 따라 거의 도중에 중간 가로방향의 유입구(48)의 위치에서 거의 동일 온도로 유입된다.

헤드(12a)로부터 나타나 회복된 추출칼럼(12)의 헤드증기에 관하여, 이것은 도 1 내지 도 5 및 도 7에서 예시된 바와 같이, 교환기의 통로(57)내에서 예컨대 +5℃ 내지 +10℃의 상기 주위 온도보다 낮은 중간온도까지 냉각되며 부분적으로 응축되도록 각각 53 및 55의 2개의 끝부쪽의 유입구 및 유출구를 가진 거의 교환기(18)의 고온 끝부(28b)와 한랭 끝부(28a)사이에서 순환하며 분리포트(13)내로 유입된다. 실제로는 도달된 온도는 사이트 상에서 이용가능한 냉각유체의 온도보다 낮아지기조차(선택적으로)할 수 있다.

분리기(13)의 베이스에서 회복된 액체상은 헤드를 냉각시키도록 사이펀(16)과 조절밸브(17)를 거쳐 칼럼(12)의 헤드까지 복귀하는 한편 분리의 증기상(蒸氣相)은 1C에서 고압의 사이클(대개 40 내지 45 바 정도)까지 압축되며 냉각기(3C)내에서 약 30℃ 내지 40℃까지된다. 따라서 이 경우에, 칼럼(12)의 헤드의 온도는 이 온도가 특히 냉각기(3A)를 생략함으로써 그리고 EP-A-117 739에서와 같이 작용함으로써 즉 압축 스테이지(1A)로부터 추출수단(12)내로의 유입구까지의 통로를 가짐으로써 높을 수도 있다고 가정한다 하더라도, 상기 주위온도보다 낮을 것이며 또는 사이트상에서 이용가능한 냉각액체의 온도조차 보다도 낮을 것이다.

"주위"로 칭한 온도(3페이지 및 4페이지의 설명에서 정해진 온도 편차를 제외하는)까지 냉동장치(3c)내에서 냉각된 고압증기분류는 61 및 63에서 각각 유입구 및 유출구를 가진 교환기(6)의 고압 통로(59)내에서 고온 끝부(6a)로부터 한랭 끝부(6b)(따라서 약 30℃로부터 -30℃까지)쪽으로 다시 냉각되며 다음에 8에서 액체 및 증기분류로 분리된다.

칼럼(12)의 헤드를 냉각시키기 위하여 액체의 온도와 압력(+50℃ 내지 +10℃, 12 내지 20바)을 제어함으로써 단지 교환기(7)로부터 나와서 3c와 40의 쌍방에서 나오는 단일상(單一相)의 가스를 얻을 수 있게 된다는 것에 주의해야 한다.

이 한랭 교환기(7)는 고압의 유체에 의해 다음과 같은 방식으로 냉동된다:

분리기(8)의 베이스에서 수집된 액체는 교환기(7)의 고온부분이 통로(65)내에서 불충분하게 냉각되며 약 -120℃쯤에서 중간부분(67에서)이 교환기로부터 제거되고, 예컨대 감압밸브(69)내에서 저압의 사이클로 경감되며, 교환기의 저압 복귀통로(41)내에서 아직도 교환기의 중간부분내의 70에서 가로방향으로 재차 유입된다.

분리기(8)로부터 유도된 증기분류에 관하여는 이것은 고온끝부로부터 교환기(7)의 한랭끝부까지 냉각되며, 응축되고 불충분하게 냉각되며(약 -160℃까지)이와 같이 얻은 액체는 감압밸브(71)내에서 저압 사이클로 경감되고 저압통로(41)의 한랭부분내에서 증발되도록 한랭 하부 돔(7b)을 통해 축선(5a)에 평행하게 교환기(7)내로 재차 유입되며, 다음에 파이프(46)쪽으로 복귀하기 위해 중간입구(70)를 통해 수용된 경감된 2상성(二相性)유체(본래는 액체)와 결합된다.

예컨대 파이프(73)를 거쳐 건조후 대개 20℃정도의 온도에 도달하는 처리된 천연가스는 C2+ 탄화수소를 제거하도록 장치(75)내로 부분적으로 즉시 수용되며, 나머지는 81에서 끝부쪽으로 가로방향으로 나오기 이전에 통로(79)내의 한랭끝부(6b)쪽으로 냉각되도록 교환기(6)를 따라 거의 도중 77에서 가로방향으로 수용되고, 이 냉각된 부분(약 -20℃ 내지 -40℃쯤)은 유닛(75)내로 수용된다.

유닛(75)에서 수용된 천연가스로부터 추출된 것은 액화중 결정(結晶)될만한 생성물질(즉 본래는 C<sub>6+5</sub>); 사이클 가스의 성분을 유지하기 위해 필요한 생성물질의 양, 및 소정의 압력에서 즉시 생산되는, 설비의 기계적 에너지의 생산에 필요한 연료가스의 주요부분이다.

83에서 나오는 잔여 혼합물은 통로(87)내에서 한랭 끝부(7b)에 인접하여 순환하도록 한랭교환기(7)의 고온 돔(7b)에 근접하여 85에서 수용하는 한편 압력이 경감된 후 10에서 액체의 형태(GNL)로 저장되기 이전에 약 -160℃로 89에서 나오도록 액화되며 불충분하게 냉각된다.

바람직하게는 파이프(73)에 의해 수용된 탄소제거 및 건식천연가스(GN)흐름의 중요한 부분(대략 90%)은 통로(79)내에서 순환될 것이며 따라서 많아야 약 10%쯤 만이 분리설비(75)내로 즉시 수용된다는 것에 주의해야 한다.

이와같은 장치와 특히 WO-A94 24500에서 설명된 내용과 비교하여 얻은 부하를 교환기(6)로부터 경감함으로써 약 10%정도의 총 에너지 절약이 제공되는 동시에 열적 일의 약 절반의 교환기(6)의 무부하가 제공되며, 40 내지 50%이상의 천연가스가 정해진 크기의 교환기내에서 처리될 수 있다.

도 1, 도 2 및 도 4에서 도시한 바와같이 감압밸브(69 및/또는 71)와 병렬로 설치된 액체 터빈 또는 익스펜더(91)내의 한랭 액체의 부분을 경감하는 것이 요망될 수도 있다.

실제로는  $n$  교환기(6,7)는 병렬로 장착될 것이며 동시에  $n'$  교환기(18)도 병렬로 장착될 것이라는 것에 주의해야 한다.

특히 액체의 순환경로상에 구비된 익스펜더는 펌프(도시안됨)를 구동하는데 사용될 수도 있으며, 대부분의 동력을 공급하는 것은 밸브(69)와 병렬로 배열된 것이고, 바람직하게는 밸브는 대응하는(터빈)익스펜더가 파손될 경우에 대상 액체의 압력(팽창)을 단지 정교하게 조절하거나 또는 이 압력을 경감하기 위해서만 사용된다는 것에 더 주의해야 한다.

도 2에서 도 1과 공통인 요소는 동일 방식(그밖의 도면에게도 마찬가지로)으로 확인 되었다.

도 1과 도 2사이의 중요한 차이는 제2 열 교환유닛(18)내에서 순환하는 냉동액체의 폐쇄회로(21')의 배열에 있다.

실제로, 도 2에서는 하나의 압축 스테이지(1E')와의 사이클의 문제이며 따라서 단일 고압의 압축기(대개 6.5 내지 7.5바 정도의)를 포함한다.

회로(21')에는 예컨대 에탄, 부탄 및 프로판으로 구성되는 3원 혼합물이 바람직하게 순환할 것이다.

혼합물이 압축기(1E')로부터 나오에 따라 증기형태의 혼합물은 24'에서 혼합물이 한랭 끝부(28a)까지 길이방향(축선(18a)에 평행하는)으로 순환하는 교환기(18)의 고온 끝부(28b)쪽으로 수용되도록 콘덴서(23')내에서(완전히)응축되며, 교환기에 근접하여 혼합물은 밸브(27)에 의해 약 2.5 내지 3.5바

정도까지 경감되도록 약 8℃ 내지 10℃쯤에서 26'에서 가로방향으로 나온다.

이와같이 냉각되고 감압된 냉동혼합물은 고온 돔(28b)을 통해 동축으로 나오도록 하며 압축기(1E')의 입구에서 약 30℃ 내지 40℃쯤에서 아직은 증기형태로 유입되도록 한랭 돔(28a)을 통해 축선(18a)에 평행하게, 그 밖의 순환통로에 대해 향류식으로, 증발통로(33')내에서 재차 분사된다.

3원 혼합물을 사용함으로써 도 1, 도 4, 도 5 및 도 7에서 회로(21)내에서 사용된 2원 혼합물 보다 큰 온도구배를 얻을 수 있게 된다는 것에 주의해야 한다.

도 6에서도 알게된 회로(21')는 회로(21)보다 간단하지만 이 회로와 비교하여 약 15 내지 20%의 에너지면의 핸디캡, 또는 설비의 전체 사이클 보다 약 1.5 내지 2%의 에너지면의 핸디캡이 있다.

도 3에서, 추출장치(12)의 용기액체에서 유도된 액추분류내에 있으며 거의 대응 통로(93)내의 교환기(18)의 고온 끝부(28b)와 한랭 끝부(28a)사이에서 냉각된 후, 이 교환기의 통로(95)내의 고온 교환기(6)의 한랭부분내에서 불충분 냉각 상태인 설비의 냉동 사이클 혼합물은 분리기(9)내로 이송되기 이전에 팽창밸브(97)내에서 팽창된다.

가스분류(99a를 경유한)와 액체분류(99b를 경유한)는 저압 증발로써 사이클의 복귀통로내로 따로따로 분사된다.

더욱 정확하게는 증기 분류는 차단부(40)의 사이트에서 가로방향으로 분사되는 한편 액체분류는 42에서 개방되는 가로방향의 분사통로(101)를 경유하여 교환기(6)의 한랭 끝부(6b)에 근접하여 약간 더 하류쪽으로 분사된다.

사이클 분리기(65)내에서 순환된 후 팽창 밸브(69)내에서 감압된 액체분류의 비교처리는 제3 사이클 분리기(103)내에서 실행된다.

따라서 이 분리기로 부터 유도된 각각의 가스 및 액체분류는 교환기(7)의 한랭 증발통로(41)의 거의 동일한 중간 레벨에서 즉 99a 및 99b로부터 도달되는 증기분류 및 액체분류의 분사 도달지점 보다 저압에서 증발되는 냉동혼합물의 복귀통로의 더 상류쪽에서 별도의 분사점인 각각의 105와 107을 통해 따로 따로 분사된다.

아직도 도 3에서는 탄소 제거 및 건조후의 천연가스(GN)는 아래에 설명될 회로(21")내에서 순환중의 냉동액체와의 간접 열 교환에 의해 내부에서 냉각되도록 교환기(18)내에서 열 교환중인 파이프(20)내에서 순환된 후 교환기(6)의 중간부분내의 77'에서 주된 부분(약 90%정도)이 수용된다는 것에 주의하게 될 것이다.

교환기(6)의 한랭 끝부(6b)까지 통로(79')내에서 순환된 후 이와같이 불충분하게 냉각된 천연가스는 약 -40℃ 내지 -60℃의 온도까지 통로(113)내에서 불충분하게 냉각된 후, 중간 유출구(111)를 통해 나오기 이전에, 분사점(119)을 거쳐서, 교환기(7)내로 이송되도록 교환기(6)의 81'에서 나오며, 따라서 불충분하게 냉각된 가스는 분리설비(75)내로 이송되고 83에서 나오는 가스분류는 실질적으로 선행도면의 유출구(89)의 위치인 89'에서 나오기 이전에 약 -160℃정도까지 한랭 통로(117)내에서 순환하도록하며 따라서 액화되도록 하고, 다음에 팽창밸브(119)(또한 익스팬더가 될 수 있는)내로 이송되며 최종적으로 감압된 후 저장유닛(10)내에 저장되도록 115에서 교환기(7)의 중간부분내에 가로방향으로 재차 분사된다.

유출구(81')에서 일부의 가스는 교환기(7)를 통과하지 않고 파이프(82)를 거쳐서 분리유닛(75)내로 송달될 수도 있다는 것에 주의해야 한다.

교환기(18)내에서 사용된 냉동유체의 회로(21")를 고려한다면, 도 1(또한 특징을 가진)의 회로(21)에 추가하여 회로(21")는 유출구 (25)와 팽창밸브(32)사이의 입구에서 병렬로 연결되었으며 콘덴서 (22)(또는 저압 콘덴서(10)의 유출구)와 혼합물 연결부(35)사이의 출구에서 병렬로 연결된 추가 회로(121)를 포함한다는 것에 주의하게 될 것이다.

이렇게 연결된 회로(121)는 건조유닛(도시안됨)내로 유입되기 이전에, 통로(131)내측에서 129에서 수용되며 따라서 127에서 증발된 유체에 대해 대향방향으로 순환되고, 비교적 습기찬 천연가스(건조전의)의 흐름에 대해 향류식으로, 교환기(123)의 한랭 끝부와 고온끝부사이에서, 통로(127)내에서 증발되기 이전에, 25로부터 나오며 팽창밸브내의 125에서 경감되고, 다음에 파이프(20)내에서 또는 분리설비 (75)쪽으로 직접 가도록 유입구 GN(73)에서 선택적으로 유입되는 액화 2원 냉동혼합물이 교환기의 한랭 끝부(123a)와 더 고온의 끝부(123b)사이에서 순환하는 추가적 교환기(123)를 포함한다.

따라서 도 4의 설비는 도 1의 설비와 다음의 양태, 즉 이 증기분류가 교환기(6)의 가로방향의 분사 유입구(61)에 도달하기 이전에 3C로부터 나오는 고압 증기분류의 순환이라는 사실, 및 콘덴서(3A)로부터 나오는 압축된 냉동혼합물은 3A로부터 나오는 혼합물의 냉각이 교환기(18)내에서의 순환에 의해 칼럼(12)내로 유입되기 이전 냉 주위온도이하(그리고 선택적으로 사이트에서 이용가능한 냉각유체의 온도이하까지)로 되는 사실로 인하여, 추출수단(12)내로 수용되는 방식에서 만든 상이한다.

따라서 도 4에서 고압증기분류가 냉각기(3C)로 나오에 따라 고압 증기분류는 분사 유입구(61)를 경유하여 교환기(6)내로 수용되도록 그곳으로부터 나오기 이전에 교환기의 축방향 길이내 중간 연역까지 냉각되기 위해 133에서 교환기(18)의 고온 끝부(28a)쪽으로 수용된다는 것에 주의하게 될 것이다.

교환기(18)내의 상기 고압 증기분류용으로 비축된 135 다음에 자유롭게 남은 통로는 이 응축된 증기분류가 13에서 분리되기 이전에 추출칼럼(12)(135'로 표시된 증발통로)의 헤드(12a)로부터 유도된 증기분류를 응축시키도록 사용된다.

또한 통로의 긴 격벽은 교환기(18)(통로137)의 최소의 한랭부분내에서 추출장치(12)의 하부 유입구(12C)내로 수용되기전에(주위온도 이하로 약 10℃ 내지 15℃에서) 콘덴서(3A)로부터 나오는 압축된 2상성 혼합물을 냉각시키는데 사용되며, 교환기(18)의 가장 한랭한 부분내에 위치한 통로(137)(137'로 표시된)의

상보적 부분은 용기액체가 교환기(6)의 가로방향의 분사 유입구(48)내로 수용되기 이전에 12b에서 용기액을 냉각시키는데 소용된다.

부분적으로 응축되고 압축된 2상성 혼합물의 통로(137)내에서의 순환은 따라서 이 2상성 혼합물이 주위 온도와 상이하(낮은 온도이며)또는 사이트에서 이용가능한 냉각유체의 온도조차와도 상이한 분리수단(4)의 제1부분(12)내로의 입구의 온도를 얻을 수 있게 한다는 것에 주의 해야 한다.

추출수단(12)의 용기온도의 이 냉각은 이 추출수단이 그 밖의 경우보다 낮은 차단온도(40)에서)를 얻을 수 있게 한다.

또한 통로(135)내의 고압의 증기분류의 순환은 이 고압의 증기분류가 61에서, 적합할 수 있으며 특히 일반적으로 대개 40℃ 정도의 온도 즉 "주위"로 불리는 온도(또는 냉각유체의 온도)에 가까운 도 1의 설비의 6에서 입구의 온도보다 낮을 수도 있는 대개 25℃ 내지 30℃ 정도의 교환기(6)내로의 증기분류의 입구의 온도를 얻을 수 있게 한다는 것에 주의해야 한다.

예시되지는 않았으나 하더라도 콘덴서(3A)와 분리수단(4)의 제1 유닛(12 또는 14)사이에서 부분적으로 응축되어 압축된 2위상 혼합물의 통로(137)내에서의 중간 냉각은 도 6의 2개의 결합된 분리기(14, 15)를 갖춘 설비내에 구비되어 있다.

그러나 도 6에서 이 해답에 오기전에 도 5에서 2C내로 이송되며 3C에서 선택적으로 부분 응축된 고압의 사이클 가스는 141에서 가로방향으로 나오기 이전에 교환기(18)의 고온 돔(28b)과 동일 측면상에 위치되어 있으며, 교환기(6)내의 61에서 종전대로 분사되는 교환기(18)의 통로(139)내에서 약 10° 까지(즉 전형적으로 약 40℃로부터 약 30℃까지)냉각된다는 것이 지적되어 있다.

교환기(18)의 기능을 적응시킴으로써 제어될 수 있는 이와같은 냉각에 대한 중요성은 유입구(61)와 재순환 파이프(46)사이에서 대략 20℃이하의 온도 편차를 달성하는 것이며, 따라서 사용된 냉동혼합물의 노점(露点)에 매우 가까이 약 20℃에서 냉각 사이클로부터의 출구를 얻는 것이고, 통로(139)내에서 약 10° 만의 냉각은 61에서 분사되기 이전에 고압의 증기상을 액화하는 것을 피하게 한다.

에너지 관점에서 보아 도 5의 이 변형은 가장 중요한 관심사중의 하나로 된다.

그 밖의 특징에 대해서는 도 5의 설비는 도 1의 설비에 대응한다(감압밸브(69)에 평행하는 익스팬더(91)의 구비는 선택적이다).

도 6에서, 따라서 추출칼럼(12)은 분리기(14)로 교환되어 있다.

제2 분리기(15)의 하부 부분에서 약 8℃에서 회복된 액체분류는 교환기(18)를 통과하지 않고 즉시 연역적으로 중간 유입구(48)쪽으로 전달된다.

143에서 분리기(15)로부터 유도된 이 액체분류는 간접 냉각통로(147)내에서 거의 교환기(18)의 고온 끝부(28b)와 한랭 끝부(28a)사이에서 회전한 후 분리기(14)로부터 회복된 액체분류용으로 사용되는 파이프(145)와 만난다.

조절밸브는 149와 151 각각이 분리기(14, 15)의 각각으로부터 유도된 액체분류의 유속에 적합하게 될 수 있게 한다.

통로(147)내의 분리기(14)로부터의 액체분류의 순환은 그 온도를 약 40℃로부터 약 8℃까지 낮출 수 있게 하며, 이 온도에서 분리기(15)의 액체분류는 교환기(18)의 통로(153)내의 순환으로 인하여 실질적으로 통로(147)내에서 순환하는 액체분류와 동일한 조건의 간접 열 교환하에 회복된다.

이것을 고려해 보면 이미 표시한 바와 같이 통로(153)내에서 향류식(특히 147에서와 같이)으로 냉각회로(21')의 통로(133')까지 순환된 증기분류는 이 형태로 분리기(15)내로 유입되도록 응축되며, 15a에서 회복된 증기분류는 고압 압축기(1C)의 유입구에 수용된다.

상기 내용을 참작하면 48에서 교환기(6) 액체 유입은 도 6의 장치에서 약 8℃에서 생긴다는 것을 알게 될 것이다.

도 7의 설비는 단지(감압밸브(69)에 평행하는 익스팬더(91)를 구비하는 것이 제외된다면)2압축 스테이지가 아니라 3압축 스테이지가 사이클 압축유닛(1')내에 구비된 사실만으로 도 1의 설비와 상이하다.

따라서 이 도 7에서 추출장치(12)의 유입구(12C)와 콘덴서(3A)의 유출구 사이에는 분리기(155), 펌프(157), 및 2B에서 콘덴서(3B)내로 반입되는 중간 압축 스테이지(1B)가 삽입되어 있으며, 이 콘덴서(3B)의 유출구는 추출장치(2)의 유입구(12C)와 연통한다.

WO-A-94 24500에서 이미 설명된 바와 같이 이 중간 압축 스테이지와 그 부속품은 +30℃ 내지 +40℃의 온도까지 냉각되어 1A에서 압축되고 3A에서 부분적으로 응축된 냉동 혼합물을 155에서 증기분류 및 액체분류내로 분리시킬 수 있게 한다.

분리기(155)로부터 유도된 증기상은 1B에서 일반적으로 대개 12 내지 20바 정도로 제2 중간압력(Pi)까지 압축되어 파이프(2B)(또는 선택적으로 부분 콘덴서(3B)의 유출구에서)내로 분사된다.

다음에 이 파이프내의 2개 위상의 혼합물은 냉각되어 3B에서 부분적으로 응축되고 그 다음 12에서 추출된다.

3개 압축 스테이지를 가진 압축 유닛(1')은 본 발명의 장치의 그 밖의 변형에 사용될 수 있다는 것에 주의해야 한다.

더욱이, 또한 더 일반적으로 한 도면의 특정한 특징은 이 경우에 어느 것에도 차별없이 적용될 수 있다.

분리기(9,103)의 사용에 관하여, 이것은 어느 도면의 경우에도 똑같이 적용될 수 있다.

마찬가지로, 통로(79' 다음 113)내의 천연가스의 순환은 유닛 (75)까지 처리시의 온도가 40에서 차단시의 온도와 상이하는 한은 도 30이외의 도면에서 구비될 수도 있다.

#### [발명의 효과]

증기분류의 응축중 응축된 혼합물의 분리로부터 유도된 증기분류는 이 응축된 혼합물을 제2 열 교환수단 내에서 냉동유체와의 열 교환에 의해 순환시킴으로서 냉각된다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1

유체의 냉각공정, 특히 천연가스의 냉각공정으로서, (a) 냉동 혼합물이 압축유닛(1,1')의 복수의 스테이지중 끝에서 두 번째 스테이지(1A,1B)내에서 압축되어 있으며, (b) 합성 혼합물이 증기분류와 액체분류를 얻도록 분리되어 있고, (c) 상기 증기분류는 냉각되고 부분적으로 응축되어 있으며, (d) 합성 증기분류는 고압의 증기분류를 얻도록 최종 압축 스테이지(1C)까지 이송되었고, (e) 적어도 약간의 상기 고압 증기분류와 액체분류는 냉각되었으며, 팽창되었고, 냉각될 유체와 함께 적어도 제1 열 교환수단(5)내에서 순환되는, 특히 천연가스의 액화용 유체를 냉각시키기 위한 공정에 있어서, (c) 단계중 상기 증기 혼합물의 분리에 의해 유도된 상기 증기분류는 제2 열 교환수단 (18)내에서 냉동유체와의 열 교환으로 이 혼합물을 순환시킴으로써 냉각되는 것을 특징으로 하는 유체의 냉각공정.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, (a)단계와 (b)단계 사이에서 압축의 끝에서 두 번째 스테이지에서 발생한 상기 냉동 혼합물은 부분적으로 응축되어 있는 것을 특징으로 하는 유체의 냉각공정.

#### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, (e)단계중 제1열 교환수단내에서 순환된 (b)단계의 액체분류를 갖추기 이전에 상기 액체분류는 냉동유체와의 열 교환으로 제2 열 교환수단내에서 순환되는 것을 특징으로 하는 유체의 냉각공정.

#### 청구항 4

제1항 내지 제3항중 어느 한항에 있어서, (b)단계, (c)단계 및 (d)단계중; 혼합물은 제1분리기(14)내에서 분리되며, 상기 제1 분리기(14)로부터 유도된 증기분류는 응축된 증기분류를 얻도록 제2 열 교환수단으로 응축되고, 상기 응축된 증기분류는 증기분류와 액체분류를 얻도록 제2 분리기(15)내로 이송되며, 제2 분리기로부터 유도된 증기분류는 상기 최종 압축 스테이지(1C)내로 이송되고, 그리고 제2 분리기로부터 유도된 액체분류는 상기 제1 열 교환수단(5)까지 이송되는 것을 특징으로 하는 유체의 냉각공정.

#### 청구항 5

제4항에 있어서, 제1 분리기(14)로부터 유도된 액체분류는 제2 열 교환수단(18)내로 이송되며, 그리고 제2 분리기(15)로부터 유도된 액체분류를 제1 열 교환수단(5)내로 수용시키기 이전에 이 액체분류는 상기 제2 열 교환수단(18)을 통과한 액체분류와 결합되는 것을 특징으로 하는 유체의 냉각공정.

#### 청구항 6

제1항 내지 제3항중 어느 한항에 있어서, 혼합물은 추출장치 (12)내에서 분리되며, 이 추출장치로 부터 유도된 증기분류는 응축된 증기분류를 얻도록 상기 제2열 교환수단(18)내에서 응축되고, 응축된 증기분류는 증기 분류와 액체분류를 얻도록 분리기(13)내로 이송되며, 분리기(13)로부터 유도된 증기분류는 최종 압축 스테이지(1C)내로 이송되고, 그리고 상기 분리기로부터 유도된 액체분류는 액체분류를 냉각시키도록 추출장치의 칼럼헤드(12a)에 복귀되는 것을 특징으로 하는 유체의 냉각공정.

#### 청구항 7

제4항 내지 제6항에 있어서, (e)단계중, 추출장치(12) 또는 상기 제1 분리기(14)로부터 유도된 액체분류는 이 액체분류가 제1 열 교환수단(5)내로 수용되기 이전에 상기 제2 열 교환수단(18)내에서 순환되는 것을 특징으로 하는 유체의 냉각공정.

#### 청구항 8

제7항에 있어서, 추출장치(12) 또는 제1 분리기(14)로부터 유도된 액체분류는 거의 이 고온 끝부(28b)와 한랭 끝부(28a) 사이의 제2 열 교환수단(18)내에서 순환되는 것을 특징으로 하는 유체의 냉각공정.

#### 청구항 9

제1항 내지 제8항중 어느 한항에 있어서, 냉동유체는 2개의 연속압축 스테이지를 가진 폐쇄회로(21)내의 냉동 사이클에서 순환되며, 냉동유체는 이 2개의 고압 스테이지(1E)로부터 나옴에 따라 완전히 응축되는 것을 특징으로 하는 유체의 냉각공정.

#### 청구항 10

제1항 내지 제8항중 어느 한항에 있어서, 냉동유체는 단일 압축 스테이지를 가진 폐쇄회로 냉동 사이클(21')내에서 순환되며 냉동유체는 이 압축 스테이지(1E')로부터 나옴에 따라 완전히 응축되는 것