

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
F25B 1/00

(11) 공개번호 특2000-0048443  
(43) 공개일자 2000년07월25일

(21) 출원번호	10-1999-0063283
(22) 출원일자	1999년12월28일
(30) 우선권 주장	9/222,815 1998년12월30일 미국(US)
(71) 출원인	프랙스에어 테크놀로지, 인코포레이티드 조안 엠. 켈사 미국 06810-5113 코네티컷 데인베리 올드 리지베리 로드 39프랙스에어 테크 놀로지, 인코포레이티드 조로버트 지. 호헨스타인 미국 06810-5113 코네티컷 데인베리 올드 리지베리 로드 39프랙스에어 테크 놀로지, 인코포레이티드 도로시 엠. 보어 미국 06810-5113 코네티컷 데인베리 올드 리지베리 로드 39
(72) 발명자	아르만, 베이람 미국14072뉴욕그랜드아일랜드더커먼스16 올제스키, 월터조셉 미국14228뉴욕암허스트윌로우레인69 웨버, 조셉알프레드 미국14225뉴욕치크도와가알렌데일로드47 보나퀴스트, 단테패트릭 미국14072뉴욕그랜드아일랜드랜섬로드1036 아카리아, 아룬 미국14051뉴욕이스트암허스트트와이라이트레인85 로알, 존헨리 미국14072뉴욕그랜드아일랜드셋틀러스로우102
(74) 대리인	남상선

**심사청구 : 없음**

**(54) 내부 재순환을 이용한 다성분 냉매 냉각 방법**

**요약**

본 발명은 유체를 특히 극저온 온도로 냉각시키기 위한 시스템으로서, 다성분 냉매 유체가 부분적으로 응축되고, 액체는 냉각 회로의 가운데의 상류 부분으로의 재순환에 의해 생성물을 냉각시키기 위해 냉각을 일으키는데 사용되고, 액체와 조성물이 상이한 증기가 생성물을 추가 냉각시키기 위해 더 차거운 농도에 서 냉각물을 생성시키는데 사용되는 시스템에 관한 것이다.

**대표도**

**도2**

**명세서**

**도면의 간단한 설명**

도 1은 본 발명의 내부 재순환 냉각 시스템의 바람직한 구체예의 개략적인 흐름도이다.

도 2는 생성물 재생을 이용하는 본 발명의 내부 재순환 냉각 시스템의 또 다른 바람직한 구체예의 개략적인 흐름도이다.

도 3은 다수의 압축기를 이용하는 본 발명의 내부 재순환 냉각 시스템의 또 다른 구체예의 개략적인 흐름도이다.

\* 도면의 부호에 대한 간단한 설명

1, 2, 3, 4, 101, 102, 103, 201, 202, 203, 204: 열 교환기

5, 104, 146, 223, 241: 최종 냉각기

10, 11, 12, 110, 111, 188, 202, 205, 206, 207: 상 분리기

30, 60, 130, 145, 221, 239: 압축기

67, 68, 73, 77, 82, 87, 91, 174, 176, 186, 227, 231, 236, 247, 253 : 밸브

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 일반적으로 생성물 유체를 냉각시키는 방법에 관한 것이며, 특히 기체의 온도가 주위 온도에서 액화에 영향을 미치는 극저온 온도로 되는, 공업용 기체의 액화에 유용하다.

공업용 기체의 액화와 같은 유체 냉각은 여러 가지 작동에 사용되는 중요한 단계이다. 공업용 기체의 액화의 경우에, 보편적으로 공업용 기체는 냉매와의 간접적인 열 교환에 의해 액화된다. 이러한 시스템은 주위 온도로부터 비교적 작은 온도 범위에 걸쳐 냉각시키는데 있어서는 양호하게 작동할지라도, 주위 온도로부터 극저온 온도까지의 광범위한 온도 범위에 걸친 냉각이 요구되는 경우에 효과적이지 않다. 이러한 비효율을 해결하는 한 가지 방법은 필요한 극저온 응축 온도에 도달할 때까지 각각의 회로가 공업용 기체의 온도를 감소시키는 다중 회로를 갖는 액화 구성을 이용하는 것이다. 그러나, 이러한 다중 회로의 공업용 기체 액화기는 작동시키기가 복잡할 수 있다.

통상적인 단일 회로의 액화 시스템은 다중 회로 액화기 보다 덜 복잡하지만, 냉매의 선택에 있어서 매우 엄격한 필수 조건을 요한다. 이러한 불요성 문제를 해결하기 위한 한 가지 방법은 냉각 또는 액화 회로에서 통상적으로 사용되는 단일 성분 냉매 대신에 다성분 냉매 유체를 사용하는 것이다. 그러나, 통상적인 단일 회로 시스템에서 다성분 냉매 유체를 사용하는 경우에도, 공업용 기체의 액화에 필요한, 주위 온도에서 극저온 온도까지의 광범위한 온도 범위에 걸쳐 냉각 및/또는 액화를 효율적으로 수행하는 것이 어렵다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은 다성분 냉매 유체를 사용하여, 유체를 냉각시키는 개선된 방법, 예컨대 공업용 기체를 액화시키는 개선된 방법을 제공하는 것이다.

### 발명의 구성 및 작용

발명의 요약

당업자들에게 자명해질 본원의 상기 및 기타 목적들은 본 발명에 의해 달성된다.

본 발명은 하기 (A) 내지 (D)의 단계를 포함하여 생성물 유체를 냉각시키는 방법에 관한 것이다:

(A) 휘발성이 상이한 2개 이상의 성분을 포함하는 다성분 냉매 유체를 압축시키는 단계;

(B) 압축된 다성분 냉매 유체를 부분적으로 응축시키고, 부분적으로 응축된 다성분 냉매 유체를 액체 부분 및 잔여 부분으로 분리시키는 단계;

(C) 액체 부분을 팽창시켜 냉각을 일으키고, 팽창된 액체 부분을 생성물 유체와의 간접적인 열 교환에 의해 증발시켜 생성물 유체를 냉각시키는 단계; 및

(D) 잔여 부분의 일부 또는 전부를 추가 냉각시키고, 추가 냉각된 잔여 부분을 팽창시켜 냉각을 일으키고, 팽창된 잔여 부분을 냉각된 생성물 유체와의 간접적인 열 교환에 의해 가온시켜 생성물 유체를 추가 냉각시키는 단계.

본원에서 사용되는 용어 '차냉각'은 액체를 기존 압력에 대한 액체 포화 온도 보다 낮은 온도로 냉각시키는 것을 의미한다.

본원에서 사용되는 용어 '정상 비점'은 1 표준 대기압, 즉 14.696 psis(매평방 인치당 파운드 절대 압력)에서의 비점을 의미한다.

본원에서 사용되는 용어 '간접적인 열 교환'은 유체 서로간의 물리적 접촉 또는 혼합 없이 유체의 열 교환이 이루어지는 것을 의미한다.

본원에서 사용되는 용어 '팽창'은 압력을 감소시키는 것을 의미한다.

본원에서 사용되는 용어 '터보 팽창' 및 '터보 팽창기'는 유체의 압력 및 온도를 감소시킴으로써 터빈을 통해 고압 유체를 흐르게 하여 냉각을 일으키는 방법 및 장치를 의미한다.

본원에서 사용되는 용어 '비독성'은 허용되는 노출 한계에 따라 취급하는 경우 급성 또는 만성 위험에 이르지 않는 것을 의미한다.

본원에서 사용되는 용어 '불연성'은 인화점을 갖지 않거나 600. K 이상의 매우 높은 인화점을 갖는 것을 의미한다.

본원에서 사용되는 용어 '비-오존-고갈'은 제로 오존 고갈 포텐셜, 즉 염소, 브롬 또는 요오드 원자가 없는 것을 의미한다.

본원에서 사용되는 용어 '가변성 부하 냉매'는 성분들의 액체상의 온도가 혼합물의 기포점과 이슬점 사이

에 연속적으로 증가하면서 변하는 일정 비율의 2개 이상의 성분의 혼합물을 의미한다. 혼합물의 기포점은 주어진 압력에서, 혼합물이 모두 액체상으로 존재하지만, 열이 가해지면 액체상과 평형을 이루는 기체상이 형성되기 시작하는 온도를 말한다. 혼합물의 이슬점은 주어진 압력에서, 혼합물이 모두 기체로 존재하지만, 열이 제거되면 기체상과 평형을 이루는 액체상이 형성되기 시작하는 온도를 말한다. 그러므로, 혼합물의 기포점과 이슬점 사이의 온도 영역은 액체상 및 기체상 모두가 평형으로 공존하는 영역이다. 본 발명의 실시상, 가변성 부하 냉매에 있어서 기포점과 이슬점 사이의 온도차는 10. K 이상, 바람직하게는 20. K 이상, 더욱 바람직하게는 50. K 이상이다.

본원에서 사용되는 용어 '플루오로카본'은 테트라플루오로메탄(CF<sub>4</sub>), 퍼플루오로에탄(C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>), 퍼플루오로프로판(C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>), 퍼플루오로부탄(C<sub>4</sub>F<sub>10</sub>), 퍼플루오로펜탄(C<sub>5</sub>F<sub>12</sub>), 퍼플루오로에텐(C<sub>2</sub>F<sub>4</sub>), 퍼플루오로프로펜(C<sub>3</sub>F<sub>6</sub>), 퍼플루오로부텐(C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>), 퍼플루오로펜텐(C<sub>5</sub>F<sub>10</sub>), 헥사플루오로시클로프로판(시클로-C<sub>3</sub>F<sub>6</sub>) 및 옥타플루오로시클로부탄(시클로-C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>) 중 하나를 의미한다.

본원에서 사용되는 용어 '히드로플루오로카본'은 플루오로포름(CHF<sub>3</sub>), 펜타플루오로에탄(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>5</sub>), 테트라플루오로에탄(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>4</sub>), 헵타플루오로프로판(C<sub>3</sub>H<sub>2</sub>F<sub>7</sub>), 헥사플루오로프로판(C<sub>3</sub>H<sub>2</sub>F<sub>6</sub>), 펜타플루오로프로판(C<sub>3</sub>H<sub>3</sub>F<sub>5</sub>), 테트라플루오로프로판(C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>F<sub>4</sub>), 노나플루오로부탄(C<sub>4</sub>H<sub>2</sub>F<sub>9</sub>), 옥타플루오로부탄(C<sub>4</sub>H<sub>2</sub>F<sub>8</sub>), 운데카플루오로펜탄(C<sub>5</sub>H<sub>2</sub>F<sub>11</sub>), 메틸 플루오라이드(CH<sub>3</sub>F), 디플루오로메탄(CH<sub>2</sub>F<sub>2</sub>), 에틸 플루오라이드(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>F), 디플루오로에탄(C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>F<sub>2</sub>), 트리플루오로에탄(C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>F<sub>3</sub>), 디플루오로에텐(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>2</sub>), 트리플루오로에텐(C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>F<sub>3</sub>), 플루오로에탄(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>F), 펜타플루오로프로펜(C<sub>3</sub>H<sub>3</sub>F<sub>5</sub>), 테트라플루오로프로펜(C<sub>3</sub>H<sub>2</sub>F<sub>4</sub>), 트리플루오로프로펜(C<sub>3</sub>H<sub>3</sub>F<sub>3</sub>), 디플루오로프로펜(C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>F<sub>2</sub>), 헵타플루오로부텐(C<sub>4</sub>H<sub>2</sub>F<sub>7</sub>), 헥사플루오로부텐(C<sub>4</sub>H<sub>2</sub>F<sub>6</sub>) 및 노나플루오로펜텐(C<sub>5</sub>H<sub>2</sub>F<sub>9</sub>) 중 하나를 의미한다.

본원에서 사용되는 용어 '플루오로에테르'는 트리플루오로메톡시-퍼플루오로에탄(CF<sub>3</sub>-O-CF<sub>3</sub>), 디플루오로메톡시-퍼플루오로에탄(CHF<sub>2</sub>-O-CF<sub>3</sub>), 플루오로메톡시-퍼플루오로에탄(CH<sub>2</sub>F-O-CF<sub>3</sub>), 디플루오로메톡시-디플루오로에탄(CHF<sub>2</sub>-O-CHF<sub>3</sub>), 디플루오로메톡시-퍼플루오로에탄(CHF<sub>2</sub>-O-C<sub>2</sub>F<sub>5</sub>), 디플루오로메톡시-1,1,2,2-테트라플루오로에탄(CHF<sub>2</sub>-O-C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>4</sub>), 디플루오로메톡시-1,1,2,2-테트라플루오로에탄(CHF<sub>2</sub>-O-C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>4</sub>), 퍼플루오로메톡시-플루오로에탄(C<sub>2</sub>F<sub>5</sub>-O-CH<sub>2</sub>F), 퍼플루오로메톡시-1,1,2-트리플루오로에탄(CF<sub>3</sub>-O-C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>3</sub>), 퍼플루오로메톡시-1,2,2-트리플루오로에탄(CF<sub>3</sub>-O-C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>3</sub>), 시클로-1,1,2,2-테트라플루오로프로필에테르(시클로-C<sub>3</sub>H<sub>2</sub>F<sub>4</sub>-O-), 시클로-1,1,3,3-테트라플루오로프로필에테르(시클로-C<sub>3</sub>H<sub>2</sub>F<sub>4</sub>-O-), 퍼플루오로메톡시-1,1,2,2-테트라플루오로에탄(CF<sub>3</sub>-O-C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>4</sub>), 시클로-1,1,2,3,3-펜타플루오로프로필에테르(시클로-C<sub>3</sub>H<sub>3</sub>F<sub>5</sub>-O-), 퍼플루오로메톡시-퍼플루오로아세톤(CF<sub>3</sub>-O-CF<sub>2</sub>-O-CF<sub>3</sub>), 퍼플루오로메톡시-퍼플루오로에탄(CF<sub>3</sub>-O-C<sub>2</sub>F<sub>5</sub>), 퍼플루오로메톡시-1,2,2,2-테트라플루오로에탄(CF<sub>3</sub>-O-C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>4</sub>), 퍼플루오로메톡시-2,2,2-트리플루오로에탄(CF<sub>3</sub>-O-C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>3</sub>), 시클로-퍼플루오로메톡시-퍼플루오로아세톤(시클로-CF<sub>2</sub>-O-CF<sub>2</sub>-O-CF<sub>2</sub>-) 및 시클로-퍼플루오로프로필에테르(시클로-C<sub>3</sub>F<sub>6</sub>-O) 중 하나를 의미한다.

본원에서 사용되는 용어 '대기 기체'는 질소(N<sub>2</sub>), 아르곤(Ar), 크립톤(Kr), 크세논(Xe), 네온(Ne), 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 산소(O<sub>2</sub>) 및 헬륨(He) 중 하나를 의미한다.

본원에서 사용되는 용어 '낮은 오존 고갈'은 디클로로플루오로메탄(CCl<sub>2</sub>F<sub>2</sub>)의 오존 고갈 포텐셜이 1.0인 몬트리올 프로토콜 약정에 의해 정의할 경우 오존 고갈 포텐셜이 0.15 미만인 것을 의미한다.

본원에서 사용되는 용어 '공업용 기체'는 질소, 산소, 아르곤, 수소, 헬륨, 이산화탄소, 일산화탄소, 메탄 및 이들 중 2개 이상을 함유하는 유체 혼합물을 의미한다.

본원에서 사용되는 용어 '극저온 온도'는 150. K 이하의 온도를 의미한다.

본원에서 사용되는 용어 '냉각'은 이차 주위 온도 시스템에서 둘러싸고 있는 대기까지 열을 거부하는 능력을 의미한다.

#### 발명의 상세한 설명

본 발명은 일반적으로 예컨대, 주위 온도에서 극저온 온도에 이르는 매우 광범위한 온도 범위에 걸친 냉각을 효과적으로 제공하기 위해 혼합된 냉매를 사용하는 것을 포함한다. 상기 냉각은 복잡한 다중 냉각 회로의 사용을 필요로 하지 않으면서 광범위한 온도 범위를 요하는 공업용 기체의 액화에 효과적으로 이용될 수 있다.

본 발명의 실시상, 다성분 냉매 유체는 부분적으로 응축된 다음에 액체 및 증기로 분리되며, 액체는 다성분 액체 유체의 가장 휘발성이 적은 성분을 다량 및 바람직하게는 대부분 함유한다. 액체는 냉각 회로의 냉각대의 단부로 진행하지 않고, 차냉각의 유무에 관계없이 압축부로 재순환됨으로써, 액체의 냉각열을 냉각시키기 위한 생성물 유체에 전달한다. 다성분 냉매 유체의 휘발 성분을 함유하는 증기는 냉각되고, 일반적으로 회로의 냉각대의 단부로 응축된 다음, 더 낮은 온도에서 생성물 유체에 냉각열을 전달하는데 사용되어, 냉각 회로의 전반적인 효율을 개선시킨다.

본 발명은 일반적으로 도면을 참조로 하여 더욱 상세하게 설명될 것이다. 도 1에 있어서, 휘발성이 상이한 2개 이상의 성분을 포함하는 다성분 냉매 유체(60)은 압축기(30)를 통과함으로써 일반적으로 100 내지 600 psia의 압력으로 압축된다. 압축은 단일 단계 또는 여러 단계를 통해 일어날 수 있다. 바람직하게, 압축기, 즉 압축된 다성분 냉각체 유체(61)의 압력 대 유체(60)의 압력의 비는 3 내지 15이며, 가장 바람직하게는 5를 초과한다. 압축된 다성분 냉매 유체(61)은 최종 냉각기(5)에서 압축열을 냉각시켜 스트림(62)을 형성한다. 이 경우에, 압축기(30)는 기름을 바른 압축기이고, 스트림(62)은 분리기(10)를 통과할

수 있으며, 이 분리기에서 스트림(62)중의 오일이 부닐되고 라인(64), 밸브(91) 및 라인(92)로 도시된 바와 같이 압축기(60)으로 재순환된다.

압축된 다성분 냉매 유체는 라인(63)으로 도시된 바와 같이, 열 교환기(1)을 통과하며, 여기에서 유체는 열 교환기(1)에서 간접적인 열 교환에 의해 부분적으로 응축되면서 다성분 냉매 유체를 가온시키고(이하에서 더욱 상세하게 설명될 것이다), 부분적으로 응축된 다성분 냉매 유체(51)은 상 분리기(11)를 통과하여, 여기에서 액체 부분과 잔여 부분으로 분리된다. 다성분 냉각제 유체의 성분 중의 최고 비점 또는 최저 휘발성 성분을 다량, 및 바람직하게는 대부분 또는 실질적으로 전부를 함유하는 액체 부분(86)은 밸브(87)를 통해 팽창시켜 냉각을 일으키고, 팽창된 냉각 형성 유체(88)는 냉각 회로의 복귀대 또는 가온대를 통과한다. 그 다음, 유체는 스트림(89)로 열 교환기(1)을 통과하여 증발되어, 특히 생성물 유체의 냉각을 영향을 미친 다음, 다시 스트림(90)으로 압축기(30)으로 재순환된다.

상 분리기(11)를 통과한 스트림(66)의 일부 액체는 흐름 제어 밸브(67)를 통과하여 스트림(68)을 형성하고, 스트림(68)은 상 분리기(11)로부터의 증기 스트림(65)와 합쳐져서 잔여 부분(69)을 형성할 수 있으며, 이 부분은 모두 증기일 수 있거나 2 상 스트림일 수 있다. 이러한 잔여 부분은 열 교환기(2)를 통과하여, 간접적인 열 교환에 의해 냉각되고, 바람직하게는 부분적으로 응축되면서 다성분 냉매 유체를 가온시키고, 냉각된 잔여 부분은 팽창되어 냉각을 일으킨 다음, 내부에서 재순환된 액체 부분과 생성물 유체와의 열 교환의 경우 보다 낮은 온도에서 생성물 유체와 간접적으로 열 교환되어 가온된다. 도 1에 예시된 구체예에서, 열 교환기(2)로부터의 부분적으로 응축된 스트림(70)은 상 분리기(12)를 통과하여 잔여 증기 부분 및 잔여 액체 부분으로 분리된다. 잔여 액체 부분은 라인(81)로 상 분리기(12)를 통과하고, 밸브(82)를 통해 팽창되어 냉각을 일으키고, 팽창된 냉각물 함유 유체(83)은 냉각 회로의 복귀대 또는 가온대로 통과한다. 그 다음, 유체는 스트림(84)로 열 교환기(1)로 통과하여, 증발되어, 특히 생성물 유체를 냉각시킨 다음, 열 교환기(2)를 통과하는 스트림(85)로 되어 스트림(88)과 합쳐져서 스트림(89)를 형성하며, 이 스트림은 압축기(30)으로 재순환된다.

상 분리기(12)를 통과한 스트림(72)의 일부 액체는 흐름 제어 밸브(73)를 통과하여 스트림(74)을 형성하고, 스트림(74)은 상 분리기(12)로부터의 잔여 증기 부분(71)과 합쳐져서 스트림(75)을 형성할 수 있으며, 이 스트림은 모두 증기일 수 있거나 2 상 스트림일 수 있다. 스트림(75)은 열 교환기(3)를 통과하여, 간접적인 열 교환에 의해 냉각되고, 바람직하게는 부분적으로 응축되면서 다성분 냉매 유체를 가온시킨다. 생성된 스트림(76)은 밸브(77)를 통해 팽창되어 냉각을 일으키고, 생성된 냉각물 함유 스트림(78)은 스트림(79) 및 (80)으로 도시된 바와 같이, 열 교환기(4 및 3)를 통과하여 냉각 회로의 가온대에서 가온되고 바람직하게는 증발된다. 생성된 스트림(80)은 스트림(83)과 합쳐져서 스트림(84)를 형성하며, 이 스트림은 압축기로 재순환된다.

질소 또는 산소와 같은 공업용 기체일 수 있는 생성물 유체(93)은 이전에 설명된 바와 같이, 열 교환기(1)를 통과하여 간접적인 열 교환에 의해 냉각되면서 액체 부분을 증발시킨다. 냉각된 생성물 유체(94)는 잔여 부분과의 간접적인 열 교환에 의해 추가 냉각된다. 도(1)에 예시된 구체예에서, 추가 냉각이 파이프(94, 95, 96 및 97)를 사용하여 도시된 열 교환기(2, 3 및 4)를 통해 수행되어 라인(97)로 추가 냉각된 생성물 유체를 생성한다. 바람직하게 생성물 유체(93)은 기체 상태로 존재하고, 추가 냉각된 생성물 유체(97)는 액체 상태로 존재한다.

도 2는 냉매 유체의 액체 부분이 팽창 이전에 차냉각되는 본 발명의 구체예를 도시한 것이다. 도 2의 구체예에는 또한 압축기가 기름이 발라지지 않아 도 1에 예시된 기름 분리 단계가 필요없는 경우를 예시하고 있다.

도 2에 있어서, 휘발성이 상이한 2개 이상의 성분을 포함하는 다성분 냉매 유체(160)은 압축기(130)를 통과함으로써 일반적으로 100 내지 1000psia의 범위의 압력으로 압축된다. 압축은 단일 단계 또는 다수의 단계를 통해 일어날 수 있다. 바람직한 압축비는 3 내지 15이며, 가장 바람직하게는 5를 초과한다. 압축된 다성분 냉매 유체(161)는 최종 냉각기(104)에서 압축열을 냉각시켜 2 상 스트림(162)을 형성하고, 이 스트림은 분리기(110)으로 통과하며, 이 분리기에서 액체 부분과 잔여 부분으로 분리된다. 다성분 냉각제 유체 성분중의 최고 비점 또는 최저 휘발성 성분을 다량, 및 바람직하게는 대부분 또는 실질적으로 전부를 함유하는 액체 부분(164)은 하기에서 더욱 자세하게 설명되는 바와 같이, 열 교환기(101)를 통과하여 간접 열 교환에 의해 차냉각되고 다성분 냉매 유체는 가온된다. 차냉각된 다성분 냉매 유체(170)은 밸브(87)를 통해 팽창되어 냉각을 일으키고, 팽창된 냉각 형성 유체(172)는 냉각 회로의 복귀대 또는 가온대를 통과한다. 그 다음, 유체는 스트림(181)로 열 교환기(101)를 통과하여 증발되어, 특히 생성물 유체의 냉각을 영향을 미친 다음, 다시 스트림(160)으로 압축기(130)에 재순환된다.

잔여 부분은 증기 스트림(163)으로서 상 분리기(110)으로부터 배출되고 열 교환기(101)를 통과하여, 냉각되고 부분적으로 응축되어 2 상 스트림(165)을 형성한다. 스트림(165)은 상 분리기(111)로 통과하여 액체 및 증기로 분리된다. 잔여 부분의 액체 부분은 스트림(167)로 분리기(111)에서 열 교환기(102)로 통과하여, 열 교환기에서 간접적인 열 교환에 의해 차냉각되면서 다성분 냉각제 유체를 가온시킨다. 차냉각된 스트림(173)은 밸브(174)를 통해 팽창되어 냉각을 일으키고, 팽창된 냉각물 함유 유체(175)는 냉각 회로의 복귀대로 통과한다. 그 다음, 스트림(179)로 열 교환기(102)를 통해 증발되어, 특히 생성물 유체의 추가 냉각에 영향을 미친 다음, 스트림(180 및 181)로 열 교환기(101)를 통과하여 추가 열 교환이 이루어지며 스트림(160)으로 압축기(130)에 재순환된다.

잔여 부분의 증기 부분은 스트림(166)으로 분리기(111)에서 열 교환기(102)로 통과하여 냉각되고 바람직하게 응축되어 스트림(168)을 형성한 다음, 열 교환기(103)를 통과하여 추가 냉각되고 바람직하게는 전체적으로 응축된다. 바람직하게, 생성된 모든 유체, 스트림(169)은 밸브(176)를 통해 팽창되어 냉각을 일으키고 생성된 냉각물 함유 유체(177)는 열 교환기(103)를 통과함으로써 냉각 회로의 가온대에서 가온되고, 바람직하게는 일부 또는 전체가 증발된다. 생성된 스트림(178)은 스트림(175)와 합쳐져서 스트림(179)를 형성하고, 이전에 설명한 바와 같이, 열 교환기(102 및 101)를 통과하여 추가 가온시키고 가능하게는 증발시켜 스트림(160)으로 압축기(130)에 재순환된다.

바람직하게 공업용 기체인 생성물 유체(182)는 압축기(145)를 통과하여 압축되고 최종 냉각기(146)에서

압축열을 냉각시켜 스트림(191)을 형성하고, 이 스트림은 이전에 설명한 바와 같이, 열 교환기(101)을 통과하여 간접적인 열 교환에 의해 냉각되면서 액체 부분을 증발시킨다. 냉각된 생성물 유체(183)은 잔여 부분과의 간접적인 열 교환에 의해 추가 냉각된다. 도 2에 예시된 구체예에서, 추가 냉각은 파이핑(184)를 사용하여 도시된 바와 같이 열 교환기(102 및 103)를 통과하여 수행되어 추가 냉각된 생성물(185)를 생성하고, 이 생성물은 밸브(186)를 통과하여 2 상 스트림(187)을 형성한다.

스트림(187)은 상 분리기(188)내로 통과하여 증기 및 액체 유체로 분리된다. 액체 유체는 분리기(188)로부터 스트림(189)로서 배출되고 추가 냉각된 생성물 유체로서 사용 지점 및/또는 저장 지점으로 보내진다. 증기 액체는 상 분리기(188)로부터 스트림(190)으로 배출되고, 열 교환기(103, 102 및 101)를 통해 가온되어 생성물 유체의 냉각 및 추가 냉각을 보조한 다음, 스트림(182)로 통과하여 합쳐진 스트림(191)을 형성하여 열 교환기(101, 102 및 103)를 통해 냉각 및 추가 냉각된다.

도 3은 단일 열 교환기 및 1개 보다 많은 압축기가 냉각 회로에 사용되는 본 발명의 또 다른 구체예를 예시하는 것이다. 대안적으로, 한 가지 방법은 도 3에 예시된 다수의 압축기 대신에 단단계 압축기를 사용할 수 있다. 도 3에 있어서, 휘발성이 상이한 2개 이상의 성분을 포함하는 다성분 냉매 유체(220)은 압축기(221)를 통과하여 제 1 압력으로 압축된다. 압축된 다성분 유체(222)는 최종 냉각기(223)에서 압축열을 냉각시키고 생성된 2 상의 스트림(224)는 상 분리기(205)내로 통과한다.

상 분리기(205)로부터의 액체는 스트림(225)로 열 교환기(201)를 통과하여 차냉각되어 스트림(226)을 형성한다. 스트림(226)은 밸브(227)를 통과하고 생성된 스트림(228)은 냉각 회로의 가운데에서 스트림(260)과 합쳐져서 스트림(261)을 형성한다. 상 분리기(205)로부터의 증기는 스트림(229)로 통과하고 부분(230)은 열 교환기(201)를 통과하여 냉각되고 부분적으로 응축된다. 생성된 2 상 스트림(231)은 상 분리기(206)으로 통과하고 액체는 상 분리기(206)로부터의 스트림(232)로 열 교환기(202)를 통과하여 차냉각되어 스트림(233)을 형성한다. 스트림(233)은 밸브(231)를 통과하고, 생성된 스트림(232)는 냉각 회로의 가운데에서 스트림(258)과 합쳐진다. 상 분리기(206)로부터의 증기는 스트림(233)으로 열 교환기(202)를 통과하여 냉각되고 생성된 스트림(234)는 열 교환기(203)를 통과함으로써 추가 냉각되어 스트림(235)을 형성한다. 스트림(235)은 밸브(236)를 통과하고 생성된 스트림(237)은 냉각 회로의 가운데에서 스트림(256)과 합쳐져서 스트림(257)을 형성한다.

증기 스트림(229)의 잔여 부분(238)은 압축기(239)를 통과함으로써 제 1 압력 보다 더 큰 제 2 압력으로 추가 압축되고, 생성된 스트림(240)은 최종 냉각기(241)를 통과함으로써 압축열을 냉각시킨다. 생성된 스트림(242)는 열 교환기(201)를 통과함으로써 냉각되고 생성된 스트림(242)는 열 교환기(202)를 통과함으로써 냉각되고 부분적으로 응축된다. 생성된 2 상 스트림(244)는 분리기(207)를 통과하여 액체 부분과 잔여 부분으로 분리된다. 다성분 냉매 유체의 성분중의 최고 비점 또는 최저 휘발성 성분을 다량, 및 바람직하게는 대부분 또는 실질적으로 전부를 함유하는 액체 부분(245)은 하기에서 더욱 자세하게 설명되는 바와 같이, 열 교환기(203)를 통과하여 간접 열 교환에 의해 차냉각되고 다성분 냉매 유체는 가온된다. 스트림(246)의 차냉각된 다성분 냉매는 밸브(247)를 통해 팽창되어 냉각을 일으키고, 팽창된 냉각 형성 유체(248)은 냉각 회로의 가운데에서 스트림(255)로 통과하여 압축기(221)에 재순환된다.

스트림(244)의 잔여 부분은 증기 스트림(250)으로서 상 분리기(207)으로부터 배출되고 열 교환기(203)를 통과한 다음, 스트림(251)로서 열 교환기(204)를 통과하여, 냉각되고 부분적으로 응축된다. 바람직하게, 생성된 모든 액체, 스트림(252)는 밸브(253)를 통해 팽창되어 냉각을 일으키고, 팽창된 냉각물 함유 유체(254)는 가온되고 증발되어, 특히 생성물 유체의 냉각에 영향을 미친다. 그 다음, 스트림(254)는 이전에 설명한 바와 같이 스트림(248, 237, 232 및 228)과 합쳐진 다음 스트림(220)으로서 압축기(221)에 재순환된다.

바람직하게 공업용 기체인 생성물 유체(210)는 냉각되고, 이전에 설명된 바와 같이 열 교환기(201, 202, 203 및 204)를 통과하여 다성분 냉매 유체의 증발 및/또는 가온 부분과의 간접적인 열 교환에 의해 추가 냉각된다. 그 다음, 추가 냉각된 생성물 유체(214)는 사용 지점 및/또는 저장 지점으로 보내진다. 바람직하게 생성물 유체(210)은 기체 상태로 존재하고, 추가 냉각된 생성물 유체(214)는 액체 상태로 존재한다.

본 발명의 실시에 유용한 다성분 냉매 유체는 2개 이상의 성분을 함유한다. 냉매 성분의 선택은 특정 공정 적용에 있어서 온도에 대한 냉각 부하에 따라 좌우될 것이다. 적합한 성분은 이들의 정상 비점, 잠열 및 인화성, 독성 및 오존 고갈 잠재성에 따라 선택될 것이다.

본 발명의 실시에 유용한 다성분 냉매 유체의 한 가지 바람직한 구체예는 플루오로카본, 히드로플루오로카본 및 플루오로에테르로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 성분 및 플루오로카본, 히드로플루오로카본, 플루오로에테르 및 대기 기체로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 성분을 포함한다.

본 발명의 실시에 유용한 다성분 냉매 유체의 또 다른 바람직한 구체예는 플루오로카본, 히드로플루오로카본 및 플루오로에테르로 구성된 군으로부터 선택되는 2개 이상의 성분 및 하나 이상의 대기 기체를 포함한다.

본 발명의 실시에 유용한 다성분 냉매 유체의 또 다른 바람직한 구체예는 플루오로카본, 히드로플루오로카본 및 플루오로에테르로 구성된 군으로부터 선택되는 2개 이상의 성분 및 2개 이상의 대기 기체를 포함한다.

본 발명의 실시에 유용한 다성분 냉매 유체의 또 다른 바람직한 구체예는 하나 이상의 플루오로에테르, 및 플루오로카본, 히드로플루오로카본, 플루오로에테르 및 대기 기체로 구성된 군으로부터 선택되는 하나 이상의 성분을 포함한다.

한 바람직한 구체예에서, 다성분 냉매 유체는 단지 플루오로카본으로 구성된다. 또 다른 바람직한 구체예에서, 다성분 냉매 유체는 단지 플루오로카본 및 히드로플루오로카본으로 구성된다. 또 다른 바람직한 구체예에서, 다성분 냉매 유체는 단지 플루오로카본 및 대기 기체로 구성된다. 또 다른 바람직한 구체예에서, 다성분 냉매 유체는 단지, 플루오로카본, 히드로플루오로카본 및 플루오로에테르로 구성된다. 또

다른 바람직한 구체예에서, 다성분 냉매 유체는 단지 플루오로카본, 플루오로에테르 및 대기 기체로 구성된다.

본 발명의 실시예에 유용한 다성분 냉매 유체가 히드로클로로플루오로카본 및/또는 히드로카본과 같은 다른 성분을 함유할 수 있지만, 바람직하게는 다성분 냉매 유체는 히드로클로로플루오로카본을 함유하지 않는다. 본 발명의 또 다른 바람직한 구체예에서, 다성분 냉매 유체는 히드로카본을 함유하지 않으며, 가장 바람직하게는 다성분 냉매 유체는 히드로클로로플루오로카본 및 히드로카본 어느 것도 함유하지 않는다. 가장 바람직하게는, 다성분 냉매 유체는 비독성, 비가연성, 비오존 고갈성을 띠며, 가장 바람직하게는, 다성분 냉매 유체의 모든 성분은 플루오로카본, 히드로플루오로카본, 플루오로에테르 또는 대기 기체이다.

본 발명은 주위 온도로부터 극저온 온도로 효과적으로 도달시키는데 사용하기에 특히 유용하다. 표 1 내지 5에는 본 발명의 실시예에 유용한 다성분 냉매 유체 혼합물의 바람직한 예가 기재되어 있다. 표 1 내지 5에 제공된 농도 단위는 몰%이다.

표 1	
성분	농도 범위
$C_5F_{12}$	5-25
$C_4F_{10}$	0-15
$C_3F_8$	10-40
$C_2F_6$	0-30
$CF_4$	10-50
Ar	0-40
$N_2$	10-80
Ne	0-10
He	0-10

표 2

성분	농도 범위
$C_3H_3F_5$	5-25
$C_4F_{10}$	0-15
$C_3F_8$	10-40
$CHF_3$	0-30
$CF_4$	10-50
Ar	0-40
$N_2$	10-80
Ne	0-10
He	0-10

표 3

성분	농도 범위
$C_3H_3F_5$	5-25
$C_3H_2F_6$	0-15
$C_2H_2F_4$	5-20
$C_2HF_5$	5-20
$C_2F_6$	0-30
$CF_4$	10-50
Ar	0-40
$N_2$	10-80
Ne	0-10
He	0-10

표 4

성분	농도 범위
$CHF_2-O-C_2HF_4$	5-25
$C_4F_{10}$	0-15
$CF_3-O-CHF_2$	10-40
$CF_3-O-CF_3$	0-20
$C_2F_6$	0-30
$CF_4$	10-50
Ar	0-40
$N_2$	10-80
Ne	0-10
He	0-10

표 5

성분	농도 범위
$C_3H_3F_5$	5-25
$C_3H_2F_6$	0-15
$CF_3-O-CHF_3$	10-40
$CHF_3$	0-30
$CF_4$	0-25
Ar	0-40
$N_2$	10-80
Ne	0-10
He	0-10

본 발명은 넓은 온도 범위, 특히 극저온을 포함하는 온도 범위에 걸쳐 냉각을 제공하기에 특히 유용하다. 본 발명의 바람직한 구체예에서, 냉매 혼합물의 두개 이상의 성분 각각은 냉각 혼합물의 모든 다른 성분의 정상 비점으로부터 5. K 이상, 더욱 바람직하게는 10. K 이상, 가장 바람직하게는 20. K 이상 상이한 정상 비점을 갖는다. 이는 넓은 온도 범위, 특히 극저온 온도를 포함한 온도 범위에 걸쳐 효과적인 냉각의 제공을 증진시킨다. 본 발명의 특히 바람직한 구체예에서, 다성분 냉매 유체의 성분 중의 최고 비점을 갖는 성분의 정상 비점은 다성분 냉매 유체의 최저 비점을 갖는 성분의 정상 비점보다 50. K 이상, 바람직하게는 100. K 이상, 가장 바람직하게는 200. K 이상 더 높다.

본 발명의 실시예에 유용한 다성분 냉매 유체를 구성하는 성분 및 이들의 농도는 가변성 부하 다성분 냉매 유체를 형성할 수 있어야 할 정도이며, 바람직하게는 본 발명의 방법에 의해 가능한 전체 온도 범위에 걸쳐 가변성 부하 특징을 유지할 수 있는 정도이어야 한다. 이는 냉각이 이러한 넓은 온도 범위에 걸쳐 유도되고 사용될 수 있다는 효과를 증진시킨다. 성분의 규정된 바람직한 균은 이들이 비독성, 비가연성 및

낮은 또는 비 오존 고갈성을 띠는 추가의 이점을 갖는다. 이는 전형적으로 독성, 비가연성 및/또는 오존 고갈성을 띠는 통상적인 냉각물에 걸쳐 추가의 이점을 제공한다.

비독성, 비가연성 및 비오존 고갈성을 띠는 본 발명의 실행에 유용한 한 가지 바람직한 가변성 부하 다성분 냉매 유체는  $C_5F_{12}$ ,  $CHF_2-O-C_2HF_4$ ,  $C_4HF_9$ ,  $C_3H_3F_5$ ,  $C_2F_5-O-CH_2F$ ,  $C_3H_2F_6$ ,  $CHF_2-O-CHF_2$ ,  $C_4F_{10}$ ,  $CF_3-O-C_2H_2F_3$ ,  $C_3HF_7$ ,  $CH_2F-O-CF_3$ ,  $C_2H_2F_4$ ,  $CHF_2-O-CF_3$ ,  $C_3F_8$ ,  $C_2HF_5$ ,  $CF_3-O-CF_3$ ,  $C_2F_6$ ,  $CHF_3$ ,  $CF_4$ ,  $O_2$ ,  $Ar$ ,  $N_2$ ,  $Ne$  및  $He$ 로 구성된 군으로부터 선택되는 두개 이상의 성분을 포함한다. 본 발명이 특정 바람직한 구체예를 참조로 하여 상세하게 설명되어 있을 지라도, 당업자는 청구범위의 사상 및 범위내의 본 발명의 다른 구체예를 인지할 수 있을 것이다. 예를 들어, 예시된 구체예에 사용된 하나 이상의 팽창 값은 냉각을 일으키기 위한 터보팽창기에 의해 대체될 수 있다.

### 발명의 효과

본 발명은 넓은 온도 범위, 특히 극저온을 포함하는 온도 범위에 걸쳐 냉각을 제공하기에 특히 유용하다. 본 발명의 바람직한 구체예에서, 냉각 혼합물의 두개 이상의 성분 각각은 냉각 혼합물의 모든 다른 성분의 정상 비점으로부터 5. K 이상, 더욱 바람직하게는 10. K 이상, 가장 바람직하게는 20. K 이상 상이한 정상 비점을 갖는다. 이는 넓은 온도 범위, 특히 극저온 온도를 포함한 온도 범위에 걸쳐 효과적인 냉각의 제공을 증진시킨다.

본 발명의 실시예에 유용한 다성분 냉매 유체를 구성하는 성분 및 이들의 농도는 가변성 부하 다성분 냉매 유체를 형성할 수 있어야 할 정도이며, 바람직하게는 본 발명의 방법에 의해 가능한 전체 온도 범위에 걸쳐 가변성 부하 특징을 유지할 수 있는 정도이어야 한다. 이는 냉각이 이러한 넓은 온도 범위에 걸쳐 유도되고 사용될 수 있다는 효과를 증진시킨다. 성분의 규정된 바람직한 군은 이들이 비독성, 비가연성 및 낮은 또는 비 오존 고갈성을 띠는 추가의 이점을 갖는다. 이는 전형적으로 독성, 비가연성 및/또는 오존 고갈성을 띠는 통상적인 냉각물에 걸쳐 추가의 이점을 제공한다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1

- (A) 휘발성이 상이한 2개 이상의 성분을 포함하는 다성분 냉매 유체를 압축시키는 단계;
- (B) 압축된 다성분 냉매 유체를 부분적으로 응축시키고, 부분적으로 응축된 다성분 냉매 유체를 액체 부분 및 잔여 부분으로 분리시키는 단계;
- (C) 액체 부분을 팽창시켜 냉각을 일으키고, 팽창된 액체 부분을 생성물 유체와의 간접적인 열 교환에 의해 증발시켜 생성물 유체를 냉각시키는 단계; 및
- (D) 잔여 부분의 일부 또는 전부를 추가 냉각시키고, 추가 냉각된 잔여 부분을 팽창시켜 냉각을 일으키고, 팽창된 잔여 부분을 냉각된 생성물 유체와의 간접적인 열 교환에 의해 가온시켜 생성물 유체를 추가 냉각시키는 단계를 포함하여 생성물 유체를 냉각시키는 방법.

#### 청구항 2

제 1항에 있어서, 액체 부분이 차냉각된 후에 팽창됨을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 3

제 1항에 있어서, 잔여 부분의 냉각이 잔여 부분을 부분적으로 응축시키고, 부분적으로 응축된 잔여 부분이 잔여 증기 부분 및 잔여 액체 부분으로 분리되고, 잔여 액체 부분이 팽창되어 냉각을 일으키고 냉각된 생성물 유체와의 간접적인 열 교환에 의해 증발되어 생성물 유체를 추가 냉각시키는 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 4

제 3항에 있어서, 잔여 증기 부분이 응축되고, 응축된 잔여 증기 부분이 팽창되어 냉각을 일으키고, 응축된 잔여 증기 부분이 추가 냉각된 생성물 유체와의 간접적인 열 교환에 의해 증발됨을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 5

제 1항에 있어서, 추가 냉각된 생성물 유체가 팽창되고, 팽창된 추가 냉각된 생성물의 증기 부분이 간접적인 열 교환에 의해 가온되면서 생성물 유체를 냉각시키는 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 6

제 1항에 있어서, 다성분 냉매 유체가 제 1 압력으로 압축되고, 제 1 압력 유체의 일부가 생성물 유체와의 간접적인 열 교환에 의해 가온되고, 제 1 압력 유체의 또 다른 일부가 제 1 압력 보다 높은 제 2 압력으로 추가 압축된 후에 단계(B)에서 부분적으로 응축됨을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 7

제 1항에 있어서, 다성분 냉매 유체가 플루오로카본, 히드로플루오로카본 및 플루오로에테르로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 성분과 플루오로카본, 히드로플루오로카본, 플루오로에테르 및 대기 기체로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 성분을 포함함을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 8

제 1항에 있어서, 다성분 냉매 유체가 플루오로카본, 히드로플루오로카본 및 플루오로에테르로 이루어진

군으로부터 선택되는 2개 이상의 성분과 하나 이상의 대기 기체를 포함함을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 9

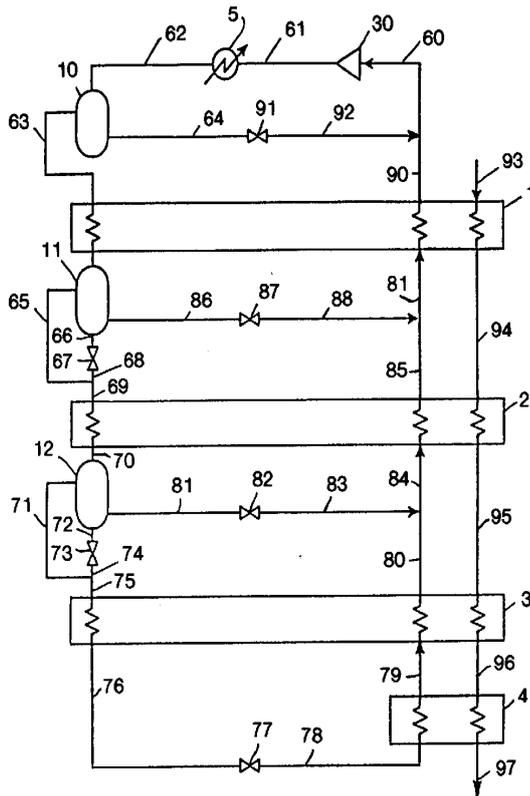
제 1항에 있어서, 다성분 냉매 유체가 하나 이상의 플루오로에테르와 플루오로카본, 히드로플루오로카본, 플루오로에테르 및 대기 기체로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 성분을 포함함을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 10

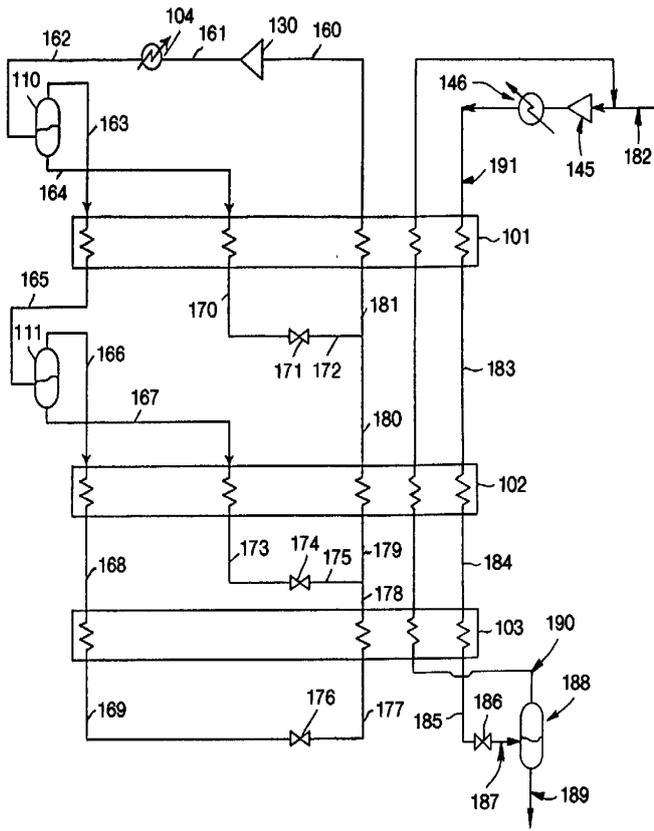
제 1항에 있어서, 다성분 냉매 유체의 성분 중의 최고 비점 성분의 정상 비점이 다성분 냉매 유체 중의 최저 비점 성분의 정상 비점 보다 50. K 이상 높음을 특징으로 하는 방법.

도면

도면1



도면2



도면3

