



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년05월12일

(11) 등록번호 10-2805406

(24) 등록일자 2025년05월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C09K 5/04 (2006.01) **C11D 7/20** (2006.01)
C11D 7/50 (2006.01)

(52) CPC특허분류
C09K 5/045 (2013.01)
C11D 7/20 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-7026286

(22) 출원일자(국제) 2020년02월11일

심사청구일자 2023년01월27일

(85) 번역문제출일자 2021년08월18일

(65) 공개번호 10-2021-0125005

(43) 공개일자 2021년10월15일

(86) 국제출원번호 PCT/GB2020/050306

(87) 국제공개번호 WO 2020/165569

국제공개일자 2020년08월20일

(30) 우선권주장

1901890.2 2019년02월11일 영국(GB)

(뒷면에 계속)

(56) 선행기술조사문헌

W02016182030 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

멕시코 플루어 소시에다드 아노니마 데 카피탈 바
리아블레멕시코 산 루이스 포토시 코디고 포스탈 78395 산
루이스 포토시 소나 인두스트리알 에헤 106 (신
누메로)

(72) 발명자

로우 로버트

영국 체셔 더블유에이7 4큐엑스 린콘 더 히스 비
지니스 파크 앤 테크니컬 파크 멕시코 유케이 리
미티드

(74) 대리인

리엔목특허법인

전체 청구항 수 : 총 41 항

심사관 : 조옥경

(54) 발명의 명칭 **조성물****(57) 요약**

본 발명에 따르면, 1,1-디플루오로에틸렌(R-1132a), 디플루오로메탄(R-32), 2,3,3,3-테트라플루오로프로펜(R-1234yf) 및 이산화탄소(CO₂, R-744)를 포함하는 조성물이 제공된다. 본 발명은 또한 R-1132a, R-32, R-1234yf, 및 펜타플루오로에탄(R-125), 1,1-디플루오로에탄(R-152a), 1,1,1,2-테트라플루오로에탄(R-134a), 트랜스-1,3,3,3-테트라플루오로프로펜(R-1234ze(E)) 및 1,1,1,2,3,3,3-헵타플루오로프로판(R-227ea)으로 구성된 군으로부터 선택된 적어도 하나의 화합물을 포함하고, 선택적으로 상기 조성물은 트리플루오로에틸렌(R-1123), 프로판(R-290), 프로필렌(R-1270), 이소부탄(R-600a) 및 이산화탄소(CO₂, R-744)로 구성된 군으로부터 선택된 적어도 하나의 추가적인 화합물을 포함하는 조성물을 제공한다. 본 발명은 또한 R-1132a, R-32 및 R-1234yf를 포함하는 조성물을 제공한다.

(52) CPC특허분류

C11D 7/5018 (2013.01)

C09K 2205/106 (2013.01)

C09K 2205/126 (2013.01)

C09K 2205/40 (2013.01)

(30) 우선권주장

1901885.2 2019년02월11일 영국(GB)

PCT/GB2019/052290 2019년08월14일 영국(GB)

명세서

청구범위

청구항 1

조성물로서, 상기 조성물의 총 중량을 기준으로

- (a) 6 내지 18 중량%의 1,1-디플루오로에틸렌(R-1132a);
- (b) 25 내지 65 중량%의 디플루오로메탄(R-32);
- (c) 20 내지 60 중량%의 2,3,3,3-테트라플루오로프로펜(R-1234yf)을 포함하는, 조성물.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 조성물의 총 중량을 기준으로 6 내지 15 중량%를 포함하는, 조성물.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 조성물의 총 중량을 기준으로 6 내지 12 중량%의 R-1132a를 포함하는, 조성물.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 조성물의 총 중량을 기준으로 7 내지 10 중량%의 R-1132a를 포함하는, 조성물.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 조성물의 총 중량을 기준으로 34 내지 60 중량%의 R-32를 포함하는, 조성물.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 조성물의 총 중량을 기준으로 25 내지 55 중량%의 R-1234yf를 포함하는, 조성물.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 조성물의 총 중량을 기준으로 29 내지 55 중량%의 R-1234yf를 포함하는, 조성물.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 조성물은, 상기 조성물의 총 중량을 기준으로

- 7 중량%의 R-1132a, 50 중량%의 R-32 및 43 중량%의 R-1234yf;
- 7 중량%의 R-1132a, 55 중량%의 R-32 및 38 중량%의 R-1234yf;
- 8 중량%의 R-1132a, 40 중량%의 R-32 및 52 중량%의 R-1234yf;
- 8 중량%의 R-1132a, 60 중량%의 R-32 및 32 중량%의 R-1234yf;

또는

10 중량%의 R-1132a, 55 중량%의 R-32 및 35 중량%의 R-1234yf를 포함하는, 조성물.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 조성물은 6 내지 7 중량%의 R-1132a를 포함하는, 조성물.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 위에 기재된 성분들로 본질적으로 이루어진 조성물.

청구항 11

윤활제 및 제1항에 따른 조성물을 포함하는 조성물로서,

상기 윤활제는 광유, 실리콘유, 폴리알킬 벤젠(PAB), 폴리올 에스테르(POE), 폴리알킬렌 글리콜(PAG), 폴리알킬렌 글리콜 에스테르(PAG 에스테르), 폴리비닐 에테르(PVE), 폴리(알파-올레핀) 및 이의 조합으로 구성된 군으로부터 선택된 것인, 조성물.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 윤활제는 PAG 또는 POE로부터 선택되는, 조성물.

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 조성물은 R-410A의 용적 냉각 용량의 적어도 80%의 용적 냉각 용량을 갖는, 조성물.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 조성물은 R-410A의 용적 냉각 용량의 적어도 85%인 용적 냉각 용량을 갖는, 조성물.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 조성물은 R-410A의 용적 냉각 용량의 적어도 90%인 용적 냉각 용량을 갖는, 조성물.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 조성물은 R-410A의 용적 냉각 용량의 95% 내지 130%인 용적 냉각 용량을 갖는, 조성물.

청구항 17

제1항에 있어서, 상기 조성물은 10K 미만의 증발기 또는 응축기에서의 온도 글라이드를 갖는, 조성물.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 조성물은 7K 미만의 증발기 또는 응축기에서의 온도 글라이드를 갖는, 조성물.

청구항 19

제17항에 있어서, 상기 조성물은 5K 미만의 증발기 또는 응축기에서의 온도 글라이드를 갖는, 조성물.

청구항 20

제1항에 있어서, 상기 조성물은 R-410A의 사이클 효율의 7% 이내의 사이클 효율(성능 계수, COP)을 갖는, 조성물.

청구항 21

제20항에 있어서, 상기 조성물은 R-410A의 사이클 효율의 5% 이내의 사이클 효율을 갖는, 조성물.

청구항 22

제20항에 있어서, 상기 조성물의 사이클 효율은 R-410A의 사이클 효율과 동등하거나 이보다 더 높은, 조성물.

청구항 23

제1항에 있어서, 상기 조성물은 R-410A의 압축기 배출 온도의 10K 이내의 압축기 배출 온도를 갖는, 조성물.

청구항 24

제23항에 있어서, 상기 조성물은 R-410A의 압축기 배출 온도의 5K 이내의 압축기 배출 온도를 갖는, 조성물.

청구항 25

제1항에 있어서, 상기 조성물은 ASHRAE 표준 34에 따라 측정된 경우 10 cm/초보다 더 낮은 화염 속도를 갖는, 조성물.

청구항 26

제25항에 있어서, 상기 조성물은 ASHRAE 표준 34에 따라 측정된 경우 9 cm/초보다 더 낮은 화염 속도를 갖는, 조성물.

청구항 27

제26항에 있어서, 상기 조성물은 ASHRAE 표준 34에 따라 측정된 경우 8 cm/초보다 더 낮은 화염 속도를 갖는, 조성물.

청구항 28

제1항 내지 제9항 및 제11항 내지 제27항 중 어느 한 항의 조성물을 함유하는 열전달 장치.

청구항 29

제28항에 있어서, 상기 열전달 장치는 냉장 장치인 열전달 장치.

청구항 30

제28항에 있어서, 상기 열전달 장치는 주거용 또는 상업용 공조 시스템, 열펌프, 또는 상업용 또는 산업용 냉장 시스템을 포함하는, 열전달 장치.

청구항 31

제1항 내지 제9항 및 제11항 내지 제27항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 조성물은 기존 냉매에 대한 대체물로서 사용되는, 조성물.

청구항 32

제31항에 있어서, 상기 기존 냉매는 R-410A인, 조성물.

청구항 33

제1항 내지 제9항 및 제11항 내지 제27항 중 어느 한 항에 따른 조성물을 응축시키는 단계 및 이후 상기 조성물을 냉각될 물품의 부근에서 증발시키는 단계를 포함하는, 물품의 냉각 방법.

청구항 34

제1항 내지 제9항 및 제11항 내지 제27항 중 어느 한 항에 따른 조성물을 가열될 물품의 부근에서 응축시키는 단계 및 이후 상기 조성물을 증발시키는 단계를 포함하는, 물품의 가열 방법.

청구항 35

기존 열전달 유체를 제거하는 단계 및 제1항 내지 제9항 및 제11항 내지 제27항 중 어느 한 항에 따른 조성물을 도입하는 단계를 포함하는, 열전달 장치의 개조 방법.

청구항 36

제35항에 있어서, 상기 기존 열전달 유체는 R-410A인, 열전달 장치의 개조 방법.

청구항 37

기존 화합물 또는 조성물을 포함하는 제품의 작동으로부터 발생하는 환경적 영향을 감소시키는 방법으로서, 상기 방법은 적어도 부분적으로 상기 기존 화합물 또는 조성물을 제1항 내지 제9항 및 제11항 내지 제27항 중 어느 한 항에 따른 조성물로 대체하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 38

제37항에 있어서, 상기 방법은 공조, 냉장, 열전달, 에어로졸 또는 분무성 분사제, 가스 절연체(gaseous dielectrics), 화염 억제제, 용매, 세척제, 국소 마취제 및 팽창 응용의 분야로부터의 제품에서 수행되는, 방법.

청구항 39

제38항에 있어서, 상기 제품은 열전달 장치인, 방법.

청구항 40

제39항에 있어서, 상기 열전달 장치는 주거용 또는 상업용 공조 시스템, 열펌프, 또는 상업용 또는 산업용 냉장 시스템인, 방법.

청구항 41

제37항에 있어서, 상기 기존 화합물 또는 조성물은 열전달 조성물이고, 상기 열전달 조성물은 R-410A, R454B, R-452B 및 R-32로부터 선택된 냉매인, 방법.

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

청구항 50

삭제

청구항 51

삭제

청구항 52

삭제

청구항 53

삭제

청구항 54

삭제

청구항 55

삭제

청구항 56

삭제

청구항 57

삭제

청구항 58

삭제

청구항 59

삭제

청구항 60

삭제

청구항 61

삭제

청구항 62

삭제

청구항 63

삭제

청구항 64

삭제

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 조성물, 바람직하게는 R-410A와 같은 기존 냉매에 대한 대체물로서 적합할 수 있는 열전달 조성물에 관한 것이다.
- [0002] 명세서 내의 선행-공개된 문헌 또는 임의의 배경기술의 나열 또는 논의는 반드시 문헌 또는 배경기술이 최신 기술의 일부이거나 보편적인 일반 지식임을 인정하는 것으로 간주되어서는 안 된다.
- [0003] 기계적 냉장 시스템 및 관련 열전달 장치, 예를 들어, 열펌프 및 공조 시스템(air-conditioning system)은 잘 알려져 있다. 이러한 시스템에서, 냉매 액체는 주위의 구역으로부터 열을 흡수하여 저압에서 증발한다. 생성된 증기는 이후 압축되어 응축기에 전달되고, 이 응축기에서 상기 증기는 응축되고 제2 구역으로 열을 발산하며, 응축물은 팽창 밸브를 통해 증발기로 되돌아가서 사이클을 완료한다. 증기를 압축하고 액체를 펌핑하는 데 필요한 기계적 에너지는 예를 들어, 전동기 또는 내연 기관에 의해 제공된다.
- [0004] 주거용 및 경량의 상업용 공조 및 열펌프 장치는 통상적으로 R-32(디플루오로메탄)와 R-125(펜타플루오로에탄)의 혼합물인 비-가연성(non-flammable) 냉매 R-410A로 충전된다. 이 냉매의 사용은 높은 시스템 효율을 갖도록 하기 때문에 에너지 소비가 낮아지지만, R-410A의 온실(또는 지구) 온난화 지수(GWP)는 높다(2107, IPCC AR4 데이터 세트 이용).

- [0005] R-32(디플루오로메탄)는 R-410A의 대안으로서 제안되어 왔다. R-32는 온화한 가연성(midly flammable) 물질로서 분류된다(ASHRAE 분류 시스템을 이용 시 "2L"). 이는 적절하게 설계된 장비에서 R-410A와 비슷한 에너지 효율을 제공하고, 675의 GWP를 갖는다. 그러나, R-32는 다수의 단점이 있다: 이의 압축기 배출 온도는 R-410A보다 현저히 높고, 이의 작동 압력도 또한 R-410A보다 더 높을 수 있다. 예를 들어 "요구 냉각(demand cooling)" 또는 액체 주입 기술을 사용함으로써, 이러한 더 높은 배출 온도를 보상하는 것은 가능하다. 그러나, 이는 시스템의 용량 및 에너지 효율을 감소시킬 수 있다. R-32의 추가적인 단점은 이의 GWP(675)가 하이드로플루오로-올레핀 냉매, 예를 들어, 테트라플루오로프로펜 또는 탄화수소, 예를 들어, 프로판의 GWP와 비교할 때 여전히 높다는 점이다.
- [0006] R-32의 R-1234yf(2,3,3,3-테트라플루오로프로펜) 또는 R-1234ze(E)(E-1,3,3,3-테트라플루오로프로펜)과의 이원 배합물(binary blend) 및 R-32, 테트라플루오로프로펜(R-1234ze(E) 또는 R-1234yf)과 제3 성분의 삼원 배합물(ternary blend)이 또한 대체 유체로서 제안되었다. 이러한 유체의 예는 466의 GWP를 갖는 R-32/R-1234yf(68.9%/31.1%)의 이원 혼합물인 R-454B 및 698의 GWP를 갖는 R-32/R-125/R-1234yf(67%/7%/26%)의 삼원 혼합물인 R-452B를 포함한다. 이들 유체는 R-410A와 비교하여 감소된 GWP를 갖고, 감소된 배출 온도를 제공할 수 있다. 그러나, 이들의 GWP 값은 R-32와 비슷하고, 하이드로플루오로-올레핀 냉매 또는 탄화수소의 GWP와 비교했을 때 여전히 높다.
- [0007] 대체 저온 냉매를 구하는 데 있어서, 몇몇의 다른 요인들이 또한 고려되어야 한다. 먼저, 유체가 기존 장비에서 개조(retrofit) 또는 전환 유체(conversion fluid)로서 사용될 것이거나, 본질적으로 변경되지 않은 R-410A 시스템 설계를 이용하는 새로운 장비로의 "드롭-인(drop-in)"으로서 사용될 것인 경우, 기존 설계는 비-가연성 유체의 사용을 기반으로 했었을 것이기 때문에, 그 때는 비-가연성이 매우 요구된다.
- [0008] 대체 유체가 완전히 새로운 시스템 설계에서 사용될 것인 경우, 그 때는 어느 정도의 가연성이 허용 가능할 수 있지만, 고 가연성 유체의 사용은 위험 요소를 경감시키기 위한 비용 및 성능의 불이익을 부과할 수 있다. 시스템에서 허용 가능한 충전 크기(냉매 질량)가 또한 상기 유체의 가연성 분류에 의해 좌우되며, 에탄과 같은 등급 3의 유체는 가장 엄격하게 제한된다. 이 경우에는, 더 약한 가연성 특징이 더 큰 시스템 충전을 허용할 수 있기 때문에 매우 바람직하다.
- [0009] 세 번째로, 이러한 유체의 통상적인 적용 분야는 일반적으로 건물에 설치되어 있는 주거용 또는 상업용 공조 및 열펌프 장치이다. 그러므로, 상기 유체의 특징으로서 허용 가능하게 낮은 유독성을 갖는 것이 바람직하다.
- [0010] 또한, 용적 용량(특정 크기의 압축기에 의해 달성될 수 있는 냉각력의 측정) 및 에너지 효율이 중요하다.
- [0011] 따라서, 허용 가능한 냉장 성능, 가연성 특징 및 유독성을 보유하면서도, (냉매 누출의 환경적 영향을 감소시키기 위하여) 낮은 GWP와 같은 개선된 특성을 갖는 대체 냉매를 제공할 필요가 있다. 또한, 변형이 거의 없거나 전혀 없이 냉장 장치와 같은 기존 장치에서 사용될 수 있는 대체 냉매를 제공할 필요가 있다.
- [0012] 보다 구체적으로, R-452B 또는 R-454A의 것과 비슷한 압축기 배출 온도를 갖되, R-32의 것보다는 현저히 더 낮은 GWP를 가지며, R-410A와 비슷한 성능(용량 및 COP로 표기되는 에너지 효율)을 갖는 냉매 배합물을 찾는 것이 유리할 것이다. R-32 및 R-454B는 모두 약가연성 배합물로 간주되기 때문에(ASHRAE 표준 34에 따르면 가연성 등급 "2L"), 상기 더 낮은 GWP 배합물은 가연성 등급 2L인 것이 또한 바람직할 것이다.
- [0013] 본 발명은 1,1-디플루오로에틸렌(R-1132a), 디플루오로메탄(R-32), 2,3,3,3-테트라플루오로프로펜(1234yf), 및 펜타플루오로에탄(R-125), 1,1-디플루오로에탄(R-152a), 1,1,1,2-테트라플루오로에탄(R-134a), 트랜스-1,3,3,3-테트라플루오로프로펜(R-1234ze(E)) 및 1,1,1,2,3,3,3-헵타플루오로프로판(R-227ea)으로 구성된 군으로부터 선택된 적어도 하나의 화합물을 포함하는 조성물을 제공함으로써 상기 및 다른 결함 및 상기 요구를 해결한다. 선택적으로, 상기 조성물은 트리플루오로에틸렌(R-1123), 프로판(R-290), 프로필렌(R-1270), 이소부탄(R-600a) 및 이산화탄소(CO₂, R-744)로 구성된 군으로부터 선택된 적어도 하나의 추가적인 화합물을 포함한다.
- [0014] 이러한 조성물은 이하에서 본 발명의 조성물로서 지칭된다.
- [0015] 본 발명의 조성물은 통상적으로 약 1 또는 2 또는 3 또는 4 내지 약 60 중량%의 R-1132a를 함유한다. 유리하게는, 이러한 조성물은 약 1 또는 2 또는 3 또는 4 내지 약 50 중량%의 R-1132a, 예를 들어, 약 1 또는 2 또는 3 또는 4 내지 약 40 중량%의 R-1132a, 예를 들어, 약 1 또는 2 또는 3 또는 4 내지 약 30 중량%의 R-1132a를 포함한다. 적절하게는, 본 발명의 조성물은 약 1 또는 2 또는 3 또는 4 내지 약 25 중량%의 R-1132a, 예를 들어, 2 내지 약 20 중량%의 R-1132a, 예를 들어, 3 또는 4 내지 약 20 중량%의 R-1132a를 포함한다. 바람직하게는,

이러한 조성물은 약 5 내지 약 20 중량%의 R-1132a를 포함한다.

- [0016] 본 발명의 조성물은 통상적으로 약 1 내지 약 99 중량%의 R-32 또는 약 2 내지 약 98 중량%의 R-32를 함유한다. 유리하게는, 이러한 조성물은 약 2 내지 약 95 중량%의 R-32, 예를 들어, 약 3 내지 약 95 중량%의 R-32를 포함한다. 적절하게는, 본 발명의 조성물은 약 5 내지 약 90 중량%의 R-32, 예를 들어, 약 5 내지 약 85 중량%의 R-32, 예를 들어, 약 10 내지 약 80 중량%의 R-32를 포함한다. 바람직하게는, 이러한 조성물은 약 15 내지 약 75 중량%의 R-32, 예를 들어, 약 15 내지 약 70 중량%의 R-32를 포함한다.
- [0017] 본 발명의 조성물은 통상적으로 약 1 내지 약 99 중량%의 R-1234yf 또는 약 2 내지 약 98 중량%의 R-1234yf를 함유한다. 유리하게는, 이러한 조성물은 약 2 내지 약 90 중량%의 R-1234yf, 예를 들어, 5 내지 약 90 중량%의 R-1234yf를 포함한다. 적절하게는, 본 발명의 조성물은 약 7 내지 약 85 중량%의 R-1234yf, 예를 들어, 약 8 내지 약 80 중량%의 R-1234yf를 포함한다. 바람직하게는, 이러한 조성물은 약 10 내지 약 75 중량%의 R-1234yf, 예를 들어, 약 10 내지 약 70 중량%의 R-1234yf, 예를 들어, 약 10 내지 약 65 중량%의 R-1234yf를 포함한다.
- [0018] 적절하게는, 본 발명의 조성물은 약 1 내지 약 60 중량%의 R-1132a, 약 1 내지 약 99 중량%의 R-32 및 약 1 내지 약 99 중량%의 R-1234yf를 포함한다. 이러한 조성물은 통상적으로 약 1 내지 약 50 중량%의 R-1132a, 약 2 내지 약 97 중량%의 R-32 및 약 2 내지 약 97 중량%의 R-1234yf를 함유한다.
- [0019] 적절하게는, 본 발명의 조성물은 약 2 내지 약 60 중량%의 R-1132a, 약 1 내지 약 97 중량%의 R-32 및 약 1 내지 약 97 중량%의 R-1234yf를 포함한다. 이러한 조성물은 통상적으로 약 2 내지 약 50 중량%의 R-1132a, 약 2 내지 약 96 중량%의 R-32 및 약 2 내지 약 96 중량%의 R-1234yf를 함유한다.
- [0020] 유리하게는, 본 발명의 조성물은 약 1 내지 약 40 중량%의 R-1132a, 약 5 내지 약 90 중량%의 R-32 및 약 5 내지 약 90 중량%의 R-1234yf; 또는 약 2 내지 약 40 중량%의 R-1132a, 약 5 내지 약 90 중량%의 R-32 및 약 5 내지 약 90 중량%의 R-1234yf; 또는 약 2 내지 약 40 중량%의 R-1132a, 약 4 내지 약 94 중량%의 R-32 및 약 4 내지 약 94 중량%의 R-1234yf를 포함한다.
- [0021] 바람직하게는, 본 발명의 조성물은 약 3 내지 약 20 중량%의 R-1132a, 약 10 내지 약 80 중량%의 R-32 및 약 10 내지 약 75 중량%의 R-1234yf; 또는 약 3 내지 약 30 중량%의 R-1132a, 약 10 내지 약 91 중량%의 R-32 및 약 6 내지 약 87 중량%의 R-1234yf를 포함한다.
- [0022] 적절하게는, 본 발명의 조성물은 약 5 내지 약 20 중량%의 R-1132a, 약 20 내지 약 70 중량%의 R-32 및 약 10 내지 약 65 중량%의 R-1234yf; 또는 약 4 내지 약 25 중량%의 R-1132a, 약 15 내지 약 88 중량%의 R-32 및 약 8 내지 약 81 중량%의 R-1234yf를 포함한다.
- [0023] 통상적으로는, 본 발명의 조성물은 상기 조성물의 총 중량을 기준으로 약 1 내지 약 99 중량%, 선택적으로 약 1 내지 약 90 중량%, 바람직하게는 약 1 내지 약 80 중량%, 예를 들어, 약 1 내지 약 75 중량%, 예를 들어, 약 1 내지 약 70 중량%의 결합된 양으로 R-1132a, R-32 및 R-1234yf를 함유한다.
- [0024] 상기 기재된 조성물 중 임의의 것은 추가적으로 이산화탄소(R-744, CO₂)를 함유할 수 있다. R-744의 첨가는 증기상에서 R-1132a를 감소시킴으로써 증기상의 잠재적 가연성을 감소시키는 이점을 갖지만, 압축기 배출 온도 및 온도 글라이드(temperature glide)를 증가시키는 경향이 있다.
- [0025] 존재하는 경우, 본 발명의 조성물은 통상적으로 약 1 내지 약 30 중량%의 CO₂를 함유한다. 바람직하게는, 이러한 조성물은 약 2 내지 약 15 중량% 또는 약 20 중량%의 CO₂를 함유한다. 일 실시형태에서, 본 발명의 조성물은 약 2 내지 약 50 중량%, 예를 들어, 약 2 내지 약 40 중량%, 예를 들어, 약 4 내지 약 30 중량%, 예를 들어, 약 5 내지 약 20 중량%의 결합된 양으로 R-1132a 및 CO₂를 함유한다.
- [0026] 상기 기재된 조성물 중 임의의 것은 추가적으로 1,1,2-트리플루오로에텐(R-1123)을 함유할 수 있다. 본 발명의 조성물에서 R-1123을 사용하는 이점은 R-32와 비슷한 용량을 제공하지만 무시할 수 있을 정도의 GWP를 갖는다는 점이다. R-1123 부분의 혼입에 의해, R-410A와 비슷한 용량을 갖는 조성물의 총 GWP는 따라서 일정한 R-1132a 및 R-1234yf 비율에서의 동등한 삼원 R-1132a/R-32/R-1234yf 조성물과 비교하여 감소될 수 있다. R-1123은 본 발명의 조성물에서 오직 희석된 성분으로서만 안전하게 사용될 수 있다. 통상적으로, 상기 조성물에서 R-1123의 비율은 제제화된 본 발명의 조성물 또는 (ASHRAE 표준 34 부록 B에서 정의된 바) 이의 최악의 경우의 분류된 조성물(worst-case fractionated composition)에서 R-1123의 최대 물 농도가 40% 미만이도록 한다.
- [0027] 존재하는 경우, 본 발명의 조성물은 통상적으로 약 1 내지 약 30 중량%의 R-1123; 또는 약 2 또는 약 5 내지 약

30 중량%의 R-1123을 함유한다. 바람직하게는, 이러한 조성물은 약 5 내지 약 20 중량%의 R-1123, 예를 들어, 약 5 내지 약 15 중량%, 예를 들어, 약 5 내지 약 10 중량%의 R-1123을 함유한다.

[0028] 대안적으로는, 본 발명의 조성물은 약 8 중량% 또는 약 7 중량% 또는 약 6 중량% 또는 약 5 중량% 미만의 R-1123, 예를 들어, 약 4 중량% 또는 약 3 중량% 미만의 R-1132a, 예를 들어, 약 2 중량% 또는 약 1 중량% 미만의 R-1123을 함유한다. 바람직하게는, 이러한 조성물은 실질적으로 R-1123이 없다. 유리하게는, 본 발명의 조성물은 (용이하게 검출 가능한) R-1123을 함유하지 않는다.

[0029] 본 발명의 조성물이 R-134a를 함유하는 경우, 이는 통상적으로 약 1 내지 약 40 중량%, 예를 들어, 약 2 내지 약 30 중량%의 양으로 존재한다.

[0030] 존재하는 경우, 본 발명의 조성물은 통상적으로 약 1 내지 약 20 중량%, 예를 들어, 약 2 내지 약 15 중량%의 양으로 R-125를 함유한다.

[0031] 본 발명의 조성물이 R-1234ze(E)를 함유하는 경우, 이는 통상적으로 약 1 내지 약 40 중량%, 예를 들어, 약 2 내지 약 30 중량%의 양으로 존재한다.

[0032] 존재하는 경우, 본 발명의 조성물은 통상적으로 약 1 내지 약 30 중량%, 예를 들어, 약 2 내지 약 20 중량%의 양으로 R-152a를 함유한다.

[0033] 본 발명의 조성물이 R-600a를 함유하는 경우, 이는 통상적으로 약 1 내지 약 20 중량%, 예를 들어, 약 1 내지 약 10 중량%, 예를 들어, 약 1 내지 약 5 중량%의 양으로 존재한다.

[0034] 존재하는 경우, 본 발명의 조성물은 통상적으로 약 1 내지 약 20 중량%, 예를 들어, 약 1 내지 약 10 중량%, 예를 들어, 약 1 내지 약 5 중량%의 양으로 R-290을 함유한다.

[0035] 본 발명의 조성물이 R-1270을 함유하는 경우, 이는 통상적으로 약 1 내지 약 20 중량%, 예를 들어, 약 1 내지 약 10 중량%, 예를 들어, 약 1 내지 약 5 중량%의 양으로 존재한다.

[0036] 4개의 성분을 함유하는 본 발명의 바람직한 조성물은, R-1132a, R-32, R-1234yf 및 R-152a; R-1132a, R-32, R-1234yf 및 R-134a; R-1132a, R-32, R-1234yf 및 R-1234ze(E); R-1132a, R-32, R-1234yf 및 R-125; 또는 R-1132a, R-32, R-1234yf 및 R-227ea를 포함한다. 의심의 여지를 없애기 위해, 이들 조성물은 상기에서 기재된 바와 같은 확인된 성분의 양을 함유할 수 있다.

[0037] 5개의 성분을 함유하는 본 발명의 바람직한 조성물은 하기 표에서 제시되어 있고, 여기서 "기본"은 R-1132a, R-32 및 R-1234yf를 나타낸다. 의심의 여지를 없애기 위해, 이들 조성물은 상기에서 기재된 바와 같은 확인된 성분의 양을 함유할 수 있다.

기본 + CO ₂ 및 R-1234ze(E); 기본 + CO ₂ 및 R-125; 기본 + CO ₂ 및 R-152a; 기본 + CO ₂ 및 R-134a; 기본 + CO ₂ 및 R-227ea;	기본 + R-1123 및 R-1234ze(E); 기본 + R-1123 및 R-125; 기본 + R-1123 및 R-152a; 기본 + R-1123 및 R-134a; 기본 + R-1123 및 R-227ea;
기본 + R-290 및 R-1234ze(E); 기본 + R-290 및 R-125; 기본 + R-290 및 R-152a; 기본 + R-290 및 R-134a; 기본 + R-290 및 R-227ea;	기본 + R-1270 및 R-1234ze(E); 기본 + R-1270 및 R-125; 기본 + R-1270 및 R-152a; 기본 + R-1270 및 R-134a; 기본 + R-1270 및 R-227ea;
기본 + R-600A 및 R-1234ze(E); 기본 + R-600A 및 R-125; 기본 + R-600A 및 R-152a; 기본 + R-600A 및 R-134a; 기본 + R-600A 및 R-227ea;	기본 + R-1234ze(E) 및 R-125; 기본 + R-1234ze(E) 및 R-152a; 기본 + R-1234ze(E) 및 R-134a; 기본 + R-1234ze(E) 및 R-227ea;
기본 + R-125 및 R-152a; 기본 + R-125 및 R-134a; 기본 + R-125 및 R-227ea;	기본 + R-152a 및 R-134a; 기본 + R-152a 및 R-227ea; 기본 + R-134a; 및 R-227ea

[0038]

[0039] 6개의 성분을 함유하는 본 발명의 바람직한 조성물은 하기 표에 제시되어 있고, 여기서 "기본"은 R-1132a, R-32 및 R-1234yf를 나타낸다. 의심의 여지를 없애기 위해, 이들 조성물은 상기에서 기재된 바와 같은 확인된 성분의 양을 함유할 수 있다.

기본 + CO ₂ , R-1123 및 R-1234ze(E); 기본 + CO ₂ , R-1123 및 R-125; 기본 + CO ₂ , R-1123 및 R-152a; 기본 + CO ₂ , R-1123 및 R-134a; 기본 + CO ₂ , R-1123 및 R-227ea;	기본 + CO ₂ , R-290 및 R-1234ze(E); 기본 + CO ₂ , R-290 및 R-125; 기본 + CO ₂ , R-290 및 R-152a; 기본 + CO ₂ , R-290 및 R-134a; 기본 + CO ₂ , R-290 및 R-227ea;
기본 + CO ₂ , R-1270 및 R-1234ze(E); 기본 + CO ₂ , R-1270 및 R-125; 기본 + CO ₂ , R-1270 및 R-152a; 기본 + CO ₂ , R-1270 및 R-134a; 기본 + CO ₂ , R-1270 및 R-227ea;	기본 + CO ₂ , R-600a 및 R-1234ze(E); 기본 + CO ₂ , R-600a 및 R-125; 기본 + CO ₂ , R-600a 및 R-152a; 기본 + CO ₂ , R-600a 및 R-134a; 기본 + CO ₂ , R-600a 및 R-227ea;
기본 + R-1234ze(E), R-125 및 R-152a; 기본 + R-1234ze(E), R-125 및 R-134a; 기본 + R-1234ze(E), R-125 및 R-227ea; 기본 + R-1234ze(E), R-152a 및 R-134a; 기본 + R-1234ze(E), R-152a 및 R-227ea; 기본 + R-1234ze(E), R-134a 및 R-227ea;	기본 + R-125, R-134a 및 R-227ea; 기본 + R-125, R-134a 및 R-152a; 기본 + R-125, R-152a 및 R-227ea; 기본 + R-227ea, R-152a 및 R-134a;
기본 + R-1123, R-290 및 R-1234ze(E); 기본 + R-1123, R-290 및 R-125; 기본 + R-1123, R-290 및 R-152a; 기본 + R-1123, R-290 및 R-134a; 기본 + R-1123, R-290 및 R-227ea;	기본 + R-1123, R-1270 및 R-1234ze(E); 기본 + R-1123, R-1270 및 R-125; 기본 + R-1123, R-1270 및 R-152a; 기본 + R-1123, R-1270 및 R-134a; 기본 + R-1123, R-1270 및 R-227ea;
기본 + R-1123, R-600a 및 R-1234ze(E); 기본 + R-1123, R-600a 및 R-125; 기본 + R-1123, R-600a 및 R-152a; 기본 + R-1123, R-600a 및 R-134a; 기본 + R-1123, R-600a 및 R-227ea;	기본 + R-290, R-1270 및 R-1234ze(E); 기본 + R-290, R-1270 및 R-125; 기본 + R-290, R-1270 및 R-152a; 기본 + R-290, R-1270 및 R-134a; 기본 + R-290, R-1270 및 R-227ea;
기본 + R-290, R-600a 및 R-1234ze(E); 기본 + R-290, R-600a 및 R-125; 기본 + R-290, R-600a 및 R-152a; 기본 + R-290, R-600a 및 R-134a; 기본 + R-290, R-600a 및 R-227ea;	기본 + R-600a, R-1270 및 R-1234ze(E); 기본 + R-600a, R-1270 및 R-125; 기본 + R-600a, R-1270 및 R-152a; 기본 + R-600a, R-1270 및 R-134a; 또는 기본 + R-600a, R-1270 및 R-227ea.

[0040]

[0041] 본 발명은 약 6 내지 약 18 중량%의 R-1132a, 약 20 내지 약 65 중량%의 R-32 및 약 15 내지 약 60 중량%의 R-1234yf를 포함하는 조성물을 추가로 제공한다. 간편성을 위해, 이는 본 발명의 제1 삼원 조성물로 이하에서 지칭될 것이다.

[0042] 통상적으로는, 본 발명의 제1 삼원 조성물은 약 6 내지 약 15 중량%, 바람직하게는 약 6 내지 약 12 중량%, 예를 들어, 약 7 내지 약 10 중량%의 R-1132a를 함유한다. 예를 들어, 본 발명의 제1 삼원 조성물은 약 6 내지 약 7 중량%의 R-1132a를 포함한다.

[0043] 적절하게는, 본 발명의 제1 삼원 조성물은 약 25 내지 약 65 중량%, 바람직하게는 약 35 내지 약 60 중량%, 예를 들어, 약 40 내지 약 60 중량%의 R-32를 함유한다.

[0044] 통상적으로는, 본 발명의 제1 삼원 조성물은 약 20 내지 약 60 중량%, 바람직하게는 약 25 내지 약 55 중량%, 예를 들어, 약 30 내지 약 55 중량%의 R-1234yf를 함유한다.

[0045] 일 실시형태에서, 본 발명의 제1 삼원 조성물은 약 6 내지 약 8 중량%의 R-1132a, 약 42 내지 약 45 중량%의 R-32 및 약 47 내지 약 51 중량%의 R-1234yf를 포함한다.

- [0046] 본 발명의 바람직한 제1 삼원 조성물은 하기의 배합물을 포함한다:
- [0047] 약 7 중량%의 R-1132a, 약 50 중량%의 R-32 및 약 43 중량%의 R-1234yf;
- [0048] 약 7 중량%의 R-1132a, 약 55 중량%의 R-32 및 약 38 중량%의 R-1234yf;
- [0049] 약 8 중량%의 R-1132a, 약 40 중량%의 R-32 및 약 52 중량%의 R-1234yf;
- [0050] 약 8 중량%의 R-1132a, 약 60 중량%의 R-32 및 약 32 중량%의 R-1234yf; 및
- [0051] 약 10 중량%의 R-1132a, 약 55 중량%의 R-32 및 약 35 중량%의 R-1234yf.
- [0052] 일 실시형태에서, 이러한 조성물의 허용 오차(예를 들어, 제조 허용 오차)는 +0.5 중량%/-1 중량%의 R-1132a; ± 1 중량%의 R-32; ± 1.5 중량%의 R-1234yf이다.
- [0053] 본 발명의 일 실시형태에서, POE 윤활제 및 본 발명의 제1 삼원 조성물을 포함하는 조성물의 상업용 공조 시스템에서의 기존 열전달 조성물의 대체물로서의 용도가 제공된다. 바람직하게는, 상기 기존 열전달 조성물은 R-410A이다.
- [0054] 본 발명의 다른 실시형태에서, POE 윤활제 및 본 발명의 제1 삼원 조성물을 포함하는 조성물의 상업용 냉장 시스템에서의 기존 열전달 조성물의 대체물로서의 용도가 제공된다. 적절하게는, 상기 기존 열전달 조성물은 R-410A이다.
- [0055] 본 발명은 약 6 내지 약 18 중량% R-1132a, 약 5 내지 약 35 중량% R-32 및 약 47 내지 약 89 중량% R-1234yf를 포함하는 조성물을 추가로 제공한다. 간편성을 위해, 이는 본 발명의 제2 삼원 조성물로 하기에서 지칭될 것이다.
- [0056] 통상적으로는, 본 발명의 제2 삼원 조성물은 약 6 내지 약 15 중량%, 바람직하게는 약 7 내지 약 12 중량%, 예를 들어, 약 7 내지 약 10 중량%의 R-1132a를 함유한다.
- [0057] 적절하게는, 본 발명의 제2 삼원 조성물은 약 6 내지 약 30 중량%, 바람직하게는 약 7 내지 약 20 중량%, 예를 들어, 약 8 내지 약 15 중량%, 예를 들어, 약 9 내지 약 13 중량%의 R-32를 함유한다.
- [0058] 통상적으로는, 본 발명의 제2 삼원 조성물은 약 55 내지 약 88 중량%, 바람직하게는 약 60 내지 약 87 중량%, 예를 들어, 약 75 내지 약 85 중량%, 예를 들어, 약 78 내지 약 84 중량%의 R-1234yf를 함유한다.
- [0059] 본 발명의 바람직한 제2 삼원 조성물은 약 7 중량%의 R-1132a, 약 50 중량%의 R-32 및 약 43 중량%의 R-1234yf의 배합물이다.

다른 구현예에 따른 본 발명의 조성물은, 상기 조성물의 총 중량을 기준으로

(a) 6 내지 18 중량%의 1,1-디플루오로에틸렌(R-1132a);

(b) 25 내지 65 중량%의 디플루오로메탄(R-32);

(c) 20 내지 60 중량%의 2,3,3,3-테트라플루오로프로펜(R-1234yf)을 포함할 수 있다.

상기 다른 구현예에 있어서, 상기 조성물의 총 중량을 기준으로 6 내지 15 중량%를 포함할 수 있다.

상기 다른 구현예에 있어서, 상기 조성물의 총 중량을 기준으로 6 내지 12 중량%의 R-1132a를 포함할 수 있다.

상기 다른 구현예에 있어서, 상기 조성물의 총 중량을 기준으로 7 내지 10 중량%의 R-1132a를 포함할 수 있다.

상기 다른 구현예에 있어서, 상기 조성물의 총 중량을 기준으로 34 내지 60 중량%의 R-32를 포함할 수 있다.

일 구현예에 있어서, 상기 조성물의 총 중량을 기준으로 25 내지 55 중량%의 R-1234yf를 포함할 수 있다.

상기 다른 구현예에 있어서, 상기 조성물의 총 중량을 기준으로 29 내지 55 중량%의 R-1234yf를 포함할 수 있다.

본 발명의 다른 양태에 따르면, 1,1-디플루오로에틸렌(R-1132a), 디플루오로메탄(R-32), 2,3,3,3-테트라플루오로프로펜(R-1234yf) 및 이산화탄소(CO₂, R-744)를 포함하는 조성물이 제공된다. 간편성을 위해, 이는 본 발명의 "대체 사원(alternative quaternary)" 조성물로서 하기에서 지칭될 것이다.

- [0060] 삭제
- [0061] 본 발명의 대체 사원 조성물은 상기 조성물의 총 중량을 기준으로 약 2 내지 약 15 중량%의 R-1132a, 약 20 내지 약 60 중량%의 R-32, 약 25 내지 약 70 중량%의 R-1234yf 및 약 2 내지 약 12 중량%의 CO₂를 포함할 수 있다.
- [0062] 본 발명의 대체 사원 조성물은 상기 조성물의 총 중량을 기준으로 약 4 내지 약 10 중량%의 R-1132a, 약 30 내지 약 48 중량%의 R-32, 약 34 내지 약 64 중량%의 R-1234yf 및 약 2 내지 약 8 중량%의 CO₂, 예를 들어, 약 4 내지 약 10 중량%의 R-1132a, 약 36 내지 약 48 중량%의 R-32, 약 37 내지 약 57 중량%의 R-1234yf 및 약 3 내지 약 5 중량%의 CO₂를 포함할 수 있다.
- [0063] 통상적으로는, 본 발명의 대체 사원 조성물은 상기 조성물의 총 중량을 기준으로 약 4 또는 5 또는 6 내지 약 10 중량%, 바람직하게는 약 4 또는 5 또는 6 내지 약 9 중량%, 예를 들어, 약 4 또는 5 또는 6 내지 약 8 중량%의 R-1132a를 함유한다.
- [0064] 적절하게는, 본 발명의 대체 사원 조성물은 상기 조성물의 총 중량을 기준으로 약 32 내지 약 44 중량%, 바람직하게는 약 36 내지 약 44 중량%, 예를 들어, 약 36 내지 약 40 중량%의 R-32를 함유한다.
- [0065] 통상적으로는, 본 발명의 대체 사원 조성물은 상기 조성물의 총 중량을 기준으로 약 34 내지 약 60 중량%, 바람직하게는 약 39 내지 약 56 중량%, 예를 들어, 약 43 내지 약 54 중량%, 예를 들어, 약 43 내지 약 51 중량%의 R-1234yf를 함유한다.
- [0066] 바람직하게는, 본 발명의 대체 사원 조성물은 상기 조성물의 총 중량을 기준으로 약 2 또는 3 내지 약 7 중량%, 예를 들어, 약 3 또는 4 내지 약 6 중량%, 예를 들어, 약 3 내지 약 5 중량%의 CO₂를 함유한다.
- [0067] 본 발명의 바람직한 대체 사원 조성물은,
- [0068] 약 6 중량%의 R-1132a, 약 40 중량%의 R-32, 약 51 중량%의 R-1234yf 및 약 3 중량%의 CO₂;
- [0069] 약 7 중량%의 R-1132a, 약 36 중량%의 R-32, 약 54중량%의 R-1234yf 및 약 3 중량%의 CO₂;
- [0070] 약 9 중량%의 R-1132a, 약 44 중량%의 R-32, 약 43중량%의 R-1234yf 및 약 4 중량%의 CO₂; 또는
- [0071] 약 7 중량%의 R-1132a, 약 30 중량%의 R-32, 약 60중량%의 R-1234yf 및 약 3 중량%의 CO₂의 배합물을
- [0072] 상기 조성물의 총 중량을 기준으로 포함한다.
- [0073] 일 실시형태에서, 이러한 조성물의 허용 오차(예를 들어, 제조 허용 오차)는 +1 중량%/-0.5 중량%의 CO₂; +0.5 중량%/-1 중량%의 R-1132a; ±1 중량%의 R-32; ±2 중량%의 R-1234yf이다.
- [0074] 완전성을 위해, 하기 단락에서 사용되는 "상기 조성물" 또는 "본 발명의 조성물" 등의 문구는 본 명세서의 3 내지 11 페이지에 개시된 조성물을 지칭하는 것을 주의해야 한다; 이는 "본 발명의 조성물"(예를 들어, 페이지 3 내지 8), "본 발명의 제1 삼원 조성물"(예를 들어, 페이지 8 내지 9), "본 발명의 제2 삼원 조성물"(예를 들어, 페이지 9 내지 10) 및 "본 발명의 대체 사원 조성물"(예를 들어, 페이지 10 내지 11)을 포함한다.
- [0075] 일 실시형태에서, 상기 조성물은 본질적으로 상기 명시된 성분으로 구성될 수 있다. "본질적으로 구성되다"라는 용어란, 본 발명자는 본 발명의 조성물이 실질적으로 열전달 조성물에 사용되는 것으로 공지된 다른 성분, 특히 추가적인 (하이드로)(플루오로)화합물(예를 들어, (하이드로)(플루오로)알칸 또는 (하이드로)(플루오로)알켄)을 함유하지 않는다는 의미를 포함한다. 용어 "구성되다"는 "본질적으로 구성되다"의 의미 내에 포함된다.
- [0076] 일 실시형태에서, 본 발명의 조성물은 열전달 특성을 갖는 임의의 성분(명시된 성분 이외)이 실질적으로 없다. 예를 들어, 본 발명의 조성물은 임의의 다른 하이드로플루오로카본 화합물이 실질적으로 없을 수 있다.
- [0077] "실질적으로 없는(no)" 및 "실질적으로 없는(free of)"이란, 본 발명자는 본 발명의 조성물이 상기 조성물의 총 중량을 기준으로 0.5 중량% 이하, 바람직하게는 0.4 중량%, 0.3 중량%, 0.2 중량% 또는 0.1 중량% 이하의 상기 명시된 성분을 함유한다는 의미를 포함한다.

- [0078] 일 실시형태에서, 본 발명의 조성물은 트리플루오로아이오도메탄(CF₃I)이 실질적으로 없다.
- [0079] 본원에 기재된 모든 화학물질은 상업적으로 입수 가능하다. 예를 들어, 플루오로화학물질(fluorochemical)은 Apollo Scientific(영국 소재)사로부터 입수 가능할 수 있고, 이산화탄소는 Linde AG사와 같은 액화 가스 공급 업체로부터 입수 가능하다.
- [0080] 본원에서 사용된 바, 청구항을 포함하여 본원의 조성물에서 언급된 모든 %양은 달리 명시되는 않는 한, 상기 조성물의 총 중량을 기준으로 한 중량%이다.
- [0081] 중량%의 성분의 양의 수치와 관련하여 사용된 용어 "약"이란, 본 발명자는 ± 0.5 중량%, 예를 들어, ± 0.5 중량%의 의미를 포함한다.
- [0082] 의심의 여지를 없애기 위해, 본원에서 기재된 본 발명의 조성물에서 성분의 양의 범위에 대해 명시된 상한값 및 하한값은 임의의 방식으로 상호 교환적일 수 있되, 단, 생성된 범위는 본 발명의 가장 넓은 범위 내에 포함되는 것으로 이해되어야 한다.
- [0083] 본 발명의 조성물은 0의 오존 파괴 지수를 갖는다.
- [0084] 통상적으로, 본 발명의 조성물은 약 650 미만, 예를 들어, 약 600 미만, 예를 들어, 약 500 미만의 GWP를 갖는다. 바람직하게는, 본 발명의 조성물은 약 480 미만, 예를 들어, 약 450 미만, 예를 들어, 약 400 미만의 GWP를 갖는다. 적절하게는, 본 발명의 조성물은 약 300 미만, 예를 들어, 약 220 내지 약 300, 예를 들어, 약 280 미만, 예를 들어, 약 250 미만의 GWP를 갖는다.
- [0085] 통상적으로는, 본 발명의 조성물은 R-1132a와 비교하여 감소된 가연성 위험 요소를 갖는다.
- [0086] 가연성은 2004년도의 부록 34 페이지에 따른 시험 방법론으로 ASTM 표준 E-681을 포함하는 ASHRAE 표준 34에 따라 측정될 수 있고, 이는 그 전체 내용이 본원에 인용되어 포함된다.
- [0087] 일 양태에서, 상기 조성물은 R-1132a 단독인 경우와 비교하여 (a) 더 높은 가연성 하한; (b) 더 높은 점화 에너지; (c) 더 높은 자동 점화 온도; 또는 (c) 더 낮은 연소 속도 중 하나 이상을 갖는다. 바람직하게는, 본 발명의 조성물은 하기 사항 중 하나 이상에서 R-1132a와 비교하여 덜 가연성이다: 23°C에서의 가연성 하한; 60°C에서의 가연성 하한; 23°C 또는 60°C에서의 가연성 범위의 폭; 자가-점화 온도(열분해 온도); 건조 공기에서의 최소 점화 에너지 또는 연소 속도. 가연성 한계 및 연소 속도는 ASHRAE 34에 명시된 방법에 따라 결정되고, 자기 점화 온도는 ASTM E659-78의 방법에 의해 500 ml의 유리 플라스크에서 결정된다.
- [0088] 바람직한 실시형태에서, 본 발명의 조성물은 비-가연성이다. 예를 들어, 본 발명의 조성물은 ASHRAE-34 방법론을 사용하여 60°C의 시험 온도에서 비-가연성이다. 유리하게는, -20°C 내지 60°C의 임의의 온도에서 본 발명의 조성물과 평형으로 존재하는 증기 혼합물이 또한 비-가연성이다.
- [0089] 일부 적용 분야에서는, 상기 제제가 ASHRAE 34 방법론에 의해 비-가연성인 것으로 분류될 필요가 없을 수 있다. 예를 들어, 냉장 장비 충전물을 주위로 누출하는 것에 의해 가연성 혼합물을 만드는 것이 물리적으로 가능하지 않다면, 적용 시 안전하게 사용할 수 있도록 공기 중에서 이의 가연성 한계가 충분히 감소될 유체를 개발하는 것이 가능하다.
- [0090] 일 실시형태에서, 본 발명의 조성물은 ASHRAE 표준 34 분류 방법에 따르면 1 또는 2L로서 분류될 수 있는 가연성을 가지며, 이는 비-가연성(등급 1) 또는 10 cm/초보다 더 낮은 화염 속도를 갖는 약가연성 유체(등급 2L)를 나타낸다.
- [0091] R-1132a/R-32/R-1234yf(40 부피%/49 부피%/11 부피%; 11.4 cm/초의 연소 속도)의 삼원 조성물의 연소 속도 데이터 및 R-32/R-1234yf 혼합물의 문헌상 연소 속도 수치(문헌["*Laminar flame speeds of 2,3,3,3-tetrafluoropropene mixtures*" Papas, P *et al.* Proceedings of the Combustion Institute 36 (2017) 1145-1154], 이는 그 전체 내용이 본원에 인용되어 포함됨)에 기반하여, 본 발명자는 R-1132a가 이의 최악의 경우의 분류된 제제(WCFF, ASHRAE 표준 34 부록 B에서 정의된 바)에서의 물(부피) 농도가 약 35% v/v 미만 및 바람직하게는 약 30% v/v 미만인 경우, 본 발명의 조성물은 약 10 cm/초 미만의 연소 속도를 획득할 것이라고 가정한다.
- [0092] 따라서, 이론에 구속되지 않는 상태에서, R-1132a가 이의 최악의 경우의 분류된 제제(WCFF, ASHRAE 표준 34 부록 B에서 정의된 바)에서의 물(부피) 농도가 약 35% v/v 미만 및 바람직하게는 약 30% v/v 미만인 경우, 본 발명의 조성물은 약 10 cm/초 미만의 연소 속도(및 이로 인해 2L 가연성 분류)를 획득할 것이라고 가정한다.

- [0093] 그러므로, 일 실시형태에서, 본 발명의 조성물은 약 35% v/v 미만 및 바람직하게는 약 30% v/v 미만의 이의 최악의 경우의 분류된 제제(WCFF, ASHRAE 표준 34 부록 B에서 정의된 바)에서의 R-1132a의 물(부피) 농도를 갖는다.
- [0094] 일 실시형태에서, 본 발명의 조성물은 약 10 cm/초 미만, 바람직하게는 약 9.5 cm/초 미만, 예를 들어, 약 9 cm/초 미만, 예를 들어, 약 8.5 cm/초 또는 약 8 cm/초 미만의 연소 속도를 갖는다.
- [0095] 예를 들어, 본 발명의 바람직한 대체 사원 조성물은 이의 WCFF에서 28% v/v의 R-1132a 및 약 8.7 cm/초의 연소 속도를 갖는다.
- [0096] 본 발명은 또한 용기의 총 부피를 기준으로 약 90% v/v 이하의 양으로 본 발명의 조성물을 포함하는 용기를 제공하고, 상기 용기는 약 -40℃의 온도를 갖고, 상기 조성물은 상기 조성물의 총 부피를 기준으로 약 35% v/v 미만, 바람직하게는 약 30% v/v 미만의 물 부피 농도의 R-1132a를 포함한다. 바람직하게는, 상기 용기는 실린더이다.
- [0097] 의심의 여지를 없애기 위해, 본원에서 사용된 "v/v"는 "물 부피 농도"를 나타내는 것으로 이해되어야 한다.
- [0098] 본 발명의 조성물은 바람직하게는 약 10K 미만, 바람직하게는 약 7 또는 약 6K 미만, 보다 더 바람직하게는 약 5K 미만, 예를 들어, 약 4K 미만 및 보다 더 바람직하게는 약 1K 미만의 증발기 또는 응축기에서의 온도 글라이드를 갖는다.
- [0099] 본 발명의 조성물은 저/비-가연성, 낮은 GWP, 개선된 윤활제 혼화성 및 개선된 냉장 성능 특성의 전혀 예상하지 못한 조합을 나타내는 것으로 여겨진다. 이러한 냉장 성능 특성 중 일부는 하기에서 보다 상세하게 기술된다.
- [0100] 본 발명의 조성물은 통상적으로 R-410A의 것의 적어도 80%, 예를 들어, R-410A의 것의 적어도 85%인 용적 냉각 용량을 갖는다. 바람직하게는, 본 발명의 조성물은 R-410A의 것의 적어도 90%, 예를 들어, R-410A의 것의 약 95% 내지 약 130%인 용적 냉각 용량을 갖는다. 일 실시형태에서, 본 발명의 조성물은 R-410A의 것의 약 15% 이내, 예를 들어, R-410A의 것의 약 10%, 보다 더 바람직하게는 R-410A의 것의 약 5% 이내인 용적 냉각 용량을 갖는다.
- [0101] 일 실시형태에서, 본 발명의 조성물의 사이클 효율(성능 계수, COP)은 R-410A의 약 10% 이내, 바람직하게는 R-410A의 약 7% 이내, 예를 들어, R-410A의 5% 이내이다. 바람직하게는, 상기 사이클 효율은 R-410A와 동등하거나 이보다 더 높다.
- [0102] 적절하게는, 본 발명의 조성물의 압축기 배출 온도는 상기 조성물이 대체하고 있는 기존 냉매 유체(예를 들어, R-410A 또는 R-32)의 약 15K 이내, 바람직하게는 약 10K 또는 심지어 약 5K 이내이다. 유리하게는, 본 발명의 조성물의 압축기 배출 온도는 R-32의 것보다 더 낮다.
- [0103] 적절하게는, 본 발명의 조성물을 함유하는 응축기의 작동 압력은 R-32를 함유하는 응축기의 것보다 더 낮다. 일 실시형태에서, 본 발명의 조성물을 함유하는 응축기 내 작동 응축기 압력은 R-410A를 함유하는 응축기의 것의 약 10% 이내, 바람직하게는 약 5% 이내이다.
- [0104] 본 발명의 조성물은 통상적으로 기존 설계의 장비에 사용하기에 적합하고, 기성 HFC 냉매와 함께 현재 사용되는 모든 등급의 윤활제와 상용성이다. 이들은 선택적으로 적절한 첨가제의 사용에 의해 안정화되거나 광유와 상용화될 수 있다.
- [0105] 바람직하게는, 열전달 장비에서 사용되는 경우, 본 발명의 조성물은 윤활제와 결합된다.
- [0106] 적절하게는, 상기 윤활제는 광유, 실리콘유, 폴리알킬 벤젠(PAB), 폴리올 에스테르(POE), 폴리알킬렌 글리콜(PAG), 폴리알킬렌 글리콜 에스테르(PAG 에스테르), 폴리비닐 에테르(PVE), 폴리(알파-올레핀) 및 이의 조합으로 구성된 군으로부터 선택된다. PAG 및 POE는 본 발명의 조성물에 대해 현재 바람직한 윤활제이다.
- [0107] 유리하게는, 상기 윤활제는 안정화제를 추가로 포함한다.
- [0108] 바람직하게는, 상기 안정화제는 디엔계 화합물, 포스페이트, 페놀 화합물 및 에폭사이드 및 이의 혼합물로 구성된 군으로부터 선택된다.
- [0109] 적절하게는, 본 발명의 조성물은 난연제와 결합될 수 있다.
- [0110] 유리하게는, 상기 난연제는 트리-(2-클로로에틸)-포스페이트, (클로로프로필) 포스페이트, 트리-(2,3-디브로모

프로필)-포스페이트, 트리-(1,3-디클로로프로필)-포스페이트, 디암모늄 포스페이트, 다양한 할로젠화 방향족 화합물, 안티모니 옥사이드, 알루미늄 트리하이드레이트, 폴리비닐 클로라이드, 플루오르화 아이오도카본, 플루오르화 브로모카본, 트리플루오로 아이오도메탄, 퍼플루오로알킬 아민, 브로모-플루오로알킬 아민 및 이의 혼합물로 구성된 군으로부터 선택된다.

- [0111] 일 실시형태에서, 본 발명은 본 발명의 조성물을 포함하는 열전달 장치를 제공한다. 바람직하게는, 상기 열전달 장치는 냉장 장치이다.
- [0112] 적절하게는, 상기 열전달 장치는 주거용 또는 상업용 공조 시스템, 열펌프, 또는 상업용 또는 산업용 냉장 시스템이다.
- [0113] 본 발명은 또한 본 발명의 조성물의 본원에 기재된 바와 같은 열전달 장치, 예를 들어, 냉장 시스템에서의 용도를 제공한다.
- [0114] 본 발명의 다른 양태에 따르면, 분무되는 물질 및 본 발명의 조성물을 포함하는 추진제를 포함하는 분무성 조성물(sprayable composition)이 제공된다.
- [0115] 본 발명의 추가적인 양태에 따르면, 본 발명의 조성물을 응축시키는 단계 및 이후 상기 조성물을 냉각되는 물품 부근에서 증발시키는 단계를 포함하는 물품의 냉각 방법이 제공된다.
- [0116] 본 발명의 다른 양태에 따르면, 본 발명의 조성물을 가열되는 물품 부근에서 응축시키는 단계 및 이후 상기 조성물을 증발시키는 단계를 포함하는 물품의 가열 방법이 제공된다.
- [0117] 본 발명의 추가적인 양태에 따르면, 바이오매스(biomass)를 본 발명의 조성물을 포함하는 용매와 접촉시키는 단계 및 상기 용매로부터 물질을 분리시키는 단계를 포함하는 바이오매스로부터 물질을 추출하는 방법이 제공된다.
- [0118] 본 발명의 다른 양태에 따르면, 물품을 본 발명의 조성물을 포함하는 용매와 접촉시키는 단계를 포함하는 물품의 세척 방법이 제공된다.
- [0119] 본 발명의 추가적인 양태에 따르면, 수용액을 본 발명의 조성물을 포함하는 용매와 접촉시키는 단계 및 상기 용매로부터 물질을 분리시키는 단계를 포함하는 수용액으로부터 물질을 추출하는 방법이 제공된다.
- [0120] 본 발명의 다른 양태에 따르면, 미립자 고체 매트릭스를 본 발명의 조성물을 포함하는 용매와 접촉시키는 단계 및 상기 용매로부터 물질을 분리시키는 단계를 포함하는 미립자 고체 매트릭스로부터 물질을 추출하는 방법이 제공된다.
- [0121] 본 발명의 추가적인 양태에 따르면, 본 발명의 조성물을 함유하는 기계적 발전 장치가 제공된다.
- [0122] 바람직하게는, 상기 기계적 발전 장치는 열로부터 일을 발생시키기 위해 랭킨 사이클(Rankine Cycle) 또는 이의 변형을 사용하도록 변경된다.
- [0123] 본 발명의 다른 양태에 따르면, 기존 열전달 조성물을 제거하는 단계 및 본 발명의 조성물을 도입하는 단계를 포함하는 열전달 장치의 개조 방법이 제공된다. 바람직하게는, 상기 열전달 장치는 냉장 장치, 예를 들어, 초저온 냉장 시스템이다. 유리하게는, 상기 방법은 온실 가스(예를 들어, 이산화탄소) 배출권(emission credit)의 할당량을 획득하는 단계를 추가로 포함한다.
- [0124] 상기 기재된 개조 방법에 따르면, 기존 열전달 유체는 본 발명의 조성물을 도입하기 전에 열전달 장치로부터 완전히 제거될 수 있다. 기존 열전달 유체는 또한 열전달 장치로부터 부분적으로 제거되고, 이후 본 발명의 조성물이 도입될 수 있다.
- [0125] 본 발명의 조성물은 또한 R-1132a, R-32, R-1234yf(및 선택적인 성분, 예를 들어, R-744, R-1123, 탄화수소, 윤활제, 안정화제 또는 추가적인 난연제)를 소기의 비율로 혼합하는 것에 의해 간단하게 제조될 수 있다. 상기 조성물은 이후 열전달 장치에 첨가될 수 있다(또는 본원에서 정의된 임의의 다른 방식으로 사용될 수 있음).
- [0126] 본 발명의 추가적인 양태에서, 기존 화합물 또는 조성물을 포함하는 제품의 작동으로부터 발생하는 환경적 영향을 감소시키는 방법이 제공되며, 상기 방법은 적어도 부분적으로 상기 기존 화합물 또는 조성물을 본 발명의 조성물로 대체하는 단계를 포함한다.
- [0127] 환경적 영향이란, 본 발명자는 상기 제품의 작동을 통한 온실 온난화 가스의 발생 및 배출을 포함한다.

- [0128] 상기 언급된 바, 이러한 환경적 영향은 누출 또는 다른 손실로부터 상당한 환경적 영향을 갖는 화합물 또는 조성물의 배출뿐만 아니라 장치에 의해 이의 작동 수명에 걸쳐 소비되는 에너지로부터 발생하는 이산화탄소의 배출을 포함하는 것으로 간주될 수 있다. 이러한 환경적 영향은 총 등가 온난화 영향(TEWI: total equivalent warming impact)으로 공지된 측정에 의해 정량화될 수 있다. 이 측정은 예를 들어, 슈퍼마켓 냉장 시스템을 포함하여 특정 고정식 냉장 및 공조 장비의 환경적 영향의 정량화에 사용되어 왔다.
- [0129] 상기 환경적 영향은 추가적으로 상기 화합물 또는 조성물의 합성 및 제조로부터 발생하는 온실 가스의 배출을 포함하는 것으로 간주될 수 있다. 이 경우에서, 상기 제조 시 배출은 에너지 소비 및 직접적인 손실 영향에 더해져서, 라이프-사이클 탄소 생성(LCCP: life-cycle carbon production)으로 공지된 측정을 산출한다. LCCP의 사용은 차량 공조 시스템의 환경적 영향을 평가하는 데 있어서 보편적이다.
- [0130] 바람직한 실시형태에서, 본 발명의 조성물의 사용은 장비가 기존 화합물 또는 조성물의 사용에 의해 얻을 것보다 더 낮은 총 등가 온난화 영향 및/또는 더 낮은 라이프-사이클 탄소 생성을 갖도록 한다.
- [0131] 이러한 방법은 임의의 적합한 제품, 예를 들어, 공조, 냉장(예를 들어, 저온 및 초저온 냉장), 열전달, 에어로졸 또는 분무성 분사제, 가스 절연체, 화염 억제제, 용매(예를 들어, 향신료 및 향수용 담체), 세척제, 국소 마취제 및 팽창 응용 분야에서 수행될 수 있다. 바람직하게는, 상기 분야는 냉장이다.
- [0132] 적합한 제품의 예는 열전달 장치, 분무성 조성물, 용매 및 기계적 발전 장치를 포함한다. 바람직한 실시형태에서, 상기 제품은 열전달 장치, 예를 들어, 냉장 장치이다.
- [0133] 상기 기존 화합물 또는 조성물은 GWP 및/또는 TEWI 및/또는 LCCP에 의해 측정된 바, 이를 대체하는 본 발명의 조성물보다 더 높은 환경적 영향을 갖는다. 상기 기존 화합물 또는 조성물은 플루오로카본 화합물, 예를 들어, 퍼플루오로-, 하이드로플루오로-, 클로로플루오로- 또는 하이드로클로로플루오로-카본 화합물을 포함할 수 있거나, 이는 플루오르화 올레핀을 포함할 수 있다.
- [0134] 바람직하게는, 상기 기존 화합물 또는 조성물은 냉매와 같은 열전달 화합물 또는 조성물이다. 대체될 수 있는 냉매의 예는 R-410A, R454B, R-452B 및 R-32, 바람직하게는 R-410A를 포함한다.
- [0135] 임의의 양의 상기 기존 화합물 또는 조성물이 환경적 영향을 감소시키기 위해 대체될 수 있다. 이는 대체되는 기존 화합물 또는 조성물의 환경적 영향 및 본 발명의 대체 조성물의 환경적 영향에 따라 결정될 수 있다. 바람직하게는, 상기 제품 내 기존 화합물 또는 조성물은 본 발명의 조성물로 완전히 대체된다.
- [0136] 본 발명은 하기 비제한적 실시예에 의해 예시된다.
- [0137] **실시예**
- [0138] 성능 평가
- [0139] 상기 유체 시스템의 두 가지 열역학 모델을 수립하였고, 각각의 모델에 순 성분 데이터 및 혼합물 평형 데이터를 적용하였다. NIST REFPROP 9.1 소프트웨어를 사용하여 제1 모델을 수립하였다. Matlab으로 코딩된 본 Mexichem사의 소프트웨어를 사용하여 상기 혼합물 성분의 증기-액체 평형 특성의 정확한 상관관계를 위해 제2 모델을 수립하였다. 통상적인 공조 사이클에 대한 두 모델의 예측을 서로 비교하였고, 우수하게 일치하는 것이 발견되었다. 상기 Mexichem 평형 모델은 본 발명자의 혼합물 평형 실험 데이터에 더 정확하게 일치하였다. 그러므로, 이를 성능 모델링 및 가연성에 대한 최악의 경우의 조성물의 유도에 모두 사용하였다. 상기 모델링에 사용된 조건은 하기 표 1에 제시되어 있고; 이는 공조 사이클 적용을 나타낸다.

표 1

매개 변수	단위	값
냉각 부하(cooling duty)	kW	14.2
평균 응축기 온도	°C	54.4
평균 증발기 온도	°C	7.2
응축기 과냉각	K	8.3
증발기 과열	K	5.6
증발기 압력 강하	bar	0.00
흡입 라인(Suction line) 압력 강하	bar	0.00
응축기 압력 강하	bar	0.00
압력기 흡입 과열	K	11.1
등엔트로피 효율		70.0%

표 1: 성능 평가에 사용된 모델링 조건

본 발명의 조성물에 대해 측정된 성능 데이터는 하기 표에 기재되어 있다(실시예 1 내지 실시예 26).

또한, 본 발명의 조성물에 대한 Matlab 열역학 특성 모델을 사용하여, -40℃에서 최대 90%로 충전된 실린더에서의 초기 증기로서 WCFF 조성물을 평가하였다. 하기 작동 조건을 가정하였다:

실린더 충전 온도(°C)	54.4
실린더 분류 온도(°C)	-40
사용된 액체 밀도 모델	Quartic
사용된 VLE 모델	Peng Robinson/Wong Sandler
Matlab 작업 영역(workspace) 파일	LFR databank June 25th 2019.mat'

ASHRAE에 대한 배합 허용 오차(질량%)

성분	상한	하한
R-1132a	0.5	1
R-744	1	0.5
R-32	1	1
R-1234yf	1.5	1.5

상기 결과는 실시예 27 내지 실시예 40에 기재되어 있다.

거의 모든 경우에 상기 초기 증기 조성물은 35 부피% 미만의 R-1132a인 것을 확인할 수 있다.

[0147] 실시예 1(4 중량%의 R-1132a를 포함하는 R-1132a/R-32/R-1234yf의 삼원 배합물)

결과	공칭 조성물(nominal composition)(중량%)											
	R-1132a			R-32			R-1234yf					
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
GWP(AR4 기준)	244	257	271	284	298	311	325					
참조 대비 냉각 COP	106.3%	106.2%	105.9%	105.7%	105.5%	105.3%	105.1%					
참조 대비 냉각 용량	84.3%	85.7%	87.2%	88.6%	90.1%	91.5%	92.8%					
압축기 배출 온도 차이	-4.2	-3.4	-2.4	-1.5	-0.6	0.4	1.2					
압력비	3.49	3.48	3.47	3.46	3.46	3.45	3.44					
용적 효율	93.6%	93.7%	93.7%	93.8%	93.9%	94.0%	94.0%					
응축기 클리어드	0.2	5.4	5.2	4.9	4.7	4.5	4.1					
증발기 클리어드	0.1	5.7	5.5	5.3	5.0	4.8	4.5					
증발기 주입구 온도	7.2	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	5.0					
응축기 배출 온도	46.0	43.4	43.5	43.7	43.8	43.9	44.0					
응축기 압력	33.7	27.9	28.4	28.8	29.3	29.7	30.1					
증발기 압력	10.2	8.0	8.2	8.3	8.5	8.6	8.7					
냉장 효과	151.2	159.0	161.2	163.2	165.4	167.6	169.6					
성능 계수(COP)	2.88	3.06	3.05	3.05	3.04	3.04	3.03					
배출 온도	105.5	102.1	103.1	104.0	105.0	105.9	106.7					
질량 유량	251	239	236	233	230	227	224					
용적 유량	7.28	8.49	8.34	8.21	8.07	7.95	7.84					
용적 냉각 용량	5226	4478	4558	4632	4709	4784	4851					
흡입 라인 압력 강하	163	184	179	174	170	165	161					
흡입 라인 가스 밀도	34.6	28.0	28.3	28.4	28.5	28.5	28.6					
응축기 라인 가스 밀도	155.3	129.1	130.0	130.5	131.1	131.7	131.8					

[0148]

[0149] 실시예 2(5 중량%의 R-1132a를 포함하는 R-1132a/R-32/R-1234yf의 삼원 배합물)

결과	공칭 조성물(중량%)									
	R-1132a	R-32	R-1234yf	5	5	5	5	5	5	5
	36	38	57	36	40	42	44	46	48	5
	59	57		59	55	53	51	49	47	
GWP(AR4 기준)	244	257		244	271	284	298	311	325	
참조 대비 냉각 COP	105.9%	105.7%		105.9%	105.5%	105.3%	105.1%	104.9%	104.7%	
참조 대비 냉각 용량	85.4%	86.9%		85.4%	88.4%	89.8%	91.4%	92.7%	94.1%	
압축기 배출 온도 차이	-3.8	-2.8		-3.8	-1.9	-1.1	-0.1	0.8	1.7	
압력비	3.49	3.48		3.49	3.47	3.46	3.46	3.45	3.44	
용적 효율	93.6%	93.7%		93.6%	93.8%	93.8%	93.9%	94.0%	94.1%	
응축기 클라이드	0.2	5.7		0.2	5.4	5.0	4.9	4.6	4.3	
증발기 클라이드	0.1	6.0		0.1	5.7	5.5	5.2	4.9	4.7	
증발기 주입구 온도	7.2	4.2		4.1	4.4	4.5	4.6	4.7	4.9	
응축기 배출 온도	46.0	43.3		43.1	43.4	43.6	43.7	43.8	44.0	
응축기 압력	33.7	28.4		28.0	28.9	29.3	29.8	30.2	30.6	
증발기 압력	10.2	8.2		8.0	8.3	8.5	8.6	8.8	8.9	
냉장 효과	151.2	159.1		157.1	161.2	163.1	165.4	167.5	169.6	
정온 계수(COP)	2.88	3.05		3.05	3.04	3.04	3.03	3.02	3.02	
배출 온도	105.5	102.7		101.8	103.6	104.4	105.5	106.3	107.2	
질량 유량	251	239		242	236	233	230	227	224	
용적 유량	7.28	8.37		8.52	8.23	8.10	7.96	7.85	7.73	
용적 냉각 용량	5226	4543		4463	4622	4695	4775	4844	4915	
흡입 라인 압력 강하	163	181		186	176	172	167	163	159	
흡입 라인 가스 밀도	34.6	28.6		28.4	28.7	28.8	28.9	28.9	29.0	
응축기 라인 가스 밀도	155.3	132.0		131.2	132.7	133.1	134.0	134.2	134.5	

[0150]

[0151] 실시예 3(6 중량%의 R-1132a를 포함하는 R-1132a/R-32/R-1234yf의 삼원 배합물)

결과	R410A	공칭 조성물(중량%)							
		R-1132a	6	6	6	6	6	6	6
		R-32	36	38	40	42	44	46	48
		R-1234yf	58	56	54	52	50	48	46
결과	R410A	GWP(AR4 기준)	244	257	271	284	298	311	325
		참조 대비 냉각 COP	105.5%	105.3%	105.1%	104.9%	104.7%	104.4%	104.3%
		참조 대비 냉각 용량	86.6%	88.2%	89.6%	91.1%	92.5%	93.8%	95.3%
		압축기 배출 온도 차이	-3.3	-2.4	-1.5	-0.6	0.3	1.2	2.1
		압력비	3.49	3.48	3.47	3.46	3.45	3.44	3.44
		용적 효율	93.6%	93.7%	93.8%	93.8%	93.9%	94.0%	94.1%
		응축기 클라이드	6.1	5.9	5.5	5.3	5.0	4.5	4.4
		증발기 클라이드	6.4	6.2	5.9	5.7	5.4	5.1	4.9
		증발기 주입구 온도	4.0	4.1	4.3	4.4	4.5	4.7	4.8
		응축기 배출 온도	43.1	43.2	43.4	43.5	43.6	43.8	43.9
결과	R410A	응축기 압력	28.4	28.9	29.4	29.8	30.3	30.7	31.1
		증발기 압력	8.2	8.3	8.5	8.6	8.8	8.9	9.0
		냉장 효과	157.0	159.1	161.1	163.2	165.3	167.2	169.5
		성능 계수(COP)	3.04	3.03	3.03	3.02	3.02	3.01	3.01
		배출 온도	102.2	103.2	104.0	105.0	105.9	106.7	107.6
		절량 유량	242	239	236	233	230	227	224
		용적 유량	8.40	8.25	8.12	7.98	7.86	7.75	7.64
		용적 냉각 용량	4524	4607	4683	4761	4836	4903	4979
		흡입 라인 압력 강하	184	179	174	169	165	162	157
		흡입 라인 가스 밀도	28.8	29.0	29.1	29.2	29.3	29.3	29.4
결과	R410A	응축기 라인 가스 밀도	133.8	134.8	135.4	136.2	136.6	137.2	

[0152]

[0153] 실시예 4(7 중량%의 R-1132a를 포함하는 R-1132a/R-32/R-1234yf의 삼원 배합물)

결과		공칭 조성물(중량%)											
		R-1132a	R-32	R-1234yf	7	38	7	40	53	7	42	7	44
		R410A	2107	244	257	271	284	298	311	325	7	46	47
GWP(AR4 기준)			100.0%	105.1%	104.8%	104.6%	104.5%	104.3%	104.1%	103.9%			
참조 대비 냉각 COP			100.0%	87.8%	89.4%	90.8%	92.3%	93.8%	95.1%	96.5%			
참조 대비 냉각 용량			0.0	-2.9	-1.8	-1.0	-0.1	0.8	1.6	2.5			
압축기 배출 온도 차이		K											
압력비			3.32	3.48	3.48	3.47	3.46	3.45	3.44	3.43			
용적 효율			94.5%	93.6%	93.7%	93.8%	93.9%	93.9%	94.0%	94.1%			
응축기 클라이드		K	0.2	6.3	6.1	5.7	5.4	5.1	4.8	4.6			
증발기 클라이드		K	0.1	6.6	6.4	6.1	5.8	5.6	5.3	5.0			
증발기 주입구 온도		°C	7.2	3.9	4.0	4.2	4.3	4.4	4.6	4.7			
응축기 배출 온도		°C	46.0	43.0	43.1	43.3	43.4	43.6	43.7	43.8			
응축기 압력		bar	33.7	28.9	29.5	29.9	30.4	30.8	31.2	31.6			
증발기 압력		bar	10.2	8.3	8.5	8.6	8.8	8.9	9.1	9.2			
냉장 효과		kJ/kg	151.2	157.0	159.1	161.1	163.1	165.2	167.3	169.4			
성능 계수(COP)			2.88	3.03	3.02	3.02	3.01	3.01	3.00	3.00			
배출 온도		°C	105.5	102.7	103.7	104.5	105.4	106.3	107.2	108.0			
질량 유량		kg/시간	251	242	239	236	233	230	227	224			
용적 유량		m³/시간	7.28	8.29	8.14	8.01	7.88	7.76	7.65	7.54			
용적 냉각 용량		kJ/m³	5226	4588	4672	4747	4824	4899	4971	5042			
흡입 라인 압력 강하		Pa/m	163	181	176	172	167	163	159	156			
흡입 라인 가스 밀도		kg/m³	34.6	29.2	29.4	29.5	29.6	29.7	29.7	29.8			
응축기 라인 가스 밀도		kg/m³	155.3	136.7	137.9	138.4	139.0	139.5	139.8	140.0			

[0154]

[0155] 실시예 5(8 중량%의 R-1132a를 포함하는 R-1132a/R-32/R-1234yf의 삼원 배합물)

결과		공칭 조성물(중량%)									
		R-1132a	R-32	R-1234yf	8	8	8	8	8	8	8
GWP(AR4 기준)		2107	100.0%	100.0%	244	257	271	284	298	311	325
참조 대비 냉각 COP		100.0%			104.6%	104.4%	104.2%	104.0%	103.9%	103.7%	103.6%
참조 대비 냉각 용량		100.0%			89.0%	90.6%	92.1%	93.5%	94.9%	96.3%	97.6%
압축기 배출 온도 차이		K			-2.3	-1.5	-0.6	0.2	1.1	2.0	2.8
압력비		3.32			3.48	3.47	3.46	3.45	3.44	3.44	3.43
용적 효율		94.5%			93.7%	93.7%	93.8%	93.9%	94.0%	94.0%	94.1%
응축기 클라이드		K			6.4	6.1	5.8	5.4	5.1	4.8	4.6
증발기 클라이드		K			6.8	6.6	6.3	6.0	5.7	5.5	5.2
증발기 주입구 온도		°C			3.8	3.9	4.1	4.2	4.3	4.5	4.6
응축기 배출 온도		°C			42.9	43.0	43.2	43.4	43.5	43.7	43.8
응축기 압력		bar			29.5	29.9	30.4	30.8	31.3	31.7	32.1
증발기 압력		bar			8.5	8.6	8.8	8.9	9.1	9.2	9.4
냉장 효과		kJ/kg			157.0	159.0	161.0	162.9	165.0	167.1	169.2
성능 계수(COP)		2.88			3.02	3.01	3.00	3.00	2.99	2.99	2.98
배출 온도		°C			103.2	104.1	105.0	105.8	106.7	107.5	108.4
질량 유량		kg/시간			242	239	236	233	230	228	225
용적 유량		m³/시간			8.17	8.03	7.90	7.78	7.67	7.56	7.45
용적 냉각 용량		kJ/m³			4653	4734	4812	4884	4959	5031	5102
흡입 라인 압력 강하		Pa/m			179	174	169	165	161	158	154
흡입 라인 가스 밀도		kg/m³			29.6	29.8	29.9	30.0	30.1	30.1	30.1
응축기 라인 가스 밀도		kg/m³			139.8	140.6	141.4	141.8	142.2	142.5	142.7

[0156]

[0157] 실시예 6(4 중량%의 R-1132a 및 3 중량%의 CO₂(R-744)를 포함하는 R-1132a/CO₂/R-32/R-1234yf의 사원 배합물)

결과		공칭 조성물(중량%)									
		R-1132a	4	4	4	4	4	4	4	4	4
GWP(AR4 기준)		R-744	3	3	3	3	3	3	3	3	3
참조 대비 냉각 COP		R-32	36	38	40	42	44	46	48	48	48
참조 대비 냉각 용량		R-1234yf	57	55	53	51	49	47	45	45	45
압축기 배출온도 차이											
압력비											
용적 효율											
응축기 클라이드											
증발기 클라이드											
증발기 주입구 온도											
응축기 배출 온도											
응축기 압력											
증발기 압력											
냉장 효과											
성능 계수(COP)											
배출 온도											
질량 유량											
용적 유량											
용적 냉각 용량											
흡입 라인 압력 강하											
흡입 라인 가스 밀도											
응축기 라인 가스 밀도											
		R410A	2107	244	257	271	284	298	311	325	347
			100.0%	104.3%	104.1%	103.9%	103.7%	103.5%	103.3%	103.1%	103.1%
			100.0%	91.2%	92.8%	94.2%	95.6%	97.0%	98.4%	99.7%	99.7%
			0.0	-0.3	0.6	1.4	2.3	3.2	4.1	4.9	4.9
			3.32	3.52	3.51	3.50	3.49	3.48	3.48	3.47	3.47
			94.5%	93.6%	93.7%	93.8%	93.9%	93.9%	94.0%	94.1%	94.1%
			0.2	7.9	7.6	7.2	6.8	6.5	6.2	5.9	5.9
			0.1	7.5	7.2	6.9	6.6	6.4	6.1	5.8	5.8
			7.2	3.5	3.6	3.8	3.9	4.0	4.2	4.3	4.3
			46.0	42.2	42.3	42.5	42.7	42.9	43.0	43.1	43.1
			33.7	30.3	30.8	31.2	31.6	32.1	32.5	32.9	32.9
			10.2	8.6	8.8	8.9	9.1	9.2	9.3	9.5	9.5
			151.2	160.4	162.4	164.4	166.4	168.5	170.6	172.7	172.7
			2.88	3.01	3.00	2.99	2.99	2.98	2.98	2.97	2.97
			105.5	105.2	106.1	107.0	107.8	108.7	109.6	110.5	110.5
			251	237	234	231	228	226	223	220	220
			7.28	7.97	7.84	7.72	7.61	7.50	7.39	7.29	7.29
			5226	4768	4849	4922	4997	5070	5142	5212	5212
			163	172	167	163	159	155	152	148	148
			34.6	29.7	29.8	29.9	30.0	30.1	30.1	30.2	30.2
			155.3	141.7	142.5	143.0	143.6	144.1	144.4	144.6	144.6

[0158]

[0159] 실시예 7(5 중량%의 R-1132a 및 3 중량%의 CO₂(R-744)를 포함하는 R-1132a/CO₂/R-32/R-1234yf의 사원 배합물)

	결과	R410A	공칭 조성물(중량%)									
			R-1132a	5	5	5	5	5	5	5	5	5
			R-744	3	3	3	3	3	3	3	3	3
			R-32	36	38	40	42	44	46	48	46	48
			R-1234yf	56	54	52	50	48	46	46	46	44
				244	257	271	284	298	311	325		
				103.9%	103.7%	103.4%	103.3%	103.1%	102.9%	102.7%		
				92.4%	94.0%	95.5%	96.8%	98.2%	99.7%	101.0%		
		K		0.1	1.0	1.9	2.7	3.6	4.5	5.4		
				3.51	3.51	3.50	3.49	3.48	3.48	3.47		
				93.6%	93.7%	93.8%	93.9%	94.0%	94.0%	94.1%		
		K		8.0	7.7	7.3	6.9	6.6	6.3	6.0		
		K		7.7	7.4	7.1	6.8	6.5	6.2	5.9		
		°C		3.4	3.5	3.7	3.8	4.0	4.1	4.3		
		°C		42.1	42.3	42.5	42.7	42.8	42.9	43.1		
		bar		30.8	31.3	31.7	32.1	32.6	33.0	33.4		
		bar		8.8	8.9	9.1	9.2	9.4	9.5	9.6		
		kJ/kg		160.2	162.3	164.3	166.2	168.3	170.5	172.6		
				2.99	2.99	2.98	2.98	2.97	2.96	2.96		
		°C		105.6	106.6	107.4	108.2	109.1	110.0	110.9		
		kg/시간		237	234	231	229	226	223	220		
		m³/시간		7.87	7.74	7.62	7.51	7.41	7.30	7.20		
		kJ/m³		4830	4912	4988	5060	5133	5208	5278		
		Pa/m		169	165	161	157	154	150	147		
		kg/m³		30.1	30.3	30.4	30.4	30.5	30.5	30.6		
		kg/m³		144.4	145.5	146.2	146.6	147.1	147.6	147.8		

[0160]

[0161]

실시예 8(6 중량%의 R-1132a 및 3 중량%의 CO₂(R-744)를 포함하는 R-1132a/CO₂/R-32/R-1234yf의 사원 배합물)

결과	R410A	공정 조성물(중량%)											
		R-1132a	R-744	R-32	R-1234yf	6	6	6	6	6	6	6	6
GWP(AR4 기준)	2107	244	257	271	284	298	311	325					
참조 대비 냉각 COP	100.0%	103.5%	103.2%	103.0%	102.8%	102.6%	102.5%	102.3%					
참조 대비 냉각 용량	100.0%	93.7%	95.1%	96.6%	98.0%	99.4%	100.8%	102.2%					
압축기 배출 온도 차이	K	0.5	1.4	2.2	3.1	4.0	4.8	5.7					
압력비		3.51	3.50	3.49	3.48	3.48	3.47	3.46					
용적 효율		93.7%	93.7%	93.8%	93.9%	94.0%	94.0%	94.1%					
응축기 클라이드	K	8.2	7.7	7.3	6.9	6.6	6.3	6.1					
증발기 클라이드	K	7.9	7.6	7.3	7.0	6.7	6.4	6.1					
증발기 주입구 온도	°C	3.3	3.4	3.6	3.7	3.9	4.0	4.2					
응축기 배출 온도	°C	42.0	42.3	42.5	42.6	42.8	43.0	43.1					
응축기 압력	bar	31.3	31.8	32.2	32.7	33.1	33.5	33.9					
증발기 압력	bar	8.9	9.1	9.2	9.4	9.5	9.7	9.8					
냉장 효과	kJ/kg	160.2	162.1	164.1	166.1	168.1	170.2	172.4					
성능 계수(COP)		2.98	2.98	2.97	2.96	2.96	2.95	2.95					
배출 온도	°C	106.0	106.9	107.8	108.6	109.5	110.4	111.3					
질량 유량	kg/시간	237	235	232	229	226	223	221					
용적 유량	m ³ /시간	7.76	7.65	7.53	7.42	7.32	7.22	7.12					
용적 냉각 용량	kJ/m ³	4897	4971	5048	5123	5196	5268	5340					
흡입 라인 압력 강하	Pa/m	167	163	159	156	152	148	145					
흡입 라인 가스 밀도	kg/m ³	30.6	30.7	30.8	30.8	30.9	31.0	31.0					
응축기 라인 가스 밀도	kg/m ³	147.6	148.4	149.2	149.7	150.2	150.5	150.8					

[0162]

[0163] 실시예 9(7 중량%의 R-1132a 및 3 중량%의 CO₂(R-744)를 포함하는 R-1132a/CO₂/R-32/R-1234yf의 사원 배합물)

결과		공칭 조성물(중량%)									
		R-1132a	7	7	7	7	7	7	7	7	7
		R-744	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		R-32	36	38	40	42	44	46	48	46	44
R-1234yf		54	52	50	48	46	44	42	40	38	
		244	257	271	284	298	311	325	340	355	
GWP(AR4 기준)		103.0%	102.7%	102.6%	102.4%	102.2%	102.0%	101.9%	101.8%	101.7%	
참조 대비 냉각 COP		94.8%	96.3%	97.8%	99.3%	100.7%	102.1%	103.4%	104.7%	106.0%	
참조 대비 냉각 용량		0.9	1.8	2.7	3.5	4.4	5.3	6.1	7.0	7.9	
압축기 배출 온도 차이		K	3.32	3.50	3.49	3.48	3.47	3.46	3.45	3.44	
압력비			93.7%	93.8%	93.8%	93.9%	94.0%	94.1%	94.1%	94.1%	
용적 효율		K	8.1	7.6	7.4	7.0	6.7	6.4	6.1	5.8	
증발기 클라이드		K	8.0	7.7	7.4	7.1	6.8	6.5	6.2	6.0	
증발기 주입구 온도		°C	3.2	3.4	3.5	3.7	3.8	4.0	4.1	4.2	
증발기 배출 온도		°C	42.1	42.3	42.4	42.6	42.8	42.9	43.1	43.2	
증발기 압력		bar	31.8	32.3	32.8	33.2	33.6	34.1	34.4	34.7	
증발기 압력		bar	9.1	9.2	9.4	9.5	9.7	9.8	10.0	10.1	
냉장 효과		kJ/kg	159.9	161.8	163.9	165.9	168.0	170.1	172.2	174.3	
성능 계수(COP)			2.97	2.96	2.96	2.95	2.95	2.94	2.94	2.94	
배출 온도		°C	106.4	107.3	108.2	109.1	109.9	110.8	111.6	112.5	
질량 유량		kg/시간	238	235	232	229	226	224	221	218	
용적 유량		m³/시간	7.67	7.56	7.44	7.33	7.23	7.13	7.04	6.94	
용적 냉각 용량		kJ/m³	4954	5030	5113	5188	5262	5334	5403	5472	
흡입 라인 압력 강화		Pa/m	166	162	157	154	150	147	143	140	
흡입 라인 가스 밀도		kg/m³	31.0	31.1	31.2	31.3	31.3	31.4	31.4	31.4	
증발기 라인 가스 밀도		kg/m³	150.7	151.7	152.6	153.1	153.6	153.9	154.0	154.1	

[0164]

[0165] 실시예 10(8 중량%의 R-1132a 및 3 중량%의 CO₂(R-744)를 포함하는 R-1132a/CO₂/R-32/R-1234yf의 사원 배합물)

	결과	R410A	공칭 조성물(중량%)							
			R-1132a	R-744	R-32	R-1234yf	8	8	8	8
GWP(AR4 기준)		2107	244	257	271	284	298	311	325	335
참조 대비 냉각 COP		100.0%	102.7%	102.3%	102.1%	101.9%	101.9%	101.6%	101.5%	101.5%
참조 대비 냉각 용량		100.0%	96.1%	97.5%	99.0%	100.5%	102.0%	103.2%	104.6%	104.6%
압축기 배출 온도 차이	K	0.0	1.3	2.2	3.1	3.9	4.8	5.5	6.5	6.5
압력비		3.32	3.50	3.49	3.49	3.48	3.47	3.46	3.45	3.45
윤적 효율		94.5%	93.7%	93.8%	93.9%	93.9%	94.0%	94.1%	94.2%	94.2%
응축기 클라이드	K	0.2	8.2	7.7	7.4	7.0	6.9	6.3	6.1	6.1
증발기 클라이드	K	0.1	8.2	7.9	7.6	7.2	7.0	6.6	6.3	6.3
증발기 주입구 온도	°C	7.2	3.1	3.3	3.4	3.6	3.7	3.9	4.0	4.0
응축기 배출 온도	°C	46.0	42.0	42.2	42.4	42.6	42.7	42.9	43.1	43.1
응축기 압력	bar	33.7	32.3	32.8	33.3	33.7	34.2	34.5	35.0	35.0
증발기 압력	bar	10.2	9.2	9.4	9.5	9.7	9.8	10.0	10.1	10.1
냉장 효과	kJ/kg	151.2	159.9	161.7	163.7	165.7	167.9	169.7	171.9	171.9
성능 계수(COP)		2.88	2.96	2.95	2.94	2.94	2.94	2.93	2.93	2.93
배출 온도	°C	105.5	106.8	107.7	108.6	109.4	110.3	111.1	112.0	112.0
질량 유량	kg/시간	251	238	235	232	229	226	224	221	221
윤적 유량	m ³ /시간	7.28	7.57	7.46	7.35	7.24	7.13	7.05	6.95	6.95
윤적 냉각 용량	kJ/m ³	5226	5022	5097	5175	5249	5331	5392	5466	5466
흡입 라인 압력 강하	Pa/m	163	163	160	156	152	148	145	142	142
흡입 라인 가스 밀도	kg/m ³	34.6	31.4	31.5	31.6	31.7	31.7	31.8	31.8	31.8
응축기 라인 가스 밀도	kg/m ³	155.3	154.0	155.1	155.9	156.5	156.9	157.0	157.3	157.3

[0166]

[0167] 실시예 11(9 중량%의 R-1132a 및 3 중량%의 CO₂(R-744)를 포함하는 R-1132a/CO₂/R-32/R-1234yf의 사원 배합물)

결과	공칭 조성물(중량%)											
	R-1132a			R-744			R-32			R-1234yf		
	9	3	36	9	3	38	9	3	40	9	3	46
	52	50	48	257	271	284	298	311	325	346	361	376
	102.0%	101.7%	101.5%	101.3%	101.2%	101.1%	101.0%	100.9%	100.8%	100.7%	100.6%	100.5%
GWP(AR4 기준)	244	257	271	284	298	311	325	346	361	376	391	406
참조 대비 냉각 COP	102.0%	101.7%	101.5%	101.3%	101.2%	101.1%	101.0%	100.9%	100.8%	100.7%	100.6%	100.5%
참조 대비 냉각 용량	97.2%	98.6%	100.2%	101.6%	103.1%	104.4%	105.8%	107.2%	108.6%	110.0%	111.4%	112.8%
압축기 배출 온도 차이	1.7	2.6	3.4	4.2	5.1	5.9	6.8	7.7	8.6	9.5	10.4	11.3
압력비	3.50	3.49	3.48	3.47	3.46	3.45	3.44	3.43	3.42	3.41	3.40	3.39
용적 효율	93.7%	93.8%	93.9%	94.0%	94.1%	94.2%	94.3%	94.4%	94.5%	94.6%	94.7%	94.8%
응축기 클라이드	8.1	7.7	7.4	7.0	6.7	6.4	6.1	5.8	5.5	5.2	4.9	4.6
증발기 클라이드	8.3	8.0	7.7	7.4	7.1	6.8	6.5	6.2	5.9	5.6	5.3	5.0
증발기 주입구 온도	3.1	3.2	3.4	3.5	3.7	3.8	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5
응축기 배출 온도	42.0	42.3	42.4	42.6	42.8	42.9	43.1	43.2	43.3	43.4	43.5	43.6
응축기 압력	32.9	33.4	33.8	34.2	34.7	35.1	35.5	35.9	36.3	36.7	37.1	37.5
증발기 압력	9.4	9.6	9.7	9.9	10.0	10.2	10.3	10.4	10.5	10.6	10.7	10.8
냉장 효과	159.6	161.4	163.4	165.4	167.5	169.6	171.7	173.8	175.9	178.0	180.1	182.2
상능 계수(COP)	2.94	2.93	2.93	2.93	2.92	2.92	2.91	2.90	2.89	2.88	2.87	2.86
배출 온도	107.3	108.2	109.0	109.7	110.7	111.5	112.3	113.2	114.1	115.0	115.9	116.8
질량 유량	238	236	233	230	227	224	221	218	215	212	209	206
용적 유량	7.49	7.38	7.26	7.16	7.06	6.97	6.88	6.79	6.70	6.61	6.52	6.43
용적 냉각 용량	5079	5155	5235	5308	5385	5458	5528	5601	5674	5747	5820	5893
흡입 라인 압력 강하	162	158	154	151	147	144	141	137	134	131	128	125
흡입 라인 가스 밀도	31.8	31.9	32.0	32.1	32.2	32.3	32.4	32.5	32.6	32.7	32.8	32.9
응축기 라인 가스 밀도	157.6	158.7	159.3	159.7	160.4	161.1	161.7	162.4	163.1	163.8	164.5	165.2

[0168]

[0169] 실시예 12(10 중량%의 R-1132a 및 3 중량%의 CO₂(R-744)를 포함하는 R-1132a/CO₂/R-32/R-1234yf의 사원 배합물)

결과		평균 조성물 (중량%)											
		R-1132a	R-744	R-32	R-1234yf	10	3	38	49	10	3	40	47
GWP(AR4 기준)		2107	100.0%			244	257	271	284	298	311	325	
참조 대비 냉각 COP		100.0%				101.4%	101.3%	101.2%	101.1%	100.9%	100.8%	100.7%	
참조 대비 냉각 용량		100.0%				98.2%	99.8%	101.3%	102.8%	104.2%	105.6%	107.0%	
압축기 배출 온도 차이		K				2.1	2.9	3.8	4.6	5.4	6.3	7.1	
압력비		3.32				3.50	3.48	3.48	3.47	3.46	3.45	3.44	
용적 효율		94.5%				93.8%	93.8%	93.9%	94.0%	94.1%	94.1%	94.2%	
응축기 클라이드		K				7.9	7.6	7.3	7.0	6.7	6.4	6.1	
증발기 클라이드		K				8.4	8.1	7.8	7.5	7.2	6.9	6.6	
증발기 주입구 온도		°C				3.0	3.2	3.3	3.5	3.6	3.8	3.9	
응축기 배출 온도		°C				42.2	42.3	42.4	42.6	42.8	42.9	43.1	
응축기 압력		bar				33.4	33.9	34.3	34.8	35.2	35.6	36.0	
증발기 압력		bar				9.6	9.7	9.9	10.0	10.2	10.3	10.5	
냉장 효과		kJ/kg				159.1	161.0	163.2	165.1	167.2	169.3	171.4	
상능 계수(COP)		2.88				2.92	2.92	2.92	2.91	2.91	2.90	2.90	
배출 온도		°C				107.7	108.5	109.3	110.2	111.0	111.8	112.6	
질량 유량		kg/시간				239	236	233	230	227	225	222	
용적 유량		m ³ /시간				7.41	7.29	7.18	7.08	6.98	6.89	6.80	
용적 냉각 용량		kJ/m ³				5131	5213	5296	5372	5446	5519	5589	
흡입 라인 압력 강하		Pa/m				160	157	153	149	146	142	139	
흡입 라인 가스 밀도		kg/m ³				32.3	32.4	32.5	32.5	32.6	32.6	32.6	
응축기 라인 가스 밀도		kg/m ³				161.2	162.0	162.9	163.5	164.0	164.2	164.3	

[0170]

[0171] 실시예 13(4 중량%의 R-1132a 및 4 중량%의 CO₂(R-744)를 포함하는 R-1132a/CO₂/R-32/R-1234yf의 사원 배합물)

결과	R410A	공칭 조성물(중량%)					
		R-1132a R-744 R-32 R-1234yf	4 4 36 56	4 4 38 54	4 4 40 52	4 4 42 50	4 4 44 46
GWP(AR4 기준)	2107		244	257	271	284	298
참조 대비 냉각 COP	100.0%		103.7%	103.4%	103.2%	103.0%	102.8%
참조 대비 냉각 용량	100.0%		93.6%	95.1%	96.5%	98.0%	100.7%
압축기 배출 온도 차이	K		0.9	1.8	2.6	3.5	4.4
압력비	3.32		3.53	3.52	3.51	3.50	3.49
용적 효율	94.5%		93.6%	93.7%	93.8%	93.9%	94.0%
응축기 클라이드	K		8.5	8.1	7.7	7.4	7.0
증발기 클라이드	K		8.0	7.7	7.4	7.1	6.8
증발기 주입구 온도	°C		3.2	3.4	3.5	3.7	3.8
응축기 배출 온도	°C		41.9	42.1	42.2	42.4	42.6
응축기 압력	bar		31.2	31.7	32.1	32.6	33.0
증발기 압력	bar		8.9	9.0	9.2	9.3	9.5
냉장 효과	kJ/kg		161.4	163.3	165.3	167.3	169.4
성능 계수(COP)			2.99	2.98	2.97	2.97	2.96
배출 온도	°C		106.4	107.3	108.2	109.1	109.9
질량 유량	kg/시간		236	233	230	227	224
용적 유량	m ³ /시간		7.77	7.65	7.54	7.43	7.32
용적 냉각 용량	kJ/m ³		4891	4968	5044	5119	5192
흡입 라인 압력 강하	Pa/m		167	162	159	155	151
흡입 라인 가스 밀도	kg/m ³		30.3	30.4	30.5	30.6	30.7
응축기 라인 가스 밀도	kg/m ³		146.1	146.9	147.6	148.2	148.7

[0172]

[0173] 실시예 14(5 중량%의 R-1132a 및 4 중량%의 CO₂(R-744)를 포함하는 R-1132a/CO₂/R-32/R-1234yf의 사원 배합물)

결과		공칭 조성물(중량%)									
		R-1132a	R-744	R-32	R-1234yf	5	5	5	5	5	5
GWP(AR4 기준)		244	257	271	284	298	311	325			
참조 대비 냉각 COP		103.2%	103.0%	102.7%	102.5%	102.4%	102.2%	102.0%			
참조 대비 냉각 용량		94.8%	96.3%	97.8%	99.2%	100.7%	101.9%	103.3%			
압축기 배출 온도 차이		1.4	2.2	3.2	4.0	4.9	5.6	6.6			
압력비		3.52	3.51	3.51	3.50	3.49	3.48	3.48			
용적 효율		93.7%	93.7%	93.8%	93.9%	94.0%	94.0%	94.1%			
응축기 클라이드		8.6	8.2	7.9	7.5	7.3	6.8	6.5			
증발기 클라이드		8.1	7.8	7.5	7.2	6.9	6.6	6.3			
증발기 주입구 온도		3.2	3.3	3.5	3.6	3.8	3.9	4.1			
응축기 배출 온도		41.8	42.0	42.2	42.4	42.5	42.7	42.9			
응축기 압력		31.8	32.2	32.7	33.1	33.6	34.0	34.4			
증발기 압력		9.0	9.2	9.3	9.5	9.6	9.8	9.9			
냉장 효과		161.3	163.2	165.3	167.2	169.4	171.3	173.5			
상능 계수(COP)		2.97	2.97	2.96	2.96	2.95	2.95	2.94			
배출 온도		106.9	107.8	108.7	109.5	110.4	111.2	112.1			
질량 유량		236	233	230	227	224	222	219			
용적 유량		7.67	7.55	7.43	7.33	7.22	7.14	7.04			
용적 냉각 용량		4955	5033	5113	5185	5263	5326	5398			
흡입 라인 압력 강하		164	160	156	153	149	146	143			
흡입 라인 가스 밀도		30.7	30.8	30.9	31.0	31.1	31.1	31.1			
응축기 라인 가스 밀도		149.4	150.2	151.2	151.6	152.2	152.2	152.5			

[0174]

[0175] 실시예 15(6 중량%의 R-1132a 및 4 중량%의 CO₂(R-744)를 포함하는 R-1132a/CO₂/R-32/R-1234yf의 사원 배합물)

	결과	R410A	공정 조성물(중량%)									
			R-1132a	R-744	R-32	R-1234yf	6	6	6	6	6	6
GWP(AR4 기준)		2107	244	257	271	284	298	311	325			
참조 대비 냉각 COP		100.0%	102.8%	102.5%	102.3%	102.0%	101.8%	101.7%	101.6%			
참조 대비 냉각 용량		100.0%	96.1%	97.5%	98.9%	100.3%	101.7%	103.1%	104.5%			
압축기 배출 온도 차이	K	0.0	1.8	2.6	3.4	4.4	5.2	6.0	6.9			
압력비		3.32	3.52	3.51	3.50	3.49	3.49	3.48	3.47			
응축 효율		94.5%	93.7%	93.8%	93.8%	93.9%	94.0%	94.1%	94.1%			
증발기 클라이드	K	0.2	8.7	8.2	7.8	7.3	7.0	6.7	6.5			
증발기 클라이드	K	0.1	8.3	8.0	7.7	7.4	7.0	6.7	6.5			
증발기 주입구 온도	°C	7.2	3.1	3.2	3.4	3.5	3.7	3.8	4.0			
응축기 배출 온도	°C	46.0	41.7	42.0	42.2	42.5	42.6	42.8	42.8			
응축기 압력	bar	33.7	32.3	32.7	33.2	33.7	34.1	34.5	34.9			
증발기 압력	bar	10.2	9.2	9.3	9.5	9.6	9.8	9.9	10.1			
냉장 효과	kJ/kg	151.2	161.2	163.0	164.9	166.8	168.9	171.0	173.3			
성능 계수(COP)		2.88	2.96	2.95	2.95	2.94	2.93	2.93	2.93			
배출 온도	°C	105.5	107.3	108.2	109.0	109.9	110.7	111.6	112.5			
질량 유량	kg/시간	251	236	233	231	228	225	222	219			
용적 유량	m ³ /시간	7.28	7.57	7.46	7.36	7.26	7.15	7.06	6.96			
용적 냉각 용량	kJ/m ³	5226	5022	5095	5168	5240	5313	5386	5461			
흡입 라인 압력 강하	Pa/m	163	162	159	155	152	148	145	141			
흡입 라인 가스 밀도	kg/m ³	34.6	31.1	31.3	31.3	31.4	31.5	31.5	31.5			
응축기 라인 가스 밀도	kg/m ³	155.3	152.7	153.5	154.0	154.9	155.3	155.5	155.7			

[0176]

[0177] 실시예 16(7 중량%의 R-1132a 및 4 중량%의 CO₂(R-744)를 포함하는 R-1132a/CO₂/R-32/R-1234yf의 사원 배합물)

	공칭 조성물(중량%)									
	R-1132a	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	R-744	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	R-32	36	38	40	42	44	46	48	46	48
	R-1234yf	53	51	49	47	45	43	41	43	41
결과		R410A								
GWP(AR4 기준)			2107	244	257	271	284	298	311	325
참조 대비 냉각 COP			100.0%	102.3%	102.0%	101.8%	101.7%	101.4%	101.3%	101.2%
참조 대비 냉각 용량			100.0%	97.2%	98.6%	100.0%	101.6%	102.9%	104.4%	105.7%
압축기 배출 온도 차이			K	0.0	2.1	3.0	3.8	4.7	5.6	6.4
압력비				3.32	3.52	3.50	3.49	3.48	3.47	3.47
용적 효율				94.5%	93.7%	93.8%	93.9%	94.0%	94.1%	94.2%
응축기 클라이드			K	0.2	8.6	8.1	7.7	7.5	7.0	6.8
증발기 클라이드			K	0.1	8.4	8.1	7.8	7.5	7.2	6.9
증발기 주입구 온도			°C	7.2	3.0	3.2	3.3	3.5	3.6	3.8
응축기 배출 온도			°C	46.0	41.8	42.1	42.3	42.4	42.6	42.7
응축기 압력			bar	33.7	32.8	33.2	33.7	34.2	34.6	35.0
증발기 압력			bar	10.2	9.3	9.5	9.6	9.8	9.9	10.1
냉장 효과			kJ/kg	151.2	160.9	162.7	164.6	166.8	168.6	170.9
성능 계수(COP)				2.88	2.95	2.94	2.93	2.93	2.92	2.92
배출 온도			°C	105.5	107.7	108.5	109.4	110.3	111.1	111.9
질량 유량			kg/시간	251	236	234	231	228	225	222
용적 유량			m³/시간	7.28	7.49	7.38	7.27	7.16	7.07	6.97
용적 냉각 용량			kJ/m³	5226	5078	5152	5227	5309	5375	5453
흡입 라인 압력 강하			Pa/m	163	161	157	154	150	147	143
흡입 라인 가스 밀도			kg/m³	34.6	31.6	31.7	31.8	31.8	31.9	31.9
응축기 라인 가스 밀도			kg/m³	155.3	155.9	156.7	157.5	158.2	158.7	158.9

[0178]

[0179] 실시예 17(8 중량%의 R-1132a 및 4 중량%의 CO₂(R-744)를 포함하는 R-1132a/CO₂/R-32/R-1234yf의 사원 배합물)

결과		공칭 조성물(중량%)											
		R-1132a	8	8	8	8	8	8	8	8	8		
		R-744	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
		R-32	36	38	40	42	44	46	48	46	48		
		R-1234yf	52	50	48	46	44	42	40	42	40		
GWP(AR4 기준)		R410A	2107	257	271	284	298	311	325	100.7%	106.7%	7.6	3.46
참조 대비 냉각 COP			100.0%	101.8%	101.4%	101.3%	101.1%	100.9%	100.7%	106.7%	7.6	3.46	
참조 대비 냉각 용량			100.0%	98.3%	101.3%	102.8%	104.2%	105.5%	106.7%	106.7%	7.6	3.46	
압축기 배출 온도 차이		K	0.0	2.5	4.2	5.0	5.9	6.7	7.6	7.6	3.46	94.2%	6.3
압력비			3.32	3.51	3.49	3.48	3.48	3.47	3.46	3.46	94.2%	6.3	6.7
용적 효율			94.5%	93.7%	93.8%	94.0%	94.0%	94.1%	94.2%	94.2%	6.3	6.7	3.9
응축기 글라이드		K	0.2	8.6	8.2	7.8	7.5	7.1	6.8	6.3	6.7	3.9	42.9
증발기 글라이드		K	0.1	8.6	8.3	7.9	7.6	7.3	7.0	6.7	3.9	42.9	35.9
증발기 주입구 온도		°C	7.2	2.9	3.1	3.3	3.4	3.6	3.7	3.9	42.9	35.9	10.4
응축기 배출 온도		°C	46.0	41.8	42.0	42.2	42.4	42.6	42.7	42.9	42.9	35.9	10.4
응축기 압력		bar	33.7	33.3	33.8	34.3	34.7	35.1	35.5	35.9	42.9	35.9	10.4
증발기 압력		bar	10.2	9.5	9.7	9.8	10.0	10.1	10.2	10.4	42.9	35.9	10.4
냉장 효과		kJ/kg	151.2	160.6	162.5	164.5	166.6	168.5	170.6	172.5	42.9	35.9	10.4
정능 계수(COP)			2.88	2.93	2.93	2.92	2.92	2.91	2.91	2.90	42.9	35.9	10.4
배출 온도		°C	105.5	108.1	108.9	109.8	110.6	111.4	112.3	113.1	42.9	35.9	10.4
질량 유량		kg/시간	251	237	234	231	228	226	223	220	42.9	35.9	10.4
용적 유량		m³/시간	7.28	7.40	7.29	7.18	7.08	6.98	6.89	6.82	42.9	35.9	10.4
용적 냉각 용량		kJ/m³	5226	5139	5218	5295	5372	5443	5515	5578	42.9	35.9	10.4
흡입 라인 압력 강화		Pa/m	163	159	155	152	148	145	142	139	42.9	35.9	10.4
흡입 라인 가스 밀도		kg/m³	34.6	32.0	32.1	32.2	32.3	32.3	32.3	32.3	42.9	35.9	10.4
응축기 라인 가스 밀도		kg/m³	155.3	159.3	160.3	161.1	161.6	162.2	162.4	162.5	42.9	35.9	10.4

[0180]

[0181] 실시예 18(9 중량%의 R-1132a 및 4 중량%의 CO₂(R-744)를 포함하는 R-1132a/CO₂/R-32/R-1234yf의 사원 배합물)

결과		공칭 조성물(중량%)											
		R-1132a	R-744	R-32	R-1234yf	9	9	9	9	9	9	9	9
GWP(AR4 기준)		244	257	271	284	298	311	325					
참조 대비 냉각 COP		101.3%	101.2%	101.0%	100.8%	100.6%	100.5%	100.3%					
참조 대비 냉각 용량		99.4%	101.1%	102.5%	103.9%	105.3%	106.6%	107.9%					
압축기 배출 온도 차이		2.8	3.7	4.6	5.3	6.2	7.0	7.9					
압력비		3.50	3.49	3.49	3.47	3.47	3.46	3.45					
용적 효율		93.8%	93.8%	93.9%	94.0%	94.1%	94.1%	94.2%					
응축기 클라이드		8.5	8.2	7.7	7.3	7.1	6.7	6.3					
증발기 클라이드		8.7	8.4	8.1	7.7	7.4	7.1	6.8					
증발기 주입구 온도		2.9	3.0	3.2	3.4	3.5	3.7	3.8					
응축기 배출 온도		41.9	42.0	42.2	42.4	42.6	42.8	43.0					
응축기 압력		33.8	34.3	34.8	35.2	35.6	36.0	36.4					
증발기 압력		9.7	9.8	10.0	10.1	10.3	10.4	10.6					
냉장 효과		160.2	162.3	164.2	166.1	168.2	170.2	172.2					
성능 계수(COP)		2.92	2.92	2.91	2.91	2.90	2.90	2.89					
배출 온도		108.4	109.2	110.1	110.9	111.8	112.5	113.4					
질량 유량		237	234	232	229	226	223	221					
용적 유량		7.32	7.20	7.10	7.01	6.91	6.82	6.74					
용적 냉각 용량		5195	5281	5355	5427	5504	5573	5639					
흡입 라인 압력 강화		158	154	150	147	143	140	138					
흡입 라인 가스 밀도		32.4	32.5	32.6	32.7	32.7	32.7	32.7					
응축기 라인 가스 밀도		162.6	163.7	164.7	165.0	165.8	165.8	166.0					

[0182]

[0183] 실시예 19(10 중량%의 R-1132a 및 4 중량%의 CO₂(R-744)를 포함하는 R-1132a/CO₂/R-32/R-1234yf의 사원 배합물)

결과		공칭 조성물(중량%)											
		R-1132a	R-744	R-32	R-1234yf	10	10	10	10	10	10	10	10
GWP(AR4 기준)		R410A				244	257	271	284	298	311	325	
참조 대비 냉각 COP		2107				100.8%	100.7%	100.6%	100.3%	100.2%	100.1%	100.0%	
참조 대비 냉각 용량		100.0%				100.6%	102.1%	103.7%	105.1%	106.4%	107.9%	109.2%	
압축기 배출 온도 차이	K	0.0				3.3	4.1	4.9	5.7	6.5	7.4	8.2	
압력비		3.32				3.50	3.49	3.48	3.47	3.46	3.46	3.45	
용적 효율		94.5%				93.8%	93.9%	93.9%	94.0%	94.1%	94.2%	94.2%	
응축기 클라이드	K	0.2				8.5	8.1	7.8	7.3	6.9	6.7	6.4	
증발기 클라이드	K	0.1				8.8	8.5	8.2	7.8	7.5	7.2	6.9	
증발기 주입구 온도	°C	7.2				2.8	3.0	3.1	3.3	3.5	3.6	3.8	
응축기 배출 온도	°C	46.0				41.9	42.1	42.2	42.4	42.6	42.8	42.9	
응축기 압력	bar	33.7				34.4	34.8	35.3	35.7	36.1	36.6	37.0	
증발기 압력	bar	10.2				9.8	10.0	10.1	10.3	10.4	10.6	10.7	
냉장 효과	kJ/kg	151.2				160.0	161.9	163.9	165.8	167.8	169.9	172.1	
성능 계수(COP)		2.88				2.91	2.90	2.90	2.89	2.89	2.88	2.88	
배출 온도	°C	105.5				108.8	109.6	110.4	111.3	112.0	112.9	113.7	
질량 유량	kg/시간	251				238	235	232	229	227	224	221	
용적 유량	m ³ /시간	7.28				7.23	7.12	7.02	6.92	6.84	6.74	6.66	
용적 냉각 용량	kJ/m ³	5226				5258	5338	5418	5490	5561	5637	5707	
흡입 라인 압력 강화	Pa/m	163				156	152	149	145	142	139	136	
흡입 라인 가스 밀도	kg/m ³	34.6				32.9	33.0	33.1	33.1	33.1	33.2	33.2	
응축기 라인 가스 밀도	kg/m ³	155.3				166.6	167.7	168.3	169.1	169.3	169.8	169.9	

[0184]

[0185] 실시예 20(4 중량%의 R-1132a 및 5 중량%의 CO₂(R-744)를 포함하는 R-1132a/CO₂/R-32/R-1234yf의 사원 배합물)

	결과	R410A	공칭 조성물(중량%)											
			R-1132a	R-744	R-32	R-1234yf	4	4	4	4	4	4	4	4
GWP(AR4 기준)		2107	244	257	271	284	298	311	325					
참조 대비 냉각 COP		100.0%	103.0%	102.7%	102.5%	102.3%	102.1%	101.9%	101.7%					
참조 대비 냉각 용량		100.0%	96.0%	97.5%	98.9%	100.3%	101.7%	103.1%	104.4%					
압축기 배출 온도 차이	K	0.0	2.2	3.0	3.9	4.8	5.6	6.5	7.4					
압력비		3.32	3.54	3.53	3.52	3.51	3.50	3.49	3.49					
응축 효율		94.5%	93.7%	93.7%	93.8%	93.9%	94.0%	94.0%	94.1%					
증발기 클라이드	K	0.2	9.1	8.7	8.3	7.9	7.5	7.3	6.9					
증발기 클라이드	K	0.1	8.4	8.1	7.8	7.5	7.2	6.9	6.6					
증발기 주입구 온도	°C	7.2	3.0	3.2	3.3	3.5	3.6	3.8	3.9					
응축기 배출 온도	°C	46.0	41.6	41.8	42.0	42.1	42.4	42.5	42.6					
응축기 압력	bar	33.7	32.2	32.7	33.1	33.6	34.0	34.4	34.8					
증발기 압력	bar	10.2	9.1	9.3	9.4	9.6	9.7	9.9	10.0					
냉장 효과	kJ/kg	151.2	162.4	164.3	166.3	168.3	170.3	172.5	174.6					
성능 계수(COP)		2.88	2.97	2.96	2.95	2.95	2.94	2.94	2.93					
배출 온도	°C	105.5	107.7	108.6	109.4	110.3	111.1	112.1	112.9					
질량 유량	kg/시간	251	234	231	229	226	223	220	218					
용적 유량	m ³ /시간	7.28	7.58	7.46	7.35	7.25	7.16	7.06	6.97					
용적 냉각 용량	kJ/m ³	5226	5016	5093	5169	5244	5313	5387	5455					
흡입 라인 압력 강하	Pa/m	163	162	158	154	150	147	144	141					
흡입 라인 가스 밀도	kg/m ³	34.6	30.9	31.0	31.1	31.2	31.2	31.2	31.3					
응축기 라인 가스 밀도	kg/m ³	155.3	151.0	151.9	152.6	153.3	153.5	154.0	154.2					

[0186]

[0187]

실시예 21(5 중량%의 R-1132a 및 5 중량%의 CO₂(R-744)를 포함하는 R-1132a/CO₂/R-32/R-1234yf의 사원 배합물)

		공칭 조성물(중량%)									
		R-1132a	R-744	R-32	R-1234yf	5	5	5	5	5	5
결과		R410A									
GWP(AR4 기준)		2107									
참조 대비 냉각 COP		100.0%									
참조 대비 냉각 용량		100.0%									
압축기 배출 온도 차이		K									
압력비		3.32									
용적 효율		94.5%									
응축기 클라이드		K									
증발기 클라이드		K									
증발기 주입구 온도		°C									
응축기 배출 온도		°C									
응축기 압력		bar									
증발기 압력		bar									
냉장 효과		kJ/kg									
정능 계수(COP)		151.2									
배출 온도		°C									
질량 유량		kg/시간									
용적 유량		m ³ /시간									
용적 냉각 용량		kJ/m ³									
흡입 라인 압력 강하		Pa/m									
흡입 라인 가스 밀도		kg/m ³									
응축기 라인 가스 밀도		kg/m ³									

[0188]

[0189] 실시예 22(6 중량%의 R-1132a 및 5 중량%의 CO₂(R-744)를 포함하는 R-1132a/CO₂/R-32/R-1234yf의 사원 배합물)

결과		공칭 조성물(중량%)											
		R-1132a	R-744	R-32	R-1234yf	6	6	6	6	6	6	6	6
GWP(AR4 기준)		244	257	271	284	298	311	325					
참조 대비 냉각 COP		102.0%	101.7%	101.5%	101.5%	101.2%	100.9%	101.0%					
참조 대비 냉각 용량		98.3%	99.7%	101.2%	102.8%	104.0%	105.3%	106.8%					
압축기 배출온도 차이		2.9	3.8	4.7	5.5	6.3	7.2	8.1					
압력비		3.53	3.52	3.51	3.50	3.49	3.48	3.48					
용적 효율		93.7%	93.8%	93.9%	93.9%	94.0%	94.1%	94.2%					
응축기 클라이드		9.1	8.5	8.1	8.1	7.5	7.1	7.0					
증발기 클라이드		8.7	8.4	8.1	7.8	7.4	7.1	6.8					
증발기 주입구 온도		2.9	3.0	3.2	3.3	3.5	3.7	3.8					
응축기 배출 온도		41.6	41.9	42.1	42.1	42.4	42.6	42.6					
응축기 압력		33.2	33.7	34.2	34.6	35.0	35.5	35.9					
증발기 압력		9.4	9.6	9.7	9.9	10.0	10.2	10.3					
냉장 효과		161.9	163.7	165.6	168.0	169.8	171.7	174.1					
성능 계수(COP)		2.88	2.93	2.93	2.93	2.92	2.91	2.91					
배출 온도		105.5	109.3	110.2	111.0	111.8	112.8	113.6					
질량 유량		251	232	230	226	224	221	218					
용적 유량		7.28	7.30	7.19	7.07	6.99	6.91	6.81					
용적 냉각 용량		5226	5210	5286	5374	5437	5504	5582					
흡입 라인 압력 강하		163	155	151	147	144	141	138					
흡입 라인 가스 밀도		34.6	31.8	31.9	32.0	32.0	32.0	32.1					
응축기 라인 가스 밀도		155.3	158.5	159.3	159.9	160.1	160.7	160.7					

[0190]

[0191] 실시예 23(7 중량%의 R-1132a 및 5 중량%의 CO₂(R-744)를 포함하는 R-1132a/CO₂/R-32/R-1234yf의 사원 배합물)

결과		공칭 조성물(중량%)									
		R-1132a	R-744	R-32	R-1234yf	7	7	7	7	7	7
GWP(AR4 기준)		244	257	271	284	298	311	325			
참조 대비 냉각 COP		101.6%	101.3%	101.1%	101.0%	100.8%	100.7%	100.6%			
참조 대비 냉각 용량		99.5%	101.0%	102.5%	103.9%	105.2%	106.6%	108.0%			
압축기 배출 온도 차이		3.3	4.2	5.0	5.9	6.6	7.5	8.4			
압력비		3.52	3.51	3.50	3.49	3.48	3.48	3.47			
용적 효율		93.7%	93.8%	93.9%	94.0%	94.0%	94.1%	94.2%			
응축기 클라이드		0.2	8.6	8.2	7.9	7.4	7.1	7.0			
증발기 클라이드		K	K	K	K	K	K	K			
증발기 주입구 온도		7.2	8.5	8.2	7.9	7.5	7.2	6.9			
응축기 배출 온도		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C			
응축기 압력		41.6	41.8	42.0	42.2	42.4	42.6	42.6			
증발기 압력		33.8	34.2	34.7	35.2	35.5	36.0	36.4			
냉장 효과		bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar			
상능 계수(COP)		10.2	9.8	9.9	10.1	10.2	10.3	10.5			
배출 온도		151.2	163.6	165.5	167.5	169.5	171.5	173.8			
질량 유량		2.88	2.92	2.92	2.91	2.91	2.90	2.90			
용적 냉각 용량		105.5	109.7	110.6	111.4	112.2	113.0	113.9			
흡입 라인 압력 강하		251	232	230	227	224	222	219			
흡입 라인 가스 밀도		kg/시간	kg/시간	kg/시간	kg/시간	kg/시간	kg/시간	kg/시간			
응축기 라인 가스 밀도		7.28	7.20	7.10	7.00	6.91	6.83	6.73			
		5226	5277	5354	5429	5498	5569	5645			
		163	153	149	146	143	140	136			
		34.6	32.3	32.3	32.4	32.4	32.5	32.5			
		155.3	162.0	162.8	163.5	163.6	163.9	164.1			

[0192]

[0193] 실시예 24(8 중량%의 R-1132a 및 5 중량%의 CO₂(R-744)를 포함하는 R-1132a/CO₂/R-32/R-1234yf의 사원 배합물)

결과	R410A	공칭 조성물(중량%)							
		R-1132a R-744 R-32 R-1234yf	8 5 36 51	8 5 38 49	8 5 40 47	8 5 42 45	8 5 44 43	8 5 46 41	8 5 48 39
GWP(AR4 기준)	2107		244	257	271	284	298	311	325
참조 대비 냉각 COP	100.0%		101.1%	100.9%	100.8%	100.6%	100.5%	100.2%	100.1%
참조 대비 냉각 용량	100.0%		100.6%	102.1%	103.8%	105.1%	106.5%	107.8%	109.1%
압축기 배출 온도 차이	0.0	K	3.7	4.5	5.3	6.2	7.0	7.9	8.7
압력비	3.32		3.51	3.50	3.50	3.49	3.48	3.47	3.46
응축 효율	94.5%		93.8%	93.8%	93.9%	94.0%	94.1%	94.1%	94.2%
증발기 클라이드	0.2	K	9.0	8.5	8.4	7.9	7.6	7.1	6.8
증발기 클라이드	0.1	K	9.0	8.6	8.3	8.0	7.6	7.3	7.0
증발기 주입구 온도	7.2	°C	2.7	2.9	3.1	3.2	3.4	3.6	3.7
증발기 배출 온도	46.0	°C	41.6	41.9	41.9	42.2	42.3	42.5	42.7
증발기 압력	33.7	bar	34.3	34.7	35.2	35.7	36.1	36.5	36.9
증발기 압력	10.2	bar	9.8	9.9	10.1	10.2	10.4	10.5	10.6
냉장 효과	151.2	kJ/kg	161.3	163.2	165.4	167.3	169.3	171.3	173.4
성능 계수(COP)	2.88		2.91	2.91	2.91	2.90	2.90	2.89	2.88
배출 온도	105.5	°C	109.2	110.0	110.9	111.7	112.5	113.4	114.2
질량 유량	251	kg/시간	236	233	230	227	225	222	219
용적 유량	7.28	m ³ /시간	7.23	7.13	7.01	6.92	6.83	6.75	6.67
용적 냉각 용량	5226	kJ/m ³	5259	5334	5422	5491	5566	5634	5703
흡입 라인 압력 강하	163	Pa/m	155	151	147	144	141	138	135
흡입 라인 가스 밀도	34.6	kg/m ³	32.6	32.7	32.8	32.8	32.9	32.9	32.9
증발기 라인 가스 밀도	155.3	kg/m ³	164.6	165.4	166.5	167.0	167.4	167.9	167.9

[0194]

[0195]

실시예 25(9 중량%의 R-1132a 및 5 중량%의 CO₂(R-744)를 포함하는 R-1132a/CO₂/R-32/R-1234yf의 사원 배합물)

[0196]

결과	R410A	공칭 조성물(중량%)											
		R-1132a	R-744	R-32	R-1234yf	9	9	9	9	9	9	9	9
GWP(AR4 기준)	2107					244	257	271	284	298	311	325	
참조 대비 냉각 COP	100.0%	100.7%	100.5%	100.3%	100.2%	100.7%	100.5%	100.3%	100.2%	99.8%	99.8%	99.6%	
참조 대비 냉각 용량	100.0%	101.8%	103.4%	104.8%	106.3%	101.8%	103.4%	104.8%	106.3%	107.5%	109.0%	110.2%	
압축기 배출온도 차이	K	4.0	4.9	5.6	6.4	4.0	4.9	5.6	6.4	7.3	8.2	9.0	
압력비	3.32	3.51	3.50	3.49	3.48	3.51	3.50	3.49	3.48	3.47	3.47	3.46	
용적 효율	94.5%	93.8%	93.9%	93.9%	94.0%	93.8%	93.9%	93.9%	94.0%	94.1%	94.2%	94.2%	
응축기 클라이드	K	9.0	8.7	8.2	7.8	9.0	8.7	8.2	7.8	7.2	7.1	6.6	
증발기 클라이드	K	9.1	8.7	8.4	8.1	9.1	8.7	8.4	8.1	7.7	7.4	7.1	
증발기 주입구 온도	°C	2.7	2.8	3.0	3.2	2.7	2.8	3.0	3.2	3.4	3.5	3.7	
응축기 배출 온도	°C	41.6	41.8	42.0	42.2	41.6	41.8	42.0	42.2	42.5	42.6	42.8	
응축기 압력	bar	34.8	35.3	35.7	36.2	34.8	35.3	35.7	36.2	36.6	37.0	37.4	
증발기 압력	bar	9.9	10.1	10.2	10.4	9.9	10.1	10.2	10.4	10.5	10.7	10.8	
냉장 효과	kJ/kg	161.1	163.1	164.9	167.0	161.1	163.1	164.9	167.0	168.7	170.9	172.9	
성능 계수(COP)	2.88	2.90	2.90	2.89	2.89	2.90	2.90	2.89	2.89	2.88	2.88	2.87	
배출 온도	°C	109.5	110.4	111.2	112.0	109.5	110.4	111.2	112.0	112.9	113.7	114.5	
질량 유량	kg/시간	236	233	230	228	236	233	230	228	225	222	220	
용적 유량	m ³ /시간	7.14	7.03	6.94	6.85	7.14	7.03	6.94	6.85	6.77	6.68	6.60	
용적 냉각 용량	kJ/m ³	5322	5404	5477	5554	5322	5404	5477	5554	5615	5694	5758	
흡입 라인 압력 강화	Pa/m	153	150	146	143	153	150	146	143	140	137	134	
흡입 라인 가스 밀도	kg/m ³	33.0	33.1	33.2	33.3	33.0	33.1	33.2	33.3	33.3	33.3	33.3	
응축기 라인 가스 밀도	kg/m ³	168.2	169.4	170.2	170.7	168.2	169.4	170.2	170.7	171.4	171.7	171.5	

[0197] 실시예 26(10 중량%의 R-1132a 및 5 중량%의 CO₂(R-744)를 포함하는 R-1132a/CO₂/R-32/R-1234yf의 사원 배합물)

	결과	R410A	공칭 조성물(중량%)											
			R-1132a	R-744	R-32	R-1234yf	10	10	10	10	10	10	10	10
GWP(AR4 기준)		2107					244	257	271	284	298	311	325	345
참조 대비 냉각 COP		100.0%					100.1%	99.9%	99.8%	99.6%	99.5%	99.4%	99.3%	99.3%
참조 대비 냉각 용량		100.0%					102.9%	104.3%	105.9%	107.3%	108.7%	110.1%	111.4%	111.4%
압축기 배출 온도 차이		0.0			K		4.4	5.1	6.0	6.8	7.6	8.4	9.3	9.3
압력비		3.32					3.50	3.49	3.49	3.47	3.47	3.46	3.45	3.45
용적 효율		94.5%					93.8%	93.9%	94.0%	94.0%	94.1%	94.2%	94.3%	94.3%
증발기 클라이드		0.2			K		8.8	8.3	8.0	7.6	7.3	7.0	6.7	6.7
증발기 클라이드		0.1			K		9.2	8.8	8.5	8.1	7.8	7.5	7.2	7.2
증발기 주입구 온도		7.2			°C		2.6	2.8	3.0	3.1	3.3	3.5	3.6	3.6
응축기 배출 온도		46.0			°C		41.7	42.0	42.1	42.3	42.5	42.6	42.8	42.8
응축기 압력		33.7			bar		35.4	35.8	36.3	36.7	37.1	37.5	37.9	37.9
증발기 압력		10.2			bar		10.1	10.3	10.4	10.6	10.7	10.9	11.0	11.0
냉장 효과		151.2			kJ/kg		160.6	162.5	164.5	166.4	168.5	170.5	172.7	172.7
성능 계수(COP)		2.88					2.89	2.88	2.88	2.87	2.87	2.86	2.86	2.86
배출 온도		105.5			°C		109.9	110.7	111.5	112.3	113.2	114.0	114.8	114.8
질량 유량		251			kg/시간		237	234	231	229	226	223	220	220
용적 유량		7.28			m³/시간		7.07	6.97	6.87	6.78	6.69	6.61	6.53	6.53
용적 냉각 용량		5226			kJ/m³		5377	5452	5533	5605	5682	5753	5824	5824
흡입 라인 압력 강화		163			Pa/m		152	149	145	142	139	136	133	133
흡입 라인 가스 밀도		34.6			kg/m³		33.5	33.6	33.6	33.7	33.7	33.7	33.7	33.7
응축기 라인 가스 밀도		155.3			kg/m³		172.3	173.1	174.3	174.7	175.4	175.6	175.6	175.6

[0198]

[0199] 실시예 27(4, 5 및 6 중량%의 R-1132a를 포함하는 삼원 조성물)

공칭 조성물(질량%)							
R-1132a	4	4	4	4	4	4	4
R-32	36	38	40	42	44	46	48
R-1234yf	60	58	56	54	52	50	48
최악의 경우의 제제(Worst-Case Formulation)(질량%)							
R-1132a	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
R-32	35	37	39	41	43	45	47
R-1234yf	60.5	58.5	56.5	54.5	52.5	50.5	48.5
최악의 경우의 가연성 제제(Worst-Case Flammable Formulation)(부피%)							
R-1132a	22.8%	22.2%	21.7%	21.1%	20.6%	20.0%	19.6%
R-32	59.9%	61.6%	63.2%	64.7%	66.1%	67.5%	68.8%
R-1234yf	17.3%	16.2%	15.2%	14.2%	13.3%	12.4%	11.6%

공칭 조성물(질량%)							
R-1132a	5	5	5	5	5	5	5
R-32	36	38	40	42	44	46	48
R-1234yf	59	57	55	53	51	49	47
최악의 경우의 제제(질량%)							
R-1132a	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
R-32	35	37	39	41	43	45	47
R-1234yf	59.5	57.5	55.5	53.5	51.5	49.5	47.5
최악의 경우의 가연성 제제(부피%)							
R-1132a	26.6%	25.9%	25.3%	24.6%	24.0%	23.5%	23.0%
R-32	57.2%	58.9%	60.5%	62.0%	63.4%	64.8%	66.1%
R-1234yf	16.2%	15.2%	14.3%	13.4%	12.5%	11.7%	10.9%

공칭 조성물(질량%)							
R-1132a	6	6	6	6	6	6	6
R-32	36	38	40	42	44	46	48
R-1234yf	58	56	54	52	50	48	46
최악의 경우의 제제(질량%)							
R-1132a	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
R-32	35	37	39	41	43	45	47
R-1234yf	58.5	56.5	54.5	52.5	50.5	48.5	46.5
최악의 경우의 가연성 제제(부피%)							
R-1132a	30.1%	29.3%	28.6%	28.0%	27.2%	26.7%	26.1%
R-32	54.7%	56.4%	58.0%	59.5%	61.0%	62.3%	63.6%
R-1234yf	15.3%	14.3%	13.4%	12.6%	11.8%	11.0%	10.3%

[0200]

[0201] 실시예 28(7 및 8 중량%의 R-1132a를 포함하는 삼원 조성물)

공칭 조성물(질량%)							
R-1132a	7	7	7	7	7	7	7
R-32	36	38	40	42	44	46	48
R-1234yf	57	55	53	51	49	47	45
최악의 경우의 제제(질량%)							
R-1132a	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
R-32	35	37	39	41	43	45	47
R-1234yf	57.5	55.5	53.5	51.5	49.5	47.5	45.5
최악의 경우의 가연성 제제(부피%)							
R-1132a	33.2%	32.3%	31.6%	30.9%	30.3%	29.6%	29.0%
R-32	52.5%	54.1%	55.7%	57.2%	58.7%	60.0%	61.3%
R-1234yf	14.4%	13.5%	12.7%	11.9%	11.1%	10.4%	9.7%

공칭 조성물(질량%)							
R-1132a	8	8	8	8	8	8	8
R-32	36	38	40	42	44	46	48
R-1234yf	56	54	52	50	48	46	44
최악의 경우의 제제(질량%)							
R-1132a	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
R-32	35	37	39	41	43	45	47
R-1234yf	56.5	54.5	52.5	50.5	48.5	46.5	44.5
최악의 경우의 가연성 제제(부피%)							
R-1132a	36.1%	35.3%	34.4%	33.8%	33.0%	32.3%	31.7%
R-32	50.4%	52.0%	53.6%	55.1%	56.5%	57.9%	59.2%
R-1234yf	13.6%	12.7%	11.9%	11.2%	10.5%	9.8%	9.1%

[0202]

[0203] 실시예 29(3 중량%의 CO₂를 포함하는 사원 조성물)

공칭 조성물(질량%)							
R-1132a	4	4	4	4	4	4	4
R-744	3	3	3	3	3	3	3
R-32	36	38	40	42	44	46	48
R-1234yf	57	55	53	51	49	47	45
최악의 경우의 제제(질량%)							
R-1132a	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
R-744	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
R-32	35	37	39	41	43	45	47
R-1234yf	58	56	54	52	50	48	46
최악의 경우의 가연성 제제(부피%)							
R-1132a	18.2%	17.8%	17.4%	17.0%	16.6%	16.3%	16.0%
R-744	20.5%	20.2%	19.8%	19.5%	19.2%	18.9%	18.6%
R-32	48.1%	49.7%	51.2%	52.6%	54.0%	55.3%	56.5%
R-1234yf	13.1%	12.3%	11.6%	10.9%	10.2%	9.5%	8.9%

공칭 조성물(질량%)							
R-1132a	5	5	5	5	5	5	5
R-744	3	3	3	3	3	3	3
R-32	36	38	40	42	44	46	48
R-1234yf	56	54	52	50	48	46	44
최악의 경우의 제제(질량%)							
R-1132a	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
R-744	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
R-32	35	37	39	41	43	45	47
R-1234yf	57	55	53	51	49	47	45
최악의 경우의 가연성 제제(부피%)							
R-1132a	21.4%	20.9%	20.5%	20.1%	19.6%	19.2%	18.8%
R-744	19.7%	19.4%	19.1%	18.8%	18.6%	18.3%	18.0%
R-32	46.4%	47.9%	49.4%	50.8%	52.2%	53.5%	54.7%
R-1234yf	12.4%	11.7%	11.0%	10.3%	9.6%	9.0%	8.4%

[0204]

[0205] 실시예 30(3 중량%의 CO₂를 포함하는 사원 조성물)

공칭 조성물(질량%)							
R-1132a	6	6	6	6	6	6	6
R-744	3	3	3	3	3	3	3
R-32	36	38	40	42	44	46	48
R-1234yf	55	53	51	49	47	45	43
최악의 경우의 제제(질량%)							
R-1132a	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
R-744	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
R-32	35	37	39	41	43	45	47
R-1234yf	56	54	52	50	48	46	44
최악의 경우의 가연성 제제(부피%)							
R-1132a	24.4%	23.9%	23.4%	22.9%	22.4%	22.0%	21.5%
R-744	19.0%	18.8%	18.5%	18.2%	18.0%	17.7%	17.5%
R-32	44.8%	46.3%	47.8%	49.2%	50.5%	51.8%	53.0%
R-1234yf	11.8%	11.1%	10.4%	9.8%	9.1%	8.6%	8.0%

공칭 조성물(질량%)							
R-1132a	7	7	7	7	7	7	7
R-744	3	3	3	3	3	3	3
R-32	36	38	40	42	44	46	48
R-1234yf	54	52	50	48	46	44	42
최악의 경우의 제제(질량%)							
R-1132a	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
R-744	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
R-32	35	37	39	41	43	45	47
R-1234yf	55	53	51	49	47	45	43
최악의 경우의 가연성 제제(부피%)							
R-1132a	27.2%	26.6%	26.1%	25.5%	25.0%	24.5%	24.1%
R-744	18.4%	18.1%	17.9%	17.6%	17.4%	17.2%	17.0%
R-32	43.3%	44.8%	46.2%	47.6%	48.9%	50.2%	51.4%
R-1234yf	11.2%	10.5%	9.9%	9.3%	8.7%	8.1%	7.6%

[0206]

[0207] 실시예 31(3 중량%의 CO₂를 포함하는 사원 조성물)

공칭 조성물(질량%)							
R-1132a	8	8	8	8	8	8	8
R-744	3	3	3	3	3	3	3
R-32	36	38	40	42	44	46	48
R-1234yf	53	51	49	47	45	43	41
최악의 경우의 제제(질량%)							
R-1132a	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
R-744	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
R-32	35	37	39	41	43	45	47
R-1234yf	54	52	50	48	46	44	42
최악의 경우의 가연성 제제(부피%)							
R-1132a	29.7%	29.1%	28.6%	28.0%	27.5%	27.0%	26.5%
R-744	17.8%	17.6%	17.3%	17.1%	16.9%	16.7%	16.5%
R-32	41.9%	43.4%	44.8%	46.2%	47.5%	48.7%	49.9%
R-1234yf	10.6%	10.0%	9.4%	8.8%	8.2%	7.7%	7.2%

공칭 조성물(질량%)							
R-1132a	9	9	9	9	9	9	9
R-744	3	3	3	3	3	3	3
R-32	36	38	40	42	44	46	48
R-1234yf	52	50	48	46	44	42	40
최악의 경우의 제제(질량%)							
R-1132a	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5
R-744	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
R-32	35	37	39	41	43	45	47
R-1234yf	53	51	49	47	45	43	41
최악의 경우의 가연성 제제(부피%)							
R-1132a	32.1%	31.5%	30.9%	30.3%	29.7%	29.2%	28.7%
R-744	17.2%	17.0%	16.8%	16.5%	16.3%	16.1%	16.0%
R-32	40.6%	42.1%	43.4%	44.8%	46.1%	47.3%	48.5%
R-1234yf	10.1%	9.5%	8.9%	8.3%	7.8%	7.3%	6.8%

[0208]

[0209] 실시예 32(3 중량%의 CO₂를 포함하는 사원 조성물)

공칭 조성물(질량%)							
R-1132a	10	10	10	10	10	10	10
R-744	3	3	3	3	3	3	3
R-32	36	38	40	42	44	46	48
R-1234yf	51	49	47	45	43	41	39
최악의 경우의 제제(질량%)							
R-1132a	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
R-744	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
R-32	35	37	39	41	43	45	47
R-1234yf	52	50	48	46	44	42	40
최악의 경우의 가연성 제제(부피%)							
R-1132a	34.4%	33.7%	33.1%	32.5%	31.9%	31.3%	30.8%
R-744	16.7%	16.5%	16.3%	16.1%	15.9%	15.7%	15.6%
R-32	39.3%	40.8%	42.2%	43.5%	44.8%	46.0%	47.2%
R-1234yf	9.6%	9.0%	8.4%	7.9%	7.4%	6.9%	6.4%

[0210]

[0211] 실시예 33(4 중량%의 CO₂(R-744)를 포함하는 사원 조성물)

공칭 조성물(질량%)							
R-1132a	4	4	4	4	4	4	4
R-744	4	4	4	4	4	4	4
R-32	36	38	40	42	44	46	48
R-1234yf	56	54	52	50	48	46	44
최악의 경우의 제제(질량%)							
R-1132a	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
R-744	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
R-32	35	37	39	41	43	45	47
R-1234yf	57	55	53	51	49	47	45
최악의 경우의 가연성 제제(부피%)							
R-1132a	16.8%	16.5%	16.1%	15.8%	15.4%	15.1%	14.8%
R-744	26.6%	26.2%	25.8%	25.4%	25.1%	24.7%	24.4%
R-32	44.6%	46.1%	47.6%	48.9%	50.3%	51.5%	52.7%
R-1234yf	11.9%	11.2%	10.5%	9.9%	9.2%	8.7%	8.1%

[0212]

[0213] 실시예 34(4 중량%의 CO₂를 포함하는 사원 조성물)

공칭 조성물(질량%)							
R-1132a	5	5	5	5	5	5	5
R-744	4	4	4	4	4	4	4
R-32	36	38	40	42	44	46	48
R-1234yf	55	53	51	49	47	45	43
최악의 경우의 제제(질량%)							
R-1132a	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
R-744	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
R-32	35	37	39	41	43	45	47
R-1234yf	56	54	52	50	48	46	44
최악의 경우의 가연성 제제(부피%)							
R-1132a	19.9%	19.4%	19.0%	18.6%	18.3%	17.9%	17.6%
R-744	25.7%	25.3%	25.0%	24.6%	24.3%	23.9%	23.6%
R-32	43.2%	44.6%	46.0%	47.4%	48.7%	50.0%	51.2%
R-1234yf	11.3%	10.6%	10.0%	9.4%	8.8%	8.2%	7.7%

공칭 조성물(질량%)							
R-1132a	6	6	6	6	6	6	6
R-744	4	4	4	4	4	4	4
R-32	36	38	40	42	44	46	48
R-1234yf	54	52	50	48	46	44	42
최악의 경우의 제제(질량%)							
R-1132a	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
R-744	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
R-32	35	37	39	41	43	45	47
R-1234yf	55	53	51	49	47	45	43
최악의 경우의 가연성 제제(부피%)							
R-1132a	22.7%	22.2%	21.8%	21.3%	20.9%	20.5%	20.1%
R-744	24.9%	24.5%	24.2%	23.9%	23.5%	23.2%	22.9%
R-32	41.8%	43.2%	44.6%	46.0%	47.3%	48.5%	49.7%
R-1234yf	10.7%	10.1%	9.5%	8.9%	8.3%	7.8%	7.3%

[0214]

[0215] 실시예 35(4 중량%의 CO₂를 포함하는 사원 조성물)

공칭 조성물(질량%)							
R-1132a	7	7	7	7	7	7	7
R-744	4	4	4	4	4	4	4
R-32	36	38	40	42	44	46	48
R-1234yf	53	51	49	47	45	43	41
최악의 경우의 제제(질량%)							
R-1132a	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
R-744	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
R-32	35	37	39	41	43	45	47
R-1234yf	54	52	50	48	46	44	42
최악의 경우의 가연성 제제(부피%)							
R-1132a	25.3%	24.8%	24.3%	23.8%	23.4%	23.0%	22.5%
R-744	24.1%	23.8%	23.4%	23.1%	22.8%	22.6%	22.3%
R-32	40.5%	41.9%	43.3%	44.6%	45.9%	47.1%	48.3%
R-1234yf	10.2%	9.6%	9.0%	8.4%	7.9%	7.4%	6.9%

공칭 조성물(질량%)							
R-1132a	8	8	8	8	8	8	8
R-744	4	4	4	4	4	4	4
R-32	36	38	40	42	44	46	48
R-1234yf	52	50	48	46	44	42	40
최악의 경우의 제제(질량%)							
R-1132a	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
R-744	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
R-32	35	37	39	41	43	45	47
R-1234yf	53	51	49	47	45	43	41
최악의 경우의 가연성 제제(부피%)							
R-1132a	27.8%	27.2%	26.7%	26.2%	25.7%	25.2%	24.8%
R-744	23.3%	23.0%	22.7%	22.5%	22.1%	21.9%	21.6%
R-32	39.2%	40.7%	42.0%	43.3%	44.6%	45.8%	47.0%
R-1234yf	9.7%	9.1%	8.6%	8.0%	7.5%	7.0%	6.6%

[0216]

[0217] 실시예 36(4 중량%의 CO₂를 포함하는 사원 조성물)

공칭 조성물(질량%)							
R-1132a	9	9	9	9	9	9	9
R-744	4	4	4	4	4	4	4
R-32	36	38	40	42	44	46	48
R-1234yf	51	49	47	45	43	41	39
최악의 경우의 제제(질량%)							
R-1132a	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5
R-744	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
R-32	35	37	39	41	43	45	47
R-1234yf	52	50	48	46	44	42	40
최악의 경우의 가연성 제제(부피%)							
R-1132a	30.1%	29.5%	29.0%	28.4%	27.9%	27.4%	26.9%
R-744	22.7%	22.3%	22.1%	21.8%	21.6%	21.3%	21.1%
R-32	38.1%	39.5%	40.8%	42.1%	43.4%	44.6%	45.7%
R-1234yf	9.2%	8.7%	8.1%	7.6%	7.1%	6.7%	6.2%

공칭 조성물(질량%)							
R-1132a	10	10	10	10	10	10	10
R-744	4	4	4	4	4	4	4
R-32	36	38	40	42	44	46	48
R-1234yf	50	48	46	44	42	40	38
최악의 경우의 제제(질량%)							
R-1132a	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
R-744	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
R-32	35	37	39	41	43	45	47
R-1234yf	51	49	47	45	43	41	39
최악의 경우의 가연성 제제(부피%)							
R-1132a	32.3%	31.6%	31.1%	30.6%	30.0%	29.5%	29.0%
R-744	22.0%	21.7%	21.5%	21.3%	21.0%	20.8%	20.5%
R-32	37.0%	38.4%	39.7%	41.0%	42.2%	43.4%	44.6%
R-1234yf	8.8%	8.3%	7.7%	7.3%	6.8%	6.3%	5.9%

[0218]

[0219] 실시예 37(5 중량%의 CO₂를 포함하는 사원 조성물)

공칭 조성물(질량%)							
R-1132a	4	4	4	4	4	4	4
R-744	5	5	5	5	5	5	5
R-32	36	38	40	42	44	46	48
R-1234yf	55	53	51	49	47	45	43
최악의 경우의 제제(질량%)							
R-1132a	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
R-744	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
R-32	35	37	39	41	43	45	47
R-1234yf	56	54	52	50	48	46	44
최악의 경우의 가연성 제제(부피%)							
R-1132a	15.6%	15.3%	15.0%	14.7%	14.4%	14.1%	13.9%
R-744	31.9%	31.4%	31.0%	30.6%	30.2%	29.8%	29.4%
R-32	41.6%	43.1%	44.4%	45.8%	47.0%	48.2%	49.4%
R-1234yf	10.8%	10.2%	9.6%	9.0%	8.4%	7.9%	7.4%

공칭 조성물(질량%)							
R-1132a	5	5	5	5	5	5	5
R-744	5	5	5	5	5	5	5
R-32	36	38	40	42	44	46	48
R-1234yf	54	52	50	48	46	44	42
최악의 경우의 제제(질량%)							
R-1132a	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
R-744	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
R-32	35	37	39	41	43	45	47
R-1234yf	55	53	51	49	47	45	43
최악의 경우의 가연성 제제(부피%)							
R-1132a	18.5%	18.1%	17.8%	17.4%	17.1%	16.8%	16.4%
R-744	30.9%	30.5%	30.1%	29.7%	29.3%	28.9%	28.5%
R-32	40.3%	41.7%	43.1%	44.4%	45.7%	46.9%	48.0%
R-1234yf	10.3%	9.7%	9.1%	8.5%	8.0%	7.5%	7.0%

[0220]

[0221] 실시예 38(5 중량%의 CO₂를 포함하는 사원 조성물)

공칭 조성물(질량%)							
R-1132a	6	6	6	6	6	6	6
R-744	5	5	5	5	5	5	5
R-32	36	38	40	42	44	46	48
R-1234yf	53	51	49	47	45	43	41
최악의 경우의 제제(질량%)							
R-1132a	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
R-744	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
R-32	35	37	39	41	43	45	47
R-1234yf	54	52	50	48	46	44	42
최악의 경우의 가연성 제제(부피%)							
R-1132a	21.2%	20.7%	20.3%	20.0%	19.6%	19.2%	18.9%
R-744	29.9%	29.5%	29.2%	28.8%	28.4%	28.1%	27.8%
R-32	39.1%	40.5%	41.9%	43.2%	44.4%	45.6%	46.7%
R-1234yf	9.8%	9.2%	8.7%	8.1%	7.6%	7.1%	6.6%

공칭 조성물(질량%)							
R-1132a	7	7	7	7	7	7	7
R-744	5	5	5	5	5	5	5
R-32	36	38	40	42	44	46	48
R-1234yf	52	50	48	46	44	42	40
최악의 경우의 제제(질량%)							
R-1132a	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
R-744	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
R-32	35	37	39	41	43	45	47
R-1234yf	53	51	49	47	45	43	41
최악의 경우의 가연성 제제(부피%)							
R-1132a	23.7%	23.2%	22.8%	22.4%	21.9%	21.6%	21.2%
R-744	29.1%	28.7%	28.3%	28.0%	27.7%	27.3%	27.0%
R-32	38.0%	39.4%	40.7%	42.0%	43.2%	44.4%	45.5%
R-1234yf	9.3%	8.8%	8.2%	7.7%	7.2%	6.8%	6.3%

[0222]

[0223] 실시예 39(5 중량%의 CO₂를 포함하는 사원 조성물)

공칭 조성물(질량%)							
R-1132a	8	8	8	8	8	8	8
R-744	5	5	5	5	5	5	5
R-32	36	38	40	42	44	46	48
R-1234yf	51	49	47	45	43	41	39
최악의 경우의 제제(질량%)							
R-1132a	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
R-744	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
R-32	35	37	39	41	43	45	47
R-1234yf	52	50	48	46	44	42	40
최악의 경우의 가연성 제제(부피%)							
R-1132a	26.0%	25.5%	25.0%	24.6%	24.2%	23.8%	23.4%
R-744	28.1%	27.9%	27.5%	27.2%	26.9%	26.6%	26.3%
R-32	36.9%	38.3%	39.6%	40.8%	42.0%	43.2%	44.3%
R-1234yf	8.9%	8.4%	7.9%	7.4%	6.9%	6.4%	6.0%

공칭 조성물(질량%)							
R-1132a	9	9	9	9	9	9	9
R-744	5	5	5	5	5	5	5
R-32	46	46	46	46	46	46	46
R-1234yf	40	40	40	40	40	40	40
최악의 경우의 제제(질량%)							
R-1132a	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5
R-744	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
R-32	45	45	45	45	45	45	45
R-1234yf	41	41	41	41	41	41	41
최악의 경우의 가연성 제제(부피%)							
R-1132a	25.9%	25.9%	25.9%	25.9%	25.9%	25.9%	25.9%
R-744	26.0%	26.0%	26.0%	26.0%	26.0%	26.0%	26.0%
R-32	42.1%	42.1%	42.1%	42.1%	42.1%	42.1%	42.1%
R-1234yf	6.1%	6.1%	6.1%	6.1%	6.1%	6.1%	6.1%

[0224]

[0225] 실시예 40(5 중량%의 CO₂를 포함하는 사원 조성물)

공칭 조성물(질량%)							
R-1132a	10	10	10	10	10	10	10
R-744	5	5	5	5	5	5	5
R-32	46	46	46	46	46	46	46
R-1234yf	39	39	39	39	39	39	39
최악의 경우의 제제(질량%)							
R-1132a	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
R-744	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
R-32	45	45	45	45	45	45	45
R-1234yf	40	40	40	40	40	40	40
최악의 경우의 가연성 제제(부피%)							
R-1132a	27.8%	27.8%	27.8%	27.8%	27.8%	27.8%	27.8%
R-744	25.3%	25.3%	25.3%	25.3%	25.3%	25.3%	25.3%
R-32	41.1%	41.1%	41.1%	41.1%	41.1%	41.1%	41.1%
R-1234yf	5.8%	5.8%	5.8%	5.8%	5.8%	5.8%	5.8%

[0226]