



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년12월02일
 (11) 등록번호 10-1088644
 (24) 등록일자 2011년11월25일

(51) Int. Cl.
C09K 5/04 (2006.01) *C07C 19/10* (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2009-7027506
 (22) 출원일자(국제출원일자) 2009년03월06일
 심사청구일자 2009년12월30일
 (85) 번역문제출일자 2009년12월30일
 (65) 공개번호 10-2010-0017979
 (43) 공개일자 2010년02월16일
 (86) 국제출원번호 PCT/US2009/036268
 (87) 국제공개번호 WO 2009/114398
 국제공개일자 2009년09월17일
 (30) 우선권주장
 61/034,513 2008년03월07일 미국(US)
 (56) 선행기술조사문헌
 US20070007488 A1
 전체 청구항 수 : 총 42 항

(73) 특허권자
알케마 인코포레이티드
 미국 펜실베이니아주 19406 킹 오브 프러시아 퍼스트 애비뉴 900
 (72) 발명자
반 호른 브렛 엘.
 미국 펜실베이니아주 19406 킹 오브 프러시아 비 스트리트 562
보네 필립
 미국 펜실베이니아주 19085 로어 메리온 씨더 레인 600
 (74) 대리인
장훈

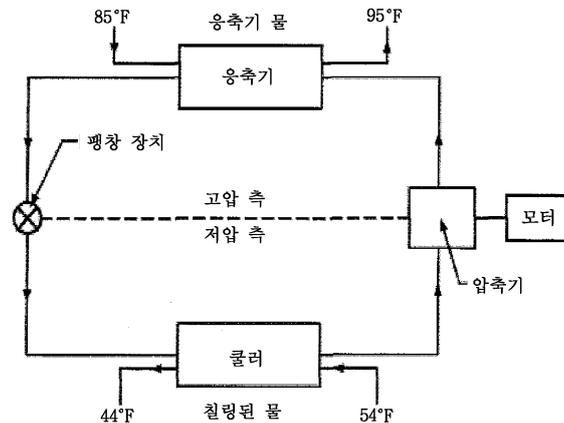
심사관 : 박종일

(54) 액체 칠러에서의 R-1233의 용도

(57) 요약

본 발명은 음압 액체 칠러(negative-pressure liquid chiller)에서 냉매로서의 클로로-트리플루오로프로펜의 용도 및 칠러 내의 기존의 냉매를 클로로-트리플루오로프로펜으로 대체하는 방법에 관한 것이다. 클로로-트리플루오로프로펜, 특히 1-클로로-3,3,3-트리플루오로프로펜은 액체 칠러 응용에서 고효율 및 예상 외의 고용량(capacity)을 가지며, R-123 및 R-11의 대체물을 포함한, 그러한 응용에 더욱 환경적으로 지속 가능한 냉매로서 유용하다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

클로로플루오로카본(CFC) 및 하이드로클로로플루오로카본(HCFC), 및 윤활제를 함유하는 유형의 칠러 시스템을 충전하는 방법으로서,

상기 시스템 내에 상기 윤활제의 상당 부분을 그대로 두면서, 상기 칠러 시스템 내의 상기 CFC 및 HCFC의 전부 또는 일부를, 당해 CFC 및 HCFC보다 지구 온난화 지수가 낮은 1-클로로-3,3,3-트리플루오로프로펜 및/또는 2-클로로-3,3,3-트리플루오로프로펜을 포함하는 할로겐화 올레핀 조성물로 대체하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 윤활제는 광유, 폴리올 에스테르 오일, 폴리알킬렌 글리콜 오일, 폴리비닐 에테르 오일, 폴리(알파올레핀) 오일, 알킬 벤젠 오일 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 칠러 시스템은 원심 압축기, 스크롤 압축기, 스크류 압축기 또는 왕복 압축기를 포함하는 방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 압축기는 원심 압축기인 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 할로겐화 올레핀 조성물은 하이드로플루오로카본, 하이드로클로로플루오로카본, 클로로플루오로카본, 하이드로클로로올레핀, 플루오로케톤, 하이드로플루오로에테르, 하이드로카본, 암모니아 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 냉매를 추가로 포함하는 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 클로로플루오로카본은 트리클로로플루오로메탄(R-11), 디클로로디플루오로메탄(R-12), 1,1,2-트리클로로-1,2,2-트리플루오로에탄(R-113), 1,2-디클로로-1,1,2,2-테트라플루오로에탄(R-114), 클로로펜타플루오로에탄(R-115) 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 방법.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 클로로플루오로카본은 트리클로로플루오로메탄(R-11)인 방법.

청구항 8

제5항에 있어서, 상기 하이드로클로로플루오로카본은 1,1-디클로로-2,2,2-트리플루오로에탄(R-123), 1-클로로-1,2,2,2-테트라플루오로에탄(R-124), 1,1-디클로로-1-플루오로에탄(R-141b), 1-클로로-1,1-디플루오로에탄(R-142b) 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 방법.

청구항 9

제5항에 있어서, 상기 하이드로클로로플루오로카본은 1,1-디클로로-2,2,2-트리플루오로에탄(R-123)인 방법.

청구항 10

제5항에 있어서, 상기 하이드로플루오로카본은 디플루오로메탄(HFC-32), 1-플루오로에탄(HFC-161), 1,1-디플루오로에탄(HFC-152a), 1,2-디플루오로에탄(HFC-152), 1,1,1-트리플루오로에탄(HFC-143a), 1,1,2-트리플루오로에탄(HFC-143), 1,1,1,2-테트라플루오로에탄(HFC-134a), 1,1,2,2-테트라플루오로에탄(HFC-134), 펜타플루오로에탄(HFC-125), 1,1,1,2,3-펜타플루오로프로판(HFC-245eb), 1,1,1,3,3-펜타플루오로프로판(HFC-245fa), 1,1,2,2,3-펜타플루오로프로판(HFC-245ca), 1,1,1,3,3,3-헥사플루오로프로판(HFC-236fa), 1,1,1,2,3,3,3-헵타플루오로프로판(HFC-227ea), 1,1,1,3,3-펜타플루오로부탄(HFC-365mfc), 1,1,1,2,3,4,4,5,5,5-데카플루오로프로

관(HFC-4310) 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 방법.

청구항 11

제5항에 있어서, 상기 하이드로플루오로카본은 1,1,1,2,3-펜타플루오로프로판(HFC-245eb), 1,1,1,3,3-펜타플루오로프로판(HFC-245fa), 1,1,2,2,3-펜타플루오로프로판(HFC-245ca), 1,1,1,3,3-펜타플루오로부탄(HFC-365mfc), 1,1,1,2,3,4,4,5,5,5-데카플루오로프로판(HFC-4310) 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 방법.

청구항 12

제5항에 있어서, 상기 하이드로플루오로카본은 1,1,1,3,3-펜타플루오로프로판(HFC-245fa)인 방법.

청구항 13

제5항에 있어서, 상기 하이드로플루오로올레핀은 적어도 하나의 불소 원자, 적어도 하나의 수소 원자 및 적어도 하나의 알켄 결합을 함유하는 C3 내지 C5 하이드로플루오로올레핀인 방법.

청구항 14

제5항에 있어서, 상기 하이드로플루오로올레핀은 3,3,3-트리플루오로프로펜(HFO-1234zf), E-1,3,3,3-테트라플루오로프로펜(E-HFO-1234ze), Z-1,3,3,3-테트라플루오로프로펜(Z-HFO-1234ze), 2,3,3,3-테트라플루오로프로펜(HFO-1234yf), E-1,2,3,3-펜타플루오로프로펜(E-HFO-1255ye), Z-1,2,3,3,3-펜타플루오로프로펜(Z-HFO-1225ye), E-1,1,1,3,3,3-헥사플루오로부트-2-엔(E-HFO-1336mzz), Z-1,1,1,3,3,3-헥사플루오로부트-2-엔(Z-HFO-1336mzz), 1,1,1,4,4,5,5,5-옥타플루오로헵트-2-엔(HFO-1438mzz) 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 방법.

청구항 15

제5항에 있어서, 상기 하이드로플루오로올레핀은 E-1,1,1,3,3,3-헥사플루오로부트-2-엔(E-HFO-1336mzz), Z-1,1,1,3,3,3-헥사플루오로부트-2-엔(Z-HFO-1336mzz) 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 방법.

청구항 16

제5항에 있어서, 상기 하이드로클로로올레핀은 트랜스-1,2-디클로로에틸렌인 방법.

청구항 17

제5항에 있어서, 상기 하이드로플루오로에테르는 1,1,1,2,2,3,3-헵타플루오로-3-메톡시-프로판, 1,1,1,2,2,3,3,4,4-노나플루오로-4-메톡시-부탄 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 방법.

청구항 18

제5항에 있어서, 상기 플루오로케톤은 1,1,1,2,2,4,5,5,5-노나플루오로-4-(트리플루오로메틸)-3-펜타논인 방법.

청구항 19

제5항에 있어서, 상기 하이드로카본은 C3 내지 C7 포화 알칸인 방법.

청구항 20

제5항에 있어서, 상기 하이드로카본은 n-펜탄, 이소펜탄, 사이클로펜탄 및 이들의 혼합물인 방법.

청구항 21

칠러 시스템에서 냉동을 생성하는 방법으로서,

압축기에서 냉매를 압축하는 단계, 및 냉매를 냉각시키려는 본체(body) 부근에서 증발시키는 단계를 포함하며, 상기 냉매는 본질적으로 1-클로로-3,3,3-트리플루오로프로펜 및/또는 2-클로로-3,3,3-트리플루오로프로펜으로 이루어지는 방법.

청구항 22

삭제

청구항 23

제21항에 있어서, 상기 압축기 내의 증발기 압력이 주위 압력 미만인 방법.

청구항 24

제21항에 있어서, 상기 압축기는 원심 압축기, 스크롤 압축기, 스크류 압축기 또는 왕복 압축기인 방법.

청구항 25

제21항에 있어서, 상기 압축기는 원심 압축기인 방법.

청구항 26

제21항에 있어서, 상기 냉매는 하이드로플루오로카본, 하이드로클로로플루오로카본, 클로로플루오로카본, 하이드로클로로올레핀, 플루오로케톤, 하이드로플루오로에테르, 하이드로카본, 암모니아 또는 이들의 혼합물을 추가로 포함하는 방법.

청구항 27

제26항에 있어서, 상기 클로로플루오로카본은 트리클로로플루오로메탄(R-11), 디클로로디플루오로메탄(R-12), 1,1,2-트리클로로-1,2,2-트리플루오로에탄(R-113), 1,2-디클로로-1,1,2,2-테트라플루오로에탄(R-114), 클로로펜타플루오로에탄(R-115) 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 방법.

청구항 28

제26항에 있어서, 상기 클로로플루오로카본은 트리클로로플루오로메탄(R-11)인 방법.

청구항 29

제26항에 있어서, 상기 하이드로클로로플루오로카본은 1,1-디클로로-2,2,2-트리플루오로에탄(R-123), 1-클로로-1,2,2,2-테트라플루오로에탄(R-124), 1,1-디클로로-1-플루오로에탄(R-141b), 1-클로로-1,1-디플루오로에탄(R-142b) 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 방법.

청구항 30

제26항에 있어서, 상기 하이드로클로로플루오로카본은 1,1-디클로로-2,2,2-트리플루오로에탄(R-123)인 방법.

청구항 31

제26항에 있어서, 상기 하이드로플루오로카본은 디플루오로메탄(HFC-32), 1-플루오로에탄(HFC-161), 1,1-디플루오로에탄(HFC-152a), 1,2-디플루오로에탄(HFC-152), 1,1,1-트리플루오로에탄(HFC-143a), 1,1,2-트리플루오로에탄(HFC-143), 1,1,1,2-테트라플루오로에탄(HFC-125), 1,1,1,2,3-펜타플루오로프로판(HFC-245eb), 1,1,1,3,3-펜타플루오로프로판(HFC-245fa), 1,1,2,2,3-펜타플루오로프로판(HFC-245ca), 1,1,1,3,3,3-헥사플루오로프로판(HFC-236fa), 1,1,1,2,3,3,3-헵타플루오로프로판(HFC-227ea), 1,1,1,3,3-펜타플루오로부탄(HFC-365mfc), 1,1,1,2,3,4,4,5,5,5-데카플루오로프로판(HFC-4310) 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 방법.

청구항 32

제26항에 있어서, 상기 하이드로플루오로카본은 1,1,1,2,3-펜타플루오로프로판(HFC-245eb), 1,1,1,3,3-펜타플루오로프로판(HFC-245fa), 1,1,2,2,3-펜타플루오로프로판(HFC-245ca), 1,1,1,3,3-펜타플루오로부탄(HFC-365mfc), 1,1,1,2,3,4,4,5,5,5-데카플루오로프로판(HFC-4310) 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 방법.

청구항 33

제26항에 있어서, 상기 하이드로플루오로카본은 1,1,1,3,3-펜타플루오로프로판(HFC-245fa)인 방법.

청구항 34

제26항에 있어서, 상기 하이드로플루오로올레핀은 적어도 하나의 불소 원자, 적어도 하나의 수소 원자 및 적어

도 하나의 알켄 결합을 함유하는 C3 내지 C5 하이드로플루오로올레핀인 방법.

청구항 35

제26항에 있어서, 상기 하이드로플루오로올레핀은 3,3,3-트리플루오로프로펜(HFO-1234zf), E-1,3,3,3-테트라플루오로프로펜(E-HFO-1234ze), Z-1,3,3,3-테트라플루오로프로펜(Z-HFO-1234ze), 2,3,3,3-테트라플루오로프로펜(HFO-1234yf), E-1,2,3,3-펜타플루오로프로펜(E-HFO-1255ye), Z-1,2,3,3,3-펜타플루오로프로펜(Z-HFO-1225ye), E-1,1,1,3,3,3-헥사플루오로부트-2-엔(E-HFO-1336mzz), Z-1,1,1,3,3,3-헥사플루오로부트-2-엔(Z-HFO-1336mzz), 1,1,1,4,4,5,5,5-옥타플루오로헵트-2-엔(HFO-1438mzz) 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 방법.

청구항 36

제26항에 있어서, 상기 하이드로플루오로올레핀은 E-1,1,1,3,3,3-헥사플루오로부트-2-엔(E-HFO-1336mzz), Z-1,1,1,3,3,3-헥사플루오로부트-2-엔(Z-HFO-1336mzz) 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 방법.

청구항 37

제26항에 있어서, 상기 하이드로클로로올레핀은 트랜스-1,2-디클로로에틸렌인 방법.

청구항 38

제26항에 있어서, 상기 하이드로플루오로에테르는 1,1,1,2,2,3,3-헵타플루오로-3-메톡시-프로판, 1,1,1,2,2,3,3,4,4-노나플루오로-4-메톡시-부탄 및 이들의 혼합물인 방법.

청구항 39

제26항에 있어서, 상기 플루오로케톤은 1,1,1,2,2,4,5,5,5-노나플루오로-4(트리플루오로메틸)-3-펜타논인 방법.

청구항 40

제26항에 있어서, 상기 하이드로카본은 C3 내지 C7 포화 알칸인 방법.

청구항 41

제26항에 있어서, 상기 하이드로카본은 n-펜탄, 이소펜탄, 사이클로펜탄 및 이들의 혼합물인 방법.

청구항 42

제26항에 있어서, 광유, 폴리올 에스테르 오일, 폴리알킬렌 글리콜 오일, 폴리비닐 에테르 오일, 폴리(알파올레핀) 오일, 알킬 벤젠 오일 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 윤활제를 추가로 포함하는 방법.

청구항 43

- a. 1-클로로-3,3,3-트리플루오로프로펜 및/또는 2-클로로-3,3,3-트리플루오로프로펜을 포함하는, 윤활제, 금속, 물 및 이들의 혼합물의 존재 하에서 안정한 할로겐화 올레핀; 및
- b. 광유, 알킬 벤젠 오일, 폴리올 에스테르 오일, 폴리알킬렌 글리콜 오일, 폴리비닐 에테르 오일, 폴리(알파올레핀) 오일 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 윤활제를 포함하는, 칠러 시스템에서 사용하기 위한 열 전달 조성물.

명세서

기술분야

본 발명은 음압 액체 칠러(negative-pressure liquid chiller)에서 냉매로서의 클로로-트리플루오로프로펜의 용도에 관한 것이다. 클로로-트리플루오로프로펜, 특히 1-클로로-3,3,3-트리플루오로프로펜은 액체 칠러 응용에서 고효율 및 예상 외의 고용량(capacity)을 가지며, R-123 및 R-11의 대체물을 포함한, 그러한 응용에 더욱 환경적으로 지속 가능한 냉매로서 유용하다. 상기 클로로-트리플루오로프로펜은 새로운 칠러 응용에 사용되거나,

[0001]

냉매가 기존의 칠러로부터 제거되고 본 발명의 클로로-트리플루오로프로펜이 첨가될 경우 마무리(top-off) 또는 개조(retrofit)로서 사용될 수 있다.

배경 기술

- [0002] 지속적인 규제 압력과 함께, 오존 파괴 지수 및 지구 온난화 지수가 더욱 낮은, 냉매, 열 전달 유체, 폼 발포제, 용매 및 에어로졸에 대한 더욱 환경적으로 지속 가능한 대체물의 확인에 대한 필요성이 높아지고 있다. 이들 응용에 널리 사용되는 클로로플루오로카본(CFC) 및 하이드로클로로플루오로카본(HCFC)은 오존 파괴 물질이며, 몬트리올 의정서의 가이드라인에 따라 단계적으로 폐지되어 가고 있다. 하이드로플루오로카본(HFC)은 많은 응용에서 CFC 및 HCFC의 선도적인 대체물인데, 이들이 오존층에 대하여 "친화적"인 것으로 여겨지더라도, 이들은 여전히 대체로, 높은 지구 온난화 지수를 갖는다. 오존 파괴나 높은 지구 온난화 물질을 대체하는 것으로 확인되어 온 화합물의 새로운 한 부류가 할로겐화 올레핀, 예를 들어 하이드로플루오로올레핀(HFO) 및 하이드로클로로플루오로올레핀(HCFO)이다. 본 발명에서는, 클로로-트리플루오로프로펜이 액체 칠러 시스템, 특히 음압 칠러 시스템에서, 예를 들어 R-11 및 R-123의 대체물로 특히 유용한 냉매임을 알아내었다.
- [0003] 지속적인 규제 압력과 함께, 오존 파괴 지수 및 지구 온난화 지수가 더욱 낮은, 냉매, 열 전달 유체, 폼 발포제, 용매 및 에어로졸에 대한 더욱 환경적으로 지속 가능한 대체물의 확인에 대한 필요성이 높아지고 있다. 이들 응용에 널리 사용되는 클로로플루오로카본(CFC) 및 하이드로클로로플루오로카본(HCFC)은 오존 파괴 물질이며, 몬트리올 의정서의 가이드라인에 따라 단계적으로 폐지되어 가고 있다. 하이드로플루오로카본(HFC)은 많은 응용에서 CFC 및 HCFC의 선도적인 대체물인데, 이들이 오존층에 대하여 "친화적"인 것으로 여겨지더라도, 이들은 여전히 대체로, 높은 지구 온난화 지수를 갖는다. 오존 파괴나 높은 지구 온난화 물질을 대체하는 것으로 확인되어 온 화합물의 새로운 한 부류가 할로겐화 올레핀, 예를 들어 하이드로플루오로올레핀(HFO) 및 하이드로클로로플루오로올레핀(HCFO)이다. HFO 및 HCFO는, 원하는, 낮은 지구 온난화 지수 및 제로 또는 제로에 가까운 오존 파괴 특성을 제공한다.
- [0004] 칠러는 증기-압축(변형된 역-랭킨), 흡수 또는 다른 열역학적 사이클에 의해 물, 다른 열 전달 유체 또는 공정 유체를 냉각시키는 냉동 기계이다. 이의 가장 일반적인 용도는 대형 사무실, 상업, 메디컬, 엔터테인먼트, 주거용 고층 및 유사한 건물 또는 건물군을 공조(air condition)하는 중앙 시스템에서이다. 대규모의 중앙 플랜트 및 상호접속 플랜트 둘 모두 - 각각 일반적으로 다수의 칠러를 가짐 - 는 쇼핑 센터, 대학, 메디컬 및 사무실 캠퍼스; 군사 시설; 및 지역 냉각 시스템에 일반적이다. 냉각된 물(또는 덜 일반적으로는 브라인 또는 다른 열-전달 유체)은 건물 또는 건물들을 통하여 다른 장치, 예를 들어 존 에어 핸들러(zoned air handlers)로 파이프 수송되는데, 이들 존 에어 핸들러는 냉각된 물이나 브라인을 사용하여, 점유되거나 제어된 공간을 공조(냉각 및 제습)한다. 이들의 성질상, 효율 및 신뢰성 둘 모두 칠러의 중요한 속성이다. 칠러는 통상적으로 열 용량 범위가 약 10 kW(3 톤) 내지 30 MW(8,500 톤) 초과이며, 더욱 일반적인 범위는 300 kW(85 톤) 내지 14 MW(4,000 톤)이다. 보다 더 큰 시스템은 전형적으로 일부 설비가 냉각에 대해서 300 MW(85,000 톤)를 초과하는 복합 칠러를 사용한다. 액체-칠링 시스템은 공조 및 냉동을 위하여 물, 브라인 또는 다른 2차 냉각재를 냉각시킨다. 이 장치는 공장-조립 및 배선되거나, 현장에서 건설하기 위해 부분품으로 출하될 수 있다. 가장 빈번한 응용은 공조를 위한 물 칠링이지만, 산업 공정에서 유체를 저온 냉동 및 칠링하기 위한 브라인 냉각이 또한 일반적이다.
- [0005] 증기-압축, 액체-칠링 시스템의 기본적인 구성요소(component)에는 압축기, 액체 쿨러(증발기), 응축기, 압축기 구동, 액체-냉매 팽창 또는 유동 제어 장치 및 제어 센터가 포함되며; 이것은 또한 리시버, 이코노마이저, 팽창 터빈 및/또는 서브쿨러를 포함할 수 있다. 추가로, 보조 구성요소가 사용될 수 있으며, 예를 들어 유힬제 쿨러, 유힬제 분리기, 유힬제-리턴 장치, 퍼지 유닛, 유힬제 펌프, 냉매 전달 유닛, 냉매 벤트 및/또는 추가의 제어 밸브이다.
- [0006] 액체(보통 물)가 쿨러로 들어가고, 쿨러에서는 저온에서 증발하는 액체 냉매에 의해 액체가 냉각된다. 냉매는 증기화되고, 압축기 내로 흡입되고, 압축기는 가스가 응축기 내의 고온에서 응축될 수 있도록 가스의 압력 및 온도를 증가시킨다. 응축기 냉각 매체가 이 과정에서 가온된다. 이어서, 이 응축된 액체 냉매가 팽창 장치를 통하여 증발기로 환류된다. 액체 냉매의 일부는 응축기와 증발기 사이에서 압력이 강하할 때, 증기로 변화한다(플래시한다). 플래싱은 증발기 압력에서 포화 온도까지 액체를 냉각시킨다. 이것은 쿨러에서 냉동을 생성하지 않는다. 하기의 변경(때때로 최대 효과를 위해 조합됨)이 플래시 가스를 감소시키고, 전력 소비의 단위당

순(net) 냉동을 증가시킨다.

- [0007] 과냉각(subcooling). 응축된 냉매는 물-냉각된 응축기 또는 별도의 열 교환기의 서브쿨러부 중 어느 하나에서 그의 포화 응축 온도 미만으로 과냉각될 수 있다. 과냉각은 플래싱을 감소시키고, 칠러에서의 냉동 효과를 증가시킨다.
- [0008] 이코노마이징(economizing). 이 과정은 직접 팽창(direct expansion, DX), 팽창 터빈 또는 플래시 시스템 중 어느 하나에서 일어날 수 있다. DX 시스템에서는, 주 액체 냉매가 셸-앤드-튜브 열 교환기(shell-and-tube heat exchanger)의 셸에서, 응축 압력에서, 포화 응축 온도로부터 여러 도(degree)의 중간 포화 온도 이내까지 통상적으로 냉각된다. 냉각 전에, 액체의 극히 일부가 열 교환기의 튜브 측에서 플래시되고 증발되어 주 액체 유동을 냉각시킨다. 과냉각되더라도, 액체는 여전히 응축 압력에 있다.
- [0009] 팽창 터빈은 냉매의 일부가 증기화될 때 회전 에너지를 추출한다. DX 시스템에서와 같이, 남아 있는 액체가 중간 압력에서 쿨러로 공급된다. 플래시 시스템에서, 전체 액체 유동이 베셀에서 중간 압력까지 팽창되며, 이는 포화 중간 압력에서 액체를 쿨러로 공급하지만; 이 액체는 중간 압력에 있다.
- [0010] 플래시 가스는 다단계 원심 압축기의 중간 단계, 인테그랄(integral) 2-단계 왕복 압축기의 중간 단계, 스크류 압축기의 중간 압력 포트, 또는 다단계 왕복 압축기 또는 스크류 압축기 상의 고압 단계의 입구 중 어느 하나에 있는 압축기로 들어간다.
- [0011] 액체 주입. 응축된 액체는 중간 압력까지 트로틀링되고(throttled) 압축기의 제2 단계 석션 안으로 주입되어, 과도하게 높은 토출 온도를 방지하며, 원심 기계의 경우에는 노이즈를 감소시킨다. 스크류 압축기의 경우, 응축된 액체가 토출 압력 약간 미만으로 고정된 포트 안으로 주입되어 윤활제 냉각을 제공한다.
- [0012] 기본 시스템
- [0013] 기본적인 액체 칠러 시스템의 예시적인 냉동 사이클이 도 1에 도시되어 있다. 냉각된 물은, 예를 들어 54°F에서 쿨러로 들어가서 44°F로 되어 나온다. 응축기 물은 85°F에서 냉각탑을 나와서, 응축기로 들어가고, 약 95°F에서 냉각탑으로 되돌아간다. 응축기는 또한, 공기에 의하거나 물의 증발에 의해 냉각될 수 있다. 물-냉각된 응축기와 함께 단일 압축기 및 하나의 냉매 회로를 갖는 이 시스템은 비교적 간단하고 컴팩트하기 때문에, 공조를 위하여 물을 칠링하는 데 광범위하게 사용된다. 압축기는 왕복 압축기, 스크롤 압축기, 스크류 압축기 또는 원심 압축기일 수 있다. 본 발명의 바람직한 시스템은 원심 액체 칠러 시스템이다.
- [0014] 원심 압축기는 회전 요소(rotating element)를 사용하여, 냉매를 반경방향으로 가속시키며, 통상적으로 케이싱 안에 내장된 임펠러 및 확산기를 포함한다. 원심 압축기는 보통, 임펠러 아이(eye) 또는 회전 임펠러의 중앙 입구에서 유체를 취하고, 그것을 반경방향으로 외측을 향해 가속시킨다. 약간의 정압 상승이 임펠러에서 일어나지만, 이 압력의 대부분은 케이싱(casing)의 확산기부에서 일어나며, 확산기부에서는 속도가 정압으로 변환된다. 각각의 임펠러-확산기 세트는 압축기의 단계이다. 원심 압축기는 원하는 최종 압력 및 취급하려는 냉매의 부피에 따라, 1 내지 12 또는 그 이상의 단계로 구축된다.
- [0015] 압축기의 압력 비 또는 압축 비는 절대 토출 압력 대 절대 입구 압력의 비이다. 원심 압축기에 의해 전달된 압력은 비교적 광범위한 용량에 걸쳐 실제적으로 일정하다. 따라서, 기존의 냉매를 대체하면서, 원심 압축기의 성능을 유지하기 위해서는, 새로운 냉매를 사용할 때의 압력 비는 기존의 냉매를 사용할 때의 압력 비에 가능한 한 가까워야 한다.
- [0016] 정변위 압축기(positive displacement compressor)와 달리, 원심 압축기는 임펠러를 통과하는 증기를 압축하는데 있어 고속 임펠러의 원심력에 전적으로 달려 있다. 정변위가 아니라, 오히려 동적-압축(dynamic-compression)이라 불리는 것이 있다.
- [0017] 원심 압축기의 압력은 임펠러의 선단 속력에 따라 개시될 수 있다. 선단 속력은 임펠러의 선단에서 측정된 임펠러의 속력이며, 임펠러의 직경 및 임펠러의 분당 회전수와 관련된다. 원심 압축기의 용량은 임펠러를 통한 통로들의 크기에 따라 결정된다. 이는 압축기의 크기를 그 용량보다는 요구되는 압력에 더 의존적이게 만든다.
- [0018] 기존의 냉매를 대체하면서 원심 압축기의 성능을 유지하기 위해서는, 소정의 임펠러 마하 수가 기존의 냉매에 의해 달성된 것과 동일해야 한다. 임펠러 마하 수는 냉매의 음향 속도(음속)에 달려 있기 때문에, 압축기의 성능은 원래의 냉매와 동일한 음향 속도를 갖거나, 이론적으로 기존의 냉매와 동일한 임펠러 마하 수를 제공하는

음향 속도를 갖는 대체 냉매를 배합함으로써 더욱 정확하게 유지될 수 있다.

[0019] 특히 기존의 냉매를 새로운 냉매로 대체할 때, 압축기에 대한 중요한 고려사항은 본 명세서에 정의된 무차원 비속력(specific speed)(Ω)이다.

[0020]
$$\Omega = \frac{\omega\sqrt{V}}{(\Delta h)^{3/4}}$$

[0021] 여기서, ω 는 각속도(rad/s)이고, V 는 부피 유량(m^3/s)이고, Δh 는 압축기 단계당 이상 비일(ideal specific work)이며, 이는 하기와 같이 근사화될 수 있다:

[0022]
$$\Delta h = h_2 - h_1 - (s_2 - s_1) \frac{T_2 - T_1}{\ln(T_2/T_1)}$$

[0023] 여기서, 하첨자 1 및 2는 각각 압축기 입구 및 출구에서의 가스 상태를 나타낸다. H , s 및 T 는 각각 비엔탈피, 비엔트로피 및 온도이다. 압축기는 Ω 이 그 설계에 있어서 최적치일 때, 최고 단열 효율(η)로 작동한다.

[0024] 원심 압축기는 그의 고속 작동으로 인해, 기본적으로 고용적, 저압 기계이다. 원심 압축기는 저압 냉매, 예를 들어 트리클로로플루오로메탄(CFC-11)의 사용에 의해 최상으로 작용한다. 칠러의 일부분, 특히 증발기가 주위 미만의 압력 수준으로 작동될 때, 이러한 칠러를 음압 시스템이라 부른다. 저압 또는 음압 시스템의 이득 중 하나는 낮은 누설률이다. 냉매 누설은 압력 차에 의해 일어나며, 따라서 더 낮은 압력은 고압 시스템보다 더 낮은 누설률을 가져올 것이다. 또한, 주위 압력 미만에서 작동하는 시스템에서의 누설은 냉매가 외부로 누설되기보다는 공기가 장비 내로 흡입되게 된다. 그러한 작동은 임의의 공기 및 습기를 제거하기 위해서 퍼지 장치 를 필요로 하며, 그 퍼지 작동에 대한 모니터링은 누설 개시에 대한 경고 시스템으로서의 역할을 한다.

[0025] <발명의 개요>

[0026] 본 발명에서는, 클로로-트리플루오로프로펜이 액체 칠러 시스템, 특히 음압 칠러 시스템에서, 예를 들어 R-11 및 R-123의 대체물로 특히 유용한 냉매임을 알아내었다. 본 발명의 클로로-트리플루오로프로펜은 현재의 칠러 냉매에 필적할 만한 작동 조건을 제공하고, 또한 현재의 칠러 윤활제와 상용성임을 알아내었다. 본 발명의 클로로-트리플루오로프로펜은 바람직하게는 1-클로로-3,3,3-트리플루오로프로펜 및/또는 2-클로로-3,3,3-트리플루오로프로펜이며, 더욱 바람직하게는 트랜스-1-클로로-3,3,3-트리플루오로프로펜이다.

발명의 상세한 설명

[0036] 본 발명의 클로로-트리플루오로프로펜 냉매 조성물은 새로운 칠러 시스템에 첨가되거나, 기존의 칠러 시스템을 마무리하거나 개조하는 방법으로 사용될 수 있다. 본 발명의 클로로-트리플루오로프로펜 냉매 조성물은 칠러, 바람직하게는 원심 압축기 및 만액식(flooded) 증발기를 사용하여 음압에서 작동되는 칠러에 특히 유용하다.

[0037] 개조 방법은 기존의 냉매를 칠러 시스템으로부터 제거하며, 이때 선택적으로 상기 시스템 내의 윤활제의 상당 부분을 유지하는 단계; 및 계면활성제 및/또는 가용화제의 첨가에 대한 필요성 없이, 상기 시스템에 존재하는 윤활제와 혼화성인 본 발명의 클로로-트리플루오로프로펜 냉매를 포함하는 조성물을 상기 시스템에 도입하는 단계를 포함한다. 기존의 칠러 시스템을 마무리할 때에는, 본 발명의 클로로-트리플루오로프로펜 냉매가 냉매 충전을 마무리하기 위해서 첨가되거나, 또는 손실된 냉매를 대체하기 위한, 또는 기존의 냉매의 일부를 제거한 후 이어서 본 발명의 클로로-트리플루오로프로펜 냉매를 첨가하는, 부분 대체물로서 첨가된다. 본 발명의 바람직한 클로로-트리플루오로프로펜 냉매는 바람직하게는 1-클로로-3,3,3-트리플루오로프로펜 및/또는 2-클로로-3,3,3-트리플루오로프로펜이며, 더욱 바람직하게는 트랜스-1-클로로-3,3,3-트리플루오로프로펜이다.

[0038] 본 명세서에 사용되는 "상당 부분"이라는 용어는 이전 냉매의 제거에 앞서 냉동 시스템 내에 들어 있는 윤활제 양의 적어도 약 50%(본 명세서의 모든 백분율은 달리 지시되지 않는다면 중량 기준이다)인 윤활제의 양을 전반적으로 의미한다. 바람직하게는, 본 발명에 따른 시스템 내의 윤활제의 상당 부분은 냉동 시스템 내에 원래 들어 있던 윤활제의 적어도 약 60%의 양이며, 더욱 바람직하게는 적어도 약 70%의 양이다.

[0039] 칠러 시스템 내에 들어 있던 윤활제의 절반보다 적게 제거하면서, 칠러 시스템으로부터 이전 냉매를 제거하는

데에는 임의의 광범위한 공지된 방법이 이용될 수 있다. 바람직한 실시 형태에 따르면, 운할제는 하이드로카본계 운할제이며, 제거 단계 결과, 시스템 내에 남아 있는 상기 운할제는 적어도 약 90%이며, 심지어 더욱 바람직하게는 적어도 약 95%가 된다. 제거 단계는 액체 상태의 운할제가 들어 있는 냉동 시스템 밖으로 가스 상태의 원래의 냉매를 펌핑함으로써 용이하게 수행될 수 있는데, 그 이유는 냉매가 전통적인 하이드로카본계 운할제에 비하여 매우 휘발성이기 때문이다. 냉매의 비점은 일반적으로 30°C 미만인 반면, 광유의 비점은 일반적으로 200°C 초과이다. 그러한 제거는 냉매 회수 시스템의 사용을 포함하여, 본 기술분야에 공지된 임의의 다수의 방법에 의해 달성될 수 있다. 대안적으로, 냉각된, 가스상의 이전 냉매가 진공 용기 내로 흡입되고 제거되도록 냉각된 진공 냉매 용기가 냉동 시스템의 저압 측에 부착될 수 있다. 또한, 이전 냉매를 시스템으로부터 진공 용기로 펌핑하기 위해 압축기가 냉동 시스템에 부착될 수 있다. 위의 개시 내용에 비추어, 당업자들은 이전 냉매를 칠러 시스템으로부터 용이하게 제거하고, 하이드로카본계 운할제 및 본 발명에 따른 클로로-트리플루오로프로펜 냉매가 들어 있는 챔버를 포함하는 냉동 시스템을 제공할 수 있을 것이다.

- [0040] 본 발명의 방법은 칠러 시스템에, 이 시스템 내에 존재하는 운할제와 혼화성인 본 발명의 적어도 하나의 클로로-트리플루오로프로펜 냉매를 포함하는 조성물을 도입하는 것을 포함한다. 칠러 시스템 내의 운할제는 하이드로카본 운할유, 산소화(oxygenated) 운할유 또는 이들의 혼합물일 수 있다.
- [0041] 본 발명의 클로로-트리플루오로프로펜 냉매에 더하여, 시스템 내로 도입되는 조성물에는 하이드로플루오로카본, 하이드로클로로플루오로카본, 클로로플루오로카본, 하이드로클로로올레핀, 하이드로플루오로에테르, 플루오로케톤, 하이드로카본, 암모니아 또는 이들의 혼합물로부터 선택되는 추가의 냉매가 포함될 수 있으며, 바람직하게는 추가의 냉매가 불연성이고/이거나, 생성된 냉매 조성물이 불연성인 경우이다.
- [0042] 하이드로플루오로카본은 디플루오로메탄(HFC-32), 1-플루오로에탄(HFC-161), 1,1-디플루오로에탄(HFC-152a), 1,2-디플루오로에탄(HFC-152), 1,1,1-트리플루오로에탄(HFC-143a), 1,1,2-트리플루오로에탄(HFC-143), 1,1,1,2-테트라플루오로에탄(HFC-134a), 1,1,2,2-테트라플루오로에탄(HFC-134), 펜타플루오로에탄(HFC-125), 1,1,1,2,3-펜타플루오로프로판(HFC-245eb), 1,1,1,3,3-펜타플루오로프로판(HFC-245fa), 1,1,2,2,3-펜타플루오로프로판(HFC-245ca), 1,1,1,3,3,3-헥사플루오로프로판(HFC-236fa), 1,1,1,2,3,3,3-헵타플루오로프로판(HFC-227ea), 1,1,1,3,3-펜타플루오로부탄(HFC-365mfc), 1,1,1,2,3,4,4,5,5,5-데카플루오로프로판(HFC-4310) 및 이들의 혼합물로부터 선택될 수 있다.
- [0043] 하이드로클로로플루오로카본은 1,1-디클로로-2,2,2-트리플루오로에탄(R-123), 1-클로로-1,2,2,2-테트라플루오로에탄(R-124), 1,1-디클로로-1-플루오로에탄(R-141b), 1-클로로-1,1-디플루오로에탄(R-142b) 및 이들의 혼합물, 바람직하게는 R-123으로부터 선택될 수 있다.
- [0044] 클로로플루오로카본은 트리클로로플루오로메탄(R-11), 디클로로디플루오로메탄(R-12), 1,1,2-트리클로로-1,2,2-트리플루오로에탄(R-113), 1,2-디클로로-1,1,2,2-테트라플루오로에탄(R-114), 클로로펜타플루오로에탄(R-115) 또는 이들의 혼합물, 바람직하게는 R-11일 수 있다.
- [0045] 예시적인 하이드로플루오로에테르에는 1,1,1,2,2,3,3-헵타플루오로-3-메톡시-프로판, 1,1,1,2,2,3,3,4,4-노나플루오로-4-메톡시-부탄 또는 이들의 혼합물이 포함된다. 예시적인 플루오로케톤은 1,1,1,2,2,4,5,5,5-노나플루오로-4(트리플루오로메틸)-3-펜타논이다.
- [0046] 하이드로플루오로올레핀은 적어도 하나의 불소 원자, 적어도 하나의 수소 원자 및 적어도 하나의 알켄 결합을 함유하는 C3 내지 C5 하이드로플루오로올레핀일 수 있다. 예시적인 하이드로플루오로올레핀에는 3,3,3-트리플루오로프로펜(HFO-1234zf), E-1,3,3,3-테트라플루오로프로펜(E-HFO-1234ze), Z-1,3,3,3-테트라플루오로프로펜(Z-HFO-1234ze), 2,3,3,3-테트라플루오로프로펜(HFO-1234yf), E-1,2,3,3-펜타플루오로프로펜(E-HFO-1255ye), Z-1,2,3,3,3-펜타플루오로프로펜(Z-HFO-1255ye), E-1,1,1,3,3,3-헥사플루오로부트-2-엔(E-HFO-1336mzz), Z-1,1,1,3,3,3-헥사플루오로부트-2-엔(Z-HFO-1336mzz), 1,1,1,4,4,5,5,5-옥타플루오로펜트-2-엔(HFO-1438mzz) 또는 이들의 혼합물이 포함된다.
- [0047] 예시적인 하이드로클로로올레핀은 트랜스-1,2-디클로로에틸렌이다.
- [0048] 하이드로카본은 C3 내지 C7 알칸, 바람직하게는 부탄, 펜탄 또는 이들의 혼합물, 더욱 바람직하게는 n-펜탄, 이소펜탄, 사이클로펜탄 또는 이들의 혼합물일 수 있다.
- [0049] 현재의 칠러 운할제에는 광유, 폴리올 에스테르 오일, 폴리알킬렌 글리콜 오일, 폴리비닐 에테르 오일, 폴리(알파올레핀) 오일, 알킬 벤젠 오일 및 이들의 혼합물이 포함되지만 이로 한정되지 않는다. 바람직한 칠러 운할제는 광유이다. 본 발명의 클로로-트리플루오로프로펜은 광유뿐만 아니라 기타 칠러 운할제와도 혼화성인 것으로

로 밝혀졌다.

[0050] 본 발명의 윤활제와 혼화성인 클로로-트리플루오로프로펜 냉매에 더하여, 시스템 내로 도입되는 조성물에는, 냉동 시스템에서의 성능을 강화시키기 위해서, 냉매 조성물에 사용되는 유형의 기타 첨가제 또는 재료가 포함될 수 있다. 예를 들어, 조성물에는 극압 첨가제 및 내마모 첨가제, 산화 안정성 개선제, 부식 억제제, 비점 지수 개선제, 유동점 강하제 및 플록점(floc point) 강하제, 소포제, 점도 조정제, UV 염료 및 트래이서 등이 포함될 수 있다.

[0051] 하기의 비-제한적인 실시예가 참조로 본 명세서에 제공된다.

실시예

[0052] 액체 칠러 성능 데이터

[0053] 액체 칠러 응용에서 냉매 R-123(1,1-디클로로-2,2,2-트리플루오로에탄), R-1233zd(1-클로로-3,3,3-트리플루오로프로펜, 우세적으로 트랜스-이성체) 및 R-1234yf(2,3,3,3-테트라플루오로프로펜)의 성능을 하기의 실시예에서 평가하였다. 각각의 실시예에서는, 30℃ 내지 55℃ 범위의, 주어진 증발기 온도 및 다수의 응축기 온도에서 데이터가 제공된다. 각각의 경우에서의 등엔트로피 효율은 0.7이었다. R-123 및 R-1234yf에 대한 데이터가 비교 예로서 제공된다.

[0054] 하기의 실시예에서는, 하기의 명명법이 사용된다.

[0055] 응축기 토출 온도: T cond

[0056] 응축기 압력: P cond

[0057] 증발기 압력: P evap

[0058] 응축기와 증발기 사이의 압력 차: P diff

[0059] 응축기 대 증발기의 압력 비: P 비

[0060] 성능 계수(에너지 효율): COP

[0061] 용량: CAP

[0062] 실시예 1

[0063] 이 실시예에서는, 하기의 조건들을 사용하였다:

[0064] 증발기 온도 = -10℃. 압축기 입구 온도 = -5℃. 등엔트로피 효율 = 0.7. 결과가 표 1에 나타나 있다.

[0065] 도 2 및 도 3은 R-123에 대한 R-1233zd 및 R-1234yf의 COP 및 CAP를 도시한다.

표 1

[0066]

T evap -10℃ 내부 열 교환기 압축기 입구 -5℃ 등엔트로피 효율 0.7							
	T cond	evap P	cond P	P diff	P 비	CAP	COP
	(℃)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(p/p)	(KJ/m ³)	
R-1234yf	30.0	219	772	554	3.53	1456	3.6
	35.0	219	882	663	4.03	1372	3.1
	40.0	219	1003	785	4.58	1287	2.7
	45.0	219	1137	918	5.19	1200	2.3
	50.0	219	1283	1064	5.86	1111	2.0
	55.0	219	1443	1224	6.59	1019	1.7
R-1233zd	30.0	28	155	127	5.51	280	3.9

	35.0	28	184	156	6.54	269	3.4
	40.0	28	217	189	7.71	257	2.9
	45.0	28	254	226	9.04	245	2.6
	50.0	28	296	268	10.52	233	2.3
	55.0	28	343	314	12.18	222	2.1
R-123	30.0	20	110	90	5.44	206	4.0
	35.0	20	131	111	6.47	199	3.5
	40.0	20	155	135	7.66	192	3.1
	45.0	20	182	162	9.00	184	2.7
	50.0	20	213	192	10.52	177	2.4
	55.0	20	247	227	12.23	169	2.2

[0067] 실시예 2

[0068] 이 실시예에서는, 하기의 조건들을 사용하였다:

[0069] 증발기 온도 = 0℃. 압축기 입구 온도 = 5℃. 등엔트로피 효율 = 0.7. 결과가 표 2에 나타나 있다.

[0070] 도 4 및 도 5는 R-123에 대한 R-1233zd 및 R-1234yf의 COP 및 CAP를 도시한다.

표 2

[0071]

T evap 0℃ 내부 열 교환기 압축기 입구 5℃ 등엔트로피 효율 0.7							
	T cond	evap P	cond P	P diff	P 비	CAP	COP
	(℃)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(p/p)	(KJ/m ³)	
R-1234yf	30.0	312	772	461	2.48	2152	5.3
	35.0	312	882	570	2.83	2035	4.4
	40.0	312	1003	691	3.22	1915	3.7
	45.0	312	1137	825	3.64	1793	3.1
	50.0	312	1283	971	4.11	1668	2.7
	55.0	312	1443	1131	4.62	1540	2.3
R-1233zd	30.0	46	155	109	3.37	463	5.6
	35.0	46	184	138	4.00	444	4.7
	40.0	46	217	171	4.72	426	4.0
	45.0	46	254	208	5.53	407	3.5
	50.0	46	296	250	6.43	389	3.0
	55.0	46	343	297	7.45	370	2.7
R-123	30.0	33	110	77	3.36	337	5.7
	35.0	33	131	98	4.00	325	4.8
	40.0	33	155	122	4.74	314	4.1
	45.0	33	182	149	5.57	302	3.6
	50.0	33	213	180	6.51	290	3.1
	55.0	33	247	215	7.56	279	2.8

[0072] 실시예 3

- [0073] 이 실시예에서는, 하기의 조건들을 사용하였다:
- [0074] 증발기 온도 = 5℃. 압축기 입구 온도 = 10℃. 등엔트로피 효율 = 0.7. 결과가 표 3에 나타나 있다.
- [0075] 도 6 및 도 7은 R-123에 대한 R-1233zd 및 R-1234yf의 COP 및 CAP를 도시한다.

표 3

[0076]

T evap 5℃ 내부 열 교환기 압축기 입구 10℃ 등엔트로피 효율 0.7							
	T cond	evap P	cond P	P diff	T-out comp	CAP	COP
	(℃)	(kPa)	(kPa)	(kPa)		(KJ/m ³)	
R-1234yf	30.0	368	772	404	39	2610	6.7
	35.0	368	882	514	45	2472	5.4
	40.0	368	1003	635	51	2332	4.4
	45.0	368	1136	768	56	2188	3.7
R-1233zd	30.0	58	154	96	44	585	7.0
	35.0	58	183	125	50	562	5.7
	40.0	58	216	158	55	539	4.8
	45.0	58	254	196	61	516	4.1
R-123	30.0	41	110	69	44	423	7.2
	35.0	41	131	90	50	409	5.8
	40.0	41	155	114	56	395	4.9
	45.0	41	182	141	61	381	4.2

- [0077] 실시예 4
- [0078] 이 실시예에서는, 하기의 조건들을 사용하였다:
- [0079] 증발기 온도 = 10℃. 압축기 입구 온도 = 15℃. 등엔트로피 효율 = 0.7. 결과가 표 4에 나타나 있다.
- [0080] 도 8 및 도 9는 R-123에 대한 R-1233zd 및 R-1234yf의 COP 및 CAP를 도시한다.

표 4

[0081]

T evap 10℃ 내부 열 교환기 압축기 입구 15℃ 등엔트로피 효율 0.7							
	T cond	evap P	cond P	P diff	P 비	CAP	COP
	(℃)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(p/p)	(KJ/m ³)	
R-1234yf	30.0	432	772	340	1.79	3097	8.7
	35.0	432	882	450	2.04	2936	6.7
	40.0	432	1003	571	2.32	2773	5.4
	45.0	432	1137	705	2.63	2606	4.4
	50.0	432	1283	851	2.97	2435	3.7
	55.0	432	1443	1011	3.34	2258	3.1
R-1233zd	30.0	72	155	83	2.16	731	9.1

	35.0	72	184	112	2.57	703	7.1
	40.0	72	217	145	3.03	674	5.8
	45.0	72	254	182	3.55	646	4.8
	50.0	72	296	224	4.13	618	4.1
	55.0	72	343	271	4.78	591	3.6
R-123	30.0	51	110	59	2.17	528	9.3
	35.0	51	131	80	2.58	510	7.3
	40.0	51	155	104	3.05	493	5.9
	45.0	51	182	131	3.59	475	5.0
	50.0	51	213	162	4.19	458	4.3
	55.0	51	247	196	4.88	440	3.7

[0082] 표 1 내지 표 4의 대표적인 데이터가 도 2 내지 도 9에 차트화되어 있다.

[0083] 모든 이들 실시예에서, R-1233zd의 효율은 R-123의 효율에 매우 가까웠으며, R-123의 효율의 수 % 이내였다. 대조적으로, R-1234yf의 효율은 R-1233zd 및 R-123의 효율보다 상당히 더 낮았으며, R-123의 효율보다 6.4% 내지 20% 초과로 더 낮았다. 또한, R-1233zd의 용량이 R-123의 용량보다 30% 내지 40% 더 크다는 것을 예상 외로 발견하였다.

[0084] 또한, R-1233zd 및 R-123의 경우, 증발기에서의 압력이 주위 미만인 경우, 시스템이 음압 시스템으로서 작동함이 밝혀졌다. R-1234yf의 경우, 전체 시스템이 양압에서 작동된다.

[0085] R-1233zd는 R-123의 작동 압력, 압력 비 및 압력 차와 근사한 일치성을 제공하는 것으로 밝혀졌으며, R-1233zd는 더욱 환경적으로 허용되는 대체물로서 사용될 수 있다.

[0086] 실시예 5

[0087] 음향 속도:

[0088] R-11, R-123, R-134a, R-1233zd 및 R-1234yf에 대한 음향 속도를 40°C 및 1 bar에서 측정하였다. R-1233zd의 음향 속도는 R-11의 음향 속도에 가까우며, R-134a 또는 R-1234yf 중 어느 하나보다 R-123의 음향 속도에 더 가깝다.

표 5

[0089] 냉매의 음향 속도, 조건: 40°C 및 1 bar.

냉매	음향 속도 (m/s)
R123	131.9
R-11	142.0
R-1233zd	143.7
R-1234yf	155.6
R-134a	165.7

[0090] 실시예 6

[0091] 무차원 비속력:

[0092] 압축기 입구 온도 5°C 및 응축기 온도 40°C로 하여, 실시예 2에서와 같이, 액체 칩러에서의 R-123, R-1233zd 및 R-1234yf의 성능을 측정하였다. 결과가 표 6에 나타나 있으며, 이 표는 또한, 칩러가 동일한 냉각 용량을 전달 하도록 작동된다는 것을 가정하여, 냉매의 무차원 비속력(Ω) 대 R-123의 무차원 비속력(Ω_{123})에 대한 비를 제

공한다. R-1233zd가 R-1234yf와 비교할 때, R-123의 우수한 대체물인 것으로 밝혀졌다.

표 6

동등한 냉각 용량에서 냉매들의 무차원 비속력, 증발기 온도: 5℃, 응축기 온도: 40℃

냉매	압축기	압력(bar)	온도(℃)	Ω / Ω_{123}
R123	입구	0.33	5	1
	출구	1.55	58	
R-1233zd	입구	0.46	5	0.76
	출구	2.17	58	
R-1234yf	입구	3.12	5	0.44
	출구	10.03	52	

이들 결과는 R-1233, 특히 R-1233zd가, R-1234yf 또는 유사한 냉매를 넘는 R-1233zd의 효율 이득으로 인하여, 액체 칠러, 특히 음압 칠러, 그리고 특히 대규모 시스템으로의 냉매로서 유용함을 보여준다.

도면의 간단한 설명

도 1은 전형적인 칠러 시스템의 개략도이다.

도 2는 -10℃의 증발기 온도에서 R-123, R-1233zd 및 R-1234yf에 대한 COP의 차트이다.

도 3은 -10℃의 증발기 온도에서 R-123, R-1233zd 및 R-1234yf에 대한 CAP의 차트이다.

도 4는 0℃의 증발기 온도에서 R-123, R-1233zd 및 R-1234yf에 대한 COP의 차트이다.

도 5는 0℃의 증발기 온도에서 R-123, R-1233zd 및 R-1234yf에 대한 CAP의 차트이다.

도 6은 5℃의 증발기 온도에서 R-123, R-1233zd 및 R-1234yf에 대한 COP의 차트이다.

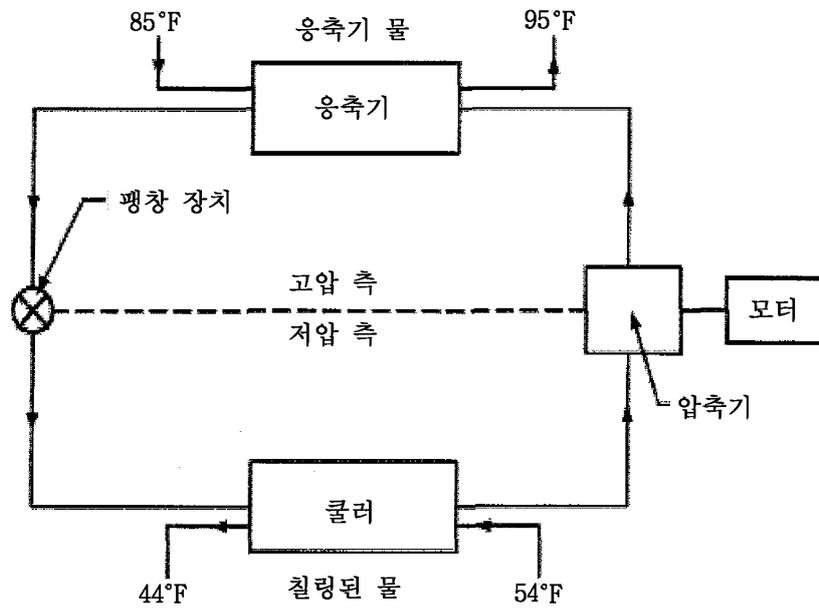
도 7은 5℃의 증발기 온도에서 R-123, R-1233zd 및 R-1234yf에 대한 CAP의 차트이다.

도 8은 10℃의 증발기 온도에서 R-123, R-1233zd 및 R-1234yf에 대한 COP의 차트이다.

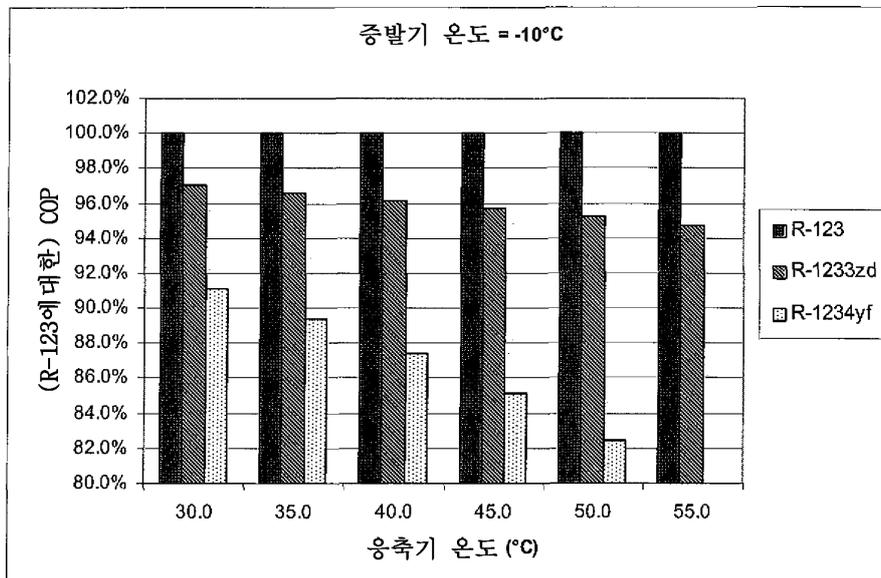
도 9는 10℃의 증발기 온도에서 R-123, R-1233zd 및 R-1234yf에 대한 CAP의 차트이다.

도면

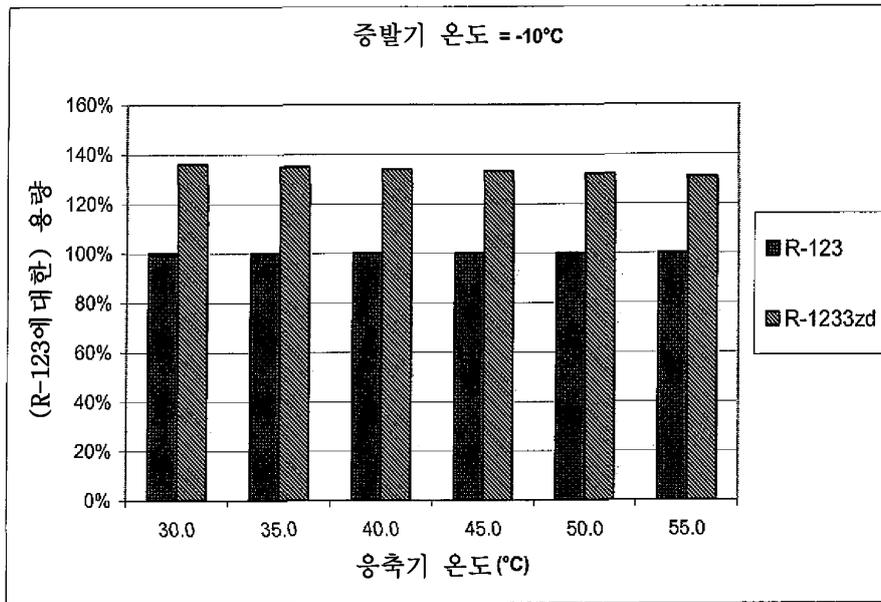
도면1



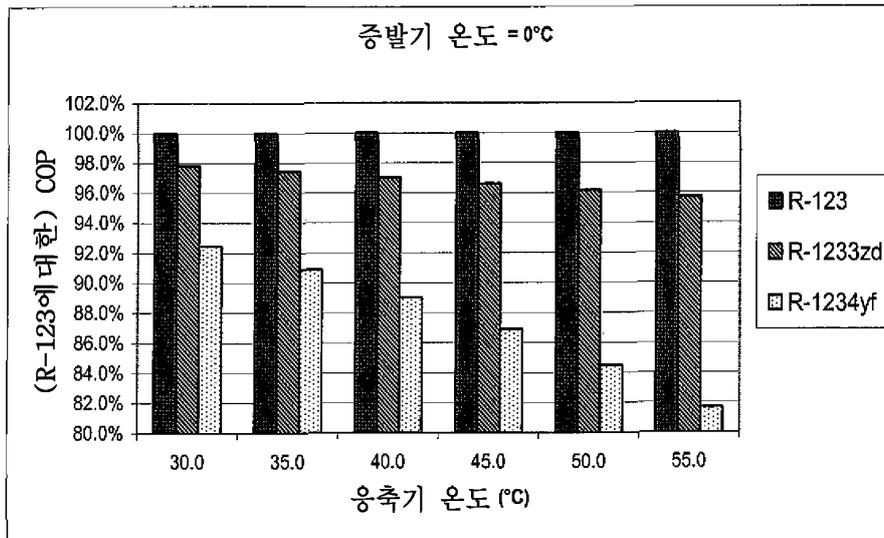
도면2



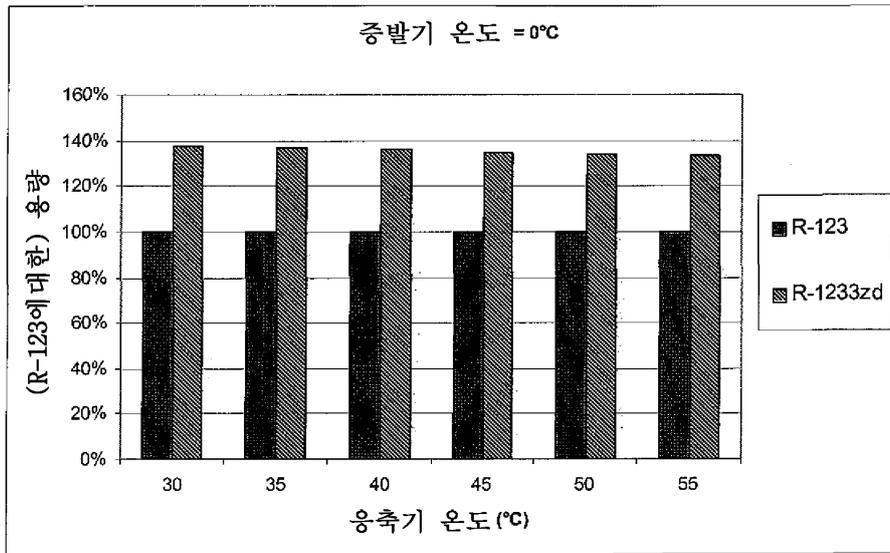
도면3



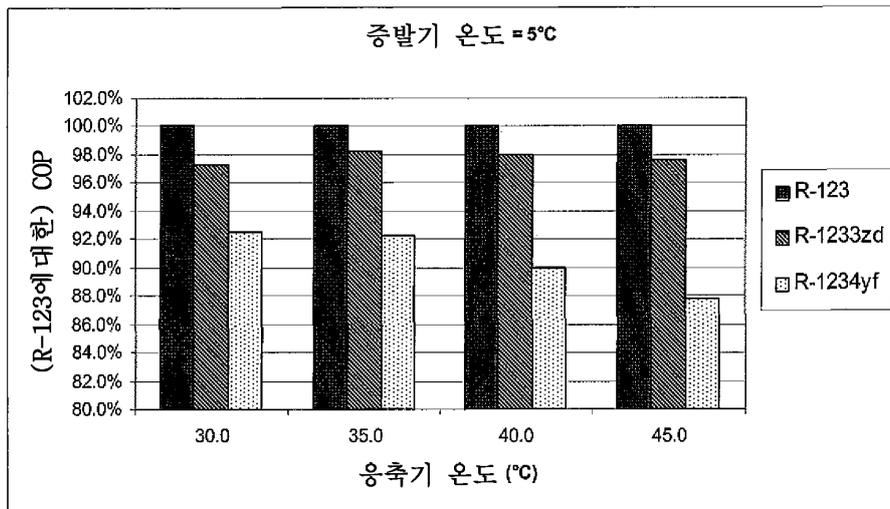
도면4



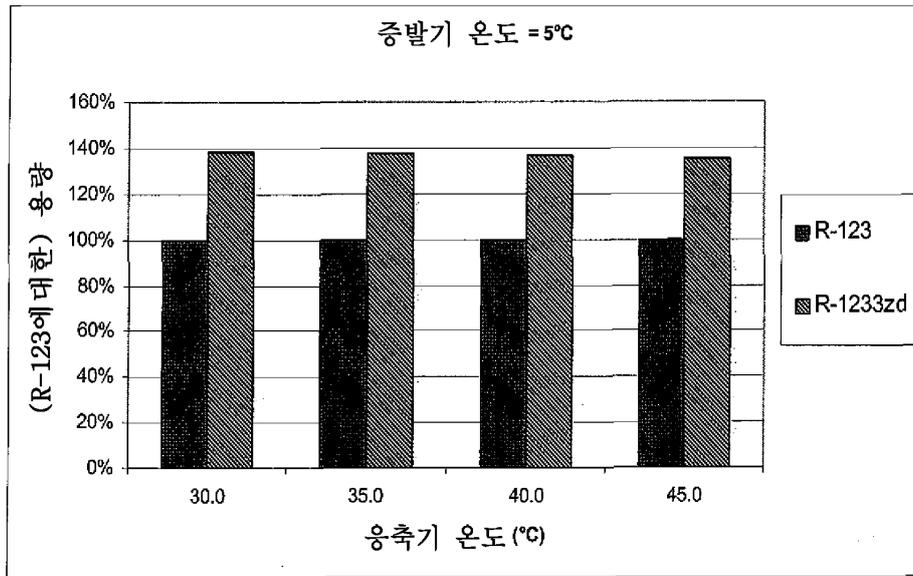
도면5



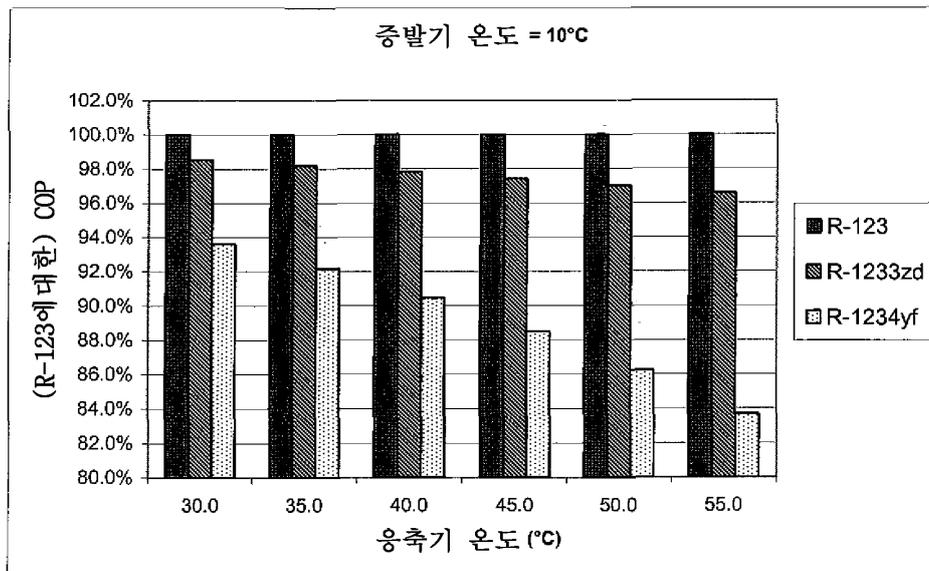
도면6



도면7



도면8



도면9

