



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0056504
(43) 공개일자 2013년05월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C09K 5/04 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0122143

(22) 출원일자 2011년11월22일

심사청구일자 2011년11월22일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)

(72) 발명자

정동수

인천광역시 남동구 논현동 에코메트로 아파트 1203동 2402호

(74) 대리인

특허법인태동

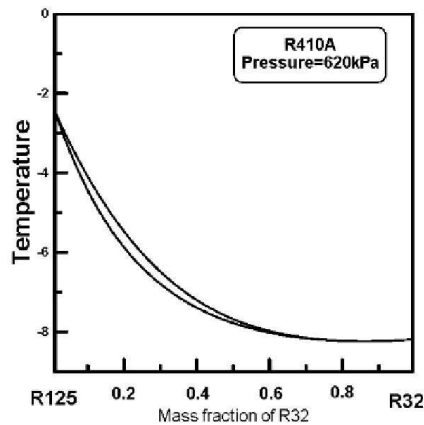
전체 청구항 수 : 총 2 항

(54) 발명의 명칭 알32 및 알125로 구성된 혼합냉매

(57) 요약

본 발명은 증기 압축식 냉동/공조기에서 냉매(Refrigerant, 이하 R이라 한다)로 사용할 수 있는 물질 즉 R32와 R125로 구성된 혼합냉매에 관한 것이며 좀 더 구체적으로는 지금까지 가정용 에어컨, 상업용 공조기 등에 널리 사용되어 온 모노클로로플루오로메탄(CHClF_2 , 이하 R22 혹은 HCFC22라 한다)과 R410A를 대체할 수 있는 혼합냉매/작동유체에 관한 것이다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

알32(R32) 89 내지 99중량%와 알125(R125) 1 내지 11중량%로 구성되는 혼합냉매.

청구항 2

제1항에 따른 혼합냉매를 사용하는 냉동/공조기 또는 발전 플랜트.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 증기 압축식 냉동/공조기에서 냉매(Refrigerant, 이하 R이라 한다)로 사용할 수 있는 물질 즉 R32와 R125로 구성된 혼합냉매에 관한 것이며 좀 더 구체적으로는 지금까지 가정용 에어컨, 상업용 공조기 등에 널리 사용되어 온 모노클로로플루오로메탄(CHClF_2 , 이하 R22 혹은 HCFC22라 한다)과 R410A를 대체할 수 있는 혼합냉매/작동유체에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 지금까지는 냉동기, 에어컨, 열펌프 등의 냉매로서 메탄 또는 에탄에서 유도한 염화불화탄소(Chlorofluorocarbon, 이하 CFC라 한다)와 수소염화불화탄소(Hydrochlorofluorocarbon, 이하 HCFC라 한다)가 주로 사용되어 왔으며 특히 가정용 에어컨, 상업용 공조기 등에는 비등점이 -40.8 이고 분자 질량이 86.47kg/kmol 인 R22가 가장 널리 사용되어 왔다.

[0003] 그러나 최근에는 CFC와 HCFC에 의한 성층권 내 오존층 붕괴가 중요한 지구환경문제로 대두되었고 이로 인해 성층권 오존을 붕괴하는 CFC와 HCFC의 생산과 소비는 1987년에 만들어진 몬트리올 의정서에 의해 규제를 받고 있다.

[0004] 표 1은 기존 냉매들의 환경지수를 나타낸다.

표 1

냉 매	오존층붕괴지수 (ODP)	지구온난화지수 (GWP)
HCFC22	0.05	1,790
HFC32	0.00	716
HFC134a	0.00	1,370
R407C	0.00	1,610
R410A	0.00	2,068

[0006] (*) ODP는 CFC11을 1.0으로 정해서 기준으로 삼은 것임.

[0007] (**) GWP는 100년 기준 이산화탄소를 1.0으로 정해서 기준으로 삼은 것임.

[0008] 표 1에서 볼 수 있듯이, HCFC22는 오존층붕괴지수(Ozone depletion potential, 이하 ODP라 한다)가 0.05이므로 현재 선진국에서는 몬트리올 의정서에 의거하여 2010년부터 전폐될 예정이다. 따라서 전 세계 대부분의 국가가 오존층붕괴지수(ODP)가 0.0인 대체냉매를 찾아서 사용하려 하고 있다.

[0009] 또 최근에는 오존층 붕괴 문제뿐만 아니라 지구 온난화 문제도 급속도로 부상하기 시작했고 1997년의 교토 의정서는 지구온난화지수(Global warming potential, 이하 GWP라 한다)가 높은 냉매의 사용을 자제할 것을 강력히 권고하고 있다. 이런 추세를 반영하여 유럽과 일본의 가정용 에어컨, 히트 펌프 등을 생산하는 업체들은 지구온

난화지수(GWP)가 낮은 냉매를 개발하여 사용하려 하고 있다.

[0010] 어떤 물질이 기존 냉매의 대체냉매로 유용하려면 우선 기존 냉매와 유사한 성능계수(Coefficient of performance, 이하 COP라 한다)를 가져야 한다. 여기서 성능계수(COP)란 압축기에 가해진 일과 대비한 총 냉동 효과를 의미하는 것으로서 COP가 클수록 냉동/공조기의 에너지 효율이 좋다.

[0011] 앞으로는 지구 온난화를 줄이기 위해 작동 유체의 외부 방출을 줄여야 한다. 이를 위해서는 시스템의 소형화를 통해 작동 유체의 충전량을 줄여야 한다. 대체냉매가 기존 냉매보다 높은 증기압을 가지면 자동적으로 시스템의 소형화가 이루어지므로 앞으로는 필요한 경우에는 대체냉매가 기존 냉매보다 높은 증기압을 가져서 궁극적으로 높은 체적용량(Volumetric capacity, 이하 VC라 한다)을 제공해야만 한다. 여기서 체적용량(VC)이란 단위 체적당 냉동 효과를 뜻하는데 이것은 압축기의 크기를 나타내는 인자로서 대개 증기압에 비례하고 단위는 kJ/m^3 이다. 대체냉매가 기존 냉매보다 큰 체적용량을 낸다면 제조업체는 압축기와 열교환기를 작게 함으로써 제작 비용 측면에서 매우 유리하다.

[0012] 작금의 환경 문제를 해결할 수 있는 방법 중 하나는 혼합냉매를 이용하는 것이다. 혼합냉매의 특성은 조성을 잘 배합해서 성능계수를 기존 냉매와 비슷하게 하고 동시에 원하는 체적용량(VC)을 내게 할 수 있다는 것이다. 이런 특성 때문에 지난 몇 년간 HCFC22의 대체물로 여러 혼합냉매가 제안된바 있으나 그것들 중 몇몇은 몬트리올 의정서에서 사용을 금하는 HCFC를 구성 성분으로 가지고 있어 장기적인 관점에서 적합한 대체물이라 할 수 없다.

[0013] 미국의 듀폰 사 등이 개발한 R407C라는 3원 혼합냉매(23%R32/25%R125/52%R134a)는 냉동 용량이 기존의 HCFC22와 비슷하지만 에너지 효율이 낮다는 단점을 갖고 있다. 한편 하니웰 사 등에서는 R410A라는 2원 혼합냉매(50%R32/50%R125)를 개발하여 판매하고 있으나 이 냉매는 지구 온난화 지수가 R22보다 높으므로 장기적으로 계속해서 쓰일 수 있을지 의문이 제기되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 본 발명의 과제는 오존층붕괴지수(ODP)가 0.0이므로 성층권 내 오존층에 전혀 영향을 미치지 않으며 지구온난화 지수 또한 기존의 다른 대체냉매보다 훨씬 낮고 동시에 기존의 압축기와 열교환기를 작게 만들어 HCFC22와 R410A의 대체냉매로 사용할 수 있는 혼합냉매를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0015] 상기 본 발명의 과제는 알32(R32) 89 내지 99중량%와 알125(R125) 1 내지 11중량%로 구성되는 혼합냉매에 의해 달성된다.

[0016] 또한 상기 본 발명의 과제는 알32(R32) 89 내지 99중량%와 알125(R125) 1 내지 11중량%로 구성되는 혼합냉매를 작동 유체로 사용하는 냉동/공조기 및 발전 플랜트에 의해 달성된다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 따른 알32 및 알125로 구성된 혼합냉매에 의하면 오존층붕괴지수(ODP)가 0.0이므로 성층권 내 오존층에 전혀 영향을 미치지 않으며 지구온난화지수 또한 기존의 다른 대체냉매보다 훨씬 낮고 동시에 기존의 압축기와 열교환기를 작게 만들어 HCFC22와 R410A의 대체냉매로 사용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명에 따른 R32/R125 혼합냉매를 적용한 냉동/공조기의 구성도이다.

도 2는 본 발명에 따른 R32/R125 혼합냉매의 온도-조선 선도이다.

도 3은 본 발명에 따른 R32/R125 혼합냉매의 온도구배 선도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 알32 및 알125로 구성된 혼합냉매의 구

성에 대하여 상세히 설명한다.

[0020] 본 발명은 증기 압축식 냉동/공조기에서 냉매(Refrigerant, 이하 R이라 한다)로 사용할 수 있는 물질 즉 R32와 R125로 구성된 혼합냉매에 관한 것이며 좀 더 구체적으로는 지금까지 가정용 에어컨, 상업용 공조기 등에 널리 사용되어 온 모노클로로플루오로메탄(CHClF_2 , 이하 R22 혹은 HCFC22라 한다)과 R410A를 대체할 수 있는 혼합냉매/작동유체에 관한 것이다. 좀 더 구체적으로 본 발명은 R32와 R125로 구성된 2원 공비 혼합냉매에 관한 것이다.

[0021] 대체 혼합냉매를 개발하기 위하여 본 발명자는 미국 표준 연구소(National Institute of Standards and Technology)에서 개발된 냉동/공조기 성능 모사 프로그램인 CYCLE D를 사용하였다.

[0022] 도 1은 본 발명에서 사용한 일반적인 냉동/공조기의 구성도로서 증발기, 응축기, 압축기, 팽창 밸브 등으로 구성되어 있다. CYCLE D 프로그램은 미국, 일본 등에서 기준으로 삼고 있는 Carnahan-Starling-De Santis(CSD) 상태 방정식을 사용하여 모든 냉매의 물성치를 계산한다. REFPROP으로 알려진 CSD 상태 방정식은 미국 표준 연구소에서 개발한 것으로 정확성 및 적용성이 이미 입증되어 전 세계 냉동/공조 관련 유수 기업, 연구소, 대학에서 가장 널리 사용되는 프로그램이다. 이번에 만든 냉동/공조기 프로그램의 개발 및 실행을 위한 입력 데이터로는 가능한 한 실제 데이터를 사용했다.

[0023] 본 발명자는 냉동/공조기용 대체냉매의 오존층분괴지수(ODP)가 반드시 0.0이어야 하며 가능한 한 지구온난화지수(GWP)가 낮아야 한다는 판단 하에 ODP가 0.0이고 GWP가 다른 냉매들에 비해 상대적으로 낮은 R32와 R125를 혼합하여 R410A 냉매를 대체할 수 있게 하였다.

[0024] 도 2 및 도 3은 R32/R125 혼합냉매의 온도-조성 및 온도 구배를 보여 준다. 이 선도들을 통해 알 수 있듯이 R32/R125 혼합냉매는 R32의 조성이 80중량% 이상일 때 온도구배가 전혀 없는 공비 혼합 냉매이다(Azeotropic mixture). 공비 혼합 냉매는 순수냉매와 마찬가지로 비등이나 응축 시 온도가 오르는 현상이 없으므로 시스템에서 조성 분리 현상이 생기지 않아 실제 사용 시 비공비 혼합냉매보다 큰 이점을 보이는 유용한 냉매이다. 또한 R32의 조성이 90중량% 이상일 때에는 GWP가 1000 이하가 되어 기존의 R410A에 비해 50% 이상 지구 온난화 정도가 감소하며 따라서 장기적으로 친환경 대체물질로 쓰일 수 있을 것이다.

[0025] 표 2는 기존의 여름철 냉동/공조기 사용 조건에서 전산해석 프로그램을 이용하여 계산한 결과를 요약한 것으로서 기준이 되는 R410A와 본 발명에 따른 R32/R125로 구성된 혼합냉매의 성능 지수를 나타낸 것이다. [여름철 냉동/공조기 사용 조건(에어컨 구동 조건): 증발기 냉매 온도: 7℃, 응축기 냉매 온도: 45℃]

[0026] 표 3은 겨울철의 히트펌프 구동 조건에서 전산해석 프로그램을 이용하여 계산한 결과를 요약한 것으로서 기준이 되는 R410A와 본 발명에 따른 R32/R125로 구성된 혼합냉매의 성능 지수를 나타낸 것이다. [히트펌프 구동 조건: 증발기 냉매 온도: -7℃, 응축기 냉매 온도: 41℃]

표 2

[0027]

냉매	조성(중량%)		VC	VC _{diff} (%)	COP	COP _{diff} (%)	Tdis (℃)	GTD (℃)	GWP
	R32	R125							
1	R410A		5630		3.70		79.1	0.11	2068
2	60	40	5786	2.8	3.72	0.6	82.7	0.05	1798
3	70	30	5914	5.0	3.74	1.2	86.3	0.02	1527
4	80	20	6019	6.9	3.76	1.6	90.0	0.00	1257
5	90	10	6106	8.4	3.77	2.0	93.7	0.00	986
6	95	5	6143	9.1	3.78	2.1	95.5	0.00	851
7	99	1	6170	9.6	3.78	2.2	97.0	0.00	743

표 3

냉매	조성 (중량%)		VC	VC _{diff} (%)	COP	COP _{diff} (%)	Tdis (℃)	GTD (℃)	GWP
	R32	R125							
1	R410A		4949		3.75		85.5	0.10	2068
2	60	40	5087	2.8	3.77	0.5	90.7	0.04	1798
3	70	30	5200	5.1	3.78	0.9	95.9	0.01	1527
4	80	20	5292	6.9	3.79	1.1	101.2	0.00	1257
5	90	10	5369	8.5	3.80	1.4	106.5	0.00	986
6	95	5	5402	9.2	3.80	1.4	109.2	0.00	851
7	99	1	5426	9.6	3.81	1.5	111.3	0.00	743

[0029] VC: 체적용량

[0030] VC_{diff}: R22(R410A) 대비 체적용량 차이

[0031] COP : 성능계수(Coefficient of performance, 총 냉동효과/압축기에 가해진 일): 표 2에서는 여름철 증발기에서의 냉방 COP, 표 3에서는 겨울철 응축기에서의 난방 COP를 뜻함.

[0032] COP_{diff} : R22(R410A) 대비 성능계수 차이

[0033] Tdis : 압축기 토출온도(Compressor discharge temperature)

[0034] GTD : 온도구배(Temperature glide)

[0035] GWP : 지구 온난화 지수(Global warming potential)

[0036] 표 2는 기존의 여름철 냉동/공조기 사용 조건에서 전산해석 프로그램을 이용하여 계산한 결과를 요약한 것으로서 기준이 되는 R410A와 본 발명자가 제안하는 2원 혼합냉매의 성능 지수를 보여 준다. 표 2는 동일한 냉동 용량 하에서 조성 변화에 따른 성능계수와 체적용량 등의 변화를 보여 준다.

[0037] 표 2를 통해 알 수 있듯이 R32/R125 혼합냉매의 경우 R32의 조성이 90중량% 정도가 되면 기존의 R410A의 체적용량보다 혼합냉매의 체적용량이 9% 정도 높게 나타난다. 그러므로 이와 같은 공비 조성에서는 기존의 HCFC22나 R410A보다 압축기 크기를 좀 더 줄이고 동시에 응축기와 증발기의 크기를 줄일 수 있다. 왜냐하면 증기압이 증가함으로써 비체적이 줄어들어 밀도가 커지기 때문이다.

[0038] 또한 표 2를 통해 알 수 있듯이 이런 조성 범위에서 혼합냉매의 성능계수는 기존의 R410A와 비교해서 조금 높은 것으로 나타났다. 비록 이 조성 범위에서 혼합냉매의 압축기 토출 온도가 R410A보다 14~20℃정도 증가하지만 현재의 기술을 고려할 때 이 정도의 증가는 압축기의 신뢰성에 큰 문제를 가져오지 않을 것으로 보인다.

[0039] R32는 가연성을 띄고 있지만 소량의 비가연성 냉매인 R125를 섞으면 가연성을 줄일 수 있다.

[0040] 표 3은 동일한 혼합냉매를 겨울철의 히트펌프 구동 조건에서 작동했을 때의 결과를 보여 준다. 겨울철 조건에서의 결과 역시 여름철 조건에서의 에어컨 구동 때의 결과와 비슷하다. 즉 R32/R125 혼합냉매에서 R32의 조성이 90중량% 정도가 되면 기존의 R410A의 체적용량보다 혼합냉매의 체적용량이 9% 정도 높게 나타난다. 그러므로 이와 같은 공비 조성에서는 기존의 HCFC22나 R410A보다 압축기 크기를 좀 더 줄이고 동시에 응축기와 증발기의 크기를 줄일 수 있다. 왜냐하면 증기압이 증가함으로써 비체적이 줄어들어 밀도가 커지기 때문이다.

[0041] 또한 표 3을 통해 알 수 있듯이 이런 조성 범위에서 혼합냉매의 성능계수는 기존의 R410A와 비교해서 조금 높은 것으로 나타났다. 비록 이 조성 범위에서 혼합냉매의 압축기 토출 온도가 R410A보다 20~25℃정도 증가하지만 현재의 기술을 고려할 때 이 정도의 증가는 압축기의 신뢰성에 큰 문제를 가져오지 않을 것으로 보인다.

부호의 설명

[0042] Qc: 응축기에서의 열 흐름 방향(냉매 공기)

Qe: 증발기에서 열 흐름 방향(공기 냉매)

TS1: 증발기 공기 입구온도, TS7: 증발기 공기 출구온도

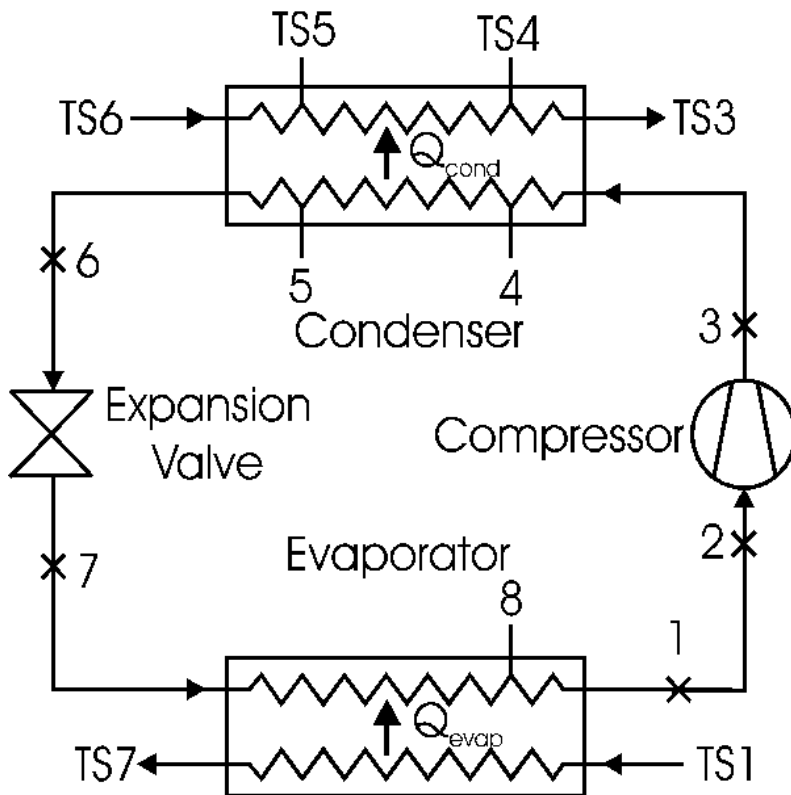
TS3: 응축기 공기 출구온도, TS6: 응축기 공기 입구온도

Evaporator: 증발기, Compressor: 압축기

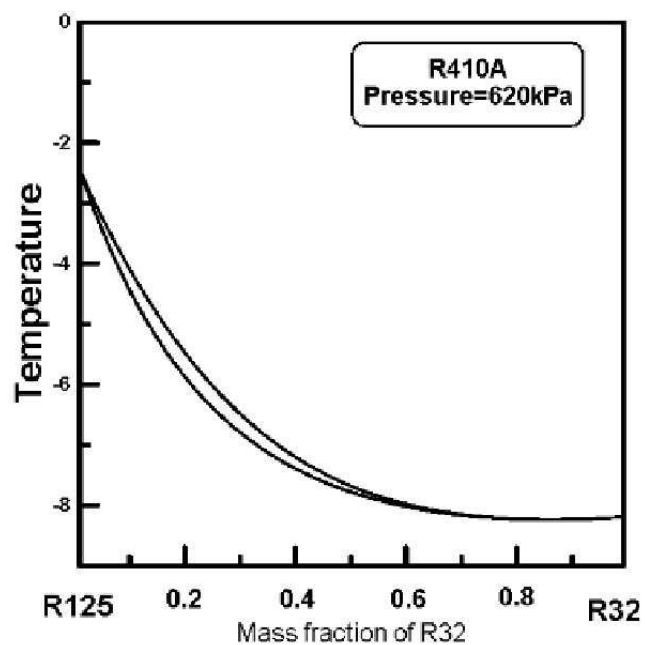
Condenser: 응축기, Expansion Valve: 팽창기

도면

도면1



도면2



도면3

