



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0105656
(43) 공개일자 2012년09월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C09K 5/02 (2006.01) *F25B 9/00* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0023215

(22) 출원일자 2011년03월16일

심사청구일자 2011년03월16일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)

(72) 발명자

정동수

인천광역시 남동구 논현동 에코메트로 아파트 1203동 2402호

(74) 대리인

특허법인태동

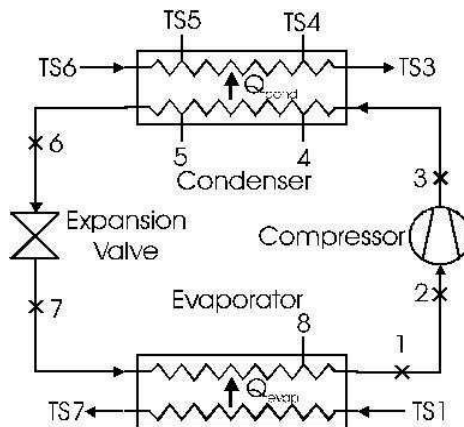
전체 청구항 수 : 총 2 항

(54) 발명의 명칭 R32와 R1234yf를 사용하는 R22 대체 혼합냉매

(57) 요약

본 발명은 R32와 R1234yf를 사용하는 R22 대체 혼합냉매에 관한 것으로서 오존층붕괴지수(ODP)가 0.0이므로 성층권 내 오존층에 전혀 영향을 미치지 않으며 지구온난화지수 또한 기존의 다른 대체냉매보다 훨씬 낮고 동시에 기존의 압축기를 크게 개조하지 않고도 HCFC22의 대체냉매로 사용할 수 있는 'drop-in 혼합냉매'에 관한 것이다. 본 발명에 따른 혼합냉매는 20 내지 30중량%의 R32와 70 내지 80중량%의 R1234yf로 구성된다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 41375-1

부처명 한국연구재단

연구사업명 핵심연구(개인)

연구과제명 미활용 에너지 및 그린에너지를 사용하는 수열원 히트펌프용 친환경 고효율 대체냉매개발

주관기관 한국연구재단

연구기간 2010.05.01 ~ 2011.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

냉동/공조기용 혼합냉매에 있어서 20 내지 30중량%의 R32와 70 내지 80중량%의 R1234yf로 구성되는 혼합냉매.

청구항 2

제1항에 따르는 혼합냉매를 사용하는 냉동/공조기.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 증기 압축식 냉동/공조기에서 냉매(Refrigerant, 이하 R이라 한다)로 사용할 수 있는 물질 즉 R32와 R1234yf로 구성된 혼합냉매에 관한 것이며 좀 더 구체적으로는 지금까지 가정용 에어컨, 상업용 공조기 등에 널리 사용되어 온 모노클로로플루오로메탄(CHClF₂, 이하 R22 혹은 HCFC22라 한다)을 대체할 수 있는 혼합냉매에 관한 것이다.

배경 기술

[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/kmol인 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. 표 1에서 볼 수 있듯이, HCFC22는 오존층붕괴지수(Ozone depletion potential, 이하 ODP라 한다)가 0.05로 높아서 현재 선진국에서는 몬트리올 의정서에 의거하여 2010년부터 전폐되었다. 따라서 전 세계 대부분의 국가가 오존층붕괴지수(ODP)가 0.0인 대체냉매를 찾아서 사용해야만 한다.

[0004] 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 지구온난화지수(GWP)가 낮은 냉매를 개발하여 사용하려 하고 있다.

[0005] 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 냉동효과를 의미하는 것으로서 COP가 클수록 냉동/공조기의 에너지 효율이 좋다.

[0006] 또한 압축기를 크게 개조하지 않고 사용하려면 대체냉매가 기존 냉매와 비슷한 증기압을 가져서 궁극적으로 비슷한 체적용량(Volumetric capacity, 이하 VC라 한다)을 제공해야 한다. 여기서 체적용량(VC)이란 단위 체적 당 냉동 효과를 뜻하는데 이것은 압축기의 크기를 나타내는 인자로서 대개 증기압에 비례하고 단위는 kJ/m³이다. 대체냉매가 기존 냉매와 비슷한 체적용량을 낸다면 제조업체는 압축기를 바꾸거나 크게 개조하지 않고도 냉동/공조기를 제작할 수 있어 매우 유리하며 이것은 보통 'drop-in 대체'라고 불린다. 그러나 지금까지의 연구 결과 순수 물질로 기존 냉매를 대체하는 경우 대체냉매의 체적용량이 달라서 필연적으로 압축기를 바꾸거나 크게 개조해야 하며 또 기존 냉매와 비슷한 성능계수를 내기가 어렵다는 것이 밝혀졌다.

[0007] 이런 문제를 해결할 수 있는 방법 중 하나는 혼합냉매를 이용하는 것이다. 혼합냉매의 특성은 조성을 잘 배합해서 성능계수를 기존 냉매와 비슷하게 하고 동시에 기존 냉매와 비슷한 체적용량(VC)을 내게 하며 이로써 'drop-in 대체'를 통해 압축기를 크게 개조할 필요가 없게 만들 수 있다는 것이다. 이런 특성 때문에 지난 몇 년간 HCFC22의 대체물로 여러 혼합냉매가 제안된바 있으나 그것들 중 몇몇은 몬트리올 의정서에서 사용을 금지하는 HCFC를 구성 성분으로 가지고 있어 장기적인 관점에서 적합한 대체물이라 할 수 없다.

[0008] 미국의 듀폰 사 등이 개발한 R407C라는 3원 혼합냉매(23%R32/25%R125/52%R134a)는 냉동 용량이 기존의 HCFC22와 비슷하지만 에너지 효율이 낮고 지구온난화지수가 HCFC22와 거의 비슷하다는 단점을 갖고 있다.

[0009] 한편 하니웰 사 등에서는 R410A라는 2원 혼합냉매(50%R32/50%R125)를 개발하여 판매하고 있으나 이 냉매는 증기압이 기존의 HCFC22보다 60% 정도 높아서 필수적으로 압축기를 개조해야 하고 시스템의 압력이 높으므로 응축기에 쓰이는 재질의 강도를 높여야 한다. 또한 표 1에서 보듯이 R410A는 오존층붕괴지수는 0.0이지만 지구온난화지수가 R22보다 크므로 장기적으로 계속해서 이것들을 쓸 수 있을지 의문이 제기되고 있다.

[0010] 아래의 표 1은 기존냉매들의 환경 지수를 나타낸다.

표 1

냉 매	오존층붕괴지수 (ODP)	지구온난화지수 (GWP)
HCFC22	0.05	1,700
HFC32	0.00	550
HFC134a	0.00	1,430
R407C	0.00	1,610
R410A	0.00	1,890

[0012] (*) ODP는 CFC11을 1.0으로 정해서 기준으로 삼은 것임.

[0013] (**) GWP는 100년 기준 이산화탄소를 1.0으로 정해서 기준으로 삼은 것임.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 본 발명의 목적은 오존층붕괴지수(ODP)가 0.0이므로 성층권 내 오존층에 전혀 영향을 미치지 않으며 지구온난화지수 또한 기존의 다른 대체냉매보다 훨씬 낮고 동시에 기존의 압축기를 크게 개조하지 않고도 HCFC22의 대체냉매로 사용할 수 있는 'drop-in 혼합냉매'를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0015] 상기한 본 발명의 목적은 R32와 R1234yf로 구성된 2원 혼합냉매에 의해 달성된다.

[0016] 또한 상기한 본 발명의 목적은 혼합냉매에 있어서 R32 20 내지 30중량%와 R1234yf 70 내지 80중량%로 구성되고 두 냉매의 합이 100중량%인 혼합냉매에 의해 달성된다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 따른 혼합냉매는 오존층붕괴지수(ODP)가 0.0이므로 성층권 내 오존층에 전혀 영향을 미치지 않으며 지구온난화지수 또한 기존의 다른 대체냉매보다 훨씬 낮고 동시에 기존의 압축기를 크게 개조하지 않고도 HCFC22의 대체냉매로 사용할 수 있는 'drop-in' 혼합냉매를 제공할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명에서 사용한 냉동/공조기의 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 R32와 R1234yf를 사용하는 R22 대체 혼합냉매에 대하여 상세히 설명한다.

[0020] 본 발명은 증기 압축식 냉동/공조기에서 냉매(Refrigerant, 이하 R이라 한다)로 사용할 수 있는 물질 즉 R32와 R1234yf로 구성된 혼합냉매에 관한 것이며 좀 더 구체적으로는 지금까지 가정용 에어컨, 상업용 공조기 등에 널리 사용되어 온 모노클로로플루오로메탄(CHClF₂, 이하 R22 혹은 HCFC22라 한다)을 대체할 수 있는 혼합냉매에 관한 것이다.

[0021] 본 발명의 목적은 오존층붕괴지수(ODP)가 0.0이므로 성층권 내 오존층에 전혀 영향을 미치지 않으며 지구온난

화지수 또한 기존의 다른 대체냉매보다 훨씬 낮고 동시에 기존의 압축기를 크게 개조하지 않고도 HCFC22의 대체냉매로 사용할 수 있는 'drop-in' 혼합냉매를 제공하는 것이다. 좀 더 구체적으로 본 발명은 R32와 R1234yf로 구성된 2원 혼합냉매에 관한 것이다.

- [0022] 잘 알려져 있듯이 2011년부터 유럽 연합(European Union, EU)의 강제 규정에 따라 신규 자동차 에어컨의 경우 반드시 지구온난화지수가 150 이하인 냉매를 사용해야만 한다. 이런 추세를 고려하면 2011년 이후에는 R134a로 충전된 수천만 대의 기존 자동차 에어컨의 경우에도 냉매를 보충하거나 대체할 때 지구온난화지수가 R134a보다 낮은 냉매를 사용해야만 한다.
- [0023] 이런 노력의 일환으로 최근 들어 HFO-1234yf(R1234yf)라는 새로운 냉매가 개발되었다. R1234yf의 가장 큰 특징 중 하나는 오존층분괴지수가 0.0이고 지구온난화지수가 4로 매우 낮아서 유럽 연합(EU)의 강제 규정을 만족시킬 수 있다는 점이다.
- [0024] 본 발명의 핵심은 지구온난화지수가 상대적으로 낮은 R32와 거의 0에 가까운 R1234yf를 배합하여 오존층분괴지수가 0.0이고 지구온난화지수가 기존의 R22의 10% 수준인 친환경 대체냉매를 개발하는 것이다.
- [0025] 대체 혼합냉매를 개발하기 위하여 본 발명자는 냉동/공조기의 성능을 모사하는 프로그램을 사용하였다. 도 1은 본 발명에서 사용한 일반적인 냉동/공조기의 구성도로서 증발기, 응축기, 압축기, 팽창 밸브 등으로 구성되어 있다. 본 프로그램은 미국 표준 연구소(National Institute of Standards and Technology)에서 개발한 Cycle-D라는 냉동기/히트펌프 사이클 해석 프로그램이다. 현재 이것은 전 세계의 유수 업체와 대학, 연구소 등에서 널리 사용하고 있는 검증된 프로그램이다.
- [0026] 이러한 프로그램의 정확도를 결정하는 중요 인자 중 하나는 냉매의 물성치이다. 본 프로그램은 미국, 일본, EU 등에서 기준으로 삼고 있는 REFPROP 프로그램을 사용하여 모든 냉매의 물성치를 계산했다. REFPROP 프로그램은 역시 미국 표준 연구소에서 개발한 것으로 정확성 및 적용성이 이미 입증되어 전 세계 냉동/공조 관련 유수 기업, 연구소, 대학에서 가장 널리 사용되는 프로그램이다. 이번에 사용한 프로그램과 물성치는 가장 최근의 데이터를 포함한 최신 모델이다.
- [0027] 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 R1234yf를 혼합하여 기존의 R22 냉매를 대체할 수 있게 하였다.
- [0028] 표 2는 기존의 HCFC22를 사용하는 냉동/공조기 사용 조건에서 전산해석 프로그램을 이용하여 계산한 결과들을 요약한 것으로서 기준이 되는 HCFC22와 본 발명자가 제안하는 2원 혼합냉매의 성능 지수를 보여 준다. 표 2의 결과는 3.5kW의 동일한 냉동 용량 하에서 조성 변화에 따른 성능계수와 체적용량 등의 변화를 보여 준다.
- [0029] 위에서도 서술하였지만 제조업체에서 가장 중요하게 여기는 것은 압축기를 개조하지 않고 냉매만 바꾸어서 대체를 이루는 것 즉 drop-in 대체를 이루는 것이다. 이처럼 drop-in 대체를 이루려면 우선 대체냉매의 체적용량(VC)이 기존의 R22 냉매의 체적용량과 유사해야 한다.
- [0030] 표 2는 동일한 냉동 용량 하에서 2원 혼합냉매의 체적용량(VC)을 보여 준다. 표 2를 통해 알 수 있듯이 R32/R1234yf 혼합냉매의 경우 R32의 조성이 20 내지 30중량% 정도가 되면 기존의 R22의 체적용량과 혼합냉매의 체적용량이 거의 비슷하게 된다. 그러므로 이런 조성 범위에서는 압축기 크기를 거의 고치지 않거나 미세하게 고쳐서 본 제안서의 2원 혼합냉매로 기존의 R22를 drop-in 대체할 수 있다.
- [0031] 표 2를 통해 알 수 있듯이 이 조성 범위에서 혼합냉매의 성능계수는 기존의 HCFC22에 비해 4~5% 정도 낮다. 기존의 R410A 역시 R32를 포함하고 있다. R410A의 경우 동일 조건에서 성능계수를 구해 보면 3.70으로 나와 HCFC22보다 6.8% 정도 낮은 것으로 평가된다. 하지만 실제로 R410A를 충전한 에어컨의 성능계수는 기존의 HCFC22 시스템에 비해 5% 이상 증가하는 것으로 나타난다. 그 이유는 R410A 안에 들어 있는 R32가 실제 시스템에서 큰 성능을 내기 때문이다. 그러므로 본 혼합냉매가 이론적으로 5% 정도의 성능 계수 감소를 보이는 것은 압축기 보정을 통해 충분히 극복할 수 있다.
- [0032] 또 이 조성 범위에서 본 혼합냉매의 온도구배(GTD)는 현재 상용화되고 있는 혼합냉매 - 예를 들어 R407C - 의 온도구배인 8 정도이므로 본 발명의 2원 혼합냉매를 기존 시스템에 적용하는 데 별 문제가 없을 것으로 판단된다. 또한 미래에는 수냉식 냉동기나 히트펌프가 많이 사용될 것으로 보이는데 이 경우 이 정도의 온도구배는 시스템 성능 향상에 큰 도움이 될 것으로 사료된다.
- [0033] 이 조성 범위에서는 혼합냉매의 압축기 토출 온도가 R22에 비해 10℃ 정도 떨어지므로 장기적으로 시스템 신

되성 향상에 큰 도움이 될 것이다.

이 외의 다른 조성에서는 용량이 맞지 않아서 실제로 R22를 사용하는 동일한 냉동/공조기의 압축기를 크게 개조해야 하므로 본 발명이 이루고자 하는 drop-in 대체를 이룰 수 없다.

끝으로 이 조성 범위에서 본 혼합냉매의 지구온난화지수(GWP)는 113~168인데 이것은 기존의 HCFC22에 비해 90~93% 정도 낮은 수치이다. 따라서 본 혼합냉매는 오존층 붕괴를 일으키지 않으면서 동시에 지구온난화지수도 매우 낮아 장기적으로 친환경 냉매로 사용될 수 있다.

표 3은 동일한 혼합냉매를 겨울철의 히트펌프 구동 조건에서 작동했을 때의 결과를 보여 준다. 겨울철 조건에서도 결과는 여름철의 에어컨 구동 때의 결과와 비슷하다.

표 2

냉매	조성(중량%)		VC	VC _{diff} (%)	COP _c	COP _{diff} (%)	W (W)	Tdis (℃)	GTD (℃)	GWP
	R32	R1234yf								
R22			3882		3.97		882	83		1700
예 1	10	90	3126	-19.5	3.85	-3.1	910	65	8.8	59
예 2	20	80	3703	-4.6	3.80	-4.2	920	70	8.8	113
예 3	30	70	4171	7.4	3.75	-5.4	932	73	6.9	168
예 4	40	60	4589	18.2	3.73	-5.9	937	76	4.7	222
예 5	50	50	4964	27.9	3.74	-5.8	936	79	2.8	277

표 2 R22 대체용 R32/R1234yf 혼합냉매의 성능 비교

(에어컨 구동 조건:증발기 냉매 온도:7℃, 응축기 냉매 온도:45℃)

표 3

냉매	조성(중량%)		VC	VC _{diff} (%)	COP _h	COP _{diff} (%)	W (W)	Tdis (℃)	GTD (℃)	GWP
	R32	R1234yf								
R22			3326		3.97		882	83.4		1700
예 1	10	90	2601	-21.8	3.81	-3.3	1246	66	8.8	59
예 2	20	80	3137	-5.7	3.80	-3.6	1251	72	8.8	113
예 3	30	70	3584	7.8	3.77	-4.2	1262	76	6.9	168
예 4	40	60	3983	19.8	3.77	-4.3	1265	80	4.7	222
예 5	50	50	4338	30.4	3.78	-4.1	1261	84	2.8	277

표 3 R22 대체용 R32/R1234yf 혼합냉매의 성능 비교

(히트펌프 구동 조건:증발기 냉매 온도:-7℃, 응축기 냉매 온도:41℃)

COP_c : 냉동성능계수(Coefficient of performance, 총 냉동효과/압축기에 가해진 일)

COP_h : 히트펌프 성능계수(Coefficient of performance, 총 히트펌프효과/압축기에 가해진 일)

COP_{diff} : R22 대비 성능계수 차이

W : 압축기 일(Compressor work)

W_{diff} : R22 대비 일 차이

Tdis : 압축기 토출온도(Compressor discharge temperature)

Tdis_{diff} : R22 대비 압축기 토출 온도 차이

GTD : 온도구배(Temperature glide)

GWP : 지구 온난화 지수(Global warming potential)

부호의 설명

- [0052] Q_c : 응축기에서의 열 흐름 방향(냉매 공기)
 Q_e : 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

