

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年6月27日(27.06.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/123807 A1

- (51) 国際特許分類:
C09K 5/04 (2006.01) F25B 1/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/038749
- (22) 国際出願日: 2018年10月17日(17.10.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2017-242185 2017年12月18日(18.12.2017) JP
- (71) 出願人: ダイキン工業株式会社 (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5308323 大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号 梅田センタービル Osaka (JP).
- (72) 発明者: 板野 充司 (ITANO, Mitsushi); 〒5308323 大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号 梅田センタービル ダイキン工業株式会社内 Osaka (JP). 加留部 大輔 (KARUBE, Daisuke); 〒5308323 大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号 梅田センタービル ダイキン工業株式会社内 Osaka (JP). 四元 佑樹 (YOTSUMOTO, Yuuki); 〒5308323 大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号 梅田センタービル ダイキン工業株式会社内 Osaka (JP). 高橋 一博 (TAKAHASHI, Kazuhiro); 〒5308323 大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号 梅田センタービル ダイキン工業株式会社内 Osaka (JP). 大久保 瞬 (OHKUBO, Shun); 〒5308323 大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号 梅田センタービル ダイキン工業株式会社内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人三枝国際特許事務所 (SAEGUSA & PARTNERS); 〒5410045 大阪府大阪市中央区道修町1-7-1 北浜 T N K ビル Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: COMPOSITION CONTAINING REFRIGERANT, USE OF SAID COMPOSITION, REFRIGERATOR HAVING SAID COMPOSITION, AND METHOD FOR OPERATING SAID REFRIGERATOR

(54) 発明の名称: 冷媒を含む組成物、その使用、並びにそれを有する冷凍機及びその冷凍機の運転方法

(57) Abstract: The present invention addresses the problem of providing a mixed refrigerant combining: a refrigeration capacity (also referred to as cooling capacity) and coefficient of performance (COP) equivalent to those of R410A; and a sufficiently low GWP. To resolve the problem, a composition containing a refrigerant is provided, wherein the refrigerant includes trans-1,2-difluoroethylene (HFO-1132(E)), trifluoroethylene (HFO-1123), 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propene (R1234yf), and R32.

(57) 要約: R410Aと同等の冷凍能力 (Refrigeration Capacity。Cooling Capacityともいう。) 及び成績係数 [Coefficient of Performance (COP)] を有し、かつGWPが十分に小さい、という三種の性能を兼ね備える混合冷媒を提供することを課題とする。解決手段として、冷媒を含む組成物であって、該冷媒が、トランス-1, 2-ジフルオロエチレン (HFO-1132(E))、トリフルオロエチレン (HFO-1123) 及び 2, 3, 3, 3-テトラフルオロ-1-プロペン (R1234yf)、R32を含む、組成物を提供する。

WO 2019/123807 A1

明 細 書

発明の名称：

冷媒を含む組成物、その使用、並びにそれを有する冷凍機及びその冷凍機の運転方法

技術分野

[0001] 本開示は、冷媒を含む組成物、その使用、並びにそれを有する冷凍機及びその冷凍機の運転方法に関する。

背景技術

[0002] 家庭用エアコン等の空調用冷媒として現在、R410Aが用いられている。R410Aは、ジフルオロメタン (CH_2F_2 ; HFC-32又はR32) とペンタフルオロエタン (C_2HF_5 ; HFC-125又はR125) との2成分混合冷媒であり、擬似共沸組成物である。

しかし、R410Aの地球温暖化係数 (GWP) は2088であり、地球温暖化への懸念の高まりからGWPが675のR32がより多く使用されつつある。

このため、R410Aに代替可能な低GWP混合冷媒が種々提案されている (特許文献1)。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2015/141678号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本発明者らは、独自の検討により、従来技術においては、R410Aと同等の冷凍能力 [Refrigeration Capacity (Cooling Capacity又はCapacityと表記されることもある)] 及び成績係数 [Coefficient of Performance (COP)] を有し、かつGWPが十分に小さい、という三種の性能を兼ね備える冷媒組成物の開発には至っていないと着想するに至った。本開示はかかる独自の課題を解決することを目的とするものである。

課題を解決するための手段

[0005] 項 1.

冷媒を含む組成物であって、

前記冷媒が、トランス-1, 2-ジフルオロエチレン (HF0-1132(E))、トリフルオロエチレン (HF0-1123) 及び 2, 3, 3, 3-テトラフルオロ-1-プロペン (R1234yf) 並びにジフルオロメタン (R32) を含み、

前記冷媒において、HF0-1132(E)、HF0-1123及びR1234yf並びにR32の、これらの総和を基準とする質量%をそれぞれx、y及びz並びにaとすると、HF0-1132(E)、HF0-1123及びR1234yfの総和が(100-a)質量%となる3成分組成図において、座標 (x, y, z) が、

$0 < a \leq 11.1$ のとき、

点G($0.026a^2 - 1.7478a + 72.0$, $-0.026a^2 + 0.7478a + 28.0$, 0.0)、

点I($0.026a^2 - 1.7478a + 72.0$, 0.0 , $-0.026a^2 + 0.7478a + 28.0$)、

点A($0.0134a^2 - 1.9681a + 68.6$, 0.0 , $-0.0134a^2 + 0.9681a + 31.4$)、

点B(0.0 , $0.0144a^2 - 1.6377a + 58.7$, $-0.0144a^2 + 0.6377a + 41.3$)、

点D' (0.0 , $0.0224a^2 + 0.968a + 75.4$, $-0.0224a^2 - 1.968a + 24.6$)及び

点C($-0.2304a^2 - 0.4062a + 32.9$, $0.2304a^2 - 0.5938a + 67.1$, 0.0)

の6点をそれぞれ結ぶ直線GI、IA、AB、BD'、D'C及びCGで囲まれる図形の範囲内又は前記直線GI、AB及びD'C上にあり(ただし、点G、点I、点A、点B、点D'及び点Cは除く)、

$11.1 < a \leq 18.2$ のとき、

点G($0.02a^2 - 1.6013a + 71.105$, $-0.02a^2 + 0.6013a + 28.895$, 0.0)、

点I($0.02a^2 - 1.6013a + 71.105$, 0.0 , $-0.02a^2 + 0.6013a + 28.895$)、

点A($0.0112a^2 - 1.9337a + 68.484$, 0.0 , $-0.0112a^2 + 0.9337a + 31.516$)、

点B(0.0 , $0.0075a^2 - 1.5156a + 58.199$, $-0.0075a^2 + 0.5156a + 41.801$)及び

点W(0.0 , $100.0 - a$, 0.0)

の5点をそれぞれ結ぶ直線GI、IA、AB、BW及びWGで囲まれる図形の範囲内又は前記直線GI及びAB上にあり(ただし、点G、点I、点A、点B及び点Wは除く)

、

18.2 < a ≤ 26.7 のとき、

点G(0.0135a²-1.4068a+69.727, -0.0135a²+0.4068a+30.273, 0.0)、
 点I(0.0135a²-1.4068a+69.727, 0.0, -0.0135a²+0.4068a+30.273)、
 点A(0.0107a²-1.9142a+68.305, 0.0, -0.0107a²+0.9142a+31.695)、
 点B(0.0, 0.009a²-1.6045a+59.318, -0.009a²+0.6045a+40.682)及び
 点W(0.0, 100.0-a, 0.0)

の5点をそれぞれ結ぶ直線GI、IA、AB、BW及びWGで囲まれる図形の範囲内又は前記直線GI及びAB上にあり（ただし、点G、点I、点A、点B及び点Wは除く）

、

26.7 < a ≤ 36.7 のとき、

点G(0.0111a²-1.3152a+68.986, -0.0111a²+0.3152a+31.014, 0.0)、
 点I(0.0111a²-1.3152a+68.986, 0.0, -0.0111a²+0.3152a+31.014)、
 点A(0.0103a²-1.9225a+68.793, 0.0, -0.0103a²+0.9225a+31.207)、
 点B(0.0, 0.0046a²-1.41a+57.286, -0.0046a²+0.41a+42.714)及び
 点W(0.0, 100.0-a, 0.0)

の5点をそれぞれ結ぶ直線GI、IA、AB、BW及びWGで囲まれる図形の範囲内又は前記直線GI及びAB上にあり（ただし、点G、点I、点A、点B及び点Wは除く）

、及び

36.7 < a ≤ 46.7 のとき、

点G(0.0061a²-0.9918a+63.902, -0.0061a²-0.0082a+36.098, 0.0)、
 点I(0.0061a²-0.9918a+63.902, 0.0, -0.0061a²-0.0082a+36.098)、
 点A(0.0085a²-1.8102a+67.1, 0.0, -0.0085a²+0.8102a+32.9)、
 点B(0.0, 0.0012a²-1.1659a+52.95, -0.0012a²+0.1659a+47.05)及び
 点W(0.0, 100.0-a, 0.0)

の5点をそれぞれ結ぶ直線GI、IA、AB、BW及びWGで囲まれる図形の範囲内又は前記直線GI及びAB上にあり（ただし、点G、点I、点A、点B及び点Wは除く）

、

組成物。

項 2.

冷媒を含む組成物であって、

前記冷媒が、トランス-1, 2-ジフルオロエチレン (HF0-1132(E))、トリフルオロエチレン (HF0-1123) 及び 2, 3, 3, 3-テトラフルオロ-1-プロペン (R1234yf) 並びにジフルオロメタン (R32) を含み、

前記冷媒において、HF0-1132(E)、HF0-1123及びR1234yf並びにR32の、これらの総和を基準とする質量%をそれぞれx、y及びz並びにaとすると、HF0-1132(E)、HF0-1123及びR1234yfの総和が(100-a)質量%となる3成分組成図において、座標 (x, y, z) が、

$0 < a \leq 11.1$ のとき、

点J($0.0049a^2 - 0.9645a + 47.1$, $-0.0049a^2 - 0.0355a + 52.9$, 0.0)、

点K' ($0.0514a^2 - 2.4353a + 61.7$, $-0.0323a^2 + 0.4122a + 5.9$, $-0.0191a^2 + 1.0231a + 32.4$)、

点B(0.0 , $0.0144a^2 - 1.6377a + 58.7$, $-0.0144a^2 + 0.6377a + 41.3$)、

点D' (0.0 , $0.0224a^2 + 0.968a + 75.4$, $-0.0224a^2 - 1.968a + 24.6$)及び

点C($-0.2304a^2 - 0.4062a + 32.9$, $0.2304a^2 - 0.5938a + 67.1$, 0.0)

の5点をそれぞれ結ぶ直線JK'、K'B、BD'、D'C及びCJで囲まれる図形の範囲内又は前記直線JK'、K'B及びD'C上にあり(ただし、点J、点B、点D'及び点Cは除く)、

$11.1 < a \leq 18.2$ のとき、

点J($0.0243a^2 - 1.4161a + 49.725$, $-0.0243a^2 + 0.4161a + 50.275$, 0.0)、

点K' ($0.0341a^2 - 2.1977a + 61.187$, $-0.0236a^2 + 0.34a + 5.636$, $-0.0105a^2 + 0.8577a + 33.177$)、

点B(0.0 , $0.0075a^2 - 1.5156a + 58.199$, $-0.0075a^2 + 0.5156a + 41.801$)及び

点W(0.0 , $100.0 - a$, 0.0)

の4点をそれぞれ結ぶ直線JK'、K'B、BW及びWJで囲まれる図形の範囲内又は前記直線JK'及びK'B上にあり(ただし、点J、点B及び点Wは除く)、

18.2 < a ≤ 26.7 のとき、

点J(0.0246a²-1.4476a+50.184, -0.0246a²+0.4476a+49.816, 0.0)、

点K' (0.0196a²-1.7863a+58.515, -0.0079a²-0.1136a+8.702, -0.0117a²+0.8999a+32.783)、

点B(0.0, 0.009a²-1.6045a+59.318, -0.009a²+0.6045a+40.682)及び

点W(0.0, 100.0-a, 0.0)

の4点をそれぞれ結ぶ直線JK'、K'B、BW及びWJで囲まれる図形の範囲内又は前記直線JK'及びK'B上にあり(ただし、点J、点B及び点Wは除く)、

26.7 < a ≤ 36.7 のとき、

点J(0.0183a²-1.1399a+46.493, -0.0183a²+0.1399a+53.507, 0.0)、

点K' (-0.0051a²+0.0929a+25.95, 0.0, 0.0051a²-1.0929a+74.05)、

点A(0.0103a²-1.9225a+68.793, 0.0, -0.0103a²+0.9225a+31.207)、

点B(0.0, 0.0046a²-1.41a+57.286, -0.0046a²+0.41a+42.714)及び

点W(0.0, 100.0-a, 0.0)

の5点をそれぞれ結ぶ直線JK'、K'A、AB、BW及びWJで囲まれる図形の範囲内又は前記直線JK'、K'A及びAB上にあり(ただし、点J、点B及び点Wは除く)、及び

36.7 < a ≤ 46.7 のとき、

点J(-0.0134a²+1.0956a+7.13, 0.0134a²-2.0956a+92.87, 0.0)、

点K' (-1.892a+29.443, 0.0, 0.892a+70.557)、

点A(0.0085a²-1.8102a+67.1, 0.0, -0.0085a²+0.8102a+32.9)、

点B(0.0, 0.0012a²-1.1659a+52.95, -0.0012a²+0.1659a+47.05)及び

点W(0.0, 100.0-a, 0.0)

の5点をそれぞれ結ぶ直線JK'、K'A、AB、BW及びWJで囲まれる図形の範囲内又は前記直線JK'、K'A及びAB上にある(ただし、点J、点B及び点Wは除く)、

組成物。

項3.

冷媒を含む組成物であって、

前記冷媒が、トランス-1, 2-ジフルオロエチレン (HF0-1132(E))、トリフルオロエチレン (HF0-1123) 及び2, 3, 3, 3-テトラフルオロ-1-プロペン (R1234yf) 並びにR32を含み、

前記冷媒において、HF0-1132(E)、HF0-1123及びR1234yf並びにR32の、これらの総和を基準とする質量%をそれぞれx、y及びz並びにaとすると、HF0-1132(E)、HF0-1123及びR1234yfの総和が(100-a)質量%となる3成分組成図において、座標 (x, y, z) が、

$0 < a \leq 10.0$ のとき、

点a(0.02a²-2.46a+93.4, 0, -0.02a²+2.46a+6.6)、

点b' (-0.008a²-1.38a+56, 0.018a²-0.53a+26.3, -0.01a²+1.91a+17.7)、

点c(-0.016a²+1.02a+77.6, 0.016a²-1.02a+22.4, 0)及び

点o(100.0-a, 0.0, 0.0)

の4点をそれぞれ結ぶ直線で囲まれる図形の範囲内又は前記直線oa、ab' 及びb' c上にあり(ただし、点o及び点cは除く)、

$10.0 < a \leq 16.5$ のとき、

点a(0.0244a²-2.5695a+94.056, 0, -0.0244a²+2.5695a+5.944)、

点b' (0.1161a²-1.9959a+59.749, 0.014a²-0.3399a+24.8, -0.1301a²+2.3358a+15.451)、

点c(-0.0161a²+1.02a+77.6, 0.0161a²-1.02a+22.4, 0)及び

点o(100.0-a, 0.0, 0.0)

の4点をそれぞれ結ぶ直線で囲まれる図形の範囲内又は前記直線oa、ab' 及びb' c上にあり(ただし、点o及び点cは除く)、又は

$16.5 < a \leq 21.8$ のとき、

点a(0.0161a²-2.3535a+92.742, 0, -0.0161a²+2.3535a+7.258)、

点b' (-0.0435a²-0.0435a+50.406, -0.0304a²+1.8991a-0.0661, 0.0739a²-1.8556a+49.6601)、

点c(-0.0161a²+0.9959a+77.851, 0.0161a²-0.9959a+22.149, 0)及び

点o(100.0-a, 0.0, 0.0)

の4点をそれぞれ結ぶ直線で囲まれる図形の範囲内又は前記直線oa、ab'及びb'c上にある(ただし、点o及び点cは除く)、組成物。

項4.

さらに、冷凍機油を含有し、冷凍機用作動流体として用いられる、項1～3のいずれか一項に記載の組成物。

項5.

R410Aの代替冷媒として用いられる、項1～4のいずれか一項に記載の組成物。

項6.

項1～4のいずれか一項に記載の組成物の、R410Aの代替冷媒としての使用。

項7.

項1～4のいずれか一項に記載の組成物を作動流体として含む、冷凍機。

項8.

冷凍機の運転方法であって、

項1～4のいずれか一項に記載の組成物を作動流体として冷凍機において循環させる工程を含む、方法。

発明の効果

[0006] 本開示の冷媒は、R410Aと同等の冷凍能力及び成績係数を有し、かつGWPが十分に小さい、という三種の性能を兼ね備える。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]燃焼性試験に用いた装置の模式図である。

[図2]HF0-1132(E)、HF0-1123及びR1234yfの総和が(100-a)質量%となる3成分組成図に、点A～C、D'、G、I、J及びK'並びにそれらを互いに結ぶ線分を示した図である。

[図3]HF0-1132(E)、HF0-1123及びR1234yfの総和が92.9質量%(R32含有割合が7.1質量%)となる3成分組成図に、点A～C、D'、G、I、J及びK'並びにそれらを互いに結ぶ線分を示した図である。

[図4]HF0-1132(E)、HF0-1123及びR1234yfの総和が88.9質量% (R32含有割合が11.1質量%) となる3成分組成図に、点A~C、D'、G、I、J、K' 及びW並びにそれらを互いに結ぶ線分を示した図である。

[図5]HF0-1132(E)、HF0-1123及びR1234yfの総和が85.5質量% (R32含有割合が14.5質量%) となる3成分組成図に、点A、B、G、I、J、K' 及びW並びにそれらを互いに結ぶ線分を示した図である。

[図6]HF0-1132(E)、HF0-1123及びR1234yfの総和が81.8質量% (R32含有割合が18.2質量%) となる3成分組成図に、点A、B、G、I、J、K' 及びW並びにそれらを互いに結ぶ線分を示した図である。

[図7]HF0-1132(E)、HF0-1123及びR1234yfの総和が78.1質量% (R32含有割合が21.9質量%) となる3成分組成図に、点A、B、G、I、J、K' 及びW並びにそれらを互いに結ぶ線分を示した図である。

[図8]HF0-1132(E)、HF0-1123及びR1234yfの総和が73.3質量% (R32含有割合が26.7質量%) となる3成分組成図に、点A、B、G、I、J、K' 及びW並びにそれらを互いに結ぶ線分を示した図である。

[図9]HF0-1132(E)、HF0-1123及びR1234yfの総和が70.7質量% (R32含有割合が29.3質量%) となる3成分組成図に、点A、B、G、I、J、K' 及びW並びにそれらを互いに結ぶ線分を示した図である。

[図10]HF0-1132(E)、HF0-1123及びR1234yfの総和が63.3質量% (R32含有割合が36.7質量%) となる3成分組成図に、点A、B、G、I、J、K' 及びW並びにそれらを互いに結ぶ線分を示した図である。

[図11]HF0-1132(E)、HF0-1123及びR1234yfの総和が55.9質量% (R32含有割合が44.1質量%) となる3成分組成図に、点A、B、G、I、J、K' 及びW並びにそれらを互いに結ぶ線分を示した図である。

[図12]HF0-1132(E)、HF0-1123及びR1234yfの総和が52.2質量% (R32含有割合が47.8質量%) となる3成分組成図に、点A、B、G、I、J、K' 及びW並びにそれらを互いに結ぶ線分を示した図である。

発明を実施するための形態

[0008] 本発明者らは、上記の課題を解決すべく、鋭意研究を行った結果、トランス-1, 2-ジフルオロエチレン (HF0-1132(E))、2, 3, 3, 3-テトラフルオロ-1-プロペン (R1234yf) 及びトリフルオロエチレン (HF0-1123) 並びにジフルオロメタン (R32) を含む混合冷媒が、上記特性を有することを見出した。

[0009] 本開示は、かかる知見に基づきさらに研究を重ねた結果完成されたものである。本開示は、以下の実施形態を含む。

<用語の定義>

本明細書において用語「冷媒」には、ISO817 (国際標準化機構) で定められた、冷媒の種類を表すRで始まる冷媒番号 (ASHRAE番号) が付された化合物が少なくとも含まれ、さらに冷媒番号が未だ付されていないとしても、それらと同等の冷媒としての特性を有するものが含まれる。冷媒は、化合物の構造の面で、「フルオロカーボン系化合物」と「非フルオロカーボン系化合物」とに大別される。「フルオロカーボン系化合物」には、クロロフルオロカーボン (CFC)、ハイドロクロロフルオロカーボン (HCFC) 及びハイドロフルオロカーボン (HFC) が含まれる。「非フルオロカーボン系化合物」としては、プロパン (R290)、プロピレン (R1270)、ブタン (R600)、イソブタン (R600a)、二酸化炭素 (R744) 及びアンモニア (R717) 等が挙げられる。

[0010] 本明細書において、用語「冷媒を含有する組成物」には、(1) 冷媒そのもの (冷媒の混合物を含む) と、(2) その他の成分をさらに含み、少なくとも冷凍機油と混合することにより冷凍機用作動流体を得るために用いることのできる組成物と、(3) 冷凍機油を含有する冷凍機用作動流体とが少なくとも含まれる。本明細書においては、これら三態様のうち、(2) の組成物のことを、冷媒そのもの (冷媒の混合物を含む) と区別して「冷媒組成物」と表記する。また、(3) の冷凍機用作動流体のことを「冷媒組成物」と区別して「冷凍機油含有作動流体」と表記する。

[0011] 本明細書において、用語「代替」は、第一の冷媒を第二の冷媒で「代替」という文脈で用いられる場合、第一の類型として、第一の冷媒を使用し

て運転するために設計された機器において、必要に応じてわずかな部品（冷凍機油、ガスケット、パッキン、膨張弁、ドライヤその他の部品のうち少なくとも一種）の変更及び機器調整のみを経るだけで、第二の冷媒を使用して、最適条件下で運転することができることを意味する。すなわち、この類型は、同一の機器を、冷媒を「代替」して運転することを指す。この類型の「代替」の態様としては、第二の冷媒への置き換えの際に必要とされる変更乃至調整の度合いが小さい順に、「ドロップイン (drop in) 代替」、「ニアリー・ドロップイン (nealy drop in) 代替」及び「レトロフィット (retrofit)」があり得る。

[0012] 第二の類型として、第二の冷媒を用いて運転するために設計された機器を、第一の冷媒の既存用途と同一の用途のために、第二の冷媒を搭載して用いることも、用語「代替」に含まれる。この類型は、同一の用途を、冷媒を「代替」して提供することを指す。

[0013] 本明細書において用語「冷凍機 (refrigerator)」とは、物あるいは空間の熱を奪い去ることにより、周囲の外気よりも低い温度にし、かつこの低温を維持する装置全般のことをいう。言い換えれば、冷凍機は温度の低い方から高い方へ熱を移動させるために、外部からエネルギーを得て仕事を行いエネルギー変換する変換装置のことをいう。

[0014] 本明細書において冷媒が「WCF微燃」であるとは、米国ANSI/ASHRAE34-2013規格に従い最も燃えやすい組成 (Worst case of formulation for flammability; WCF) が、燃焼速度が10cm/s以下であることを意味する。また、本明細書において冷媒が「ASHRAE微燃」であるとは、WCFの燃焼速度が10cm/s以下で、かつ、WCFを用いてANSI/ASHRAE34-2013に基づいた貯蔵、輸送、使用時の漏洩試験を行うことで特定される最も燃えやすい分画組成 (Worst case of fractionation for flammability; WCFF) が、燃焼速度が10cm/s以下であり、米国ANSI/ASHRAE34-2013規格の燃焼性区分が「2Lクラス」と判断されることを意味する。

[0015] 1. 冷媒

1. 1 冷媒成分

本開示の冷媒は、トランス-1, 2-ジフルオロエチレン (HF0-1132(E))、トリフルオロエチレン (HF0-1123) 及び2, 3, 3, 3-テトラフルオロ-1-プロペン (R1234yf)、並びにジフルオロメタン (R32) を含む組成物であって、さらに以下の要件を満たす。本開示の冷媒は、R410Aと同等の冷凍能力及び成績係数を有し、かつGWPが十分に小さい、という、R410A代替冷媒として望ましい諸特性を有する。

要件：

HF0-1132(E)、HF0-1123及びR1234yf、並びにR32の、これらの総和を基準とする質量%をそれぞれx、y及びz、並びにaとすると、HF0-1132(E)、HF0-1123及びR1234yfの総和が(100-a)質量%となる3成分組成図において、座標 (x, y, z) が、

$0 < a \leq 11.1$ のとき、

点G($0.026a^2 - 1.7478a + 72.0$, $-0.026a^2 + 0.7478a + 28.0$, 0.0)、

点I($0.026a^2 - 1.7478a + 72.0$, 0.0 , $-0.026a^2 + 0.7478a + 28.0$)、

点A($0.0134a^2 - 1.9681a + 68.6$, 0.0 , $-0.0134a^2 + 0.9681a + 31.4$)、

点B(0.0 , $0.0144a^2 - 1.6377a + 58.7$, $-0.0144a^2 + 0.6377a + 41.3$)、

点D' (0.0 , $0.0224a^2 + 0.968a + 75.4$, $-0.0224a^2 - 1.968a + 24.6$)及び

点C($-0.2304a^2 - 0.4062a + 32.9$, $0.2304a^2 - 0.5938a + 67.1$, 0.0)

の6点をそれぞれ結ぶ直線GI、IA、AB、BD'、D'C及びCGで囲まれる図形の範囲内又は前記直線GI、AB及びD'C上にあり(ただし、点G、点I、点A、点B、点D'及び点Cは除く)、

$11.1 < a \leq 18.2$ のとき、

点G($0.02a^2 - 1.6013a + 71.105$, $-0.02a^2 + 0.6013a + 28.895$, 0.0)、

点I($0.02a^2 - 1.6013a + 71.105$, 0.0 , $-0.02a^2 + 0.6013a + 28.895$)、

点A($0.0112a^2 - 1.9337a + 68.484$, 0.0 , $-0.0112a^2 + 0.9337a + 31.516$)、

点B(0.0 , $0.0075a^2 - 1.5156a + 58.199$, $-0.0075a^2 + 0.5156a + 41.801$)及び

点W(0.0 , $100.0 - a$, 0.0)

の5点をそれぞれ結ぶ直線GI、IA、AB、BW及びWGで囲まれる図形の範囲内又は前記直線GI及びAB上にあり（ただし、点G、点I、点A、点B及び点Wは除く）

、

18.2 < a ≤ 26.7 のとき、

点G(0.0135a²-1.4068a+69.727, -0.0135a²+0.4068a+30.273, 0.0)、

点I(0.0135a²-1.4068a+69.727, 0.0, -0.0135a²+0.4068a+30.273)、

点A(0.0107a²-1.9142a+68.305, 0.0, -0.0107a²+0.9142a+31.695)、

点B(0.0, 0.009a²-1.6045a+59.318, -0.009a²+0.6045a+40.682)及び

点W(0.0, 100.0-a, 0.0)

の5点をそれぞれ結ぶ直線GI、IA、AB、BW及びWGで囲まれる図形の範囲内又は前記直線GI及びAB上にあり（ただし、点G、点I、点A、点B及び点Wは除く）

、

26.7 < a ≤ 36.7 のとき、

点G(0.0111a²-1.3152a+68.986, -0.0111a²+0.3152a+31.014, 0.0)、

点I(0.0111a²-1.3152a+68.986, 0.0, -0.0111a²+0.3152a+31.014)、

点A(0.0103a²-1.9225a+68.793, 0.0, -0.0103a²+0.9225a+31.207)、

点B(0.0, 0.0046a²-1.41a+57.286, -0.0046a²+0.41a+42.714)及び

点W(0.0, 100.0-a, 0.0)

の5点をそれぞれ結ぶ直線GI、IA、AB、BW及びWGで囲まれる図形の範囲内又は前記直線GI及びAB上にあり（ただし、点G、点I、点A、点B及び点Wは除く）

、及び

36.7 < a ≤ 46.7 のとき、

点G(0.0061a²-0.9918a+63.902, -0.0061a²-0.0082a+36.098, 0.0)、

点I(0.0061a²-0.9918a+63.902, 0.0, -0.0061a²+0.0082a+36.098)、

点A(0.0085a²-1.8102a+67.1, 0.0, -0.0085a²+0.8102a+32.9)、

点B(0.0, 0.0012a²-1.1659a+52.95, -0.0012a²+0.1659a+47.05)及び

点W(0.0, 100.0-a, 0.0)

の5点をそれぞれ結ぶ直線GI、IA、AB、BW及びWGで囲まれる図形の範囲内又

は前記直線GI及びAB上にある（ただし、点G、点I、点A、点B及び点Wは除く）。本開示の冷媒は、上記要件が満たされる場合、R410Aを基準とする冷凍能力比が85%以上となり、かつR410Aを基準とするCOP比が92.5%以上となり、さらにWCF微燃性となる。

[0016] 本開示の冷媒は、HF0-1132(E)、HF0-1123及びR1234yfの、これらの総和を基準とする質量%をそれぞれx、y及びzとすると、HF0-1132(E)、HF0-1123及びR1234yfの総和が(100-a)質量%となる3成分組成図において、座標(x, y, z)が、

$0 < a \leq 11.1$ のとき、

点J($0.0049a^2 - 0.9645a + 47.1$, $-0.0049a^2 - 0.0355a + 52.9$, 0.0)、

点K' ($0.0514a^2 - 2.4353a + 61.7$, $-0.0323a^2 + 0.4122a + 5.9$, $-0.0191a^2 + 1.0231a + 32.4$)、

点B(0.0 , $0.0144a^2 - 1.6377a + 58.7$, $-0.0144a^2 + 0.6377a + 41.3$)、

点D' (0.0 , $0.0224a^2 + 0.968a + 75.4$, $-0.0224a^2 - 1.968a + 24.6$)及び

点C($-0.2304a^2 - 0.4062a + 32.9$, $0.2304a^2 - 0.5938a + 67.1$, 0.0)

の5点をそれぞれ結ぶ直線JK'、K'B、BD'、D'C及びCJで囲まれる図形の範囲内又は前記直線JK'、K'B及びD'C上にあり（ただし、点J、点B、点D'及び点Cは除く）、

$11.1 < a \leq 18.2$ のとき、

点J($0.0243a^2 - 1.4161a + 49.725$, $-0.0243a^2 + 0.4161a + 50.275$, 0.0)、

点K' ($0.0341a^2 - 2.1977a + 61.187$, $-0.0236a^2 + 0.34a + 5.636$, $-0.0105a^2 + 0.8577a + 33.177$)、

点B(0.0 , $0.0075a^2 - 1.5156a + 58.199$, $-0.0075a^2 + 0.5156a + 41.801$)及び

点W(0.0 , $100.0 - a$, 0.0)

の4点をそれぞれ結ぶ直線JK'、K'B、BW及びWJで囲まれる図形の範囲内又は前記直線JK'及びK'B上にあり（ただし、点J、点B及び点Wは除く）、

$18.2 < a \leq 26.7$ のとき、

点J($0.0246a^2 - 1.4476a + 50.184$, $-0.0246a^2 + 0.4476a + 49.816$, 0.0)、

点K' ($0.0196a^2-1.7863a+58.515$, $-0.0079a^2-0.1136a+8.702$, $-0.0117a^2+0.8999a+32.783$)、

点B(0.0 , $0.009a^2-1.6045a+59.318$, $-0.009a^2+0.6045a+40.682$)及び

点W(0.0 , $100.0-a$, 0.0)

の4点をそれぞれ結ぶ直線JK'、K'B、BW及びWJで囲まれる図形の範囲内又は前記直線JK'及びK'B上にあり(ただし、点J、点B及び点Wは除く)、

26.7 < a ≤ 36.7 のとき、

点J($0.0183a^2-1.1399a+46.493$, $-0.0183a^2+0.1399a+53.507$, 0.0)、

点K' ($-0.0051a^2+0.0929a+25.95$, 0.0 , $0.0051a^2-1.0929a+74.05$)、

点A($0.0103a^2-1.9225a+68.793$, 0.0 , $-0.0103a^2+0.9225a+31.207$)、

点B(0.0 , $0.0046a^2-1.41a+57.286$, $-0.0046a^2+0.41a+42.714$)及び

点W(0.0 , $100.0-a$, 0.0)

の5点をそれぞれ結ぶ直線JK'、K'A、AB、BW及びWJで囲まれる図形の範囲内又は前記直線JK'、K'A及びAB上にあり(ただし、点J、点B及び点Wは除く)、及び

36.7 < a ≤ 46.7 のとき、

点J($-0.0134a^2+1.0956a+7.13$, $0.0134a^2-2.0956a+92.87$, 0.0)、

点K' ($-1.892a+29.443$, 0.0 , $0.892a+70.557$)、

点A($0.0085a^2-1.8102a+67.1$, 0.0 , $-0.0085a^2+0.8102a+32.9$)、

点B(0.0 , $0.0012a^2-1.1659a+52.95$, $-0.0012a^2+0.1659a+47.05$)及び

点W(0.0 , $100.0-a$, 0.0)

の5点をそれぞれ結ぶ直線JK'、K'A、AB、BW及びWJで囲まれる図形の範囲内又は前記直線JK'、K'A及びAB上にある(ただし、点J、点B及び点Wは除く)ものであれば好ましい。本開示の冷媒は、上記要件が満たされる場合、R410Aを基準とする冷凍能力比が85%以上となり、かつR410Aを基準とするCOP比が92.5%以上となるだけでなく、さらにWCF微燃及びWCFF微燃でASHRAE規格では微燃性冷媒である「2Lクラス」を示す。

[0017] 本開示の冷媒は、HF0-1132(E)、HF0-1123及びR1234yfに加えて、さらにR32

を含む場合、HF0-1132(E)、HF0-1123及びR1234yf並びにR32の、これらの総和を基準とする質量%をそれぞれx、y及びz並びにaとすると、HF0-1132(E)、HF0-1123及びR1234yfの総和が(100-a)質量%となる3成分組成図において、座標(x, y, z)が、

$0 < a \leq 10.0$ のとき、

点a($0.02a^2 - 2.46a + 93.4$, 0 , $-0.02a^2 + 2.46a + 6.6$)、

点b' ($-0.008a^2 - 1.38a + 56$, $0.018a^2 - 0.53a + 26.3$, $-0.01a^2 + 1.91a + 17.7$)、

点c($-0.016a^2 + 1.02a + 77.6$, $0.016a^2 - 1.02a + 22.4$, 0)及び

点o($100.0 - a$, 0.0 , 0.0)

の4点をそれぞれ結ぶ直線で囲まれる図形の範囲内又は前記直線oa、ab'及びb'c上にあり(ただし、点o及び点cは除く)、

$10.0 < a \leq 16.5$ のとき、

点a($0.0244a^2 - 2.5695a + 94.056$, 0 , $-0.0244a^2 + 2.5695a + 5.944$)、

点b' ($0.1161a^2 - 1.9959a + 59.749$, $0.014a^2 - 0.3399a + 24.8$, $-0.1301a^2 + 2.3358a + 15.451$)、

点c($-0.0161a^2 + 1.02a + 77.6$, $0.0161a^2 - 1.02a + 22.4$, 0)及び

点o($100.0 - a$, 0.0 , 0.0)

の4点をそれぞれ結ぶ直線で囲まれる図形の範囲内又は前記直線oa、ab'及びb'c上にあり(ただし、点o及び点cは除く)、又は

$16.5 < a \leq 21.8$ のとき、

点a($0.0161a^2 - 2.3535a + 92.742$, 0 , $-0.0161a^2 + 2.3535a + 7.258$)、

点b' ($-0.0435a^2 - 0.0435a + 50.406$, $-0.0304a^2 + 1.8991a - 0.0661$, $0.0739a^2 - 1.8556a + 49.6601$)、

点c($-0.0161a^2 + 0.9959a + 77.851$, $0.0161a^2 - 0.9959a + 22.149$, 0)及び

点o($100.0 - a$, 0.0 , 0.0)

の4点をそれぞれ結ぶ直線で囲まれる図形の範囲内又は前記直線oa、ab'及びb'c上にあるものとすることができる(ただし、点o及び点cは除く)。なお、点b'は、前記3成分組成図において、R410Aを基準とする冷凍能力比が95

%となり、かつR410Aを基準とするCOP比が95%となる点を点bとすると、R410Aを基準とするCOP比が95%となる点を結ぶ近似直線と、直線abとの交点である。本開示の冷媒は、上記要件が満たされる場合、R410Aを基準とする冷凍能力比が95%以上となり、かつR410Aを基準とするCOP比が95%以上となる。

[0018] 本開示の冷媒は、上記の特性や効果を損なわない範囲内で、HF0-1132(E)、HF0-1123及びR1234yf並びにR32に加えて、さらに他の追加的な冷媒を含有していてもよい。この点で、本開示の冷媒が、HF0-1132(E)、HF0-1123及びR1234yf並びにR32の合計を、冷媒全体に対して99.5質量%以上含むことが好ましく、99.75質量%以上含むことがより好ましく、99.9質量%以上含むことがさらに好ましい。

[0019] また、本開示の冷媒は、HF0-1132(E)、HF0-1123及びR1234yf並びにR32の合計を、冷媒全体に対して99.5質量%以上含むものであってよく、99.75質量%以上含むものであってもよく、さらに99.9質量%以上含むものであってもよい。

[0020] 追加的な冷媒としては、特に限定されず、幅広く選択できる。混合冷媒は、追加的な冷媒として、一種を単独で含んでいてもよいし、二種以上を含んでいてもよい。

[0021] 1. 2 用途

本開示の冷媒は、冷凍機における作動流体として好ましく使用することができる。

[0022] 本開示の組成物は、R410Aの代替冷媒としての使用に適している。

[0023] 2. 冷媒組成物

本開示の冷媒組成物は、本開示の冷媒を少なくとも含み、本開示の冷媒と同じ用途のために使用することができる。また、本開示の冷媒組成物は、さらに少なくとも冷凍機油と混合することにより冷凍機用作動流体を得るために用いることができる。

本開示の冷媒組成物は、本開示の冷媒に加え、さらに少なくとも一種のその他の成分を含有する。本開示の冷媒組成物は、必要に応じて、以下のその他の成分のうち少なくとも一種を含有していてもよい。上述の通り、本開示

の冷媒組成物を、冷凍機における作動流体として使用するに際しては、通常、少なくとも冷凍機油と混合して用いられる。したがって、本開示の冷媒組成物は、好ましくは冷凍機油を実質的に含まない。具体的には、本開示の冷媒組成物は、冷媒組成物全体に対する冷凍機油の含有量が好ましくは0~1質量%であり、より好ましくは0~0.1質量%である。

[0024] 2. 1 水

本開示の冷媒組成物は微量の水を含んでもよい。冷媒組成物における含水割合は、冷媒全体に対して、0.1質量%以下とすることが好ましい。冷媒組成物が微量の水分を含むことにより、冷媒中に含まれ得る不飽和のフルオロカーボン系化合物の分子内二重結合が安定化され、また、不飽和のフルオロカーボン系化合物の酸化も起こりにくくなるため、冷媒組成物の安定性が向上する。

[0025] 2. 2 トレーサー

トレーサーは、本開示の冷媒組成物が希釈、汚染、その他何らかの変更があった場合、その変更を追跡できるように検出可能な濃度で本開示の冷媒組成物に添加される。

[0026] 本開示の冷媒組成物は、トレーサーとして、一種を単独で含有してもよいし、二種以上を含有してもよい。

[0027] トレーサーとしては、特に限定されず、一般に用いられるトレーサーの中から適宜選択することができる。

[0028] トレーサーとしては、例えば、ハイドロフルオロカーボン、ハイドロクロロフルオロカーボン、クロロフルオロカーボン、ハイドロクロロカーボン、フルオロカーボン、重水素化炭化水素、重水素化ハイドロフルオロカーボン、パーフルオロカーボン、フルオロエーテル、臭素化化合物、ヨウ素化化合物、アルコール、アルデヒド、ケトン、亜酸化窒素 (N₂O) 等が挙げられる。トレーサーとしては、ハイドロフルオロカーボン、ハイドロクロロフルオロカーボン、クロロフルオロカーボン、ハイドロクロロカーボン、フルオロカーボン及びフルオロエーテルが特に好ましい。

[0029] トレーサーとしては、以下の化合物が好ましい。

FC-14 (テトラフルオロメタン、 CF_4)

HCC-40 (クロロメタン、 CH_3Cl)

HFC-23 (トリフルオロメタン、 CHF_3)

HFC-41 (フルオロメタン、 CH_3Cl)

HFC-125 (ペンタフルオロエタン、 CF_3CHF_2)

HFC-134a (1, 1, 1, 2-テトラフルオロエタン、 CF_3CH_2F)

HFC-134 (1, 1, 2, 2-テトラフルオロエタン、 CHF_2CHF_2)

HFC-143a (1, 1, 1-トリフルオロエタン、 CF_3CH_3)

HFC-143 (1, 1, 2-トリフルオロエタン、 CHF_2CH_2F)

HFC-152a (1, 1-ジフルオロエタン、 CHF_2CH_3)

HFC-152 (1, 2-ジフルオロエタン、 CH_2FCH_2F)

HFC-161 (フルオロエタン、 CH_3CH_2F)

HFC-245fa (1, 1, 1, 3, 3-ペンタフルオロプロパン、 $CF_3CH_2CHF_2$) HFC-236f

a (1, 1, 1, 3, 3, 3-ヘキサフルオロプロパン、 $CF_3CH_2CF_3$) HFC-236ea (1

, 1, 1, 2, 3, 3-ヘキサフルオロプロパン、 $CF_3CHFCHF_2$) HFC-227ea (1

, 1, 1, 2, 3, 3, 3-ヘプタフルオロプロパン、 CF_3CHFCF_3) HCFC-22 (

クロロジフルオロメタン、 $CHClF_2$)

HCFC-31 (クロロフルオロメタン、 CH_2ClF)

CFC-1113 (クロロトリフルオロエチレン、 $CF_2=CClF$)

HFE-125 (トリフルオロメチル-ジフルオロメチルエーテル、 CF_3OCHF_2) HFE-1

34a (トリフルオロメチル-フルオロメチルエーテル、 CF_3OCH_2F) HFE-143a (

トリフルオロメチル-メチルエーテル、 CF_3OCH_3)

HFE-227ea (トリフルオロメチル-テトラフルオロエチルエーテル、 $CF_3OCHFCF$

$_3$) HFE-236fa (トリフルオロメチル-トリフルオロエチルエーテル、 CF_3OCH_2C

F_3)

[0030] 本開示の冷媒組成物は、トレーサーを合計で、冷媒組成物全体に対して、約10重量百万分率 (ppm) ~ 約1000 ppm 含んでいてもよい。本開

示の冷媒組成物は、トレーサーを合計で、冷媒組成物全体に対して、好ましくは約30ppm～約500ppm、より好ましくは約50ppm～約300ppm含んでいてもよい。

[0031] 2. 3 紫外線蛍光染料

本開示の冷媒組成物は、紫外線蛍光染料として、一種を単独で含有してもよいし、二種以上を含有してもよい。

[0032] 紫外線蛍光染料としては、特に限定されず、一般に用いられる紫外線蛍光染料の中から適宜選択することができる。

[0033] 紫外線蛍光染料としては、例えば、ナフタルイミド、クマリン、アントラセン、フェナントレン、キサントレン、チオキサントレン、ナフトキサントレン及びフルオレセイン、並びにこれらの誘導体が挙げられる。紫外線蛍光染料としては、ナフタルイミド及びクマリンのいずれか又は両方が特に好ましい。

[0034] 2. 4 安定剤

本開示の冷媒組成物は、安定剤として、一種を単独で含有してもよいし、二種以上を含有してもよい。

[0035] 安定剤としては、特に限定されず、一般に用いられる安定剤の中から適宜選択することができる。

[0036] 安定剤としては、例えば、ニトロ化合物、エーテル類及びアミン類等が挙げられる。

[0037] ニトロ化合物としては、例えば、ニトロメタン及びニトロエタン等の脂肪族ニトロ化合物、並びにニトロベンゼン及びニトロスチレン等の芳香族ニトロ化合物等が挙げられる。

[0038] エーテル類としては、例えば、1,4-ジオキサラン等が挙げられる。

[0039] アミン類としては、例えば、2,2,3,3,3-ペンタフルオロプロピルアミン、ジフェニルアミン等が挙げられる。

[0040] その他にも、ブチルヒドロキシキシレン、ベンゾトリアゾール等が挙げられる。

[0041] 安定剤の含有割合は、特に限定されず、冷媒全体に対して、通常、0.01～5

質量%とすることが好ましく、0.05~2質量%とすることがより好ましい。

[0042] 2. 5 重合禁止剤

本開示の冷媒組成物は、重合禁止剤として、一種を単独で含有してもよいし、二種以上を含有してもよい。

[0043] 重合禁止剤としては、特に限定されず、一般に用いられる重合禁止剤の中から適宜選択することができる。

[0044] 重合禁止剤としては、例えば、4-メトキシ-1-ナフトール、ヒドロキノン、ヒドロキノンメチルエーテル、ジメチル-t-ブチルフェノール、2,6-ジ-tert-ブチル-p-クレゾール、ベンゾトリアゾール等が挙げられる。

[0045] 重合禁止剤の含有割合は、特に限定されず、冷媒全体に対して、通常、0.01~5質量%とすることが好ましく、0.05~2質量%とすることがより好ましい。

[0046] 3. 冷凍機油含有作動流体

本開示の冷凍機油含有作動流体は、本開示の冷媒又は冷媒組成物と、冷凍機油とを少なくとも含み、冷凍機における作動流体として用いられる。具体的には、本開示の冷凍機油含有作動流体は、冷凍機の圧縮機において使用される冷凍機油と、冷媒又は冷媒組成物とが互いに混じり合うことにより得られる。冷凍機油含有作動流体には冷凍機油は一般に10~50質量%含まれる。

[0047] 3. 1 冷凍機油

本開示の組成物は、冷凍機油として、一種を単独で含有してもよいし、二種以上を含有してもよい。

[0048] 冷凍機油としては、特に限定されず、一般に用いられる冷凍機油の中から適宜選択することができる。その際には、必要に応じて、前記混合物との相溶性 (miscibility) 及び前記混合物の安定性等を向上する作用等の点でより優れている冷凍機油を適宜選択することができる。

[0049] 冷凍機油の基油としては、例えば、ポリアルキレングリコール (PAG)、ポリオールエステル (POE) 及びポリビニルエーテル (PVE) からなる群より選択される少なくとも一種が好ましい。

[0050] 冷凍機油は、基油に加えて、さらに添加剤を含んでいてもよい。添加剤は、酸化防止剤、極圧剤、酸捕捉剤、酸素捕捉剤、銅不活性化剤、防錆剤、油性剤及び消泡剤からなる群より選択される少なくとも一種であってもよい。

[0051] 冷凍機油として、40℃における動粘度が5~400 cStであるものが、潤滑の点で好ましい。

[0052] 本開示の冷凍機油含有作動流体は、必要に応じて、さらに少なくとも一種の添加剤を含んでもよい。添加剤としては例えば以下の相溶化剤等が挙げられる。

[0053] 3. 2 相溶化剤

本開示の冷凍機油含有作動流体は、相溶化剤として、一種を単独で含有してもよいし、二種以上を含有してもよい。

[0054] 相溶化剤としては、特に限定されず、一般に用いられる相溶化剤の中から適宜選択することができる。

[0055] 相溶化剤としては、例えば、ポリオキシアルキレングリコールエーテル、アミド、ニトリル、ケトン、クロロカーボン、エステル、ラクトン、アリーールエーテル、フルオロエーテルおよび1,1,1-トリフルオロアルカン等が挙げられる。相溶化剤としては、ポリオキシアルキレングリコールエーテルが特に好ましい。

[0056] 4. 冷凍機の運転方法

本開示の冷凍機の運転方法は、本開示の冷媒を用いて冷凍機を運転する方法である。

[0057] 具体的には、本開示の冷凍機の運転方法は、本開示の冷媒を冷凍機において循環させる工程を含む。

[0058] 以上、実施形態を説明したが、特許請求の範囲の趣旨及び範囲から逸脱することなく、形態や詳細の多様な変更が可能なが理解されるであろう。

実施例

[0059] 以下に、実施例を挙げてさらに詳細に説明する。ただし、本開示は、これらの実施例に限定されるものではない。

[0060] HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yf、並びにR32を、これらの総和を基準として、表1～11にそれぞれ示した質量%で混合した混合冷媒を調製した。

R410A(R32=50%/R125=50%)の混合物を含有する組成物のGWPは、IPCC (Inter governmental Panel on Climate Change) 第4次報告書の値に基づいて評価した。HFO-1132(E)のGWPは記載がないが、HFO-1132a(GWP=1以下)、HFO-1123 (GWP=0.3, 特許文献1に記載) から、そのGWPを1と想定した。R410A及びHFO-1132 (E) とHFO-1123との混合物を含有する組成物の冷凍能力は、National Institute of Science and Technology (NIST) Reference Fluid Thermodynamic and Transport Properties Database (Refprop 9.0) を使い、下記条件で混合冷媒の冷凍サイクル理論計算を実施することにより求めた。

[0061] これらの各混合冷媒について、R410を基準とするCOP比及び冷凍能力比をそれぞれ求めた。計算条件は以下の通りとした。

蒸発温度：5℃

凝縮温度：45℃

過熱度：5K

過冷却度；5K

圧縮機効率 70%

これらの値を、各混合冷媒についてのGWPと合わせて表1～11に示す。なお、比COP及び比冷凍能力については、R410Aに対する割合を示す。

[0062] 成績係数 (COP) は、次式により求めた。

$$COP = (\text{冷凍能力又は暖房能力}) / \text{消費電力量}$$

[0063] [表1]

項目	単位	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4	比較例5	比較例6	比較例7	比較例8	実施例1
			A	B	C	D'	G	I	J	K'
HFO-1132(E)	質量%	R410A	68.6	0.0	32.9	0.0	72.0	72.0	47.1	61.7
HFO-1123	質量%		0.0	58.7	67.1	75.4	28.0	0.0	52.9	5.9
R1234yf	質量%		31.4	41.3	0.0	24.6	0.0	28.0	0.0	32.4
R32	質量%		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GWP	-	2088	2	2	1	2	1	2	1	2
COP比	% (対R410A)	100	100.0	95.5	92.5	93.1	96.6	99.9	93.8	99.4
冷凍能力比	% (対R410A)	100	85.0	85.0	107.4	95.0	103.1	86.6	106.2	85.5

[0064]

[表2]

項目	単位	比較例9	比較例10	比較例11	比較例12	比較例13	比較例14	比較例15	実施例2
		A	B	C	D'	G	I	J	K'
HFO-1132(E)	質量%	55.3	0.0	18.4	0.0	60.9	60.9	40.5	47.0
HFO-1123	質量%	0.0	47.8	74.5	83.4	32.0	0.0	52.4	7.2
R1234yf	質量%	37.6	45.1	0.0	9.5	0.0	32.0	0.0	38.7
R32	質量%	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1
GWP	-	50	50	49	49	49	50	49	50
COP比	% (対R410A)	99.8	96.9	92.5	92.5	95.9	99.6	94.0	99.2
冷凍能力比	% (対R410A)	85.0	85.0	110.5	106.0	106.5	87.7	108.9	85.5

[0065] [表3]

項目	単位	比較例16	比較例17	比較例18	比較例19	比較例20	比較例21	実施例3
		A	B	C=D'	G	I	J	K'
HFO-1132(E)	質量%	48.4	0.0	0.0	55.8	55.8	37.0	41.0
HFO-1123	質量%	0.0	42.3	88.9	33.1	0.0	51.9	6.5
R1234yf	質量%	40.5	46.6	0.0	0.0	33.1	0.0	41.4
R32	質量%	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1
GWP	-	77	77	76	76	77	76	77
COP比	% (対R410A)	99.8	97.6	92.5	95.8	99.5	94.2	99.3
冷凍能力比	% (対R410A)	85.0	85.0	112.0	108.0	88.6	110.2	85.4

[0066] [表4]

項目	単位	比較例22	比較例23	比較例24	比較例25	比較例26	実施例4
		A	B	G	I	J	K'
HFO-1132(E)	質量%	42.8	0.0	52.1	52.1	34.3	36.5
HFO-1123	質量%	0.0	37.8	33.4	0.0	51.2	5.6
R1234yf	質量%	42.7	47.7	0.0	33.4	0.0	43.4
R32	質量%	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5
GWP	-	100	100	99	100	99	100
COP比	% (対R410A)	99.9	98.1	95.8	99.5	94.4	99.5
冷凍能力比	% (対R410A)	85.0	85.0	109.1	89.6	111.1	85.3

[0067] [表5]

項目	単位	比較例27	比較例28	比較例29	比較例30	比較例31	実施例5
		A	B	G	I	J	K'
HFO-1132(E)	質量%	37.0	0.0	48.6	48.6	32.0	32.5
HFO-1123	質量%	0.0	33.1	33.2	0.0	49.8	4.0
R1234yf	質量%	44.8	48.7	0.0	33.2	0.0	45.3
R32	質量%	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2
GWP	-	125	125	124	125	124	125
COP比	% (対R410A)	100.0	98.6	95.9	99.4	94.7	99.8
冷凍能力比	% (対R410A)	85.0	85.0	110.1	90.8	111.9	85.2

[0068]

[表6]

項目	単位	比較例32	比較例33	比較例34	比較例35	比較例36	実施例6
		A	B	G	I	J	K'
HFO-1132(E)	質量%	31.5	0.0	45.4	45.4	30.3	28.8
HFO-1123	質量%	0.0	28.5	32.7	0.0	47.8	2.4
R1234yf	質量%	46.6	49.6	0.0	32.7	0.0	46.9
R32	質量%	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9
GWP	-	150	150	149	150	149	150
COP比	% (対R410A)	100.2	99.1	96.0	99.4	95.1	100.0
冷凍能力比	% (対R410A)	85.0	85.0	111.0	92.1	112.6	85.1

[0069] [表7]

項目	単位	比較例37	比較例38	比較例39	比較例40	比較例41	比較例42
		A	B	G	I	J	K'
HFO-1132(E)	質量%	24.8	0.0	41.8	41.8	29.1	24.8
HFO-1123	質量%	0.0	22.9	31.5	0.0	44.2	0.0
R1234yf	質量%	48.5	50.4	0.0	31.5	0.0	48.5
R32	質量%	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7
GWP	-	182	182	181	182	181	182
COP比	% (対R410A)	100.4	99.8	96.3	99.4	95.6	100.4
冷凍能力比	% (対R410A)	85.0	85.0	111.9	93.8	113.2	85.0

[0070] [表8]

項目	単位	比較例43	比較例44	比較例45	比較例46	比較例47	比較例48
		A	B	G	I	J	K'
HFO-1132(E)	質量%	21.3	0.0	40.0	40.0	28.8	24.3
HFO-1123	質量%	0.0	19.9	30.7	0.0	41.9	0.0
R1234yf	質量%	49.4	50.8	0.0	30.7	0.0	46.4
R32	質量%	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3
GWP	-	200	200	198	199	198	200
COP比	% (対R410A)	100.6	100.1	96.6	99.5	96.1	100.4
冷凍能力比	% (対R410A)	85.0	85.0	112.4	94.8	113.6	86.7

[0071] [表9]

項目	単位	比較例49	比較例50	比較例51	比較例52	比較例53	比較例54
		A	B	G	I	J	K'
HFO-1132(E)	質量%	12.1	0.0	35.7	35.7	29.3	22.5
HFO-1123	質量%	0.0	11.7	27.6	0.0	34.0	0.0
R1234yf	質量%	51.2	51.6	0.0	27.6	0.0	40.8
R32	質量%	36.7	36.7	36.7	36.7	36.7	36.7
GWP	-	250	250	248	249	248	250
COP比	% (対R410A)	101.2	101.0	96.4	99.6	97.0	100.4
冷凍能力比	% (対R410A)	85.0	85.0	113.2	97.6	113.9	90.9

[0072]

[表10]

項目	単位	比較例55	比較例56	比較例57	比較例58	比較例59	比較例60
		A	B	G	I	J	K'
HFO-1132(E)	質量%	3.8	0.0	32.0	32.0	29.4	21.1
HFO-1123	質量%	0.0	3.9	23.9	0.0	26.5	0.0
R1234yf	質量%	52.1	52.0	0.0	23.9	0.0	34.8
R32	質量%	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1
GWP	-	300	300	298	299	298	299
COP比	%(対R410A)	101.8	101.8	97.9	99.8	97.8	100.5
冷凍能力比	%(対R410A)	85.0	85.0	113.7	100.4	113.9	94.9

[0073] [表11]

項目	単位	比較例61	比較例62	比較例63	比較例64	比較例65
		A=B	G	I	J	K'
HFO-1132(E)	質量%	0.0	30.4	30.4	28.9	20.4
HFO-1123	質量%	0.0	21.8	0.0	23.3	0.0
R1234yf	質量%	52.2	0.0	21.8	0.0	31.8
R32	質量%	47.8	47.8	47.8	47.8	47.8
GWP	-	325	323	324	323	324
COP比	%(対R410A)	102.1	98.2	100.0	98.2	100.6
冷凍能力比	%(対R410A)	85.0	113.8	101.8	113.9	96.8

[0074] [表12]

項目	単位	比較例66	実施例7	実施例8	実施例9	実施例10	実施例11	実施例12	実施例13
HFO-1132(E)	質量%	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0
HFO-1123	質量%	82.9	77.9	72.9	67.9	62.9	57.9	52.9	47.9
R1234yf	質量%	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
R32	質量%	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1
GWP	-	49	49	49	49	49	49	49	49
COP比	%(対R410A)	92.4	92.6	92.8	93.1	93.4	93.7	94.1	94.5
冷凍能力比	%(対R410A)	108.4	108.3	108.2	107.9	107.6	107.2	106.8	106.3

[0075] [表13]

項目	単位	実施例14	実施例15	実施例16	実施例17	比較例67	実施例18	実施例19	実施例20
HFO-1132(E)	質量%	45.0	50.0	55.0	60.0	65.0	10.0	15.0	20.0
HFO-1123	質量%	42.9	37.9	32.9	27.9	22.9	72.9	67.9	62.9
R1234yf	質量%	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	10.0	10.0	10.0
R32	質量%	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1
GWP	-	49	49	49	49	49	49	49	49
COP比	%(対R410A)	95.0	95.4	95.9	96.4	96.9	93.0	93.3	93.6
冷凍能力比	%(対R410A)	105.8	105.2	104.5	103.9	103.1	105.7	105.5	105.2

[0076] [表14]

項目	単位	実施例21	実施例22	実施例23	実施例24	実施例25	実施例26	実施例27	実施例28
HFO-1132(E)	質量%	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0	50.0	55.0	60.0
HFO-1123	質量%	57.9	52.9	47.9	42.9	37.9	32.9	27.9	22.9
R1234yf	質量%	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
R32	質量%	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1
GWP	-	49	49	49	49	49	49	49	49
COP比	%(対R410A)	93.9	94.2	94.6	95.0	95.5	96.0	96.4	96.9
冷凍能力比	%(対R410A)	104.9	104.5	104.1	103.6	103.0	102.4	101.7	101.0

[0077] [表15]

項目	単位	比較例68	実施例29	実施例30	実施例31	実施例32	実施例33	実施例34	実施例35
HFO-1132(E)	質量%	65.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0
HFO-1123	質量%	17.9	67.9	62.9	57.9	52.9	47.9	42.9	37.9
R1234yf	質量%	10.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
R32	質量%	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1
GWP	-	49	49	49	49	49	49	49	49
COP比	% (対R410A)	97.4	93.5	93.8	94.1	94.4	94.8	95.2	95.6
冷凍能力比	% (対R410A)	100.3	102.9	102.7	102.5	102.1	101.7	101.2	100.7

[0078] [表16]

項目	単位	実施例36	実施例37	実施例38	実施例39	比較例69	実施例40	実施例41	実施例42
HFO-1132(E)	質量%	45.0	50.0	55.0	60.0	65.0	10.0	15.0	20.0
HFO-1123	質量%	32.9	27.9	22.9	17.9	12.9	62.9	57.9	52.9
R1234yf	質量%	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	20.0	20.0	20.0
R32	質量%	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1
GWP	-	49	49	49	49	49	49	49	49
COP比	% (対R410A)	96.0	96.5	97.0	97.5	98.0	94.0	94.3	94.6
冷凍能力比	% (対R410A)	100.1	99.5	98.9	98.1	97.4	100.1	99.9	99.6

[0079] [表17]

項目	単位	実施例43	実施例44	実施例45	実施例46	実施例47	実施例48	実施例49	実施例50
HFO-1132(E)	質量%	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0	50.0	55.0	60.0
HFO-1123	質量%	47.9	42.9	37.9	32.9	27.9	22.9	17.9	12.9
R1234yf	質量%	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
R32	質量%	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1
GWP	-	49	49	49	49	49	49	49	49
COP比	% (対R410A)	95.0	95.3	95.7	96.2	96.6	97.1	97.6	98.1
冷凍能力比	% (対R410A)	99.2	98.8	98.3	97.8	97.2	96.6	95.9	95.2

[0080] [表18]

項目	単位	比較例70	実施例51	実施例52	実施例53	実施例54	実施例55	実施例56	実施例57
HFO-1132(E)	質量%	65.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0
HFO-1123	質量%	7.9	57.9	52.9	47.9	42.9	37.9	32.9	27.9
R1234yf	質量%	20.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
R32	質量%	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1
GWP	-	49	50	50	50	50	50	50	50
COP比	% (対R410A)	98.6	94.6	94.9	95.2	95.5	95.9	96.3	96.8
冷凍能力比	% (対R410A)	94.4	97.1	96.9	96.7	96.3	95.9	95.4	94.8

[0081] [表19]

項目	単位	実施例58	実施例59	実施例60	実施例61	比較例71	実施例62	実施例63	実施例64
HFO-1132(E)	質量%	45.0	50.0	55.0	60.0	65.0	10.0	15.0	20.0
HFO-1123	質量%	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1
R1234yf	質量%	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	30.0	30.0	30.0
R32	質量%	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1
GWP	-	50	50	50	50	50	50	50	50
COP比	% (対R410A)	97.2	97.7	98.2	98.7	99.2	95.2	95.5	95.8
冷凍能力比	% (対R410A)	94.2	93.6	92.9	92.2	91.4	94.2	93.9	93.7

[0082]

[表20]

項目	単位	実施例65	実施例66	実施例67	実施例68	実施例69	実施例70	実施例71	実施例72
HFO-1132(E)	質量%	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0	50.0	55.0	60.0
HFO-1123	質量%	37.9	32.9	27.9	22.9	17.9	12.9	7.9	2.9
R1234yf	質量%	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
R32	質量%	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1
GWP	-	50	50	50	50	50	50	50	50
COP比	% (対R410A)	96.2	96.6	97.0	97.4	97.9	98.3	98.8	99.3
冷凍能力比	% (対R410A)	93.3	92.9	92.4	91.8	91.2	90.5	89.8	89.1

[0083] [表21]

項目	単位	実施例73	実施例74	実施例75	実施例76	実施例77	実施例78	実施例79	実施例80
HFO-1132(E)	質量%	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0
HFO-1123	質量%	47.9	42.9	37.9	32.9	27.9	22.9	17.9	12.9
R1234yf	質量%	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
R32	質量%	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1
GWP	-	50	50	50	50	50	50	50	50
COP比	% (対R410A)	95.9	96.2	96.5	96.9	97.2	97.7	98.1	98.5
冷凍能力比	% (対R410A)	91.1	90.9	90.6	90.2	89.8	89.3	88.7	88.1

[0084] [表22]

項目	単位	実施例81	実施例82	実施例83	実施例84	実施例85	実施例86	実施例87	実施例88
HFO-1132(E)	質量%	50.0	55.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0
HFO-1123	質量%	7.9	2.9	42.9	37.9	32.9	27.9	22.9	17.9
R1234yf	質量%	35.0	35.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
R32	質量%	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1
GWP	-	50	50	50	50	50	50	50	50
COP比	% (対R410A)	99.0	99.4	96.6	96.9	97.2	97.6	98.0	98.4
冷凍能力比	% (対R410A)	87.4	86.7	88.0	87.8	87.5	87.1	86.6	86.1

[0085] [表23]

項目	単位	比較例72	比較例73	比較例74	比較例75	比較例76	比較例77	比較例78	比較例79
HFO-1132(E)	質量%	40.0	45.0	50.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0
HFO-1123	質量%	12.9	7.9	2.9	37.9	32.9	27.9	22.9	17.9
R1234yf	質量%	40.0	40.0	40.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0
R32	質量%	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1
GWP	-	50	50	50	50	50	50	50	50
COP比	% (対R410A)	98.8	99.2	99.6	97.4	97.7	98.0	98.3	98.7
冷凍能力比	% (対R410A)	85.5	84.9	84.2	84.9	84.6	84.3	83.9	83.5

[0086]

[表24]

項目	単位	比較例80	比較例81	比較例82
HFO-1132(E)	質量%	35.0	40.0	45.0
HFO-1123	質量%	12.9	7.9	2.9
R1234yf	質量%	45.0	45.0	45.0
R32	質量%	7.1	7.1	7.1
GWP	-	50	50	50
COP比	% (対R410A)	99.1	99.5	99.9
冷凍能力比	% (対R410A)	82.9	82.3	81.7

[0087] [表25]

項目	単位	実施例89	実施例90	実施例91	実施例92	実施例93	実施例94	実施例95	実施例96
HFO-1132(E)	質量%	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0
HFO-1123	質量%	70.5	65.5	60.5	55.5	50.5	45.5	40.5	35.5
R1234yf	質量%	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
R32	質量%	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5
GWP	-	99	99	99	99	99	99	99	99
COP比	% (対R410A)	93.7	93.9	94.1	94.4	94.7	95.0	95.4	95.8
冷凍能力比	% (対R410A)	110.2	110.0	109.7	109.3	108.9	108.4	107.9	107.3

[0088] [表26]

項目	単位	実施例97	比較例83	実施例98	実施例99	実施例100	実施例101	実施例102	実施例103
HFO-1132(E)	質量%	50.0	55.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0
HFO-1123	質量%	30.5	25.5	65.5	60.5	55.5	50.5	45.5	40.5
R1234yf	質量%	5.0	5.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
R32	質量%	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5
GWP	-	99	99	99	99	99	99	99	99
COP比	% (対R410A)	96.2	96.6	94.2	94.4	94.6	94.9	95.2	95.5
冷凍能力比	% (対R410A)	106.6	106.0	107.5	107.3	107.0	106.6	106.1	105.6

[0089] [表27]

項目	単位	実施例104	実施例105	実施例106	比較例84	実施例107	実施例108	実施例109	実施例110
HFO-1132(E)	質量%	40.0	45.0	50.0	55.0	10.0	15.0	20.0	25.0
HFO-1123	質量%	35.5	30.5	25.5	20.5	60.5	55.5	50.5	45.5
R1234yf	質量%	10.0	10.0	10.0	10.0	15.0	15.0	15.0	15.0
R32	質量%	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5
GWP	-	99	99	99	99	99	99	99	99
COP比	% (対R410A)	95.9	96.3	96.7	97.1	94.6	94.8	95.1	95.4
冷凍能力比	% (対R410A)	105.1	104.5	103.8	103.1	104.7	104.5	104.1	103.7

[0090]

[表28]

項目	単位	実施例111	実施例112	実施例113	実施例114	実施例115	比較例85	実施例116	実施例117
HFO-1132(E)	質量%	30.0	35.0	40.0	45.0	50.0	55.0	10.0	15.0
HFO-1123	質量%	40.5	35.5	30.5	25.5	20.5	15.5	55.5	50.5
R1234yf	質量%	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	20.0	20.0
R32	質量%	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5
GWP	-	99	99	99	99	99	99	99	99
COP比	%(対R410A)	95.7	96.0	96.4	96.8	97.2	97.6	95.1	95.3
冷凍能力比	%(対R410A)	103.3	102.8	102.2	101.6	101.0	100.3	101.8	101.6

[0091] [表29]

項目	単位	実施例118	実施例119	実施例120	実施例121	実施例122	実施例123	実施例124	比較例86
HFO-1132(E)	質量%	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0	50.0	55.0
HFO-1123	質量%	45.5	40.5	35.5	30.5	25.5	20.5	15.5	10.5
R1234yf	質量%	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
R32	質量%	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5
GWP	-	99	99	99	99	99	99	99	99
COP比	%(対R410A)	95.6	95.9	96.2	96.5	96.9	97.3	97.7	98.2
冷凍能力比	%(対R410A)	101.2	100.8	100.4	99.9	99.3	98.7	98.0	97.3

[0092] [表30]

項目	単位	実施例125	実施例126	実施例127	実施例128	実施例129	実施例130	実施例131	実施例132
HFO-1132(E)	質量%	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0
HFO-1123	質量%	50.5	45.5	40.5	35.5	30.5	25.5	20.5	15.5
R1234yf	質量%	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
R32	質量%	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5
GWP	-	99	99	99	99	99	99	99	99
COP比	%(対R410A)	95.6	95.9	96.1	96.4	96.7	97.1	97.5	97.9
冷凍能力比	%(対R410A)	98.9	98.6	98.3	97.9	97.4	96.9	96.3	95.7

[0093] [表31]

項目	単位	実施例133	比較例87	実施例134	実施例135	実施例136	実施例137	実施例138	実施例139
HFO-1132(E)	質量%	50.0	55.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0
HFO-1123	質量%	10.5	5.5	45.5	40.5	35.5	30.5	25.5	20.5
R1234yf	質量%	25.0	25.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
R32	質量%	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5
GWP	-	99	99	100	100	100	100	100	100
COP比	%(対R410A)	98.3	98.7	96.2	96.4	96.7	97.0	97.3	97.7
冷凍能力比	%(対R410A)	95.0	94.3	95.8	95.6	95.2	94.8	94.4	93.8

[0094] [表32]

項目	単位	実施例140	実施例141	実施例142	実施例143	実施例144	実施例145	実施例146	実施例147
HFO-1132(E)	質量%	40.0	45.0	50.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0
HFO-1123	質量%	15.5	10.5	5.5	40.5	35.5	30.5	25.5	20.5
R1234yf	質量%	30.0	30.0	30.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
R32	質量%	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5
GWP	-	100	100	100	100	100	100	100	100
COP比	%(対R410A)	98.1	98.5	98.9	96.8	97.0	97.3	97.6	97.9
冷凍能力比	%(対R410A)	93.3	92.6	92.0	92.8	92.5	92.2	91.8	91.3

[0095]

[表33]

項目	単位	実施例148	実施例149	実施例150	実施例151	実施例152	実施例153	実施例154	実施例155
HFO-1132(E)	質量%	35.0	40.0	45.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0
HFO-1123	質量%	15.5	10.5	5.5	35.5	30.5	25.5	20.5	15.5
R1234yf	質量%	35.0	35.0	35.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
R32	質量%	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5
GWP	-	100	100	100	100	100	100	100	100
COP比	% (対R410A)	98.3	98.7	99.1	97.4	97.7	98.0	98.3	98.6
冷凍能力比	% (対R410A)	90.8	90.2	89.6	89.6	89.4	89.0	88.6	88.2

[0096] [表34]

項目	単位	実施例156	実施例157	実施例158	実施例159	実施例160	比較例88	比較例89	比較例90
HFO-1132(E)	質量%	35.0	40.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0
HFO-1123	質量%	10.5	5.5	30.5	25.5	20.5	15.5	10.5	5.5
R1234yf	質量%	40.0	40.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0
R32	質量%	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5
GWP	-	100	100	100	100	100	100	100	100
COP比	% (対R410A)	98.9	99.3	98.1	98.4	98.7	98.9	99.3	99.6
冷凍能力比	% (対R410A)	87.6	87.1	86.5	86.2	85.9	85.5	85.0	84.5

[0097] [表35]

項目	単位	比較例91	比較例92	比較例93	比較例94	比較例95
HFO-1132(E)	質量%	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0
HFO-1123	質量%	25.5	20.5	15.5	10.5	5.5
R1234yf	質量%	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
R32	質量%	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5
GWP	-	100	100	100	100	100
COP比	% (対R410A)	98.9	99.1	99.4	99.7	100.0
冷凍能力比	% (対R410A)	83.3	83.0	82.7	82.2	81.8

[0098] [表36]

項目	単位	実施例161	実施例162	実施例163	実施例164	実施例165	実施例166	実施例167	実施例168
HFO-1132(E)	質量%	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0
HFO-1123	質量%	63.1	58.1	53.1	48.1	43.1	38.1	33.1	28.1
R1234yf	質量%	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
R32	質量%	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9
GWP	-	149	149	149	149	149	149	149	149
COP比	% (対R410A)	94.8	95.0	95.2	95.4	95.7	95.9	96.2	96.6
冷凍能力比	% (対R410A)	111.5	111.2	110.9	110.5	110.0	109.5	108.9	108.3

[0099] [表37]

項目	単位	比較例96	実施例169	実施例170	実施例171	実施例172	実施例173	実施例174	実施例175
HFO-1132(E)	質量%	50.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0
HFO-1123	質量%	23.1	58.1	53.1	48.1	43.1	38.1	33.1	28.1
R1234yf	質量%	5.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
R32	質量%	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9
GWP	-	149	149	149	149	149	149	149	149
COP比	% (対R410A)	96.9	95.3	95.4	95.6	95.8	96.1	96.4	96.7
冷凍能力比	% (対R410A)	107.7	108.7	108.5	108.1	107.7	107.2	106.7	106.1

[0100] [表38]

項目	単位	実施例176	比較例97	実施例177	実施例178	実施例179	実施例180	実施例181	実施例182
HFO-1132(E)	質量%	45.0	50.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0
HFO-1123	質量%	23.1	18.1	53.1	48.1	43.1	38.1	33.1	28.1
R1234yf	質量%	10.0	10.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
R32	質量%	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9
GWP	-	149	149	149	149	149	149	149	149
COP比	% (対R410A)	97.0	97.4	95.7	95.9	96.1	96.3	96.6	96.9
冷凍能力比	% (対R410A)	105.5	104.9	105.9	105.6	105.3	104.8	104.4	103.8

[0101] [表39]

項目	単位	実施例183	実施例184	比較例98	実施例185	実施例186	実施例187	実施例188	実施例189
HFO-1132(E)	質量%	40.0	45.0	50.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0
HFO-1123	質量%	23.1	18.1	13.1	48.1	43.1	38.1	33.1	28.1
R1234yf	質量%	15.0	15.0	15.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
R32	質量%	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9
GWP	-	149	149	149	149	149	149	149	149
COP比	% (対R410A)	97.2	97.5	97.9	96.1	96.3	96.5	96.8	97.1
冷凍能力比	% (対R410A)	103.3	102.6	102.0	103.0	102.7	102.3	101.9	101.4

[0102] [表40]

項目	単位	実施例190	実施例191	実施例192	比較例99	実施例193	実施例194	実施例195	実施例196
HFO-1132(E)	質量%	35.0	40.0	45.0	50.0	10.0	15.0	20.0	25.0
HFO-1123	質量%	23.1	18.1	13.1	8.1	43.1	38.1	33.1	28.1
R1234yf	質量%	20.0	20.0	20.0	20.0	25.0	25.0	25.0	25.0
R32	質量%	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9
GWP	-	149	149	149	149	149	149	149	149
COP比	% (対R410A)	97.4	97.7	98.0	98.4	96.6	96.8	97.0	97.3
冷凍能力比	% (対R410A)	100.9	100.3	99.7	99.1	100.0	99.7	99.4	98.9

[0103] [表41]

項目	単位	実施例197	実施例198	実施例199	実施例200	比較例100	実施例201	実施例202	実施例203
HFO-1132(E)	質量%	30.0	35.0	40.0	45.0	50.0	10.0	15.0	20.0
HFO-1123	質量%	23.1	18.1	13.1	8.1	3.1	38.1	33.1	28.1
R1234yf	質量%	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	30.0	30.0	30.0
R32	質量%	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9
GWP	-	149	149	149	149	149	150	150	150
COP比	% (対R410A)	97.6	97.9	98.2	98.5	98.9	97.1	97.3	97.6
冷凍能力比	% (対R410A)	98.5	97.9	97.4	96.8	96.1	97.0	96.7	96.3

[0104] [表42]

項目	単位	実施例204	実施例205	実施例206	実施例207	実施例208	実施例209	実施例210	実施例211
HFO-1132(E)	質量%	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0	10.0	15.0	20.0
HFO-1123	質量%	23.1	18.1	13.1	8.1	3.1	33.1	28.1	23.1
R1234yf	質量%	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	35.0	35.0	35.0
R32	質量%	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9
GWP	-	150	150	150	150	150	150	150	150
COP比	% (対R410A)	97.8	98.1	98.4	98.7	99.1	97.7	97.9	98.1
冷凍能力比	% (対R410A)	95.9	95.4	94.9	94.4	93.8	93.9	93.6	93.3

[0105]

[表43]

項目	単位	実施例212	実施例213	実施例214	実施例215	実施例216	実施例217	実施例218	実施例219
HFO-1132(E)	質量%	25.0	30.0	35.0	40.0	10.0	15.0	20.0	25.0
HFO-1123	質量%	18.1	13.1	8.1	3.1	28.1	23.1	18.1	13.1
R1234yf	質量%	35.0	35.0	35.0	35.0	40.0	40.0	40.0	40.0
R32	質量%	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9
GWP	-	150	150	150	150	150	150	150	150
COP比	% (対R410A)	98.4	98.7	99.0	99.3	98.3	98.5	98.7	99.0
冷凍能力比	% (対R410A)	92.9	92.4	91.9	91.3	90.8	90.5	90.2	89.7

[0106] [表44]

項目	単位	実施例220	実施例221	実施例222	実施例223	実施例224	実施例225	実施例226	比較例101
HFO-1132(E)	質量%	30.0	35.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	10.0
HFO-1123	質量%	8.1	3.1	23.1	18.1	13.1	8.1	3.1	18.1
R1234yf	質量%	40.0	40.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	50.0
R32	質量%	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9
GWP	-	150	150	150	150	150	150	150	150
COP比	% (対R410A)	99.3	99.6	98.9	99.1	99.3	99.6	99.9	99.6
冷凍能力比	% (対R410A)	89.3	88.8	87.6	87.3	87.0	86.6	86.2	84.4

[0107] [表45]

項目	単位	比較例102	比較例103	比較例104
HFO-1132(E)	質量%	15.0	20.0	25.0
HFO-1123	質量%	13.1	8.1	3.1
R1234yf	質量%	50.0	50.0	50.0
R32	質量%	21.9	21.9	21.9
GWP	-	150	150	150
COP比	% (対R410A)	99.8	100.0	100.2
冷凍能力比	% (対R410A)	84.1	83.8	83.4

[0108] [表46]

項目	単位	実施例227	実施例228	実施例229	実施例230	実施例231	実施例232	実施例233	比較例105
HFO-1132(E)	質量%	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0
HFO-1123	質量%	55.7	50.7	45.7	40.7	35.7	30.7	25.7	20.7
R1234yf	質量%	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
R32	質量%	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3
GWP	-	199	199	199	199	199	199	199	199
COP比	% (対R410A)	95.9	96.0	96.2	96.3	96.6	96.8	97.1	97.3
冷凍能力比	% (対R410A)	112.2	111.9	111.6	111.2	110.7	110.2	109.6	109.0

[0109]

[表47]

項目	単位	実施例234	実施例235	実施例236	実施例237	実施例238	実施例239	実施例240	比較例106
HFO-1132(E)	質量%	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0
HFO-1123	質量%	50.7	45.7	40.7	35.7	30.7	25.7	20.7	15.7
R1234yf	質量%	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
R32	質量%	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3
GWP	-	199	199	199	199	199	199	199	199
COP比	%(対R410A)	96.3	96.4	96.6	96.8	97.0	97.2	97.5	97.8
冷凍能力比	%(対R410A)	109.4	109.2	108.8	108.4	107.9	107.4	106.8	106.2

[0110] [表48]

項目	単位	実施例241	実施例242	実施例243	実施例244	実施例245	実施例246	実施例247	比較例107
HFO-1132(E)	質量%	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0
HFO-1123	質量%	45.7	40.7	35.7	30.7	25.7	20.7	15.7	10.7
R1234yf	質量%	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
R32	質量%	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3
GWP	-	199	199	199	199	199	199	199	199
COP比	%(対R410A)	96.7	96.8	97.0	97.2	97.4	97.7	97.9	98.2
冷凍能力比	%(対R410A)	106.6	106.3	106.0	105.5	105.1	104.5	104.0	103.4

[0111] [表49]

項目	単位	実施例248	実施例249	実施例250	実施例251	実施例252	実施例253	実施例254	比較例108
HFO-1132(E)	質量%	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0
HFO-1123	質量%	40.7	35.7	30.7	25.7	20.7	15.7	10.7	5.7
R1234yf	質量%	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
R32	質量%	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3
GWP	-	199	199	199	199	199	199	199	199
COP比	%(対R410A)	97.1	97.3	97.5	97.7	97.9	98.1	98.4	98.7
冷凍能力比	%(対R410A)	103.7	103.4	103.0	102.6	102.2	101.6	101.1	100.5

[0112] [表50]

項目	単位	実施例255	実施例256	実施例257	実施例258	実施例259	実施例260	実施例261	実施例262
HFO-1132(E)	質量%	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	10.0
HFO-1123	質量%	35.7	30.7	25.7	20.7	15.7	10.7	5.7	30.7
R1234yf	質量%	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	30.0
R32	質量%	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3
GWP	-	199	199	199	199	199	199	199	199
COP比	%(対R410A)	97.6	97.7	97.9	98.1	98.4	98.6	98.9	98.1
冷凍能力比	%(対R410A)	100.7	100.4	100.1	99.7	99.2	98.7	98.2	97.7

[0113] [表51]

項目	単位	実施例263	実施例264	実施例265	実施例266	実施例267	実施例268	実施例269	実施例270
HFO-1132(E)	質量%	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	10.0	15.0	20.0
HFO-1123	質量%	25.7	20.7	15.7	10.7	5.7	25.7	20.7	15.7
R1234yf	質量%	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	35.0	35.0	35.0
R32	質量%	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3
GWP	-	199	199	199	199	199	200	200	200
COP比	%(対R410A)	98.2	98.4	98.6	98.9	99.1	98.6	98.7	98.9
冷凍能力比	%(対R410A)	97.4	97.1	96.7	96.2	95.7	94.7	94.4	94.0

[0114]

[表52]

項目	単位	実施例271	実施例272	実施例273	実施例274	実施例275	実施例276	実施例277	実施例278
HFO-1132(E)	質量%	25.0	30.0	10.0	15.0	20.0	25.0	10.0	15.0
HFO-1123	質量%	10.7	5.7	20.7	15.7	10.7	5.7	15.7	10.7
R1234yf	質量%	35.0	35.0	40.0	40.0	40.0	40.0	45.0	45.0
R32	質量%	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3
GWP	-	200	200	200	200	200	200	200	200
COP比	% (対R410A)	99.2	99.4	99.1	99.3	99.5	99.7	99.7	99.8
冷凍能力比	% (対R410A)	93.6	93.2	91.5	91.3	90.9	90.6	88.4	88.1

[0115] [表53]

項目	単位	実施例279	実施例280	比較例109	比較例110
HFO-1132(E)	質量%	20.0	10.0	15.0	10.0
HFO-1123	質量%	5.7	10.7	5.7	5.7
R1234yf	質量%	45.0	50.0	50.0	55.0
R32	質量%	29.3	29.3	29.3	29.3
GWP	-	200	200	200	200
COP比	% (対R410A)	100.0	100.3	100.4	100.9
冷凍能力比	% (対R410A)	87.8	85.2	85.0	82.0

[0116] [表54]

項目	単位	実施例281	実施例282	実施例283	実施例284	実施例285	比較例111	実施例286	実施例287
HFO-1132(E)	質量%	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	10.0	15.0
HFO-1123	質量%	40.9	35.9	30.9	25.9	20.9	15.9	35.9	30.9
R1234yf	質量%	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	10.0	10.0
R32	質量%	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1
GWP	-	298	298	298	298	298	298	299	299
COP比	% (対R410A)	97.8	97.9	97.9	98.1	98.2	98.4	98.2	98.2
冷凍能力比	% (対R410A)	112.5	112.3	111.9	111.6	111.2	110.7	109.8	109.5

[0117] [表55]

項目	単位	実施例288	実施例289	実施例290	比較例112	実施例291	実施例292	実施例293	実施例294
HFO-1132(E)	質量%	20.0	25.0	30.0	35.0	10.0	15.0	20.0	25.0
HFO-1123	質量%	25.9	20.9	15.9	10.9	30.9	25.9	20.9	15.9
R1234yf	質量%	10.0	10.0	10.0	10.0	15.0	15.0	15.0	15.0
R32	質量%	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1
GWP	-	299	299	299	299	299	299	299	299
COP比	% (対R410A)	98.3	98.5	98.6	98.8	98.6	98.6	98.7	98.9
冷凍能力比	% (対R410A)	109.2	108.8	108.4	108.0	107.0	106.7	106.4	106.0

[0118]

[表56]

項目	単位	実施例295	比較例113	実施例296	実施例297	実施例298	実施例299	実施例300	実施例301
HFO-1132(E)	質量%	30.0	35.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	10.0
HFO-1123	質量%	10.9	5.9	25.9	20.9	15.9	10.9	5.9	20.9
R1234yf	質量%	15.0	15.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	25.0
R32	質量%	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1
GWP	-	299	299	299	299	299	299	299	299
COP比	% (対R410A)	99.0	99.2	99.0	99.0	99.2	99.3	99.4	99.4
冷凍能力比	% (対R410A)	105.6	105.2	104.1	103.9	103.6	103.2	102.8	101.2

[0119] [表57]

項目	単位	実施例302	実施例303	実施例304	実施例305	実施例306	実施例307	実施例308	実施例309
HFO-1132(E)	質量%	15.0	20.0	25.0	10.0	15.0	20.0	10.0	15.0
HFO-1123	質量%	15.9	10.9	5.9	15.9	10.9	5.9	10.9	5.9
R1234yf	質量%	25.0	25.0	25.0	30.0	30.0	30.0	35.0	35.0
R32	質量%	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1
GWP	-	299	299	299	299	299	299	299	299
COP比	% (対R410A)	99.5	99.6	99.7	99.8	99.9	100.0	100.3	100.4
冷凍能力比	% (対R410A)	101.0	100.7	100.3	98.3	98.0	97.8	95.3	95.1

[0120] [表58]

項目	単位	実施例400
HFO-1132(E)	質量%	10.0
HFO-1123	質量%	5.9
R1234yf	質量%	40.0
R32	質量%	44.1
GWP	-	299
COP比	% (対R410A)	100.7
冷凍能力比	% (対R410A)	92.3

[0121] これらの結果から、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yf、並びにR32の、これらの総和を基準とする質量%をそれぞれx、y及びz、並びにaとするとき、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの総和が $(100-a)$ 質量%となる、点 $(0.0, 100.0-a, 0.0)$ と点 $(0.0, 0.0, 100.0-a)$ とを結ぶ直線を底辺とし、かつ点 $(0.0, 100.0-a, 0.0)$ が左側となる3成分組成図において、座標 (x, y, z) が、

$0 < a \leq 11.1$ のとき、

点A $(0.0134a^2 - 1.9681a + 68.6, 0.0, -0.0134a^2 + 0.9681a + 31.4)$ と

点B $(0.0, 0.0144a^2 - 1.6377a + 58.7, -0.0144a^2 + 0.6377a + 41.3)$ と

を結ぶ直線ABの線上又は左側、

$11.1 < a \leq 18.2$ のとき、

点A($0.0112a^2-1.9337a+68.484$, 0.0 , $-0.0112a^2+0.9337a+31.516$)と

点B(0.0 , $0.0075a^2-1.5156a+58.199$, $-0.0075a^2+0.5156a+41.801$)と

を結ぶ直線ABの線上又は左側、

18.2<a≤26.7のとき、

点A($0.0107a^2-1.9142a+68.305$, 0.0 , $-0.0107a^2+0.9142a+31.695$)と

点B(0.0 , $0.009a^2-1.6045a+59.318$, $-0.009a^2+0.6045a+40.682$)と

を結ぶ直線ABの線上又は左側、

26.7<a≤36.7のとき、

点A($0.0103a^2-1.9225a+68.793$, 0.0 , $-0.0103a^2+0.9225a+31.207$)と

点B(0.0 , $0.0046a^2-1.41a+57.286$, $-0.0046a^2+0.41a+42.714$)と

を結ぶ直線ABの線上又は左側、並びに

36.7<a≤46.7のとき、

点A($0.0085a^2-1.8102a+67.1$, 0.0 , $-0.0085a^2+0.8102a+32.9$)と

点B(0.0 , $0.0012a^2-1.1659a+52.95$, $-0.0012a^2+0.1659a+47.05$)と

を結ぶ直線ABの線上又は左側

にある場合に、R410Aを基準とする冷凍能力比が85%以上となることが判る。

なお、実際の冷凍能力比85%の点は、図2に示す点A、点Bを結ぶ1234yf側に広がった曲線となる。従って、直線ABの線上又は左側にある場合に、R410Aを基準とする冷凍能力比が85%以上となる。

[0122] 同様に、上記3成分組成図において、座標 (x, y, z) が、

0<a≤11.1のとき、

点D' (0.0 , $0.0224a^2+0.968a+75.4$, $-0.0224a^2-1.968a+24.6$)と

点C($-0.2304a^2-0.4062a+32.9$, $0.2304a^2-0.5938a+67.1$, 0.0)と

を結ぶ直線D' Cの線上又は右側にある場合に、また、

11.1<a≤46.7のとき、

全ての領域内にある場合に、R410Aを基準とするCOP比が92.5%以上となることが判る。

なお、図2においてCOP比が92.5%以上となるのは曲線CDであるが、図2では

R1234yf濃度が5質量%、10質量%のときにCOP比が92.5%となる点(26.6, 68.4, 5), (19.5, 70.5, 10)、及び点C(32.9, 67.1, 0.0)の3点を結ぶ近似直線を求め、HF0-1132(E)濃度が0.0質量%との交点D' (0, 75.4, 24.6)と点Cを結ぶ直線を線分D' Cとした。また、図3では、COP比が92.5%となる点C(18.4, 74.5, 0)、点(13.9, 76.5, 2.5)、点(8.7, 79.2, 5)を結ぶ近似曲線から同様にD' (0, 83.4, 9.5)を求め、点Cと結ぶ直線をD' Cとした。

[0123] また、各混合物の組成をWCFとし、ASHRAE34-2013規格に従って装置 (Equipment)、貯蔵 (Storage)、輸送 (Shipping)、漏洩 (Leak) 及び再充填 (Recharge) の条件でNIST Standard Reference Data Base Refleak Version 4.0により漏洩シミュレーションを行い、最も燃えやすい分画 (fraction) をWCFFとした。

また、燃焼性はANSI/ASHRAE34-2013規格に従い燃焼速度を測定した。燃焼速度がWCF及びWCFFともに10 cm/s以下となるものは「2Lクラス (微燃性)」であるととした。

[0124] なお、燃焼速度試験は図1に示す装置を用いて、以下の通り行った。まず、使用した混合冷媒は99.5%またはそれ以上の純度とし、真空ゲージ上に空気の痕跡が見られなくなるまで凍結、ポンピング及び解凍のサイクルを繰り返すことにより脱気した。閉鎖法により燃焼速度を測定した。初期温度は周囲温度とした。点火は、試料セルの中心で電極間に電気的スパークを生じさせることにより行った。放電の持続時間は1.0~9.9msとし、点火エネルギーは典型的には約0.1~1.0Jであった。シュリーレン写真を使って炎の広がりを視覚化した。光を通す2つのアクリル窓を備えた円筒形容器 (内径: 155mm、長さ: 198mm) を試料セルとして用い、光源としてはキセノンランプを用いた。炎のシュリーレン画像を高速デジタルビデオカメラで600fpsのフレーミング速度で記録し、PCに保存した。

[0125] 結果を表59~66に示す。

[0126]

[表59]

項目		比較例6	比較例13	比較例19	比較例24	比較例29	比較例34
WCF	HFO-1132(E)	質量%	72.0	60.9	55.8	52.1	45.4
	HFO-1123	質量%	28.0	32.0	33.1	33.4	32.7
	R1234yf	質量%	0.0	0.0	0.0	0	0
	R32	質量%	0.0	7.1	11.1	14.5	21.9
燃焼速度(WCF)		cm/s	10	10	10	10	10

[0127] [表60]

項目		比較例39	比較例45	比較例51	比較例57	比較例62
WCF	HFO-1132(E)	質量%	41.8	40	35.7	30.4
	HFO-1123	質量%	31.5	30.7	23.6	21.8
	R1234yf	質量%	0	0	0	0
	R32	質量%	26.7	29.3	36.7	47.8
燃焼速度(WCF)		cm/s	10	10	10	10

[0128] [表61]

項目		比較例7	比較例14	比較例20	比較例25	比較例30	比較例35
WCF	HFO-1132(E)	質量%	72.0	60.9	55.8	52.1	45.4
	HFO-1123	質量%	0.0	0.0	0.0	0	0
	R1234yf	質量%	28.0	32.0	33.1	33.4	32.7
	R32	質量%	0.0	7.1	11.1	14.5	21.9
燃焼速度(WCF)		cm/s	10	10	10	10	10

[0129] [表62]

項目		比較例40	比較例46	比較例52	比較例58	比較例63
WCF	HFO-1132(E)	質量%	41.8	40	35.7	30.4
	HFO-1123	質量%	0	0	0	0
	R1234yf	質量%	31.5	30.7	23.6	21.8
	R32	質量%	26.7	29.3	36.7	47.8
燃焼速度(WCF)		cm/s	10	10	10	10

[0130] [表63]

項目		比較例8	比較例15	比較例21	比較例26	比較例31	比較例36
WCF	HFO-1132(E)	質量%	47.1	40.5	37.0	34.3	30.3
	HFO-1123	質量%	52.9	52.4	51.9	51.2	47.8
	R1234yf	質量%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	R32	質量%	0.0	7.1	11.1	14.5	18.2
WCFになる漏洩条件		貯蔵・輸送 -40°C,92% 放出時、 液相側	貯蔵・輸送 -40°C,92% 放出時、 液相側	貯蔵・輸送 -40°C,92% 放出時、 液相側	貯蔵・輸送 -40°C,92% 放出時、 液相側	貯蔵・輸送 -40°C,92% 放出時、 液相側	貯蔵・輸送 -40°C,92% 放出時、 液相側
WCFF	HFO-1132(E)	質量%	72.0	62.4	56.2	50.6	40.0
	HFO-1123	質量%	28.0	31.6	33.0	33.4	30.5
	R1234yf	質量%	0.0	0.0	0.0	20.4	0.0
	R32	質量%	0.0	50.9	10.8	16.0	22.4
燃焼速度(WCF)		cm/s	8以下	8以下	8以下	8以下	8以下
燃焼速度(WCFF)		cm/s	10	10	10	10	10

[0131]

[表64]

項目			比較例41	比較例47	比較例53	比較例59	比較例64
WCF	HFO-1132(E)	質量%	29.1	28.8	29.3	29.4	28.9
	HFO-1123	質量%	44.2	41.9	34.0	26.5	23.3
	R1234yf	質量%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	R32	質量%	26.7	29.3	36.7	44.1	47.8
WCFFIになる漏洩条件			貯蔵・輸送 -40°C,92% 放出時、 液相側	貯蔵・輸送 -40°C,92% 放出時、 液相側	貯蔵・輸送 -40°C,92% 放出時、 液相側	貯蔵・輸送 -40°C,90% 放出時、 気相側	貯蔵・輸送 -40°C,86% 放出時、 気相側
WCFF	HFO-1132(E)	質量%	34.6	32.2	27.7	28.3	27.5
	HFO-1123	質量%	26.5	23.9	17.5	18.2	16.7
	R1234yf	質量%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	R32	質量%	38.9	43.9	54.8	53.5	55.8
燃焼速度(WCF)		cm/s	8以下	8以下	8.3	9.3	9.6
燃焼速度(WCFF)		cm/s	10	10	10	10	10

[0132] [表65]

項目			比較例9	比較例16	比較例22	比較例27	比較例32	比較例37
WCF	HFO-1132(E)	質量%	61.7	47.0	41.0	36.5	32.5	28.8
	HFO-1123	質量%	5.9	7.2	6.5	5.6	4.0	2.4
	R1234yf	質量%	32.4	38.7	41.4	43.4	45.3	46.9
	R32	質量%	0.0	7.1	11.1	14.5	18.2	21.9
WCFFIになる漏洩条件			貯蔵・輸送 -40°C,0% 放出時、 気相側	貯蔵・輸送 -40°C,0% 放出時、 気相側	貯蔵・輸送 -40°C,0% 放出時、 気相側	貯蔵・輸送 -40°C,92% 放出時、 液相側	貯蔵・輸送 -40°C,0% 放出時、 気相側	貯蔵・輸送 -40°C,0% 放出時、 気相側
WCFF	HFO-1132(E)	質量%	72.0	56.2	50.4	46.0	42.4	39.1
	HFO-1123	質量%	10.5	12.6	11.4	10.1	7.4	4.4
	R1234yf	質量%	17.5	20.4	21.8	22.9	24.3	25.7
	R32	質量%	0.0	10.8	16.3	21.0	25.9	30.8
燃焼速度(WCF)		cm/s	8以下	8以下	8以下	8以下	8以下	8以下
燃焼速度(WCFF)		cm/s	10	10	10	10	10	10

[0133] [表66]

項目			比較例42	比較例48	比較例54	比較例60	比較例65
WCF	HFO-1132(E)	質量%	24.8	24.3	22.5	21.1	20.4
	HFO-1123	質量%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	R1234yf	質量%	48.5	46.4	40.8	34.8	31.8
	R32	質量%	26.7	29.3	36.7	44.1	47.8
WCFFIになる漏洩条件			貯蔵・輸送 -40°C,0% 放出時、 気相側	貯蔵・輸送 -40°C,0% 放出時、 気相側	貯蔵・輸送 -40°C,0% 放出時、 気相側	貯蔵・輸送 -40°C,0% 放出時、 気相側	貯蔵・輸送 -40°C,0% 放出時、 気相側
WCFF	HFO-1132(E)	質量%	35.3	34.3	31.3	29.1	28.1
	HFO-1123	質量%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	R1234yf	質量%	27.4	26.2	23.1	19.8	18.2
	R32	質量%	37.3	39.6	45.6	51.1	53.7
燃焼速度(WCF)		cm/s	8以下	8以下	8以下	8以下	8以下
燃焼速度(WCFF)		cm/s	10	10	10	10	10

[0134] 表59～62の結果から、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yf、並びにR32の混合冷媒においては、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yf、並びにR32の、

これらの総和を基準とする質量%をそれぞれx、y及びz、並びにaとするとき、HF0-1132(E)、HF0-1123及びR1234yfの総和が(100-a)質量%となる、点(0.0, 100.0-a, 0.0)と点(0.0, 0.0, 100.0-a)とを結ぶ直線を底辺とする3成分組成図において、

$0 < a \leq 11.1$ のとき、

点G($0.026a^2 - 1.7478a + 72.0$, $-0.026a^2 + 0.7478a + 28.0$, 0.0)と

点I($0.026a^2 - 1.7478a + 72.0$, 0.0 , $-0.026a^2 + 0.7478a + 28.0$)と

を結ぶ直線GIの線上又は下、

$11.1 < a \leq 18.2$ のとき、

点G($0.02a^2 - 1.6013a + 71.105$, $-0.02a^2 + 0.6013a + 28.895$, 0.0)と

点I($0.02a^2 - 1.6013a + 71.105$, 0.0 , $-0.02a^2 + 0.6013a + 28.895$)と

を結ぶ直線GIの線上又は下、

$18.2 < a \leq 26.7$ のとき、

点G($0.0135a^2 - 1.4068a + 69.727$, $-0.0135a^2 + 0.4068a + 30.273$, 0.0)と

点I($0.0135a^2 - 1.4068a + 69.727$, 0.0 , $-0.0135a^2 + 0.4068a + 30.273$)と

を結ぶ直線GIの線上又は下、

$26.7 < a \leq 36.7$ のとき、

点G($0.0111a^2 - 1.3152a + 68.986$, $-0.0111a^2 + 0.3152a + 31.014$, 0.0)と

点I($0.0111a^2 - 1.3152a + 68.986$, 0.0 , $-0.0111a^2 + 0.3152a + 31.014$)と

を結ぶ直線GIの線上又は下、及び

$36.7 < a \leq 46.7$ のとき、

点G($0.0061a^2 - 0.9918a + 63.902$, $-0.0061a^2 - 0.0082a + 36.098$, 0.0)と

点I($0.0061a^2 - 0.9918a + 63.902$, 0.0 , $-0.0061a^2 - 0.0082a + 36.098$)と

を結ぶ直線GIの線上又は下にある場合に、WCF微燃性と判断できることが明らかとなった。

なお、点G(表67)及びI(表68)は、計算により以下の5範囲毎に三点ずつを求め、これらの近似式を求めた。

[0135]

[表67]

項目	11.1 ≥ R32 > 0			18.2 ≥ R32 ≥ 11.1			26.7 ≥ R32 ≥ 18.2		
R32	0	7.1	11.1	11.1	14.5	18.2	18.2	21.9	26.7
HFO-1132(E)	72.0	60.9	55.8	55.8	52.1	48.6	48.6	45.4	41.8
HFO-1123	28.0	32.0	33.1	33.1	33.4	33.2	33.2	32.7	31.5
R1234yf	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R32	a			a			a		
HFO-1132(E) 近似式	0.026a ² -1.7478a+72.0			0.02a ² -1.6013a+71.105			0.0135a ² -1.4068a+69.727		
HFO-1123 近似式	-0.026a ² +0.7478a+28.0			-0.02a ² +0.6013a+28.895			-0.0135a ² +0.4068a+30.273		
R1234yf 近似式	0			0			0		

項目	36.7 ≥ R32 ≥ 26.7			46.7 ≥ R32 ≥ 36.7		
R32	26.7	29.3	36.7	36.7	44.1	47.8
HFO-1132(E)	41.8	40.0	35.7	35.7	32.0	30.4
HFO-1123	31.5	30.7	27.6	27.6	23.9	21.8
R1234yf	0	0	0	0	0	0
R32	a			a		
HFO-1132(E) 近似式	0.0111a ² -1.3152a+68.986			0.0061a ² -0.9918a+63.902		
HFO-1123 近似式	-0.0111a ² +0.3152a+31.014			-0.0061a ² -0.0082a+36.098		
R1234yf 近似式	0			0		

[表68]

項目	11.1 ≥ R32 > 0			18.2 ≥ R32 ≥ 11.1			26.7 ≥ R32 ≥ 18.2		
R32	0	7.1	11.1	11.1	14.5	18.2	18.2	21.9	26.7
HFO-1132(E)	72.0	60.9	55.8	55.8	52.1	48.6	48.6	45.4	41.8
HFO-1123	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R1234yf	28.0	32.0	33.1	33.1	33.4	33.2	33.2	32.7	31.5
R32	a			a			a		
HFO-1132(E) 近似式	0.026a ² -1.7478a+72.0			0.02a ² -1.6013a+71.105			0.0135a ² -1.4068a+69.727		
HFO-1123 近似式	0			0			0		
R1234yf 近似式	-0.026a ² +0.7478a+28.0			-0.02a ² +0.6013a+28.895			-0.0135a ² +0.4068a+30.273		

項目	36.7 ≥ R32 ≥ 26.7			46.7 ≥ R32 ≥ 36.7		
R32	26.7	29.3	36.7	36.7	44.1	47.8
HFO-1132(E)	41.8	40.0	35.7	35.7	32.0	30.4
HFO-1123	0	0	0	0	0	0
R1234yf	31.5	30.7	23.6	23.6	23.5	21.8
R32	x			x		
HFO-1132(E) 近似式	0.0111a ² -1.3152a+68.986			0.0061a ² -0.9918a+63.902		
HFO-1123 近似式	0			0		
R1234yf 近似式	-0.0111a ² +0.3152a+31.014			-0.0061a ² -0.0082a+36.098		

[0136] 表 6 3 ~ 6 6 の結果から、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yf、並びにR32の混合冷媒においては、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yf、並びにR32の、これらの総和を基準とする質量%をそれぞれx、y及びz、並びにaとするとき、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの総和が(100-a)質量%となる、点(0,0,

100.0-a, 0.0) と点 (0.0, 0.0, 100, 0-a) とを結ぶ直線を底辺とする3成分組成図において、

$0 < a \leq 11.1$ のとき、

点J($0.0049a^2 - 0.9645a + 47.1$, $-0.0049a^2 - 0.0355a + 52.9$, 0.0)と

点K' ($0.0514a^2 - 2.4353a + 61.7$, $-0.0323a^2 + 0.4122a + 5.9$, $-0.0191a^2 + 1.0231a + 32.4$)と

を結ぶ直線JK' の線上又は下、

$11.1 < a \leq 18.2$ のとき、

点J($0.0243a^2 - 1.4161a + 49.725$, $-0.0243a^2 + 0.4161a + 50.275$, 0.0)と

点K' ($0.0341a^2 - 2.1977a + 61.187$, $-0.0236a^2 + 0.34a + 5.636$, $-0.0105a^2 + 0.8577a + 33.177$)と

を結ぶ直線JK' の線上又は下、

$18.2 < a \leq 26.7$ のとき、

点J($0.0246a^2 - 1.4476a + 50.184$, $-0.0246a^2 + 0.4476a + 49.816$, 0.0)と

点K' ($0.0196a^2 - 1.7863a + 58.515$, $-0.0079a^2 - 0.1136a + 8.702$, $-0.0117a^2 + 0.8999a + 32.783$)と

を結ぶ直線JK' の線上又は下、及び

$26.7 < a \leq 36.7$ のとき、

点J($0.0183a^2 - 1.1399a + 46.493$, $-0.0183a^2 + 0.1399a + 53.507$, 0.0)と

点K' ($-0.0051a^2 + 0.0929a + 25.95$, 0.0 , $0.0051a^2 - 1.0929a + 74.05$)と

を結ぶ直線JK' の線上又は下、及び

$36.7 < a \leq 46.7$ のとき、

点J($-0.0134a^2 + 1.0956a + 7.13$, $0.0134a^2 - 2.0956a + 92.87$, 0.0)と

点K' ($-1.892a + 29.443$, 0.0 , $0.892a + 70.557$)と

を結ぶ直線JK' の線上又は下

にある場合に、WCFF微燃性と判断でき、ASHRAE規格の燃焼性分類で「2L(微燃性)」になることが明らかとなった。

なお、実際のWCFF微燃の点は、図2に示す点J、点K' (直線AB上)を結ぶHF0

-1132 (E) 側に広がった曲線となる。従って、直線JK' の線上又は下側にある場合にはWCFF微燃性となる。

なお、点J (表69) 及びK' (表70) は、計算により以下の5範囲毎に三点ずつを求め、これらの近似式を求めた。

[0137] [表69]

項目	11.1 ≥ R32 > 0			18.2 ≥ R32 ≥ 11.1			26.7 ≥ R32 ≥ 18.2		
R32	0	7.1	11.1	11.1	14.5	18.2	18.2	21.9	26.7
HFO-1132(E)	47.1	40.5	37	37.0	34.3	32.0	32.0	30.3	29.1
HFO-1123	52.9	52.4	51.9	51.9	51.2	49.8	49.8	47.8	44.2
R1234yf	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R32	a			a			a		
HFO-1132(E) 近似式	0.0049a ² -0.9645a+47.1			0.0243a ² -1.4161a+49.725			0.0246a ² -1.4476a+50.184		
HFO-1123 近似式	-0.0049a ² -0.0355a+52.9			-0.0243a ² +0.4161a+50.275			-0.0246a ² +0.4476a+49.816		
R1234yf 近似式	0			0			0		

項目	36.7 ≥ R32 ≥ 26.7			47.8 ≥ R32 ≥ 36.7		
R32	26.7	29.3	36.7	36.7	44.1	47.8
HFO-1132(E)	29.1	28.8	29.3	29.3	29.4	28.9
HFO-1123	44.2	41.9	34.0	34.0	26.5	23.3
R1234yf	0	0	0	0	0	0
R32	a			a		
HFO-1132(E) 近似式	0.0183a ² -1.1399a+46.493			-0.0134a ² +1.0956a+7.13		
HFO-1123 近似式	-0.0183a ² +0.1399a+53.507			0.0134a ² -2.0956a+92.87		
R1234yf 近似式	0			0		

[表70]

項目	11.1 ≥ R32 > 0			18.2 ≥ R32 ≥ 11.1			26.7 ≥ R32 ≥ 18.2		
R32	0	7.1	11.1	11.1	14.5	18.2	18.2	21.9	26.7
HFO-1132(E)	61.7	47.0	41.0	41.0	36.5	32.5	32.5	28.8	24.8
HFO-1123	5.9	7.2	6.5	6.5	5.6	4.0	4.0	2.4	0
R1234yf	32.4	38.7	41.4	41.4	43.4	45.3	45.3	46.9	48.5
R32	x			x			x		
HFO-1132(E) 近似式	0.0514a ² -2.4353a+61.7			0.0341a ² -2.1977a+61.187			0.0196a ² -1.7863a+58.515		
HFO-1123 近似式	-0.0323a ² +0.4122a+5.9			-0.0236a ² +0.34a+5.636			-0.0079a ² -0.1136a+8.702		
R1234yf 近似式	-0.0191a ² +1.0231a+32.4			-0.0105a ² +0.8577a+33.177			-0.0117a ² +0.8999a+32.783		

項目	36.7 ≥ R32 ≥ 26.7			46.7 ≥ R32 ≥ 36.7		
R32	26.7	29.3	36.7	36.7	44.1	47.8
HFO-1132(E)	24.8	24.3	22.5	22.5	21.1	20.4
HFO-1123	0	0	0	0	0	0
R1234yf	48.5	46.4	40.8	40.8	34.8	31.8
R32	x			x		
HFO-1132(E) 近似式	-0.0051a ² +0.0929a+25.95			-1.892a+29.443		
HFO-1123 近似式	0			0		
R1234yf 近似式	0.0051a ² -1.0929a+74.05			0.892a+70.557		

[0138] なお、図2～12は、それぞれ、順に、R32含有割合a（質量％）が、0質量％、7.1質量％、11.1質量％、14.5質量％、18.2質量％、21.9質量％、26.7質量％、29.3質量％、36.7質量％、44.1質量％及び47.8質量％の場合の組成を表わしている。

[0139] 点A、B、C、D' は、近似計算によりそれぞれ以下のようにして求めた。

[0140] 点Aは、HFO-1123含有割合が0質量％であり、かつR410Aを基準とする冷凍能力比が85％となる点である。点Aについて、計算により以下の5範囲毎に三点ずつを求め、これらの近似式を求めた（表71）。

[表71]

項目	11.1 ≥ R32 > 0			18.2 ≥ R32 ≥ 11.1			26.7 ≥ R32 ≥ 18.2		
R32	0	7.1	11.1	11.1	14.5	18.2	18.2	21.9	26.7
HFO-1132(E)	68.6	55.3	48.4	48.4	42.8	37	37	31.5	24.8
HFO-1123	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R1234yf	31.4	37.6	40.5	40.5	42.7	44.8	44.8	46.6	48.5
R32	a			a			a		
HFO-1132(E) 近似式	0.0134a ² -1.9681a+68.6			0.0112a ² -1.9337a+68.484			0.0107a ² -1.9142a+68.305		
HFO-1123 近似式	0			0			0		
R1234yf 近似式	-0.0134a ² +0.9681a+31.4			-0.0112a ² +0.869337a+31.516			-0.0107a ² +0.9142a+31.695		

項目	36.7 ≥ R32 ≥ 26.7			46.7 ≥ R32 ≥ 36.7		
R32	26.7	29.3	36.7	36.7	44.1	47.8
HFO-1132(E)	24.8	21.3	12.1	12.1	3.8	0
HFO-1123	0	0	0	0	0	0
R1234yf	48.5	49.4	51.2	51.2	52.1	52.2
R32	a			a		
HFO-1132(E) 近似式	0.0103a ² -1.9225a+68.793			0.0085a ² -1.8102a+67.1		
HFO-1123 近似式	0			0		
R1234yf 近似式	-0.0103a ² +0.9225a+31.207			-0.0085a ² +0.8102a+32.9		

[0141] 点Bは、HFO-1132(E)含有割合が0質量％であり、かつR410Aを基準とする冷凍能力比が85％となる点である。

点Bについて、計算により以下の5範囲毎に三点ずつを求め、これらの近似式を求めた（表72）。

[表72]

項目	11.1 ≥ R32 > 0			18.2 ≥ R32 ≥ 11.1			26.7 ≥ R32 ≥ 18.2		
R32	0	7.1	11.1	11.1	14.5	18.2	18.2	21.9	26.7
HFO-1132(E)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HFO-1123	58.7	47.8	42.3	42.3	37.8	33.1	33.1	28.5	22.9
R1234yf	41.3	45.1	46.6	46.6	47.7	48.7	48.7	49.6	50.4
R32	a			a			a		
HFO-1132(E) 近似式	0			0			0		
HFO-1123 近似式	0.0144a ² -1.6377a+58.7			0.0075a ² -1.5156a+58.199			0.009a ² -1.6045a+59.318		
R1234yf 近似式	-0.0144a ² +0.6377a+41.3			-0.0075a ² +0.5156a+41.801			-0.009a ² +0.6045a+40.682		

項目	36.7 ≥ R32 ≥ 26.7			46.7 ≥ R32 ≥ 36.7		
R32	26.7	29.3	36.7	36.7	44.1	47.8
HFO-1132(E)	0	0	0	0	0	0
HFO-1123	22.9	19.9	11.7	11.8	3.9	0
R1234yf	50.4	50.8	51.6	51.5	52.0	52.2
R32	a			a		
HFO-1132(E) 近似式	0			0		
HFO-1123 近似式	0.0046a ² -1.41a+57.286			0.0012a ² -1.1659a+52.95		
R1234yf 近似式	-0.0046a ² +0.41a+42.714			-0.0012a ² +0.1659a+47.05		

[0142] 点D' は、HFO-1132(E)含有割合が0質量%であり、かつR410Aを基準とするCOP比が95.5%となる点である。点D' について、計算により以下の三点ずつを求め、これらの近似式を求めた（表73）。

[表73]

項目	11.1 ≥ R32 > 0		
R32	0	7.1	11.1
HFO-1132(E)	0	0	0
HFO-1123	75.4	83.4	88.9
R1234yf	24.6	9.5	0
R32	a		
HFO-1132(E) 近似式	0		
HFO-1123 近似式	0.0224a ² +0.968a+75.4		
R1234yf 近似式	-0.0224a ² -1.968a+24.6		

点Cは、R1234yf含有割合が0質量%であり、かつR410Aを基準とするCOP比が95.5%となる点である。点Cについて、計算により以下の三点ずつを求め、これらの近似式を求めた（表74）。

[表74]

項目	11.1 ≥ R32 > 0		
	R32	0	7.1
HFO-1132(E)	32.9	18.4	0
HFO-1123	67.1	74.5	88.9
R1234yf	0	0	0
R32	a		
HFO-1132(E) 近似式	$-0.2304a^2 - 0.4062a + 32.9$		
HFO-1123 近似式	$0.2304a^2 - 0.5938a + 67.1$		
R1234yf 近似式	0		

符号の説明

[0143] 1 : 試料セル

2 : 高速カメラ

3 : キセノンランプ

4 : コリメートレンズ

5 : コリメートレンズ

6 : リングフィルター

請求の範囲

[請求項1]

冷媒を含む組成物であって、

前記冷媒が、トランス-1, 2-ジフルオロエチレン (HF0-1132(E))、トリフルオロエチレン (HF0-1123) 及び2, 3, 3, 3-テトラフルオロ-1-プロペン (R1234yf) 並びにジフルオロメタン (R32) を含み、

前記冷媒において、HF0-1132(E)、HF0-1123及びR1234yf並びにR32の、これらの総和を基準とする質量%をそれぞれx、y及びz並びにaとするとき、HF0-1132(E)、HF0-1123及びR1234yfの総和が(100-a)質量%となる3成分組成図において、座標 (x, y, z) が、

$0 < a \leq 11.1$ のとき、

点G($0.026a^2 - 1.7478a + 72.0$, $-0.026a^2 + 0.7478a + 28.0$, 0.0)、

点I($0.026a^2 - 1.7478a + 72.0$, 0.0 , $-0.026a^2 + 0.7478a + 28.0$)、

点A($0.0134a^2 - 1.9681a + 68.6$, 0.0 , $-0.0134a^2 + 0.9681a + 31.4$)、

点B(0.0 , $0.0144a^2 - 1.6377a + 58.7$, $-0.0144a^2 + 0.6377a + 41.3$)、

点D' (0.0 , $0.0224a^2 + 0.968a + 75.4$, $-0.0224a^2 - 1.968a + 24.6$)及び

点C($-0.2304a^2 - 0.4062a + 32.9$, $0.2304a^2 - 0.5938a + 67.1$, 0.0)

の6点をそれぞれ結ぶ直線GI、IA、AB、BD'、D'C及びCGで囲まれる図形の範囲内又は前記直線GI、AB及びD'C上にあり(ただし、点G、点I、点A、点B、点D'及び点Cは除く)、

$11.1 < a \leq 18.2$ のとき、

点G($0.02a^2 - 1.6013a + 71.105$, $-0.02a^2 + 0.6013a + 28.895$, 0.0)、

点I($0.02a^2 - 1.6013a + 71.105$, 0.0 , $-0.02a^2 + 0.6013a + 28.895$)、

点A($0.0112a^2 - 1.9337a + 68.484$, 0.0 , $-0.0112a^2 + 0.9337a + 31.516$)

、

点B(0.0 , $0.0075a^2 - 1.5156a + 58.199$, $-0.0075a^2 + 0.5156a + 41.801$)

及び

点W(0.0 , $100.0 - a$, 0.0)

の5点をそれぞれ結ぶ直線GI、IA、AB、BW及びWGで囲まれる図形の範囲内又は前記直線GI及びAB上にあり（ただし、点G、点I、点A、点B及び点Wは除く）、

18.2 < a ≤ 26.7 のとき、

$$\text{点G}(0.0135a^2 - 1.4068a + 69.727, -0.0135a^2 + 0.4068a + 30.273, 0.0)$$

、

$$\text{点I}(0.0135a^2 - 1.4068a + 69.727, 0.0, -0.0135a^2 + 0.4068a + 30.273)$$

、

$$\text{点A}(0.0107a^2 - 1.9142a + 68.305, 0.0, -0.0107a^2 + 0.9142a + 31.695)$$

、

$$\text{点B}(0.0, 0.009a^2 - 1.6045a + 59.318, -0.009a^2 + 0.6045a + 40.682)$$

及び

$$\text{点W}(0.0, 100.0 - a, 0.0)$$

の5点をそれぞれ結ぶ直線GI、IA、AB、BW及びWGで囲まれる図形の範囲内又は前記直線GI及びAB上にあり（ただし、点G、点I、点A、点B及び点Wは除く）、

26.7 < a ≤ 36.7 のとき、

$$\text{点G}(0.0111a^2 - 1.3152a + 68.986, -0.0111a^2 + 0.3152a + 31.014, 0.0)$$

、

$$\text{点I}(0.0111a^2 - 1.3152a + 68.986, 0.0, -0.0111a^2 + 0.3152a + 31.014)$$

、

$$\text{点A}(0.0103a^2 - 1.9225a + 68.793, 0.0, -0.0103a^2 + 0.9225a + 31.207)$$

、

$$\text{点B}(0.0, 0.0046a^2 - 1.41a + 57.286, -0.0046a^2 + 0.41a + 42.714)$$

$$\text{点W}(0.0, 100.0 - a, 0.0)$$

の5点をそれぞれ結ぶ直線GI、IA、AB、BW及びWGで囲まれる図形の範囲内又は前記直線GI及びAB上にあり（ただし、点G、点I、点A、点B及び点Wは除く）、及び

36.7 < a ≤ 46.7 のとき、

点G(0.0061a²-0.9918a+63.902, -0.0061a²-0.0082a+36.098, 0.0)

、

点I(0.0061a²-0.9918a+63.902, 0.0, -0.0061a²-0.0082a+36.098)

、

点A(0.0085a²-1.8102a+67.1, 0.0, -0.0085a²+0.8102a+32.9)、

点B(0.0, 0.0012a²-1.1659a+52.95, -0.0012a²+0.1659a+47.05) 及び

び

点W(0.0, 100.0-a, 0.0)

の5点をそれぞれ結ぶ直線GI、IA、AB、BW及びWGで囲まれる図形の範囲内又は前記直線GI及びAB上にある(ただし、点G、点I、点A、点B及び点Wは除く)、

組成物。

[請求項2]

冷媒を含む組成物であって、

前記冷媒が、トランス-1, 2-ジフルオロエチレン(HF0-1132(E))、トリフルオロエチレン(HF0-1123)及び2, 3, 3, 3-テトラフルオロ-1-プロペン(R1234yf)並びにジフルオロメタン(R32)を含み、

前記冷媒において、HF0-1132(E)、HF0-1123及びR1234yf並びにR32の、これらの総和を基準とする質量%をそれぞれx、y及びz並びにaとするとき、HF0-1132(E)、HF0-1123及びR1234yfの総和が(100-a)質量%となる3成分組成図において、座標(x, y, z)が、

0 < a ≤ 11.1 のとき、

点J(0.0049a²-0.9645a+47.1, -0.0049a²-0.0355a+52.9, 0.0)、

点K'(0.0514a²-2.4353a+61.7, -0.0323a²+0.4122a+5.9, -0.0191a²+1.0231a+32.4)、

点B(0.0, 0.0144a²-1.6377a+58.7, -0.0144a²+0.6377a+41.3)、

点D'(0.0, 0.0224a²+0.968a+75.4, -0.0224a²-1.968a+24.6) 及び

点C($-0.2304a^2-0.4062a+32.9$, $0.2304a^2-0.5938a+67.1$, 0.0)

の5点をそれぞれ結ぶ直線JK'、K'B、BD'、D'C及びCJで囲まれる図形の範囲内又は前記直線JK'、K'B及びD'C上にあり(ただし、点J、点B、点D'及び点Cは除く)、

11.1 < a ≤ 18.2 のとき、

点J($0.0243a^2-1.4161a+49.725$, $-0.0243a^2+0.4161a+50.275$, 0.0)

、

点K' ($0.0341a^2-2.1977a+61.187$, $-0.0236a^2+0.34a+5.636$, $-0.0105a^2+0.8577a+33.177$)、

点B(0.0 , $0.0075a^2-1.5156a+58.199$, $-0.0075a^2+0.5156a+41.801$)

及び

点W(0.0 , $100.0-a$, 0.0)

の4点をそれぞれ結ぶ直線JK'、K'B、BW及びWJで囲まれる図形の範囲内又は前記直線JK'及びK'B上にあり(ただし、点J、点B及び点Wは除く)、

18.2 < a ≤ 26.7 のとき、

点J($0.0246a^2-1.4476a+50.184$, $-0.0246a^2+0.4476a+49.816$, 0.0)

、

点K' ($0.0196a^2-1.7863a+58.515$, $-0.0079a^2-0.1136a+8.702$, $-0.0117a^2+0.8999a+32.783$)、

点B(0.0 , $0.009a^2-1.6045a+59.318$, $-0.009a^2+0.6045a+40.682$)及び

及び

点W(0.0 , $100.0-a$, 0.0)

の4点をそれぞれ結ぶ直線JK'、K'B、BW及びWJで囲まれる図形の範囲内又は前記直線JK'及びK'B上にあり(ただし、点J、点B及び点Wは除く)、

26.7 < a ≤ 36.7 のとき、

点J($0.0183a^2-1.1399a+46.493$, $-0.0183a^2+0.1399a+53.507$, 0.0)

、

点K' ($-0.0051a^2+0.0929a+25.95$, 0.0 , $0.0051a^2-1.0929a+74.05$)

、

点A($0.0103a^2-1.9225a+68.793$, 0.0 , $-0.0103a^2+0.9225a+31.207$)

、

点B(0.0 , $0.0046a^2-1.41a+57.286$, $-0.0046a^2+0.41a+42.714$)及び

点W(0.0 , $100.0-a$, 0.0)

の5点をそれぞれ結ぶ直線JK'、K'A、AB、BW及びWJで囲まれる図形の範囲内又は前記直線JK'、K'A及びAB上にあり（ただし、点J、点B及び点Wは除く）、及び

$36.7 < a \leq 46.7$ のとき、

点J($-0.0134a^2+1.0956a+7.13$, $0.0134a^2-2.0956a+92.87$, 0.0)、

点K' ($-1.892a+29.443$, 0.0 , $0.892a+70.557$)、

点A($0.0085a^2-1.8102a+67.1$, 0.0 , $-0.0085a^2+0.8102a+32.9$)、

点B(0.0 , $0.0012a^2-1.1659a+52.95$, $-0.0012a^2+0.1659a+47.05$)及び

び

点W(0.0 , $100.0-a$, 0.0)

の5点をそれぞれ結ぶ直線JK'、K'A、AB、BW及びWJで囲まれる図形の範囲内又は前記直線JK'、K'A及びAB上にある（ただし、点J、点B及び点Wは除く）、

組成物。

[請求項3] さらに、冷凍機油を含有し、冷凍機用作動流体として用いられる、請求項1又は2に記載の組成物。

[請求項4] R410Aの代替冷媒として用いられる、請求項1～3のいずれか一項に記載の組成物。

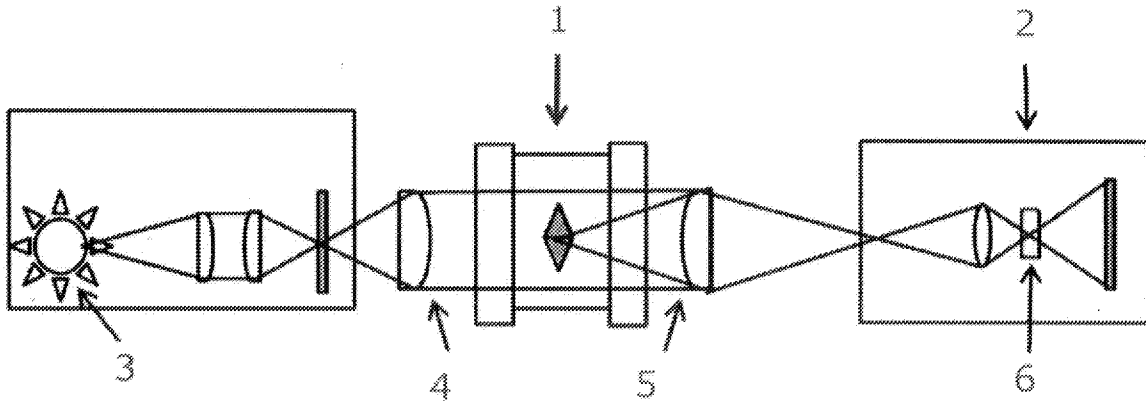
[請求項5] 請求項1～3のいずれか一項に記載の組成物の、R410Aの代替冷媒としての使用。

[請求項6] 請求項1～3のいずれか一項に記載の組成物を作動流体として含む、

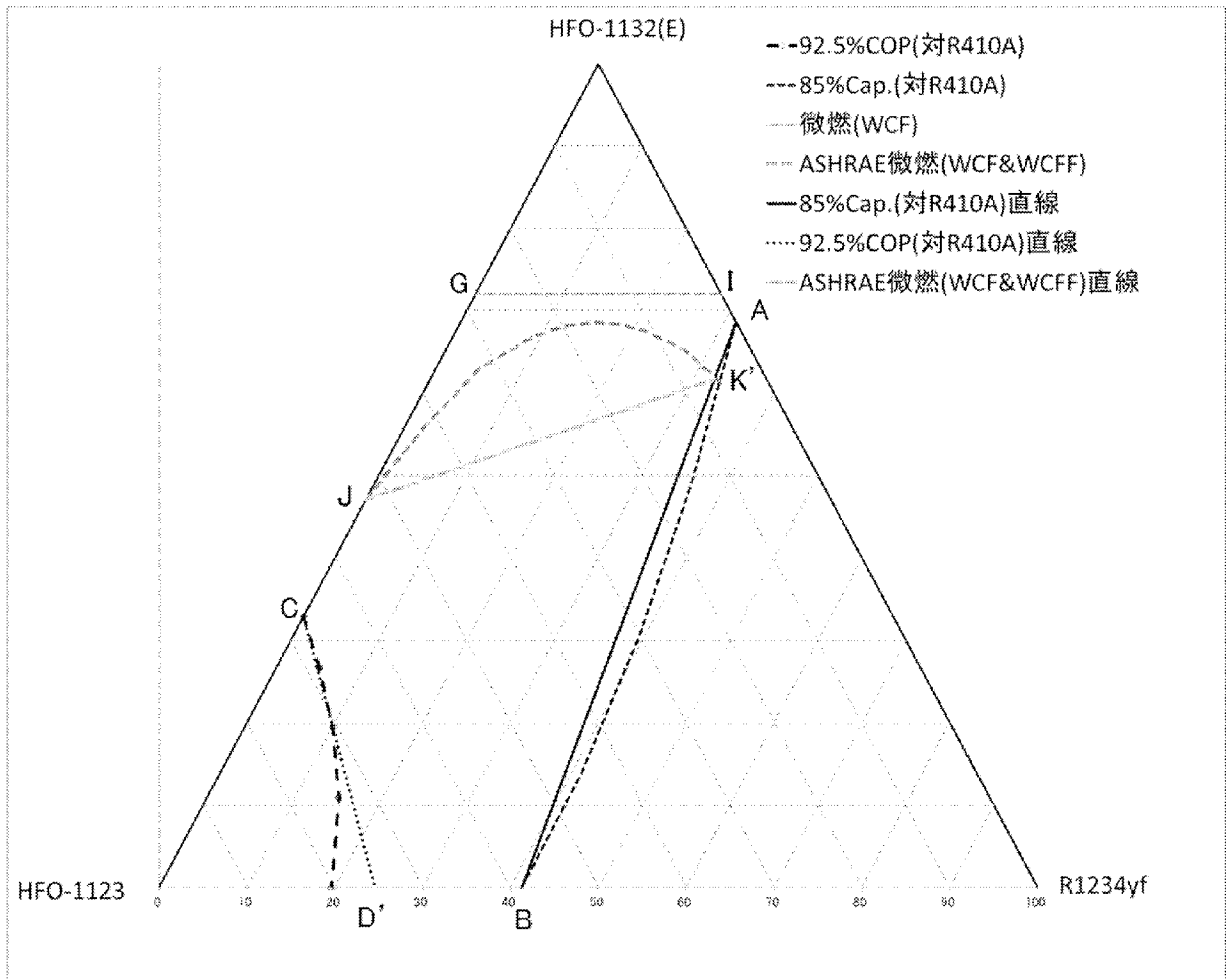
冷凍機。

[請求項7] 冷凍機の運転方法であって、
請求項1～3のいずれか一項に記載の組成物を作動流体として冷凍機
において循環させる工程を含む、方法。

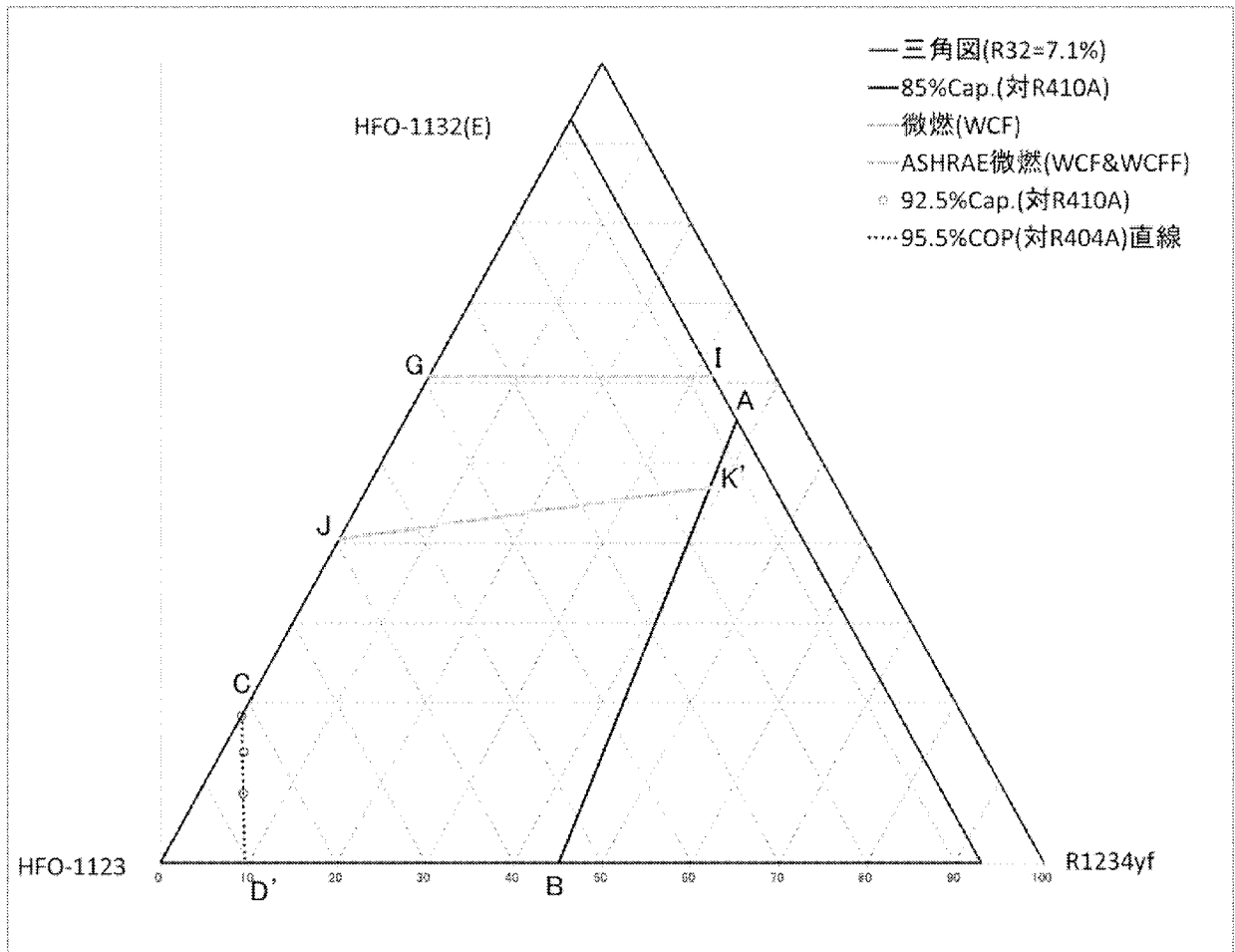
[図1]



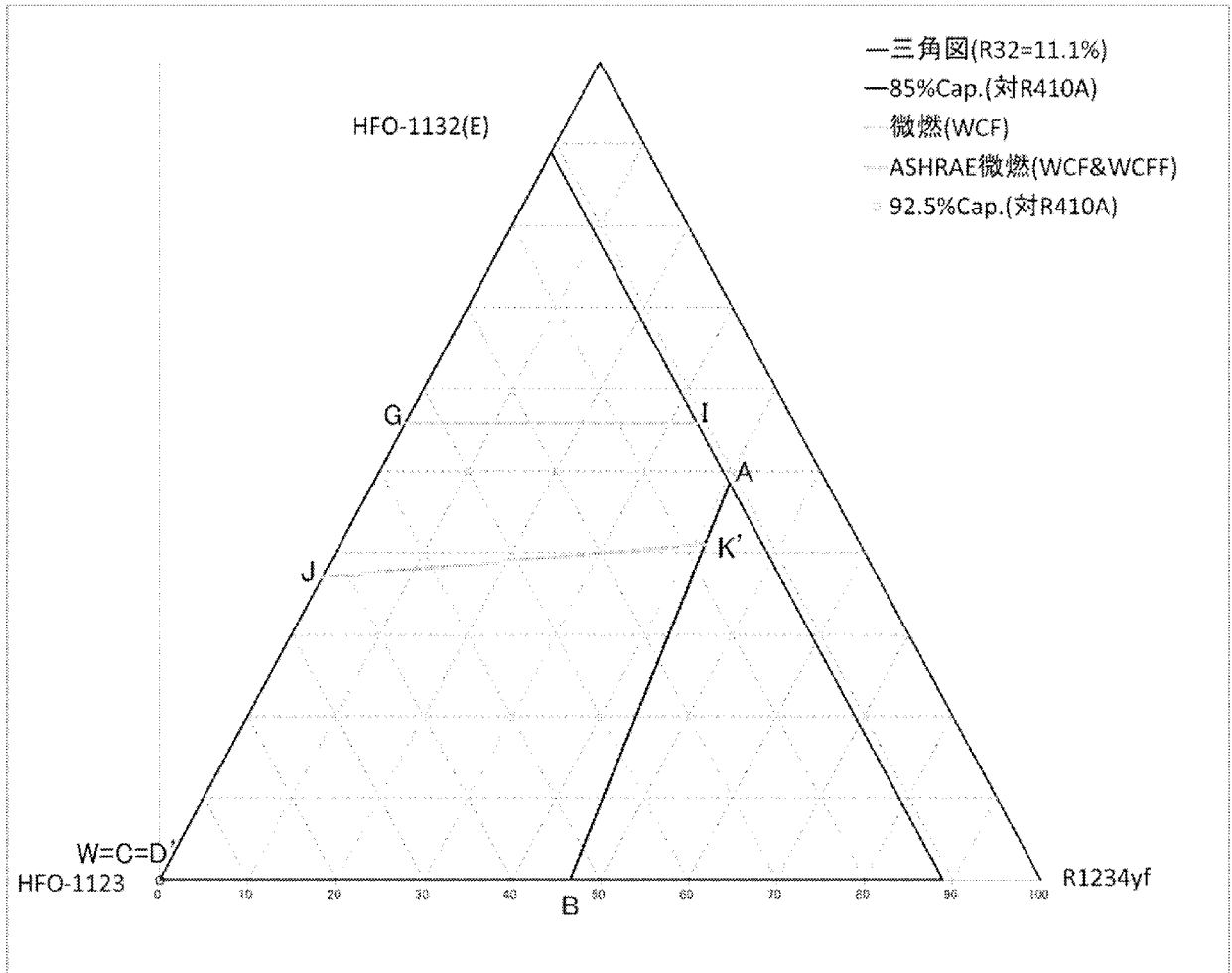
[図2]



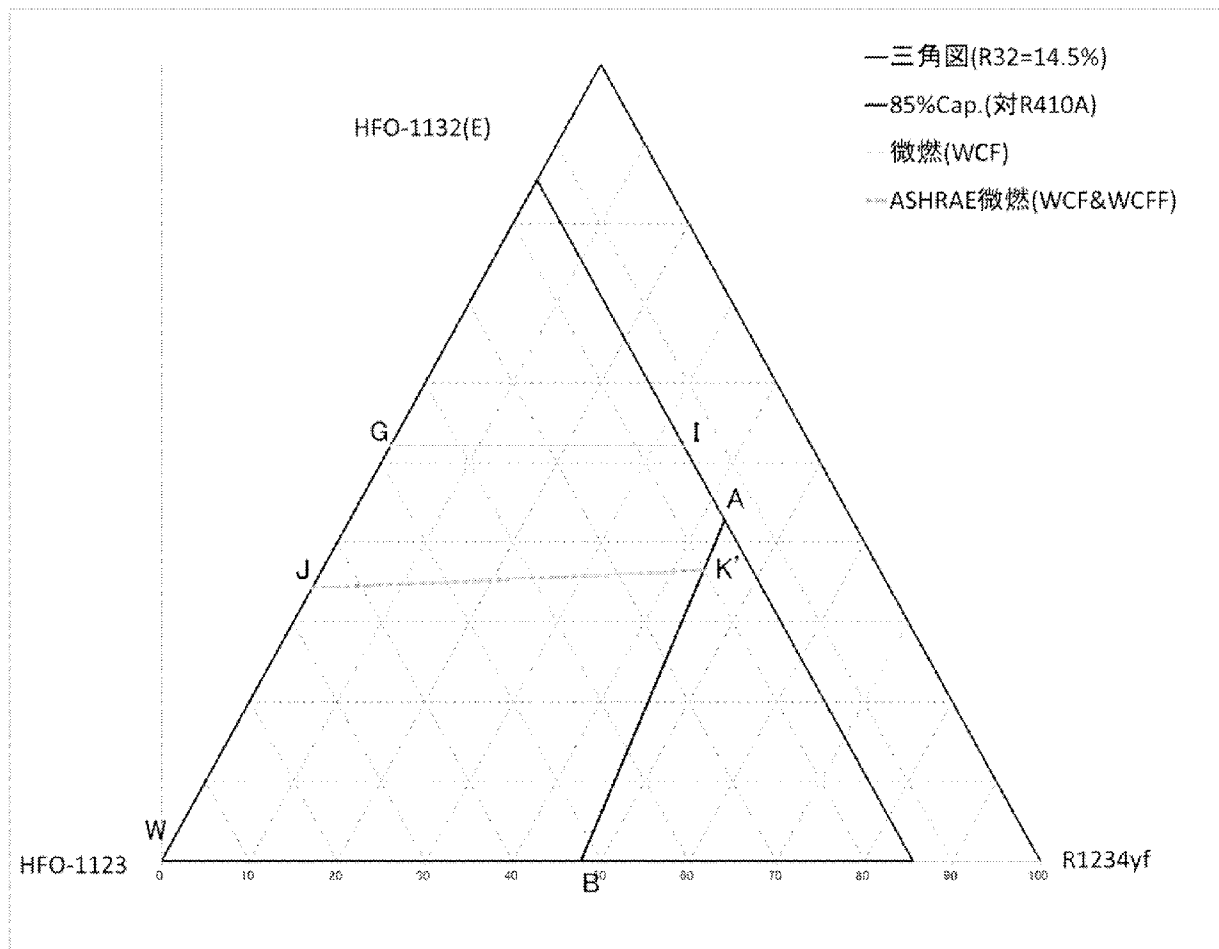
[図3]



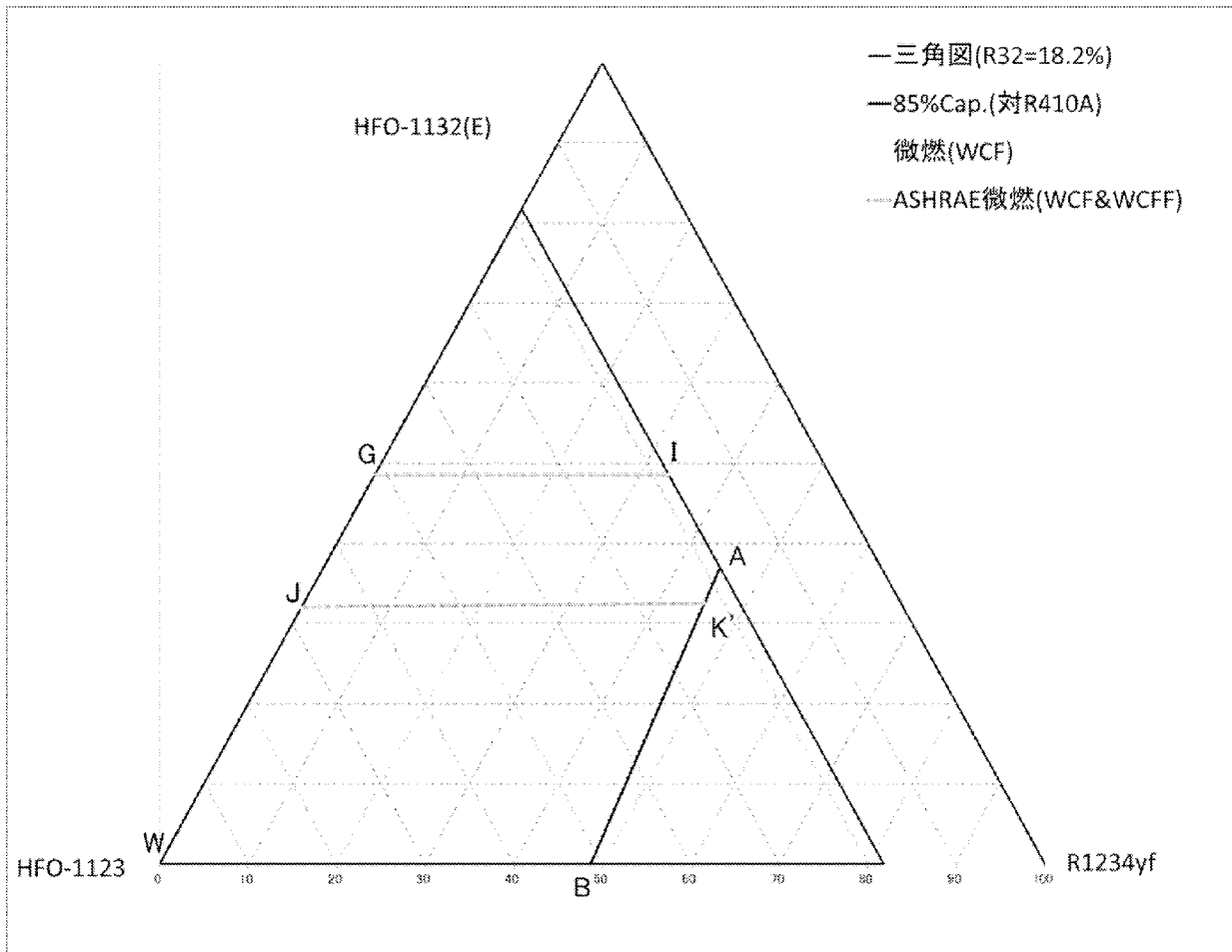
[图4]



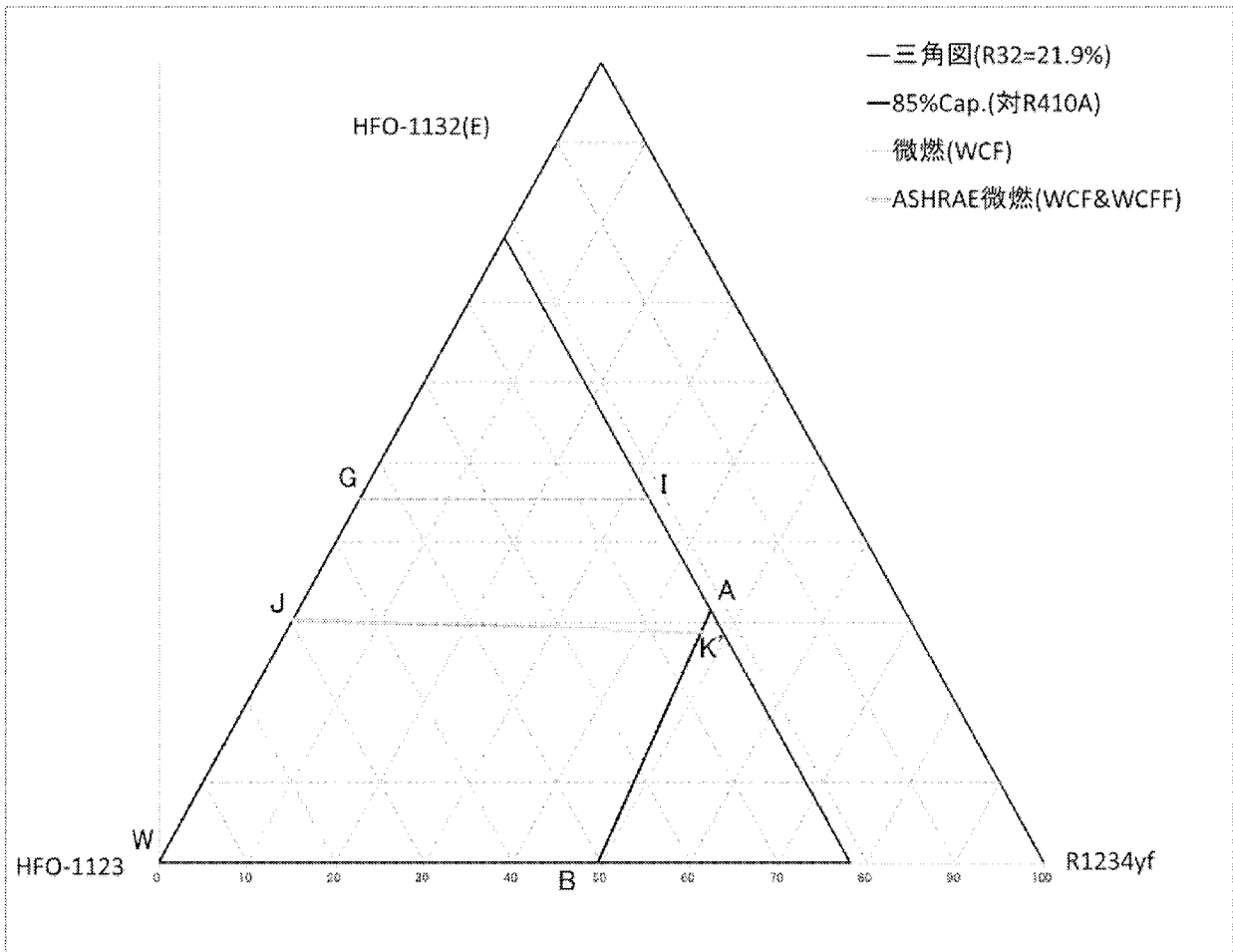
[図5]



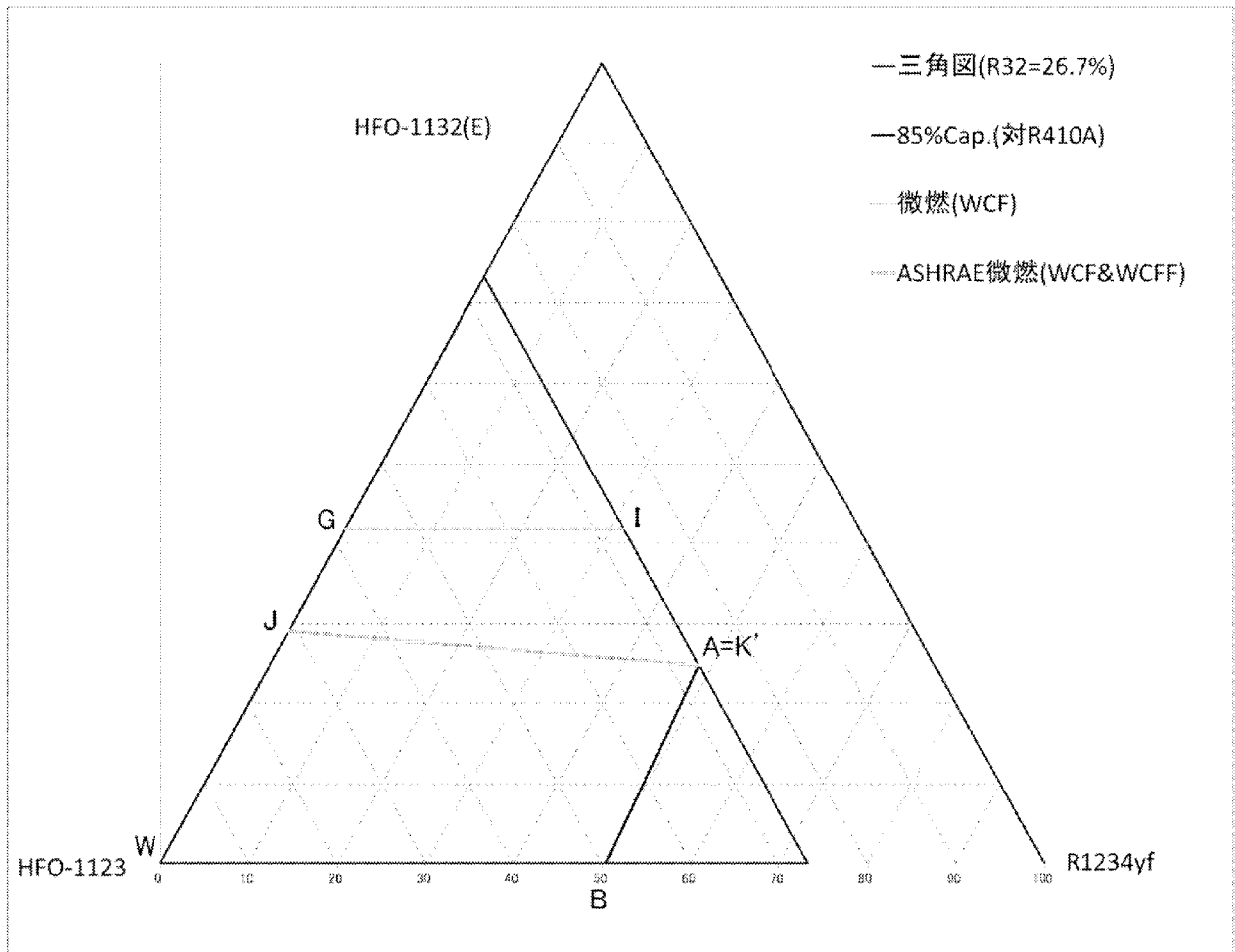
[図6]



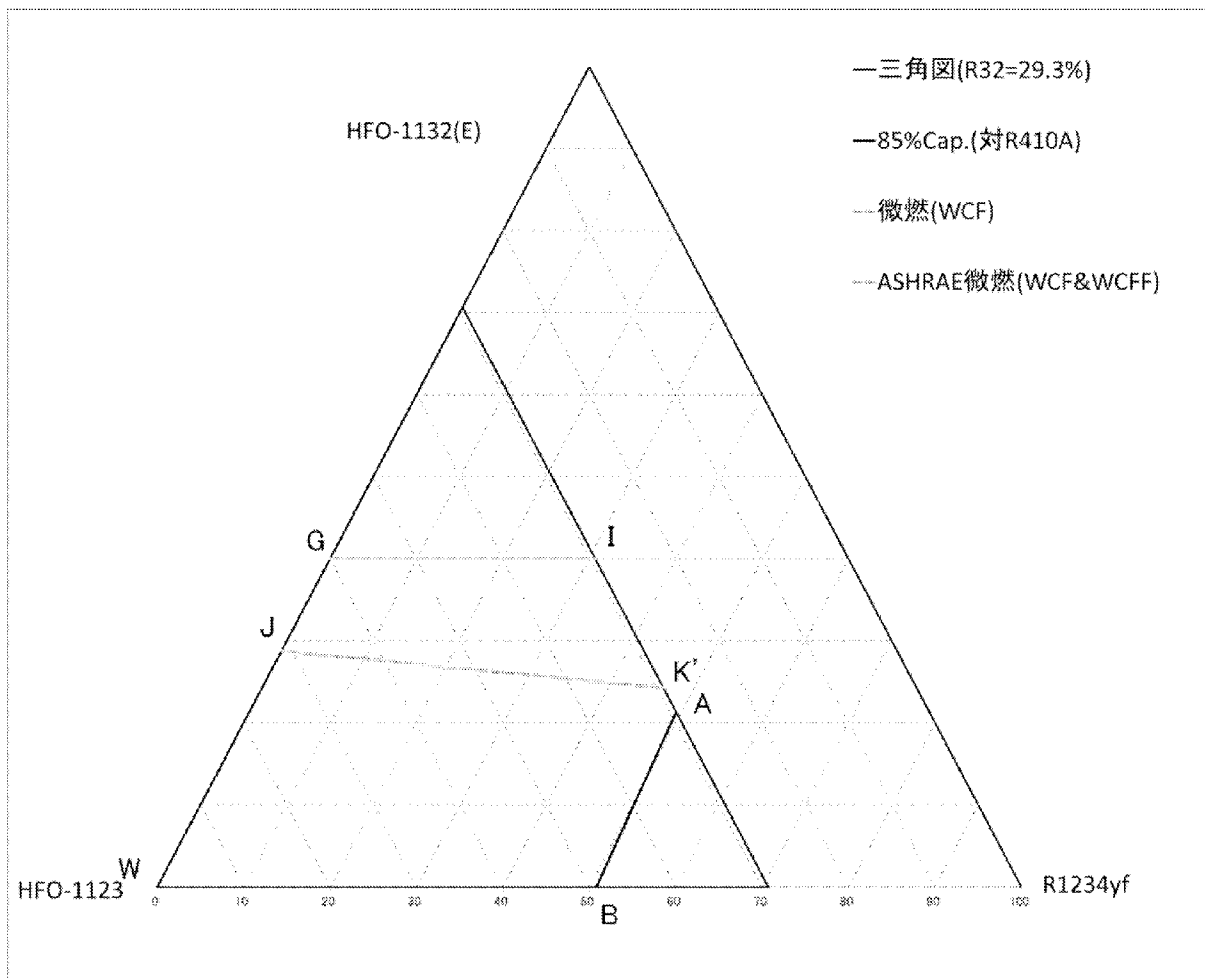
[図7]



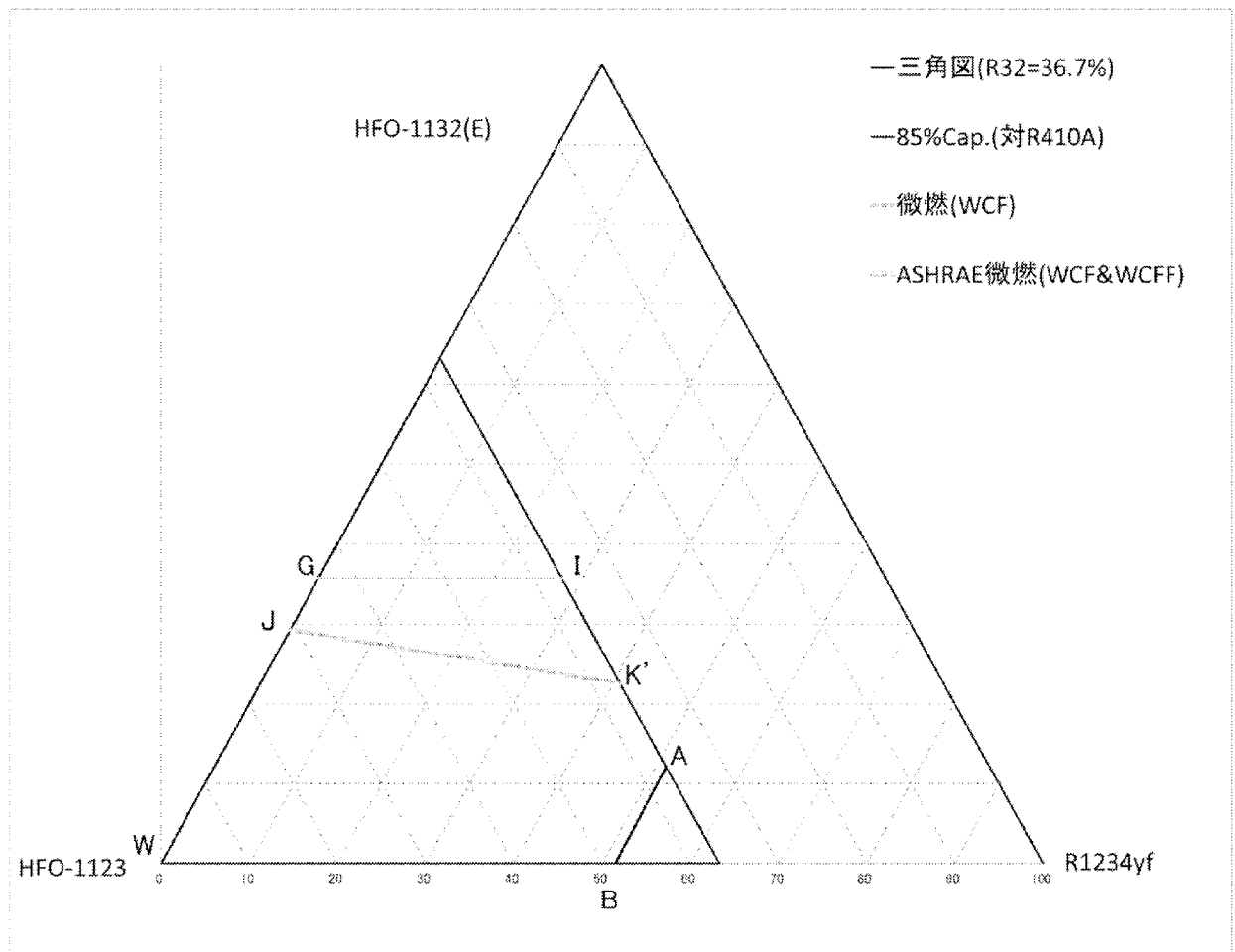
[図8]



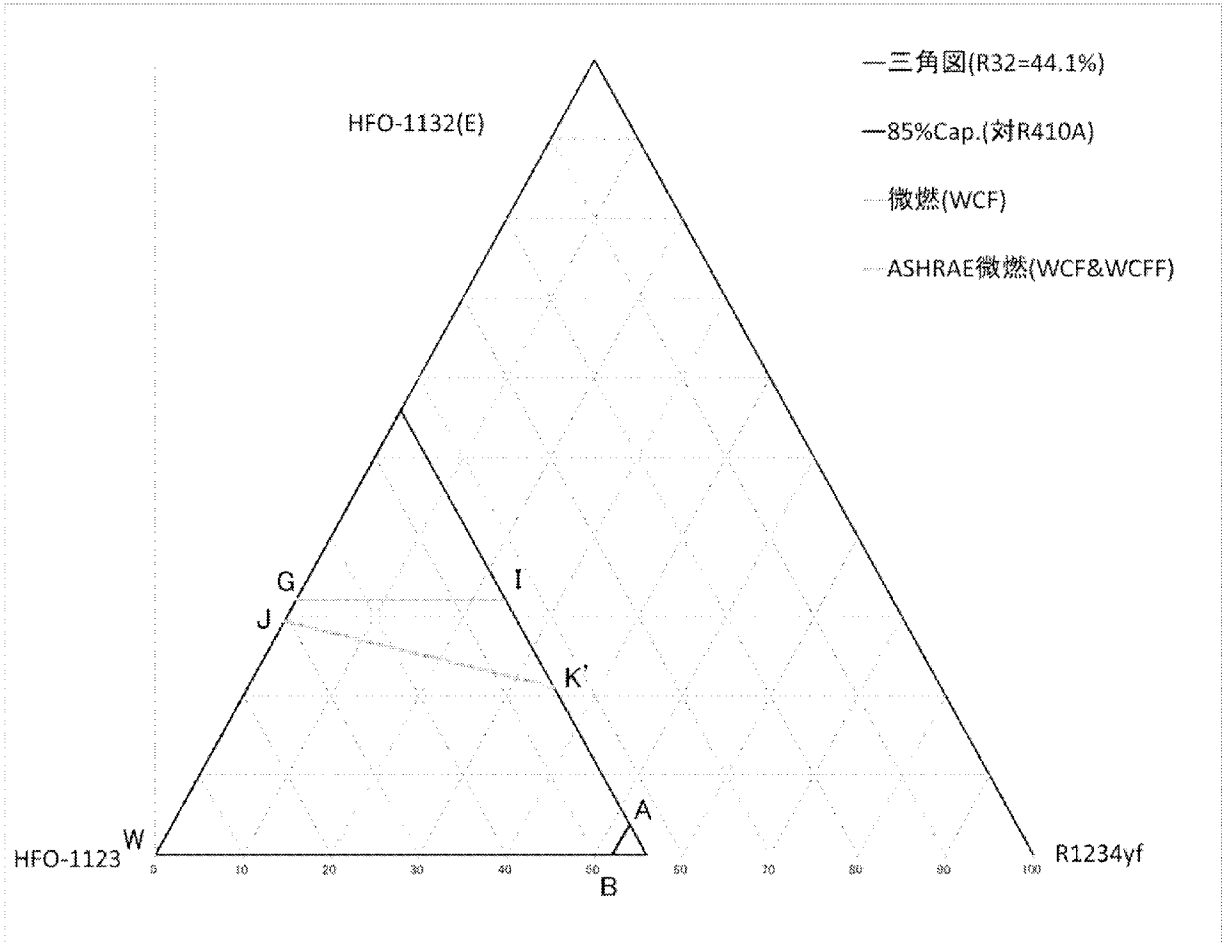
[図9]



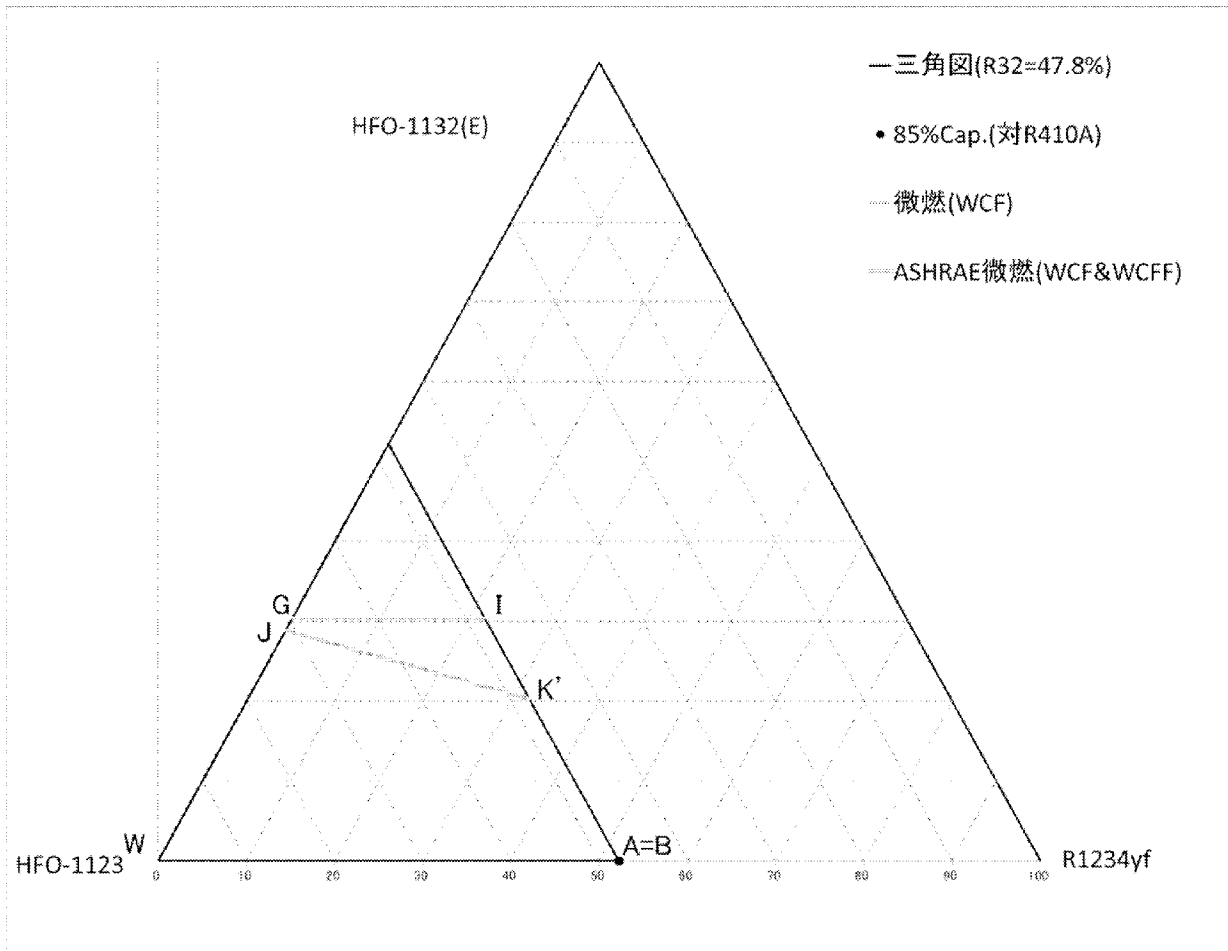
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/038749

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. C09K5/04 (2006.01) i, F25B1/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. C09K5/04, F25B1/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CAplus/REGISTRY (STN)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2015/141678 A1 (ASAHI GLASS CO., LTD.) 24 September 2015, claims, paragraphs [0003], [0006]- [0010], [0036], examples, etc. & US 2017/0002245 A1, claims, paragraphs [0004], [0007]-[0011], [0044], examples & EP 3121242 A1 & CN 106133110 A	1-7
A	WO 2015/186670 A1 (ASAHI GLASS CO., LTD.) 10 December 2015 & US 2017/0058174 A1 & EP 3153561 A1 & CN 106414653 A	1-7

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 06.12.2018	Date of mailing of the international search report 18.12.2018
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/038749

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2015/186557 A1 (ASAHI GLASS CO., LTD.) 10 December 2015 & US 2017/0058173 A1 & EP 3153559 A1 & CN 106414654 A	1-7
A	WO 2015/115252 A1 (ASAHI GLASS CO., LTD.) 06 August 2015 & US 2016/0333243 A1 & EP 3101082 A1 & CN 106029821 A	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. C09K5/04(2006.01)i, F25B1/00(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. C09K5/04, F25B1/00		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2018年 日本国実用新案登録公報 1996-2018年 日本国登録実用新案公報 1994-2018年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語） CAplus/REGISTRY (STN)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	WO 2015/141678 A1 (旭硝子株式会社) 2015. 09. 24, 特許請求の範囲、段落0003、0006-0010、0036、実施例等 & US 2017/0002245 A1 Claims, 0004, 0007-0011, 0044, Examples & EP 3121242 A1 & CN 106133110 A	1-7
A	WO 2015/186670 A1 (旭硝子株式会社) 2015. 12. 10, & US 2017/0058174 A1 & EP 3153561 A1 & CN 106414653 A	1-7
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 06. 12. 2018	国際調査報告の発送日 18. 12. 2018	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 古妻 泰一 電話番号 03-3581-1101 内線 3483	4V 3408

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2015/186557 A1 (旭硝子株式会社) 2015. 12. 10, & US 2017/0058173 A1 & EP 3153559 A1 & CN 106414654 A	1-7
A	WO 2015/115252 A1 (旭硝子株式会社) 2015. 08. 06, & US 2016/0333243 A1 & EP 3101082 A1 & CN 106029821 A	1-7