

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7269499号
(P7269499)

(45)発行日 令和5年5月9日(2023.5.9)

(24)登録日 令和5年4月26日(2023.4.26)

(51)国際特許分類 F I
 C 0 9 K 5/04 (2006.01) C 0 9 K 5/04 F
 F 2 5 B 1/00 (2006.01) C 0 9 K 5/04 E
 F 2 5 B 1/00 3 9 6 Z

請求項の数 17 (全137頁)

(21)出願番号	特願2019-560868(P2019-560868)	(73)特許権者	000002853 ダイキン工業株式会社 大阪府大阪市北区梅田一丁目13番1号 大阪梅田ツインタワーズ・サウス
(86)(22)出願日	平成30年11月13日(2018.11.13)	(74)代理人	110000202 弁理士法人新樹グローバル・アイピー
(86)国際出願番号	PCT/JP2018/042027	(72)発明者	板野 充司 大阪府大阪市北区中崎西二丁目4番12号 梅田センタービル ダイキン工業株式会社内
(87)国際公開番号	WO2019/123897	(72)発明者	加留部 大輔 大阪府大阪市北区中崎西二丁目4番12号 梅田センタービル ダイキン工業株式会社内
(87)国際公開日	令和1年6月27日(2019.6.27)	(72)発明者	四元 佑樹
審査請求日	令和3年9月17日(2021.9.17)		
(31)優先権主張番号	PCT/JP2018/037483		
(32)優先日	平成30年10月5日(2018.10.5)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		
(31)優先権主張番号	PCT/JP2018/038746		
(32)優先日	平成30年10月17日(2018.10.17)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		
(31)優先権主張番号	PCT/JP2018/038749		
	最終頁に続く		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 冷凍サイクル装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

冷媒を含む冷媒組成物と、冷凍機油と、を含む冷凍機用作動流体を含み、
 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
) を含み、かつ

HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの合計を、冷媒全体に対して99.5質量%以上
 含み、

前記冷媒において、HFO-1132(E)、HFO-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とするとき、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234y
 fの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

点G(72.0, 28.0, 0.0)、

点I(72.0, 0.0, 28.0)、

点A(68.6, 0.0, 31.4)、

点A'(30.6, 30.0, 39.4)、

点B(0.0, 58.7, 41.3)、

点D(0.0, 80.4, 19.6)、

点C'(19.5, 70.5, 10.0) 及び

点C(32.9, 67.1, 0.0)

の8点をそれぞれ結ぶ線分GI、IA、AA'、A'B、BD、DC'、C'C及びCGで囲まれる図形の 20

範囲内又は前記線分上にあり(ただし、線分IA、BD及びCG上の点は除く)、
前記線分AA'は、

$$\text{座標}(x, 0.0016x^2 - 0.9473x + 57.497, -0.0016x^2 - 0.0527x + 42.503)$$

で表わされ、

前記線分A'Bは、

$$\text{座標}(x, 0.0029x^2 - 1.0268x + 58.7, -0.0029x^2 + 0.0268x + 41.3)$$

で表わされ、

前記線分DC'は、

$$\text{座標}(x, 0.0082x^2 - 0.6671x + 80.4, -0.0082x^2 - 0.3329x + 19.6)$$

で表わされ、

前記線分C'Cは、

$$\text{座標}(x, 0.0067x^2 - 0.6034x + 79.729, -0.0067x^2 - 0.3966x + 20.271)$$

で表わされ、かつ

前記線分GI、IA、BD及びCGが直線である、

冷凍サイクル装置。

【請求項2】

冷媒を含む冷媒組成物と、冷凍機油と、を含む冷凍機用作動流体を含み、

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)を含み、かつ

HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの合計を、冷媒全体に対して99.5質量%以上含み、

前記冷媒において、HFO-1132(E)、HFO-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、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

点J(47.1, 52.9, 0.0)、

点P(55.8, 42.0, 2.2)、

点N(68.6, 16.3, 15.1)、

点K(61.3, 5.4, 33.3)、

点A'(30.6, 30.0, 39.4)、

点B(0.0, 58.7, 41.3)、

点D(0.0, 80.4, 19.6)、

点C'(19.5, 70.5, 10.0)及び

点C(32.9, 67.1, 0.0)

の9点をそれぞれ結ぶ線分JP、PN、NK、KA'、A'B、BD、DC'、C'C及びCJで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり(ただし、線分BD及びCJ上の点は除く)、

前記線分PNは、

$$\text{座標}(x, -0.1135x^2 + 12.112x - 280.43, 0.1135x^2 - 13.112x + 380.43)$$

で表わされ、

前記線分NKは、

$$\text{座標}(x, 0.2421x^2 - 29.955x + 931.91, -0.2421x^2 + 28.955x - 831.91)$$

で表わされ、

前記線分KA'は、

$$\text{座標}(x, 0.0016x^2 - 0.9473x + 57.497, -0.0016x^2 - 0.0527x + 42.503)$$

で表わされ、

前記線分A'Bは、

$$\text{座標}(x, 0.0029x^2 - 1.0268x + 58.7, -0.0029x^2 + 0.0268x + 41.3)$$

で表わされ、

前記線分DC'は、

$$\text{座標}(x, 0.0082x^2 - 0.6671x + 80.4, -0.0082x^2 - 0.3329x + 19.6)$$

10

20

30

40

50

で表わされ、

前記線分C' Cは、

$$\text{座標} (x, 0.0067x^2 - 0.6034x + 79.729, -0.0067x^2 - 0.3966x + 20.271)$$

で表わされ、かつ

前記線分JP、BD及びCJが直線である、

冷凍サイクル装置。

【請求項3】

冷媒を含む冷媒組成物と、冷凍機油と、を含む冷凍機用作動流体を含み、

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) を含み、かつ

10

HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの合計を、冷媒全体に対して99.5質量%以上含み、

前記冷媒において、HFO-1132(E)、HFO-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、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

点J(47.1, 52.9, 0.0)、

点P(55.8, 42.0, 2.2)、

点L(63.1, 31.9, 5.0)、

点M(60.3, 6.2, 33.5)、

20

点A' (30.6, 30.0, 39.4)、

点B(0.0, 58.7, 41.3)、

点D(0.0, 80.4, 19.6)、

点C' (19.5, 70.5, 10.0) 及び

点C(32.9, 67.1, 0.0)

の9点をそれぞれ結ぶ線分JP、PL、LM、MA'、A'B、BD、DC'、C'C及びCJで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり(ただし、線分BD及びCJ上の点は除く)、

前記線分PLは、

$$\text{座標} (x, -0.1135x^2 + 12.112x - 280.43, 0.1135x^2 - 13.112x + 380.43)$$

で表わされ、

30

前記線分MA'は、

$$\text{座標} (x, 0.0016x^2 - 0.9473x + 57.497, -0.0016x^2 - 0.0527x + 42.503)$$

で表わされ、

前記線分A'Bは、

$$\text{座標} (x, 0.0029x^2 - 1.0268x + 58.7, -0.0029x^2 + 0.0268x + 41.3)$$

で表わされ、

前記線分DC'は、

$$\text{座標} (x, 0.0082x^2 - 0.6671x + 80.4, -0.0082x^2 - 0.3329x + 19.6)$$

で表わされ、

前記線分C' Cは、

$$\text{座標} (x, 0.0067x^2 - 0.6034x + 79.729, -0.0067x^2 - 0.3966x + 20.271)$$

40

で表わされ、かつ

前記線分JP、LM、BD及びCJが直線である、

冷凍サイクル装置。

【請求項4】

冷媒を含む冷媒組成物と、冷凍機油と、を含む冷凍機用作動流体を含み、

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) を含み、かつ

HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの合計を、冷媒全体に対して99.5質量%以上

50

含み、

前記冷媒において、HFO-1132(E)、HFO-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、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

点P(55.8, 42.0, 2.2)、
 点L(63.1, 31.9, 5.0)、
 点M(60.3, 6.2, 33.5)、
 点A'(30.6, 30.0, 39.4)、
 点B(0.0, 58.7, 41.3)、
 点F(0.0, 61.8, 38.2)及び
 点T(35.8, 44.9, 19.3)

10

の7点をそれぞれ結ぶ線分PL、LM、MA'、A'B、BF、FT及びTPで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり(ただし、線分BF上の点は除く)、

前記線分PLは、

座標(x, $-0.1135x^2+12.112x-280.43$, $0.1135x^2-13.112x+380.43$)

で表わされ、

前記線分MA'は、

座標(x, $0.0016x^2-0.9473x+57.497$, $-0.0016x^2-0.0527x+42.503$)

で表わされ、

前記線分A'Bは、

座標(x, $0.0029x^2-1.0268x+58.7$, $-0.0029x^2+0.0268x+41.3$)

で表わされ、

前記線分FTは、

座標(x, $0.0078x^2-0.7501x+61.8$, $-0.0078x^2-0.2499x+38.2$)

で表わされ、

前記線分TPは、

座標(x, $0.0067x^2-0.7607x+63.525$, $-0.0067x^2-0.2393x+36.475$)

で表わされ、かつ

前記線分LM及びBFが直線である、

冷凍サイクル装置。

30

【請求項5】

冷媒を含む冷媒組成物と、冷凍機油と、を含む冷凍機用作動流体を含み、

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)を含み、かつ

HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの合計を、冷媒全体に対して99.5質量%以上含み、

前記冷媒において、HFO-1132(E)、HFO-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、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

40

点P(55.8, 42.0, 2.2)、
 点L(63.1, 31.9, 5.0)、
 点Q(62.8, 29.6, 7.6)及び
 点R(49.8, 42.3, 7.9)

の4点をそれぞれ結ぶ線分PL、LQ、QR及びRPで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり、

前記線分PLは、

座標(x, $-0.1135x^2+12.112x-280.43$, $0.1135x^2-13.112x+380.43$)

で表わされ、

前記線分RPは、

50

座標 $(x, 0.0067x^2 - 0.7607x + 63.525, -0.0067x^2 - 0.2393x + 36.475)$

で表わされ、かつ

前記線分LQ及びQRが直線である、
冷凍サイクル装置。

【請求項6】

冷媒を含む冷媒組成物と、冷凍機油と、を含む冷凍機用作動流体を含み、
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) を含み、かつ

HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの合計を、冷媒全体に対して99.5質量%以上含み、

10

前記冷媒において、HFO-1132(E)、HFO-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、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標 (x, y, z) が、

点S(62.6, 28.3, 9.1)、

点M(60.3, 6.2, 33.5)、

点A' (30.6, 30.0, 39.4)、

点B(0.0, 58.7, 41.3)、

点F(0.0, 61.8, 38.2)及び

点T(35.8, 44.9, 19.3)

20

の6点をそれぞれ結ぶ線分SM、MA'、A'B、BF、FT、及びTSで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり、

前記線分MA'は、

座標 $(x, 0.0016x^2 - 0.9473x + 57.497, -0.0016x^2 - 0.0527x + 42.503)$

で表わされ、

前記線分A'Bは、

座標 $(x, 0.0029x^2 - 1.0268x + 58.7, -0.0029x^2 + 0.0268x + 41.3)$

で表わされ、

前記線分FTは、

座標 $(x, 0.0078x^2 - 0.7501x + 61.8, -0.0078x^2 - 0.2499x + 38.2)$

30

で表わされ、

前記線分TSは、

座標 $(x, 0.0017x^2 - 0.7869x + 70.888, -0.0017x^2 - 0.2131x + 29.112)$

で表わされ、かつ

前記線分SM及びBFが直線である、

冷凍サイクル装置。

【請求項7】

冷媒を含む冷媒組成物と、冷凍機油と、を含む冷凍機用作動流体を含み、

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) 並びにジフルオロメタン (R32) を含み、

40

前記冷媒において、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、HFO-1132(E)、HFO-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 $(0.0, 0.0144a^2 - 1.6377a + 58.7, -0.0144a^2 + 0.6377a + 41.3)$ 、

50

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 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)

10

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($0.0135a^2-1.4068a+69.727$, $-0.0135a^2+0.4068a+30.273$, 0.0)、

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

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

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)、

20

26.7 < a 36.7のとき、

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

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

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($0.0061a^2-0.9918a+63.902$, $-0.0061a^2-0.0082a+36.098$, 0.0)、

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

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)

30

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)、かつ

HFO-1132(E)、HFO-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、

冷凍サイクル装置。

【請求項8】

40

冷媒を含む冷媒組成物と、冷凍機油と、を含む冷凍機用作動流体を含み、

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)並びにジフルオロメタン(R32)を含み、

前記冷媒において、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、HFO-1132(E)、HFO-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($0.0049a^2-0.9645a+47.1$, $-0.0049a^2-0.0355a+52.9$, 0.0)、

50

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)、

$11.1 < a < 18.2$ 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

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' ($0.1892a + 29.443$, 0.0 , $-0.8108a + 70.557$)、

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上にあり(ただし、点J、点B及び点Wは除く)、かつ

HFO-1132(E)、HFO-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、

冷凍サイクル装置。

【請求項9】

前記冷凍機油の40における動粘度が、 $1 \text{ mm}^2 / \text{ s}$ 以上 $750 \text{ mm}^2 / \text{ s}$ 以下である、

請求項1から8のいずれか1項に記載の冷凍サイクル装置。

【請求項10】

前記冷凍機油の100における動粘度が、 $1 \text{ mm}^2 / \text{ s}$ 以上 $100 \text{ mm}^2 / \text{ s}$ 以下である、

請求項1から9のいずれか1項に記載の冷凍サイクル装置。

【請求項 1 1】

前記冷凍機油の 25 における体積抵抗率が、 1.0×10^{12} ・ cm 以上である、
請求項 1 から 1 0 のいずれか 1 項に記載の冷凍サイクル装置。

【請求項 1 2】

前記冷凍機油の酸価が、 0.1 mg KOH / g 以下である、
請求項 1 から 1 1 のいずれか 1 項に記載の冷凍サイクル装置。

【請求項 1 3】

前記冷凍機油の灰分は、 100 ppm 以下である、
請求項 1 から 1 2 のいずれか 1 項に記載の冷凍サイクル装置。

【請求項 1 4】

前記冷凍機油のアニン点は、 -100 以上 0 以下である、
請求項 1 から 1 3 のいずれか 1 項に記載の冷凍サイクル装置。

【請求項 1 5】

圧縮機と凝縮器と減圧部と蒸発器が冷媒配管で接続されて構成されており、内部を前記
冷凍機用作動流体が循環する冷媒回路を備えた、
請求項 1 から 1 4 のいずれか 1 項に記載の冷凍サイクル装置。

【請求項 1 6】

前記冷凍機用作動流体中における前記冷凍機油の配合割合は、 5 質量\% 以上 60 質量\%
以下である、
請求項 1 から 1 5 のいずれか 1 項に記載の冷凍サイクル装置。

【請求項 1 7】

前記冷凍機油は、酸捕捉剤、極圧剤、酸化防止剤、消泡剤、油性剤、金属不活性化剤、
摩耗防止剤および相溶化剤から選ばれる少なくとも 1 種類の添加剤を含んでおり、
前記添加剤を含む前記冷凍機油の質量に対する前記添加剤の割合が 5 質量\% 以下である、
請求項 1 から 1 6 のいずれか 1 項に記載の冷凍サイクル装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、冷凍サイクル装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、空気調和装置等の冷凍サイクル装置では、冷媒として、R410Aが多用されて
いる。R410Aは、 $(\text{CH}_2\text{F}_2; \text{HFC-32}$ 又は $\text{R32})$ とペンタフルオロエタン $(\text{C}_2\text{HF}_5; \text{HF}$
 C-125 又は $\text{R125})$ との 2 成分混合冷媒であり、擬似共沸組成物である。

【0003】

しかし、R410Aの地球温暖化係数 (GWP) は 2088 であり、近年、地球温暖化への懸念
の高まりから、GWP がより低い 675 である R32 がより多く使用されつつある。このため
、例えば、特許文献 1 (国際公開第 2015 / 141678 号) においては、R410A に代
替可能な低 GWP 混合冷媒が種々提案されている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところが、GWP が十分に小さい冷媒を用いて冷凍サイクルを行う場合に、冷凍サイクル
装置内における潤滑性を良好とすることについては、これまで検討されていない。

【0005】

本開示の内容は、上述した点に鑑みたものであり、GWP が十分に小さい冷媒を用いて冷
凍サイクルを行う場合において、冷凍サイクル装置内の潤滑性を良好にすることが可能な
冷凍サイクル装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

10

20

30

40

50

第1観点に係る冷凍サイクル装置は、冷媒を含む冷媒組成物と、冷凍機油と、を含む冷凍機用作動流体を含む。冷媒は、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) を含む。

【0007】

この冷凍サイクル装置は、GWPが十分に小さい冷媒と、冷凍機油と、を含んでいるため、上記冷媒組成物を用いて冷凍サイクルを行う場合の冷凍サイクル装置内の潤滑性を良好にすることが可能である。また、この冷凍サイクルでは、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)] を有する、という性能を兼ね備える冷媒を用いた場合の冷凍サイクル装置内の潤滑性を良好にすることも可能である。

10

【0008】

第2観点に係る冷凍サイクル装置は、冷媒において、HFO-1132(E)、HFO-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、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標 (x,y,z) が、

点A(68.6, 0.0, 31.4)、
点A' (30.6, 30.0, 39.4)、
点B(0.0, 58.7, 41.3)、
点D(0.0, 80.4, 19.6)、
点C' (19.5, 70.5, 10.0)、
点C(32.9, 67.1, 0.0)及び
点O(100.0, 0.0, 0.0)

20

の7点をそれぞれ結ぶ線分AA'、A'B、BD、DC'、C'C、CO及びOAで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり(ただし、線分BD、CO及びOA上の点は除く)、

前記線分AA'は、

座標 (x, $0.0016x^2 - 0.9473x + 57.497$, $-0.0016x^2 - 0.0527x + 42.503$)

で表わされ、

前記線分A'Bは、

座標 (x, $0.0029x^2 - 1.0268x + 58.7$, $-0.0029x^2 + 0.0268x + 41.3$)

30

で表わされ、

前記線分DC'は、

座標 (x, $0.0082x^2 - 0.6671x + 80.4$, $-0.0082x^2 - 0.3329x + 19.6$)

で表わされ、

前記線分C'Cは、

座標 (x, $0.0067x^2 - 0.6034x + 79.729$, $-0.0067x^2 - 0.3966x + 20.271$)

で表わされ、かつ

前記線分BD、CO及びOAが直線である。

【0009】

第3観点に係る冷凍サイクル装置は、冷媒において、HFO-1132(E)、HFO-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、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標 (x,y,z) が、

40

点G(72.0, 28.0, 0.0)、
点I(72.0, 0.0, 28.0)、
点A(68.6, 0.0, 31.4)、
点A' (30.6, 30.0, 39.4)、
点B(0.0, 58.7, 41.3)、
点D(0.0, 80.4, 19.6)、
点C' (19.5, 70.5, 10.0) 及び

50

点C(32.9, 67.1, 0.0)

の8点をそれぞれ結ぶ線分GI、IA、AA'、A'B、BD、DC'、C'C及びCGで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり(ただし、線分IA、BD及びCG上の点は除く)、前記線分AA'は、

座標 $(x, 0.0016x^2 - 0.9473x + 57.497, -0.0016x^2 - 0.0527x + 42.503)$

で表わされ、

前記線分A'Bは、

座標 $(x, 0.0029x^2 - 1.0268x + 58.7, -0.0029x^2 + 0.0268x + 41.3)$

で表わされ、

前記線分DC'は、

座標 $(x, 0.0082x^2 - 0.6671x + 80.4, -0.0082x^2 - 0.3329x + 19.6)$

で表わされ、

前記線分C'Cは、

座標 $(x, 0.0067x^2 - 0.6034x + 79.729, -0.0067x^2 - 0.3966x + 20.271)$

で表わされ、かつ

前記線分GI、IA、BD及びCGが直線である。

【0010】

第4観点に係る冷凍サイクル装置は、冷媒において、HFO-1132(E)、HFO-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、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標 (x, y, z) が、

点J(47.1, 52.9, 0.0)、

点P(55.8, 42.0, 2.2)、

点N(68.6, 16.3, 15.1)、

点K(61.3, 5.4, 33.3)、

点A'(30.6, 30.0, 39.4)、

点B(0.0, 58.7, 41.3)、

点D(0.0, 80.4, 19.6)、

点C'(19.5, 70.5, 10.0) 及び

点C(32.9, 67.1, 0.0)

の9点をそれぞれ結ぶ線分JP、PN、NK、KA'、A'B、BD、DC'、C'C及びCJで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり(ただし、線分BD及びCJ上の点は除く)、前記線分PNは、

座標 $(x, -0.1135x^2 + 12.112x - 280.43, 0.1135x^2 - 13.112x + 380.43)$

で表わされ、

前記線分NKは、

座標 $(x, 0.2421x^2 - 29.955x + 931.91, -0.2421x^2 + 28.955x - 831.91)$

で表わされ、

前記線分KA'は、

座標 $(x, 0.0016x^2 - 0.9473x + 57.497, -0.0016x^2 - 0.0527x + 42.503)$

で表わされ、

前記線分A'Bは、

座標 $(x, 0.0029x^2 - 1.0268x + 58.7, -0.0029x^2 + 0.0268x + 41.3)$

で表わされ、

前記線分DC'は、

座標 $(x, 0.0082x^2 - 0.6671x + 80.4, -0.0082x^2 - 0.3329x + 19.6)$

で表わされ、

前記線分C'Cは、

座標 $(x, 0.0067x^2 - 0.6034x + 79.729, -0.0067x^2 - 0.3966x + 20.271)$

で表わされ、かつ

10

20

30

40

50

前記線分JP、BD及びCJが直線である。

【0011】

第5観点に係る冷凍サイクル装置は、冷媒において、HFO-1132(E)、HFO-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、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

点J(47.1, 52.9, 0.0)、

点P(55.8, 42.0, 2.2)、

点L(63.1, 31.9, 5.0)、

点M(60.3, 6.2, 33.5)、

点A'(30.6, 30.0, 39.4)、

点B(0.0, 58.7, 41.3)、

点D(0.0, 80.4, 19.6)、

点C'(19.5, 70.5, 10.0)及び

点C(32.9, 67.1, 0.0)

の9点をそれぞれ結ぶ線分JP、PL、LM、MA'、A'B、BD、DC'、C'C及びCJで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり(ただし、線分BD及びCJ上の点は除く)、

前記線分PLは、

座標(x, $-0.1135x^2+12.112x-280.43$, $0.1135x^2-13.112x+380.43$)

で表わされ、

前記線分MA'は、

座標(x, $0.0016x^2-0.9473x+57.497$, $-0.0016x^2-0.0527x+42.503$)

で表わされ、

前記線分A'Bは、

座標(x, $0.0029x^2-1.0268x+58.7$, $-0.0029x^2+0.0268x+41.3$)

で表わされ、

前記線分DC'は、

座標(x, $0.0082x^2-0.6671x+80.4$, $-0.0082x^2-0.3329x+19.6$)

で表わされ、

前記線分C'Cは、

座標(x, $0.0067x^2-0.6034x+79.729$, $-0.0067x^2-0.3966x+20.271$)

で表わされ、かつ

前記線分JP、LM、BD及びCJが直線である。

【0012】

第6観点に係る冷凍サイクル装置は、冷媒において、HFO-1132(E)、HFO-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、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

点P(55.8, 42.0, 2.2)、

点L(63.1, 31.9, 5.0)、

点M(60.3, 6.2, 33.5)、

点A'(30.6, 30.0, 39.4)、

点B(0.0, 58.7, 41.3)、

点F(0.0, 61.8, 38.2)及び

点T(35.8, 44.9, 19.3)

の7点をそれぞれ結ぶ線分PL、LM、MA'、A'B、BF、FT及びTPで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり(ただし、線分BF上の点は除く)、

前記線分PLは、

座標(x, $-0.1135x^2+12.112x-280.43$, $0.1135x^2-13.112x+380.43$)

で表わされ、

10

20

30

40

50

前記線分MA'は、

$$\text{座標}(x, 0.0016x^2 - 0.9473x + 57.497, -0.0016x^2 - 0.0527x + 42.503)$$

で表わされ、

前記線分A'Bは、

$$\text{座標}(x, 0.0029x^2 - 1.0268x + 58.7, -0.0029x^2 + 0.0268x + 41.3)$$

で表わされ、

前記線分FTは、

$$\text{座標}(x, 0.0078x^2 - 0.7501x + 61.8, -0.0078x^2 - 0.2499x + 38.2)$$

で表わされ、

前記線分TPは、

$$\text{座標}(x, 0.0067x^2 - 0.7607x + 63.525, -0.0067x^2 - 0.2393x + 36.475)$$

で表わされ、かつ

前記線分LM及びBFが直線である。

【0013】

第7観点に係る冷凍サイクル装置は、冷媒において、HFO-1132(E)、HFO-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、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

$$\text{点P}(55.8, 42.0, 2.2)、$$

$$\text{点L}(63.1, 31.9, 5.0)、$$

$$\text{点Q}(62.8, 29.6, 7.6) \text{ 及び}$$

$$\text{点R}(49.8, 42.3, 7.9)$$

の4点をそれぞれ結ぶ線分PL、LQ、QR及びRPで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり、

前記線分PLは、

$$\text{座標}(x, -0.1135x^2 + 12.112x - 280.43, 0.1135x^2 - 13.112x + 380.43)$$

で表わされ、

前記線分RPは、

$$\text{座標}(x, 0.0067x^2 - 0.7607x + 63.525, -0.0067x^2 - 0.2393x + 36.475)$$

で表わされ、かつ

前記線分LQ及びQRが直線である。

【0014】

第8観点に係る冷凍サイクル装置は、冷媒において、HFO-1132(E)、HFO-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、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

$$\text{点S}(62.6, 28.3, 9.1)、$$

$$\text{点M}(60.3, 6.2, 33.5)、$$

$$\text{点A}'(30.6, 30.0, 39.4)、$$

$$\text{点B}(0.0, 58.7, 41.3)、$$

$$\text{点F}(0.0, 61.8, 38.2) \text{ 及び}$$

$$\text{点T}(35.8, 44.9, 19.3)$$

の6点をそれぞれ結ぶ線分SM、MA'、A'B、BF、FT、及びTSで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり、

前記線分MA'は、

$$\text{座標}(x, 0.0016x^2 - 0.9473x + 57.497, -0.0016x^2 - 0.0527x + 42.503)$$

で表わされ、

前記線分A'Bは、

$$\text{座標}(x, 0.0029x^2 - 1.0268x + 58.7, -0.0029x^2 + 0.0268x + 41.3)$$

で表わされ、

10

20

30

40

50

前記線分FTは、

座標 $(x, 0.0078x^2 - 0.7501x + 61.8, -0.0078x^2 - 0.2499x + 38.2)$

で表わされ、

前記線分TSは、

座標 $(x, 0.0017x^2 - 0.7869x + 70.888, -0.0017x^2 - 0.2131x + 29.112)$

で表わされ、かつ

前記線分SM及びBFが直線である。

【0015】

第9観点に係る冷凍サイクル装置は、冷媒を含む冷媒組成物と、冷凍機油と、を含む冷凍機用作動流体を含む。冷媒は、トランス - 1, 2 - ジフルオロエチレン (HFO-1132(E)) 及びトリフルオロエチレン (HFO-1123) の合計を、該冷媒の全体に対して99.5質量%以上含み、かつ該冷媒が、HFO-1132(E)を、該冷媒の全体に対して62.0質量% ~ 72.0質量%含む。

10

【0016】

この冷凍サイクル装置は、GWPが十分に小さい冷媒と、冷凍機油と、を含んでいるため、上記冷媒組成物を用いて冷凍サイクルを行う場合の冷凍サイクル装置内の潤滑性を良好にすることが可能である。また、この冷凍サイクルでは、R410Aと同等の成績係数 [Coefficient of Performance (COP)] と冷凍能力 [Refrigeration Capacity (Cooling Capacity, Capacityと表記されることもある)] とを有し、アメリカ暖房冷凍空調学会 (ASHRAE) の規格で微燃性 (2Lクラス) である、という性能を兼ね備える冷媒を用いた場合の冷凍サイクル装置内の潤滑性を良好にすることも可能である。

20

【0017】

第10観点に係る冷凍サイクル装置は、冷媒を含む冷媒組成物と、冷凍機油と、を含む冷凍機用作動流体を含む。冷媒は、HFO-1132(E)及びHFO-1123の合計を、該冷媒の全体に対して99.5質量%以上含み、かつ該冷媒が、HFO-1132(E)を、該冷媒の全体に対して45.1質量% ~ 47.1質量%含む。

【0018】

この冷凍サイクル装置は、GWPが十分に小さい冷媒と、冷凍機油と、を含んでいるため、上記冷媒組成物を用いて冷凍サイクルを行う場合の冷凍サイクル装置内の潤滑性を良好にすることが可能である。また、この冷凍サイクルでは、R410Aと同等の成績係数 [Coefficient of Performance (COP)] と冷凍能力 [Refrigeration Capacity (Cooling Capacity, Capacityと表記されることもある)] とを有し、アメリカ暖房冷凍空調学会 (ASHRAE) の規格で微燃性 (2Lクラス) である、という性能を兼ね備える冷媒を用いた場合の冷凍サイクル装置内の潤滑性を良好にすることも可能である。

30

【0019】

第11観点に係る冷凍サイクル装置は、冷媒を含む冷媒組成物と、冷凍機油と、を含む冷凍機用作動流体を含む。

【0020】

冷媒は、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) 並びにジフルオロメタン (R32) を含み、

40

前記冷媒において、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3成分組成図において、座標 (x, y, z) が、

$0 < a < 11.1$ 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 $(0.0, 0.0144a^2 - 1.6377a + 58.7, -0.0144a^2 + 0.6377a + 41.3)$ 、

50

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 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($0.0135a^2-1.4068a+69.727$, $-0.0135a^2+0.4068a+30.273$, 0.0)、

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

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

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($0.0111a^2-1.3152a+68.986$, $-0.0111a^2+0.3152a+31.014$, 0.0)、

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

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($0.0061a^2-0.9918a+63.902$, $-0.0061a^2-0.0082a+36.098$, 0.0)、

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

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)。

【0021】

この冷凍サイクル装置は、GWPが十分に小さい冷媒と、冷凍機油と、を含んでいるため、上記冷媒組成物を用いて冷凍サイクルを行う場合の冷凍サイクル装置内の潤滑性を良好にすることが可能である。また、この冷凍サイクルでは、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)] を有する、という性能を兼ね備える冷媒を用いた場合の冷凍サイクル装置内の潤滑性を良好にすることも可能である。

【0022】

第12観点に係る冷凍サイクル装置は、冷媒を含む冷媒組成物と、冷凍機油と、を含む冷凍機用作動流体を含む。

【0023】

冷媒は、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) 並びにジフルオロメタン (R32) を含み、

10

20

30

40

50

前記冷媒において、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、HFO-1132(E)、HFO-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(-0.2304a²-0.4062a+32.9, 0.2304a²-0.5938a+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(0.0243a²-1.4161a+49.725, -0.0243a²+0.4161a+50.275, 0.0)、

点K'(0.0341a²-2.1977a+61.187, -0.0236a²+0.34a+5.636, -0.0105a²+0.8577a+33.177)、

点B(0.0, 0.0075a²-1.5156a+58.199, -0.0075a²+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'(0.1892a+29.443, 0.0, -0.8108a+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)。

【0024】

この各冷凍サイクル装置は、GWPが十分に小さい冷媒と、冷凍機油と、を含んでいるため、上記冷媒組成物を用いて冷凍サイクルを行う場合の冷凍サイクル装置内の潤滑性を良好にすることが可能である。また、この冷凍サイクルでは、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)]

10

20

30

40

50

及び成績係数 [Coefficient of Performance (COP)] を有する、という性能を兼ね備える冷媒を用いた場合の冷凍サイクル装置内の潤滑性を良好にすることも可能である。

【 0 0 2 5 】

第 1 3 観点に係る冷凍サイクル装置は、冷媒を含む冷媒組成物と、冷凍機油と、を含む冷凍機用作動流体を含む。

【 0 0 2 6 】

冷媒は、トランス - 1 , 2 - ジフルオロエチレン (HFO-1132(E))、ジフルオロメタン (R32) 及び 2 , 3 , 3 , 3 - テトラフルオロ - 1 - プロペン (R1234yf) を含み、前記冷媒において、HFO-1132(E)、R32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 とするとき、HFO-1132(E)、R32及びR1234yfの総和が 100 質量 % となる 3 成分組成図において、座標 (x, y, z) が、

点 I (72.0, 0.0, 28.0)、

点 J (48.5, 18.3, 33.2)、

点 N (27.7, 18.2, 54.1) 及び

点 E (58.3, 0.0, 41.7)

の 4 点をそれぞれ結ぶ線分 IJ、JN、NE、及び EI で囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり (ただし、線分 EI 上にある点は除く)、

前記線分 IJ は、

座標 ($0.0236y^2 - 1.7616y + 72.0, y, -0.0236y^2 + 0.7616y + 28.0$)

で表わされ、

前記線分 NE は、

座標 ($0.012y^2 - 1.9003y + 58.3, y, -0.012y^2 + 0.9003y + 41.7$)

で表わされ、かつ

前記線分 JN 及び EI が直線である。

【 0 0 2 7 】

この冷凍サイクル装置は、GWP が十分に小さい冷媒と、冷凍機油と、を含んでいるため、上記冷媒組成物を用いて冷凍サイクルを行う場合の冷凍サイクル装置内の潤滑性を良好にすることが可能である。また、この冷凍サイクルでは、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)] を有し、アメリカ暖房冷凍空調学会 (ASHRAE) の規格で微燃性 (2L クラス) であるという性能を兼ね備える冷媒を用いた場合の冷凍サイクル装置内の潤滑性を良好にすることも可能である。

【 0 0 2 8 】

第 1 4 観点に係る冷凍サイクル装置は、冷媒を含む冷媒組成物と、冷凍機油と、を含む冷凍機用作動流体を含む。

【 0 0 2 9 】

冷媒は、HFO-1132(E)、R32 及び R1234yf を含み、前記冷媒において、HFO-1132(E)、R32 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 とするとき、HFO-1132(E)、R32 及び R1234yf の総和が 100 質量 % となる 3 成分組成図において、座標 (x, y, z) が、

点 M (52.6, 0.0, 47.4)、

点 M ' (39.2, 5.0, 55.8)、

点 N (27.7, 18.2, 54.1)、

点 V (11.0, 18.1, 70.9) 及び

点 G (39.6, 0.0, 60.4)

の 5 点をそれぞれ結ぶ線分 MM '、M ' N、NV、VG、及び GM で囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり (ただし、線分 GM 上にある点は除く)、

前記線分 MM ' は、

座標 ($x, 0.132x^2 - 3.34x + 52.6, -0.132x^2 + 2.34x + 47.4$)

で表わされ、

10

20

30

40

50

前記線分M'Nは、

座標 $(0.0313y^2 - 1.4551y + 43.824, y, -0.0313y^2 + 0.4551y + 56.176)$

で表わされ、

前記線分VGは、

座標 $(0.0123y^2 - 1.8033y + 39.6, y, -0.0123y^2 + 0.8033y + 60.4)$

で表わされ、かつ

前記線分NV及びGMが直線である。

【0030】

この冷凍サイクル装置は、GWPが十分に小さい冷媒と、冷凍機油と、を含んでいるため、上記冷媒組成物を用いて冷凍サイクルを行う場合の冷凍サイクル装置内の潤滑性を良好にすることが可能である。また、この冷凍サイクルでは、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)] を有し、アメリカ暖房冷凍空調学会 (ASHRAE) の規格で微燃性 (2Lクラス) であるという性能を兼ね備える冷媒を用いた場合の冷凍サイクル装置内の潤滑性を良好にすることも可能である。

10

【0031】

第15観点に係る冷凍サイクル装置は、冷媒を含む冷媒組成物と、冷凍機油と、を含む冷凍機用作動流体を含む。

【0032】

冷媒は、HFO-1132(E)、R32及びR1234yfを含み、前記冷媒において、HFO-1132(E)、R32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、HFO-1132(E)、R32及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標 (x, y, z) が、

点O(22.6, 36.8, 40.6)、

点N(27.7, 18.2, 54.1)及び

点U(3.9, 36.7, 59.4)

の3点をそれぞれ結ぶ線分ON、NU及びUOで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり、

20

前記線分ONは、

座標 $(0.0072y^2 - 0.6701y + 37.512, y, -0.0072y^2 - 0.3299y + 62.488)$

で表わされ、

前記線分NUは、

座標 $(0.0083y^2 - 1.7403y + 56.635, y, -0.0083y^2 + 0.7403y + 43.365)$

で表わされ、かつ

前記線分UOが直線である。

30

【0033】

この冷凍サイクル装置は、GWPが十分に小さい冷媒と、冷凍機油と、を含んでいるため、上記冷媒組成物を用いて冷凍サイクルを行う場合の冷凍サイクル装置内の潤滑性を良好にすることが可能である。また、この冷凍サイクルでは、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)] を有し、アメリカ暖房冷凍空調学会 (ASHRAE) の規格で微燃性 (2Lクラス) であるという性能を兼ね備える冷媒を用いた場合の冷凍サイクル装置内の潤滑性を良好にすることも可能である。

40

【0034】

第16観点に係る冷凍サイクル装置は、冷媒を含む冷媒組成物と、冷凍機油と、を含む冷凍機用作動流体を含む。

【0035】

冷媒は、HFO-1132(E)、R32及びR1234yfを含み、前記冷媒において、HFO-1132(E)、R32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、HFO-1132(E)、R32及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、

50

座標 (x, y, z) が、

点Q(44.6, 23.0, 32.4)、

点R(25.5, 36.8, 37.7)、

点T(8.6, 51.6, 39.8)、

点L(28.9, 51.7, 19.4)及び

点K(35.6, 36.8, 27.6)

の5点をそれぞれ結ぶ線分QR、RT、TL、LK及びKQで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり、

前記線分QRは、

座標 ($0.0099y^2 - 1.975y + 84.765, y, -0.0099y^2 + 0.975y + 15.235$)

10

で表わされ、

前記線分RTは、

座標 ($0.082y^2 - 1.8683y + 83.126, y, -0.082y^2 + 0.8683y + 16.874$)

で表わされ、

前記線分LKは、

座標 ($0.0049y^2 - 0.8842y + 61.488, y, -0.0049y^2 - 0.1158y + 38.512$)

で表わされ、

前記線分KQは、

座標 ($0.0095y^2 - 1.2222y + 67.676, y, -0.0095y^2 + 0.2222y + 32.324$)

で表わされ、かつ

20

前記線分TLが直線である。

【 0 0 3 6 】

この冷凍サイクル装置は、GWPが十分に小さい冷媒と、冷凍機油と、を含んでいるため、上記冷媒組成物を用いて冷凍サイクルを行う場合の冷凍サイクル装置内の潤滑性を良好にすることが可能である。また、この冷凍サイクルでは、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)] を有し、アメリカ暖房冷凍空調学会 (ASHRAE) の規格で微燃性 (2Lクラス) であるという性能を兼ね備える冷媒を用いた場合の冷凍サイクル装置内の潤滑性を良好にすることも可能である。

【 0 0 3 7 】

30

第17観点に係る冷凍サイクル装置は、冷媒を含む冷媒組成物と、冷凍機油と、を含む冷凍機用作動流体を含む。

【 0 0 3 8 】

冷媒は、HFO-1132(E)、R32及びR1234yfを含み、前記冷媒において、HFO-1132(E)、R32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、HFO-1132(E)、R32及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標 (x, y, z) が、

点P(20.5, 51.7, 27.8)、

点S(21.9, 39.7, 38.4)及び

点T(8.6, 51.6, 39.8)

40

の3点をそれぞれ結ぶ線分PS、ST及びTPで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり、

前記線分PSは、

座標 ($0.0064y^2 - 0.7103y + 40.1, y, -0.0064y^2 - 0.2897y + 59.9$)

で表わされ、

前記線分STは、

座標 ($0.082y^2 - 1.8683y + 83.126, y, -0.082y^2 + 0.8683y + 16.874$)

で表わされ、かつ

前記線分TPが直線である。

【 0 0 3 9 】

この冷凍サイクル装置は、GWPが十分に小さい冷媒と、冷凍機油と、を含んでいるため

50

、上記冷媒組成物を用いて冷凍サイクルを行う場合の冷凍サイクル装置内の潤滑性を良好にすることが可能である。また、この冷凍サイクルでは、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)] を有し、アメリカ暖房冷凍空調学会 (ASHRAE) の規格で微燃性 (2Lクラス) であるという性能を兼ね備える冷媒を用いた場合の冷凍サイクル装置内の潤滑性を良好にすることも可能である。

【0040】

第18観点に係る冷凍サイクル装置は、冷媒を含む冷媒組成物と、冷凍機油と、を含む冷凍機用作動流体を含む。

【0041】

冷媒は、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) 及びジフルオロメタン (R32) を含み、

前記冷媒において、HFO-1132(E)、HFO-1123及び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とすると、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR32の総和が100質量%となる3成分組成図において、座標 (x,y,z) が、

点I(72.0, 28.0, 0.0)

点K(48.4, 33.2, 18.4)

点B' (0.0, 81.6, 18.4)

点H(0.0, 84.2, 15.8)

点R(23.1, 67.4, 9.5)及び

点G(38.5, 61.5, 0.0)

の6点をそれぞれ結ぶ線分IK、KB'、B'H、HR、RG及びGIで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり (ただし、線分B'H及びGI上の点を除く)、

前記線分IKは、

座標 ($0.025z^2 - 1.7429z + 72.00$, $-0.025z^2 + 0.7429z + 28.0$, z)

で表わされ、

前記線分HRは、

座標 ($-0.3123z^2 + 4.234z + 11.06$, $0.3123z^2 - 5.234z + 88.94$, z)

で表わされ、

前記線分RGは、

座標 ($-0.0491z^2 - 1.1544z + 38.5$, $0.0491z^2 + 0.1544z + 61.5$, z)

で表わされ、かつ

前記線分KB'及びGIが直線である。

【0042】

この冷凍サイクル装置は、GWPが十分に小さい冷媒と、冷凍機油と、を含んでいるため、上記冷媒組成物を用いて冷凍サイクルを行う場合の冷凍サイクル装置内の潤滑性を良好にすることが可能である。また、この冷凍サイクルでは、R410Aと同等の成績係数 [Coefficient of Performance (COP)] を有するという性能を兼ね備える冷媒を用いた場合の冷凍サイクル装置内の潤滑性を良好にすることも可能である。

【0043】

第19観点に係る冷凍サイクル装置は、冷媒を含む冷媒組成物と、冷凍機油と、を含む冷凍機用作動流体を含む。

【0044】

冷媒は、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR32を含み、

前記冷媒において、HFO-1132(E)、HFO-1123及び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とすると、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR32の総和が100質量%となる3成分組成図において、座標 (x,y,z) が、

点I(72.0, 28.0, 0.0)

点J(57.7, 32.8, 9.5)

点R(23.1, 67.4, 9.5)及び

10

20

30

40

50

点G(38.5, 61.5, 0.0)

の4点をそれぞれ結ぶ線分IJ、JR、RG及びGIで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり(ただし、線分GI上の点を除く)、

前記線分IJは、

座標 $(0.025z^2 - 1.7429z + 72.0, -0.025z^2 + 0.7429z + 28.0, z)$

で表わされ、かつ

前記線分RGは、

座標 $(-0.0491z^2 - 1.1544z + 38.5, 0.0491z^2 + 0.1544z + 61.5, z)$

で表わされ、

前記線分JR及びGIが直線である。

【0045】

この冷凍サイクル装置は、GWPが十分に小さい冷媒と、冷凍機油と、を含んでいるため、上記冷媒組成物を用いて冷凍サイクルを行う場合の冷凍サイクル装置内の潤滑性を良好にすることが可能である。また、この冷凍サイクルでは、R410Aと同等の成績係数 [Coefficient of Performance (COP)] を有するという性能を兼ね備える冷媒を用いた場合の冷凍サイクル装置内の潤滑性を良好にすることも可能である。

【0046】

第20観点に係る冷凍サイクル装置は、冷媒を含む冷媒組成物と、冷凍機油と、を含む冷凍機用作動流体を含む。

【0047】

冷媒は、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR32を含み、

前記冷媒において、HFO-1132(E)、HFO-1123及び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とすると、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR32の総和が100質量%となる3成分組成図において、座標 (x, y, z) が、

点M(47.1, 52.9, 0.0)

点P(31.8, 49.8, 18.4)

点B'(0.0, 81.6, 18.4)

点H(0.0, 84.2, 15.8)

点R(23.1, 67.4, 9.5)及び

点G(38.5, 61.5, 0.0)

の6点をそれぞれ結ぶ線分MP、PB'、B'H、HR、RG及びGMで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり(ただし、線分B'H及びGM上の点を除く)、

前記線分MPは、

座標 $(0.0083z^2 - 0.984z + 47.1, -0.0083z^2 - 0.016z + 52.9, z)$

で表わされ、

前記線分HRは、

座標 $(-0.3123z^2 + 4.234z + 11.06, 0.3123z^2 - 5.234z + 88.94, z)$

で表わされ、

前記線分RGは、

座標 $(-0.0491z^2 - 1.1544z + 38.5, 0.0491z^2 + 0.1544z + 61.5, z)$

で表わされ、かつ

前記線分PB'及びGMが直線である。

【0048】

この冷凍サイクル装置は、GWPが十分に小さい冷媒と、冷凍機油と、を含んでいるため、上記冷媒組成物を用いて冷凍サイクルを行う場合の冷凍サイクル装置内の潤滑性を良好にすることが可能である。また、この冷凍サイクルでは、R410Aと同等の成績係数 [Coefficient of Performance (COP)] を有するという性能を兼ね備える冷媒を用いた場合の冷凍サイクル装置内の潤滑性を良好にすることも可能である。

【0049】

第21観点に係る冷凍サイクル装置は、冷媒を含む冷媒組成物と、冷凍機油と、を含む

10

20

30

40

50

冷凍機用作動流体を含む。

【 0 0 5 0 】

冷媒は、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR32を含み、

前記冷媒において、HFO-1132(E)、HFO-1123及び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とすると、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR32の総和が100質量%となる3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

点M(47.1, 52.9, 0.0)

点N(38.5, 52.1, 9.5)

点R(23.1, 67.4, 9.5)及び

点G(38.5, 61.5, 0.0)

の4点をそれぞれ結ぶ線分MN、NR、RG及びGMで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり(ただし、線分GM上の点を除く)、

前記線分MNは、

座標(0.0083z²-0.984z+47.1, -0.0083z²-0.016z+52.9, z)

で表わされ、かつ

前記線分RGは、

座標(-0.0491z²-1.1544z+38.5, 0.0491z²+0.1544z+61.5, z)

で表わされ、

前記線分JR及びGIが直線である。

【 0 0 5 1 】

この冷凍サイクル装置は、GWPが十分に小さい冷媒と、冷凍機油と、を含んでいるため、上記冷媒組成物を用いて冷凍サイクルを行う場合の冷凍サイクル装置内の潤滑性を良好にすることが可能である。また、この冷凍サイクルでは、R410Aと同等の成績係数[Coefficient of Performance (COP)]を有するという性能を兼ね備える冷媒を用いた場合の冷凍サイクル装置内の潤滑性を良好にすることも可能である。

【 0 0 5 2 】

第22観点に係る冷凍サイクル装置は、冷媒を含む冷媒組成物と、冷凍機油と、を含む冷凍機用作動流体を含む。

【 0 0 5 3 】

冷媒は、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR32を含み、

前記冷媒において、HFO-1132(E)、HFO-1123及び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とすると、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR32の総和が100質量%となる3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

点P(31.8, 49.8, 18.4)

点S(25.4, 56.2, 18.4)及び

点T(34.8, 51.0, 14.2)

の3点をそれぞれ結ぶ線分PS、ST及びTPで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり、前記線分STは、

座標(-0.0982z²+0.9622z+40.931, 0.0982z²-1.9622z+59.069, z)

で表わされ、かつ

前記線分TPは、

座標(0.0083z²-0.984z+47.1, -0.0083z²-0.016z+52.9, z)

で表わされ、

前記線分PSが直線である。

【 0 0 5 4 】

この冷凍サイクル装置は、GWPが十分に小さい冷媒と、冷凍機油と、を含んでいるため、上記冷媒組成物を用いて冷凍サイクルを行う場合の冷凍サイクル装置内の潤滑性を良好にすることが可能である。また、この冷凍サイクルでは、R410Aと同等の成績係数[Coefficient of Performance (COP)]を有するという性能を兼ね備える冷媒を用いた場合の冷凍サイクル装置内の潤滑性を良好にすることも可能である。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 5 】

第 2 3 観点に係る冷凍サイクル装置は、冷媒を含む冷媒組成物と、冷凍機油と、を含む冷凍機用作動流体を含む。

【 0 0 5 6 】

冷媒は、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR32を含み、

前記冷媒において、HFO-1132(E)、HFO-1123及び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とすると、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR32の総和が100質量%となる3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

点Q(28.6, 34.4, 37.0)

点B''(0.0, 63.0, 37.0)

点D(0.0, 67.0, 33.0)及び

点U(28.7, 41.2, 30.1)

の4点をそれぞれ結ぶ線分QB''、B''D、DU及びUQで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり(ただし、線分B''D上の点を除く)、

前記線分DUは、

座標(-3.4962z²+210.71z-3146.1, 3.4962z²-211.71z+3246.1, z)で表わされ、かつ

前記線分UQは、

座標(0.0135z²-0.9181z+44.133, -0.0135z²-0.0819z+55.867, z)

で表わされ、

前記線分QB''及びB''Dが直線である。

【 0 0 5 7 】

この冷凍サイクル装置は、GWPが十分に小さい冷媒と、冷凍機油と、を含んでいるため、上記冷媒組成物を用いて冷凍サイクルを行う場合の冷凍サイクル装置内の潤滑性を良好にすることが可能である。また、この冷凍サイクルでは、R410Aと同等の成績係数[Coefficient of Performance(COP)]を有するという性能を兼ね備える冷媒を用いた場合の冷凍サイクル装置内の潤滑性を良好にすることも可能である。

【 0 0 5 8 】

第 2 4 観点に係る冷凍サイクル装置は、第 1 観点から第 2 3 観点のいずれかの冷凍サイクル装置であって、冷凍機油の 40 における動粘度が、1 mm² / s 以上 7 5 0 mm² / s 以下である。

【 0 0 5 9 】

第 2 5 観点に係る冷凍サイクル装置は、第 1 観点から第 2 4 観点のいずれかの冷凍サイクル装置であって、冷凍機油の 1 0 0 における動粘度が、1 mm² / s 以上 1 0 0 mm² / s 以下である。

【 0 0 6 0 】

第 2 6 観点に係る冷凍サイクル装置は、第 1 観点から第 2 5 観点のいずれかの冷凍サイクル装置であって、冷凍機油の 2 5 における体積抵抗率が、1 . 0 × 1 0 ^{1 2} ・ c m 以上である。

【 0 0 6 1 】

第 2 7 観点に係る冷凍サイクル装置は、第 1 観点から第 2 6 観点のいずれかの冷凍サイクル装置であって、冷凍機油の酸価が、0 . 1 m g K O H / g 以下である。

【 0 0 6 2 】

第 2 8 観点に係る冷凍サイクル装置は、第 1 観点から第 2 7 観点のいずれかの冷凍サイクル装置であって、冷凍機油の灰分は、1 0 0 p p m 以下である。

【 0 0 6 3 】

第 2 9 観点に係る冷凍サイクル装置は、第 1 観点から第 2 8 観点のいずれかの冷凍サイクル装置であって、冷凍機油のアニン点は、- 1 0 0 以上 0 以下である。

【 0 0 6 4 】

第 3 0 観点に係る冷凍サイクル装置は、第 1 観点から第 2 9 観点のいずれかの冷凍サイ

10

20

30

40

50

クル装置であって、冷媒回路を備えている。冷媒回路は、圧縮機と凝縮器と減圧部と蒸発器が冷媒配管で接続されて構成されている。冷媒回路は、内部を冷凍機用作動流体が循環する。

【 0 0 6 5 】

第 3 1 観点に係る冷凍サイクル装置は、第 1 観点から第 3 0 観点のいずれかの冷凍サイクル装置であって、冷凍機用作動流体中における冷凍機油の配合割合は、5 質量%以上 60 質量%以下である。

【 0 0 6 6 】

第 3 2 観点に係る冷凍サイクル装置は、第 1 観点から第 3 1 観点のいずれかの冷凍サイクル装置であって、冷凍機油は、酸捕捉剤、極圧剤、酸化防止剤、消泡剤、油性剤、金属不活性化剤、摩耗防止剤および相溶化剤から選ばれる少なくとも 1 種類の添加剤を含んでいる。添加剤を含む冷凍機油の質量に対する添加剤の割合が 5 質量%以下である。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 7 】

【 図 1 】 冷凍サイクル装置が有する冷媒回路の例を示す図である。

【 図 2 】 燃焼性試験に用いた装置の模式図である。

【 図 3 】 HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図に、点A～T並びにそれらを互いに結ぶ線分を示した図である。

【 図 4 】 HFO-1132(E)、HFO-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。

20

【 図 5 】 HFO-1132(E)、HFO-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 6 】 HFO-1132(E)、HFO-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 7 】 HFO-1132(E)、HFO-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 8 】 HFO-1132(E)、HFO-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。

30

【 図 9 】 HFO-1132(E)、HFO-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 1 0 】 HFO-1132(E)、HFO-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 1 1 】 HFO-1132(E)、HFO-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。

40

【 図 1 2 】 HFO-1132(E)、HFO-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 1 3 】 HFO-1132(E)、HFO-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 1 4 】 HFO-1132(E)、HFO-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。

50

【図15】HFO-1132(E)、R32及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図に、点A～C、E、G、及びI～W並びにそれらを互いに結ぶ線分を示した図である。

【図16】HFO-1132(E)、HFO-1123及びR32の総和が100質量%となる3成分組成図に、点A～U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】

【0068】

(1) 冷凍サイクル装置

冷凍サイクル装置は、後述の(4)の欄に記載の冷媒組成物と、冷凍機油とを含む。

【0069】

(2) 冷凍機油

冷凍機油は、冷媒組成物と共存させて冷凍サイクル等の冷凍サイクルを行わせることで、冷凍サイクル装置内の潤滑性を高めることが可能であり、効率的なサイクル性能を発揮させることも可能となる。

【0070】

冷凍機油として、例えば、含酸素系合成油(エステル系冷凍機油、エーテル系冷凍機油等)、炭化水素系冷凍機油等が挙げられる。なかでも、冷媒または冷媒組成物との相溶性の観点から、エステル系冷凍機油、エーテル系冷凍機油が好ましい。冷凍機油としては、1種を単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

【0071】

冷凍機油は、潤滑性や圧縮機の密閉性の低下を抑制させること、低温条件下で冷媒に対して相溶性が十分に確保されること、圧縮機の潤滑不良を抑制させること、蒸発器における熱交換効率を良好にすること、の少なくともいずれかの観点から、40における動粘度が $1\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上 $750\text{ mm}^2/\text{s}$ 以下であることが好ましく、 $1\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上 $400\text{ mm}^2/\text{s}$ 以下であることがより好ましい。なお、冷凍機油の100における動粘度としては、例えば、 $1\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上 $100\text{ mm}^2/\text{s}$ 以下であってよく、 $1\text{ mm}^2/\text{s}$ 以上 $50\text{ mm}^2/\text{s}$ 以下であることがより好ましい。

【0072】

冷凍機油は、アニリン点が、 -100 以上 0 以下であることが好ましい。ここで、「アニリン点」は、例えば、炭化水素系溶剤等の溶解性を示す数値であり、試料(ここでは冷凍機油)を等容積のアニリンと混合して冷やしたときに、互いに溶解し合えなくなって濁りがみえ始めたときの温度を表すものである(JIS K 2256で規定)。なお、これらの値は、冷媒が溶解しない状態の冷凍機油自体の値である。このようなアニリン点の冷凍機油を用いることで、例えば、樹脂製機能部品を構成する各軸受および電動機の絶縁材料が冷凍機油と接する位置で用いられている場合においても、これらの樹脂製機能部品に対する冷凍機油の適合性を向上させることができる。具体的には、アニリン点が低すぎると、冷凍機油が軸受や絶縁材料に浸透し易くなり、軸受等が膨潤し易くなる。一方、アニリン点が高すぎると、冷凍機油が軸受や絶縁材料に浸透し難くなり、軸受等が収縮し易くなる。そこで、アニリン点が上述した所定の範囲(-100 以上 0 以下)である冷凍機油を用いることで、軸受や絶縁材料の膨潤/収縮変形を防止することができる。ここで、各軸受が膨潤変形してしまうと、摺動部での隙間(ギャップ)を所望とする長さに維持することができない。その結果、摺動抵抗の増大を招く虞がある。各軸受が収縮変形してしまうと、軸受の硬度が高くなり圧縮機の振動によって軸受が破損する虞がある。つまり、各軸受が収縮変形すると、摺動部の剛性の低下を招く虞がある。また、電動機の絶縁材料(絶縁被服材料や絶縁フィルム等)が膨潤変形してしまうと、その絶縁材料の絶縁性が低下してしまう。絶縁材料が収縮変形してしまうと、上述した軸受の場合と同様に絶縁材料が破損する虞があり、この場合もまた絶縁性が低下してしまう。これに対して、上記のようにアニリン点が所定の範囲内である冷凍機油を用いることで、軸受や絶縁材料の膨潤/収縮変形を抑制できるため、このような不具合を回避することができる。

【0073】

冷凍機油は、冷媒組成物と混合して冷凍機用作動流体として使用される。冷凍機用作動

10

20

30

40

50

流体全量に対する冷凍機油の配合割合は、5質量%以上60質量%以下であることが好ましく、10質量%以上50質量%以下であることがより好ましい。

【0074】

(2-1) 含酸素系合成油

含酸素系合成油であるエステル系冷凍機油やエーテル系冷凍機油は、主として、炭素原子と酸素原子を有して構成されている。エステル系冷凍機油やエーテル系冷凍機油においては、この炭素原子と酸素原子の比率(炭素/酸素モル比)が小さすぎると吸湿性が高くなり、当該比率が大きすぎると冷媒との相溶性が低下してしまうことから、当該比率はモル比で2以上7.5以下であることが好ましい。

【0075】

(2-1-1) エステル系冷凍機油

エステル系冷凍機油としては、化学的安定性の観点から、二塩基酸と1価アルコールとの二塩基酸エステル油、ポリオールと脂肪酸とのポリオールエステル油、またはポリオールと多価塩基酸と1価アルコール(又は脂肪酸)とのコンプレックスエステル油、ポリオール炭酸エステル油等が基油成分として挙げられる。

【0076】

(二塩基酸エステル油)

二塩基酸エステル油としては、シュウ酸、マロン酸、コハク酸、グルタル酸、アジピン酸、ピメリン酸、スベリン酸、アゼライン酸、セバシン酸、フタル酸、イソフタル酸、テレフタル酸等の二塩基酸、特に、炭素数5~10の二塩基酸(グルタル酸、アジピン酸、ピメリン酸、スベリン酸、アゼライン酸、セバシン酸等)と、直鎖または分枝アルキル基を有する炭素数1~15の一価アルコール(メタノール、エタノール、プロパノール、ブタノール、ペンタノール、ヘキサノール、ヘプタノール、オクタノール、ノナノール、デカノール、ウンデカノール、ドデカノール、トリデカノール、テトラデカノール、ペンタデカノール等)とのエステルが好ましい。この二塩基酸エステル油としては、具体的には、グルタル酸ジトリデシル、アジピン酸ジ(2-エチルヘキシル)、アジピン酸ジイソデシル、アジピン酸ジトリデシル、セバシン酸ジ(3-エチルヘキシル)等が挙げられる。

【0077】

(ポリオールエステル油)

ポリオールエステル油とは、多価アルコールと脂肪酸(カルボン酸)とから合成されるエステルであり、炭素/酸素モル比が2以上7.5以下、好ましくは3.2以上5.8以下のものである。

【0078】

ポリオールエステル油を構成する多価アルコールとしては、ジオール(エチレングリコール、1,3-プロパンジオール、プロピレングリコール、1,4-ブタンジオール、1,2-ブタンジオール、2-メチル-1,3-プロパンジオール、1,5-ペンタンジオール、ネオペンチルグリコール、1,6-ヘキサジオール、2-エチル-2-メチル-1,3-プロパンジオール、1,7-ヘプタンジオール、2-メチル-2-プロピル-1,3-プロパンジオール、2,2-ジエチル-1,3-プロパンジオール、1,8-オクタジオール、1,9-ノナンジオール、1,10-デカンジオール、1,11-ウンデカンジオール、1,12-ドデカンジオール等)、水酸基を3~20個有するポリオール(トリメチロールエタン、トリメチロールプロパン、トリメチロールブタン、ジ-(トリメチロールプロパン)、トリ-(トリメチロールプロパン)、ペンタエリスリトール、ジ-(ペンタエリスリトール)、トリ-(ペンタエリスリトール)、グリセリン、ポリグリセリン(グリセリンの2~3量体)、1,3,5-ペンタントリオール、ソルビトール、ソルピタン、ソルビトールグリセリン縮合物、アドニトール、アラビトール、キシリトール、マンニトールなどの多価アルコール、キシロース、アラビノース、リボース、ラムノース、グルコース、フルクトース、ガラクトース、マンノース、ソルボース、セロピオース、マルトース、イソマルトース、トレハロース、シュクロース、ラフィノース、ゲンチアノース、メレンジトースなどの糖類、ならびにこれらの部分エーテル化物等)が挙げら

10

20

30

40

50

れ、エステルを構成する多価アルコールとしては、上記の1種でもよく、2種以上が含まれていてもよい。

【0079】

ポリオールエステルを構成する脂肪酸としては、特に炭素数は制限されないが、通常炭素数1~24のものが用いられる。直鎖の脂肪酸、分岐を有する脂肪酸が好ましい。直鎖の脂肪酸としては、酢酸、プロピオン酸、ブタン酸、ペンタン酸、ヘキサン酸、ヘプタン酸、オクタン酸、ノナン酸、デカン酸、ウンデカン酸、ドデカン酸、トリデカン酸、テトラデカン酸、ペンタデカン酸、ヘキサデカン酸、ヘプタデカン酸、オクタデカン酸、ノナデカン酸、エイコサン酸、オレイン酸、リノール酸、リノレン酸等が挙げられ、カルボキシル基に結合する炭化水素基は、全て飽和炭化水素であってもよく、不飽和炭化水素を有していてもよい。さらに、分岐を有する脂肪酸としては、2-メチルプロパン酸、2-メチルブタン酸、3-メチルブタン酸、2,2-ジメチルプロパン酸、2-メチルペンタン酸、3-メチルペンタン酸、4-メチルペンタン酸、2,2-ジメチルブタン酸、2,3-ジメチルブタン酸、3,3-ジメチルブタン酸、2-メチルヘキサン酸、3-メチルヘキサン酸、4-メチルヘキサン酸、5-メチルヘキサン酸、2,2-ジメチルペンタン酸、2,3-ジメチルペンタン酸、2,4-ジメチルペンタン酸、3,3-ジメチルペンタン酸、3,4-ジメチルペンタン酸、4,4-ジメチルペンタン酸、2-エチルペンタン酸、3-エチルペンタン酸、2,2,3-トリメチルブタン酸、2,3,3-トリメチルブタン酸、2-エチル-2-メチルブタン酸、2-エチル-3-メチルブタン酸、2-メチルヘプタン酸、3-メチルヘプタン酸、4-メチルヘプタン酸、5-メチルヘプタン酸、6-メチルヘプタン酸、2-エチルヘキサン酸、3-エチルヘキサン酸、4-エチルヘキサン酸、2,2-ジメチルヘキサン酸、2,3-ジメチルヘキサン酸、2,4-ジメチルヘキサン酸、2,5-ジメチルヘキサン酸、3,3-ジメチルヘキサン酸、3,4-ジメチルヘキサン酸、3,5-ジメチルヘキサン酸、4,4-ジメチルヘキサン酸、4,5-ジメチルヘキサン酸、5,5-ジメチルヘキサン酸、2-プロピルペンタン酸、2-メチルオクタン酸、3-メチルオクタン酸、4-メチルオクタン酸、5-メチルオクタン酸、6-メチルオクタン酸、7-メチルオクタン酸、2,2-ジメチルヘプタン酸、2,3-ジメチルヘプタン酸、2,4-ジメチルヘプタン酸、2,5-ジメチルヘプタン酸、2,6-ジメチルヘプタン酸、3,3-ジメチルヘプタン酸、3,4-ジメチルヘプタン酸、3,5-ジメチルヘプタン酸、3,6-ジメチルヘプタン酸、4,4-ジメチルヘプタン酸、4,5-ジメチルヘプタン酸、4,6-ジメチルヘプタン酸、5,5-ジメチルヘプタン酸、5,6-ジメチルヘプタン酸、6,6-ジメチルヘプタン酸、2-メチル-2-エチルヘキサン酸、2-メチル-3-エチルヘキサン酸、2-メチル-4-エチルヘキサン酸、3-メチル-2-エチルヘキサン酸、3-メチル-3-エチルヘキサン酸、3-メチル-4-エチルヘキサン酸、4-メチル-2-エチルヘキサン酸、4-メチル-3-エチルヘキサン酸、4-メチル-4-エチルヘキサン酸、5-メチル-2-エチルヘキサン酸、5-メチル-3-エチルヘキサン酸、5-メチル-4-エチルヘキサン酸、2-エチルヘプタン酸、3-メチルオクタン酸、3,5,5-トリメチルヘキサン酸、2-エチル-2,3,3-トリメチル酪酸、2,2,4,4-テトラメチルペンタン酸、2,2,3,3-テトラメチルペンタン酸、2,2,3,4-テトラメチルペンタン酸、2,2-ジイソプロピルプロパン酸などが挙げられる。脂肪酸は、これらの中から選ばれる1種または2種以上の脂肪酸とのエステルであってもよい。

【0080】

エステルを構成する多価アルコールは1種類でもよく、2種以上の混合物でもよい。また、エステルを構成する脂肪酸は、単一成分でもよく、2種以上の脂肪酸とのエステルでもよい。脂肪酸は、各々1種類でもよく、2種類以上の混合物でもよい。また、ポリオールエステル油は、遊離の水酸基を有していてもよい。

【0081】

具体的なポリオールエステル油としては、ネオペンチルグリコール、トリメチロールエタン、トリメチロールプロパン、トリメチロールブタン、ジ-(トリメチロールプロパン

10

20

30

40

50

）、トリ - (トリメチロールプロパン)、ペンタエリスリトール、ジ - (ペンタエリスリトール)、トリ - (ペンタエリスリトール)などのヒンダードアルコールのエステルがより好ましく、ネオペンチルグリコール、トリメチロールエタン、トリメチロールプロパン、トリメチロールブタンおよびペンタエリスリトール、ジ - (ペンタエリスリトール)のエステルがさらにより好ましく、ネオペンチルグリコール、トリメチロールプロパン、ペンタエリスリトール、ジ - (ペンタエリスリトール)等と炭素数2～20の脂肪酸とのエステルが好ましい。

【0082】

このような多価アルコール脂肪酸エステルを構成する脂肪酸において、脂肪酸は直鎖アルキル基をもつ脂肪酸のみでもよいし、分岐構造をもつ脂肪酸から選ばれてもよい。また、直鎖と分岐脂肪酸の混合エステルでもよい。さらに、エステルを構成する脂肪酸は、上記脂肪酸から選ばれる2種類以上が用いられていてもよい。

10

【0083】

具体的な例として、直鎖と分岐脂肪酸の混合エステルの場合には、直鎖を有する炭素数4～6の脂肪酸と分岐を有する炭素数7～9の脂肪酸のモル比は、15：85～90：10であり、好ましくは15：85～85：15であり、より好ましくは20：80～80：20であり、さらに好ましくは25：75～75：25であり、最も好ましくは30：70～70：30である。また、多価アルコール脂肪酸エステルを構成する脂肪酸の全量に占める直鎖を有する炭素数4～6の脂肪酸および分岐を有する炭素数7～9の脂肪酸の合計の割合は20モル%以上であることが好ましい。脂肪酸組成に関しては、冷媒との十分な相溶性、および冷凍機油として必要な粘度とを両立させるものであることが好ましい。なお、ここでいう脂肪酸の割合とは、冷凍機油に含まれる多価アルコール脂肪酸エステルを構成する脂肪酸全量を基準とした値である。

20

【0084】

なかでも、このような冷凍機油としては、脂肪酸における炭素数4～6の脂肪酸と炭素数7～9の分岐脂肪酸のモル比が15：85～90：10であり、炭素数4～6の脂肪酸は2-メチルプロパン酸を含有し、上記エステルを構成する脂肪酸の全量に占める炭素数4～6の脂肪酸および炭素数7～9の分岐脂肪酸の合計の割合が20モル%以上であるエステル(以下、「多価アルコール脂肪酸エステル(A)」という。)を含有したものが好ましい。

30

【0085】

多価アルコール脂肪酸エステル(A)には、多価アルコールの全ての水酸基がエステル化された完全エステル、多価アルコールの水酸基の一部がエステル化せずに残っている部分エステル、ならびに完全エステルと部分エステルとの混合物が包含されるが、多価アルコール脂肪酸エステル(A)の水酸基価は、好ましくは10mg KOH/g以下、さらには5mg KOH/g以下、最も好ましくは3mg KOH/g以下である。

【0086】

多価アルコール脂肪酸エステル(A)を構成する脂肪酸において、炭素数4～6の脂肪酸と分岐を有する炭素数7～9の脂肪酸のモル比は、15：85～90：10であり、好ましくは15：85～85：15であり、より好ましくは20：80～80：20であり、さらに好ましくは25：75～75：25であり、最も好ましくは30：70～70：30である。また、多価アルコール脂肪酸エステル(A)を構成する脂肪酸の全量に占める炭素数4～6の脂肪酸および分岐を有する炭素数7～9の脂肪酸の合計の割合は20モル%以上である。脂肪酸組成に関する上記の条件を満たさない場合には、冷媒組成物にジフルオロメタンが含まれている場合において、当該ジフルオロメタンとの十分な相溶性、および冷凍機油として必要な粘度とが高水準で両立されにくくなる。なお、脂肪酸の割合とは、冷凍機油に含有される多価アルコール脂肪酸エステルを構成する脂肪酸全量を基準とした値である。

40

【0087】

上記炭素数4～6の脂肪酸としては、具体的には例えば、ブタン酸、2-メチルプロパ

50

ン酸、ペンタン酸、2 - メチルブタン酸、3 - メチルブタン酸、2, 2 - ジメチルプロパン酸、2 - メチルペンタン酸、3 - メチルペンタン酸、4 - メチルペンタン酸、2, 2 - ジメチルブタン酸、2, 3 - ジメチルブタン酸、3, 3 - ジメチルブタン酸、ヘキサン酸などが挙げられる。これらの中でも、2 - メチルプロパン酸のように、アルキル骨格に分岐を有するものが好ましい。

【0088】

上記分岐を有する炭素数7～9の脂肪酸としては、具体的には例えば、2 - メチルヘキサン酸、3 - メチルヘキサン酸、4 - メチルヘキサン酸、5 - メチルヘキサン酸、2, 2 - ジメチルペンタン酸、2, 3 - ジメチルペンタン酸、2, 4 - ジメチルペンタン酸、3, 3 - ジメチルペンタン酸、3, 4 - ジメチルペンタン酸、4, 4 - ジメチルペンタン酸、2 - エチルペンタン酸、3 - エチルペンタン酸、1, 1, 2 - トリメチルブタン酸、1, 2, 2 - トリメチルブタン酸、1 - エチル - 1メチルブタン酸、1 - エチル - 2 - メチルブタン酸、オクタン酸、2 - エチルヘキサン酸、3 - エチルヘキサン酸、3, 5 - ジメチルヘキサン酸、2, 4 - ジメチルヘキサン酸、3, 4 - ジメチルヘキサン酸、4, 5 - ジメチルヘキサン酸、2, 2 - ジメチルヘキサン酸、2 - メチルヘプタン酸、3 - メチルヘプタン酸、4 - メチルヘプタン酸、5 - メチルヘプタン酸、6 - メチルヘプタン酸、2 - プロピルペンタン酸、ノナン酸、2, 2 - ジメチルヘプタン酸、2 - メチルオクタン酸、2 - エチルヘプタン酸、3 - メチルオクタン酸、3, 5, 5 - トリメチルヘキサン酸、2 - エチル - 2, 3, 3 - トリメチル酪酸、2, 2, 4, 4 - テトラメチルペンタン酸、2, 2, 3, 3 - テトラメチルペンタン酸、2, 2, 3, 4 - テトラメチルペンタン酸、2, 2 - ジイソプロピルプロパン酸などが挙げられる。

10

20

【0089】

多価アルコール脂肪酸エステル(A)は、炭素数4～6の脂肪酸と分岐を有する炭素数7～9の脂肪酸のモル比が15:85～90:10であり、かつ、炭素数4～6の脂肪酸が2 - メチルプロパン酸を含有する限りにおいて、炭素数4～6の脂肪酸および分岐を有する炭素数7～9の脂肪酸以外の脂肪酸を構成酸成分として含有してもよい。

【0090】

上記炭素数4～6の脂肪酸および分岐を有する炭素数7～9の脂肪酸以外の脂肪酸としては、具体的には、酢酸、プロピオン酸等の炭素数2～3の脂肪酸；ヘプタン酸、オクタン酸、ノナン酸等の炭素数7～9の直鎖脂肪酸；デカン酸、ウンデカン酸、ドデカン酸、トリデカン酸、テトラデカン酸、ペンタデカン酸、ヘキサデカン酸、ヘプタデカン酸、オクタデカン酸、ノナデカン酸、エイコサン酸、オレイン酸等の炭素数10～20の脂肪酸等が挙げられる。

30

【0091】

上記炭素数4～6の脂肪酸および分岐を有する炭素数7～9の脂肪酸と、これらの脂肪酸以外の脂肪酸とを組み合わせる場合、多価アルコール脂肪酸エステル(A)を構成する脂肪酸の全量に占める炭素数4～6の脂肪酸および炭素数7～9の分岐脂肪酸の合計の割合が20モル%以上とすることが好ましく、25モル%以上であることがより好ましく、30モル%以上であることがさらにより好ましい。この割合が20モル%以上であることにより、冷媒組成物においてジフルオロメタンが含まれている場合における当該ジフルオロメタンとの相溶性が十分となる。

40

【0092】

多価アルコール脂肪酸エステル(A)の中でも、酸構成成分が2 - メチルプロパン酸と3, 5, 5 - トリメチルヘキサン酸のみからなるものが、必要粘度の確保と、冷媒組成物においてジフルオロメタンが含まれている場合における当該ジフルオロメタンとの相溶性との両立の面で特に好ましい。

【0093】

上記多価アルコール脂肪酸エステルは、分子構造の異なるエステルの2種以上の混合物であってもよく、かかる場合には個々の分子が必ずしも上記の条件を満たしている必要はなく、冷凍機油中に含まれるペンタエリスリトール脂肪酸エステルを構成する脂肪酸全体

50

として上記条件を満たしていればよい。

【0094】

上記した通り、多価アルコール脂肪酸エステル(A)は、エステルを構成する酸成分として炭素数4~6の脂肪酸及び分岐を有する炭素数7~9の脂肪酸を必須とし、必要に応じてその他の脂肪酸を構成成分として含むものである。すなわち、多価アルコール脂肪酸エステル(A)は、2種のみ脂肪酸を酸構成成分としているものであっても、3種以上の構造の異なる脂肪酸を酸構成成分としているものであってもよいが、当該多価アルコール脂肪酸エステルは、酸構成成分として、カルボニル炭素と隣接する炭素原子(位炭素原子)が四級炭素でない脂肪酸のみを含有することが好ましい。多価アルコール脂肪酸エステルを構成する脂肪酸中に、位炭素原子が四級炭素である脂肪酸が含まれる場合には、冷媒組成物にジフルオロメタンを含んでいる場合における当該ジフルオロメタン存在下での潤滑性が不十分となる傾向にある。

10

【0095】

また、本実施形態にかかるポリオールエステルを構成する多価アルコールとしては、水酸基を2~6個有する多価アルコールが好ましく用いられる。

【0096】

2価アルコール(ジオール)としては、具体的には例えば、エチレングリコール、1,3-プロパンジオール、プロピレングリコール、1,4-ブタンジオール、1,2-ブタンジオール、2-メチル-1,3-プロパンジオール、1,5-ペンタンジオール、ネオペンチルグリコール、1,6-ヘキサンジオール、2-エチル-2-メチル-1,3-プロパンジオール、1,7-ヘプタンジオール、2-メチル-2-プロピル-1,3-プロパンジオール、2,2-ジエチル-1,3-プロパンジオール、1,8-オクタンジオール、1,9-ノナンジオール、1,10-デカンジオール、1,11-ウンデカンジオール、1,12-ドデカンジオールなどが挙げられる。また、3価以上のアルコールとしては、具体的には例えば、トリメチロールエタン、トリメチロールプロパン、トリメチロールブタン、ジ-(トリメチロールプロパン)、トリ-(トリメチロールプロパン)、ペンタエリスリトール、ジ-(ペンタエリスリトール)、トリ-(ペンタエリスリトール)、グリセリン、ポリグリセリン(グリセリンの2~3量体)、1,3,5-ペンタントリオール、ソルビトール、ソルビタン、ソルビトールグリセリン縮合物、アドニトール、アラビトール、キシリトール、マンニトールなどの多価アルコール、キシロース、アラビノース、リボース、ラムノース、グルコース、フルクトース、ガラクトース、マンノース、ソルボース、セロピオースなどの糖類、ならびにこれらの部分エーテル化物などが挙げられる。これらの中でも、より加水分解安定性に優れることから、ネオペンチルグリコール、トリメチロールエタン、トリメチロールプロパン、トリメチロールブタン、ジ-(トリメチロールプロパン)、トリ-(トリメチロールプロパン)、ペンタエリスリトール、ジ-(ペンタエリスリトール)、トリ-(ペンタエリスリトール)などのヒンダードアルコールのエステルがより好ましく、ネオペンチルグリコール、トリメチロールエタン、トリメチロールプロパン、トリメチロールブタンおよびペンタエリスリトール、ジ-(ペンタエリスリトール)のエステルがさらにより好ましく、ネオペンチルグリコール、トリメチロールプロパン、ペンタエリスリトール、ジ-(ペンタエリスリトール)がさらにより好ましく、冷媒との相溶性および加水分解安定性に特に優れることから、ペンタエリスリトール、ジ-(ペンタエリスリトール)またはペンタエリスリトールとジ-(ペンタエリスリトール)との混合エステルが最も好ましい。

20

30

40

【0097】

上記多価アルコール脂肪酸エステル(A)を構成する酸構成成分の好ましい例としては、以下のものを挙げるができる。

(i)ブタン酸、2-メチルプロパン酸、ペンタン酸、2-メチルブタン酸、3-メチルブタン酸、2,2-ジメチルプロパン酸、2-メチルペンタン酸、3-メチルペンタン酸、4-メチルペンタン酸、2,2-ジメチルブタン酸、2,3-ジメチルブタン酸、3,3-ジメチルブタン酸およびヘキサン酸から選ばれる1~13種と、2-メチルヘキサン

50

酸、3-メチルヘキサン酸、4-メチルヘキサン酸、5-メチルヘキサン酸、2,2-ジメチルペンタン酸、2,3-ジメチルペンタン酸、2,4-ジメチルペンタン酸、3,3-ジメチルペンタン酸、3,4-ジメチルペンタン酸、4,4-ジメチルペンタン酸、2-エチルペンタン酸、3-エチルペンタン酸および2-エチル-3-メチルブタン酸から選ばれる1~13種との組合せ；

(ii)ブタン酸、2-メチルプロパン酸、ペンタン酸、2-メチルブタン酸、3-メチルブタン酸、2,2-ジメチルプロパン酸、2-メチルペンタン酸、3-メチルペンタン酸、4-メチルペンタン酸、2,2-ジメチルブタン酸、2,3-ジメチルブタン酸、3,3-ジメチルブタン酸およびヘキサン酸から選ばれる1~13種と、2-メチルヘプタン酸、3-メチルヘプタン酸、4-メチルヘプタン酸、5-メチルヘプタン酸、6-メチルヘプタン酸、2,2-ジメチルヘキサン酸、3,3-ジメチルヘキサン酸、4,4-ジメチルヘキサン酸、5,5-ジメチルヘキサン酸、2,3-ジメチルヘキサン酸、2,4-ジメチルヘキサン酸、2,5-ジメチルヘキサン酸、3,4-ジメチルヘキサン酸、3,5-ジメチルヘキサン酸、4,5-ジメチルヘキサン酸、2,2,3-トリメチルペンタン酸、2,3,3-トリメチルペンタン酸、2,4,4-トリメチルペンタン酸、3,4,4-トリメチルペンタン酸、2-エチルヘキサン酸、3-エチルヘキサン酸、2-プロピルペンタン酸、2-メチル-2-エチルペンタン酸、2-メチル-3-エチルペンタン酸および3-メチル-3-エチルペンタン酸から選ばれる1~25種との組合せ；

(iii)ブタン酸、2-メチルプロパン酸、ペンタン酸、2-メチルブタン酸、3-メチルブタン酸、2,2-ジメチルプロパン酸、2-メチルペンタン酸、3-メチルペンタン酸、4-メチルペンタン酸、2,2-ジメチルブタン酸、2,3-ジメチルブタン酸、3,3-ジメチルブタン酸およびヘキサン酸から選ばれる1~13種と、2-メチルオクタン酸、3-メチルオクタン酸、4-メチルオクタン酸、5-メチルオクタン酸、6-メチルオクタン酸、7-メチルオクタン酸、8-メチルオクタン酸、2,2-ジメチルヘプタン酸、3,3-ジメチルヘプタン酸、4,4-ジメチルヘプタン酸、5,5-ジメチルヘプタン酸、6,6-ジメチルヘプタン酸、2,3-ジメチルヘプタン酸、2,4-ジメチルヘプタン酸、2,5-ジメチルヘプタン酸、2,6-ジメチルヘプタン酸、3,4-ジメチルヘプタン酸、3,5-ジメチルヘプタン酸、3,6-ジメチルヘプタン酸、4,5-ジメチルヘプタン酸、4,6-ジメチルヘプタン酸、2-エチルヘプタン酸、3-エチルヘプタン酸、4-エチルヘプタン酸、5-エチルヘプタン酸、2-プロピルヘキサン酸、3-プロピルヘキサン酸、2-ブチルペンタン酸、2,2,3-トリメチルヘキサン酸、2,2,3-トリメチルヘキサン酸、2,2,4-トリメチルヘキサン酸、2,2,5-トリメチルヘキサン酸、2,3,4-トリメチルヘキサン酸、2,3,5-トリメチルヘキサン酸、3,3,4-トリメチルヘキサン酸、3,3,5-トリメチルヘキサン酸、3,3,5-トリメチルヘキサン酸、4,4,5-トリメチルヘキサン酸、4,5,5-トリメチルヘキサン酸、2,2,3,3-テトラメチルペンタン酸、2,2,3,4-テトラメチルペンタン酸、2,2,4,4-テトラメチルペンタン酸、2,3,4,4-テトラメチルペンタン酸、3,3,4,4-テトラメチルペンタン酸、2,2-ジエチルペンタン酸、2,3-ジエチルペンタン酸、3,3-ジエチルペンタン酸、2-エチル-2,3,3-トリメチル酪酸、3-エチル-2,2,3-トリメチル酪酸および2,2-ジイソプロピルプロピオン酸から選ばれる1~50種との組合せ。

【0098】

上記多価アルコール脂肪酸エステルを構成する酸構成成分のさらに好ましい例としては、以下のものを挙げるができる。

(i)2-メチルプロパン酸と、2-メチルヘキサン酸、3-メチルヘキサン酸、4-メチルヘキサン酸、5-メチルヘキサン酸、2,2-ジメチルペンタン酸、2,3-ジメチルペンタン酸、2,4-ジメチルペンタン酸、3,3-ジメチルペンタン酸、3,4-ジメチルペンタン酸、4,4-ジメチルペンタン酸、2-エチルペンタン酸、3-エチルペンタン酸および2-エチル-3-メチルブタン酸から選ばれる1~13種との組合せ；

(ii)2-メチルプロパン酸と、2-メチルヘプタン酸、3-メチルヘプタン酸、4-

10

20

30

40

50

メチルヘプタン酸、5 - メチルヘプタン酸、6 - メチルヘプタン酸、2, 2 - ジメチルヘキサン酸、3, 3 - ジメチルヘキサン酸、4, 4 - ジメチルヘキサン酸、5, 5 - ジメチルヘキサン酸、2, 3 - ジメチルヘキサン酸、2, 4 - ジメチルヘキサン酸、2, 5 - ジメチルヘキサン酸、3, 4 - ジメチルヘキサン酸、3, 5 - ジメチルヘキサン酸、4, 5 - ジメチルヘキサン酸、2, 2, 3 - トリメチルペンタン酸、2, 3, 3 - トリメチルペンタン酸、2, 4, 4 - トリメチルペンタン酸、3, 4, 4 - トリメチルペンタン酸、2 - エチルヘキサン酸、3 - エチルヘキサン酸、2 - プロピルペンタン酸、2 - メチル - 2 - エチルペンタン酸、2 - メチル - 3 - エチルペンタン酸および3 - メチル - 3 - エチルペンタン酸から選ばれる1 ~ 25種との組合せ；

(i i i) 2 - メチルプロパン酸と、2 - メチルオクタン酸、3 - メチルオクタン酸、4 - メチルオクタン酸、5 - メチルオクタン酸、6 - メチルオクタン酸、7 - メチルオクタン酸、8 - メチルオクタン酸、2, 2 - ジメチルヘプタン酸、3, 3 - ジメチルヘプタン酸、4, 4 - ジメチルヘプタン酸、5, 5 - ジメチルヘプタン酸、6, 6 - ジメチルヘプタン酸、2, 3 - ジメチルヘプタン酸、2, 4 - ジメチルヘプタン酸、2, 5 - ジメチルヘプタン酸、2, 6 - ジメチルヘプタン酸、3, 4 - ジメチルヘプタン酸、3, 5 - ジメチルヘプタン酸、3, 6 - ジメチルヘプタン酸、4, 5 - ジメチルヘプタン酸、4, 6 - ジメチルヘプタン酸、2 - エチルヘプタン酸、3 - エチルヘプタン酸、4 - エチルヘプタン酸、5 - エチルヘプタン酸、2 - プロピルヘキサン酸、3 - プロピルヘキサン酸、2 - ブチルペンタン酸、2, 2, 3 - トリメチルヘキサン酸、2, 2, 3 - トリメチルヘキサン酸、2, 2, 4 - トリメチルヘキサン酸、2, 2, 5 - トリメチルヘキサン酸、2, 3, 4 - トリメチルヘキサン酸、2, 3, 5 - トリメチルヘキサン酸、3, 3, 4 - トリメチルヘキサン酸、3, 3, 5 - トリメチルヘキサン酸、3, 5, 5 - トリメチルヘキサン酸、4, 4, 5 - トリメチルヘキサン酸、4, 5, 5 - トリメチルヘキサン酸、2, 2, 3, 3 - テトラメチルペンタン酸、2, 2, 3, 4 - テトラメチルペンタン酸、2, 2, 4, 4 - テトラメチルペンタン酸、2, 3, 4, 4 - テトラメチルペンタン酸、3, 3, 4, 4 - テトラメチルペンタン酸、2, 2 - ジエチルペンタン酸、2, 3 - ジエチルペンタン酸、3, 3 - ジエチルペンタン酸、2 - エチル - 2, 3, 3 - トリメチル酪酸、3 - エチル - 2, 2, 3 - トリメチル酪酸および2, 2 - ジイソプロピルプロピオン酸から選ばれる1 ~ 50種との組合せ。

【0099】

上記多価アルコール脂肪酸エステル(A)の含有量は、冷凍機油全量基準で50質量%以上であり、好ましくは60質量%以上、より好ましくは70質量%以上、さらに好ましくは75質量%以上である。本実施形態に係る冷凍機油は、後述するように多価アルコール脂肪酸エステル(A)以外の潤滑油基油や添加剤を含有してもよいが、多価アルコール脂肪酸エステル(A)が50質量%未満であると、必要粘度と相溶性とを高水準で両立することができなくなる。

【0100】

本実施形態に係る冷凍機油において、多価アルコール脂肪酸エステル(A)は主として基油として用いられる。本実施形態に係る冷凍機油の基油としては、多価アルコール脂肪酸エステル(A)のみを単独で(すなわち多価アルコール脂肪酸エステル(A)の含有量が100質量%)用いてもよいが、これに加えて、その優れた性能を損なわない程度に、多価アルコール脂肪酸エステル(A)以外の基油をさらに含有してもよい。多価アルコール脂肪酸エステル(A)以外の基油としては、鉱油、オレフィン重合体、アルキルジフェニルアルカン、アルキルナフタレン、アルキルベンゼン等の炭化水素系油；多価アルコール脂肪酸エステル(A)以外のポリオールエステル、コンプレックスエステル、脂環式ジカルボン酸エステル等のエステル、ポリグリコール、ポリビニルエーテル、ケトン、ポリフェニルエーテル、シリコン、ポリシロキサン、パーフルオロエーテル等の酸素を含有する合成油(以下、場合により「他の含酸素合成油」という)などが挙げられる。

【0101】

酸素を含有する合成油としては、上記の中でも、多価アルコール脂肪酸エステル(A)

以外のエステル、ポリグリコール、ポリビニルエーテルが好ましく、特に好ましいのは、多価アルコール脂肪酸エステル（A）以外のポリオールエステルである。多価アルコール脂肪酸エステル（A）以外のポリオールエステルとしては、ネオペンチルグリコール、トリメチロールエタン、トリメチロールプロパン、トリメチロールブタン、ペンタエリスリトール、ジペンタエリスリトール等の多価アルコールと脂肪酸とのエステルが挙げられ、特に好ましいものは、ネオペンチルグリコールと脂肪酸とのエステル、ペンタエリスリトールと脂肪酸とのエステル及びジペンタエリスリトールと脂肪酸とのエステルである。

【0102】

ネオペンチルグリコールエステルとしては、ネオペンチルグリコールと炭素数5～9の脂肪酸とのエステルであることが好ましい。このようなネオペンチルグリコールエステルとしては、具体的には例えば、ネオペンチルグリコールジ3,5,5-トリメチルヘキサノエート、ネオペンチルグリコールジ2-エチルヘキサノエート、ネオペンチルグリコールジ2-メチルヘキサノエート、ネオペンチルグリコールジ2-エチルペンタノエート、ネオペンチルグリコールと2-メチルヘキサン酸・2-エチルペンタン酸のエステル、ネオペンチルグリコールと3-メチルヘキサン酸・5-メチルヘキサン酸のエステル、ネオペンチルグリコールと2-メチルヘキサン酸・2-エチルヘキサン酸のエステル、ネオペンチルグリコールと3,5-ジメチルヘキサン酸・4,5-ジメチルヘキサン酸・3,4-ジメチルヘキサン酸のエステル、ネオペンチルグリコールジペンタノエート、ネオペンチルグリコールジ2-エチルブタノエート、ネオペンチルグリコールジ2-メチルペンタノエート、ネオペンチルグリコールジ2-メチルブタノエート、ネオペンチルグリコールジ3-メチルブタノエート等が挙げられる。

【0103】

ペンタエリスリトールエステルとしては、ペンタエリスリトールと炭素数5～9の脂肪酸とのエステルが好ましい。このようなペンタエリスリトールエステルとしては、具体的には、ペンタエリスリトールと、ペンタン酸、2-メチルブタン酸、3-メチルブタン酸、ヘキサン酸、2-メチルペンタン酸、2-エチルブタン酸、2-エチルペンタン酸、2-メチルヘキサン酸、3,5,5-トリメチルヘキサン酸および2-エチルヘキサン酸から選ばれる1種以上の脂肪酸とのエステルが挙げられる。

【0104】

ジペンタエリスリトールエステルとしては、ジペンタエリスリトールと炭素数5～9の脂肪酸のエステルが好ましい。このようなジペンタエリスリトールエステルとしては、具体的には、ジペンタエリスリトールと、ペンタン酸、2-メチルブタン酸、3-メチルブタン酸、ヘキサン酸、2-メチルペンタン酸、2-エチルブタン酸、2-エチルペンタン酸、2-メチルヘキサン酸、3,5,5-トリメチルヘキサン酸および2-エチルヘキサン酸から選ばれる1種以上の脂肪酸とのエステルが挙げられる。

【0105】

本実施形態に係る冷凍機油が多価アルコール脂肪酸エステル（A）以外の含酸素合成油を含有する場合、多価アルコール脂肪酸エステル（A）以外の含酸素合成油の含有量は、本実施形態に係る冷凍機油の優れた潤滑性と相溶性とを損なわない限りにおいて特に制限はないが、多価アルコール脂肪酸エステル（A）以外のポリオールエステルを配合する場合、冷凍機油全量基準で、50質量%未満であることが好ましく、45質量%以下であることがより好ましく、40質量%以下であることがさらに好ましく、35質量%以下であることがさらにより好ましく、30質量%以下であることが一層好ましく、25質量%以下であることが最も好ましく；ポリオールエステル以外の含酸素合成油を配合する場合、冷凍機油全量基準で50質量%未満であることが好ましく、40質量%以下であることがより好ましく、30質量%以下であることがさらに好ましい。ペンタエリスリトール脂肪酸エステル以外のポリオールエステルや他の含酸素合成油の配合量が多すぎると、上記効果が十分には得られない。

【0106】

なお、多価アルコール脂肪酸エステル（A）以外のポリオールエステルは、多価アルコ

ールの水酸基の一部がエステル化されずに水酸基のまま残っている部分エステルであっても良く、全ての水酸基がエステル化された完全エステルであっても良く、また部分エステルと完全エステルの混合物であっても良いが、水酸基価が、 10 mg KOH/g 以下であることが好ましく、 5 mg KOH/g 以下であることがより好ましく、 3 mg KOH/g 以下であることが最も好ましい。

【0107】

本実施形態に係る冷凍機および冷凍機用作動流体が多価アルコール脂肪酸エステル(A)以外のポリオールエステルを含有する場合、該ポリオールエステルとして、単一の構造のポリオールエステルの1種からなるものを含有してもよく、また、構造の異なる2種以上のポリオールエステルの混合物を含有してもよい。

10

【0108】

また、多価アルコール脂肪酸エステル(A)以外のポリオールエステルは、1種の脂肪酸と1種の高価アルコールとのエステル、2種以上の脂肪酸と1種の高価アルコールとのエステル、1種の脂肪酸と2種以上の高価アルコールとのエステル、2種以上の脂肪酸と2種以上の高価アルコールとのエステルのいずれであってもよい。

【0109】

本実施形態に係る冷凍機油は、多価アルコール脂肪酸エステル(A)のみからなるものであってもよく、また、多価アルコール脂肪酸エステル(A)とその他の基油とからなるものであってもよいが、後述する各種添加剤をさらに含有してもよい。また、本実施形態に係る冷凍機用作動流体においても、各種添加剤をさらに含有してもよい。なお、以下の説明において、添加剤の含有量については、冷凍機油全量を基準として示すが、冷凍機用作動流体におけるこれらの成分の含有量は、冷凍機油全量を基準とした場合に後述する好ましい範囲内となるように選定することが望ましい。

20

【0110】

本実施形態に係る冷凍機油および冷凍機用作動流体の耐摩耗性、耐荷重性をさらに改良するために、リン酸エステル、酸性リン酸エステル、チオリン酸エステル、酸性リン酸エステルのアミン塩、塩素化リン酸エステルおよび亜リン酸エステルからなる群より選ばれる少なくとも1種のリン化合物を配合することができる。これらのリン化合物は、リン酸または亜リン酸とアルカノール、ポリエーテル型アルコールとのエステルあるいはその誘導体である。

30

【0111】

具体的には例えば、リン酸エステルとしては、トリブチルホスフェート、トリペンチルホスフェート、トリヘキシルホスフェート、トリヘプチルホスフェート、トリオクチルホスフェート、トリノニルホスフェート、トリデシルホスフェート、トリウンデシルホスフェート、トリドデシルホスフェート、トリトリデシルホスフェート、トリテトラデシルホスフェート、トリペンタデシルホスフェート、トリヘキサデシルホスフェート、トリヘプタデシルホスフェート、トリオクタデシルホスフェート、トリオレイルホスフェート、トリフェニルホスフェート、トリクレジルホスフェート、トリキシレニルホスフェート、クレジルジフェニルホスフェート、キシレニルジフェニルホスフェートなどが挙げられる。

【0112】

酸性リン酸エステルとしては、モノブチルアシッドホスフェート、モノペンチルアシッドホスフェート、モノヘキシルアシッドホスフェート、モノヘプチルアシッドホスフェート、モノオクチルアシッドホスフェート、モノノニルアシッドホスフェート、モノデシルアシッドホスフェート、モノウンデシルアシッドホスフェート、モノドデシルアシッドホスフェート、モノトリデシルアシッドホスフェート、モノテトラデシルアシッドホスフェート、モノペンタデシルアシッドホスフェート、モノヘキサデシルアシッドホスフェート、モノヘプタデシルアシッドホスフェート、モノオクタデシルアシッドホスフェート、モノオレイルアシッドホスフェート、ジブチルアシッドホスフェート、ジペンチルアシッドホスフェート、ジヘキシルアシッドホスフェート、ジヘプチルアシッドホスフェート、ジオクチルアシッドホスフェート、ジノニルアシッドホスフェート、ジデシルアシッドホス

40

50

フェート、ジウンデシルアシッドホスフェート、ジドデシルアシッドホスフェート、ジトリデシルアシッドホスフェート、ジテトラデシルアシッドホスフェート、ジペンタデシルアシッドホスフェート、ジヘキサデシルアシッドホスフェート、ジヘプタデシルアシッドホスフェート、ジオクタデシルアシッドホスフェート、ジオレイルアシッドホスフェートなどが挙げられる。

【0113】

チオリン酸エステルとしては、トリブチルホスフォロチオネート、トリペンチルホスフォロチオネート、トリヘキシルホスフォロチオネート、トリヘプチルホスフォロチオネート、トリオクチルホスフォロチオネート、トリノニルホスフォロチオネート、トリデシルホスフォロチオネート、トリウンデシルホスフォロチオネート、トリドデシルホスフォロチオネート、トリトリデシルホスフォロチオネート、トリテトラデシルホスフォロチオネート、トリペンタデシルホスフォロチオネート、トリヘキサデシルホスフォロチオネート、トリヘプタデシルホスフォロチオネート、トリオクタデシルホスフォロチオネート、トリオレイルホスフォロチオネート、トリフェニルホスフォロチオネート、トリクレジルホスフォロチオネート、トリキシレニルホスフォロチオネート、クレジルジフェニルホスフォロチオネート、キシレニルジフェニルホスフォロチオネートなどが挙げられる。

10

【0114】

酸性リン酸エステルのアミン塩としては、酸性リン酸エステルと、炭素数1～24、好ましくは5～18の1～3級の直鎖または分岐アルキル基のアミンとのアミン塩が挙げられる。

20

【0115】

酸性リン酸エステルのアミン塩を構成するアミンとしては、直鎖または分岐のメチルアミン、エチルアミン、プロピルアミン、ブチルアミン、ペンチルアミン、ヘキシルアミン、ヘプチルアミン、オクチルアミン、ノニルアミン、デシルアミン、ウンデシルアミン、ドデシルアミン、トリデシルアミン、テトラデシルアミン、ペンタデシルアミン、ヘキサデシルアミン、ヘプタデシルアミン、オクタデシルアミン、オレイルアミン、テトラコシルアミン、ジメチルアミン、ジエチルアミン、ジプロピルアミン、ジブチルアミン、ジペンチルアミン、ジヘキシルアミン、ジヘプチルアミン、ジオクチルアミン、ジノニルアミン、ジデシルアミン、ジウンデシルアミン、ジドデシルアミン、ジトリデシルアミン、ジテトラデシルアミン、ジペンタデシルアミン、ジヘキサデシルアミン、ジヘプタデシルアミン、ジオクタデシルアミン、ジオレイルアミン、ジテトラコシルアミン、トリメチルアミン、トリエチルアミン、トリプロピルアミン、トリブチルアミン、トリペンチルアミン、トリヘキシルアミン、トリヘプチルアミン、トリオクチルアミン、トリノニルアミン、トリデシルアミン、トリウンデシルアミン、トリドデシルアミン、トリトリデシルアミン、トリテトラデシルアミン、トリペンタデシルアミン、トリヘキサデシルアミン、トリヘプタデシルアミン、トリオクタデシルアミン、トリオレイルアミン、トリテトラコシルアミンなどのアミンとの塩が挙げられる。アミンは単独の化合物であっても、2種以上の化合物の混合物であっても良い。

30

【0116】

塩素化リン酸エステルとしては、トリス・ジクロロプロピルホスフェート、トリス・クロロエチルホスフェート、トリス・クロロフェニルホスフェート、ポリオキシアルキレン・ビス[ジ(クロロアルキル)]ホスフェートなどが挙げられる。亜リン酸エステルとしては、ジブチルホスファイト、ジペンチルホスファイト、ジヘキシルホスファイト、ジヘプチルホスファイト、ジオクチルホスファイト、ジノニルホスファイト、ジデシルホスファイト、ジウンデシルホスファイト、ジドデシルホスファイト、ジオレイルホスファイト、ジフェニルホスファイト、ジクレジルホスファイト、トリブチルホスファイト、トリペンチルホスファイト、トリヘキシルホスファイト、トリヘプチルホスファイト、トリオクチルホスファイト、トリノニルホスファイト、トリデシルホスファイト、トリウンデシルホスファイト、トリドデシルホスファイト、トリオレイルホスファイト、トリフェニルホスファイト、トリクレジルホスファイトなどが挙げられる。また、これらの混合物も使用

40

50

できる。

【0117】

本実施形態に係る冷凍機油および冷凍機用作動流体が上記リン化合物を含有する場合、リン化合物の含有量は特に制限されないが、冷凍機油全量基準（基油と全配合添加剤の合計量基準）で、0.01～5.0質量%であることが好ましく、0.02～3.0質量%であることがより好ましい。なお、上記リン化合物は1種を単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

【0118】

また、本実施形態に係る冷凍機油および冷凍機用作動流体は、その熱・化学的安定性をさらに改良するために、テルペン化合物を添加することができる。本発明でいう「テルペン化合物」とは、イソプレンの重合した化合物およびこれらの誘導体を意味し、イソプレンの2～8量体が好ましく用いられる。テルペン化合物としては、具体的には、ゲラニオール、ネロール、リナロール、シトラール（ゲラニールを含む）、シトロネロール、メントール、リモネン、テルピネロール、カルボン、ヨノン、ツヨン、樟脳（カンファー）、ボルネオールなどのモノテルペン、ファルネセン、ファルネソール、ネロリドール、幼若ホルモン、フムレン、カリオフィレン、エレメン、カジノール、カジネン、ツチンなどのセスキテルペン、ゲラニルゲラニオール、フィトール、アビエチン酸、ピマラジェン、ダフネトキシシン、タキソール、ピマール酸などのジテルペン、ゲラニルファルネセンなどのセスタテルペン、スクアレノール、リモネン、カメリアゲニン、ホパン、ラノステロールなどのトリテルペン、カロテノイドなどのテトラテルペンなどが挙げられる。

【0119】

これらのテルペン化合物の中でも、モノテルペン、セスキテルペン、ジテルペンが好ましく、セスキテルペンがより好ましく、ファルネセン（3,7,11-トリメチルドデカ-1,3,6,10-テトラエン）および/またはファルネセン（7,11-ジメチル-3-メチリデンドデカ-1,6,10-トリエン）が特に好ましい。本発明において、テルペン化合物は、1種を単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

【0120】

本実施形態に係る冷凍機油におけるテルペン化合物の含有量は特に制限されないが、冷凍機油全量基準で、好ましくは0.001～10質量%、より好ましくは0.01～5質量%、さらに好ましくは0.05～3質量%である。テルペン化合物の含有量が0.001質量%未満であると熱・化学的安定性の向上効果が不十分となる傾向にあり、また、10質量%を超えると潤滑性が不十分となる傾向にある。また、本実施形態に係る冷凍機用作動流体におけるテルペン化合物の含有量については、冷凍機油全量を基準とした場合に上記の好ましい範囲内となるように選定することが望ましい。

【0121】

また、本実施形態に係る冷凍機油および冷凍機用作動流体は、その熱・化学的安定性をさらに改良するために、フェニルグリシジルエーテル型エポキシ化合物、アルキルグリシジルエーテル型エポキシ化合物、グリシジルエステル型エポキシ化合物、アリルオキシラン化合物、アルキルオキシラン化合物、脂環式エポキシ化合物、エポキシ化脂肪酸モノエステルおよびエポキシ化植物油から選ばれる少なくとも1種のエポキシ化合物を含有することができる。

【0122】

フェニルグリシジルエーテル型エポキシ化合物としては、具体的には、フェニルグリシジルエーテルまたはアルキルフェニルグリシジルエーテルが例示できる。ここでいうアルキルフェニルグリシジルエーテルとは、炭素数1～13のアルキル基を1～3個有するものが挙げられ、中でも炭素数4～10のアルキル基を1個有するもの、例えばn-ブチルフェニルグリシジルエーテル、i-ブチルフェニルグリシジルエーテル、sec-ブチルフェニルグリシジルエーテル、tert-ブチルフェニルグリシジルエーテル、ペンチルフェニルグリシジルエーテル、ヘキシルフェニルグリシジルエーテル、ヘプチルフェニルグリシジルエーテル、オクチルフェニルグリシジルエーテル、ノニルフェニルグリシジル

10

20

30

40

50

エーテル、デシルフェニルグリシジルエーテルなどが好ましいものとして例示できる。

【0123】

アルキルグリシジルエーテル型エポキシ化合物としては、具体的には、デシルグリシジルエーテル、ウンデシルグリシジルエーテル、ドデシルグリシジルエーテル、トリデシルグリシジルエーテル、テトラデシルグリシジルエーテル、2-エチルヘキシルグリシジルエーテル、ネオペンチルグリコールジグリシジルエーテル、トリメチロールプロパントリグリシジルエーテル、ペンタエリスリトールテトラグリシジルエーテル、1,6-ヘキサンジオールジグリシジルエーテル、ソルビトールポリグリシジルエーテル、ポリアルキレングリコールモノグリシジルエーテル、ポリアルキレングリコールジグリシジルエーテルなどが例示できる。

10

【0124】

グリシジルエステル型エポキシ化合物としては、具体的には、フェニルグリシジルエステル、アルキルグリシジルエステル、アルケニルグリシジルエステルなどが挙げられ、好ましいものとしては、グリシジル-2,2-ジメチルオクタノエート、グリシジルベンゾエート、グリシジルアクリレート、グリシジلمetakリレートなどが例示できる。

【0125】

アリルオキシラン化合物としては、具体的には、1,2-エポキシスチレン、アルキル-1,2-エポキシスチレンなどが例示できる。

【0126】

アルキルオキシラン化合物としては、具体的には、1,2-エポキシブタン、1,2-エポキシペンタン、1,2-エポキシヘキサン、1,2-エポキシヘプタン、1,2-エポキシオクタン、1,2-エポキシノナン、1,2-エポキシデカン、1,2-エポキシウンデカン、1,2-エポキシドデカン、1,2-エポキシトリデカン、1,2-エポキシテトラデカン、1,2-エポキシペンタデカン、1,2-エポキシヘキサデカン、1,2-エポキシヘプタデカン、1,1,2-エポキシオクタデカン、2-エポキシノナデカン、1,2-エポキシイコサンなどが例示できる。

20

【0127】

脂環式エポキシ化合物としては、具体的には、1,2-エポキシシクロヘキサン、1,2-エポキシシクロペンタン、3,4-エポキシシクロヘキシルメチル-3,4-エポキシシクロヘキサンカルボキシレート、ビス(3,4-エポキシシクロヘキシルメチル)アジペート、エキソ-2,3-エポキシノルボルナン、ビス(3,4-エポキシ-6-メチルシクロヘキシルメチル)アジペート、2-(7-オキサビシクロ[4.1.0]ヘプト-3-イル)-スピロ(1,3-ジオキササン-5,3'-[7]オキサビシクロ[4.1.0]ヘプタン、4-(1'-メチルエポキシエチル)-1,2-エポキシ-2-メチルシクロヘキサン、4-エポキシエチル-1,2-エポキシシクロヘキサンなどが例示できる。

30

【0128】

エポキシ化脂肪酸モノエステルとしては、具体的には、エポキシ化された炭素数12~20の脂肪酸と炭素数1~8のアルコールまたはフェノール、アルキルフェノールとのエステルなどが例示できる。特にエポキシステアリン酸のブチル、ヘキシル、ベンジル、シクロヘキシル、メトキシエチル、オクチル、フェニルおよびブチルフェニルエステルが好ましく用いられる。

40

【0129】

エポキシ化植物油としては、具体的には、大豆油、アマニ油、綿実油等の植物油のエポキシ化合物などが例示できる。

【0130】

これらのエポキシ化合物の中でも好ましいものは、フェニルグリシジルエーテル型エポキシ化合物、アルキルグリシジルエーテル型エポキシ化合物、グリシジルエステル型エポキシ化合物、および脂環式エポキシ化合物である。

【0131】

本実施形態に係る冷凍機油および冷凍機用作動流体が上記エポキシ化合物を含有する場

50

合、エポキシ化合物の含有量は特に制限されないが、冷凍機油全量基準で、0.01～5.0質量%であることが好ましく、0.1～3.0質量%であることがより好ましい。なお、上記エポキシ化合物は、1種を単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

【0132】

なお、多価アルコール脂肪酸エステル(A)を含む冷凍機油の40における動粘度は、好ましくは20～80mm²/s、より好ましくは25～75mm²/s、最も好ましくは30～70mm²/sとすることができる。また、100における動粘度は好ましくは2～20mm²/s、より好ましくは3～10mm²/sとすることができる。動粘度が前記下限値以上の場合には冷凍機油として必要な粘度を確保しやすく、他方、前記上限値以下の場合には冷媒組成物としてジフルオロメタンが含まれている場合の当該ジフルオロメタンとの相溶性を十分にすることができる。

10

【0133】

また、多価アルコール脂肪酸エステル(A)を含む冷凍機油の体積抵抗率は特に限定されないが、好ましくは $1.0 \times 10^{12} \cdot \text{cm}$ 以上、より好ましくは $1.0 \times 10^{13} \cdot \text{cm}$ 以上、最も好ましくは $1.0 \times 10^{14} \cdot \text{cm}$ 以上とすることができる。特に、密閉型の冷凍機用を用いる場合には高い電気絶縁性が必要となる傾向にある。なお、体積抵抗率とは、JIS C 2101「電気絶縁油試験方法」に準拠して測定した25での値を意味する。

【0134】

また、多価アルコール脂肪酸エステル(A)を含む冷凍機油の水分含有量は特に限定されないが、冷凍機油全量基準で好ましくは200ppm以下、より好ましくは100ppm以下、最も好ましくは50ppm以下とすることができる。特に密閉型の冷凍機用を用いる場合には、冷凍機油の熱・化学的安定性や電気絶縁性への影響の観点から、水分含有量が少ないことが求められる。

20

【0135】

また、多価アルコール脂肪酸エステル(A)を含む冷凍機油の酸価は特に限定されないが、冷凍機または配管に用いられている金属への腐食を防止するため、好ましくは0.1mgKOH/g以下、より好ましくは0.05mgKOH/g以下とすることができる。なお、本発明において、酸価とは、JIS K 2501「石油製品および潤滑油—中和価試験方法」に準拠して測定した酸価を意味する。

30

【0136】

また、多価アルコール脂肪酸エステル(A)を含む冷凍機油の灰分は特に限定されないが、冷凍機油の熱・化学的安定性を高めスラッジ等の発生を抑制するため、好ましくは100ppm以下、より好ましくは50ppm以下とすることができる。なお、灰分とは、JIS K 2272「原油および石油製品の灰分並びに硫酸灰分試験方法」に準拠して測定した灰分の値を意味する。

【0137】

(コンプレックスエステル油)

コンプレックスエステル油とは、脂肪酸および二塩基酸と、一価アルコールおよびポリオールとのエステルである。脂肪酸、二塩基酸、一価アルコール、ポリオールとしては、上述と同様のものを用いることができる。

40

【0138】

脂肪酸としては、上記ポリオールエステルの脂肪酸で示したものが挙げられる。

【0139】

二塩基酸としては、シュウ酸、マロン酸、コハク酸、グルタル酸、アジピン酸、ピメリン酸、スベリン酸、アゼライン酸、セバシン酸、フタル酸、イソフタル酸、テレフタル酸等が挙げられる。

【0140】

ポリオールとしては、上記ポリオールエステルの多価アルコールとして示したものが挙げられる。コンプレックスエステルは、これらの脂肪酸、二塩基酸、ポリオールのエステ

50

ルであり、各々単一成分でもよいし、複数成分からなるエステルでもよい。

【0141】

(ポリオール炭酸エステル油)

ポリオール炭酸エステル油とは、炭酸とポリオールとのエステルである。

【0142】

ポリオールとしては、上述と同様のジオールやポリオールが挙げられる。

【0143】

また、ポリオール炭酸エステル油としては、環状アルキレンカーボネートの開環重合体であってもよい。

【0144】

(2-1-2) エーテル系冷凍機油

エーテル系冷凍機油としては、ポリビニルエーテル油、ポリオキシアルキレン油等が挙げられる。

【0145】

(ポリビニルエーテル油)

ポリビニルエーテル油としては、ビニルエーテルモノマーの重合体、ビニルエーテルモノマーとオレフィン性二重結合を有する炭化水素モノマーとの共重合体、オレフィン性二重結合とポリオキシアルキレン鎖を有するモノマーとビニルエーテルモノマーとの共重合体等が挙げられる。

【0146】

ポリビニルエーテル油の炭素/酸素モル比は、2以上7.5以下であることが好ましく、2.5以上5.8以下であることがより好ましい。炭素/酸素モル比が当該範囲より低いと吸湿性が高くなり、当該範囲より高いと相溶性が低下する。また、ポリビニルエーテルの重量平均分子量は、好ましくは200以上3000以下、より好ましくは500以上1500以下である。

【0147】

ポリビニルエーテル油は、流動点が-30以下であることが好ましい。ポリビニルエーテル油は、20における表面張力が0.02N/m以上0.04N/m以下であることが好ましい。ポリビニルエーテル油は、15における密度が0.8g/cm³以上1.8g/cm³以下であることが好ましい。ポリビニルエーテル油は、温度30、相対湿度90%における飽和水分量が2000ppm以上であることが好ましい。

【0148】

冷凍機油においては、ポリビニルエーテルが主成分として含まれていてもよい。冷媒にHFO-1234yfが含まれている場合には、冷凍機油の主成分であるポリビニルエーテルが、当該HFO-1234yfに対して相溶性を有しており、冷凍機油の40における動粘度が400mm²/s以下であると、HFO-1234yfが、冷凍機油にある程度溶解する。また、冷凍機油の流動点が-30以下である場合には、冷媒回路において冷媒組成物や冷凍機油が低温となる部位においても冷凍機油の流動性を確保しやすい。また、冷凍機油の20における表面張力が0.04N/m以下である場合には、圧縮機から吐出された冷凍機油が冷媒組成物によって押し流されにくくなるような大きな油滴になりにくい。このため、圧縮機から吐出された冷凍機油は、HFO-1234yfに溶解してHFO-1234yfと共に圧縮機に戻されやすい。

【0149】

また、冷凍機油の40における動粘度が30mm²/s以上である場合には、動粘度が低すぎて油膜強度が不十分になることが抑制され、潤滑性能を確保しやすい。また、冷凍機油の20における表面張力が0.02N/m以上である場合には、圧縮機内のガス冷媒中で小さな油滴になりやすく、圧縮機から多量に冷凍機油が吐出されることを抑制できる。このため、圧縮機における冷凍機油の貯留量を十分に確保しやすい。

【0150】

また、冷凍機油の飽和水分量が、温度30/相対湿度90%において2000ppm

10

20

30

40

50

以上である場合には、冷凍機油の吸湿性を比較的高いものとする事ができる。これにより、冷媒に H F O - 1 2 3 4 y f が含まれている場合には、H F O - 1 2 3 4 y f 中の水分を冷凍機油によって有る程度捕捉することが可能となる。H F O - 1 2 3 4 y f は、含有される水分の影響により、変質/劣化し易い分子構造を有する。よって、冷凍機油による吸湿効果により、このような劣化を抑制することができる。

【 0 1 5 1 】

さらに、冷媒回路を流れる冷媒と接触可能となるシール部や摺動部に所定の樹脂製機能部品が配置されている場合であって、当該樹脂製機能部品が、ポリテトラフルオロエチレン、ポリフェニレンサルファイド、フェノール樹脂、ポリアミド樹脂、クロロブレンゴム、シリコンゴム、水素化ニトリルゴム、フッ素ゴム、ヒドリンゴムのいずれかで構成されている場合には、冷凍機油のアニリン点は、当該樹脂製機能部品との適合性を考慮して、その数値範囲を設定することが好ましい。このようにアニリン点を設定することで、例えば樹脂製機能部品を構成する軸受と冷凍機油との適合性が向上する。具体的に、アニリン点が小さ過ぎると、冷凍機油が軸受等に浸透し易くなり、軸受等が膨潤し易くなる。一方、アニリン点が大き過ぎると、冷凍機油が軸受等と浸透し難くなり、軸受等が収縮し易くなる。そこで、冷凍機油のアニリン点を所定の数値範囲とすることで、軸受等の膨潤/収縮変形を防止できる。ここで、例えば各軸受等が膨潤/縮小変形してしまうと、摺動部の隙間(ギャップ)を所望とする長さに維持することができない。その結果、摺動抵抗の増大や摺動部の剛性の低下を招くおそれがある。しかしながら、上記のように冷凍機油のアニリン点を所定の数値範囲とすることで、軸受等の膨潤/縮小変形が抑制されるので、このような不具合を回避できる。

10

20

【 0 1 5 2 】

ビニルエーテルモノマーは、1種を単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせ用いてもよい。オレフィン性二重結合を有する炭化水素モノマーとしては、エチレン、プロピレン、各種ブテン、各種ペンテン、各種ヘキセン、各種ヘプテン、各種オクテン、ジソブチレン、トリソブチレン、スチレン、 α -メチルスチレン、各種アルキル置換スチレン等が挙げられる。オレフィン性二重結合を有する炭化水素モノマーは、1種を単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

【 0 1 5 3 】

ポリビニルエーテル共重合体は、ブロックまたはランダム共重合体のいずれであってもよい。ポリビニルエーテル油は、1種を単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

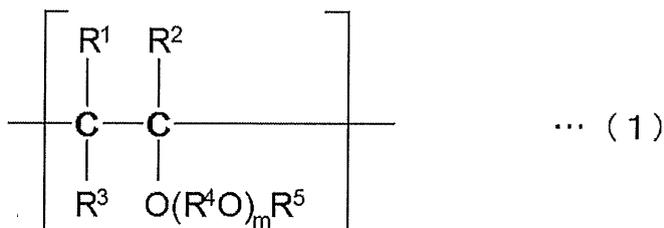
30

【 0 1 5 4 】

好ましく用いられるポリビニルエーテル油は、下記一般式(1)で表される構造単位を有する。

【 0 1 5 5 】

【 化 1 】



40

【 0 1 5 6 】

(式中、 R^1 、 R^2 および R^3 は同一でも異なっていてもよく、それぞれ水素原子または炭素数1~8の炭化水素基を示し、 R^4 は炭素数1~10の2価の炭化水素基または炭素数2~20の2価のエーテル結合酸素含有炭化水素基を示し、 R^5 は炭素数1~20の炭化水素基を示し、 m は上記ポリビニルエーテルについての m の平均値が0~10となるよう

50

な数を示し、 $R^1 \sim R^5$ は構造単位ごとに同一であっても異なっていてもよく、一の構造単位において m が2以上である場合には、複数の $R^4 O$ は同一でも異なっていてもよい。))

【0157】

上記一般式(1)における R^1 、 R^2 および R^3 は、少なくとも1つが水素原子、特に全が水素原子であることが好ましい。一般式(1)における m は0以上10以下、特に0以上5以下が、さらには0であることが好ましい。一般式(1)における R^5 は炭素数1~20の炭化水素基を示すが、この炭化水素基としては、具体的にはメチル基、エチル基、 n -プロピル基、イソプロピル基、 n -ブチル基、イソブチル基、 sec -ブチル基、 $tert$ -ブチル基、各種ペンチル基、各種ヘキシル基、各種ヘプチル基、各種オクチル基のアルキル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、各種メチルシクロヘキシル基、各種エチルシクロヘキシル基、各種ジメチルシクロヘキシル基などのシクロアルキル基、フェニル基、各種メチルフェニル基、各種エチルフェニル基、各種ジメチルフェニル基のアリール基、ベンジル基、各種フェニルエチル基、各種メチルベンジル基のアリールアルキル基を示す。なお、アルキル基、シクロアルキル基、フェニル基、アリール基、アリールアルキル基の中でも、アルキル基、特に炭素数1以上5以下のアルキル基が好ましい。なお、上記ポリビニルエーテル油としては、 R^5 の炭素数が1又は2のアルキル基であるポリビニルエーテル油： R^5 の炭素数が3又は4のアルキル基であるポリビニルエーテル油の比率が、40%：60%~100%：0%で含まれていることが好ましい。

10

【0158】

本実施形態におけるポリビニルエーテル油は、一般式(1)で表される構造単位が同一である単独重合体であっても、2種以上の構造単位で構成される共重合体であってもよい。共重合体はブロック共重合体またはランダム共重合体のいずれであってもよい。

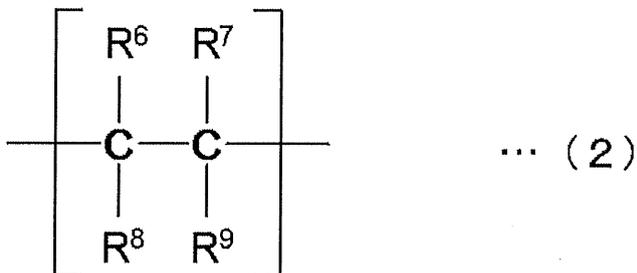
20

【0159】

本実施形態に係るポリビニルエーテル油は、上記一般式(1)で表される構造単位のみで構成されるものであってもよいが、下記一般式(2)で表される構造単位をさらに含む共重合体であってもよい。この場合、共重合体はブロック共重合体またはランダム共重合体のいずれであってもよい。

【0160】

【化2】



30

【0161】

(式中、 $R^6 \sim R^9$ は互いに同一でも異なっていてもよく、それぞれ水素原子または炭素数1~20の炭化水素基を示す。)

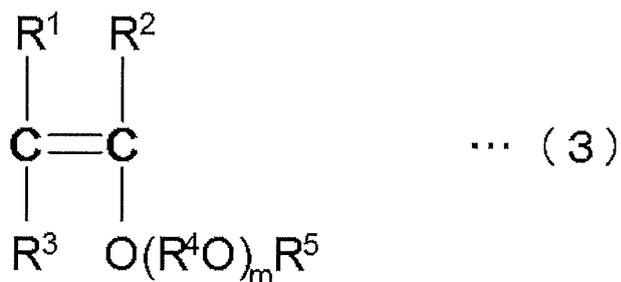
40

ビニルエーテル系モノマーとしては、下記一般式(3)の化合物が挙げられる。

【0162】

50

【化 3】



10

【0163】

(式中、 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^5 および m は、それぞれ一般式(1)中の R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^5 および m と同一の定義内容を示す。)

【0164】

上記ポリビニルエーテル系化合物に対応する各種のものがあるが、例えば、ビニルメチルエーテル；ビニルエチルエーテル；ビニル-*n*-プロピルエーテル；ビニル-イソプロピルエーテル；ビニル-*n*-ブチルエーテル；ビニル-イソブチルエーテル；ビニル-*sec*-ブチルエーテル；ビニル-*tert*-ブチルエーテル；ビニル-*n*-ペンチルエーテル；ビニル-*n*-ヘキシルエーテル；ビニル-2-メトキシエチルエーテル；ビニル-2-エトキシエチルエーテル；ビニル-2-メトキシ-1-メチルエチルエーテル；ビニル-2-メトキシ-プロピルエーテル；ビニル-3,6-ジオキサヘプチルエーテル；ビニル-3,6,9-トリオキサデシルエーテル；ビニル-1,4-ジメチル-3,6-ジオキサヘプチルエーテル；ビニル-1,4,7-トリメチル-3,6,9-トリオキサデシルエーテル；ビニル-2,6-ジオキサ-4-ヘプチルエーテル；ビニル-2,6,9-トリオキサ-4-デシルエーテル；1-メトキシプロペン；1-エトキシプロペン；1-*n*-プロポキシプロペン；1-イソプロポキシプロペン；1-*n*-ブトキシプロペン；1-イソブトキシプロペン；1-*sec*-ブトキシプロペン；1-*tert*-ブトキシプロペン；2-メトキシプロペン；2-エトキシプロペン；2-*n*-プロポキシプロペン；2-イソプロポキシプロペン；2-*n*-ブトキシプロペン；2-イソブトキシプロペン；2-*sec*-ブトキシプロペン；2-*tert*-ブトキシプロペン；1-メトキシ-1-ブテン；1-エトキシ-1-ブテン；1-*n*-プロポキシ-1-ブテン；1-イソプロポキシ-1-ブテン；1-*n*-ブトキシ-1-ブテン；1-イソブトキシ-1-ブテン；1-*sec*-ブトキシ-1-ブテン；1-*tert*-ブトキシ-1-ブテン；2-メトキシ-1-ブテン；2-エトキシ-1-ブテン；2-*n*-プロポキシ-1-ブテン；2-イソプロポキシ-1-ブテン；2-*n*-ブトキシ-1-ブテン；2-イソブトキシ-1-ブテン；2-*sec*-ブトキシ-1-ブテン；2-*tert*-ブトキシ-1-ブテン；2-メトキシ-2-ブテン；2-エトキシ-2-ブテン；2-*n*-プロポキシ-2-ブテン；2-イソプロポキシ-2-ブテン；2-*n*-ブトキシ-2-ブテン；2-イソブトキシ-2-ブテン；2-*sec*-ブトキシ-2-ブテン；2-*tert*-ブトキシ-2-ブテン等が挙げられる。これらのビニルエーテル系モノマーは公知の方法により製造することができる。

20

30

40

【0165】

上記一般式(1)で表される構成単位を有するポリビニルエーテル系化合物は、その末端を本開示例に示す方法及び公知の方法により、所望の構造に変換することができる。変換する基としては、飽和の炭化水素、エーテル、アルコール、ケトン、アミド、ニトリルなどを挙げることができる。

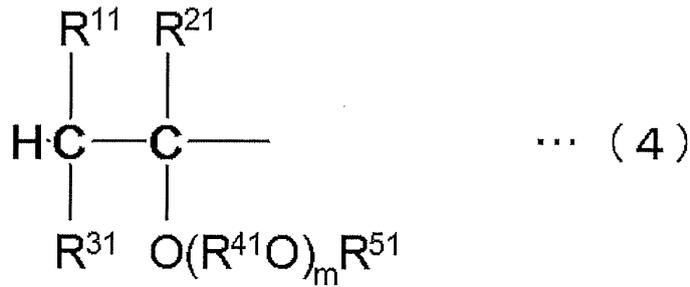
【0166】

ポリビニルエーテル系化合物としては、次の末端構造を有するものが好ましい。

【0167】

50

【化4】



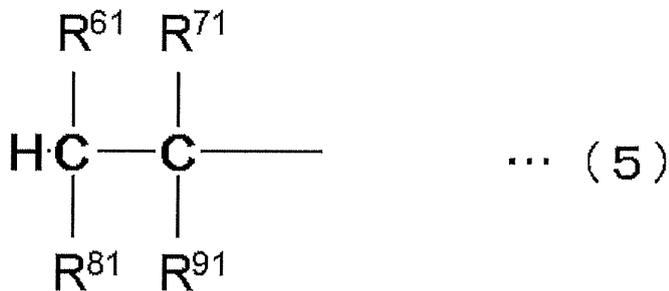
10

【0168】

(式中、 R^{11} 、 R^{21} および R^{31} は互いに同一でも異なってもよく、それぞれ水素原子または炭素数1～8の炭化水素基を示し、 R^{41} は炭素数1～10の二価の炭化水素基または炭素数2～20の二価のエーテル結合酸素含有炭化水素基を示し、 R^{51} は炭素数1～20の炭化水素基を示し、 m はポリビニルエーテルについての m の平均値が0～10となるような数を示し、 m が2以上の場合には、複数の $R^{41}O$ は同一でも異なってもよい。)

【0169】

【化5】



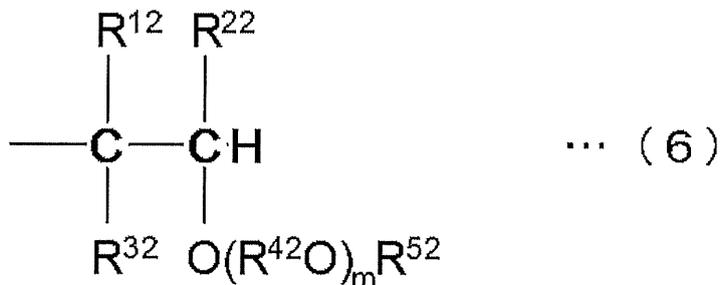
20

【0170】

(式中、 R^{61} 、 R^{71} 、 R^{81} および R^{91} は互いに同一でも異なってもよく、それぞれ水素原子または炭素数1～20の炭化水素基を示す。)

【0171】

【化6】



40

【0172】

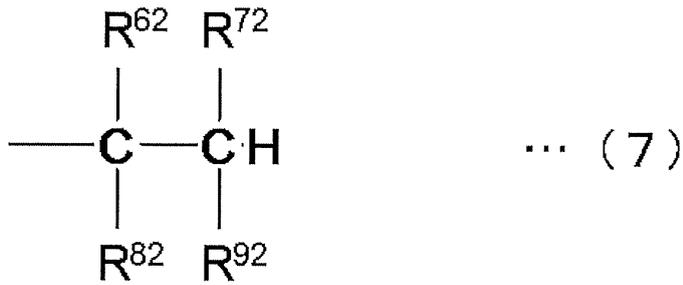
(式中、 R^{12} 、 R^{22} および R^{32} は互いに同一でも異なってもよく、それぞれ水素原子または炭素数1～8の炭化水素基を示し、 R^{42} は炭素数1～10の二価の炭化水素基または炭素数2～20の二価のエーテル結合酸素含有炭化水素基を示し、 R^{52} は炭素数1～20の炭化水素基を示し、 m はポリビニルエーテルについての m の平均値が0～10となるような数を示し、 m が2以上の場合には、複数の $R^{42}O$ は同一でも異なってもよい。)

50

てもよい。)

【0173】

【化7】



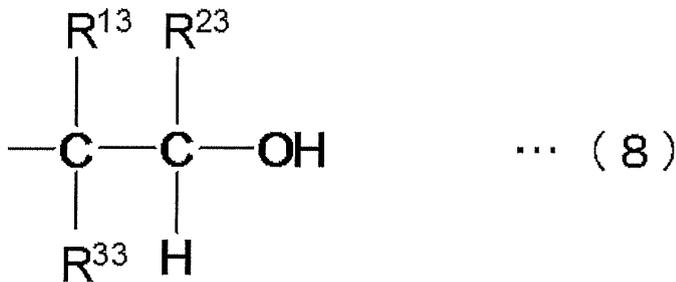
10

【0174】

(式中、 R^{62} 、 R^{72} 、 R^{82} および R^{92} は互いに同一でも異なってもよく、それぞれ水素原子または炭素数1~20の炭化水素基を示す。)

【0175】

【化8】



20

【0176】

(式中、 R^{13} 、 R^{23} および R^{33} は互いに同一でも異なってもよく、それぞれ水素原子または炭素数1~8の炭化水素基を示す。)

30

【0177】

本実施形態におけるポリビニルエーテル油は、上記したモノマーをラジカル重合、カチオン重合、放射線重合などによって製造することができる。重合反応終了後、必要に応じて通常分離・精製方法を施すことにより、目的とする一般式(1)で表される構造単位を有するポリビニルエーテル系化合物が得られる。

【0178】

(ポリオキシアルキレン油)

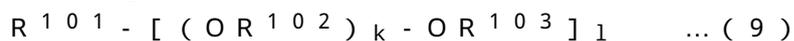
ポリオキシアルキレン油としては、炭素数2~4のアルキレンオキシド(エチレンオキシド、プロピレンオキシド等)を、水や水酸基含有化合物を開始剤として重合させる方法等により得られたポリオキシアルキレン化合物が挙げられる。また、ポリオキシアルキレン化合物の水酸基をエーテル化またはエステル化したものであってもよい。ポリオキシアルキレン油中のオキシアルキレン単位は、1分子中において同一であってもよく、2種以上のオキシアルキレン単位が含まれていてもよい。1分子中に少なくともオキシプロピレン単位が含まれることが好ましい。

40

【0179】

具体的なポリオキシアルキレン油としては、例えば次の一般式(9)

【0180】



【0181】

(式中、 R^{101} は水素原子、炭素数1~10のアルキル基、炭素数2~10のアシル基又

50

は結合部 2 ~ 6 個を有する炭素数 1 ~ 10 の脂肪族炭化水素基、 R^{102} は炭素数 2 ~ 4 のアルキレン基、 R^{103} は水素原子、炭素数 1 ~ 10 のアルキル基又は炭素数 2 ~ 10 のアシル基、 l は 1 ~ 6 の整数、 k は $k \times l$ の平均値が 6 ~ 80 となる数を示す。) で表される化合物が挙げられる。

【0182】

上記一般式(9)において、 R^{101} 、 R^{103} におけるアルキル基は直鎖状、分岐鎖状、環状のいずれであってもよい。該アルキル基の具体例としては、メチル基、エチル基、 n -プロピル基、イソプロピル基、各種ブチル基、各種ペンチル基、各種ヘキシル基、各種ヘプチル基、各種オクチル基、各種ノニル基、各種デシル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基などを挙げることができる。このアルキル基の炭素数が10を超えると冷媒との相溶性が低下し、相分離を生じる場合がある。好ましいアルキル基の炭素数は1~6である。

10

【0183】

また、 R^{101} 、 R^{103} における該アシル基のアルキル基部分は直鎖状、分岐鎖状、環状のいずれであってもよい。該アシル基のアルキル基部分の具体例としては、上記アルキル基の具体例として挙げた炭素数1~9の種々の基を同様に挙げることができる。該アシル基の炭素数が10を超えると冷媒との相溶性が低下し、相分離を生じる場合がある。好ましいアシル基の炭素数は2~6である。

【0184】

R^{101} 及び R^{103} が、いずれもアルキル基又はアシル基である場合には、 R^{101} と R^{103} は同一であってもよいし、互いに異なっていてもよい。

20

【0185】

さらに l が2以上の場合には、1分子中の複数の R^{103} は同一であってもよいし、異なっていてもよい。

【0186】

R^{101} が結合部位2~6個を有する炭素数1~10の脂肪族炭化水素基である場合、この脂肪族炭化水素基は鎖状のものであってもよいし、環状のものであってもよい。結合部位2個を有する脂肪族炭化水素基としては、例えば、エチレン基、プロピレン基、ブチレン基、ペンチレン基、ヘキシレン基、ヘプチレン基、オクチレン基、ノニレン基、デシレン基、シクロペンチレン基、シクロヘキシレン基などが挙げられる。また、結合部位3~6個を有する脂肪族炭化水素基としては、例えば、トリメチロールプロパン、グリセリン、ペンタエリスリトール、ソルビトール；1,2,3-トリヒドロキシシクロヘキサン；1,3,5-トリヒドロキシシクロヘキサンなどの多価アルコールから水酸基を除いた残基を挙げることができる。

30

【0187】

この脂肪族炭化水素基の炭素数が10を超えると冷媒との相溶性が低下し、相分離が生じる場合がある。好ましい炭素数は2~6である。

【0188】

上記一般式(9)中の R^{102} は炭素数2~4のアルキレン基であり、繰り返し単位のオキシアルキレン基としては、オキシエチレン基、オキシプロピレン基、オキシブチレン基が挙げられる。1分子中のオキシアルキレン基は同一であってもよいし、2種以上のオキシアルキレン基が含まれていてもよいが、1分子中に少なくともオキシプロピレン単位を含むものが好ましく、特にオキシアルキレン単位中に50モル%以上のオキシプロピレン単位を含むものが好適である。

40

【0189】

上記一般式(9)中の l は1~6の整数で、 R^{101} の結合部位の数に応じて定めることができる。例えば R^{101} がアルキル基やアシル基の場合、 l は1であり、 R^{101} が結合部位2,3,4,5及び6個を有する脂肪族炭化水素基である場合、 l はそれぞれ2,3,4,5及び6となる。 l は1または2であることが好ましい。また、 k は $k \times l$ の平均値が6~80となる数であることが好ましい。

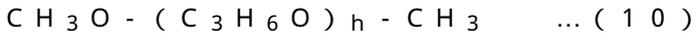
50

【0190】

ポリオキシアルキレン油の構造は、下記一般式(10)で表されるポリオキシプロピレンジオールジメチルエーテル、並びに下記一般式(11)で表されるポリ(オキシエチレン/オキシプロピレン)ジオールジメチルエーテルが経済性および前述の効果の点で好適であり、また、下記一般式(12)で表されるポリオキシプロピレンジオールモノブチルエーテル、さらには下記一般式(13)で表されるポリオキシプロピレンジオールモノメチルエーテル、下記一般式(14)で表されるポリ(オキシエチレン/オキシプロピレン)ジオールモノメチルエーテル、下記一般式(15)で表されるポリ(オキシエチレン/オキシプロピレン)ジオールモノブチルエーテル、下記一般式(16)で表されるポリオキシプロピレンジオールジアセテートが、経済性等の点で好適である。

10

【0191】



(式中、hは6～80の数を表す。)

【0192】



(式中、iおよびjはそれぞれ1以上であり且つiとjとの合計が6～80となる数を表す。)

【0193】



(式中、hは6～80の数を示す。)

20

【0194】



(式中、hは6～80の数を表す。)

【0195】



(式中、iおよびjはそれぞれ1以上であり且つiとjとの合計が6～80となる数を表す。)

【0196】



(式中、iおよびjはそれぞれ1以上であり且つiとjとの合計が6～80となる数を表す。)

30

【0197】



(式中、hは6～80の数を表す。)

【0198】

このポリオキシアルキレン油は、1種を単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

【0199】

(2-2)炭化水素系冷凍機油

炭化水素系冷凍機油としては、例えば、アルキルベンゼンを用いることができる。

40

【0200】

アルキルベンゼンとしては、フッ化水素などの触媒を用いてプロピレンの重合体とベンゼンを原料として合成される分岐アルキルベンゼン、また同触媒を用いてノルマルパラフィンとベンゼンを原料として合成される直鎖アルキルベンゼンが使用できる。アルキル基の炭素数は、潤滑油基油として好適な粘度とする観点から、好ましくは1～30、より好ましくは4～20である。また、アルキルベンゼン1分子が有するアルキル基の数は、アルキル基の炭素数によるが粘度を設定範囲内とするために、好ましくは1～4、より好ましくは1～3である。

【0201】

なお、炭化水素系冷凍機油は、冷凍サイクル系内を、冷媒と共に循環することが好まし

50

い。冷凍機油は冷媒と溶解することが最も好ましい形態だが、冷凍サイクル系内を冷媒と共に循環できる冷凍機油であれば、例えば、溶解性が低い冷凍機油（例えば、特許第2803451号公報に記載されている冷凍機油）であっても用いることができる。冷凍機油が冷凍サイクル系内を循環するためには、冷凍機油の動粘度が小さいことが求められる。炭化水素系冷凍機油の動粘度としては、40において $1\text{mm}^2/\text{s}$ 以上 $50\text{mm}^2/\text{s}$ 以下であることが好ましく、 $1\text{mm}^2/\text{s}$ 以上 $25\text{mm}^2/\text{s}$ 以下であることがより好ましい。

【0202】

これらの冷凍機油は、1種を単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせて用いてもよい。

10

【0203】

冷凍機用作動流体における、炭化水素系冷凍機油の含有量は、例えば、冷媒組成物100質量部に対して、10質量部以上100質量部以下であってよく、20質量部以上50質量部以下であることがより好ましい。

【0204】

(2-3) 添加剤

冷凍機油には、1種または2種以上の添加剤が含まれていてもよい。

【0205】

添加剤としては、酸捕捉剤、極圧剤、酸化防止剤、消泡剤、油性剤、銅不活性化剤等の金属不活性化剤、摩耗防止剤、および、相溶化剤等が挙げられる。

20

【0206】

酸捕捉剤には、フェニルグリシジルエーテル、アルキルグリシジルエーテル、アルキレングリコールグリシジルエーテル、シクロヘキセンオキシド、 α -オレフィンオキシド、エポキシ化大豆油などのエポキシ化合物、カルボジイミド等を用いることができる。なお、これらのうち、相溶性の観点から、フェニルグリシジルエーテル、アルキルグリシジルエーテル、アルキレングリコールグリシジルエーテル、シクロヘキセンオキシド、 α -オレフィンオキシドが好ましい。アルキルグリシジルエーテルのアルキル基、及びアルキレングリコールグリシジルエーテルのアルキレン基は、分岐を有していてもよい。これらの炭素数は、3以上30以下であればよく、4以上24以下であればより好ましく、6以上16以下であればさらに好ましい。また、 α -オレフィンオキシドは、全炭素数が4以上50以下であればよく、4以上24以下であればより好ましく、6以上16以下であればさらに好ましい。酸捕捉剤は、1種だけを用いてもよく、複数種類を併用することも可能である。

30

【0207】

極圧剤には、例えば、リン酸エステル類を含むものを用いることができる。リン酸エステル類としては、リン酸エステル、亜リン酸エステル、酸性リン酸エステル、及び酸性亜リン酸エステル等を用いることができ、リン酸エステル、亜リン酸エステル、酸性リン酸エステル、及び酸性亜リン酸エステルのアミン塩を含むものを用いることもできる。

【0208】

リン酸エステルには、トリアリールホスフェート、トリアルキルホスフェート、トリアルキルアリールホスフェート、トリアリールアルキルホスフェート、トリアルケニルホスフェート等がある。さらに、リン酸エステルを具体的に列挙すると、トリフェニルホスフェート、トリクレジルホスフェート、ベンジルジフェニルホスフェート、エチルジフェニルホスフェート、トリブチルホスフェート、エチルジブチルホスフェート、クレジルジフェニルホスフェート、ジクレジルフェニルホスフェート、エチルフェニルジフェニルホスフェート、ジエチルフェニルフェニルホスフェート、プロピルフェニルジフェニルホスフェート、ジプロピルフェニルフェニルホスフェート、トリエチルフェニルホスフェート、トリプロピルフェニルホスフェート、ブチルフェニルジフェニルホスフェート、ジブチルフェニルフェニルホスフェート、トリブチルフェニルホスフェート、トリヘキシルホスフ

40

50

エート、トリ(2-エチルヘキシル)ホスフェート、トリデシルホスフェート、トリラウリルホスフェート、トリミリスチルホスフェート、トリパルミチルホスフェート、トリステアリルホスフェート、トリオレイルホスフェート等がある。

【0209】

また、亜リン酸エステル specifics としては、トリエチルホスファイト、トリブチルホスファイト、トリフェニルホスファイト、トリクレジルホスファイト、トリ(ノニルフェニル)ホスファイト、トリ(2-エチルヘキシル)ホスファイト、トリデシルホスファイト、トリラウリルホスファイト、トリイソオクチルホスファイト、ジフェニルイソデシルホスファイト、トリステアリルホスファイト、トリオレイルホスファイト等がある。

【0210】

また、酸性リン酸エステルの specifics としては、2-エチルヘキシルアシッドホスフェート、エチルアシッドホスフェート、ブチルアシッドホスフェート、オレイルアシッドホスフェート、テトラコシルアシッドホスフェート、イソデシルアシッドホスフェート、ラウリルアシッドホスフェート、トリデシルアシッドホスフェート、ステアリルアシッドホスフェート、イソステアリルアシッドホスフェート等がある。

【0211】

また、酸性亜リン酸エステルの specifics としては、ジブチルヒドロゲンホスファイト、ジラウリルヒドロゲンホスファイト、ジオレイルヒドロゲンホスファイト、ジステアリルヒドロゲンホスファイト、ジフェニルヒドロゲンホスファイト等がある。以上のリン酸エステル類の中で、オレイルアシッドホスフェート、ステアリルアシッドホスフェートが好適である。

【0212】

また、リン酸エステル、亜リン酸エステル、酸性リン酸エステル又は酸性亜リン酸エステルのアミン塩に用いられるアミンのうちモノ置換アミンの具体例としては、ブチルアミン、ペンチルアミン、ヘキシルアミン、シクロヘキシルアミン、オクチルアミン、ラウリルアミン、ステアリルアミン、オレイルアミン、ベンジルアミン等がある。また、ジ置換アミンの具体例としては、ジブチルアミン、ジペンチルアミン、ジヘキシルアミン、ジシクロヘキシルアミン、ジオクチルアミン、ジラウリルアミン、ジステアリルアミン、ジオレイルアミン、ジベンジルアミン、ステアリル・モノエタノールアミン、デシル・モノエタノールアミン、ヘキシル・モノプロパノールアミン、ベンジル・モノエタノールアミン、フェニル・モノエタノールアミン、トリル・モノプロパノール等がある。また、トリ置換アミンの具体例としては、トリブチルアミン、トリペンチルアミン、トリヘキシルアミン、トリシクロヘキシルアミン、トリオクチルアミン、トリラウリルアミン、トリステアリルアミン、トリオレイルアミン、トリベンジルアミン、ジオレイル・モノエタノールアミン、ジラウリル・モノプロパノールアミン、ジオクチル・モノエタノールアミン、ジヘキシル・モノプロパノールアミン、ジブチル・モノプロパノールアミン、オレイル・ジエタノールアミン、ステアリル・ジプロパノールアミン、ラウリル・ジエタノールアミン、オクチル・ジプロパノールアミン、ブチル・ジエタノールアミン、ベンジル・ジエタノールアミン、フェニル・ジエタノールアミン、トリル・ジプロパノールアミン、キシリル・ジエタノールアミン、トリエタノールアミン、トリプロパノールアミン等がある。

【0213】

また、上記以外の極圧剤としては、例えば、モノスルフィド類、ポリスルフィド類、スルホキシド類、スルホン類、チオスルフィネート類、硫化油脂、チオカーボネート類、チオフェン類、チアゾール類、メタンスルホン酸エステル類等の有機硫黄化合物系の極圧剤、チオリン酸トリエステル類等のチオリン酸エステル系の極圧剤、高級脂肪酸、ヒドロキシアリアル脂肪族類、多価アルコールエステル類、アクリル酸エステル類等のエステル系の極圧剤、塩素化パラフィン等の塩素化炭化水素類、塩素化カルボン酸誘導体等の有機塩素系の極圧剤、フッ素化脂肪族カルボン酸類、フッ素化エチレン樹脂、フッ素化アルキルポリシロキサン類、フッ素化黒鉛等の有機フッ素化系の極圧剤、高級アルコール等のアルコール系の極圧剤、ナフテン酸塩類(ナフテン酸鉛等)、脂肪酸塩類(脂肪酸鉛等)、チ

10

20

30

40

50

オリン酸塩類（ジアルキルジチオリン酸亜鉛等）、チオカルバミン酸塩類、有機モリブデン化合物、有機スズ化合物、有機ゲルマニウム化合物、ホウ酸エステル等の金属化合物系の極圧剤が挙げられる。

【0214】

酸化防止剤には、例えば、フェノール系の酸化防止剤やアミン系の酸化防止剤を用いることができる。フェノール系の酸化防止剤には、2,6-ジ-tert-ブチル-4-メチルフェノール（DBPC）、2,6-ジ-tert-ブチル-4-エチルフェノール、2,2'-メチレンビス（4-メチル-6-tert-ブチルフェノール）、2,4-ジメチル-6-tert-ブチルフェノール、2,6-ジ-tert-ブチルフェノール、ジ-tert-ブチル-p-クレゾール、ビスフェノールA等がある。また、アミン系の酸化防止剤には、N,N'-ジイソプロピル-p-フェニレンジアミン、N,N'-ジ-sec-ブチル-p-フェニレンジアミン、フェニル-p-ナフチルアミン、N,N'-ジ-フェニル-p-フェニレンジアミン、N,N'-ジ（2-ナフチル）-p-フェニレンジアミン等がある。なお、酸化防止剤には、酸素を捕捉する酸素捕捉剤も用いることができる。

10

【0215】

消泡剤としては、例えば、ケイ素化合物を用いることができる。

【0216】

油性剤としては、例えば、高級アルコール類、脂肪酸等を用いることができる。

【0217】

銅不活性化剤等の金属不活性化剤としては、ベンゾトリアゾールやその誘導体等を用いることができる。

20

【0218】

摩耗防止剤としては、ジチオリン酸亜鉛等を用いることができる。

【0219】

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、一種を単独で用いてもよいし、二種以上を用いてもよい。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。

30

【0220】

なお、冷凍機油には、必要に応じて、耐荷重添加剤、塩素捕捉剤、清浄分散剤、粘度指数向上剤、耐熱性向上剤、安定剤、腐食防止剤、耐熱性向上剤、流動点降下剤、および、防錆剤等を添加することも可能である。

【0221】

上記各添加剤の配合量は、冷凍機油に含まれる割合が0.01質量%以上5質量%以下であってよく、0.05質量%以上3質量%以下であることが好ましい。なお、冷媒組成物と冷凍機油とを合わせた冷凍機用作動流体中の添加剤の配合割合が、5質量%以下であることが好ましく、3質量%以下であることがより好ましい。

【0222】

なお、冷凍機油は、塩素濃度が50ppm以下となっていることが好ましく、硫黄濃度が50ppm以下となっていることが好ましい。

40

【0223】

(3) 冷媒回路

図1に、冷凍サイクル装置である空気調和装置1が有する冷媒回路10の一例を示す。

【0224】

空気調和装置1は、蒸気圧縮式の冷凍サイクル運転を行うことによって、室内の冷房および/または暖房に使用される装置である。空気調和装置1は、主として、室外ユニット2と、室内ユニット3と、室外ユニット2と室内ユニット3とを接続する液側冷媒連絡配管9およびガス側冷媒連絡配管8とを備えている。

50

【 0 2 2 5 】

空気調和装置 1 が有する冷媒回路 1 0 は、圧縮機 4、室外熱交換器 5、膨張弁 6、室内熱交換器 7 を有しており、これらが液側冷媒連絡配管 9、ガス側冷媒連絡配管 8、その他の冷媒配管によって接続されることで、上記圧縮式の冷媒回路が構成されている。なお、空気調和装置 1 は、マイクロコンピュータやメモリ等を有しており、各種アクチュエータを駆動制御するための制御部を有している。

【 0 2 2 6 】

なお、冷媒回路 1 0 には、上述した冷媒である冷媒組成物と、冷凍機油と、を含んだ冷凍機用作動流体が封入されている。

【 0 2 2 7 】

(3 - 1) 室内ユニット

室内ユニット 3 は、室内の天井面や壁面に設置されており、液側冷媒連絡配管 9 およびガス側冷媒連絡配管 8 を介して室外ユニット 2 に接続されており、冷媒回路 1 0 の一部を構成している。なお、室内ユニット 3 は、冷媒回路 1 0 において互いに並列に複数接続されていてもよい。

【 0 2 2 8 】

室内ユニット 3 は、室内熱交換器 7 と室内ファン 1 3 とを有している。

【 0 2 2 9 】

室内熱交換器 7 は、特に限定されず、例えば、伝熱管と多数のフィンとにより構成される。室内熱交換器 7 は、冷房運転時は冷媒の蒸発器として機能して室内空気の冷却を行い、暖房運転時は冷媒の凝縮器として機能して室内空気を暖める。

【 0 2 3 0 】

室内ファン 1 3 は、室内ユニット 3 内に室内空気を吸入して、室内熱交換器 7 において冷媒と熱交換させた後に、供給空気として室内に供給する空気流れを生じさせる。室内ファン 1 3 は、室内ファン用モータを有している。

【 0 2 3 1 】

(3 - 2) 室外ユニット

室外ユニット 2 は、室外に設置されており、液側冷媒連絡配管 9 およびガス側冷媒連絡配管 8 を介して室内ユニット 3 に接続されている。

【 0 2 3 2 】

室外ユニット 2 は、圧縮機 4、室外熱交換器 5、室外ファン 1 2、膨張弁 6、アキュムレータ 1 1、四路切換弁 1 0、液側閉鎖弁 1 4、ガス側閉鎖弁 1 5 等を有している。

【 0 2 3 3 】

圧縮機 4 は、圧縮機用モータによって駆動される容積式圧縮機等である。圧縮機用モータは、例えば、インバータ装置（図示せず）を介して電力の供給を受けて駆動するものであってもよい。

【 0 2 3 4 】

室外熱交換器 5 は、特に限定されず、例えば、伝熱管と多数のフィンとにより構成される。室外熱交換器 5 は、冷房運転時に冷媒の凝縮器として機能し、暖房運転時に冷媒の蒸発器として機能する。

【 0 2 3 5 】

室外ファン 1 2 は、室外ユニット 2 内に室外空気を吸入して、室外熱交換器 5 において冷媒と熱交換させた後に、室外に排出する空気流れを生じさせる。この室外ファン 1 2 は、室外ファン用モータを有している。

【 0 2 3 6 】

膨張弁 6 は、弁開度を調節することで、通過する冷媒の圧力を調節することが可能である。

【 0 2 3 7 】

アキュムレータ 1 1 は、四路切換弁 1 0 から圧縮機 4 までの間のうち、圧縮機 4 の吸入側に設けられており、液体状態の冷媒と気体状態の冷媒とを分離する。

10

20

30

40

50

【 0 2 3 8 】

四路切換弁 1 0 は、接続状態を切り換えることで、圧縮機 4 の吐出側と室外熱交換器 5 とを接続しつつアキュムレータ 1 1 の下流側とガス側閉鎖弁 1 5 とを接続する冷房運転接続状態と、圧縮機 4 の吐出側とガス側閉鎖弁 1 5 とを接続しつつアキュムレータ 1 1 の下流側と室外熱交換器 5 とを接続する暖房運転接続状態と、を切り換えることができる。

【 0 2 3 9 】

液側閉鎖弁 1 4 およびガス側閉鎖弁 1 5 は、外部の機器・配管（具体的には、液側冷媒連絡配管 5 およびガス側冷媒連絡配管 6 ）との接続口に設けられた弁である。

【 0 2 4 0 】

(3 - 3) 冷凍サイクル

空気調和装置 1 では、冷房運転時には、四路切換弁 1 0 が冷房運転接続状態となっており、圧縮機 4 から吐出された高温高圧冷媒は、冷媒の凝縮器として機能する室外熱交換器 5 において凝縮し、膨張弁 6 を通過する際に減圧され、液側冷媒連絡配管 9 を介して室内ユニット 3 のガス側に供給される。室内ユニット 3 に供給された冷媒は、冷媒の蒸発器として機能する室内熱交換器 7 において蒸発し、ガス側冷媒連絡配管 8 を介して、室外ユニット 2 のアキュムレータ 1 1 を介して圧縮機 4 に吸入される。

【 0 2 4 1 】

空気調和装置 1 では、暖房運転時には、四路切換弁 1 0 が暖房運転接続状態となっており、圧縮機 4 から吐出された高温高圧冷媒は、ガス側冷媒連絡配管 8 を介して、室内ユニット 3 のガス側に送られる。室内ユニット 3 に送られた冷媒は、冷媒の凝縮器として機能する室内熱交換器 7 において凝縮し、液側冷媒連絡配管 9 を介して室外ユニット 2 の膨張弁 6 に送られる。膨張弁 6 を通過する際に減圧された冷媒は、冷媒の蒸発器として機能する室外熱交換器 5 において蒸発し、アキュムレータ 1 1 を介して圧縮機 4 に吸入される。

【 0 2 4 2 】

なお、冷凍サイクル装置としては、特に限定されず、例えば、ルームエアコン、パッケージエアコン、冷蔵庫、自動車用エアコン、給湯器、除湿機、冷凍庫、冷凍冷蔵倉庫、自動販売機、ショーケース、化学プラント等の冷却装置等が挙げられるが、なかでも、密閉型圧縮機を有する冷凍機において特に好ましく用いられる。また、本実施形態の各冷凍機油は、往復動式、回転式、遠心式等の何れの形式の圧縮機にも使用可能である。なお、これらの冷凍機において、本実施形態の冷凍機油は、冷媒組成物と混合された冷凍機用 작동流体として用いられる。

【 0 2 4 3 】

(4) 冷媒および冷媒組成物

(4 - 1) 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。なお、「冷媒」には、複数種類の冷媒が混合された混合物も含まれる。

【 0 2 4 4 】

本明細書において、用語「冷媒組成物」には、冷媒そのもの（冷媒の混合物を含む）と、その他の成分とを含有するものであり、冷媒そのもの（冷媒の混合物を含む）と区別される。この「冷媒組成物」には、少なくとも冷凍機油と混合することにより冷凍機用 작동流体を得るために用いることのできる組成物が含まれる。

【 0 2 4 5 】

10

20

30

40

50

本明細書において、用語「冷凍機用作動流体」には、冷媒組成物と、冷凍機油と、を含有する組成物が含まれ、「冷媒組成物」と区別され、「冷凍機油含有作動流体」と表記する場合がある。

【0246】

なお、少なくとも、「冷媒」と「冷媒組成物」と「冷凍機用作動流体（冷凍機油含有作動流体）」との三態様を含む用語として「冷媒を含む組成物」を用いることができる。

【0247】

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な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。

10

【0248】

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。

20

【0249】

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。

【0250】

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。

30

【0251】

本明細書において冷媒について「RCLがx%以上」というときは、かかる冷媒についての、米国ANSI/ASHRAE34-2013規格に従い算出される冷媒濃度限界（Refrigerant Concentration Limit; RCL）がx%以上であることを意味する。RCLとは、安全係数を考慮した空気中における濃度限界であり、人間が存在する密閉空間において、急性毒性、窒息及び可燃性の危険度を低減することを目的とした指標である。RCLは上記規格に従って決定される。具体的には、上記規格7.1.1、7.1.2及び7.1.3に従いそれぞれ算出される、急性毒性曝露限界（Acute-Toxicity Exposure Limit; ATEL）、酸欠濃度限界（Oxygen Deprivation Limit; ODL）及び可燃濃度限界（Flammable Concentration Limit; FCL）のうち、最も低い濃度がRCLとなる。

40

【0252】

本明細書において温度グライド（Temperature Glide）とは、冷媒システムの熱交換器内における本開示の冷媒組成物の相変化過程の開始温度と終了温度の差の絶対値を意味する。

【0253】

（4-2）冷媒の用途

50

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。

【0254】

本開示の組成物は、R410A、R407CおよびR404A等のHFC冷媒、並びにR22等のHCF C冷媒の代替冷媒としての使用に適している。

【0255】

(4-3) 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。

【0256】

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。

【0257】

(4-3-1) 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。

【0258】

(4-3-2) 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。

【0259】

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。

【0260】

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。好ましくは、本開示の冷媒に不可避免的に混入する不純物とはなり得ない化合物をトレーサーとして選択する。

【0261】

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。

【0262】

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。

【0263】

上記トレーサーとしては、具体的には、以下の化合物が好ましい。

【0264】

FC-14 (テトラフルオロメタン、CF₄)

HCC-40 (クロロメタン、CH₃Cl)

10

20

30

40

50

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、 $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{F}$)
 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、 $\text{CHF}_2\text{CH}_2\text{F}$)
 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、 $\text{CH}_2\text{FCH}_2\text{F}$)
 HFC-161 (フルオロエタン、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{F}$) 10
 HFC-245fa (1, 1, 1, 3, 3 - ペンタフルオロプロパン、 $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{CHF}_2$)
 HFC-236fa (1, 1, 1, 3, 3, 3 - ヘキサフルオロプロパン、 $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{CF}_3$)
 HFC-236ea (1, 1, 1, 2, 3, 3 - ヘキサフルオロプロパン、 $\text{CF}_3\text{CHFCHF}_2$)
 HFC-227ea (1, 1, 1, 2, 3, 3, 3 - ヘプタフルオロプロパン、 $\text{CF}_3\text{CHFCF}_3$)
 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、 $\text{CF}_2=\text{CClF}$)
 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-134a (トリフルオロメチル - フルオロメチルエーテル、 $\text{CF}_3\text{OCH}_2\text{F}$)
 HFE-143a (トリフルオロメチル - メチルエーテル、 CF_3OCH_3) 20
 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、 $\text{CF}_3\text{OCHF}_2\text{CF}_3$)
 HFE-236fa (トリフルオロメチル - トリフルオロエチルエーテル、 $\text{CF}_3\text{OCH}_2\text{CF}_3$)

【0265】

トレーサー化合物は、約10重量百万分率 (ppm) ~ 約1000ppmの合計濃度で冷媒組成物中に存在し得る。好ましくは、トレーサー化合物は約30ppm ~ 約500ppmの合計濃度で冷媒組成物中に存在し、最も好ましくは、トレーサー化合物は約50ppm ~ 約300ppmの合計濃度で冷媒組成物中に存在する。

【0266】

(4-3-3) 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。

【0267】

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。

【0268】

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、キサントン、チオキサントン、ナフトキサント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。

【0269】

(4-3-4) 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。

【0270】

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。

【0271】

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。

【0272】

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

10

20

30

40

50

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。

【0273】

エーテル類としては、例えば、1,4-ジオキサン等が挙げられる。

【0274】

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。

【0275】

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。

【0276】

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。

10

【0277】

(4-3-5) 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。

【0278】

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。

【0279】

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。

20

【0280】

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。

【0281】

(4-4) 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。

30

【0282】

冷凍機油含有作動流体に含まれる冷凍機油としては、(2) 冷凍機油の欄に記載の冷凍機油を、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。なお、冷凍機油は、(2-3) 添加剤の欄に記載の添加剤を含んでいてもよい。

【0283】

以下、本実施形態において用いられる冷媒である冷媒A～冷媒Eについて、詳細に説明する。

【0284】

なお、以下の冷媒A、冷媒B、冷媒C、冷媒D、冷媒Eの各記載は、それぞれ独立しており、点や線分を示すアルファベット、実施例の番号および比較例の番号は、いずれも冷媒A、冷媒B、冷媒C、冷媒D、冷媒Eの間でそれぞれ独立であるものとする。例えば、冷媒Aの実施例1と冷媒Bの実施例1とは、互いに異なる実施例を示している。

40

【0285】

(4-5) 冷媒A

本開示の冷媒Aは、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)を含む混合冷媒である。

【0286】

50

本開示の冷媒A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。

【0287】

本開示の冷媒Aは、HFO-1132(E)及びR1234yf、並びに必要に応じてHFO-1123を含む組成物であって、さらに以下の要件を満たすものであってもよい。この冷媒も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。

【0288】

要件：

本開示の冷媒Aは、HFO-1132(E)、HFO-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、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

点A(68.6, 0.0, 31.4)、
点A'(30.6, 30.0, 39.4)、
点B(0.0, 58.7, 41.3)、
点D(0.0, 80.4, 19.6)、
点C'(19.5, 70.5, 10.0)、
点C(32.9, 67.1, 0.0)及び
点O(100.0, 0.0, 0.0)

の7点をそれぞれ結ぶ線分AA'、A'B、BD、DC'、C'C、CO及びOAで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり(ただし、線分CO上の点は除く)、

前記線分AA'は、

座標(x, $0.0016x^2 - 0.9473x + 57.497$, $-0.0016x^2 - 0.0527x + 42.503$)

で表わされ、

前記線分A'Bは、

座標(x, $0.0029x^2 - 1.0268x + 58.7$, $-0.0029x^2 + 0.0268x + 41.3$)

で表わされ、

前記線分DC'は、

座標(x, $0.0082x^2 - 0.6671x + 80.4$, $-0.0082x^2 - 0.3329x + 19.6$)

で表わされ、

前記線分C'Cは、

座標(x, $0.0067x^2 - 0.6034x + 79.729$, $-0.0067x^2 - 0.3966x + 20.271$)

で表わされ、かつ

前記線分BD、CO及びOAが直線である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。

【0289】

本開示の冷媒Aは、HFO-1132(E)、HFO-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、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

点G(72.0, 28.0, 0.0)、
点I(72.0, 0.0, 28.0)、
点A(68.6, 0.0, 31.4)、
点A'(30.6, 30.0, 39.4)、
点B(0.0, 58.7, 41.3)、
点D(0.0, 80.4, 19.6)、
点C'(19.5, 70.5, 10.0)及び
点C(32.9, 67.1, 0.0)

の8点をそれぞれ結ぶ線分GI、IA、AA'、A'B、BD、DC'、C'C及びCGで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり(ただし、線分CG上の点は除く)、

10

20

30

40

50

前記線分AA'は、

$$\text{座標}(x, 0.0016x^2 - 0.9473x + 57.497, -0.0016x^2 - 0.0527x + 42.503)$$

で表わされ、

前記線分A'Bは、

$$\text{座標}(x, 0.0029x^2 - 1.0268x + 58.7, -0.0029x^2 + 0.0268x + 41.3)$$

で表わされ、

前記線分DC'は、

$$\text{座標}(x, 0.0082x^2 - 0.6671x + 80.4, -0.0082x^2 - 0.3329x + 19.6)$$

で表わされ、

前記線分C'Cは、

$$\text{座標}(x, 0.0067x^2 - 0.6034x + 79.729, -0.0067x^2 - 0.3966x + 20.271)$$

で表わされ、かつ

前記線分GI、IA、BD及びCGが直線である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ASHRAEの規格でWCF微燃性(WCF組成の燃焼速度が10cm/s以下)を示す。

【0290】

本開示の冷媒Aは、HFO-1132(E) HFO-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とするとき、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

点J(47.1, 52.9, 0.0)、

点P(55.8, 42.0, 2.2)、

点N(68.6, 16.3, 15.1)、

点K(61.3, 5.4, 33.3)、

点A'(30.6, 30.0, 39.4)、

点B(0.0, 58.7, 41.3)、

点D(0.0, 80.4, 19.6)、

点C'(19.5, 70.5, 10.0)及び

点C(32.9, 67.1, 0.0)

の9点をそれぞれ結ぶ線分JP、PN、NK、KA'、A'B、BD、DC'、C'C及びCJで囲まれる図30形の範囲内又は前記線分上にあり(ただし、線分CJ上の点は除く)、

前記線分PNは、

$$\text{座標}(x, -0.1135x^2 + 12.112x - 280.43, 0.1135x^2 - 13.112x + 380.43)$$

で表わされ、

前記線分NKは、

$$\text{座標}(x, 0.2421x^2 - 29.955x + 931.91, -0.2421x^2 + 28.955x - 831.91)$$

で表わされ、

前記線分KA'は、

$$\text{座標}(x, 0.0016x^2 - 0.9473x + 57.497, -0.0016x^2 - 0.0527x + 42.503)$$

で表わされ、

前記線分A'Bは、

$$\text{座標}(x, 0.0029x^2 - 1.0268x + 58.7, -0.0029x^2 + 0.0268x + 41.3)$$

で表わされ、

前記線分DC'は、

$$\text{座標}(x, 0.0082x^2 - 0.6671x + 80.4, -0.0082x^2 - 0.3329x + 19.6)$$

で表わされ、

前記線分C'Cは、

$$\text{座標}(x, 0.0067x^2 - 0.6034x + 79.729, -0.0067x^2 - 0.3966x + 20.271)$$

で表わされ、かつ

前記線分JP、BD及びCJが直線であるものであれば好ましい。本開示の冷媒は、上記要

10

20

40

50

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ASHRAEの規格で微燃性(2Lクラス(WCF組成及びWCFF組成の燃焼速度が10cm/s以下))を示す。

【0291】

本開示の冷媒Aは、HFO-1132(E)、HFO-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、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

点J(47.1, 52.9, 0.0)、
 点P(55.8, 42.0, 2.2)、
 点L(63.1, 31.9, 5.0)、
 点M(60.3, 6.2, 33.5)、
 点A'(30.6, 30.0, 39.4)、
 点B(0.0, 58.7, 41.3)、
 点D(0.0, 80.4, 19.6)、
 点C'(19.5, 70.5, 10.0)及び
 点C(32.9, 67.1, 0.0)

10

の9点をそれぞれ結ぶ線分JP、PL、LM、MA'、A'B、BD、DC'、C'C及びCJで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり(ただし、線分CJ上の点は除く)、

前記線分PLは、

$$\text{座標}(x, -0.1135x^2 + 12.112x - 280.43, 0.1135x^2 - 13.112x + 380.43)$$

20

で表わされ、

前記線分MA'は、

$$\text{座標}(x, 0.0016x^2 - 0.9473x + 57.497, -0.0016x^2 - 0.0527x + 42.503)$$

で表わされ、

前記線分A'Bは、

$$\text{座標}(x, 0.0029x^2 - 1.0268x + 58.7, -0.0029x^2 + 0.0268x + 41.3)$$

で表わされ、

前記線分DC'は、

$$\text{座標}(x, 0.0082x^2 - 0.6671x + 80.4, -0.0082x^2 - 0.3329x + 19.6)$$

で表わされ、

30

前記線分C'Cは、

$$\text{座標}(x, 0.0067x^2 - 0.6034x + 79.729, -0.0067x^2 - 0.3966x + 20.271)$$

で表わされ、かつ

前記線分JP、LM、BD及びCJが直線である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RCLが40g/m³以上となる。

【0292】

本開示の冷媒Aは、HFO-1132(E)、HFO-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、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

40

点P(55.8, 42.0, 2.2)、
 点L(63.1, 31.9, 5.0)、
 点M(60.3, 6.2, 33.5)、
 点A'(30.6, 30.0, 39.4)、
 点B(0.0, 58.7, 41.3)、
 点F(0.0, 61.8, 38.2)及び
 点T(35.8, 44.9, 19.3)

の7点をそれぞれ結ぶ線分PL、LM、MA'、A'B、BF、FT及びTPで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり(ただし、線分BF上の点は除く)、

50

前記線分PLは、

$$\text{座標} (x, -0.1135x^2 + 12.112x - 280.43, 0.1135x^2 - 13.112x + 380.43)$$

で表わされ、

前記線分MA'は、

$$\text{座標} (x, 0.0016x^2 - 0.9473x + 57.497, -0.0016x^2 - 0.0527x + 42.503)$$

で表わされ、

前記線分A'Bは、

$$\text{座標} (x, 0.0029x^2 - 1.0268x + 58.7, -0.0029x^2 + 0.0268x + 41.3)$$

で表わされ、

前記線分FTは、

$$\text{座標} (x, 0.0078x^2 - 0.7501x + 61.8, -0.0078x^2 - 0.2499x + 38.2)$$

で表わされ、

前記線分TPは、

$$\text{座標} (x, 0.0067x^2 - 0.7607x + 63.525, -0.0067x^2 - 0.2393x + 36.475)$$

で表わされ、かつ

前記線分LM及びBFが直線である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95%以上となるだけでなく、さらにRCLが40g/m³以上となる。

【0293】

本開示の冷媒Aは、HFO-1132(E)、HFO-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、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

$$\text{点P}(55.8, 42.0, 2.2)、$$

$$\text{点L}(63.1, 31.9, 5.0)、$$

$$\text{点Q}(62.8, 29.6, 7.6) \text{ 及び}$$

$$\text{点R}(49.8, 42.3, 7.9)$$

の4点をそれぞれ結ぶ線分PL、LQ、QR及びRPで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり、

前記線分PLは、

$$\text{座標} (x, -0.1135x^2 + 12.112x - 280.43, 0.1135x^2 - 13.112x + 380.43)$$

で表わされ、

前記線分RPは、

$$\text{座標} (x, 0.0067x^2 - 0.7607x + 63.525, -0.0067x^2 - 0.2393x + 36.475)$$

で表わされ、かつ

前記線分LQ及びQRが直線である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COP比が95%以上となり、かつRCLが40g/m³以上となるだけでなく、さらに凝縮温度グライドが1以下となる。

【0294】

本開示の冷媒Aは、HFO-1132(E)、HFO-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、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

$$\text{点S}(62.6, 28.3, 9.1)、$$

$$\text{点M}(60.3, 6.2, 33.5)、$$

$$\text{点A}'(30.6, 30.0, 39.4)、$$

$$\text{点B}(0.0, 58.7, 41.3)、$$

$$\text{点F}(0.0, 61.8, 38.2) \text{ 及び}$$

$$\text{点T}(35.8, 44.9, 19.3)$$

の6点をそれぞれ結ぶ線分SM、MA'、A'B、BF、FT、及びTSで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり、

前記線分MA'は、

10

20

30

40

50

座標 $(x, 0.0016x^2 - 0.9473x + 57.497, -0.0016x^2 - 0.0527x + 42.503)$

で表わされ、

前記線分A'Bは、

座標 $(x, 0.0029x^2 - 1.0268x + 58.7, -0.0029x^2 + 0.0268x + 41.3)$

で表わされ、

前記線分FTは、

座標 $(x, 0.0078x^2 - 0.7501x + 61.8, -0.0078x^2 - 0.2499x + 38.2)$

で表わされ、

前記線分TSは、

座標 $(x, 0.0017x^2 - 0.7869x + 70.888, -0.0017x^2 - 0.2131x + 29.112)$

で表わされ、かつ

前記線分SM及びBFが直線である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、R410Aを基準とするCOP比が95%以上となり、かつRCLが $40\text{g}/\text{m}^3$ 以上となるだけでなく、さらにR410Aを基準とする吐出圧力比が105%以下となる。

【0295】

本開示の冷媒Aは、HFO-1132(E)、HFO-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、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標 (x, y, z) が、

点d(87.6, 0.0, 12.4)、

点g(18.2, 55.1, 26.7)、

点h(56.7, 43.3, 0.0)及び

点O(100.0, 0.0, 0.0)

の4点をそれぞれ結ぶ線分Od、dg、gh及びhOで囲まれる図形の範囲内又は前記線分Od、dg及びgh上にあり(ただし、点O及びhは除く)、

前記線分dgは、

座標 $(0.0047y^2 - 1.5177y + 87.598, y, -0.0047y^2 + 0.5177y + 12.402)$

で表わされ、

前記線分ghは、

座標 $(-0.0134z^2 - 1.0825z + 56.692, 0.0134z^2 + 0.0825z + 43.308, z)$

で表わされ、かつ

前記線分hO及びOdが直線であれば好ましい。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92.5%以上となり、かつR410Aを基準とするCOP比が92.5%以上となる。

【0296】

本開示の冷媒Aは、HFO-1132(E)、HFO-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、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標 (x, y, z) が、

点l(72.5, 10.2, 17.3)、

点g(18.2, 55.1, 26.7)、

点h(56.7, 43.3, 0.0)及び

点i(72.5, 27.5, 0.0)

の4点をそれぞれ結ぶ線分lg、gh、hi及びilで囲まれる図形の範囲内又は前記線分lg、gh及びil上にあり(ただし、点h及び点iは除く)、

前記線分lgは、

座標 $(0.0047y^2 - 1.5177y + 87.598, y, -0.0047y^2 + 0.5177y + 12.402)$

で表わされ、

前記線分ghは、

座標 $(-0.0134z^2 - 1.0825z + 56.692, 0.0134z^2 + 0.0825z + 43.308, z)$

で表わされ、かつ

10

20

30

40

50

前記線分 hi 及び il が直線である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92.5%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ASHRAEの規格で微燃性(2Lクラス)を示す。

【0297】

本開示の冷媒Aは、HFO-1132(E)、HFO-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 とするとき、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標 (x,y,z) が、

点 $d(87.6, 0.0, 12.4)$ 、
点 $e(31.1, 42.9, 26.0)$ 、
点 $f(65.5, 34.5, 0.0)$ 及び
点 $O(100.0, 0.0, 0.0)$

の4点をそれぞれ結ぶ線分 Od 、 de 、 ef 及び fO で囲まれる図形の範囲内又は前記線分 Od 、 de 及び ef 上にあり(ただし、点 O 及び点 f は除く)、

前記線分 de は、

座標 $(0.0047y^2 - 1.5177y + 87.598, y, -0.0047y^2 + 0.5177y + 12.402)$

で表わされ、

前記線分 ef は、

座標 $(-0.0064z^2 - 1.1565z + 65.501, 0.0064z^2 + 0.1565z + 34.499, z)$

で表わされ、かつ

前記線分 fO 及び Od が直線である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93.5%以上となり、かつR410Aを基準とするCOP比が93.5%以上となる。

【0298】

本開示の冷媒Aは、HFO-1132(E)、HFO-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 とするとき、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標 (x,y,z) が、

点 $l(72.5, 10.2, 17.3)$ 、
点 $e(31.1, 42.9, 26.0)$ 、
点 $f(65.5, 34.5, 0.0)$ 及び
点 $i(72.5, 27.5, 0.0)$

の4点をそれぞれ結ぶ線分 le 、 ef 、 fi 及び il で囲まれる図形の範囲内又は前記線分 le 、 ef 及び il 上にあり(ただし、点 f 及び点 i は除く)、

前記線分 le は、

座標 $(0.0047y^2 - 1.5177y + 87.598, y, -0.0047y^2 + 0.5177y + 12.402)$

で表わされ、

前記線分 ef は、

座標 $(-0.0134z^2 - 1.0825z + 56.692, 0.0134z^2 + 0.0825z + 43.308, z)$

で表わされ、かつ

前記線分 fi 及び il が直線である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93.5%以上となり、かつR410Aを基準とするCOP比が93.5%以上となるだけでなく、さらにASHRAEの規格で微燃性(2Lクラス)を示す。

【0299】

本開示の冷媒Aは、HFO-1132(E)、HFO-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 とするとき、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標 (x,y,z) が、

点 $a(93.4, 0.0, 6.6)$ 、
点 $b(55.6, 26.6, 17.8)$ 、
点 $c(77.6, 22.4, 0.0)$ 及び

10

20

30

40

50

点O(100.0, 0.0, 0.0)

の4点をそれぞれ結ぶ線分Oa、ab、bc及びcOで囲まれる図形の範囲内又は前記線分Oa、ab及びbc上にあり(ただし、点O及び点cは除く)、

前記線分abは、

座標(0.0052y²-1.5588y+93.385, y, -0.0052y²+0.5588y+6.615)

で表わされ、

前記線分bcは、

座標(-0.0032z²-1.1791z+77.593, 0.0032z²+0.1791z+22.407, z)

で表わされ、かつ

前記線分cO及びOaが直線である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95%以上となり、かつR410Aを基準とするCOP比が95%以上となる。

10

【0300】

本開示の冷媒Aは、HFO-1132(E)、HFO-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、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

点k(72.5, 14.1, 13.4)、

点b(55.6, 26.6, 17.8)及び

点j(72.5, 23.2, 4.3)

の3点をそれぞれ結ぶ線分kb、bj及びjkで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり、

20

前記線分kbは、

座標(0.0052y²-1.5588y+93.385, y, -0.0052y²+0.5588y+6.615)

で表わされ、

前記線分bjは、

座標(-0.0032z²-1.1791z+77.593, 0.0032z²+0.1791z+22.407, z)

で表わされ、かつ

前記線分jkが直線である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95%以上となり、かつR410Aを基準とするCOP比が95%以上となるだけでなく、さらにASHRAEの規格で微燃性(2Lクラス)を示す。

【0301】

30

本開示の冷媒Aは、上記の特性や効果を損なわない範囲内で、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yf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、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yf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。

【0302】

また、本開示の冷媒Aは、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yf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よく、さらに99.9質量%以上含むものであってよい。

【0303】

40

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。

【0304】

(冷媒Aの実施例)

以下に、冷媒Aの実施例を挙げてさらに詳細に説明する。ただし、冷媒Bは、これらの実施例に限定されるものではない。

【0305】

R1234yf、及び、R410A(R32=50%/R125=50%)の混合物を含有する組成物のGWPは、IPCC(Intergovernmental 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-

50

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)、HFO-1123、R1234yf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。

【0306】

また、混合物のRCLは、HFO-1132(E)のLFL=4.7vol%、HFO-1123のLFL=10vol%、R1234yfのLFL=6.2vol%として、ASHRAE34-2013に基づいて求めた。

【0307】

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1～34に示す。

【0308】

【表1】

項目	単位	比較例1	比較例2	比較例3	実施例1	実施例2	実施例3	比較例4
			O	A		A'		B
HFO-1132(E)	質量%	R410A	100.0	68.6	49.0	30.6	14.1	0.0
HFO-1123	質量%		0.0	0.0	14.9	30.0	44.8	58.7
R1234yf	質量%		0.0	31.4	36.1	39.4	41.1	41.3
GWP	-	2088	1	2	2	2	2	2
COP比	%(対R410A)	100	99.7	100.0	98.6	97.3	96.3	95.5
冷凍能力比	%(対R410A)	100	98.3	85.0	85.0	85.0	85.0	85.0
凝縮グライド	°C	0.1	0.00	1.98	3.36	4.46	5.15	5.35
吐出圧力	%(対R410A)	100.0	99.3	87.1	88.9	90.6	92.1	93.2
RCL	g/m3	-	30.7	37.5	44.0	52.7	64.0	78.6

【0309】

【表2】

項目	単位	比較例5	実施例4	実施例5	実施例6	比較例6	比較例7	実施例7	比較例8
		C		C'		D	E		E'
HFO-1132(E)	質量%	32.9	26.6	19.5	10.9	0.0	58.0	23.4	0.0
HFO-1123	質量%	67.1	68.4	70.5	74.1	80.4	42.0	48.5	61.8
R1234yf	質量%	0.0	5.0	10.0	15.0	19.6	0.0	28.1	38.2
GWP	-	1	1	1	1	2	1	2	2
COP比	%(対R410A)	92.5	92.5	92.5	92.5	92.5	95.0	95.0	95.0
冷凍能力比	%(対R410A)	107.4	105.2	102.9	100.5	97.9	105.0	92.5	86.9
凝縮グライド	°C	0.16	0.52	0.94	1.42	1.90	0.42	3.16	4.80
吐出圧力	%(対R410A)	119.5	117.4	115.3	113.0	115.9	112.7	101.0	95.8
RCL	g/m3	53.5	57.1	62.0	69.1	81.3	41.9	46.3	79.0

【0310】

10

20

30

40

50

【表 3】

項目	単位	比較例9	実施例8	実施例9	実施例10	実施例11	実施例12
		J	P	L	N	N'	K
HFO-1132(E)	質量%	47.1	55.8	63.1	68.6	65.0	61.3
HFO-1123	質量%	52.9	42.0	31.9	16.3	7.7	5.4
R1234yf	質量%	0.0	2.2	5.0	15.1	27.3	33.3
GWP	-	1	1	1	1	2	2
COP比	% (対R410A)	93.8	95.0	96.1	97.9	99.1	99.5
冷凍能力比	% (対R410A)	106.2	104.1	101.6	95.0	88.2	85.0
凝縮グライド*	°C	0.31	0.57	0.81	1.41	2.11	2.51
吐出圧力	% (対R410A)	115.8	111.9	107.8	99.0	91.2	87.7
RCL	g/m ³	46.2	42.6	40.0	38.0	38.7	39.7

10

【0 3 1 1】

【表 4】

項目	単位	実施例13	実施例14	実施例15	実施例16	実施例17	実施例18	実施例19
		L	M	Q	R	S	S'	T
HFO-1132(E)	質量%	63.1	60.3	62.8	49.8	62.6	50.0	35.8
HFO-1123	質量%	31.9	6.2	29.6	42.3	28.3	35.8	44.9
R1234yf	質量%	5.0	33.5	7.6	7.9	9.1	14.2	19.3
GWP	-	1	2	1	1	1	1	2
COP比	% (対R410A)	96.1	99.4	96.4	95.0	96.6	95.8	95.0
冷凍能力比	% (対R410A)	101.6	85.0	100.2	101.7	99.4	98.1	96.7
凝縮グライド*	°C	0.81	2.58	1.00	1.00	1.10	1.55	2.07
吐出圧力	% (対R410A)	107.8	87.9	106.0	109.6	105.0	105.0	105.0
RCL	g/m ³	40.0	40.0	40.0	44.8	40.0	44.4	50.8

20

【0 3 1 2】

【表 5】

項目	単位	比較例10	実施例20	実施例21
		G	H	I
HFO-1132(E)	質量%	72.0	72.0	72.0
HFO-1123	質量%	28.0	14.0	0.0
R1234yf	質量%	0.0	14.0	28.0
GWP	-	1	1	2
COP比	% (対R410A)	96.6	98.2	99.9
冷凍能力比	% (対R410A)	103.1	95.1	86.6
凝縮グライド*	°C	0.46	1.27	1.71
吐出圧力	% (対R410A)	108.4	98.7	88.6
RCL	g/m ³	37.4	37.0	36.6

30

40

【0 3 1 3】

50

【表 6】

項目	単位	比較例11	比較例12	実施例22	実施例23	実施例24	実施例25	実施例26	比較例13
HFO-1132(E)	質量%	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0
HFO-1123	質量%	85.0	75.0	65.0	55.0	45.0	35.0	25.0	15.0
R1234yf	質量%	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
GWP	-	1	1	1	1	1	1	1	1
COP比	% (対R410A)	91.4	92.0	92.8	93.7	94.7	95.8	96.9	98.0
冷凍能力比	% (対R410A)	105.7	105.5	105.0	104.3	103.3	102.0	100.6	99.1
凝縮グライド	°C	0.40	0.46	0.55	0.66	0.75	0.80	0.79	0.67
吐出圧力	% (対R410A)	120.1	118.7	116.7	114.3	111.6	108.7	105.6	102.5
RCL	g/m3	71.0	61.9	54.9	49.3	44.8	41.0	37.8	35.1

10

【0314】

【表 7】

項目	単位	比較例14	実施例27	実施例28	実施例29	実施例30	実施例31	実施例32	比較例15
HFO-1132(E)	質量%	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0
HFO-1123	質量%	80.0	70.0	60.0	50.0	40.0	30.0	20.0	10.0
R1234yf	質量%	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
GWP	-	1	1	1	1	1	1	1	1
COP比	% (対R410A)	91.9	92.5	93.3	94.3	95.3	96.4	97.5	98.6
冷凍能力比	% (対R410A)	103.2	102.9	102.4	101.5	100.5	99.2	97.8	96.2
凝縮グライド	°C	0.87	0.94	1.03	1.12	1.18	1.18	1.09	0.88
吐出圧力	% (対R410A)	116.7	115.2	113.2	110.8	108.1	105.2	102.1	99.0
RCL	g/m3	70.5	61.6	54.6	49.1	44.6	40.8	37.7	35.0

20

【0315】

【表 8】

項目	単位	比較例16	実施例33	実施例34	実施例35	実施例36	実施例37	実施例38	比較例17
HFO-1132(E)	質量%	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0
HFO-1123	質量%	75.0	65.0	55.0	45.0	35.0	25.0	15.0	5.0
R1234yf	質量%	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
GWP	-	1	1	1	1	1	1	1	1
COP比	% (対R410A)	92.4	93.1	93.9	94.8	95.9	97.0	98.1	99.2
冷凍能力比	% (対R410A)	100.5	100.2	99.6	98.7	97.7	96.4	94.9	93.2
凝縮グライド	°C	1.41	1.49	1.56	1.62	1.63	1.55	1.37	1.05
吐出圧力	% (対R410A)	113.1	111.6	109.6	107.2	104.5	101.6	98.6	95.5
RCL	g/m3	70.0	61.2	54.4	48.9	44.4	40.7	37.5	34.8

30

【0316】

【表 9】

項目	単位	実施例39	実施例40	実施例41	実施例42	実施例43	実施例44	実施例45
HFO-1132(E)	質量%	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0
HFO-1123	質量%	70.0	60.0	50.0	40.0	30.0	20.0	10.0
R1234yf	質量%	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
GWP	-	2	2	2	2	2	2	2
COP比	% (対R410A)	93.0	93.7	94.5	95.5	96.5	97.6	98.7
冷凍能力比	% (対R410A)	97.7	97.4	96.8	95.9	94.7	93.4	91.9
凝縮グライド	°C	2.03	2.09	2.13	2.14	2.07	1.91	1.61
吐出圧力	% (対R410A)	109.4	107.9	105.9	103.5	100.8	98.0	95.0
RCL	g/m3	69.6	60.9	54.1	48.7	44.2	40.5	37.4

50

【 0 3 1 7 】

【表 1 0】

項目	単位	実施例46	実施例47	実施例48	実施例49	実施例50	実施例51	実施例52
HFO-1132(E)	質量%	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0
HFO-1123	質量%	65.0	55.0	45.0	35.0	25.0	15.0	5.0
R1234yf	質量%	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
GWP	-	2	2	2	2	2	2	2
COP比	% (対R410A)	93.6	94.3	95.2	96.1	97.2	98.2	99.3
冷凍能力比	% (対R410A)	94.8	94.5	93.8	92.9	91.8	90.4	88.8
凝縮グライド*	°C	2.71	2.74	2.73	2.66	2.50	2.22	1.78
吐出圧力	% (対R410A)	105.5	104.0	102.1	99.7	97.1	94.3	91.4
RCL	g/m3	69.1	60.5	53.8	48.4	44.0	40.4	37.3

10

【 0 3 1 8 】

【表 1 1】

項目	単位	実施例53	実施例54	実施例55	実施例56	実施例57	実施例58
HFO-1132(E)	質量%	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0
HFO-1123	質量%	60.0	50.0	40.0	30.0	20.0	10.0
R1234yf	質量%	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
GWP	-	2	2	2	2	2	2
COP比	% (対R410A)	94.3	95.0	95.9	96.8	97.8	98.9
冷凍能力比	% (対R410A)	91.9	91.5	90.8	89.9	88.7	87.3
凝縮グライド*	°C	3.46	3.43	3.35	3.18	2.90	2.47
吐出圧力	% (対R410A)	101.6	100.1	98.2	95.9	93.3	90.6
RCL	g/m3	68.7	60.2	53.5	48.2	43.9	40.2

20

【 0 3 1 9 】

【表 1 2】

項目	単位	実施例59	実施例60	実施例61	実施例62	実施例63	比較例18
HFO-1132(E)	質量%	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0
HFO-1123	質量%	55.0	45.0	35.0	25.0	15.0	5.0
R1234yf	質量%	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
GWP	-	2	2	2	2	2	2
COP比	% (対R410A)	95.0	95.8	96.6	97.5	98.5	99.6
冷凍能力比	% (対R410A)	88.9	88.5	87.8	86.8	85.6	84.1
凝縮グライド*	°C	4.24	4.15	3.96	3.67	3.24	2.64
吐出圧力	% (対R410A)	97.6	96.1	94.2	92.0	89.5	86.8
RCL	g/m3	68.2	59.8	53.2	48.0	43.7	40.1

30

40

【 0 3 2 0 】

50

【表 1 3】

項目	単位	実施例64	実施例65	比較例19	比較例20	比較例21
HFO-1132(E)	質量%	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0
HFO-1123	質量%	50.0	40.0	30.0	20.0	10.0
R1234yf	質量%	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
GWP	-	2	2	2	2	2
COP比	% (対R410A)	95.9	96.6	97.4	98.3	99.2
冷凍能力比	% (対R410A)	85.8	85.4	84.7	83.6	82.4
凝縮グライド	°C	5.05	4.85	4.55	4.10	3.50
吐出圧力	% (対R410A)	93.5	92.1	90.3	88.1	85.6
RCL	g/m3	67.8	59.5	53.0	47.8	43.5

10

【0 3 2 1】

【表 1 4】

項目	単位	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	実施例73
HFO-1132(E)	質量%	54.0	56.0	58.0	62.0	52.0	54.0	56.0	58.0
HFO-1123	質量%	41.0	39.0	37.0	33.0	41.0	39.0	37.0	35.0
R1234yf	質量%	5.0	5.0	5.0	5.0	7.0	7.0	7.0	7.0
GWP	-	1	1	1	1	1	1	1	1
COP比	% (対R410A)	95.1	95.3	95.6	96.0	95.1	95.4	95.6	95.8
冷凍能力比	% (対R410A)	102.8	102.6	102.3	101.8	101.9	101.7	101.5	101.2
凝縮グライド	°C	0.78	0.79	0.80	0.81	0.93	0.94	0.95	0.95
吐出圧力	% (対R410A)	110.5	109.9	109.3	108.1	109.7	109.1	108.5	107.9
RCL	g/m3	43.2	42.4	41.7	40.3	43.9	43.1	42.4	41.6

20

【0 3 2 2】

【表 1 5】

項目	単位	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	実施例81
HFO-1132(E)	質量%	60.0	62.0	61.0	58.0	60.0	62.0	52.0	54.0
HFO-1123	質量%	33.0	31.0	29.0	30.0	28.0	26.0	34.0	32.0
R1234yf	質量%	7.0	7.0	10.0	12.0	12.0	12.0	14.0	14.0
GWP	-	1	1	1	1	1	1	1	1
COP比	% (対R410A)	96.0	96.2	96.5	96.4	96.6	96.8	96.0	96.2
冷凍能力比	% (対R410A)	100.9	100.7	99.1	98.4	98.1	97.8	98.0	97.7
凝縮グライド	°C	0.95	0.95	1.18	1.34	1.33	1.32	1.53	1.53
吐出圧力	% (対R410A)	107.3	106.7	104.9	104.4	103.8	103.2	104.7	104.1
RCL	g/m3	40.9	40.3	40.5	41.5	40.8	40.1	43.6	42.9

30

【0 3 2 3】

【表 1 6】

項目	単位	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	実施例89
HFO-1132(E)	質量%	56.0	58.0	60.0	48.0	50.0	52.0	54.0	56.0
HFO-1123	質量%	30.0	28.0	26.0	36.0	34.0	32.0	30.0	28.0
R1234yf	質量%	14.0	14.0	14.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
GWP	-	1	1	1	1	1	1	1	1
COP比	% (対R410A)	96.4	96.6	96.9	95.8	96.0	96.2	96.4	96.7
冷凍能力比	% (対R410A)	97.5	97.2	96.9	97.3	97.1	96.8	96.6	96.3
凝縮グライド	°C	1.51	1.50	1.48	1.72	1.72	1.71	1.69	1.67
吐出圧力	% (対R410A)	103.5	102.9	102.3	104.3	103.8	103.2	102.7	102.1
RCL	g/m3	42.1	41.4	40.7	45.2	44.4	43.6	42.8	42.1

40

50

【 0 3 2 4 】

【表 1 7】

項目	単位	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	実施例97
HFO-1132(E)	質量%	58.0	60.0	42.0	44.0	46.0	48.0	50.0	52.0
HFO-1123	質量%	26.0	24.0	40.0	38.0	36.0	34.0	32.0	30.0
R1234yf	質量%	16.0	16.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
GWP	-	1	1	2	2	2	2	2	2
COP比	%(対R410A)	96.9	97.1	95.4	95.6	95.8	96.0	96.3	96.5
冷凍能力比	%(対R410A)	96.1	95.8	96.8	96.6	96.4	96.2	95.9	95.7
凝縮グライド*	°C	1.65	1.63	1.93	1.92	1.92	1.91	1.89	1.88
吐出圧力	%(対R410A)	101.5	100.9	104.5	103.9	103.4	102.9	102.3	101.8
RCL	g/m3	41.4	40.7	47.8	46.9	46.0	45.1	44.3	43.5

10

【 0 3 2 5 】

【表 1 8】

項目	単位	実施例98	実施例99	実施例100	実施例101	実施例102	実施例103	実施例104	実施例105
HFO-1132(E)	質量%	54.0	56.0	58.0	60.0	36.0	38.0	42.0	44.0
HFO-1123	質量%	28.0	26.0	24.0	22.0	44.0	42.0	38.0	36.0
R1234yf	質量%	18.0	18.0	18.0	18.0	20.0	20.0	20.0	20.0
GWP	-	2	2	2	2	2	2	2	2
COP比	%(対R410A)	96.7	96.9	97.1	97.3	95.1	95.3	95.7	95.9
冷凍能力比	%(対R410A)	95.4	95.2	94.9	94.6	96.3	96.1	95.7	95.4
凝縮グライド*	°C	1.86	1.83	1.80	1.77	2.14	2.14	2.13	2.12
吐出圧力	%(対R410A)	101.2	100.6	100.0	99.5	104.5	104.0	103.0	102.5
RCL	g/m3	42.7	42.0	41.3	40.6	50.7	49.7	47.7	46.8

20

【 0 3 2 6 】

【表 1 9】

項目	単位	実施例106	実施例107	実施例108	実施例109	実施例110	実施例111	実施例112	実施例113
HFO-1132(E)	質量%	46.0	48.0	52.0	54.0	56.0	58.0	34.0	36.0
HFO-1123	質量%	34.0	32.0	28.0	26.0	24.0	22.0	44.0	42.0
R1234yf	質量%	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	22.0	22.0
GWP	-	2	2	2	2	2	2	2	2
COP比	%(対R410A)	96.1	96.3	96.7	96.9	97.2	97.4	95.1	95.3
冷凍能力比	%(対R410A)	95.2	95.0	94.5	94.2	94.0	93.7	95.3	95.1
凝縮グライド*	°C	2.11	2.09	2.05	2.02	1.99	1.95	2.37	2.36
吐出圧力	%(対R410A)	101.9	101.4	100.3	99.7	99.2	98.6	103.4	103.0
RCL	g/m3	45.9	45.0	43.4	42.7	41.9	41.2	51.7	50.6

30

【 0 3 2 7 】

【表 2 0】

項目	単位	実施例114	実施例115	実施例116	実施例117	実施例118	実施例119	実施例120	実施例121
HFO-1132(E)	質量%	38.0	40.0	42.0	44.0	46.0	48.0	50.0	52.0
HFO-1123	質量%	40.0	38.0	36.0	34.0	32.0	30.0	28.0	26.0
R1234yf	質量%	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0
GWP	-	2	2	2	2	2	2	2	2
COP比	%(対R410A)	95.5	95.7	95.9	96.1	96.4	96.6	96.8	97.0
冷凍能力比	%(対R410A)	94.9	94.7	94.5	94.3	94.0	93.8	93.6	93.3
凝縮グライド*	°C	2.36	2.35	2.33	2.32	2.30	2.27	2.25	2.21
吐出圧力	%(対R410A)	102.5	102.0	101.5	101.0	100.4	99.9	99.4	98.8
RCL	g/m3	49.6	48.6	47.6	46.7	45.8	45.0	44.1	43.4

40

【 0 3 2 8 】

50

【表 2 1】

項目	単位	実施例122	実施例123	実施例124	実施例125	実施例126	実施例127	実施例128	実施例129
HFO-1132(E)	質量%	54.0	56.0	58.0	60.0	32.0	34.0	36.0	38.0
HFO-1123	質量%	24.0	22.0	20.0	18.0	44.0	42.0	40.0	38.0
R1234yf	質量%	22.0	22.0	22.0	22.0	24.0	24.0	24.0	24.0
GWP	-	2	2	2	2	2	2	2	2
COP比	%(対R410A)	97.2	97.4	97.6	97.9	95.2	95.4	95.6	95.8
冷凍能力比	%(対R410A)	93.0	92.8	92.5	92.2	94.3	94.1	93.9	93.7
凝縮グライド	°C	2.18	2.14	2.09	2.04	2.61	2.60	2.59	2.58
吐出圧力	%(対R410A)	98.2	97.7	97.1	96.5	102.4	101.9	101.5	101.0
RCL	g/m3	42.6	41.9	41.2	40.5	52.7	51.6	50.5	49.5

10

【 0 3 2 9】

【表 2 2】

項目	単位	実施例130	実施例131	実施例132	実施例133	実施例134	実施例135	実施例136	実施例137
HFO-1132(E)	質量%	40.0	42.0	44.0	46.0	48.0	50.0	52.0	54.0
HFO-1123	質量%	36.0	34.0	32.0	30.0	28.0	26.0	24.0	22.0
R1234yf	質量%	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0
GWP	-	2	2	2	2	2	2	2	2
COP比	%(対R410A)	96.0	96.2	96.4	96.6	96.8	97.0	97.2	97.5
冷凍能力比	%(対R410A)	93.5	93.3	93.1	92.8	92.6	92.4	92.1	91.8
凝縮グライド	°C	2.56	2.54	2.51	2.49	2.45	2.42	2.38	2.33
吐出圧力	%(対R410A)	100.5	100.0	99.5	98.9	98.4	97.9	97.3	96.8
RCL	g/m3	48.5	47.5	46.6	45.7	44.9	44.1	43.3	42.5

20

【 0 3 3 0】

【表 2 3】

項目	単位	実施例138	実施例139	実施例140	実施例141	実施例142	実施例143	実施例144	実施例145
HFO-1132(E)	質量%	56.0	58.0	60.0	30.0	32.0	34.0	36.0	38.0
HFO-1123	質量%	20.0	18.0	16.0	44.0	42.0	40.0	38.0	36.0
R1234yf	質量%	24.0	24.0	24.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0
GWP	-	2	2	2	2	2	2	2	2
COP比	%(対R410A)	97.7	97.9	98.1	95.3	95.5	95.7	95.9	96.1
冷凍能力比	%(対R410A)	91.6	91.3	91.0	93.2	93.1	92.9	92.7	92.5
凝縮グライド	°C	2.28	2.22	2.16	2.86	2.85	2.83	2.81	2.79
吐出圧力	%(対R410A)	96.2	95.6	95.1	101.3	100.8	100.4	99.9	99.4
RCL	g/m3	41.8	41.1	40.4	53.7	52.6	51.5	50.4	49.4

30

【 0 3 3 1】

【表 2 4】

項目	単位	実施例146	実施例147	実施例148	実施例149	実施例150	実施例151	実施例152	実施例153
HFO-1132(E)	質量%	40.0	42.0	44.0	46.0	48.0	50.0	52.0	54.0
HFO-1123	質量%	34.0	32.0	30.0	28.0	26.0	24.0	22.0	20.0
R1234yf	質量%	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0
GWP	-	2	2	2	2	2	2	2	2
COP比	%(対R410A)	96.3	96.5	96.7	96.9	97.1	97.3	97.5	97.7
冷凍能力比	%(対R410A)	92.3	92.1	91.9	91.6	91.4	91.2	90.9	90.6
凝縮グライド	°C	2.77	2.74	2.71	2.67	2.63	2.59	2.53	2.48
吐出圧力	%(対R410A)	99.0	98.5	97.9	97.4	96.9	96.4	95.8	95.3
RCL	g/m3	48.4	47.4	46.5	45.7	44.8	44.0	43.2	42.5

40

【 0 3 3 2】

50

【表 2 5】

項目	単位	実施例154	実施例155	実施例156	実施例157	実施例158	実施例159	実施例160	実施例161
HFO-1132(E)	質量%	56.0	58.0	60.0	30.0	32.0	34.0	36.0	38.0
HFO-1123	質量%	18.0	16.0	14.0	42.0	40.0	38.0	36.0	34.0
R1234yf	質量%	26.0	26.0	26.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0
GWP	-	2	2	2	2	2	2	2	2
COP比	%(対R410A)	97.9	98.2	98.4	95.6	95.8	96.0	96.2	96.3
冷凍能力比	%(対R410A)	90.3	90.1	89.8	92.1	91.9	91.7	91.5	91.3
凝縮グライド	°C	2.42	2.35	2.27	3.10	3.09	3.06	3.04	3.01
吐出圧力	%(対R410A)	94.7	94.1	93.6	99.7	99.3	98.8	98.4	97.9
RCL	g/m3	41.7	41.0	40.3	53.6	52.5	51.4	50.3	49.3

10

【0 3 3 3】

【表 2 6】

項目	単位	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	実施例169
HFO-1132(E)	質量%	40.0	42.0	44.0	46.0	48.0	50.0	52.0	54.0
HFO-1123	質量%	32.0	30.0	28.0	26.0	24.0	22.0	20.0	18.0
R1234yf	質量%	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0
GWP	-	2	2	2	2	2	2	2	2
COP比	%(対R410A)	96.5	96.7	96.9	97.2	97.4	97.6	97.8	98.0
冷凍能力比	%(対R410A)	91.1	90.9	90.7	90.4	90.2	89.9	89.7	89.4
凝縮グライド	°C	2.98	2.94	2.90	2.85	2.80	2.75	2.68	2.62
吐出圧力	%(対R410A)	97.4	96.9	96.4	95.9	95.4	94.9	94.3	93.8
RCL	g/m3	48.3	47.4	46.4	45.6	44.7	43.9	43.1	42.4

20

【0 3 3 4】

【表 2 7】

項目	単位	実施例170	実施例171	実施例172	実施例173	実施例174	実施例175	実施例176	実施例177
HFO-1132(E)	質量%	56.0	58.0	60.0	32.0	34.0	36.0	38.0	42.0
HFO-1123	質量%	16.0	14.0	12.0	38.0	36.0	34.0	32.0	28.0
R1234yf	質量%	28.0	28.0	28.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
GWP	-	2	2	2	2	2	2	2	2
COP比	%(対R410A)	98.2	98.4	98.6	96.1	96.2	96.4	96.6	97.0
冷凍能力比	%(対R410A)	89.1	88.8	88.5	90.7	90.5	90.3	90.1	89.7
凝縮グライド	°C	2.54	2.46	2.38	3.32	3.30	3.26	3.22	3.14
吐出圧力	%(対R410A)	93.2	92.6	92.1	97.7	97.3	96.8	96.4	95.4
RCL	g/m3	41.7	41.0	40.3	52.4	51.3	50.2	49.2	47.3

30

【0 3 3 5】

【表 2 8】

項目	単位	実施例178	実施例179	実施例180	実施例181	実施例182	実施例183	実施例184	実施例185
HFO-1132(E)	質量%	44.0	46.0	48.0	50.0	52.0	54.0	56.0	58.0
HFO-1123	質量%	26.0	24.0	22.0	20.0	18.0	16.0	14.0	12.0
R1234yf	質量%	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
GWP	-	2	2	2	2	2	2	2	2
COP比	%(対R410A)	97.2	97.4	97.6	97.8	98.0	98.3	98.5	98.7
冷凍能力比	%(対R410A)	89.4	89.2	89.0	88.7	88.4	88.2	87.9	87.6
凝縮グライド	°C	3.08	3.03	2.97	2.90	2.83	2.75	2.66	2.57
吐出圧力	%(対R410A)	94.9	94.4	93.9	93.3	92.8	92.3	91.7	91.1
RCL	g/m3	46.4	45.5	44.7	43.9	43.1	42.3	41.6	40.9

40

50

【 0 3 3 6 】

【 表 2 9 】

項目	単位	実施例186	実施例187	実施例188	実施例189	実施例190	実施例191	実施例192	実施例193
HFO-1132(E)	質量%	30.0	32.0	34.0	36.0	38.0	40.0	42.0	44.0
HFO-1123	質量%	38.0	36.0	34.0	32.0	30.0	28.0	26.0	24.0
R1234yf	質量%	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0
GWP	-	2	2	2	2	2	2	2	2
COP比	%(対R410A)	96.2	96.3	96.5	96.7	96.9	97.1	97.3	97.5
冷凍能力比	%(対R410A)	89.6	89.5	89.3	89.1	88.9	88.7	88.4	88.2
凝縮グライド	°C	3.60	3.56	3.52	3.48	3.43	3.38	3.33	3.26
吐出圧力	%(対R410A)	96.6	96.2	95.7	95.3	94.8	94.3	93.9	93.4
RCL	g/m3	53.4	52.3	51.2	50.1	49.1	48.1	47.2	46.3

10

【 0 3 3 7 】

【 表 3 0 】

項目	単位	実施例194	実施例195	実施例196	実施例197	実施例198	実施例199	実施例200	実施例201
HFO-1132(E)	質量%	46.0	48.0	50.0	52.0	54.0	56.0	58.0	60.0
HFO-1123	質量%	22.0	20.0	18.0	16.0	14.0	12.0	10.0	8.0
R1234yf	質量%	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0
GWP	-	2	2	2	2	2	2	2	2
COP比	%(対R410A)	97.7	97.9	98.1	98.3	98.5	98.7	98.9	99.2
冷凍能力比	%(対R410A)	88.0	87.7	87.5	87.2	86.9	86.6	86.3	86.0
凝縮グライド	°C	3.20	3.12	3.04	2.96	2.87	2.77	2.66	2.55
吐出圧力	%(対R410A)	92.8	92.3	91.8	91.3	90.7	90.2	89.6	89.1
RCL	g/m3	45.4	44.6	43.8	43.0	42.3	41.5	40.8	40.2

20

【 0 3 3 8 】

【 表 3 1 】

項目	単位	実施例202	実施例203	実施例204	実施例205	実施例206	実施例207	実施例208	実施例209
HFO-1132(E)	質量%	30.0	32.0	34.0	36.0	38.0	40.0	42.0	44.0
HFO-1123	質量%	36.0	34.0	32.0	30.0	28.0	26.0	24.0	22.0
R1234yf	質量%	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0
GWP	-	2	2	2	2	2	2	2	2
COP比	%(対R410A)	96.5	96.6	96.8	97.0	97.2	97.4	97.6	97.8
冷凍能力比	%(対R410A)	88.4	88.2	88.0	87.8	87.6	87.4	87.2	87.0
凝縮グライド	°C	3.84	3.80	3.75	3.70	3.64	3.58	3.51	3.43
吐出圧力	%(対R410A)	95.0	94.6	94.2	93.7	93.3	92.8	92.3	91.8
RCL	g/m3	53.3	52.2	51.1	50.0	49.0	48.0	47.1	46.2

30

【 0 3 3 9 】

【 表 3 2 】

項目	単位	実施例210	実施例211	実施例212	実施例213	実施例214	実施例215	実施例216	実施例217
HFO-1132(E)	質量%	46.0	48.0	50.0	52.0	54.0	30.0	32.0	34.0
HFO-1123	質量%	20.0	18.0	16.0	14.0	12.0	34.0	32.0	30.0
R1234yf	質量%	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	36.0	36.0	36.0
GWP	-	2	2	2	2	2	2	2	2
COP比	%(対R410A)	98.0	98.2	98.4	98.6	98.8	96.8	96.9	97.1
冷凍能力比	%(対R410A)	86.7	86.5	86.2	85.9	85.6	87.2	87.0	86.8
凝縮グライド	°C	3.36	3.27	3.18	3.08	2.97	4.08	4.03	3.97
吐出圧力	%(対R410A)	91.3	90.8	90.3	89.7	89.2	93.4	93.0	92.6
RCL	g/m3	45.3	44.5	43.7	42.9	42.2	53.2	52.1	51.0

40

【 0 3 4 0 】

50

【表 3 3】

項目	単位	実施例218	実施例219	実施例220	実施例221	実施例222	実施例223	実施例224	実施例225
HFO-1132(E)	質量%	36.0	38.0	40.0	42.0	44.0	46.0	30.0	32.0
HFO-1123	質量%	28.0	26.0	24.0	22.0	20.0	18.0	32.0	30.0
R1234yf	質量%	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	38.0	38.0
GWP	-	2	2	2	2	2	2	2	2
COP比	%(対R410A)	97.3	97.5	97.7	97.9	98.1	98.3	97.1	97.2
冷凍能力比	%(対R410A)	86.6	86.4	86.2	85.9	85.7	85.5	85.9	85.7
凝縮グライド	°C	3.91	3.84	3.76	3.68	3.60	3.50	4.32	4.25
吐出圧力	%(対R410A)	92.1	91.7	91.2	90.7	90.3	89.8	91.9	91.4
RCL	g/m3	49.9	48.9	47.9	47.0	46.1	45.3	53.1	52.0

10

【0 3 4 1】

【表 3 4】

項目	単位	実施例226	実施例227
HFO-1132(E)	質量%	34.0	36.0
HFO-1123	質量%	28.0	26.0
R1234yf	質量%	38.0	38.0
GWP	-	2	2
COP比	%(対R410A)	97.4	97.6
冷凍能力比	%(対R410A)	85.6	85.3
凝縮グライド	°C	4.18	4.11
吐出圧力	%(対R410A)	91.0	90.6
RCL	g/m3	50.9	49.8

20

【0 3 4 2】

これらの結果から、HFO-1132(E)、HFO-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、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

30

- 点A(68.6, 0.0, 31.4)、
- 点A'(30.6, 30.0, 39.4)、
- 点B(0.0, 58.7, 41.3)、
- 点D(0.0, 80.4, 19.6)、
- 点C'(19.5, 70.5, 10.0)、
- 点C(32.9, 67.1, 0.0)及び
- 点O(100.0, 0.0, 0.0)

の7点をそれぞれ結ぶ線分AA'、A'B、BD、DC'、C'C、CO及びOAで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり(ただし、線分CO上の点は除く)、

前記線分AA'は、

$$\text{座標}(x, 0.0016x^2 - 0.9473x + 57.497, -0.0016x^2 - 0.0527x + 42.503)$$

で表わされ、

前記線分A'Bは、

$$\text{座標}(x, 0.0029x^2 - 1.0268x + 58.7, -0.0029x^2 + 0.0268x + 41.3)$$

で表わされ、

前記線分DC'は、

$$\text{座標}(x, 0.0082x^2 - 0.6671x + 80.4, -0.0082x^2 - 0.3329x + 19.6)$$

で表わされ、

50

前記線分C' Cは、

座標 $(x, 0.0067x^2 - 0.6034x + 79.729, -0.0067x^2 - 0.3966x + 20.271)$

で表わされ、かつ

前記線分BD、CO及びOAが直線である場合に、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%以上となることが判る。

【0343】

線分AA'上の点は、点A、実施例1、及び点A'の3点を結ぶ近似曲線を最小二乗法により求めることにより決定した。

【0344】

線分A'B上の点は、点A'、実施例3、及び点Bの3点を結ぶ近似曲線を最小二乗法により求めることにより決定した。

10

【0345】

線分DC'上の点は、点D、実施例6、及び点C'の3点を結ぶ近似曲線を最小二乗法により求めることにより決定した。

【0346】

線分C'C上の点は、点C'、実施例4、及び点Cの3点を結ぶ近似曲線を最小二乗法により求めることにより決定した。

【0347】

また、同様に、座標 (x, y, z) が、

点A(68.6, 0.0, 31.4)、

点A'(30.6, 30.0, 39.4)、

点B(0.0, 58.7, 41.3)、

点F(0.0, 61.8, 38.2)、

点T(35.8, 44.9, 19.3)、

点E(58.0, 42.0, 0.0)及び

点O(100.0, 0.0, 0.0)

20

の7点をそれぞれ結ぶ線分AA'、A'B、BF、FT、TE、EO及びOAで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり(ただし、線分EO上の点は除く)、

前記線分AA'は、

座標 $(x, 0.0016x^2 - 0.9473x + 57.497, -0.0016x^2 - 0.0527x + 42.503)$

30

で表わされ、

前記線分A'Bは、

座標 $(x, 0.0029x^2 - 1.0268x + 58.7, -0.0029x^2 + 0.0268x + 41.3)$

で表わされ、

前記線分FTは、

座標 $(x, 0.0078x^2 - 0.7501x + 61.8, -0.0078x^2 - 0.2499x + 38.2)$

で表わされ、

前記線分TEは、

座標 $(x, 0.0067x^2 - 0.7607x + 63.525, -0.0067x^2 - 0.2393x + 36.475)$

で表わされ、かつ

40

前記線分BF、FO及びOAが直線である場合に、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95%以上となることが判る。

【0348】

線分FT上の点は、点T、E'、Fの3点を結ぶ近似曲線を最小二乗法により求めることにより決定した。

【0349】

線分TE上の点は、点E、R、Tの3点を結ぶ近似曲線を最小二乗法により求めることにより決定した。

【0350】

表1~34の結果から、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの混合冷媒において

50

は、これらの総和が100質量%となる3成分組成図であって、点(0.0, 100.0, 0.0)及び点(0.0, 0.0, 100.0)を結ぶ線分を底辺とし、点(0.0, 100.0, 0.0)を左側、点(0.0, 0.0, 100.0)を右側とする3成分組成図において、座標(x, y, z)が、

点L(63.1, 31.9, 5.0)及び

点M(60.3, 6.2, 33.5)

を結ぶ線分LMの上、又は当該線分の下側にある場合にRCLが40g/m³以上となることが明らかとなった。

【0351】

また、表1～34の結果から、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの混合冷媒においては、これらの総和が100質量%となる3成分組成図であって、点(0.0, 100.0, 0.0)及び点(0.0, 0.0, 100.0)を結ぶ線分を底辺とし、点(0.0, 100.0, 0.0)を左側、点(0.0, 0.0, 100.0)を右側とする3成分組成図において、座標(x, y, z)が、

点Q(62.8, 29.6, 7.6)及び

点R(49.8, 42.3, 7.9)

を結ぶ線分QRの上、又は当該線分の左側にある場合に温度グライドが1以下となることが明らかとなった。

【0352】

また、表1～34の結果から、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの混合冷媒においては、これらの総和が100質量%となる3成分組成図であって、点(0.0, 100.0, 0.0)及び点(0.0, 0.0, 100.0)を結ぶ線分を底辺とし、点(0.0, 100.0, 0.0)を左側、点(0.0, 0.0, 100.0)を右側とする3成分組成図において、座標(x, y, z)が、

点S(62.6, 28.3, 9.1)及び

点T(35.8, 44.9, 19.3)

を結ぶ線分STの上、又は当該線分の右側にある場合にR410Aを基準とする吐出圧力比が105%以下となることが明らかとなった。

【0353】

なお、これらの組成物において、R1234yfは燃焼性の低下や重合等の変質抑制に寄与しており、これを含むことが好ましい。

【0354】

さらに、これらの各混合冷媒について、混合組成をWCF濃度としてANSI/ASHRAE34-2013規格に従い燃焼速度を測定した。燃焼速度が10 cm/s以下となるものは「2Lクラス(微燃性)」であるとした。

【0355】

なお、燃焼速度試験は図2に示す装置を用いて、以下の通り行った。なお、図2において、901は試料セルを、902は高速カメラを、903はキセノンランプを、904はコリメートレンズを、905はコリメートレンズを、906はリングフィルターをそれぞれ示す。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氣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。

【0356】

また、WCF濃度は、WCF濃度を初期濃度としてNIST Standard Reference Data Base Refleak Version 4.0により漏洩シミュレーションを行うことで求めた。

【0357】

結果を表35及び表36に示す。

10

20

30

40

50

【 0 3 5 8 】

【 表 3 5 】

項目		単位	G	H	I
WCF	HFO-1132(E)	質量%	72.0	72.0	72.0
	HFO-1123	質量%	28.0	9.6	0.0
	R1234yf	質量%	0.0	18.4	28.0
燃焼速度(WCF)		cm/s	10	10	10

10

【 0 3 5 9 】

【 表 3 6 】

項目		単位	J	P	L	N	N'	K
WCF	HFO-1132(E)	質量%	47.1	55.8	63.1	68.6	65.0	61.3
	HFO-1123	質量%	52.9	42.0	31.9	16.3	7.7	5.4
	R1234yf	質量%	0.0	2.2	5.0	15.1	27.3	33.3
WCFF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,90% 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,66% 放出時、 気相側	貯蔵・輸送 -40°C,12% 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	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0
	HFO-1123	質量%	28.0	17.8	17.4	13.6	12.3	9.8
	R1234yf	質量%	0.0	10.2	10.6	14.4	15.7	18.2
燃焼速度(WCF)		cm/s	8以下	8以下	8以下	9	9	8以下
燃焼速度(WCFF)		cm/s	10	10	10	10	10	10

20

【 0 3 6 0 】

表 3 5 の結果から、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの混合冷媒においては、これらの総和を基準として、HFO-1132(E)を72.0質量%以下含む場合に、WCF微燃性と判断できることが明らかとなった。

30

【 0 3 6 1 】

表 3 6 の結果から、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfの混合冷媒においては、これらの総和が100質量%となる3成分組成図であって、点(0.0, 100.0, 0.0)及び点(0.0, 0.0, 100.0)を結ぶ線分を底辺とする3成分組成図において、座標(x, y, z)が、

点J(47.1, 52.9, 0.0)、

点P(55.8, 42.0, 2.2)、

点L(63.1, 31.9, 5.0)

点N(68.6, 16.3, 15.1)

点N'(65.0, 7.7, 27.3)及び

点K(61.3, 5.4, 33.3)

40

の6点をそれぞれ結ぶ線分JP、PN及びNKの上、又は当該線分の下側にある場合に、WCF微燃、及びWCFF微燃性と判断できることが明らかとなった。

【 0 3 6 2 】

ただし、前記線分PNは、

座標(x, $-0.1135x^2 + 12.112x - 280.43$, $0.1135x^2 - 13.112x + 380.43$)

で表わされ、

前記線分NKは、

座標(x, $0.2421x^2 - 29.955x + 931.91$, $-0.2421x^2 + 28.955x - 831.91$)

で表わされる。

【 0 3 6 3 】

50

線分PN上の点は、点P、点L、点Nの3点を結ぶ近似曲線を最小二乗法により求めることにより決定した。

【0364】

線分NK上の点は、点N、点N'、点Kの3点を結ぶ近似曲線を最小二乗法により求めることにより決定した。

【0365】

(4-6) 冷媒B

本開示の冷媒Bは、

トランス-1,2-ジフルオロエチレン(HFO-1132(E))及びトリフルオロエチレン(HFO-1123)の合計を、該冷媒の全体に対して99.5質量%以上含み、かつ、該冷媒が、
HFO-1132(E)を、該冷媒の全体に対して62.0質量%~72.0質量%又は45.1質量%~47.1質量%含む、混合冷媒であるか、または、

10

HFO-1132(E)及びHFO-1123の合計を、該冷媒の全体に対して99.5質量%以上含み、かつ該冷媒が、HFO-1132(E)を、該冷媒の全体に対して45.1質量%~47.1質量%含む、混合冷媒である。

【0366】

本開示の冷媒Bは、(1)R410Aと同等の成績係数を有すること、(2)R410Aと同等の冷凍能力を有すること、(3)GWPが十分に小さいこと、及び(4)ASHRAEの規格で微燃性(2Lクラス)であること、という、R410A代替冷媒として望ましい諸特性を有する。

20

【0367】

本開示の冷媒Bは、HFO-1132(E)を72.0質量%以下含む混合冷媒であればWCF微燃となる。本開示の冷媒Bは、HFO-1132(E)を47.1%以下含む組成物であればWCF微燃及びWCF微燃でASHRAE規格では微燃性冷媒である「2Lクラス」となり、取り扱いがさらに容易となる。

【0368】

本開示の冷媒Bは、HFO-1132(E)を、62.0質量%以上含む場合、R410Aを基準とする成績係数比が95%以上でより優れたものとなり、かつHFO-1132(E)及び/又はHFO-1123の重合反応がより抑制され、安定性がより優れたものとなる。本開示の冷媒Bは、HFO-1132(E)を、45.1質量%以上含む場合、R410Aを基準とする成績係数比が93%以上でより優れたものとなり、かつHFO-1132(E)及び/又はHFO-1123の重合反応がより抑制され、安定性がより優れたものとなる。

30

【0369】

本開示の冷媒Bは、上記の特性や効果を損なわない範囲内で、HFO-1132(E)及びHFO-1123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Bが、HFO-1132(E)及びHFO-1123の合計を、冷媒全体に対して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。

【0370】

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。

40

【0371】

(冷媒Bの実施例)

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

【0372】

HFO-1132(E)及びHFO-1123を、これらの総和を基準として表37及び表38にそれぞれ示した質量%(mass%)で混合した混合冷媒を調製した。

【0373】

R410A(R32=50%/R125=50%)の混合物を含有する組成物のGWPIは、IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)第4次報告書の値に基づいて評価した。HFO-

50

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。

【0374】

- 蒸発温度5
- 凝縮温度45
- 過熱温度5K
- 過冷却温度5K
- 圧縮機効率70%

10

【0375】

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。

【0376】

また、これらの結果をもとに算出したGWP、COP及び冷凍能力を表1、表2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。

20

【0377】

成績係数 (COP) は、次式により求めた。

【0378】

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

【0379】

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)」であるとした。

【0380】

燃焼速度試験は図2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) を試料セルとして使い、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。

30

【0381】

【表37】

項目	単位	比較例1	比較例2	比較例3	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	比較例4
		R410A	HFO-1132E							
HFO-1132E(WCF)	mass%	-	100	80	72	70	68	65	62	60
HFO-1123(WCF)	mass%	-	0	20	28	30	32	35	38	40
GWP	-	2088	1	1	1	1	1	1	1	1
比COP _c	%(対R410A)	100	99.7	97.5	96.6	96.3	96.1	95.8	95.4	95.2
比冷凍能力	%(対R410A)	100	98.3	101.9	103.1	103.4	103.8	104.1	104.5	104.8
吐出圧力	Mpa	2.73	2.71	2.89	2.96	2.98	3.00	3.02	3.04	3.06
燃焼速度(WCF)	cm/sec	不燃	20	13	10	9	9	8	8以下	8以下

40

【0382】

50

【表 3 8】

項目	単位	比較例5	比較例6	実施例7	実施例8	実施例9	比較例7	比較例8	比較例9	比較例10 HFO-1123
HFO-1132E(WCF)	mass%	50	48	47.1	46.1	45.1	43	40	25	0
HFO-1123(WCF)	mass%	50	52	52.9	53.9	54.9	57	60	75	100
GWP	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1
比COPe	%(対R410A)	94.1	93.9	93.8	93.7	93.6	93.4	93.1	91.9	90.6
比冷凍能力	%(対R410A)	105.9	106.1	106.2	106.3	106.4	106.6	106.9	107.9	108.0
吐出圧力	Mpa	3.14	3.16	3.16	3.17	3.18	3.20	3.21	3.31	3.39
漏洩試験条件(WCFF)		貯蔵・輸送 -40°C,92% 放出時、 液相側	-							
HFO-1132E(WCFF)	mass%	74	73	72	71	70	67	63	38	-
HFO-1123(WCFF)	mass%	26	27	28	29	30	33	37	62	-
燃焼速度(WCF)	cm/sec	8以下	5							
燃焼速度(WCFF)	cm/sec	11	10.5	10.0	9.5	9.5	8.5	8以下	8以下	5
ASHRAE燃焼性分類		2	2	2L	2L	2L	2L	2L	2L	2L

10

【 0 3 8 3】

組成物が、HFO-1132(E)を、該組成物の全体に対して62.0質量%～72.0質量%含む場合に、GWP=1という低いGWPを持ちつつも安定で、かつ、WCF微燃を確保し、更に驚くべきことにR410Aと同等の性能を確保することができる。また、組成物が、HFO-1132(E)を、該組成物の全体に対して45.1質量%～47.1質量%含む場合に、GWP=1という低いGWPを持ちつつも安定で、かつ、WCF微燃を確保し、更に驚くべきことにR410Aと同等の性能を確保することができる。

20

【 0 3 8 4】

(4 - 7) 冷媒 C

本開示の冷媒Cは、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)、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C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。

【 0 3 8 5】

要件：

30

本開示の冷媒C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3成分組成図において、座標 (x,y,z) が、

0 < a 11.1のとき、

- 点G(0.026a²-1.7478a+72.0, -0.026a²+0.7478a+28.0, 0.0)、
- 点I(0.026a²-1.7478a+72.0, 0.0, -0.026a²+0.7478a+28.0)、
- 点A(0.0134a²-1.9681a+68.6, 0.0, -0.0134a²+0.9681a+31.4)、
- 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(-0.2304a²-0.4062a+32.9, 0.2304a²-0.5938a+67.1, 0.0)

40

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 18.2のとき、

- 点G(0.02a²-1.6013a+71.105, -0.02a²+0.6013a+28.895, 0.0)、
- 点I(0.02a²-1.6013a+71.105, 0.0, -0.02a²+0.6013a+28.895)、
- 点A(0.0112a²-1.9337a+68.484, 0.0, -0.0112a²+0.9337a+31.516)、
- 点B(0.0, 0.0075a²-1.5156a+58.199, -0.0075a²+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

50

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)ものが含まれる。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。

【0386】

本開示の冷媒Cは、HFO-1132(E)、HFO-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とするとき、HFO-1132(E)、HFO-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(-0.2304a²-0.4062a+32.9, 0.2304a²-0.5938a+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(0.0243a²-1.4161a+49.725, -0.0243a²+0.4161a+50.275, 0.0)、
 点K'(0.0341a²-2.1977a+61.187, -0.0236a²+0.34a+5.636, -0.0105a²+0.8577a+33.177)、
 点B(0.0, 0.0075a²-1.5156a+58.199, -0.0075a²+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、

10

20

30

40

50

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)

10

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' ($0.1892a + 29.443$, 0.0 , $-0.8108a + 70.557$)、
 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)

20

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)ものが含まれる。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。

【0387】

本開示の冷媒Cは、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR1234yfに加えて、さらにR32を含む場合、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、HFO-1132(E)、HFO-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、

30

$0 < a < 10.0$ 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)、

$10.0 < a < 16.5$ 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)

40

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

$16.5 < a < 21.8$ のとき、

点a($0.0161a^2 - 2.3535a + 92.742$, 0 , $-0.0161a^2 + 2.3535a + 7.258$)、
 点b' ($-0.0435a^2 - 0.0435a + 50.406$, $-0.0304a^2 + 1.8991a - 0.0661$, $0.0739a^2 - 1.8556a + 49.6601$)、

50

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事ができる(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。

【0388】

10

本開示の冷媒Cは、上記の特性や効果を損なわない範囲内で、HFO-1132(E)、HFO-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、HFO-1132(E)、HFO-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。

【0389】

また、本開示の冷媒Cは、HFO-1132(E)、HFO-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。

【0390】

20

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。

【0391】

(冷媒Cの実施例)

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

【0392】

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39~96にそれぞれ示した質量%で混合した混合冷媒を調製した。

【0393】

30

R410A(R32=50%/R125=50%)の混合物を含有する組成物のGWPは、IPCC(Intergovernmental 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。

【0394】

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。

40

【0395】

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39~96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。

【0396】

50

成績係数（COP）は、次式により求めた。

【 0 3 9 7 】

COP = (冷凍能力又は暖房能力) / 消費電力量

【 0 3 9 8 】

【表 3 9】

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

10

【 0 3 9 9 】

【表 4 0】

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

20

【 0 4 0 0 】

【表 4 1】

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

30

【 0 4 0 1 】

【表 4 2】

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

40

【 0 4 0 2 】

50

【表 4 3】

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

10

【0 4 0 3】

【表 4 4】

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

20

【0 4 0 4】

【表 4 5】

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

30

【0 4 0 5】

【表 4 6】

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

40

【0 4 0 6】

50

【表 4 7】

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

10

【0 4 0 7】

【表 4 8】

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

20

【0 4 0 8】

【表 4 9】

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

30

【0 4 0 9】

【表 5 0】

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

40

【0 4 1 0】

50

【表 5 1】

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

10

【0 4 1 1】

【表 5 2】

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

20

【0 4 1 2】

【表 5 3】

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

30

【0 4 1 3】

【表 5 4】

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

40

【0 4 1 4】

50

【表 5 5】

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

10

【0 4 1 5】

【表 5 6】

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

20

【0 4 1 6】

【表 5 7】

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

30

【0 4 1 7】

【表 5 8】

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

40

【0 4 1 8】

50

【表 5 9】

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

10

【 0 4 1 9 】

【表 6 0】

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

20

【 0 4 2 0 】

【表 6 1】

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

30

【 0 4 2 1 】

【表 6 2】

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

40

【 0 4 2 2 】

50

【表 6 3】

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

10

【0 4 2 3】

【表 6 4】

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

20

【0 4 2 4】

【表 6 5】

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

30

【0 4 2 5】

【表 6 6】

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

40

【0 4 2 6】

50

【表 6 7】

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

10

【0 4 2 7】

【表 6 8】

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

20

【0 4 2 8】

【表 6 9】

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

30

【0 4 2 9】

【表 7 0】

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

40

【0 4 3 0】

50

【表 7 1】

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

10

【0 4 3 1】

【表 7 2】

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

20

【0 4 3 2】

【表 7 3】

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

30

【0 4 3 3】

【表 7 4】

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

40

【0 4 3 4】

50

【表 7 5】

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

10

【0 4 3 5】

【表 7 6】

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

20

【0 4 3 6】

【表 7 7】

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

30

【0 4 3 7】

【表 7 8】

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

40

【0 4 3 8】

50

【表 7 9】

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

10

【0 4 3 9】

【表 8 0】

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

20

【0 4 4 0】

【表 8 1】

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

30

【0 4 4 1】

【表 8 2】

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

40

【0 4 4 2】

50

【表 8 3】

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

10

【0 4 4 3】

【表 8 4】

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

20

【0 4 4 4】

【表 8 5】

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

30

【0 4 4 5】

【表 8 6】

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

40

【0 4 4 6】

50

【表 8 7】

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

10

【0 4 4 7】

【表 8 8】

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

20

【0 4 4 8】

【表 8 9】

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

30

【0 4 4 9】

【表 9 0】

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

40

【0 4 5 0】

50

【表 9 1】

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

10

【0 4 5 1】

【表 9 2】

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

20

【0 4 5 2】

【表 9 3】

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

30

【0 4 5 3】

【表 9 4】

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

40

【0 4 5 4】

50

【表 9 5】

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

10

【 0 4 5 5】

【表 9 6】

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

20

【 0 4 5 6】

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、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 11.1のとき、

点A(0.0134a²-1.9681a+68.6, 0.0, -0.0134a²+0.9681a+31.4)と

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

を結ぶ直線ABの線上又は左側、

11.1 < a 18.2のとき、

点A(0.0112a²-1.9337a+68.484, 0.0, -0.0112a²+0.9337a+31.516)と

点B(0.0, 0.0075a²-1.5156a+58.199, -0.0075a²+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(0.0107a²-1.9142a+68.305, 0.0, -0.0107a²+0.9142a+31.695)と

点B(0.0, 0.009a²-1.6045a+59.318, -0.009a²+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(0.0103a²-1.9225a+68.793, 0.0, -0.0103a²+0.9225a+31.207)と

点B(0.0, 0.0046a²-1.41a+57.286, -0.0046a²+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(0.0085a²-1.8102a+67.1, 0.0, -0.0085a²+0.8102a+32.9)と

点B(0.0, 0.0012a²-1.1659a+52.95, -0.0012a²+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4に示す点A、点Bを結ぶ123

30

40

50

4yf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。

【0457】

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, 0.0224a²+0.968a+75.4, -0.0224a²-1.968a+24.6)と

点C(-0.2304a²-0.4062a+32.9, 0.2304a²-0.5938a+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。

10

【0458】

なお、図4においてCOP比が92.5%以上となるのは曲線CDであるが、図4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、HFO-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5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。

【0459】

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)」であるとした。

20

【0460】

なお、燃焼速度試験は図2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氣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)を試料セルとして使い、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。

30

【0461】

結果を表97~104に示す。

【0462】

【表97】

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	48.6	45.4
	HFO-1123	質量%	28.0	32.0	33.1	33.4	33.2	32.7
	R1234yf	質量%	0.0	0.0	0.0	0	0	0
	R32	質量%	0.0	7.1	11.1	14.5	18.2	21.9
燃焼速度(WCF)	cm/s	10	10	10	10	10	10	

40

【0463】

50

【表 9 8】

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	32	30.4
	HFO-1123	質量%	31.5	30.7	23.6	23.9	21.8
	R1234yf	質量%	0	0	0	0	0
	R32	質量%	26.7	29.3	36.7	44.1	47.8
燃焼速度(WCF)		cm/s	10	10	10	10	10

【0 4 6 4】

【表 9 9】

10

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	48.6	45.4
	HFO-1123	質量%	0.0	0.0	0.0	0	0	0
	R1234yf	質量%	28.0	32.0	33.1	33.4	33.2	32.7
	R32	質量%	0.0	7.1	11.1	14.5	18.2	21.9
燃焼速度(WCF)		cm/s	10	10	10	10	10	10

【0 4 6 5】

【表 1 0 0】

20

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	32	30.4
	HFO-1123	質量%	0	0	0	0	0
	R1234yf	質量%	31.5	30.7	23.6	23.9	21.8
	R32	質量%	26.7	29.3	36.7	44.1	47.8
燃焼速度(WCF)		cm/s	10	10	10	10	10

【0 4 6 6】

【表 1 0 1】

30

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	32.0	30.3
	HFO-1123	質量%	52.9	52.4	51.9	51.2	49.8	47.8
	R1234yf	質量%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	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,92% 放出時、 液相側						
WCFF	HFO-1132(E)	質量%	72.0	62.4	56.2	50.6	45.1	40.0
	HFO-1123	質量%	28.0	31.6	33.0	33.4	32.5	30.5
	R1234yf	質量%	0.0	0.0	0.0	20.4	0.0	0.0
	R32	質量%	0.0	50.9	10.8	16.0	22.4	29.5
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

40

【0 4 6 7】

50

【表 1 0 2】

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
WCFF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

10

【 0 4 6 8】

【表 1 0 3】

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
WCFF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

20

30

【 0 4 6 9】

【表 1 0 4】

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
WCFF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

40

【 0 4 7 0】

50

表 9 7 ~ 1 0 0 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、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 11.1のとき、

点G(0.026a²-1.7478a+72.0, -0.026a²+0.7478a+28.0, 0.0)と

点I(0.026a²-1.7478a+72.0, 0.0, -0.026a²+0.7478a+28.0)と

を結ぶ直線GIの線上又は下、

11.1 < a 18.2のとき、

点G(0.02a²-1.6013a+71.105, -0.02a²+0.6013a+28.895, 0.0)と

点I(0.02a²-1.6013a+71.105, 0.0, -0.02a²+0.6013a+28.895)と

を結ぶ直線GIの線上又は下、

18.2 < a 26.7のとき、

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

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

を結ぶ直線GIの線上又は下、

26.7 < a 36.7のとき、

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

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

を結ぶ直線GIの線上又は下、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)と

点I(0.0061a²-0.9918a+63.902, 0.0, -0.0061a²-0.0082a+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 1 0 5)及びI(表 1 0 6)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。

【 0 4 7 1 】

【 表 1 0 5 】

項目	11.1 ≥ R32 > 0			18.2 ≥ R32 ≥ 11.1			26.7 ≥ R32 ≥ 18.2		
	0	7.1	11.1	11.1	14.5	18.2	18.2	21.9	26.7
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		
	26.7	29.3	36.7	36.7	44.1	47.8
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		

10

20

30

40

50

【 0 4 7 2 】

【 表 1 0 6 】

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		

10

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		

20

【 0 4 7 3 】

表 1 0 1 ~ 1 0 4 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、

30

0 < a 11.1のとき、

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

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

を結ぶ直線JK'の線上又は下、

11.1 < a 18.2のとき、

点J(0.0243a²-1.4161a+49.725, -0.0243a²+0.4161a+50.275, 0.0)と

点K'(0.0341a²-2.1977a+61.187, -0.0236a²+0.34a+5.636, -0.0105a²+0.8577a+33.177)と

を結ぶ直線JK'の線上又は下、

40

18.2 < a 26.7のとき、

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

点K'(0.0196a²-1.7863a+58.515, -0.0079a²-0.1136a+8.702, -0.0117a²+0.8999a+32.783)とを結ぶ直線JK'の線上又は下、

26.7 < a 36.7のとき、

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

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

を結ぶ直線JK'の線上又は下、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)と

50

点K' ($0.1892a+29.443, 0.0, -0.8108a+70.557$)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。

【0474】

なお、実際のWCFF微燃の点は、図4に示す点J、点K'(直線AB上)を結ぶHFO-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。

【0475】

なお、点J(表107)及びK'(表108)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。

【0476】

【表107】

項目	11.1 \geq R32 $>$ 0			18.2 \geq R32 \geq 11.1			26.7 \geq R32 \geq 18.2		
	0	7.1	11.1	11.1	14.5	18.2	18.2	21.9	26.7
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 \geq R32 \geq 26.7			47.8 \geq R32 \geq 36.7		
	26.7	29.3	36.7	36.7	44.1	47.8
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		

【0477】

10

20

30

40

50

【表 1 0 8】

項目	11.1 \geq R32 $>$ 0			18.2 \geq R32 \geq 11.1			26.7 \geq R32 \geq 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		

10

項目	36.7 \geq R32 \geq 26.7			46.7 \geq R32 \geq 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			-0.1892a+29.443		
HFO-1123 近似式	0			0		
R1234yf 近似式	0.0051a ² -1.0929a+74.05			-0.8108a+70.557		

20

【0 4 7 8】

なお、図 4 ~ 1 4 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。

【0 4 7 9】

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。

【0 4 8 0】

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 1 0 9)。

【0 4 8 1】

30

40

50

【表 1 0 9】

項目	11.1 ≥ R32 > 0			18.2 ≥ R32 ≥ 11.1			26.7 ≥ R32 ≥ 18.2		
	0	7.1	11.1	11.1	14.5	18.2	18.2	21.9	26.7
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 +0.9337a+31.516			-0.0107a ² +0.9142a+31.695		

10

項目	36.7 ≥ R32 ≥ 26.7			46.7 ≥ R32 ≥ 36.7		
	26.7	29.3	36.7	36.7	44.1	47.8
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		

20

【 0 4 8 2】

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110)。

【 0 4 8 3】

【表 1 1 0】

項目	11.1 ≥ R32 > 0			18.2 ≥ R32 ≥ 11.1			26.7 ≥ R32 ≥ 18.2		
	0	7.1	11.1	11.1	14.5	18.2	18.2	21.9	26.7
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		

30

項目	36.7 ≥ R32 ≥ 26.7			46.7 ≥ R32 ≥ 36.7		
	26.7	29.3	36.7	36.7	44.1	47.8
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		

40

【 0 4 8 4】

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9

50

5.5%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111)。

【0485】

【表111】

項目	11.1 \geq 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		

10

【0486】

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112)。

20

【0487】

【表112】

項目	11.1 \geq R32 $>$ 0		
R32	0	7.1	11.1
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		

30

【0488】

(4-8)冷媒D

本開示の冷媒Dは、トランス-1,2-ジフルオロエチレン(HFO-1132(E))、ジフルオロメタン(R32)及び2,3,3,3-テトラフルオロ-1-プロペン(R1234yf)を含む混合冷媒である。

40

【0489】

本開示の冷媒Dは、R410Aと同等の冷却能力を有し、GWPが十分に小さく、かつASHRAEの規格で微燃性(2Lクラス)である、という、R410A代替冷媒として望ましい諸特性を有する。

【0490】

本開示の冷媒Dは、HFO-1132(E)、R32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、HFO-1132(E)、R32及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

点I(72.0, 0.0, 28.0)、

50

点J(48.5, 18.3, 33.2)、
 点N(27.7, 18.2, 54.1)及び
 点E(58.3, 0.0, 41.7)

の4点をそれぞれ結ぶ線分IJ、JN、NE、及びEIで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり(ただし、線分EI上にある点は除く)、

前記線分IJは、

座標($0.0236y^2 - 1.7616y + 72.0, y, -0.0236y^2 + 0.7616y + 28.0$)

で表わされ、

前記線分NEは、

座標($0.012y^2 - 1.9003y + 58.3, y, -0.012y^2 + 0.9003y + 41.7$)

で表わされ、かつ

前記線分JN及びEIが直線である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80%以上となり、GWPが125以下となり、かつWCF微燃となる。

【0491】

本開示の冷媒Dは、HFO-1132(E)、R32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、HFO-1132(E)、R32及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

点M(52.6, 0.0, 47.4)、
 点M'(39.2, 5.0, 55.8)、
 点N(27.7, 18.2, 54.1)、
 点V(11.0, 18.1, 70.9)及び
 点G(39.6, 0.0, 60.4)

の5点をそれぞれ結ぶ線分MM'、M'N、NV、VG、及びGMで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり(ただし、線分GM上にある点は除く)、

前記線分MM'は、

座標($x, 0.132x^2 - 3.34x + 52.6, -0.132x^2 + 2.34x + 47.4$)

で表わされ、

前記線分M'Nは、

座標($x, 0.0313x^2 - 1.4551x + 43.824, -0.0313x^2 + 0.4551x + 56.176$)

で表わされ、

前記線分VGは、

座標($0.0123y^2 - 1.8033y + 39.6, y, -0.0123y^2 + 0.8033y + 60.4$)

で表わされ、かつ

前記線分NV及びGMが直線である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70%以上となり、GWPが125以下となり、かつASHRAE微燃となる。

【0492】

本開示の冷媒Dは、HFO-1132(E)、R32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、HFO-1132(E)、R32及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

点O(22.6, 36.8, 40.6)、
 点N(27.7, 18.2, 54.1)及び
 点U(3.9, 36.7, 59.4)

の3点をそれぞれ結ぶ線分ON、NU及びUOで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり、

前記線分ONは、

座標($0.0072y^2 - 0.6701y + 37.512, y, -0.0072y^2 - 0.3299y + 62.488$)

で表わされ、

前記線分NUは、

10

20

30

40

50

座標 $(0.0083y^2 - 1.7403y + 56.635, y, -0.0083y^2 + 0.7403y + 43.365)$

で表わされ、かつ

前記線分UOが直線である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80%以上となり、GWPが250以下となり、かつASHRAE微燃となる。

【0493】

本開示の冷媒Dは、HFO-1132(E)、R32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、HFO-1132(E)、R32及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標 (x, y, z) が、

点Q(44.6, 23.0, 32.4)、

点R(25.5, 36.8, 37.7)、

点T(8.6, 51.6, 39.8)、

点L(28.9, 51.7, 19.4)及び

点K(35.6, 36.8, 27.6)

の5点をそれぞれ結ぶ線分QR、RT、TL、LK及びKQで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり、

前記線分QRは、

座標 $(0.0099y^2 - 1.975y + 84.765, y, -0.0099y^2 + 0.975y + 15.235)$

で表わされ、

前記線分RTは、

座標 $(0.082y^2 - 1.8683y + 83.126, y, -0.082y^2 + 0.8683y + 16.874)$

で表わされ、

前記線分LKは、

座標 $(0.0049y^2 - 0.8842y + 61.488, y, -0.0049y^2 - 0.1158y + 38.512)$

で表わされ、

前記線分KQは、

座標 $(0.0095y^2 - 1.2222y + 67.676, y, -0.0095y^2 + 0.2222y + 32.324)$

で表わされ、かつ

前記線分TLが直線である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92.5%以上となり、GWPが350以下となり、かつWCF微燃となる。

【0494】

本開示の冷媒Dは、HFO-1132(E)、R32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、HFO-1132(E)、R32及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標 (x, y, z) が、

点P(20.5, 51.7, 27.8)、

点S(21.9, 39.7, 38.4)及び

点T(8.6, 51.6, 39.8)

の3点をそれぞれ結ぶ線分PS、ST及びTPで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり、

前記線分PSは、

座標 $(0.0064y^2 - 0.7103y + 40.1, y, -0.0064y^2 - 0.2897y + 59.9)$

で表わされ、

前記線分STは、

座標 $(0.082y^2 - 1.8683y + 83.126, y, -0.082y^2 + 0.8683y + 16.874)$

で表わされ、かつ

前記線分TPが直線である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92.5%以上となり、GWPが350以下となり、かつASHRAE微燃となる。

【0495】

本開示の冷媒Dは、HFO-1132(E)、R32及びR1234yfの、これらの総和を基準とする

10

20

30

40

50

質量%をそれぞれx、y及びzとすると、HFO-1132(E)、R32及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

点a(71.1, 0.0, 28.9)、
点c(36.5, 18.2, 45.3)、
点f(47.6, 18.3, 34.1)及び
点d(72.0, 0.0, 28.0)

の4点をそれぞれ結ぶ線分ac、cf、fd、及びdaで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり、

前記線分acは、

座標(0.0181y²-2.2288y+71.096, y, -0.0181y²+1.2288y+28.904)

10

で表わされ、

前記線分fdは、

座標(0.02y²-1.7y+72, y, -0.02y²+0.7y+28)

で表わされ、かつ

前記線分cf及びdaが直線である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、GWPが125以下となり、かつASHRAEの規格で微燃性(2Lクラス)となる。

【0496】

本開示の冷媒Dは、HFO-1132(E)、R32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、HFO-1132(E)、R32及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

20

点a(71.1, 0.0, 28.9)、
点b(42.6, 14.5, 42.9)、
点e(51.4, 14.6, 34.0)及び
点d(72.0, 0.0, 28.0)

の4点をそれぞれ結ぶ線分ab、be、ed、及びdaで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり、

前記線分abは、

座標(0.0181y²-2.2288y+71.096, y, -0.0181y²+1.2288y+28.904)

で表わされ、

30

前記線分edは、

座標(0.02y²-1.7y+72, y, -0.02y²+0.7y+28)

で表わされ、かつ

前記線分be及びdaが直線である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、GWPが100以下となり、かつASHRAEの規格で微燃性(2Lクラス)となる。

【0497】

本開示の冷媒Dは、HFO-1132(E)、R32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、HFO-1132(E)、R32及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

40

点g(77.5, 6.9, 15.6)、
点il(55.1, 18.3, 26.6)及び
点j(77.5, 18.4, 4.1)

の3点をそれぞれ結ぶ線分gi、ij及びjkで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり、

前記線分giは、

座標(0.02y²-2.4583y+93.396, y, -0.02y²+1.4583y+6.604)

で表わされ、かつ

前記線分ij及びjkが直線である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95%以上となり、GWPが100以下となり、かつ重合や分解などの変化を起こしにくく、安定性に優れている。

50

【0498】

本開示の冷媒Dは、HFO-1132(E)、R32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、HFO-1132(E)、R32及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

点g(77.5, 6.9, 15.6)、

点h(61.8, 14.6, 23.6)及び

点k(77.5, 14.6, 7.9)

の3点をそれぞれ結ぶ線分gh、hk及びkgで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり、前記線分ghは、

座標(0.02y²-2.4583y+93.396, y, -0.02y²+1.4583y+6.604)

10

で表わされ、かつ

前記線分hk及びkgが直線である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95%以上となり、GWPが100以下となり、かつ重合や分解などの変化を起こしにくく、安定性に優れている。

【0499】

本開示の冷媒Dは、上記の特性や効果を損なわない範囲内で、HFO-1132(E)、R32及びR1234yf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Dが、HFO-1132(E)、R32及びR1234yf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。

20

【0500】

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もよいし、二種以上を含んでもよい。

【0501】

(冷媒Dの実施例)

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

【0502】

HFO-1132(E)、R32及びR1234yfの各混合冷媒の組成を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。

30

【0503】

なお、燃焼速度試験は図2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氣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。結果を表113~115に示す。

40

【0504】

50

【表 1 1 3】

項目	単位	比較例13	実施例11	実施例12	実施例13	実施例14	実施例15	実施例16	
		I		J		K		L	
WCF	HFO-1132(E)	質量%	72	57.2	48.5	41.2	35.6	32	28.9
	R32	質量%	0	10	18.3	27.6	36.8	44.2	51.7
	R1234yf	質量%	28	32.8	33.2	31.2	27.6	23.8	19.4
燃焼速度(WCF)	cm/s	10	10	10	10	10	10	10	10

【0 5 0 5】

【表 1 1 4】

10

項目	単位	比較例14	実施例18	実施例19	実施例20	実施例21	実施例22	
		M		W		N		
WCF	HFO-1132(E)	質量%	52.6	39.2	32.4	29.3	27.7	24.6
	R32	質量%	0.0	5.0	10.0	14.5	18.2	27.6
	R1234yf	質量%	47.4	55.8	57.6	56.2	54.1	47.8
WCFFIになる漏洩条件		貯蔵・輸送 -40°C,0% 放出時、 気相側						
WCFF	HFO-1132(E)	質量%	72.0	57.8	48.7	43.6	40.6	34.9
	R32	質量%	0.0	9.5	17.9	24.2	28.7	38.1
	R1234yf	質量%	28.0	32.7	33.4	32.2	30.7	27.0
燃焼速度(WCF)	cm/s	8以下						
燃焼速度(WCFF)	cm/s	10	10	10	10	10	10	10

20

【0 5 0 6】

【表 1 1 5】

項目	単位	実施例23	実施例24	実施例25	
		O		P	
WCF	HFO-1132(E)	質量%	22.6	21.2	20.5
	HFO-1123	質量%	36.8	44.2	51.7
	R1234yf	質量%	40.6	34.6	27.8
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	
WCFF	HFO-1132(E)	質量%	31.4	29.2	27.1
	HFO-1123	質量%	45.7	51.1	56.4
	R1234yf	質量%	23.0	19.7	16.5
燃焼速度(WCF)	cm/s	8以下	8以下	8以下	
燃焼速度(WCFF)	cm/s	10	10	10	

30

40

【0 5 0 7】

これらの結果から、HFO-1132(E)、R32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、HFO-1132(E)、R32及びR1234yfの総和が100質量%となる図15の3成分組成図において、座標(x,y,z)が、点I、点J、点K及び点Lをそれぞれ結ぶ線分上又は該線分よりも下側にある場合、WCF微燃となることが判る。

【0 5 0 8】

また、これらの結果から、図15の3成分組成図において、上記座標(x,y,z)が、点M、点M'、点W、点J、点N及び点Pをそれぞれ結ぶ線分上又は該線分よりも下側にある場合

50

、ASHRAE微燃となることが判る。

【0509】

HFO-1132(E)、R32及びR1234yfを、これらの総和を基準として、表116～144にそれぞれ示した質量%で混合した混合冷媒を調製した。表116～144の各混合冷媒について、R410を基準とする成績係数 [Coefficient of Performance (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。

【0510】

- 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116～144に示す。

【0511】

【表116】

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
			A	B	A'	B'	A''	B''
HFO-1132(E)	質量%	R410A	81.6	0.0	63.1	0.0	48.2	0.0
R32	質量%		18.4	18.1	36.9	36.7	51.8	51.5
R1234yf	質量%		0.0	81.9	0.0	63.3	0.0	48.5
GWP	-	2088	125	125	250	250	350	350
COP比	%(対R410A)	100	98.7	103.6	98.7	102.3	99.2	102.2
冷凍能力比	%(対R410A)	100	105.3	62.5	109.9	77.5	112.1	87.3

10

20

【0512】

【表117】

項目	単位	比較例8	比較例9	比較例10	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
		C		C'		R		T
HFO-1132(E)	質量%	85.5	66.1	52.1	37.8	25.5	16.6	8.6
R32	質量%	0.0	10.0	18.2	27.6	36.8	44.2	51.6
R1234yf	質量%	14.5	23.9	29.7	34.6	37.7	39.2	39.8
GWP	-	1	69	125	188	250	300	350
COP比	%(対R410A)	99.8	99.3	99.3	99.6	100.2	100.8	101.4
冷凍能力比	%(対R410A)	92.5	92.5	92.5	92.5	92.5	92.5	92.5

30

【0513】

【表118】

項目	単位	比較例11	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8	比較例12	実施例9	実施例10
		E		N		U			V
HFO-1132(E)	質量%	58.3	40.5	27.7	14.9	3.9	39.6	22.8	11.0
R32	質量%	0.0	10.0	18.2	27.6	36.7	0.0	10.0	18.1
R1234yf	質量%	41.7	49.5	54.1	57.5	59.4	60.4	67.2	70.9
GWP	-	2	70	125	189	250	3	70	125
COP比	%(対R410A)	100.3	100.3	100.7	101.2	101.9	101.4	101.8	102.3
冷凍能力比	%(対R410A)	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	70.0	70.0	70.0

40

【0514】

50

【表 1 1 9】

項目	単位	比較例13	実施例11	実施例12	実施例13	実施例14	実施例15	実施例16	実施例17
		I		J		K		L	Q
HFO-1132(E)	質量%	72.0	57.2	48.5	41.2	35.6	32.0	28.9	44.6
R32	質量%	0.0	10.0	18.3	27.6	36.8	44.2	51.7	23.0
R1234yf	質量%	28.0	32.8	33.2	31.2	27.6	23.8	19.4	32.4
GWP	-	2	69	125	188	250	300	350	157
COP比	% (対R410A)	99.9	99.5	99.4	99.5	99.6	99.8	100.1	99.4
冷凍能力比	% (対R410A)	86.6	88.4	90.9	94.2	97.7	100.5	103.3	92.5

【0 5 1 5】

10

【表 1 2 0】

項目	単位	比較例14	実施例18	実施例19	実施例20	実施例21	実施例22
		M		W		N	
HFO-1132(E)	質量%	52.6	39.2	32.4	29.3	27.7	24.5
R32	質量%	0.0	5.0	10.0	14.5	18.2	27.6
R1234yf	質量%	47.4	55.8	57.6	56.2	54.1	47.9
GWP	-	2	36	70	100	125	188
COP比	% (対R410A)	100.5	100.9	100.9	100.8	100.7	100.4
冷凍能力比	% (対R410A)	77.1	74.8	75.6	77.8	80.0	85.5

20

【0 5 1 6】

【表 1 2 1】

項目	単位	実施例23	実施例24	実施例25	実施例26
		O		P	S
HFO-1132(E)	質量%	22.6	21.2	20.5	21.9
R32	質量%	36.8	44.2	51.7	39.7
R1234yf	質量%	40.6	34.6	27.8	38.4
GWP	-	250	300	350	270
COP比	% (対R410A)	100.4	100.5	100.6	100.4
冷凍能力比	% (対R410A)	91.0	95.0	99.1	92.5

30

【0 5 1 7】

【表 1 2 2】

項目	単位	比較例15	比較例16	比較例17	比較例18	実施例27	実施例28	比較例19	比較例20
HFO-1132(E)	質量%	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0
R32	質量%	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
R1234yf	質量%	85.0	75.0	65.0	55.0	45.0	35.0	25.0	15.0
GWP	-	37	37	37	36	36	36	35	35
COP比	% (対R410A)	103.4	102.6	101.6	100.8	100.2	99.8	99.6	99.4
冷凍能力比	% (対R410A)	56.4	63.3	69.5	75.2	80.5	85.4	90.1	94.4

40

【0 5 1 8】

50

【表 1 2 3】

項目	単位	比較例21	比較例22	実施例29	比較例23	実施例30	比較例24	比較例25	比較例26
HFO-1132(E)	質量%	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0
R32	質量%	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
R1234yf	質量%	80.0	70.0	60.0	50.0	40.0	30.0	20.0	10.0
GWP	-	71	71	70	70	70	69	69	69
COP比	% (対R410A)	103.1	102.1	101.1	100.4	99.8	99.5	99.2	99.1
冷凍能力比	% (対R410A)	61.8	68.3	74.3	79.7	84.9	89.7	94.2	98.4

【0 5 1 9】

10

【表 1 2 4】

項目	単位	比較例27	実施例31	比較例28	実施例32	実施例33	比較例29	比較例30	比較例31
HFO-1132(E)	質量%	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0
R32	質量%	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
R1234yf	質量%	75.0	65.0	55.0	45.0	35.0	25.0	15.0	5.0
GWP	-	104	104	104	103	103	103	103	102
COP比	% (対R410A)	102.7	101.6	100.7	100.0	99.5	99.2	99.0	98.9
冷凍能力比	% (対R410A)	66.6	72.9	78.6	84.0	89.0	93.7	98.1	102.2

【0 5 2 0】

20

【表 1 2 5】

項目	単位	比較例32	比較例33	比較例34	比較例35	比較例36	比較例37	比較例38	比較例39
HFO-1132(E)	質量%	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	10.0
R32	質量%	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	25.0
R1234yf	質量%	70.0	60.0	50.0	40.0	30.0	20.0	10.0	65.0
GWP	-	138	138	137	137	137	136	136	171
COP比	% (対R410A)	102.3	101.2	100.4	99.7	99.3	99.0	98.8	101.9
冷凍能力比	% (対R410A)	71.0	77.1	82.7	88.0	92.9	97.5	101.7	75.0

【0 5 2 1】

30

【表 1 2 6】

項目	単位	実施例34	比較例40	比較例41	比較例42	比較例43	比較例44	比較例45	実施例35
HFO-1132(E)	質量%	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	10.0	20.0
R32	質量%	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	30.0	30.0
R1234yf	質量%	55.0	45.0	35.0	25.0	15.0	5.0	60.0	50.0
GWP	-	171	171	171	170	170	170	205	205
COP比	% (対R410A)	100.9	100.1	99.6	99.2	98.9	98.7	101.6	100.7
冷凍能力比	% (対R410A)	81.0	86.6	91.7	96.5	101.0	105.2	78.9	84.8

【0 5 2 2】

40

【表 1 2 7】

項目	単位	比較例46	比較例47	比較例48	比較例49	実施例36	実施例37	実施例38	比較例50
HFO-1132(E)	質量%	30.0	40.0	50.0	60.0	10.0	20.0	30.0	40.0
R32	質量%	30.0	30.0	30.0	30.0	35.0	35.0	35.0	35.0
R1234yf	質量%	40.0	30.0	20.0	10.0	55.0	45.0	35.0	25.0
GWP	-	204	204	204	204	239	238	238	238
COP比	% (対R410A)	100.0	99.5	99.1	98.8	101.4	100.6	99.9	99.4
冷凍能力比	% (対R410A)	90.2	95.3	100.0	104.4	82.5	88.3	93.7	98.6

【0 5 2 3】

50

【表 1 2 8】

項目	単位	比較例51	比較例52	比較例53	比較例54	実施例39	比較例55	比較例56	比較例57
HFO-1132(E)	質量%	50.0	60.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	10.0
R32	質量%	35.0	35.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	45.0
R1234yf	質量%	15.0	5.0	50.0	40.0	30.0	20.0	10.0	45.0
GWP	-	237	237	272	272	272	271	271	306
COP比	% (対R410A)	99.0	98.8	101.3	100.6	99.9	99.4	99.0	101.3
冷凍能力比	% (対R410A)	103.2	107.5	86.0	91.7	96.9	101.8	106.3	89.3

【0 5 2 4】

10

【表 1 2 9】

項目	単位	実施例40	実施例41	比較例58	比較例59	比較例60	実施例42	比較例61	比較例62
HFO-1132(E)	質量%	20.0	30.0	40.0	50.0	10.0	20.0	30.0	40.0
R32	質量%	45.0	45.0	45.0	45.0	50.0	50.0	50.0	50.0
R1234yf	質量%	35.0	25.0	15.0	5.0	40.0	30.0	20.0	10.0
GWP	-	305	305	305	304	339	339	339	338
COP比	% (対R410A)	100.6	100.0	99.5	99.1	101.3	100.6	100.0	99.5
冷凍能力比	% (対R410A)	94.9	100.0	104.7	109.2	92.4	97.8	102.9	107.5

【0 5 2 5】

20

【表 1 3 0】

項目	単位	比較例63	比較例64	比較例65	比較例66	実施例43	実施例44	実施例45	実施例46
HFO-1132(E)	質量%	10.0	20.0	30.0	40.0	56.0	59.0	62.0	65.0
R32	質量%	55.0	55.0	55.0	55.0	3.0	3.0	3.0	3.0
R1234yf	質量%	35.0	25.0	15.0	5.0	41.0	38.0	35.0	32.0
GWP	-	373	372	372	372	22	22	22	22
COP比	% (対R410A)	101.4	100.7	100.1	99.6	100.1	100.0	99.9	99.8
冷凍能力比	% (対R410A)	95.3	100.6	105.6	110.2	81.7	83.2	84.6	86.0

【0 5 2 6】

30

【表 1 3 1】

項目	単位	実施例47	実施例48	実施例49	実施例50	実施例51	実施例52	実施例53	実施例54
HFO-1132(E)	質量%	49.0	52.0	55.0	58.0	61.0	43.0	46.0	49.0
R32	質量%	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	9.0	9.0	9.0
R1234yf	質量%	45.0	42.0	39.0	36.0	33.0	48.0	45.0	42.0
GWP	-	43	43	43	43	42	63	63	63
COP比	% (対R410A)	100.2	100.0	99.9	99.8	99.7	100.3	100.1	99.9
冷凍能力比	% (対R410A)	80.9	82.4	83.9	85.4	86.8	80.4	82.0	83.5

【0 5 2 7】

40

【表 1 3 2】

項目	単位	実施例55	実施例56	実施例57	実施例58	実施例59	実施例60	実施例61	実施例62
HFO-1132(E)	質量%	52.0	55.0	58.0	38.0	41.0	44.0	47.0	50.0
R32	質量%	9.0	9.0	9.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
R1234yf	質量%	39.0	36.0	33.0	50.0	47.0	44.0	41.0	38.0
GWP	-	63	63	63	83	83	83	83	83
COP比	% (対R410A)	99.8	99.7	99.6	100.3	100.1	100.0	99.8	99.7
冷凍能力比	% (対R410A)	85.0	86.5	87.9	80.4	82.0	83.5	85.1	86.6

【0 5 2 8】

50

【表 1 3 3】

項目	単位	実施例63	実施例64	実施例65	実施例66	実施例67	実施例68	実施例69	実施例70
HFO-1132(E)	質量%	53.0	33.0	36.0	39.0	42.0	45.0	48.0	51.0
R32	質量%	12.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
R1234yf	質量%	35.0	52.0	49.0	46.0	43.0	40.0	37.0	34.0
GWP	-	83	104	104	103	103	103	103	103
COP比	%(対R410A)	99.6	100.5	100.3	100.1	99.9	99.7	99.6	99.5
冷凍能力比	%(対R410A)	88.0	80.3	81.9	83.5	85.0	86.5	88.0	89.5

【0 5 2 9】

10

【表 1 3 4】

項目	単位	実施例71	実施例72	実施例73	実施例74	実施例75	実施例76	実施例77	実施例78
HFO-1132(E)	質量%	29.0	32.0	35.0	38.0	41.0	44.0	47.0	36.0
R32	質量%	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	3.0
R1234yf	質量%	53.0	50.0	47.0	44.0	41.0	38.0	35.0	61.0
GWP	-	124	124	124	124	124	123	123	23
COP比	%(対R410A)	100.6	100.3	100.1	99.9	99.8	99.6	99.5	101.3
冷凍能力比	%(対R410A)	80.6	82.2	83.8	85.4	86.9	88.4	89.9	71.0

【0 5 3 0】

20

【表 1 3 5】

項目	単位	実施例79	実施例80	実施例81	実施例82	実施例83	実施例84	実施例85	実施例86
HFO-1132(E)	質量%	39.0	42.0	30.0	33.0	36.0	26.0	29.0	32.0
R32	質量%	3.0	3.0	6.0	6.0	6.0	9.0	9.0	9.0
R1234yf	質量%	58.0	55.0	64.0	61.0	58.0	65.0	62.0	59.0
GWP	-	23	23	43	43	43	64	64	63
COP比	%(対R410A)	101.1	100.9	101.5	101.3	101.0	101.6	101.3	101.1
冷凍能力比	%(対R410A)	72.7	74.4	70.5	72.2	73.9	71.0	72.8	74.5

【0 5 3 1】

30

【表 1 3 6】

項目	単位	実施例87	実施例88	実施例89	実施例90	実施例91	実施例92	実施例93	実施例94
HFO-1132(E)	質量%	21.0	24.0	27.0	30.0	16.0	19.0	22.0	25.0
R32	質量%	12.0	12.0	12.0	12.0	15.0	15.0	15.0	15.0
R1234yf	質量%	67.0	64.0	61.0	58.0	69.0	66.0	63.0	60.0
GWP	-	84	84	84	84	104	104	104	104
COP比	%(対R410A)	101.8	101.5	101.2	101.0	102.1	101.8	101.4	101.2
冷凍能力比	%(対R410A)	70.8	72.6	74.3	76.0	70.4	72.3	74.0	75.8

【0 5 3 2】

40

【表 1 3 7】

項目	単位	実施例95	実施例96	実施例97	実施例98	実施例99	実施例100	実施例101	実施例102
HFO-1132(E)	質量%	28.0	12.0	15.0	18.0	21.0	24.0	27.0	25.0
R32	質量%	15.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	21.0
R1234yf	質量%	57.0	70.0	67.0	64.0	61.0	58.0	55.0	54.0
GWP	-	104	124	124	124	124	124	124	144
COP比	%(対R410A)	100.9	102.2	101.9	101.6	101.3	101.0	100.7	100.7
冷凍能力比	%(対R410A)	77.5	70.5	72.4	74.2	76.0	77.7	79.4	80.7

【0 5 3 3】

50

【表 1 3 8】

項目	単位	実施例103	実施例104	実施例105	実施例106	実施例107	実施例108	実施例109	実施例110
HFO-1132(E)	質量%	21.0	24.0	17.0	20.0	23.0	13.0	16.0	19.0
R32	質量%	24.0	24.0	27.0	27.0	27.0	30.0	30.0	30.0
R1234yf	質量%	55.0	52.0	56.0	53.0	50.0	57.0	54.0	51.0
GWP	-	164	164	185	185	184	205	205	205
COP比	%(対R410A)	100.9	100.6	101.1	100.8	100.6	101.3	101.0	100.8
冷凍能力比	%(対R410A)	80.8	82.5	80.8	82.5	84.2	80.7	82.5	84.2

【0 5 3 4】

10

【表 1 3 9】

項目	単位	実施例111	実施例112	実施例113	実施例114	実施例115	実施例116	実施例117	実施例118
HFO-1132(E)	質量%	22.0	9.0	12.0	15.0	18.0	21.0	8.0	12.0
R32	質量%	30.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	36.0	36.0
R1234yf	質量%	48.0	58.0	55.0	52.0	49.0	46.0	56.0	52.0
GWP	-	205	225	225	225	225	225	245	245
COP比	%(対R410A)	100.5	101.6	101.3	101.0	100.8	100.5	101.6	101.2
冷凍能力比	%(対R410A)	85.9	80.5	82.3	84.1	85.8	87.5	82.0	84.4

【0 5 3 5】

20

【表 1 4 0】

項目	単位	実施例119	実施例120	実施例121	実施例122	実施例123	実施例124	実施例125	実施例126
HFO-1132(E)	質量%	15.0	18.0	21.0	42.0	39.0	34.0	37.0	30.0
R32	質量%	36.0	36.0	36.0	25.0	28.0	31.0	31.0	34.0
R1234yf	質量%	49.0	46.0	43.0	33.0	33.0	35.0	32.0	36.0
GWP	-	245	245	245	170	191	211	211	231
COP比	%(対R410A)	101.0	100.7	100.5	99.5	99.5	99.8	99.6	99.9
冷凍能力比	%(対R410A)	86.2	87.9	89.6	92.7	93.4	93.0	94.5	93.0

【0 5 3 6】

30

【表 1 4 1】

項目	単位	実施例127	実施例128	実施例129	実施例130	実施例131	実施例132	実施例133	実施例134
HFO-1132(E)	質量%	33.0	36.0	24.0	27.0	30.0	33.0	23.0	26.0
R32	質量%	34.0	34.0	37.0	37.0	37.0	37.0	40.0	40.0
R1234yf	質量%	33.0	30.0	39.0	36.0	33.0	30.0	37.0	34.0
GWP	-	231	231	252	251	251	251	272	272
COP比	%(対R410A)	99.8	99.6	100.3	100.1	99.9	99.8	100.4	100.2
冷凍能力比	%(対R410A)	94.5	96.0	91.9	93.4	95.0	96.5	93.3	94.9

【0 5 3 7】

40

50

【表 1 4 2】

項目	単位	実施例135	実施例136	実施例137	実施例138	実施例139	実施例140	実施例141	実施例142
HFO-1132(E)	質量%	29.0	32.0	19.0	22.0	25.0	28.0	31.0	18.0
R32	質量%	40.0	40.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	46.0
R1234yf	質量%	31.0	28.0	38.0	35.0	32.0	29.0	26.0	36.0
GWP	-	272	271	292	292	292	292	292	312
COP比	%(対R410A)	100.0	99.8	100.6	100.4	100.2	100.1	99.9	100.7
冷凍能力比	%(対R410A)	96.4	97.9	93.1	94.7	96.2	97.8	99.3	94.4

10

【 0 5 3 8 】

【表 1 4 3】

項目	単位	実施例143	実施例144	実施例145	実施例146	実施例147	実施例148	実施例149	実施例150
HFO-1132(E)	質量%	21.0	23.0	26.0	29.0	13.0	16.0	19.0	22.0
R32	質量%	46.0	46.0	46.0	46.0	49.0	49.0	49.0	49.0
R1234yf	質量%	33.0	31.0	28.0	25.0	38.0	35.0	32.0	29.0
GWP	-	312	312	312	312	332	332	332	332
COP比	%(対R410A)	100.5	100.4	100.2	100.0	101.1	100.9	100.7	100.5
冷凍能力比	%(対R410A)	96.0	97.0	98.6	100.1	93.5	95.1	96.7	98.3

20

【 0 5 3 9 】

【表 1 4 4】

項目	単位	実施例151	実施例152
HFO-1132(E)	質量%	25.0	28.0
R32	質量%	49.0	49.0
R1234yf	質量%	26.0	23.0
GWP	-	332	332
COP比	%(対R410A)	100.3	100.1
冷凍能力比	%(対R410A)	99.8	101.3

30

【 0 5 4 0 】

これらの結果から、本開示の冷媒Dは、HFO-1132(E)、R32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、HFO-1132(E)、R32及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

点I(72.0, 0.0, 28.0)、

点J(48.5, 18.3, 33.2)、

点N(27.7, 18.2, 54.1)及び

点E(58.3, 0.0, 41.7)

40

の4点をそれぞれ結ぶ線分IJ、JN、NE、及びEIで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり(ただし、線分EI上にある点は除く)、

前記線分IJは、

座標(0.0236y²-1.7616y+72.0, y, -0.0236y²+0.7616y+28.0)

で表わされ、

前記線分NEは、

座標(0.012y²-1.9003y+58.3, y, -0.012y²+0.9003y+41.7)

で表わされ、かつ

前記線分JN及びEIが直線である場合、R410Aを基準とする冷凍能力比が80%以上となり、GWPが125以下となり、かつWCF微燃となることが判る。

50

【0541】

また、本開示の冷媒Dは、HFO-1132(E)、R32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、HFO-1132(E)、R32及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

点M(52.6, 0.0, 47.4)、
点M'(39.2, 5.0, 55.8)、
点N(27.7, 18.2, 54.1)、
点V(11.0, 18.1, 70.9)及び
点G(39.6, 0.0, 60.4)

の5点をそれぞれ結ぶ線分MM'、M'N、NV、VG、及びGMで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり(ただし、線分GM上にある点は除く)、

前記線分MM'は、

座標(x, $0.132x^2 - 3.34x + 52.6$, $-0.132x^2 + 2.34x + 47.4$)

で表わされ、

前記線分M'Nは、

座標(x, $0.0313x^2 - 1.4551x + 43.824$, $-0.0313x^2 + 0.4551x + 56.176$)

で表わされ、

前記線分VGは、

座標($0.0123y^2 - 1.8033y + 39.6$, y, $-0.0123y^2 + 0.8033y + 60.4$)

で表わされ、かつ

前記線分NV及びGMが直線である場合、R410Aを基準とする冷凍能力比が70%以上となり、GWPが125以下となり、かつASHRAE微燃となることが判る。

【0542】

さらに、本開示の冷媒Dは、HFO-1132(E)、R32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、HFO-1132(E)、R32及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

点O(22.6, 36.8, 40.6)、
点N(27.7, 18.2, 54.1)及び
点U(3.9, 36.7, 59.4)

の3点をそれぞれ結ぶ線分ON、NU及びUOで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり、

前記線分ONは、

座標($0.0072y^2 - 0.6701y + 37.512$, y, $-0.0072y^2 - 0.3299y + 62.488$)

で表わされ、

前記線分NUは、

座標($0.0083y^2 - 1.7403y + 56.635$, y, $-0.0083y^2 + 0.7403y + 43.365$)

で表わされ、かつ

前記線分UOが直線である場合、R410Aを基準とする冷凍能力比が80%以上となり、GWPが250以下となり、かつASHRAE微燃となることが判る。

【0543】

また、本開示の冷媒Dは、HFO-1132(E)、R32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、HFO-1132(E)、R32及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

点Q(44.6, 23.0, 32.4)、
点R(25.5, 36.8, 37.7)、
点T(8.6, 51.6, 39.8)、
点L(28.9, 51.7, 19.4)及び
点K(35.6, 36.8, 27.6)

の5点をそれぞれ結ぶ線分QR、RT、TL、LK及びKQで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり、

10

20

30

40

50

前記線分QRは、

座標 $(0.0099y^2 - 1.975y + 84.765, y, -0.0099y^2 + 0.975y + 15.235)$

で表わされ、

前記線分RTは、

座標 $(0.082y^2 - 1.8683y + 83.126, y, -0.082y^2 + 0.8683y + 16.874)$

で表わされ、

前記線分LKは、

座標 $(0.0049y^2 - 0.8842y + 61.488, y, -0.0049y^2 - 0.1158y + 38.512)$

で表わされ、

前記線分KQは、

座標 $(0.0095y^2 - 1.2222y + 67.676, y, -0.0095y^2 + 0.2222y + 32.324)$

で表わされ、かつ

前記線分TLが直線である場合、R410Aを基準とする冷凍能力比が92.5%以上となり、GWPが350以下となり、かつWCF微燃となることが判る。

【0544】

さらに、本開示の冷媒Dは、HFO-1132(E)、R32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、HFO-1132(E)、R32及びR1234yfの総和が100質量%となる3成分組成図において、座標 (x, y, z) が、

点P(20.5, 51.7, 27.8)、

点S(21.9, 39.7, 38.4)及び

点T(8.6, 51.6, 39.8)

の3点をそれぞれ結ぶ線分PS、ST及びTPで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり、

前記線分PSは、

座標 $(0.0064y^2 - 0.7103y + 40.1, y, -0.0064y^2 - 0.2897y + 59.9)$

で表わされ、

前記線分STは、

座標 $(0.082y^2 - 1.8683y + 83.126, y, -0.082y^2 + 0.8683y + 16.874)$

で表わされ、かつ

前記線分TPが直線である場合、R410Aを基準とする冷凍能力比が92.5%以上となり、GWPが350以下となり、かつASHRAE微燃となることが判る。

【0545】

(4-9)冷媒E

本開示の冷媒Eは、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)及びジフルオロメタン(R32)を含む混合冷媒である。

【0546】

本開示の冷媒Eは、R410Aと同等の成績係数を有し、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。

【0547】

本開示の冷媒Eは、HFO-1132(E)、HFO-1123及び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とすると、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR32の総和が100質量%となる3成分組成図において、座標 (x, y, z) が、

点I(72.0, 28.0, 0.0)

点K(48.4, 33.2, 18.4)

点B'(0.0, 81.6, 18.4)

点H(0.0, 84.2, 15.8)

点R(23.1, 67.4, 9.5)及び

点G(38.5, 61.5, 0.0)

の6点をそれぞれ結ぶ線分IK、KB'、B'H、HR、RG及びGIで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり(ただし、線分B'H及びGI上の点を除く)、

前記線分IKは、

10

20

30

40

50

座標 $(0.025z^2 - 1.7429z + 72.00, -0.025z^2 + 0.7429z + 28.0, z)$

で表わされ、

前記線分HRは、

座標 $(-0.3123z^2 + 4.234z + 11.06, 0.3123z^2 - 5.234z + 88.94, z)$

で表わされ、

前記線分RGは、

座標 $(-0.0491z^2 - 1.1544z + 38.5, 0.0491z^2 + 0.1544z + 61.5, z)$

で表わされ、かつ

前記線分KB'及びGIが直線である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、WCF微燃であり、R410Aを基準とするCOP比が93%以上となり、かつGWPが125以下となる。

10

【0548】

本開示の冷媒Eは、HFO-1132(E)、HFO-1123及び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とすると、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR32の総和が100質量%となる3成分組成図において、座標 (x, y, z) が、

点I(72.0, 28.0, 0.0)

点J(57.7, 32.8, 9.5)

点R(23.1, 67.4, 9.5)及び

点G(38.5, 61.5, 0.0)

の4点をそれぞれ結ぶ線分IJ、JR、RG及びGIで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり(ただし、線分GI上の点を除く)、

20

前記線分IJは、

座標 $(0.025z^2 - 1.7429z + 72.0, -0.025z^2 + 0.7429z + 28.0, z)$

で表わされ、かつ

前記線分RGは、

座標 $(-0.0491z^2 - 1.1544z + 38.5, 0.0491z^2 + 0.1544z + 61.5, z)$

で表わされ、

前記線分JR及びGIが直線である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、WCF微燃であり、R410Aを基準とするCOP比が93%以上となり、かつGWPが125以下となる。

30

【0549】

本開示の冷媒Eは、HFO-1132(E)、HFO-1123及び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とすると、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR32の総和が100質量%となる3成分組成図において、座標 (x, y, z) が、

点M(47.1, 52.9, 0.0)

点P(31.8, 49.8, 18.4)

点B'(0.0, 81.6, 18.4)

点H(0.0, 84.2, 15.8)

点R(23.1, 67.4, 9.5)及び

点G(38.5, 61.5, 0.0)

の6点をそれぞれ結ぶ線分MP、PB'、B'H、HR、RG及びGMで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり(ただし、線分B'H及びGM上の点を除く)、

40

前記線分MPは、

座標 $(0.0083z^2 - 0.984z + 47.1, -0.0083z^2 - 0.016z + 52.9, z)$

で表わされ、

前記線分HRは、

座標 $(-0.3123z^2 + 4.234z + 11.06, 0.3123z^2 - 5.234z + 88.94, z)$

で表わされ、

前記線分RGは、

座標 $(-0.0491z^2 - 1.1544z + 38.5, 0.0491z^2 + 0.1544z + 61.5, z)$

50

で表わされ、かつ

前記線分PB'及びGMが直線である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、ASHRAE微燃であり、R410Aを基準とするCOP比が93%以上となり、かつGWPが125以下となる。

【0550】

本開示の冷媒Eは、HFO-1132(E)、HFO-1123及び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とすると、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR32の総和が100質量%となる3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

点M(47.1, 52.9, 0.0)

点N(38.5, 52.1, 9.5)

点R(23.1, 67.4, 9.5)及び

点G(38.5, 61.5, 0.0)

の4点をそれぞれ結ぶ線分MN、NR、RG及びGMで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり(ただし、線分GM上の点を除く)、

前記線分MNは、

座標(0.0083z²-0.984z+47.1, -0.0083z²-0.016z+52.9, z)

で表わされ、かつ

前記線分RGは、

座標(-0.0491z²-1.1544z+38.5, 0.0491z²+0.1544z+61.5, z)

で表わされ、

前記線分JR及びGIが直線である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、ASHRAE微燃であり、R410Aを基準とするCOP比が93%以上となり、かつGWPが65以下となる。

【0551】

本開示の冷媒Eは、HFO-1132(E)、HFO-1123及び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とすると、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR32の総和が100質量%となる3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

点P(31.8, 49.8, 18.4)

点S(25.4, 56.2, 18.4)及び

点T(34.8, 51.0, 14.2)

の3点をそれぞれ結ぶ線分PS、ST及びTPで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり、

前記線分STは、

座標(-0.0982z²+0.9622z+40.931, 0.0982z²-1.9622z+59.069, z)

で表わされ、かつ

前記線分TPは、

座標(0.0083z²-0.984z+47.1, -0.0083z²-0.016z+52.9, z)

で表わされ、

前記線分PSが直線である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、ASHRAE微燃であり、R410Aを基準とするCOP比が94.5%以上となり、かつGWPが125以下となる。

【0552】

本開示の冷媒Eは、HFO-1132(E)、HFO-1123及び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とすると、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR32の総和が100質量%となる3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

点Q(28.6, 34.4, 37.0)

点B''(0.0, 63.0, 37.0)

点D(0.0, 67.0, 33.0)及び

点U(28.7, 41.2, 30.1)

の4点をそれぞれ結ぶ線分QB''、B''D、DU及びUQで囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にあり(ただし、線分B''D上の点を除く)、

10

20

30

40

50

前記線分DUは、

座標 $(-3.4962z^2+210.71z-3146.1, 3.4962z^2-211.71z+3246.1, z)$ で表わされ、かつ

前記線分UQは、

座標 $(0.0135z^2-0.9181z+44.133, -0.0135z^2-0.0819z+55.867, z)$ で表わされ、前記線分QB' '及びB' 'Dが直線である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、ASHRAE微燃であり、R410Aを基準とするCOP比が96%以上となり、かつGWPが250以下となる。

【0553】

本開示の冷媒Eは、HFO-1132(E)、HFO-1123及び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とすると、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR32の総和が100質量%となる3成分組成図において、座標 (x, y, z) が、

点O(100.0, 0.0, 0.0)、
点c'(56.7, 43.3, 0.0)、
点d'(52.2, 38.3, 9.5)、
点e'(41.8, 39.8, 18.4)及び
点a'(81.6, 0.0, 18.4)

の5点をそれぞれ結ぶ線分Oc'、c'd'、d'e'、e'a'及びa'Oで囲まれる図形の範囲内又は前記線分c'd'、d'e'及びe'a'上にあり(ただし、点c'及びa'を除く)、

前記線分c'd'は、

座標 $(-0.0297z^2-0.1915z+56.7, 0.0297z^2+1.1915z+43.3, z)$

で表わされ、

前記線分d'e'は、

座標 $(-0.0535z^2+0.3229z+53.957, 0.0535z^2+0.6771z+46.043, z)$ で表わされ、かつ

前記線分Oc'、e'a'及びa'Oが直線である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COP比が92.5%以上となり、かつGWPが125以下となる。

【0554】

本開示の冷媒Eは、HFO-1132(E)、HFO-1123及び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とすると、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR32の総和が100質量%となる3成分組成図において、座標 (x, y, z) が、

点O(100.0, 0.0, 0.0)、
点c(77.7, 22.3, 0.0)、
点d(76.3, 14.2, 9.5)、
点e(72.2, 9.4, 18.4)及び
点a'(81.6, 0.0, 18.4)

の5点をそれぞれ結ぶ線分Oc、cd、de、ea'及びa'Oで囲まれる図形の範囲内又は前記線分cd、de及びea'上にあり(ただし、点c及びa'を除く)、

前記線分cdeは、

座標 $(-0.017z^2+0.0148z+77.684, 0.017z^2+0.9852z+22.316, z)$ で表わされ

、かつ

前記線分Oc、ea'及びa'Oが直線である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COP比が95%以上となり、かつGWPが125以下となる。

【0555】

本開示の冷媒Eは、HFO-1132(E)、HFO-1123及び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とすると、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR32の総和が100質量%となる3成分組成図において、座標 (x, y, z) が、

点O(100.0, 0.0, 0.0)、

10

20

30

40

50

点c' (56.7, 43.3, 0.0)、
 点d' (52.2, 38.3, 9.5)及び
 点a(90.5, 0.0, 9.5)

の5点をそれぞれ結ぶ線分Oc'、c'd'、d'a及びaOで囲まれる図形の範囲内又は前記線分c'd'及びd'a上にあり(ただし、点c'及びaを除く)、

前記線分c'd'は、

座標 $(-0.0297z^2-0.1915z+56.7, 0.0297z^2+1.1915z+43.3, z)$ で表わされ、かつ

前記線分Oc'、d'a及びaOが直線である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COP比が93.5%以上となり、かつGWPが65以下となる。

10

【0556】

本開示の冷媒Eは、HFO-1132(E)、HFO-1123及び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とすると、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR32の総和が100質量%となる3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

点O(100.0, 0.0, 0.0)、
 点c(77.7, 22.3, 0.0)、
 点d(76.3, 14.2, 9.5)、
 点a(90.5, 0.0, 9.5)

の5点をそれぞれ結ぶ線分Oc、cd、da及びaOで囲まれる図形の範囲内又は前記線分cd及びda上にあり(ただし、点c及びaを除く)、

20

前記線分CDは、

座標 $(-0.017z^2+0.0148z+77.684, 0.017z^2+0.9852z+22.316, z)$ で表わされ、

かつ

前記線分Oc、da及びaOが直線である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COP比が95%以上となり、かつGWPが65以下となる。

【0557】

本開示の冷媒Eは、上記の特性や効果を損なわない範囲内で、HFO-1132(E)、HFO-1123及び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Eが、HFO-1132(E)、HFO-1123及び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。

30

【0558】

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。

【0559】

(冷媒Eの実施例)

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

【0560】

HFO-1132(E)、HFO-1123及びR32を、これらの総和を基準として、表145及び表146にそれぞれ示した質量%で混合した混合冷媒を調製した。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National Institute of Science and Technology (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。

40

【0561】

これらの各混合冷媒について、ANSI/ASHRAE34-2013規格に従い燃焼速度を測定した。WCF組成、及びWCFF組成の燃焼速度が10 cm/s以下となるものはASHRAEの燃焼性分類で「2Lクラス(微燃性)」に相当する。

50

【0562】

なお、燃焼速度試験は図2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氣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)を試料セルとして使い、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。

10

【0563】

結果を表145及び表146に示す。

【0564】

【表145】

項目		単位	I	J	K	L
WCF	HFO-1132(E)	質量%	72.0	57.7	48.4	35.5
	HFO-1123	質量%	28.0	32.8	33.2	27.5
	R32	質量%	0.0	9.5	18.4	37.0
燃焼速度(WCF)		cm/s	10	10	10	10

20

【0565】

【表146】

項目		単位	M	N	T	P	U	Q
WCF	HFO-1132(E)	質量%	47.1	38.5	34.8	31.8	28.7	28.6
	HFO-1123	質量%	52.9	52.1	51.0	49.8	41.2	34.4
	R32	質量%	0.0	9.5	14.2	18.4	30.1	37.0
WCFF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	58.9	51.5	44.6	31.4	27.1
	HFO-1123	質量%	28.0	32.4	33.1	32.6	23.2	18.3
	R32	質量%	0.0	8.7	15.4	22.8	45.4	54.6
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

30

【0566】

表145の結果から、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR32の混合冷媒においては、これらの総和が100質量%となる3成分組成図であって、点(0.0, 100.0, 0.0)及び点(0.0, 0.0, 100.0)を結ぶ線分を底辺とし、点(0.0, 100.0, 0.0)を左側、点(0.0, 0.0, 100.0)を右側とする3成分組成図において、座標(x, y, z)が、

40

点I(72.0, 28.0, 0.0)

点K(48.4, 33.2, 18.4)及び

点L(35.5, 27.5, 37.0)

の3点をそれぞれ結ぶ線分IK及びKLの上、又は当該線分の下側にあり、

前記線分IKは、

座標(0.025z²-1.7429z+72.00, -0.025z²+0.7429z+28.00, z)で表わされ、かつ

前記線分KLは、

座標(0.0098z²-1.238z+67.852, -0.0098z²+0.238z+32.148, z)で表わされる場合にWCF微燃と判断できることが明らかとなった。

50

【 0 5 6 7 】

線分IK上の点は、I(72.0, 28.0, 0.0)、J(57.7, 32.8, 9.5)、K(48.4, 33.2, 18.4)の3点から最小二乗法により近似曲線 $x=0.025z^2-1.7429z+72.00$ を求め、座標($x=0.025z^2-1.7429z+72.00$, $y=100-z-x=-0.00922z^2+0.2114z+32.443$, z)を求めた。

【 0 5 6 8 】

以下同様に線分KL上の点は、K(48.4, 33.2, 18.4)、実施例10(41.1, 31.2, 27.7)、L(35.5, 27.5, 37.0)の3点から最小二乗法により近似曲線を求め、座標を定めた。

【 0 5 6 9 】

表146の結果から、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR32の混合冷媒においては、これらの総和が100質量%となる3成分組成図であって、点(0.0, 100.0, 0.0)及び点(0.0, 0.0, 100.0)を結ぶ線分を底辺とし、点(0.0, 100.0, 0.0)を左側、点(0.0, 0.0, 100.0)を右側とする3成分組成図において、座標(x, y, z)が、

点M(47.1, 52.9, 0.0)、

点P(31.8, 49.8, 18.4)及び

点Q(28.6, 34.4, 37.0)

の3点をそれぞれ結ぶ線分MP及びPQの上、又は当該線分の下側にある場合にASHRAE微燃と判断できることが明らかとなった。ただし、前記線分MPは、座標($0.0083z^2-0.984z+47.1$, $-0.0083z^2-0.016z+52.9, z$)で表わされ、前記線分PQは、座標($0.0135z^2-0.9181z+44.133$, $-0.0135z^2-0.0819z+55.867, z$)で表わされる。

【 0 5 7 0 】

線分MP上の点は、点M,N,Pの3点から最小二乗法により近似曲線を求め、線分PQ上の点は点P,U,Qの3点から最小二乗法により近似曲線を求め、座標を定めた。

【 0 5 7 1 】

また、R410A(R32=50%/R125=50%)の混合物を含有する組成物のGWPは、IPCC(Intergovernmental 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。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[Refrigeration Capacity(Cooling Capacity又はCapacityと表記されることもある)]比をそれぞれ求めた。計算条件は以下の通りとした。

【 0 5 7 2 】

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%

【 0 5 7 3 】

これらの値を、各混合冷媒についてのGWPと合わせて表147～166に示す。

【 0 5 7 4 】

10

20

30

40

50

【表 1 4 7】

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
			A	B	A'	B'	A''	B''
HFO-1132(E)	質量%	R410A	90.5	0.0	81.6	0.0	63.0	0.0
HFO-1123	質量%		0.0	90.5	0.0	81.6	0.0	63.0
R32	質量%		9.5	9.5	18.4	18.4	37.0	37.0
GWP	-	2088	65	65	125	125	250	250
COP比	%(対R410A)	100	99.1	92.0	98.7	93.4	98.7	96.1
冷凍能力比	%(対R410A)	100	102.2	111.6	105.3	113.7	110.0	115.4

【0 5 7 5】

10

【表 1 4 8】

項目	単位	比較例8	比較例9	比較例10	実施例1	実施例2	比較例11
		O	C		U		D
HFO-1132(E)	質量%	100.0	50.0	41.1	28.7	15.2	0.0
HFO-1123	質量%	0.0	31.6	34.6	41.2	52.7	67.0
R32	質量%	0.0	18.4	24.3	30.1	32.1	33.0
GWP	-	1	125	165	204	217	228
COP比	%(対R410A)	99.7	96.0	96.0	96.0	96.0	96.0
冷凍能力比	%(対R410A)	98.3	109.9	111.7	113.5	114.8	115.4

20

【0 5 7 6】

【表 1 4 9】

項目	単位	比較例12	比較例13	実施例3	実施例4	比較例14
		E		T	S	F
HFO-1132(E)	質量%	53.4	43.4	34.8	25.4	0.0
HFO-1123	質量%	46.6	47.1	51.0	56.2	74.1
R32	質量%	0.0	9.5	14.2	18.4	25.9
GWP	-	1	65	97	125	176
COP比	%(対R410A)	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5
冷凍能力比	%(対R410A)	105.6	109.2	110.8	112.3	114.8

30

【0 5 7 7】

【表 1 5 0】

項目	単位	比較例15	実施例5	実施例6	実施例7	比較例16
		G		R		H
HFO-1132(E)	質量%	38.5	31.5	23.1	16.9	0.0
HFO-1123	質量%	61.5	63.5	67.4	71.1	84.2
R32	質量%	0.0	5.0	9.5	12.0	15.8
GWP	-	1	35	65	82	107
COP比	%(対R410A)	93.0	93.0	93.0	93.0	93.0
冷凍能力比	%(対R410A)	107.0	109.1	110.9	111.9	113.2

40

【0 5 7 8】

50

【表 1 5 1】

項目	単位	比較例17	実施例8	実施例9	比較例18	比較例19
		I	J	K		L
HFO-1132(E)	質量%	72.0	57.7	48.4	41.1	35.5
HFO-1123	質量%	28.0	32.8	33.2	31.2	27.5
R32	質量%	0.0	9.5	18.4	27.7	37.0
GWP	-	1	65	125	188	250
COP比	% (対R410A)	96.6	95.8	95.9	96.4	97.1
冷凍能力比	% (対R410A)	103.1	107.4	110.1	112.1	113.2

10

【0 5 7 9】

【表 1 5 2】

項目	単位	比較例20	実施例10	実施例11	実施例12
		M	N	P	Q
HFO-1132(E)	質量%	47.1	38.5	31.8	28.6
HFO-1123	質量%	52.9	52.1	49.8	34.4
R32	質量%	0.0	9.5	18.4	37.0
GWP	-	1	65	125	250
COP比	% (対R410A)	93.9	94.1	94.7	96.9
冷凍能力比	% (対R410A)	106.2	109.7	112.0	114.1

20

【0 5 8 0】

【表 1 5 3】

項目	単位	比較例22	比較例23	比較例24	実施例14	実施例15	実施例16	比較例25	比較例26
HFO-1132(E)	質量%	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0
HFO-1123	質量%	85.0	75.0	65.0	55.0	45.0	35.0	25.0	15.0
R32	質量%	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
GWP	-	35	35	35	35	35	35	35	35
COP比	% (対R410A)	91.7	92.2	92.9	93.7	94.6	95.6	96.7	97.7
冷凍能力比	% (対R410A)	110.1	109.8	109.2	108.4	107.4	106.1	104.7	103.1

30

【0 5 8 1】

【表 1 5 4】

項目	単位	比較例27	比較例28	比較例29	実施例17	実施例18	実施例19	比較例30	比較例31
HFO-1132(E)	質量%	90.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0
HFO-1123	質量%	5.0	80.0	70.0	60.0	50.0	40.0	30.0	20.0
R32	質量%	5.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
GWP	-	35	68	68	68	68	68	68	68
COP比	% (対R410A)	98.8	92.4	92.9	93.5	94.3	95.1	96.1	97.0
冷凍能力比	% (対R410A)	101.4	111.7	111.3	110.6	109.6	108.5	107.2	105.7

40

【0 5 8 2】

50

【表 1 5 5】

項目	単位	比較例32	実施例20	実施例21	実施例22	実施例23	実施例24	比較例33	比較例34
HFO-1132(E)	質量%	80.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0
HFO-1123	質量%	10.0	75.0	65.0	55.0	45.0	35.0	25.0	15.0
R32	質量%	10.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
GWP	-	68	102	102	102	102	102	102	102
COP比	% (対R410A)	98.0	93.1	93.6	94.2	94.9	95.6	96.5	97.4
冷凍能力比	% (対R410A)	104.1	112.9	112.4	111.6	110.6	109.4	108.1	106.6

【0 5 8 3】

10

【表 1 5 6】

項目	単位	比較例35	比較例36	比較例37	比較例38	比較例39	比較例40	比較例41	比較例42
HFO-1132(E)	質量%	80.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0
HFO-1123	質量%	5.0	70.0	60.0	50.0	40.0	30.0	20.0	10.0
R32	質量%	15.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
GWP	-	102	136	136	136	136	136	136	136
COP比	% (対R410A)	98.3	93.9	94.3	94.8	95.4	96.2	97.0	97.8
冷凍能力比	% (対R410A)	105.0	113.8	113.2	112.4	111.4	110.2	108.8	107.3

【0 5 8 4】

20

【表 1 5 7】

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	比較例49	比較例50
HFO-1132(E)	質量%	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	10.0
HFO-1123	質量%	65.0	55.0	45.0	35.0	25.0	15.0	5.0	60.0
R32	質量%	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	30.0
GWP	-	170	170	170	170	170	170	170	203
COP比	% (対R410A)	94.6	94.9	95.4	96.0	96.7	97.4	98.2	95.3
冷凍能力比	% (対R410A)	114.4	113.8	113.0	111.9	110.7	109.4	107.9	114.8

【0 5 8 5】

30

【表 1 5 8】

項目	単位	比較例51	比較例52	比較例53	比較例54	比較例55	実施例25	実施例26	比較例56
HFO-1132(E)	質量%	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	10.0	20.0	30.0
HFO-1123	質量%	50.0	40.0	30.0	20.0	10.0	55.0	45.0	35.0
R32	質量%	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	35.0	35.0	35.0
GWP	-	203	203	203	203	203	237	237	237
COP比	% (対R410A)	95.6	96.0	96.6	97.2	97.9	96.0	96.3	96.6
冷凍能力比	% (対R410A)	114.2	113.4	112.4	111.2	109.8	115.1	114.5	113.6

【0 5 8 6】

40

【表 1 5 9】

項目	単位	比較例57	比較例58	比較例59	比較例60	比較例61	比較例62	比較例63	比較例64
HFO-1132(E)	質量%	40.0	50.0	60.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0
HFO-1123	質量%	25.0	15.0	5.0	50.0	40.0	30.0	20.0	10.0
R32	質量%	35.0	35.0	35.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
GWP	-	237	237	237	271	271	271	271	271
COP比	% (対R410A)	97.1	97.7	98.3	96.6	96.9	97.2	97.7	98.2
冷凍能力比	% (対R410A)	112.6	111.5	110.2	115.1	114.6	113.8	112.8	111.7

【0 5 8 7】

50

【表 1 6 0】

項目	単位	実施例27	実施例28	実施例29	実施例30	実施例31	実施例32	実施例33	実施例34
HFO-1132(E)	質量%	38.0	40.0	42.0	44.0	35.0	37.0	39.0	41.0
HFO-1123	質量%	60.0	58.0	56.0	54.0	61.0	59.0	57.0	55.0
R32	質量%	2.0	2.0	2.0	2.0	4.0	4.0	4.0	4.0
GWP	-	14	14	14	14	28	28	28	28
COP比	%(対R410A)	93.2	93.4	93.6	93.7	93.2	93.3	93.5	93.7
冷凍能力比	%(対R410A)	107.7	107.5	107.3	107.2	108.6	108.4	108.2	108.0

【0 5 8 8】

10

【表 1 6 1】

項目	単位	実施例35	実施例36	実施例37	実施例38	実施例39	実施例40	実施例41	実施例42
HFO-1132(E)	質量%	43.0	31.0	33.0	35.0	37.0	39.0	41.0	27.0
HFO-1123	質量%	53.0	63.0	61.0	59.0	57.0	55.0	53.0	65.0
R32	質量%	4.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	8.0
GWP	-	28	41	41	41	41	41	41	55
COP比	%(対R410A)	93.9	93.1	93.2	93.4	93.6	93.7	93.9	93.0
冷凍能力比	%(対R410A)	107.8	109.5	109.3	109.1	109.0	108.8	108.6	110.3

【0 5 8 9】

20

【表 1 6 2】

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%	29.0	31.0	33.0	35.0	37.0	39.0	32.0	32.0
HFO-1123	質量%	63.0	61.0	59.0	57.0	55.0	53.0	51.0	50.0
R32	質量%	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	17.0	18.0
GWP	-	55	55	55	55	55	55	116	122
COP比	%(対R410A)	93.2	93.3	93.5	93.6	93.8	94.0	94.5	94.7
冷凍能力比	%(対R410A)	110.1	110.0	109.8	109.6	109.5	109.3	111.8	111.9

【0 5 9 0】

30

【表 1 6 3】

項目	単位	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	実施例58
HFO-1132(E)	質量%	30.0	27.0	21.0	23.0	25.0	27.0	11.0	13.0
HFO-1123	質量%	52.0	42.0	46.0	44.0	42.0	40.0	54.0	52.0
R32	質量%	18.0	31.0	33.0	33.0	33.0	33.0	35.0	35.0
GWP	-	122	210	223	223	223	223	237	237
COP比	%(対R410A)	94.5	96.0	96.0	96.1	96.2	96.3	96.0	96.0
冷凍能力比	%(対R410A)	112.1	113.7	114.3	114.2	114.0	113.8	115.0	114.9

【0 5 9 1】

40

【表 1 6 4】

項目	単位	実施例59	実施例60	実施例61	実施例62	実施例63	実施例64	実施例65	実施例66
HFO-1132(E)	質量%	15.0	17.0	19.0	21.0	23.0	25.0	27.0	11.0
HFO-1123	質量%	50.0	48.0	46.0	44.0	42.0	40.0	38.0	52.0
R32	質量%	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	37.0
GWP	-	237	237	237	237	237	237	237	250
COP比	%(対R410A)	96.1	96.2	96.2	96.3	96.4	96.4	96.5	96.2
冷凍能力比	%(対R410A)	114.8	114.7	114.5	114.4	114.2	114.1	113.9	115.1

【0 5 9 2】

50

【表 1 6 5】

項目	単位	実施例67	実施例68	実施例69	実施例70	実施例71	実施例72	実施例73	実施例74
HFO-1132(E)	質量%	13.0	15.0	17.0	15.0	17.0	19.0	21.0	23.0
HFO-1123	質量%	50.0	48.0	46.0	50.0	48.0	46.0	44.0	42.0
R32	質量%	37.0	37.0	37.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GWP	-	250	250	250	237	237	237	237	237
COP比	%(対R410A)	96.3	96.4	96.4	96.1	96.2	96.2	96.3	96.4
冷凍能力比	%(対R410A)	115.0	114.9	114.7	114.8	114.7	114.5	114.4	114.2

【 0 5 9 3 】

10

【表 1 6 6】

項目	単位	実施例75	実施例76	実施例77	実施例78	実施例79	実施例80	実施例81	実施例82
HFO-1132(E)	質量%	25.0	27.0	11.0	19.0	21.0	23.0	25.0	27.0
HFO-1123	質量%	40.0	38.0	52.0	44.0	42.0	40.0	38.0	36.0
R32	質量%	0.0	0.0	0.0	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0
GWP	-	237	237	250	250	250	250	250	250
COP比	%(対R410A)	96.4	96.5	96.2	96.5	96.5	96.6	96.7	96.8
冷凍能力比	%(対R410A)	114.1	113.9	115.1	114.6	114.5	114.3	114.1	114.0

【 0 5 9 4 】

20

これらの結果から、HFO-1132(E)、HFO-1123及び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とすると、HFO-1132(E)、HFO-1123及びR32の総和が100質量%となり、点(0.0, 100.0, 0.0)と点(0.0, 0.0, 100.0)とを結ぶ線分を底辺とし、点(0.0, 100.0, 0.0)を左側とする3成分組成図において、座標(x,y,z)が、

- 点O(100.0, 0.0, 0.0)、
- 点A'(63.0, 0.0, 37.0)、
- 点B'(0.0, 63.0, 37.0)及び
- 点(0.0, 100.0, 0.0)

の4点をそれぞれ結ぶ線分で囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にある場合、GWPが250以下となることが判る。

30

【 0 5 9 5 】

- また、同様に、座標(x,y,z)が、
- 点O(100.0, 0.0, 0.0)、
 - 点A'(81.6, 0.0, 18.4)、
 - 点B'(0.0, 81.6, 18.4)及び
 - 点(0.0, 100.0, 0.0)

の4点をそれぞれ結ぶ線分で囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にある場合、GWPが125以下となることが判る。

【 0 5 9 6 】

- また、同様に、座標(x,y,z)が、
- 点O(100.0, 0.0, 0.0)、
 - 点A(90.5, 0.0, 9.5)、
 - 点B(0.0, 90.5, 9.5)及び
 - 点(0.0, 100.0, 0.0)

40

の4点をそれぞれ結ぶ線分で囲まれる図形の範囲内又は前記線分上にある場合、GWPが65以下となることが判る。

【 0 5 9 7 】

- また、同様に、座標(x,y,z)が、
- 点C(50.0, 31.6, 18.4)、
 - 点U(28.7, 41.2, 30.1)及び

50

点D(52.2, 38.3, 9.5)

の3点をそれぞれ結ぶ線分の左側又は前記線分上にある場合、R410Aを基準とするCOP比が96%以上となることが判る。ただし、前記線分CUは、座標 $(-0.0538z^2+0.7888z+53.701, 0.0538z^2-1.7888z+46.299, z)$ 前記線分UDは、座標 $(-3.4962z^2+210.71z-3146.1, 3.4962z^2-211.71z+3246.1, z)$ で表わされる。

【0598】

線分CU上の点は、点C,比較例10,点Uの3点から最小二乗法にて求められる。

【0599】

線分UD上の点は、点U,実施例2, Dの3点から最小二乗法にて求められる。

【0600】

また、同様に、座標 (x,y,z) が、

点E(55.2, 44.8, 0.0)と、

点T(34.8, 51.0, 14.2)

点F(0.0, 76.7, 23.3)と

の3点をそれぞれ結ぶ線分の左側又は前記線分上にある場合、R410Aを基準とするCOP比が94.5%以上となることが判る。ただし、前記線分ETは、座標 $(-0.0547z^2-0.5327z+53.4, 0.0547z^2-0.4673z+46.6, z)$ 前記線分TFは、座標 $(-0.0982z^2+0.9622z+40.931, 0.0982z^2-1.9622z+59.069, z)$ で表わされる。線分ET上の点は、点E,実施例2,Tの3点から最小二乗法にて求められる。

【0601】

線分TG上の点は、点T,S,Fの3点から最小二乗法にて求められる。

【0602】

また、同様に、座標 (x,y,z) が、

点G(0.0, 76.7, 23.3)、

点R(21.0, 69.5, 9.5)及び

点H(0.0, 85.9, 14.1)

の3点をそれぞれ結ぶ線分の左側又は前記線分上にある場合、R410Aを基準とするCOP比が93%以上となることが判る。ただし、前記線分GRは、座標 $(-0.0491z^2-1.1544z+38.5, 0.0491z^2+0.1544z+61.5, z)$ で表わされ、かつ前記線分RHは、座標 $(-0.3123z^2+4.234z+11.06, 0.3123z^2-5.234z+88.94, z)$ で表わされる。

【0603】

線分GR上の点は、点G,実施例5、点Rの3点から最小二乗法にて求められる。

【0604】

線分RH上の点は、点R,実施例7,点Hの3点から最小二乗法にて求められる。

【0605】

一方、比較例8、9、13、15、17及び18等に示されるようにR32を含まない場合、二重結合を持つHFO-1132(E)及びHFO-1123の濃度が相対的に高くなり、冷媒化合物において分解等の変質や重合を招くため、好ましくない。

【0606】

以上、本開示の実施形態を説明したが、特許請求の範囲に記載された本開示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。

【符号の説明】

【0607】

1 空気調和装置(冷凍サイクル装置)

4 圧縮機

5 室外熱交換器(凝縮器、蒸発器)

6 膨張弁(減圧部)

7 室内熱交換器(蒸発器、凝縮器)

10 冷媒回路

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

【特許文献】

【0608】

【文献】国際公開第2015/141678号

10

20

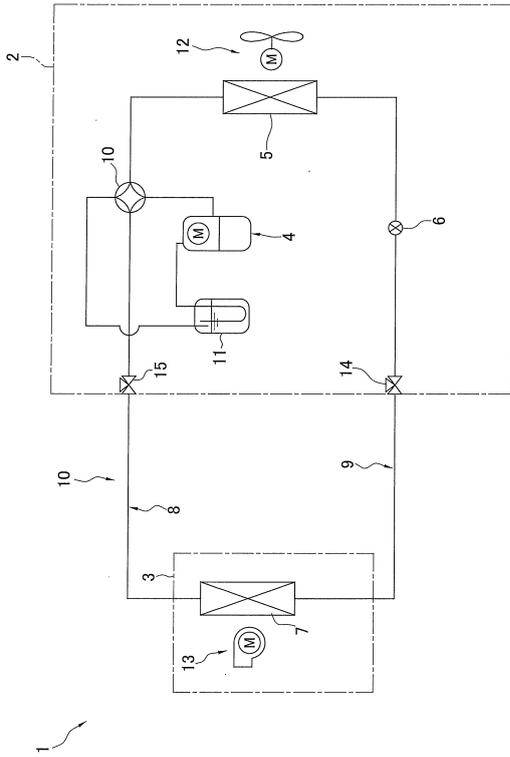
30

40

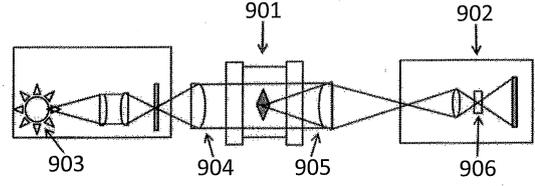
50

【図面】

【図 1】



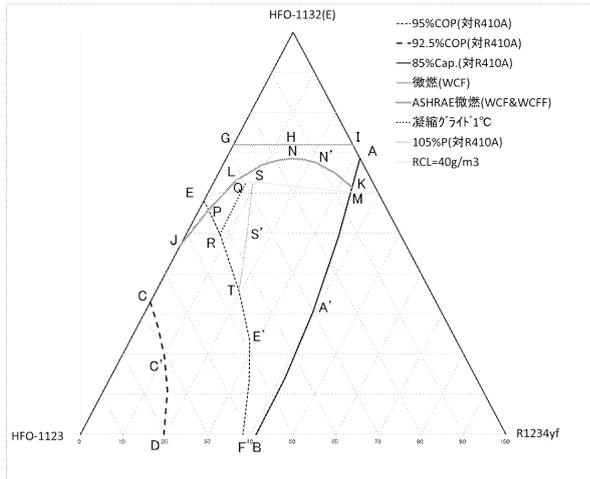
【図 2】



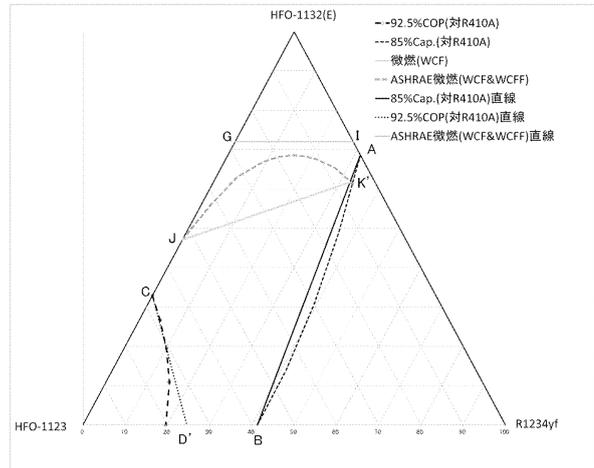
10

20

【図 3】



【図 4】

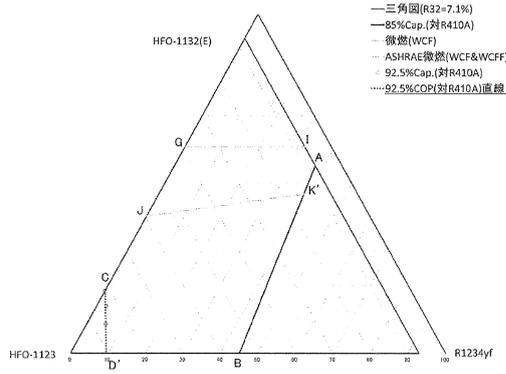


30

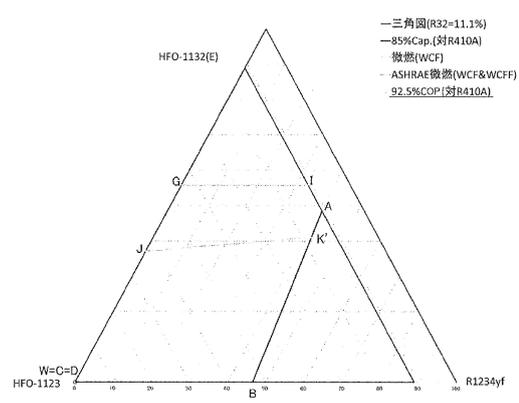
40

50

【 図 5 】

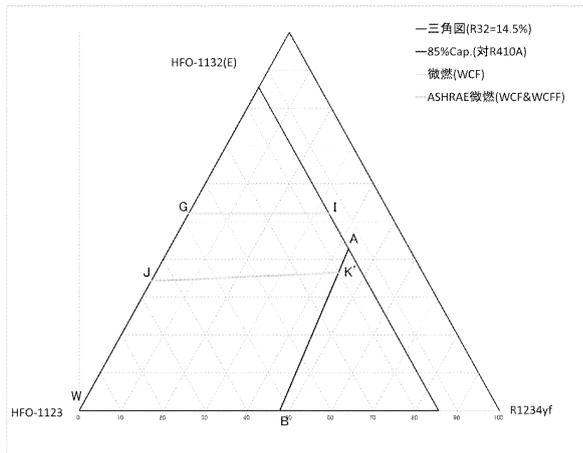


【 図 6 】

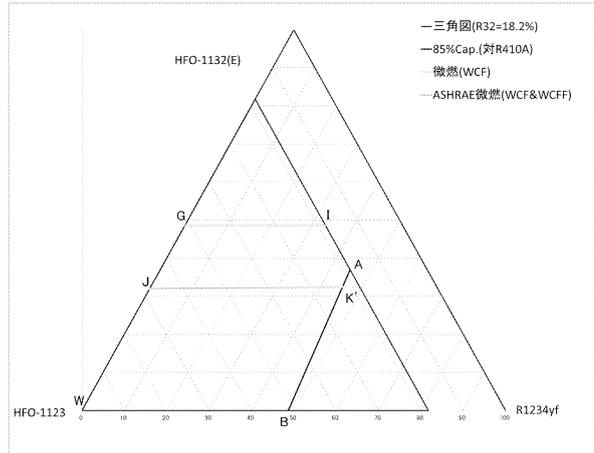


10

【 図 7 】



【 図 8 】



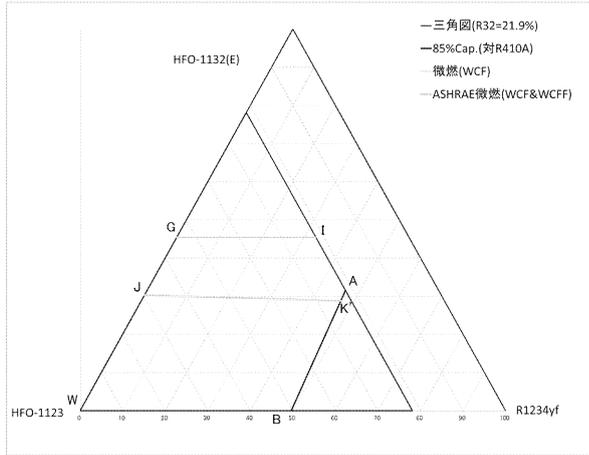
20

30

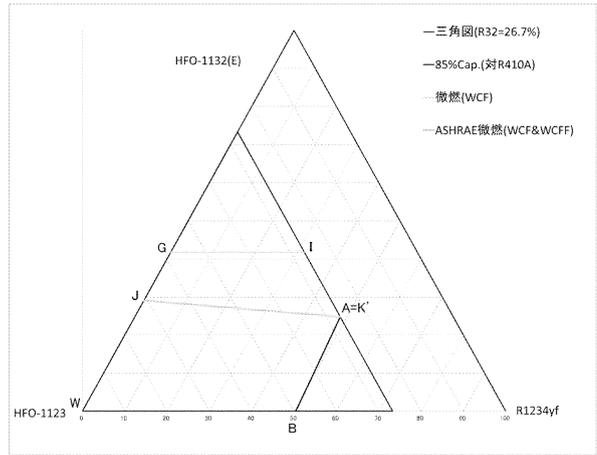
40

50

【 9 】

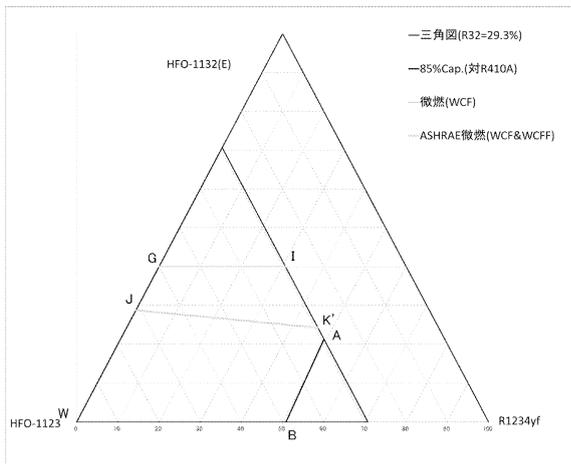


【 10 】

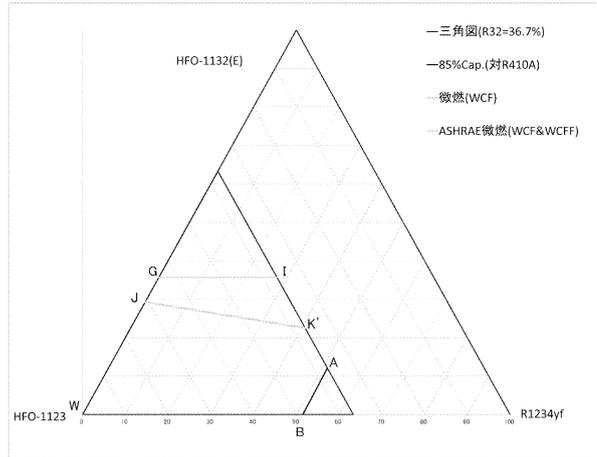


10

【 11 】



【 12 】



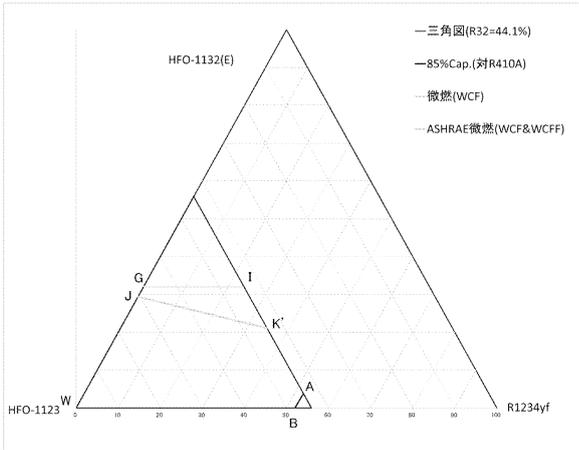
20

30

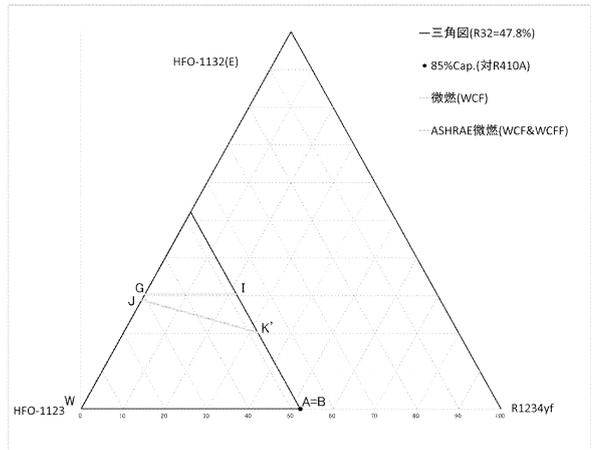
40

50

【 1 3 】

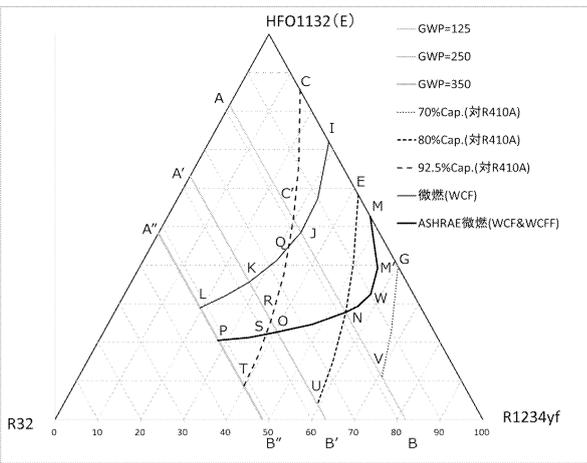


【 1 4 】

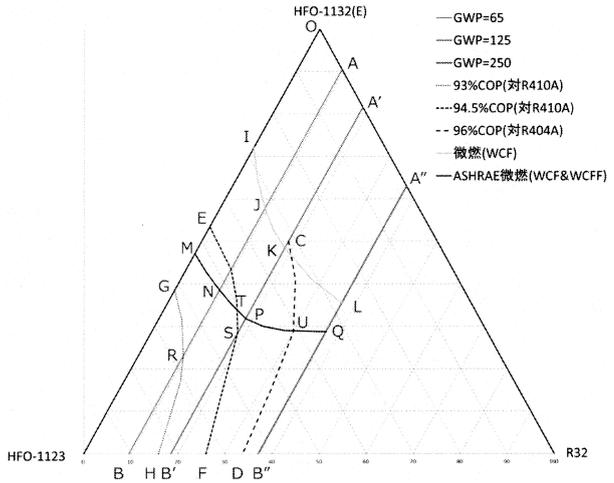


10

【 1 5 】



【 1 6 】



20

30

40

50

フロントページの続き

(32)優先日 平成30年10月17日(2018.10.17)

(33)優先権主張国・地域又は機関

日本国(JP)

(31)優先権主張番号 PCT/JP2018/038748

(32)優先日 平成30年10月17日(2018.10.17)

(33)優先権主張国・地域又は機関

日本国(JP)

(31)優先権主張番号 PCT/JP2018/038747

(32)優先日 平成30年10月17日(2018.10.17)

(33)優先権主張国・地域又は機関

日本国(JP)

(31)優先権主張番号 特願2017-242183(P2017-242183)

(32)優先日 平成29年12月18日(2017.12.18)

(33)優先権主張国・地域又は機関

日本国(JP)

(31)優先権主張番号 特願2017-242185(P2017-242185)

(32)優先日 平成29年12月18日(2017.12.18)

(33)優先権主張国・地域又は機関

日本国(JP)

(31)優先権主張番号 特願2017-242187(P2017-242187)

(32)優先日 平成29年12月18日(2017.12.18)

(33)優先権主張国・地域又は機関

日本国(JP)

(31)優先権主張番号 特願2017-242186(P2017-242186)

(32)優先日 平成29年12月18日(2017.12.18)

(33)優先権主張国・地域又は機関

日本国(JP)

大阪府大阪市北区中崎西二丁目4番12号 梅田センタービル ダイキン工業株式会社内

(72)発明者 高橋 一博

大阪府大阪市北区中崎西二丁目4番12号 梅田センタービル ダイキン工業株式会社内

(72)発明者 小松 雄三

大阪府大阪市北区中崎西二丁目4番12号 梅田センタービル ダイキン工業株式会社内

(72)発明者 大久保 瞬

大阪府大阪市北区中崎西二丁目4番12号 梅田センタービル ダイキン工業株式会社内

(72)発明者 高桑 達哉

大阪府大阪市北区中崎西二丁目4番12号 梅田センタービル ダイキン工業株式会社内

(72)発明者 津田 哲志

大阪府大阪市北区中崎西二丁目4番12号 梅田センタービル ダイキン工業株式会社内

(72)発明者 安部 剛夫

大阪府大阪市北区中崎西二丁目4番12号 梅田センタービル ダイキン工業株式会社内

(72)発明者 戸田 ゆみ

大阪府大阪市北区中崎西二丁目4番12号 梅田センタービル ダイキン工業株式会社内

審査官 黒川 美陶

(56)参考文献 国際公開第2015/141678(WO, A1)

国際公開第2015/125884(WO, A1)

国際公開第2016/009884(WO, A1)

国際公開第2015/186670(WO, A1)

特許第6555456(JP, B1)

(58)調査した分野 特許第 6 5 5 4 5 3 (J P , B 1)
(Int.Cl. , D B 名)
C 0 9 K 5 / 0 4
F 2 5 B 1 / 0 0
C A p l u s / R E G I S T R Y (S T N)