



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101978236 A

(43) 申请公布日 2011. 02. 16

(21) 申请号 200980109703. 5

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2009. 03. 16

F28F 1/32 (2006. 01)

F25B 1/00 (2006. 01)

(30) 优先权数据

2008-070356 2008. 03. 18 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 09. 17

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2009/054999 2009. 03. 16

(87) PCT申请的公布数据

W02009/116478 JA 2009. 09. 24

(71) 申请人 大金工业株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 藤野宏和 吉冈俊 土井隆司

北泽昌昭 中田春男

(74) 专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限

公司 11322

代理人 李巍

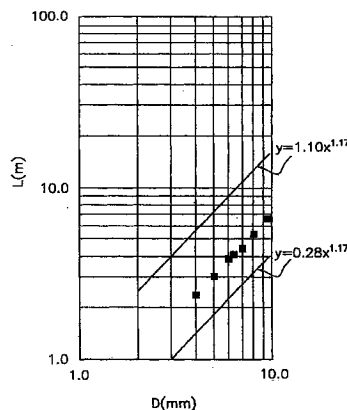
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 7 页

(54) 发明名称

热交换器

(57) 摘要

本发明提供一种热交换器,其应用于使用由分子式用 C<sub>3</sub>H<sub>m</sub>F<sub>n</sub> (其中, m = 1 ~ 5、n = 1 ~ 5, 且 m+n = 6) 表示且分子结构中具有一个双键的单一制冷剂或含有所述单一制冷剂的混合制冷剂的制冷剂回路。热交换器 (10) 中, 铅直方向上相邻的传热管彼此的中心间距离 S 和传热管的外径 D 的关系为 : 2.5 < S/D < 3.5, 制冷剂路径的长度 L 和传热管的外径 D 的关系为 : 0.28 × D<sup>1.17</sup> < L < 1.10 × D<sup>1.17</sup>, 室外热交换器 (4) 及室内热交换器 (6) 基于上述关系进行设计。



1. 一种热交换器 (4、6、10), 其制冷剂回路使用由分子式用  $C_3H_mF_n$  (其中,  $m = 1 \sim 5$ 、 $n = 1 \sim 5$ , 且  $m+n = 6$ ) 表示且分子结构中具有一个双键的有机化合物形成的单一制冷剂或含有所述单一制冷剂的混合制冷剂, 其特征在于:

具备, 多个传热管 (12), 其形成用于使所述制冷剂流通的一个或多个制冷剂路径; 和多个板状的散热片 (11), 其以隔开规定的间隔地重叠的方式排列, 所述多个传热管 (12) 大致垂直地贯穿其中,

铅直方向上相邻的所述传热管 (12) 彼此的中心间距离  $S$  和所述传热管 (12) 的外径  $D$  的关系为:

$$2.5 < S/D < 3.5$$

所述制冷剂路径的长度  $L$  和所述传热管 (12) 的外径  $D$  的关系为:

$$0.28 \times D^{1.17} < L < 1.10 \times D^{1.17}。$$

2. 如权利要求 1 所述的热交换器 (4、6、10), 其中, 所述制冷剂为由 2,3,3,3- 四氟 -1- 丙烯形成的单一制冷剂或含有所述单一制冷剂的混合制冷剂。

3. 如权利要求 1 所述的热交换器 (4、6、10), 其中, 所述制冷剂为含有 2,3,3,3- 四氟 -1- 丙烯和二氟甲烷的混合制冷剂。

4. 如权利要求 1 所述的热交换器 (4、6、10), 其中, 所述制冷剂为含有 2,3,3,3- 四氟 -1- 丙烯和五氟乙烷的混合制冷剂。

## 热交换器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及热交换器,尤其涉及适用于使用低压制冷剂的制冷剂回路的热交换器。

### 背景技术

[0002] 从保护地球环境的观点考虑,有关用于空调装置的制冷剂回路的制冷剂,谋求地球温暖化系数低、不破坏臭氧层的制冷剂,实际上,也开发有与其要求相对应的制冷剂(例如,参照专利文献1)。

[0003] 专利文献1公开的制冷剂( $C_3H_mF_n$ )具有理论上的COP比较高且地球温暖化系数低的特性。但是,本制冷剂的沸点比较高,为所谓的低压制冷剂,因此有可能因热交换器的压力损失而增大压缩机的输入,造成运转效率下降。

[0004] 专利文献1:(日本)特开平4-110388号公报

### 发明内容

[0005] 本发明的课题在于提供一种热交换器,其适用于使用由分子式用 $C_3H_mF_n$ (其中, $m = 1 \sim 5, n = 1 \sim 5$ ,且 $m+n = 6$ )表示且分子结构中具有一个双键的制冷剂形成的单一制冷剂或含有所述单一制冷剂的混合制冷剂的制冷剂回路。

[0006] 第一发明的热交换器,其制冷剂回路使用由分子式用 $C_3H_mF_n$ (其中, $m = 1 \sim 5, n = 1 \sim 5$ ,且 $m+n = 6$ )表示且分子结构中具有一个双键的有机化合物形成的单一制冷剂或含有所述单一制冷剂的混合制冷剂,具备:多个传热管和多个板状的散热片。传热管形成用于使制冷剂流通的一个或多个制冷剂路径。板状的散热片以隔开规定的间隔重叠的方式排列,多个传热管大致垂直地贯穿其中。铅直方向上相邻的传热管彼此的中心间距离 $S$ 和传热管的外径 $D$ 的关系为: $2.5 < S/D < 3.5$ ,制冷剂路径的长度 $L$ 和传热管的外径 $D$ 的关系为: $0.28 \times D^{1.17} < L < 1.10 \times D^{1.17}$ 。

[0007] 由于所述制冷剂为低压制冷剂,所以容易受传热管内的压力损失的影响。将该热交换器中的制冷剂路径长度 $L$ 、传热管的外径 $D$ 及传热管的中心间距离 $S$ 的关系设成所述关系式,由此能够将传热管内的制冷剂的压力损失的影响抑制到最小限。

[0008] 第二发明的热交换器在第一发明的热交换器的基础上,所述制冷剂为由2,3,3,3-四氟-1-丙烯形成的单一制冷剂或含有所述单一制冷剂的混合制冷剂。

[0009] 由2,3,3,3-四氟-1-丙烯形成的单一制冷剂或含有所述单一制冷剂的混合制冷剂为低压制冷剂,因此,容易受传热管内的压力损失的影响,但是,将该热交换器中的制冷剂路径长度 $L$ 、传热管的外径 $D$ 及传热管的中心间距离 $S$ 的关系设成所述关系式,由此能够将传热管内的制冷剂的压力损失的影响抑制到最小限。

[0010] 第三发明的热交换器在第一发明的热交换器的基础上,所述制冷剂为含有2,3,3,3-四氟-1-丙烯和二氟甲烷的混合制冷剂。

[0011] 含有2,3,3,3-四氟-1-丙烯和二氟甲烷的混合制冷剂为低压制冷剂,因此,容易

受传热管内的压力损失的影响,但是,将该热交换器中的制冷剂路径长度  $L$ 、传热管的外径  $D$  及传热管的中心间距离  $S$  的关系设成所述关系式,由此能够将传热管内的制冷剂的压力损失的影响抑制到最小限。

[0012] 第四方面发明的热交换器在第一发明的热交换器的基础上,所述制冷剂为含有 2,3,3,3-四氟-1-丙烯和五氟乙烷的混合制冷剂。

[0013] 含有 2,3,3,3-四氟-1-丙烯和五氟乙烷的混合制冷剂为低压制冷剂,因此,容易受传热管内的压力损失的影响,但是,将该热交换器中的制冷剂路径长度  $L$ 、传热管的外径  $D$  及传热管的中心间距离  $S$  的关系设成所述关系式,由此能够将传热管内的制冷剂的压力损失的影响抑制到最小限。

[0014] 将第一发明、第二发明、第三发明、第四发明的任一种的热交换器中的制冷剂路径长度  $L$ 、传热管的外径  $D$  及传热管的中心间距离  $S$  的关系设成所述关系式,由此能够将传热管内的制冷剂的压力损失的影响抑制到最小限。

### 附图说明

[0015] 图 1 是空调装置的制冷剂回路;

[0016] 图 2 是本发明的实施方式的热交换器的正面图;

[0017] 图 3 是沿图 2 的 A-A 线切断时的热交换器的剖面图;

[0018] 图 4 是表示送风机动力为一定且  $D = 7\text{mm}$  时的  $S/D$  和热交换器性能的关系的曲线;

[0019] 图 5(a) 是将图 2 的热交换器的制冷剂路径做成一个时的热交换器的概念图, (b) 是将图 2 的热交换器的制冷剂路径做成两个时的热交换器的概念图, (c) 是将图 2 的热交换器的制冷剂路径从中途形成两个时的热交换器的概念图;

[0020] 图 6 是表示制冷剂路径长度和压力损失的关系的曲线图;

[0021] 图 7 是表示  $D = 7\text{mm}$  时的制冷剂路径长度和制冷剂侧热传递率及压力损失的关系的曲线图;

[0022] 图 8 是表示  $D = 7\text{mm}$  时的制冷剂路径长度和热交换器性能的曲线图;

[0023] 图 9 是表示制冷剂路径长度  $L$  相对于传热管外径  $D$  的曲线图;

[0024] 图 10 是在含有本实施方式的热交换器的制冷剂回路中使用的制冷剂的成分表。

[0025] 符号说明

[0026] 4 室外热交换器

[0027] 6 室内热交换器

[0028] 10 热交换器

[0029] 11 板状散热片

[0030] 12 传热管

### 具体实施方式

[0031] < 制冷剂回路 >

[0032] 图 1 是空调装置的制冷剂回路。空调装置 1 具有通过制冷剂配管将压缩机 2、四路切换阀 3、室外热交换器 4、膨胀阀 5 及室内热交换器 6 连结起来的冷冻回路。图 1 中,实线

和虚线的箭头表示制冷剂的流动方向,空调装置 1 通过四路切换阀 3 切换制冷剂的流动方向,由此能够切换暖气运转和冷气运转。在冷气运转时,室外热交换器 4 变成冷凝器,室内热交换器 6 变成蒸发器。另外,在暖气运转时,室外热交换器 4 变成蒸发器,室内热交换器 6 变成冷凝器。

[0033] 在制冷剂回路中,填充有由 HF0-1234yf (2,3,3,3-四氟-1-丙烯) 和 HFC-32 (二氟甲烷) 两种有机化合物形成的混合制冷剂。本实施方式中使用的制冷剂为由 78.2 质量% 的 HF0-1234yf 和 21.8 质量% 的 HFC-32 形成的混合制冷剂。另外, HF0-1234yf 的化学式用  $\text{CF}_3\text{CFCH}_2$  表示, HFC-32 的化学式用  $\text{CH}_2\text{F}_2$  表示。

[0034] < 热交换器的结构 >

[0035] 图 2 是本发明的实施方式的热交换器的正面图。图 2 中,热交换器 10 为交叉翅片型的热交换器,是图 1 所示的室外热交换器 4 及室内热交换器 6 的基本模型。热交换器 10 具备散热片 11 和传热管 12。散热片 11 为薄的铝制的平板,在一枚散热片 11 上形成有多个贯通孔。传热管 12 由插入散热片 11 的贯通孔的直管 12a、连结相邻的直管 12a 的端部彼此的第一 U 字管 12b 及第二 U 字管 12c 构成。直管 12a 和第一 U 字管 12b 形成为一体,第二 U 字管 12c 在直管 12a 插入散热片 11 的贯通孔后,通过焊接等连结于直管 12a 的端部。

[0036] ( 传热管的管外径及中心间距离和热交换器性能的关系 )

[0037] 图 3 是沿图 2 的 A-A 线切断时的热交换器的剖面图。图 3 中,直管 12a 的管外径为  $D$ ,铅直方向上相邻的传热管 12 的中心间距离为  $S$ 。通常,中心间距离  $S$  越小,散热片效率越高,但通风阻力增大。反之,中心间距离  $S$  越大,散热片效率越低,但通风阻力也减小。另外,所谓散热片效率是指从散热片的全部传热面散发的实际散热量与假定散热片的全部传热面与制冷剂的温度相等时散发的散热量之比。

[0038] 另外,中心间距离  $S$  为一定时,管外径  $D$  越大,散热片效率越高,通风阻力增大。反之,管外径  $D$  越小,散热片效率越低,通风阻力也减小。即,在管外径  $D$  和中心间距离  $S$  之间存在用于提高热交换器性能的最佳条件。

[0039] 图 4 是表示送风机动力为一定且  $D = 7\text{mm}$  时的  $S/D$  和热交换器性能的关系的曲线图。图 4 中,热交换器性能表示在  $2.5 < S/D < 3.5$  范围高的值,在其范围之外,热交换器性能下降。即,图 4 表示在外径  $D$  和中心间距离  $S$  的关系为  $2.5 < S/D < 3.5$  时,使用 HF0-1234yf 和 HFC-32 的混合制冷剂的制冷剂回路的室外热交换器 4 及室内热交换器 6 得到最佳的热交换器性能。

[0040] ( 热交换器的制冷剂路径长度和热交换器性能的关系 )

[0041] 图 5(a) 是将图 2 的热交换器的制冷剂路径做成一个时的热交换器的概念图,(b) 是将图 2 的热交换器的制冷剂路径做成两个时的热交换器的概念图,(c) 是将图 2 的热交换器的制冷剂路径从中途分成两个时的热交换器的概念图。

[0042] 在图 5(a) 中,由于热交换器 10 具有一个制冷剂路径,所以称作一路径热交换器 101。假如热交换器 10 具有六个传热管,一个传热管 12 的长度为  $H$  时,一路径热交换器 101 的制冷剂路径长度大约为  $6H$ 。

[0043] 图 5(b) 中,热交换器 10 通过分流器 90 形成两个制冷剂路径,因此称作二路径热交换器 102。二路径热交换器 102 的制冷剂路径长度大约为一路径热交换器 101 的一半,约相当于  $3H$ 。

[0044] 图 5(c) 中,将热交换器 10 的一个制冷剂路径从中途经由分流器 90 分成为两个制冷剂路径,因此称作一-二路径热交换器 103。一-二路径热交换器 103 由于存在公共的制冷剂路径和独立的制冷剂路径,所以不能简单地计算制冷剂路径长度。于是,求一-二路径热交换器 103 实际的压力损失,假设为一个制冷剂路径,则求相当于多长的制冷剂路径的压力损失,其值就为制冷剂路径长度。

[0045] 图 6 是制冷剂路径长度和压力损失的关系的曲线图。例如,图 5(c) 的一-二路径热交换器 103 的制冷剂的压力损失为  $p$  时,由曲线可知,制冷剂路径长度为  $3.6H$ 。这样,由一个基本的热交换器 10 就能够制造制冷剂路径长度不同的、一路径热交换器 101、二路径热交换器 10 及一-二路径热交换器 103。换言之,制冷剂路径长度通过变更制冷剂路径的数量而能够设定。

[0046] 接着,对制冷剂路径长度和热交换器性能的关系进行说明。即,热交换器性能  $Q$  利用热还流率  $K$ 、传热面积  $A$ 、及空气和制冷剂的温度差  $dT$ ,用  $Q = KA \times dT$  的式子表示。热还流率  $K$  为空气侧热阻力和制冷剂侧热阻力的合成阻力的倒数。合成阻力  $1/K$  利用空气侧热传递率  $h_a$ 、制冷剂侧热传递率  $h_r$ 、及内外传热面积比  $R$ ,用  $1/K = 1/h_a + R/h_r$  的式子表示。

[0047] 减少制冷剂路径的数量、增长制冷剂路径长度时,流过一个制冷剂路径的制冷剂量增加,制冷剂侧热传递率  $h_r$  提高,但由于压力损失的增加,热交换器入口的蒸发温度升高,因此空气和制冷剂的温度差  $dT$  减小,热交换器性能  $Q$  下降。

[0048] 另一方面,在增加制冷剂路径的数量、缩短制冷剂路径长度时,压力损失减小,热交换器入口的蒸发温度下降,空气和制冷剂的温度差  $dT$  增大,流过一个制冷剂路径的制冷剂量减少,因此制冷剂侧热传递率  $h_r$  下降,热交换器性能  $Q$  下降。

[0049] 即,使用 HF0-1234yf 和 HFC-32 的混合制冷剂的制冷剂回路的室外热交换器 4 及室内热交换器 6 不能用与目前制冷剂(例如,410A 制冷剂)对应的室外热交换器及室内热交换器代替,而为了能够实现最佳的热交换器性能,必须在明确了传热管外径  $D$  和制冷剂路径长度  $L$  的关系的基础上进行设计。

[0050] 图 7 是表示  $D = 7\text{mm}$  时的制冷剂路径长度和制冷剂侧热传递率及压力损失的关系的曲线图,图 8 是表示  $D = 7\text{mm}$  时的制冷剂路径长度和热交换器性能的曲线图。如图 7 所示,制冷剂路径长度越短,压力损失越少,但制冷剂侧热传递率也下降。其结果是,如图 8 所示,由于制冷剂侧热传递率的下降,热交换器性能也下降。另一方面,当逐渐增长制冷剂路径长度时,热交换器性能碰到峰值后下降。即,图 8 表示存在适合于传热管外径的制冷剂路径长度。

[0051] 图 9 是表示制冷剂路径长度  $L$  相对于传热管外径  $D$  的曲线图。图 9 中,四角形的黑点表示相对于传热管外径的最佳制冷剂路径长度,相对于传热管外径的制冷剂路径长度的下限值位于  $y = 0.28x^{1.17}$  的直线上,上限值位于  $y = 1.10x^{1.17}$  的直线上。即,表示使用 HF0-1234yf 和 HFC-32 的混合制冷剂的制冷剂回路的室外热交换器 4 及室内热交换器 6 的制冷剂路径长度  $L$  设定在  $0.28 \times D^{1.17} < L < 1.10 \times D^{1.17}$  的范围,由此能够得到最佳的热交换器性能。

[0052] < 制冷剂回路中使用的制冷剂 >

[0053] (单一制冷剂)

[0054] 在上述实施方式中,作为制冷剂使用由 HF0-1234yf 和 HFC-32 两种有机化合物形

成的混合制冷剂,但并不仅限于此。例如,图 10 是在含有本实施方式的热交换器的制冷剂回路中使用的制冷剂的成分表,也可以使用如 HF0-1234yf 的分子式用  $C_3H_mF_n$  (其中,  $m = 1 \sim 5$ 、 $n = 1 \sim 5$ ,且  $m+n = 6$ ) 表示且分子结构中具有一个双键的有机化合物形成的单一制冷剂。

[0055] 具体地说,可以举出图 10 的上段所示的 HF0-1225ye(1,2,3,3,3-五氟丙烯、化学式: $CF_3-CF=CHF$ )、HF0-1234ze(1,3,3,3 四氟-1-丙烯、化学式: $CF_3-CH=CHF$ )、HF0-1234ye(1,2,3,3 四氟-1-丙烯、化学式: $CHF_2-CF=CHF$ )、HF0-1234zf(3,3,3 三氟-1-丙烯、化学式: $CF_3-CH=CH_2$ )、1,2,2 三氟-1-丙烯(化学式: $CH_3-CF=CF_2$ )、2-四氟-1-丙烯(化学式: $CH_3-CF=CH_2$ )等。另外,为了说明上的方便,将这些单一制冷剂作为基本制冷剂加以区分。

[0056] (混合制冷剂)

[0057] 另外,也可以使用由上述基本制冷剂的任一种和图 10 所示的第二成分的任一种形成的混合制冷剂。例如为与 22 质量%的 HFC-32 的混合制冷剂。另外,只要 HFC-32 的比例为 6 质量%以上 30 质量%以下即可,优选为 13 质量%以上 23 质量%以下,更优选为 21 质量%以上 23 质量%以下。

[0058] 另外,也可以是上述基本制冷剂的任一种和 10 质量%以上的 HFC-125(五氟乙烷、 $CF_3-CHF_2$ )的混合制冷剂,另外,HFC-125 的比例优选为 10 质量%以上 20 质量%以下。

[0059] 另外,也可以是上述基本制冷剂的任一种和 HFC-134(1,1,2,2-四氟乙烷、 $CHF_2-CHF_2$ )、HFC-134a(1,1,2,2-四氟乙烷、 $CH_2F-CF_3$ )、HFC-143a(1,1,1-三氟乙烷、 $CH_3CF_3$ )、HFC-152a(1,1-二氟乙烷、 $CHF_2-CF_3$ )、HFC-161(氟代乙烷、 $CH_3-CH_2F$ )、HFC-227ea(1,1,1,2,3,3,3-七氟丙烷、 $CF_3-CHF-CF_3$ )、HFC-236ea(1,1,1,2,3,3-六氟丙烷、 $CF_3-CHF-CHF_2$ )、HFC-236fa(1,1,1,3,3,3-六氟乙烷、 $CF_3-CH_2-CF_3$ )及 HFC-365mfc(1,1,1,3,3-五氟丁烷、 $CF_3-CH_2CF_2-CH_3$ )的任一种混合制冷剂。

[0060] 另外,上述的混合制冷剂为上述基本制冷剂的任一种和 HFC 系制冷剂的混合制冷剂,但并不仅限于此,也可以是上述基本制冷剂的任一种和碳化氢系制冷剂的混合制冷剂。

[0061] 具体地说,为上述基本制冷剂的任一种和甲烷( $CH_4$ )、乙烷( $CH_3-CH_3$ )、丙烷( $CH_3-CH_2-CH_3$ )、丙烯( $CH_3-CH=CH_2$ )、丁烷( $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$ )、异丁烷( $CH_3-CH(CH_3)-CH_3$ )、戊烷( $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ )、2-甲基丁烷、及环戊烷( $cyclo-C_5H_{10}$ )的任一种的混合制冷剂。

[0062] 另外,也可以是上述基本制冷剂的任一种和二甲醚( $CH_3-O-CH_3$ )、二(三氟甲基)硫醚( $CH_3-S-CH_3$ )、二氧化碳( $CO_2$ )及氦(He)的任一种的混合物。

[0063] 另外,在上述实施方式中,作为制冷剂使用由 HF0-1234yf 和 HFC-32 两种制冷剂形成的混合制冷剂,但也可以使用上述基本制冷剂的任一种和上述第二成分的任两种形成的混合制冷剂。例如,优选由 52 质量%的 HF0-1234yf、23 质量%的 HFC-32、25 质量%的 HFC-125 形成的混合制冷剂。

[0064] <特征>

[0065] 使用热交换器 10,作为使用由分子式用  $C_3H_mF_n$  (其中, $m = 1 \sim 5$ 、 $n = 1 \sim 5$ ,且  $m+n = 6$ ) 表示且分子结构中具有一个双键的有机化合物形成的单一制冷剂或含有上述单冷剂的混合制冷剂的制冷剂回路的热交换器。热交换器 10 具备多个传热管 12 和多个板状的散热片 11。传热管 12 形成用于使制冷剂流通的一个或多个制冷剂路径。板状的散热片 11 配

置成与空气的流动方向大致平行且多个传热管大致垂直地穿通其中。铅直方向上相邻的传热管彼此的中心间距离  $S$  和传热管的外径  $D$  的关系为  $2.5 < S/D < 3.5$ , 制冷剂回路的长度  $L$  和传热管的外径  $D$  的关系为  $0.28 \times D^{1.17} < L < 1.10 \times D^{1.17}$ 。其结果是, 能够将传热管内的制冷剂的压力损失的影响抑制到最小限。另外, 所使用的具体的制冷剂为由 2,3,3,3-四氟-1-丙烯形成的单一制冷剂或含有上述单一制冷剂的混合制冷剂, 或者含有 2,3,3,3-四氟-1-丙烯和二氟甲烷的混合制冷剂, 或者含有 2,3,3,3-四氟-1-丙烯和五氟乙烷的混合制冷剂。

[0066] 产业上的利用可能性

[0067] 如上所述, 本发明应用于使用低压制冷剂的制冷剂回路的热交换器。

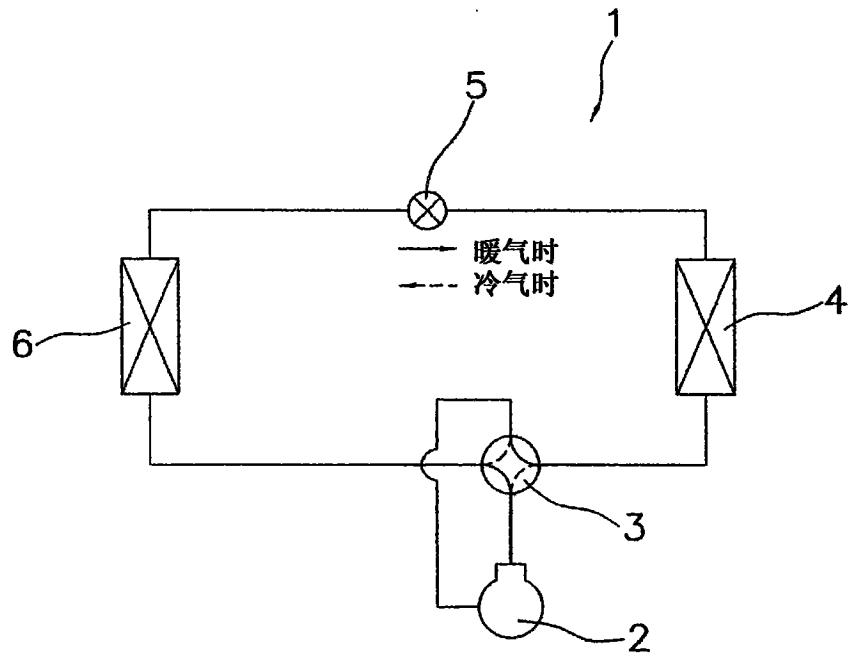


图 1

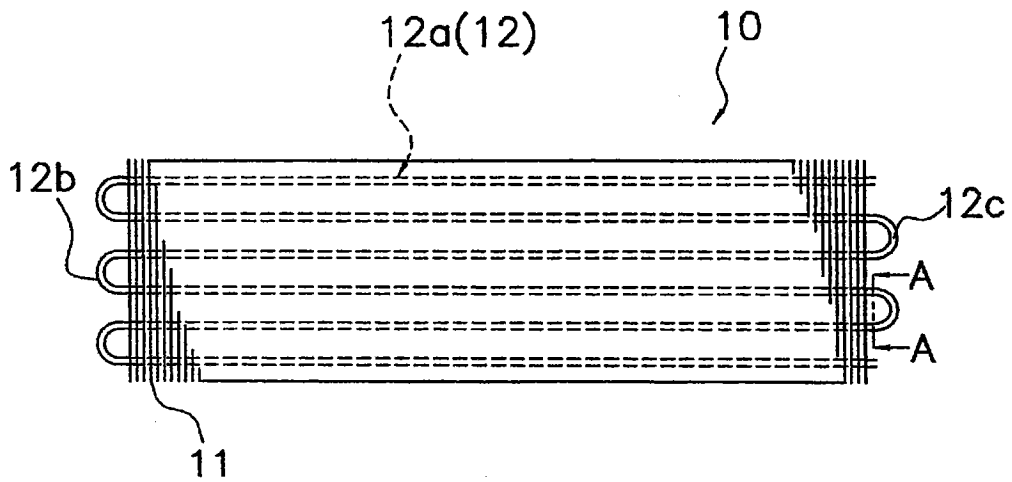


图 2

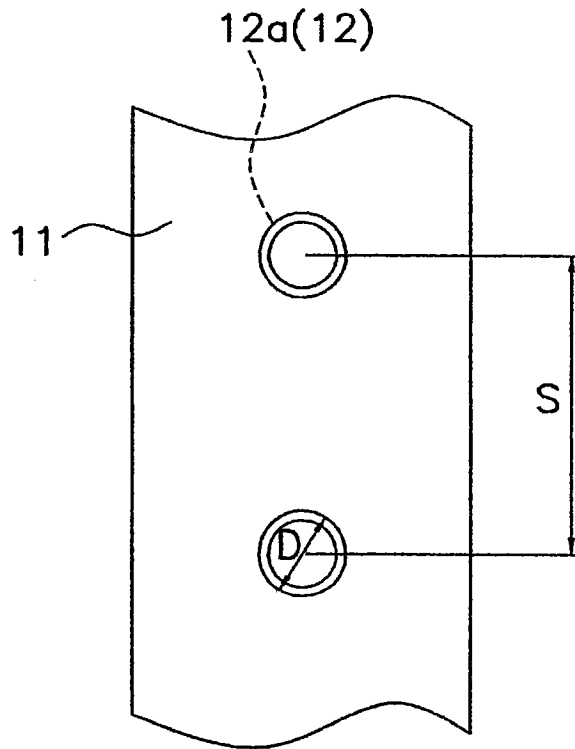


图 3

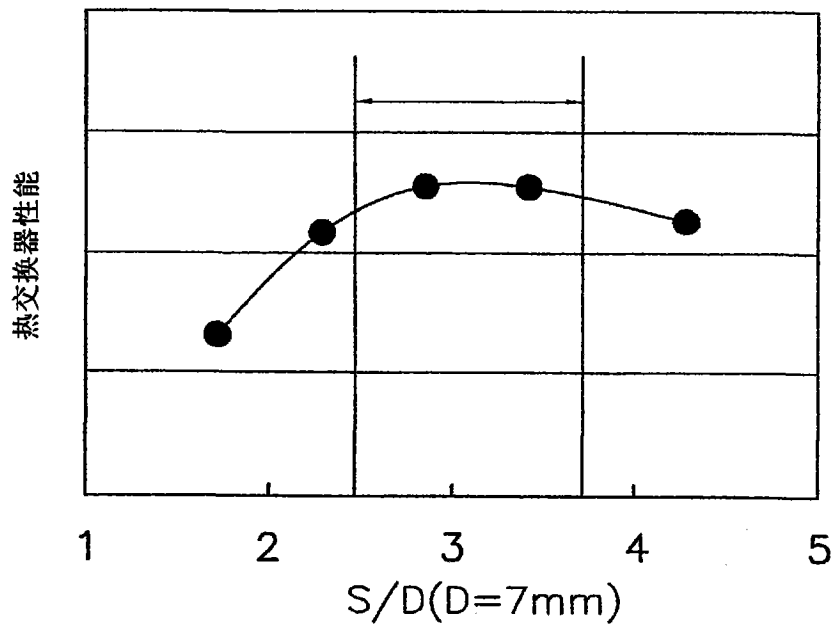


图 4

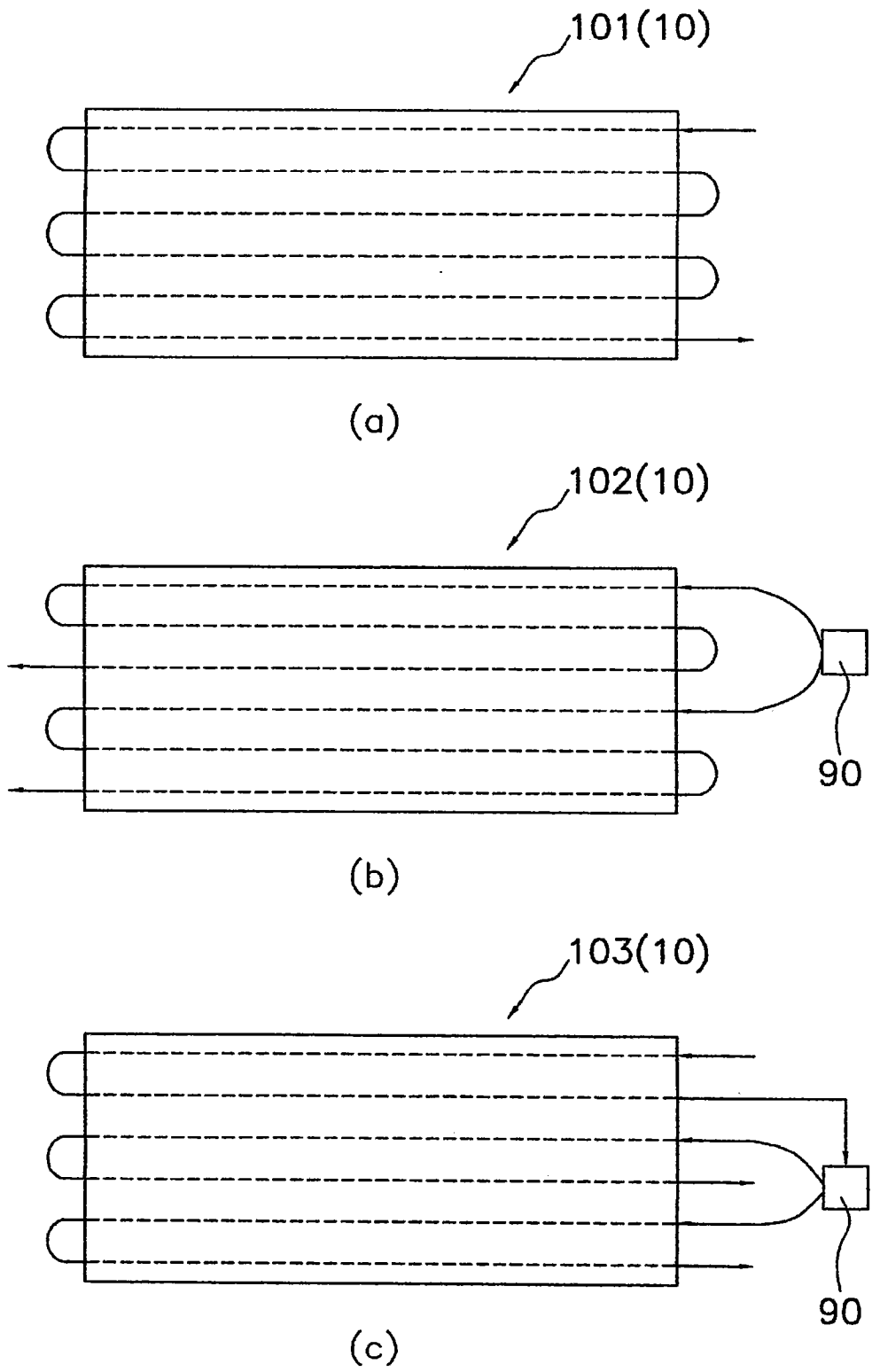


图 5

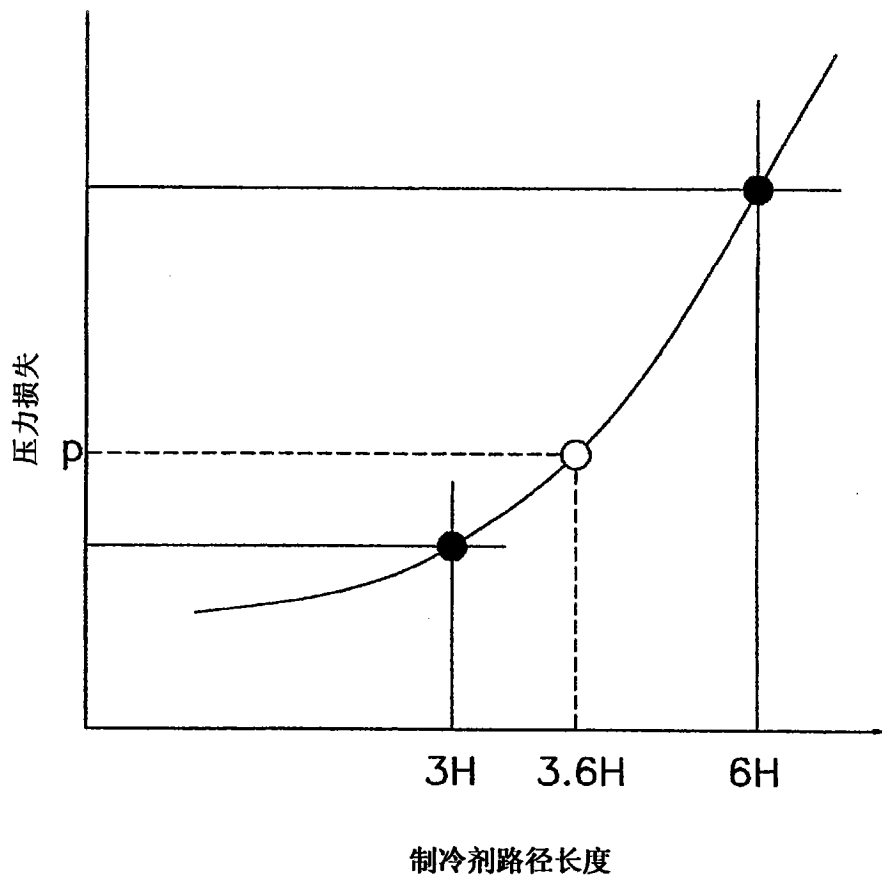


图 6

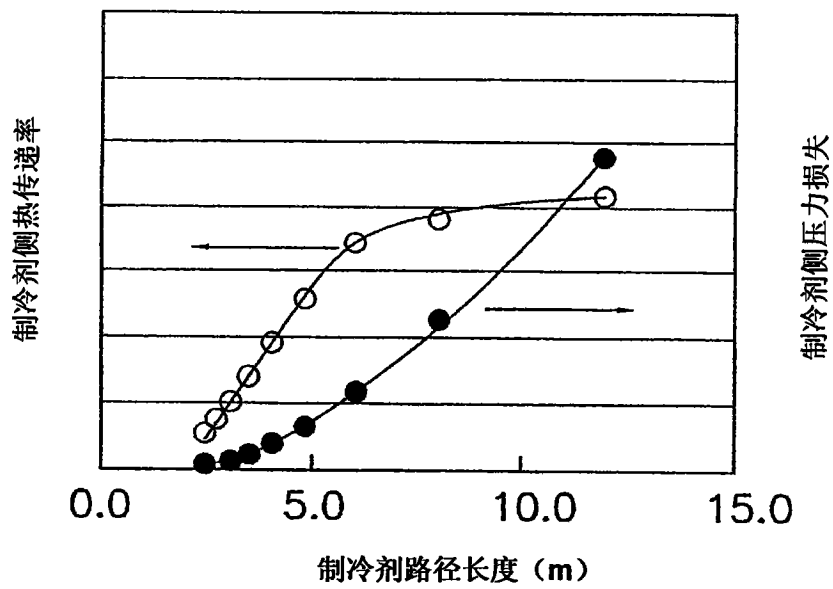


图 7

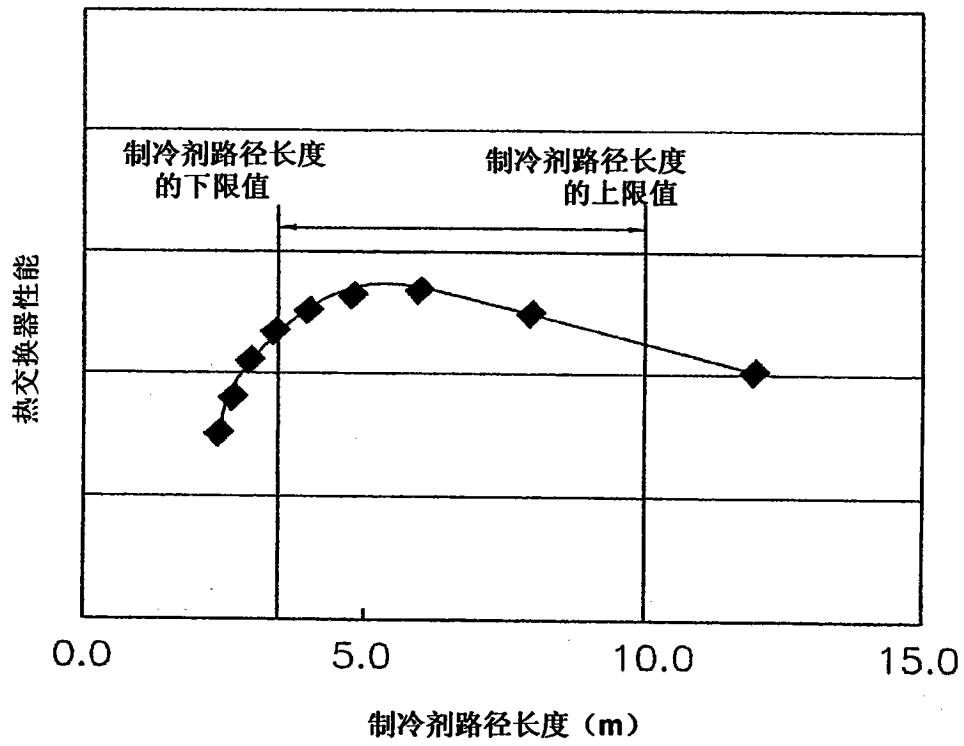


图 8

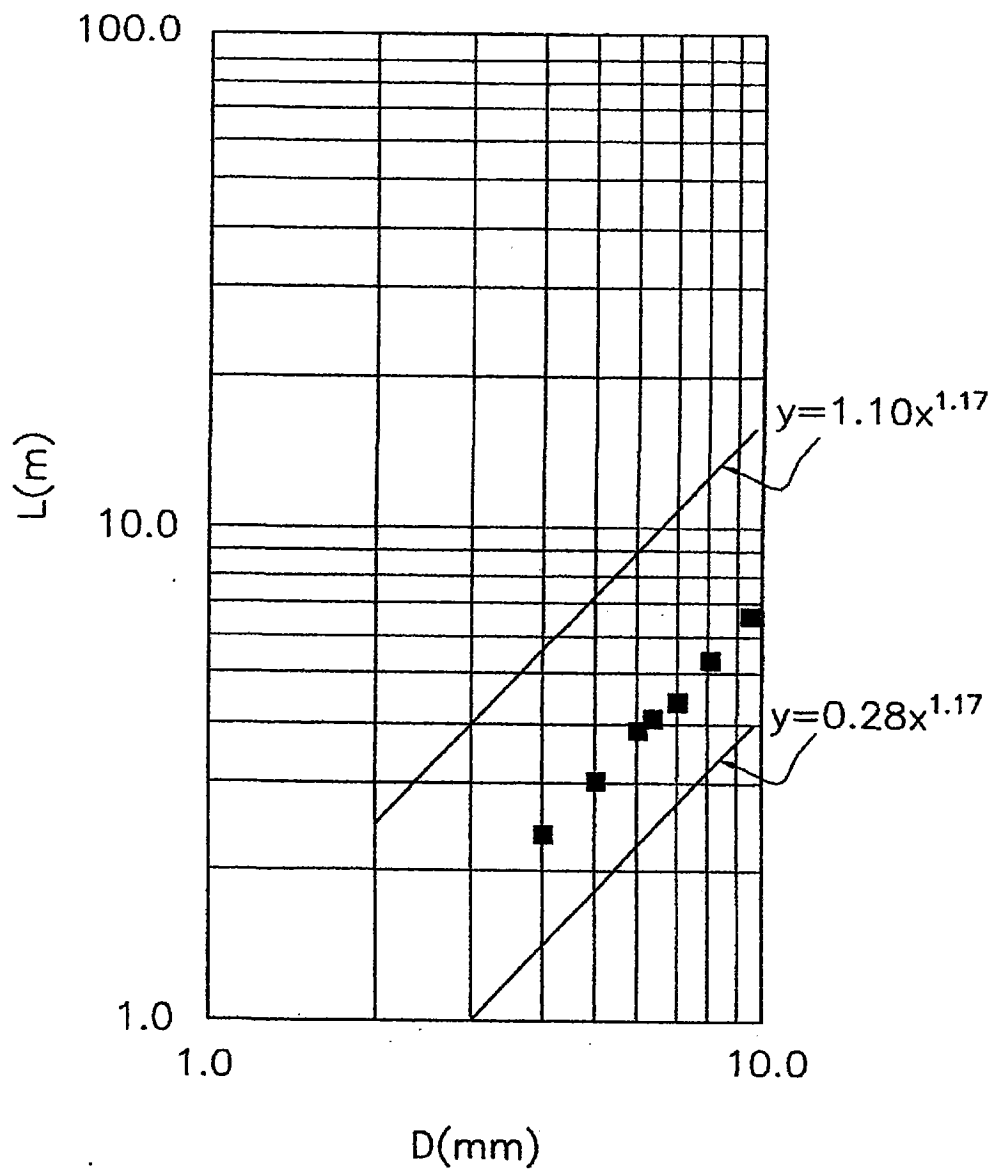


图 9

	制冷剂种类	符号	物质名	化学式	
基本制冷剂	C3HmFn	HFO-1225系	1,2,3,3,3-五氟丙烯	CF <sub>3</sub> -CF=CHF	
		HFO-1225ye			
		HFO-1234系			
		HFO-1234yf	2,3,3,3-四氟-1-丙烯	CF <sub>3</sub> -CF=CH <sub>2</sub>	
		HFO-1234ze	1,3,3,3-四氟-1-丙烯	CF <sub>3</sub> -CH=CHF	
		HFO-1234ye	1,2,3,3-四氟-1-丙烯	CHF <sub>2</sub> -CF=CHF	
		HFO-1243系			
		HFO-1243zf	3,3,3-三氟-1-丙烯	CF <sub>3</sub> -CHCH <sub>2</sub>	
			1,2,2-三氟-1-丙烯	CH <sub>3</sub> -CF=CF <sub>2</sub>	
		HFO-1261系			
		2-氟-1-丙烯	CH <sub>3</sub> -CF=CH <sub>2</sub>		
第二成分	HFC系	HFC-32	二氟甲烷	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	
		HFC-125	五氟乙烷	CF <sub>3</sub> -CHF <sub>2</sub>	
		HFC-134	1,1,2,2-四氟乙烷	CHF <sub>2</sub> -CHF <sub>2</sub>	
		HFC-134a	1,1,1,2-四氟乙烷	CH <sub>2</sub> F-CF <sub>3</sub>	
		HFC-143a	1,1,1-三氟乙烷	CH <sub>3</sub> -CF <sub>3</sub>	
		HFC-152a	1,1-二氟乙烷	CHF <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	
		HFC-161	氟代乙烷	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> F	
		HFC-227ea	1,1,1,2,3,3,3-七氟丙烷	CF <sub>3</sub> -CHF-CF <sub>3</sub>	
		HFC-236ea	1,1,1,2,3,3-六氟丙烷	CF <sub>3</sub> -CHF-CHF <sub>2</sub>	
		HFC-236fa	1,1,1,3,3,3-六氟乙烷	CF <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CF <sub>3</sub>	
		HFC-365mfc	1,1,1,3,3-五氟丁烷	CF <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CF <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	
		碳化氢系			甲烷
				乙烷	CH <sub>3</sub> -CH <sub>3</sub>
	R290			丙烷	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>
				丙烯	CH <sub>3</sub> -CH=CH <sub>2</sub>
	R600			丁烷	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>
	R600a			异丁烷	CH <sub>3</sub> -CH(CH <sub>3</sub> )-CH <sub>3</sub>
				戊烷	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>
				2-甲基丁烷	CH <sub>3</sub> -CH(CH <sub>3</sub> )-CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>
				环戊烷	Cyclo-C <sub>5</sub> H <sub>10</sub>
	醚		DME	二甲醚	CH <sub>3</sub> -O-CH <sub>3</sub>
	其它			二(三氟甲基)硫醚	CF <sub>3</sub> -S-CF <sub>3</sub>
		R744		二氧化碳	CO <sub>2</sub>
				氦	He

图 10