

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

C10M105/38

C10M171/00

C09K 5/04

//C10N40:30



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 99810430.2

[45] 授权公告日 2005 年 6 月 8 日

[11] 授权公告号 CN 1205321C

[22] 申请日 1999.9.2 [21] 申请号 99810430.2

[30] 优先权

[32] 1998. 9. 2 [33] JP [31] 248210/1998

[86] 国际申请 PCT/JP1999/004763 1999.9.2

[87] 国际公布 WO2000/014189 英 2000.3.16

[85] 进入国家阶段日期 2001.2.28

[71] 专利权人 日石三菱株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 下村裕司 平野裕之

审查员 杨 颖

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 刘明海

权利要求书 1 页 说明书 12 页

[54] 发明名称 用于冰箱基础油的季戊四醇混合酯

[57] 摘要

本发明公开了一种冰箱油，包含得自以下物质的酯：季戊四醇；和羧酸混合物，包含基于所述羧酸混合物总量的 20-50% 质量的正戊酸、20-50% 质量的正庚酸和 5-60% 质量的 3, 5, 5-三甲基己酸。

ISSN 1000-8427 4

1. 一种冰箱油，包含得自以下物质的酯：
季戊四醇；和
羧酸混合物，包含基于所述羧酸混合物总量的 20-50 % 质量的正戊酸、20-50 % 质量的正庚酸和 5-60 % 质量的 3,5,5-三甲基己酸。
2. 根据权利要求 1 的冰箱油，其中所述正戊酸的含量为 25-45 % 质量。
3. 根据权利要求 1 或 2 的冰箱油，其中所述正庚酸的含量为 25-45 % 质量。
4. 根据权利要求 1 或 2 的冰箱油，其中所述 3,5,5-三甲基己酸的含量为 10-50 % 质量。
5. 根据权利要求 1 或 2 的冰箱油，其中所述冰箱油还包含环氧化合物。
6. 根据权利要求 5 的冰箱油，其中所述环氧化合物是至少一种选自苯基缩水甘油醚环氧化合物、缩水甘油酯环氧化合物、脂环族环氧化合物和环氧化脂族酸单酯的化合物。
7. 根据权利要求 1 或 2 的冰箱油，其中所述冰箱油还包含一种磷化合物。
8. 一种用于冰箱的流体组合物，包含根据权利要求 1 的冰箱油和无氯氟烃。

用于冰箱基础油的季戊四醇混合酯

技术领域

本发明涉及一种用于传热设备的润滑油(该油以下称作“冰箱油”),更具体地说,它涉及一种具有许多令人满意且平衡良好的性能的冰箱油,这些性能包括润滑性、耐水解性、热稳定性、制冷剂混溶性、电绝缘能力等。

背景技术

由于限制氟烃以防臭氧层破坏,目前正在尝试用无氯氟烃制冷剂,如 HFC-32、HFC-125、HFC-134a 或类似物替代用于制冷和空调机器的含氯的氟烃制冷剂,如 CFC-11、CFC-12、HCFC-22 或类似物。在使用无氯氟烃制冷剂时,传统上用作冰箱油的环烷基油或石蜡基油的作为冰箱油必需性能之一的制冷剂混溶性不令人满意,因此研究人员已采用酯油替代环烷基或石蜡基油。这些含酯油的冰箱油(以下称作“酯冰箱油”)例如公开于国际专利申请出版物的国家申请 Hei 3-505602(JP-A 3-505602)和日本专利 Kokai(公开)申请 3-128992(JP-A 3-128992)。

除了制冷剂相容性,冰箱油还需要具有许多性能,包括润滑性、耐水解性、热稳定性、电绝缘能力等。但尚未开发出具有令人满意且平衡良好的所有上述性能的酯冰箱油。

本发明的公开内容

本发明已成功解决上述技术问题,即,开发出一种具有包括制冷剂混溶性、润滑性、耐水解性、热稳定性、电绝缘能力等的所有必需性能的优质酯冰箱油。因此,本发明的一个目的是提供一种具有处于良好平衡的所有上述性能的冰箱油。

本发明人在深入研究之后实现了上述目的,根据发现,通过使用一种特定的酯油作为基础油,可以得到一种具有上述各种性能的优质冰

箱油。

按照本发明的冰箱油包含一种得自以下物质的酯：

季戊四醇；和

一种羧酸混合物，包含基于所述羧酸混合物总量的 20-50 % 质量的正戊酸、20-50 % 质量的正庚酸、和 5-60 % 质量的 3, 5, 5-三甲基己酸。

在按照本发明的冰箱油中，正戊酸、正庚酸和 3, 5, 5-三甲基己酸的含量优选分别为 25-45 % 质量、25-45 % 质量和 10-50 % 质量。

按照本发明的冰箱油还优选包含一种环氧化合物和/或磷化合物。所述环氧化合物优选为至少一种选自苯基缩水甘油基醚环氧化合物、缩水甘油酯环氧化合物、脂环族环氧化合物和环氧化脂族酸单酯的化合物，其中苯基缩水甘油基醚环氧化合物和/或缩水甘油酯环氧化合物更为优选。

一种按照本发明用于冰箱的流体组合物包含按照本发明的上述冰箱油和无氯氟烃。

实现本发明的最佳方式

以下详细解释实现本发明的最佳方式。

按照本发明的冰箱油包含一种酯(以下称作“特定酯”)，得自季戊四醇以及一种羧酸混合物，后者包含基于所述羧酸混合物总量的 20-50 % 质量的正戊酸、20-50 % 质量的正庚酸、和 5-60 % 质量的 3, 5, 5-三甲基己酸。

特别考虑到与制冷剂的相容性，正戊酸在羧酸混合物中的含量不低于所述羧酸混合物总量的 20 % 质量，更优选不低于 25 % 质量，更进一步优选不低于 30 % 质量。另一方面，特别考虑到耐水解性，正戊酸在羧酸混合物中的含量不超过所述羧酸混合物总量的 50 % 质量，更优选不超过 45 % 质量，进一步优选不超过 40 % 质量，更进一步优选不超过 35 % 质量。

此外，特别考虑到润滑性，正庚酸在羧酸混合物中的含量不低于所述羧酸混合物总量的 20 % 质量，更优选不低于 25 % 质量，更进一步优选不低于 30 % 质量。另一方面，特别考虑到耐水解性，正庚酸在羧酸

混合物中的含量不超过所述羧酸混合物总量的 50 % 质量, 更优选不超过 45 % 质量, 进一步优选不超过 40 % 质量, 更进一步优选不超过 35 % 质量。

此外, 特别考虑到耐水解性, 3, 5, 5-三甲基己酸在羧酸混合物中的含量不低于所述羧酸混合物总量的 5 % 质量, 更优选不低于 10 % 质量, 更进一步优选不低于 15 % 质量。另一方面, 特别考虑到与制冷剂的相容性和润滑性, 3, 5, 5-三甲基己酸在羧酸混合物中的含量不超过所述羧酸混合物总量的 60 % 质量, 更优选不超过 50 % 质量, 进一步优选不超过 40 % 质量, 更进一步优选不超过 30 % 质量。

按照本发明的特定酯可以是一种部分酯, 其中季戊四醇的一部分羟基保持未酯化, 但其中季戊四醇的所有羟基被酯化的全酯是优选的。此外, 按照本发明的特定酯可以是部分酯与全酯的混合物。

并不特别限定特定酯在按照本发明的冰箱油中的含量, 但为了获得包括制冷剂相容性、润滑性、耐水解性、热稳定性、电绝缘能力等的平衡良好的必需性能, 特定酯的含量优选不低于所述冰箱油总量的 50 % 质量, 更优选不低于 70 % 质量, 更进一步优选不低于 80 % 质量, 最优选不低于 90 % 质量。

按照本发明的冰箱油是一种包含上述特定酯的油, 但它可结合使用烃油, 如矿物油、烯烃聚合物、萘化合物或烷基苯; 含氧合成油, 如聚二醇、聚乙烯基醚、酮、聚苯基醚、硅氧烷、聚硅氧烷、非上述特定酯的全氟醚或酯。在上述含氧合成油中, 优选的是聚二醇、聚乙烯基醚和酮。

原则上将包含特定酯和(根据需要)烃油和/或含氧合成油的按照本发明的冰箱油用作基础油。按照本发明的冰箱油可适当地以没有任何添加剂的基础油的形式或根据需要结合各种添加剂来使用。

为了进一步提高耐磨性和负荷能力, 按照本发明的冰箱油还可包含至少一种磷化合物, 选自磷酸酯、酸性磷酸酯、酸性磷酸酯的胺盐、氯化磷酸酯和亚磷酸酯。这些磷化合物是磷酸或亚磷酸与烷醇或聚醚型醇的酯、或其衍生物。

具体地说, 磷酸酯包括, 例如磷酸三丁基酯、磷酸三戊基酯、磷酸三己基酯、磷酸三庚基酯、磷酸三辛基酯、磷酸三壬基酯、磷酸三癸基酯、磷酸三(十一烷基)酯、磷酸三(十二烷基)酯、磷酸三(十三烷基)酯、磷酸三(十四烷基)酯、磷酸三(十五烷基)酯、磷酸三(十六烷基)酯、磷酸三(十七烷基)酯、磷酸三(十八烷基)酯、磷酸三油基酯、磷酸三苯基酯、磷酸三甲酚基酯、磷酸三(二甲苯基)酯、磷酸甲酚基二苯基酯、磷酸二甲苯基二苯基酯、和类似物。酸性磷酸酯包括, 例如酸性磷酸一丁基酯、酸性磷酸一戊基酯、酸性磷酸一己基酯、酸性磷酸一庚基酯、酸性磷酸一辛基酯、酸性磷酸一壬基酯、酸性磷酸一癸基酯、酸性磷酸一(十一烷基)酯、酸性磷酸一(十二烷基)酯、酸性磷酸一(十三烷基)酯、酸性磷酸一(十四烷基)酯、酸性磷酸一(十五烷基)酯、酸性磷酸一(十六烷基)酯、酸性磷酸一(十七烷基)酯、酸性磷酸一(十八烷基)酯、酸性磷酸一油基酯、酸性磷酸二丁基酯、酸性磷酸二戊基酯、酸性磷酸二己基酯、酸性磷酸二庚基酯、酸性磷酸二辛基酯、酸性磷酸二壬基酯、酸性磷酸二癸基酯、酸性磷酸二(十一烷基)酯、酸性磷酸二(十二烷基)酯、酸性磷酸二(十三烷基)酯、酸性磷酸二(十四烷基)酯、酸性磷酸二(十五烷基)酯、酸性磷酸二(十六烷基)酯、酸性磷酸二(十七烷基)酯、酸性磷酸二(十八烷基)酯、酸性磷酸二油基酯、和类似物。酸性磷酸酯的胺盐包括, 例如上述酸性磷酸酯与胺的盐, 例如甲基胺、乙基胺、丙基胺、丁基胺、戊基胺、己基胺、庚基胺、辛基胺、二甲基胺、二乙基胺、二丙基胺、二丁基胺、二戊基胺、二己基胺、二庚基胺、二辛基胺、三甲基胺、三乙基胺、三丙基胺、三丁基胺、三戊基胺、三己基胺、三庚基胺、和三辛基胺。氯化磷酸酯包括, 例如磷酸三(二氯丙基)酯、磷酸三(氯乙基)酯、磷酸三(氯苯基)酯、磷酸聚氧亚烷基二[二(氯戊基)]酯和类似物。亚磷酸酯包括, 例如亚磷酸二丁基酯、亚磷酸二戊基酯、亚磷酸二己基酯、亚磷酸二庚基酯、亚磷酸二辛基酯、亚磷酸二壬基酯、亚磷酸二癸基酯、亚磷酸二(十一烷基)酯、亚磷酸二(十二烷基)酯、亚磷酸二油基酯、亚磷酸二苯基酯、亚磷酸二甲酚基酯、亚磷酸三丁基酯、亚磷酸

三戊基酯、亚磷酸三己基酯、亚磷酸三庚基酯、亚磷酸三辛基酯、亚磷酸三壬基酯、亚磷酸三癸基酯、亚磷酸三(十一烷基)酯、亚磷酸三(十二烷基)酯、亚磷酸三油基酯、亚磷酸三苯基酯、亚磷酸三甲酚基酯、和类似物。可以使用上述化合物的混合物。

如果将这些磷化合物加入按照本发明的冰箱油中，那么磷化合物的加入量并不特别限定，但所加入的磷化合物的含量一般优选为基于冰箱油总量(即，基础油和所有加入的添加剂的总量)的 0.01-5.0% 质量，更优选 0.02-3.0% 质量。

此外，为了进一步提高耐水解性，按照本发明的冰箱油还可包含至少一种环氧化合物，选自：

- (1) 苯基缩水甘油醚环氧化合物，
- (2) 烷基缩水甘油醚环氧化合物，
- (3) 缩水甘油酯环氧化合物，
- (4) 烯丙基环氧乙烷化合物，
- (5) 烷基环氧乙烷化合物，
- (6) 脂环族环氧化合物，
- (7) 环氧化脂肪酸单酯，和
- (8) 环氧化植物油。

(1) 苯基缩水甘油醚环氧化合物可具体例举苯基缩水甘油醚或烷基苯基缩水甘油醚。在此提及的烷基苯基缩水甘油醚包括，例如具有 1-3 个分别具有 1-13 个碳原子的烷基的那些，在具有一个具有 4-10 个碳原子的烷基的那些中，例如优选正丁基苯基缩水甘油醚、异丁基苯基缩水甘油醚、仲丁基苯基缩水甘油醚、叔丁基苯基缩水甘油醚、戊基苯基缩水甘油醚、己基苯基缩水甘油醚、庚基苯基缩水甘油醚、辛基苯基缩水甘油醚、壬基苯基缩水甘油醚、癸基苯基缩水甘油醚和类似物。

(2) 烷基缩水甘油醚环氧化合物可具体例举癸基缩水甘油醚、十一烷基缩水甘油醚、十二烷基缩水甘油醚、十三烷基缩水甘油醚、十四烷基缩水甘油醚、2-乙基己基缩水甘油醚、新戊基二醇二缩水甘油醚、

三羟甲基丙烷三缩水甘油醚、季戊四醇四缩水甘油醚、1,6-己二醇二缩水甘油醚、山梨醇聚缩水甘油醚、聚亚烷基二醇一缩水甘油醚、聚亚烷基二醇二缩水甘油醚、和类似物。

(3) 缩水甘油酯环氧化合物可具体例举苯基缩水甘油酯、烷基缩水甘油酯、链烯基缩水甘油酯和类似物, 优选的例子包括 2,2-二甲基辛酸缩水甘油酯、苯甲酸缩水甘油酯、丙烯酸缩水甘油酯、甲基丙烯酸缩水甘油酯和类似物。

(4) 烯丙基环氧乙烷化合物可具体例举 1,2-环氧苯乙烯、烷基-1,2-环氧苯乙烯。

(5) 烷基环氧乙烷化合物可具体例举 1,2-环氧丁烷、1,2-环氧戊烷、1,2-环氧己烷、1,2-环氧庚烷、1,2-环氧辛烷、1,2-环氧壬烷、1,2-环氧癸烷、1,2-环氧十一烷、1,2-环氧十二烷、1,2-环氧十三烷、1,2-环氧十四烷、1,2-环氧十五烷、1,2-环氧十六烷、1,2-环氧十七烷、1,2-环氧十八烷、1,2-环氧十九烷、1,2-环氧二十烷和类似物。

(6) 脂环族环氧乙烷化合物可具体例举 1,2-环氧环己烷、1,2-环氧环戊烷、3,4-环氧环己基甲基-3,4-环氧环己烷羧酸酯、己二酸二(3,4-环氧环己基甲基)酯、外-2,3-环氧降冰片烷、己二酸二(3,4-环氧-6-甲基环己基甲基)酯、2-(7-氧杂双环[4.1.0]庚-3-基)-螺(1,3-二噁烷-5,3'-[7]氧杂双环[4.1.0])庚烷、4-(1'-甲基环氧乙基)-1,2-环氧-2-甲基环己烷、4-环氧乙基-1,2-环氧环己烷和类似物。

(7) 环氧化脂肪酸单酯可具体例举具有 12-20 个碳原子的环氧化脂肪酸与酚、烷基酚或具有 1-8 个碳原子的醇的酯。尤其是, 优选使用环氧化硬脂酸的丁基、己基、苄基、环己基、甲氧基乙基、辛基、苯基和丁基苯基酯。

(8) 环氧化植物油可具体例举植物油如大豆油、亚麻油、棉籽油和类似物的环氧化合物。

在以上列举的环氧化合物中, 优选的是苯基缩水甘油醚环氧化合物、缩水甘油酯环氧化合物、脂环族环氧化合物和环氧化脂肪酸单酯, 其中更优选苯基缩水甘油醚环氧化合物和缩水甘油酯环氧化合物, 且

特别优选苯基缩水甘油醚、丁基苯基缩水甘油醚、烷基缩水甘油酯或其混合物。

如果将这些环氧化合物加入按照本发明的冰箱油中，环氧化合物的加入量并不特别限定，但加入的环氧化合物的含量一般优选为基于冰箱油总量(即，基础油和所有加入的添加剂的总量)的0.1-5.0%质量，更优选0.2-2.0%质量。

按照本发明的冰箱油可结合使用上述磷化合物和环氧化合物，但在某些情况下，由于可能产生沉淀物而并不优选结合使用这两种化合物。

此外，为了提高性能，按照本发明的冰箱油可根据需要加入迄今已知用于冰箱油的添加剂，例如苯酚型抗氧化剂，如二叔丁基-对-甲酚和双酚 A；胺型抗氧化剂，如苯基- α -萘基胺和 N,N-二(2-萘基)-对-亚苯基二胺；磨损抑制剂，如二硫代磷酸锌；极压剂，如氯化石蜡和硫化化合物；油质促进剂，如脂肪酸；消泡剂，如硅氧烷型；金属减活化剂，如苯并三唑；粘度指数促进剂；倾点抑制剂；洗涤剂分散剂等。这些添加剂可单独或一起加入冰箱油中。加入冰箱油的添加剂的总量并不特别限定，但其含量一般优选不超过基于冰箱油总量(即，基础油和所有加入的添加剂的总量)的10%质量，更优选不超过5%质量。

本发明冰箱油的运动粘度并不特别限定，但在40℃下的运动粘度可优选为3-100毫米²/秒，更优选4-50毫米²/秒，最优选5-40毫米²/秒。此外，在100℃下的运动粘度可优选为1-20毫米²/秒，更优选2-10毫米²/秒。

此外，本发明冰箱油的体积电阻率并不特别限定，但该值可优选不低于 1.0×10^{12} 欧姆·厘米，更优选不低于 1.0×10^{13} 欧姆·厘米，最优选不低于 1.0×10^{14} 欧姆·厘米。尤其是，如果将该冰箱油用于密闭型冰箱，往往需要高电绝缘能力。在本发明中，体积电阻率由按照 JIS C 2101 在 25℃测定的数值表示。

按照本发明的冰箱油在使用无氯的氟烃作为制冷剂时特别有用。无氯的氟烃可以是具有1-3个碳原子，优选1-2个碳原子的氢氟烃(HFC)，例如二氟甲烷(HFC-32)、三氟甲烷(HFC-23)、五氟乙烷(HFC-125)、

1, 1, 2, 2-四氟乙烷(HFC-134)、1, 1, 1, 2-四氟乙烷(HFC-134a)、1, 1, 1-三氟乙烷(HFC-143a)、1, 1-二氟乙烷(HFC-152a)、或两种或多种这些HFC的混合物。

制冷剂根据用途和必需性能来选择。例如, 单独的 HFC-32; 单独的 HFC-23; 单独的 HFC-134; 单独的 HFC-125; HFC134a/HFC-32=60-80 % 质量/40-20 % 质量的混合物; HFC-32/HFC-125=40-70 % 质量/60-30 % 质量的混合物; HFC-125/HFC-143a=40-60 % 质量/60-40 % 质量的混合物; HFC-134a/HFC-32/HFC-125=60 % 质量/30 % 质量/10 % 质量的混合物; HFC-134a/HFC-32/HFC-125=40-70 % 质量/15-35 % 质量/5-40 % 质量的混合物; 以及 HFC-125/HFC-134a/HFC-143a=35-55 % 质量/1-15 % 质量/40-60 % 质量的混合物是优选的。具体例子包括 HFC134a/HFC-32=70/30 % 质量的混合物、HFC-32/HFC-125=60/40 % 质量的混合物、HFC-32/HFC-125=50/50 % 质量的混合物(R410A)、HFC-32/HFC-125=45/55 % 质量的混合物(R410B)、HFC-125/HFC-143a=50/50 % 质量的混合物(R507C)、HFC-32/HFC-125/HFC-134a=30/10/60 % 质量的混合物、HFC-32/HFC-125/HFC-134a=23/25/52 % 质量的混合物(R407C)、HFC-32/HFC-125/HFC-134a=25/15/60 % 质量的混合物(R407E)、以及 HFC-125/HFC-134a/HFC-143a=44/4/52 % 质量的混合物(R404A)。

如果使用烃作为制冷剂, 本发明的冰箱油也是有用的。该烃制冷剂优选在 25℃、1 大气压下为气体, 例如具有 1-5 个碳原子, 优选 1-4 个碳原子的烷烃、环烷烃或烯烃、或其混合物。烃制冷剂的例子包括甲烷、乙烯、乙烷、丙烯、环丙烷、丁烷、异丁烷、环丁烷、甲基环丙烷、以及两种或多种这些化合物的混合物, 其中优选丙烷、丁烷、异丁烷及其混合物。

此外, 如果使用无氯氟烃与烃制冷剂的混合物作为制冷剂, 按照本发明的冰箱油也是有用的。无氯氟烃与该烃的比率并不特别限定, 但如果需要阻燃性制冷剂, 那么 HFC/烃的比率优选为 50-97 % 质量/50-3 % 质量, 更优选 70-95 % 质量/30-5 % 质量, 特别优选 80-90 % 质量

/20-10% 质量。此外，如果考虑到阻燃性和热力学特性，最优选的组合是 HFC-32/丙烷、丁烷和/或异丁烷=80-90% 质量/20-10% 质量。

此外，如果使用二氧化碳作为制冷剂，按照本发明的冰箱油也是有用的。

按照本发明的冰箱油在应用于冰箱时，通常以混有上述制冷剂的用于冰箱的流体组合物的形式存在。冰箱油与制冷剂的比率并不特别限定，但冰箱油的量优选为每 100 重量份制冷剂，1-500 重量份，更优选 2-400 重量份。

按照本发明的冰箱油可在所有类型的冰箱中用作制冷压缩机的润滑油，因为本发明冰箱油具有优异的电性能和低吸湿性。其中使用本发明冰箱油的那些冰箱可具体例举用于房间的空调器、小型空调器、冷冻储藏箱(冷冻机)、车辆空调器、除湿器、冷冻库、冷冻和冷藏仓库、自动通风机、陈列橱、化工厂的冷却装置、等。此外，按照本发明的冰箱油特别优选用于具有密闭压缩机的冰箱。另外，按照本发明的冰箱油可用于所有种类的压缩机，包括往复型、旋转型和离心型。

[实施例]

本发明通过以下实施例和对比例详细解释，但本发明不局限于这些实施例。

实施例 1-3 和对比例 1-3

将以下的基础油和添加剂按照表 1 所示比例共混，分别制备出实施例 1-3 和对比例 1-3 的样品油。所得样品油的性能分别在表 1 中给出(在 40℃ 和 100℃ 下的运动粘度、总酸值和羟基值)。

基础油 1: 季戊四醇与由正戊酸(40% 质量)、正庚酸(40% 质量)和 3, 5, 5-三甲基己酸(20% 质量)的羧酸混合物的四酯。

基础油 2: 季戊四醇与正戊酸的四酯。

基础油 3: 季戊四醇与正庚酸的四酯。

基础油 4: 季戊四醇与 3, 5, 5-三甲基己酸的四酯。

添加剂 1: 2, 2-二甲基辛酸缩水甘油酯

添加剂 2: 磷酸三甲酚基酯。

然后，针对上述样品油分别进行以下试验。

(制冷剂混溶性试验)

将 5 克样品油与 25 克制冷剂(R407C)共混，然后按照 JIS-K-2211 “冰箱油”的“制冷剂混溶性测试方法”测定上限临界温度(制冷剂和样品油相互溶解时的最低温度)。结果(上限临界温度)在表 1 中给出。

(电绝缘能力试验)

按照 JIS-C-2101 “电绝缘油测试方法”，测定每种样品油在 25℃ 下的体积电阻率。结果在表 1 中给出。

(热稳定性试验)

将 90 克样品油、30 克制冷剂(R407C)和催化剂(铁、铜和铝线)密封在高压釜中，随后在 175℃ 下加热。两周之后，测定样品油的外观、催化剂的外观、样品油的体积电阻率和样品油的总酸值。结果在表 1 中给出。

(润滑性试验)

将样品油分别施用到测试轴颈上以测定该测试轴颈的磨损量，即，按照 ASTM D 2670 “法莱磨损试验”，将试验机在 100℃ 的试验油温下，在 150 磅的负荷下运行 1 分钟，然后在 250 磅的负荷下运动 2 小时。测量结果在表 1 中给出。

(耐水解性试验)

将 90 克的每种样品油、0.09 克水和 30 克制冷剂(R407C)加入容积 300 毫升的玻璃试验管中，然后将铜线、铁线和铝线作为变质加速催化剂放置其中。随后，将该管在由不锈钢制成的高压釜中，在 175℃ 下加热 168 小时以将样品油变质。测定每种样品油在试验之后的总酸值，然后将结果与试验之前的总酸值在表 1 中一起给出。

表 1

	实施例 1	实施例 2	实施例 3	对比例 1	对比例 2	对比例 3
基础油	1	1	1	2	3	4
(% 质量)	100	95.5	99	100	100	100
添加剂	-	1	2	-	-	-
(% 质量)		0.5	1			
运动 粘度	40℃ (毫米 ² /秒)	28.5	28.5	15.8	21.6	115
	100℃ (毫米 ² /秒)	5.50	5.50	3.67	4.50	11.5
总酸值 (毫克 KOH/克)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
羟基值 (毫克 KOH/克)	0.9	2.5	2.9	0.8	1.0	1.8
上限临界温度 (℃)	-35	-34	-33	<-50	-5	13
体积电阻率 (欧姆·厘米)	8.7×10 ¹⁴	9.3×10 ¹⁴	4.9×10 ¹⁴	2.3×10 ¹⁴	4.8×10 ¹⁴	1.8×10 ¹⁴
热稳 定性	样品油外观	无变化	无变化	无变化	无变化	无变化
	催化剂外观	无变化	无变化	光泽下降	光泽下降	无变化
	体积电阻率 (欧姆·厘米)	5.4×10 ¹⁴	7.4×10 ¹⁴	1.8×10 ¹⁴	3.6×10 ¹⁴	1.0×10 ¹⁴
	总酸值 (毫克 KOH/克)	0.02	0.01	0.03	0.03	0.02
法莱试验	轴颈的磨损量 (毫克)	13	6	18	15	26
耐水解性	总酸值 (毫克 KOH/克)	0.05	0.01	0.87	0.62	0.06

表 1 所示结果表明, 实施例 1-3 中按照本发明的冰箱油具有优异的且平衡良好的性能, 不仅包括与无氯氟烃制冷剂的制冷剂相容性, 而且还包括润滑性、耐水解性、热稳定性、电绝缘能力和运动粘度。

相反, 使用季戊四醇与正戊酸的四酯的对比例 1 样品油在润滑性和耐水解性上不好。此外, 使用季戊四醇与正庚酸的四酯的对比例 2 样品油在制冷剂相容性和耐水解性上不好。另外, 使用季戊四醇与 3, 5, 5-三甲基己酸的对比例 3 样品油在制冷剂相容性和润滑性上不好。

工业实用性

如上所述, 按照本发明的冰箱油, 可实现优异的且平衡良好的必需性能, 不仅包括与无氯氟烃制冷剂的制冷剂相容性, 而且还包括润滑性、耐水解性、热稳定性、电绝缘能力等。