



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103620008 B

(45) 授权公告日 2016. 03. 02

(21) 申请号 201280029732. 2

(22) 申请日 2012. 05. 30

(30) 优先权数据

61/498, 499 2011. 06. 17 US

61/569, 046 2011. 12. 09 US

61/643, 072 2012. 05. 04 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 12. 17

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2012/039937 2012. 05. 30

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/173774 EN 2012. 12. 20

(73) 专利权人 生物合成技术有限责任公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 J·布雷德瓜尔德 T·汤普森

J·弗雷斯特

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 张蓉珺 李颖

(51) Int. Cl.

C10M 169/04(2006. 01)

C07C 69/675(2006. 01)

C11C 3/00(2006. 01)

C10N 30/10(2006. 01)

(56) 对比文件

WO 2011037778 A1, 2011. 03. 31,

审查员 任欣生

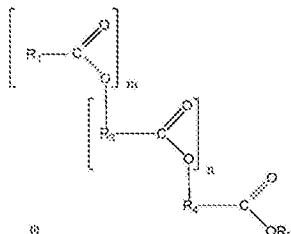
权利要求书2页 说明书63页

(54) 发明名称

具有高氧化稳定性的交内酯组合物

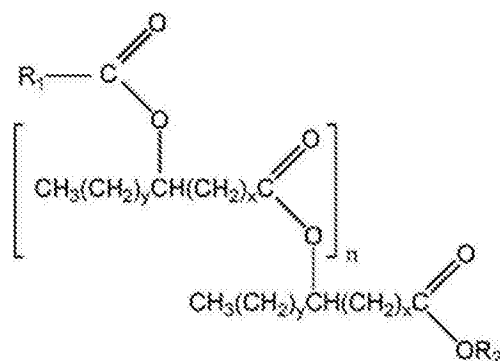
(57) 摘要

本文提供具有高氧化稳定性的交内酯组合物,所述组合物包含至少一种下式(I)化合物,其中n为等于或大于0的整数;m为等于或大于1的整数;R₁每次出现时独立地选自饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代烃基;R₂选自氢和饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代烃基;且R₃和R₄每次出现时独立地选自饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代烃基。本文还提供该组合物的用途及其制备方法。



1. 包含交内酯基油与至少一种胺抗氧化剂的结合物的组合物, 当在旋转受压容器氧化试验中使用 ASTM 方法 2272-11 测试时, 所述结合物具有至少 1000 分钟的时间,

其中交内酯基油具有等于或小于 0.2mg KOH/g 的酸值, 并且包含至少一种选自式 I 化合物的交内酯化合物:



式 I

其中:

x 每次出现时独立地为选自 0-20 的整数;

y 每次出现时独立地为选自 0-20 的整数;

n 为大于或等于 0 的整数;

R₁ 为饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代烃基; 且

R₂ 为饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代烃基,

其中所述至少一种化合物的各个脂肪酸链残基独立地任选被取代。

2. 根据权利要求 1 的组合物, 其中:

x 每次出现时独立地为选自 1-10 的整数;

y 每次出现时独立地为选自 1-10 的整数;

n 为选自 0-8 的整数;

R₁ 为饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代 C₁-C₂₂ 烃基; 且

R₂ 为饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代 C₁-C₂₂ 烃基,

其中各个脂肪酸链残基未被取代。

3. 根据权利要求 2 的组合物, 其中:

x+y 对各个链而言独立地为选自 13-15 的整数; 且

n 为选自 0-6 的整数。

4. 根据权利要求 1 的组合物, 其中 R₂ 为饱和或不饱和、且支化的未被取代的烃基。

5. 根据权利要求 4 的组合物, 其中 R₂ 为饱和的。

6. 根据权利要求 5 的组合物, 其中 R₂ 选自 C₆-C₁₂ 烃基。

7. 根据权利要求 1 的组合物, 其中 R₁ 为非支化的且饱和或不饱和的烃基。

8. 根据权利要求 7 的组合物, 其中 R₁ 为饱和的。

9. 根据权利要求 1 的组合物, 其中组合物具有选自等于或小于 2 的整数或整数的分数的 EN, 其中 EN 为式 I 化合物中键的平均数目。

10. 根据权利要求 9 的组合物, 其中所述交内酯基油具有在 40℃ 下测量时等于或小于

55cSt 的运动粘度。

11. 根据权利要求 1 的组合物, 其中当在旋转受压容器氧化试验中使用 ASTM 方法 2272-11 测试时, 所述结合物具有至少 1200 分钟的时间。

12. 根据权利要求 1 的组合物, 其中至少一种胺抗氧化剂选自一种或多种二芳基胺抗氧化剂。

13. 根据权利要求 12 的组合物, 其中至少一种胺抗氧化剂选自一种或多种二苯胺抗氧化剂。

14. 根据权利要求 13 的组合物, 其中至少一种胺抗氧化剂选自一种或多种烃基化二苯胺抗氧化剂。

15. 根据权利要求 14 的组合物, 其中至少一种胺抗氧化剂选自壬基化二苯胺、辛基化二苯胺或丁基化二苯胺中的一种或多种。

16. 根据权利要求 1 的组合物, 其中结合物进一步包含至少一种酚类抗氧化剂。

17. 根据权利要求 1 的组合物, 其中交内酯基油具有等于或小于 0.1mgKOH/g 的酸值。

18. 根据权利要求 1 的组合物, 其中所述组合物进一步包含至少一种润滑油, 所述润滑油选自组 I 油、组 II 油、组 III 油、聚 α 烯烃、或聚亚烷基二醇中的一种或多种。

19. 根据权利要求 1 的组合物, 其中所述组合物进一步包含至少一种润滑油, 所述润滑油选自油溶性聚亚烷基二醇中的一种或多种。

20. 根据权利要求 1 的组合物, 其中所述组合物进一步包含至少一种添加剂, 所述添加剂选自抗菌剂、特压剂、冷流改进剂、摩擦改进剂、粘度改进剂、倾点下降剂、金属螯合剂、金属减活剂、消泡剂或反乳化剂中的一种或多种。

21. 根据权利要求 1 的组合物, 其中所述组合物由交内酯基油与至少一种胺抗氧化剂的结合物组成。

22. 根据权利要求 1 的组合物, 其中所述至少一种胺抗氧化剂占结合物的 0.01-5 重量%。

23. 根据权利要求 1 的组合物, 其中组合物不含脂肪酸。

24. 根据权利要求 1 的组合物, 其中所述组合物包括水力流体、客车发动机油或曲轴箱油。

25. 根据权利要求 3 的组合物, 其中 x 每次出现时独立地为选自 7 和 8 的整数。

具有高氧化稳定性的交内酯组合物

[0001] 相关申请交叉引用

[0002] 本申请要求 2011 年 6 月 17 日提交的美国临时专利申请 No. 61/498, 499、2011 年 12 月 9 日提交的美国临时专利申请 No. 61/569, 046 和 2012 年 5 月 4 日提交的美国临时专利申请 No. 61/643, 072 的 35 U.S.C. § 119(e) 规定的权益, 通过引用将其关于所有目的的内容全部并入本文中。

技术领域

[0003] 本公开内容涉及包含一种或多种交内酯 (estolide) 化合物且具有高氧化稳定性的润滑组合物及其制备方法。

背景技术

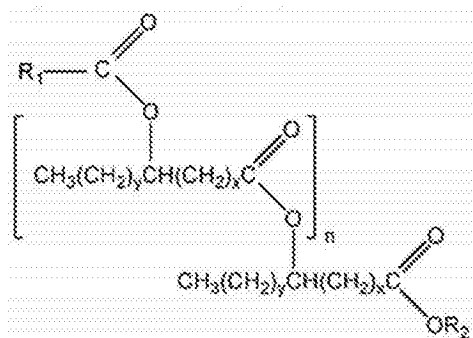
[0004] 描述了脂肪酯如甘油三酯的多种商业用途。当用作润滑剂时, 例如脂肪酯可提供对石油基润滑剂的可生物降解替代物。然而, 天然存在的脂肪酯在一个或多个领域, 包括水解稳定性和 / 或氧化稳定性方面通常是不足的。

[0005] 发明概述

[0006] 本文描述了具有高氧化稳定性的交内酯组合物及其使用和制备方法。

[0007] 在某些实施方案中, 组合物包含至少一种式 I 交内酯化合物:

[0008]



[0009] 式 I

[0010] 其中:

[0011] x 每次出现时独立地为选自 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19 和 20 的整数;

[0012] y 每次出现时独立地为选自 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19 和 20 的整数;

[0013] n 为选自 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11 和 12 的整数;

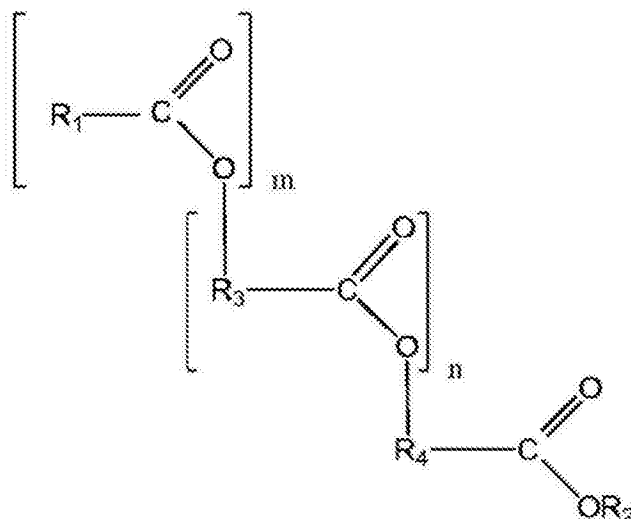
[0014] R₁ 为饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代烷基; 且

[0015] R₂ 选自氢和饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代烷基;

[0016] 其中所述至少一种化合物的各个脂肪酸链残基独立地任选被取代。

[0017] 在某些实施方案中, 组合物包含至少一种式 II 交内酯化合物:

[0018]



[0019] 式 II

[0020] 其中：

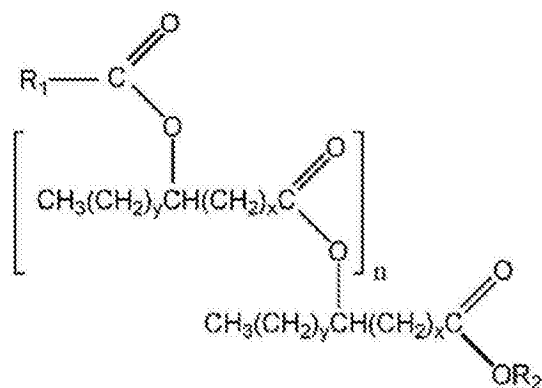
[0021] m 为等于或大于 1 的整数；

[0022] n 为等于或大于 0 的整数；

[0023] R₁每次出现时独立地为饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代烃基；[0024] R₂选自氢和饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代烃基；且[0025] R₃和 R₄每次出现时独立地选自饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代烃基。

[0026] 在某些实施方案中,组合物包含至少一种式 III 交内酯化合物：

[0027]



[0028] 式 III

[0029] 其中：

[0030] x 每次出现时独立地为选自 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19 和 20 的整数；

[0031] y 每次出现时独立地为选自 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19 和 20 的整数；

[0032] n 为等于或大于 0 的整数；

[0033] R₁为饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代烃基；且[0034] R₂选自氢和饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代烃基；

[0035] 其中所述至少一种化合物的各个脂肪酸链残基独立地任选被取代。

[0036] 发明详述

[0037] 本文所述交内酯组合物可显示出与其它润滑剂和 / 或含交内酯组合物相比优秀的氧化稳定性。典型的组合物包括但不限于着色剂、耐火和 / 或不易燃流体、介电流体如变压器流体、润滑脂、钻井流体、曲轴箱油、水力流体、客车发动机油、2 和 4 冲程润滑剂、金属加工流体、食品级润滑剂、冷冻液、压缩机流体和增塑的组合物。

[0038] 润滑剂和润滑流体组合物的使用可导致这类流体、化合物和 / 或组合物在环境中的分散。常用润滑剂组合物中所用的石油基油以及添加剂通常为不可生物降解的且会是有毒的。本公开内容提供包含部分或完全可生物降解基油, 包括包含一种或多种交内酯的基油, 的组合物的制备和用途。

[0039] 在某些实施方案中, 包含一种或多种交内酯的润滑剂和 / 或组合物是部分或完全可生物降解的, 由此引起对环境的减少的风险。在某些实施方案中, 该润滑剂和 / 或组合物满足 Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) 设置的关于降解和累积试验的准则。OECD 表明可使用几个试验测定有机化学品的“快速生物降解性”。OECD301D 的需氧快速生物降解性测量在模拟需氧水生环境的封闭需氧微观世界中用从废水处理装置中接种的微生物将试样矿化成 CO_2 。OECD301D 被认为是可接收废料的最需氧环境的代表。需氧“最终生物降解性”可通过 OECD302D 测定。在 OECD302D 下, 使微生物预先适应预培养期间试验材料的生物降解, 然后在密封容器中用相对高浓度的微生物和富集矿物盐介质培养。OECD302D 最终决定试验材料是否是完全可生物降解的, 即使在与“快速生物降解性”试验相比较不严格的条件下。

[0040] 如本说明书中所用, 除非另外说明它们的使用范围, 以下措辞、短语和符号通常意欲具有下文所述含义。以下简称和术语在整个上下文中具有指定的含义:

[0041] 不在两个字母或符号之间的短划线 (“-”) 用于表示取代基的连接点。例如 -C(O)NH₂ 通过碳原子连接。

[0042] 独自或作为另一取代基的一部分的“烃氧基”指基团 -OR³¹, 其中 R³¹ 为烷基、环烷基、环烷基烷基、芳基或芳基烷基, 其可如本文中所定义为取代的。在一些实施方案中, 烃氧基具有 1-8 个碳原子。在一些实施方案中, 烃氧基具有 1、2、3、4、5、6、7 或 8 个碳原子。烃氧基的实例包括但不限于甲氧基、乙氧基、丙氧基、丁氧基、环己氧基等。

[0043] 独自或作为另一取代基的一部分的“烃基”指通过从母体链烷烃、链烯烃或炔烃的单个碳原子中除去一个氢原子而衍生的饱和或不饱和、支化或直链一价烃基。烃基的实例包括但不限于甲基; 乙基如乙烷基、乙烯基、和乙炔基; 丙基如丙-1-基、丙-2-基、丙-1-烯-1-基、丙-1-烯-2-基、丙-2-烯-1-基(烯丙基)、丙-1-炔-1-基、丙-2-炔-1-基等; 丁基如丁-1-基、丁-2-基、2-甲基-丙-1-基、2-甲基-丙-2-基、丁-1-烯-1-基、丁-1-烯-2-基、2-甲基-丙-1-烯-1-基、丁-2-烯-1-基、丁-2-烯-2-基、丁-1,3-二烯-1-基、丁-1,3-二烯-2-基、丁-1-炔-1-基、丁-1-炔-3-基、丁-3-炔-1-基等; 等。

[0044] 除非另外指出, 术语“烃基”具体地意欲包括具有任何饱和程度或水平的基团, 即仅具有碳-碳单键的基团、具有一个或多个碳-碳双键的基团、具有一个或多个碳-碳三键的基团, 和具有碳-碳单键、双键和三键的混合物的基团。如果意指具体饱和度, 则可使用

术语“链烷基”、“链烯基”和“炔基”。在某些实施方案中,烃基包含 1-40 个碳原子,在某些实施方案中,1-22 或 1-18 个碳原子,在某些实施方案中,1-16 或 1-8 个碳原子,在某些实施方案中,1-6 或 1-3 个碳原子。在某些实施方案中,烃基包含 8-22 个碳原子,在某些实施方案中,8-18 或 8-16 个。在一些实施方案中,烃基包含 3-20 或 7-17 个碳。在一些实施方案中,烃基包含 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21 或 22 个碳原子。

[0045] 独自或作为另一取代基的一部分的“芳基”指通过从母体芳环体系的单个碳原子中除去一个氢原子而衍生的一价芳族烃基。芳基包括 5- 和 6 元碳环芳环,例如苯;其中至少一个环为碳环且为芳族的双环体系,例如茚、茚满(indane)和茚满(tetralin);和其中至少一个环为碳环且为芳族的三环体系,例如茚。芳基包括具有至少一个稠合在至少一个碳环芳环、环烷基环或杂环烷基环上的碳环芳环的多环体系。例如,芳基包括稠合在含有一个或多个选自 N、O 和 S 的杂原子的 5-7 元非芳族杂环烷基环上的 5 和 6 元碳环芳环。对于其中仅一个环为碳环芳环的这类稠合双环体系,连接点可以在碳环芳环或杂环烷基环上。芳基的实例包括但不限于衍生自如下的基团:醋蒽烯、茈、醋菲烯(acephenanthrylene)、蒽、甘菊环、苯、蒽、晕苯、荧蒽、茚、并六苯、己芬、海克兰(hexalene)、as- 引达省(as-indacene)、s- 引达省(s-indacene)、茚满、茚、茚、茚、奥克塔辛(octacene)、并八苯(octaphene)、奥克塔兰(octalene)、间二嵌四并苯(ovalene)、戊-2,4-二烯、并五苯、并环戊二烯、戊芬、二萘嵌苯(perylene)、非那烯(phenalene)、菲、二萘品并苯、七曜烯(pleiadene)、茈、皮蒽、玉红省、苯并菲、三萘(trinaphthalene)等。在某些实施方案中,芳基可含有 5-20 个碳原子,在某些实施方案中,5-12 个碳原子。在某些实施方案中,芳基可包含 5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19 或 20 个碳原子。然而,芳基不以任何方式包括或者与本文分开定义地杂芳基重叠。因此,如本文所定义,其中一个或多个碳环芳环稠合在杂环烷基芳环上的多环体系为杂芳基,而不是芳基。

[0046] 独自或作为另一取代基的一部分的“芳基烷基”指结合在碳原子,通常末端或 sp^3 碳原子上的一个氢原子被芳基替换的无环烷基。芳基烷基的实例包括但不限于苄基、2- 苄基乙-1-基、2- 苄基乙烯-1-基、萘基甲基、2- 萘基乙-1-基、2- 萘基乙烯-1-基、萘并苄基、2- 萘并苄基乙-1-基等。如果想要指具体烷基结构部分,则使用命名芳基链烷基、芳基链烯基或芳基炔基。在某些实施方案中,芳基烷基为 C_{7-30} 芳基烷基,例如芳基烷基的链烷基、链烯基或炔基结构部分为 C_{1-10} ,且芳基结构部分为 C_{6-20} ,在某些实施方案中,芳基烷基为 C_{7-20} 芳基烷基,例如芳基烷基的链烷基、链烯基或炔基结构部分为 C_{1-8} 且芳基结构部分为 C_{6-12} 。

[0047] 除非另外指出,交内酯“基油”和“基本油料”指包含一种或多种交内酯化合物的任何组合物。应当理解交内酯“基油”或“基本油料”不限于用于具体用途的组合物,并可通常指包含一种或多种交内酯,包括交内酯混合物,的组合物。交内酯基油和基本油料还可包含不同于交内酯的化合物。

[0048] “抗氧化剂”指当抗氧化剂用于包含这类其它物质的组合物(例如润滑剂配制剂)中时,能够抑制、防止、降低或改善在另一物质(例如基油如交内酯化合物)中的氧化反应的物质。“抗氧化剂”的一个实例为氧清除剂。

[0049] “化合物”指本文结构式 I、II 和 III 包括的化合物,且包括其结构公开于本文中的式内的任何具体化合物。化合物可通过它们的化学结构和/或化学名识别。当化学结构和

化学名冲突时,化学结构是化合物识别性的决定因素。本文所述化合物可包含一个或多个手性中心和/或双键,因此可作为立体异构体如双键异构体(即同分异构体)、对映体或非对映体存在。因此,完全或部分具有相关结构的所述说明书范围内的任何化学结构包括所述化合物的所有可能的对映体和立体异构体,包括立体异构纯形式(例如几何纯、对映体纯或非对映体纯)和对映体混合物和立体异构混合物。对映体混合物和立体异构混合物可使用技术人员熟知的分离技术或手性合成技术分解成它们的组分对映体或立体异构体。

[0050] 就本公开内容而言,“手性化合物”为具有至少一个手性中心(即至少一个不对称原子,特别是至少一个不对称C原子)、具有手性轴、手性平面或螺旋结构的化合物。“非手性化合物”为不是手性的化合物。

[0051] 式 I、II 和 III 的化合物包括但不限于式 I、II 和 III 的旋光异构体、其外消旋物及其其它混合物。在这类实施方案中,单一对映体或非对映体,即旋光体,可通过不对称合成或通过外消旋物的分解得到。外消旋物的分解可通过例如色谱法,使用例如手性高压液相色谱(HPLC)柱实现。然而,除非另外指出,应当设想式 I、II 和 III 涵盖本文所述化合物的所有不对称变体,包括异构体、外消旋物、对映体、非对映体及其其它混合物。另外,式 I、II 和 III 的化合物包括具有双键的化合物的 Z- 和 E- 形式(例如顺式和反式)。式 I、II 和 III 的化合物还可以以几种互变异构形式,包括烯醇式、酮式及其混合物存在。因此,本文所述化学结构包括所述化合物的所有可能互变异构形式。

[0052] 独自或作为另一取代基的一部分的“环烷基”指饱和或不饱和环烷基。如果意指具体饱和度,则使用“环链烷基”或“环链烯基”。环烷基的实例包括但不限于衍生自环丙烷、环丁烷、环戊烷、环己烷等的基团。在某些实施方案中,环烷基为 C_{3-15} 环烷基,在某些实施方案中, C_{3-12} 环烷基或 C_{5-12} 环烷基。在某些实施方案中,环烷基为 C_5 、 C_6 、 C_7 、 C_8 、 C_9 、 C_{10} 、 C_{11} 、 C_{12} 、 C_{13} 、 C_{14} 或 C_{15} 环烷基。

[0053] 独自或作为另一取代基的一部分的“环烷基烷基”指其中连接在碳原子,通常末端或 sp^3 碳原子上的一个氢原子被环烷基替换的无环烷基。如果要指具体烷基结构部分,则使用命名环烷基链烷基、环烷基链烯基或环烷基炔基。在某些实施方案中,环烷基烷基为 C_{7-30} 环烷基烷基,例如环烷基烷基的链烷基、链烯基或炔基结构部分为 C_{1-10} 且环烷基结构部分为 C_{6-20} ,在某些实施方案中,环烷基烷基为 C_{7-20} 环烷基烷基,例如环烷基烷基的链烷基、链烯基或炔基结构部分为 C_{1-8} 且环烷基结构部分为 C_{4-20} 或 C_{6-12} 。

[0054] “卤素”指氟、氯、溴或碘基团。

[0055] 独自或作为另一取代基的一部分的“杂芳基”指通过从母体杂芳环体系的单一原子中除去一个氢原子而衍生的一价杂芳基。杂芳基包括具有至少一个稠合在至少一个其它环上的多环体系,其可以为芳族或非芳族,其中至少一个环原子为杂原子。杂芳基包括含有一个或多个,例如 1-4,或在某些实施方案中,1-3 个选自 N、O 和 S 的杂原子且其余环原子为碳的 5-12 元芳族,例如 5-7 元单环;和含有一个或多个,例如 1-4,或在某些实施方案中 1-3 个选自 N、O 和 S 的杂原子且其余环原子为碳且其中至少一个杂原子存在于芳环中的双环杂环烷基环。例如,杂芳基包括稠合在 5-7 元环烷基环上的 5-7 元杂环烷基芳环。对于其中仅一个环含有一个或多个杂原子的这类稠合双环杂芳基环体系,连接点可以在杂芳环或环烷基环上。在某些实施方案中,当杂芳基中的 N、S 和 O 原子总数超过 1 时,杂原子彼此不相邻。在某些实施方案中,杂芳基中的 N、S 和 O 原子总数为不大于 2。在某些实施方案中,芳

族杂环中的 N、S 和 O 原子总数为不大于 1。杂芳基不包含或与如本文所定义的芳基重叠。

[0056] 杂芳基的实例包括但不限于选自如下的基团：吡啶、砷杂茚、呋唑、 β -呋啉、色烷 (chromane)、色烯、噌啉、呋喃、咪唑、吡唑、吡啶、吡啶啉 (indoline)、吡啶嗪 (indolizine)、异苯并呋喃、异色烯、异吡啶、异吡啶啉、异喹啉、异噻唑、异噻唑、萘啶 (naphthyridine)、噻二唑、噻唑、萘啶间二氮杂苯 (perimidine)、菲啶、菲咯啉、吩嗪、酞嗪、蝶啶、嘌呤、吡喃、吡嗪、吡唑、哒嗪、吡啶、嘧啶、吡咯、吡咯嗪、喹啉、喹啉、喹啉、喹啉、四唑、噻二唑、噻唑、噻吩、三唑、咕吨等。在某些实施方案中，杂芳基为 5-20 元杂芳基，在某些实施方案中，5-12 元杂芳基或 5-10 元杂芳基。在某些实施方案中，杂芳基为 5-、6-、7-、8-、9-、10-、11-、12-、13-、14-、15-、16-、17-、18-、19- 或 20- 元杂芳基。在某些实施方案中，杂芳基为衍生自噻吩、吡咯、苯并噻吩、苯并呋喃、吡啶、喹啉、咪唑、噻唑和吡嗪的那些。

[0057] 独自或作为另一取代基的一部分的“杂芳基烷基”指其中连接在碳原子，通常末端或 sp^3 碳原子上的一个氢原子被杂芳基替换的无环烷基。如果要指具体烷基结构部分，则使用命名杂芳基链烷基、杂芳基链烯基或杂芳基炔基。在某些实施方案中，杂芳基烷基为 6-30 元杂芳基烷基，例如杂芳基烷基的链烷基、链烯基或炔基结构部分为 1-10 元且杂芳基结构部分为 5-20 元杂芳基，在某些实施方案中，6-20 元杂芳基烷基，例如杂芳基烷基的链烷基、链烯基或炔基结构部分为 1-8 元且杂芳基结构部分为 5-12 元杂芳基。

[0058] 独自或作为另一取代基的一部分的“杂环烷基”指其中一个或多个碳原子（和任何结合的氢原子）独立地被相同或不同的杂原子替换的部分饱和或不饱和环状烷基。替换碳原子的杂原子的实例包括但不限于 N、P、O、S、Si 等。如果要指具体饱和度，则使用命名“杂环链烷基”或“杂环链烯基”。杂环烷基的实例包括但不限于衍生自环氧化物、阿齐啉 (azirines)、硫杂丙环、咪唑烷、吗啉、哌嗪、哌啶、吡唑烷、吡咯烷、奎宁环等的基团。

[0059] 独自或作为另一取代基的一部分的“杂环烷基烷基”指其中连接在碳原子，通常末端或 sp^3 碳原子上的一个氢原子被杂环烷基替换的无环烷基。如果要指具体烷基结构部分，则使用命名杂环烷基链烷基、杂环烷基链烯基或杂环烷基炔基。在某些实施方案中，杂环烷基烷基为 6-30 元杂环烷基烷基，例如杂环烷基烷基的链烷基、链烯基或炔基结构部分为 1-10 元且杂环烷基结构部分为 5-20 元杂环烷基，在某些实施方案中，6-20 元杂环烷基烷基，例如杂环烷基烷基的链烷基、链烯基或炔基结构部分为 1-8 元且杂环烷基结构部分为 5-12 元杂环烷基。

[0060] “混合物”指分子或化学物质的集合。混合物中的各组分可独立地改变。混合物可包含，或者基本由以或不以恒定百分数组成混合的两种或更多种物质组成，其中各个组分可以保持或不保持它的主要初始性能，且其中可进行或不进行分子相混合。在混合物中，构成混合物的组分可保持或不保持可借助它们的化学结构区别。

[0061] “母体芳环体系”指具有共轭 π (pi) 电子体系的不饱和环状或多环体系。包括在“母体芳环体系”定义内的有其中一个或多个环为芳族的且一个或多个环为饱和或不饱和的稠环体系，例如茚、茚满、茚、菲那烯 (phenalene) 等。母体芳环体系的实例包括但不限于醋蒽烯、苊、醋菲烯 (acephenanthrylene)、蒽、甘菊环、苯、蒽、晕苯、荧蒽、苊、并六苯、己芬、海克兰 (hexalene)、as- 引达省 (as-indacene)、s- 引达省 (s-indacene)、

茚满、茚、茛、奥克塔辛 (octacene)、并八苯 (octaphene)、奥克塔兰 (octalene)、间二嵌四并苯 (ovalene)、戊-2, 4-二烯、并五苯、并环戊二烯、戊芬、二萘嵌苯 (perylene)、非那烯 (phenalene)、菲、二萘品并苯、七曜烯 (pleiadene)、茈、皮葱、玉红省、苯并菲、三萘 (trinaphthalene) 等。

[0062] “母体杂芳环体系”指其中一个或多个碳原子 (和任何连接的氢原子) 独立地被相同或不同的杂原子替换的母体芳环体系。替换碳原子的杂原子的实例包括但不限于 N、P、O、S、Si 等。具体地, 包括在“母体杂芳环体系”定义内的有其中一个或多个环为芳族的且一个或多个环为饱和或不饱和的稠环体系, 例如砷杂茚、苯并二噁烷、苯并呋喃、色烷、色烯、吲哚、吲哚啉、咕吨等。母体杂芳环体系的实例包括但不限于砷杂茚、呋唑、 β -呋啉、色烷 (chromane)、色烯、噌啉、呋喃、咪唑、吲唑、吲哚、吲哚啉 (indoline)、吲哚啉 (indolizine)、异苯并呋喃、异色烯、异吲哚、异吲哚啉、异噻啉、异噻唑、异噻唑、萘啉 (naphthyridine)、噻二唑、噻唑、萘嵌间二氮杂苯 (perimidine)、菲啉、菲咯啉、吩嗪、酞嗪、蝶啉、嘌呤、吡喃、吡嗪、吡啶、哒嗪、吡啶、嘧啶、吡咯、吡咯嗪、喹啉、喹啉、喹啉、喹啉、四唑、噻二唑、噻唑、噻吩、三唑、咕吨等。

[0063] “取代的”指其中一个或多个氢原子独立地被相同或不同取代基替换的基团。取代基的实例包括但不限于 $-R^{64}$ 、 $-R^{60}$ 、 $-O$ 、 $-OH$ 、 $=O$ 、 $-OR^{60}$ 、 $-SR^{60}$ 、 $-S$ 、 $=S$ 、 $-NR^{60}R^{61}$ 、 $=NR^{60}$ 、 $-CN$ 、 $-CF_3$ 、 $-OCN$ 、 $-SCN$ 、 $-NO$ 、 $-NO_2$ 、 $=N_2$ 、 $-N_3$ 、 $-S(O)_2O$ 、 $-S(O)_2OH$ 、 $-S(O)_2R^{60}$ 、 $-OS(O)_2O$ 、 $-OS(O)_2R^{60}$ 、 $-P(O)(O)_2$ 、 $-P(O)(OR^{60})(O)$ 、 $-OP(O)(OR^{60})(OR^{61})$ 、 $-C(O)R^{60}$ 、 $-C(S)R^{60}$ 、 $-C(O)OR^{60}$ 、 $-C(O)NR^{60}R^{61}$ 、 $-C(O)O$ 、 $-C(S)OR^{60}$ 、 $-NR^{62}C(O)NR^{60}R^{61}$ 、 $-NR^{62}C(S)NR^{60}R^{61}$ 、 $-NR^{62}C(NR^{63})NR^{60}R^{61}$ 、 $-C(NR^{62})NR^{60}R^{61}$ 、 $-S(O)_2NR^{60}R^{61}$ 、 $-NR^{63}S(O)_2R^{60}$ 、 $-NR^{63}C(O)R^{60}$ 和 $-S(O)R^{60}$;

[0064] 其中各个 $-R^{64}$ 独立地为卤素; 各个 R^{60} 和 R^{61} 独立地为烷基、取代烷基、烷氧基、取代烷氧基、环烷基、取代环烷基、杂环烷基、取代杂环烷基、芳基、取代芳基、杂芳基、取代杂芳基、芳基烷基、取代芳基烷基、杂芳基烷基或取代杂芳基烷基, 或 R^{60} 和 R^{61} 与它们结合的氮原子一起形成杂环烷基、取代杂环烷基、杂芳基或取代杂芳基环, 且 R^{62} 和 R^{63} 独立地为烷基、取代烷基、芳基、取代芳基、芳基烷基、取代芳基烷基、环烷基、取代环烷基、杂环烷基、取代杂环烷基、杂芳基、取代杂芳基、杂芳基烷基或取代杂芳基烷基, 或 R^{62} 和 R^{63} 与它们连接的原子一起形成一个或多个杂环烷基、取代杂环烷基、杂芳基或取代杂芳基环;

[0065] 其中如以上关于 R^{60} 、 R^{61} 、 R^{62} 和 R^{63} 所定义的“取代的”取代基被一个或多个, 例如 1、2 或 3 个独立地选自如下的基团取代: 烷基、-烷基、-OH、-O- 卤代烷基、烷基、-NH₂、烷氧基、环烷基、环烷基烷基、杂环烷基、杂环烷基烷基、芳基、杂芳基、芳基烷基、杂芳基烷基、 $-O$ 、 $-OH$ 、 $=O$ 、 $-O$ - 烷基、 $-O$ - 芳基、 $-O$ - 杂芳基烷基、 $-O$ - 环烷基、 $-O$ - 杂环烷基、 $-SH$ 、 $-S$ 、 $=S$ 、 $-S$ - 烷基、 $-S$ - 芳基、 $-S$ - 杂芳基烷基、 $-S$ - 环烷基、 $-S$ - 杂环烷基、 $-NH_2$ 、 $=NH$ 、 $-CN$ 、 $-CF_3$ 、 $-OCN$ 、 $-SCN$ 、 $-NO$ 、 $-NO_2$ 、 $=N_2$ 、 $-N_3$ 、 $-S(O)_2O$ 、 $-S(O)_2$ 、 $-S(O)_2OH$ 、 $-OS(O)_2O$ 、 $-SO_2$ (烷基)、 $-SO_2$ (苯基)、 $-SO_2$ (卤代烷基)、 $-SO_2NH_2$ 、 $-SO_2NH$ (烷基)、 $-SO_2NH$ (苯基)、 $-P(O)(O)_2$ 、 $-P(O)(O-烷基)(O)$ 、 $-OP(O)(O-烷基)(O-烷基)$ 、 $-CO_2H$ 、 $-C(O)O$ (烷基)、 $-CON$ (烷基) (烷基)、 $-CONH$ (烷基)、 $-CONH_2$ 、 $-C(O)$ (烷基)、 $-C(O)$ (苯基)、 $-C(O)$ (卤代烷基)、 $-OC(O)$ (烷基)、 $-N$ (烷基) (烷基)、 $-NH$ (烷基)、 $-N$ (烷基) (烷基苯基)、 $-NH$ (烷基苯基)、 $-NHC(O)$

(烷基)、-NHC(O) (苯基)、-N(烷基)C(O) (烷基) 和 -N(烷基)C(O) (苯基)。

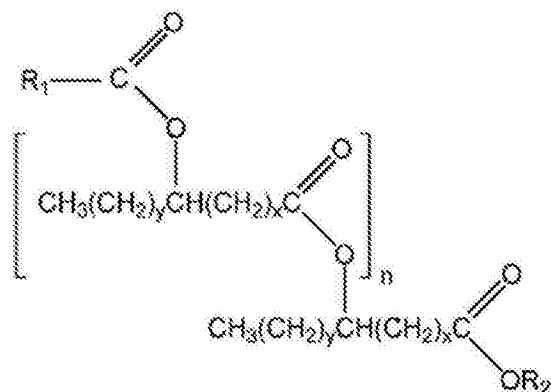
[0066] 如本说明书和所附权利要求书中所用,除非明显且明确地限于一个对象,冠词“一个 / 一种 (a/an)”和“该 (the)”包括复数对象。

[0067] 本文所有数值范围包括在所述数值范围内的所有数值和所有数值范围。

[0068] 本公开内容涉及交内酯化合物、组合物及其制备方法。在某些实施方案中,本公开内容还涉及交内酯化合物、包含交内酯化合物的组合物、这类化合物的合成和这类组合物的配制。在某些实施方案中,本公开内容涉及具有所需粘度性能,同时保持或甚至改善其它性能如氧化稳定性和倾点的生物合成交内酯。在某些实施方案中,提供制备具有这类性能的交内酯化合物的新方法。本公开内容还涉及包含某些交内酯化合物的润滑剂。

[0069] 在某些实施方案中,组合物包含至少一种式 I 交内酯化合物:

[0070]



[0071] 式 I

[0072] 其中:

[0073] x 每次出现时独立地为选自 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19 和 20 的整数;

[0074] y 每次出现时独立地为选自 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19 和 20 的整数;

[0075] n 为选自 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11 和 12 的整数;

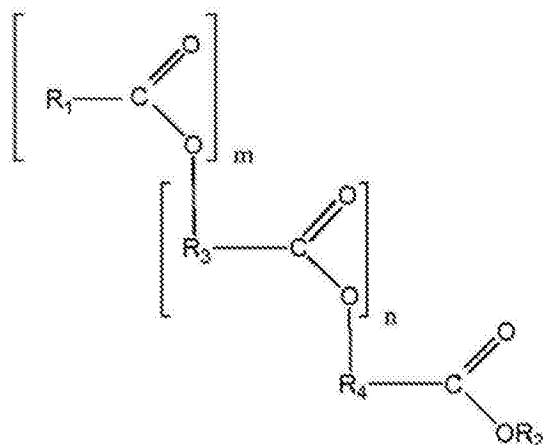
[0076] R₁ 为饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代烷基;且

[0077] R₂ 选自氢和饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代烷基;

[0078] 其中所述至少一种化合物的各个脂肪酸链残基独立地任选被取代。

[0079] 在某些实施方案中,组合物包含至少一种式 II 交内酯化合物:

[0080]



[0081] 式 II

[0082] 其中：

[0083] m 为大于或等于 1 的整数；

[0084] n 为大于或等于 0 的整数；

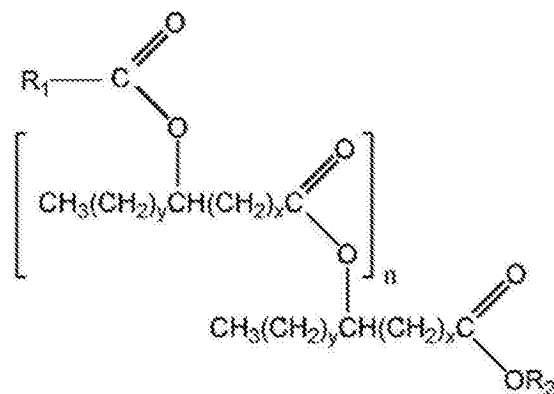
[0085] R₁每次出现时独立地为饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代烃基；

[0086] R₂选自氢和饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代烃基；且

[0087] R₃和 R₄每次出现时独立地选自饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代烃基。

[0088] 在某些实施方案中,组合物包含至少一种式 III 交内酯化合物：

[0089]



[0090] 式 III

[0091] 其中：

[0092] x 每次出现时独立地为选自 0-20 的整数；

[0093] y 每次出现时独立地为选自 0-20 的整数；

[0094] n 为大于或等于 0 的整数；

[0095] R₁为饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代烃基；且

[0096] R₂选自氢和饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代烃基；

[0097] 其中所述至少一种化合物的各个脂肪酸链残基独立地任选被取代。

[0098] 在某些实施方案中,组合物包含至少一种式 I、II 或 III 的交内酯化合物,其中 R₁为氢。

[0099] 如关于式 I、II 和 III 的交内酯化合物所用的术语“链”或“脂肪酸链”或“脂肪酸链残基”指并入交内酯化合物中的一个或多个脂肪酸残基,例如式 II 的 R₃或 R₄,或式 I 和

III 中 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_y\text{CH}(\text{CH}_2)_x\text{C}(0)\text{O}-$ 表示的结构。

[0100] 在所示各式上部的式 I、II 和 III 中的 R_1 为称为“端基”或“封端材料”的实例，因为它“封住”交内酯的顶部。类似地，封端基团可以为通式 $-\text{OC}(0)-$ 烃基的有机酸残基，即具有如本文所定义的取代或未被取代的饱和或不饱和和 / 或支化或非支化烃基的羧酸，或甲酸残基。在某些实施方案中，“端基”或“封端基团”为脂肪酸。在某些实施方案中，不管尺寸，封端基团为取代或未被取代的、饱和或不饱和的，和 / 或支化或非支化的。端基或封端材料也可称为伯或 α (α) 链。

[0101] 取决于合成交内酯的方式，端基或封端基团烃基可以为不饱和的所得交内酯中仅来自有机酸残基的烃基。在某些实施方案中，理想的是可使用饱和和有机或脂肪酸端基以提高交内酯的总饱和度和 / 或提高所得交内酯的稳定性。例如，在某些实施方案中，理想的是可提供一种方法，所述方法通过使用本领域技术人员熟悉的任何合适方法将不饱和端基氢化而提供饱和和封端交内酯。氢化可使用各种脂肪酸原料来源，所述原料可包括单 - 和 / 或多不饱和脂肪酸。不愿受任何具体理论束缚，在某些实施方案中，将交内酯氢化可帮助改善分子的总稳定性。然而，完全氢化的交内酯，例如具有较大脂肪酸端基的交内酯可显示出提高的倾点温度。在某些实施方案中，理想的是可通过使用较短的饱和封端材料补偿所需倾点特性方面的任何损失。

[0102] 式 II 的 $\text{R}_4\text{C}(0)\text{O}-$ 或式 I 和 III 的结构 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_y\text{CH}(\text{CH}_2)_x\text{C}(0)\text{O}-$ 用作交内酯的“基础”或“基础链残基”。取决于合成交内酯的方式，基础有机酸或脂肪酸残基可以为在交内酯的初始合成以后保持其游离酸形式的唯一残基。然而，在某些实施方案中，在致力于改变或改善交内酯的性能中，游离酸可与任何数目的取代基反应。例如，理想的是游离酸交内酯与醇、二醇、胺或其它合适的反应物反应以提供相应的酯、酰胺或其它反应产物。基础或基础链残基也可称为叔或 γ (γ) 链。

[0103] 式 II 的 $\text{R}_3\text{C}(0)\text{O}-$ 或式 I 和 III 的结构 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_y\text{CH}(\text{CH}_2)_x\text{C}(0)\text{O}-$ 为将封端材料和基础脂肪酸残基连接在一起的连接残基。交内酯中可存在任何数目的连接残基，包括当 $n=0$ 和交内酯为其二聚物形式时。取决于制备交内酯的方式，连接残基可以为脂肪酸并且在合成期间起初为不饱和形式。在一些实施方案中，当使用催化剂在不饱和的脂肪酸部位上产生碳正离子，其后通过另一脂肪酸的羧酸基团亲核攻击碳正离子时，会形成交内酯。在一些实施方案中，理想的是可具有单不饱和的连接脂肪酸使得当脂肪酸连接在一起时，消除所有不饱和部位。连接残基也可称为仲或 β (β) 链。

[0104] 在某些实施方案中，端基为乙酰基，连接残基为一个或多个脂肪酸残基，且基础链残基为脂肪酸残基。在某些实施方案中，存在于交内酯中的连接残基彼此不同。在某些实施方案中，一个或多个连接残基与基础链残基不同。

[0105] 如上所述，在某些实施方案中，适用于制备交内酯的不饱和脂肪酸可包括任何单 - 或多不饱和脂肪酸。例如，单不饱和脂肪酸与合适的催化剂一起会形成容许加入第二脂肪酸的单一碳正离子，由此在两种脂肪酸之间形成单键。合适的单不饱和脂肪酸可包括但不限于棕榈油酸 (16:1)、11-十八碳烯酸 (18:1)、油酸 (18:1)、二十碳烯酸 (20:1)、芥酸 (22:1) 和神经酸 (24:1)。另外，在某些实施方案中，可使用多不饱和脂肪酸以产生交内酯。合适的多不饱和脂肪酸可包括但不限于十六碳三烯酸 (16:3)、 α -亚麻酸 (18:3)、十八碳四烯酸 (stearidonic acid) (18:4)、二十碳三烯酸 (eicosatrienoic

acid) (20:3)、二十碳四烯酸 (eicosatetraenoic acid) (20:4)、二十碳五烯酸 (eicosapentaenoic acid) (20:5)、二十一碳五烯酸 (heneicosapentaenoic acid) (21:5)、二十二碳五烯酸 (docosapentaenoic acid) (22:5)、二十二碳六烯酸 (docosahexaenoic acid) (22:6)、二十四碳五烯酸 (tetracosapentaenoic acid) (24:5)、二十四碳六烯酸 (tetracosahexaenoic acid) (24:6)、亚油酸 (18:2)、 γ -亚油酸 (18:3)、二十碳二烯酸 (20:2)、二均- γ -亚麻酸 (20:3)、花生四烯酸 (20:4)、二十二碳二烯酸 (20:2)、肾上腺酸 (22:4)、二十二碳五烯酸 (22:5)、二十四碳四烯酸 (22:4)、二十四碳五烯酸 (24:5)、皮诺敛酸 (pinolenic acid) (18:3)、罗汉松酸 (20:3)、瘤胃酸 (rumenic acid) (18:2)、 α -十八碳三烯酸 (18:3)、 β -十八碳三烯酸 (18:3)、十八碳三烯酸 (jacaric acid) (18:3)、 α -桐酸 (18:3)、 β -桐酸 (18:3)、梓树酸 (18:3)、石榴油酸 (18:3)、rumelenic acid (18:3)、 α -十八碳四烯酸 (18:4)、 β -十八碳四烯酸 (18:4) 和十八碳五烯酸 (bosseopentaenoic acid) (20:5)。在某些实施方案中,羟基脂肪酸可通过使一种脂肪酸的羧酸官能与第二种脂肪酸的羟基官能反应而聚合或均聚。典型的羟基脂肪酸包括但不限于蓖麻油酸、6-羟基硬脂酸、9,10-二羟基硬脂酸、12-羟基硬脂酸和 14-羟基硬脂酸。

[0106] 制备本文所述交内酯化化合物的方法可包括使用任何天然或合成脂肪酸来源。然而,理想的是脂肪酸可源自可再生生物原料。例如,合适的生物来源原料包括但不限于植物脂肪、植物油、植物蜡、动物脂肪、动物油、动物蜡、鱼脂肪、鱼油、鱼蜡、藻油及其两种或更多种的混合物。其它可能的脂肪酸来源包括但不限于废物和再循环食品级脂肪和油、通过基因工程得到的脂肪、油和蜡,化石燃料基材料和其它所需材料来源。

[0107] 在一些实施方案中,化合物包含具有变化长度的链残基。在一些实施方案中,x 每次出现时独立地为选自 0-20、0-18、0-16、0-14、1-12、1-10、2-8、6-8 或 4-6 的整数。在一些实施方案中,x 每次出现时独立地为选自 7 和 8 的整数。在一些实施方案中,x 每次出现时独立地为选自 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19 和 20 的整数。在某些实施方案中,对于至少一个链残基,x 为选自 7 和 8 的整数。

[0108] 在一些实施方案中,y 每次出现时独立地为选自 0-20、0-18、0-16、0-14、1-12、1-10、2-8、6-8 或 4-6 的整数。在一些实施方案中,y 每次出现时独立地为选自 7 和 8 的整数。在一些实施方案中,y 每次出现时独立地为选自 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19 和 20 的整数。在某些实施方案中,对于至少一个链残基,y 为选自 7 和 8 的整数。在一些实施方案中,对于至少一个链残基,y 为选自 0-6 或 1 和 2 的整数。在某些实施方案中,y 每次出现时独立地为选自 1-6 或 1 和 2 的整数。

[0109] 在一些实施方案中,x+y 对各个链而言独立地为选自 0-40、0-20、10-20 或 12-18 的整数。在一些实施方案中,x+y 对各个链而言独立地为选自 13-15 的整数。在一些实施方案中,x+y 为 15。在一些实施方案中,x+y 对各个链而言独立地为选自 6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23 和 24 的整数。

[0110] 在一些实施方案中,式 I、II 或 III 的交内酯化合物可包含任何数目的脂肪酸残基以形成“n 聚物”交内酯。例如,交内酯可以为其二聚物 (n=0)、三聚物 (n=1)、四聚物 (n=2)、五聚物 (n=3)、六聚物 (n=4)、七聚物 (n=5)、八聚物 (n=6)、九聚物 (n=7) 或十聚物 (n=8) 形式。在一些实施方案中,n 为选自 0-20、0-18、0-16、0-14、0-12、0-10、0-8 或 0-6 的整数。在一些实施方案中,n 为选自 0-4 的整数。在一些实施方案中,n 为 0 或大于 0。在一些实施

方案中, n 为 1, 其中所述至少一种式 I、II 或 III 化合物包含三聚物。在一些实施方案中, n 为大于 1。在一些实施方案中, n 为选自 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19 和 20 的整数。

[0111] 在一些实施方案中, 式 I、II 或 III 的 R_1 为饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代烃基。在一些实施方案中, 烃基为 C_1 - C_{40} 烃基、 C_1 - C_{22} 烃基或 C_1 - C_{18} 烃基。在一些实施方案中, 烃基选自 C_7 - C_{17} 烃基。在一些实施方案中, R_1 选自 C_7 烃基、 C_9 烃基、 C_{11} 烃基、 C_{13} 烃基、 C_{15} 烃基和 C_{17} 烃基。在一些实施方案中, R_1 选自 C_{13} - C_{17} 烃基, 例如选自 C_{13} 烃基、 C_{15} 烃基和 C_{17} 烃基。在一些实施方案中, R_1 为 C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 、 C_5 、 C_6 、 C_7 、 C_8 、 C_9 、 C_{10} 、 C_{11} 、 C_{12} 、 C_{13} 、 C_{14} 、 C_{15} 、 C_{16} 、 C_{17} 、 C_{18} 、 C_{19} 、 C_{20} 、 C_{21} 或 C_{22} 烃基。

[0112] 在一些实施方案中, 式 I、II 或 III 的 R_2 为饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代烃基。在一些实施方案中, 烃基为 C_1 - C_{40} 烃基、 C_1 - C_{22} 烃基或 C_1 - C_{18} 烃基。在一些实施方案中, 烃基选自 C_7 - C_{17} 烃基。在一些实施方案中, R_2 选自 C_7 烃基、 C_9 烃基、 C_{11} 烃基、 C_{13} 烃基、 C_{15} 烃基和 C_{17} 烃基。在一些实施方案中, R_2 选自 C_{13} - C_{17} 烃基, 例如选自 C_{13} 烃基、 C_{15} 烃基和 C_{17} 烃基。在一些实施方案中, R_2 为 C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 、 C_5 、 C_6 、 C_7 、 C_8 、 C_9 、 C_{10} 、 C_{11} 、 C_{12} 、 C_{13} 、 C_{14} 、 C_{15} 、 C_{16} 、 C_{17} 、 C_{18} 、 C_{19} 、 C_{20} 、 C_{21} 或 C_{22} 烃基。

[0113] 在一些实施方案中, R_3 为饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代烃基。在一些实施方案中, 烃基为 C_1 - C_{40} 烃基、 C_1 - C_{22} 烃基或 C_1 - C_{18} 烃基。在一些实施方案中, 烃基选自 C_7 - C_{17} 烃基。在一些实施方案中, R_3 选自 C_7 烃基、 C_9 烃基、 C_{11} 烃基、 C_{13} 烃基、 C_{15} 烃基和 C_{17} 烃基。在一些实施方案中, R_3 选自 C_{13} - C_{17} 烃基, 例如选自 C_{13} 烃基、 C_{15} 烃基和 C_{17} 烃基。在一些实施方案中, R_3 为 C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 、 C_5 、 C_6 、 C_7 、 C_8 、 C_9 、 C_{10} 、 C_{11} 、 C_{12} 、 C_{13} 、 C_{14} 、 C_{15} 、 C_{16} 、 C_{17} 、 C_{18} 、 C_{19} 、 C_{20} 、 C_{21} 或 C_{22} 烃基。

[0114] 在一些实施方案中, R_4 为饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代烃基。在一些实施方案中, 烃基为 C_1 - C_{40} 烃基、 C_1 - C_{22} 烃基或 C_1 - C_{18} 烃基。在一些实施方案中, 烃基选自 C_7 - C_{17} 烃基。在一些实施方案中, R_4 选自 C_7 烃基、 C_9 烃基、 C_{11} 烃基、 C_{13} 烃基、 C_{15} 烃基和 C_{17} 烃基。在一些实施方案中, R_4 选自 C_{13} - C_{17} 烃基, 例如选自 C_{13} 烃基、 C_{15} 烃基和 C_{17} 烃基。在一些实施方案中, R_4 为 C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 、 C_5 、 C_6 、 C_7 、 C_8 、 C_9 、 C_{10} 、 C_{11} 、 C_{12} 、 C_{13} 、 C_{14} 、 C_{15} 、 C_{16} 、 C_{17} 、 C_{18} 、 C_{19} 、 C_{20} 、 C_{21} 或 C_{22} 烃基。

[0115] 如上所述, 在某些实施方案中, 可通过改变 R_1 的长度和 / 或它的饱和度而操纵一种或多种交内酯的性能。然而, 在某些实施方案中, 也可改变 R_1 上的取代度以改变或甚至改善交内酯的性能。不愿受任何特定理论束缚, 在某些实施方案中, 认为 R_1 上极性取代基, 例如一个或多个羟基的存在可提高交内酯的粘度, 同时提高倾点。因此, 在一些实施方案中, R_1 为未被取代的或任选被不为羟基的基团取代。

[0116] 在一些实施方案中, 交内酯为它的游离酸形式, 其中式 I、II 或 III 的 R_2 为氢。在一些实施方案中, R_2 选自饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代烃基。在某些实施方案中, R_2 残基可包含任何所需烃基, 例如衍生自交内酯与本文实例中所指定的醇酯化的那些。在一些实施方案中, 烃基选自 C_1 - C_{40} 、 C_1 - C_{22} 、 C_3 - C_{20} 、 C_1 - C_{18} 或 C_6 - C_{12} 烃基。在一些实施方案中, R_2 可选自 C_3 烃基、 C_4 烃基、 C_8 烃基、 C_{12} 烃基、 C_{16} 烃基、 C_{18} 烃基和 C_{20} 烃基。例如, 在某些实施方案中, R_2 可以为支化的, 例如异丙基、异丁基或 2-乙基己基。在一些实施方案中, R_2 可以为支化或非支化的较大烃基, 包括 C_{12} 烃基、 C_{16} 烃基、 C_{18} 烃基或 C_{20} 烃基。 R_2 位置上的

这类基团可衍生自使用 Jarchem Industries, Inc. of Newark, New Jersey 出售的 Jarcol™ 系列的醇, 包括 Jarcol™ I-18CG、I-20、I-12、I-16、I-18T 和 85BJ 将游离酸交内酯酯化。在一些情况下, R_2 可源自某些醇以提供支化烃基, 例如异硬脂基和异棕榈基。应当理解这类异棕榈基和异硬脂基烃基可分别涵盖 C_{16} 和 C_{18} 的任何支化变体。例如, 本文所述交内酯可包含在 R_2 位置上的高度支化异棕榈基或异硬脂基, 其衍生自 Nissan Chemical America Corporation of Houston, Texas 出售的 **Fineoxocol®** 系列异棕榈基和异硬脂基醇, 包括 **Fineoxocol®** 180、180N 和 1600。不愿受任何特定理论束缚, 在某些实施方案中, 交内酯的 R_2 位置上的大的高度支化烃基 (例如异棕榈基和异硬脂基) 可提供至少一种方式以提高含交内酯组合物的粘度, 同时基本保持或甚至降低它的倾点。

[0117] 在一些实施方案中, 本文所述化合物可包括两种或更多种式 I、II 和 III 交内酯化合物的混合物。可通过使用化合物或组合物的化合物、混合物或组合物的测定交内酯值 (EN) 而表征交内酯、交内酯混合物或包含交内酯的组合物的化学组成。EN 表示加入基础脂肪酸中的脂肪酸的平均数。EN 还表示每分子的交内酯键平均数:

[0118] $EN=n+1$

[0119] 其中 n 为仲 (β) 脂肪酸的数目。因此, 单一交内酯化合物具有为整数的 EN, 例如对于二聚物、三聚物和四聚物:

[0120] 二聚物 $EN=1$

[0121] 三聚物 $EN=2$

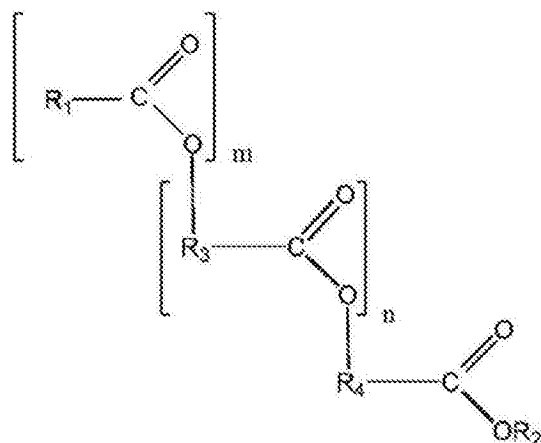
[0122] 四聚物 $EN=3$

[0123] 然而, 包含两种或更多种交内酯化合物的组合物可具有为整数或整数的分数的 EN。例如, 具有 1:1 二聚物: 三聚物摩尔比的组合物具有 1.5 的 EN, 而具有 1:1 四聚物: 三聚物摩尔比的组合物具有 2.5 的 EN。

[0124] 在一些实施方案中, 组合物可包含两种或更多种交内酯的混合物, 其具有为大于 4.5 或甚至 5.0 的整数或整数的分数的 EN。在一些实施方案中, EN 可以是选自约 1.0 至约 5.0 的整数或整数的分数。在一些实施方案中, EN 为选自 1.2 至约 4.5 的整数或整数的分数。在一些实施方案中, EN 选自大于 1.0、1.2、1.4、1.6、1.8、2.0、2.2、2.4、2.6、2.8、3.0、3.2、3.4、3.6、3.8、4.0、4.2、4.4、4.6、4.8、5.0、5.2、5.4、5.6 和 5.8 的值。在一些实施方案中, EN 选自小于 1.2、1.4、1.6、1.8、2.0、2.2、2.4、2.6、2.8、3.0、3.2、3.4、3.6、3.8、4.0、4.2、4.4、4.6、4.8 和 5.0、5.2、5.4、5.6、5.8 和 6.0 的值。在一些实施方案中, EN 选自 1、1.2、1.4、1.6、1.8、2.0、2.2、2.4、2.6、2.8、3.0、3.2、3.4、3.6、3.8、4.0、4.2、4.4、4.6、4.8、5.0、5.2、5.4、5.6、5.8 和 6.0。

[0125] 如上所述, 应当理解交内酯化合物的链可独立地为任选取代的, 其中将一个或多个氢除去并被一个或多个本文指定的取代基取代。类似地, 可除去两个或更多个氢残基以提供一个或多个不饱和部位, 例如顺式或反式双键。另外, 链可任选包含支化烃残基。例如, 在一些实施方案中, 本文所述交内酯可包含至少一种式 II 化合物:

[0126]



[0127] 式 II

[0128] 其中：

[0129] m 为等于或大于 1 的整数；

[0130] n 为等于或大于 0 的整数；

[0131] R_1 每次出现时独立地为饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代烷基；

[0132] R_2 选自氢和饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代烷基；且

[0133] R_3 和 R_4 每次出现时独立地选自饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代烷基。

[0134] 在某些实施方案中，m 为 1。在一些实施方案中，m 为选自 2、3、4 和 5 的整数。在一些实施方案中，n 为选自 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11 和 12 的整数。在一些实施方案中，在式 II 化合物中，一个或多个 R_3 不同于一个或多个其它 R_3 。在一些实施方案中，在式 II 化合物中，一个或多个 R_3 不同于 R_4 。在一些实施方案中，如果式 II 化合物由一种或多种多不饱和脂肪酸制备，则 R_3 和 R_4 中的一个或多个可能具有一个或多个不饱和部位。在一些实施方案中，如果式 II 化合物由一种或多种支化脂肪酸制备，则 R_3 和 R_4 中的一个或多个为支化的。

[0135] 在一些实施方案中， R_3 和 R_4 可以为 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_y\text{CH}(\text{CH}_2)_x-$ ，其中 x 每次出现时独立地为选自 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19 和 20 的整数，且 y 每次出现时独立地为选自 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19 和 20 的整数。如果 R_3 和 R_4 都为 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_y\text{CH}(\text{CH}_2)_x-$ ，则化合物可以为根据式 I 和 III 的化合物。

[0136] 不受任何特定理论束缚，在某些实施方案中，改变 EN 产生具有所需粘度性能，同时基本保持或甚至降低倾点的含交内酯组合物。例如，在一些实施方案中，交内酯在提高 EN 值时显示出降低的倾点。因此，在某些实施方案中，提供通过提高基油的 EN 而保持或降低交内酯基油的倾点的方法，或者提供通过提高基油的 EN 而保持或降低包含交内酯基油的组合物的倾点的方法。在一些实施方案中，方法包括：选择具有初始 EN 和初始倾点的交内酯基油；和除去至少一部分基油，所述部分显示出小于基油的初始 EN 的 EN，其中所得交内酯基油显示出大于基油的初始 EN 的 EN 和等于或低于基油的初始倾点的倾点。在一些实施方案中，选择的交内酯基油通过使至少一种第一不饱和脂肪酸与至少一种第二不饱和脂肪酸和 / 或饱和脂肪酸低聚而制备。在一些实施方案中，除去至少一部分基油或包含两种或更多种交内酯化化合物的组合物通过使用蒸馏、色谱法、膜分离、相分离、亲合分离和溶剂萃取中的至少一种实现。在一些实施方案中，蒸馏在适于将交内酯基油或包含两种或更多种

交内酯化合物的组合物分离成单独地显示出不同 EN 值的不同“馏分”的温度和 / 或压力下进行。在一些实施方案中,这可通过使基油或包含两种或更多种交内酯化合物的组合物经受至少约 250℃ 的温度和不大于约 25 μm 的绝对压力而实现。在一些实施方案中,蒸馏在约 250 至约 310℃ 的温度和约 10 至约 25 μm 的绝对压力范围下进行。

[0137] 在一些实施方案中,交内酯化合物和组合物显示出为大于或等于 1,例如选自约 1.0 至约 2.0 的整数或整数的分数的 EN。在一些实施方案中,EN 为选自约 1.0 至约 1.6 的整数或整数的分数。在一些实施方案中,EN 为选自约 1.1 至约 1.5 的整数的分数。在一些实施方案中,EN 选自大于 1.0、1.1、1.2、1.3、1.4、1.5、1.6、1.7、1.8 和 1.9 的值。在一些实施方案中,EN 选自小于 1.1、1.2、1.3、1.4、1.5、1.6、1.7、1.8、1.9 和 2.0 的值。

[0138] 在一些实施方案中,EN 为大于或等于 1.5,例如选自约 1.8 至约 2.8 的整数或整数的分数。在一些实施方案中,EN 为选自约 2.0 至约 2.6 的整数或整数的分数。在一些实施方案中,EN 为选自约 2.1 至约 2.5 的整数的分数。在一些实施方案中,EN 选自大于 1.8、1.9、2.0、2.1、2.2、2.3、2.4、2.5、2.6 和 2.7 的值。在一些实施方案中,EN 选自小于 1.9、2.0、2.1、2.2、2.3、2.4、2.5、2.6、2.7 和 2.8 的值。在一些实施方案中,EN 为约 1.8、2.0、2.2、2.4、2.6 或 2.8。

[0139] 在一些实施方案中,EN 为大于或等于约 4,例如选自约 4.0 至约 5.0 的整数或整数的分数。在一些实施方案中,EN 为选自约 4.2 至约 4.8 的整数的分数。在一些实施方案中,EN 为选自约 4.3 至约 4.7 的整数的分数。在一些实施方案中,EN 选自大于 4.0、4.1、4.2、4.3、4.4、4.5、4.6、4.7、4.8 和 4.9 的值。在一些实施方案中,EN 选自小于 4.1、4.2、4.3、4.4、4.5、4.6、4.7、4.8、4.9 和 5.0 的值。在一些实施方案中,EN 为约 4.0、4.2、4.4、4.6、4.8 或 5.0。

[0140] 在一些实施方案中,EN 为大于或等于约 5,例如选自约 5.0 至约 6.0 的整数或整数的分数。在一些实施方案中,EN 为选自约 5.2 至约 5.8 的整数的分数。在一些实施方案中,EN 为选自约 5.3 至约 5.7 的整数的分数。在一些实施方案中,EN 选自大于 5.0、5.1、5.2、5.3、5.4、5.5、5.6、5.7、5.8 和 5.9 的值。在一些实施方案中,EN 选自小于 5.1、5.2、5.3、5.4、5.5、5.6、5.7、5.8、5.9 和 6.0 的值。在一些实施方案中,EN 为约 5.0、5.2、5.4、5.6、5.8 或 6.0。

[0141] 在一些实施方案中,EN 为大于或等于 1,例如选自约 1.0 至约 2.0 的整数或整数的分数。在一些实施方案中,EN 为选自约 1.1 至约 1.7 的整数的分数。在一些实施方案中,EN 为选自约 1.1 至约 1.5 的整数的分数。在一些实施方案中,EN 选自大于 1.0、1.1、1.2、1.3、1.4、1.5、1.6、1.7、1.8 或 1.9 的值。在一些实施方案中,EN 选自小于 1.2、1.3、1.4、1.5、1.6、1.7、1.8、1.9 或 2.0 的值。在一些实施方案中,EN 为约 1.0、1.2、1.4、1.6、1.8 或 2.0。在一些实施方案中,EN 为大于或等于 1,例如选自约 1.2 至约 2.2 的整数或整数的分数。在一些实施方案中,EN 为选自约 1.4 至约 2.0 的整数或整数的分数。在一些实施方案中,EN 为选自约 1.5 至约 1.9 的整数的分数。在一些实施方案中,EN 选自大于 1.0、1.1、1.2、1.3、1.4、1.5、1.6、1.7、1.8、1.9、2.0 和 2.1 的值。在一些实施方案中,EN 选自小于 1.2、1.3、1.4、1.5、1.6、1.7、1.8、1.9、2.0、2.1 和 2.2 的值。在一些实施方案中,EN 为约 1.0、1.2、1.4、1.6、1.8、2.0 或 2.2。

[0142] 在一些实施方案中,EN 为大于或等于 2,例如选自约 2.8 至约 3.8 的整数或整数

的分数。在一些实施方案中,EN 为选自约 2.9 至约 3.5 的整数或整数的分数。在一些实施方案中,EN 为选自约 3.0 至约 3.4 的整数或整数的分数。在一些实施方案中,EN 选自大于 2.0、2.1、2.2、2.4、2.5、2.6、2.7、2.8、2.9、3.0、3.1、3.4、3.5、3.6 和 3.7 的值。在一些实施方案中,EN 选自小于 2.2、2.3、2.4、2.5、2.6、2.7、2.8、2.9、3.0、3.1、3.2、3.3、3.4、3.5、3.6、3.7 和 3.8 的值。在一些实施方案中,EN 为约 2.0、2.2、2.4、2.6、2.8、3.0、3.2、3.4、3.6 或 3.8。

[0143] 通常基本油料和含交内酯组合物显示出一定润滑性、粘度和 / 或倾点特性。例如,在某些实施方案中,基油、化合物和组合物可显示出在 40℃ 下约 10 至约 250cSt,和 / 或在 100℃ 下约 3 至约 30cSt 的粘度。在一些实施方案中,基油、化合物和组合物可显示出在 40℃ 下约 50 至约 150cSt,和 / 或在 100℃ 下约 10 至约 20cSt 的粘度。

[0144] 在一些实施方案中,交内酯化合物和组合物可显示出在 40℃ 下小于约 55cSt 或在 40℃ 下小于约 45cSt,和 / 或在 100℃ 下小于约 12cSt 或在 100℃ 下小于约 10cSt 的粘度。在一些实施方案中,交内酯化合物和组合物可显示出在 40℃ 下约 25 至约 55cSt,和 / 或在 100℃ 下约 5 至约 11cSt 的粘度。在一些实施方案中,交内酯化合物和组合物可显示出在 40℃ 下约 35 至约 45cSt,和 / 或在 100℃ 下约 6 至约 10cSt 的粘度。在一些实施方案中,交内酯化合物和组合物可显示出在 40℃ 下约 38 至约 43cSt,和 / 或在 100℃ 下约 7 至约 9cSt 的粘度。

[0145] 在一些实施方案中,交内酯化合物和组合物可显示出在 40℃ 下小于约 120cSt 或在 40℃ 下小于约 100cSt,和 / 或在 100℃ 下小于约 18cSt 或在 100℃ 下小于约 17cSt 的粘度。在一些实施方案中,交内酯化合物和组合物可显示出在 40℃ 下约 70 至约 120cSt,和 / 或在 100℃ 下约 12 至约 18cSt 的粘度。在一些实施方案中,交内酯化合物和组合物可显示出在 40℃ 下约 80 至约 100cSt,和 / 或在 100℃ 下约 13 至约 17cSt 的粘度。在一些实施方案中,交内酯化合物和组合物可显示出在 40℃ 下约 85 至约 95cSt,和 / 或在 100℃ 下约 14 至约 16cSt 的粘度。

[0146] 在一些实施方案中,交内酯化合物和组合物可显示出在 40℃ 下大于约 180cSt 或在 40℃ 下大于约 200cSt,和 / 或在 100℃ 下大于约 20cSt 或在 100℃ 下大于约 25cSt 的粘度。在一些实施方案中,交内酯化合物和组合物可显示出在 40℃ 下约 180 至约 230cSt,和 / 或在 100℃ 下约 25 至约 31cSt 的粘度。在一些实施方案中,交内酯化合物和组合物可显示出在 40℃ 下约 200 至约 250cSt,和 / 或在 100℃ 下约 25 至约 35cSt 的粘度。在一些实施方案中,交内酯化合物和组合物可显示出在 40℃ 下约 210 至约 230cSt,和 / 或在 100℃ 下约 28 至约 33cSt 的粘度。在一些实施方案中,交内酯化合物和组合物可显示出在 40℃ 下约 200 至约 220cSt,和 / 或在 100℃ 下约 26 至约 30cSt 的粘度。在一些实施方案中,交内酯化合物和组合物可显示出在 40℃ 下约 205 至约 215cSt,和 / 或在 100℃ 下约 27 至约 29cSt 的粘度。

[0147] 在一些实施方案中,交内酯化合物和组合物可显示出在 40℃ 下小于约 45cSt 或在 40℃ 下小于约 38cSt,和 / 或在 100℃ 下小于约 10cSt 或在 100℃ 下小于约 9cSt 的粘度。在一些实施方案中,交内酯化合物和组合物可显示出在 40℃ 下约 20 至约 45cSt,和 / 或在 100℃ 下约 4 至约 10cSt 的粘度。在一些实施方案中,交内酯化合物和组合物可显示出在 40℃ 下约 28 至约 38cSt,和 / 或在 100℃ 下约 5 至约 9cSt 的粘度。在一些实施方案中,交

内酯化合物和组合物可显示在 40℃ 下约 30 至约 35cSt, 和 / 或在 100℃ 下约 6 至约 8cSt 的粘度。

[0148] 在一些实施方案中, 交内酯化合物和组合物可显示在 40℃ 下小于约 80cSt 或在 40℃ 下小于约 70cSt, 和 / 或在 100℃ 下小于约 14cSt 或在 100℃ 下小于约 13cSt 的粘度。在一些实施方案中, 交内酯化合物和组合物可显示在 40℃ 下约 50 至约 80cSt, 和 / 或在 100℃ 下约 8 至约 14cSt 的粘度。在一些实施方案中, 交内酯化合物和组合物可显示在 40℃ 下约 60 至约 70cSt, 和 / 或在 100℃ 下约 9 至约 13cSt 的粘度。在一些实施方案中, 交内酯化合物和组合物可显示在 40℃ 下约 63 至约 68cSt, 和 / 或在 100℃ 下约 10 至约 12cSt 的粘度。

[0149] 在一些实施方案中, 交内酯化合物和组合物可显示在 40℃ 下大于约 120cSt 或在 40℃ 下大于约 130cSt, 和 / 或在 100℃ 下大于约 15cSt 或在 100℃ 下大于约 18cSt 的粘度。在一些实施方案中, 交内酯化合物和组合物可显示在 40℃ 下约 120 至约 150cSt, 和 / 或在 100℃ 下约 16 至约 24cSt 的粘度。在一些实施方案中, 交内酯化合物和组合物可显示在 40℃ 下约 130 至约 160cSt, 和 / 或在 100℃ 下约 17 至约 28cSt 的粘度。在一些实施方案中, 交内酯化合物和组合物可显示在 40℃ 下约 130 至约 145cSt, 和 / 或在 100℃ 下约 17 至约 23cSt 的粘度。在一些实施方案中, 交内酯化合物和组合物可显示在 40℃ 下约 135 至约 140cSt, 和 / 或在 100℃ 下约 19 至约 21cSt 的粘度。在一些实施方案中, 交内酯化合物和组合物可显示在 40℃ 下约 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、32、34、36、38、40、42、44、46、48、50、55、60、65、70、75、80、85、90、95、100、110、120、130、140、150、160、170、180、190、200、210、220、230、240、250、260、270、280、290、300、350 或 400cSt 的粘度。在一些实施方案中, 交内酯化合物和组合物可显示在 100℃ 下约 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29 和 30cSt 的粘度。

[0150] 在一些实施方案中, 交内酯化合物和组合物可显示在 0℃ 下小于约 200、250、300、350、400、450、500 或 550cSt 的粘度。在一些实施方案中, 交内酯化合物和组合物可显示在 0℃ 下约 200 至约 250cSt 的粘度。在一些实施方案中, 交内酯化合物和组合物可显示在 0℃ 下约 250 至约 300cSt 的粘度。在一些实施方案中, 交内酯化合物和组合物可显示在 0℃ 下约 300 至约 350cSt 的粘度。在一些实施方案中, 交内酯化合物和组合物可显示在 0℃ 下约 350 至约 400cSt 的粘度。在一些实施方案中, 交内酯化合物和组合物可显示在 0℃ 下约 400 至约 450cSt 的粘度。在一些实施方案中, 交内酯化合物和组合物可显示在 0℃ 下约 450 至约 500cSt 的粘度。在一些实施方案中, 交内酯化合物和组合物可显示在 0℃ 下约 500 至约 550cSt 的粘度。在一些实施方案中, 交内酯化合物和组合物可显示在 0℃ 下约 100、125、150、175、200、225、250、275、300、325、350、375、400、425、450、475、500、525 或 550cSt 的粘度。

[0151] 在一些实施方案中, 交内酯化合物和组合物可显示出理想的低温倾点性能。在一些实施方案中, 交内酯化合物和组合物可显示出低于约 -20℃、约 -25℃、约 -35℃、-40℃ 或甚至约 -50℃ 的倾点。在一些实施方案中, 交内酯化合物和组合物具有约 -25 至约 -45℃ 的倾点。在一些实施方案中, 倾点属于约 -30 至约 -40℃、约 -34 至约 -38℃、约 -30 至约 -45℃、-35 至约 -45℃、34 至约 -42℃、约 -38 至约 -42℃ 或约 36 至约 -40℃ 的范围。

在一些实施方案中,倾点属于约-27至约-37℃或约-30至约-34℃的范围。在一些实施方案中,倾点属于约-25至约-35℃,或约-28至约-32℃的范围。在一些实施方案中,倾点属于约-28至约-38℃,或约-31至约-35℃的范围。在一些实施方案中,倾点属于约-31至约-41℃,或约-34至约-38℃的范围。在一些实施方案中,倾点属于约-40至约-50℃,或约-42至约-48℃的范围。在一些实施方案中,倾点属于约-50至约-60℃或约-52至约-58℃的范围。在一些实施方案中,倾点的上限为小于约-35℃、约-36℃、约-37℃、约-38℃、约-39℃、约-40℃、约-41℃、约-42℃、约-43℃、约-44℃或约-45℃。在一些实施方案中,倾点的下限为大于约-70℃、约-69℃、约-68℃、约-67℃、约-66℃、约-65℃、约-64℃、约-63℃、约-62℃、约-61℃、约-60℃、约-59℃、约-58℃、约-57℃、约-56℃、约-55℃、约-54℃、约-53℃、约-52℃、约-51℃、约-50℃、约-49℃、约-48℃、约-47℃、约-46℃或约-45℃。

[0152] 另外,在某些实施方案中,交内酯可显示出当与通过其它方法制备的交内酯相比时降低的碘值(IV)。IV为油的总不饱和度的度量,并通过每g交内酯的碘量(cg/g)测量。在某些情况下,具有较高不饱和度的油可能更容易产生腐蚀和沉积物,并且可显示出较低水平的氧化稳定性。具有较高不饱和度的化合物具有更多的与碘反应的不饱和点,产生较高的IV。因此,在某些实施方案中,理想的会是降低交内酯的IV以提高油的氧化稳定性,同时还降低油的有害沉积物和腐蚀。

[0153] 在一些实施方案中,本文所述交内酯化合物和组合物具有小于约40cg/g或小于约35cg/g的IV。在一些实施方案中,交内酯具有小于约30cg/g、小于约25cg/g、小于约20cg/g、小于约15cg/g、小于约10cg/g或小于约5cg/g的IV。在一些实施方案中,交内酯具有约0cg/g的IV。组合物的IV可通过降低交内酯的不饱和度而降低。这可例如通过在合成交内酯时相对于不饱和封端材料提高饱和封端材料的量而实现。作为选择,在某些实施方案中,IV可通过将具有不饱和端基的交内酯氢化而降低。

[0154] 在某些实施方案中,组合物为润滑组合物。在某些实施方案中,组合物包含交内酯基油,其中交内酯基油包含至少一种交内酯化合物。在某些实施方案中,组合物包含交内酯基油与至少一种抗氧化剂的组合。除非另外指出,交内酯基油与至少一种抗氧化剂的“组合”的特性指示具体地指其中不存在可能存在于总组合物中的任何其它组分的交内酯基油与至少一种抗氧化剂的混合物的性能。在某些实施方案中,组合物的一种或多种性能可与交内酯基油与至少一种抗氧化剂的组合的性能类似或基本相同。

[0155] 在某些实施方案中,组合物具有与组合物中所含交内酯基油的运动粘度基本相同的运动粘度。在某些实施方案中,组合物具有在组合物中所含交内酯基油的运动粘度的约1%或约2%内的运动粘度。在某些实施方案中,组合物具有在组合物中所含交内酯基油的运动粘度的0.2%、0.4%、0.6%、0.8%、1.0%、1.2%、1.4%、1.6%、1.8%或2%内的运动粘度。在某些实施方案中,组合物具有在100℃下小于或等于约15cSt的运动粘度。在某些实施方案中,组合物具有在40℃下小于或等于约50cSt的运动粘度。在某些实施方案中,组合物具有在0℃下小于或等于约500cSt的运动粘度。

[0156] 在某些实施方案中,交内酯基油具有等于或小于约0.5、0.4、0.3、0.2或甚至0.1mg KOH/g的总酸值。在某些实施方案中,交内酯基油具有小于约0.1mg KOH/g,例如约0.05至约0.1mg KOH/g的总酸值。在某些实施方案中,交内酯基油具有等于或小于约

0.05mg KOH/g 的总酸值。在某些实施方案中,交内酯基油具有约 0.02 至约 0.06mg KOH/g 的总酸值。在某些实施方案中,交内酯基油具有约 0.01、0.02、0.03、0.04、0.05、0.06、0.07、0.08、0.09 或 0.1mg KOH/g 的总酸值。在某些实施方案中,组合物具有与组合物中所含交内酯基油的总酸值基本相同的总酸值。

[0157] 在某些实施方案中,本文所述组合物包含或者基本由交内酯基油组成,其中所述基油包含至少一种式 I、II 和 / 或 III 化合物。在某些实施方案中,组合物进一步包含至少一种添加剂,其中该至少一种添加剂可选自如下一一种或多种:抗氧化剂、抗菌剂、特压剂、摩擦改进剂、倾点下降剂、金属螯合剂、金属减活剂、消泡剂或反乳化剂。在某些实施方案中,组合物包含或基本由交内酯基油和至少一种抗氧化剂组成。在某些实施方案中,组合物进一步包含至少一种润滑油。在某些实施方案中,润滑油不是交内酯基油。在某些实施方案中,润滑油选自组 I 油、组 II 油、组 III 油、聚 α 烯烃、多元醇酯、聚亚烷基二醇和油溶性聚亚烷基二醇。

[0158] 在某些实施方案中,组合物包含或基本由交内酯基油与至少一种添加剂的结合物组成。在某些实施方案中,至少一种添加剂为抗氧化剂。在某些实施方案中,至少一种抗氧化剂选自酚类抗氧化剂、胺抗氧化剂和有机金属抗氧化剂。在某些实施方案中,至少一种抗氧化剂为酚类抗氧化剂。在某些实施方案中,至少一种抗氧化剂为受阻酚抗氧化剂。在某些实施方案中,至少一种抗氧化剂为胺抗氧化剂,例如二芳胺、苯胺或多胺。在某些实施方案中,至少一种抗氧化剂为二芳胺抗氧化剂,例如烷基化二苯胺抗氧化剂。在某些实施方案中,至少一种抗氧化剂为苯基- α -萘胺或烷基化苯基- α -萘胺。在某些实施方案中,至少一种抗氧化剂包括抗氧化剂包。在某些实施方案中,抗氧化剂包包含一种或多种酚类抗氧化剂和一种或多种胺抗氧化剂,例如受阻酚抗氧化剂与烷基化二苯胺抗氧化剂的组合。典型的抗氧化剂包括但不限于二硫代磷酸锌 (ZDDP)、丁基化羟基茴香醚 (BHA)、2,6-二叔丁基对甲酚 (DBPC)、单-叔丁基氢醌 (TBHQ)、四氢丙基苯基酮 (THBP)、氢醌、连苯三酚、樟脑丙酯、吩噻嗪和一种或多种生育酚。其它典型的抗氧化剂包括但不限于羟胺、胺 N-氧化物、肟和硝酮。在某些实施方案中,该至少一种抗氧化剂为二硫代氨基甲酸盐。在某些实施方案中,二硫代氨基甲酸盐为金属二烷基二硫代氨基甲酸盐,例如二戊基二硫代氨基甲酸锌 (ZDDC)。在某些实施方案中,二戊基二硫代氨基甲酸锌可与一种或多种特压剂,例如二烷基二硫代氨基甲酸锑 (ADDSC) 具有协同效果。

[0159] 在某些实施方案中,该至少一种抗氧化剂为胺抗氧化剂。在某些实施方案中,该至少一种抗氧化剂为烷基化二苯胺,选自壬基化二苯胺和辛基化 / 丁基化二苯胺。在某些实施方案中,该至少一种抗氧化剂选自 N,N'-二异丙基-对-苯二胺、N,N'-二-仲丁基-对-苯二胺、N,N'-双(1,4-二甲基戊基)-对-苯二胺、N,N'-双(1-乙基-3-甲基戊基)-对-苯二胺、N,N'-双(1-甲基庚基)-对-苯二胺、N,N'-二环己基-对-苯二胺、N,N'-二苯基-对-苯二胺、N,N'-双(2-萘基)-对-苯二胺、N-异丙基-N'-苯基-对-苯二胺、N-(1,3-二甲基-丁基)-N'-苯基-对-苯二胺、N-(1-甲基庚基)-N'-苯基-对-苯二胺、N-环己基-N'-苯基-对-苯二胺、4-(对-甲苯氨磺酰)二苯胺、N,N'-二甲基-N,N'-二-仲丁基-对-苯二胺、二苯胺、N-烯丙基二苯胺、4-异丙氧基二苯胺、N-苯基-1-萘基胺、N-苯基-2-萘基胺、辛基化二苯胺如 p,p'-二-叔辛基二苯胺、4-正丁基氨基苯酚、4-丁酰氨基苯酚、4-壬酰氨基苯酚、4-十二烷酰氨基苯酚、4-十八烷酰氨基苯酚、

双(4-甲氧基苯基)胺、2,6-二-叔丁基-4-二甲基氨基甲酚、2,4'-二氨基二苯基甲烷、4,4'-二氨基二苯基甲烷、N,N,N',N'-四甲基-4,4'-二氨基二苯基甲烷、1,2-双[(2-甲基-苯基)氨基]乙烷、1,2-双(苯基氨基)丙烷、(邻-甲苯基)双胍、双[4-(1',3'-二甲基丁基)苯基]胺、叔辛基化N-苯基-1-萘基胺、单-和二烃基化叔丁基/叔辛基二苯胺、单-和二烃基化异丙基/异己基二苯胺、单-和二烃基化叔丁基二苯胺、单-和二烃基化壬基二苯胺、单-和二烃基化辛基/丁基二苯胺、2,3-二氢-3,3-二甲基-4H-1,4-苯并噻嗪、吩噻嗪、N-烯丙基吩噻嗪、N,N,N',N'-四苯基-1,4-二氨基丁-2-烯、N,N-双(2,2,6,6-四甲基哌啶-4-基-六亚甲基二胺)、双(2,2,6,6-四甲基哌啶-4-基)癸二酸酯、2,2,6,6-四甲基哌啶-4-酮和2,2,6,6-四甲基哌啶-4-醇。

[0160] 在某些实施方案中,该至少一种抗氧化剂为烃基化单酚。在某些实施方案中,至少一种抗氧化剂为烃基化二酚。在某些实施方案中,至少一种抗氧化剂为亚烃基双酚。在某些实施方案中,至少一种抗氧化剂选自2,6-二-叔丁基苯酚、4,4'-亚甲基-双(2,6-二-叔丁基苯酚)、4,4'-双(2,6-二-叔丁基苯酚)、4,4'-双(2-甲基-6-叔丁基苯酚)、2,2'-亚甲基-双(4-甲基-6-叔丁基苯酚)、4,4'-亚丁基-双(3-甲基-6-叔丁基苯酚)、4,4'-亚异丙基-双(2,6-二-叔丁基苯酚)、2,2'-亚甲基-双(4-甲基-6-壬基苯酚)、2,2'-亚异丁基-双(4,6-二甲基苯酚)、2,2'-亚甲基-双(4-甲基-6-环己基苯酚)、2,2'-亚甲基双(6-叔丁基-4-乙基苯酚)、2,2'-亚甲基双[4-甲基-6-(α -甲基环己基)苯酚]、2,2'-亚甲基双(4-甲基-6-环己基苯酚)、2,2'-亚甲基双(4,6-二-叔丁基苯酚)、2,2'-亚乙基双(4,6-二-叔丁基苯酚)、2,2'-亚乙基双(6-叔丁基-4-异丁基苯酚)、2,2'-亚甲基双[6-(α -甲基苄基)-4-壬基苯酚]、2,2'-亚甲基双[6-(α , α -二甲基苄基)-4-壬基苯酚]、4,4'-亚甲基双(6-叔丁基-2-甲基苯酚)、1,1-双(5-叔丁基-4-羟基-2-甲基苄基)丁烷、2,6-双(3-叔丁基-5-甲基-2-羟基苄基)-4-甲基苯酚、1,1,3-三(5-叔丁基-4-羟基-2-甲基苄基)丁烷、1,1-双(5-叔丁基-4-羟基-2-甲基-苄基)-3-正十二烷基巯基丁烷、乙二醇双[3,3-双(3'-叔丁基-4'-羟基苄基)丁酸酯]、双(3-叔丁基-4-羟基-5-甲基-苄基)二环戊二烯、双[2-(3'-叔丁基-2'-羟基-5'-甲基苄基)-6-叔丁基-4-甲基苄基]对苯二甲酸酯、1,1-双-(3,5-二甲基-2-羟基苄基)丁烷、2,2-双-(3,5-二-叔丁基-4-羟基苄基)丙烷、2,2-双-(5-叔丁基-4-羟基-2-甲基苄基)-4-正十二烷基巯基丁烷、1,1,5,5-四-(5-叔丁基-4-羟基-2-甲基苄基)戊烷、2,6-二-叔丁基-4-甲基苯酚(丁基化羟基甲苯(BHT))、2,6-二-叔丁基-4-乙基苯酚、2,4-二甲基-6-叔丁基-苯酚、2,6-二-叔丁基-N,N'-二甲基氨基-对甲酚、2,6-二-叔-4-(N,N'-二甲基氨基甲基苯酚)、3-(3',5'-二-丁基-4'-羟基苄基)丙酸庚酯、3-(3',5'-二-丁基-4'-羟基苄基)丙酸辛酯、3-(3',5'-二-丁基-4'-羟基苄基)丙酸壬酯、3-(3',5'-二-丁基-4'-羟基苄基)丙酸十八烷基酯、2-叔丁基-4,6-二甲基苯酚、2,6-二-叔丁基-4-正丁基苯酚、2,6-二-叔丁基-4-异丁基苯酚、2,6-二环戊基-4-甲基苯酚、2-(α -甲基环己基)-4,6-二甲基苯酚、2,6-二-十八烷基-4-甲基苯酚、2,4,6-三环己基苯酚、2,6-二-叔丁基-4-甲氧基甲基苯酚、2,6-二-壬基-4-甲基苯酚、2,4-二甲基-6-(1'-甲基十一烷-1'-基)苯酚、2,4-二甲基-6-(1'-甲基十七烷-1'-基)苯酚和2,4-二甲基-6-(1'-甲基十三烷-1'-基)苯酚。

[0161] 在某些实施方案中,至少一种抗氧化剂选自烃基硫代甲酚和羟基化硫代二苯醚。

在某些实施方案中,至少一种抗氧化剂选自 4,4'-硫代双(2-甲基-6-叔丁基苯酚)、2,2'-硫代双(4-甲基-6-叔丁基苯酚)、双(3-甲基-4-羟基-5-叔丁基苄基)-硫化物、硫代二亚乙基-双-(3,5-二-叔丁基-4-羟基氢化肉桂酸酯)、四-(亚甲基-(3,5-二-叔丁基-4-氢化肉桂酸酯))甲烷、双(3,5-二-叔丁基-4-羟基苄基)-硫化物、2,4-二辛基硫代甲基-6-叔丁基苯酚、2,4-二辛基硫代甲基-6-甲基苯酚、2,4-二辛基硫代甲基-6-乙基苯酚、2,6-二-十二烷基硫代甲基-4-壬基苯酚、2,2'-硫代双(4-辛基苯酚)、4,4'-硫代双(6-叔丁基-3-甲基苯酚)、4,4'-硫代双-(3,6-二-仲戊基苯酚)和 4,4'-双-(2,6-二甲基-4-羟基苄基)二硫化物。

[0162] 在某些实施方案中,至少一种抗氧化剂选自氢醌和烃基化氢醌。在某些实施方案中,至少一种抗氧化剂选自 2,6-二-叔丁基-4-甲氧基苯酚、2,5-二-叔丁基氢醌、2,5-二-叔戊基氢醌、2,6-二苯基-4-十八烷基氧基苯酚、2,6-二-叔丁基氢醌、2,5-二-叔丁基-4-羟基茴香醚、3,5-二-叔丁基-4-羟基茴香醚、硬脂酸 3,5-二-叔丁基-4-羟基苯酯和己二酸双-(3,5-二-叔丁基-4-羟基苄基)酯。

[0163] 在某些实施方案中,至少一种抗氧化剂选自 O-、N- 和 S- 苄基化合物。在某些实施方案中,至少一种抗氧化剂选自 3,5,3',5'-四-叔丁基-4,4'-二羟基二苄基醚、4-羟基-3,5-二甲基苄基巯基乙酸十八烷基酯、三-(3,5-二-叔丁基-4-羟基苄基)胺、双(4-叔丁基-3-羟基-2,6-二甲基苄基)二硫醇对苯二甲酸酯、双(3,5-二-叔丁基-4-羟基苄基)硫化物和 3,5-二-叔丁基-4-羟基苄基巯基乙酸异辛酯。

[0164] 在某些实施方案中,至少一种抗氧化剂选自羟基苄基化丙二酸酯。在某些实施方案中,至少一种抗氧化剂选自 2,2-双-(3,5-二-叔丁基-2-羟基苄基)-丙二酸双十八烷基酯、2-(3-叔丁基-4-羟基-5-甲基苄基)-丙二酸双-十八烷基酯、巯基乙基-2,2-双-(3,5-二-叔丁基-4-羟基苄基)丙二酸双-十二烷基酯和 2,2-双(3,5-二-叔丁基-4-羟基苄基)丙二酸双[4-(1,1,3,3-四甲基丁基)苯基]酯。

[0165] 在某些实施方案中,至少一种抗氧化剂选自三嗪化合物。在某些实施方案中,至少一种抗氧化剂选自 2,4-双(辛基巯基)-6-(3,5-二-叔丁基-4-羟基苄基)-1,3,5-三嗪、2-辛基巯基-4,6-双(3,5-二-叔丁基-4-羟基苄基)-1,3,5-三嗪、2-辛基巯基-4,6-双(3,5-二-叔丁基-4-羟基苄基)-1,3,5-三嗪、2,4,6-三(3,5-二-叔丁基-4-羟基苄基)-1,2,3-三嗪、1,3,5-三(3,5-二-叔丁基-4-羟基苄基)异氰脲酸酯、1,3,5-三(4-叔丁基-3-羟基-2,6-二甲基苄基)-2,4,6-三(3,5-二-叔丁基-4-羟基苄基)-1,3,5-三嗪、1,3,5-三(3,5-二-叔丁基-4-羟基苄基丙酰基)-六氢-1,3,5-三嗪和 1,3,5-三(3,5-二环己基-4-羟基苄基)异氰脲酸酯。

[0166] 在某些实施方案中,至少一种抗氧化剂选自芳族羟基苄基化合物。在某些实施方案中,至少一种抗氧化剂选自 1,3,5-三-(3,5-二-叔丁基-4-羟基苄基)-2,4,6-三甲基苯、1,4-双(3,5-二-叔丁基-4-羟基苄基)-2,3,5,6-四甲基苯和 2,4,6-三(3,5-二-叔丁基-4-羟基苄基)苯酚。在某些实施方案中,至少一种抗氧化剂选自苄基膦酸酯。在某些实施方案中,至少一种抗氧化剂选自 2,5-二-叔丁基-4-羟基苄基膦酸二甲基酯、3,5-二-叔丁基-4-羟基苄基膦酸二乙基酯、3,5-二-叔丁基-4-羟基苄基膦酸双-十八烷基酯、3-甲基苄基膦酸双-十八烷基-5-叔丁基-4-羟基酯和 3,5-二-叔丁基-4-羟基苄基膦酸的单乙基酯的钙盐。在某些实施方案中,至少一种抗氧化剂选自酰氨基苯酚。在某

些实施方案中,至少一种抗氧化剂选自 4-羟基月桂酰苯胺 (4-hydroxylauranilide)、4-羟基硬脂酰苯胺 (4-hydroxystearanilide) 和 N-(3,5-二-叔丁基-4-羟基苯基) 氨基甲酸辛酯。

[0167] 在某些实施方案中,至少一种抗氧化剂选自 [3-(3,5-二-叔丁基-4-羟基苯基) 丙酸与一元醇或多元醇,例如与以下醇的酯:甲醇、乙醇、十八醇、1,6-己二醇、1,9-壬二醇、乙二醇、1,2-丙二醇、新戊二醇、硫代二甘醇、二甘醇、三甘醇、季戊四醇、三(羟乙基) 异氰脲酸酯、N,N'-双(羟乙基) 草酰胺、3-硫杂十一烷醇、3-硫杂十五烷醇、三甲基己二醇、三羟甲基丙烷或 4-羟基甲基-1-磷杂-2,6,7-三氧杂双环 [2.2.2] 辛烷。在某些实施方案中,至少一种抗氧化剂选自 β -(5-叔丁基-4-羟基-3-甲基苯基) 丙酸与一元醇或多元醇,例如与以下醇的酯:甲醇、乙醇、十八醇、1,6-己二醇、1,9-壬二醇、乙二醇、1,2-丙二醇、新戊二醇、硫代二甘醇、二甘醇、三甘醇、季戊四醇、三(羟乙基) 异氰脲酸酯、N,N'-双(羟乙基) 草酰胺、3-硫杂十一烷醇、3-硫杂十五烷醇、三甲基己二醇、三羟甲基丙烷或 4-羟基甲基-1-磷杂-2,6,7-三氧杂双环 [2.2.2] 辛烷。在某些实施方案中,至少一种抗氧化剂选自 13-(3,5-二-叔丁基-4-羟基苯基) 丙酸与一元醇或多元醇,例如与以下醇的酯:甲醇、乙醇、十八醇、1,6-己二醇、1,9-壬二醇、乙二醇、1,2-丙二醇、新戊二醇、硫代二甘醇、二甘醇、三甘醇、季戊四醇、三(羟乙基) 异氰脲酸酯、N,N'-双(羟乙基) 草酰胺、3-硫杂十一烷醇、3-硫杂十五烷醇、三甲基己二醇、三羟甲基丙烷和 4-羟基甲基-1-磷杂-2,6,7-三氧杂双环 [2.2.2] 辛烷。在某些实施方案中,至少一种抗氧化剂选自 3,5-二-叔丁基-4-羟基苯基乙酸与一元醇或多元醇,例如与以下醇的酯:甲醇、乙醇、十八醇、1,6-己二醇、1,9-壬二醇、乙二醇、1,2-丙二醇、新戊二醇、硫代二甘醇、二甘醇、三甘醇、季戊四醇、三(羟乙基) 异氰脲酸酯、N,N'-双(羟乙基) 草酰胺、3-硫杂十一烷醇、3-硫杂十五烷醇、三甲基己二醇、三羟甲基丙烷和 4-羟基甲基-1-磷杂-2,6,7-三氧杂双环 [2.2.2] 辛烷。

[0168] 合适抗氧化剂的其它典型的非限定性实例包括包含氮的那些,例如 β -(3,5-二-叔丁基-4-羟基苯基) 丙酸的酰胺,例如 N,N'-双(3,5-二-叔丁基-4-羟基苯基丙酰基) 六亚甲基二胺、N,N'-双(3,5-二-叔丁基-4-羟基苯基丙酰基) 三亚甲基二胺和 N,N'-双(3,5-二-叔丁基-4-羟基苯基丙酰基) 脒。合适抗氧化剂的甚至其它非限定性实例包括脂族或芳族亚磷酸酯、硫代二丙酸或硫代二乙酸的酯,或者二硫代氨基甲酸或二硫代磷酸的盐、2,2,12,12-四甲基-5,9-二羟基-3,7,1-trithiamidecane 和 2,2,15,15-四甲基-5,12-二羟基-3,7,10,14-四硫杂十六烷。

[0169] 其它典型抗氧化剂包括但不限于以下商品名出售的那些: **Vanlube[®]** (R. T. Vanderbilt Corp.)、**Na-Lube[®]** (King Industries)、**Irganox[®]** (BASF)、**Irgalube[®]** (BASF)、**Ethanox[®]** (Albermarle) 和 **Naugalube[®]** (Chemtura), 例如 **Irganox[®] L06**、**Irganox[®] L55**、**Irganox[®] L57**、**Irganox[®] L115**、**Irganox[®] L118**、**Irganox[®] L134**、**Irganox[®] L135**、**Irganox[®] L150**、**Irganox[®] 1010**、**Irganox[®] 1035**、**Irgalube[®] F20**、**Na-Lube[®] A0130**、**Naugalube[®] 438L**、**Na-Lube[®]**

A0142、**Na-Lube**[®] A0210、**Na-Lube**[®] A0242、**Vanlube**[®] NA、**Vanlube**[®] SL、**Ethanox**[®] 4701、**Ethanox**[®] 376、**Ethanox**[®] 4716、**Ethanox**[®] 4783、**Ethanox**[®] 4702、**Ethanox**[®] 4710、**Ethanox**[®] 4782J、**Ethanox**[®] 4727J、**Ethanox**[®] 4703 和 **Ethanox**[®] 5057。

[0170] 在某些实施方案中,至少一种抗氧化剂占结合物或总组合物的约 0 至约 5 重量%,例如约 0.01 至约 5%。在某些实施方案中,至少一种抗氧化剂占结合物或总组合物的约 0 至约 3 重量%,例如约 0.1 至约 3 重量%。在某些实施方案中,至少抗氧化剂以结合物或总组合物的约 0.2、0.4、0.6、0.8、1.0、1.2、1.4、1.6、1.8、2.0、2.2、2.4、2.6、2.8 或 3.0 重量%的量存在。在某些实施方案中,至少抗氧化剂以结合物或总组合物的约 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19 或 20 重量%的量存在。在某些实施方案中,油的氧化稳定性可通过本领域技术人员已知的 AOM(甲烷的厌氧氧化)或 OSI(氧化稳定性指数)方法测定。

[0171] 在某些实施方案中,组合物进一步包含至少一种特压剂。在某些实施方案中,至少一种特压剂为磷特压剂。在某些实施方案中,磷特压剂包含一种或多种选自如下的化合物:磷酸酯、酸性磷酸酯、磷酸的胺盐、酸性磷酸酯的胺盐、磷酸胺、氯化磷酸酯、亚磷酸酯、磷酸化羧酸化合物、硫代磷酸酯(phosphorothionates)和含磷化合物的金属盐。在某些实施方案中,该至少一种特压剂包含一种或多种选自如下的化合物: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。在某些实施方案中,该至少一种特压剂包含由磷酸和/或亚磷酸制备的含磷酯,例如衍生自链烷醇或聚醚型醇的那些。

[0172] 典型的磷酸酯包括但不限于磷酸三丙酯、磷酸三丁酯、磷酸三戊酯、磷酸三己酯、磷酸三庚酯、磷酸三辛酯、磷酸三壬酯、磷酸三癸酯、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、磷酸三甲苯基酯、磷酸三-二甲苯基酯、磷酸甲苯基二苯基酯和磷酸二甲苯基二苯基酯。

[0173] 典型的酸性磷酸酯包括但不限于磷酸单烷基酯,例如单丙基酸式磷酸酯、单丁基酸式磷酸酯、单戊基酸式磷酸酯、单己基酸式磷酸酯、单庚基酸式磷酸酯、单辛基酸式磷酸酯、单壬基酸式磷酸酯、单癸基酸式磷酸酯、单十一烷基酸式磷酸酯、单十二烷基酸式磷酸酯、单十三烷基酸式磷酸酯、单十四烷基酸式磷酸酯、单十五烷基酸式磷酸酯、单十六烷基酸式磷酸酯、单十七烷基酸式磷酸酯、单十八烷基酸式磷酸酯和单油基酸式磷酸酯,和磷酸二烷基酯和磷酸二(烷基)芳基酯,例如二丁基酸式磷酸酯、二戊基酸式磷酸酯、二己基酸式磷酸酯、二庚基酸式磷酸酯、二辛基酸式磷酸酯、二壬基酸式磷酸酯、二癸基酸式磷酸酯、二-十一烷基酸式磷酸酯、二-十二烷基酸式磷酸酯、二-十三烷基酸式磷酸酯、二-十四烷基酸式磷酸酯、二-十五烷基酸式磷酸酯、二-十六烷基酸式磷酸酯、二-十七烷基酸式磷酸酯、二-十八烷基酸式磷酸酯和二油基酸式磷酸酯。

[0174] 典型的酸性磷酸酯的胺盐包括但不限于上述典型酸性磷酸酯与胺的盐,例如如下的胺:甲胺、乙胺、丙胺、丁胺、戊胺、己胺、庚胺、辛胺、二甲胺、二乙胺、二丙胺、二丁胺、二戊胺、二己胺、二庚胺、二辛胺、三甲胺、三乙胺、三丙胺、三丁胺、三戊胺、三己胺、三庚胺、三辛

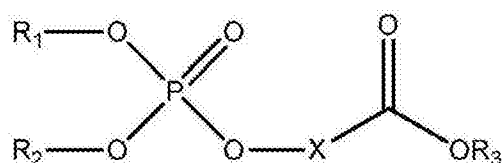
胺。

[0175] 典型的氯化酸性磷酸酯包括但不限于磷酸三-二氯丙基酯、磷酸三氯乙基酯、磷酸三氯苯基酯和聚氧化烯双[二(氯代烃基)]磷酸酯。

[0176] 典型的亚磷酸酯包括但不限于亚磷酸二丁酯、亚磷酸二戊酯、亚磷酸二己酯、亚磷酸二庚酯、亚磷酸二辛酯、亚磷酸二壬酯、亚磷酸二癸酯、亚磷酸双-十一烷基酯、亚磷酸双-十二烷基酯、亚磷酸二油基酯、亚磷酸二苯酯、亚磷酸二甲苯酯、亚磷酸三丁酯、亚磷酸三戊酯、亚磷酸三己酯、亚磷酸三庚酯、亚磷酸三辛酯、亚磷酸三壬酯、亚磷酸三癸酯、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、亚磷酸三苯酯和亚磷酸三甲苯酯。

[0177] 典型的含磷羧酸包括但不限于式 A 所示化合物：

[0178]

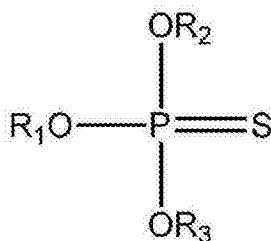


[0179] 式 A

[0180] 其中 X 为亚烃基残基,且 R_1 、 R_2 和 R_3 独立地选自氢、任选取代烃基、任选取代环烃基、任选取代环烃基烃基、任选取代芳基、任选取代芳基烃基、任选取代杂芳基、任选取代杂芳基烃基、任选取代杂环烃基和任选取代杂环烃基烃基。

[0181] 典型的硫代磷酸酯化合物包括但不限于式 B 所示化合物：

[0182]



[0183] 式 B

[0184] 其中 R_1 、 R_2 和 R_3 独立地选自氢、任选取代烃基、任选取代环烃基、任选取代环烃基烃基、任选取代芳基、任选取代芳基烃基、任选取代杂芳基、任选取代杂芳基烃基、任选取代杂环烃基和任选取代杂环烃基烃基。

[0185] 典型的含磷化合物的胺盐包括但不限于磷酸的烃基胺或链烷醇胺盐、磷酸丁胺、磷酸丙醇胺,以及三乙醇、单乙醇、二丁基、二甲基和单异丙醇胺磷酸盐。

[0186] 典型的含磷化合物的金属盐包括但不限于本文所述含磷化合物的金属盐。在某些实施方案中,含磷化合物的金属盐通过将磷化合物的一部分或全部酸性氢用金属碱中和而制备。典型的金属碱包括但不限于金属氧化物、金属氢氧化物、金属碳酸盐和金属氯化物,其中所述金属选自碱金属,例如锂、钠、钾和铯,碱土金属,例如钙、镁和钡,和重金属如锌、铜、铁、铅、镍、银和锰。

[0187] 在某些实施方案中,至少一种特压剂选自一种或多种硫化化合物。在某些实施方案中,至少一种特压剂包含一种或多种选自如下的化合物:硫化物和多硫化物,例如苄基二硫

化物、双-(氯苄基)二硫化物、二丁基四硫化物、硫化油和脂肪、硫化甘油酯油、硫化脂肪酸、硫化酯、硫化烯烃、二烷基(多)硫化物、噻二唑化合物、烃基硫代氨基甲酰基化合物、烃基硫代氨基甲酸酯化合物、硫代萜烯化合物、二烷基硫代二丙酸酯化合物、硫化矿物油、二硫代氨基甲酸锌化合物和二硫代氨基甲酸铝、硫化烃基酚、硫化二戊烯、硫化萜烯和硫化 Diels-Alder 加合物。其它典型的硫化合物包括但不限于磷硫化烃,例如硫化磷与松节油或油酸甲酯的反应产物。

[0188] 典型的二烷基(多)硫化物包括但不限于二苄基多硫化物、二壬基多硫化物、二-十二烷基多硫化物、二丁基多硫化物、二辛基多硫化物、二苯基多硫化物和二环己基多硫化物。典型的噻二唑化合物包括但不限于 1,3,4-噻二唑、1,2,4-噻二唑和 1,4,5-噻二唑,例如 2,5-双(正己基二硫代)-1,3,4-噻二唑、2,5-双(正辛基二硫代)-1,3,4-噻二唑、2,5-双(正壬基二硫代)-1,3,4-噻二唑、2,5-双(1,1,3,3-四甲基丁基二硫代)-1,3,4-噻二唑、3,5-双(正己基二硫代)-1,2,4-噻二唑、3,5-双(正辛基二硫代)-1,2,4-噻二唑、3,5-双(正壬基二硫代)-1,2,4-噻二唑、3,5-双(1,1,3,3-四甲基丁基二硫代)-1,2,4-噻二唑、4,5-双(正己基二硫代)-1,2,3-噻二唑、4,5-双(正辛基二硫代)-1,2,3-噻二唑、4,5-双(正壬基二硫代)-1,2,3-噻二唑和 4,5-双(1,1,3,3-四甲基丁基二硫代)-1,2,3-噻二唑。

[0189] 典型的烃基硫代氨基甲酰基化合物包括但不限于双(二甲基硫代氨基甲酰)单硫化物、双(二丁基硫代氨基甲酰)单硫化物、双(二甲基硫代氨基甲酰)二硫化物、双(二丁基硫代氨基甲酰)二硫化物、双(二戊基硫代氨基甲酰)二硫化物和双(二辛基硫代氨基甲酰)二硫化物。典型的烃基硫代氨基甲酸酯化合物包括但不限于亚甲基双(二丁基二硫代氨基甲酸酯)和亚甲基双[二(2-乙基己基)二硫代氨基甲酸酯]。典型的硫代萜烯化合物包括但不限于五硫化磷和蒎烯的反应产物。典型的硫代二丙酸二烷基酯化合物包括但不限于硫代二丙酸二月桂基酯和硫代二丙酸二硬脂基酯。

[0190] 在某些实施方案中,至少一种特压剂以组合物的约 0 至约 25 重量%的量存在。在某些实施方案中,至少一种特压剂以组合物的约 0 至约 20、约 0 至约 15、约 0 至约 10、约 0 至约 8、约 0 至约 6、约 0 至约 4 或约 0 至约 2 重量%的量存在。在某些实施方案中,至少一种特压剂以组合物的约 0 至约 5 重量%,例如约 0.1 至约 3 重量%的量存在。在某些实施方案中,至少一种特压剂以组合物的约 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19 或 20 重量%存在。在某些实施方案中,至少一种特压剂以组合物的约 0.2、0.4、0.6、0.8、1.0、1.2、1.4、1.6、1.8、2.0、2.2、2.4、2.6、2.8 或 3.0 重量%的量存在。

[0191] 在某些实施方案中,组合物进一步包含至少一种消泡剂。典型的消泡剂包括但不限于硅氧烷,例如二甲基硅氧烷和氟硅氧烷及其聚合物、聚丙烯酸酯如聚甲基丙烯酸酯和全氟烷基醚。在某些实施方案中,至少一种消泡剂以组合物的约 0 至约 25 重量%的量存在。在某些实施方案中,至少一种消泡剂以组合物的约 0 至约 20、约 0 至约 15、约 0 至约 10、约 0 至约 8、约 0 至约 6、约 0 至约 4 或约 0 至约 2 重量%的量存在。在某些实施方案中,至少一种消泡剂以组合物的约 0 至约 5 重量%,例如约 0.1 至约 3 重量%的量存在。在某些实施方案中,至少一种消泡剂以组合物的约 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19 或 20 重量%的量存在。在某些实施方案中,至少一种消泡剂以组合物的约 0.2、0.4、0.6、0.8、1.0、1.2、1.4、1.6、1.8、2.0、2.2、2.4、2.6、2.8 或 3.0 重量%的量存在。

[0192] 在某些实施方案中,组合物进一步包含至少一种反乳化剂。在某些实施方案中,至少一种反乳化剂为阴离子表面活性剂,例如烷基-萘磺酸盐或烷基苯磺酸盐。在某些实施方案中,至少一种反乳化剂为非离子的。在某些实施方案中,至少一种反乳化剂选自非离子烷基化烷基苯酚树脂、氧化烯的聚合物如聚氧化乙烯、聚氧化丙烯、氧化乙烯或氧化丙烯的嵌段共聚物、油溶性酸的酯和聚氧化乙烯脱水山梨糖醇。其它典型的反乳化剂包括但不限于氧化丙烯或氧化乙烯和引发剂如甘油、苯酚、甲醛树脂、soloxane、多胺和多元醇的嵌段共聚物。在某些实施方案中,聚合物含有约 20 至约 50% 氧化乙烯。低分子量材料如二烷基萘磺酸的碱金属或碱土金属盐也可用于某些应用中。在某些实施方案中,至少一种反乳化剂可以以组合物的约 0.01 至约 10 重量%、约 0.05 至约 5 重量%,或约 0.1 至约 3 重量% 存在。在某些实施方案中,至少一种反乳化剂以组合物的约 1、2、3、4、5、6、7、8、9 或 10 重量% 的量存在。在某些实施方案中,至少一种反乳化剂以组合物的约 0.2、0.4、0.6、0.8、1.0、1.2、1.4、1.6、1.8、2.0、2.2、2.4、2.6、2.8 或 3.0 重量% 的量存在。

[0193] 在某些实施方案中,至少一种添加剂包括至少一种抗微生物剂。在某些实施方案中,至少一种抗微生物剂抑制微生物的生长。在某些实施方案中,至少一种抗微生物剂为与组合物相容并可混入组合物中的任何抗微生物物质。在某些实施方案中,用作抗氧化剂的化合物也可用作抗微生物剂。例如,在某些实施方案中,酚类抗氧化剂如 BHA 也可显示出一些对抗一种或多种细菌、霉菌、病毒和原生动物的活性。在某些实施方案中,至少一种抗氧化剂可与至少一种选自如下的抗微生物剂一起加入:山梨酸钾、山梨酸和单酸甘油酯。其它典型的抗微生物剂包括但不限于维生素 E 和棕榈酸抗坏血酸酯,以及基于吗啉的化合物,例如 4-(2-硝基丁基)吗啉、4,4'-(2-乙基-2-硝基三亚甲基)二吗啉和亚甲基二吗啉,其可以以名称 Bioban P-1487™、Bioban CS-1135™ 和 Kaython™ EDC1.5 市售(由 Dow Chemical Co. 出售)。其它典型的抗微生物剂包括但不限于以名称 **Busan**® 77 出售(由 Buckman Laboratories, Inc. of Memphis, Tenn. 出售)的包含如下材料的那些:聚(氧-1,2-亚乙基(二甲基亚氨基)-1,2-亚乙基(二甲基亚氨基)-1,2-亚乙基二氯化物)。

[0194] 在某些实施方案中,至少一种添加剂包含至少一种金属螯合剂和/或至少一种金属减活剂。由于可存在金属如铜,在某些实施方案中,组合物可包含至少一种金属减活剂。典型的金属减活剂包括但不限于黄色金属减活剂,例如铜和铜合金减活剂。典型的金属减活剂包括但不限于苯并三唑及其衍生物,例如 4-或 5-烷基苯并三唑(例如三唑)、4,5,6,7-四氢苯并三唑和 5,5'-亚甲基双苯并三唑,苯并三唑或三唑的曼尼希碱,例如 1-[双(2-乙基己基)氨基甲基]三唑和 1-[双(2-乙基己基)氨基甲基]苯并三唑,和羟基烷基苯并三唑,例如 1-(壬氧基甲基)苯并三唑、1-(1-丁氧基乙基)苯并三唑和 1-(1-环己氧基丁基)三唑。其它非限定性实例包括 1,2,4-三唑及其衍生物,例如 3-烷基(或芳基)-1,2,4-三唑,和 1,2,4-三唑的曼尼希碱,例如 1-[双(2-乙基己基)氨基甲基]-1,2,4-三唑,羟基烷基-1,2,4-三唑,例如 1-(1-丁氧基乙基)-1,2,4-三唑,和酰化 3-氨基-1,2,4-三唑,和咪唑衍生物,例如 4,4'-亚甲基双(2-十一烷基-5-甲基咪唑)和双[(N-甲基)咪唑-2-基]甲醇辛基醚。在某些实施方案中,至少一种金属减活剂选自 2-巯基苯并噻唑、2,5-二巯基-1,3,4-噻二唑及其衍生物,和 3,5-双[二(2-乙基己基)氨基甲基]-1,3,4-噻二唑-2-酮。其它典型的金属减活剂可包括氨基化合物,例如亚水

杨基丙二胺、水杨基氨基胍及其盐。典型的金属减活剂包括可以以商品名 **K-Corr**[®] (King Industries) 得到的那些, 包括 **K-Corr**[®] 100 和 **K-Corr**[®] NF-200。

[0195] 在某些实施方案中, 组合物包含等于或低于约 1 重量%, 例如约 0.1 至约 0.5 重量% 的量的至少一种金属减活剂。在某些实施方案中, 组合物包含组合物的约 0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.7、0.8、0.9 或 1.0 重量% 的量的至少一种金属减活剂。在某些实施方案中, 组合物包含添加剂的组合, 例如胺与酚类抗氧化剂和 / 或三唑金属减活剂的组合。典型的组合包括但不限于 **Irganox**[®] L-57 抗氧化剂、**Irganox**[®] L-109 抗氧化剂和 **Irgamet**[®]-30 金属减活剂, 其各自由 Ciba-Geigy, Inc. (现在 BASF) 市购。

[0196] 在某些实施方案中, 一种或多种任选添加剂, 例如某些金属减活剂包可包含脂肪酸或脂肪酸衍生物或前体, 其可提高组合物的酸值 (例如总酸值)。不受任何特定理论束缚, 在某些实施方案中, 认为提高组合物的酸值可产生降低的组合物氧化稳定性。因此, 在某些实施方案中, 组合物基本不含脂肪酸组分, 例如游离脂肪酸, 和 / 或具有低酸值。

[0197] 在某些实施方案中, 描述了制备交内酯组合物的方法, 所述方法包括: 选择交内酯基油; 降低交内酯基油的酸值以提供低酸交内酯基油; 和将低酸交内酯基油与至少一种抗氧化剂结合。在某些实施方案中, 降低交内酯基油的酸值以提供低酸交内酯基油包括使所述交内酯基油与至少一种减酸剂接触。在某些实施方案中, 至少一种减酸剂选自任何合适的试剂, 例如一种或多种活性碳、硅酸镁 (例如 **Magnesol**[®])、氧化铝 (例如 Alumina)、二氧化硅、沸石、碱性树脂和阴离子交换树脂。在某些实施方案中, 使至少一种交内酯基油的酸值降至本文所述任何水平, 例如约 0.1mg KOH/g 或更低。在某些实施方案中, 当在旋转受压容器氧化试验中使用 ASTM 方法 2272-11 测试时, 低酸交内酯基油与至少一种抗氧化剂的组合具有类似于本文关于其它交内酯基油所述时间的值, 例如约 1000 分钟或更多。

[0198] 在某些实施方案中, 组合物进一步包含至少一种摩擦改进剂。在某些实施方案中, 至少一种摩擦改进剂选自胺类、酰亚胺类、酰胺类和脂肪酸类摩擦改进剂, 其各自可包含至少一个具有 6-30 个碳原子的烃基, 例如具有 6-30 个碳原子的直链烃基。典型的胺类摩擦改进剂包括但不限于直链或支化胺, 例如直链脂族单胺、脂族链烷醇胺和脂族多胺, 和这类脂族胺的氧化烯加合物。典型的酰亚胺类摩擦改进剂包括但不限于琥珀酰亚胺类摩擦改进剂, 例如具有一个或两个直链或支化烃基的单 - 和 / 或双 - 琥珀酰亚胺, 例如具有具有 6-30 或 8-18 个碳原子的烃基的那些, 和通过使这类琥珀酰亚胺与一种或多种选自如下的化合物反应而制备的琥珀酰亚胺改性化合物: 硼酸、磷酸、羧酸如具有 1-20 个碳原子的那些, 和含硫化合物。典型的酰胺类摩擦改进剂包括但不限于脂肪酸酰胺类摩擦改进剂, 例如直链或支化脂肪酸的酰胺 (包括具有 7-31 个碳原子的那些) 和氨、脂族单胺或脂族多胺。

[0199] 在某些实施方案中, 至少一种摩擦改进剂为脂肪酸类摩擦改进剂, 例如直链或支化脂肪酸、这类脂肪酸和脂族一元醇或脂族多元醇的脂肪酸酯、脂肪酸金属盐如这类脂肪酸的碱土金属盐 (镁和钙盐) 和这类脂肪酸的锌盐。在某些实施方案中, 摩擦改进剂以组合物的约 0.01 至约 5.0 重量%, 例如约 0.03 至约 3.0 重量% 存在。在某些实施方案中, 至少一种摩擦改进剂以组合物的约 0.2、0.4、0.6、0.8、1.0、1.2、1.4、1.6、1.8、2.0、2.2、2.4、2.6、2.8 或 3.0 重量% 的量存在。

[0200] 在某些实施方案中,组合物进一步包含至少一种粘度改进剂。在某些实施方案中,至少一种粘度改进剂提供给润滑油高和低温操作性并容许它在升高的温度下保持剪切稳定,同时在低温下提供可接受的粘度或流动性。在某些实施方案中,至少一种粘度改进剂包含一种或多种选自高分子量烃聚合物如聚酯的化合物。在某些实施方案中,使至少一种粘度改进剂衍化以包含其它性能或功能,例如加入分散性能。典型的粘度改进剂包括但不限于聚丁烯、聚异丁烯(PIB)、乙烯和丙烯的共聚物、聚甲基丙烯酸酯、甲基丙烯酸酯共聚物、不饱和二羧酸和乙烯基化合物的共聚物、苯乙烯和丙烯酸酯的共聚体,以及苯乙烯/异戊二烯、苯乙烯/丁二烯和异戊二烯/丁二烯的部分氢化共聚物,以及丁二烯和异戊二烯的部分氢化均聚物。

[0201] 在某些实施方案中,组合物包含至少一种聚丁烯聚合物。在某些实施方案中,至少一种聚丁烯聚合物包含聚正丁烯与聚异丁烯的混合物,其可由C₄烯烃的聚合而产生且通常具有约300-1500的数均分子量,或具有约400-1300的数均分子量的聚异丁烯或聚丁烯。在某些实施方案中,聚丁烯和/或聚异丁烯可具有约950的数均分子量(MW)。MW可通过凝胶渗透色谱法测量。应当理解由100%聚异丁烯或100%聚正丁烯组成的聚合物属于本公开内容的范围内且在术语“聚丁烯聚合物”的含义内。典型的聚异丁烯包括具有约950的MW且由Infineum USA of Linden, New Jersey出售的“PIB S1054”。

[0202] 在某些实施方案中,至少一种聚丁烯聚合物包含由含有约6至约50重量%异丁烯且余量为丁烯(顺式和反式)异丁烯和小于1重量%丁二烯的混合物的C₄烯烃精炼厂料流制备的聚丁烯与聚异丁烯的混合物。例如,至少一种聚丁烯聚合物可借助路易斯酸催化而由包含6-45重量%异丁烯、25-35重量%饱和丁烯和15-50重量%1-和2-丁烯的C₄料流制备。在某些实施方案中,组合物包含约0至约80重量%,例如约0至约60重量%或约0至约40重量%的至少一种粘度改进剂。在某些实施方案中,至少一种粘度改进剂以组合物的约1至约30重量%、约1至约25重量%或约5至约20重量%的量存在。在某些实施方案中,至少一种粘度改进剂占组合物的约0.5、1、1.5、2、2.5、3、3.5、4、4.5、5、5.5、6、6.5、7、7.5、8、8.5、9、9.5、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、30、35、40、45、50、55、60、65、70、75或80重量%。

[0203] 在某些实施方案中,组合物进一步包含至少一种倾点下降剂。典型的倾点下降剂包括但不限于聚乙酸乙烯酯低聚物和聚合物和/或丙烯酸低聚物和聚合物,包括(甲基)丙烯酸酯,例如可以以商品名**Viscoplex**[®]由Rohmax, Philadelphia, Pa.得到的那些。在某些实施方案中,至少一种倾点下降剂为具有约200,000的分子量的甲基丙烯酸烷基酯,例如**Viscoplex**[®] 10-310。其它合适的倾点下降剂可包括可以以商品名PD-551由Functional Products, Macedonia, Ohio得到的甲基丙烯酸酯。在某些实施方案中,至少一种倾点下降剂以约0至约5重量%,例如约0.2至约3重量%或约0.4至约2重量%存在于组合物中。在某些实施方案中,至少一种倾点下降剂以组合物的约1、2、3、4或5重量%的量存在。在某些实施方案中,至少一种倾点下降剂以组合物的约0.2、0.4、0.6、0.8、1.0、1.2、1.4、1.6、1.8、2.0、2.2、2.4、2.6、2.8或3.0重量%的量存在。

[0204] 在某些实施方案中,组合物包含至少一种着色剂。在某些实施方案中,至少一种着色剂选自染料和颜料。在某些实施方案中,可使用任何已知的染料和/或颜料,例如作为食

品添加剂市售的那些。在某些实施方案中,染料和颜料可选自油溶性染料和颜料。在某些实施方案中,至少一种着色剂以微量,例如小于约 1ppm 存在于组合物中。

[0205] 在某些实施方案中,组合物包含交内酯基油。在某些实施方案中,组合物包含交内酯基油与至少一种抗氧化剂的结合物。在某些实施方案中,组合物和 / 或结合物在旋转受压容器氧化试验中使用 ASTM 方法 2272-11 测试时具有至少 200 分钟的时间。在某些实施方案中,组合物和 / 或结合物在旋转受压容器氧化试验中使用 ASTM 方法 2272-11 测试时具有至少 300 分钟的时间。在某些实施方案中,组合物和 / 或结合物在旋转受压容器氧化试验中使用 ASTM 方法 2272-11 测试时具有至少 400 分钟的时间。在某些实施方案中,组合物和 / 或结合物在旋转受压容器氧化试验中使用 ASTM 方法 2272-11 测试时具有至少 420、440、460 或甚至 480 分钟的时间。在某些实施方案中,组合物和 / 或结合物在旋转受压容器氧化试验中使用 ASTM 方法 2272-11 测试时具有至少 500、520、540、560、580、600、620、640、660、680、700、720、740、760、780、800、820、840、860、880、900、920、940、960 或甚至 980 分钟的时间。在某些实施方案中,组合物和 / 或结合物在旋转受压容器氧化试验中使用 ASTM 方法 2272-11 测试时具有至少 1000、1100、1200、1300、1400 或甚至 1500 分钟的时间。

[0206] 在某些实施方案中,组合物和 / 或结合物具有如在动态 O_2 条件下通过非等温的加压差示扫描量热法测定至少 200℃ 的氧化开始温度。在某些实施方案中,组合物和 / 或结合物具有如在动态 O_2 条件下通过非等温加压差示扫描量热法测定至少 205℃、210℃、215℃、220℃、225℃、230℃、235℃、240℃、245℃、250℃、255℃、260℃、265℃、270℃、275℃、280℃、285℃、290℃、295℃、300℃、305℃、310℃、315℃、320℃ 或甚至 325℃ 的氧化开始温度。

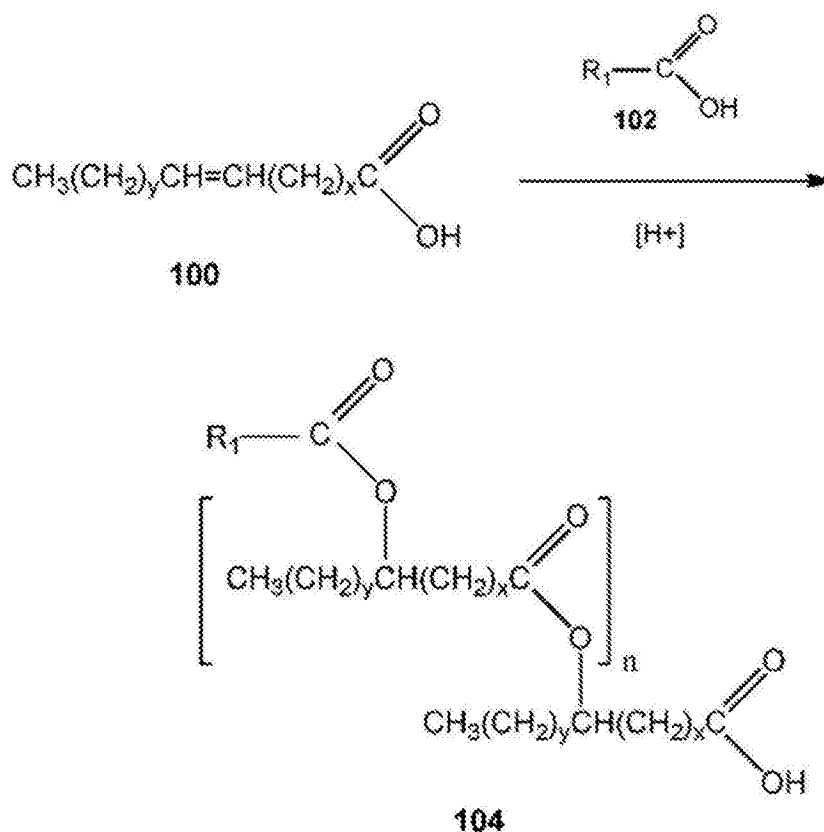
[0207] 在某些实施方案中,组合物包含至少一种交内酯基油与至少一种其它基油的共混物,所述其它基油选自聚 α 烯烃 (PAO)、合成酯如多元醇酯、聚亚烷基二醇 (PAG)、油溶性聚亚烷基二醇 (OSP)、矿物油 (组 I、II 和 III)、植物和动物基油 (例如单、二和三甘油酯) 和脂肪酸酯。在某些实施方案中,组合物包含至少一种交内酯基油和至少一种 OSP。在某些实施方案中,至少一种 OSP 由醇与混合氧化丁烯和氧化丙烯进料反应而制备。在某些实施方案中,醇选自一种或多种 C_8 - C_{20} 醇。在某些实施方案中,氧化丁烯:氧化丙烯的比为约 3:1 至约 1:3。在某些实施方案中,至少一种 OSP 可提供给含交内酯组合物提高的水解稳定性。典型的 OSP 包括但不限于以商品名 UCON™ 由 Dow 出售的那些。

[0208] 本公开内容进一步涉及制备根据式 I、II 和 III 的交内酯的方法。作为实例,不饱和脂肪酸与有机酸的反应和所得游离酸交内酯的酯化阐述和讨论于以下示意图 1 和 2 中。用于阐述该反应的具体结构式对应于合成根据式 I 和 III 的化合物的那些;然而,该方法同样适用于根据式 II 的化合物的合成,其中使用具有对应于具有反应性不饱和部位的 R_3 和 R_4 的结构化合物。

[0209] 如下文所述,化合物 100 表示可用作制备本文所述交内酯化合物的基础的不饱和脂肪酸。

[0210] 示意图 1

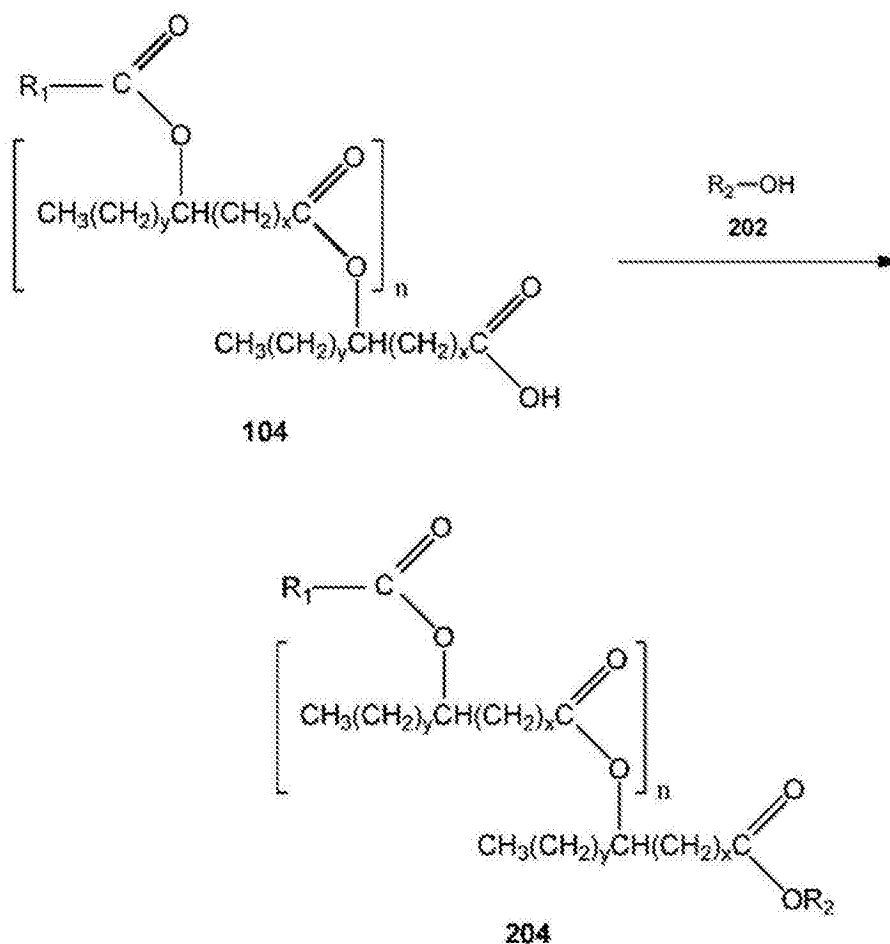
[0211]



[0212] 在示意图 1 中,其中 x 每次出现时独立地为选自 0-20 的整数, y 每次出现时独立地为选自 0-20 的整数, n 为大于或等于 1 的整数,且 R_1 为饱和或不饱和且支化或非支化的任取代烷基,可使不饱和脂肪酸 100 与化合物 102 和来自质子来源的质子结合以形成游离酸交内酯 104。在某些实施方案中,不包括化合物 102,并可使不饱和脂肪酸 100 单独地暴露于酸性条件下以形成游离酸交内酯 104,其中 R_1 表示不饱和烷基。在某些实施方案中,如果化合物 102 包括在反应中,则 R_1 可表示一个或多个饱和或不饱和且支化或非支化的任取代烷基残基。可执行任何合适的质子来源以催化游离酸交内酯 104 的形成,包括但不限于均相酸和 / 或强酸,如盐酸、硫酸、高氯酸、硝酸、三氟甲烷磺酸 (triflic acid) 等。

[0213] 示意图 2

[0214]



[0215] 类似地,在示意图 2 中,其中 x 每次出现时独立地为选自 0-20 的整数, y 每次出现时独立地为选自 0-20 的整数, n 为大于或等于 1 的整数,且 R_1 和 R_2 各自为饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代烃基,可将游离酸交内酯 104 通过本领域技术人员已知的任何合适程序酯化,例如用醇 202 酸催化还原以得到酯化交内酯 204。其它典型方法可包括其它类型的 Fischer 酯化,例如使用路易斯酸如 BF_3 的那些。

[0216] 在所有前述实例中,所述化合物可单独使用、作为混合物使用,或与其它化合物、组合物和 / 或材料组合使用。

[0217] 用于得到本文所述新化合物的方法会是本领域技术人员了解的,合适的程序例如描述于以下实施例和本文引用的参考文献中。

实施例

[0218] 分析

[0219] 核磁共振:在 300K 下使用 CDCl_3 作为溶剂使用 Bruker Avance500 分光计以 500.113MHz 的绝对频率收集 NMR 光谱。化学位移报告为从四甲基硅烷起的份每百万份。表示交内酯的形成的脂肪酸之间第二酯键的形成用 ^1H NMR 通过约 4.84ppm 处的峰证明。

[0220] 交内酯值 (EN):EN 通过 GC 分析测量。应当理解组合物的 EN 具体地指存在于组合物中的任何交内酯化合物的 EN 特征。因此,具有特定 EN 的交内酯组合物还可包含其它组分,例如天然或合成添加剂、其它非交内酯基油、脂肪酸酯如甘油三酯和 / 或脂肪酸,但除非另外说明,如本文所用 EN 指交内酯组合物的交内酯部分的值。

[0221] 碘值 (IV) :碘值为油的总不饱和度的度量。IV 根据每 g 油试样吸收的碘的厘克表示。因此,油的碘值越高,油的不饱和度越高。IV 可通过 GC 分析测量和 / 或评估。如果组合物包含不同于式 I、II 和 III 所述交内酯的不饱和化合物,则可在测量组分交内酯的碘值以前将交内酯与存在于组合物中的其它不饱和化合物分离。例如,如果组合物包含不饱和脂肪酸或包含不饱和脂肪酸的甘油三酯,则可在测量一种或多种交内酯的碘值以前将这些与存在于组合物中的交内酯分离。

[0222] 酸值 :酸值为存在于油中的总酸的度量。酸值可通过本领域技术人员已知的任何合适的滴定方法测定。例如,酸值可通过中和给定的油试样需要的 KOH 的量测定,因此可根据 mg KOH/g 油表示。

[0223] 气相色谱 (GC) :进行 GC 分析以评估交内酯的交内酯值 (EN) 和碘值 (IV)。该分析使用装配有火焰电离检测器和自动取样器 / 注射器以及 SP-238030m×0.25mm i. d. 柱的 Agilent6890N 系列气相色谱仪进行。

[0224] 分析参数如下 :以 14.99psi 的氦气头压力,1.0mL/min 的柱流量 ;50:1 的分流比 ;在 20℃ /min 下 120-135℃、在 7℃ /min 下 135-265℃,在 265℃ 下保持 5 分钟的程序升温 ;设置为 250℃ 的注射器和检测器温度。

[0225] 通过 GC 测量 EN 和 IV :为进行这些分析,通过在曾经存在交内酯键的部位留下羟基的方法使交内酯试样的脂肪酸组分与 MeOH 反应以形成脂肪酸甲酯。首先分析脂肪酸甲酯的标准以建立洗提时间。

[0226] 试样制备 :为制备试样,将 10mg 交内酯与 0.5mL 的 0.5M KOH/MeOH 在小瓶中结合并在 100℃ 下加热 1 小时。其后加入 1.5mL 的 1.0MH₂SO₄/MeOH 并在 100℃ 下加热 15 分钟,然后使其冷却至室温。然后将一 (1)mL H₂O 和 1mL 己烷加入小瓶中并将所得液相彻底混合。然后使层相分离 1 分钟。除去并抛弃底部 H₂O 层。然后将少量干燥剂 (无水 Na₂SO₄) 加入有机层中,其后,然后将有机层转移至 2mL 压盖瓶中并分析。

[0227] EN 计算 :EN 作为 % 羟基脂肪酸除以 % 非羟基脂肪酸测量。作为实例,二聚物交内酯会产生一半的含有羟基官能团的脂肪酸,另一半缺乏羟基官能团。因此,EN 为 50% 羟基脂肪酸除以 50% 非羟基脂肪酸,产生 1 的 EN 值,其对应于二聚物的封端脂肪酸与基础脂肪酸之间的单个交内酯键。

[0228] IV 计算 :碘值通过以下方程式基于 ASTM 方法 D97 (ASTM International, Conshohocken, PA) 估算 :

$$[0229] \quad IV = \sum 100 \times \frac{A_f \times MW_i \times db}{MW_f}$$

[0230] A_f = 试样中脂肪化化合物的分数

[0231] MW_i = 253.81, 加入双键中的两个碘原子的原子量

[0232] Db = 脂肪化合物上双键的数目

[0233] MW_f = 脂肪化合物的分子量。

[0234] 本文所述典型交内酯化合物和组合物的性能在以下实施例和表中确定。

[0235] 其它测量 :除非另外描述,倾点通过 ASTM 方法 D97-96a 测量,浊点通过 ASTM 方法 D2500 测量,粘度 / 运动粘度通过 ASTM 方法 D445-97 测量,粘度指数通过 ASTM 方法

D2270-93(Reapproved1998) 测量,比重通过 ASTM 方法 D4052 测量,燃点和闪点通过 ASTM 方法 D92 测量,蒸发损失通过 ASTM 方法 D5800 测量,蒸气压力通过 ASTM 方法 D5191 测量,旋转压力容器氧化试验通过 ASTM 方法 2272-11 测量,且急性水毒性通过 Organization of Economic Cooperation and Development(OECD)03 测量。

[0236] 实施例 1

[0237] 酸催化剂反应在 50 加仑 Pfaudler RT-Series 玻璃衬里反应器中进行。将油酸 (65Kg, 0L700, Twin Rivers) 与 70% 高氯酸 (992.3mL, Aldrich Cat#244252) 一起加入反应器中并在真空 (10 绝对托 (绝对托; 1 托 = $\sim$ 1mmHg)) 下加热至 60℃ 进行 24 小时,同时连续搅拌。在 24 小时以后,释放真空。然后将 2- 乙基己醇 (29.97Kg) 加入反应器中并恢复真空。使反应在相同条件 (60℃, 10 绝对托) 下继续另外 4 小时。此时将 KOH (645.58g) 溶于 90% 乙醇 / 水 (5000mL, 90 体积 %EtOH) 中并加入反应器中以将酸骤冷。然后使溶液冷却约 30 分钟。然后将反应器的内容物通过 1 μ m (μ) 过滤器泵送到收集器中以滤出盐。然后将水加入收集器中以洗涤油。将两个液相彻底地混合在一起约 1 小时。然后使溶液相分离约 30 分钟。将水层排出并抛弃。再次将有机层通过 1 μ 过滤器泵送返回反应器中。将反应器在真空 (10 绝对托) 下加热至 60℃ 直至所有乙醇和水停止从溶液中蒸馏出。然后将反应器在真空 (10 绝对托) 下加热至 100℃, 并保持该温度直至 2- 乙基己醇停止从溶液中蒸馏出。然后将其余材料在约 12 μ m (0.012 托) 的绝对压力下在 200℃ 下使用 Myers15 离心蒸馏釜蒸馏以除去所有单酯材料,留下交内酯 (实施例 1)。某些数据报告于下表 1 和 8 中。

[0238] 实施例 2

[0239] 酸催化剂反应在 50 加仑 Pfaudler RT-Series 玻璃衬里反应器中进行。将油酸 (50Kg, 0L700, Twin Rivers) 和全馏分椰子油脂肪酸 (18.754Kg, TRC110, Twin Rivers) 与 70% 高氯酸 (1145mL, Aldrich Cat#244252) 一起加入反应器中并在真空 (10 绝对托) 下加热至 60℃ 进行 24 小时,同时连续搅拌。在 24 小时以后,释放真空。然后将 2- 乙基己醇 (34.58Kg) 加入反应器中并恢复真空。使反应在相同条件 (60℃, 10 绝对托) 下继续另外 4 小时。此时将 KOH (744.9g) 溶于 90% 乙醇 / 水 (5000mL, 90 体积 %EtOH) 中并加入反应器中以将酸骤冷。然后使溶液冷却约 30 分钟。然后将反应器的内容物通过 1 μ 过滤器泵送到收集器中以滤出盐。然后将水加入收集器中以洗涤油。将两个液相彻底地混合在一起约 1 小时。然后使溶液相分离约 30 分钟。将水层排出并抛弃。再次将有机层通过 1 μ 过滤器泵送返回反应器中。将反应器在真空 (10 绝对托) 下加热至 60℃ 直至所有乙醇和水停止从溶液中蒸馏出。然后将反应器在真空 (10 绝对托) 下加热至 100℃, 并保持该温度直至 2- 乙基己醇停止从溶液中蒸馏出。然后将其余材料在约 12 μ m (0.012 托) 的绝对压力下在 200℃ 下使用 Myers15 离心蒸馏釜蒸馏以除去所有单酯材料,留下交内酯 (实施例 2)。某些数据报告于下表 2 和 7 中。

[0240] 实施例 3

[0241] 使实施例 1 中制备的交内酯 (实施例 1) 在 Myers15 离心蒸馏釜中在约 12 μ m (0.012 托) 的绝对压力下在 300℃ 下经受蒸馏条件。这产生具有较低 EN 平均值的初级蒸馏物 (实施例 3A) 和具有较高 EN 平均值的蒸馏残渣 (实施例 3B)。某些数据报告于下表 1 和 8 中。

[0242] 表 1

[0243]

交内酯基本油料	EN	倾点 (°C)	碘值 (cg/g)
实施例 3A	1.35	-32	31.5
实施例 1	2.34	-40	22.4
实施例 3B	4.43	-40	13.8

[0244] 实施例 4

[0245] 使实施例 2 中制备的交内酯 (实施例 2) 在 Myers15 离心蒸馏釜中在约 $12\text{ }\mu\text{m}$ (0.012 托) 的绝对压力下在 300°C 下经受蒸馏条件。这产生具有较低 EN 平均值的初级蒸馏物 (实施例 4A) 和具有较高 EN 平均值的蒸馏残渣 (实施例 4B)。某些数据报告于下表 2 和 7 中。

[0246] 表 2

[0247]

交内酯基本油料	EN	倾点 (°C)	碘值 (cg/g)
实施例 4A	1.31	-30	13.8
实施例 2	1.82	-33	13.2
实施例 4B	3.22	-36	9.0

[0248] 实施例 5

[0249] 通过如实施例 1 所述方法制备的交内酯在 1atm (大气压) 下在约 0°C 至约 710°C 的温度范围下经受蒸馏条件 (ASTM D-6352), 产生在提高的温度下回收的 10 种不同的交内酯馏分。各馏分中从试样中蒸馏的材料量和各馏分蒸馏 (和回收) 时的温度报告于下表 3 中:

[0250] 表 3

[0251]

馏分 (总量的 %)	温度 (°C)
1 (1%)	416.4
2 (1%)	418.1
3 (3%)	420.7
4 (20%)	536.4
5 (25%)	553.6

6 (25%)	618. 6
7 (20%)	665. 7
8 (3%)	687. 6
9 (1%)	700. 6
10 (1%)	709. 1

[0252] 实施例 6

[0253] 使根据实施例 2 的方法制备的交内酯在 1atm 下经约 0℃至约 730℃的温度范围经受蒸馏条件 (ASTM D-6352), 这产生 10 种不同的交内酯馏分。各馏分的量和回收各馏分时的温度报告于下表 4 中。

[0254] 表 4

[0255]

馏分 (总量的 %)	温度 (℃)
1 (1%)	417. 7
2 (1%)	420. 2
3 (3%)	472. 0
4 (5%)	509. 7
5 (15%)	533. 7
6 (25%)	583. 4
7 (25%)	636. 4
8 (5%)	655. 4
9 (5%)	727. 0
10 (15%)	>727. 0

[0256] 实施例 7

[0257] 使交内酯基油 4B (来自实施例 4) 在 1atm 下经约 0℃至约 730℃的温度范围经受蒸馏条件 (ASTM D-6352), 这产生 9 种不同的交内酯馏分。各馏分的量和回收各馏分时的温度报告于下表 5a 中。

[0258] 表 5a

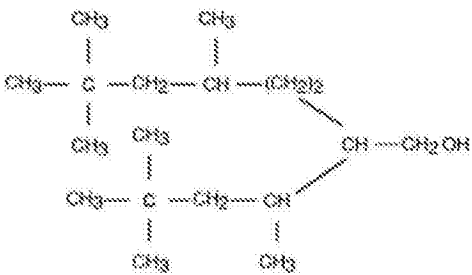
[0259]

馏分 (总量的 %)	温度 (°C)
1 (1%)	432.3
2 (1%)	444.0
3 (3%)	469.6
4 (5%)	521.4
5 (15%)	585.4
6 (25%)	617.1
7 (25%)	675.1
8 (5%)	729.9
9 (20%)	>729.9

[0260] 实施例 8

[0261] 交内酯根据实施例 1 所述方法制备, 不同之处在于将实施例 1 中所用 2-乙基己醇酯化醇用各种其它醇代替。用于酯化的醇包括下表 5b 中指定的那些。所得交内酯的性能描述于表 9 中。

[0262] 表 5b

醇	结构
Jarcol™ I-18CG	异十八烷醇
Jarcol™ I-12	2-丁基辛醇
Jarcol™ I-20	2-辛基十二烷醇
Jarcol™ I-16	2-己基癸醇
Jarcol™ 85BJ	顺-9-十八碳烯-1-醇
Fineoxocol® 180	
Jarcol™ I-18T	2-辛基癸醇

[0263]

[0264] 实施例 9

[0265] 交内酯根据实施例 2 所述方法制备,不同之处在于将 2- 乙基己醇酯化醇用异丁醇代替。所得交内酯的性能描述于表 9 中。

[0266] 实施例 10

[0267] 式 I、II 和 III 的交内酯根据实施例 1 和 2 所述方法制备,不同之处在于将 2- 乙基己醇酯化醇用各种其它醇代替。待用于酯化的醇包括下表 6 中指定的那些。包括下文所列那些的待使用的酯化醇可以为饱和或不饱和且支化或非支化的,或在 R_2 位置上被一个或多个选自甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、异丁基、仲丁基、叔丁基、戊基、异戊基、新戊基、己基、异己基等的烃基取代以形成支化或非支化残基。酯化醇与 R_2 取代基的组合的实例描述于下表 6 中:

[0268] 表 6

[0269]

醇	R ₂ 取代基
C ₁ 链烷醇	甲基
C ₂ 链烷醇	乙基
C ₃ 链烷醇	正丙基, 异丙基
C ₄ 链烷醇	正丁基, 异丁基, 仲丁基
C ₅ 链烷醇	正戊基, 异戊基, 新戊基
C ₆ 链烷醇	正己基, 2-甲基戊基, 3-甲基戊基, 2,2-二甲基丁基, 2,3-二甲基丁基
C ₇ 链烷醇	正庚基和其它结构异构体
C ₈ 链烷醇	正辛基和其它结构异构体
C ₉ 链烷醇	正壬基和其它结构异构体
C ₁₀ 链烷醇	正癸基和其它结构异构体
C ₁₁ 链烷醇	正十一烷基和其它结构异构体
C ₁₂ 链烷醇	正十二烷基和其它结构异构体
C ₁₃ 链烷醇	正十三烷基和其它结构异构体
C ₁₄ 链烷醇	正十四烷基和其它结构异构体
C ₁₅ 链烷醇	正十五烷基和其它结构异构体
C ₁₆ 链烷醇	正十六烷基和其它结构异构体
C ₁₇ 链烷醇	正十七烷基和其它结构异构体
C ₁₈ 链烷醇	正十八烷基和其它结构异构体
C ₁₉ 链烷醇	正十九烷基和其它结构异构体
C ₂₀ 链烷醇	正二十烷基和其它结构异构体
C ₂₁ 链烷醇	正二十一烷基和其它结构异构体
C ₂₂ 链烷醇	正二十二烷基和其它结构异构体

[0270] 表 7

[0271]

性能	添加剂	ASTM方法	实施例4A	实施例2	实施例4B
颜色	无	-	浅金色	琥珀色	琥珀色
比重(15.5℃), g/ml	无	D 4052	0.897	0.904	0.912
40℃下的运动粘度, cSt	无	D 445	32.5	65.4	137.3
100℃下的运动粘度, cSt	无	D 445	6.8	11.3	19.9
粘度指数	无	D 2270	175	167	167
倾点, ℃	无	D 97	-30	-33	-36
浊点, ℃	无	D 2500	-30	-32	-36
闪点, ℃	无	D 92	278	264	284
燃点, ℃	无	D 92	300	300	320
蒸发损失(NOACK), 重量 %	无	D 5800	1.9	1.4	0.32
里德蒸气压力(RVP), psi	无	D 5191	≈0	≈0	≈0

表 8

性能	添加剂	ASTM方法	实施例3A	实施例1	实施例3B
颜色	无	-	浅金色	琥珀色	琥珀色
比重(15.5℃), g/ml	无	D 4052	0.897	0.906	0.917
在 40℃下的运动粘度, cSt	无	D 445	40.9	91.2	211.6
在 100℃下的运动粘度, cSt	无	D 445	8.0	14.8	27.8
粘度指数	无	D 2270	172	170	169
倾点, ℃	无	D 97	-32	-40	-40
浊点, ℃	无	D 2500	-32	-33	-40
闪点, ℃	无	D 92	278	286	306
燃点, ℃	无	D 92	300	302	316
蒸发损失(NOACK), 重量 %	无	D 5800	1.4	0.8	0.3
里德蒸气压力(RVP), psi	无	D 5191	≈0	≈0	≈0

[0272] 表 9

[0273]

实施例 #	醇	评估的 EN (约)	倾点 ℃	浊点 ℃	粘度@ 40℃	粘度@ 100℃	粘 度 指数
8	Jarcol™ I-18CG	2.0-2.6	-15	-13	103.4	16.6	174
8	Jarcol™ I-12	2.0-2.6	-39	-40	110.9	16.9	166
8	Jarcol™ I-20	2.0-2.6	-42	< -42	125.2	18.5	166
8	Jarcol™ I-16	2.0-2.6	-51	< -51	79.7	13.2	168
8	Jarcol™ 85BJ	2.0-2.6	-15	-6	123.8	19.5	179
8	Fineoxocol® 180	2.0-2.6	-39	-41	174.2	21.1	143
8	Jarcol™ I-18T	2.0-2.6	-42	< -42	130.8	19.2	167
8	异丁醇	2.0-2.6	-36	-36	74.1	12.6	170
9	异丁醇	1.5-2.2	-36	-36	59.5	10.6	170

[0274] 实施例 11

[0275] 使具有各种酸值的饱和和不饱和交内酯经受几个腐蚀和沉积物试验。这些试验包括几种金属的高温腐蚀台架试验 (HTCBT)、ASTM D130 腐蚀试验和相关活塞沉积物的 MHT-4TEOST (ASTM D7097) 试验。具有较高酸值 (0.67mg KOH/g) 的受试验交内酯使用实施例 1 和 4 所述用于制备实施例 1 和实施例 4A 的方法制备 (以下实施例 1*和实施例 4A*)。具有较低酸值 (0.08mg KOH/g) 的受试验交内酯使用实施例 1 和 4 所述用于制备实施例 1 和实施例 4A 的方法制备, 不同之处在于在用 $\text{BF}_3 \cdot \text{OEt}_2$ (0.15 当量; 在迪安斯达克分水器中与交内酯和 2-EH 在 80℃ 下在真空 (10 绝对托) 下反应 12 小时, 同时连续搅拌; 将粗反应产物洗涤 $4 \times \text{H}_2\text{O}$; 通过将经洗涤的反应产物在真空 (10 绝对托) 下加热至 140℃ 1 小时而除去过量 2-EH) 酯化以前将粗游离酸交内酯后处理和提纯 (以下实施例 4A#)。将 IV 为 0 的交内酯在 75℃ 下在加压的氢气气氛 (200psig) 下借助碳上载 10 重量 % 钯氢化 3 小时 (以下实施例 4A*II和以下实施例 4A#II)。腐蚀和沉积物试验用 Dexos™ 添加剂包进行。将结果与矿物油标准对比:

[0276] 表 10

[0277]

	标准	实施例 1*交内 酯	实施例 4A*交内 酯	实施例 4A*H交 内酯	实施例 4A#交内 酯	实施例 4A#H交内 酯
酸值 (mg KOH/g)	-	~0.7	0.67	0.67	0.08	0.08
碘值(IV)	-	~45	16	0	16	0
HTCBT Cu	13	739	279	60	9.3	13.6
HTCBT Pd	177	11,639	1,115	804	493	243
HTCBT Sn	0	0	0	0	0	0
ASTM D130	1A	4B	3A	1B	1A	1A
MHT-4	18	61	70	48	12	9.3

[0278] 实施例 12

[0279] 实施例 1 中制备的交内酯的“快速”和“最终”生物降解性根据标准 OECD 程序测试。OECD 生物降解性研究的结果描述于表 11 中：

[0280] 表 11

[0281]

	301D28- 天 (% 降解)	302D 检测 (% 降解)
低芥酸菜子油	86.9	78.9
实施例 1 基本油料	64.0	70.9

[0282] 实施例 13

[0283] 在 OECD203 下测试来自实施例 1 的实施例 1 交内酯基本油料的急性水毒性。试验显示该交内酯为无毒的,如关于 5,000mg/L 和 50,000mg/L 的浓度范围报告没有死亡。

[0284] 实施例 14

[0285] 交内酯根据实施例 2 所述方法制备,不同之处在于首先将反应中装入 41.25Kg 油酸和 27.50Kg 全馏分椰子油脂肪酸。所得交内酯的性能显示于下表 12 中。

[0286] 实施例 15

[0287] 使实施例 14 中制备的交内酯(实施例 14)在 Myers15 离心蒸馏釜中在 300℃下在约 12 μm(0.012 托)的绝对压力下经受蒸馏条件。这产生具有较低粘度的初级蒸馏物(实施例 15A)和具有较高粘度的蒸馏残渣(实施例 15B)。所得交内酯的性能描述于下表 12 中。

[0288] 表 12

[0289]	交内酯 基本油料	EN	酸值(mg KOH/g)
	实施例 15A	1.31	>0.5
	实施例 14	1.86	>0.5
	实施例 15B	2.94	>0.5

[0290] 实施例 16

[0291] 交内酯根据实施例 14 和 15 所述方法制备以提供实施例 14、实施例 15A 和实施例 15B 的交内酯产物,随后使其经受碱性阴离子交换树脂洗涤以降低交内酯的酸值:分别将各交内酯产物(1 当量)连同 10 重量 %Amberlite™IRA-402 树脂一起加入 30 加仑不锈钢反应器(装配有叶轮)中。将混合物搅拌 4-6 小时,其中叶轮的叶尖速度以不快于约 1200ft/min 操作。在搅拌以后,将交内酯/树脂混合物过滤,并将回收的树脂撇开。所得低酸交内酯的性能描述于下表 13 中,将其标记为实施例 14*、实施例 15A* 和实施例 15B*。

[0292] 实施例 17

[0293] 交内酯根据实施例 15 所述方法制备。随后将所得实施例 15A 交内酯在 75℃下在加压的氢气气氛下借助碳上载 10 重量 %钯氢化 3 小时以提供氢化交内酯化合物(实施例 17)。然后使氢化实施例 17 交内酯根据实施例 16 所述方法经受碱性阴离子交换树脂洗涤以提供低酸交内酯(实施例 17*)。所得低酸实施例 17* 交内酯的性能描述于下表 13 中。

[0294] 表 13

[0295]

性能	添加剂	ASTM 方法	实施例 15A*	实施例 17*	实施例 14*	实施例 15B*
颜色	无	-	浅金色	浅金色	琥珀色	琥珀色
比重(15.5℃), g/ml	无	D 4052	0.897	0.897	-	0.912
40℃下的运动粘度, cSt	无	D 445	35.3	35.3	52.3	137.3
100℃下的运动粘度, cSt	无	D 445	7.2	7.2	9.6	19.9
粘度指数	无	D 2270	172	172	170	167
碘值	无	(GC, 评估)	13	0	12	7
倾点, ℃	无	D 97	-30	-21	-36	-36
浊点, ℃	无	D 2500	-27	-16	-29	-33
闪点, ℃	无	D 92	280	280	280	284
燃点, ℃	无	D 92	300	300	300	320
蒸发损失(NOACK), 重量 %	无	D 5800	1.9	1.9	-	1.1
铜腐蚀	无	D 130	1A	1A	1A	1A
酸值, mg KOH/g	无	D 664	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10

[0296] 实施例 18

[0297] 交内酯根据上文所述方法制备。向该所得交内酯中加入各种抗氧化剂和含有抗氧化剂的添加剂包。如果需要的话,应用热和搅拌以进行抗氧化剂和 / 或添加剂包在交内酯基油中的溶解。然后借助旋转压力容器氧化稳定性试验 (RPVOT)-ASTM2272-11 在 150℃下测试所得配制交内酯的氧化稳定性。关于各配制剂的结果连同关于几种非交内酯基油配制剂的对比试验结果一起描述于下表 14 中。

[0298] 表 14

[0299]

配制 剂编 号	基油 (重量%)	酚类抗氧化剂 [商品名] (重量%)	胺抗氧化剂 [商品名] (重量%)	RPVOT ASTM 2272-11 (分钟)
1	实施例 17*交 内酯 (100)	--	--	28
2	实施例 17*交 内酯 (99.5)	2,6-二叔丁基苯酚 [Na-Lube [®] AO-210] (0.5)	--	432
3	实施例 17*交 内酯 (99)	2,6-二叔丁基苯酚 [Na-Lube [®] AO-210] (1)	--	521
4	实施例 17*交 内酯 (99.5)	--	壬基化二苯胺 [Na-Lube [®] AO-130] (0.5)	1245
5	实施例 17*交 内酯 (99)	--	壬基化二苯胺 [Na-Lube [®] AO-130] (1)	1194
6	实施例 17*交 内酯 (99.5)	2,6-二叔丁基苯酚 [Na-Lube [®] AO-210] (0.25)	壬基化二苯胺 [Na-Lube [®] AO-130] (0.25)	1268

[0300]

7	实施例 17*交 内酯 (99.25)	2,6-二叔丁基苯酚 [Na-Lube [®] AO-210] (0.375)	壬基化二苯胺 [Na-Lube [®] AO-130] (0.375)	1423
8	实施例 17*交 内酯 (99)	2,6-二叔丁基苯酚 [Na-Lube [®] AO-210] (0.5)	壬基化二苯胺 [Na-Lube [®] AO-130] (0.5)	1464
9	实施例 17*交 内酯 (98.75)	2,6-二叔丁基苯酚 [Na-Lube [®] AO-210] (0.625)	壬基化二苯胺 [Na-Lube [®] AO-130] (0.625)	1460
10	实施例 17*交 内酯 (98)	2,6-二叔丁基苯酚 [Na-Lube [®] AO-210] (1)	壬基化二苯胺 [Na-Lube [®] AO-130] (1)	1231
11	实施例 17*交 内酯 (99)	3-(3',5'-二叔丁基-4'- 羟基苯基)丙酸烷基 酯 [Na-Lube [®] AO-242] (0.5)	壬基化二苯胺 [Na-Lube [®] AO-130] (0.5)	1310
12	实施例 17*交 内酯 (98)	3-(3',5'-二叔丁基-4'- 羟基苯基)丙酸烷基 酯 [Na-Lube [®] AO-242] (1)	壬基化二苯胺 [Na-Lube [®] AO-130] (1)	965

[0301]

13	实施例 17*交 内酯 (98.2)	[Na-Lube [®] BL-1208 添加剂包] (1.8) (44 重量%添加剂包含有 1:1w/w 的 2,6-二 叔丁基苯酚和壬基化二苯胺)		1012
14	实施例 17*交 内酯 (99.2)	[Na-Lube [®] BL-1208 添加剂包] (0.8) (44 重量%添加剂包含有 1:1w/w 的 2,6-二 叔丁基苯酚和壬基化二苯胺)		1292
15	实施例 14*交 内酯 (99)	2,6-二叔丁基苯酚 [Na-Lube [®] AO-210] (0.5)	壬基化二苯胺 [Na-Lube [®] AO-130] (0.5)	368
16	实施例 15A* 交内酯 (98.2)	[Na-Lube [®] BL-1208 添加剂包] (1.8) (44 重量%添加剂包含有 1:1w/w 的 2,6-二 叔丁基苯酚和壬基化二苯胺)		687
17	实施例 15A* 交内酯 (99)	2,6-二叔丁基苯酚 [Na-Lube [®] AO-210] (0.5)	壬基化二苯胺 [Na-Lube [®] AO-130] (0.5)	574
18	实施例 15B* 交内酯 (99)	2,6-二叔丁基苯酚 [Na-Lube [®] AO-210] (0.5)	壬基化二苯胺 [Na-Lube [®] AO-130] (0.5)	190
19	Bunge 高油酸 低芥酸菜子油 (100)	--	--	15

[0302]

20	Bunge 高油酸 低芥酸菜子油 (99.5)	2,6-二叔丁基苯酚 [Na-Lube [®] AO-210] (0.25)	壬基化二苯胺 [Na-Lube [®] AO-130] (0.25)	38
21	Bunge 高油酸 低芥酸菜子油 (99)	2,6-二叔丁基苯酚 [Na-Lube [®] AO-210] (0.5)	壬基化二苯胺 [Na-Lube [®] AO-130] (0.5)	52
22	Bunge 高油酸 低芥酸菜子油 (98)	2,6-二叔丁基苯酚 [Na-Lube [®] AO-210] (1)	壬基化二苯胺 [Na-Lube [®] AO-130] (1)	68
23	组 I SN 250, 7.1cSt (100)	--	--	27
24	组 I SN 250, 7.1cSt (99.5)	2,6-二叔丁基苯酚 [Na-Lube [®] AO-210] (0.25)	壬基化二苯胺 [Na-Lube [®] AO-130] (0.25)	420
25	组 I SN 250, 7.1cSt (99)	2,6-二叔丁基苯酚 [Na-Lube [®] AO-210] (0.5)	壬基化二苯胺 [Na-Lube [®] AO-130] (0.5)	458
26	组 I SN 250, 7.1cSt (98)	2,6-二叔丁基苯酚 [Na-Lube [®] AO-210] (1)	壬基化二苯胺 [Na-Lube [®] AO-130] (1)	434

[0303]

27	组 II Chevron 220R 6.6cSt (100)	--	--	43
28	组 II Chevron 220R 6.6cSt (99.5)	2,6-二叔丁基苯酚 [Na-Lube [®] AO-210] (0.25)	壬基化二苯胺 [Na-Lube [®] AO-130] (0.25)	436
29	组 II Chevron 220R 6.6cSt (99)	2,6-二叔丁基苯酚 [Na-Lube [®] AO-210] (0.5)	壬基化二苯胺 [Na-Lube [®] AO-130] (0.5)	444
30	组 II Chevron 220R 6.6cSt (98)	2,6-二叔丁基苯酚 [Na-Lube [®] AO-210] (1)	壬基化二苯胺 [Na-Lube [®] AO-130] (1)	786
31	组 II Chevron 220R 6.6cSt (99.3)	[Na-Lube [®] BL-1208 添加剂包] (0.7) (44 重量%添加剂包含有 1:1w/w 的 2,6-二叔丁基苯酚和壬基化二苯胺)		243
32	组 III 7.2cSt (100)	--	--	82

[0304]

33	组 III 7.2cSt (99.5)	2,6-二叔丁基苯酚 [Na-Lube [®] AO-210] (0.25)	壬基化二苯胺 [Na-Lube [®] AO-130] (0.25)	604
34	组 III 7.2cSt (99)	2,6-二叔丁基苯酚 [Na-Lube [®] AO-210] (0.5)	壬基化二苯胺 [Na-Lube [®] AO-130] (0.5)	836
35	组 III 7.2cSt (98)	2,6-二叔丁基苯酚 [Na-Lube [®] AO-210] (1)	壬基化二苯胺 [Na-Lube [®] AO-130] (1)	1787
36	PAO 4cSt (100)	--	--	20
37	PAO 4cSt (99.5)	2,6-二叔丁基苯酚 [Na-Lube [®] AO-210] (0.25)	壬基化二苯胺 [Na-Lube [®] AO-130] (0.25)	868
38	PAO 4cSt (99)	2,6-二叔丁基苯酚 [Na-Lube [®] AO-210] (0.5)	壬基化二苯胺 [Na-Lube [®] AO-130] (0.5)	1698
39	PAO 4cSt (98)	2,6-二叔丁基苯酚 [Na-Lube [®] AO-210] (1)	壬基化二苯胺 [Na-Lube [®] AO-130] (1)	1452

[0305]

40	PAO 7cSt (99)	2,6-二叔丁基苯酚 [Na-Lube [®] AO-210] (0.5)	壬基化二苯胺 [Na-Lube [®] AO-130] (0.5)	1996
41	PAO 7cSt (99.3)	[Na-Lube [®] BL-1208 添加剂包] (0.7) (44 重量%添加剂包含有 1:1w/w 的 2,6-二叔丁基苯酚和壬基化二苯胺)		1801
42	FormulaShell [®] 10W-30 “清洁发动机 配制剂”	配制的下架发动机油 (添加剂包组分和浓度未测定)		130
43	Mobil 1 5W-30 “先进全合成”	配制的下架发动机油 (添加剂包组分和浓度未测定)		192
44	实施例 17*交 内酯 (98)	2,6-二叔丁基苯酚[Na-Lube [®] AO-210] (0.5) 壬基化二苯胺[Na-Lube [®] AO-130] (0.5) 酯/酰胺/羧酸酯防锈剂[K-Corr [®] 100] (1)		736

[0306] 实施例 19

[0307] 交内酯根据上文所述方法制备。向该所得交内酯中加入各种抗氧化剂和含有抗氧化剂的添加剂包。如果需要的话,应用热和搅拌以进行抗氧化剂和 / 或添加剂包在交内酯基油中的溶解。然后通过改良的 P-DSC 试验测试所得配制交内酯的氧化稳定性,其中氧化开始温度 (OT) 通过非等温的加压差示扫描量热法 (P-DSC) 在动态 O₂条件下测定 (例如参见 Dunn, “抗氧化剂对大豆甲酯 (生物柴油) 的氧化稳定性的影响”, Fuel Process. Tech., 86:1071-85 (2005), 通过引用将其关于所有目的的全部内容并入本文中)。关于各配制剂的结果连同关于各种不含交内酯的基油配制剂的对比试验结果一起描述于下表 15 中。

[0308] 表 15

[0309]

配制 剂编 号	基油 (重量%)	抗氧化剂 [商标名] (重量%)	P-DSC 三程以后的 平均 OT(℃)
1	实施例 15A*交 内酯 (100)	-	208
2	实施例 15A*交 内酯 (99)	BHA (1)	227
3	实施例 15A*交 内酯 (99)	TBHQ (1)	219
4	实施例 15A*交 内酯 (99)	樟酸丙酯 (1)	231
5	实施例 15A*交 内酯 (99)	BHT (1)	221
6	实施例 15A*交 内酯 (99)	连苯三酚 (1)	235

[0310]

7	实施例 15A*交 内酯 (99)	α -生育酚 (1)	212
8	实施例 15A*交 内酯 (99)	烃基化二苯胺 [Vanlube [®] NA] (1)	230
9	实施例 15A*交 内酯 (99)	辛基化二苯胺 [Vanlube [®] SL] (1)	238
10	实施例 15A*交 内酯 (99)	[Lubrizol [®] 7652A 添加剂包] (1) (添加剂包含有 20-29.9 重量%丁基 化苯酚和 0.1-0.9 重量%二苯胺)	229
11	实施例 15A*交 内酯 (99)	[Elco [®] 148P] (1)	210
12	实施例 15A*交 内酯 (99)	[Elco [®] 8101] (1)	225
13	实施例 15A*交 内酯 (99)	[Elco [®] 160] (1)	212
14	实施例 15A*交 内酯 (99)	二烷基二硫代磷酸锌 [Elco [®] 108] (1)	219
15	实施例 15A*交 内酯 (99)	二烷基二硫代磷酸锌 [Elco [®] 103] (1)	214

[0311]

16	实施例 15A*交 内酯 (99)	辛基化/丁基化二苯胺 [Irganox [®] 57] (1)	241
17	实施例 15A*交 内酯 (99)	3-(3',5'-二-叔丁基-4'-羟基苯基) 丙酸烷基酯 [Na-Lube [®] AO-242] (1)	219
18	实施例 15A*交 内酯 (99)	[Na-Lube [®] BL-1208 添加剂包] (1) (44 重量%添加剂包含有 1:1w/w 的 2,6-二-叔丁基苯酚和壬基化二苯 胺)	232
19	实施例 15A*交 内酯 (99)	[Irgalube [®] F 20] (1)	219
20	实施例 15A*交 内酯 (99)	3-(3',5'-二-叔丁基-4'-羟基苯基)丙 酸 C ₇ -C ₉ 支化烷基酯 [Irganox [®] L-135] (1)	219
21	实施例 15A*交 内酯 (99)	辛基化/丁基化二苯胺 [Na-Lube [®] AO-142] (1)	236
22	实施例 15A*交 内酯 (99)	辛基化苯基- α -萘胺 [Irganox [®] L-06] (1)	245

[0312]

23	实施例 15A*交内酯 (99)	[Irganox [®] L-150 添加剂包] (1) (添加剂包含有 70 重量%辛基化/丁基化二苯胺、15 重量%硫代二亚乙基-双-(3,5-二-叔丁基-4-羟基氢化肉桂酸酯)和 15 重量%四-(亚甲基-(3,5-二-叔丁基-4-氢化肉桂酸酯))甲烷	239
24	实施例 15A*交内酯 (99)	硫代二亚乙基-双-(3,5-二-叔丁基-4-羟基氢化肉桂酸酯) [Irganox [®] L-115] (1)	213
25	实施例 15A*交内酯 (99)	2,6-二-叔丁基苯酚 [Na-Lube [®] AO-210] (0.5) 壬基化二苯胺 [Na-Lube [®] AO-130] (0.5)	TBD
26	实施例 17*交内酯 (99)	2,6-二-叔丁基苯酚 [Na-Lube [®] AO-210] (0.5) 壬基化二苯胺 [Na-Lube [®] AO-130] (0.5)	TBD
27	Valvoline 5W-30	配制的下架发动机油 (添加剂包组分和浓度未测定)	246

[0313] *TBD= 待测定

[0314] 实施例 20

[0315] 交内酯根据上文所述方法制备。向该所得交内酯中加入各种抗氧化剂。如果需要的话,应用热和搅拌以进行抗氧化剂和 / 或添加剂包在交内酯基油中的溶解。然后通过加压的差示扫描量热法 (P-DSC) 在各个温度下测试所得配制交内酯的氧化稳定性,其中氧化诱导时间 (OIT) 以分钟报告。关于各配制剂的结果描述于下表 16 中。

[0316] 表 16

[0317]

配制剂 编号	基油 (重量%)	抗氧化剂 [商标名] (重量%)	温 度, °C	OIT, 分钟
1	实施例 17*交内酯 (100)	-	180	13
2	实施例 17*交内酯 (99)	2,6-二-叔丁基苯酚 [Na-Lube® AO-210] (0.5) 壬基化二苯胺 [Na-Lube® AO-130] (0.5)	180	89
3	实施例 15A*交内 酯 (99)	2,6-二-叔丁基苯酚 [Na-Lube® AO-210] (0.5) 壬基化二苯胺 [Na-Lube® AO-130] (0.5)	180	42

[0318]

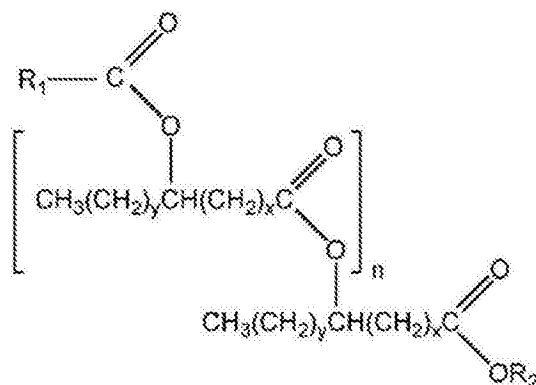
4	实施例 17*交内酯 (99)	2,6-二-叔丁基苯酚 [Na-Lube [®] AO-210] (0.5) 壬基化二苯胺 [Na-Lube [®] AO-130] (0.5)	155	>120
5	实施例 15A*交内酯 (99)	2,6-二-叔丁基苯酚 [Na-Lube [®] AO-210] (0.5) 壬基化二苯胺 [Na-Lube [®] AO-130] (0.5)	155	>120

[0319] 其它实施方案

[0320] 1. 包含交内酯基油与至少一种抗氧化剂的结合物的组合物, 当在旋转受压容器氧化试验中使用 ASTM 方法 2272-11 测试时, 所述结合物具有至少 500 分钟的时间,

[0321] 其中交内酯基油包含至少一种选自式 I 化合物的交内酯化合物:

[0322]



[0323] 式 I

[0324] 其中:

[0325] x 每次出现时独立地为选自 0-20 的整数;

[0326] y 每次出现时独立地为选自 0-20 的整数;

[0327] n 为大于或等于 0 的整数;

[0328] R₁ 为饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代烃基; 且

[0329] R₂ 为饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代烃基,

[0330] 其中所述至少一种化合物的各个脂肪酸链残基独立地任选被取代。

[0331] 2. 根据权利要求 1 的组合物, 其中:

[0332] x 每次出现时独立地为选自 1-10 的整数;

- [0333] y 每次出现时独立地为选自 1-10 的整数；
- [0334] n 为选自 0-8 的整数；
- [0335] R_1 为饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代 C_1-C_{22} 烷基；且
- [0336] R_2 为饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代 C_1-C_{22} 烷基，
- [0337] 其中各个脂肪酸链残基未被取代。
- [0338] 3. 根据权利要求 1 和 2 中任一项的组合物，其中：
- [0339] $x+y$ 对各个链而言独立地为选自 13-15 的整数；且
- [0340] n 为选自 0-6 的整数。
- [0341] 4. 根据权利要求 1-3 中任一项的组合物，其中 R_2 为饱和或不饱和且支化或非支化的未被取代的烷基。
- [0342] 5. 根据权利要求 1-4 中任一项的组合物，其中 R_2 为饱和或不饱和的支化或非支化 C_1-C_{20} 烷基。
- [0343] 6. 根据权利要求 5 的组合物，其中 R_2 选自甲基、乙基、丙基、丁基、戊基、己基、庚基、辛基、壬基、癸基、十一烷基、十二烷基、十三烷基、十四烷基、十五烷基、十六烷基、十七烷基、十八烷基、十九烷基和二十烷基，其为饱和或不饱和且支化或非支化的。
- [0344] 7. 根据权利要求 5 的组合物，其中 R_2 选自 C_6-C_{12} 烷基。
- [0345] 8. 根据权利要求 7 的组合物，其中 R_2 为 2-乙基己基。
- [0346] 9. 根据权利要求 1-8 中任一项的组合物，其中 R_1 为饱和或不饱和的支化或非支化 C_1-C_{20} 烷基。
- [0347] 10. 根据权利要求 9 的组合物，其中 R_1 选自甲基、乙基、丙基、丁基、戊基、己基、庚基、辛基、壬基、癸基、十一烷基、十二烷基、十三烷基、十四烷基、十五烷基、十六烷基、十七烷基、十八烷基、十九烷基和二十烷基，其为饱和或不饱和且支化或非支化的。
- [0348] 11. 根据权利要求 9 的组合物，其中 R_1 选自非支化且饱和或不饱和的未被取代的 C_7-C_{17} 烷基。
- [0349] 12. 根据权利要求 11 的组合物，其中 R_1 选自未被取代、非支化且饱和或不饱和的 $C_{13}-C_{17}$ 烷基。
- [0350] 13. 根据权利要求 11 的组合物，其中 R_1 选自饱和 C_7 烷基、饱和 C_9 烷基、饱和 C_{11} 烷基、饱和 C_{13} 烷基、饱和 C_{15} 烷基和饱和或不饱和 C_{17} 烷基，其为未被取代且非支化的。
- [0351] 14. 根据权利要求 12 的组合物，其中 R_1 选自饱和 C_{13} 烷基、饱和 C_{15} 烷基和饱和或不饱和 C_{17} 烷基，其为未被取代且非支化的。
- [0352] 15. 根据权利要求 1-5 中任一项的组合物，其中 R_1 和 R_2 独立地选自饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代 C_1-C_{18} 烷基。
- [0353] 16. 根据权利要求 1-5 中任一项的组合物，其中 R_1 选自饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代 C_7-C_{17} 烷基；且 R_2 选自饱和或不饱和且支化或非支化的任选取代 C_3-C_{20} 烷基。
- [0354] 17. 根据权利要求 1-16 中任一项的组合物，其中所述组合物具有为选自等于或大于 4 的整数或整数的分数的 EN，其中 EN 为式 I 化合物中键的平均数目。
- [0355] 18. 根据权利要求 17 的组合物，其中所述组合物具有选自 4-5 的整数或整数的分数的 EN，其中 EN 为式 I 化合物中键的平均数目。

[0356] 19. 根据权利要求 17 的组合物,其中所述组合物具有为选自 4.2-4.8 的整数的分数的 EN,其中 EN 为式 I 化合物中键的平均数目。

[0357] 20. 根据权利要求 1-16 中任一项的组合物,其中所述组合物具有选自等于或大于 5 的整数或整数的分数的 EN,其中 EN 为式 I 化合物中键的平均数目。

[0358] 21. 根据权利要求 17-20 中任一项的组合物,其中所述交内酯基油具有在 40℃ 下测量时等于或大于 200cSt 的运动粘度。

[0359] 22. 根据权利要求 21 的组合物,其中所述交内酯基油具有在 40℃ 下 200-250cSt 的运动粘度。

[0360] 23. 根据权利要求 21 的组合物,其中所述交内酯基油具有在 40℃ 下 210-230cSt 的运动粘度。

[0361] 24. 根据权利要求 17-23 任一项的组合物,其中所述交内酯基油具有等于或低于 -40℃ 的倾点。

[0362] 25. 根据权利要求 24 的组合物,其中所述交内酯基油具有 -40 至 -50℃ 的倾点。

[0363] 26. 根据权利要求 24 的组合物,其中所述交内酯基油具有 -42 至 -48℃ 的倾点。

[0364] 27. 根据权利要求 24 的组合物,其中所述交内酯基油具有小于 -50℃ 的倾点。

[0365] 28. 根据权利要求 27 的组合物,其中所述交内酯基油具有 -50 至 -60℃ 的倾点。

[0366] 29. 根据权利要求 27 的组合物,其中所述交内酯基油具有 -52 至 -58℃ 的倾点。

[0367] 30. 根据权利要求 1-16 中任一项的组合物,其中所述组合物具有选自等于或大于 3 的整数或整数的分数的 EN,其中 EN 为式 I 化合物中键的平均数目。

[0368] 31. 根据权利要求 30 的组合物,其中所述组合物具有为选自 3-4 的整数或整数的分数的 EN,其中 EN 为式 I 化合物中键的平均数目。

[0369] 32. 根据权利要求 30 的组合物,其中所述组合物具有为选自 3-3.5 的整数或整数的分数的 EN,其中 EN 为式 I 化合物中键的平均数目。

[0370] 33. 根据权利要求 30 的组合物,其中所述组合物具有选自等于或大于 3.5 的整数或整数的分数的 EN,其中 EN 为式 I 化合物中键的平均数目。

[0371] 34. 根据权利要求 30 的组合物,其中所述组合物具有选自等于或大于 4 的整数或整数的分数的 EN,其中 EN 为式 I 化合物中键的平均数目。

[0372] 35. 根据权利要求 30 的组合物,其中所述组合物具有选自 4-5 的整数或整数的分数的 EN,其中 EN 为式 I 化合物中键的平均数目。

[0373] 36. 根据权利要求 30 的组合物,其中所述组合物具有为选自 4.2-4.8 的整数的分数的 EN,其中 EN 为式 I 化合物中键的平均数目。

[0374] 37. 根据权利要求 30 的组合物,其中所述组合物具有选自等于或大于 5 的整数或整数的分数的 EN,其中 EN 为式 I 化合物中键的平均数目。

[0375] 38. 根据权利要求 30-37 中任一项的组合物,其中所述交内酯基油具有在 40℃ 下测量时等于或大于 130cSt 的运动粘度。

[0376] 39. 根据权利要求 38 的组合物,其中所述交内酯基油具有在 40℃ 下 130-160cSt 的运动粘度。

[0377] 40. 根据权利要求 38 的组合物,其中所述交内酯基油具有在 40℃ 下 130-145cSt 的运动粘度。

[0378] 41. 根据权利要求 30-40 中任一项的组合物,其中所述交内酯基油具有等于或低于 -30°C 的倾点。

[0379] 42. 根据权利要求 41 的组合物,其中所述交内酯基油具有 -30 至 -40°C 的倾点。

[0380] 43. 根据权利要求 41 的组合物,其中所述交内酯基油具有 -34 至 -38°C 的倾点。

[0381] 44. 根据权利要求 41 的组合物,其中所述交内酯基油具有小于 -35°C 的倾点。

[0382] 45. 根据权利要求 41 的组合物,其中所述交内酯基油具有 -35 至 -45°C 的倾点。

[0383] 46. 根据权利要求 41 的组合物,其中所述交内酯基油具有 -38 至 -42°C 的倾点。

[0384] 47. 根据权利要求 41 的组合物,其中所述交内酯基油具有小于 -40°C 的倾点。

[0385] 48. 根据权利要求 41 的组合物,其中所述交内酯基油具有 -40 至 -50°C 的倾点。

[0386] 49. 根据权利要求 41 的组合物,其中所述交内酯基油具有 -42 至 -48°C 的倾点。

[0387] 50. 根据权利要求 41 的组合物,其中所述交内酯基油具有小于 -50°C 的倾点。

[0388] 51. 根据权利要求 41 的组合物,其中所述交内酯基油具有 -50 至 -60°C 的倾点。

[0389] 52. 根据权利要求 41 的组合物,其中所述交内酯基油具有 -52 至 -58°C 的倾点。

[0390] 53. 根据权利要求 1-16 中任一项的组合物,其中组合物具有选自等于或小于 2 的整数或整数的分数的 EN,其中 EN 为式 I 化合物中键的平均数目。

[0391] 54. 根据权利要求 53 的组合物,其中所述组合物具有为选自 1-2 的整数或整数的分数的 EN,其中 EN 为式 I 化合物中键的平均数目。

[0392] 55. 根据权利要求 53 的组合物,其中所述组合物具有为选自 1-1.6 的整数的分数的 EN,其中 EN 为式 I 化合物中键的平均数目。

[0393] 56. 根据权利要求 53-55 中任一项的组合物,其中所述交内酯基油具有在 40°C 下测量时等于或小于 55cSt 的运动粘度。

[0394] 57. 根据权利要求 56 的组合物,其中所述交内酯基油具有在 40°C 下 25-55cSt 的运动粘度。

[0395] 58. 根据权利要求 56 的组合物,其中所述交内酯基油具有在 40°C 下 35-45cSt 的运动粘度。

[0396] 59. 根据权利要求 53-58 中任一项的组合物,其中所述交内酯基油具有等于或低于 -25°C 的倾点。

[0397] 60. 根据权利要求 59 的组合物,其中所述交内酯基油具有 -27 至 -37°C 的倾点。

[0398] 61. 根据权利要求 59 的组合物,其中所述交内酯基油具有 -30 至 -34°C 的倾点。

[0399] 62. 根据权利要求 59 的组合物,其中所述交内酯基油具有小于 -50°C 的倾点。

[0400] 63. 根据权利要求 59 的组合物,其中所述交内酯基油具有 -50 至 -60°C 的倾点。

[0401] 64. 根据权利要求 59 的组合物,其中所述交内酯基油具有 -52 至 -58°C 的倾点。

[0402] 65. 根据权利要求 1-16 中任一项的组合物,其中所述组合物具有选自等于或小于 2 的整数或整数的分数的 EN,其中 EN 为式 I 化合物中键的平均数目。

[0403] 66. 根据权利要求 65 的组合物,其中所述组合物具有为选自 1-2 的整数或整数的分数的 EN,其中 EN 为式 I 化合物中键的平均数目。

[0404] 67. 根据权利要求 65 的组合物,其中所述组合物具有为选自 1.1-1.7 的整数的分数的 EN,其中 EN 为式 I 化合物中键的平均数目。

[0405] 68. 根据权利要求 65-67 中任一项的组合物,其中所述交内酯基油具有在 40°C 下

测量时等于或小于 45cSt 的运动粘度。

[0406] 69. 根据权利要求 68 的组合物,其中所述交内酯基油具有在 40℃下 20-45cSt 的运动粘度。

[0407] 70. 根据权利要求 68 的组合物,其中所述交内酯基油具有在 40℃下 28-38cSt 的运动粘度。

[0408] 71. 根据权利要求 65-70 中任一项的组合物,其中所述交内酯基油具有等于或低于 -25℃的倾点。

[0409] 72. 根据权利要求 71 的组合物,其中所述交内酯基油具有 -25 至 -35℃的倾点。

[0410] 73. 根据权利要求 71 的组合物,其中所述交内酯基油具有 -28 至 -32℃的倾点。

[0411] 74. 根据权利要求 71 的组合物,其中所述交内酯基油具有小于 -50℃的倾点。

[0412] 75. 根据权利要求 71 的组合物,其中所述交内酯基油具有 -50 至 -60℃的倾点。

[0413] 76. 根据权利要求 71 的组合物,其中所述交内酯基油具有 -52 至 -58℃的倾点。

[0414] 77. 根据权利要求 1-76 中任一项的组合物,其中当在旋转受压容器氧化试验中使用 ASTM 方法 2272-11 测试时,所述结合物具有至少 600 分钟的时间。

[0415] 78. 根据权利要求 77 的组合物,其中当在旋转受压容器氧化试验中使用 ASTM 方法 2272-11 测试时,所述结合物具有至少 700 分钟的时间。

[0416] 79. 根据权利要求 77 的组合物,其中当在旋转受压容器氧化试验中使用 ASTM 方法 2272-11 测试时,所述结合物具有至少 800 分钟的时间。

[0417] 80. 根据权利要求 77 的组合物,其中当在旋转受压容器氧化试验中使用 ASTM 方法 2272-11 测试时,所述结合物具有至少 900 分钟的时间。

[0418] 81. 根据权利要求 77 的组合物,其中当在旋转受压容器氧化试验中使用 ASTM 方法 2272-11 测试时,所述结合物具有至少 1000 分钟的时间。

[0419] 82. 根据权利要求 77 的组合物,其中当在旋转受压容器氧化试验中使用 ASTM 方法 2272-11 测试时,所述结合物具有至少 1100 分钟的时间。

[0420] 83. 根据权利要求 77 的组合物,其中当在旋转受压容器氧化试验中使用 ASTM 方法 2272-11 测试时,所述结合物具有至少 1200 分钟的时间。

[0421] 84. 根据权利要求 77 的组合物,其中当在旋转受压容器氧化试验中使用 ASTM 方法 2272-11 测试时,所述结合物具有至少 1300 分钟的时间。

[0422] 85. 根据权利要求 77 的组合物,其中当在旋转受压容器氧化试验中使用 ASTM 方法 2272-11 测试时,所述结合物具有至少 1400 分钟的时间。

[0423] 86. 根据权利要求 1-85 中任一项的组合物,其中至少一种抗氧化剂选自酚类抗氧化剂或胺抗氧化剂中的一种或多种。

[0424] 87. 根据权利要求 86 的组合物,其中至少一种抗氧化剂选自一种或多种受阻酚抗氧化剂。

[0425] 88. 根据权利要求 86 的组合物,其中至少一种抗氧化剂选自一种或多种二芳基胺抗氧化剂。

[0426] 89. 根据权利要求 88 的组合物,其中至少一种抗氧化剂选自一种或多种二苯胺抗氧化剂。

[0427] 90. 根据权利要求 89 的组合物,其中至少一种抗氧化剂选自一种或多种烃基化二

苯胺抗氧化剂。

[0428] 91. 根据权利要求 90 的组合物,其中至少一种抗氧化剂选自壬基化二苯胺、辛基化二苯胺和丁基化二苯胺中的一种或多种。

[0429] 92. 根据权利要求 88 的组合物,其中至少一种抗氧化剂选自苯基- α -萘胺和烷基化苯基- α -萘胺中的一种或多种。

[0430] 93. 根据权利要求 86 的组合物,其中至少一种抗氧化剂包含至少一种酚类抗氧化剂和至少一种胺抗氧化剂。

[0431] 94. 根据权利要求 93 的组合物,其中至少一种抗氧化剂包含至少一种受阻酚抗氧化剂和至少一种烷基化二苯胺抗氧化剂。

[0432] 95. 根据权利要求 1-94 中任一项的组合物,其中交内酯基油具有等于或小于 0.5mg KOH/g 的酸值。

[0433] 96. 根据权利要求 95 的组合物,其中交内酯基油具有等于或小于 0.4mg KOH/g 的酸值。

[0434] 97. 根据权利要求 95 的组合物,其中交内酯基油具有等于或小于 0.3mg KOH/g 的酸值。

[0435] 98. 根据权利要求 95 的组合物,其中交内酯基油具有等于或小于 0.2mg KOH/g 的酸值。

[0436] 99. 根据权利要求 95 的组合物,其中交内酯基油具有等于或小于 0.1mg KOH/g 的酸值。

[0437] 100. 根据权利要求 1-99 中任一项的组合物,其中所述组合物进一步包含选自组 I 油、组 II 油、组 III 油、聚 α 烯烃、聚亚烷基二醇和油溶性聚亚烷基二醇的润滑油。

[0438] 101. 根据权利要求 1-100 中任一项的组合物,其中所述组合物进一步包含至少一种添加剂,所述添加剂选自抗菌剂、特压剂、冷流改进剂、摩擦改进剂、粘度改进剂、倾点下降剂、金属螯合剂、金属减活剂、消泡剂和反乳化剂中的一种或多种。

[0439] 102. 根据权利要求 1-101 中任一项的组合物,其中交内酯基油与至少一种抗氧化剂的结合物占组合物的至少 50 重量 %。

[0440] 103. 根据权利要求 102 的组合物,其中交内酯基油与至少一种抗氧化剂的结合物占组合物的至少 70 重量 %。

[0441] 104. 根据权利要求 102 的组合物,其中交内酯基油与至少一种抗氧化剂的结合物占组合物的至少 80 重量 %。

[0442] 105. 根据权利要求 102 的组合物,其中交内酯基油与至少一种抗氧化剂的结合物占组合物的 50-90 重量 %。

[0443] 106. 根据权利要求 102 的组合物,其中交内酯基油与至少一种抗氧化剂的结合物占组合物的 80-90 重量 %。

[0444] 107. 根据权利要求 102 的组合物,其中交内酯基油与至少一种抗氧化剂的结合物占组合物的至少 90 重量 %。

[0445] 108. 根据权利要求 102 的组合物,其中交内酯基油与至少一种抗氧化剂的结合物占组合物的 85-99 重量 %。

[0446] 109. 根据权利要求 1-99 中任一项的组合物,其中所述组合物基本由交内酯基油

与至少一种抗氧化剂的结合物组成。

[0447] 110. 根据权利要求 1-109 中任一项的组合物,其中所述至少一种抗氧化剂占结合物的 0.01-5 重量 %。

[0448] 111. 根据权利要求 110 的组合物,其中所述至少一种抗氧化剂占结合物的 0.1-3 重量 %。

[0449] 112. 根据权利要求 1-109 中任一项的组合物,其中所述至少一种抗氧化剂占组合物的 0.01-5 重量 %。

[0450] 113. 根据权利要求 112 的组合物,其中所述至少一种抗氧化剂占组合物的 0.1-3 重量 %。

[0451] 114. 根据权利要求 1-108 中任一项的组合物,其中所述组合物包含:

[0452] 50-70 重量 % 交内酯基油;

[0453] 25-49.99 重量 % 润滑油;和

[0454] 0.01-5 重量 % 至少一种抗氧化剂。

[0455] 115. 根据权利要求 1-114 中任一项的组合物,其中组合物具有等于或小于 0.5mg KOH/g 的酸值。

[0456] 116. 根据权利要求 115 的组合物,其中组合物具有等于或小于 0.4mg KOH/g 的酸值。

[0457] 117. 根据权利要求 115 的组合物,其中组合物具有等于或小于 0.3mg KOH/g 的酸值。

[0458] 118. 根据权利要求 115 的组合物,其中组合物具有等于或小于 0.2mg KOH/g 的酸值。

[0459] 119. 根据权利要求 115 的组合物,其中组合物具有等于或小于 0.1mg KOH/g 的酸值。

[0460] 120. 根据权利要求 1-119 中任一项的组合物,其中组合物基本不含脂肪酸。

[0461] 121. 根据权利要求 1-120 中任一项的组合物,其中所述组合物包括水力流体、客车发动机油或曲轴箱油。

[0462] 122. 根据权利要求 1-121 中任一项的组合物,其中 R_1 为饱和的。

[0463] 123. 根据权利要求 1-122 中任一项的组合物,其中 R_2 为饱和的。

[0464] 124. 改善交内酯基油的氧化稳定性的方法,所述方法包括:

[0465] 选择交内酯基油;

[0466] 降低交内酯基油的酸值以提供低酸交内酯基油;和

[0467] 将低酸交内酯基油与至少一种抗氧化剂结合。

[0468] 125. 根据权利要求 124 的方法,其中降低交内酯基油的酸值以提供低酸交内酯基油包括使所述交内酯基油与至少一种减酸剂接触。

[0469] 126. 根据权利要求 125 的方法,其中至少一种减酸剂选自活性碳、硅酸镁、氧化铝、二氧化硅、沸石、碱性树脂和阴离子交换树脂中的一种或多种。

[0470] 127. 根据权利要求 124-126 中任一项的方法,其中至少抗氧化剂为胺抗氧化剂。

[0471] 128. 根据权利要求 124-127 中任一项的方法,其中低酸交内酯基油具有等于或小于 0.5mg KOH/g 的酸值。

[0472] 129. 根据权利要求 128 的方法, 其中低酸交内酯基油具有等于或小于 0.5mg KOH/g 的酸值。

[0473] 130. 根据权利要求 124-129 中任一项的方法, 其中当在旋转受压容器氧化试验中使用 ASTM 方法 2272-11 测试时, 低酸交内酯基油与至少一种抗氧化剂的结合物具有至少 500 分钟的时间。

[0474] 131. 根据权利要求 124-130 中任一项的方法, 其中当在旋转受压容器氧化试验中使用 ASTM 方法 2272-11 测试时, 低酸交内酯基油与至少一种抗氧化剂的结合物具有至少 1000 分钟的时间。