



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102596928 B

(45) 授权公告日 2015. 05. 13

(21) 申请号 201080048715. 4

C08K 5/12(2006. 01)

(22) 申请日 2010. 07. 30

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

102009028976. 3 2009. 08. 28 DE

W0 03029168 A2, 2003. 04. 10, 全文.

CN 101085736 A, 2007. 12. 12, 全文.

CN 101490114 A, 2009. 07. 22, 全文.

US 3875187 A, 1975. 04. 01, 全文.

R. D. Sanderson, 等. Synthesis

and Evaluation of Dialkyl

Furan-2, 5-Dicarboxylates as Plasticizers

for PVC. 《Journal of Applied Polymer

Science》. 1994, 第 53 卷 (第 13 期), 第

1786-1788 页、第 1790 页.

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 04. 27

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2010/061123 2010. 07. 30

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/023491 DE 2011. 03. 03

(73) 专利权人 赢创德固赛有限公司

地址 德国埃森

审查员 赵冬梅

(72) 发明人 M. 格拉斯 H. G. 贝克

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 石克虎 林森

(51) Int. Cl.

C07D 307/68(2006. 01)

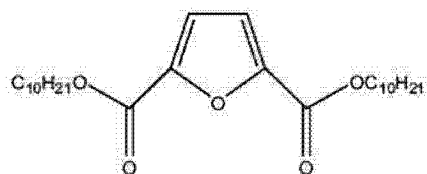
权利要求书2页 说明书12页

(54) 发明名称

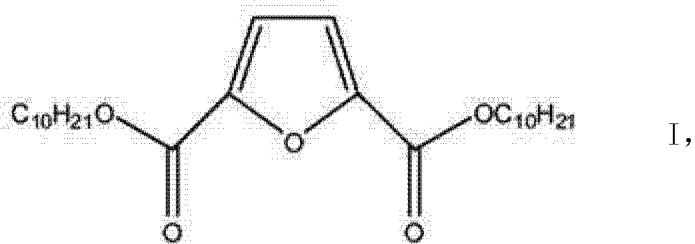
含异构癸醇的 2, 5- 呋喃二甲酸酯及其用途

(57) 摘要

本发明涉及式 I 的呋喃 -2, 5- 二甲酸癸基酯异构体的混合物。此外, 本发明涉及制造所述式 I 的呋喃 -2, 5- 二甲酸癸基酯异构体的混合物的方法。此外, 本发明涉及含有式 I 的呋喃 -2, 5- 二甲酸癸基酯异构体的混合物的组合物。此外, 本发明涉及式 I 的呋喃 -2, 5- 二甲酸癸基酯异构体的混合物作为增塑剂的用途。另外, 本发明涉及上述含有式 I 的呋喃 -2, 5- 二甲酸癸基酯异构体的组合物的用途。



1. 式 I 的呋喃 -2, 5- 二甲酸的癸基酯异构体的混合物



其中, 该酯的混合物在 C10 侧链中具有 85 mol% — 99 mol% 的 2- 丙基庚基残基份额。

2. 根据权利要求 1 的呋喃 -2, 5- 二甲酸的癸基酯异构体的混合物, 特征在于该酯的混合物含有少于 20 mol% 的带季 C 原子的 C10 侧链。

3. 制备根据权利要求 1 的式 I 的呋喃 -2, 5- 二甲酸的癸基酯异构体的混合物的方法, 特征在于:

- a) 使呋喃 -2, 5- 二甲酸与异构 C10 醇的混合物接触, 释放出水;
- b) 其中以至多 50% 的摩尔过量使用异构 C10 醇的混合物;
- c) 使用选自布朗斯台德酸和 / 或路易斯酸的催化剂进行根据 a) 的反应。

4. 制备根据权利要求 1 的式 I 的呋喃 -2, 5- 二甲酸的癸基酯异构体的混合物的方法, 特征在于:

- a) 将呋喃 -2, 5- 二甲酸转化成相应的呋喃 -2, 5- 二甲酰氯,
- b) 在分离和纯化之后, 使其随后与异构 C10 醇的混合物接触, 释放出氯化氢。

5. 制备根据权利要求 1 的式 I 的呋喃 -2, 5- 二甲酸的癸基酯异构体的混合物的方法, 特征在于:

- a) 使呋喃 -2, 5- 二甲酸二甲酯与异构 C10 醇的混合物接触, 释放出甲醇;
- b) 其中使用选自布朗斯台德酸和 / 或路易斯酸的催化剂进行根据 a) 的反应。

6. 组合物, 包含根据权利要求 1 的式 I 的呋喃 -2, 5- 二甲酸的癸基酯异构体的混合物以及增塑剂, 所述增塑剂选自苯甲酸烷基酯、己二酸二烷基酯、甘油酯、柠檬酸三烷基酯、酰化的柠檬酸三烷基酯、偏苯三酸三烷基酯、二苯甲酸乙二醇酯、对苯二甲酸二烷基酯、邻苯二甲酸二烷基酯、异山梨醇的二烷酰基酯和 / 或 1, 2-、1, 3- 或 1, 4- 环己烷二羧酸的二烷基酯。

7. 根据权利要求 6 的组合物, 特征在于式 I 的呋喃 -2, 5- 二甲酸的癸基酯异构体对增塑剂的比例为 1:15 至 15:1。

8. 根据权利要求 6 或 7 的组合物, 特征在于其包含选自聚氯乙烯、聚乙烯醇缩丁醛、聚乳酸、聚羟基缩丁醛和 / 或聚甲基丙烯酸烷基酯的聚合物。

9. 组合物, 包含根据权利要求 1 的式 I 的呋喃 -2, 5- 二甲酸的癸基酯异构体的混合物和选自下列的聚合物: 聚氯乙烯、聚乙烯醇缩丁醛、聚乳酸、聚羟基缩丁醛和 / 或聚甲基丙烯酸烷基酯。

10. 根据权利要求 9 的组合物, 特征在于聚合物对式 I 的呋喃 -2, 5- 二甲酸的癸基酯异构体的比例为 30:1 至 1:2.5。

11. 根据权利要求 1 至 3 任一项的式 I 的呋喃 -2, 5- 二甲酸的癸基酯异构体作为增塑剂的用途。

12. 根据权利要求 6 至 9 任一项的组合物在制备油漆、墨、粘合剂或粘合剂组分、漆料、增塑溶胶、密封料中作为增塑剂的用途。

13. 根据权利要求 6 至 9 任一项的组合物在塑料或塑料组分中作为增塑剂的用途。

含异构癸醇的 2, 5- 呋喃二甲酸酯及其用途

[0001] 本发明涉及 2, 5- 呋喃二甲酸 (FDCA) 与 C10 醇, 特别是支化癸醇混合物, 的酯混合物。本发明还涉及制备这种酯和混合物的方法, 及其作为聚合物例如聚氯乙烯的增塑剂的用途。

[0002] 聚氯乙烯 (PVC) 属于经济上最为重要的聚合物。其以硬质 PVC 和柔性 PVC 的形式用于各种各样的应用。

[0003] 为制造柔性 PVC, 向 PVC 添加增塑剂, 其中在大多数情况下使用邻苯二甲酸的酯, 特别是邻苯二甲酸双-2-乙基己酯 (DEHP)、邻苯二甲酸二异壬酯 (DINP), 邻苯二甲酸二丙基庚酯 (DPHP) 和邻苯二甲酸二异癸酯 (DIDP), 以及对苯二甲酸衍生物对苯二甲酸二-2-乙基己酯 (DEHT 或 DOTP)。同时, 近年来, C10 羧基合成醇, 特别是 2-丙基庚醇的制造, 还由于有利的原料基础已经经历急剧增长, 并且预期还会继续发生进一步的产能升高。目前, 这种醇作为增塑剂的原材料的用途几乎仅限于相应的邻苯二甲酸酯 DIDP 或 DPHP。虽然这些被称为所谓的标准增塑剂, 但是相对于 DEHP、DINP 和 DOTP, 基于它们的应用技术性能, 它们在相对重要的增塑溶胶市场中只能以较大的限制来使用, 原因是更低的凝胶性和更差的增塑性能。因此理想的是得到异癸醇的酯, 优选具有高 2-丙基庚醇份额, 其具有除了能用于常规热塑性塑料应用, 例如薄膜、电缆护套和有时屋顶薄板中, 还能增加地用于增塑溶胶应用中的性能。

[0004] 由于化石原料的可供应性受限, 由此附随的未来可预见的价格急剧上升以及尤其由于政策越来越强烈要求使用可再生原料, 这种酯应特别在未来具有良好的市场前景, 其中至少酸组分基于天然资源, 例如糖、脂肪或油。

[0005] 在 T. Werpy 和 G. Petersen 的出版物“Top Value Added Chemicals from Biomass”, 2, 5-呋喃二甲酸 (FDCA) 被认为是基于糖的最有前途的平台化学品之一。由于其结构与对苯二甲酸相似, 近年来已经公开了许多关于 2, 5-呋喃二甲酸或各种衍生物主要在聚合物中的用途的论文。在大多数情况下, 主要的应用为部分或全部取代聚合物中的对苯二甲酸或其衍生物。

[0006] FDCA, 其应用及其合成可能性的非常详尽的综述在 Jaroslaw Lewkowski, ARKIVOC 2001 (i), 17-54 页, ISSN 1424-6376, 标题为“Synthesis, Chemistry and Applications of 5-hydroxymethylfurfural and its derivatives”的网络出版物中找到。大部分这些合成所共有的是碳水化合物, 特别是葡萄糖或果糖, 优选果糖的酸催化反应, 产生 5-羟甲基糠醛 (5-HMF), 其可以通过方法技术操作 (例如双相方式) 从反应介质中分离。相应的结果已经例如由 Roman-Leshkov 等, 在 Science 2006, 312, 1933-1937 页, 和 Zhang, 在 Angewandte Chemie 2008, 120, 9485-9488 页中描述。

[0007] 在另一步中, 5-HMF 然后可以氧化为 FDCA, 如 Christensen 在 ChemSusChem 2007, 1, 75-78 页中提到的。

[0008] 此外, 还描述了通过从半乳糖二酸 (Tagouchi, Chemistry Letter, 37 卷, 1 期 (2008)) 和相应的醇开始的直接合成制备某些 FDCA 酯。

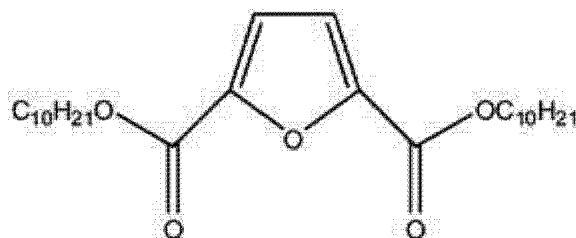
[0009] 迄今几乎未曾描述 2, 5-呋喃二甲酸的酯作为塑料, 特别地 PVC、PVB、PLA、PHB 或

PAMA 的增塑剂的用途。关于这一点最详尽的综述在 R. D. Sanderson 等在 Journal of Appl. Pol. Sci. 1994, 53 卷, 1785 至 1793 页中的公开中找到。在此明确地描述了基于正丁醇、正己醇、2-辛醇和 2-乙基己醇的相应的酯。该酯与 PVC 的相互作用的研究表明它们完全可以用作 PVC 的增塑剂。但是这些结论仅由 DMTA 测量得出。并未进行对于加工者而言重要且更有意义的应用技术研究。

[0010] 因此从已知的现有技术出发, 目的是提供基于异癸醇, 特别是具有高 2-丙基庚醇份额, 并且基于可再生原料的酸组分的酯, 其可以用作塑料例如 PVC、PVB、PLA、PHB 或 PAMA 的增塑剂, 而且显示与 DPHP 相比显著改善的增塑溶胶凝胶化和增塑作用, 因此显著扩大了所基于的醇的应用范围。

[0011] 现已发现 2, 5-呋喃二甲酸的癸基酯异构体 (式 I) 的混合物可以用作塑料, 特别是 PVC、PVB 和 PAMA 的增塑剂, 其中相对于已经由文献已知的 FDCA 酯, 它们显示有利的性能。另外, 相对于相应的邻苯二甲酸的酯, 例如 DIDP 或 DPHP, 这些酯也显示出应用技术优势。

[0012]



式 I

[0013] 本发明因此提供式 I 的 2, 5-呋喃二甲酸的癸基酯异构体的混合物。本发明进一步提供包括根据式 I 的 2, 5-呋喃二甲酸的癸基酯异构体的混合物的组合物。

[0014] 本发明进一步提供这些混合物在油漆 (Farbe)、墨或漆料 (Lack)、增塑溶胶、粘合剂或粘合剂组分、密封料、作为塑料或塑料组分中的增塑剂、作为溶剂、作为润滑油组分和作为金属加工助剂的用途, 以及提供包括 PVC 和每 100 质量份 PVC, 5 至 250 质量份的本发明混合物的 PVC 组合物或增塑溶胶。

[0015] 本发明还提供制备 2, 5-呋喃二甲酸的癸基酯异构体的混合物的方法, 特征在于 2, 5-呋喃二甲酸与异构癸醇, 以下称为异癸醇的混合物, 任选在催化剂存在下酯化, 或

[0016] 2, 5-呋喃二甲酸二甲酯与异癸醇任选使用催化剂进行酯交换, 释放出甲醇, 产生 2, 5-呋喃二甲酸的癸基酯异构体的混合物。此外, 本发明的酯混合物也可以通过首先使用氯化剂将 2, 5-呋喃二甲酸转化成为二氯化物, 然后使该二氯化物与异癸醇反应, 释放氯化氢, 来获得目标产物。

[0017] 此外, 为制备癸基酯异构体的混合物, 另外也可以从半乳糖二酸开始, 在异癸醇和优选酸性催化剂存在下, 以一锅法反应的形式同时环化并反应得到相应的呋喃二甲酸二酯。

[0018] 相对于现有技术的呋喃二甲酸酯, 本发明的 FDCA 的癸基酯异构体的混合物在它们作为塑料, 特别是 PVC 中的增塑剂的用途方面显示改善的性能。

[0019] 相对于现有技术已知的 DPHP, 本发明的酯在至少堪相比较的挥发性情况下具有增

强的增塑作用（效率），显著改善的凝胶性。与迄今用于增塑溶胶应用的标准产品的 DINP 相比，观察到的堪相比较的增塑作用，仅略微变慢的凝胶化，以及改善的挥发性。与由于邻苯二甲酸酯的争论，而在近来已经越来越多地使用的 DOTP 相比，本发明的酯在凝胶化和增塑作用方面显示改善。

[0020] 本发明的根据式 I 的 2,5-呋喃二甲酸的癸基酯异构体的混合物如此组成：优选使得酯的混合物具有高 2-丙基庚基残基份额。如果酯的混合物在 C10 侧链中具有 50 直至最大 99 mol% 的 2-丙基庚基份额，则这是有利的。另外，如果本发明的酯混合物的带季 C 原子的 C10 侧链少于 20 mol%，则这是有利的。

[0021] 本发明的混合物可以仅由式 I 的酯组成，或者这些除了这些还可以包含至少一种聚合物和 / 或至少一种不是式 I 的二酯的增塑剂。这些增塑剂可以例如选自柠檬酸三烷基酯、酰化的柠檬酸三烷基酯、甘油酯、二苯甲酸乙二醇酯、苯甲酸烷基酯、己二酸二烷基酯、偏苯三酸三烷基酯、对苯二甲酸二烷基酯、邻苯二甲酸二烷基酯或 1,2-、1,3- 或 1,4- 环己烷二羧酸的二烷基酯，所述烷基具有 4 至 13 个，优选 5、6、7、8、9、10、11 或 13 个碳原子。增塑剂也可以为二脱水己糖醇酯，优选羧酸，例如正或异丁酸、戊酸或 2-乙基己酸或异壬酸的异山梨醇二酯。

[0022] 可以存在于本发明混合物中的聚合物为例如聚氯乙烯 (PVC)、聚乙烯醇缩丁醛 (PVB)、聚乳酸 (PLA)、聚羟基缩丁醛 (Polyhydroxybutyral, PHB) 和聚甲基丙烯酸烷基酯 (PAMA)。特别优选该聚合物为聚氯乙烯 (PVC)。

[0023] 在包括式 I 的二酯和聚合物的优选混合物中，一种或多种聚合物对一种或多种式 I 的二酯的质量比为优选 30:1 至 1:2.5，和更优选 20:1 至 1:2。

[0024] 在包括式 I 的二酯和不是式 I 的二酯的增塑剂的优选混合物中，增塑剂，特别地苯甲酸烷基酯、己二酸二烷基酯、甘油酯、柠檬酸三烷基酯、酰化的柠檬酸三烷基酯、偏苯三酸三烷基酯、二苯甲酸乙二醇酯、对苯二甲酸二烷基酯、邻苯二甲酸二烷基酯、异山梨醇的二烷基酯和 / 或 1,2-、1,3- 或 1,4- 环己烷二羧酸的二烷基酯，对一种或多种式 I 的二酯的摩尔比为优选 1:15 至 15:1，更优选 1:6 至 6:1。

[0025] 本发明的式 I 的二酯的混合物，和式 I 的二酯本身，可以以多种方式制备。优选地，式 I 的二酯的混合物和 / 或式 I 的二酯由如下所述的方法制备。

[0026] 用于制备 2,5-呋喃二甲酸的癸基酯异构体的本发明的方法特点在于：2,5-呋喃二甲酸或这种化合物的较短链二烷基酯，特别是二甲酯，在任选地使用催化剂的情况下，与异构癸醇的混合物反应。此外，可以例如通过使 FDCA 与氯化剂例如亚硫酸氯反应获得的 2,5-呋喃二甲酰氯可以用作用于制备二异癸基酯的起始材料。FDCA 通过二氯化物作为中间体产生二异癸基酯的反应的适宜条件在实施例中找到。

[0027] 优选使用含有 50-99 mol%，特别是 70-99 mol%，更优选 85-99 mol%，特别是 95-99 mol% 的 2-丙基庚醇的异构癸醇的混合物。

[0028] 异构癸醇的制备

[0029] 原则上，可以使用所有癸醇的工业混合物，特别是具有通用总式 $C_{10}H_{21}OH$ 的伯醇和 / 或醇混合物。优选的是根据位于如上所述范围内的 2-丙基庚醇或正癸醇的份额以及带季 C 原子的取代多次的 C10 醇的含量，使用具有式 $C_9H_{19}CH_2OH$ 的异构癸醇的那些混合物。特别优选的是具有高 2-丙基庚醇份额的癸醇。

[0030] 可以用于制备本发明的酯混合物的 C10 醇可以在工业上简单地通过 C5 醛即正戊醛 (= 正戊基醛)、异戊醛 (2- 甲基丁醛) 和 3- 甲基丁醛的羟醛缩合, 以及随后的水脱除和氢化来获得。

[0031] N- 和异戊醛可以进而例如通过 1- 丁烯或 2- 丁烯的加氢甲酰基化来制备。在该反应中, 根据使用的加氢甲酰基化催化剂和反应条件, 以变化的比例获得正和异戊醛。如果这种混合物经历羟醛缩合, 那么获得各种取代的产物; 异丁烯的加氢甲酰基化能得到 3- 甲基丁醛。

[0032] 异癸醇可以通过以下步骤合成:

[0033] a) 将 C₄ 烯烃或 C₄ 烯烃混合物加氢甲酰基化, 得到相应的 C₅ 醛

[0034] b) a) 形成的醛经羟醛缩合形成癸烯醛

[0035] c) 步骤 b) 形成的癸烯醛经氢化形成癸醇。

[0036] 为了制备癸醇混合物, 使用 1- 丁烯、2- 丁烯、异丁烯或这些烯烃的混合物作为起始材料。这些混合物的加氢甲酰基化可以由各种方法进行。

[0037] 一般而言, 使用改性或未改性的钴或铑催化剂用于加氢甲酰基化。

[0038] 异丁烯加氢甲酰基化为 3- 甲基丁醛例如在以下文献中描述 (V. Y. Gankin, L. S. Genender, D. M. Rudkovskii, USSR Zh. Prikl. Khim. (Leningrad) (1968), 41 (10), 第 2275-81 页)。直链 (linear) 丁烯或其混合物的加氢甲酰基化例如在公开物 EP 0 094 456、DE 196 17 178、EP 0 562 451 或 EP 0 646 563 中公开。

[0039] 正戊醛、异戊醛、3- 甲基丁醛或 C₅ 醛的混合物的羟醛缩合通常通过碱催化剂的作用而进行。使用的催化剂包括碱金属碳酸盐或碱金属氢氧化物, 特别为钠或钾的化合物, 或者胺优选叔胺, 例如三乙胺、三正丙胺、三正丁胺。操作在 60 至 160°C, 特别是 80 至 130°C 的温度, 和在常压或大约 1 MPa 的升高压力下进行。反应时间为几分钟直至数小时, 特别取决于催化剂类型和反应温度。

[0040] C₅ 醛在搅拌反应器中的羟醛缩合在例如 WO 93/20034 中描述。在管式反应器中对醛进行羟醛缩合在例如 DE 199 57 522 中公开。

[0041] 由 C₅ 醛的羟醛缩合获得的癸烯醛以纯物质形式或混合物形式氢化。氢化优选在液相中进行。

[0042] 为了氢化, 可以使用不仅氢化烯属双键而且氢化羰基的催化剂或催化剂体系。特别适用于氢化 α , β - 不饱和醛的催化剂为工业中用于将 2- 乙基 -2- 己烯醛氢化至 2- 乙基己醇的那些催化剂。

[0043] 为了氢化, 可以使用例如铜 / 镍、铜 / 铬、铜 / 铬 / 镍、锌 / 铬、镍 / 钼催化剂。也可以使用两种或更多种催化剂的组合。催化剂可以是未担载的, 或可以将氢化活性物质和 / 或其前体施加于载体例如二氧化硅或氧化铝上。

[0044] 在其上氢化 α , β - 不饱和醛的优选的催化剂在载体材料 (优选氧化铝和二氧化硅) 上含有 0.3 质量 %-15 质量 % 的铜和镍, 以及作为活化剂, 0.05 质量 %-3.5 质量 % 的铬和有利地 0.01 质量 %-1.6 质量 %, 优选 0.02 质量 %-1.2 质量 % 的碱金属组分。用量数据基于未还原状态的催化剂。碱金属组分是任选的。

[0045] 催化剂有利地以提供低流阻的形式使用, 例如颗粒、丸粒或成型体, 例如片、柱体、股线挤出物或环的形式。合乎目的地, 将它们在使用之前例如通过在氢气流中加热进行活

化。

[0046] 氢化,优选液相氢化,通常在 0.5 至 20.0 MPa,特别是 0.5 至 3.0 MPa,非常特别是 1.5 至 2.5 MPa 的总压力下进行。气相中的氢化也可以在低压下,相应地利用大气体容量进行。当使用多个氢化反应器时,各个反应器中的总压力可以在所述压力范围内相同或不同。

[0047] 在液相或气相中氢化的情况下,反应温度通常为 120 至 220 °C,特别为 140 至 180 °C。

[0048] 这种氢化的实例在专利申请 EP 0 470 344 和 EP 0 326 674 中描述。

[0049] 癸烯醛至癸醇的氢化可以任选地以两步进行。在这种情况下,在第一步中,例如在钯催化剂上,烯属双键被氢化,和在第二步中,在上述催化剂之一上,羰基被氢化。

[0050] 从 C₄ 烯烃出发产生基本包含一种或多种以下物质的癸醇混合物:

[0051] 2- 丙基庚醇、4- 甲基 -2- 丙基己醇、5- 甲基 -2- 丙基己醇、2- 异丙基 -4- 甲基己醇、2- 异丙基 -5- 甲基己醇。列出的癸醇在每种情况下由至少两种立体异构体组成。

[0052] 如已经提及的,这些癸醇混合物的组成取决于原料和加氢甲酰基化方法。以所述方式从 C₄ 烯烃获得的所有癸醇混合物可以用于制备本发明的酯。特别优选的癸醇混合物为由 50-99 mol%,特别是 70-99 mol%,更优选 85-99 mol%,特别是 95-99 mol% 的 2- 丙基庚醇组成的那些。

[0053] 由 C₄ 烯烃或 C₄ 烯烃混合物合成异癸醇通常比借助于丙烯三聚,随后加氢甲酰基化和氢化的常规途径更加经济,所述常规途径主要产生甲基 - 支化的异癸醇混合物。作为替代,这里也可以使用来自 Polygas 法的 C₁₀ 醇混合物,其除了 C₁₀ 成分之外还含有 C₉ 和 C₁₁ 醇,原因是使用具有基本上 8 至 10 个 C 原子的烯烃混合物作为加氢甲酰基化的起始产物。尽管如此,这些异癸醇混合物同样适合于制备本发明的酯。

[0054] 例如,这里可以提及购自 ExxonMobil 的异癸醇混合物,其商品名为 Exxa1 10。此外,上述变型的混合物也可以用于制备本发明的酯。

[0055] 优选地,本发明方法中使用的异构癸醇的混合物,特别是具有式 C₉H₁₉CH₂OH 的那些,含有少于 20 mol%,优选少于 10 mol%,更优选少于 5 mol% 的具有季 C 原子的癸醇。这些醇的存在损害许多应用技术性能以及降低分子的生物降解速率。

[0056] 此外,如果本发明混合物中存在的用于制备式 I 的二酯的异癸醇,优选具有式 C₉H₁₉CH₂OH 的那些,含有 1 至 60%,特别是 1 至 50%,优选 2 至 30% 的正癸醇,这可能是有利的。由此,应可以改善许多应用技术性能,例如凝胶化、增塑作用等。但是,因为这种醇以相当大的份额既不是通过 C₅ 醛的羟醛缩合以及随后的氢化,也不是通过来自 Polygas 法的三聚丙烯或壬烯混合物加氢甲酰基化和随后的氢化,所以需要时必须混入正癸醇。正癸醇进而可例如工业得自乙烯的低聚或脂肪醇的分馏。

[0057] 混合物中异构醇的异构体分布可以使用为本领域技术人员所熟知的常例测量方法来测定,例如 NMR 光谱、GC 或 GC/MS 光谱,优选在转化成为甲硅烷基酯或甲酯之后测定。

[0058] 呋喃二甲酸

[0059] 呋喃 -2, 5- 二甲酸 (FDCA, CAS No :3238-40-2),迄今未曾以工业规模获得,但是可以根据文献制备或商购。实施例中详细地描述了其转化成为二氯化物,这可能是希望的或优选的。

[0060] 酯化

[0061] 为制备本发明的酯,使 2,5-呋喃二甲酸或反应性衍生物例如相应的二氯化物(参见实施例),与异构癸醇的混合物反应。酯化优选从呋喃二甲酸和异癸醇开始,借助于催化剂进行。

[0062] 呋喃二甲酸与异癸醇混合物酯化产生相应的酯可以自催化,或用例如布朗斯台德酸或路易斯酸催化。不管选择的催化类型,总存在反应物(酸和醇)和产物(酯和水)之间形成的温度依赖性平衡。为了使该平衡向有利于酯方向偏移,可以使用共沸剂(Schleppmittel)来帮助从批料中去除反应水。因为用于酯化的醇混合物比呋喃二甲酸、其反应性衍生物和其酯在更低的温度下沸腾,并且显示与水的混溶性区(Mischungslück),所以它们经常用作共沸剂,并且可以在去除水之后循环至工艺中。

[0063] 同时用作共沸剂的用于形成酯的醇或异构癸醇混合物以比形成酯所需量优选过量 5 质量%至 50 质量%,特别地过量 10 质量%至 30 质量%使用。

[0064] 作为酯化催化剂,可以使用酸,例如硫酸、甲磺酸或对甲苯磺酸,或金属或其化合物。合适的实例包括锡、钛和锆,其以细碎金属或适宜地以其盐、氧化物或可溶有机化合物的形式使用。与质子酸不同,金属催化剂为高温催化剂,经常只有在 180°C 以上的温度下才达到其完全活性。但是这里应注意,呋喃二甲酸在高于 190°C 的温度下倾向于释放 CO₂,然后由此形成单羧酸,其然后当然不再能反应产生目标产物。但是优选使用金属催化剂,因为与质子催化剂相比,它们由使用的醇形成更少的副产物,例如烯烃。金属催化剂的示例性代表物为锡粉、氧化锡(II)、草酸锡(II)、钛酸酯,例如正钛酸四异丙酯或正钛酸四丁酯,以及锆酯,例如锆酸四丁酯。

[0065] 催化剂浓度取决于催化剂类型。在优选使用的钛化合物的情况下,基于反应混合物,浓度为 0.005 质量%至 2.0 质量%,特别为 0.01 质量%至 0.5 质量%,非常特别是 0.01 质量%至 0.1 质量%。

[0066] 当使用钛催化剂时,反应温度为 160°C 至 270°C,优选 160°C 至 200°C。最佳的温度取决于反应物、反应进程和催化剂浓度。对于每一个别情况,它们可以容易地通过实验确定。较高的温度提高反应速率并促进副反应,例如由醇脱水或者形成有色副产物。关于去除反应水,有利的是可以从反应混合物中蒸馏出醇。所需温度或所需温度范围可以由反应器中的压力带来。因此在低沸点醇的情况下,反应在过压下进行,以及在高沸点醇的情况下,反应在减压下进行。在 FDCA 与异构癸醇的混合物反应的情况下,例如,在 0.1 MPa 至 0.001 MPa 的压力范围中在 160°C 至 190°C 的温度范围下进行操作。

[0067] 要循环至反应的液体量可以完全或部分由通过共沸馏出物的后处理而获得的醇组成。也可以在稍后的时间点进行后处理,以及用新鲜的醇,即由在储存容器中备用的醇替代一些或全部去除的液体量。

[0068] 除了一种或多种酯之外包括醇、催化剂或其后续产物以及任选副产物的粗制酯混合物由本身已知的方法形成。后处理包括以下步骤:去除过量的醇以及任选的低沸物;中和存在的酸;任选地水蒸气蒸馏;将催化剂转化成为可容易过滤的残留物;去除固体;和任选干燥。这些步骤的顺序可以根据使用应用的后处理步骤而不同。

[0069] 二异癸基酯的混合物可以任选在中和批料之后,任选通过蒸馏与反应混合物分离。

[0070] 酯交换

[0071] 本发明的二异癸基酯可以另外通过呋喃-2,5-二甲酸二酯与异癸醇混合物酯交换获得。使用的原料为呋喃-2,5-二甲酸二酯,其连接到酯基的O原子的烷基残基具有1-9个C原子。这些残基可以为直链或支化的脂肪族的、脂环族的或芳香族的。这些烷基残基中的一个或多个亚甲基可以被氧取代。有利的是原料酯所基于的醇在低于使用的异癸醇混合物的温度下沸腾。一种优选的进料为呋喃-2,5-二甲酸二甲酯。

[0072] 酯交换使用例如布朗斯台德酸或路易斯酸或使用碱催化进行。不管使用的催化剂,总存在反应物(二烷基酯和异癸醇混合物)和产物(二异癸基酯混合物和释放的醇)之间形成的温度依赖性平衡。为了使平衡向有利于二异癸基酯混合物方向偏移,通过蒸馏将由原料酯产生的醇从反应混合物中去除。

[0073] 这里同样适合的是使用过量的异癸醇混合物。作为酯交换催化剂,可以使用酸,例如硫酸、甲磺酸或对甲苯磺酸,或金属或其化合物。合适的实例是锡、钛和锆,其以细碎金属或合适地以它们的盐、氧化物或可溶有机化合物的形式使用。与质子酸不同,金属催化剂为高温催化剂,只有在高于180°C的温度才达到其完全活性。但是它们是优选使用的,因为与质子催化剂相比,它们由使用的醇形成更少的副产物,例如烯烃。金属催化剂的示例性代表为锡粉、氧化锡(II)、草酸锡(II)、钛酸酯,例如正钛酸四异丙酯或正钛酸四丁酯,以及锆酯,例如锆酸四丁酯。

[0074] 此外,可以使用碱性催化剂,例如例如碱金属或碱土金属的氧化物、氢氧化物、碳酸氢盐、碳酸盐或醇盐。从该组,优选的是使用醇盐,例如甲醇钠。醇盐也可以由碱金属和癸醇和/或异癸醇混合物原位制备。

[0075] 催化剂浓度取决于催化剂类型。其通常为0.005质量%至2.0质量%,基于反应混合物。

[0076] 酯交换的反应温度通常为100至220°C。它们必须至少足够高,以允许在预定的压力,通常常压下,通过蒸馏从反应混合物中去除由原料酯形成的醇。

[0077] 酯交换混合物可以用和对于酯化混合物所述刚好一样的方法后处理。

[0078] 应用

[0079] 本发明的2,5-呋喃二甲酸的癸基酯异构体的混合物可以特别是在塑料组合物、粘合剂、密封料、漆料、油漆、增塑溶胶、人造革、地板面层、车底护板、经涂覆织物、壁纸或墨中用作增塑剂。本发明的增塑剂可以优选用于型材、密封垫、食品包装、薄膜、玩具、医学制品、屋顶薄板(Dachbahn)、人造革、地板面层、车底护板、经涂覆织物、壁纸、线缆和电缆包皮中,和特别优选用于食品包装、玩具、医学制品,例如输液、透析和引流用的袋和管,壁纸、地板面层和经涂覆织物中。

[0080] 使用本发明的2,5-呋喃二甲酸的癸基酯异构体的混合物可获得的特别是包含2,5-呋喃二甲酸的癸基酯异构体混合物的本发明组合物。

[0081] 这种组合物可以单独或以其与其它增塑剂的混合物的形式包含本发明的2,5-呋喃二甲酸的癸基酯异构体的混合物。当本发明的组合物包括本发明的2,5-呋喃二甲酸的癸基酯异构体的混合物与其它增塑剂的混合物时,其它增塑剂可以优选选自邻苯二甲酸二烷基酯,优选在烷基链中具有4至13个C原子;偏苯三酸三烷基酯,优选在侧链中具有4至10个C原子;己二酸二烷基酯和优选对苯二甲酸二烷基酯,在每一情形中优选在侧链中具有4至13个C原子;1,2-环己烷二酸烷基酯,1,3-环己烷二酸烷基酯,和1,4-环己烷二酸

烷基酯,优选 1,2-环己烷二酸烷基酯,在每一情形中优选在侧链中具有 4 至 13 个碳原子的烷基 = 烷基残基;乙二醇的二苯甲酸酯;酚的烷基磺酸酯,所述酚优选具有包含 8 至 22 个 C 原子的烷基残基;聚合物增塑剂,甘油酯,异山梨醇酯和苯甲酸烷基酯,优选在烷基链中具有 7 至 13 个 C 原子。在所有情况下,烷基残基可以为直链或支化的,以及可以相同或不同。特别优选除了 2,5-呋喃二甲酸的异构壬基酯的混合物之外,该组合物特别包括具有 7 至 13 个碳原子的烷基 = 烷基残基的苯甲酸烷基酯,优选苯甲酸异壬酯、苯甲酸壬酯、苯甲酸异癸酯、苯甲酸丙基庚酯或苯甲酸癸酯。本发明的 2,5-呋喃二甲酸的异构壬基酯的混合物在具有其它增塑剂的混合物中的份额为优选 15 质量%至 90 质量%,更优选 20 质量%至 80 质量%,极特别优选 30 质量%至 70 质量%,存在的所有增塑剂的质量份额之和为 100%。

[0082] 由 2,5-呋喃二甲酸的癸基酯异构体的混合物和其它增塑剂组成的所述组合物可以在塑料组合物、粘合剂、密封料、漆料、油漆、增塑溶胶或墨中用作增塑剂组合物。由本发明的增塑剂组合物制造的塑料制品的实例可以为下列:型材、密封垫、食品包装、薄膜、玩具、医学制品、屋顶薄板、正如例如对于输液、透析和引流所应用的,人造革、地板面层、车底护板、经涂覆织物、壁纸、线缆和电缆包皮。该组中优选的是食品包装、玩具、医学制品、壁纸、经涂覆织物和地板面层。

[0083] 包括 2,5-呋喃二甲酸的癸基酯异构体的混合物的本发明组合物可以包括选自以下的聚合物:聚氯乙烯(PVC),聚偏 1,1-二氯乙烯(PVDC),聚丙烯酸酯,特别是聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA),聚甲基丙烯酸烷基酯(PAMA),氟聚合物,特别是聚偏 1,1-二氟乙烯(PVDF),聚四氟乙烯(PTFE),聚乙酸乙烯酯(PVAc),聚乙烯醇(PVA),聚乙烯醇缩醛,特别是聚乙烯醇缩丁醛(PVB),聚苯乙烯聚合物,特别是聚苯乙烯(PS),可膨胀聚苯乙烯(EPS),丙烯腈-苯乙烯-丙烯酸酯(ASA),苯乙烯-丙烯腈(SAN),丙烯腈-丁二烯-苯乙烯(ABS),苯乙烯-马来酸酐共聚物(SMA),苯乙烯-甲基丙烯酸共聚物,聚烯烃,特别是聚乙烯(PE)或聚丙烯(PP),热塑性聚烯烃(TPO),聚乙烯-乙酸乙烯酯(EVA),聚碳酸酯,聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET),聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT),聚甲醛(POM),聚酰胺(PA),聚乙二醇(PEG),聚氨酯(PU),热塑性聚氨酯(TPU),聚硫化物(PSu),生物聚合物,特别是聚乳酸(PLA),聚羟基缩丁醛(PHB),聚羟基戊酸(PHV),聚酯,淀粉,纤维素和纤维素衍生物,特别是硝化纤维(NC),乙基纤维素(EC),醋酸纤维素(CA),醋酸/丁酸纤维素(CAB),橡胶或硅酮,以及所述聚合物或其单体单元的混合物或共聚物。本发明的组合物优选包括 PVC 或基于乙烯、丙烯、丁二烯、乙酸乙烯酯、丙烯酸缩水甘油酯、甲基丙烯酸缩水甘油酯、甲基丙烯酸酯、丙烯酸酯、具有连接到酯基氧原子上的来自具有一至十个碳原子的支化或未支化醇的烷基的丙烯酸酯或甲基丙烯酸酯,苯乙烯、丙烯腈或环烯烃的均聚物或共聚物。

[0084] 本发明组合物中的 PVC 的类型优选为悬浮 PVC、本体 PVC、微悬浮 PVC 或乳液 PVC。基于 100 质量份聚合物,本发明的组合物包括优选 5 至 200,更优选 10 至 150 质量份的增塑剂。

[0085] 除了所述成分之外,本发明的组合物可以包括其它成分,特别为例如其它增塑剂、填料、颜料、稳定剂、共稳定剂,例如环氧化大豆油,以及润滑剂、发泡剂、催发泡剂(Kicker)、抗氧化剂或杀生物剂。

[0086] 包括上述聚合物的所述组合物可以用作粘合剂、密封料、漆料、油漆、增塑溶胶、人造革、地板面层、车底护板、经涂覆织物、壁纸或墨或用于制造上述产品。当所述组合物是塑

料时,它们可以特别加工为型材、密封垫、单部件或多部件密闭装置、食品包装、薄膜、玩具,医学制品、屋顶薄板、人造革、地板面层、车底护板、经涂覆织物、壁纸、线缆和电缆包皮。

[0087] 以下实施例意图说明本发明而非限制其应用范围,该应用范围由说明书和权利要求书给出。

实施例

[0088] 本发明的酯首先以两步合成,从呋喃-2,5-二甲酸出发经由二氯化物制备。

[0089] 实施例 1:呋喃-2,5-二甲酰氯(II)的合成步骤

[0090] 在氩气下将 72.1 g (462 mmol) 的呋喃-2,5-二甲酸预先加入具有回流冷凝器和滴液漏斗的 250 ml 的 3 颈烧瓶。经 10 分钟,添加 165 g (1.39 mol) 的亚硫酰氯,向其中添加几滴 N,N-二甲基甲酰胺。将悬浮液加热到回流温度,通过含有 KOH 水溶液的洗瓶去除所得气体。然后将悬浮液在回流下加热 4 小时,直到气体逸出终止,固体完全溶解。

[0091] 去除过量的亚硫酰氯之后,通过蒸馏纯化 ($T = 110^{\circ}\text{C}$, $p = 0.0012\text{ MPa}$) 分离产物。

[0092] 在此情况下,得到无色结晶固体形式的 79.4 g 二氯化物(产率 89%),具有 $79.5\text{--}80.0^{\circ}\text{C}$ 的熔点。

[0093] 在进一步使用之前将呋喃-2,5-二甲酰氯在保护气体(氩气)下在室温存储在暗处。

[0094] 实施例 2:呋喃-2,5-二甲酸酯的合成

[0095] 在氩气下,将二氯化物预先加入具有回流冷凝器和滴液漏斗的 3 颈烧瓶,并通过加热熔融。向液体中缓慢滴加 2.4 当量的醇,发生放热反应,伴随气体逸出。使产生的气体通过含有 KOH 水溶液的洗瓶。添加完成之后,将混合物在 $80\text{--}100^{\circ}\text{C}$ 下搅拌 16 小时。

[0096] 在沸石存在下将过量的醇在减压下去除,并通过蒸馏纯化粗产物两次。

[0097] 市售可得 2-乙基己醇用于对比例的合成。为制备本发明的酯混合物,使用例如以丙基庚醇提供的 CAS 登记号 10042-59-8 的市售可得 C10 醇。

[0098] 这种醇根据气相色谱法分析具有以下组成:

[0099] 86.3 质量%的 2-丙基庚醇;13.4 质量%的 2-丙基-4-甲基己醇;0.3 质量%的余量。

[0100] 以下表 1 记录两种合成的结果。

[0101] 表 1:

[0102]

酯	酯的沸点	产率
呋喃-2,5-二甲酸双(2-乙基己基)酯 II (对比例)	$137\text{--}138^{\circ}\text{C}$ ($p = 0.0002\text{ MPa}$)	99%
呋喃-2,5-二甲酸双(异癸基)酯(I) (本发明)	$140\text{--}165^{\circ}\text{C}$ ($p = 0.0003\text{ MPa}$)	98%

[0103] 呋喃-2,5-二甲酰二氯(2)向相应酯的转化因此几乎是定量的。

[0104] 实施例 3:增塑溶胶的制备

[0105] 可用本发明的酯获得的优越性能将在以下增塑溶胶和可由其获得的半成品中显示。

[0106] 各增塑溶胶的组分所使用的初始重量参见以下表 2。

[0107] 表 2:配方 [所有数据以 phr 计 (= 每 100 质量份 PVC 的质量份)]

[0108]

增塑溶胶配方	1	2	3	4	5
乳液 PVC (Vestolit B 7021 Ultra, 购自 Vestolit GmbH)	100	100	100	100	100
呋喃 -2, 5- 二甲酸二异癸基酯 I (本发明)	50				
呋喃 -2, 5- 二甲酸二 -2- 乙基己酯 II (对比例)		50			
DINP (VESTINOL 9, Evonik Oxeno GmbH, 对比例)			50		
DPHP (Palatinol 10 P, BASF AG, 对比例)				50	
对 苯 二 酸 二 -2- 乙 基 己 酯 (Eastman 168 Plasticizer, Eastman, 对比例)					50
环氧化大豆油 (Drapex 39, Chemtura)	3	3	3	3	3
Ca/Zn 稳定剂 (Mark CZ 149, Chemtura)	2	2	2	2	2

[0109] 在固体组分之前称出液体组分,加入合适的 PE 烧杯中。使用刮勺,用手搅拌混合物,使得不留下未润湿的粉末。然后将混合烧杯夹持在溶解搅拌器的夹紧装置中。使用合适的混合器盘均化试样。将 330 转每分的转速增至 2000 转每分,继续搅拌如此长时间,直到热传感器的数字显示器上的温度达到 30.0°C。这样保证用规定的能量输入均化该增塑溶胶。其后将增塑溶胶立即调节到 25.0°C 温度。

[0110] 实施例 4:凝胶速率的测量

[0111] 使用在调节剪切速率下操作的板 / 板测量系统 (PP25),以振动模式在 Physica MCR 101 中研究增塑溶胶的凝胶行为。将另外的温度调节罩连接到仪器上,以获得尽可能好的热分布。

[0112] 参数设定如下:

[0113] 模式: 温度梯度
 [0114] 开始温度:25°C
 [0115] 终点温度:180°C
 [0116] 加热 / 冷却速率:5°C /min
 [0117] 测量后的温度:25°C
 [0118] 振动频率:4-0.1 Hz 爬坡,对数
 [0119] 角频率 Ω :10 1/s
 [0120] 测量点的数目:63
 [0121] 测量点持续时间:0.5 min
 [0122] 自动间隙调整 F:0 N
 [0123] 恒定的测量点持续时间
 [0124] 间隙宽度 0.5 mm。

[0125] 测量步骤:

[0126] 用刮勺将一滴有待测量的增塑溶胶配方在没有气泡下施涂于测量系统板。在这一操作期间,要注意的是在已经组装测量系统之后,一些增塑溶胶可能均匀地膨胀超出测量

系统的范围外（周围不超过约 6 mm）。然后将温度调节罩放置在试样上，并开始测量。

[0127] 测定的为与温度有关的增塑溶胶的人们所说的复数粘度。凝胶过程的开始由复数粘度的突然急剧升高而获知。粘度升高开始得越早，系统的可凝胶性越好。为了对比，由各增塑溶胶的曲线通过内插来确定达到 1000 Pa·s 的复数粘度的温度。

[0128] 在此给出在表 3 中阐述的那些值：

[0129] 表 3：凝胶性能

[0130]

来自实施例 3 的增塑溶胶编号	1 (本发明)	2 (对比例)	3 (对比例)	4 (对比例)	5 (对比例)
1000 Pa·s 粘度时的温度℃	97	80.5	88.5	114.5	99.5

[0131] 这里清楚地表明与相应的邻苯二甲酸酯 DPHP（增塑溶胶 4）和对苯二酸酯 DOTP（增塑溶胶 5）相比，本发明的呋喃二酯（增塑溶胶 1）显示改善的凝胶化。两种邻苯二甲酸酯 DINP 和 DPHP 之间出现的凝胶速率方面的大的差距由本发明的酯弥合。

[0132] 实施例 5：铸件的肖氏硬度的测量

[0133] 肖氏硬度 A 为试样塑性的量度。在规定测量时间内标准化针可以刺入试样越深，测定值越低。对于相同的增塑剂量，具有最高效力的增塑剂产生最低的肖氏硬度值。相反，在高效增塑剂的情况下，在配方方面可以以一定的份额节约，以及在很多情况下，这样对加工者意味着更低的成本。

[0134] 为了测定肖氏硬度，将根据实施例 4 制备的增塑溶胶倒入直径为 42 mm 的圆形铸模中。然后在 200℃下在空气对流干燥烘箱中使模具中的增塑溶胶凝胶 30 分钟，冷却之后脱模，并在测量之前在干燥箱中（25℃）存储至少 24 小时。盘的厚度为大约 12 mm。

[0135] 根据 DIN 53 505，使用 Zwick-Roell 的肖氏 A 测量仪，进行测量，在各情况下在 3 秒之后读取测定值。对于各个试样，在不同的点（不在边缘区域中）进行三次不同的测量，并在每一情形中记录平均值。

[0136] 表 5 列出获得的测定值。

[0137] 表 4：肖氏硬度

[0138]

来自实施例 3 的增塑溶胶	1 (本发明)	2 (对比例)	3 (对比例)	4 (对比例)	5 (对比例)
肖氏硬度 A	81	75	80	85	83

[0139] 所列实施例表明本发明的呋喃二甲酸的异癸酯几乎与 DINP 相当，和与相应的邻苯二甲酸酯 DPHP 和对苯二酸酯 DOTP 相比，在增塑作用方面具有显著的改善。

[0140] 实施例 6：由增塑溶胶制造薄膜

[0141] 为制造试样，首先为表 3 中的每个配方制造 1 mm 厚膜。为此，首先将高光泽离型纸（Sappi，意大利）切割为 30 × 44 cm 的尺寸，并放在 Mathis 烘箱的 LTSV 涂抹设备的拉伸框架中。然后将拉伸框架放在导向架上，将 Mathis 烘箱（LTF 型）设置为 200℃，在达到该温度后将框架预热 15 秒。其后，将刮刀放在夹紧装置中，借助于预先实验如此调整刮刀间隙：使得在凝胶结束之后产生 1 mm (+/-0.05 mm) 的薄膜厚度。将胶带施加到纸的前缘，以收集过量的浆料。然后将浆料施涂于刮刀前，并通过牵引具有刮刀的导向架而在夹紧的离型纸上涂抹（速度为大约 6 m/min）。然后取出刮刀，以及去除具有过量浆料的胶带。然

后降低熔融辊,将拉伸框架移入烘箱中。凝胶(200℃下2分钟)之后,再次从烘箱中移出框架,冷却之后从纸上剥离薄膜。

[0142] 实施例7:从薄膜中的挥发性的测量

[0143] 在每一情形中,从实施例6中制造的厚度为大约1 mm的薄膜冲压出面积为50 cm²的两个圆盘。将试样存储在具有干燥凝胶的干燥器中的恒定空气湿度下至少24小时。

[0144] 开始测量系列之前,对空白试样进行测量。弃去空白试样的结果,因为该测量仅起仪器的预热阶段的作用。然后将经调理的试样放置在Mettler HB43S卤素干燥器中的一次性铝舟的中央,并称重。使用卤素干燥器中的标准加热程序进行测量。为此目的的参数设定如下:最多以线性斜率调整加热速率至200℃。实验的持续时间固定为10分钟。借助于数据线,向评价软件(Microsoft Excel)每0.5分钟自动发送测定值(时间、温度和重量损失)。每个试样进行至少一次重复测定。如果最终结果相差超过10%,则进行另一次测量。取得重量损失的平均值形成曲线图。每次测量之后等待这样长的一段时间:直到仪器已经再次冷却至低于50℃。然后开始下一次测量。

[0145] 表5列出200℃下10分钟之后的质量损失:

[0146] 表5:

[0147]

薄膜,来自增塑 溶胶编号	1(本发明)	2(对比例)	3(对比例)	4(对比例)	5(对比例)
10分钟之后的质 量损失,以%计	0.88	1.88	1.12	1.02	1.02

[0148] 由本发明的酯制造的薄膜显示最低的挥发性。

[0149] 因此已经表明本发明的酯具有优于DOTP,和与DINP相类似的性能。因此,通过即使在增塑溶胶方面相对于DINP和DOTP也具有竞争能力的增塑剂的研发,产生富含2-丙基庚醇的异癸醇的额外应用潜力,已经能够实现上述目的。