



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103415565 A

(43) 申请公布日 2013. 11. 27

(21) 申请号 201280011844. 5

B29C 65/16 (2006. 01)

(22) 申请日 2012. 03. 06

C08L 67/00 (2006. 01)

(30) 优先权数据

11157353. 1 2011. 03. 08 EP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013. 09. 05

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2012/053769 2012. 03. 06

(87) PCT申请的公布数据

W02012/119996 DE 2012. 09. 13

(71) 申请人 巴斯夫欧洲公司

地址 德国路德维希港

(72) 发明人 R·V·本顿 P·埃贝克

(74) 专利代理机构 北京北翔知识产权代理有限公司

11285

代理人 王媛 钟守期

(51) Int. Cl.

C08K 5/098 (2006. 01)

权利要求书1页 说明书16页

(54) 发明名称

含有羧酸盐的激光透明聚酯

(57) 摘要

本发明涉及热塑性模塑体用于制备所有类型的激光透明模制品的用途,所述热塑性模塑体包含如下主要组分:A)29至99.8重量%的聚酯;B)0.2至2.0重量%的脂族羧酸碱金属盐或其混合物,基于100重量%的A)和B)计;以及C)0至70重量%的其他添加剂,A)至C)的重量%之和为100%。

1. 热塑性模塑组合物用于制备任何类型的激光透明模制品的用途,所述组合物包含以下主要组分:

A) 29 至 99.8 重量 % 的聚酯,

B) 0.2 至 2.0 重量 % 的脂族羧酸碱金属盐或其混合物,基于 100 重量 % 的 A) 和 B) 计,以及

C) 0 至 70 重量 % 的其他添加剂,其中 A) 至 C) 的重量 % 值之和为 100%。

2. 权利要求 1 的用途,其中包含于所述模塑组合物中的组分 B) 的量为 15 至 200mmol/kg 聚酯,基于 100% 的 A) 和 B) 计,其中这些浓度数据基于各酸的阴离子计。

3. 权利要求 1 或 2 的用途,其中所述模制品的激光透明度为至少 33% (在 1064nm 下在厚度为 2mm 的模制品中测量)。

4. 权利要求 1 至 3 的用途,其中组分 B) 由脂族羧酸的钠盐组成。

5. 权利要求 1 至 4 的用途,其中组分 B) 在羧酸基中具有 1 至 40 个碳原子,或者聚合度 n 为 10 至 300。

6. 权利要求 1 至 5 的用途,其中组分 B) 由甲酸钠、乙酸钠、硬脂酸钠、己二酸二钠、聚丙烯酸的钠盐、或其混合物组成。

7. 权利要求 1 至 6 的激光透明模制品用于通过激光透射焊接方法而制备模制品的用途。

8. 一种制备焊接模制品的方法,所述方法包括使用激光透射焊接将权利要求 7 或权利要求 1 至 6 的用途的激光透明模制品与激光吸收模制品接合。

9. 可根据权利要求 7 或 8 获得的焊接模制品,所述模制品适用于电气、电子、电信、信息技术、计算机、家用、运动、医疗、汽车或娱乐领域。

含有羧酸盐的激光透明聚酯

[0001] 本发明涉及热塑性模塑组合物用于制备任何类型的激光透明模制品的用途,所述组合物包含以下主要组分:

[0002] A) 29 至 99.8 重量 % 的聚酯,

[0003] B) 0.2 至 2.0 重量 % 的脂族羧酸的碱金属盐或这些物质的混合物,基于 100 重量 % 的 A) 和 B) 计,以及

[0004] C) 0 至 70 重量 % 的其他添加剂,

[0005] 其中 A) 至 C) 的重量 % 值之和为 100%。

[0006] 本发明还涉及通过激光透射焊接(laser transmission welding)方法用激光透明模制品制备模制品的用途、生产该类模制品的方法以及它们在各种应用领域中的用途。

[0007] 这类组分 B) 例如作为复合 PET 材料的成核剂而记载于 US3761450 和 US4558085。没有研究所述复合材料的光学性能。

[0008] 存在各种焊接塑料模制品的方法(Kunststoffe87, (1997), 11, 1632 - 1640)。对于广泛使用的(例如汽车进气歧管的)热烙铁焊接方法和振动焊接方法而言,稳定焊接的前提是在产生接合的实际步骤之前使接触区中的粘合体充分软化。

[0009] 激光透射焊接是一种提供振动焊接和热烙铁焊接的替代选择的方法,并且其应用在近期不断增长,特别是使用二极管激光器。

[0010] 技术文献记载了激光透射焊接的基本原理(Kunststoffe87, (1997) 3, 348 - 350; Kunststoffe88, (1998), 2, 210 - 212; Kunststoffe87 (1997) 11, 1632 - 1640; Plastverarbeiter50 (1999) 4, 18 - 19; Plastverarbeiter46 (1995) 9, 42-46)。

[0011] 使用激光透射焊接的前提是由激光器发射的辐射首先穿过对所用波长的激光具有足够透明度的模制品(该模制品在下文称为激光透明模制品),然后所述辐射在薄层中被与所述激光透明模制品接触并且在下文中称为激光吸收模制品的另一个模制品吸收。在吸收所述激光的薄层内,激光的能量转化为热,这导致在该接触区内熔融并最终通过焊接而连接所述激光透明模制品和激光吸收模制品。

[0012] 激光透射焊接通常使用波长范围为 600 至 1200nm 的激光器。在用于热塑性材料焊接的激光的波长范围内,通常使用 Nd:YAG 激光器(1064nm)或高功率二极管激光器(800 至 1000nm)。当在下文使用术语激光透明和激光吸收时,其总是指上述波长范围。

[0013] 与激光吸收模制品相比,对激光透明模制品的要求是在优选波长范围内的高的激光透明度,从而使得激光束能够穿透到达焊接区域并具有所需的能量。例如,IR 激光的透射率通过使用分光光度计和积分光度计球测量。该测量系统也检测透射辐射的漫射部分。该测量不仅在一个波长下进行,而且在包括目前用于该焊接步骤的所有激光波长的光谱范围内进行。

[0014] 用户目前可使用多种基于透射原理的激光焊接方法的变型。例如,周线焊接(contour welding)是一种顺序焊接方法,其中激光束沿着可自由设计的焊接周线而进行或者组件相对于静止的激光移动。在同步焊接方法中,由单个高功率二极管发射的线性辐射沿着待焊接的焊接周线排布。因此,整个周线的熔融和焊接同时进行。准同步焊

接方法是周线焊接和同步焊接的结合。检流计反射镜(Galvanometric mirror)(扫描器)用于在 10m/s 以上的非常高的速度下沿着焊接的周线传导激光束。该高的横移速率提供了接合区域的渐进式加热和熔融。与同步焊接方法相比,焊接周线的改变具有高的灵活性。掩模焊接(mask welding)是一种线性激光束穿过粘合体横向运动的方法。掩模用于辐射的受控筛选,这仅影响其中将进行焊接的待接合区域。该方法可产生非常精确定位的焊接。这些方法是本领域技术人员已知的并且记载于例如“Handbuch Kunststoff-Verbindungstechnik”[Handbook of plastics bonding technology](G.W.Ehrenstein, Hanser, ISBN3-446-22668-0) 和 / 或 DVS-Richtlinie2243“Laserstrahlschweißen thermoplastischer Kunststoffe”[German Welding Society Guideline2243 “Laser welding of thermoplastics”]”。

[0015] 与所用方法变型无关,激光焊接方法高度依赖于两种粘合体的材料性能。透明组分的激光透明度(LT)通过每单位时间可以引入的能量的量直接影响该方法的速度。半结晶热塑性材料的固有微结构(大多呈球晶形式)通常使它们具有相对低的激光透明度。这些球晶比纯无定形热塑性材料的内部结构更大程度地散射入射的激光:反向散射导致透射能量的总量降低,而漫(侧向)散射通常导致激光束变宽并因此导致焊接精度受损。这些现象在聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT)中特别明显,与其他良好结晶的热塑性材料如 PA 相比,PBT 显示出特别低的激光透明度和高的光束展宽程度。因此,尽管 PBT 的性能特征的其他方面(例如良好的尺寸稳定性和低吸水性)使得其对于这类应用非常有吸收力,但是其一直较少用作激光焊接组分的材料。尽管半结晶形态通常对高的激光透明度无益,但就其他性能而言提供了优点。例如,半结晶材料在玻璃化转变点之上一直都具有机械强度且通常具有比无定形材料更好的耐化学品性。快速结晶的材料也提供了加工优点,特别是快速脱模性和因此具有短的循环时间。因此,希望将半结晶性与快速结晶和高的激光透明度结合起来。

[0016] 对于聚酯、特别是 PBT 的激光透明度改进存在各种已知方法。原则上可以将这些分成共混物/混合物和折射率匹配。

[0017] 使用共混物/混合物的方法基于通过在该共混物/混合物中使用高的激光透明度配对组分而“稀释”低的激光透明度 PBT。其实例见于下列说明书中:JP2004/315805A1 (PBT+PC/PET/SA+ 填料+弹性体)、DE-A1-10330722 (半结晶热塑性材料与无定形热塑性材料的广义共混物,以提高 LT;具体为 PBT+PET/PC+ 玻璃纤维)、JP2008/106217A (PBT+ 与 1,4- 环己烷二甲醇的共聚物;LT 由 16% 提高至 28%)。此时的缺点是所得聚合物共混物的性能不可避免地明显不同于主要基于 PBT 作为基体的产品的性能。

[0018] 折射率匹配方法基于无定形和结晶 PBT 以及填料的不同折射率。例如,这里使用了共聚单体:JP2008/163167 (PBT 和硅氧烷的共聚物)、JP2007/186584 (PBT+ 双酚 A 二缩水甘油醚)和 JP2005/133087 (PBT+PC+ 弹性体+ 高折射率硅油)可以作为实例提及。尽管这导致激光透明度增加,但这是在损失机械性能下实现的。也可以降低填料和基体之间的折射率差,参见 JP2009/019134(环氧树脂涂覆于玻璃纤维上以在填料和基体之间光学界面处提供匹配),或 JP2007/169358 (具有高折射率玻璃纤维的 PBT)。然而,这类原料由于其高成本和 / 或它们在该生产方法内所要求的另外的步骤而是不利的。

[0019] 相对于激光透明度增加所实现的效果总体而言也相对小且因此并不完全令人满意。

[0020] 因此,本发明的目的是改进聚酯的激光透明度。因此发现了在引言中所定义的模塑组合物。从属权利要求给出了优选的实施方案。

[0021] 作为组分 A),本发明的模塑组合物包括 29 至 99.8 重量 %、优选 98.5 至 99.7 重量 %、特别是 99 至 99.6 重量 % 的至少一种热塑性聚合物,基于组分 A) 和 B) 计。

[0022] 组分 A) 的聚酯中的至少一种为半结晶聚酯。优选的是包含至少 50 重量 % 半结晶聚酯的组分 A)。所述比例特别优选为 70 重量 % (各自基于 100 重量 %A) 计)。

[0023] 基于 100% 由 A) 至 C) (即包括 C)) 构成的模塑组合物,这些组合物包括

[0024] 30 至 100 重量 % 的 A) +B), 优选 50 至 100 重量 %, 以及 0 至 70

[0025] 重量 % 的 C), 优选 0 至 50 重量 %。

[0026] 上述相对量级的基本要素是组分 B) 的比例总是基于聚酯,这是因为所述比例意欲位于所述限度内。添加剂 C) 可影响激光透明度。这一影响实质上取决于添加剂的散射性能和吸收性能。复合材料的光学性能实质上是本发明基体(组分 A+B)的光学性能和添加剂(组分 C)的光学性能的总和。

[0027] 所用的聚酯 A) 通常基于芳族二羧酸和基于脂族或芳族二羟基化合物。

[0028] 第一类优选的聚酯为在醇部分特别是具有 2 至 10 个碳原子的聚对苯二甲酸亚烷基酯的聚酯。

[0029] 这类聚对苯二甲酸亚烷基酯本身是已知的并且记载于文献中。它们的主链包括衍生自芳族二羧酸的芳族环。芳族环上还可以被例如,卤素(如氯或溴)取代,或者被 C₁-C₄ 烷基基团(如甲基、乙基、异丙基或正丙基、或正丁基、异丁基或叔丁基)所取代。

[0030] 这些聚对苯二甲酸亚烷基酯可以通过使芳族二羧酸或其酯或其他成酯衍生物与脂族二羟基化合物以本身已知的方式反应而制备。

[0031] 优选的二羧酸为 2,6- 萘二羧酸、对苯二甲酸和间苯二甲酸或这些二羧酸的混合物。最高达 30 摩尔 %、优选不多于 10 摩尔 % 的芳族二羧酸可以被脂族或脂环族二羧酸(例如己二酸、壬二酸、癸二酸、十二烷二羧酸和环己烷二羧酸)替代。

[0032] 优选的脂族二羟基化合物是具有 2 至 6 个碳原子的二醇,特别是 1,2- 乙二醇、1,3- 丙二醇、1,4- 丁二醇、1,6- 己二醇、1,4- 己二醇、1,4- 环己二醇、1,4- 环己烷二甲醇和新戊二醇和这些二醇的混合物。

[0033] 特别优选的聚酯(A) 是衍生自具有 2 至 6 个碳原子的烷二醇的聚对苯二甲酸亚烷基酯。其中特别优选的是聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丙二醇酯和聚对苯二甲酸丁二醇酯和它们的混合物。还优选的是包括最高达 1 重量 %、优选最高达 0.75 重量 % 的 1,6- 己二醇和 / 或 2- 甲基 -1,5- 戊二醇作为其它单体单元的 PET 和 / 或 PBT。

[0034] 聚酯(A) 的特性粘度通常为 50 至 220、优选 80 至 160 (根据 ISO1628 (在 25°C 下重量比为 1:1 的) 苯酚 / 邻二氯苯混合物中的浓度为 0.5 重量 % 的溶液中测定)。

[0035] 特别优选的是端羧基含量为 0 至 100meq/kg 聚酯、优选 10 至 50meq/kg 聚酯、特别是 15 至 40meq/kg 聚酯的聚酯。这类聚酯例如可以通过 DE-A4401055 的方法而制备。端羧基含量通常通过滴定法(例如电位分析法)测定。

[0036] 作为组分 A),特别优选的模塑组合物包括聚酯的混合物,其中至少一种为 PBT。该混合物中聚对苯二甲酸乙二醇酯的比例的实例优选为最高达 50 重量 %,特别是 10 至 35 重量 %,基于 100 重量 % 的 A) 计。

[0037] 还有利的是使用任选地与聚对苯二甲酸亚烷基酯如 PBT 混合的 PET 回收材料(也称为废料 PET)。

[0038] 回收材料通常是：

[0039] 1) 已知为工业后回收材料的那些：这些材料是在缩聚或加工过程中的生产废料，例如来自注塑的浇口废料、来自注塑或挤出的起始材料、或来自挤出片材或膜的边切料。

[0040] 2) 消费后的回收材料：这些材料是在最终消费者使用后收集和处理的塑料物品。矿泉水、软饮料和果汁的吹塑 PET 瓶子就数量而言是容易占主导的物品。

[0041] 两种类型的回收材料都可以作为再磨料或者以粒料形式使用。在以粒料形式使用的情况下，分离并纯化粗回收材料，然后使用挤出机将其熔融并造粒。这通常有利于处理和自由流动性能，以及有利于在加工的其它步骤中计量加入。

[0042] 使用的回收材料可被粒化或呈再磨料的形式。其边长不得超过 10mm 并且应优选小于 8mm。

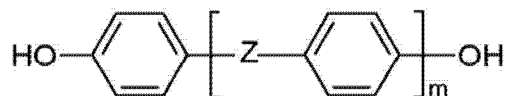
[0043] 因为聚酯在加工过程中(由于痕量的水的原因)经历水解裂解，所以将回收材料预干燥是有利的。干燥后的残余水分含量优选 <0.2%，特别是 <0.05%。

[0044] 另一类可提及的聚酯是衍生自芳族二羧酸和芳族二羟基化合物的全芳族聚酯。

[0045] 合适的芳族二羧酸是前面对聚对苯二甲酸亚烷基酯所述的化合物。优选使用的混合物由 5 至 100 摩尔 % 的间苯二甲酸和 0 至 95 摩尔 % 的对苯二甲酸制成，特别是由约 50 至约 80% 的对苯二甲酸和 20 至约 50% 的间苯二甲酸制成。

[0046] 所述芳族二羟基化合物优选具有如下通式：

[0047]



[0048] 其中 Z 为具有最高达 8 个碳原子的亚烷基或亚环烷基、具有最高达 12 个碳原子的亚芳基、羰基、磺酰基、氧原子或硫原子、或为化学键，且其中 m 的值为 0 至 2。在该化合物中的亚苯基也可以被 C₁-C₆ 烷基或烷氧基、氟、氯或溴所取代。

[0049] 这些化合物的母体化合物的实例为

[0050] 二羟基联苯、

[0051] 二(羟基苯基)烷烃、

[0052] 二(羟基苯基)环烷烃、

[0053] 二(羟基苯基)硫醚、

[0054] 二(羟基苯基)醚、

[0055] 二(羟基苯基)酮、

[0056] 二(羟基苯基)亚砷、

[0057] α, α' - 二(羟基苯基)二烷基苯、

[0058] 二(羟基苯基)砷、二(羟基苯甲酰基)苯、

[0059] 间苯二酚和对苯二酚，以及这些化合物的环上烷基化和环上卤代的衍生物。

[0060] 其中优选的是

[0061] 4, 4' - 二羟基联苯、

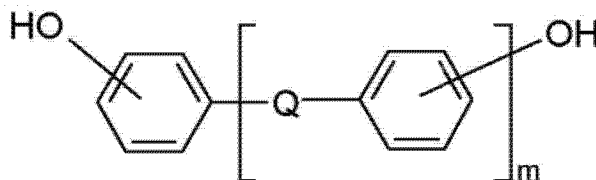
- [0062] 2, 4-二(4'-羟基苯基)-2-甲基丁烷、
 [0063] α , α' -二(4-羟基苯基)-对二异丙基苯、
 [0064] 2, 2-二(3'-甲基-4'-羟基苯基)丙烷、和
 [0065] 2, 2-二(3'-氯-4'-羟基苯基)丙烷,
 [0066] 特别是
 [0067] 2, 2-二(4'-羟基苯基)丙烷、
 [0068] 2, 2-二(3', 5-二氯二羟基苯基)丙烷、
 [0069] 1, 1-二(4'-羟基苯基)环己烷、
 [0070] 3, 4'-二羟基二苯甲酮、
 [0071] 4, 4'-二羟基二苯基砷、和
 [0072] 2, 2-二(3', 5'-二甲基-4'-羟基苯基)丙烷
 [0073] 或这些化合物的混合物。

[0074] 当然,还可以使用聚对苯二甲酸亚烷基酯和全芳族聚酯的混合物。这些通常包括 20 至 98 重量%的聚对苯二甲酸亚烷基酯和 2 至 80 重量%的全芳族聚酯。

[0075] 当然,还可以使用聚酯嵌段共聚物,例如共聚醚酯。这类产品本身是已知的并且记载于文献中,例如记载于 US-A3651014 中。相应的产品还是市售可得的,例如 **Hytrel**[®] (DuPont)。

[0076] 在本发明中,术语聚酯包括不含卤素的聚碳酸酯。合适的不含卤素的聚碳酸酯的实例是基于如下通式的双酚的聚碳酸酯:

[0077]



[0078] 其中 Q 为单键、 C_1 至 C_8 亚烷基(alkylene)基团、 C_2 至 C_3 亚烷基(alkylidene)基团、 C_3 至 C_6 亚环烷基、 C_6 至 C_{12} 亚芳基或 $-\text{O}-$ 、 $-\text{S}-$ 或 $-\text{SO}_2-$, 且 m 为 0 至 2 的整数。

[0079] 双酚的亚苯基还可具有取代基,例如, C_1 -至 C_6 -烷基或 C_1 -至 C_6 -烷氧基。

[0080] 该式的优选的双酚的实例为对苯二酚、间苯二酚、4, 4'-二羟基联苯、2, 2-双(4-羟基苯基)丙烷、2, 4-双(4-羟基苯基)-2-甲基丁烷和 1, 1-双(4-羟基苯基)环己烷。特别优选的是 2, 2-双(4-羟基苯基)丙烷和 1, 1-双(4-羟基苯基)环己烷, 以及 1, 1-双(4-羟基苯基)-3, 3, 5-三甲基环己烷。

[0081] 均聚碳酸酯或共聚碳酸酯适合作为组分 A, 优选的是双酚 A 的共聚碳酸酯, 以及双酚 A 均聚物。

[0082] 合适的聚碳酸酯可以以已知的方式支化, 具体而言优选通过引入基于所用双酚的总量计为 0.05 至 2.0 摩尔%的至少三官能化合物, 例如具有三个或多个酚 OH 基团的化合物进行支化。

[0083] 已经证实特别合适的聚碳酸酯具有 1.10 至 1.50、特别是 1.25 至 1.40 的相对粘度 $\eta_{\text{相对}}$ 。这对应于 10000 至 200000 g/mol、优选 20000 至 80000 g/mol 的平均摩尔质量 M_w (重

均)。

[0084] 该通式的双酚本身是已知的或者可以通过已知方法制备。

[0085] 所述聚碳酸酯可以例如通过使双酚与光气在界面方法中反应而制备,或者使双酚与光气在均相方法(已知为吡啶方法)中反应而制备,在每种情况下可以通过使用合适量的已知链终止剂而以已知方式获得所需的分子量。(对于含有聚二有机硅氧烷的聚碳酸酯,例如参见 DE-A3334782。)

[0086] 合适链终止剂的实例是苯酚、对叔丁基苯酚、或者长链烷基苯酚,如 DE-A2842005 中的 4-(1,3-四甲基丁基)苯酚、或者如 DE-A-3506472 中的在烷基取代基中共计具有 8-20 个碳原子的单烷基苯酚或二烷基苯酚,例如对壬基苯酚、3,5-二叔丁基苯酚、对叔辛基苯酚、对十二烷基苯酚、2-(3,5-二甲基庚基)苯酚和 4-(3,5-二甲基庚基)苯酚。

[0087] 对于本发明而言,不含卤素的聚碳酸酯是由不含卤素的双酚、不含卤素的链终止剂和任选地不含卤素的支化剂制成的聚碳酸酯,其中 ppm 水平的少量水解氯(例如,用光气在界面方法中制备聚碳酸酯而产生)含量对于本发明而言不认为具有术语含卤素的意义。这类具有 ppm 水平的水解氯含量的聚碳酸酯对于本发明而言是不含卤素的聚碳酸酯。

[0088] 可以提及的其他合适的组分 A)是无定形的聚酯碳酸酯,其中在制备过程中光气由芳族二羧酸单元如间苯二甲酸和/或对苯二甲酸单元替代。对于这一点,另外的细节可以参考 EP-A711810。

[0089] 以环烷基作为单体单元的其他合适的共聚碳酸酯记载于 EP-A 365916。

[0090] 还可以用双酚 TMC 替代双酚 A。这类聚碳酸酯可以商标 APEC **HT**[®] 购自 Bayer。

[0091] 作为组分 B),本发明的模塑组合物包括 0.2 至 2.0 重量%、优选 0.3 至 1.5 重量%、特别是 0.4 至 1 重量%的脂族羧酸的碱金属盐或这些的混合物,基于 100 重量%的 A)+B) 计。

[0092] 聚酯 A)的端羧基通常与盐化合物 B)反应,此时碳酸盐的金属阳离子由碳酸盐转移至端基。即使在极低的浓度下也可检测到组分 B)的成核作用。令人惊奇的是,激光透明度在组分 B)的浓度非常低时下降,并且直至达到较高浓度时激光透明度才上升。

[0093] 包含于优选的组分 A)中的组分 B)的量(基于 100%A)和 B))为 15 至 200mmol/kg 聚酯,特别是 20 至 100mmol/kg 聚酯,特别是 25 至 75mmol/kg 聚酯,其中这些浓度数据基于酸的各阴离子计。因为成核羧酸盐具有不同的分子量和当量,本说明书就上述数据已经用 mmol/kg 聚酯表达。

[0094] 优选的碱金属是钾和/或钠。

[0095] 可以提及本发明的以下各种脂族羧酸:

[0096] 优选的是具有 1 至 40 个、优选 1 至 22 个碳原子的饱和或不饱和羧酸,其可以带有杂原子,优选卤素。

[0097] 优选的羧酸不含有杂原子。

[0098] 所述羧酸可为一元的或二元的。可以提及的实例为壬酸、十七烷酸、十二烷二酸、山萘酸和褐煤酸(具有 30 至 40 个碳原子的脂肪酸的混合物),以及

[0099]

[0100]

甲酸	HCOOH
乙酸	CH ₃ COOH
丙酸	CH ₃ CH ₂ COOH
丁酸	CH ₃ (CH ₂) ₂ COOH
戊酸	CH ₃ (CH ₂) ₃ COOH
己酸	CH ₃ (CH ₂) ₄ COOH
辛酸	CH ₃ (CH ₂) ₆ COOH
癸酸	CH ₃ (CH ₂) ₈ COOH
月桂酸	CH ₃ (CH ₂) ₁₀ COOH
肉豆蔻酸	CH ₃ (CH ₂) ₁₂ COOH
棕榈酸	CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH
硬脂酸	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH
油酸	顺-9-十八碳二烯酸
亚油酸	顺-顺-9,12-十八碳二烯酸
亚麻酸	顺,顺,顺-9,12,15-十八碳二烯酸
环己烷羧酸	环-C ₆ H ₁₁ COOH
α-甲基丁酸	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH-COOH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
α,β-二甲基戊酸	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH-CH-COOH} \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$
α-羟基丙酸	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-COOH} \\ \\ \text{OH} \end{array}$
戊酸	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -COOH

[0101] 和二元或多元酸,如

[0102]

草酸	HOOC-COOH
丙二酸	HOOC-CH ₂ -COOH
琥珀酸	HOOC-(CH ₂) ₂ -COOH
戊二酸	HOOC-(CH ₂) ₃ -COOH
己二酸	HOOC-(CH ₂) ₄ -COOH

[0103] 和不饱和羧酸,如

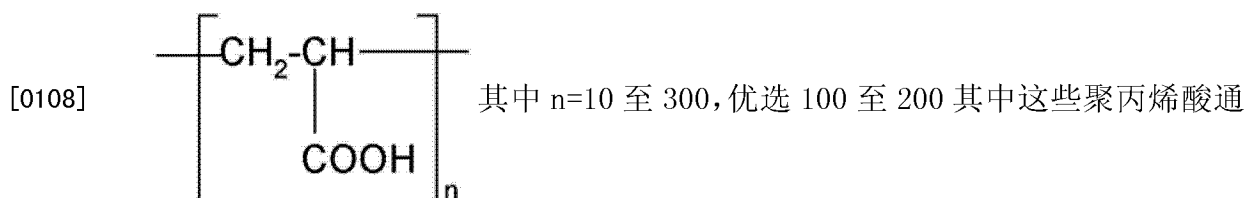
[0104]

丙烯酸	$\text{CH}=\text{CHCOOH}$
巴豆酸	反- $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCOOH}$
异巴豆酸	顺- $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCOOH}$
甲基丙烯酸	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOH}$
山梨酸	$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}=\text{CHCOOH}$
肉桂酸	反- $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CHCOOH}$
马来酸	顺- $\text{HOOCCH}=\text{CHCOOH}$
富马酸	反- $\text{HOOCCH}=\text{CHCOOH}$
2-丁烯酸	$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$

[0105]

[0106] 制造这些酸的方法是本领域技术人员已知的。

[0107] 其他优选的组分 B) 为下式的聚丙烯酸的盐,特别是钠盐:



常可经由丙烯酸的自由基聚合而获得。

[0109] 优选的化合物 B) 是甲酸钠、乙酸钠、硬脂酸钠、己二酸二钠和聚丙烯酸的钠盐,或这些的混合物。

[0110] 本发明的模塑组合物可以包含 0 至 70 重量%、特别是最高达 50 重量%的其他添加剂和加工助剂作为组分 C), 基于 100 重量%的 A)、B) 和 C) 计, 所述添加剂和加工助剂不同于 B) 和 / 或 A)。

[0111] 常规添加剂 C) 的实例为含量最高达 40 重量%、优选最高达 15 重量%的弹性体聚合物(也常称为冲击改性剂、弹性体或橡胶)。

[0112] 这些非常概括地涉及共聚物, 其优选由下列单体中的至少两种构成: 乙烯、丙烯、丁二烯、异丁烯、异戊二烯、氯丁二烯、乙酸乙烯酯、苯乙烯、丙烯腈和分别在醇组分中具有 1 至 18 个碳原子的丙烯酸酯和甲基丙烯酸酯。

[0113] 这类聚合物记载于例如 Houben-Weyl, Methoden der organischen Chemie, 第 14/1 卷 (Georg Thieme Verlag, Stuttgart, Germany, 1961), 第 392-406 页和 C. B. Bucknall 的专著 "Toughened Plastics" (Applied Science Publishers, London, 1977) 中。

[0114] 这类弹性体中的某些优选类型如下所述。

[0115] 该类弹性体的优选类型是已知为乙烯-丙烯 (EPM) 橡胶和乙烯-丙烯-二烯 (EPDM) 橡胶的那些。

[0116] EPM 橡胶通常基本没有残留双键, 而 EPDM 橡胶每 100 个碳原子可以具有 1-20 个双键。

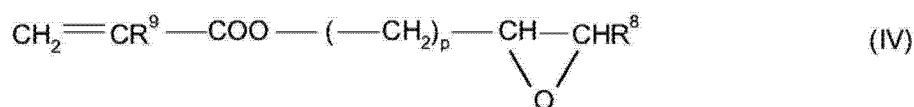
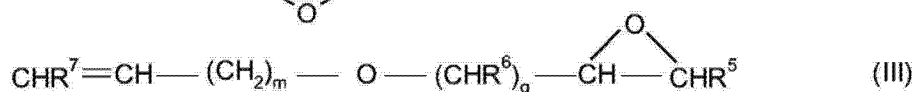
[0117] 可以提及的用于 EPDM 橡胶的二烯单体的实例是共轭二烯, 例如异戊二烯和丁二烯; 具有 5 至 25 个碳原子的非共轭二烯, 如 1, 4-戊二烯、1, 4-己二烯、1, 5-己二烯、

2,5-二甲基-1,5-己二烯和1,4-辛二烯;环状二烯,如环戊二烯、环己二烯、环辛二烯和二环戊二烯;以及烯基降冰片烯,如5-亚乙基-2-降冰片烯、5-亚丁基-2-降冰片烯、2-甲代烯丙基-5-降冰片烯和2-异丙烯基-5-降冰片烯;和三环二烯,例如3-甲基三环[5.2.1.0^{2,6}]-3,8-癸二烯或这些的混合物。优选1,5-己二烯、5-亚乙基降冰片烯和二环戊二烯。EPDM橡胶中的二烯含量优选为0.5至50重量%,特别是1至8重量%,基于橡胶的总重量计。

[0118] EPM和EPDM橡胶优选还可以用反应性羧酸或者用其衍生物接枝。这些化合物的实例是丙烯酸、甲基丙烯酸及其衍生物,例如(甲基)丙烯酸缩水甘油酯,以及马来酸酐。

[0119] 乙烯与丙烯酸和/或甲基丙烯酸和/或与这些酸的酯的共聚物是另一类优选的橡胶。该橡胶还可以包含二羧酸,例如马来酸和富马酸,或这些酸的衍生物如酯和酸酐,和/或含有环氧基团的单体。优选通过将包含二羧酸基团和/或环氧基团且具有通式I、II、III或IV的单体加入单体混合物中而将这些包含二羧酸衍生物或包含环氧基团的单体引入橡胶中:

[0120]



[0121] 其中R¹至R⁹为氢或具有1至6个碳原子的烷基,并且m为0至20的整数,g为0至10的整数且p为0至5的整数。

[0122] R¹至R⁹优选为氢,其中m为0或1且g为1。对应的化合物是马来酸、富马酸、马来酸酐、烯丙基缩水甘油醚和乙烯基缩水甘油醚。

[0123] 优选的式I、II和IV的化合物是马来酸、马来酸酐和包含环氧基团的(甲基)丙烯酸酯,如丙烯酸缩水甘油酯和甲基丙烯酸缩水甘油酯,以及与叔醇的酯,如丙烯酸叔丁酯。尽管与叔醇的酯没有游离羧基,但它们的性能类似于游离酸,因此将它们称为具有潜在羧基的单体。

[0124] 所述共聚物有利地由50至98重量%的乙烯、0.1至20重量%的包含环氧基团和/或甲基丙烯酸的单体和/或包含酸酐基团的单体构成,剩余量为(甲基)丙烯酸酯。

[0125] 特别优选的是由下列物质构成的共聚物:

[0126] 50至98重量%、特别是55至95重量%的乙烯,

[0127] 0.1至40重量%、特别是0.3至20重量%的丙烯酸缩水甘油酯和/或甲基丙烯酸缩水甘油酯、(甲基)丙烯酸和/或马来酸酐,和

[0128] 1 至 45 重量 %、特别是 10 至 40 重量 % 的丙烯酸正丁酯和 / 或丙烯酸 2- 乙基己酯。

[0129] 其他优选的 (甲基) 丙烯酸酯是 (甲基) 丙烯酸甲酯、(甲基) 丙烯酸乙酯、(甲基) 丙烯酸丙酯、(甲基) 丙烯酸异丁酯和 (甲基) 丙烯酸叔丁酯。

[0130] 除了这些以外,还可以使用的共聚单体是乙烯基酯和乙烯基醚。

[0131] 上述乙烯共聚物可以通过本身已知的方法制备,优选在高压和高温下通过无规共聚制备。合适的方法是公知的。

[0132] 其他优选的弹性体是乳液聚合物,其制备例如由 Blackley 记载于专著“Emulsion polymerization”中。可以使用的乳化剂和催化剂本身是已知的。

[0133] 原则上可以使用具有均匀结构的弹性体或具有壳结构的弹性体。壳型结构通过各个单体的加入顺序确定。该聚合物的形态也受到该加入顺序的影响。

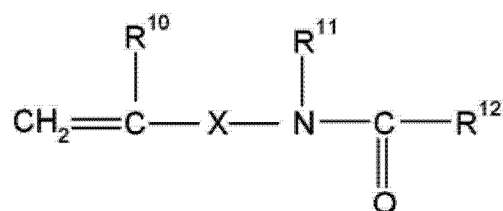
[0134] 这里可以仅作为实例提到的用于生产弹性体的橡胶部分的单体是丙烯酸酯,如丙烯酸正丁酯和丙烯酸 2- 乙基己酯;相应的甲基丙烯酸酯;丁二烯和异戊二烯,以及这些的混合物。这些单体可以与其他单体(如苯乙烯、丙烯腈、乙烯基醚)以及与其他丙烯酸酯或甲基丙烯酸酯(如甲基丙烯酸甲酯、丙烯酸甲酯、丙烯酸乙酯或丙烯酸丙酯)共聚。

[0135] 弹性体的软相或橡胶相(玻璃化转变温度低于 0℃)可以是核、外壳(outer envelope)或中间壳(对于在弹性体结构中具有多于 2 个壳的情况)。具有多于 1 个壳的弹性体还可以具有多于 1 个由橡胶相构成的壳。

[0136] 如果在弹性体的结构中除了橡胶相以外还包括一种或多种硬组分(玻璃化转变温度高于 20℃),则这些硬组分通常通过聚合作为主要单体的苯乙烯、丙烯腈、甲基丙烯腈、 α -甲基苯乙烯、对甲基苯乙烯或者丙烯酸酯或甲基丙烯酸酯如丙烯酸甲酯、丙烯酸乙酯或甲基丙烯酸甲酯而制备。除这些以外,在此还可以使用相对小比例的其他共聚单体。

[0137] 在某些情况下已证明有利的是使用在其表面上具有反应性基团的乳液聚合物。这类基团的实例是环氧基团、羧基、潜在羧基、氨基和酰胺基,以及可以通过同时使用如下通式的单体而引入的官能团:

[0138]



[0139] 其中取代基的定义如下:

[0140] R^{10} 为氢或 C_1 - C_4 - 烷基,

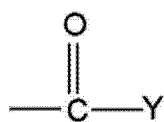
[0141] R^{11} 为氢或 C_1 - C_8 - 烷基或芳基,尤其是苯基,

[0142] R^{12} 为氢、 C_1 - C_{10} - 烷基或 C_6 - C_{12} - 芳基或 $-\text{OR}^{13}$,

[0143] R^{13} 为 C_1 - C_8 - 烷基或 C_6 - C_{12} - 芳基,各自任选被含 O- 或含 N- 基团取代,

[0144] X 为化学键或 C_1 - C_{10} - 亚烷基或 C_6 - C_{12} - 亚芳基,或

[0145]



[0146] Y 为 O-Z 或 NH-Z, 和

[0147] Z 为 C_1-C_{10} - 亚烷基或 C_6-C_{12} - 亚芳基。

[0148] 在 EP-A208187 中记载的接枝单体也适合用于在表面引入反应性基团。

[0149] 可以提及的其他实例是丙烯酰胺、甲基丙烯酰胺和取代的丙烯酸酯或甲基丙烯酸酯, 例如甲基丙烯酸 (N-叔丁基氨基) 乙酯、丙烯酸 (N,N-二甲氨基) 乙酯、丙烯酸 (N,N-二甲氨基) 甲酯和丙烯酸 (N,N-二乙氨基) 乙酯。

[0150] 橡胶相的颗粒也可以被交联。交联单体的实例是 1,3-丁二烯、二乙烯基苯、邻苯二甲酸二烯丙酯和丙烯酸二氢二环戊二烯基酯, 以及 EP-A50265 中记载的化合物。

[0151] 还可以使用已知为接枝连接单体的单体, 即具有两个以上在聚合过程中以不同速率反应的可聚合双键的单体。优选的是使用其中至少一个反应性基团以大约与其他单体相同的速率聚合, 而其他反应性基团(或多个反应性基团), 例如, 明显更慢地聚合的这类化合物。不同的聚合速率在橡胶中产生特定比例的不饱和双键。若随后将另一相接枝到这类橡胶上, 则橡胶中存在的至少某些双键与接枝单体发生反应形成化学键, 即被接枝的相与接枝基质至少具有某种程度的化学键合。

[0152] 这类接枝连接单体的实例是含有烯丙基的单体, 特别是烯键式不饱和羧酸的烯丙酯, 例如丙烯酸烯丙酯、甲基丙烯酸烯丙酯、马来酸二烯丙酯、富马酸二烯丙酯和衣康酸二烯丙酯, 以及这些二羧酸的相应单烯丙酯化合物。除了这些以外, 还有各种其他合适的接枝连接单体。对于进一步的细节, 在此可以参考例如 US-A4148846。

[0153] 在抗冲改性聚合物中这些交联单体的比例通常是最高达 5 重量%, 优选不超过 3 重量%, 基于抗冲改性聚合物计。

[0154] 一些优选的乳液聚合物列举如下。在此首先可以提及具有核和至少一个外壳且具有下列结构的接枝聚合物:

类型	用于核的单体	用于壳的单体
I	1,3-丁二烯、异戊二烯、丙烯酸正丁酯、丙烯酸乙基己基酯或这些的混合物	苯乙烯、丙烯腈、甲基丙烯酸甲酯
II	同 I, 但同时使用交联剂	同 I
III	同 I 或 II	丙烯酸正丁酯、丙烯酸乙酯、丙烯酸甲酯、1,3-丁二烯、异戊二烯、丙烯酸乙基己基酯
IV	同 I 或 II	同 I 或 III, 但同时使用本文所述的具有反应性基团的单体
V	苯乙烯、丙烯腈、甲基丙烯酸甲酯、或这些的混合物	由用于核的 I 和 II 中所述的单体制成的第一壳, 如用于壳的 I 或 IV 中所述的第二壳

[0156] 这些枝接聚合物, 特别是 ABS 聚合物和 / 或 ASA 聚合物优选用量最高达 40 重量%, 对于 PBT 抗冲改性而言, 任选地与最高达 40 重量% 的聚对苯二甲酸乙二醇酯混合。合适的共混产品可以以商标 **Ultradur®S** (之前是购自 BASF AG 的 **Ultrablend®S**) 获得。

[0157] 除了具有多于一个壳结构的接枝聚合物外,还可使用均匀的(即单壳)弹性体,其由 1,3-丁二烯、异戊二烯和丙烯酸正丁酯制备或者由这些的共聚物制备。这些产物也可以通过同时使用交联单体或具有反应性基团的单体而制备。

[0158] 优选的乳液聚合物实例是丙烯酸正丁酯-(甲基)丙烯酸共聚物、丙烯酸正丁酯-丙烯酸缩水甘油酯或者丙烯酸正丁酯-甲基丙烯酸缩水甘油酯共聚物、具有由丙烯酸正丁酯构成或基于丁二烯的内核且具有由上述共聚物构成的外壳的接枝聚合物、以及乙烯与提供反应性基团的共聚单体的共聚物。

[0159] 所述弹性体还可以通过其他常规方法如通过悬浮聚合而制备。

[0160] 同样优选的是硅橡胶,如 DE-A3725576、EP-A235690、DE-A3800603 和 EP-A319290 中所述。

[0161] 当然还可以使用以上列举的各类橡胶的混合物。

[0162] 可提及的纤维状或颗粒状填料 C) 是玻璃纤维、玻璃珠、无定形二氧化硅、石棉、硅酸钙、偏硅酸钙、碳酸镁、高岭土、白垩、粉末石英、云母、硫酸钡和长石。使用的纤维状填料 C) 的用量最高达 60 重量%,特别是最高达 35 重量%,且使用的颗粒状填料的用量最高达 30 重量%,特别是最高达 10 重量%。

[0163] 可以提及的优选纤维状填料是芳族聚酰胺纤维和钛酸钾纤维,在此特别优选的是 E 玻璃形式的玻璃纤维。这些材料可以作为粗纱或以市售的短切玻璃纤维形式使用。

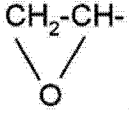
[0164] 具有高的激光吸收性的填料,例如碳纤维、碳黑、石墨、石墨烯或碳纳米管的用量优选小于 1 重量%,特别优选小于 0.05 重量%。

[0165] 纤维状填料可以用硅烷化合物进行表面预处理以改进与热塑性材料的相容性。

[0166] 合适的硅烷化合物是如下通式的那些:

[0167] $(X - (CH_2)_n)_k - Si - (O - C_mH_{2m+1})_{4-k}$

[0168] 其中取代基的定义如下:

[0169] XNH_2- 、、 $HO-$,

[0170] n 为 2 至 10、优选 3 至 4 的整数

[0171] m 为 1 至 5、优选 1 至 2 的整数

[0172] k 为 1 至 3、优选 1 的整数。

[0173] 优选的硅烷化合物是氨基丙基三甲氧基硅烷、氨基丁基三甲氧基硅烷、氨基丙基三乙氧基硅烷和氨基丁基三乙氧基硅烷,以及包含作为取代基 X 的缩水甘油基的相应的硅烷。

[0174] 通常用于表面涂覆的硅烷化合物的用量为 0.05 至 5 重量%,优选 0.1 至 1.5 重量%,特别是 0.2 至 0.5 重量%(基于 C 计)。

[0175] 针状矿物填料也是合适的。

[0176] 对于本发明而言,针状矿物填料是具有显著针状特征的矿物填料。可以提及的实例是针状硅灰石。该矿物的 L/D 比(长度与直径之比)优选为 8:1 至 35:1,优选 8:1 至 11:1。该矿物填料任选地可以用上述硅烷化合物预处理;然而,所述预处理不是必需的。

[0177] 作为组分 C),本发明的热塑性模塑组合物可以包含常规加工助剂,如稳定剂、氧化

抑制剂、用于抵抗热分解和紫外光分解的试剂、润滑剂和脱模剂、着色剂如染料和颜料、增塑剂等。

[0178] 可以提及的氧化抑制剂和热稳定剂的实例是空间位阻酚和 / 或亚磷酸盐、对苯二酚、芳族仲胺如二苯胺, 以及所述组的各种取代物, 以及这些的混合物, 其浓度最高达 1 重量 %, 基于热塑性模塑组合物的重量计。

[0179] 可以提及的 UV 稳定剂为各种取代的间苯二酚、水杨酸酯、苯并三唑和二苯甲酮, 其用量通常最高达 2 重量 %, 基于模塑组合物计。

[0180] 可以加入的着色剂包括无机颜料和有机颜料, 以及染料, 例如苯胺黑和蒽醌。特别合适的着色剂提及于例如 EP1722984B1、EP1353986B1 或 DE10054859A1。

[0181] 进一步优选的是具有 10 至 40 个、优选 16 至 22 个碳原子的饱和或不饱和脂族羧酸与包含 2 至 40 个、优选 2 至 6 个碳原子的饱和脂族醇或胺的酯或酰胺。

[0182] 所述羧酸可以是一元或二元的。可以提及的实例是壬酸、棕榈酸、月桂酸、十七烷酸、十二烷二酸、山萘酸, 特别优选硬脂酸、癸酸以及褐煤酸(具有 30-40 个碳原子的脂肪酸的混合物)。

[0183] 所述脂族醇可以是一元至四元的。醇的实例是正丁醇、正辛醇、硬脂醇、乙二醇、丙二醇、新戊二醇和季戊四醇, 在此优选的是甘油和季戊四醇。

[0184] 所述脂族胺可以是单官能至三官能的。这些的实例是硬脂胺、乙二胺、丙二胺、己二胺和二(6-氨基己基)胺, 在此特别优选的是乙二胺和己二胺。相应地, 优选的酯或酰胺是二硬脂酸甘油酯、三硬脂酸甘油酯、乙二胺二硬脂酸酯、单棕榈酸甘油酯、三月桂酸甘油酯、单山萘酸甘油酯和四硬脂酸季戊四醇酯。

[0185] 还可以以任何所需混合比使用各种酯或酰胺的混合物, 或者酯和酰胺的结合物。

[0186] 其他润滑剂和脱模剂的常规用量通常为最高达 1 重量 %。优选使用长链脂肪酸(例如硬脂酸或山萘酸)或低分子量聚乙烯蜡或低分子量聚丙烯蜡。

[0187] 可以提及的增塑剂实例是邻苯二甲酸二辛酯、邻苯二甲酸二苄酯、邻苯二甲酸丁基苄基酯、烃油和 N-(正丁基)苯磺酰胺。

[0188] 本发明的模塑组合物还可以包含 0 至 2 重量 % 的含氟乙烯聚合物。这些是氟含量为 55 至 76 重量 %、优选 70 至 76 重量 % 的乙烯聚合物。

[0189] 在此实例是聚四氟乙烯(PTFE)、四氟乙烯-六氟丙烯共聚物或具有相对小比例(通常最高达 50 重量 %) 的可共聚烯键式不饱和单体的四氟乙烯共聚物。这些例如由 Schildknecht 记载于“Vinyl and Related Polymers”, Wiley Verlag, 1952, 第 484 至 494 页中, 和由 Wall 记载于“Fluoropolymers”(Wiley Interscience, 1972) 中。

[0190] 这些含氟乙烯聚合物在模塑组合物中的存在形式为均匀分散体, 且其 d_{50} (数均)粒径优选为 0.05 至 10 μm , 特别是 0.1 至 5 μm 。这些小粒径特别优选可以通过使用含氟乙烯聚合物的水性分散体并将这些掺入聚酯熔体中而实现。

[0191] 本发明的热塑性模塑组合物可以通过本身已知的方法, 通过在常规混合设备如螺杆挤出机、Brabender 混合机或 Banbury 混合机中混合起始组分, 随后将其挤出而制备。可以在挤出后将挤出物冷却并粉碎。还可以预混合各组分(例如将组分 B)施用于粒料, 例如在转鼓中), 然后单独加入剩余的原料和 / 或在同样将它们混合之后加入。混合温度通常为 230 至 290 $^{\circ}\text{C}$ 。组分 B) 也可以优选通过热进料或直接方法加入挤出机入口中。

[0192] 在另一优选操作方法中,组分 B) 和任选地 C) 可以与聚酯预聚物混合、复合并造粒。然后在惰性气体中在低于组分 A) 熔点的温度下将所得粒料连续或间歇地进行固相缩合直至达到所需粘度。

[0193] 可以用于本发明中的模塑组合物适合生产激光透明模制品。这些激光透明模制品的激光透明度优选为至少 33%,特别是至少 40% (通过实施例中所测试方法对厚度为 2mm 的模制品在 1064nm 下测量)。

[0194] 本发明通过激光透射焊接方法使用这些激光透明模制品来制备模制品。

[0195] 所用激光吸收模制品通常可以包含由任何激光吸收性材料制成的模制品。例如,这些模制品可以是复合物、热固性材料,或优选由特定热塑性模塑组合物制成的模制品。合适的热塑性模塑组合物是在所用波长范围内具有足够激光吸收的模塑组合物。例如,合适的热塑性模塑组合物优选可以为通过加入无机颜料如碳黑和 / 或通过加入有机颜料或其他添加剂而呈激光吸收性的热塑性材料。实现激光吸收的适合的有机颜料的实例优选是 IR 吸收性有机化合物,如 DE19916104A1 中所记载那些。

[0196] 本发明还提供了通过激光透射焊接方法而接合于本发明的模制品的模制品和 / 或模塑组合物。

[0197] 本发明的模制品极佳地适于通过激光透射焊接方法而以长期且稳定的方式用于激光吸收模制品。因此,它们特别适合用于覆盖物、外壳、添加组件和传感器的材料,例如用于汽车、电子产品、电信、信息技术、计算机、家用、运动、医疗、或娱乐领域中。

实施例

[0198] 组分 A/1 :

[0199] 特性粘度为 130ml/g 且端羧基含量为 34meq/kg 的聚对苯二甲酸丁二醇酯(购自 BASF SE 的 **Ultradur® B** 4500)(根据 ISO1628 在 25°C 下在浓度为 0.5 重量 % 的 1:1 苯酚 / 邻二氯苯混合物溶液中测量的 IV)。

[0200] 组分 B :

[0201]

B1	甲酸钠 摩尔质量: 68 g/mol
B2	乙酸钠 摩尔质量: 82 g/mol
B3	硬脂酸钠 摩尔质量: 306.5 g/mol
B4	己二酸二钠 当量摩尔质量: 95 g/mol
B5	聚丙烯酸的钠盐 Mn 约 15000 g/mol 10%的水溶液的 pH: 7 摩尔质量(重复单元): 94 g/mol

[0202] 该模塑组合物在具有 250 至 260℃的平台温度分布且具有造粒作用的 ZSK25 中制备。

[0203] 激光透明度测量

[0204] 使用热电功率测量确定在波长 1064nm 处的激光透射率。测量几何结构按如下设置：使用光束分配器(购自 Laseroptik GmbH 的 SQ2 非偏振光束分配器)在与总功率为 2 瓦特的激光束(波长为 1064nm 的二极管抽运 Nd-YAG 激光, FOBA DP50)呈 90° 的角度处分出功率为 1 瓦特的参比光束。该参比光束冲击参比传感器。穿过光束分配器的那部分原始光束提供了功率同样为 1 瓦特的测量光束。该光束经由在该光束分配器后面的模隔板(mode diaphragm) (5.0) 而聚焦至 0.18 μm 的焦点直径。激光透明度(LT) 测量传感器位于焦点以下 80mm 处。测试片材位于 LT 测量传感器以上 2mm 处。所使用的注塑测试片材尺寸为 60 * 60 * 2mm³ 且其边缘已进行浇口(gating)。在片材中央(两条对角线的交点)进行测量。所用注塑参数设定为下值：

[0205]

	熔体温度 [℃]	模制品温度 [℃]	注射速率 [cm ³ /s]	保压压力 [巴]
未增强材料	260	60	48	600
增强材料	260	80	48	600

[0206] 总测量时间为 30 秒, 并且测量结果在最后 5 秒内确定。同步记录来自参比传感器和测量传感器的信号。插入样品后开始测量方法。

[0207] 由下列公式得到透射率并因此得到激光透明度：

[0208] $LT = (\text{信号(测量传感器)} / \text{信号(参比传感器)}) \times 100\%$ 。

[0209] 该测量方法排除了激光器系统的变化和主观读取误差。

[0210] 所述片材的平均 LT 值由至少 5 个测量值计算。对于每种材料, 平均值基于 10 块片材计算。使用对各片材的测量值的平均值来计算该材料平均值并且计算标准偏差。

[0211] 还进行下列测量：

[0212] 根据 ISO11357 使用 DSC, 加热和冷却速率为 20K/min 进行热量研究。在第一冷却过程中测定结晶峰温度 T_{PC} 。

[0213] 根据 ISO527 进行拉伸测试。

[0214] 表 1：

[0215]

组分	成核剂用量	成核剂用量	在 1064 nm 的 LT	IV (颗粒)	T _{PC} (颗粒)
	[重量%]	[mmol/kg PBT]	[%T]	[mL/g]	[°C]
参比	0	0	30	130	185
B1	0.5	73.5	44	110	203
B2	0.5	61	57	104	201
B3	1	32.6	53	100	200
B4	0.5	52.6	42	103	199
B5	0.5	73.2	41	102	200

[0216] 表 2:

[0217]

组分	成核剂用量	成核剂用量	在 1064 nm 的 LT	弹性模量	拉伸强度	断裂拉伸应变	IV (颗粒)	T _{PC} (颗粒)
	[重量%]	[mmol/kg g PBT]	[%T]	[MPa]	[MPa]	[%]	[ml/g]	[°C]
参比	0	0	30	2500	56	170	130	185
B3	0.2	6.5	24	2650	60	9.5	118	194
B3	0.4	13.1	29	2650	60	9	115	195
B3	0.6	19.6	39	2700	61	8.6	106	197
B3	0.8	26.1	46	2750	61	5.4	102	198
B3	1	32.6	53	2750	60	3.3	100	200
B3	1.5	48.9	55	2750	55	2.5	81	201
B3	2	65.3	62	2650	46	1.8	77	201
B2	0.1	12	28	2600	60	11	117	188
B2	0.2	24	45	2650	61	10	112	196
B2	0.3	37	54	2700	61	9.5	107	199
B2	0.4	49	55	2750	61	8	105	200
B2	0.5	61	57	2750	61	7.5	104	201
B2	0.75	91	58	2800	59	3.5	99	201
B2	1.0	122	53	2800	56	2.5	93	202