



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103619931 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 05

(21) 申请号 201280030043. 3

(22) 申请日 2012. 04. 16

(30) 优先权数据

11163122. 2 2011. 04. 20 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 12. 18

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2012/056871 2012. 04. 16

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/143314 DE 2012. 10. 26

(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 侯婧 钟守期

(51) Int. Cl.

C08K 3/00 (2006. 01)

权利要求书1页 说明书15页

(54) 发明名称

含有碱金属亚硝酸盐的激光透明聚酯

(57) 摘要

本发明涉及包含如下物质作为主要组分的热塑性模塑化合物用于制备任何类型的激光透明模塑部件的用途 :A) 29-99. 99 重量 % 的聚酯, B) 0. 01-3. 0 重量 % 的亚硝酸碱金属盐, 或这些的混合物, 基于 100 重量 % 的 A) 和 B) 计, 以及 C) 0-70 重量 % 的其他添加剂, 其中 A)-C) 的重量 % 总计为 100%。

1. 包含如下物质作为主要组分的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：

A) 29-99.99 重量 % 的聚酯，

B) 0.01-3.0 重量 % 的亚硝酸盐金属盐，或这些物质的混合物，基于 100 重量 % 的 A) 和 B) 计，以及

C) 0-70 重量 % 的其他添加剂，

其中 A)-C) 的重量 % 值总计为 100%。

2. 权利要求 1 的用途，其中所述模制品的激光透明度为至少 33% (对厚度为 2mm 的模制品在 1064nm 下测量)。

3. 权利要求 1 或 2 的用途，其中组分 B) 的碱金属为钠或钾。

4. 权利要求 1-3 的用途，其中组分 B) 由 NaNO_2 或 KNO_2 或其混合物组成。

5. 权利要求 1-4 的激光透明模制品借助激光透射焊接方法用于制备模制品的用途。

6. 一种制备焊接模制品的方法，其包括使用激光透射焊接将权利要求 5 的或权利要求 1-4 的用途的激光透明模制品与激光吸收模制品接合。

7. 根据权利要求 5 或 6 得到的焊接模制品，其中所述模制品适于在电气、电子、电信、信息技术、计算机、家用、运动、医疗、汽车或娱乐领域中的应用。

含有碱金属亚硝酸盐的激光透明聚酯

[0001] 本发明涉及包含如下组分作为主要组分的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，

[0002] A) 29-99.99 重量 % 的聚酯，

[0003] B) 0.01-3.0 重量 % 的亚硝酸碱金属盐，或这些物质的混合物，基于 100 重量 % 的 A) 和 B) 计，以及

[0004] C) 0-70 重量 % 的其他添加剂，

[0005] 其中 A)-C) 的重量 % 值总计为 100%。

[0006] 本发明还涉及激光透明模制品借助激光透射焊接(laser transmission welding)方法制备模制品的用途、制造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) 为 PET 和相关聚酯的成核剂。例如，US 4349505 描述了亚硝酸钠在 PET 中的用途。没有研究配混材料的光学特性。

[0008] 存在各种焊接塑料模制品方法(Kunststoffe87, (1997), 11, 1632 - 1640)。对于广泛使用的(例如汽车进气歧管的)热烙铁焊接和振动焊接，稳定焊接的前提是在制造接合的实际步骤之前使在接触区域中的粘合体充分软化。

[0009] 激光透射焊接是一种对振动焊接和热烙铁焊接提供替代选择的方法并且其应用已经在近期不断增长，特别是使用二极管激光器。

[0010] 技术文献描述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(在本专利申请中在下文称为激光透明模制品)，然后所述辐射在薄层中由与激光透明模制品接触并在下文称为激光吸收模制品的第二模制品吸收。在吸收激光的薄层内，激光的能量转化成热，这导致在该接触区内熔融并最终导致激光透明模制品和激光吸收模制品经由焊接连接。

[0012] 激光透射焊接通常使用波长范围为 600-1200nm 的激光。在用于热塑性塑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(800-1000nm)。当在下文使用术语激光透明和激光吸收时，它们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激光透明度，从而使得激光束可以尽可能地穿透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而测量。该测量体系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] 用户目前可以使用许多基于透射原理的激光焊接方法变型。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编程的焊接周线传导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列。因此,整个周线同时发生熔融和焊接。准同步焊接方法是周线焊接和同步焊接的结合。检流计镜(Galvanometric mirror)(扫描器)用于在 10m/s 或更大的极高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加热和熔融。与同步焊接方法相比,焊接的周线改变具有高度灵活性。掩模焊接(mask welding)是一种其中线性激光束横向运动穿过粘合体的方法。将掩模用于辐射的受控筛选,并且这仅影响其中要焊接的待接合区域。该方法可以产生非常精确定位的焊接。这些方法为本领域技术人员已知且例如记载于“HandbuchKunststoff-Verbindungstechnik”[Handbook of plastics bonding technology](G. W. Ehrenstein, Hanser, ISBN3-446-22668-0) 和 / 或 D VS-Richtlinie2243 “Laserstrahlschweiß enthermoplastischer Kunststoffe”[German Welding Society Guideline2243 “Laser welding of thermoplastics”]。

[0015] 无论使用何种方法变型,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。半结晶热塑性塑料的固有微结构(大多以球晶形式)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塑料的内部结构更大程度地散射入射的激光;后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,PBT与其他良好结晶的热塑性塑料如PA相比呈现出特别低的激光透明度和高水平的扩束(beam expansion)。因此,PBT一直较少用作激光焊接组件的材料,尽管其性能特征的其他方面(例如良好的尺寸稳定性和低吸水性)使其对于这类应用非常具有吸引力。尽管半结晶形态通常对高激光透明度无益,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,尤其是快速脱模性和因此短的循环时间。因此,希望将半结晶性与快速结晶和高激光透明度结合起来。

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

[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组分“稀释”低的激光透明度PBT。其实例在下列说明书中找到:JP2004/315805A1(PBT+PC/PET/SA+填料+弹性体),DE-A1-10330722(半结晶热塑性塑料与无定形热塑性塑料的广义共混物,以提高LT;具体为PBT+PET/PC+玻璃纤维),JP2008/106217A(PBT+含1,4-环己烷二甲醇的共聚物;LT由16%增至28%)。此时的缺点是所得聚合物共混物的性能不可避免地显著不同于主要基于PBT作为基质的产品的性能。

[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;作为实例可以提及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)。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质之间的折射率差,参见JP2009/019134(环氧树脂涂敷于玻璃纤维上以在填料和基质之间的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/或它们在该制备方法内所需的额外步骤而是不利的。

[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] 本发明的模塑组合物包含 29-99.99 重量%,优选 98.0-99.95 重量%,并且特别是 99.0-99.9 重量%的至少一种热塑性聚合物作为组分 A),基于组分 A) 和 B) 计。

[0022] 在组分 A) 中至少一种聚酯为半结晶聚酯。优选包含至少 50 重量%的半结晶聚酯的组分 A)。所述比例特别优选为 70 重量%(各自基于 100 重量%的 A) 计)。

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

[0024] 30-100 重量%,优选 50-100 重量%的 A)+B),

[0025] 以及 0-70 重量%,优选 0-50 重量%的 C)。

[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,因为所述比例意欲位于上述限度内。添加剂 C) 可影响激光透明度。该影响实质上取决于添加剂的散射和吸收性能。配混材料的光学性能实质上是本发明基质(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 2-10 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已知且描述于文献中。它们的主链包含衍生于芳族二羧酸的芳族环。芳族环也可以被例如卤素(如氯或溴),或被 C₁-C₄ 烷基(如甲基、乙基、异丙基、正丙基、正丁基、异丁基或叔丁基)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- 萘二甲酸、对苯二甲酸和间苯二甲酸或这些的混合物。最高达 30mol%,优选不超过 10mol% 的芳族二羧酸可以被脂族或脂环族二羧酸(如己二酸、壬二酸、癸二酸、十二烷二酸和环己烷二甲酸)替代。

[0032] 优选的脂族二羟基化合物是具有 2-6 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,以及这些的混合物。

[0033] 特别优选的聚酯(A) 为衍生于具有 2-6 个碳原子的链烷二醇的聚对苯二甲酸亚烷基酯。其中特别优选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,以及这些的混合物。还优选包含最高达 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- 戊二醇作为其他单体单元的 PET 和 / 或 PBT。

[0034] 聚酯(A) 根据 ISO1628 的固有粘度通常为 50-220,优选 80-160(在苯酚 / 邻二氯苯混合物(在 25°C 下的重量比为 1:1) 中的浓度为 0.5 重量%的溶液中测定)。

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

[0036] 特别优选的模塑组合物包含聚酯混合物作为组分 A),其中至少一种为 PBT。聚对苯二甲酸乙二醇酯在该混合物中的比例实例优选最高达 50 重量%,特别是 10-35 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 回收料(也称为废料 PET)。

[0038] 回收料通常为:

[0039] 1) 已知为工业后回收料的那些:这些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角料。

[0040] 2) 消费后回收料:这些是在终端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] 两种类型的回收料均可以作为再磨料或者以粒料形式使用。在后一种情况下,分离并提纯粗回收材料,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] 使用的回收料可以粒化或呈再磨料的形式。其边长不应超过 10mm,并且应优选小于 8mm。

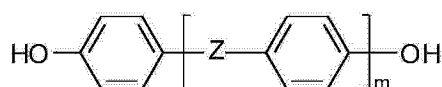
[0043] 因为聚酯在加工过程中(由于痕量的水分)经历水解裂解,所以将回收料预干燥是有利的。干燥后的残余水分含量优选 <0.2%,特别是 <0.05%。

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

[0045] 合适的芳族二羧酸为之前对聚对苯二甲酸亚烷基酯描述的化合物。优选使用的混合物由 5-100mol% 的间苯二甲酸和 0-95mol% 的对苯二甲酸构成,特别是由约 50% 至约 80% 的对苯二甲酸和 20% 至约 50% 的间苯二甲酸构成。

[0046] 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,或化学键,并且其中 m 具有 0-2 的值。这些化合物中的亚苯基还可以被 C₁-C₆ 烷基或烷氧基以及氟、氯或溴取代。

[0049] 这些化合物的母体化合物实例为二羟基联苯、二(羟基苯基)烷烃、二(羟基苯基)环烷烃、二(羟基苯基)硫醚、二(羟基苯基)醚、二(羟基苯基)酮、二(羟基苯基)亚砷、 α, α' -二(羟基苯基)二烷基苯、二(羟基苯基)砷、二(羟基苯甲酰基)苯、间苯二酚和氢醌,以及这些化合物的环上烷基化和环上卤化的衍生物。

[0050] 其中优选 4,4'-二羟基联苯、2,4'-二(4'-羟基苯基)-2-甲基丁烷、 α, α' -二(4'-羟基苯基)-对二异丙基苯、2,2'-二(3'-甲基-4'-羟基苯基)丙烷和 2,2'-二(3'-氯-4'-羟基苯基)丙烷,

[0051] 并且特别是 2,2'-二(4'-羟基苯基)丙烷、2,2'-二(3',5'-二氯二羟基苯基)丙烷、1,1'-二(4'-羟基苯基)环己烷、3,4'-二羟基二苯甲酮、4,4'-二羟基二苯基砷和 2,2'-二(3',5'-二甲基-4'-羟基苯基)丙烷,或这些化合物的混合物。

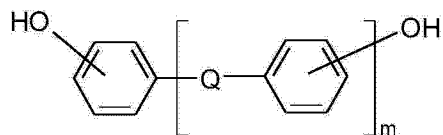
[0052] 当然还可以使用聚对苯二甲酸亚烷基酯和全芳族聚酯的混合物。这些通常包含 20-98 重量% 聚对苯二甲酸亚烷基酯和 2-80 重量% 全芳族聚酯。

[0053] 当然还可以使用聚酯嵌段共聚物,如共聚醚酯。这类产物本身已知且描述于文献

中,例如描述于US-A 3 651 014中。相应的产物还是市售可得,例如**Hytrel[®]** (DuPont)。

[0054] 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为基于如下通式的双酚的那些:

[0055]



[0056] 其中Q为单键、 $\text{C}_1\text{-C}_8$ 亚烷基(alkylene group)、 $\text{C}_2\text{-C}_3$ 次烷基(alkylidene group)、 $\text{C}_3\text{-C}_6$ 亚环烷基、 $\text{C}_6\text{-C}_{12}$ 亚芳基,或 $-\text{O}-$ 、 $-\text{S}-$ 或 $-\text{SO}_2-$,且m为0-2的整数。

[0057] 双酚的亚苯基基团还可以具有取代基,例如 $\text{C}_1\text{-C}_6$ 烷基或 $\text{C}_1\text{-C}_6$ 烷氧基。

[0058] 该式的优选双酚的实例是氢醌、间苯二酚、4,4'-二羟基联苯、2,2-二(4-羟基苯基)丙烷、2,4-二(4-羟基苯基)-2-甲基丁烷和1,1-二(4-羟基苯基)环己烷。特别优选2,2-二(4-羟基苯基)丙烷和1,1-二(4-羟基苯基)环己烷,以及1,1-二(4-羟基苯基)-3,3,5-三甲基环己烷。

[0059] 均聚碳酸酯或共聚碳酸酯均适于用作组分A,且优选双酚A的共聚碳酸酯,以及优选双酚A的均聚物。

[0060] 合适的聚碳酸酯可以以已知方式支化,具体而言优选通过引入基于所用双酚的总量为0.05-2.0mol%的至少三官能化合物,例如具有三个或更多个酚OH基团的那些化合物进行支化。

[0061] 已经证实特别合适的聚碳酸酯具有1.10-1.50,特别为1.25-1.40的相对粘度 $\eta_{\text{相对}}$ 。这对应于10000-200000g/mol,优选20000-80000g/mol的平均摩尔质量 M_w (重均)。

[0062] 该通式的双酚本身是已知的或者可以通过已知方法制备。

[0063] 聚碳酸酯例如可以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(已知为吡啶工艺)中反应而制备,并且在每种情况下以已知方式通过使用合适量的已知链终止剂而获得所需的分子量。(对于含有聚二有机硅氧烷的聚碳酸酯,例如参见DE-A 33 34 782。)

[0064] 合适的链终止剂的实例为苯酚、对叔丁基苯酚,或者长链烷基苯酚,如DE-A 28 42 005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。

[0065] 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不含卤素的支化剂制得的聚碳酸酯,其中ppm水平的少量可水解氯(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被视为具有术语“含卤素”的意义。这类具有ppm水平的可水解氯含量的聚碳酸酯对于本发明而言为不含卤素的聚碳酸酯。

[0066] 可以提及的其它合适组分A)为无定形的聚酯碳酸酯,其中在制备过程中光气已经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。在此可参考EP-A 711 810以得到其它细节。

[0067] EP-A 365 916 描述了具有环烷基作为单体单元的其他合适的共聚碳酸酯。

[0068] 还可以使用双酚 TMC 替代双酚 A。这类聚碳酸酯可以商标 APEC HT[®] 购自 Bayer。

[0069] 本发明的模塑组合物包含 0.01-3 重量%，优选 0.05-2 重量%，特别是 0.1-1 重量% 的亚硝酸碱金属盐或这些的混合物作为组分 B)，基于 100 重量% 的 A)+B) 计。

[0070] 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。组分 B) 的成核作用甚至在极低的浓度下也可检测。出人意料的是，激光透明度在组分 B) 的浓度非常低时下降，并且浓度达到较高时激光透明度才上升。

[0071] 优选的碱金属为钠和 / 或钾。

[0072] 优选的盐 B) 为亚硝酸钠和 / 或亚硝酸钾，或这些的混合物。

[0073] 制备所述无机盐 B) 的方法为本领域技术人员已知。

[0074] 本发明的模塑组合物可以包含 0-70 重量%，特别是最高达 50 重量% 的不同于 B) 和 / 或 A) 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。

[0075] 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（也常称为抗冲击改性剂、弹性体或橡胶）。

[0076] 这些非常概括地涉及优选由以下单体中的至少两种组成的共聚物：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、丙烯腈和在醇组分中具有 1-18 个碳原子的丙烯酸酯或甲基丙烯酸酯。

[0077] 这类聚合物例如描述于 Houben-Weyl, Methoden der organischen Chemie, 第 14/1 卷 (Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart, 德国, 1961), 第 392-406 页以及 C. B. Bucknall 的专著 “Toughened Plastics” (Applied Science Publishers, London, UK, 1977) 中。

[0078] 这类弹性体中的某些优选类型如下所述。

[0079] 该类弹性体的优选类型是已知为乙烯-丙烯橡胶 (EPM) 和乙烯-丙烯-二烯橡胶 (EPDM) 的那些。

[0080] EPM 橡胶一般几乎没有残留双键，而 EPDM 橡胶每 100 个碳原子可以具有 1-20 个双键。

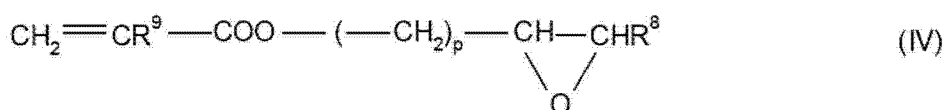
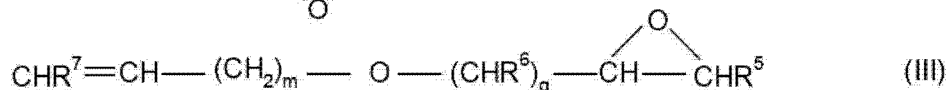
[0081] 可以提及用于 EPDM 橡胶的二烯单体的实例为共轭二烯，例如异戊二烯和丁二烯；具有 5-25 个碳原子的非共轭二烯，例如 1,4-戊二烯、1,4-己二烯、1,5-己二烯、2,5-二甲基-1,5-己二烯和 1,4-辛二烯；环状二烯，例如环戊二烯、环己二烯、环辛二烯和二环戊二烯；以及烯基降冰片烯，例如 5-亚乙基-2-降冰片烯、5-亚丁基-2-降冰片烯、2-甲代烯丙基-5-降冰片烯和 2-异丙烯基-5-降冰片烯；以及三环二烯，例如 3-甲基三环 [5.2.1.0^{2,6}]-3,8-癸二烯，或这些的混合物。优选 1,5-己二烯、5-亚乙基降冰片烯和二环戊二烯。EPDM 橡胶中的二烯含量基于橡胶的总重量优选为 0.5-50 重量%，特别是 1-8 重量%。

[0082] EPM 和 EPDM 橡胶还可以优选用反应性羧酸或者用其衍生物接枝。这些化合物的实例为丙烯酸、甲基丙烯酸及其衍生物，如（甲基）丙烯酸缩水甘油酯，以及马来酸酐。

[0083] 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为另一类优选的橡胶。该橡胶还可以包含二羧酸如马来酸和富马酸，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：

[0084]



[0085] 其中 R^1 至 R^9 为氢或具有 1-6 个碳原子的烷基, m 为 0-20 的整数, g 为 0-10 的整数且 p 为 0-5 的整数。

[0086] R^1 至 R^9 优选为氢, 其中 m 为 0 或 1 且 g 为 1。对应的化合物为马来酸、富马酸、马来酸酐、烯丙基缩水甘油醚和乙烯基缩水甘油醚。

[0087] 优选的式 I、II 和 IV 的化合物为马来酸、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, 且因此将它们称为具有潜在羧基的单体。

[0088] 共聚物有利地由 50-98 重量 % 的乙烯、0.1-20 重量 % 的包含环氧基团的单体和 / 或甲基丙烯酸和 / 或包含酸酐基团的单体构成, 剩余量为(甲基)丙烯酸酯。

[0089] 特别优选由以下物质构成的共聚物：

[0090] 50-98 重量 %, 特别是 55-95 重量 % 的乙烯,

[0091] 0.1-40% 重量 %, 特别是 0.3-20 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, 以及

[0092] 1-45 重量 %, 特别是 10-40 重量 % 的丙烯酸正丁酯和 / 或丙烯酸 2-乙基己酯。

[0093] 其他优选的(甲基)丙烯酸酯为(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。

[0094] 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。

[0095] 上述乙烯共聚物可以通过本身已知的方法制备, 优选通过高压和高温下无规共聚而制备。合适的方法是众所周知的。

[0096] 其他优选的弹性体为乳液聚合物, 其制备例如由 Blackley 描述于专著“Emulsion polymerization”中。可以使用的乳化剂和催化剂本身是已知的。

[0097] 原则上可以使用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加入顺序的影响。

[0098] 这里可以仅作为实例提及的用于制备弹性体的橡胶部分的单体为丙烯酸酯, 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

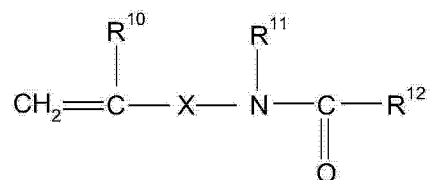
混合物。这些单体可以与其他单体(如苯乙烯、丙烯腈、乙烯基醚)以及与其他丙烯酸酯或甲基丙烯酸酯(如甲基丙烯酸甲酯、丙烯酸甲酯、丙烯酸乙酯或丙烯酸丙酯)共聚。

[0099] 弹性体的软相或橡胶相(玻璃化转变温度低于 0℃)可以为核、外部壳(outer envelope)或中间壳(在弹性体结构具有 2 个以上壳的情况下)。具有 1 个以上壳的弹性体还可以具有 1 个以上由橡胶相构成的壳。

[0100] 如果在弹性体的结构中除了橡胶相以外还涉及一种或多种硬组分(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。除此以外,在这里还可以使用较少比例的其他共聚单体。

[0101] 在某些情况下证实有利的是使用在其表面上具有反应性基团的乳液聚合物。这类基团的实例为环氧基团、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基团:

[0102]



[0103] 其中取代基的定义可以如下所述:

[0104] R^{10} 为氢或 C_1 - C_4 烷基,

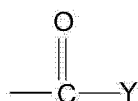
[0105] R^{11} 为氢或 C_1 - C_8 烷基或芳基,尤其是苯基,

[0106] R^{12} 为氢、 C_1 - C_{10} 烷基、 C_6 - C_{12} 芳基或 $-\text{OR}^{13}$,

[0107] R^{13} 为 C_1 - C_8 烷基或 C_6 - C_{12} 芳基,各自被含有 O 或 N 的基团取代或不被取代,

[0108] X 为化学键或 C_1 - C_{10} 亚烷基或 C_6 - C_{12} 亚芳基,或

[0109]



[0110] Y 为 O-Z 或 NH-Z, 和

[0111] Z 为 C_1 - C_{10} 亚烷基或 C_6 - C_{12} 亚芳基。

[0112] EP-A 208 187 中描述的接枝单体也适合用于在表面引入反应性基团。

[0113] 可以提及的其他实例为丙烯酰胺、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。

[0114] 橡胶相的颗粒还可以被交联。交联单体的实例为 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 中描述的化合物。

[0115] 还可以使用已知为接枝连接单体的单体,即具有两个或多个在聚合过程中以不同速率反应的可聚合双键的单体。优选使用其中至少一个反应性基团以与其他单体大约相同的速率聚合,而其他反应性基团(或多个反应性基团)例如显著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

基底至少具有某种程度的化学键合。

[0116] 这类接枝连接单体的实例为含有烯丙基的单体,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。进一步的细节在此可以参考例如 US-A 4 148 846。

[0117] 这些交联单体在抗冲击改性聚合物中的比例通常为最高达 5 重量%,优选不超过 3 重量%,基于抗冲击改性聚合物计。

[0118] 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	用于外壳的单体
I	1,3-丁二烯、异戊二烯、丙烯酸正丁酯、丙烯酸乙基己酯或这些的混合物	苯乙烯、丙烯腈、甲基丙烯酸甲酯
II	如 I, 但同时使用交联剂	如 I
III	如 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、丙烯酸乙基己酯
IV	如 I 或 II	如 I 或 III, 但同时使用如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外壳, 由用于壳的 I 或 IV 中所述的第二外壳

[0120] 这些接枝聚合物,特别是 ABS 聚合物和 / 或 ASA 聚合物,优选以最高达 40 重量%的量用于 PBT 的抗冲击改性,且任选地以与最高达 40 重量%的聚对苯二甲酸乙二醇酯混合使用。合适的共混产品可以以商标 **Ultradur®**S (以前是购自 BASF AG 的 **Ultrablend®**S) 得到。

[0121] 除了其结构具有一个以上壳的接枝聚合物外,还可以使用由 1,3-丁二烯、异戊二烯和丙烯酸正丁酯或这些的共聚物制成的均匀(即单壳)弹性体。这些产物还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。

[0122] 优选的乳液聚合物的实例为丙烯酸正丁酯-(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。

[0123] 所述弹性体还可以通过其他常规方法如经由悬浮聚合而制备。

[0124] 同样优选硅橡胶,如 DE-A 37 25 576、EP-A 235 690、DE-A 38 00 603 和 EP-A 319 290 中所述。

[0125] 当然还可以使用以上列举的各类橡胶的混合物。

[0126] 可提及的纤维状或颗粒状填料 C) 为玻璃纤维、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。纤维状填料 C) 的用量最高达 60 重量%,特别是最高达 35 重量%,且颗粒状填料的用量最高达 30 重量%,特别是最高达 10 重量%。

[0127] 可以提及的优选纤维状填料为芳族聚酰胺纤维和钛酸钾纤维,在此特别优选 E 玻璃形式的玻璃纤维。这些材料可以粗纱形式或以市售可得的短切玻璃纤维形式使用。

[0128] 具有高激光吸收性的填料,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%。

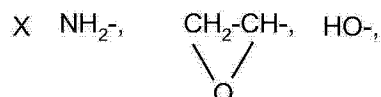
[0129] 纤维状填料可以用硅烷化合物进行表面预处理以改进与热塑性塑料的相容性。

[0130] 合适的硅烷化合物为如下通式的那些:

[0131] $(X - (CH_2)_n)_k - Si - (O - C_mH_{2m+1})_{4-k}$

[0132] 其中各取代基的定义如下所述:

[0133]



[0134] n 为 2-10, 优选 3-4 的整数,

[0135] m 为 1-5, 优选 1-2 的整数,

[0136] k 为 1-3, 优选 1 的整数。

[0137] 优选的硅烷化合物为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,以及包含缩水甘油基作为取代基 X 的相应硅烷。

[0138] 通常用于表面涂覆的硅烷化合物的用量为 0.05-5 重量%, 优选 0.1-1.5 重量%, 特别是 0.2-0.5 重量%(基于 C 计)。

[0139] 针状矿物填料也是合适的。

[0140] 对于本发明而言,针状矿物填料为具有显著针状特征的矿物填料。可以提及的实例为针状硅灰石。该矿物的 L/D 比(长度与直径之比)优选为 8:1-35:1, 优选 8:1-11:1。该矿物填料可以任选地用上述硅烷化合物预处理;然而,所述预处理不是必需的。

[0141] 本发明的热塑性模塑组合物可以包含常规加工助剂,例如稳定剂、氧化延缓剂、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)、增塑剂等作为组分 C)。

[0142] 可以提及的氧化延缓剂和热稳定剂的实例为空间位阻酚和/或亚磷酸酯、氢醌、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,其浓度基于热塑性模塑

组合物的重量为最高达 1 重量 %。

[0143] 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，其使用量基于模塑组合物通常最高达 2 重量 %。

[0144] 可以加入的着色剂包括无机和有机颜料，以及染料，例如苯胺黑和蒽醌。特别合适的着色剂例如在 EP 1722984 B1, EP 1353986 B1 或 DE 10054859 A1 中提及。

[0145] 进一步优选具有 10-40 个，优选 16-22 个碳原子的饱和或不饱和脂族羧酸与包含 2-40 个，优选 2-6 个碳原子的饱和脂族醇或胺的酯或酰胺。

[0146] 所述羧酸可以是一元或二元的。可以提及的实例为壬酸、棕榈酸、月桂酸、十七烷酸、十二烷二酸、山萘酸，以及特别优选硬脂酸、癸酸以及褐煤酸（具有 30-40 个碳原子的脂肪酸的混合物）。

[0147] 所述脂族醇可以是一元至四元的。醇的实例为正丁醇、正辛醇、硬脂醇、乙二醇、丙二醇、新戊二醇和季戊四醇，在此优选甘油和季戊四醇。

[0148] 所述脂族胺可以是单至三官能的。这些的实例为硬脂胺、乙二胺、丙二胺、己二胺和二（6-氨基己基）胺，在此特别优选乙二胺和己二胺。相应地，优选的酯或酰胺为二硬脂酸甘油酯、三硬脂酸甘油酯、乙二胺二硬脂酸酯（ethylenediamine distearate）、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。

[0149] 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。

[0150] 其他润滑剂和脱模剂的常用量为通常最高达 1 重量 %。优选使用长链脂肪酸（例如硬脂酸或山萘酸），这些的盐（例如硬脂酸钙或硬脂酸锌），或褐煤蜡（由链长为 28-32 个碳原子的直链饱和羧酸构成的混合物）或褐煤酸钙或褐煤酸钠，或低分子量聚乙烯蜡或低分子量聚丙烯蜡。

[0151] 可以提及的增塑剂的实例为邻苯二甲酸二辛酯、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。

[0152] 本发明的模塑组合物还可以包含 0-2 重量 % 的含氟乙烯聚合物。这些为氟含量为 55-76 重量 %，优选 70-76 重量 % 的乙烯聚合物。

[0153] 在此实例为聚四氟乙烯（PTFE）、四氟乙烯-六氟丙烯共聚物或具有较小比例（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 描述于“Vinyl and Related Polymers”，Wiley Verlag, 1952, 第 484-494 页中以及由 Wall 描述于“Fluoropolymers”（Wiley Interscience, 1972）中。

[0154] 这些含氟乙烯聚合物在模塑组合物中以均匀分散体的形式存在，且其 d_{50} （数均）粒度优选为 0.05-10 μm ，特别为 0.1-5 μm 。这些小粒度可以特别优选通过使用含氟乙烯聚合物的水分散体并将这些掺入聚酯熔体中而实现。

[0155] 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并随后将其挤出而制备。在挤出后可以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剩余的原料。混合温度通常为 230-290°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。

[0156] 在另一个优选的操作方法中，组分 B）和任选的 C）可以与聚酯预聚物混合、配混并造粒。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分批地进行固相

缩合直至达到所需粘度。

[0157] 可以用于本发明中的模塑组合物适于制备激光透明模制品。这些模制品的激光透明度优选为至少 33%，特别为至少 40%（通过实施例中所测试方法对厚度为 2mm 的模制品在 1064nm 下进行测量）。

[0158] 本发明通过激光透射焊接方法使用这类激光透明模制品以制备模制品。

[0159] 所用激光吸收模制品通常可包含由任何激光吸收材料制成的模制品。例如，这些模制品可以为复合物、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为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可优选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塑料。适合实现激光吸收的有机颜料的实例优选为 IR 吸收性有机化合物，例如 DE 199 16 104 A1 中所述那些。

[0160] 本发明还提供了通过激光透射焊接方法接合了本发明的模制品的模制品和 / 或模制品结合物。

[0161] 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层、外壳、添加组件和传感器的材料，例如应用在汽车、电子、电信、信息技术、计算机、家用、运动、医疗、汽车或娱乐领域中。

实施例

[0162] 组分 A/1:

[0163] 固有粘度为 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®** B4500）（根据 ISO1628 在 25℃ 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）。

[0164] 组分 B: NaNO₂（摩尔质量为 69g/mol）

[0165] 所有配混材料在螺杆直径为 25mm 的双螺杆挤出机中进行制备。添加剂以冷进料形式与粒料一同加入。

[0166] 激光透明度测量使用直径为 60*60*2mm 的注塑测试样本。

[0167] Ulbricht 透射率测量使用直径为 60*60*1mm³ 的注塑测试样本。

[0168] 根据 ISO527 的拉伸测试。

[0169] 根据 ISO11357 借由 DSC 进行量热研究，加热和冷却速率为 20K/min。在第一个冷却过程中测定结晶 T_{pc} 的峰值温度。

[0170] 激光透明度测量

[0171] 使用热功率测量确定在波长 1064nm 处的激光透过率。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 瓦的激光束（波长为 1064nm 的二极管泵浦 Nd-YAG 激光器，FOBA DP50）呈 90° 的角度处分出功率为 1 瓦的参照光束。该参照光束冲击参照传感器。穿过光束分配器的那部分原始光束提供了功率同样为 1 瓦的测量光束。该光束经由在该光束分配器后面的波型隔膜（mode diaphragm）(5.0) 聚焦成 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 且其具有压边浇口 (edge gating)。在片材中央（两条对角线的交点）进行

测量。所用注塑参数设定如下所示：

[0172]

	熔体温度 [°C]	模具温度 [°C]	注射速率 [cm ³ /s]	保持压力 [巴]
非增强材料	260	60	48	600
增强材料	260	80	48	600

[0173] 总测量时间为 30 秒，并且测量结果在最后 5 秒内测定。同时记录来自参照传感器和测量传感器的信号。插入样品后开始该测量方法。

[0174] 由以下公式得到透射率并因此得到激光透明度：

[0175] $LT = (\text{信号 (测量传感器)} / \text{信号 (参照传感器)}) \times 100\%$ 。

[0176] 该测量方法排除了激光器系统的变化和主观读取误差。

[0177] 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。使用来自各片材的测量值的平均值来计算该材料的平均值并还计算标准偏差。

[0178] 表 1

[0179]

组分	B) 的 量	B) 的量	LT@ 1064nm	弹 性 模量	拉 伸 强度	断裂拉 伸应变	T _{pc} (粒料)
	[重量 %]	[mmol/kg PBT]	[%T]	[MPa]	[MPa]	[%]	[°C]
参照*)	0	0	30	2500	56	170	185
B	0.1	15	46	2650	59	18	191
B	0.2	29	60	2700	60	16	193
B	0.3	44	63	2700	60	16	198
B	0.4	58	68	2750	60	15	198
B	0.5	73	71	2750	60	12	198

[0180] * 用于对比

[0181] 透射光谱 (Ulbricht 测量)

[0182] 透射光谱使用 Ulbricht 球测量几何结构在 300-2500nm 波长范围内测量。Ulbricht 球为中空球，其内表面提供在宽光谱范围内的高且非取向（漫）反射。当辐射线冲击该球的内表面时，它发生多重反射，直到在该球内具有完全均匀分布。辐射线的该积分由于入射角、遮蔽、波型、偏振和其他性能而对所有效果平均。作为 Ulbricht 球的构造的函数，连接在该球内的检测器仅记录漫透射率，或者定向和漫透射率的总和（= 总透射率）。

[0183] 以透射模式使用具有连接的 DRA2500Ulbricht 系统的 Varian Cary5000 分光计

(样品在辐射源和 Ulbricht 球之间)。为了测量总透射率,使用白色反射器(Labsphere Spectralon Standard)来封闭与样品相对的反射端口。为了测量漫透射率,使用黑色光阱(DRA2500 标准光阱)来封闭该反射端口。透射率相对于入射辐射的强度表示。取向透射率以总透射率和漫透射率之间的差值计算。取向透射率相对于总透射率表示为:

[0184]

$$\text{取向透射率} = \frac{(\text{总透射率} - \text{漫透射率}) \times 100\%}{\text{总透射率}}$$

[0185] 表 2:

[0186] 对所选配方的 Ulbricht 透射率测量:

[0187]

波长范围	总透射率		取向透射率比例	
[nm]	[%]		[%]	
	参照	A + 0.5 [重量%] B	参照	A + 0.5 [重量%] B
400 - 500	14 - 26	3 - 24	0 - 2	0 - 3
500 - 600	26 - 31	24 - 46	0 - 2	3 - 19
600 - 700	31 - 35	46 - 60	0 - 2	19 - 38
700 - 800	35 - 38	60 - 69	0 - 2	38 - 54
800 - 900	38 - 40	69 - 74	0 - 2	54 - 64
900 - 1000	39 - 42	74 - 78	0 - 2	64 - 72
1000 - 1100	42 - 43	78 - 81	0 - 2	72 - 76
1100 - 1200	33 - 43	77 - 81	0 - 2	74 - 77
1200 - 1300	35 - 44	79 - 85	0 - 2	76 - 82
1300 - 1400	35 - 44	80 - 85	0 - 2	78 - 82
1400 - 1500	34 - 43	80 - 85	0 - 2	78 - 84
1500 - 1600	42 - 44	85 - 86	0 - 2	84 - 84
1600 - 1700	9 - 42	43 - 86	0 - 2	42 - 84
1700 - 1800	16 - 26	59 - 73	0 - 2	58 - 72
1800 - 1900	26 - 30	73 - 77	0 - 2	71 - 76
1900 - 2000	27 - 31	73 - 77	0 - 2	72 - 76
2000 - 2100	23 - 31	66 - 77	0 - 2	65 - 76

[0188] 来自 1120-1230nm、1350-1470nm (均为弱)以及开始于 1610nm (一定程度上强)的吸收带影响总透射率。

[0189] 含有 B) 的样本的特征为特别高的总透射率值结合高直接透射率(也在 500-800nm 的波长范围内)。因此,所述样本在可见光波长范围内也是透明的。透过所述样本观察物品可以看到清晰的轮廓(低雾度)。