



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101977976 B

(45) 授权公告日 2014. 08. 27

(21) 申请号 200980109939. 9

(22) 申请日 2009. 03. 17

(30) 优先权数据

08005318. 4 2008. 03. 20 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2010. 09. 20

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2009/053129 2009. 03. 17

(87) PCT国际申请的公布数据

W02009/115512 EN 2009. 09. 24

(73) 专利权人 帝斯曼知识产权资产管理有限公司

司

地址 荷兰海尔伦

(72) 发明人 罗伯特·翰德里克·凯萨琳娜·简瑟恩

恩

弗拉其苏斯·维门达奥·范

(74) 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理

有限责任公司 11258

代理人 李剑 南霆

(51) Int. Cl.

C08K 3/04 (2006. 01)

H01L 21/48 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特开 2007-2231 A, 2007. 01. 11, 说明书第 0007, 107 段, 实施例 1, 3-9, 13-23.

审查员 朱颖

权利要求书1页 说明书7页

(54) 发明名称

导热塑料材料的热沉

(57) 摘要

本发明涉及用于电气设备或电子设备的热沉、包含热源和热沉的 E&E 设备以及用于生产所述热沉的方法。其包含由下述导热塑料材料制成的塑料体, 所述导热塑料材料包含相对于其总重至少 20wt. % 用量的膨胀石墨, 和 / 或具有至少 7. 5W/m. K 的面内热导率 $\Lambda_{//}$ 。可以通过导热塑料材料的注塑, 任选地之后应用涂层, 用导热塑料材料生产热沉。在 E&E 设备中, 热沉与热源被安装在一起, 处于彼此导热连通中。

1. 用于电气或电子设备的热沉,所述热沉是包含由导热塑料材料通过注塑成型制成的塑料体的保护壳,所述导热塑料材料包含用量为相对于所述导热塑料材料总重至少 20wt. % 的膨胀石墨,其中所述塑料材料具有至少 180°C 的热变形温度。

2. 根据权利要求 1 的热沉,其中所述导热塑料材料具有至少 7.5W/m.K 的面内热导率 $\Lambda_{//}$ 。

3. 根据权利要求 1 或 2 的热沉,所述热沉包含覆盖所述塑料体至少部分表面的金属涂层。

4. 根据权利要求 1 或 2 的热沉,所述热沉包含覆盖所述塑料体至少部分表面的涂层,所述涂层由电绝缘的塑料材料组成。

5. 根据权利要求 4 的热沉,其中所述导热塑料材料是导电的,并且所述热沉在涂敷所述涂层的位置处具有至少 1kV 的电击穿强度。

6. 根据权利要求 1 或 2 的热沉,其中所述导热塑料材料包含导热组分的混合物,所述导热组分的混合物包含用量以相对于所述导热组分的总量至少 50wt. % 的膨胀石墨。

7. 根据权利要求 1 或 2 的热沉,其中所述导热塑料材料由 30-80wt. % 的热塑性聚合物、20-70wt% 的导热组分和 0-50wt. % 的添加剂组成,其中所述重量百分比 (wt. %) 相对于所述导热塑料材料的总重。

8. 制造用于电气或电子设备的保护壳的方法,所述方法包括注塑成型导热塑料材料从而形成导热塑料体,然后在所述塑料体的至少部分上涂敷涂层,其中所述导热塑料材料以相对于所述导热塑料材料的总重至少 20wt. % 的用量包含膨胀石墨,和 / 或具有至少 7.5W/m.K 的面内热导率 $\Lambda_{//}$, 并且其中所述塑料材料具有至少 180°C 的热变形温度。

9. 根据权利要求 8 的方法,其中所述塑料材料是导电的,并且所述涂层由电绝缘的材料组成,或其中所述塑料材料是不导电的并且所述涂层是金属层。

10. 用于制造 E&E 设备的方法,所述方法包括将权利要求 1-7 任一项中所定义的保护壳或能够通过根据权利要求 8 或 9 的方法获得的保护壳安装为处于与产热设备的导热连通中。

11. 电气或电子设备 (E&E 设备), 包含热源和权利要求 1-7 任一项中所定义的保护壳,所述热源与保护壳彼此处于导热连通中。

12. 根据权利要求 11 的 E&E 设备,其中所述 E&E 设备是包含与所述保护壳连接的半导体的半导体设备,或者是包含处于与散热器连接的金属芯 PCB 上的多个 LED 的 LED 设备。

13. 根据权利要求 11 的 E&E 设备,其中所述保护壳包裹 LED 设备的电子部件。

导热塑料材料的热沉

[0001] 本发明涉及用于电气或电子设备（在本文中称作 E&E 设备）的热沉 (heatsink)，包含热源和热沉的 E&E 设备，以及用于生产所述热沉的方法。

[0002] 对于有效地从 E&E 设备中的热源散热的热沉而言，所述热源和热沉通常被安装为处于彼此导热的连通中。该连通可以是直接接触或者通过插入其中的绝缘体 (isolator)、例如通过材料层连通，所述材料自身是热导体同时是电绝缘体。

[0003] 热沉目前在许多电气或电子应用 (E&E) 中使用，并且可以由不同的材料制成。尽管传统热沉由金属制成，但是目前还发现导热塑料材料在 E&E 工业中的应用和用于构建热沉的用途。许多这些材料是不导电的，并且不需要单独的绝缘体。

[0004] 在 E&E 工业中，出于小型化和提高更密集热源使用的趋势，对于不同方面中更好的表现方案存在持续的需要。热耗散效率、重量、尺寸、安全性、环境方面、生产再现性、自动化和灵活性均发挥作用。

[0005] 引入高电流、高输出的 LED 发光后，热耗散效率变得进一步更加重要。另外，在 LED 未能打开的事件中，用于电源供应的镇流器可产生高“冲击”电压。在这些应用中，使用显示高导热性的金属热沉。这些通常与 LED 发光装置的热源结合，其中如上文所述插入绝缘体，对此典型地使用陶瓷、塑料和具有高电介质强度的其他材料。

[0006] 尽管导热塑料材料通常组合了导热性和电绝缘性，但是它们通常在其中至少之一中较差。例如，使用氮化硼作为传导性填料时，可以制造不导电的材料，但是导热特性受到限制，因此需要非常高的填充量，然而例如使用铝片作为导热填料时，所述材料成为导电性的，但是同时其导热特性仍然保持受到限制。另外，其他特性受到使用的导热填料类型的影响，例如用于获得足够高导热性的高填充量的导热电绝缘填料导致脆性产物。

[0007] 另外，热沉通常被置于电引线和电线附近，所述电引线和电线可能同样变得非常热。为此，制造热沉的材料应当具有这类阻燃特性，从而防止灼热的导线着火。使用金属时这不是问题，但是使用塑料材料时则是个问题。为了克服这一问题，可能必须添加阻燃剂，同时提高填料填充量，从而降低机械特性。另一方面，用阻燃剂代替部分导热填料会降低材料的导热性。

[0008] 本发明的一个目的是提供由在一个或多个这些方面中具有改进特性的塑料材料制成的热沉。

[0009] 在本发明的一个实施方式中，所述热沉包含由含有至少 20wt. % 膨胀石墨 (expanded graphite) 的导热塑料材料制成的塑料体，其中所述重量百分比 (wt. %) 相对于导热塑料材料的总重。

[0010] 具有由包含至少 20wt. % 膨胀石墨的导热塑料材料制成的塑料体的热沉显示阻燃性的显著改进，如更高的灼热丝燃烧指数 (GWFI)。

[0011] 不用添加阻燃剂或需要提高其用量就已经观察到 GWFI 的这一改进，因此与提高阻燃性的其他方案相比也有助于保留或甚至改进机械特性。

[0012] 可以降低或甚至最终完全消除膨胀石墨的用量，只要制造热沉的塑料材料的内面 (in-plane) 热导率 $\Lambda_{//}$ 至少为 7.5W/m.K。这样的热沉已经显示显著改进的 GWFI。因此，

在本发明的第二实施方式中,热沉包含由面内热导率 $\Lambda_{//}$ 至少为 7.5W/m.K 的导热塑料材料制成的塑料体。

[0013] 在本发明的上下文中,应当理解塑料组合物的热导率是一种材料特性,其可以是方向依赖性的,并且也取决于组合物的加工历史。应当认识到为了测定塑料组合物的热导率,必须将所述材料成型为适合进行热导率测量的形状。根据塑料组合物的组成,用于测量的形状类型、成型方法以及成型方法中应用的条件,塑料组合物可以显示各向同性或各向异性的热导率。当塑料组合物被成型成扁平矩形时,方向依赖性热导率通常可以用三个参数 Λ_{\perp} 、 $\Lambda_{//}$ 和 Λ_{\pm} 来描述。在本文中:

[0014] Λ_{\perp} = 过面 (through-plane) 热导率,

[0015] $\Lambda_{//}$ = 最大面内热导率方向上的面内热导率,在本文中也可称作平行或纵向热导率,和

[0016] Λ_{\pm} = 最小面内热导率方向上的面内热导率。

[0017] 最大面内热导率 $\Lambda_{//}$ 通常与材料的流动方向平行。各向平均的热导率 (Λ_{oa}) 在本文中通过如下三个参数定义: $\Lambda_{oa} = 1/3 \cdot (\Lambda_{\perp} + \Lambda_{//} + \Lambda_{\pm})$ 。

[0018] 本发明中提到的面内热导率 $\Lambda_{//}$ 值是指用下文实验部分中描述的方法,在与流动方向平行的注塑板块上测量的 Λ 值。

[0019] 取决于膨胀石墨的用量和最终取决于其他导热组分的种类和用量,制造根据本发明的热沉的导热塑料材料可以是导电或不导电的。

[0020] 在具体的情况下,取决于特定的 E&E 设备 and 应用,可能必须具有更好地电绝缘的热沉,而在其他情况下可能尤其优选具有被进一步增强的导热特性的热沉。

[0021] 这可以通过本发明的以下实施方式实现。在这些实施方式的第一个中,热沉包含由导热塑料材料组成的塑料体,和由电绝缘的塑料材料组成的、覆盖所述塑料体至少部分表面的涂层。使用所述涂层改进了所述热沉的电绝缘特性。

[0022] 有利地,对由既导热又导电的塑料材料制成的热沉应用这样的涂层。优选地对位于所述塑料体外部部分的表面区域上应用电绝缘的涂层,从而有助于所述热沉的安全性,例如在人和 / 或工具外部接触的情况下例如通过预防短路来实现。

[0023] 电绝缘涂层可具有大范围变化的厚度。优选的厚度可以自由选择,例如根据热沉的功能、用于塑料体的材料和应用的特定要求来选择。最适厚度可由本领域技术人员通过标准测试来测定。优选地,涂层的厚度使得热沉在应用所述涂层的位置处具有至少 1kV,更优选地至少 2kV、4kV 或甚至 6kV,仍然更优选地至少 9kV 的电击穿强度。

[0024] 在第二实施方式中,热沉包含由导热塑料材料组成的塑料体和由金属组成的覆盖所述塑料体至少部分的涂层。所述金属涂层增强所述热沉的整体热导率。

[0025] 优选地,在位于塑料体内部的表面区域上应用所述金属涂层,从而不降低热沉的安全性,例如在人和 / 或工具外部接触的情况下例如通过不引起短路来实现。

[0026] 可以使用导热塑料成型材料,通过标准成型方法如注塑,并任选地随后涂敷涂料材料层,来生产根据本发明的热沉。成型材料可以是导电或电绝缘的,而涂料材料可分别由电绝缘的塑料材料或金属组成。热沉在导电塑料材料或金属侧提供了高热导率,并且在电绝缘塑料材料(分别为涂料或者塑料体任一)侧提供了电绝缘。结合所使用的材料的易加工性,其允许生产和进一步小型化中的再现性、自动化和灵活性,节省重量和使用更强烈的

热源。同时由于不需要使用额外的阻燃剂如含卤素阻燃剂就能提高 GWFI, 它们还有助于增强的安全性和环境方面。

[0027] 可以通过常规涂料技术涂敷涂料。为了涂敷电绝缘的塑料材料, 可使用例如带有溶剂的涂料或粉末涂料, 但是可使用金属溅射技术来涂敷金属涂料。在一个优选的实施方式中, 热沉包含由导电塑料材料组成的塑料体, 使用静电粉末喷雾技术用粉末涂料涂敷所述塑料体。

[0028] 具体地, 用由包含大量膨胀石墨的导热塑料材料制成的塑料体制造的热沉显示非常适合对其涂敷粉末涂料。包含至少 20wt. % 膨胀石墨的材料可用粉末涂料涂敷而不用对被成型的部分进行先期处理。

[0029] 如果塑料体的电导率过低, 例如为了涂敷粉末涂料, 可以通过在热沉的相反表面涂敷金属涂层来提高电导率。

[0030] 塑料材料的电导率 (分别为塑料材料和热沉的电绝缘特性) 可通过 E&E 工业中使用的标准技术来测量。

[0031] 根据本发明的热沉中的塑料材料可具有大范围变化的热导率, 只要面内热导率 $\Lambda_{//}$ 为至少 7.5W/m. K 的。

[0032] 适当地, 面内热导率 $\Lambda_{//}$ 为 25W/m. K 或更高, 如可使用高填充量的膨胀石墨来实现。更高的面内热导率 $\Lambda_{//}$ 有助于热从热源更好地热耗散, 以及更高的 GWFI 值。优选地, 面内热导率 $\Lambda_{//}$ 在 10-20W/m. K、更优选地 12-15W/m. K 的范围内。使用该优选的范围, 获得热导率、成型特性、机械特性和 GWFI 值的最佳平衡。

[0033] 电导率同样可以大范围变化。不需要给出特定的限定界限。如果材料具有相对高的电导率, 这可使用电绝缘的涂层来代偿。可以通过改变涂层的厚度与塑料体的绝缘特性组合, 来控制热沉的电绝缘特性。

[0034] 为了制造根据本发明的热沉, 使用导热的塑料组合物。所述组合物可以是具有足够热导率并适用于制造塑料部分的任何组合物。典型地, 这样的组合物包含聚合材料和分散于所述聚合材料中的导热组分, 如导热填料和导热纤维。这些导热填料和纤维也可以是导电的, 从而也对热塑性材料赋予导电特性。另外, 塑料组合物可包含其他组分, 所述组分可包含用于制造成型塑料部件的常规塑料组合物中使用的任何辅助添加剂。

[0035] 聚合物可以是适用于制造导热塑料组合物的任何聚合物, 并且包括热塑性聚合物和热固性聚合物。适当地, 所述聚合物能够在提高的温度下发挥作用而没有塑料的显著软化或降解, 并且能够满足热沉的机械和热要求, 所述要求取决于所述热沉的特定应用和设计。制造成型塑料部件领域中的技术人员能够通过系统性研究和常规测试来测定对这类要求的符合性。

[0036] 优选地, 聚合物包含热塑性聚合物。热塑性聚合物可以是无定形的、半结晶的或液晶聚合物、弹性体 (elastomer) 或其组合。液晶聚合物由于其高度结晶性质和为填料材料提供良好基质的能力而是优选的。

[0037] 优选地, 热塑性聚合物选自自由聚酯、聚酰胺、聚苯硫醚、聚苯醚、聚砜、聚芳酯、聚酰亚胺、聚醚醚酮 (polyetheretherketones) 和聚酰亚胺及其混合物和共聚物组成的组。

[0038] 热塑性聚合物可包含半结晶聚酰胺, 其具有下水和优点: 具有良好的热特性和充模特性。

[0039] 更优选地,热塑性聚合物包含熔点至少 200°C,更优选地至少 220°C、240°C 或甚至 260°C 和最优选地至少 280°C 的半结晶聚酰胺。具有更高熔点的半结晶聚酰胺具有热特性被进一步改进的优点。术语“熔点”在本文中理解为以 5°C 的加热速率通过 DSC 测量、落入熔融范围内并且显示最高熔融速率的温度。

[0040] 优选地,塑料组合物具有至少 180°C,更优选地至少 200°C、220°C、240°C、260°C 或甚至至少 280°C 的热变形温度,所述热变形温度根据 ISO 75-2、应用 0.45MPa 的额定压强 (HDT-B) 来测量。具有更高 HDT 的塑料组合物的一个优点是所述热沉在提高的温度下具有更好的机械特性保留,并且所述热沉可被用于在机械和热性能中更加苛求的应用。

[0041] 作为用于热沉的导热塑料组合物中的导热组分,原则上可以使用能够分散于聚合物中并且改进塑料组合物导热性的任何材料。合适的导热组分包括例如铝、氧化铝、铜、镁、黄铜、碳、氮化硅、氮化铝、氮化硼、氧化锌、玻璃、云母、石墨、陶瓷纤维等等。这类导热组分的混合物也是非常合适的,尤其是包含膨胀石墨的混合物。

[0042] 导热组分可以是粒状粉末、颗粒、须状物 (whiskers)、短纤维的形式或任何其他合适的形式。颗粒可具有多种结构。例如,颗粒可具有片状、板状、米粒、线状、六棱或球形样形状。

[0043] 导热组分适当地是导热填料或导热纤维材料,或其组合。填料在本文中被理解为由长宽比 (aspect ratio) 少于 10 : 1 的颗粒组成的材料。适当地,填料材料具有约 5 : 1 或更少的长宽比。例如,可以使用长宽比约 4 : 1 的氮化硼颗粒。纤维在本文中被理解为由长宽比至少 10 : 1 的颗粒组成的材料。更优选地,导热纤维由长宽比至少 15 : 1,更优选地至少 25 : 1 的颗粒组成。

[0044] 优选地,低长宽比以及高长宽比的导热组分 (即导热的填料以及纤维) 都包含在塑料组合物中,如 McCullough 在美国专利 6,251,978 和 6,048,919 中所述,所述专利的公开内容已经通过引用并入本文。

[0045] 对于导热塑料组合物中的导热纤维而言,可以使用改进塑料组合物热导率的任何纤维。适当地,导热纤维包括玻璃纤维、金属纤维和 / 或碳纤维。合适的碳纤维 (也已知为石墨纤维) 包括 PITCH 基碳纤维和 PAN 基碳纤维。例如,可以使用长宽比约 50 : 1 的 PITCH 基碳纤维。PITCH 基碳纤维显著地有助于热导率。在另一方面,PAN 基碳纤维对机械强度具有更大贡献。

[0046] 导热组分的选择应取决于热沉的其他需要,并且必须使用的用量取决于导热组分的类型和需要的热导率水平。

[0047] 根据本发明的热沉中的塑料组合物适当地包含 30-80wt% 热塑性聚合物和 20-70wt% 导热组分,优选地包含 40-75wt% 热塑性聚合物和 25-60wt% 导热组分,其中所述 wt% 相对于塑料组合物的总重量。注意到 20wt. % 的量可能对于一种导热组分来说足以获得至少 7.5W/m.K 的面内热导率,如对于特定级别的石墨而言,但是对于其他如沥青碳纤维、氮化硼和尤其是玻璃纤维,需要高得多的 wt. %。制造导热聚合物组合物领域的技术人员能够通过常规实验测定达到所需水平必需的用量。

[0048] 在本发明的一种优选的实施方式中,导热组分包括石墨,更具体地包括膨胀石墨。但是许多其他导热组分受困于一种或多种以下特性:脆、昂贵、坚硬、易磨损 (abrasive) 和 / 或热导率低,石墨将高热导率与有限的脆性和硬度、磨损性 (如果有的话) 组合在一起,并

且相对便宜。

[0049] 优选地,导电塑料材料是包含热塑性聚合物和石墨填料的热塑性材料,更优选地,所述组合物包含相对于导热组分总重的至少 50wt. %、进一步更优选地至少 75wt. % 由石墨组成的导热组分。

[0050] 作为用于制造热沉的塑料组合物中的导热组分,膨胀石墨的一种优点是其以相对低的重量百分比赋予高热导率,同时显著地改进 GWFI 特性。

[0051] GWFI 进一步提高的这一效应在部分导热组分由膨胀石墨组成时已经获得,并且当热导率达到更高水平如高于 7.5W/m.K 的数值时变得更加显著,但是相对含量(相对于导热组分总重的 wt. %) 以及膨胀石墨 wt. % 的绝对含量(相对于导热塑料组合物的总重)更高时所述效应变得甚至更高。优选地,膨胀石墨的相对含量,即相对于导热组分的总重,至少为 25wt%,或更好的是至少 50wt%,或甚至至少 75wt. %。还优选地,绝对含量,即相对于导热塑料组合物的总重,至少为 15wt%,或更好地至少为 20wt%,或进一步更好地至少为 25wt. %,并且最优选地至少为 30wt. %。

[0052] 用于制造本发明热沉的塑料组合物除了热塑性聚合物和导热组分以外可还包含其他组分,在本文中称作添加剂。作为添加剂,导热塑料材料可包含本领域技术人员已知通常用于聚合物组合物中的任何辅助性添加剂。优选地,这些添加剂不应不利于或者不应以显著程度不利于本发明。制造热沉用聚合物组合物领域中的技术人员能够通过常规实验和简单测试测定添加剂是否适合在根据本发明的热沉中使用。这些添加剂尤其包括非传导性填料和非传导性增强剂(reinforcing),和其他添加剂如颜料,分散助剂,加工助剂(例如润滑剂和脱模剂),冲击改性剂(impact modifiers),增塑剂,结晶加速剂,成核剂,UV 稳定剂,抗氧化剂和热稳定剂等等。具体地,导热塑料组合物含有非传导性无机填料和/或非传导性增强剂。适合用作非传导性无机填料或增强剂的是本领域技术人员已知的所有填料和增强剂,更具体的是不被认为是导热填料的辅助填料。合适的非传导性填料是例如石棉、云母、粘土、锻烧粘土和滑石。

[0053] 如果有的话,添加剂的合适总用量为相对于塑料组合物总重而言 0-50wt. %、优选地 0.5-25wt. %、更优选地 1-12.5wt. %。

[0054] 如果有的话,非传导性填料和纤维的优选总用量为相对于塑料组合物总重而言 0-40wt. %、优选地 0.5-20wt. %、更优选地 1-10wt. %,而如果有的话,其他添加剂的优选总用量为相对于塑料组合物总重而言 0-10wt. %、优选地 0.25-5wt. %、更优选地 0.5-2.5wt. %。

[0055] 在一个优选的实施方式中,热沉的塑料体中的导热塑料材料由 30-80wt. % 热塑性聚合物、20-70wt% 导热组分和 0-50wt. % 添加剂组成,其中所述重量百分比(wt. %) 相对于导热塑料材料的总重。

[0056] 更优选地,对热塑性聚合物、导热组分和添加剂而言,选择本文上文所述的优选的组分和用量。

[0057] 绝缘涂层可以由任何电绝缘的塑料材料生产,并且适当地得自热塑性或热固性涂料组合物。

[0058] 优选地,涂层是得自热固性粉末涂料组合物的固化的粉末涂料。

[0059] 适当地,涂层由包含聚合物体系(热塑性聚合物或热固性聚合物任一)和至少一

种添加剂的塑料组合物组成。添加剂可以是适用于涂料体系中的任何添加剂。优选地，添加剂的性质和用量使得涂层保持不导电。优选地，添加剂包含颜料，更优选地包含黑色颜料。深色颜料（尤其是黑色颜料）的优点是热沉的热耗散被进一步增强。

[0060] 金属涂层可由适合被应用于塑料上的任何金属组成。适当地，金属是铜或铝。

[0061] 根据本发明的 E&E 设备可以是包含热源和热沉的任何 E&E 设备，例如所述 E&E 设备是包含与热沉连接的半导体的半导体设备，或者是在与散热器连接的金属芯 PCB 上包含多个 LED 的 LED 设备。

[0062] 优选地，所述热沉是一种散热器，其起到 LED 设备电子部件的保护壳的作用。其中热沉是包裹 LED 设备电子部件的保护壳的这类 E&E 设备的优点在于，所述电子部件与外界接触被适当地隔离，防止在这类接触后短路，并且防止 LED 过热。同时，LED 设备具有所述 E&E 设备和其中根据本发明的热沉的所有其他优点。

[0063] 实验部分。

[0064] 材料

[0065] 使用标准熔融混合工艺，在挤出机中用聚酰胺 -46 和沥青碳纤维 (CPF)、氮化硼 (BN) 和膨胀石墨 (EG) 制备各成型组合物。使用装有下列方形模具的注塑机器，通过注塑由所述组合物制备尺寸为 80x80x1mm 的测试样品，所述方形模具具有适当的尺寸和位于所述方形一侧的 80mm 宽和 1mm 高的膜状浇口。

[0066] 测量 1mm 厚的注塑板块的过面 (Λ_{\perp}) 和面内 ($\Lambda_{//}$) 热导率和 GWFI。

[0067] 测量 GWFI

[0068] 根据 IEC 60695-2-12 测量 GWFI (灼热丝燃烧指数)。

[0069] 测量过面 (Λ_{\perp}) 和面内 ($\Lambda_{//}$) 热导率

[0070] 通过测定热扩散率 D、密度 (ρ) 和热容 (C_p) 来测量过面 (Λ_{\perp}) 和面内 ($\Lambda_{//}$) 热导率。

[0071] 使用 Netzsch LFA 447 激光闪光装置，根据 ASTM E1461-01，在与充模时聚物流动方向平行的面内方向 ($D_{//}$) 和垂直的面内方向 (D_{\perp}) 上以及过面 (D_{\perp}) 的方向上测定热扩散率。如下测定面内热扩散率 $D_{//}$ 和 D_{\perp} ：首先从板块上切下具有约 1mm 相同宽度的小条或棒。棒的长度是充模时聚合物的流动方向，或者与之垂直。将若干这些棒层叠，切面朝外，并非常紧密地钳夹在一起。从由堆叠 (stack) 的切面排列形成的一侧到堆叠的具有切面的另一侧，测量通过所述堆叠的热扩散率。

[0072] 使用相同的 Netzsch LFA 447 激光闪光装置并使用 W.Nunes dos Santos, P. Mummery & A. Wallwork, Polymer Testing 14(2005), 628-634 所述步骤，通过与已知热容量的参照样品 (Pyrocera 9606) 相比，来测定这些板的热容量 (C_p)。

[0073] 根据式 (V)，由热扩散率 (D)、密度 (ρ) 和热容 (C_p)，确定成型板块在与充模时聚合物的流动方向平行 ($\Lambda_{//}$) 和垂直 (Λ_{\perp}) 的方向上的热导率，所述式 (V) 为：

$$[0074] \quad \Lambda_x = D_x * \rho * C_p \quad (V)$$

[0075] 其中 x 分别 = //、 \perp 和 \perp 。

[0076] 测试结果

[0077] 表 1 中收集了不同材料的组成和测试的测试结果。

[0078] 表 1：对比实验 A-D 和实施例 I-XII 的材料组成 (wt. %)、导热性数据 (W/m. K) 和

GWFI 评价^{a)}。

[0079]

	PA46	CPF	EG	BN	Λ_{\perp}	$\Lambda_{//}$	GWFI 650	GWFI 960
CE-A	70	30			0.6	4.1	通过	失败
CE-B	55	45			0.9	6.0	通过	失败
CE-C	85		15		1.2	3.0	通过	失败
EX I	70		30		1.6	13	通过	通过
CE-D	70			30	0.7	3.6	通过	失败
EX II	40			60	1.5	13.5	通过	通过

[0080] 制备热沉

[0081] 使用实施例 I 中使用的材料模制用于 LED 设备的热沉, 所述热沉具有旨在起到 LED 设备电子部件保护壳作用的圆筒状杯子的形状。所述杯子的外表面用热固性聚酯粉末涂料静电涂敷, 并使用标准固化条件在烘箱中固化。所述杯子显示非常良好的热屏蔽和热耗散特性并且电绝缘。