



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107073875 A

(43)申请公布日 2017.08.18

(21)申请号 201580053068.9

(22)申请日 2015.08.03

(30)优先权数据

62/057429 2014.09.30 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.03.30

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2015/043431 2015.08.03

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/053465 EN 2016.04.07

(71)申请人 纳幕尔杜邦公司

地址 美国特拉华州

(72)发明人 M.D.瓦科曼 S.原 B.B.索尔

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 王伦伟 李炳爱

(51)Int.Cl.

B32B 5/02(2006.01)

B32B 27/12(2006.01)

B32B 27/18(2006.01)

B32B 27/34(2006.01)

C08J 5/04(2006.01)

C08J 7/04(2006.01)

C08L 77/02(2006.01)

C08L 77/06(2006.01)

D03D 1/00(2006.01)

D03D 13/00(2006.01)

D03D 15/00(2006.01)

权利要求书1页 说明书15页

(54)发明名称

包含半芳族聚酰胺的复合材料的声发射减少

(57)摘要

本发明涉及一种具有表面并且包含织造玻璃纤维织物的复合结构,所述表面的至少一部分由表面树脂组合物制成,所述织造玻璃纤维织物用基体树脂组合物完全浸渍,其中a.所述基体树脂组合物包含PA6T/DT和PA66/6T的共混物,其优选具有介于约30:70至约70:30之间的重量比,更优选地具有约50:50的重量比b.所述表面树脂组合物独立地选自包含PA6I/6T的无定形聚酰胺组合物或包含PA66和PA6的共混物的聚酰胺组合物,优选地所述表面树脂组合物的共混物中的PA66和PA6的重量比介于100:0至50:50之间,优选地75:25并且其中c.所述织造玻璃纤维织物具有介于280至320g/m²之间的基重d.所述织造玻璃纤维织物的覆盖率介于95%至100%之间。

1. 一种具有表面并且包含织造玻璃纤维织物的复合结构,所述表面的至少一部分由表面树脂组合物制成,所述织造玻璃纤维织物用基体树脂组合物完全浸渍,其中
 - a. 所述基体树脂组合物包含PA6T/DT和PA66/6T的共混物
 - b. 所述表面树脂组合物独立地选自包含PA6I/6T的无定形聚酰胺组合物,或包含PA66和PA6的共混物的聚酰胺组合物并且其中
 - c. 所述织造玻璃纤维织物具有介于280至320g/m²之间的基重
 - d. 所述织造玻璃纤维织物的覆盖率介于95%至100%之间。
2. 根据权利要求1所述的复合结构,其中所述复合结构的纤维体积分数介于45%至60%之间。
3. 根据权利要求1所述的复合结构,其还包含由碳纤维制成的纤维材料。
4. 根据权利要求1所述的复合结构,其中所述基体树脂组合物的共混物中的PA6T/DT和PA66/6T的重量比介于约30:70至约70:30之间,优选地50:50。
5. 根据权利要求1所述的复合结构,其中所述基体树脂组合物还包含PA6I/6T。
6. 根据权利要求1所述的复合结构,其中所述基体树脂组合物和所述表面树脂组合物包含PA6T/DT、PA66/6T和PA6I/6T的共混物。
7. 根据权利要求1所述的复合结构,其中所述基体树脂组合物和表面树脂组合物的共混物中的PA6T/DT、PA66/6T和PA6I/6T的重量比为约40:40:20。
8. 根据权利要求1所述的复合结构,其中所述表面树脂组合物的共混物中的PA66和PA6的重量比介于100:0至50:50之间,优选地75:25。
9. 根据权利要求1所述的复合结构,其中所述织造玻璃纤维织物具有斜纹2-2编织风格。
10. 根据权利要求1所述的复合结构,其中所述织造玻璃纤维织物的纱线在经向上具有3*68Tex的重量并且在纬向上具有204Tex的重量。
11. 根据权利要求1所述的复合结构,其中所述织造玻璃纤维织物的标称构造为在经向和纬向上7根纱线/cm。
12. 根据权利要求1所述的复合结构,其还包含一种或多种添加剂,所述添加剂选自抗冲改性剂、热稳定剂、氧化稳定剂、增强剂、流变改性剂和阻燃剂或它们的组合。
13. 根据权利要求1所述的复合结构,其具有片材结构的形式。
14. 根据权利要求1所述的复合结构,所述复合结构为汽车组件、卡车组件、商用飞机组件、航空航天器组件、轨道组件、家用电器组件、计算机硬件组件、手持式装置组件、娱乐和体育设施组件、机器结构组件、建筑物结构组件、光伏设备结构组件或机械装置结构组件的形式。

包含半芳族聚酰胺的复合材料的声发射减少

技术领域

[0001] 本发明涉及半芳族聚酰胺复合结构及其制备方法的领域。

背景技术

[0002] 为了代替金属部件以减轻重量和降低成本并同时保持相当的或更优的机械性能，已经开发了基于复合材料的结构，该复合材料具有包含纤维材料的聚合物基体。随着对此领域关注度的日益增长，已设计了纤维增强的塑性复合结构，原因在于其具有由纤维材料和聚合物基体的组合而产生的优异物理特性，并且这些纤维增强的塑性复合结构被用于多种最终用途应用。已开发了多种制造技术来改善聚合物基体对纤维材料的浸渍，从而优化复合结构的特性。

[0003] 在高度苛刻应用中，例如，汽车、工业和航空应用中的结构部分，期望复合材料，这是由于轻质、高强度和耐温性的独特组合。

[0004] 可使用热固性树脂或热塑性树脂作为聚合物基体来获得高性能复合结构。基于热塑性塑料的复合结构相对于基于热固性塑料的复合结构表现出若干优点，例如以下事实：它们可通过施加热量和压力而后成型或再加工，由于不需要固化步骤而减少制造复合结构所需的时间，以及增加回收利用的可能性。实际上，在热塑性塑料的加工期间，不需要热固性树脂耗时的化学交联(固化)反应。在热塑性树脂中，聚酰胺尤其充分适于制造复合结构。由于热塑性聚酰胺组合物的良好机械特性、耐热性、抗冲击性和耐化学品性，并且人们可方便灵活地将其模塑成多种具有不同复杂度与精细度的制品，因此期望将热塑性聚酰胺组合物用于各种不同的应用中，包括汽车中所用的部件、电气/电子部件、家用电器和家具。

[0005] 半芳族聚酰胺复合物作为将热塑性复合材料的快速转变时间和热固性样材料的机械特性在典型应用操作温度范围内的良好保持组合的材料是人们感兴趣的。本领域中熟知具有高玻璃化转变温度的部分芳族聚酰胺提供这些优点。将此类优点扩展至具有较高且对齐纤维含量的体系的复合结构可产生适于多种工业和应用中的结构应用的材料。

[0006] WO 2007/149300、WO 2012/058348和WO 2012/058350公开了半芳族聚酰胺复合结构及其制备方法。本发明所公开的复合结构虽然具有良好机械特性，但存在微裂纹并且在冷却或机械负载时发出声能。

[0007] 微裂纹可导致减小的机械特性、过早老化和与复合结构随使用和时间劣化相关的问题。

[0008] 另外，当重叠注塑复合结构，即当由层合获得的成型复合结构与第二树脂或复合体系重叠注塑时，已知使用由相容或增容的第二树脂物质组成的表面树脂组合物，或树脂物质的共混物有助于该方法。因此，当基体树脂组合物或表面树脂组合物包含半芳族聚酰胺时，期望抑制声发射和微裂纹。

[0009] 复合结构还必须具有足够的特性以抵抗机械诱导的应力，所述应力可在具有良好长期耐久性的模塑制品中操作和使用复合材料期间施加，诸如通常在复合材料的情况下所理解的。

[0010] 因此,需要具有高玻璃化转变温度的半芳族聚酰胺复合结构,其表现出良好的机械特性,尤其是弯曲强度,但不存在微裂纹或在冷却或机械负载时发出声能。

发明内容

[0011] 本文描述了一种具有表面并且包含织造玻璃纤维织物的复合结构,所述表面的至少一部分由表面树脂组合物制成,所述织造玻璃纤维织物用基体树脂组合物完全浸渍,其中

[0012] a.所述基体树脂组合物包含PA6T/DT和PA66/6T的共混物,其优选具有介于约30:70至约70:30之间的重量比,更优选地具有约50:50的重量比

[0013] b.所述表面树脂组合物独立地选自包含PA6I/6T的无定形聚酰胺组合物或包含PA66和PA6的共混物的聚酰胺组合物,优选地所述表面树脂组合物的共混物中的PA66和PA6的重量比介于100:0至50:50之间,优选地75:25

[0014] 并且其中

[0015] c.所述织造玻璃纤维织物具有介于280至320g/m²之间的基重

[0016] d.织造玻璃纤维织物的覆盖率介于95%至100%之间。

[0017] 优选地,本发明的复合结构具有介于45%至60%之间的纤维体积分数。

[0018] 在一个实施方案中,根据本发明的复合结构还包含由碳纤维制成的纤维材料。

[0019] 根据本发明的复合结构呈片材结构、或汽车组件、卡车组件、商用飞机组件、航空航天器组件、轨道组件、家用电器组件、计算机硬件组件、手持式装置组件、娱乐和体育设施组件、机器结构组件、建筑物结构组件、光伏设备结构组件或机械装置结构组件的形式。

具体实施方式

[0020] 定义

[0021] 如本文所用,术语“一个/一种”是指一个/一种以及是指至少一个/一种,并且不是必定限制其指示名称为单数的冠词。

[0022] 如本文所用,术语“约”和“为或为约”旨在表示所述量或数值可为指定值或与指定值接近的某个其它值。所述短语旨在表达根据本发明的类似的值产生了相同的结果或效果。

[0023] 如本文所用,关于聚酰胺,术语“熔点”是指用差示扫描量热法(DSC)在第一次加热扫描中以10℃/min的扫描速率测定的纯树脂的熔点,其中在最大吸热峰处获取所述熔点。在聚合物的共混物的熔融行为的常规测量中,可对单一样品进行多于一次的加热扫描,并且第二次和/或此后的扫描可表现出与第一次扫描不同的熔融行为。这种不同的熔融行为可作为在最大吸热峰的温度处的位移和/或作为熔融峰可能具有多于一个峰变宽而观察到,其可能是在多于一种的聚酰胺的情况下可能的转酰胺效应。另外,当选择聚酰胺用于本发明的范围时,通常使用单一聚酰胺的第一加热扫描的熔融吸热峰。如本文所用,扫描速率是每单位时间提高的温度。必须提供足够的能量以维持10℃/min的恒定扫描速率直至达到高于熔点至少30℃并优选至少50℃的温度。

[0024] 如本文所用,术语“纤维材料”是指为本领域技术人员已知的任何适宜的垫、织物或幅材形式的材料。用于形成纤维材料的纤维或股线互连(即至少一根纤维或股线接触至

少一根其它纤维或股线以形成连续材料)或彼此接触,以形成连续的垫、幅材或类似结构。

[0025] 如本文所用,术语纤维层“基重”是指所述干纤维层的每单位面积重量。

[0026] 纤维束或丝束中的单丝数可用于定义碳纤维的丝束大小。常见大小包括12,000 (12k) 单丝/丝束,或50,000 (50k) 单丝/丝束。

[0027] 如本文所用,术语“浸渍”是指聚酰胺树脂组合物流入纤维材料的孔隙和空隙空间中。

[0028] 如本文所用,术语“完全浸渍”是指纤维材料用聚酰胺树脂浸渍,使得空隙率、或未浸渍的纤维材料的部分小于2%。根据ISO7822 1990 (en),按照方法C,统计计数来测量空隙。通过嵌入树脂中并抛光以在纤维、树脂和空隙之间形成鲜明对比度来制备光学显微镜的样品。使用具有自动X-Y-Z台的Olympus光学显微镜拍摄图像以捕获样品的多个图像。以足够的分辨率将全厚度和15-25mm长度的区域成像以检测束内空隙和束间空隙两者。然后通过将灰度图像分割为二元图像来计算空隙,其中移除除空隙之外的所有特征结构,并且使用“分析”软件自动计数空隙区。

[0029] 如本文所用,术语“覆盖率”是指与允许光穿透纤维织物结构的表面积百分比相比,阻挡背照光光源的纤维织物表面的百分比。具有用于增加对比度的着色膜的背光玻璃与对于一系列图像固定在适当位置的安装三脚架的相机一起使用,以记录得到的图像,其中通过统计计数技术确定暗区与亮区的比率。这是除覆盖率的常规定义之外的,以包括经线或纬线的纵横比或展开。常规地,覆盖系数是从每单位长度的经线(或纬线)的数量和纱线的线密度导出的数,其表示织造织物的面积被经纱(或纬纱)纱线覆盖的程度。

[0030] 根据本发明的复合结构具有良好的机械特性并在由包含热塑性聚酰胺的重叠注塑树脂组合物制成的一部分粘附到复合结构的表面的至少一部分上时允许良好的粘附。复合结构的良好的抗冲击性和弯曲强度和复合结构与重叠注塑树脂之间的良好粘附导致结构表现出对结构随使用和时间流逝劣化和/或分层的良好抗性。

[0031] 本发明涉及复合结构及其制备方法。根据本发明的复合结构包含用基体树脂组合物浸渍的织造玻璃纤维织物和任选地由碳纤维制成的纤维材料。复合结构表面的至少一部分由表面树脂组合物制成。基体树脂组合物和表面树脂组合物可以不同或可以相同。

[0032] 织造玻璃纤维织物

[0033] 如本文所用,术语“织造玻璃纤维织物用基体树脂组合物浸渍”是指基体树脂组合物包封并嵌入玻璃纤维以便形成基本上被基体树脂组合物围绕的玻璃纤维的互穿网络。如本文所用,术语“由用基体树脂组合物浸渍的碳纤维制成的纤维材料”是指基体树脂组合物包封并嵌入碳纤维以便形成基本上被基体树脂组合物围绕的碳纤维的互穿网络。出于本文的目的,术语“纤维”是指宏观上均匀的主体,所述主体在垂直于其长度方向的其横截面区域上具有高的长宽比。纤维横截面可以为任何形状,但优选圆形。取决于复合结构的最终用途应用和所需的机械特性,可通过使用多个相同织造玻璃纤维织物或不同织造玻璃纤维织物的组合以及织造玻璃织物和由碳材料制成的纤维材料的组合,来使用多于一种的织造玻璃纤维织物,即,根据本发明的复合结构可包含一种或多种织造玻璃纤维织物和/或织造玻璃纤维织物和由碳纤维制成的纤维材料的组合。复合结构还可仅包含由碳纤维制成的纤维材料。可使用不同纤维的组合,例如复合结构包含由玻璃纤维制成的一个或多个中间层和由碳纤维或玻璃纤维制成的一个或多个表面层。当由碳纤维制成的纤维材料存在于本发明

的复合结构中时,由碳纤维制成的纤维材料还用基体树脂组合物浸渍。

[0034] 优选地,在本发明的织造玻璃纤维织物中,玻璃纤维为直径介于8和30微米之间,并且优选地直径介于9至24微米之间的E-玻璃长丝。

[0035] 优选地,织造玻璃纤维织物具有介于280至320g/m²之间,更优选地介于290至310g/m²之间的基重。

[0036] 优选地,织造玻璃纤维织物具有介于95至100%之间,更优选地介于99至100%之间的覆盖率。

[0037] 在优选的实施方案中,织造玻璃纤维织物具有斜纹2/2编织风格,约9微米的长丝直径,并且纱线在经向上具有3*68Tex的重量并且在纬向上具有204Tex的重量,并且织造玻璃纤维织物的标称构造为在经向和纬向上7根纱线/cm,厚度为0.23mm。

[0038] 由碳纤维制成的纤维材料选自单向非卷曲织物或织造织物,其中所述结构由碳纤维制成。更优选地,由碳纤维制成的织造织物纤维材料由具有大于等于12,000的丝束尺寸的碳纤维制成,并且单向非卷曲织物由具有大于或等于50,000的丝束尺寸的碳纤维制成。

[0039] 优选地,由碳纤维制成的纤维织造织物材料具有低于或等于600g/m²,更优选地介于200g/m²至330g/m²之间的基重。并且单向非卷曲织物具有低于或等于300g/m²,更优选地介于100g/m²至300g/m²之间的基重。

[0040] 在优选的实施方案中,织造碳纤维织物具有斜纹2/2编织风格,320g/m²的基重,以及在经向和纬向上的12k纱线。在优选的实施方案中,单向非卷曲织物由50k碳粗纱制成并具有200g/m²的基重。

[0041] 用于本发明的复合结构中的织造玻璃纤维织物或由碳纤维制成的纤维材料不能完全由短切纤维或颗粒组成。为清楚起见,复合结构中的织造玻璃纤维织物或由碳纤维制成的纤维材料可以不是纤维或颗粒,所述纤维或颗粒不互连以形成连续的垫、幅材或类似的层状结构。换句话讲,它们不能是被聚酰胺基体树脂组合物包围的独立或单独的纤维或颗粒。

[0042] 优选地,织造玻璃纤维织物和/或由碳纤维制成的纤维材料和聚合物材料在复合结构中的比率,即织造玻璃纤维织物和/或由碳纤维制成的纤维材料与基体树脂组合物和表面树脂组合物的组合为至少30体积%纤维材料,更优选地介于40和60体积%之间的纤维材料,百分比为基于所述复合结构的总体积计的体积百分比。

[0043] 基体树脂组合物

[0044] 基体树脂组合物选自包含半芳族聚酰胺的共混物的聚酰胺组合物。优选地,基体树脂组合物选自包含半芳族半结晶聚酰胺(A)的共混物或半芳族半结晶聚酰胺(A)与半芳族无定形聚酰胺(B)的共混物的聚酰胺组合物。

[0045] 聚酰胺为一种或多种二元羧酸和一种或多种二胺、和/或一种或多种氨基酸的缩合产物、和/或一种或多种环状内酰胺的开环聚合反应产物。聚酰胺可为全脂族或半芳族的,并将在下文有所描述。

[0046] 术语“半芳族”描述了包含至少一些含芳基的单体的聚酰胺。相比之下,“全脂族”聚酰胺则描述了包含脂族羧酸单体和脂族二胺单体的聚酰胺。所述一种或多种半芳族聚酰胺可衍生自一种或多种脂族羧酸组分和芳族二胺组分,诸如间苯二甲胺和对苯二甲胺,其可衍生自一种或多种芳族羧酸组分(诸如对苯二甲酸)以及一种或多种脂族二胺组分,其可

衍生自芳族和脂族二元羧酸组分的混合物以及芳族和脂族二胺组分的混合物,其可衍生自芳族和脂族羧酸的混合物以及脂族二胺或芳族二胺,其可衍生自芳族或脂族羧酸与脂族和芳族二胺的混合物。

[0047] 优选地,所述一种或多种半芳族聚酰胺由一种或多种芳族羧酸组分和一种或多种脂族二胺组分形成。所述一种或多种芳族羧酸可为,例如,对苯二甲酸或对苯二甲酸与一种或多种其它羧酸的混合物,所述其它羧酸例如间苯二甲酸、取代的邻苯二甲酸如2-甲基对苯二甲酸、以及萘二甲酸的未取代或取代的异构体。优选地,所述一种或多种芳族羧酸选自对苯二甲酸、间苯二甲酸、以及它们的混合物。更优选地,所述一种或多种羧酸为对苯二甲酸与间苯二甲酸的混合物,其中所述混合物包含至少55摩尔%的对苯二甲酸。更优选地,一种或多种羧酸为100%的对苯二甲酸。此外,可以将所述一种或多种羧酸与一种或多种脂族羧酸如己二酸、庚二酸、辛二酸、壬二酸、癸二酸和十二烷二酸混合,优选己二酸。更优选地,所述一种或多种半芳族聚酰胺的一种或多种羧酸混合物中所包含的对苯二甲酸与己二酸的混合物包含至少55摩尔%的对苯二甲酸。本文所述的一种或多种半芳族聚酰胺包含一种或多种脂族二胺,其可以选自具有四个或更多个碳原子的二胺,包括但不限于丁二胺、己二胺、辛二胺、癸二胺、2-甲基戊二胺、2-乙基丁二胺、2-甲基辛二胺、三甲基己二胺、双(对氨基环己基)甲烷、和/或它们的混合物。优选地,本文所述的一种或多种半芳族聚酰胺的一种或多种二胺选自1,6-己二胺、2-甲基戊二胺以及它们的混合物,并且更优选地,所述一种或多种半芳族聚酰胺的一种或多种二胺选自己二胺以及己二胺与2-甲基戊二胺的混合物,其中所述混合物包含至少50摩尔%的己二胺(所述摩尔%基于所述二胺混合物计)。

[0048] 可用于本文所述的聚酰胺组合物中的半芳族聚酰胺的示例可以商品名 Zytel[®] HTN从E.I. du Pont de Nemours and Company, Wilmington, Delaware商购获得。

[0049] 术语“半结晶”半芳族聚酰胺是指根据在差示扫描量热仪(“DSC”) (以10℃/分钟的加热速率) 测量(ASTM D-3417) 中吸热结晶熔融峰的存在所显示的部分结晶的那些聚酰胺。

[0050] 优选的半结晶半芳族聚酰胺(A) 选自聚(ε-己内酰胺/对苯二甲酰丁二胺) (PA6/4T)、聚(ε-己内酰胺/对苯二甲酰己二胺) (PA6/6T)、聚(ε-己内酰胺/对苯二甲酰癸二胺) (PA6/10T)、聚(ε-己内酰胺/对苯二甲酰十二碳二胺) (PA6/12T)、聚(癸二酰己二胺/对苯二甲酰己二胺) (PA610/6T)、聚(十二烷二酰己二胺/对苯二甲酰己二胺) (PA612/6T)、聚(十四烷二酰己二胺/对苯二甲酰己二胺) (PA614/6T)、聚(ε-己内酰胺/间苯二甲酰己二胺/对苯二甲酰己二胺) (PA6/6I/6T)、聚(己二酰2-甲基戊二胺/己二酰己二胺/对苯二甲酰己二胺) (PA D6/66//6T)、聚(对苯二甲酰己二胺/对苯二甲酰2-甲基戊二胺) (PA6TDT)、聚(己二酰己二胺/对苯二甲酰己二胺) (PA66/6T)、聚(对苯二甲酰己二胺/间苯二甲酰己二胺) (PA6T/6I)、聚(己二酰己二胺/对苯二甲酰己二胺/间苯二甲酰己二胺) (PA66/6T/6I)、聚(癸二酰癸二胺/对苯二甲酰癸二胺) (PA1010/10T)、聚(癸二酰癸二胺/癸二酰十二碳二胺/对苯二甲酰癸二胺/对苯二甲酰十二碳二胺) (PA1010/1210/10T/12T)、聚(11-氨基十一烷酰胺/对苯二甲酰丁二胺) (PA11/4T)、聚(11-氨基十一烷酰胺/对苯二甲酰己二胺) (PA11/6T)、聚(11-氨基十一烷酰胺/对苯二甲酰癸二胺) (PA11/10T)、聚(11-氨基十一烷酰胺/对苯二甲酰十二碳二胺) (PA11/12T)、聚(12-氨基十二烷酰胺/对苯二甲酰丁二胺) (PA12/4T)、聚(12-氨基十二烷酰胺/对苯二甲酰己二胺) (PA12/6T)、聚(12-氨基十二烷酰胺/对苯二甲酰癸二胺) (PA12/10T)、以及聚(十二烷二酰十二碳二胺/十二烷二酰十二碳二胺/对苯二甲酰

十二碳二胺) (PA12I2/12T)。尤其优选的半结晶半芳族聚酰胺(A)选自聚(对苯二甲酰己二胺/对苯二甲酰2-甲基戊二胺) (PA6TDT)、聚(己二酰己二胺/对苯二甲酰己二胺) (PA66/6T)、聚(对苯二甲酰己二胺/间苯二甲酰己二胺) (PA6T/6I)、聚(己二酰己二胺/对苯二甲酰己二胺/间苯二甲酰己二胺) (PA66/6T/6I)。

[0051] 术语“无定形”半芳族聚酰胺是指根据在差示扫描量热仪(“DSC”) (以10℃/分钟的加热速率) 测量 (ASTM D-3417) 中吸热结晶熔融峰的缺乏所显示的缺乏结晶的聚酰胺。

[0052] 优选的无定形半芳族聚酰胺(B) 包含间苯二甲酸作为芳族羧酸, 其中所述半结晶半芳族聚酰胺中的间苯二甲酸的量为至少60摩尔%。

[0053] 无定形半芳族聚酰胺(B) (其也被称为透明的半芳族聚酰胺) 的示例可见于 M.I.Kohan Nylon plastics handbook, Hanser, Munich (1995), 第377至380页, 其内容以引用方式并入本文。优选的无定形半芳族聚酰胺(B) 选自: 聚(对苯二甲酰己二胺/间苯二甲酰己二胺) (PA6T/6I)、聚(己二酰己二胺/对苯二甲酰己二胺/间苯二甲酰己二胺) (PA66/6T/6I), 其中所述半结晶半芳族聚酰胺中的间苯二甲酸的量为至少60摩尔%。尤其优选的无定形半芳族聚酰胺(B) 是聚(对苯二甲酰己二胺/间苯二甲酰己二胺) (PA6T/6I), 大约30:70的摩尔比6T:6I。

[0054] 本文所述的基体树脂组合物包含半芳族聚酰胺的共混物。

[0055] 在一个实施方案中, 基体树脂组合物选自包含半芳族半结晶聚酰胺(A) 的共混物的聚酰胺组合物。优选地, 所述基体树脂组合物包含PA6T/DT和PA66/6T的共混物半芳族半结晶聚酰胺(A) 中对苯二甲酸的量为至少55摩尔%。更优选地, 基体树脂组合物的共混物中PA6T/DT和PA66/6T的重量比介于约30:70至70:30之间, 甚至更优选地, PA6T/DT和PA66/6T的重量比为50:50。

[0056] 在另一个实施方案中, 基体树脂组合物选自包含半芳族半结晶聚酰胺(A) 与半芳族无定形聚酰胺(B) 的共混物的聚酰胺组合物。优选地, 所述基体树脂组合物包含PA6T/DT、PA66/6T和PA6I/6T的共混物半结晶半芳族聚酰胺(A) 中对苯二甲酸的量为至少55摩尔%并且无定形半芳族聚酰胺中的间苯二甲酸的量为至少60摩尔%。更优选地, 基体树脂组合物的共混物中的PA6T/DT、PA66/6T和PA6I/6T的重量比为40:40:20。

[0057] 表面树脂组合物

[0058] 表面树脂组合物选自包含半芳族无定形聚酰胺(B) 的聚酰胺组合物或选自脂族聚酰胺(C) 的共混物。优选地, 基体树脂组合物选自包含半芳族半结晶聚酰胺(A) 与半芳族无定形聚酰胺(B) 的共混物的聚酰胺组合物。

[0059] 在一个实施方案中, 表面树脂组合物选自包含半芳族半结晶聚酰胺(A) 与半芳族无定形聚酰胺(B) 的共混物的聚酰胺组合物。优选地, 所述表面树脂组合物包含PA6T/DT、PA66/6T和PA6I/6T的共混物。半结晶半芳族聚酰胺(A) 中对苯二甲酸的量为至少55摩尔%并且无定形半芳族聚酰胺中的间苯二甲酸的量为至少60摩尔%。更优选地, 表面树脂组合物的共混物中的PA6T/DT、PA66/6T和PA6I/6T的重量比为40:40:20。

[0060] 在优选的实施方案中, 基体树脂组合物和表面树脂组合物相同并选自如上所述包含半芳族半结晶聚酰胺(A) 与半芳族无定形聚酰胺(B) 的共混物的聚酰胺组合物。

[0061] 在另一个实施方案中, 表面树脂组合物选自包含全脂族聚酰胺(C) 的共混物的聚酰胺组合物。优选地, 所述表面树脂组合物包含PA66和PA6的共混物更优选地, 表面树脂组

合物的共混物中PA66和PA6的重量比介于约100:00至50:50之间,甚至更优选地,PA66和PA6的重量比为75:25。

[0062] 全脂族聚酰胺树脂(C)由脂族和脂环族单体形成,诸如二胺、二元羧酸、内酰胺、氨基羧酸、以及它们的反应性等同物。适宜的氨基羧酸包括11-氨基十二烷酸。在本发明的上下文中,术语“全脂族聚酰胺树脂”是指衍生自两种或更多种此类单体的共聚物和两种或更多种全脂族聚酰胺树脂的共混物。可使用直链、支链和环状的单体。

[0063] 可用于制备全脂族聚酰胺树脂的羧酸单体包括但不限于脂族羧酸,例如己二酸(C6)、庚二酸(C7)、辛二酸(C8)、壬二酸(C9)、癸二酸(C10)、十二烷二酸(C12)和十四烷二酸(C14)。可用的二胺包括具有四个或更多个碳原子的那些,包括但不限于丁二胺、己二胺、辛二胺、癸二胺、2-甲基戊二胺、2-乙基丁二胺、2-甲基辛二胺、三甲基己二胺和/或它们的混合物。全脂族聚酰胺树脂的适宜示例包括PA6、PA66、PA46、PA610、PA612、PA614、PA613、PA615、PA616、PA11、PA12、PA10、PA912、PA913、PA914、PA915、PA616、PA936、PA1010、PA1012、PA1013、PA1014、PA1210、PA1212、PA1213、PA1214及其共聚物和共混物。包含于本文所述的聚酰胺组合物中的全脂族聚酰胺树脂的优选示例包括PA6、PA11、PA12、PA4,6、PA66、PA,10、PA612、PA1010及其共聚物和共混物。

[0064] 本文所述的表面树脂组合物和/或基体树脂组合物还可包含一种或多种抗冲改性剂、一种或多种热稳定剂、一种或多种氧化稳定剂、一种或多种增强剂、一种或多种流变改性剂、一种或多种紫外线稳定剂、一种或多种阻燃剂、或它们的混合物。

[0065] 如上所提及,所述基体树脂组合物和所述表面树脂组合物可相同或不同。为了提高纤维材料的浸渍速率,可降低组合物的熔体粘度,尤其是基体树脂组合物的熔体粘度。

[0066] 本文所述的表面树脂组合物和/或基体树脂组合物还可包含改性剂和其它成分,其包括但不限于流动促进添加剂、润滑剂、抗静电剂、着色剂(包括染料、颜料、炭黑等)、成核剂、结晶促进剂以及聚合物配混领域已知的其它加工助剂。

[0067] 上述填料、改性剂和其他成分可以本领域熟知的量和形式存在于组合物中,包括所谓的纳米材料的形式,其中颗粒的至少一种尺寸在1至1000nm的范围内。

[0068] 优选地,表面树脂组合物和基体树脂组合物为熔融混合的共混物,其中所有的聚合物组分都均匀分散在彼此中,并且所有的非聚合物成分都均匀分散在聚合物基体中并通过聚合物基体粘结,使得该共混物形成一个统一整体。使用任何熔融混合方法来混合本发明的聚合物组分和非聚合物成分。例如,可将聚合物组分和非聚合物成分加入熔融搅拌器中,例如单螺杆或双螺杆挤出机、共混机、单螺杆或双螺杆捏合机或班伯里密炼机,可通过单步骤添加方式一次性全部加入,也可以分步方式加入,然后进行熔融混合。当以分步的方式添加聚合物组分和非聚合物成分时,首先添加聚合物组分和/或非聚合物成分的部分并熔融混合,随后再添加剩余的聚合物组分和非聚合物成分,进一步熔融混合,直至获得充分混合的组合物。

[0069] 根据最终用途应用,根据本发明的复合结构可具有任何形状。在一个优选的实施方案中,根据本发明的复合结构为片材结构的形式。

[0070] 在另一方面,本发明涉及用于制备上述复合结构的方法以及由该方法获得的复合结构。用于制备具有表面的复合结构的方法包括以下步骤:i)用基体树脂组合物浸渍制造玻璃纤维织物和任选地由碳纤维制成的纤维材料,其中该复合结构的表面的至少一部分由

表面树脂组合物制成。优选地,织造玻璃纤维织物和任选地由碳纤维制成的纤维材料通过热压用基体树脂浸渍。在热压期间,织造玻璃纤维织物和任选地由碳纤维制成的纤维材料、基体树脂组合物和表面树脂组合物经历热和压力以便使得树脂组合物熔融并渗透织造玻璃纤维织物和任选地由碳纤维制成的纤维材料,并因此,浸渍所述织造玻璃纤维织物和任选地由碳纤维制成的纤维材料。

[0071] 通常,热压法在以下条件下进行:压力介于2和100巴之间,并且更优选介于10和60巴之间,温度高于基体树脂组合物和表面树脂组合物的熔点,优选地高于熔点至少约20℃,从而能够适当的浸渍。加热可通过多种方式来完成,包括接触加热、辐射气体加热、红外线加热、对流或强制对流空气加热、感应加热、微波加热或它们的组合。

[0072] 可通过静态方法或通过连续方法(也称为动态方法)来施加浸渍压,出于速度原因,连续方法是优选的。浸渍方法的示例包括但不限于真空模塑、模内涂覆、横向模挤出、挤拉成型、线材涂覆型方法、层合、压印、隔膜形成或加压模塑,层合是优选的。在层合期间,可将热和压力施加于织造玻璃纤维织物,并且当任选使用时,由碳纤维制成的纤维材料,基体树脂组合物和表面树脂组合物通过加热区中的相对加压辊或带,优选之后通过加压装置在冷却区中持续施加压力以完成固化并冷却浸渍的织造玻璃纤维织物和任选地由碳纤维制成的纤维材料。层合技术的示例包括但不限于压延、平台层合和双带压力机层合。当将层合作为浸渍方法时,优选使用双带压力机进行层合。

[0073] 通过常规方式,例如粉末涂覆、膜层合、挤出涂布或它们中两种或更多种的组合,将基体树脂组合物和表面树脂组合物施加于织造玻璃纤维织物和任选地由碳纤维制成的纤维材料,前提条件是将表面树脂组合物施加于复合结构的表面的至少一部分上,所述表面暴露于复合结构的环境。

[0074] 在粉末涂覆过程中,将聚合物粉末施加于织造玻璃纤维织物和任选地由碳纤维制成的纤维材料。可通过散布、喷洒、喷雾、热或火焰喷射、或流化床涂布方法或水性悬浮液将粉末施加至织造玻璃纤维织物和任选地由碳纤维制成的纤维材料上。任选地,粉末涂布方法还可包括由织造玻璃纤维织物和任选地由碳纤维制成的纤维材料上的粉末的后烧结步骤组成的步骤。将基体树脂组合物和表面树脂组合物施加于织造玻璃纤维织物和任选地由碳纤维制成的纤维材料,使得复合结构的表面的至少一部分由表面树脂组合物制成。随后,对粉末涂覆的织造玻璃纤维织物和任选地由碳纤维制成的纤维材料进行热压,其中任选的预热加压区外部的粉末涂覆的织造玻璃纤维织物和任选地由碳纤维制成的纤维材料。

[0075] 在膜层合期间,将已经通过本领域已知的常规挤出方法诸如吹塑膜挤出、流延膜挤出和流延片材挤出获得的,由基体树脂组合物制成的一种或多种膜和由表面树脂组合物制成的一种或多种膜,例如通过分层施加于织造玻璃纤维织物和任选地由碳纤维制成的纤维材料。随后,对包含由基体树脂组合物制成的一种或多种膜和由表面树脂组合物制成的一种或多种膜和一种或多种织造玻璃纤维织物和任选地一种或多种由碳纤维制成的纤维材料的组件进行热压。在所得的复合结构中,膜熔融并围绕织造玻璃纤维织物和任选地由碳纤维制成的纤维材料渗透,作为围绕织造玻璃纤维织物和任选地由碳纤维制成的纤维材料的聚合物连续统一体。

[0076] 在挤出涂布期间,由基体树脂组合物制成的粒料和/或颗粒,以及由表面树脂组合物制成的粒料和/或颗粒熔融并挤出通过一个或多个平模,以便形成一个或多个熔帘,然后

通过铺放所述一个或多个熔帘而将所述熔帘施加至织造玻璃纤维织物和任选地由碳纤维制成的纤维材料上。随后,对包含基体树脂组合物、表面树脂组合物和一种或多种织造玻璃纤维织物和任选地一种或多种由碳纤维制成的纤维材料的组件进行热压。

[0077] 根据最终用途应用,通过步骤i)获得的复合结构可成型为期望的几何形状或构型,或以片材形式使用。用于制备根据本发明的复合结构的方法还可包括使复合结构成型的步骤ii),所述步骤在浸渍步骤i)之后发生。使通过步骤i)获得的复合结构成型的步骤可通过压缩模塑、压印、或者利用热和/或压力的任何技术来完成。优选地,通过使用液压压型机来施加压力。在压缩模塑或压印期间,将复合结构预热到高于表面树脂组合物的熔体温度的温度,并且转移到形成或成型装置例如模塑压机中,其包括具有腔体的模具,所述腔体具有最终期望的几何形状的形状,借此将复合结构成型为期望的构型,然后在冷却到低于表面树脂组合物的熔体温度并优选低于基体树脂组合物的熔体温度的温度后,从压机或模具中取出。

[0078] 本发明的复合结构尤其适于用重叠注塑性树脂组合物进行重叠注塑,所述重叠注塑性树脂组合物选自聚酰胺组合物。

[0079] 根据本发明的复合结构可用于许多应用,例如汽车组件、货车组件、商用飞机组件、航空航天器组件、轨道组件、家用电器组件、计算机硬件组件、手持式装置组件、娱乐和体育设施组件、机器结构组件、建筑物结构组件、光伏设备结构组件或机械装置结构组件。

[0080] 汽车应用的示例包括但不限于座椅组件和座椅框架、引擎盖支架、引擎架、悬吊臂和架、备胎槽、底盘加强件、车身底板、前端模块、驾驶杆框架、仪表板、车门系统、车身面板(例如水平车身面板和门面板)、后挡板、硬顶轿车框架结构、敞篷车顶框架结构、顶板结构、引擎盖、传动装置和传能组件的外壳、油底壳、气囊外壳罐、汽车内部撞击结构、引擎支架、交叉车横梁、缓冲梁、行人安全横梁、防火墙、后置物板、交叉车舱壁、压力容器(例如制冷剂瓶和灭火器以及货车压缩空气制动系统容器)、混合内燃机/电动车电池托架、汽车悬吊横臂和控制臂、悬吊平衡杆接杆、叶片弹簧、车轮、休闲车和摩托车摆臂、挡泥板、车顶框架以及油箱盖板。

[0081] 家用电器的示例包括但不限于洗衣机、烘干机、冰箱、空调和暖气。娱乐和体育设施的示例包括但不限于单线滚轴溜冰鞋部件、棒球棒、曲棍球棍、雪橇和滑雪板固定器、背包背衬和框架以及自行车架。机器结构组件的示例包括电气/电子部件,例如手持式电子装置外壳、计算机外壳。

[0082] 实施例:

[0083] 材料

[0084] 在本文实施例和比较例中使用的组合物中包含以下材料。

[0085] 如制造方法所需和本领域技术人员所熟知的,基体树脂组合物和/或表面树脂组合物包含最高达6重量百分比的热稳定剂、抗氧化剂和金属减活剂。

[0086] 基体树脂组合物和表面树脂组合物

[0087] 树脂组合物1 (PA66 PA6):为包含己二酸和1,6-己二胺的聚酰胺树脂(具有约20000-35000道尔顿的原生态聚合物重均分子量,可以PA66从E.I. du Pont de Nemours and Company商购获得),与由 ϵ -己内酰胺制成的聚酰胺树脂(具有约220°C的熔点,被称为PA6并可从例如BASF corporation商购获得)的共混物。共混物的重量比为75:25或50:50。

[0088] 树脂组合物2 (PA66):为包含己二酸和1,6-己二胺的聚酰胺树脂,具有约20000-35000道尔顿的原生态聚合物重均分子量,可以PA66从E.I.du Pont de Nemours and Company商购获得。聚酰胺树脂具有约260℃至约265℃的熔点。

[0089] 树脂组合物3 (PA6T/66):为由对苯二甲酸、己二酸和己二胺制成的聚酰胺树脂,其中两种酸以55:45摩尔比使用;其具有约310℃的熔点和根据ASTM D2857,通常为约1.07的特性粘度(IV)。该半芳族聚酰胺被称为PA6T/66,并可从E.I.DuPont de Nemours and Company, Wilmington, Delaware商购获得。

[0090] 树脂组合物4 (PA6T/DT):为由对苯二甲酸和1,6-己二胺(HMD)和2-甲基戊二胺(MPMD)(HMD:MPMD=50:50)制成的聚酰胺树脂。聚酰胺树脂具有约297℃至约303℃的熔点。该半芳族聚酰胺被称为PA6T/DT并且可从E.I.du Pont de Nemours and Company, Wilmington, Delaware商购获得。

[0091] 树脂组合物5 (PA6T/66 PA6T/DT):为树脂组合物3 (PA6T/66)和树脂组合物4 (PA6T/DT)以重量比50:50的共混物。

[0092] 树脂组合物6 (PA6I/6T):为由对苯二甲酸、间苯二甲酸和1,6-己二胺制成的聚酰胺树脂。该无定形半芳族聚酰胺,其中两种酸以70:30摩尔比使用,具有约120℃至约130℃的玻璃化转变温度。所述聚酰胺树脂被称为PA6I/6T并且可从E.I.du Pont de Nemours and Company商购获得。

[0093] 树脂组合物7 (PA6T/DT PA6T/66 PA6I/6T):为树脂组合物6 (PA6T/DT)、树脂组合物5 (PA6T/66)和树脂组合物8 (PA6I/6T)以重量比40:40:20的共混物。

[0094] 由树脂组合物制备膜:

[0095] 使用商业规模的膜浇注设备将膜熔融浇注至所需的厚度,并制备成用于后续层合的卷材。

[0096] 织造玻璃纤维织物

[0097] 玻璃i)

[0098] 织造玻璃纤维织物i)为2-2斜纹组织,其具有290-300g/m²(克/平方米)的基重。

[0099] 纱线在经向上具有3*68Tex的重量并且在纬向上具有204Tex的重量。织造玻璃纤维织物的标称构造为在经向和纬向上7根纱线/cm,厚度为0.23mm。长丝直径为约9微米。丝束宽度为1.25mm,纬向上丝束之间的间隙为零,并且经纱中丝束之间的间隙为0.25mm,覆盖系数为99%。

[0100] 玻璃ii)

[0101] 织造玻璃纤维织物ii)为2-2斜纹组织,其具有600g/m²的基重。纱线在经向和纬向上具有1200tex的重量。丝束宽度为3.7mm,经纱和纬纱中丝束之间的间隙从接触至0.75mm变化,覆盖系数为98%。

[0102] 玻璃iii)

[0103] 织造玻璃纤维织物iii)为2-2斜纹组织,其具有300g/m²的基重和83%的覆盖率。纱线在经向和纬向上具有600tex的重量。丝束宽度为2.5mm,经纱和纬纱中丝束之间的间隙为2mm,覆盖系数为83%。

[0104] 玻璃iv)

[0105] 织造玻璃纤维织物iv)为平衡平织,其具有290g/m²的基重。纱线在经向和纬向上

具有320tex的重量。丝束宽度为1.8mm,经纱和纬纱中丝束之间的间隙为0.9至0.3mm,覆盖系数为90%。

[0106] 碳纤维

[0107] 碳纤维为由50k碳纤维粗纱铺展以赋予150g/m²基重而制成的单向非卷曲织物。玻璃或尼龙缝编纱线用于稳定结构。

[0108] 复合结构的制备

[0109] 使用由company Held制造的等压双带压机制备所有材料用于层合。所述机器是本领域所熟知的并由两个由转筒驱动的反向旋转的钢带组成,所述转筒将材料移动到机器中带之间。压力经由流体施加到带并且是流体静力学性质的。随后将描述材料的起始形式,本文是纤维材料和膜的交替堆叠体。这些进入DBP的进入区中,其中施加压力并且材料从DBP内的热区加热。然后材料进入冷却区中,其中层合体冷却,仍然在压力下,并且从层合机中移除最终浸渍的材料,其是优选基本上无空隙的材料。层合期间施加的典型压力在10-80巴,还更优选40-60巴的范围内。就此类聚酰胺材料而言,机器的典型温度设定为360-400℃。出口温度设置为介于50和120℃之间,其被设定成优化冷却和从DBP钢带中释放。

[0110] 通过分组层合制备复合结构

[0111] 如表1和表2所示,进行第一系列分组层合试验。分组层合试验通过将聚合物膜和织造玻璃纤维织物的期望的堆叠体置于铝板的矩形切口内的DBP钢带上。这使得能够使用分批制备的样品,而不是使用连续卷形式的材料。

[0112] 为了制备表1和表2中所述的层合体作为实施例E1和比较例C1至C13,使用以下堆叠序列,其由所用的两种织造玻璃纤维织物类型限定:

[0113] -五层织造玻璃纤维织物玻璃i)由夹层的基体树脂组合物膜和外层的表面树脂组合物膜制备以产生期望的纤维体积分数

[0114] -三层织造玻璃纤维织物玻璃ii)由夹层的基体树脂组合物膜和外层的表面树脂组合物膜制备以产生期望的纤维体积分数

[0115] 从而制备层合堆叠体、干燥并密封在防水袋中。在层合时,在层合机的入口处打开袋并且然后使用等压DBP机在380℃的峰值温度和40巴的压力下层合。出口温度设为80℃或120℃。

[0116] 声发射的测量

[0117] 期望测量并记录对应于从DBP离开之后和复合结构的机械负载时的微裂纹的声音事件。

[0118] 由Mistras,France提供的声发射(AE)非破坏性测试设备用于监控并记录这些实验期间从DBP离开之后的微裂纹。声发射是本领域中熟知的技术并且基于高频弹性波对电信号的检测和转换。这通过在待测结构的表面上直接耦合压电换能器来实现。实验的采集阈值被设置为排除恒定环境噪音,以在对低振幅AE事件的灵敏度和避免系统饱和之间给出良好的折衷。

[0119] 考虑活性(命中数)和强度(振幅),由这些测量值计算声音临界性(0至24)

[0120] 其中较高的活性和强度给出增加的临界性点。利用对照配方C1进行基准测试,产生为2的声音临界性,已知其在这些条件下不表现出微裂纹,从而设定对应于内部摩擦而不是微裂纹的AE等级。

[0121] 表1给出在利用实施例E1和比较例C1至C10的声音方法的情况下,在层合机的出口处,对声发射所测量的临界性。小于2的临界性指示与由脂族聚酰胺树脂组合物制成的复合结构C1的等同行为,其中声发射是不期望的。

[0122] 尽管声发射产生比听觉评分更多的数据,并且可以看到数据中的更显著的因子,但是还使用利用受过训练的技术人员听取听觉事件的听觉评估的平行方法并且针对声音方法进行校准以用于以下测试。这对AE的数量和强度两者给予0至4的评分,其中0为没有声发射或微裂纹。对于对照Rec C1记录评分为0,其没有微裂纹(但是其中内部声音非临界事件仍然发生)。

[0123] 表2示出就实施例1和比较例C1和C11至C13而言,在层合机的出口处,对声发射所测量的听觉评分。

[0124] 通过连续层合制备复合结构

[0125] 表3中的实施例C14、C15和E2至E8的复合结构通过使用表面树脂组合物、基体树脂组合物和织造玻璃纤维织物的连续卷和由Held Technology, Shura, Germany制备的等压双带压机来制备。复合结构组合物在表3中给出。

[0126] 进行测试以检查如下文限定的两个阶段的听觉声发射。

[0127] 阶段1):在层合后立即冷却期间没有热致微裂纹

[0128] 表3中的复合结构以平片形式(即,不施加外部机械应力)在DBP的出口处均不表现出热致微裂纹/声发射,如由听觉评估所测定的。

[0129] 阶段2)在制备样品时没有机械诱导的微裂纹

[0130] 复合结构经受手动施加的机械挠曲负荷。切割290x90mm和标称1.5mm厚的样品,干燥并以3点弯曲与180mm跨度至30mm位移来测试。

[0131] 对于无听觉声发射给出评分0,对于最高水平给出评分4,如由有经验的测试工程师测定并由视频记录的。还示出树脂微裂纹和一些有限的早期纤维断裂之间的差异。使用30mm的位移以确保纤维断裂水平以下的应变水平来监测树脂效应。

[0132]

表 1:

	C1	C2	C3	E1	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
基体树脂组合物	PA66 PA6	PA6T/66	PA6T/D T	PA6T/D T PA6T/66	PA6T/D T PA6T/66 PA6I/6T	PA6T/D T PA6T/66 PA66	PA6T/D T PA6T/66 PA66	PA6T/66 PA6I/6T	PA6T/66 PA6I/6T	PA6T/66 PA6I/6T	PA6T/66 PA6I/6T
表面树脂组合物	PA66 PA6	无	无	PA6I/6T	PA6I/6T	PA66	PA66	PA6I/6T	PA6I/6T	PA66	PA66
纤维材料	玻璃 ii)	玻璃 i)	玻璃 ii)	玻璃 i)	玻璃 ii)	玻璃 ii)	玻璃 i)	玻璃 ii)	玻璃 i)	玻璃 ii)	玻璃 i)
编织物基重 (g/m ²)	600	290-300	600	290-300	600	600	290-300	600	290-300	600	290-300
编织物覆盖率 (%)	98	99	98	99	98	98	99	98	99	98	99
Vf	44	46	44	40	46	46	40	44	40	46	40
厚度	1.56mm	1.51mm	1.57mm	1.46mm	1.51mm	1.51mm	1.46mm	1.51mm	1.46mm	1.51mm	1.46mm
声发射临界 性 (0 至 24)	2	10.5	6.0-11	0.4	9	20.5	7	14.3	3.3	19.3	17
合格或不合格?	合格	不合格	不合格	合格	不合格	不合格	不合格	不合格	不合格	不合格	不合格

[0133]

表 2:

	C1	E1	C11	C12	C13
基体树脂组合物	PA66 PA6	PA6T/DT PA6T/66	PA6T/DT PA6T/66	PA6T/DT PA6T/66	PA6T/DT PA6T/66
表面树脂组合物	PA66 PA6	PA6I/6T	无	PA6I/6T	PA6I/6T
纤维材料	玻璃 ii)	玻璃 i)	玻璃 i)	玻璃 iv)	玻璃 iii)
基重 (g/m ²)	600	290-300	290-300	290	300
Vf, %	44	40	49	40	40
厚度, mm	1.56	1.46	1.40	1.46	1.46
覆盖率	98	99	99	89.7	82.9
听觉声指数等级 (0-4)	0	0	1	1	2
听觉声强度等级 (0-4)	0	0	1	0.5	2
合格或不合格?	合格	合格	不合格	不合格	不合格

[0134]

表 3:

	C14	C15	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
基体树脂组合物	PA66 PA6	PA66 PA6	PA6T/DT PA6T/66 PA6I/6T	PA6T/DT PA6T/66 PA6I/6T	PA6T/DT PA6T/66 PA6I/6T	PA6T/DT PA6T/66 PA6I/6T	PA6T/66 PA6T/DT PA6I/6T	PA6T/66 PA6T/DT PA6I/6T	PA6T/DT PA6T/66 PA6I/6T
表面树脂组合物	PA66 PA6	PA66 PA6	PA6I/6T	PA66 PA6	PA66 PA6	PA6T/DT PA6T/66 PA6I/6T	PA6T/DT PA6T/66 PA6I/6T	PA66 PA6	PA66 PA6
织造玻璃纤维织物	玻璃 ii)	玻璃 i)	玻璃 i)	玻璃 i)	玻璃 i)	玻璃 i)	玻璃 i)	玻璃 i)	玻璃 i)
基重 (g/m ²)	600	290-300	290-300	290-300	290-300	290-300	290-300	290-300	290-300
玻璃编织物覆盖率 (%)	98	99	99	99	99	99	99	99	99
碳纤维									碳 i)
Vf, %	44	45	51	49	51	52	52	50	44
厚度, mm	1.56	1.50	1.53	1.61	1.53	1.52	1.52	1.56	1.57
从 DBP 出口冷却时的热致 声发射[0-4]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
机械诱导的声发射, DAM: 30mm 位移[0-4]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合格或不合格?	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格