(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107921725 B
(45)授权公告日 2021.04.30

(21)申请号 201680033846.2
(22)申请日 2016.06.10
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107921725 A
(43)申请公布日 2018.04.17
(30)优先权数据
1510082.9 2015.06.10 GB
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.12.08
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/GB2016/051718 2016.06.10
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2016/198884 EN 2016.12.15
(73)专利权人 弗格森高级复合材料科技有限公司
地址 英国伦敦
(72)发明人 A·D·弗格森 A·G·纽曼 A·P·L·梅奥尔 T·B·巴勒夫 J·P·凯西 T·王 M-A·L·迪加斯图
(74)专利代理机构 北京汇知杰知识产权代理有限公司 11587
代理人 吴焕芳 杨勇
(51)Int.Cl.
B32B 3/12(2006.01)
B32B 5/02(2006.01)
B32B 5/12(2006.01)
B32B 5/14(2006.01)
B32B 5/18(2006.01)
B32B 5/24(2006.01)
B32B 5/28(2006.01)
B32B 7/04(2019.01)
B32B 27/04(2006.01)
B32B 27/38(2006.01)
E04C 2/20(2006.01)
E04C 2/24(2006.01)
E04C 2/36(2006.01)
(56)对比文件
WO 2014058665 A1,2014.04.17
审查员 石云云

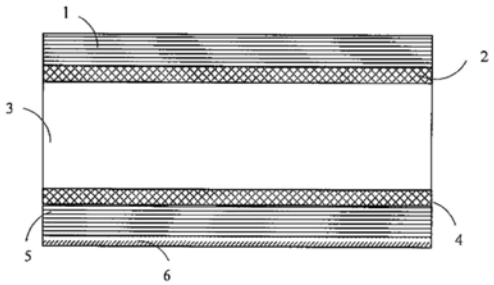
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

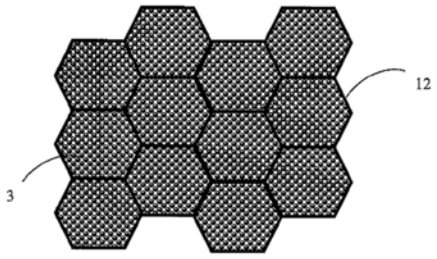
(54)发明名称

复合夹层结构

(57)摘要

本发明涉及一种用于成组装运装置的复合夹层基部面板。该面板包括:包括纤维加强材料的上表面层;包括纤维加强材料的下表面层;以及中央芯部,其中至少大部分中央芯部包括结合在基质材料中的多个颗粒。上表面层和下表面层设置有基质材料以将上表面层和下表面层粘合到中央芯部。





CN 107921725 B

1.一种具有基部面板的成组装运装置,所述基部面板包括:

包括纤维加强材料的上表面层;

包括纤维加强材料的下表面层;以及

中央芯部,其中所述中央芯部的结构的按体积计50%以上包括复合泡沫,在所述复合泡沫中包括结合在基质材料中的多个微球体,

其中所述上表面层和所述下表面层设置有基质材料以将所述上表面层和所述下表面层结合到所述中央芯部,

其中所述微球体中的大多数微球体的直径小于40μm,并且

其中,所述上表面层和所述下表面层中的基质材料、结合所述上表面层和所述下表面层至所述中央芯部的基质材料以及结合所述中央芯部中的所述微球体的基质材料是相同的且相互连续。

2.根据权利要求1所述的成组装运装置,其中,所述微球体中的所述大多数微球体具有40MPa的最小破裂强度。

3.根据权利要求1所述的成组装运装置,其中,所述上表面层和/或所述下表面层的厚度在0.2mm至3.5mm之间。

4.根据权利要求1所述的成组装运装置,其中,所述中央芯部的密度在0.5g/cm^3至1.2g/cm^3之间。

5.根据权利要求1所述的成组装运装置,其中,所述中央芯部包括至少部分地填充有所述微球体的多孔结构。

6.根据权利要求1所述的成组装运装置,其中,在所述中央芯部和至少一个表面层之间布置有阻挡层。

7.根据权利要求1所述的成组装运装置,其中,所述中央芯部包括多种不同的微球体,其中所述多种不同的微球体根据从由尺寸、形状、结构和材料构成的组中选择的一个或多个特性而不同。

8.根据权利要求1所述的成组装运装置,其中,在所述复合泡沫中的所述微球体按体积计构成所述中央芯部的30%至74%之间。

9.根据权利要求1至8中任一项所述的成组装运装置,其中,所述中央芯部的结构和/或组成在其体积范围上变化,使得所述中央芯部的结构的至少两个部分具有不同的结构特性。

10.根据权利要求1至8中任一项所述的成组装运装置,其中,所述基部面板包括布置在两个表面层之间的加强材料条。

11.根据权利要求9所述的成组装运装置,其中,所述基部面板的所述中央芯部的至少一个部分包括复合结构,所述复合结构包括有按体积计高达40%的短纤维加强物。

12.根据权利要求1至8中任一项所述的成组装运装置,其中,所述基部面板的周边的至少一部分是凹进或凸出的以形成唇部。

复合夹层结构

技术领域

[0001] 本发明涉及一种轻质复合夹层基部面板，特别是用作成组装运装置(Unit Load Device)的一部分的轻质复合夹层基部面板。

背景技术

[0002] 空运货物通常在可以是集装箱或货盘形式的成组装运装置中或成组装运装置上运输。与航空工业的所有方面一样，减轻重量是关键的优先事项，因为它等同于提高燃油效率和降低运营成本。大多数成组装运装置目前由高强度铝合金制成，这是20世纪60年代的首代设计的遗留。铝合金可以提供成本、密度和可制造性的适当组合。然而，它有两个主要缺点：其刚度(和强度)与重量比以及其易塑性变形性。

[0003] 已知复合材料、特别是复合夹层结构具有高的刚度(和强度) 与重量比。

[0004] US3556448(Dobbs)公开了一种结构面板，其中丁二烯苯乙烯树脂的膨胀芯布置在一体织造的三维布料的槽或网之间。这里公开的是一种包括已被热压到平的泡沫芯上的玻璃纤维蒙皮的托盘。

[0005] US7854204(Dacus)公开了一种超轻型成组装运装置，其包括具有多孔承载芯的加固的四边形复合结构，该多孔承载芯密封在连续的有序聚合物加强层中并且在外边缘处被修整，具有轻质材料的中空多腔轮廓，该轻质材料与对齐附接装置固定，从而呈现平坦的表面以便于加载和卸载有效载荷。

[0006] US8776698(Pherson)公开了一种具有由多个夹层形成的中央面板的空运货盘，所述多个夹层包括设置在具有树脂和纤维组合的上蒙皮层和具有树脂和纤维组合的下蒙皮层之间的泡沫芯。另外，中央面板通过延伸穿过下蒙皮层、泡沫芯和上蒙皮层的附加纤维被加强。界面层围绕泡沫芯的周边设置，并且结合在上蒙皮层和下蒙皮层之间以完成中央面板。然后，通过连接到界面层而将多个导轨围绕中央面板的外周卡扣配合，形成货盘。

[0007] 上述引用的装置解决了与由铝合金制成的装置相比增加了成组装运装置的基部面板的刚度重量比的问题。然而，它们有一个不同的问题，使得它们不适合操作。成组装运装置通过辊轨道和球垫移动，并且这种装置的基部面板在其使用寿命期间可能在负载情况下行进几十公里。存在于上述面板中的具有相应低抗压强度的低密度芯会发生局部压痕失效，这导致它们不得不停止使用。正是由于这个原因，目前在成组装运装置上没有发现上述发明在使用。

发明内容

[0008] 因此，本发明涉及一种具有基部面板的成组装运装置，该基部面板包括：

[0009] 包括纤维加强材料的上表面层；

[0010] 包括纤维加强材料的下表面层；以及

[0011] 中央芯部，其中至少大部分中央芯部包括结合在基质材料中的多个颗粒，

[0012] 其中上表面层和下表面层设置有基质材料以将上表面层和下表面层结合到中央

芯部。

[0013] 成组装运装置的基部面板可以包括复合夹层结构。

[0014] 诸如本发明的布置提供了一种轻质结构，该轻质结构满足了与已有轻质复合夹层基部面板相同的设计负载和操作要求，但是增加了抗塑性变形和/或抗损伤形成的能力。成组装运装置的主要操作要求是使其在辊式输送机上通过，而不会永久变形和破裂。如果上表面加强材料、下表面加强材料和中央芯部的组合导致较低的抗弯刚度，则面板将在辊梢端周围过度弯曲，这将导致加强材料的断裂。相反，如果芯的刚度过高，则面板将不会充分弯曲；接触力将集中在较小的区域上，从而导致较大的局部应力，并且因此由于芯部经受的应力增大而导致的芯部材料挤压造成了表现为面板中的永久压痕的芯部失效。因此，整个基部面板的抗弯刚度是使这些失效机理中的任一个的概率最小化的抗弯刚度，同时基部面板仍然是轻质的。本发明通过在加强材料的上层和下层内采用颗粒和基质材料的组合来解决这个问题。

[0015] 纤维加强材料可以包括来自碳纤维、芳族聚酰胺纤维、玄武岩纤维和/或玻璃纤维中的纤维，并且它们可以由任何织造织物制成，例如平纹织物、斜纹织物、缎纹织物、短纤展开织物或无卷曲织物 (NCF)或单向织物或其任何组合。

[0016] 颗粒优选主要是微球体。面板的芯包括由基质材料包围以形成复合泡沫的高强度微球体。芯结合在上纤维加强表面层和下纤维加强表面层之间，以形成轻质的刚性结构。取决于微球体的选择，这能够导致面板与传统的低密度泡沫芯或蜂窝体相比具有略高的刚度重量比，又在垂直于面板表面的方向上具有大得多的抗压强度。出乎意料的是，当微球体在指定尺寸范围内时，根据本发明的成组装运装置的芯显示出比单独采用微球体或基质材料的各个抗压强度显著更高、多出两倍的抗压强度。

[0017] 在夹层构造内使用复合泡沫提供了额外的益处，例如，这种夹层构造即使在经受高温(例如840摄氏度的火焰)时也能高度耐火并且高度阻燃，并且成组装运装置或其夹层面板将自行熄灭。此外，复合表面层中的纤维将微球体约束在芯内，并且即使在这样的极热下也能防止熔融/燃烧的树脂滴落到面板外。

[0018] 有利地，微球体的结构是中空的。中空微球体的使用进一步减轻了面板的重量。

[0019] 优选地，大部分微球体具有40MPa的最小破裂强度。这种破裂强度降低了可能导致面板不可用的塑性变形的风险。

[0020] 在一个实施例中，大多数微球体的直径小于40μm；在一种布置中，直径小于30μm，在一些实施例中，直径小于20μm。

[0021] 在特别有利的布置中，使上表面层和下表面层中的纤维结合起来的基质材料、将上表面层和下表面层结合到芯的基质材料以及使中央芯部中的颗粒结合起来的基质材料是相同的且相互连续。这创建了单基质相结构。单基质相形式的单基质材料的使用降低了面板的外层分离的风险，并在整个面板上产生了强力的结合。芯中的纤维加强物和颗粒可以在固化装置之前用这种基质材料一起浸渍。可替代地，基质材料可以仅仅在使上表面层和下表面层中的纤维结合起来的基质材料与将上表面层和下表面层结合到芯的基质材料之间相同并且相互连续，或者仅仅在将上表面层和下表面层结合到芯的基质材料与使中央芯部中的颗粒结合起来的基质材料之间相同并且相互连续。

[0022] 优选地，上表面层和/或下表面层的厚度在0.2mm至3.5mm之间。这样的厚度为面板

提供了轻质且坚固的外表面。

[0023] 有利地，中央芯部的密度在0.5g/cm^{3}至1.2g/cm^{3}之间。这提供了在使用时具有足够的抵抗压痕的强度的轻质面板。

[0024] 在一种布置中，中央芯部包括多孔结构，并且优选地，多孔结构是开孔结构并且其至少部分地填充有颗粒。多孔结构可以是蜂窝状结构的形式，其可以由铝合金或用玻璃或芳族聚酰胺纤维加强的复合材料构成，并且以任何压实形状布置。使用多孔结构时获得了两个额外的结构优势。首先是面板的耐久性大于没有蜂窝状结构的复合泡沫芯的耐久性。具有包含在芯中的多孔结构的面板出乎意料地表现出在辊式输送机上通过时的更高的抗裂纹扩展性。其次，取决于制造工艺，生产出的面板具有更平坦的表面光洁度且厚度分布更均匀。纤维加强复合材料的刚度和强度直接受到纤维排列的影响，所以更平坦的表面导致这些性能的可变性更小。这导致面板上的弱点更少，增加了面板的耐久性。

[0025] 在优选的布置中，在中央芯部和至少一个表面层之间布置有阻挡层。在中央芯部和一个/多个表面层之间采用阻挡层降低了颗粒从芯部迁移到外层的风险。阻挡层可以包括轻质的纱、布、纸或对液体可渗透、但对芯的颗粒不可渗透的任何材料，特别是基质材料。

[0026] 在另一布置中，中央芯部包括多种不同的颗粒，并且这些颗粒可以根据选自包括尺寸、形状、结构和材料的组中的一个或多个特性而不同。

[0027] 附加的颗粒可以以不同的尺寸大小结合到微球体中，这可以改善芯的总体性能，特别是材料的断裂韧性。纳米级颗粒可以作为固体颗粒而引入，例如尺寸范围为10nm-200nm的二氧化硅颗粒。可替代地或附加地，嵌段共聚物可以溶解在树脂内，使得在树脂固化时，嵌段共聚物不再可溶，因此树脂溶液分解成离散相，其中嵌段共聚物自组装成颗粒和/或连续的网。

[0028] 优选地，按体积来计颗粒本身可以构成芯的30％至74％之间，更优选地，按体积来计颗粒本身可以构成芯的50％至70％之间。优选地，芯的大部分由保持在基质材料内的颗粒构成，以提供芯的强度和重量之间的平衡。

[0029] 在有利的构造中，芯的结构在其体积范围上变化，使得芯结构的至少两个部分具有不同的结构特性。通过使芯的结构在体积范围上改变，强度和其他结构特性可以局部地改变。当其他部件例如通过铆钉或螺栓接头附接到或结合到面板中时，这可能是特别理想的。距芯部结构改变处的面板边缘的距离可以是大约40mm，但是该距离可以在面板的最大长度的0％至25％之间变化。

[0030] 有利地，在面板的边缘处，芯的结构可以被改变，使得颗粒基本上被其他材料例如短纤维加强物替代。短纤维加强物可以替代芯中的至少一些或全部颗粒，使得短纤维加强物本身可以占芯的体积的0％至40％之间。

[0031] 在另一个实施例中，在面板的边缘处，芯的结构可以被改变，使得复合泡沫被布置在两个表面层之间(但可以延伸超过面板的边缘)的加强材料替代。加强材料可以包括实心复合层压材料、铝合金、钢、其他金属、合金或塑料。提供加强条允许了面板的强度和刚度被局部调节。

[0032] 本发明的面板、特别是设置有加强材料的面板被用作成组装运装置中的基部面板，或者它可以替代现有的基部面板，从而被机械地紧固到现有的成组装运装置上。尽管复合夹层结构在承受紧固件接头负载时相对较差，但是使用在中央芯的周边的区域--其中材

料组成和/或几何形状发生了变化--允许面板更耐受施加在这种接头处的力。

[0033] 为此，面板的周边的至少一部分可以凹进或凸起以形成唇部。通过形成唇部，外部边缘部件可以在预定位置上配合并紧固到面板上，同时使用的是不同于埋头型紧固件的紧固件。如果外部边缘部件被放置在面板的凹部下方，则接头有利地处于压缩载荷状态而不是裂开拉伸状态。

[0034] 优选地，成组装运装置的基部面板是本文所描述的轻质复合夹层板。复合泡沫和轻质纤维加强表面层形成的面板比AKE型成组装运装置的等效铝合金成组装运装置基部面板的重量轻60％。根据本发明的成组装运装置更耐受运行期间产生的高压缩负载和所产生的接触应力。

[0035] 有利地，耐磨层可以附接到至少一个表面。芳族聚酰胺、聚酰胺、聚乙烯或类似的高耐磨材料可以设置在上加强层和/或下加强层的外侧。

[0036] 多个边缘导轨可以围绕面板的周边的至少一部分定位。这些导轨可以将面板连接到成组装运装置的其余部分。面板和/或成组装运装置的材料和/或几何形状可以改变，以使面板不会失效。

[0037] 优选地，成组装运装置的边缘导轨可以通过粘合剂结合。使用粘合剂提供了边缘导轨和成组装运装置的基部之间的粘合而无需刺穿面板的外层。

[0038] 芯由低密度复合泡沫构成，该复合泡沫由被基质材料包围的高强度微球体制成。周边区域中的材料组成和/或几何形状的改变有利于面板接合到边缘部件。

[0039] 本发明扩展至制造根据本发明的成组装运装置的方法。

[0040] 本发明可以通过采用以下步骤进行：

[0041] 在表面上提供下表面层，其中基部叠层包括第一加强材料层；

[0042] 在基部叠层上提供芯层，其中芯层可以包括开口的多孔结构，并且芯层至少部分地填充有未粘合的颗粒；

[0043] 在芯层的上方提供上表面层，其中顶部叠层包括第二加强材料层，将装置密封在气密地密封的封罩内，其中封罩设置有至少一个导管以允许与封罩的内部流体连通；

[0044] 通过压力差将基质材料引入装置中；以及

[0045] 使基质材料固化。

[0046] 一个或多个导管可以位于该装置的上方或下方，并且穿过封罩以允许空气从该封罩去除以产生压力差。附加地或可替代地，基质材料可以通过一个或多个导管进入封罩。添加剂和其他元素可以在装置被密封在封罩内之前添加到装置中。

附图说明

[0047] 现在将仅通过示例的方式并参照附图来描述本发明的实施例，其中：

[0048] 图1是根据本发明的面板的竖直截面的示意图；

[0049] 图2a 是根据本发明的面板的水平截面的示意图；

[0050] 图2b 是根据本发明的面板的竖直截面的示意图；

[0051] 图3是示出两个面板的变形的曲线图；

[0052] 图4是根据本发明的第二面板的竖直截面的示意图；

[0053] 图5是根据本发明的第三面板的竖直截面的示意图；

[0054] 图6是根据本发明的第四面板的竖直截面的示意图;以及

[0055] 图7是根据本发明的第五面板的竖直截面的示意图。

具体实施方式

[0056] 图1示出了复合夹心基部面板,复合夹心基部面板包括上表面层1和下表面层5,该基部面板夹设有复合泡沫芯3。芯的两侧是阻挡层2和4。然后,整个面板被多个外部边缘部件(未示出)包围。对于边缘部件将被附接到面板处的区域,复合芯3的局部材料组成可以存在变化和/或周边区域的局部几何形状可以存在变化。耐磨层 6可以结合到下表面层5。

[0057] 取决于所使用的制造工艺,本发明的一些实施例包括结合在复合泡沫3中的多孔结构。图2a 是结合在复合泡沫芯3中的六边形多孔结构12的水平截面,并且图2b 是结合在复合泡沫芯3中的六边形多孔结构12的竖直截面。类似地,所使用的制造方法可以意味着不需要包括在芯与顶部蒙皮之间的阻挡层2和/或在芯与底部蒙皮层之间的阻挡层4。最后,本发明的一些实施例可以省略耐磨层6。

[0058] 复合泡沫芯3由包含轻质中空玻璃微球体的基质材料制成。大多数微球体的直径等于或小于40μm,优选在9μm-25μm的范围内,和/或具有大于40MPa的破裂强度。复合泡沫芯3包括按体积计为 50%-70%的由环氧树脂基质材料包围的微球体。

[0059] 本发明在用于蒙皮的0°/90°/±45°叠层中可以采用碳纤维加强环氧树脂,但也可以使用其他叠层。显然,有角度的叠层可以和其他材料一起使用。

[0060] 国际航空运输协会(IATA)的规定表明,压痕测试应在所有成组装运装置的基部上进行。图3显示了静态压痕测试的结果,其将在根据本发明的面板(FCF30)上经受的力与在由传统的高强度泡沫芯(**Gurit®**M200)构造的面板上经受的力进行了比较。两个面板具有相同的芯厚度、相同的表面层材料和相同的表面层厚度。负载情况由飞行器货物地板上通常使用的球形钢球复制而得,所述球形钢球通过**Instron®**5585H材料测试机被迫压入面板中。该测试的结果显示在图3的曲线图中。可以看出,对于相同的负载,由常规泡沫芯制成的面板的最大压痕是本发明的六倍以上大;传统的泡沫芯面板将发生塑性变形并且因此难以从飞行器上卸载,而根据本发明的面板显示出明显更小的变形并因此将更容易卸载。

[0061] 如图4所示,在一个实施例中,面板周边处的复合泡沫的组成使得微球体减少至0%,然后用短纤维加强物7代替,短纤维加强物7包括按体积计高达40%的复合泡沫。这种实施例使用平均纤维长度为100μm的磨碎的碳纤维加强材料,然而,短纤维可以是碳纤维、芳族聚酰胺纤维、玄武岩纤维和/或玻璃纤维。为了有利于从中央面板芯到周边的组成的变化,周边区域可以包含多孔蜂窝体。这将局部改变的芯材料与中央复合泡沫芯的其余部分分隔开。可替代地,短纤维加强物可以仅放置在中央芯中,或者可以在芯和周边边缘区域两者中使用。

[0062] 在另一个实施例中,如图5所示,复合泡沫芯的一部分可以部分地被不同的材料替换。例如,加强材料条可以放置在周边边缘区域中,使得结构在局部是实心复合层压体8。可替代地,可以使用实心金属或非金属材料。加强材料布置在表面层之间,但可以延伸超过面板的边缘。

[0063] 图6示出了另一个实施例,其中面板的边缘几何形状被改变。面板可以在顶部和/或底部表面9上凹进,以便在与地面接触时允许面板的中央部分保持平坦,使得可以使用突

出头部的紧固件10而不是埋头式的紧固件，以将外部边缘部件11连接到面板。可替代地，图7示出了外部边缘部件放置在面板的凹部下方的布置。这有利地使接头处于压缩负载状态而不是裂开拉伸状态。在这两种布置中，形成了围绕面板边缘的“茶托”唇部，这增加了面板的有效刚度。改变的边缘几何形状也可以与图1、图3和图4中所示的那些相结合地使用，使得芯可以在其组成方面具有变化或者可以被不同的材料替代的特征。

[0064] 当使用弯曲的边缘几何形状9时，使用复合泡沫的其他优点也是明显的。在具有这种几何形状的操作负载下，会逐渐产生大的贯通厚度应力，这将导致传统聚合物泡沫的破裂和失效。通过复合泡沫可以获得的增加的刚度和强度允许维持这样的负载，因而实现面板与成组装运装置的其余部分之间更有效的接合。

[0065] 成组装运装置的另一实施例使用包括边缘接合区域的面板，该面板使用粘合剂而不是机械紧固件。粘合剂粘合消除了在复合夹心板上钻出任何孔的需要，从而提高了面板的结构完整性。可以以类似于焊缝的方式施用粘合剂：沿着面板的外周连续地施用，或者以离散的点施用。

[0066] 在本发明的其他实施例中，包含按体积计超过50％的中央芯结构的复合泡沫包含微米级微球体；所述微米级微球体按体积计少至芯的30％，并且按体积计最大多达芯的74％。微球体可以是实心或空心的，或者由玻璃、碳、金属、聚合物或陶瓷材料制成。

[0067] 根据面板的要求，热固性或热塑性树脂可用于基质，例如：乙烯基酯、丙烯酸塑料或PEEK。另外，基质可以包括化学添加剂，例如阻燃剂、增韧剂和/或抗紫外线剂。

[0068] 在优选实施例中，芯可以具有约2.8mm的平均厚度，使得总面板厚度大约为4mm。然而，取决于应用，芯厚度可以在1mm至8mm 之间。

[0069] 本发明的一个实施例的一个或多个特征可以与本发明的一个或多个特征组合使用，或者作为本发明的一个或多个特征的替代。

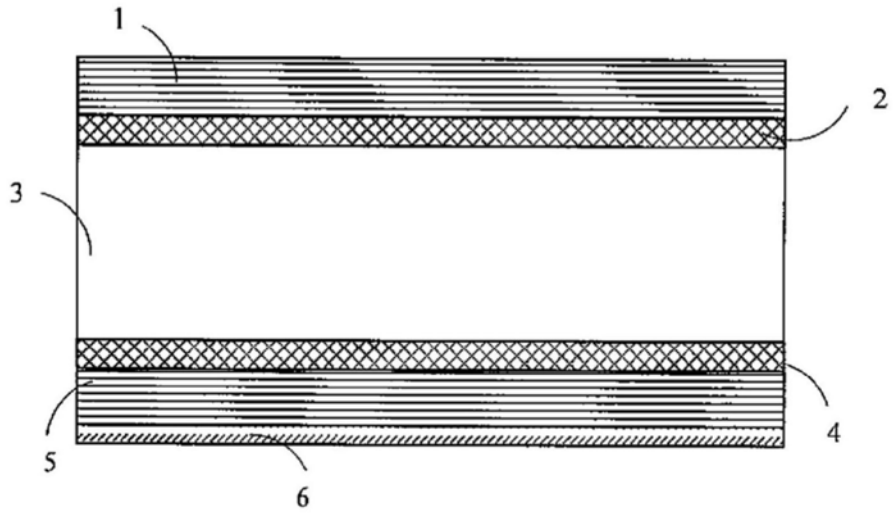


图1

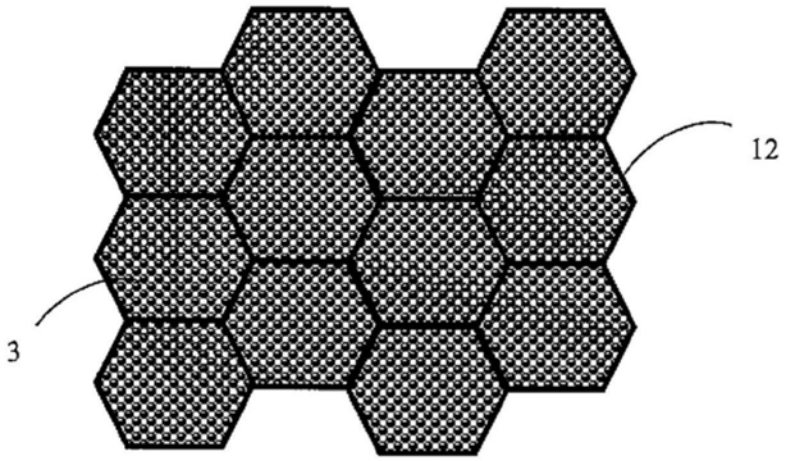


图2a

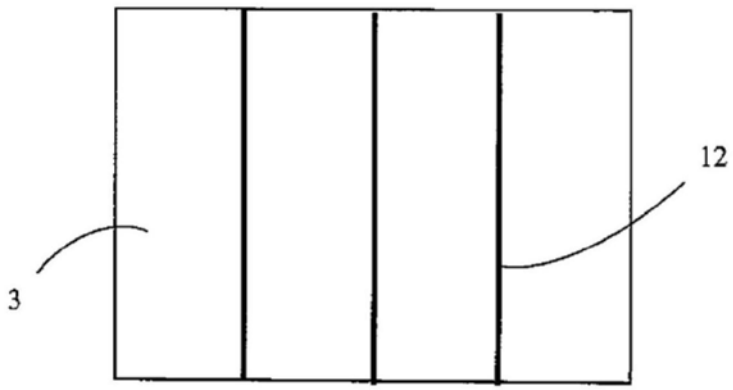


图2b

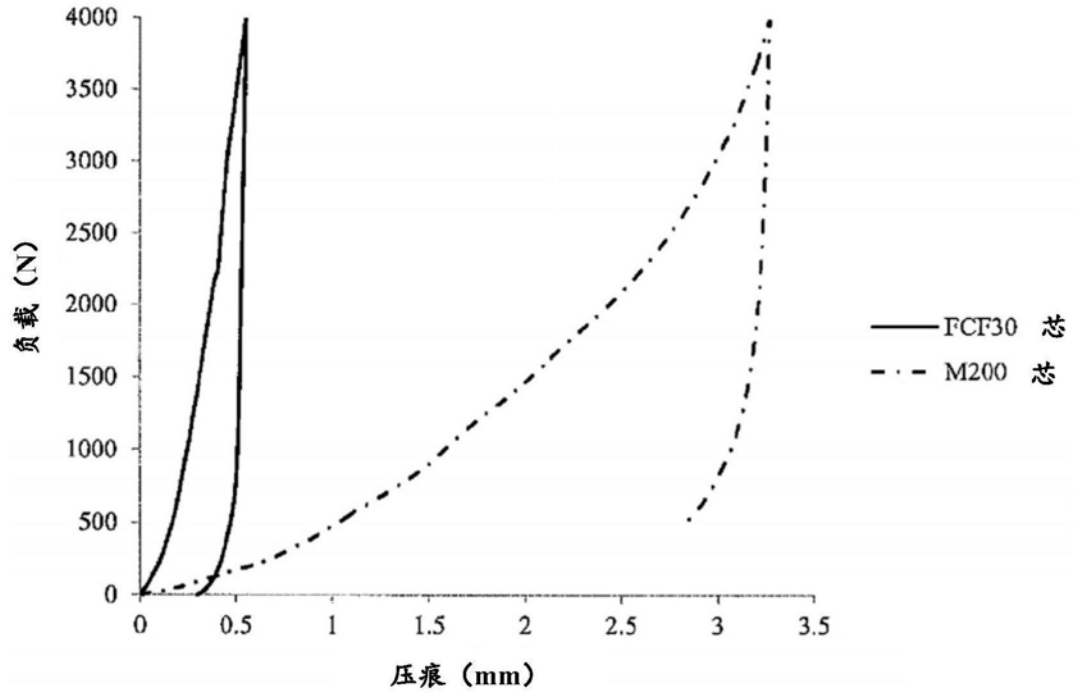

4000
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
负载（N）
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
压痕（mm）
FCF30 芯
M200 芯

图3

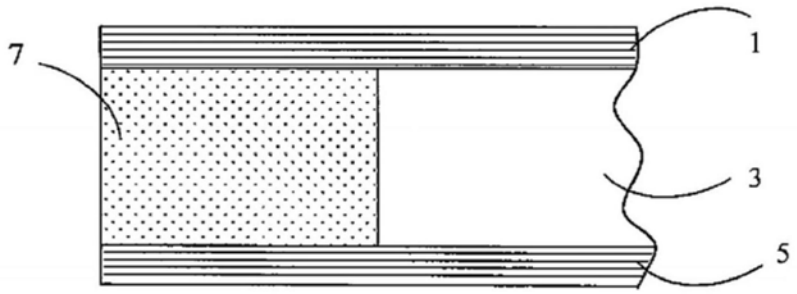

7
1
3
5

图4

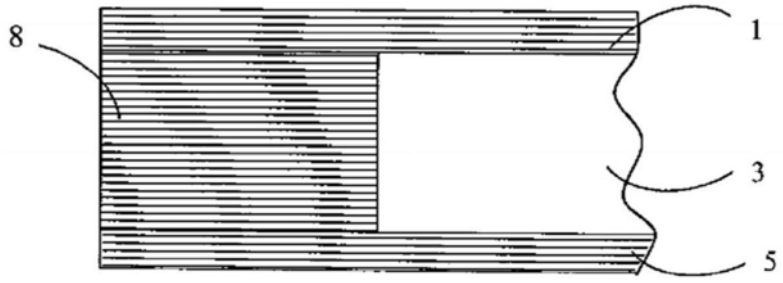

8
1
3
5

图5

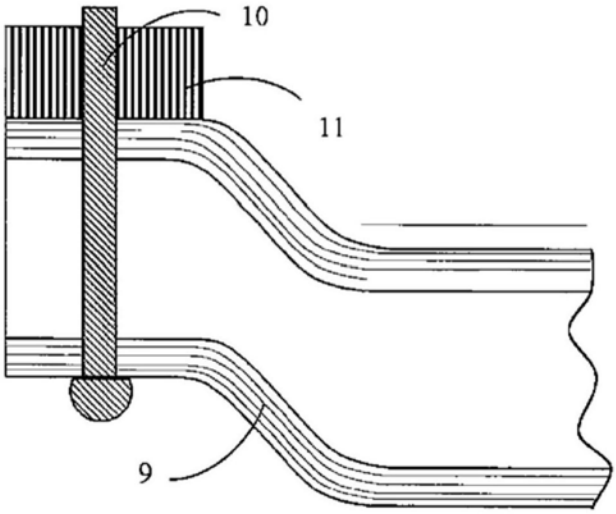


图6

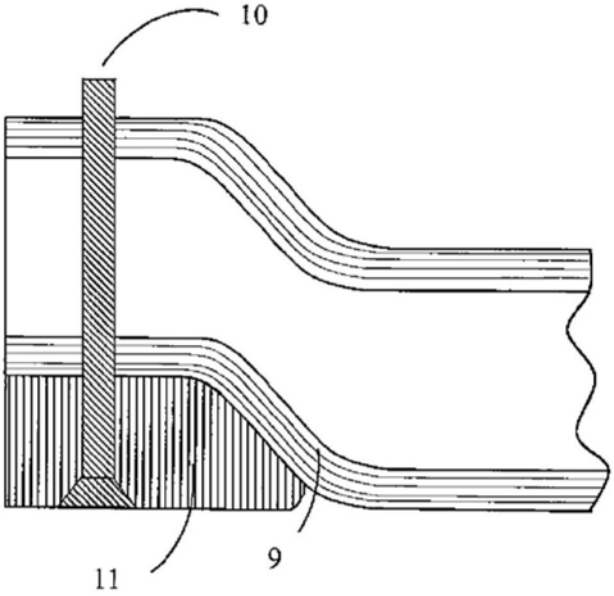


图7