



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106795665 A

(43)申请公布日 2017. 05. 31

(21)申请号 201580055691.8

(22)申请日 2015.08.11

(30)优先权数据

1414363.0 2014.08.13 GB

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.04.13

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2015/044564 2015.08.11

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/025427 EN 2016.02.18

(71)申请人 塞特工业公司

地址 美国新泽西州

(72)发明人 R.布莱克本 S.J.希尔

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 林毅斌 周李军

(51)Int.Cl.

D03D 15/00(2006.01)

D03D 13/00(2006.01)

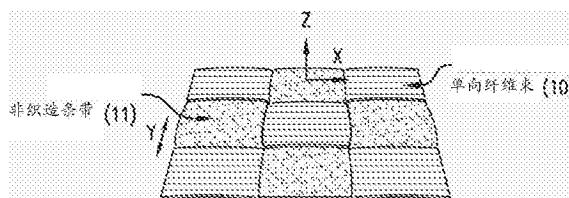
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

用于复合增强物的混合的织造纺织品

(57)摘要

一种混合的、织造的纺织材料,该纺织材料可以用于制造纤维增强的复合材料。该混合的纺织材料是由在编织图案中与非织造纤维的条带交织的单向纤维构成的织造织物。在实施例中,该混合的纺织材料是多孔的或相对于在树脂传递模制(RTM)方法中使用的液体树脂是可渗透的,并且由这种纺织材料形成的预成型件可以在此类RTM方法期间用液体树脂灌注。



1. 一种用于复合增强物的织造织物,该织造织物包含:
以薄片状构造彼此平行地安排的单向纤维束;以及
在编织图案中与这些单向纤维束交织的非织造纤维的条带,
其中每个单向纤维束由多个连续纤维长丝构成,并且
其中每个非织造纤维的条带是自支撑的并且由随机安排的和/或随机取向的纤维构成。
2. 如权利要求1所述的织造织物,具有50gsm至380gsm的面积重量。
3. 如权利要求1或2所述的织造织物,其中每个非织造纤维的条带具有2gsm至34gsm的面积重量。
4. 根据前述权利要求中任一项所述的织造织物,其中每个非织造纤维的条带具有约5mm至40mm的宽度。
5. 根据前述权利要求中任一项所述的织造织物,其中每个非织造纤维的条带具有在10 μ m-50 μ m (或0.01-0.05mm) 的范围内的厚度。
6. 根据前述权利要求中任一项所述的织造织物,其中在这些条带中的大多数非织造纤维具有直径在约3 μ m至40 μ m范围内、优选在约5 μ m至10 μ m范围内的横截面直径。
7. 根据前述权利要求中任一项所述的织造织物,其中每个单向纤维束由1000至100,000个纤维长丝构成。
8. 如权利要求7所述的织造织物,其中在每个纤维束中的这些纤维长丝具有在3 μ m-15 μ m、优选4 μ m-7 μ m的范围内的横截面直径。
9. 根据前述权利要求中任一项所述的织造织物,其中这些单向纤维束是由选自下组的高强度材料形成的,该组由以下各项组成:碳、石墨、玻璃、石英、氧化铝、氧化锆、碳化硅、芳族聚酰胺、高模量聚乙烯 (PE)、聚酯、聚-对亚苯基-苯并二噁唑 (PBO)、以及其组合。
10. 根据前述权利要求中任一项所述的织造织物,其中这些非织造纤维的条带包含由选自下组的材料制成的纤维,该组由以下各项组成:碳、玻璃、金属、石英、其聚合物和共聚物、以及其组合。
11. 根据权利要求10所述的织造织物,其中所述聚合物选自:芳族聚酰胺、聚酯、聚酰胺、聚邻苯二甲酰胺、聚酰胺-酰亚胺、聚芳砜、聚砜、聚苯砜、聚芳醚酮、聚苯硫醚、弹性聚酰胺、聚苯醚、聚氨酯、液晶聚合物 (LCP)、苯氧基、聚丙烯腈、和丙烯酸酯聚合物。
12. 根据前述权利要求中任一项所述的织造织物,其中单向纤维束由碳纤维构成并且这些非织造纤维的条带包含随机安排的和/或随机取向的碳纤维。
13. 根据前述权利要求中任一项所述的织造织物,其中这些非织造纤维的条带具有足够量的粘合剂以便将这些纤维保持在一起但允许这些条带对于液体和气体是可渗透的。
14. 根据前述权利要求中任一项所述的织造织物,其中该编织图案选自平纹编织、缎纹编织和斜纹编织。
15. 根据前述权利要求中任一项所述的织造织物,其中该织造织物对于液体树脂是可渗透的。
16. 一种预成型件,该预成型件被适配为在液体模制过程中接收液体树脂,该预成型件包含以堆叠安排铺放的增强纤维的层,其中增强纤维的这些层中的至少一个是根据权利要求1至14中任一项所述的织造织物。

17. 一种复合材料,包含用基质树脂浸渍或灌注的根据权利要求1至14中任一项所述的织造织物。

用于复合增强物的混合的织造纺织品

[0001] 背景

[0002] 可以使用不同的方法制造三维聚合物复合零件,这些方法之一是高压釜模制。在该高压釜模制方法中,用树脂基质预浸渍通常由碳纤维构成的织物。将预浸料典型地置于模具中,并且然后在真空下加热以固化该浸渍的树脂并且产生最终复合零件。有待模制成复合物的预浸料具有易于使用和高可靠性的优点。然而,这些预浸料也具有以下缺点:具有有限的悬垂性(即,悬垂的能力)。

[0003] 另一种复合物制造方法是液体模制。树脂传递模制(RTM)和真空辅助的树脂传递模制(VARTM)是一些具体实例。在液体模制过程中,使干的增强纤维(没有基质树脂)的层成型并且压制成为“预成型件”的粘着性成型结构。这种预成型件然后经常在关闭的模具或封闭的真空袋中用未固化的液体树脂灌注。在完成该树脂灌注阶段后,固化该树脂,产生固体复合零件。液体模制技术在制造复杂成型的结构中是尤其有用的,否则这些复杂成型的结构难以使用常规的预浸料技术进行制造。此外,用于形成预成型件的干的、柔性的纤维材料由于其较长的储存寿命和对于更复杂的几何结构的适用性可以具有优于标准的树脂浸渍的预浸料材料的显著优点。

[0004] 概述

[0005] 本披露的一个目的是提供一种混合的、织造的纺织材料,该纺织材料可以用于制造纤维增强的复合材料。该混合的纺织材料是由在编织图案中与非织造纤维的条带交织的单向纤维构成的织造织物。在实施例,该混合的、织造的纺织材料是多孔的并且相对于在RTM方法中使用的液体树脂是可渗透的,并且由这种织造的纺织材料形成的预成型件可以在RTM方法期间用液体树脂灌注。

[0006] 附图简要说明

[0007] 图1是基于又称为单编织(Uni-Weave)的织造单向构造的织物结构的俯视图。

[0008] 图2是在图1中示出的织造织物的横截面视图,示出了卷曲。

[0009] 图3示意性地说明了基于又称为单缝合(Uni-Stitch)的缝合单向构造的织物结构。

[0010] 图4示出了用于在图3中示出的织物结构的缝合锚定机制。

[0011] 图5示意性地说明了根据本披露的实施例的混合的织造织物。

[0012] 图6是在图5中示出的织造织物的横截面视图。

[0013] 图7是根据本披露的一个实施例制成的平纹编织的织造织物的照片图像。

[0014] 图8是示出了在树脂灌注的预成型件的制造中使用的三种不同的织物构造的平面内渗透性能的比较的图。

[0015] 详细说明

[0016] 制造基于单向纤维的纺织品的一些可用的技术包括:编织、缝合或粘合。

[0017] 织造的单向构造(又称为单编织)是一种编织方法。在此,可以在第二轴中编织辅助纱线以便将这些结构纤维锚定在主轴中。这些辅助纱线典型地是细纤维以便最小化纤维卷曲。单编织构造的实例和卷曲模型分别在图1和2中示出。在这种构造中使用的常见的辅

助纤维类型是玻璃、聚酯和共聚酰胺。这种类型的构造更适合于 0° 取向的增强织物,但还可以用来构建 90° 和极角取向(polar orientated)的织物。典型地发现单编织织物在主要取向上具有95%并且在第二取向上具有5%的纤维质量。发现这种类型的织物的特征是以差的纺织品完整性和低的平面内机械特性为代价的良好的渗透性和悬垂性(即,悬垂的能力)。典型地观察到 0° 拉伸和压缩特性受制于由纬线辅助纤维引起的卷曲效应。调节该织物的编织图案可以帮助减小卷曲效应的频率,但这典型地伴随着纺织品稳定性的进一步降低。解决低稳定性有时可以在基于聚合物的辅助纱线的情况下通过热处理或者通过加入稳定化介质如粉末粘合剂或层压绒毛状物来实现,但是这些方案然后经常将降低最终织物的渗透性并且引入关于耐环境性和耐溶剂性的另外的问题。

[0018] 缝合的单向构造,又称为单缝合,是基于经编机的使用以便通过使用与浮动纬线辅助纱线互锁的全厚度缝合将这些结构纤维锚定到该主轴上,并且由此约束在该缝合线与辅助纱线之间的主纤维。单缝合构造的实例和缝合锚定机制分别在图3和4中说明。在此方法中使用的缝合线典型地是或者聚酯或共聚酰胺,而这些辅助线或者是相同的或者由玻璃制成,发现在这些构造中的缝合线和辅助纱线的质量典型地是总质量的2%-6%。这种类型的单向纺织品适合作为 0° 取向的增强织物,然而 90° 取向的增强物也是可能的。单缝合构造由于相对减少水平的平面外卷曲典型地示出在机械性能方面优于织造结构的改进,但当与预浸带产物比较时由于束间间隙和来自缝合的残余卷曲仍示出减少。因此,通常发现这些织物的渗透性高于其织造等效物的渗透性,同时由于缝合线的局部锚定效率,操作稳定性也得以改进。

[0019] 另一种织物构造是通过将单向纤维与聚合物材料粘合或层压在适当的位置产生。一些粘合方法包括使用环氧粘合剂、热塑性面纱和聚合物纱线。用于生产干的单向架构的这种方法由于可以实现的高水平的纤维长丝和接近零的束内间隙而毫无疑问地提供与预浸渍带的机械性能最接近的机械性能。这种非常高水平的纤维套叠尽管具有对这些织物构造的渗透性的显著降低,其中全厚度渗透性比替代样式的全厚度渗透性低几个数量级。这使得这种纺织品构造的使用更适合于窄单向带,其中渗透性调整可以在该预成型件结构内实现。用这些纺织品有时观察到的另一个问题是,较低水平的稳定性是被称为“纤维洗涤”的现象。这是在树脂灌注过程后观察到的效应,其中可见集束(tow bundles)由于在引起纤维的局部弯曲的渗透过程期间在流动前沿处的压差具有平面内偏差。这种粘合类型的构造适合作为 0° 取向的增强物。

[0020] 典型地发现,当机械特性通过减少纤维卷曲和间隙而增加时,则渗透性、并且尤其是全厚度渗透性显著减少。鉴于用其中存在在机械性能、渗透性和纺织品完整性之间的折衷的干的单向纤维产物所产生的问题,已经设计独特的混合的织造纺织品以解决这些问题。

[0021] 图5描绘了具有呈与非织造条带11交织的连续纤维束10形式的单向纤维的示例性的混合的织造织物。图6是在图5中示出的织造织物的横截面视图。参考图6,这些单向纤维束10以薄片状构造彼此平行地安排并且在第一方向(例如经纱方向)上延伸,并且这些非织造条带11在横向于该第一方向的第二方向(例如纬纱方向)上延伸。每个非织造条带在编织图案中在多个束上方并且然后在多个束下方浮动。每个纤维束10是多个纤维长丝的一个束。这些非织造条带11是由轻质的非织造面纱形成的,该非织造面纱由随机安排的和/或随

机取向的纤维构成。优选的是,该非织造纤维面纱是具有 $1\text{gsm}(\text{g}/\text{m}^2)$ 至 40gsm 、更优选 3gsm 至 10gsm 的面积重量的轻质材料。每个非织造条带是柔性的并且具有相对于其长度的窄宽度。在一个实施例中,该非织造条带的宽度是从 5mm 至 40mm 、优选 10mm 至 30mm ,并且该厚度是从 $10\mu\text{m}$ 至 $60\mu\text{m}$ ($0.01\text{--}0.05\text{mm}$)。该编织图案可以具有任何常规的编织结构,如平纹编织(在图5中示出的)、缎纹编织、或斜纹编织。

[0022] 如以上讨论的,这些单向纤维是呈连续纤维束的形式。每个纤维束由数百个较小的连续纤维长丝构成。这些纤维束可以具有每束 1000 至 $100,000$ 个纤维长丝、并且在一些实施例中每束 3000 至 24000 个长丝。这些纤维长丝可以具有在 $3\text{--}15\mu\text{m}$ 、优选 $4\text{--}7\mu\text{m}$ 的范围内的横截面直径。合适的纤维是用作高性能复合物的结构增强物的那些,如用于航空航天和汽车应用的复合零件。这些结构纤维可以由高强度材料制成,如碳(包括石墨)、玻璃(包括E玻璃或S玻璃纤维)、石英、氧化铝、氧化锆、碳化硅、和其他陶瓷、和坚韧的聚合物,如芳族聚酰胺(包括Kevlar)、高模量聚乙烯(PE)、聚酯、聚-对亚苯基-苯并二噁唑(PBO)、以及其混合组合。为了制造高强度复合结构,如飞机的主要零件,这些单向纤维优选具有大于 500ksi 的拉伸强度。在优选的实施例中,这些单向纤维是碳纤维。

[0023] 这些单向纤维可以涂覆有上胶组合物和/或用于多个目的的整理剂(finishes),这些目的包括促进操作、保护这些纤维不受压制和加工引起的损害、通过树脂帮助这些纤维的相容性和润湿、以及复合物性能的整体增强。

[0024] 以上描述的非织造条带可以通过切割较大的非织造面纱来形成,并且所切割的非织造材料然后用于编织。该非织造面纱由掺杂的、随机安排的纤维和用于将这些纤维保持在一起的少量的聚合物粘合剂构成。希望提供具有足够量的粘合剂以便将这些纤维保持在一起的非织造面纱,并且但是该粘合剂量是足够小的以使所产生的面纱多孔并且对于液体和气体、特别是液体树脂是可渗透的。合适的聚合物粘合剂包括聚乙烯醇(PVA)、聚酯、共聚酯、交联的聚酯、苯乙烯丙烯酸、苯氧基和聚氨酯、其组合和共聚物。优选地,粘合剂的量是基于该面纱的总重量按重量计 5% 至 25% 。该非织造面纱是柔性的并且是自支撑的,这是指该非织造面纱不需要支撑载体。此外,该非织造面纱是不附接到另一层纤维上的单层材料。该非织造面纱的纤维可以是短切的或连续的纤维长丝或其组合。用于该非织造面纱的非织造纤维材料可以选自碳、玻璃、金属、石英、其聚合物和共聚物、其混合物(例如碳/玻璃混合物)、以及其组合。用于这些纤维的聚合物材料可以选自:芳族聚酰胺;聚酯;聚酰胺,包括脂肪族聚酰胺、脂环族聚酰胺、和芳香族聚酰胺;聚邻苯二甲酰胺;聚酰胺-酰亚胺;聚芳砜,包括聚醚砜和聚醚醚砜;聚砜;聚苯砜;聚芳醚酮,包括聚醚醚酮和聚醚酮酮;聚苯硫醚;弹性体聚酰胺;聚苯醚;聚氨酯;液晶聚合物(LCP);苯氧基;聚丙烯腈、丙烯酸酯聚合物、以及其共聚物。该面纱的纤维还可以是金属涂覆的。在优选的实施例中,这些非织造条带是由碳纤维构成的。

[0025] 大多数非织造纤维具有在约 $1\mu\text{m}$ 至 $40\mu\text{m}$ 范围内的横截面直径,其中这些纤维的主要部分更优选地是直径在约 $4\mu\text{m}$ 至 $20\mu\text{m}$ 的范围内。

[0026] 在一个实施例中,该织造织物(基于单向纤维束和非织造条带的组合)具有 50gsm 至 400gsm 、优选地 100gsm 至 200gsm 的面积重量。

[0027] 在此描述的混合纺织材料的益处包括:由于非织造面纱的低厚度的这些结构纤维的极低的卷曲;由于这些非织造条带的多孔结构的改进的渗透性;来自增强预成型件或最

终复合层压件的层间区域的非织造条带的改进的断裂行为;在呈连续纺织形式的具有离轴纤维的预成型件的制备期间的改进的铺放效率;潜在改进的操作行为,如果非织造物含有稳定粘合剂并且层压该纺织品。此外,在此披露的织造造物可以以不同构造生产以提供 0° 、 90° 、 $+0^{\circ}$ 或 -0° 纤维取向。

[0028] 制造非织造面纱的方法

[0029] 作为实例,以上讨论的非织造面纱可以通过常规湿铺法产生。在湿铺法中,将湿的短切纤维分散在水浆料中,该水浆料含有一种或多种粘合剂、一种或多种表面活性剂、一种或多种粘度改性剂、一种或多种消泡剂、和/或其他化学试剂。一旦将这些短切纤维引入该浆料中,剧烈搅拌该浆料,这样这些纤维变得分散。将含有这些纤维的浆料沉积到移动滤网上,其中除去相当大一部分的水以形成网。干燥所产生的垫以去除任何残留的水并且固化这种或这些粘合剂。所形成的非织造垫/面纱是以随机取向安排的分散的、单独的纤维长丝的集合。当希望纤维和/或重量的均匀分布时,典型地使用湿铺法。

[0030] 最终的非织造面纱基于干基含有至少约90wt.%的纤维(不包括上浆/粘合剂化学品),例如基于干基约93wt.%至约99wt.%的纤维(不包括上浆/粘合剂)。

[0031] 在制造非织造面纱后但在编织之前可以将额外的粘合剂施用到该非织造面纱上,以改进该面纱的稳定性并且在制造复合零件期间帮助预成型件压制。用于稳定该非织造面纱的合适的粘合剂包括环氧树脂、热塑性聚合物或其组合。用于稳定该非织造面纱的特别合适的粘合剂是在美国专利号8,927,662中披露的聚芳醚热塑性环氧粘合剂,该专利的内容以其全文通过援引方式并入本申请。该粘合剂可以使用常规涂覆技术如干棒涂覆以粉末的形式施用到该面纱上,由此使用辊上辊(roll-over-roll)或辊上刮刀(knife-over-roll)涂布机将干粉末涂覆到离型纸上,并且然后将该粉末转移到该面纱上。另一种用于稳定的合适的粘合剂是在美国公开号2014/0179187中描述的液体粘合剂组合物,该专利的内容以其全文通过援引方式并入本申请。在于2015年6月25日提交的美国专利申请号14/750,327中披露的液体粘合剂也是合适的。作为实例,可以通过浸涂将该液体粘合剂施用到该面纱上。

[0032] 如果使用额外的粘合剂,则在该最终面纱中的粘合剂的总量应该不超过按重量计25%。

[0033] 制造混合的织造织物的方法

[0034] 在此披露的混合的织造织物可以在标准剑杆织机上制造。将这些单向(例如碳)纤维离线伸展到基于FAW要求的适当宽度上。以宽的形式在以上详述的过程中制造该非织造物,并且将其切割成需要的宽度。将所伸展的纤维和非织造条带缠绕在单个的盒子上,并且安装到织机轴上。在经纱方向上需要多个纤维盒以便实现目标纺织品宽度,同时当在该编织过程期间单独完成纬纱插入时,要求单盒的非织造条带。当经纱纤维通过织机供给时,在相反方向上(即,向上或向下)拉动相邻的纤维,并且通过梭口拉动该纬纱非织造条带以便产生编织图案。一旦定位该纬纱非织造条带,释放这些经纱纤维并且在张力下拉动以固结该编织。

[0035] 应用

[0036] 在此披露的混合的织造纺织材料特别适合于形成有待用于RTM方法中的预成型件,因为该纺织材料是多孔的并且相对于在这种RTM方法中使用的液体树脂是可渗透的。为

了形成该预成型件,将纺织材料的多个层铺放到希望的厚度。

[0037] 将希望的是提供具有足以使这些纤维保持希望的形状和位置的但足够小以使所产生的预成型件多孔的粘合剂含量的纤维预成型件,这样在随后的模制过程期间可以将其用基质树脂浸渍。此外,将希望的是提供相对于RTM树脂具有改进的渗透性的单向纤维预成型件以减少注入时间并且改进纤维浸湿。为此,在该预成型件中的粘合剂的量优选地是基于该预成型件的总重量按重量计小于15%。

[0038] 将该预成型件置于关闭的模具中。将该模具加热到预定温度并且将低粘度树脂注入该模具中以便使用树脂灌注该预成型件。然后固化该树脂以形成复合零件。

[0039] 可替代地,可以使用常规的树脂浸渍技术将该混合织造的纺织材料用于形成预浸料。

[0040] 实例

[0041] 图7示出了根据本披露的一个实施例制成的混合面纱-织造织物。使用常规编织方法在平纹编织结构中用非织造碳纤维的条带编织单向碳纤维束(来自Toho Tenax的IMS65)。该碳束具有8mm的宽度并且该非织造碳条带具有16mm的宽度。该非织造碳条带具有8gsm的面积重量,并且涂覆有5gsm的呈粉末形式的Cycom®7720粘合剂(来自氰特工程材料公司(Cytec Engineered Materials))。该织造织物具有110gsm的面积重量。

[0042] 铺放十(10)层的以上描述的混合面纱-织造织物以便形成预成型件。将该预成型件在真空袋下在对流烘箱中加热至130°持续15分钟并且在真空下冷却至25℃以便固结这些层。

[0043] 为了对比,以相同方式使用常规单编织织物(由西克玛公司(Sigmatex Ltd)供应)和干的单向带(由西克玛公司供应)建造两种额外的预成型件。

[0044] 用PRISM®EP2400(来自氰特工程材料公司)灌注一半的该预成型件并且固化。然后使用金刚石尖端冷却锯将所产生的复合层压件切割成附体试片并且在Zwick测试机上根据EN测试方法标准进行测试。将来自这些测试的结果记录在表1中。在表1中,层压件编码DT、UW和VW是指分别用干带、单编织织物和面纱-织造织物形成的固化的复合层压件。

[0045] 使用该预成型件的其他部分来测量平面内渗透性能。在没有任何流动帮助的情况下将该预成型件装袋以确保平面内流动行为。随时间变化监测所灌注的树脂的流动前沿和体积。而且,已知在灌注温度下该树脂的粘度和所达到的纤维体积,可以使用达西定律(Darcy's law)计算该预成型件的渗透性:

$$[0046] \quad K = \frac{X^2 * \eta * FVF}{2 * \Delta p * t}$$

[0047] 其中

[0048] K=渗透性(10^{-x}m²)

[0049] X=灌注长度(m)

[0050] η=树脂粘度(m.Pas)

[0051] FVF=纤维体积分数(%)

[0052] Δp=压差(毫巴)

[0053] t=时间(小时)

[0054] 在图8中说明了结果。根据图8,明显的是UD带由于高度对齐的纤维限制树脂流动穿过该预成型件显示出非常差的平面内渗透性。相比之下,该织造UD显示出更多的卷曲,产生优越的渗透性能。该新颖的面纱-织造构造显示出最高的渗透性能,这是由于包含增强该纺织品内的流动特征的非织造条带同时保持在碳纤维中的高度对齐。

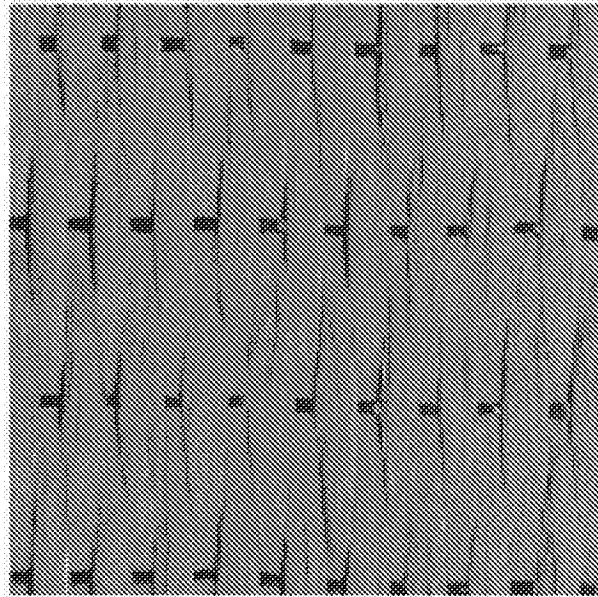
[0055] 该RTM方法将该树脂在平面内方向上由干的纤维预成型件的一个端侧朝向另一个端侧注入。已经发现,在单向纤维的基础织物结构中结合非织造碳纤维改进了渗透性和平面内特性(0°机械性能)。与由干带(DT)和单编织织物(UW)形成的预成型件相比,发现由该混合面纱-织造织物(VW)形成的预成型件的渗透性的显著增加:

[0056] 与单编织织物(UW)相比+56%

[0057] 与干带(DT)相比+782%。

[0058] 表1

层压件 编码	特性		测试方法	特性值
DT	0°拉伸	强度 (MPa)	EN2561 B	3137
		模量 (GPa)		133
	0°压缩	强度 (MPa)	EN2850 B	1199
		模量 (GPa)		116
	渗透性	K _{XY} (mDA)		25
UW	0°拉伸	强度 (MPa)	EN2561 B	2413
		模量 (GPa)		130
	0°压缩	强度 (MPa)	EN2850 B	812
		模量 (GPa)		96
	渗透性	K _{XY} (mDA)		195
VW	0°拉伸	强度 (MPa)	EN2561 B	3018
		模量 (GPa)		127
	0°压缩	强度 (MPa)	EN2850 B	1290
		模量 (GPa)		106
	渗透性	K _{XY} (mDA)		286



单编织架构

图1

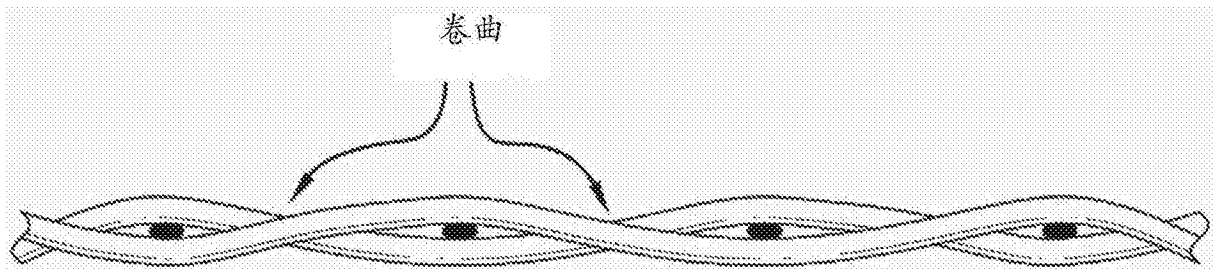


图2

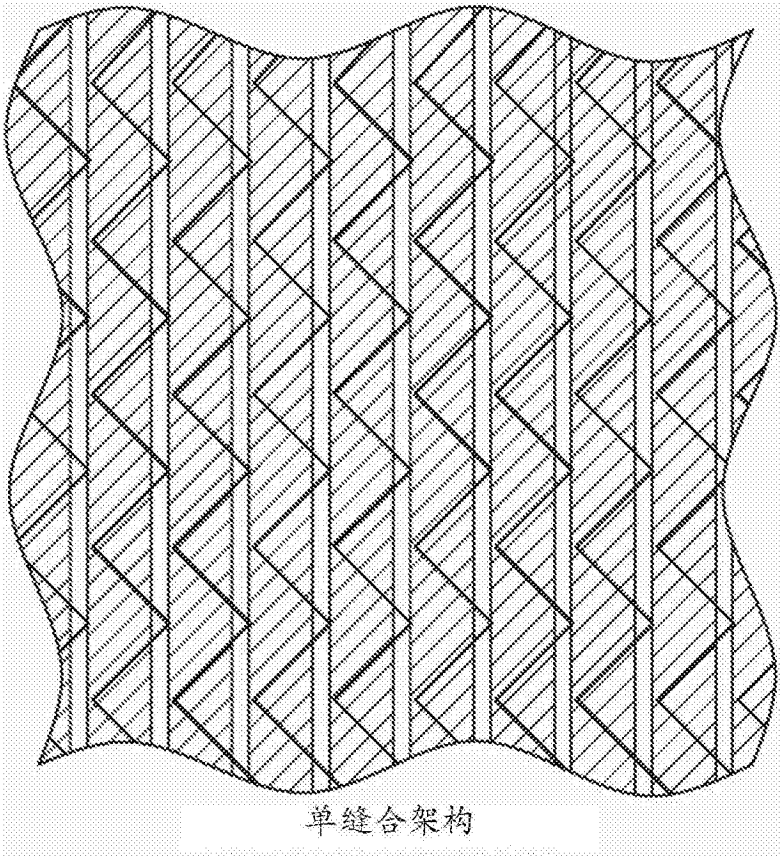


图3

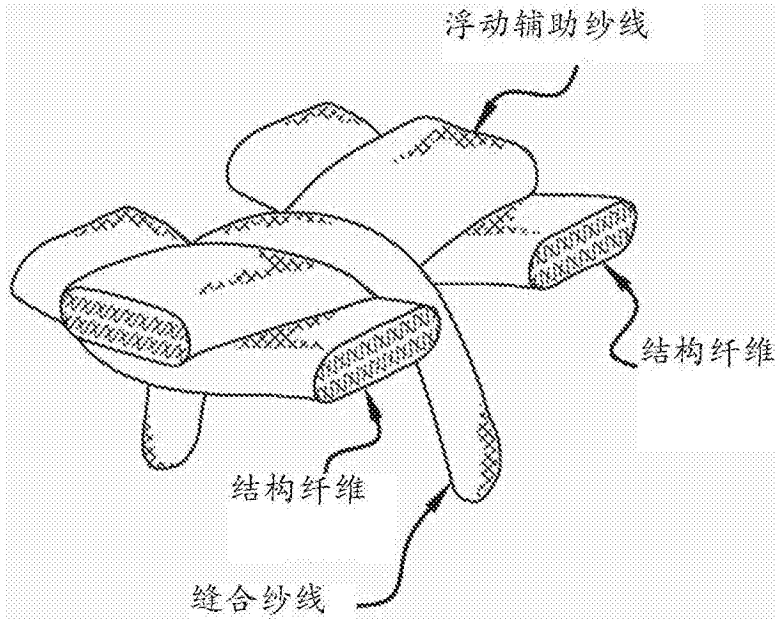


图4

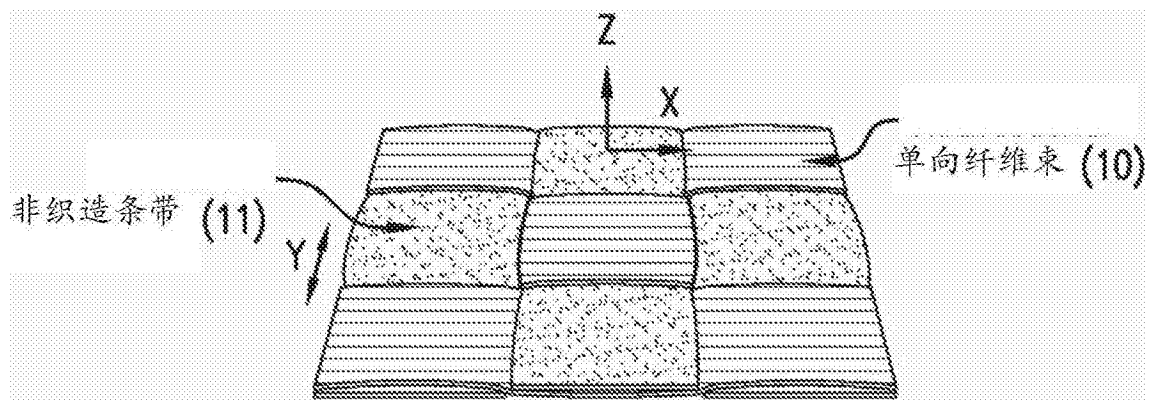


图5

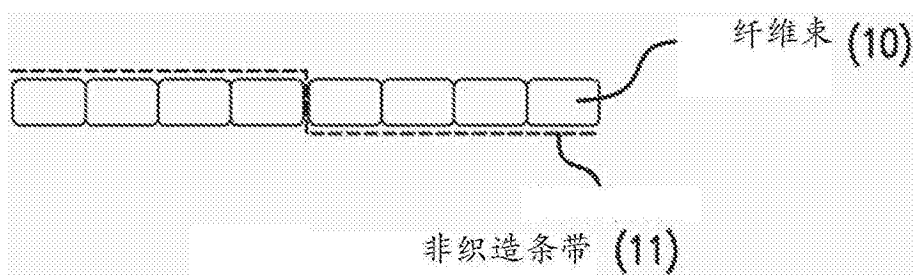


图6

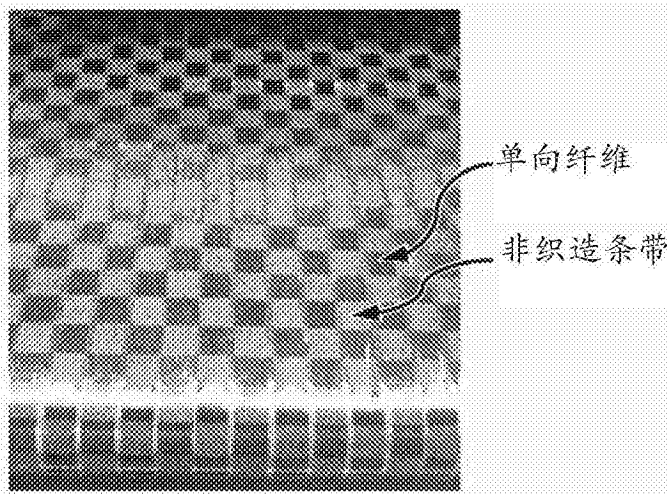


图7

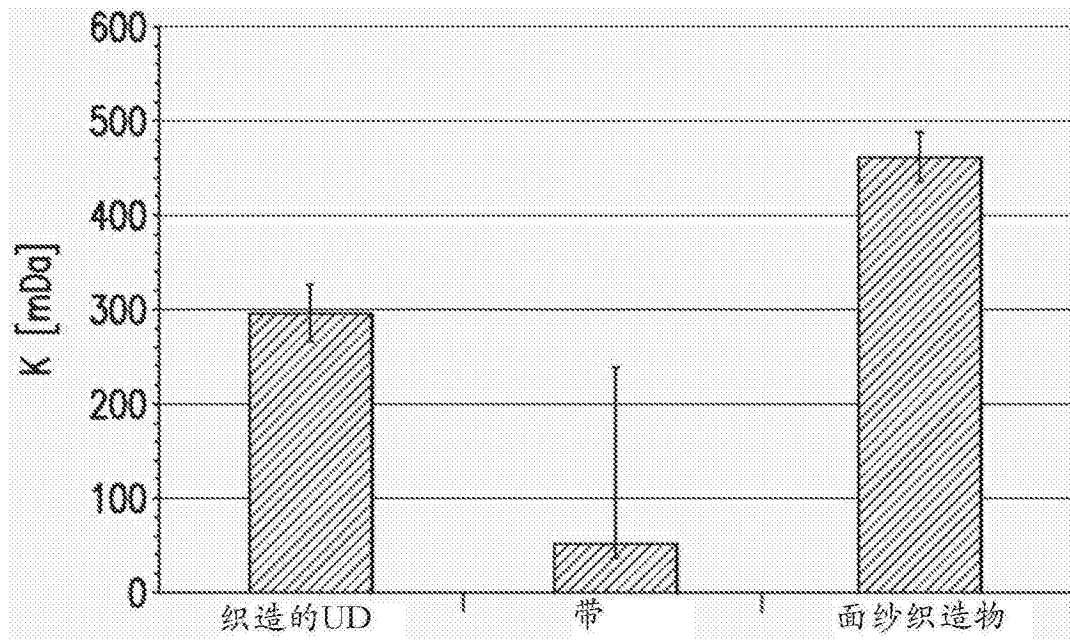


图8