



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102046865 B

(45) 授权公告日 2013. 06. 05

(21) 申请号 200980119647. 3

B29C 70/24 (2006. 01)

(22) 申请日 2009. 03. 30

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

US 20020192540 A1, 2002. 12. 19, 说明书第
26 — 29 段, 附图 5 — 6.

12/059, 060 2008. 03. 31 US

US 20030056847 A1, 2003. 03. 27, 说明书第
22 — 27 段, 附图 1 — 2.

(85) PCT 申请进入国家阶段日

US 20020192540 A1, 2002. 12. 19, 说明书第
26 — 29 段, 附图 5 — 6.

2010. 11. 29

CN 1413815 A, 2003. 04. 30, 全文.

(86) PCT 申请的申请数据

CN 1671539 A, 2005. 09. 21, 全文.

PCT/US2009/038761 2009. 03. 30

WO 2006136755 A1, 2006. 12. 28, 全文.

(87) PCT 申请的公布数据

CN 101087909 A, 2007. 12. 12, 全文.

W02009/123960 EN 2009. 10. 08

审查员 许怀远

(73) 专利权人 阿尔巴尼复合物工程股份有限公司

地址 美国新罕布什尔州

(72) 发明人 乔纳森·戈林 肯尼思·韦莱特

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理
有限公司 11112

代理人 宋丹氢 张天舒

(51) Int. Cl.

D03D 25/00 (2006. 01)

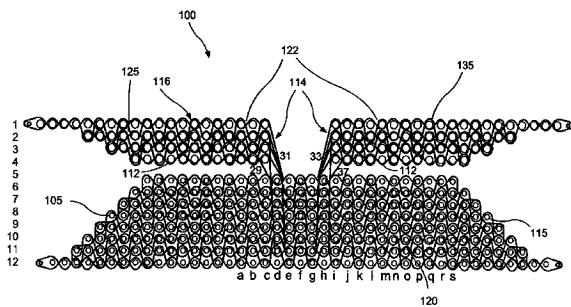
权利要求书3页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

用于派形预型件的改进纤维结构

(57) 摘要

本发明披露了一种用于加强复合材料的织造预型件, 这种织造预型件可以平织然后折叠成形。该预型件具有三维织纹结构, 用填充纤维(114)织造, 从而提供经向纤维(116)层的层-层互锁、以及各层内的纤维互锁。至少两个腿(125;135)自基底(120)伸出, 基底(120)和腿(125;135)各自具有至少两层经向纤维。腿(125;135)可以在对称或非对称分布的纵列交点处与位于腿之间的偶数个或奇数个经向纤维纵列相连接。基底和/或腿的外端优选具有楔形, 通过以阶状图案终止经向纤维的各层而形成楔形。



1. 一种形成织造预型件的方法,所述方法包括以下步骤:

(a) 设置多个相邻层,各层具有多根经向纤维,所述经向纤维大体互相平行,并形成大体竖向纵列;以及

(b) 将多根填充纤维与经向纤维层进行织造,从而,形成基底和自所述基底伸出的两个腿,所述基底和各腿由至少两层经向纤维形成,所述基底具有第一边缘和第二边缘,各腿具有内端和外端,

其中,各填充纤维织造为,使得所述填充纤维的起点在所述基底的第一边缘处,然后,延伸穿过所述基底的中部,然后离开所述基底的层,并在返回延伸进入并穿过所述基底中部之前延伸进入与所述基底的所述第二边缘邻近的一个腿的层,以及,然后伸出进入与所述基底的所述第一边缘邻近的另一腿的层,然后,离开该腿的层,并返回延伸进入并穿过所述基底的所述中部的层,从而延伸至所述基底的所述第二边缘,以及

其中,所述填充纤维使所述基底的多个层互锁,使各腿的多个层互锁,以及使各层内的所述经向纤维互锁。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述经向纤维的纵列包括经向纤维中央纵列,所述中央纵列位于将一个腿和所述基底连接起来的填充纤维与将另一腿和所述基底连接起来的填充纤维之间,所述中央纵列包括奇数个纵列,并允许关于织纹结构对称中心面的大致镜像织造图案。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述经向纤维的纵列包括经向纤维中央纵列,所述中央纵列位于将一个腿和所述基底连接起来的填充纤维与将另一腿和所述基底连接起来的填充纤维之间,所述中央纵列包括偶数个纵列,并允许关于织纹结构中心面的大致非对称织造图案。

4. 根据权利要求 2 或权利要求 3 所述的方法,其中,所述经向纤维纵列包括经向纤维隔离纵列,所述隔离纵列与所述中央纵列的横向相对侧相邻,各隔离纵列将所述填充纤维的多个部分分成两组,一组自中央纵列与相邻的隔离纵列之间延伸至所述基底与所述腿之间,另一组自所述隔离纵列与所述隔离纵列横向外侧的纵列之间延伸。

5. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述基底比各腿具有更多的层,或各腿比所述基底具有更多的层。

6. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述基底和 / 或所述腿的边缘形成为楔形。

7. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述腿与所述基底成一定角度。

8. 一种三维预型件织纹结构,包括:

多个相邻的层,各层具有多根经向纤维,所述经向纤维大体互相平行,并且形成大体竖向纵列;以及

多根填充纤维,其织在经向纤维层之中,从而,形成基底和自所述基底延伸的两个腿,所述基底和各腿由至少两层经向纤维形成,所述基底具有第一边缘和第二边缘,各腿具有内端和外端,

其中,各填充纤维的起点在所述基底的第一边缘处,然后延伸穿过所述基底的中部,然后离开所述基底的层,并在返回延伸进入并穿过所述基底中部之前延伸进入与所述基底的所述第二边缘邻近的一个腿的层,以及,然后伸出进入与所述基底的所述第一边缘邻近的另一腿的层,然后离开该腿的层,并返回延伸进入并穿过所述基底的所述中部的层,以延伸

至所述基底的所述第二边缘，以及

所述填充纤维使所述基底的多个层互锁，使各腿的多个层互锁，以及使各层内的所述经向纤维互锁。

9. 根据权利要求 8 所述的织纹结构，其中，所述经向纤维的纵列包括经向纤维中央纵列，所述中央纵列位于将一个腿和所述基底连接起来的填充纤维与将另一腿和所述基底连接起来的填充纤维之间，所述中央纵列包括奇数个纵列，并允许关于织纹结构对称中心面的大致镜像织造图案。

10. 根据权利要求 8 所述的织纹结构，其中，所述经向纤维的纵列包括经向纤维中央纵列，所述中央纵列位于将一个腿和所述基底连接起来的填充纤维与将另一腿和所述基底连接起来的填充纤维之间，所述中央纵列包括偶数个纵列，并允许关于织纹结构中心面的大致非对称织造图案。

11. 根据权利要求 9 或权利要求 10 所述的织纹结构，其中，所述经向纤维纵列包括经向纤维隔离纵列，所述隔离纵列与所述中央纵列的横向相对侧相邻，各隔离纵列将所述填充纤维的多个部分分成两组，一组自中央纵列与相邻的隔离纵列之间延伸至所述基底与所述腿之间，另一组自所述隔离纵列与所述隔离纵列横向外侧的纵列之间延伸。

12. 根据权利要求 8 所述的织纹结构，其中，所述基底比各腿具有更多的层，或各腿比所述基底具有更多的层。

13. 根据权利要求 8 所述的织纹结构，其中，所述基底和 / 或所述腿的边缘是楔形。

14. 根据权利要求 8 所述的织纹结构，其中，所述腿与所述基底成一定角度。

15. 一种形成织造预型件的方法，所述方法包括以下步骤：

(a) 设置至少一对相邻的经向纤维基底层用于形成基底，所述经向纤维大体互相平行，并且大体排列成纵列；

(b) 设置至少两层相邻的经向纤维腿层用于形成一对腿，所述经向纤维大体互相平行，并且大体排列成纵列；

(c) 在所述基底层与所述腿层间织造至少一根填充纤维，用于使各基底层的经向纤维彼此互锁，并使所述腿层的经向纤维彼此互锁，借助于所述填充纤维中在各腿与所述基底之间延伸的部分，在交点处使所述腿与所述基底相连接，两组填充纤维部分将各腿与所述基底连接，

其中，各填充纤维的起点在所述基底的第一边缘处，然后延伸穿过所述基底的中部，然后离开所述基底的层，并在返回延伸进入并穿过所述基底中部之前延伸进入与所述基底的所述第二边缘邻近的一个腿的层，以及，然后伸出进入与所述基底的所述第一边缘邻近的另一腿的层，然后离开该腿的层，并返回延伸进入并穿过所述基底的所述中部的层，以延伸至所述基底的所述第二边缘；

(d) 于所述腿与所述基底的交点之间，在所述基底中织造偶数个或奇数个经向纤维中央纵列；以及

(e) 设置与所述中央纵列相邻的隔离纵列，用于各腿的填充纤维部分组之一与相邻于对应隔离纵列一侧的基底相交，在对应隔离纵列的相对侧，用于各腿的填充纤维部分组中的另一个与基底相交。

16. 根据权利要求 15 所述的方法，其中，所述基底比各腿具有更多层的经向纤维，或各

腿比所述基底具有更多层的经向纤维。

17. 根据权利要求 15 所述的方法, 其中, 所述腿与所述基底成一定角度。

18. 一种织造预型件, 包括 :

基底, 其具有中央部分和两个横向边缘;

至少两个腿, 其自所述基底的一个表面伸出,

其中, 所述预型件织有三维织造图案, 所述基底和各腿由至少两层经向纤维形成, 所述经向纤维大体排列成纵列, 至少一根填充纤维织在所述经向纤维间, 用于使所述基底的经向纤维彼此互锁, 并使所述腿的经向纤维彼此互锁, 借助于所述填充纤维中在各腿与所述基底之间延伸的部分, 使所述腿在交点处与所述基底相连接, 两组填充纤维部分将各腿与所述基底连接;

所述基底中偶数个或奇数个经向纤维中央纵列位于所述腿与所述基底的交点之间; 以及,

隔离纵列相邻于所述中央纵列布置, 用于各腿的部分组之一与相邻于对应隔离纵列一侧的基底相交, 在对应隔离纵列的相对侧, 用于各腿的组中的另一个与基底相交,

其中, 各填充纤维的起点在所述基底的第一边缘处, 然后延伸穿过所述基底的中部, 然后离开所述基底的层, 并在返回延伸进入并穿过所述基底中部之前延伸进入与所述基底的所述第二边缘邻近的一个腿的层, 以及, 然后伸出进入与所述基底的所述第一边缘邻近的另一腿的层, 然后离开该腿的层, 并返回延伸进入并穿过所述基底的所述中部的层, 以延伸至所述基底的所述第二边缘。

19. 根据权利要求 18 所述的织造预型件, 其中, 所述基底比各腿具有更多层的经向纤维, 或各腿比所述基底具有更多层的经向纤维。

20. 根据权利要求 18 所述的织造预型件, 其中, 所述腿与所述基底成一定角度。

21. 根据权利要求 1 或权利要求 15 所述的方法, 其中, 所述腿在长度上相等或者不等。

22. 根据权利要求 8 所述的织纹结构, 其中, 所述腿在长度上相等或不等。

23. 根据权利要求 18 所述的织造预型件, 其中, 所述至少两个腿在长度上相等或不等。

用于派形预型件的改进纤维结构

[0001] 发明背景

技术领域

[0002] 本发明总体涉及织造预型件，特别涉及在加强复合材料中使用的织造预型件，这种织造预型件可以平织然后折叠成其最终形状，而不会在预型件中产生不想要的线圈。

[0003] 参考引用

[0004] 文中针对产品所提及的所有专利、专利申请、文档、引文、厂家使用说明、说明书、产品技术规格、以及产品图表，在此以引用的方式并入本文，并且可以在本发明的实践中采用。

现有技术

[0005] 当前，广泛使用加强复合材料来生产结构组件，特别在期望结构组件具有重量轻、牢固、坚韧、耐热、自支撑并且适于形成及成形这些特性的应用中。这些组件用在例如航空、航天、卫星、娱乐（如赛艇、赛车中）以及其他应用中。

[0006] 通常这种组件由嵌置在基质材料中的加强材料组成。加强组件可以由诸如玻璃、碳、陶瓷、芳族聚酰胺、聚乙烯和 / 或其他材料制成，这些材料表现出期望的物理性能、热性能、化学性能和 / 或其他性能，其中首要性能是高强度，以抵抗应力失效 (stress failure)。通过使用这种加强材料（其最终成为成品组件的构成部件），将加强材料的期望特性如极高的强度，赋予成品复合组件。通常可以将组分加强材料机织、针织成期望结构和形状，或者使其取向成期望结构和形状，用于加强预型件。通常会特别注意保证所选组分加强材料的性能能够得到最佳利用。通常将这种加强预型件与基质材料结合，从而，形成期望的成品组件，或者制成备料用于最终制成成品组件。

[0007] 在构造出期望的加强预型件之后，可以导入基质材料使其进入预型件，从而，典型地，加强预型件埋在基质材料中，以及，基质材料充满加强预型件构成部件之间的空隙区域。基质材料可以是广泛多样材料中的任意材料，诸如环氧树脂、聚酯、乙烯基酯、陶瓷、碳和 / 或其他材料，这些材料也表现出期望的物理性能、热性能、化学性能和 / 或其他性能。选择用作基质的材料与加强预型件的材料可以相同也可以不同，并且，可以具有或者不具有相当的物理性能、热性能、化学性能和 / 或其他性能。然而，通常，用作基质的材料与加强预型件的材料不是相同的材料，也不具有相当的物理性能、热性能、化学性能和 / 或其他性能，这是因为在使用复合材料时通常首要目的是在成品中获得性能的组合，而这种性能组合无法通过单独使用一种组分材料获得。这样组合后，然后，通过热固或其他已知方法，加强预型件和基质材料可以在相同操作中固化和稳定化，然后进行生产期望组件的其他操作。在这一点上应当注意到，在这样固化之后，基质材料中的硬化团块通常非常牢固地粘附于加强材料（也就是，加强预型件）。结果，特别地，经由成品组件中位于纤维之间作为粘合剂的基质材料，成品组件上的应力可以有效地传递至加强预型件的组分材料，并由其承受。

[0008] 通常，期望生产出的组件结构不是简单几何形状，诸如原有的板状、片状、长方体、

立方体的简单几何形状。做到这一点的一种方法是,将这种基本几何形状组合成期望的更复杂的形式。通过将如上述方式制成的加强预型件相对彼此以一定角度(通常为直角)结合,形成一种这样的典型组合。经结合加强预型件的这种角形布置的通常目的是产生期望形状,以形成包括一个或更多个端壁或者例如“T”形交叉的加强预型件,或者,以加固所得到的加强预型件与复合结构的组合,在暴露于外力诸如压力或张力时,这种加固能够抵抗此时产生的偏斜或失效。在任何情况下,相似的考虑是使构成组件之间的各接合处尽可能牢固。加强预型件组分本身具有期望的极高强度时,接合处的薄弱实际上成为结构“链”中的“薄弱环节”。

[0009] 美国专利 No. 6,103,337 中提出了交叉构造的示例,其披露内容在此以引用方式并入本文。该篇引文提出了将两个加强板结合到一起成为 T 形的有效措施。

[0010] 为了形成这种接合,过去已经提出了多种其他建议方式。有的建议彼此独立地形成并硬化板件和角形加劲件 (angled stiffening),角形加劲件具有单个的板接触面,或者在其一端分为两部分以形成两个分叉且共面的板接触面。然后,使用热固性粘合剂或其他粘合剂材料,通过粘附方式粘接,使加劲件的一个或多个板接触面与其他组件的接触面相结合,从而将两个部件连接起来。然而,当张力施加于复合结构的硬化板或表皮时,由于连接的有效强度是基质材料的有效强度而非粘合剂的有效强度,很低的负荷就会导致“剥离”力,此“剥离”力使加劲件与板件在其界面处分离。

[0011] 在这些组件的界面处无法使用金属螺钉或铆钉,因为这种附加物至少局部破坏并弱化了复合结构体自身的完整性,增加了重量,并且带来这些部件与周围材料之间的热膨胀系数差异。

[0012] 解决这一问题的其他方法基于穿过结合区域引入高强度纤维的概念,通过使用诸如将一种组件缝合到另一种组件上的方法,依赖于缝合线引入这种加强纤维并使其穿过接合点所在位置。美国专利 No. 4,331,495 以及其方法分案美国专利 No. 4,256,790 示出了这样一种方法。这些专利披露的接合点位于由粘合方式粘合的纤维层所制成的第一复合板与第二复合板之间。按现有技术方式,使第一板在一端分叉,从而形成两个分叉且共面的板接触面,通过使未固化的挠性复合线穿过两板进行缝合,使第一板的板接触面与第二板相结合。然后,使板和线“共固化”,也就是,同时固化。美国专利 No. 5,429,853 中提出了改进结合强度的另一方法。

[0013] 尽管现有技术努力改进加强复合材料的结构整体性并取得了成功,特别是在美国专利 No. 6,103,337 中,然而,仍然希望对其进行改进,或者,通过粘合剂或机械联接之外的其他方法来解决该问题。考虑到这一点,可通过专用机器生产织造三维 (“3D”) 结构体。然而,所涉及的花费相当可观,而且,需要针对单一结构体提供织机,通常这是很难接受的。不考虑这一事实的话,可以加工成纤维加强复合组件的 3D 预型件仍是可取的,因为相对于常规的二维层合复合材料,3D 预型件提供了增强的强度。在要求复合材料承载面外负荷的应用中,这些预型件尤其有用。然而,以上所讨论的现有技术预型件,其承受较高的面外负荷的能力、在自动织机加工中织造的能力、以及改变预型件各部分厚度的能力有限。预型件织造的织造结构和自动化操作仍处于其初期阶段,技术还不够成熟,相比于常规的层合复合材料、纤维缠绕复合材料、或编织复合材料,目前预型件织造结构和自动化操作提供的优势不够突出,这些限制了预型件的广泛应用。

[0014] 另一方法是织造二维 (“2D”) 结构体并将其折叠成 3D 形状。然而，这通常导致折叠预型件时有一些部分扭曲。因为织造纤维的长度与折叠预型件时纤维应有长度不同，出现此扭曲。在织造纤维长度过短的区域中这会导致浅凹和起伏，而在纤维长度过长的区域中则导致弯曲。美国专利 No. 6,874,543 中披露了一种 3D 预型件织纹结构的示例，在预型件的折叠区域中这种织纹结构会引起起伏或线圈，该专利的全部内容在此以引用的方式并入本文。因为使用了所谓的“半纬 (half-picks)”，’543 专利中所披露的织纹结构难以织造。半纬是指在预型件宽度上行进少于半程的纬纱 (或填充) 纤维 (或纱线)。当由织梭插入此纬时，将大于预型件一半宽度的一段纤维连续地拉离线筒。此过量纤维在此纬上没有织进预型件，以及，当插入下一纬 (也是半纬) 时，就有太多的纤维过剩，并在派 (P_i, π) 形腿之间形成线圈。这种效果示意性地示于图 2 中。

[0015] 预型件 10 具有基底 20、两个边缘 5 和 15、以及自基底 20 伸出的两个腿 25、35，各腿 25、35 具有内表面 22 和外表面 102。结构体中各填充纤维 14 的起点在基底 20 的第一边缘 5 处，然后延伸至基底 20 的第二边缘 15，然后朝基底 20 的中部向回延伸，然后离开基底 20 的层，并在延伸进入一个腿 35 的层之前，延伸进入另一个腿 25 的层。从图中可以看到，随着织梭穿过预型件 10，将过量的纤维 14 拉离线筒，以及，纬纱并没有织进预型件 20 中带有半纬的这一侧。所以，当织梭向回穿过预型件 20 时，留下线圈 30。填充纤维 14 之后离开腿 25、35 的层，向回延伸进入基底 20 的层，回到基底 20 的第一边缘 5。图 3 更具体地说明了这些半纬的使用，其中可以看到，设计使用了 5 个织梭运作用于一个完整纬线序列：4 个半纬和 1 个全纬。如上所述，这类织梭运作不仅降低了织机上的生产率，而且织造纤维长度过长的区域中导致了线圈和波纹。这些扭曲导致不希望出现的表面异常，并降低了预型件的强度和刚度 (stiffness)。

[0016] 据此，对于 3D 预型件而言，存在这样一种需求，其可以提供一种生产 3D 预型件和 / 或加强复合结构体的替代方法和 / 或改进方法，而不在结构体中形成线圈或波纹。

发明内容

[0017] 所以，本发明的主要目的是，提供一种改进质量的 3D 预型件，而结构体中没有线圈或波纹 (起伏)。

[0018] 本发明的另一目的是提供一种 3D 预型件，其设计是对现有预型件和 / 或当前可得到的加强复合结构体的替代品和 / 或改进。

[0019] 本发明的又一目的是提供一种生产具有更高质量的 3D 预型件的新颖方法，这种方法消除了线圈形成，并通过用三次织梭运作取代五次织梭运作，减少了织造时间，从而在更短时间内提供更好的预型件。

[0020] 本发明的又一目的是提供这样一种 3D 预型件，其可以折叠成形，而构成此预型件的纤维没有扭曲。

[0021] 本发明的又一目的是提供一种 3D 预型件，特别可用于形成派形加强复合材料。

[0022] 这些和其他的目的及优点可以通过本发明提供的 3D 织造预型件实现，这种 3D 织造预型件可以平织，然后在浸渍树脂之前折叠成为其最终形状，而不会在纤维中产生不想要的扭曲。通过下述方式达到该目的，在织造期间调整纤维的长度，使得预型件折叠成形时纤维长度相等，在折叠处提供平滑转换。尽管特别适用于派形织造预型件，这种技术也可以

应用于多种形状。此外，尽管参考织造预型件进行讨论，但本领域技术人员易于理解，这种技术可应用于非织造例如编织或缝编的预型件。

[0023] 据此，本发明的一种实施例是一种预型件，其用于具有三维织纹结构的机械或结构连结，用填充纤维进行织造，从而提供经向纤维层的层-层互锁以及各层内的纤维互锁。织造预型件通过定向的纤维转移面外负荷，从而使层间张力减至最小。本预型件具有基底和至少两个自基底伸出的腿，基底和腿各自具有至少两层经向纤维。

[0024] 填充纤维按照织造序列前进，织造序列携载填充纤维穿过基底的一部分，然后进入腿，并最终穿过基底的相对部分。腿可以在对称分布纵列交点处与位于腿之间的奇数个经向纤维纵列相连接。然而，预型件也可以具有非对称结构，具有相等或不等的腿长度。预型件还可以在腿之间具有偶数个经向纤维纵列，以及，腿可以与基底垂直或非垂直或成一定角度。基底和/或腿的外端优选具有楔形，通过以阶状图案终止经向纤维层，形成楔形。

[0025] 本发明的另一实施例是一种用在加强复合材料中的预型件的形成方法。该预型件形成为具有三维织纹结构，用填充纤维进行织造，从而提供经向纤维层的层-层互锁以及各层内的纤维互锁。织造预型件通过定向纤维转移面外荷载，从而使层间张力减至最小。预型件具有基底和至少两个自基底伸出的腿，基底和腿各自具有至少两层经向纤维。填充纤维按照织造序列前进，织造序列带着填充纤维穿过基底的一部分，然后进入腿，并最终穿过基底的相对部分。腿可以在对称或非对称分布纵列交点处与位于腿之间的偶数个或奇数个经向纤维纵列相连接。腿可以与基底垂直或非垂直或成一定角度。

[0026] 为了更好地理解本发明、其操作优点、以及通过使用本发明获得的特定目的，请参照所附说明内容，其中示出了本发明优选的非限制性的实施例。

[0027] 本文中术语“包含的”和“包含”可以指“包括的”、“包括”，或者可以具有美国专利法中通常赋予术语“包含的”或“包含”的含义。如果在权利要求中使用，术语“主要由……构成的”或“主要由……构成”具有它们归于美国专利法中的含义。下文描述本发明的其他方面，或者，通过下文描述，本发明的其他方面（在本发明的范围内）将更为明了。

附图说明

[0028] 附图用来提供对本发明的进一步理解，附图并入说明书中，并且构成说明书的一部分。本文给出的附图图示本发明的不同实施例，并与说明书一起来说明本发明的原理。附图中：

[0029] 图1是根据本发明一个实施例的派形预型件的剖视图，预型件的腿处于竖立位置，而凸缘在两侧；

[0030] 图2是现有技术派形预型件的示意性端视图，说明由于半纬所致的线圈形成；

[0031] 图3是现有技术派形预型件的示意性端视图，说明半纬的形成以及预型件中的纤维结构；

[0032] 图4是根据本发明一个实施例的派形预型件的示意性端视图，说明全纬的形成以及预型件中的纤维结构；

[0033] 图5(a)和图5(b)分别是图示根据本发明的预型件和现有技术中所披露预型件的照片；以及

[0034] 图 6 是根据本发明一个实施例的派形预型件的示意性端视图,说明在其中的纤维结构。

具体实施方式

[0035] 图 1、图 4、图 5(a) 和图 6 图示三维预型件 100 的优选实施例。将一根或多根填充纤维 114 按一定图案穿过多根经向纤维 116 织造,形成预型件 100,经向纤维 116 垂直于图案的平面延伸。在图 4 和图 6 中,图示了形成派形预型件 100 所使用的完整图案,其中填充纤维 114 示于页面上,而经向纤维 116 示为与页面垂直。尽管实际织成成品预型件 100 时纤维 114、116 压紧在一起,但在结构的示意图中纤维 114、116 示为彼此相隔开。

[0036] 现在看图 4,预型件 100 中的所有经向纤维 116 大体互相平行,沿经向纤维 116 的纵向长度稍有起伏,并且经向纤维 116 排列成大体上竖向纵列。预型件 100 优选由用于典型复合结构体的材料例如玻璃纤维和碳纤维织造而成,并且织成具有基底 120 以及自基底 120 伸出的至少两个腿 125、135,形成派(π)状外形。腿 125、135 可以与基底 120 垂直、或非垂直、或成一定角度。基底 120 和腿 125、135 各自包含至少两层经向纤维 116,并且示为具有可选的楔形边缘。尽管腿 125、135 在使用时处于直立位置,形成 U 形夹,例如如图 1 所示,为了易于织造,在织造时预型件 100 中的腿 125、135 紧靠并覆盖基底 120。基底 120 示为具有 8 层经向纤维 116,腿 125、135 示为具有 4 层经向纤维 116。

[0037] 可选地,如图所示,基底 120 中经向纤维 116 的横截面面积小于腿 125、135 中经向纤维 116 的横截面面积。通过仅在基底 120 中而在腿 125、135 中使用较细的经向纤维 116,减少在织机上织造结构所需时间,同时,通过经向纤维 116 的大量互锁,仍可在预型件 100 中提供更牢固的基底 120。

[0038] 回到图 4,预型件 100 的织造图案从基底 120 的一端 105(其示于基底 120 的左侧)开始。在织造序列的典型部分中,在每次向右侧行进期间,填充纤维 114 在一层经向纤维 116 的上方和下方交替,使该层的经向纤维 116 互锁。此外,在织造序列的典型部分中,在每次向左侧行进期间,填充纤维 114 在两个相邻层的经向纤维 116 的上方和下方交替,使各层彼此互锁。如图中所示以及下文所述,织造序列中位于预型件 100 边缘处和外表面处的部分,包括腿 125、135 内,可以与一般陈述不同。

[0039] 如图 4 所示,一般织造序列在位置 A 处以填充纤维 114 开始,填充纤维 114 朝基底 120 的中央延伸,然后在位置 B1 处进入一个腿 135 的外侧 112。填充纤维 114 然后延伸至腿 135 最右端处的位置 C。从位置 C 开始,填充纤维 114 沿相同路线朝基底中央向回织,从基底中央那点开始,填充纤维 114 向下延伸进入基底 120,并返回进入另一腿 125 的外侧 112,到达腿 125 最左端处的位置 D。然后,填充纤维 114 沿相同路线朝基底 120 中央向回织,并在位置 B2 处返回延伸进基底 120,穿过位于腿 125、135 之间的经向纤维 116 中央纵列,然后,在返回进入基底 120 位置 E 处,并到达基底 120 另一端 115 处的位置 F。这形成了填充纤维 114 的完整织造序列,其基本上将 4 个半纬结合在一起,从而形成 3 个全纬,如图 4 所示。以阶状图案终止经向纤维 116 的层,在基底 120 和腿 125、135 上形成楔形边缘,诸如在基底 120 左横向边缘上的楔面 124 和腿 135 上的楔面 126。

[0040] 为了完成一个单元或纵向部分,对经向纤维 116 的相邻层重复进行填充纤维 114 穿经预型件 100,直至所有层都互锁。重复填充图案,从而形成相邻的纵向部分,产生预型件

的连续长度。

[0041] 图 6 特别示出在派形预型件 100 中用于形成腿 125、135 和基底 120 的织造图案。基底 120 示为具有 8 层经向纤维 116，腿 125、135 示为具有 4 层经向纤维 116，但是该图案可以更改成在基底 120 和腿 125、135 中有更多层或更少层经向纤维。换而言之，基底 120 的层可以比各腿 125、135 的层多，或反之亦然。织造图案提供层内经向纤维 116 的互锁、以及经向纤维层之间的互锁。通过使填充纤维 114 的一部分行进越过第一纵列第一层中的经向纤维 116 上方，以及穿过相邻第二纵列的相邻第二层（第二层在第一层之下）中的经向纤维下方，使相邻层互锁。腿 125、135 织在水平覆盖位置中，如图所示，同时织造图案。在安装时，各腿 125、135 移动至直立位置，各腿 125、135 直立向上时的宽度包含 4 层。

[0042] 预型件 100 改进了现有织造预型件，其提供的基底 120 与腿 125、135 的交点具有高度对称分布。基底 120 具有 3 个经向纤维中央纵列以及 2 个经向纤维隔离纵列，经向纤维隔离纵列是中央纵列任一横向侧的相邻纵列。使用奇数个中央纵列，能够允许在中央平面（其将中央纵列对称二等分）的任一横向侧织造形成近似镜像，改进了基底 120 内负荷分配的对称性。尽管示为具有 3 个中央纵列，预型件 100 的优选实施例也可以具有任意奇数个中央纵列，中央纵列的数量决定腿 125、135 处于直立位置时所形成 U 形夹的规定宽度。腿 125、135 可以与基底 120 垂直、或非垂直、或成一定角度。

[0043] 为了将来自腿 125、135 的负荷，诸如来自粘合在直立腿 125、135 之间部件（未示出）的负荷，对称引入基底 120，将填充纤维 114 中连接腿 125、135 的部分分成相等或大致相等数量纤维部分的组。在一个隔离纵列与中央纵列之间、或在一个隔离纵列和与该隔离纵列相邻的其余横向左侧或右侧纵列之间，各组与基底 120 相交。例如，如图 6 所示，组 29 在腿 125 的层 2 和层 4 与基底 120 之间延伸，在纵列 c 与纵列 d 之间与基底 120 相交。类似地，组 31 在纵列 d 与纵列 e 之间与基底 120 相交，组 33 在纵列 g 与纵列 h 之间与基底 120 相交，而组 37 在纵列 h 与纵列 i 之间与基底 120 相交。这里应当注意到，尽管本图示出对称几何形状，但本发明的方法也可以在制造非对称构造中使用。

[0044] 尽管图中示出中央纵列 27 位于预型件 100 大致中央处的优选部位，但中央纵列 27 也可以包括横向远离预型件 100 中央的经向纤维 116 纵列。例如，纵列 b、c 和 d 可以构成中央纵列，而纵列 a 和 e 可以作为隔离纵列。这使腿 125、135 朝基底 120 的外缘偏离，然而，基底 120 在纵列 b、c 和 d 附近的织纹仍可提供对称性，以及，使来自腿 125、135 的负荷对称分布进入基底 120。通过以短于先前层长度的方式终止后续层的经向纤维，在预型件的外缘上形成斜面，诸如斜面 124 和斜面 126。例如，图 6 示出层 5 终止在纵列 s 处，而层 6 终止在纵列 t 处，层 5 比层 6 短一根经向纤维 116。类似地，层 6 比层 7 短，以及，各相邻的下层重复此图案。与经向纤维层全部以相同长度终止的预型件相比，在基底或直立腿中具有楔形边缘的预型件对剥离负荷具有更好的抵抗性。另外，经向楔面纤维使用较小纤维尺寸，使预型件能够更平滑地逐步过渡到与之相结合的复合层合体。图 6 中的织造图案用于基底 120 的 8 层经向纤维 116。

[0045] 完成的织造派形预型件 100 示于图 1 中，其中腿 125、135 处于竖向位置，在腿 125、135 之间形成 U 形夹。然而，腿 125、135 也可以与基底 120 垂直或非垂直或成一定角度。通过重复完整织造序列，沿预型件 100 纵向长度形成相邻的竖向部分，织造预型件 100。织造加工得到长度连续的预型件 100，然后，将其切成期望长度用于安装。图 5(a) 和图 5(b) 中

分别示出，根据本发明形成的预型件示例，以及，与之形成比较的在直立腿间带有线圈的现有设计预型件。

[0046] 通常，将一类纤维例如碳（石墨）纤维用于经向纤维和填充纤维二者，来织造预型件。然而，预型件也可以为混合织造图案，其利用的纤维由多种材料诸如碳纤维和玻璃纤维制成。这些图案得到具有更高韧性、更低成本和更优化热膨胀性能的预型件。织造图案包括的所有经向纤维为一种类型而所有填充纤维为另一类型，或者，遍及整层，织造图案可以具有交替类型的经向纤维和 / 或填充纤维，经向纤维和 / 或填充纤维排列成例如“棋盘”图案。

[0047] 本发明的优点包括，其能够织造高强度且容易使用的预型件，用于将组件装配进入结构体。改进的织纹使各层的经向纤维互锁并使层互锁，同时，以高度对称方式，通过预型件分布负荷。通过在预型件腿之间的基底中具有奇数个经向纤维纵列，织造图案可以相对于对称中央平面成镜像。然而，对于本发明的实践而言这不是必须的。预型件也可以具有非对称结构，具有相等或不相等的腿长度，或者，在预型件腿之间的基底中，有偶数个经向纤维纵列。

[0048] 本发明还引入了一种新的独特织梭运作来生产预型件，不仅改善了织机生产率，而且避免了在预型件折叠区域中形成线圈和波纹，这又改进了预型件的强度和刚性（硬挺性）。

[0049] 据此，本发明提供了生产 3D 预型件和 / 或加强复合结构体的可选方法和 / 或改进方法，而不在结构体中形成线圈或波纹。

[0050] 因此，本发明实现了其目的和优点，以及，尽管在此披露并具体说明了本发明的优选实施例，但并不限制本发明的范围，本发明的范围应当由所附权利要求确定。

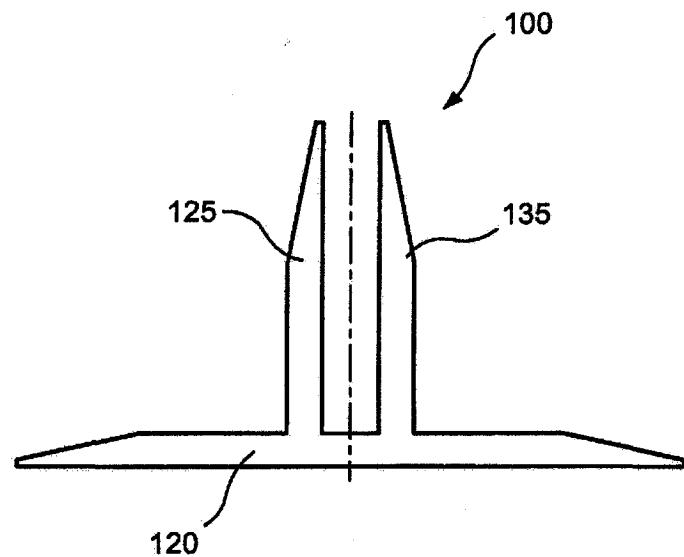


图 1

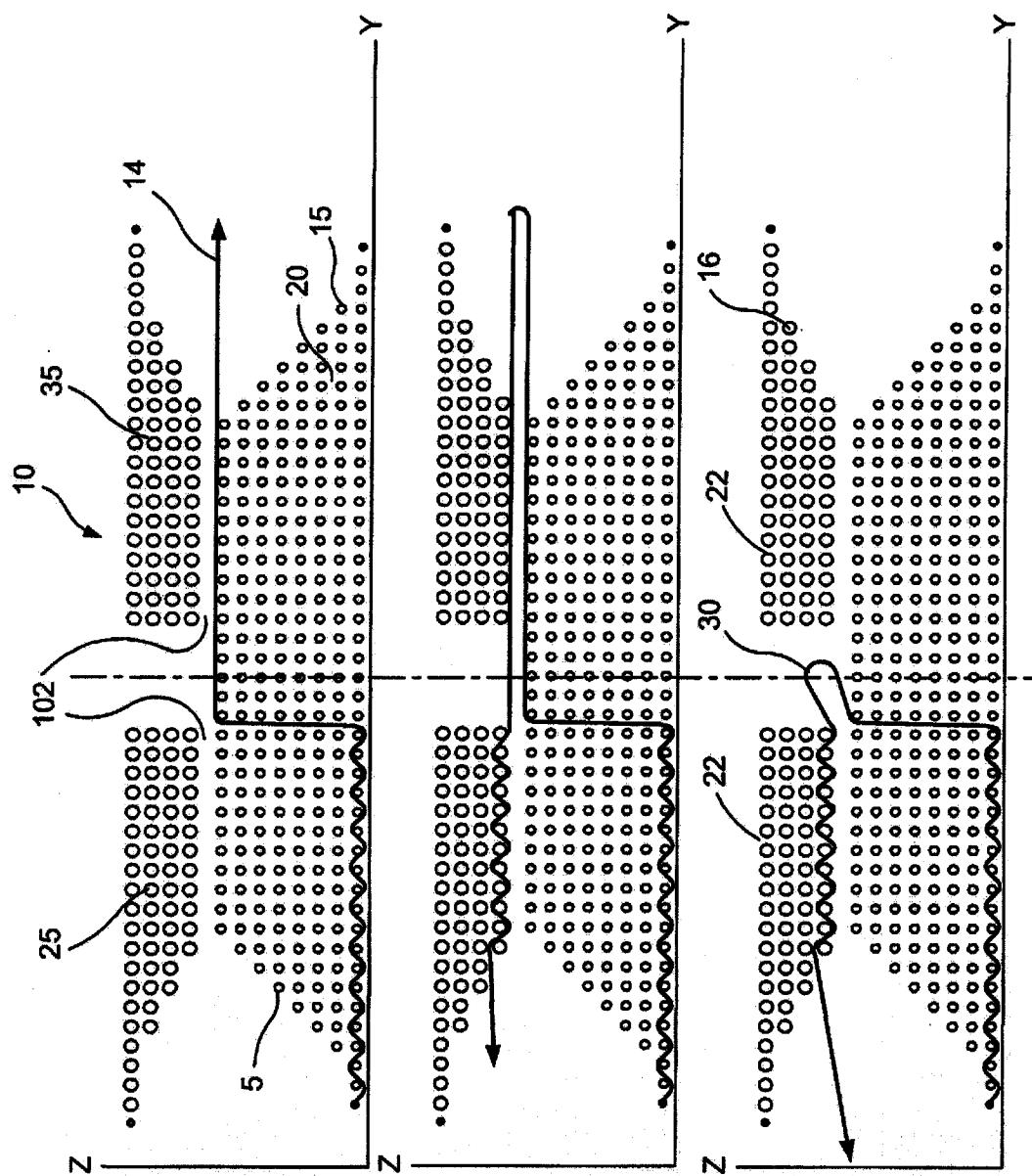


图 2(现有技术)

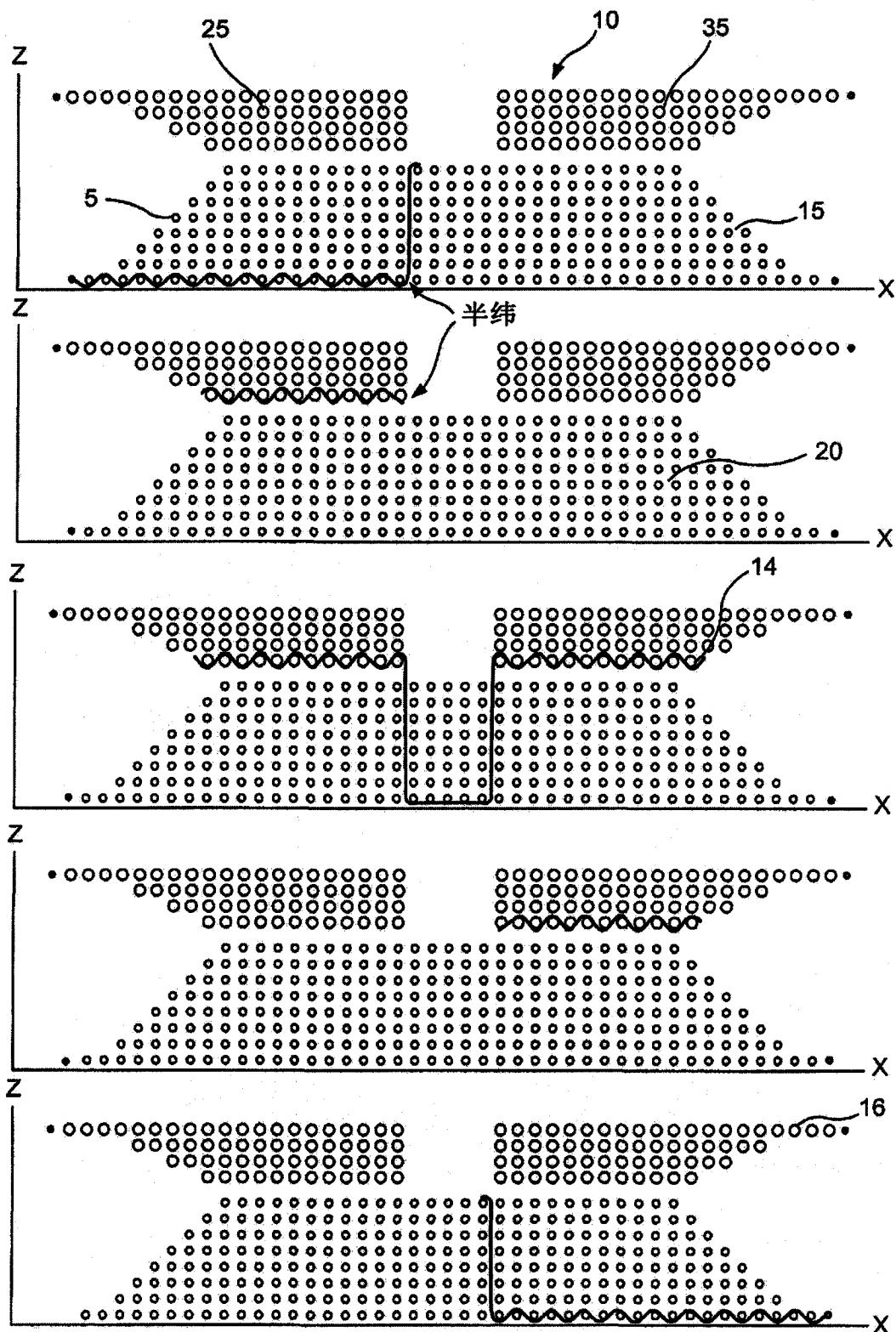


图 3(现有技术)

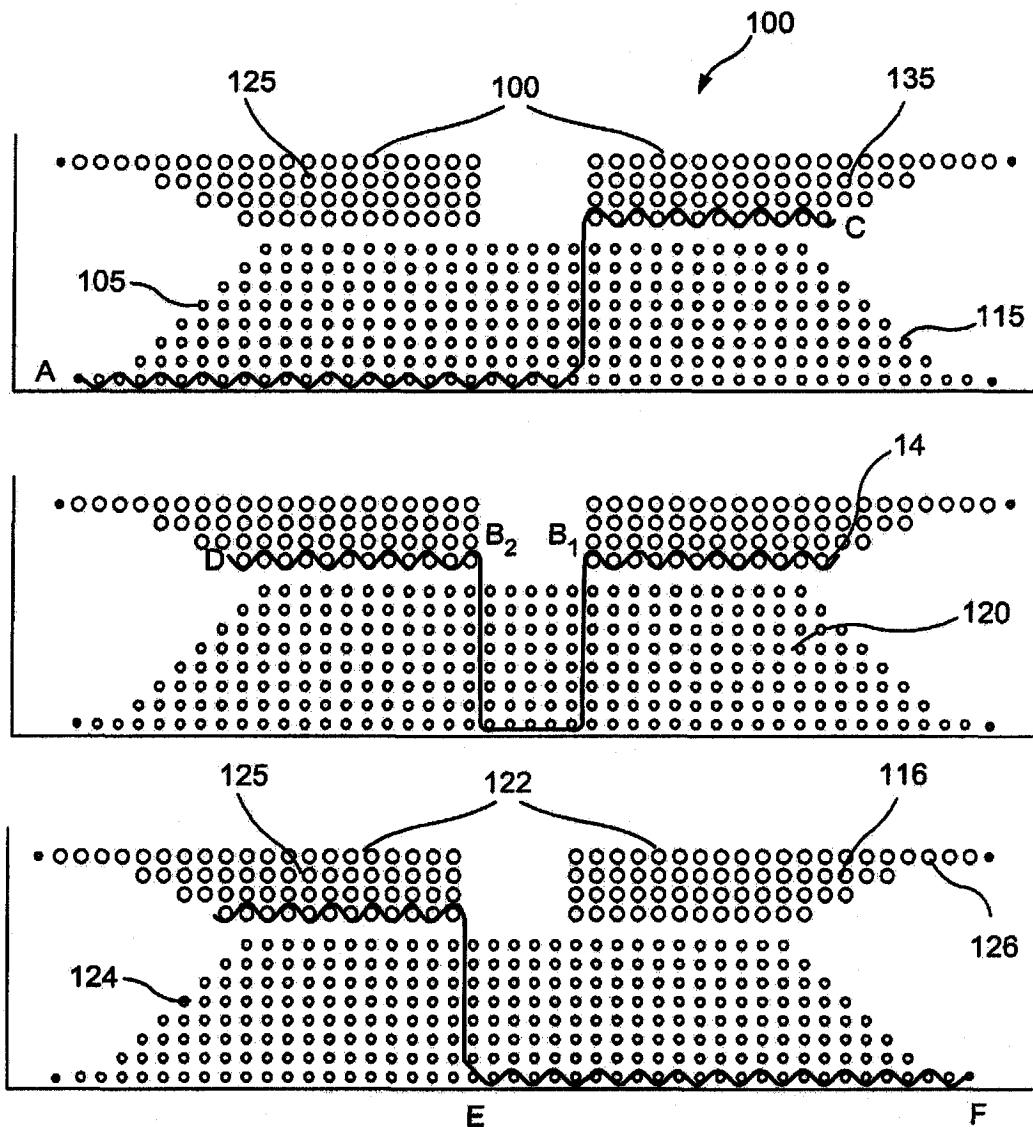


图 4

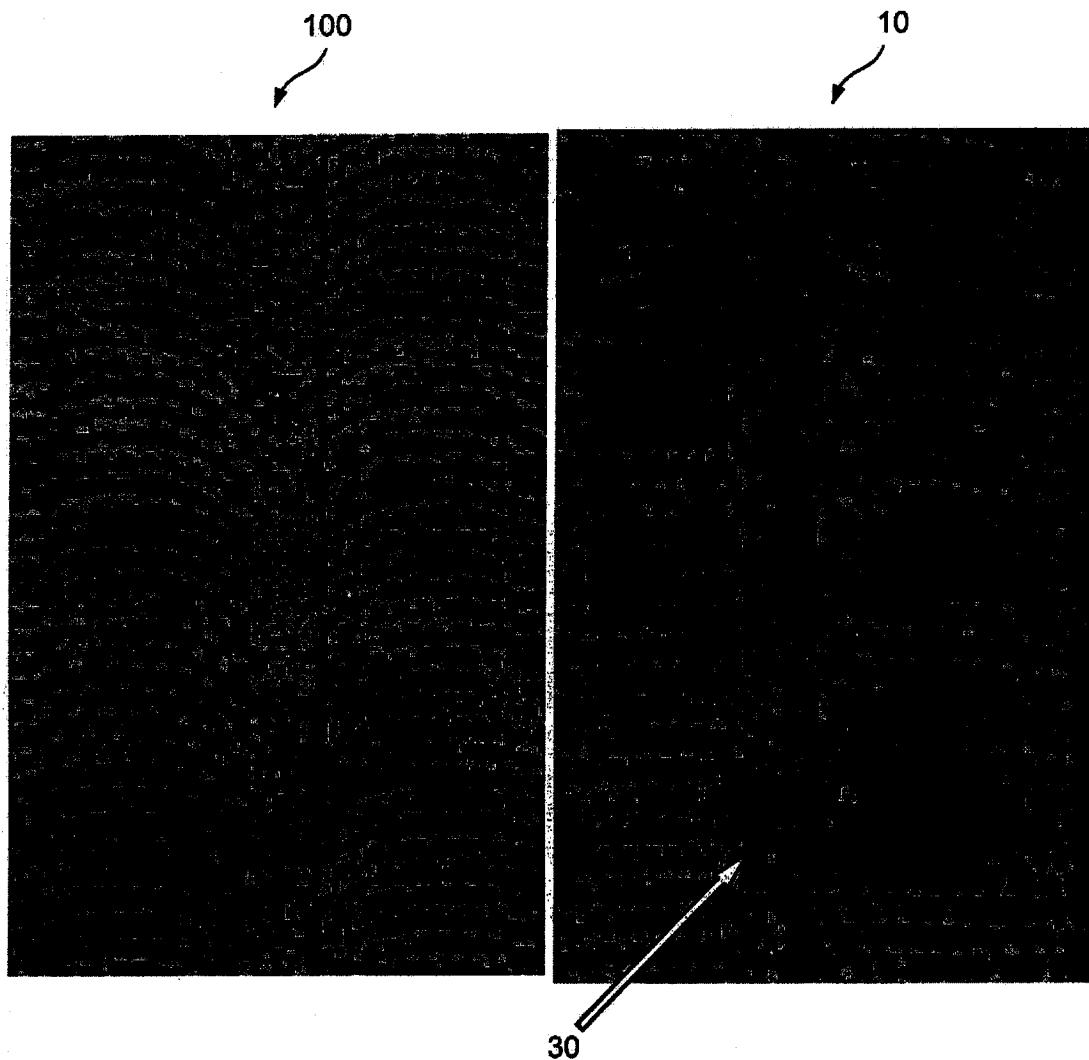


图 5 (a)

图 5 (a)

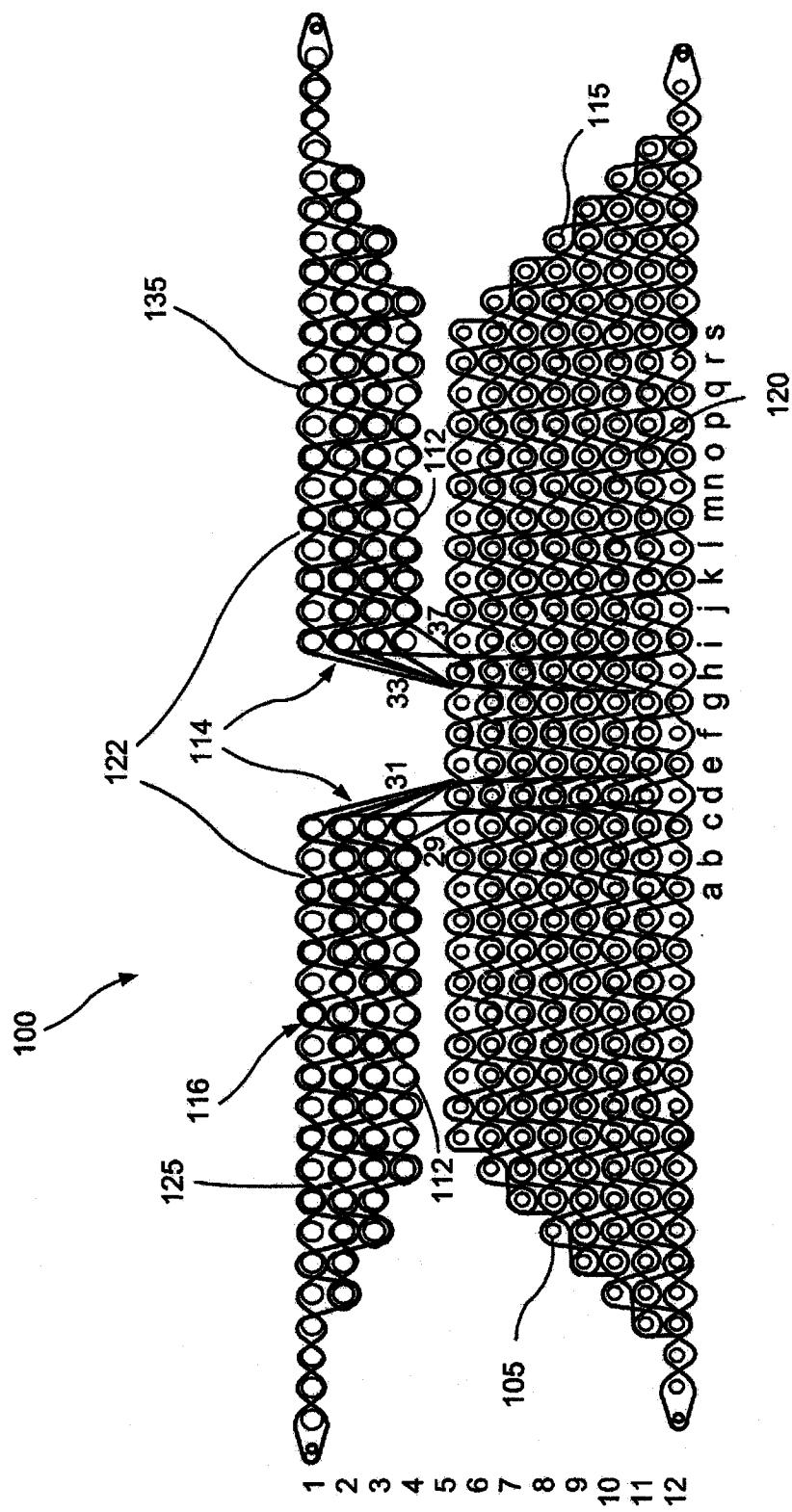


图 6