(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 114786928 A
(43)申请公布日 2022.07.22

(21)申请号 202080079001.3
(22)申请日 2020.11.12
(30)优先权数据
62/934,158 2019.11.12 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2022.05.12
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2020/060182 2020.11.12
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2021/097058 EN 2021.05.20
(71)申请人 内乌沃卡斯公司
地址 美国密歇根州
(72)发明人 E·J·基卢宁 K·B·凯雷宁 M·P·凯罗
(74)专利代理机构 北京润平知识产权代理有限公司 11283
专利代理师 刘依云
(51)Int.Cl.
B29C 70/52(2006.01)
B29C 70/54(2006.01)
B29B 15/12(2006.01)

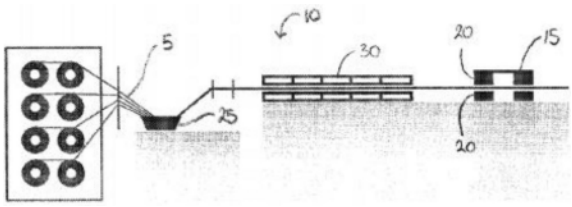
权利要求书2页 说明书8页 附图12页

(54)发明名称

一种生产复合材料的方法

(57)摘要

一种制造结构部件的方法，包括将多根纤维(5)预热至第一温度、沿装配线(10)将已预热纤维移动、对已预热纤维中的至少一根施以黏度低于25厘泊的粘合剂(25)、设置成形为接收已预热纤维的模具(30)，其中模具与已预热纤维一起沿装配线的至少一部分移动，将多根纤维的温度维持在与第一温度基本相似的温度，并在维持温度的同时将多根纤维压缩在模具内。



CN 114786928 A

1.一种制造结构部件的方法,所述方法包括:

在30℃下对多根纤维中的至少一根施以黏度低于25厘泊的粘合剂,其中当施用所述粘合剂时,所述纤维被隔开并且延伸穿过第一区域;

设置具有第一部分和第二部分的模具,所述第一部分具有第一直径并被定位为接收所述纤维,所述第二部分具有第二直径并被定位在所述第一部分的下游,其中所述第一直径大于所述第二直径并且所述模具在所述第一部分与所述第二部分之间逐渐变细;

在施用所述粘合剂后,沿所述模具引导所述多根纤维;

用所述模具减小所述多根纤维之间的距离,其中在减小所述多根纤维之间的距离后,所述纤维延伸穿过小于所述第一区域的第二区域;并且在减小所述距离后,用成形台将所述多根纤维成形。

2.根据权利要求1所述的方法,其中,所述成形台为第一成形台,所述方法还包括:

在使用所述第一成形台将所述纤维成形后,使用与所述第一成形台隔开的第二成形台将所述多根纤维成形;并且

在使用所述第二成形台将所述多根纤维成形后,使用与所述第一成形台和所述第二成形台隔开的第三成形台将所述多根纤维成形。

3.根据权利要求1所述的方法,还包括:

将所述多根纤维预热至第一温度;

沿装配线移动已预热纤维;

在降低温度后,将所述多根纤维的温度维持在与所述第一温度大体相似的温度;

在维持温度的同时使用所述成形台将所述多根纤维成形。

4.根据权利要求3所述的方法,其中所述树脂包括至少一个短链长度单体。

5.根据权利要求1所述的方法,其中,所述模具包括多孔材料从而允许空气逃逸出所述模具。

6.根据权利要求1所述的方法,还包括将所述多根纤维移出所述成形台;并且

在将所述多根纤维移出所述成形台后,将所述多根纤维固化。

7.根据权利要求1所述的方法,还包括在使用所述模具减小所述多根纤维之间的所述距离之前,对所述模具施用所述粘合剂。

8.一种制造结构部件的方法,所述方法包括:

将多根纤维预热至第一温度;

沿装配线移动已预热纤维;

在30℃下对所述已预热纤维中的至少一根施以粘度低于25厘泊的粘合剂;其中当施用所述粘合剂时,所述纤维被隔开并且延伸穿过第一区域;

在施用所述粘合剂后,沿模具引导所述已预热纤维;

使用所述模具减小所述多根纤维之间的距离,其中在减小所述多根纤维之间的距离后,所述纤维延伸穿过小于所述第一区域的第二区域;

在降低温度后,将所述多根纤维的温度维持在与所述第一温度大体相似的第二温度;以及

在维持所述温度的同时使用所述成形台将所述多根纤维成形。

9.根据权利要求8所述的方法,其中,所述树脂包括至少一个短链长度单体。

10.根据权利要求8所述的方法,其中,所述模具包括多孔材料从而允许空气逃逸出所述模具。

11.根据权利要求8所述的方法,还包括在使用所述模具减小所述多根纤维之间的距离之前,对所述模具施用所述粘合剂。

12.根据权利要求8所述的方法,其中,施用所述粘合剂包括将所述粘合剂喷涂在所述多根纤维的至少一根上。

13.根据权利要求8所述的方法,其中,施用所述粘合剂包括从加压室挤出所述粘合剂并且拖动所述至少一根纤维通过所述被挤出的粘合剂。

14.根据权利要求8所述的方法,其中,施用所述粘合剂包括将所述粘合剂喷涂在所述多根纤维的至少一根上,并且从加压室挤出所述粘合剂然后拖动所述至少一根纤维通过所述挤出的粘合剂。

15.一种制造连续结构部件的方法,所述方法包括:

将多根纤维预热至第一温度;

沿装配线移动已预热纤维;

在30℃下对所述已预热纤维的至少一根施以粘度低于25厘泊的粘合剂;

提供成形为接收所述已预热纤维的模具,其中所述模具与所述已预热纤维一起沿所述装配线的至少一部分移动;

将所述多根纤维的温度维持在与所述第一温度大体相似的温度;并且

在维持温度的同时将所述多根纤维压缩在所述模具内。

16.根据权利要求15所述的方法,还包括在使用所述模具减小所述多根纤维之间的距离之前,将对所述模具施用所述粘合剂。

17.根据权利要求15所述的方法,其中,施用所述粘合剂包括所述将粘合剂喷涂在所述多根纤维的至少一根上。

18.根据权利要求15所述的方法,其中,施用所述粘合剂包括从加压室挤出所述粘合剂然后拖动所述至少一根纤维通过所述挤出的粘合剂。

19.根据权利要求15所述的方法,其中,所述粘合剂包括至少一个短链长度单体。

20.根据权利要求15所述的方法,其中,所述模具包括多孔材料从而允许空气逃逸出所述模具。

一种生产复合材料的方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求享有于2019年11月12日提交的美国临时专利申请号62/934,158的优先权,其全部内容通过援引并入本文。

技术领域

[0003] 本发明涉及一种制造复合材料的方法,更具体地涉及一种制造纤维增强聚合物材料的方法。

背景技术

[0004] 纤维增强聚合物包括通过基体束缚的纤维材料,其通常由例如树脂的粘合剂提供。纤维增强聚合物通常采用拉挤成型工艺制造,其示例如图1所示。

[0005] 在拉挤成型工艺中,来料纤维5是通过例如一对驱动辊20的牵拉机构15拖拉穿过生产线10。纤维5被抽吸入含有多种粘合剂之一的浴槽25中。一旦浸润,纤维5被抽吸穿过可具有一个或多个加热区域的静态模具30,以开始粘合剂的固化。在拉挤成型过程中,模具30有几个功能。它产生压力促进纤维5的浸润、加热粘合剂和纤维5、控制粘合剂的固化、并且控制拉挤后产品的最终形状。

[0006] 粘合剂具有由化学反应(固化、交联、干燥等)决定的固化特性。这些固化特性是粘合剂的化学反应性、工艺温度和工艺温度下的停留时间的函数。随着生产速度的提高,确保粘合剂的适当固化变得越来越困难。

[0007] 图1展示的传统拉挤成型工艺具有严重阻碍工艺速度的固有制约因素。模具30的长度是对工艺速度的主要约束,而工艺温度、工艺摩擦和工艺气体去除构成其他限制约束。粘合剂浴槽25有其自身的缺点,包括难以混合和维护多个部分、反应性粘合剂、过多的浪费和因填充浴槽25通常需要大量粘合剂而导致的高运行成本。之前制造纤维增强产品并不具有成本效益,特别是当一种或多种快速固化热固性聚合物和/或多组分热固性聚合物至少因上述原因被用作一部分粘合剂时。

发明内容

[0008] 在一些实施例中,本发明提供一种制造结构部件的方法。该方法包括将多根纤维预热至第一温度,沿装配线移动已预热纤维然后对已预热纤维中的至少一根施以粘合剂,其中,当施用粘合剂时,纤维被隔开并且延伸穿过第一区域。粘合剂的黏度低于25厘泊(cP)。该方法还包括提供具有第一部分和第二部分的模具,第一部分具有第一直径并被定位为接收该已预热纤维,第二部分具有第二直径并被定位于第一部分的下游,其中第一直径大于第二直径并且其中模具在第一部分与第二部分之间是逐渐变细的。在施用粘合剂后,该方法还包括沿模具引导多根纤维。该方法还包括使用模具减小多根纤维之间的距离,其中,在减小多根纤维之间的距离后,纤维延伸穿过小于第一区域的第二区域,并且在温度降低后,将多根纤维的温度维持在与第一温度大体相似的温度。该方法还包括在维持温度

的同时利用第一成形台将多根纤维成形，在维持温度的同时利用与第一成形台隔开的第二成形台将多根纤维成形，并且在保持温度的同时利用与第一成形台和第二成形台隔开的第三成形台将多根纤维成形。

[0009] 在一些实施例中，本发明提供一种制造结构部件的方法。该方法包括将多根纤维预热至第一温度，沿装配线移动已预热纤维并对预热纤维中的至少一根施以粘合剂，其中，当施用粘合剂时，纤维被隔开并且延伸穿过第一区域。粘合剂的黏度低于25厘泊(cP)。施用粘合剂包括以下步骤中的至少一个：将粘合剂喷涂在多根纤维的至少一根上，以及从加压室挤出粘合剂并将至少一根纤维拖动穿过被挤出的粘合剂。在施用粘合剂之后，该方法还包括沿模具引导已预热纤维并且使用模具减小多根纤维之间的距离，纤维延伸穿过小于第一区域的第二区域。在降低温度后，该方法还包括将多根纤维的温度维持在与第一温度大体相似的温度。该方法还包括在维持温度的同时利用第一成形台将多根纤维成形，在维持温度的同时利用与第一成形台隔开的第二成形台将多根纤维成形，并且在保持温度的同时利用与第一成形台和第二成形台隔开的第三成形台将多根纤维成形。

[0010] 在一些实施例中，本发明包括一种制造连续结构部件的方法。该方法包括将多根纤维预热至第一温度、沿装配线移动已预热纤维，对已预热纤维中的至少一根施用粘度低于25厘泊(cP)的粘合剂、设置成形为接收已预热纤维的模具，其中，该模具与已预热纤维一起沿装配线的至少一部分移动，将多根纤维的温度维持在与第一温度大体相似的温度，然后在维持温度的同时将多根纤维压缩在模具内。

[0011] 通过考虑以下详细说明和附图，本发明的其他特点和方面将变得显而易见。

附图说明

[0012] 图1是典型拉挤成型工艺的示意图。

[0013] 图2是根据本发明一些实施例的装配线的示意图。

[0014] 图3是图2的一部分装配线的透视图。

[0015] 图4是图2的一部分装配线的透视图。

[0016] 图5显示了根据一个实施例的、用于图2的装配线的粘合剂施用组件。

[0017] 图6和7显示了根据一个实施例的、用于图2的装配线的粘合剂施用组件。

[0018] 图8是图2的另一部分装配线的透视图，展示了围绕一段浸润纤维卷曲的模具。

[0019] 图9是围绕浸润纤维卷曲的模具的透视图。

[0020] 图10是图2的装配线的成形台的末端视图。

[0021] 图11是根据一些实施例的成形台的示意图。

[0022] 图12是根据一些实施例的成形台的示意图。

[0023] 图13是根据一些实施例的成形台的示意图。

[0024] 图14是根据一些实施例的成形台的示意图。

[0025] 图15是根据一些实施例的成形台的示意图。

[0026] 图16是根据一些实施例的成形台的示意图。

[0027] 在详细说明本发明的任何实施例之前，应该理解的是，本发明的应用不限于下列描述提出的或下列图纸展示的构造细节和组件的布置。本发明能够具有其他实施例并且能够以各种方式实践或实施。此外，应该理解的是，本文使用的短语和术语是为了描述的目

的,不应该被视为限制。

具体实施方式

[0028] 图2和3展示了用于制造纤维增强聚合物(FRP)结构复合物(即基体复合物)的装配线100。结构复合物可以形成各种各样的结构构件,如钢筋、I字钢、C型钢、钢管、结构层板等。所展示的装配线100包括粗纱台(roving station)105、粘合剂施用台110和多个成形台115。在一些实施例中,可在装配线100中包括额外的或可选的台。装配线100通常是线性的并且限定中心轴120,沿中心轴120生产结构复合物(图3)。如本文中更详细的描述,装配线100使FRP结构复合物以高速连续被制造。

[0029] 粗纱台105包括多个线轴或绕线筒125,该多个线轴或绕线筒125支撑和分配纤维130的股或粗纱,纤维130的股或粗纱将包括在结构复合物中。在锁展示的实施例中,纤维130包括玄武岩;然而,纤维130可包括玻璃、芳纶、碳或任何其他所需的纤维材料。绕线筒125可以连接到控制纤维进料速度的动力驱动系统。在此类实施例中,可提供张力调节辊(dancer)或其他自动张紧装置(未示出),以在纤维130上维持一致的张力。

[0030] 从绕线筒125上分配出来后,纤维130穿过引导组件135,引导组件135整理纤维130用于在粘合剂施用台110进行浸润(图3和4)。在一些实施例中,引导组件135可将纤维130整理在平面中以提供相对较大的、矩形的表面区域用于进行浸润。或者,引导组件135可将纤维130整理成其他图案,例如圆柱形、管状或螺旋形图案。

[0031] 在一些实施例中,粗纱台105包括一个或多个加热元件(未示出)从而在将纤维130分配到粘合剂施用台110之前将纤维130预热至所需的温度。加热元件可以位于绕线筒125的内部或可以位于绕线筒125的外部。例如,当纤维130离开粗纱台105时,加热的空气可以直接通过纤维130。对纤维130进行预热可以减少粘合剂施用台110所需的能量输入,并且有助于稳定粘合剂固化过程,下文将对此进行更详细的描述。

[0032] 由于纤维的直径相对较小(当与模具和成形台中被聚集的纤维的直径相比时),因此需要更少的时间和/或能量预热单根纤维,而这些时间和/或能量是本来需要用来加热一个或多个成形台中的聚集的纤维。可操作成形台以维持预热纤维的升高的温度。在一些实施例中,粘合剂在施用到纤维130之前被加热。

[0033] 参见图2和3,粘合剂施用台110位于粗纱台105的下游,这样从引导组件135出来的纤维130被抽吸到粘合剂施用台110从而用粘合剂例如树脂进行浸润。在一些实施例中,粘合剂是极低黏度短链长度的单体或单体的组合,例如双环戊二烯(DCPD)或三环戊二烯(TCPD)。在一些实施例中,粘合剂包括一个或多个低黏度聚氨酯聚合物和体系,如双组分mDI基的弹性体。在其他实施例中,使用热固性聚合物,如酚醛树脂或环氧树脂。在其他实施例中,粘合剂可包括聚酯、乙烯基酯、波特兰水泥或任何其他合适的粘合剂。

[0034] 在20℃到55℃的温度范围内,粘合剂的黏度小于25厘泊(cP)。在一些实施例中,粘合剂在20℃至55℃时的黏度小于20厘泊。在一些实施例中,粘合剂在20℃至55℃时的黏度小于15厘泊。在一些实施例中,粘合剂在20℃至55℃时的黏度小于10厘泊。

[0035] 极低粘度的粘合剂在纤维130之间快速扩散并且与纤维130一起高速通过装配线100,而不需要使用牵引剂。这就导致即使在非常高的速度下也能得到一致的最终产品。

[0036] 粘合剂施用台110可被操作从而以精确计量的方式将所需的粘合剂施用到纤维

上。具体来说，根据所需的粘合剂与纤维的比例，可将适量的粘合剂直接施用于纤维。这与图1所示的粘合剂浴槽直接相反，后者不控制施用到纤维上的粘合剂的量。因此，必须去除多余的粘合剂，从而产生更多的废物。此外，整个粘合剂浴必须保持在适当的温度，而加热额外的粘合剂是浪费能量的，特别是当一些加热的粘合剂从纤维中去除时。此外，使用粘合剂浴生产的产品可能不一致，因为纤维与粘合剂的比例没有得到控制。在本发明中，施用在纤维上的粘合剂的量可以控制以确保所生产的产品得到所需质量和一致性。

[0037] 图3-5展示粘合剂施用台110的一个实施例。在展示的实施例中，粘合剂施用台110包括加压井140。加压井140从例如料斗或存储容器的粘合剂源145接收粘合剂(图2)。井140包括具有入口155的端板150，粘合剂可注射穿过入口155(图5)。然后在压力下粘合剂被挤出穿过通过从入口155径向向外延伸的多个通道160。通道160与位于端板150的外围的浸润区域165连通。

[0038] 在操作过程中，粘合剂不断地被挤出，穿过通道160并且被挤入到浸润区域165。纤维130通过浸润区域165以使用粘合剂进行浸润，开始形成基体复合物。在展示的实施例中，端板150包括彼此相抵销约180度的两个浸润区域165。因此，纤维130可以沿两条同时浸润的路径排列。在通过浸润区域165时，纤维130被隔开以使用粘合剂促进纤维130的全面涂敷。在其他实施例中，端板150可以包括任意数量的浸润区域。井140的工作压力和通道160的数量和大小是可变的以提供所需的浸润速率。

[0039] 图6和7展示部分的根据另一个实施例的粘合剂应用施用台110a。粘合剂施用台110a可与本文所述的任何实施例一起使用。在一些实施例中，除了在其他实施例中所述和描述的粘合剂施用台之外，还使用粘合剂施用台110a，而在其他实施例中，粘合剂施用台110a在其他实施例中所述和描述的粘合剂施用台的位置使用。在所展示的实施例中，粘合剂施用台110包括将进料纤维130引导至通常逐渐变细或锥形的排布的模具170。模具170可以沿纵向方向移动(即，沿中心轴120)。该移动可以促进进料纤维130形成为通常连续的壁或片。粘合剂施用台110a包括从粘合剂源145接收粘合剂的喷嘴175(图2)并且可操作为对进料纤维130喷涂一连串的粘合剂。可在纵向上修改喷嘴175的位置以调整粘合剂喷射特性。

[0040] 在另一个可选实施例中，粘合剂施用台可以包括粘合剂浴槽。通过浴槽后，纤维130可以穿过一系列平行的辊以机械地搅动和物理地迫使粘合剂进入正通过的纤维。可使用滑动刷和/或辊控制浸渍纤维的粘合剂含量。此外，可以通过引导一些纤维130绕过粘合剂浴槽来控制粘合剂的含量。

[0041] 在该替代实施例中，装配线100还可包括在粘合剂施用台与一个或多个成形台115之间的烘箱集束台以加热粘合剂已浸渍的纤维130，完成浸润过程，开始固化过程，并大致形成浸润纤维。此外，烘箱集束台可以包括一个或多个驱动辊以将纤维从粗纱台105拉出并穿过粘合剂施用台。

[0042] 参见图2、4、8和9，装配线100还包括一个连续整合的转换模具180，转换模具180在已浸润纤维130离开粘合剂施用台110时，缠绕在已浸润纤维130上。辊轧机185为所展示的模具180提供一条纸(图4)。纸条模具180沿靠近已浸润纤维130的中心轴120移动并且一系列的聚四氟乙烯导轨板190逐渐围绕已浸润纤维130卷绕模具180，直到该模具完全包围并包住已浸润纤维130(图8和9)。当已浸润纤维130进入模具180的第一部分或入口195时，纤

维130从相对较大的矩形区域被压缩到更小的通常圆形区域，该更小的通常圆形区域与模具在195入口处的直径是相对应的。

[0043] 模具180与已浸润纤维130一起穿过装配线100的其余部分。如下面更详细地描述地，模具180通过阻止已浸润纤维130粘在成形台115来促进已浸润纤维130移动穿过成形台115。此外，模具180在固化过程中约束已浸润纤维130，促进粘合剂和纤维130的混合以确保完全浸润，并且有助于维持一致的固化压力和温度。

[0044] 装配线100的工艺速度或产品产出率和任何其他FRP(纤维增强塑料)制造工艺由下列公式控制：

[0045] $$处理速度 = \frac{模长度}{树脂固化时间}$$

[0046] 因为连续整合的转换模具180与已浸润纤维130一起移动，它可以比在典型的拉挤成形工艺中使用的静态模具30长好几倍(图1)。由此，装配线100可以比典型拉挤成形工艺高几倍的工艺速度操作。例如，如果转换模具长度为2000英尺且粘合剂需要2分钟固化，那么装配线100的潜在加工速度将会是每分钟1000英尺。在一些实施例中，装配线100设置为工艺速度大于约每分钟20英尺。在其他实施例中，装配线100设置为工艺速度在约每分钟20英尺至每分钟约50英尺之间。在其他实施例中，装配线100设置工艺速度在约每分钟50英尺至约每分钟100英尺之间。在其他实施例中，装配线100设置为工艺速度在约每分钟100英尺至约每分钟250英尺之间。在其他实施例中，装配线100设置为工艺速度在约每分钟100英尺至约每分钟500英尺之间。在其他实施例中，装配线100设置为工艺速度在约每分钟100英尺至约每分钟1000英尺之间。在其他实施例中，装配线100设置为工艺速度在约每分钟20英尺至约每分钟100英尺之间。在其他实施例中，装配线100设置为工艺速度在约每分钟20英尺至约每分钟1000英尺之间的。在其他实施例中，装配线100设置为工艺速度在约每分钟100英尺至约每分钟1000英尺之间。

[0047] 纸条模具180可涂上脱模剂，如硅酮，以促进将模具180从完成的结构复合物中去除。此外，纸条模具180可以是相对多孔的以允许气体和蒸汽从模具180释放。或者，模具180可以实质上是气密的。

[0048] 模具180可以包括其他基质材料或以各种方法施用到已浸润纤维130的材料的组合。例如，在一些实施例中，模具180可以包括粉末或液体(例如，熔融蜡)，该粉末或液体施用在已浸润纤维130上，并且随后使用紫外光、温度、化学反应物或其他合适的方法进行硬化或固化。在其他实施例中，模具180可以包括蒸汽释放微孔膜，例如GORE-TEX。在其他实施例中，模具180可以包括大孔材料，例如编织织物或纤维垫子。在其他实施例中，模具180可以包括一个或多个金属薄膜，如非牺牲不锈钢、碳钢盖或铜等。

[0049] 在一些实施例中，模具180可被粘合剂浸润以将模具180粘合到基体复合物上，从而形成包括模具180全部或部分的集成构造。因此，可以选择模具材料以向所生产的结构复合物具有所需的附加性能。例如，模具180可以包括导电材料以向非导电复合物提供导电性。模具材料可以与外部粘合化合物(例如，波特兰水泥)具有亲和力，以促进结构复合物(例如，钢筋)融入其特定应用(例如，钢筋混凝土)。

[0050] 现在参见图2-4、成形台115位于粘合剂施用台110的下游。在展示的实施例中，装配线100包括沿中心轴120彼此隔开的第一、第二和第三成形台115(图2)。在其他实施例中，

装配线100可以包括任意数量的成形台115。

[0051] 成形台115每个包括至少一个引导器，该引导器接触纤维130并将其成形。在一些实施例中，该引导器可以包括一个或多个辊，该辊具有一个或多个尺寸为接收纤维130和将其成形的狭槽。在一些实施例中，该引导器可以包括一个或多个固定或旋转的模具，这些模具具有一个或多个尺寸为接收纤维130和将其成形的开口。辊的狭槽和固定模具的开口可以各有不同的形状和尺寸以将纤维130模塑成不同的形状和尺寸。

[0052] 每个展示的成形台115包括多个辊200。该辊200成对排列且每个辊包括凹槽205，包裹模具的纤维130通过凹槽翻滚和成形(图10)。在一些实施例中，可将几对辊200定位于不同的方向。例如，几对辊200可以在水平和垂直方向之间交替。部分或所有的辊200可以使用变速驱动电机驱动以带动模具180和纤维130穿过装配线100。

[0053] 再次参见图2和3，每个成形台115还能够包括热转移面板(未示出)以实现精确控制工艺温度。例如，可以控制每个成形台115以使已浸润纤维130维持在稳定的受控温度下，该温度使粘合剂以与工艺速度相对应的速度固化。具体的温度取决于使用的粘合剂类型和装配线的处理速度。在一些实施例中，使用酚醛树脂作为粘合剂，并将纤维维持在约160摄氏度的温度下。在一些实施例中，使用环氧树脂作为粘合剂，并将纤维维持在约50至约90摄氏度的温度下。因此，粘合剂固化过程可以在成形的同时完成，已浸润纤维130穿过成形台115。

[0054] 可在沿每个成形台115长度的多个区域控制工艺温度，以促进或降低沿模具180长度的固化速度。辊200向模具180施加压力以提供所需的固化压力。当模具180和纤维130经过相邻的成形台115之间时，如果需要，产品可以冷却(通过暴露在相邻成形台115之间的环境或通过受控的冷却区域)，然后气体或蒸汽副产品可以通过模具180排出。这在典型的拉挤工艺中是不可能的，因为静态模具30(图1)通常是不渗透的。在一些实施例中，一个或多个成形台115将模具180和纤维130冷却至低于粘合剂的玻璃化转变温度的温度。因此，从成形台115分配出来的模具180和纤维130能够保持其形状。在其他实施例中，模具180和纤维130并未被冷却至玻璃化转变温度以下，直到模具180和纤维130退出成形台115以允许最终操纵模具180和纤维130成为所需的最终形状和/或形成任何表面构造(例如，如挡边、突起、凹槽和/或其他合适的表面构造)。

[0055] 在典型的工艺过程中，任何台之间的间隙必须最小化以便在装配线全长上为纤维提供适当的支撑。相反，展示的成形台115在模具流方向上隔开一定距离，因为模具180为成形台115之间的纤维130提供足够的支撑。成形台115之间的空间允许空气和水从模具180和纤维130逃逸。此外，隔开的成形台115比成形台115直接相邻时延伸穿过更长的距离。成形台115整体距离的增加允许模具180以更大的速度移动穿过成形台115同时部分或完全固化成形台115。因此，通过使用更多的成形台115和隔开的成形台115，可以提高工艺速度从而提高生产率和盈利能力。当与成形台在成形组件的全长上是相邻的配置相比，成形台115之间的距离还降低了建造和安装组件的资金成本。成形台115可以模块化，这样可以增加、移除后修复一个或多个成形台115而不会造成重大损失。与其关闭整个装配线的生产(对于使用单一固定模具的单元而言)，不如将生产暂时关闭，以便增加、移除或更换一个或多个成形台115。移除的成形台115可以在装配线运行的同时进行维修或存储。

[0056] 参见图11-16，一个或多个成形台115也可以动态操作模具180和纤维130以促进彻

底浸润和均匀固化。浸润通过剪切黏度的变化而改善，该剪切黏度的变化由动态修改基体复合物的横截面积而引发。通过有选择地增加和减少成形台115施加的机械压力115，可以引发基体复合物的进一步剪切混合。在一些实施例中，成形台115可设置为对纤维130具有不完全浸润，以改善固化后的纤维130的灵活性。

[0057] 在一些实施例中，引导器可设置为沿模具180的长度逐步增加施加的机械压力。在一些实施例中，通过将纤维130移动到沿长度具有直径逐渐减小的开口的锥形固定模具来增加压力。在其他实施例中，通过一系列固定模具移动纤维130可增加机械压力，每个固定模具具有逐渐变小的开口。在一些实施例中，静态模具中的孔可以具有不同的形状和开口大小以动态改变模具180和纤维130的截面形状。

[0058] 在图11所示的实施例中，辊200设置为沿模具180的长度逐步增加所施加的机械压力。因此，模具180的横截面积可因每对连续的辊200而减小。这有助于彻底浸润和压实纤维130。在其他实施例中，辊200可设置为动态改变模具180和纤维130的截面形状(图12-15)。例如，模具180可以被轧制成在交替的几对辊200上具有不同方向的椭圆形以促进另外的剪切混合(图12)。或者，模具180可以轧制成各种其他形状，例如椭圆形、圆形、矩形、正方形、三角形等(例如，参加图13)。在其他实施例中，一个或多个成形台115可围绕中心轴120旋转模具180和纤维130(图14)。在其他实施例中，一个或多个成形台115中可以交替地增加和减少模具180的横截面积(图15)。在其他实施例中，可对辊200进行偏移以在模具180和纤维130中产生波动(图16)。每个成形台115的辊200和/或固定模具可以有不同的排列和配置。

[0059] 在一些实施例中，装配线100还可包括燃烧台210，以对复合物结构的固化表面进行热磨损(图2)。可使用燃烧台210移除模具以暴露纤维的部分，和/或提供炭质层，该炭质层对外部结合化合物，例如波特兰水泥，具有亲和力。

[0060] 在一些实施例中，装配线100还可包括后固化台215。后固化台215可包括一个或多个加热元件以提供任何必要的二次固化时间和温度控制。此外，后固化台215可包括一个或多个车削装置，其可操作为将结构复合物成形成所需的最终形状。例如，结构复合物可以弯曲或切割并折叠成C通道形状、螺旋形状或其他理想形状。

[0061] 在一些实施例中，装配线100还可包括包装台220。包装台220可包括一个或多个切割装置，其可操作以将结构复合物切割成销售和运输所需的长度。结构复合物可以用产品信息、品牌信息或其他标志进行标记，然后进行包装以便运输。

[0062] 在操作中，从粗纱台105分配出多根纤维130，并沿着装配线100移动到粘合剂施用台110。当纤维130进入粘合剂施用台110时，纤维130通常间隔开来，以便纤维130延伸到第一个相对较大的表面区域。用粘合剂浸润后，将浸润纤维130引导到模具180靠近粘合剂施用台110的第一部分195，并将模具180弯曲卷绕已浸润纤维130。当模具180卷绕已浸润纤维130上时，纤维130被压缩在一起。用模具180包裹已浸润纤维130，然后送入成形台115。

[0063] 在成形台115中，模具180和已浸润纤维130被压缩在引导器之间，如几套辊200或固定模具以将粘合剂与纤维130混合，形成产品形状。模具180将已浸润纤维130从辊200和/或固定模具中分离以防止粘合剂粘在辊200和/或固定模具。热施用于整个成形台115以促进粘合剂的固化。当模具180在相邻的成形台之间移动时，基体可能会冷却和/或排出气体和蒸汽副产品。

[0064] 在一些实施例中，砂可在固化完成之前或之后施用于模具180和/或纤维130。可以

选择砂来改善纤维130与粘合剂的最终复合物以及最终复合物将要连接的材料，例如混凝土。

[0065] 下列权利要求书阐述了本发明的各种特点。

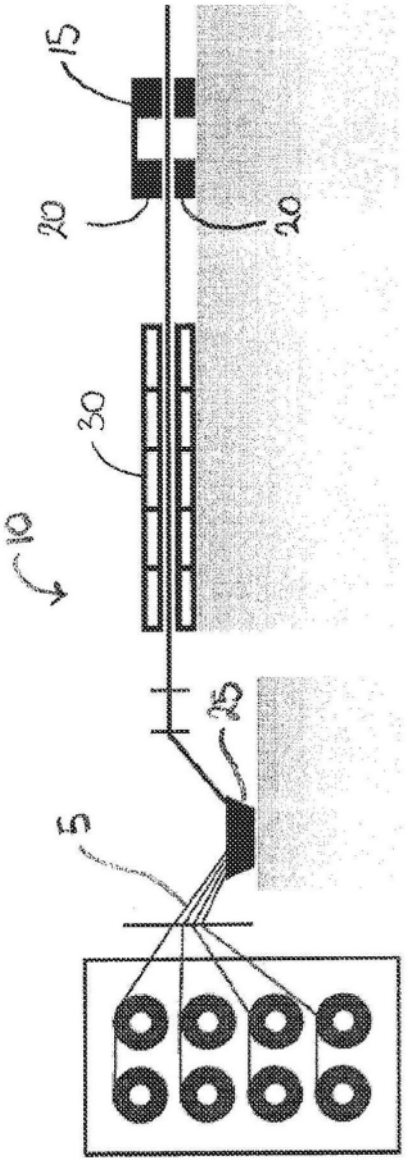


图1

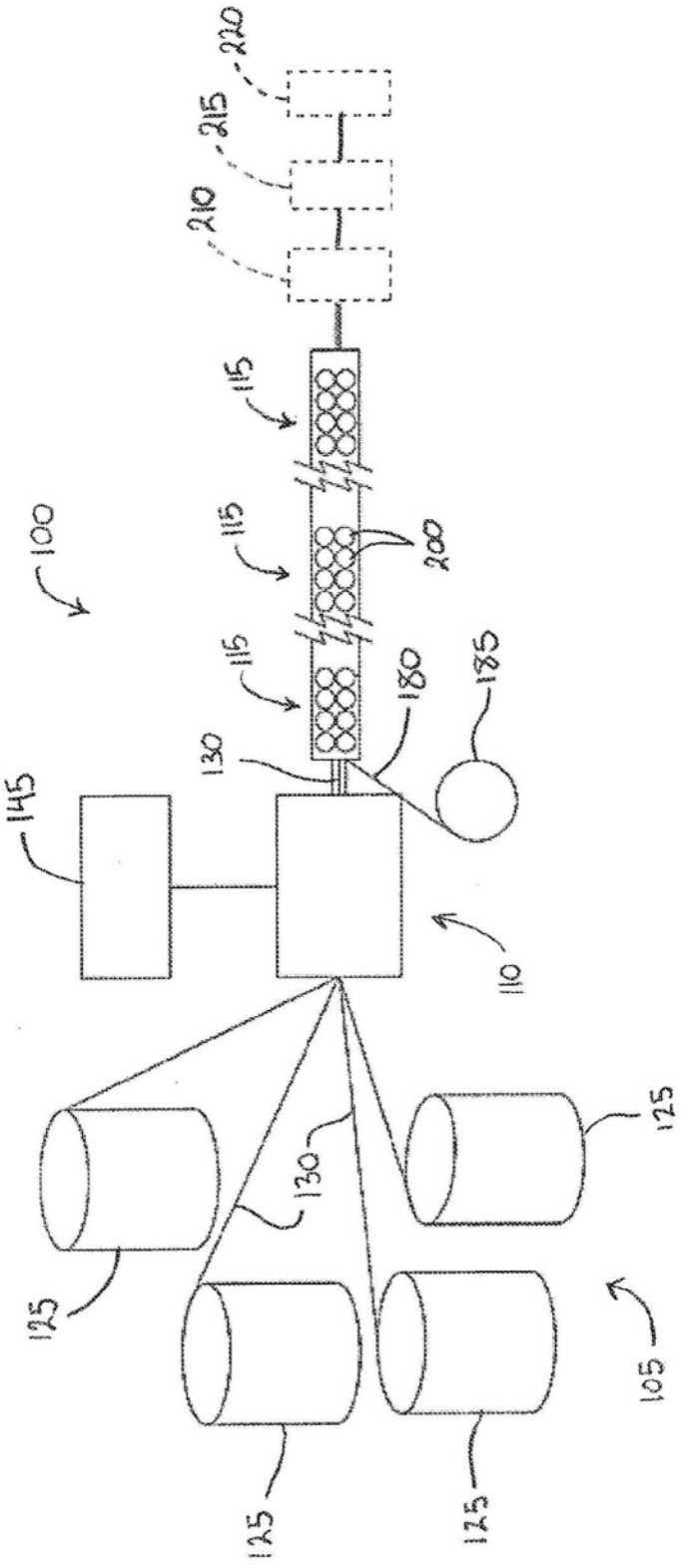

220
215
210
115
115
200
100
115
180
185
130
145
110
125
130
125
125
105
125

图2

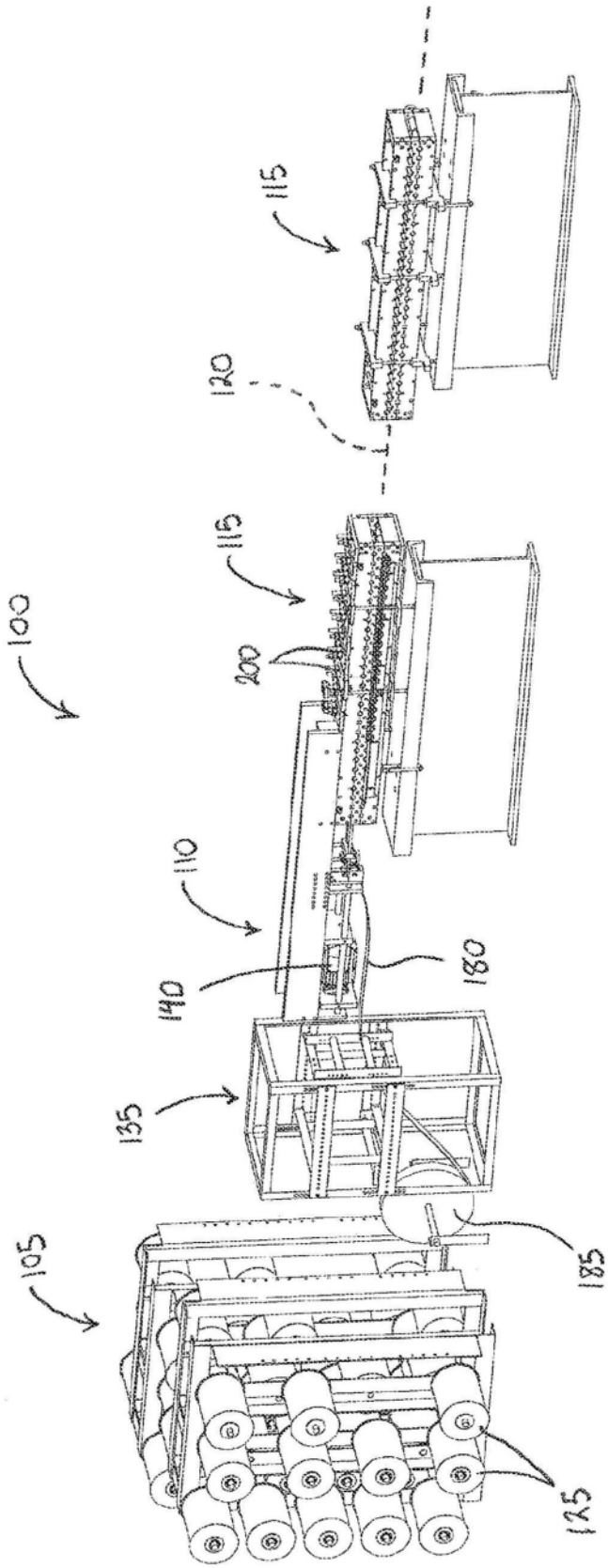


图3

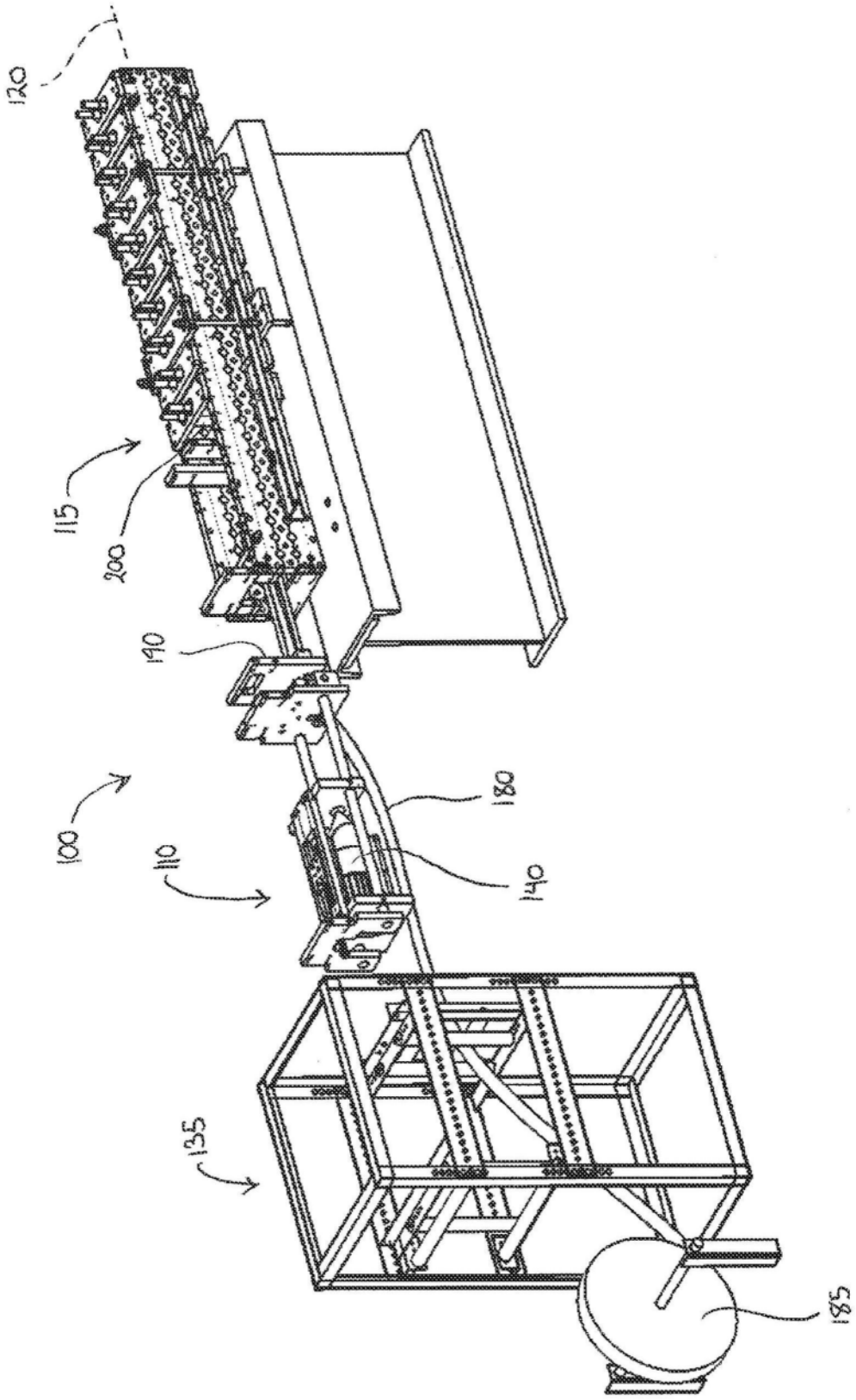


图4

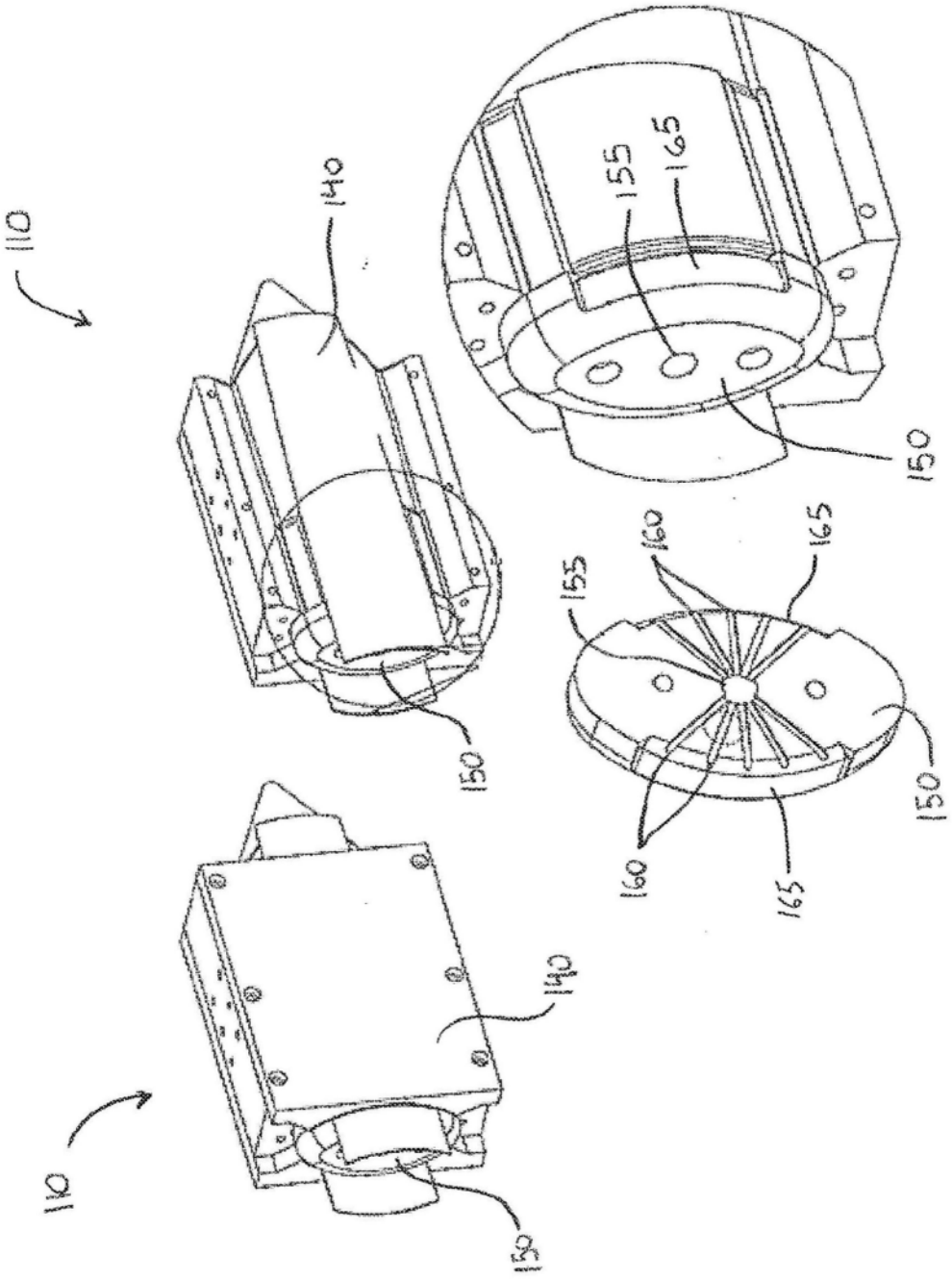


图5

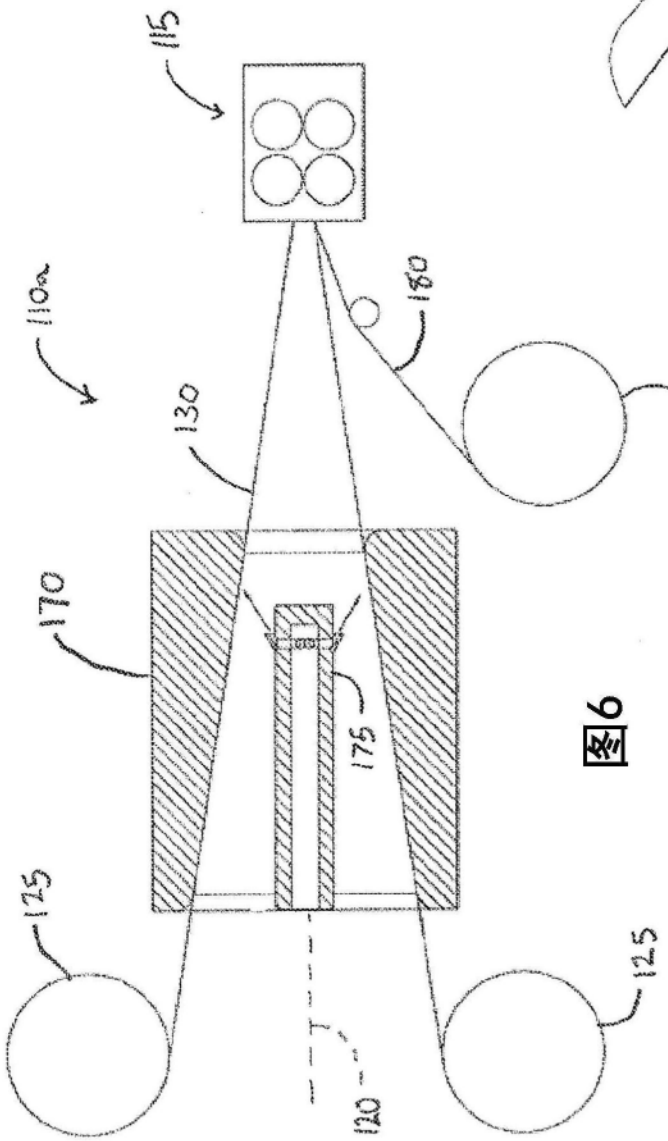


图6

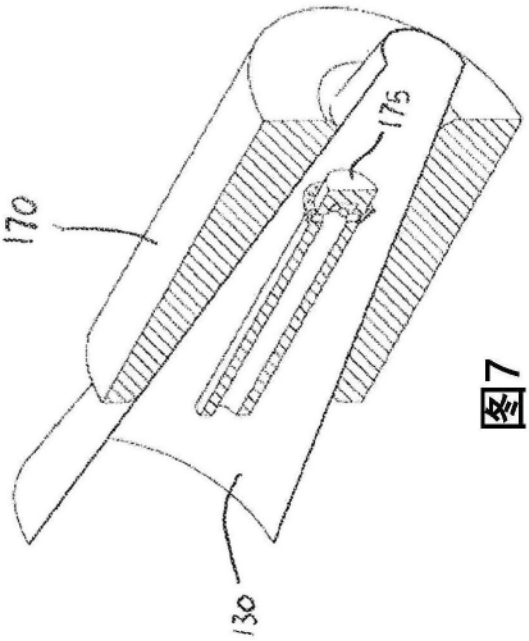


图7

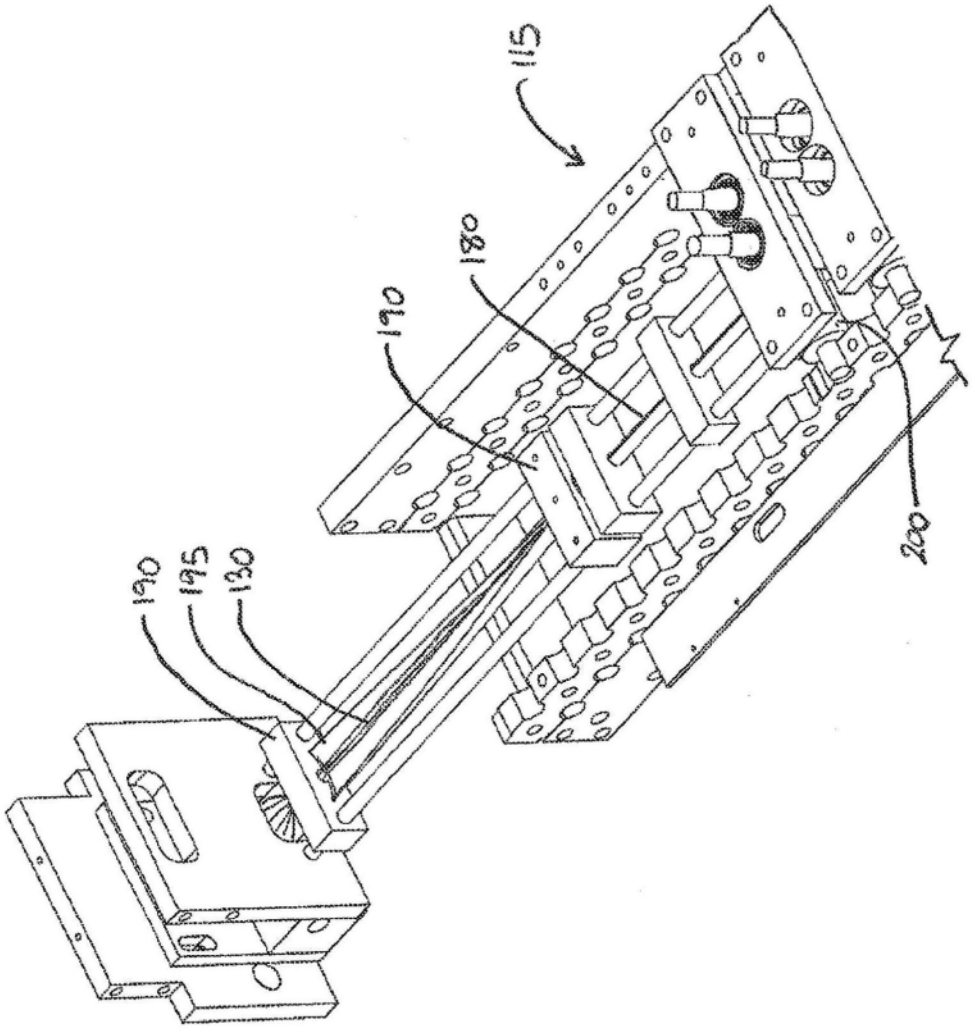


图8

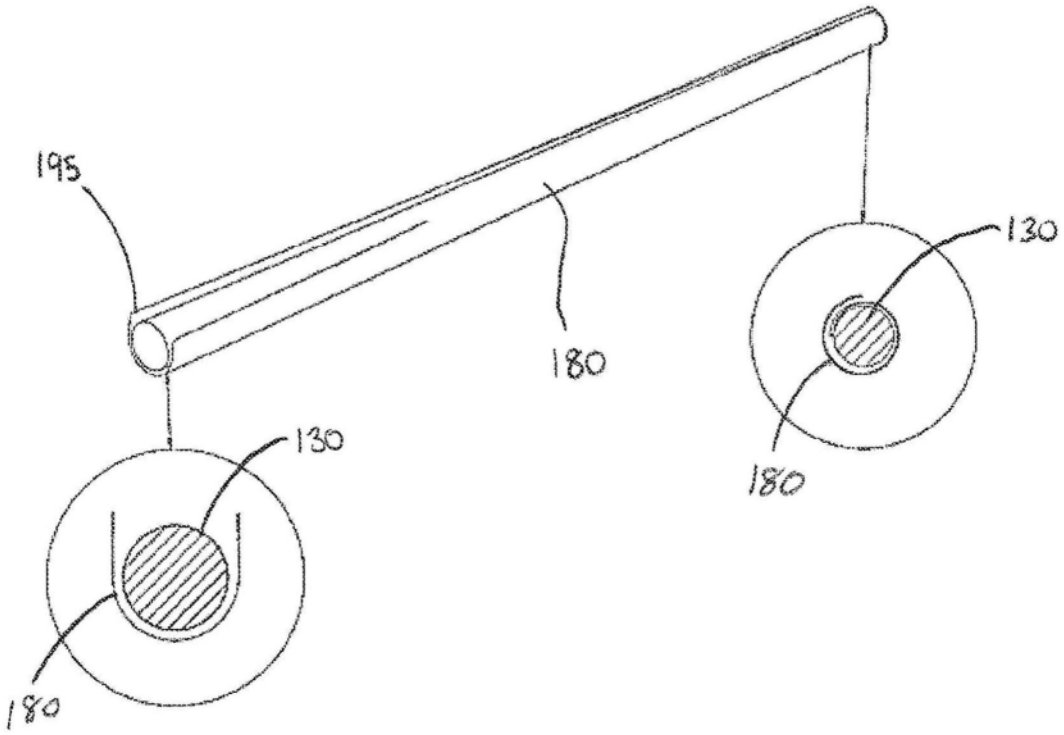


图9

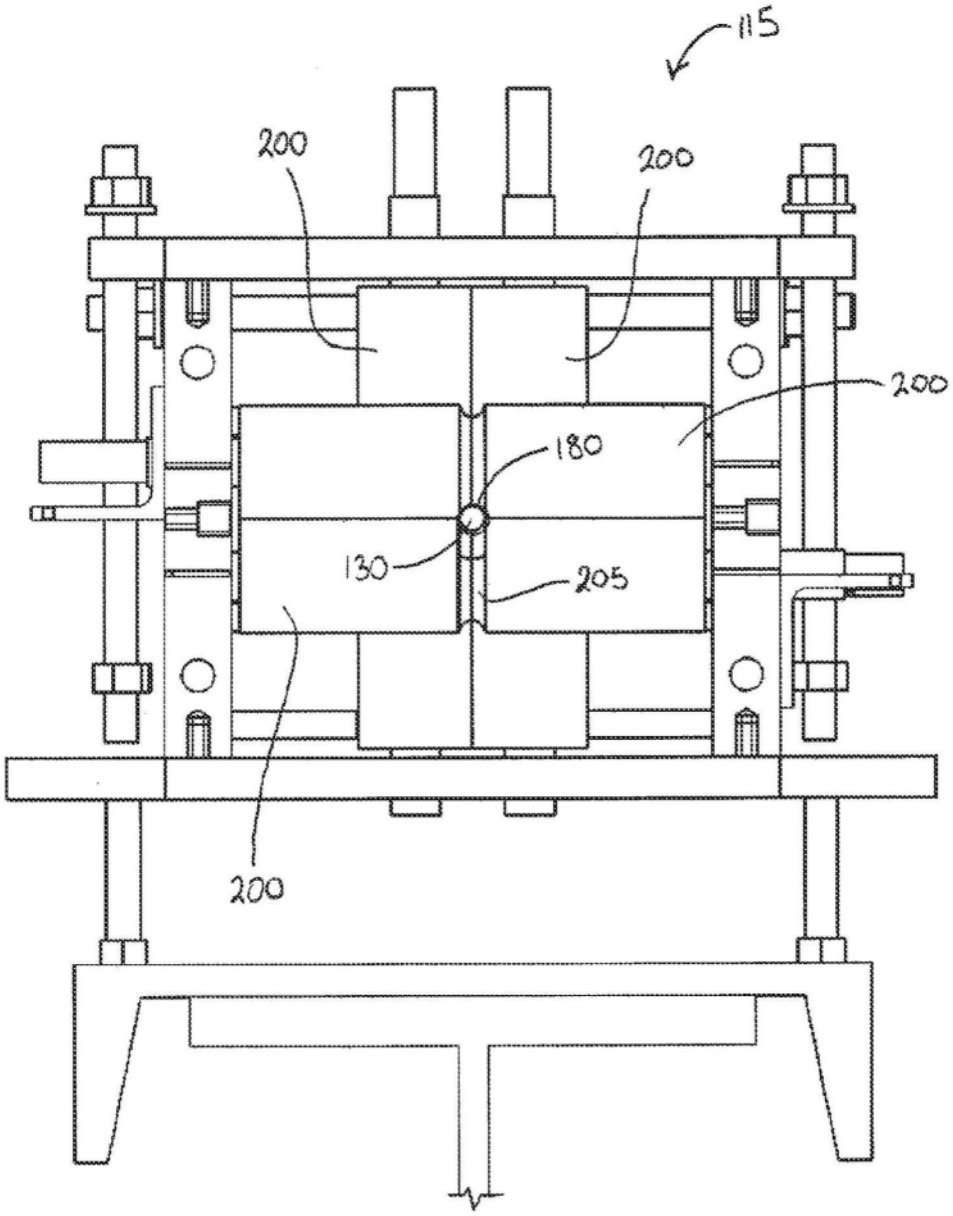


图10

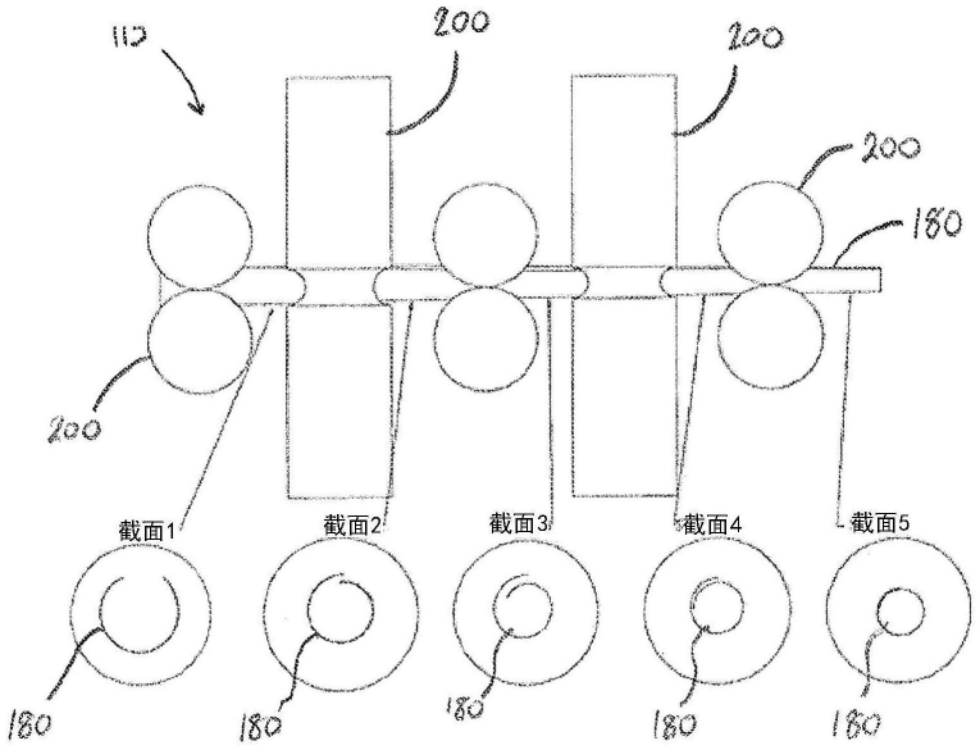

115
200
200
200
180
200
截面1
截面2
截面3
截面4
截面5
180
180
180
180
180

图11

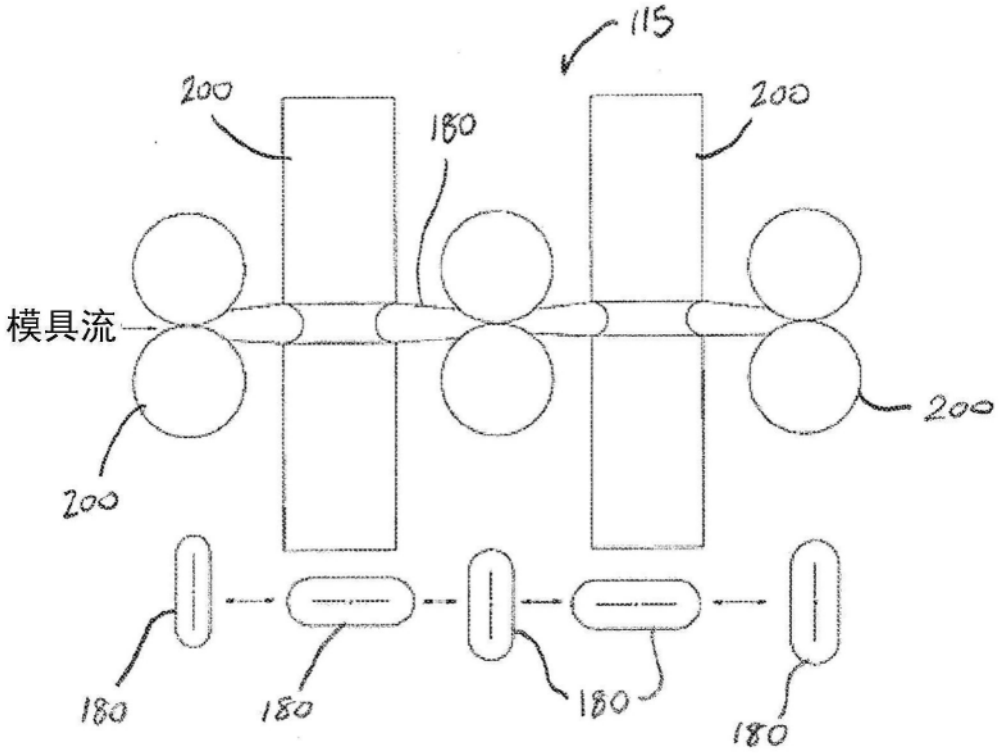

115
200
180
200
模具流
200
200
180
180
180
180

图12

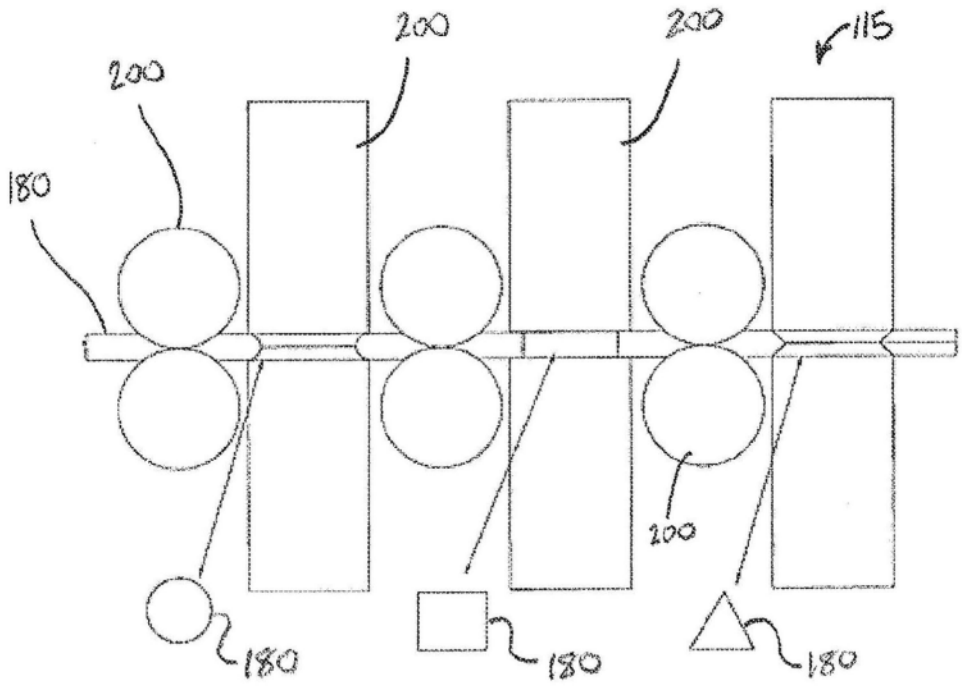


图13

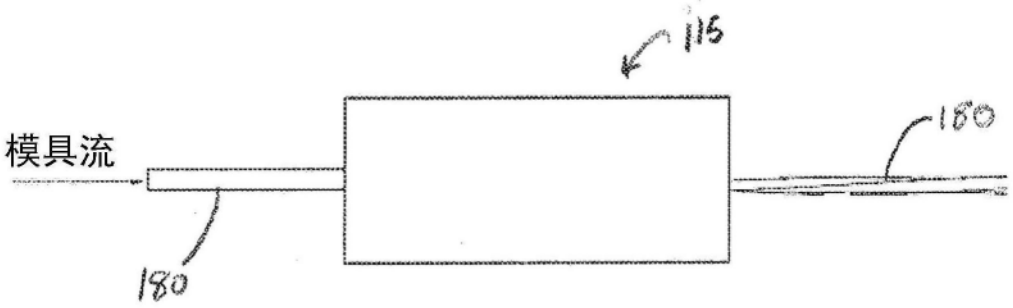


图14

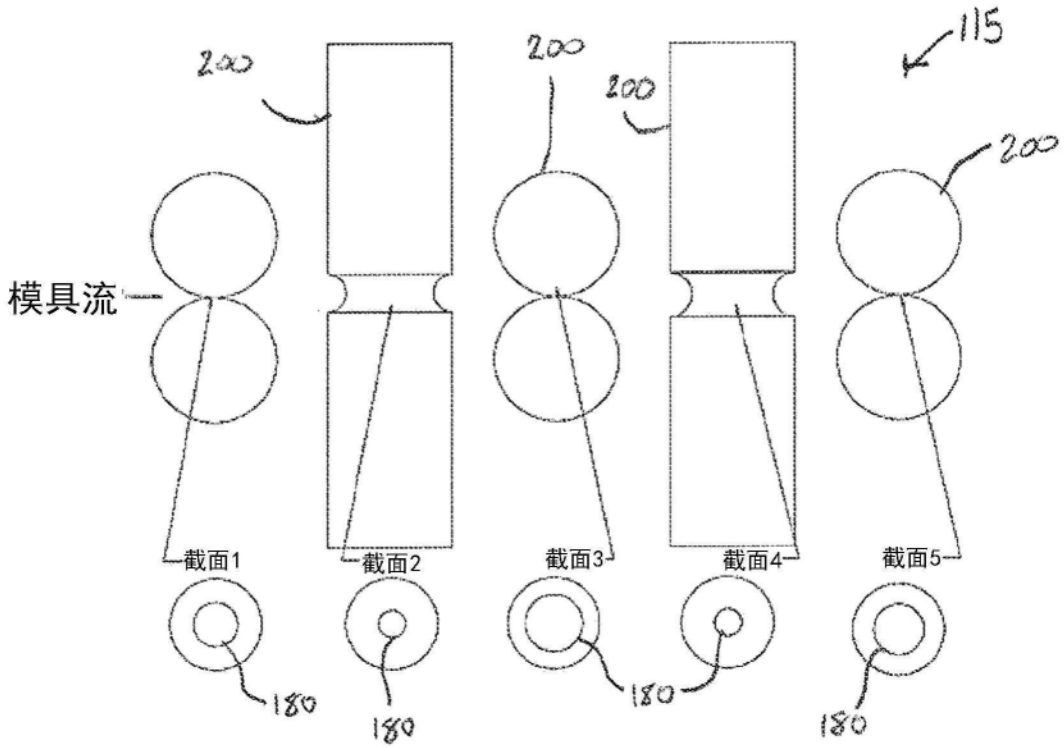

200
200
200
115
200
模具流
截面1
截面2
截面3
截面4
截面5
180
180
180
180

图15

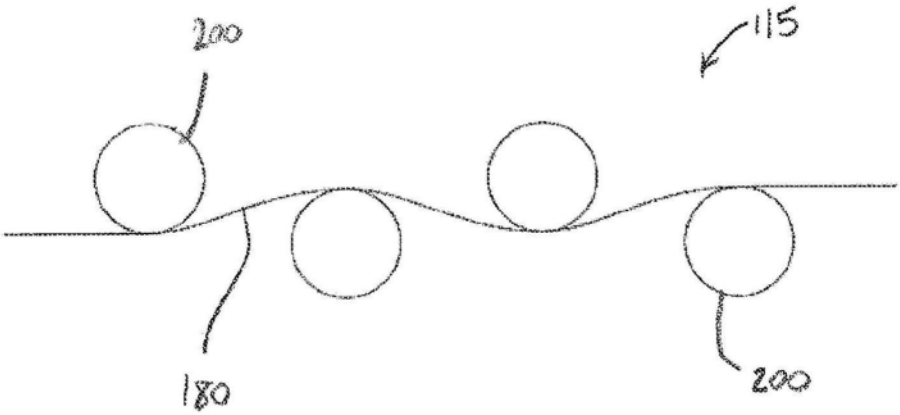

200
115
180
200

图16