



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104275807 B

(45)授权公告日 2018.09.21

(21)申请号 201410330678.6

(22)申请日 2014.07.11

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104275807 A

(43)申请公布日 2015.01.14

(30)优先权数据
13/939,483 2013.07.11 US

(73)专利权人 波音公司
地址 美国伊利诺伊州

(72)发明人 P·T·豪斯特 B·A·约翰逊

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245
代理人 赵蓉民

(51)Int.Cl.

B29C 70/38(2006.01)

B29C 70/54(2006.01)

(56)对比文件

WO 2012/046021 A1,2012.04.12,
EP 0370507 A3,1989.11.23,
CN 2009/0033013 A1,2009.02.05,
EP 2436511 A1,2012.04.04,

审查员 徐凌霄

权利要求书1页 说明书7页 附图7页

(54)发明名称

短节段纤维铺放头

(57)摘要

本发明涉及短节段纤维铺放头。通过重新配置纤维铺放头的功能机构实现了一种用于生成复合板短路径路线应用的复合自动方法和装置。分离纤维推进和收回功能、内嵌激活汽缸以及利用仅推动激活得到了一个简化的紧凑的AFP输送头。圆形结构的纤维切割刀片提供了均匀的切割,其中在激活时,刀片提供渐进切削力且旋转以提供新的切削刃,并且当所有取向同样良好地进行切割时,需要有限的切削刃导向。嵌套在功能中且紧邻压实辊放置的机构减少了到施加点的总体纤维节段。

1. 一种用于在底板上铺放复合材料的自动纤维铺放机,即AFP机,所述AFP机包含:
第一低轮廓丝束控制模块,其包含一个或多个圆形切刀刀片;
第二低轮廓丝束控制模块,其包含一个或多个圆形切刀刀片;
V字形模块,其连接到所述第一低轮廓丝束控制模块和第二低轮廓丝束控制模块,并且位于所述第一低轮廓丝束控制模块和第二低轮廓丝束控制模块之间,所述V字形模块包含位于其内的多个空气通道;以及
多个汽缸,其连接到所述V字形模块,并且嵌套于所述第一低轮廓丝束控制模块和所述第二低轮廓丝束控制模块之间,所述多个汽缸与位于所述V字形模块内的空气通道对齐;
其中所述圆形切刀刀片与切刀摇臂可拆卸地连接,所述切刀摇臂被配置为通过第一切刀伸出活塞和第二切刀收回活塞绕轴旋转。
2. 根据权利要求1所述的AFP机,其中所述第一低轮廓丝束控制模块和第二低轮廓丝束控制模块的高度不超过3/4英寸。
3. 根据权利要求1所述的AFP机,其中所述圆形切刀刀片的高度不超过3/4英寸。
4. 根据权利要求1所述的AFP机,其进一步包含直径不超过3/4英寸的压实辊。
5. 根据权利要求1所述的AFP机,其中所述底板包含平坦或近乎平坦的载荷。
6. 根据权利要求1所述的AFP机,其进一步包含控制单元,该控制单元被配置为访问包含用于制造复合构件的计算机可读指令的文件。
7. 根据权利要求1所述的AFP机,其进一步包含一个或多个定位设备,所述定位设备被配置为当所述复合材料被放置在所述底板上时,相对于传送头操纵所述底板。
8. 根据权利要求7所述的AFP机,其中所述定位设备包含一个或多个NC机、机械臂或心轴。
9. 一种在底板上使用AFP机铺放复合材料节段的方法,所述AFP机具有低轮廓传送头和圆形切刀刀片,所述方法包含:
通过伸出进料活塞,使夹紧辊与进料辊接触,由此使复合材料丝束在所述夹紧辊和进料辊之间沿着丝束导引槽被牵拉,从而将一根或多根复合材料丝束输送经过所述传送头;
通过伸出切刀伸出活塞和收回切刀收回活塞,由此使切刀摇臂绕轴旋转并且降低所述圆形切刀刀片通过所述丝束导引槽,从而将所述复合材料丝束切割成期望的长度;以及
通过伸出切刀收回活塞和收回切刀伸出活塞,由此使切刀摇臂绕轴旋转并且升高所述圆形切刀刀片离开所述丝束导引槽,从而收回所述圆形切刀刀片。
10. 根据权利要求9所述的方法,其进一步包含旋转所述圆形切刀刀片以提供新的切削刃。
11. 根据权利要求9所述的方法,其进一步包含通过在所述圆形切刀刀片被降低的几乎同时伸出夹紧活塞,从而在所述丝束导引槽中将所述复合材料丝束夹紧在合适位置。
12. 根据权利要求9所述的方法,其中伸出所述活塞包含通过在V字形模块内形成的通道向所述活塞提供气压。
13. 根据权利要求9所述的方法,其中所述底板包含平坦或近乎平坦的载荷。

短节段纤维铺放头

技术领域

[0001] 本公开总体涉及用于铺设复合材料层片的自动化方法和设备,更特别地涉及一种在铺设过程期间在底板上铺放短节段(short course)复合带条的方法和设备。

背景技术

[0002] 诸如那些用于汽车、航海和航空工业的复合结构可以使用通常被称为自动纤维铺放机(AFP)的自动化复合材料施加机器来制造。AFP机器可以被用在航空工业中,例如,用于通过在制造工具上放置相对狭窄的带状复合纤维带或“丝束”来制造结构组件和蒙皮。纤维带可以以平行节段的方式放在工具上,其可以大体上边对边接触以形成一个板层。

[0003] 已知的AFP机器使用带条铺放头,当带条铺放头在工具表面上方由机器人设备移动时,带条铺放头分配、切割带条的节段并且将带条的节段压实在工具表面上。这些带条铺放头通常包含带条供卷筒和分配机构,分配机构将带条从供卷筒中拉出且将其导引进压实辊和工具表面之间的夹缝。在分配机构内位于压实辊上游的切刀将带条切割成期望的节段长度。因此,能够由带条铺放头铺放的带条节段的最小长度可以由该带条被压实在工具表面的点和带条被刀片切割的点之间的距离而控制。

[0004] 在一些应用中,可能需要相对短节段的带条,其长度比已知的带条铺放头能够切割的最短节段长度还短。换句话说,期望的节段长度可能比压实点到切割点之间的距离短。在这些情况下,可能需要铺放比最优节段长度更长的节段,因而对该部分增加了重量和/或成本或者需要剪切过量带条的层片,或者可能需要人工铺设短节段带条,因而增加了制造过程中不期望的人力和花费。

发明内容

[0005] 因此,需要一种允许铺放较短长度的节段的用于切割带条节段的带条铺放头和方法。

[0006] 本申请公开了各种系统和方法,以解决现有带条铺放头的上述挑战。

[0007] 在一个示例中,公开了用于在底板上铺放复合材料的自动纤维铺放(AFP)机。AFP机包含具有一个或多个圆形切刀刀片的第一低轮廓丝束控制模块以及具有一个或多个圆形切刀刀片的第二低轮廓丝束控制模块。AFP机进一步包含V字形模块,该模块与第一和第二低轮廓丝束控制模块连接且位于第一和第二低轮廓丝束控制模块之间,V字形模块包含位于其中的多个空气通道。AFP机进一步包含多个空气汽缸,空气汽缸与V字形模块连接并且嵌套在第一低轮廓丝束控制模块和第二低轮廓丝束控制模块之间,所述多个空气汽缸与位于V字形模块内的空气通道对齐。

[0008] 第一和第二低轮廓丝束控制模块可以具有不超过约3/4英寸的高度。圆形切刀刀片可以具有不超过约3/4英寸的高度。AFP机可以进一步包含压实辊,其直径不超过约3/4英寸。圆形切刀刀片可以可拆除地与切刀摇臂连接,该摇臂被配置为通过第一切刀伸出活塞和第二切刀收回活塞围绕轴被旋转。底板可以包含平坦或几乎平坦的载荷。AFP机可以进一

步包含控制单元,其被配置为访问包含用于制造复合材料零件的计算机可读指令的文件。AFP机可以进一步包含一个或多个定位设备,其被配置为当复合材料被放置在底板上时,相对于传送头操纵该底板。定位设备可以包含一个或多个NC机器、机械臂或者心轴。

[0009] 在另一个示例中,自动纤维铺放(AFP)机的传送头包含V字形模块和与该V字形模块连接的第一丝束控制模块,V字形模块具有位于其内的多个空气通道。第一丝束控制模块包含丝束导引盘、支架、具有附连切刀刀片的切刀摇臂以及具有附连夹紧辊的夹紧/进料摇杆。切刀摇臂通过切刀摇杆轴与支架连接。夹紧/进料摇杆嵌套在切刀摇臂内且通过夹紧/进料摇杆轴与支架连接。多个活塞位于V字形模块内的腔体中且与空气通道连接,多个活塞与切刀摇臂和夹紧/进料摇杆对齐。

[0010] 附连切刀刀片可以包含圆形切刀刀片。活塞可以包含第一切刀伸出活塞和第二切刀收回活塞,它们被配置为使切刀摇臂绕切刀摇杆轴旋转。丝束导引盘可以限定多个丝束导引路径,并且第一丝束控制模块可以包含对应的多个切刀摇臂和夹紧/进料摇杆。传送头可以被配置为在平坦或近乎平坦的载荷上铺放复合材料。传送头可以进一步包含第二丝束控制模块,其与V字形模块连接。第二丝束控制模块包含与第一丝束控制模块基本相同的部件,且位于互补位置。

[0011] 在另一个示例中,公开了一种使用具有低轮廓传送头和圆形切刀刀片的AFP机在底板上放置复合材料节段的方法。该方法包含:通过伸出进料活塞,使夹紧辊与进料辊接触,由此使复合材料丝束在夹紧辊与进料辊之间沿着丝束导引槽被牵拉,从而输送一根或多根复合材料丝束通过传送头。该方法进一步包含:通过伸出切刀伸出活塞并且收回切刀收回活塞,由此使切刀摇臂绕轴旋转且降低圆形切刀刀片通过丝束导引槽,从而将复合材料丝束切割为期望的长度。该方法进一步包含:通过伸出切刀收回活塞和收回切刀伸出活塞,由此使切刀摇臂绕轴旋转且升高圆形切刀刀片离开丝束导引槽,从而收回圆形切刀刀片。

[0012] 该方法可进一步包含旋转圆形切刀刀片以提供新的切割刀。该方法可进一步包含通过在降低圆形切刀刀片的几乎同时伸出夹紧活塞,从而将复合材料丝束夹紧在丝束导引槽中的适当位置。伸出活塞可以包含通过形成在V字形模块内的空气通道向该活塞供应气压。底板可以包含平坦或近乎平坦的载荷。

附图说明

[0013] 图1是根据本申请的自动纤维铺放(AFP)机的一个示例的方框图。

[0014] 图2A和2B是示出根据本申请的AFP机的一个示例的示意图。

[0015] 图3示出了用于AFP机的传送头的一个示例的部分横截面图。

[0016] 图4示出了用于AFP机的传送头的一个示例的分解图。

[0017] 图5A到图5D示出了在AFP过程的各个阶段期间推杆/活塞子组件的位置。

[0018] 图6是飞行器生产和维护方法学的流程图的图示。

[0019] 图7是飞行器的方框图的图示。

[0020] 在各附图中同样的参考编号和标记表示同样的元件。

具体实施方式

[0021] 在下述详细描述中将参考附图,这些附图形成了详细描述的一部分,并且在这些附图中通过说明方式示出了本发明可以被实施的具体实施例。详细描述这些实施例是为了使本领域技术人员能够实施本发明,并且可以理解,在没有偏离本发明的精神和范围的情况下,可以使用其他实施例并且可以进行各种改变。因此,下面的详细描述不应被视为具有限制意义。

[0022] 本申请公开了一种用于铺放复合材料板层以制造复合材料零件的系统和使用该系统的方法。具体地,该系统提供了通过重新配置纤维铺放头的功能机构来短路径节段施加复合材料板。在一些示例中,该系统包含自动层压设备,例如,自动纤维铺放 (AFP) 机。该层压设备包含一个或多个分配头,用于在心轴、叠层模具或工具上铺放复合材料层片。此外,该层压设备包含用来切割复合材料的切割设备。在本公开的益处下,关于该系统配置和操作的额外细节和变体对于本领域技术人员将是明显的。

[0023] 图1是根据本申请的自动纤维铺放 (AFP) 机100的一个示例的框图。在图1所示的示例中,AFP机100包含铺放头105,该铺放头105由对应的定位设备110定位。铺放头105被配置为在底板120上铺放115复合材料。该底板120包含工件125的表面,例如,心轴表面、工具表面、叠层模具表面或任何其他合适的表面,在这些表面上放置复合材料。此外,该底板120可以包含任何预先应用的复合材料、增粘剂和可以预先铺放在工件125上的类似物。工件125由驱动装置130旋转或以其他方式定位。驱动装置130和/或定位设备110由控制单元135控制。控制单元135可以访问文件140,该文件包含用于制造复合材料零件的计算机可读指令。

[0024] 图2A是示出根据本申请的自动纤维铺放 (AFP) 机200的示例的示意图。通常,AFP机200被配置为相对于纤维铺放头组件或传送头215操纵底板210 (例如,工具或平底容器叠放模具),同时在该底板210上放置复合材料丝束。例如,在图2A所示的具体示例中,AFP机200包含数控 (NC) 机205 (例如,机械臂),其被配置为操纵底板210的同时传送头215保持静止。在其他情况下,AFP机200可以包含如下NC机205,其被配置为在移动传送头215的同时底板210保持固定或在额外的一个或多个运动轴线上移动。除了这些示例,也可以使用相对于传送头215移动该底板210的其他替换机构,如本领域技术人员所理解的。

[0025] 图2B中更详细地示出传送头215。AFP机200进一步包含丝束供应系统200,该系统包含一组存储线轴225或筒子架,以及一系列丝束导引装置 (例如,转向辊230和转向滑轮235) 以及张力制动系统250。为了简单起见,AFP机200的完整的辊支撑架没有在图2A和2B中整体示出。AFP机200也可以包含各种标准控制部件,例如,气压缸、电伺服致动器、控制钢绳、软管等 (没有显示),这些部件在合适的控制模块 (例如,图1中显示的控制单元135) 的指引下控制AFP机200的运行。

[0026] 在操作中,AFP机200从存储线轴225围绕转向辊230牵拉复合材料丝束240 (例如,碳纤维环氧树脂),转向辊230用作将预定的张力保持在每根纤维或丝束240上,并且通过转向滑轮235到传送头215。当复合材料节段 (也被称为丝束带) 被放置在底板210上时,响应于来自控制单元135的命令,每根丝束240进而由切割刀片切割为正确的长度。每根丝束240具有对应的切割刀片,但是刀片的数量可以依据丝束240的数量和每根丝束240的宽度而变化。当丝束240从传送头215出现时,这些丝束经过压实辊245,随着底板210相对于传送头215移动,压实辊245将丝束240施加并且压紧在底板210的表面上。在将丝束240铺放在底板210上之前,可以将热施加到丝束240,以增加树脂浸渍丝束的表面粘性。可以保持丝束210

上的张力,以辅助根据控制张力制动系统250的转向辊230所感测地牵拉丝束通过AFP机200。

[0027] 图3和图4分别示出传送头215的一个示例的部分横截面图和部件分解图。在图3和图4所示的示例中,传送头215包含“V字形模块”350,其具有多个空气配件384,这些空气配件连接到位于V字形模块350内的通道352,在运行期间,可以通过这些通道导入气压。空气配件384与常规的气动阀门兼容,该气动阀门被配置为按照来自控制单元135的预定指令控制传送头215的操作。传送头215包含第一上部丝束控制模块354A和第二下部丝束控制模块354B,这些模块包含大体上相同的、位于互补位置的部件。如上所述,在运行期间,丝束控制模块354A、354B导引丝束240经过传送头215。为了简便起见,在图4的分解图中,仅分离了上部丝束控制模块354A的部件。

[0028] 每个丝束控制模块354包含与V字形模块350连接的丝束导引盘356,该丝束导引盘356根据其内的丝束槽尺寸358所设定地形成丝束进料路径的结构。总宽度输出由与设计传送头215所针对的丝束240的数量对应的多个丝束导引槽358定义。例如,在图3和图4中所示的具体情况下,上部丝束控制模块354A和下部丝束控制模块354B都包含丝束导引盘356,该丝束导引盘具有三个丝束导引槽358,意味着传送头215被配置为在每个过程期间以边对边对齐的模式,在底板210上同时铺放高达6条复合材料丝束240(三条丝束240来自上部丝束控制模块354A,三条丝束240来自下部丝束控制模块354B)。

[0029] 传送头215进一步包含多个推杆/活塞子组件360,其对应于选定数目的多个丝束导引槽358。每个推杆/活塞子组件360包含第一切刀收回活塞360A、第二夹紧活塞360B、第三进料活塞360C以及第四切刀伸出活塞360D。在所示示例中,切刀收回活塞360A、夹紧活塞360B、进料活塞360C以及切刀伸出柱塞360D都包含偏置弹簧362。每个推杆/活塞子组件360位于V字形模块350中的一系列腔体364内,这一系列腔体与对应的丝束导引槽358对齐。

[0030] 每个丝束控制模块354还包含与丝束导引盘356连接的支撑框架366,以及针对每个丝束导引槽358还包含具有附连切刀刀片370的切刀摇臂368和具有附连夹紧辊374的夹紧/进料摇杆372。每个切刀摇臂368通过第一切刀摇杆轴376A与支撑框架366连接,在运行期间,切刀摇臂368绕该轴转动。相似地,每个夹紧/进料摇杆372通过第二夹紧/进料摇杆轴376B与支撑框架366连接,在运行期间,夹紧/进料摇杆372绕该轴转动。尽管对于图4中的所有三个切刀摇臂368来说,第一切刀摇杆轴376A被示为单个整体构件,但是在某些情况下,第一切刀摇杆轴376A可以被细分成多个构件,每个构件对应于单独的切刀摇臂368。每个丝束控制模块354还包含一个或多个与支撑框架366连接的刀片盖378,该刀片盖被配置为在运行期间覆盖切刀刀片370。

[0031] 传送头215的切刀摇臂368和夹紧/进料摇杆372是大体上对称的,在某些情况下,这可以有利地减少扭曲和结合变形。每个夹紧/进料摇杆372嵌套于对应的切刀摇臂368的袋口内,除了后端附近(在该处凸片延伸以便与进料活塞360C结合)。在每个夹紧/进料摇杆372中的凸片的位置处,对应的切刀摇臂368升高以允许夹紧/进料摇杆372足够地旋转。每个切刀摇杆轴376A位于足够高的位置,以允许对应的夹紧/进料摇杆372旋转,并且丝束控制模块354优选地被设计成充分减少所需的整体旋转量。

[0032] 传送头215进一步包含压实辊245,该压实辊与V字形模块350连接,V字形模块350被配置为接触底板210,其中V字形模块在压实辊245下在进料到接触交叉点的V字形图案纤

维的交叉处形成夹持点。此外,传送头215包含第一上部进料辊382A和第二下部进料辊382B,它们连接到一个或多个合适的驱动机构,例如,伺服致动器。当夹紧辊374被活塞360C激活,作用在夹紧/进料摇杆372上从而接触进料辊382时,进料辊382A、382B形成夹持压实拉力。在合适的控制模块的指引下(例如,图1中所示的控制单元135),该拉力牵拉复合材料丝束240以期望的速度和在期望的时间内分别经过上部和下部丝束控制模块354A、354B。

[0033] 与常规的AFP传送头不同,本申请的传送头215包含针对短节段和平坦或近乎平坦的载荷(charge)优化传送头215的多种不同的特征。例如,通过压实辊245的直径比常规压实辊明显小,并且还通过将切割点放置得更接近夹持点的丝束切割添加机构的紧凑设计,从丝束脱落或切割点到辊夹持区域的总距离被减少了。具体地,在某些情况下,压实辊245的直径不超过约3/4英寸。

[0034] 此外,传送头215包含具有独特圆形切刀几何外形的切刀刀片370,而不是在常规切刀刀片中使用的传统矩形。圆形切刀刀片设计有利地允许传送头215使用比常规AFP切刀明显短切刀刀片370。具体地,在某些情况下,切刀刀片370的最大长度不超过约3/4英寸。圆形切刀刀片设计还有利地消除了刀片导向件的需要,因为该切刀刀片370能够在每个取向上同样良好地进行切割。此外,通过在使用期间使切刀绕切刀安装中心点旋转,切刀的寿命被延长了。该圆形切刀刀片370也是容易接触到的、可拆除的和可替换的。

[0035] 在常规的AFP机中,用来致动推杆和活塞的气动导管和其他设备通常与丝束控制模块和V字形模块的外部连接。结果,常规AFP传送头会是庞大的和笨重的,很难制造具有短节段长度的小型复合零件。相反,本申请的传送头215使用独特的设计,在其中空气配件384被嵌套在上部丝束控制模块354A和下部丝束控制模块354B之间,并且气压通过位于V字形模块350内的通道352被导进,以控制推杆/活塞子组件360的操作。这种紧凑的结构有利地使传送头215能够使用丝束控制模块354的低轮廓(low-profile)设计。具体地,在某些情况下,丝束控制模块354的最大高度不超过约3/4英寸。

[0036] 图5A到图5D示出在AFP过程的各个操作阶段期间的推杆/活塞子组件360A-360D的位置。通常,活塞360A-360D被弹簧偏置在收回位置,并且可以通过经由对应的空气配件384和通道352向关联的激活活塞360A-360D的期望的圆柱形孔腔364提供气压来伸出。该操作可以通过各种控制阀和其他控制设备(没有显示)使用本领域技术人员熟知的在控制单元135内处理的常规技术和控制方法来完成。

[0037] 图5A示出AFP过程的“丝束进料”阶段,在该阶段期间,复合材料丝束240被进料辊382牵拉经过传送头215。在该丝束进料阶段期间,如图5A所示,切刀收回活塞360A伸出,而切刀伸出活塞360D收回,从而防止切刀摇臂368的前端降低以接合切刀刀片370。此外,进料活塞360C伸出,这降低了夹紧/进料摇杆372的前端,使夹紧辊374与进料辊382接触,该进料辊382按进料活塞360C激活地那样与夹紧辊374接触。将夹紧活塞360B收回,以确保复合材料丝束240能够在进料辊382的控制下以期望的速度和在期望的持续时间内被牵拉经过对应的丝束导引槽358。

[0038] 图5B示出AFP过程的“自由运行”阶段,在该阶段期间,当期望的材料节段被放置在底板210上时,复合材料丝束240传递经过传送头215。在该自由运行期间,如图5B所示,进料活塞360C收回,而所有其他的活塞仍然保持在与图5A中所示的丝束进料阶段期间相同的位置。进料活塞360的收回导致夹紧/进料摇杆372绕夹紧/进料摇杆轴376B旋转,从而降低了

该夹紧/进料摇杆372的后端并且升高了前端。该旋转进而导致夹紧辊374与进料辊382分离,由此允许复合材料丝束240在底板210上铺放材料节段期间由于底板210和/或传送头215的运动而自由传递通过丝束导引槽358。

[0039] 图5C示出AFP过程的“丝束切割”阶段,在该阶段期间,复合材料丝束240被切刀刀片370切割成期望的长度。在该丝束切割阶段期间,如图5C所示,切刀收回活塞360A收回并且切刀伸出活塞360D伸出,而所有其他的活塞依然保持在与图5B中所示的自由运行阶段期间相同的位置。切刀收回活塞360A的收回和切刀伸出活塞360D的伸出导致切刀摇臂368绕切刀摇杆轴376A枢转,由此降低了切刀摇臂368的前端,并且使切刀刀片370经过丝束导引槽358且将复合材料丝束240切割到期望的长度。

[0040] 图5D示出AFP过程的“丝束夹紧”阶段,在该阶段期间,复合材料丝束240在被切刀刀片370切割之后,被固定在传送头215中的合适的位置。在该丝束夹紧阶段期间,如图5D所示,切刀收回活塞360A伸出,而切刀伸出活塞360D收回,以解除切刀刀片370。在该步骤期间,由于振动或其他力的原因,圆形切刀刀片370可以旋转,因而有利地为下次丝束切割在同一切刀刀片370上提供新的切割刃。几乎在同一时间,夹紧活塞360B伸出,以在丝束240上施加力,且将它保持固定在丝束导引槽358内。如果没有该夹紧步骤,则丝束240在被切割之后可能会由于储存在对应的存储线轴225上的复合材料丝束的剩余长度产生的张力而具有反弹的趋势。然而,通过将丝束240保持固定,AFP机200能够精确地确定丝束240末端的位置,且因此能够精确地定位传送头215,以便将随后的复合材料节段铺放在底板210上。

[0041] 在常规AFP机中,切刀刀片通常由单个双作用汽缸致动,即,“推动”切刀刀片以接合切刀并且“拉动”切刀刀片以脱离切刀的单个汽缸。相反,在本申请的AFP机200中,切刀刀片370的推进和收回功能被分离到两个活塞(例如,切刀收回活塞360A和切刀伸出活塞360D)。该结构有利地消除了对至少一个杆密封件的需要,并且通过只使用推杆而没有“拉动”需求,简化了机构。

[0042] 由于上述特征,本申请的AFP机200有利地具有比常规AFP机的最小切割长度明显短的最小切割长度。例如,在某些情况下,本申请的AFP机200能够将复合材料丝束240切割到约11/2英寸短的长度。结果,本申请的AFP机200有利地允许将AFP过程经济地应用到小型复合零件,尤其是平坦或近乎平坦的载荷。这可以包含某些复合零件(例如,梁等),在其中被AFP机200压实的区域局部是平坦的或近乎平坦的,而该复合零件可以具有弯曲部分,例如,从腹板到法兰的紧凸曲率半径。

[0043] 参考图6-7,本申请的系统和方法可以在如图6所示的飞行器制造和维护方法600和图7中所示的飞行器700的背景下实施。在预制造期间,示例性方法600可以包含飞行器700的规范和设计602以及材料采购604。在生产期间,进行飞行器700的部件和子组件制造606和系统集成608。之后,飞行器700可以经过验证和交付610,以便投入使用612。当由某个顾客使用612时,飞行器700被安排常规的维修和维护614(其也可以包含修改、重新配置、翻新等)。

[0044] 方法600的每个过程可以由系统集成商、第三方和/或运营商(例如,顾客)实施或实现。出于该描述的目的,系统集成商可以包含但不限于任何数量的飞行器制造商和主系统转包商;第三方可以包含但不限于任何数量的卖方、转包商和供应商;以及运营商可以是航空公司、租凭公司、军方实体、服务组织等。

[0045] 如图7所示,通过示例性方法600生产的飞行器700可以包含机身720以及多个系统722和内部724。高层次系统722的示例包含推进系统726、电气系统728、液压系统726以及环境系统728中的一个或多个。任何数量的其他系统也可以被包含。尽管示出了飞行器的示例,但是所公开的实施例的原理可以应用于其他行业,例如汽车行业。

[0046] 在此实施的装置和方法可以用于制造和维护方法600中的一个或多个阶段期间。例如,与生产过程606对应的部件或子组件可以用类似于当飞行器700在使用612时生产的部件或子组件的方式生产或制造。同样,一个或多个装置实施例、方法实施例或两者的组合可以用在生产阶段606和608期间,例如,以便极大地加速飞行器700的装配或减少成本。相似地,当飞行器700在使用612时可以使用一个或多个装置实施例、方法实施例或两者的组合来例如但不限于维修和维护614。

[0047] 尽管按照某些优选的结构描述了本公开,但是对于本领域技术人员而言是显而易见的其他结构,包括没有提供在此陈述的所有特征和优势的结构,也在本公开的范围内。因此,本公开的范围仅通过参考所附的权利要求及其等同物来限定。进一步地,本公开包含根据下列条款的实施例:

[0048] 条款1.自动纤维铺放(AFP)机的传送头,该传送头包含:

[0049] V字形模块,其具有位于其内的多个空气通道;

[0050] 与所述V字形模块连接的第一丝束控制模块,其包含丝束导引盘、支撑框架、具有附连切刀刀片的切刀摇臂以及具有附连夹紧辊的夹紧/进料摇杆,

[0051] 其中所述切刀摇臂通过切刀摇杆轴与所述支撑框架连接;以及

[0052] 其中所述夹紧/进料摇杆嵌套在所述切刀摇臂内且通过夹紧/进料摇杆轴与所述支撑架连接;

[0053] 多个活塞,其位于V字形模块内的腔体中且与空气通道连接,所述活塞与切刀摇臂和夹紧/进料摇杆对齐。

[0054] 条款2.根据条款1所述的传送头,其中所述附连切刀刀片包含圆形切刀刀片。

[0055] 条款3.根据条款1所述的传送头,其中所述活塞包含第一切刀伸出活塞和第二切刀收回活塞,它们被配置为使切刀摇臂绕切刀摇杆轴旋转。

[0056] 条款4.根据条款1所述的传送头,其中所述丝束导引盘限定多个丝束导引路径,且第一丝束控制模块包含对应的多个切刀摇臂和夹紧/进料摇杆。

[0057] 条款5.根据条款1所述的传送头,其中所述传动头被配置为在平坦或近乎平坦的载荷上铺放复合材料。

[0058] 条款6.根据条款1所述的传送头,其进一步包含第二丝束控制模块,其与V字形模块连接,并且第二丝束控制模块包含与第一丝束控制模块基本相同的部件,并且位于互补位置。

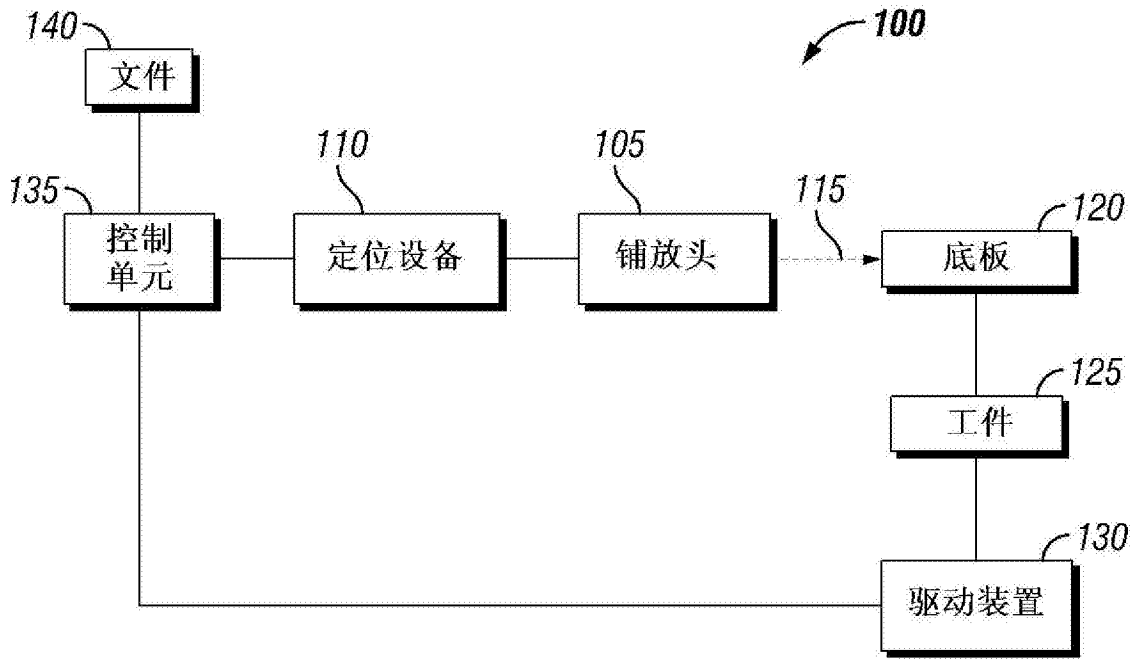


图1

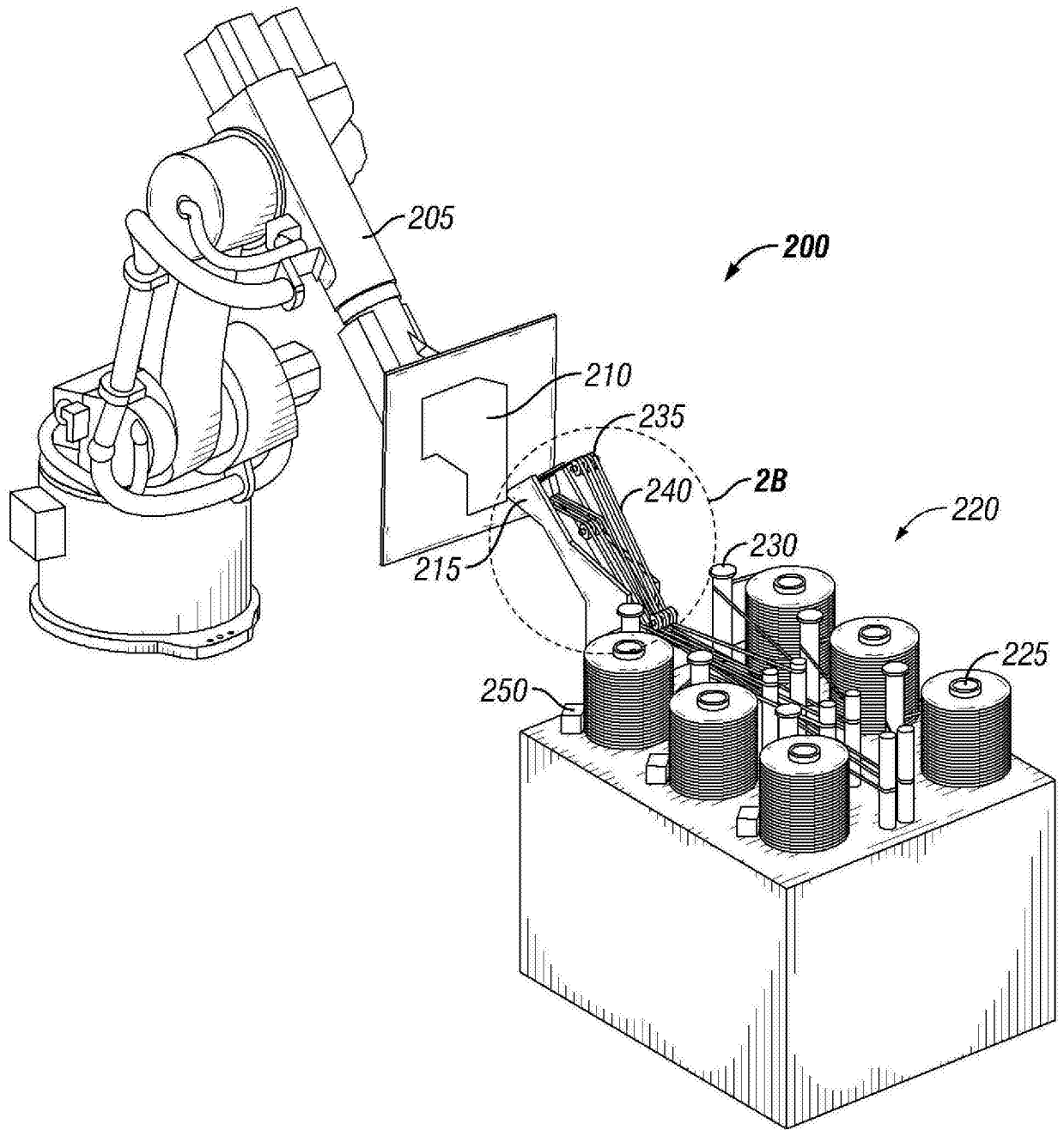


图2A

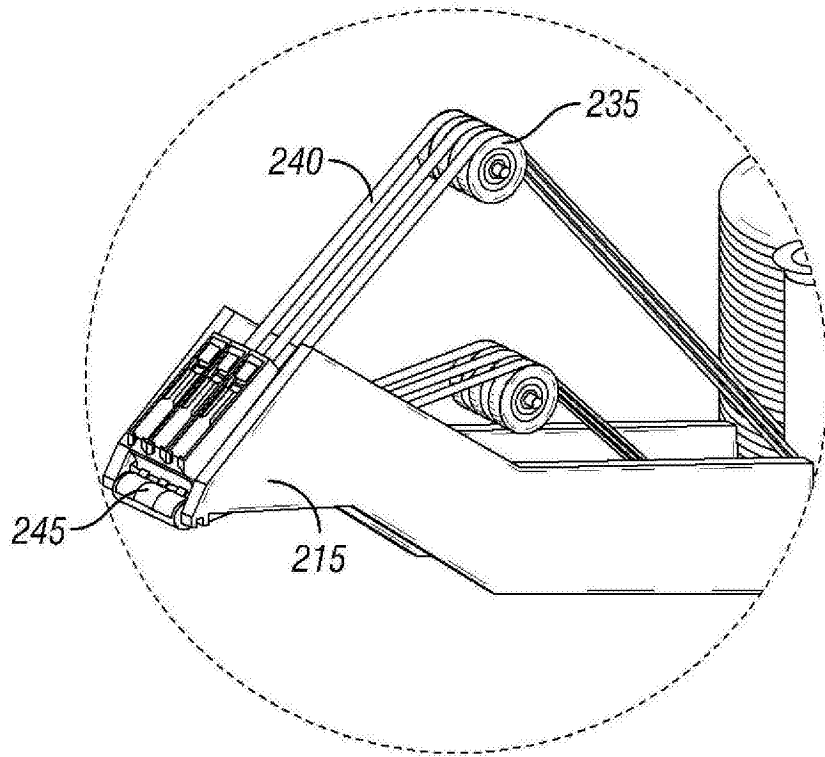


图2B

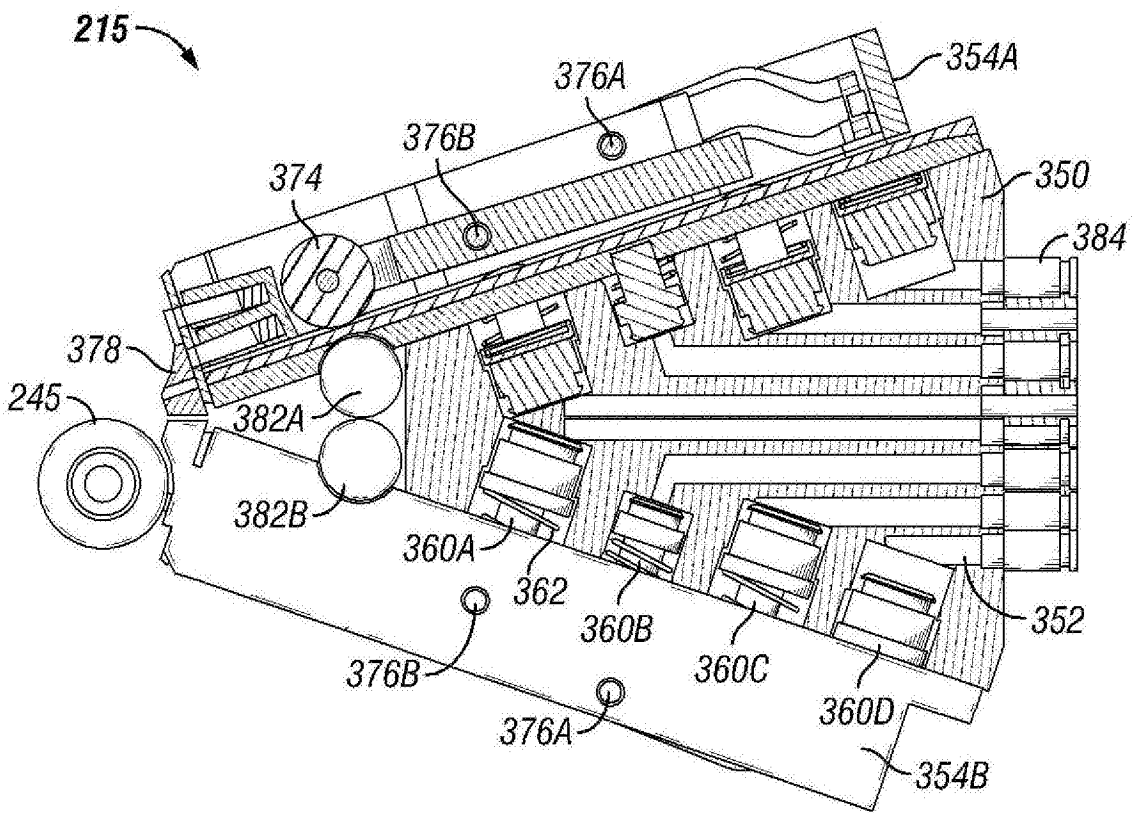


图3

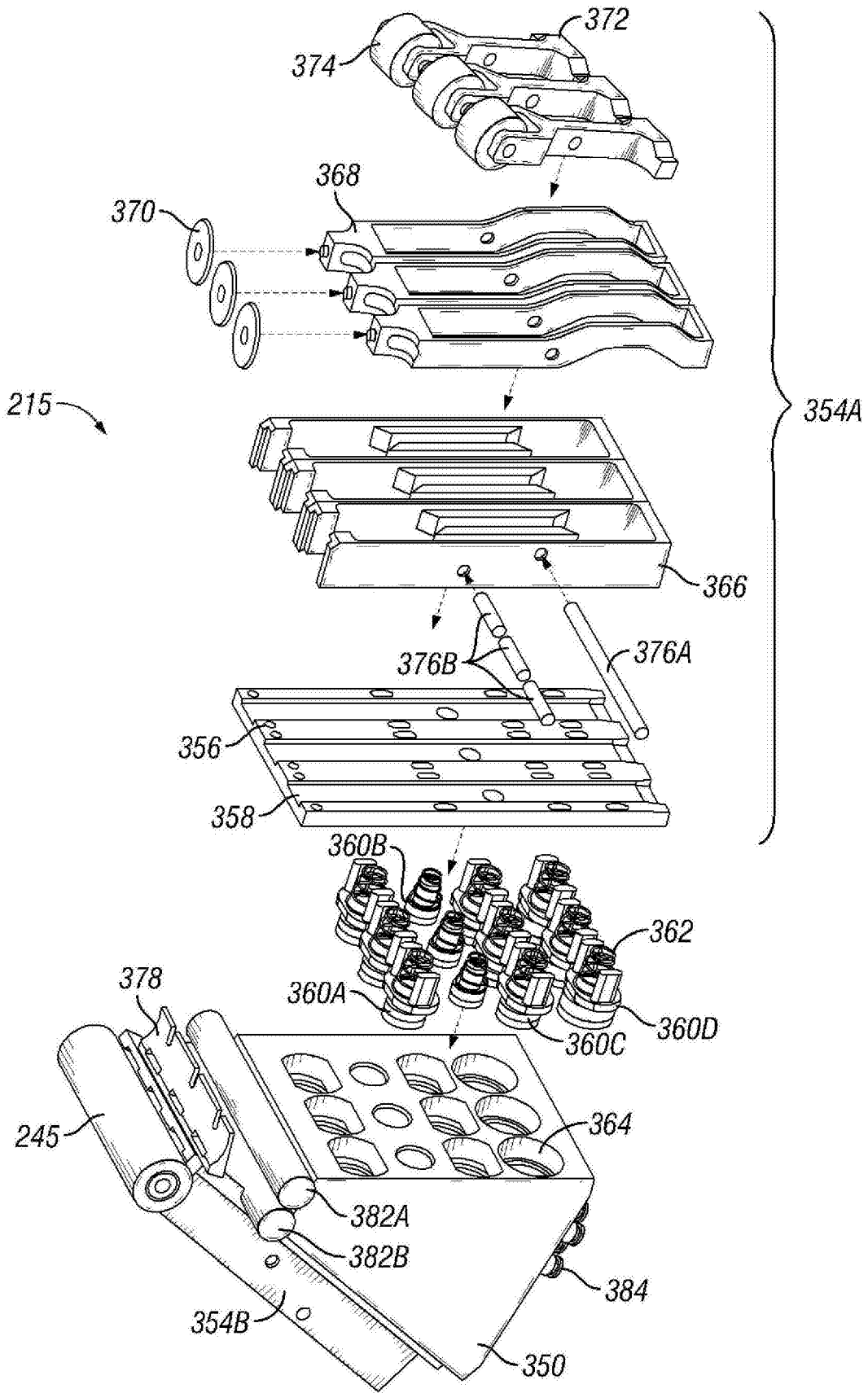


图4

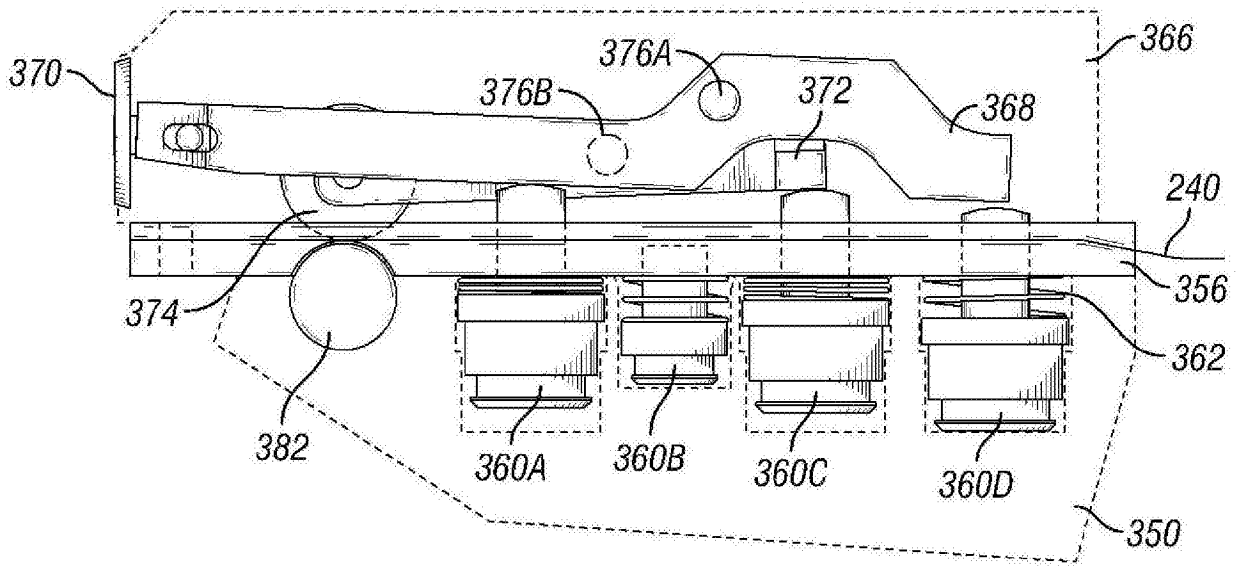


图5A

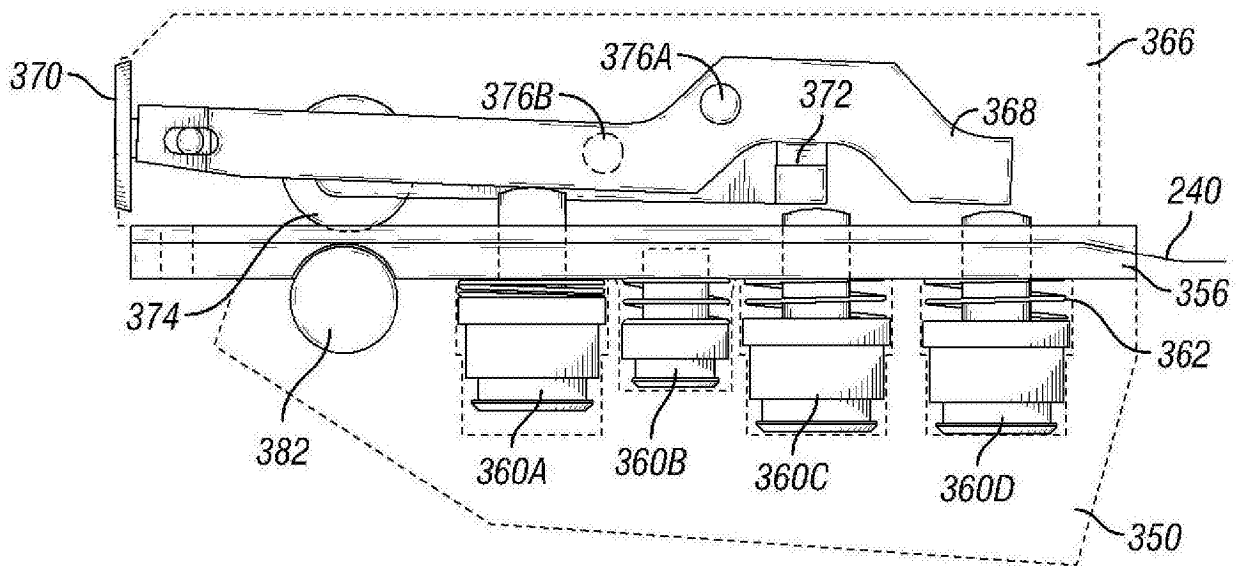


图5B

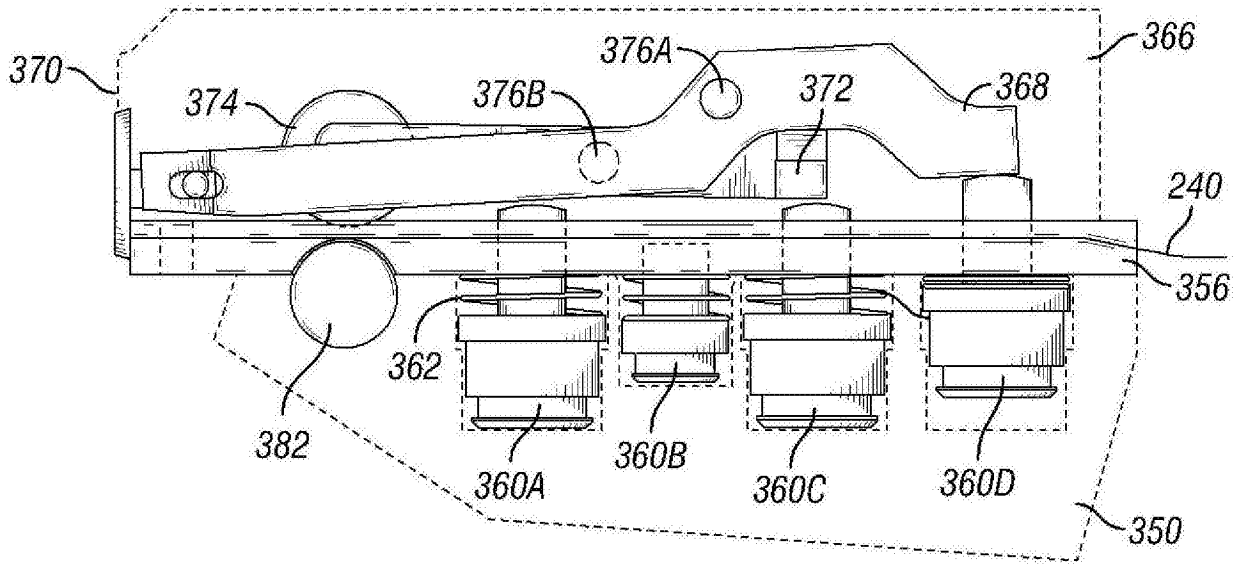


图5C

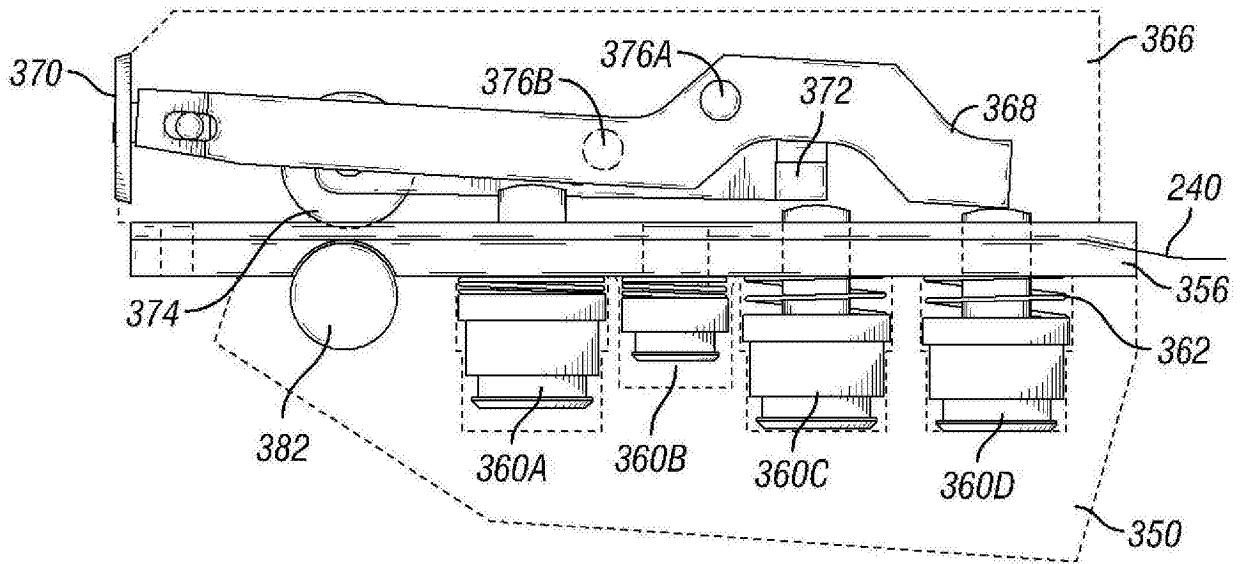


图5D

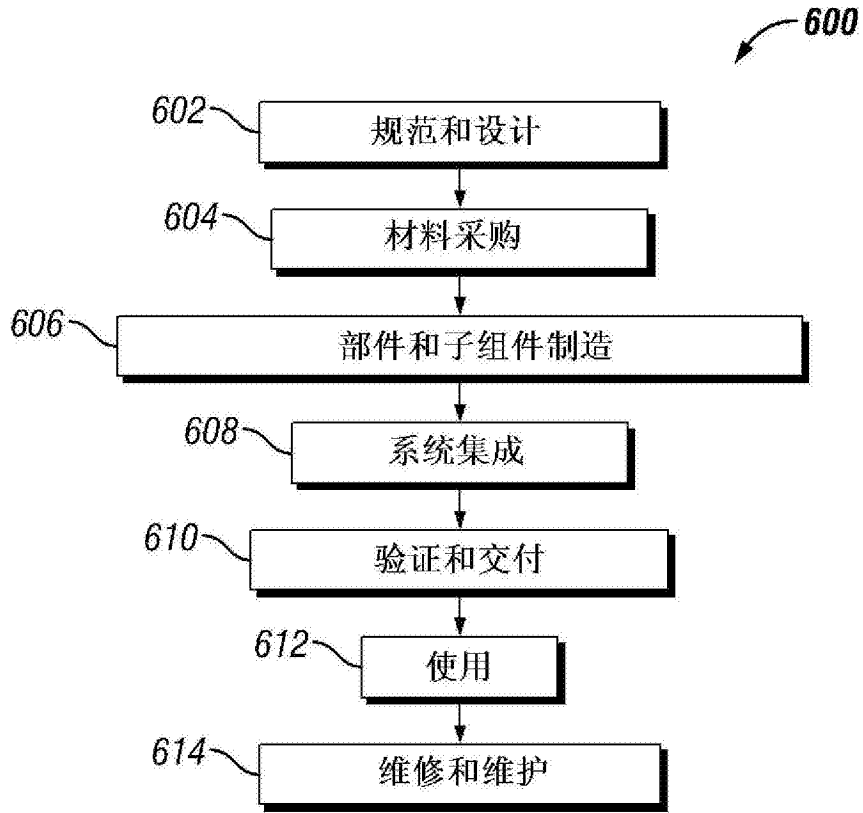


图6

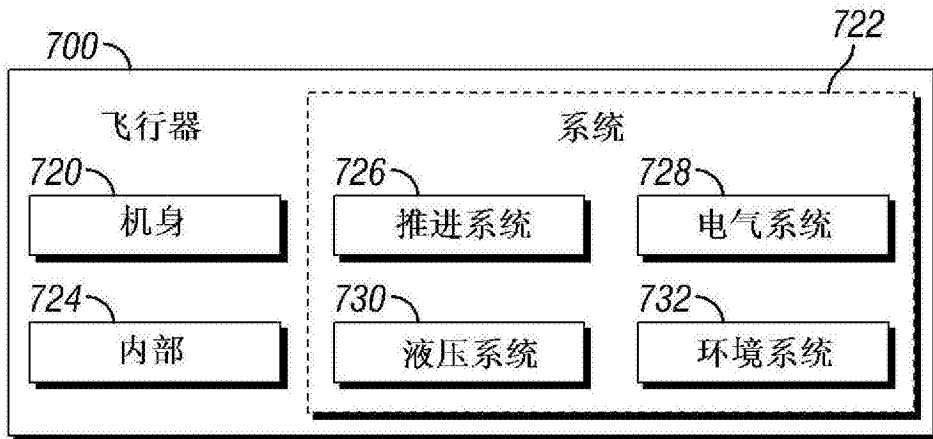


图7