



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102431182 A

(43) 申请公布日 2012. 05. 02

(21) 申请号 201110282077. 9

(22) 申请日 2011. 09. 16

(30) 优先权数据

12/893, 050 2010. 09. 29 US

(71) 申请人 波音公司

地址 美国伊利诺伊州

(72) 发明人 P · J · 克劳泽斯

(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 70/30 (2006. 01)

B29C 70/54 (2006. 01)

权利要求书 1 页 说明书 9 页 附图 8 页

(54) 发明名称

铺设筒形复合结构的方法和器械

(57) 摘要

本发明涉及一种回转体复合结构。通过提供具有内部工具表面的 OML 模具, 和移动操纵器穿过所述模具的内部来制造所述回转体复合结构, 复合铺层可以在内部工具表面上形成。操纵器上的末端执行器用于将复合材料铺在工具表面, 并将在工具表面之上周向地移动复合材料。

1. 一种制造筒形复合结构的方法,其包含:
提供具有内部工具表面的 OML 模具,复合铺层可以被形成在所述内部工具表面上;
移动操纵器穿过所述模具的内部;
利用所述操纵器上的末端执行器将复合材料施加于所述工具表面,包括在所述工具表面之上周向地移动所述末端执行器。
2. 根据权利要求 1 所述的方法,进一步包含:
保持所述 OML 模具静止且同时形成所述铺层。
3. 根据权利要求 1 所述的方法,其中移动所述操纵器穿过所述模具包括沿着所述 OML 模具的纵轴线基本线性地移位所述操纵器。
4. 根据权利要求 3 所述的方法,其中基本线性地移动所述操纵器是由以下实现的:
将所述操纵器安装在支架上;和
利用所述支架来引导所述操纵器的线性移动。
5. 一种制造筒形复合结构的器械,其包含:
模具,该模具具有限定所述结构的外模线的筒形内部工具表面;
用于将复合材料施加于所述工具表面的复合材料涂敷器头;
操纵所述涂敷器头的操纵器,包括在所述模具表面之上周向地移动所述头的装置;和
安装所述操纵器以用于运动穿过所述模具的内部的装置。
6. 根据权利要求 5 所述的器械,进一步包含:
适于将所述模具静止安装在支撑表面上的装置。
7. 根据权利要求 5 所述的器械,其中所述操纵器包括并联运动机床。
8. 根据权利要求 5 所述的器械,其中所述并联运动机床包括:
围绕公共轴线旋转的第一、第二和第三臂,和
枢转地联接在所述臂和所述涂敷器头之间的连杆。
9. 根据权利要求 5 所述的器械,其中所述安装装置包括:
适于被支撑在其相反端上且与所述模具的纵轴线基本对齐的细长支架,和
被安装成沿着所述支架移动的滑动台架,
其中所述操纵器被安装在所述滑动台架上。

铺设筒形复合结构的方法和器械

技术领域

[0001] 本发明一般涉及复合零件的制造,更具体地涉及铺设筒形复合结构的方法和器械,例如飞行器的机身部分。

背景技术

[0002] 诸如机身筒形部分的回转体复合结构可以铺设在心轴的外部工具表面上,其代表了完成结构的内模线(IML)。当心轴旋转时,自动纤维铺放(AFP)机床可以用于将纤维带或纤维束形式的复合材料铺在工具表面。这些心轴是自支持的,且必须在同时有AFP机床和开始/停止制动减速施加的力下起作用,因此,心轴是相对笨重的、复杂的和制造昂贵的。而且,需要外部加工来形成结构的外模线(OML)上的所需表面。例如,在飞行器机身部分的情形中,可能需要外部加工来产生在结构的OML(外模线)上的空气动力学表面。此外,可能需要大量的机座和大型马达和制动器来支撑和旋转心轴的相对大的旋转质量,和需要大型起重机来移动在工厂地面上的心轴。除了以上讨论的缺点以外,由于可以旋转具有大的动态质量的心轴的速度限制,铺层速度和生产率是受限的。

[0003] 已经设计了其他生产设备用于将复合材料铺设在对应于复合结构OML的心轴的筒形工具表面上。该设备使用安装在悬臂支撑的门架上的AFP头,以便当旋转心轴时将复合材料施加于内部工具表面(内模线)。因此,该设备还依赖于相对重的心轴的旋转,为的是在工具表面周向内施加复合材料,因此呈现出在复合材料被施加于旋转心轴的外部工具表面的生产技术的许多缺点。

[0004] 因此,需要一种形成可以不依赖于相对重的心轴旋转的筒形复合结构的方法和器械。还需要一种降低加工花费同时增加复合材料的沉积率和提高生产效率的方法和器械。

发明内容

[0005] 所公开的实施例提供了通过利用AFP(自动纤维铺放)头将复合材料施加于静止OML模具工具而铺设筒形复合结构的方法和器械。在OML模具工具上形成复合铺层可以降低额外加工以修改完成结构的OML表面的需求。OML模具的静止安装消除了对旋转工具所需的机构的需求。使用连续旋转操纵器在工具表面之上移动AFP头允许复合材料的连续铺层,因而增加了铺层速度和生产效率。通过使用PKM(并联运动机床)类型的操纵器进一步提高生产效率,PKM提供了AFP头在工具表面之上的高速动态运动。使用静止OML模具工具更适用于反作用于由PKM操纵器产生的大重力。当铺层速度增加时,由PKM操纵器产生的大重力可以用于提供对于复合材料的额外附着压力。OML模具工具的静止安装可以降低工具的质量,因为OML模具不需要是自支持的,或者不需要反作用于旋转期间由工具的紧急停止减速所产生的惯性载荷。

[0006] 根据一个公开的实施例,提供了制造回转体复合结构的方法。该方法包含:提供具有内部工具表面的OML模具,复合铺层可以在内部工具表面上形成;和移动操纵器穿过模具的内部。该方法进一步包含使用操纵器上的末端执行器从而将复合材料施加到工具表

面,包括在工具表面之上周向地移动末端执行器。该方法进一步包含保持 OML 模具静止同时形成铺层。移动操纵器穿过模具包括沿着 OML 模具的纵轴线基本线性地移位操纵器。基本线性地移动操纵器是通过将操纵器安装在支架上和利用支架来引导操纵器的线性移动来实现的。

[0007] 根据另一个实施例,提供了制造筒形复合结构的方法。该方法包含:提供具有定义了结构外模线的内表面的筒形模具;和保持模具基本静止。该方法进一步包括在模具的内表面上形成复合铺层,同时保持模具基本静止。形成铺层包括利用自动化的涂敷器头将复合材料施加到模具的内表面,和利用操纵器来移动涂敷器头穿过模具的内部以及将复合材料施加到内表面。

[0008] 根据进一步的实施例,提供了制造飞行器的筒形机身部分的方法。该方法包含:提供具有筒形内模具表面的模具,复合铺层在筒形内模具表面上形成;和基本线性地移动操纵器穿过模具的内部。该方法进一步包含利用操纵器上的涂敷器头将复合材料施加于模具表面,包括在模具表面之上周向地移动涂敷器头同时模具保持静止。

[0009] 根据另一个实施例,提供了将复合材料铺设在心轴上的方法。该方法包含:提供 OML 模具,定位铺层头以用于沿着 OML 模具内的轴线轴向地移动和关于 OML 模具内的轴线旋转,以及将复合材料铺设在 OML 心轴上。该方法进一步包含将铺层头末端执行器与肘节连接在一起,和将肘节与至少一个臂连接在一起。该方法进一步包含环绕轴线连接至少一个臂,以便于臂可以关于该轴线旋转地和/或轴向地移动,以及或改变其关于该轴线的取向。

[0010] 根据另一个实施例,提供了制造筒形复合结构的器械。该器械包含具有定义了结构的外模线的筒形内部工具表面的模具,和用于将复合材料施加于工具表面的复合材料涂敷器头。该器械进一步包含操纵涂敷器头的操纵器,其包括在模具表面之上周向地移动头的装置,和安装操纵器以用于移动穿过模具内部的装置。

[0011] 根据另一个实施例,提供了制造飞行器机身的器械。该器械包含具有大体开放的内部和弯曲的内部模具表面的静止模具,弯曲的复合机身铺层在所述弯曲的内部模具表面上形成。该器械进一步包含保持模具位于静止位置的装置,和用于将复合材料施加于弯曲的内部模具表面的复合材料涂敷器/施加器(applicator)。该器械还包括用于在内部模具表面之上移动涂敷器头的操纵器,和用于引导操纵器穿过模具的开放内部的装置。

[0012] 1. 一种制造筒形复合结构的方法,其包含:

[0013] 提供具有内部工具表面的 OML 模具,复合铺层可以在内部工具表面上形成;

[0014] 移动操纵器穿过所述模具的内部;

[0015] 利用所述操纵器上的末端执行器将复合材料施加于所述工具表面,包括在工具表面之上周向地移动所述末端执行器。

[0016] 2. 根据权利要求 1 所述的方法,进一步包含:

[0017] 保持所述 OML 模具静止同时形成所述铺层。

[0018] 3. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,移动所述操纵器穿过所述模具包括:

[0019] 沿着所述 OML 模具的纵轴线基本线性地移位所述操纵器。

[0020] 4. 根据权利要求 3 所述的方法,其中,基本线性地移动所述操纵器是通过以下实现的:

[0021] 将所述操纵器安装在支架上,和

- [0022] 利用所述支架来引导所述操纵器的线性移动。
- [0023] 5. 一种制造回转体复合结构的方法,其包含:
- [0024] 提供具有限定所述结构的外模线的内表面的回转体模具;
- [0025] 保持所述模具基本静止;以及
- [0026] 在所述模具的内表面上形成复合铺层,且同时保持所述模具基本静止,包括:
- [0027] 利用自动化的涂敷器头将复合材料施加于所述模具的内表面,
- [0028] 和
- [0029] 利用操纵器来移动所述涂敷器头穿过所述模具的内部且将复合
- [0030] 材料施加于所述内表面。
- [0031] 6. 根据权利要求 5 所述的方法,其中利用操纵器来移动所述涂敷器头包括沿着穿过所述模具的基本线性路径移动所述操纵器。
- [0032] 7. 根据权利要求 6 所述的方法,其中沿着线性路径移动所述操纵器包括沿着穿过所述模具的内部的支架引导所述操纵器。
- [0033] 8. 根据权利要求 5 所述的方法,其中利用操纵器来移动所述涂敷器头包括利用所述操纵器在所述模具的内部之上周向地移动所述涂敷器头。
- [0034] 9. 根据权利要求 5 所述的方法,进一步包含:
- [0035] 通过将控制信号无线传送至所述涂敷器头和所述操纵器来控制所述涂敷器头和操纵器。
- [0036] 10. 一种制造飞行器的筒形机身部分的方法,其包含:
- [0037] 提供具有筒形内部模具表面的模具,复合铺层可以在筒形内部模具表面上形成;
- [0038] 基本线性地移动操纵器穿过所述模具的内部;
- [0039] 利用所述操纵器上的涂敷器头将复合材料施加于所述模具表面,包括在模具表面之上周向地移动所述涂敷器头,且同时所述模具保持静止。
- [0040] 11. 根据权利要求 10 所述的方法,进一步包括:
- [0041] 保持所述模具静止,同时所述涂敷器头在所述模具表面之上周向地移动。
- [0042] 12. 根据权利要求 10 所述的方法,其中在所述模具表面之上周向地移动所述涂敷器头是通过围绕所述模具的纵轴线旋转所述操纵器来实现的。
- [0043] 13. 根据权利要求 10 所述的方法,其中基本线性地移动所述操纵器是通过以下实现的:
- [0044] 将所述操纵器安装到支架上,和
- [0045] 利用所述支架来引导所述操纵器的线性移动。
- [0046] 14. 一种将复合材料铺设在心轴上的方法,其包含:
- [0047] 提供 OML 模具;
- [0048] 定位铺层头末端执行器以用于沿着所述 OML 模具内的轴线轴向移动和围绕所述 OML 模具内的该轴线旋转移动;和
- [0049] 将复合材料铺设在所述 OML 心轴上。
- [0050] 15. 根据权利要求 14 所述的方法,进一步包含:
- [0051] 将所述铺层头末端执行器联接于肘节。
- [0052] 16. 根据权利要求 14 所述的方法,进一步包含:

- [0053] 将所述肘节联接于至少一个臂。
- [0054] 17. 根据权利要求 16 所述的方法,进一步包含:
- [0055] 围绕所述轴线联接至少一个臂,以便所述臂能够相对于该轴线旋转和/或轴向移动以及或改变其关于所述轴线的取向。
- [0056] 18. 一种制造筒形复合结构的器械,其包含:
- [0057] 具有限定所述结构的外模线的筒形内部工具表面的模具;
- [0058] 用于将复合材料施加于所述工具表面的复合材料涂敷器头;
- [0059] 用于操纵所述涂敷器头的操纵器,包含用于在所述模具表面之上周向地移动所述头的装置;和
- [0060] 安装所述操纵器以用于移动穿过所述模具的内部的装置。
- [0061] 19. 根据权利要求 20 所述的器械,进一步包含:
- [0062] 适用于将所述模具静止地安装在支撑面上的装置。
- [0063] 20. 根据权利要求 18 所述的器械,其中所述操纵器包括并联运动机床。
- [0064] 21. 根据权利要求 18 所述的器械,其中所述并联运动机床包括:
- [0065] 围绕公共轴线旋转的第一、第二和第三臂,和
- [0066] 枢转地连接在所述臂和所述涂敷器头之间的连杆。
- [0067] 22. 根据权利要求 18 所述的器械,其中所述安装装置包括:
- [0068] 细长支架,适用于被支撑在其相反端上且与所述模具的纵轴线基本对齐,和
- [0069] 安装成沿着所述支架移动的滑动台架,
- [0070] 其中所述操纵器被安装在所述滑动台架上。
- [0071] 23. 一种制造飞行器机身的器械,其包含:
- [0072] 具有大体开放的内部和弯曲的内部模具表面的静止模具,弯曲的复合机身铺层可以在弯曲的内部模具表面上形成;
- [0073] 保持所述模具处于静止位置的装置;
- [0074] 用于将复合材料施加于所述弯曲的内部模具表面的复合材料涂敷器头;
- [0075] 用于在所述内部模具表面之上移动所述涂敷器头的操纵器;和
- [0076] 引导所述操纵器穿过所述模具的所述开放的内部的装置。
- [0077] 24. 根据权利要求 22 所述的器械,其中:
- [0078] 所述引导装置包括与所述模具的纵轴线对齐的支撑引导件,和
- [0079] 所述操纵器包括 SCARA Tau 型的并联运动机床,其具有支撑其的管状底座,且该管状底座被安装成沿着所述支撑引导件移动。
- [0080] 25. 一种铺设飞行器机身的复合筒形部分的方法,其包含:
- [0081] 提供具有内部 OML 工具表面的心轴;
- [0082] 通过静止地安装所述心轴在所述筒形部分的铺层期间防止所述心轴移动;
- [0083] 将细长支撑引导件定位在所述心轴内且其纵轴线与所述心轴的纵轴线对齐;
- [0084] 安装 PKM 操纵器以用于沿着所述支撑引导件移动和围绕所述支撑引导件旋转,将管状底座放置在所述支撑引导件之上;
- [0085] 将肘节安装操纵器上以具有多自由度运动;
- [0086] 将自动化的纤维铺放头安装在所述肘节上;

- [0087] 沿着所述支撑引导件线性地移动所述操纵器；
- [0088] 利用所述操纵器在所述工具表面之上移动所述头，包括围绕所述心轴的纵轴线完全周向地移动所述头；和
- [0089] 利用所述头在所述工具表面之上施加复合材料。
- [0090] 26. 一种铺设飞行器机身的复合筒形部分的器械，其包含：
- [0091] 具有限定所述筒形部分的外模线筒形内部工具表面的心轴；
- [0092] 贯穿所述心轴的内部延伸的细长支撑引导件，其具有的纵轴线与所述心轴的纵轴线对齐；
- [0093] 在所述支撑引导件的相反端上的支架，用于支撑所述支撑引导件；
- [0094] SCARA Tau 型并联运动操纵器，其具有管状底座、安装成在底座上关于公共轴线旋转的至少三个臂、工作台和连接所述臂与所述工作台的连杆；
- [0095] 滑动台架，其将管状底座安装成沿着所述支撑引导件线性移动；
- [0096] 安装在工作台上的肘节，其具有多自由度运动；和
- [0097] 复合材料涂敷器头，用于在所述工具表面之上施加复合材料。

附图说明

- [0098] 图 1 是根据本公开的实施例的铺设筒形复合结构的器械的功能框图的图解。
- [0099] 图 2 是飞行器的筒形机身部分的透视图的图解。
- [0100] 图 3 是铺设筒形复合结构的方法的简单流程图的图解。
- [0101] 图 4 是图 1 中所示器械的透视图的图解。
- [0102] 图 5 是操纵器、肘节和头的框图，其用于将复合材料铺设在图 4 中所示心轴的内部工具表面上。
- [0103] 图 6 是关于示意性地用虚线表明的心轴所示的操纵器的侧视图的图解，为了简洁起见未示出 AFP 头。
- [0104] 图 7 是以更大比例呈现的图 6 中所示的操纵器的等距视图。
- [0105] 图 8 是沿着图 4 中的线 8-8 截取的纵向截面图的图解。
- [0106] 图 9 是示出了操纵器的可选安装布置的纵向截面图的图解。
- [0107] 图 10 是形成图 1 和图 4-9 中所示器械的零件的控制元件的方框图的图解。
- [0108] 图 11 是飞行器生产和服役方法的流程图。
- [0109] 图 12 是飞行器的方框图。

具体实施方式

- [0110] 首先参考图 1，公开的实施例涉及将回转体复合结构铺设在 OML 模具工具 26 上的器械 20，这里 OML 模具工具 26 有时也被称为 OML 模具 26。如这里所使用的，“回转体”指的是通过围绕位于相同平面内的轴线（未示出）旋转平面或复杂曲面（未示出）所获得的结构。在所示的实施例中，回转体被公开为筒形结构，例如图 2 中所示的筒形部分 44，然而可以考虑其他的回转体，例如但不限于，截锥体（未示出）。
- [0111] 图 2 中所示的筒形复合部分 44 可以形成飞行器机身（未示出）的零件，包含铺设在 OML 工具 26 上的多个层压层板（未示出）。筒形部分 44 可以包括单独的层板部分 46，

其形成层板倍增件或加固物。为了简洁起见和方便描述,以下将使用术语“筒”、“筒形”和“筒形部分”描述通过公开的方法和器械可以制造的所有复合回转体的形状,并且这些术语并不是为了将形状限制为圆柱形或筒形的。

[0112] 图 1 中所示的器械 20 进一步包含操纵器 30 (有时也被称为机器人或机器工具),其被安装以用于借助于引导支架 54 在 OML 模具 26 的开放内部 24 内沿 OML 模具 26 的纵轴线 34 双向移动 32。AFP 头 28 形式的末端执行器被安装在由操纵器 30 承载的肘节 29 上。肘节 29 能够沿着或围绕多个轴线(未示出)移动 AFP 头 28。AFP 头 28 可以包含本领域已知类型的自动化纤维铺放机构,其将预浸渍带、纤维、或纤维束形式的复合材料 22 施加于 OML 模具 26 的内部工具表面 26a 上。在本示例中,工具表面 26a 是基本圆筒形的,这导致形成的铺层是基本筒形的。以下将更详细地讨论,操纵器 30 围绕 OML 模具 26 的纵轴线 34 完全或连续可旋转,从而允许 AFP 头 28 将复合材料周向地(如箭头 55 所示)或以所需角度地施加于工具表面 26a 之上,且同时 OML 模具 26 保持静止。

[0113] 现在注意力转向图 3,其概括地示出了铺设筒形复合结构 44 的方法的整体步骤。在 36 开始,提供具有对应于所需回转表面的工具表面 26a(图 1)的 OML 模具 26,在所示的实施例中,该所需回转表面包含圆柱形或筒形。在 38, OML 模具 26 静止地安装在合适的支架或基座(未示出)上,例如工厂地面。在 40,操纵器 30 被安装成在 OML 模具 26 内线性地移动。在 42, AFP 头 28 用于将层板(未示出)铺放在 OML 模具 26 的内部工具表面 26a 上。该铺放过程包含沿着或平行于模具 26 的纵轴线 34 线性地移动操纵器 30,和利用操纵器 30 在工具表面 26a 之上周向地(由图 1 中的箭头 55 所示)移动 AFP 头 28,以便基本围绕 OML 模具 26 的整个圆周将复合材料铺放在工具表面 26a 上。这些线性和周向移动可以被协调,以便以期望角度在工具表面 26a 之上移动操纵器 30。

[0114] 图 4 示出了图 1 中所示器械 20 的额外的细节。引导支架 54 可以包含圆柱形管,该管的相反端被静止地固定在被支撑在工厂地面 48 或其他基座上的柱子 56 上。在其他实施例中,引导支架 54 可以包含多个支撑元件(未示出)和/或可以具有其他的横截面形状。通过搁置在基座 48 上且固定于 OML 模具 26 的托架 50, OML 模具 26 被静止地安装在工厂地面 48 上。静止地安装 OML 模具 26 的其他技术也是可以的。

[0115] 操纵器 30 借助于套在引导支架 54 上的管状底座 52 被安装在引导支架 54 上。管状底座 52 将操纵器 30 安装在引导支架 54 上以用于沿着对应于 OML 模具 26 的纵轴线 34(图 1)的由数字 45 所示的坐标系 Z 轴线线性运动,以及围绕 Z 轴线旋转。如图 4 中所示,肘节 29 被安装在操纵器 30 上, AFP 头 28 被安装在肘节 29 上,其可以具有多个方向的自由移动(“自由度”),这取决于具体应用的需求。如以下将更详细地讨论,操纵器 30 沿着穿过 OML 模具 26 的内部 24 的 Z 轴线沿箭头 57 方向线性移动以及在工具表面 26a 之上周向 55 地移动 AFP 头 28。这些组合移动允许涂敷器头 28 基本地横穿整个工具表面 26a。

[0116] 图 5 示出了头 28 和肘节 29。头 28 可以包含将大群的纤维束或狭缝带 22 铺放在工具表面 26a 上的数个公知纤维铺放机构中的任何一种。例如,涂敷器头 28 可以与下面公开的涂敷器相似或具有下面公开的涂敷器的特征,下面公开的整个内容以参考方式包括进本发明:1987 年 10 月 13 日授权的美国专利 4,699,683;2007 年 2 月 8 日公开的美国专利公开 20070029030A1;2010 年 9 月 16 日公开的美国专利公开 20100230043;2010 年 9 月 9 日公开的美国专利公开 20100224716;和 2009 年 8 月 27 日公开的美国专利公开 20090211698。

[0117] 现在注意力指向图 6 和图 7,其示出了操纵器 30 的额外的细节。图 6 和图 7 中所示的具体操纵器 30 是并联运动机床 (PKM),这种类型被称为 SCARA (选择性柔顺性装配操纵器臂) Tau。PKM 机构可以被定义为闭环机构,其中末端执行器 (未示出) 通过至少两个独立的运动链被连接底座 (未示出)。SCARA 型 PKM 操纵器公知地用于移动和旋转物体而不会改变物体的倾角。SCARA 型操纵器包含串联连接的传动连杆,且一般具有 x、y、z 方向以及物体围绕平行于 Z 轴线的轴线的旋转的四个自由度。SCARA Tau PKM 设计允许产生快速铺层运动和较高的铺层生产率的极度高速度动态运动。这种操纵器设计能够具有高速动态运动,因为其移动质量相对小且非常接近运动轴线的惯性中心 (未示出),该运动轴线在该应用中对应于 OML 模具 26 的纵轴线 34 (图 1)。

[0118] 操纵器 30 概括地包含分别通过旋转轴承 68、70、72 被串联安装在管状底座 52 上的三个臂 62、64、66。肘节 29 和头 28 可以被安装在其上 (图 6 和图 7 中未示出) 的工作台 80 是通过一连串连杆 74、76、78、79 被枢转地连接于每个臂 62、64、66。更具体地,单个连杆 74 具有通过枢转连接件 84 分别枢转地连接到臂 62 末端和工作台 80 的相反端。两个平行的连杆 76 中的每个连杆都具有通过枢转连接件 84 分别枢转地连接到臂 64 末端和工作台 80 的相反端。最后,第一和第二平行连杆 78 与第三平行连杆 79 具有通过枢转连接件 84 分别连接到第三臂 66 末端和工作台 80 的相反端。许多其他的臂和连杆组合是可能的。

[0119] 在下面的其整体以参考方式包括进本发明的公开中可以发现适当 SCARA Tau 型操纵器 30 的额外细节和说明:2003 年 12 月 24 日公开的国际公开 W0 03/106115 A1;2002 年 3 月 21 日公开的国际公开 W002/22320 A1;2003 年 4 月 1 日授权的美国专利 6,540,471;2004 年 7 月 8 日公开的国际公开 W0 2004/056538 A1;2003 年 8 月 14 日公开的国际公开 W0 03/066289 A1;2002 年 8 月 1 日公开的国际公开 W0 02/058895 A1;和 2002 年 7 月 2 日授权的美国专利 6,412,363。

[0120] 现在参考图 8,每个臂 62、64、66 都通过对应的旋转轴承 68、70 和 72 被安装在管状底座上。电动马达 86、88、90 驱动对应的小齿轮 85、87、89,小齿轮 85、87、89 又转动环形齿轮 108、110、112,这些环形齿轮 108、110、112 环绕管状底座 52 旋转臂 62、64、66。管状底座 52 被安装成通过由定位在管状圆柱形底座 52 内的电动马达 98 驱动的滑动台架 96 而沿着引导支架 54 线性移动。电力电缆 102、106 被承载在电缆链 92 中,电缆链 92 将诸如马达 86、88、90 的电子部件和 AFP 头 28 (图 4) 与稍后讨论的外接控制器 116 (图 10) 连接在一起。一个或多个旋转连接件 118 将来自电缆链 92 的线 102、106 布线至操纵器 30 和旋转连接件,从而当操纵器 30 沿着引导支架 54 移动时防止线 102、106 的缠绕、缠结和 / 或粘结。旋转连接件输出锁 115 锁住旋转连接件 118 的旋转输出部分 115a,以便线 102、106 不会缠结或伸出。

[0121] 公开的 SCARA Tau 型操纵器 30 具有处于 3-2-1 构造的臂 62、64、66 和连杆 74、76、78、79 设置,这要求肘节 29 具有六个自由度。3-2-1 构造指的是连接每个臂 62、64、66 的连杆 74、76、78 的数目。可以使用可选形式来降低偏心质量和减少操纵器 30 的惯性瞬间。例如,每个臂 62、64、66 可以系在单独的马达 (未示出) 上,从而引起工作台 80 倾斜和旋转。而且,臂 62、64、66 中的两个臂或三个臂是可例如利用滚珠丝杠 (未示出) 伸缩的。这也将引起工作台 80 倾斜和旋转,并且可以具有其他的优势。

[0122] 在使用中,静止 OML 模具 26 反作用于由旋转操纵器 30 所产生的大重力。因此,操

纵器 30 可以在具有较轻机构的情况下达到更高的速度和更大重力,或携带更多的配重(例如经轴架材料)。当铺设速度增加时,增加的重力也可以用来为复合材料进一步提供附着压力。

[0123] 尽管图 4、图 6、图 7 和图 8 中示出了操纵器的水平安装,但是如图 9 中所示将操纵器 30 安装成用于竖直操作也是可以的。在该实施例中,引导支架 54 基本竖直地放置且被支撑在底座 114 上。OML 模具 26 被静止安装在支架 50 上,且操纵器 30 被定位成沿着支架引导支架 54、与 OML 模具 26 的纵轴线 34 基本同轴地线性移动。

[0124] 现在注意力转向图 10,其示出了器械 20 的额外的部件和控制元件。涂敷器头 28、肘节 29 和操纵器 30 可以电连接于外接控制器(off-board controller)116,外接控制器 116 可以包含但不限于 PC(个人电脑)、PLC(可编程逻辑控制器)或其他合适类型的控制器。在其他的实施例中,控制器 116 可以安装在操纵器 30 上。旋转连接件 118 可以与图 8 中所示的旋转连接件 118 相似,无论操纵器 30 关于引导支架 54 的位置和/或移动如何,其中图 8 中的旋转连接件 118 保持涂敷器头 28、肘节 29 和操纵器 30 上的电气元件与控制器 116 之间的电接触。在控制器 116 被安装在操纵器 30 而不是外接的实施例中,仅需要单个旋转连接件 18 来将来自电源 124 的电力供应给马达/制动器 122。

[0125] 操纵器 30 可以包括分解器和/或编码器 120,其用于确定操纵器 30 的一个或多个元件的位置,例如臂 62、64、66(图 8)的位置,位置信息通过额外的旋转连接件 118 被反馈至控制器 116。类似地,马达 86、88、90 和 98 以及对应的制动器 122 可以借助于额外的旋转连接件 118 被耦合到合适的电源 124。在某些应用中,作为旋转连接件 118 的可替代方案,可以在被安装在操纵器 20 上的接收器/发送器 126 和被耦合到控制器 116 的基于地面的接收器/发送器 128 之间无线传送过程控制和反馈信号。

[0126] 继续参考图 11 和图 12,公开的实施例可以用在图 11 中所示的飞行器制造和服役方法 130 和图 12 中所示的飞行器 132 的环境中。在预生产期间,示例性的方法 130 可以包括飞行器 132 的规格和设计 134 与材料采购 136。在生产期间,进行飞行器 132 的部件和组件制造 138 与系统集成 140。在步骤 138 期间,公开的方法和器械可以用于制造诸如机身部分的复合零件,复合零件然后在步骤 140 中被组装。然后,飞行器 132 可以进行认证和交付 142,以便进行服役 144。当由顾客使用时,飞行器 132 可以定期例行维修和维护 146(也可以包括修改、重组、翻新等)。

[0127] 方法 130 的每个过程都可以由系统综合供应商、第三方和/或操作员(如顾客)来执行或实施。为了描述的目的,系统综合供应商可以包括但不限于任意数量的飞行器制造商和主系统转包商;第三方可以包括但不限于任意数量的卖主、转包商和供应商;以及操作员可以是航空公司、租赁公司、军事机构、服务组织等。

[0128] 如图 12 所示,由示例性的方法 130 生产的飞行器 132 可以包括具有多个系统 150 和内部 152 的机身 148。公开的方法和器械可以用于制造机身部分,其形成机身 148 的零件。高级系统 150 的示例包括一个或多个推进系统 154、电气系统 156、液压系统 158 和环境系统 160。可以包括许多其他系统。尽管示出了航空航天示例,不过本发明的原理可以适用于其他领域,例如汽车领域。

[0129] 在制造和服役方法 130 的任何一个或多个阶段可以使用这里具体化的器械。例如,可通过与飞行器 132 服役时的部件或子组件生产类似的方式来制作或制造相应于生产

过程 138 的部件或子组件。而且,在生产阶段 138 和 140 期间可以使用一个或多个器械实施例,例如,通过显著加速飞行器 132 的装配或降低飞行器 132 的费用。类似地,当飞行器 132 在服役时可以使用一个或多个器械实施例,例如但不限于,为了维护和维修 146。

[0130] 尽管已经关于某些示例性的实施例描述了本公开的实施例,应当理解的是,具体的实施例是为了说明而非限制本发明,因为本领域的技术人员将理解其他的改变。

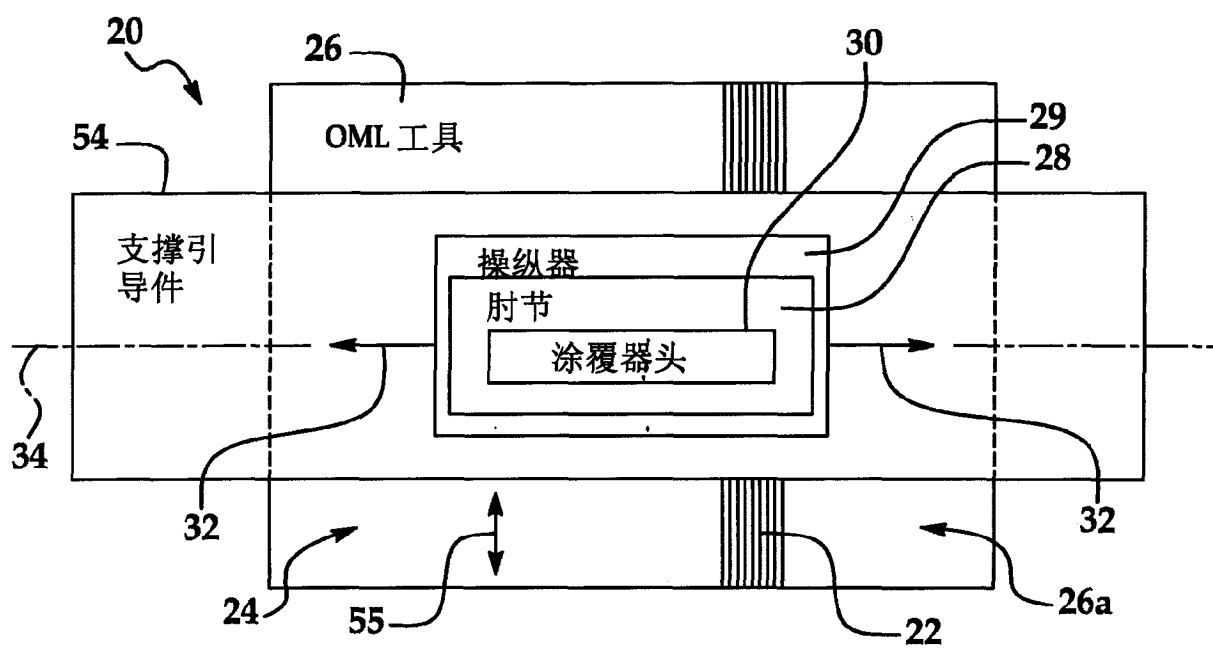


图 1

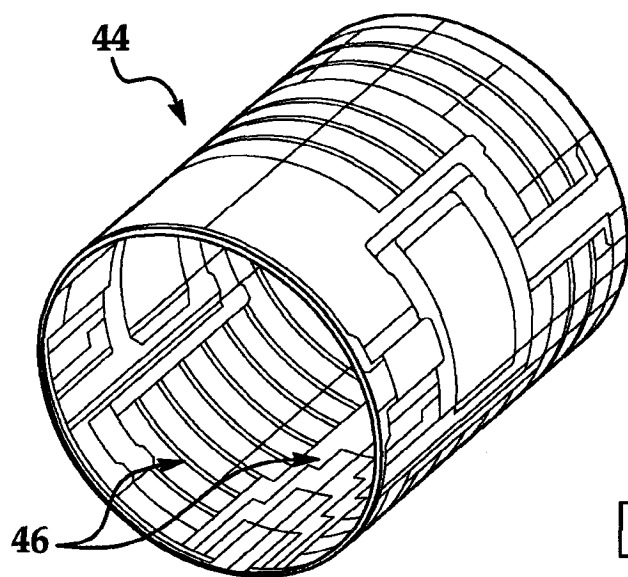


图2

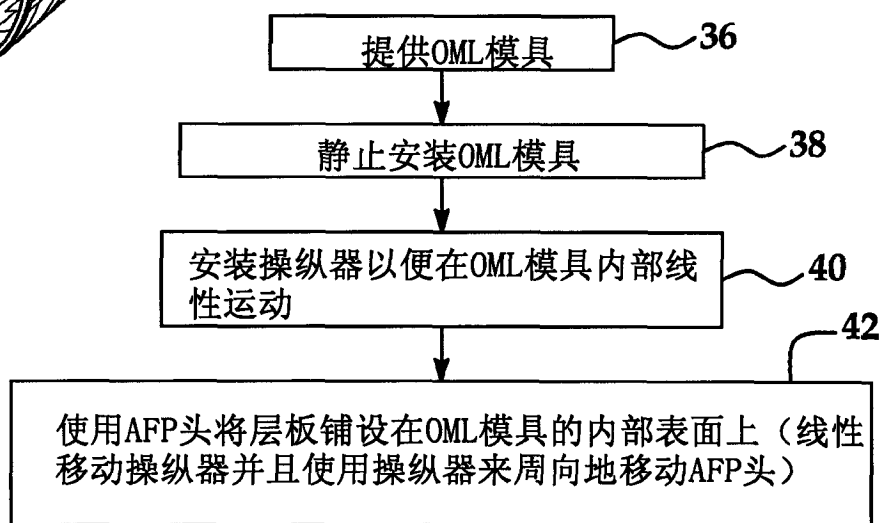


图3

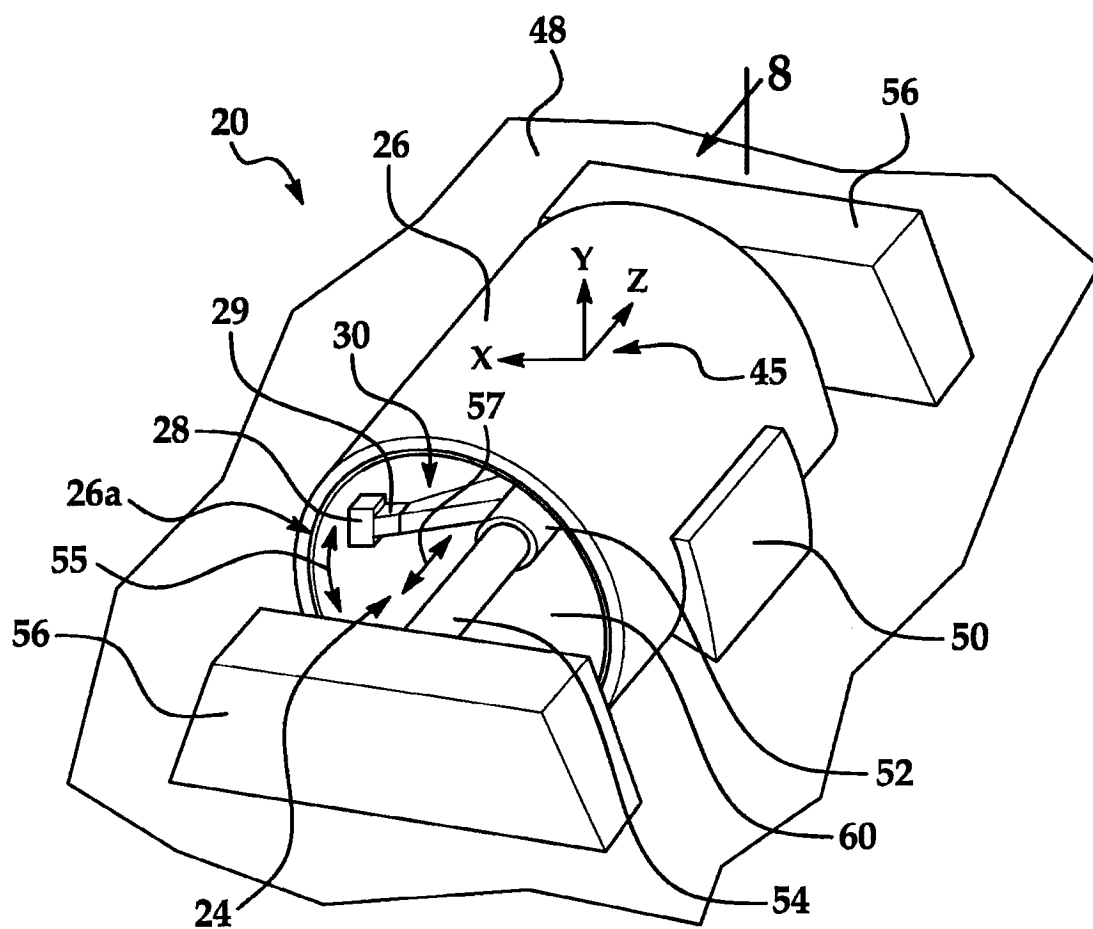


图 4

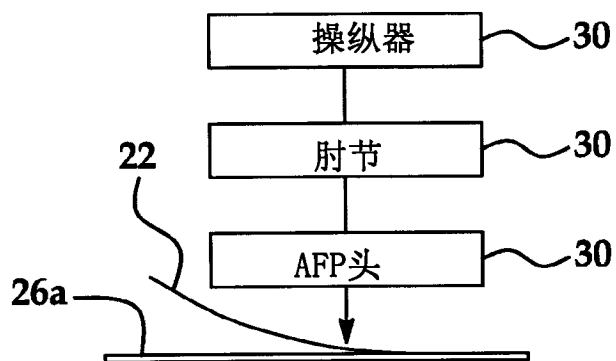


图 5

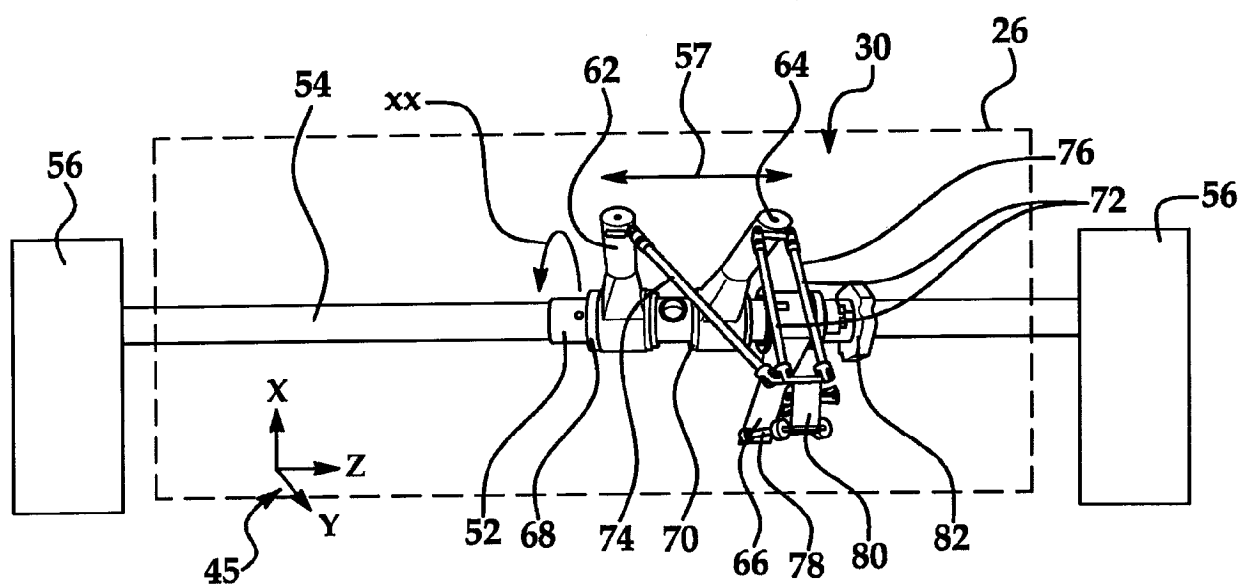


图 6

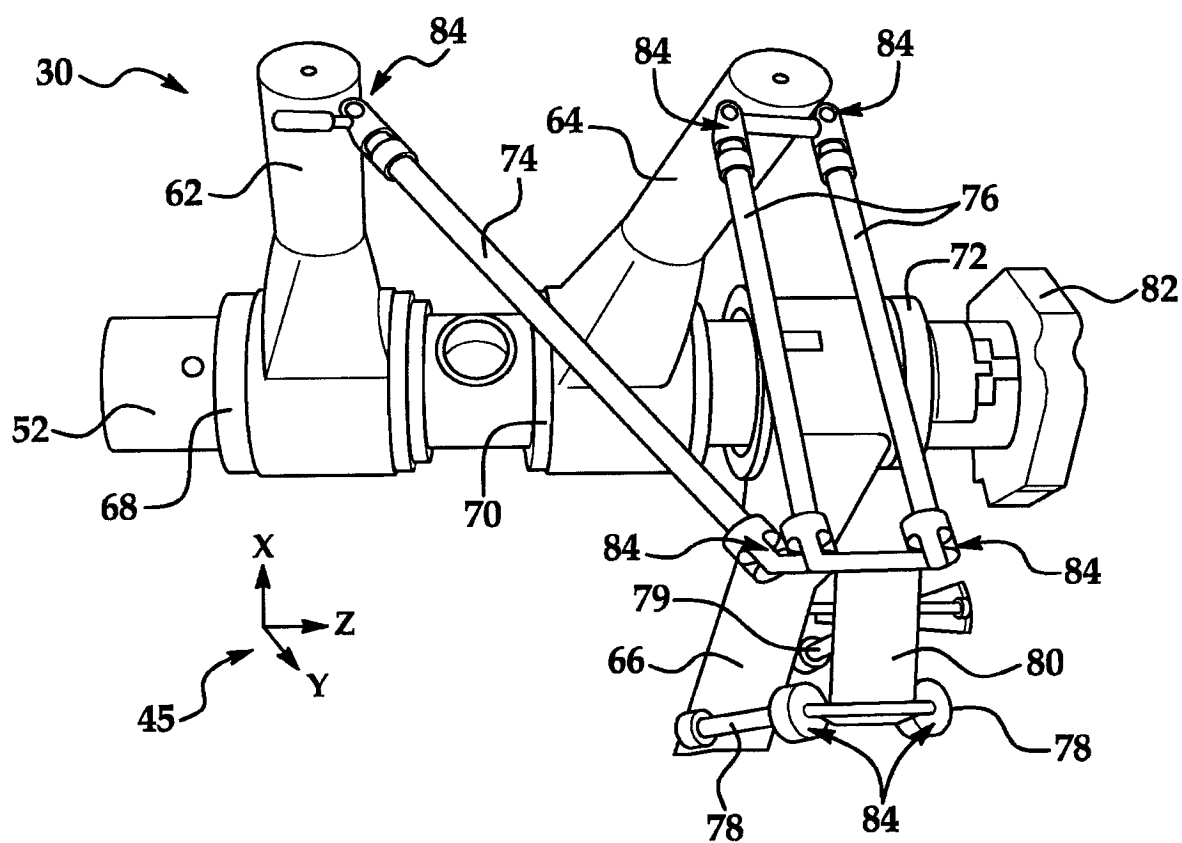


图 7

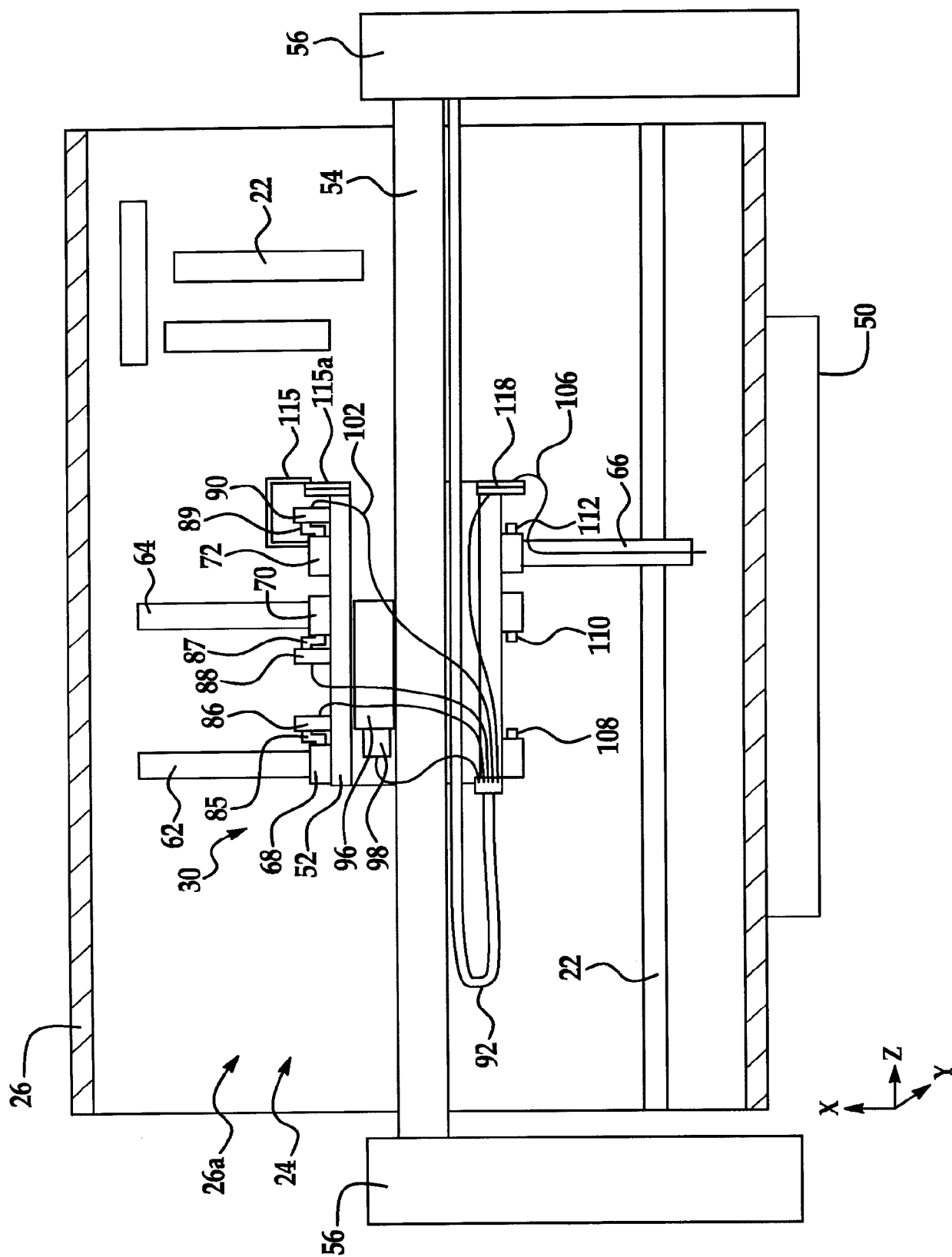


图 8

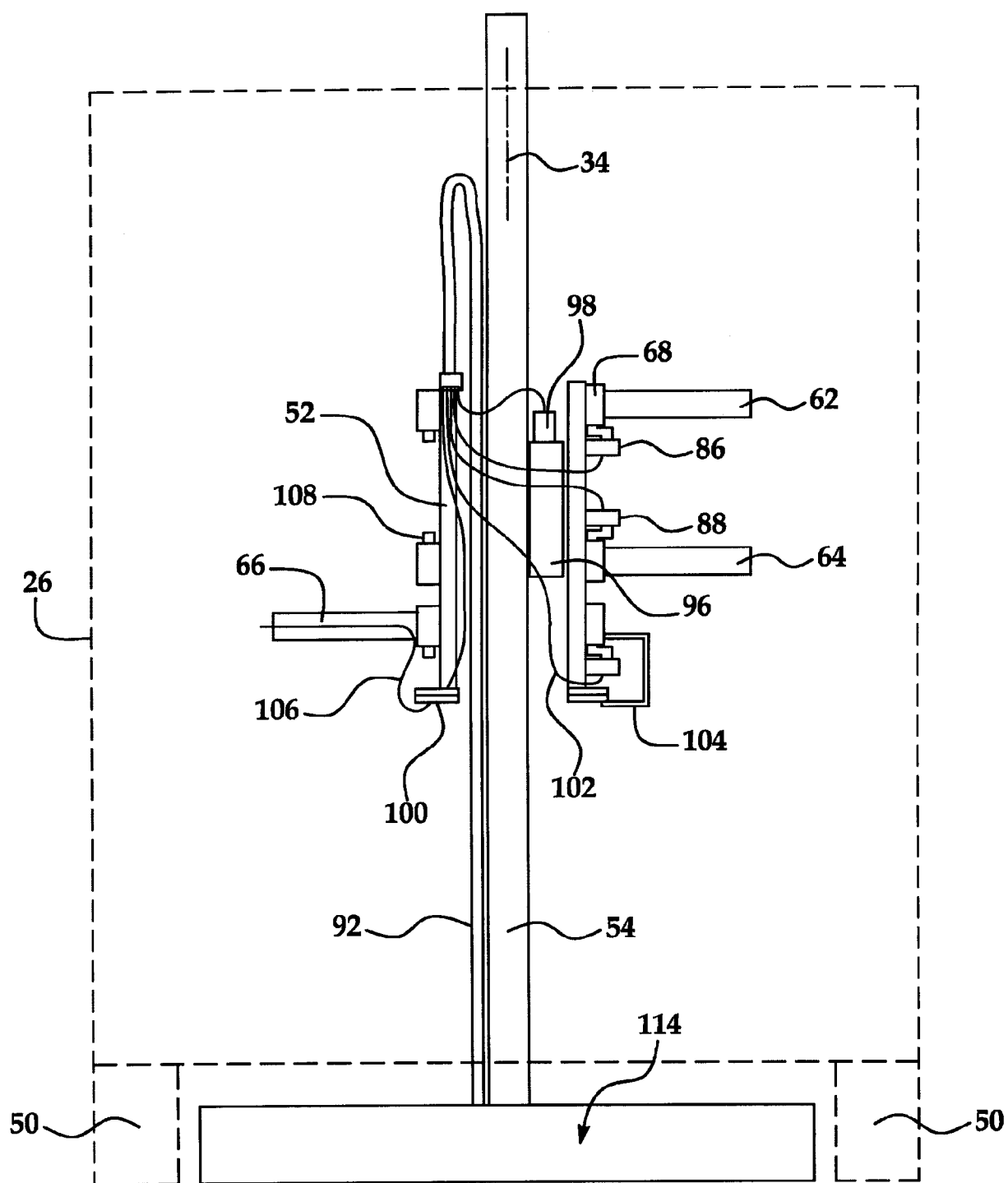


图 9

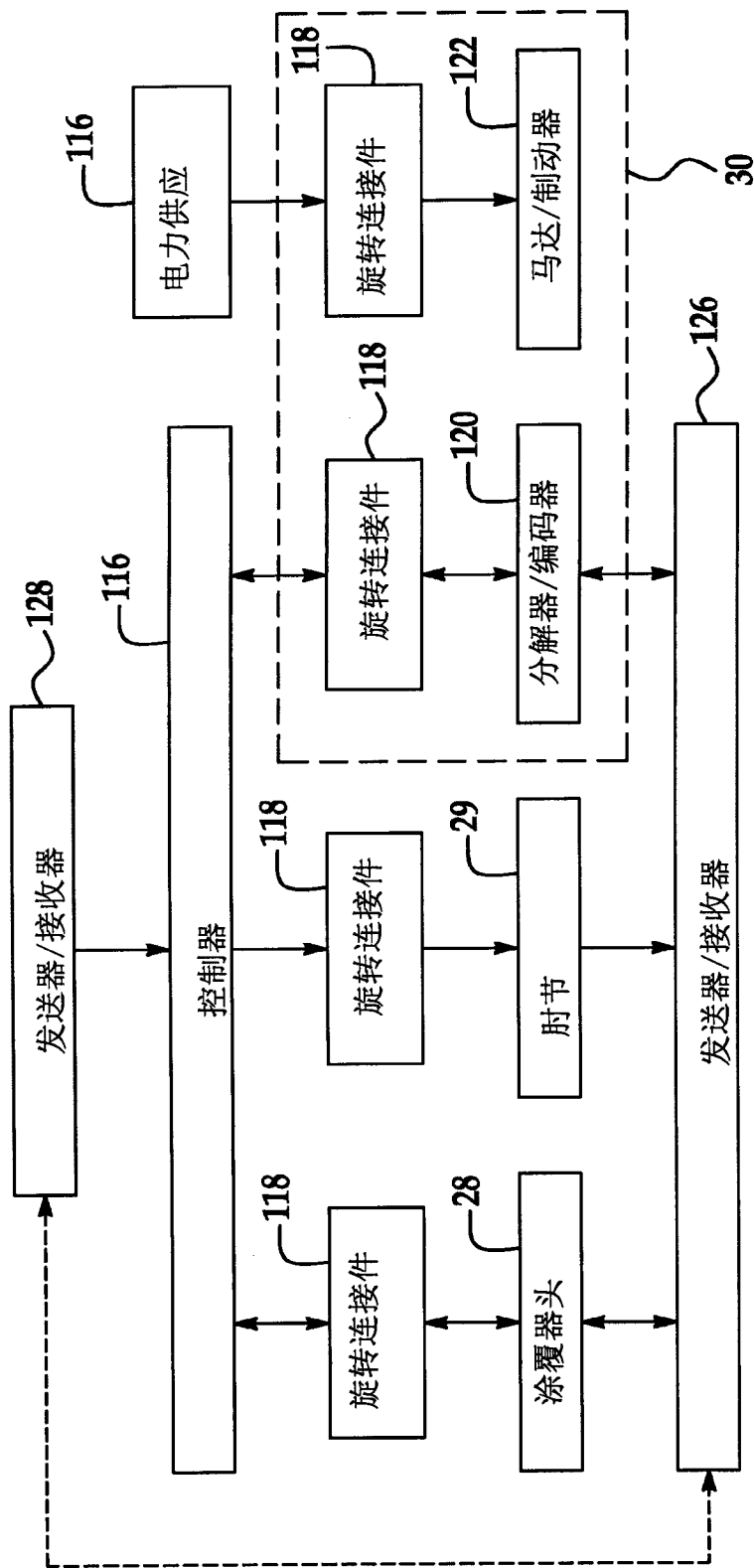


图 10

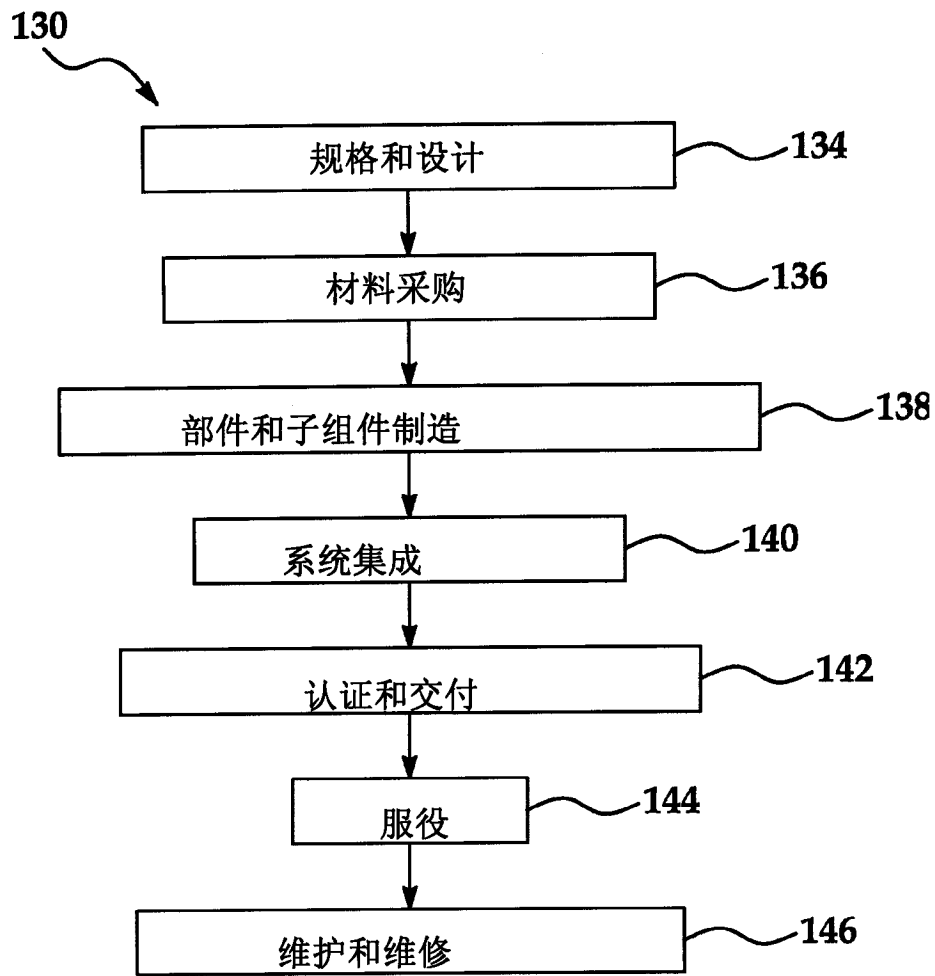


图 11

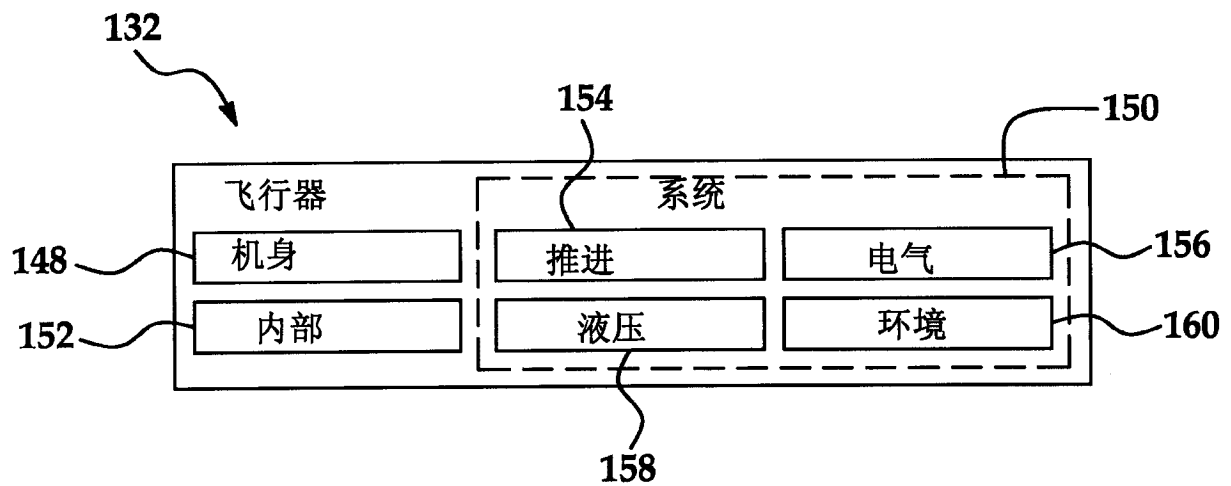


图 12