



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104802141 A

(43) 申请公布日 2015. 07. 29

(21) 申请号 201510037548. 8

(22) 申请日 2015. 01. 26

(30) 优先权数据

61/931, 819 2014. 01. 27 US

14/174, 331 2014. 02. 06 US

(71) 申请人 波音公司

地址 美国伊利诺斯州

(72) 发明人 J·A·迪兰 D·D·琼斯

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 王小东

(51) Int. Cl.

B25F 5/00(2006. 01)

B25F 5/02(2006. 01)

B25B 21/00(2006. 01)

B23B 45/04(2006. 01)

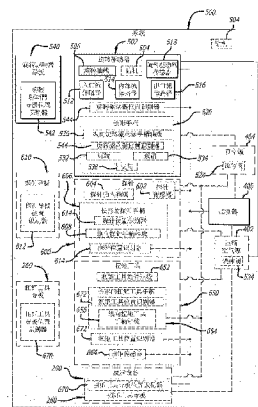
权利要求书3页 说明书19页 附图18页

(54) 发明名称

用于处理工件的系统和方法

(57) 摘要

本发明涉及用于处理工件的系统和方法。所述系统包括：旋转驱动器，所述旋转驱动器具有路径，在运行期间建立了沿所述路径的流体的流动；传感器，所述传感器与所述路径连通以响应于所述流体的流动而产生信号并且响应于不存在所述流动而不产生所述信号；以及控制器，所述控制器能够通讯地联接至所述传感器，从而如果所述信号的持续间隔大于或等于预定值则使所述旋转驱动器在所述信号终止之后运行，以及如果所述信号的所述持续间隔小于所述预定值则阻止运行。所述旋转驱动器可以包括钻机。



1. 一种用于处理工件的系统 (500), 所述系统 (500) 包括:

旋转驱动器 (502), 所述旋转驱动器具有路径, 沿所述路径的流体的流动与所述旋转驱动器运行期间是关联的, 其中, 所述旋转驱动器 (502) 具有旋转轴线 (506);

与所述路径连通的旋转驱动器传感器 (518), 其中, 所述旋转驱动器传感器 (518) 响应于所述流体的所述流动而产生信号并且响应于不存在所述流体的所述流动而不产生所述信号, 所述信号具有持续间隔;

控制器 (400), 所述控制器能够通讯地联接至所述旋转驱动器传感器 (518), 其中

所述控制器 (400) 构造成: 如果所述信号的所述持续间隔大于或等于预定值, 则使所述旋转驱动器 (502) 在所述信号终止之后运行; 并且

所述控制器 (400) 构造成: 如果所述信号的所述持续间隔小于所述预定值, 则阻止所述旋转驱动器 (502) 在所述信号终止之后运行。

2. 根据权利要求 1 所述的系统 (500), 所述系统还包括长形的旋转驱动器手柄 (529), 所述长形的旋转驱动器手柄联接至所述旋转驱动器 (502) 并且具有纵向旋转驱动器手柄轴线 (530), 其中, 所述旋转驱动器 (502) 的所述旋转轴线 (506) 基本垂直于所述纵向旋转驱动器手柄轴线 (530)。

3. 根据权利要求 2 所述的系统 (500), 其中, 所述工件包括多个处理位置 (528), 并且所述系统 (500) 还包括旋转驱动器导板 (540), 所述旋转驱动器导板构造成将所述旋转驱动器 (502) 选择性地定位在所述多个处理位置 (528) 中的一个处理位置处。

4. 根据权利要求 3 所述的系统 (500), 所述系统还包括:

探针 (600), 所述探针包括探针传感器 (602), 所述探针传感器构造成确定所述工件中的孔的至少一个参数, 其中, 所述探针 (600) 具有探针插入轴线 (604); 以及

长形的探针手柄 (606), 所述长形的探针手柄具有纵向探针手柄轴线 (608), 在所述探针 (600) 联接至所述长形的探针手柄 (606) 的情况下, 所述纵向探针手柄轴线基本垂直于所述探针插入轴线 (604)。

5. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的系统 (500), 所述系统还包括:

扭矩工具 (650), 所述扭矩工具具有扭矩工具旋转轴线 (652); 以及

联接至所述扭矩工具 (650) 的长形的扭矩工具手柄 (654), 所述长形的扭矩工具手柄具有基本垂直于所述扭矩工具旋转轴线 (652) 的纵向扭矩工具手柄轴线 (656)。

6. 根据权利要求 5 所述的系统 (500), 其中, 所述工件包括多个处理位置 (528), 并且所述系统 (500) 还包括扭矩工具导板 (260), 所述扭矩工具导板构造成将所述扭矩工具 (650) 选择性地定位在所述多个处理位置 (528) 中的一个处理位置处。

7. 一种处理工件的方法 (700), 所述方法 (700) 包括:

识别所述工件上的处理位置;

使用旋转驱动器 (502) 在所述处理位置中的一个处理位置处钻第一孔;

在钻所述第一孔的同时检测与运行所述旋转驱动器 (502) 关联的流体的流动;

响应于所述流动而产生运行信号, 以及响应于不存在所述流动而不产生所述运行信号;

将所述运行信号的持续间隔与预定的时间值进行比较; 以及

如果所述运行信号的所述持续间隔大于或等于所述预定的时间值, 则在所述处理位置

中的不同的处理位置处钻不同的孔,以及如果所述持续间隔小于所述预定的时间值,则不钻所述不同的孔。

8. 根据权利要求7所述的方法(700),其中,在所述处理位置中的所述不同的处理位置处钻所述不同的孔还包括以下中的一项:

如果所述运行信号的所述持续间隔大于或等于所述预定的时间值并且所述不同的孔不位于所述处理位置中的以前钻过孔的位置,则钻所述不同的孔;以及

如果所述运行信号的所述持续间隔小于所述预定的时间值或者所述不同的孔位于所述处理位置中的所述以前钻过孔的位置,则不钻所述不同的孔。

9. 根据权利要求8所述的方法(700),所述方法还包括:

检查至少一个钻孔中的第一钻孔以确定所述第一钻孔的至少一个参数;

响应于对所述第一钻孔的检查而产生参数信号,其中,所述参数信号与所述第一钻孔的所述至少一个参数关联;

将所述第一钻孔的所述至少一个参数与至少一个质量标准进行比较;以及

如果所述第一钻孔的所述至少一个参数满足所述至少一个质量标准,则检查不同钻孔,并且如果所述第一钻孔的所述至少一个参数不满足所述至少一个质量标准,则不检查所述不同钻孔。

10. 根据权利要求9所述的方法(700),其中,检查所述不同钻孔还包括以下中的一项:

如果所述第一钻孔的所述至少一个参数满足所述至少一个质量标准并且所述不同钻孔之前未被检查过,则检查所述不同钻孔;以及

如果所述第一钻孔的所述至少一个参数不满足所述至少一个质量标准或者所述不同钻孔之前已被检查过,则不检查所述不同钻孔。

11. 根据权利要求10所述的方法(700),其中,所述第一钻孔的所述至少一个参数为至少一个第一参数,并且所述至少一个质量标准为至少一个第一质量标准,所述方法还包括检查所述不同钻孔以确定所述不同钻孔的至少一个第二参数是否满足至少一个第二质量标准。

12. 根据权利要求8至11中任一项所述的方法(700),所述方法还包括:

将第一紧固件安装在所述工件中的指定钻孔中并且向所述第一紧固件施加扭矩;

产生表示施加至所述第一紧固件的扭矩的扭矩信号;

将所述扭矩与预定扭矩值进行比较;

将不同的紧固件安装在不同的指定钻孔中;以及

如果施加至所述第一紧固件的所述扭矩匹配所述预定扭矩值,则向所述不同的紧固件施加扭矩,以及如果施加至所述第一紧固件的所述扭矩不匹配所述预定扭矩值,则不向所述不同的紧固件施加扭矩。

13. 根据权利要求12所述的方法(700),其中,向所述不同的紧固件施加扭矩还包括以下中的一项:

如果施加至所述第一紧固件的所述扭矩匹配所述预定扭矩值并且所述第一紧固件之前未被施加过扭矩,则向所述不同的紧固件施加扭矩;以及

如果施加至所述第一紧固件的所述扭矩不匹配所述预定扭矩值或者所述第一紧固件

之前已被施加过扭矩,则不向所述不同的紧固件施加扭矩。

14. 根据权利要求 13 所述的方法 (700), 其中, 所述方法还包括:

向所述第一紧固件再次施加扭矩;

产生表示施加至所述第一紧固件的后续扭矩的再次扭矩信号;

将所述后续扭矩与预定的再次扭矩值进行比较; 以及

如果施加至所述第一紧固件的所述后续扭矩匹配所述预定的再次扭矩值, 则向所述不同的紧固件再次施加扭矩, 并且如果施加至所述第一紧固件的所述后续扭矩不匹配所述预定的再次扭矩值, 则不向所述不同紧固件再次施加扭矩。

15. 根据权利要求 14 所述的方法 (700), 其中, 向所述不同的紧固件再次施加扭矩还包括以下中的一项:

如果施加至所述第一紧固件的所述后续扭矩匹配所述预定的再次扭矩值并且所述不同的紧固件之前未被再次施加扭矩, 则向所述不同的紧固件再次施加扭矩; 以及

如果施加至所述第一紧固件的所述后续扭矩不匹配所述预定的再次扭矩值或者所述不同的紧固件之前已被再次施加扭矩, 则不向所述不同的紧固件再次施加扭矩。

用于处理工件的系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及工件的处理,特别涉及一种用于处理工件的系统和方法。

背景技术

[0002] 如果工作环境处于工人用手够到的范围之外,那么可能难于将通常通过手工方法(诸如通过用螺纹紧固件进行拧紧)接合起来的工件的部件进行组装。具体地,在要以与视线倾斜地安装多个紧固件的情况下,为紧固件钻孔以及扭动所述紧固件可能是富有挑战性的。另外,当要安装的紧固件数量增加时,变得更加难于掌握已对哪个工作位置进行了钻孔、已检查了哪个钻孔以及已给哪个已安装的紧固件施加了扭矩。

发明内容

[0003] 因此,旨在解决上述问题的系统和方法会具有实用性。

[0004] 本公开内容的一个实施例涉及一种用于处理工件的系统。所述系统包括旋转驱动器,所述旋转驱动器具有路径,在所述旋转驱动器运行期间建立了沿所述路径的流体流。所述旋转驱动器具有旋转轴线,与所述路径连通的传感器,其中,所述传感器响应于所述流体的流动而产生信号并且响应于不存在所述流体的流动而不产生所述信号,所述信号具有持续间隔;以及控制器,所述控制器能够通讯地联接至所述传感器。所述控制器构造成:如果所述信号的所述持续间隔大于或等于预定值则使得所述旋转驱动器在所述信号终止之后运行,以及如果所述信号的所述持续间隔小于所述预定值则阻止所述旋转驱动器在所述信号终止之后运行。

[0005] 本公开内容的另一实施例涉及一种处理工件的方法。所述方法包括:识别所述工件上的处理位置;使用旋转驱动器在所述处理位置中的一个处理位置处钻第一孔;在钻所述第一孔的同时检测与操作所述旋转驱动器关联的流体的流动;响应于所述流动而产生运行信号,以及响应于不存在所述流动而不产生所述运行信号;将所述运行信号的持续间隔与预定的时间值进行比较;以及如果所述运行信号的所述持续间隔大于或等于所述预定的时间值,则在所述处理位置中的不同的处理位置处钻不同的孔,以及如果所述持续间隔小于所述预定的时间值,则不钻所述不同的孔。

附图说明

[0006] 在如此以上位概念描述了本公开内容的实施例之后,现在将参照附图,所述附图不一定按比例绘制,其中相同参考标记在各幅图中指代相同或类似零件,在所述附图中:

[0007] 图 1 是航空器制造以及服役方法的流程图;

[0008] 图 2 是航空器的示意图;

[0009] 图 3 是根据本公开内容的一个方案的一种用于处理工件的系统的框图;

[0010] 图 4 是图 2 的航空器的机翼结构的示意性立体图,示出可以形成根据本公开内容的一个方案的图 3 中示出的系统的一部分的反应设备;

- [0011] 图 5 是根据本公开内容的一个方案的图 3 的系统的旋转驱动器的示意图；
- [0012] 图 6 是根据本公开内容的一个方案的图 3 的系统的多个部件的示意图；
- [0013] 图 7 是图 4 中示出的机翼结构的示意性立体图；
- [0014] 图 8 是能够与图 3 的其中一个部件一起使用的导板的示意性立体图；
- [0015] 图 9 是图 7 的机翼结构的示意性俯视剖视图，示出根据本公开内容的一个方案的图 3 的系统的工具部件；
- [0016] 图 10 是根据本公开内容的一个方案的图 3 的系统的扭矩工具以及扭矩工具导板的示意性立体图；
- [0017] 图 11 是根据本公开内容的一个方案的图 4 中示出的反应设备的示意性立体图；
- [0018] 图 12 是图 11 的反应设备的相反侧的示意图；
- [0019] 图 13 是根据本公开内容的一个方案的图 11 的反应设备的另一实施例的示意图；
- [0020] 图 14 是根据本公开内容的一个方案的图 11 的反应设备的细节图；
- [0021] 图 15 是根据本公开内容的一个方案的图 11 的反应设备的环境立体图；
- [0022] 图 16A、图 16B 以及图 16C 均是示出根据本发明的一个方案的一种用于处理工件的方法的框图的一部分。

[0023] 在上面提到的图 3 的框图中，连接各个元件和 / 或部件的实线可以表示机械、电气、流体、光学、电磁以及其他联接和 / 或它们的组合。如在本文中使用的，“联接”是指直接以及间接相连。例如，构件 A 可以与构件 B 直接相连，或者例如通过另一构件 C 与构件 B 间接相连。也可以存在除框图中示出的那些联接之外的联接。如果有虚线的话，连接各个元件和 / 或部件的虚线表示在功能和目的方面与实线表示的联接类似的联接；然而，由虚线表示的联接是选择性提供的或者涉及本公开内容的替换的或可选的实施方式。同样地，用虚线表示的任何元件和 / 或部件指代本公开内容的替代或可选的实施方式。如有存在环境元件的话，环境元件用点线表示。

具体实施方式

[0024] 在下面的描述中，为了提供对所公开的发明创造的透彻理解，详述了许多具体细节，可以在不存在这些细节中的一部分或所有这些细节的情况下实施所述发明创造。在其他情况下，已省去已知装置和 / 或过程的细节，以避免不必要地使本公开内容不清楚。虽然将结合具体实施例来描述一些发明创造，但是应理解这些实施例不应是限制性的。

[0025] 在说明书中提到“一个实施例”或“一个方案”指的是与该实施例或方案一起描述的一个或多个特征、结构或特征包含在至少一个实施方式中。说明书中不同位置的词语“一个实施例”或“一个方案”可能指代或可能不指代相同的实施例或方案。

[0026] 可以在图 1 中示出的航空器制造和服役方法 100 以及图 2 中示出的航空器 102 的情形下描述本公开内容的实施例。在预制造的过程中，示例性方法 100 可以包括航空器 102 的定型和设计 104 以及材料采购 106。在生产过程中，进行航空器 102 的部件和组件制造 108 以及系统集成 110。之后，航空器 102 可以进行认证和交付 112，以进行服役 114。在客户处服役时，航空器 102 应进行日常维修和维护 116（日常维修和维护还可以包括改型、改造、翻新等等）。

[0027] 示意性方法 100 中的每一过程都可由系统集成商、第三方和 / 或操作者（例如客

户)来执行。为了便于描述,系统集成商可包括但不限于任意数量的航空器制造商和大系统分包商;第三方可包括但不限于任意数量的销售商、分销商以及供应商;操作者可能是航空公司、租赁公司、军方实体、服务机构等。

[0028] 如图2所示,通过示例性方法100制造的航空器102可以包括具有内部构造122以及多个高级系统120的机体118。高级系统120的实施例包括推进系统124、电气系统126、液压系统128以及环境系统130中的一个或多个。可以包括任意数量的其他系统。虽然示出了航空航天实施例,但是文中公开的原理可以适用于其他工业,诸如汽车工业、造船工业以及其他工业。

[0029] 示出或文中描述的设备和方法可以用在制造和维护方法100的任意一个或多个阶段中。例如,对应于部件和组件制造108的部件或组件可以以与在航空器102服役时制造的部件或组件类似的方式制造或生产。另外,一个或多个设备实施方式、方法实施方式或其组合可以用在生产状态108和110中,例如通过实质性地加快航空器102的组装和/或降低航空器102的成本。类似地,一个或多个设备实施方式、方法实现实施方式或其组合可以例如且非限制性地用在航空器102服役,例如维修和维护116中。

[0030] 如图3至图14中示出的,本公开内容的一个实施例涉及一种用于处理工件的系统500(例如图3和图6)。系统500包括旋转驱动器502(例如在图5中示出的),所述旋转驱动器具有路径,在所述旋转驱动器运行期间建立了沿所述路径的流体流。旋转驱动器502还具有旋转轴线506。旋转驱动器传感器518连通与旋转驱动器502关联的流体的路径。旋转驱动器传感器518响应于流体的流动而产生信号并且响应于不存在流体的流动而不产生信号。所述信号具有持续间隔。如图所示,例如在图3和图6中,系统500还包括能够通讯地连接至旋转驱动器传感器518的控制器400。控制器400构造成:如果所述信号的持续间隔大于或等于预定值则使得旋转驱动器502在所述信号终止之后运行,所述信号是由旋转驱动器传感器518产生的;如果所述信号的持续间隔小于所述预定值则阻止旋转驱动器502在所述信号终止之后运行。换句话说,在旋转驱动器502内建立的流体流的存在表示旋转驱动器502在运行。此外,这种流体流存在一预定时间间隔表示与旋转驱动器502关联的工具已成功地完成了所需的操作。

[0031] 例如在图5中示出的,在本公开内容的一个实施方式中(所述实施方式可以包括上述和/或下面实施例以及实施方式中任一个的主题的至少一部分),所述路径(在旋转驱动器502运行过程中沿该路径建立流体的流动)为旋转驱动器502的入口流体路径512。在本公开内容的一个实施方式中(所述实施方式可以包括上述和/或下面实施例以及实施方式中任一个的主题的至少一部分),所述路径为旋转驱动器502的内部流体路径514。在本公开内容的一个实施方式中(所述实施方式可以包括上述和/或下面实施例以及实施方式中任一个的主题的至少一部分),所述路径为旋转驱动器502的出口流体路径516。

[0032] 文中描述的工件可以为包括多个肋条结构246(图4)的组件,所述肋条结构安装在航空器102(图2)的关联水平安定面257(例如在图2和图4中示出)的肋条隔间(rib bay)(例如肋条隔间279和281)内。如在文中所用的,工件也可以为机翼结构(诸如航空器102的机翼259)或者不一定与航空器关联的其他结构。

[0033] 旋转驱动器502(例如在图9中示出的)为用于操作在处理所述工件的工具(诸如钻机504)的马达。替代地,旋转驱动器502可以包括钻机504。如在文中所用的,钻机

为用于保持和运行切削钻头的工具。在图 5 的实施例中,旋转驱动器 502 为流体驱动旋转叶片马达,所述马达具有从转子 510 沿径向突出的叶片 508。诸如压缩空气的动力加压流体沿所述路径流动。合适的压缩空气源(例如在图 3 和图 4 中示意性示出的压缩空气源 402)可以设置为操作旋转驱动器 502,以及系统 500 的利用加压流体的其他部件,如下文描述的。压缩空气源 402 可以由真空源 404(图 4)补充或替换。例如,系统 500 的部件可以由压缩空气来推进以及由真空来缩回,反之亦然。在高压和真空二者都利用的情况下,流体阀 524(图 3 和图 4 示出的)可以控制系统 500 中的高压和真空部分中的一个或二者。

[0034] 图 5 示出旋转驱动器 502 的入口部分或入口流体路径 512、旋转驱动器 502 的内部部分或内部流体路径 514 以及旋转驱动器 502 的出口部分或出口流体路径 516。沿入口流体路径 512、内部流体路径 514 以及出口流体路径 516 移动的流体可以除了提供动力之外还具有其他作用或者具有替代提供动力的作用。例如,流体可以是冷却剂或润滑剂,可以起到为旋转驱动器清理或清除污染物和残留物的作用,或者可以还起到别的作用,或者起到前面提到的作用的组合。在图 5 的实施例中,内部流体路径 514 为旋转叶片马达的膨胀腔室。如图 5 中示出的,旋转驱动器传感器 518 可以相对于旋转驱动器 502 定位在位置 518A、518B 和 / 或 518C。在另一实施例中,旋转驱动器 502 可以为电动马达,流过所述电动马达的流体起到冷却的作用。

[0035] 在本公开内容的一个实施方式中(该实施方式可以包括上述和 / 或下面实施例以及实施方式中任一个的主题的至少一部分),图 5 中示出的旋转驱动器传感器 518 为流量传感器,例如,诸如为桨式或叶轮式流量传感器。在本公开内容的一个实施方式中(所述实施方式可以包括上述和 / 或下面实施例以及实施方式中任一个的主题的至少一部分),旋转驱动器传感器 518 可以为压力传感器,诸如膜片式压力传感器。虽然在图 5 中示出三个传感器位置 518A、518B、518C,但是仅需要一个传感器位置 518A、518B、518C 用于旋转驱动器传感器 518。旋转驱动器传感器 518 包括信号发射器 535(在图 6 的实施例中作为单独部件示出),例如,所述信号发射器可以为低功率无线装置。继续参照图 6,旋转驱动器传感器 518 与控制器 400 通信。控制器 400 还可以与流体控制阀 524 通信。阀 524 可以与压缩空气源 402、真空源 404 或它们的供应管道关联,所述供应管道分别从压缩空气源 402 和 / 或真空源 404 将加压流体和 / 或真空传送到旋转驱动器 502。控制器 400 可以包括显示屏 526。流动控制阀 524 可以使得凭借控制器 400 完全自动控制旋转驱动器 502。替代地,出现在显示屏 526 上的咨询信息可以允许操作人员监控系统 500 的运行。能进行通信地联接至控制器 400 的输入装置 527,诸如键盘,可以由操作者用来输入系统 500 的运行参数。控制器 400 包括数据处理装置、存储器以及用于处理来自工具的信号的软件,所述工具诸如为旋转驱动器 502 以及下文将描述的其他部件。

[0036] 在本公开内容的一个实施方式中(所述实施方式可以包括上述和 / 或下面实施例以及实施方式中任一个的主题的至少一部分)并具体参照图 7 和图 8,在图 3 中示意性示出的系统 500 还包括长形的旋转驱动器手柄 529(例如在图 9 中示出的),所述手柄具有纵向旋转驱动器手柄轴线 530,其中旋转驱动器 502 的旋转轴线基本垂直于纵向旋转驱动器手柄轴线 530,其中旋转驱动器 502 联接至长形的旋转驱动器手柄 529。

[0037] 待使用系统 500 处理的以及例如在图 7 中示出的工件可以包括竖直翼梁 261 以及肋条结构 246。肋条结构 246 需要附接至竖直翼梁 261,用于使最终的组件稳固。在一个实

施例中,两个相邻的肋条结构 246 可以在它们之间夹住一个竖直翼梁 261。

[0038] 再次参照图 9,使用联接至长形旋转驱动器手柄 529 的旋转驱动器 502 对肋条结构 246 和竖直翼梁 261 进行钻孔。如文中使用的,术语“长形手柄”是指手柄足够长以将与它关联的支撑物件(诸如旋转驱动器 502)定位成超出操作者的伸长手臂所能达到的位置。长形的旋转驱动器手柄 529 便于在隔间(诸如肋条隔间 279(图 4))内进行钻孔作业。

[0039] 例如在图 9 中示出的,在本公开内容的一个实施方式中(所述实施方式可以包括上述和/或下面实施例以及实施方式中任一个的主题的至少一部分),长形的旋转驱动器手柄 529 包括近端 532、远端 534,并且可以包括在所述近端和所述远端之间的支架 538。支架 538 构造成通过操纵长形的旋转驱动器手柄 529 的近端 532 能够朝着工件上的处理位置驱使旋转驱动器 502。例如,处理位置可以为用于紧固件的预定点,诸如图 7 中示出的其中一个处理位置 528。在本公开内容的一个实施方式中(所述实施方式可以包括上述和/或下面实施例以及实施方式中任一个的主题的至少一部分),支架 538 可以为用于操纵旋转驱动器 502 进入相对于工件的合适位置的支轴。

[0040] 例如参照图 7,在本公开内容的一个实施方式中(所述实施方式可以包括上述和/或下面实施例以及实施方式中任一个的主题的至少一部分),工件包括多个处理位置 528 并且系统 500 还包括旋转驱动器导板 540,所述旋转驱动器导板构造成将旋转驱动器 502 选择性地定位在多个处理位置 528 中一个处理位置处。旋转驱动器导板 540 包括诸如定位孔 531 的几何特征,以保证在预定处理位置 528 处进行钻孔以及其他工作作业。旋转驱动器导板 540 可以使用紧固件(例如螺栓 533)联接至工件。

[0041] 为了避免在处理位置 528 中的任一个处理位置处重复工作作业以及避免可能与这种重复关联的缺陷,还为了保证工作作业以规定顺序进行(如果存在规定顺序的话),在本公开内容的一个实施方式中(所述实施方式可以包括上述和/或下面实施例以及实施方式中任一个的主题的至少一部分),系统 500 还包括在旋转驱动器导板 540 上的多个旋转驱动器导板位置识别器 542。

[0042] 在本公开内容的一个实施方式中(所述实施方式可以包括上述和/或下面实施例以及实施方式中任一个的主题的至少一部分),系统 500 还包括在旋转驱动器 502 和长形的旋转驱动器手柄 529 中的一个上的旋转驱动器位置识别器 544(图 9)。在本公开内容的一个实施方式中(所述实施方式可以包括上述和/或下面实施例以及实施方式中任一个的主题的至少一部分),旋转驱动器导板位置识别器 542(图 7)以及旋转驱动器位置识别器 544(图 9)中的每个均包括射频识别(RFID)装置,诸如 RFID 阅读器或 RFID 标签。在一个实施方式中,旋转驱动器位置识别器 544 可以为 RFID 阅读器(也称为询问器),并且所有的旋转驱动器导板位置识别器 542 可以为 RFID 标签。替代地,旋转驱动器位置识别器 544 可以为 RFID 标签,并且所有的旋转驱动器导板位置识别器 542 可以为 RFID 阅读器。RFID 装置可以为被动式、主动式或者电池辅助被动式。可以利用任意期望的 RFID 体系,例如被动式阅读器加主动式标签、主动式阅读器加被动式标签、或者主动式阅读器加主动式标签。RFID 阅读器包含发射器(例如图 6 的发射器 535),用于将识别信号发射至控制器 400 的收发器 522。控制器 400 利用位置信号以避免工作作业的重复并且保证以规定顺序(如果存在规定顺序的话)执行工作作业。

[0043] 参照图 6,在本公开内容的一个实施方式中(所述实施方式可以包括上述和/或下

面实施例以及实施方式中任一个的主题的至少一部分),系统 500 可以还包括探针 600,所述探针包括探针传感器 602,所述探针传感器构造成确定工件中的孔的至少一个参数。探针 600 具有探针插入轴线 604 以及长形的探针手柄 606,所述长形的探针手柄 606 具有纵向探针手柄轴线 608,在探针 600 联接至长形的探针手柄 606 的情况下所述纵向探针手柄轴线与探针插入轴线 604 基本垂直。

[0044] 探针 600 提供检查功能。例如,可以检查孔以确定质量标准,诸如孔径、孔表面粗糙度、钻孔的圆度、孔的深度或轴向长度、钻孔相对于竖直翼梁 261(图 9)的垂直度、以及毛刺或其他缺陷是否存在。探针传感器 602 可以例如为德国哥丁根市的 Mahr 股份有限公司制造的 Dimentron 牌内径量具(Dimentron Interior Diameter Gauge)。

[0045] 再次参照图 6,在本公开内容的一个实施方式中(所述实施方式可以包括上述和/或下面实施例以及实施方式中任一个的主题的至少一部分),探针传感器 602 能够通讯地联接至控制器 400 以将与孔的至少一个参数相关的信号发射至控制器 400。在本公开内容的一个实施方式中,如果由控制器 400 从探针传感器 602 接收到的信号指示使用探针 600 刚检查过的孔的至少一个参数超出公差,控制器 400 可以终止工作作业。

[0046] 如图 8 中示出的,在本公开内容的一个实施方式中(所述实施方式可以包括上述和/或下面实施例以及实施方式中任一个的主题的至少一部分),系统 500 还包括在探针导板 610 上的多个探针导板位置识别器 612,所述探针导板还包括用于定位探针 600 的开口 613。替代地,在一个实施方式中,旋转驱动器导板 540(图 7)可以充当探针导板 610,在该情况下,旋转驱动器导板位置识别器 542 可以用作探针导板位置识别器 612。在本公开内容的一个实施方式中(所述实施方式可以包括上述和/或下面实施例以及实施方式中任一个的主题的至少一部分),系统 500 还包括在探针 600 和长形的探针手柄 606 中的一个上的探针位置识别器 614(图 6)。

[0047] 再次参照图 8,探针导板位置识别器 612 与探针位置识别器 614 协力共同保证探针 600 位于处理位置 528 中的合适位置。如前所述,旋转驱动器导板 540 可以在一些实施例中充当探针导板。

[0048] 在本公开内容的一个实施方式中(所述实施方式可以包括上述和/或下面实施例以及实施方式中任一个的主题的至少一部分),探针导板位置识别器 612(图 8)以及探针位置识别器 614(图 6)可以均包括 RFID 装置。与探针 600 和探针导板 610 关联的所述 RFID 装置可以为旋转驱动器 502 以及旋转驱动器导板 540 的 RFID 装置的结构和功能等同物。发射器 601(诸如在图 6 中与探针位置识别器 614 分开的装置)可以用来将表示探针 600 相对于工件的位置的信号发射至控制器 400。

[0049] 探针 600 可以利用压缩空气源 402(和/或真空源 404)以将探针传感器 602 推进至钻孔中以及从钻孔中收回探针传感器 602。替代地,可以使用机械致动器或机电致动器进行探针传感器 602 的定位。

[0050] 主要参照图 6 和图 10,在本公开内容的一个实施方式中(所述实施方式可以包括上述和/或下面实施例以及实施方式中任一个的主题的至少一部分),系统 500 还包括具有扭矩工具旋转轴线 652 的扭矩工具 650 以及具有纵向扭矩工具手柄轴线 656 的长形的扭矩工具手柄 654,所述纵向扭矩工具手柄轴线 656 与扭矩工具旋转轴线 652 基本垂直,其中扭矩工具 650 联接至长形的扭矩工具手柄 654。扭矩工具 650 包括使输出轴 660 旋转的马达

658。套管 662 可以联接至输出轴 660,用于驱动具有头部的紧固件(未示出)。扭矩工具 650 用来施加特定扭矩至用于联接竖直翼梁 261 和肋条结构 246 的紧固件。

[0051] 在本公开内容的一个实施方式中(所述实施方式可以包括上述和/或下面实施例以及实施方式中任一个的主题的至少一部分),扭矩工具 650 包括扭矩传感器 664。

[0052] 在本公开内容的一个实施方式中(所述实施方式可以包括上述和/或下面实施例以及实施方式中任一个的主题的至少一部分),扭矩传感器 664 能够通信地与控制器 400(图 6)联接以发射与所施加的扭矩关联的信号。与所施加的扭矩关联的信号通过发射器 666 发射至控制器 400,所述发射器可以被包含在扭矩工具 650 中。

[0053] 再次参照图 7,在本公开内容的一个实施方式中(所述实施方式可以包括上述和/或下面实施例以及实施方式中任一个的主题的至少一部分),工件包括多个处理位置 528。如图 10 中所示,系统 500 还包括扭矩工具导板 260,所述扭矩工具导板构造成将扭矩工具 650 选择性地定位在多个处理位置 528 中的一个处理位置处。图 10 中示出的扭矩工具导板 260 为独立的。替代地,扭矩工具导板 260 可以被包含在反应设备或工具 200 中,下文将描述。

[0054] 在本公开内容的一个实施方式中(所述实施方式可以包括上述和/或下面实施例以及实施方式中任一个的主题的至少一部分),扭矩工具导板 260 可以还包括位于所述扭矩工具导板上的多个扭矩工具导板位置识别器 670。

[0055] 在本公开内容的一个实施方式中(所述实施方式可以包括上述和/或下面实施例以及实施方式中任一个的主题的至少一部分),系统 500 可以还包括在扭矩工具 650 和长形的扭矩工具手柄 654 中的一个上的扭矩工具位置识别器 672(图 3)。扭矩工具位置识别器 672 可以位于扭矩工具 650 的任意部分上,包括位于长形的扭矩工具手柄 654 上。扭矩工具导板位置识别器 670 以及扭矩工具位置识别器 672 中的每个均包括 RFID 装置。与扭矩工具 650 关联的所述 RFID 装置可以为旋转驱动器 502 以及旋转驱动器导板 540 的 RFID 装置的结构和功能等同物,并且使得位置数据发射至控制器 400。发射器 666(在图 6 和图 10 中示出为与扭矩工具位置识别器 672 分开)可以用来将表示扭矩工具 650 相对于工件的位置的信号发射至控制器 400。

[0056] 现参照图 4,在本公开内容的实施例中(所述实施例可以包括上述和/或下面实施例以及实施方式中任一个的主题的至少一部分),系统 500 还包括反应设备或反应工具 200,所述反应设备或反应工具构造成施加反作用力至由扭矩工具 650 扭转的紧固件。下面将参照图 4 和图 11 至 15 来描述反应工具 200。

[0057] 参照反应工具的一个实施例,图 4 示出了总体为 200 的反应设备或工具设备,所述反应设备具有总体为 202 的平台或主体部分,所述平台承载总体为 204 的曲轴臂装置,所述曲轴臂装置由总体为 206 的气动缸致动。更详细地,曲轴臂装置 204 包括曲轴臂 208,所述曲轴臂在第一或“扭转”位置(如图 14 中实线示出的)和第二或“释放”位置(如图 14 中虚线示出的)之间移动。

[0058] 曲轴臂 208 通过叉形联接头 210 联接至气动缸 206,曲轴臂 208 的第一端 208a 围绕所述叉形联接头枢转地连接。曲轴臂 208 的第二端 208b 固定地附接至凸轮构件 212,所述凸轮构件具有大致偏心的凸角或凸轮部分 214。曲轴臂装置 204 构造成当气动缸 206 由通过软管 216 供应的空气压力致动时,气动缸 206 的轴 220 前行,这进而使连接至所述轴的

叉形接头 210 前行,这进而将曲轴臂 208 从扭转位置移动到“释放”位置。曲轴臂 208 的这种移动进而使得凸轮构件 212 的凸角或凸轮部分 214 从扭转位置沿顺时针旋转至“释放”位置。

[0059] 总体为 222 的致动器或反应杆构造为在第一或“扭转”位置(如在图 14 中实线示出的)和第二或“释放”位置(如在图 14 中虚线示出的)之间相对于主体部分 202 大体直线运动。在第一位置,反应杆 222 对施加至紧固件的扭矩作出反应(在一个实施例中,所述紧固件可能是螺栓或垫片(未示出)或螺母,总体为 F(图 12))通过限制紧固件结构或止动元件 226 中的一个或多个沿施加扭矩的方向移动。在第二位置,通过例如允许紧固件结构 226 大致在施加扭矩的方向相对于紧固件的十分微小的移动,反应杆 222 便于同时实质性地消除紧固件结构 226 中的扭矩。换句话说,反应杆 222 远离之前引入到套管结构 236(如下讨论的)中的扭矩预载荷的方向向右移动,以消除引入到套管结构 236 中扭矩与载荷。图 14 中的虚线表示反应杆 222 的未加载或释放位置,实线表示扭矩反应或预载荷位置。

[0060] 当曲轴臂 208 在“扭矩”和“释放”位置之间移动时,反应杆 222 的该移动是由凸轮构件 212 通过弧形(所述弧形可以为 1/4 英寸短或更短)的来回移动引起的。在一个实施例中,凸轮构件 212 延伸穿过反应杆 222 中的开口 224,凸轮构件 212 的凸轮部分 214 的接合引起反应杆 222 在“扭矩”位置和“释放”位置之间直线运动。

[0061] 多个紧固件结构或止动元件或紧固件止动件(总体为 226)承载在主体部分 202 的前方且从主体部分 202 向外延伸。每个紧固件止动件 226 承载在总体为 228 的套管轨或承载器组件内。套管承载器组件 228 通过定位件 232 连接至总体为 230(图 4)的支架或支架杆,所述定位件承载紧固件 234,所述紧固件将套管承载器组件紧固至支架杆 230。每个紧固件止动件 226 包括总体为 236 的套管结构,该套管结构包括开口 236a 以及与开口 236a 连通的大致圆柱形套筒或外裙部分 236b。如图 14 中所示的,大致邻近外裙 236b 的相对端的是紧固件套管或简单地“套管”237,所述套管 237 限定了接合轮廓 237a,所述接合轮廓构造成接合紧固件的连接区(land),诸如螺母或螺栓头(未示出)。虽然接合轮廓 237a 示出用于与螺母或螺栓头一起使用,但是应理解所述接合轮廓可以被构造成接合螺钉或某些其他紧固件的驱动表面,如果期望的话。

[0062] 套管结构 236 还包括凸缘部分 236c(图 12 以及图 13),所述凸缘部分比套管承载器组件 228 的开口具有更大的直径,每个套管结构 236 均承载在所述开口中。因为凸缘 236c 比套管承载器组件 228 的开口具有更大的直径,所述它用来将套管结构 236 保持在开口 238 中,使得套管结构 236 仅能够在所述开口内向外移动直到凸缘 236c 与套管承载器组件 228 的邻近所述开口的表面接合前为止。虽然仅讨论了一个套管结构 236,但是应理解在多个紧固件止动件 226 中沿套管承载器组件 228 的长度找到该布置。

[0063] 紧固件套管 237 的接合轮廓 237a 在延伸到套管结构 236 中的同时优选地由工具钢或一些其他合适的材料制成,以在反应设备或工具 200 投入使用时提供对抗紧固件的足够扭矩。套管外裙 236b 实质为套筒,所述套筒能够沿紧固件套管 237 的大致圆柱形表面的长度移动,但是被向最外部分(在该最外部分,边缘 236 凭借偏压结构接合围绕套管承载器组件 228 的开口表面)偏置,所述偏压结构可能在一个实施方式中包括总体为 242 的波形弹簧或者垫圈装置。波形弹簧垫圈 242 向外偏压套管套筒 236b,并且以下面更详细讨论的方式允许套管套筒 236b 以固定的方式抵接与紧固件(诸如螺栓的螺纹端(未示出))

邻近的表面,以使得螺母 F(图 12)以及承载在套管套筒 236b 中的总体为 W 的一个或多个垫圈(图 12)不变松或掉出套管套筒 236b。该布置允许这些垫圈和螺母在一个实施方式中被固定地保持在正确方位,以使得将螺母通过拧紧而安装至螺栓的螺纹端。波形弹簧垫圈 242,通过在套管套筒 236b 撞到表面的情况下允许套管套筒 236b 浮动或者稍微塌下,也可以增加套管承载器组件 228 的空间一致性并且促进套管承载器组件 228 和紧固件止动件 226(与保持在该紧固件止动件中的紧固件一起)前进进入难入接近的区域,诸如在相对小间隙结构或凸缘下方,和/或诸如结构的封闭的倾斜凸缘 244,诸如肋条结构 246(图 15)。

[0064] 紧固件套管 237 构造成用于在套管承载器组件 228 内枢转。固定地附接至每个套管 237 的是杠杆或反应臂 250,所述杠杆或反应臂与套管 237 一起相对于套管承载器组件 228 旋转、枢转或以其他方式移动。然而,套管 237 和反应臂 250 的移动被限制至由总体为 252 的间隙允许的位置,所述间隙位于设置在反应杆 222 上的向外延伸的凸片 254 和反应臂 250 之间。如图 14 所示,当向紧固件(未示出)施加扭矩时,反应臂 250 的前边缘 256 接合凸片 254 的靠近具体的紧固件止动件 226 的抵接表面 258。换句话说,一旦保持在套管结构 236 中的垫圈和螺母(未示出)提供至螺栓(也未示出)的螺纹端,并且(使用例如市售的扭矩施加器或多个扭矩施加器)拧紧螺栓以至于扭矩通过螺栓传至由套管 237 保持的螺母,扭矩从螺母传递至套管 237,并且进而传递至与套管 237 连接的反应臂 258。本领域技术人员应理解,如果套管 237 代替地保持螺栓(未示出)的头部,当螺母(也未示出)正在螺栓的另一端处被拧紧时,类似地传递扭矩。反应臂 250 的前边缘 256 将该扭矩传递至凸片 254 的反应杆 222 的靠近所述反应臂 250 的抵接表面 258。当反应杆 222 固定在图 14 中以实线示出的第一或“扭矩”位置时,以上述方式传递扭矩。

[0065] 一旦将螺栓拧紧至预定扭矩,关联的螺母由套管 237 强制接合并且被摩擦地约束在套管 237 内,所述螺母位于套管 237 内。在没有首先释放仍从套管 237 传递至反应臂 250 以及传递在固定地定位的反应杆 222 的凸片 254 上的扭转载荷的情况下,螺母或螺栓头部(未示出)与套管 237 之间的这种约束或摩擦使得难于将套管从螺母拉开。为了释放套管 237 与螺母或螺栓头部(未示出)的这种摩擦性的扭矩引起的联接,使反应杆 222 从其由实线指示的“扭矩”位置向右(如图 14 所示)移动至由虚线指示的“释放”位置。一旦处于释放位置,即扭矩载荷现正从套管 237 释放,间隙 255 就可以形成在凸片 254 和反应臂 250 的右侧之间(如图 14 中虚线示出的)。反应杆 222 的这种运动是由凸轮构件 212 在反应杆 222 的开口 224 内的顺时针旋转引起的,以使得凸轮构件 212 的凸轮部分 214 迫使反应杆 222 向右(至“释放位置”),由此对引入到套管 237 中的施加扭矩作出释放性反应。再次参照图 14,凸轮构件 212 的旋转是由正从实线示出的位置向右移动到虚线示出的位置的曲轴臂 208 引起的,并且曲轴臂 208 的这种运动是由轴 220 从气动缸 206 向外延伸引起的。

[0066] 当反应杆 222 移动到“释放”位置时,套管 237 上的扭矩载荷一定程度地减轻,以使得套管 237 可以借助于支撑杆 230 的以下面讨论的方式的收回而容易地收回,并且与施加扭矩的螺母脱离接合。

[0067] 参照图 11,还附接至主体部分 202 的是总体为 260 的套管扳手引导组件,所述套管扳手引导组件具有总体为 262a, 262b, 262c 的附接凸缘,所述附接凸缘将套管扳手引导组件 260 附接至主体部分 202。套管扳手引导组件或扭矩工具导板 260 限定多个总体为 264 的凹槽,所述凹槽用来接收和引到套管扳手(未示出)的长形轴。独立的导板,诸如旋转驱

动器导板 540、探针导板 610 以及扭矩工具导板 260, 可以被包含在系统 500 的部件中, 就像套管扳手引导组件 260 被包含在反应设备或工具 200 中一样。在拧紧螺栓期间, 套管扳手引导组件 260 可以用来引导和支撑所述套管扳手, 一般是在紧固相邻肋条结构时, 所述相邻肋条结构与其紧固件由套管 237 接合的肋条结构间隔开。

[0068] 参照图 11, 还附接至主体部分 202 的是直立的气动缸 266 和 268, 所述气动缸经由总体为 270 的软管连接至外部压缩空气源 402(图 4)。气动缸 266, 268 以下面讨论的方式运行以伸出和收回分度销 272, 274(图 11), 当反应设备或工具 200 附接至肋条结构 246 时。

[0069] 托架 268, 278 也设置在主体部分 202 上并且可以用于多种目的, 包括快速连接延长手柄(未示出)的附接, 所述延长手柄可以用于将反应设备或工具 200 和肋条结构 246 插到空腔或远程位置中, 诸如飞机水平稳定面或机翼结构的肋条隔间 279(图 4)。一旦反应设备或工具 200 在向凸缘 244 中的紧固件(诸如螺栓)施加扭矩之后从肋条结构 246 移除时, 这类快速断开延长手柄可以有利于从肋条隔间 279 移除工具 200。注意, 反应设备或工具 200 可以放置在相邻肋条隔间 279 和 281 中, 并且肋条隔间 281 中的反应设备或工具 200a(类似于工具 200)的套管扳手引导器 260 可以用来拧紧螺栓(未示出), 垫圈和螺栓正由肋条隔间 279 中的反应设备或工具 200 保持至所述螺栓。替代地, 除了使用肋条隔间 281 中的整个反应设备或工具 200a 之外, 可以使用不具有上面讨论的某些结构的缩减版。

[0070] 现参照图 12(该图示出反应设备或工具 200 的一个实施方式的另一侧面), 所示的可收回的分度销 272, 274 处于其收回构造。另外的分度销 280, 282 也设置在主体部分 202 的该侧上。分度销 280, 282 可以根据需要为固定的或也可为可收回的。如果所述销为固定的, 它们会在一个实施方式中用来将反应设备或工具 200 定位在诸如肋条结构 246 的结构上, 通过接合所述肋条结构中的分度孔。一旦所述分度销 280, 282 处于适当的位置, 可收回的分度销 272, 274 可以分别通过气动缸 266, 268 的运作而向外前行到肋条结构 246 中的另外的分度孔(未示出)中。这提供了四个接合点, 即, 接收在肋条结构 246 的四个分度孔中的四个销, 从而相对于肋条结构 246 牢固且强制地定位工具 200。在反应设备或工具 200 处于肋条隔间 279 的外部的的时候, 气动缸 266, 268 的运作可以根据需要直接地或远离反应设备或工具 200 进行; 但是一旦工具 200 位于肋条隔间 279 中, 气动缸 266, 268 的运作在已完成紧固件安装和施加扭矩过程之后从肋条隔间 279 的外部远离地进行。

[0071] 再次参照图 12, 反应设备或工具 200 通过使用真空吸杯 284, 286(所述真空吸杯附接至主体部分 202)的真空装置被保持为抵靠在肋条结构 246 上。真空吸杯 284, 286 均连接至真空生成器, 和/或外部空气和/或真空源 402, 404(图 4)用来通过真空吸杯 284, 286 抽吸来产生真空, 从而将反应设备或工具 200 固定至肋条结构 246, 优选地, 一旦分度销 272, 274, 280 和 282 已经插入到肋条结构 246 中的它们对应的分度孔中。在反应设备或工具 200 处于肋条隔间 279 的外部的的时候, 真空吸杯 284, 286 的运作可以根据需要直接地或远离反应设备或工具 200 进行; 但是一旦工具 200 位于肋条隔间 279 中, 真空吸杯 284, 286 的运作在已完成紧固件安装和施加扭矩过程之后从肋条隔间 279 的外部远离地进行, 以从肋条结构 246 分离反应设备或工具 200。

[0072] 一旦反应设备或工具 200 附接至肋条结构 246, 套管承载器组件 228 能够向肋条结构 246 的封闭的角凸缘 244 前进。在所述前行之前, 在一个实施方式中, 期望的垫圈和螺母(未示出)已经装载到各个套管结构 236 中。套管承载器组件 228 的向前前行允许每个套

管结构 236 的最前端接触与螺栓（未示出）的螺纹端相邻的凸缘 244 的表面，所述螺栓延伸穿过封闭的角凸缘 244 的开口 288。一旦已进行这种接触，套管承载器组件 226 的进一步前行会趋于压缩波形弹簧垫圈 242。

[0073] 套管承载器组件 228 的前行是由套管承载器组件 228 所附接至的支撑杆 230 的前行提供的。支撑杆 230 能凭借总体为 290 的连杆结构而移动，所述连杆结构包括连杆臂 292, 294，每个连杆臂的一端分别枢转地附接至支撑杆 230 的枕块承托部 (pillow block bearing) 296, 298。每个连杆臂装置 292, 294 的另一端连接至设置在纵向延伸连接杆 300 上的枢轴支座 (pivotal bearing) 299，所述纵向延伸连接杆被承载用于在收回位置和伸出位置之间大体直线运动。支撑杆 230 在一端包括直线轴承 306 并且在另一端包括直线轴承 308 (图 11)，所述直线轴承允许支撑杆 230 在收回位置和伸出位置之间移动。连接杆 230 连接至气动杆 320 的轴 318，以使得由支撑致动器（诸如气动缸 320）进行的轴 318 的前行和收回使得连接杆 300 相应地前行和收回，所述连接杆通过上述的连杆装置使得在所述连接杆上的套管承载器组件 228 和套管 236 前行和收回。通过软管 322 向气动缸 320 提供来自外部源 402 的压缩空气。在反应设备或工具 200 处于肋条隔间 279 的外部的的时候，套管承载器组件 228 的前行和收回可以根据需要直接地或远离反应设备或工具 200 进行；但是一旦工具 200 位于肋条隔间 279 中，套管承载器组件 228 的收回可以在已完成紧固件安装和施加扭矩过程之后从肋条隔间 279 的外部远离地进行，以从肋条结构 246 分离工具 200。

[0074] 软管 270 和 322 优选地是成束的并且被承载在胶带 324 内（图 15），以连接至上述的外部压缩空气 / 真空源。

[0075] 如图 15 所示，总体为 326 的辊和 / 或轮装置设置在当反应设备或工具 200 附接至肋条结构 246 时变成主体部分 202 的下边缘的部件上（优选地设置在肋条隔间或其他空腔的外部的工作台或其他位置上）。随着组合的肋条结构 / 工具插入到位，所述组合的肋条结构 / 工具可以在一个实施方式中竖直放置，以使得辊或轮装置 326 靠近接触表面 327 (图 4)，一旦反应设备或工具 200 变得与肋条结构 246 分离，反应设备或工具 200 就可以由所述辊 / 轮装置 326 支撑在所述接触表面上。这种分离通常发生在紧固件已通过套管 236 安装、已通过正移动到“释放”位置（如上所讨论的）的反应杆 222 从所述套管释放扭矩载荷、分度销 280, 282 通过气动缸 266, 268 收回以及真空吸杯 284, 286 不运行之后。因此，一旦已从肋条结构 246 释放工具 200，然后所述工具可以由辊 / 轮装置 326 支撑，并且从肋条隔间或其他空腔撤回，例如通过使用上面讨论的快速连接延长手柄（未示出）。

[0076] 图 13 示出本公开内容的另一示例性实施方式并且示出反应设备或工具 200'，所述反应设备或工具 200' 在运行和构造方面类似于反应设备或工具 200，但是在真空吸杯 284' 和 286' 以及分度销装置 272', 274', 280' 和 282' 的设计方面以及连杆结构 290' 方面有些变化。图 13 示出直线支座 302, 304，所述直线支座由连杆结构 290' 用于在收回和前行位置之间的线性移动。

[0077] 一种使用反应设备或工具 200 的方法可以包括：将紧固件（诸如螺母以及一个或多个垫圈）装载在每个紧固件止动件 226 中（同时支撑杆 230 处于收回位置）；将反应设备或工具 200 定位在肋条结构 246 上方；将一个或多个固定的分度销 280, 282 与肋条结构 246 中的孔对准（可收回的分度销 272, 274 会处于收回位置以利于接近套管承载器组件 228 从而在封闭的角凸缘 244 下面穿过）；使用真空吸杯 284, 286 以将反应设备或工具 200 附接

至肋条结构 246 ;将可收回的分度销 272, 274 延伸进入肋条结构 246 中的分度孔 (未示出) 中 ;以及延伸支撑杆 230, 以使得套管结构 236 与封闭的角凸缘 244 接触以保证完全的套管接合。

[0078] 因此, 通过使用一个或多个能释放地附接至托架 276 和 / 或 278 的快速释放手柄 (未示出), 反应设备或工具 200 以及肋条结构可以作为单个单元一起装载到诸如肋条隔间 279 (图 4) 的通道中。

[0079] 在向紧固件施加扭矩过程期间, 气动缸 206 处于收回位置, 这使反应杆 222 移动到图 14 中示出的最左位置。在施加扭矩过程期间, 所有的反应臂 250 由反应杆 222 同时保持。因此, 臂 250 将累积的预加载扭矩力从所有紧固件传递至反应杆 222。就是这个累积的力要通过反应杆 222 运动至图 14 中示出的最右位置来释放, 从而解放所有的套管结构 236。

[0080] 为了释放扭矩预载荷, 气动缸 206 的轴 220 将伸出, 由此使得曲轴臂 208 顺时针旋转以及使得长形构件或反应凸轮 212 进行的对应旋转, 这进而使得反应杆 222 沿远离反应臂 250 的方向移动。凸轮部 214 位于凸轮轮廓的高点被自然偏压从而朝“释放”位置移动的位置, 由此, 减小气动缸 206 为通过反应杆 222 释放扭矩预载荷所需要的力。

[0081] 从诸如肋条隔间 328 移除反应设备或工具 200 是通过重新附接一个或多个快速连接延长手柄 (未示出) 而完成的 (在如上所述已进行扭矩预载荷的去除之后), 所述快速连接延长手柄能释放地附接至托架 276 和 / 或 278。可收回的分度销 272, 274 从肋条结构 246 中的分度孔 (未示出) 收回, 并且真空吸杯 284, 286 不运作, 由此从肋条结构 246 分离反应设备或工具 200 并且允许工具 200 从肋条结构 246 轻微地落到诸如肋条隔间 328 的地板 330 的表面上。在此点, 反应设备或工具 200 支撑在辊和 / 或轮 326 上并且可以使用快速连接延长手柄在所述轮上从肋条隔间 328 拉出。

[0082] 从上文可以看出, 反应设备或工具 200 利于将所述反应设备或工具附接至远离空腔或通道的肋条结构 246, 并且如果需要, 这可能在人机友好的平台高度进行。工具 200 的使用可以还减少在所述空腔或通道中掉落的垫圈或螺母引起的外来物体碎片 (FOD) 问题。

[0083] 对反应设备或工具 200 的远程控制操作 (所述操作包括对所述反应设备或工具的气动缸 206, 266, 268 和 320 的致动) 可以通过使用用于致动气动缸 206, 266, 268 和 320 的手动控制阀 (未示出) 手动地致动和 / 或由总体为 400 的处理器 (控制器) 致动, 如果需要, 所述处理器可以连接至总体为 402 的压缩空气源和 / 或真空源 404, 所述压缩空气源可以处于反应设备或工具 200 的外部或由反应设备或工具 200 承载, 所述真空源可以也处于反应设备或工具 200 的外部或由反应设备或工具 200 承载。处理器 400 可以构造成为: 分度销致动器, 所述分度销致动器控制到达气动缸 206 和 266 的压缩空气; 支撑致动器, 所述支撑致动器控制到达气动缸 320 的压缩空气; 反应杆致动器, 所述反应杆致动器控制到达气动缸 206 的压缩空气; 如果需要, 和 / 或真空致动器, 所述真空控制器用于控制到达真空吸杯 284, 284', 286 和 286' 的真空供应。

[0084] 处理器 400 通常为能够处理诸如例如数据、计算机可读程序代码或指令等 (通常为“计算机程序”, 例如软件、固件等) 的信息和 / 或其他合适的电子信息的硬件。

[0085] 参照图 16A 至 16C, 本公开内容的一个实施例涉及一种处理工件的方法 700。方法 700 包括: 识别工件上的处理位置 528 (图 7) (框 702); 使用图 3 的旋转驱动器 502 在处理位置 528 中的一个处理位置处钻第一孔 (框 704); 在钻第一孔的同时检测与运行旋转驱动

器 502 关联的流体的流动 (框 706); 响应于与运行旋转驱动器 502 关联的流体的流动而产生运行信号, 以及响应于不存在与运行旋转驱动器 502 关联的流体的流动而不产生运行信号 (框 708); 将运行信号的持续间隔与预定的时间值进行比较 (框 710); 以及如果运行信号的持续间隔大于或等于预定的时间值, 则在处理位置 528 中的一个不同的处理位置处钻不同的孔, 以及如果运行信号的持续间隔小于预定的时间值, 则不钻不同的孔 (框 712)。

[0086] 在本公开内容的一个实施方式中 (所述实施方式可以包括上述和 / 或下面实施例以及实施方式中任一个的主题的至少一部分), 在处理位置 528 中的一个不同的处理位置处钻不同的孔 (框 704) 还包括以下中的一个: a) 如果运行信号的持续间隔大于或等于预定的时间值并且不同的孔不位于处理位置 528 中的以前钻过孔的位置, 则钻不同的孔 (框 714); 以及 b) 如果运行信号的持续间隔小于预定的时间值或者不同的孔位于处理位置 528 中的以前钻过孔的位置, 则不钻不同的孔 (框 716)。本领域技术人员应理解, 如果运行信号的持续间隔小于预定的时间值并且不同的孔位于以前钻过孔的位置, 则不钻不同的孔。

[0087] 如文中所用的, 第一孔不一定要钻的一系列的孔中的初始孔, 而是这样的孔: 在该孔之后将按时间顺序钻所述系列的孔中的另一个孔。另外, 提到钻第一孔以及钻不同的 (第二) 孔也可以想到钻第三孔或钻更多的孔。

[0088] 在本公开内容的一个实施方式中 (所述实施方式可以包括上述和 / 或下面实施例以及实施方式中任一个的主题的至少一部分), 方法 700 还包括: 检查至少一个钻孔中的第一钻孔以确定所述第一钻孔的至少一个参数 (框 718); 响应于对第一钻孔的检查产生参数信号, 其中参数信号与第一钻孔的至少一个参数关联 (框 720); 将第一钻孔的至少一个参数与至少一个质量标准进行比较 (框 722); 以及如果第一钻孔的至少一个参数满足至少一个质量标准, 则检查不同钻孔, 并且如果第一钻孔的至少一个参数不满足至少一个质量标准, 则不检查不同钻孔 (框 724)。本领域技术人员应理解, 至少一个钻孔可以为多个钻孔中的一个。钻孔的至少一个参数可以包含如上所述的孔径、孔表面粗糙度等。可以使用图 6 的探针 600 对钻孔进行检查。例如, 与方法 700 关联的质量标准可以包含可以由探针 600 检测的那些参数。

[0089] 在本公开内容的一个实施方式中 (所述实施方式可以包括上述和 / 或下面实施例以及实施方式中任一个的主题的至少一部分), 检查不同钻孔还包括以下中的一个: 1) 如果第一钻孔的至少一个参数满足至少一个质量标准并且不同钻孔之前未被检查, 则检查不同钻孔 (框 726); 以及 2) 如果第一钻孔的至少一个参数不满足至少一个质量标准或者不同钻孔之前已被检查, 则不检查不同钻孔 (框 728)。

[0090] 在本公开内容的一个实施方式中 (所述实施方式可以包括上述和 / 或下面实施例以及实施方式中任一个的主题的至少一部分), 第一钻孔的至少一个参数为至少一个第一参数, 至少一个质量为至少一个第一质量标准, 并且方法 700 还包括检查不同钻孔以确定不同钻孔的至少一个第二参数是否满足至少一个第二质量标准 (框 730)。例如, 第一钻孔的至少一个第一参数可以为直径, 所述直径具有关联的第一质量标准, 诸如例如 $+0.006/-0.003$ 英寸 ($+0.015/-0.008$ 毫米) 的尺寸公差; 以及不同钻孔的至少一个第二参数可以为表面粗糙度, 所述表面粗糙度对于金属结构具有 15-30 微英寸 (38-76 微米) 的关联的第二质量标准。本领域技术人员应理解, 至少一个第一参数和至少一个第二参数可以为相同或不同的参数。另外, 至少一个第一参数和至少一个第二参数中的均可以为单个或

多个参数。

[0091] 在本公开内容的一个实施方式中(所述实施方式可以包括上述和/或下面实施例以及实施方式中任一个的主题的至少一部分),方法 700 还包括:将第一紧固件安装在工件中的指定钻孔中并且向第一紧固件施加扭矩(框 732);产生表示施加至第一紧固件的扭矩的扭矩信号(框 734);将扭矩与预定扭矩值进行比较(框 736);将不同的紧固件安装在不同的指定钻孔中(框 738);以及如果施加至第一紧固件的扭矩匹配预定扭矩值,则向不同的紧固件施加扭矩,并且如果施加至第一紧固件的扭矩不匹配预定扭矩值,则不向不同的紧固件施加扭矩(框 740)。扭矩值包含离散值并且还包括数值范围。此外,用于任意两个紧固件的扭矩值可以相同或者可以不同。

[0092] 在本公开内容的一个实施方式中(所述实施方式可以包括上述和/或下面实施例以及实施方式中任一个的主题的至少一部分),向不同的紧固件施加扭矩还包括以下中的一个:(a) 如果施加至第一紧固件的扭矩匹配预定扭矩值并且第一紧固件之前未被施加扭矩,则向不同的紧固件施加扭矩(框 742);以及(b) 如果施加至第一紧固件的扭矩不匹配预定扭矩值或者第一紧固件之前已被施加扭矩,则不向不同的紧固件施加扭矩(框 744)。

[0093] 在本公开内容的一个实施方式中(所述实施方式可以包括上述和/或下面实施例以及实施方式中任一个的主题的至少一部分),方法 700 还包括:向第一紧固件再次施加扭矩(框 746);产生表示施加至第一紧固件的后续扭矩的再次扭矩信号(框 748);将后续扭矩与预定的再次扭矩值进行比较(框 750);以及如果施加至第一紧固件的后续扭矩匹配预定的再次扭矩值,则向不同的紧固件再次施加扭矩,并且如果施加至第一紧固件的后续扭矩不匹配预定的再次扭矩值,则不向不同的紧固件再次施加扭矩(框 752)。

[0094] 在本公开内容的一个实施方式中(所述实施方式可以包括上述和/或下面实施例以及实施方式中任一个的主题的至少一部分),方法 700 还包括以下中的一个:(a) 如果施加至第一紧固件的后续扭矩匹配预定的再次扭矩值并且不同的紧固件之前未被再次施加扭矩,则向不同紧固件再次施加扭矩(框 754);以及(b) 如果施加至第一紧固件的后续扭矩不匹配预定的再次扭矩值或者不同的紧固件之前已被再次施加扭矩,则不向不同的紧固件再次施加扭矩(框 756)。

[0095] 在本公开内容的一个实施方式中(所述实施方式可以包括上述和/或下面实施例以及实施方式中任一个的主题的至少一部分),向不同的紧固件再次施加扭矩还包括以下中的一个:(a) 如果施加至第一紧固件的后续扭矩匹配预定的再次扭矩值、不同的紧固件之前未被再次施加扭矩并且在向第一紧固件施加扭矩之后已过去预定的时间间隔,则向不同的紧固件再次施加扭矩(框 758);以及(b) 如果施加至第一紧固件的后续扭矩不匹配预定的再次扭矩值、不同的紧固件之前已被再次施加扭矩或者在向第一紧固件施加扭矩之后未过去预定的时间间隔,则不向不同的紧固件再次施加扭矩(框 760)。

[0096] 描述了文中详述的方法 700 的操作的本公开内容和附图不应解释为一定确定了要执行所述操作的次序。相反,虽然示出了一个示例性的顺序,但是应理解适当的时候可以改变操作的次序。另外,在本公开内容的一些实施方式中,不需要执行文中描述的所有操作。

[0097] 例如,方法 700 的各个操作(即框 702 至 760 中示出的操作)可以在可行的情况下以不同的次序执行。例如,可能在处理下一个处理位置之前,完全地处理单个处理位置(诸

如图 7 中的处理位置 528)。完全地处理单个处理位置 528 可以包括:在选定的单个处理位置 528 处钻孔;检查钻孔以确保符合质量标准;如果需要,再次加工钻孔以使钻孔符合质量标准;将紧固件安装在钻孔中;向紧固件施加扭矩;如果在给定组装中需要,向紧固件再次施加扭矩。替代地,可以首先对一些或所有处理位置 528 执行每个单独的操作(诸如钻孔操作),对一些或所有上述处理位置执行后续的操作(诸如检查)。

[0098] 文中公开了设备和方法的不同实施例和实施方式,所述设备和方法包括多个部件、特征和功能性。应理解,文中公开的设备和方法的各个实施例和实施方式可以以组合的方式包括文中公开的设备和方法的其他实施例和实施方式中的任一个的任意部件、特征和功能性;所有的这些可能的实施例和实施方式旨在位于本公开内容的精神和范围内。

[0099] 在以下句段 1A 至 37B 中提供根据本公开内容的主题的示例性、非穷举性实施方式(所述实施方式可能要求保护或可能未要求保护)。

[0100] 1A、一种用于处理工件的系统 500,所述系统 500 包括:

[0101] 旋转驱动器 502,所述旋转驱动器具有路径,沿所述路径的流体的流动与所述旋转驱动器运行期间是关联的,其中,所述旋转驱动器 502 具有旋转轴线 506;

[0102] 与所述路径连通的旋转驱动器传感器 518,其中,所述旋转驱动器传感器 518 响应于所述流体的流动而产生信号并且响应于不存在所述流体的流动而不产生所述信号,所述信号具有持续间隔;

[0103] 控制器 400,所述控制器能够通讯地联接至所述旋转驱动器传感器 518,其中

[0104] 所述控制器 400 构造成:如果所述信号的所述持续间隔大于或等于预定值,使所述旋转驱动器 502 在所述信号终止之后运行;并且

[0105] 所述控制器 400 构造成:如果所述信号的所述持续间隔小于所述预定值,阻止所述旋转驱动器 502 在所述信号终止之后运行。

[0106] 2A、根据句段 A1 所述的系统 500,其中,所述旋转驱动器传感器 518 为流量传感器。

[0107] 3A、根据句段 A2 所述的系统 500,其中,所述旋转驱动器传感器 518 为压力传感器。

[0108] 4A、根据句段 A1 至 A3 中任一项所述的系统 500,其中,所述路径为所述旋转驱动器 502 的出口流体路径 516。

[0109] 5A、根据句段 A1 至 A3 中任一项所述的系统 500,其中,所述路径为所述旋转驱动器 502 的入口流体路径 512。

[0110] 6A、根据句段 A1 至 A3 中任一项所述的系统 500,其中,所述路径为所述旋转驱动器 502 的中间流体路径 512。

[0111] 7A、根据句段 A1 至 A6 中任一项所述的系统 500,所述系统还包括长形的旋转驱动器手柄 529,所述长形的旋转驱动器手柄联接至所述旋转驱动器 502 并且具有纵向旋转驱动器手柄轴线 530,其中,所述旋转驱动器 502 的所述旋转轴线 506 基本垂直于所述纵向旋转驱动器手柄轴线 530。

[0112] 8A、根据句段 A7 所述的系统 500,其中,所述长形的旋转驱动器手柄 529 包括近端 532、远端 534 以及在所述近端和所述远端之间的支架 538,所述支架 538 构造成通过操纵所述长形的旋转驱动器手柄 529 的所述近端 532 能够朝着所述工件上的处理位置驱使旋转驱动器 502。

[0113] 9A、根据句段 A8 所述的系统 500,其中,所述支架 538 为支轴。

[0114] 10A、根据句段 A7 至 A9 中任一项所述的系统 500,其中,所述旋转驱动器 502 包括钻机 504。

[0115] 11A、根据句段 A7 至 A10 中任一项所述的系统 500,其中,所述工件包括多个处理位置 528,并且所述系统 500 还包括旋转驱动器导板 540,所述旋转驱动器导板构造成将所述旋转驱动器 502 选择性地定位在所述多个处理位置 528 中的一个处理位置处。

[0116] 12A、根据句段 A11 所述的系统 500,所述系统还包括位于所述旋转驱动器导板 540 上的多个旋转驱动器导板位置识别器 542。

[0117] 13A、根据句段 A12 所述的系统 500,所述系统还包括位于所述旋转驱动器 502 和所述长形的旋转驱动器手柄 529 中的一个上的旋转驱动器位置识别器 544。

[0118] 14A、根据句段 A13 所述的系统 500,其中,所述旋转驱动器导板位置识别器 542 以及所述旋转驱动器位置识别器 544 均包括射频识别装置。

[0119] 15A、根据句段 A11 至 A14 中任一项所述的系统 500,所述系统还包括:

[0120] 探针 600,所述探针包括探针传感器 602,所述探针传感器构造成确定所述工件中的孔的至少一个参数,其中,所述探针 600 具有探针插入轴线 604;以及

[0121] 长形的探针手柄 606,所述长形的探针手柄具有纵向探针手柄轴线 608,在所述探针 600 联接至所述长形的探针手柄 606 的情况下,所述纵向探针手柄轴线基本垂直于所述探针插入轴线 604。

[0122] 16A、根据句段 A15 所述的系统 500,其中,所述探针传感器 602 能够通讯地与所述控制器 400 联接以发射与所述孔的所述至少一个参数相关的信号。

[0123] 17A、根据句段 A15 至 A16 中任一项所述的系统 500,所述系统还包括位于所述探针导板 610 上的多个探针导板位置识别器 612。

[0124] 18A、根据句段 A17 所述的系统 500,所述系统还包括位于所述探针 600 和所述长形的探针手柄 606 中的一个上的探针位置识别器 614。

[0125] 19A、根据句段 A18 所述的系统 500,其中,所述旋转驱动器导板位置识别器 542 以及所述探针位置识别器 614 均包括射频识别装置。

[0126] 20A、根据句段 A1 至 A19 中任一项所述的系统 500,所述系统还包括:

[0127] 扭矩工具 650,所述扭矩工具具有扭矩工具旋转轴线 652;以及

[0128] 联接至所述扭矩工具 650 的长形的扭矩工具手柄 654,所述长形的扭矩工具手柄具有基本垂直于所述扭矩工具旋转轴线 652 的纵向扭矩工具手柄轴线 656。

[0129] 21A、根据句段 A20 所述的系统 500,其中,所述扭矩工具 650 包括扭矩传感器 664。

[0130] 22A、根据句段 A21 所述的系统 500,其中,所述扭矩传感器 664 能够通信地与所述控制器 400 联接以发射与所施加的扭矩关联的信号。

[0131] 23A、根据句段 A20 至 A22 中任一项所述的系统 500,其中,所述工件包括多个处理位置 528,并且所述系统 500 还包括扭矩工具导板 260,所述扭矩工具导板构造成将所述扭矩工具 650 选择性地定位在所述多个处理位置 528 中的一个处理位置处。

[0132] 24A、根据句段 A23 所述的系统 500,所述系统还包括位于所述扭矩工具导板 260 上的多个扭矩工具导板位置识别器 670。

[0133] 25A、根据句段 A23 所述的系统 500,所述系统还包括位于所述扭矩工具 650 和所述长形的扭矩工具手柄 654 中的一个上的扭矩工具位置识别器 672。

[0134] 26A、根据句段 A25 所述的系统 500,其中,所述扭矩工具导板位置识别器 670 以及所述扭矩工具位置识别器 672 均包括射频识别装置。

[0135] 27A、根据句段 A20 至 A26 中任一项所述的系统 500,所述系统还包括反应工具 200,所述反应工具构造成将反作用力施加至由所述扭矩工具 650 扭转的紧固件。

[0136] 28B、一种处理工件的方法 700,所述方法 700 包括:

[0137] 识别所述工件上的处理位置;

[0138] 使用旋转驱动器 502 在所述处理位置中的一个处理位置处钻第一孔;

[0139] 在钻所述第一孔的同时检测与运行所述旋转驱动器 502 关联的流体的流动;

[0140] 响应于所述流动而产生运行信号,以及响应于不存在所述流动而不产生所述运行信号;

[0141] 将所述运行信号的持续间隔与预定的时间值进行比较;以及

[0142] 如果所述运行信号的所述持续间隔大于或等于所述预定的时间值,则在所述处理位置中的不同的处理位置处钻不同的孔,以及如果所述持续间隔小于所述预定的时间值,则不钻所述不同的孔。

[0143] 29B、根据句段 28B 所述的方法 700,其中,在所述处理位置中的所述不同的处理位置处钻所述不同的孔还包括以下中的一项:

[0144] 如果所述运行信号的所述持续间隔大于或等于所述预定的时间值以及所述不同的孔不位于所述处理位置中的以前钻过孔的位置,则钻所述不同的孔;以及

[0145] 如果所述运行信号的所述持续间隔小于所述预定的时间值或者所述不同的孔位于所述处理位置中的所述以前钻过孔的位置,则不钻所述不同的孔。

[0146] 30B、根据句段 29B 所述的方法 700,所述方法还包括:

[0147] 检查至少一个钻孔中的第一钻孔以确定所述第一钻孔的至少一个参数;

[0148] 响应于对所述第一钻孔的检查产生参数信号,其中,所述参数信号与所述第一钻孔的所述至少一个参数关联;

[0149] 将所述第一钻孔的所述至少一个参数与至少一个质量标准进行比较;以及

[0150] 如果所述第一钻孔的所述至少一个参数满足所述至少一个质量标准,则检查不同钻孔,并且如果所述第一钻孔的所述至少一个参数不满足所述至少一个质量标准,则不检查所述不同钻孔。

[0151] 31B、根据句段 30B 所述的方法 700,其中,检查所述不同钻孔还包括以下中的一项:

[0152] 如果所述第一钻孔的所述至少一个参数满足所述至少一个质量标准并且所述不同钻孔之前未被检查,则检查所述不同钻孔;

[0153] 如果所述第一钻孔的所述至少一个参数不满足所述至少一个质量标准或者所述不同钻孔之前已被检查,则不检查所述不同钻孔。

[0154] 32B、根据句段 31B 所述的方法 700,其中,所述第一钻孔的所述至少一个参数为至少一个第一参数,所述至少一个质量标准为至少一个第一质量标准,所述方法还包括检查所述不同钻孔以确定所述不同钻孔的至少一个第二参数是否满足至少一个第二质量标准。

[0155] 33B、根据句段 29B 至 32B 中任一项所述的方法 700,所述方法还包括:

[0156] 将第一紧固件安装在所述工件中的指定钻孔中并且向所述第一紧固件施加扭

矩；

[0157] 产生表示施加至所述第一紧固件的扭矩的扭矩信号；

[0158] 将所述扭矩与预定扭矩值进行比较；

[0159] 将不同的紧固件安装在不同的指定钻孔中；以及

[0160] 如果施加至所述第一紧固件的所述扭矩匹配所述预定扭矩值，则向所述不同的紧固件施加扭矩，以及如果施加至所述第一紧固件的所述扭矩不匹配所述预定扭矩值，则不向所述不同的紧固件施加扭矩。

[0161] 34B、根据句段 33B 所述的方法 700，其中，向所述不同的紧固件施加扭矩还包括以下中的一项：

[0162] 如果施加至所述第一紧固件的所述扭矩匹配所述预定扭矩值并且所述第一紧固件之前未被施加扭矩，则向所述不同的紧固件施加扭矩；以及

[0163] 如果施加至所述第一紧固件的所述扭矩不匹配所述预定扭矩值或者所述第一紧固件之前已被施加扭矩，则不向所述不同的紧固件施加扭矩。

[0164] 35B、根据句段 34B 所述的方法 700，所述方法还包括：

[0165] 向所述第一紧固件再次施加扭矩；

[0166] 产生表示施加至所述第一紧固件的后续扭矩的再次扭矩信号；

[0167] 将所述后续扭矩与预定的再次扭矩值进行比较；以及

[0168] 如果施加至所述第一紧固件的所述后续扭矩匹配所述预定的再次扭矩值，则向所述不同的紧固件再次施加扭矩，并且如果施加至所述第一紧固件的所述后续扭矩不匹配所述预定的再次扭矩值，则不向所述不同紧固件再次施加扭矩。

[0169] 36B、根据句段 35B 所述的方法 700，其中，向所述不同的紧固件再次施加扭矩还包括以下中的一项：

[0170] 如果施加至所述第一紧固件的所述后续扭矩匹配所述预定的再次扭矩值并且所述不同的紧固件之前未被再次施加扭矩，则向所述不同的紧固件再次施加扭矩；以及

[0171] 如果施加至所述第一紧固件的所述后续扭矩不匹配所述预定的再次扭矩值或者所述不同的紧固件之前已被再次施加扭矩，则不向不同的紧固件再次施加扭矩。

[0172] 37B、根据句段 35B 所述的方法 700，其中，向所述不同的紧固件再次施加扭矩还包括以下中的一项：

[0173] 如果施加至所述第一紧固件的所述后续扭矩匹配所述预定的再次扭矩值，所述不同的紧固件之前未被再次施加扭矩并且在向所述第一紧固件施加扭矩之后已过去预定的时间间隔，则向所述不同的紧固件再次施加扭矩；以及

[0174] 如果施加至所述第一紧固件的所述后续扭矩不匹配所述预定的再次扭矩值、所述不同的紧固件之前已被再次施加扭矩或者在向所述第一紧固件施加扭矩之后未过去所述预定的时间间隔，则不向所述不同的紧固件再次施加扭矩。

[0175] 得益于上面的描述以及附图中给出的教导，在本公开内容所属的技术领域中的技术人员会想到文中详述的公开内容的许多改进以及其他实施例。

[0176] 因此，应立即，本公开内容不限于公开的具体实施方式，并且改进以及其他其他实施方式旨在包含在附带的权利要求书的范围内。此外，虽然上面的描述以及附图在元件和/或功能件的一定的示例性组合的背景下记载了示例性实施方式，但是应理解，元件和/或

功能件的不同组合可以由替代的实施方案提供,而不脱离附带的权利要求书的范围。

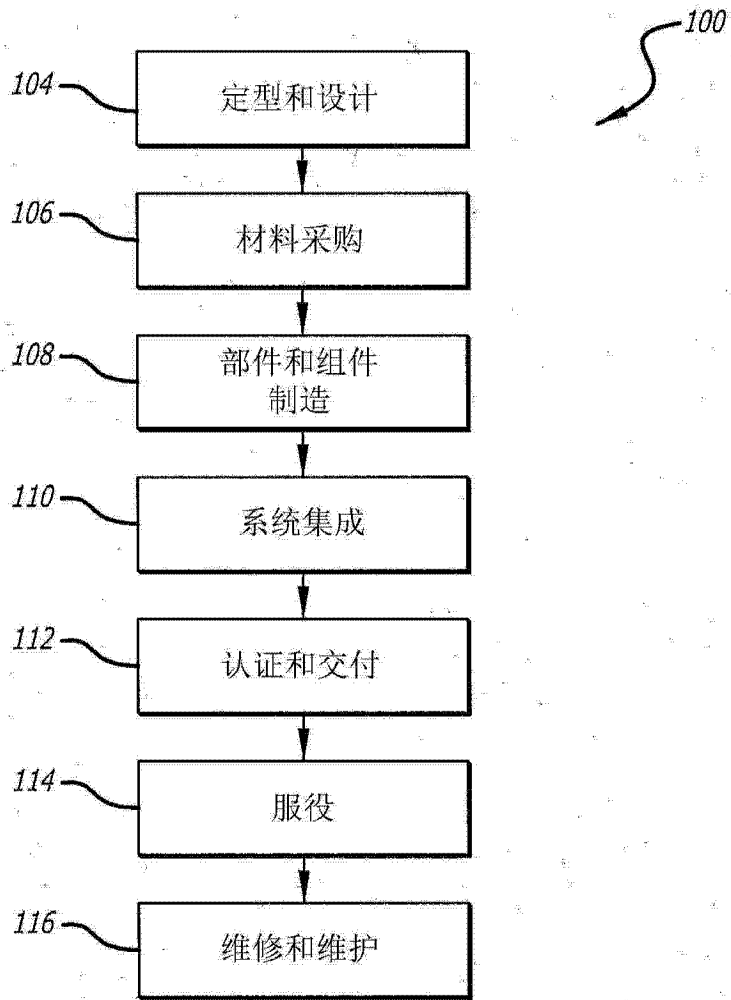


图 1

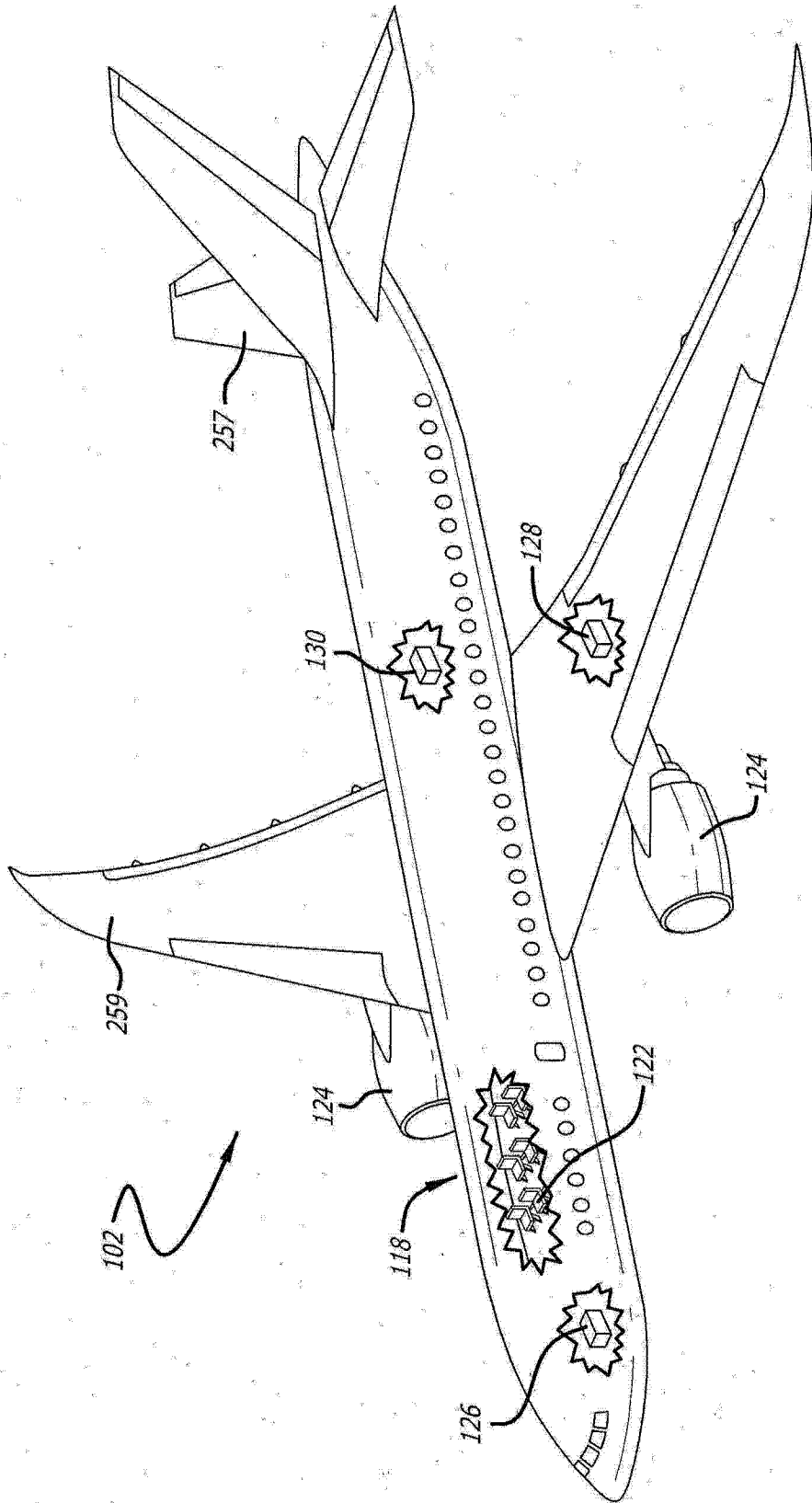


图 2

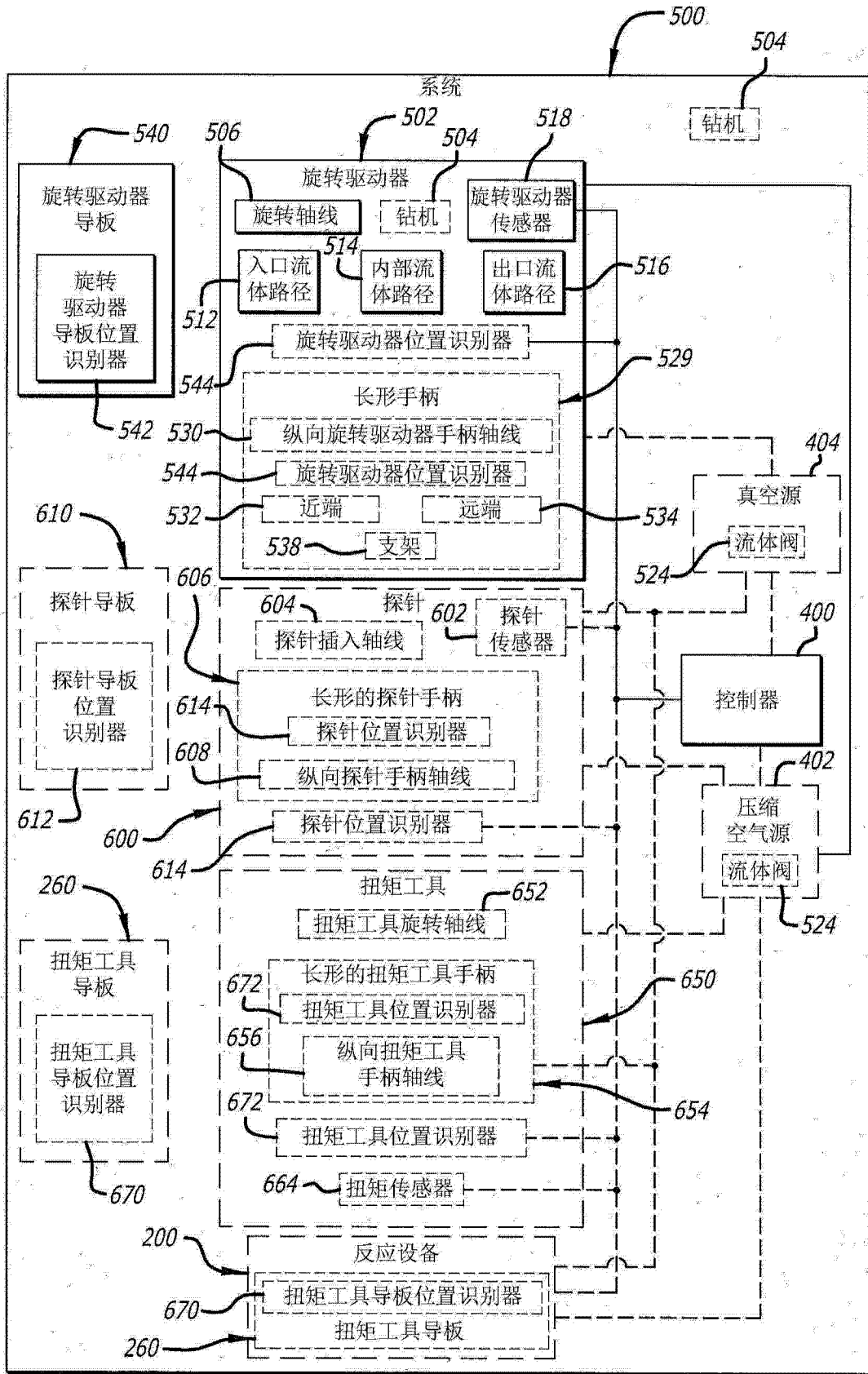


图 3

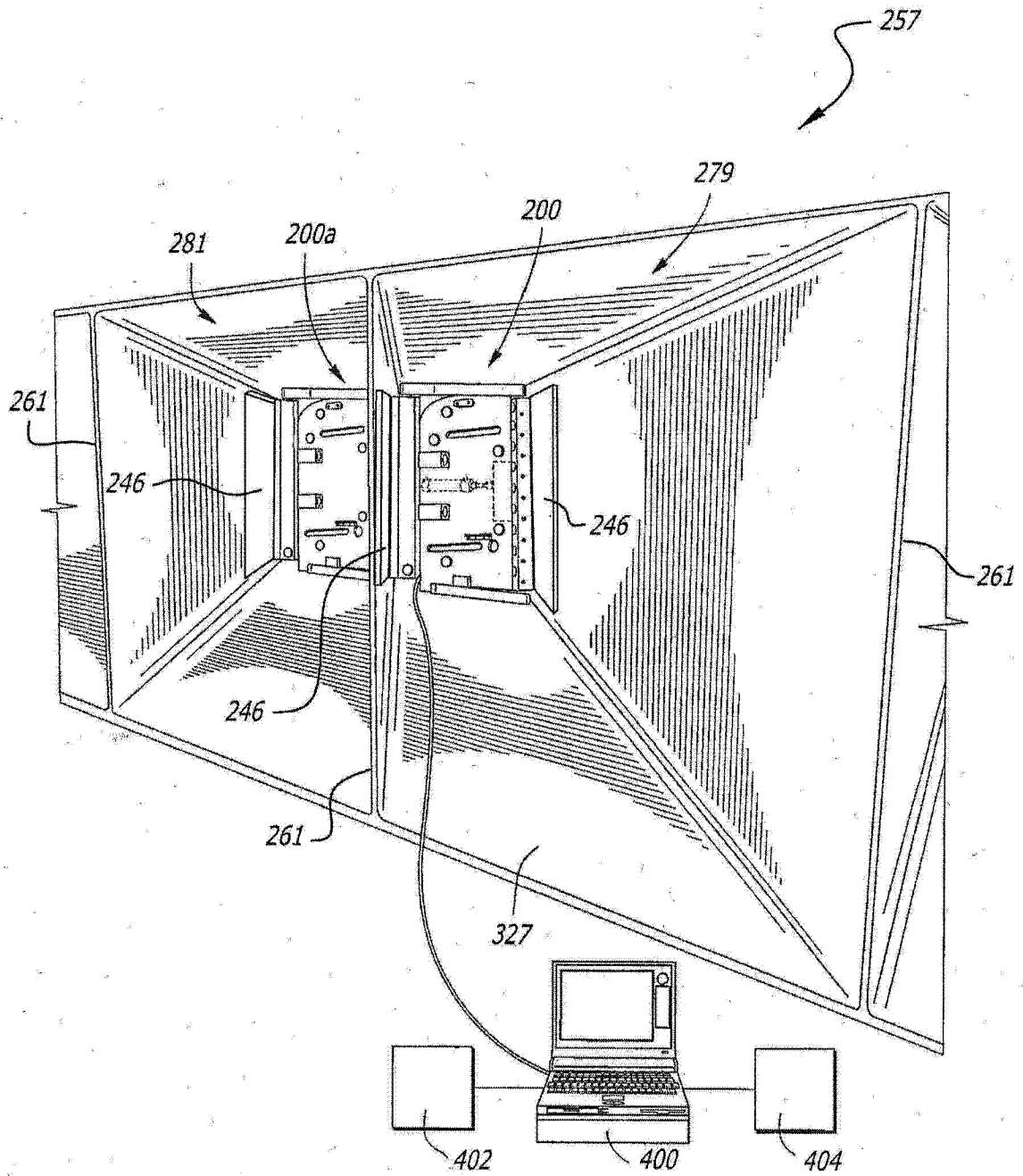


图 4

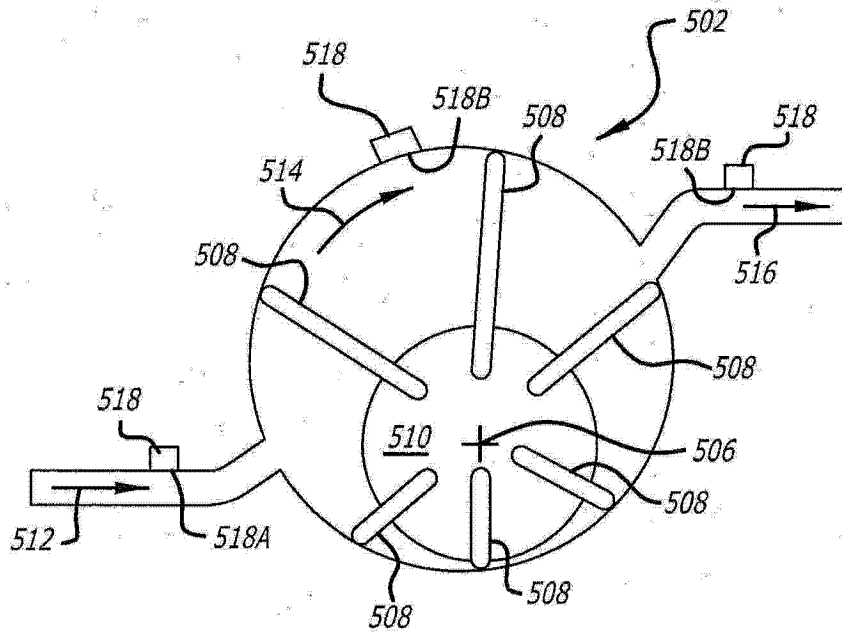


图 5

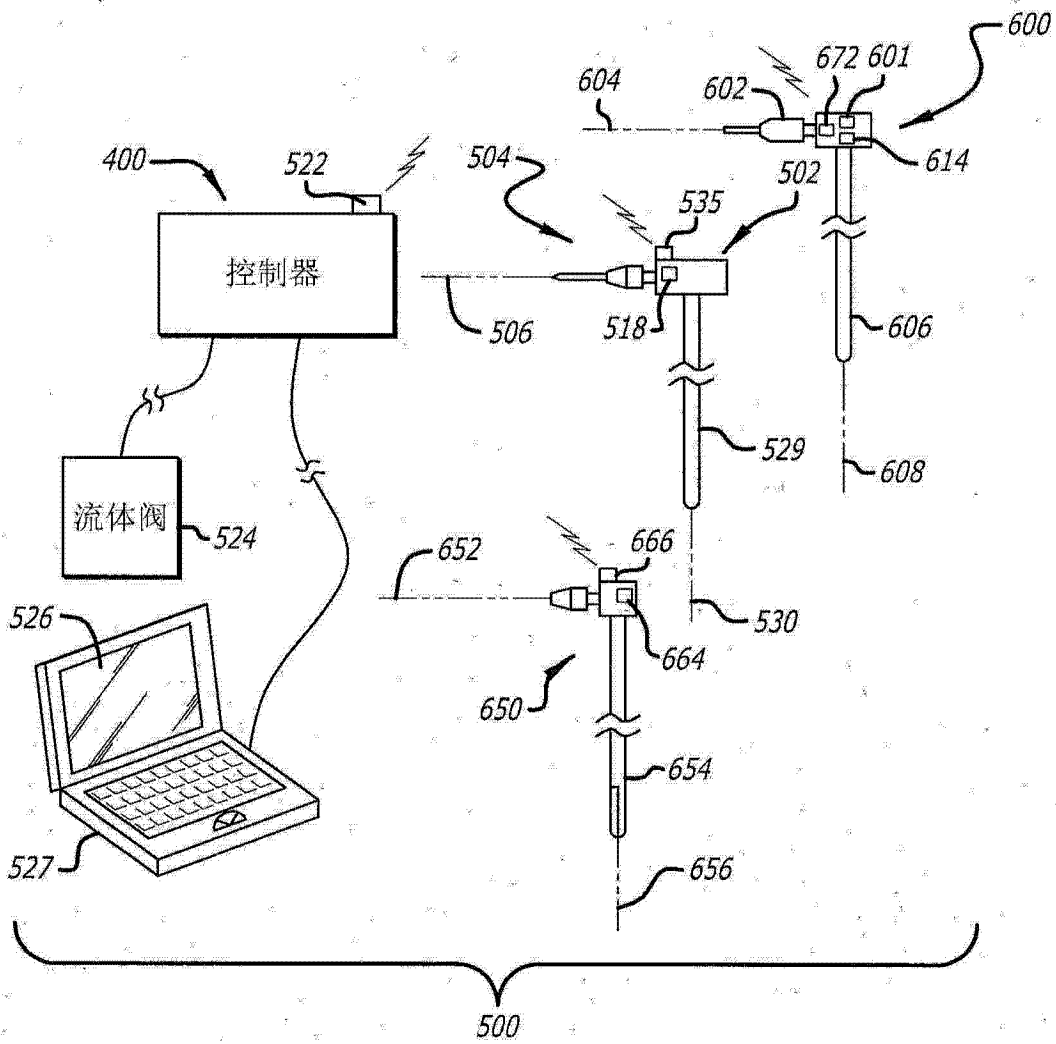


图 6

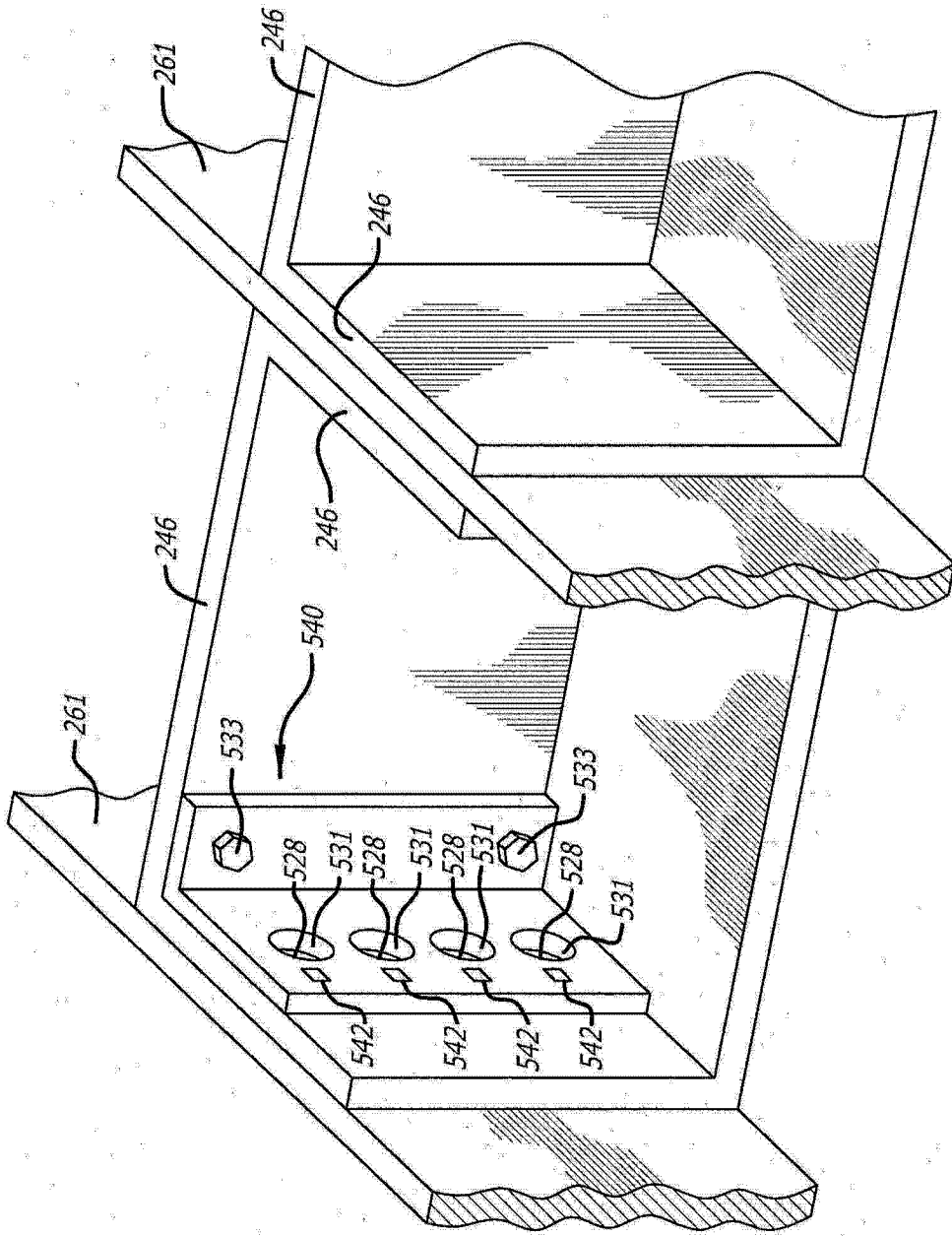


图 7

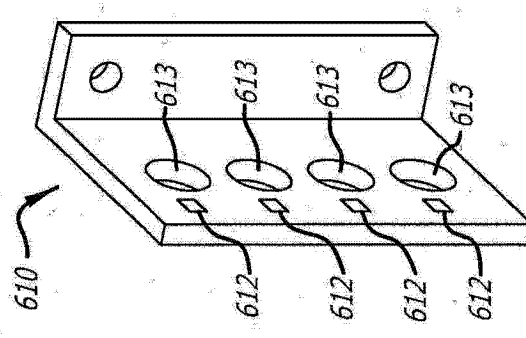


图 8

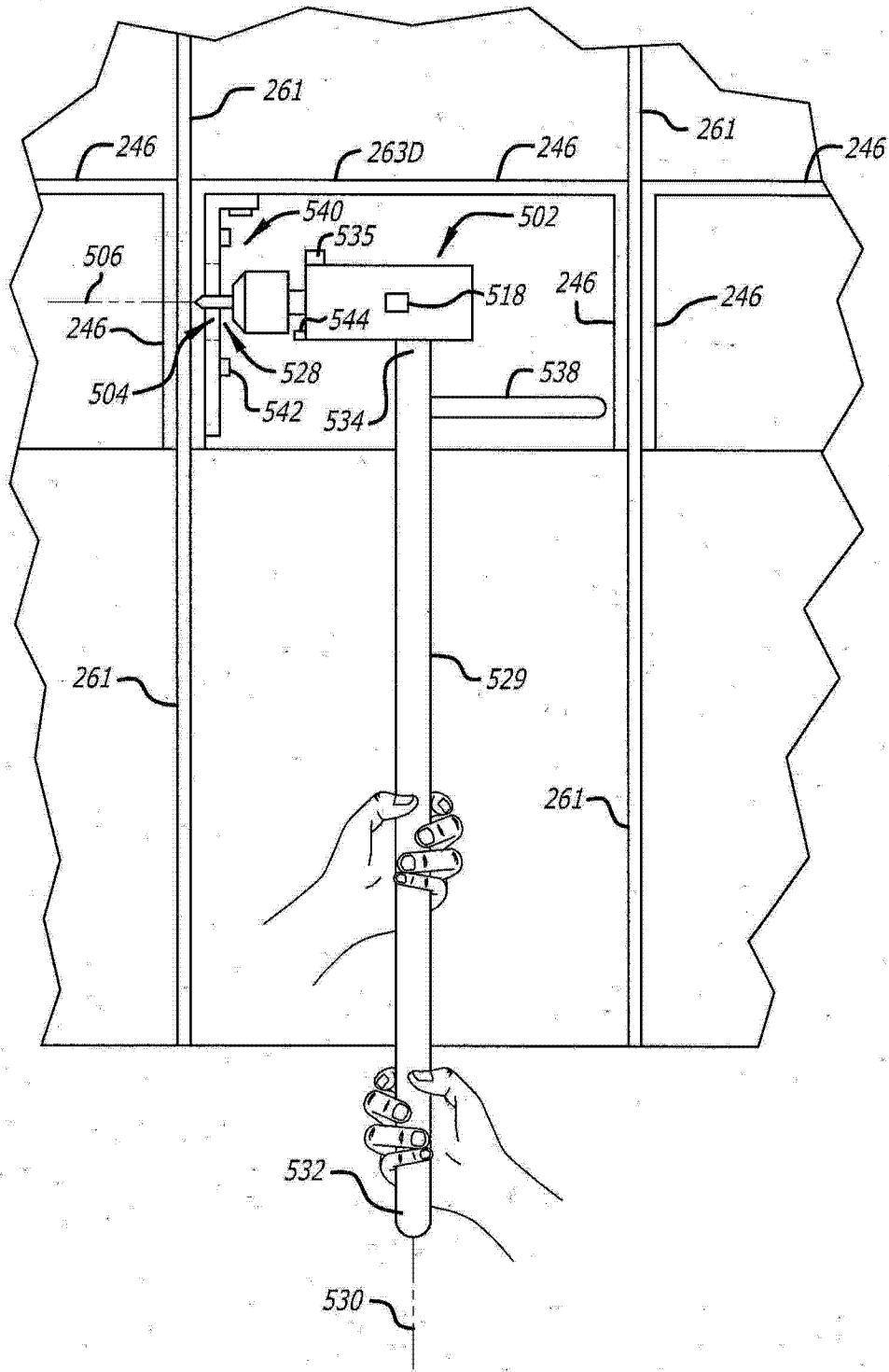


图 9

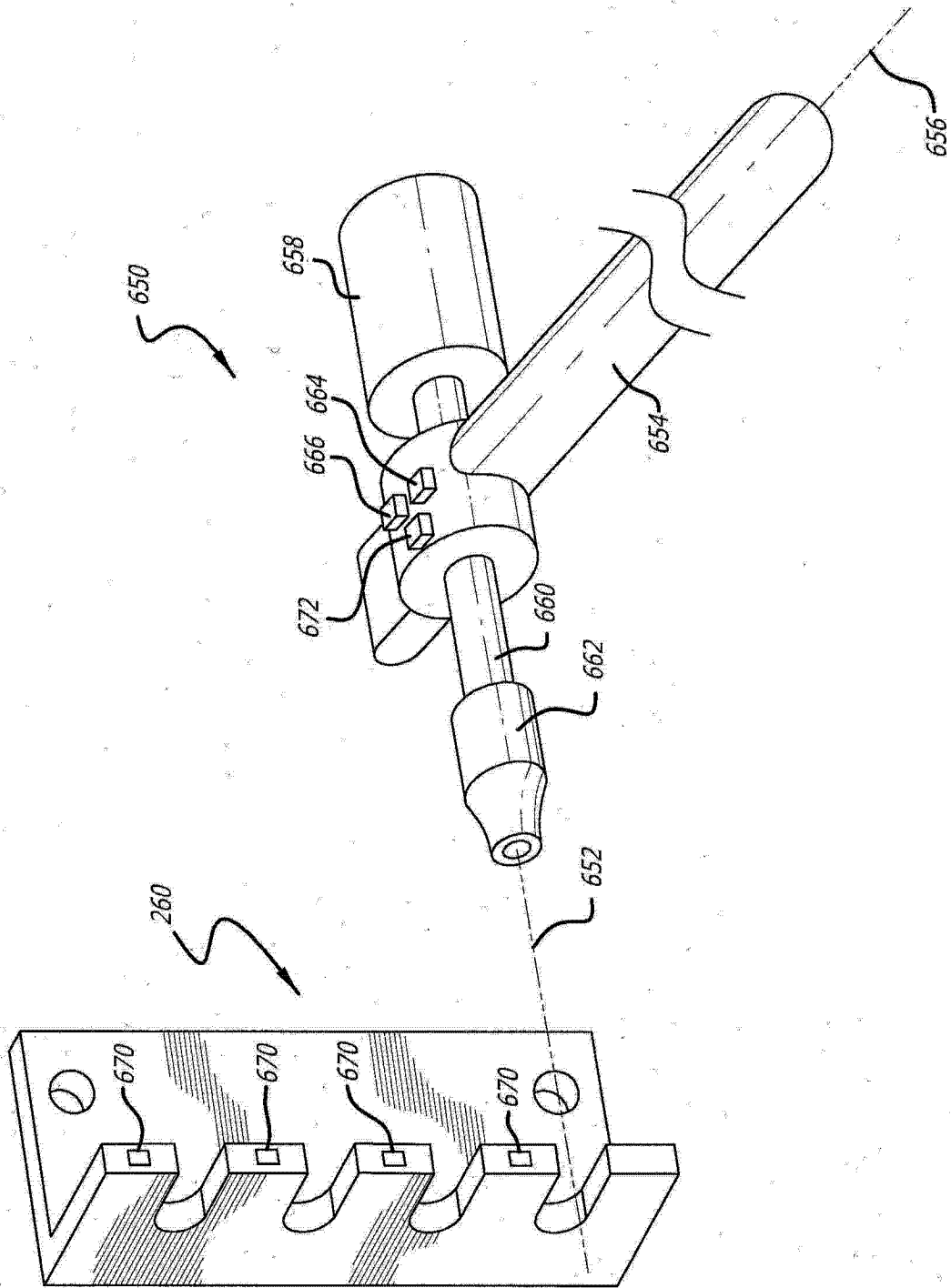


图 10

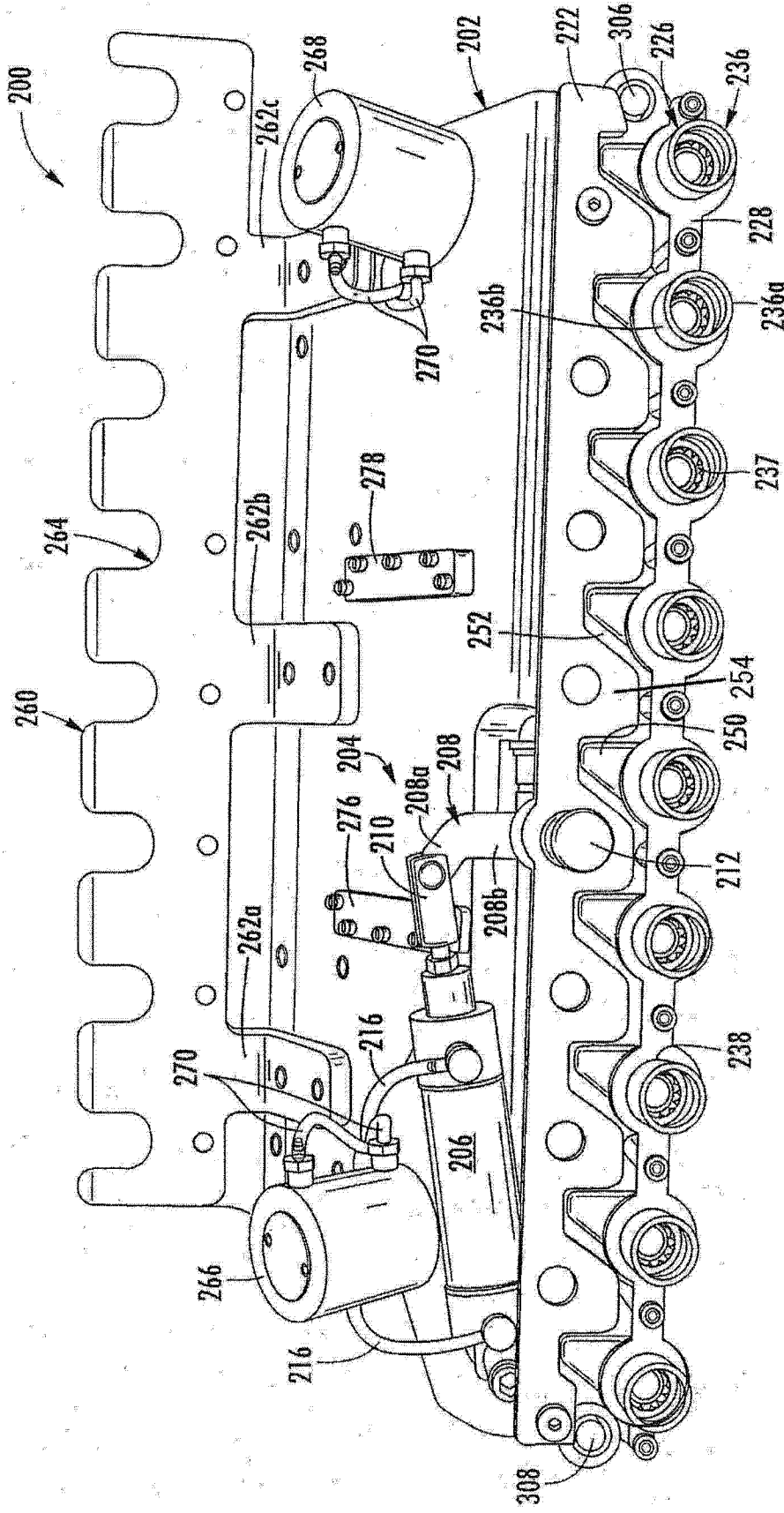


图 11

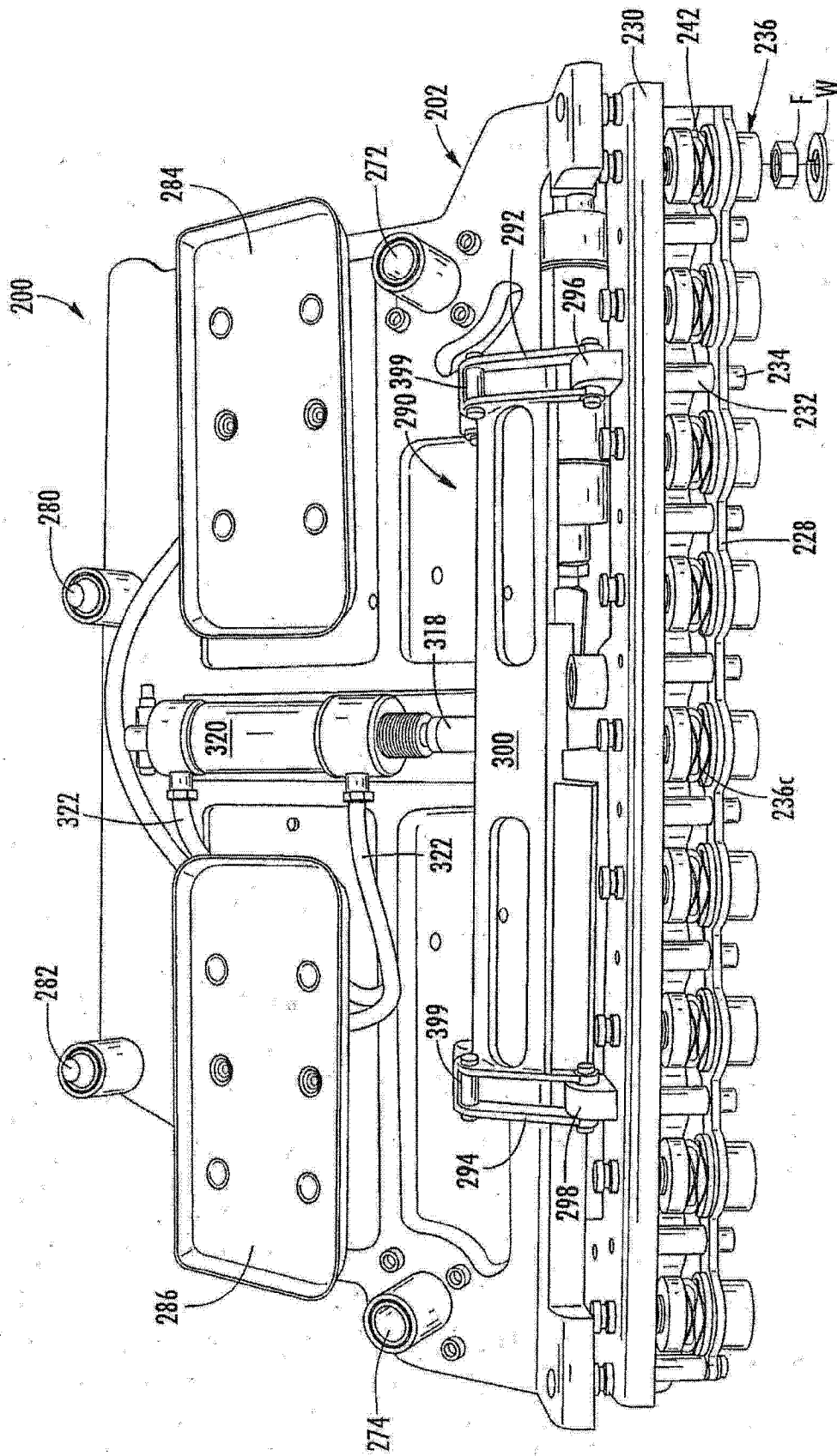


图 12

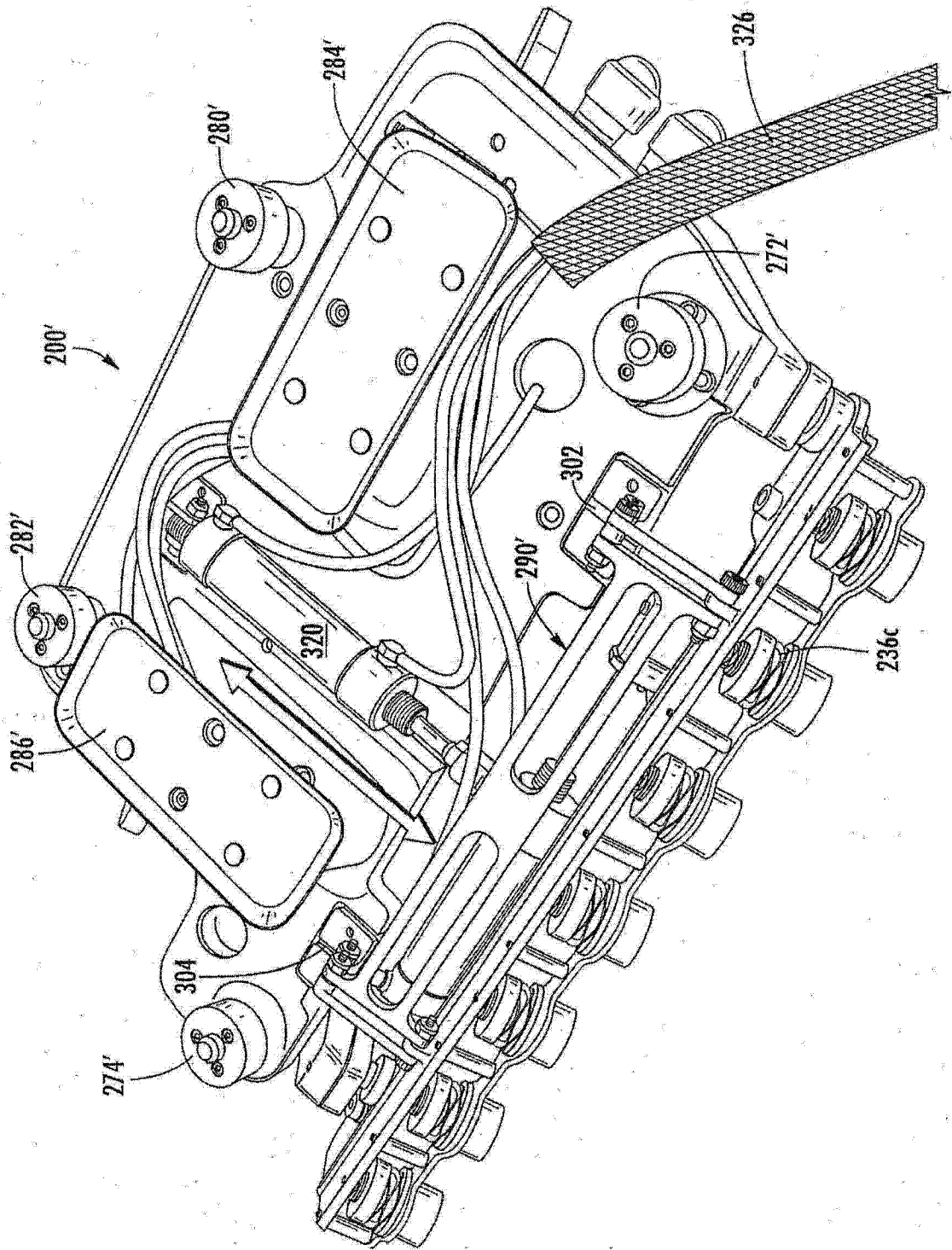


图 13

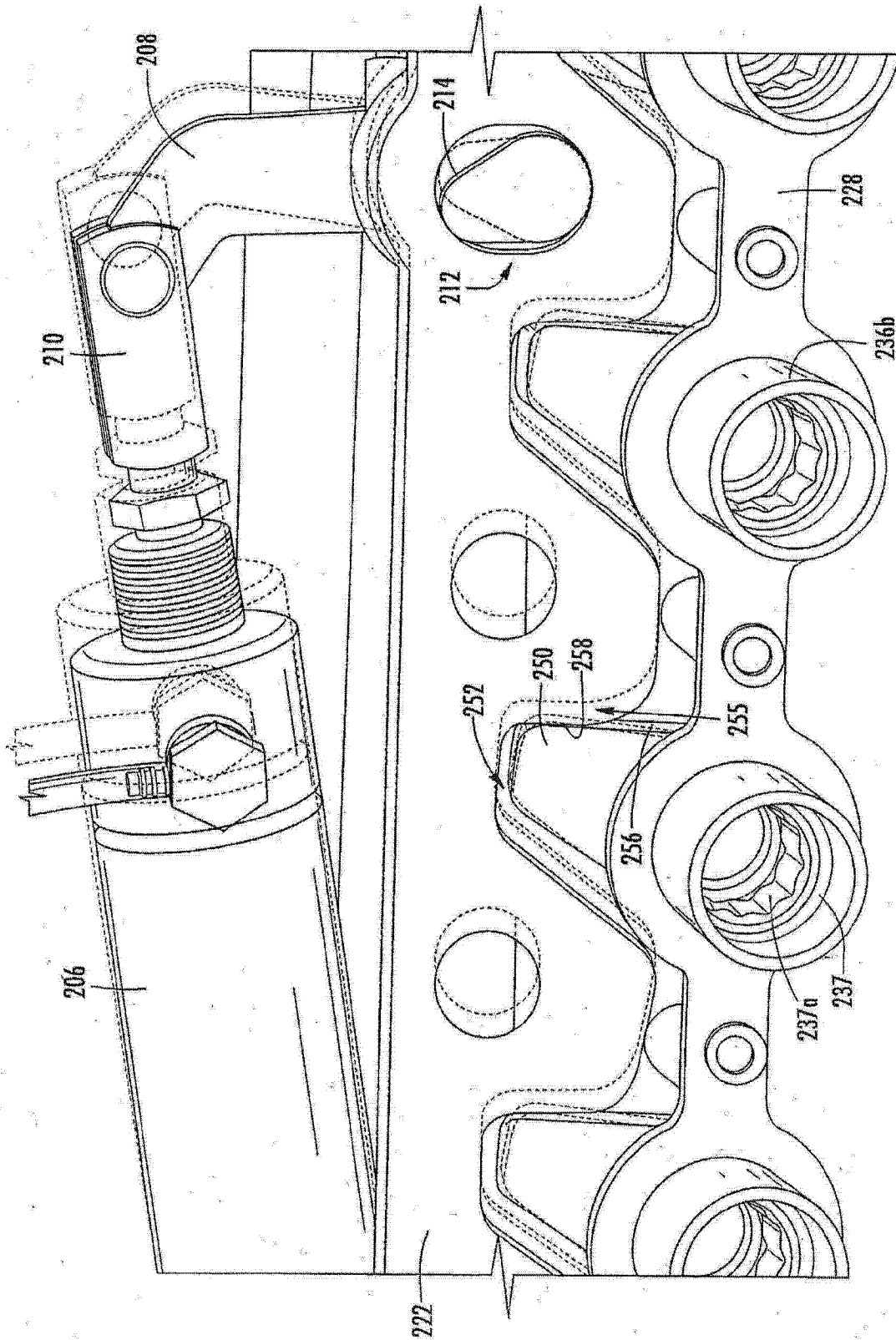


图 14

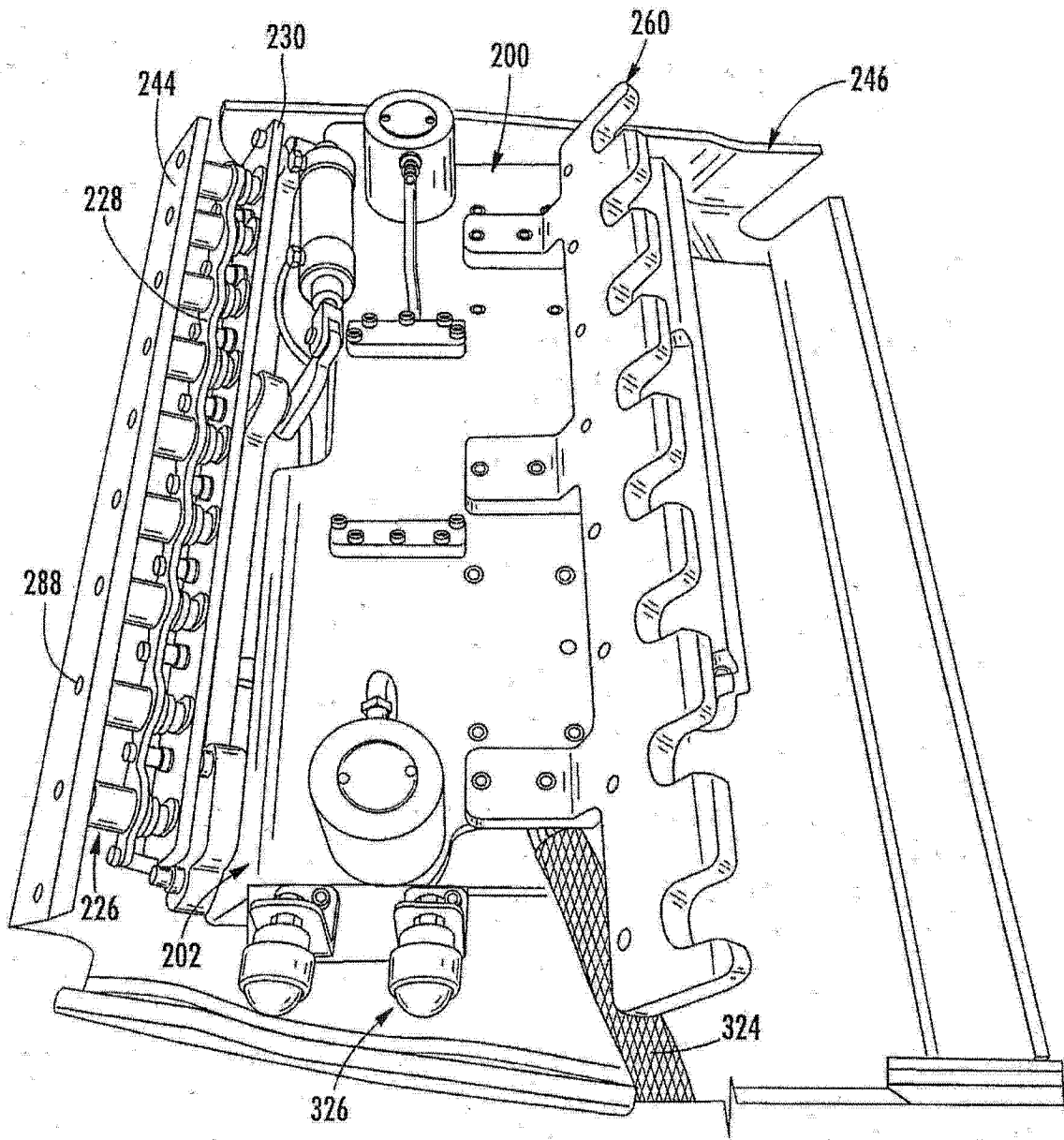


图 15

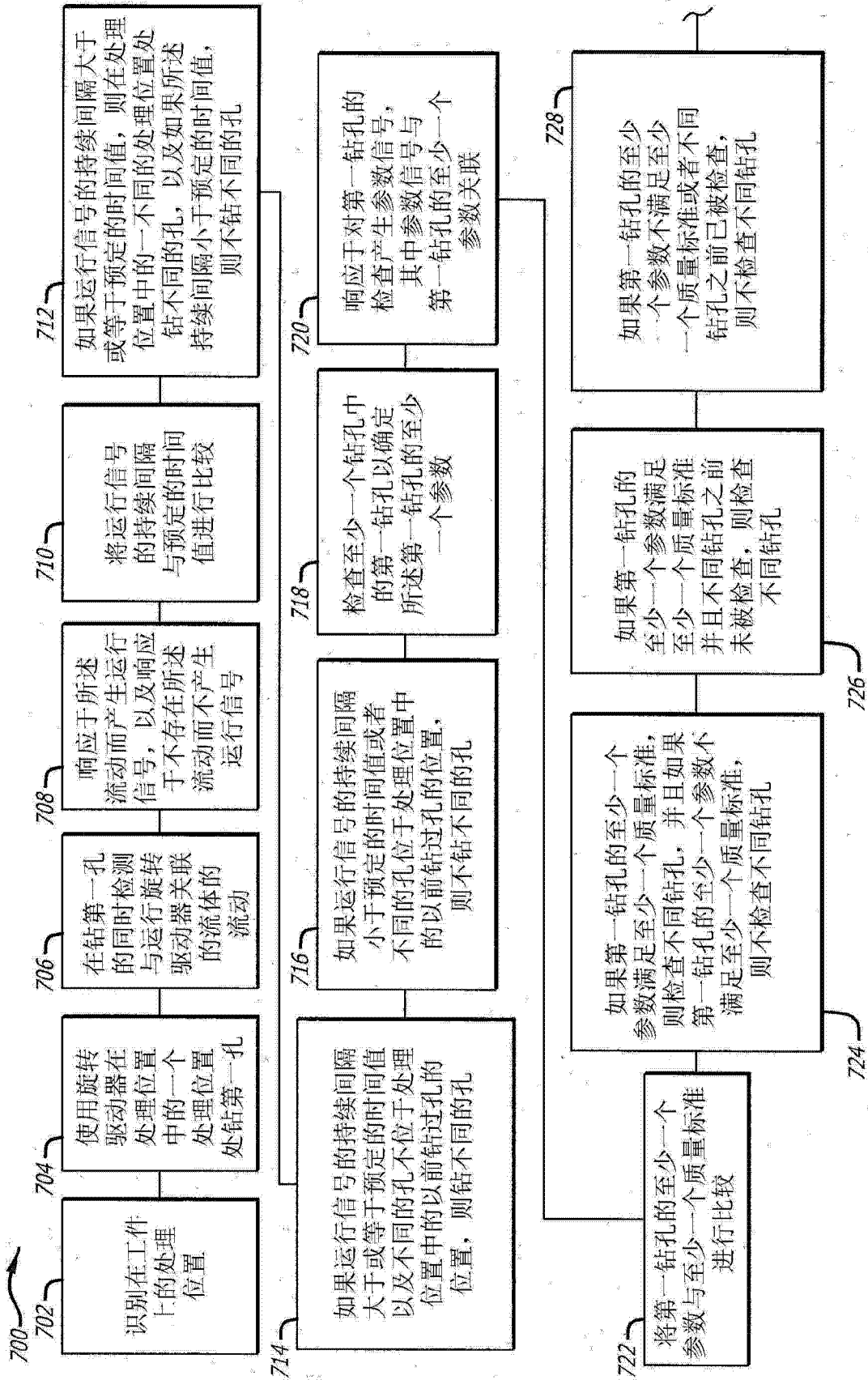


图 16A

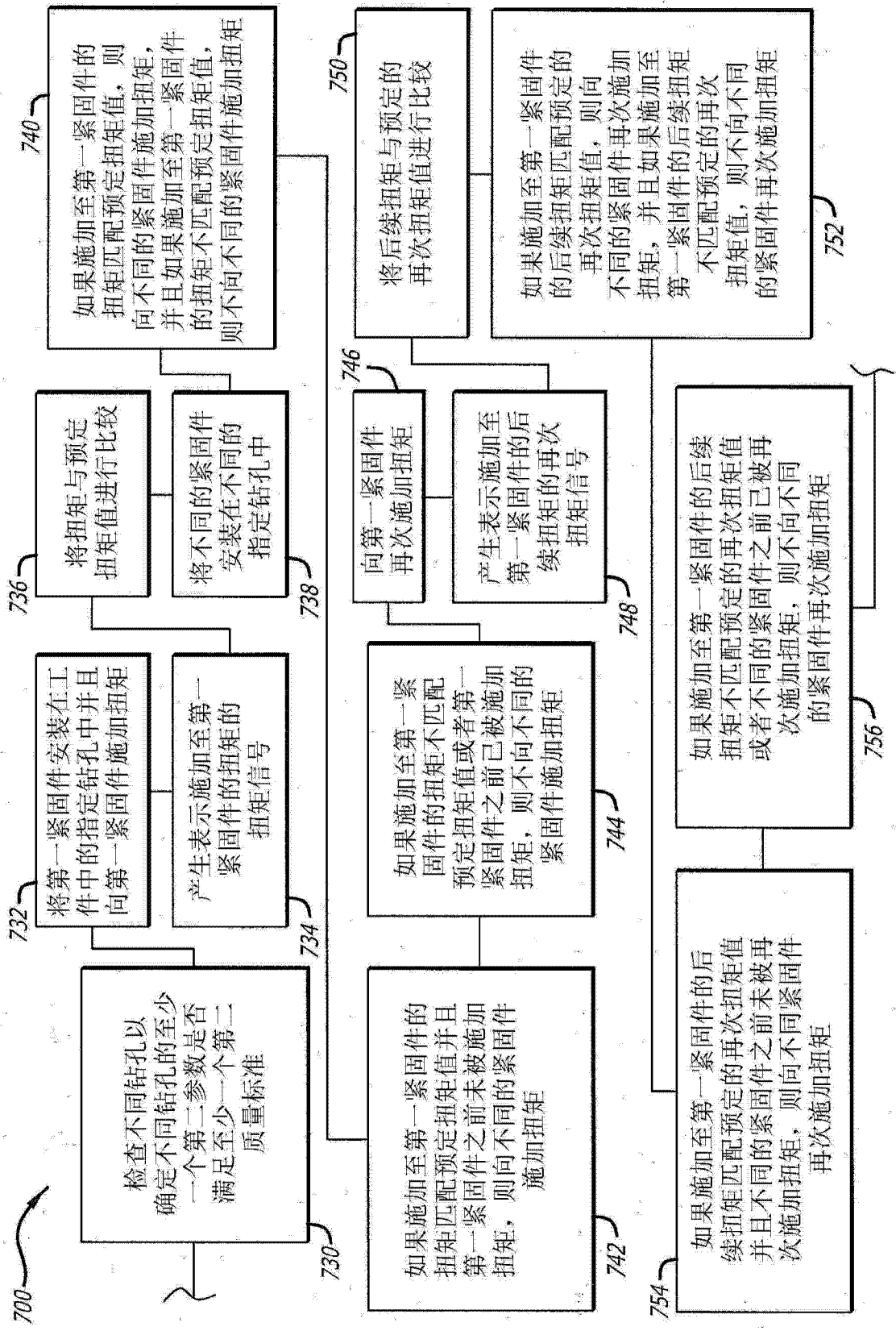


图 16B

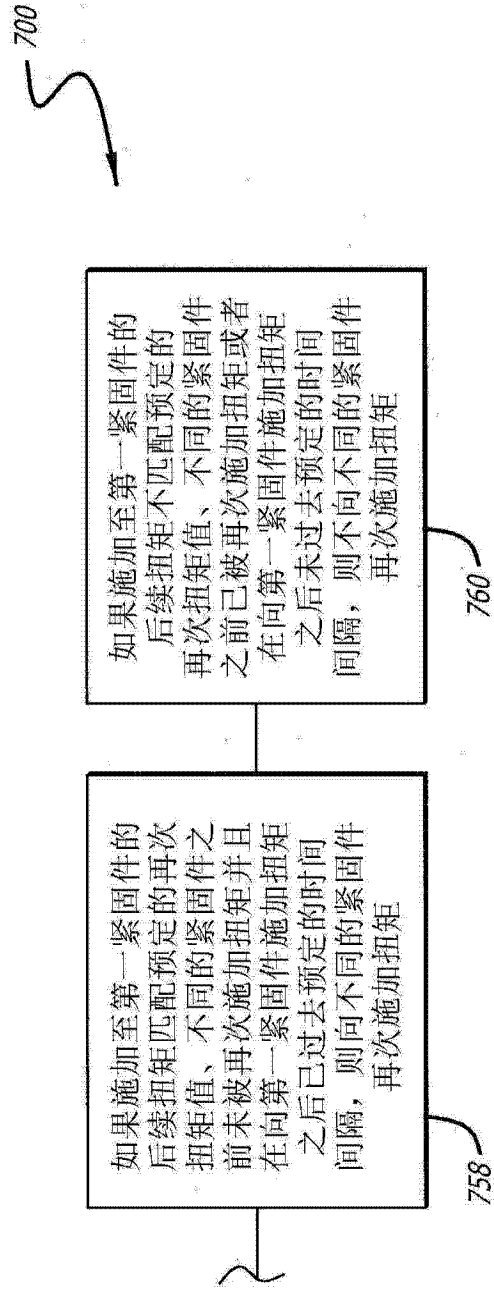


图 16C