

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101132873 B

(45) 授权公告日 2012. 12. 12

(21) 申请号 200480024267. 9

代理人 赵蓉民

(22) 申请日 2004. 06. 24

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

B23B 47/00 (2006. 01)

10/606, 473 2003. 06. 25 US

10/606, 625 2003. 06. 25 US

10/606, 472 2003. 06. 25 US

10/606, 402 2003. 06. 25 US

10/606, 443 2003. 06. 25 US

(56) 对比文件

US 6550129 B1, 2003. 04. 22, 全文.

US 5468099 A, 1995. 11. 21, 全文.

CN 1081631 A, 1994. 02. 09, 全文.

US 4932814, 1990. 06. 12, 全文.

US 6382889 B1, 2002. 05. 07, 全文.

US 3627436, 1971. 12. 14, 全文.

US 4468159, 1984. 08. 28, 说明书第3栏第5

行 - 第4栏第25行, 附图1-3.

US 4031931, 1977. 06. 28, 说明书第1栏第

45-63行, 第2栏第13-15行, 附图1-3.

US 6612792 B2, 2003. 09. 02, 说明书第3栏

第55行 - 第5栏第65行, 附图1-4.

(85) PCT申请进入国家阶段日

2006. 02. 23

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2004/020422 2004. 06. 24

(87) PCT申请的公布数据

W02005/002803 EN 2005. 01. 13

(73) 专利权人 波音公司

地址 美国伊利诺伊州

审查员 荆杨轶

(72) 发明人 小詹姆斯·M·巴特里克

西奥多·M·博伊尔 - 戴维斯

罗杰·A·盖奇 达雷尔·D·琼斯

保罗·R·阿恩特森

罗纳德·W·奥图斯 莱尔·华莱士

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限

公司 11245

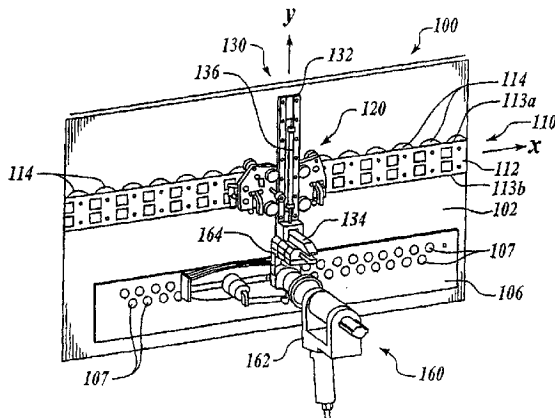
权利要求书 3 页 说明书 23 页 附图 19 页

(54) 发明名称

用于制造过程的方法和设备

(57) 摘要

公开了用于制造过程的方法和设备。在一个实施例中,用于相对于工件表面支撑工具的设备包括适于附着到工件的基座,连接到基座的工具架,以及连接到基座和工具架二者的偏置装置。工具架可沿平移轴相对于基座移动,偏置装置可沿至少部分沿平移轴的偏置轴偏置。偏置装置适于至少部分地平衡沿平移轴作用在工具架上的力(例如,重力)。



1. 一种用来相对于工件表面支撑工具的设备,所述设备包括:
适于附着到所述工件的基座;
连接到所述基座并可相对于所述工件沿平移轴移动的工具架;以及
可操作地连接到所述基座和所述工具架至少其中之一的偏置装置,所述偏置装置适于至少部分平衡沿所述平移轴作用在所述工具架上的力;
其中所述基座包括:
第一和第二细长的柔性导轨,所述导轨彼此隔开并且大致平行;
连接到各导轨并且沿其以一定间隔隔开从而通过真空将各导轨可释放地连接到所述工件表面的多个真空连接装置;以及
连接到所述工具架并且可移动地啮合所述导轨的支架,所述支架可沿所述导轨移动以将所述工具架相对于所述工件定位到不同位置。
2. 如权利要求 1 所述的设备,其中所述平移轴具有至少一个垂直于所述工件表面局部法线的分量。
3. 如权利要求 1 所述的设备,其中所述工具架沿着导轨可滑动地连接到所述基座。
4. 如权利要求 1 所述的设备,其中所述工具架可沿所述平移轴在第一和第二方向移动。
5. 如权利要求 1 所述的设备,其中所述偏置装置包括气动致动器。
6. 如权利要求 1 所述的设备,其中所述偏置装置包括马达。
7. 如权利要求 1 所述的设备,其中所述偏置装置包括恒定扭矩马达。
8. 如权利要求 1 所述的设备,其中所述偏置装置的轴与所述平移轴对齐。
9. 如权利要求 1 所述的设备,其中所述偏置装置沿所述偏置装置的轴在偏置方向上可控制地偏置。
10. 如权利要求 1 所述的设备,其中所述基座包括:
可连接到所述工件表面的至少一个细长的导轨部件;以及
可移动地连接到所述至少一个导轨部件的支架组件,所述工具架连接到所述支架组件。
11. 如权利要求 10 所述的设备,其中沿所述平移轴移动的方向至少局部横断所述至少一个细长的导轨部件。
12. 如权利要求 10 所述的设备,其中所述支架组件包括驱动组件,所述驱动组件具有可操作地啮合所述至少一个导轨部件并适于沿所述至少一个导轨部件驱动所述支架组件的驱动马达。
13. 一种用于在工件表面执行制造过程的组件,所述组件包括:
适于附着到所述工件的基座;
连接到所述基座并可沿平移轴相对于所述工件移动的工具架;
连接到所述工具架并适于啮合所述工件表面以在所述工件表面执行制造过程的制造工具;以及
可操作地连接到所述基座和所述工具架至少其中之一的偏置装置,所述偏置装置适于至少部分平衡沿所述平移轴作用在所述工具架上的力;
其中所述基座包括:

第一和第二细长的柔性导轨,所述导轨彼此隔开并且大致平行;

连接到各导轨并且沿其以一定间隔隔开从而通过真空将各导轨可释放地连接到所述工件表面的多个真空连接装置;以及

连接到所述工具架并且可移动地啮合所述导轨的支架,所述支架可沿所述导轨移动以将所述工具架相对于所述工件定位到不同位置。

14. 如权利要求 13 所述的组件,其中所述平移轴具有至少一个垂直于所述工件表面局部法线的分量。

15. 如权利要求 13 所述的组件,其中所述工具架沿导轨可滑动地连接到所述基座。

16. 如权利要求 13 所述的组件,其中所述工具架可沿所述平移轴在第一和第二方向移动。

17. 如权利要求 13 所述的组件,其中所述偏置装置包括气动致动器。

18. 如权利要求 13 所述的组件,其中所述偏置装置包括马达。

19. 如权利要求 13 所述的组件,其中所述偏置装置包括恒定扭距马达。

20. 如权利要求 13 所述的组件,其中所述偏置装置的轴与所述平移轴对齐。

21. 如权利要求 13 所述的组件,其中所述偏置装置沿所述偏置装置的轴在偏置方向上可控制地偏置。

22. 如权利要求 13 所述的组件,其中所述基座包括:

可连接到所述工件表面的至少一个细长的导轨部件;以及

可移动地连接到所述至少一个导轨部件的支架组件,所述工具架连接到所述支架组件。

23. 如权利要求 22 所述的组件,其中沿所述平移轴移动的方向至少局部横断所述至少一个细长的导轨部件。

24. 如权利要求 22 所述的组件,其中所述支架组件包括驱动组件,所述驱动组件具有可操作地啮合所述至少一个导轨部件并适于沿所述至少一个导轨部件驱动所述支架组件的驱动马达。

25. 如权利要求 13 所述的组件,其中所述制造工具包括钻机,并且所述制造过程包括钻孔操作。

26. 一种在工件表面执行制造过程的方法,所述方法包括:

可移动地支撑邻近所述工件表面的制造工具,所述制造工具可在所述工件表面上沿平移方向移动;以及

使用偏置装置沿偏置方向提供偏置力,所述偏置方向基本上平行于所述平移方向;

所述制造工具包括:

适于附着到所述工件的基座;

连接到所述基座并可沿平移轴相对于所述工件移动的工具架;

其中所述基座包括:

第一和第二细长的柔性导轨,所述导轨彼此隔开并且大致平行;

连接到各导轨并且沿其以一定间隔隔开从而通过真空将各导轨可释放地连接到所述工件表面的多个真空连接装置;以及

连接到所述工具架并且可移动地啮合所述导轨的支架,所述支架可沿所述导轨移动以

将所述工具架相对于所述工件定位到不同位置。

27. 如权利要求 26 所述的方法,其中可移动地支撑邻近所述工件表面的制造工具包括在临近所述工件表面定位的导轨上可滑动地支撑所述制造工具,所述制造工具可沿所述导轨在第一平移方向移动,还可以沿与所述第一平移方向方向相反的第二平移方向移动。

28. 如权利要求 26 所述的方法,其中使用偏置装置沿偏置方向提供偏置力包括提供偏置力,所述偏置力适于平衡沿所述平移方向作用在所述制造工具上的力。

29. 如权利要求 28 所述的方法,其中提供适于平衡作用在所述制造工具上的力的偏置力包括提供适于平衡作用在所述制造工具上的重力的偏置力。

30. 如权利要求 26 所述的方法,其中使用偏置装置沿偏置方向提供偏置力包括提供与所述平移方向方向相反的偏置力。

31. 如权利要求 26 所述的方法,其中使用偏置装置沿偏置方向提供偏置力包括使用偏置气缸沿偏置方向提供偏置力。

32. 如权利要求 26 所述的方法,其中使用偏置装置沿偏置方向提供偏置力包括使用马达沿偏置方向提供偏置力。

33. 如权利要求 26 所述的方法,另外包括沿所述平移方向移动所述制造工具。

34. 如权利要求 26 所述的方法,另外包括使用所述制造工具在所述工件表面上执行所述制造过程。

35. 如权利要求 34 所述的方法,其中所述制造工具包括钻机,并且所述制造过程包括钻孔操作。

用于制造过程的方法和设备

技术领域

[0001] 本发明涉及用于改进的制造过程的方法和设备,更明确地,涉及用于执行平衡辅助的制造过程、反作用力支撑系统、中性轴齿条系统、非接触位置感应系统、以及伺服控制制造过程的方法和设备。

背景技术

[0002] 大型结构的制造可能涉及大量制造过程 (manufacturing operations) 的执行,例如在结构的构件上钻大量的孔。需要大量钻孔操作的常规结构包括,例如,航空器、导弹、船、有轨车、金属板建筑物、以及其它类似结构。具体地,常规航空器制造过程典型地涉及在航空器的机翼部件上钻大量的孔,以通过紧固件(例如,铆钉)使这些部件彼此连接并且连接到机身。在结构的建造中可能涉及的其它类型的制造过程包括铆接、切割、焊接、砂磨、测量和检查操作。

[0003] 已经开发了多种装置来便利包括大量钻孔的钻孔操作。例如,授权于 Jack 等人的美国专利 No. 4, 850, 763 公开了包括临时附着于航空器机身的一对轨道的钻孔系统。支撑架可滑动地连接到轨道并且支撑钻机组件。附着于航空器机身的模板提供了要在航空器机身形成的孔的预期位置的索引。当支架沿轨道移动时,锁定机构(或触发器)与模板相合以为后来的钻孔操作可靠地定位支架。

[0004] 尽管使用现有技术的钻孔系统,已经获得了预期结果,但还应注意一些缺点。通常用于这种操作的钻机组件典型地重大约 20 磅,而且可能相对庞大且难以操作。这些特征可能导致操作者疲劳,并且可能降低制作过程的效率。另外,钻机组件的重量和体积可引起轨道和支架的支撑组件下垂、扭曲或弯曲,这取决于被加工的机身部件的取向,这可能导致成品孔的不精确或未对准。

[0005] 另外,当在相对较轻、更柔性的结构上操作时,现有技术的钻机组件的性能会降低。在这种情况下,钻削力可能变得太高并且可能导致工件发生不合要求的弯曲或结构变形,这可能依次导致孔质量的降低。另外,在这种相对较轻、柔性的结构上,由钻孔系统施加在结构上的力可能需要仔细的控制以避免对结构用力过度。这可能减慢制作过程以及减小生产能力。

[0006] 另外,当结构外形为异形时,可能损害在工件上精确定位制造工具的能力。当结构是在多个弯曲面中弯曲的复杂异形结构时,这种情况特别明显。因为定位精度可能降低,所以在这种结构上的制造过程由于需要增加制造工具定位的检查及调节可能需要增加延迟,由于制造过程中的不精确也可能需要额外的工件修理和再加工。

[0007] 现有技术的制造组件在执行制造过程之前通常需要仔细地在工件上确定方向,以确保制造过程在合适的位置执行。在工件上确定现有技术组件的方向可能需要支撑架或组件其它部分以及工件上的一个或多个接触点之间的物理接触。这种物理接触可能受到老化,特别是通过重复使用,并且还可能不利地影响某些类型的工件表面的质量。

[0008] 另外,现有技术的制造组件典型地包括远离在工件上支撑工具组件的支撑架定位

的控制器,如例如授权于 Buttrick 的美国专利 No. 6, 550, 129B1 或授权于 Banks 等人的美国专利 No. 6, 073, 326B1 所公开的组件。在这种系统中,用来命令支撑架移动和利用工具组件来控制制造过程的控制信号通过在远处定位的控制器和支撑架及工具组件的构件之间延伸的控制电缆系统传送。尽管使用这种制造组件已经达到预期效果,但支撑架的移动和工具组件的操作的范围由于控制电缆的长度或制造环境边界内的控制器的机动性可能受到限制。

[0009] 另外,现有技术的制造工具可能令人讨厌的重,特别是气动工具以及其它来自具有单独壳体和支撑轴承的常规部件的工具组件。至少某些常规气动工具不提供执行制造过程的精确控制能力。某些风钻组件,例如,不允许钻孔进给速率或旋转速度的精确控制。

[0010] 由于上述原因,对于用来执行制造过程的改进的设备和方法,仍然存在未能满足的需求。

发明内容

[0011] 本发明涉及用于改进的制造过程的方法和设备。

[0012] 在一个实施例中,用于相对于工件表面支撑工具的设备包括适于附着到所述工件的基座,连接到所述基座的工具架,以及连接到所述基座和所述工具架二者的偏置装置。所述工具架可沿平移轴相对于所述基座移动,所述偏置装置可沿至少部分沿所述平移轴的偏置轴偏置。所述偏置装置适于至少部分地平衡沿所述平移轴作用在所述工具架上的力(例如,重力)。如下文更全面描述的那样,根据本发明的设备和方法可有利地减小制造工具的操作者承受的疲劳量,并且可改善由所述制造工具执行的制造过程的效率和精度。

[0013] 在另一实施例中,用来相对于工件支撑制造工具的设备包括适于附着到所述工件的轨道组件,和可移动地连接到所述轨道组件的支架。所述支架包括适于接收和支撑制造工具的工具架。反作用力支撑组件可操作地连接到所述支架并且适于固定到所述工件。所述反作用力支撑组件至少部分平衡了由所述制造工具作用在所述工件上的制造力。可减小制造过程期间工件的偏斜,从而改善了制造过程的精度、一致性、效率和生产量。

[0014] 在本发明的进一步实施例中,用来相对于工件支撑制造工具的设备包括适于附着到所述工件并且包括至少一条导轨的轨道组件,所述导轨具有纵向延伸的中性轴和沿至少大致于所述纵向延伸的中性轴重合的节线延伸的齿条。在备选实施例中,所述齿条包括多个楔形孔或多个圆锥形孔。可实现制造工具定位控制的改进,从而提高了制造过程的精度、一致性、效率和生产量。

[0015] 在又一实施例中,用于在工件上执行制造过程的设备包括适于附着到所述工件的轨道组件,可移动地连接到所述轨道组件并可相对于所述工件移动的支架组件,和位置传感器。所述位置传感器可操作地连接到所述支架组件并且包括适于可操作相对于所述工件定位的传感器元件。所述传感器元件还适于从远离指标特征的距离探测所述工件上的指标特征的至少一个边缘。因为传感器元件从远离指标特征的距离探测指标特征的边缘,所以所述传感器元件有利地与所述指标特征实际接触,并且因此与现有技术的系统相比,可提供改进的可靠性和可维护性。

[0016] 在另一实施例中,用于在工件上执行制造过程的设备包括适于附着到所述工件的轨道组件,可移动地连接到所述轨道组件并且可相对于所述工件移动的支架组件,以及可

操作地连接到所述支架组件的位置传感器。所述位置传感器包括适于可操作地相对于所述工件定位的传感器元件,和具有连接到所述感应元件的第一部分的读出电路,所述第一部分适于接收模拟输入信号并在第一输出电极提供条件模拟输出信号。所述读出电路还包括连接到所述第一部分并且适于接收所述条件模拟输出信号并在第二输出电极提供数字输出信号的第二部分。因此,所述传感器元件可有利地为所述相关的控制器设备提供模拟的和数字的输出信号二者,从而改进了制造系统的多功能性和精度。

[0017] 在进一步的实施例中,用于在工件上执行制造过程的设备包括适于附着到所述工件的轨道组件,可移动地连接到所述轨道组件并且包括可被操作以沿所述轨道组件平移所述支架组件的驱动组件的支架组件,和安置在所述支架组件上并可操作地连接到所述驱动组件的控制器。所述控制器适于将控制信号传送到所述驱动组件,以控制所述支架组件在所述工件上的移动。由于所述控制器安置在所述支架组件上,所以所述支架组件可自动操作以在所述工件上执行制造过程,并且可减少支撑设备的数量。

[0018] 在另一实施例中,用于在工件上执行制造过程的设备包括基座部件,以一定间距与所述基座部件隔开的驱动平台,在所述驱动平台和所述基座部件之间延伸的多个导引部件。所述驱动平台和所述基座中的至少其中一个可沿所述导引部件移动以增加或减少所述间距。所述设备还包括可操作地连接在所述驱动平台和所述基座部件之间的驱动部件,和可操作地连接到所述驱动部件的伺服马达。当所述伺服马达驱动所述驱动部件时,所述间距被改变。在备选实施例中,制造工具可连接到所述驱动平台和所述基座部件中的至少其中之一,并且当所述马达驱动所述驱动部件时,所述制造工具啮合所述工件。此外,如下文更全面描述的那样,根据本发明的设备和方法可有利地改善工件上的制造过程的精度、效率和生产量。

附图说明

[0019] 下面将参考以下附图详细描述本发明的优选及备选实施例。

[0020] 图 1 是按照发明的实施例在工件上执行制造过程的支撑组件的等距视图;

[0021] 图 2 是按照本发明的实施例连接有钻机组件的图 1 支撑组件的等距视图;

[0022] 图 3 是图 2 支撑组件和钻机组件的侧视图;

[0023] 图 4 是与图 1 的轨道组件啮合的支架组件的等距视图;

[0024] 图 5 是紧固到图 1 轨道组件的支架组件的等距视图;

[0025] 图 6 是处于第一偏置位置的图 1 平衡组件的等距视图;

[0026] 图 7 是处于第二偏置位置的图 1 平衡组件的等距视图;

[0027] 图 8 是连接有图 1 平衡组件的钻机组件的等距视图;

[0028] 图 9 是按照本发明另一实施例和支撑组件一起使用的支架组件和轨道组件的备选实施例的等距视图;

[0029] 图 10 是图 9 的轨道组件和部分支架组件的放大局部等距俯视图;

[0030] 图 11 是图 9 的轨道组件和部分支架组件的放大局部等距仰视图;

[0031] 图 12 是按照本发明又一实施例在工件上执行制造过程的制造组件的等距视图;

[0032] 图 13 是按照本发明备选实施例与异形工件啮合的图 12 制造组件的等距视图;

[0033] 图 14 是按照本发明实施例用于在工件上执行制造过程的具有反作用力支撑组件

的制造组件的正面等距视图；

[0034] 图 15 是图 14 制造组件的背面等距视图；

[0035] 图 16 是图 14 制造组件的仰视等距视图；

[0036] 图 17 是图 14 制造组件的反作用力支撑组件的放大正面等距视图；

[0037] 图 18 是图 14 制造组件的反作用力支撑组件的放大背面等距视图；

[0038] 图 19 是与图 14 的导轨整体形成的齿条啮合的第一传动齿轮的放大俯视等距视图；

[0039] 图 20 是图 14 轨道组件的导轨的放大局部等距视图；

[0040] 图 21 是图 14 的导轨的放大局部正视图；

[0041] 图 22 是沿图 21 的 A-A 线的部分导轨的放大侧视剖视图；

[0042] 图 23 是按照本发明实施例具有位置传感器组件的制造组件的前视图；

[0043] 图 24 是图 23 制造组件的轨道组件和支架组件的俯视等距视图；

[0044] 图 25 是图 23 制造组件的传感器组件和控制组件的放大局部等距视图；

[0045] 图 26 是图 25 传感器组件的传感器的侧面等距视图；

[0046] 图 27 是图 26 的传感器的仰视等距视图；

[0047] 图 28 是按照本发明实施例的位置确定方法的流程图；

[0048] 图 29 是图 28 的位置确定方法的示意性表达；

[0049] 图 30 是按照本发明实施例用于探测指标特征位置的传感器扫描的代表性的信号电平图；

[0050] 图 31 是按照本发明另一备选实施例执行位置确定的控制电路；

[0051] 图 32 是按照本发明又一实施例的制造组件的示意性表达；

[0052] 图 33 是图 24 制造组件的伺服控制的工具组件的放大前视图；

[0053] 图 34 是图 33 的伺服控制的工具组件的局部剖视的俯视图；以及

[0054] 图 35 是图 33 的伺服控制的工具组件的侧视图。

具体实施方式

[0055] 本发明涉及用于改进的制造过程的方法和设备,更具体地,涉及用于在航空器机身部件上执行平衡钻孔操作的方法和设备。本发明某些实施例的许多特有细节将在以下说明书和图 1-35 中阐明,以提供对这些实施例的全面理解。然而,本领域的技术人员应该理解,本发明可具有另外的实施例,或者没有以下说明书中描述的若干细节也可实施本发明。

[0056] 平衡辅助的制造过程

[0057] 图 1 是按照本发明实施例在工件 102 上执行制造过程的支撑组件 100 的等距视图。在这个实施例中,支撑组件 100 包括可附着于工件 102 的细长的轨道组件 110、可移动地连接到轨道组件 110 的支架组件 120、以及连接到支架组件 120 的平衡组件 130。如下文更全面描述的那样,因为具有平衡组件 130 的支撑组件 100 可有利地减少在制造过程中操作者 104(局部可见)承受的负荷,所以支撑组件 100 可减少操作者的疲劳,并且可以提高制造过程的效率和质量。

[0058] 如图 1 所示,轨道组件 110 包括配备有多个真空杯组件 114 的横梁 112。真空杯组件 114 流体连通到真空管道 116,该真空管道 116 通向真空源 118,诸如真空泵等。真空

控制阀 115 连接在真空管道 116 和真空杯组件 114 之间,并且在例如轨道组件 110 安装到工件 102 上以及从工件 102 上卸除期间允许真空可控制地施加到真空杯组件 114 或从其中消除。真空杯组件 114 是公知结构并且可为例如授权于 Buttrick 等人的美国专利 No. 6, 467, 385B1 或授权于 Banks 等人的美国专利 No. 6, 210, 084B1 中公开的类型。在备选实施例中,真空杯组件 114 可由其他类型的连接组件代替,包括磁性连接组件、螺栓或其他螺纹连接部件、或任何其他合适的连接组件。在某些实施例中,轨道组件 110 的横梁 112 可相对刚性且不易弯曲,并且在其他实施例中,横梁 112 可为柔性的或局部柔性的可被弯曲及扭曲以顺应工件 102 表面轮廓的横梁,如下文更全面描述的那样。

[0059] 图 1 所示的支架组件 120 包括基座部件 122,该基座部件 122 具有可滚动啮合横梁 112 上下边缘 113a、113b 的多个支架轴承 124。因而,支架组件 120 可沿 x 轴沿横梁 112 的长度来回平移。在备选实施例中,支架轴承 124 可由辊子、齿轮、滑动部件、橡胶轮、或者其他合适的连接装置代替。在某一实施例中,支架轴承 124 可用与横梁 112 的锯齿状齿条部分(例如,位于上边缘 113a)啮合的小齿轮替换。支架组件 120 另外包括一对连接到基座部件 122 并且可与轨道组件 110 的横梁 112 啮合的锁定机构 126。在这个实施例中,锁定机构 126 可铰接地连接到基座部件 122,并且可贯穿基座部件 126 与横梁 112 可靠啮合,使得支架组件 120 可沿横梁 112 的 x 轴自由移动,然而另一方面可防止支架组件 120 脱离轨道组件 110。支架锁 137(图 3) 连接到基座部件 122 并且可与轨道组件 110 啮合以将支架组件 120 固定在轨道组件 110 上的预定位置。

[0060] 继续参考图 1,平衡组件 130 包括可移动地连接到支架组件 120 的细长导轨 132,导轨 132 可相对于支架组件 120 沿 y 轴移动。在这个实施例中,通过多个导轨轴承 133,导轨 132 可移动地与支架组件 120 的基座部件 122 啮合。在图 1 所示的实施例中,y 轴(或工具平移轴)垂直于 x 轴,并且 y 轴和 x 轴均垂直于工件 102 表面的局部法线。在备选实施例中,y 轴(以及 x 轴)可相对于工件 102 表面的局部法线以不同的角度确定方向,例如,当工件 102 具有异形表面(contoured surface),特别是工件 102 具有复合异形表面(也即在多个曲率面中具有弯曲的表面)时。然而,可以理解,支撑组件 100 的 y 轴可这样定位,使得 y 轴具有至少一个垂直于工件 102 表面局部法线的分量,这样 y 轴至少部分垂直于局部法线。换句话说,优选地,y 轴不与工件 102 表面的局部法线对齐。

[0061] 如图 1 进一步所示,工具架 134 连接到导轨 132 并由此向外凸出。偏置气缸(或平衡装置)136 具有连接到支架组件 120 的第一部分以及连接到导轨 132(或者工具架 134)的第二部分。偏置气缸 136 的第一部分和第二部分可相对于彼此移动。在备选实施例中,偏置气缸 136 可包括气压缸、液压缸、一个或多个弹簧部件、或者任何其他合适的平衡装置。优选地,平衡装置 136 通过控制机构可控制地偏置,该控制机构容许操作者啮合或脱离由平衡装置 136 施加的偏置力,并且还控制偏置力的量级。如图 1 进一步所示,通向承压流体(比如空气或液压流体)源的补给管道 138 连接到控制偏置气缸 136 中压力的平衡控制阀 140。在一个实施例中,通过平衡控制阀 140 施加到偏置气缸 136 中的压力,偏置气缸 136 可沿单一方向(例如,沿 y 轴或向上或向下)偏置。或者,依靠平衡控制阀 140,偏置气缸 136 可选择地同时沿第一和第二方向(例如沿 y 轴的向上和向下)偏置。在优选实施例中,平衡控制阀 140 可被调节以控制偏置方向和偏置气缸 136 内的偏置压力的大小,这又依次控制了由偏置气缸 136 施加在工具架 134 上的偏置力的大小。

[0062] 在一个特定实施例中,在钻孔操作中可采用按照本发明实施例的支撑组件 100。例如,图 2 和 3 分别是按照本发明一个实施例的连接有钻机组件 160 的图 1 支撑组件 100 的等距视图和侧视图。在这个实施例中,钻机组件 160 包括连接到托架 164 的钻孔装置 162,该托架 164 又依次连接到平衡组件 130 的工具架 134。钻孔装置 162 包括可靠地啮合在工件 102 的孔中的夹具夹头 166。钻孔装置 162 可为任何已知的适合在工件上执行钻孔操作的钻孔装置,包括,例如,那些可从 Cooper Tools、South Carolina 的 Lexington 公司、WestCoast Industries、Washington 的 Seattle 公司、法国 S. A. of Ozoir-la-Ferriere 的 Recoules、以及从 Global Industrial Technologies、Texas 州 Dallas 公司商业化得到的钻孔装置。

[0063] 在运行过程中,可开动真空控制阀 115(图 1)以使真空源 118 与真空组件 114 断开,允许轨道组件 110 定位在工件 102 上的预期位置。然后,可再次开动真空控制阀 115 以使真空源 118 和真空组件 114 接通,可靠地使轨道组件 110 啮合到工件 102。接下来,支架组件 120 可连接到轨道组件 110。图 4 是与轨道组件 110 啮合的支架组件 120 的等距视图。如图 4 所示,最上方的支架轴承 124 被定位得在倾倒或倾斜的位置与轨道组件 110 的横梁 112 的上边缘 113a 接触,并且然后支架组件 120 可向下旋转,直到最下面的支架轴承 124 啮合横梁 112 的下边缘 113b。

[0064] 通过定位在轨道组件 110 上的支架组件 120,支架组件 120 可被固定在轨道组件 110 上,这样使得支架组件 120 可沿轨道组件 110 的 x 轴来回移动,但另一方面不会与轨道组件 110 分离。图 5 是支架组件 120 的等距视图,该支架组件 120 通过操作者 104 按压支架组件 120 的锁定机构 126 使之与轨道组件 110 的横梁 112 啮合而固定到轨道组件 110。

[0065] 其次,通过连接到平衡控制阀 140 的补给管道 138,操作者 104 可通过开动平衡控制阀 140 来调节偏置气缸 136 中的偏置压力,从而沿 y 轴提供了预期量的偏置力。例如,图 6 是位于第一偏置位置 170 的平衡组件 130 的等距视图,图 7 是位于第二偏置位置 172 的平衡组件 130 的等距视图。在第一偏置位置 170(图 6),平衡控制阀 140 被关闭,因此偏置气缸 136 中无偏置压力,从而允许重力来驱使导轨 136 和工具架 134 相对于轨道组件 110 向下移动。相反,在第二偏置位置 172(图 7),平衡控制阀 140 被开动以在偏置气缸 136 内提供有助于驱使导轨 136 和工具架 134 相对于轨道组件 110 向上移动的偏置压力。

[0066] 应当理解,偏置气缸 136 可用于平衡安装在平衡组件 130 上的工具组件 160 的重量。在某些实施例中,工具组件 160 可安装在轨道组件 110 下面,这样使得平衡组件 130 有助于向着轨道组件 110 牵引工具组件 160。在备选实施例中,工具组件 160 可安装在轨道组件 110 上面,这样使得平衡组件 130 有助于推动工具组件 160 远离轨道组件 110。

[0067] 然后,制造工具可连接到平衡组件 130 以在工件 102 上执行制造过程。例如,图 8 是与平衡组件 130 连接的钻机组件 160(图 3)的等距视图。具体地,与钻孔装置 162 连接的托架 164 可由操作者 104 可滑动地啮合在工具架 134 上,并且可通过例如一个或多个制动螺钉 168(图 3)固定到位。在一个实施例中,孔模板 160(图 2)可固定在工件 102 上以提供引导,此处,多个孔 107 将利用钻机组件 160 钻入工件 102。

[0068] 通过固定到平衡组件 130 的钻机组件 160(或其它制造工具),操作者可调节平衡控制阀 140,以致工具架 134 沿 y 轴(图 7)向上偏置,并且使得偏置气缸 136 中的压力平衡(或抵消)了钻机组件 160 上的重力。在优选的操作方法中,由偏置气缸 136 施加在工

具架 134 上的偏置力近似地平衡了钻机组件 160 的重量,这样使得钻机组件 160 “浮”在支撑组件 100 上并可通过操作者 104 施加的相对小的力沿 y 轴移动。因此,使用相对小的力,通过沿轨道组件 110 平移支架组件 120,操作者 104 可将钻机组件 160 沿 x 轴定位于预期位置,通过相对于支架组件 120 向上或向下滑动导轨 136,操作者 104 可将钻机组件 160 沿 y 轴定位于预期位置。当然,在备选的操作方法中,由偏置气缸 136 施加的偏置力可根据期望被调节得小于或大于钻机组件 160 的重量。

[0069] 在备选的操作方法中,支撑组件 100 可被固定到工件 102,并且制造工具(例如钻机组件 160)可被附着于支撑组件 100 的支架组件 120。其次,钻机组件 160 可与工件 102 可靠地啮合,诸如,例如通过将钻机组件 160 的夹具夹头 166 穿过孔 107 啮合到工件 102 中。通过固定到工件 102 的钻机组件 160,支撑组件 100 可然后脱离工件 102,这样使得支撑组件 100 由附着于工件 102 的钻机组件 160 支撑。然后,支撑组件 100 可相对于钻机组件 160 移动(平移)到工件 102 的不同位置,在该过程的该部分期间,支撑组件 100 保持可移动地连接到钻机组件 160。通过定位在工件 102 上的新位置处的支撑组件 100,支撑组件 100 可重新与工件啮合,并且可沿工件 102 新的部分继续使用制造工具实施制造过程。

[0070] 在一个特定实施例中,在钻机组件 160(或其它制造工具)被固定于工件 102 后,并通过连接到平衡组件 130 的钻机组件 160,平衡组件 130 的平衡控制阀 140 可被调节以沿可平衡支撑组件 100 上的重力的方向提供偏置力。这样,平衡组件 130 可用于辅助操作者 104 在工件 102 上重新定位支撑组件 100。在优选实施例中,平衡组件 130 被调节到近似等于支撑组件 100 上的重力,这样,当支撑组件 100 脱离工件 102 并且由固定于工件 102 的钻机组件 160 支撑时,支撑组件 100 可通过类似于相对老式的打字机托架的支架组件 120 轻易地平移(滚动或滑动)。

[0071] 相对于现有技术的在工件 102 上执行制造过程的设备和方法,该支撑组件 100 可提供显著的优点。由于平衡组件可被调节以平衡制造工具的重量,所以操作者在执行制造过程时不需要承受制造工具的重量。因此,在制造过程期间,操作者不大可能变疲劳,这在制造过程执行期间可提高操作者的满意度和舒适感。减少操作者的疲劳也可在制造过程执行期间产生改进的效率和改进的精度。另外,减少操作者的疲劳对那些需要在工件上使用制造工具进行大量操作的制造过程可能特别有利。

[0072] 通过确保制造工具相对于工件精确、一致定位,支撑组件 100 可有利地改进制造过程的质量。因为支撑组件 100 相对工件表面支撑和控制制造工具的方向,制造过程可被更精确和一致地引导。操作者在制造过程期间不需要支撑制造工具的重量,而是更合适地保持参与了将制造工具移动到预期位置以及执行制造工具的控制以执行预期的操作。因此,制造工具相对于工件表面的方向不受疲劳或操作者技能水平的影响。

[0073] 另外,因为按照本发明的支撑组件可沿工件表面容易地移动,所以执行制造过程的速度可增加。如上面指出的那样,通过与工件可靠啮合的制造工具,支撑组件 100 可从工件分离,并且可相对于制造工具可移动地平移到工件上的新位置。在新位置,支撑组件可与工件重新啮合,并且允许继续进行制造过程。通过提供可平衡支撑组件重量的偏置力,平衡组件可用于便利该过程,从而辅助了操作者将支撑组件平移到新位置。从而,按照本发明的设备和方法还可提供在制造过程效率方面的又一改进。

[0074] 可以理解,按照本发明的支撑组件,包括上述支撑组件 100 的特定实施例,可用于

为很多种制造工具提供平衡支撑,并且本发明的教导不限于涉及钻孔的制造过程。例如,按照本发明的支撑组件可用于支撑打铆机、机械的和电磁的凹式拔具(dent puller)、焊接机、扳手、夹具、磨沙机、自动敲钉机、机械螺丝刀或实际上任何其它想要类型的制造工具或制造器具。

[0075] 也可以理解,可以按照本发明构思设备和方法的多种备选实施例,并且本发明不限于上述和附图所示的特定设备和方法。例如,应该注意到,轨道组件 110 和支架组件 120 可被排除,平衡组件 130 可通过一个或多个连接组件(例如真空杯组件 114)简单地直接固定在工件 102 上,以允许在工件 102 上的单个点处或沿可能平行于 y 轴的工件 102 上各点的单一线条执行平衡制造过程。另外,平衡组件 130 可相对于支架组件 120 被改变或被倒装,这样工具架 134 被定位在轨道组件 110 之上而不是轨道组件 110 之下。

[0076] 此外,支架组件 120 和轨道组件 110 可设想很多种备选实施例。例如,在一个实施例中,平衡组件 130 可连接到授权于 Jack 等人的美国专利 No. 4,850,763 公开的轨道和支架组件。在又一实施例中,平衡组件 130 可与同时待决、共同所有的美国专利申请 No. 10/016,524 中公开的任何支架组件和轨道组件结合使用,该申请通过引用整合在此。

[0077] 明确地,图 9 是按照本发明另一实施例在支撑组件 200 中使用的轨道组件 210 和支架组件 220 的备选实施例的等距视图,如美国专利申请 No. 10/016,524 中公开的那样。图 10 和 11 分别为图 9 的轨道组件 210 和支架组件 220 的放大局部俯视图和仰视图。

[0078] 如图 9-11 所示,轨道组件 210 包括一对导轨 22、24,其中,多个连接装置,优选地以真空杯组件 114(图 1)的形式,可释放地沿每条导轨的长度以隔开的间隔连接到导轨 22、24 上。导轨 22、24 优选地具有基本上大于它们厚度的宽度,这样使得它们在围绕沿厚度方向延伸的轴的弯曲比它们围绕沿宽度方向延伸的轴的弯曲更难。导轨 22、24 大致彼此平行地确定方向,尽管当导轨 22、24 安装到复合异形的工件表面时,导轨 22、24 之间的侧向间距可以变化。优选地,导轨 22、24 仅在一端通过连接部件 28a 刚性地彼此连接,其中连接部件 28a 固定了该端处的导轨间的侧向间距。在沿导轨 22、24 的其它位置处,导轨 22、24 间的间距可如指出的那样改变。在导轨 22、24 的相反端,可有另外的连接部件 28b,但该连接部件 28b 可提供“浮动”连接,这允许导轨 22、24 的间距依据工件 102 表面的轮廓按需要调节。

[0079] 当真空杯组件 114 附着于工件表面 102 时,导轨 22、24 的宽度基本上平行于工件 102 的表面延伸。因为导轨 22、24 可相对轻易地围绕横向方向弯曲,并围绕其纵向轴扭曲,所以导轨 22、24 可根据需要弯曲和扭曲以基本跟随工件 102 的表面,并且真空杯组件 114 将各导轨保持在离工件 102 表面基本恒定的距离。如此,在沿各导轨的任何点处,导轨 22、24 的主表面可基本垂直于工件 102 的表面法线。

[0080] 继续参考图 9-11,安装在导轨 22、24 上的是支架组件 220,该支架组件 220 可通过安装在支架 220 的第一基座部件 30 上并啮合导轨 22、24 的辊子 32 沿导轨 22、24 平移。在示出的实施例中,支架组件 220 的第一基座部件 30 包括板状部件。辊子 32 沿第一基座部件 30 的各相反侧边缘安装。更具体地,弹簧板 34 和 36(在图 11 中最佳示出)在第一基座部件各相反侧边缘处连接到临近其下表面的第一基座部件 30。在从弹簧板 34、36 相反端向内隔开的位置 37(图 11)处,弹簧板 34、36 固定到第一基座部件 30,这样使得各弹簧板具有两个从第一基座部件 30 悬臂而出的相反的端部。辊子 32 安装在弹簧板 34、36 的这些悬臂端部。在各弹簧板 34、36 的各悬臂端部安装有两个相对的辊子 32。各导轨 22、24 接收在

相对的辊子 32 之间。导轨 22、24 优选地具有被辊子 32 啮合的 V 形边缘,并且辊子 32 是具有接收导轨 22、24 V 形边缘的 V 形凹槽的 V 形槽辊子。辊子 32 因此防止了在辊子 32 及导轨 22、24 之间的沿辊子 32 旋转轴方向的相对移动,其中辊子 32 的旋转轴基本上正交于工件表面 102。

[0081] 辊子 32 安装在其上的弹簧板 34、36 可根据需要(即,当支架组件 220 横过导轨 22、24 时,由工件表面 102 的轮廓所要求的)弯曲和扭曲,以允许第一基座部件 30 和辊子 32 之间发生限定程度的相对运动。通过使弹簧板 34、36 在中间相对窄而在其末端相对更宽,使其易于发生,所以板 34、36 在大致中间处而不是在安置辊子 32 的末端处优先弯曲和扭曲。因此,在第一基座部件 30 和导轨 22、24 之间可以发生有限程度的相对运动。最终结果是支撑组件 200 使得支架组件 220 沿 X 轴(即,平行于导轨 22、24 长度方向的轴)在导轨 22、24 上来回移动,即使导轨 22、24 可以以稍微不同的方式相对于彼此弯曲和扭曲。实际上,导轨 22、24 服从工件表面 102 的轮廓并且因此在沿着由导轨 22、24 定义的路径的任意点处接近表面的法线。结果,支架组件 220 的参考轴(在示出的实施例中,正交于第一基座部件 30 的平面的轴)沿导轨 22、24 在支架组件 220 的任意点处基本保持正交于工件表面 102。

[0082] 如图 9 最佳示出的那样,用于齿条和小齿轮配置的齿条 38 沿面对弹簧板 36 的导轨 24 的表面安装,以及支架组件 220 包括第一马达 40 和安装在弹簧板 36 上的相关齿轮箱 42。齿轮箱 42 的输出轴具有安装在其上的小齿轮 44,并且弹簧板 36 包括窗口 46(图 10),小齿轮 44 穿过该窗口延伸以啮合导轨 24 上的齿条 38。因此,通过第一马达 40,小齿轮 44 的旋转沿导轨 22、24 驱动支架组件 220。可以理解,具有齿条 38 的导轨 24 包括参考导轨,相对该参考导轨,可施行支架组件 220 的 X 轴定位。没有必要试图确定或控制支架组件 220 相对于其它导轨 22 的 X 轴定位。

[0083] 为了提高支架组件 220 的 X 轴定位精度,小齿轮 44 在沿着参考导轨 24 的任意点处相对于齿条 38 可具有恒定的高度。为了实现该高度控制,小齿轮 44 的旋转轴可优选地位于与安装在弹簧板 36 末端的两个辊子 32 的旋转轴定义的平面相同的平面中。更具体地,辊子 32 的轴可基本上平行于彼此并且基本上正交于工件表面 102,并且小齿轮 44 的轴可基本上平行于工件表面 102 并位于辊子轴的平面内。

[0084] 如图 9-11 进一步所示,支架组件 220 还包括可滑动地安装在第一基座部件 30 顶上的第二基座部件 50,这样第二基座部件 50 可沿垂直于 X 轴方向的 Y 轴方向来回滑动。更具体地,导轨 52、54 固定在第一基座部件 30 的对边,辊子 56 安装在第二基座部件 50 上以啮合导轨 52、54。用于齿条和小齿轮配置的齿条 58 沿其邻近导轨 54(见图 10)的边连接到第一基座部件 30。第二马达 60 和相关的第二齿轮箱 62 安置在板 64 上,该板 64 连接到邻近齿条 58 的第二基座部件 50。板 64 包括穿透其的窗口,第二齿轮箱 62 的输出轴延伸穿过该窗口并驱动啮合齿条 58 的小齿轮 66。因此,通过第二马达 60,小齿轮 66 的旋转在 Y 轴方向沿导轨 52、54 驱动第二基座部件。

[0085] 在运行过程中,通过与 Y 轴对齐的导轨 132,上述参考图 1-8 描述的平衡组件 130 可连接到图 9 所示的支架组件 220 的第二基座部件 50,并且制造工具可连接到平衡组件 130。然后,可按照上述的过程和方法基本实施平衡辅助的制造过程。支架组件 220 沿 x 轴的移动可通过操作者 104 和 / 或通过第一马达 40 施加的力的组合来提供。类似地,制造工

具沿 y 轴的定位可通过操作者 104 和 / 或第二马达 60 施加的力的组合来提供。在进一步的实施例中,制造工具的粗略定位可通过第一和第二马达 40、60 提供,精细定位可通过操作者 104 提供,或者反之亦然。因此,利用具有一个或多个为制造工具的定位提供驱动力的马达的支架组件,可实现按照本发明的设备和方法的上述优点。

[0086] 图 12 和 13 是按照发明又一实施例的在异形工件 302 上实施制造过程的制造组件 300 的等距视图。在这个实施例中,制造组件 300 包括轨道组件 310、可移动地连接到轨道组件 310 的支架组件 320、以及连接到支架组件 320 的平衡组件 330。制造组件 300 的许多细节类似或等同于前述实施例。因此,为了简短,下面将仅讨论制造组件 300 间的显著不同。

[0087] 如图 12 最佳示出的那样,平衡组件 330 包括驱动连结构件 334 的马达 332,该连结构件 334 依次啮合轨道组件 310。更明确地,在图 12 所示的实施例中,连结构件 334 是啮合形成在轨道组件 310 横梁 312 中的齿条 314 的齿轮。工具组件 360 连接到支架组件 320,并且用于在工件 302 上实施制造过程。在备选实施例中,马达 332 可为恒定扭矩马达、恒力马达、可变扭矩马达、恒定电流马达、或者任何其它合适的马达。在一个特定实施例中,马达 332 是电动伺服马达。

[0088] 如图 13 所示,在运行过程中,轨道组件 310 可附着在异形的工件 302 上,这样,重力趋向于以通常向下的方向 370 沿轨道组件 310 的长度拖拉支架组件 320 和工具组件 360。然而,平衡组件 330 通过致动连结构件 334(齿轮)以沿通常向上的方向 372 施加抵抗重力的平衡力来抵消重力,因此将支架组件 320 和工具组件 360 保持在工件 302 的预期位置处。优选地,平衡组件 330 可抵抗施加在支架组件 320 和工具组件 360 上的重力,然而,当工具组件 360 定位在实施制造过程的预期位置时,通过操作者在制造组件 300 上手动施加的力,平衡组件 330 允许支架组件 320 移动。

[0089] 利用基于马达的平衡组件 330,图 12 和 13 所示的制造组件 300 可提供减少操作者疲劳和改进制造生产量的上述优点。由于马达 332 平衡了沿向下方向 370 作用的重力,所以操作者不需要在制造组件上施加人力以在定位期间或制造过程的实施期间防止支架组件 320 从轨道组件 310 向下滚动。同样,因为平衡组件 330 使用马达 332,所以平衡气缸和相关的气动管路和泵可被排除。

[0090] 应当理解,在上述参照图 1-8 描述的支撑组件 100 中,偏置气缸可用与图 12 和 13 所示的制造组件 300 的实施例相似的马达和连接装置代替。因此,可执行基于马达的平衡组件以平衡沿轨道组件(图 12 和 13)的纵轴或横断轨道组件(图 1-8)的纵轴施加的力。这样,制造组件 300 示范了按照本发明的平衡组件可利用各种平衡装置来执行,并且可被用于平衡沿着或横断轨道组件纵轴作用的重力。实际上,本发明的实施例可被执行以平衡沿相对于轨道组件的基本任何方向上作用的力,以辅助操作者的制造过程和改善在具有基本平坦或复杂异形表面的工件上执行的各种不同的制造过程。

[0091] 使用反作用力支撑系统的制造过程

[0092] 图 14 是按照发明实施例在工件 402 上实施制造过程的具反作用力支撑组件 460 的制造组件 400 的正面等距视图。在这个实施例中,制造组件 400 包括可附着于工件 402 的轨道组件 410、可移动地连接到轨道组件 410 的支架组件 420。工具组件 450(例如钻机组件)可操作地连接到支架组件 420,这样使得工具组件 450 可啮合工件 402。如图 14 所示,反作用力支撑组件 460 连接到支架组件 420 并且可拆卸地固定到工件 402。因为反作用力

支撑组件 460 在制造过程期间可支撑工件 402, 所以制造组件 400 可有利地减小或消除工件 402 的偏斜, 并且可提高制造过程的效率和质量, 如下文更全面的描述。

[0093] 图 15 和 16 分别为图 14 的制造组件 400 的背面和下方等距视图。在这个实施例中, 轨道组件 410 包括一对横梁 412, 每个横梁 412 配备有多个真空杯组件 414。真空杯组件 414 流体连通到一个或多个真空管道 416, 该真空管道 416 通向真空源 418(未示出), 诸如真空泵等, 这样在例如轨道组件 410 在工件 402 上安装、重新定位、以及去除期间, 真空可控制地施加到真空杯组件 414(或从其上消除)。真空杯组件 414 为已知结构并可为例, 授权于 Buttrick 等人的美国专利 No. 6, 467, 385B1 或授权于 Banks 等人的美国专利 No. 6, 210, 084B1 中公开的类型。在备选实施例中, 真空杯组件 414 可由其它类型的连接组件代替, 磁性连接组件、螺栓或其他螺纹连接部件、或任何其他合适的连接组件。

[0094] 继续参考图 14-16, 支架组件 420 包括 x 轴(或第一)支架 422 和 y 轴(或第二)支架 424。X 轴支架 422 包括具有多个可滚动地啮合横梁 412 边缘的辊子 428 的基座部件 426。因此, x 轴支架 422 可沿与横梁 412 纵轴对齐的 x 轴沿横梁 412 的长度来回平移。在备选实施例中, 辊子 428 可由支架轴承、齿轮、滑动部件、橡胶轮、或其它合适的连结装置代替。在一个特定实施例中, 辊子 428 可由啮合其中一个或两个横梁 412 的有齿的或锯齿状齿条部分的小齿轮代替。如图 15 所示, x 轴支架 422 还包括可操作地连接到第一齿轮 432 的第一驱动马达 430。在这个实施例中, 第一齿轮 432 穿过基座部件 426 凸出并与布置在其中一个横梁 412 中的驱动孔 413 啮合。控制器 434 位于 x 轴支架 422 上, 并可操作地连接到第一驱动马达 430。

[0095] 类似地, y 轴支架 424 包括可滑动地连接到槽 438 的支撑部件 436, 其中该槽 438 布置在 x 轴支架 422(图 14)的基座部件 426 中。第二驱动马达 440 连接到 x 轴支架 422 以及支撑组件 436, 并还可操作地连接到控制器 434。如图 14 所示, 在这个实施例中, 第二驱动马达 440 驱动轴(或螺杆)442, 该轴 442 啮合与支撑部件 436 相连的球状螺母 444。因此, 第二驱动马达 440 可沿横过 x 轴取向的 y 轴驱动 y 轴支架 424 的支撑部件 436。

[0096] 如图 14 最佳示出的那样, 工具组件 450 连接到 y 轴支架 424 的支撑部件 436, 并可操作地连接到控制器 434。在这个实施例中, 工具组件 450 包括钻轴模块 452 和在钻孔操作期间可控制地与工件 402 啮合的压脚 454(图 16)。钻轴模块 452 可控制地沿大致与工件 402 的局部法线对齐的 z 轴与工件 402 啮合。钻轴模块 452 可为任何已知的适合于实施钻孔操作的钻孔装置, 包括, 例如, 那些可从 Cooper Tools、South Carolina 的 Lexington 公司、WestCoast Industries、Washington 的 Seattle 公司、法国 S. A. of Ozoir-la-Ferriere 的 Recoules、以及从 Global Industrial Technologies、Texas 州 Dallas 公司商业化得到的钻孔装置。

[0097] 图 17 和 18 分别为图 14 制造组件 400 的反作用力支撑组件 460 的放大的正面和背面等距视图。在这个实施例中, 反作用力支撑组件 460 包括上夹(clamp-up)致动器 462, 该上夹致动器 462 具有与工件 402 啮合的上夹销 464。第一(或 y 轴)致动器 466 连接到上夹致动器 462 以及第一基板 468, 并可沿 y 轴延展。第一基板 468 可滑动地连接到一对安置在第二基板 472 上的第一辅助导轨 470。类似地, 第二基板 470 可滑动地连接到安置在 x 轴支架 422 上的第二辅助导轨 474。如图 18 最佳示出的那样, 第一辅助导轨 470 大致平行于 x 轴, 第二辅助导轨 474 大致平行于 z 轴。第二(或 x 轴)致动器 476 连结在第一基板

468 和第二基板 472 之间,并且可沿 x 轴延展。第三(或 z 轴)致动器 478 连结在第二基板 472 和 x 轴支架 422 之间,并且可沿 z 轴延展。第一、第二和第三致动器 466、476、478 可操作地连接到控制器 434。因此,第一、第二和第三致动器 466、476、478 可分别用于将反作用力支撑组件 460 的上夹销 464 可控制地定位在 y 轴、x 轴和 z 轴的预期位置处。

[0098] 应当理解,上夹致动器 462 可为任何类型的合适致动器,包括液压、气动、或电动驱动的致动器。类似地,第一、第二、以及第三致动器 466、476、478 可为液压、气动、电动、或任何其它合适类型的致动器。在一个特定实施例中,第一、第二、以及第三致动器 466、476、478 为所谓的“回家型(return to home)”气动致动器,该气动致动器通过一条或多条气动供应管道 479(图 17 和 18) 连接到压缩空气源(未示出)。

[0099] 在运行过程中,制造组件 400 可安置在工件 402 上,并且真空可被提供给真空组件 414,从而将轨道组件 410 固定在预期位置。可以任何想要的方式在工件 402 上形成孔 403,诸如在工件 402 制造期间,或使用工具组件 450 或其它钻孔装置。其次,上夹销 464 可定位于孔 403 中。上夹销 464 在孔 403 中的定位可通过多种途径完成。例如,上夹销 464 沿 x 轴的定位可通过使用第一驱动马达 430 可控制地定位 x 轴支架 422、或使用第二致动器 476 沿第一辅助导轨 470 可控制地定位第一基板 468、或通过这方法二者的结合来完成。类似地,上夹销 464 沿 y 轴的定位可通过使用第二驱动马达 440 可控制地定位 y 轴支架 424、或通过可控制地致动第一致动器 466、或二者来完成。最后,上夹销 464 沿 z 轴的定位可通过使用第三致动器 478 沿第二辅助导轨 470 可控制地定位第二基板 472 来完成。在一个特定实施例中,分别地,可采用 x 轴和 y 轴支架 422、424 用于执行粗略的、相对大尺度的定位,使用第二和第一致动器 476、466 为上夹销 464 提供沿 x 和 y 轴的更精细的、相对小尺度的定位。

[0100] 反作用力支撑组件 460 的上述定位可使用配备有常规的、计算机化的数字控制(CNC)方法和算法的控制器 434 以自动的或半自动的方式来完成。备选地,定位可由操作者手动执行,诸如,例如,通过暂时中止或无效上述支架组件 420 和上夹组件 460 的马达和致动器以允许手动定位反作用力支撑组件 460。

[0101] 进一步参考图 14-18,在上夹销 464 定位于孔 403 中之后,可致动上夹致动器 462 以可靠地将上夹销 464 啮合在孔 403 中,从而相对于工件 402 固定反作用力支撑组件 460 的位置。在上夹组件 460 可靠地啮合工件 402 之后,工具组件 450 可被用于在工件 402 上执行制造过程。具体地,在图 14-16 所示的实施例中,可操作钻轴模块 452 以在工件 402 中钻一个或多个另外的孔 403。例如,可使用控制器 434 和常规的 CNC 方法和算法以自动的或半自动的方式,通过利用支撑组件 420 可控制地定位工具组件 450 来生成另外的孔 403。因为反作用力支撑组件 460 可移动地固定到支架组件 420,所以支架组件 420 可用来重新定位工具组件 450 而不用使反作用力支撑组件 460 脱离工件 402。因此,通过固定于工件 402 的反作用力支撑组件 460,工具组件 450 可连续地和重复地重新定位在工件 402 的多个预期位置处以执行制造过程。

[0102] 在工件 402 上执行一个或多个制造过程后,通过停用上夹致动器 462 和从孔 403 中取出上夹销 464,反作用力支撑组件 460 可从工件 402 上分离。若需要,反作用力支撑组件 460 然后可重新定位到新位置并且通过将上夹销 464 插入到不同的孔 403(诸如其中一个新形成的孔)中以及以上述方式致动反作用力支撑组件 460 从而再次固定到工件 402 上。通

过在新位置固定于工件 402 的反作用力支撑组件 460, 可根据需要在工件 402 上执行另外的制造过程。

[0103] 根据本发明教导的具有反作用支撑系统的制造组件可有利地改善工件上的制造过程的质量。因为在通过工具组件 450 在工件上施力期间, 反作用力支撑组件 460 反向支撑(或平衡)工件, 所以工件 402 在制造过程期间不大可能弯曲或偏斜, 特别是对于相对薄或相对柔性的工件。由于工件 402 的偏斜可被减小或消除, 所以工具组件 450 相对于工件 402 的取向通过支架组件 420 可更容易地保持。因此, 使用制造组件 400, 可更加精确和一致地实行制造过程。因为制造过程可更加精确和一致地执行, 所以在制造过程期间, 与工件 402 的检查和再加工有关的成本可减小。

[0104] 具有反作用力支撑组件 460 的制造组件 400 还可提高制造过程执行的速度。因为在制造过程期间, 反作用力支撑组件 460 提供了对工件 402 的反向支撑, 所以工具组件 450 可更有力地施加到工件 402 上。这样, 制造过程执行的速度可以增加, 并且制造过程的效率和生产量可提高。

[0105] 应当理解, 根据本发明的教导可设想反作用力支撑组件 460 的各种合适的实施例。例如, 多种上夹销 464 和上夹致动器 462 是公知的, 可采用它们将反作用力支撑组件 460 固定到工件 402 上, 包括, 例如, 授权于 Jensen 等人的美国专利 No. 4, 396, 318、授权于 Slesinski 等人的美国专利 No. 5, 395, 187、以及授权于 Rissler 的美国专利 No. 6, 036, 409 中一般公开类型的夹头装置, 或授权于 McGlasson 的美国专利 No. 5, 482, 411 和授权于 Jarvis 的美国专利 No. 6, 283, 684B1 中一般公开类型的夹紧装置。在一个备选实施例中, 孔 403 可为螺纹孔 403, 上夹销 464 可为螺纹啮合该螺纹孔 403 的螺纹部件。在另外的实施例中, 上夹销 464 和上夹致动器 462 可由任何其它合适的固定装置代替, 包括其中一个或多个所述的真空杯组件 414、磁铁、或其它电磁设备, 诸如, 例如, 以类似于可从 Electroimpact, Inc. of Everett, Washington 商业化可得的电磁凹痕消除设备的方式在工件上施力的设备。

[0106] 也可理解, 根据本发明的制造组件, 包括上述制造组件 400 的特定实施例, 可用于为各种制造工具提供反向支撑, 并且本发明的教导不简单地限于涉及钻孔的制造过程。例如, 据本发明的具反向支撑组件的制造组件可用于支撑打铆机、机械的和电磁的凹式拔具、焊接机、扳手、夹具、磨沙机、自动敲钉机、机械螺丝刀、或实际上任何其它期望类型的制造工具或制造器具。

[0107] 还应该理解, 根据本发明可设想设备和方法的各种备选实施例, 并且本发明不限于上述和附图中示出的特定设备和方法。例如, 可注意到, 可设想支架组件 420 和轨道组件 410 的很多种备选实施例。例如, 在一个实施例中, 反作用力支撑组件 460 可连接到授权于 Jack 等人的美国专利 No. 4, 850, 763 教导的导轨和支架组件。在又一实施例中, 反作用力支撑组件 460 可与同时待决、共同所有的美国专利申请 No. 10/016, 524 中公开的任何支架组件和轨道组件结合使用, 该申请通过引用整合在此。

[0108] 具体地, 在一个备选实施例中, 反作用力支撑系统可与参考图 9-11 的上述轨道组件 210 和支架组件 220 结合使用。更具体地, 如图 9 所示, 安置在 y 轴支架顶部的是锁紧圈组件 70。锁紧圈组件 70 可用于支撑和固定工具组件 450, 诸如上述的钻轴模块 452。工具组件 450 可穿过 y 轴支架 50(在图 10 中可见) 中的窗口和沿 y 轴方向被拉长的 x 轴支架

30(在图 11 中可见)中的窗口延伸。工具组件 450 的轴可近似平行于 z 轴,并因此基本上正交于工件 402。

[0109] 在运行过程中,参考图 14-18 的上述反作用力支撑组件 460 可以任何合适的方式连接到图 9-11 所示的支架组件 220,并且制造工具组件 450 可连接到支架组件 220(例如,连接到锁紧圈组件 70)。然后,制造过程可基本上根据上述过程和方法执行。支架组件 220 沿 x 轴的运动可通过操作者 404 和 / 或通过第一马达 40 施加的力的组合来提供。类似地,制造工具沿 y 轴的定位可通过操作者 404 和 / 或第二马达 60 施加的力的组合来提供。在另外的实施例中,制造工具的粗略定位可通过第一和第二马达 40、60 来提供,而精细定位由操作者 404 来提供,或反之亦然。因此使用轨道组件和支架组件的备选实施例产生根据本发明教导的制造组件的另外实施例,可获得上述优点。

[0110] 使用具有中性轴齿条的轨道部件的制造过程

[0111] 再次参考图 14 和 15,在这个实施例中,轨道组件 410 包括一对柔性横梁 412,每一横梁 412 具有整体形成的齿条 480。如下文更全面描述的那样,整体形成的齿条 480 可为支架组件 420 提供的改进的位置控制,从而,提高了在工件 402 上实施的制造过程的质量。

[0112] 如图 19-21 进一步所示,齿条 480 包括沿导轨 412a 的中性轴 486 整体形成在导轨 412a 中的多个孔 488。换句话说,齿条 480 的节线沿导轨 412 的中性轴 486 延伸并且至少大致与其重合。桥 490 形成在每对连续的孔 488 之间。如图 19 最佳示出的那样,第一传动齿轮 432 的齿 435 至少部分地啮合入孔 488 中并且与导轨 480 的桥 490 相抵。

[0113] 图 22 是沿图 21 的线 A-A 的部分导轨 412a 的放大侧视剖视图。如图 22 所示,在这个实施例中,孔 488 沿刚性轴 482 逐渐变细,这样孔 488 在导轨 412a 的顶面 487 处较宽而在导轨 412a 的底面 489 处较窄。一方面,孔 488 以楔形(或二维)方式逐渐变细。在备选方面,孔 488 是局部成圆锥形(或三维)的形状。如图 22 进一步所示,孔 488 可逐渐变细以紧密地匹配传动齿轮 432 的齿 435 的外形。在一个特定实施例中,导轨 412 的厚度等于传动齿轮 432(图 22)的齿 435 的长度。因为齿条 480 的节线至少大致与中性轴 486 重合,所以在导轨 412a 在工件 402 上弯曲和折曲期间,齿条 480 保持沿中性轴 486 对齐。因此,当在轨道组件 410 上驱动支架组件 420 时,传动齿轮 432 的齿 435 可保持更彻底地与齿条 480 啮合,甚至当导轨 412 在异形表面上扭曲和折曲时也是如此。

[0114] 应当理解,齿条 480 可利用任何想要的制造技术与导轨 412 整体形成。例如,齿条 480 可在导轨 412 形成之后形成在导轨 412 中,诸如通过磨制、钻孔、弯拱、或使用任何其它合适方法。备选地,齿条 480 可与导轨 412 的形成同时形成,诸如通过铸造、冲压、或压制。

[0115] 在运行过程中,制造组件 400 可安置在工件 402 上,并且真空可被提供给真空组件 414,从而将轨道组件 410 固定在预期位置。然后,支架组件 420 可沿轨道组件 410 移动到预期位置,这样工具组件 450 可用于在工件 402 上执行制造过程。控制器 434 可将控制信号传递到第一驱动马达 430,转动与导轨 412a 中整体形成的齿条 480 啮合的第一传动齿轮 432。如图 22 最佳示出的那样,第一传动齿轮 432 的齿 435 可部分地或完全地啮合在孔 488 中并且可抵着齿条 480 的桥 490 施加驱动力,从而沿导轨 412 驱动了支架组件 420,直到支架组件 420 到达预期位置。

[0116] 应该理解,支架组件 420 在轨道组件 410 上的定位、以及反作用力支撑组件 460 和工具组件 450 相对于工件 402 的定位和啮合可使用配备有常规的、计算机化的数字控制

(CNC)方法和算法的控制器434以自动或半自动的方式完成。备选地,定位可由操作者手动或部分手动地执行,诸如,例如,通过操作者将手动控制输入提供到控制器434,或者通过暂时中止或无效上述支架组件420和上夹组件460的马达和致动器以允许手动移动。

[0117] 其次,上夹销464可定位在孔403中,而且可致动上夹致动器462以可靠地将上夹销464啮合在孔403中,从而相对于工件402固定了反作用力支撑组件460的位置。然后,可采用工具组件450在工件402上执行制造过程。具体地,在图14和图15所示的实施例中,可操作钻轴模块452以在工件402中钻一个或多个另外的孔403。像支架组件420一样,工具组件450可利用控制器434和常规的CNC方法和算法以自动或半自动方式控制和操作。

[0118] 根据本发明教导的具有整体形成的齿条的制造组件可有利地提高工件上的制造过程的质量。因为齿条480与导轨412整体形成且齿条480的节线至少大致与导轨412的中性轴486对齐,所以当导轨412在异形表面上折曲和扭曲时,传动齿轮432的齿435保持与齿条480完全啮合。整体形成的齿条480可有利地容许支架组件420在轨道组件410上更加精确的定位,并且因此在工件402上更加精确的定位工具组件450。因此,制造组件400与现有技术的制造组件相比可提供改善的制造过程的精度和一致性。因为制造过程可更精确和一致地实施,所以制造过程期间与工件402的检查和再加工相关的成本可减小。

[0119] 根据发明的具有轨道组件410的制造组件400还提高了制造过程执行的速度。因为轨道组件410的整体形成的齿条480在制造过程期间可为工具组件450提供改进的定位控制,所以工具组件450可以相对更少的由于位置检查和位置调节引起延迟来定位和操作,并且可减小制造过程(例如,孔的再加工等)的修理和再加工的需要。这样,实施制造过程的速度可增加,制造过程的效率和生产量可提高。

[0120] 应当理解,根据本发明的制造组件,包括上述的制造组件400的特定实施例,可用于为很多种制造工具提供反向支撑,并且本发明的教导不简单地限于涉及钻孔的制造过程。例如,根据本发明的具有反向支撑组件的制造组件可用于支撑打铆机、机械的和电磁的凹式拔具、焊接机、扳手、夹具、磨沙机、自动敲钉机、机械螺丝刀、刮刨机、除油器、洗涤器、蚀刻器、修边工具、激光器、带式涂抹器、或实际上任何其它想要类型的制造工具或测量器具。

[0121] 也可理解,可根据本发明设想设备和方法的多种备选实施例,并且本发明不限于上述和附图所示的特定设备和方法。例如,应该注意到,可设想支架组件420和轨道组件410的很多种备选实施例。例如,在备选实施例中,根据本公开的整体形成的齿条480可与同时待决、共同所有的美国专利申请No. 10/016,524中公开的任何支架组件和轨道组件结合使用,该申请在前面已经通过引用整合在此。

[0122] 使用非接触位置感应的制造过程

[0123] 图23是根据发明实施例的具有位置传感器组件540的制造组件500的前视图。在这个实施例中,制造组件500包括附着于工件20的轨道组件510、以及可移动地连接到轨道组件510的支架组件520。控制器530可操作地连接到位置传感器组件540和支架组件520。如下文更全面描述的那样,具有位置传感器组件540的制造组件500可有利地改善工件24上实施的制造过程的精度和效率。

[0124] 图24是图23的支架组件520和轨道组件510的上视等距视图,其中去除了位置传

感器组件 540。在这个实施例中,轨道组件 510 和支架组件 520 基本上类似于关于图 9-11 的上述轨道和支架组件实施例。因此,为了简短,将仅描述图 23 和 24 所示的显著不同。

[0125] 图 25 是图 23 的制造组件 500 的位置传感器组件 540 和控制器 530 的放大局部等距视图。如图 25 所示,位置传感器组件 540 包括连接到支架组件 520(例如,锁紧圈组件 70)的固定架 542、和可操作地连接到固定架 542 的传感器 544。传感器链路 546 连结在传感器 544 和控制器 530 之间以传递和接收信号。

[0126] 图 26 和 27 分别是图 25 的传感器 544 的侧视和底视等距视图。如图 27 最佳示出的那样,传感器 544 包括用于向工件 20 传递信号并且用于从工件 20 接收反射信号的感应元件 548,如下文更全面的描述。应当理解,传感器 544 可为任何合适的数字或模拟感应元件,包括,例如,那些可从 Sunx, Inc. of Des Moines, Iowa 或从 Keyence, Inc. of American, New Jersey 商业化可得传感器。在一个实施例中,感应元件 548 可为光导纤维感应元件,在一个特定实施例中,感应元件可为同轴光导纤维回反射 (retro-reflective) 感应元件。在其它备选实施例中,例如,传感器元件 548 可包括照相机(例如, DVT 照相机视觉系统),磁感应 (magnetic proximity) 传感器、或任何其它合适的传感器元件。应当理解,从传感器 544 传递到工件 20 并且从工件 20 反射回传感器 544 的信号可为可见光、红外线或紫外线信号、声信号、或任何其它想要类型的信号。

[0127] 参考图 23-25,轨道组件 510 可固定于工件 20,支架组件 520 可用于支撑位置传感器组件 540,这样使得感应元件 548 指向工件 20。然后,位置传感器组件 540 可用来定位位于工件 20 上的一个或多个指标特征(或参考点)的坐标。如下文更全面描述的那样,位置传感器组件 540 为制造组件 500 提供了基于一个或多个已知的指标特征(例如,孔、紧固件、轴衬或其它特征)来确定制造组件 500 位置取向的能力,而在传感器组件 540 和工件 20 之间没有实际接触。

[0128] 一方面,感应元件 548 包括使用透镜系统将入射或照射光聚焦到工件 20 上的发光 LED 同轴光导纤维电缆。简言之,入射光可通过透镜穿过同轴光导纤维电缆的中心纤维传递,并且可被工件 20 的表面反射。然后,反射光可通过透镜收集并通过同轴光导纤维电缆的外部部分返回到传感器放大器。然后,传感器放大器将光的亮度转换为模拟电信号。通过从标准白色反射表面读取反射光,传感器放大器的输出可被校准到透镜焦点。当扫描道遇到表面的不同特征时,反射光可被分析,并且当收集的数据匹配一组规定参数时,已知的指标特征(例如紧固件、孔等)可被识别。通过使用定位系统的反馈,信号可被读取并且与表面的位置相关。然后,该位置信息可用于在工件 20 的表面上定位其它设备,使得工具或过程的控制系统成为可能,如下文更全面的描述。

[0129] 图 28 是流程图,示出了根据本发明实施例的使用传感器组件 540 的位置测定方法 600。图 29 是图 28 的位置测定方法 600 的示意性表达。方法 600 的步骤可使用已知的可编程或半可编程元件和软件程序实施。如图 28 和 29 所示,方法 600 可在初始步骤 602 处开始,在该步骤中,位置传感器组件 540 被初始定位得接近于将被探测的指标特征 21,例如通过操作者手动地将支架组件 520 定位在轨道组件 510 上的合适位置处,并且位置传感器组件 540 开始将一个或多个探测信号 601 传递到工件 20 并且接收从工件 20 回来的相应反射信号 603。其次,在步骤 604,传感器 544 沿第一方向(在图 29 中示为的 y 方向)沿第一路径 605 或者增量地或者连续地前进。

[0130] 继续参考图 28 和 29,当传感器 544 沿第一路径 605 前进时,方法 600 继续传递探测信号 601 和监测接收的反射信号 603 以确定是否已经探测到指标特征 21 的第一边缘 607(步骤 606)。如果传感器 144 是数字传感器,则通过提供传感器输出,传感器 144 可指示已经到达该边缘,其中该传感器输出为从指示传感器 144 正在接收从工件 20 反射的反射信号 603 的第一意义明确的状态到指示传感器 144 正在接收从指标特征 21 反射的反射信号 603 的第二意义明确的状态的转变。备选地,如果传感器 144 是模拟传感器,则传感器输出可与来自工件 20 和来自指标特征 21 的反射信号 603 成比例,从而分别在传感器 144 越过各部件时提供指示。

[0131] 最后,基于反射信号 603,可探测指标特征 21 的第一边缘 607(图 29)(步骤 606)。其次,在步骤 608,传感器 544 的位置可被重新调节和局部化,可执行慢速(或小增量)重新扫描以测定第一边缘 607 的坐标,并且存储第一边缘 607 的坐标。在步骤 610,方法 600 确定刚刚被探测到的边缘是否为指标特征 21 的第二边缘 609(见图 29),并且如果不是,则方法 600 重复步骤 604 到 608 以确定和储存第二边缘 609 的坐标。

[0132] 其次,在步骤 612,方法 600 使用第一和第二边缘 607、609 的坐标沿第一路径 605 计算第一中心 611,并且将传感器 544 重新定位到某一位置,该位置以对应于第一中心 611 值的沿第一方向(例如 y 坐标)的值与指标特征 21 隔开。然后在步骤 614,沿第二路径 613(图 29 中的 x 方向)推进传感器 544,并且监测传感器 544 的输出以确定是否沿第二路径 613 探测到指标特征 21 的第一边缘 615(步骤 616)。在沿第二路径 613 探测到第一边缘 615 后,如上所述,传感器 544 的位置可被重新调节和局部化,可沿第二路径 613 执行慢速(或小增量)重新扫描以确定第一边缘 615 的坐标,并且储存沿第二路径 613 的第一边缘 615 的坐标(步骤 618)。在储存坐标后,在步骤 620,方法 600 接下来确定刚刚探测到的边缘是否为沿第二路径 613 的指标特征 21 的第二边缘 617(见图 29),如果不是,则方法 600 重复步骤 614 到 618 以确定和储存沿第二路径 613 的第二边缘 617 的坐标。在步骤 622,方法 600 使用沿第二路径 613 的第一和第二边缘 615、617 的坐标计算第二中心 619(图 29)。

[0133] 参考图 28,步骤 604 到 612 通常称为传感器 544 的第一扫描 624,步骤 614 到步骤 622 可称为传感器 544 的第二扫描 626。当使用第一和第二扫描 624、626 确定第一和第二中心 611、619 的坐标后,方法 600 可简单假设,指标特征 21 的指标中心坐标和第二中心 619 的坐标相同。如果在步骤 628 中认为该方法满足条件,那么,方法 600 在步骤 630 进行指标特征 21 中心坐标的输出。然而如果想要另外的精度或证实,则方法 600 可包括一个或多个另外的传感器 544 的扫描 632。

[0134] 如图 28 所示,在期望的另外扫描 632 中,传感器 544 在步骤 634 重新定位到与指标特征 21 隔开的位置,但是沿第二方向(图 29 中的 x 坐标)具有与第二中心 619 相同的值。其次,在步骤 636,沿第三路径 613(图 29 中的 y 方向)推进传感器 544,并且监测传感器 544 的输出以确定是否沿第三路径 621 已探测到指标特征 21 的第一边缘 623(步骤 636)。在沿第三路径 621 的第一边缘 623 已被探测到之后,传感器 544 的位置可被重新调节和局部化,可沿第三路径 621 执行慢速(或小增量)重新扫描以确定第一边缘 623 的坐标,并且储存沿第三路径 621 的第一边缘 623 的坐标(步骤 640)。储存坐标后,方法 600 接下来确定刚刚探测到的边缘是否为沿第三路径 621 的指标特征 21 的第二边缘 625(步骤 642)。如果不是,则方法 600 重复步骤 636 到 640 以确定和储存沿第三路径 621 的第二边缘 625 的

坐标。在步骤 646,方法 600 使用沿第三路径 621 的第一和第二边缘 623、625 的坐标计算第三(或另外的)中心 627。

[0135] 当另外的扫描 632 实施后,方法 600 可再次在步骤 628 确定是否已达到预期程度的精度。如果没有,则可沿例如不同的路径实施类似于第三扫描 632 的额外扫描。如果不想进行额外的扫描,那么方法 600 进行到步骤 630,并且输出指标中心的坐标。第三扫描 632(或更多扫描)的结果可提供指标特征 21 的指标中心的改进的指示。例如,指标中心可确定为第二和第三中心 619、627 坐标的平均值。在输出指标特征 21 的指标中心后(步骤 630),方法 600 可在步骤 648 中继续到制造过程的下一阶段。

[0136] 可以理解,方法 600 的第一、第二和第三路径 605、613、621 的特定位置和方向可和图 29 所示特定实施例不同,而且本发明不限于上述和附图所示的特定细节。例如,第一路径的第一方向可沿 x 轴,第二路径的第二方向可沿 y 轴,或备选地,第一和第二路径可沿穿越指标特征 21 的任何预期方向。然而,优选地,第一和第二路径是正交取向的。还可以理解,方法 600 更适合于定位具有圆(或近似圆)形指标特征的指标中心,尽管使用根据本发明的设备和方法可采用和探测指标特征的其它形状。

[0137] 图 30 是根据本发明实施例的用于探测指标特征 21 位置的传感器扫描 704 的典型传感器输出信号电平 702 的图表 700。在这个实施例中,指标特征 21 是高出周围工件 20 的表面的紧固件头。图 30 的信号电平 702 可通过模拟型传感器 544 提供。如图 30 所示,在传感器扫描 704 的第一部分 A 期间,当传感器 144 接收到来自工件 20 表面的反射信号时,信号电平 702 以一般恒定的电平为特征。在第二部分 B,当探测信号开始冲击紧固件头 21 的前缘 706 并从其反射时,信号电平 702 以传感器 544 接收的反射信号的下降电平为特征。

[0138] 如图 30 进一步所示,当传感器扫描 704 继续时,信号电平 702 到达位置 C 处的第一最小反射值,然后当传感器 544 接收到增加电平的反射信号时,进入以上升信号电平为特征的部分 D。其次,当传感器 544 开始接收来自紧固件头 21 顶部的相对恒定电平的反射信号时,在传感器扫描 704 的下一部分 E 期间,信号电平通常稳定。传感器扫描 704 继续穿越紧固件头 21 顶部到达紧固件头 21 的后缘 708,信号电平 702 最后以相对基本下降到位置 F 处的第二最小反射电平为特征,然后再次上升到来自工件 20 表面的反射的环境反射电平特征。在一个实施例中,通过将对应于第一和第二最小反射电平(位置 C 和 F)位置的传感器 544 坐标指定为各路径 605、613、621 中的第一和第二边缘的坐标位置,参考图 28 和 29 的上述方法 600 可执行上述的边缘确定(步骤 606、608、616、618、638 和 640)。

[0139] 更具体地,可通过首先计算环境反射电平(A 部分),例如,通过计算传感器电平 702 的移动平均,从信号电平 702 计算前缘和后缘 706、708。在传感器扫描 704 期间,当传感器电平 702 下降到预定阈值之下时,例如,环境反射电平的预定百分比,可调用边缘探测程序。边缘探测程序可储存对应于前缘 706 的最小传感器值(位置 C)及其坐标位置,并且还可储存来自对应于后缘 708(位置 F)的最小传感器值的相同信息。然后,可从两个最小传感器值(位置 C 和 F)的位置数学地计算出中心。

[0140] 应当理解,传感器电平的特征可以变化,并且不同的指标特征可提供与图 30 的图表 700 所示的不同形状、倾向和特征的传感器电平。类似地,想要监测与最小传感器值位置不同的传感器电平的不同方面,诸如,例如传感器电平的导数(或斜率)。在一个备选实施例中,例如,指标特征可为具有凹面轧制边的轴衬。对于这样的轴衬,在传感器扫描越过轴

衬期间,通过监测传感器电平(例如,相对于传感器 144 经过的距离)的导数,可更容易地确定轴衬边缘。在那种情况下,导数值的顶峰或最大值可为传感器 114 扫描过的表面轮廓变化率的代表,通过微分常数(constant of differentiation)及时有效地转换该模式。

[0141] 在运行过程中,可采用位置传感器组件 540 确定工件 20 上的一个或多个指标特征 21 的位置,从而精确地确定工件 20 上的制造组件 500 的位置。然后,该信息可储存在控制器 530 的储存器中。在采用位置传感器组件 540 用于该目的后,位置传感器组件 540 可从支架组件 520 移除,并且工具组件 550 可安装在支架组件 520 上。使用储存在其储存器中的指令和控制信息,然后,控制器 530 可自主控制支架组件 520 和工具组件 550 以在工件 20 的预期位置处执行预期的制造过程。不同的工具组件可与支架组件 520 进行交换以根据需要执行不同的制造过程。

[0142] 根据本发明教导的具有位置传感器组件的制造组件可有利地改善工件上的制造过程的质量和效率。使用已经成为工件或结构一部分的指标特征,位置传感器组件可提供在工件上精确定位制造组件的相对快的、自动方法。从而减小或消除了其精度可能变低的实际接触指标点的需要。在制造过程的开始,在工件上精确定位轨道组件的需求也被减小或消除。位置传感器可精确确定工件上制造组件的位置,并且对应于储存在内存中的制造过程(例如,用于多个钻孔操作的孔模式)预期位置的资料可在机器空间内使用标准的变换矩阵算法根据轨道组件在工件上的实际位置被简单地旋转或转换成合适的队列和方向。这样,可改善制造过程在工件上的精度、一致性和效率,并且和执行、检查、以及再加工工件相关的成本可减小。

[0143] 具有位置传感器组件 540 的制造组件 500 另外提供了无需在接触传感器、测隙规、或支架组件 520 上的其它实际接触装置以及工件 20 上相应的接触特征之间实际接触就可探测工件 20 上指标特征的能力。传感器元件可离指标特征一定距离探测指标特征,因此消除了传感器元件和指标特征间实际接触的任何需求。因为没有实际接触,相对于需要实际接触并且在运输、储存期间、或制造过程执行期间可被弯曲、损坏、或在其他方面退化的备选传感器系统,位置传感器组件可提供改进的性能。这样,位置传感器组件可改进制造过程的精度,并且可减小与在工件上确定制造组件方向的过程有关的工作。另外,位置传感器组件可有利地减小或消除工件表面损坏的可能性,工件表面的损坏可能在其他方面由表面的实际接触引起,减小了修理和再加工工件的需求。因此,制造过程的总的效率和生产量可被增加。

[0144] 可以理解,可根据本发明设想设备和方法的各种备选实施例,并且本发明不限于上述和附图所示的特定设备和方法。例如,可以注意到,可假设支架组件 520 和轨道组件 510 的很多种备选实施例,包括,例如,授权于 Jack 等人的美国专利 No. 4, 850, 763 教导的导轨和支架组件,以及同时待决、共同所有的美国专利申请 No. 10/016, 524 中公开的任何支架组件和轨道组件,该申请通过引用整合在此。

[0145] 另一方面,可采用控制电路 800 接收和增强位置传感器组件 540 的模拟传感器的输出信号。例如,图 31 是根据本发明另一备选实施例用于执行位置测定的读出电路(sensing circuit)800。在这个实施例中,读出电路 800 包括比较仪级,从而模拟传感器 806 的输出信号 804 可发挥数字近程传感器的功能,同时它的使用可发挥模拟传感器的功能。如图 31 所示,输出信号 804 馈送到用于提供增益和电平移动级的第一电路部分 808。

第一电路部分 808 对不同类型的工件表面可提供最佳响应。由第一电路部分 808 输出的条件模拟信号 810 提供给模拟输出电极 812 上的控制器 530。类似地,由第一电路部分 808 输出的条件模拟信号 810 提供为第二电路部分 814 的输入。第二电路部分 814 用作阈值比较仪级,其在给定的信号电压上下跳动,为数字输出电极 818 提供合适的数字信号 816。读出电路 800 的增益、偏移和阈值可为预定常数,或根据不同操作条件,由控制器 530 编程。

[0146] 包括读出电路 800 的制造组件可提供比备选系统改进的位置精确度。因为读出电路 800 可从感应元件接收模拟信号并且既可提供条件模拟输出又可提供数字输出,所以通过使得控制器能够比较和使用模拟和数字输出信号,读出电路可提供对指标特征位置探测结果相互校验的能力。通过使得位置传感器组件能够与模拟或数字控制器或其它想要的电子部件一起使用,读出电路 800 还可提供改进的多功能性。

[0147] 可以理解,制造组件 500 的不同操作可由控制器 530 控制,包括支架组件 520 在轨道组件 510 上的定位、位置传感器组件 540 的操作、工具组件 550 相对于工件 20 的定位和啮合。这些操作利用配备有计算机化的数字控制 (CNC) 方法和算法的控制器 534 可以自动或半自动的方式完成。备选地,定位可由操作者手动或部分手动地执行,诸如,例如,通过操作者为控制器 534 提供手动控制输入,或通过临时中止或无效上述支架和上夹组件 520、560 的马达和致动器以容许手动移动。

[0148] 典型地,为了对执行制造过程提供预期程度的定位精度,可使用上述方法和设备确定两个指标特征 21 的指标中心。在指标特征 21 的一个或多个指标中心确定后,可使用制造组件 500 的控制算法将储存在控制系统内存(例如在控制器 530 中)的数据模式转换到用于控制由制造组件 500 在工件 20 上执行制造过程的机器空间中。可使用标准的、已知的通常在现有 CNC 加工处理中运用的数学算法执行这些转换。

[0149] 再次参考图 23 到 25,在又一方面,控制器 530 可包括整个 CNC 控制系统。例如,在一个特定实施例中,控制器 530 包括 8 轴伺服控制器、多个伺服放大器、伺服马达以及空气螺线管。因为控制器 530 直接连接到支架组件 520(例如,连接到 y 轴支架 50),所以在执行制造过程期间,控制器 530 和支架组件 520 一起移动。因此,大大减小或消除了控制器 530 和制造组件 500 的其它部件之间的用于将控制信号传送到支架组件 520 的驱动马达 40、60(以及从其接收反馈信号)、位置传感器组件 540、工具组件 550、以及制造组件的任何其它部件的链路或电缆。控制器的控制管缆 532(图 23)可提供控制空气、电力、以及从供给装置 534 到控制器 530 的通讯电缆。备选地,控制器的控制管缆 532 也可提供高容量的流体(例如空气或液压)以为工具组件 550 提供动力。

[0150] 具有安置在支架组件 520 上的控制器 530 的制造组件 500 可进一步改善制造过程的效率和生产量。因为控制器 530 安置在支架组件 520 上,与现有技术的制造组件相比,延伸在控制器 530 和支架组件(例如驱动组件、位置传感器组件等)以及工具组件 550 各部分之间的电缆量可减少。因此,制造组件可为轨道组件上的支架组件提供改进的机动性,因为支架组件的运动不受限于在支架组件和远处定位的控制器之间延伸的控制电缆的长度,或受限于制造环境界线内的远处定位的控制器的机动性。支架组件 520 和控制器 530 的联合正好允许单个操作者移动不同位置间的这些部件以在不同位置或不同工件上实施制造过程,从而进一步改进了制造过程的效率和生产量。

[0151] 图 32 是根据本发明又一实施例的造组件 900 的示意性表达。在这个实施例中,制

造组件 900 包括传感器单元 902 和在连接到异形工件 920 的轨道组件 510 (不可见) 上操作的一对工具单元 904。传感器和工具单元 902、904 各包括上述支架组件。传感器单元 902 还包括位置传感器组件 540, 而工具单元 904 包括工具组件 550。传感器和工具单元 902、904 可操作地连接到主控制器 906, 例如, 通过无线或硬件通讯链路 908。传感器和工具单元 902、904 还包括上述控制器 530。

[0152] 在运行过程中, 每一传感器和工具单元 902、904 可在它们各自的控制器 530 的控制下自动操作, 或在控制器 530 和主控制器 906 二者的控制下半自动操作, 或由主控制器 906 完全控制。在一个实施例中, 传感器单元 902 可以上述方式执行对分布在工件 920 上的各种指标特征定位的功能, 其信息可被传送到主控制器 906。然后, 主控制器 906 将指令和控制信号提供到一个或多个工具单元 904 以精确定位工具单元 904 并且在工件 920 上执行预期的制造过程。备选地, 指标特征的位置可从传感器单元 902 直接传送到一个或多个工具单元 904, 并且工具单元 904 可自动操作以在工件 920 的合适位置处执行预期的制造过程。当定位在工件 920 第一部分的指标特征后, 传感器单元 902 可自动移动到下一部分, 或通过主控制器 906 的指令进行到工件 920 的下一部分以为工具单元 904 腾出空间或定位额外的指标特征。

[0153] 制造组件 900 可进一步改进制造过程的效率和生产量。如以上指出的那样, 因为各单元 902、904 的控制器 530 安置在支架组件 520 上, 所以与各单元 902、904 相连的电缆和电线的数量可减少, 从而改进了各单元在工件 920 上的机动性。因为在各单元 902、904 和远处定位的控制器之间延伸的电缆需求可减少, 所以可增加在单个轨道组件上以相对紧密邻近的方式定位和操作的单元 902、904 的数目。因此, 改善了制造过程的效率和生产量。

[0154] 伺服控制的制造过程

[0155] 再次参考图 24, 在一个特定实施例中, 根据本发明的制造组件 500 包括可控制地附着于工件 20 的轨道组件 510, 和可移动地连接到轨道组件 510 的支架组件 520。控制器 530 安置在支架组件上并且可操作地连接到伺服控制的工具组件 550 和支架组件 520。此外, 应当理解, 轨道组件 510 和支架组件 520 基本上与参考图 9-11 的上述轨道和支架组件实施例相似。如下文更全面描述的那样, 具有伺服控制的工具组件 550 的制造组件 500 可有利地改善工件 20 上执行的制造过程的精度和效率。

[0156] 图 33 是图 24 的制造组件 500 的伺服控制的工具组件 550 的放大前视图。图 34 和 35 分别是图 33 的伺服控制的工具组件 550 的剖开的顶视图和底视图。在这个实施例中, 工具组件 550 包括钻轴模块 552 和驱动单元 (或进给单元) 554。钻轴模块 552 包括中心定位的马达轴 556, 该马达轴 556 具有布置在其上的电枢绕组 558 (图 34)。马达轴 556 包括钻机固定夹 562, 该钻机固定夹 562 可固定与工件 20 啮合的钻机部件 560。

[0157] 马达轴 556 另外包括位于马达轴 556 上端的润滑油槽 555 和穿过马达轴 556 的长度从润滑油槽 555 纵向延伸到钻机部件 560 以使润滑剂能够通过轴 556 施加到钻机部件 560 的润滑油通道 557 (图 33)。引导轴衬 563 向下延展围绕钻机部件 560 并且在制造过程期间可靠地抵着工件 20 啮合。具有多个空气冷却口 565 的主轴马达壳 564 围绕马达轴 556 布置, 现场组件 (field assembly) 566 (图 34) 位于马达壳 564 内并且接近马达轴 556 的电枢绕组 558。现场组件 566 包括一个或多个与电枢绕组 558 结合的提供轻型无电刷发动机

的永久磁铁。顶盖 569 (在图 34 中部分暴露的视图中被移除) 覆盖了主轴马达壳 564 的上部。如图 34 进一步所示, 钻机速度编码器 568 安置在马达轴 556 上。

[0158] 继续参考图 33-35, 工具组件 550 的驱动单元 554 包括通过四个轴向隔开的导杆 574 可滑动地连接到驱动平台 572 的基座部件 570。在这个实施例中, 驱动平台 572 连接到转轴模块 552, 而基座部件 570 连接到支架组件 520。转轴模块 552 的马达轴 556 由旋转轴承 571 穿过基座部件 570 和驱动平台 572 可旋转地安置。尽管在附图中马达壳 564 (以及现场组件 566) 示出为连接到驱动平台 572, 但在备选实施例中, 马达壳 564 可连接到基座部件 570, 或连接到基座部件和驱动平台 572 二者。

[0159] 如图 33 最佳示出的那样, 驱动单元 (或进给单元) 554 包括两个延伸在基座部件 570 和驱动平台 572 之间的滚珠螺杆 576。伺服马达 578 安置在驱动平台 572 上, 并且通过传动皮带 580 (图 35) 连接到每个滚珠螺杆 576。如图 34 所示, 传动皮带 580 啮合在帮助保持滚珠螺杆 576 和传动皮带 580 积极啮合的多个皮带伸张器 582 上。伺服马达 578 和转轴模块 552, 包括钻机速度编码器 568, 可操作地连接到控制器 530。

[0160] 在运行过程中, 支架组件 520 以上述方式定位在工件 20 的预期位置。然后, 工具组件 550 的驱动单元 554 由控制器 530 开动, 使得伺服马达 578 驱动滚珠螺杆 576, 向着基座部件 570 推进驱动平台 572, 并且因此, 向着工件 20 驱动转轴模块 552 并且使引导轴衬 563 啮合工件 20。类似地, 可开动转轴模块 552 以准备用于啮合工件 20 的钻机部件 560。当驱动单元 554 继续向着基座部件 570 驱动驱动平台 572 时, 钻机部件 560 被驱入工件 20, 在工件 20 上执行预期的制造过程。在制造过程执行后, 控制器 530 可将合适的控制信号传送到伺服马达 578 以沿相反方向旋转滚珠螺杆 576, 从而拉动驱动平台 572 离开基座部件 570 并且使转轴模块 552 从工件 20 撤回。然后, 支架组件 520 可重新定位到新位置, 根据需要重复该过程。

[0161] 根据本发明教导的具有伺服控制的工具组件的制造组件可有利地提高工件上制造过程的质量和效率。例如, 根据本发明的伺服控制的工具组件 550 提供极轻的制造设备。具体来说, 因为工具组件 550 可结合现场组件 566, 其中该现场组件 566 可包括一个或多个与马达轴 556 上的电枢绕组 558 一起以提供无电刷马达的稀土永久磁铁, 所以工具组件 550 比现有技术的气动工具组件要轻很多。节省的额外重量通过提供整合有钻机固定夹 562 并包括内部润滑剂通道 557 的马达轴 556 来实现。另外, 转轴模块 552 的所有部件, 包括无框架马达, 设置在一个轴上并且共享一组旋转轴承。因此, 根据本发明教导的伺服控制的工具组件基本上比现有技术的工具组件要轻, 在制造过程期间提供了改进的控制能力和精度。同样, 因为工具组件重量更轻, 制造组件 500 的安装和拆卸可被简化, 并且制造过程的效率和生产量可被提高。

[0162] 另外, 因为驱动单元 554 的进给速率可通过伺服马达 578 精确控制, 所以伺服控制的工具组件 550 可提供比现有技术的工具组件改进的性能。例如, 通过速度编码器 568 监测的马达轴 556 的转速, 控制器 530 可将合适的控制信号传送到伺服马达 578 (或传送到转轴模块 552), 以在轴的转速和转轴模块 552 的进给速率之间提供预期关系。在一个实施例中, 例如, 控制器 530 可谨慎地控制转轴模块 552 的进给速率和 / 或转速, 以提供进入工件的最大钻进速率。备选地, 控制器 530 可控制工具组件以在转轴模块 552 上保持预期的工作负荷, 或提供最高质量的钻孔操作。伺服控制工具组件 550 的增强的可控制能力在工件

20 的物理特征可变,例如,对于包括多层不同硬度值的不同材料的工件 20,的情况下特别有效。在这种情况下,控制器 530 可快速有效地调节由伺服马达 578 提供的进给速率,以保持转轴模块 552 的预期钻孔速率。因此,使用根据本发明的伺服控制的工具组件,钻孔速率和进给速率都可精确控制,以提供最佳性能和提高制造生产量。

[0163] 可以理解,根据本发明可设想设备和方法的多种备选实施例,并且本发明不限于上述和附图所示的特定设备和方法。例如,可以注意到,可假设支架组件 520 和轨道组件 510 的很多种备选实施例,包括,例如,授权于 Jack 等人的美国专利 No. 4, 850, 763 教导的导轨和支架组件以及在同时待决、共同所有的美国专利申请 No. 10/016, 524 中公开的任何支架组件和轨道组件,该申请已经在前面通过参考整合在此。

[0164] 还可以注意到,在备选实施例中,转轴模块 552 可由很多种制造工具代替以在工件 20 上执行任何预期的制造过程。在备选实施例中,例如,转轴模块 552 可由一个或多个打铆机、机械的和电磁的凹式拔具、焊接机、扳手、夹具、磨沙机、自动敲钉机、机械螺丝刀、剜刨机、除油器、洗涤器、蚀刻器、修边工具、激光器、带式涂抹器、或实际上任何其它想要类型的制造工具或测量器具代替。

[0165] 结论

[0166] 虽然如上文指出的那样,在这里图示和描述了本发明的特定实施例,但是在不脱离本发明的实质和范围内可进行许多改变。因此,本发明的范围不局限于上述特定实施例的公开。相反,本发明应该完全由所附的权利要求确定。

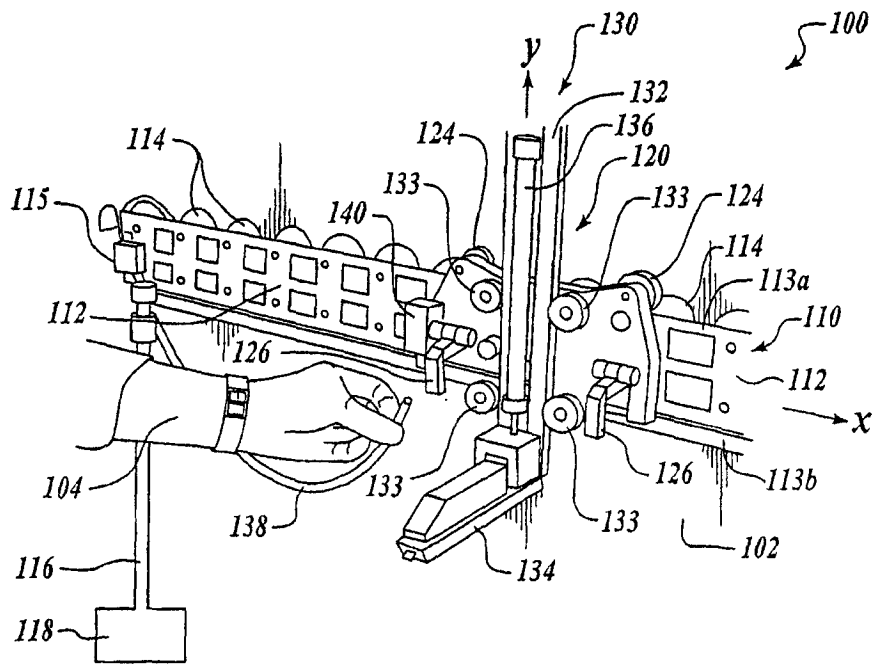


图 1

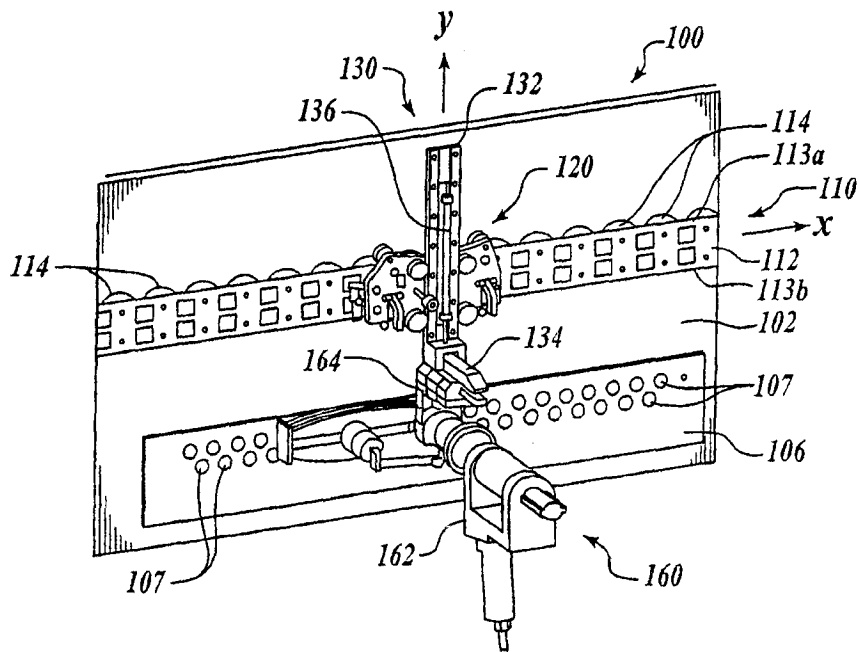


图 2

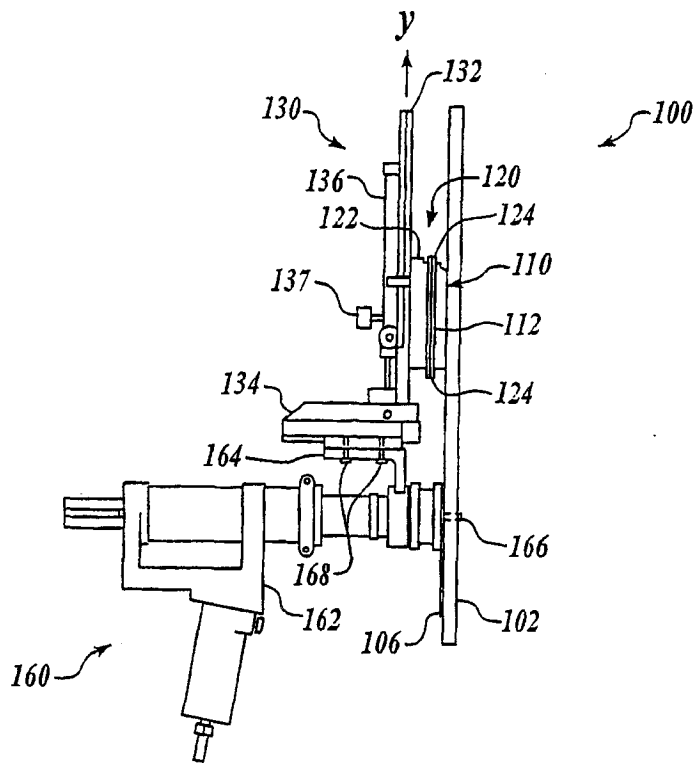


图 3

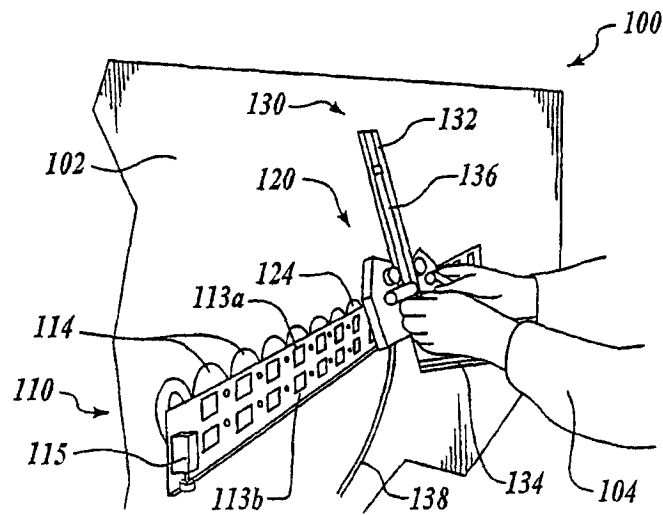


图 4

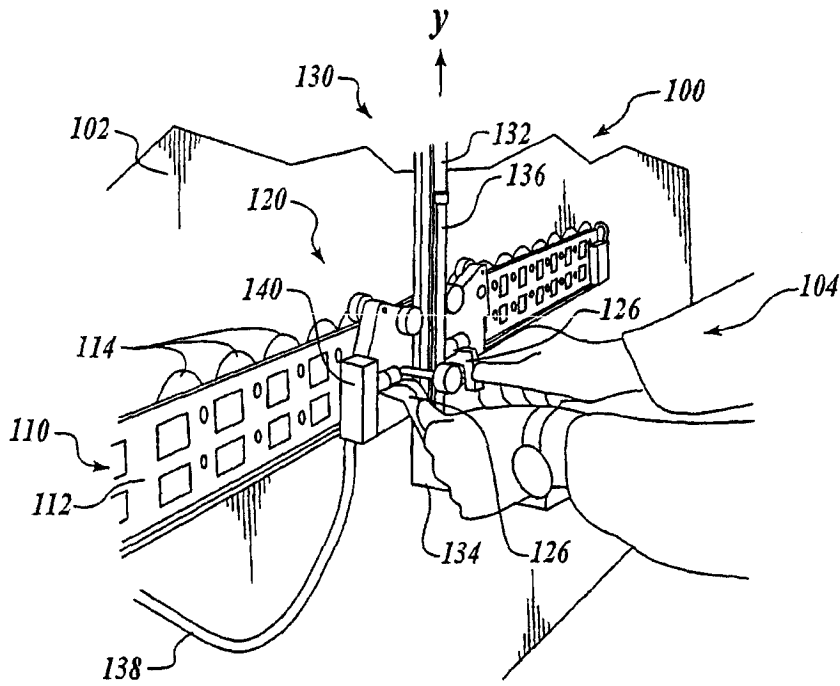


图 5

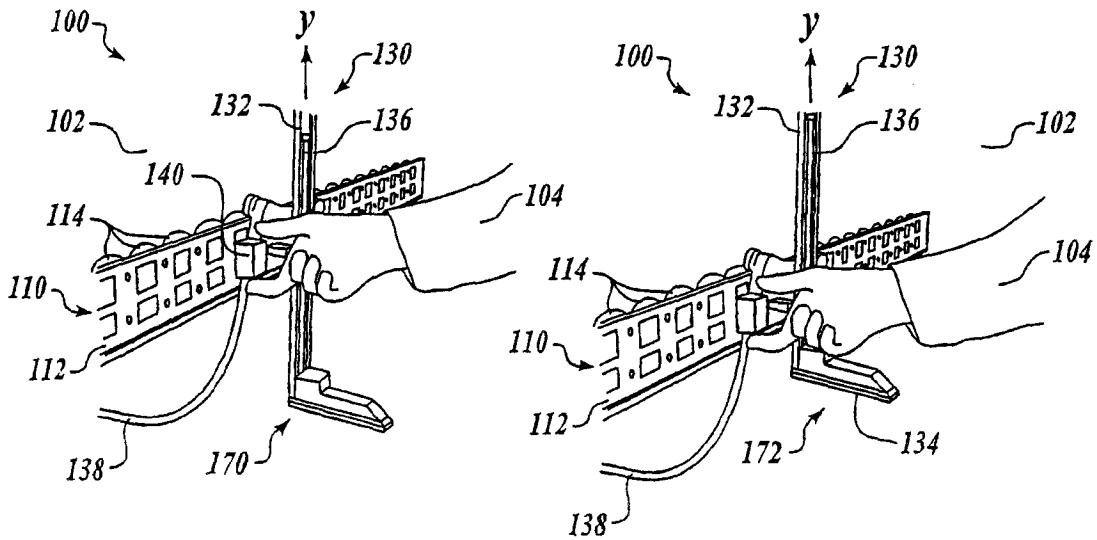


图 6

图 7

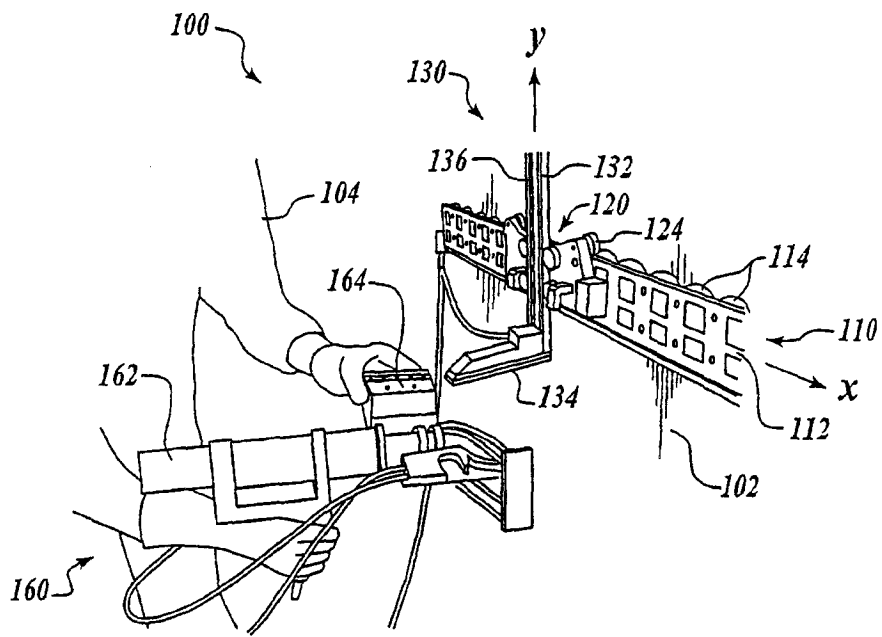


图 8

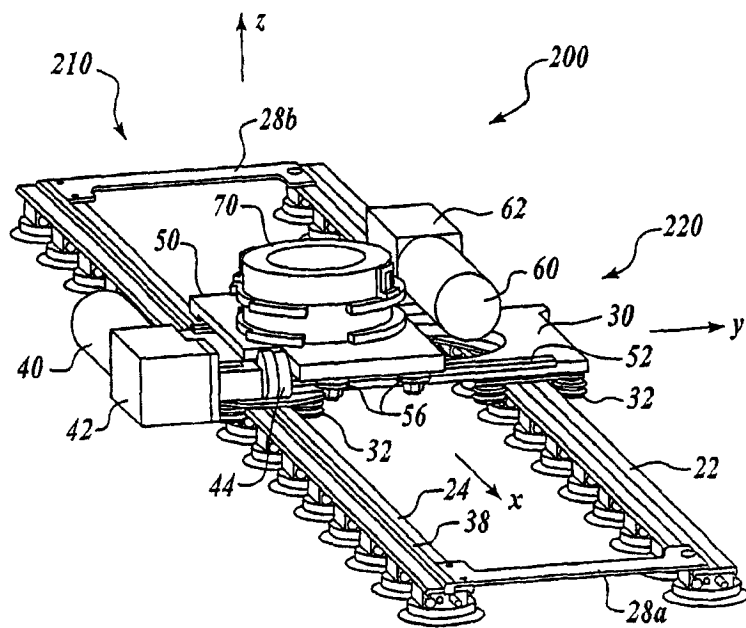


图 9

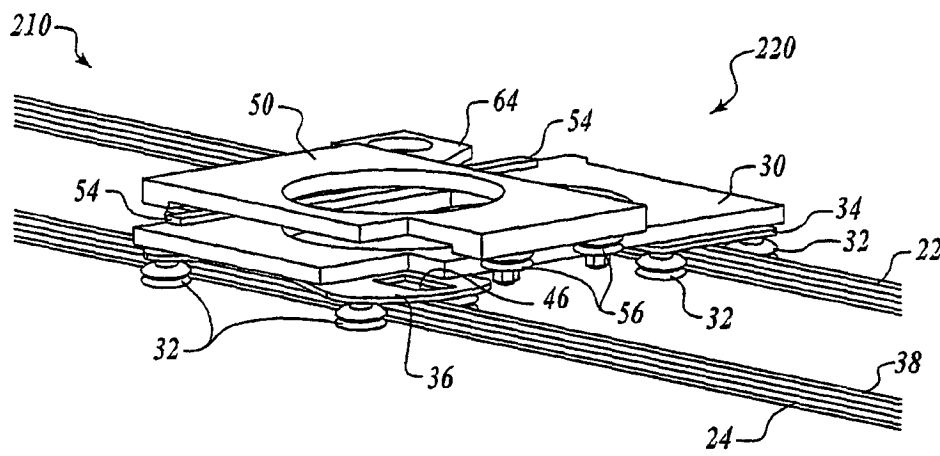


图 10

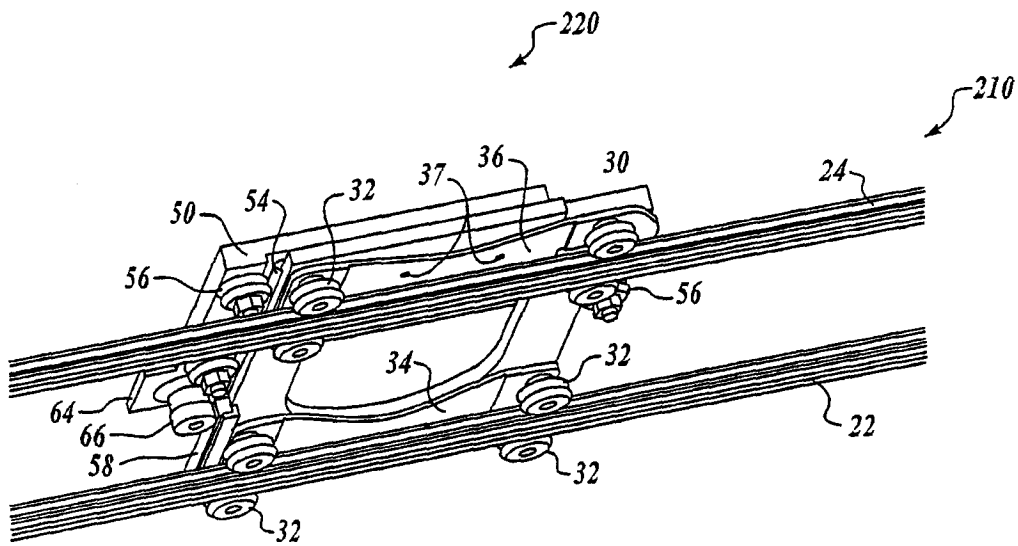


图 11

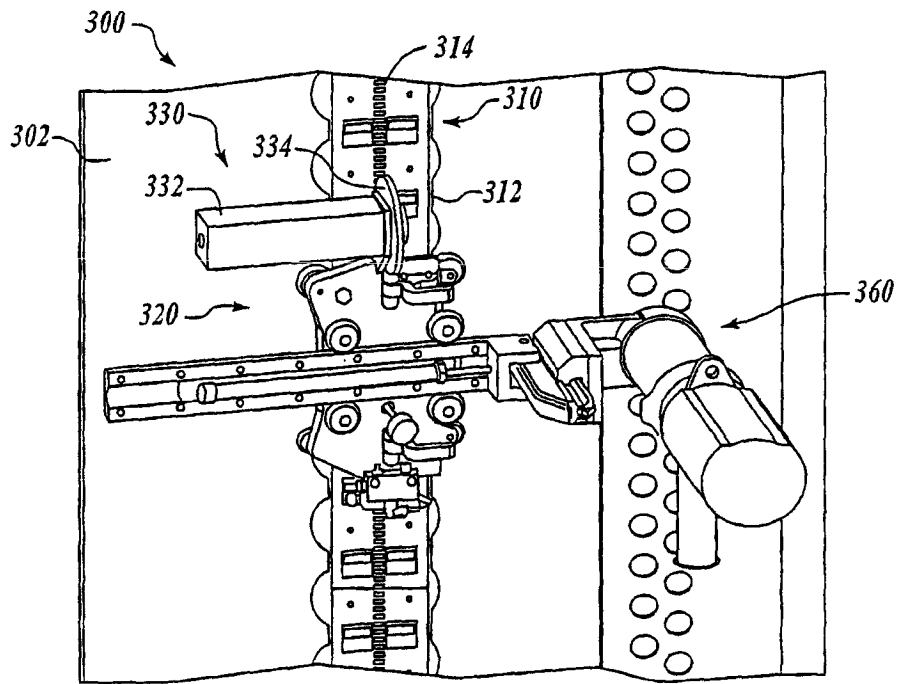


图 12

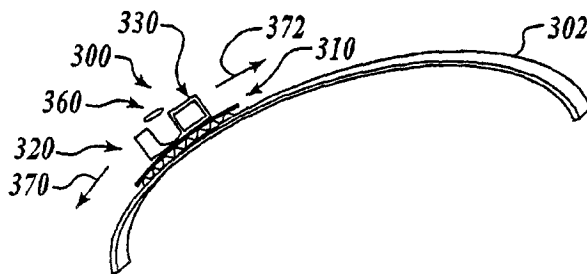


图 13

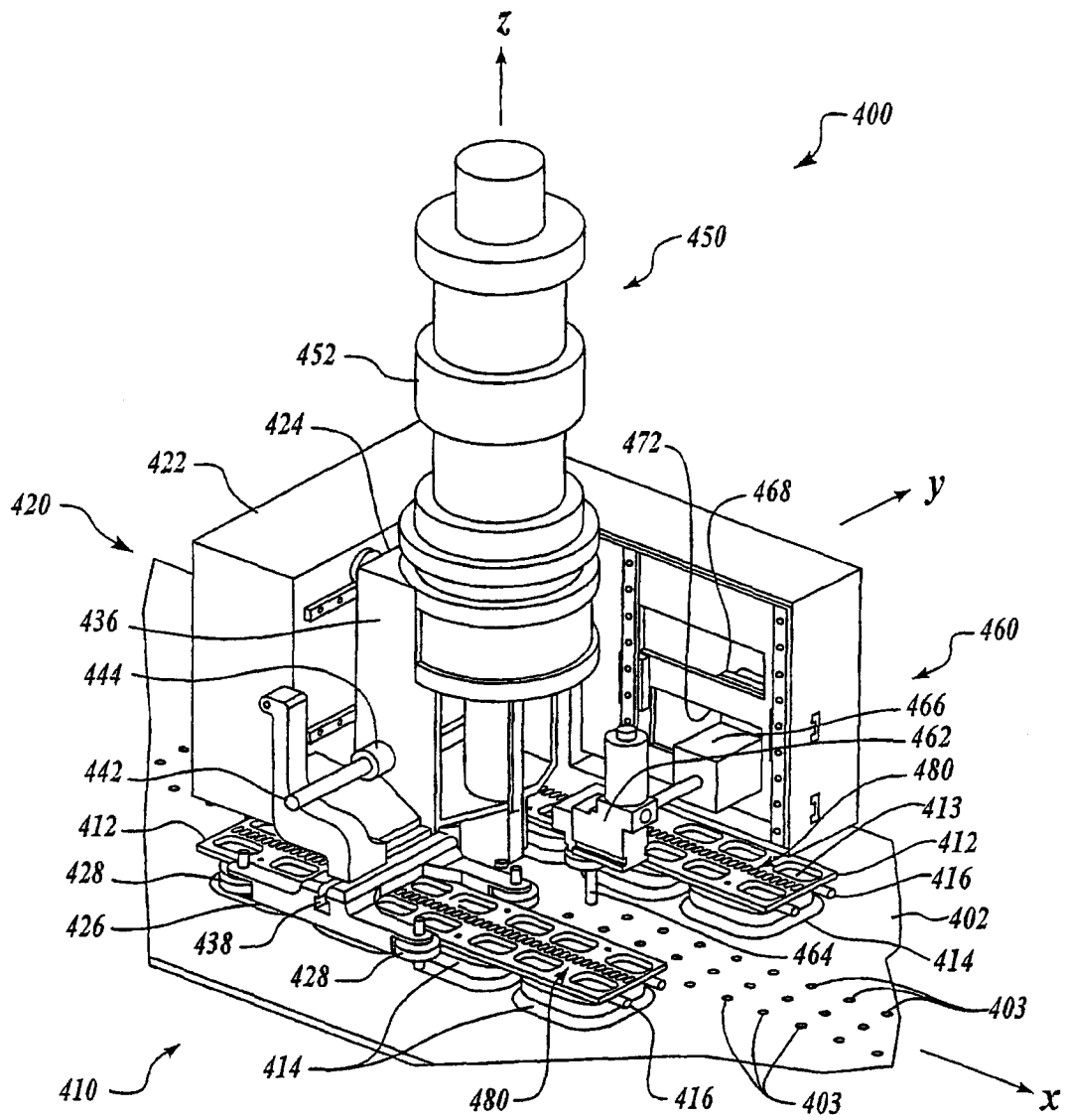


图 14

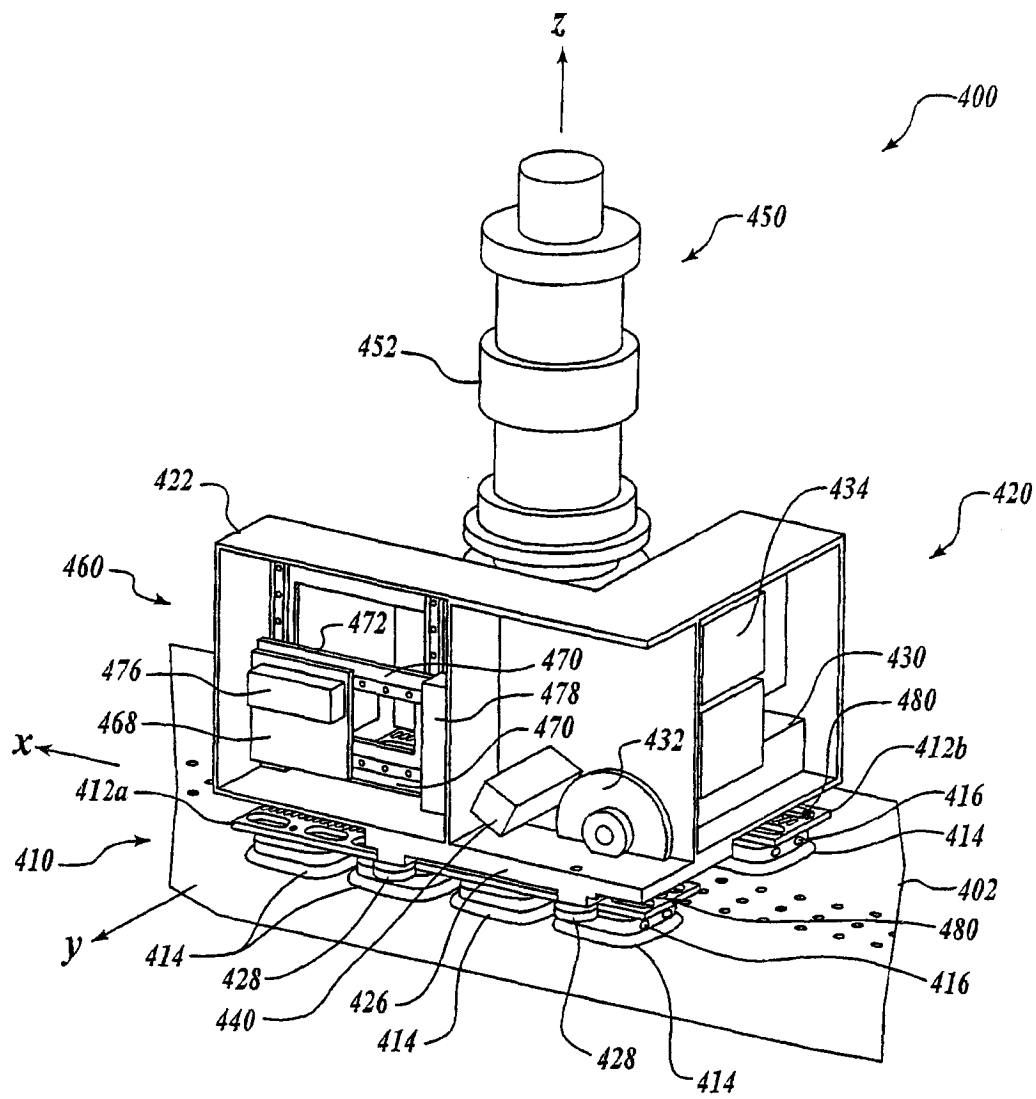


图 15

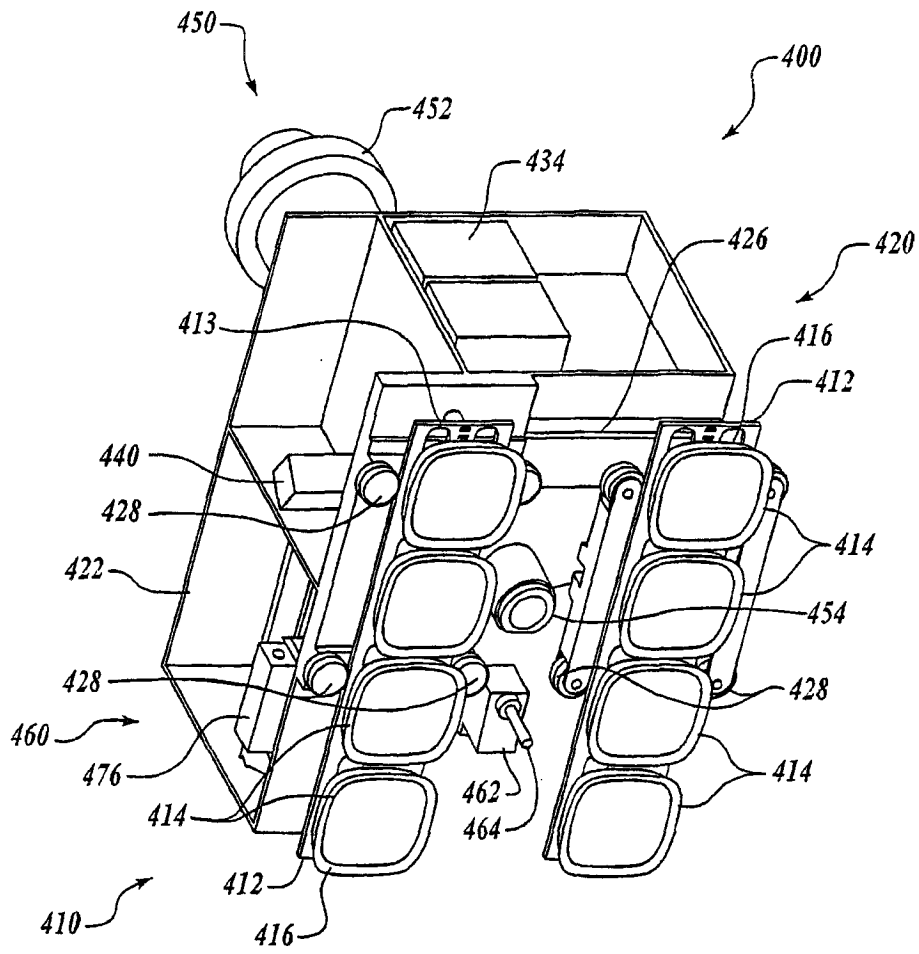


图 16

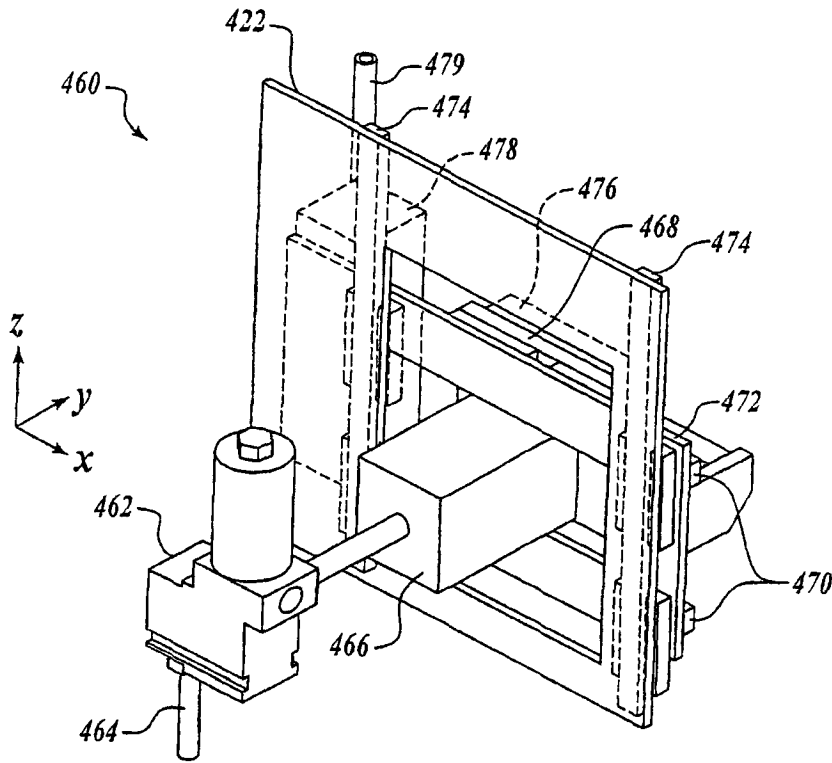


图 17

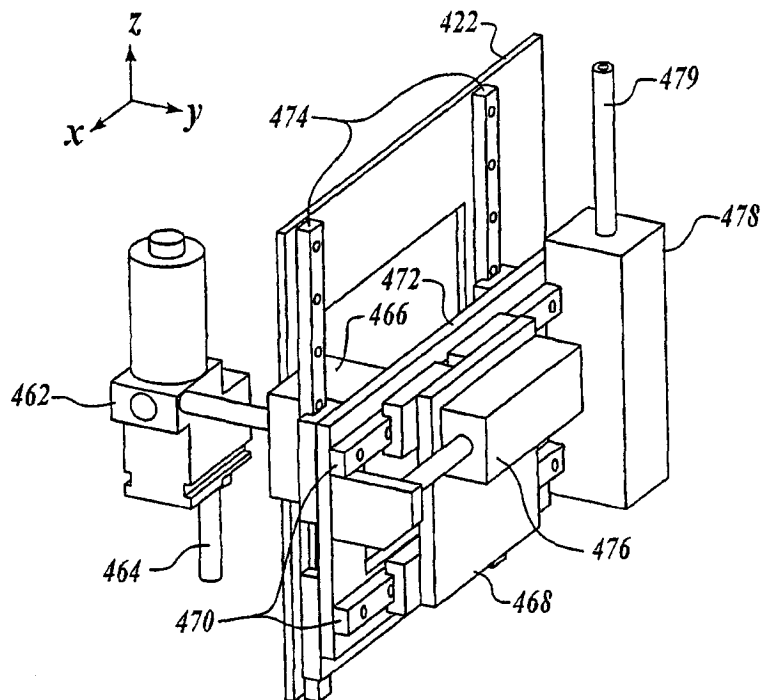


图 18

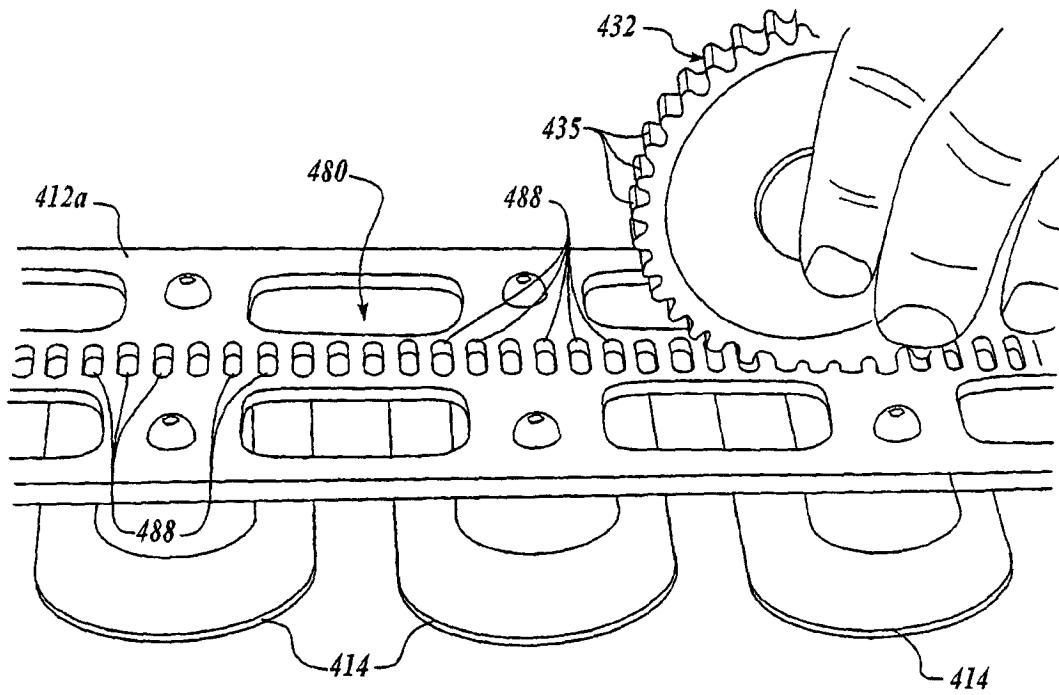


图 19

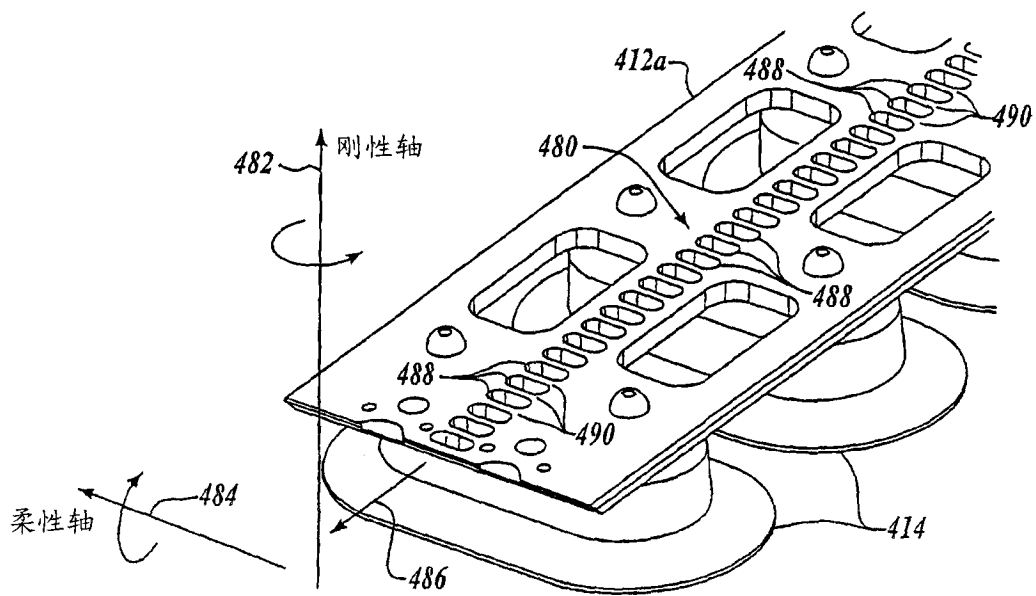


图 20

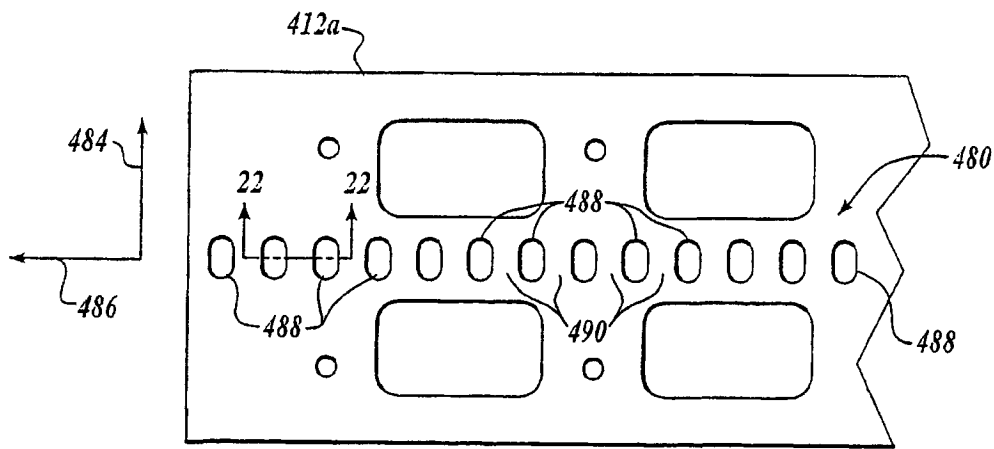


图 21

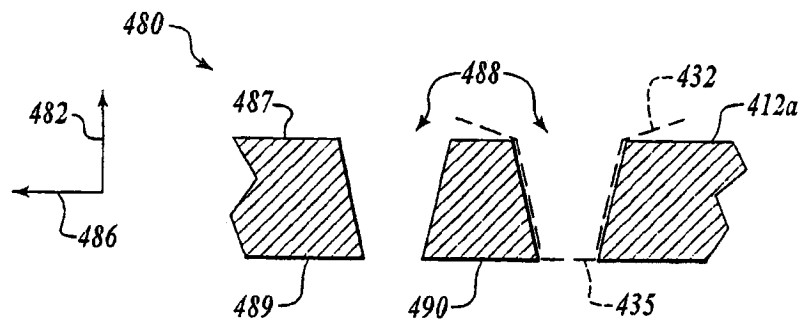


图 22

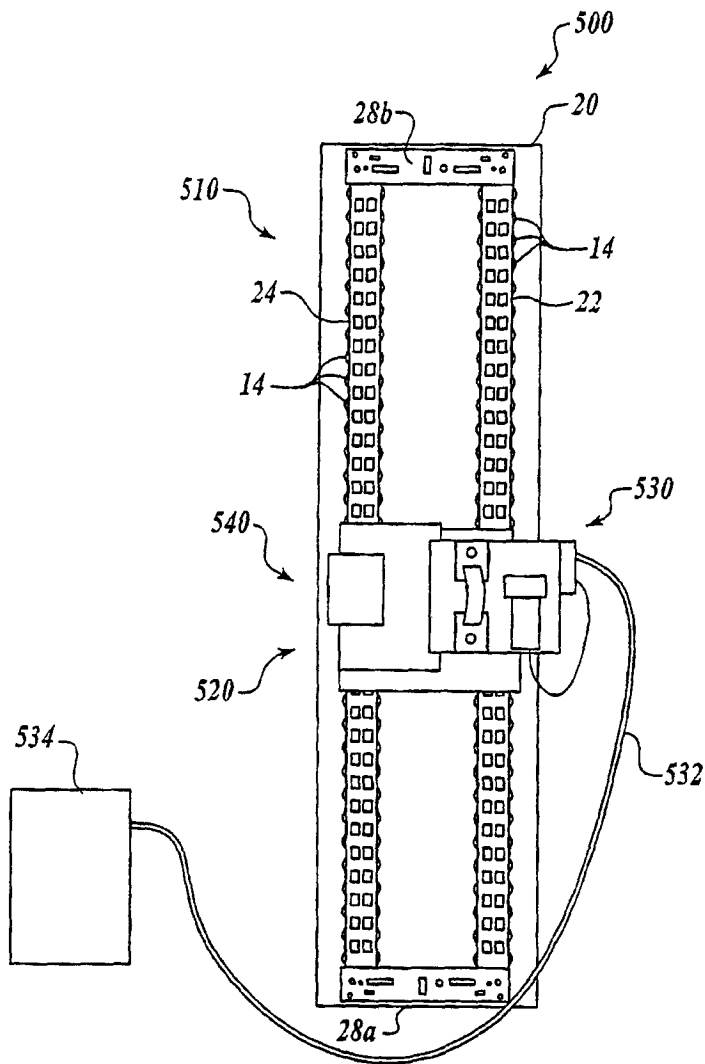


图 23

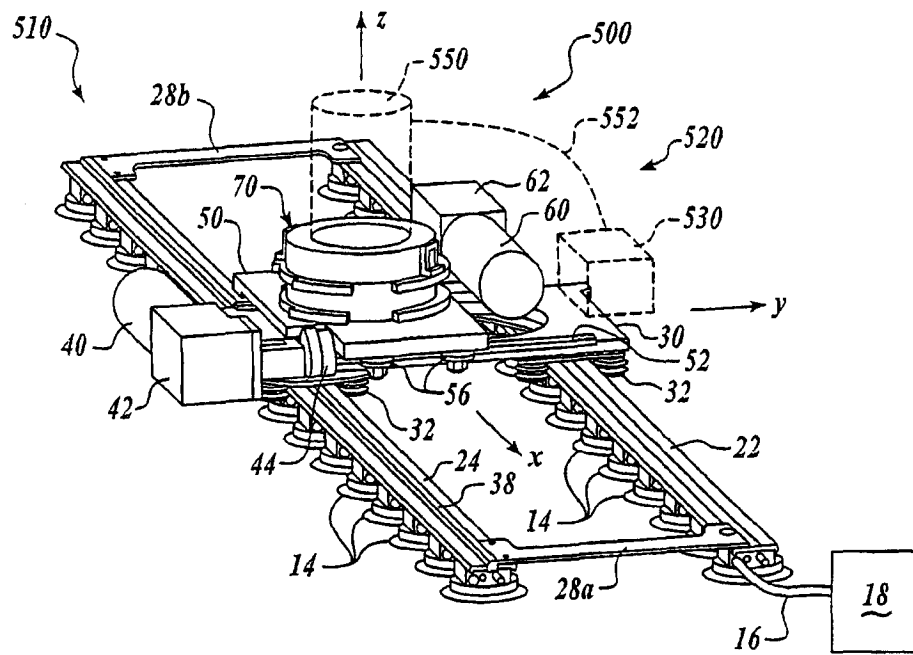


图 24

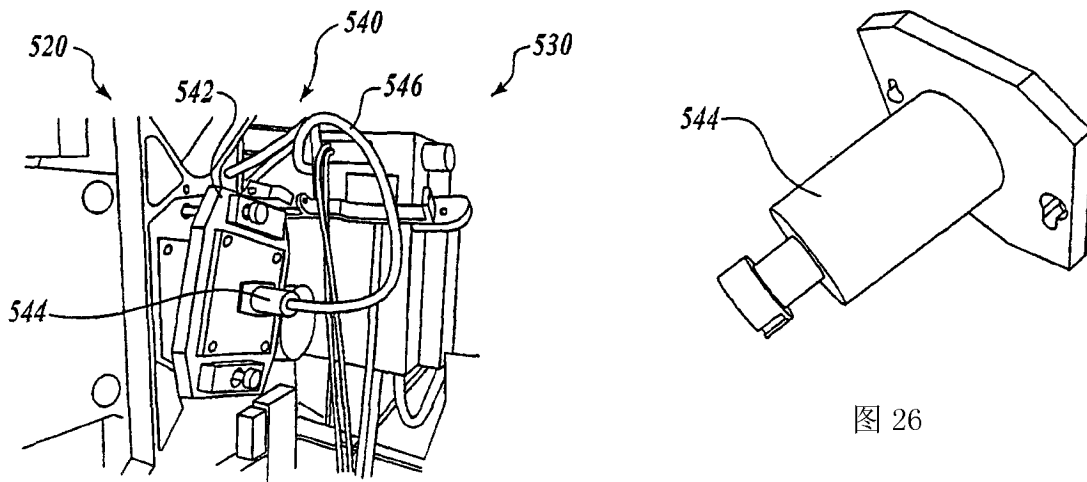


图 25

图 26

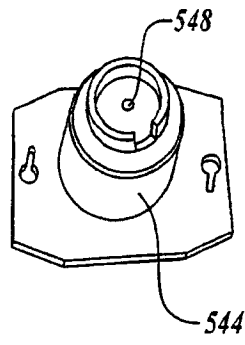


图 27

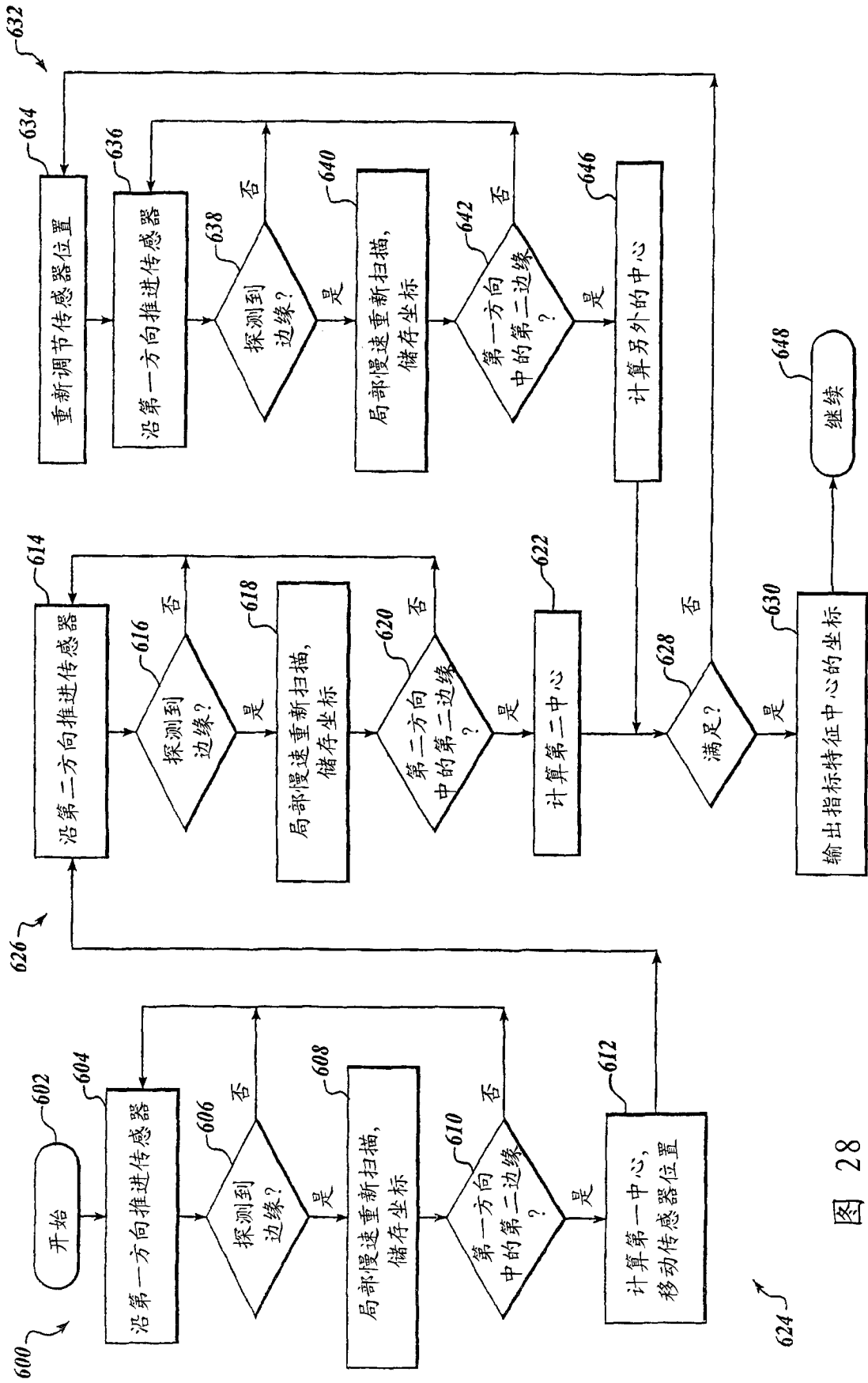


图 28

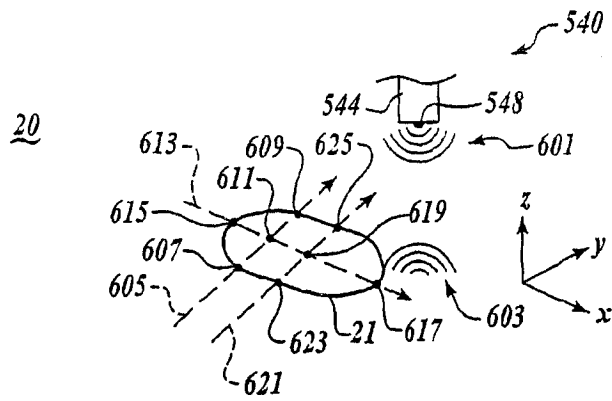


图 29

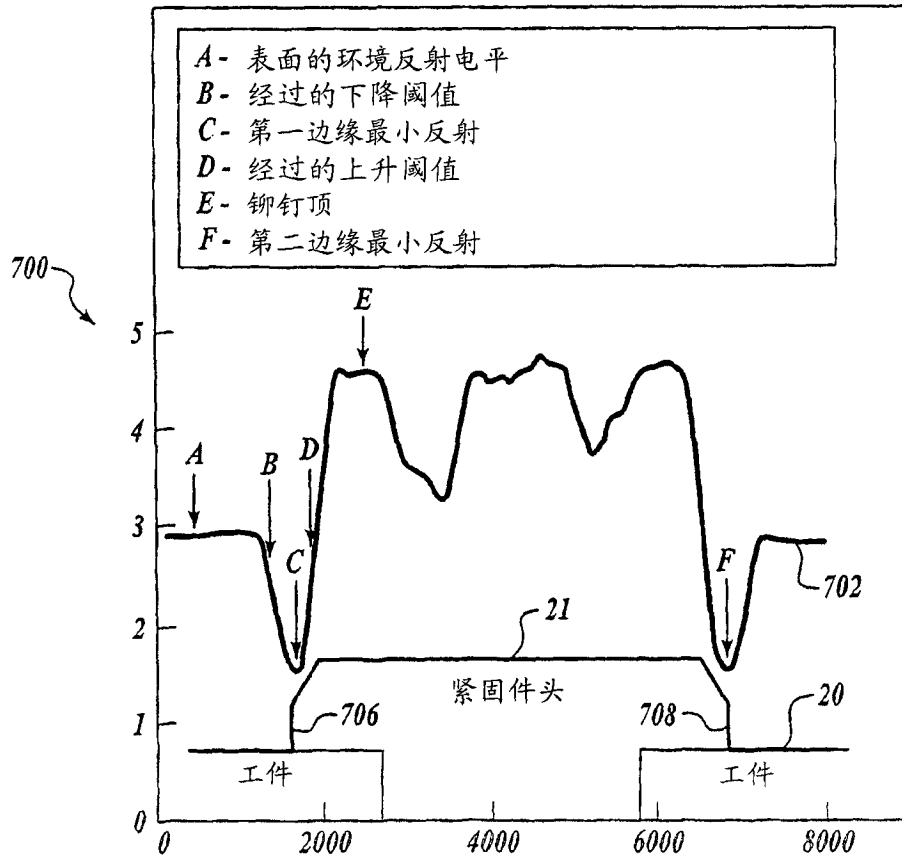


图 30

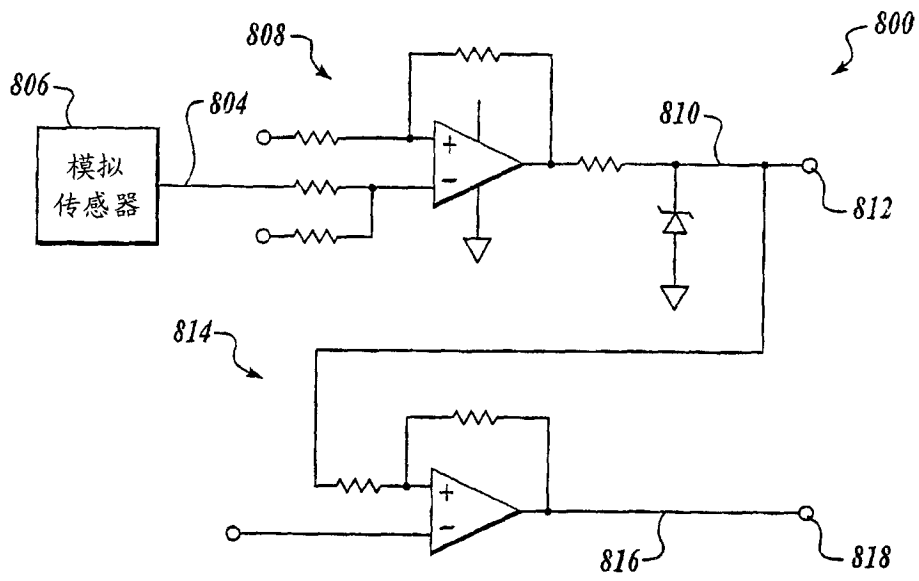


图 31

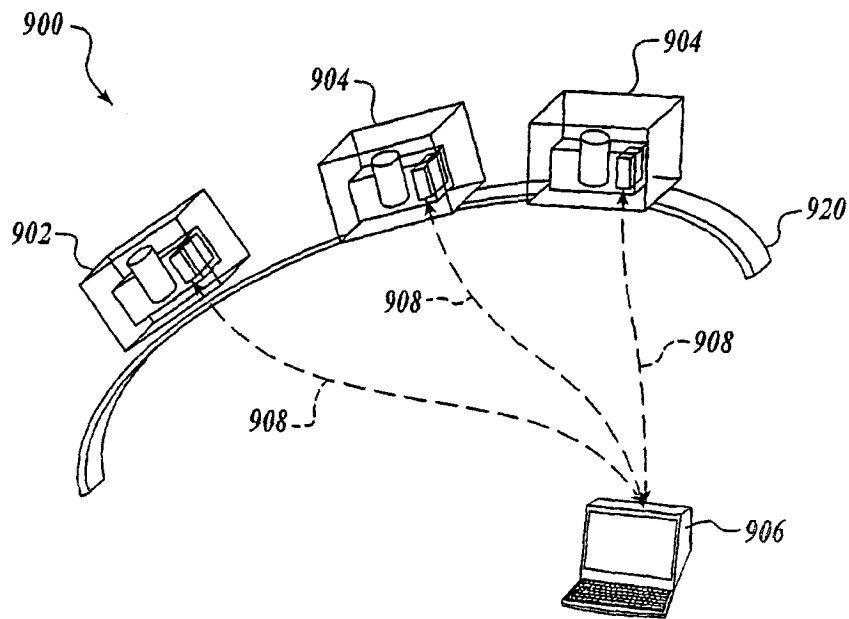


图 32

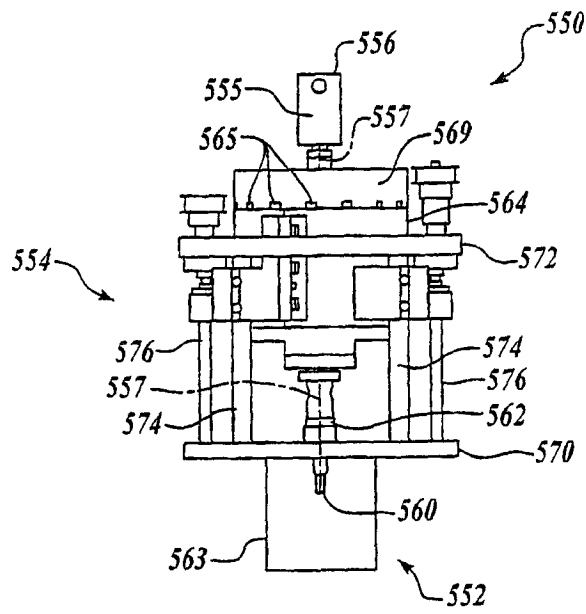


图 33

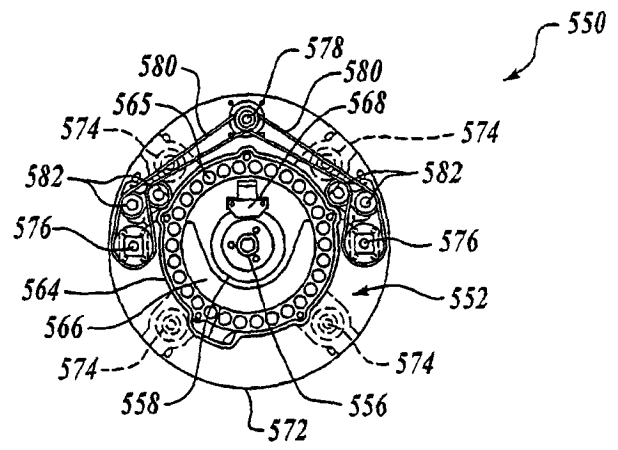


图 34

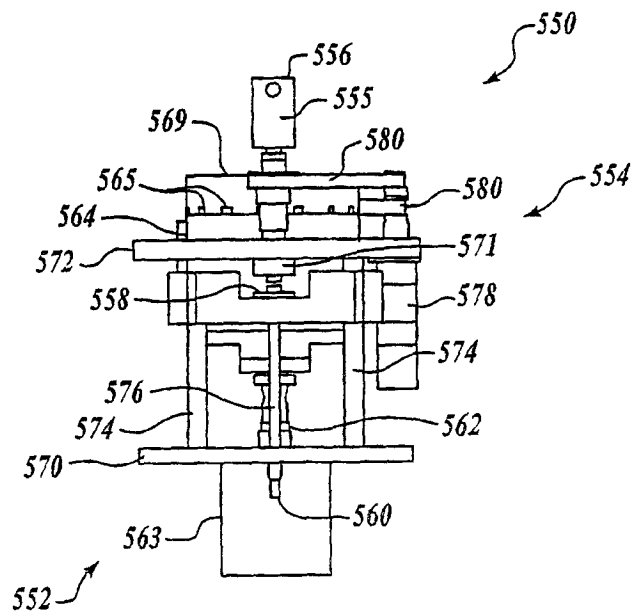


图 35