



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104220764 A

(43) 申请公布日 2014. 12. 17

(21) 申请号 201380015517. 1

代理人 罗闻

(22) 申请日 2013. 02. 09

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

F15B 15/06 (2006. 01)

61/597, 141 2012. 02. 09 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 09. 22

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/025459 2013. 02. 09

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/120036 EN 2013. 08. 15

(71) 申请人 莫戈公司

地址 美国纽约

(72) 发明人 J·科普 E·D·波恩斯

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

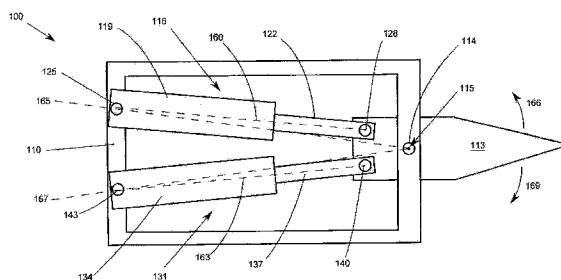
权利要求书5页 说明书13页 附图14页

(54) 发明名称

旋转致动器

(57) 摘要

一种旋转致动器 (100), 其具有: 基准结构 (110); 布置成围绕着轴线相对于所述基准结构进行旋转运动的输出构件 (113); 第一线性马达 (116), 布置成沿着大体上线性的方向选择地施加将第一马达构件 (119) 和第二马达构件 (122) 推开的输出力, 其中第一线性马达构造并且布置成在输出构件和基准结构之间产生沿着第一方向的力矩; 以及第二线性马达 (131), 布置成沿着大体上线性的方向选择地施加将所述第二线性马达的第一构件 (134) 和所述第二马达构件 (137) 推开的输出力, 其中所述第二线性马达构造并且布置成在所述输出构件和所述基准结构之间产生出沿着与第一方向相反的方向的力矩。



1. 一种旋转致动器,包括:

基准结构;

布置成围绕着轴线相对于所述基准结构进行旋转运动的输出构件;

具有第一构件和第二构件的第一线性马达,所述第一线性马达构造并且布置成沿着大体上线性的方向选择地施加将所述第一构件和第二构件推开的输出力;

所述第一线性马达的第一构件与所述基准结构连接;

所述第一线性马达的第二构件与所述输出构件连接,构造且布置成在所述第一线性马达施加所述输出力时围绕着所述轴线沿着第一方向在所述输出构件和所述基准结构之间产生力矩;

具有第一构件和第二构件的第二线性马达,所述第二线性马达构造并且布置成沿着大体上线性的方向选择地施加将所述第二线性马达的第一构件和所述第二线性马达的第二构件推开的输出力;

所述第二线性马达的第一构件与所述基准结构连接;并且

所述第二线性马达的第二构件与所述输出构件连接,构造且布置成在施加所述第二线性马达的输出力时围绕着所述轴线沿着与所述第一方向相反的方向在所述输出构件和所述基准结构之间产生力矩。

2. 如权利要求 1 所述的旋转致动器,其中所述第一线性马达包括单作用液压马达。

3. 如权利要求 2 所述的旋转致动器,其中所述第一线性马达的第一构件包括柱形腔室,并且所述第一线性马达的第二构件包括活塞。

4. 如权利要求 3 所述的旋转致动器,其中所述柱形腔室为缸。

5. 如权利要求 3 所述的旋转致动器,其中所述第一线性马达包括布置在所述活塞和所述输出构件之间的活塞连杆。

6. 如权利要求 3 所述的旋转致动器,其中所述第一线性马达的第一构件刚性安装在所述基准结构上。

7. 如权利要求 5 所述的旋转致动器,其中所述活塞连杆和所述活塞通过球接头连接。

8. 如权利要求 5 所述的旋转致动器,其中所述活塞连杆和所述输出构件通过枢接头或销接头连接。

9. 如权利要求 1 所述的旋转致动器,其中所述第一线性马达和所述第二线性马达均具有大体上平行的作用方向。

10. 如权利要求 1 所述的旋转致动器,其中所述输出构件包括轴以及与所述第一马达的第二构件连接的第一枢轴承和与所述第二马达的第二构件连接的第二枢轴承。

11. 如权利要求 10 所述的旋转致动器,其中所述第一枢轴承和所述第二枢轴承与所述轴线平行地偏移一尺寸而分离。

12. 如权利要求 10 所述的旋转致动器,其中所述第一枢轴承、所述第二枢轴承和所述轴线是共线的。

13. 如权利要求 1 所述的旋转致动器,其中所述第一线性马达的第一构件包括缸,所述第一线性马达的第二构件包括活塞,所述活塞具有第一表面和第二表面,所述第一表面与所述缸形成第一腔室,并且所述第二表面与所述缸形成第二腔室。

14. 如权利要求 13 所述的旋转致动器,其中所述缸具有大体上柱形的表面,并且所述

柱形表面包括在所述活塞的第一表面和所述活塞的第二表面之间的孔。

15. 如权利要求 14 所述的旋转致动器,其中所述旋转致动器还包括与所述活塞连接并且横跨所述孔的驱动连杆。

16. 如权利要求 2 所述的旋转致动器,其中所述第二线性马达包括单作用液压马达。

17. 如权利要求 16 所述的旋转致动器,其中对于给定的线性马达的线性致动距离,所述第一线性马达和所述第二线性马达具有等同的液压流体移位体积。

18. 如权利要求 16 所述的旋转致动器,其中所述第一线性马达和所述第二线性马达在液压上是平衡的。

19. 如权利要求 1 所述的旋转致动器,其中所述输出构件与飞机控制表面连接。

20. 如权利要求 1 所述的旋转致动器,还包括构造且布置成测量在所述输出构件和所述基准结构之间的角度的位置传感器。

21. 如权利要求 20 所述的旋转致动器,还包括伺服控制器。

22. 一种用于使得轴围绕着轴线转动的致动器,所述致动器包括:

外壳;

第一单作用缸,它设置在所述外壳中并且在其中具有第一活塞和第一连杆;

布置在所述轴上的曲柄;

第二单作用缸,它设置在所述外壳中并且在其中具有第二活塞和第二连杆,

其中所述第一和第二连杆附接在所述曲柄上的不同位置,并且

其中所述致动器构造并且布置成使得所述第一单作用缸的致动导致所述曲柄沿着第一方向转动,并且所述第二单作用缸的致动导致所述曲柄沿着与所述第一方向相反的第二方向转动。

23. 如权利要求 22 所述的致动器,其中所述第一和第二缸基本上平行取向。

24. 如权利要求 22 所述的致动器,其中所述第一和第二缸两者构造并且布置成均具有预负载,以提供沿着相同的总体方向的力而消除反冲。

25. 如权利要求 22 所述的致动器,其中所述轴在设置在所述外壳中的一组轴承上转动。

26. 如权利要求 22 所述的致动器,其中所述轴与飞机控制表面连接。

27. 如权利要求 22 所述的致动器,其中所述致动器构造并且布置成通过向第一压力腔室和第二压力腔室中的一个施加额外的压力,来使得所述曲柄从第一位置向第二位置运动。

28. 如权利要求 27 所述的致动器,其中所述致动器构造并且布置成通过在所述第一和第二压力腔室内提供基本相同的压力来保持所述曲柄的位置。

29. 如权利要求 27 所述的致动器,其中所述致动器构造并且布置成通过不允许液压流体流入或流出所述第一或第二压力腔室来保持所述曲柄的位置。

30. 如权利要求 22 所述的致动器,其中所述第一和第二单作用缸具有非圆形的横截面。

31. 如权利要求 22 所述的致动器,其中所述第一连杆通过球接头与所述第一活塞连接。

32. 如权利要求 22 所述的致动器,其中所述第一连杆和所述输出构件通过枢接头或销

接头连接。

33. 如权利要求 22 所述的致动器,其中所述第一和第二单作用缸与所述轴线平行地偏移一尺寸而分离。

34. 如权利要求 22 所述的致动器,其中所述第一和第二单作用缸共享共同的孔道。

35. 如权利要求 22 所述的致动器,其中所述致动器构造并且布置成使得所述第一单作用缸排出的液压流体与由所述第二单作用缸吸入的液压流体体积基本上体积相同,以便所述轴运动。

36. 如权利要求 22 所述的致动器,还包括构造且布置成测量在所述轴和所述外壳之间的角度的位置传感器。

37. 如权利要求 36 所述的致动器,还包括伺服控制器。

38. 一种操作致动器的方法,该致动器具有:

基准结构;

布置成围绕着轴线相对于所述基准结构进行旋转运动的输出构件;

具有第一构件和第二构件的第一线性马达,所述第一线性马达构造并且布置成沿着大体上线性的方向选择地施加将所述第一构件和所述第二构件推开的输出力;

所述第一线性马达的第一构件与所述基准结构连接;

所述第一线性马达的第二构件与所述输出构件连接,构造且布置成在所述第一线性马达施加所述输出力时围绕着所述轴线沿着第一方向在所述输出构件和所述基准结构之间产生力矩;

第二线性马达,它具有第一构件和第二构件,所述第二线性马达构造并且布置成沿着大体上线性的方向选择地施加将所述第二线性马达的第一构件和所述第二线性马达的第二构件推开的输出力;

所述第二线性马达的第一构件与所述基准结构连接;

所述第二线性马达的第二构件与所述输出构件连接,构造并且布置成在施加所述第二线性马达的输出力时围绕着所述轴线沿着与所述第一方向相反的方向在所述输出构件和所述基准结构之间产生力矩,

所述方法包括以下步骤:

使得所述第一线性马达施加第一非零力,使得所述第二线性马达施加第二非零力,由此降低反冲。

39. 如权利要求 38 所述的方法,还包括以下步骤:

接收指令输出构件特征;并且

在所述输出构件的实际特征与所述指令输出构件特征不匹配时,相对于所述第二非零力调节所述第一非零力。

40. 如权利要求 39 所述的方法,其中所述输出构件的特征为相对于所述基准结构的角

度。

41. 如权利要求 40 所述的方法,其中所述方法还包括以下步骤:

在所述输出构件的角度小于所述指令输出构件角度位置时相对于所述第一非零力提高所述第二非零力,

由此在所述输出构件和所述基准结构之间施加力矩。

42. 一种液压致动器,包括:

缸,其具有带有纵向轴线以及第一端部和第二端部的大体上柱形的内表面;

所述内表面具有布置在所述第一端部和所述第二端部之间的孔;

活塞,其构造并且布置成在所述缸内滑动运动,所述活塞具有第一表面和第二表面,所述第一表面和第二表面沿着所述纵向轴线面对着大体上相反的方向;

所述第一表面与所述缸形成第一腔室,并且所述第二表面与所述缸形成第二腔室;

与所述第一腔室流体连通的第一液压端口;

与所述第二腔室流体连通的第二液压端口;

驱动连杆,其具有第一端部和第二端部,并且布置成穿过所述孔,所述驱动连杆的第一端部与在所述活塞上位于所述第一表面和所述第二表面之间的位置连接,

其中所述致动器构造并且布置成在所述活塞相对于所述缸运动时引起所述驱动连杆相对于所述缸的运动。

43. 如权利要求 42 所述的液压致动器,其中所述驱动连杆没有穿过所述第一腔室或所述第二腔室。

44. 如权利要求 42 所述的液压致动器,还包括基准结构和位于所述驱动连杆和所述基准结构之间的枢接头,所述枢接头构造并且布置成允许所述驱动连杆和所述基准结构之间围绕轴线的旋转运动,并且其中所述缸安装在所述基准结构上。

45. 如权利要求 42 所述的液压致动器,还包括构造并且布置成相对于所述缸进行旋转运动的驱动轴,并且其中所述驱动轴与所述驱动连杆连接。

46. 如权利要求 42 所述的液压致动器,其中所述缸具有非圆形横截面。

47. 如权利要求 42 所述的液压致动器,其中所述驱动连杆通过枢接头或销接头与所述活塞连接。

48. 如权利要求 42 所述的液压致动器,其中所述驱动连杆通过万向接头与所述活塞连接。

49. 如权利要求 42 所述的液压致动器,其中所述驱动连杆通过球接头与所述活塞连接。

50. 如权利要求 42 所述的液压致动器,其中所述第一腔室和所述第二腔室在液压上是平衡的。

51. 如权利要求 42 所述的液压致动器,其中所述致动器构造并且布置成使得所述第一腔室排出的液压流体体积与由第二腔室吸入的液压流体体积基本上相同,以便所述活塞相对于所述缸运动。

52. 如权利要求 42 所述的液压致动器,还包括构造且布置成测量在所述驱动连杆和所述缸之间的角度的位置传感器。

53. 如权利要求 52 所述的液压致动器,还包括伺服控制器。

54. 一种致动器动力系统,包括:

弯曲轴线液压泵,它具有第一液压端口、第二液压端口和输入驱动轴;

齿轮组件,它具有与所述弯曲轴线液压泵的输入驱动轴机械连接的齿轮轴,用于提供机械优点以使得所述弯曲轴线液压泵以比所述齿轮轴更低的速度转动,

其中所述致动器动力系统构造并且布置成在所述齿轮轴转动时引起在所述第一液压

端口和所述第二液压端口之间的流体流。

55. 如权利要求 54 所述的致动器动力系统,还包括与所述齿轮轴连接的电马达。

56. 如权利要求 55 所述的致动器动力系统,还包括液压平衡的旋转致动器,其构造并且布置成由所述弯曲轴线液压泵提供动力。

旋转致动器

[0001] 相关申请的交叉参考

[0002] 本申请要求 2012 年 2 月 9 日提交的美国临时专利申请 No. 61/597141 的优先权，该申请由此通过引用而并入本申请。

技术领域

[0003] 本发明大体上涉及旋转致动器领域，更具体地说涉及高性能小尺寸旋转致动器。

背景技术

[0004] 通常已知几种类型的旋转致动器。例如，已经制造出基于叶片的旋转液压致动器以及基于纯电马达的旋转致动器。

发明内容

[0005] 所公开的实施例的相应部件、部分或表面的加括号的附图标记只是用于例举说明目的而不是进行限制，本发明提供了一种旋转致动器 (100)，其具有：基准结构 (110)；布置成围绕轴线相对于所述基准结构进行旋转运动的输出构件 (113)；具有第一构件 (119) 和第二构件 (122) 的第一线性马达 (116)，所述第一线性马达构造并且布置成沿着大体上线性的方向选择地施加将所述第一构件和第二构件推开的输出力，所述第一线性马达的第一构件与所述基准结构连接，所述第一线性马达的第二构件与所述输出构件连接，构造且布置成在所述第一线性马达施加所述输出力时围绕着所述轴线沿着第一方向在所述输出构件和所述基准结构之间产生力矩；具有第一构件 (134) 和第二构件 (137) 的第二线性马达 (131)，所述第二线性马达构造并且布置成沿着大体上线性的方向选择地施加将所述第二线性马达的第一构件和所述第二线性马达的第二构件推开的输出力，所述第二线性马达的第一构件与所述基准结构连接，所述第二线性马达的第二构件与所述输出构件连接，构造且布置成在施加所述第二线性马达的输出力时围绕着所述轴线沿着与所述第一方向相反的方向在所述输出构件和所述基准结构之间产生力矩。

[0006] 所述第一线性马达 (216) 可以包括单作用液压马达。所述第一线性马达的第一构件可以具有柱形腔室和 / 或所述第一线性马达的第二构件可以具有活塞 (222)。所述柱形腔室可以为缸 (219)。所述第一线性马达可以具有布置在所述活塞和所述输出构件之间的活塞连杆 (248)。所述第一线性马达的第一构件可以刚性安装在所述基准结构上。所述活塞连杆和 / 或所述活塞可以通过球接头连接。所述活塞连杆和所述输出构件可以通过枢接头 (228) 或销接头连接。所述第一线性马达和所述第二线性马达均可以具有大体上平行的作用方向。所述输出构件可以具有轴。所述输出构件可以具有与所述第一马达的第二构件连接的第一枢轴承 (228) 和 / 或与所述第二马达的第二构件连接的第二枢轴承 (240)。所述第一枢轴承和所述第二枢轴承可以沿着与所述轴线平行的方向偏移一尺寸而分开。

[0007] 所述第一枢轴承、所述第二枢轴承和所述轴线可以是共线的。所述第一线性马达的第一构件可以具有缸，而所述第一线性马达的第二构件可以具有活塞，所述活塞具有第

一表面和第二表面。所述第一表面可以与缸形成第一腔室(245),并且所述第二表面与所述缸形成第二腔室(255)。所述缸可具有大体上为圆柱形的表面。所述圆柱形表面可以具有在所述活塞的第一表面和所述活塞的第二表面之间的孔。所述旋转致动器还可以具有与所述活塞连接的驱动连杆。所述驱动连杆可以横跨所述孔。

[0008] 所述第二线性马达(231)可以具有单作用液压马达。所述第一线性马达和所述第二线性马达可以具有对于给定的线性马达的线性致动距离而移位的等同液压流体体积。所述第一线性马达和所述第二线性马达可以在液压上是平衡的。所述输出构件可以与飞机控制表面连接。所述旋转致动器还可以具有构造且布置成测量在所述输出构件和所述基准结构之间的角度的位置传感器。所述旋转致动器还可以具有伺服控制器。

[0009] 在另一个方面,提供了一种用于使得轴(313)围绕着轴线(319)转动的致动器(300),该致动器具有:外壳(303);第一单作用缸(322),它设置在所述外壳中并且在其中具有第一活塞(328)和第一连杆(349);与所述轴连接的曲柄(334);第二单作用缸(325),它设置在所述外壳中并且在其中具有第二活塞(331)和第二连杆(349),其中所述第一和第二连杆可以附接在所述曲柄上的不同位置,并且其中所述致动器构造并且布置成使得所述第一作用缸的致动使得所述曲柄沿着第一方向转动,并且所述第二单作用缸的致动使得所述曲柄沿着与所述第一方向相反的第二方向转动。

[0010] 所述第一和第二缸可以基本上平行地取向。所述第一和第二缸两者可以构造并且布置成均具有预负载以提供沿着相同的总体方向的力以便消除反冲。所述轴可以在设置在所述外壳中的一组轴承上转动。所述轴可以与飞机控制表面连接。所述致动器可以构造并且布置成通过向第一压力腔室和第二压力腔室中的一个施加额外的压力来使得所述曲柄从第一位置向第二位置运动。所述致动器可以构造并且布置成通过在所述第一和第二压力腔室内提供基本相同的压力来保持所述曲柄的位置。

[0011] 所述致动器可以构造并且布置成通过不允许液压流体相对于所述第一或第二压力腔室流入或流出来保持所述曲柄的位置。所述第一和第二单作用缸可以具有非圆形的横截面。所述第一连杆可以通过球接头(352)与所述第一活塞连接。所述第一连杆和所述输出构件可以通过枢接头或销接头连接。所述第一和第二单作用缸可以沿着与所述轴线平行的方向偏移一尺寸而分开。所述第一和第二单作用缸可以共享共同的孔道。所述致动器可以构造并且布置成使得所述第一单作用缸排出与由所述第二单作用缸吸入的液压流体体积基本上体积相同的液压流体以使所述轴运动。所述致动器还可以具有布置且构成为测量在所述轴和所述外壳之间的角度的位置传感器。所述致动器还可以具有伺服控制器。

[0012] 在另一个方面,本发明提供了一种操作致动器的方法,该致动器具有:基准结构(110);布置成围绕着轴线相对于所述基准结构进行旋转运动的输出构件(113);具有第一构件(119)和第二构件(122)的第一线性马达(116),所述第一线性马达构造并且布置成沿着大体上线性的方向选择地施加将所述第一构件和所述第二构件推开的输出力,所述第一线性马达的第一构件与所述基准结构连接,所述第一线性马达的第二构件与所述输出构件连接,构造且布置成在所述第一线性马达施加所述输出力时围绕着所述轴线沿着第一方向在所述输出构件和所述基准结构之间产生力矩;第二线性马达(131),它具有第一构件(134)和第二构件(137),所述第二线性马达构造并且布置成沿着大体上线性的方向选择地施加将所述第二线性马达的第一构件和所述第二线性马达的第二构件推开的输出力,所

述第二线性马达的第一构件与所述基准结构连接,所述第二线性马达的第二构件与所述输出构架连接,构造并且布置成在施加所述第二线性马达的输出力时围绕着所述轴线沿着与所述第一方向相反的方向在所述输出构件和所述基准结构之间产生力矩,该方法具有以下步骤:使得所述第一线性马达施加第一非零力,并且使得所述第二线性马达施加第二非零力,由此降低反冲。

[0013] 所述方法还可以具有以下步骤:接收指令输出构件特征;并且在所述输出构件的实际特性与指令输出构件特征不匹配时相对于所述第二非零力调节所述第一非零力。所述输出构件特征可以为相对于所述基准结构的角度的位置。所述方法还可包括在所述输出构件的角度小于指令输出构件角度位置时相对于所述第一非零力提高所述第二非零力的步骤,由此可以在所述输出构件和所述基准结构之间施加力矩。

[0014] 在另一方面,提供了一种液压致动器(400),它具有:缸(419),其具有带有纵向轴线以及第一端部和第二端部的大体上为圆柱形的内表面,所述内表面具有布置在所述第一端部和所述第二端部之间的孔(470);活塞(422),其构造并且布置成在所述缸内滑动运动,所述活塞具有第一表面和第二表面,所述第一表面和第二表面沿着所述纵向轴线面对着大体上相反的方向,所述第一表面与所述缸形成第一腔室(494)并且所述第二表面与所述缸形成第二腔室(495);与所述第一腔室流体连通的第一液压端口(492);与所述第二腔室流体连通的第二液压端口(493);驱动连杆(448),其具有第一端部和第二端部,并且布置成穿过所述孔,所述驱动连杆的第一端部与在所述活塞上位于所述第一表面和所述第二表面之间的位置连接,其中所述致动器构造并且布置成在所述活塞相对于所述缸运动时引起所述驱动连杆相对于所述缸的运动。

[0015] 所述驱动连杆没有穿过所述第一腔室或所述第二腔室。所述液压致动器还可以包括基准结构和位于所述驱动连杆和所述基准结构之间的枢接头,该枢接头构造并且布置成使得在所述驱动连杆和所述基准结构之间能够围绕着轴线进行旋转运动。所述缸可以安装在所述基准结构上。所述液压致动器还可以具有构造并且布置成相对于所述缸进行旋转运动的驱动轴(413)。所述驱动轴可以与所述驱动连杆连接。所述缸可以具有非圆形横截面。所述驱动连杆可以通过枢接头或销接头与所述活塞连接。所述驱动轴可以通过万向接头与所述活塞连接。所述驱动连杆可以通过球接头与所述活塞连接。所述第一腔室和所述第二腔室可以在液压上是平衡的。

[0016] 所述致动器可以构造并且布置成使得所述第一腔室排出与由所述第二腔室吸入的液压流体体积基本上体积相同的液压流体以使所述轴运动。所述液压致动器还可以具有布置且构成为测量在所述驱动连杆和所述缸之间的角度的位置传感器。所述液压致动器还可以具有伺服控制器。

[0017] 在另一方面,本发明提供了一种致动器动力系统,其具有:弯曲轴线液压泵(740),它具有第一液压端口(733)、第二液压端口(735)和输入驱动轴;齿轮组件(750),它具有与所述弯曲轴线泵的输入驱动轴机械连接的齿轮轴,用于提供机械优势以使得所述弯曲轴线泵以比所述齿轮轴更低的速度转动,其中所述致动器动力系统可以构造并且布置成在所述齿轮轴转动时引起在所述第一液压端口和所述第二液压端口之间的流体流。所述致动器动力系统还可以具有与所述齿轮轴连接的电马达(760)。所述致动器动力系统还可以具有液压平衡的旋转致动器,其构造并且布置成由所述弯曲轴线液压泵提供动力。

附图说明

- [0018] 图 1 为旋转致动器的第一实施例的侧视图。
- [0019] 图 2 为旋转致动器的第二实施例的侧视图。
- [0020] 图 3 为旋转致动器的第三实施例的透视图。
- [0021] 图 4 为在图 3 中所示的旋转致动器的正视图。
- [0022] 图 5 为在图 3 中所示的旋转致动器的侧视图。
- [0023] 图 6 为在图 3 中所示的实施例的透视图,其外壳被去除。
- [0024] 图 7 为在图 6 中所示的实施例的正视图。
- [0025] 图 8 为在图 6 中所示的实施例的侧视图。
- [0026] 图 9 为在图 6 中所示的旋转致动器的活塞连杆组件的视图。
- [0027] 图 10A 为沿着在图 9 中的 10A-10A 线剖开的剖视图。
- [0028] 图 10B 为在图 10A 中所示的组件的一部分的分解透视图。
- [0029] 图 11 为旋转致动器的第四实施例沿着在图 12 中的 11-11 线剖开的侧剖视图。
- [0030] 图 12 为旋转致动器的第四实施例的正视图。
- [0031] 图 13 为在图 12 中所示的旋转致动器的活塞组件的透视图。
- [0032] 图 14 为在图 13 中所示的活塞组件的侧剖视图。
- [0033] 图 15 为在图 14 中所示的圆形虚线部分的放大图。
- [0034] 图 16 为旋转致动器的第五实施例的正视图。
- [0035] 图 17 为在图 16 中所示的旋转致动器的侧剖视图。
- [0036] 图 18 为可选的活塞组件的等距视图。
- [0037] 图 19 为在图 18 中所示的可选活塞组件的俯视图。
- [0038] 图 20 为在图 18 中所示的可选活塞组件的侧视图。
- [0039] 图 21 为在图 18 中所示的可选活塞组件的侧剖视图。
- [0040] 图 22 为其外壳被去除的旋转致动器的另一个实施例的侧视图。
- [0041] 图 23 为旋转致动器系统的系统图。
- [0042] 图 24 为在图 23 中所示的第一型式泵的剖视图。

具体实施方式

[0043] 首先,应该清楚理解的是,相同的附图标记在这几幅附图中用来始终标识相同的结构元件、部分或表面,而这些元件、部分或表面可以由整个书面说明来进一步描述或说明,其中该详细说明为整个书面说明书的整体组成部分。除非另有指明,这些附图用于与说明书一起阅读(例如截面线、部分、比例、角度的布置等),并且被认为是本发明的整个书面说明的一部分。当在下面的描述中使用术语“水平”、“垂直”、“左”、“右”、“上”和“下”及其形容词和副词(例如“水平地”、“向右地”、“向上地”等)仅仅指的是在具体附图面向读者时所指示结构的取向。同样,术语“向内地”和“向外地”大体上指的是表面相对于其延伸轴线或旋转轴线的适当取向。

[0044] 所公开的实施例提供了由线性马达驱动的高性能旋转致动器和旋转致动器系统。现在参照这些附图,并且更具体地参照图 1,公开了旋转致动器的第一实施例的侧视图。旋

转致动器 100 包括基准结构 110、第一线性马达 116、第二线性马达 131 和输出构件 113。如图 1 所示,基准结构 110 大体上为刚性框架或外壳。输出构件 113 也为大体上刚性的结构。输出构件 113 通过枢接头 114 与基准结构 110 连接。枢接头 114 允许在基准结构 110 和输出构件 113 之间围绕着轴线 115 进行旋转运动。(轴线 115 如图 1 所示其方向垂直于页面。)枢接头 114 还可以包含传感器,该传感器测量在基准结构 110 和输出构件 113 之间的角度和 / 或力矩。

[0045] 线性马达 116 具有两个主要部分,它们包括第一构件 119 和第二构件 122。第一构件 119 和第二构件 122 连接以便相对于彼此进行线性运动。在启动线性马达 116 时,施加沿着方向 160 将第一构件 119 和第二构件 122 推开的力。

[0046] 线性马达 131 类似于线性马达 116。线性马达 131 具有两个主要部分,即第一构件 134 和第二构件 137。第一构件 134 和第二构件 137 连接以便相对于彼此进行线性运动。在启动线性马达 131 时,施加沿着方向 163 将第一构件 134 和第二构件 137 推开的力。

[0047] 线性马达 116 的第一构件 119 在连接件 125 处与基准结构 110 连接。第二构件 122 在连接件 128 处与输出构件 113 连接。连接件 125 和 128 可以包括枢接头、万向接头或球接头。连接件 125 和 128 在第一构件 119 和第二构件 122 的一部分能够相对于彼此转动的情况下也可以为刚性安装件。线性马达 116 的致动推压第二构件 122 而将它沿着直线 160 相对于第一构件 119 向右驱动。该致动有效地将连接件 125 和连接件 128 推开。换句话说,线性马达 116 使得力沿着将两者推开的方向施加在位于位置 125 处的基准结构 110 和位于位置 128 处的输出构件 113 之间。因为连接件 128 位于形成在连接件 125 和枢接头 114 之间的直线 165 上方,所以由线性马达 116 施加的力在基准结构 110 和输出构件 113 之间产生力矩 169。

[0048] 线性马达 131 类似地连接在基准结构 110 和输出元件 113 之间,但是线性马达 131 布置成选择地产生要施加在基准结构 110 和输出元件 113 之间的力矩 166,该力矩的方向与力矩 169 相反。更具体地说,线性马达 131 的第一构件 134 在连接件 143 处与基准结构 110 连接。第二构件 137 在连接件 140 处与输出构件 113 连接。连接件 143 和 140 可以包括枢接头、万向接头、球接头,或者在第一构件 134 和第二构件 137 的一部分能够相对于彼此转动的情况下也可以为刚性安装件。线性马达 131 的致动推压第二构件 137 相对于第一构件 134 向右驱动。该致动有效地将连接件 143 和连接件 140 推开。换句话说,线性马达 131 使得力沿着将两者推开的方向施加在位于位置 143 处的基准结构 110 和位于位置 140 处的输出构件 113 之间。因为枢接头 140 位于形成在连接件 143 和枢接头 114 之间的直线 167 下方,所以由线性马达 131 施加的力产生在基准结构 110 和输出构件 113 之间的力矩 166。

[0049] 因为与位于直线 165 上方的枢接头 128 相比枢接头 140 位于直线 167 下方,由每个相应的线性马达施加的力矩 166、169 沿着相反的方向。线性马达 116 和 131 只需要能够在基准结构 110 和输出元件 113 之间产生沿着单方向的力。线性马达 116 和 131 不需要能够提供沿着两个方向的力,即“推力”和“拉力”。线性马达 116 和 131 只需布置成产生要施加在基准结构 110 和输出构件 113 之间的相反方向的力矩。虽然旋转致动器 110 只需要单作用线性马达,但是在旋转致动器 110 中可以使用双作用线性马达而不脱离本发明的精神。而且,线性马达 116 和 131 可以用只提供“拉力”而不是“推力”的单作用线性马达代替,因为这些马达将仍然能够产生相反的力矩。

[0050] 线性马达 116 和 131 可以为电马达、单作用液压致动器、气动致动器、线性驱动螺杆或任意其它类似的马达类型。旋转致动器 110 也可以包括伺服控制器。

[0051] 旋转致动器 100 可以按照多种不同的操作模式操作。第一操作方法为低反冲模式。在低反冲模式中,在旋转致动器 100 使用期间每个线性马达 116、131 总是施加最小的阈值力。在该模式下,因为系统的机械连杆机构总是处于压缩状态下,所以在接头 114、125、128、140 和 143 中的任何公差或“游隙”将被压至其“游隙”区域的一侧,并且被有效防止引起反冲。例如,如果首先指示旋转致动器 100 向输出构件 113 施加顺时针力矩然后随后施加逆时针力矩,则因为在旋转致动器 100 中的机械连杆机构总是处于压缩中,所以不会出现明显的反冲。更具体地说,为了向输出构件 113 施加顺时针力矩 169,可以指示线性马达 116 施加 20N 的力,同时指示线性马达 131 施加 10N 的最小阈值力。因此 10N 的力在这些马达之间反作用,并且该 10N 的反作用力通过机械连杆机构在这些马达之间传递。因为旋转致动器 100 的每个元件因此处于由反作用力引起的压缩作用下,所以旋转致动器 100 的任一个接头都不会自由地“摇动”。接着,在指示旋转致动器 100 施加逆时针力矩 166 时,指示线性马达 116 施加最小的阈值力 10N,同时指示线性马达 131 施加 20N 的力。这使得在输出构件 113 上的净力矩从顺时针转变为逆时针,同时旋转致动器 100 的所有接头都保持在压缩中。具有单个双作用马达的典型现有技术旋转致动器在施加顺时针和逆时针力矩之间转换时不能使得其机械连杆机构的所有接头保持在压缩中,因此在各个机械连杆机构接头从压缩和拉伸状态中转换时会遭受反冲。

[0052] 旋转致动器 100 还可以在低摩擦模式中操作,其中一次只有一个马达工作。通过防止在低反冲操作模式中在机械连杆机构中出现连续的拉伸,降低了由各个连杆机构接头所受到的摩擦。低摩擦操作模式有助于降低接头和线性马达的磨损速度。而且,因为每个马达不是连续接通,所以与低反冲操作模式相比低摩擦模式也可以实现效率提高。

[0053] 还可以根据系统在给定时间的具体需求来选择地调节旋转致动器 100 的操作模式。

[0054] 图 2 为第二实施例旋转致动器的局部侧剖视图。旋转致动器 200 包括基准框架 210、第一单作用液压马达 216、第二单作用液压马达 231 和输出构件 213 这些主要部件。旋转致动器 200 布置成驱动与输出构件 213 刚性连接的从动构件 250。

[0055] 第一液压马达 216 具有缸 219 和活塞 222。缸 219 刚性安装在基准框架 210 上。活塞 222 在缸 219 内构成并且布置成使得活塞 222 能够在缸 219 内左右滑动,同时保持在活塞 222 的外表面和缸 219 的内圆柱形壁之间的密封。活塞 222 和缸 219 形成腔室 245,该腔室与液压端口 246 流体连通。活塞 222 具有枢接头 247,它与连杆 248 的左端连接。连杆 248 的右端通过枢接头 228 与输出构件 213 连接。

[0056] 输出构件 213 通过枢接头 214 与基准结构 210 连接,这使得输出构件 213 能够相对于基准结构 210 围绕着轴线 215 转动。枢接头 214 具有旋转位置传感器 217,其感测在基准结构 210 和输出构件 213 之间的角度并且在输出线路 218 上输出该角度信息。从动构件 250 刚性连接到输出构件 213 和枢接头 214,使得从动构件 250 与输出构件 213 一起相对于基准结构 210 转动。

[0057] 第二液压马达 231 具有刚性安装在基准框架 210 上的缸 234 和活塞 237。活塞 237 在缸 234 内构成并且布置成使得活塞 237 能够在缸 234 内左右滑动,同时保持在活塞 237

的外表面和缸 234 的内圆柱形壁之间的密封。活塞 237 和缸 234 形成腔室 255, 腔室 255 与液压端口 256 流体连通。活塞 237 具有与连杆 258 的左端连接的枢接头 257。连杆 258 的右端通过枢接头 240 与输出构件 213 连接。

[0058] 液压流体分别由端口 246 和 256 提供给单作用线性液压马达 216 和 231。由线性马达 216 和 231 产生的输出力分别直接取决于在端口 246 和 256 中的流体压力。在端口 246 和 256 中的压力可以用标准的液压阀来控制。

[0059] 旋转致动器 200 的操作基本类似于旋转致动器 100。更具体地说, 液压马达 216 和 231 两者都在基准结构 210 和输出构件 213 之间产生“推力”, 这些推力分别引起要施加在基准结构 210 和输出构件 213 之间的相反极性的力矩。类似地, 在旋转致动器 100 的操作中, 马达 119 和 131 在基准结构 110 和输出构件 113 之间产生相反的力矩。而且, 旋转致动器 200 可以在与旋转致动器 100 的操作模式类似的低反冲模式和低摩擦模式中操作。

[0060] 线性液压马达 216 和 231 的尺寸基本上相同。更具体地说, 缸 219 的横截面积与缸 234 的横截面积基本上相同。这些尺寸使得在活塞 222 向右移动时通过端口 246 流入的液压流体的体积等于对于活塞 237 的等同向右移动而言流入到端口 256 中的体积。在旋转致动器 200 “对中”时, 意味着活塞 222 移动与活塞 237 相等的量, 输出构件 213 的转动引起活塞 222 向右移动, 这基本上等于活塞 237 的向左移动。旋转致动器 200 的“平衡移动”的这个特征对于用来驱动旋转致动器 200 的整个液压系统而言具有明显积极的意义。因为在液压系统中除了液压储存器之外有用的总液压体积在只具有例如旋转致动器 200 的“平衡位移”致动器的系统中将大体上保持恒定, 所以该系统的效率得到明显改善。与非平衡液压系统相比, 高压流体在工作势能在每次系统总液压体积减小时不会丧失。

[0061] 回到图 3-10, 并且最初参照图 3, 第三实施例的旋转致动器 300 具有由包围着轴 313 的主体 306 形成的外壳 303 (在图 6 和 8 中最清楚地显示出)。该轴 313 可以在相对的端部处安装在轴承 (未示出) 上, 并且可以设有输出构件 316, 它可以与轴 313 一体形成或附接在其上, 使得输出构件 316 围绕着中央纵向轴线 319 转动。外壳 303 还包括从主体 306 延伸的两个缸 322 和 325。缸 322 和 325 限定了用于活塞 328、331 的腔室 (在图 6 和 8 中显示出)。活塞 328 和 331 具有适用于缸 322 和 325 的圆形横截面。缸 322 和 325 在该实施例中为在下面更详细描述的单作用液压缸。本领域技术人员根据该公开内容将要理解的是, 术语“缸”用来描述线性马达的筒体, 并不旨在局限于任意特定的形状, 用于接收不同形状活塞的腔室的其它形状也将适用。例如, 缸可以指的是具有非圆形横截面的筒体, 或者具有大体上柱状的筒体。缸 322 和 325 分别具有纵向轴线 323、324, 它们如在图 4 中最清楚地显示出的一样设置在轴线 319 的相对侧上。

[0062] 在图 6 中, 为了清楚起见去除了外壳 303 以便显示出活塞 328 和 331 的布置。活塞 328 和 331 与设置在中央纵向轴线 319 的相对侧上的曲柄销 334 和 337 连接。因此, 活塞 328 的向下运动使得轴 313 相对于图 6 的取向围绕着轴线 319 逆时针转动, 并且活塞 331 的向下运动使得轴 313 相对于图 6 的取向围绕着轴线 319 顺时针转动。如在图 5 中最清楚显示出的一样, 缸 322 和 325 可以沿着轴 313 的长度安装在不同的位置处。另外, 如在图 4 中最清楚显示出的一样, 活塞 322 和 325 可以彼此交错或偏置 327。

[0063] 活塞 328 在第一端部 343 处具有基本上平坦的表面 340, 该表面在将活塞 328 安装在缸 322 内时形成压力腔室的端壁。由于腔室靠近表面 340 的部分是暴露于工作流体的唯

一部分,所以缸 322 是单作用的。因此,活塞 328 只需相对于一个压力腔室密封,并且活塞 328 和连杆 349 在第二端部 346 处没有密封。连杆 349 通过下面更详细描述将球销结构 352 附接在活塞 328 上。连杆 349 的腿部 362、365 如在下面更详细描述的一样连接在位于轴 313 上的曲柄销 334 上。活塞 331 具有平坦表面 332,并且安装在缸 331 中,并且按照与活塞 328 相同的方式通过连杆 349 连接在曲柄销 337 上。

[0064] 回到图 9,该图更详细显示出活塞 328 和连杆 349。活塞 328 的顶面 340 暴露于工作流体。如本领域普通技术人员所公知的一样,活塞 328 具有用于在缸内滑动密封接合的环 350、353。连杆 349 具有向下并且稍微向外延伸至第二端部 357、358 的一对腿部 362、365。腿部 362、365 具有贯通设置的开口 363、366 以便接收曲柄销 334 或 337。如本领域普通技术人员所公知的一样,开口 363、366 通常设有承载表面 367(图 10A),例如衬套等。回到图 10A,连杆 349 通过安装在球 359 内的销 356 与活塞 328 连接。连杆 349 具有用于接收球 359 的开口 354。球 359 具有用于接收销 356 的中央开口。活塞 328 具有用于接收连杆 349 的第一端部 351 的中央轴向开口 329,并且具有设置在活塞 328 的相对侧上的一对横向开口 364、368,用于相对于活塞轴线 370 沿着横向方向(由箭头 369 所示的方向)接收销 356。销 356 贯穿在球 359 中的开口并且贯穿在活塞 328 中的横向开口 364、368 设置,并且通过连接构件 373 固定就位。如在图 10B 中最清楚的显示出的一样,连接构件 373 在一个端部 379 处具有带有凸缘 377 的本体 375,并且在一个端部 385 处具有带有凸缘 383 的帽 381。在连接构件 373 的两个部分附接在一起时,凸缘 377、383 防止销 356 从球 359 和活塞 328 中的横向开口 364、368 滑出。连接构件 373 的本体 375 具有沿着纵向轴线 388 的方向延伸的细长部分 387。细长部分 387 具有朝着远端 390 宽度减小的部分 389。宽度减小部分 389 延伸至指状件 391,然后延伸至终止在远端 390 处的成角度部分 393,指状件 391 与对于部分 392 的细长部分 387 的剩余部分宽度相同。帽 381 具有带有围绕着圆周设置的开口 396 的圆柱形部分 393。在开口 396 的相对侧上形成环 397,并且该环 397 终止在远端 399 处。

[0065] 中空销 356 贯穿活塞 328 的相对侧中的横向开口 364、368 并且贯穿球 359 安装,而且通过将连接构件 373 的本体 375 穿过销 356 设置并且将帽 381 安装在本体 375 的远端 390 上而固定。在帽 381 与本体 375 接合时,指状件 391 向内弯曲,然后卡合到开口 396 中,并且环 399 配合到在主体 375 上的宽度减小部分 389 中。

[0066] 上述球销结构 352 提供了机械优点,并且减小了连杆 349 和销 356 的尺寸和重量。销 356 将从压力腔室接收到的力传递到球 359 中,并且球 359 将来自销 356 的力传递到曲轴 313 中。采用球 359 代替枢接头使得在从任意不对准中释放应力时可以使用额外的自由度。

[0067] 如本领域普通技术人员所公知的一样,将连杆 349 连接至活塞 328 的其它结构也可以适用。

[0068] 第一、第二和第三实施例提供了几个令人惊讶的优点。旋转致动器 100、200 和 300 具有能够选择地在低反冲模式中操作的优点,这在控制输出构件时提供了更高的精确度。另外,由于低反冲模式操作是任选的,所以用低磨损操作模式来代替精确操作。

[0069] 另外,旋转致动器 100、200 和 300 具有作为平衡液压致动器的优点。更具体地说,在平衡液压致动器系统中,液压流体进入膨胀腔室的量与离开收缩腔室的流体量等量。具

有流体和力平衡的致动器系统能够具有多个优点。平衡的液压系统提供了更大的液压泵效率。另外,可以采用更适用于平衡液压操作的液压泵例如弯曲轴线液压泵。另外,平衡的力使得能够设计更简单的伺服控制器,因为伺服控制算法和液压压力控制阀无需考虑左/右力差。

[0070] 旋转致动器 100、200 和 300 还具有外壳非常薄的优点。更具体地说,如图 7 所示,旋转致动器 300 的水平宽度比相当的现有技术系统要小得多。由于缸 328 和 331 彼此交错和偏置,所以实现了较薄的致动器外壳,这在缸 328、331 没有交错和偏置的情况下是不可能的。另外,因为在旋转致动器 300 中的每个活塞连杆 349 具有双腿(图 6, 362&365)枢接头连接以及高表面积 of 球接头 (352),所以能够在不损坏这些接头的情况下施加非常高的力,这又能实现更短的杠杆臂和较薄的外壳。

[0071] 另外,由于线性致动器只需是单作用的,所以与现有技术的双作用线性致动器相比,它们提供更少的部件数量、更低的成本和更简单的设计。在致动器 100、200 和 300 中所采用的单作用线性马达还提供了具有较低液压泄漏速度的优点。更具体地说,现有技术的双作用液压活塞通常具有穿过作用在活塞的一侧上的高压腔室的活塞连杆。这些现有技术系统需要在活塞连杆表面上实施高压密封,这对于设计和维护而言是有问题的,并且往往导致明显的泄漏。因为在所公开的实施例中的唯一高压密封位于活塞外表面和缸内表面之间,所以不会存在如在现有技术活塞连杆密封中所出现的高水平的液压流体泄漏。

[0072] 图 11-15 提供了旋转致动器的第四实施例的视图。图 11 为沿着在图 12 的正视图中的剖面线 11-11 剖开的旋转致动器 400 的侧剖视图。如图 11-12 所示,旋转致动器 400 包括外壳 410、输出轴 413、缸 419、活塞 422、连杆 448 和滑动轴承 447。图 11 还显示出左端板 490 和右端板 491。在图 12 中已经去除了端板 490。

[0073] 外壳 410 由刚性不可渗透材料例如铸铁、钢、复合物、高强度塑料或其它类似材料形成。外壳 410 提供了用于将致动器 400 螺栓固定或安装在基准结构上的表面。缸 419 形成外壳 410 的通孔。缸 419 具有大体上中空的柱形形状,并且具有第一端部 471 和第二端部 472。在第一端部 471 和第二端部 472 之间的大致中间位置处,缸 419 的上壁具有孔 470。

[0074] 活塞 422 布置并且构成为在缸 419 内滑动接合。如图 11 所示,活塞 422 具有大体上柱形的形状,并且具有切割到缸中的大体上四棱柱形区域 401。更具体地说,如在图 11 的取向中所示一样,活塞 422 具有布置在其侧面上的缸的总体形状。活塞 422 具有左竖直圆形端面 473,左竖直圆形端面 473 的直径基本上类似于缸 419 的内径。跟随着缸 422 的顺时针外圆周,表面 473 的上边缘与水平柱面 475 连接。水平柱面 475 具有面对着缸 419 的脊部并且构成为保持在活塞 422 和缸 419 之间的密封。这些密封为环形并且由 Teflon 或一些其它类似材料制成。柱面 475 向右延伸以与环形垂直面 476 连接。环形垂直面 476 向下延伸到平坦水平面 477。平坦水平面 477 向右延伸以与半圆柱形表面 478 连接,半圆柱形表面 478 具有如图 11 所示垂直于页面取向的圆柱轴线。表面 478 首先向下延伸,然后向右延伸,并且返回向上延伸到平坦水平表面 479 中。表面 479 与表面 477 平行并且处于相同的平面中。表面 479 向右延伸到环形垂直面 480 中。环形表面 480 具有外径。该外径基本上等于缸 419 的直径。表面 480 向上延伸以与水平柱面 481 连接。水平柱面 481 还具有面对着缸 419 并且构成为保持密封的脊部。表面 481 向右延伸至垂直圆形表面 474。表面 474

向下延伸并且在 482 处往回连接至柱面 481。如图 11 所示,481 和 482 指向由剖面切出的相同柱面。由 481 和 482 所指示的表面也是指向 475 和 483 的相同表面。在 482 处的表面向左延伸至 483。在 483 处的表面与垂直圆形表面 473 的下端接触,从而完成了围绕着活塞 422 的顺时针周边路线。

[0075] 贯穿柱面 478 的中央区域的是垂直通孔 485。柱形滑动轴承 447 在柱面 478 内以紧密公差布置。滑动轴承 447 以两个自由度靠着活塞表面 478 自由地滑动,这两个自由度包括侧向滑动进出页面(如在图 11 中取向的一样),还有围绕着柱面 478 的轴线转动。

[0076] 滑动轴承 447 大体上为柱形,其柱轴线与表面 478 的柱轴线共轴。滑动轴承 447 具有柱状通孔 486,柱状通孔 486 将杆状连杆 448 的下端 448a 保持在滑动接合中。更具体地说,连杆 448 能够沿着直线 487 相对于滑动轴承 447 滑动。连杆 448 延伸穿过孔 470,在那里它与输出构件 413 连接,并且继续使得其上端 448b 延伸到腔室 403 中。腔室 403 由外壳 410 的上壁、端板 490 和 491 以及缸 419 的上壁限定。腔室 403 与孔 470、区域 401 和布置在外壳 410 的上壁中的流体端口 499 流体连通。

[0077] 输出构件 413 横跨孔 470 布置并且与枢接头 414 连接。枢接头 414 使得输出构件 413 能够相对于外壳 410 如图 11 所示围绕着垂直于页面取向的轴线 415 转动。输出构件 413 具有柱形通孔 488,它形成围绕着连杆构件 448 的套筒,从而将连杆 448 保持在紧密非运动接合中。枢接头 414 也与连杆 448 连接,从而使得连杆 448 的运动局限于围绕着轴线 415 的旋转运动。

[0078] 端板 490 和 491 布置在缸 419 的左右端部上并且安装在外壳 410 上。液压端口 492 穿过端板 490 而连接至由缸 419 和活塞表面 473 形成的腔室 494。类似地,液压端口 493 穿过端板 491 而连接至由缸 419 和活塞表面 474 形成的腔室 495。滑动轴承 447' 围绕着连杆 448 的上端 448b。在图 11-15 中仅仅为了说明目的显示出基本上类似于滑动轴承 447 的滑动轴承 447'。该实施例没有滑动轴承 447',但是图 11-15 显示出滑动轴承 447' 如何能够容易地与和活塞 422 对称的第二活塞一起加入在腔室 403 中。

[0079] 图 13-15 显示出在图 11 中所示的活塞组件的视图,包括活塞 422、连杆 448、枢接头 414 和滑动轴承 447。要指出的是,在图 13-15 中,连杆 448 处于竖直取向中,而在图 11 和 12 中,连杆 448 处于旋转结构中。

[0080] 比较从图 11 至图 15 的变化,可以观察出滑动轴承 447 已经如何逆时针转动,并且连杆下端 448a 已经相对于滑动轴承 447 向下滑动,从而穿入到钻孔 486 中。

[0081] 旋转致动器 400 通常通过调节在端口 492 和 493 中的液压压力来操作以使得活塞 422 向左或向右运动,这又使得连杆用作旋转杠杆,该旋转杠杆然后使得输出连杆 413 也转动。

[0082] 作为示例,我们考虑旋转致动器 400 处于如图 11 所示的状态中,其中期望它使得输出构件 413 逆时针转动。首先,端口 492 和 493 将连接至液压控制管道,外壳 410 将安装在基准结构上,并且输出轴/连杆 413 将连接到将要被旋转驱动的构件上。在端口 493 中的液压压力降低期间,在端口 492 中的液压压力将升高。这使得腔室 494 中的压力增大,并且在腔室 495 中的压力降低。在腔室 494 中的压力下降至低于腔室 495 中的压力时,净右向力有效地施加在活塞 422 上。更具体地说,由在腔室 494 中的流体施加的压力在圆形表面 473 上施加右向力。由在腔室 495 中的压力在圆形表面 474 上形成类似的左向力。由于

在 494 中的压力大于 495, 所以右向力大于左向力, 从而导致施加在活塞 422 上的净右向力。该力通过外壳 410 以及端板 490 和 491 有效地施加在活塞 422 上。

[0083] 在活塞 422 上的右向力通过滑动轴承 447 传递为在连杆 448a 的下端上的右向力。因为连杆 448 与输出轴 413 刚性连接, 并且因为连杆 448 和输出轴 413 与枢接头 414 连接, 所以连杆 448 只能围绕着枢接头 414 转动运动。施加在连杆 448 上的右向力使得连杆 448 用作在枢接头 414 处具有支点的杠杆。因此, 由活塞 422 施加的右向力转变为在连杆 448 上的逆时针力矩, 该力矩然后传递给输出轴 413。

[0084] 在活塞 422 相对于外壳 410 向右滑动时, 连杆 448 相对于外壳 410 逆时针转动。在连杆 448 逆时针转动时, 连杆 448 的底端 448a 必须相对于滑动轴承 447 向下滑动。换句话说, 由于连杆底端 448a 必须相对于枢接头 414 呈弧形行进, 所以底端 448a 相对于活塞 422 的垂直高度必须随着连杆 448 的转动角度变化而变化。还有, 在连杆 448 相对于外壳 410 逆时针转动时, 滑动轴承 447 也必须相对于活塞 422 逆时针转动, 因为连杆 448 由滑动轴承 447 以较小的公差包围。

[0085] 如果在连杆 448、活塞 422 和缸 419 之间的对准存在任何误差, 则滑动轴承 447 自由地滑动进入或离开如图 11 所示的页面, 以便消除这种不对准。例如, 如果缸 419 不是完全垂直于连杆 448 在其中转动的平面, 例如如果缸 419 的右端从页面向外稍微向上倾斜, 则滑动轴承 447 将能够随着活塞 422 左右运动而向上 / 向下滑动, 以便保持与连杆 448 不受约束的接触。

[0086] 因为缸 419 的横截面在活塞 422 的左侧上与在活塞 422 的右侧上相同, 所以对于活塞 422 的向右运动而言, 必须通过端口 492 流入的流体体积必须等于从端口 493 流出的流体体积。因此, 旋转致动器 400 为平衡的液压致动器。

[0087] 在 475 和 481 处布置在活塞 422 和缸 419 之间的密封件防止来自腔室 494 和 495 的高压力传递到区域 401 和 403 中。因此, 输出轴 413 没有与任何高压腔室接触。端口 499 用来提供润滑输出轴 413 和连杆 448 所需的油, 或者用来将在位于活塞 422 和缸 419 之间的密封件上泄漏的油排出。

[0088] 图 18-21 显示出具有第二型式的活塞组件 505 的旋转致动器 400 的变型, 其中用球形滑动轴承 547 代替柱形滑动轴承 447。图 18 为第二类型的活塞组件 505 的透视图, 显示出保持球状滑动轴承 547 的活塞 522, 球状滑动轴承 547 包围着连杆 548。图 19 为组件 505 的俯视图, 显示出球状滑动轴承 547 在活塞 522 中的布置。图 20 为活塞组件 505 的侧视图, 并且图 21 为沿着在图 19 中的 21-21 线剖开的侧剖视图。如图 21 所示, 球状滑动轴承 547 保持为通过座圈 507 与活塞 522 进行二维旋转接合。座圈 507 通过带凸缘的环形端部止动件 506 保持在活塞 522 中。球状滑动轴承 547 使得连杆 548 的下端 548a 能够线性滑进和滑出球状滑动轴承 547 的中央通孔。

[0089] 球状滑动轴承 547 的操作非常类似于在旋转致动器 400 中的柱状滑动轴承 447。但是, 如图 21 所示, 代替同滑动轴承 447 一样提供相对于活塞的进出页面的自由度, 球状滑动轴承 547 提供两个自由度, 在球状滑动轴承 547 和活塞 522 之间的旋转运动。该第二自由度消除了连杆 548 的任意不对准, 其中连杆 548 没有完全布置在图 21 中所示的页面平面中。

[0090] 图 16-17 显示出旋转致动器的另一个实施例, 它类似于旋转致动器 400 但是具有

四个缸和四个活塞。图 16 为其端板去除的致动器 600 的俯视图,显示出平行的缸 619a、619b、619c 和 619d。图 17 为沿着在图 16 中的 17-17 线剖开的侧剖视图。如图 17 所示,活塞 622a 和 622b 布置在相应的缸 619a 和 619b 中。活塞 622a 和活塞 622b 基本上围绕着枢接头 614 的轴线对称。在输出轴 613 上期望顺时针力矩时,向右驱动活塞 622a,同时向左驱动活塞 622b。液压端口驱动活塞 622a 和 622b 可以是或不是液压连接的。如果它们液压连接,则液压定相将更加容易。如果它们不是液压连接,在定相可能更加困难的同时,如果在活塞-缸对中的一个在液压上退让,则该系统将是冗余的。虽然未示出,但是活塞 622c 和 622d 相对于活塞 622a 和 622b 平面对称。所有四个活塞都与输出轴 613 连接。

[0091] 实施例 400 和 600 相对于现有技术旋转致动器系统具有几个令人惊讶的优点。旋转致动器 400 和 600 与致动器 100、200 和 300 类似,具有作为平衡的液压致动器的优点。例如,参照图 11,在活塞 422 向右运动时,进入腔室 494 的流体的体积基本上等于离开腔室 495 的流体的体积。在具有穿过一个腔室的活塞杆的现有技术的双作用活塞中,由于活塞杆的横截面积,进入/离开活塞杆侧腔室的流体的体积将小于进入/离开无活塞杆腔室的流体的体积。另外,活塞杆的横截面积使得对于给定液压压力而言施加在活塞上的力在活塞的没有活塞杆的侧面上是不同的。因为旋转致动器 400 没有穿过腔室 494 或 495 的活塞杆,所以在腔室 494 中针对给定压力的施加在活塞 422 上的力的大小等于由处于等同压力下的腔室 495 施加的相反力。具有流体和力平衡的致动器系统能够实现多个优点。平衡的液压系统提供了更大的液压泵效率。另外,可以采用更适用于平衡液压操作的液压泵,例如弯曲轴线液压泵。另外,平衡的力允许设计更简单的伺服控制器,因为伺服控制算法和液压压力控制阀不需要考虑左/右力差。

[0092] 另外,与致动器 100、200 和 300 一样,旋转致动器 400 和 600 具有轮廓较薄并且零部件数量较少的优点。较薄的轮廓使得这些致动器能够用在薄翼飞行器设计或其他需要薄轮廓的环境中。

[0093] 如图 22 所示,可以组合多个旋转致动器 300 来驱动相同的输出构件 316 以便实现高驱动力矩,或者容错/冗余系统。为了清楚起见在去除其外壳的情况下显示出致动器 300。两个致动器 300 的致动器轴 313 如此连接,从而两个致动器 300 的轴 313 形成为能够由所有四个活塞同时作用在其上的单个部件。

[0094] 图 23 显示出致动器系统 700,它包括一个或多个旋转致动器 720 和电动液压弯曲轴线泵系统 730。系统 700 还包括液压储存器 725 和伺服阀系统 722。泵 730 专门设计用于在平衡液压系统中实现有效操作。

[0095] 图 24 提供了电动液压弯曲轴线泵系统 730 的侧剖视图。泵系统 730 包括弯曲轴线泵 740 的主要部件,齿轮箱 750、电马达 760 和外壳 731,该外壳将其他部件中的每一个保持在一起。泵系统 730 在受到驱动时在液压端口 733 和 735 之间产生压力差和流体流。

[0096] 弯曲轴线泵 740 包含有活塞头部 737a 和 737b,它们分别与活塞连杆 738a 和 738b 连接。活塞头部 737a 和 737b 布置在由轴承 739 支撑的泵体内。活塞连杆 738a 和 738b 与转子 744 连接,转子 744 由轴承 741 悬挂。

[0097] 齿轮箱 750 包含有齿轮 751、752 和 753。齿轮 751、752 和 753 保持在外壳 731 中。齿轮箱 750 与转子 744 机械连接。马达 760 具有与齿轮箱 750 连接的输出轴 761。马达 760 还具有定子 762 和转子 763。齿轮箱 750 构成为提供机械优点,它使得弯曲轴线泵转子以比

马达轴 761 更低的速度转动。

[0098] 泵系统 730 尤其适用于平衡液压致动器。因为弯曲轴线泵 740 只有两个端口,所以它尤其适用于平衡液压致动器,它将不会需要第三液压端口来增加或减小系统的液压流体体积。另外,采用具有机械优点的齿轮箱使得能够延长泵系统的使用寿命,这对于飞行器应用而言尤为合适。

[0099] 所示的具体实施例也可以与伺服控制器组合。可以采用标准的伺服控制器来控制线性马达根据所指示的输出构件力矩 / 位置以及测量出的输出构件力矩 / 位置调节其力或位置输出。

[0100] 因此,虽然描述并且公开了旋转致动器、旋转致动器系统和操作旋转致动器的方法的当前优选形式而且说明了几个变型,但是本领域技术人员将很容易理解的是,在不脱离本发明范围的情况下可以做出各种其他的变化。

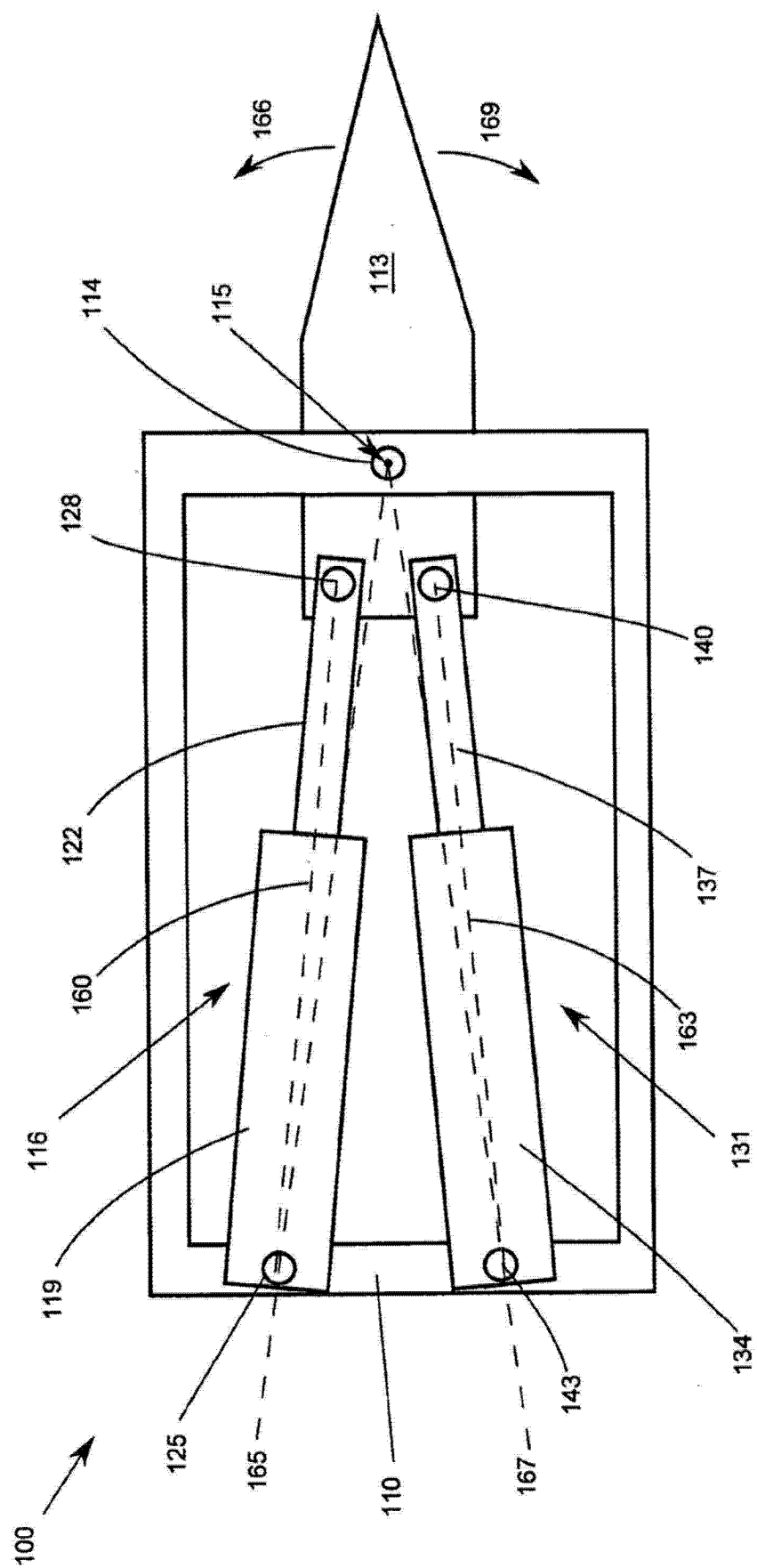


图 1

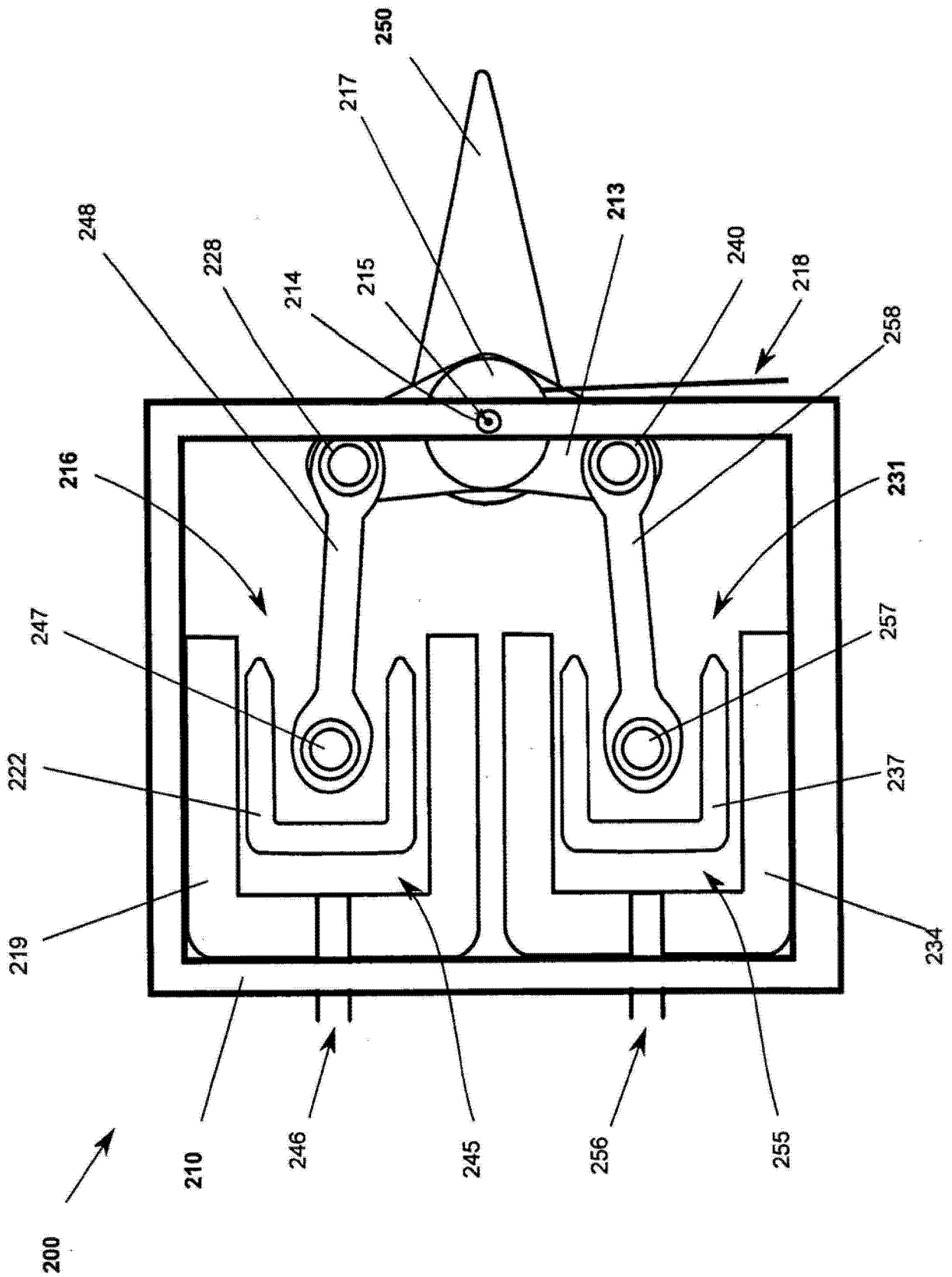


图 2

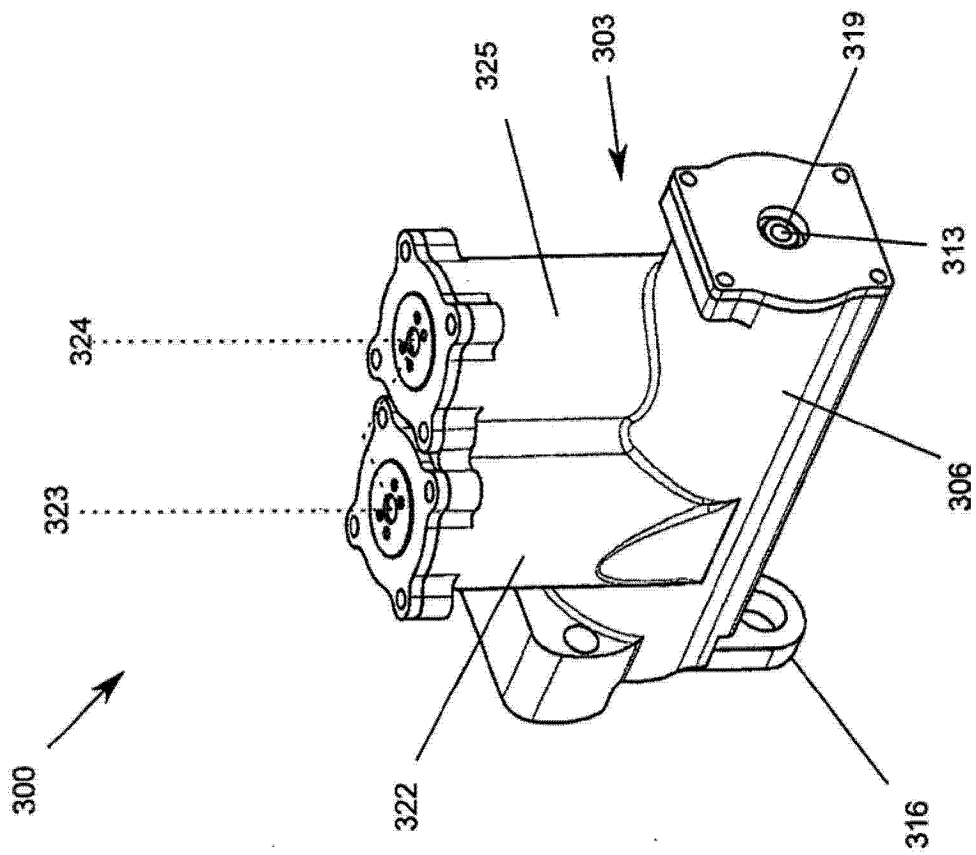


图 3

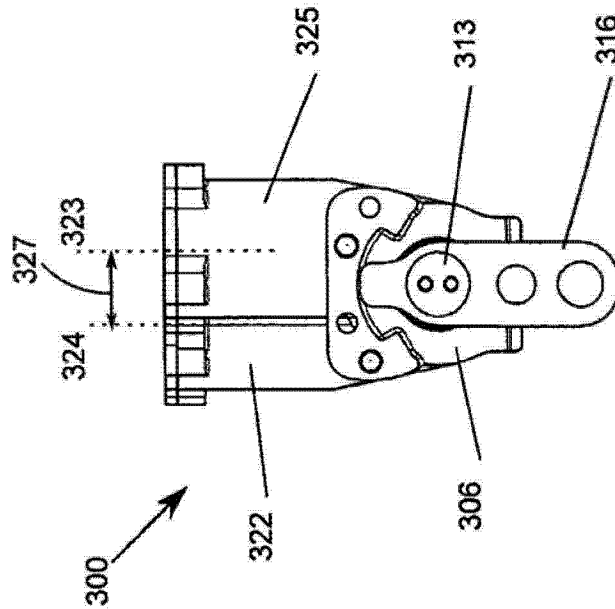


图 4

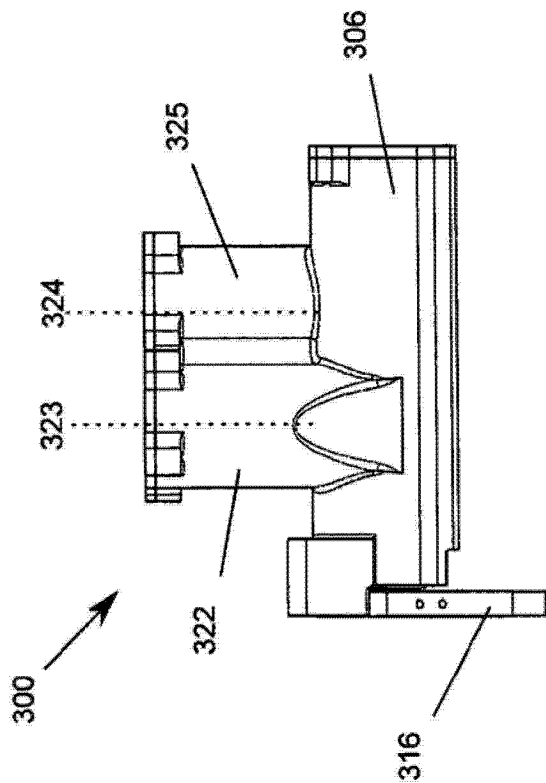


图 5

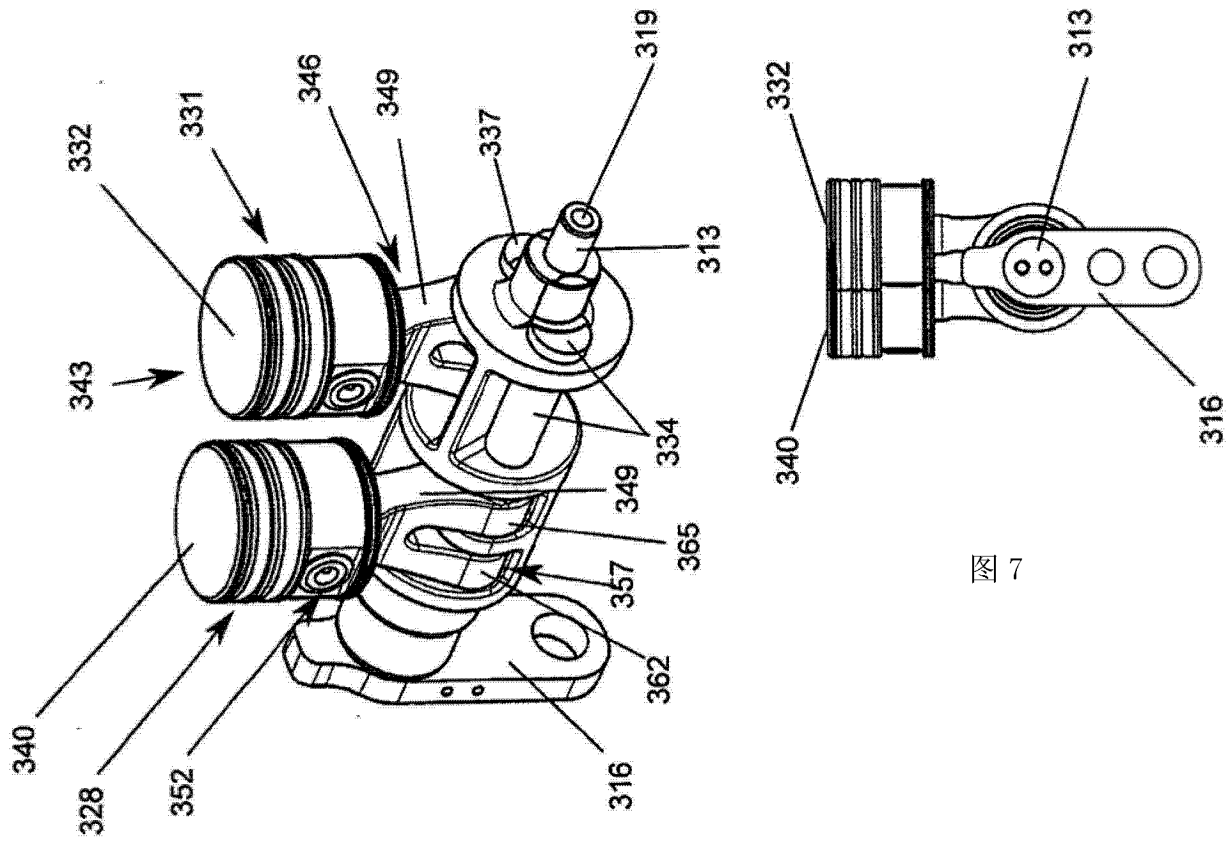


图 6

图 7

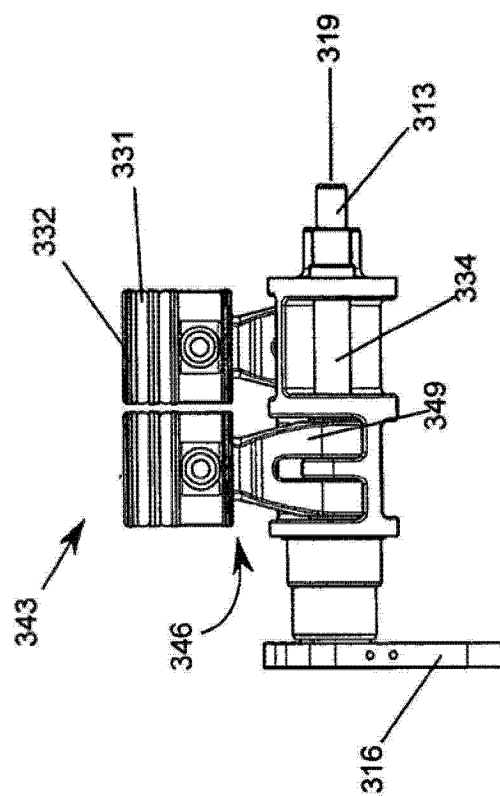


图 8

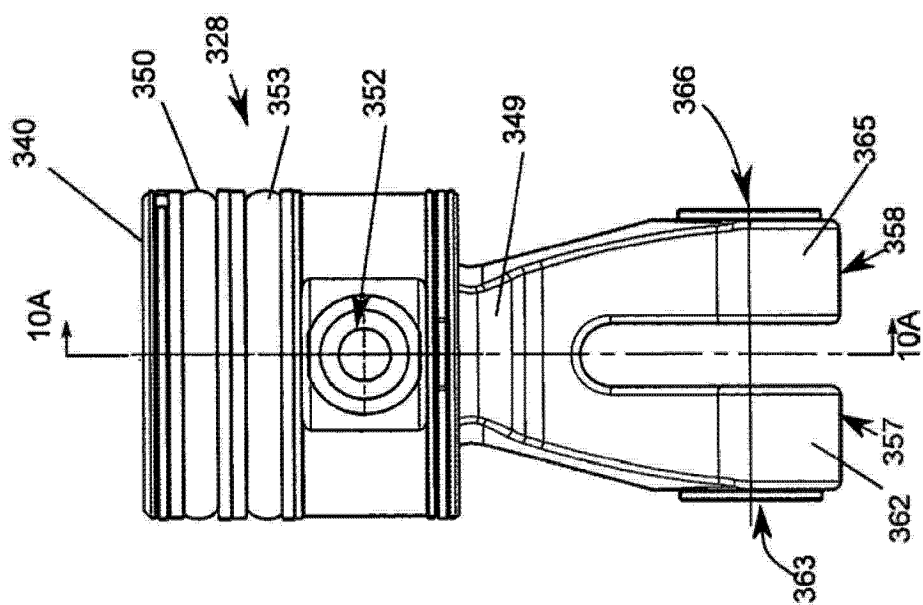


图 9

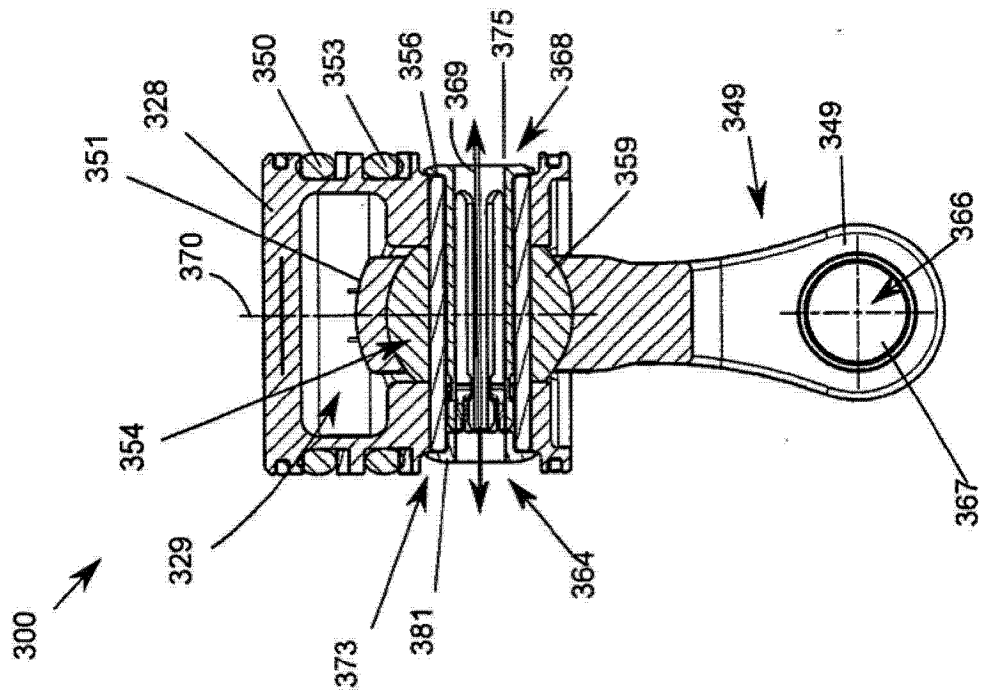


图 10A

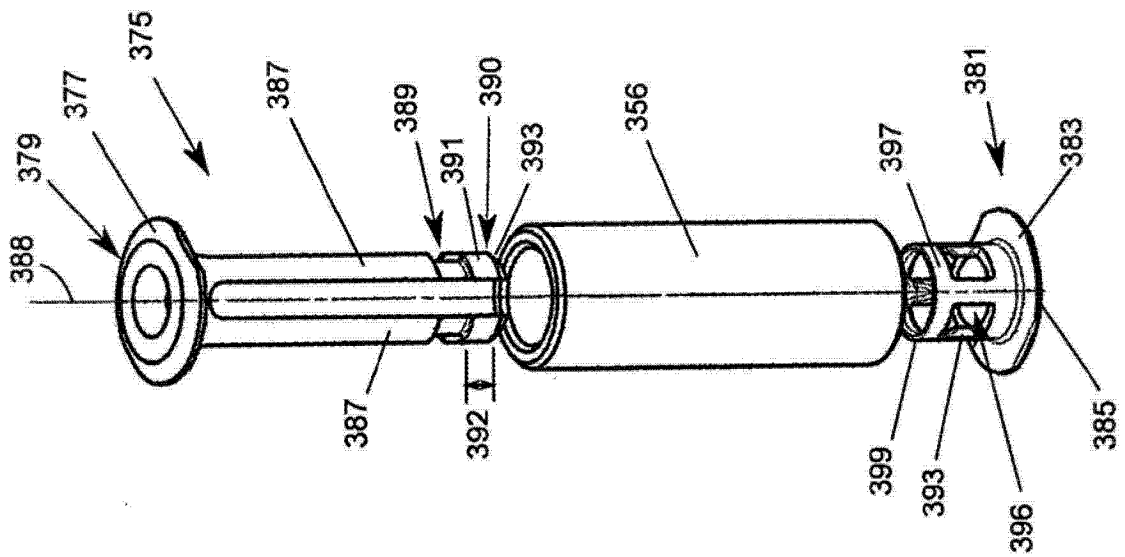


图 10B

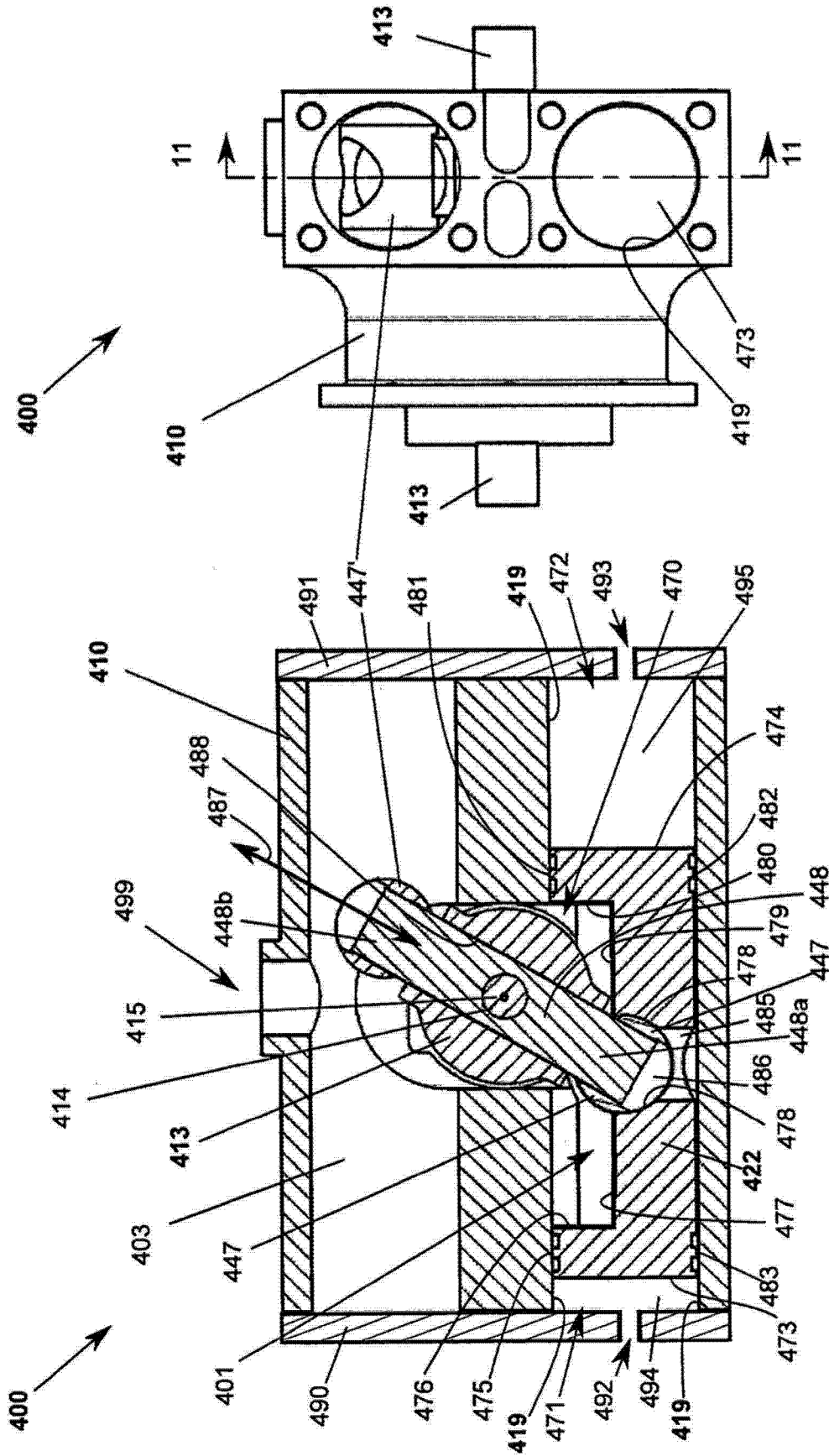


图12

图11

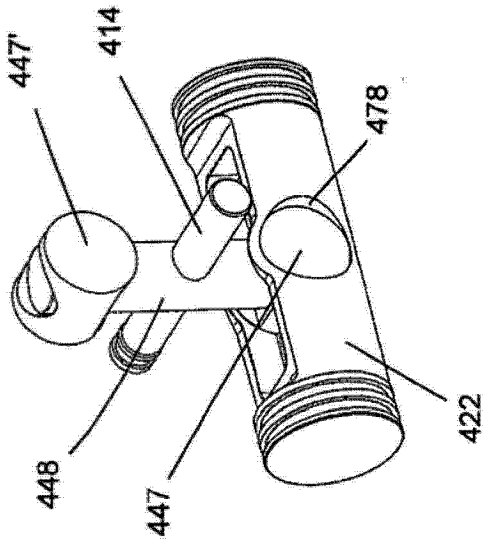


图 13

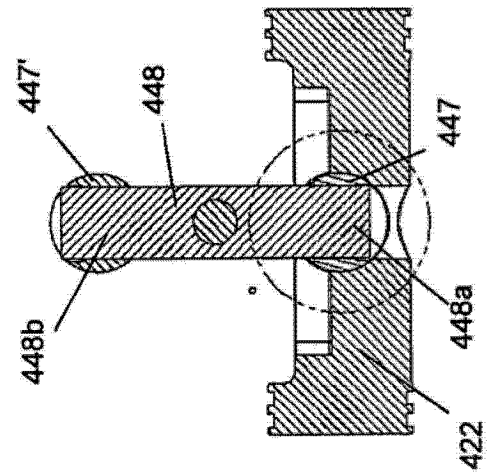


图 14

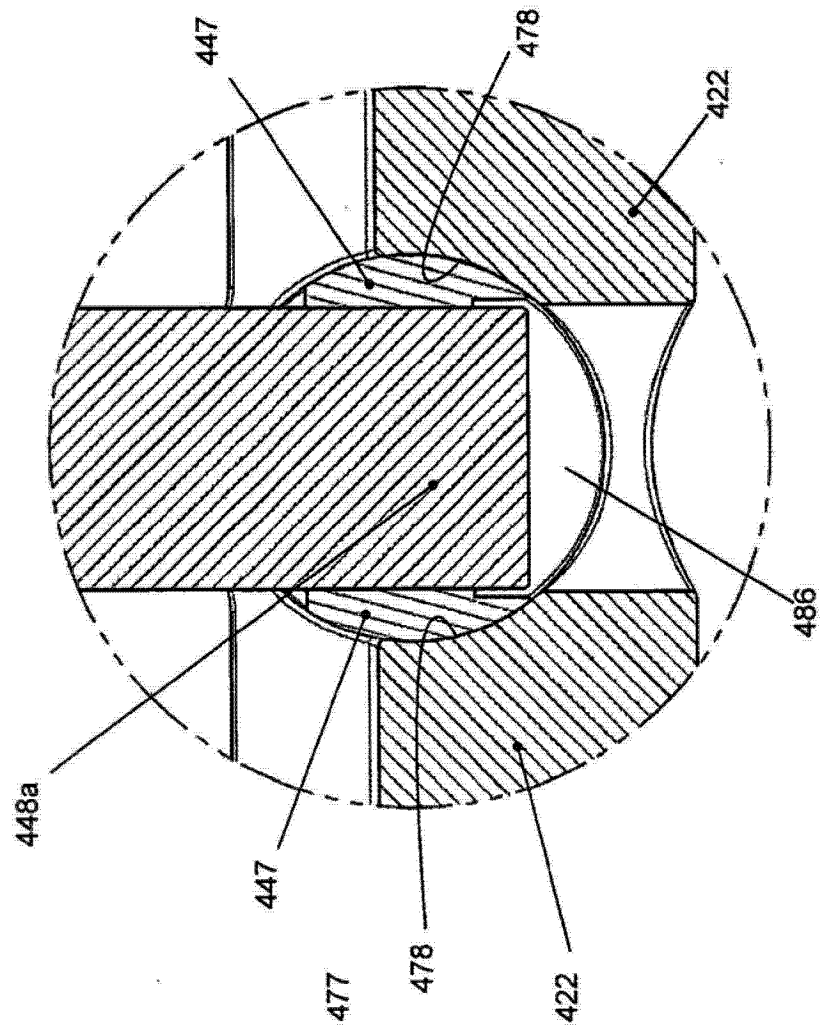


图 15

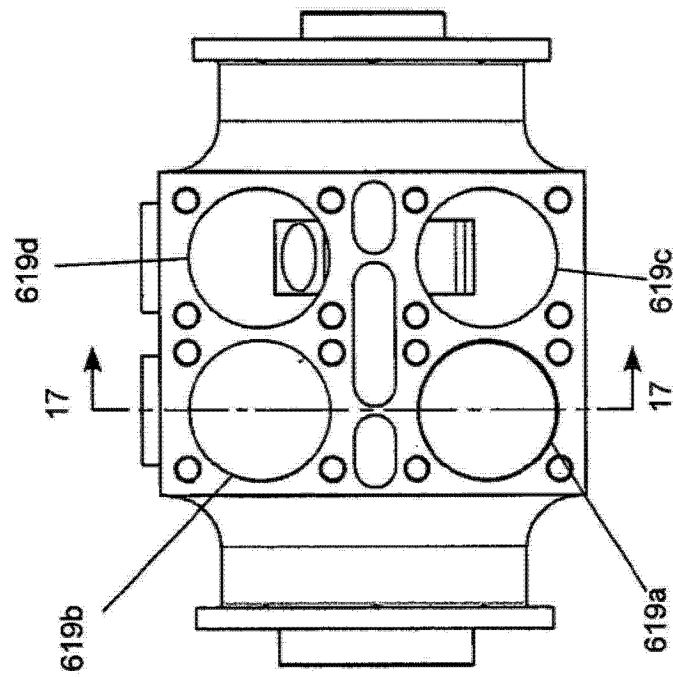


图 16

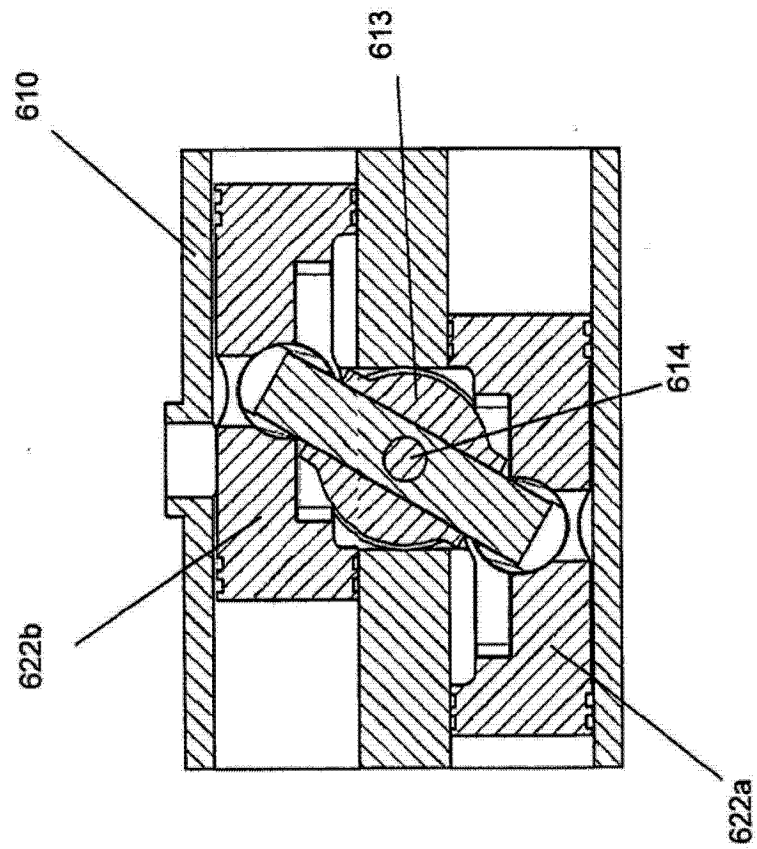


图 17

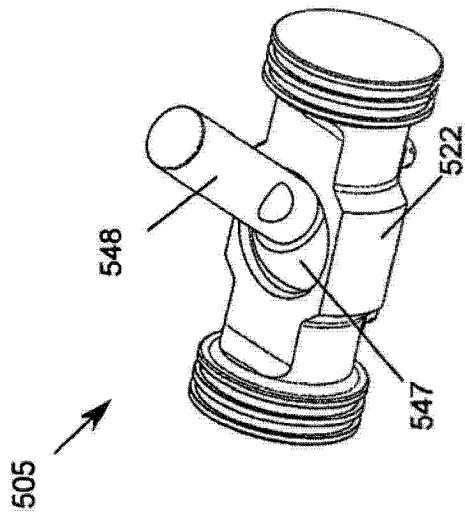


图 18

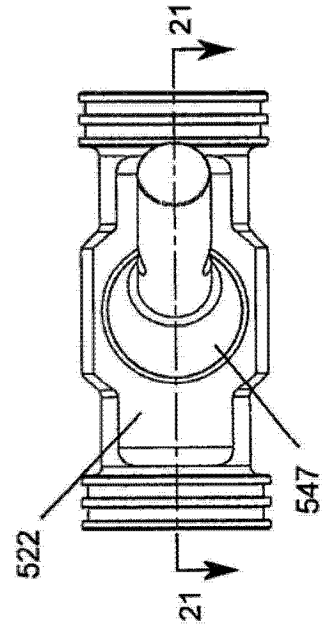


图 19

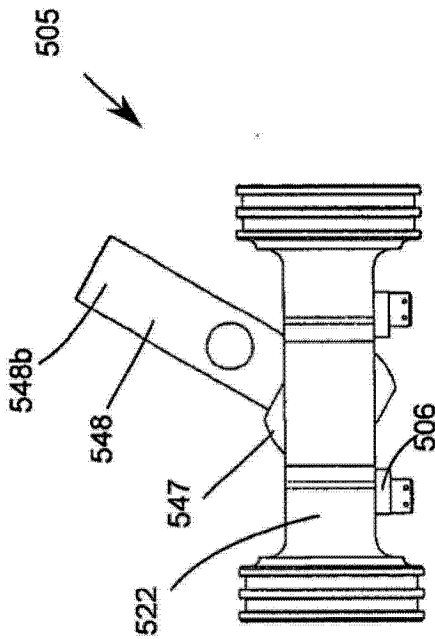


图 20

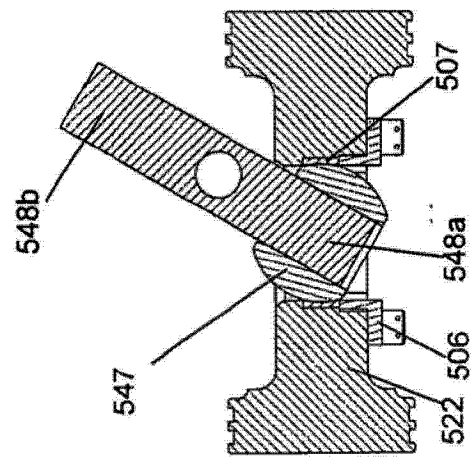


图 21

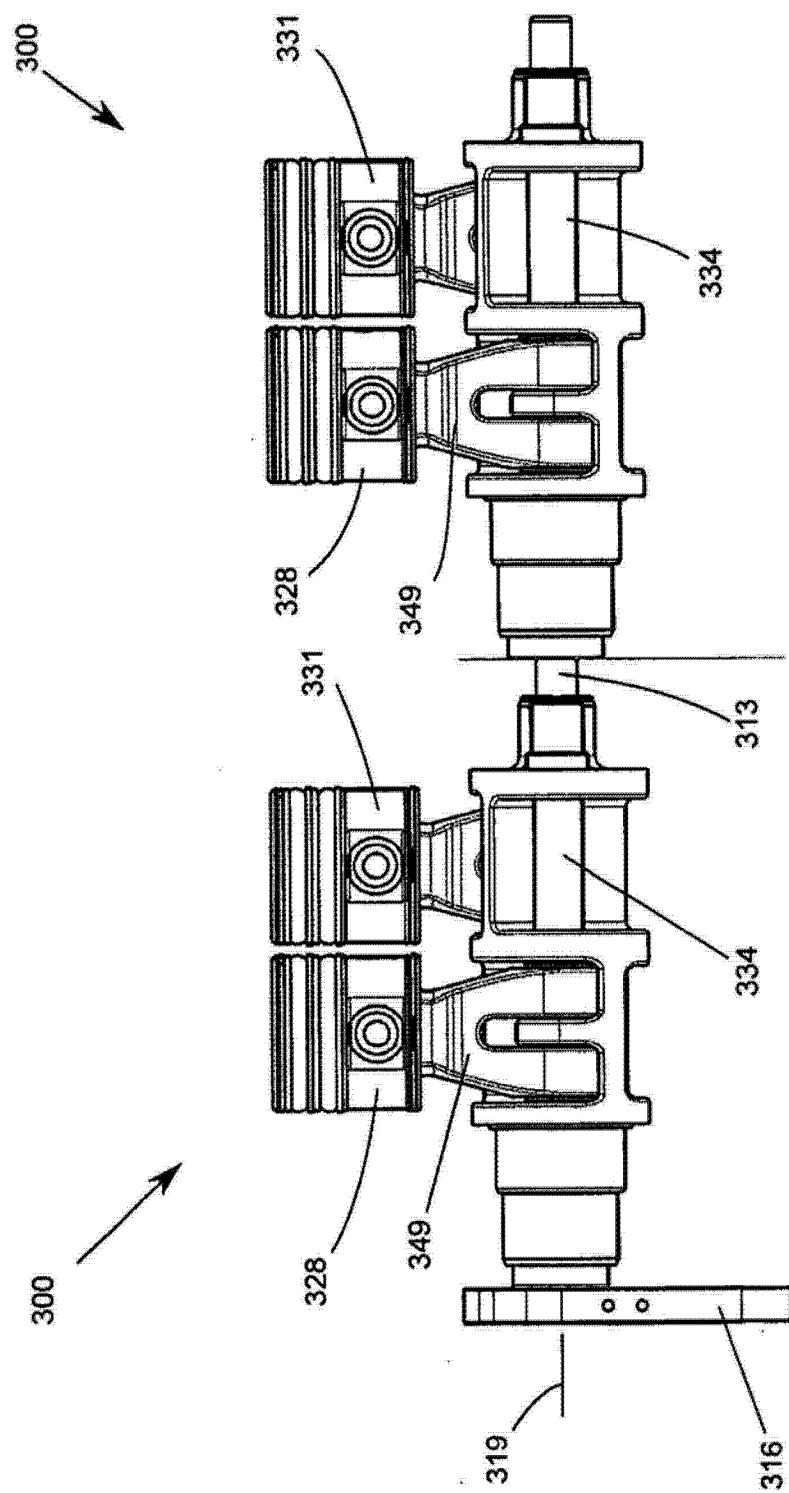


图 22

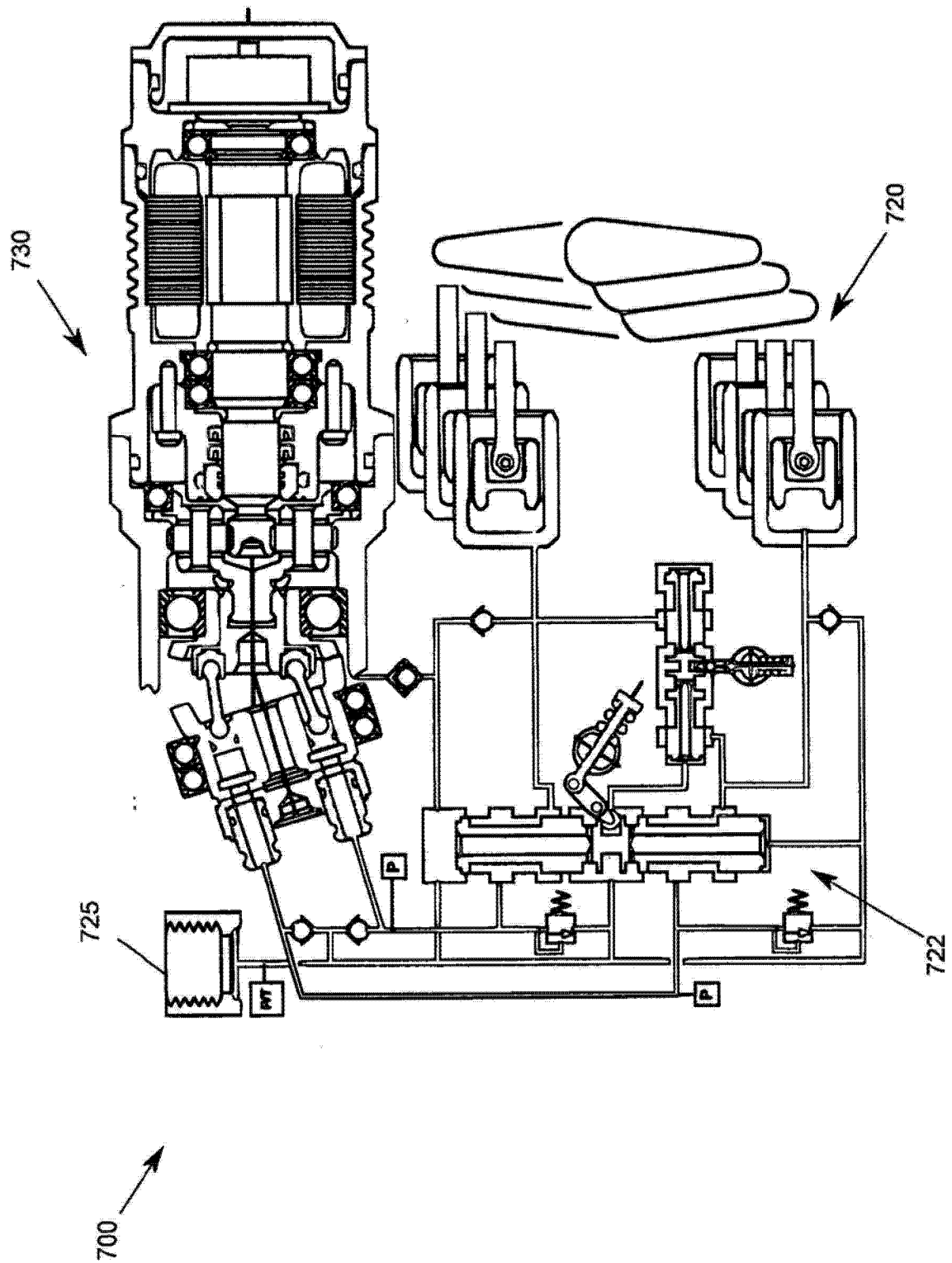


图 23

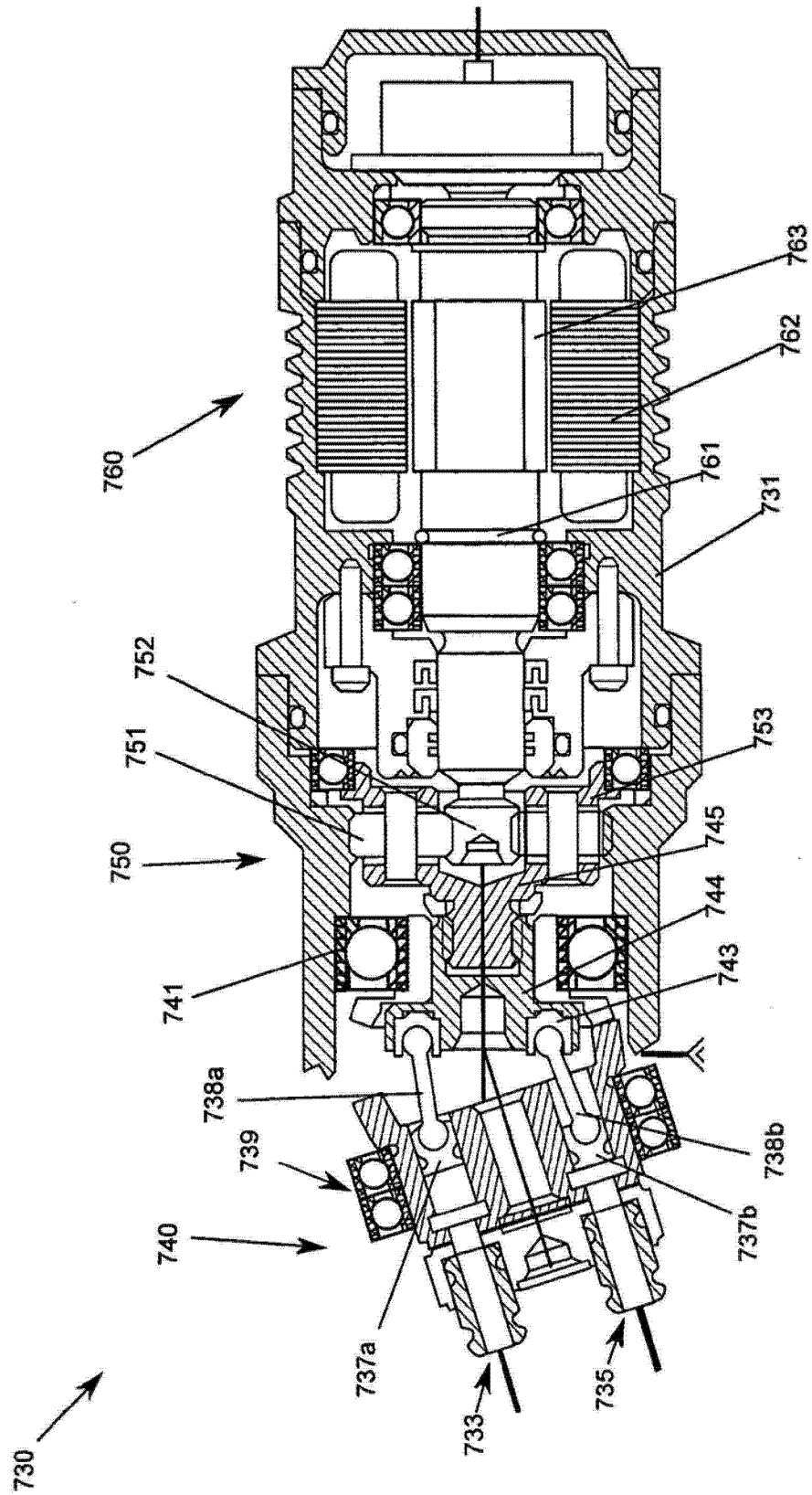


图 24