(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 117028506 A
(43)申请公布日 2023.11.10

(21)申请号 202311171336.X

(22)申请日 2018.09.10

(30)优先权数据
62/555,944 2017.09.08 US

(62)分案原申请数据
201880058331.7 2018.09.10

(71)申请人 里弗特威弗股份有限公司以莱斯机器人名义营业
地址 美国马萨诸塞州

(72)发明人 B·赛伸斯

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100
专利代理师 江宇泓

(51)Int.Cl.
F16H 19/06(2006.01)
F16H 9/04(2006.01)
F16H 7/02(2006.01)
F16H 7/20(2006.01)

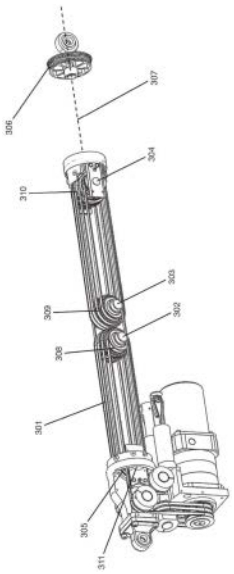
权利要求书2页 说明书9页 附图23页

(54)发明名称

高折减传动带驱动的线性致动器

(57)摘要

本公开提供了一种用于传动带驱动的线性致动器系统的设备、系统和方法。



CN 117028506 A

1.一种线性致动器系统,包括:

致动器机架,所述致动器机架具有主驱动轴线;

第一多个滑轮,所述第一多个滑轮联接至第一轴,所述第一轴联接至所述致动器机架,所述第一多个滑轮包括具有与所述第一轴重合的旋转轴线的滑轮,所述第一多个滑轮中的滑轮包括成对端滑轮和中间滑轮,其中所述中间滑轮的直径大于所述成对端滑轮的直径;以及

第二多个滑轮,所述第二多个滑轮分别联接至第二轴,所述第二轴联接至所述致动器机架,所述第二多个滑轮包括具有与所述第二轴重合的旋转轴线的滑轮,所述第二多个滑轮中的滑轮包括成对端滑轮和中间滑轮,其中所述中间滑轮的直径大于所述成对端滑轮的直径;

其中,所述第一轴和所述第二轴中的至少一个轴构造成沿所述主驱动轴线平移,其中,所述第一轴和所述第二轴垂直于所述主驱动轴线定向,并且相对于彼此以围绕所述主驱动轴线的旋转角度偏移。

2.根据权利要求1所述的线性致动器系统,其特征在于,还包括平传动带,所述平传动带从第一终止点延伸至并围绕所述第一多个滑轮,延伸至并围绕所述第二多个滑轮,并且延伸至第二终止点。

3.根据权利要求2所述的线性致动器系统,其特征在于,所述第二终止点在卷取卷盘内。

4.根据权利要求2所述的线性致动器系统,其特征在于,还包括构造成接合所述平传动带的驱动器。

5.根据权利要求4所述的线性致动器系统,其特征在于,所述驱动器包括电动马达。

6.根据权利要求4所述的线性致动器系统,其特征在于,所述驱动器包括主动轮,并且其中所述平传动带围绕所述主动轮至少转两圈。

7.根据权利要求1所述的线性致动器系统,其特征在于,还包括至少一个致动轴,所述致动轴可移动地联接至所述致动器机架以沿着所述主驱动轴线平移。

8.一种驱动传动带驱动的线性致动器系统的方法,所述方法包括:

激活联接至重定向滑轮的旋转致动器以旋转所述重定向滑轮,所述重定向滑轮联接至致动器机架,所述致动器机架包括:

第一多个滑轮,所述第一多个滑轮联接至第一轴,所述第一轴联接至所述致动器机架,所述第一多个滑轮包括具有与所述第一轴重合的旋转轴线的滑轮,所述第一多个滑轮中的滑轮包括成对端滑轮和中间滑轮,其中所述中间滑轮的直径大于所述成对端滑轮的直径;以及

第二多个滑轮,所述第二多个滑轮分别联接至第二轴,所述第二轴联接至所述致动器机架,所述第二多个滑轮包括具有与所述第二轴重合的旋转轴线的滑轮,所述第二多个滑轮中的滑轮包括成对端滑轮和中间滑轮,其中所述中间滑轮的直径大于所述成对端滑轮的直径;

其中,所述第一轴和所述第二轴中的至少一个轴构造成沿主驱动轴线平移,其中,所述第一轴和所述第二轴垂直于所述主驱动轴线定向,并且相对于彼此以围绕所述主驱动轴线的旋转角度偏移。

9.根据权利要求8所述的方法，其特征在于，所述致动器机架还包括平传动带，所述平传动带从第一终止点延伸至并围绕第一多个滑轮，延伸至并围绕第二多个滑轮，并且延伸至第二终止点。

10.根据权利要求9所述的方法，其特征在于，所述第二终止点在卷取卷盘内。

11.根据权利要求9所述的方法，其特征在于，还包括构造成接合所述平传动带的驱动器。

12.根据权利要求11所述的方法，其特征在于，所述驱动器包括电动马达。

13.根据权利要求11所述的方法，其特征在于，所述驱动器包括主动轮，并且其中所述平传动带围绕所述主动轮至少转两圈。

14.根据权利要求8所述的方法，其特征在于，所述致动器机架还包括至少一个致动轴，所述致动轴可移动地联接至所述致动器机架以沿着所述主驱动轴线平移。

15.一种制造传动带驱动的线性致动器系统的方法，所述方法包括：

将致动轴可移动地联接至致动器机架；所述致动轴可移动地联接至所述致动器机架以沿主驱动轴线平移；

将第一多个滑轮联接到所述致动器机架，所述第一多个滑轮经由第一轴联接到所述致动器机架，所述第一多个滑轮构造成围绕所述第一轴自由旋转，所述第一轴可旋转地联接到所述致动器机架并且相对于所述致动器机架固定就位，其中所述第一多个滑轮中的滑轮相对于彼此具有不同的滑轮直径；以及

将第二多个滑轮联接到所述致动器机架，所述第二多个滑轮经由第二轴联接到所述致动器机架，所述第二多个滑轮构造成围绕所述第二轴自由旋转，所述第二轴构造成沿所述致动器机架中的所述主驱动轴线平移以驱动所述致动轴，其中所述第二多个滑轮中的滑轮相对于彼此具有不同的滑轮直径，并且其中所述第一轴和所述第二轴的定向垂直于所述主驱动轴线，并且相对于彼此以围绕所述主驱动轴线的旋转角度偏移。

16.根据权利要求15所述的方法，其特征在于，还包括将平传动带延伸，所述平传动带从第一终止点延伸至并围绕所述第一多个滑轮、所述第二多个滑轮，并且至第二终止点。

17.根据权利要求16所述的方法，其特征在于，所述第二终止点在卷取卷盘内。

18.根据权利要求16所述的方法，其特征在于，还包括将构造成接合所述平传动带的驱动器联接。

19.根据权利要求18所述的方法，其特征在于，所述驱动器包括电动马达。

20.根据权利要求18所述的方法，其特征在于，所述驱动器包括主动轮，并且其中将所述平传动带延伸包括所述平传动带围绕所述主动轮至少转两圈。

高折减传动带驱动的线性致动器

[0001] 本发明专利申请是国际申请号为PCT/US2018/050257,国际申请日为2018年09月10日,进入中国国家阶段的申请号为2018800583317,名称为“高折减传动带驱动的线性致动器”的发明专利申请的分案申请。

[0002] 相关申请的交叉引用

[0003] 本申请要求于2017年9月8日提交的标题为“用于平传动带的滑轮组(BLOCK AND TACKLE FOR FLAT BELTS)”的美国临时申请第62/555,944号的优先权,其全部内容通过引用合并于此。

技术领域

[0004] 本公开涉及由旋转马达提供动力并且由现代的钢-加强聚氨酯平传动带驱动的线性致动器系统的设计。

背景技术

[0005] 已发明了平传动带来解决钢丝绳给基于钢丝绳的电梯(升降机)系统带来的问题,诸如对润滑的要求、相对较低的牵引力和较低的使用寿命。材料科学的进步产生了坚固、耐用的聚氨酯护套,该护套封围以平行布置运行的多根钢丝绳,允许使用较小的牵引卷筒并同时将使用寿命提高3倍或更多。钢-加强聚氨酯传动带是高性能的、耐用的和免维护的,结合了多种特点使其在电梯行业得到迅速采用。由于它们能够有效地传输动力并且能够长时间段无需维护,因此它们现在已进入到剪刀式升降机、叉车和健身设备等其它振荡(往复)的线性应用中。

[0006] 当设计依赖于平传动带的系统时必须小心,因为它们对偏离角的错位非常敏感,就像其它加强的传动带构造一样。钢丝绳系统可完美接受的少量偏离角对基于传动带的系统显著地更加不利。基于绳索的滑轮组设计将机械折减(reduction)提供到接收系统中,但是将偏离角引入该接收系统中,特别是当减少率必须高于4:1时。绳索对偏离角的容忍性(tolerance)是已知的,并且因此在这种情况下具有始终良好的表现。另一方面,传动带不能轻易地应用于滑轮组的拓扑,因为即使最小的偏离角也足以大大减少预期的系统使用寿命。

[0007] 发明

[0008] 通常,本公开涉及构造成用于与平传动带系统一起展开(部署)的线性致动系统。

[0009] 在本公开的一个方面,线性致动器系统包括具有主驱动轴线的致动器机架。该系统包括分别联接至第一轴的第一多个滑轮,该第一轴联接至致动器机架。第一多个滑轮包括具有与第一轴重合的旋转轴线的滑轮。第一多个滑轮中的滑轮以非恒定的间隔彼此隔开。第一多个滑轮中的滑轮相对于彼此具有不同的滑轮中心线直径。该系统包括分别联接至第二轴的第二多个滑轮,该第二轴联接至致动器机架。第二多个滑轮包括具有与第二轴重合的旋转轴线的滑轮。第二多个滑轮中的滑轮以非恒定的间隔彼此隔开,第二多个滑轮中的滑轮相对于彼此具有不同的滑轮中心线直径。第一轴和第二轴中的至少一个构造为沿

着主驱动轴线平移。第一轴和第二轴沿着主驱动轴线定位，并且相对于彼此以围绕主驱动轴线的静态旋转角度偏移开。在沿着第一多个滑轮和第二多个滑轮中的每个滑轮的几何中心线延伸的线段的相应端部处的各点，是定位成沿着与主驱动轴线正交的共同圆形轮廓。

[0010] 在某些实施方式中，线性致动器系统包括以下附加特征中的一个或多个。线性致动器系统可包括如下的平传动带，即，该平传动带从第一终止点延伸至并围绕第一多个滑轮，延伸至并围绕第二多个滑轮，并且延伸至第二终止点。线性致动器系统可包括被构造成接合平传动带的驱动器。驱动器可包括电动马达和/或一个或多个惰轮(空转)滑轮。线性致动器系统可包括至少一个致动轴，该致动轴可移动地联接至致动器机架以沿着主驱动轴线平移。在一些实施方式中，至少6个滑轮的设计的几何中心线穿透(pierces)具有一定尺寸的、正交于主驱动轴线的共用圆形轮廓。每个滑轮可具有与其配合轴重合的旋转轴线。

[0011] 在本公开的一个方面中，传动带驱动的线性致动器系统包括致动器机架和致动轴，该致动轴可移动地联接至致动器机架以沿着轴线平移。该系统包括分别联接至第一外轴和第二外轴的第一多个外滑轮和第二多个外滑轮。第一多个外滑轮和第二多个外滑轮构造成分别围绕第一外轴和第二外轴自由旋转。第一外轴和第二外轴可旋转地联接至致动器机架，并且相对于该致动器机架侧向地固定。该系统包括分别联接至第一内轴和第二内轴的第一多个内滑轮和第二多个内滑轮。第一多个内滑轮和第二多个内滑轮构造成分别围绕第一内轴和第二内轴自由旋转。第一内轴和第二内轴构造成沿致动器机架中的轴线平移以驱动致动轴。该系统包括从第一终止点延伸至并围绕第一多个内滑轮、第一多个外滑轮、第二多个内滑轮、第二多个内滑轮，并且延伸至第二终止点的平传动带。第一外轴和第一内轴相对于彼此以围绕轴线的静态旋转角度来倾斜，并且第二外轴和第二内轴相对于彼此以该围绕轴线的静态旋转角度来倾斜，以便消除偏离角。

[0012] 在某些实施方式中，传动带驱动的线性致动器系统包括以下附加特征中的一个或多个。传动带驱动的线性致动器系统可包括重定向滑轮，该重定向滑轮联接至致动器机架且构造成联接至旋转致动器。平传动带可从第一终止点延伸，然后延伸至并围绕第一多个外滑轮，然后延伸至并围绕重定向滑轮，然后延伸至并围绕第二多个内滑轮，然后延伸至并围绕第二多个外滑轮，然后延伸至第二终止点。传动带驱动的线性致动器系统可包括旋转致动器。旋转致动器可以构造成来回(往复)旋转。致动器机架可包括定位成围绕致动器机架的壳体盖部，并且致动轴的至少一部分可平移到该壳体盖部中以及平移离开该壳体盖部。第一内轴和第二内轴可以构造成沿轴线在相同方向上平移，由此第一多个外滑轮和第一多个内滑轮之间的距离构造成随着第二多个外滑轮和第二多个内滑轮之间的距离减小而同时增大，并且由此第一多个外滑轮和第一多个内滑轮之间的距离构造成随着第二多个外滑轮和第二多个内滑轮之间的距离减小而同时减小。第一内轴和第二内轴可以构造成沿轴线振荡(往复)。传动带驱动的线性致动器系统可包括联接至重定向滑轮的旋转致动器。第一多个外滑轮、第二多个外滑轮、第一多个内滑轮和第二多个内滑轮中的每一个包括可具有不同直径的滑轮。具有不同直径的滑轮可以彼此平行。平行的滑轮之间的间隔可以是非恒定的。平行的滑轮之间的间隔可随滑轮直径的减小而减小。传动带驱动的线性致动器系统可包括止推垫圈，止推垫圈定位在滑轮之间以在平行滑轮之间提供间隔。滑轮的直径可以随着轴向向外而减小。

[0013] 某些方面提供了对传动带驱动的线性致动器系统驱动的方法。该方法包括使联接

至根据本文所述的一个或多个线性致动器系统的平传动带的旋转致动器激活(激励)。

[0014] 某些方面提供了制造根据本文所述的一个或多个线性致动器系统的线性致动器系统的方法。

[0015] 本文公开了用于设计理论上没有偏离角的、基于平传动带的滑轮组设计的方法、系统和部件。映射技术形成用于自由跨越部的中心线的成组的平面位置,自由跨越部的中心线提供了位于共用轴线上的多个滑轮几何形状和在滑轮接合界面处不具有偏离角的自由跨越部。本发明允许在较高折减(6:1或更高)的滑轮组拓扑中使用高性能平传动带,所具有主要益处是使用寿命长、动力传输效率高、牵引动力传输更有效以及紧凑的机器设计。

[0016] 在某些实施方式中,一个或两个基于传动带的滑轮组拓扑与主动轮驱动组合,以形成由电动马达驱动的电动线性致动器。该电动线性致动器可以用在液压替代应用、建筑设备、物料搬运设备和制造机械中。这些应用可以包括但不限于叉车、堆高车、手推车,手动升降机、卡车升降机、剪刀式升降机、运动模拟系统和采油设备。

附图说明

[0017] 技术人员将理解,附图主要是出于说明性目的,并且无意于限制本文所述的发明主题的范围。附图不必须按比例绘制;在一些情况下,本文中公开的创造性主题的各个方面在附图中可以夸张或放大示出,以助于对不同特征的理解。在附图中,相同的附图标记通常指代相同的特征(例如,功能上相似和/或结构上相似的元件)。

[0018] 图1示出了现有技术:由包含偏离角的卷盘系统驱动的滑轮组折减驱动器。

[0019] 图2描绘了线性致动器的整体的等轴测视图。

[0020] 图3示出了传动带驱动的线性致动器的主要驱动元件的等轴测视图。

[0021] 图4是致动器的输出杆连接件的示例性图示。

[0022] 图5示出了致动器的主结构元件的细节的等轴测视图。

[0023] 图6示出了分离的传动带拓扑的等轴测视图。

[0024] 图7A至7C是用来阻止滑轮组的自由跨越部中的偏离角的几何技术的示例性图示。观察点是沿着驱动器的主轴线。

[0025] 图7D至7E示出了经由现有技术的方法来避免偏离角的机器设计。

[0026] 图8描绘了传动带拓扑的轴向视图。

[0027] 图9示出了分离的基于传动带的滑轮组的等轴测视图。

[0028] 图10描绘了分离的基于传动带的滑轮组横截面的等轴测视图。

[0029] 图11示出了垂直于右边成组的滑轮的轴线的、基于传动带的滑轮组的侧视图。

[0030] 图12示出了垂直于左边成组的滑轮的轴线的、基于传动带的滑轮组的侧视图。

[0031] 图13示出了支承传动带的成组的滑轮的横截面。观察点是沿着驱动器的主轴线。

[0032] 图14示出了在驱动器的马达端附近的传动带拓扑的侧视图。

[0033] 图15以横截面示出致动器的侧视图。

[0034] 图16是传动带端终止部的装置和传动带张力保持机构的示例性图示。

[0035] 图17示出了致动器的侧视图。

[0036] 图18示出了仅在张力下起作用的本发明的单独种类。

[0037] 图19提供了单独种类的框架结构的放大图。

[0038] 图20示出了本发明的仅张紧种类的背侧，示出了传动带的拓扑结构。

[0039] 图21示出了本发明的仅张紧实施方式的完整等轴测视图。

具体实施方式

[0040] 以下是与平传动带一起使用的滑轮组(block-and-tackle)布置相关联的各种概念以及示例性实施例的更详细说明。

[0041] 图1示出了在美国专利第8,714,524B2号中描述的常规的滑轮组拓扑中使用的平传动带。两个平行的轴76和106包含多个滑轮，在该多个滑轮上运行平传动带120。传动带的一端固定在终止部122上，而平传动带的另一端由卷盘121驱动。除了卷盘外，所有滑轮都围绕它们各自的轴自由旋转，该卷盘是由电机114驱动的。在这样的系统的卷盘处看到的机械减小率(reduction)是显著的，并且等于系统中的自由跨越部(free span)的数量，该数量在这种情况下为10。由于在每个滑轮界面处会出现传动带中的偏离角(“扭结”)，该偏离角由自由跨越部不是水平这一事实所导致，因此滑轮组方法通常采用钢丝绳(钢丝绳)而不是采用平传动带。这种不理想的几何状态导致加强股线内的不对称的张力分布和/或传动带与滑轮之间的滑动作用。过早的传动带损坏将由于侧壁磨损和股线疲劳发生。卷盘系统处理受弯曲次数最多的传动带区段，该卷盘系统是最可能发生传动带故障的区域。在这种设计中，不仅存在偏离角，而且它们随着主驱动轴76和106之间距离在机器的行程范围内变化而变化。尽管此系统可能在有限的情况下运行，但与受相同拓扑结构的钢丝绳相比，以总张力、传动带压力和使用寿命为衡量标准的传动带的性能将受到损害。

[0042] 图2示出了本发明的整体形式。致动器201由外机架202和驱动轴203组成，外机架202以壳体的形式构造，驱动轴203相对于外机架延伸和缩回，该驱动轴203可以至少部分地缩回外机架202中。安装硬件204和205分别定位在外机架和驱动轴203上，允许向这些位置供给动力。致动器由马达206(例如，电动马达)驱动。

[0043] 图3描绘了致动器201的主要工作元件。单一的平传动带301围绕可旋转地联接至四个主驱动轴302、303、304和305的四个主多重滑轮308、309、310和311运行。外驱动轴304和305相对于机架202固定，而内驱动轴302和303可通过由机架202和驱动轴203形成的棱柱形联接件沿主轴线307自由地行进。

[0044] 图4示出了涉及将轴向载荷从安装硬件205传递到内驱动轴302和303的结构。输出轴203可以构造成中空轴。输出轴203借助于刚性插入件402将安装硬件205连接到内驱动轴302和303，提供构成动力框架的各部件的固定组件。

[0045] 图5示出了与固定框架相关联的结构。半圆形构件501、502是外机架202的将外驱动轴304连接到机架基部的其余部分的部件。因此，可以在固定的轴304和305与动力框架轴302和303之间在两个方向上产生张力，动力框架轴302和303相对于固定的轴304和305并且相对于外机架202并且在外机架202内移动。

[0046] 图6完整地示出了传动带拓扑。单个平传动带本体301在相对于外机架202几乎固定的楔形终止几何形状601处起始。传动带301卷绕在可旋转地联接至轴302的多个滑轮308上，并且卷绕在可旋转地联接至轴305的多个滑轮311上，导致弧形的传动带几何形状602a-e和604a-d。自由跨越部603a-j接合传动带的弧形区段，从而完整地构成滑轮组布置。然后，将传动带卷绕在重定向(转向)滑轮上，以形成导向驱动单元的弧形部605。驱动单元是摩擦

驱动部件，由摩擦卷筒和与之相对的惰轮组成。多个传动带区段606a-c位于牵引卷筒1501上，而附加的弧形区段607a、b位于自由旋转的惰轮1503上。离开驱动单元，传动带弧形部608提供沿跨越部614到相对的滑轮组的重定向，在该滑轮组处，传动带弧形部608围绕分别绕着轴303和304自由旋转的两个多重滑轮309和310卷绕。这些形成由自由跨越部610a-j连接的弧形区段609a-f和611a-e。离开第二滑轮组，传动带沿着自由跨越部612运行，自由跨越部612被引至楔形终止点613。

[0047] 在运行条件下，一个滑轮组会伸展，而其它的则会收缩。两组之间的张力差等于施加在系统上的外部负载，并且从高张力侧到低张力侧的传动带张力差由摩擦驱动器来供给，这将在后面描述。应当注意，在本发明的该示例性实施例中，两个滑轮组彼此相对是为了双向负载能力。需要单作用能力的本发明的其它实施例可能仅需要一个滑轮组(参见图18)，而从主动轮(capstan)驱动器释放的多余的传动带被驱动至低张力的卷取卷盘中。

[0048] 图7A至7B是用于阻止滑轮组布置中的偏离角的几何技术的示例性图示。在此图中，我们向下看，三个不同的滑轮组的种类(species)的主运动轴线，以及在每种情况下示出的传动带或绳索的中心线。图7A表示常规的滑轮组布置。图7B呈现了一种改进的滑轮组设计，其经由简单的倾斜方法消除了偏离角。图7C表示本文描述的几何映射(mapping)技术，其允许两组滑轮的共用轴线，同时还消除了偏离角。图7D至7E呈现了基于图7B中描绘的技术的机器设计。

[0049] 与图1中所描绘的那种类似的常规滑轮组将具有与最左边的图示类似的投影，由位于平行的轴线705上的相等直径的两组滑轮组成，并且从所述投影角度显示为重合。第一组滑轮将导致挠性拉伸构件的弧形区段，当从所述轴线的投影看时，弧形区段将显示为垂直线701a、701b、701c。请注意，为简单起见，在此仅示出六个自由跨越部。第二组滑轮将导致挠性拉伸构件的中心线的弧形区段，当从所述投影角度看时，弧形区段将显示为垂直线702a、702b、702c。自由跨越部703a、703b、703c从第一组滑轮运行到第二组滑轮，而自由跨越部704a、704b从第二组滑轮运行返回到第一组滑轮。这些自由跨越部类似于图1中的自由跨越部128，并且不与主轴线平行，并因此具有从该角度可以看到的横向分量。该横向分量的存在指示了进入到滑轮中的任何进入点处的明显的偏离角。

[0050] 为了使滑轮组适于和平传动带一起使用，我们必须摆脱偏离角。根据图7B以及图7D和7E，通过简单地每个滑轮及它们对应的传动带弧形部707a-c倾斜，可以容易地实现这一点，使得自由跨越部的水平方面(宽度)收缩到零。

[0051] 在该种类中，所有滑轮以相同的角度倾斜，使得偏离角消失。相对的一组滑轮将产生中心线投影708a-c。这实现了零偏离角的条件，但是使滑轮的旋转轴线706a-c不再重合。因此，支承轴将必须具有支承滑轮的多个非重合轴区段。

[0052] 图7D和7E描绘了基于该偏离角消除原理的机器设计。可以看出，在滑轮组的任一端处，支承轴(具有中心线706a至c)都不互相重合。该机器由罗兰·韦雷特(Roland Verreet)和让·马克·泰西尔(Jean-Marc Teissier)设计，并且用于测试钢丝绳样品的弯曲疲劳。通过巧妙地控制行程的量，绳索的某些区段将经受一系列最大弯曲循环次数的分数(fractions)的影响。因此，通过使机器仅运行一次，操作者就可以确定在最大弯曲测试循环次数的20％、40％、60％、80％和100％时绳索的磨损情况。在该机器的情况下，通过消除偏离角的方法产生的附加机器宽度是可以接受的，并且出于可比较测试信息的目的，滑

轮的尺寸必须相同。

[0053] 本发明不需要滑轮具有完全相同的尺寸，并且最重要的是可维持整个机器的紧凑性和支承轴的连续性。这在图7C的图示中完成。可以经由映射技术找到从滑轮轴线709和710开始的几何形状，滑轮轴线709和710位于滑轮组的相对的两端上。首先在其轴线710上绘制初始滑轮尺寸711a及其轴向跨越部的位置，后续的每个滑轮的中心线弧形部(712a，然后是711b、712b、711c、712c等)都由其在先部件以及其在自己轴上的垂直度和中心度来限定。给定一组滑轮轴线709、710、初始中心线弧几何形状711a以及待生成的多个滑轮，滑轮组仅有一个几何方案。从该角度看，自由跨越部中心线的最终平面位置沿着圆形轮廓713驻留(reside)且具有所述的其它限制。平行滑轮之间的间距必须是非恒定的，并且随着滑轮的直径朝向周缘减小而减小。

[0054] 图8示出了传动带拓扑的轴向视图，突出显示了外轴305的旋转轴线801及其自由旋转的滑轮311的相应组。根据图7中所示的位置，传动带区段604a-d位于多个滑轮311上。

[0055] 多个滑轮308绕轴302以其轴线802自由旋转。根据图7中所示的位置，传动带区段602a-e位于多个滑轮308上。

[0056] 图9示出了完整的滑轮组拓扑的等轴测视图。弧形几何形状609a-f和611a-e通过自由跨越部610a-j连接。

[0057] 图10示出了滑轮组拓扑的横截面，包括自由跨越部612和614，其分别被导向楔形终止部613和重定向弯曲部608。绘制圆形轮廓713，圆形轮廓713与横截面中每个传动带区段的中心点相交。

[0058] 为了清楚起见，图11和图12提供了滑轮组拓扑的侧视图。

[0059] 图13示出了多个滑轮308的横截面，滑轮308由五个单独的滑轮1301a-e组成，所有这些滑轮以不同的速度旋转并且围绕轴303自由地旋转。滑轮具有分离的止推垫圈1302a-f，它们允许滑轮的堆叠(组)的压缩的轴向载荷。密封件1303a至d维持被润滑的轴承体积，并排除可能的污染物。传动带区段611a-e位于多个滑轮308上。输出杆插件402a和402b在动力框架轴302、303和输出杆203之间提供机械连接。

[0060] 为了清楚起见，图14示出了在驱动马达附近的传动带拓扑的侧视图。

[0061] 图15以横截面示出了许多部件的支承结构。马达206及其齿轮箱1502固定至牵引卷筒1501，该牵引卷筒1501驱动传动带区段606a-c。传动带区段607a、b位于惰轮卷筒1503上，该惰轮卷筒1503围绕其支承轴1505自由旋转。基部框架1504将这些部件固定在适当的位置。

[0062] 图16示出了用于传动带的终止部的张紧机构的横截面图。传动带楔形几何形状613在楔形部1601和支承壁1602a、b之间被压缩。支承壁1602a、b是终止部本体1603的一部分，其将压缩弹簧1605压靠于终止部壳体1604。惰轮滑轮用于改变传动带从终止点朝向滑轮的方向。终止部壳体1604固附至基部框架1504。在正常操作中，当传动带中产生较高张力时，终止部本体1603压靠于基部框架1504上。如果在操作期间传动带张力降低，则压缩弹簧1605迫使终止部本体1603向外，始终维持传动带张力并允许牵引卷筒1501通过这样做来发挥作用。

[0063] 为了清楚起见，图17示出了许多基部部件的完整侧视图。

[0064] 图18示出了本发明的替代种类，其仅依赖于一组滑轮组。传动带在离开第一滑轮

组和驱动单元之后被卷绕到卷盘上。多个滑轮1801类似于成组滑轮311，并且多个滑轮1802类似于成组滑轮310。驱动滑轮1803类似于来自先前种类的驱动滑轮1501，并且惰轮滑轮1804类似于惰轮滑轮1503。

[0065] 图19示出了驱动元件的详细视图。传动带拓扑在第一滑轮组、重定向滑轮和驱动单元上保持相同。传动带弧形区段1901a-c类似于传动带弧形区段606a-c，并且传动带弧形区段1902a、b类似于607a、b。当传动带离开驱动区域时，由滑轮1903将其重定向到卷取卷盘上，而不是重定向至相对的滑轮组。卷轴1904可以由弹簧或主动机械装置来提供动力。

[0066] 图20呈现了本发明的第二种类的带传动带拓扑的详细视图。传动带弧形区段2001位于重定向滑轮1903上，并且自由跨越部2002被导向卷绕的传动带2003。

[0067] 图21示出了第二种类的等轴侧视图。自由跨越部2100a-j通过致动器支承拉伸载荷，这与其它基于滑轮组的升高设备类似。传动带通过主动轮(capstan)的基于摩擦的驱动单元来驱动，该驱动单元包括驱动滑轮1803和惰轮滑轮1804。在离开驱动单元后，传动带通过滑轮1903重导向至卷盘1904，以便在低张力下存储。通过系统的大部分动力流流动通过主动轮(capstan)驱动滑轮1803并且进入到旋转致动器中。

[0068] 如本文所使用的，术语“约”、“大约”、“基本上”和类似术语旨在具有广泛的含义，与本公开的主题所涉及的本领域普通技术人员的普遍和接受的用法相一致查阅本公开的本领域技术人员应当理解，这些术语旨在允许对所描述的某些特征来说明，而不将这些特征的范围限制在所提供的精确数值范围内。因此，这些术语应当被解释为指示所描述的主题的非实质性或无关紧要的修改或变更，并且被认为在本公开的范围内。

[0069] 应当注意，本文中用来描述各种实施例的术语“示例性”旨在指示这样的实施例是可能的实施例的可能的示例、表示和/或图示(并且该术语并不旨在表示这样的实施例必然是极好的或最高级的示例)。

[0070] 为了本公开的目的，术语“联接”是指两个构件彼此直接或间接地接合。这种接合本质上可以是固定的或可移动的。这种接合可以通过以下方式获得，即，利用两个构件或两个构件以及彼此一体形成为单个整体的任何附加的中间构件，或者利用两个构件或两个构件以及彼此附接的任何附加的中间构件。这种接合本质上可以是永久的，或者本质上可以是可移动的或可释放的。

[0071] 应当注意，根据其它示例性实施例，各种元件的定向可以不同，并且这种变体旨在被本公开所涵盖。应当认识到，所公开的实施例的特征可以结合到其它公开的实施例中。

[0072] 重要的是要注意，各个示例性实施例中所示的其弹簧系统或部件的构造和布置仅是示例性的。尽管在本公开中仅详细描述了几个实施例，但是查阅本公开的本领域技术人员将容易理解，在实质上不背离所公开主题的新颖教导和优点的情况下，可以进行许多修改(例如，各种元件的大小、尺寸、结构、形状和比例的变化、参数值、安装布置、材料的使用、颜色、定向等)。例如，示出为一体形成的元件可以由多个部分或元件构成，元件的位置可以颠倒或以其它方式变化，并且离散元件的性质或数量或者位置可以改变或变化。根据替代实施例，任何过程或方法步骤的顺序或次序可以根据可替换实施例来变化或重新排序。在不脱离本公开的范围的情况下，还可以在各种示例性实施例的设计、操作条件和布置中进行其它替换、修改、改变和省略。

[0073] 本申请中引用的所有文献和类似材料，包括但不限于专利、专利申请、文章、书籍、

论文和网页，无论这些文献和类似材料的格式如何，均通过引用明确地并入本文。如果所结合的文献和类似材料中的一个或多个与本申请不同或相矛盾，包括但不限于定义的术语、术语用法、描述技术等，则以本申请为准。

[0074] 尽管已经在本文中描述和示出了各种创造性实施例，但是本领域普通技术人员将容易想到用于执行功能和/或获得本文描述的结果和/或一个或多个优点的各种其它手段和/或结构，并且这些变体和/或修改中的每一个被认为在本文描述的发明实施例的范围内。更一般地，本领域技术人员将容易理解，本文描述的所有参数、尺寸、材料和构造是示例性的，并且实际参数、尺寸、材料和/或构造将取决于使用本发明教导的一个或多个特定应用。本领域技术人员将认识到，或能够仅通过常规实验确定的是，本文所述的具体创造性实施例的许多等同方案。因此，应当理解，前述实施例仅以举例的方式给出，并且在所附权利要求及其等同方案的范围内，可以以不同于具体描述和要求保护的方式实践本发明的实施例。本公开的创造性实施例涉及本文所述的每个单独的特征、系统、物品、材料、套件和/或方法。此外，如果这样的特征、系统、物品、材料、套件和/或方法不是相互矛盾的，则包括两个或更多个这样的特征、系统、物品、材料、套件和/或方法的任意组合。

[0075] 而且，本文描述的技术可以实施为一种方法，已经提供了该方法的至少一个示例。作为该方法的一部分执行的动作可以以任何合适的方式排序。因此，可以构造这样的实施例，其中以与所示出的顺序不同的顺序来执行动作，这也可包括同时执行一些动作，即使这些动作在说明性实施例中被示为顺序动作。

[0076] 如本文限定和使用的所有定义应当被理解为控制字典定义、通过引用纳入的文档中的定义和/或所定义术语的普通含义。

[0077] 除非明确指出相反的含义，否则在说明书和权利要求书中使用的不定冠词“一(a)”和“一个(an)”应理解为表示“至少一个”。

[0078] 在说明书和权利要求书中使用的短语“和/或”应该理解为是指这样结合的元件中的“一个或两个”，即，在某些情况下共同存在并且在其它情况下不是共同存在的元件。用“和/或”列出的多个元件应当以相同的方式解释，即，共同存在的元件中的“一个或多个”。除了由“和/或”子句明确标识的元件以外，还可能可选择地存在其它元件，无论与那些具体标识的元件相关联还是无关。因此，作为非限制性示例，当与诸如“包含”之类的开放式语言结合使用时，在一个实施例中，对“A和/或B”的引用仅指代A(可选地包括除B以外的元件)；在另一个实施例中，仅指代B(可选地包括除A以外的元件)；在又一个实施例中，指代A和B两者(可选地包括其它元件)；等等。

[0079] 如在本文的说明书和权利要求书中所使用的，“或”应当被理解为具有与以上定义的“和/或”相同的含义。例如，当将列表中的项目分开时，“或”或“和/或”应当解释为包含性的，即，包含多个元件或一列表元件中的至少一个，但也包括多于一个，以及(可选地)其它未列出的项目。仅明确指出相反的术语，例如“仅一个”或“恰好一个”，或当在权利要求书中使用时的“由...组成”，将指的是在多个元件或一列表的元件中仅包括一个一个元件。一般而言，本文中使用的术语“或”仅应在排他性替代词(诸如“任一”、“其中之一”、“仅其中之一”或“恰好是其中之一”)之后表示为排他性术语(即“一个或另一个，但不是两者都”)。“基本上由……组成”当被用在权利要求书中时应当具有如专利法领域中所使用的普通含义。。

[0080] 如本文在说明书和权利要求书中所使用的，在提及一个或多个元件的列表时，短

语“至少一个”应当理解为是指从元件列表中的任何一个或多个元件中选择至少一个元件，但不必须包括元件列表中特别列出的每个元件中的至少一个，并且不排除元件列表中元件的任何组合。该定义还允许除了短语“至少一个”所指代的元件列表内特别识别的元件之外的元件可能可选地存在，无论与那些特别识别的元件有关联还是无关。因此，作为非限制性示例，“A和B中的至少一个”(或相等地，“A或B中的至少一个”，或相等地，“A和/或B中的至少一个”)可以指代：在一个实施例中，指代至少一个、可选地包括多于一个的A，并且不存在B(并且可选地包括除B以外的元件)；在另一个实施例中，指代至少一个、可选地包括多于一个的B，并且不存在A(并且可选地包括除A以外的元件)；在另一个实施例中，指代至少一个、可选地包括多于一个的A，元件至少一个、可选地包括多于一个的B(以及可选地包括其它元件)；等等。

[0081] 在权利要求书以及以上说明书中，所有过渡短语，诸如“包括(comprising)”、“包括(including)”、“携带”、“具有”、“包含”、“涉及”、“保持”、“包括(composed of)”及类似短语将理解为开放式的，即意指包括但不限于。如美国专利局专利审查程序手册第2111.03节所述，仅过渡短语“由……组成”和“基本上由……组成”分别应当是封闭的或半封闭的过渡短语。

[0082] 权利要求书不应被解读为限于所描述的顺序或元件(要素)，除非对此进行了说明。应当理解，本领域的普通技术人员可以在形式和细节上进行各种改变，而不脱离所附权利要求的精神和范围。要求保护落入所附权利要求书及其等同物的精神和范围内的所有实施例。

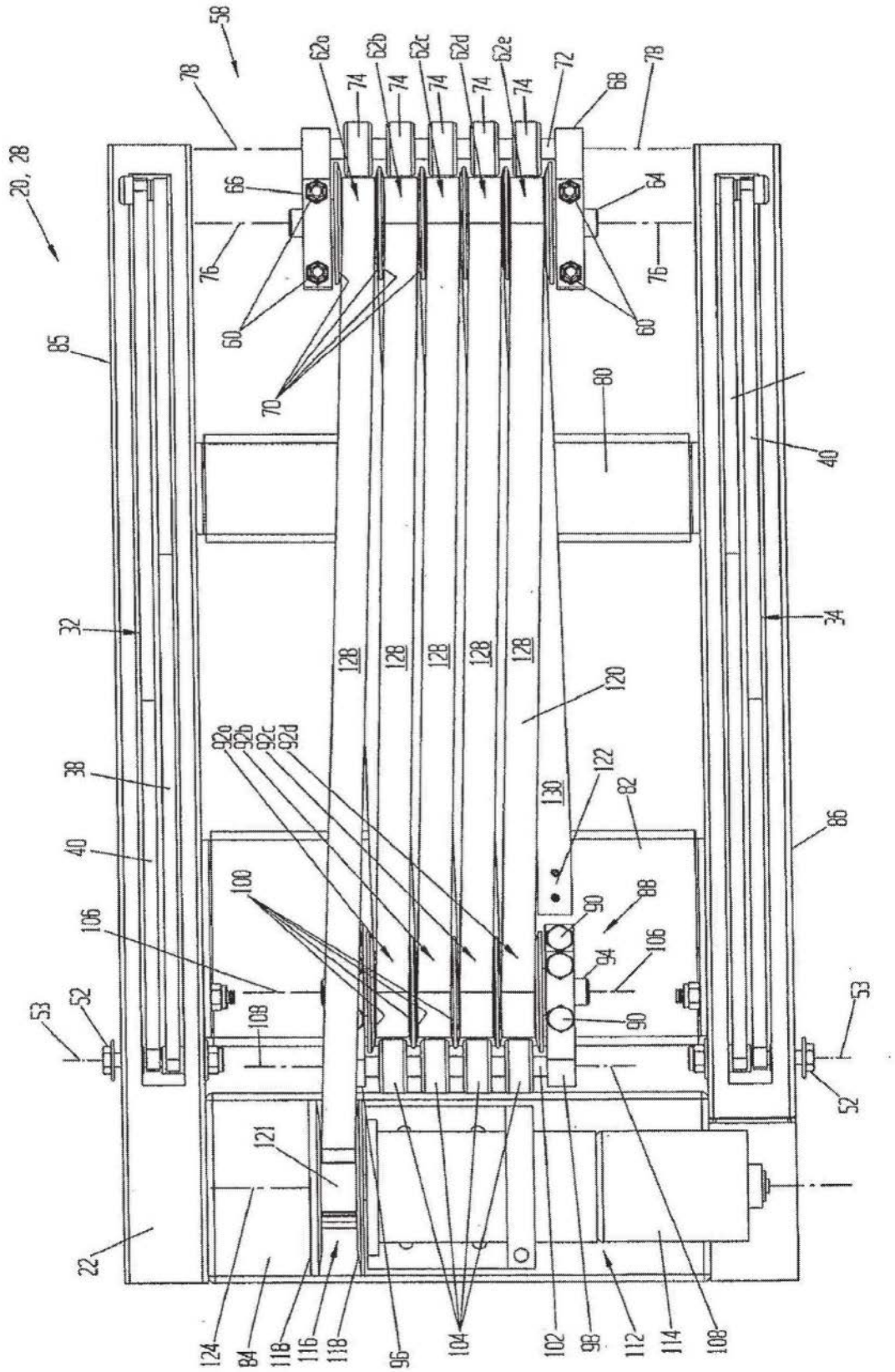

58
62a
62b
62c
62d
62e
74
72
68
78
20, 28
66
64
76
60
70
85
80
40
32
34
128
120
92a
92b
92c
92d
38
122
130
82
86
100
88
90
106
94
53
52
108
121
22
124
84
118
116
96
104
102
98
112
114

图1(现有技术)

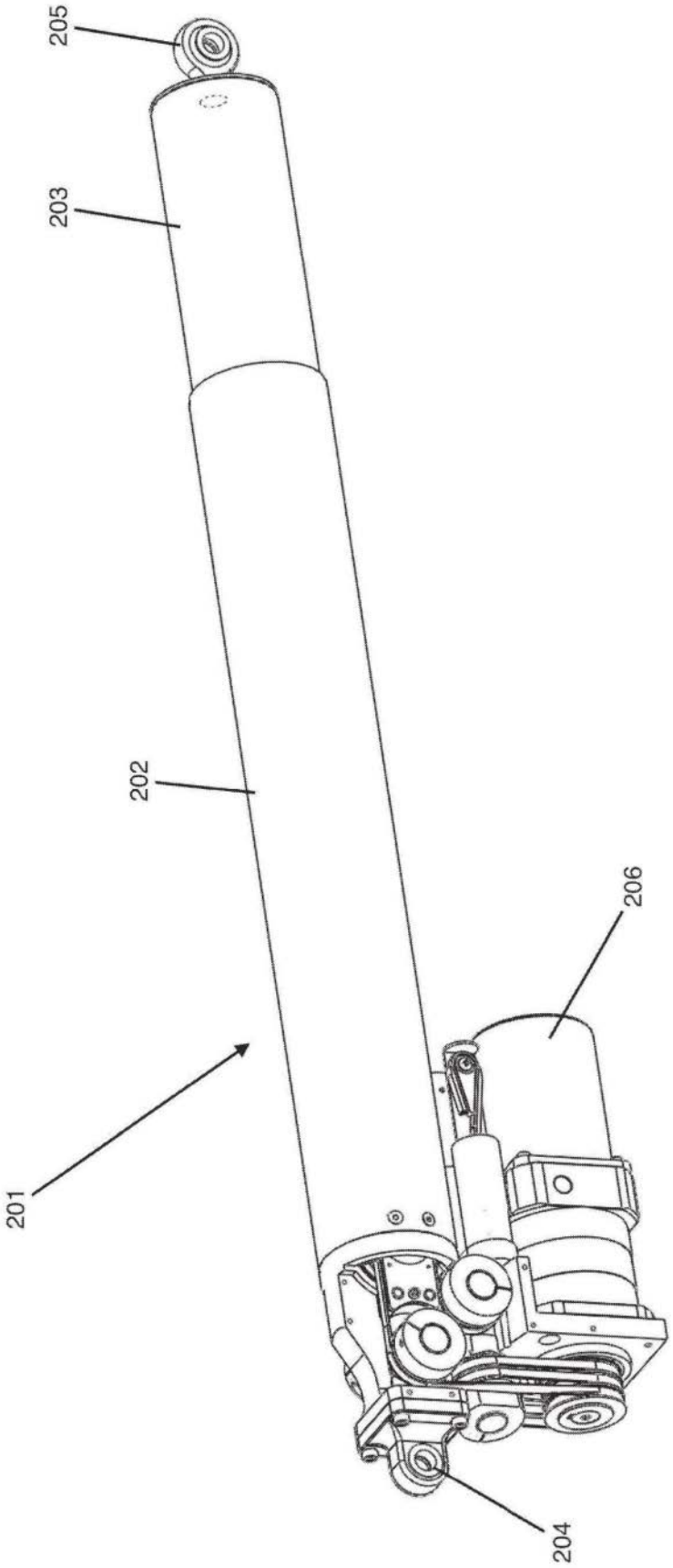


图2

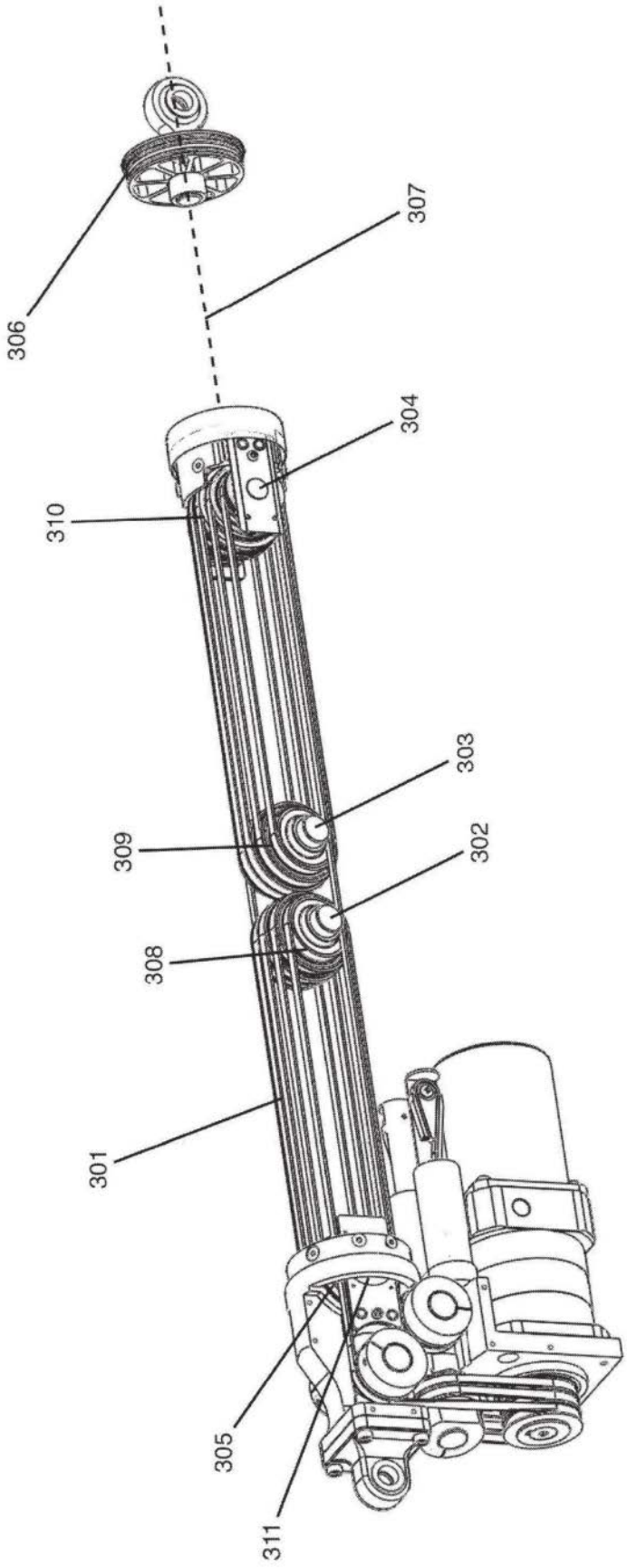


图3

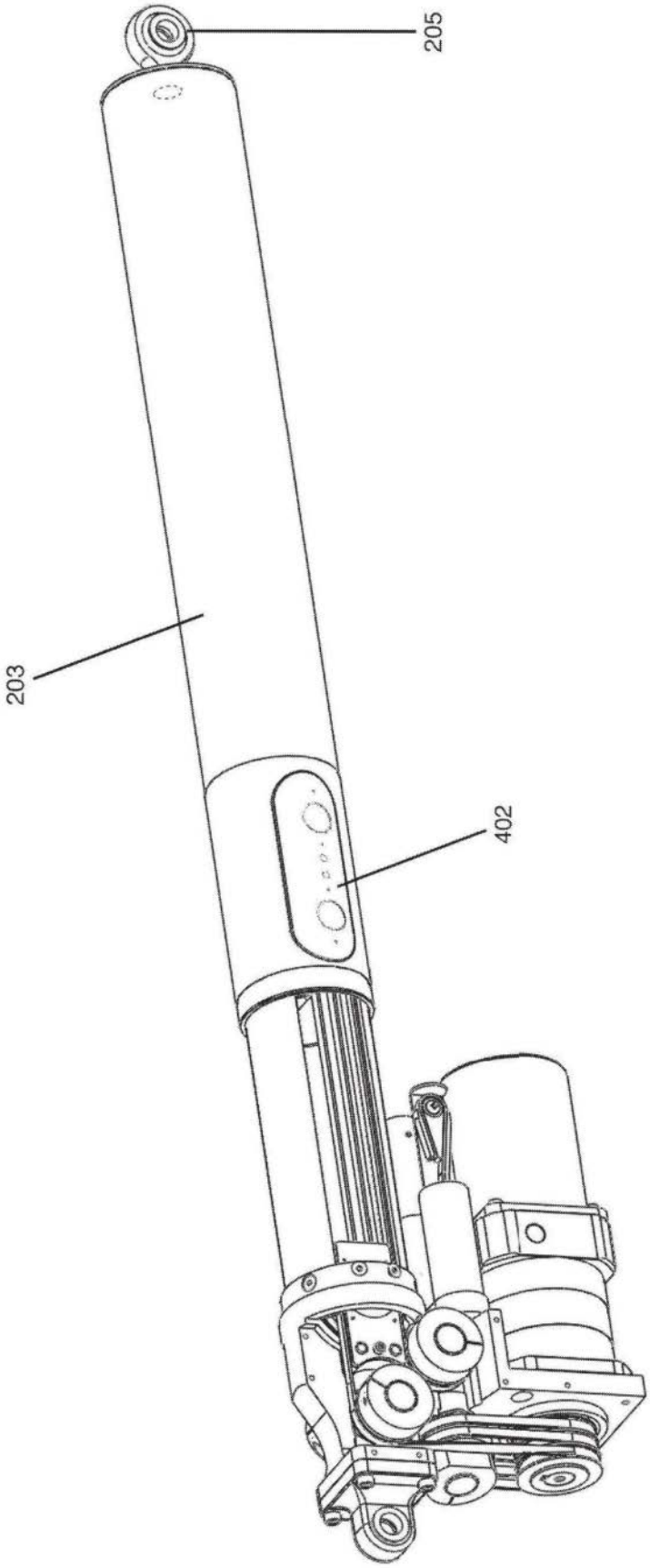


图4



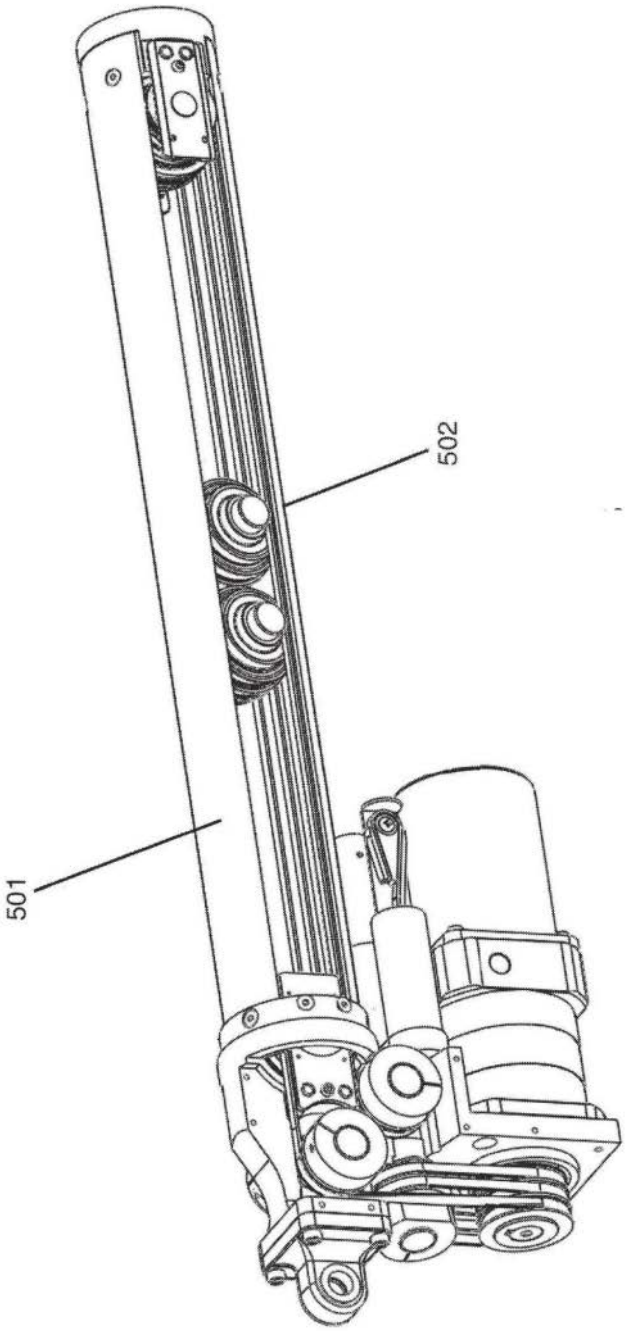


图5

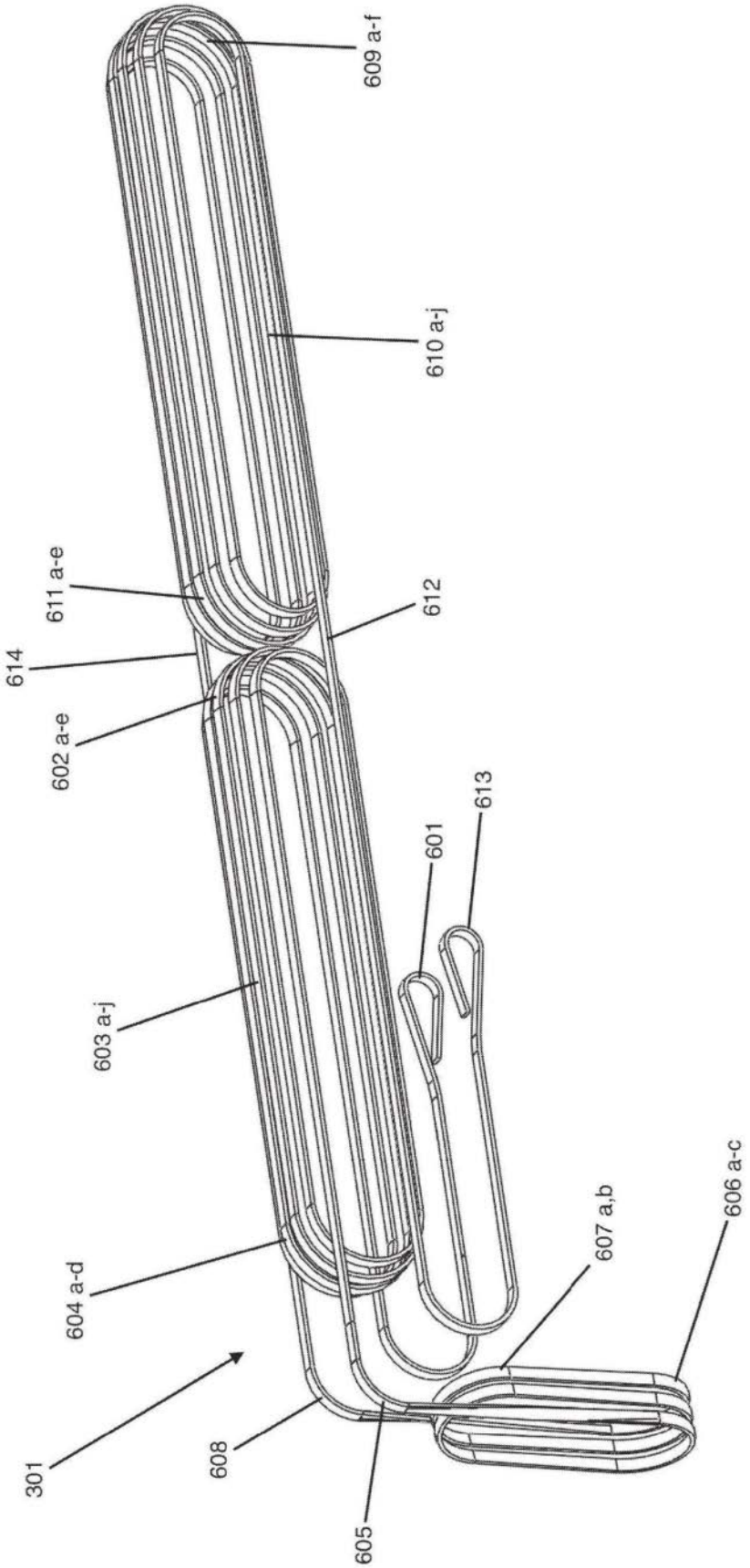

609 a-f
610 a-j
611 a-e
612
614
602 a-e
613
601
603 a-j
606 a-c
607 a,b
604 a-d
301
608
605

图6

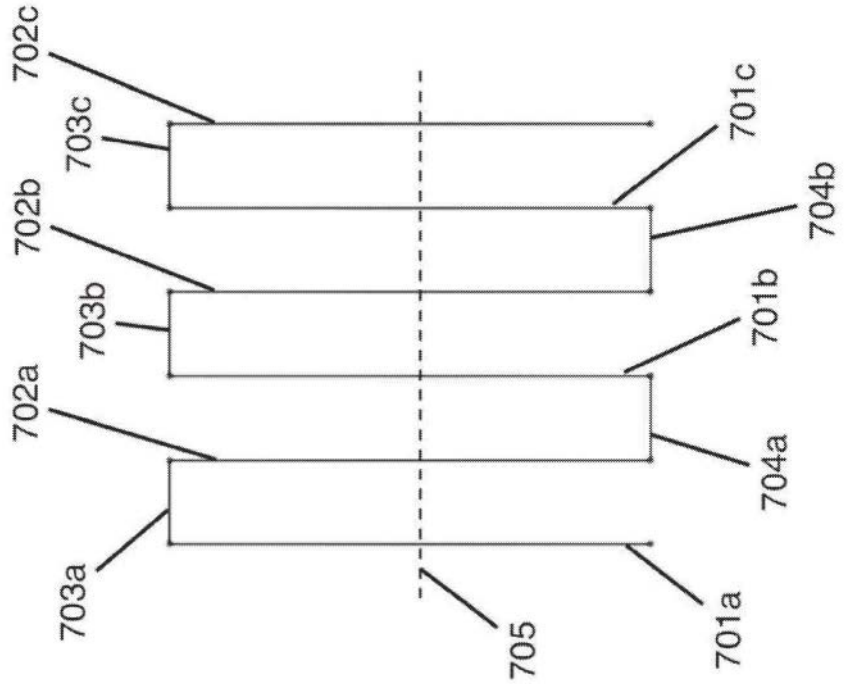

702c
703c
701c
704b
702b
703b
701b
702a
704a
703a
705
701a

图7A

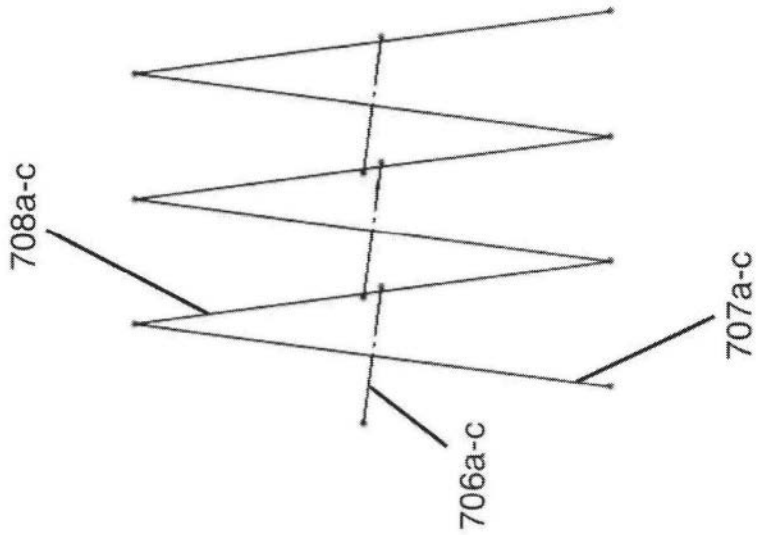

708a-c
707a-c
706a-c

图7B

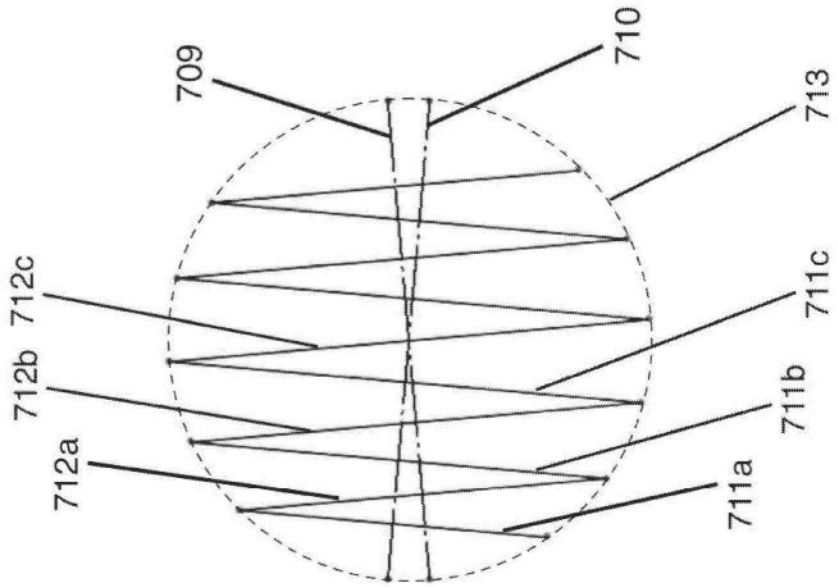


图7C

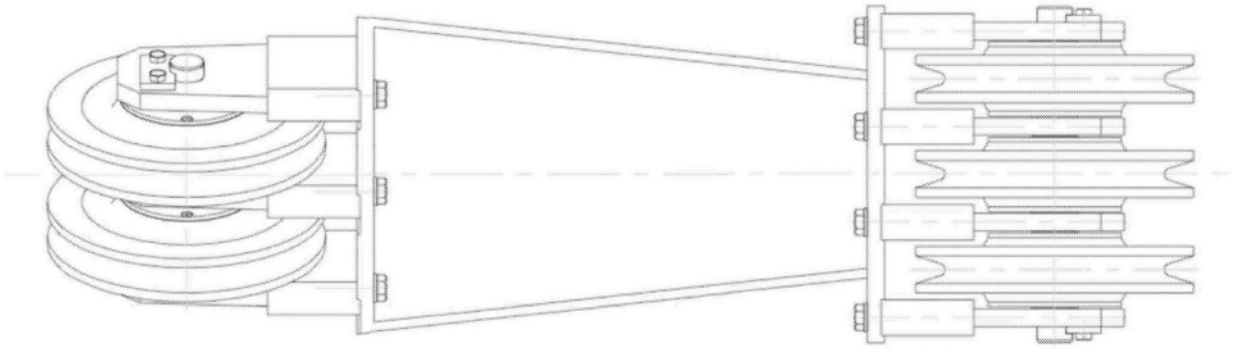


图7D

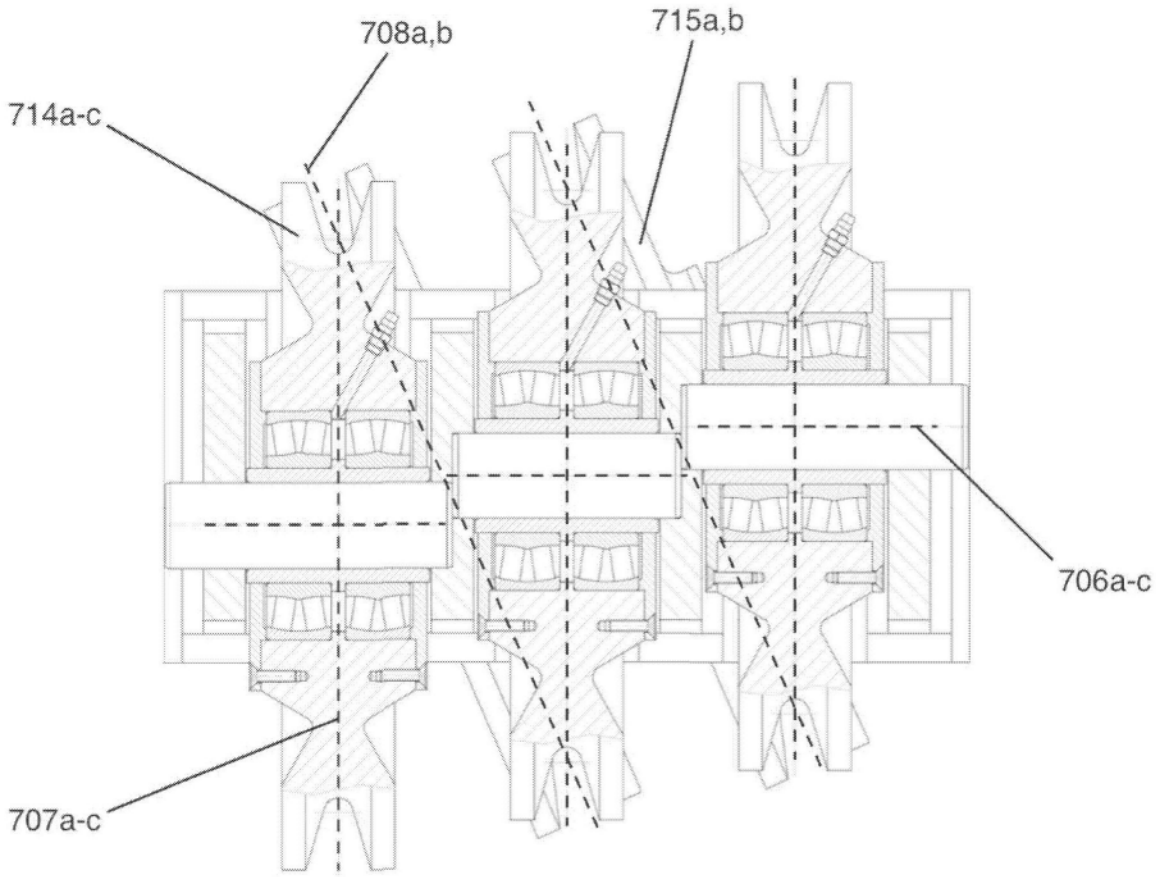


图7E

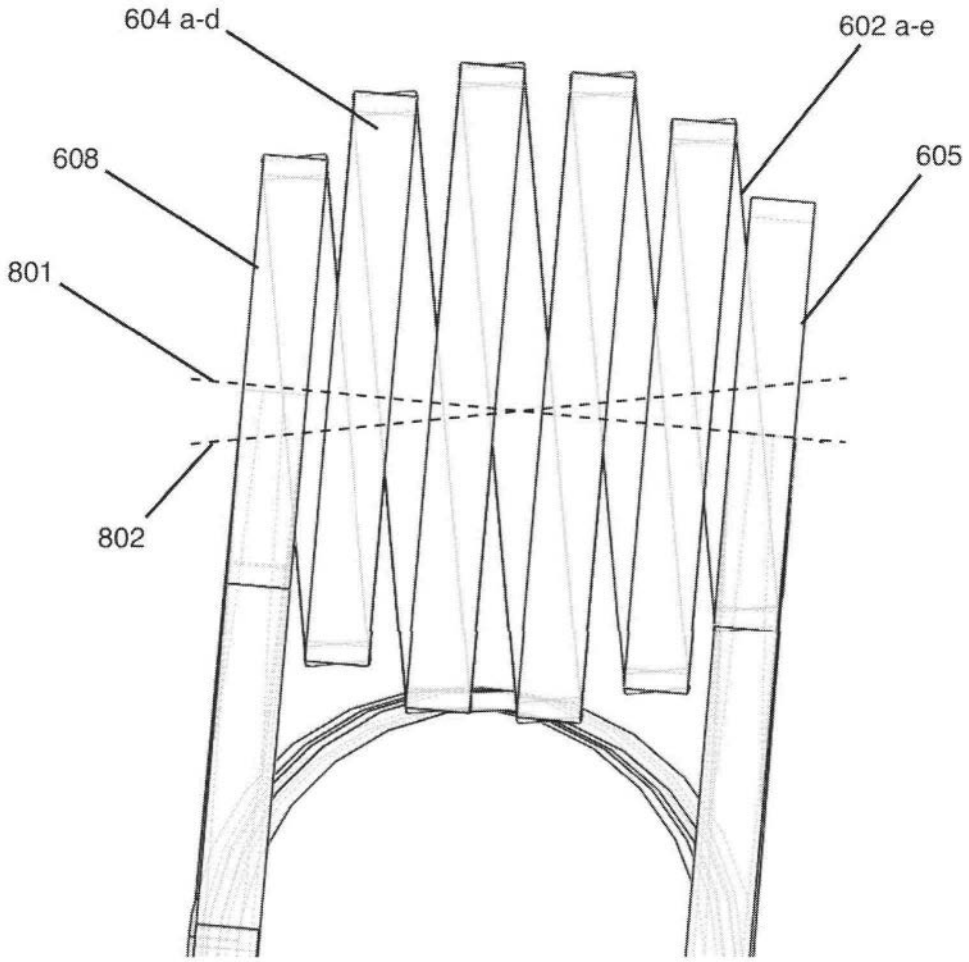


图8

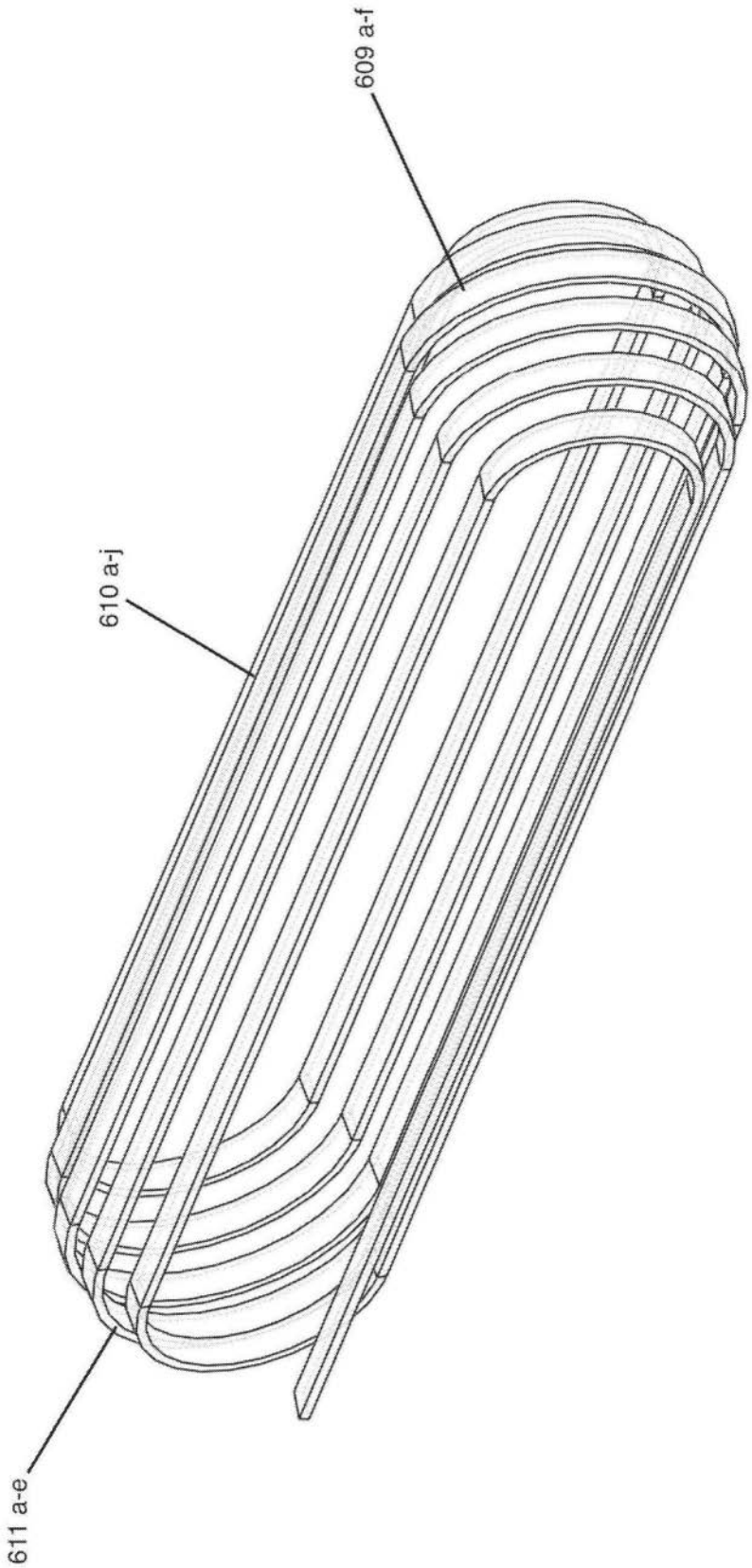


图9

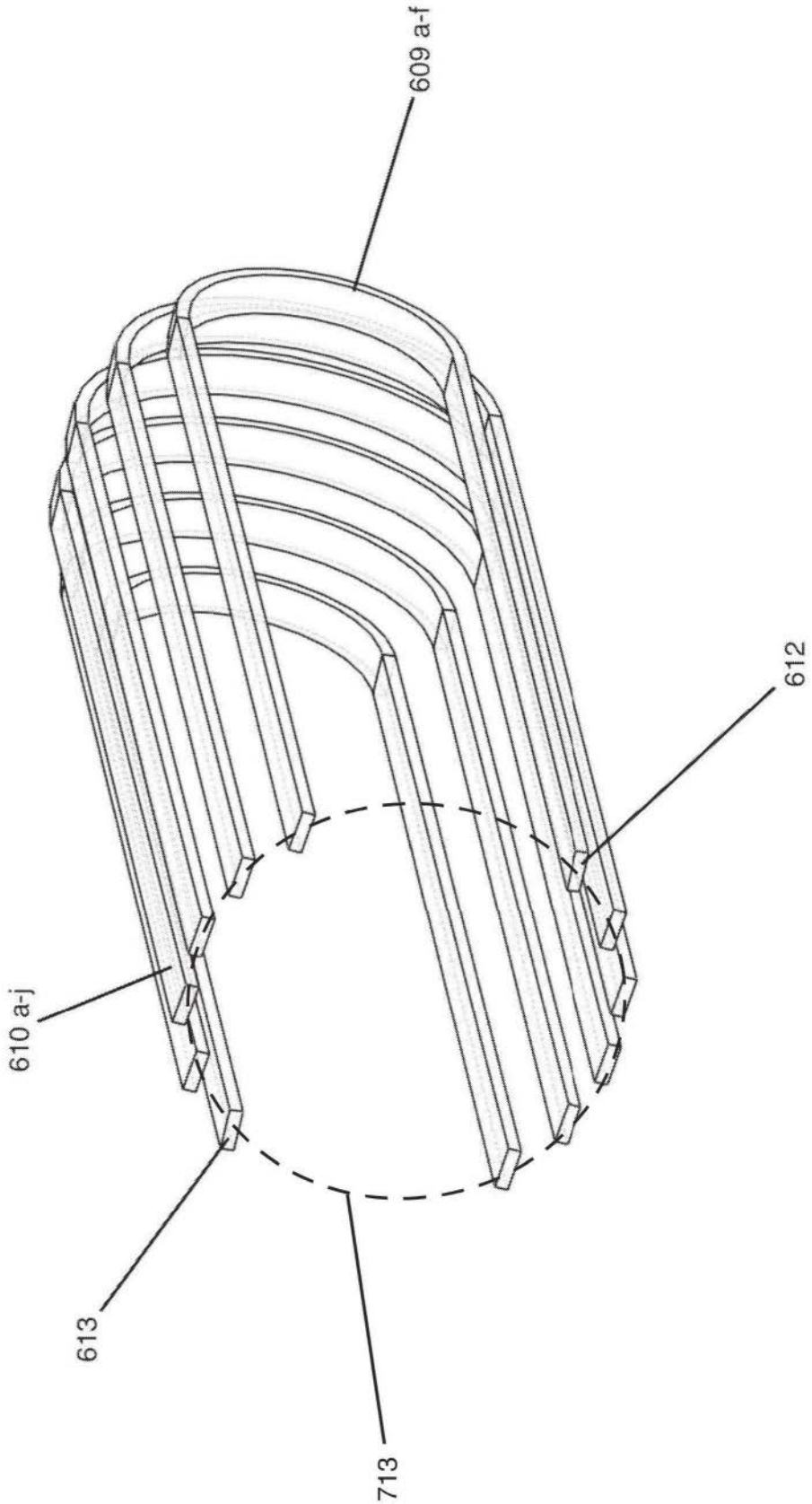


图10

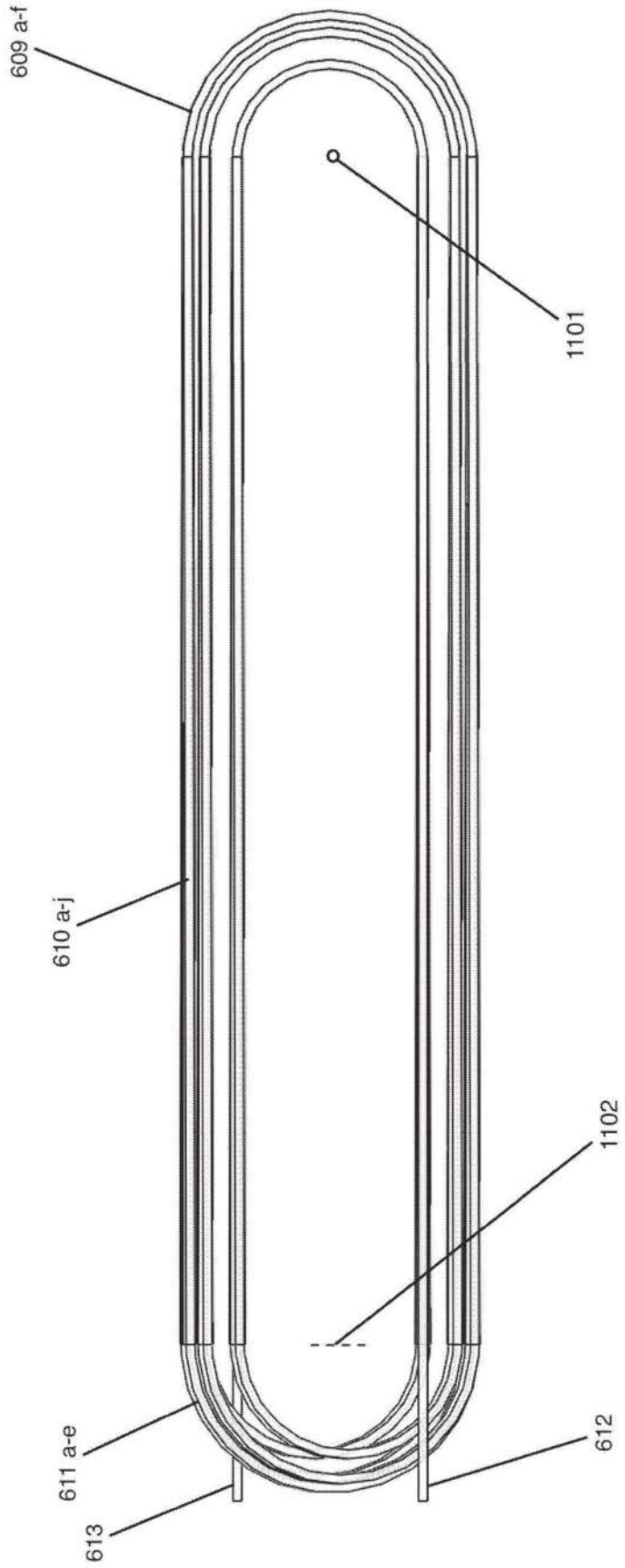


图11

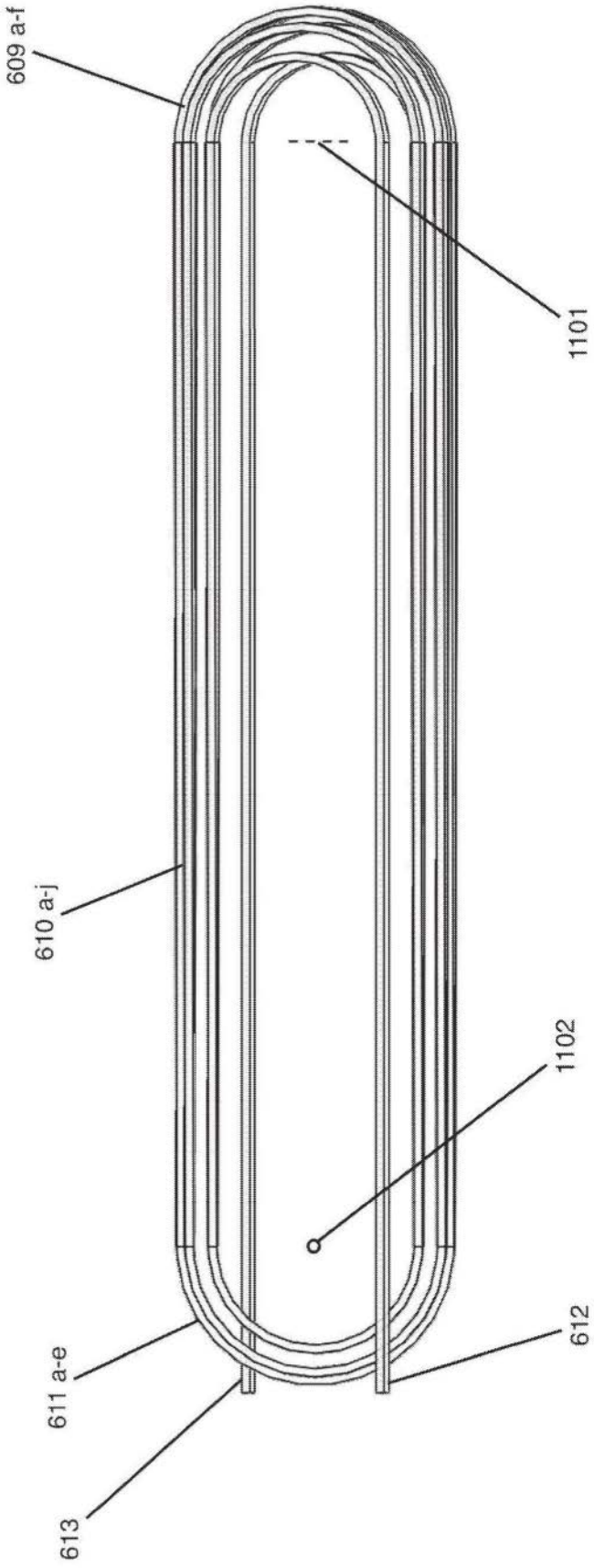


图12

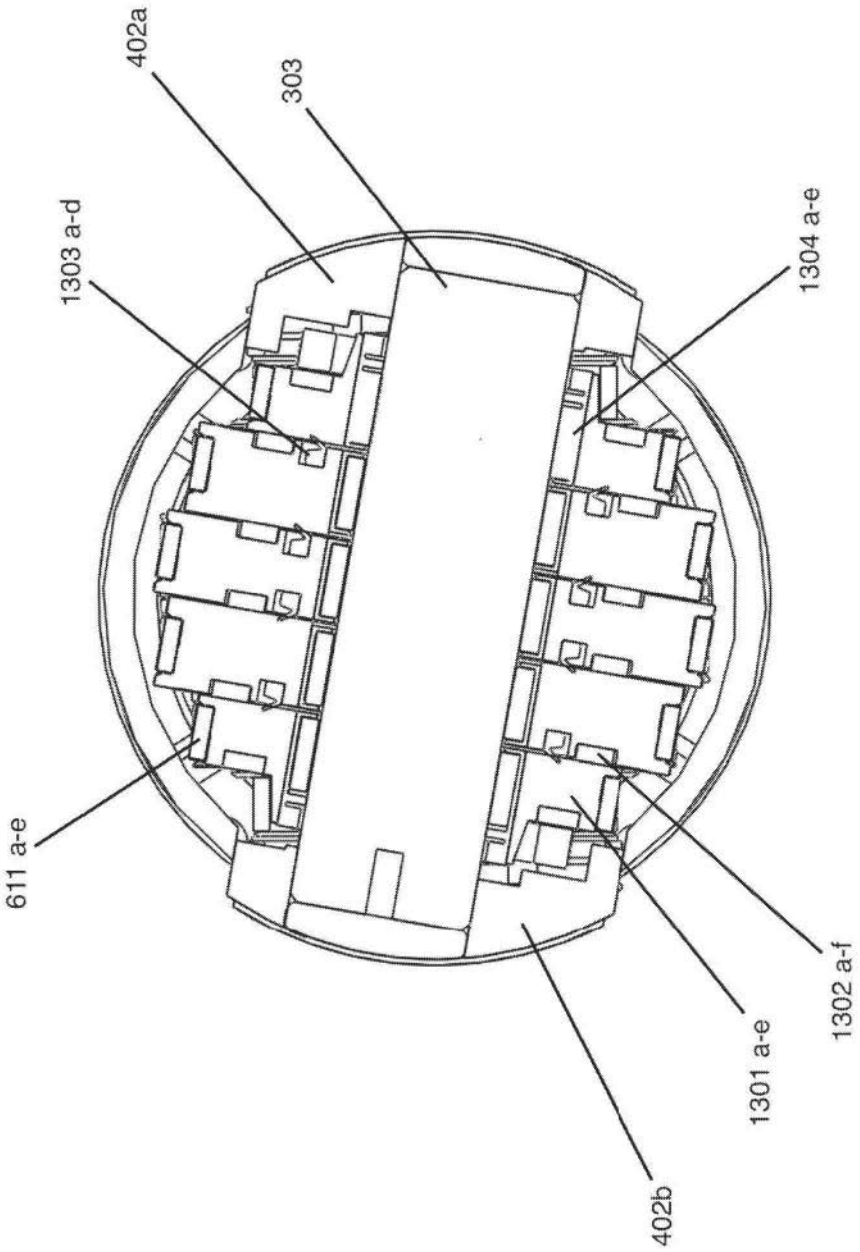


图13

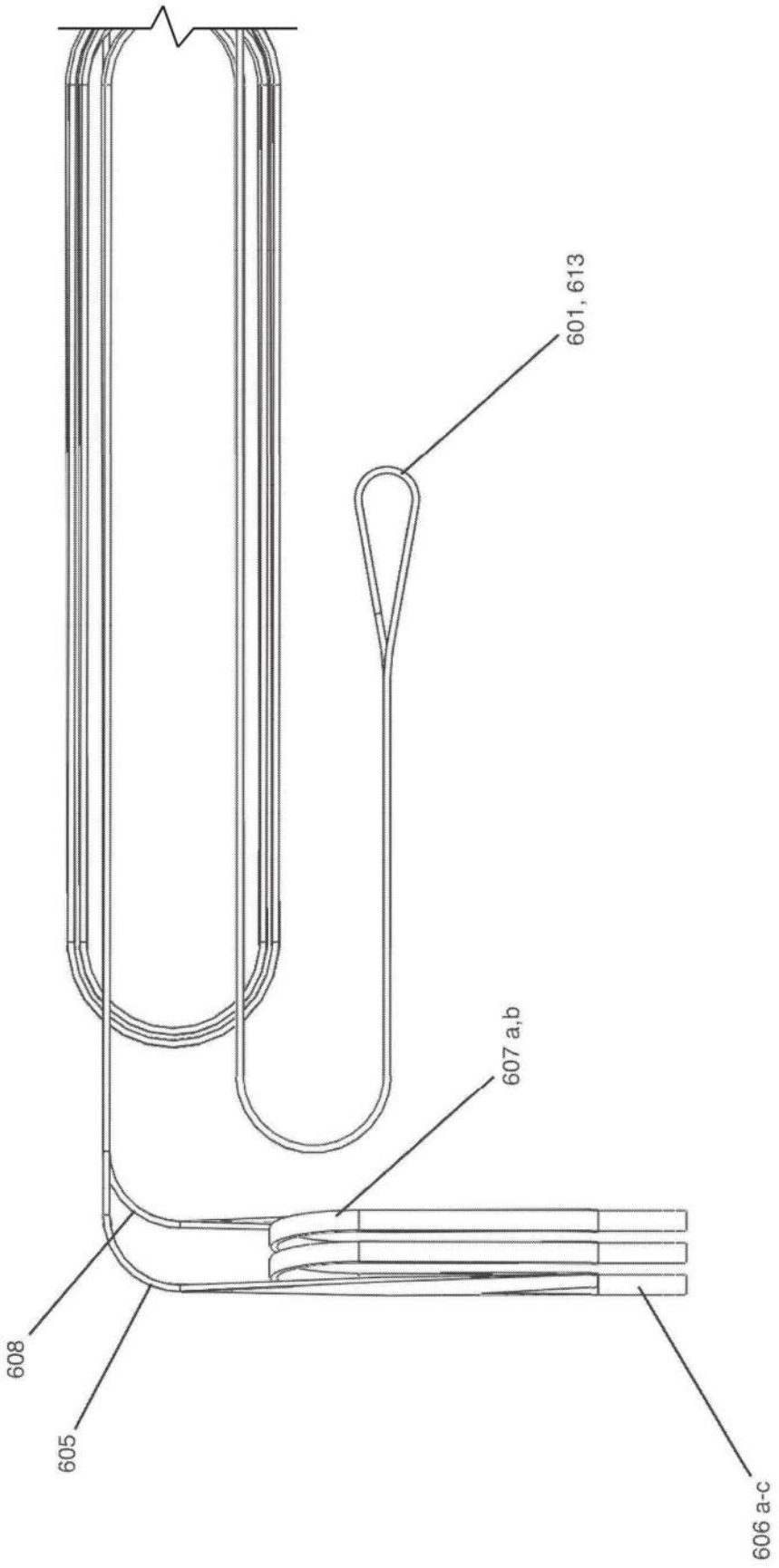


图14

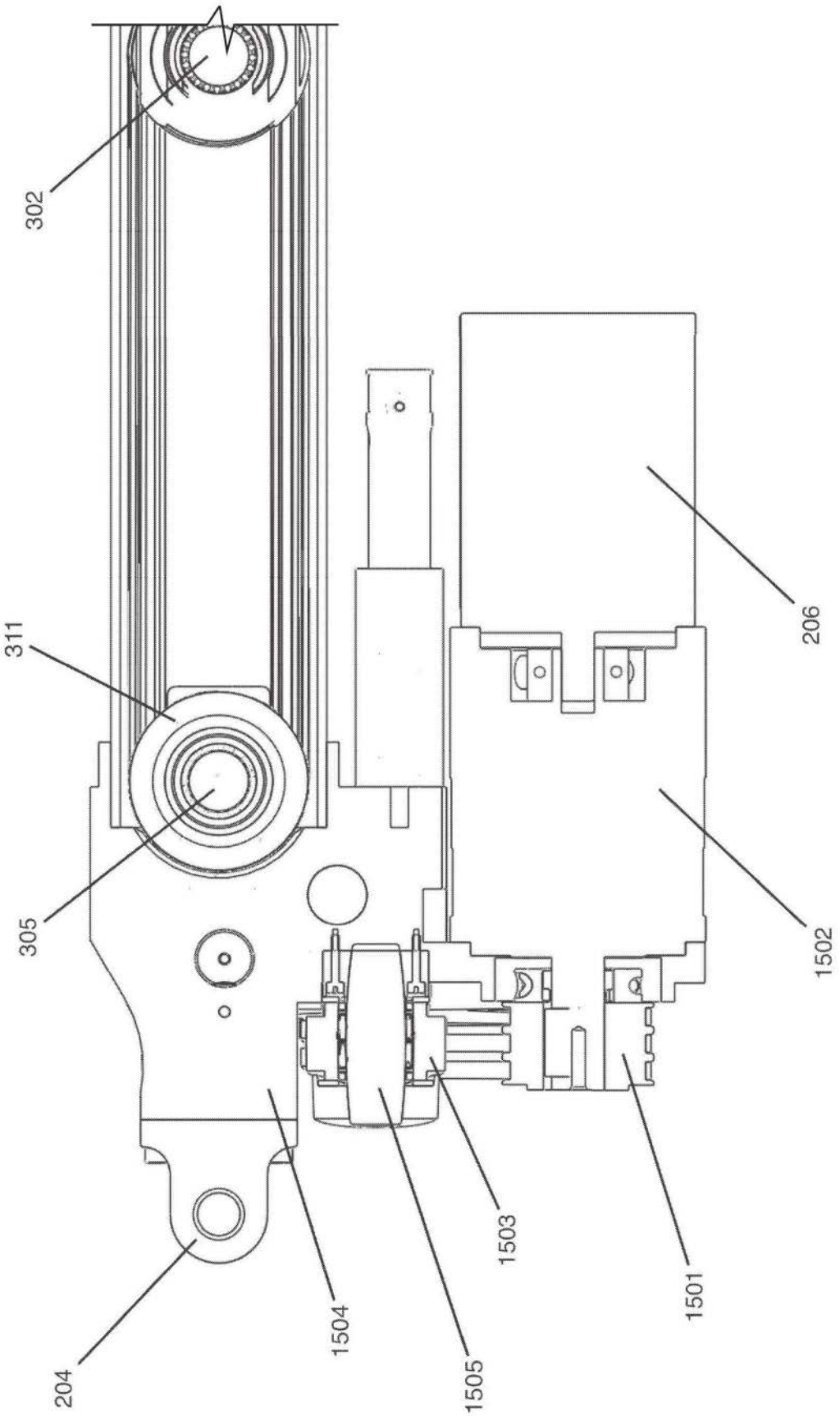


图15

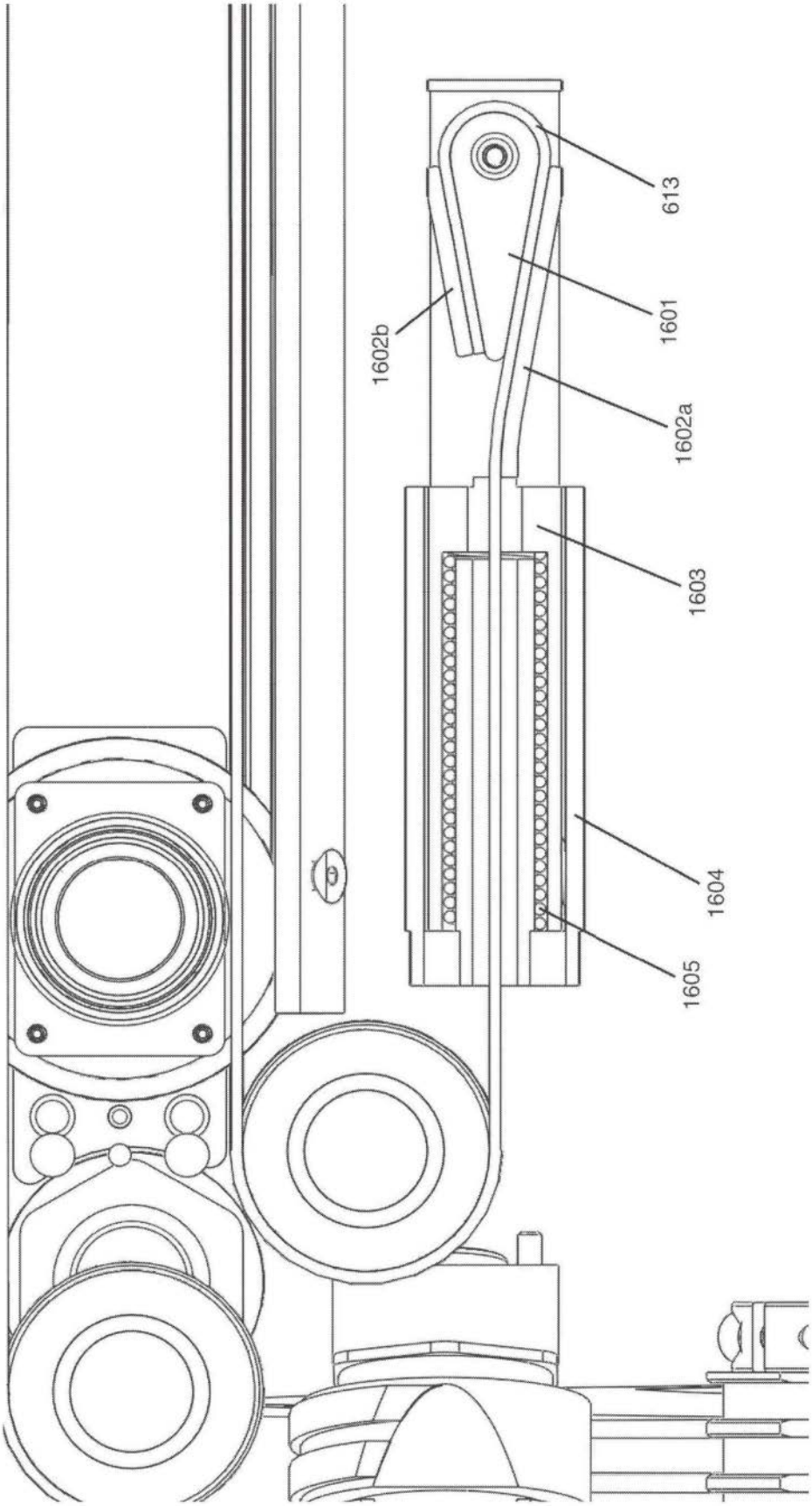


图16

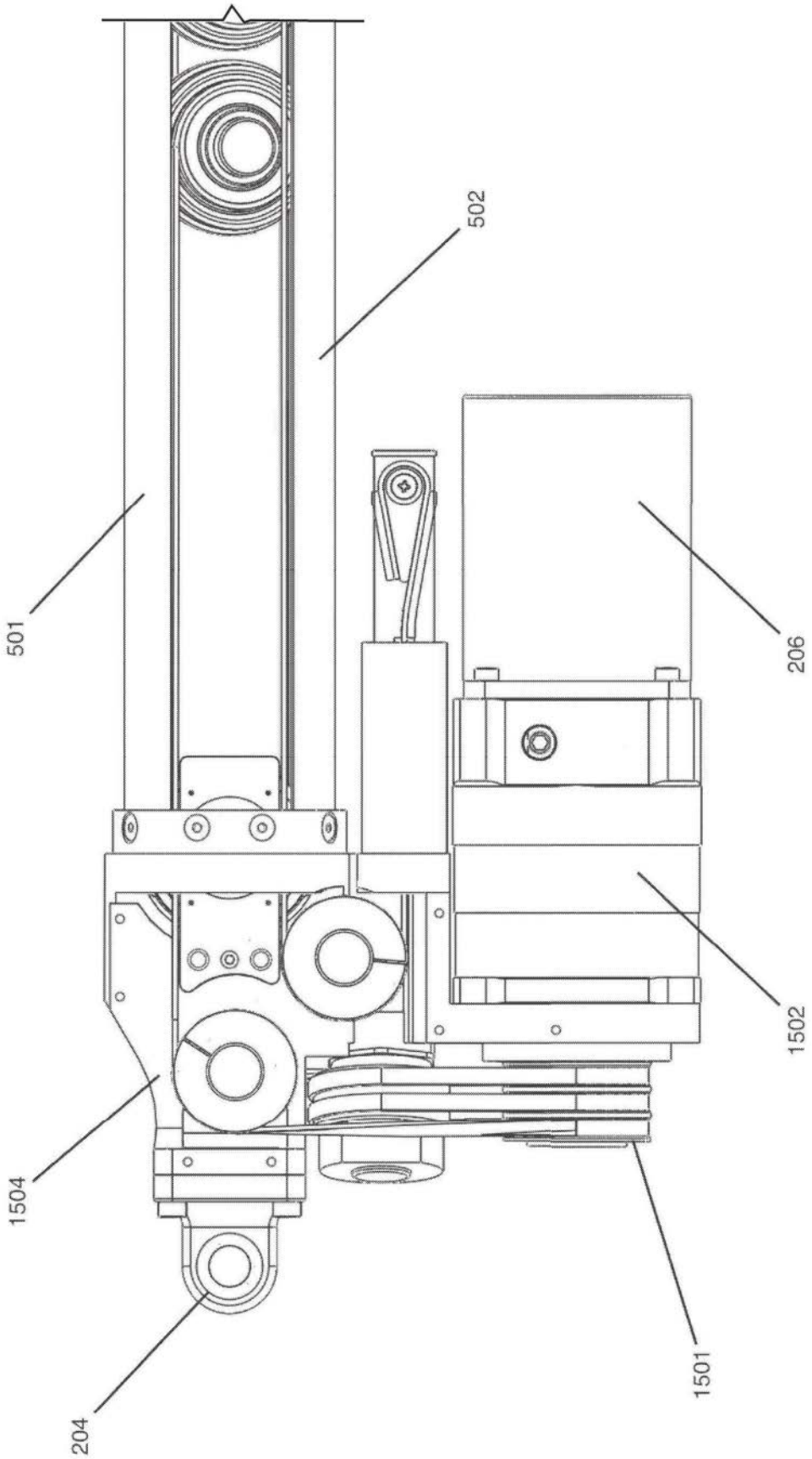


图17

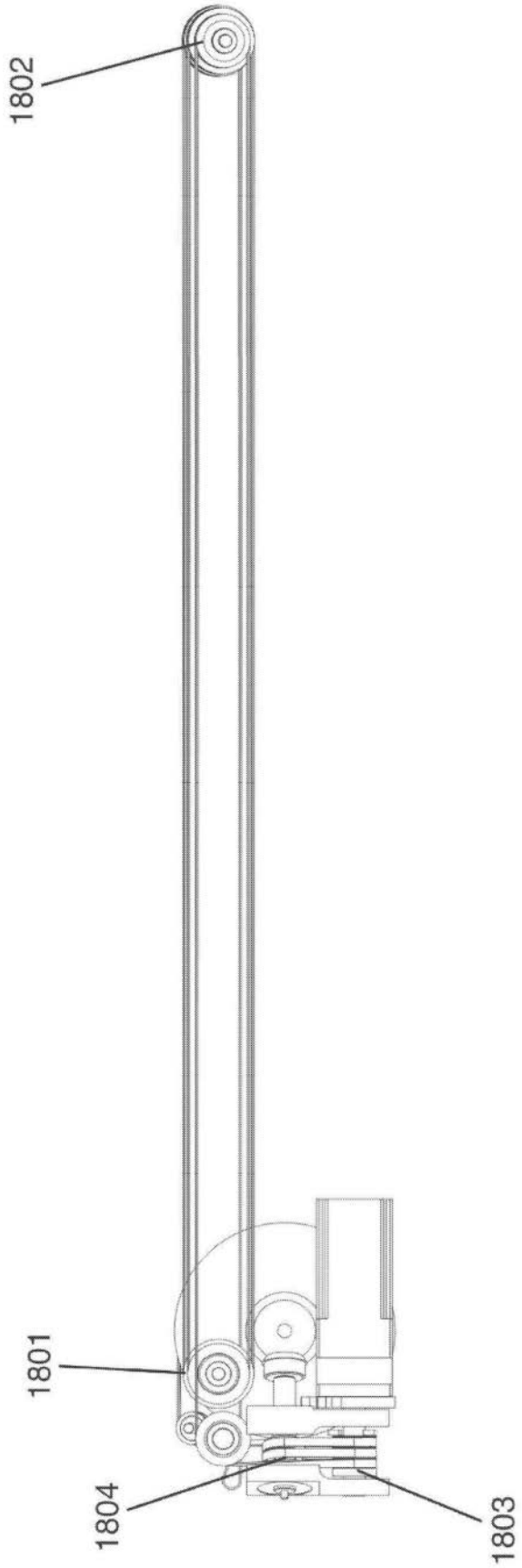


图18

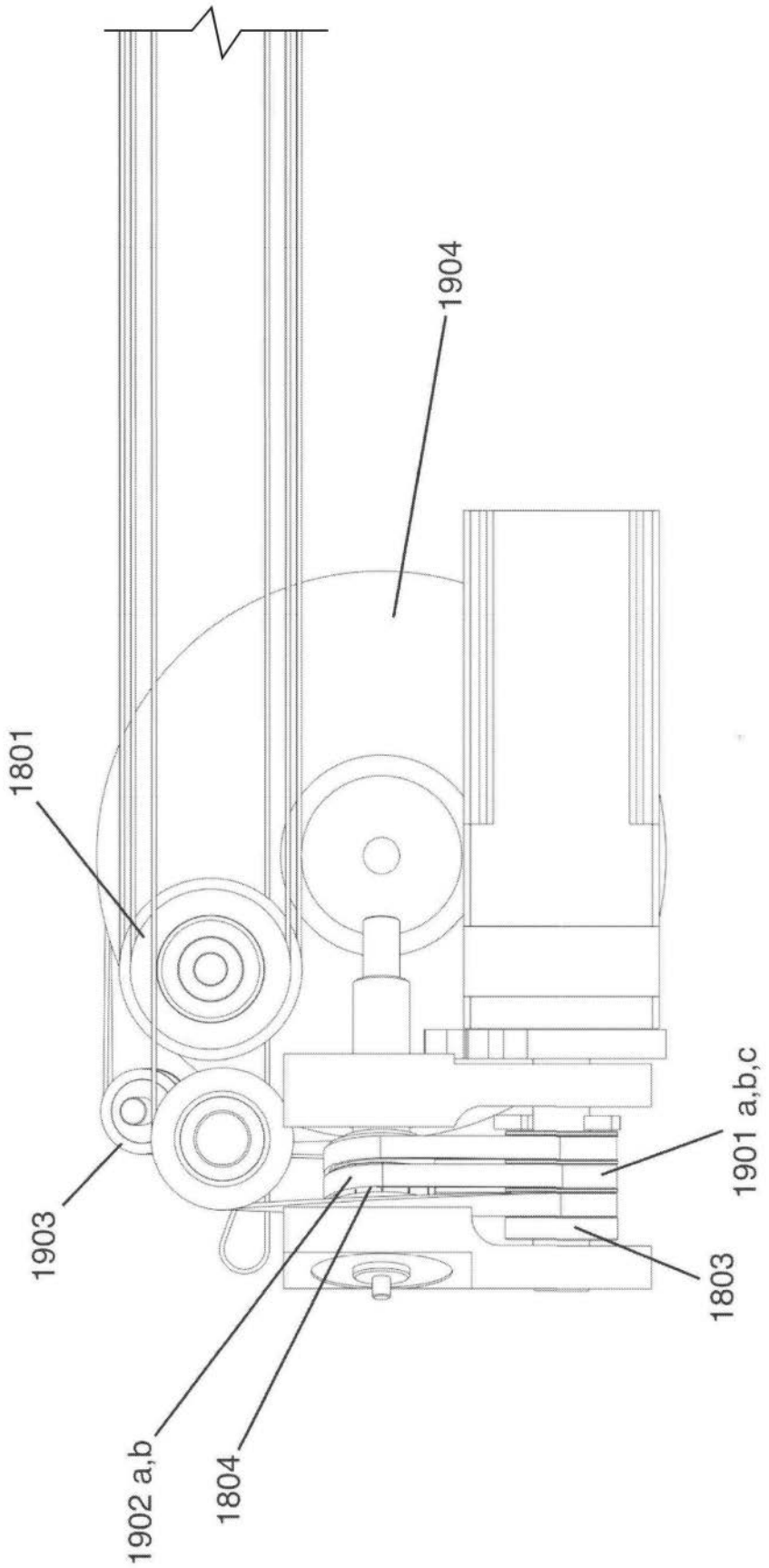


图19

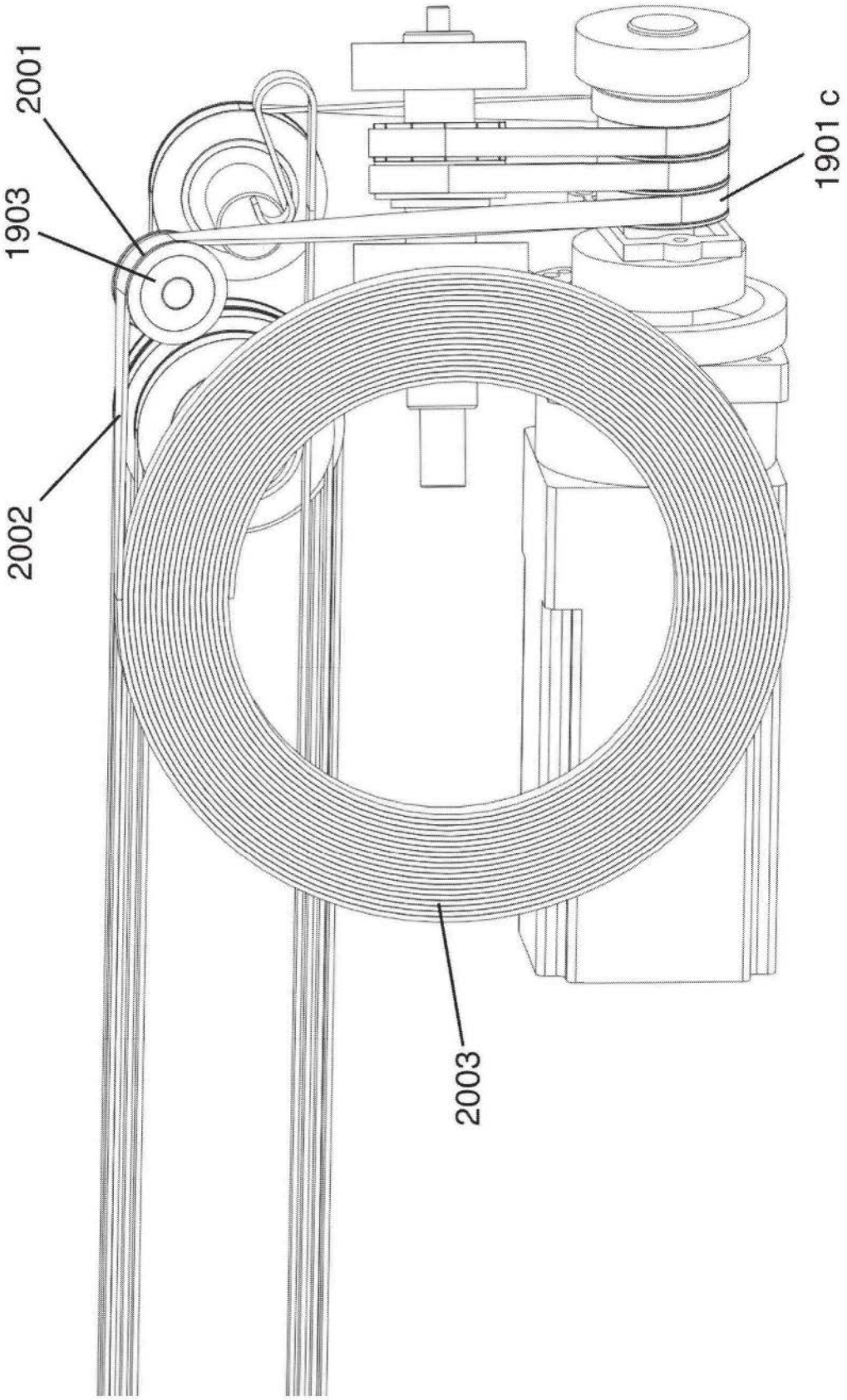


图20

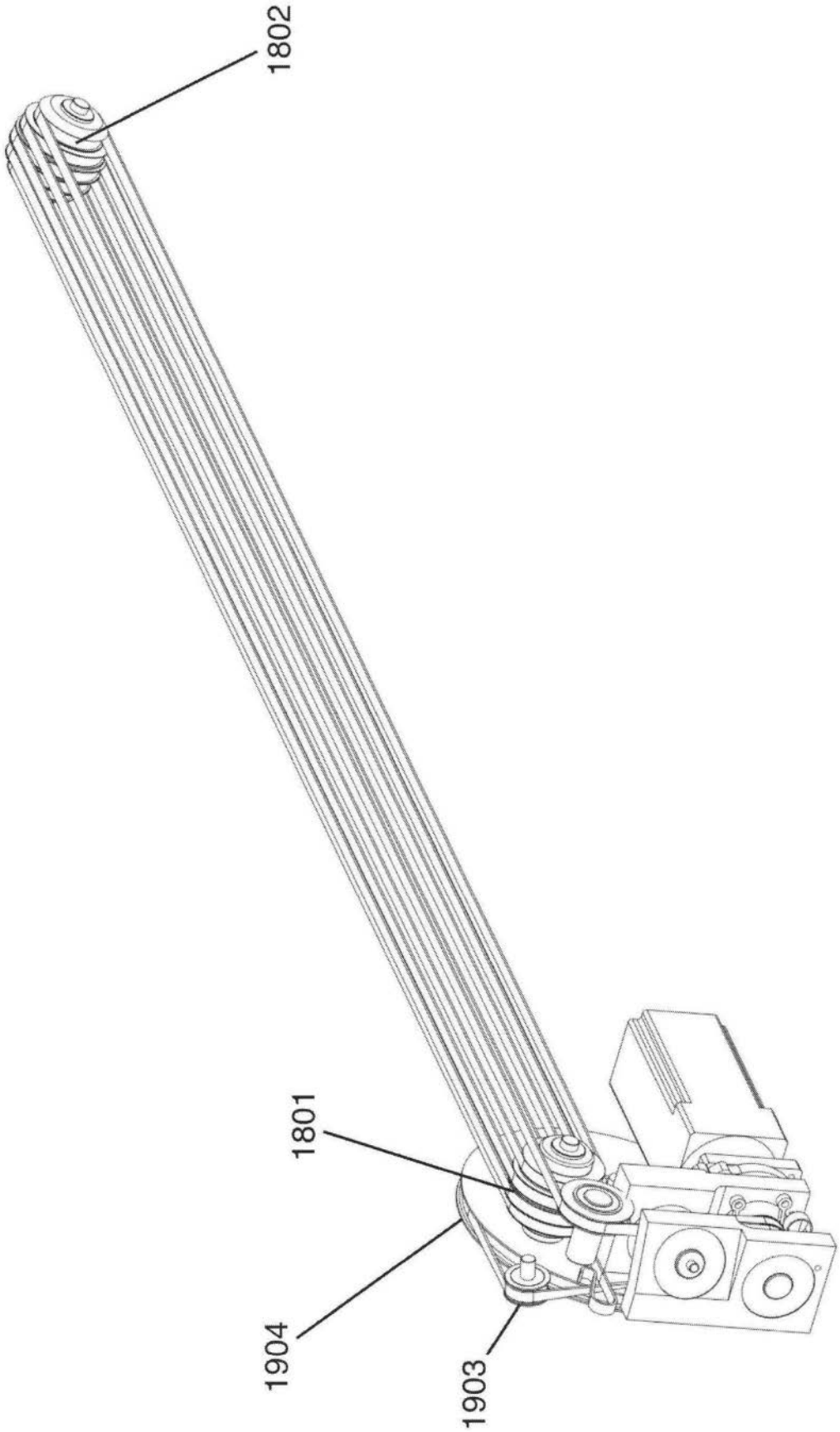


图21