



(10)授权公告号 CN 106460922 B

(45)授权公告日 2019.11.08

(21)申请号 201580024735.0

(22)申请日 2015.05.14

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106460922 A

(43)申请公布日 2017.02.22

(30)优先权数据

1408622.7 2014.05.15 GB

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.11.11

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/GB2015/051424 2015.05.14

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2015/173573 EN 2015.11.19

(73)专利权人 牛津空间系统有限公司

地址 英国牛津郡

(72)发明人 胡安·雷维尔斯 文森特·弗罗

(74)专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司 11018

代理人 周艳玲 王琦

(51)Int.Cl.

F16C 29/00(2006.01)

F16C 29/02(2006.01)

(56)对比文件

GB 1420465 A, 1976.01.07,

KR 10-2010-0088844 A, 2010.08.11,

US 4208075 A, 1980.06.17,

US 5758545 A, 1998.06.02,

DE 102009011045 A1, 2010.09.02,

JP 特开2013-19462 A, 2013.01.31,

JP 特开平8-135654 A, 1996.05.31,

CN 102667195 A, 2012.09.12,

US 2003/0174918 A1, 2003.09.18,

US 6424896 B1, 2002.07.23,

审查员 李锦弟

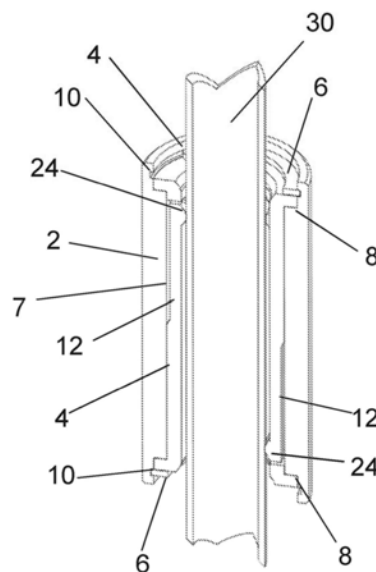
权利要求书1页 说明书7页 附图7页

(54)发明名称

直线轴承

(57)摘要

一种直线轴承(1),包括套环(2),该套环(2)被布置为接收从其中穿过的轴杆(30)。所述直线轴承(1)还具有安装在所述套环(2)内的至少一个有回弹力的弹簧构件(12),该至少一个有回弹力的弹簧构件(12)在所述轴杆(30)被安装在所述套环(2)内时接触所述轴杆(30)。所述至少一个有回弹力的弹簧构件(12)被布置为允许所述套环(2)相对于所述轴杆(30)沿大致垂直于所述套环(2)的主轴线的方向移位。



1. 一种直线轴承, 包括: 套环, 该套环被布置为接收从其中穿过的轴杆, 其中所述直线轴承包括第一组悬臂弹簧和第二组悬臂弹簧, 所述第一组悬臂弹簧和所述第二组悬臂弹簧彼此交错并被安装在所述套环内, 以便当所述轴杆被安装在所述套环内时在第一位置和第二位置接触所述轴杆, 其中所述第一位置和第二位置彼此纵向间隔开, 其中所述第一组悬臂弹簧和所述第二组悬臂弹簧被布置为允许所述套环相对于所述轴杆沿大致垂直于所述套环的主轴线的方向移位,

其中所述悬臂弹簧包括邻近该悬臂弹簧的固定端并具有第一横截面面积的第一部分和邻近该悬臂弹簧的自由端并具有第二横截面面积的第二部分, 其中所述第一横截面面积大于所述第二横截面面积, 并且其中所述悬臂弹簧的自由端被布置为接触所述轴杆。

2. 如权利要求1所述的直线轴承, 其中所述套环沿平行于所述套环的主轴线的方向纵向延伸。

3. 如权利要求1或2所述的直线轴承, 其中所述套环的横截面形状为大致圆形。

4. 如权利要求1或2所述的直线轴承, 其中所述直线轴承包括四个或更多个悬臂弹簧。

5. 如权利要求1或2所述的直线轴承, 其中所述悬臂弹簧中的每个均包括邻近该悬臂弹簧的固定端并接触所述套环的内表面的第一部分和邻近该悬臂弹簧的自由端并与所述套环的内表面间隔开的第二部分。

6. 如权利要求1所述的直线轴承, 其中所述第一组悬臂弹簧和所述第二组悬臂弹簧中的每组均包括两个或更多个悬臂弹簧。

7. 如权利要求1或2所述的直线轴承, 其中套环与所述第一组悬臂弹簧和所述第二组悬臂弹簧包括分立部件。

8. 如权利要求1或2所述的直线轴承, 其中所述套环为刚性的。

9. 如权利要求1或2所述的直线轴承, 其中所述套环包括安装托架。

10. 如权利要求1或2所述的直线轴承, 其中所述第一组悬臂弹簧和所述第二组悬臂弹簧包括低摩擦塑料。

11. 如权利要求1或2所述的直线轴承, 其中所述套环与所述第一组悬臂弹簧和所述第二组悬臂弹簧包括互补特征部, 该互补特征部被布置为在正常使用期间将所述第一组悬臂弹簧和所述第二组悬臂弹簧保持在所述套环内。

12. 如权利要求1或2所述的直线轴承, 包括一个或多个簧环, 该一个或多个簧环被布置为在正常使用期间将所述第一组悬臂弹簧和所述第二组悬臂弹簧保持在所述套环内。

13. 如权利要求1或2所述的直线轴承, 包括布置为向控制系统或被动监控系统提供反馈的应变仪。

14. 一种可展开结构, 包括轴杆和至少一个如前述任一项权利要求所述的直线轴承, 其中所述直线轴承被安装在所述轴杆上。

直线轴承

技术领域

[0001] 本发明涉及用于可展开结构的直线轴承。

背景技术

[0002] 如推椅、旅行婴儿床、回转烘干线、折叠式躺椅、帐篷、伸缩式桅杆等的可展开结构由若干互连元件构成,该若干互连元件以协同的方式移动以支起或折叠该结构。在被支起或折叠时,由于这种结构不能适应局部的结构变形以及轴杆和滑动接头常常为低精度制造(例如可能是粗糙的或非直线的),这种结构易于卡住。除了其它因素之外,这些原因使得可展开结构难以或者有时无法展开或收起。

[0003] 可展开结构常常使用滑动元件(例如安装在轴杆上的直线轴承)以在展开过程中帮助协同运动,但是通常这些滑动元件是卡住的原因。解决该问题的初级的尝试可能是改进该结构的制造和装配公差,但是这仅用于减小结构对于变形的公差,变形反过来增加结构卡住的发生率。另一方面,如果使用不太精确的结构,这导致可能不能以可预见的方式展开或不具备良好的结构完整性的松散的结构,例如,一旦被支起,该结构不能够承受重负荷、容易变形并且不期望地易于弯曲。显然,这对包括可展开结构的产品的感知质量有负面影响。减少卡住的可能性的另一种方法是在直线轴承内使用滚珠轴承,但这是昂贵的,并且只在与精确制造且表面材料硬的轴杆一起使用时才是有效的。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供这种可展开结构的改进。

[0005] 从第一方面看时,本发明提供一种直线轴承,包括:套环,该套环被布置为接收从其中穿过的轴杆;和至少一个有回弹力的弹簧构件,该至少一个有回弹力的弹簧构件被安装在所述套环内,以便当所述轴杆被安装在所述套环内时接触所述轴杆,其中所述至少一个有回弹力的弹簧构件被布置为允许所述套环相对于所述轴杆沿大致垂直于所述套环的主轴线的方向移位。

[0006] 因此,本发明提供一种顺应式直线轴承,其在直线轴承的位置处允许结构中一定程度的变形。当轴杆被安装在所述套环内时,所述有回弹力的弹簧构件接触所述轴杆,并沿大致垂直于所述套环的主轴线的方向移动,即沿与所述轴杆穿过所述套环的方向大致垂直的方向移动。

[0007] 通过允许所述直线轴承和安装在其中的所述轴杆之间的一些相对移位,包括所述直线轴承的可展开结构能够适应所需点处(即先前在展开期间结构被卡住之处)的变形和公差。这种变形和公差可能由所述结构的设计、所述结构在使用期间的负荷、材料表面特性和所述结构的制造和组装工艺中的一个或多个引起。因此,所述直线轴承的顺应性有助于所述结构的平滑展开,同时仍然允许所述结构保持其结构完整性。

[0008] 如将理解的,优选地,所述直线轴承适于用在可展开结构中,因此本发明延伸至包括轴杆和至少一个如本文描述的直线轴承的可展开结构,其中所述直线轴承被安装在所述

轴杆上。所述直线轴承可被包含到中空管,例如作为一组伸缩式测试管的一部分,其中每个管相对于内管充当套环,并且相对于外管充当轴杆。

[0009] 所述套环被布置为接收从其中通过的轴杆,并且将大体上允许所述轴杆沿平行于所述套环的主轴线和所述轴杆的轴线的方向(即所述轴杆纵向延伸的方向)移动通过所述套环,例如,无限范围的移位。优选地,所述套环沿平行于所述套环的主轴线的方向纵向延伸,例如所述套环(沿平行于所述套环的主轴线的方向)的内部长度大于所述套环(沿大致垂直于所述套环的主轴线的方向)的内部直径。这增强所述套环将所述轴杆引导通过所述套环并由此控制其移动的能力,并且为所述可展开结构中的其它部件提供尺寸合理的安装位置。

[0010] 所述套环的横截面形状,即在垂直于所述套环的主轴线的平面中的横截面形状,可以是任何适合的或者需要的形状,例如椭圆形或多边形。在优选的实施例中,所述套环的横截面形状为大致圆形。此外,所述套环可包括凹槽和/或突起,该凹槽和/或突起被布置为与所述轴杆上的对应特征部相互作用,以防止所述轴杆相对于所述套环旋转。可替代地,所述套环可以被布置为允许所述轴杆相对于所述套环旋转。

[0011] 所述直线轴承可以仅包括单个有回弹力的弹簧构件,然而,在一组优选实施例中,所述直线轴承包括多个有回弹力的弹簧构件,该多个有回弹力的弹簧构件被共同布置以允许所述套环相对于所述轴杆沿大致垂直于所述套环的主轴线的方向移位。提供多个有回弹力的弹簧构件有助于使所述轴杆居中位于所述套环中,并且更好地控制所述轴杆相对于所述套环移位的范围和方向,例如根据所述轴杆上的负荷,以在所述套环内对准并平衡所述轴杆。优选地,所述直线轴承包括两个或更多个有回弹力的弹簧构件,例如四个或更多个有回弹力的弹簧构件,例如八个或更多个有回弹力的弹簧构件,例如十个有回弹力的弹簧构件。优选地,所述多个有回弹力的弹簧构件围绕所述套环的内周等距间隔,并且因此被布置为在围绕所述套环的内周等距间隔的点处接触所述轴杆。

[0012] 所述至少一个有回弹力的弹簧构件可以被布置为仅在所述套环的单个纵向位置(沿平行于所述套环的主轴线的方向)处接触所述轴杆,例如在所述套环的中部。然而,在优选的实施例中,所述至少一个有回弹力的弹簧构件被布置为在至少第一纵向位置和第二纵向位置接触所述轴杆,其中所述至少第一纵向位置和第二纵向位置彼此纵向间隔开(沿平行于所述套环的主轴线的方向)。优选地,所述第一纵向位置和所述第二纵向位置在平行于所述套环的主轴线的方向上距离所述套环的相应端部比距离所述套环的中点更近。与仅在单个纵向位置提供所述至少一个有回弹力的弹簧构件相比,提供所述至少一个有回弹力的弹簧构件接触所述轴杆的至少两个纵向间隔的位置对于所述轴杆相对于所述套环移位的范围和方向提供更大的控制,从而有助于在所述套环内对准并支撑所述轴杆。

[0013] 所述至少一个有回弹力的弹簧构件中的每个可被布置为在所述至少第一纵向位置和第二纵向位置中的每个处接触所述轴杆。然而,在优选的实施例中,所述直线轴承包括第一组有回弹力的弹簧构件和第二组有回弹力的弹簧构件,其中所述第一组有回弹力的弹簧构件被布置为在所述第一纵向位置接触所述轴杆,并且所述第二组有回弹力的弹簧构件被布置为在所述第二纵向位置接触所述轴杆,即不同的有回弹力的弹簧构件被布置为在两个或多个纵向间隔的位置中的每个位置接触所述轴杆。

[0014] 优选地,所述第一组有回弹力的弹簧构件和所述第二组有回弹力的弹簧构件中的

每组均包括多个有回弹力的弹簧构件,例如两个或更多个有回弹力的弹簧构件,例如三个或更多个有回弹力的弹簧构件,例如五个有回弹力的弹簧构件。将理解,在这些实施例中,虽然多个有回弹力的弹簧构件可以被布置为在相同的纵向位置接触所述轴杆,但是它们将大体上围绕所述套环的内周间隔开,并因此被布置为在围绕所述套环的内周的不同点处接触所述轴杆。优选地,所述第一组有回弹力的弹簧构件与所述第二组有回弹力的弹簧构件包括相同数量的有回弹力的弹簧构件。

[0015] 所述至少一个有回弹力的弹簧构件可以采取任何适当的或需要的形式,例如板簧、压缩弹簧、扭力弹簧。然而,在优选的实施例中,所述至少一个有回弹力的弹簧构件包括至少一个悬臂弹簧,即包括自由端和固定端。优选地,所述至少一个悬臂弹簧中的每个的自由端被布置为接触所述轴杆。在包括多个有回弹力的弹簧构件的实施例中,优选地,所述多个有回弹力的弹簧构件中的每个均包括悬臂弹簧。所述固定端可以被附接到所述套环,或者附接到独立于所述套环的部件,例如簧环。悬臂弹簧特别适合作为本发明的所述直线轴承中的有回弹力的弹簧构件,因为存在多个变量,例如长度、横截面面积、材料、锥角、与轴杆接触的面积,这些变量可被调整以提供所述直线轴承和所述轴杆之间的可靠响应,例如弹簧力。于是,这对于所述至少一个悬臂弹簧上的给定负荷而言提供所述至少一个悬臂弹簧的可预测的偏转。

[0016] 在所述至少一个有回弹力的弹簧构件包括至少一个悬臂弹簧并且所述悬臂弹簧的自由端被布置为接触所述轴杆的实施例中,优选地,所述悬臂弹簧的自由端包括布置为接触所述轴杆的突起。提供突起有助于控制例如所述悬臂弹簧的接触所述轴杆的表面面积,并因此能够控制和调整所述悬臂弹簧和所述轴杆之间的摩擦。优选地,所述突起是所述悬臂弹簧的被布置为在使用期间接触所述轴杆的唯一部分。

[0017] 在一组实施例中,所述至少一个悬臂弹簧中的每个在其固定端均具有比在其自由端更大的横截面面积,即,其沿其长度减缩。这有助于控制和调整所述悬臂弹簧的偏转。优选地,所述至少一个悬臂弹簧中的每个均包括邻近所述固定端并具有第一横截面面积的第一部分和邻近所述自由端并具有第二横截面面积的第二部分,其中所述第一横截面面积大于所述第二横截面面积,例如在横截面面积上存在阶梯变化。优选地,所述第一部分和所述第二部分具有大致相等的长度,例如横截面面积的阶梯变化发生在所述至少一个悬臂弹簧中的每个的大约中部。

[0018] 横截面面积的变化可以在所述悬臂弹簧的每侧(即,围绕悬臂弹簧的横截面的周界的所有方向)上实施。然而优选地,所述至少一个悬臂弹簧的第一部分的深度(所述悬臂弹簧沿大致垂直于所述套环的主轴线的径向方向的尺寸)大于所述悬臂弹簧的第二部分的深度,即横截面面积的差异归因于所述悬臂弹簧的第一部分和第二部分之间的深度差。优选地,所述至少一个悬臂弹簧的第一部分的(远离所述直线轴承的中心的)外表面被布置为接触所述套环的内表面,并且所述至少一个悬臂弹簧的第二部分的外表面被布置为与所述套环的内表面间隔开。换言之,优选地,所述悬臂弹簧的第一部分和第二部分之间的深度差归因于所述第一部分和所述第二部分之间的所述悬臂弹簧的外表面上的深度差。这允许所述悬臂弹簧的第二部分(自由端)从所述悬臂弹簧的大约中点偏转,以提供必要的弹簧力。

[0019] 将从上面看出,所述悬臂弹簧的一个或多个特性,例如,松弛内径、所述悬臂弹簧的自由端的横截面和长度、所述悬臂弹簧的自由端和所述套环的内表面之间的间距以及所

述轴承的长度(例如,两组悬臂弹簧的端部之间的距离)等,可被控制(考虑所述悬臂弹簧的材料性能)以调整由所述悬臂弹簧在其与所述轴杆接触的端部处施加的预加负荷(松弛时)和力(当移位发生时)、以及所述直线轴承的最大旋转和平移移位。因此,通过适当地选择所述悬臂弹簧的材料,结合可调节的预加载,导致可预测且可重复的直线轴承特性,例如其偏转及其与轴杆的摩擦。

[0020] 在所述直线轴承包括第一组有回弹力的弹簧构件和第二组有回弹力的弹簧构件的实施例中,优选地,所述第一组有回弹力的弹簧构件包括第一组悬臂弹簧,并且所述第二组有回弹力的弹簧构件包括第二组悬臂弹簧,其中所述第一组悬臂弹簧和所述第二组悬臂弹簧被布置为优选地沿相反的方向彼此交错,即所述第一组悬臂弹簧的自由端邻近所述第二组悬臂弹簧的固定端,反之亦然。这是实现两个纵向间隔开的与轴杆接触的点和多个有回弹力的弹簧构件的便捷方式。优选地,所述第一组悬臂弹簧与所述第二组悬臂弹簧大致相同,优选地,每组悬臂弹簧中的每个悬臂弹簧大致相同,并且优选地,所述第一组悬臂弹簧和第二组悬臂弹簧为分立部件,从而使它们易于制造,因为只需要设计和制造单个部件。在一个实施例中,每个悬臂弹簧包括四边形横截面,例如每个悬臂具有包括环形的扇段的横截面,使得当所述第一组悬臂弹簧和所述第二组悬臂弹簧彼此交错时,它们共同具有包括环形的横截面。

[0021] 所述至少一个有回弹力的弹簧构件可以与所述套环成一体,即,所述直线轴承可以为包括所述套环和所述至少一个有回弹力的弹簧构件的单(一体)件。该单件可以被一体模制或加工。然而,在优选的实施例中,所述套环和所述至少一个有回弹力的弹簧构件为分立部件,例如彼此分开制造。这允许所述套环和所述至少一个有回弹力的弹簧构件由适于它们的功能目的的不同材料制成。每个部件均可被一体模制,例如注射模制,或者使用增材制造工艺制造,例如3D打印。注射模制可适合于包括交错的第一组悬臂弹簧和第二组悬臂弹簧的实施例,因为在每组的各个悬臂弹簧之间存在间隙以容纳另一组的悬臂弹簧。优选地,每个部件被单独地加工,因为这有助于减小制造公差。

[0022] 所述套环优选为刚性的,因为这对可展开结构的其余部分提供支撑,例如,以便所述可展开结构的其它部件(例如其它轴杆)可被安装到所述套环。合适的材料可以是金属,例如铝合金。为了帮助将所述可展开结构中的其它部件安装到所述套环,优选地,所述套环包括安装托架,例如眼耳(eye lug),其可以与所述套环一体形成或通过附接到所述套环的分立部件提供。

[0023] 所述至少一个有回弹力的弹簧构件可以由提供必要的弹簧刚度的任何合适的或需要的材料制成,例如其也可以是金属。然而,在优选的实施例中,所述至少一个有回弹力的弹簧构件包括低摩擦塑料,例如热塑性塑料,例如诸如以商标Delrin(RTM)出售的聚甲醛。这些(热塑性)塑料提供很容易预测的与轴杆的摩擦系数,即使是在与一系列其它材料一起使用时也是如此。它们也不吸潮,所以是在一定温度和湿度范围非常稳定,并且大体上不需要润滑。

[0024] 在所述套环和所述至少一个有回弹力的弹簧构件是分立部件并且所述至少一个有回弹力的弹簧构件包括多个有回弹力的弹簧构件的实施例中,每个有回弹力的弹簧构件可以作为分立部件被提供。然而优选地,所述多个有回弹力的弹簧构件被整体形成为一组或多组有回弹力的弹簧构件(其可对应于上述所述第一组有回弹力的弹簧构件和所述第二

组有回弹力的弹簧构件), 每组均包括多个有回弹力的弹簧构件。这简化所述直线轴承的制造、组装和对准。

[0025] 此外, 优选地, 所述套环和所述至少一个有回弹力的弹簧构件包括互补特征部, 该互补特征部被布置为在正常使用期间将所述至少一个有回弹力的弹簧构件保持在所述套环内, 例如所述套环上的唇状部和所述至少一个有回弹力的弹簧构件上的肋。替代地或另外, 所述直线轴承可包括一个或多个簧环, 例如在所述套环的每个端部有一个, 该一个或多个簧环同样被布置为在正常使用期间将所述至少一个有回弹力的弹簧构件保持在所述套环内。所述一个或多个簧环可以被提供为所述套环或者所述至少一个有回弹力的弹簧构件的组成部分, 或者其可以被提供为分立部件, 该分立部件被布置为将所述至少一个有回弹力的弹簧构件保持在所述套环内。这种布置允许所述直线轴承的部件被组装, 例如由于它们轻微的可变形性, 从而所述至少一个有回弹力的弹簧构件可以被推入所述套环内, 但随后防止它们在正常使用 (例如所述轴杆在所述直线轴承内移动) 期间脱开。

[0026] 所述套环和所述至少一个有回弹力的弹簧构件和/或一个或多个簧环也可以被布置为防止碎屑进入所述直线轴承中, 或者所述直线轴承可包括用于此目的的附加部件, 例如保护套、O型环或波纹管。

[0027] 如所讨论的, 所述直线轴承通常将形成例如包括一个或多个支杆的可展开结构的一部分, 并且被布置为从收起、折叠状态展开成支起、张开状态。所述可展开结构可被布置为用手展开 (例如传统的推椅或旅行婴儿床), 或者可以包括马达以驱动展开, 但在任一种情况下, 在将结构展开期间均存在轴杆移动通过本发明的直线轴承。为了监控该结构的展开, 在一个实施例中, 所述直线轴承包括布置为向控制系统或被动监控系统提供反馈的传感器, 例如诸如带式电阻应变仪的应变仪。所述传感器例如使所述直线轴承上 (例如所述套环和/或所述至少一个有回弹力的弹簧构件上) 的应力能够被量化。这允许所述结构的展开, 即其移动, 在重复使用期间被调节并且被监控, 以例如检查所述直线轴承的磨损, 并且预测性的监控被用于维护, 例如以便对磨损部件发出警报。此外, 控制器也可以被操作地连接到所提供的马达, 以根据从所述传感器反馈的测量值调节马达。来自所述传感器的测量值可以与来自马达的一个或多个操作变量 (例如其功耗和/或扭矩) 关联, 以进一步分析所述可展开结构中的直线轴承的操作。

[0028] 所述直线轴承可包括多个传感器, 该多个传感器被布置在所述直线轴承的不同部件上, 例如被布置在所述套环和多个有回弹力的弹簧构件上。例如, 传感器可以被设置在每组有回弹力的弹簧构件之一上, 或者优选地被提供在每组有回弹力的弹簧构件中的每组上, 或者甚至被提供在所述多个有回弹力的弹簧构件中的每个上, 以提供对所述直线轴承的操作的详细分析。

[0029] 在一个实施例中, 所述有回弹力的弹簧构件被布置为充当与穿过所述直线轴承的轴杆协作的锁。优选地, 所述悬臂弹簧的自由端上的突起被布置为例如以棘轮的形式与轴杆中对应的凹槽协作。例如在展开所述结构完成时或过程中, 使所述有回弹力的弹簧构件能够被用作锁, 允许所述结构在部分或完全展开位置被保持就位。

附图说明

[0030] 现在将参考附图并仅通过示例的方式描述本发明的实施例, 其中:

- [0031] 图1a、图1b、图1c和图1d示出根据本发明的实施例的直线轴承的不同视图；
- [0032] 图2a、图2b和图2c示出图1a、图1b、图1c和图1d中的直线轴承的套环的不同视图；
- [0033] 图3a、图3b和图3c示出图1a、图1b、图1c和图1d中的直线轴承的悬臂弹簧的不同视图；和
- [0034] 图4a、图4b和图4c示出带有从其中穿过的轴杆的图1a、图1b、图1c和图1d中的直线轴承的不同视图。

具体实施方式

[0035] 图1a和1b均示出根据本发明的实施例的直线轴承1的立体图，其中图1b示出外套环2为半透明的。直线轴承1包括外套环2，其是具有圆形横截面的中空圆筒、由铝合金制成。外套环2在示出套环2的立体图的图2a、示出沿套环2的主轴线的俯视图的图2b以及示出套环2的侧视图的图2c中也被详细示出。两对眼耳3被形成在套环2的外侧上，以便为可展开结构中的其它部件提供安装位置。

[0036] 在图1c的沿套环2的主轴线的俯视图和图1d的沿图1c中的线A-A的剖视图中，可以更详细地看到直线轴承1的内部。成对的两组交错悬臂弹簧4被容纳在套环2内，该成对的两组交错悬臂弹簧4由一对簧环6保持在套环2内。在图3a的立体图、图3b的平面图和图3c的侧视图中更详细地示出一组悬臂弹簧4。

[0037] 套环2的内表面7在其长度的大部分上具有恒定的圆形横截面，但是一对边缘部8被提供在套环2的各个端部附近以接收成对的两组悬臂弹簧4，并且一对凹槽10被提供在该一对边缘部8和套环2的各个端部之间以接收一对簧环6。簧环6装配到凹槽10中，因此必须被推动以卡合到位（因此暂时使簧环6变形），使得它们将成对的两组交错悬臂弹簧4保持在套环2内。

[0038] 成对的两组悬臂弹簧4彼此相同，其中一组悬臂弹簧在图3a、图3b和图3c中被更详细地示出。每组悬臂弹簧4包括五个单独的悬臂弹簧12，该五个单独的悬臂弹簧12在一端被固定到安装环14并且在另一端自由。如在图1b、图1c和图1d中可以看到，每个悬臂弹簧12是相同的，并且在其长度的大部分上具有大致四边形的横截面，从而当成对的两组悬臂弹簧4沿相反的方向被推到一起时，每组悬臂弹簧4上的悬臂弹簧12彼此交错。

[0039] 每个悬臂弹簧12具有邻近固定端的第一部分16，该第一部分16的横截面面积比邻近自由端的第二部分18的对应横截面面积更大。这种朝向悬臂弹簧的自由端的横截面面积的减小发生在每个悬臂弹簧12的大约中部在每个悬臂弹簧12的外表面22中的台阶20中。当成对的两组悬臂弹簧4被组装在套环2内部时，每个悬臂弹簧12的第一部分16的外表面22与套环2的内表面7齐平，但是每个悬臂弹簧12的第二部分18的外表面22与套环2的内表面7间隔开，从而允许每个悬臂弹簧12的第二部分18朝向套环2的内表面7偏转。

[0040] 在每个悬臂弹簧12的自由端处提供从悬臂弹簧12的端部朝向直线轴承1的中心突出的突起24。当直线轴承1作为可展开结构的一部分组装时，突起24的内表面接触穿过直线轴承的轴杆。

[0041] 图4a、图4b和图4c示出组装在轴杆30上的直线轴承1。图4a示出立体图，图4b示出立体剖视图，并且图4c示出侧向剖视图。轴杆30穿过直线轴承1，从而每个悬臂弹簧12上的突起24接触直线轴承1中间的轴杆，并且因此使直线轴承1中间的轴杆居中。

[0042] 在操作中,轴杆30形成较大的可展开结构的一部分,例如直线轴承1可以通过套环2上的眼耳3附接到其它轴杆。随着该结构被展开或收起,该结构的各种部件相对于彼此移动,使得轴杆30移动通过直线轴承1。由于这种移动,该结构可能变形,使得轴杆30相对于直线轴承1移动,或者由于低制造公差或损坏,轴杆30可能不是笔直的或者不具有恒定的横截面积。

[0043] 这两种结果均导致轴杆30通过悬臂弹簧12的自由端处的突起24在一个或多个悬臂弹簧12上施加力,并由此使一个或多个悬臂弹簧12移位,从而适应轴杆30的相对移动或低公差。悬臂弹簧12由于其刚性将在轴杆30上施加反作用力,从而使其在直线轴承1内平衡,并且使得可展开结构能够被展开或收起而不会卡住。

[0044] 从上面可以看出,在直线轴承的至少优选的实施例中,提供了一种顺应式直线轴承,其在直线轴承的位置处允许结构中一定程度的变形。通过允许直线轴承和安装在其中的轴杆之间的一些相对移位,包括该直线轴承的可展开结构经受得住所需点处(即先前在展开期间结构被卡住之处)的一些变形,因此,直线轴承的顺应性有助于结构的平滑展开,同时仍然允许结构保持其结构完整性。

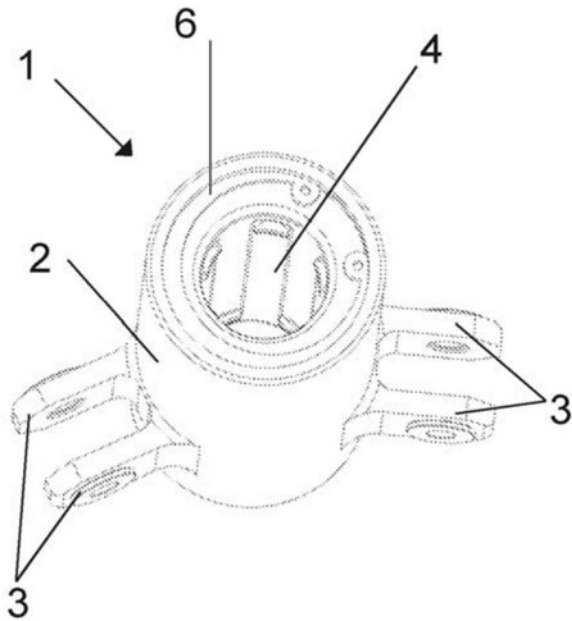


图1a

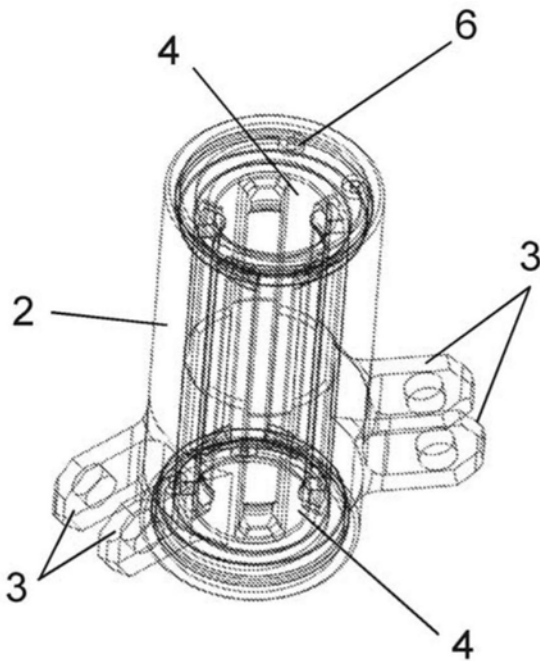


图1b

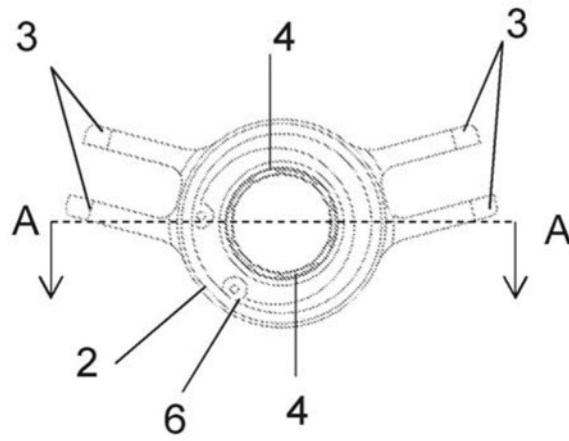


图1c

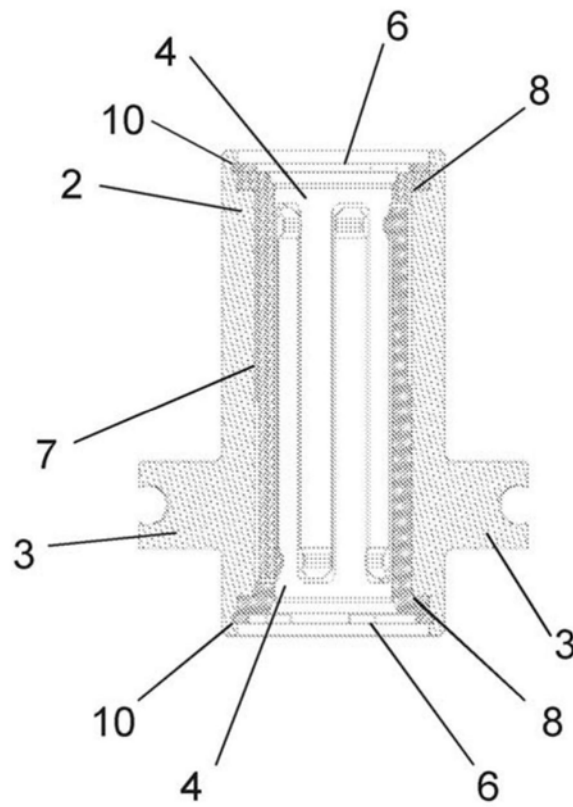


图1d

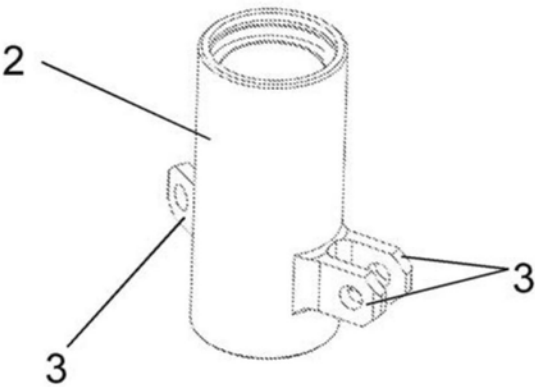


图2a

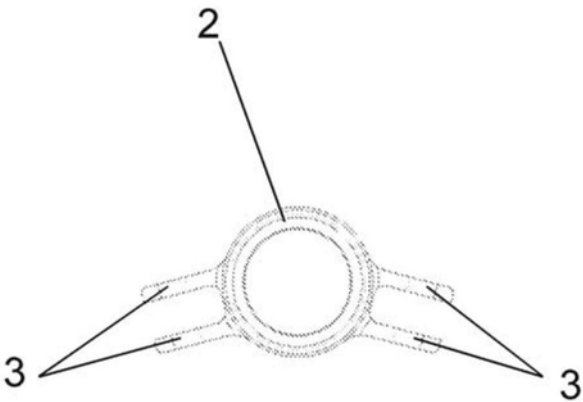


图2b

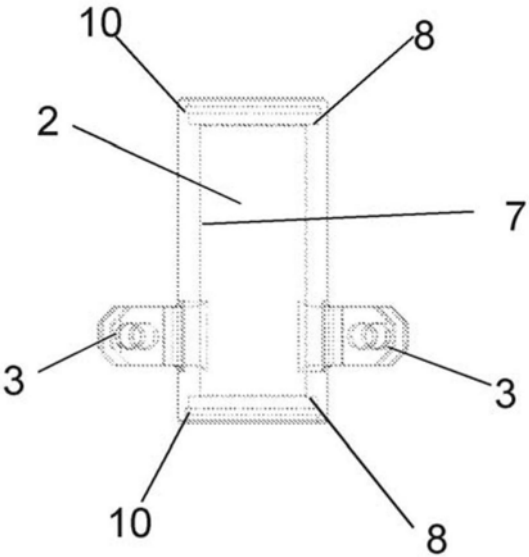


图2c

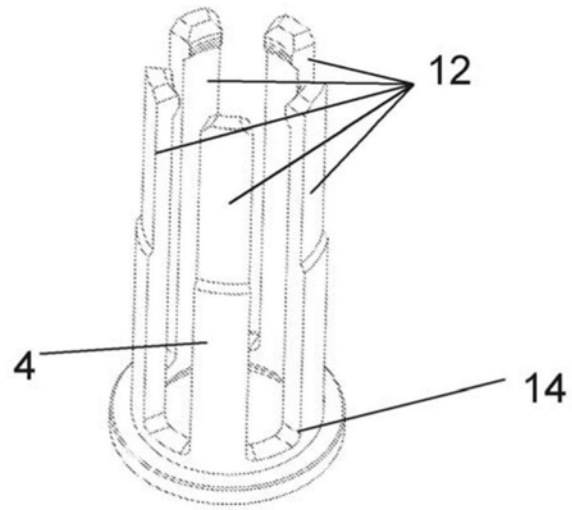


图3a

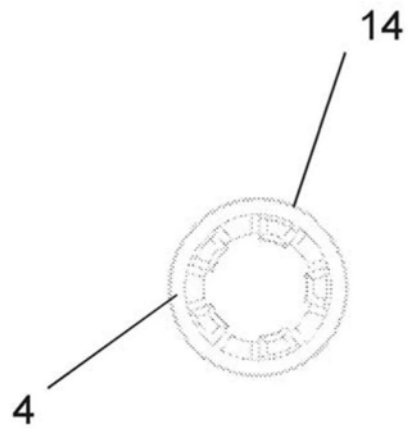


图3b

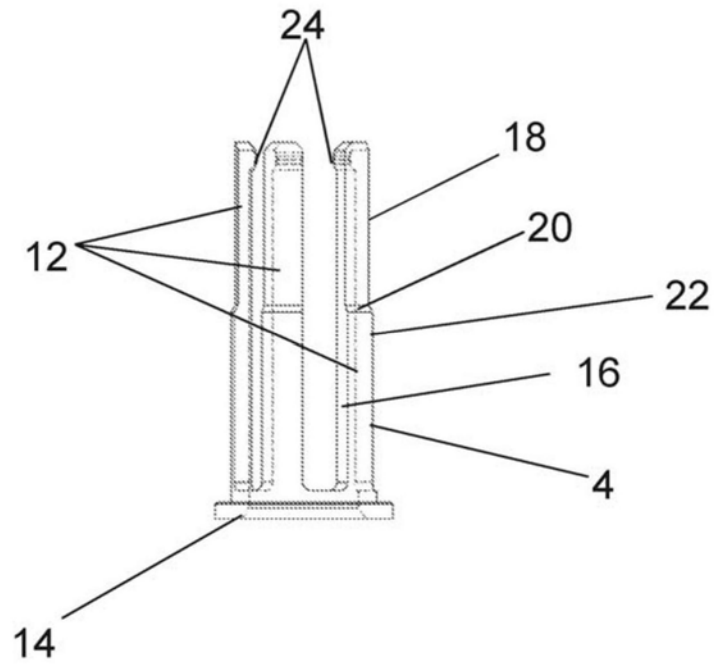


图3c

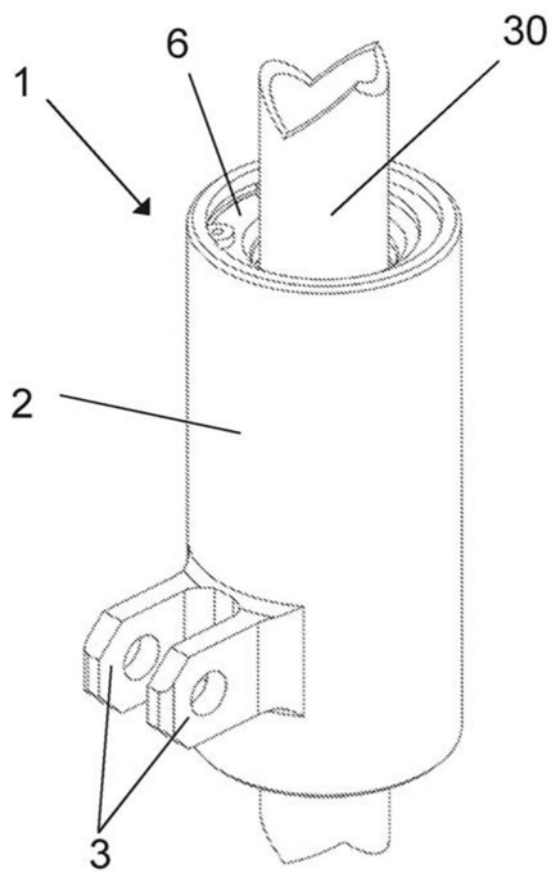


图4a

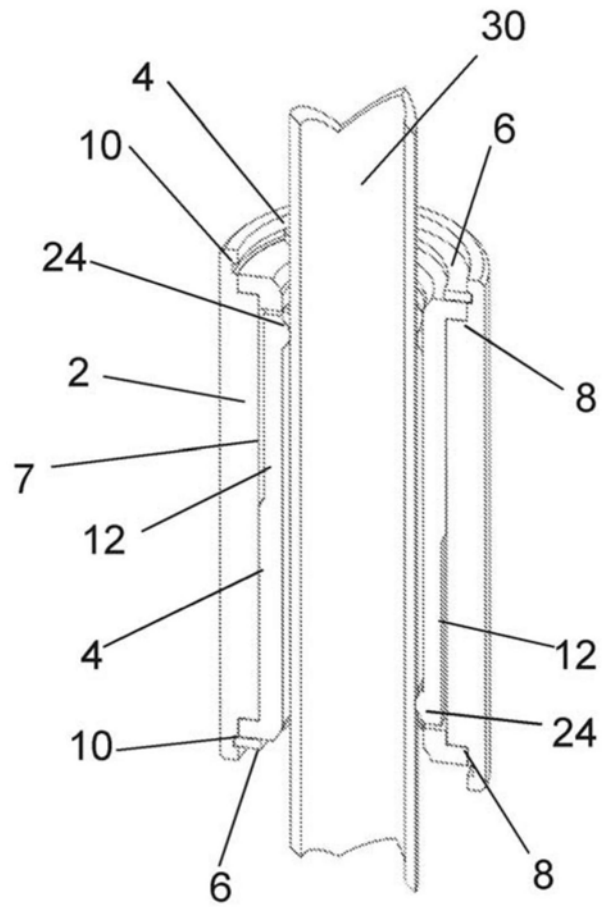


图4b

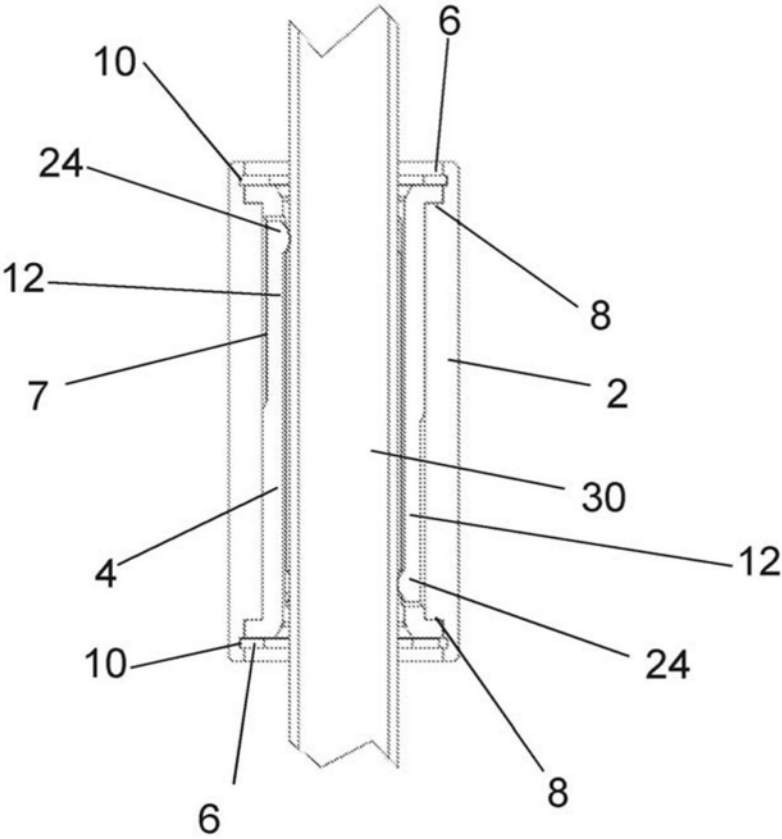


图4c