



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117283539 A

(43) 申请公布日 2023. 12. 26

(21) 申请号 202311228888.X

(22) 申请日 2017.09.29

(30) 优先权数据

62/402,674 2016.09.30 US

(62) 分案原申请数据

201780070876.5 2017.09.29

(71) 申请人 3SAE技术有限公司

地址 美国田纳西州

(72) 发明人 罗伯特·威利 布雷特·克拉克

贾森·特罗耶 约翰·洛厄

亚当·詹金斯 克莱德·特劳特曼

约翰尼·伊萨

(74) 专利代理机构 深圳鹰翅知识产权代理有限公司

公司 44658

专利代理师 王怡瑾 周婧

(51) Int.Cl.

B25J 9/14 (2006.01)

B25J 17/00 (2006.01)

B25J 7/00 (2006.01)

B25J 11/00 (2006.01)

H02N 2/02 (2006.01)

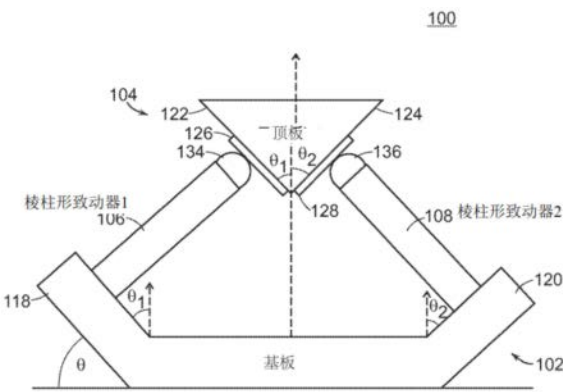
权利要求书1页 说明书10页 附图10页

(54) 发明名称

多轴相对定位台

(57) 摘要

平行位置操纵器包括顶板、基板和多个棱柱形接头致动器。每个致动器包括在基板或顶板处具有五个自由度 (DOF) 的致动器接头。当一个或多个致动器伸展或缩回时, 允许其余致动器的枢轴点或五DOF致动器接头在除那个致动器的主要运动轴之外的任何轴上移位。



1. 一种平行定位器,包括:

顶板;

基板;和

三个或更多致动器,其被配置成在所述基板上方支撑所述顶板并响应于一个或多个致动器的伸展或缩回而移动所述顶板,其中每个致动器包括具有五个自由度的接头。

2. 根据权利要求1或任何其他权利要求所述的平行定位器,其中,每个致动器包括作为五自由度接头的磁性接头。

3. 根据权利要求1或任何其他权利要求所述的平行定位器,其中,所述顶板包括成角度侧面,并且所述致动器被配置成从所述基板伸展到所述顶板并且沿着所述顶板的成角度侧面支撑所述顶板。

4. 根据权利要求3或任何其他权利要求所述的平行定位器,其中,在中间位置中,所述顶板的成角度侧面与所述基板的成角度侧面与水平面成相同的角度。

5. 根据权利要求2或任何其他权利要求所述的平行定位器,其中,每个磁性接头包括由半球形磁性材料形成的致动器的端部和在板的接触区域中的磁体。

6. 根据权利要求5或任何其他权利要求所述的平行定位器,其中,在所述顶板的侧面上形成每个磁性接头,形成所述接头的每个相应的致动器端部被配置成接触所述顶板的侧面上的磁体,而致动器的每个相应的相对端部被配置成固定地附接到所述基板。

7. 根据权利要求1或任何其他权利要求所述的平行定位器,包括四个棱柱形致动器,每个棱柱形致动器与所述顶板的侧面形成磁性接头,每个侧面两个致动器,并且将每个棱柱形致动器在另一个端部处固定到所述基板,其中,当处于中间位置中时,将所述基板的端片和所述顶板的侧面形成为与水平面成相同的角度。

8. 根据权利要求7或任何其他权利要求所述的平行定位器,其中,所述致动器被配置成使得任何一对致动器的相同量的伸展或缩回产生所述顶板仅沿着单个轴的移动,而所述伸展或缩回在电子控制器的控制下执行。

9. 一种定位设备的方法,包括:

提供所述设备所在的顶板;

提供支撑所述顶板的基板;和

在所述顶板和所述基板之间提供三个或更多致动器,所述致动器被配置成在所述基板上方支撑所述顶板并通过一个或多个致动器的伸展或缩回而移动所述顶板,其中每个致动器包括具有五个自由度的接头。

10. 根据权利要求9或任何其他权利要求所述的定位方法,其中,每个致动器包括作为五自由度接头的磁性接头。

## 多轴相对定位台

[0001] 相关申请

[0002] 本申请要求于2016年9月30日提交的题为MULTI-AXIS RELATIVE POSITIONING STAGE(多轴相对定位台)的美国临时申请号62/402,674的权益,其通过引用整体并入本文。

### 技术领域

[0003] 本发明的概念涉及定位台,并且尤其涉及多轴相对定位台。

### 背景技术

[0004] 在大量的应用中采用了位置操纵器来以不同程度的精度定位物体、工具或仪器。图1示出了可以在位置操纵器中使用的运动接头或运动副的概览,包括:刚性(无运动)、棱柱形、旋转、平行圆柱体、圆柱形、球形、平面、边缘滑动件、圆柱形滑动件、点滑动件、球形滑动件和交叉圆柱体。

[0005] Stewart平台(在本文中也称为六脚架(hexapod))是由六个致动器构成的多轴定位台,例如在每个致动器的两端处具有球形、球体或万向接头。六脚架被认为是用于大多数应用的世界级多轴定位台设计,但是通常成本过高。六脚架的一个问题是,由于致动器的互相交互,所以它是一个协同运动平台。也就是说,由于致动器的互相交互,所以没有一个致动器可以独立地移动;给定的移动需要许多或所有致动器以不同的速度曲线移动不同的特定量以防止所述台缠绕。另外,随着所定义的起点和终点的变化,这些运动和速度曲线连续变化。出于该原因,需要高度复杂的计算机算法来各个地计算每个致动器所需的行进距离和速度曲线以实现所述台的顶板从A点到B点——即使短距离单轴移动是期望的。结果,即使是这种简单的动作,人类操作员也无法在没有缠绕所述台的情况下手动执行。

[0006] 六脚架的另一个显著缺点是接头的刚度(抵抗离轴运动)决定了“倾斜”(slop)或“游隙”(play),并且因此决定了所述台的分辨率。这是一种设计冲突,因为在越来越严格的公差范围内制造(在六脚架中采用的)球形接头呈指数地更难以实现。也就是说,在设计者制造世界级球形轴承以将台分辨率最大化并将倾斜最小化的情况下,他默认加剧了两个固有问题。首先,由于球形接头的刚性,针对每个致动器的运动的准确度和速度曲线要求呈指数增加,以防止缠绕。其次,致动器的能力要求呈指数增加,以便实现所需的精确运动和速度曲线。因此,提高六脚架的分辨率需要计算能力的指数增加以确定运动和速度曲线、致动器的执行能力的指数增加、以及十二个高质量球形轴承。所有这些因素都显著地提高了六脚架的成本。

[0007] 虽然六脚架的成本通常是其运动链对应物的三到十倍,但它们常常是优选的,因为它们不会遭受公差叠加问题。对于许多应用而言,10微米的精度并不是不常见的定位器要求,并且例如在光子学工业中,常常需要亚微米精度。迄今为止,六角架的成本典型地从60,000美元至高于120,000美元不等,各自取决于物理大小、负载限制和精度要求。一种替代的精确位置操纵器是非常期望的。

## 发明内容

[0008] 根据本发明构思的原理,平行位置操纵器包括顶板、基板(本文也称为底部板或基座板)和三个、四个、五个或六个棱柱形接头致动器。每个致动器包括在基板或顶板处的具有五个自由度(DOF)的致动器接头。在操作中,当一个或多个致动器伸展或缩回时,允许其余致动器的枢轴点(例如,五个DOF致动器接头)在除那个致动器的运动轴(即,由执行器的伸展和缩回定义的轴)之外的任何轴上移位。在示例性实施例中,可以采用磁力、重力和/或柔韧聚合物(诸如硅树脂)来在棱柱形致动器伸展或缩回时保持多达五个DOF枢轴点与接触区域中的它们的相应(即顶或底)板接触。在示例性实施例中,至少两个棱柱形致动器垂直于至少两个其他棱柱形致动器。如果添加第五轴,则将其相关联的棱柱形致动器布置成垂直于其他四个棱柱形致动器。

[0009] 在示例性实施例中,致动器可以是若干类型中的任何类型,例如:压电致动器、手动千分尺螺钉、磁致动器、具有(集成的或分开的)线性致动器的步进电动机、液压缸、气动缸或具有偏心凸轮的旋转电动机。在根据本发明构思的原理的示例性实施例中,平行位置操纵器被配置成使得由每个致动器施用的推力和拉力大于所有其他致动器组合起来的剪切摩擦力。在示例性实施例中,这通过采用具有高保持力但低剪切力的材料来实现,例如,诸如磁性地保持与硬平坦金属表面接触的硬金属球形表面。在这样的实施例中,仅一侧(即,硬金属球形表面或硬平坦金属表面)被磁化,因为如果两侧都是磁性的,则它们将在滑动轴上被半约束,因此表现得像球形三DOF接头。

[0010] 根据本发明构思的原理,定位台包括多个磁性棱柱形接头致动器、基板和顶板。顶板可以支撑用于其精确定位的设备。顶板可以由多个磁性棱柱形接头致动器支撑,所述多个磁性棱柱形接头致动器又由基板支撑。在示例实施例中,将每个致动器固定到基板的一部分,其将每个致动器定位成与水平面成一角度。在示例实施例中,角度为45度,从而这 will 致动器定位在基板的相对端部或端片上并且彼此成90度。在示例实施例中,将顶板的侧面与基板的侧面形成为与水平面成相同的角度,但是在本发明构思的范围内可以预期其他配置。在顶板的成角度侧面上提供磁体。每个致动器在其远端部处包括磁性材料,该磁性材料例如可以是铁类金属。在示例实施例中,磁性材料为半球形,但是在本发明构思的范围内可以预期其他形状和组合。在优选实施例中,每个磁性材料端部被配置成接触顶板的侧面上的磁体,从而将顶板支撑在基板上方。

[0011] 在操作中,通过磁体的力而将致动器远端部保持与顶板的侧面上的磁体接触。当致动器被激活(即,伸展或缩回)时,顶板在由致动器的运动所确定的运动方向上线性移动。通过在致动器的远端部的磁性材料上操作的磁体的磁力,与顶板的相对侧面上的磁体接触的致动器的远端部保持与磁体接触。同时,该致动器的远端部允许磁体(和顶板)在由激活的致动器的运动所指示的方向上滑动。

[0012] 根据本发明构思,提供了一种平行定位器,包括顶板、基板和三个或更多致动器,所述致动器被配置成在所述基板上方支撑所述顶板并响应于一个或多个致动器的伸展或缩回而移动所述顶板,其中每个致动器包括具有五个自由度的接头。

[0013] 在各种实施例中,每个致动器包括作为五自由度接头的磁性接头。

[0014] 在各种实施例中,所述顶板包括成角度侧面,并且所述致动器被配置成从所述基板伸展到所述顶板并沿着所述顶板的成角度侧面支撑所述顶板。

[0015] 在各种实施例中,在中间位置中,所述顶板的成角度侧面与所述基板的成角度侧面与水平面成相同的角度。

[0016] 在各种实施例中,每个磁性接头包括由半球形磁性材料形成的致动器的端部和在板的接触区域中的磁体。

[0017] 在各种实施例中,在所述顶板的侧面上形成每个磁性接头,形成所述接头的每个相应的致动器端部被配置成接触所述顶板的侧面上的磁体并且致动器的每个相应的相对端部被配置成固定地附接到所述基板。

[0018] 在各种实施例中,所述平行定位器包括四个棱柱形致动器,每个棱柱形致动器与所述顶板的侧面形成磁性接头,每个侧面两个致动器,并且将每个棱柱形致动器在另一个端部处固定到所述基板,其中,当处于中间位置中时,将所述基板的端片和所述顶板的侧面形成为与水平面成相同的角度。

[0019] 在各种实施例中,所述致动器被配置成使得任何一对致动器的相同量的伸展或缩回产生所述顶板仅沿着单个轴的移动,而所述伸展或缩回在电子控制器的控制下执行。

[0020] 根据本发明构思的另一方面,提供了一种定位设备的方法,包括:提供所述设备所在的顶板,提供支撑所述顶板的基板,以及在所述顶板和所述基板之间提供三个或更多致动器,所述致动器被配置成在所述基板上方支撑所述顶板并通过一个或多个致动器的伸展或缩回而移动所述顶板,其中每个致动器包括具有五个自由度的接头。

[0021] 在各种实施例中,每个致动器包括作为五自由度接头的磁性接头。

[0022] 在各种实施例中,顶板包括成角度侧面,并且所述致动器被配置成从所述基板伸展到所述顶板并沿着所述顶板的成角度侧面支撑所述顶板。

[0023] 在各种实施例中,在中间位置中,所述顶板的成角度侧面与所述基板的成角度侧面与水平面成相同的角度。

[0024] 在各种实施例中,每个磁性接头包括由半球形磁性材料形成的致动器的端部和在板的接触区域中的磁体。

[0025] 在各种实施例中,在所述顶板的侧面上形成每个磁性接头,所述接头的每个相应的致动器端部被配置成接触所述顶板的侧面上的磁体并且致动器的每个相应的相对端部被配置成固定地附接到所述基板。

[0026] 在各种实施例中,所述定位方法包括提供四个棱柱形致动器,每个棱柱形致动器与所述顶板的侧面形成磁性接头,每个侧面两个致动器,并且将每个棱柱形致动器在另一个端部处固定到所述基板,其中,当处于中间位置中时,将所述基板的端片和所述顶板的侧面形成为与水平面成相同的角度。

[0027] 在各种实施例中,所述致动器被配置成使得任何一对致动器的相同量的伸展或缩回产生所述顶板仅沿着单个轴的移动,而所述伸展或缩回在电子控制器的控制下执行。

[0028] 根据本发明构思的另一方面,提供了一种光子定位设备,包括光子设备、支撑所述光子设备的顶板、基板,以及三个或更多致动器,所述致动器被配置成在所述基板上方支撑所述顶板并响应于一个或多个致动器的伸展或缩回而移动所述顶板,其中每个致动器包括具有五个自由度的接头。

[0029] 在各种实施例中,所述光子设备是光纤捻接器。

[0030] 在各种实施例中,所述光子定位设备还包括四个棱柱形致动器,每个棱柱形致动

器与所述顶板的侧面形成磁性接头,每个侧面两个致动器,并且将每个棱柱形致动器在另一个端部处固定到所述基板,其中当处于中间位置中时,将所述基板的端片和所述顶板的侧面形成为与水平面成相同的角度。

[0031] 在各种实施例中,所述致动器被配置成使得任何一对致动器的相同量的伸展或缩回产生所述顶板仅沿着单个轴的移动,而所述伸展或缩回在电子控制器的控制下执行。

[0032] 根据本发明构思的另一方面,提供了一种平行定位器,包括顶板、基板和至少四个致动器,所述致动器被配置成在所述基板上方支撑所述顶板并且响应于一个或多个致动器的伸展或缩回而移动所述顶板,其中所述致动器中的至少一些包括具有五个自由度的接头。

[0033] 在各种实施例中,每个致动器包括具有五个自由度的接头。

[0034] 在各种实施例中,少于所有致动器包括具有五个自由度的接头。

[0035] 在各种实施例中,所述致动器中的至少一个包括具有四个自由度的接头。

[0036] 在各种实施例中,所述顶板包括第一成角度侧面和第二成角度侧面,并且所述基板包括与所述第一成角度侧面相对应并平行的第一成角度侧片和与所述第二成角度侧面相对应并平行的第二成角度侧片。

[0037] 在各种实施例中,所述基板包括中间部分,所述侧片从所述中间部分伸展。

[0038] 在一些实施例中,所述中间部分是平面。

## 附图说明

[0039] 鉴于附图和随附的详细描述,本发明将变得更加明显。通过示例而非通过限制的方式提供其中所描绘的实施例,其中相同的附图标号指的是相同或相似的元件。附图不一定按比例绘制,而是将重点放在图示出本发明的各方面上。在附图中:

[0040] 图1图示出了各种传统的运动接头;

[0041] 图2示出了其中所有致动器缩回的四轴台或定位器的实施例的前端视图,其中第三致动器(未示出)在第一致动器后面并且第四致动器(未示出)在第二致动器后面;

[0042] 图3示出了图2的四轴台的相同前端视图,其中第一致动器和第三致动器沿轴线(“X轴”)伸展;

[0043] 图4示出了图2的四轴台的相同端视图,其中第二致动器和第四致动器沿轴线(“Y轴”)伸展;

[0044] 图5示出了图2的四轴台的第一(左)侧视图,其中第一和第三致动器沿“X轴”伸展,其中第二致动器(未示出)位于第一致动器后面并且第四致动器(未示出)位于第三致动器后面;

[0045] 图6示出了与图2的四轴台的第一(左)侧视图相对的第二(右)侧视图,其中第二和第四致动器沿“Y轴”伸展,其中第一致动器(未示出)位于第二致动器后面并且第三致动器(未示出)位于第四致动器后面;

[0046] 图7示出了图2和图5的四轴台的第一(左)侧视图,其中第一致动器缩回并且第三致动器伸展以使顶板俯仰(pitch),其中第二致动器(未示出)位于第一致动器后面并且第四致动器(未示出)位于第二致动器后面;

[0047] 图8示出了图2和图6的四轴台的第二(右)侧视图,其中第二致动器伸展并且第四

致动器缩回以使顶板偏摆(yaw),其中第一致动器(未示出)在第二致动器后面并且第三致动器(未示出)在第四致动器后面;

[0048] 图9示出了图2的四轴台的顶视图,为清楚起见省略了基板;

[0049] 图10示出了根据本发明构思的原理的可以应用于四轴台的单轴/双致动器移动的表格;

[0050] 图11示出了根据本发明构思的原理的可以应用于五轴台的单轴/单致动器移动的表格;

[0051] 图12示出了根据本发明构思的原理的五轴台顶视图的实施例;

[0052] 图13示出了根据本发明构思的原理的可以实现顶板的“翻滚”(roll)运动的多轴台的另一个实施例;

[0053] 图14A-图14C是根据本发明构思的原理的使用实现单位数微米精度的手动致动器的四轴台的另一个实施例的视图;

[0054] 图15是根据本发明构思的原理的在接头中采用圆柱体磁体的五轴台的实施例的顶视图;

[0055] 图16是根据发明构思的原理的包括电子控制器的光子定位器的实施例的框图;

[0056] 图17A是根据发明构思的原理的采用四轴台的光子定位器系统的实施例的顶视图;和

[0057] 图17B是图17A的光子定位器系统的侧视图。

## 具体实施方式

[0058] 以下将参考附图更全面地描述本发明构思的各个方面,附图中示出了一些示例性实施例。然而,本发明构思可以以许多不同的形式来体现,并且不应该被解释为局限于本文所阐述的示例性实施例。

[0059] 应当理解,尽管本文中可以使用术语第一、第二等来描述各种元件,但是这些元件不应受这些术语的限制。这些术语被用来将一个元件与另一个元件区分开,但不是暗示所需的元件序列。例如,第一元件可以被称为第二元件,并且类似地,第二元件可以被称为第一元件,而不脱离本发明的范围。如本文所使用的,术语“和/或”包括一个或多个相关联的所列项目的任何和所有组合。术语“或”不是以排他性的意义来使用,而是以包容性的意义来使用。

[0060] 应当理解,当一个元件被称为“在……上”或“连接”或“耦合”到另一个元件时,它可以直接在该另一个元件上或连接或耦合到该另一个元件,或者可以存在中间元件。相反,当一个元件被称为“直接在……上”或“直接连接”或“直接耦合”到另一个元件时,则不存在中间元件。用于描述元件之间关系的其他词语应以类似的方式来解释(例如,“在……之间”与“直接在……之间”、“相邻”与“直接相邻”等等)。

[0061] 本文所使用的术语仅用于描述特定实施例的目的,并不旨在限制本发明。如本文所使用的,除非上下文另有明确说明,否则单数形式“一”、“一个”和“该”也旨在包括复数形式。将进一步理解术语“包括”、“包含”、和/或“含有”当使用在本文中时指定所述特征、步骤、操作、元件和/或组件的存在,但不排除存在或添加一个或多个其他特征、步骤、操作、元件、组件和/或它们的群组。

[0062] 空间相对术语,诸如“之下”、“下方”、“下”、“上方”“上”等可以被用来描述元件和/或特征与另外(一个或多个)元件和/或(一个或多个)特征的关系,例如,如图中所图示的。应当理解,除了图中所描绘的取向之外,空间相对术语还旨在涵盖使用和/或操作中的设备的不同取向。例如,如果图中的设备被翻转,则描述为在其他元件或特征“下方”和/或“之下”的元件将被定向在该其他元件或特征“上方”。可以以其他方式定向(例如,旋转90度或在其他方向上)设备,并且相应地解释在本文中使用的空间相对描述符。

[0063] 在本文中参考横截面图示描述了示例性实施例,横截面图示是理想化的示例性实施例(和中间结构)的示意图示。因此,可以预期由于例如制造技术和/或公差导致的图示形状的变化。因此,示例性实施例不应被解释为限于本文所示出的区域的特定形状,而是包括例如由制造导致的形状偏差。

[0064] 只要本文描述的功能特征、操作和/或步骤或者以其他方式理解为包括在本发明构思的各种实施例内,这些功能特征、操作和/或步骤就可以体现在功能块、单元、模块、操作和/或方法中。并且只要这些功能块、单元、模块、操作和/或方法包括计算机程序代码的程度而言,这种计算机程序代码就可以被存储在计算机可读介质中,例如诸如可由至少一个计算机处理器执行的非暂时性存储器和介质。

[0065] 在根据本发明构思的原理的示例实施例中,平行位置操纵器包括顶板、基板和四个、五个、六个或更多棱柱形接头致动器。在优选实施例中,每个致动器包括在基板或顶板处具有五个自由度(DOF)的致动器接头。在操作中,当一个或多个致动器伸展或缩回时,允许其余致动器的枢轴点在除那个致动器的运动轴(即,由致动器的伸展和缩回限定的轴)之外的任何轴上移位。

[0066] 在示例性实施例中,可以采用磁力、重力和/或柔韧聚合物(诸如硅树脂)来在棱柱形致动器缩回时保持五个DOF枢轴点与它们的相应(即顶或底)板接触。

[0067] 在一些示例实施例中,至少两个棱柱形致动器可以垂直于至少两个其他棱柱形致动器。

[0068] 在一些实施例中,可以添加第五移动轴。如果添加第五轴,则可以将其相关联的棱柱形致动器布置成垂直于其他四个棱柱形致动器。

[0069] 在示例性实施例中,致动器可以是若干类型中的任何类型,例如:压电致动器、手动千分尺螺钉、磁致动器、具有(集成的或分开的)线性致动器的步进电动机、液压缸、气动缸或具有偏心凸轮的旋转电动机。在根据本发明构思的原理的示例性实施例中,平行位置操纵器被配置成使得由每个致动器施用的推力和拉力大于所有其他致动器组合起来的剪切摩擦力。在示例性实施例中,这通过采用具有高保持力但低剪切力的材料来实现,例如,诸如磁性地保持与硬平坦金属表面接触的硬金属球形表面。在这样的实施例中,仅一侧(即,硬金属球形表面或硬平坦金属表面)被磁化,因为如果两侧都是磁性的,则它们将在滑动轴上被半约束,因此表现得像球形3DOF接头。

[0070] 在根据本发明构思的原理的示例实施例中,定位台包括多个磁性棱柱形接头致动器、基板和顶板。顶板可以支撑用于其精确定位的设备。顶板可以由多个磁性棱柱形接头致动器支撑,所述多个磁性棱柱形接头致动器又由基板支撑。在示例实施例中,将每个致动器固定到基板的一部分,其将每个致动器定位成与水平面成一角度。在示例实施例中,将顶板的侧面与基板的侧面形成为与水平面成相同的角度,但是在本发明构思的范围内可以预期



其他配置。在顶板的成角度侧面上提供磁体。每个致动器在其远端部处包括磁性材料,该磁性材料例如可以是铁类金属。在示例实施例中,磁性材料为半球形,但是在本发明构思的范围内可以预期其他形状和组合。每个磁性材料端部被配置成接触顶板的侧面上的磁体,从而将顶板支撑在基板上方。

[0071] 在一些实施例中,顶板的侧面上的磁体与顶板的外表面一致。例如,顶板可以具有平面形状、V形、半圆柱形或其他形状的横截面。

[0072] 在操作中,通过磁体的力而将致动器远端部保持与顶板的外表面或侧面上的磁体接触。当致动器被激活(例如被伸展或缩回)时,顶板在由致动器的运动所确定的运动方向上线性移动。因此,致动器可以沿轴线是可伸展或可缩回的。通过在致动器的远端部的磁性材料上操作的磁体的磁力,与顶板的相对侧面上的磁体接触的致动器的远端部保持与磁体接触。同时,这种致动器的远端部允许磁体(和顶板)在由激活的致动器的运动所指示的方向上滑动。在各种实施例中,关于激活,该相对侧面致动器可以是无源的,即不被激活,或者在不同的方向上被激活。

[0073] 根据本发明构思的原理的定位台可以采取平行位置操纵器的形式。因为它是平行位置操纵器,所以它不会遇到与可能被称为运动链的彼此堆叠的多个单轴台相关联的机械堆叠问题。另外,与六脚架不同,根据本发明构思的原理的定位台允许四个致动器的任何组合以任何速度伸展或缩回任何量而没有台缠绕。每个致动器可以被布置成影响台的顶板的两个不同轴的移动。为了实现单个运动轴,两个致动器可以以它们在期望的轴上彼此互补并且在不期望的轴上相互抵消的方式移动。结果,在根据本发明构思的原理的示例实施例中,所有单轴台移动采用双致动器移动。在图10和图11的表中示出了单轴台移动和相关联的致动器动作。

[0074] 除了作为平行致动器之外,根据发明构思的原理的定位台还可以具有若干其他益处。例如,根据本发明构思的原理的定位台可以递增地从四个轴扩展到六个轴,而Stewart平台总是具有三个或六个轴。与运动链不同,根据本发明构思的原理的定位台不会展现出各个台的公差叠加。根据本发明构思的原理的定位台不需要旋转或线性轴承,而运动链对于每个轴自由度都需要一个。对于根据本发明构思的原理的定位台,每个运动轴仅需要两个以固定的、直观的比率移动的致动器,并且因此,所期望的运动相对容易实现。如前所指示,Stewart平台不是这种情况。另外,与Stewart平台不同,不需要控制致动的速度以防止台缠绕,并且可以移动各个致动器而没有缠绕台。在示例实施例中,可以仅通过对诸如磁性接口之类的接口去耦合来容易地移除和替换定位台顶板。

[0075] 在示例性实施例中,台的分辨率和刚度可以由致动器的质量、球形滑动件组件的平滑度以及将球形滑动件接头保持在一起的磁力(或其他)力的强度来确定。所有这些方面都可以进行优化,以创建一个只需花费相同精度六脚架的一小部分成本的亚微米精度台。在许多情况下,根据发明构思的原理的定位台将胜过标准运动链,同时更具成本效益。在示例实施例中,致动器球形滑动件(或其他五个DOF连接)的保持力(例如,磁保持力)大于所有其他致动器接头的摩擦系数。当这是真的时,顶板将稳定在一个平衡点处,其允许四个(或更多)连接根据需要滑动或枢转,以确保保持所有的接触点。

[0076] 具有受约束Z轴(其中,其他自由度不受其干扰)的四轴台可以根据本发明构思的原理通过使用刚性梁来约束或限制这种Z轴移动的移动或者通过用四自由度接头替换四个

五DOF致动器接头中的一个以限制Z轴上的运动来实现,如图15中所图示。

[0077] 图2-图9组合地提供了根据发明构思的原理的四轴定位台的示例实施例的视图。

[0078] 图2示出了其中所有致动器缩回的四轴台或定位器的实施例的前端视图,其中第三致动器(未示出)在第一致动器后面并且第四致动器(未示出)在第二致动器后面。图5-图9示出了第三和第四致动器。可以看出,例如,从图9中可以看出,第三致动器在第一致动器后面并且第四致动器在第二致动器后面。

[0079] 关于图2,在该视图中所有致动器都缩回。在该示例实施例中,定位台是四轴台100,其包括基板102、顶板104和多个致动器,其可以是棱柱形致动器。多个致动器包括第一致动器106(即,棱柱形致动器1)、第二致动器108(即,棱柱形致动器2)、第三致动器110(即,棱柱形致动器3)以及第四致动器112(即,棱柱形致动器4)。

[0080] 在示例实施例中,基板102包括成角度侧片118、120,其相对于水平面以角度 $\theta$ 形成,其中在该实施例中 $\theta = \theta_1 = \theta_2$ 。在其他实施例中, $\theta_1 \neq \theta_2$ 是可能的。以与水平面成相同的角度 $\theta$ 形成顶板104的侧面122、124。因此,基板102的侧片118平行于顶板104的侧面122,并且基板的侧片120平行于顶板104的侧面124。在图2的实施例中,基板102包括中间部分,侧片118和120从中间部分伸展。中间部分可以是位于水平面平面中的平面片,但是在所有实施例中中间部分不需要是平面的。

[0081] 在该实施例中,致动器106、108、110和112中的每一个从基板102的侧片118、120之一在朝着顶板104的方向上伸展。例如,在该实施例中,将每个致动器固定或连接到基板102的侧片上,并相关于对应的侧片118或120以90度的角度朝着顶板104的对应侧面122或124伸展。

[0082] 每个致动器106、108、110和112的远端部包括磁性材料。在该实施例中,致动器106、108、110和112中的每一个包括铁类金属半球形端部134、136、138和140。将磁体126、128、130和132安置在顶板104的侧面122、124上或其中的与相应致动器106、108、110和112的铁类金属半球形端部134、136、138和140相对应的位置中。

[0083] 图3示出了其中第一致动器和第三致动器沿轴线伸展(“X轴”)的图2的四轴台的相同前端视图。在图3中,第一致动器106和第三致动器110伸展以使顶板104在X轴的方向上移动,如X轴箭头所指示。如前所指示,第三致动器110(致动器3)位于第一致动器106(致动器1)的后面并且第四致动器112(致动器4)位于第二致动器108(致动器2)的后面。在示例实施例中,致动器1 106和致动器3 110伸展相同的量,以便提供纯X轴移动。虚线指示顶板104和磁体126、128的原始位置,这是图2中顶板的位置。

[0084] 图4示出了其中第二致动器和第四致动器沿轴线伸展(“Y轴”)的图2的四轴台的相同端视图。在图4的示例实施例中,致动器1 106和3 110(X轴)和致动器2 108和4 112(Y轴)伸展。如前所指示,第三致动器110位于第一致动器106的后面并且第四致动器112位于第二致动器108的后面。在示例实施例中,第一致动器106和第三致动器110伸展相同的量以便提供X轴移动,并且第二致动器108和第四致动器112伸展相同的量以便提供Y轴移动。虚线指示顶板104和磁体126、128的原始位置。

[0085] 图5示出了其中第一和第三致动器沿“X轴”伸展的图2的四轴台的第一(左)侧视图,其中第二致动器(未示出)位于第一致动器后面并且第四致动器(未示出)位于第三致动器后面。在图5的示例实施例中,第一致动器106和第三致动器110伸展相同的量以仅在X轴

方向上产生移动。从该透视图,第二致动器108位于第一致动器106后面并且第四致动器112位于第三致动器110后面。虚线指示顶板104和磁体126、130的原始位置。

[0086] 图6示出了其中第二和第四致动器沿“Y轴”伸展的图2的四轴台的与第一(左)侧视图相对的第二(右)侧视图,其中第一致动器(未示出)位于第二致动器后面并且第三致动器(未示出)位于第四致动器后面。在图6的实施例中,第二致动器108和第四致动器112伸展相同的量以仅在Y轴方向上产生移动。从该透视图,第一致动器106位于第二致动器108后面并且第三致动器110位于第四致动器112后面。虚线指示顶板104和磁体128、132的原始位置。

[0087] 图7示出了图2和图5的四轴台的第一(左)侧视图,其中第一致动器106缩回并且第三致动器110伸展以使顶板104俯仰,其中第二致动器108(未示出)在第一致动器后面并且第四致动器112(未示出)在第二致动器后面。

[0088] 图8示出了图2和图6的四轴台的第二(右)侧视图,其中第二致动器108伸展并且第四致动器112缩回以使顶板104偏摆,其中第一致动器106(未示出)在第二致动器后面并且第三致动器110(未示出)在第四致动器后面。

[0089] 图9示出了图2的四轴台的顶视图,为清楚起见省略了基板102。在图9的示例实施例中,根据本发明构思的原理的四轴台的顶视图示出了第一、第二、第三和第四致动器106、108、110和112、以及相应的相关磁体126、128、130和132以及顶板104的相对位置。

[0090] 图10示出了根据本发明构思的原理的可以应用于四轴台的单轴/双致动器移动的表格。图10的表格图示出了根据发明构思的原理实现顶板移动的双致动器移动的组合。例如,为了仅在正X轴方向上伸展顶板,第一致动器106和第三致动器110伸展而同时第二致动器108和第四致动器112留在适当位置;为了仅在正Y轴方向上伸展顶板,第二致动器108和第四致动器112伸展而同时第一致动器106和第三致动器110留在适当位置。

[0091] 图11示出了根据本发明构思的原理的可以应用于五轴台的单轴/单致动器移动的表格。例如,图12示出了第五致动器113,其被添加以影响顶板4在Z轴上的移动,其位于水平面平面中。在其他实施例中,可以与第五致动器相对地提供第六致动器。

[0092] 图11的表格示出了作为示例如果被添加到致动器106、108、110和112的第五致动器113的单轴、单致动器移动。也即是说,如果使用五个致动器,则可以将图11的表格附加到图10的表格。因此,诸如图12中所图示的五轴台可以通过第五致动器113的伸展实现在正Z轴方向上的移动以及通过第五致动器113的缩回实现在负Z轴方向上的移动。在使用四轴台的示例实施例中,Z轴受约束,则例如第五致动器113可以用刚性梁代替。

[0093] 图13示出了根据本发明构思的原理的可以实现顶板的“翻滚”运动的多轴台的另一个实施例。在根据本发明构思的原理的示例实施例中,可以引入第六运动轴,翻滚,如图13中所图示。在该示例实施例中,顶板104是半圆柱形的,磁体133也是如此。在这样的示例实施例中,第六轴的操作不会干扰其他五个的操作。可以通过致动器106、108、110和112的选择性伸展和/或缩回来实现翻滚。第五致动器113可以再次是可选的并且如果打算在Z轴上移动则被提供。

[0094] 图14A、图14B和图14C分别提供了根据本发明构思的原理的示例定位器的端部图、透视图和分解图。在该示例实施例中,顶板104和基板102是V形的,其侧面相对于水平面具有相同的角度 $\theta$ ,其中在该实施例中 $\theta = \theta_1 = \theta_2$ 。在其他实施例中, $\theta_1 \neq \theta_2$ 是可能的。在该示例实施例中,第一至第四致动器106、108、110和112穿过基板102以接触定位在顶板104的侧面

上的磁体135、137。

[0095] 将磁体135和137安置在顶板104的侧面122、124上或其中的与相应致动器106、108、110和112的远端部处的铁类金属半球形端部134、136、138和140相对应的位置中。

[0096] 在示例实施例中,致动器106、108、110和112可以是精确调节机构,诸如千分尺螺钉106a、108a、110a、112a,其允许单位数微米精度调节。

[0097] 图15是根据本发明构思的原理的在接头中采用圆柱体磁体的五轴台的实施例的顶视图。如图15的示例实施例中所图示,在该示例性实施例中,固定到顶板104的磁体139之一可以是例如圆柱形磁体的形式,其产生四个DOF接头,这导致定位器在Z轴上具有受限制的运动。可以通过例如弯曲来配置圆柱体磁体以产生第六轴的翻滚。

[0098] 图16是根据发明构思的原理的包括电子控制器的光子定位器的实施例的框图。图16的框图结合根据发明构思的原理的定位器100描绘了采用光子设备101的光子系统200,光子设备101诸如是光纤捻接器或其组件,诸如对准设备。在示例实施例中,定位器100由控制器103控制,控制器103以先前描述的方式操作定位器的致动器,以精确地移动光子设备101。例如,这种移动可以允许光纤端部的对准。控制器103可以例如从控制器采用来调节定位器100的光子装备101中接收反馈。在光子设备101是捻接器的示例实施例中,例如,指示光纤之间的对准质量的传感器可以向控制器103提供标记,控制器103例如采用这种标记来调节定位器以用于精确对准光纤。

[0099] 图17A和图17B分别是采用根据本发明构思的原理的定位器的光子定位器系统105的顶视图和侧视图。在该示例实施例中,一对定位器100各自支撑光纤端部F1、F2以进行捻接。如前所述,例如,可以使用电子控制器103操纵每个定位器100来对准光纤F1、F2的端部,以用于通过包括加热元件(诸如等离子体加热器(未示出))的光纤捻接器进行捻接,其中一旦使用定位器100对准,则加热元件被配置为加热光纤端部。在示例实施例中,定位器100的顶板可以包括或支撑光纤保持器107。这种光纤保持器是已知的并且可以包括在否则是平坦的顶部表面中的凹槽,以用于将一个或多个纤维保持就位以用于定位和捻接。

[0100] 虽然前面已经描述了被认为是最佳模式和/或其他优选的实施例,但是应该理解,可以在其中进行各种修改,并且本发明可以以各种形式和实施例来实现,并且它们可以应用于许多应用中,本文中仅描述了其中的一些应用。所附权利要求旨在要求保护字面上描述的及其所有等同物——包括落入每个权利要求范围内的所有修改和变化。

[0101] 应当理解,为了清楚起见而在分开的实施例的上下文中描述的本发明的某些特征也可以在单个实施例中组合地提供。相反,为简洁起见而在单个实施例的上下文中描述的本发明的各种特征也可以分开被提供或以任何合适的子组合被提供。

[0102] 例如,应当理解,任何权利要求中提出的所有特征(无论是独立的还是从属的)都可以以任何给定的方式组合。

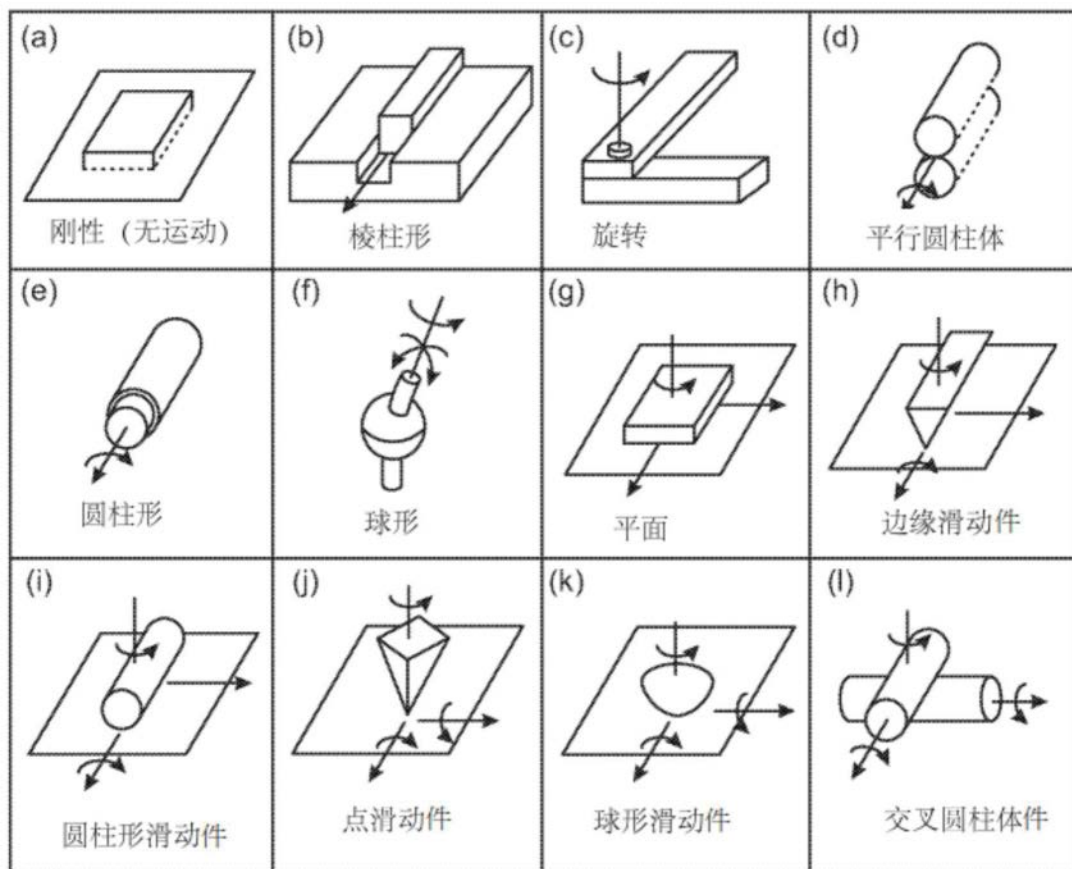


图1 (现有技术)

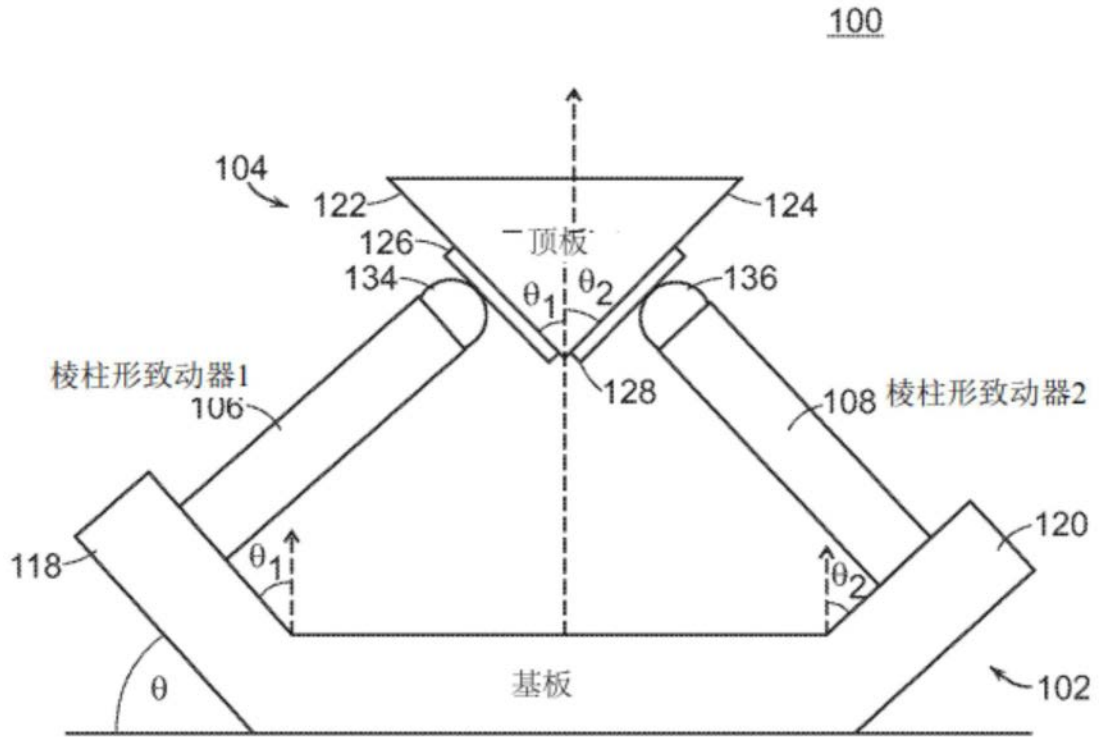


图2

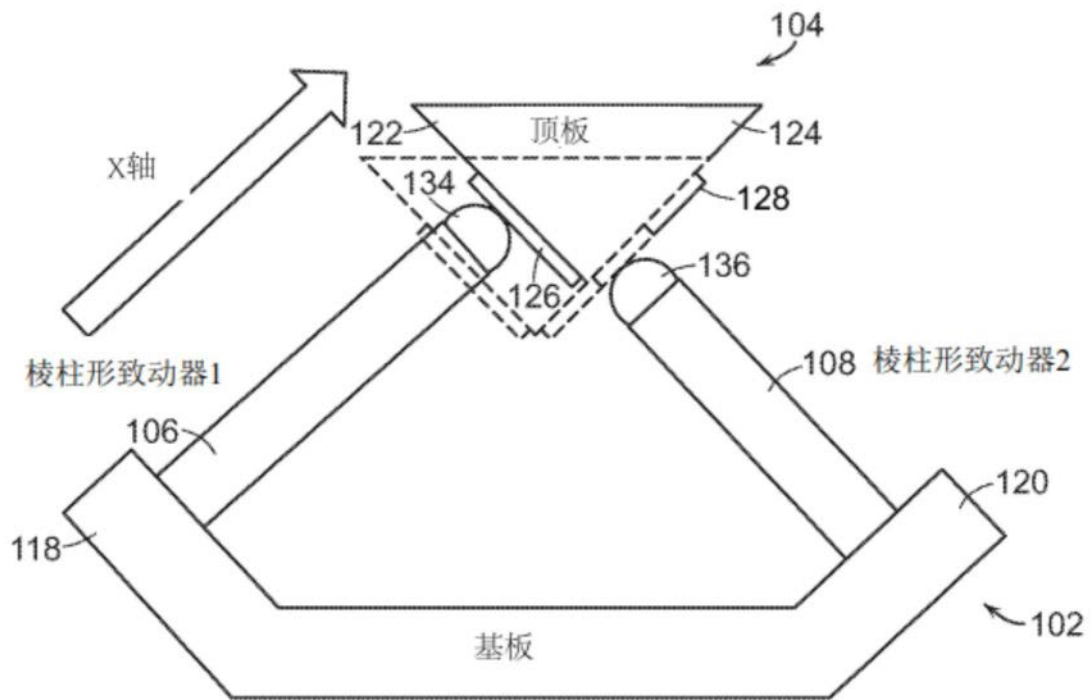


图3

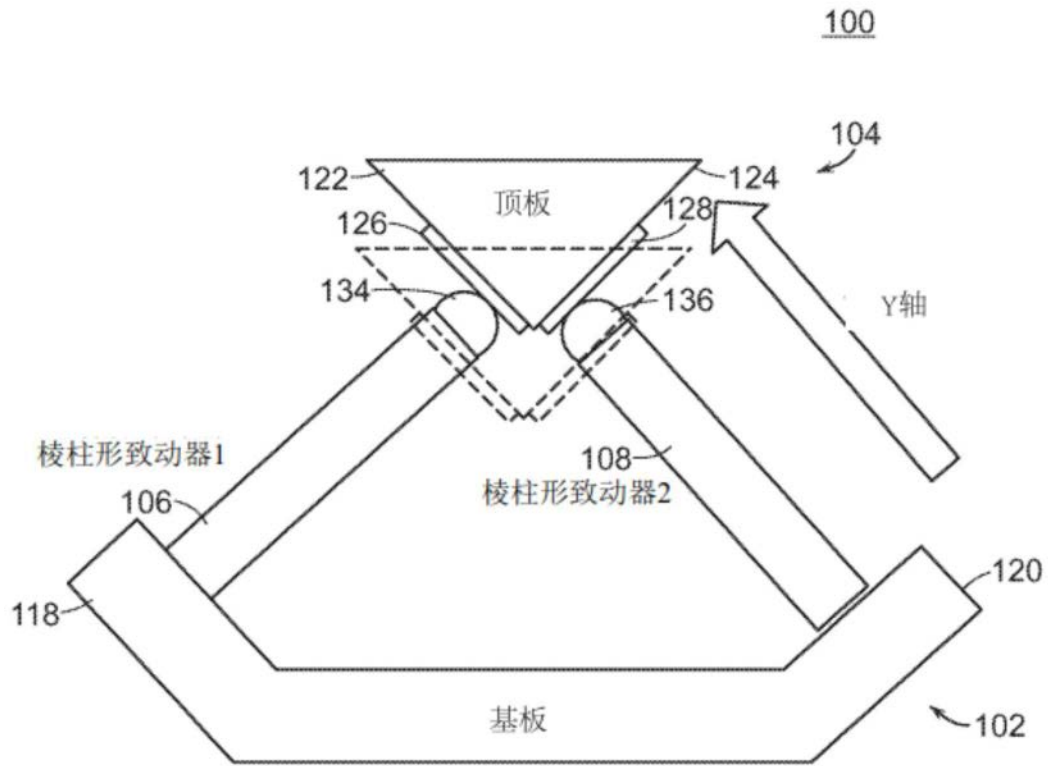


图4

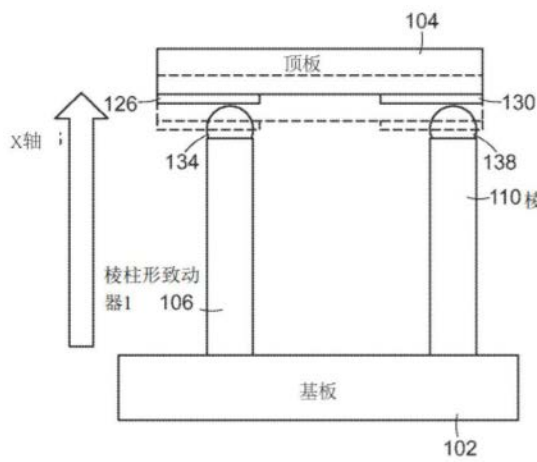


图5

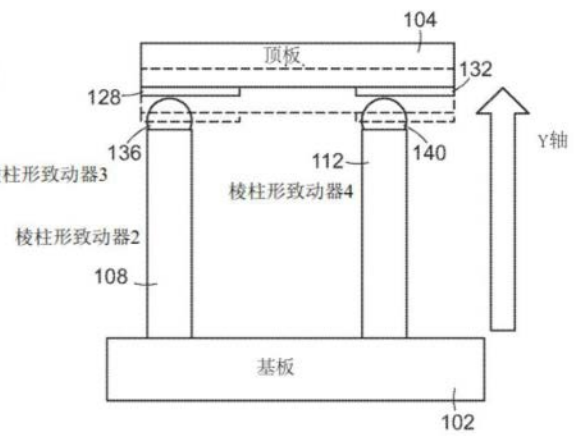


图6

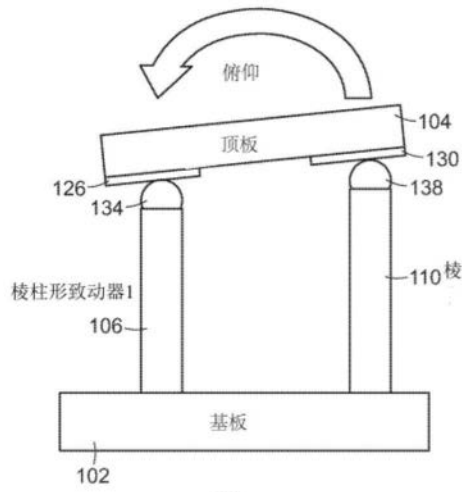


图7

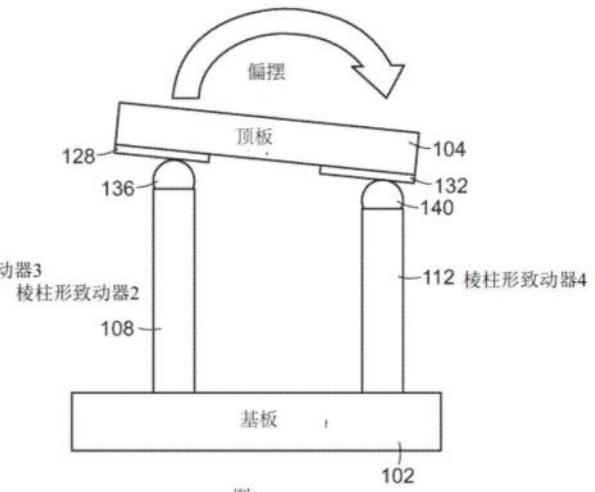


图8

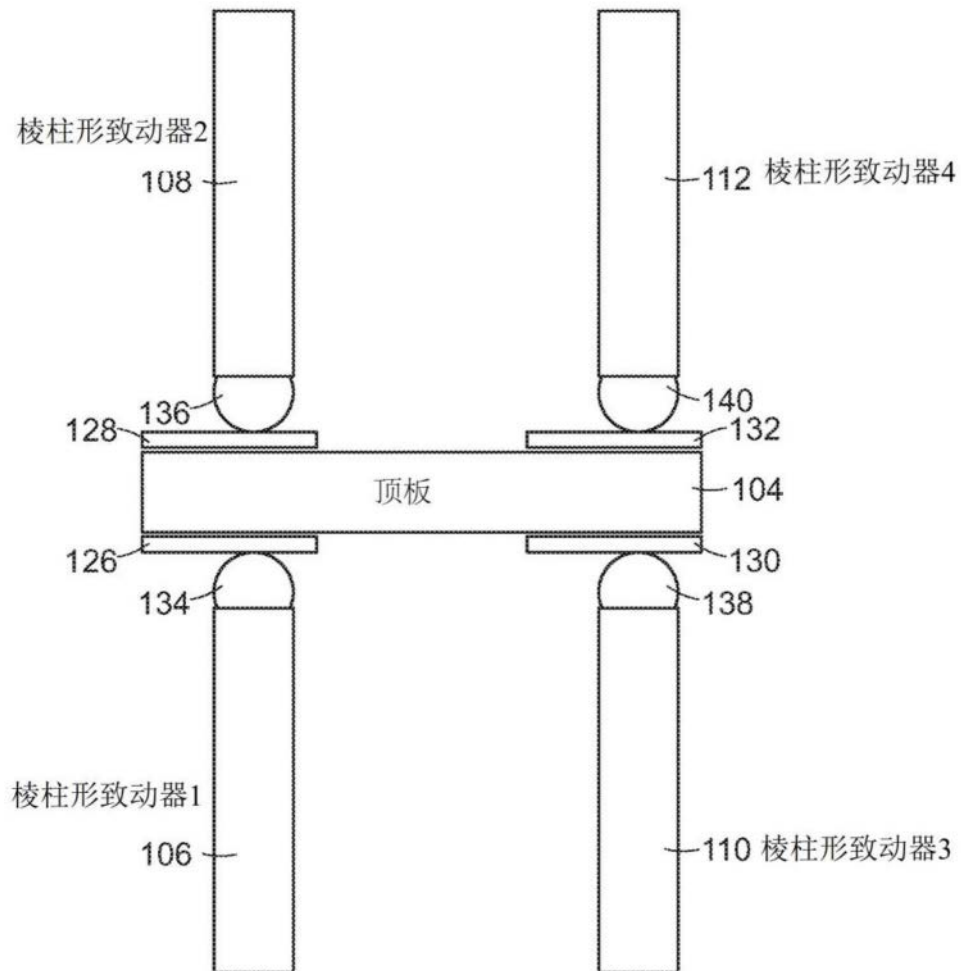


图9



	致动器 1	致动器 2	致动器 3	致动器 4
X+	伸展		伸展	
Y+		伸展		伸展
X-	缩回		缩回	
Y-		缩回		缩回
俯仰+	伸展		缩回	
偏摆+		伸展		缩回
俯仰-	缩回		伸展	
偏摆-		缩回		伸展

图10

	致动器 1	致动器 2	致动器 3	致动器 4	致动器 5
Z+					伸展
Z-					缩回

图11

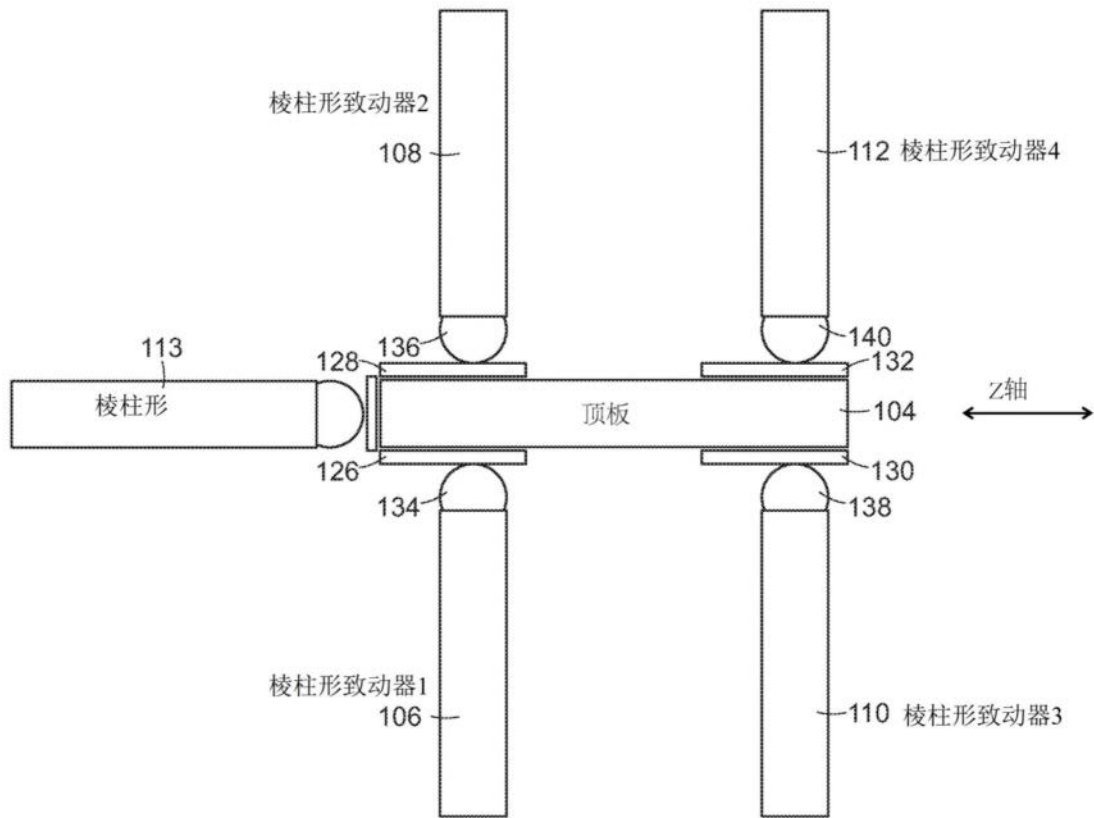


图12

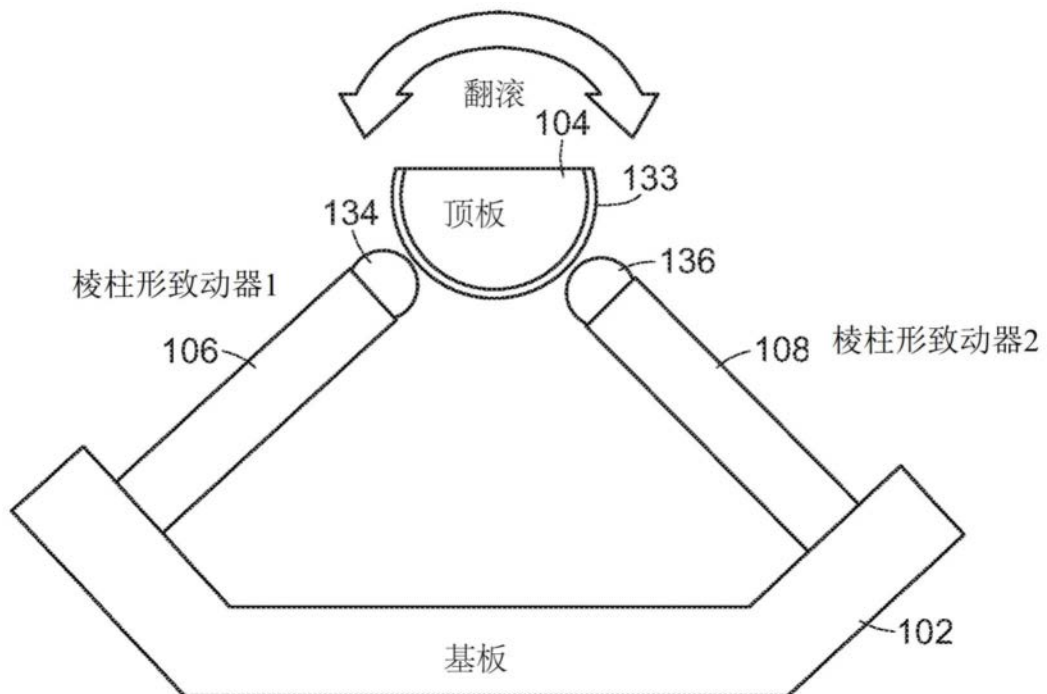


图13

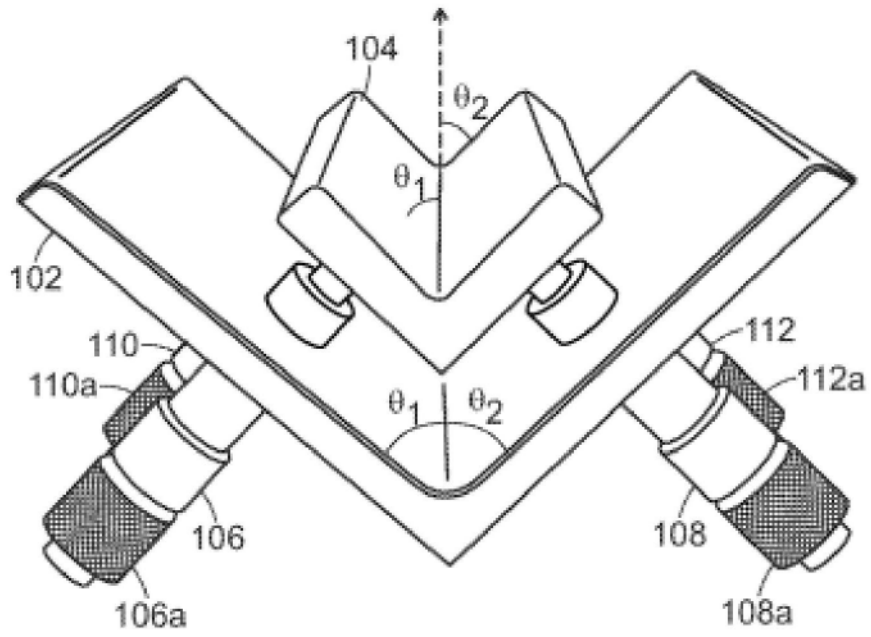


图14A

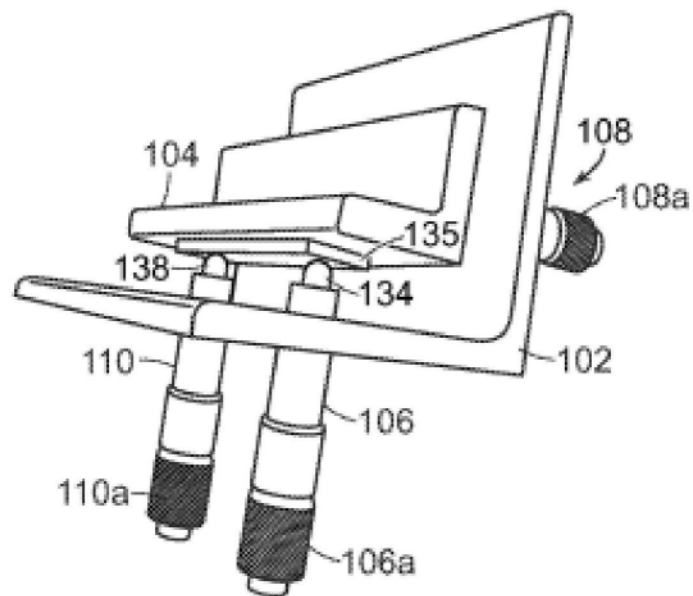


图14B

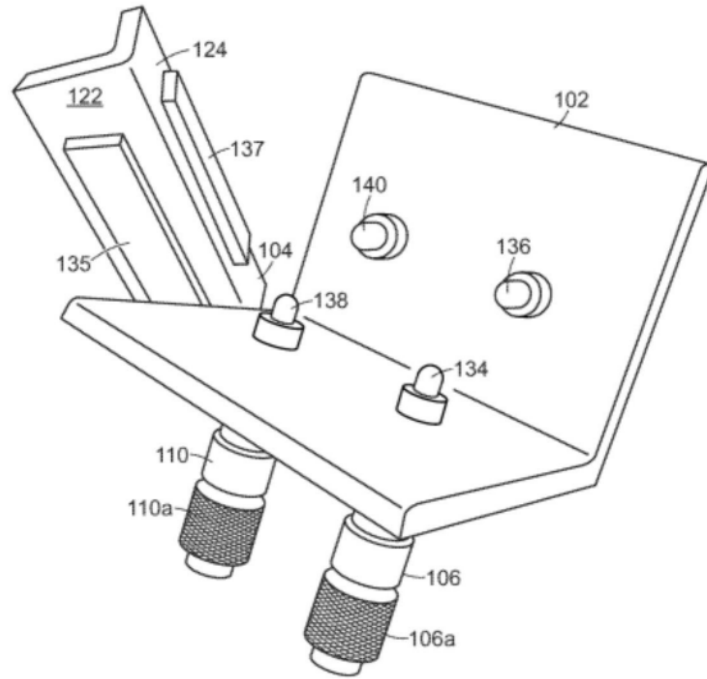


图14C

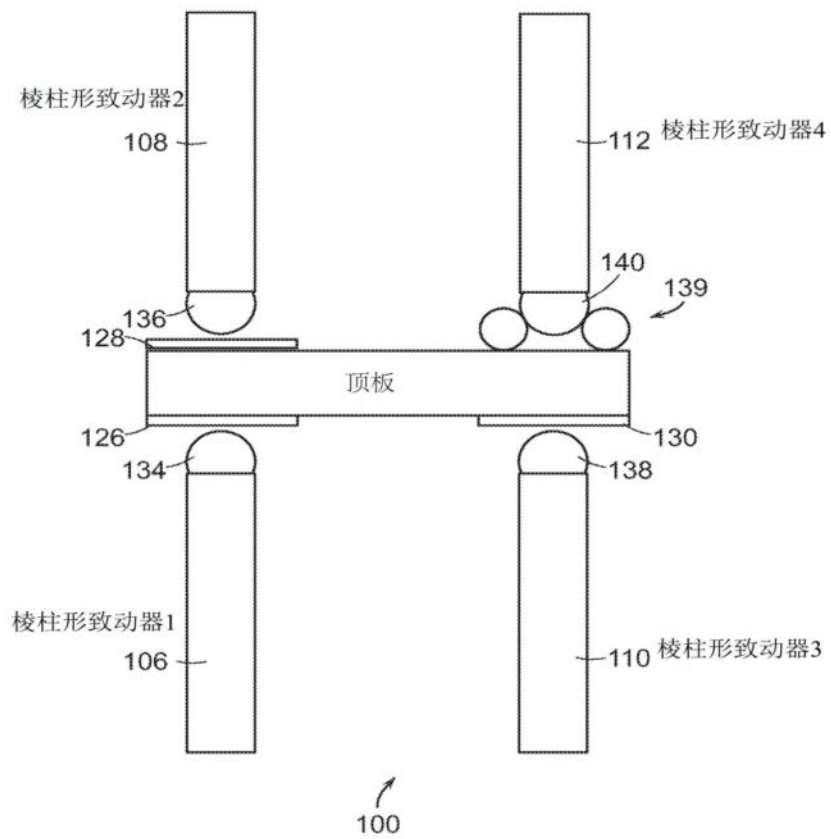


图15

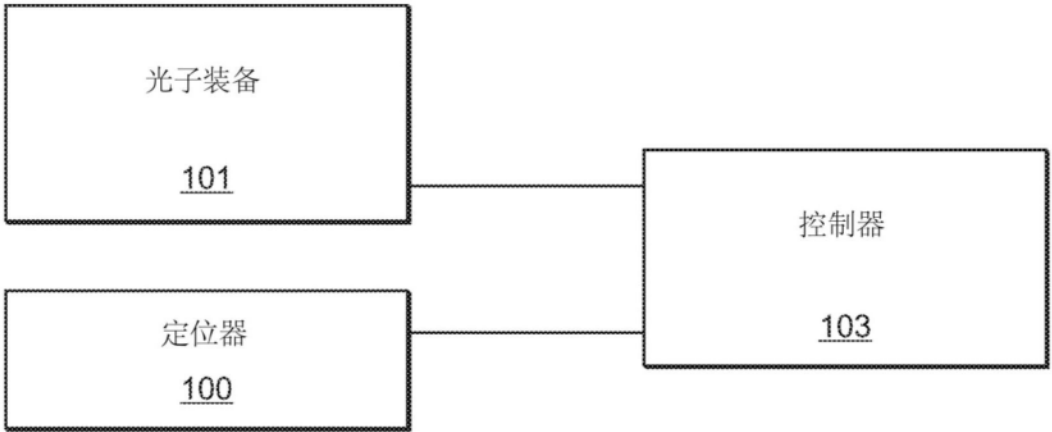


图16

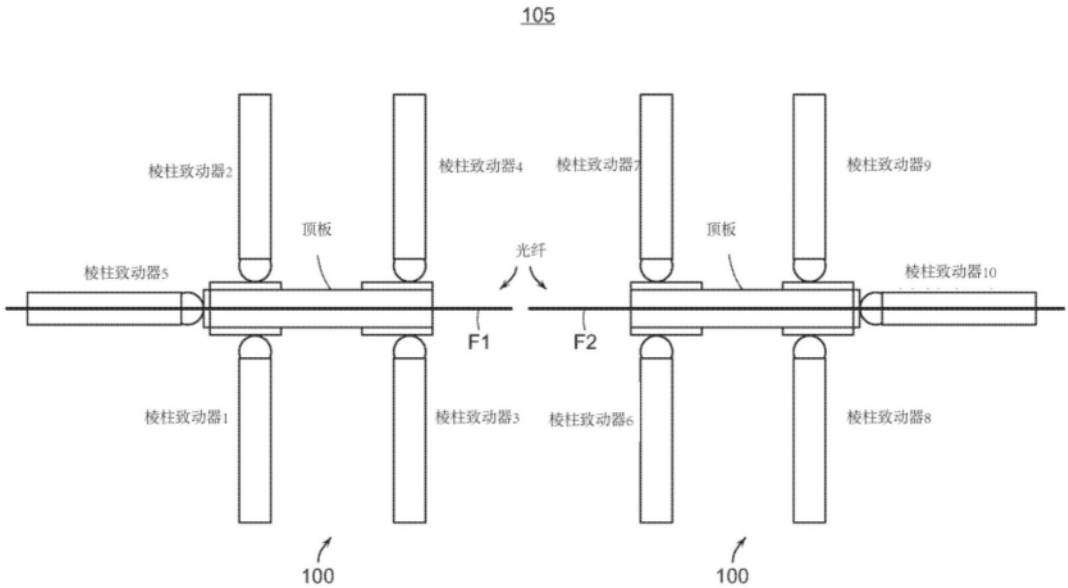


图17A

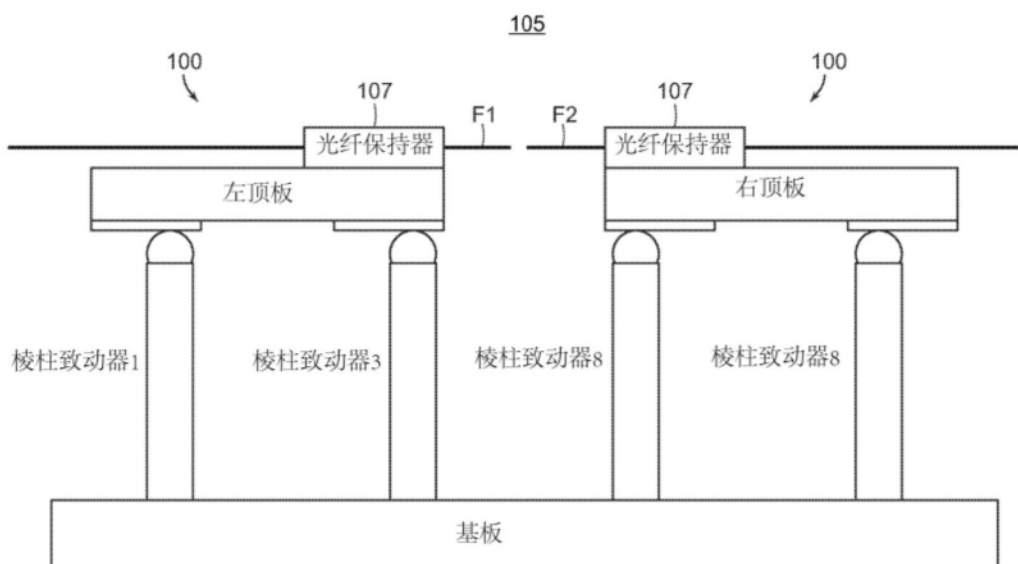


图17B