



1. 一种相机模块自动聚焦致动器,包括:

- 固定的支承构件(1;1') ,

- 可移动的透镜承载件(2;2') ,所述透镜承载件(2;2') 以滑动的方式接纳在固定的所述支承构件(1;1') 上以使得所述透镜承载件(2;2') 沿光轴(A) 移动,

- 一个或更多个形状记忆合金线(4;7) ,所述一个或更多个形状记忆合金线(4;7) 布置成被激活以致使可移动的所述透镜承载件(2;2') 沿所述光轴(A) 在第一方向上移动,

- 第一弹性回复元件(3;5;6;8) ,所述第一弹性回复元件(3;5;6;8) 安装在所述支承构件(1;1') 与所述透镜承载件(2;2') 之间,以使得所述第一弹性回复元件(3;5;6;8) 仅产生平行于所述光轴(A) 的在与所述第一方向相反的第二方向上的回复力,其中,所述第一方向通过所述一个或更多个形状记忆合金线(4;7) 的激活来确定,

- 至少第二弹性回复元件(3;5;6;8) ,所述至少第二弹性回复元件(3;5;6;8) 与所述第一弹性回复元件(3;5;6;8) 大致相同并且以与所述第一弹性回复元件(3;5;6;8) 相同的方式安装,所述弹性回复元件(3;5;6;8) 关于所述光轴(A) 布置在对称相反的位置处,

所述致动器的特征在于,

- 所述一个或更多个形状记忆合金线(4;7) 中的每一个形状记忆合金线安装成使得第一端部直接机械地固定至所述弹性回复元件(3;5;6;8) 中的一个弹性回复元件,并且使得第二端部直接机械地固定至与固定有所述第一端部的弹性回复元件相同的同一弹性回复元件(3;5;6;8) 、或者另一弹性回复元件(3;5;6;8) 、或者支承构件(1;1') 中的任一者,

以使得通过由于所述弹性回复元件在所述一个或更多个形状记忆合金线(4;7) 激活时的变形所产生的所述弹性回复元件(3;5;6;8) 的机械作用而引起所述透镜承载件(2;2') 在所述第一方向上的所述移动。

2. 根据权利要求1所述的相机模块自动聚焦致动器,其特征在于,固定的所述支承构件(1;1') 和可移动的所述透镜承载件(2;2') 在正交于所述光轴(A) 的平面中具有大致正方形形状或矩形形状,并且固定的所述支承构件(1;1') 和可移动的所述透镜承载件(2;2') 通过平行于所述光轴(A) 延伸的至少四个导引柱(1a;1a') 以滑动的方式联接,所述至少四个导引柱(1a;1a') 与匹配槽(2a;2a') 接合,其中,尺寸公差确保了0.08度的最大倾斜度并且在所述支承构件(1;1') 与所述透镜承载件(2;2') 之间没有布置滚动构件。

3. 根据权利要求2所述的相机模块自动聚焦致动器,其特征在于,所述至少四个导引柱(1a;1a') 形成在所述支承构件(1;1') 上的角部处。

4. 根据权利要求2所述的相机模块自动聚焦致动器,其特征在于,所述匹配槽(2a;2a') 形成在所述透镜承载件(2;2') 上。

5. 根据权利要求2所述的相机模块自动聚焦致动器,其特征在于,所述支承构件(1;1') 由聚对苯二甲酸丁二醇酯制成,并且所述透镜承载件(2;2') 由共聚物聚甲醛制成。

6. 根据权利要求5所述的相机模块自动聚焦致动器,其特征在于,所述导引柱(1a;1a') 由金属制成。

7. 根据权利要求1至6中的任一项所述的相机模块自动聚焦致动器,其特征在于,所述相机模块自动聚焦致动器包括四个相同的弹性回复元件(3;5) 和两个直的形状记忆合金线(4) ,其中,所述四个相同的弹性回复元件(3;5) 以两对的方式布置,每对弹性回复元件中的两个元件(3;5) 包括在平行于所述光轴(A) 的共同平面中、具有关于所述光轴(A) 对称相反

的安装布置,所述两个直的形状记忆合金线(4)中的每一个形状记忆合金线安装在同一对弹性回复元件中的两个元件(3;5)之间。

8.根据权利要求7所述的相机模块自动聚焦致动器,其特征在于,所述两个直的形状记忆合金线(4)中的每一个形状记忆合金线以水平的方式安装在同一对弹性回复元件中的两个元件(3;5)之间。

9.根据权利要求7所述的相机模块自动聚焦致动器,其特征在于,每个弹性回复元件(3)包括挠性带,所述挠性带安装成使得第一端部(3a)在较低的最外侧位置处固定至所述支承构件(1;1'),并且使得第二端部(3b)在较高的最内侧位置处固定至所述透镜承载件(2;2')。

10.根据权利要求9所述的相机模块自动聚焦致动器,其特征在于,所述挠性带由金属制成。

11.根据权利要求9所述的相机模块自动聚焦致动器,其特征在于,每个弹性回复元件(3)还包括直立件(3c),所述直立件(3c)从所述带的所述第一端部(3a)的安装位置大致竖向地向上延伸到至少以下高度:所述高度为在所述形状记忆合金线(4)不被激活时所述带的所述第二端部(3b)的安装位置所处的高度,其中,所述形状记忆合金线(4)大致在所述高度处安装在所述直立件(3c)之间。

12.根据权利要求7所述的相机模块自动聚焦致动器,其特征在于,每个弹性回复元件包括水平的V形挠性连接器(5),所述水平的V形挠性连接器(5)安装成使得所述水平的V形挠性连接器(5)的顶点(5a)相对于所述水平的V形挠性连接器(5)的端部(5b)在最外侧位置处。

13.根据权利要求12所述的相机模块自动聚焦致动器,其特征在于,每个水平的V形挠性连接器(5)的端部(5b)分别在竖向对准的位置处连接至所述支承构件(1;1')和所述透镜承载件(2;2'),并且其中,每个形状记忆合金线(4)安装在每对水平的V形挠性连接器(5)中的两个水平的V形挠性连接器(5)的顶点(5a)之间。

14.根据权利要求1至6中的任一项所述的相机模块自动聚焦致动器,其特征在于,所述相机模块自动聚焦致动器包括两个相同的菱形形状的弹性回复元件(6)和两个直的形状记忆合金线(4),所述菱形形状的弹性回复元件(6)安装成使得底部顶点(6a)固定至所述支承构件(1;1')并且与固定至所述透镜承载件(2;2')的顶部顶点(6b)竖向地对准,所述两个直的形状记忆合金线(4)中的每一个形状记忆合金线安装在所述菱形形状的弹性回复元件(6)中的一个菱形形状的弹性回复元件内。

15.根据权利要求14所述的相机模块自动聚焦致动器,其特征在于,所述两个直的形状记忆合金线(4)中的每一个形状记忆合金线安装在所述菱形形状的弹性回复元件(6)的两个水平对准的中间顶点(6c)之间。

16.根据权利要求1至6中的任一项所述的相机模块自动聚焦致动器,其特征在于,所述相机模块自动聚焦致动器包括四个相同的弹性回复元件和单个形状记忆合金线(7),所述四个相同的弹性回复元件包括水平的V形挠性连接器(5),所述水平的V形挠性连接器(5)安装成使得所述水平的V形挠性连接器(5)的顶点(5a)相对于所述水平的V形挠性连接器(5)的端部(5b)在最外侧位置处,所述四个相同的弹性回复元件以两对的方式布置,其中,每对弹性回复元件中的两个元件包括在包含所述光轴(A)的共同平面中、具有关于所述光轴(A)

对称相反的安装布置,所述单个形状记忆合金线(7)以水平的方式安装成沿所述致动器的外周部连续地连接所有四个相同的弹性回复元件。

17. 根据权利要求16所述的相机模块自动聚焦致动器,其特征在于,每个水平的V形挠性连接器(5)的端部(5b)在竖向对准的位置处分别连接至所述支承构件(1;1')和所述透镜承载件(2;2'),并且其中,所述形状记忆合金线(7)安装在所述四个水平的V形挠性连接器(5)的所述顶点(5a)之间。

18. 根据权利要求1至6中的任一项所述的相机模块自动聚焦致动器,其特征在于,所述相机模块自动聚焦致动器包括两个相同的杆及连杆弹性回复元件(8)和形状记忆合金线(4),所述两个相同的杆及连杆弹性回复元件(8)中的每一个杆及连杆弹性回复元件包括杆(8a),所述杆(8a)在所述支承构件(1;1')上方枢转(9a)并且承载连杆(8b),所述连杆(8b)在所述透镜承载件(2;2')的水平中央位置处在所述杆(8a)与所述透镜承载件(2;2')之间枢转(9b、9c),所述形状记忆合金线(4)固定在所述支承构件(1;1')与所述杆(8a)之间,在这些元件(1、2、8a、8b)之间的枢转连接件(9a、9b、9c)通过塑料制成的片状铰链实现,使得所述枢转连接件(9a、9b、9c)中的至少一者还用作扭转弹簧。

19. 根据权利要求18所述的相机模块自动聚焦致动器,其特征在于,当所述致动器处于静置位置时,所述杆(8a)通过枢转件(9a)在所述支承构件(1;1')上方在大致水平方向上枢转,所述枢转件(9a)位于直立件(1b)的顶部处,所述直立件(1b)在相对于所述致动器的中央部的第一侧从所述支承构件(1;1')的基部向上延伸至所述透镜承载件(2;2')的顶部边缘,而所述连杆(8b)在所述透镜承载件(2;2')的水平中央部分与所述杆(8a)的位于第二侧的端部之间几乎在竖向上枢转,其中,所述第二侧相对于所述枢转件(9a)与所述第一侧相反,并且所述形状记忆合金线(4)固定在所述支承构件(1;1')的位于所述第二侧的角部与所述杆(8a)的位于相对于所述枢转件(9a)的所述第一侧的端部之间,所述形状记忆合金线(4)穿过所述枢转件(9a)下方。

20. 根据权利要求1至6中的任一项所述的相机模块自动聚焦致动器,其特征在于,所述一个或更多个形状记忆合金线(4;7)中的每个形状记忆合金线在其一个端部处包括具有刚度的弹簧,所述弹簧在正常的致动器操作中用作刚性连接构件,而所述弹簧用作故障安全构件,所述故障安全构件提供了足以吸收所述形状记忆合金线(4;7)的收缩的伸长率,以防所述形状记忆合金线(4;7)被迫在不能移动的卡住的透镜承载件(2;2')上操作。

21. 根据权利要求1至6中的任一项所述的相机模块自动聚焦致动器,其特征在于,所述弹性回复元件(3;5;6;8)由玻璃纤维增强塑料制成。

22. 根据权利要求21所述的相机模块自动聚焦致动器,其特征在于,所述玻璃纤维增强塑料具有包括在14GPa至15GPa之间的杨氏模量。

## 相机模块自动聚焦致动器

[0001] 本发明本身涉及用于相机模块的新颖的且改进的自动聚焦(AF)致动器,该自动聚焦(AF)致动器结合有作为致动元件的一个或更多个形状记忆合金线,特别地与移动电话相机模块相关。

[0002] 一般来说,形状记忆合金线作为致动元件的使用相对于其他致动系统在重量、功耗和成本方面提供了各种优点。

[0003] 这些优点也已经在相机模块领域中被认可并且已经成为各种专利申请的主题,例如国际专利申请WO 2007/113478、WO 2011/122438和美国专利8159762都描述了具有形状记忆合金线的相机模块,该形状记忆合金线与透镜承载件(有时在本领域中被称为透镜镜筒)接触并且固定至相机模块壳体或支承构件。通过形状记忆合金线的焦耳效应所控制的加热使得形状记忆合金线收缩,并且因此致使透镜承载件相对于壳体运动,因为SMA线的长度施加了具有沿光轴的分量的张力。

[0004] 由于SMA线在长度上的大约2%至8%的很小的变化受限于SMA材料自身的物理性质,如果SMA线布置成平行于运动方向,则对透镜承载件来说将难以实现足够程度的运动。虽然理论上任何程度的运动都可以通过使用足够长度的线来实现,但这意味着致动装置的尺寸方面的不可接受的增加。

[0005] 但是,通过将SMA线的长度相对于光轴以锐角布置,对于给定的SMA线的长度变化来说,沿光轴的运动程度是增大的。这是因为随着SMA线的长度变化导致了SMA线的取向变化,SMA线的成角度取向有效地提供了传动装置,使得沿光轴的运动程度大于线的长度的沿光轴分解的实际长度变化。

[0006] 例如,EP 1999507涉及在致动装置的有限尺寸的实际约束下,使透镜承载件沿光轴的运动程度最大化。其中,所提出的解决方案是使用两种长度的成对的SMA线,成对的SMA线在共用点处联接至透镜承载件和支承构件中的一者,并且如相对于光轴的径向所观察到的从共用点相对于相反符号的光轴以锐角延伸。

[0007] 线的锐角提供了所述传动效应,与沿光轴延伸的线相比,传动效应提高了运动程度。然而,将SMA线的长度相对于光轴以锐角布置存在如下缺点:SMA线还提供了具有垂直于光轴的分量的离轴力,该离轴力倾向于使透镜承载件横向地移位或倾斜。

[0008] 这种离轴力可以通过悬架系统的设计来抵抗,该悬架系统将透镜承载件支承在支承构件上并且导引透镜承载件沿光轴的运动,然而这种悬架系统往往具有高的摩擦力并且不紧凑。例如,这种悬架系统的一种类型是支承件(bearing),在该支承件中可移动的支承元件与轨道接触并且沿着轨道行进,其中,离轴阻力由支承元件与轨道之间的反作用提供,但支承件是具有相对较高摩擦力和相对较大尺寸的一类悬挂系统。

[0009] 上述提到的两个国际专利申请没有解决壳体与透镜承载件之间的摩擦现象以及致动器寿命方面的相关问题,而这方面在美国专利8159762中以另一方式借助于置于壳体与透镜承载件之间的滚动构件以及具有垂直于光轴的分量的回复力被标记出,以确保滚动构件与透镜承载件之间的接触。除了上述提到的重大问题,显著的且不变的垂直分量使得本身在结构上产生应力,并且在频繁使用的致动系统中,比如在相机模块AF中,显著的且不

变的垂直分量可能导致过早失效或通过使用更新的部件例如通过使用比所需更大的线进行补偿。

[0010] 另一个缺点与这种机械结构的制造相关联,这种机械结构的制造需要在滚动元件精确定位的情况下制成若干元件并且将若干元件相互联接。由于存在需要一起协同地正常工作的许多部件,这使得致动器制造更昂贵且不可靠,并且与许多部件中的任一个部件相关的问题可能影响致动器的性能或甚至导致致动器失效。

[0011] 在WO 2008/117958中公开了一种替代性的布置,其示出了包括具有筒形构件的基部的相机模块,该筒形构件从基部延伸,该筒形构件设置有形成在筒形构件的壁部中的两个相反的狭缝,并且狭缝平行于透镜承载件的光轴延伸,该透镜承载件以可滑动的方式安装在筒形构件内。两个支承条在该狭缝上方的部分处从该筒形构件的上端部向外突出,并且钩状条从筒形构件的外圆周在狭缝中间突出。突出部形成在透镜承载件的外圆周上以通过狭缝从筒形构件延伸出,并且由导电材料形成的弹簧分别在突出部的外端部分上安装成使得弹簧的下端部固定在基部的顶部表面上并且使得弹簧的上端部固定至突出部。

[0012] 此外,SMA线的第一端部和第二端部分别连接至突出部并且电连接至弹簧,使得当电力施加至弹簧时,电流沿SMA线流动,SMA线变短。SMA线从固定在突出部中的一个突出部上的第一端部延伸至位于突出部上方的支承条,并且SMA线在所述支承条处向下弯折而向下延伸至钩状条,SMA线在钩状条周围向上弯折以向上延伸至另一相反的支承条,其中,SMA线再一次向下弯折以向下延伸至另一突出部,使得SMA线的第二端部固定至所述突出部。

[0013] 因此,当电流施加至SMA线并且因此SMA线的长度减小时,突出部沿狭缝向上移动,并且因此透镜承载件向上移动。在这种状态下,当施加至SMA线的电流被切断时,突出部通过弹簧的恢复力而向下移动,并且因此透镜承载件向下移动。

[0014] 在这个布置中,SMA线不提供具有垂直于光轴的分量的离轴力,因为这种力被施加在与基部成一体的支承条和钩状条上,然而由于在那些弯折位置处的应力集中和摩擦,具有在所述条附近的三个弯折部的SMA线的弯曲路径不利地影响了相机模块的可靠性和有效性。

[0015] 另一替代性的布置旨在增大透镜承载件可以沿光轴移位的距离,所述另一替代性的布置可以在日本专利5304896中发现,该日本专利5304896描述了以下解决方案:使用固定在共用电极之间的两个对称的SMA线,该共用电极关于光轴在相反的位置处位于支承构件上,两个SMA线在垂直于光轴的平面中形成正方形环。在SMA线的非激活状态下,SMA线在包括光轴的平面中具有拱形或偏转构型,并且然后,SMA线仅在致动时达到扁平的(即垂直于光轴)构型,因此将连接至所述SMA线的中央部分的透镜承载件升高。在SMA线解除激活时,透镜承载件的回复运动通过弹性可变形构件提供,该弹性可变形构件将透镜承载件连接至支承构件。

[0016] 而且在该解决方案中,SMA线将支承构件连接至透镜承载件并且在垂直于光轴的平面上依循在中间部分中具有90度弯折部的路径,在中间部分中具有90度弯折部意味着应力集中。

[0017] EP 2003489公开了在某种程度上类似的AF机构,该AF机构包括基板、顶板、在基板与顶板之间可移动的透镜承载件以及具有弓架结构(pantograph structure)的驱动臂,该透镜承载件通过顶部弹簧向基板偏置,该弓架结构保持透镜承载件。单个SMA线形成类似正

方形环并且在驱动臂的两个移位输入部分上延伸,该驱动臂首先位于所述正方形环的两个相反的角部处并且在张力导引件周围与第四角部相反的第三角部处安装在顶板与底板之间,其中,SMA线的两个端部通过还作为电极的两个SMA固定构件固定至支承构件上,该支承构件安装在底板上。

[0018] 当电流施加到SMA线使得SMA线的长度减小时,这个减小的力作用在两个移位输入部分上并且转换成压缩力以用于压缩驱动臂,由于张力导引件以及在另外两个相反角部处的电极不能移动,使得驱动臂抵抗顶部弹簧的偏置力将透镜在光轴的方向上向上推动。明显地,在SMA线解除激活时,透镜承载件通过顶部弹簧朝向基板向下推动返回。

[0019] 因此,即使在这个解决方案中SMA线将支承构件(基板)连接至透镜承载件(通过驱动臂)并且在垂直于光轴的平面中依循在中间部分中(在张力导引件处)具有90度弯折部的路径,在中间部分中具有90度弯折部意味着应力集中。

[0020] 因此,本发明的目的是克服仍然存在于现有技术中的基于SMA的自动聚焦装置在成本、复杂性、可靠性、应力集中和摩擦力方面的缺点,同时提供了使透镜承载件的运动最大化的紧凑结构。

[0021] 这个目的借助于具有权利要求1中所述特征的相机模块自动聚焦致动器来实现。

[0022] 本说明书中的术语“基本上/大致”表明了以下事实:可以存在最小的变量,比如典型地小于5%的标准制造公差,这可以涉及诸如宽度、长度、厚度、直径等的结构参数。

[0023] 该致动器的结构的第一重要的优点是,在基本上没有产生不平衡的离轴力的情况下允许充分利用并且增大经激活的SMA线的长度变化,该离轴力在运动期间对结构施压并且导致高摩擦,因而现有技术滚动构件可以被省略掉。

[0024] 第二显著的优点涉及以下事实:SMA线不会在坚硬的构件周围弯折,该坚硬的构件在线激活时在线中会产生应力集中,从而提高了致动器的可靠性和操作寿命。

[0025] 第三优点是这种致动器的结构更简单,并且因此制造更便宜,具有更少且更坚固的部件,这提供了更高的可靠性。

[0026] 另一个优点仍然是由于对用于透镜承载件和支承构件的材料的仔细选择,该材料确保了透镜承载件在支承构件上以低摩擦、低颗粒生成、低粘着滑动、用于掉落试验的高阻力以及密封的静态及动态倾斜度公差平顺滑动。

[0027] 对本领域技术人员而言,根据本发明的AF致动器的这些和其他优点和特征将从参照附图的本发明的各种实施方式的以下详细描述中变得明显,其中:

[0028] 图1a和图1b是用于根据本发明的AF致动器的支承构件与透镜承载件的滑动联接的两种可能的布置的俯视立体图,

[0029] 图2a和图2b是具有SMA线的AF致动器的第一实施方式的正视图,其中,SMA线分别处于非激活状态和激活状态,

[0030] 图3a和图3b是具有SMA线的AF致动器的第二实施方式的俯视立体图,其中,SMA线分别处于非激活状态和激活状态,

[0031] 图4a和图4b是具有SMA线的AF致动器的第三实施方式的示意性的正视图,其中,SMA线分别处于非激活状态和激活状态,

[0032] 图5a和5b是具有SMA线的AF致动器的第四实施方式的正视图,其中,SMA线分别处于非激活状态和激活状态,

[0033] 图6a和6b是具有单个SMA线的AF致动器的第五实施方式的示意性的俯视立体图，其中，单个SMA线分别处于非激活状态和激活状态，以及

[0034] 图7a和图7b是具有SMA线的AF致动器的第六实施方式的正视图，其中，SMA线分别处于非激活状态和激活状态。

[0035] 在上面的附图中，各元件的尺寸和尺寸比可能是不正确的，并且在某些情况下，比如说例如关于形状记忆合金线直径已经被改变以促进对附图的理解。

[0036] 图1a和图1b的立体图分别以分解状态和组装状态的方式示出了用于固定的支承构件1、1' 与可移动的透镜承载件2、2' 的滑动联接的两种可能的布置，该可移动的透镜承载件2、2' 由所述支承构件1、1' 支承并且导引以沿着AF致动器的光轴进行往复运动。

[0037] 通常，固定的支承构件1、1' 和可移动的透镜承载件2、2' 由塑料材料制成，在正交于光轴的平面中具有大致正方形形状并且通过至少四个导引柱1a、1a' 以滑动的方式联接，至少四个导引柱1a、1a' 从支承构件1、1' 平行于光轴延伸并且与形成在透镜承载件2、2' 上的匹配槽2a、2a' 接合。柱/槽联接件优选地形成在致动器的角部处以使得柱/槽联接件的尺寸最小，但是在特定需要的情况下，柱/槽联接件也可以位于其他地方。例如，如果使用双光学件，致动器可以具有矩形形状，并且附加的联接件可以设置在两组透镜之间的长边上。

[0038] 固定的支承构件1、1' 和可移动的透镜承载件2、2' 通过高精度模具且通过仔细选择塑料材料(关于阻力、滑动系数和温度稳定性)被注塑模制以达到尺寸公差，该尺寸公差确保了透镜承载件在联接至支承构件时透镜承载件的0.08度的最大倾斜度。图1a、图1b中所示的两种布置之间的不同在于第一种情况中导引柱1a一体地模制在支承构件上，并且因此导引柱由塑料制成，而第二种情况中导引柱1a' 是按压在支承构件1' 上的金属板，这种金属板在温度范围内是稳定的并且提供了最好的滑动系数。

[0039] 图2a至图2b、图3a至图3b、图5a至图5b和图7a至图7b示出了本致动器的四个不同的实施方式，其中，支承构件1与透镜承载件2根据图1a滑动联接，然而应当清楚的是可以获得类似的实施方式，其中，支承构件1' 与透镜承载件2' 之间根据图1b滑动联接。

[0040] 塑料材料被选择成提供上述低摩擦、低颗粒生成、低粘着滑动以及用于掉落试验的高阻力的优点，从而帮助省略存在于引用的现有技术致动器中的布置在支承构件与透镜承载件之间的滚动构件。申请人发现材料的良好组合为下述组合：支承构件由聚对苯二甲酸丁二醇酯(例如来自美国德克萨斯州的Celanese Corporation of Irving的Celanex(热塑性芳族聚酯)2002-2)制成，并且透镜承载件由共聚物聚甲醛(例如也来自Celanese Corporation的Hostaform C 27021)制成。

[0041] 根据本发明的致动器的图2a、图2b中所示的第一实施方式包括四个相同的弹性回复元件3和两个直的形状记忆合金线4，其中，四个相同的弹性回复元件3以两对的方式布置，使得每对弹性回复元件中的两个元件3包括在平行于光轴A的共同平面中，具有关于光轴A对称相反的安装布置，两个直的形状记忆合金线4中的每一个直的形状记忆合金线优选地以水平的方式安装在同一对弹性回复元件中的两个元件3之间。这些附图的正视图仅示出了一对弹性回复元件3和相关形状记忆合金线4，但在致动器的相反侧上也存在相同的布置。

[0042] 每个弹性回复元件3包括优选地由金属制成的挠性带，该挠性带安装成使得第一端部3a在较低的最外侧位置处固定至支承构件1并且使得第二端部3b在较高的最内侧位置

处固定至透镜承载件2。更具体地,第一端部3a以滑动的方式安装在支承构件1上,而第二端部3b在沿透镜承载件2的底部边缘定位的中央托座2b处锚固至透镜承载件2。

[0043] 在图2a的静置状态下,致动器处于所谓的无穷远焦点位置,并且当形状记忆合金线4由于电流的通过被加热时,形状记忆合金线4缩短且通过被拉动成更靠近彼此的元件3而在透镜承载件2上施加力,从而通过托座2b使透镜承载件2向上移动,使得透镜向上聚焦到图2b的所谓的宏观位置(即聚焦于近距离平面上)。无穷远和宏观表示两个AF极端位置,并且因此对应于AF致动器应该能够获得的调节量。

[0044] 当电流供给停止时,上述弹性回复元件3产生了与SMA牵引相反的竖向回复力,将透镜承载件2拉回到无穷远位置。重点要强调的是,通过根据本发明的这种AF致动器构型,弹性回复元件3仅施加平行于光轴的力以防止产生任何离轴力。

[0045] 还存在位置传感器和读出器,例如透镜承载件2上的磁体和支承构件1上的霍尔传感器,以用于在AF致动器操作期间确定正确的平衡位置,使得控制单元例如柔性印刷电路板可以通过控制单元的端子向SMA线4提供电流以用于根据霍尔传感器读出器借助于焦耳效应使SMA线4激活。

[0046] 此外,应该注意的是,尽管SMA线4被示为在靠近弹性回复元件3的最外侧第一端部3a的位置处连接至弹性回复元件3,线4也可以布置在更靠近元件3的中间部的更高位置处,该元件3的中间部可以固定至支承构件1(即第一端部3a将不以滑动的方式安装在支承构件1上),使得透镜承载件2的竖向移位仅由于包括在线4的端部之间的元件3的中央部分的变形引起。

[0047] 这种布置的变型示出在图3a、图3b中所示的第二实施方式中,其中,第一端部3a不在支承构件1上滑动,但能够向内枢转。更具体地,在该实施方式中弹性回复元件3安装得更加倾斜,因为每个元件3的第二端部3b在沿透镜承载件2的顶部边缘定位的中央托座2b处锚固至透镜承载件2。此外,每个弹性回复元件3还包括直立件3c,该直立件3c从第一端部3a的安装位置大致竖向地向上延伸到至少如下高度:该高度为在形状记忆合金线4不被激活时第二端部3b的安装位置所定位的高度,形状记忆合金线4大致在所述高度处安装在所述直立件3c之间(即图3a中线4与第二端部3b水平地对准)。

[0048] 该第二实施方式的操作与第一实施方式中的操作大致相同,即当形状记忆合金线4由于电流的通过被加热时,形状记忆合金线4缩短并且将直立件3c拉动成彼此更靠近,该直立件3c向内枢转从而也致使第一端部3a向内枢转且移动成更靠近,以在透镜承载件2上施加力,该透镜承载件2通过托座2b(图3b)向上移动。在SMA线4解除激活时,弹性回复元件3将透镜承载件2拉回到图3a的静置位置。

[0049] 在图4a、图4b中示意性示出的第三实施方式中,不同之处在于弹性回复元件的形状,其中,每个弹性回复元件5包括水平的V形挠性连接器,该水平的V形挠性连接器安装成使得其顶点5a相对于水平的V形挠性连接器的端部5b位于最外侧位置处,所述端部5b优选地在竖向对准的位置处连接至支承构件1和透镜承载件2。此外,每个形状记忆合金线4优选地安装在每对水平的V形挠性连接器中的两个水平的V形挠性连接器5的顶点5a之间,但也可以以水平的方式安装在不同的高度处或者可以以倾斜的方式安装。

[0050] 该第三实施方式的操作与前述实施方式中的操作大致相同,即当形状记忆合金线4由于电流的通过被加热时,形状记忆合金线4缩短并且将顶点5a拉动成更靠近彼此,从而

加宽了每个水平的V形挠性连接器5的V形形状并且使得透镜承载件2通过端部5b向上移动(图4b)。在SMA线4解除激活时,弹性回复元件5将透镜承载件2拉回到图4a的静置位置。

[0051] 根据致动器的具体需要,每对弹性回复元件中的两个弹性回复元件5的确切形状和位置在如下方面是明显可变的:两个元件5可以更靠近并且/或者两个元件5的V形形状的侧部可以更长。

[0052] 在这方面,这种布置的变型示出在图5a、图5b中所示的第四实施方式中,其中,端部5b彼此接触使得每对弹性回复元件中的两个弹性回复元件5合并成单个菱形形状的弹性元件6。更具体地,该实施方式仅包括两个相同的菱形形状的弹性回复元件6和两个直的形状记忆合金线4,该弹性回复元件6安装成使得底部顶点6a固定至支承构件1并且与固定至透镜承载件2的顶部顶点6b竖向地对准,其中,顶部顶点6b靠近透镜承载件2的顶部边缘,两个直的形状记忆合金线4中的每一个直的形状记忆合金线安装在菱形形状的弹性回复元件6中的一个菱形形状的弹性回复元件内,优选地安装在弹性回复元件6的两个水平对准的中间顶点6c之间(但形状记忆合金线也可以以水平的方式安装在不同的高度处或者可以以倾斜的方式安装)。

[0053] 该第四实施方式的操作与第三实施方式的操作大致相同,即当形状记忆合金线4由于电流的通过被加热时,形状记忆合金线4缩短并且将顶点6c拉动成更靠近彼此,从而使每个弹性回复元件6的菱形形状更窄且更高,并且通过顶部顶点6b使透镜承载件2向上移动(图5b)。在SMA线4解除激活时,弹性回复元件6将透镜承载件2拉回到图5a的静置位置。

[0054] 在第三实施方式中用作弹性回复元件的相同的四个水平的V形挠性连接器5也用于图6a、图6b中所示的但具有不同布置的第五实施方式中。事实上,虽然在第三实施方式中这种连接器5以两对的方式布置,其中,每对连接器中的两个元件包括在平行于光轴的共同平面中,而在第五实施方式中连接器仍以两对的方式布置,其中,每对连接器中的两个元件包括在共同平面中,但所述平面包括光轴(即两个共同平面相交于光轴)。

[0055] 由于透镜承载件(未示出)位于每对连接器中的两个元件5之间,在这种情况下,不可以将SMA线布置在每对连接器中的两个元件5的顶点5a之间,因此单个形状记忆合金线7以水平的方式安装成沿致动器的外周部连续地连接所有四个元件5的顶点5a(但也可以以水平的方式安装在不同的高度处)。

[0056] 明显地,该第五实施方式的操作与第三实施方式中的操作大致相同,即当形状记忆合金线7由于电流的通过被加热时,形状记忆合金线7缩短并且将所有四个顶点5a朝向光轴拉动以使四个顶点5a更靠近彼此,从而加宽了每个弹性回复元件5的V形形状,并且通过端部5b使得透镜承载件2向上移动(图6b)。在SMA线7解除激活时,弹性回复元件5将透镜承载件2拉回到图6a的静置位置。

[0057] 要强调的是,上述实施方式相对于上文提到的EP 2003489中所描述的解决方案以不同的方式操作,在EP 2003489中,SMA线作用在驱动臂的弓架结构上,所述驱动臂对回复力不提供任何额外的贡献,因为在这种解决方案中回复力仅通过叠置弹簧提供,并且SMA线在坚硬的拉伸导引件周围弯折,使得线的长度缩短仅传递到两个相对的屈服移位输入部分。

[0058] 图7a、图7b中所示的第六实施方式和最后实施方式与第四实施方式类似,因为第六实施方式和最后实施方式仅包括两个相同的杆及连杆弹性回复元件8和两个直的形状记

忆合金线4,两个相同的杆及连杆弹性回复元件8中的每一个杆及连杆弹性回复元件包括杆8a,该杆8a在支承构件1上方枢转并且承载连杆8b,该连杆8b在透镜承载件2的中央位置处在所述杆8a与透镜承载件2之间枢转,两个直的形状记忆合金线4中的每一个形状记忆合金线固定在支承构件1与杆8a之间。在这些元件之间的枢转连接件9a、9b、9c是通过由塑料制成的片状铰链(film hinges)实现的,该枢转连接件9a、9b、9c也用作扭转弹簧,以在SMA线4解除激活时提供回复力。

[0059] 在所示的实施方式中,参照图7a的静置位置,杆8a通过第一枢转件9a在支承构件1上方在大致水平方向上枢转,该第一枢转件9a位于直立件1b的顶部处,该直立件1b在致动器中央部的左边从支承构件1的基部向上延伸至透镜承载件2的顶部边缘。此外,连杆8b在杆8a的右端部与透镜承载件2的水平中央部分之间通过第二枢转件9b和第三枢转件9c几乎在竖向上枢转,同时SMA线4固定在支承构件1的靠近柱1a的基部的右角部与杆8a的左端部之间,以使得SMA线4的伸长范围最大。

[0060] 鉴于上面的描述,该第六实施方式的操作容易地理解:当形状记忆合金线4由于电流的通过被加热时,形状记忆合金线4缩短并且通过穿过第一枢转件9a下方的作用线在杆8a的左端部上拉动,从而致使杆8a逆时针旋转,杆8a的逆时针旋转通过连杆8b使透镜承载件2向上移动,连杆8b也使得产生绕第三枢转件9c的少量逆时针旋转(图7b)。在SMA线4解除激活时,弹性回复元件8通过三个枢转件9a、9b、9c中的扭转弹簧的作用将透镜承载件2拉回到图7a的静置位置,这使得杆8a和连杆8b反向旋转。应注意的是,根据扭转弹簧的力并且根据透镜承载件2返回到静置位置中将要克服的摩擦量,可以仅需要两个扭转弹簧或者甚至仅需要一个扭转弹簧。

[0061] 还应该注意,杆8a可以通过第二枢转件9b直接在透镜承载件2上枢转,从而省略掉连杆8b和第三枢转件9c,但由于杆8a绕第一枢转件9a的旋转还将导致第二枢转件9b的少量水平偏移,这将对透镜承载件2产生离轴力和扭转效应,因此需要存在连杆8b以获得弹性回复元件8的纯轴向力。

[0062] 根据上面的描述,应当清楚的是,在本发明的除了第五实施方式之外的所有实施方式中,SMA线4具有非常简单的直构型,该直构型提供了最大的可靠性和有效性,并且甚至在第五实施方式中,环形的SMA线7在屈服的弹性回复元件5周围弯折,该屈服的弹性回复元件5在SMA线激活时不会引起应力集中。

[0063] 根据本发明的AF致动器不限于特定类型的形状记忆合金线,并且通过焦耳效应激活的任何形状记忆合金线可以被有效地采用。尽管如此,优选使用通过在本领域中广泛已知的名称为镍钛诺(Nitinol)的Ni-Ti合金制成的形状记忆合金线,该形状记忆合金线的直径具有从10μm至200μm(优选地从30μm至75μm)的范围并且形状记忆合金线在商业上从各种来源可获得,例如由SAES Gettes S.p.A销售的商标名为Smartflex的线。

[0064] 至于在第三实施方式至第五实施方式中使用的V形连接器5和菱形形状的连接器6的材料,不限于任何特定的一种材料,只要材料在被SMA线拉动时具有抵抗大量的变形的阻力。优选的材料是玻璃纤维增强塑料(FRP),即一种纤维增强塑料,其中,增强纤维特别地是玻璃纤维,最优选地具有包括在14GPa至15GPa之间的杨氏模量。

[0065] 该AF致动器还优选地包括安全特征,该安全特征通过使形状记忆合金线优选地在形状记忆合金线4的一个端部处提供具有刚性的弹簧(未示出)而使得AF致动器更可靠并且

抵抗机械故障,其中,所述弹簧在正常的致动器操作中用作刚性连接构件。然而,所述弹簧用作故障安全构件,该故障安全构件提供了足以吸收形状记忆合金线4的收缩的伸长率,以防形状记忆合金线4被迫在不能移动的卡住的透镜承载件2上操作。例如,如果线4可以承受不高于450MPa的应力,弹簧将被选择成具有用以启用的450MPa的起始应力水平,而在该应力水平之前弹簧不会显著地伸长。

[0066] 应注意的是,类似的安全特征也可以通过如下方式应用于第五实施方式的单个“环形”SMA线7:通过在第五实施方式的单个“环形”SMA线7中引入弹性部分,其中,弹性部分通过压接连接至SMA部分。

[0067] 应当清楚的是,根据本发明的致动器的以上描述和所示的实施方式仅是易于进行各种改型的示例。特别地,只要维持结构的总体对称性,在支承构件1、1'与透镜承载件2、2'之间的滑动联接件的确切形状和位置可以有所改变,并且可以对弹性回复元件3、5、6和8进行改变。

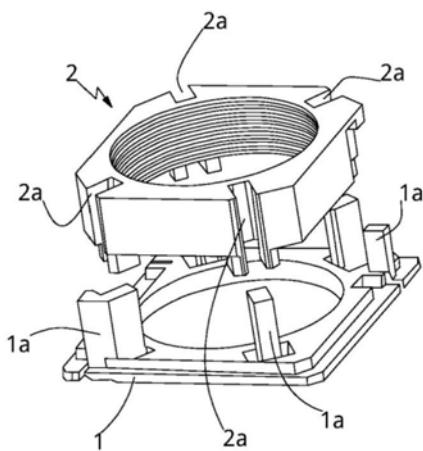


图1a

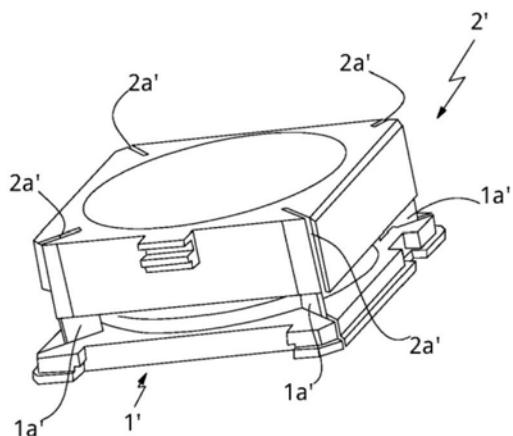


图1b

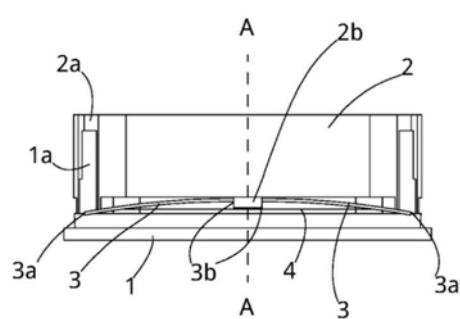


图2a

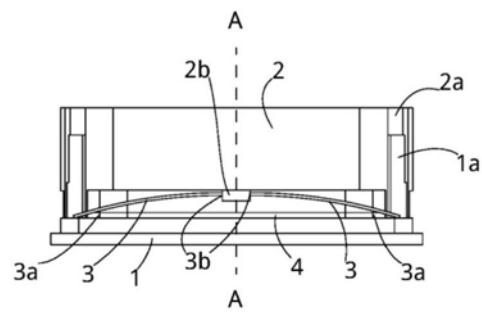


图2b

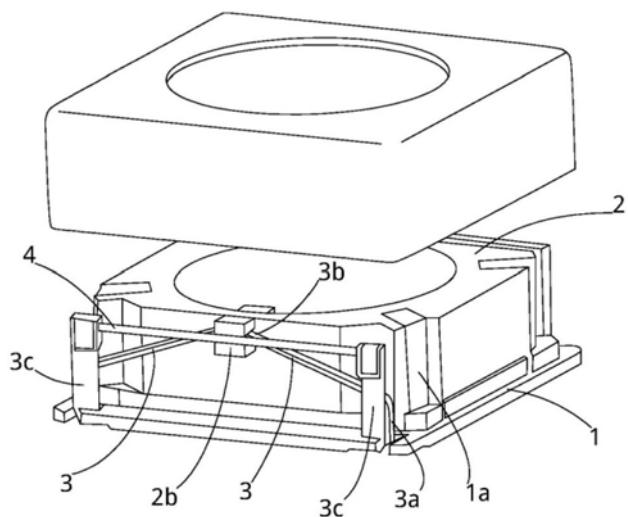


图3a

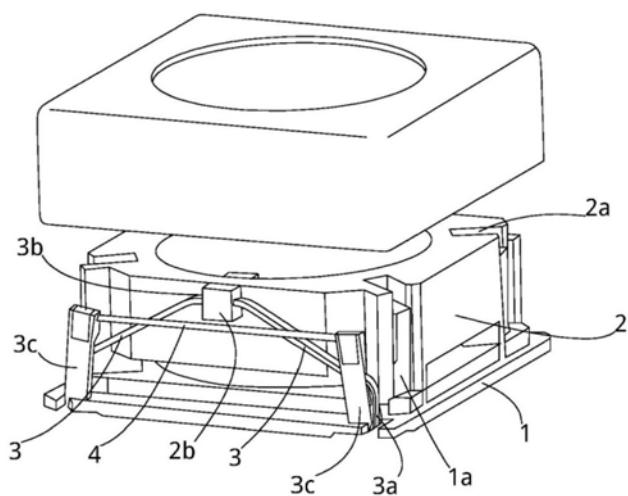


图3b

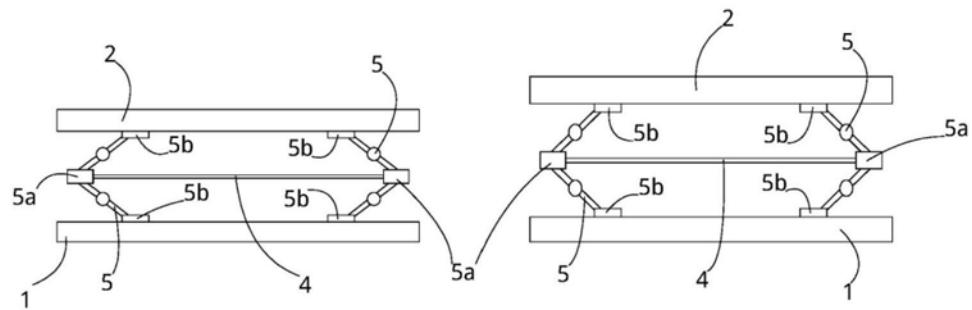


图4a

图4b

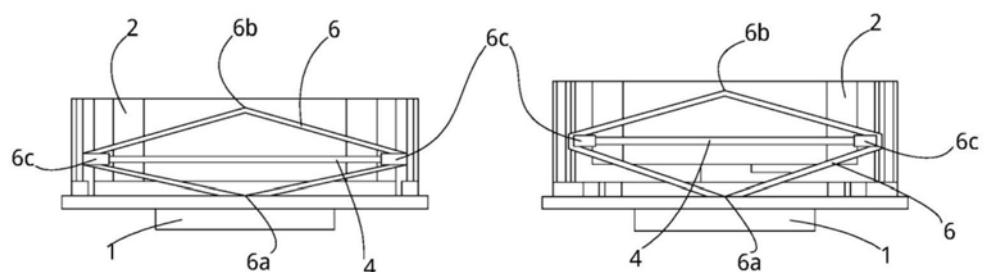


图5a

图5b

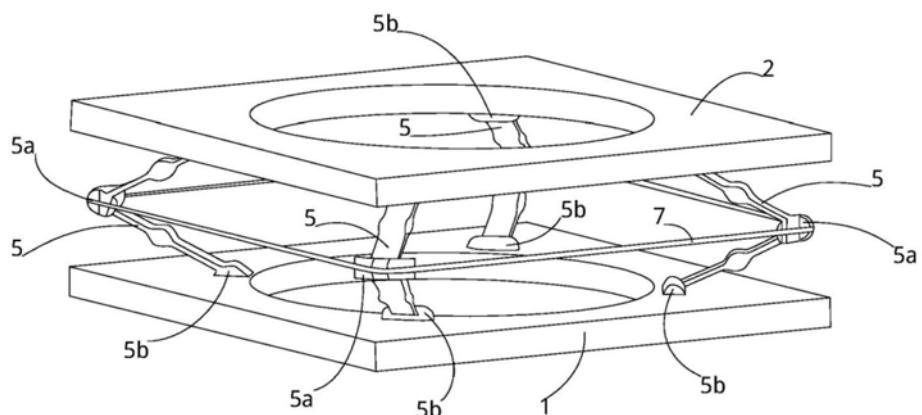


图6a

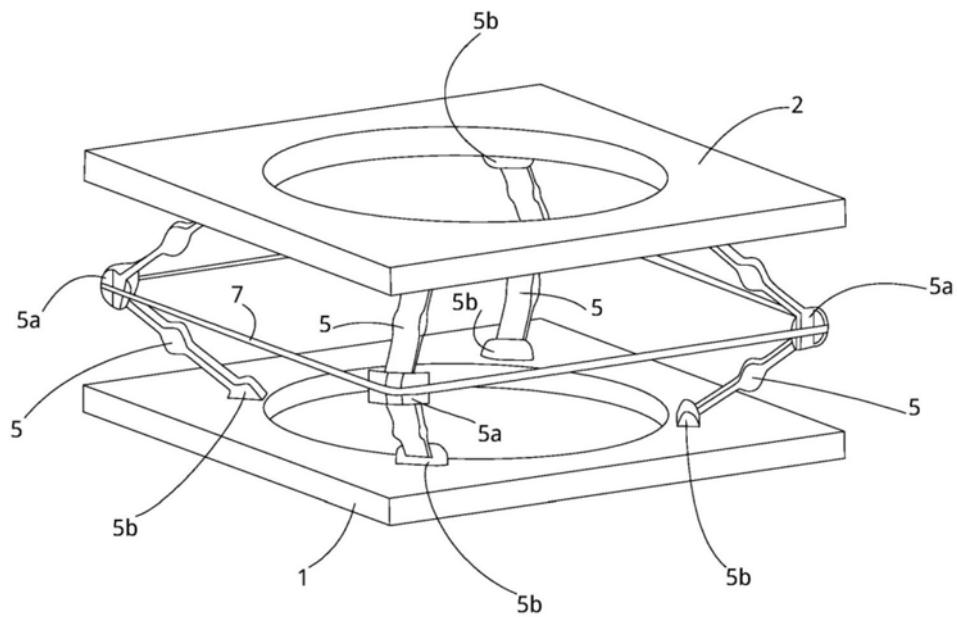


图6b

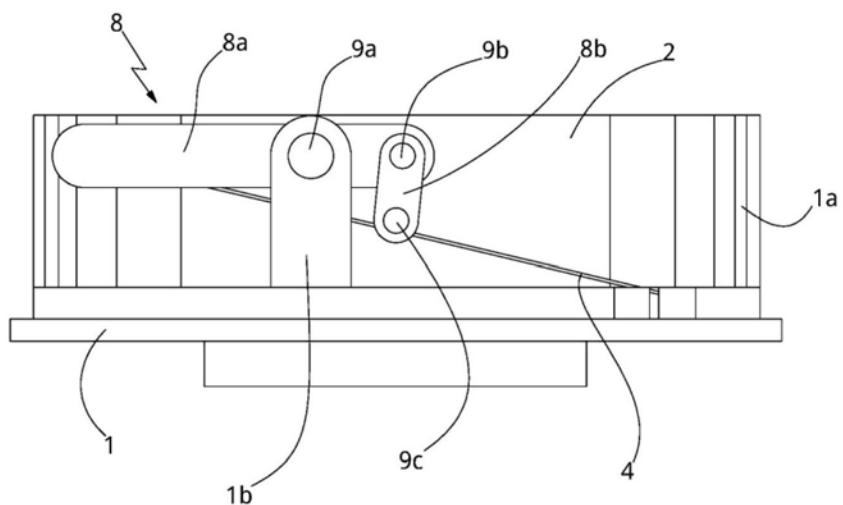


图7a

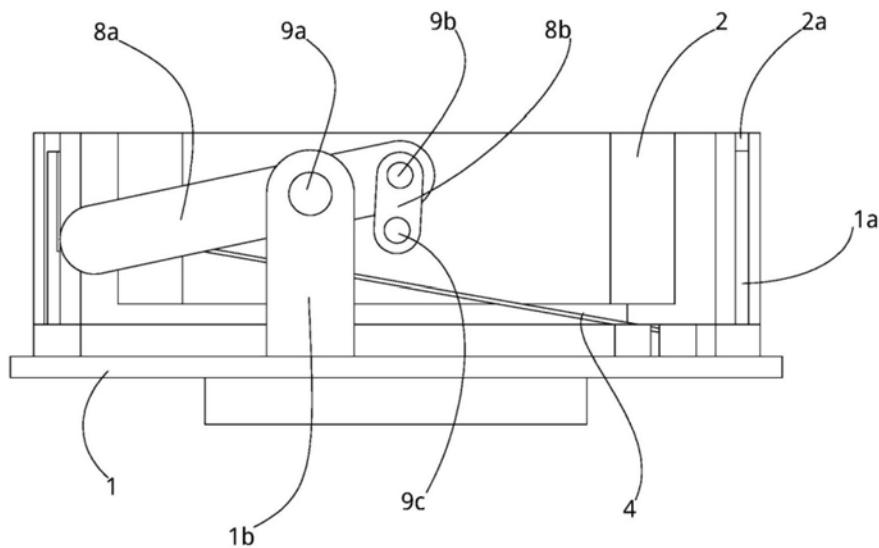


图7b