



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101943312 B

(45) 授权公告日 2015.04.22

(21) 申请号 201010229217.1

US 5243873 A, 1993.09.14, 全文.

(22) 申请日 2010.05.25

EP 1746333 A1, 2007.01.24, 全文.

(30) 优先权数据

审查员 周正一

09100290.7 2009.05.26 EP

(73) 专利权人 罗伯特·博世有限公司

地址 德国斯图加特

(72) 发明人 P·梅拉德

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 曹若 梁冰

(51) Int. Cl.

F16M 11/12(2006.01)

(56) 对比文件

US 5966991 A, 1999.10.19, 说明书第2栏第50行至第54行, 第5栏第13行至58行, 图2.

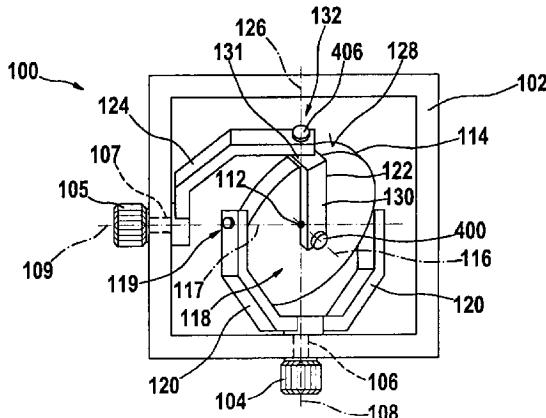
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

球形定向装置及其制造方法

(57) 摘要

球形定向装置及其制造方法，球形定向装置包括基座、驱动轴、可定向装置、内部构件、中间构件和外部构件。驱动轴由基座可旋转地保持用以围绕在球形旋转中心正交相交的驱动轴线旋转驱动。可定向装置由回转支撑接头支撑，第一支撑接头用于围绕可定向装置的定向轴线旋转，第二支撑接头用于围绕与定向轴线正交相交的支撑轴线旋转。内部构件固定到第一驱动轴上并且联接到第二支撑接头上，第一驱动轴线与支撑轴线正交。中间构件向内联接到第一支撑接头上并且向外联接到用于围绕联接轴线旋转的中间回转接头上，联接轴线穿过球形旋转中心并与定向轴线正交。外部构件固定到第二驱动轴上并且联接到中间回转接头上，联接轴线与第二驱动轴线正交。



1. 一种球形定向装置 (100), 包括 :

- 基座 (102) ;

- 第一驱动轴 (106) 和第二驱动轴 (107), 其由所述基座 (102) 可旋转地保持用于围绕第一驱动轴线 (108) 和第二驱动轴线 (109) 进行旋转驱动, 所述第一驱动轴线和所述第二驱动轴线在球形旋转中心 (112) 正交相交;

- 可定向装置, 其由第一回转支撑接头 (118) 和第二回转支撑接头 (119) 支撑, 其中所述第一回转支撑接头 (118) 布置成用于围绕所述可定向装置的定向轴线 (116) 旋转, 并且所述第二回转支撑接头 (119) 布置成用于围绕支撑轴线 (117) 旋转, 所述支撑轴线在所述球形旋转中心 (112) 正交相交于所述定向轴线 (116);

- 内部构件 (120), 其固定到所述第一驱动轴 (106) 上并且通过所述第二回转支撑接头 (119) 可旋转地连接到所述可定向装置上, 所述第一驱动轴线 (108) 布置成正交于所述支撑轴线 (117);

- 中间构件, 其向内通过所述第一回转支撑接头 (118) 可旋转地连接到所述可定向装置上并且向外联接到中间回转接头 (132) 上, 所述中间回转接头布置成用于围绕联接轴线 (126) 旋转, 所述联接轴线穿过所述球形旋转中心 (112), 所述联接轴线 (126) 布置成正交于所述定向轴线 (116); 以及

- 外部构件 (124), 其固定到所述第二驱动轴 (107) 上并且通过所述中间回转接头 (132) 可旋转地连接到所述中间构件上, 所述联接轴线 (126) 布置成正交于所述第二驱动轴线 (109)。

2. 如权利要求 1 所述的球形定向装置, 其中, 所述可定向装置是光学装置, 所述定向轴线 (116) 是所述光学装置的光学轴线。

3. 如权利要求 2 所述的球形定向装置, 其中, 所述可定向装置是镜子 (114), 所述定向轴线 (116) 垂直相交于所述镜子 (114) 的镜子表面 (115)。

4. 如前述权利要求中任一项所述的球形定向装置, 其中, 所述可定向装置具有基本上盘状的形状, 并且其中, 所述中间构件具有沿着所述可定向装置的后侧 (129) 径向延伸的径向腿 (130)。

5. 如权利要求 1 所述的球形定向装置, 其中, 所述第一回转支撑接头 (118)、所述第二回转支撑接头 (119) 和所述中间回转接头 (132) 中的至少一个由弹性接头 (402) 构成。

6. 如权利要求 1 所述的球形定向装置, 其中, 所述可定向装置具有围绕所述定向轴线 (116) 基本上旋转对称的外部形状, 所述中间构件由护套 (620) 构成, 所述护套具有与所述可定向装置的外部形状相对应的内部形状。

7. 如权利要求 6 所述的球形定向装置, 其中, 所述护套 (620) 包括至少一个槽缝 (690), 该槽缝围绕所述定向轴线 (116) 周向延伸, 所述第二回转支撑接头 (119) 通过所述槽缝 (690) 支撑所述可定向装置。

8. 如权利要求 3 所述的球形定向装置, 其中, 所述定向轴线 (116) 在球形旋转中心 (112) 垂直相交于所述镜子 (114) 的镜子表面 (115)。

9. 一种制造如前述权利要求中任一项所述的球形定向装置 (100) 的方法, 包括 :

- 提供基底; 以及

- 由所述基底形成基座 (102)、内部构件 (120)、中间构件和外部构件 (124) 中的至少两

个。

10. 如权利要求 9 所述的方法,当引用权利要求 3 时,进一步包括由所述基底形成镜子 (114)。

11. 如权利要求 9 或 10 所述的方法,包括由所述基底作为弹性接头 (402) 形成第一回转支撑接头 (118)、第二回转支撑接头 (119) 和中间回转接头 (132) 中的至少一个。

12. 如权利要求 9 所述的方法,其中,所述基底是硅片基底。

球形定向装置及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种球形定向装置，尤其涉及一种由两个驱动轴驱动的二自由度球形定向装置，该球形定向装置支撑具有定向轴线的可定向装置。另一方面，本发明涉及一种制造这种球形定向装置的方法。

背景技术

[0002] 二维球形定向装置通过围绕固定点旋转使可定向的有效负载装置在空间中朝着期望的方向定向，这种球形定向装置用在许多技术领域中，例如在惯性传感器中诸如陀螺测试仪中，包括在微机械、在陀螺仪、在可定向镜子例如在二自由度光学扫描器、在摄影机和摄影机物镜的陀螺稳定、在用于消防车的水炮或游戏中、在机械腕、人造手和在火炮装置中。另一个重要的应用领域是操纵杆和类似的输入装置，其检测由使用者转动的目标的球形定向，例如在汽车或工业应用中的用户接口中，在移动式液压机械中，或在游戏或通用计算机用户接口中。

[0003] 用于将可定向装置倾斜进两个方向的传统机构是两个万向节的组件，也就是旋转支撑，其每个容许目标绕单个轴线进行旋转，其中内部万向节装配在外部万向节上，同时旋转轴线以正交或别的方式以非共线的角度布置。然而，为了驱动内部万向节，驱动马达或者在输入装置的情况下旋转传感器不得不由外部万向节支承。这导致了外部万向节的惯量提高，阻碍了在许多应用中需要的快速运动。

[0004] 在另一种传统机构中，可定向装置被压紧到顶端并在两个方向上倾斜。旋转中心位于顶端的顶点上，那里安装了轴承。由于在旋转中心存在这种材料，目标不能在机构中自由定位，其对许多应用都是不适合的。例如，在可定向装置是镜子的情况下，例如在镜子扫描器的应用中，机构不容许镜子定位成旋转中心位于镜面上。

[0005] US5966991A 公开了一种二自由度球形定向装置，其中具有有效负载支撑的球形五杆 (five-bar) 机构是由两个旋转驱动器驱动的，旋转驱动器相对于基座位置固定。用于将有效负载支撑在定向轴线上的有效负载支撑装置包括第一和第二回转支撑接头，其每个布置成用于围绕支撑轴线旋转，其中定向轴线和每个支撑轴线穿过球形旋转中心相互正交布置。固定到第一旋转驱动器的轴上的内部球臂联接到有效负载支撑的第一回转支撑接头上，第一驱动器轴线布置成与第一支撑轴线正交。中间球臂径向向内联接到有效负载支撑的第二回转支撑接头上并且向外联接到中间回转接头上，中间回转接头布置成用于围绕联接轴线旋转，联接轴线穿过球形旋转中心，联接轴线布置成正交于第二支撑轴线。外部球臂固定到第二旋转驱动器的轴上并且联接到中间回转接头上，联接轴线布置成正交于第二驱动器轴线。

[0006] 尽管公开的定向装置容许有效负载定位在几何旋转中心，该装置需要围绕有效负载的巨大的球形内部自由空间而不依赖于要被定向的有效负载的形状和它的方位。由于在一般应用中，例如上面所列的可定向的有效负载装置典型地不是球形形状，这导致了不希望的巨大的空间需要，尤其对于相当地背离球形形状的可定向有效负载装置，例如扁平的

或细长的有效负载。此外,由于惯性矩的增加和寄生 (parasitic) 运动的可能性,内部、外部和中间球臂与可定向装置之间的巨大的距离还不利地影响高速操作。

[0007] 因此期望提供一种球形定向装置,其能够定向非球形有效负载装置,尤其在高速时,但不需要巨大的安装空间。

发明内容

[0008] 因此,提供了一种球形定向装置,其具有基座、第一和第二驱动轴、可定向装置、内部构件、中间构件和外部构件。第一和第二驱动轴由基座可旋转地保持,用于围绕第一和第二驱动轴线可旋转地驱动,第一和第二驱动轴线在球形旋转中心正交相交。可定向装置由第一和第二回转支撑接头支撑,第一支撑接头布置成用于围绕可定向装置的定向轴线旋转,并且第二支撑接头布置成用于围绕支撑轴线旋转,其在球形旋转中心与定向轴线正交相交。内部构件固定到第一驱动轴上并且联接到第二支撑接头上,第一驱动轴线布置成正交于支撑轴线。中间构件向内联接到第一支撑接头上并且向外联接到中间回转接头上,中间回转接头布置成用于围绕联接轴线旋转,联接轴线穿过球形旋转中心并且布置成正交于定向轴线。外部构件固定到第二驱动轴上并且联接到中间回转接头上,联接轴线布置成正交于第二驱动轴线。

[0009] 因为第一支撑接头布置成用于围绕可定向装置的定向轴线旋转,中间构件关于可定向装置的旋转运动描绘了围绕定向轴线的旋转对称的生成表面。这使中间构件能按照可定向装置的外部轮廓形成,甚至当可定向装置基本上背离球形形状时。特别是在典型情况下,例如镜子、透镜、摄影机、操纵杆、炮或喷嘴,其中可定向装置典型地是扁平的、盘状的或细长的、管状的物体,其明显背离球形对称,但至少部分表现出围绕定向轴线近似旋转对称,中间构件能够成形为具有最小间隙地密切符合可定向装置的外部轮廓。因此,需要很小的安装空间,而可靠的高速操作能够通过惯性矩最小化和阻止寄生运动实现。

[0010] 按照优选的拓展方案,可定向装置是光学装置,定向轴线是光学装置的光学轴线。这种装置典型地构造成至少部分地来自镜子、透镜、光圈、管等,其布置成围绕光学轴线旋转对称。从而,中间构件能够成形为具有特别小的间隙地符合光学装置或其旋转对称部分的外部形状。优选地,可定向装置是镜子,其中定向轴线垂直相交于镜子的镜子表面。这使得能够构造例如扫描仪、投影机和类似的光线反射装置,它们是紧凑的并且能够高速操作,甚至用于 THz 应用,其中由于与可见光相比 THz 辐射的更长的波长,需要比较大的镜子。优选地,定向轴线在球形旋转中心与镜子表面相交。

[0011] 按照优选的拓展方案,可定向装置具有基本上盘状的形状。中间构件具有径向腿,其沿着可定向装置的后侧径向延伸。这使定向装置能以尤其紧凑的方式构造,同时中间构件仅仅需要最少的材料。

[0012] 按照优选的拓展方案,第一支撑接头、第二支撑接头和中间回转接头中的至少一个由弹性接头构成。由于减少了部件的数目和组装步骤的数目,这能减少制造成本。

[0013] 按照优选的拓展方案,可定向装置具有一种围绕定向轴线基本上旋转对称的外部形状。中间构件由护套构成,其具有与可定向装置的外部形状相对应的内部形状。护套可旋转地保持可定向装置。通过这种方式,即使在细长的可定向装置的情况下,由于中间构件不必例如沿着可定向装置的长度纵向延伸,也可以实现中间构件的小惯性矩和由此实现定

向装置的移动部分的小惯性矩。此外，在操作期间需要沿着定向轴线后侧和前侧的路径保持无障碍的可定向装置例如透镜也能够定向。

[0014] 优选地，护套具有至少一个槽缝，其围绕定向轴线周向延伸，第二支撑接头构造成用于通过槽缝支撑可定向装置。通过这种方式，护套能够沿着可定向装置的长度定位在任何位置。例如，护套能够定位成使可定向装置的质心位于由护套围绕的容积内，从而在高速时能平稳地控制旋转。

[0015] 另一方面，提供了一种制造球形定向装置的方法。该方法包括提供基底的步骤以及另一个步骤，在另一个步骤中，基座、内部构件、中间构件和外部构件中的至少两个是由基底形成的。通过这种方式，定向装置能够以低成本制造并且具有小的整体尺寸，例如作为微机械装置。小的整体尺寸又能够得到小惯性矩和由此带来的特别高的操作速度。优选地，基底是硅片基底，以至于能采用微机械制造的传统的、高效的工艺。

[0016] 按照优选的拓展方案，当定向装置包括镜子时，该方法进一步包括由基底形成镜子。这通过减少部件数目和组装步骤数目进一步简化了制造工艺。

[0017] 按照优选的拓展方案，该方法进一步包括由基底作为弹性接头形成第一支撑接头、第二支撑接头和的中间回转接头中的至少一个。由于在制造这种弹性接头时需要较低的精度，这实现了进一步的小型化和成本降低。此外，弹性接头能构造成作为弹簧的起作用，例如用于将定向装置送回中立位置，或者作为与可定向装置的电连接起作用。

附图说明

- [0018] 另外的方面在附图中说明并且在说明书的以下部分中具体描述。在图中，
- [0019] 图 1 为按照本发明的实施例的球形定向装置的正视图；
- [0020] 图 2 为图 1 中定向装置的正视图，其中第一驱动轴与图 1 相比已转过 90° ；
- [0021] 图 3 为图 1 中定向装置的正视图，其中第一驱动轴与图 1 相比已转过 135° ，并且第二驱动轴与图 1 相比已转过 45° ；
- [0022] 图 4 为按照本发明的另一个实施例的球形定向装置的后透视图；
- [0023] 图 5 为按照另一个实施例的球形定向装置的前透视图；以及
- [0024] 图 6 为按照进一步的实施例的球形定向装置的透视图。
- [0025] 除非明确另外说明，在全部附图中相同的附图标记表示相同的或功能相当的机构。

具体实施方式

[0026] 图 1-3 描述了一种球形定向装置 100，其包括镜子 114，该镜子作为有效负载相对于固定的基座 102 在空间中被定向。基座 102 形成为矩形的框架，其围绕镜子 114。在图 1-3 中，基座 102 的矩形的框架位于绘图平面中。

[0027] 镜子 114 包括一种外部形状，其基本上符合围绕定向轴线 116 的旋转对称的盘，由柱形外围表面 128 限界。图 1 示出了布置在中立位置的镜子 114，在该中立位置中它被平行于绘图平面定向，也就是由基座框架 102 限定的平面。镜子 114 的面向观察者的一侧包括圆形反射镜面 115。外接 (circumscribing) 于镜面 115 的边缘 134 沿着镜子 114 的外围在镜面 115 的侧面上形成，从而镜面 115 作为整体关于镜子 114 的柱形外部形状凹进。在图 2

和 3 中,示出了镜子 114 围绕球形旋转中心 112 关于基座框架 102 已旋转到两个不同的示范性的方位。镜子 112 被定位成球形旋转中心 112 与它的圆形镜面 115 的中心相一致。

[0028] 在镜子 114 的后表面 200 上,也就是镜子 114 的与镜面 115 对置的一侧,中心轴 400 形成为围绕镜子 114 的定向轴线 116 柱形对称地从后表面 200 的中心凸出。提供了 L 形的中间构件 122,其包括径向腿 130 和纵向腿 131,所述径向腿从中心轴 400 沿着后表面 200 径向向外延伸直到略微超出镜子 124 的外围 128,所述纵向腿从径向腿 130 的外端朝着镜子 114 的前侧面垂直延伸。中间构件 122 的径向腿 130 包括孔,中心轴 142 可旋转地保持在其中,从而形成了第一回转支撑接头 118,其将镜子 114 可旋转地支撑在它的定向轴线 116 上。

[0029] 第一旋转驱动器 104 和第二旋转驱动器 105 刚性地装配在基座框架 102 的邻近侧,每个在位置上靠近各自框架侧面的中心。旋转驱动器 104、105 例如构造成电动步进马达。第一驱动器 104 包括第一驱动轴 106,其沿着第一驱动轴线 108 布置,而第二驱动器 105 包括第二驱动轴 107,其沿着第二驱动轴线 109 布置。可旋转地引导每个驱动轴 106、107 穿过基座框架 102 中各自的孔,从相应的驱动器 104、105 进入由基座框架 102 围绕的内部空间,同时两个驱动轴线 108、109 在球形旋转中心 112 垂直相交。

[0030] 在引导第一驱动轴 106 的孔的面向内部的一侧,两个内部构件 120 固定到第一驱动轴 106 上,它们从那里垂直延伸到相反的方向。尽管在本实施例中是由分段线性的部分形成的,但每个内部构件 120 遵循对弧 90° 角的一般形状,同时该弧的内半径略微大于镜子 114 的柱形外围表面 128 的外半径。两个内部构件一起形成组合的对弧 120° 角的一般形状。

[0031] 每个内部构件 120 在其端部包括孔,其可旋转地保持两个支撑轴 404 中的一个,所述支撑轴从镜子 114 的柱形外围表面 128 的直径对置的位置径向地延伸。每个支撑轴 404 和相应的孔一起形成第一回转支撑接头 119,从而内部构件 120 将镜子 114 可旋转地支撑在支撑轴线 117 上,所述支撑轴线由支撑轴 404 的共同的对称轴线限定。所述支撑轴线 117 穿过球形旋转中心 112 并且布置成正交于第一驱动轴线 108 和镜子 114 的定向轴线 116 两者。

[0032] 在引导第二驱动轴 107 穿过基座框架 102 的孔的面向内部的一侧,外部构件 124 固定到第二驱动轴 107 上,其从那里垂直延伸。尽管在本实施例中是由分段线性的部分形成的,但外部构件 124 大约遵循对弧 90° 角的一般形状,同时该弧的内半径略微大于内部构件 120 的外半径。如图 1 所示,外部构件 124 形成为在一个所述内部构件 120 和所述镜子 114 被旋转进入一个与由基座框架 102 也就是由驱动轴线 108、109 限定的平面共面的方位并且所述外部构件 124 被旋转进入一个与由基座框架 102 限定的平面共面并且背向第一驱动器 104 的一侧的位置中的位置中,所述外部构件 124 既没有接触镜子 114 也没有接触内部构件 120。

[0033] 外部构件 124 在其端部包括孔,其可旋转地保持中间轴 406,中间轴从中间构件 122 的纵向腿 131 径向向外延伸。中间轴 406 和相应的孔一起形成中间回转接头 132,其构造成围绕联接轴线 126 旋转,联接轴线穿过球形旋转中心 112 并且构造成正交于镜子 114 的定向轴线 116。

[0034] 如图 2 和 3 所示,镜子 114 能通过驱动轴 106、107 的旋转驱动在一个大角度范围

内旋转进入任意球形方位中。在图 2 中,第一驱动轴 106 已从图 1 中所示的位置逆时针—从第一驱动器 104 观察—旋转了 90° 。在图 3 中,第二驱动轴 107 已从它在图 1 中的位置沿相同的方向进一步旋转了总共 135° ,而第一驱动轴 109 已从它在图 1 中的位置顺时针—从第二驱动器 105 观察—旋转了 45° 。

[0035] 图 4 示出了一个实施例,其中中心轴 400 和中间构件 122 的径向腿 130 由一对弹性薄片 402 连接,从而将第一支撑接头 118 作为弹性轴承提供。在作为替代方案的实施例中,作为附加方案或者作为替代方案,所述第二支撑接头 119 和 / 或所述中间回转接头 132 中任一个都能构造成弹性轴承。

[0036] 图 5 示出了一个实施例,其仅包括一个单个的内部构件 120 和一个单个的第二回转支撑接头 119。在这个实施例中,外部构件 124 在形状上与内部构件 120 相同,其具有减少要制造的不同部件的数目的优点。此外,由于形状上的相似性,内部球形构件 120 和外部球形构件 124 在机械性能上相似,例如它们围绕相应的驱动轴线 108、109 的各自的惯性矩以及它们的弹性弯曲性能等。这使定向装置 100 基本上能表现出与来自驱动器 104、105 中任一个的驱动的相似性,导致了尤其平稳和精确的操作。间隔环 500 已插在内部构件 120 和镜子 114 的外围表面 128 之间,其在长度上与中间构件 122 的纵向腿 131 的径向厚度相对应,从而使得能够使用形状相同的内部球形构件 120 和外部球形构件 124。

[0037] 图 6 示出了另一个实施例,其中可定向装置 614 具有拉长的柱形形状,围绕定向轴线 116 旋转对称。可定向装置 614 出于简化的表示为普通柱形,其示例可包括透镜系统或摄影机、机械臂、操作杆、聚光灯、水炮或喷嘴。这里,在图 1-5 的实施例中为 L 形的中间构件是具有略微大于柱形形状的可定向装置 614 的外直径的内直径的柱形护套 620。在护套 620 内,可定向装置 614 围绕定向轴线 116 可旋转地被保持着。因此,在本实施例中,所述护套 620 和所述可定向装置 614 本身的外部形状形成了第一支撑接头 118。

[0038] 在护套 620 的两个直径对置的部分中形成有周向的槽缝 690,每个槽缝延伸大约 90° 角。第二回转支撑接头 119 的支撑轴 404 将可定向装置 615 可旋转地连接到内部构件 120 上,每个通过槽缝 690 中相应的一个。当可定向装置 614 围绕它的定向轴线 116 旋转时,支撑轴 404 沿着相应的槽缝 690 的长度滑动。在内部构件 106 和可定向装置 614 之间已经插入间隔环 500,其比可定向装置 614 和护套 620 的外半径之间的差略长,从而阻止了摩擦并且使得能够使用形状相同的内部球形构件 120 和外部球形构件 124,具有如图 5 中实施例相似的优点。

[0039] 在图 1-6 中所示的定向装置 100 基本上能够通过使用微机械制造方法制造。例如,图 1-3 中的定向装置可由位于图 1 中的中立位置中看出,其中所有主要结构部分也就是基座 102、镜子 114、内部构件 120、中间构件 122 和外部构件 124 位于扁平的容积内,该容积由基座框架 102 的外部尺寸限定。在示例性的微机械制造工艺中,这些部分是由共同的基底成形的,例如传统的硅片,其包括对应于基座框架 102 的高度的厚度,垂直于图 1-3 中的绘图平面。在进一步的步骤中,镜子表面 115 形成在镜子 114 上,例如通过金属蒸发。

[0040] 此外,图 4 和 5 中的定向装置 100 以及当将可定向装置 620 排除在外时图 6 中的定向装置 100 也能基本上旋转到如图 1 所示的中立位置,其中所有主要结构部分位于扁平的容积内,该容积由各自基座框架 102 的外部尺寸限定,从而原则上致使它们适合通过微机械工艺由共同的基底制造而成。此外适合于这种工艺的是作为弹性接头的回转接头 118、

119、132 中的一个或多个的形成,例如图 4 中的定向装置的弹性的第一支撑接头 118。

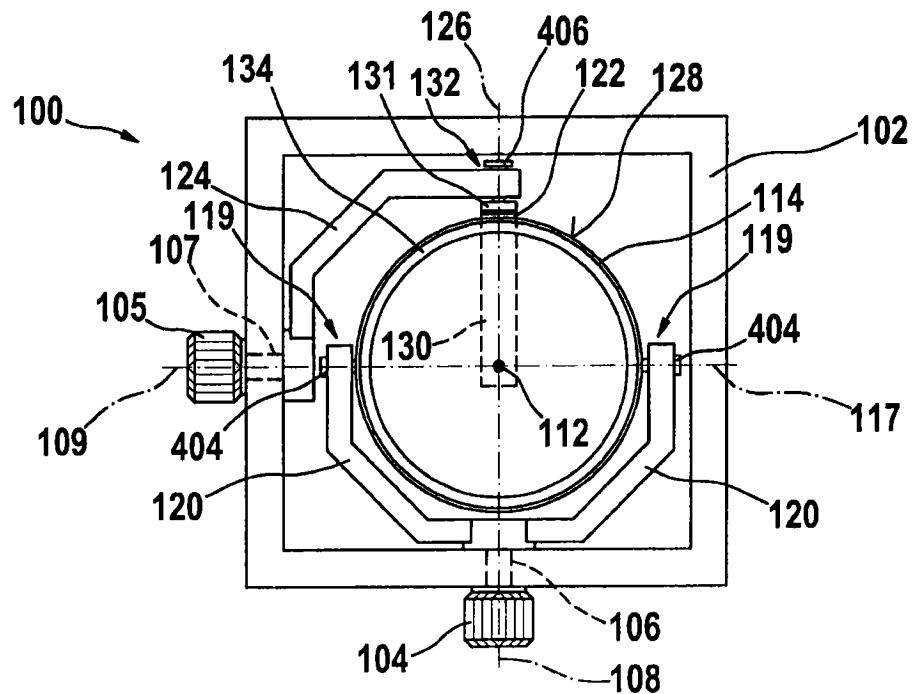


图 1

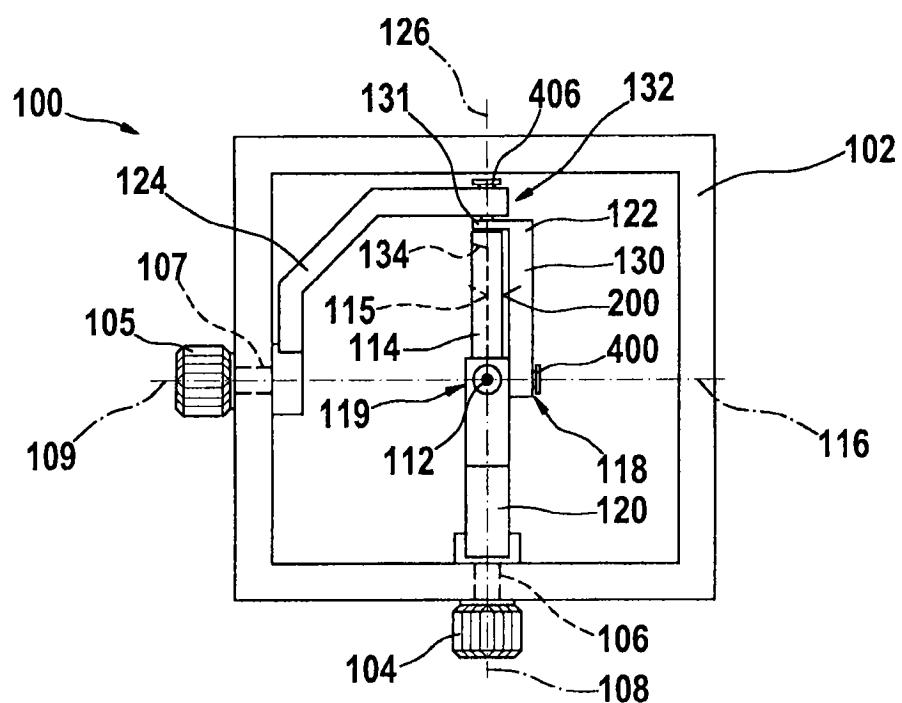


图 2

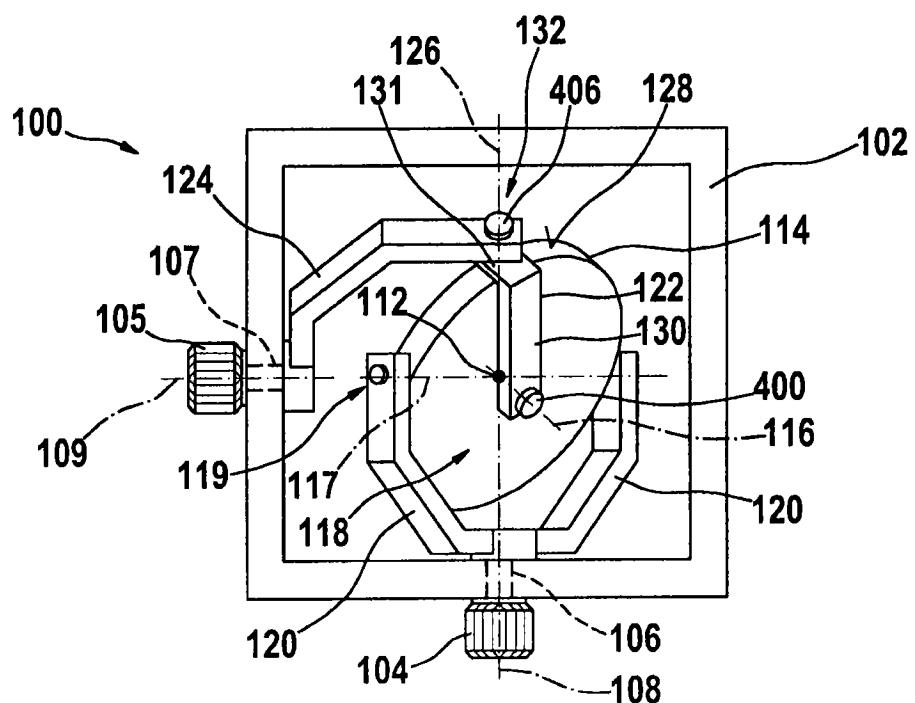


图 3

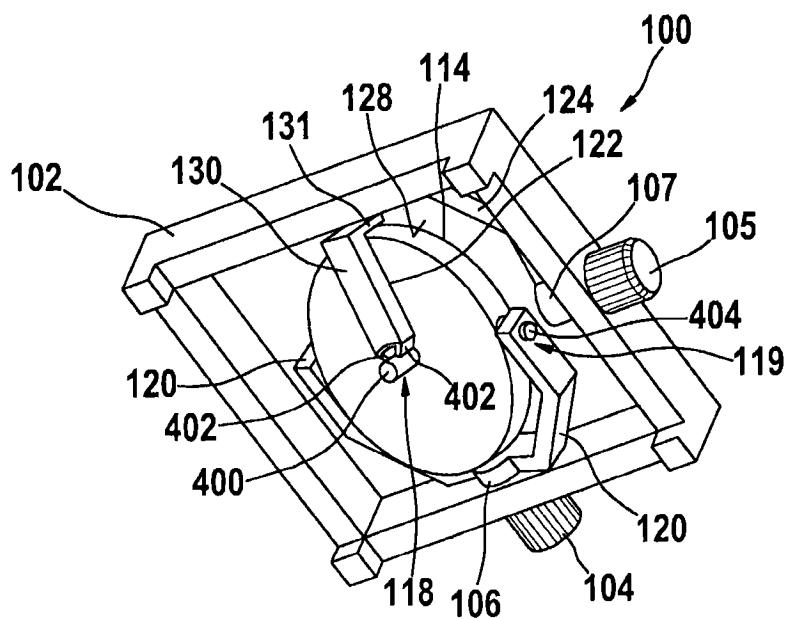


图 4

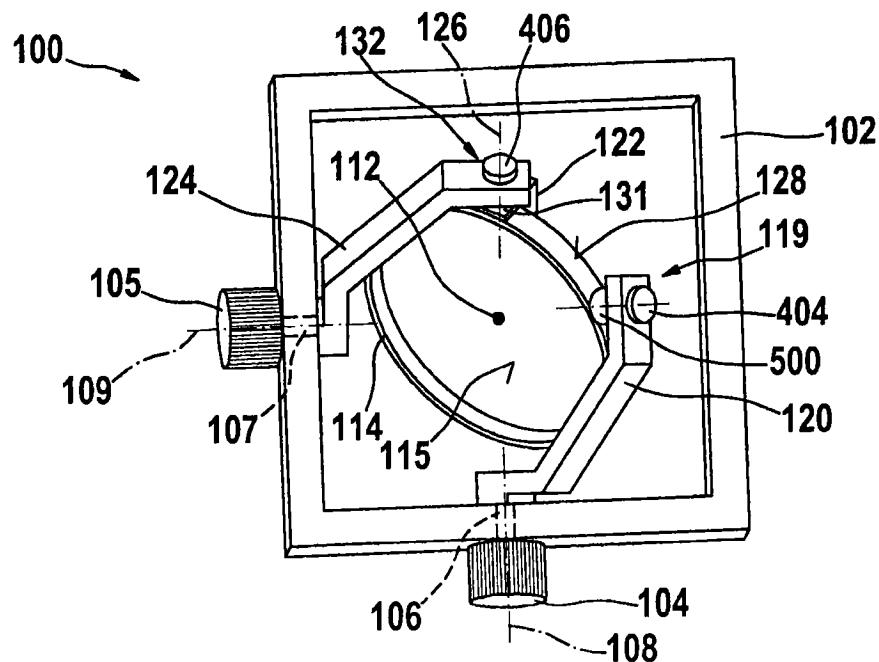


图 5

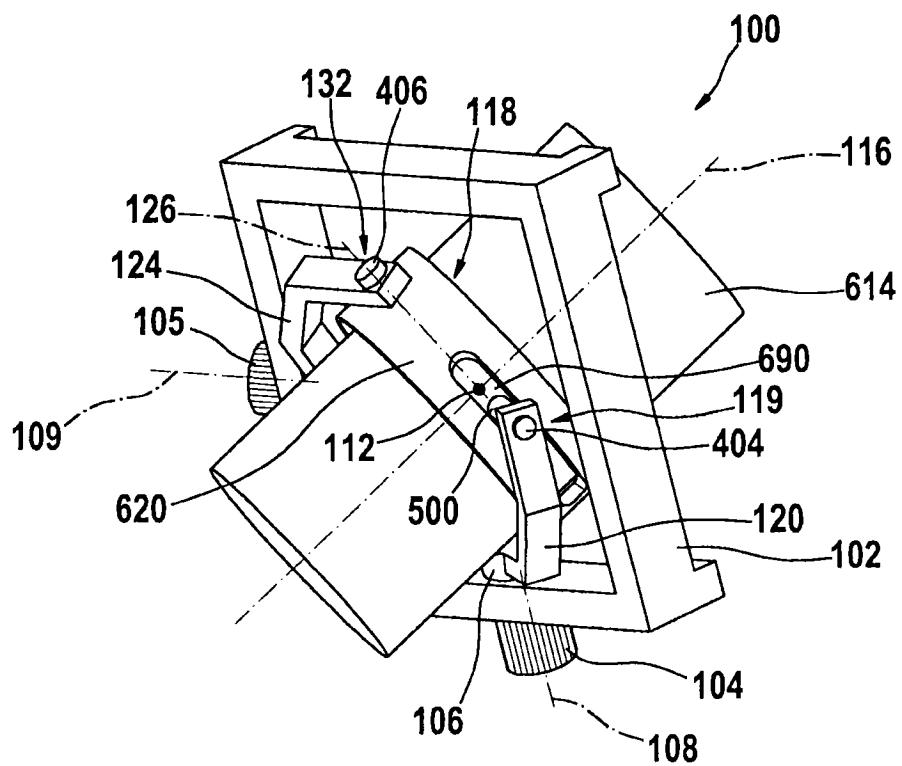


图 6