

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F02B 75/22 (2006.01)

F01B 9/06 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 99808676.2

[45] 授权公告日 2006 年 1 月 11 日

[11] 授权公告号 CN 1236201C

[22] 申请日 1999.6.15 [21] 申请号 99808676.2

[30] 优先权

[32] 1998.6.16 [33] US [31] 09/097,900

[86] 国际申请 PCT/GB1999/001888 1999.6.15

[87] 国际公布 WO1999/066183 英 1999.12.23

[85] 进入国家阶段日期 2001.1.16

[71] 专利权人 姜永平

地址 中国香港

[72] 发明人 姜永平

审查员 裴志红

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

代理人 程伟 彭益群

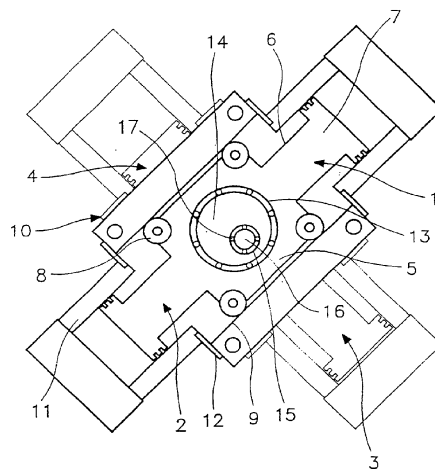
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 15 页

[54] 发明名称

双曲柄发动机

[57] 摘要

本发明涉及一种发动机，其具有相互垂直、配置成对的活塞(1, 2, 3, 4)和气缸(11)。每一对活塞和气缸都由各自的曲柄(14, 18)所带动，而曲柄对则围绕一主曲柄(22)旋转，这一主曲柄(22)又围绕轴线(19)旋转，轴线(19)垂直于活塞和气缸对的轴线。曲柄(14, 18)各自相对于主曲柄(22)的行程与主曲柄相对于其自身轴线的行程相同。在主曲柄(22)的对面对其加以配重平衡块(20)。使所得的发动机得以平衡，并减少了作用在气缸壁上的横向力，从而使得陶瓷材料可用于气缸(11)。



1. 一种包括至少两对活塞和气缸的发动机，所述活塞和气缸分别设置在相互平行的平面内，所述的活塞和气缸沿相互垂直的第一和第二轴线设置，所述的活塞可往复运动地设置在所述汽缸中，每对活塞从一活塞体以相反方向伸出，所述活塞体分别与第一和第二曲柄可转动地接合并由各曲柄带动，所述第一和第二曲柄可绕一主曲柄转动地设置，所述主曲柄围绕与所述第一和第二轴线垂直的第三轴线旋转，所述第一和第二曲柄沿相反方向偏置且它们相对于所述主曲柄的偏心半径等于所述主曲柄相对于所述第三轴线的偏心半径。

2. 如权利要求 1 所述的发动机，其中有一配重平衡块与所述主曲柄相对配置，围绕所述第三轴线旋转。

3. 如权利要求 1 所述的发动机，其中所述发动机为四气缸发动机，其具有两对设置在两个相互垂直的轴线上的气缸。

4. 如权利要求 1 所述的发动机，其中所述发动机为具有四对气缸的八气缸发动机，所述气缸以四个一组配置为两组，所述的两组在平行的平面上，并在所述的各自平面内配置成相互垂直的对。

5. 如权利要求 1 所述的发动机，其中所述气缸由陶瓷材料制成。

6. 如权利要求 5 所述的发动机，其中所述气缸被施加以预应力。

7. 如权利要求 6 所述的发动机，其中每个所述气缸都成型为至少部分外表面带有锥度，并且其中配置带有锥度内表面的环形外包部件，该部件对置于所述气缸的所述带有锥度的外表面，以及其中配置有压力装置，用于为所述外包部件加压，使得所述带有锥度的表面接合到一起，产生一个在径向上向内的力。

8. 如权利要求 7 所述的发动机，其中所述压力装置包括弹簧装置。

9. 如权利要求 7 所述的发动机，其中配置有包围所述气缸的第二个带锥度外表面的环形锁紧部件，所述锁紧部件具有对置于所述气缸第二个带锥度外表面的带锥度内表面。

10. 如权利要求 1 所述的发动机，其中所述发动机具有四对活塞和气缸，所述的四对以每组两对分为两组，所述主曲柄包括三个相互连接部分，所述三个部分之间的连接处界定了容纳所述两组活塞和气缸对中各自的第一和第二曲柄的空间，在每个连接处相对于所述主曲柄都配置了配重平衡块。

## 双曲柄发动机

### 发明范围

本发明涉及发动机，特别是涉及一种改进型发动机，其配重优于原有技术。本发明可应用于内燃机、水压泵或气压泵以及/或者马达、压缩机等。

### 发明背景及已有技术

对于已知的发动机，无论它们是有活塞在气缸中运动的IC发动机、水压泵、压缩机或是其它类似的，都有一个问题，即由于活塞是通过一个旋转的曲柄所带动的，因此在活塞完成一个工作循环的过程中，有横向力周期性地作用于汽缸壁上。由于这些横向力的存在，对于气缸的设计来说，就有了若干限制，这是因为必须将气缸设计得能够克服这些问题。

### 发明概述

根据本发明提出了一种包括至少两对活塞和气缸的发动机，这两对活塞和气缸分别设置在相互平行的平面内，所述的两对活塞和气缸沿相互垂直的第一和第二轴线设置，所述的活塞可往复运动地设置在所述汽缸中，每对活塞从一活塞体以相反方向伸出，所述活塞体分别与第一和第二曲柄可转动地接合并由各曲柄带动，所述第一和第二曲柄可绕一主曲柄转动地设置，所述主曲柄围绕与所述第一和第二轴线垂直的第三轴线旋转，所述第一和第二曲柄沿相反方向偏置且它们相对于所述主曲柄的偏心半径（radius of throw）等于所述主曲柄相对于所述第三轴线的偏心半径。

最好对上述主曲柄配以配重平衡块。

发动机可以是一台有两对垂直配置的气缸的四气缸发动机；或者也可以是一台有四对气缸的八气缸发动机，在这种发动机中，气缸以每组四个分成两组，设置在平行的平面内，在每个平面内有相互垂直

本发明的主要优点是通过选择恰当的配重平衡块，可以消除或者至少是极大地减少作用在气缸上的所有横向力，从而可采用替代材料制造气缸。且最好是用陶瓷材料制造气缸。

在一个特定的优选实施例中，对于陶瓷气缸施加了预应力。通过使每个气缸的外表面上具有至少局部带锥度的部分，使其外套机件在相对于气缸外表面的方向上具有带锥度的内表面，而且配有装置对上述外套机件加力，使得上述两个带锥度表面接触到一起，产生一个在径向上向内的力，这样就对气缸施加了预应力。最好加力装置包括弹簧装置。

从另一方面看，本发明提出了一种发动机，它具有四对活塞和气缸，而该四对又以每组两对分成两组，每组中的两对活塞和气缸按相互垂直的第一和第二轴线配置并分别由第一和第二曲柄带动，上述第一和第二曲柄围绕主曲柄而旋转，上述主曲柄围绕垂直于第一和第二轴线的第三轴线旋转，该主曲柄包括三个内部连接部件，在上述三个部件之间的接头界定了容纳上述两组活塞和气缸各自的第一和第二曲柄的空间，每个上述第一和第二曲柄都有一相对于主曲柄的偏心半径，此偏心半径等于上述主曲柄相对于上述第三轴线的偏心半径，在每个与上述主曲柄相对的接头上都配置了配重平衡块。

还是从另一方面看，本发明提出了一种用于发动机的气缸，其中上述气缸由陶瓷材料制成，并且其中上述气缸具有在相反方向上带锥度的两部分外表面，而且其中一个环形外套机件具有在正对上述两部分中的第一部分的方向上具有带锥度的内表面，它套在上述两部分中的第一部分上，其中加力装置作用在上述外套机件上，使得上述外套机件的带锥度内表面与上述气缸的上述外表面的带锥度的第一部分接触到一起，产生一个径向上向内的力；其中还有一个环形锁紧机件套在上述气缸的外表面的上述带锥度的第二部分上，并且该环形锁紧机件具有与上述带锥度的第二部分的锥度方向相反的内表面。

## 附图简要说明

本发明的若干实施例将以示例及参考附图的方式加以说明，在这些附图中：

图 1 是对应于本发明的一个实施例的一台发动机的局部平面图，它表示活塞在其中往复运动的平面，

图 2 是第一和第二曲柄的视图，

图 3 说明配重平衡块贮室的位置，

图 4 表示曲柄组件，

图 5 到图 12 表示在一个工作循环中，曲柄的相对位置，

图 13 是一个气缸的断面图，

图 14 是本发明的一个八气缸发动机形式的实施例的剖面图，

图 15 出于说明目的，概要表示了曲柄。

## 优选实施例的详细说明

首先参见图 1，图中表示了本发明的一个初步实施例，它表示一台有两对相互垂直的活塞的双曲柄发动机。由于本发明可适用于许多不同的实际应用，如 IC 发动机或液压马达、泵、压缩机等等，为清晰说明起见，这里仅限于活塞、气缸、曲柄的构造。发动机的其余部分，如排气口和进气口的构造等则均属通用。

然而两对活塞并不处于同一个平面内，而是在两个平行的平面内，第一平面包括了活塞 1、2，它位于第二平面之上，活塞 3、4 位于第二平面内。在以下说明中为方便起见，只涉及一个活塞对，但除非另行说明，应理解为本发明同等地适用于两个活塞对。

活塞 1、2（相同地，活塞 3、4）为整体构成，从中心活塞体 5 以相反方向伸出，每个活塞由一个其顶部带有一活塞头 7 的活塞柱 6 组成。活塞体 5 配有四个导向装置 8，例如说导向轮，它们位于活塞体 5 的各角—在活塞体 5 的每边上有两个。导向轮 8 与设在发动机机体 10 内的导轨 9 接合，以使活塞体 5 和活塞 1、2 可往复运动。应当明白，活塞 1、2 因此而总是完全成  $180^\circ$  固定相位。

活塞 1、2、3、4 在各自的气缸 11 中往复运动，对于气缸 11 将在下面进行更详细的说明。同时需要充分注意的是，气缸 11 是固定在发动机机体 10 上的，在导轨的端部配有挡板 12 以防润滑油漏到导轨 9 和发动机机体 10 之外。

在活塞体 5 的中心是一个圆形的曲柄容纳孔 13，将在下面进一步说明的第一曲柄 14 即处于该孔中。在孔 13 和曲柄 14 之间配置有滚柱轴承以使曲柄 14 可在孔 13 中旋转。曲柄 14 本身也开有孔 15，这个孔 15 容纳一个曲柄销 16。而且同样配有轴承 17 或类似装置，以使曲柄 14 可围绕销 16 作相对转动。

第一曲柄 14 是如图 2 所示的整体构成的双曲柄的一部分。这个双曲柄的另一部分是与第一曲柄 14 相同的第二曲柄 18，但是如图 2 所示，第一和第二曲柄 14、18 是相对于公共曲柄轴 19 进行大小相等、方向相反的位移，也就是说，它们有同样的偏心半径，但是彼此相位相反。不用说第二曲柄 18 处于由活塞 3、4 组成的第二对活塞体上所开的曲柄孔中，其方式和曲柄 14 与第一对活塞 1、2 的方式相同。

同样如图 4 所示，在支承第一和第二曲柄 14、18 的曲柄销上还装配了一个配重平衡块 20，该配重平衡块有助于第一和第二曲柄 14、18 作相对转动，配重平衡块处于腔室 21 中，该腔室在两个重叠的活塞体 5 之上（图 3），腔室的大小足以使配重平衡块 20 作转动。

曲柄销 16 是与整体的主曲柄 22 一起构成的。图 4 表示了位于支承主曲柄 22 的曲柄销 16 上的第一和第二曲柄 14、18 的装配。以下各图则说明了第一和第二曲柄 14、18 以及主曲柄 22 的相对位置。在这些图中，x-x 轴对应于活塞 1、2 的往复轴线，而 y-y 轴则相对于活塞 3、4 的往复轴线，它垂直于 x-x 轴。

如果发动机是一台两冲程、四气缸发动机，则活塞 1-4 的工作顺序为 4-1-3-2。依这一顺序，主曲柄 22 将按图 1 所示，以顺时针方向旋转，而第一和第二曲柄 14、18 则以逆时针方向旋转。图 5 表明当

主曲柄 22 和第二曲柄 18 在十二点钟位置时, 第一曲柄 14 处于六点钟位置(这里所说的第一和第二曲柄 14、18 的位置是相对于主曲柄而言)。其后各图表明了在一个完整的循环当中各曲柄的位置。在旋转到图 6 位置时, 主曲柄 22 处在相当于一点半的位置, 曲柄 14 为四点半, 曲柄 18 则处于十点半。在图 7 中, 主曲柄 22 转到三点钟, 曲柄 14 也在三点钟, 而曲柄 18 则在九点钟。在图 8 中, 主曲柄 22 在四点半, 第一曲柄 14 在一点半, 第二曲柄 18 在七点半。在图 9 中, 主曲柄 22 在六点钟, 曲柄 14 在十二点钟, 曲柄 18 在六点钟。在图 10 中, 主曲柄 22 在七点半, 第一曲柄 14 在十点半, 第二曲柄 18 在四点半。在图 11 中, 此刻主曲柄 22 在九点钟, 第一曲柄 14 也在九点钟, 而第二曲柄 18 则在三点钟。最后在图 12 中, 主曲柄 22 已转到十点半, 第一曲柄 14 在七点半, 第二曲柄 18 在一点半。就这样完成一个循环。

从图 5 到图 12 可以看到, 第一和第二曲柄 14、18 以与主曲柄 22 相反的方向旋转。相对于主曲柄 22 而言, 第一和第二曲柄 14、18 各自具有相同的偏心半径, 并以同样的角速度旋转。这就意味着活塞 1、2 和 3、4 在它们的轴线上协调地往复运动。进一步地说, 因为第一曲柄 14 和第二曲柄 18 彼此成  $180^\circ$ , 它们的旋转彼此平衡。

在本发明的发动机中有一个优点, 就是当曲柄 14、18 在  $x-x$  轴和  $y-y$  轴上的线速度随主曲柄 22 的角度位置而变化时, 只要曲柄 22 的角速度是恒定的, 则活塞 1、2 和 3、4 的动能之和就是不变的。同样地, 虽然曲柄 14、18 在  $x-x$  轴和  $y-y$  轴上的线性加速度和减速度随主曲柄 22 的角度位置而变化, 但仍然是只要主曲柄的角速度是恒定的, 则活塞 1、2 和 3、4 的加速度矢量之和就对应于一个恒定的离心力, 该离心力通过中心  $O$  作用于主曲柄 22, 而且这一离心力可通过配重而被很好地平衡。

通过以下分析即可明白这点。参见图 15 可最好地理解以下分析, 该图以图解法表示曲柄 14 ( $\langle X \rangle$ )、18 ( $\langle Y \rangle$ ) 和 22 ( $\langle P \rangle$ ) 的位置, 在图中曲柄偏心半径为  $r=OP=PX=PY$ ,  $\langle X \rangle$  质量  $M_x=\langle Y \rangle$  质量  $M_y=K_2$ , 角速度  $=d\theta/dt=K_1$ ,  $\langle P \rangle$  围绕  $O$  ( $z$  轴) 以角速度  $K_1$  作顺时针旋转, 而  $\langle X \rangle$  和  $\langle Y \rangle$

则围绕<P>以相同的角速度作逆时针旋转。在此情况下，当活塞沿 X 轴和 Y 轴运动时，关于其位置、速度、动能和加速度可得以下结论。

$$\begin{array}{ll}
 \text{位置} & \langle Y \rangle = 2r \cos \theta \qquad \langle X \rangle = 2r \sin \theta \\
 \text{速度} & dy/d\theta = -2r \sin \theta \qquad dx/d\theta = 2r \cos \theta \\
 & dy/dt = dy/d\theta \cdot d\theta/dt \qquad dx/dt = dx/d\theta \cdot d\theta/dt \\
 & dy/dt = -2r \sin \theta \cdot K_1 \qquad dx/dt = 2r \cos \theta \cdot K_1
 \end{array}$$

因此动能之和为

$$\frac{1}{2} M_y (dy/dt)^2 + \frac{1}{2} M_x (dx/dt)^2 = \frac{1}{2} K_1^2 (2r)^2 (K_1)^2$$

此值为恒量。

加速度可按下式计算

$$d^2y/dt^2 = -2r K_1 \cos \theta \qquad d^2x/dt^2 = -2r K_1 \sin \theta$$

在 X 和 Y 轴上的加速度矢量和为  $2r K_1$ ，方向为  $OP$ ，这相当于在 Z 轴上有一恒定离心力，该离心力可以很容易地用一个配重平衡块加以平衡。

总之，可见活塞是由围绕主曲柄 22 旋转的第一和第二曲柄 14、18 所带动的。同时，主曲柄围绕 z-z 轴旋转，其方向与第一和第二曲柄围绕主曲柄所作旋转相反。第一和第二曲柄相对于主曲柄的行程等于主曲柄相对于 z-z 轴的行程。配重平衡块与主曲柄相对放置，同步旋转。

在传统的内燃发动机中，所有作用在活塞上的横向力都由在发动机机体中运动的活塞作导向的导轨和气缸壁所承受。在传统发动机中，这些横向力可能是非常大的，从而这就为发动机机体和气缸的构造施加了设计约束条件。特别是气缸壁，不得不使用其强度足以承受这些横向力的材料来制造。其不足之处就在于这使得陶瓷材料不能用于气缸的制造。陶瓷材料有极出色的耐磨性能，也有非常好的耐热性能，但是它们又是脆性的，也就是说在横向力作用下它们易于破碎或断裂。然而在本发明的内燃发动机中，可很好地平衡作用在活塞上的力，消

除或至少大幅减少这些横向力，从而使得陶瓷材料可被用于气缸制造。

但如果用陶瓷材料制造气缸，最好一定要对其施加预应力。一种施加预应力的方法是在陶瓷气缸上缠绕钢丝。不过这是有缺点的，缺点在于当钢丝在热的作用下膨胀时，其中钢丝的应力即会减小，还有钢丝妨碍了通过对流散热。

本发明提出了为陶瓷气缸施加预应力的一种替代方法。图 13 表示一个示范气缸的断面。这个气缸位于四个成矩形配置的杆 30 之间，各杆有带螺纹的端部部分 31、32，带螺纹部分 31 将气缸固定到发动机机体上，而带螺纹部分 32 则用于固定气缸端面板 33—端面板 33 在其四角上有螺孔以容纳杆 30 的带螺纹端部部分 32。

气缸端面板 33 有一阶梯形表面，这一表面通过两个阶梯形部分 34、35 界定了气缸端面 36。气缸壁由一环形气缸壁部分 37 所界定，该部分的一端容纳并紧靠在气缸端面板 33 的阶梯形部分 35 内。气缸壁部分 37 有一平滑的圆柱形内表面，界定了活塞头的滑动空间。而气缸壁部分 37 的外表面则为带锥度表面 38、39，以此使得气缸壁部分 37 的厚度随着离开气缸端面板 33 而增加，直到达到最大值，然后再下降。

环绕气缸壁部分 37 紧靠气缸端面板 33 的是一个环形压力装置，它包括板 40，板 40 的尺寸同于气缸端面板 33 并有四个孔与杆 30 的位置相对应，以便使板 40 能够沿杆 30 来回滑动。板 40 具有内部环形部分 41，该部分又有一个与气缸壁部分 37 的表面 38 互补的带锥度表面 42，以此与之紧密接合。在气缸端面板 33 和板 40 之间配以弹簧装置 45，以将板 40 从气缸端面板 33 上推离。环绕气缸壁 37 的带锥度部分 39 的是一个锁定环 43，它具有与带锥度表面 39 互补的带锥度内表面 44。

由此可知弹簧装置的作用是从一个方向推压板 40，使得其带锥度内表面 42 作用在气缸壁部分 37 的带锥度部分 38 上，以将部分 38 向

内压紧。这样环绕气缸周边施加了一种外部压力，从而防止了陶瓷气缸在燃烧内压下破碎。板 40 和锁紧环 43 最好都为铝制，以便更好地散热。同样可知弹簧与气缸并无接触，因此对散热无任何妨碍。

以上所述实施例为一台四气缸发动机。但本发明同样可应用于具有更多气缸的发动机，图 14 表示一个八气缸实施例的横穿发动机机体的剖视图。在这一实施例中，可认为发动机机体包括三部分：两个端部部分 100、101 和一个中间部分 102。穿过发动机体，伸出在外的的是一个曲轴，可将其也视为由三部分 103、104 和 105 所组成。在图 14 中，这三部分表示得略为分开，但这仅仅是为了说明清晰，实际上这三部分 103、104、105 是连接在一起的，以使它们作为一个轴旋转。

每个曲轴部分 103、104、105 都适配于围绕一个公共轴线 106 旋转，而且通过每个发动机机体部分上的两个径向轴承装置 107 将各曲柄部分可转动地安装在各自的发动机机体部分 100、101、102 内。每个发动机机体部分 100、101、102 都在曲轴部分 103、104、105 的各个端部配有径向轴承，这些径向轴承除了可旋转地支承曲轴部分 103、104、105 外，还界定了这些部分彼此间的空间，这些空间可用于其它部件。例如，一台润滑油泵就可设置在界定于发动机机体部分 100 的空间内。

如从图 14 中可看到的那样，曲轴部分 104 有两个凸起轴 108、109，这两个轴从部分 104 的两端伸出，平行于曲轴部分 103、104、105 的旋转中心轴 106 但与其有一定的位移。相应地在曲轴部分 103、105 上开有凹槽 110、111 用以固定轴 108、109 的端部，这样使曲轴三部分连接在一起，形成一个单一的共同旋转曲轴。然而还可看到，凹槽浅于轴 108、109 的长度，这使得轴 108、109 插入凹槽 110、111 时，在曲轴部分的端部之间，环绕着轴尚有空间，这两个空间是这样界定的：一个在曲轴部分 103 和 104 之间，另一个在部分 104 和 105 之间。在每个这样的空间内一并装配在各自的轴 108、109 上一对对应于上述的第一个实施例中的第一和第二曲柄 14、18 设置第一和第二曲柄。这样，四个活塞就可在其各自的气缸内由设置在发动机机体部分 100 和 102

之间的各曲柄所带动，另外四个可由设置在发动机体部分 102 和 101 之间的各曲柄所带动。因此这一发动机有配置在相互平行的平面中的两套气缸，每套为四气缸。

在这一实施例中，对于设置在发动机机体部分 100、102 和 102、101 之间的活塞而言，曲轴部分 104 的作用相当于第一个实施例中的主曲柄 22。同时，因为第一曲柄部分 103 和第三曲柄部分由于有凹槽 110、111 而都具有重量补偿的功能，因此这些部分可起到作为配重平衡块的作用。

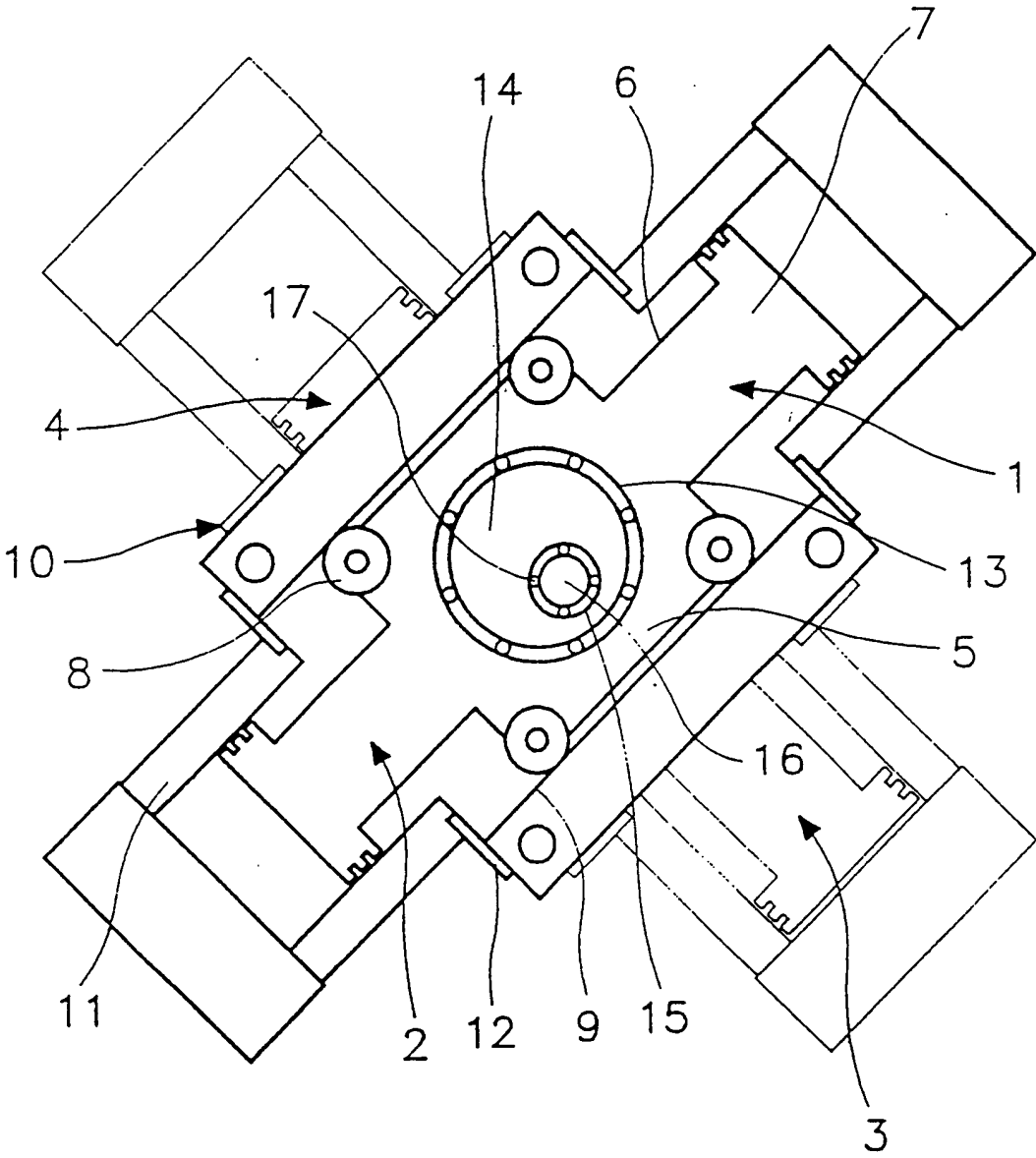


图 1

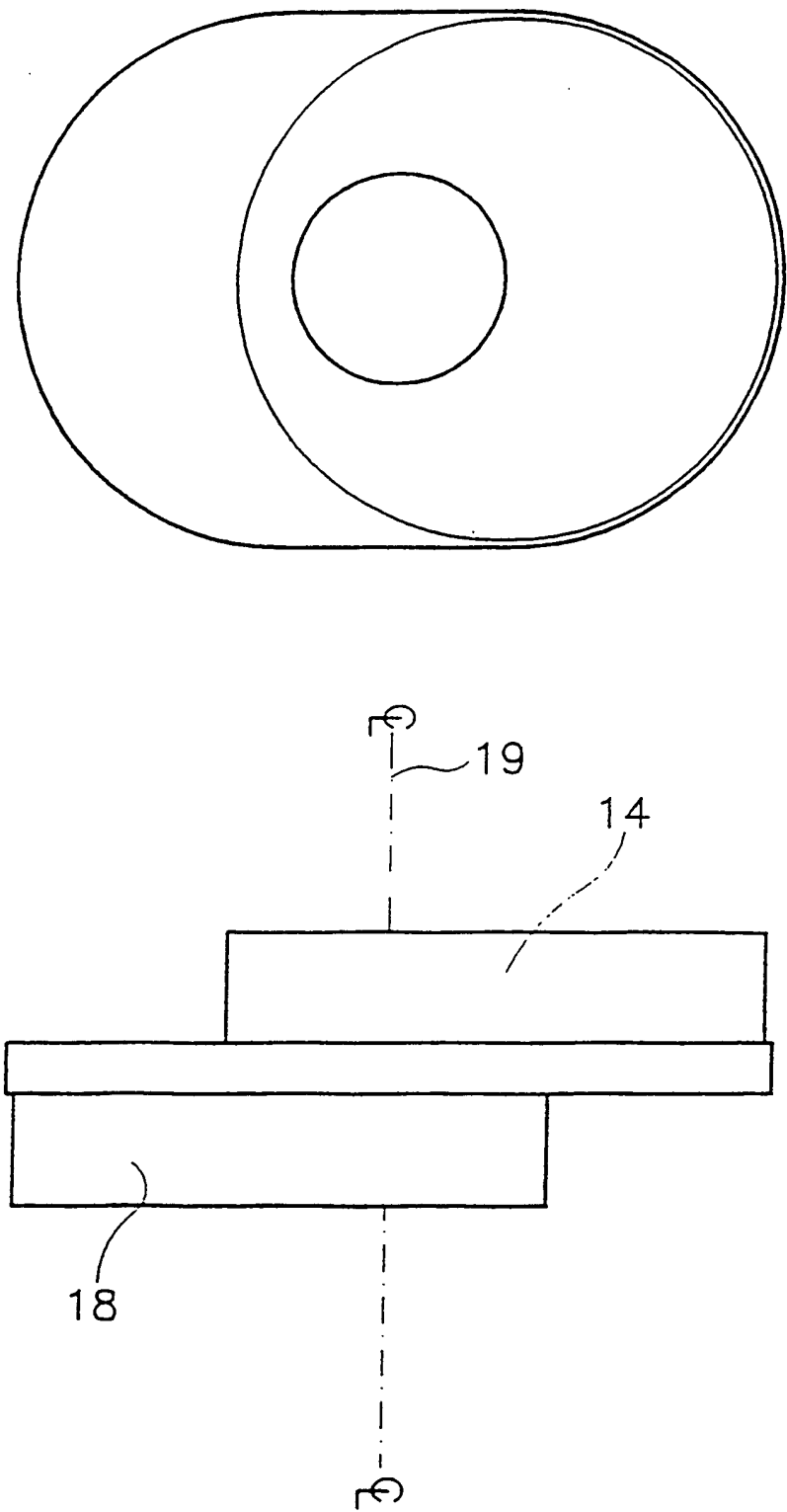


图 2

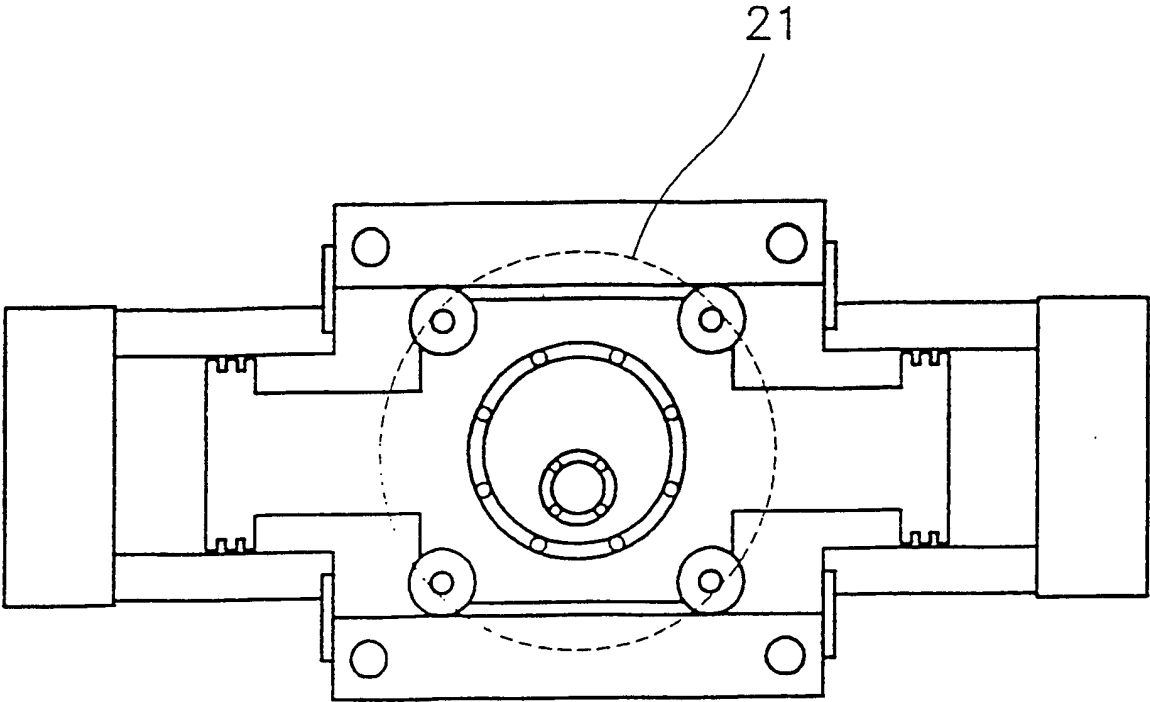


图 3

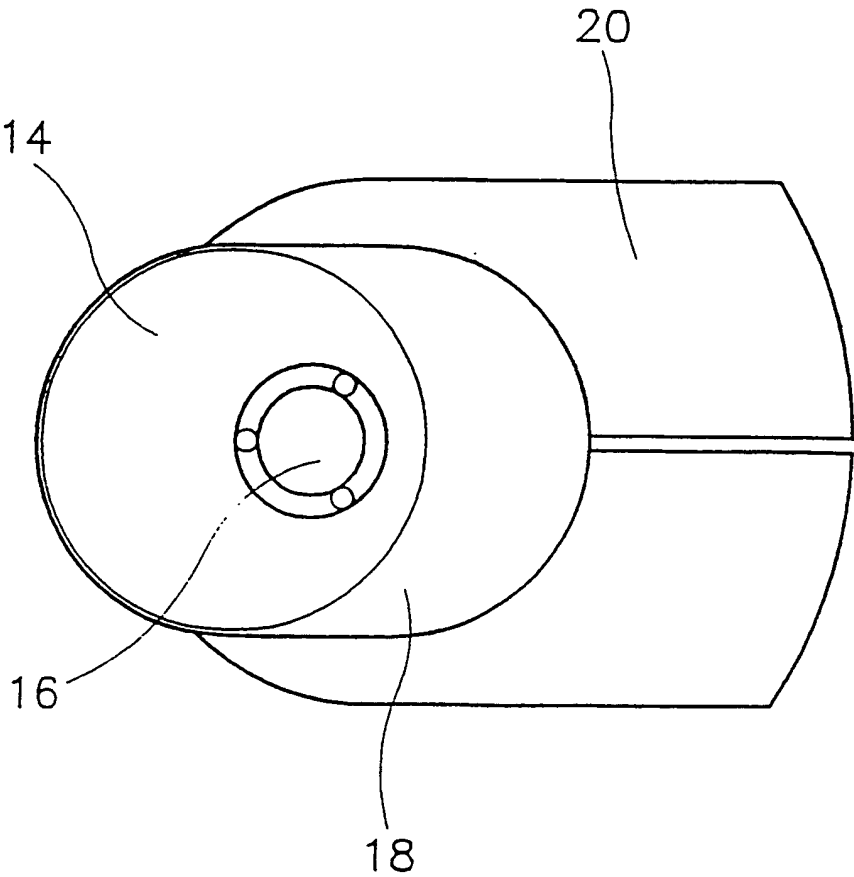


图 4

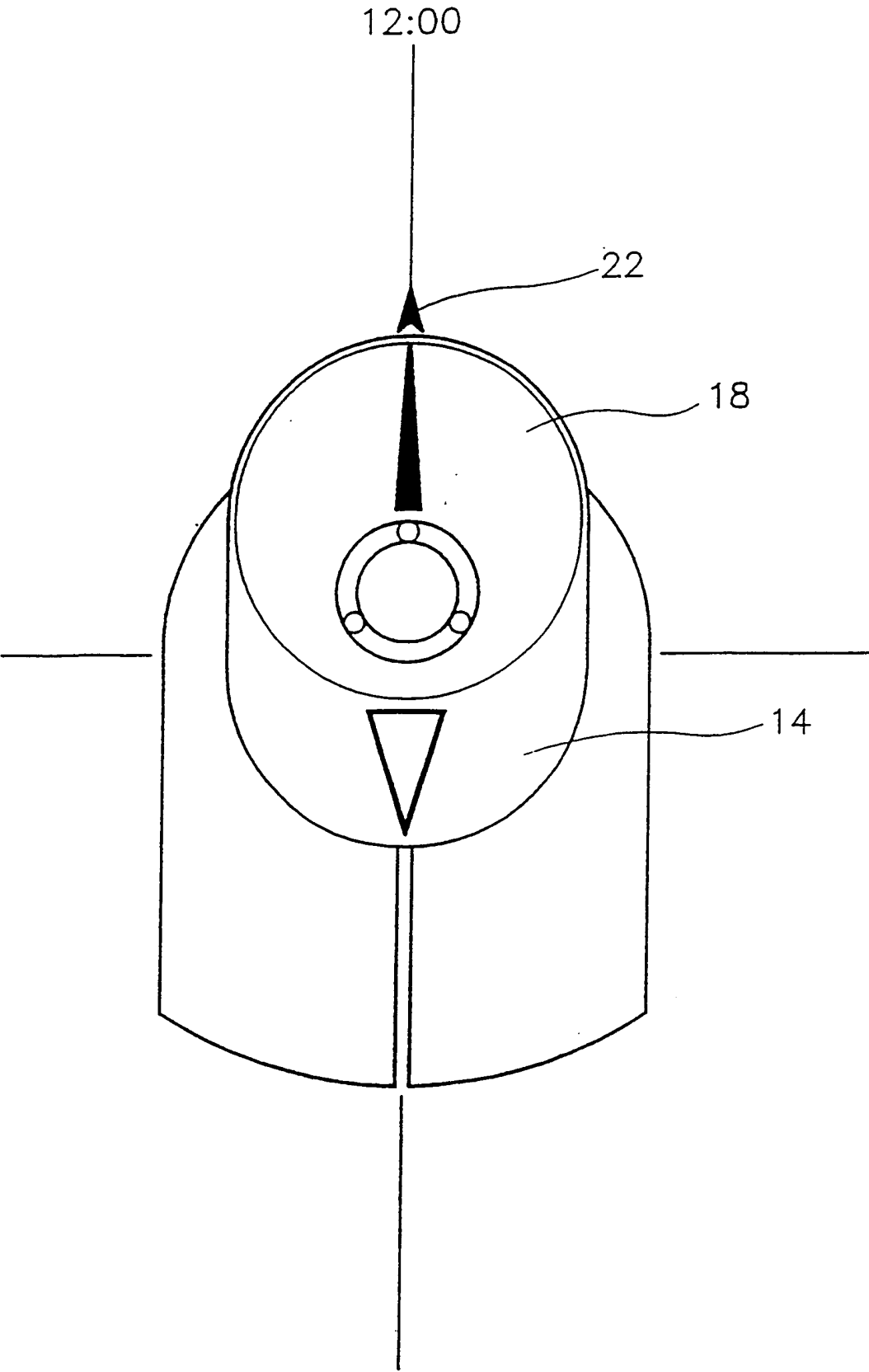


图 5

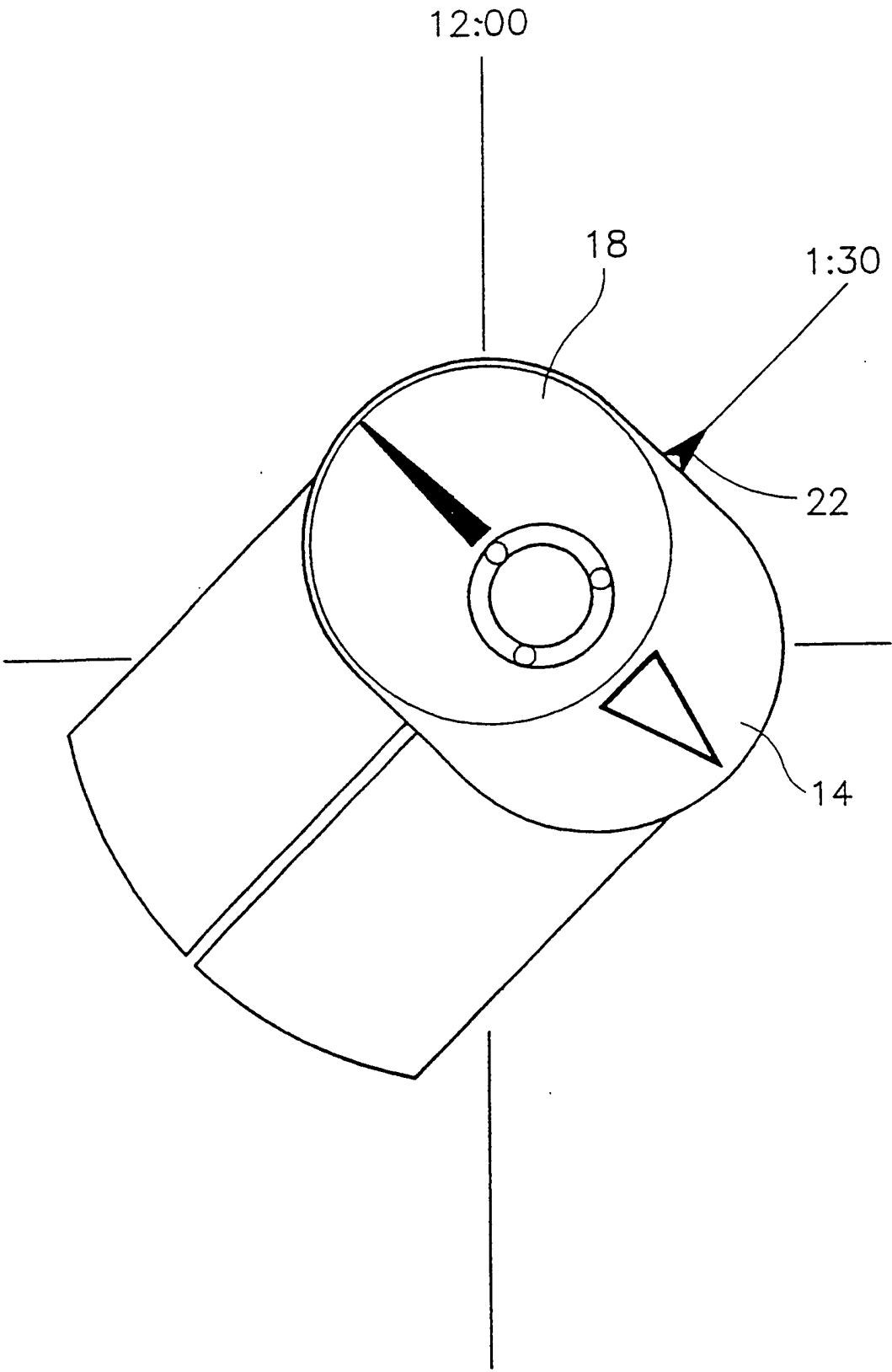


图 6

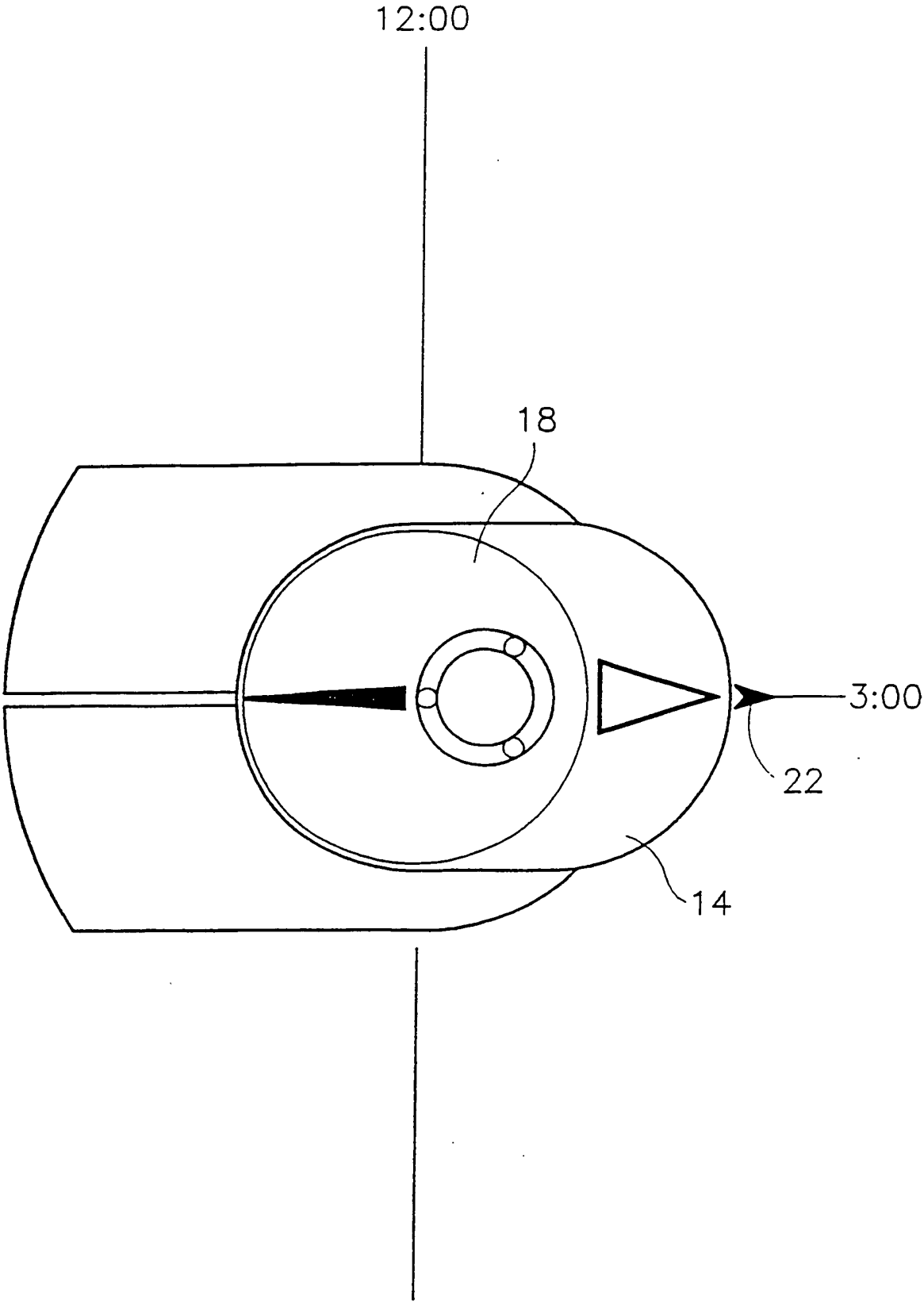


图 7

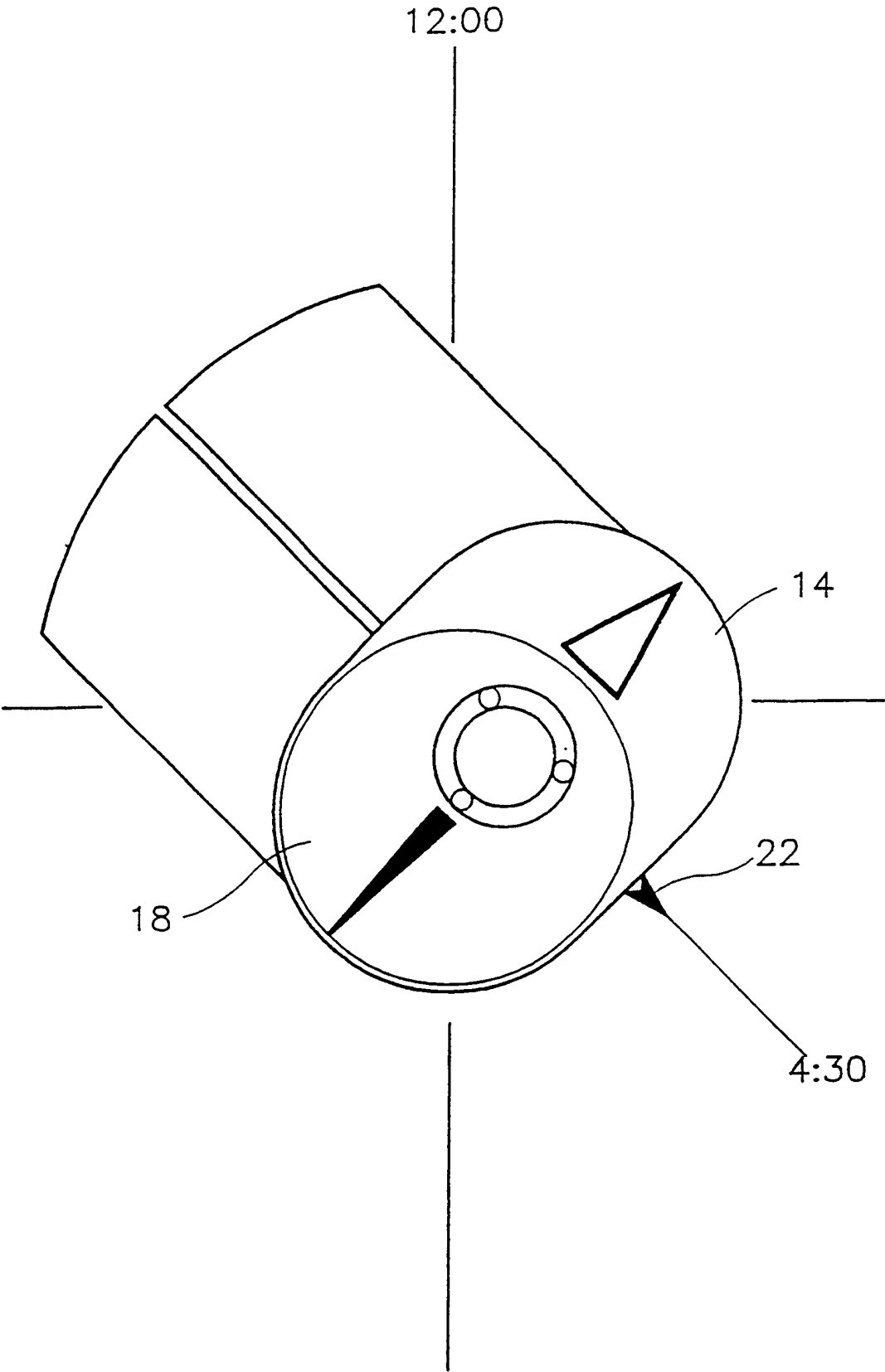


图 8

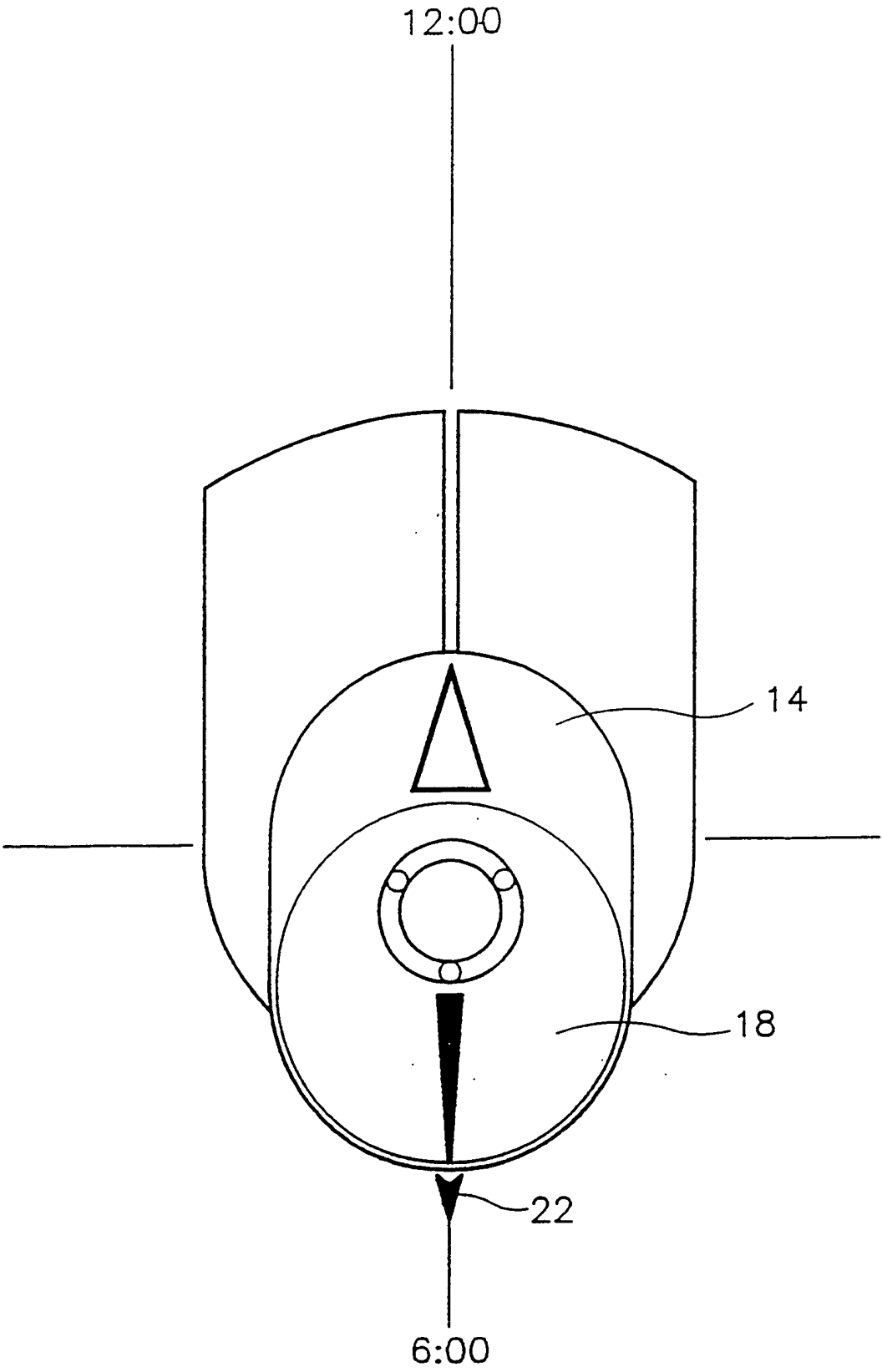


图 9

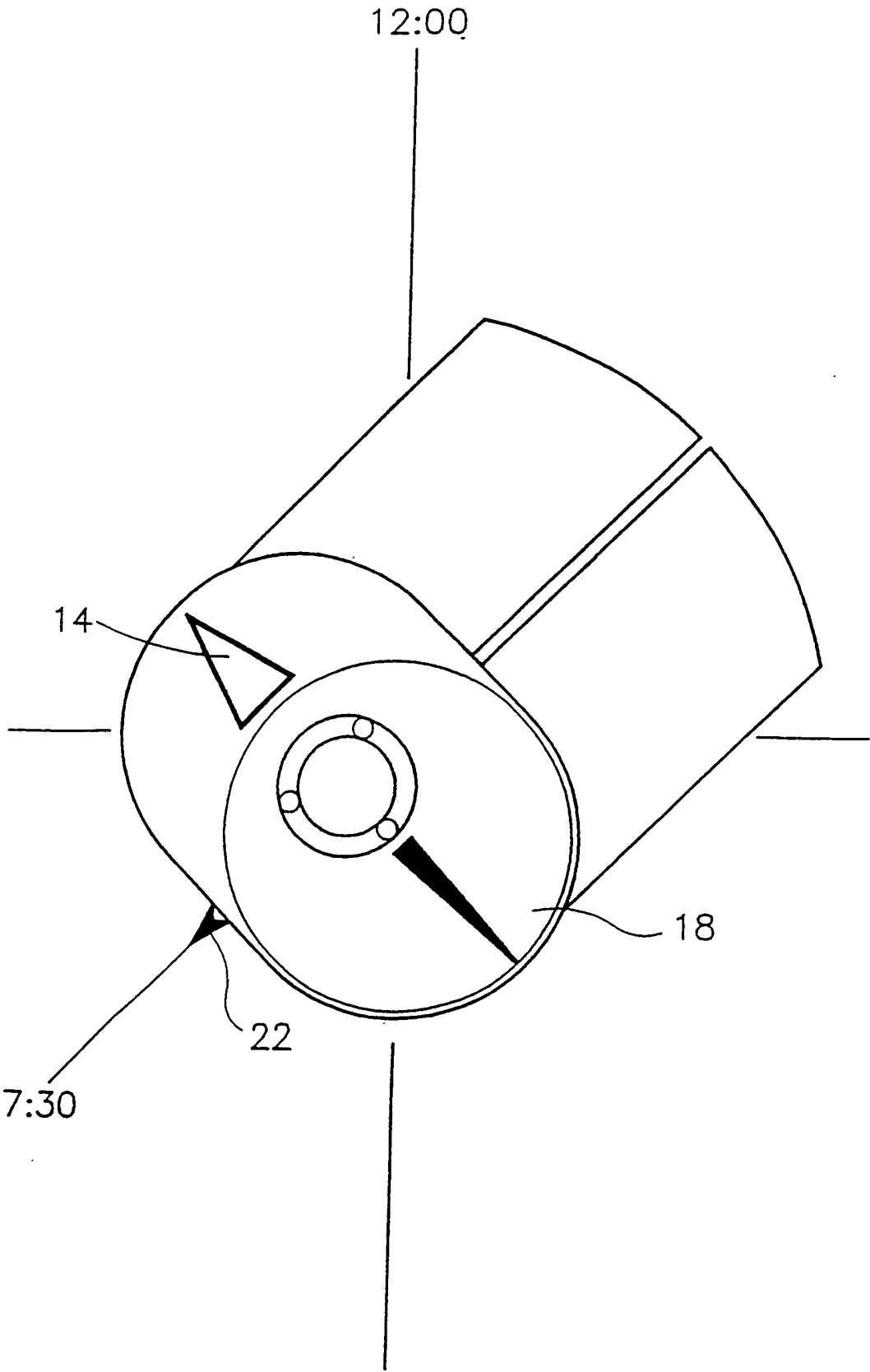


图 10

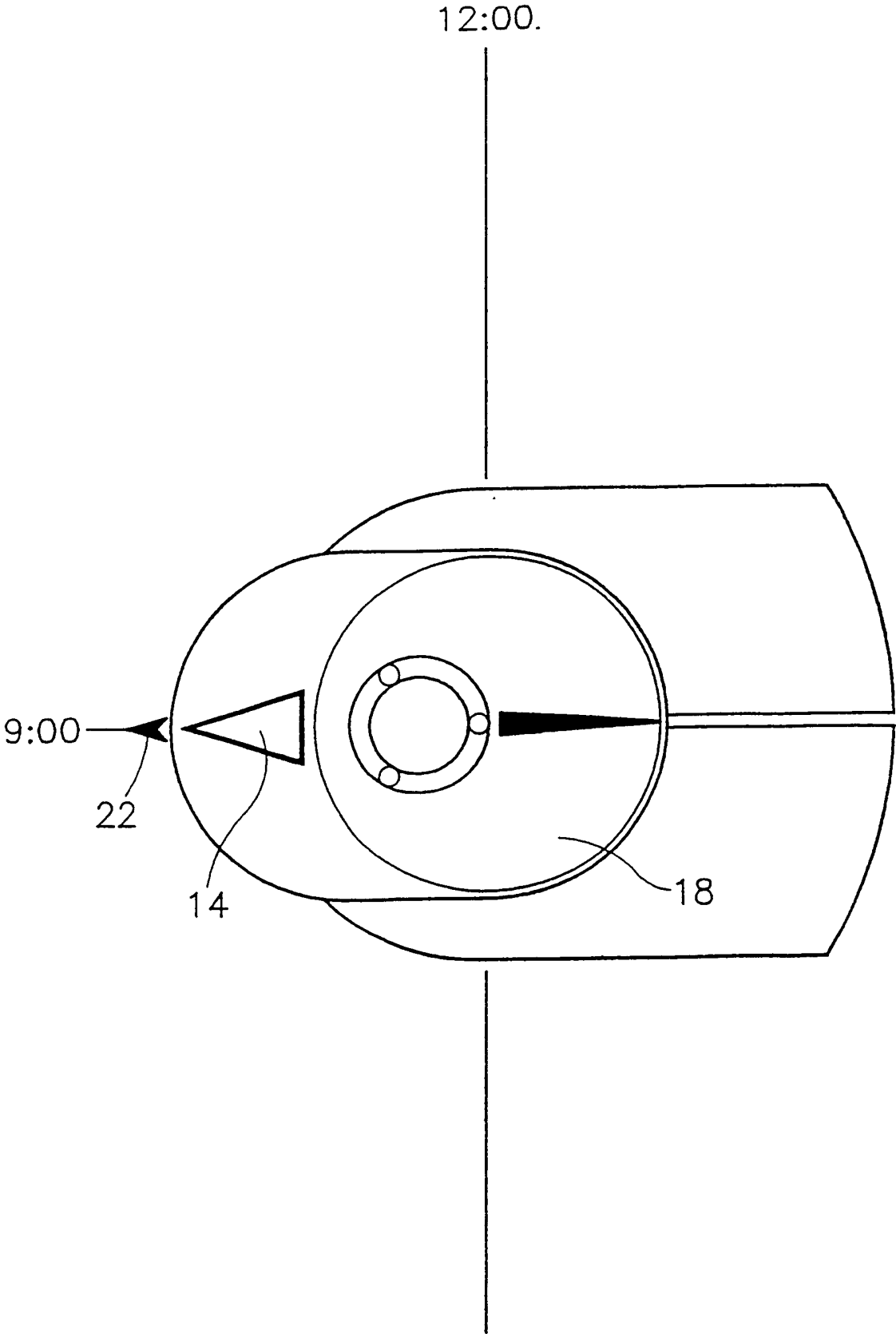
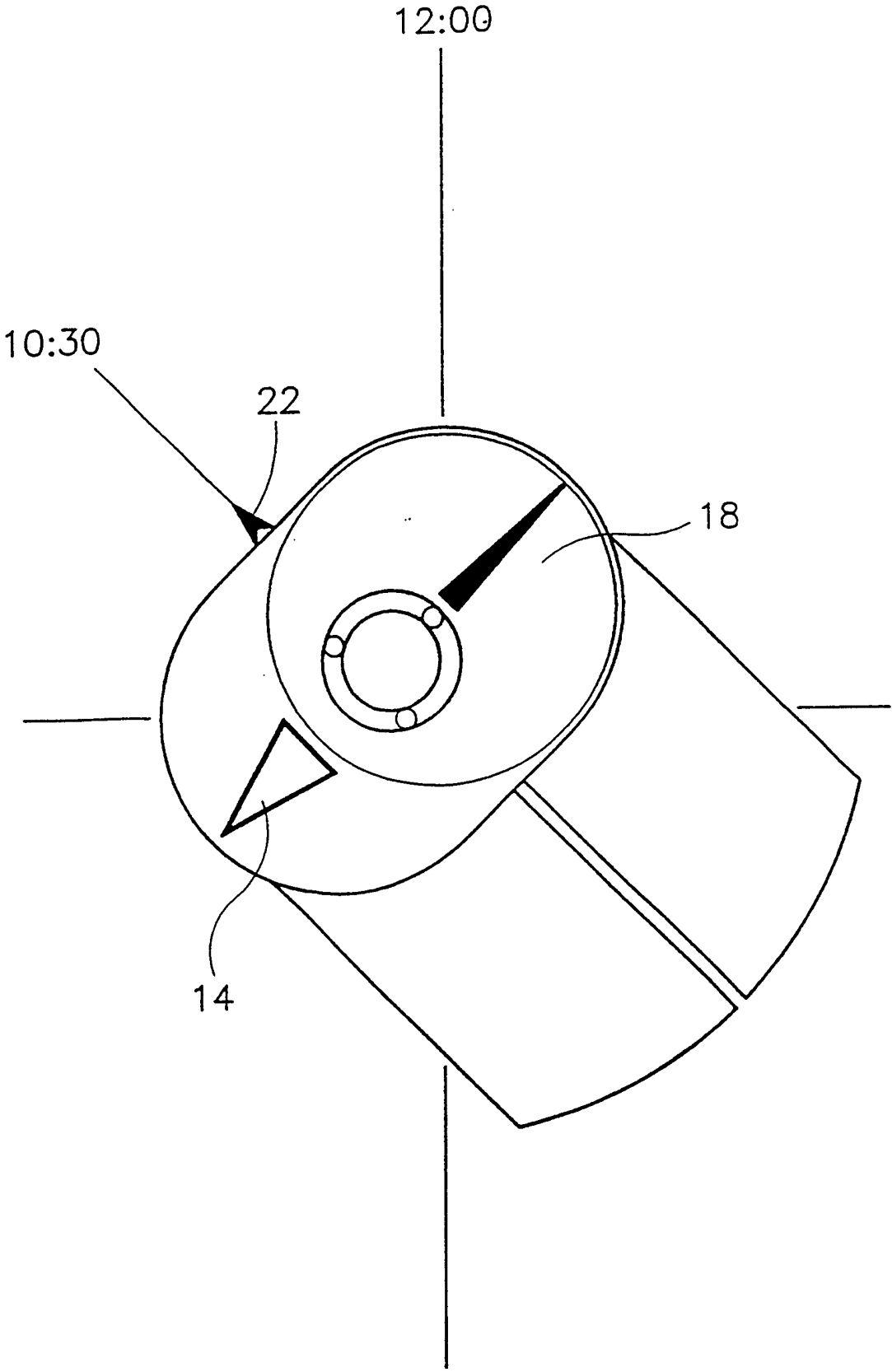


图 11



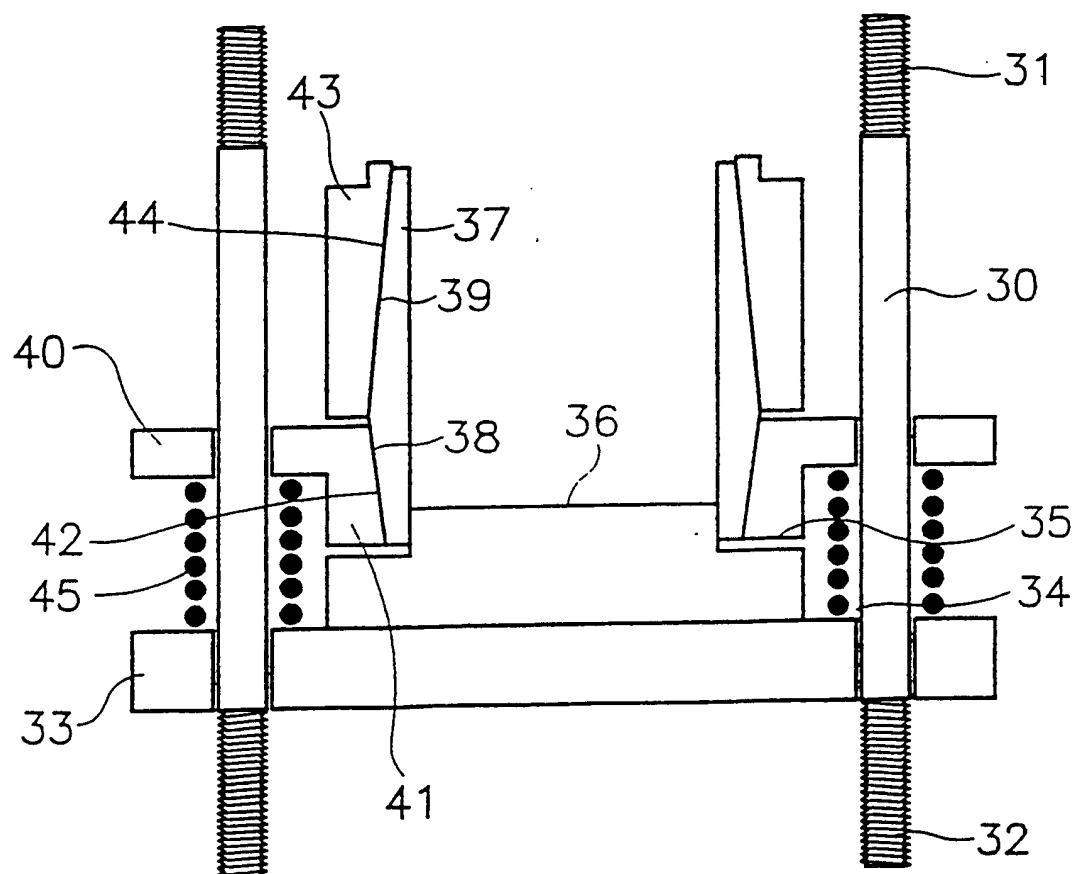


图 13

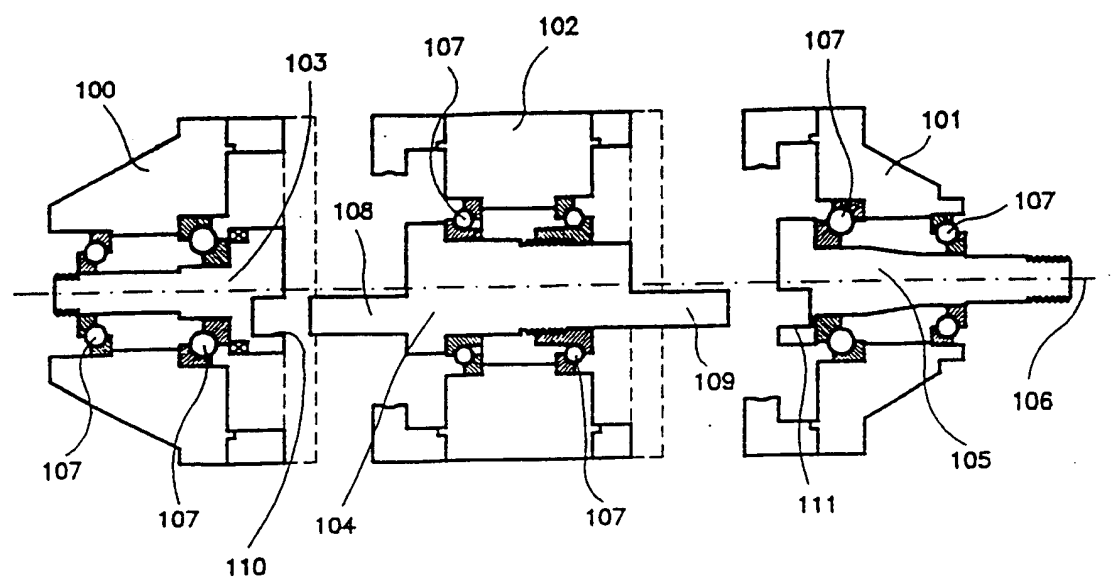


图 14

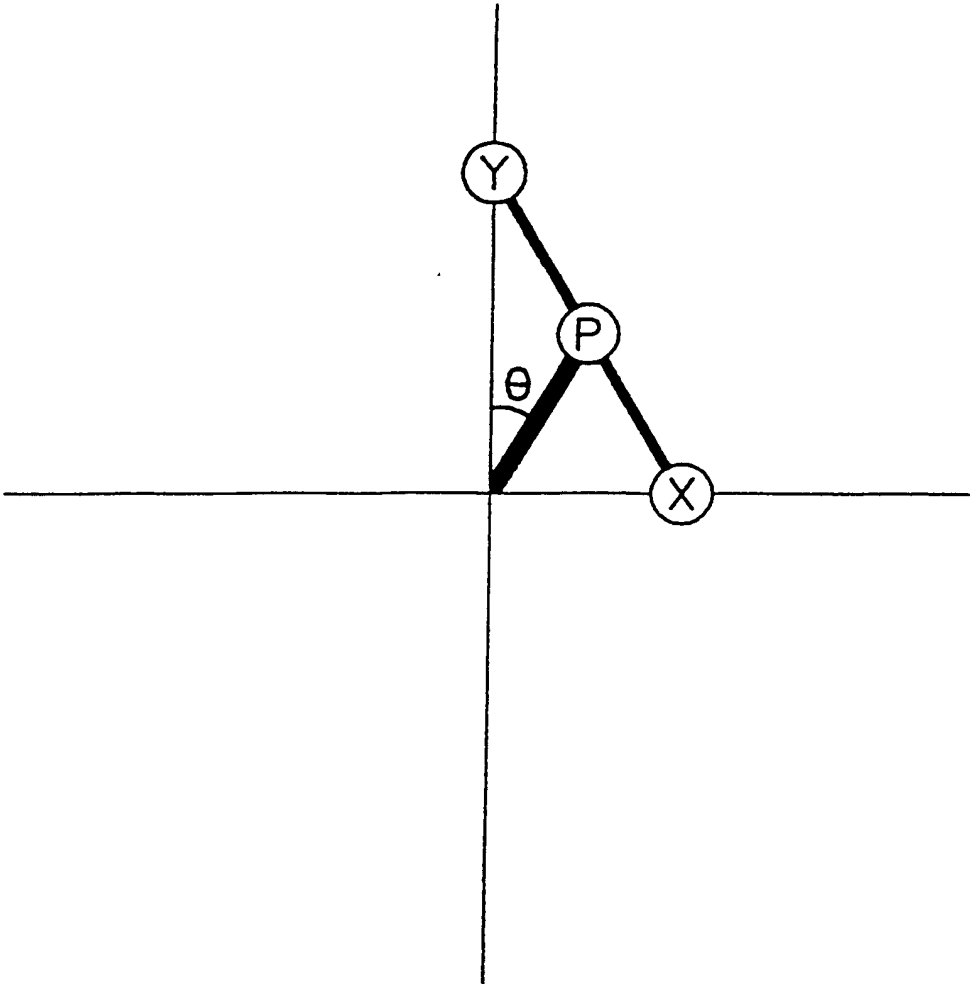


图 15