

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98805526.0

[45] 授权公告日 2002 年 12 月 11 日

[11] 授权公告号 CN 1095947C

[22] 申请日 1998.5.26 [21] 申请号 98805526.0

[30] 优先权

[32] 1997.5.26 [33] SE [31] 9701959-0

[86] 国际申请 PCT/SE98/00985 1998.5.26

[87] 国际公布 WO98/54475 英 1998.12.3

[85] 进入国家阶段日期 1999.11.26

[73] 专利权人 全球止血协会有限公司

地址 瑞典林雪平

[72] 发明人 L·波林

[56] 参考文献

US4328701 1982.5.11 G01N11/10

US5506459 1996.4.9 H02K7/09

审查员 冯涛

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

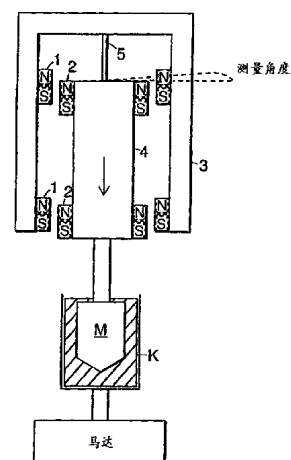
代理人 周备麟

权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 6 页

[54] 发明名称 轴承装置

[57] 摘要

一种用于测量仪器等的磁铁式轴承装置。该装置的一个零件相对于另一个零件由磁场进行可接触式的支承,其中,一个零件可相对于另一个零件至少回转一整圈的几分之一。这个装置的新颖之处是,可保持该回转零件相对于该静止零件基本上在中心处的磁铁装置是偏置的。这样,除了沿径向作用的分力以外,还产生在轴向方向上,使该回转零件偏移的轴向分力。沿着该回转零件的回转轴线,配置一个连接装置,将该回转零件与该静止零件连接起来,并可允许该回转零件至少转动几分之一圈,正确地保持该回转零件在上述偏置位置上。



ISSN 1008-4274

1、一种用在测量仪器等中的磁铁式的轴承装置，该装置的一个零件可相对于另一个零件转动，并且在每一个零件上包括至少一个磁铁装置；所述磁铁装置产生磁场，该磁场的力可使上述二个零件在一个零件的回转轴线的径向方向上，彼此相对平衡或稳定，其中，一个为可回转零件（4）的磁铁装置或一些磁铁装置（2），相对于另一个是静止零件（3）的磁铁装置或一些磁铁装置（1）这样定位和设置，使该二个零件上的磁铁装置（1、2）的相互作用的磁力场，除了产生沿径向作用的平衡或稳定力力量以外，还产生一个使回转零件（4），沿轴向方向，相对于静止零件（3）偏移的形成一轴向移动力的一些分力；其中，安装着至少一个沿轴向方向作用的机械定位装置（5），以便将一个零件与另一个零件连接起来，所述定位装置为一个至少是在单一方向上基本上是稳定的，至少是可以部分转动的连接件，它与使该回转零件偏移的轴向分力抵消或平衡；其特征在于，该至少在单一方向上稳定的连接件是一种固定在处于旋转轴线上或沿其延伸的回转零件的一扭转金属丝或绳（5），所述扭转装置允许在任何一个回转方向上至少作有限的转动，并防止至少在一个轴向方向上，由轴向排斥力分量引起的位移。

2、如权利要求1所述的轴承装置，其特征为，一个在单一方向上稳定的扭转装置，被固定在自其向外轴向延伸的可回转零件的每一个轴向端和在该静止零件上的相应固定点之间，该扭转装置防止了该可回转零件沿与另一个扭转装置的防止移动方向相反的方向作轴向位移。

3、如权利要求1或2所述的轴承装置，其特征为，在上述一个和/或另一个零件上，设置防止机械轴向位移贴合部，所述机械挡块在接合时防止了该可回转零件相对于该静止零件的超出最小位移的位移。

4、如权利要求1或2所述的轴承装置，其特征为：每一个磁铁装置包括多个在轴向方向磁化的、同心设置的磁铁（2）。

5、如权利要求1或2所述的轴承装置，其特征为：每一个磁铁装置包括多个在径向方向磁化的、同心设置的磁铁。

6、如权利要求1或2所述的轴承装置，其特征为：在一个零件

和另一个零件(4、3)，沿轴向二个方向，设有互相面对的贴合部分、防止了在二个轴向方向上超出某一预定距离的轴向位置。

- 7、如权利要求1或2所述的轴承装置，其特征为，在一个零件或回转零件(4)上及在另一个零件或静止零件(3)上，设置至少二
- 5 组在轴向方向彼此隔开的磁铁或磁铁装置(2、1)，其相互配合或平衡的磁力场被设置成在一个方向上产生超量的轴向偏移力，该超量偏移力被上述机械定位装置(5)所平衡。

轴承装置

发明技术领域

- 5 本发明涉及例如在流变测量装置和其他灵敏的仪器中使用的摩擦极小的轴承装置。

发明背景

- 10 在一种已知的测量仪器中，该仪器的可动部分利用扭转阻力很小和起动扭矩很低的一些垂直的带子或绳子悬挂起来，并悬挂在这些带子或绳子之间。该仪器的可动部分受要测量的试件的功率、作用力等影响。动圈式电流计是这种仪器的一个例子。被带子或绳子悬挂起来的仪器零件可以用于在没有实际接触（即没有从另一个零件来的机构影响）的情况下，该仪器的移动零件或转动零件也会受到影响或偏移的仪器中。对于要测试或要进行分析的物体，实际上与可动零件连接，
15 或指示装置等用机械方式与一个发送器连接的情况，已知的装置几乎不能使用。

- 对于要求摩擦小的起动扭矩小的轴承，曾经建议使用不同形式的磁性轴承。DE3437937 公布了这样一种装置，并且详细地公布了用于为流变测量系统导向和支承该系统的一种装置。本发明要提供一种结构简单，摩擦极小，并且基于带有一个软铁零件和一个垂直气隙的一个静止磁铁系统和一个可动磁铁系统的导向和支承装置。
20

- 然而，早在 19 世纪，EARNSHAW 先生就证明了像根据上述 DE 公布的装置那样的装置，由于其固有的不稳定性，是不可能实现的。实际上，不可能达到如在上述 DE 公布中所保持的轴向和径向的稳定性。根据上述 DE 公布的装置，不但横向稳定性差，而且是不稳定的。这意味着，该装置将很快失去纵向稳定性，并且其上部或下部的二个磁铁的位置也是不稳定的。
25

- 为了进一步说明技术的状况，和在现有技术水平的基础上形成本发明，必需指出，本发明主要是基于只包括永久磁铁的无源磁铁系统而构成的。有源的磁铁轴承包括多个其形状和排列方式与同步电机的定子装置非常相似的电磁铁；在该同步电机中，通常情况下，其电枢或转子是由一组园形的变压器金属片构成的。该转子的位置和用多个
30

距离传感器读出和检查，从这些传感器发出的信号，通过一个快速作用的增压控制系统，对通向控制每一个电磁铁的每一个放大器的信号进行优化，并分配该后述的信号。这样，可以容易地重新调整该转子和轴，并将该转子引导至预定位置。通常称为无源磁铁轴承的环形磁铁轴承，包括互相吸引或互相排斥的环形永久磁铁。该轴承只能在一个所希望的方向（径向或轴向）上达到稳定。然而，在其他方向上，该轴承总是不稳定的，这是一个100多年以前已经证明的事实。如果要使用的话，则这种形式的轴承要与一个辅助轴承（例如，一个有源的磁铁轴承）一起使用。

10 发明目的

本发明的一个目的是要通过使用摩擦阻力最小的一种无源磁铁系统，提供一种具体地（但不是唯一地）用于该变仪形式的仪器中的轴向和径向都稳定的轴承装置。

发明概要

15 本发明提供了一种无源磁铁式的轴承装置。该装置可利用磁铁（最好是永久磁铁），对可相对于另一个零件运动的一个零件进行支承。本发明的轴承装置的目的，是要对扭矩进行稳定的、基本上是无摩擦的测量，而通常的测量仪器中的轴承系统为滚珠轴承式一类的，其摩擦力和起动扭矩都太大。本发明的特点是，一个零件可相对于另一个零件转动至少几分之一转，多对磁铁是按照使其磁力场互相排斥或吸引的方式配置的。这样，力的分量可将该回转零件保持在一个预先确定的径向位置上，并沿着轴向方向，使该回转零件偏移。本发明的特点还在于，在该轴承装置的一个零件和另一个零件之间，连接着至少一个机械式的、基本上稳定的定位装置。该定位装置沿着该轴承装置的一个零件的回转轴线工作，与使该一个零件，在一个轴向方向偏移的力平衡。

附图的简要说明

下面，将参照附图更详细地来说明本发明，其中：

30 图1为表示用于Couette式粘度计中的带有无源磁铁轴承的轴承装置的一个实施例的示意性轴向截面图；

图2为用在—个振动式粘度计中的带有一个无源磁铁轴承装置的一个实施例的示意性轴向截面图；

图 2b 为表示用于带一个杯形件的粘度计中的，带有具备在轴向磁化的同心磁铁的，一个无源磁铁轴承装置的实施例的示意性轴向截面图；

图 2c 为表示只带有一个杯形件的振动式粘度计，和具有在径向磁化的同心磁铁的一种无源磁铁轴承的一个实施例的轴向截面图；

图 3 为表示带有无源磁铁平行排列的互相排斥式的磁铁轴承的一种 Couette 式粘度计的轴向截面图；

图 4 为表示带有磁铁平行排列的一种互相吸引式的无源磁铁轴承的一种振动式粘度计的轴向截面图；

图 5 示意性表示作为一种径向磁铁轴承的，沿径向和轴向方向磁化的磁铁组合的 10 种不同的结构形式；

图 6 为示意性表示具有根据本发明的轴承为一种流变测量仪器的部分纵截面图；

图 7 为另一个实施例的纵截面图。

15 优选实施例详细说明

选择粘度计，特别是用于流变测量的粘度计，作为本发明应用领域的例子。图中，该粘度计用符号 K 表示的容器来代表。该粘度计的表示是非常示意性的，其目的是要说明，粘度的测量是利用该容器 K 内部，包围或围绕着一个中心测量体 M 的介质来进行的。该轴承装置还可用于其他形式的、回转运动小于一个整圆的测量仪器中。

在所有所示的实施例中，至少有一对包括一个静止的磁铁装置 1，和至少一个可动的磁铁装置 2 的磁铁装置。这些磁铁装置相对于该仪器的一个零件围绕着它转动的一根轴线，是同心地配置的。所示的磁铁装置全部都是永久磁铁，但理论上可以用电磁铁代替这些磁铁中的一对磁铁。通常是几对磁铁装置互相配合工作的。

该静止的磁铁装置 1 配置或固定在一个静止零件（例如，一个支承或支架 3，图中只是示意性地表示）上；而该可动的磁铁装置 2 配置或固定在一个回转零件（例如，相对于该支承或支架 3 回转的一个本体或主轴）上。该静止零件和回转零件，利用可使它们相对转动至少几分之二转的一个连接件 5 连接；这种连接件装置的目的将在下面进一步说明。

上述几对磁铁装置 1 和 2，及它们的磁力场彼此相对配置成，通

过这些磁力场的相互作用，一个零件（或回转零件 4）相对于另一个零件（或静止零件 3），处在中心处。这点可通过磁铁的互相排斥或吸引来达到。当配置任何一对磁铁装置时，磁铁之间相互作用，这样，在一个确定的相对位置上，在相互作用的磁力场之间，存在着一个所谓的零点（即达到某种平衡的一个相对位置）。然而，这种平衡是极不稳定的，甚至很小的一个机械扰动就会使磁力场的相互作用破坏，造成所述静止零件和回转零件相对位置的变动。

根据本发明，上述互相作用的磁铁装置，与其磁力场一起，对于上述零点是彼此相对偏置的。这说明，除了基本上是使上述静止零件和回转零件相互排斥或吸引的径向力分量（即：保持该回转零件相对于该静止零件处在中心的力分量）之外，还有轴向力分量。该轴向力分量根据该回转零件在相对于偏置点的那一个方向移动，可使该回转零件在一个轴向方向或另一个轴向方向上偏移。通过在该一个零件（或回转零件 4）和另一个零件（或静止零件 3）方向，配置上述连接件装置 5，该轴向偏移力可以被抵消，因此，该回转零件相对于该静止零件在径向和轴向的位置保持稳定。

图 1~图 4 所示的连接件装置是所谓的扭转装置，即：可以转动至少几分之一转（而通常是几转），阻力最小的一根绳或带子。

还可以不用该扭转装置，而使用产生拉力的绳或带子；与一个销子或座一起动作的、由摩擦小的材料制成的一种连接件装置，即：包括多块坚硬的材料（例如，钻石、红宝石、烧结的碳化物）和共同工作的由相应材料制成的销子或座的钟表或轴承。在这种情况下，该连接件受到压力，而不是象扭转装置那样，受拉力作用。

在图 1 所示的实施例中，粘度计是 Couette 式的，它包括一个由电机轴支承的容器 K 和浸入装在该容器内的液体中的测量体 M。该测量体 M 与主轴 4 刚性连接。这个实施例的磁铁是同心地配置的，并在轴向磁化。因此，磁铁之间的共同作用（或更确切地说是，相互的排斥力），将该主轴向下推，在该扭转绳 5 中产生拉力。然而，该绳子可防止该主轴 4 作任何轴向转动，结果达到平衡状态，该主轴被精确地保持在该装置的中心。

图 2 的实施例与图 1 的实施例的不同之处在于，在图 2 的实施例中，没有用于使该容器 K 转动的电机，但磁铁和该绳之间的相互作用

与图 1 所示的实施例相同。

图 2b 表示另一个实施例。在这个实施例中，磁铁的配置方式与图 1 和图 2 中的配置方式相同，但该轴承装置的支承和主轴的配置颠倒了。因此，该支承和主轴上的磁铁作用方向相反，使该主轴升高，离开该支承。该扭转绳 5 防止该主轴作轴向向上运动，而该支承和主轴上的共同工作的磁铁则产生一个稳定力。

图 2c 所示的实施例与刚才所述的实施例的不同之处在于，在图 2c 中的磁铁是沿径方向磁化的。该支承上的磁铁 1 的磁力方向与主轴 4 上的磁铁 2 的磁力方向相反。图 2c 中的磁铁 1 和磁铁 2 互相排斥，但是，因为该支承不会向外移动，而该主轴也不会向内移动，因此，它们的合力使该支承和主轴达到一个本质上不稳定的平衡位置。然而，因为上述磁铁 1 和 2 是相互在轴向方向上偏置的，因此存在一个轴向力分量，力图使该主轴 4 相对于该支承 3，作轴向移动，离开该支承 3。这个升高力被不能弯曲的扭转绳 5 所平衡，结果是，该主轴在该支承中心的一个位置上，保持在径向和轴向方向上稳定。

图 3 中表示了本发明用在 Couette 式粘度计（即与图 1 所示的粘度计相同）中的一个实施例，但支承 3' 上的磁铁 1' 和主轴 4' 上的磁铁 2' 是轴向配置的。该磁铁 1' 和 2' 在轴向方向是移位的，并且，它们排列的方向是使磁极处在互相排斥的状态下。上述静止的磁铁 1' 力图将带有可动磁铁 2' 的主轴，推到该支承 3' 之外去，但却被将该主轴 4' 与该支承 3' 连接起来的绳 5' 所平衡，因此，可将该主轴保持在一个轴向和径向均确定的位置上。

图 4 所示的实施例表示一个可与图 2 所示实施例相比较的粘度计，但如在图 3 所示的实施例中一样，其磁铁的配置方式与图 2 所示实施例中一样，其磁铁的配置方式与图 2 所示实施例中的磁铁配置方式不同。根据图 4，磁铁 1'' 和 2'' 是互相平行配置的，并且在轴向互相隔开一段距离。然而，在这种情况下，磁极的配置方式与图 3 所示的磁极配置方式相反，即：该静止的磁铁 1'' 力图吸引该可动磁铁 2''，将该主轴 4'' 拉动至该支承 3'' 之外去。如在其他例子中一样，扭转绳 5'' 抵消主轴的轴向移动。

图 1~ 图 4 给出的例子具体地对所示形式的测量仪器是优选的。

图 5 示意性地表示可以用于根据本发明的轴承装置中的沿径向配

置的无源磁铁轴承装置的径向和轴向磁化磁铁组合的不少于 10 种的不同结构形式。在图 5 中，由于所述装置的定位取决于所选择的磁铁偏置方向，和所选择的连接装置形式，因此没有表示连接装置。

5 第一种形式是沿着轴向方面磁化的磁铁的组合，图中可清楚地看到，内部磁铁的外部磁铁是在轴向方向上互相偏置的。第二种形式是沿轴向和径向方向磁化的磁铁的组合。第三种形式是沿轴向、在相反方向磁化的磁铁的组合，其中，可动磁铁在轴向方向，相对于静止磁铁是移位的。第四种形式是磁化方式与第二种形式相同的磁铁的另一个例子，但可动磁铁放置在静止磁铁的外面。

10 第五种形式的磁铁配置方式与图 4 所示的磁铁配置方式相同，即：磁铁是配置成相互吸引的。

第六种形式是磁铁沿径向、在相反方向上磁化的一种配置方式。

第七种形式与第二种形式相反，即：可动磁铁是在轴向方式磁化，而静止磁铁是在径向方向磁化的。

15 第八种形式是可动磁铁与静止磁铁都是在单一一个方向上磁化的一个例子。

第九种形式与第七种形式类似，但可动磁铁的磁化方向与第七种形式中的可动磁铁的磁化方向相反，并且，可动磁铁放置在静止磁铁外面。

20 第十种形式与第六种形式类似，但在这种情况下，静止磁铁和可动磁铁在轴向方向上是在不同的平面上工作的。

25 根据图 6 的实施例包括一个支承或支架 13，在该支架 13 中作有一个垂直的孔 7。在该孔 7 的周围有多个静止磁铁 11，而在该孔 7 的内部，有一个装有多与该支架 13 上的上述静止磁铁 11 共同工作的磁铁 12 的主轴装置 14。该主轴 14 有一个中心孔 8，在该主轴突出在上述支架上方的上端上，有一个安装扭转绳或扭转金属丝 15 的连接部分 9。该扭转绳沿着主轴的中心孔延伸，而主轴在分别位于该支架和
30 主轴上的磁铁 11 和 12 的影响下，保持在相对于该支架的一个确定的轴向位置上，使得由上述磁铁产生的合力将该主轴向上推，即：向推出至该支架的孔的外面的方向推。这样，上述扭转金属丝可以确定该主轴的轴向位置，并产生一个将该主轴保持在上述支架孔 7 的中心处的稳定力。

在该主轴 14 的上端有一个圆锥形的头部 10，可以放入一个测量容器载体或支座的形状与该圆锥形头部形状互补的凹下部分 R 中。

所示实施例中的主轴 14 带有一个驱动装置 D，用以驱动主轴作可控制的有限的回转运动。该主轴 14 还带有一个与它连接的传感器装置 S，该传感器 S 可与一个计算机装置连接，用以确定充入容器 K 中的液体的性质。

当该扭转绳或扭转金属丝 15 的扭转阻力已知，并为常数；另外利用与计算机共同工作的该传感器装置测出该驱动装置发出的驱动力时，则可以确定在上述容器中的液体性质。

上述的实施例一般用于回转零件回转几分之一转或几转的测量仪器等中。然而，如上所述，如果需要的话，也可以使用可允许该回转零件转动许多转的一种扭转装置，扭转绳等。如果该轴承装置要用在回转零件转动许多转的仪器中，则通常要利用一个轴向轴承来克服由共同工作的磁铁产生的轴向推力，达到轴向定位。这种轴向轴承可以是（例如），钟表主轴式的轴向轴承，其中，一个销子放在作在一块坚硬的材料（例如，钻石，红宝石，烧结碳化物等）上的一个凹下部分中；或者是固定在一个零件上的球体，放在与它相对的一个零件上的一个部分球形的座中的这种形式的轴向轴承。当然，与上述扭转绳或带子相似的这种轴向轴承应该这样放置；使该轴向轴承的回转轴线，与所述轴承装置的回转轴线一致，成为一个整体。与沿着扭转装置受到拉力作用的扭转装置形式相反，上述这种形式的轴向轴承，受到轴向推力或压力的作用。

图 7 所示的实施例表示一种轴承装置的一个例子，在这种轴承装置中，设有扭转装置，而取代该扭转装置的是一个与由蓝宝石、红宝石、钻石等坚硬材料制成的一个轴承件 6X 共同工作的销子 5X。磁铁是这样磁化的：使磁铁的轴向力分量向上，朝着该轴承件 6X 推动该内部零件 4。该销子比较弱，它的唯一作用是在轴向方向稳定内部零件 4。从图 7 中还可以看到外部零件 7 的一个有孔的盖，该盖起到防止该内部零件意外的轴向运动的档块的作用。

在所示的实施例中，至少有二对在轴向彼此隔开一定距离的磁铁装置。通过配置二组在轴向彼此隔开一定距离的上述磁铁装置，可使该内部零件 4 达到径向对中或稳定性。如果只有一组磁铁装置，则回

转零件会有摇动或摇摆的趋势；这表示回转轴线会偏离预期的几何轴线，并且该回转零件围绕着该几何轴线转动。通过配置二组在轴向隔开一定距离的磁铁装置，则回转轴线稳定，并保持与上述几何轴线对准。

5 上述二组磁铁装置中的每一组磁铁的磁场方向都是相同的，因此，这二组磁铁装置都可使该回转零件在同一个方向上偏移。然而，这二组磁铁装置的磁场方向也可以彼此相反，这样，该二组磁铁可使该回转零件在相反的方向偏移。在后一种情况下，重要的是使一组磁铁装置的偏移力超过另一组磁铁装置的偏移力；这对二组磁铁装置彼此相向向内偏移，或彼此离开、向外偏移的情况都是必要的。为了使
10 该回转零件保持其预期位置上，根据本发明，配置了一个连接件装置。该连接件装置，利用一个扭转装置或一根支承在一种坚硬材料上的销子等方法，使该回转零件定位。

 在回转零件由一个连接件，特别是由一根与该磁铁装置产生的轴
15 向力平衡的扭转绳支承的测量仪器中，该回转零件4可能会无意中
 向内推动，使该回转零件不但可达到上述的零点，而且还会通过
 这个平衡位置。结果会使该仪器全部被破坏。为了减少产生这种
 事故的危险，建议在与第一个连接件的方向相反的方向上，配置
 第二个连接件装置。该第二个连接的装置可以是扭转装置式的，
20 或是坚硬材料支承式的。最方便的方法是在上述回转零件的每
 一个轴向末端，固定一个连接件装置。但是，在许多情况下，更
 方便的是只在该回转零件的一个轴向末端，配置连接件装置，
 通过将扭转绳安装在一个象管子一样的装置内部，在该管子的任
 何一端作出一个座，或与一块坚硬材料共同工作的表面，而将
25 扭转绳与坚硬材料支承结合起来。这样，该回转零件的相对
 一端是自由的，可以安装测量容器等。

 为了减少由于错误操作，推动该回转零件，使该回转零件通过
 零点，并完全消失在该静止零件中的危险，可以在该静止零件，
 或回转零件上，或同时在二者上设置机械挡块，并将该挡块设计
 成，使得在该回转零件作一个小的轴向移动后，可阻止其进入
30 该静止零件；另外，如果连接件装置损坏，可以从该静止零件
 中取出该回转零件。

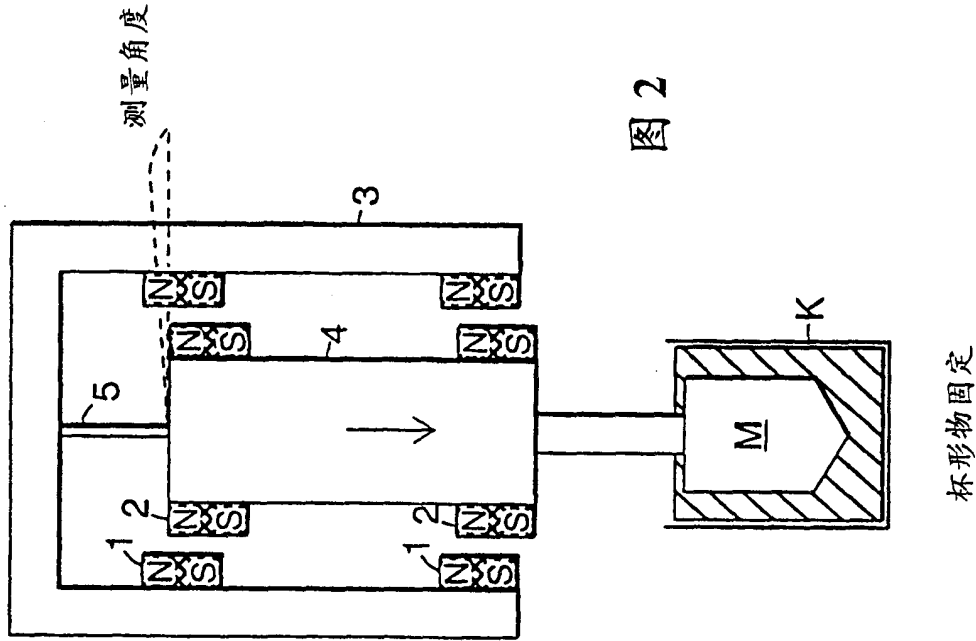


图 2

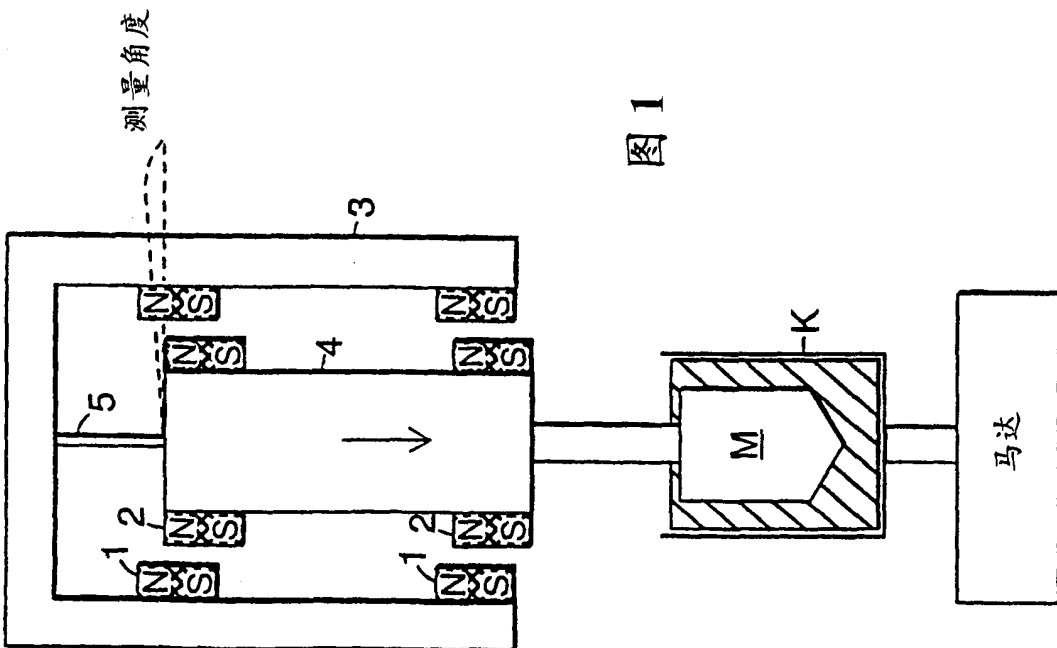


图 1

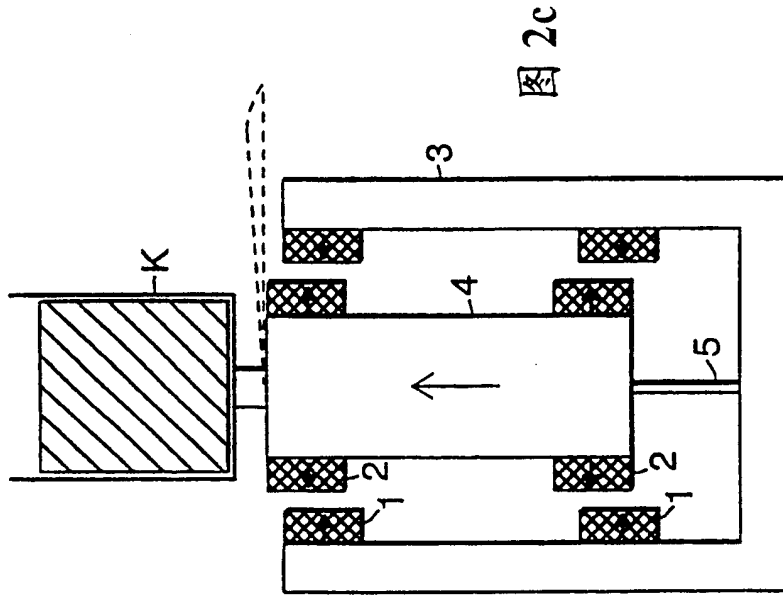


图 2c

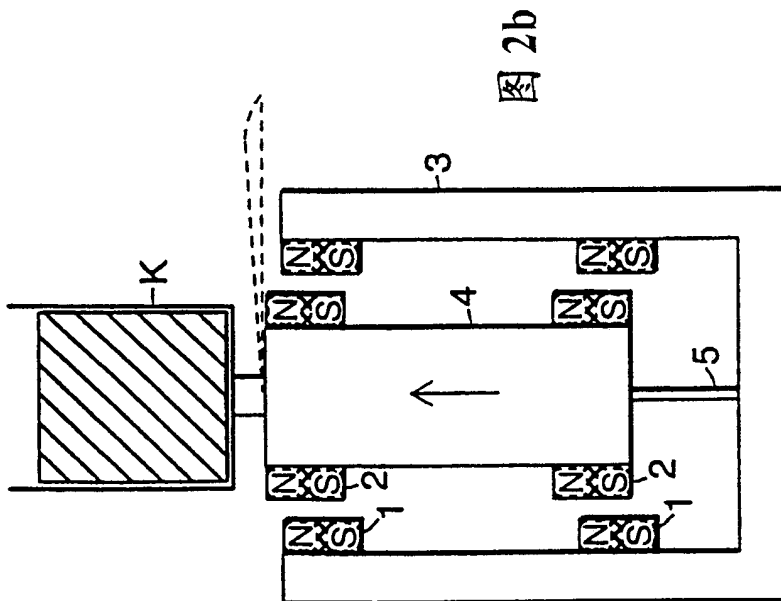
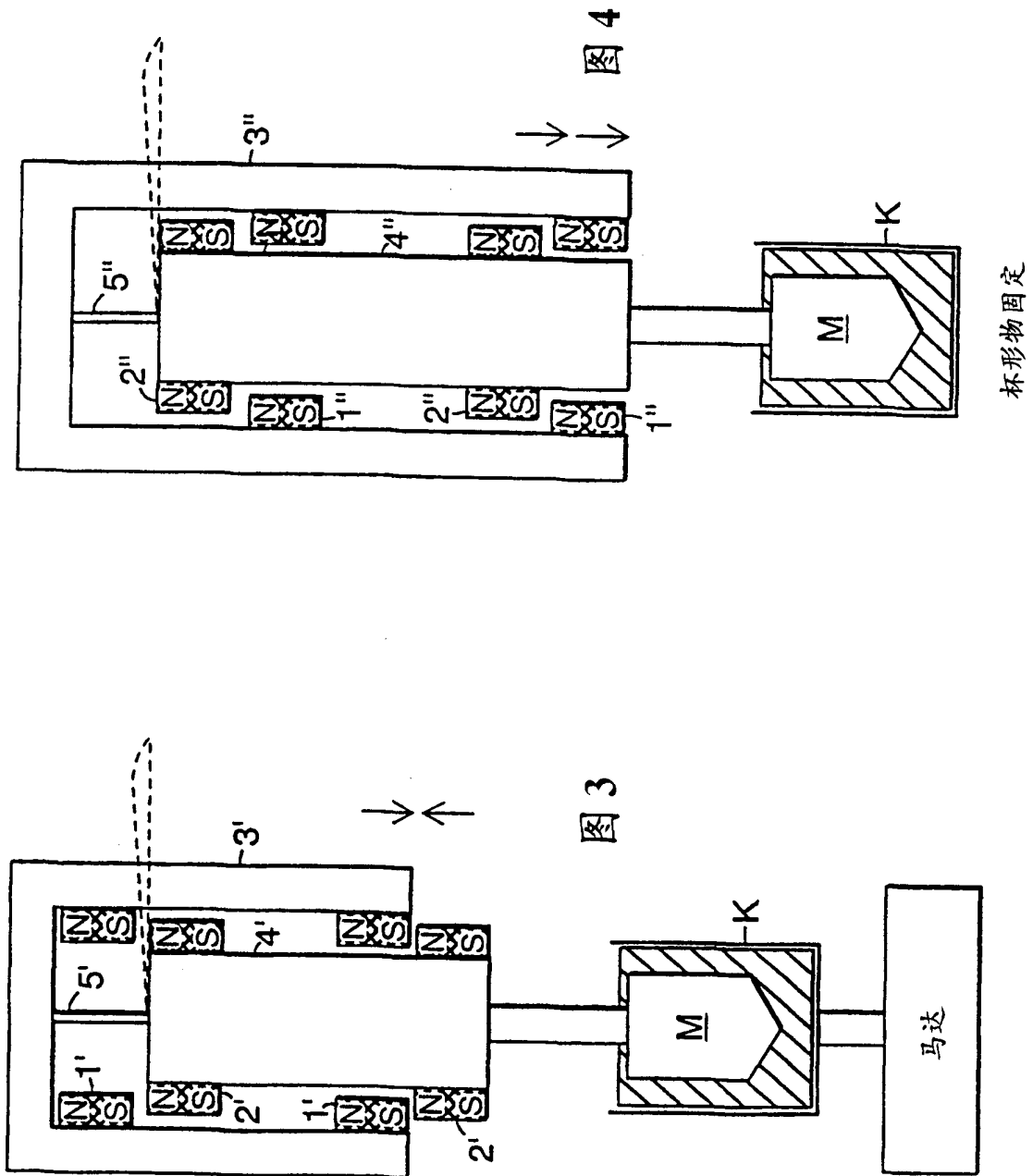


图 2b



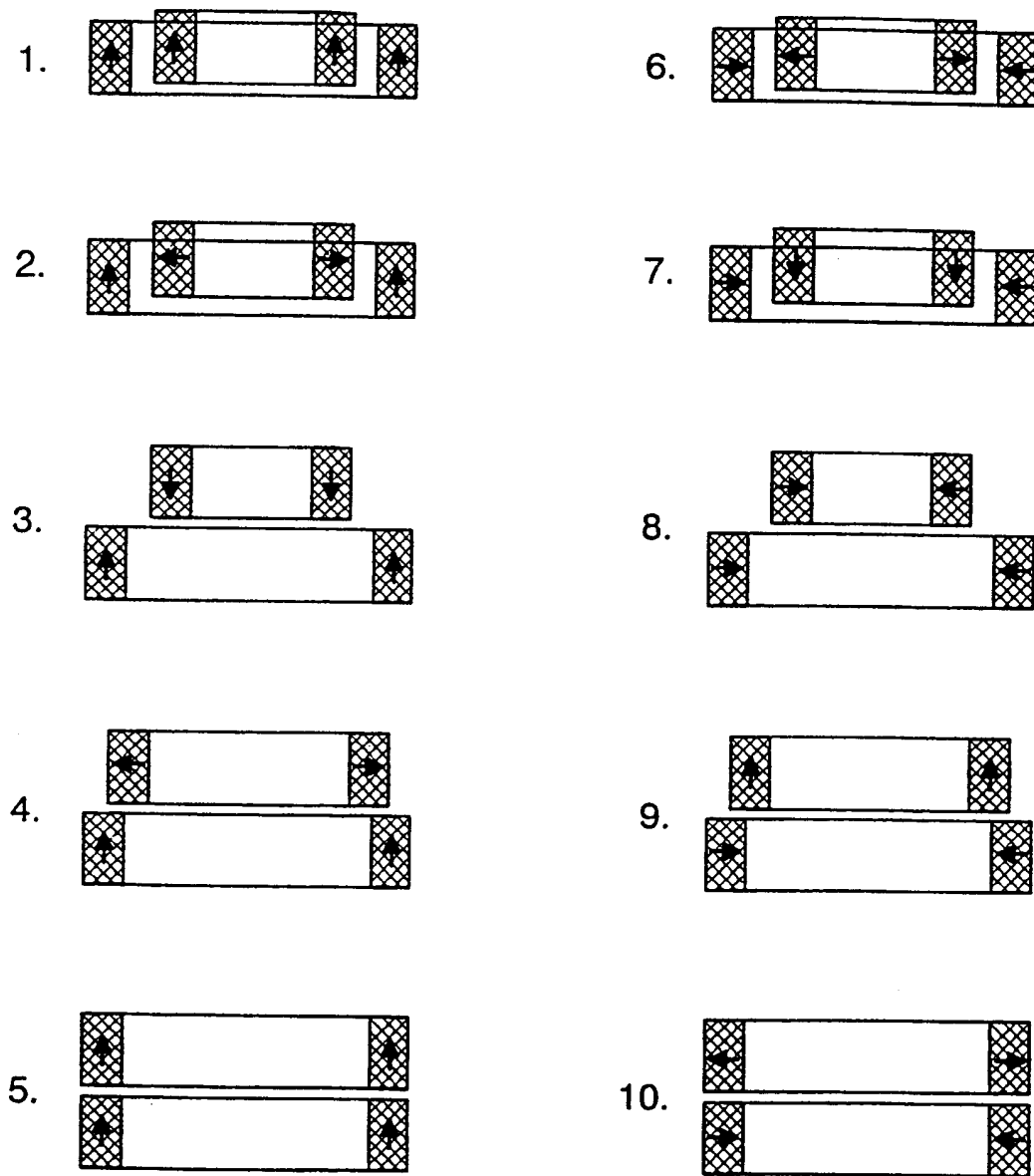


图 5

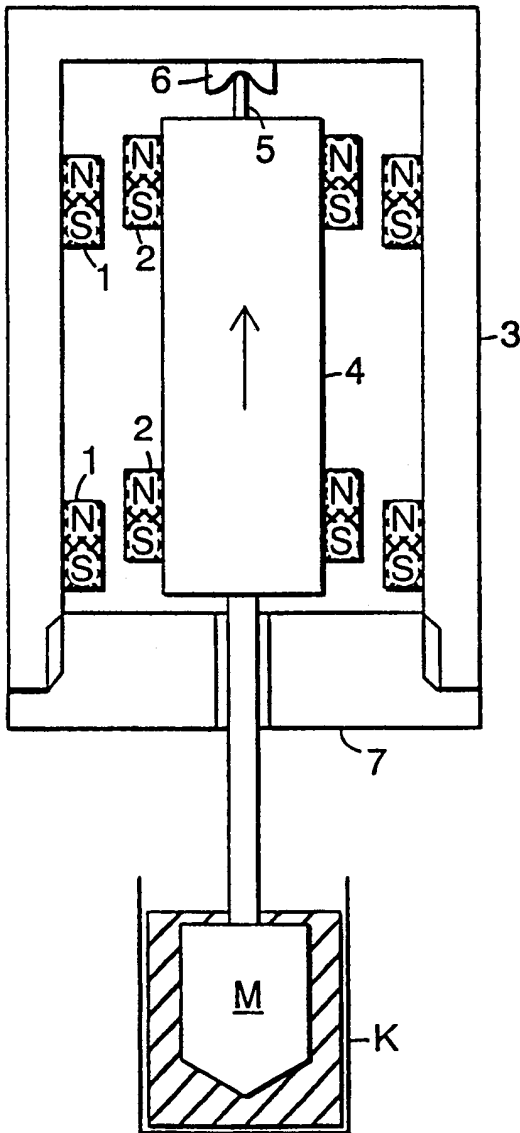


图 7