



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21]申请号 95113162.1

[51]Int.Cl<sup>6</sup>

G04C 3/16

[43]公开日 1996年10月16日

[22]申请日 95.12.28

[30]优先权

[32]94.12.29 [33]CH [31]03953 / 94

[71]申请人 ETA草图制造公司

地址 瑞士格朗日

[72]发明人 C·皮克莱特

K·特鲁姆皮

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 林道棠

G04C 3/12 H01L 41/08

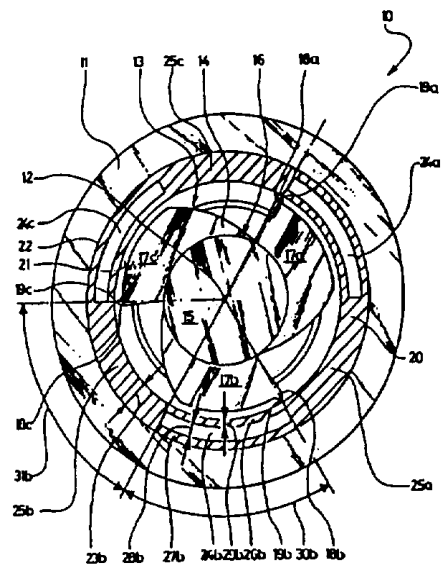
H02N 2/10

权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图页数 3 页

[54]发明名称 具有提供有关转子位置和 / 或转子转速信息装置的压电马达

[57]摘要

沿环形转子(20)内转子后表面(21)连续设区域(26a-c)和区域(25a-c),区域(26a-c)壁厚(29)小,而区域(25a-c)壁厚大,其对应的声阻抗频谱不同。在运行状态下,即当转子(20)转动时,所述区域(24a-c; 25a-c)由定子(13)的压电励磁机(15)交替励磁。周期性变化的声阻抗频谱以类似方式影响马达(10)的电阻抗频谱。通过马达(10)的电压源接头测量这些变化并将其转换为定子(13)与转子(20)之间的相对位置变化。



## 权利要求书

---

1. 压电马达(10)具有两个形成定子(13)和转子(20; 20')的部件(13, 20, 20'),至少这些部件的第一个(13)具有产生振动波的装置(15),该波至少将第一部件(13)的有效区域(18a-c)的有效部分(19a-c)带入周期性运动且第一部件(13)的有效部分(19a-c)的周期性运动至少作用在第二部件(20)的无源部分(21; 21'),使这两个部件(13, 20; 20')产生相对运动,其特征在于所述第二部分(20; 20')有几个基本上沿无源部分(21; 21')分布的环段(24a-c, 25a-c, 26a-c; 27a-c; 24', 25', 26', 27'),其中,至少第一环段(24a-c, 26a-c, 27a-c; 24', 26', 27')具有第一声阻抗频谱而至少第二环段(25a-c; 25')具有与第一声阻抗频谱不同的第二声阻抗频谱。

2. 如权利要求1的压电马达,其特征在于第一环段(24a-c, 26a-c, 27a-c; 24', 26', 27')与第二环段(25a-c; 25')或弹性不同,或惯性不同,或两者都不同。

3. 如权利要求2的压电马达,其特征在于第一环段(26a-c; 26')与第二环段(25a-c; 25')各有一壁厚(23a-c, 29a-c; 23', 29'),它们相互不同。

4. 如权利要求3的压电马达,其特征在于第一环段(26a-c; 26')邻接开口处(24a-c; 24')。

5. 如权利要求4的压电马达,其特征在于开口处(24a-c, 24')是槽形(24a-c; 24'),该槽切割第二部件(20; 20')并以基本恒定的距离沿无源部分(21; 21')延伸。

6. 如上述任一权利要求的压电马达,其特征在于第一环段(24a-c,26a-c,27a-c;24',26',27')沿第一角度(30a-c;30')延伸而第二环段(25a-c;25')沿第二角度(31a-c,31')延伸,这些角(30a-c,31a-c;30',31')基本相似。

7. 如上述任一权利要求的压电马达,其特征在于至少一个物理变量表示第一与第二声阻抗频谱之间的差别,且可在马达外确定它。

8. 如权利要求7的压电马达,其特征在于该物理变量是一个电变量。

9. 如权利要求8的压电马达,其特征在于该电变量可通过电接头在马达外确定,该电接头与所述用于产生超声频率范围内的振动的装置(15)的电压源所用电接头相同。

10. 如权利要求9的压电马达,其特征在于在其运行状态下,构成一个开环电路的电源和测量装置在某一固定频率下通过所述电接头确定作为电变量的电压或电流,并将其非均匀周期性变化转变为定子(13)与转子(20;20')之间的变化的相对位置。

11. 如权利要求9的压电马达,其特征在于在其运行状态下,构成一个闭环电路的电源和测量装置根据恒定的-最好是零-电压与电流间的相位偏移控制频率,相位偏移通过所述电接头确定并将频率的非均匀周期性变化转换为定子(13)与转子(20;20')间的变化的相对位置。

12. 如权利要求9的压电马达,其特征在于在其运行状态下,带有用于产生超声频率范围内振动的装置(15)的马达提供运行频率,而电源和测量装置将运行频率的非均匀周期性变化转换为定子(13)与转子(20;20')之间的相对位置的变化。

## 说 明 书

---

### 具有提供有关转子位置和 / 或 转子转速信息装置的压电马达

本发明涉及具有一个定子和一个转子两部件的压电马达，至少所述部件的前者具有产生振动波的装置，该振动波至少使前一部件有效区域的有效部分进入周期运动，而且所述前一部件有效部分的这种周期运动至少作用在最后一部件的无源部分，使这两部件之间产生相对运动。

这种马达是基于相互压电效应原理工作的。根据该原理，压电励磁机由交流电压励磁，并使定子以某一频率，如超声频率进行机械振动。通过适当的建筑措施，定子的振动便于转子的旋转运动。由于本领域马达有异步性能，因而须设一个附加装置以便确定转子位置及其转速。

文献EP 505848公开了一种压电马达，其定子有固定连接的印刷电路板，该电路板具有离心式延伸触头。转子装有套管臂，通过该装置，有关转子位置和其转速的信息可送至马达外。

这种装置的运行经历表明，尽管其具备基本功能，但其机械摩擦降低了整个马达的寿命且大量增加制造成本。而且，特别是对小电机，由于触头摩擦造成的工作效率降低和所需的附加空间影响很大。

光装置也是公知的，通过光束确定转子位置和 / 或转子转速。

同样，这种解决方法也使造价和马达附加件以及相应的制造成

本大量增加。这种装置也导致马达尺寸增大，尤其是小马达，而且由于产生光束需消耗附加能量引起工作效率降低。

因此，本发明的目的是提供一种压电马达，它具有提供有关转子位置和/或其转速的可靠信息的装置，通过避免大摩擦延长使用寿命，不必增大马达尺寸，只需较小附加能量消耗，并制造简单，造价低廉。

由权利要求1的特征确定实现该目的的发明方案。

利用本发明方案，通过马达的电压源接头可直接并可靠地取得有关转子位置和转速的信息。为达到该目的，马达不需任何附加部件，因而马达寿命不会降低，且其大小保持不变。只需对转子以及电压源装置作简单的微小变化。

根据优选实施例，转子可具有环形段槽部分，从局部考虑，其特征是声阻抗值与固体材料部分不同。通过这种方法，在运行期间电压源至少有一个电气变量变化，它是位置及转速信息的携带者。所设槽不需任何附加制造成本，因为它们可在转子注模的同时得到。

第一优选电压源和测量装置根据电源电压与电源电流间的恒定相位差-零较好-控制频率，并将频率的瞬时、非均匀周期性变化过程转换为转子相对定子的位置变化。该电源和测量装置结构简单且只需微小的附加成本。

在第二优选方案中，压电马达有一运行频率，由于槽，该频率在运行期间也有瞬时、非均匀周期性变化过程，由电源和测量装置检测并将其转换为变化的转子位置和/或转速。该方案运行效率高且成本非常低。

下面结合附图，通过几个实施例说明本发明，其中：

图1 所示为沿垂直旋转轴方向剖开的有转子的压电马达第一实

施例，

图2a所示为沿图2b的IIa-IIa 线剖开的转子第二实施例的顶视图，

图2b所示为沿图2a的IIb-IIb 线剖开的转子第二实施例横截面图，

图3所示为第一电源和测量装置模块图。

图1所示为压电马达10的第一实施例，该马达下面不详述。对于与本发明没有直接关系的结构细节，图1和图2 所示的第一实施例标记使用上述文献EP 505848中的。这也用于定子。

压电马达10固定装在圆形底盘11上。其中心装有旋转轴12，它在后面用作参考轴。

形成定子13的平板刚性固定于底盘11，并主要由谐振板14组成，谐振板14固定连接-如粘结-圆形压电陶瓷励磁机15，励磁机15 的电源接头未示出。励磁机15可用陶瓷材料制成。谐振板4 包括一个被励磁机15覆盖的圆形区域16，并由此向外伸出三个谐振翼17a, 17b, 17c,从而给定子装上螺旋桨。

这三个谐振翼17a-c 的每一个上都有一个向外指的凿子形状的谐振齿18a,18b,18c,它几何引为一线,其平行于旋转轴12。但是,事实上,结果并不完全是一线,而是一个小区域。这种谐振齿18a-c 每个都有所谓的突出部分19a,19b,19c,它形成相对旋转轴12的一段汽缸套。

对着这些突出部分19a-c的是一环形转子20,它可动地装在底盘11上,并有一个形成后表面21的内汽缸套。后表面21与外表面22 一起确定其间的转子厚度23,其中外表22与转子后表面是同心的。

切割转子20,形如环形段的三个相同槽24a,24b,24c被三个相同的固体材料区域25a,25b,25c相互隔开。下面将槽24b和固体材料区域25b作为所有三个槽24a-c和所有三个固体材料区域25a-c的代表进行说明,其中说明是相对旋转轴12的。

槽24b将转子20分为薄的内转子部分26b和外转子部分27b。沿径向测出槽24b的厚度28b,内转子部分26b的厚度29b。槽24b沿角30b延伸,而固体材料区域25b沿角31b延伸,两个角均为60°。

图1所示本发明压电马达10的压电陶瓷励磁机15 的电源是,如200KHz的正弦电压,该马达的功能如下。

由压电陶瓷励磁机15将超声振动径向向外传入谐振翼17a-c,造成三个谐振齿18a-c和其突出部份19a-c在垂直于旋转轴12的平面内周期性地、近乎椭圆地运动。由于该运动,转子20被颠簸驱动。为了更详细说明图1所示压电马达10的驱动原理,尽管谐振翼数目不同,仍使用与上述文献EP 505848相同的标记。但是,设三个谐振翼,其驱动效果截然不同。

对应谐振齿18a-c的谐振翼17a-c与其突出部分19a-c一起振动,其方式决定于结构,即作为负载的相邻转子20的结构方式。通过一个物理变量-声阻抗,可整体地或局部-如转子20部分-地说明马达10的振动特性。

对应某一频率,只考虑一个声阻抗性,或考虑作为一定带宽频率的函数的声阻抗变化量。在本说明书全文和权利要求书中,声阻抗频谱的定义用于作为频率函数的声阻抗变化量。

该定义特别涉及声阻抗频率图而非声阻抗时序图。而且,当某一频率对应至少一个相互不同的阻抗值时,出现两个分离的不同声

阻抗频谱的问题。对这种情况，声阻抗频谱图是否在所考虑的带宽内连续变化，或出现间断或只有几个离散点都无关紧要。

由于压电马达10是带电的，从电压源这一点看，马达就像一个反映其负载特性的电阻抗。这样，对某一频率只需考虑单一的电阻抗值，而可考虑作为一定带宽内频率的函数的电阻抗变化量。在说明书全文以及权利要求书中，类似上述声阻抗频谱的情况，电阻抗频谱的定义用于作为频率函数的电阻抗变化量，下面的电阻抗是指从电压源处考虑。

声阻抗与电阻抗之间关系密切。声阻抗频谱的变化影响电阻抗频谱。但是这种关联关系对本发明并不重要。该发明方案是基于声阻抗频谱以一种等效方式转换为通过未示出的马达接头测量的电阻抗频谱。

但是，在这种情况下，只有转子20与突出部分19a-c 直接相邻的局部区域，即只有在突出部分19a-c的附近且直接由其励磁的转子20的部分区域影响声阻抗频谱。转子20设有几个连续部分，局部考虑时其特征在于具有不同的声阻抗频谱，所以整个马达10 的电阻抗频谱随定子13和转子20之间的相对位置而变化。可是，文献EP 505848中的转子是完全轴对称的，因而其电阻抗频谱不随转子位置而变化。通过一个简单的测量装置可确定电阻抗频谱对旋转转子20的变化，该测量装置也连至马达10并表示出转子位置和/或其转速。后面说明几种可行的连接和测量装置。

振动元件的声阻抗频谱主要决定于其惯性、弹性和内摩擦力。通过适当的构造方式，这三个值可沿转子后表面21明显变化。但是，内摩擦损耗要保持尽可能小，使工作效率不降低。所以，只考虑沿转

子内表面21的惯性和弹性变化量。按图1,转子20中的槽24a-c产生薄的内转子部分26a-c,26a-c具有较小厚度29a-c,它不如固体材料部分25a-c刚性好。这些不同特点造成不同的电阻抗频谱。外部区域27a-c为使转子20足够稳定而设,使之不降低所希望的内部分26a-c的特定振动特性,该特性与固体材料部分25a-c的特性明显不同。

由于槽24a-c和固体材料部分25a-c分别沿 $60^\circ$ 的角30a-c和31a-c延伸,所以,或所有三个槽24a-c,或所有三个固体材料部分25a-c直接邻近三个突出部分19a-c。所以,三个突出部分19a-c处于相同的运行状态,其各自作用的叠加产生一个放大的总作用,即运行期间电阻抗值、电阻抗频谱分别对运行频率的明显变化。在上述情况下,分辨率是一比三,即对转子20转一圈,交替产生三次第一或三次第二电阻抗频谱。换句话说,在其运行频率下,电阻抗达到三次最大值和三次最小值。所以,通过连续计算这些极值,可知转子转速或从初始位置起动、转子位置。所述一比三分辨率满足大多数应用。

外转子部分27a-c给转子20提供足够的稳定性,它相当于没有槽24a-c时转子所应有的稳定性。

当然,也可用电导纳频谱代替电阻抗频谱,前者是对应于后者的倒数。沿电阻抗频谱的频率刻度可找到几个局部最小值,称之为模式。对每一种模式,谐振板14产生一种特定变形。对一种特定模式,可产生一种很明显的变形,但它只在径向或轴向作用,即突出部分19a-c只在径向振动,这意味着未驱动转子20。选择适当模式主要决定于最大可能驱动作用,即转子20的最大可能转速。所选模式下面称作基模式。当电源电压增大且其温度也增高时,该基模式只略微减少几KHz。而且,大气压力对基模式的影响也很小。

为了取得较高运行效率,以使基模式附近的频率刻度不含任何别的局部阻抗最小值的方法选择谐振板14的形状十分重要。只应选择具有最大驱动作用的谐振。所有其它模式,包括相对三个谐振翼17a-c不对称的,在使用脉冲驱动时,都将引起损耗增大,该损耗可能是对应较高频率极大模式的。而且,励磁机15和谐振板14在预定频率处的声阻抗优选类似值对总的运行效率有积极影响。所有上述要求可通过本发明实施例中的定子13,特别是谐振板14以及转子20满足。

通常,所有模式不仅具有局部阻抗最小的特点,而且具有零相位交叉的特点。为了取得最大可能运行效率,由励磁机15的静态电容引起小的相位移动可通过一个附加感性并联电路校正。

还有使转子20反向旋转的模式。所以,通过分别改变所供电压、导引信号49的频率,可改变马达的旋转方向。这样,满足了双向马达的要求。

图1所示的压电马达10的转子20可用图2a和2b所示的第二实施例中的转子20'代替。下面,说明转子20'与转子20的区别。

转子20'厚23',且有一转子后表面21',转子20'只含一个槽24'且相应地只有一个固体材料部分25'。从图2b可看出,槽24'沿数字31'所标的 $20^\circ$ 角切割转子20',并在此将转子20'分为内转子部分26'和外转子部分27'。沿槽24'在转子内侧上延伸的转子部分26'厚29',沿径向测量,它明显小于第一实施例中的厚度29a-c。固体材料部分25'沿 $340^\circ$ 的角31'延伸。

具有如图2a和2b所示转子20'的压电马达10的功能与图1所示马达功能区别如下。

由于转子20'只有一个槽24',因此只有一个突出部分19c位于槽24'附近。该槽24'对声阻抗频谱以及电阻抗频谱的作用小于图1的压电马达10,因为图1中所有三个突出部分19a-c始终在同样的条件下振动。但是,在图2的情形下,由于内转子部分26'的较薄部分,即较小厚度29',该单一槽24'的作用增大。在这种情况下,槽24'可为较小结构,即角30'可仅为 $20^\circ$ ,角30'对应图1中的角30a-c。结果得到两个差别很大的电阻抗。通过使用转子20'或类似转子,电阻抗频谱将以某种方式变化,使阻抗最小值和频率刻度上的相位过零点出现在以百分之一比例变化的某一运行频率处,这是完全可测到的。

图3所示为通过闭环控制用于所发明马达的第一电源和测量装置模块图,其中只示出马达电流环作为电连接环。通过以40标记的电压控制器实现某种控制器,如电压控制振荡器(VCO),其输出侧接至压电马达10。与此串联连接的是电流测量单元41而并联连接的是电压测量单元42。单元41和单元42分别发出测量信号43和44至相位测量单元45。在该相位测量单元45的输出侧,反馈信号46通过放大器47送至比较器48。比较器48还有一个输入信号,它是超前信号49。在比较器48的输出侧,确定控制偏差信号50,送到控制器40的输入端。

这种电压和测量装置控制交流电压的频率使电压和电流始终同相。VCO控制器40接收来自比较器48的超前信号49,作为具有某一峰值电平的直流信号,且在控制器40的输出侧将已定频率的正弦交流电压送至压电马达10。此处,电流测量单元41测量电流瞬时值而电压测量单元42测量电压瞬时值。两个单元分别将成比例的测量信号43和44送至测量单元45,测量单元45确定两信号间的相位差异并将相应的反馈信号46通过放大器47送至比较器48。比较器48将放大的

反馈信号46与原超前信号49比较并产生用于VCO控制器40的控制偏差信号50。

以这种方式，在运行期间通过电压和电流间的相位差校正连至马达10的电源电压的频率，即正弦电压源的频率在马达10运行期间周期地变化。换句话说，根据槽24a-c,槽24'分别对局部阻抗最小值、相位过零点频率的作用，只要运行频率始终沿频率刻度跟踪基模式的周期性偏差，就能维持最佳运行点。槽24a-c,24'分别使频率在马达10运行期间周期性变化，由此可确定转子位置和/或其转速，这种周期性变化可用以下三种方法检测。

在比较器中，将直流电压信号50与所供基准直流电压信号相比。两个电压信号之差确定电源电压频率相对基准频率的偏差。

第二种是提供一种时间测量装置，测量交流电源电压过零点之间的时间差，由此决定瞬时频率。

第三种可行方法是计算某一时间段内的过零点数目。当加入一个石英时钟时，这种变化较佳，因为此时32KHZ的石英频率可以一种简单的方式得到一个几毫秒的时间段。相应的电路结构简单，且耐用。

下面，没有数字标记，通过例子说明另两种电压源和测量装置，它也用于本领域的压电马达，由电阻抗频谱分别确定转子位置、转速。

第二种电压源和测量装置对应于开环控制系统。它向马达10提供固定频率的交流电压并测量由转子20,20'的声阻抗变化引起的电流波动。该方案尤其适于带恒定负载的情况。从原理上说，给马达提供稳定交流电流并记录电压波动也是可行的。

第三种电压源和测量装置提供一个具有频率确定部件的交流电压源。由于这种交流电压的频率随马达基模式的周期性变化而波动，所以电流与电压间的相位差保持恒定。上述三种可行方案均可用于测量频率。

利用本发明方案，通过所接电压由一简单测量装置可得有关转子位置，特别是转子转速的情况。本发明使用寿命长，所含部件少且简单，不需增设马达空间。马达外的电压源和测量装置不需任何明显能量消耗，因而几乎不影响马达效率，且制造容易，成本低。

也可用一些钻孔代替槽24a-c, 24'。形状大小主要由局部声阻抗频谱所发生的变化决定。一般，变化越明显，内转子部分 26a-c, 26' 越薄，且槽24a-c, 24' 延伸越大，即厚度29a-c, 29' 越小，且角30a-c, 30' 越大。在槽24a-c, 24' 的角30a-c, 30' 明显大于固体材料部分25a-c, 25' 的角31a-c, 31' 的情况下，后者对电阻抗频谱的影响将减小。在图1所示的方案中，槽24a-c, 24' 以及固体材料部分25a-c, 25' 最好沿相同的60° 角延伸。

在所示两个例子中，有关转子位置及转速的信息只由两个不同的声，电阻抗频谱决定，因为突出部分19a-c或在槽24a-c, 24' 附近，或在固体材料部分25a-c, 25' 附近。所以，可提供与图1 中的转子20 槽数相同的转子，但槽却以另一种方式分布。所有的槽以及其间三个固体材料部分中的两个都沿约50° 角延伸。第三个固体材料部分却以110° 角延伸。由于转子的这种分布，谐振齿一个接一个地进入槽的作用区间。第一个进入某槽作用区间的谐振齿也第一个离开该区间。这样，产生电阻抗频谱的分段作用，逐步经历下述状态：无谐振齿在槽附近，只有第一个，第一个和第二个，所有三个，第二个和第

三个,只有第三个,然后又没有。

在一次旋转内这七个状态顺序发生三次。这样增加分辨率。与图1的1:3相比,此时是1:21。由于转子的这种布置,即由于槽间和固体材料部分间的角度关系,槽和固体材料部分对电阻抗频谱具有同样的作用。由于第三个固体材料部分对电阻抗频谱作用较长,形成特例。

为了增加分辨率,可在转子上设多个槽或孔,如12个槽和12个固体材料部分,每个沿 $15^\circ$ 延伸。

从原理上说,外转子部分27a-c,27'可省略,将槽24a-c,24'开在外侧,从而形成沟。

为了提高稳定性,槽或沟可部分或全部由不同材料构成。这种材料必须具有明显不同于转子20,20'的振动特性。

所有上述方案中,转子位置及转速都是通过压电励磁机15的电源接头确定的。但是,也可在转子20,20'上设一附加探头,它在运行期间连续记录转子20,20'的振动特性并将其变换为相当的变化的交流电压信号,由一响应电路将该信号转变为转子位置变化。

该发明方案还可确定线性马达的转子速度。

由于上述优点,本发明马达可用于手表。通过一个与凸起相连的适当电路装置可容易地调整装有这种马达的手表的时间。

说明书附图

图 1

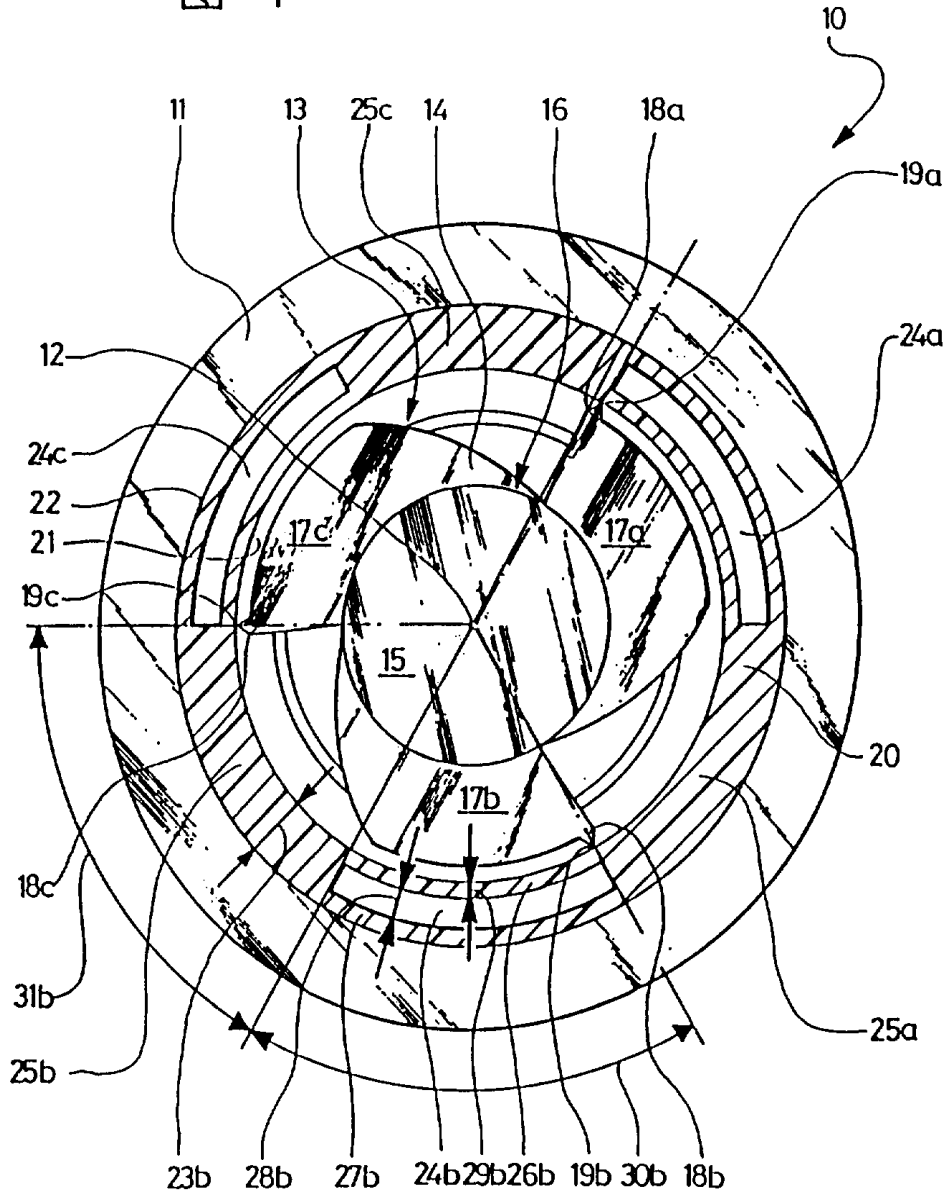


图 2a

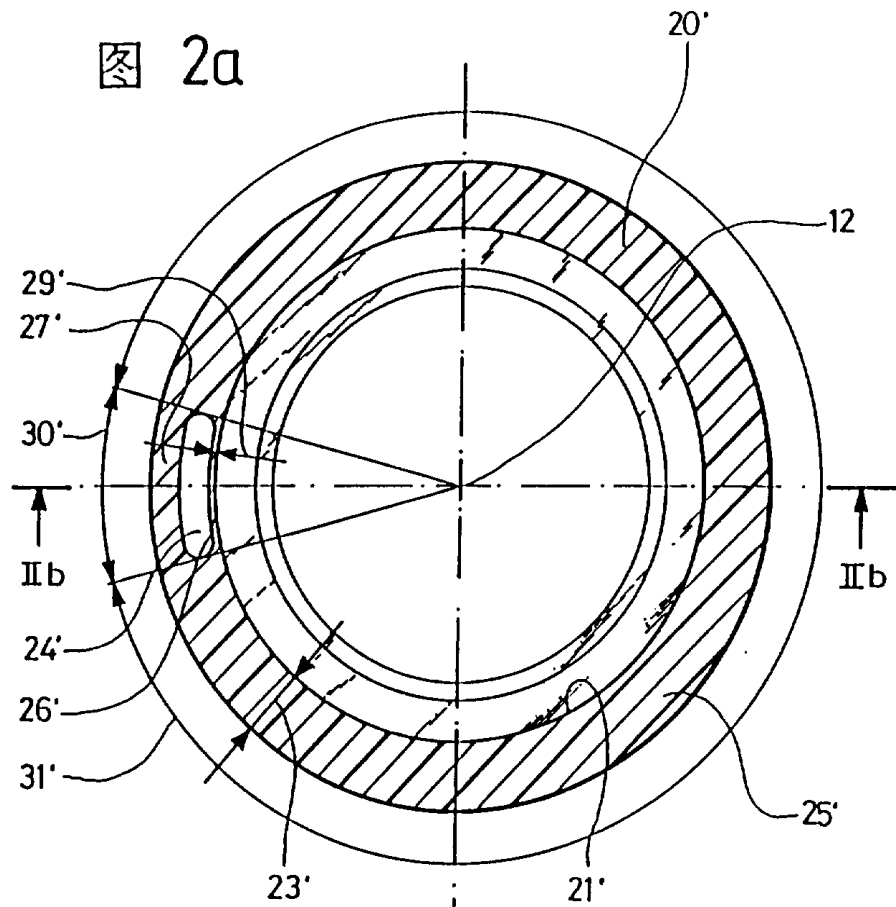


图 2b

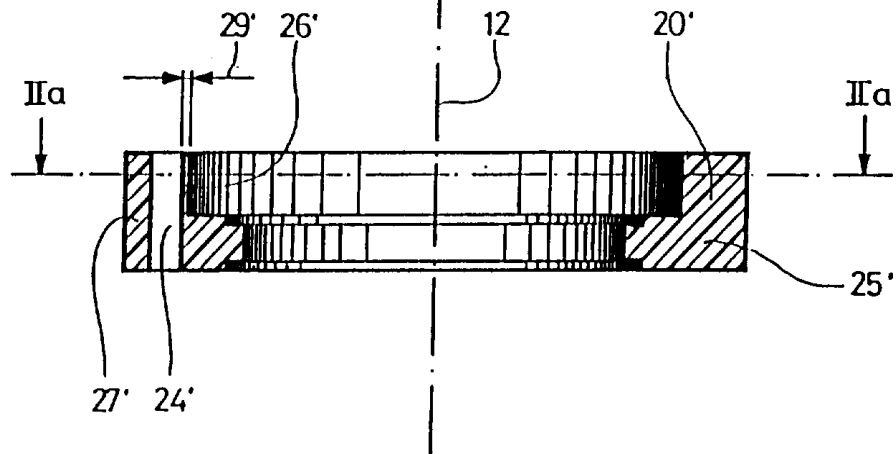


图 3

