



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 91104745.X

[51]Int.Cl⁵

F16C 32/06

[45]授权公告日 1994年12月21日

[24]颁证日 94.10.2

[21]申请号 91104745.X

[22]申请日 91.6.3

[30]优先权

[32]90.6.4 [33]US[31]541,131

[73]专利权人 罗素·D·艾迪

地址 美国罗得岛

[72]发明人 罗素·D·艾迪

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

F16C 17/00

代理人 黄力行

F16C 33/02

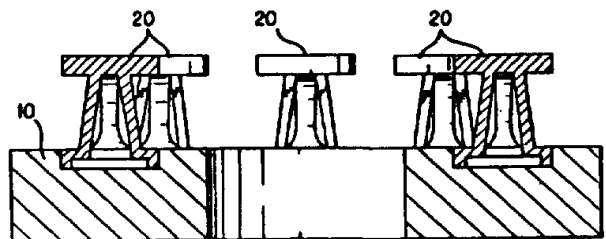
说明书页数:

附图页数:

[54]发明名称 具有组件式结构和多偏斜性轴瓦的液力动力推力和轴颈滑动轴承

[57]摘要

液力动压轴承，其包括和多个沿支座的圆周间隔设置的轴承瓦块。轴承瓦块可以有组件式构造，因此轴瓦部分可拆卸地固定到支座上。设计的各种轴承瓦块结构包括具有膜片的第二支承部分和具有圆柱形元件的主支承部分，圆柱形元件设置在膜片和轴瓦之间。连续的环形轴瓦可以代替不连续的轴瓦。支座的轴瓦接收孔中可以设置定位销，使轴承瓦块适当定向。支座中可以有切口和槽，以便增加柔性，或者在支座中设置支撑轴承瓦块的梁。轴承也可以有多功能的构造，以及具有灵敏结构。



权利要求书

1.一种适于支撑旋转轴的组件式液力动压轴承,其包括:

支座元件,支座元件中设有多个开口,开口绕确定的轴线间隔设置;

多个轴承瓦块可拆卸地固定在支座的开口中,每个轴承瓦块包括轴瓦部分,轴瓦部分具有支撑轴瓦部分的支承部分和轴瓦表面,每个轴承瓦块的支承部分设计成在载荷作用下,轴瓦偏斜,以致这些轴承瓦块相对于旋转轴形成液力动压楔,

其特征在于,

轴瓦部分可拆卸地固定到支承部分的一个部分,支承部分的另一部分可拆卸地固定在多个所述的孔之一中,从而使液力动压轴承具有组件式结构。

2.按照权利要求1所述的液力动压轴承,其特征在于:每个轴瓦部分与支承部分螺纹连接。

3.按照权利要求1所述的液力动压轴承,其特征在于:每个轴瓦部分借助花键闭锁连接器与支承部分可拆卸地连接。

4.按照权利要求1所述的液力动压轴承,其特征在于:所有轴承瓦块的轴瓦表面,在轴承不受载荷作用时,基本上都处于同一平面,所述平面基本上平行于轴支撑部分的平面。

5.按照权利要求1所述的液力动压轴承,其特征在于:轴承瓦块包括两个用不同材料形成的区别部分,至少有一部分用不同于支承部分的材料制成。

6.按照权利要求1所述的液力动压轴承,其特征在于:轴瓦表面是非圆形表面。

7.按照权利要求1所述的液力动压轴承,其特征在于:在轴瓦部分和支承部分之一上设有定位凸块,而另一个轴瓦部分和支承部分包括用于接收凸块的接收开口,以致非圆形轴瓦能够相对于支承部分精确定位。

8.按照权利要求1所述的液力动压轴承,其特征在于:在轴承瓦块支承部分和支座之一上设置定位凸块,而另一个轴承瓦块支承部分和支座上包括用于接收凸块的接收开口,以致轴承瓦块的支承部分相对于支座元件精确定位。

9.按照权利要求1所述的液力动压轴承,其特

征在于:轴承瓦块的支承部分与支座螺纹连接。

10.按照权利要求1所述的液力动压轴承,其特征在于:每个轴承瓦块的支承部分借助花键闭锁连接器与支座相连接。

11.按照权利要求1所述的液力动压轴承,其特征在于:多个轴承瓦块中的每个支承部分包括主支承部分,第二支承部分和第三支承部分。

12.按照权利要求1所述的液力动压轴承,其特征在于:每个轴承瓦块的支承部分包括连续的膜片。

13.按照权利要求12所述的液力动压轴承,其特征在于:在膜片上至少设有一个开口,以致使支承结构在一个方向上的柔性高于其他方向。

14.按照权利要求1所述的液力动压轴承,其特征在于:轴承是滑动轴颈轴承,其具有纵轴线,并且设置在支座上的开口朝着旋转轴的径向延伸。

15.用于支撑旋转轴的液力动压轴承,其包括:

支座元件和安装在支座中的多个相间隔的轴承瓦块;每个轴承瓦块包括具有轴瓦表面的轴瓦部分和支承部分,

其特征在于,

支承部分包括具有圆柱形梁的主支承部分,具有膜片的第二支承部分和第三支承部分;

轴瓦部分与支承部分中最接近的主支承部分相连接,第三支承部分可拆卸地固定到支座上。

16.按照权利要求15所述的液力动压轴承,其特征在于:主支承部分由实体圆柱形梁构成。

17.按照权利要求15所述的液力动压轴承,其特征在于:主支承部分由空心圆柱形筒状部分构成。

18.按照权利要求15所述的液力动压轴承,其特征在于:第三支承部分包括连续的环状凸缘。

19.按照权利要求15所述的液力动压轴承,其特征在于:在第二支承部分的膜片中至少非匀称的设有一个开口,以致支承结构在一个方向上的柔性大于其他方向,并且由此在预定方向上产生预偏斜。

20.按照权利要求15所述的液力动压轴承,其特征在于:每个轴承瓦块朝着预定的方向产生预偏斜。

21.按照权利要求20所述的液力动压轴承,其

特征在于：在支座和轴承瓦块支承部分之一上设有定位销，在另一个支座或轴承瓦块支承部分上设有定位销接收开口，定位销装入定位销接收开口中，以致轴承瓦块在支座上定向。

22.按照权利要求 15 所述的液力动压轴承，其特征特征在于：轴瓦部分包括一个部分，这一部分的材料与轴承瓦块支承部分的材料不同。

23.按照权利要求 15 所述的液力动压轴承，其特征特征在于：轴瓦部分与支承部分螺纹连接。

24.按照权利要求 15 所述的液力动压轴承，其特征特征在于：支承结构为非匀称体，以致在预定方向上对轴承瓦块产生预加载。

25.按照权利要求 24 所述的液力动压轴承，其特征特征在于：设有使每个非匀称轴承瓦块在支座中精确定向的定位装置。

26.按照权利要求 15 所述的液力动压轴承，其特征特征在于：支座包括多个适于安装轴承瓦块的孔，每个孔中设有定位凸块，每个轴承瓦块都设有接收定位凸块的开口，以致当轴承瓦块装入支座中的孔时，定位凸块使轴承瓦块相对于支座准确定向。

27.按照权利要求 15 所述的液力动压轴承，其特征特征在于：轴瓦部分可拆卸地固定到支承部分。

28.用于支撑旋转轴的液力动压轴承，其包括：支座，固定在支座上的多个轴承瓦块支承部分，轴承瓦块支承部分围绕预定的轴线对称设置，其特征特征在于，由多个轴承瓦块支承部分支撑连续的环形轴瓦，所述环形轴瓦具有适于支撑旋转轴的轴瓦表面。

29.按照权利要求 28 所述的液力动压轴承，其特征特征在于：环形轴瓦的轴瓦表面还有多个沿圆周间隔设置的凹槽，其限定了多个非凹的轴瓦部分。

30.按照权利要求 28 所述的液力动压轴承，其特征特征在于：环形轴瓦的轴瓦表面实质上是平面。

31.用于支撑旋转轴的液力动压轴承，其包括：

支座元件，支座元件中设有多个孔，这些孔围绕预定的轴线设置，具有多个轴承瓦块，每个轴承瓦块固定到支座中的一个孔中，每个轴承瓦块还包括轴瓦表面和支承部分，支承部分包括主支承结构，第二支承结构和第三支承结构，

其特征特征在于，主支承结构包括在轴承瓦块的几何中心支撑轴瓦的支座元件，在支座底部非匀称地

切除部分材料，其相应于主支承结构和第二支承结构之间的接合处，第二支承结构包括位于一平面中的连续膜片，这个平面基本上平行于轴瓦的平面，所述的膜片上至少设有一个开口使膜片朝预定方向产生预偏斜，第三支承部分包括环状凸缘，凸缘从第二支承部分处延伸并且远离轴瓦部分，在载荷作用条件下，各轴承瓦块的支承部分适于产生偏斜，以致使轴瓦部分的轴瓦表面相对于旋转轴形成液力动压楔。

32.用于支撑旋转轴的液力动压轴承，其包括：

整体形的支座，支座具有轴线，支座还包括多个围绕轴线间隔设置的开口；

每个轴承瓦块，多个轴承瓦块装入支座中的一个开口中，每个轴承瓦块包括轴瓦部分和支承部分，

其特征特征在于，支承部分包括连续的截圆锥形部分，截圆锥部分具有大的基底部分和窄小端部，窄小端部与轴瓦部分固定。

33.按照权利要求 32 所述的液力动压轴承，其特征特征在于：支承部分与轴瓦部分可拆卸的相互固定。

34.按照权利要求 32 所述的液力动压轴承，其特征特征在于：支承部分与支座可拆卸地相互固定连接。

35.按照权利要求 32 所述的液力动压轴承，其特征特征在于：轴承瓦块的支承部分还包括与截圆锥部分的基底相连接的膜片部分和与膜片部分相连接的环形腿部。

36.按照权利要求 32 所述的液力动压轴承，其特征特征在于：轴瓦部分包括至少两个区别部分，它们由不同的材料构成。

37.按照权利要求 36 所述的液力动压轴承，其特征特征在于：其中一种材料是压电材料。

38.按照权利要求 32 所述的液力动压轴承，其特征特征在于：支座是柔性支座，其中设有多个开口，在开口中安装有轴承瓦块，被柔性支撑的轴承瓦块可以朝预定方向偏斜。

39.用于支撑旋转轴的液力动压轴承，其包括一个支座和一个轴承瓦块，

其特征特征在于，

支座上设有多个相互间隔的燕尾榫槽；

5

每个轴承瓦块包括轴瓦部分和轴瓦支承部分，轴瓦支承部分具有至少一个燕尾棒部分，这个燕尾棒部分与支座上的燕尾棒部分相互配合，以致通过将轴承瓦块上的燕尾棒部分滑动送入支座上的燕尾槽部分，使轴承瓦块安装在支座上；

其中轴承瓦块安装在每个燕尾槽中，以致轴承瓦块的轴瓦部分限定轴承表面。

40.按照权利要求 39 所述有燕尾棒的液力动压轴承，其特征在于：每个轴承瓦块的支承部分柔性支撑着轴承瓦块的轴瓦部分，以致在摩擦压力的作用下进行工作，摩擦压力由被支撑的旋转轴产生，轴瓦部分相对于旋转轴的被支撑部分形成液力动压楔。

41.按照权利要求 40 所述有燕尾棒的液力动压轴承，其特征在于：每个轴承瓦块的支撑部分包括主支承部分，第二支承部分和第三支承部分，主支承部分有一端与轴瓦部分相连接，其另一端与第二支承部分相连接，第三支承部分具有安装到支座中的燕尾棒部分，而且第三支承部分的一端与第二支承部分相连接。

42.按照权利要求 39 所述有燕尾棒的液力动压轴承，其特征在于：支座中设有支撑每个轴承瓦块的柔性支承部分。

43.按照权利要求 42 所述有燕尾槽的液力动压轴承，其特征在于：由安装到轴瓦支承表面的梁为每个轴承瓦块构成柔性支撑，安装到轴瓦支承表面的梁由支承结构支撑，支承结构包括主支承部分，第二支承部分和第三支承部分。

本发明涉及液力动压轴承。在这种轴承中借助压力流体例如油、空气或水，由固定的轴承支撑旋转物体例如轴。液力动压轴承具有的优点是当旋转物体运动时，其不会沿着流体顶部滑动。不是与旋转物体接触的流体紧密粘接旋转物体，而且伴随着滑动和剪切运动，这些运动发生在整个流体薄膜高度范围内的流体粒子之间。因此，如果旋转物体和相接触的流体层以已知的速度运动，流体薄膜中部高度的速度以已知的速度减小，直到与固定轴瓦接触处，粘接到轴瓦上的流体层不运动。由于旋转物体支承部分受载荷作用，使轴瓦相对于旋转元件偏斜一小角度，流体被引入棒形开口，在流体薄膜中

6

将产生足够的压力，以便支撑载荷。这些技术已用于水轮机和轮船的驱动轴，以及常规的液力动压轴颈滑动轴承中。

推力轴承和径向或轴颈轴承的基本特征是支撑轴的轴瓦沿轴线间隔设置。间隔设置的轴瓦轴线与推力的轴颈轴承支撑的轴的纵向轴线大体上相对应。这条轴线称为主轴线。

在理想的液力动压轴承中，液力动压棒沿整个轴瓦表面伸展，流体膜的厚度正好足以支撑载荷，轴承的主轴线和轴的轴线对准，与液体膜的引导和拖拉边缘相邻的轴瓦表面端部流体的泄漏被限制到最小，轴一开始转动就使流体膜展开，在使用推力轴承的情况下，轴瓦以相同的方式承载。获得理想的液力动压轴承同时，所述的专门设计出的轴承可以达到上述目的。在轴承中形成完善的液力动压楔。用于任何特殊场合中的“完善楔”在其它诸因素中还依赖于承受的载荷量。如果承受重载荷，需要相当厚的流体膜，另外，薄流体膜可以减小摩擦阻力，并且降低与摩擦相联系的能量损失。

本发明主要涉及液力动压轴承，其有时也被认为是轴瓦可移动的轴承，以及制造这种轴承的方法。通常这些轴承的轴瓦以能够运动的方式安装，以便在相对运动的部件之间形成楔形润滑油膜。因为过量的流体会引起不可预见的摩擦和能量损失，流体厚度最好恰恰能够支撑最大载荷。这才是真正形成的完善楔。最基本的是，轴瓦相对于轴瓦表面前方的中心位置，由枢轴或摆动运动产生位移，轴承摩擦趋于打开流体楔，当形成完善楔时，楔沿整个轴瓦表面展开，此外，理想的是轴一开始旋转，流体楔就能以最慢的速度形成。

Trumpler 的美国专利 US—3, 107, 955 公开了一种轴承的实例，这种轴承具有安装轴瓦的梁架，轴瓦相对于轴瓦表面前方的中心位置由枢轴或摆动运动产生位移，这种轴承象许多已有技术中的轴承一样，仅仅在两个尺寸方向上产生轴瓦偏斜，因此，不能获得完善楔。

在 Hall 的美国专利 US—2, 137, 487 中，具有可看到的液力动压的可移动轴瓦轴承，通过使轴瓦沿球形表面滑动展开其液力动压楔。在许多情况下，轴瓦粘连，因而不能展开流体楔。

在 Greene 的美国专利 US—3, 930, 691 中，用橡胶弹性体产生摆动，这种弹性体会被污染和产

生变质。

Etsion 的美国专利 US—4, 099, 799 公开了一种安装有弹性轴瓦的非整体形悬臂梁的气体轴承。在这种公开的轴承中，将轴瓦安装到矩形悬臂梁上，以便在轴瓦和旋转轴之间产生润滑楔，并且公开了这种类型的推力轴承和轴颈或径向轴承。

Lde 的美国专利 US—4, 496, 251 中，发明人公开了一种轴瓦，其随着片状带产生偏斜，从而在相对运动的部件之间形成楔形润滑油膜。

还有 Lde 的美国专利 US—4, 515, 486 公开了液力动压推力轴承和轴颈轴承，其中包括若干个轴承瓦块，每个轴承瓦块具有分开的轴瓦表面元件和支承元件，通过弹性材料将它们连接到一起。

Lde 的美国专利 US—4, 526, 482 公开了一种液力动压轴承，其主要用于改善润滑的场合，即设计的轴承在有效的流体条件下工作，而不用特殊的润滑流体。液力动压轴承由载荷承受表面的中心部分形成，这个中心部分比轴承表面的其余部分柔软，以致在载荷作用条件下，中心部分将偏斜，从而形成液体压力槽，或变成偏心。

本申请特别相关于液力动压推力和轴颈轴承。当在这种轴承中形成完善的液力动压楔时，作用在沿圆周间隔分布的轴瓦表面上的载荷完全与作用在推力轴承中轴瓦表面上的载荷相同。

迄今为止，最广泛采用的液力动压推力轴承是所谓金斯帕里 (Kings bury) 靴形轴承。金斯帕里靴形轴承的特征在于结构复杂，其中包括铰接的靴形物，推力环随轴旋转，并向靴形物施加载荷，底环支撑靴形物，机壳或支架包容和支撑内部的轴承元件，润滑系统和冷却系统。这种复杂结构的结果是金斯帕里靴形轴承是典型的需要支付昂贵费用的轴承。

复杂的金斯帕里靴形轴承的一种改变形式是整体支座轴承，在诸多场合中，其被用于深井泵。这种相当简单的结构用典型的砂型铸造制成，或者用其它粗糙的机械加工技术制成。轴承的结构特征在于：宽平底座上具有厚的内部周边凸出物，多个刚性支座由底座横向延伸，推力轴瓦集中到各刚性支座上。

本发明人也发现已知的刚性支座轴承和金斯帕里靴形轴承的中心铰接性没有对轴承产生有效影响，也应当注意到，因为它们具有刚性中心枢轴，

金斯帕里靴形轴承和支座轴承不在六个自由度上产生偏斜，也不能形成完善的流体楔，因此，在某些实例中，已有技术中的轴承运动能够有六个自由度，因为这些轴承不能仿制或设计出，使之可以沿六个自由度运动，这些轴承的工作性能最终受到限制。

对于大的范围，与现有技术中的液力动压轴承有关的问题已经由本发明人 Ide 的美国专利 US—4, 676, 668 中公开的轴承结构解决，这种轴承结构包括多个不连续的轴瓦，这些轴瓦通过压配合装入支撑部分。轴瓦可以通过至少一条支腿与支承元件隔开，支腿可以使三个方向产生柔性。要在运动平面内产生柔性，支腿向内倾斜，与圆锥顶点或轴瓦表面前方的交叉点形成圆锥形体，各支腿有模数制部分，这一部分尺寸在要求产生移动的方向上相当小，以便为轴线对准误差提供补偿，这种技术可以用于轴颈的推力轴承。

虽然在本发明人的前几项专利中公开的轴承结构代表了在本技术领域的重要进步，但是商业生产表明可以对之作进一步的改善。例如，轴瓦结构类型相当复杂，因此难于大批量生产，用于径向或轴颈轴承时，效果欠佳。

此外，轴承瓦块呈整体结构，全部轴瓦有时必须用非常昂贵的材料来制造轴承的任何一部分。整体式结构也使得轴承难于改变任何特殊轴瓦的工作特性。这种结构对各种应用场合需要不同的轴瓦，因此限制了标准化轴承元件的工作能力（即对于各种应用场合，在不同的结构中使用标准元件），不利于降低成本，减小了与标准化有关的其它商业性优点。

将轴瓦压配合装入支座，也使轴承组装复杂化。此外，由于压配合，轴瓦不易从支座上取下。在出现故障情况下，这种配合使支座的再利用变复杂（支座是轴承最基本的部分）。

还有，这种轴承仅有一种运转方式可以获得完善的工作特性，它的偏斜特性实际上不能得到控制。

本发明涉及液力动压推力和轴颈轴承的改善，这种类型的轴承包括多个安装在支座中的不连续轴承瓦块，这些轴承瓦块在支座上沿周边间隔设置。简单地说，本发明涉及改善轴瓦和支座的构造。

总之，设计出的本发明的轴承瓦块和支座将轴

瓦和支座作为固体材料块，并且可选择地从中去除或附加部分材料，使所述固体材料块在预计的载荷作用下，以预定的方式产生偏斜。很容易得知，可以获得无数设计方案。因此，应当清楚地认识到本文中公开的结构特征，在结构条件可能的情况下，一般能够用于任何其它轴瓦。

在诸多方案中，本发明提供的液力动压推力和轴颈轴承适于支撑旋转轴。这类轴承包括：具有多个孔或其它开口的支座元件，所述的孔绕预定的轴线匀称设置，多个轴承瓦块固定在支座的孔中，各轴承瓦块包括具有轴瓦表面的轴瓦部分和支承部分。支承部分可以包括主支承部分，第二支承部分和第三支承部分。按照本发明的一个方面，轴瓦部分能够可拆卸地固定到支承部分的主支承结构上，支承部分的第三支承结构能够可拆卸地固定到支座上多个孔或开口之一。还有，制造的支座可以设有弹簧或其它柔性支承件，以便安装在支座上的不连续轴承瓦块可以有或没有可以分开的支承部分。例如，支座可以没有切除部分和/或槽，以便为支撑各轴承瓦块提供窄梁架或膜片支承件。梁架或者膜片在需要的条件下可以受流体控制。各轴承瓦块的支承部分在载荷作用下便于产生偏斜，以致使轴瓦部分在轴瓦表面相对于旋转轴形成液力动压楔。支承部分可以有多种形式，它们包括：空心截圆锥，多条支腿形成的截圆锥，形成支腿的圆柱形部分，以及形成支腿的空心圆柱部分。

本发明的结构避免了先有技术中不连续轴瓦的轴承结构中存在的缺点。本发明提供的轴承包括具有组件式的轴承瓦块，轴承瓦块上没有螺纹或同样类型的连接器，以便使轴瓦可拆卸地固定到设置在支承结构上相互配合的连接装置上。在支承结构的另一端，其可以有螺纹或同类连接器，以便使支承结构可拆卸地固定到设置在支座上相互配合的连接装置上，以便于组装和拆散轴承。轴瓦部分的轴瓦表面也可以覆盖不同的材料，例如硬质橡胶，或者轴瓦表面有可分开的轴瓦插入物，轴瓦插入物用机械性能坚硬的材料制造，例如碳化硅。在单个轴承瓦块中采用组件结构的结果是产品的标准化程度得到提高；这些标准部分可以用来改变任何特殊轴瓦的工作性能，例如用标准的轴瓦支撑部分和轴瓦部分获得不同的结合方案。几乎任何一种形式的轴瓦都可以采用上述技术特征，可以用于连续的环状轴

瓦，而不用用于不连续的轴瓦。还有，标准部分可以有非常易于加工的形状。采用标准化部分也使轴承易于改变工作性能，以满足用户的要求。更进一步，组件结构降低了轴瓦成本，因为昂贵的高性能材料仅用于所需要的部位，而不是用于整个轴瓦。

根据本发明的另一方面，轴承瓦块的支承部分可以有变更的支承结构，其中主支承部分安装在连续的膜片上，膜片上有非匀称设置的穿孔，以便使轴瓦朝预定方向偏斜或产生预载荷。主支承部分本身可以简化到只包括一个有相当刚性的梁或筒状元件，其中下部和/或上部有切除部分，以致在载荷作用下，主支承部分朝着预定方向产生枢轴摆动。此外，当安置在支座上的定位销安放在定位销的开口中时，可以保证膜片中的穿孔或开口使轴瓦朝预定方向产生偏斜，并且使轴瓦准确地定位于支座中。这种改善的轴瓦比本发明人在先提出的专利中描述的相当复杂的垫凳形轴瓦容易大批量生产。

按照本发明的另一个实施例，支承结构的主支承部分可以是截圆锥。这种支承结构易于制造，而且耐久性比具有带形结构的轴瓦长。平截体形主支承部分使轴瓦有较高的刚性。因此，这种结构最适合用于重负载场合。

本发明也涉及到用于刚性非偏斜轴瓦的不连续轴瓦，例如锥形轴瓦。这种轴瓦可以由灵敏材料构成，使其可以产生形状或尺寸变化，以调整形成的流体楔。非偏斜轴瓦安装到支座上，支座上具有安装轴瓦支承表面的梁。因此，当轴瓦本身不产生偏斜时，支撑轴瓦的表面将产生偏斜，以调整轴瓦表面的状态，形成适当的液体楔。

本发明也涉及使用这种柔性支座支撑任何一种本发明提出的轴瓦。

本发明也涉及到具有燕尾榫的组件式结构，其中支座上设有燕尾槽，轴承瓦块上设有与之配合的燕尾榫部分，因此，轴瓦能够可拆卸地闭锁到支座中。轴承瓦块包括轴瓦部分和具有燕尾榫部分的支承部分。轴瓦支承部分和/或支座上设有柔性支撑轴瓦部分的结构。一般地说，燕尾榫结构最适合于径向或轴颈轴承。

本发明也涉及到多功能轴承，其在两种或多种不同运转条件下能够良好地操作运行（即在运行情况多变的条件下正常工作）。通过在支座中设置两种或多种类型的轴承瓦块可以达到上述目的。例

如，一组轴瓦能够用于支撑低速高载荷，而另一组轴瓦能够用于支撑高速低载荷。各种类型的轴承瓦块完全沿支座周边分布（沿周边间隔设置）。在一种结构中，用于低载荷支撑的轴承瓦块稍微更接近于被支撑轴的轴颈部分，以致在低载荷作用下，仅由这些轴瓦操作支撑转轴。在高载荷作用下，这些轴承瓦块偏斜远离转轴，而且由另一组轴瓦支撑转轴。取得这种效果的一种方式是在支座柔性梁或膜片支承部分上安装低载荷轴瓦，在高载荷作用下，支承部分将偏斜。另一种情况是轴瓦支承结构本身能够按照需要产生偏斜。用这种方式轴承能够在两种、三种或多种运转条件下支撑转轴。

本发明也涉及可动性或能动性被控制的轴承结构。

本发明也涉及在轴承中采用所谓“智能”或“灵敏”材料，以便可动地或能动地控制流体楔形成。灵敏的轴承结构结合了三种类型的元件，各种类型的元件有专门功能。第一元件是结构元件，它是轴瓦的核心，结构元件用结构材料制成，例如用钢、铜、铝、陶瓷、塑料或者轻重的合成材料。这种元件形成支撑轴承的框架或支架。第二元件是传感元件。这种元件用精心制做的材料构成，以便感应和监测工作状态的变化和工作条件，例如温度、压力等，它们表面液力动压楔的质量，能够执行这些功能的材料包括压电材料，例如石英、确定的聚合物和称为 TERFENOL 的稀有天然合金。所谓灵敏轴承的第三种元件是驱动元件，驱动元件膨胀或收缩或改变刚性，以便形成完善的流体楔，能够执行上述功能的材料包括压电材料；电致流变流体（ER），在通过电流的条件下，这种流体的粘度可以发生变化（依赖于电场强度，这些流体可以迅速从自由流动液体转为变假固体，因此可以提供可选择的刚性），以及磁致伸缩的稀有天然合金，例如 TERFENOL，这种材料暴露于磁场中时，产生大尺寸变化。

如上所述，可以采用的灵敏材料包括：压电材料，电致流变的流体。另一种这类材料是电陶瓷材料，这种材料能够感应环境变化（例如压力化学变化），并且相应于感应变化，产生移动或产生某种其它的物理变化。例如，可以采用铅-锆-钛酸盐-基的装置，其在压力作用下如同橡胶一样柔软。用这种方式，能够制造出内在坚硬的陶瓷装置，以便

吸收而不是传递振动作用。

另一种可以使用的材料是所谓形状记忆金属，即当热量使温度返回到原来的温度转变点时，合金从一种形状改变为原有的形状。这种形状记忆金属可以采用合成材料，以致其随着温度产生变化，而且受限制的合金趋于恢复到它们早先具有的形状，周围的合成材料阻止内部移动。而且，这种阻力改变合成材料的机械性能，例如材料的硬度和它振动的频率。最熟知的形状记忆金属是镍-钛合金，称之为镍钛金属互化物。

控制本发明轴承的能动性 and 可动性的支承元件相同于本文中公开的其它轴承和轴瓦。但是，设置的传感和驱动元件应能够控制轴瓦的形状和 / 或支承结构和 / 或结构的偏斜特征。在一个实例中，传感和驱动元件被应用在反馈系统中，其中通过用传感器控制驱动器感应物理条件的变化。例如，传感和驱动元件两者可由灵敏材料构成。例如压电材料。第一压电材料感应压力，并且产生信号，将信号送入反馈放大器。反馈放大器处理这个脉冲或者信号，使驱动器产生电压，使其膨胀或收缩。当驱动器膨胀或收缩，其改变感应条件，直到获得同等的工作条件。

本发明的轴承可以用任何合适的材料制造。主要考虑的因素是支承结构必须产生偏斜而不仅是发生变形，以致能够形成适当的流体楔。因此，变形是可以接受的，而且有时是需要的，偏斜主要取决于获得适当的流体楔。

图 1A 是本发明推力轴承结构的侧剖视图。

图 1B 是图 1A 所示轴承结构的局部俯视图，

图 1C 是本发明的滑动轴颈轴承结构的透视图，其中局部剖视。

图 1D 是图 1C 所示类型的轴承的部分端面视图，其中局部剖视。

图 2 是本发明第一种组件式轴承瓦块的侧视图。

图 3A 是安装于支座中的组件式轴承瓦块的侧剖视图。

图 3B 是本发明的组件式轴承瓦块的另一种方案的侧剖视图。

图 3C 是本发明的截圆锥体或平截体形轴承瓦块的透视图。

图 3D 是图 3C 所示截圆锥形轴承瓦块的侧视

13

图, 其中用虚线表示假想的轮廓线。

图 3E 是本发明的截圆锥形轴承瓦块的另一种方案的透视图。

图 3F 是图 3E 所示截圆锥形轴承瓦块的侧剖视图。

图 4A 是本发明圆柱形轴承瓦块的侧剖视图。

图 4B 是本发明另一种圆柱形轴承瓦块的侧剖视图。

图 4C 是沿图 4B 中剖面线所示轴承瓦块的横截面图, 其中虚线表示假想的轮廓线。

图 4D 是本发明另一种轴承瓦块的底视图, 其中虚线表示假想的轮廓线。

图 4E 是图 4D 所示圆柱形轴承瓦块的侧剖视图。

图 5A 是本发明的空心筒状的轴承瓦块侧剖视图。

图 5B 是图 5A 所示轴承瓦块的底视图, 其中用虚线表示假想的轮廓线。

图 5C 是沿图 5B 中指示线所示, 也是图 5A 中所示的轴承瓦块的侧视图。

图 5D 是本发明另一种空心筒状的轴承瓦块的侧剖视图。

图 5E 是图 5D 所示轴承瓦块的底视图, 其中虚线表示假想的轮廓线。

图 6A 是具有限定轴承瓦块位置的定位柱的支座元件的俯视图。

图 6B 是沿图 6A 中剖面线所示的支座元件的剖视图。

图 6C 是图 6D 所示支座元件的俯视图。

图 6D 是另一种具有定位凸块支座元件的剖视图。

图 7 是根据本发明, 将轴承瓦块设置到支座上的俯视图。

图 8 是本发明另一种轴承瓦块设置方案的俯视图。

图 9A 是轴承的俯视图, 其中整体结构的轴承瓦块安装在支座上。

图 9B 是图 9A 所示轴承的侧剖视图。

图 10A 是本发明轴承的俯视图, 其中轴承包括连续结构的环状轴承瓦块。

图 10B 是图 10A 所示轴承的侧视图。

图 10C 是图 10A 所示轴承结构在空负荷状态

14

下的示意图。

图 10D 是图 10A 所示轴承结构在载荷作用下弯曲的示意图。

图 11A 是组件式轴承瓦块的支撑构件的侧视图。

图 11B 是组件式轴承瓦块的另一种支撑构件的侧视图。

图 12A 是螺纹式组件式连接元件的侧视图。

图 12B 是闭锁花键式组件式连接元件的侧视图。

图 12C 是图 12B 所示闭锁花键式组件式连接元件的俯视图。

图 12D 是具有螺纹式连接元件的组件式轴承瓦块的侧剖视图, 其中在轴承瓦块的基体上, 用不同于基体的材料进行铸造, 构成轴承瓦块。

图 12E 是截圆锥形组件式轴承瓦块的支撑构件的侧剖视图。

图 12F 是组件式轴承瓦块的局部剖视图, 其中瓦块嵌入物支撑在轴承瓦块内。

图 13A 是轴承的侧剖视图, 其中包括呈梁架状的支座和多个轴承瓦块。

图 13B 是图 13A 所示轴承中其中一个轴承瓦块的底视图。

图 14A 是有局部剖视的轴承的侧视图, 其中包括呈梁架状的支座和多个截锥形轴承瓦块。

图 14B 是图 14A 所示轴承的透视图。

图 15A 是有局部剖视的轴承的侧视图, 其中包括呈梁架状, 支撑着多个轴承瓦块的支座。

图 15B 是图 15A 所示轴承的透视图。

图 16A 是轴承的俯视图, 其中包括呈梁架状支撑着多个轴承瓦块的支座。

图 16B 是图 16A 所示轴承的剖视图。

图 17A 是本发明多样式轴承的剖视图。

图 17B 是图 17A 所示多样式轴承的俯视图。

图 17C 是图 17A 所示多样式轴承的底视图。

图 18A 是本发明另一种多样式轴承的侧剖视图。

图 18B 是图 18A 所示轴承的俯视图, 其中虚线表示假想的流体通道。

图 19A 是局部支座的详细的顶部视图, 其中包括具有插入的电导向件的定位凸块。

图 19B 是具有插入的电导向件的轴承瓦块的

透视图,其中电导向件适于安装到图 19A 所示的支座上。

图 19C 是为使用组件式轴承瓦块设计的灵敏的轴承瓦块的侧剖视图。

图 19D 是本发明具有可调节刚性的支撑构件的侧视图,其中局部被剖视。

图 19E 是本发明具有可调节刚性的支座的侧剖视图。

图 19F 是本发明具有可调节刚性的轴承瓦块的侧视图,其中局部被剖视。

图 20A 是本发明组件式径向轴承的燕尾棒形式的侧视图。

图 20B 是用于图 20A 所示轴承中的轴承瓦块的局部透视图。

图 20C 是改变形式的轴承瓦块的侧视图。

图 20D 是另一种轴承瓦块的侧视图。

图 20E 是另一种形式的轴承瓦块的侧视图。

图 21 是本发明具有两个有腿的呈梁架状支座的推力轴承的俯视图。

图 22 是图 21 所述推力轴承的侧剖视图。

图 23 是图 21 所示推力轴承的底视图。

图 23A 是图 21 所示轴承改变形式后的轴承的底视图。

图 24 是图 21 所示轴承的扇形体的透视图。

图 25 是本发明的另一种轴承的剖视图。

图 26 是本发明的另一种轴承的剖视图。

图 27 是本发明具有呈梁架状支座结构的另一种轴承的侧剖视图。

图 28 是图 27 所示轴承结构的俯视图。

图 29 是本发明具有呈梁架状支座结构的另一种轴承的侧剖视图。

图 29A 是本发明具有呈梁状支座的另一种推力轴承结构的剖视图。

图 29B 是图 29A 所示轴承的剖视图。

图 30 是图 29 所示轴承结构的剖视图。

图 30A 是图 29A 所示轴承的俯视图。

图 30B 是图 29A 所示轴承的底视图。

图 31 是本发明另一种有燕尾棒的滑动轴承结构的侧视图。

图 31A 是沿图 31 中剖面线所示的轴承局部的径向剖视图。

图 32 是本发明另一种滑动轴承结构的侧视

图。

图 32A 是沿图 32 中剖面线所示的轴承局部的径向剖视图。

图 33 是本发明另一种有燕尾棒的滑动轴承结构的侧视图。

图 33A 是图 33 所示轴承的外圆周部分的局部剖视图。

图 33B 是图 33 所示轴承的剖视图。

图 33C 是图 33 所示轴承的另一剖面的剖视图。

图 34 是本发明另一种有燕尾棒的滑动轴承的侧视图。

图 34A 是图 34 所示轴承的外圆周部分的局部剖视图。

图 34B 是图 34 所示轴承的局部剖视图。

图 34C 是图 34 所示轴承的另一剖面的剖视图。

图 34D 是图 34 所示轴承的另一剖面的剖视图。

图 35 是本发明具有径向和推力相结合的支座的轴承侧视图。

图 35A 是图 35 所示轴承的局部剖视图。

图 35B 是图 35 所示另一剖面的剖视图。

图 1A—1D 表示本发明的一般情形,即推力或滑动液力动压轴承,其包括支座元件 10。支座元件 10 中具有多个开口,例如形成于支座中的孔,以及多个安装在开口内的轴承瓦块 20。轴承瓦块 20 可以沿圆周间隔设置,如图 1B、1C、7~9、16、17B 和 18B 中所示的实例。

通过下面的论述,可以清楚地知道本文中公开的任何一种轴承瓦块都可以用于或者方便地适用于图 1A—1D 中公开的这种普通形式的推力或滑动轴承。因此,虽然在某些实例中,用于推力轴承结构中作为特例的轴承瓦块也可以用于径向轴承结构。因此与推力轴承的设置方式安全相同,径向轴承也能够设有柔性支座结构。

在环形盘状支座中,沿圆周间隔设有孔的这种结构形式,正如图 1A 和 1B 所示,自然是简单的方式。另一方面,在图 1C 和 1D 所示的这一类轴颈轴承中,沿径向设有圆柱形孔的这种结构形式将令人产生疑问。这种最简单的设置孔的方式是在支座 10 上形成径向贯穿的孔。有时候不希望出现这

种情况。在这种情况下，如图 1D 所示，可以采用两部分组成的支座。正象图 1D 所示，支座由两个圆柱形元件构成，即内层圆柱形元件 10A 和外层圆柱形元件 10B。内层圆柱形元件 10A 中设有多个径向孔，在这些孔中可以安装轴承瓦块 20。外层圆柱形元件 10B 呈连续形状，以便支持或支撑轴承瓦块，并且获得连续状外表面。两个圆柱形元件 10A、10B 相互固定，以便作为一个整体进行工作。从图 1D 中可以看到，新的空心筒状轴承瓦块 20 具有单独的轴瓦插入物 PI。下面对此将进行详细描述。

图 2 表示根据本发明的一个方面提供的经过修改后的轴承瓦块结构。轴承瓦块一般包括轴瓦部分 23 和支撑部分 27。轴瓦部分 23 包括轴瓦表面 23S。轴承瓦块 20 的支撑部分 27 至少包括：主支撑部分 271，第二支撑部分 272，第三支撑部分 273。主支撑部分包括多个有倾斜角的腿 271，这些倾斜的腿朝着轴瓦表面上方的一点汇聚，而且具有由空心截圆锥或平截体形部分形成的复杂形状，向外延伸的第二支撑部分 272 和像折线形状的第三支撑部分 273。这个轴承瓦块大致与美国专利 US-4, 676, 668 公开的轴承瓦块相同。但是，在附图 2 中的轴承瓦块 20 其底端设有螺纹 40。如下面所述，这种设置螺纹的方案可以使轴瓦可拆卸地固定在支座中，有时候这会产生有利的效果。

图 3A—3F 表示另一种截圆锥或平截体形轴承瓦块结构的形式。

图 3A 以剖面图的形式表现图 2 所示的这种类型的轴承瓦块安装在支座 10 中。轴承瓦块包括轴瓦部分 23 和支撑轴瓦部分的支撑部分 27。在载荷作用条件下，支撑部分将产生弯曲变形。在所述的这个实例中，支撑部分包括主支撑部分 271，其由成倾斜角设置的梁或柱形成截圆锥形体。这些支柱或梁朝着轴瓦表面上方的一个确定点倾斜。支撑部分 27 还包括作为第二支撑部分的环形膜片 272，以及折线形状第三支撑部分 273。支撑瓦块 20 借助其底端形成的螺纹 40 可拆卸地固定在支座 10 中。以同样方式，借助支撑结构部分 27 上部的螺纹 30，轴承瓦块的轴瓦部分 23 可拆卸地固定到支撑结构部分 27 上。

图 3B 所示的轴承瓦块，除个别部分外，与图 3A 所示的轴承瓦块相同。第一，具有螺纹的连接

柱 30 在轴瓦部分 23 和支撑结构部分 27 之间照常提供可拆卸地连接。第二，第二和第三支撑部分 272 和 273 相互之间没有柔性联系，即它们形成整体的折线形部分。

图 3C 和 3D 表示另一种形式的截圆锥形轴承瓦块 20。这种轴承瓦块不同于图 2，3A 和 3B 所示的瓦块。这种图 3C 和 3D 所示的轴承瓦块的主支撑部分 271 是连续的空心截圆锥形元件，而不是由多个梁或柱形成的元件。这种形成主支撑部分 271 的连续截圆锥形体朝着轴瓦部分 23 表面上方的一确定点渐斜。也就是说，截圆锥形主支撑部分 271 支撑在整体折线状支撑部分 273 上。这种连续结构的主支撑部分 271 和刚性的折线状支撑部分 273 使得这种轴承瓦块的刚性比图 2、3A 和 3B 所示的轴承瓦块的刚性高出许多。这种刚性轴承瓦块一般适用于高载荷的应用场所。虽然没有特别说明，专业人员也可以知道轴瓦部分 23 可以与支撑部分 27 形成整体结构，或者形成可分离的结构。也就是说，折线状或第三支撑部分 273 可以设有连接装置。例如，在支撑部分上设置螺纹。

图 3E 和 3F 表示本发明的另一种截圆锥形轴承瓦块。除这种轴承瓦块增加了连续的膜片形第二支撑部分 272 以外，它和图 3C 和 3D 所示的瓦块相同。如下面所述，膜片状支撑部分，可以借助在其上设置开口，分为多个梁。设置这种膜片状或其它形状的第二支撑部分 272，可以使支撑部分 27 的柔性加强（特别沿着铅垂方向），以致图 3E 和 3F 所示轴承瓦块的柔性高于图 3C 和 3D 所示轴承瓦块。

可以知道，本文中公开的任何一种结构形状的轴承瓦块，在需要的情况下，可以采用组件式系统。例如，通过在轴瓦部分和支撑结构部分设置可分离的连接件，和/或提供便于可拆卸地将支撑结构部分固定到支座上的装置，这样可以达到采用组件式系统的目的。

如上所述，本发明的一个方面是轴承具有组件式结构。特别是，对于本文中描述的任何一种轴承瓦块，在制造轴承瓦块的过程中，轴瓦部分 23 和支撑部分 27 可以分别成型。并且，设置在轴瓦部分的连接器与支撑部分中的连接器相互配合，使轴瓦部分可拆卸地或不可拆卸地固定到支撑部分上。在图 3A 所示的实施例中，连接器以螺纹 30 的形

式设置在轴承瓦块支承部分的顶部。相互配合的螺纹孔或螺纹接收部分设置在轴瓦部分 23。因此，轴瓦部分 23 可拆卸地与支撑部分 27 螺纹连接，从而形成完整的轴承瓦块。非常自然，任何已知的相互配合的连接器可以用于轴瓦和支承部分的连接。事实上，某些有燕尾榫的轴承瓦块，正如图 20A—E 和图 31 和 32 所示的那些实例，它们只能采用非旋转连接器，例如搭扣式连接器；在这种情况下，螺纹式连接器不适用。此外，轴瓦既能够可拆卸地固定到轴瓦部分，即以普通方法能够重复拆卸和再固定，也能够不可拆卸地固定到轴瓦部分。例如，轴瓦部分可以用压力配合安装到支承部分；轴瓦部分可以用凸轮锁紧方式（不可拆卸的）安装到支承部分；轴瓦部分可以用键连接方式安装到支承部分（可拆卸的）；轴瓦部分可以用搭扣方式（一般不可拆卸的）安装到支承部分。当需要制造聚合物或橡胶材料的轴瓦部分时，可以铸塑，或者直接用其它方法在支承结构上成型。图 12A—12F 是连接器的实例，下面将对它们进行详细讨论。

分别成型轴瓦部分和支承部分可以获得相当多的优点，其超过先有技术中已知的整体式结构。例如，不同的轴瓦部分可以与任何特殊的支承部分相配合，以便使标准的轴瓦部分和标准的支承部分相互结合，从而提供可适用于广泛应用领域中的多种轴承瓦块。因此，虽然预先提供的标准轴瓦部分的数目为 X，预先给出的标准支承部分的数目为 Y，X 与 Y 的乘积为可得出轴承瓦块的种类数目。因此，实际上任何需要的特征结构形式的轴承瓦块均可以获得。这种组件式系统的通用性，通过在支座中安装弹簧状的梁，可以进一步得到加强，正如下面所述。

标准轴瓦部分和支承部分可以按照形状、材料和尺寸进行变化，以便产生出所需要特征形式的轴承瓦块。例如，轴瓦可以用聚合物、金属、陶瓷或者混合材料制造。如下面详细所述，任何一种或者全部轴瓦、支承结构和支座可以有“灵敏”结构，以致轴瓦可以自行调整以适应于实际的工作条件，而且这些元件也可以有动压控制结构。轴瓦的形状通常由制造和应当考虑的应用条件确定。图 7—10 表示采用的典型形状。但是，当轴承瓦块被分别成型制造时，任何一种确定形状的轴承瓦块都易于制

造。例如，即使当不能整体铸造轴承时，也可以压制或铸造出轴承瓦块。

非常自然，轴瓦的尺寸影响它的柔性和工作性能。通常，最好有接近连续的轴承表面。因此，通常确定轴承瓦块的尺寸，使得轴承在组装后，这些轴承瓦块靠得很近。

根据本发明的另一方面，轴瓦支承结构部分 27 也可以包括设置在其底部的连接器 40，以便使轴承瓦块 20，借助设置在支座上的配合连接器，可拆卸地固定到支座 10 上。在图 3A 所示的实施例中，螺纹设置在第三支承部分 273 的外边缘，与其相配合的螺纹接收部分设置在支座中。借助这种结构，轴承瓦块易于和螺纹连接，便于组装。此外，当支座 10 体形过大，材料费用高于轴承瓦块时，则产生出不合理的轴承，对此应当避免。目前，可以将轴承瓦块用压力配合安装到载体上。

当然，任何已知形式的、可以相互配合的连接器可用于轴承瓦块 20 和支座 10 之间的固定连接。图 12A~12C 中所示不同的连接器的实例，以及图 20A 等所示的燕尾榫结构在下面进行讨论。但是，如前面所述，选择的可拆卸的相互配合的连接器，如所述的螺纹连接件，在众多连接器中，具有便于推广标准化的优点。

图 4A—4E 表示轴承瓦块的构造，其中主支承部分 371 基本上是单一刚性实体的圆柱形或支座状元件。简而言之，这些轴承瓦块属于整体式元件。当然，轴瓦可以有分开的轴瓦部分和支承部分，而且包含螺纹或其它连接装置，以便使轴承瓦块与支座相互固定连接。在图 4A 所示的实例中，第二支承部分 372 是由开口 3720 分成为梁的膜片，而第三支承部分 373 是连续的环形凸缘。轴承瓦块也包括轴瓦部分 330，其与支承部分形成整体，或者如上所述，可以通过模数制连接件连接的可分离体。因为主支承部分部分的简单性，这种结构比前面所述的结构简单。主支承元件 371 可以象枢轴一样起作用。为了加强枢轴的效果，在支座和膜片上可以设置孔 3720（如通过钻削）穿通膜片，并且部分穿通支座。另外，也可以在支座上切出一个槽，如图 4C 所示。如上所述，设置穿过膜片 372 的孔，将膜片分为梁部分。切出部分 371V 的非匀称性使支座 371 围绕轴线 R 摆动，轴线 R 垂直于轴承瓦块的主轴线 M；主轴线可以按如下

确定。在轴承瓦块安装在支座的孔中这种情况下，轴承瓦块的纵轴线对应于和轴瓦表面的平面相垂直的轴线（非负载状态），主轴线穿过所述孔的中心和轴瓦表面的几何中心。连续膜片 372 中的切除部分可以使得轴承瓦块沿着预定的方向偏转。特别是，轴承瓦块借助设置在膜片或第二支承部分 372 上的非匀称开口 3720 朝着预定的方向偏斜。无论何时，借助设置的非匀称开口或者其它结构特征，使得轴承支承结构在某一方向的柔性高于其它方向，轴承瓦块沿着柔性高的方向偏斜。借助所述的结构，轴承瓦块 20 围绕轴线 R 偏斜弯曲的程度要高于其它垂直于轴 R 的轴线。因此，切除部分和非匀称开口使轴承瓦块朝着预定方向偏斜。可以采用下面所述类型的定位装置保证使可偏转的轴承瓦块适当定位于支座中。

图 4B 和 4C 表示轴瓦的截面视图，除第二支承部分 372 是连续的膜片和切除部分 371V 以槽的形式设置在支座 317 上以外，这个轴承瓦块的结构和图 4A 所示的轴承瓦块相同。如前面所述，因为有切除部分 371V，轴承瓦块可以围绕预定的轴线 R 摆动。在载荷沿箭头 D 指示的方向产生作用时，非匀称载荷作用到膜片上，其结果导致轴瓦部分 330 向下偏斜。

当然，这种轴瓦的支承结构可以有多种形式。例如，在膜片支承部分 372 上可以设置开口，以便在膜片上提供更高的柔性；这种开口可以非匀称地设置，使轴瓦偏斜。也可以使第三支承部分 373 的连续外缘分成若干个圆周状的梁，以便提高支承结构的柔性，使支承结构朝预定方向偏斜，和 / 或使轴承瓦块能够精确定位。正如下面所述。

图 4D 和 4E 表示另一种可能的圆柱形轴瓦支承结构。这种结构结合了图 4A 和图 4B 和图 4C 所示轴承瓦块的结构特征。特别是，主支承部分 371 上垂直地开有两个槽或切口 371V，并且在其下方开有穿过第二支承部分 372 的开口 3720。从图 4D 和 4E 中明显可见，其中一个槽 371V 比另一个设置在支柱 371 上的槽深。这种非对称设置的槽可以导致轴瓦偏斜（即有确定的偏斜方向），偏斜方向朝向槽深的一侧。其结果是，这种结构的主支承部分产生偏斜，以致可以绕两条轴线偏斜或摆动。因为槽 371V 和开口平行，它们的轴线也平行。当然，为了改变轴瓦支承部分 371 的偏斜特

征，任何设置在支承结构上的槽或开口的朝向和尺寸都可以改变。

图 4D 是图 4E 所示轴承瓦块支承结构的底视图。它和图 4A 所示支承结构的底视图大致相同，不过其中包括表示槽 371V 的假想线。如图 4D 所示，膜片 372 中的开口 3720 对称设置，以致膜片在确定方向上的预偏斜程度相同。当然，用下面图 5B 所示的方式，可以在膜片中设置附加的开口，提供非匀称的支承结构，以便使其偏斜。

显而易见，图 4A—4E 所示的圆柱形轴承瓦块结构是能够用这种设计出的圆柱形轴承瓦块具有的结构特征获得所需效果的例证。当然，存在着多种可以改变的和可结合的这些结构特征。例如，在图 4E 所示的这种结构中，设置多个切入支座状主支撑部分 371 的槽，这些槽可以相互倾斜设置，或者不在同一平面上，以改变轴瓦的偏转特性。同样，设置在膜片中的开口 372 可以如图 4A 和 4E 所示延伸入主支承部分，一直到达所需要的任意高度，或者在第二支撑部分 372 中开槽，以改变轴瓦的偏斜特性。此外，开口可以非匀称设置，开口数目可以任意选择，最后，如上所述，第三支承部分 373 可以分为梁状扇形体，或者其它变化形式，以改变轴瓦的偏斜特性。

总之，本发明的任何一种设计方案的轴承瓦块都是基于从选定的支承结构的部位中增加和 / 或减少材料，以改变轴承瓦块的偏斜特性。同这种方式，轴承瓦块就相当于一块“油灰”，其中的材料可以占据或者附加到选定的区域，以便增加或降低支承结构的刚性，从而在需要的工作条件下获得规定的偏转量。如下面详细所述，也可以用这种方法设计支座。

图 5A—5E 表示具有筒状支承结构的轴承瓦块结构。图 5A—5C 表示这种结构的第一种方案。这种结构大致相同于图 4A 所示的轴瓦，其中轴承瓦块包括轴瓦部分 330，第二支承部分 372 包括膜片状元件（其中可以设置开口或者不设置），第二支承部分 373 包括连续的环状凸缘。图 5A—5C 所示的轴瓦支承结构与图 4A 所示的不同，其中主支承部分 371 设有中心孔 371C，以致主支承部分形成圆柱形筒状空心支座。图 5A 所示的实施例中，空心支座的环形壁相当厚，而且刚性相当强。为了增加主支承部分的柔性，可以在环形壁上设置开口

或切除部分。在所述的实施例中，设置穿过膜片 372 的开口 3720 延伸环形壁部分，以致如图 5A 所示切除了环形壁的一部分。因为存在着切除部分，主支撑部分可以朝着切除部分所在的地方偏斜。当然，采用其它方式也可以使主支撑部分产生偏斜。例如，用如图 4E 中所示的同样方式从环形壁中切除一部分材料。

图 5C 表示图 5A 所示轴承的侧视图。图中表示沿轴线 R 可以使之支撑结构产生偏转。

如图 5B 中清楚所示，第二支撑部分 372 的膜片中设有附加的开口 372P，这些孔相对于主轴线呈非匀称设置。因为这些开口位置不匀称，因此第二支撑部分 372 的膜片沿着这些开口的方向柔性比较高。此外，整个支撑结构朝着膜片中柔性较大的方向预偏斜，即朝着设有附加开口 372P 的方向预偏斜。设置附加的开口，如所示的这些开口 372P 可以增加安放定位销的功能，这些定位销设置在支座元件上，以致使可预偏斜的轴瓦精确定位于支座元件中，如下面所述。

图 5D 和 5E 图示了本发明的一个变化的中空管状轴承瓦块。同图 5A、5C 所示的轴承瓦块一样，这个轴承瓦块包括一个中空管状的第一级支撑部分 371，一个膜片状的第二级支撑部分 372 和一个环形的第三级支撑部分 373。而表示在图 5D—5E 的轴承瓦块有很薄的第一级支撑部分 371。因此，这部分有更大的柔性。另外，在膜片 372 内形成的开口 3720 完全地延伸通过膜片 371 并向上延伸至瓦块部分 330。必然地，开口 3720 将第一级支撑部分 371 划分成一组管状梁架，此外，在图示的实施例中，开口 3720 是非对称的，以便朝着开口方向偏离第一支撑部分。应当注意到，开口 3720 能被去除或有一个不同的形状和附加的结构特性，例如开口和槽能被提供去改变轴承的偏移特性。

图 5D 也示意地图解了表示在图 5D—5E 内的这个偏移特性。特别时，在沿图 5D 箭头 F 方向被施加一个力时，支撑结构的一端由一个正量矩 (+M) 向上提升，并且相对的一侧由一个负量矩 (-M) 向下推动。这样引起瓦块偏移，以便在瓦块表面和正在被支撑的轴部分之间形成一个液力楔。

图 4A—4E 和 5A—5E 示出了变更的轴承瓦块结构，根据图 2 和 3 所示的方式，换言之，通过提

供一人分开的轴承瓦块部分和支撑部分，和为了可释放地把瓦块部分固定到支撑部分和 / 或在支座内的轴承瓦块的附加连接件，能形成模制件。然而，这不是必须的，实际上对于那些轴承瓦块整体地形成是容易的。

根据本发明的另一方面，形成的轴承的支座部分 10 可提供一个用于轴承瓦块 20 的可偏移的或偏移的支撑。基本上，这涉及到在支座结构内所提供的结构特性（梁架、膜片和类似的）以便支架起到一个柔性支撑的作用。

图 13A 表示一个相对简单的柔性支座结构 10。支座 10 带有径向延伸的内、外凹槽，以便把支座分成一个瓦块支撑部分 105，一个连续的相对的窄的第一级支撑部分 106 和一个第二级支撑部分 107。在这个实施例里第二级支撑部分 107 是一个简单的扁平基底。支座是相对刚性的并在垂直方向不带有任何柔性。尽管如此，提供的径向延伸的凹槽允许瓦块支撑部分 105 一些枢轴的柔性。图 13A 也表示了一个定位柱 102 的使用，象下面讨论的定位柱用于精确地安置一个轴承瓦块 20。

图 13B 表示一个被支撑在图 13A 的轴承内的轴承瓦块 20 的底视图。如该图所示，轴承瓦块的第三级支撑部分 373 包括一个套部分 373S，该套能被安装在定位柱 102 上去，以精确地安置轴承瓦块 20。另外，轴承瓦块 20 与图 5A—5E 所示的那些是相似，然而，另一些形式的轴承瓦块很自然地能和图 13A 所示类型的支座一起使用。

图 14A 和 14B 表示一个轴承结构，该结构包括一个相对柔性的支座 10。特别地，支座 10 包括一个悬臂式的轴承支撑部分 105，该部分包括一个瓦块支撑表面 105a 和一个连续的外周边梁架 105b，其提供了一个对于支撑表面 105a 的悬臂支撑，还有一个径向向内延伸的环形表面 105c，它从第一级支撑部分 106 伸出悬臂。第一级支撑部分 106 本身又支撑在一个膜片状的第二级支撑部分 107 上，第二级支撑部分 107 支撑在两个环形腿 108 上。这个结构为轴承瓦块 20 提供了一个象弹簧一样的支撑，这归因于第二级支撑部分 107 和悬臂支撑的柔性以及瓦块支撑表面 105 的结构。

图 14A 和 14B 所示的轴承包括一般来说与上面的图 3C 和 3D 所展示的类似的平截头锥形轴承

瓦块。然而，图 14A 表示了使用瓦块部分 23 的可能性。该部分是由一个基础结构件 232 组成。该结构件有不同的材料部分，例如一种硬橡胶、聚合的或其它合成轴承材料的顶盖 231 被模制或用其它方法在其中成型。当然，在此所公开的任何一种瓦块能和这种形式的支座一起使用。

图 15A 和 15B 图示了根据本发明的另一柔性支座结构。在此，第一级和第二级支撑部分 106 和 107 与图 13A 所示的那些是类似的。然而，瓦块支撑部分 105 有一个双悬臂结构，双悬臂结构包括一个安置在一个径向向内的环形梁架 105b 上的瓦块支撑表面 105a，环形梁架 105b 被悬伸于一个环形表面 105c 上，环形表面 105c 本身又被支撑在一个环形梁架 105d 上，环形梁架 105d 被悬置在一个环形表面 105e 上。这种结构在垂直方向上使瓦块支撑部分具有较大的柔性。为了提供附加的柔性，一个第二级支撑部分 107，正如图 14A 和 14B 的轴承一样，能够安置在一环形梁架上。

安装在图 15A 和 15B 的柔性支座上的轴承瓦块 20 是类似硬币的简单的扁平瓦块。这些瓦块可由任何合适的高性能材料例如碳化硅、铜锡合金、钢或聚合材料形成。另外，根据本发明的另一方面，如下面详细的描述，瓦块 20 可由响应于运转情况的一种称作“灵敏的”或“智能的”材料制成。当然，如果需要，本发明的任何其它轴承瓦块能和这种类型的支座一起作用。

图 16A 和 16B 示出根据本发明安装在支座结构上的一个梁架。这个结构不同于以前所描述的柔性支座结构，在此轴承瓦块 20 被支撑在各自分离的瓦块支撑表面 105 上。瓦块支撑表面 105 的每一个被支撑在一个支撑结构上，该结构包括一个第一级支撑部分 106，一个第二级支撑部分 107 和一个第三级支撑部分 108。在图示的实施例中，第一级支撑部分 106 是一个单个的垂直延伸梁架，第二级支撑部分 107 是一个象膜片的构件，第三支撑部分 108 是由两个连续的环形梁架构成的。还有图示的类似硬币的瓦块。当然其它类型的瓦块也能被使用。

实际上，当轴承瓦块被安置在分离的瓦块支撑表面上时，支撑结构有许多可能的排列。另一些止推轴承支座形状的例子示于图 21—30 中。图 16A 和 16B 所示的这些轴承的轴承结构之间的差异主

要表现在第一级支撑部分、第二级支撑部分和第三级支撑部分的结构的不同。在置于支座上的梁架的讨论中，不管是止推的、径向的还是止推和径向的结合，对于加工支座都是有用的。此时支座由一个圆柱形坯通过带有切割、开槽和钻孔的机械加工而成，以限定一个支撑结构。当然，支座也能通过机械加工被制造，但这样加工也不是唯一的；支座也能被模制、铸造或按其它方式制成。

另一种支座形状示于图 21—24。图 21 是一个轴承的顶视图；图 22 是轴承的一个横断面图；图 23 是轴承的底视图和图 24 是轴承的轴侧图。示于图 21—24 的支座 10 与带有两个明显例外的、示于图 16A 和 16B 的轴承相类似。首先，图 21—24 的轴承包括一个成角度的或倾斜的支撑梁架 134A 而不是象图 16A 的垂直支撑梁架。其次，支座 10 包括附加的孔 144，该孔延伸穿过支撑梁架 136 形成一个贯穿倾斜或成角度的梁架 134 的柱形开口，以便在支撑梁架上形成椭圆形开口，椭圆形开口把梁架分成一对多元孔桥，其形状可通过参考图 24 的轴侧图得到理解。开口 144 的设置以及将倾斜的或成角度的梁架 134A 分成多元孔桥，其结果与图 16A 和 16B 的轴承相比大大增加了图 21—24 所示的轴承瓦块 20 的支座支撑结构的柔性。这样，图 21—24 的轴承瓦块支撑表面 132 其偏移比起图 16A 和 16B 所示的轴承瓦块 132 更响应于较轻的载荷。图 21—24 所示的支座对轻负荷的轴承瓦块的支撑更适合，图 16A 和 16B 所示的轴承对于承载较重负荷的轴承瓦块更适合。此外，成角度的或倾斜的支撑梁架的设置，例如带有或没有把梁架分成多元孔桥的开口的梁架 134A，增加了在垂直方向的瓦块支撑表面的柔性，因为一个垂直施加的负荷势必产生一个力矩，该力矩引起梁架朝着中心或轴承的内径偏移，并且因此消除了润滑油的离心泄漏。

所示的轴承瓦块 20 是一个简单的似硬币的轴承瓦块。瓦块 20 可由碳化硅或其它一些高质量的轴承材料制成。当然，在这里公开的任何其它形式的轴承瓦块也能被使用。

图 23A 表示了图 21—24 所示类型轴承的底视图，在此附加的孔 146 形成于膜片或支撑梁架 136 内以进一步增强梁架或膜片 136 的柔性。如图 23A 所示，孔 146 相对于每个瓦块支撑部分非对

称地形成。这些孔的这样一种非对称形式的设置导致一个轴承里的瓦块支撑，从而瓦块倾向于在一个方向里比在另一个方向里更容易偏移。换言之，通过在支座支撑结构里设置非对称开口，轴承瓦块在一个方向偏移。自然地，在本发明的任何轴承结构里可提供这种非对称设置的开口，在此，期望在一个方向偏移轴承瓦块，甚至可以期望提供非对称设置的开口或孔以便仅有选择的使轴承瓦块 20 的其中的一部分偏移。

图 25 是根据本发明的另一轴承的断面图。按照这种结构，轴承瓦块 20 被支撑在一个瓦块支撑表面 132，该支撑表面 132 支撑在一个管子 134S 上，管子本身支撑在水平排列的梁架部分 134H 上，梁架部分 134H 又支撑在一个成相反角度的梁架部分 134I 上。另一方面，支座结构类似于前面所述的轴承的支座结构。借助于这个结构，支座 10 在一个方向上有很大的柔性，但在相反方向是非常刚性的。一个压电元件 100 如图所示地安置在水平梁架部分和瓦块之间，以灵敏地控制瓦块倾斜。示出了一个中空的平截头锥形轴承瓦块 20，然而，支座 10 能够支撑在此描述的另一种形式的轴承瓦块。

图 26 表示了一个类似的结构。图 26 所示的轴承支座 10 和图 25 所示的轴承支座 10 之间的差异是，图 26 的轴承支座 10 使用一个垂直梁架部分 134V 而不是一个成相反角度的梁架部分 134I。支座 10 在所有其它方面是类似的。在图 26 的轴承中的没有角度的梁架倾向于在垂直方向给轴承以更多的刚性。另一方面，图 26 所示的膜片式轴承瓦块 20 比图 25 的中空锥体轴承瓦块 20 有更多的柔性。很自然地，象在此所述的所有其它支承结构、其它形式的轴承瓦块也可以被使用。

图 27—28 表示了本发明的轴承结构的另一个实施例。如图所示，这个轴承包括一个支座 10，支座 10 有一组轴承瓦块支撑 321—326(示于图 28 的剖视图中)。轴承瓦块支撑 321—326 中的每一个被支撑在一个支座支撑结构的支撑表面 342 上。支座支撑结构包括一个由一对可嵌套的平头截锥体组成的第一级支撑部分，其支撑在一个第二级支撑部分上，第二级支撑部分包括一个开口的周边膜片 360，其被支撑在第三级支撑部分，第三级支撑部分包括一对周边梁架 382。周边梁架 380 和 382 与

前面描述的结构是类似的。膜片 360 不同于前面描述过的膜片，因为膜片 360 被形成于轴承支撑结构底部的槽径向地分开，这种结构形成可嵌套的平头截锥体。内平头截锥体相对于外平头截锥体翻转，以便平头截锥体的中心线汇交于在瓦块支撑表面 342 上方的一个点 350 处，内平头截锥体有一个类似于倒 V 形的断面。因此平头截锥体的中心线相交于在支撑表面上方的点 350 处，第一级支撑结构围绕轴瓦表面上的一点枢轴支撑轴承瓦块，这样确保合适的偏移。

支撑轴承瓦块的梁架 346 和 344 能以同一角度彼此成角度地相对着，或以不同角度彼此成角度也相对着，一个成角度的梁架和一个不成角度的梁架，和在同方向成角度的梁架相对着。因此，在第一级支撑结构里梁架角度的变化影响着轴承的偏移特性。

一组相对于轴承支撑结构非对称设置的孔或开口 420 把套装在一起的平截锥体或倒 V 形结构分成一组支撑梁架 344、346，并把套装在一起的平头截锥体顶点分开，以便限定瓦块支撑表面 342。这样，例如瓦块支撑 321 借助一对复合支撑梁架 344 和 346 支撑在一个瓦块支撑表面 342 上，复合支撑梁架是楔形的彼此相对，并且有一个被贯穿套在一起的平头截锥体部分的柱状延伸孔限定的一个复合的几何轮廓。如图 27 的最好示出的那样，梁架 344 和 346 的中心线汇聚到瓦块表面上方的点 350 处，以保证适宜的枢轴支撑。独立的梁架 344 和 346 被支撑在一个周边膜片 360 上，膜片由限定平头截锥体的槽分开。膜片由周边梁架 380、382 支撑。如上面所讨论的，周边梁架 380、382 和周边膜片 360 能被环形地分开，以限定独立的梁架支撑。

支座支撑结构可以有许多变化。例如支撑结构的偏移随梁架的角度的变化，随限定腿的孔或开口位置的变化，随梁架或膜片长度、宽度或厚度的变化而变化。为了图示若干种这些变化的可能性，图 27 和 28 描述了用于瓦块支撑表面 321—326 的每一个的不同的支撑结构。应该理解，这些变化的支撑结构被示于一个单一的轴承里，其目的是为了解释本发明。在正常使用中，瓦块支撑 321—326 中的每一个将有一个类似的，但不必相同的支撑结构，以确保均匀的特性。

用于轴承瓦块支撑 322 的支撑结构不同于借助于带有一个孔或开口 422 的瓦块支撑 321, 孔或开口 422 延伸通过梁架 346, 以便把梁架 346 分成一组梁架或子梁架 346 (a) 和 346 (b)。如果象开口 422 一样, 开口的直径和位置是这样的, 即梁架完全地被分开, 梁架被成分开的梁架。另一方面, 如果开口仅部分地分开梁架 (如开口 423) 则梁架被分成子梁架。如图 27 所示, 开口 422 在梁架 346 的侧面形成一个椭圆形开口, 如图 27 所示, 径向朝外的梁架 344 是可见的。借助于这个结构, 瓦块支撑 322 被三个成角度的带状物或梁架 344、346 (A) 和 346 (13) 支撑。

轴承瓦块支撑 323 被 4 个成角度的梁架或带状物 344(a)、344 (b)、346 (a) 和 346 (b) 支撑。这个结构通过设置一个孔或开口 423 而获得。孔或开口延伸穿过梁架 344 和梁架 346, 并把瓦块支撑表面 342 分成两部分。

应该注意到相对于在此讨论的所有变更及开口的尺寸的选择应基于这样的原则, 即梁架 344 和 346 要被成分开的梁架。在一些例子里, 可以期望完全地分开梁架部分, 在这种情况下, 使用一个较大的开口。在另一些例子里, 如相对于所示的轴承瓦块支撑 323 的支撑, 可以期望沿着梁架的侧壁在一些点细分梁架。也应注意到, 虽然附图仅表示了用于轴承瓦块支撑结构的、分割梁架 344 和 346 的一个开口, 也可以设置两个或更多个类似于图 28 所示的开口 422—426 的开口, 以便把梁架 344、346 分成三个或更多个梁架或子梁架。一般说来, 确定所使用的支撑类型取决于所要求的操作性能。通常, 把梁架成分开的梁架或子梁架会使支撑结构更具有柔性。就象用于轴承瓦块支撑 322、324 和 326 的支撑结构一样, 通过在一个方向使支撑结构更具有柔性, 能够使轴承瓦块支撑在一个预定的方向偏移。

除了开口 424 延伸通过外支撑梁架 344 而不是内支撑梁架 346 以外, 用于轴承瓦块支撑 324 的支撑结构与用于轴承瓦块支撑 322 的类似。这样, 象轴承瓦块支撑 322 一样, 轴承瓦块支撑 324 由 3 个成角度的腿支撑。

除了一个开口 425 在一个非对称的位置穿过外周缘梁架 380 和周缘膜片 360 以外, 用于瓦块支撑 325 的支撑结构与用于瓦块支撑 321 的类

似。这样, 轴承瓦块 325 在一个预定的方向即在因设置开口 425 而产生最大的柔性的方向被偏移。

除了把梁架 346 分开的开口 426 是以非对称形式设置外, 用于瓦块支撑 326 的支撑结构与瓦块支撑 322 的支撑结构是类似的, 以便在较大柔性方向偏移瓦块支撑 326, 即在较小的且更具有柔性的梁架的方向偏移瓦块支撑 326。

瓦块支撑 321—326 中的每一个带有孔或其它开口, 使之支撑轴承瓦块 20。尽管示出了一个类似硬币的轴承瓦块, 应当懂得, 可使用在此公开的任何轴承瓦块。此外, 瓦块 20 可拆开地固定到在此讨论的瓦块支撑上。

很自然地, 使用图 27、28 所示的支撑结构的任何结合可以获得理想的操作性能。

图 29—30 示出了本发明的轴承的另一个实施例, 如图所示, 该轴包括一个支座 10, 它有一组瓦块支撑 521—526 (其位置示于在图 30 的剖视图中)。瓦块支撑 521—526 中的每一个是单一的, 它带有支座结构并支撑在其上。通常, 支座支撑结构至少包括一个第一级支撑结构, 该结构包括一个内环形支撑梁架 546 和一个外环形支撑梁架 544, 一个第二级支撑部分, 其包括一个内周缘膜片 362 和一个外周缘膜片 364, 一个第三级支撑部分, 其包括一个内周缘支撑梁架 382 和一个外周缘支撑梁架 380。图 29 清楚地示出了环形支撑梁架 544、546 局部地由一个从支座的底延伸到瓦块支撑表面的深的环形槽予以限定。支撑梁架由一组相对于轴承瓦块支撑结构非对称设置的孔或开口 620 进一步限定, 孔或开口 620 把梁架 544、546 与毗邻梁架分开。这样, 例如, 支撑瓦块 521 支撑在一对梁架 544 和 546 上, 该梁架一般有精确的侧壁。如早先提到的, 梁架支撑结构也包括膜片 361、364 和周缘梁架 380、382。

对于支座支撑结构可作出许多改进。为了说明这些改进的可能性, 图 29 和 30 示出了每种瓦块支撑 521—526 的不同的支撑结构。同前面图 27—28 所述的实施例一样, 为说明本发明起见, 这些变化的支撑结构示于单个的支座 10 内。在正常使用中, 瓦块支撑 521—526 中的每一个将有一个类似、但不必相同的支撑结构以确保均匀的操作性能。

瓦块支撑 522 的支撑结构不同于瓦块支撑 521

的支撑结构在于其借助于设置的孔或开口 622, 孔或开口延伸穿过内环形梁架 546, 以便把梁架 546 分成一组梁架 546a 和 546b。借助于这个结构, 瓦块支撑 522 由三个垂直延伸的梁架或带状物 544、546a 和 546b 支撑。

瓦块支撑 523 由四个垂直延伸的梁架或带状物 544a、544b、546a、546b 支撑。这个结构通过设置一个孔或开口 623 而获得, 孔或开口延伸穿过两个梁架 544 和 546。从这个改进而获得的较薄的梁架很自然地具有比用于瓦块支撑 522 和 521 的支撑结构更大的柔性。

瓦块支撑 524 被五个相对薄的垂直延伸的梁架或带状物支撑。这个结构是通过设置的把内梁架 546 分成两个梁架的一个孔或开口 624 和设置的把外梁架 544 分成三个梁架的两个孔 624 而获得。

除了一个附加的开口 635 非对称地把外梁架 544 分成两个梁架以外, 用于瓦块支撑 525 的支座支撑结构与用于瓦块支撑 522 的是类似的。借助于非对称分布的外梁架 544, 轴承瓦块在较大的柔性方向偏移。

除了外梁架 544 而不是内梁架 546 被分开以外, 瓦块支撑 526 的支座支撑结构类似于瓦块支撑 522 的。此外, 开口 626 比开口 622 稍大, 这样在内梁架 546 的外周缘上设置沟槽, 以便使内梁架 546 更具有柔性。

当然, 图 29、30 所示的支撑结构的任何结合能被用于获得理想的操作性能。

每个瓦块支撑表面有一个钻孔或类似开口, 在此安置轴承瓦块 20。在此公开的轴承瓦块 20 可以是任何形式的而不仅仅是所示的象硬币式的瓦块。此外, 如果需要的话, 瓦块能够可释放地固定到在此讨论的瓦块支撑上。

图 29A、29B、30A 和 30B 详细地表示了具有支座 10 的止推轴承, 其中, 支座支撑结构的瓦块支撑 521A 中的每一个与用于支撑图 29 和 30 的瓦块的瓦块支撑 521 是相似的。然而, 支座结构是不同的, 因为梁架 544A 和 546A 与示于图 29 和 30 中的支座 10 的匹配物相比, 在环形的部位比较窄, 在垂直方向上比较短。当然, 较短的梁架比较长的梁架更具有刚性, 而较窄的梁架比较宽的梁架的刚性要小。此外, 在径向部位, 梁架 544A 比梁架 546A 窄, 而在图 29 和 30 所示的轴承里, 梁架

544 和 546 具有相等的宽度。径向上的不同的厚度用大的开口 620 补偿。该开口限制了所设置的梁架 544A 和 546A 的环形延伸程度, 以致梁架 544A 在环形方向上比梁架 546A 宽得多。最后, 应该注意到, 开口 620 比在图 29 和 30 中的轴承支座结构里的相应开口 620 大得多。当然, 较大的开口增加了在此所限定的支撑结构的柔性。

借助于固定在上面所述的瓦块支撑结构的梁架, 轴承瓦块支撑在一个支座上, 该支座能够偏移以改变轴承瓦块 20 的方向。这种结构尤其适合于硬币状的轴承瓦块 20, 因为可以在支座上而不是在瓦块 20 上设计所需要的柔性。然而, 如果需要获得理想的偏移的话, 可以使用任何在此所公开的轴承瓦块。尽管如此, 必须考虑, 在正常情况下, 使用图 16A 和 16B 所示形式的硬币状的轴承瓦块, 因为设置的独立的可控制的瓦块支撑表面 105 和在支撑结构 106、107 和 108 上它们的支撑能够获得最佳的偏移。另外, 轴承瓦块可由高性能轴承材料制成或由灵敏或智能材料制成, 以允许动态的或活动的控制如下面讨论的楔形构件。

另一种形式的模制的轴承结构表示于图 20A—20E 中。这种类型的模制结构最适于径向或轴颈轴承。尤其是, 如图 20A 的最佳表示, 该轴承包括一个具有一组纵向燕尾槽的支座 10, 燕尾槽环形间隔的设置于支座 10 的内圆周上。一组燕尾槽形轴承瓦块 120 固定在形成于支座 10 里的燕尾槽内。燕尾槽轴承瓦块 120 包括一个瓦块部分 123 和一个支撑部分 127。在图示的实例中, 支撑部分包括一个第一级支撑部分 1271, 一个膜片状的第二级支撑部分 1272 和一个第三级支撑部分 1273。按照本发明的一种方式, 第三级支撑部分有朝外的燕尾状的外形。它相对于形成于支座 10 内的燕尾槽是互补的。借助于轴承瓦块 120 较下端的燕尾槽形状, 轴承瓦块能从支座 10 的轴端滑入纵向槽内, 以便瓦块 120 相对于支座 10 在径向方向被锁住。这样, 将燕尾槽轴承瓦块 120 快速地、可释放地固定到支座 10。此外, 在支座 10 内的它们的位置不受轴的旋转的影响, 该轴由轴承瓦块支撑。然而, 没有更多的轴承瓦块 120 在支座 10 内可轴向滑动。如果需要的话, 轴承瓦块 120 相对于支座通过设置一个端盘, 一个锁栓或一些类似机构而能够容易地锁住。

按照本发明的另一种形式, 图 20A 所示的燕尾棒轴承结构可以是模制系统的一部分, 特别是, 模制系统可包括广泛变化的燕尾棒轴承瓦块 120, 该轴承瓦块 120 的每一个有一个较靠下的部分, 该部分相对于纵向槽互补的形成, 该纵向槽形成于标准燕尾棒型支座内。采用这种方式, 一个标准的支座可用来作为广泛变化的轴承结构的支撑。

图 20B—20E 表示了按照本发明的各种燕尾棒轴承瓦块结构。每个燕尾棒轴承瓦块结构有一个下端, 该下端具有与形成于图 20A 的支座 10 内的燕尾棒沟槽的形状互补的形状。从而, 在此所示的任何轴承瓦块可以装配在图 20A 的支座 10 内, 以适合于特殊的需要。另外, 模制系统可通过设置模制轴承瓦块而作出进一步的改变, 该模制轴承瓦块有不同的径向(或如附图所示的竖向的)尺寸。按照这种方式, 单个的支座 10 能适于支撑变直径的轴。

图 20B 示出了一个与图 20A 所示的通常类型的模制燕尾棒轴承瓦块。轴承瓦块 120 包括一个瓦块部分 123 和一个支撑部分 127。在这种情况下, 支撑部分 127 包括一个垂直或径向延伸的单个梁架, 该梁架用作第一级支撑部分。一个环形或水平延伸的膜片作为第二级支撑部分。一对燕尾棒状的支撑腿作为一个第三级支撑部分。

图 20C 表示了一个相似的模制燕尾棒轴承瓦块, 除了它的第一级支撑部分包括一个非对称的梁架网络以外, 该梁架网络包括一个瓦块支撑梁架, 一个环形悬臂梁架和一个垂直梁架, 垂直梁架把梁架网络支撑在第二支撑部分的膜片上。由于这种轴承瓦块非对称的性质, 一个带有这样一个瓦块的轴承结构将是单向的而不是双向的。

图 20D 表示了一个模制燕尾棒轴承瓦块, 在此瓦块支撑部分 123 被从下部切开并通过径向延伸的梁架支撑其端部。这些径向延伸的梁架借助环形梁架以悬臂方式予以支撑, 环形梁架支撑于径向梁架上, 径向梁架又支撑在环形梁架并最终支撑在径向梁架上。这种梁架在梁架上的结构使图 20D 的燕尾棒具有非常大的柔性。

图 20E 表示了一个带有不同形式的梁架在梁架上结构的燕尾棒轴承瓦块。在这种情况下, 瓦块部分 123 自下部切开并由径向延伸的梁架支撑, 径向延伸的梁架由环向延伸的梁架支撑, 环向延伸

梁架被另一径向梁架以悬臂的形式支撑, 该径向延伸的梁架又支撑在一固定的基底上。在图 20E 所示情况下, 构成限定瓦块部分和支撑网络的开口与形成于在先描述的燕尾棒瓦块结构内的开口相比是比较薄的。

除了图 20B—20E 所示的燕尾棒轴承瓦块的形式以外, 使用例如图 31—34 所示的那些连续无间断的燕尾棒轴承瓦块也是可能的。这些仅能变形而不能偏移的连续无间断的轴承瓦块, 一般使用在支座包括一个适于柔性支撑轴承瓦块的梁架支撑网络的情况下。

一般来说, 连续无间断的轴承瓦块将由高性能材料制成, 例如碳化硅; 另一方面, 例如示于图 20B—20E 的那些可偏移的轴承瓦块倾向于用塑料, 铜锡合金或钢制成。

图 31 和 31A 示出了根据本发明的轴颈轴承的另一燕尾棒。图 31 和 31A 所示的轴承结构是双向的, 即轴承能够支撑一根如图 31 所示的或者顺时针或者逆时针旋转的轴。因为瓦块支撑相对于它的中心是对称的, 所以轴承是双向的, 该中心线被定义为通过轴承主轴和瓦块几何中心的径向延伸线。图 31 和 31A 的轴承包括一个支座 10, 支座 10 带有一组薄的径向的和环形的狭缝, 以限定一组环向间隔的轴承瓦块支撑表面, 该表面支撑一组轴承瓦块 20。

实际上, 每个轴承瓦块支撑表面 632 由一个梁架支撑结构支撑在两个瓦块支撑表面 632ps 上。连接到每个瓦块支撑表面 632ps 的轴承瓦块的梁架网络是同样易弯曲的轴承的对称结构, 这种对称结构使得轴承是双向的。为了简化叙述起见, 仅仅描述一个瓦块支撑表面支撑轴承的梁架网络, 因为另一个瓦块支撑表面以同一种方式支撑。这样, 如图 31 所示, 第一梁架 640, 通常是径向延伸的连接到轴承瓦块支撑表面 632。通常是环形的第二梁架 642 被连接到梁架 640 的径向最外端。通常是径向的第三梁架 644 径向地从梁架 642 向内延伸。第四梁架 646 通常是环形的, 从梁架 644 的径向最内部分延伸。通常是径向的第五梁架 648 从梁架 644 径向地向外延伸到支撑结构的壳体部分。概括地说, 图 31 所示轴承内的每个轴承瓦块支撑表面 632 由十个梁架和支座壳体支撑。也应该注意到, 形成于瓦块支撑表面下面的切口或狭缝产生附加的

柔性，从而瓦块支撑表面的作用就象一个弹簧膜片一样。

在所出示的实施例中，使用了简单的燕尾棒轴承瓦块。然而，由于轴承结构的模制特性，也能够使用其它形式的轴承瓦块。例如，可使用象图 20A—20E 所示的燕尾棒轴承瓦块。或者使用其它在此所公开的非燕尾棒轴承瓦块。

图 31A 是图 31 的一个径向横断面，表示了第三梁架 644、轴承瓦块支撑表面 632，轴承瓦块 120 和壳体或外周缘。

如下面所详述的，压电元件 100 可设置在支撑结构内，以允许可选择地调节偏移特性。

图 32 和 32A 示出了本发明的另一个燕尾棒轴颈轴承结构。该轴承结构不同于前面所描述的轴承结构，其中支座 10 由一个形成于“柱形坯”里的相当大的槽和开口限定。通常，这种类型的结构通过铣削毛坯形成的而不是用放电加工切削或一些类似的用于形成象前面所描述的实施例中的小沟槽的技术。图 32 所示的支座结构的优点是，在所需要极小的轴承的应用中，与例如图 31 和 31A 中的由于结构所需的相应的较小的切口和开口相比较，能够容易地制成构成图 32 和 32A 所示类型的支座所需的成精确比例的较大的切口和开口。然而，大的沟槽或开口通常是容易模制或挤压成型的，由较大的切口形成的支座，在应用中也发现使用要求带有刚性轴承瓦块支撑结构的很大的轴承。

图 32 所示的轴承瓦块 20 相对于主轴 706 对称地予以支撑。因此，轴承是双向的。此外，支座有一个带有暴露在外的开口的连续的横断面。因此，它可容易地挤压和容易地模制。当然，支座可通过设置不连续的横断面予以改变，例如通过设置径向延伸的环形槽或非对称地设置的径向延伸的开口，以改变支撑结构并因此改变操作性能。

如图 32 所示，轴承包括一组环形间隔设置的轴承瓦块支撑表面 732。每个轴承瓦块支撑表面 732 由一个支撑结构支撑，该支撑结构包括一对通常是连接到轴承瓦块支撑表面 732 上的径向梁架 740。一个通常为环形延伸的若干第二梁架 742 支撑每个梁架 740。梁架 742 连接到壳体或呈悬臂梁形式的第三级短支撑梁架 744 上。象图 31 和 31A 的轴承一样，示出了一个平面燕尾棒轴承瓦块 120。当然可使用任何类型的轴承瓦块。然而，保

持轴承瓦块 120 的双向特性应当是双向的轴承瓦块。

图 32A 是图 32 所示轴承的一部分的径向横断面。在该横断面中，轴承瓦块 120、轴承瓦块支撑表面 732 和第一梁架 740 是可见的。

图 33 示出本发明的燕尾棒轴颈轴承结构。同图 32 的轴承一样，图 33 的轴承支座 10 由相应的较大的槽和孔形成。实际上，一组相等间隔的径向延伸的环形槽限定了一组环形间隔的轴承瓦块支撑表面 832。轴承瓦块支撑表面 832 由一对轴向延伸的环形槽进一步限定，该槽对称地从圆柱坯的表平面延伸，这可以在图 33B 和 33C 中清楚地看到，在此槽由参考数字 834 和 835 表示。支座支撑结构由前面提到的结构特征和一组环形间隔的对称设置的浅孔 838 以及一组环形间隔的对称设置的深孔 837 限定。由于存在“隐藏”孔 837、838，图 33 的支座结构是不能够挤压成型的。也不能够用一个简单的两块膜子模制，即是不容易模制的。

如图 33A 的最佳表示的那样，深孔 837 贯穿轴向槽 836，以便限定每个轴承瓦块的支撑结构，支撑结构进一步由一个从圆柱坯外周缘延伸的环形槽 839 限定。

参考图 33—33C，将理解到上面所讨论的构件设备提供了用于轴承瓦块支撑表面 832 的支撑结构，该支撑结构包括一个直接支撑瓦块的梁架 840，即一个第一级支撑结构。两个连续梁架 882，即一个第三级支撑结构和一个第二级支撑结构，该结构包括由孔 837 和 838 部分地限定的一组梁架，该组梁架把梁架 840 连接到连续梁 882 上。

因为图 33—33C 所示的支座支撑结构相对于从主轴 806 延伸的瓦块中心线 806A 是非对称的，它是单向的。此外，象图 32 的支座 10 一样，该支座实际上适用于需要非常小的轴承，因为限定该支座的相应的比较大的槽和孔更易于制造。

燕尾棒轴承瓦块 120 具有由两个互相间隔的、成角度的腿限定的支撑部分。因此，瓦块 120 的中心区域获得柔性支撑。当然，也能够使用其它类型的燕尾棒瓦块。

图 34 和 34A—34D 示出了根据本发明的另一燕尾棒轴颈轴承结构。在由如图所示的适当大的槽和孔限定的支座的情况下，图 34 的轴承结构类似

于图 33 的轴承结构。实际上，尽管用于每个轴承瓦块支撑表面的支撑结构是相同的，但支撑结构相对于每个轴承瓦块是不对称的。因此，示于图 34 的支座是单向的。此外，因为支座包含“隐藏”开口，支座既不能挤压成型，也不能用一个简单的两块模具模制。

此外，所示的燕尾榫轴承瓦块 120 仅仅是示范性的。根据本发明的模制特性，任何燕尾榫轴承瓦块 120，或稍加改变的其它的在此公开的轴承瓦块 20 也可以使用。

如图所示，支座包括一个带有一对类似构件 940 的第一级支撑结构，构件 940 连接到轴承瓦块支撑表面 932 并由对称设置的开口 942 部分地予以限定。一个在轴承外周缘表面上形成的浅环形沟槽确定了一个第三级支撑结构，该结构包括一对类似元件 982 的连续梁架。包括一个梁架和把梁架 940 连接到连续梁架 982 上的膜片网络 960 的第二支撑结构由一组对称设置的较大的孔、对称设置的较小的孔 946 和非对称设置的小孔 948 予以限定。借助于非对称设置的孔 948，支撑结构更具有柔，从而在那些孔的方向发生偏移。

图 35 示出了根据本发明的推力和径向液力动压轴承。图 35 所示的轴承与图 34 所示的轴承是相类似的，并且相似的数字用于表示类似的结构。然而，径向推力轴承不同于单独的径向轴承，在那里轴承瓦块表面 1032ps 相对于主轴 1006 是成角度的。借助于其成角度的瓦块表面，图 35 的轴承是沿着主轴 1006 和从主轴 1006 的径向支撑着作用的载荷。

为了借助成角度的瓦块支撑表面 1032ps 的支撑，轴必须安装一个转动体，该转动体与瓦块支撑表面的角度互成余角。轴承所承担的轴向载荷部分和径向载荷部分取决于瓦块表面 1032ps 的角度。如果瓦块相对于主轴 1006 以角度 α 倾斜，施加到轴承上的轴向载荷可由下述公式确定：

施加的轴向载荷 = 总的轴向载荷 $(\sin\alpha)$ 。

类似地，施加到轴承上的径向载荷可由下述公式确定：

施加的径向载荷 = 总的径向载荷 $(\cos\alpha)$ 。

示于图 35 的轴承的支座支撑结构类似于用于图 34 所示的轴承的支撑结构。

图 17A—17C 和图 18A—18B 示出了根据本发

明的一个多方式轴承结构的变化形式。在应用于涉及不连续的、广泛变化的工况时，多方式轴承结构是有用的。例如，应用于一个有时低速旋转和有时高度旋转的轴或应用于有时是重负荷和有时是轻负荷的轴。当工况广泛变化时，对于设计一个在每种工况下能够最佳运转的单一的轴承有时是困难的。这种多方式轴承结构通过设置用于每种工况的分离的轴承瓦块组解决了这个问题。每组轴承瓦块相对于支座环形间隔设置的并能够在一组操作条件下由其自身支撑轴。在操作条件下，而不是为其设计的操作条件下，每一组瓦块很少提供或不提供支撑。轴由另一组瓦块支撑。由此可见从理论上说，轴承可被设计成包括若干不连续轴承瓦块以在许多不同的工况下支撑一个最合适的轴。实际上，无论如何对于把轴承设计成包括大约四个以上的这样一组轴承是困难的。

一般来说，多方式轴承结构与在别处描述的单方式结构在应用上是一样的，除了多方式轴承包括两个或多个各种形式的轴承瓦块和一个选择性的支撑结构以外，而所述的两个或多个各种类型的轴承瓦块和一个选择性支撑结构在为其设计的工况期间，使得每组瓦块支撑轴，但在其它工况很少提供或不提供支撑。一种类型的选择性支撑结构是基于负载变异的原理。另一种类型选择性支撑结构涉及使用活动地可控制“灵敏”材料，例如压电石英或聚合物。

载荷变异可能是由于在需要多方式轴承的情况下，由任何两种显著不同的工况造成的，而这两种显著不同的工况必须涉及截然不同的瓦块载荷，即一种方式将涉及比较高的载荷，另一种方式将涉及比较低载荷。本发明的多方式轴承是这样设计的，即设计以低载荷方式支撑轴的一组瓦块比设计以高载荷方式支撑轴的一组瓦块稍为接近被支撑的轴部分。这样，在低载荷操作情况下，只有在这种情况下，设计用于支撑轴的这组瓦块支撑着该轴。低载荷瓦块被设计或安装在一个支撑上，该支撑被设计成在高载荷情况下从被支撑的轴部分偏离开。这样，在高载荷条件下，低载荷瓦块被从支撑的轴部分被推开，并且当低载荷瓦块在其偏移位置提供很少支撑或不支撑时，由高载荷瓦块支撑轴。

变异载荷至少在两种情况下产生。第一，瓦块自身的支撑结构可以这样设计，即瓦块自轴偏离开

所响应的载荷比设计的载荷大。另一种情况或此外还有，支撑低载荷瓦块的支座部分可以设计成响应于高载荷而从轴偏离开。

图 17A—17C 示出了一个多方式轴承结构，其包括两个类型的瓦块 20L 和 20H。第一种类型的轴承瓦块 20L 是比较富于柔性的，因而该轴承被设计成在一个相对低的载荷工况下支撑轴。第二种类型的轴承瓦块 20H 是相对刚性的，因而这种轴承设计成在一个相对高的载荷工况下支撑轴。

在特别示出的例子里，低载荷轴承与上面讨论的图 3E 和 3F 所示的相似，并且高载荷轴承与上面讨论的图 3C 和 3D 所示的相似。当然，也可使用其它类型的轴承瓦块。在图 17A—17C 的轴承中，载荷变异最初的产生是由于元件 10 的设置。尤其是，支座 10 是这样设计的，即每组瓦块(高载荷瓦块和低载荷瓦块)支撑在一个瓦块支撑部分 105 上，该支撑部分被支撑在一个连续的环形环部分 106 上。相对于高载荷瓦块 20H 而言，连续的环形环部分 106 支撑在一个坚固基座 108 上。然而，相对低载荷瓦块 20L 而言，坚固的基座 108 带有一个开口 1080，以便连续的梁架 106 置于一个很薄的膜片 107 上。借助该结构，低载荷瓦块 20L 支撑在支座 10 上，在图 17A 所示的垂直方向上低载荷瓦块 20L 的柔性要比高载荷瓦块 20H 大得多。因而，为响应于施加到低载荷瓦块 20L 上的高载荷，用于这些瓦块的支撑将垂直地朝下偏移，以致低载荷瓦块 20L 的瓦块表面从被支撑的表面偏移。另一方面，用于高载荷瓦块 20H 的支座支撑是相对刚性的，在这种情况下将不会发生偏移。因此，为响应于高载荷，大体上说，由高载荷瓦块 20H 提供所有的支撑。

另一方面，为了确保低载荷瓦块 20L 在低载荷条件下基本上提供所有的支承，轴承是这样设置的，即，低载荷瓦块 20L 有一个比高载荷瓦块 20H 的瓦块表面安装得稍高的瓦块表面，这种高度差如图 17A 中用 HD 所示。这个高度差可以通过在适用于高载荷瓦块 20H 的支座 10 里设置较深的安装孔或者使低载荷瓦块 20L 稍微高一些而获得。由于这个高度差 (HD) 的影响，低载荷瓦块表面与在高载荷瓦块 20H 表面的前面的被支撑的表面接触。取决于设计条件，轴承瓦块和支座支撑结构设计成，在低载荷状态里，低载荷瓦块 20L

基本上支撑整个载荷。

图 17B 示出绕支座 10 的环形布置的高载荷瓦块和低载荷瓦块。在此如图所示，每组瓦块，即高载荷瓦块组和低载荷瓦块组相对于轴承的主轴环形间隔的设置，这对于确保每组轴承瓦块能够独立的支撑被支撑的轴部分是必须的。附加的若干组轴承瓦块能够支撑中等载荷条件下的轴。在可提供的附加的轴承瓦块组数目方面的最初的限制是需要的，以提供足够数目的轴承瓦块(每组轴承瓦块独立支撑轴)，和满足轴承瓦块的实际需要和整个轴承尺寸的合理性。操作方式也必须是截然不同的，以允许载荷的变化。

图 17C 表示了孔 108 的位置，该孔制在支座的底部，以构成在低载荷瓦块 20L 位置下面的薄膜片支撑 107。

图 18A 和 18B 示出了另一种结构，其中载荷变异的出现是由于轴承瓦块结构所致，特别是，轴承结构包括两种类型的轴承瓦块 20L 和 20H。第一种类型的轴承瓦块是相当柔性的，在相对低的载荷作用条件下支承轴。第二种类型的轴承瓦块 20H 是相当刚性的，用于在高载荷条件下支承轴。在所示的实施例中，高载荷瓦块 20H 如上面图 3C 和 3D 所讨论的类型一样，低载荷瓦块 20L 一般类似于如上面所讨论的图 4B 和 4C 所示类型。当然其它形式的轴承瓦块在需要时亦可使用。

轴承瓦块支座 10 可以是常规的支座，这种支座对于每一种类型的轴承瓦块 20L、20H 基本上起到相同的支承作用。设置在支座 10 内的通道 109 用于特殊的目的，如下所述。设置的通道 109 并不适用于变异载荷。轴承瓦块 20L 比轴承瓦块 20H 稍高，以便在图 18A 所示的装配状态中提供高度差。为了获得变异载荷，设置的低载荷瓦块 20L 在高载荷条件下偏离轴承表面，高载荷瓦块 20H 承担绝大多数所需的支承。为此目的，低载荷瓦块 20L 具有非常柔性的支承结构，其包括圆柱形的第一支承部分 371、薄的膜片状的第二支承部分 372，类似腿的圆柱形第三支承部分 373。当然，这仅仅是具有非常柔性的轴承瓦块结构的一个例子。本文中公开的任何瓦块例如柔性轴承瓦块均可使用。

借助示于图 18A 和 18B 所示的结构，在低载荷状态下，低载荷瓦块 20L 首先接触被支承的

轴。在低载荷操作条件下，所设计的这些轴承瓦块 20L 的支承结构满足支承轴的要求。在高载荷状态下，低载荷瓦块 20L 偏离轴承，高载荷瓦块 20H 承担轴的必要的支承。

图 18A—18B 示出了一个轴承瓦块即在这个例子中的低载荷瓦块 20L 改变刚度的可能性。尤其是，当轴承瓦块 20L 置于支座 10 内时，密闭的腔室 373C 设置于支承部分 372、373 的内壁和固定孔的底部之间。该腔室通过一系列通道 109 自流体源 3 供给流体，以致轴承的刚性得到改变。特别是，当腔室 373C 完全充满压力流体，薄膜片 372 获得刚性支承，以致轴承瓦块 20L 更加受到刚性支承。另一方面，当流体自腔室 373 排出，膜片 372 可以随意偏移，以便轻微地支承轴承瓦块 20L。

根据本发明的另一个方面，密封在腔室内的流体可以是电致流变的 (ER) 流体，电致流变的流体在电场中改变粘性，以致电致流变的流体可以从自由流动的液体迅速变成高粘度的液体，假固体的形成取决于电场的强度。当腔室 373 充满电致流变的流体，能够向薄膜片 372 提供几乎是连续可变的支承刚度。以这种方式，轴承瓦块 20L 的刚性可以随不同的场合而予以改变，即当电致流变的流体自由的流动时，可以提供减弱柔性的支承，在电致流变的流体被强烈的充电而起着固体的作用时，轴承瓦块 20L 的支承刚性显著加强。

如上所述，第二种类型的可选择的支持结构是基于把轴承制作成一个灵敏结构的原理。灵敏结构是一种能够响应于周围环境状态的结构，它们的特性随环境的状态而改变。通常灵敏结构包括三种类型的构件，即结构支承组件、传感组件和致动组件。每种组件的功用可与生物的功能相比较。结构的或构架的支承组件的功能是作为轴承的框架或骨架，通常由结构材料如铝、钢、铜、陶瓷、塑料或重量轻的合成材料构成。传感组件象感觉神经系统，它由能够检测或监视温度、压力或表示合适的轴承支承的其它物理参数的专用的材料制成。最后，致动组件的功能象肌肉系统，作膨胀、收缩或经受其它物理变化，以有规律地改变构架支承装置。本发明的灵敏的轴承结构具有基本上类似于在前描述的轴承瓦块的结构组件。传感组件可以是常规的电传感器或一种灵敏材料，这种材料随变化的

条件而作实际的改变。类似地，致动组件可以是常规的机械的或电致动器或灵敏的材料，灵敏材料的物理性质可被选择的改变。压电材料适合于作为致动器和传感材料。实际上，压电材料如石英和确定的聚合物受到压力作用时便产生电压；相反地，当它们暴露于电场中就会收缩或膨胀。因此，向轴承瓦块内的压电传感器施加压力将产生电压，该电压用来向致动器传送一个信号，并通过致动器内的其它压电材料传送电流以加强或减弱支承。

另一种“灵敏”结构的传感器和致动器组件的合适材料是 TERFE-NOL，该材料是新的一组磁致伸缩的铁、铽和镱的稀土合金，当其暴露于磁场中，其尺寸产生巨大的变化。TERFENOL 在所有材料中具有最大的磁致伸缩，并且只需要取决于所使用的预加压力的 500—1000 奥斯特的合适磁场。在数微秒内，长 100 毫米的杆增加 0.2 毫米，这种变化比早期的磁致伸缩大 100 倍，比压电材料的磁致伸缩大最多可达 20 倍。TERFENOL 材料由电流驱动，与电致伸缩材料相比，它能在低电压下操作，且电致伸缩材料易发生电弧。

TERFENOL 材料由于原子力而改变其形状，并且在 200ppm 的张力的作用下可产生 200Mpa (29, 000psi) 的力阻抗。TERFENOL 在以 0—5 千赫兹低频率产生机械能方面优于所有其它材料。对于高达 20 千赫兹的较高频率，必须考虑涡流电流的损失，并且需要叠片结构。该材料以每单位体积 (30, 000 焦耳/立方米) 传递很高能量。以大于 0.7 的磁致弹性耦合系数有效地把电能转变成机械能。

该材料的渗透率低 (5—10)。材料的相对渗透率随机械应力而变化，它意味着 TERFENOL 可作为具有极好的快速响应于时间的传感器，因此当机械力施加于 TERFENOL 材料上时，就产生电能，其它非晶磁致弹性材料 (铁、硅、硼) 因其应变系数高至 500, 000 和磁致弹性耦合系数高达 0.98，故现今适合于用于传感应用中。

就一根 100 毫米的杆而言，TERFENOL 材料具有 0—15 千赫兹的高的频带宽度。在低频率条件下，TERFENOL 材料性能较好，并且对于低于 1 千赫兹的声频，其效果也是理想的。这意味着信号更好的传递并在返回中产生较高的鉴别能力。材料的杨氏模量、共振频率和声速均可以通过利用

磁偏压场在广泛的范围内予以控制。当材料处于饱和状态，杨氏模量的数值将达到原先数值的两部。

示于图 19C 的一些简单结构是一个“灵敏”的轴承瓦块。灵敏的轴承瓦块包括传感器和致动器，二者是由压电材料制成的，以便当向轴承瓦块施加压力时，一个电压输入反馈放大器（未示出），反馈放大器产生脉冲，并向放大器输送一个电压，按照释放压力的需要使致动器膨胀或收缩，最后，获得与设计相适应的最佳楔形结构的理想平衡状态。

考虑使用另一种类型的灵敏结构。例如，传感器部分可以是不连续的物理传感器，该传感器能够测定温度、压力、能量消耗、能量损失、摩擦力或其它表示楔形质量的条件。上述检测的条件可被输入一个中心处理系统（CPU）该系统向致动器输送一个信号，致动器可以包含一种压电材料、TERFENOL 材料、电致流变流体的一种形状记忆金属例如镍钛金属化合物（一种镍钛合金），或一些其它灵敏的材料，或一个用以改变轴承的特性的机械致动器。

很自然，灵敏轴承结构可以用于需要精确控制的广泛变化的使用场合。如上面所提议的，当一个灵敏轴承用于向多方式轴承提供可选择的支承结构时，设置活动的可控制的元件，以便各个不同的轴承瓦块组可被选择地起动和停止。例如，轴承瓦块可设置在压电元件上或一些机械致动器上，以便按设计的方式把瓦块“提升”到支承轴的支承位置，并在其它的轴旋转方式期间把轴承瓦块“除低”下来。另一方面，轴承瓦块可以按设计的方式用来坚挺的支承旋转轴，并在其它操作方式期间，轴承瓦块可以变柔和，以提供很少的支承或不予支承旋转轴。

当然，活动可控制轴承结构有其它用途。例如，本发明的轴承可根据检测的操作条件作出调整以纠正任何操作缺陷。尤其是，本发明可包括实际地改变楔形、瓦块表面和 / 或支承结构的偏移特性的独立元件。独立元件可由中央处理系统（CPU）控制，中央处理系统也接收表面楔形质量的信号。例如，传感器可检测物理特性象温度、轴与瓦块的接触、转矩、噪声、能量消耗等等。来自传感器的信号被传送至中央处理系统，并与最优楔形所指示的条件相比较。当真实的检测条件与指示最优楔形质量的条件之间存在显著的偏差时，中央处理系统传送一个信号至一个装置，该装置用来实

际调节楔形、瓦块表面和 / 或瓦块或支座支承结构的偏移特性，从而强制地调节楔形以获得最优的楔形。另一方面，或另外还有，中央处理系统可响应于手工的指示信号、命令如“增加刚性”或“增高脉冲后沿”。当接收到这个命令，中央处理系统经历一个确定的程序以获得所希望的结果。

各种装置可用来实际的改变楔形质量。例如，可通过迫使液压流体流入阻尼腔室（下面予以讨论），改变轴承支承结构的阻尼特性来实际地改变楔形质量。另一方面，一根自动操纵杆或起重螺旋可与支承结构接触，从而实际地改变支承螺纹的偏移特性，上述的两个装置可采用电控制。

虽然许多装置可用来实际的调节响应于检测到的操作条件的楔形，目前普遍认为最好的这样一种装置是，在轴承支承结构内或在支承结构和轴承瓦块之间的空隙内设置一个或多个压电元件。在这方面设置压电元件能够灵活地控制或调节瓦块形状和方向并改变支承结构的偏移特性。当然，通过使用由磁致伸缩的稀土合金例如 TERFENOL 或电致流变的流体袋可以获得类似的结果。因此，下面的讨论专门涉及压电元件，应当懂得其它灵敏材料也可以基本相同的方式加以利用。如上面已提及的，已经知道向确定的晶体和陶瓷材料施加电流可以产生机械膨胀力。当施加一个交变电压，晶体或陶瓷材料经历沿厚度方向的振荡。然而，当施加一恒定的直流电时，上述的晶体或陶瓷材料的厚度不改变。因此，已经知道当确定的材料受到电压的作用，其尺寸改变。在这些压电材料中，显著的好的材料是石英、各种聚合物、四水酒石酸钾钠（钾、钠酒石酸钠）合适的极化的钛酸钡、磷酸铵、普通的糖和确定的陶瓷。呈压电效果的所有材料，没有一种材料具有所希望的特性例如稳定性、高输出性能、对于热和冷的温度和湿度的不灵敏性、以及形成所希望的任何形状的能力。四水酒石酸钾钠提供最高的输出，但是需要防止潮湿和空气，并且在 45℃（115°F）以上不能使用。石英是毫无疑问的最稳定的材料，然而其输出是低的。由于石英的稳定的特性，常常用来作为稳定的电子振荡器，石英在每一相位上制成镀银的薄片以利于与电极的接触。薄片的厚度尺寸是基于能够提供响应于所希望电频的机械谐振频率。该石英可置于带有控制频率的适当电路。就用在轴承中而言，聚合的和陶瓷的

压电材料显然是最合适的。

压电材料可设置于本发明的轴承瓦块的空隙和/或液力动压轴承的支座上。然而，在支承结构内或在一个弹性安装的支座内或在支承结构和轴承瓦块之间放置压电材料的方便性取决于支承结构和轴承瓦块之间的空间或支承结构内的空间。因为在这里描述的轴承具有广泛变化的空间的间隔，并且因为空间的间隔的实际尺寸取决于轴承的尺寸，故从下面予以描述的适于用压电方式控制轴承的各种形式的轴瓦和支座中作出选择，其中也包括依赖于所使用的轴承的直径。

就一个相当大的轴承而言，其中位于支座或瓦块支承结构内的开口应成比例地较大，而且有相当的小的开口的轴承亦应是合适的。另一方面，就非常小的支座或轴承瓦块而言，其中的间隙或空间应是成比例地较小，而具有相当大开口的轴承也应当说是很合适的。应当牢记，当压电元件的尺寸接近于支承结构元件本身的尺寸时，在全部的轴承结构上的压电元件的效果也相应地增大。在正常情况下，对于轴承的操作特性，压电元件仅能产生较小的改变，因此，甚至在没有压电元件的情况下轴承也近于最合适的。从而，在图 32 所示轴承支座的支承结构内的空间填充压电元件能够改变轴承的基本特性（从一个液力动压轴承到一个压电控制的轴承）。在某些情况下这也是所希望的。

例如，示于图 25 和图 31 的轴承可以包括设置在支座支承结构内和支撑结构与轴承瓦块之间的压电元件 100。电线（未示出）连接于每个压电元件。施加到电线上的电流受控制装置的控制。最好的方式是，控制装置包括一中央处理系统（CPU），该系统控制所有的压电元件，压电元件响应于自传感器获得的信号，传感器监视液力动压轴承的楔形或响应于手工的输出信号。

在本发明的轴承内，控制压电元件 100 的控制装置的一个例子中包括中央处理系统，该系统从各种传感器接收输入信号，这些传感器监视表示液力动压轴承楔形质量的条件，例如，中央处理系统可接受来自温度传感器、噪声传感器、轴与瓦块接触的传感器、动力消耗传感器、转矩传感器和/或应变传感器的信号。然后从每个传感器接收的信号可连续的与储存在仅供阅读的内存装置（ROM）中的数值相比较，该数值可表示适当的楔形。仅供

阅读的记忆装置可包括一个或多个所希望的楔形例如“最大载荷承载能力”或“低摩擦/低动力”的存储值。当该记忆装置确定检测的条件落入合适的区间以外，利用识别分析来确定合适的正确的数值。作为该识别分析的一个结果，一个不带普通性的识别分析的结果的测定是压电元件被充电并被充电至可以作出的程度。

如上所述，图 25 所示的轴承可包括设置在支座结构内以允许选择轴承瓦块支承表面 132 向下偏移的精确的控制量的压电元件 100。在这个实际例子中，压电元件 100 置于适合每个轴承瓦块的共同的位置，以便压电元件具有单独的功用，即控制轴承瓦块支承表面的向下的偏移。当然，附加的压电元件 100 可以为其它需要的目的设置在其它位置。另外，压电元件 100 可以有连接到其上的导线（未示出），流入导线的电流由上面所讨论类型的中央处理系统控制。

图 31 所示的轴承可包括设置在选择的区域内以允许根据检测到的操作条件可选择的调整楔形的压电元件 100。此外，导线连接到压电元件 100 上，并且通过电线流入压电元件上的电流受到可以是上面讨论类型的控制装置的控制。也应当注意到流入压电元件上的电流可由手工操作的控制装置控制。然而，据信通过使用中央处理系统能获得满意的结果。

对于多方式轴承来说，灵敏轴承结构可以用在两种方式中。首先，所设计的轴承仅包含一组轴承瓦块，该轴承瓦块具有“灵敏”结构，其偏移特性可以随不同的操作方式予以改变。另一方面，所使用的活动可控制材料通过将其推朝着或脱开被支承的轴部分来启动或停止选择的轴承瓦块组。

图 19A 示出了支座 10 的部分顶视图，该支座 10 有一个安装孔 101，孔 101 包括一个定位突起部 102。定位突起部 102 包括两根电线 EL_1 和 EL_2 。这种支座 10 可用于一个灵敏系统内，该系统需要把电线装入轴承瓦块或支承结构，以便实现把电荷输送到轴承瓦块或支承结构，或者从压电材料、电致流变的流体、形状记忆金属或其它一些灵敏材料向轴承瓦块或支承结构输送电荷。

图 19B 示出可用在这种支座内的轴承瓦块 20 的一个例子。尤其是，轴承瓦块 20 类似于示于图 3C 和 3D 和上面介绍的轴承瓦块。然而，瓦块部

分 23 包括一个瓦块芯棒 PI, 该芯棒 PI 具有实际的瓦块操作表面。此外, 设置于折线形的座或第三支承部分 373 内的槽允许把轴承瓦块 20 固定在支座 10 内。电线 273EL 设置在槽附近, 以便与电线 EL_1 和 EL_2 产生电接触, 此时轴承瓦块 20 设置在图 19A 的支座 10 内。如所示的, 假如轴承瓦块部分 23 使用灵敏材料, 电线 273 将延伸至轴承瓦块芯棒 PI。当然, 灵敏材料可以设置在支承结构内而不设置在轴承瓦块表面。假如是这样的话, 导线将向该部位提供电流。

示于图 19B 的轴承瓦块芯棒 PI 可以是一种压电材料或一种复合材料, 这种复合材料包括一些类型的压电材料, 以便当向轴瓦芯棒施加电流时, 轴瓦芯棒的形状随之改变, 以调节楔形。

图 19D 示出了具有可调节刚度的模制支承结构部件。特别是, 支承结构的骨架部分包含一个薄筒状的主支承部分 371、一个薄片状的第二支承部分 372、一个类似环状的梁架的第三支承部分 373。连接件部分 30 和 40 设置在支承结构的两端, 以容许将其安放在支座内 (借助螺纹 40) 并借助螺纹 30 把轴承瓦块安装在支承结构上。

由于骨架部分 371、372 相当薄, 故结构的柔性相当好。然而, 支承结构的内部是流体密闭的和密封的包含电致流变的流体。设置的电线 EL 可选择地提供可变量的进入电致流变的流体的电流, 以便能够可选择的改变支承结构的刚性, 即能从一种非常柔性的支承结构变为刚性很强的支承结构。可以按照传感器 (未示出) 测定的表示楔形质量所选定的条件控制电流的供给。

图 19E 示出了灵敏支座结构 10。支座 10 包括一组瓦块安装孔 101。用于每个瓦块安装孔 101 的支承是一个薄瓦块支承表面 10ps。每个瓦块支承表面 10ps 下面紧接着就是充满电致流变的流体 10F 的流体密闭腔室。设置的电线 EL 使得电流能够可靠的流入充满流体的腔室。采用如上所述的方式, 提供的电流可选择地改变瓦块支承表面 10ps 的刚性, 即能够使瓦块支承表面 10ps 从一个非常柔性的表面变成一个非常刚性的表面。另外, 根据传感器测出的表示楔形质量的实际状况控制供给的电流。

图 19F 示出了本发明的一个灵敏轴承瓦块。轴承瓦块包括骨架部分, 骨架部分包括一个象凸台

的螺杆, 该螺杆牢固地安装在本发明的模制结构的支承结构内。另外, 如图 19F 切开部分所示, 轴承瓦块包括电致流变的流体 23F 的交变层和复合材料。当承受电压时, 在电致流变的流体中的粒子重新组合, 使得流体变得坚硬的象固体一样。当电致流变的流体交变层由反馈装置控制时, 则能够依照所测出的表示楔形质量的条件, 较好地转变轴承瓦块的刚性。

无论何时一个轴承使用预偏斜轴瓦时, 其关键是精确的把轴瓦设置在支座内, 以确保轴瓦适当地对齐, 以便轴瓦在载荷的作用下作适当的偏移。轴瓦精确的定位于活动可控制的轴承结构内也是很重要的, 因为一定存在一个固定的参考点, 偏移的变化由该参考点产生。

图 6A、6B、6C 和 6D 示出本发明的另一个方面, 在此轴瓦 20 可准确地设置在支座 10 内。在图 6A 和 6B 中, 支座 10 设有定位销 102, 定位销 102 非对称地设置在安设轴瓦 20 的孔 101 内。定位销 102 可设置在一个非对称布置的开口内, 开口设置的轴瓦支承结构内 (或类似的开口也可设在轴瓦的某一部位), 从而把轴瓦精确地定位于支座 10 的孔内。另一种结构示于图 6C 和 6D 内, 在这个结构内, 定位突台 102 自孔 101 的壁延伸并用来代替分开的定位销。定位突台可置于一个互相配合的槽内, 该槽可置于折线形状的支柱内或本发明的轴瓦的第三支承部分。借助这个定位销或突起结构, 当其安装在孔内时, 迫使预偏移的轴瓦适当对齐。应当理解, 在使用定位柱或突台时, 只有那些不需要把轴瓦旋转放入支座的连接件可被使用。此外, 在压配合时, 或示于图 12B 和 12C 的连接件是容许使用时, 螺纹也就不需要了。

图 7—10 示出了可以获得的本发明的轴承结构的模制件。尤其是, 这些附图示出了若干可能的轴承的构形, 这些轴承构形可通过简单的利用不同的标准件而获得。如前所述, 任何标准的轴瓦支承部分可以与任何标准轴承瓦块部分组合。

如图 7 所示, 若干常规的圆形轴瓦 20 环状间隔的设置于支座 10 内。在过去, 因为当瓦块部分与支承部分整体地被机加工时, 制做圆形瓦块部分是容易的, 故这种圆形的部件已经最初的被使用。然而, 在一些情况下, 如果使用非圆形轴瓦而不致增加成本的话, 也是值得的。

根据本发明当轴瓦部分单独制造，制造的复杂性不与所选择的瓦块形状有很重要的关系，因为任何瓦块均能容易地制造出来。例如，通过使用如图 8 所示的那些楔形轴承瓦块 20，能够提高较大的瓦块表面，从而增强对轴承的支承。这样的话，除了常规的圆形轴承瓦块以外，最理想的是提供标准楔形轴承瓦块。另外，虽然没有示出象这样的轴承瓦块，最理想的是提供这样一种尺寸的轴承瓦块部分，当装配在一起时，能提供近乎连续的轴承瓦块表面。例如，轴承瓦块的尺寸是这样确定的，以致相邻轴承瓦块的边缘一定是接触的。

在一些例子中，最理解的是提供单个连续轴承瓦块环，而不是一组不连续的轴承瓦块。图 9A 和 9B 示出了这样一种轴承瓦块环，该轴承瓦块环是连续的，但是它包括一组凹进部分 310 和一组瓦块部分 320。借助对称的布置凹进部分 310 和瓦块部分 320，这种轴承的作用在许多方面象一个具有不连续轴承瓦块的轴承。很自然，连续构件 300 借助例如提供增加刚性的支承结构和抑制单个瓦块的偏移而影响其操作性能。这些影响可通过把凹进部分做得很薄减至最小程度。与一个标准的支座和一组瓦块支承部分一起使用，连续构件 300 有许多与轴承瓦块支承部分的数目相当的瓦块支承安装部件，并通过压配合或可拆固定或其它适于分离的固定的手段装配到这些瓦块支承部分，上述的那些装配方式或手段应与连续构件相适应。使用连续构件有助于精确定位轴承瓦块表面并确保均匀的偏移。

图 10A 和 10B 进一步展示了连续轴承环结构的实施例，其中轴瓦部分 350 的瓦块表面是平坦的。瓦块部分和 / 或支承部分必须支承在载荷作用下变形的轴瓦表面 350，以便对轴承提供液力动压支承。轴瓦的光滑的表平面应与卸下载荷条件下的受支承轴的表面平行，在承受载荷时应产生变形，从而提供一组环形间隔的液动压楔。图 10 清楚地表明，通过设置一个整体的支承结构可以达到上述的要求。该整体的支承结构包括一系列相同的支承部件，每个部件顺序包括一个完全刚性部分、一个很薄的连接部分、一个部分刚性的部分和另一个很薄的连接部分。

图 10C—10E 示出了连续内直径轴承的操作原理。原则上，该轴承基于一个装置，该装置包括：

一系列完全刚性的支承块 C10，支承块 C10 在垂直方向 V 和水平方向 H 是刚性的；一系列局部的，即在垂直方向的刚性支承块 C20，支承块 C20 间隔地设置在两个全刚性支承块 C10 和一系列支承 C30 之间，其阻止力矩是不可能的。支承 C30 在原则上被视为一根带子，这根带子将如图 1 所示的局部刚性的支承 C20 的一角与完全刚性的支承块 C10 连接在一起。

因为轴承，无论是径向的、止推的或径向的和止推的二者的一般包括一个连续的，即环状的支承网络，用于本发明的任何轴承部分通常也能够以连续的方式连接起来，即最后部分的端部能够连接到第一部分的开始端，以便提供连续的支承网络。

图 10C 和 10 示出了在下面的具有一连续轴承表面的轴承的原理。特别是，这些附图稍为示意性地表示了以一个连续的方式构成一系列相互连接的部分的轴承的一个部分。该轴承包括一个连续轴承表面 350 和一支承结构，该支承结构包括一系列相同的部分。每个部分包括一个全刚性载荷支承部分 C10、一个垂直方向（部分地）刚性 T 形垂直支承部分 C20 和位于刚性部分 C10 和 T 形部分 C20 之间的连接部分 C30。

连接部分 C30 具有较小的抵抗转矩的能力。然而，该连接部分 C30 制成尽可能的薄的，以显著地减少其转矩抵抗能力。由于连接部分做得相当薄，其抵抗转矩的能力减小，并且其结构操作如上面所述的并示于图 10C—10D 中的理性的装置。当然，连接部分 30 必须是厚到足以防止疲劳断裂或在载荷作用下的一些其它事故。

如果 T 形部分的横向构件显著地悬臂，由于设置了横向构件而获得了优点，即增加了不均匀性和在上左角 C20L 和上右角 C20R 之间的水平间距，垂直支承 C20 的每个角度的偏移不复存在。相应地，另一个重要的设计思想是，T 形部分 C20 的水平横向构件在垂直方向相当具有刚性，以致在载荷作用下这一部分不会显著地悬臂。

图 10C 描绘了在无载荷状态下的轴承结构。在该状态下，连续轴承表面是平坦的。图 10D 描绘了当载荷施加到整个轴承表面 350 时，支承结构的偏移（大大的被夸大）和支承表面 350 的必然的变形。实际上，如图 10D 所示，垂直支承梁

偏移或悬臂,以致上左角 C20L 其位置在上右角 C20R 位置之上。如前所述,横向构件是相当具有刚性的,否则 T 形部件呈伞状双悬臂形式的偏移,从而相对于右角 C20R 左角 C20L 水平仰角减小。由于 T 形的构件 C20 偏移之级放(T 形的构件在左角 C20L 和右角 C20R 之间产生很高的差异)和由于严格限制了连接部分 C30 抵抗力矩的能力以及完全刚性的元件 C10 几乎一点也不发生偏移,支承结构处于平衡的位置。在该位置,连续的轴承表面发生变形,使其成为一个环形间隔的一连串楔形表面部件。如果设计的支承结构便于作适当的偏移,楔形部件与最佳的液力动压楔形相一致,以致当被支承的轴旋转时,它由轴表面和连续轴表面之间的液力动压楔加压的流体支承。

图 11A 展示了适于用在由本发明所设想的模制轴承瓦块结构中的一种形式的模制轴承瓦块支承部分。实际上,图 11A 示出了轴承瓦块支承部分,该支承部分用来构成基于图 4A—4E 和 5A—5E 所示的整体轴承的模制轴承。如图 11A 所示,支承部分包括一个螺纹部分 30,螺纹部分位于主支承部分和第三支承部分的螺纹延伸部分之上。两个螺纹部分 30 和 40 可分别地与设置在轴承瓦块部分和支座上的孔相配合。从而,示于图 11A 的模制结构适于可释放地固定到支座和轴承瓦块上。当然,可以使用任何已知的辅助的连接件。

图 11B 示出了设有带螺纹的上部分 30 和第三支承件上带螺纹延伸部分 40 的模制轴承瓦块支承部分的另一种形式。这种轴承的实际支承部分 27 属于这样一种类型,即它可以用来构成一种轴承,例如采用模制方式的示于图 2、3A 和 3B 中的轴承。此外,任何已知的辅助连接件亦可以被使用。

尽管示于图 11A 和 11B 中的模制结构包含了一个相当大的基本的螺纹连接结构,其它类型的模制组件和连接件亦是可能的。图 12A—12F 示出了若干个这种组件和连接件。尤其是,图 12A 示出了图 11A 所示类型的模制支承部分的上部,其中提供了制有螺纹的杆而不是示于图 11A 的硕大的基本的螺纹构件。很自然,这种杆可用来作为示于图 11A 和 11B 的硕大的螺纹构件的替换物。图 12B 和 12C 示出了刻有键槽的弹簧锁,其用来作为示于图 12A 的螺纹构件的替代物。当然,连接件的阳部分可以制在瓦块上而不是支承结构上。这

种结构的一个例子示于图 12D 和 12F 中。图 12E 示出了一个带有阴连接部分的支承结构。图 12D 进一步示出了一种复合瓦块,该复合瓦块具有由一种材料(通常为金属)构成的大的基座和在其上的由另一种类型的材料模制的帽。图 12F 示出了一种轴承瓦块,该轴承瓦块包括一个独立的瓦块芯棒 PI,瓦块芯棒 PI 由与轴承瓦块其余部分不同的材料制成。瓦块芯棒可由任何高性能的轴承材料象例如金刚砂、青铜、坚硬的橡胶、一种聚合物或一些活动可控制的“灵敏材料”象压电石英或聚合材料制成。

由于轴承瓦块的其它部分不与被支承的轴接触,故瓦块的其它部分可用不太昂贵的材料制造。

除了示出的结构以外,其它可能的结构包括一个杆闭锁装置、一个凸轮闭锁装置、一个扭转闭锁装置或任何其它已知的可拆卸的固定装置。此外,尽管未专门的表示出来,应考虑到在确定的例子中的模制组件可用非拆卸的方式例如压配合、胶接、焊接或任何其它的已知结构物互相固定。

说明书附图

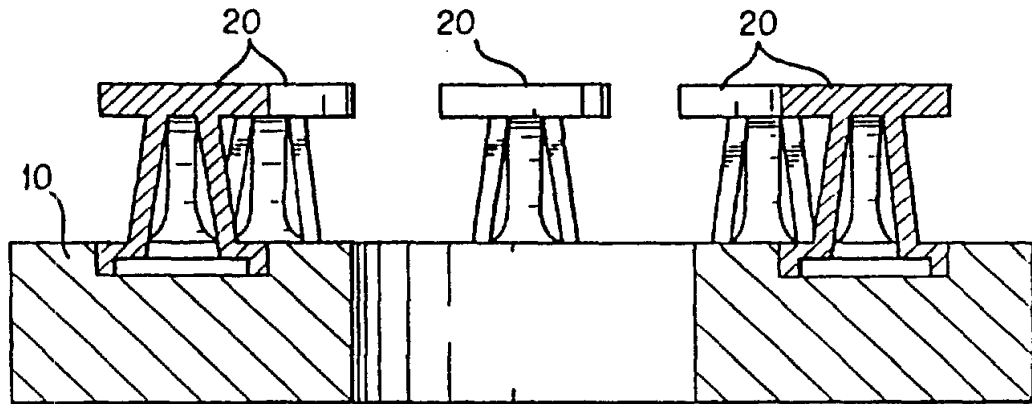


图 1A

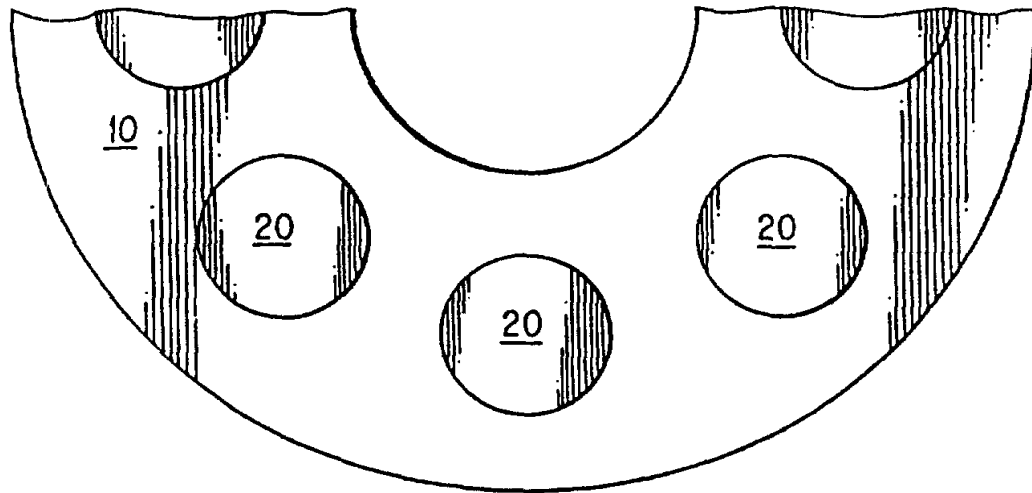


图 1B

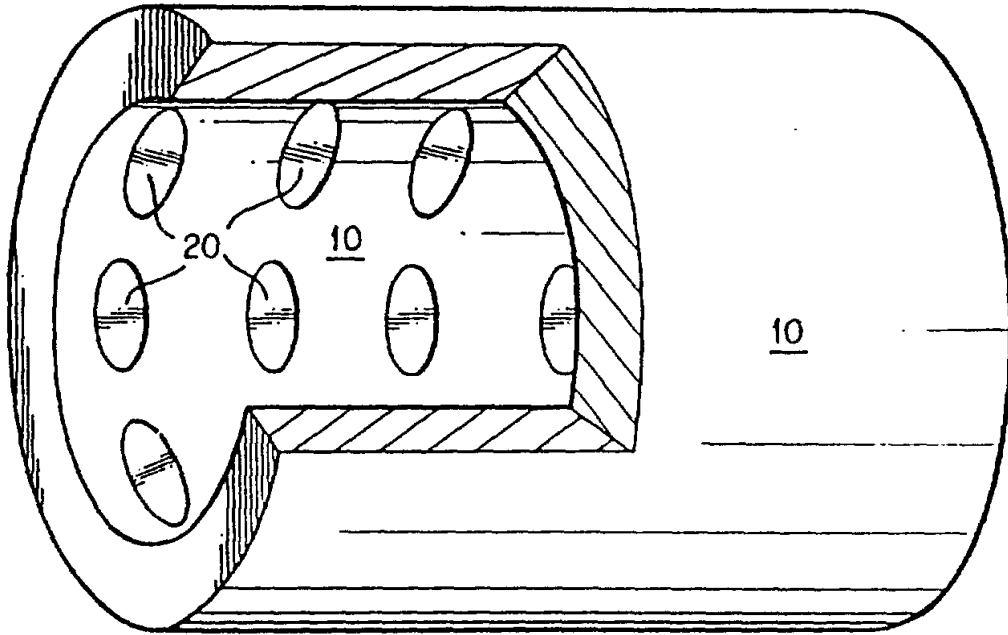


图 1 C

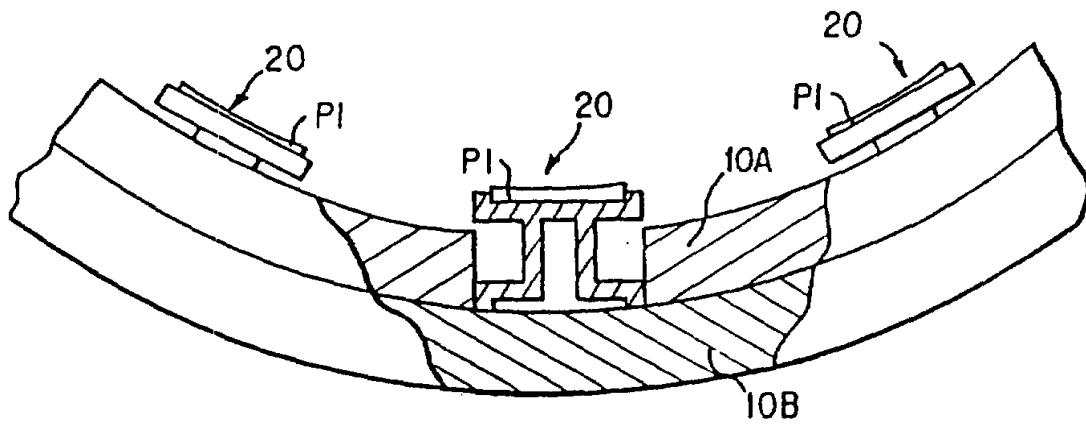


图 1 D

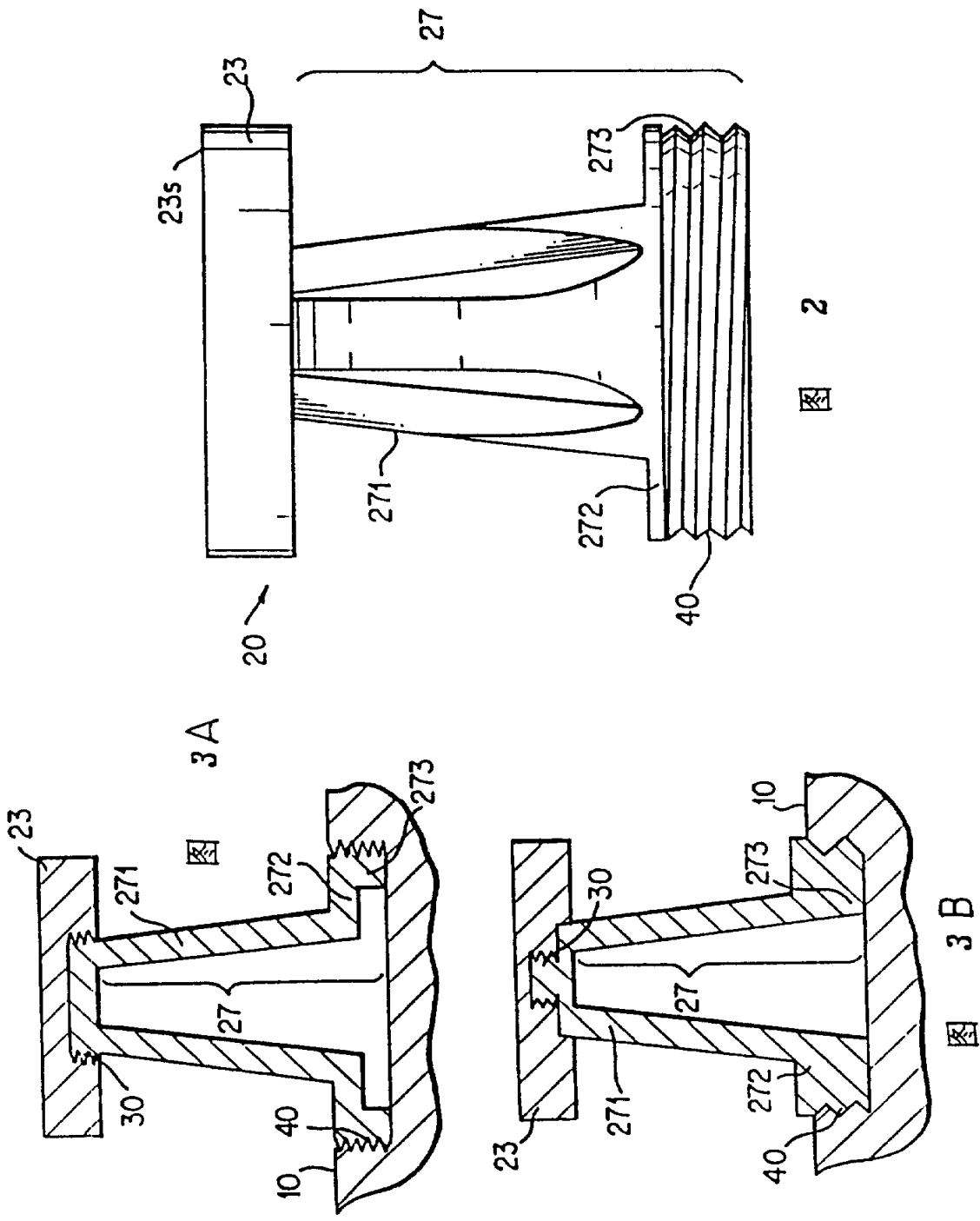


图 2

图 3A

图 3B

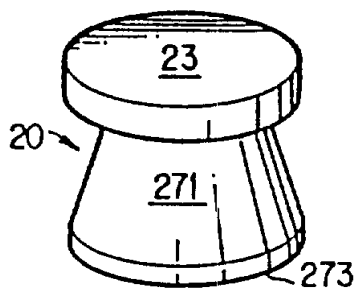


图 3 C

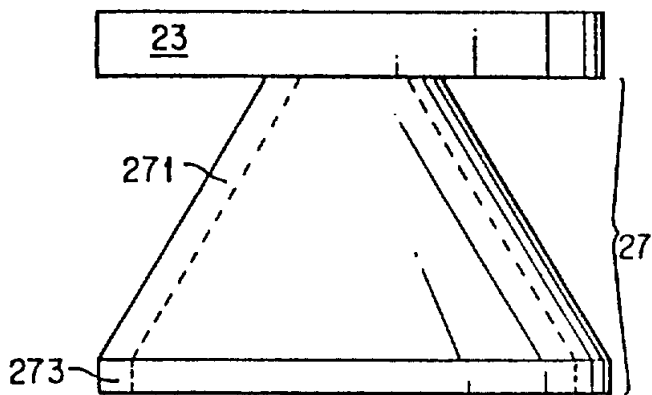


图 3 D

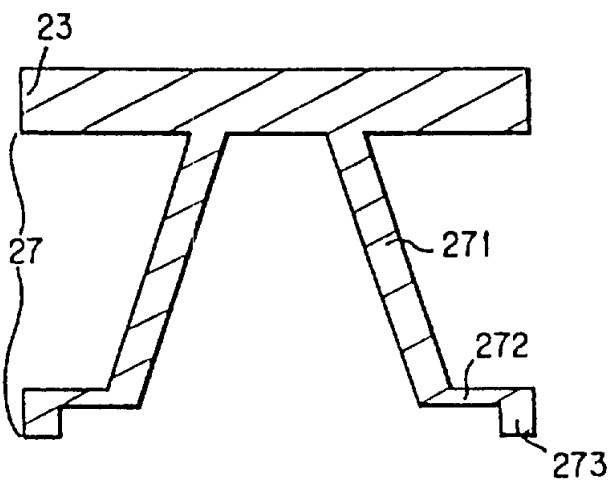


图 3 F

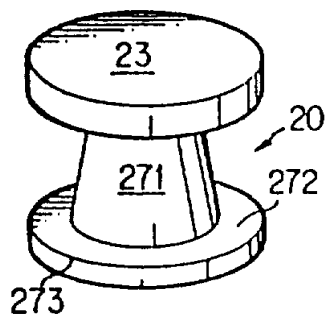


图 3 E

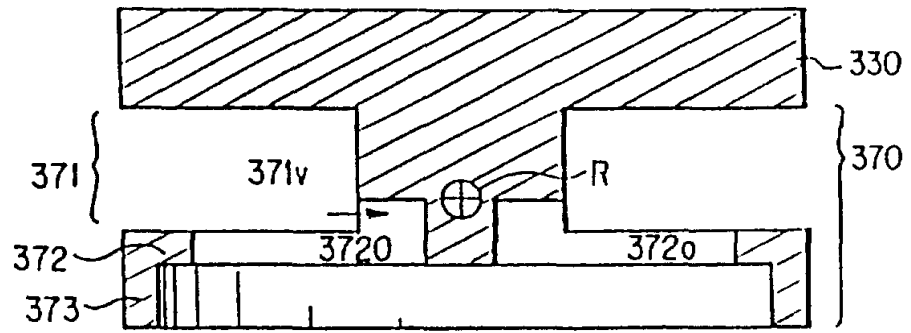


图 4 A

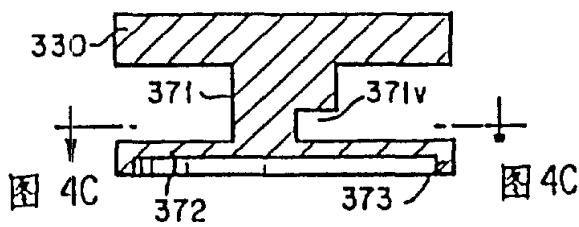


图 4 B

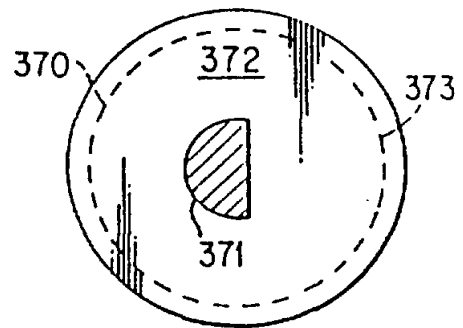


图 4 C

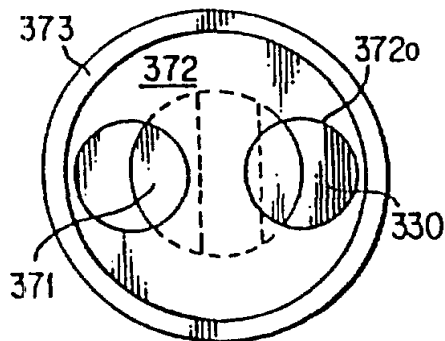


图 4 D

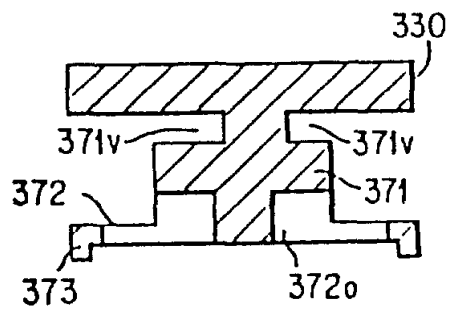


图 4 E

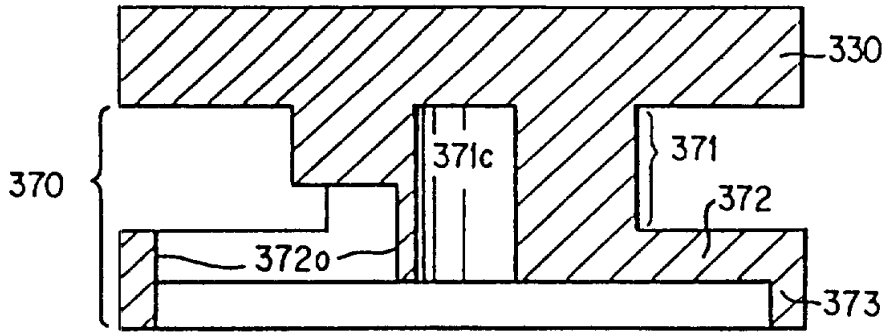


图 5 A

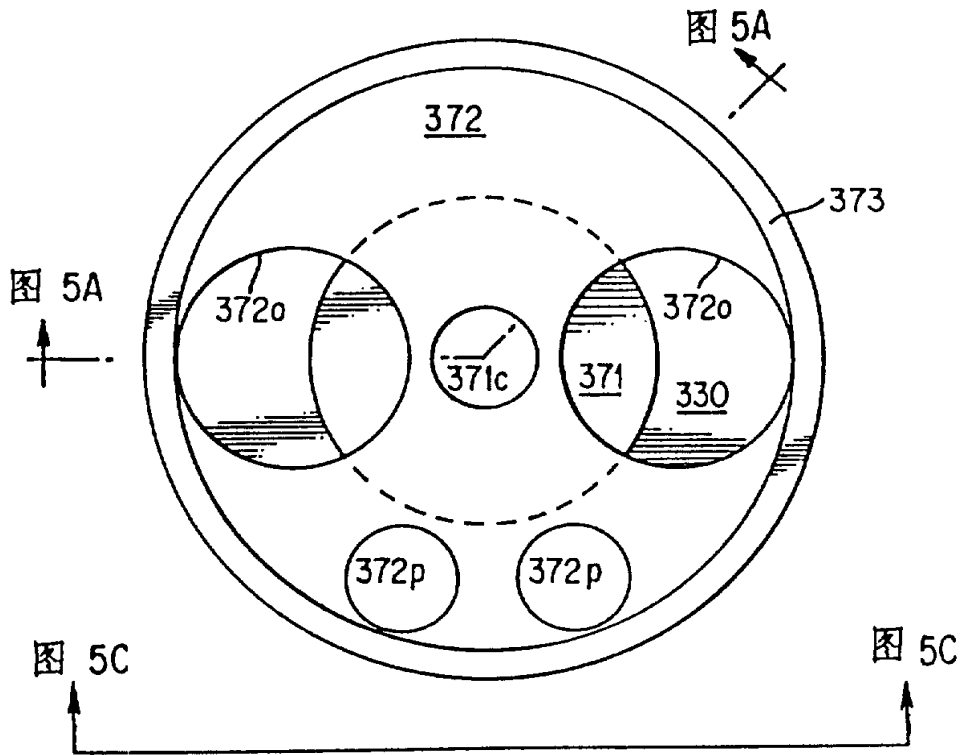


图 5 B

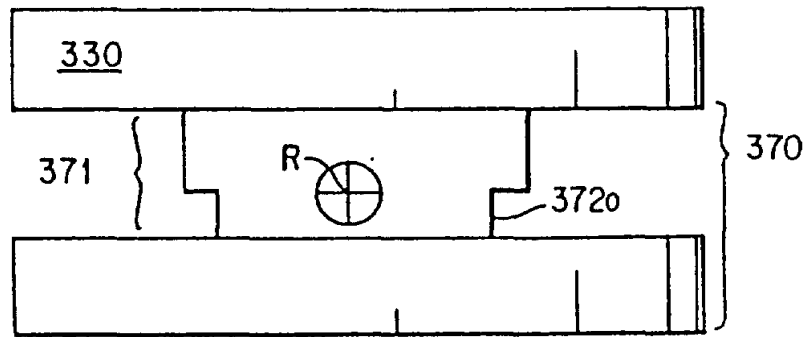


图 5 C

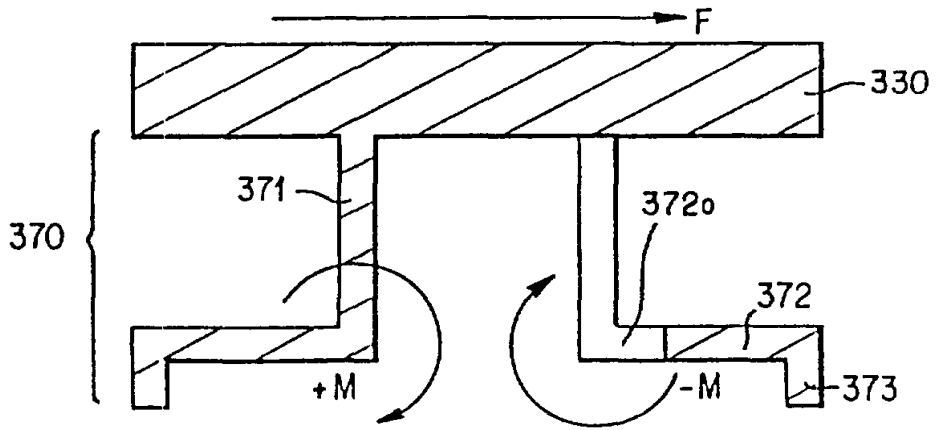


图 5 D

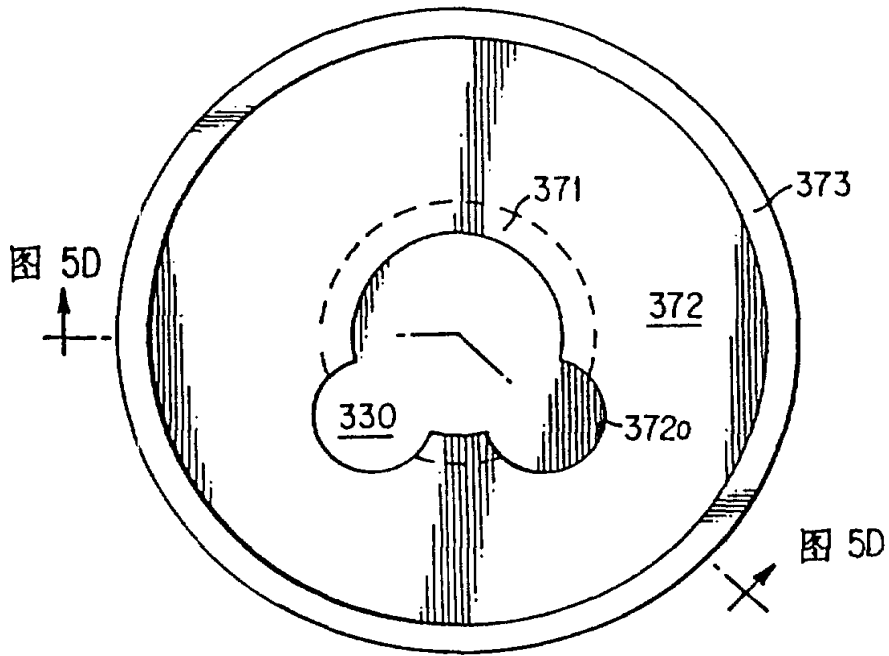
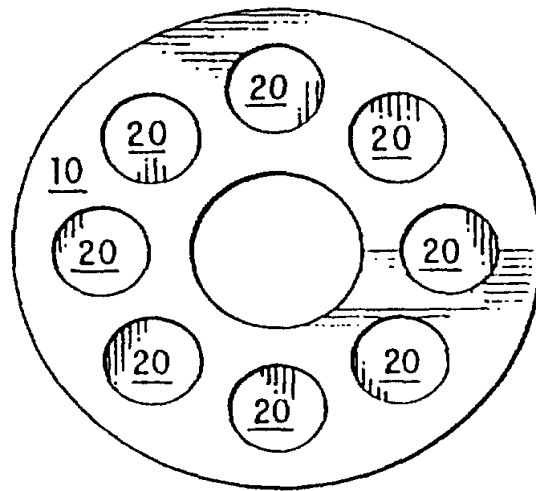
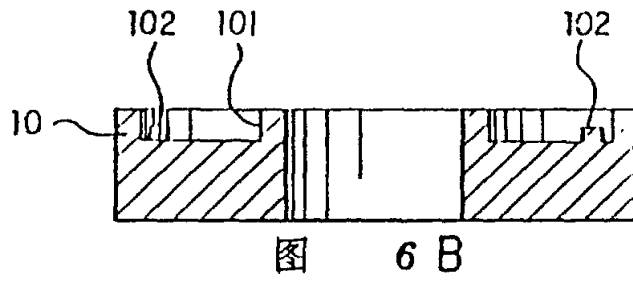
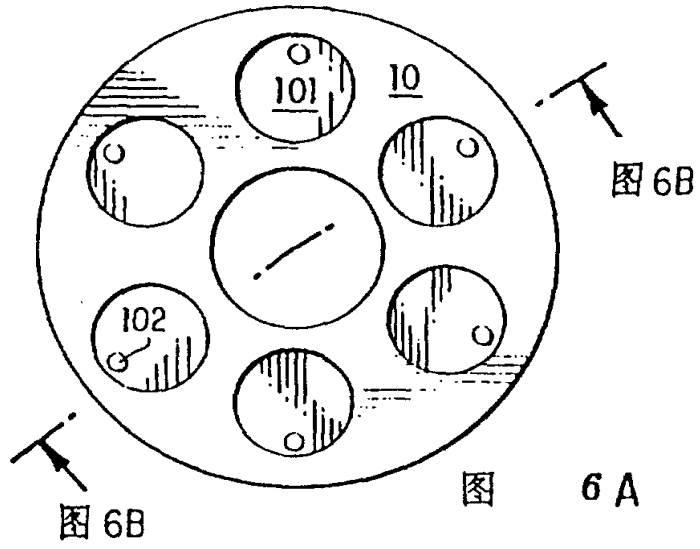


图 5 E



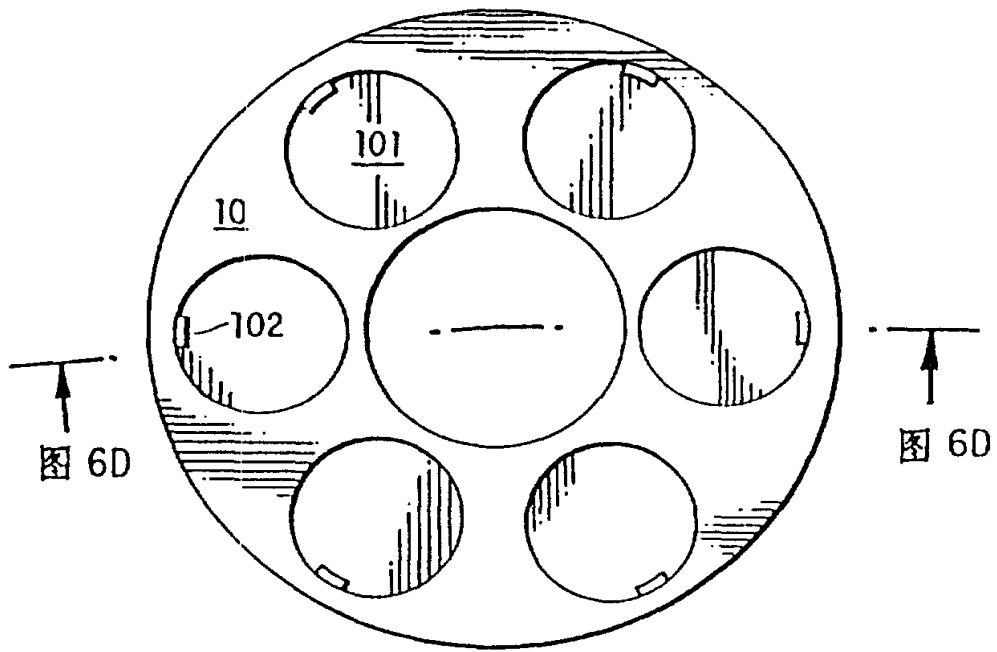


图 6 C

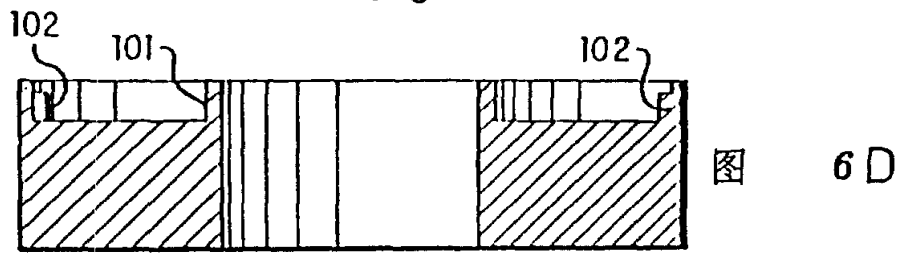


图 6 D

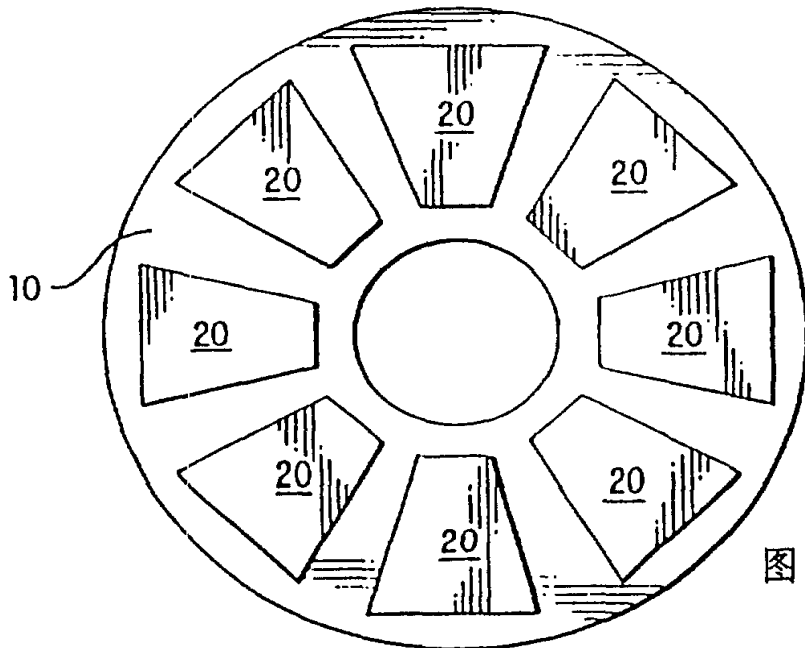


图 8

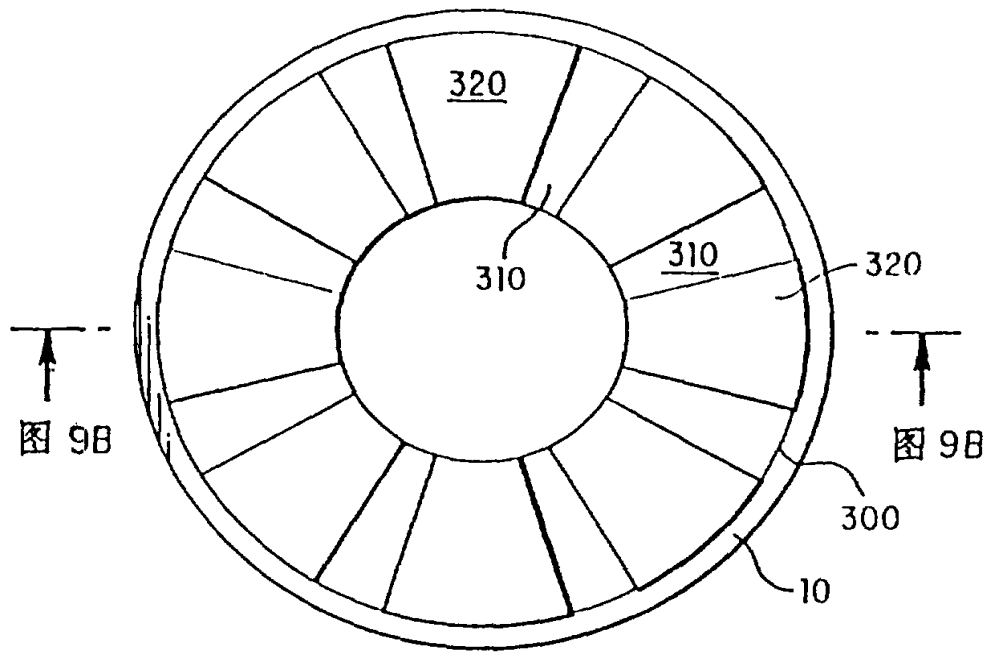


图 9 A

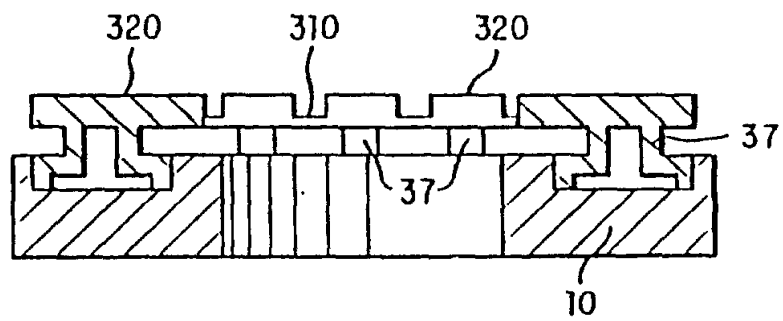


图 9 B

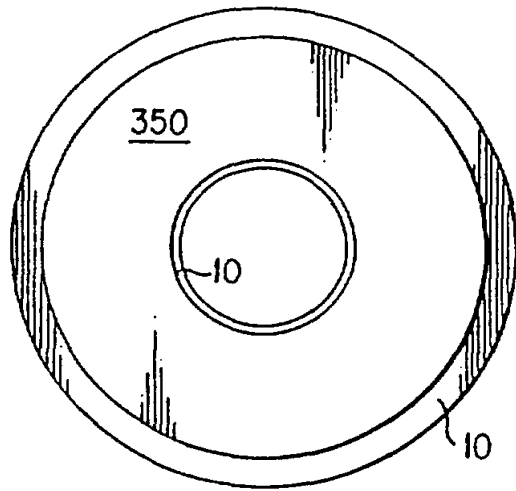


图 10 A

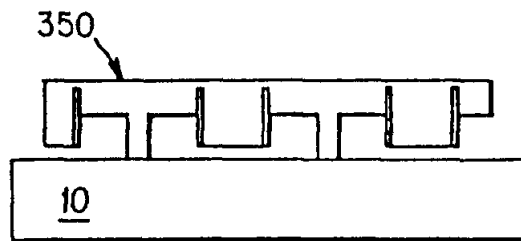


图 10 B

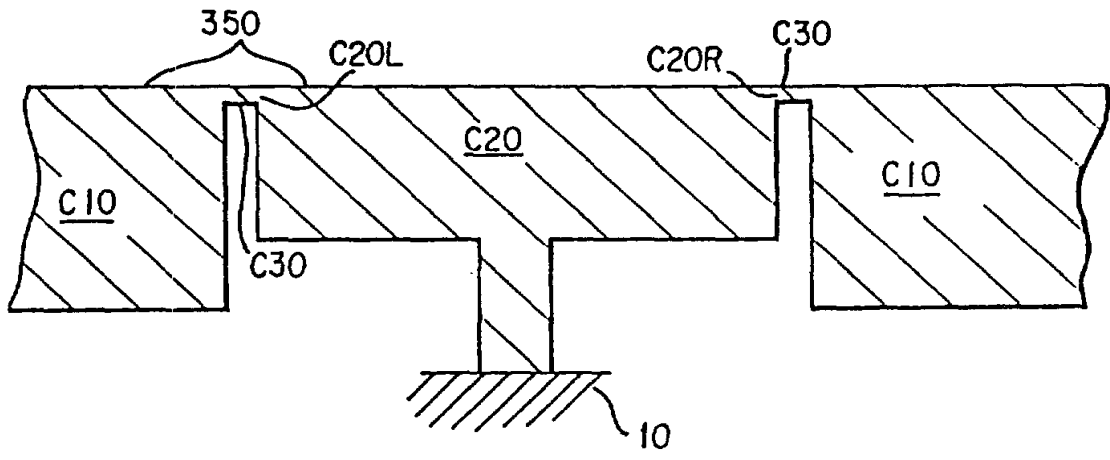


图 10 C

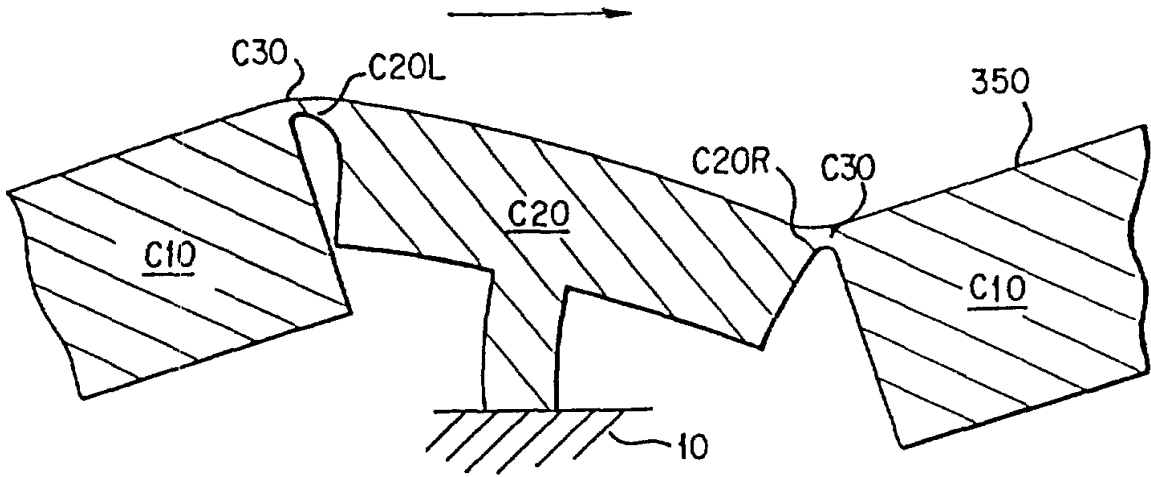


图 10 D

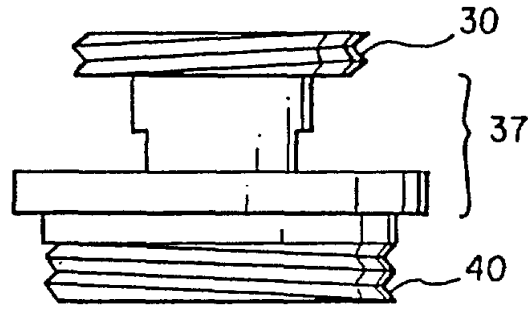


图 11 A

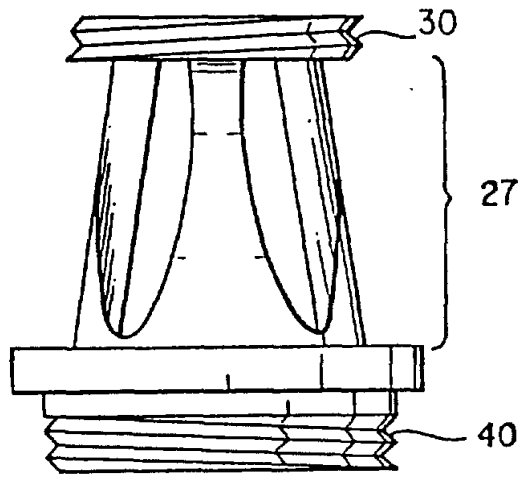


图 11 B

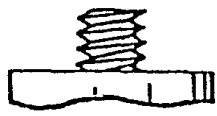


图 12 A



图 12 B

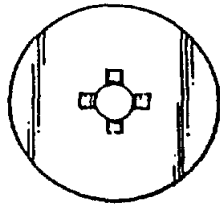


图 12 C



图 12 D

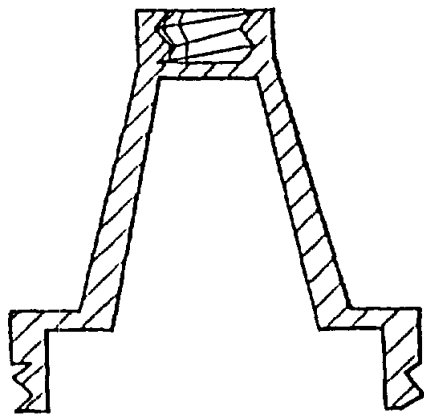


图 12 E

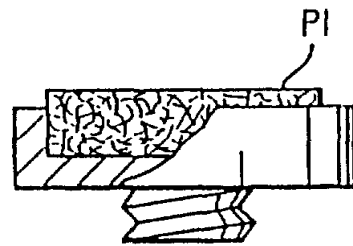


图 12 F

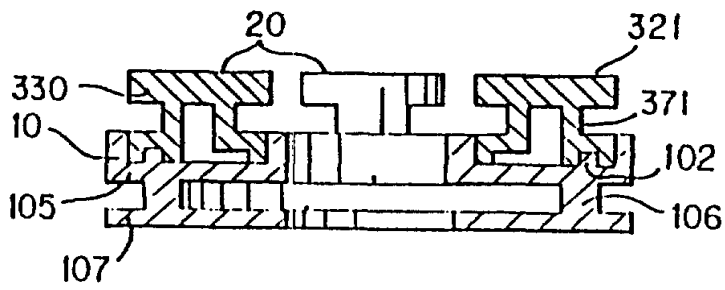


图 13 A

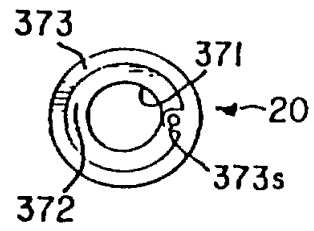


图 13 B

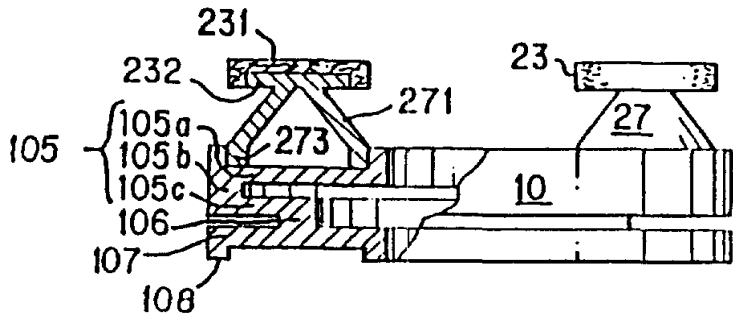


图 14 A

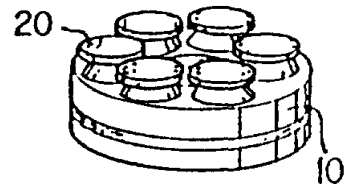


图 14 B

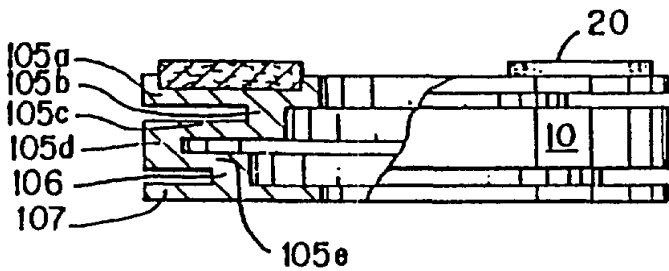


图 15 A

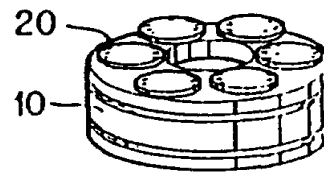


图 15 B

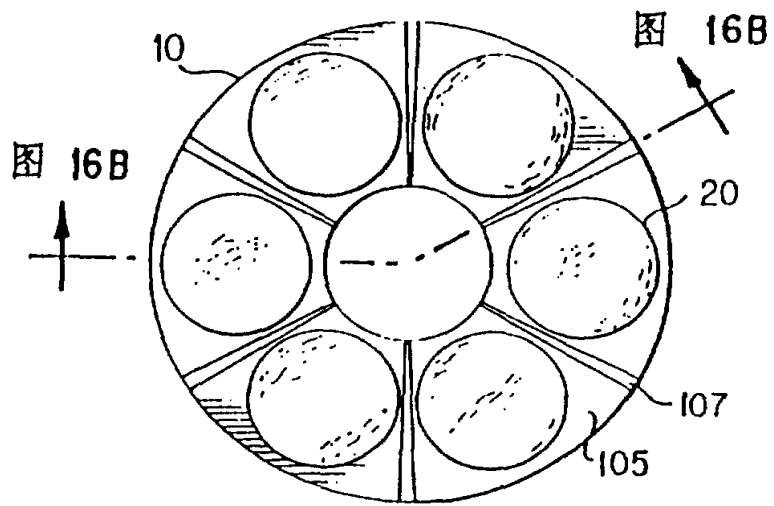


图 16 A

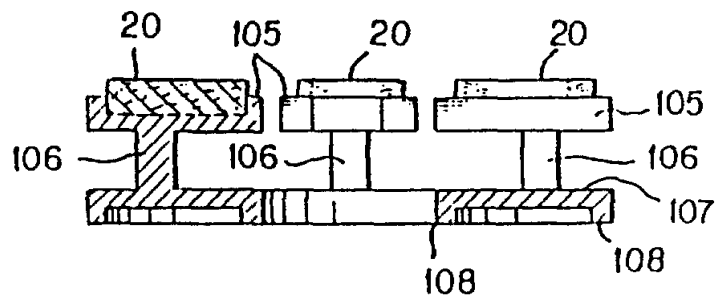


图 16 B

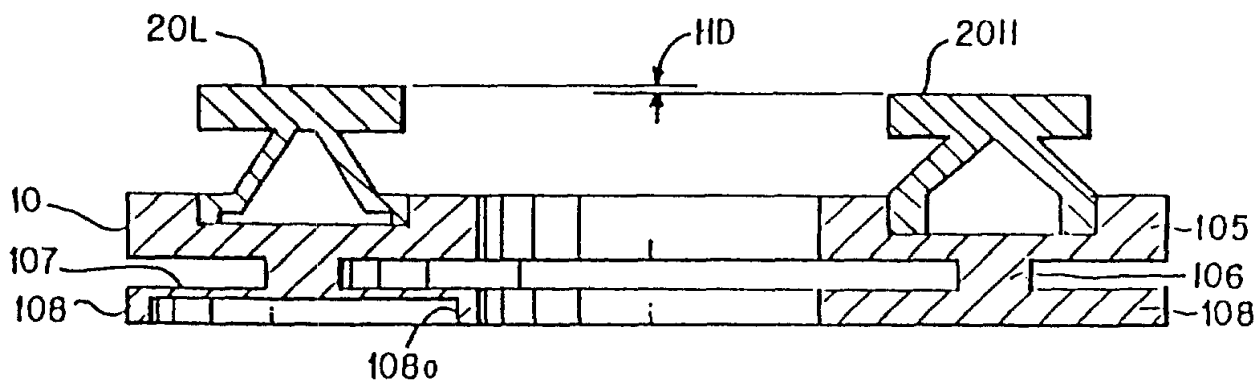


图 17A

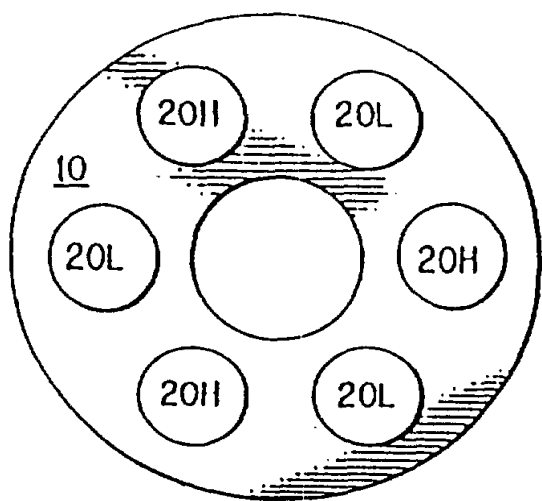


图 17B

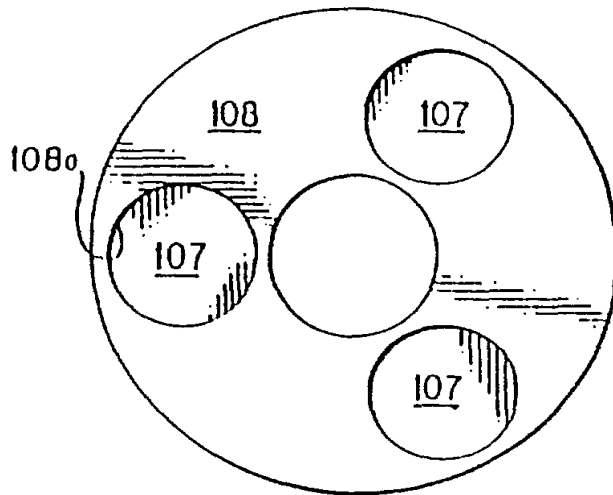


图 17C

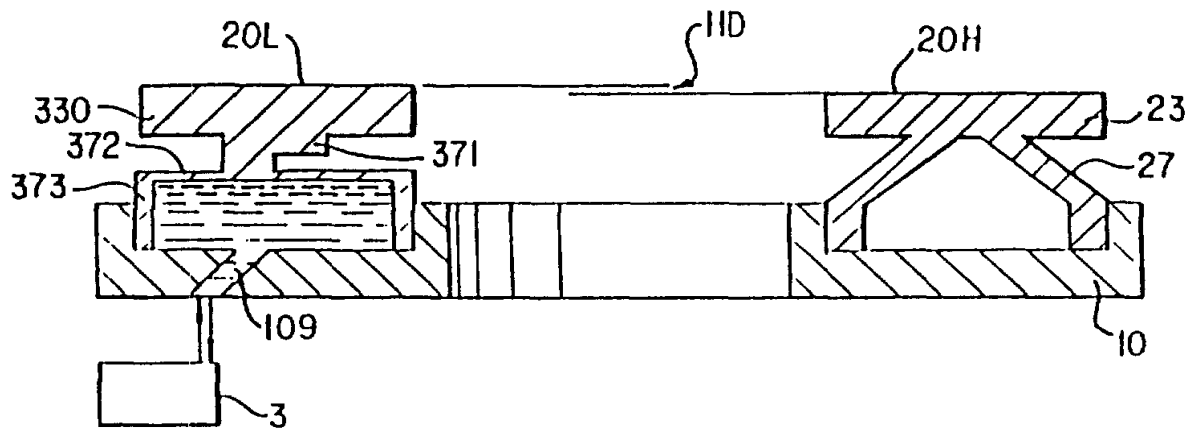


图 18 A

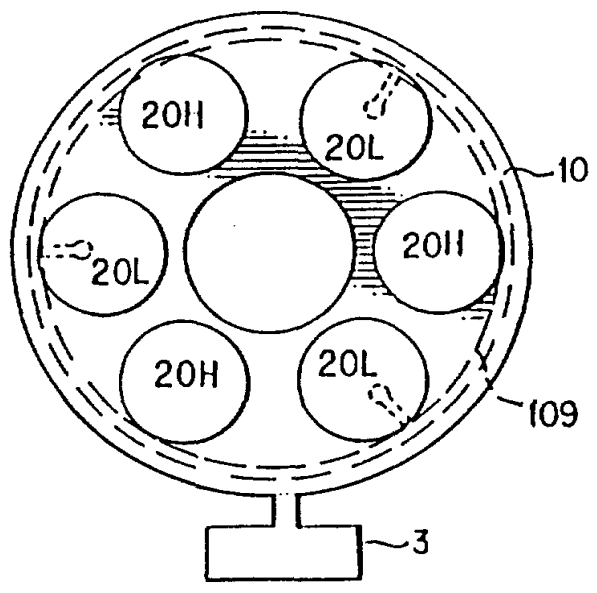


图 18 B

图 19B

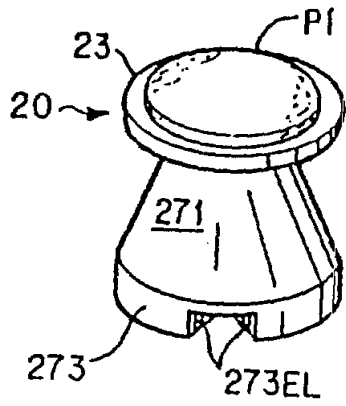
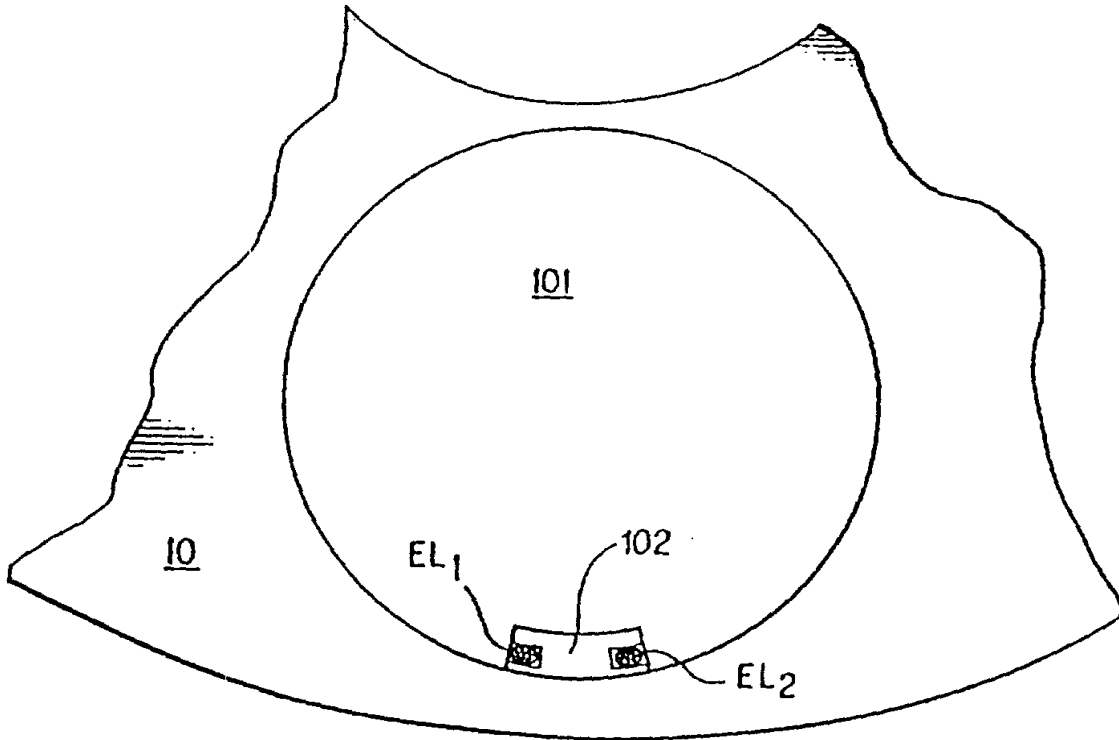


图 19A



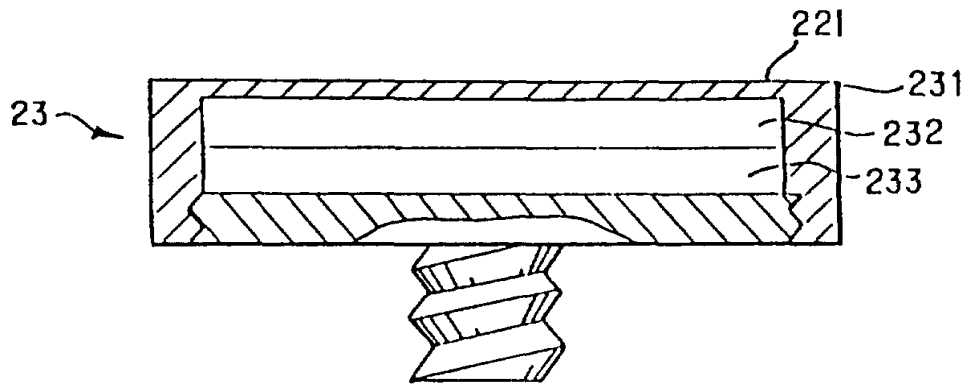


图 19C

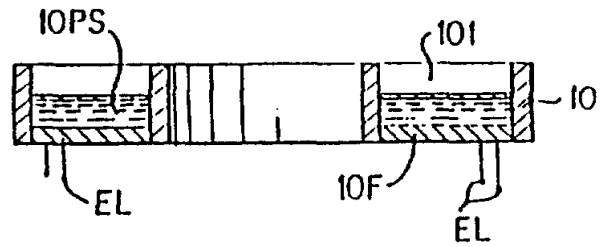


图 19E

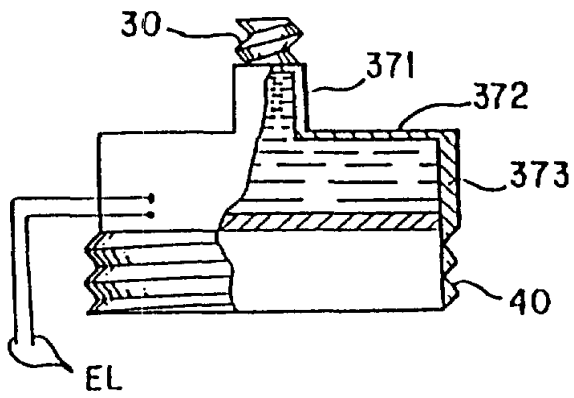


图 19D

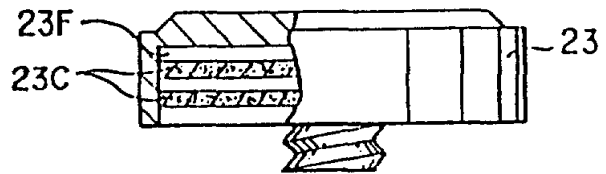


图 19F

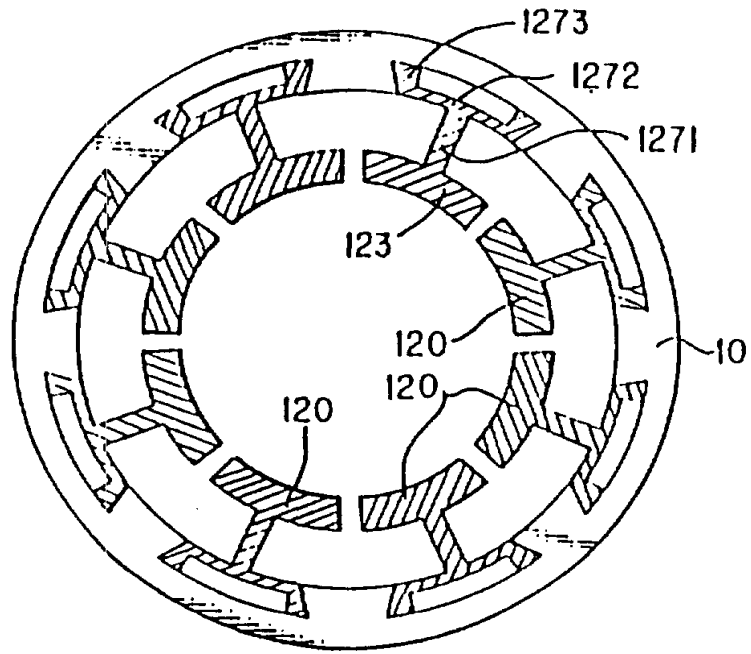


图 20A

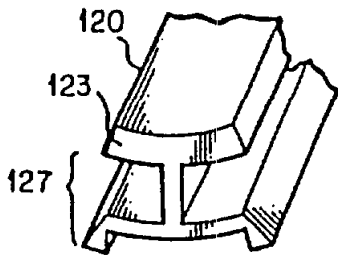


图 20B

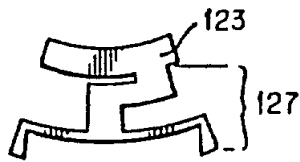


图 20C

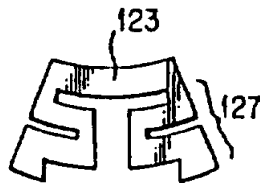


图 20D

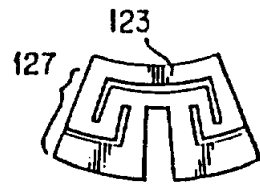


图 20E

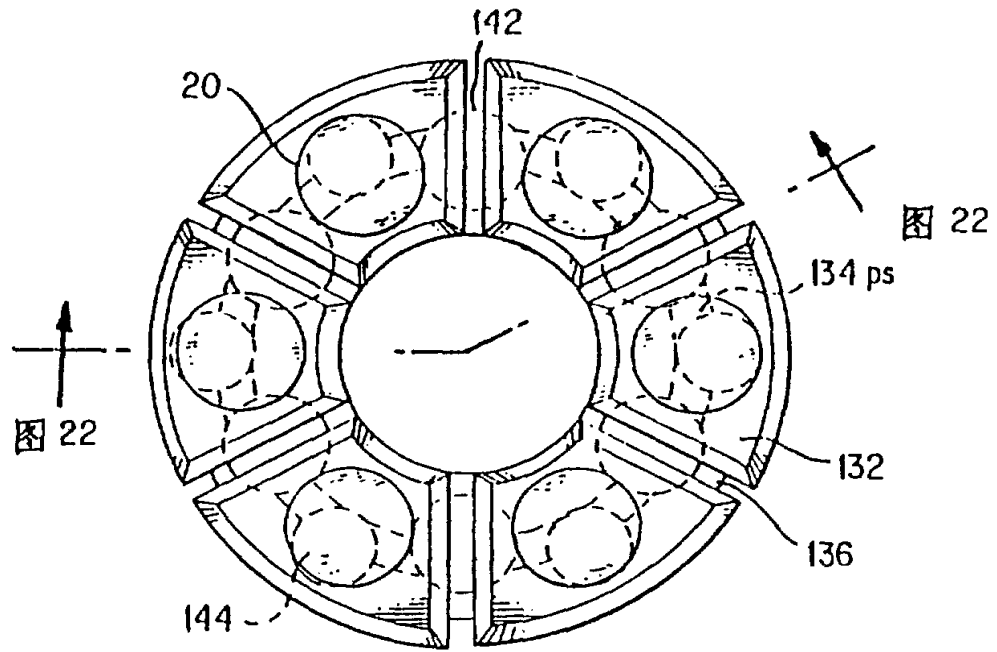


图 2 1

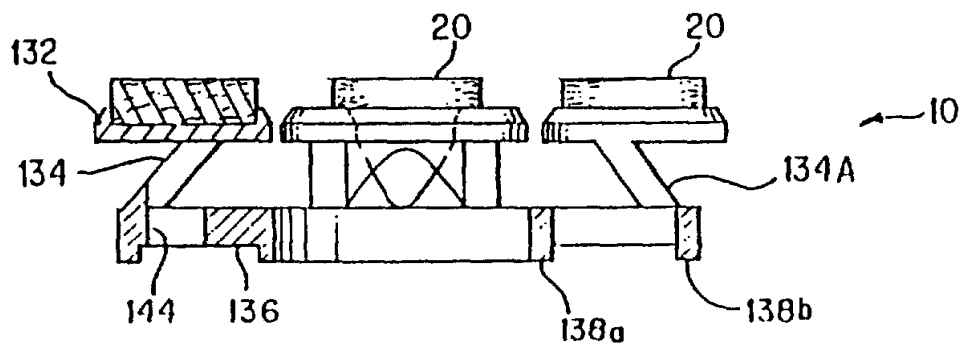


图 2 2

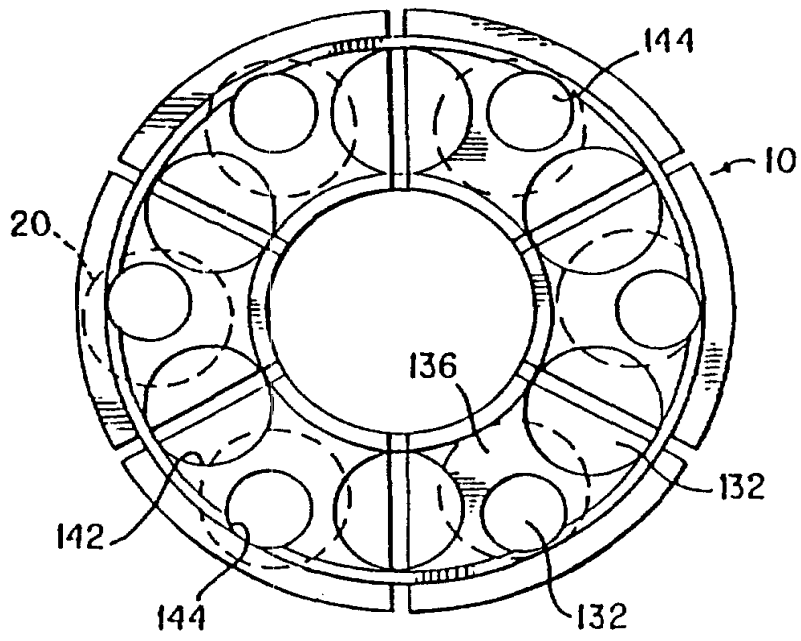


图 23

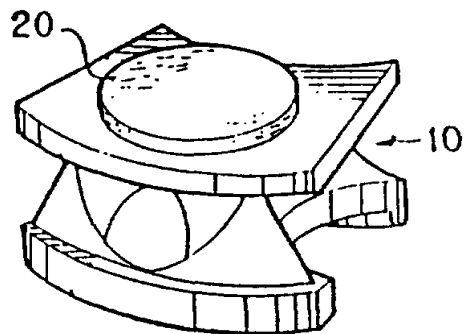


图 24

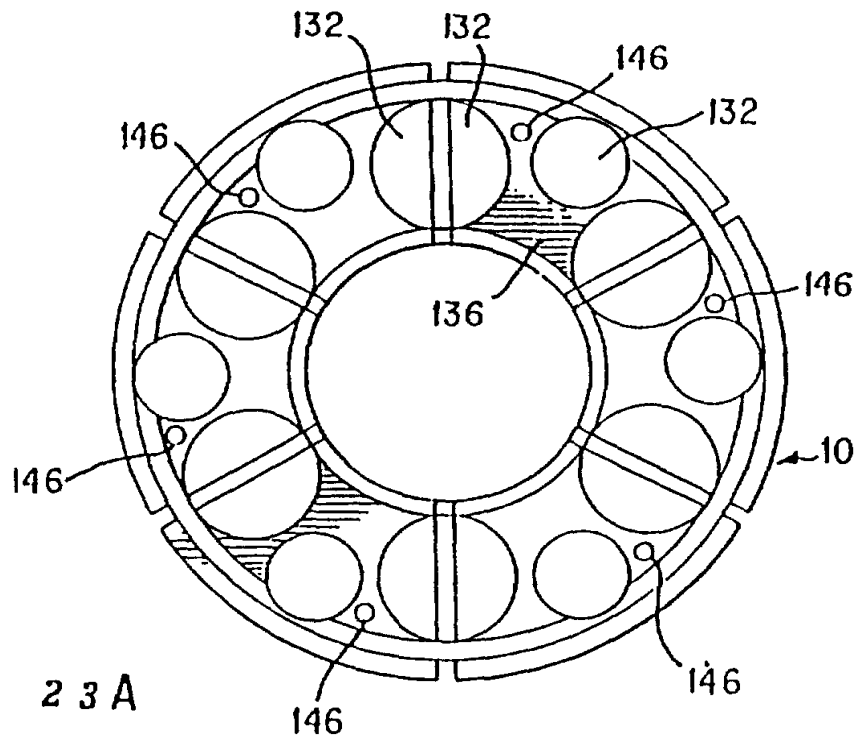


图 23 A

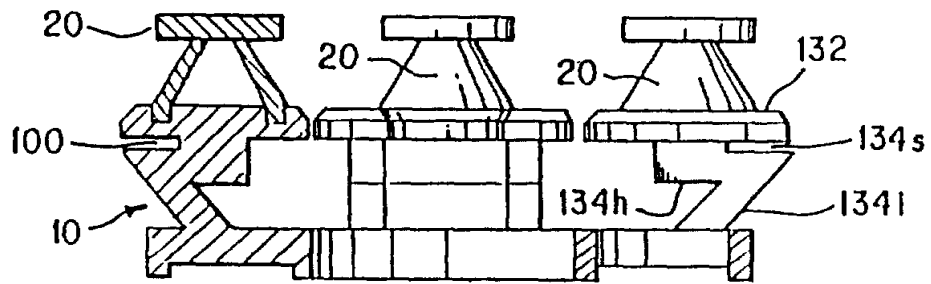


图 25

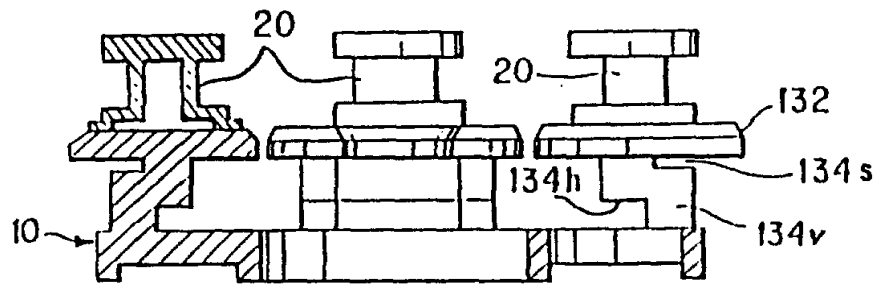


图 26

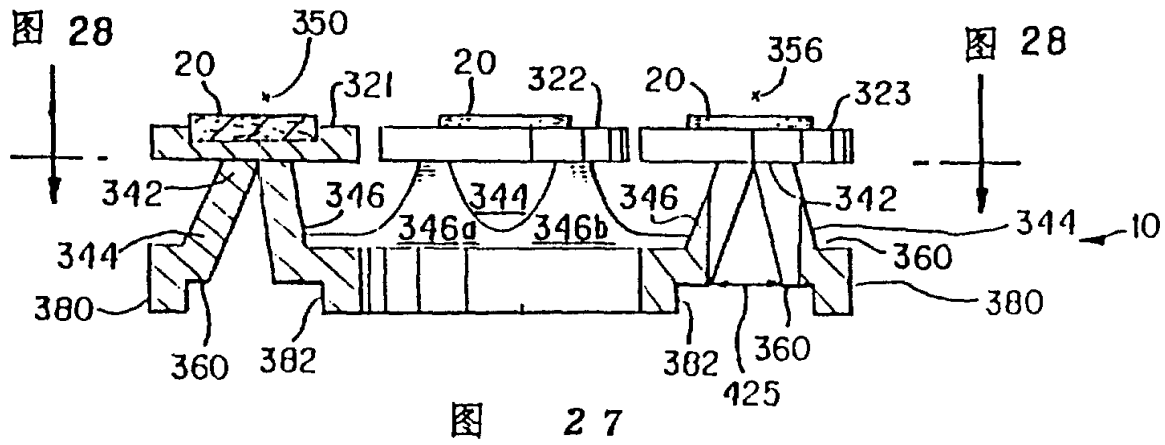


图 27

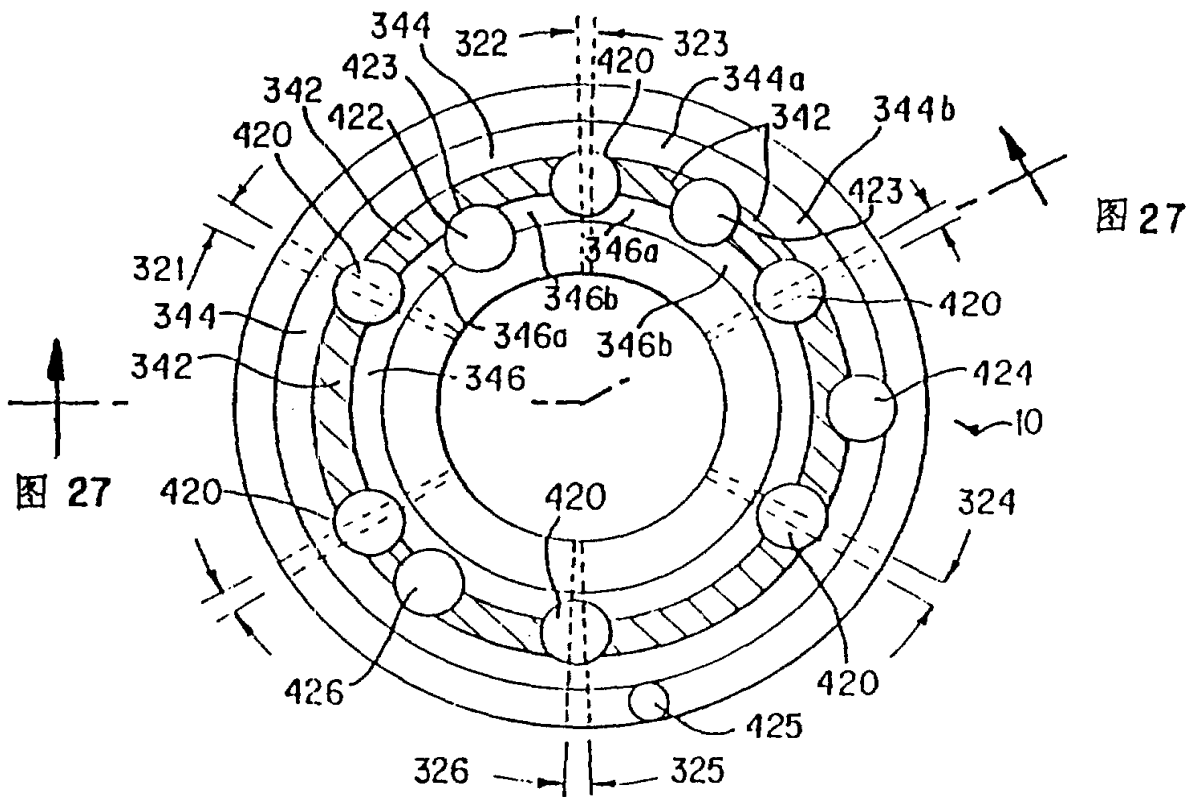


图 28

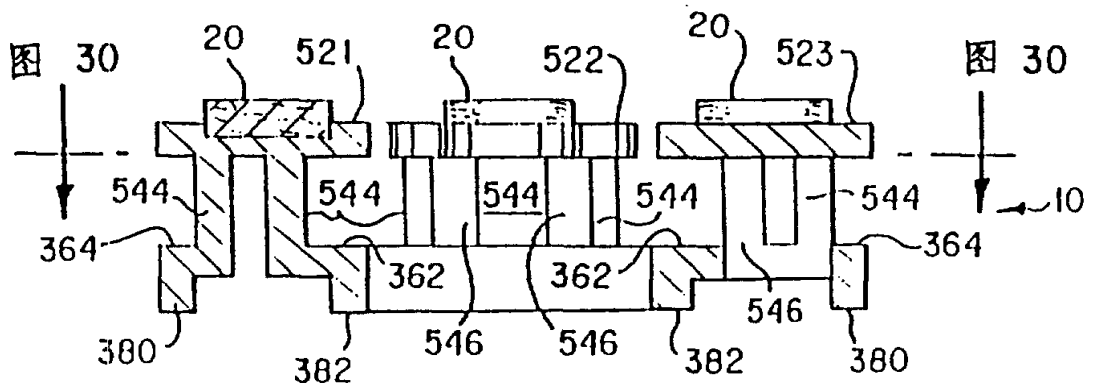


图 29

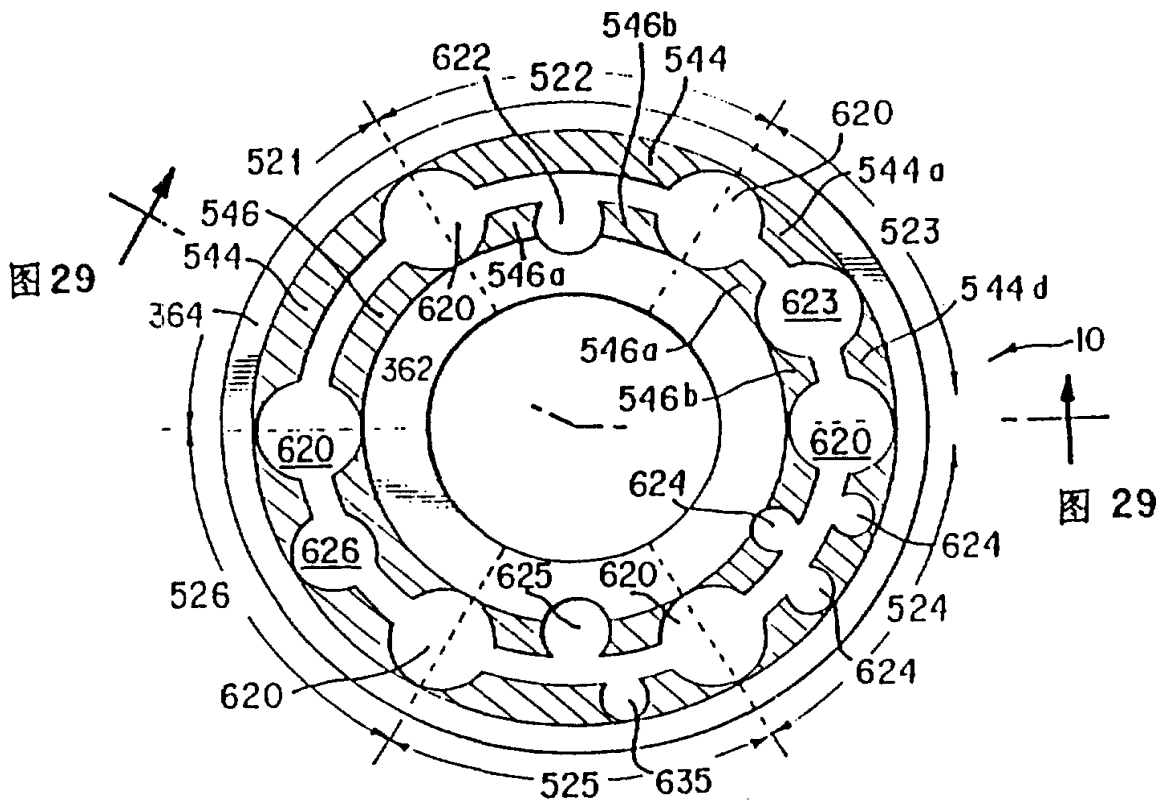


图 30

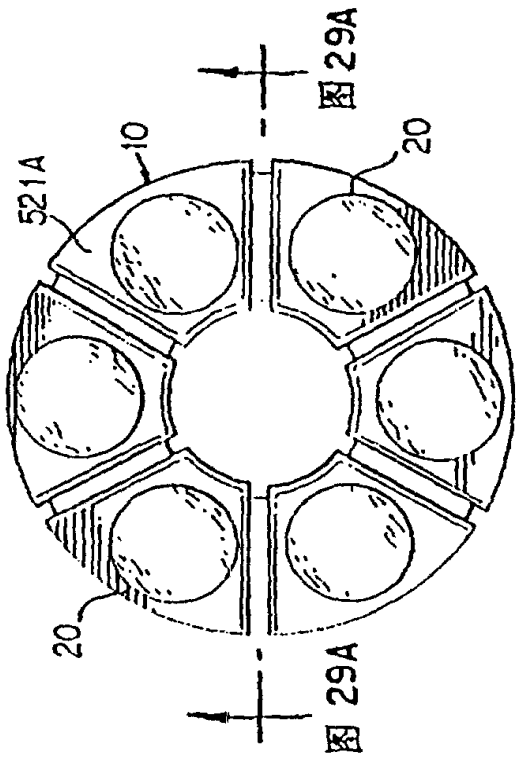


图 29A

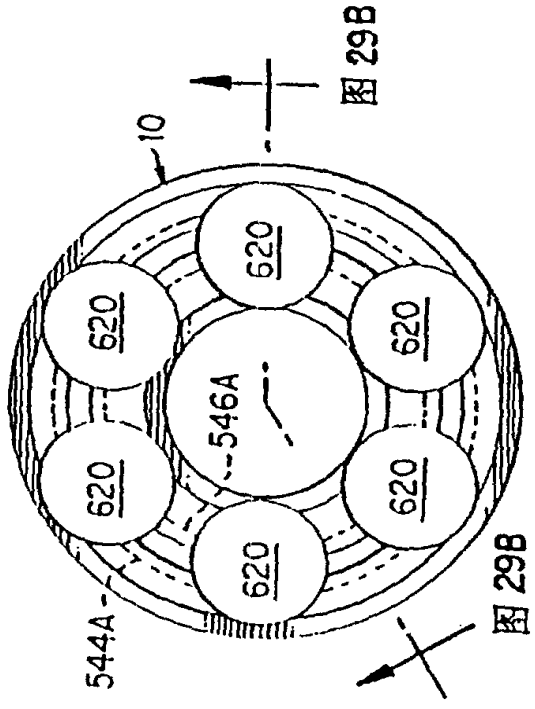


图 29B

图 29B

图 30A

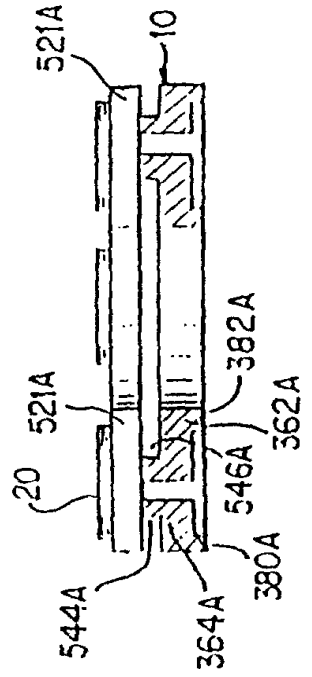


图 29A

图 30B

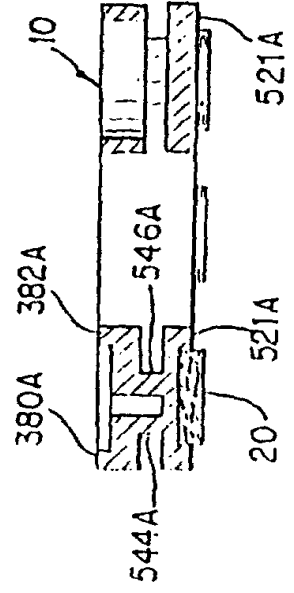


图 29B

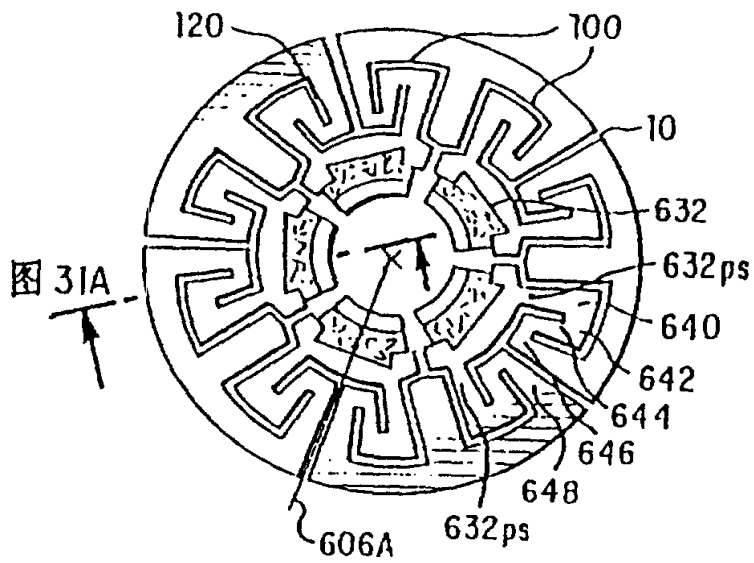


图 31

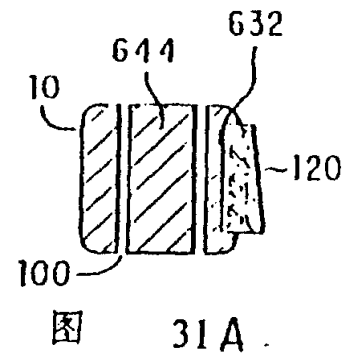


图 31A

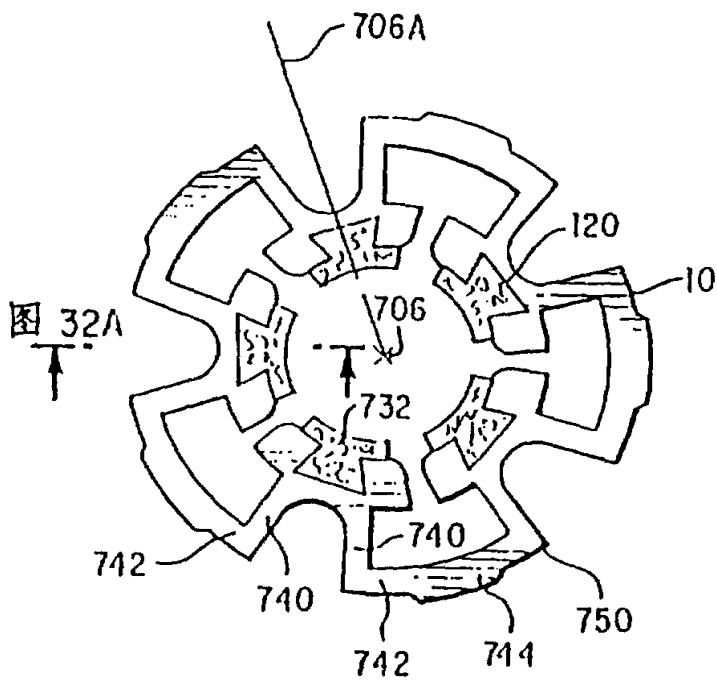


图 32

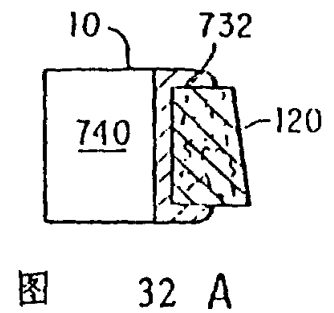


图 32A

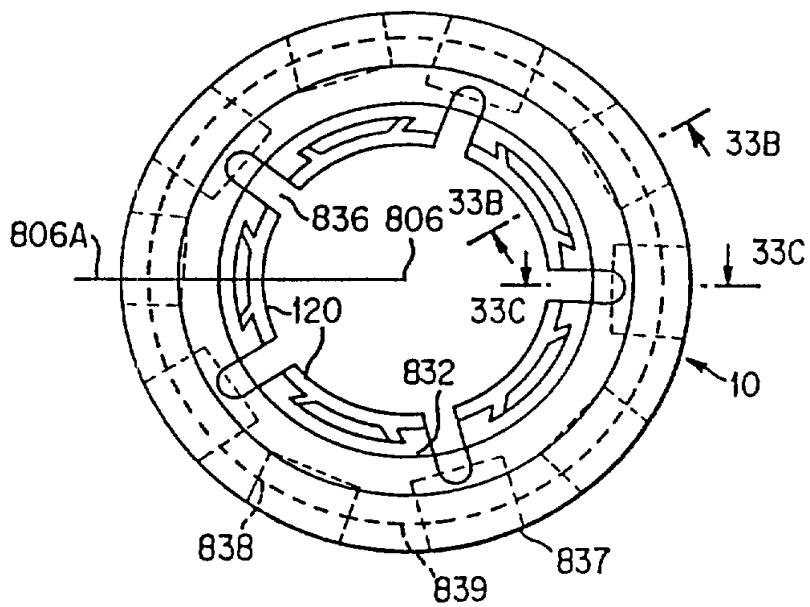


图 33

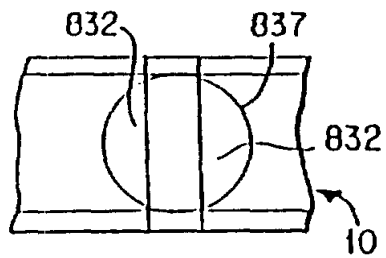


图 33 A

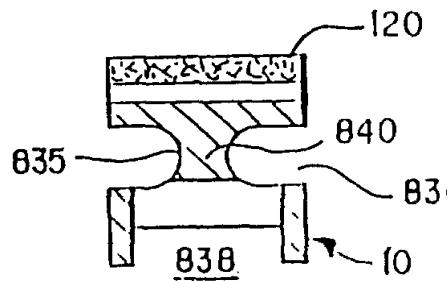


图 33 B

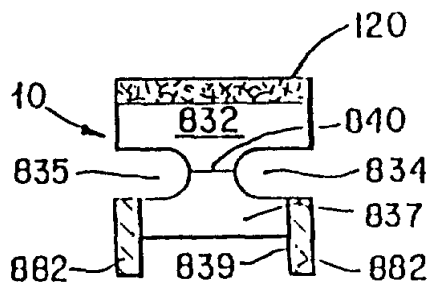


图 33 C

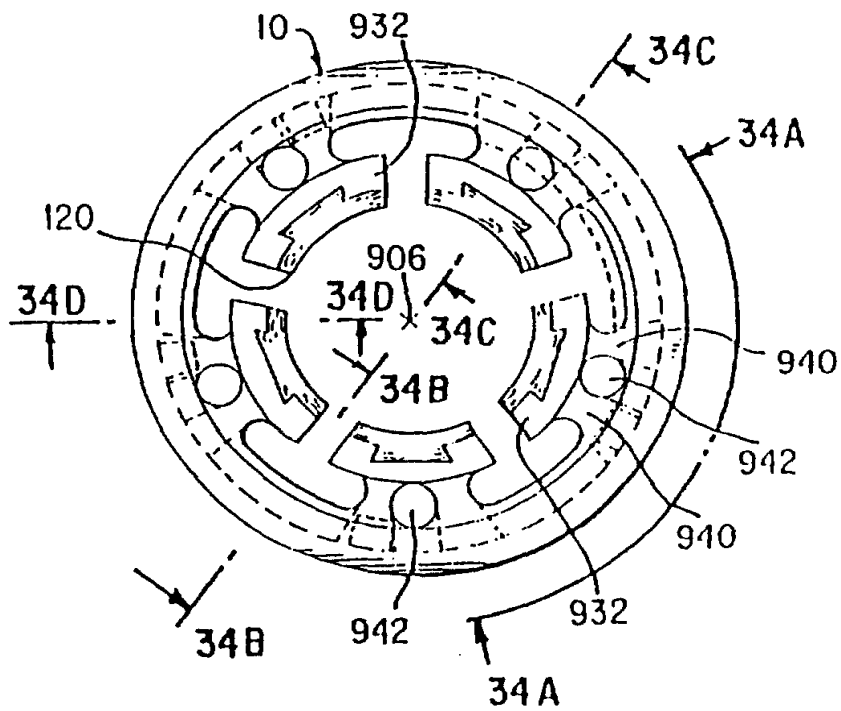


图 34

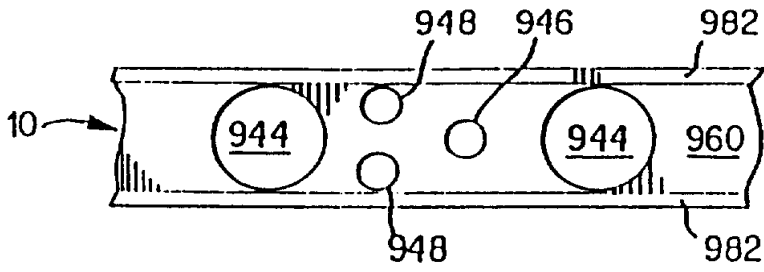


图 34 A

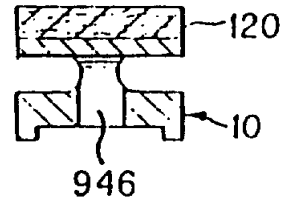


图 34 B

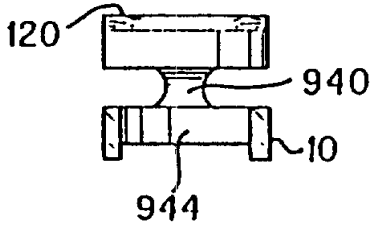


图 34 C

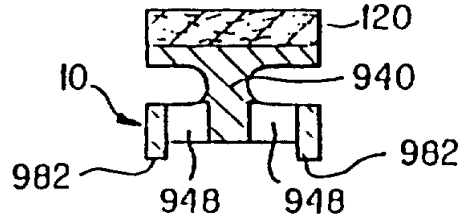


图 34 D

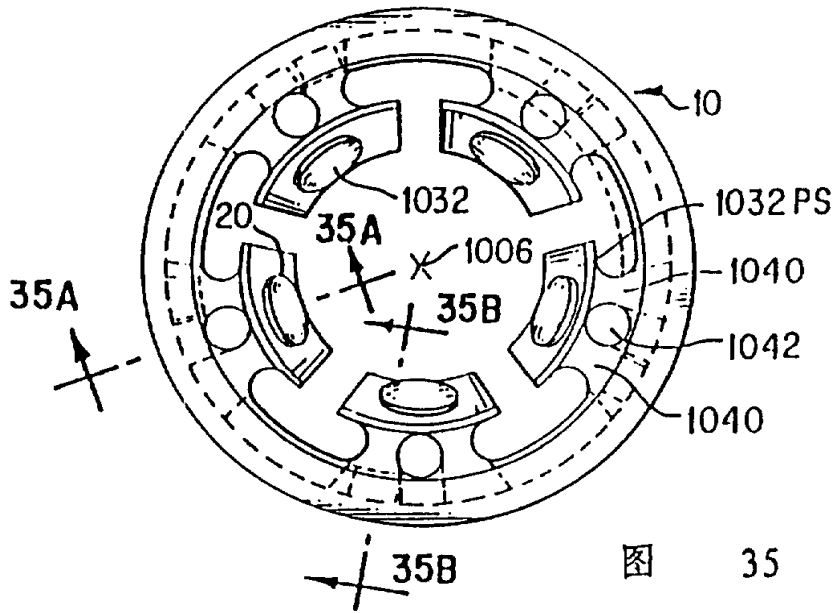


图 35

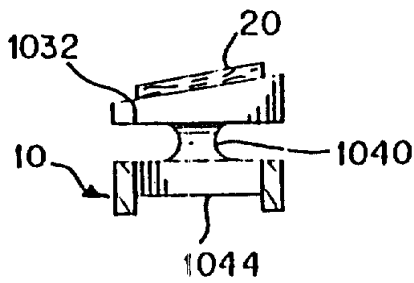


图 35 A

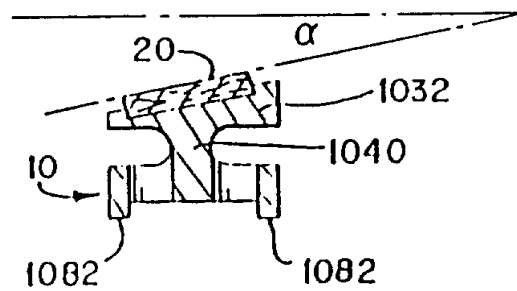


图 35 B