

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G11B 19/20

F16C 32/06



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03816867.7

[43] 公开日 2005 年 9 月 21 日

[11] 公开号 CN 1672206A

[22] 申请日 2003.6.12 [21] 申请号 03816867.7

[30] 优先权

[32] 2002. 6. 12 [33] US [31] 60/388,404

[32] 2002. 10. 8 [33] US [31] 10/267,351

[86] 国际申请 PCT/US2003/018781 2003.6.12

[87] 国际公布 WO2003/107341 英 2003.12.24

[85] 进入国家阶段日期 2005.1.17

[71] 申请人 西加特技术有限责任公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 A·艾伊罗

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

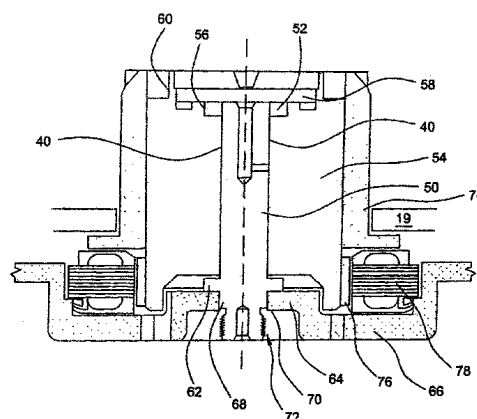
代理人 吴明华

权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 9 页

[54] 发明名称 低轮廓推力轴颈板流体动力轴承马达

[57] 摘要

本发明提供一种在轮毂/轴/推力板组件的推力板上的流体动力轴承，以适合于在具有有限轴向空间的超小型物件中使用。



ISSN 1008-4274

1. 一种流体动力轴承，包括：
- 轴；
- 5 -推力板，包括第一和第二轴向表面和外直径，外直径具有在其上面的轴承凹槽，而轴从推力板第一轴向表面延伸；
- 反推板，具有通过间隙面对推力板第二轴向表面的轴向表面；
- 套筒，联结于反推板并且支承为可相对于轴和推力板旋转，套筒还限定面对第一轴向推力板表面和推力板外直径表面的表面；和
- 10 -流体，处于支承套筒以便旋转的套筒表面之间的间隙中。
- 2.按权利要求1所述的流体动力轴承，其特征在于，推力板第一或第二轴向表面之一，面对推力板第二轴向表面的反推板的轴向表面，或面对推力板第一轴向表面的套筒表面包括在其上面的凹槽。
- 3.按权利要求2所述的流体动力轴承，其特征在于，还包括为建立轴向磁性偏压的装置，以便闭合推力板和套筒之间或推力板和反推板之间的推力间隙。
- 15 4.按权利要求1所述的流体动力轴承，其特征在于，或在推力板的第一轴向表面或在面对推力板第一轴向表面的套筒表面上具有凹槽，和其中或在推力板的第二轴向表面或在面对推力板第二轴向表面的反推板轴向表面上具有凹槽。
- 5.按权利要求1所述的流体动力轴承，其特征在于，还包括一个或多个密封以保持套筒和推力板和套筒和轴之间的流体。
- 20 6.按权利要求5所述的流体动力轴承，其特征在于，密封为从一组径向、向心、垂直或反向毛细管密封中选出的毛细管密封。
- 7.按权利要求1所述的流体动力轴承，其特征在于，凹槽为人字形、螺旋形、箭尾形或正弦曲线形凹槽。
- 25 8. 一种在磁盘驱动器的心轴马达中使用的推力板，包括：
- 圆柱形；
- 外圆周，具有设置在其上面的轴承凹槽；和
- 第一和第二轴向表面，其中在第一轴向表面从推力板延伸一轴。
9. 一种流体动力轴承，包括：
- 30 -如权利要求8所述的推力板；
- 反推板，具有通过间隙面对推力板第二轴向表面的轴向表面；

-套筒，联结于反推板并且支承为可相对于轴和推力板旋转，套筒还限定面对第一轴向推力板表面和推力板外直径表面的表面；和

-流体，处于支承套筒以便旋转的套筒表面之间的间隙中。

10.按权利要求 9 所述的流体动力轴承，其特征在于，推力板第一或第二轴向
5 表面之一，面对推力板第二轴向表面的反推板的轴向表面，或面对推力板第一轴向表面的套筒表面包括在其上面的凹槽。

11.按权利要求 10 所述的流体动力轴承，其特征在于，还包括为建立轴向磁性偏压的装置，以便闭合推力板和套筒之间或推力板和反推板之间的推力间隙。

12.按权利要求 9 所述的流体动力轴承，其特征在于，或在推力板的第一轴向
10 表面或在面对推力板第一轴向表面的套筒表面上具有凹槽，和其中或在推力板的第二轴向表面或在面对推力板第二轴向表面的反推板轴向表面上具有凹槽。

13.按权利要求 9 所述的流体动力轴承，其特征在于，还包括一个或多个密封以保持套筒和推力板和套筒和轴之间的流体。

14.按权利要求 9 所述的流体动力轴承，其特征在于，凹槽为人字形、螺旋形、
15 箭尾形或正弦曲线形凹槽。

15. 一种流体动力轴承，包括：

-轴；

-推力板，包括第一和第二轴向表面和外直径，轴从推力板第一轴向表面延伸；

-反推板，具有通过间隙面对推力板第二轴向表面的轴向表面；

20 -套筒，联结于反推板并且支承为可相对于轴和推力板旋转，套筒还限定面对第一轴向推力板表面和推力板外直径表面的表面，其中面对推力板外直径表面的套筒表面具有在其上面的凹槽；和

-流体，处于支承套筒以便旋转的套筒表面之间的间隙中。

16.按权利要求 15 所述的流体动力轴承，其特征在于，推力板第一或第二轴向
25 表面之一，面对推力板第二轴向表面的反推板的轴向表面，或面对推力板第一轴向表面的套筒表面包括在其上面的凹槽。

17.按权利要求 16 所述的流体动力轴承，其特征在于，还包括为建立轴向磁性偏压的装置，以便闭合推力板和套筒之间或推力板和反推板之间的间隙。

18.按权利要求 15 所述的流体动力轴承，其特征在于，或在推力板的第一轴向
30 表面或在面对推力板第一轴向表面的套筒表面上具有凹槽，和其中或在推力板的第二轴向表面或在面对推力板第二轴向表面的反推板轴向表面上具有凹槽。

19.按权利要求 15 所述的流体动力轴承，其特征在于，还包括一个或多个密封以保持套筒和推力板和套筒和轴之间的流体。

20.按权利要求 1 所述的流体动力轴承，其特征在于，凹槽为人字形、螺旋形、箭尾形或正弦曲线形凹槽。

低轮廓推力轴颈板流体动力轴承马达

5 相关申请的参考文件

本申请要求对美国临时申请序列编号 60/388,404（登记于 2003 年 6 月 12 日）的标题为“低轮廓推力轴颈板 FDB 马达”的优先权。转让给本申请受让人的上述专利申请综合在此作为参考。

10 发明背景

磁盘驱动储存系统已经在许多年中用于储存数字信息。信息储存在磁盘介质的同心储存磁轨上，实际信息以磁性转变形式储存在介质中。磁盘本身可旋转地装在心轴上，而信息利用一般位于枢转臂上的读/写头存取，该枢转臂径向地在磁盘上移动。读/写头或传感器必须精确地与在磁盘上储存磁轨对准以

15 保证信息的正确读取和写入。

在操作中，通过一般位于轮毂内或磁盘下的电气马达，磁盘在封闭的壳体中以很高的转速旋转。通常使用的马达形式以毂内或心轴内马达著称。这样已知的心轴内马达用两个滚珠轴承系统把心轴装在设置于轮毂中心的马达轴上。轴承中的一个典型地位于心轴顶部而另一个靠近心轴底部。这些轴承容许在轴

20 和轮毂之间的旋转运动而保持心轴对于轴的对准。轴承本身正常用润滑脂或油润滑。

以上描述的传统轴承系统有几个缺点。首先是滚珠轴承在滚道上产生的震动。在硬盘驱动器心轴上使用的滚珠轴承在一般能够保证滚道和滚珠之间接触的条件下运行，而不管轴承润滑油或者润滑脂是否提供润滑油层。在细微不平

25 整和粗糙滚道上运行的滚珠把振动传递到旋转磁盘。振动导致数据磁轨和读/写传感器之间错位，限制数据磁轨密度和磁盘驱动器系统的总体性能。

此外，机械轴承不能经常按比例缩小到较小的尺寸。由于在磁盘驱动器工业中趋向于缩小磁盘驱动器单元的物理尺寸，这成为一个显著的缺点。

传统滚珠轴承心轴系统的替代方案是流体动力轴承。在这样系统中，润滑

30 流体-或者是气体（包括空气）或者是液体-作为静止基础或壳体和旋转心轴或旋转轮毂和马达的静止部分之间的实际轴承表面。例如，液体润滑剂包括机油、

更复杂的铁磁液体或甚至空气均曾经在流体动力系统中采用。流行采用空气的理由是可以避免污染物进入硬盘壳体的密封区域。不过空气不能提供机油的润滑品质。其较低的粘度需要较小的轴承间隙并且因此较高的容差标准以便获得相似的动态性能。

- 5 因此，在采用液体润滑剂的流体动力轴承情况中，润滑流体本身必须密封在轴承中以避免润滑剂的损失，后者导致轴承负载能力的减少。否则，心轴和壳体的物理表面将互相干接触，导致增加的磨损并终于使轴承系统的损坏。此外，这样密封件或其它努力使润滑剂包含在轴承系统中的失败可能造成污染物进入磁盘驱动器硬盘接口区域。
- 10 已知流体动力轴承组件的短处在于它们经常需要较长轴向结构元件以便支承轴向和径向负载，因为流体动力轴承并不具有机械轴承组件具备的内在刚性。很难按照当前顾客的要求按比例缩小流体轴承组件而配置在较小的磁盘驱动器尺寸上。在有关的事件中，流体动力轴承组件承受需要极其严格的间隙和对准要求的不利；这一负担使其难以制造如此的组件，因为即使微小的偏差或
- 15 偏离可导致有缺点的轴承。

典型地，轴颈或径向轴承处于轴中。不过，在 2.5 英寸、1.8 英寸、1.0 英寸超小型驱动器中，由于有限的轴向空间，轴必须很短。这样的空间可能小到 3.0mm 或更小。这样一来，用于足够长度的轴颈轴承凹槽不是经常可行的。

- 如此，在本行业中引起对于开发低轮廓流体动力轴承马达的注意，这种马
- 20 达具有足够刚性可以提供正确的轮毂/轴/推力板组件轴向和径向定位。此外，也有意义开发一种节约功率的马达。

发明概要

- 超小型物件，诸如 1.8 英寸驱动器，其高度极其有限。本发明在传统推力
- 25 板的两或三个表面上建立流体轴承以提供轴向、径向和角度刚性。这是通过移去典型地位于轴上的轴颈轴承和通过在推力板外径上提供轴颈而获得。由于不需要长轴容纳轴颈轴承，本发明提供一种低轮廓套筒/推力板/轴组件。作为替代，径向刚性由在推力板外径上凹槽轴承提供。这样的配置节约功率而不必牺牲径向刚性，因为轴颈轴承能够，当放置在推力板外径上时比较当轴颈轴承放置
- 30 在轴上时，更好轴向地与转子重心对准。虽然特别在小型物件的磁盘驱动器中有用，这些概念在所有尺寸的驱动器中均有用并且可以包括在不是马达的情

况中使用的流体轴承。

如此，本发明提供在具有圆柱形状并且在其外周上具有轴承凹槽的磁盘驱动器中心轴马达使用的推力板。此外，有轴从推力板顶端或底部延伸。还有，至少在推力板的顶部表面或推力板的底部表面之一上具有轴承凹槽。

- 5 此外，本发明提供一种流体动力轴承，包括具有第一及第二轴向表面和外径的推力板。在推力板的外直径上具有凹槽，并且具有从推力板第一轴向表面延伸的轴。在轴和推力板以外，还有具有通过空隙面向推力板第二轴向表面的轴向表面的反推板。此外，还有联结于反推板的套筒并且予以支承以便相对于轴和推力板旋转。在本发明中，当用到短语“支承以相对于……旋转”时，意
- 10 味着轴或者推力板之一是静止的而套筒和反推板在旋转，或者轴和推力板在旋转而套筒和反推板是静止的。

- 套筒还限定一个面向第一轴向推力板表面和推力板外直径表面的表面。在套筒表面之间的间隙中具有流体。流体可协助支承套筒。在外直径凹槽以外，推力板还可以在一个或两个轴向表面上有凹槽。可替代地，在邻近推力板轴向
- 15 表面结构上有轴承凹槽；就是，套筒或反推板。如果在轴向表面上有凹槽，流体动力轴承马达将还包括建立推力板和套筒或反推板之一之间轴向磁性偏压力的装置，这取决于系统的配置。如果在两个轴向表面均有凹槽，附加的磁性偏压力就不需要。

20 附图简单描述

图 1 为已知磁盘驱动器的顶视平面图，其中本发明的低轮廓推力轴颈板特别有用。

图 2 为综合在磁盘驱动器中的流体动力轴承的垂直剖面图。

图 3 为轮毂/轴/推力板组件的简化垂直剖面图。

- 25 图 4 为轮毂/轴/推力板组件的简化垂直剖面图。

图 5 为轮毂/轴/推力板组件的简化垂直剖面图。

图 6 为轮毂/轴/推力板组件的简化垂直剖面图。

图 7 为轮毂/轴/推力板组件的简化垂直剖面图。

图 8 为综合磁盘驱动器其它特征的轮毂/轴/推力板组件的剖面图。

30

具体的实施方式

现在将详细解释本发明的示范性实施例，其例子已显示在附图中。虽然本发明与这些实施例一起描述，应该理解所描述的实施例并不企图仅仅和特地限于这些实施例，或者仅仅在所阐明的磁盘驱动器中使用这些实施例。相反，本发明打算覆盖包括在如所附权利要求所定义的发明精神和范围内的可选方案、
5 变型和对等方案。本发明特别在小型物件磁盘驱动器中 useful；不过，这里的概念对于所有类型和尺寸的驱动器均有用，并且可以包括在不是马达的情况中使用的流体轴承。

还有，硬盘驱动器对于本行业熟练人士是众所周知的。为避免混淆而使本行业熟练人士实现所提出的发明，本说明书省略关于已知项目的细节。

10 在图 1 中显示使用本发明轮毂/轴/推力板组件的磁盘驱动器类型简单平面图。该图阐明驱动器的基本元件，包括将被心轴组件的心轴 21（将更详细描述）所转动的旋转磁盘 19。当磁盘旋转时，装在执行臂 27 端部上的传感器 23 选择性地由围绕枢轴 31 旋转的音圈马达 29（集合为传感器组件）所定位，以便移动传感器在磁盘表面上从一磁轨到另一磁轨。

15 图 2 为综合在磁盘驱动器中的流体动力轴承的垂直剖面图。图 2 显示包括在一端具有推力板 52 的中间固定轴 50 的心轴马达。轮毂/轴/推力板结构可以是单独整体零件或者它可以是分别制造的两个或更多零件并随后联结在一起形成轴/推力板结构。一个这样的配置为环形推力板，并连接轴到推力板环的内部直径。轴 50 相对固定于旋转套筒 54。推力板 52 坐在由套筒 54 和支承在
20 套筒 54 上的反推板 58 所限定的凹进处 56。可以看到反推板 58 通过压配或者相似的方式固定在轮毂套筒 54 上的台肩 60 内。轴颈或径向轴承 40 定位在轴 50 和套筒 54 之间的间隙中。凹槽设置在轴 50 的外壁或套筒 54 的内壁上。流体充满在径向轴承 40 的间隙中。

在轴 50 的对面端，轴包括台肩 62，它倚靠在安装马达的底座 66 的突起部分
25 64 上。轴的延伸部分 68 穿过底座 66 上开口 70 延伸；轴的螺纹安装端 72 接纳将轴固定在底座上的螺帽（未示）。轮毂 74 支承在套筒 54 的外面，而磁铁 76 位于套筒同一表面并且对准由底座铸件 66 支承的定子 78。很显然因为传感器 23（图 1）紧密地浮动在各磁盘 19 上面，马达和轮毂必须非常稳定很重要。在固定轴设计中，为获得这一目的，在固定轴设计中必须使用相当直径的
30 轴 50。本发明打算提供一种能够获得轴向和径向稳定性目的的推力轴颈板流体动力轴承组件，并且它在固定轴和旋转轴设计中均可使用。

如此，一般地说，本发明提供一种流体动力轴承，包括具有第一和第二轴向表面及外直径的推力板。在推力板的外直径上有凹槽并且从推力板第一轴向表面延伸一轴。在轴和推力板以外，还有具有跨越间隙面向第二轴向表面的轴向表面的反推板。还有，联结于反推板的套筒支承为可以相对于轴和推力板旋转。如以上所述，在本发明中，当使用短语“支承用于旋转相对于”，它意味着轴或者推力板之一是静止的而套筒和反推板在旋转，或者轴和推力板在旋转而套筒和反推板是静止的——就是，本发明的流体动力轴承在静止或非静止轴设计中均有用。

套筒还限定一个面向第一推力板表面和推力板外直径表面的表面。在套筒表面之间的间隙中存在流体。流体可协助支承套筒。在外直径凹槽以外，推力板还可以在一个或两个轴向表面上有凹槽。可替代地，轴承凹槽可以设置在面向推力板第二轴向表面的反推板轴向表面上，或者设置在面向推力板第一轴向表面的套筒表面上。如果在一个轴向表面上有凹槽，流体动力轴承马达将还包括建立推力板和套筒或反推板之一之间轴向磁性偏压力的装置，这取决于系统的配置。如果在两个轴向表面均有凹槽，附加的磁性偏压力就不需要。图 3-9 显示一般在这一和以前小节中描述的动力轴承各种实施例。

图 3 为轮毂/轴/推力板组件的简化垂直剖面图。图 3 显示具有旋转轴的实施例。图 3 显示联结于轴 304 的轮毂 302，而轴又联结于推力板 306。推力板 306 上表面显示在 308 处，推力板 306 外直径显示在 310 处，而推力板 306 下表面显示在 312 处。314 表示润滑剂，在这里情况，设置在轴 304 的轴壁 324 和套筒 316 的内壁 322 之间。反推板显示在 318 处联结套筒 316。流体设置在推力板 306 的外表面 308、310、312 和套筒 316 和反推板 318 的相对表面之间的间隙中。

在图 3 的实施例中，在推力板 306 上有三个轴承。在推力板 306 的外直径 310 上有一个径向轴承和两个轴向轴承。轴向轴承之一在推力板 306 的上表面 308 上，而另一轴向轴承在推力板 306 的底部表面 312 上。如此，在本发明实施例中，径向流体动力轴承位于推力板 306 的外直径 310 上。参考图 2，径向轴承的轴颈位于轴 50 和套筒 54 之间的间隙 40 中。如此，当在传统工艺配置中径向或轴颈轴承位于轴和套筒之间时，而在本发明中，在轴 304 上没有轴承存在。相反，在套筒 316 的内壁 322 和轴 304 的外壁 324 之间现在是润滑剂 314。流体或者润滑剂由于毛细管作用（密封件 320）保持在间隙中。

图 4 也为如以上所述的轮毂/轴/推力板组件的简化垂直剖面图。图 4 显示这样具有静止轴组件的实施例。图 4 显示联结于反推板 418 的轮毂 402。轴 404 联结于推力板 406。推力板 406 具有上表面 408、外直径径向表面 410 和下轴向表面 412。润滑剂 414 存在于轮毂 402 内壁 426 和轴 404 及推力板 406 外壁 5 之间。

如同图 3, 图 4 显示在推力板 406 外直径 410 上具有一个径向轴承的实施例。此外, 这里有两个轴向推力轴承。一个轴向推力轴承处于推力板 406 上表面 408 和反推板 418 的相对表面之间, 而另一个轴向轴承处于推力板 406 底部表面 412 和套筒段 421 的相对表面之间。又如图 3, 在传统工艺的配置中在轴上设置径向或轴颈轴承, 在图 4 中见到的实施例中, 在轴 404 上没有径向轴承。相反, 10 径向轴承处于推力板 406 的外直径 410 上面。也应注意图 4 中例子, 这里没有单独的套筒。相反, 轮毂 402 配置作为套筒。不过, 在这个和其它所有实施例中, 套筒和轮毂可以是单独的元件, 它们以任何本行业熟知的方式紧固在一起。

在图 4 所显示的实施例中, 以及其它显示在本说明书中的实施例和本发明 15 尚未在此处显示的实施例中, 轴承类型可以是任何本行业所熟知的。例如, 这样的类型可以是人字形凹槽、箭尾形凹槽、螺旋凹槽、正弦曲线形凹槽、并且可以用冲压、印压、或其它模型材料的方法形成。

图 5 为轮毂/轴/推力板组件的简化垂直剖面图。图 5 为旋转轴组件的实施例。图 5 所显示的实施例显示一种单独推力设计, 而不是在图 3 和 4 中显示的两个 20 轴向地对置的推力轴承。图 5 显示联结于轴 504 的轮毂 502, 而轴又联结于推力板 506。推力板 506 具有上表面 508、外直径 510 和下表面 512。此外, 还有套筒 516。在这种情况下, 套筒 516 也作为反推板。此外, 还有密封护罩 532。润滑剂 514 保持在套筒 516、推力板 506 和密封护罩 532 之间。在该实施例中, 如同其它实施例, 密封件可以保持在轮毂/轴/推力板组件中各部件之间。这样 25 的密封可以是径向密封、向心密封、传统的毛细管密封、反向毛细管密封、或行业中已知的其它密封。

在该单独推力轴承实施例中这里有一个径向轴承, 还是在推力板 506 的外直径 510 上, 并且只有一个轴向或推力轴承。该轴向或推力轴承处于推力板 506 的下表面 512 上。由于只有一个推力轴承, 偏压力必须施加在轮毂上以保持推力 30 轴承的正确轴向间隙。这样的偏压力可以由次要磁铁或偏移定子磁铁(未示)提供的电磁力。偏压力显示在 530 处。此外, 作为轴承在驱动器运转中结

果的润滑剂抽吸方向显示在 540 和 550 处。

还有，密封护罩 532 作为轴向冲击移位限制器，使其覆盖并且悬挂在推力板 506 上表面 508 的最里面部分。

图 6 也为具有静止轴的轮毂/轴/推力板组件的简化垂直剖面图。图 6 显示轮毂 602、和联结于轴 604 的底座 660，而轴又联结于推力板 606。推力板 606 具有上表面 608、外直径 610 和下表面 612。此外，图 6 在 662 处显示向心（或离心）密封和限制器。流体 614 保持在向心密封 662、推力板 606 和轮毂 602 之间。在 620 处显示毛细管密封。

又如图 5，在推力板 606 的外直径 610 上有一个径向轴承，而这一次在推力板 606 的上表面 608 上有一个轴向轴承。如同图 5，需要有偏压力保持推力轴承的正确轴向间隙。与以前一样，这样的偏压力可以由电磁力提供。

在该实施例中，向心密封和限制器 662 形成径向毛细管密封 620 弯月。旋转转子的向心力在向心密封和限制器 662 和推力板 606 之间保持流体。相应的润滑剂离心力协助其保持在密封内。需要的偏压力显示在 630 处，而作为轴向和径向轴承在驱动器运转中结果的净润滑剂抽吸方向各自显示在 640 和 650 处。

图 7 为轮毂/轴/推力板组件的简化垂直剖面图。图 7 为静止轴设计实施例。图 7 显示轮毂 702，也配置作为反推板。此外，底座 760 联结于轴 704，而轴又联结于推力板 706。推力板 706 具有上表面 708、外直径 710、和下表面 712。此外，还有通道标识在 772 处。毛细管密封显示在 720 处。

如同图 5 和 6，图 7 在推力板 706 的外直径上具有单独的径向轴承，而在推力板 706 的下表面 712 上有单独的轴向轴承。与前面一样，需要偏压力，但在本实施例中偏压力需要在相反方向。如图 6，这里径向向心密封形成在轮毂 702 和底座 760 之间。此外标识为 772 的通道放置在径向向心密封上以限制蒸发损失。

图 7 也显示润滑剂 714 的循环管路 770。循环管路 770 保证润滑剂完成从一个区域到另一个区域而不至于放干。这样的设计称为“通气”或“双通气”设计。在图 3-6 中显示的实施例没有显示这样的循环通路或管路，虽然这样的通路或管路可以包括在这些实施例中。润滑剂抽送方向显示在 740（轴向力）和 750（径向力）处。

应该注意套筒/推力板/轴组件的一个方面。呈现在这里的本发明各实施例包

括“套筒状件”。例如，图 3、5、和 8 各自在 316、516、和 816 显示套筒。

图 4 和 7 没有显示套筒本身；不过，轮毂 402 和 702 的配置各自可用作“套筒”或“套筒状件”。即使在图 6 中，虽然没有套筒，但具有组合在轮毂 602 和密封 662 中的套筒状件。如此，套筒或套筒状件的各种实施例包括配置作为轮毂或反推板和套筒的轮毂，可以某种方式联结的单独轮毂和套筒，配置成为作为套筒的轮毂和密封，和任何其它可以提供必要建立流体动力轴承表面的配置。此外，应该注意虽然在推力板的外直径和一个或两个轴向表面上显示凹槽，也可以在邻近的套筒或反推板表面上设置凹槽。

图 8 相似图 7。不过，除了显示轮毂 802、轴 804、推力板 806、润滑剂 814、底座 860、与轮毂 802 成为整体的套筒（或轮毂 802 配置成作为轮毂和套筒）、密封和限制器环 816、和循环管路 870 以外，注意磁盘 819 和磁铁 878 也被显示。再说，图 8 所显示的实施例在推力板 806 的外直径 810 上具有一个径向轴承，而在推力板 806 上表面 808 上有一个轴向轴承。如此，如同前面，需要偏压力 830。

图 9 相似图 8。图 9 显示具有轮毂 902、轴 904、推力板 906、润滑剂 914、底座 960、与轮毂 902 成一整体的套筒（或者，另一前景是轮毂 902 配置成作为轮毂和套筒）、密封和限制器 916、循环管路 970、磁盘 919 和磁铁 978 的顶盖固定流体动力轴承。再说，图 9 所显示实施例在推力板 906 外直径 910 上具有一个径向轴承，而在推力板 906 上表面 908 上有一个轴向轴承。由于只有一个轴向表面具有轴承凹槽，需要有偏压力 930。图 9 的顶盖固定流体动力轴承实施例十分相似图 8 中显示的静止轴实施例，除去应该注意有一个中心螺钉 980 联结轴 904 和盖子 990。

本行业中熟练人士可以作出在此披露的各种组件的变型而不致偏离如所附权利要求所定义的发明精神和范围。

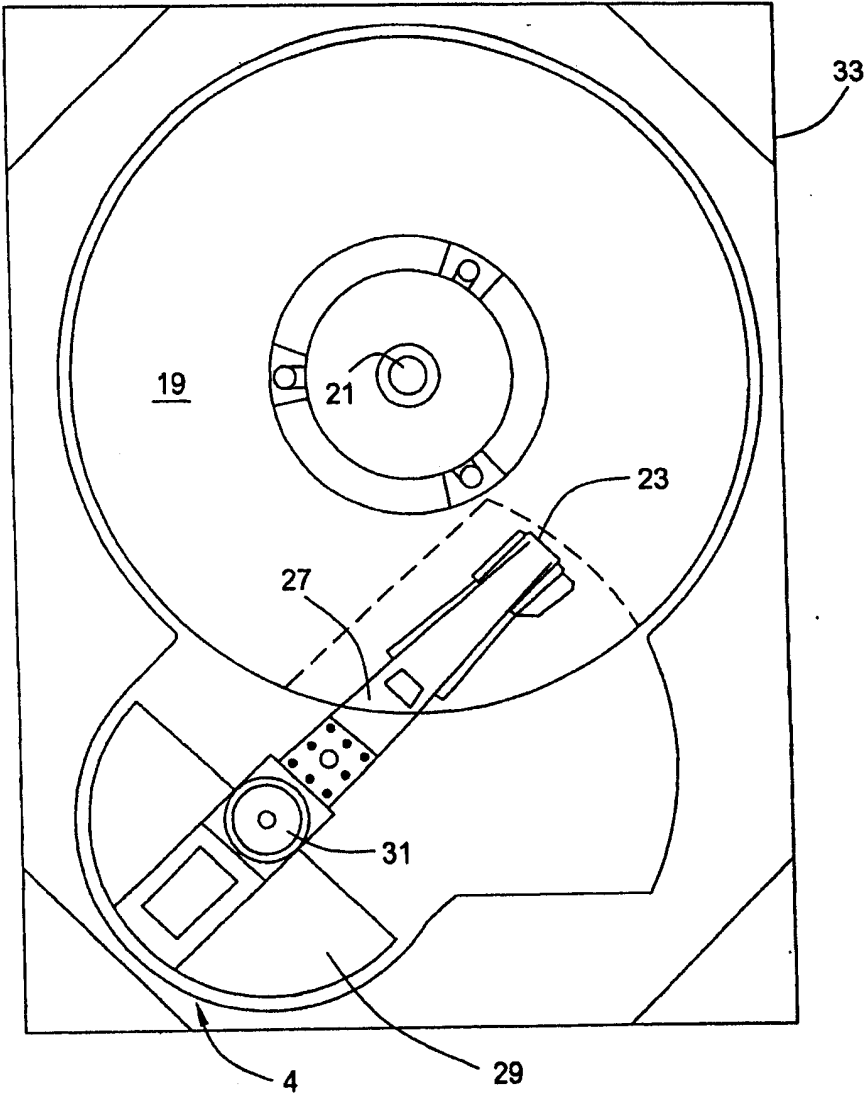


图 1

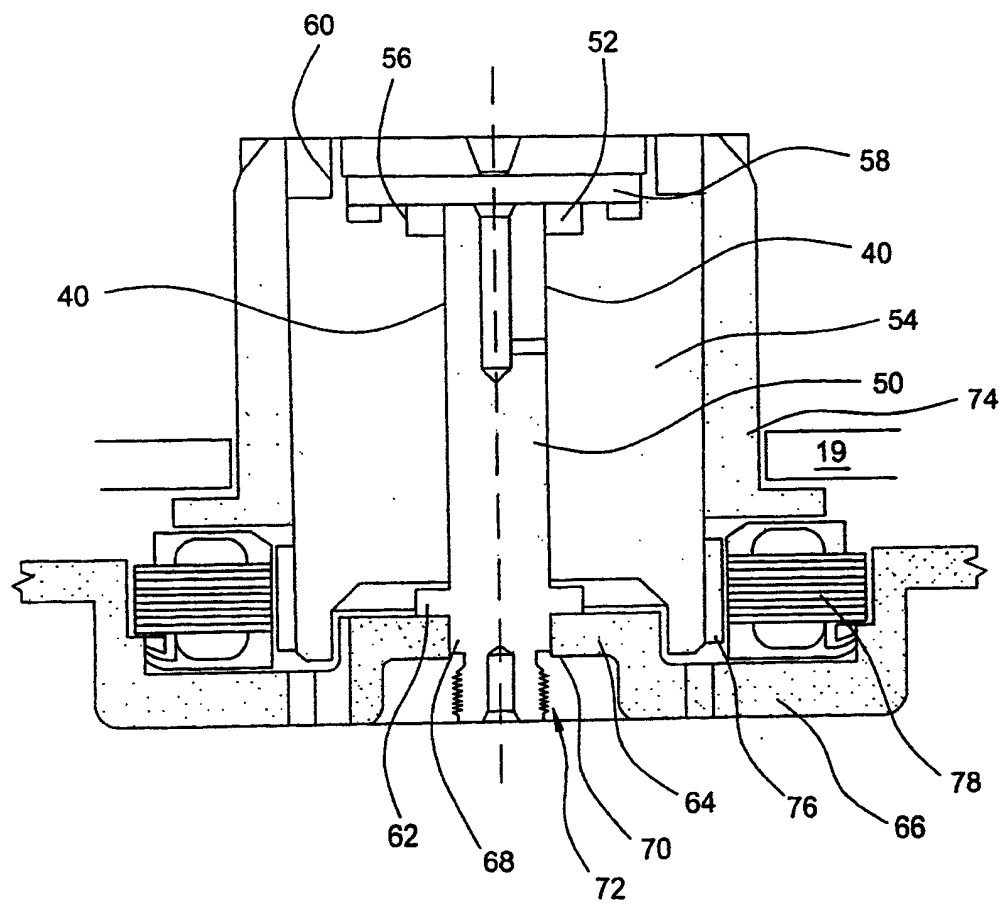
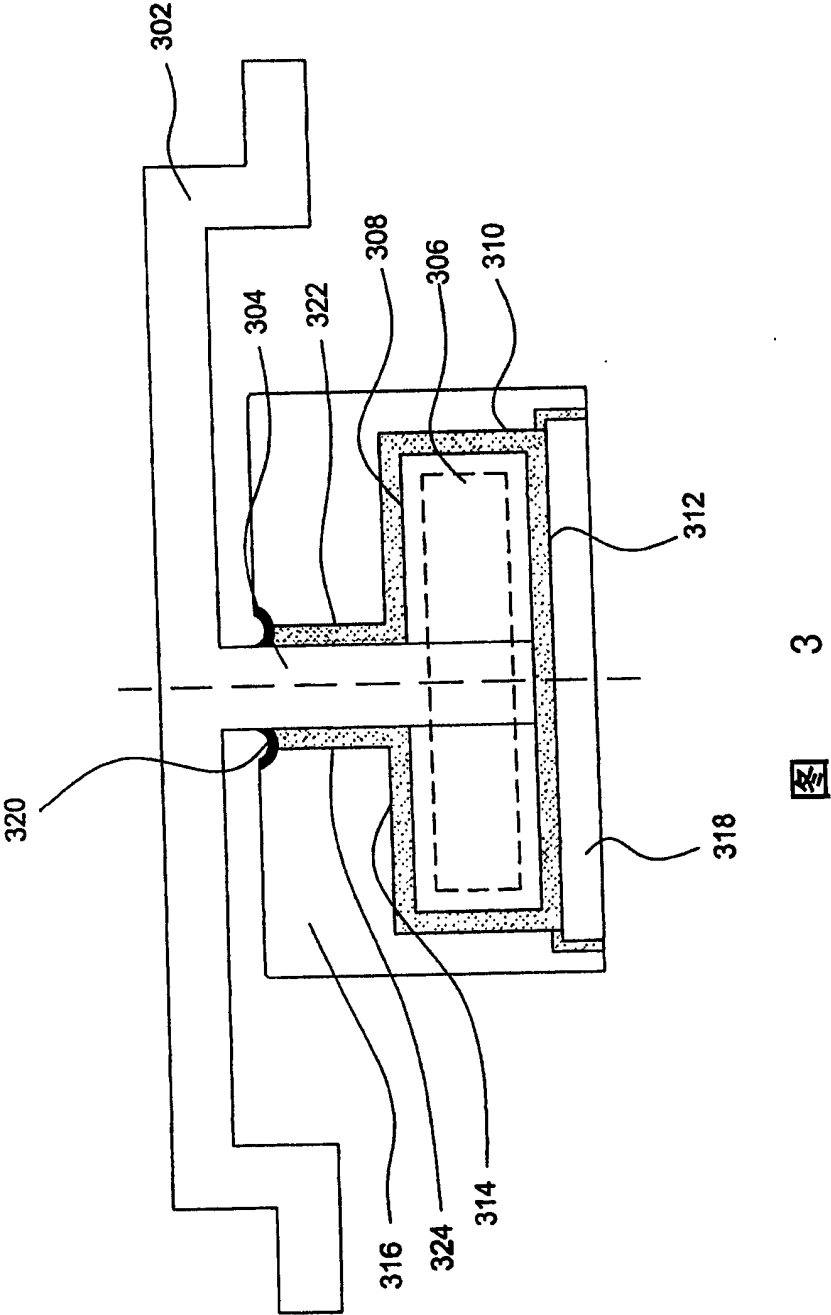


图 2



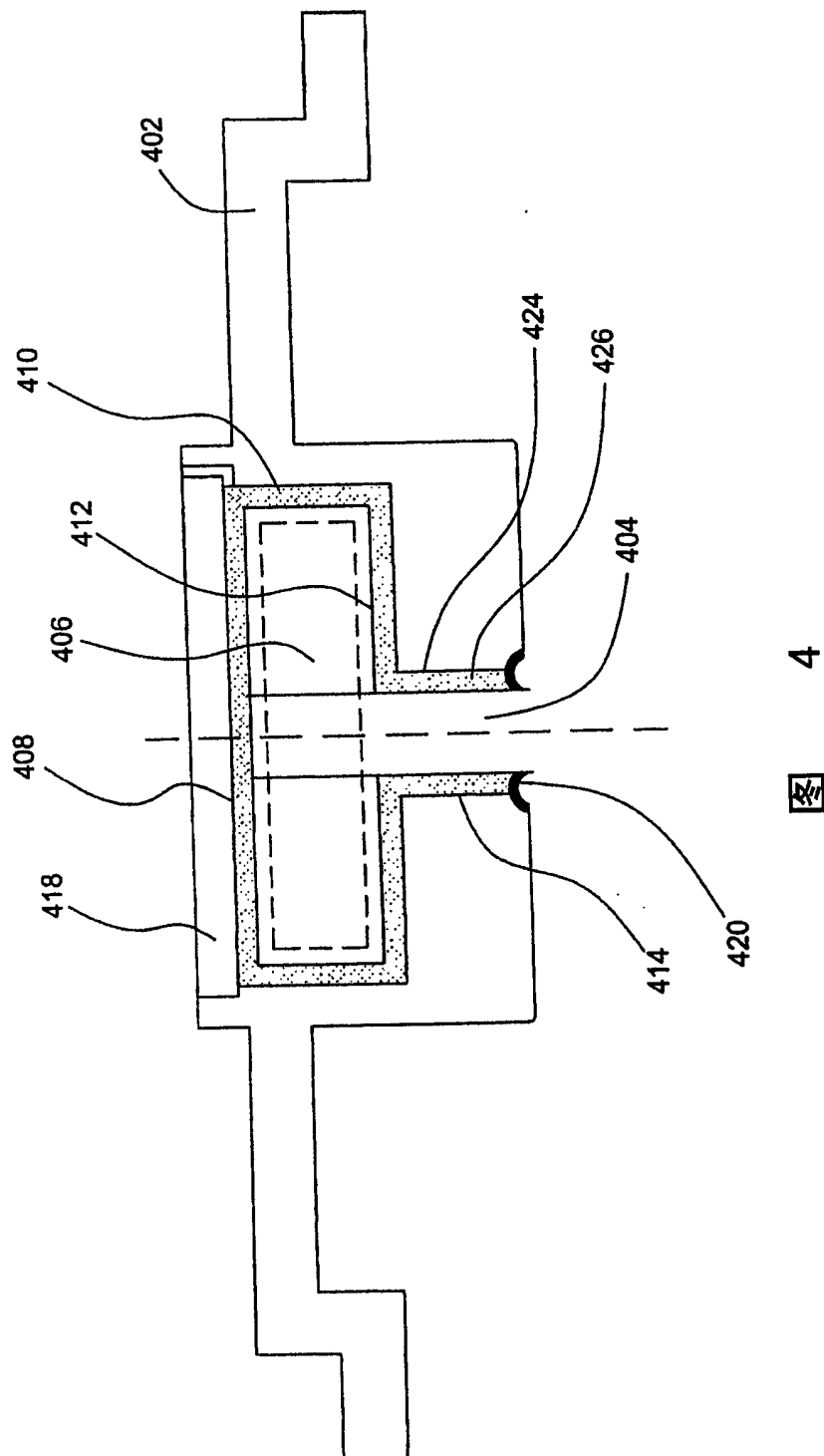


图 4

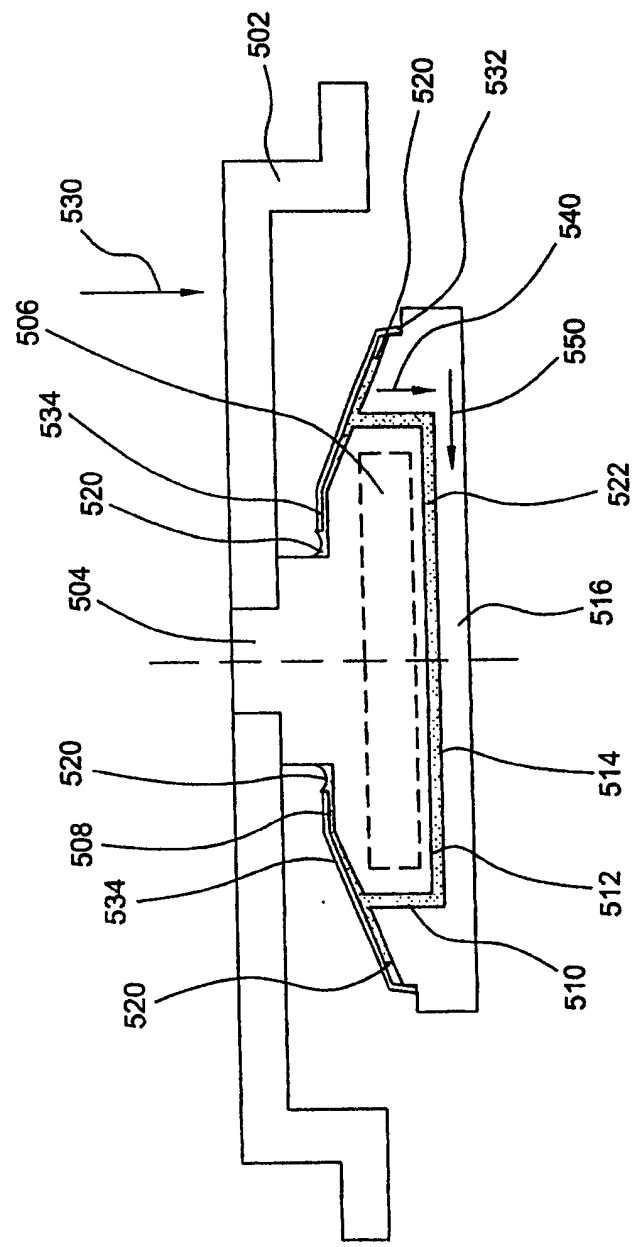


图 5

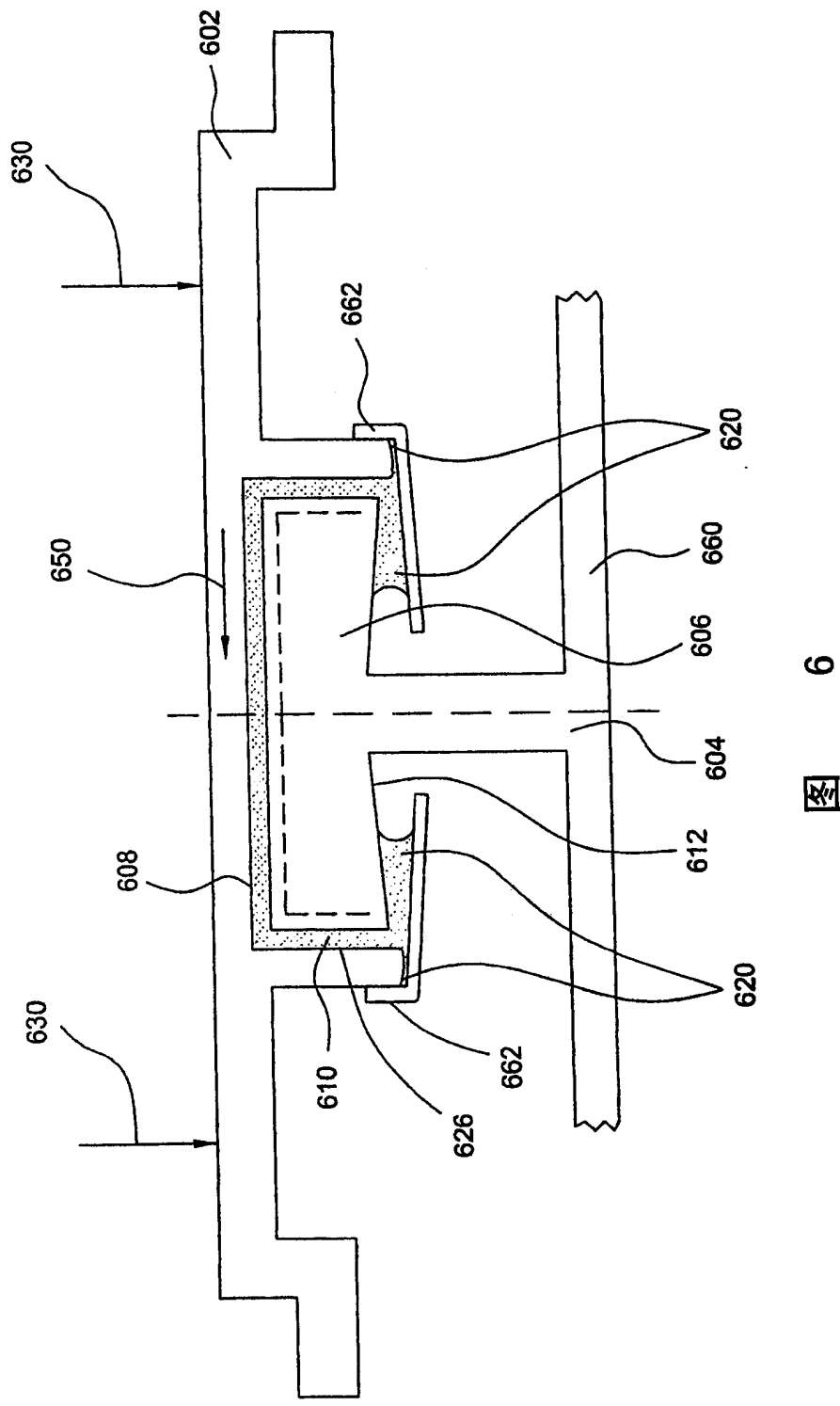


图 6

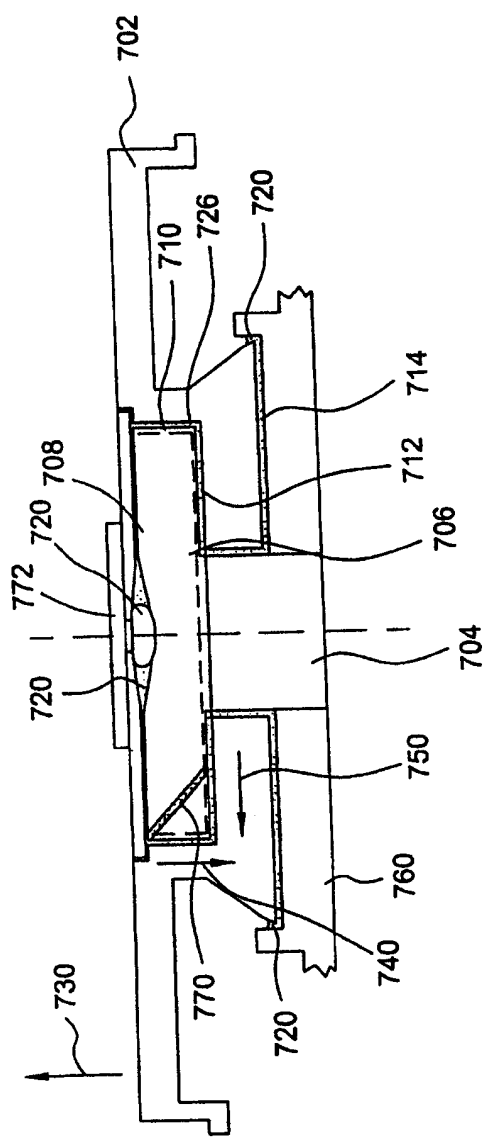


图 7

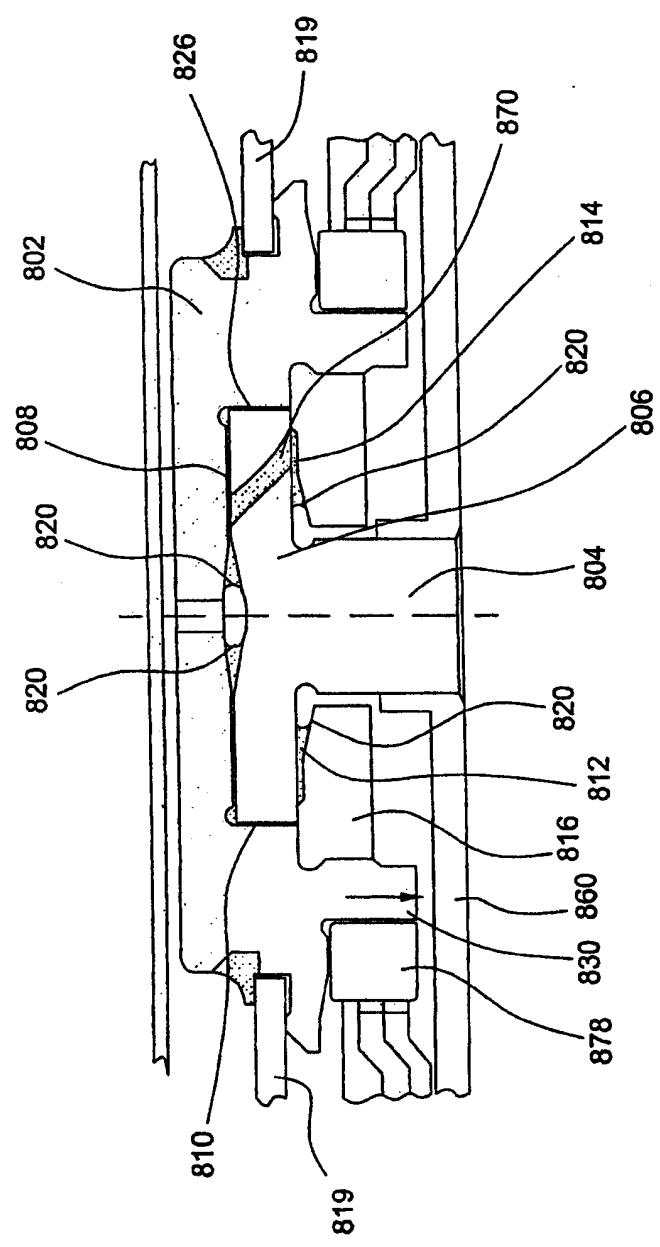


图 8

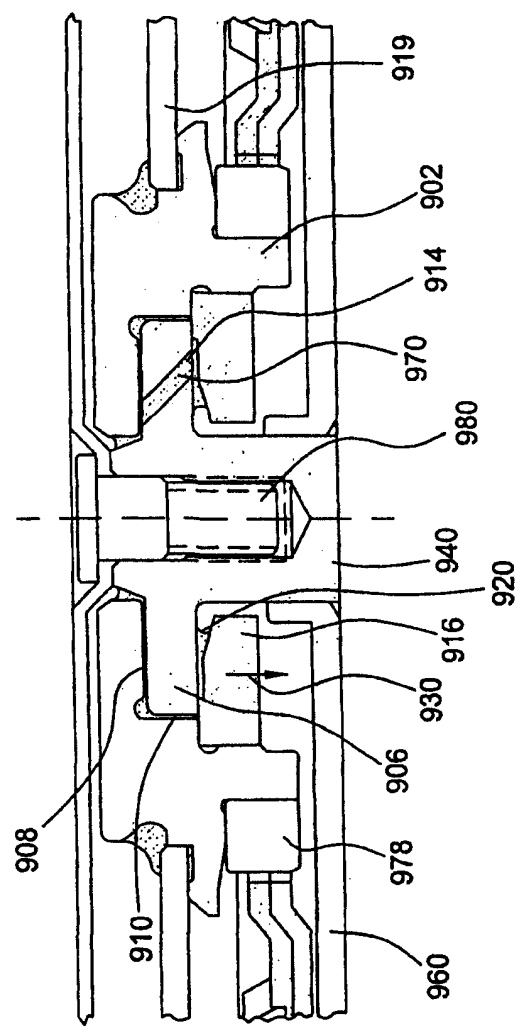


图 9