

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利说明书

F16C 33/10 (2006.01)

F16C 33/74 (2006.01)

F16C 17/10 (2006.01)

专利号 ZL 200580042082.5

[45] 授权公告日 2009年9月23日

[11] 授权公告号 CN 100543327C

[22] 申请日 2005.11.30

[21] 申请号 200580042082.5

[30] 优先权

[32] 2004.12.10 [33] JP [31] 358324/2004

[86] 国际申请 PCT/IB2005/003621 2005.11.30

[87] 国际公布 WO2006/061684 英 2006.6.15

[85] 进入国家阶段日期 2007.6.7

[73] 专利权人 美蓓亚株式会社

地址 日本长野县

[72] 发明人 F·希古基 N·康多

T·霍里乌基

[56] 参考文献

US2004/0008911A1 2004.1.15

US2003/0230944A1 2003.12.18

CN1463066A 2003.12.24

JP2004-44789A 2004.2.12

CN1331509A 2002.1.16

审查员 侯炳萍

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 原绍辉 杨松龄

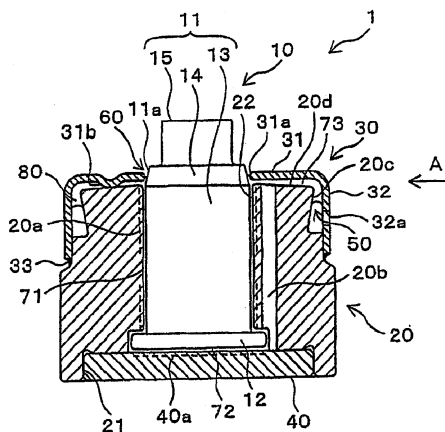
权利要求书4页 说明书24页 附图12页

[54] 发明名称

流体动压轴承装置、具有流体动压轴承装置的主轴电机以及记录盘驱动装置

[57] 摘要

一种流体动压轴承装置，包括在轴承部件(20)的外周表面和密封部件(30)的内周表面之间形成的第一毛细管密封部分(50)。在轴部件(10)的外周表面和密封部件(30)的突出孔(31)之间形成第二毛细管密封部分(60)。在密封部件的侧壁的大致中心位置形成通风孔(32a)。在密封部件(30)的顶壁(31)的内表面和轴承部件(20)的上端表面之间形成润滑剂存储间隙(73)。通过毛细管密封部分(50, 60)的作用，抑制润滑剂(80)的泄漏，以及液面位于通风孔(32a)的第一毛细管密封部分(50)中，从而额外润滑剂(80)填充到第一毛细管密封部分(50)和润滑剂存储间隙(73)中。



1. 一种流体动压轴承装置，包括：
轴部件；
支承轴部件的轴承部件，并且可以在轴部件和轴承部件之间相对旋转；
具有顶壁的密封部件，该顶壁具有突出孔，轴部件的上端部穿过该突出孔，密封部件设置成覆盖轴承部件的上端部；
封闭轴承部件的下端部的封闭部件；以及
轴承间隙，该轴承间隙包括分别形成在轴部件和轴承部件之间、以及轴部件和封闭部件之间的动压槽；其中：
径向动压槽形成在轴部件的外周表面或者轴承部件的内周表面之一中，径向动压槽产生沿径向接收负载的动压力；
第一推力动压槽形成在轴部件的朝下表面或者封闭部件的上表面之一中，以及第一推力动压槽产生沿推力方向接收负载的动压力；
润滑剂存储间隙形成在轴承部件的上端表面和密封部件的顶壁的内表面之间；
第一毛细管密封部分形成在轴承部件的外周表面和密封部件的内周表面之间，形成横截面锥形的第一毛细管密封部分向下拓宽；
第二毛细管密封部分形成在轴部件的外周表面和突出孔的内周表面之间；以及
轴承间隙、第二毛细管密封部分、润滑剂存储间隙以及第一毛细管密封部分相互结合，并且由润滑剂进行填充。
2. 根据权利要求1所述的流体动压轴承装置，其中密封部件包括侧壁，通风孔形成在密封部件的侧壁中，该通风孔位于填充第一毛细管密封部分的润滑剂的液面之下。
3. 根据权利要求1或2所述的流体动压轴承装置，其中形成横截面锥形的第二毛细管密封部分向上拓宽。
4. 根据权利要求1所述的流体动压轴承装置，其中润滑剂存储间隙形成的横截面锥形形状沿径向向外拓宽。
5. 根据权利要求1所述的流体动压轴承装置，其中在密封部件的突出孔上形成环形突起，该环形突起从突出孔的内周开始向上突起，以及沿轴向向上延伸过第二毛细管密封部分。

6. 根据权利要求1所述的流体动压轴承装置, 其中:
在密封部件的顶壁的内表面上形成三个以上突起; 以及
这些突起接触轴承部件的上端表面, 从而实现密封部件的轴向定位。
7. 根据权利要求2所述的流体动压轴承装置, 其中:
在轴承部件的外周表面和密封部件的内周表面中分别形成相互面对的周向槽; 以及
这些周向槽都设置在第一毛细管密封部分的液面下方以及密封部件的通风孔上方。
8. 根据权利要求7所述的流体动压轴承装置, 其中在周向槽下方, 将抗油剂涂层到轴承部件的外周表面和/或密封部件的内周表面。
9. 根据权利要求2所述的流体动压轴承装置, 其中通风孔是向下延伸到密封部件的侧壁的下端表面的凹槽, 以及用作用于视觉查验润滑剂液面位置的视窗。
10. 根据权利要求1所述的流体动压轴承装置, 还包括:
中空壳部件, 该中空壳部件的总长短于轴承部件;
其中轴承部件从壳部件的上端部分突出, 以及轴承部件接合到壳部件的内周表面。
11. 根据权利要求10所述的流体动压轴承装置, 其中:
密封部件接合到轴承部件的上端部分外周表面, 以及接触壳部件的上端表面, 从而实现密封部件的轴向定位。
12. 根据权利要求10所述的流体动压轴承装置, 其中:
在壳部件的上端表面的外周表面上可以形成阶梯部分; 以及
该密封部件接合到壳部件的上端部分的外周表面, 以及接触该阶梯部分, 从而实现密封部件的轴向定位。
13. 根据权利要求1所述的流体动压轴承装置, 还包括:
中空壳部件, 该中空壳部件的总长短于轴承部件; 其中:
轴承部件从壳部件的上端部分突出, 以及轴承部件接合到壳部件的内周表面;
密封部件接合到轴承部件的上端部分的外周表面;
在轴承部件的外周表面和壳部件的上端部分的内周表面之间形成第一粘接剂保持部分;

在轴承部件的外周表面和密封部件的下端部分的内周表面之间形成第二粘接剂保持部分；

粘接剂填充在该第一和第二粘接剂保持部分；以及
壳部件和密封部件分别通过粘接剂而固定到轴承部件。

14. 根据权利要求 13 所述的流体动压轴承装置，其中：

在轴承部件的外周表面上形成用于粘接剂的周向保持槽；以及
在该周向保持槽和壳部件的上端部分的内周表面之间形成第一粘接剂保持部分；以及

在该周向保持槽和密封部件的下端部分的内周表面之间形成第二粘接剂保持部分。

15. 根据权利要求 10 所述的流体动压轴承装置，其中壳部件可以通过和封闭部件一体形成的管状部分来构成。

16. 根据权利要求 10 所述的流体动压轴承装置，其中壳部件通过拉制处理或挤压处理而形成。

17. 根据权利要求 1 所述的流体动压轴承装置，其中密封部件通过拉制处理而形成。

18. 根据权利要求 1 所述的流体动压轴承装置，其中通孔沿轴向穿过轴承部件，该通孔建立轴承间隙和润滑剂存储间隙之间的联系。

19. 根据权利要求 1 所述的流体动压轴承装置，其中轴部件包括法兰部分。

20. 根据权利要求 19 所述的流体动压轴承装置，其中在轴承部件和密封部件之间设置隔离部件，从而形成接合到法兰部分的接合间隙。

21. 根据权利要求 19 所述的流体动压轴承装置，其中在彼此相对的轴承部件的下端表面或法兰部分的上端表面上，形成第二推力动压槽，该第二推力动压槽产生动压以便沿推力方向接收负载。

22. 一种主轴电机，包括：

基座；

固定到基座的定子；

具有转子轭和转子磁体的转子，其中转子磁体接合到转子轭并且和定子协同产生旋转磁场，以及设置成相对于基座旋转；以及

支承转子旋转的流体动压轴承装置，其中：

流体动压轴承装置是权利要求 1 - 20 之一所述的流体动压轴承装

置，以及

转子被一个方向的磁力吸引，其中该方向和流体动压轴承装置内的第一推力动压槽中产生的推力动压的方向相反。

23. 一种主轴电机，包括：

基座；

固定到基座的定子；

具有转子轭和转子磁体的转子，其中转子磁体接合到转子轭并且和定子协同产生旋转磁场，以及设置成相对于基座旋转；以及

支承转子旋转的流体动压轴承装置，其中：

流体动压轴承装置是权利要求 21 所述的流体动压轴承装置。

24. 一种磁记录驱动装置，包括：

记录盘；

读和/或写记录盘的信息的记录头；以及

可旋转驱动记录盘的主轴电机，其中：

主轴电机是根据权利要求 22 或 23 所述的主轴电机。

流体动压轴承装置、具有流体动压轴承装置的主轴电机以及记录盘驱动装置

技术领域

本发明涉及一种流体动压轴承装置，其中轴部件由轴承部件支承，利用润滑剂的动压，使得轴部件和轴承部件产生相对旋转。本发明还涉及一种具有流体动压轴承装置的主轴电机，以及一种具有流体动压轴承装置的记录盘驱动装置。本发明尤其是涉及改进毛细管密封部分，利用毛细管作用，该毛细管密封部分压迫流体动压轴承装置中填充的润滑剂泄漏到外部。

背景技术

现在，在例如用于计算机的磁盘或光盘的记录盘驱动装置中，迫切希望能够获得更高密度，以及希望能够进行微型化、薄型化以及轻型化的改进。因此，迫切希望增加 rpm（每分钟转数）以及改进用于盘旋转的主轴电机的旋转精度。为了满足这些需求，替代采用传统球形轴承作为轴承装置用于主轴电机，而是采用利用润滑剂动压旋转支承轴承部件的旋转轴的流体动压轴承装置。

发明内容

在流体动压轴承装置中，会出现这样的问题，即，存储在旋转轴和轴承部件之间的润滑剂会升高到旋转轴上端部和轴承部件形成的开口，并且会从那里泄漏，造成该现象的因素有：因温度变化而导致例如润滑剂膨胀和收缩的体积变化，或者旋转轴、轴承部件等部件的部件尺寸出现膨胀位移；当旋转操作启动和停止时，因泵效应等导致内部运动；以及在旋转期间出现离心力、动压效应等等。当减少润滑剂用量时，不能产生所需的流体动压。因此，旋转轴的支承力减小，由于旋转轴和轴承部件可能会彼此接触而出现卡塞现象。此外，因润滑剂泄漏会污染记录盘驱动装置，从而会破坏记录盘驱动装置或者擦除记录内容。而且，即使润滑剂不泄漏到外部，如果因自然蒸发而导致润滑剂含量逐渐减少，则最终还是会产生卡塞。因此，除了填充到轴承间隙的润滑剂用量之外，还要额外填充润滑剂到轴承装置内部，这是决定流体动压轴承装置使用寿命的重要因素。因此，希望获得能够

存储大量润滑剂的小型流体动压轴承装置，并且润滑剂不会轻易从其中蒸发或者泄漏到外部。

为了解决这种问题，提出一种流体动压轴承装置，其中，接触外部的间隙横截面形成为锥形，从而可以存储更多额外润滑剂，以及设置毛细管密封部分，该毛细管密封部分利用毛细管作用抑制润滑剂泄漏到外部。

例如，在图 16A 和 B 所示的流体动压轴承装置中，通过形成锥形表面 502a，该锥形表面在轴承部件 502 的内周表面上沿轴向以预定倾斜角度向上延伸，在旋转轴 501 和轴承部件 502 之间的间隙的开口处设置能够存储额外润滑剂的毛细管密封部分 500（例如，参见日本专利 2937833(JP-B-2937833)（图 1））。

而且，在图 17 所示的流体动压轴承装置中，在轴承部件 601 的上端表面 601a 和面向上端表面 601a 的薄板 602 之间，通过沿径向形成向外延伸的锥形横截面间隙，构造出能够存储额外润滑剂的毛细管密封部分 600（例如，参见日本特开平专利申请 8-331796(JP-A-8-331796)（图 1 和 3，以及摘要））。

而且，在图 18 所示的流体动压轴承装置中，通过在轴承部件 704 的上端表面和转子毂 703 的上壁部分 703a 的下表面之间形成推力轴承部分 701，从而不需要设置推力板，推力板是沿推力方向支承负载的传统技术手段。通过在环形突起 703b 的内周表面和轴承部件 704 的外周表面之间沿轴向形成向下延伸的锥形间隙，其中环形突起 703b 的内周表面从转子毂 703 的上壁部分 703a 向下延伸，则构造出能够存储额外润滑剂的毛细管密封部分 700（例如，参见日本特开平专利申请 2000-197309(JP-A-2000-197309)(图 2, 摘要)）。而且，附图标记 703c 和 704c 分别表示推力动压发生槽和径向动压发生槽。

然而，在上述传统毛细管密封部分中存在一些问题。也就是，图 16A 和 B 所示的毛细管密封部分 500 构造成向径向形成的开口拓宽，从而润滑剂会轻易从其中蒸发，并且碎屑和灰尘会轻易地污染润滑剂。因此，流体动压轴承装置的使用寿命和润滑剂的功能会恶化。而且，如果因震动等因素产生润滑剂快速运动，则没有部件来密封润滑剂以及抑制润滑剂泄漏。此外，因为沿轴向形成毛细管密封部分 500，则毛细管部分 500 必须制得轴向长，以便在毛细管密封部分 500 中存

储大量润滑剂。因此，流体动压轴承装置的总长会变大很多，从而难以减小轴承装置的尺寸。如果要增加润滑剂存储容量而不会让流体动压轴承装置的总长变长，则要将毛细管密封部分 500 制得轴向长，以及缩短径向动压槽 503 的长度。然而，在这种情况下，径向的动压力会变小，从而轴承刚性会变差。

在图 17 所示的毛细管密封部分 600 中，润滑剂存储空间限制为轴承部件 601 的上端表面 601a 上的锥形间隙。因此，当轴承部件 601 的直径较小从而导致流体动压轴承装置变小时，润滑剂存储容量会变小。而且，在薄板 602 的外周表面的基本上整个圆周上方开放间隙，从而润滑剂能够容易的蒸发。而且，通过在本申请的本发明中执行多种验证测试，当通过在图 17 的轴承部件的上端表面上的锥形间隙内形成液面来存储润滑剂时，该液面是不稳定且不均匀的。因此，发现图 17 的流体动压轴承装置的使用寿命可能会受到不利影响。

在图 18 所示的毛细管密封部分 700 中，轴承部件 704 的上端表面上的间隙会形成推力轴承部分。因此，存储额外润滑剂的间隙限制为轴承部件 704 的外周表面上的间隙。而且，图 18 所示的毛细管密封部分 700 通过包括电机部件转子毂 703 构造而成，使得流体动压轴承装置不能独立完成。因此，在装配电机之前不能独立测试流体动压轴承装置的质量。然而，流体动压轴承装置的转矩值和采用流体动压轴承装置的主轴电机的电流消耗值成比例，因此优选的是在将流体动压轴承装置装配到电机中之前测量并验证该转矩值为期望转矩值。

而且，转子毂比推力板要更昂贵。因此，如果在装配电机之前不能测试流体动压轴承装置的质量，则如果出现问题，则废弃该装置的成本会相当大。而且，转子毂 703 的上壁部分 703a 的下表面是构成推力动压轴承部分 701 的表面之一。因此，需要将转子毂 703 的整个上壁部分 703a 制得刚性一些，从而难以将转子毂 703 制得更薄。

此外，如果将具有毛细管密封部分 700 的流体动压轴承装置应用到记录盘装置，则会出现下列问题。也就是，当流体动压轴承装置安装到记录盘装置时，通常采用中心销型结构，其中内螺纹螺孔设置在流体动压轴承装置的旋转轴中，以及通过将外螺纹紧固到该内螺纹螺孔中，从而集成固定记录盘装置的夹紧部件、转子毂和流体动压轴承装置。然而，在中心销型结构中，根据转子毂的材料、厚度方向的毂

尺寸等等，存在这样的情况，即，当安装盘时，因夹紧部件的压力压抵盘，则转子毂会发生变形。如果出现这种变形，则转子毂会弯曲，由推力轴承部分调节的微间隙的轴向尺寸在直径方向上不均匀，以及难以获得推力轴承部分中的稳定轴承力。因此，电机旋转角度会变差。此外，由于构成推力轴承部分的转子毂的下表面和轴承部件的上端表面彼此接触，则会出现例如轴承表面磨损、损坏、卡塞等等问题，并且电机的耐用性和可靠性也会变差。

同时，通常采用铝合金、玻璃、树脂等等材料用作盘材料，其中该盘由具有流体动压轴承装置的电机来旋转驱动。在这些材料当中，通常采用铝合金，因为它比玻璃要便宜。为了抑制盘因温度波动而发生卷曲，需要采用热膨胀系数基本上和盘材料相同的材料作为毂的材料，其中盘安装到该毂上并且与毂一体旋转。在铝合金盘中，可以采用铝合金这一相同材料来用作毂材料。然而，适用于铝合金盘的铝合金转子毂比较软，这样当停止旋转，不产生推力方向的动压时，转子毂的下表面和轴承部件的上端表面彼此接触，这样更容易发生轴承表面的磨损和损坏。

本发明反映了上述传统问题。本发明的示例性实施例的目的之一是，提供一种流体动压轴承装置，其中通过流体动压轴承装置独立构造毛细管密封部分，能够实现微型化，以及因将抑制盘驱动装置内污染、抑制润滑剂泄漏到外部以及增加能够存储的额外润滑剂含量结合在一起的结合效应而改进使用寿命。一些实施例的目的是，提供一种具有该流体动压轴承装置的主轴电机和记录盘驱动装置。

根据本发明的一些实施例的流体动压轴承装置具有轴部件；支承轴部件的轴承部件；具有顶壁的密封部件，该顶壁具有突出孔，轴部件的上端部穿过该突出孔，密封部件设置成覆盖轴承部件的上端部；封闭轴承部件的下端部的封闭部件；以及轴承间隙，该轴承间隙包括分别形成在轴部件和轴承部件之间、以及轴部件和封闭部件之间的动压槽。径向动压槽形成在轴部件的外周表面或者轴承部件的内周表面之一中，产生沿径向接收负载的动压力。第一推力动压槽形成在轴部件的朝下表面或者封闭部件的上表面之一中，以及产生沿推力方向接收负载的动压力。润滑剂存储间隙形成在轴承部件的上端表面和密封部件的顶壁的内表面之间。第一毛细管密封部分形成在轴承部件的外

周表面和密封部件的内周表面之间。形成横截面锥形的第一毛细管密封部分向下拓宽。第二毛细管密封部分形成在轴部件的外周表面和突出孔的内周表面之间。轴承间隙、第二毛细管密封部分、润滑剂存储间隙以及第一毛细管密封部分相互结合，并且由润滑剂进行填充。密封部件包括形成在密封部件的侧壁中的通风孔。通风孔位于填充第一毛细管密封部分的润滑剂的液面之下。沿轴向形成穿过轴承部件的通路，以及建立轴承间隙和润滑剂存储间隙之间的联系。

在根据本发明的流体动压轴承装置的示例性实施例中，形成第一毛细管密封部分，该第一毛细管密封部分形成为横截面锥形形状，沿轴向向下拓宽，接着在轴承部件和密封部件的外周表面的相对表面之间形成润滑剂存储间隙。因此，因为毛细管作用，力作用到第一毛细管密封部分内的润滑剂上，导致润滑剂沿轴向向上推动，从而抑制润滑剂泄漏到流体动压轴承装置的外部。因此，可以抑制润滑剂存储量的减少量，以及能够抑制在具有流体动压轴承装置的记录盘驱动装置内的污染。此外，润滑剂的液面位于第一毛细管密封部分内，从而在填充润滑剂的步骤中能够稳定而均匀地形成润滑剂的界面。因此，填充在第一毛细管密封部分和润滑剂存储间隙之间空间内的额外润滑剂可以可靠供给到轴承部分。

而且，和采用传统主轴电机的转子轂的实施例不同，该第一毛细管密封部分可以通过流体动压轴承装置独立构造而成。因此，可以解决在采用传统转子轂的流体动压轴承装置中产生的问题。此外，在上端表面的相对表面之间形成润滑剂存储间隙，轴承部件的整个上端表面可以用作润滑剂存储空间。因此，和在轴部件的外周表面和轴部件的内周表面之间间隙的开口处形成的传统毛细管密封部分不同，该毛细管密封部分不必沿轴向延伸。此外，润滑剂存储含量会大幅度增加，而不会增大轴承部件的直径，这和薄板和轴承部件的上端表面之间形成传统毛细管密封部分有所不同。因此，能够改进流体动压装置的使用寿命和微型化。

此外，第一毛细管密封部分可以采用通风孔作为和环境空气相通的开口部分，以使得毛细管密封部分的开口面积小于传统装置。因此，能够抑制润滑剂的蒸发、泄漏和污染。因此，可以进一步抑制能够存储的润滑剂含量减小，以及具有流体动压轴承装置的记录盘驱动装置

内的污染。

这里，采用多种结构，以便改进本发明的流体动压轴承装置的润滑剂存储功能。例如，第二毛细管密封部分可以形成横截面锥形的形状，使其向上拓宽。在这种情况下，因为毛细管作用，在第二毛细管密封部分内的润滑剂中产生作用力，通过该作用力，润滑剂沿轴向向上推动，从而可以进一步抑制润滑剂泄漏到装置外部。

在上述情况下，优选的是，在密封部件的顶壁上，形成环形突起，该环形突起从突起孔的周边开始向上突起。在密封部件的突起孔的相对表面、环形突起的内周表面以及轴部件的外周表面之间形成第二毛细管密封部分。在这种情况下，润滑剂在第二毛细管密封部分中沿轴向的运动得以进一步促进，从而可以进一步抑制润滑剂泄漏到外部。

润滑剂存储间隙可以形成横截面锥形的形状，其沿径向向外拓宽。在这种情况下，因为毛细管作用，在润滑剂存储间隙内的润滑剂中产生作用力，通过该作用力，润滑剂沿径向向内推动。因此，在第一毛细管密封部分内的润滑剂中产生的作用力使得润滑剂沿轴向向上推动，其中第一毛细管密封部分和润滑剂存储间隙相通，从而可以进一步抑制润滑剂泄漏到装置外部。

而且，在密封部件的顶壁的内表面上形成三个或三个以上突起，密封部件的轴向定位可以通过将这些突起触抵轴承部件的上端表面来实现。在这种情况下，可以抑制沿润滑剂存储间隙的表面方向的尺寸不规则性产生，从而可以进一步稳定润滑剂存储容量。

优选的是，在轴承部件的外周表面和密封部件的内周表面中分别形成相互面对的周向槽，以及这些周向槽都设置在第一毛细管密封部分的液面下方以及密封部件的通风孔上方。在这种情况下，可以在周向槽下方，将抗油剂涂层到轴承部件的外周表面和/或密封部件的内周表面。在这种情况下，周向槽和抗油剂都可以进一步抑制润滑剂从通风孔泄漏。而且，通过采用周向槽作为掩模，可以可靠地确定由抗油剂涂层的部分，以及可以容易的涂层抗油剂。

通风孔可以是向下延伸到密封部件的圆柱部分的下端表面的凹槽，以及可以用作用于视觉查验润滑剂液面位置的视窗。在这种情况下，润滑剂用量可以通过通风孔来视觉查验。

优选的是，设置中空壳部件，该中空壳部件的总长短于轴承部件。

轴承部件从壳部件的上端部分突出，以及轴承部件接合到壳部件的内周表面。在这种情况下，轴承部件和封闭部件接合到壳部件，从而各部件的形状得以简化，以及简化了处理过程。此外，通过设置标准化的各部件以及提前存储它们，可以进行多种组合，即使轴承装置的设计发生变化，也可以迅速作出相应设计调整。因此，能够降低生产成本。

在上述情况下，通过使得密封部件接触到壳部件的上端表面，实现密封部件的轴向定位，其中密封部件接合到轴承部件的上端部分的外周表面。此外，在壳部件的上端表面的外周表面上可以形成阶梯部分，通过使得密封部件接触该阶梯部分，可以实现密封部件的轴向定位，其中该密封部件接合到壳部件的上端部分的外周表面。在这种情况下，可以进一步抑制沿润滑剂存储间隙的表面方向的尺寸不规则性产生，从而能够进一步稳定润滑剂存储容量。

而且，当密封部件接合到轴承部件的上端部分外周表面时，优选的是，在轴承部件的外周表面和壳部件的上端部分的内周表面之间形成第一粘接保持部分，以及在轴承部件的外周表面和密封部件的下端部分的内周表面之间形成第二粘接保持部分。粘接剂填充在该第一和第二保持部分，壳部件和密封部件分别通过粘接剂而固定到轴承部件。

在上述情况下，当密封部件和壳部件接合到轴承部件时，以及在其间施加粘接剂时，可以抑制粘接剂进入到轴承部件的内周表面。而且，可以抑制粘接剂连接和流出除期望填充部分之外的其它部分。

在轴承部件的外周表面上可以形成周向槽。在该周向槽和壳部件的上端部分的内周表面之间形成第一保持部分，以及在该周向槽和密封部件的下端部分的内周表面之间形成第二保持部分。

在上述情况下，除了上述效应之外，可以减小粘接剂填充区域，以及形成彼此靠近的第一和第二保持部分。而且，一次填充粘接剂，以及简化填充操作。

壳部件可以通过和封闭部件一体形成的圆柱部分来构成。而且，壳部件可以通过拉制处理或挤压处理而形成。轴部件可以包括法兰部分。此外，在轴承部件和密封部件之间可以设置隔离部件。隔离部件形成接合到轴部件的法兰部分的接合间隙。隔离部件还可以提前标准

化设置和存储，从而可以迅速响应进行设计调整。

在彼此相对的轴承部件的相对表面和/或法兰部分的上端表面上，形成第二推力动压槽，其产生动压以便沿推力方向接收负载。在这种情况下，因存在在法兰部分的顶表面产生的推力方向的动压，使得在法兰部分的下表面产生的推力方向的动压得以平衡，从而轴部件不上浮以及能够稳定旋转。

根据本发明的示例性主轴电机具有基座、固定到基座的定子、具有转子轂和转子磁体的转子以及支承转子旋转的流体动压轴承装置，其中转子磁铁接合到转子轂并且和定子协同产生旋转磁场。流体动压轴承装置可以是具有第一推力槽的任意上述流体动压轴承装置，以及转子被轴向的磁力吸引，其中该轴向和流体动压轴承装置内的第一推力动压槽中产生的推力动压的方向相反。

此外，当上述流体动压轴承装置设置有第二推力动压槽时，转子不必由磁力吸引。

根据本发明的示例性记录盘驱动装置具有记录盘、读写记录盘内信息的记录头以及主轴电机，如上所述，该主轴电机旋转驱动记录盘。

通过下面对示例性实施例的详细说明，这些和其它特性、目的和/或优点将变得更加清楚明显。

附图说明

图 1A 和 1B 示出根据本发明的第一实施例的流体动压轴承装置的示意性结构。图 1A 是流体动压轴承装置的侧向横截面图，以及图 1B 是沿图 1A 的箭头 A 的方向示出的流体动压轴承装置的侧向正视图。

图 2A 和 2B 示出根据本发明的第二实施例的流体动压轴承装置的示意性结构。图 2A 是流体动压轴承装置的侧向横截面图，以及图 2B 是沿图 2A 的箭头 A 的方向示出的流体动压轴承装置的侧向正视图。

图 3 是根据本发明的第三实施例的流体动压轴承装置的示意性结构的侧向横截面图。

图 4 是根据本发明的第四实施例的流体动压轴承装置的示意性结构的侧向横截面图。

图 5 是根据本发明的第五实施例的流体动压轴承装置的示意性结

构的侧向横截面图。

图 6 是根据本发明的第六实施例的流体动压轴承装置的示意性结构的侧向横截面图。

图 7 是根据本发明的第七实施例的流体动压轴承装置的示意性结构的侧向横截面图。

图 8 是根据本发明的第八实施例的流体动压轴承装置的示意性结构的侧向横截面图。

图 9 是根据本发明的第九实施例的流体动压轴承装置的示意性结构的侧向横截面图。

图 10A 和 10B 示出在图 1 的流体动压轴承装置中设置的密封部件的示意性结构。图 10A 是密封部件的顶壁的顶表面视图。图 10B 是沿图 10A 的截面线 A-A 的横截面图。

图 11 是图 1 的流体动压轴承装置应用到的主轴电机的示意性结构的侧向横截面图。

图 12 是图 11 的流体动压轴承装置应用到的盘驱动装置的示意性结构的侧向横截面图。

图 13 是本发明的原型实施例 1 的流体动压轴承装置的侧表面的照片，示出润滑剂的液面形成状态。

图 14 是本发明的比较例 1 的流体动压轴承装置的顶表面的照片，示出润滑剂的液面形成状态。

图 15 是本发明的比较例 2 的流体动压轴承装置的顶表面的照片，示出润滑剂的液面形成状态。

图 16 是流体动压轴承装置的毛细管密封部分的传统示例的示意性结构的侧向横截面图。图 16A 是流体动压轴承装置的总体视图。图 16B 是图 16A 的毛细管密封部分的部分放大图。

图 17 是示出流体动压轴承装置的毛细管密封部分的另一个传统示例的示意性结构的侧向横截面图。

图 18 是示出流体动压轴承装置的毛细管密封部分的另一个传统示例的示意性结构的侧向横截面图。

具体实施方式

(A) 流体动压轴承装置

(1) 第一实施例

下面参照附图来说明本发明的第一实施例。图 1 示出根据本发明的第一实施例的流体动压轴承装置的示意性结构。图 1A 是流体动压轴承装置的侧向横截面图，以及图 1B 是沿图 1A 的箭头 A 的方向示出的流体动压轴承装置的侧向正视图。

首先，说明示例性流体动压轴承装置 1 的总体结构。流体动压轴承装置 1 具有中空的、基本圆柱形的轴承部件 20，其旋转支承旋转轴（轴部件）10。圆柱形密封部件 30 接合到轴承部件 20，以便覆盖轴承部件 20 的上端部分。密封部件 30 具有顶壁 31 和与顶壁 31 一体形成的圆柱部分 32。在密封部件 30 的顶壁 31 中，形成突出孔 31a，其中旋转轴 10 的上端部分穿过该突出孔。在密封部件 30 的圆柱部分 32 中形成通风孔 32a。封闭部件 40 接合到轴承部件 20 的下开口部分 21。

在轴承部件 20 和圆柱部分 32 的内周表面之间形成第一毛细管密封部分 50。第一毛细管密封部分 50 具有锥形横截面，其沿轴向向下膨胀。在密封部件 30 的突出孔 31a 的内周表面和旋转轴 10 的锥形表面 11a 之间形成第二毛细管密封部分 60，如下所述。第二毛细管密封部分 60 具有锥形横截面，其沿轴向向上膨胀。径向动压槽 20a 形成在轴承部件 20 的内周表面上，推力动压槽 40a（第一推力动压槽）形成在封闭部件 40 的顶表面上。而且，形成通孔 20b 使其沿轴向穿过轴承部件 20 的两个端表面。

在旋转轴 10 和轴承部件 20 之间形成径向轴承间隙 71。在旋转轴 10 和封闭部件 40 之间形成推力轴承间隙 72。轴承间隙 71、72 都是微间隙。在密封部件 30 的顶壁 31 的内侧表面和轴承部件 20 的上端表面之间形成润滑剂存储间隙 73。润滑剂存储间隙 73 具有锥形横截面，其沿径向向外膨胀。通孔 20b、径向轴承间隙 71、推力轴承间隙 72、润滑剂存储间隙 73、第一毛细管密封部分 50 和第二毛细管密封部分 60 相互相通，润滑剂 80 在其中连续填充。而且，因毛细管作用会推动润滑剂，以及从第一毛细管密封部分 50 将润滑剂从第一毛细管密封部分 50 经润滑剂存储间隙 73 可靠的供给到轴承间隙，从而第一毛细管密封部分 50 中沿径向的间隙尺寸设置成大于润滑剂存储间隙 73 沿轴向的间隙尺寸。

例如利用下面的填充方法，润滑剂填充到第一实施例的流体动压

轴承装置中。也就是，在不完整的流体动压轴承装置中，装配除密封部件 30 之外的部件，而轴承部件 20 内的间隙基本上成为真空。然后，利用分配器将预定量的润滑剂 80 供给到轴承部件 20 的上端表面。在径向轴承间隙 71 的开口 22 和通孔 20b 由润滑剂覆盖之后，如果轴承部件 20 的外部回到环境压力，则因轴承部件 20 的外部 and 内部之间的压差而将润滑剂 80 推动到间隙中。润滑剂然后连续填充轴承间隙 71、72 和通孔 20b。在该阶段，在因表面应力而升高润滑剂液面的状态下，在轴承部件 20 的上端表面存储润滑剂 80，该润滑剂是填充第一毛细管密封部分 50、润滑剂存储间隙 73 和第二毛细管密封部分 60 所需的。这里，当密封部件 30 接合到轴承部件 20 以及向下压制时，随着密封部件 30 的顶壁 31 的内侧表面和轴承部件 20 的上端表面之间的间隙变小，则沿径向压制和挤出轴承部件 20 的上端表面上存储的润滑剂 80，而液面最终移动到第一毛细管密封部分 50。然后，在密封部件 30 沿轴向定位的状态下，沿第一毛细管密封部分 50 的整个圆周在轴向上的相同位置形成液面。因此，能够形成稳定的、均匀的润滑剂 80 的液面。而且，在下述任一其它实施例中，可以利用该填充方法获得相同的效果。

下面将说明流体动压轴承装置 1 的多个部件。旋转轴 10 具有在轴主体部分 11 下面形成的轴主体部分 11 和法兰部分 12。轴主体部分 11 具有从底部开始依次设置的大直径圆柱部分 13、锥形部分 14 以及小直径圆柱部分 15，这些部分 13-15 一体形成。在锥形部分 14 中，形成锥形表面 11a，其直径沿轴向向上减小。锥形表面 11a 的下端连接到大直径圆柱部分 13 的上端。此外，锥形表面 11a 的上端的直径大于小直径圆柱部分 15 的直径。

轴承部件 20 形成中空的、基本圆柱形的轴承部件。在轴承部件 20 的底部，形成下开口部分 21，其接合到封闭部件 40。在轴承部件 20 的上侧，形成上开口部分 22，小直径圆柱部分 15 和旋转轴 10 的中心部分 14 穿过该上开口部分。在轴承部件 20 的内周表面上，形成径向动压槽 20a。形成的通孔 20b 沿轴向穿过轴承部件 20 的两个顶表面。通孔 20b 便于润滑剂循环，以及缓释在轴承间隙和润滑剂之间产生的内部压差。在轴承部件 20 的内周表面和旋转轴 10 之间形成径向轴承间隙 71。该径向轴承间隙 71 的形状对应于轴主体部分 11 的大直径圆

柱部分 13 的外周表面。通过径向动压槽 20a、径向轴承间隙 71 和径向轴承间隙 71 中填充的润滑剂 80，构成径向轴承部分。在径向轴承部分中，因为径向动压槽 20a 的操作，产生润滑剂的动压，其中该润滑剂接收径向负载。上述径向和推力动压槽的形状可以是在动压槽领域中当前公知的形状或者任何后来开发的形状。

在轴承部件 20 的外周表面的上部形成锥形表面 20c。锥形表面 20c 的直径从轴承部件 20 的上端边缘开始沿轴向向下减小。在密封部件 30 的圆柱部分 32 和轴承部件 20 的内周表面之间形成的第一毛细管密封部分 50 因锥形表面 20c 而出现横截面锥形化。在轴承部件 20 的上端表面上，形成锥形表面 20d，其从突出孔 31a 沿轴向向外呈向下锥形化。形成在密封部件 30 的顶壁 31 的内表面和轴承部件 20 的上端表面之间的润滑剂存储间隙 73 因锥形表面 20d 而出现横截面锥形化。润滑剂 80 的液面位于第一毛细管密封部分 50 中。因此，稳定而均匀地形成液面，以及在第一毛细管密封部分 50 和润滑剂存储间隙 73 中连续存储足够量的润滑剂 80。

图 10 示出图 1 所示的密封部件 30 的示意性结构。在下面的说明中，在图 10 中采用和图 1 相同的附图标记。图 10A 是密封部件 30 的顶壁 31 的顶表面图，而图 10B 是沿图 10A 的线 A-A 截面的横截面图。密封部件 30 可以通过推动和处理而形成，以及形成圆柱形形状，其中顶壁 31 和圆柱部分 32 一体形成。在顶壁 31 中，在中心形成突出孔 31a，在顶壁 31 的内表面上形成接触轴承部件 20 的上端表面的三个突起 31b。突起 31b 具有通过接触形成为基本上没有不规则性的具体尺寸的轴承的上端表面而沿轴向定位密封部件 30 的功能。通风孔 32a 可以形成在圆柱部分 32 中心附近。通风孔 32a 在第一毛细管密封部分 50 的润滑剂 80 的液面和环境之间建立联系。

密封部件 30 定位成使得顶壁 31 的内表面面向轴承部件 20 的上端表面，而锥形部分 14 的上端部分和旋转轴 10 的小直径圆柱部分 15 穿过突出孔 31a。通风孔 32a 位于轴承部件 20 的上端表面下面。密封部件 30 接合到轴承部件 20，以使得覆盖轴承部件 20 的上端部分，以及利用粘接剂 33 来固定。

封闭部件 40 接合到轴承部件 20 的下开口部分 21。在封闭部件 40 的上表面，形成推力动压槽 40a，其面向旋转轴 10 的法兰部分 12 的下

表面。在封闭部件 40 的上表面和法兰部分 12 的下表面之间，形成推力轴承间隙 72。通过推力动压槽 40a、推力轴承间隙 72 和填充推力轴承间隙 72 的润滑剂 80，构成推力轴承部分。当旋转轴 10 旋转时，在推力轴承部分，通过推力动压槽 40a，产生接收推力方向负载的润滑剂的动压。

第一毛细管密封部分 50 和润滑剂存储间隙 73 相通，以及形成在轴承部件 20 的外周表面的上部的锥形表面 20c 和密封部件 30 的内周表面之间，该密封部件 30 的内周表面面向锥形表面 20c。第一毛细管密封部分 50 形成横截面锥形的毛细管结构，该毛细管结构沿轴向向下拓宽。第一毛细管密封部分 50 中的润滑剂 80 的液面沿轴向位于圆柱部分 32 的通风孔 32a 上方。

第二毛细管密封部分 60 分别和径向轴承间隙 71 和润滑剂存储间隙 73 相通，以及形成在密封部件 20 的突出孔 31a 的内周表面和旋转轴 10 的锥形表面 11a 之间。第二毛细管密封部分 60 形成横截面锥形的毛细管结构，该毛细管结构沿轴向向上拓宽。

润滑剂 80 占据通孔 20b、径向轴承间隙 71、推力轴承间隙 72、润滑剂存储间隙 73、第一毛细管密封部分 50 和第二毛细管密封部分 60，它们都彼此相通。润滑剂 80 从径向轴承间隙 71 和推力轴承间隙 72 循环到润滑剂存储间隙 73。因为毛细管作用，产生作用力沿轴向向上推动第一毛细管密封部分 50 中的润滑剂。特别是，在第一毛细管密封部分 50 中，通过平衡润滑剂 80 的表面应力和通过通风孔 32a 的环境压力，润滑剂 80 的液面位置沿轴向保持在通风孔 32a 的上方。因为第一毛细管密封部分 50 的该效果，抑制润滑剂 80 泄漏到外部。而且，在第二毛细管密封部分 60 中，因为毛细管作用，产生作用力沿轴向向下推动润滑剂 80。因为第二毛细管密封部分 60 的该效果，抑制润滑剂 80 泄漏到外部。

在第一实施例的流体动压轴承装置 1 中，在轴承部件 20 的外周表面和密封部件 30 的内周表面之间形成第一毛细管密封部分 50，该第一毛细管密封部分形成横截面锥形形状，其沿轴向向下拓宽，以及和润滑剂存储间隙 73 相通。因此，因为毛细管作用，在第一毛细管密封部分 50 中，产生作用力沿轴向向下推动润滑剂 80，从而抑制润滑剂 80 泄漏到流体动压轴承装置的外部。因此，可以抑制润滑剂 80 的存储量

的减少，以及可以抑制具有该流体动压轴承装置 1 的记录盘驱动装置内的污染。而且，因为润滑剂 80 的液面可以位于第一毛细管密封部分 50 中，所以可以稳定而均匀地形成润滑剂 80 的液面。因此，第一毛细管密封部分 50 和润滑剂存储间隙 73 中存储的额外润滑剂 80 可以可靠的供给到径向轴承部分和推力轴承部分。

而且，根据第一实施例，通过轴承装置独立构成第一毛细管密封部分 50，而不用传统主轴电机的转子轂。因此，能够解决在采用传统转子轂的轴承装置中产生的问题。此外，润滑剂存储间隙 73 和第一毛细管密封部分 50 相通，以及形成在轴承部件 20 的上端表面和密封部件 30 的顶壁 31 的内表面之间。因此，可以将第一毛细管密封部分 50 和轴承部件 20 的整个上端表面作为润滑剂存储空间。结果是，能够增加额外润滑剂 80 的存储量，而不会沿轴向加长毛细管密封部分，这不同于传统毛细管密封部分，传统毛细管密封部分形成在旋转轴的外周表面和轴承部件的内周表面之间间隙的开口处，也不会增大轴承部件的直径，这也不同于传统毛细管密封部分，传统毛细管密封部分形成在薄板和轴承部件的上端表面之间。随着额外润滑剂 80 的存储容量增加，因润滑剂自然蒸发产生的润滑剂低效导致轴承使用寿命结束的时间得以延长。因此，可以改进流体动压轴承装置 1 的使用寿命，以及可以减小流体动压轴承装置 1 的尺寸。

而且，在第一实施例的流体动压轴承装置 1 中，在第二毛细管密封部分 60 中，因为毛细管作用，产生作用力推动润滑剂 80 沿轴向向下运动，以使得能够抑制润滑剂泄漏到装置外部。

而且，第一毛细管密封部分 50 可以采用通风孔 32a 作为和环境相通的开口部分，从而该毛细管密封部分的开口面积要小于传统装置。因此，可以抑制润滑剂 80 的蒸发、泄漏和污染。因此，可以进一步抑制润滑剂 80 存储量的减小，以及可以进一步抑制具有流体动压轴承装置 1 的记录盘驱动装置内的污染。

此外，润滑剂存储间隙 73 形成横截面锥形形状，其沿径向向外锥形化，从而在润滑剂存储间隙 73 中，因为毛细管作用，作用力施加到润滑剂 80，沿径向向内推动润滑剂。作用力还作用到第一毛细管密封部分 50 内的润滑剂 80，该第一毛细管密封部分 50 和润滑剂存储间隙 73 相通，从而沿轴向向上推动润滑剂。因此，可以有效抑制润滑剂 80

泄漏到装置外部。

而且，通过让突起 31b 触抵轴承部件 20 的上端表面以及沿轴向定位密封部件 30，可以根据具体尺寸而无不规则性的形成第一毛细管密封部分 50 和润滑剂存储间隙 73。

(2) 第二实施例

下面参照图 2 说明本发明的第二实施例。图 2 示出根据本发明的第二实施例的流体动压轴承装置 2 的示意性结构。图 2A 是流体动压轴承装置 2 的侧向横截面图，以及图 2B 是沿图 2A 的箭头 A 的方向示出的流体动压轴承装置 2 的侧向正视图。而且，在下面的第二至第十一实施例中，采用和第一实施例相同的附图标记表示相同的部件，并且将对这些相同部件的结构和操作不再赘述。在第二实施例的流体动压轴承装置 2 中，没有形成第一实施例那样的通风孔 32a，而是形成凹槽 32b。凹槽 32b 形成在圆柱部分 32 的下端，凹槽 32b 的上端的位置和第一实施例的通风孔 32a 的位置对应。在第二实施例中，润滑剂 80 的量可以通过凹槽 32b 来视觉查看。

(3) 第三实施例

下面参照图 3 来说明本发明的第三实施例。图 3 是根据本发明的第三实施例的流体动压轴承装置 3 的示意性结构的侧向横截面图。在第三实施例的流体动压轴承装置 3 中，仅通过小直径圆柱部分 15 和大直径圆柱部分 16 来构造轴主体部分 11，省略了第一实施例的锥形部分 14。也就是，在第三实施例中，轴主体部分 11 的大直径圆柱部分 16 的形狀的上端位置对应第一实施例的锥形部分 14 的上端的位置。因此，省略对锥形部分 14 的抛光处理，以及容易的处理旋转轴 10。

(4) 第四实施例

下面参照图 4 说明本发明的第四实施例。图 4 是根据本发明的第四实施例的流体动压轴承装置 4 的示意性结构的侧向横截面图。在第四实施例中，在第一实施例的密封部件 30 上，形成环形突起 31c，其沿突起孔 31a 的内周向上突起。因此，可以使得润滑剂 80 可以沿轴向在第二毛细管密封部分 60 内进一步运动，从而可以进一步抑制润滑剂

80 泄漏到外部。

(5) 第五实施例

下面参照图 5 说明本发明的第五实施例。图 5 是根据本发明的第五实施例的流体动压轴承装置 5 的示意性结构的侧向横截面图。第五实施例的流体动压轴承装置 5 设置有中空的、大致圆柱形的壳部件 90，以及轴承部件 20 接合到壳部件 90 的内周表面。壳部件 90 可以通过切除处理来形成。封闭部件 40 接合到壳部件 90 的下开口部分 91，封闭部件 40 的上端表面面对法兰部分 12 的下表面。密封部件 30 接合到壳部件 90 的外周表面的上端部分。通过让密封部件 30 的圆柱部分 32 的下端表面触抵阶梯部分 92，使得密封部件 30 沿轴向定位。通过这种方式沿轴向定位密封部件 30，可以省略第一实施例中形成突起 31b 的步骤。因此，沿轴向不会损失密封部件 30 的位置精度，可以容易的处理密封部件 30。而且，通过设置轴承部件 20 和封闭部件 40 接合到壳部件 90 的结构，可以简化各部件的形状，以及可以简化处理过程。同时，通过提前标准化设置各部件以及存储这些部件，可以进行多种组合。即使需要对轴承装置的设计进行调整，也可以作出迅速响应。因此，可以减少制造成本。

(6) 第六实施例

下面参照图 6 说明本发明的第六实施例。图 6 是根据本发明的第六实施例的流体动压轴承装置 6 的示意性结构的侧向横截面图。在第六实施例的流体动压轴承装置 6 中，省略了第五实施例的壳部件 90 的阶梯部分 92，从而密封部件 30 接合到轴承部件 20 的外周表面。密封部件 30 的圆柱部分 32 的下端表面接触壳部件 90 的上端表面 90a，从而可以沿轴向定位密封部件 30。因此，可以容易的处理壳部件 90，而不会损失密封部件 30 沿轴向的位置精度，并且可以省略第五实施例中形成壳部件 90 的阶梯部分 92 的步骤。

(7) 第七实施例

下面参照图 7 说明本发明的第七实施例。图 7 是根据本发明的第七实施例的流体动压轴承装置 7 的示意性结构的侧向横截面图。第七

实施例是第五实施例的一种变型例。第七实施例的流体动压轴承装置 7 的圆柱形壳部件 90 具有底部。在壳部件 90 中，一体形成第五实施例的封闭部件 40 和壳部件 90。而且，流体动压轴承装置 7 具有位于轴承部件 20 的下端表面和壳部件 90 的底壁的上表面之间的隔离体 100（隔离部件），从而形成的接合间隙 101 接合到旋转轴 10 的法兰部分 12。而且，在流体动压轴承装置 7 中，没有采用第一实施例的轴承部件 20 的上端表面上形成的锥形表面 20d，而是在密封部件 30 的顶壁 31 的内侧表面上形成锥形表面 31d。锥形表面 31d 沿径向从突起孔 31a 向外轴向升高。而且，没有采用第一实施例的轴承部件 20 的外周表面上侧上形成的锥形表面 20c，而是在密封部件 30 的圆柱部分 32 的内侧表面上形成锥形表面 32b。锥形表面 32b 沿轴向向下从锥形表面 31d 开始膨胀。此外，在接合到壳部件 90 的外周表面的上端部分的圆柱部分 32 的下端部分的内侧上，形成的圆柱表面连接到锥形表面 31d。通过形成这种结构，省略了轴承部件 20 的锥形表面和阶梯部分，以及外周表面。通过和第五实施例的相同方式，除了壳部件 90 和轴承部件 20 之外，还提前标准化设置隔离体 100 并且进行存储，可以迅速作出响应进行设计调整。

（8）第八实施例

下面参照图 8 说明本发明的第八实施例。图 8 是根据本发明的第八实施例的流体动压轴承装置 8 的示意性结构的侧向横截面图。第八实施例是第一实施例的变型例。在第八实施例中，在面对第一实施例的旋转轴 10 的法兰部分 12 的上表面的轴承部件 20 的下端表面上，形成推力动压槽 20e，其产生的动压沿推力方向接收负载。在这种情况下，通过在法兰部分 12 的上表面上产生的推力方向的动压，来平衡在法兰部分 12 的下表面上产生的推力方向的动压，从而旋转轴 10 不上浮，而是可以稳定旋转。

（9）第九实施例

下面参照图 9 说明本发明的第九实施例。图 9 是根据本发明的第九实施例的流体动压轴承装置 9 的示意性结构的侧向横截面图。流体动压轴承装置 9 具有中空的、基本圆柱形的壳部件 90，轴承部件 20 接

合到壳部件 90 的内周表面。通过推动或挤压处理来形成壳部件 90，因此要比第五实施例的壳部件便宜。封闭部件 40 接合到壳部件 90 的下开口部分 91，封闭部件 40 的上端表面面对旋转轴 10 的法兰部分 12 的下表面。而且，在轴承部件 20 的下端表面和封闭部件 40 的上端表面之间设置隔离体 100，以使得接合间隙 101 形成为接合到法兰部分 12。

而且，在轴承部件 20 的外周表面和密封部件 30 的内周表面上，形成的周向槽 20f、32c 彼此相对。周向槽 20f、32c 位于第一毛细管密封部分 50 的液面以下以及密封部件 30 的通风孔 32a 以上。在位于周向槽 20f 以下的位置，将抗油剂 110 涂层到轴承部件 20 的外周表面上，在周向槽 32c 以下的位置，将抗油剂涂层到密封部件 30 的内周表面上。抗油剂 110 例如由氟材料形成。

在轴承部件 20 的外周表面上形成周向保持槽 111（用于粘接剂的周向保持槽）。在周向保持槽 111 的上端部分的外周表面和密封部件 30 的圆柱部分 32 的端部的内周表面之间形成用于粘接剂的第一保持部分 121。在周向保持槽 111 的下端部分的外周表面和壳部件 90 的上端部分的内周表面之间形成用于粘接剂的第二保持部分 122。通过保持在第一保持部分 121 中的粘接剂，密封部件 30 固定到轴承部件 20。通过保持在第二保持部分 122 中的粘接剂，壳部件 90 固定到轴承部件 20。

在第九实施例中，即使因外部震动或振动，使得第一毛细管密封部分 50 的润滑剂 80 的液面迅速向下移动，也能够通过周向槽 20f、32c 和抗油剂 110 来有效封闭润滑剂 80，从而可以进一步抑制润滑剂 80 泄漏自通风孔 32a。而且，周向槽 20f、32c 还用于在涂层抗油剂 110 的时候标注涂层位置。而且，通过分别靠近定位第一和第二保持部分 121、122，可以在外周表面上形成周向槽 20f、32c，该外周表面相对远离于轴承部件 20 的开口部分 22。因此，当施加粘接剂时，可以有效抑制将粘接剂涂层到非期望部分的问题，以及从轴承部件 20 的开口部分 22 将粘接剂施加到内周表面的问题。而且，可以简化填充有粘接剂的部分。而且，可以一次注入所有粘接剂，从而可以容易的注入粘接剂。

(10) 第十实施例

(B) 主轴电机

下面说明采用第一至第九实施例的流体动压轴承装置1-9的主轴电机。图11是第一实施例的流体动压轴承装置应用到的第十实施例的主轴电机200的示意性结构的侧向横截面图。而且，主轴电机200不限于第一实施例的流体动压轴承装置1，而是还可以采用第二至第九实施例的流体动压轴承装置2-9。

主轴电机200具有基座210。向上突起的凸起部分302形成在基座210的底部。线圈222绕定子铁芯221缠绕，定子220固定到凸起部分302的外周部分。而且，流体动压轴承装置1接合到凸起部分302的内周表面，转子230由流体动压轴承装置1支承，以便相对于定子220旋转。转子230具有转子轭231和转子磁体232，转子磁铁接合到转子轭，并且结合定子220产生旋转磁场。转子轭231接合到旋转轴10的小直径圆柱部分15，以及接触锥形部分14的端面，从而使得转子轭231沿轴向定位。经小轴向间隙面对转子磁铁232的下端部分的环形吸引板240固定到基座210。该吸引板240的功能是通过磁力吸引整个转子230。

在旋转轴10的上端形成螺孔，该螺孔未详细示出，固定记录盘的夹持部件拧入该螺孔。而且，软线板固定到基座210的表面，当通过线板的输出端施加控制电流到定子220时，由转子轭231、转子磁铁232、旋转轴10等部件形成的转子组件体相对于定子220旋转。

在上述主轴电机200中，当旋转轴10旋转时，由轴向磁力吸引转子组件体，该轴向和流体动压轴承装置1内的推力动压槽40a产生的推力动压的方向相反。推力动压槽40a产生的推力动压力的平衡力为磁力和重力的合力。主轴电机200不上浮，从而可以稳定支承。

当第八实施例的流体动压轴承装置8应用到主轴电机200，而不是第一实施例的流体动压轴承装置1，流体动压轴承装置8具有一对推力动压轴承20e、40a，它们相互平衡，从而不必设置吸引板240，该吸引板通过磁力来吸引转子230。因此，可以使用更少部件。

(11) 第十一实施例

(C) 记录盘驱动装置

下面说明采用第十实施例的主轴电机200的作为记录盘驱动装置的盘驱动装置300。图12是第十一实施例的记录盘驱动装置300的示

意性结构的侧向横截面图。在盘驱动装置 300 中，设置覆盖部件 301，其通过封闭第十实施例的主轴电机 200 的基座 210 内的空间而形成极少灰尘的清洁空间。覆盖部件 301 和基座 210 形成盘驱动装置 300 的壳体。因此，基座 210 构成主轴电机 200 的一部分以及盘驱动装置 300 的壳体的一部分。主轴电机 200 的定子 220 和包括转子 230 的主轴电机 200 的主体部分保持在盘驱动装置 300 的壳体内部。

在转子毂 231 的外周表面上，安装两个磁盘 304（记录盘）。通过将中心销接合到沿旋转轴 10 的小直径圆柱部分 15 的轴向形成的螺孔，以及通过固定夹持部件 303，从而将磁盘 304 固定到转子毂 231。通过这样做，沿转子毂 231 旋转磁盘 304。而且，在第十一实施例中，两个磁盘 304 安装到转子毂 231，但是磁盘的数量不限于此。

此外，盘驱动装置 300 具有磁头 306（记录磁头），其读写磁盘 304 的信息，还具有支承磁体 306 的臂 307 以及将磁体 306 和臂 307 移动到预定位置的音圈电机 308。音圈电机 308 具有线圈 309 和相对于线圈 309 设置的磁体 310。

在基座 210 上的合适位置，磁头 306 安装到磁头组件 311 的梢端部分，该磁头组件固定到可旋转支承的臂 307。一对上下磁头 306 设置成夹层每个磁盘 304，以及读写磁盘 304 两面的信息。而且，在第十一实施例中，有两个磁盘 304，从而设置两对记录磁头 306。此外，在第十一实施例中，主轴电机 200 应用到盘驱动装置 300，但是这不限制本发明。例如，主轴电机 200 还可以应用到驱动例如 CD 或 DVD 的记录盘的记录盘驱动装置。

下面说明一些原型实施例。

(1) 评估位于轴承部件上端表面的润滑剂的液面状态

[原型实施例 1]

原型实施例 1 是一种流体动压轴承装置，其中透明树脂密封部件安装成可以观测液面状态，以及设置和本发明的上述第一实施例相同的密封部件。因此，采用第一实施例中所述的填充方法，可以利用润滑剂来填充实施例 1 的流体动压轴承装置中的间隙。也就是，在装配了除树脂密封部件之外的所有其它部件的状态下，该不完流体动压轴承装置的轴承部件的内部基本上为真空。通过采用分配器，将预定

量的润滑剂施加到轴承部件的上端表面，润滑剂覆盖轴承间隙的开口和通孔。然后，轴承部件的外部回到环境压力，因该外压和内压之间的压差，润滑剂回到轴承间隙和通孔。在该阶段，在因表面应力使得液面升高的状态下，在轴承部件的上端表面保持所需量的润滑剂，以便占据第一毛细管密封部分、润滑剂存储间隙和第二毛细管密封部分。接着，通过将密封部件接合到轴承部件，执行沿轴向的定位，以及在第一毛细管密封部分的预定位置形成液面。图 13 示出了该结果。图 13 是本发明的原型实施例 1 的流体动压轴承装置的侧表面的照片，示出位于轴承部件和密封部件之间的润滑剂液面。如图 13 所示，在原型实施例 1 中，证实沿第一毛细管密封部分的整个圆周在轴向上润滑剂液面形成在相同位置。通过多次查证该相同状态，可以获得相同结果。也就是，在原型实施例 1 中，沿第一毛细管密封部分的整个圆周形成稳定的、均匀的润滑剂液面。

[比较例 1、2]

利用原型实施例 1 中的相同轴承装置，采用和原型实施例 1 相同的填充方法，供给比原型实施例 1 的预定量更少的润滑剂用量，以便在轴承部件的上端表面形成液面，以及观测到液面的状态。在图 14 和 15 中示出结果。图 14 和 15 是本发明的比较例 1、2 的流体动压轴承装置的顶表面的照片，示出润滑剂的液面在轴承部件的上端表面形成的等高线。在这种情况下，如果沿轴承部件的整个周边距离轴承部件的孔中心基本相同的距离形成液面，也就是，如果等高线形状类似于圆周，则可以认为形成了均匀的润滑剂液面。在比较例 1、2 中，采用更少的但是足量的润滑剂来形成轴承部件的上端表面的液面。然而，从图 14 和 15 可以清楚看到，润滑剂的液面是不均匀的液面，从顶表面看到的液面的等高线是不规则形状，通常不形成相同的形状。图 14 示出液面的等高线在中心孔边缘处不连续。在图 15 中，采用比图 14 的润滑剂略多量的润滑剂，但是通孔不由润滑剂来覆盖。而且，气泡通过中心孔边缘的一部分，润滑剂不连续的填充。在这种情况下，当轴承部件旋转时，空气会通过润滑剂，以及润滑剂不足以供给到轴承间隙；因此，会出现轴承装置卡塞的现象。

因此，和比较例 1、2 相比，根据原型实施例 1，形成稳定的、均

匀的润滑剂液面，证实轴承装置内的润滑剂可以可靠的供给到径向轴承。当利用润滑剂填充时，形成在轴承部件的上端表面，即使在轴承装置内存储足量润滑剂，也证实产生不连续填充润滑剂的这样的状态，空气在旋转期间进入径向轴承部分和推力轴承部分，以及没有供给足够的润滑剂。因此，流体动压轴承装置的使用寿命要比预期短。因此，如果将润滑剂填充到间隙以便在第一毛细管密封部分形成液面，则使用寿命会变长，以及可以获得更稳定的支承使用寿命。

(2) 主轴电机的震动测试结果

[原型实施例 2-19]

对具有本发明的第九实施例的流体动压轴承装置 9 的主轴电机进行震动测试。根据原型实施例 2-10，对处于稳定状态的本发明的第九实施例的主轴电机施加震动。根据原型实施例 11-19，对处于旋转状态的本发明的第九实施例的主轴电机施加震动。查证对于震动的润滑剂溅泼抑制效果。在表格 1 中示出原型实施例 2-10 的震动测试结果，在表格 2 中示出原型实施例 11-19 的震动测试结果。

[表格 1]

稳定主轴电机的震动测试结果

	位置	加速 (G)				
		800	1000	1200	1400	1500
原型实施例 2	向上朝向	OK	OK	OK	OK	OK
原型实施例 3	向上朝向	OK	OK	OK	OK	OK
原型实施例 4	向上朝向	OK	OK	OK	OK	OK
原型实施例 5	向下朝向	OK	OK	OK	OK	OK
原型实施例 6	向下朝向	OK	OK	OK	OK	OK
原型实施例 7	向下朝向	OK	OK	OK	OK	OK
原型实施例 8	侧向朝向	OK	OK	OK	OK	OK
原型实施例 9	侧向朝向	OK	OK	OK	OK	OK
原型实施例 10	侧向朝向	OK	OK	OK	OK	OK

[表格 2]

旋转主轴电机的震动测试结果

	位置	加速 (G)				
		800	1000	1200	1400	1500
原型 实施例 11	向上朝向	OK	OK	OK	OK	漏油
原型 实施例 12	向上朝向	OK	OK	OK	OK	OK
原型 实施例 13	向上朝向	OK	OK	OK	OK	OK
原型 实施例 14	向下朝向	OK	OK	OK	OK	漏油
原型 实施例 15	向下朝向	OK	OK	OK	OK	OK
原型 实施例 16	向下朝向	OK	OK	OK	OK	OK
原型 实施例 17	侧向朝向	OK	OK	OK	OK	漏油
原型 实施例 18	侧向朝向	OK	OK	OK	OK	OK
原型 实施例 19	侧向朝向	OK	OK	OK	OK	OK

在震动测试中，采用 Endevco 制造的 SM110 型震动测试机。对于测试条件，对于主轴电机的组件定位采用三种不同定位应用到上述测试机，也就是，向上朝向；向下朝向；侧向朝向，如表格 1 和 2 所示。组件定位“向上朝向；向下朝向；侧向朝向”意指流体动压轴承装置的轴承部件的上开口部分向上朝向；向下朝向；侧向朝向。而且，从上面向下施加震动，通过最大加速值来测量震动强度。震动强度分成五个等级，从 800G 到 1500G，以及执行测试。对于加速，采用半正弦波，其中在 1ms 的时间内从零加速到最大加速值，然后回到零加速值。采用这种测试方法的原因是，润滑剂在流体动压轴承装置内的流动振幅根据震动强度以及流体动压轴承装置相对于震动施加方向的定位等等而定，该方法考虑到了这些因素。

作为测试的产品，制备具有本发明的第九实施例的流体动压轴承装置的 18 个主轴电机（原型实施例 2-19）。在稳定状态测试九个主轴电机，在旋转状态测试九个主轴电机。对于每个这些状态，对于向上、向下和侧向组件定位，分别采用九个主轴电机的三个。对于各测试产品的震动测试，连续采用五个加速等级。

而且，在原型实施例 2-19 中，根据从小到大的震动（加速）应用的顺序的震动（加速）应用过程来执行测试。这是因为，润滑剂相对于震动的位置稳定性的条件按照该顺序变得越来越严重。而且，一直执行该震动测试，直到加速到达最大值 1500G，或者直到在测试产品中发现漏油现象。

从表格 1 和 2 可以清楚看到，测试结果显示，在稳定状态下，即使加 1500G 的震动，也没有发现润滑剂泄漏，在旋转状态下，即使加 1400G 的震动，也没有发现润滑剂泄漏。传统上，当盘装置、CD-ROM 装置等等安装到笔记本电脑或者便携终端中时，具有流体动压轴承装置的主轴电机的耐震动要求大约为 1000G，但是对于本发明的第九实施例的密封结构，即使震动大于 1000G，也能够示出优越的润滑剂溅泼抑制效果。在表格中，“漏油”表示在测试过程中实际证实有漏油现象，而“OK”表示在测试过程中没有漏油现象。通过采用显微镜这样的视觉观测手段来证实是否漏油。

虽然参照具体示例性实施例来说明本发明，但是这些实施例都是示例性的，而非限制性的。在本发明的精神和范围内，可以作出多种变化、替代和改进。

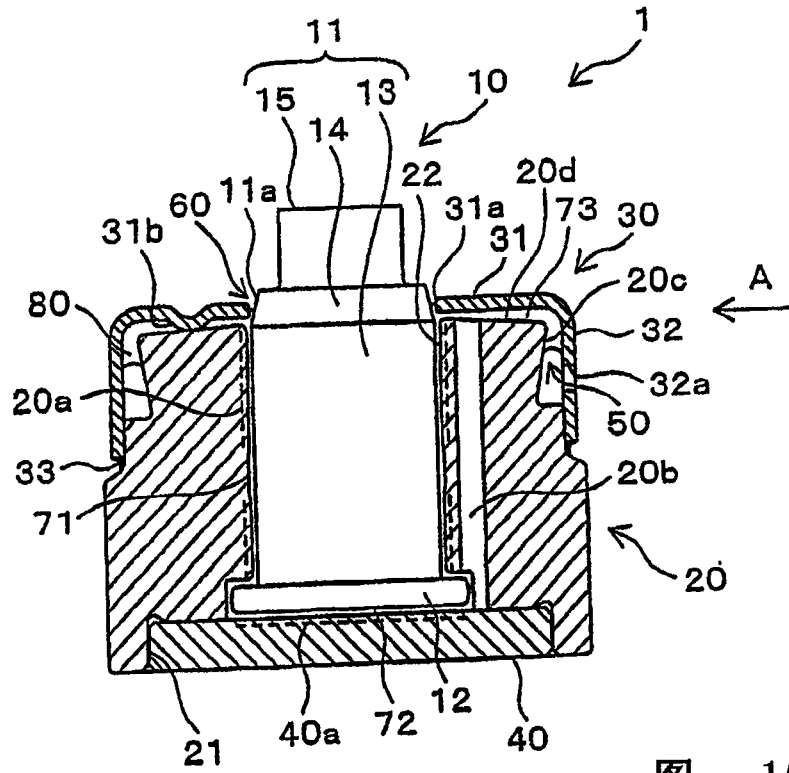


图 1A

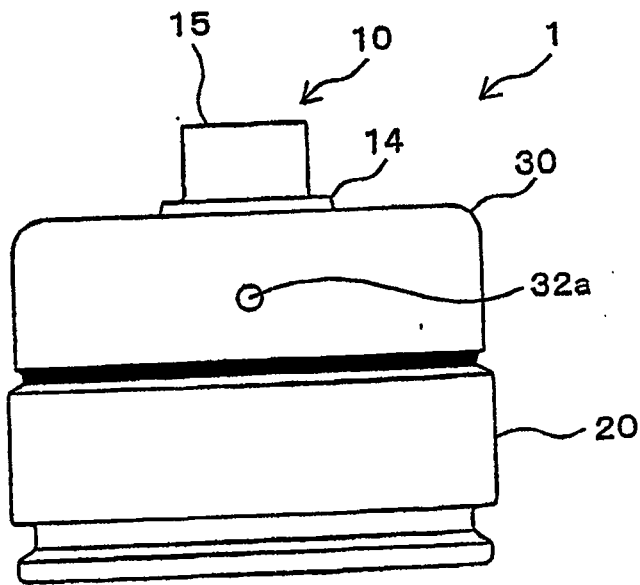


图 1B

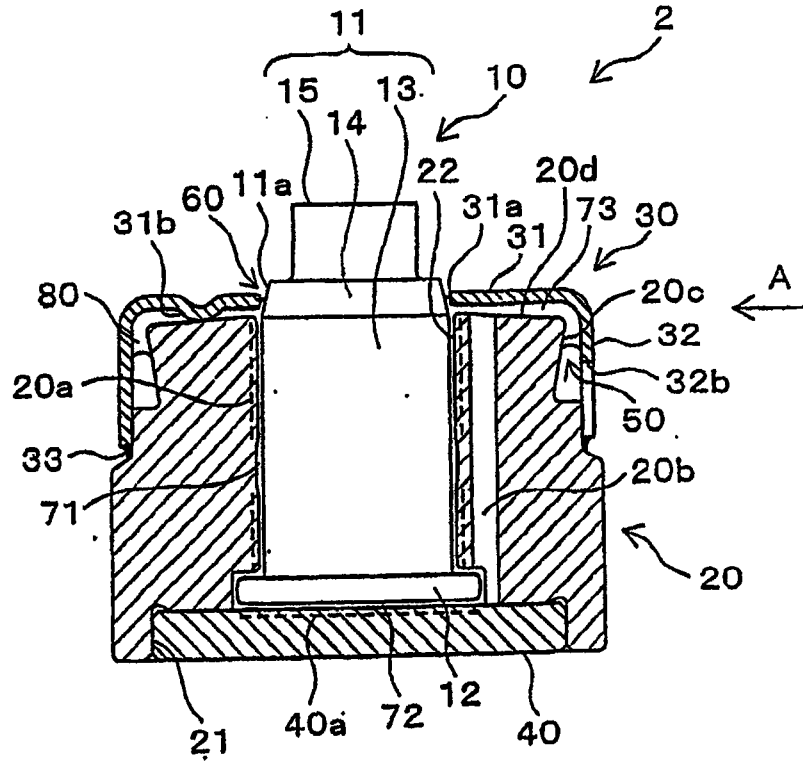


图 2A

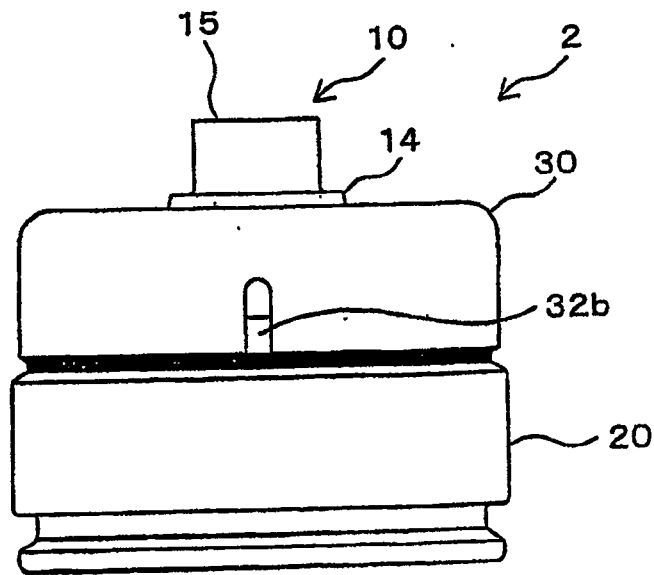


图 2B

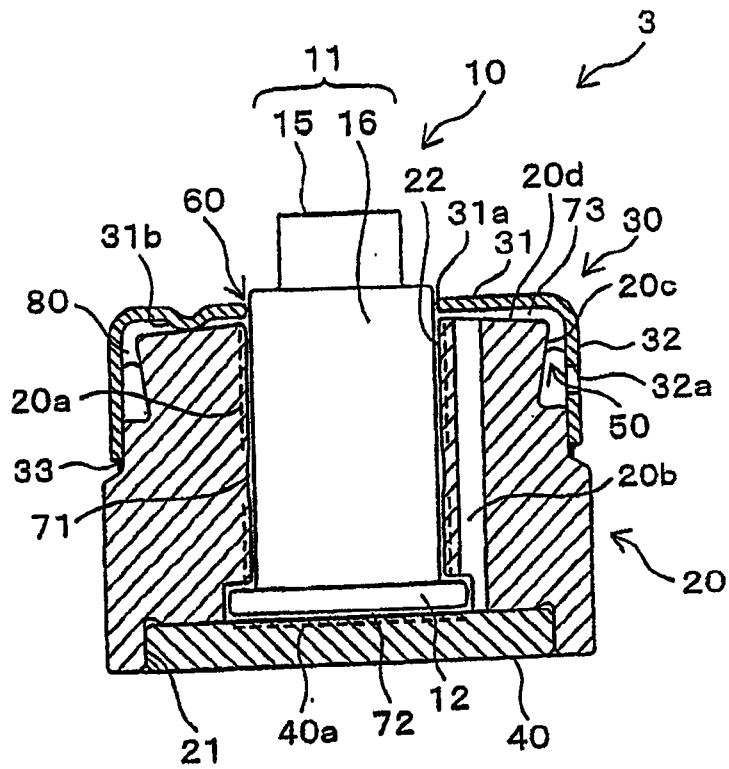


图 3

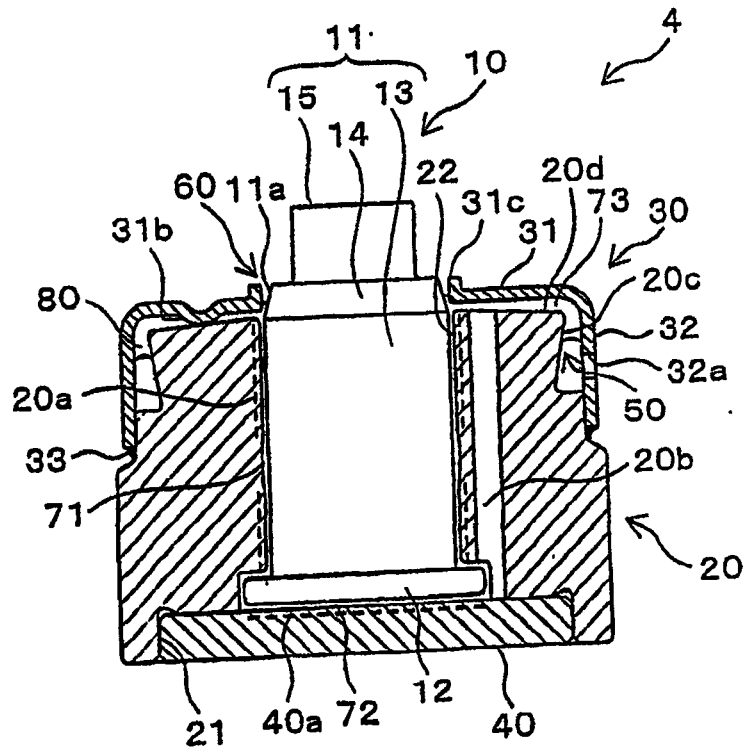


图 4

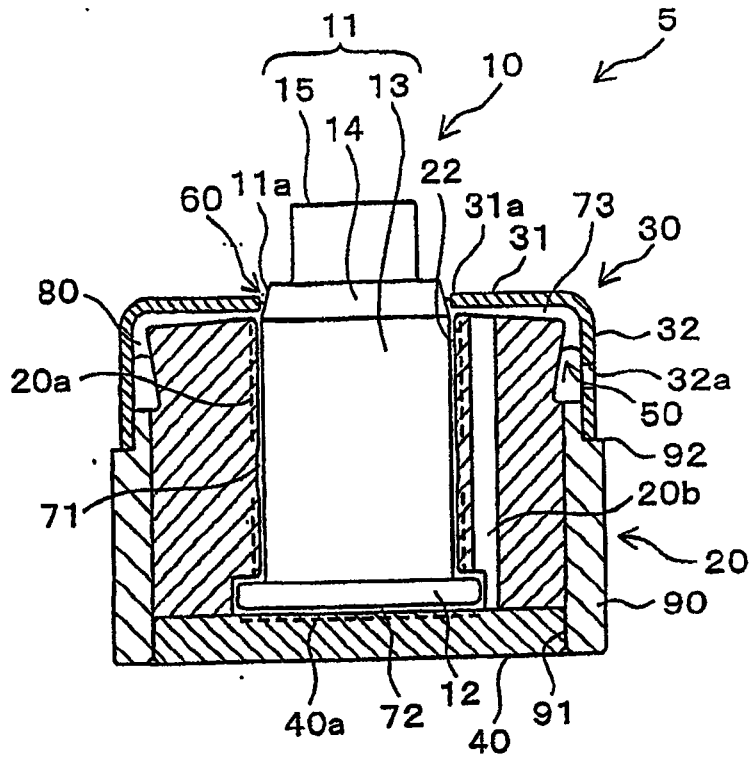


图 5

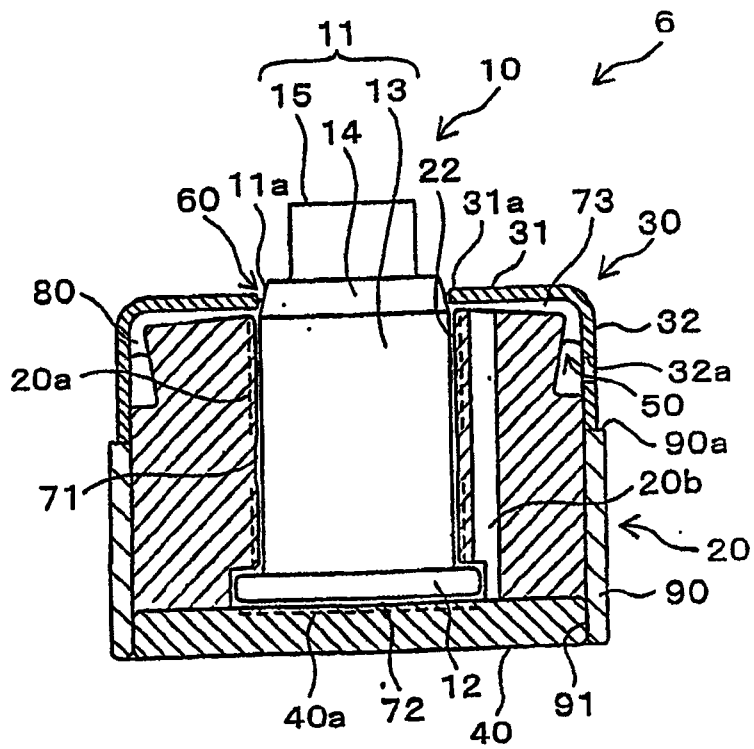


图 6

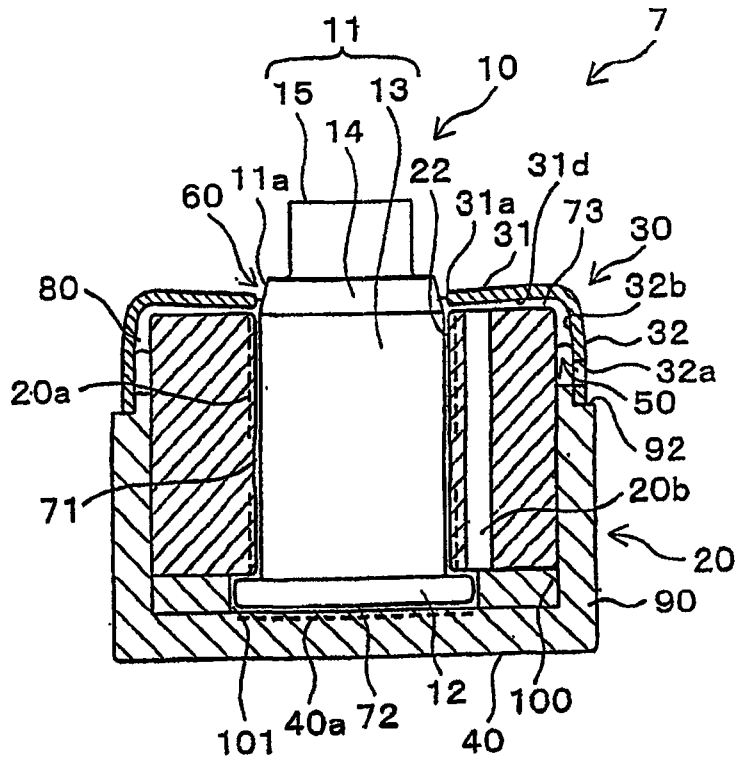


图 7

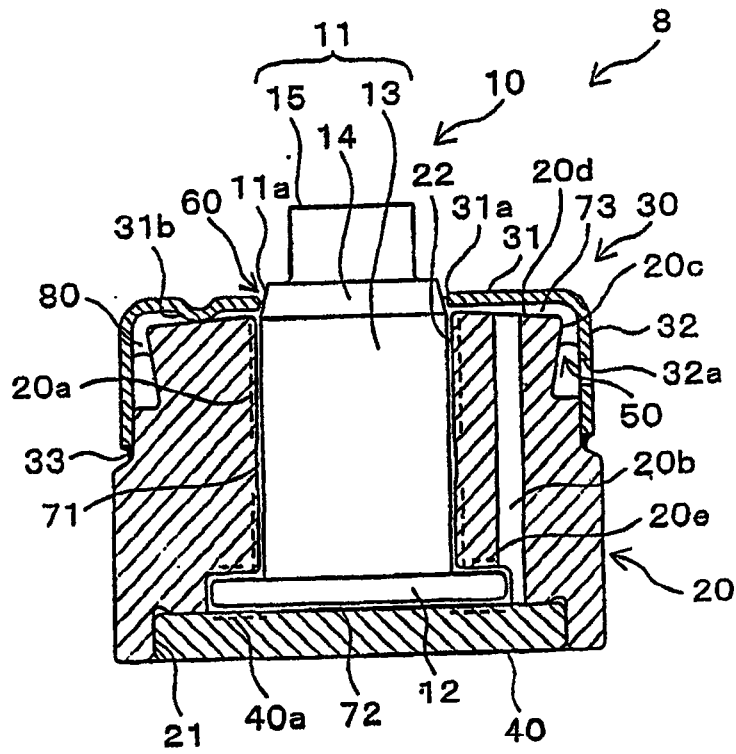


图 8

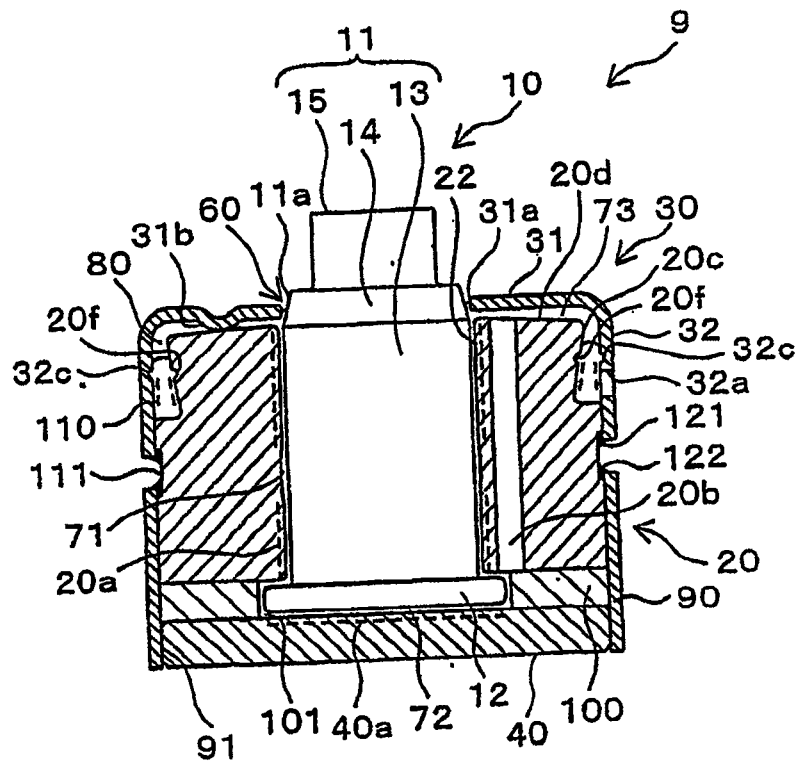


图 9

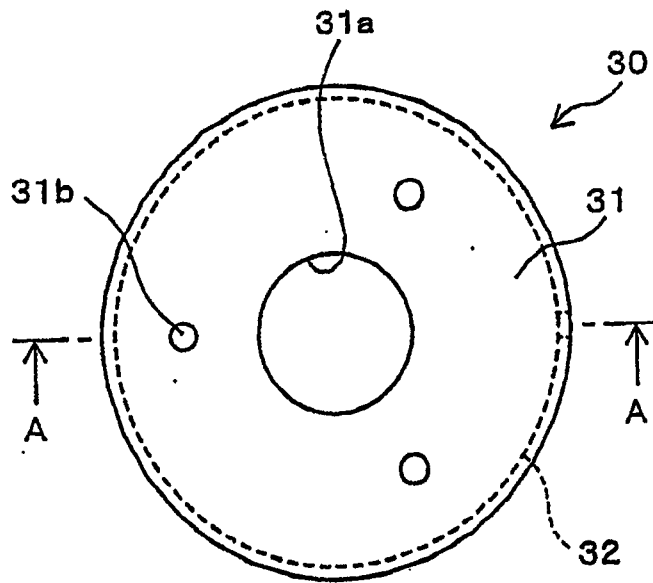


图 10A

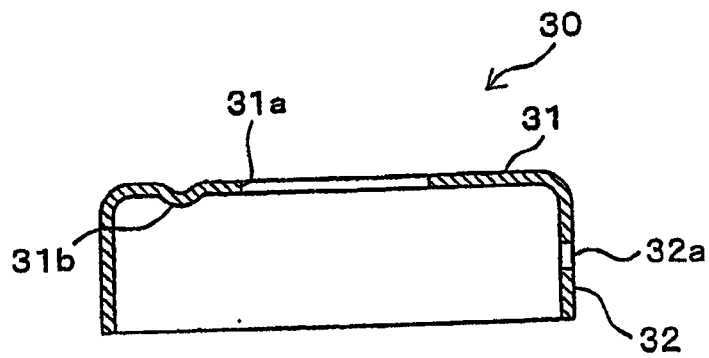


图 10B

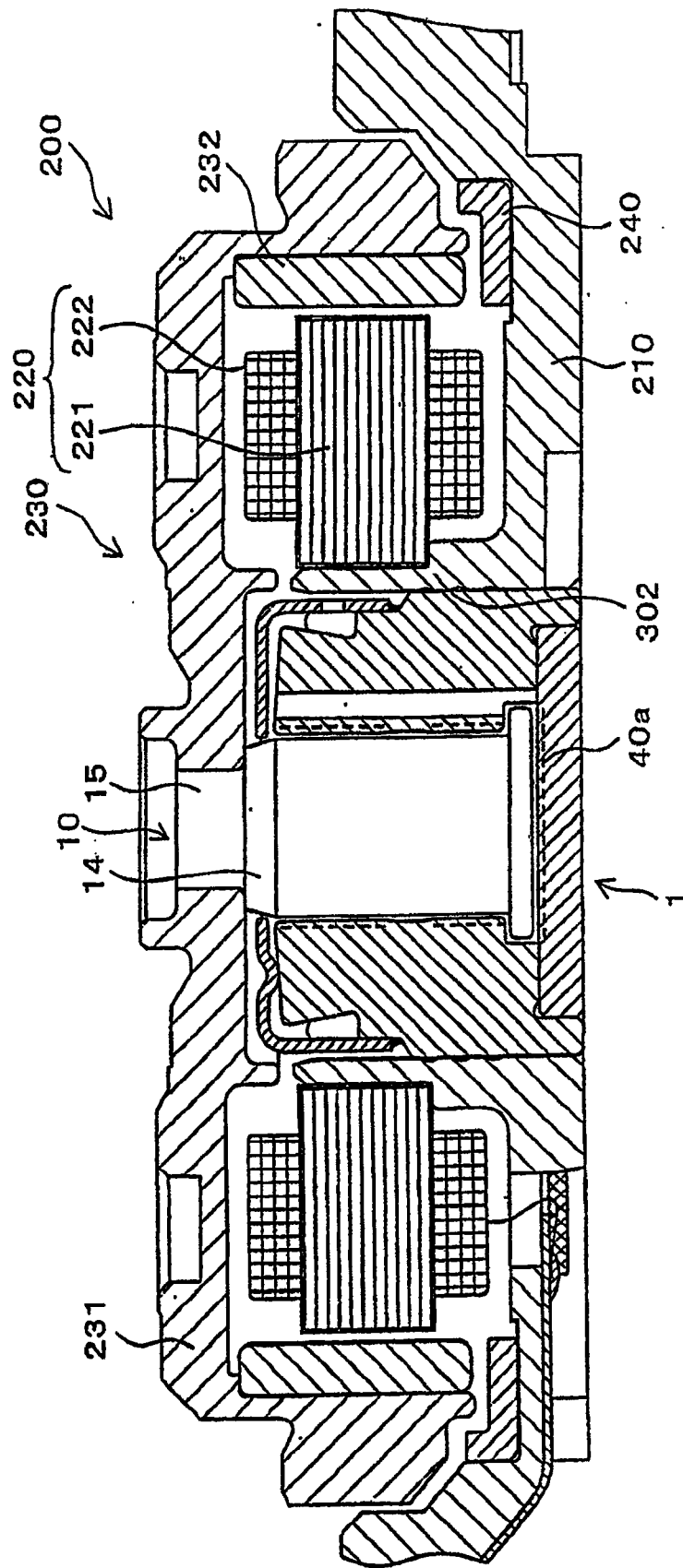


图 11

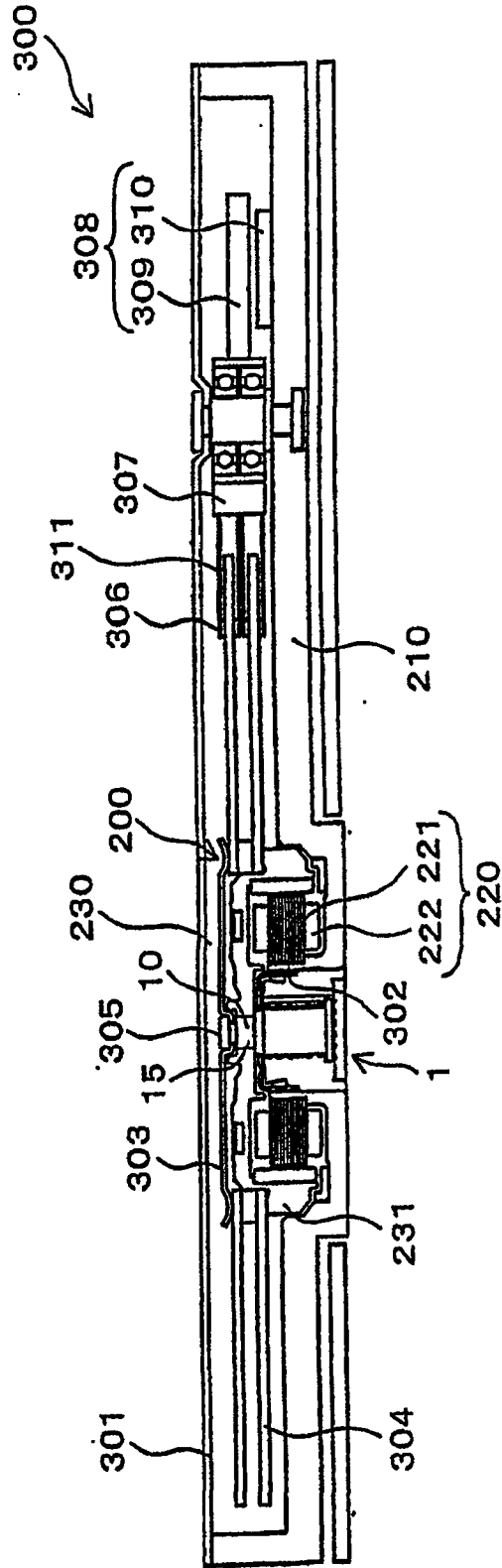


图 12

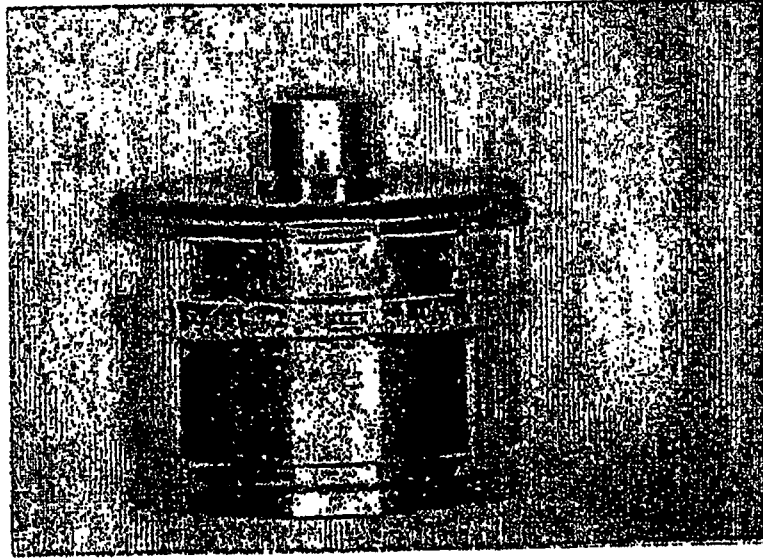


图 13

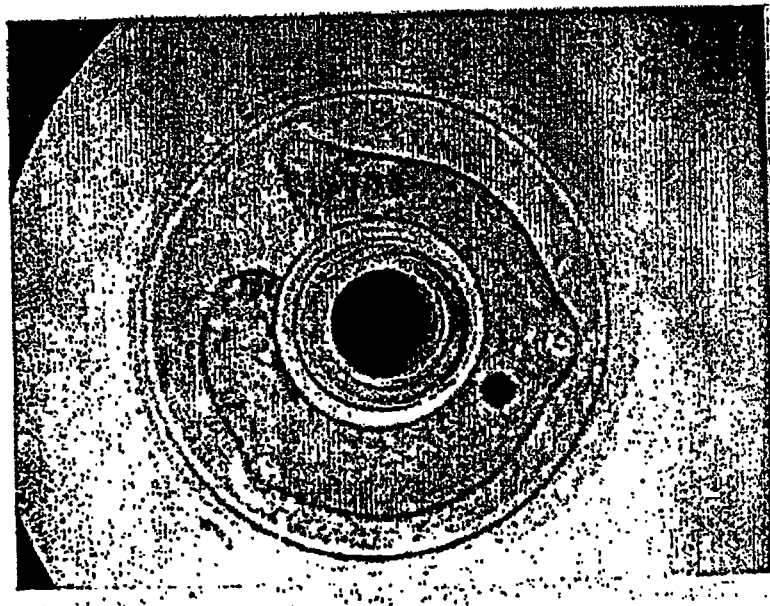


图 14

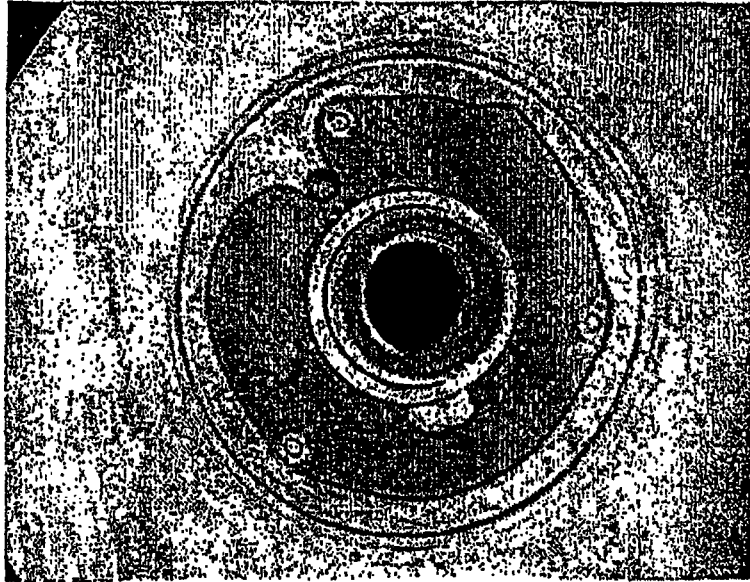


图 15

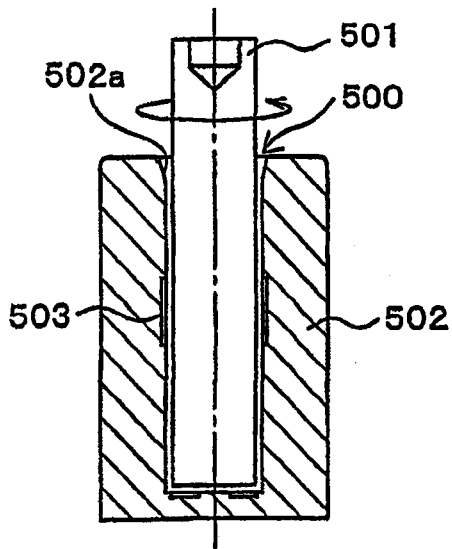


图 16A

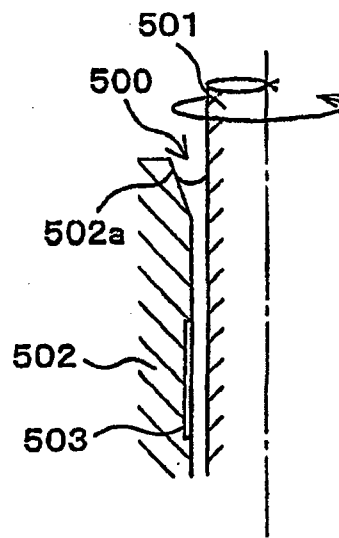


图 16B

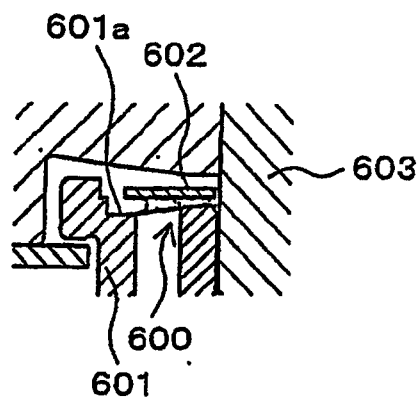


图 17

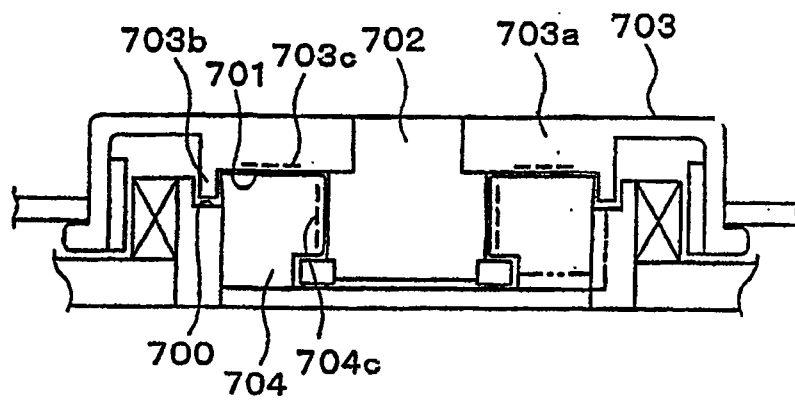


图 18