

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利申请公开说明书

F16C 17/10 (2006.01)

F16C 33/14 (2006.01)

H02K 5/167 (2006.01)

G11B 19/247 (2006.01)

[21] 申请号 200510088492.5

[43] 公开日 2006年2月8日

[11] 公开号 CN 1730957A

[22] 申请日 2005.8.2

[21] 申请号 200510088492.5

[30] 优先权

[32] 2004.8.5 [33] JP [31] 2004-229825

[71] 申请人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 浜田力 浅田隆文 大野英明

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

代理人 汪惠民

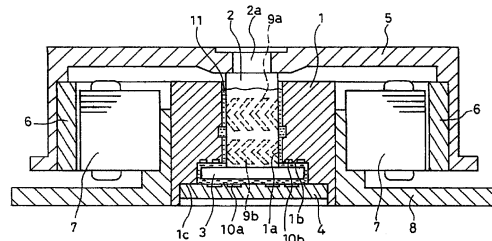
权利要求书 4 页 说明书 13 页 附图 12 页

[54] 发明名称

动压流体轴承装置

[57] 摘要

一种动压流体轴承装置，设有：具有轴承孔的套筒、以能够相对旋转的方式插入在套筒的轴承孔中的轴、设置在轴的一方端部的止推凸缘、和与止推凸缘对向设置的止推部件。在轴承孔的内周面具有径向动压产生槽。在止推凸缘和止推部件的各个对向面的至少任意一方上具有动压产生槽。在轴及止推凸缘、和轴承孔及止推部件之间的间隙中具有工作流体。套筒是对含有从铁、铁的合金、铜、铜的合金中选择的至少 1 种材料的烧结材料进行烧结的烧结体，所述烧结体的气孔是相邻的气孔相互独立的独立气孔。独立气孔的大小比径向动压产生槽的峰部的宽度及高度小。



1. 一种动压流体轴承装置，该动压流体轴承装置设有：
5 具有轴承孔的套筒、
以能够相对旋转的方式插入在所述套筒的所述轴承孔中的轴、
设置在所述轴的一方端部的止推凸缘、和
与所述止推凸缘对向设置的止推部件；
在所述轴承孔的内周面具有径向动压产生槽，
10 在所述止推凸缘和所述止推部件的各个对向面的至少任意一方上具有动压产生槽，
在所述轴及所述止推凸缘、和所述轴承孔及止推部件之间的间隙中具有工作流体；其特征在于：
所述套筒是对含有从铁、铁合金、铜、铜合金中选择的至少1种
15 材料的烧结材料进行烧结的烧结体，所述烧结体的气孔是相邻的气孔相互独立的独立气孔，所述独立气孔的大小比所述径向动压产生槽的峰部的宽度及高度小。
2. 一种动压流体轴承装置，该动压流体轴承装置设有：
具有轴承孔的套筒、
20 以能够相对旋转的方式插入在所述套筒的所述轴承孔中的轴、
设置在所述轴的一方端部的止推凸缘、和
与所述止推凸缘对向设置的止推部件；
在所述轴承孔的内周面具有动压产生槽，
在所述止推凸缘和所述止推部件的各个对向面的至少任意一方上具
25 有动压产生槽，
在所述轴及所述止推凸缘、和所述轴承孔及止推部件之间的间隙中具有工作流体；其特征在于：
所述套筒是对含有从铁、铁合金、铜、铜合金中选择的至少1
种材料的烧结材料进行烧结的烧结体，所述烧结体的气孔是相邻的气孔相
30 互独立的独立气孔，从所述烧结体成形时的成形压力、作为烧结条件的烧

结温度、烧结时间及烧结材料的金属粒子的平均粒子直径的各烧结体形成条件之中至少选定1个，使所述独立气孔的大小比所述径向动压产生槽的峰部的宽度及高度小。

3. 根据权利要求1或2所述的动压流体轴承装置，其特征在于，
5 所述套筒在一方的端部具有与所述轴承孔同心且比所述轴承孔的直径大的直径的阶梯部，在所述阶梯部和所述止推部件形成的空间内收容有所述止推凸缘。

4. 根据权利要求1或2所述的动压流体轴承装置，其特征在于，
所述套筒是具有轴承孔的环状的烧结金属，
10 所述止推部件具有在将所述止推部件安装在所述套筒上时形成收容所述套筒凸缘的空间的凹部，

在所述凹部的底面及与之对向的止推凸缘的面的任意一方上形成轴向动压产生槽。

5. 一种动压流体轴承装置的制造方法，该动压流体轴承装置设有：
15 具有轴承孔的套筒、
以能够相对旋转的方式插入在所述套筒的所述轴承孔中的轴、
设置在所述轴的一方端部的止推凸缘、和
与所述止推凸缘对向设置的止推部件；
在所述轴承孔的内周面具有动压产生槽，
20 在所述止推凸缘和所述止推部件的各个对向面的至少任意一方上具有动压产生槽，

在所述轴及所述止推凸缘、和所述轴承孔及止推部件之间的间隙中具有工作流体；其特征在于：

所述套筒是对含有从铁、铁的合金、铜、铜的合金中选择的至少1种
25 材料的烧结材料进行烧结的烧结体，所述烧结体的气孔是相邻的气孔相互独立的独立气孔，从所述烧结体成形时的成形压力、作为烧结条件的烧结温度、烧结时间及烧结材料的金属粒子的平均粒子直径的各烧结体形成条件中至少选定1个，使所述独立气孔的大小比所述径向动压产生槽的峰部的宽度及高度小。

30 6. 根据权利要求5所述的动压流体轴承装置的制造方法，其特征在

于，

所述套筒是由将烧结材料通过模具压缩而成形的成形体制成，

所述模具具有至少 2 个压缩所述烧结材料的模具，并将所述 2 个模具
5 向压缩所述烧结材料的方向共同只移动相同的距离而对所述烧结材料进
行压缩。

7. 一种动压流体轴承装置，该动压流体轴承装置设有：

具有轴承孔的套筒、

以能够相对旋转的方式插入在所述套筒的所述轴承孔中的轴、和
与所述轴的端面对向设置的止推部件；

10 在所述轴承孔的内周面具有动压产生槽，

在所述轴的端面和止推部件的各个对向面的至少任意一方上具有止
推动压产生槽，

在所述轴及所述轴的端面、和所述轴承孔及止推部件之间的间隙中具
有工作流体；其特征在于：

15 所述套筒是对含有从铁、铁的合金、铜、铜的合金中选择的至少 1 种
材料的烧结材料进行烧结的烧结体，所述烧结体的气孔是相邻的气孔相互
独立的独立气孔，所述独立气孔的大小比所述径向动压产生槽的峰部的宽
度及高度小。

8. 一种动压流体轴承装置，该动压流体轴承装置设有：

20 具有轴承孔的套筒、

以能够相对旋转的方式插入在所述套筒的所述轴承孔中的轴、和
与所述轴的端面对向设置的止推部件；

在所述轴承孔的内周面具有径向动压产生槽，

25 在所述轴的端面和止推部件的各个对向面的至少任意一方上具有动
压产生槽，

在所述轴及所述轴的端面、和所述轴承孔及止推部件之间的间隙中具
有工作流体；其特征在于：

所述套筒是对含有从铁、铁的合金、铜、铜的合金中选择的至少 1 种
材料的烧结材料进行烧结的烧结体，所述烧结体的气孔是相邻的气孔相互
30 独立的独立气孔，从所述烧结体成形时的成形压力、作为烧结的条件的烧

结温度、烧结时间及烧结材料的金属粒子的平均粒子直径的各烧结体形成条件中选定至少1个，使所述独立气孔的大小比所述径向动压产生槽的峰部的宽度及高度小。

9. 一种动压流体轴承装置的制造方法，该动压流体轴承装置设有：
- 5 具有轴承孔的套筒、
- 以能够相对旋转的方式插入在所述套筒的所述轴承孔中的轴、和
- 与所述轴的端面对向设置的止推部件；
- 在所述轴承孔的内周面具有动压产生槽，
- 在所述轴的端面和所述止推部件的各个对向面的至少任意一方上具
- 10 有动压产生槽，

在所述轴及所述轴的端面、和所述轴承孔及止推部件之间的间隙中具有工作流体；其特征在于：

- 所述套筒是对含有从铁、铁的合金、铜、铜的合金中选择的至少1种
- 15 材料的烧结材料进行烧结的烧结体，所述烧结体的气孔是相邻的气孔相互
- 独立的独立气孔，从所述烧结体成形时的成形压力、作为烧结的条件
- 的烧结温度、烧结时间及烧结材料的金属粒子的平均粒子直径的各烧结体形成
- 条件中至少选定1个，使所述独立气孔的大小比所述径向动压产生槽的峰
- 部的宽度及高度小。

动压流体轴承装置

5

技术领域

本发明涉及利用动压的动压流体轴承装置及其制造方法。

背景技术

10 近年来，使用了盘等的记录装置等，其存储容量增大的同时，数据的转送速度也在高速化。在使用这样的记录装置的主轴马达中，需要高速且高精度地旋转，因此，在其旋转主轴部上使用动压流体轴承装置。下面，参照图 9 及图 10 对以往的动压流体轴承装置进行说明。

图 9 是具有以往的动压流体轴承装置的主轴马达的剖面图。在图中，
15 具有轴承孔 101a 的套筒 101 是由烧结铜合金等的金属粉末的烧结体，即烧结金属制成。作为通过烧结金属制成套筒 10 的理由，主要是出于降低制造成本。如果由金属棒料等经过切削加工制造套筒 101，则产生很多的切屑而浪费的材料。但在金属的烧结中不产生那样的切屑。另外，烧结金属而制造套筒所需的时间，是将相同的套筒通过切削加工而制造的情况的
20 几分之 1，从而通过烧结金属而制造的制造可面向低成本的大批生产。

在套筒 101 的外周设置有没有烧结金属的金属的套筒罩 114。轴 102，以能够旋转的方式插入在套筒 101 的轴承孔 101a 中，在轴 102 的下端部固定有止推凸缘 103。止推凸缘 103 被收容在由套筒 101、套筒罩 114 及止推板 104 所围成的空间内，且止推凸缘 103 在图中的下与止推板 104 面
25 对，而上面与套筒 101 的下端面面对。

在轴 102 的上端部固定有旋转轮毂 105，且在旋转轮毂 105 的内周面上固定有旋转磁铁 106。在旋转磁铁 106 上，具有安装在底座 108 的相对向马达定子 107。在套筒 101 的轴承孔 101a 的内周面上，形成有在本领域周知的径向的动压产生槽 109a、109b。另外，在与止推凸缘 103 对向的止
30 推板 104 的面上，形成有同样周知的轴方向的动压产生槽 110a。根据需要，

也可以在止推凸缘 103 和套筒 101 的对向面中的至少一方上形成动压产生槽 110b。在包含动压产生槽 109a、109b、110a 及 110b 的轴 102 和套筒 101 之间、和止推凸缘 103 和套筒 101 之间以及止推凸缘 103 和止推板 104 之间具有油 111 而作为工作流体。

- 5 对所述以往的动压流体轴承装置的动作参照图 9 进行说明。当对马达定子 107 通电时，在旋转磁铁 106 上产生旋转力，而旋转轮毂 105、轴 102 及止推凸缘 103 成一体旋转。由于旋转，动压产生槽 109a、109b、110a、110b 对各个部位的油 111 施加泵压，在动压产生槽 109a、109b 的区域形成向径方向支承轴 102 的径向轴承，而在动压产生槽 110a、110b 的区域
10 形成向轴方向支承凸缘 103 的止推轴承。由此，轴 102 及凸缘 103 以非接触轴承孔 101a 及止推板 104 的方式旋转。

因为套筒 101 是由烧结金属形成，所以具有容积的 2%到 15%左右的气孔（存在于烧结体的多个小空间）。气孔有称作“组织气孔”的烧结体的内部的气孔、和称作“表面气孔”的在烧结体的表面开口的气孔。在普
15 通的烧结金属中，表面气孔与组织气孔连通。在小于大气压的压力下预先将烧结金属的套筒 101 浸渍在油中，但油可以通过气孔而穿透套筒 101。在本以往例中，通过将这样的套筒 101 由套筒罩 114 围绕，可防止油透气孔而泄漏到外部。

【专利文献 1】特开 2003—322145 号公报

- 20 在图 9 所示的以往的动压流体轴承装置的构成中，组装时需要将套筒 101 插入套筒罩 114 内的作业，且加工工时数较多。由于套筒 101 和套筒罩 114 是单独的部件，因此，部件件数多且成本高。另外，在将套筒 101 插入套筒罩 114 的工序中，如图 10 所示地将套筒 101 以倾斜的状态插入时，不能保持轴承孔 101a 的轴心和止推板 104 的面成直角。在这种状态
25 下，导致图 9 中的止推轴承或凸缘轴承的间隙变得不均匀，且不能够稳定地支承轴 102。在间隙严重不均匀的情况下，存在轴 102 接触套筒 101 的轴承孔 101a 而将轴承烧结之患。与套筒 101 的轴承孔 101a 的轴心、和安装在轴 102 上的止推凸缘 103 的对向面之间的直角精度不够理想的情况下也发生同样的问题。

- 30 在所述以往例的动压流体轴承中，如果轴 102 旋转，则由于径向动压

产生槽 109a、109b 产生从 2 到 5 气压的油压。如果由于该油压而使油流入套筒 101 的气孔中，则致使油压下降到上述的大约 70%。其结果，径向轴承的刚性也下降大约 70%。在特开 2003-22145 号公报中公开有为了防止油进入套筒 101 的气孔中而将套筒 101 整体用非透油性的被覆层覆盖的方法。由于该方法具有形成被覆层的工序，因此制造工序多，且成本高。

发明内容

本发明的目的在于提供一种动压流体轴承装置，该动压流体轴承装置，能够防止油等工作流体流出到外部，同时，能够防止径向轴承刚性的下降，且能够良好地保持止推轴承或径向轴承的轴承间隙，从而能够以稳定的非接触的方式旋转并具有烧结金属的套筒。

本发明的动压流体轴承装置，设有：具有轴承孔的套筒、以能够相对旋转的方式插入在套筒的轴承孔中的轴、设置在轴的一方端部的止推凸缘、和与止推凸缘对向设置的止推部件；在轴承孔的内周面具有作为径向轴承而发挥作用的径向动压产生槽，在止推凸缘和止推部件的各个对向面的至少任意一方上具有作为推力轴承而发挥作用的轴向动压产生槽，在轴及止推凸缘、和轴承孔及止推部件之间的间隙中具有工作流体；其特征在于：套筒是对含有从铁、铁的合金、铜、铜的合金中选择的至少 1 种材料的烧结材料进行烧结的烧结体，烧结体的气孔是相邻的气孔相互独立的独立气孔，独立气孔的大小比径向动压产生槽的峰部的宽度及高度小。

根据本发明可知，由烧结体制造的套筒的气孔为独立气孔，因此工作流体不渗入套筒中，从而不存在工作流体渗透套筒而泄漏的情况。另外，独立气孔的大小比径向动压产生槽的峰部的宽度及高度小，因此，即使在峰部存在独立气孔，也几乎不损伤径向动压产生槽的功能。

本发明的其他观点的动压流体轴承装置，设有：具有轴承孔的套筒、以能够相对旋转的方式插入在套筒的轴承孔中的轴、设置在轴的一方端部的止推凸缘、和与止推凸缘对向设置的止推部件；在轴承孔的内周面具有作为径向轴承而发挥作用的径向动压产生槽，在止推凸缘和止推部件的各个对向面的至少任意一方上具有作为推力轴承而发挥作用的轴向动压产生槽，在轴及止推凸缘、和轴承孔及止推部件之间的间隙中具有工作流体；

其特征在于：套筒是对含有从铁、铁的合金、铜、铜的合金中选择的至少 1 种材料的烧结材料进行烧结的烧结体，从烧结体成形时的成形压力、作为烧结条件的烧结温度、烧结时间及烧结材料的金属粒子的平均粒子直径的各烧结体形成条件之中至少选定 1 个，使烧结体相邻的气孔成为互相独立 5 的独立气孔，独立气孔的大小比径向动压产生槽的峰部的宽度及高度小。

根据本发明可知，从作为由烧结体制造套筒的烧结体形成条件的烧结成形压力、烧结温度、烧结时间及烧结材料的金属粒子的平均粒子直径中选定至少 1 个，使烧结体的相邻的气孔为相互独立的独立气孔，且独立气 10 孔的大小比径向动压产生槽的峰部的宽度及高度小。由此，套筒的气孔成为独立气孔，因此，工作流体不渗入套筒中，从而，不存在工作流体渗透套筒而使工作流体泄漏的情况。另外，独立气孔的大小比径向动压产生槽的峰部的宽度及高度小，因此，即使在峰部存在气孔，也几乎不损伤径向动压产生槽的功能。

15 本发明中的动压流体轴承装置的制造方法，是在动压流体轴承装置中设有：具有轴承孔的套筒、以能够相对旋转的方式插入在套筒的轴承孔中的轴、设置在轴的一方端部的止推凸缘、和与止推凸缘对向设置的止推部件；在轴承孔的内周面具有作为径向轴承而发挥作用的径向动压产生槽，在止推凸缘和止推部件的各个对向面的任意一方上具有作为推力轴承而 20 发挥作用的轴向动压产生槽，在轴及止推凸缘、和轴承孔及止推部件之间的间隙中具有工作流体；其特征在于，套筒是对含有从铁、铁的合金、铜、铜的合金中选择的至少 1 种材料的烧结材料进行烧结的烧结体，从烧结体的成形压力、作为烧结条件的烧结温度、烧结时间及烧结材料的金属粒子的平均粒子直径的各烧结体形成条件中至少选定 1 个，使烧结体的相邻的气孔成为相互独立的独立气孔，独立气孔的大小比径向动压产生槽的峰部的 25 的宽度及高度小。

根据本发明可知，在形成套筒的烧结体时的成形及烧结工序中，从烧结成形压力、烧结温度、烧结时间及烧结材料的金属粒子的平均粒子直径中选定至少 1 个，使烧结体的相邻的气孔为相互独立的独立气孔，且独立 30 气孔的大小比径向动压产生槽的峰部的宽度及高度小。由此，套筒的气孔

成为独立气孔，因此，工作流体不渗入套筒中，从而，不存在工作流体渗透套筒而泄漏的情况。另外，独立气孔的大小比径向动压产生槽的峰部的宽度及高度小，因此，即使在峰部存在气孔，也几乎不损伤径向动压产生槽的功能。

5 (发明效果)

根据本发明，在构成套筒的烧结体的外周面上存在的所有的气孔为独立气孔，因此，不存在工作流体流入套筒内的情况。从而，不存在工作流体渗透套筒而泄漏的情况。

10 所述独立气孔的大小比径向动压产生槽及轴向动压产生槽的峰部的宽度及高度小，因此，不存在这些动压产生槽由于独立气孔而严重缺欠、从而对动压产生槽的功能产生严重的影响的情况。

附图说明

15 图 1 是本发明的实施方式 1 中的具有动压流体轴承装置的主轴马达的剖面图。

图 2 是表示本实施方式 1 中的套筒的制造工序的说明图。

图 3 (a) 是具有连通的大的气孔的成形体的表面的放大图，图 3 (b) 是具有连通的小的气孔的烧结金属的表面的放大图，图 3 (c) 是具有独立气孔的烧结金属的表面的放大图。

20 图 4 是存在独立气孔的动压产生槽的局部放大图。

图 5 是本发明的实施方式 2 的动压流体轴承的剖面图。

图 6 是本发明的实施方式 2 的成形套筒的模具的主要部分的剖面图。

图 7 是本发明的实施方式 1 的成形套筒的模具的主要部分的剖面图。

图 8 是表示套筒的车床加工工序的剖面图。

25 图 9 是以往例中的具有动压流体轴承的主轴马达的剖面图。

图 10 是说明以往例中的组装状态的动压流体轴承的主要部分的剖面图。

图 11 是本发明的其他的实施方式的具有动压流体轴承装置的主轴马达的剖面图。

30 图 12 是本发明的其他的实施方式的具有动压流体轴承装置的主轴马

达的剖面图。

图中，1、40、101—套筒，1a、40a、101a—轴承孔，2、102—轴，3、103—止推凸缘，4、104—止推板，44—止推部件，5、105—旋转轮毂，6、106—旋转磁铁，7、107—马达定子，8、108—底座，9a、9b、109a、109b
5 一径向动压产生槽，10a、10b、110a、110b—轴向动压产生槽，11、111—油，12a、12b、12c—金属粉末，13a、13b、13c—气孔，14a、14b、14c—峰部，17a、17b、17c—气孔，18a、18b、18c、18d—动压产生槽，44a—凹部。

10 具体实施方式

下面，对于本发明的动压流体轴承装置的优选实施方式参照图1到图8进行说明。

(实施方式1)

下面，对本发明的实施方式1中的动压流体轴承装置参照图1到图4
15 进行说明。

图1是本发明的实施方式1的具有动压流体轴承装置的主轴马达的剖面图。在图1中，具有轴承孔1a的套筒1是由烧结了含有铁、铁合金、铜、铜合金中的至少1个的金属粉末的烧结体(也称为烧结金属)而形成，并固定在底座8上。轴2是由非烧结体的金属材料构成，且以能够旋转的方式插入在轴承孔1a中。轴2具有一体地构成的止推凸缘3，而止推凸缘3被收容在由套筒1的阶梯部1b和作为止推轴承部件的止推板4围绕的空间。止推凸缘3的下面与止推板4相对向，而上面的周边部与套筒1的阶梯部1b相对向。

在轴2的上端部2a上固定有旋转轮毂5，而在旋转轮毂5上安装有主轴
25 马达的旋转磁体6。与旋转磁铁6对向的马达定子7被安装在底座8上。在套筒1的轴承孔1a的内周面及轴2的外周面中的至少一方(图1中为轴承孔1a的内周面)上形成有在本技术领域周知的径向动压产生槽9a、9b。在与止推凸缘3的下面对向的止推板4的面上形成有第1轴向动压产生槽10a。另外，在与止推凸缘3的上面对向的套筒1的阶梯部1b的面上
30 形成有第2轴向动压产生槽10b。在包含径向动压产生槽9a、9b及轴向动

压产生槽 10a、10b 的轴 2 和套筒 1 的轴承孔 1a 之间、及止推凸缘 3 和套筒 1 之间以及止推凸缘 3 和止推板 4 之间加入有作为工作流体的油 11。

对本实施方式 1 中的动压流体轴承装置的动作参照图 1 进行说明。如果对马达定子 7 通电，则在旋转磁铁 6 上产生旋转磁场，轴 2 及止推凸缘 3 与旋转轮毂 5 一体地旋转。通过径向动压产生槽 9a、9b 及轴向动压产生槽 10a、10b，可在油 11 上产生本技术领域周知的泵压，且轴 2 及止推凸缘 3 以非接触套筒 1 及止推板 4 的方式进行旋转。即，通过径向动压产生槽 9a、9b，形成在径向方向上以非接触轴承孔 1a 的方式支承轴 2 的径向轴承，并通过径向动压产生槽 10a、10b，形成在径向方向上以非接触套筒 1 及止推板 4 的方式支承止推凸缘 3 的止推轴承。

使用图 2，对由烧结金属的材料制造套筒 1 的通常的制造工序进行说明。在图 2 中的工序 S1 中，准备金属粉末。作为烧结金属的材料铁、铁的合金、铜、铜的合金等的金属粉末（粉末体）是粒径大小通常为 0.1mm 左右且混合了从所述的铁、铁的合金、铜、铜的合金中的 1 种或多种的混合物。向金属粉末添加在工序 S2 中准备的润滑材料并均匀混合（工序 S3）。润滑材料作为在成形金属粉末时的脱模材料。通过将所混合的材料加入制成套筒 1 的形状的金属模具中，并使用压力机以规定的成形压力压缩，可成形为套筒 1 的形状而制造成形体（工序 S4）。在成形后的成形体中，金属粉末之间是以近似于点接触的状态连接着。在套筒 1 的金属模具上，也可以形成径向动压产生槽 9a、9b 及轴向动压产生槽 10b 的模子，所述径向动压产生槽 9a、9b 形成在套筒 1 的轴承孔 1a 的内周面上，所述轴向动压产生槽 10b 形成在阶梯部 1b 上。如这样，在各动压产生槽在成形的工序 S4 中，由于同时形成套筒 1，因此，效率很高。而现状是径向动压产生槽 9a、9b 及轴向动压产生槽 10b 是通过烧结套筒 1 后的机械加工而形成。

其次，将成形体加热到规定温度并烧结，制作烧结体（工序 S5）。由于加热而导致金属粉末间的接触部扩大而构成面接触，因此，成形体收缩，体积减小。其结果，烧结体密度增大，且提高了强度。伴随烧结工序的收缩导致部件精度的下降的情况居多，因此，预先做得稍微大些，根据需要进行机械加工而进行规定尺寸的精加工，由此，完成套筒 1（工序 S6）。

在对将金属粉末用模具成形而成的成形体进行烧结并得到烧结体的

工序中，存在于烧结体中的作为多个小的空间的“气孔”的状态，是随成形金属粉末时的成形压力、和加热成形体而烧结时的烧结条件，即，烧结温度及烧结时间而变化。另外，根据烧结材料的金属粒子的平均粒子直径的不同，烧结体的气孔的状态也变化。如果将成形压力及烧结温度设定得较高，将烧结时间设定得较长，则气孔变小，且最终相邻的气孔不连通而成为互相独立的“独立气孔”。越缩小金属粒子的平均粒子直径则气孔越小，气孔越小，也越容易形成独立气孔。将成形体的“成形压力”、“烧结温度”、“烧结时间”及“金属粒子的平均粒子直径”称作“烧结体形成条件”。下面，对烧结体的表面（外面）的气孔的状态参照图 3（a）、图 3（b）及图（c）进行说明。

图 3（a）是将直径为 0.1mm 左右的球状的金属粉末 12a 使用模具进行成形的成形体 30a 的局部放大图。金属粉末 12a 是相邻的金属粉末之间以大致点接触的方式连接而凝固，构成规定形状的成形体 30a。在这种状态下，由于相邻的球状的金属粉末 12a 之间存在气孔 13a，因此，各气孔 13a 是与前后左右相邻的其他的气孔相互连通。

图 3（b）是在烧结工序烧结了图 3（a）中的成形体 30a 后的烧结体 30b 的局部放大图。在烧结工序中，将成形体 30a 在规定的温度下加热规定的时间。通过适当选择加热温度及加热时间，能够形成具有大致所希望的大小的气孔。在图 3（b）中，相邻的球状的金属粉末 12b 是通过烧结工序而使得点状的接触部以变形的面连接，其结果，气孔 13b 缩小。在这种状态下，烧结体 30b 的密度是构成烧结体 30b 的材料金属的真密度的 70 到 90%。例如，在真密度为大约 8 的金属（铁或铜等）的烧结体的情况下，密度为大约 5.6~7.2。在这种状态下，相邻的气孔依然连通，而这样的密度的烧结体一般是作为含油烧结轴承使用。

图 3（c）表示比在图 3（b）的情况高的温度下（例如 800℃）经过长时间（例如 3 小时）烧结的成形体 30a 的烧结体 30c 的表面。各金属粉末 12c 严重变形为大致六角形。其结果，气孔 13c 变得极小，且相邻的气孔 13c 成为几乎不连通的状态的独立气孔。此时的烧结体 30c 的密度为超过材料金属的真密度的 90% 的值。例如，在真密度大约为 8 的金属的烧结体的情况下，其密度为 7.3 以上。通过烧结使烧结体的密度接近材料金属的

真密度，这样，气孔几乎是独立的气孔。在用这样的烧结体制造的套筒 1 中，几乎所有的气孔成独立气孔。一般，越高加热温度且增加加热时间，气孔越小，最终，烧结体成为与金属块相同的状态，其密度也变得与材料金属的真密度几乎相同。在用于使烧结体的气孔成为独立气孔而对金属粉末的平均粒子直径的选定、及烧结温度及烧结时间的设定的组合上没有限制。根据烧结金属的材料金属的不同，气孔的状态也变化。

在本发明中，通过根据所使用的材料金属而对各烧结形成条件中的至少 1 个条件进行变化、同时进行试制，可将气孔形成为独立气孔，同时，如参照图 4 详细地说明的那样，可选定烧结体形成条件，使独立气孔的大小比径向动压产生槽 9a、9b 的峰部的宽度 (W) 及深度 (D) 小。如果套筒 1 的气孔全部为独立气孔，则不存在油渗透套筒 1 而泄漏到外部的情况，因此，如图 9 中所示的以往例那样，不需要用套筒罩 114 覆盖套筒 101 的外周，而能够以简单的构成实现可靠性高的动压流体轴承。

图 4 是表示套筒 1 的轴承孔 1a 的内周面的局部放大剖面图的例子，在内周面形成有峰部 14a、14b 及 14c、和动压产生槽 18a、18b、18c 及 18d。动压产生槽 18a~18d 的宽度及峰部 14a~14c 的宽度 W 都大约为 0.2mm，深度 D 大约为 0.01mm。如图 4 所示的宽度 W 和深度 D 的尺寸与实际尺寸不成比例。

如图 4 中的左端的峰部 14a，是比宽度 W 大的气孔 17a 存在于峰部 14a 的局部中的例子。由于该气孔 17a，动压产生槽 18a 和 18b 是连续的具有大的宽度 ($3 \times W$) 的槽，在该气孔 17a 的附近，不能充分发挥该功能。

图 4 中的中央的峰部 14b，是左右的宽度比峰部 14b 的宽度 W 小，但深度深的气孔 17b 存在的例子。在这种情况下，油进入气孔 17b 中，该局部的轴承刚性较低。

图 4 中的右端的峰部 14c 是宽度远小于宽度 W，且深度比深度 D 浅的气孔 17c 存在的例子。在这种情况下，动压产生槽 18c、18d 几乎不受气孔 17c 的影响。从以上点可知，如果独立气孔的大小比形成动压产生槽 18a~18d 的峰部的宽度 W 小而且比深度 D 浅，则几乎不破坏动压产生槽 18a~18d 的功能。该图 4 中的右端的峰部 14c 为本发明的实施方式。

作为得到独立气孔的其他的方法，知道的有在烧结工序之后，在烧结

体上进行完成工序的方法。在完成工序中，将结束了烧结工序的烧结体的套筒1放入具有与制造所述成形体时的模具大致相似的形状且各部位的尺寸小稍许的另外的模具中进行加压。通过加压，金属粉末12a变形而相互紧贴，因此气孔变小。另外，在烧结工序之后，也可以通过加压机对套筒1的表面实施施加压力的精压加工、或对表面加压的同时进行修整加工等的冷轧塑性加工。能够通过这些冷轧塑性加工将套筒1的表面的气孔压坏而形成独立气孔，但与本实施方式中的方法相比，加工工序多，且制造成本高。在成形套筒1时，也可以在成形用的模具内边加压边进行加热。以缩小金属粉末的粒径、或以使用混合了2种类以上的粒径的金属粉末的烧结材料，尽量缩小烧结前的成形体的气孔的大小也是有效的。也有虽然成本高，但通过在金属粉末的表面进行特殊的涂覆处理而保持气孔气密性的方法。进而，也可以通过对整个套筒1实施镀层，可作为改进防锈或耐磨损性并将气孔13制成独立气孔14的辅助方法。

根据如上所述的本发明的实施方式1中的动压流体轴承装置，由于用烧结金属形成套筒1，因此，成本低，生产性高。套筒1的动压产生槽是通过另外工序的滚轧工序形成。

在以往的烧结金属中，由于存在连通的气孔，故在用这样的烧结金属制造套筒时，油会渗透套筒而泄漏。由于本实施方式中的烧结金属的气孔为独立气孔，因此，油不渗透套筒，从而不泄漏到外部。

所述独立气孔的大小比动压产生槽的宽度及深度要小，因此，即使在形成动压产生槽的峰部存在气孔的情况下，也不会影响动压产生槽的功能。由此，将能够实现低成本且高可靠性的动压流体轴承装置。

(实施方式2)

对本发明的实施方式2中的动压流体轴承装置参照图5、图6及图7进行说明。图5是实施方式2的动压流体轴承装置的剖面图。在图中，具有轴承孔40a的套筒40是圆筒状的烧结体，在轴承孔40a的内周面上，形成有通过冷轧塑性加工法（滚轧法）等形成的径向动压产生槽9a、9b。在套筒40的图中的下端面上，形成有轴向动压产生槽10b。套筒40具有与上述实施方式1中的套筒1相同的独立气孔。

构成止推轴承部的止推部件44是由烧结金属或非烧结金属的金属材

料制成的盘状的部件，且在中央部具有圆形的凹部 44a。凹部 44a 的直径和深度被制成可保持微小间隙收容安装在轴 2 的下端部的止推凸缘 3 的尺寸。在凹部 44a 的底面上形成有动压产生槽 10c。在用烧结金属制造止推部件 44 时，由具有与套筒 40 相同的独立气孔的烧结体构成。

- 5 轴 2 具有与所述实施方式 1 相同的构成，以使下端部的止推凸缘 3 与所述轴向动压产生槽 10b 对向的方式将轴 2 插入到轴承孔 40a 中，并将止推部件 44 安装在套筒 40 上。通过轴向动压产生槽 10b 及 10c、和止推凸缘 3，形成止推轴承部。

- 10 通过在本实施方式 2 中的动压流体轴承装置上安装与如图 1 所示的相同的轮毂 5 及底座 8 等而构成主轴马达。

本实施方式 2 中的套筒 40 是筒状的简单的形状，因此，与所述实施方式 1 的套筒 1 相比，具有烧结后的各部位的尺寸精度高的特征。下面，将套筒 40 和套筒 1 的各个成形工序进行对比，说明能够使套筒 40 的尺寸精度比套筒 1 高的理由。

- 15 套筒 40 是烧结体，因此，在烧结工序中稍微有收缩。收缩量是根据成形体的密度分布的不均匀、烧结工序中温度上升时温度分布的不均匀、烧结温度的不一致等的不同而变化。为提高烧结体的尺寸精度，需要提高模具的精度，同时，尽量使成形体的密度分布均匀。成形体的密度分布是成形体的形状越简单越容易变得均匀。

- 20 对将烧结材料的金属粉末放入金属模具加压并得到套筒的成形体的工序参照图 6 及图 7 进行说明。图 6 是成形本实施方式 2 中的套筒 40 的模具 50 的主要部分的剖面图、图 7 是成形所述实施方式 1 中的套筒 1 的模具 52 的主要部分的剖面图。

- 25 在图 6 中，在圆筒状的外形模具 21 中，与外形模具 21 保持同心固定有棒状的内形模具 20。外形模具 21 的内径是对应于如图 5 所示的套筒 40 的外径，而内径模具 20 的外径是对应于轴承孔 40a 的内径。在外形模具 21 内设置有上模具 22 和下模具 23，且制成分别能够在箭头 22a、23a 的方向上在外形模具 21 内移动。图中的尺寸 L 是由该模具 50 而得到的成形体的厚度，且对应于图 5 中的套筒 40 的长度 L。尺寸 3L 表示上模具 22 和下模具 23 打开时的间隔。
- 30

将从如图 2 所示的工序 S3 中所得到的烧结材料填充到打开尺寸 3L 的间隔的上模具 22 和下模具 23 之间。在填充时，取下上模具 22 或下模具 23 中的任何一方。其次，将上模具 22 向箭头 22a 的方向移动，同时，将下模具 23 向箭头 23a 的方向移动。即，将上模具 22 和下模具 23 向各自的方向一同只移动相同距离并压缩烧结材料。通过移动上模具 22 及下模具 23 直到尺寸 L 的间隔而得到成形体 19a。图 6 表示完成了成形，其模具 22、23 分别返回到各自位置的状态。通过在成形体 19a 上在作为另外的工序的滚轧工序中形成与如图 5 所示的套筒 40 相同的径向动压产生槽 9a 及 9b、轴向动压产生槽 10b 而完成套筒 40。

10 在图 6 所示的成形工序中，将放入尺寸 3L 的上模具 22 和下模具 23 之间的烧结材料压缩成形为厚度 L 的环状的成形体 19a。即，成形为简单的形状的环状，因此，在所得到的成形体 19a 的局部的密度变化上能够得到极均匀的密度分布。另外，在制造多个成形体 19a 时的各成形体的每个的密度差也比较小。

15 成形体 19a 的孔 19b 的轴心和下面 19c 所成的角，从直角的偏离（以下，称为直角度）取决于内形模具 20 的轴心与下模具 23 的加压面 23a 之间的直角度、和下模具 23 与内形模具 20 之间的间隙的大小及下模具 23 与外形模具 21 之间的间隙的大小。内形模具 20、外形模具 21、上模具 22 及下模具 23 都为简单的形状，因此，能够设定所述各间隙为最佳的值使之具有所希望的精度。从而，也能够将所述的孔 19b 的轴心和下面 19c 之间的直角度设为所希望的值。由此，能够得到具有所希望的高精度的成形体 19a。

25 在图 6 中的成形工序中，将上模具 22 和下模具 23 一同移动，但在固定下模具 23 而只将上模具 22 如箭头 22 所示地移动时，用上模具 22 施压的烧结材料内的压力分布、和位于下模具 23 上的烧结材料内的压力分布不同。即，假设为施加在上模具 22 的压力分散到内形模具 20 和外形模具 21 中并传达到下模具 23 上，如果在成形过程中从上模具 22 向成形体 19a 加力，则所加的力与从下模具 23 向成形体 19a 施加的力不相同。因而，在成形体 19a 的上面 19d 和下面 19c 之间产生密度差。如果这样，烧结上
30 面 19d 和下面 19c 之间密度不同的成形体 19a，则存在缩小密度低的部分，

且发生变形。从而，使用固定上模具 22 和下模具 23 中的任何一方而将另一方移动的成形法，不能得到具有所希望的精度的套筒 40。在本实施方式 2 中，通过一同移动上模具 22 和下模具 23 而成形，能够得到具有所希望的精度的套筒 40。

- 5 参照图 7 对所述实施方式 1 中的成形套筒 1 的模具进行说明。套筒 1 具有阶梯部 1b 及 1c，因此，模具 52 的下模具 33 具有独立移动的外模具 33a、内模具 33b 及中模具 33c。其他的构成与如图 6 所示的相同。

在成形工序中，打开模具 52 的上模具 22、和下模具 33 的外模具 33a、内模具 33b 及中模具 33c 之间有尺寸 3L（省略图示），并用烧结材料填充该空间。其次，将上模具 22、外模具 33a、内模具 33a 及中模具 33c 都向各个箭头 22a 和 33e 的方向共同只移动相同距离而压缩烧结材料。将烧结材料压缩到尺寸 L 的厚度后，将内模具 33b 及中模具 33c 进而向箭头 33e 的方向移动而进行压缩，使成形体 29a 的中央部 29b 的尺寸为 M。其结果，能够得到成形体 29a。成形体 29a，其中央部 29b 的密度比外周部 29c 的密度大。另外，中央部 29b 的下面和上面密度不同。其原因是由于在成形中央部 29b 时，以上模具 22 静止的状态将内模具 33b 向箭头 33e 的方向移动而压缩中央部 29b 的缘故。如果这样，烧结在各部位密度不均匀的成形体 29a，则由密度不均匀引起变形。因而，为了由烧结成形体 29a 的烧结体得到各部位的尺寸具有所希望的值的套筒 1，进行如图 8 所示的例如用车床加工。即，将烧结体 29d 固定在车床的气动卡盘 45 上，用刀具 46 将轴承孔 47 切削为所希望的尺寸。最好将烧结体 29d 鉴于上述切削加工而做得稍微大些。从以上的成形工序的比较可知，本实施方式 2 中的套筒 40 由于烧结后的尺寸精度高，所以精加工简单，其结果可降低成本。

25 还有，在上述的实施方式中，对具有带有凸缘的旋转轴的动压流体轴承进行了说明，但本发明也能够适用于具有无凸缘的旋转轴的动压流体轴承装置。在如图 11 所示的具有无凸缘的旋转轴的动压流体轴承中，轴向动压槽形成在止推部件上。在如图 12 所示的具有无凸缘的旋转轴的动压流体轴承中，轴向动压槽是形成在旋转轴的端部。

（工业上的可利用性）

30 本发明可以利用在低成本及具有高可靠性的主轴马达上。

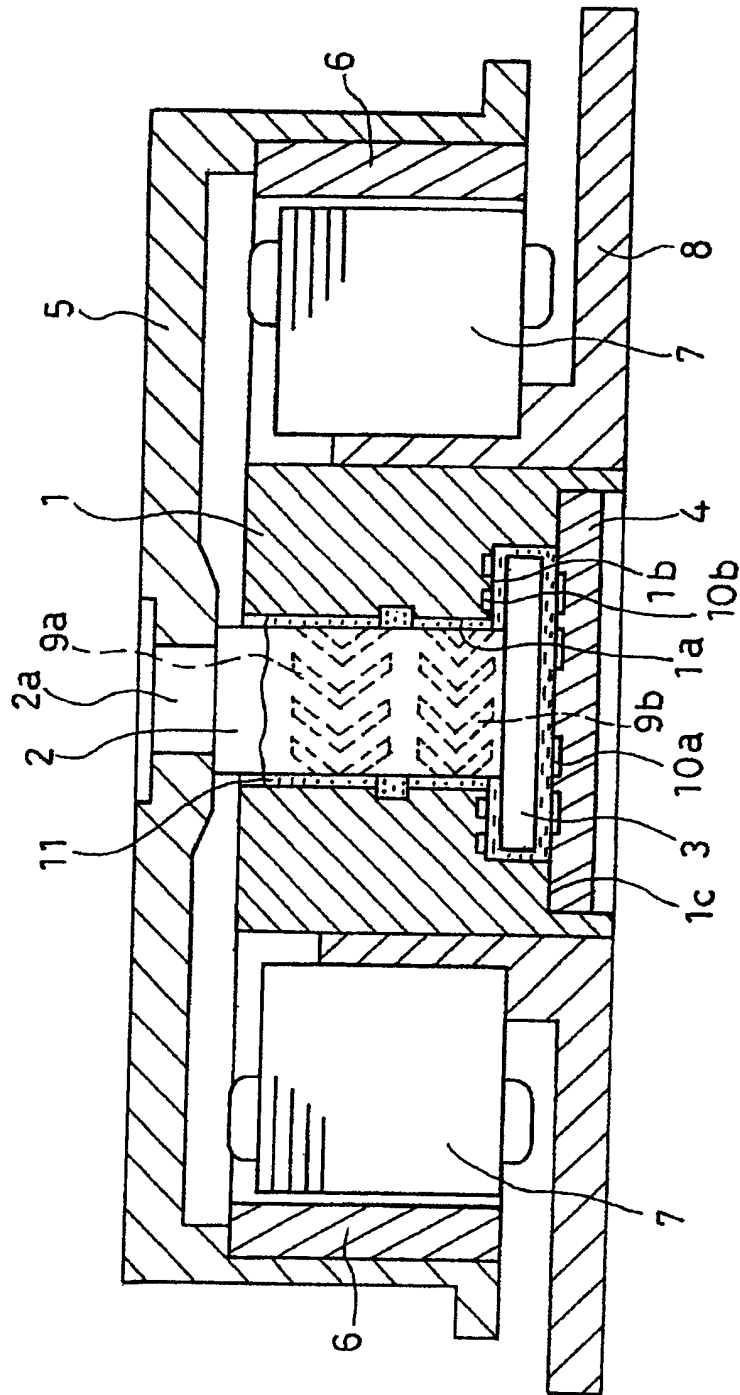


图 1

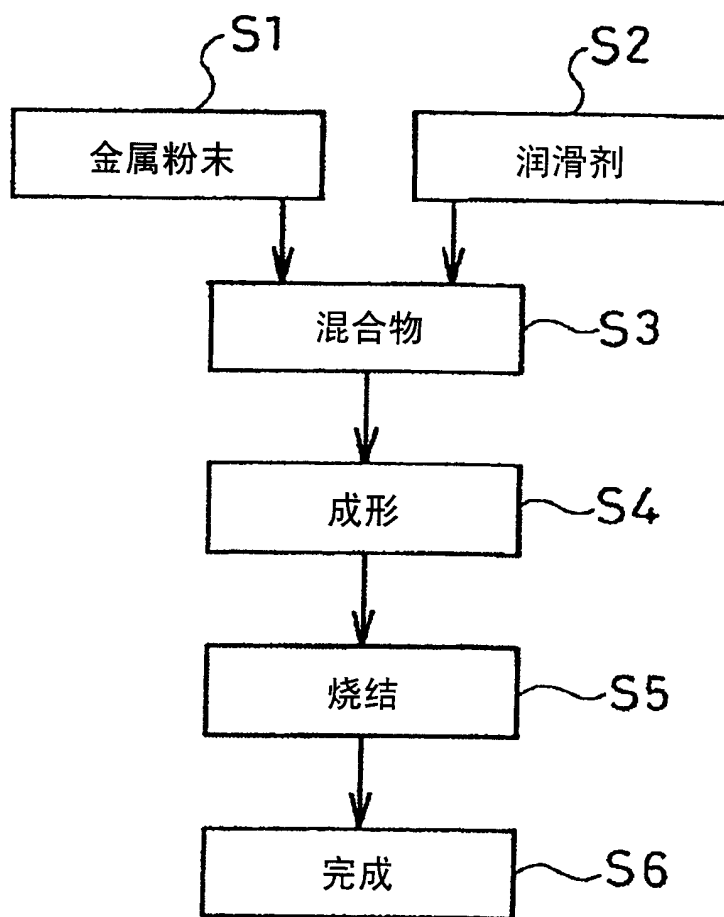


图 2

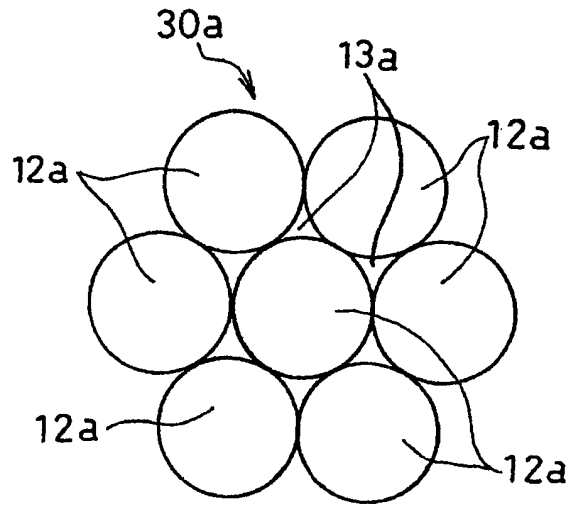


图 3(a)

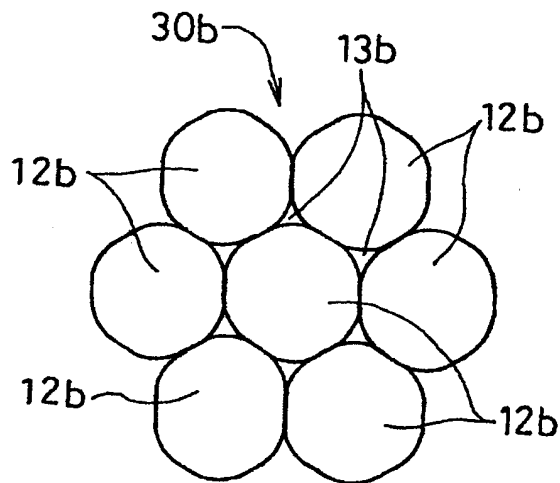


图 3(b)

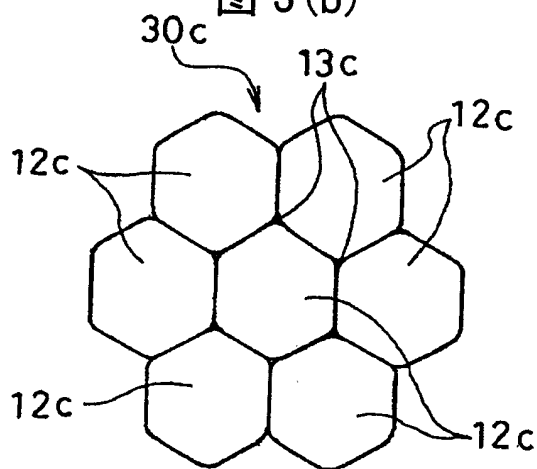


图 3(c)

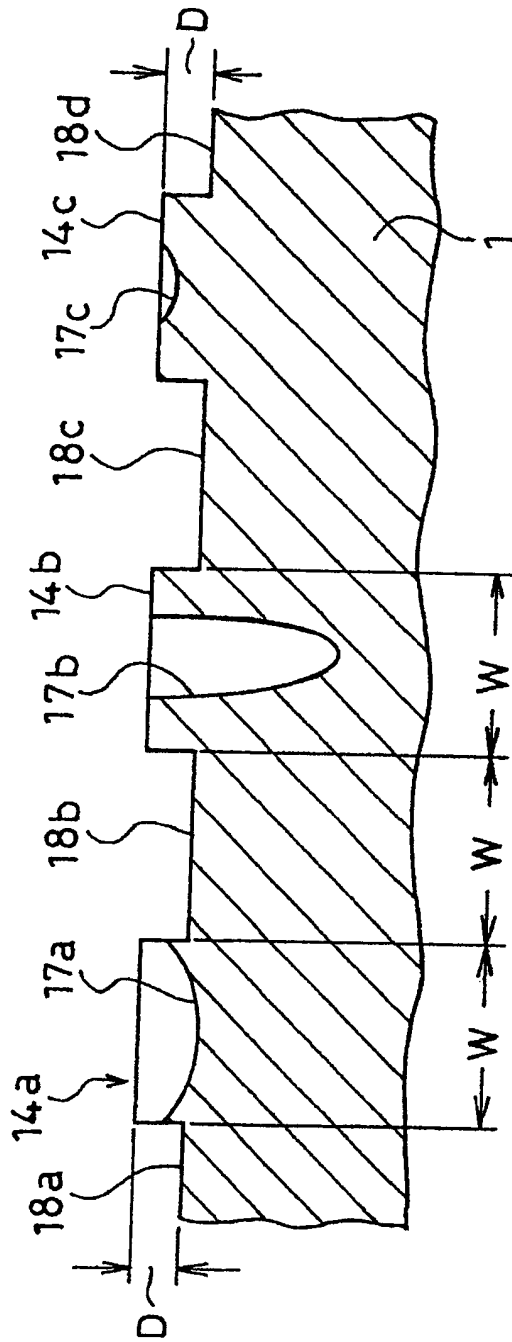


图 4

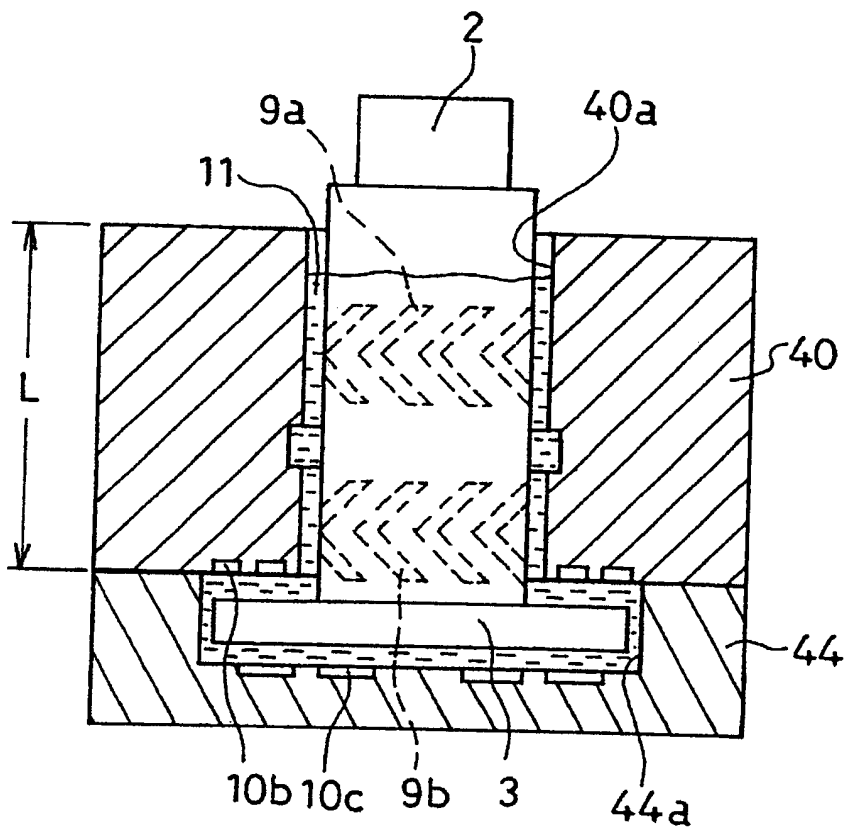


图 5

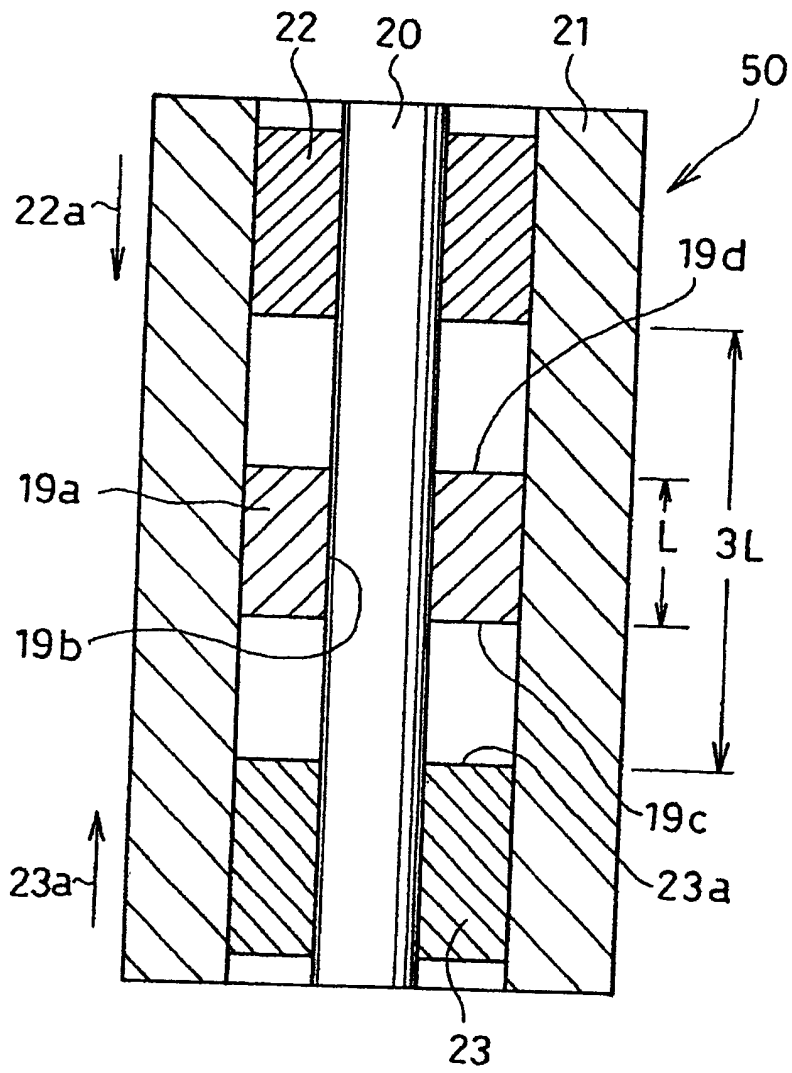


图 6

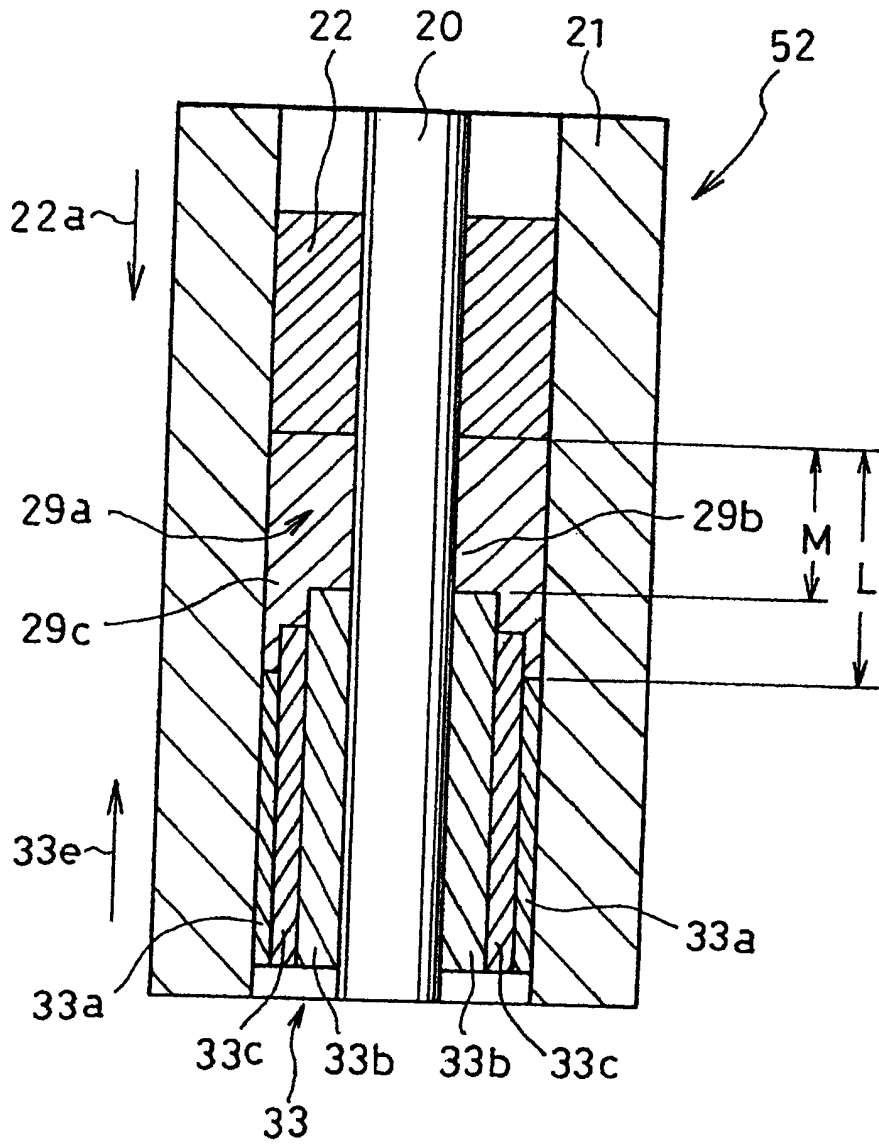


图 7

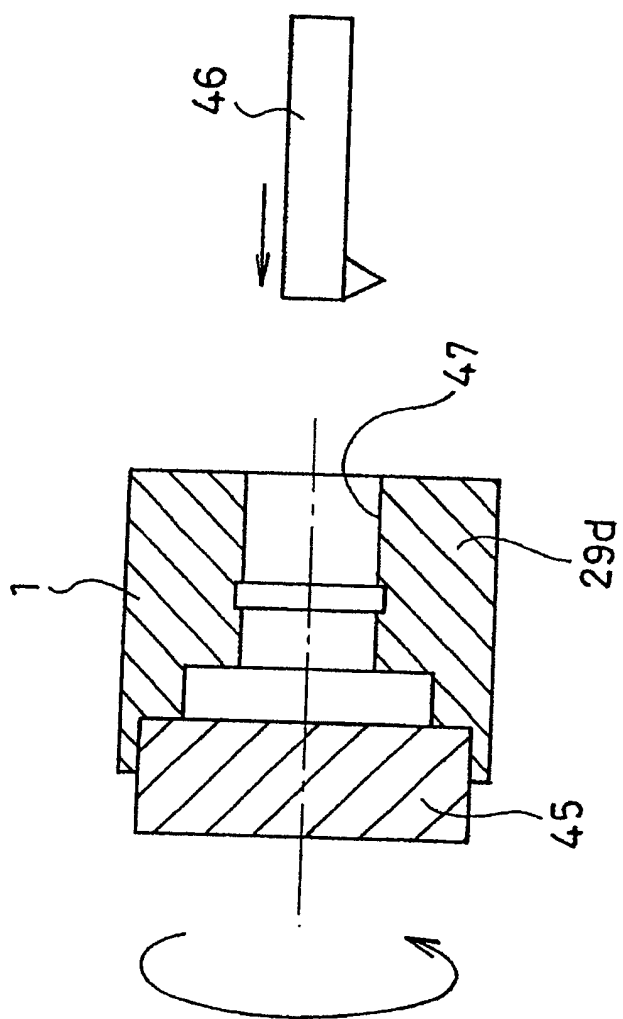


图 8

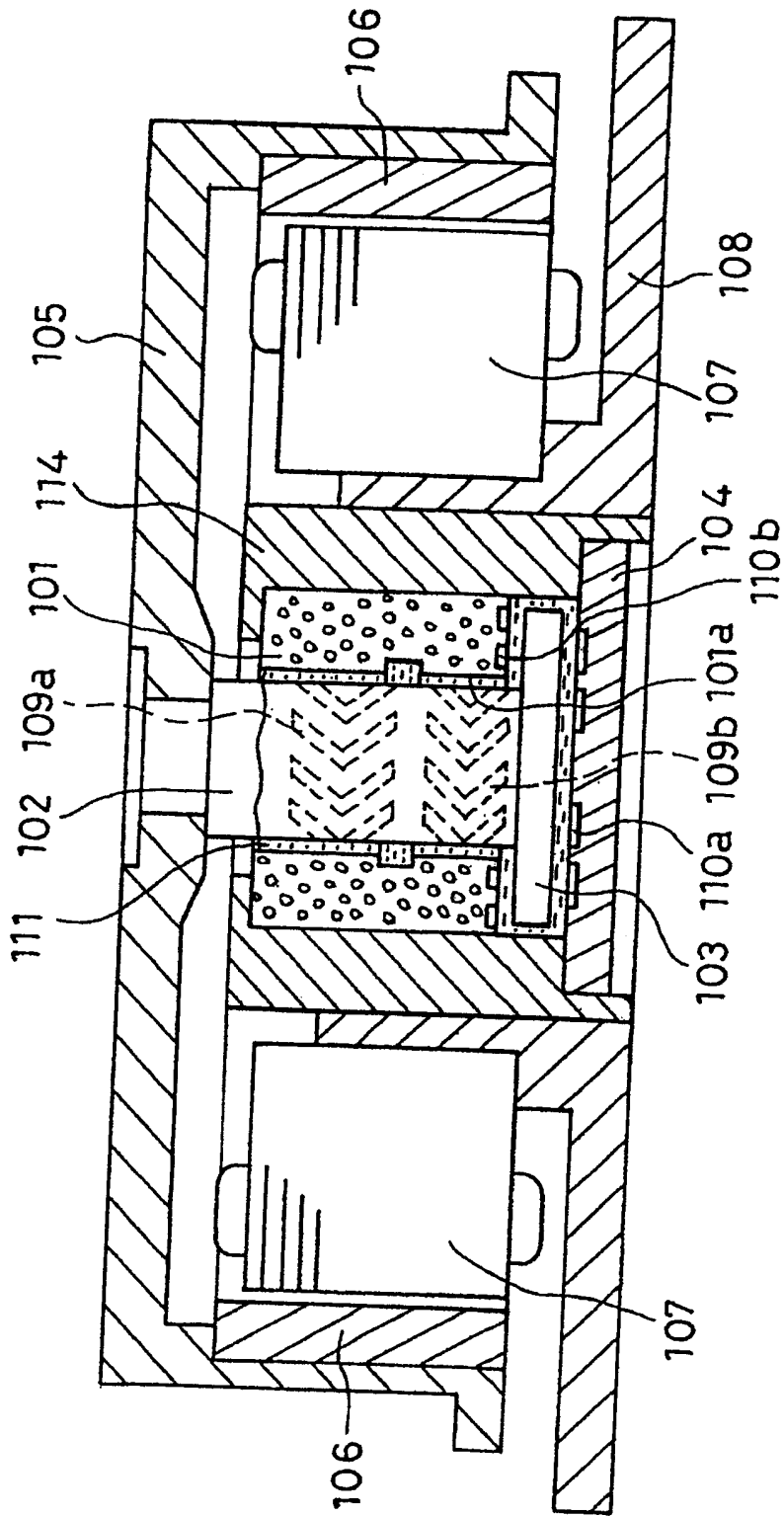


图 9

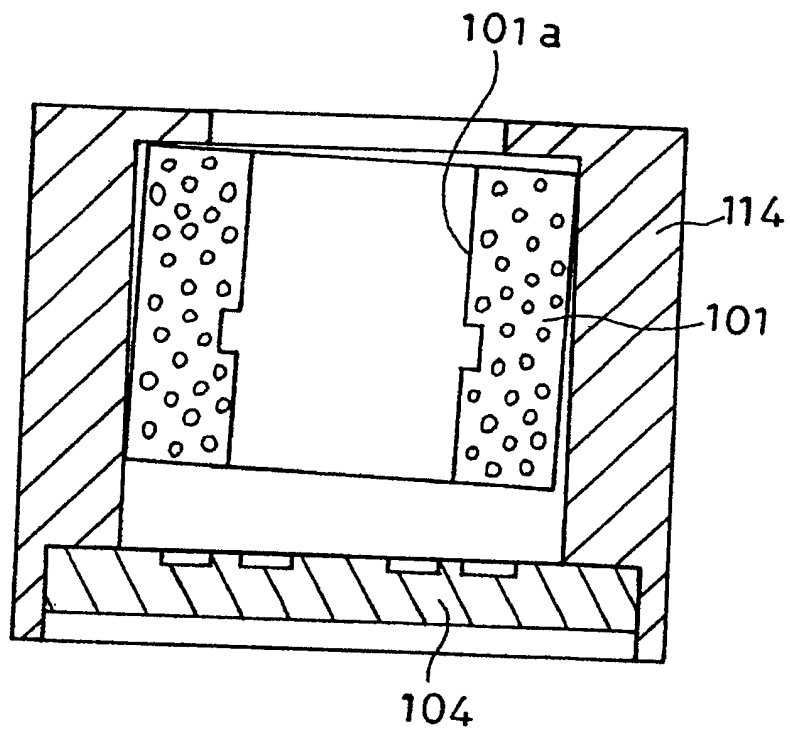


图 10

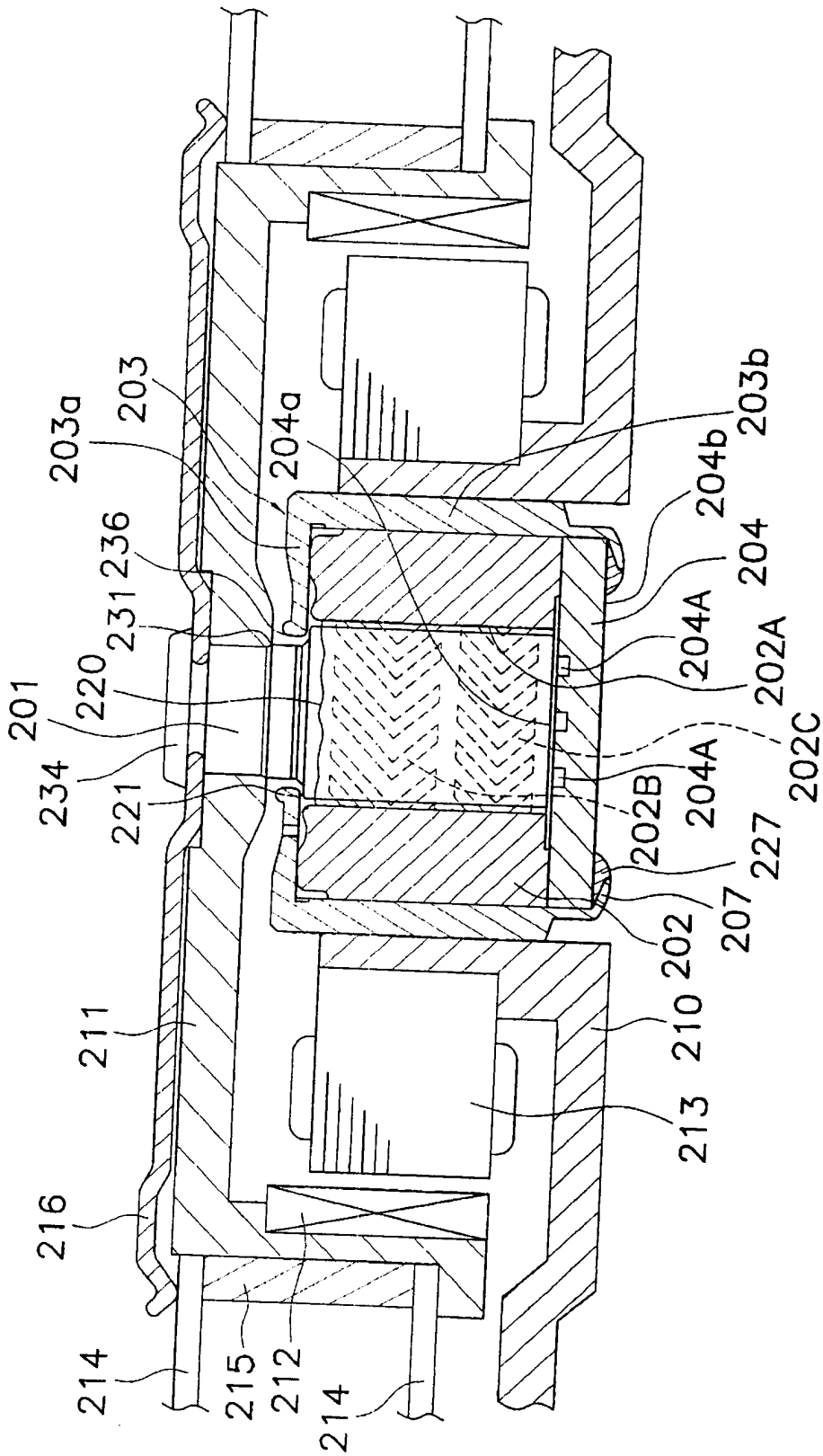


图 11

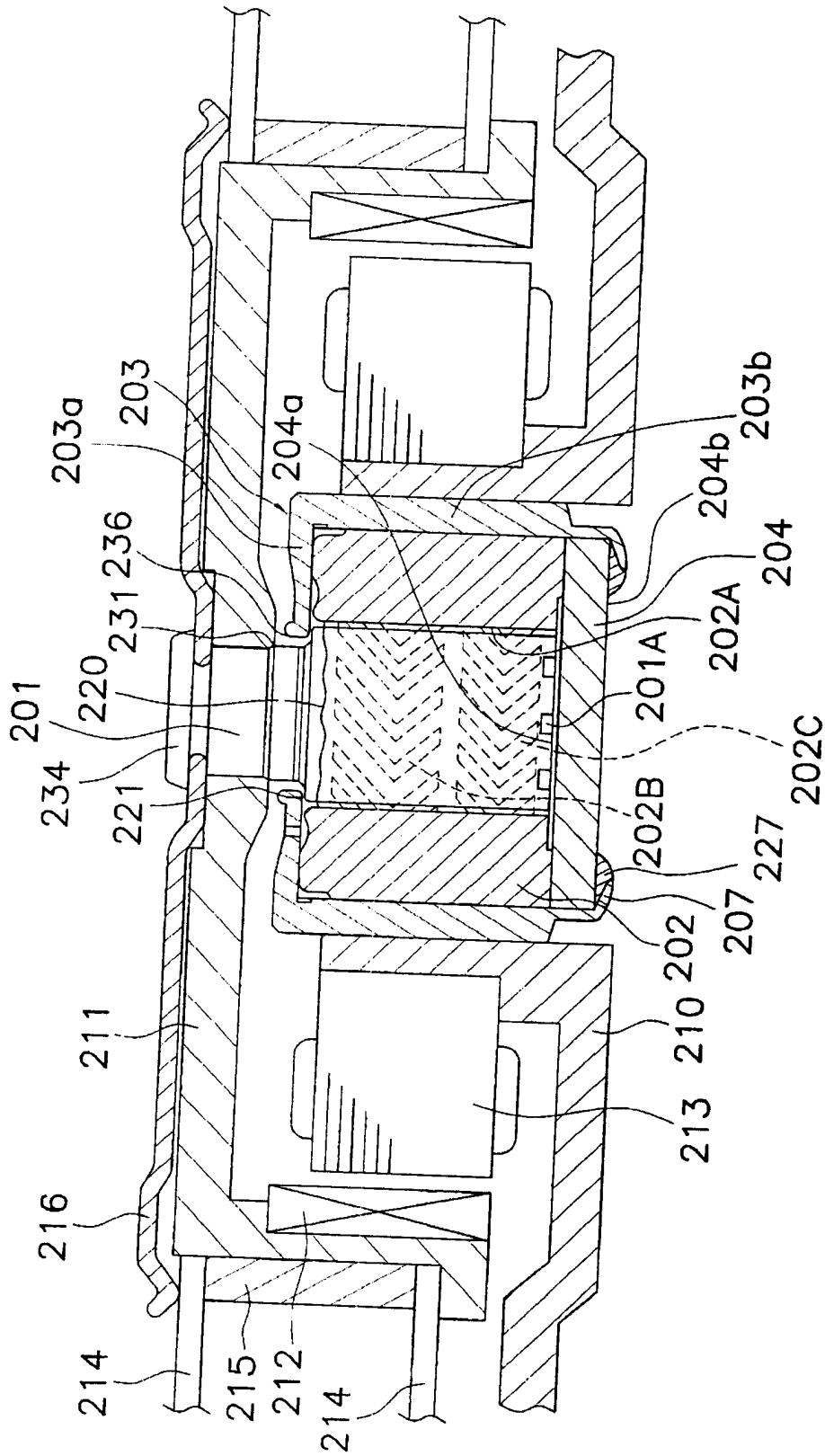


图 12