



[12] 发明专利申请公开说明书

[11] CN 87 1 02163 A

[43] 公开日 1987 年 10 月 21 日

(21) 申请号 87 1 02163

(22) 申请日 87.2.15

(30) 优先权

(32) 86.4.8 (33) JP (31) 79259/86

(32) 86.6.3 (33) JP (31) 127184/86

(71) 申请人 株式会社荏原综合研究所

地址 日本神奈川县藤沢市

(72) 发明人 瀧渊庄太郎 木村芳一 佐佐木胜美

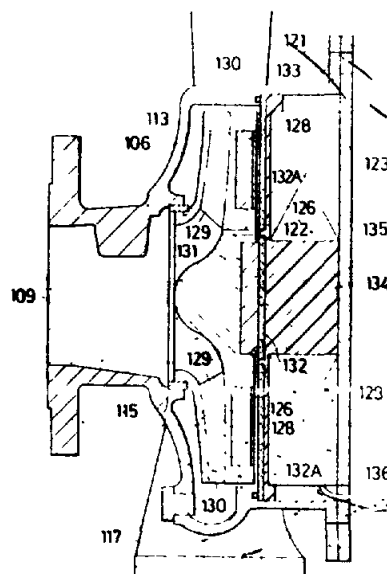
(74) 专利代理机构 中国专利代理有限公司

代理人 黄力行

(54) 发明名称 泵

(57) 摘要

一种泵,其中包括一个具有磁铁或次级绕组导体的叶轮。该叶轮在定子线圈磁场作用下直接驱动旋转。泵壳内叶轮借助若干个陶瓷支承件紧贴泵壳旋转,一个支承件在其滑动表面上有若干个螺旋槽。所述的若干陶瓷支承件构成一个动压支承部件。



1. 一种泵, 其中包括一个具有一个出口和进口的泵壳, 一个具有旋转轴并配置在泵壳中的叶轮, 一个配置在叶轮上的驱动力接受部件, 若干个安装在泵壳中的将驱动力传递给驱动力接受部件的定子线圈, 一个安装在泵壳上的将叶轮与定子线圈隔开的分离部件, 一个与叶轮一端固接并与叶轮旋转轴成一垂直平面的第一元件和一个安装在泵壳中与第一元件相对并且平行的第二固定元件, 第一元件和第二元件相对的平面相互紧靠配置并且其中一个平面上具有螺旋槽, 第一元件和第二元件均由陶瓷材料制成。

2. 根据权利要求1所述的泵, 其特征是所述的陶瓷材料是从由 α -s i c、 β -s i c、 $A l_2 O_3$ 和 $S i_3 N_4$ 组成的族中选择的烧结体。

3. 根据权利要求1所述的泵, 其特征是所述的螺旋槽由喷丸方法制成。

4. 根据权利要求1所述的泵, 其特征是第一元件固接于面向分离部件的叶轮后端的中央部分, 并在平表面上具有螺旋槽。

5. 根据权利要求1所述的泵, 其特征是第一元件固接于叶轮前端的中央部分, 叶轮的后端面向分离部件并且第二元件在其平表面上具有螺旋槽。

6. 根据权利要求4所述的泵, 其特征是叶轮在沿其旋转轴有一中心通孔, 第一元件是一个环形平板并且与该中心通孔同轴地固定到叶轮上。

7. 根据权利要求4所述的泵, 其特征是第一元件是一个圆形平板并且与叶轮旋转轴同轴地固定到叶轮上。

8 . 根据权利要求5所述的泵,其特征是第一元件是一个环形平板,第二元件是一个与第一元件形状相同的环形平板并且安装在泵壳的进口区。

9 . 根据权利要求8所述的泵,其特征是该泵再包括一个与叶轮后端中央部分固定连接并与叶轮旋转轴成一垂直平面的第三元件和一个安装在泵壳中与第三元件相对并且平行的第四固定元件,第三和第四元件均由陶瓷材料制成。

10 . 根据权利要求6所述的泵,其特征是驱动力接收部件是一个围绕第一元件安装在叶轮后端外层的环形永久磁铁。

11 . 根据权利要求7所述的泵,其特征是驱动力接受部件是一个围绕第一元件安装在叶轮后端外层的环形次级绕组导体。

12 . 根据权利要求9所述的泵,其特征是驱动力接受部件是一个围绕第三元件安装在叶轮后端外层的环形永久磁铁。

13 . 根据权利要求9所述的泵,其特征是第三和第四元件在其相对的表面上沿叶轮旋转轴线方向各有一个槽,一个小球配置在两个槽构成的空间内。

14 . 根据权利要求10所述的泵,其特征是一个环形陶瓷薄板盖住环形永久磁铁的整个外表面,一个环形铁板附着在环形永久磁铁的整个背表面。

15 . 根据权利要求12所述的泵,其特征是一个环形陶瓷薄板盖住环形永久磁铁的整个外表面,一个环形铁板附着在环形永久磁铁的整个背表面。

16 . 根据权利要求11所述的泵,其特征是一个环形陶瓷薄板盖住环形次级绕组导体的整个外表面。

17. 根据权利要求13所述的泵，其特征是所述的小球的直径大于所述空间的直径，以便第三和第四元件相对的表面彼此分开。

18. 根据权利要求13所述的泵，其特征是所述的小球的直径小于所述空间的直径，第三和第四元件的平表面彼此紧靠，第三和第四元件相对的平表面中的一个平表面具有螺旋槽。

19. 根据权利要求14所述的泵，其特征是第二元件是一个陶瓷薄板，该陶瓷薄板通过合成树脂盖住位于叶端相对一端的定子线圈，并且安装在泵壳上，以便密封定子线圈不与液体接触并将定子线圈和叶轮分开。

20. 根据权利要求15所述的泵，其特征是定子线圈在其与叶轮相对的一端由一个陶瓷薄板盖住，第四元件通过合成树脂安装在泵壳上，该陶瓷薄板、合成树脂和第四元件密封定子线圈不与液体接触并将定子线圈和叶轮分开。

21. 根据权利要求16所述的泵，其特征是定子线圈在其与叶轮相对的一端由一个陶瓷薄板盖住，第二元件通过合成树脂安装在泵壳上，陶瓷薄板、合成树脂和第二元件密封定子线圈不与液体接触并且将定子线圈与叶轮分开。

泵

本发明一般地说是涉及一种泵，该泵包括一个叶轮，叶轮中装有一块磁铁或次级绕组导体，并且由定子线圈磁场直接驱动旋转。本发明更具体地说是涉及这样一种包括一个叶轮的泵的发明，该叶轮在一个壳体内借助于陶瓷支承件紧贴泵壳旋转，一个支承件在其滑动表面上具有螺旋槽。

正象日本专利 No. 49—129106 所揭示的，在一个传统的泵中，定子线圈直接驱动一个具有磁铁或次级绕组导体的叶轮。

图 1 是上述传统泵的纵剖视图。图中，泵壳 6 内的叶轮 13 在其后端与旋转轴 12 垂直地安装了一个环形永久磁铁 16。为了防止与壳体 6 内的液体接触，环形永久磁铁的表面涂覆合成树脂（未示出）。壳体 6 的后端部由后端板 20 密闭，定子线圈 23 和支承叶轮 13 的后轴承安装在后端板上。为了防止接触液体，定子线圈 23 覆盖一层塑料膜 27。当叶轮 13 静止时，由于磁铁 16 的磁力吸引，叶轮 13 朝后端板 20 方向偏移。当叶轮 13 旋转时，一般情况下，由于输出压力的作用，叶轮 13 被推向壳体 6 的前端。因此设置轴承 24 和 25，以便承受径向载荷和推力载荷。图 1 所示的叶轮 13 称谓开式叶轮，具有合适的结构输送含有固体颗粒，例如含有晶体的液体。

图 1 所示的传统泵中，可以在叶轮 13 中安装一个次级绕组导体代替永久磁铁 16。在这种情况下，定子线圈 23 这样缠绕，当交流电通过定子线圈 23 时，产生旋转磁场。

图 2 表示另一种传统的泵。在这个实施例中，马达 1 有一个旋转轴 2，铁磁轭 3 与旋转轴 2 的自由端固定连接，一个环形永久磁铁 4 安装在铁磁轭上。在该磁铁 4 的周边方向相等的距离中，N 和 S 极交

替磁化。电机1下部的托架5通过一个非磁性的隔板7，由螺栓和螺母8固定安装在泵壳6上。若干个支承件10径向分布在泵壳6的吸入口9中，支承件10之间形成吸入通道。轴套11置于支承件10的中央，与电机1的旋转轴2同轴布置的泵的旋转轴12安装在轴套11上。一个具有凸缘、与叶轮13中心孔压配合的金属支承套14与旋转轴12相配。为了密封叶轮13吸入口的外表面和泵壳6内表面之间的间隙，在泵壳6的吸入口压入一个衬圈15。

在叶轮13的上部，径向交替地安装N和S不同极性的永久磁铁16，借助于隔板7，与电机1的环形永久磁铁4相对。

当驱动电机1时，旋转轴2与磁轭3和环形永久磁铁4一起旋转，环形永久磁铁4产生的磁力拖动叶轮13的永久磁铁16，因此，叶轮13围绕泵轴12旋转。这样，液体由泵壳6的吸入口9吸入，然后吸入叶轮。受压的液体由泵壳6的出口21排出。一部分受压液体在叶轮13上部和隔板7之间流向中心区，通过平衡孔22回到叶轮13的低压侧，达到泵轴向推力平衡的目的。

在上述的泵中，电机1的旋转轴2与泵旋转轴12是分离的，因此，不需要专门的密封装置。由于隔板7的作用，泵侧中的液体与电机侧也是分离的。因此，这种形式的泵可用于输送强酸性液体、强碱性液体、巨毒性液体或者不能泄漏的液体。反过来，又可以使用这种泵在食品、药品、软饮料、半导体等生产过程中避免被输送的液体与外界的污物混合。

但是事实上，图1和图2所示的传统的泵中，轴承接触并支承叶轮，这样，叶轮旋转时，轴承部件产生磨损的粉末。图2所示的传统的泵中，驱动侧环形永久磁铁4与叶轮13的永久磁铁16之间的磁

隙增加，因此，不可能获得大排量的泵。此外，在这些传统的泵中，当泵长时间停止运转时，由于永久磁铁的吸力作用，轴承材料常产生塑性变形，而且再次驱动泵时，或是根本不能起动，或是需要很大的起动扭矩。另外，在这些传统的泵中，由于叶轮的旋转轴被支承在轴承上，或者叶轮通过轴承可旋转地支承在轴上，所以传统的叶轮需要一个沿叶轮轴线方向具有一定长度的旋转轴。因此，叶轮的长度及由此而产生的泵在轴线方向上的宽度受到限制，结构不可能紧凑。

为了解决上述问题和克服现有技术的缺点，本发明的目的是提供一个在其轴线方向具有磁隙并能减少起动扭矩的泵，该泵在工作中推力支承功率损失小；避免在支承部分产生磨损粉末；能有效地散掉定子线圈产生的热；液体在泵壳中停留时间短；具有较大的排量并且结构简单紧凑。

按照本发明的一个目的所提供的一种泵，其中包括一个有进口与出口的泵壳，一个安装在泵壳中的具有旋转轴的叶轮，一个配置于叶轮上的驱动力接受部件，若干个安装在泵壳中的将驱动力传递给驱动力接受部件的定子线圈，一个装在泵壳上的将叶轮与定子线圈隔离的分离部件。该泵还包括一个与叶轮一端固接并与叶轮旋转轴线成一垂直平面的第一元件和一个安装在泵壳中与第一元件相对并且平行的第二固定元件，第一元件和第二元件相对的平面相互紧靠并且其中一个平面上具有螺旋槽，第一元件和第二元件均由陶瓷材料制成。

在本发明的一个最佳实施例中，陶瓷材料是从由 α -SiC、 β -SiC、 Al_2O_3 和 Si_3N_4 组成的族中选择的烧结体。螺旋槽是用喷丸的方法制成的。

在本发明所选择的另一个最佳实施例中，第一元件固接于面向分

离部件的叶轮后端的中央部分，并且在平表面上具有螺旋槽，或者第一元件固接于叶轮前端的中央部分，叶轮的后端面向分离部件并且第二元件在其平面上具有螺旋槽。

在本发明所选择的又一个最佳实施例中，第一元件是一个环形平板，第二元件是一个与第一元件形状相同的环形平板并且安装在泵壳的进口区。该泵还包括一个与叶轮后端固定连接并与叶轮旋转轴线成一垂直平面的第三元件和一个安装在泵壳中的与第三元件相对并且平行的第四固定元件，第三元件和第四元件均由陶瓷材料制造。

叶轮在沿其旋转轴线上有一中心通孔，第一元件是一个环形平板并且与该中心通孔同轴地与叶轮固定连接。第一元件是一个圆形平板并且与叶轮旋转轴线同轴地与叶轮固定连接。

驱动力接受部件是一个围绕第一元件安装在叶轮后端外层的永久磁铁。

本发明的其他的、更进一步的的目的、特点和优点从下文参照具体实施例并结合相应的附图的说明中更为清楚明了。

图 1 是一个传统泵的纵剖视图；

图 2 是另一个传统泵的纵剖视图；

图 3 是本发明的一个具体实施例的纵剖视图；

图 4 是图 3 所示泵的一个构成旋转滑动表面的圆板端面视图；

图 5 是图 3 所示泵的叶轮端面视图；

图 6 是本发明另一个具体实施例的纵剖视图；

图 7 是图 6 所示泵的支承部分纵剖视图；

图 8 是图 6 所示泵的一个支承平板的端面视图；

图 9 是本发明又一个具体实施例的纵剖视图；

图 10 是安装在图 9 所示泵的叶轮上的圆板顶视图。

现在参看附图，在所有不同的附图中，相同的参考序号指示同样的或者相应的零件。图 3 是本发明所述的泵的一个具体实施例。

在图 3 中，泵壳 106 中配置一个叶轮 113，环形永久磁铁 128 与旋转轴线相垂直地安装在叶轮 113 的后端部表面上。为了保护磁铁 128，其表面粘着一块环形陶瓷防护薄板 126。在环形永久磁铁 128 中，在其周边方向上不同的磁极等距离地交替排列。参考序号 129 和 130 分别表示叶轮的叶片和流道。

一个陶瓷圆形平板 131 安装在叶轮 113 的后端中心构成一个支承部分。由常压烧结方法生产的碳化硅烧结体制成的圆板 131 形成一个旋转滑动表面。陶瓷圆板的旋转滑动表面加工的非常光滑，例如 $R_{\max} \leq 3 \mu\text{m}$ 或者研磨加工，然后，用喷丸的方法加工出大约 $3 \sim 50 \mu\text{m}$ 深的螺旋槽。

参考序号 109、115、117、121、和 122 分别表示进口，与泵壳 106 压配合的衬环，支座，出口和叶轮 113 的平衡孔。

后盖 135 的法兰凸缘与泵壳 106 后部开口端的法兰凸缘用螺栓和螺母（未示出）紧固，以便密封泵壳 106 后部开口端。并且定子线圈 123 径向地安装在与环形永久磁铁 128 相对应的后盖 135 的内表面上。为了不接触泵壳 106 中的液体，利用合成树脂 134 复盖和密封定子线圈 123 的前面。一个用与陶瓷圆板 131 相同的材料制成的陶瓷支承板 132 紧附在合成树脂 134 上。该板 132 以定子线圈 123 为基准，以中心定位，与圆板 131 相对并紧靠在其上面。陶瓷支承板 132 的表面用与加工陶瓷圆板 131 相同的方法

法制作的，非常光滑，并且形成一个与陶瓷圆板 1 3 1 滑动表面相应的滑动表面，一个紧粘在合成树脂 1 3 4 上的环形陶瓷板 1 3 2 A 与环形永久磁铁 1 2 8 相对配置并与其形成一定的间隙，用以防止液体中的固体颗粒或者液体的剪切力磨损复盖定子线圈 1 2 3 的合成树脂 1 3 4 的表面。环形陶瓷板 1 3 2 A 可以用与陶瓷圆板 1 3 1 相同的材料制成。考虑到环形陶瓷板 1 3 2 A 由合成树脂 1 3 4 和定子线圈 1 2 3 所支承并且作为一个耐磨件紧附在合成树脂 1 3 4 上，因此，环形陶瓷板 1 3 2 A 可以做成比陶瓷支承板 1 3 2 薄，这样可以减少磁隙。

为了在陶磁板 1 3 2 A 和泵壳 1 0 6 之间接触面上密封泵壳 1 0 6 中的液体，在泵壳 1 0 6 的内表面加工一个环形槽以便配置一个 O 形密封圈 1 3 3。定子线圈 1 2 3 通过电线 1 3 6 与电源（未示出）相接。为了检测环形永久磁铁 1 2 8 的极性，陶瓷板 1 3 2 A 的表面后部连接一个电路元件（hole element，未示出），被检测出的极性送至控制装置（未示出）。通过控制装置控制定子线圈 1 2 3，可以使叶轮 1 1 3 在最佳工况下旋转。

图 4 所示是图 3 所示陶瓷圆板 1 3 1 的旋转滑动表面。在陶瓷圆板 1 3 1 的旋转滑动表面上制出许多螺旋槽 1 3 8，槽深为 $3 \sim 50 \mu\text{m}$ 。螺旋槽 1 3 8 之间为凸脊或纹间表面 1 3 9。该陶瓷圆板 1 3 1 的中央制成一个与各螺旋槽 1 3 8 相通的凹入部分 1 4 0。

陶瓷圆板 1 3 1 是根据下述方法加工的，首先如上所述，将陶瓷圆板 1 3 1 的滑动表面加工的非常光滑，例如研磨至 $R_{\text{max}} \leq 3 \mu\text{m}$ 左右，其次，用与纹间表面 1 3 9 形状相一致的塑料或金属膜片复盖该光滑表面，然后用喷丸的方法在已复盖塑料或金属膜片的滑动表面

上制成螺旋槽 1 3 8，螺旋槽 1 3 8 的形状可以是一般式样。

图 4 所示的箭头 1 4 1 指示叶轮 1 1 3 的旋转方向。当叶轮 1 1 3 旋转时，液体吸入陶瓷圆板 1 3 1 的旋转滑动表面和陶瓷支承板 1 3 2 的滑动表面之间，旋转的叶轮靠向泵壳 1 0 6。因此，叶轮 1 1 3 在旋转期间，实质上被陶瓷圆板 1 3 1 和陶瓷支承板 1 3 2 之间的液膜支承。所以当叶轮 1 1 3 旋转时，叶轮 1 1 3 的陶瓷圆板 1 3 1 并不直接与静止侧的陶瓷支承板 1 3 2 接触。

图 5 是叶轮 1 1 3 吸入口侧的视图。叶轮 1 1 3 是通常所说的封闭式叶轮，其内部沿径向设有液体流道 1 3 0。在这个例子中，环形永久磁铁 1 2 8 中有六个等距离排列磁化的磁极，通常，在环形永久磁铁 1 2 8 中可以赋予许多个磁极。多个限定液体流道 1 3 0 的叶片 1 2 9 朝外侧的方向上加宽，但是，这种结构不是必不可少的。图 5 中的序号 1 4 2 是用虚线表示的图 3 所示的叶轮 1 1 3。

图 6 所示是本发明的泵的另一个具体实施例，这个实施例包括一个枢轴支承部件和一个动压支承部件，下文将详细加以阐述。这个实施例中，泵壳 2 0 6 和后壳 2 3 5 用螺栓和螺母 2 0 8 相互连接，泵壳 2 0 6 中装有一个叶轮 2 1 3。

用不锈钢板制成的后壳 2 3 5 具有周边为环形向后伸出的空间。在该空间内以相等的间隔经向配置若干磁芯 2 4 2，每个磁芯在其前面具有缩小的凸出部分 2 4 2 A。若干个定子线圈 2 4 5 围绕凸出部分 2 4 2 A 并沿其整个长度缠绕，图 6 中仅表示出一部分。磁芯 2 4 2 的前端和定子线圈 2 4 5 由环形陶瓷防护板 2 3 7 保护。在后壳 2 3 5 的中央，表面中心具有半球形槽 2 5 1 的硬陶瓷支承板 2 4 7 借助于合成树脂 2 5 4 固定。合成树脂 2 5 4 也应用于定子线圈 2 4 5、环

形陶瓷防护板 2 3 7 与定子线圈 2 4 5 之间、以及后壳 2 3 5 的凸缘部分 2 5 5 的内表面。

实际上，陶瓷支承板 2 4 7 和陶瓷防护板 2 3 7 与磁芯 2 4 2 和定子线圈 2 4 5 一起用下述的方法固定在后壳 2 3 5 上。这就是：首先，事先在定子磁芯 2 4 2 上绕上定子线圈 2 4 5，然后用螺钉或类似的方法安装在后壳 2 3 5 上；其次，具有半球槽 2 5 1 的陶瓷支承板 2 4 7，陶瓷防护板 2 3 7 以及与磁芯 2 4 2 和定子线圈 2 4 5 连成一体的后壳 2 3 5 放置到注射模压装置中的金属模具中；然后将融化的合成树脂 2 5 4 注射到金属模具中并在模具中固化。在这个例子中，合成树脂不仅流进陶瓷支承板 2 4 7 和后壳 2 3 5 之间的空间，而且也流进陶瓷防护板 2 3 7 和定子线圈 2 4 5 之间的空间，流进定子线圈本身，并且流到后壳 2 3 5 的凸缘部分 2 5 5 的内表面。所以，泵壳 2 0 6 中的液体仅仅接触陶瓷元件和后壳 2 3 5 的合成树脂。

一个环形硬陶瓷支承板 2 4 9 粘接固定在泵壳 2 0 6 吸入口 2 0 9 后部的内壁上，并且与泵壳 2 0 6 的轴线形成一个垂直平面，一个环形硬陶瓷端板 2 5 0 与环形硬陶瓷支承板 2 4 9 的表面相对地固定安装在叶轮 2 1 3 的前端。环形硬陶瓷支承板 2 4 9 和环形硬陶瓷端板 2 5 0 相对的两个表面应用与图 3 实施例中相同的方法加工的非常光滑，环形硬陶瓷支承板 2 4 9 也应用与图 3 实施例中相同的方法加工出螺旋槽。环形硬陶瓷支承板 2 4 9 和环形硬陶瓷端板 2 5 0 组成一组支承部件。

叶轮 2 1 3 的后端部安装一个环形永久磁铁 2 4 3。为了增加磁效应，在环形永久磁铁 2 4 3 和叶轮 2 1 3 之间配置一块环形薄铁板 2 4 4。为了保护磁铁，一个环形陶瓷防护板 2 2 6 粘接在环形永久

磁铁 2 4 3 的表面上。叶轮 2 1 3 是由合成树脂，例如氟代树脂或聚丙烯树脂制成，叶轮 2 1 3 的后端中央部分安装一个硬陶瓷后端板 2 4 8。陶瓷后端板 2 4 8 的后表面中心有一个半球形的槽 2 5 2，与该槽相对，在其前表面中心有一凸台 2 5 3，以增加由于形成半球槽 2 5 2 而消弱的陶瓷后端板 2 4 8 的强度。在这个实施例中，在轴线方向上陶瓷后端板 2 4 8 后表面向后凸出的量大于陶瓷防护板 2 2 6 的后表面向后凸出的量。因此，陶瓷支承板 2 4 7 和陶瓷端板 2 4 8 之间的间隙小于陶瓷防护板 2 2 6 和 2 3 7 之间的间隙。

陶瓷支承板 2 4 7 和陶瓷端板 2 4 8 的半球形槽 2 5 1 和 2 5 2 沿叶轮 2 1 3 的旋转轴线定位，以便实际上构成一个球形空间。一个直径比球形空间稍大的硬陶瓷小球 2 4 6 配置在球形空间内。由于陶瓷支承板 2 4 7 起支承作用，陶瓷端板 2 4 8 和陶瓷小球 2 4 6 构成枢轴支承部件。陶瓷支承板 2 4 7 和陶瓷端板 2 4 8 的相对的表面利用与图 3 所示的实施例中加工陶瓷支承板相同的方法加工，使其表面非常光滑。

在图 6 中叶轮 2 1 3 的陶瓷前端板 2 5 0 前表面和叶轮 2 1 3 的陶瓷后端板 2 4 8 的后表面之间的宽度小于陶瓷前支承板 2 4 9 表面和陶瓷后支承板 2 4 7 表面之间的宽度。定子线圈 2 4 5 通过电线 2 3 6 与电源（未示出）相连。由于陶瓷防护板 2 3 7 由合成树脂 2 5 4 加固，所以陶瓷防护板 2 3 7 的厚度可以减小。当泵壳 2 0 6 和后壳 2 3 5 用螺栓和螺母连接时，后壳 2 3 5 的凸缘部分 2 5 5 内表面上的合成树脂 2 4 5 恰当地密封其接触面。此外泵壳 2 0 6 和后壳 2 3 5 之间的接触面也可以用 O 形环或粘接剂密封。

图 7 是陶瓷支承板 2 4 7 和陶瓷端板 2 4 8 的半球形槽 2 5 1 和

2 5 2 以及配置在由半球形槽 2 5 1 和 2 5 2 组成球形空间中的陶瓷小球 2 4 6 的纵剖视图。如图 7 所示，陶瓷小球具有准确的球形形状，但是半球槽 2 5 1 和 2 5 2 组成的球形空间在纵向剖面内稍具椭圆形。实际上，如图 7 所示，当陶瓷小球 2 4 6 与陶瓷支承板 2 4 7 和陶瓷端板 2 4 8 的半球槽 2 5 1 和 2 5 2 的底部接触时，陶瓷支承板 2 4 9 和位于泵壳 2 0 6 吸入口 2 0 9 的陶瓷端板 2 5 0 之间的平均间隙为 $0.1 \sim 0.3 \text{ mm}$ 。

接着，当定子线圈 2 4 5 接通电源，叶轮 2 1 3 在低速下依靠磁力吸向定子线圈 2 4 5，叶轮 2 1 3 在其后端由包括陶瓷小球 2 4 6、陶瓷支承板 2 4 7 和陶瓷端板 2 4 8 组成的枢轴支承部件支承。下一步，当叶轮 2 1 3 的转速增加时，产生了泵送压力，这样，在该背压作用下，叶轮被推向吸入口 2 0 9。再下一步，陶瓷支承板 2 4 9 和陶瓷端板 2 5 0 之间的间隙减小，叶轮 2 1 3 在与泵壳 2 0 6 极接近处在由陶瓷支承板 2 4 9 和陶瓷端板 2 5 0 组成的动压支承部件上旋转。由此，在这个动压支承部件上产生了动压，甚至很大的推力载荷作用到动压支承部件时，在陶瓷支承板 2 4 9 和陶瓷端板 2 5 0 之间都可以形成液膜。因此，在叶轮 2 1 3 正常转动期间，叶轮 2 1 3 的陶瓷端板 2 5 0 不与泵壳 2 0 6 的陶瓷支承板 2 4 9 直接接触。由上所述，的确可以理解为叶轮 2 1 3 的推力载荷的支承取决于其旋转速度，例如，低速区时，由枢轴支承部件支承；正常转速时，由动力支承部件支承。叶轮 2 1 3 的径向载荷由磁力和陶瓷小球 2 4 6 承受。

当泵的输出压力低时，由于磁力总是将叶轮 2 1 3 吸向定子线圈 2 4 5，叶轮 2 1 3 后端部和定子线圈 2 4 5 之间的枢轴支承部件应该改换为动压支承部件，如图 3 实施例所示。在这个改进装置中，陶瓷小

球246的直径应比由半球形槽251和252组成的球形空间直径稍小，并且或是陶瓷支承板247，或是陶瓷端板248围绕其半球形槽251或252利用与上文已经叙述过的相同的方法制成螺旋槽。在这个实施例中，陶瓷小球246仅仅支承叶轮213的径向载荷，而由陶瓷支承板247和陶瓷端板248组成的动压支承部件承受叶轮213的推力载荷。

图8是安装在泵壳206吸入口的陶瓷支承板249开槽表面的视图，箭头256表示叶轮213的正常旋转方向。当叶轮213在正常速度下旋转时，推力载荷加到泵壳206的前端，陶瓷端板250与陶瓷支承板249紧密地接触。然后，泵壳206中的液体经螺旋槽238从周边流到中心区。由于最内部的纹间表面239A使流道变窄，因此在这个滑动表面上产生了动压。

图9是本发明所示的泵的又一个具体实施例。该立式泵包括一个具有吸入口309和出口321的泵壳306，一个由合成树脂材料制成的配置于泵壳206内部的叶轮313和一个安装在泵壳306上的上壳体335。

上壳体335中安装有若干个磁芯342，若干个定子线圈323缠绕在相应的磁芯342上。一个大的陶瓷圆板332盖住定子线圈323和磁芯342的下端，并且利用合成树脂354粘接到上壳体335以及定子线圈323和磁芯342的下端。

叶轮313的上部安装一个环形永久磁铁343，环形永久磁铁343上部装有一块环形薄铁板344。叶轮313沿其旋转轴线有一个平衡孔332，一个环形陶瓷圆板331同轴地固定在具有平衡孔322的叶轮313的上端中央。如图10所示，环形陶瓷圆板

3 3 1 具有上文所述那些实施例相同的方法制成的螺旋槽。环形陶瓷圆板 3 3 1 在其上部中心处有一圆形平面 3 3 9，以便在螺旋槽区域产生动压。

在这个实施例中，由于沿叶轮 3 1 3 的轴线备有平衡孔 3 2 2，作用到叶轮 3 1 3 的背压与进口 3 0 9 的压力相平衡，这样就消除了叶轮 3 1 3 中心区的背压。由此，当推力载荷作用到叶轮 3 1 3 时，叶轮 3 1 3 被压向定子线圈 3 2 3。在这个实施例中，没有承受径向载荷的支承。大陶瓷圆板 3 3 2 和定子线圈 3 2 3 之间使用了合成树脂 3 5 4，所以大陶瓷圆板 3 3 2 的厚度可以减小。序号 1 0 0 指示了一个安装在泵壳 3 0 6 中用以支承大环形陶瓷圆板 3 3 2 的环形支承件。

在本发明的最佳实施例中，如果安装在叶轮中的永久磁铁的极数为四，定子线圈的极数最好为五或六。如果叶轮的永久磁铁极数为六，如图 6 所示，定子线圈的极数最好为六至八。

在本发明的最佳实施例中，用以制造支承板或其他元件的陶瓷材料是 α -s i c、 β -s i c、 $A l_2 O_3$ 、 $S i_3 N_4$ 或类似的材料。

从上述本发明的泵的说明中，确实清楚地了解到：为了产生动压，在叶轮的陶瓷端板和泵壳陶瓷支承板相对的两个表面当中的一个表面上，利用喷丸的方法制成螺旋槽，并且陶瓷端板和陶瓷支承板构成一个动压支承部件。当叶轮旋转并且在推力或自身重量的作用下被压向动压支承部件方向时，借助螺旋槽，在两个支承元件之间形成液膜。所以，在动压支承部件上，叶轮不直接接触泵壳。此外，在支承部件和泵其他部分应用的陶瓷元件具备优良的性能，例如对各种液体的抗腐蚀性、耐磨性等等。

例如，一个动压支承部件中，一对硬陶瓷圆板的直径为86 mm，其中一个圆板用喷丸的方法制出螺旋槽。水下常温状态中，如果转数为2000 r/min，这个支承部件可承受大于一吨的推力载荷，但是这种形式的泵通常产生的推力载荷小于50公斤力，因此，这种支承部件足以承受泵产生的推力载荷，动力损失相当小。

图6所示的泵中，杂质（固体）很难进入叶轮和定子线圈之间。但是，即使进入叶轮和定子线圈之间，由于端板、叶轮防护板、支承板和定子线圈侧的防护板均由硬陶瓷制成，该泵也极其耐用。此外，甚至陶瓷防护板破碎，由于合成树脂支承陶瓷防护板，液体也不可能泄漏，元件不会腐蚀。

图6所示的泵中，当泵起动时，叶轮由枢轴支承部件的小球支承，这样所需的起动力矩相当小。当输送含有粘性物质或胶性物质时，这个特点是非常有益的。此外，由于定子线圈通过薄陶瓷防护板与液体接触，定子线圈和磁芯产生的热随着高热幅射效应迅速地散放到液体中。

而且，在本发明的泵中，由于泵壳中液体空间很小，泵的内部清理很容易进行。并且使泵适于输送易变质的液体，因为液体不需在泵中停留较长的时间，以防变质。

此外，由于定子线圈的磁场由磁芯通过薄陶瓷防护板作用到叶轮的永久磁铁，因此可获得大的转矩。

图6所示泵的起动或者停止的操作中，仅仅是泵压低的情况下，枢轴支承部件才产生固体接触。但是，由于枢轴支承部件中相对转速小，实质上不可能产生磨损。在正常工作速度下，叶轮由动压支承部件支承。因此，甚至泵中产生磨损粉末时，被泵送的液体也不可能污

染。

本发明的立式泵中，由于叶轮绕立轴转动，叶轮重量起推力载荷的作用，所以，径向载荷大大减小。在这种情况下，为了支承推力载荷，动压支承部件在支承作用上有较大的贮备，这种载荷分配是更可取的。

本发明的最佳实施例中，虽然叶轮中配置了永久磁铁，但也可以配置环形次级绕组导体。由于定子线圈旋转磁场的作用，所配置的定子线圈的六至八个磁极使次级绕组导体产生感应电流，因此，产生了叶轮的转矩。在这个实施例中，不存在永久磁铁的吸力且叶轮的起动转矩非常小。这样，就可以仅仅根据泵的背压来考虑动压支承部件的设计。

虽然结合相关的附图以最佳实施例叙述了本发明，但是人们很容易理解：那些熟知本专业的人员所做的任何改进和变化均属于本发明的思想和范围。

图 1

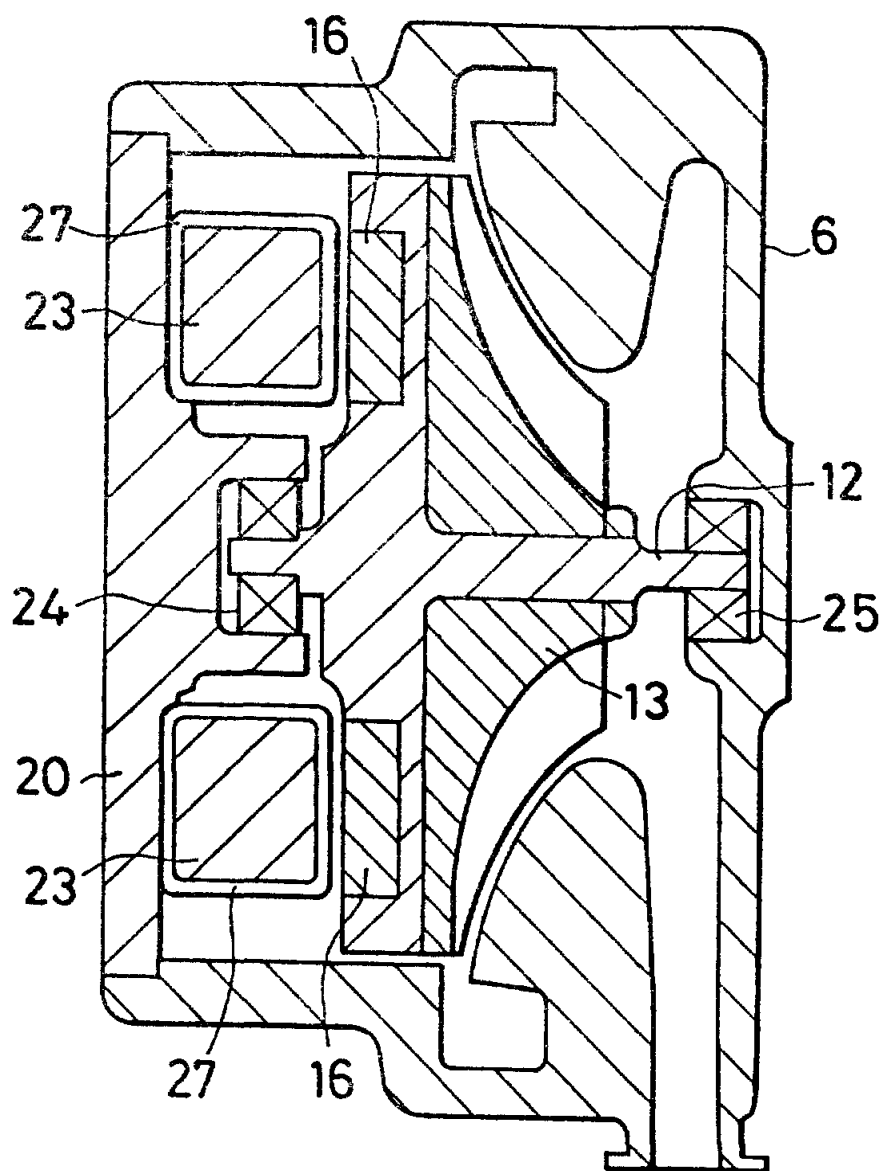


图 2

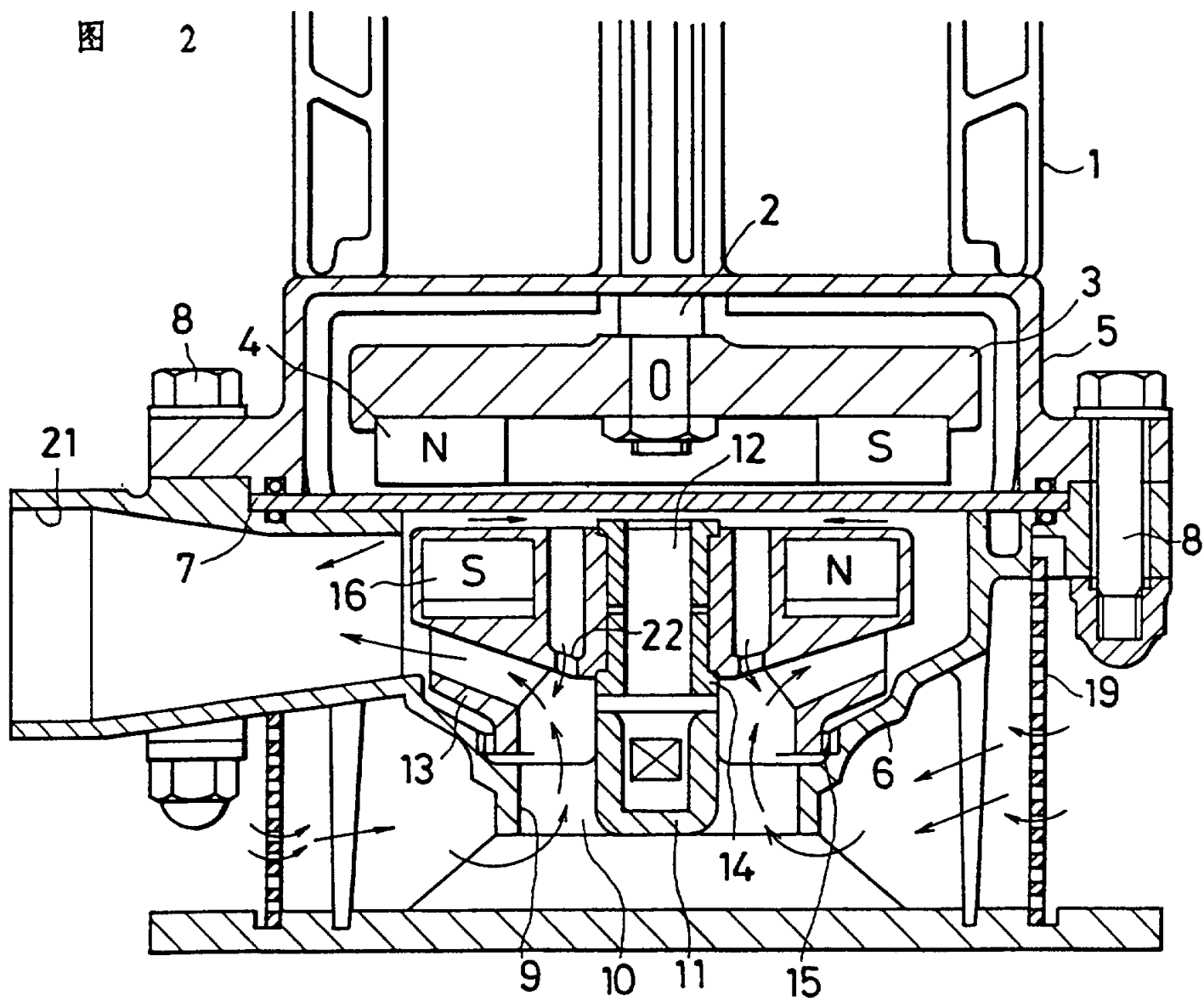


图 3

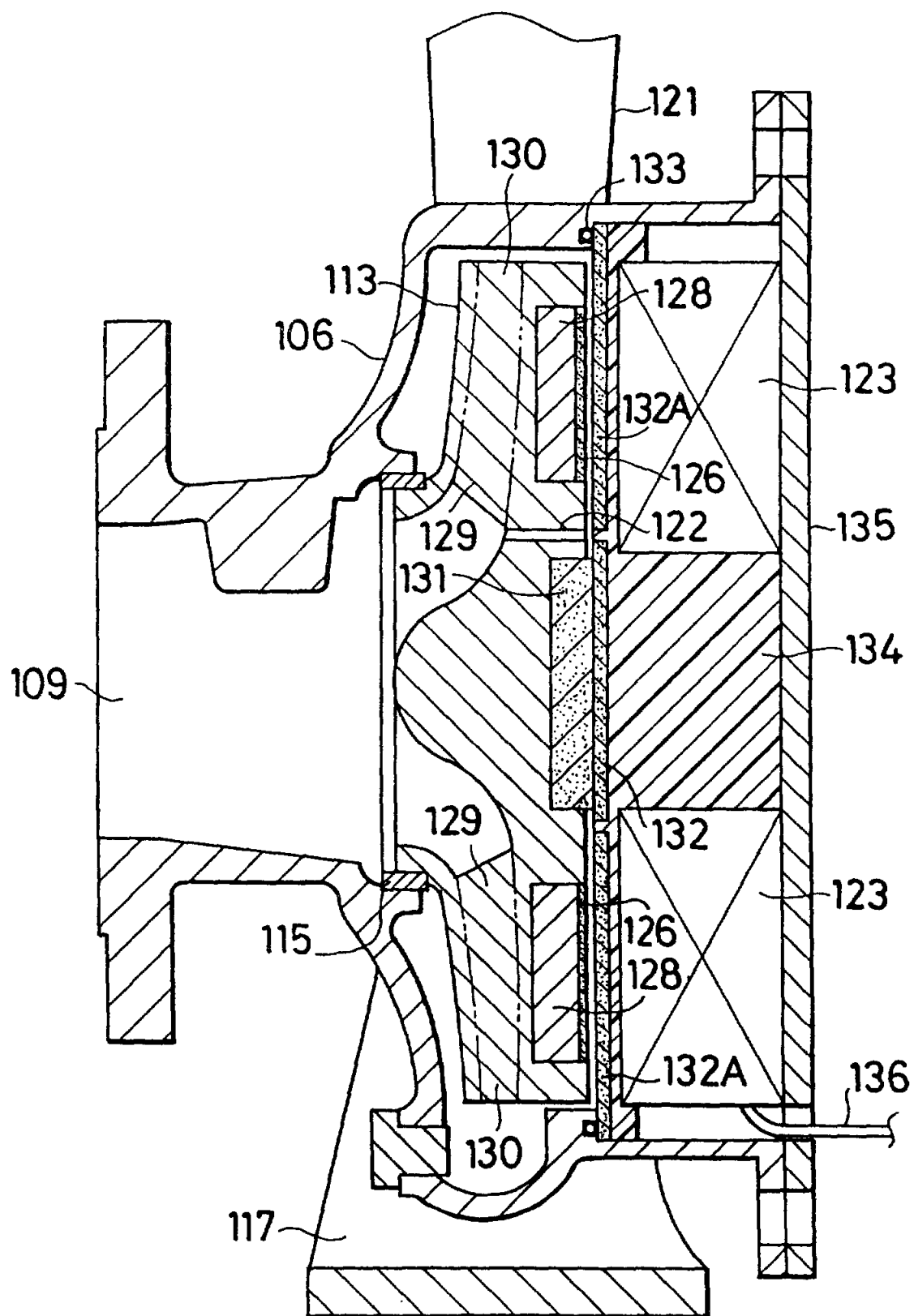


图 4

141 →

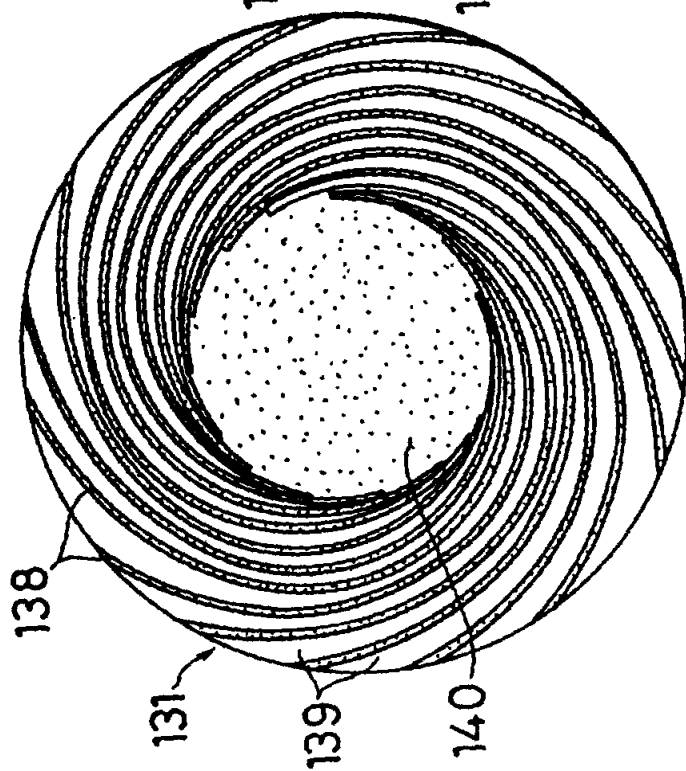


图 5

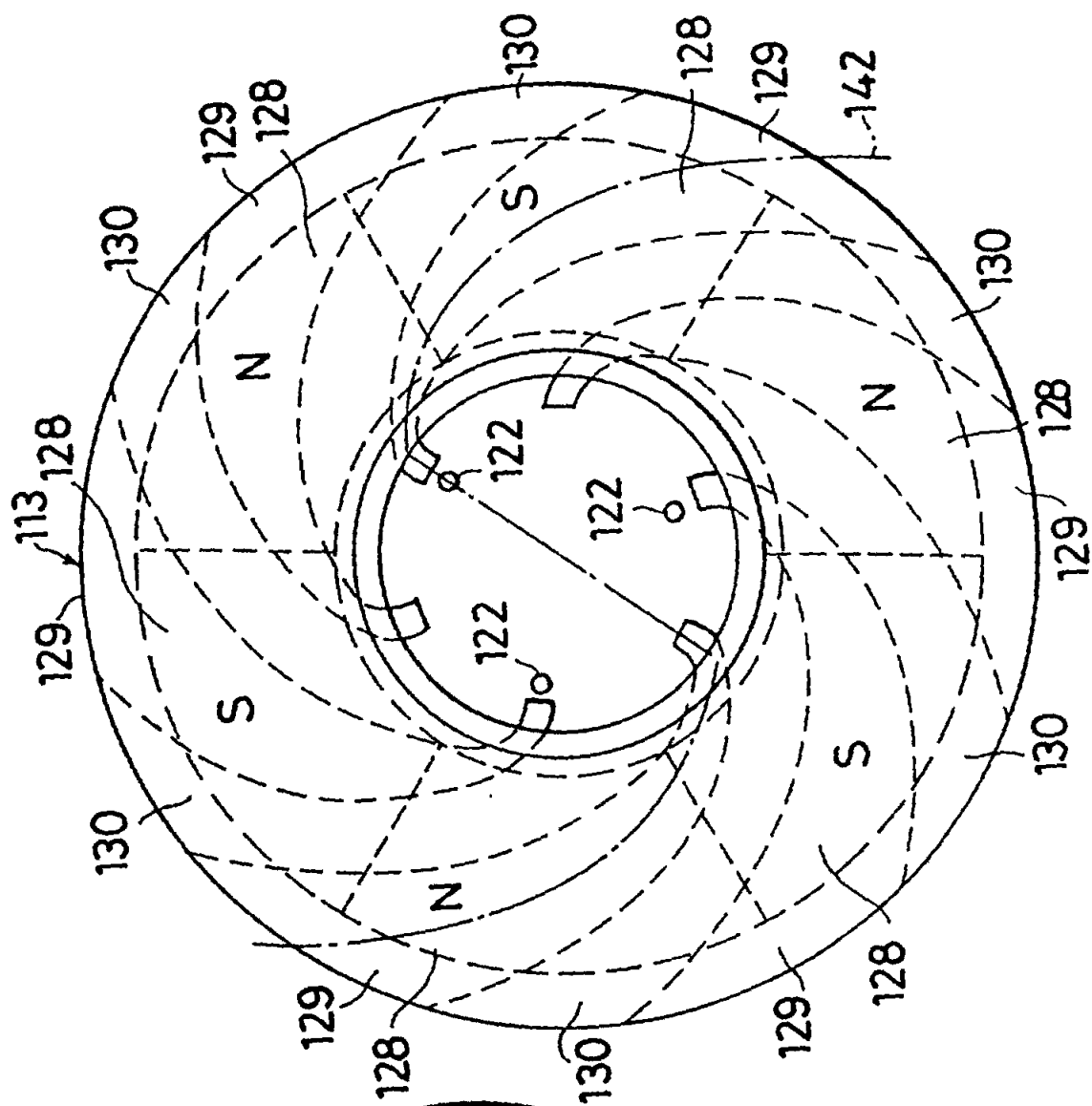


图 6

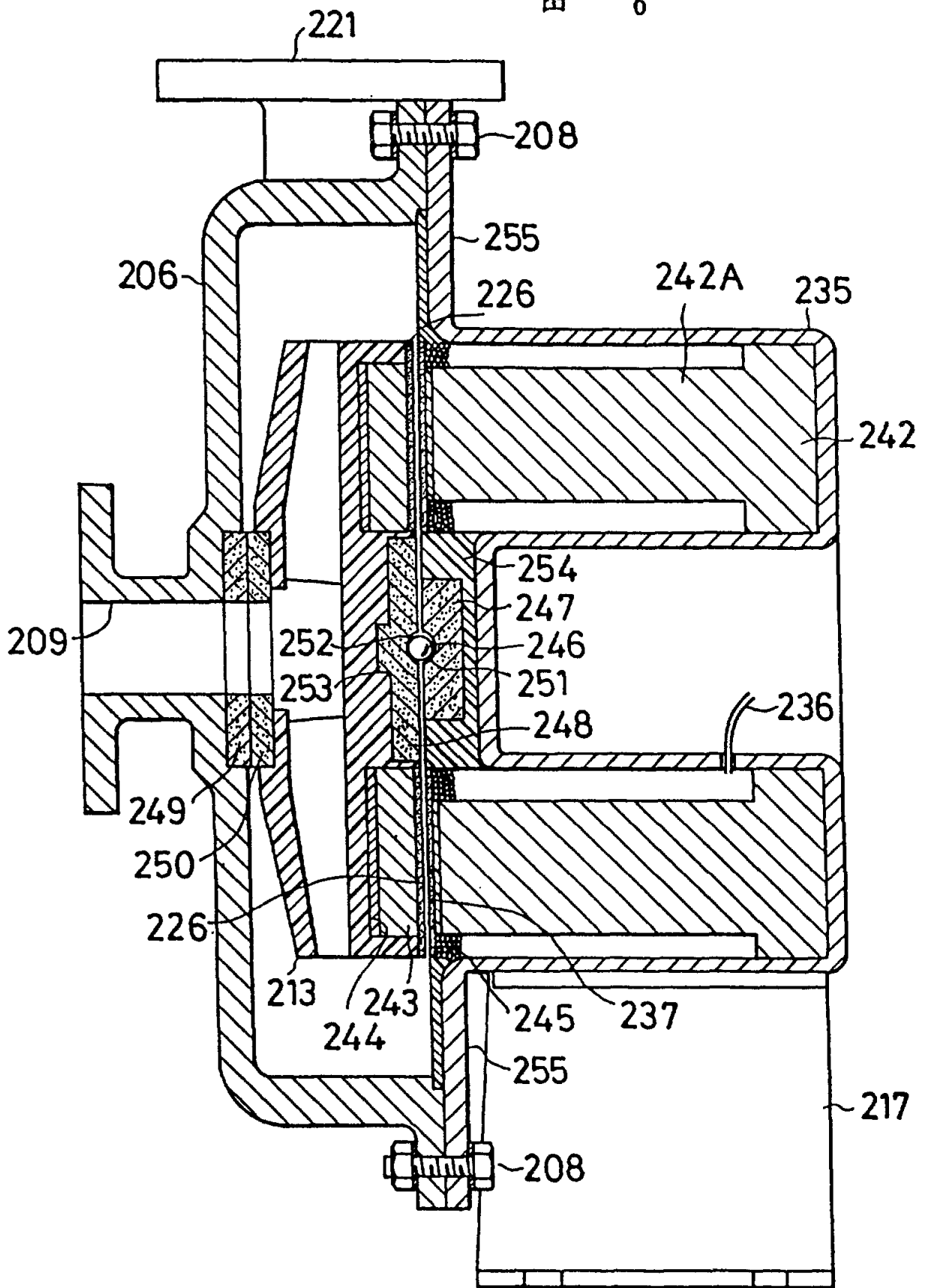


图 7

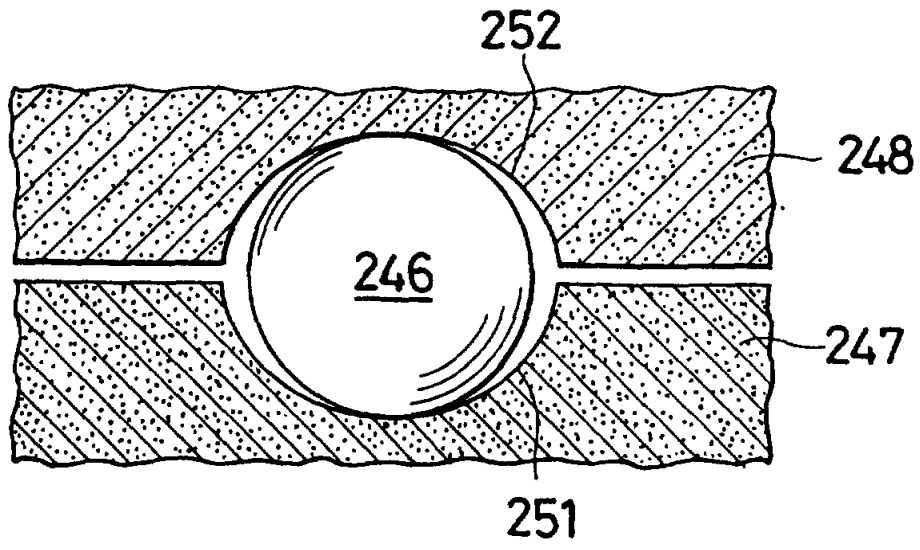


图 8

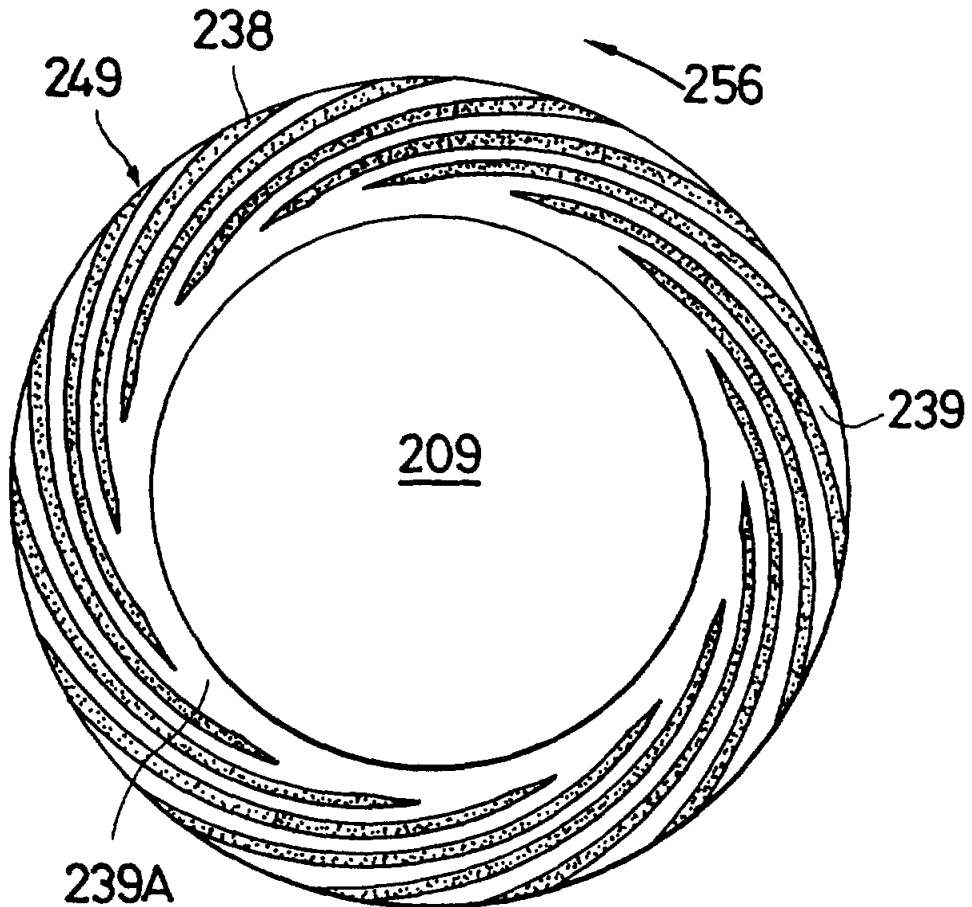


图 9

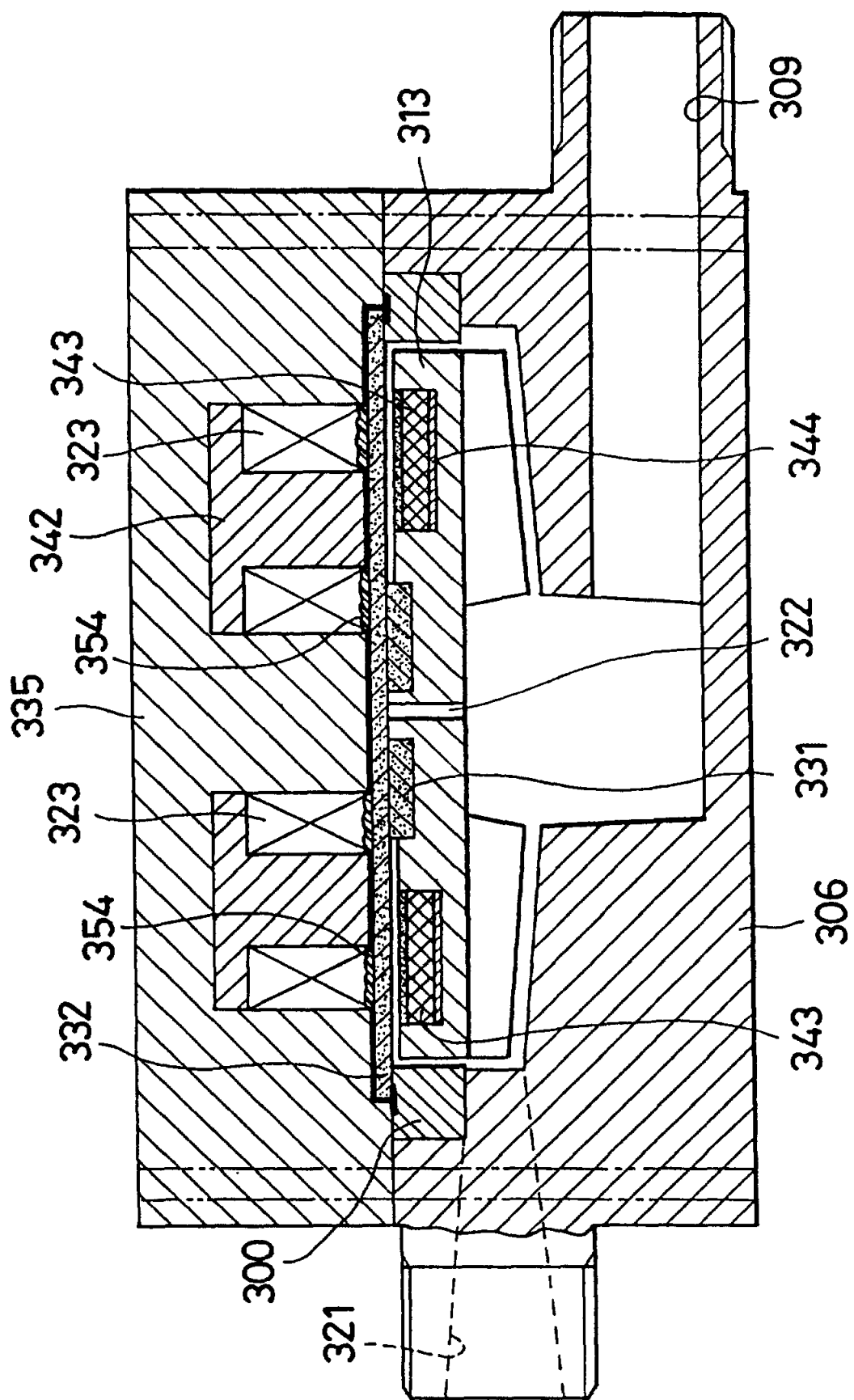


图 10

