



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02818743.1

[43] 公开日 2004 年 12 月 29 日

[11] 公开号 CN 1558990A

[22] 申请日 2002.9.25 [21] 申请号 02818743.1

[30] 优先权

[32] 2001.9.25 [33] JP [31] 291616/2001

[32] 2001.10.29 [33] JP [31] 330463/2001

[32] 2001.12.28 [33] JP [31] 400154/2001

[86] 国际申请 PCT/JP2002/009884 2002.9.25

[87] 国际公布 WO2003/027504 英 2003.4.3

[85] 进入国家阶段日期 2004.3.24

[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 庭月野恭 宿里阳一 相园让光

榎木野滋

[74] 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

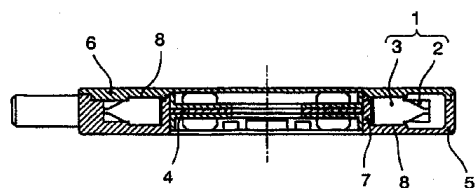
代理人 吴 鹏 马江立

权利要求书 3 页 说明书 15 页 附图 13 页

[54] 发明名称 超薄泵及包括该泵的冷却系统

[57] 摘要

本发明的超薄泵包括一个环形叶轮，该环形叶轮包括多个沿其外部区域设置的叶片和一个位于其内部区域的转子磁体；一个设置在由该叶轮的转子磁体内周边表面围绕的空间中的电机定子；及一个泵壳体，该泵壳体包括一个吸入口、一个排放口和一个设置于该电机定子和该转子磁体之间的圆筒体并容纳叶轮。该叶轮由该圆筒体可旋转地支承。本发明的冷却系统包括一个用于通过用冷却剂进行热交换而冷却一个发热装置的冷却装置；一个用于从该冷却剂中去除热量的散热器；及一个用于循环该冷却剂的超薄泵。该超薄泵结构简单，工作高效，且可以低成本制造，并且该冷却系统结构较薄，且可完成高效冷却。



1. 一种超薄泵，包括：

一个环形叶轮，该环形叶轮包括多个位于该叶轮外部区域的叶片，及一个位于该叶轮内部区域的转子磁体；

一个设置在由上述叶轮的周边表面围绕的空间中的电机定子；及

一个用于容纳上述叶轮的泵壳体，上述泵壳体包括一个吸入口、一个排放口和一个设置于上述电机定子和上述转子磁体之间的圆筒体，

其中上述叶轮由上述圆筒体可旋转地支承。

2. 如权利要求1所述的超薄泵，其特征在于，上述叶轮的上述周边表面与上述泵壳体的上述圆筒体中的至少一个包括多个突起部。

3. 如权利要求1所述的超薄泵，其特征在于，上述泵壳体还包括一个用于在上述叶轮的一个平面承载推力载荷的止推板。

4. 如权利要求3所述的超薄泵，其特征在于，上述叶轮的上述平面与上述泵壳体的上述止推板中的至少一个包括多个突起部。

5. 如权利要求1所述的超薄泵，其特征在于，上述转子磁体和上述电机定子彼此磁性地相互作用，从而在上述叶轮的一个平面承载推力载荷。

6. 如权利要求1所述的超薄泵，其特征在于，上述转子磁体和上述叶轮的上述叶片中的至少一个由磁性树脂制成。

7. 如权利要求1所述的超薄泵，其特征在于，上述叶轮包括一个平面，该平面包括推力动压产生沟槽。

8. 如权利要求3所述的超薄泵，其特征在于，上述止推板包括推力动压产生沟槽。

9. 如权利要求7或8所述的超薄泵，其特征在于，上述推力动压产生沟槽以螺旋形图案设置，从而在上述叶轮旋转过程中向上述沟槽的周边抽取流体。

10. 如权利要求7或8所述的超薄泵，其特征在于，上述推力动压产生沟槽以人字形图案设置。

11. 如权利要求1所述的超薄泵, 其特征在于, 上述叶轮的上述内周边表面和上述圆筒体中的一个包括径向动压产生沟槽。

12. 如权利要求11所述的超薄泵, 其特征在于, 上述径向动压产生沟槽以人字形图案设置。

13. 如权利要求1所述的超薄泵, 其特征在于, 上述叶轮包括一个平面, 该平面包括推力动压产生沟槽, 并且上述叶轮的上述内周边表面包括分别与上述推力动压产生沟槽相通的径向动压产生沟槽。

14. 如权利要求1所述的超薄泵, 其特征在于, 上述叶轮具有一沿重力方向定向的旋转轴线, 并且将上述转子磁体厚度等分的一条中心线沿上述重力方向从将上述电机定子厚度等分的一条中心线偏移。

15. 如权利要求14所述的超薄泵, 其特征在于, 上述泵壳体包括一个用于当上述电机定子压配合时锁定上述电机定子的第一突起部。

16. 如权利要求1所述的超薄泵, 还包括:

一个用于检测上述转子磁体的磁极位置的磁极位置传感器;

一个用于在来自于上述磁极位置传感器的输出信号的基础上控制经过上述电机定子的电流的电流控制器; 及

一个安装有上述磁极位置传感器和上述电流控制器的基板, 上述基板安装到上述电机定子的一侧部, 上述电机定子的上述侧部位于重力方向的下游侧。

17. 如权利要求16所述的超薄泵, 其特征在于, 上述泵壳体包括一个第二突起部, 所述第二突起部用于当安装上述基板时定位上述基板, 并与上述电机定子配合保持上述基板, 从而将上述基板置于上述电机定子与上述第二突起部之间。

18. 如权利要求1所述的超薄泵, 其特征在于, 上述泵壳体沿该旋转轴线方向的尺寸至少为3毫米, 至多为15毫米, 并且上述泵壳体沿半径方向的尺寸至少为10毫米, 至多为70毫米。

19. 一种冷却系统, 包括:

一个用于通过用冷却剂进行热交换而冷却一个发热装置的冷却装置;

- 一个用于从上述冷却剂中去除热量的散热器；及
- 一个用于循环上述冷却剂的超薄泵，上述泵包括：
- 一个环形叶轮，该环形叶轮包括多个位于上述叶轮外部区域的叶片，及一个位于上述叶轮内部区域的转子磁体；
- 一个设置在由上述叶轮的周边表面围绕的空间中的电机定子；及
- 一个用于容纳上述叶轮的泵壳体，上述泵壳体包括一个吸入口、一个排放口和一个设置于上述电机定子和上述转子磁体之间的圆筒体；
- 其中上述叶轮由上述圆筒体可旋转地支承。
20. 如权利要求19所述的冷却系统，其特征在于，上述发热装置包括一个用于小型个人电脑的电子器件。
21. 如权利要求19所述的冷却系统，其特征在于，上述冷却剂包括一种防冻流体。
22. 如权利要求21所述的冷却系统，其特征在于，上述防冻流体包括氟基的惰性液体。

超薄泵及包括该泵的冷却系统

技术领域

本发明涉及一种超薄泵及包括该泵的冷却系统。

背景技术

为满足近来对于高效冷却电子器件如CPU的冷却系统的需求，一种使用冷却剂循环的冷却系统引起了注意。电子器件的小型化对这种冷却系统中使用的冷却剂循环泵的造成了许多限制。因此强烈需要对泵进行小型化并减小厚度。

常规的小型泵包括一个如日本未审专利公开No.2001-132699中公开的小型离心泵。这种常规的小型离心泵在下文参照图15进行描述。叶轮101由静止轴102可旋转地支承。泵壳体103固定该轴102的端部，容纳叶轮101，并限定了一个泵腔室，该泵腔室用于从由叶轮101赋予流体的动能中恢复压力和将流体导引到排放口110。叶轮101构造有后部护罩（轮盖，shroud）104和在叶轮101的中心具有一吸入开口的前部护罩105。转子磁体106固定到后部护罩104上，电机定子107设置在由转子磁体106的内表面围绕的空间中。隔板108设置在转子磁体106和电机定子107之间用于密封泵腔室。泵壳体103还包括吸入口109和排放口110。

下面对这种常规离心泵的操作进行说明。当从外部电源供电时，由设置于泵上的电路控制的电流流过电机定子107的线圈，线圈又产生一个旋转磁场。该旋转磁场作用于转子磁体106上而对磁体106产生物理力（旋转扭矩）。由于叶轮101固定该转子磁体106并由静止轴102可旋转地支承，所以该旋转扭矩作用于叶轮101，从而使叶轮101开始旋转。设置于前后护罩105、104之间的叶片在叶轮101旋转过程中改变流体的动量。从吸入口109流入的

流体从叶轮101接收动能，并被导引到排放口110。因为如上所述外部转子用于驱动该薄型（low-profile）叶轮，所以该常规离心泵尺寸小且薄。但由于叶轮等的结构，进一步减小离心泵的厚度有一定局限。

另一方面，涡流泵（再生泵，regenerative pump）可以容易地减小厚度。但常规涡流泵具有多种问题。

其中一个特殊问题在于，由于泵承受叶轮旋转过程中在旋转部件处的径向载荷引起的摩擦以及叶轮与泵壳体之间的推力/轴向（thrust）载荷引起的摩擦的耐久性，涡流泵难以延长寿命。其它问题包括归因于涡流泵结构的更高效率以及进一步减小厚度的问题。

发明内容

本发明的超薄泵包括：

一个环形叶轮，该环形叶轮包括多个沿其外部区域设置的叶片，及一个位于其内部区域的转子磁体；

一个设置在由该叶轮转子磁体的内周边表面围绕的空间中的电机定子；及

一个用于容纳叶轮的泵壳体，该泵壳体包括一个吸入口、一个排放口和一个设置于该电机定子和该转子磁体之间的圆筒体；

其中该叶轮由该圆筒体可旋转地支承。

本发明的冷却系统包括：

一个用于通过用冷却剂进行热交换而冷却一个发热装置的冷却装置；

一个用于从该冷却剂中去除热量的散热器；

及一个用于循环该冷却剂的超薄泵。

附图简介

图1是根据本发明第一示例性实施例的超薄泵的剖视侧视图；

图2是根据第一实施例的该超薄泵从一个旋转轴线方向观察时的剖视图；

图3是根据第一实施例的该超薄泵的分解透视图；

图4是根据本发明第二示例性实施例的超薄泵的分解透视图；

图5是根据本发明第三示例性实施例的包括一超薄泵的冷却系统的示意图；

图6是根据本发明第四示例性实施例的超薄泵的剖视侧视图；

图7是根据第四实施例的从一旋转轴线方向观察时的超薄泵的剖视图；

图8是根据第四实施例的超薄泵的分解透视图；

图9是根据第四实施例的超薄泵的环形叶轮的内周边表面的视图；

图10是用于根据第四实施例的超薄泵的环形叶轮的平面图，该环形叶轮具有一人字形图案的推力（轴向，thrust）动压产生沟槽；

图11是根据本发明第五示例性实施例的超薄泵的分解透视图；

图12是根据本发明第六示例性实施例的超薄泵的剖视侧视图；

图13是示出根据第六实施例磁性对中力与在定子铁芯中心线和磁体转子中心线之间的偏移量之间的关系的图表；

图14是根据本发明第七示例性实施例的超薄泵的剖视侧视图；

图15示出一种常规小型离心泵。

具体实施方式

（示例性实施例1）

图1是根据本发明第一示例性实施例的超薄泵的剖视侧视图。图2是根据第一实施例从一个旋转轴线方向观察的该泵的剖视图，图3是根据第一实施例的该泵的分解透视图。

如图1-3中所示，环形叶轮1包括许多沿其外部区域设置的叶片2，以及位于其内部区域的转子磁体3。本实施例的叶片2是用于涡流泵的叶片。从这个观点出发，本实施例的泵可基本上称作超薄涡流泵，但本发明并不限于涡流泵。本发明的泵在用一种新型叶轮实现这种超薄型的意义上称作超薄泵。叶片2和转子磁体3通过装配而集成到环形叶轮1中，并可由不同材料或相同材料如磁性树脂制成。电机定子4设置在由叶轮1的内周边表面围绕

的空间中。泵壳体5容纳叶轮1，并限定了一个泵腔室，该泵腔室用于从由叶轮1赋予流体的动能中恢复压力，并将该流体导引到排放口10。通过在将叶轮1放入泵壳体5中之后密封泵腔室，壳盖6与泵壳体5将泵制成一体。泵壳体5包括设置于电机定子4和转子磁体3之间的圆筒体7，用于可旋转地支承叶轮1，以及用于在叶轮1的一侧承载推力载荷的止推板8。壳盖6具有另一个止推板8。吸入口9和排放口10设置在泵壳体5的侧壁上。本实施例中，这些口9、10设置在相同的侧壁上。吸入和排放口9、10与圆筒体7相通。形成一个围绕叶轮1的流体通道，并在吸入口9和排放口10之间设有隔板14用于阻挡流体的通过。

下面说明第一实施例的超薄泵的操作。当从外部电源供电时，由设置于泵上的电路（未图示）控制的电流流过电机定子4的线圈，线圈又产生一个旋转磁场。该旋转磁场作用于转子磁体3上而对磁体3产生物理力（旋转扭矩）。由于转子磁体3是环形叶轮1的一个组成部分，而叶轮1由泵壳体5的圆筒体7可旋转地支承，旋转扭矩作用于叶轮1，从而使叶轮1开始旋转。在叶轮1旋转过程中沿叶轮1的外部区域设置的叶片2将动能赋予从吸入口9流入的流体。所赋予的动能逐渐提高泵壳体5中的流体压力，然后从排放口10排出流体。即使当推力载荷由于泵上载荷或者泵安装条件的改变而改变时，每个止推板8都承载着叶轮1的推力载荷，从而稳定泵的操作。

上述实施例可将泵沿旋转轴线的长度减到最小，从而使泵由于下面的结构而超薄。将叶片2和转子磁体3集成到具有旋转轴线的环形叶轮1中。圆筒体7可旋转地支承叶轮1，同时用作类似于无密封泵中使用的分离器。叶轮1置于泵壳体5中，电机定子4插入由圆筒体7的内壁环绕的一个中心部分中。由于叶片2、转子磁体3和旋转轴线是集成在一起的，因此本实施例还可简化泵的结构，并可降低成本。

由于每个止推板8承受着推力载荷，因此泵可稳定地操作，即使当推力载荷由于泵上载荷或者泵安装条件的改变而改变时。叶轮1每一侧上的推力载荷还通过一个由转子磁体3与电机定子4之间的磁性相互作用实现的止推

磁性轴承承载，因而叶轮1旋转时其侧部不与泵壳体5的各止推板8接触。因此可将摩擦减小到最小。这样使泵具有高效率 and 延长的寿命。

将转子磁体3和叶片2集成到由磁性材料制成的环形叶轮1中可实现简单结构和成本降低。磁体可制成较大以提高电机性能或泵性能。如果泵是排放气泡能力增强的高压涡流泵，则即使在管线中阻力较高的循环系统中也可保证泵所需的流率，并可连续地排出流入的气泡而不会保持气泡。

(示例性实施例2)

下面参照图4对根据本发明第二示例性实施例的超薄泵进行说明，图4是泵的分解透视图。应当注意，与第一实施例中相似的元件具有相同的参考标记，并省略对这些元件的详细说明。

图4中，环形叶轮11包括许多沿其外部区域设置的叶片2，位于其内部区域的转子磁体3，并在其内部周边表面上设有多个突起部12，在其顶和底表面上设有多个突起部13。转子磁体3、叶片2、突起部12和突起部13通过装配而集成到环形叶轮11中，并可由不同材料或相同材料如磁性树脂制成。优选地，突起部12、13各由具有低摩擦系数和良好耐磨性能的材料制成。同样优选的是，突起部12、13各具有减小摩擦的一部分球形、圆柱形等形状。泵壳体5限定了一个泵腔室，并包括圆筒体7和用于在叶轮11一侧承载推力载荷的止推板8。电机定子4设置在由圆筒体7的内壁围绕的空间中，泵腔室由壳盖6密封。壳盖6具有另一个止推板8。泵壳体5还包括吸入口9和排放口10。

下面说明第二实施例的超薄泵的操作。当从外部电源供电时，由设置于泵上的电路控制的电流流过电机定子4的线圈，该线圈又产生一个旋转磁场。该旋转磁场作用于转子磁体3上而对磁体3产生物理力（旋转扭矩）。由于转子磁体3是环形叶轮11的一个组成部分，而叶轮11由泵壳体5的圆筒体7可旋转地支承，因此旋转扭矩作用于叶轮11，从而使叶轮11开始旋转。在叶轮11旋转过程中沿叶轮11的外部区域设置的叶片2将动能赋予从吸入口9流入的流体。所赋予的动能逐渐提高泵壳体5中的流体压力，然后从排放口10排出流体。

本实施例中，在叶轮11旋转过程中，突起部12承载着叶轮11的内周边表面与泵壳体5的圆筒体7之间的滑动摩擦。这样减小了滑动面积并减少了摩擦损失。即使当推力载荷由于泵上载荷或者泵安装条件的改变而改变时，由于每个止推板8承载着叶轮11的推力载荷，从而泵可以稳定地操作。在叶轮11旋转过程中，突起部13承载着叶轮11的平面与泵壳体5的止推板8之间的滑动摩擦，从而减小滑动面积和摩擦损失。

如上所述，第二实施例可通过使用突起部12而减小滑动面积并使摩擦最小化，在叶轮11旋转过程中该突起部12承载着叶轮11的内周边表面与泵壳体5的圆筒体7之间的滑动摩擦。因此本实施例使泵具有高效率和一延长的寿命。

第二实施例通过用突起部13减小滑动面积并使摩擦最小化而进一步提高了泵的效率，并进一步延长了泵的寿命，在叶轮11旋转过程中突起部13承载着叶轮11的平面与泵壳体5的止推板8之间的滑动摩擦。

（示例性实施例3）

下面参照图5对根据第三示例性实施例的包括一超薄泵的冷却系统进行说明，图5是该冷却系统的示意图。

如图5中所示，该冷却系统包括：

- (1)冷却装置23，用于通过在安装于基板/体22上的发热装置21与冷却剂之间交换热量而冷却发热装置21；
- (2)散热器24，用于从承载在冷却装置23处获得的热量的冷却剂中去除热量；
- (3)用于储存冷却剂的储存容器25；
- (4)用于循环冷却剂的超薄泵26；及
- (5)用于联接这些元件的管线27。

本实施例的冷却系统用于冷却发热装置21，如用于小型个人电脑/计算机中的电子器件。第一或第二实施例的超薄泵用作本实施例的超薄泵26。但泵26可以是本发明其它任一实施例（后面说明）中的一种。

下面对第三实施例的冷却系统的操作进行说明。冷却剂通过泵26从储存容器25中排出，并通过管线27导引到冷却装置23，在冷却装置23处，通过从发热装置21去除热量而将冷却剂加热到一较高的温度。然后将冷却剂导引到散热器24以通过散热器24冷却到一个低温并返回储存容器25。通过由泵26进行循环，冷却剂对发热装置21如小型个人电脑中的电子器件进行冷却，从而可稳定地使用装置21。

如上所述，第三实施例可通过利用超薄泵26来循环冷却剂而使整个系统薄型化。在用于冷却小型个人电脑等的电子器件的这种冷却系统中，储存容器25、超薄泵26、冷却装置23和散热器24由管线27联接。通过这种结构，每个元件可优化设置，并可实现对电子设备如厚度减小的小型个人电脑的有效冷却。如果冷却剂是防冻流体，则即使在寒冷的地方，也可防止冷却剂结冰时所发生的冷却系统破坏。如果防冻流体是氟基的（fluorine-based）惰性液体，则即使在冷却剂泄漏情况下也可防止电子器件破坏。

如果泵是排放气泡能力增强的高压涡流泵，则即使是在管线27中阻力较高的循环系统中，泵也可保证所需的流率。因此，冷却装置23和散热器24可制成为较薄型，并且管线27可具有小直径。因此可使冷却系统更小和更薄。即使当空气进入管线27中时，泵性能和或冷却性能也不会削弱，因为泵能够连续地向储存容器25排放流入泵中的气泡而不会保持气泡。

(示例性实施例4)

图6是根据第四示例性实施例的超薄泵的剖视侧视图，图7是从一旋转轴线方向观察到的该泵的剖视图，图8是该泵的分解透视图。图9是该泵的环形叶轮的周边表面的视图，图10是环形叶轮的平面图，该环形叶轮具有用于一超薄泵的人字形图案的推力动压产生沟槽。

如图6-10中所示，环形叶轮51包括许多沿其外部区域设置的叶片52，以及位于其内部区域的转子磁体53。该叶轮51的顶部和底部平面各包括以螺旋形图案设置的推力动压产生沟槽62，而叶轮51的内部周边表面包括以

人字形图案设置的径向动压产生沟槽63（见图8和9）。本实施例的叶片52是用于涡流泵的叶片。但应当注意，本实施例的超薄泵并不限于涡流泵。

当叶轮51旋转时推力动压产生沟槽62的螺旋形图案(下面称作“沟槽62”)产生向沟槽62的内部周边抽取流体的这样的泵抽作用，从而在叶轮51的平面上形成一个循环流，以在轴向支承叶轮51。在叶轮51旋转过程中径向动压产生沟槽63(下面称作“沟槽63”)的人字形图案产生将与叶轮51的内部周边表面接触的流体从内部周边表面的两侧部抽向这些侧部之间的中线的这样的泵抽作用，从而径向地支承叶轮51。

电机定子54设置在由转子磁体53的内周边表面围绕的空间中。泵壳体55容纳环形叶轮51，并限定了一个泵腔室，该泵腔室用于从由叶轮51赋予流体的动能中恢复压力，并将该流体导引到排放口60。通过在存放叶轮51之后密封泵腔室，壳盖56成为泵壳体55的一部分。泵壳体55包括：设置于电机定子54和转子磁体53之间的圆筒体57，用于可旋转地支承叶轮51；以及用于在叶轮51的一侧承载推力载荷的止推板58。壳盖56具有另一个止推板58。泵壳体还包括吸入口59、排放口60和隔板14。

下面说明第四实施例的超薄泵的操作。当从外部电源供电时，由设置于泵上的电路控制的电流流过电机定子54的线圈，该线圈又产生一个旋转磁场。该旋转磁场作用于转子磁体53上而对磁体53产生物理力(旋转扭矩)。由于转子磁体53是环形叶轮51的一个组成部分，而叶轮51由泵壳体55的圆筒体57可旋转地支承，因此该旋转扭矩作用于叶轮51，从而使叶轮51开始旋转。沿叶轮51的外部区域设置的叶片52在叶轮51旋转过程中将动能赋予从吸入口59流入的流体。所赋予的动能逐渐提高泵壳体55中的流体压力，然后从排放口60排出流体。

当叶轮51旋转时，沟槽62产生泵抽作用，因而向沟槽62的内部周边抽取流体。因此在叶轮51的每一侧与泵壳体55的对应止推板58之间产生推力的动压，使叶轮51在旋转过程中不与止推板58接触。当叶轮51旋转时沟槽63也产生泵抽作用，因而从内部周边表面的两侧部向这些侧部之间的中线抽取与叶轮51的内部周边表面接触的流体。因此在叶轮51的内部周边表面与

泵壳体55的圆筒体57之间产生径向动压，使叶轮51在旋转过程中不与圆筒体57接触。由于这些泵抽作用，叶轮51完全不与泵壳体55接触地浮起和旋转。

本实施例中，沟槽62设置成螺旋形图案。但也可如图10中所示将沟槽62设置成人字形图案，以从叶轮51的内部周边和外部周边向这些周边之间的中线抽取与叶轮51的平面接触的流体，以产生推力动压。代替环形叶轮51，泵壳体55的止推板58(即面对叶轮51的各顶部和底部平面的表面)可具有沟槽62，泵壳体55的圆筒体57可具有沟槽63。

如上所述，第四实施例通过在叶轮51的顶部和底部平面上设置沟槽62，用于在叶轮51的顶部平面与泵壳体55的止推板58之间，以及在叶轮51的底部平面与泵壳体55的另一个止推板58之间产生动压，而使环形叶轮51旋转时不与止推板58接触。这样超薄泵可具有高性能，一延长的寿命和更小的噪音。

本实施例的泵在旋转轴线方向的厚度为5至10毫米，在半径方向的宽度一般为40至50毫米。转速最大为1200转每分。流率为0.08至0.12立方分米每分钟。压头(head)为0.35至0.45米。因此根据本发明的泵包括实施例1的泵具有如下尺寸和性能：

- 1) 在旋转轴线方向的厚度为3至15毫米。
- 2) 在半径方向的宽度一般为10到70毫米。
- 3) 流率为0.01至0.5立方分米每分钟。
- 4) 压头为0.1至2米。

该泵在尺寸上与常规泵完全不同，其比速为24至28(用米、立方米每分钟，转每分作为单位系统计算)。

该实施例通过使用设置于叶轮51的内部周边表面上的沟槽63而能够进一步增强泵的性能，进一步延长泵的寿命，并进一步减小泵的噪音。这些沟槽63在叶轮51的内部周边表面与泵壳体55的圆筒体57之间产生动压。因此叶轮51旋转时不与圆筒体57接触。换句话说，叶轮51可完全不与泵壳体55接触地浮起和旋转。

(示例性实施例5)

图11是根据本发明第五示例性实施例的超薄泵的分解透视图。

如图11中所示，环形叶轮61包括许多沿其外部区域设置的叶片52，以及位于其内部区域的转子磁体53。该叶轮61的顶部和底部平面各包括以螺旋形图案设置的推力动压产生沟槽72（下面称作“沟槽72”），而叶轮61的内部周边表面包括以人字形图案设置的径向动压产生沟槽73（下面称作“沟槽73”）。每个沟槽72的一端与对应沟槽73的一端连接。如第四实施例中那样，沟槽72的螺旋形图案当叶轮61旋转时产生向沟槽72的内部周边抽取流体的这样的泵抽作用，而沟槽73的人字形图案在叶轮61旋转过程中产生将与叶轮61的内部周边表面接触的流体从内部周边表面的两侧部抽向这些侧部之间的中线（轴向方向的中央）的这样的泵抽作用。

电机定子54设置在由转子磁体53的内周边表面围绕的空间中。泵壳体55容纳环形叶轮61，并限定了一个泵腔室，该泵腔室用于从由叶轮61赋予流体的动能中恢复压力，并将该流体导引到排放口60。通过在存放叶轮61之后密封泵腔室，壳盖56成为泵壳体55的一部分。泵壳体55包括：设置于电机定子54和转子磁体53之间的圆筒体57，用于可旋转地支承叶轮61；以及用于在叶轮61的一侧承载推力载荷的止推板58。壳盖56具有另一个止推板58。泵壳体55还包括吸入口59、排放口60和隔板14。

当叶轮61旋转时，沟槽72产生泵抽作用，因而向沟槽72的内部周边抽取流体。因此在叶轮61的每一侧与泵壳体55的对应止推板58之间产生推力动压，使叶轮61在旋转过程中不与止推板58接触。当叶轮61旋转时沟槽73也产生泵抽作用，因而从叶轮61的内部周边表面的两侧向这些侧部之间的中线抽取流体。因此在叶轮61的内部周边表面与泵壳体55的圆筒体57之间产生径向动压。

在第五实施例的超薄泵中，由于沟槽72与相应沟槽73相通，因此流体从沟槽72被抽向沟槽73，并且因而产生的径向动压变高。因此即使由于泵上载荷的改变等导致径向载荷改变时，叶轮61也能够完全不与泵壳体55接触地浮起和旋转。

如上所述，本实施例通过将沟槽72与相应沟槽73连接以在叶轮61旋转过程中将流体从沟槽72抽向沟槽73而确保径向动压的产生。因此即使由于泵上载荷的改变等而导致径向载荷改变时，叶轮61也能够完全不与泵壳体55接触地浮起和旋转。这样使泵稳定地操作。

(示范性实施例6)

图12是根据本发明第六示范性实施例的超薄泵的剖视侧视图。图13是一个图表，示出磁性对中力与在定子铁芯中心线和磁体转子中心线之间的偏移量之间的关系。

通过电流穿过定子铁芯151的定子绕组152形成的一电磁体与环形磁体转子（对应于前述实施例的转子磁体）之间的吸引和排斥在特定方向产生旋转扭矩。磁体转子153或者包括磁体转子153作为位于其内部区域中的组成部分的叶轮153A在该旋转扭矩与载荷扭矩之间存在一个平衡的位置旋转。

如图12中所示，本实施例的泵是一种涡流泵，叶轮153A包括多个沿一个圆以给定的节距设置的叶片，使相邻的叶片跨过一个凹槽彼此面对。所使用的电机是一种外部转子型无刷DC电机，其中磁体转子153环绕转子铁芯151旋转。应当注意，本实施例的定子铁芯151对应于前述实施例的电机定子。磁极位置传感器154确定磁体转子153的磁极位置，以辅助控制电流经过定子绕组152的正时（timing），以及电流通过方向。由于传感器154检测作为磁体转子153的漏磁通量的磁通量，所以期望传感器154位于适当位置中以检测最大可能漏磁通量。在这种情况下，传感器154靠近磁体转子153设置比较合适。驱动IC（本发明中也称作“电流控制器”）155控制在接收到来自传感器154的输出信号之后通过定子绕组152的电流，以用于更高效地在特定方向产生旋转扭矩。传感器154和驱动IC155彼此电耦接并安装在基板156上。

泵壳体157限定了一个用于容纳叶轮153A的泵腔室，并包括设置于该泵腔室与定子铁芯151之间的圆筒体157A。圆筒体157A支承磁体转子153，以使转子153可在该泵腔室中旋转。叶轮153A浸没入泵壳体157中的液体

中，而定子铁芯151、定子绕组152、位于基板156上的电子元件、磁极位置传感器154以及驱动IC155都通过泵壳体157与该液体分开。图12中所示的泵一般称作无密封泵，因为该泵不使用轴密封件，泵壳体157的圆筒体157A用作前述定子铁芯151等与该泵腔室之间的间隔壁，从而将流体与定子铁芯151等分开。圆筒体157A和泵壳体157称为用作隔板的罐，因而该泵还称作罐装电机泵。无密封泵具有长寿命，因为如上所述，泵对电机不使用轴密封件，而是用圆筒体157A完成密封。但如果该泵如图12中所示置于侧部以便旋转轴线沿重力方向垂直定向，则叶轮153A的底面（或者如果泵倒置则是顶面）在旋转过程中机械接触泵壳体157的内表面，从而产生摩擦而降低泵的效率并缩短泵的寿命。

本发明中，尽管泵如图12中所示置于侧部以便旋转轴线垂直定向，但定子铁芯151的中心线158逆着作用于磁体转子153的重力方向从磁体转子153的中心线159偏移。这样获得的偏移量由参考标记D1表示，磁体转子153或叶轮153A的顶面与壳体157的顶部内壁之间的间隙，以及转子153或叶轮153A的底面与壳体157的底部内壁之间的间隙分别由参考标记D2和D2'表示。该偏移产生磁性对中力（通过偏移产生的磁力，用于使两个中心线对准），该磁性对中力和磁体转子153在液体中获得的浮力的合力作用于叶轮153A的自重。叶轮153A的重量与该合力相平衡，从而能够将磁体转子153悬浮在液体中。这样磁体转子153不与泵壳体157机械接触地旋转。这样可保持无密封泵的长寿命，减小机械损失，并且具有高效率。尽管在严格意义上讲，磁体转子153的中心线159是叶轮153A的中心线，但上面的描述用叶轮153A的中心线作为磁体转子153的中心线159，因为所涉及的转子153的磁力是作为磁性对中力。

图13示出磁性对中力与在定子铁芯151的中心线158与磁体转子153的中心线159之间的偏移量D1之间的所测量的关系。当D1 $\leq$ 毫米时，可保持一个基本上线性关系。

泵的叶轮153A的所测量的自重和所测量的体积分别是5克力和1立方厘米，并用水作为流体。在这种情况下，作用于叶轮153A的浮力是1克力，

因而需要4克力的磁性对中力来悬浮叶轮153A。如图13中所示，当D1=0.4毫米时可实现平衡。在泵的额定工作状态下，当D1=0毫米时测量的功率消耗是1.4瓦，而当D1=0.4毫米时测量的功率消耗是1.0瓦。这说明当D1=0.4毫米时，可获得功率消耗的约30%的降低，且泵可高效工作。

图13还示出各从施加到泵上的振动量转换而来的磁性对中力的范围161，以及表示当施加到泵上的振动量在-0.5G到+0.5G之间且不考虑流体粘度的情况下由叶轮153A给出的最大震动的振幅162。当没有振动施加到泵上时，泵以D1=0.4毫米保持静止。当施加的振动量=+0.5G时，一个0.25克力的新的向下力作用于磁体转子153，以（沿叶轮153A的自重方向）向下移动转子153。因此偏移量D1从0.4毫米增加0.25毫米以实现平衡，如图13中所示。相似地，当施加的振动量=-0.5G时，偏移量D1从0.4毫米减小0.25毫米以实现该平衡。

换句话说，如果磁体转子153与泵壳体157之间的每个上、下间隙D2、D2'等于或大于0.25毫米，则叶轮153A能够在其顶部和底部表面不与泵壳体157机械接触的情况下旋转，即使当 $\pm 0.5G$ 的垂直振动施加到置于电子设备如个人电脑中的泵上时。

本实施例中，磁体转子153的中心线159位于定子铁芯151的中心线158下面。这些中心线可能有相反的物理关系。在这种情况下，这些中心线的偏移量同样由D1表示。磁体转子153或叶轮153A的顶面与壳体157的顶部内壁之间的间隙，以及转子153或叶轮153A的底面与壳体157的底部内壁之间的间隙分别限定为D2和D2'，因为磁性对中力在图13中是用D1值所获得的。在这种情况下，该力面向/沿着重力方向。

（示例性实施例7）

下面参照图14对根据本发明第七示例性实施例的超薄泵进行说明，图14是该泵的剖视侧视图。与第六实施例中相似的元件具有相同的参考标记，并省略对这些元件的详细说明。

图14中，当铁芯151压配合到泵壳体157上时，第一突起部163A锁定定子铁芯151，从而保证定子铁芯151的中心线158与磁体转子153的中心线159

之间的偏移量D1。第一突起部163A将定子铁芯151在压配合中保持到位，使中心线158的位置不发生变化。

第二突起部163B设置于泵壳体157上，并通过将基板156置于该突起部163B与定子铁芯151之间而固定基板156。第一突起部163A与第二突起部163B之间的距离沿重力方向测量时对应于基板156的厚度。由于第二突起部163B设置在这样一个位置，电机由于下面的原因可以减小厚度。

如从图14中清楚的，位于安装到定子铁芯151上的基板156上的最高的电子元件顶面必须不从泵壳体157的表面伸出，从而减小电机的厚度。这里可以注意到，电子元件如磁极位置传感器154和驱动IC155都安装在基板156上。另外，定子铁芯151的中心线158与磁体转子153的中心线159之间的偏移量D1必须确保提供磁体对中力。这是必须的，因为叶轮153A必须不与泵壳体157接触地旋转，从而使超薄泵能够高效工作。如果是这种情况，则位于重力方向下游侧的定子铁芯151的一侧用于使第二突起部163B固定基板156。突起部163B与定子铁芯151一起定位和固定基板156。当泵的厚度、基板156的厚度和最高电子元件的高度以及定子铁芯151的厚度一半之和分别用D4和D3表示时，通过使位于重力方向下游侧的一侧来设置基板156，可容易地保持 $D4/2 > D3 - D1$ 。换句话说，在这些力之间的平衡的基础上，磁体转子153的中心线159基本上位于泵厚度D4的中心位置上，且定子铁芯151的中心线158位于中心线159上方D1处的一个位置，因而偏移量D1部分适应基板156的高度以及最高电子元件的高度之和。通过这种方式，可防止最高电子元件的顶面从泵壳体157的表面伸出。

在安装有相似电子元件的基板156安装到定子铁芯151的另一侧上的情况下，可保持 $D4/2 < D3 + D1$ ，因而泵的厚度可减小D1。为此，基板156安装到位于重力方向下游侧的定子铁芯151的一侧上，并由突起部163B固定。这样可减小泵的厚度，提高泵的效率，同时延长泵的寿命。

优选地，每个前述实施例中的超薄泵具有3毫米到15毫米的厚度。该范围可允许在厚度需要减小的电子设备，如笔记本电脑或移动设备中使用该泵。另外优选的是，泵的外部长度和外部宽度均在10毫米到70毫米范围内。

该范围允许将泵置于具有密集安装的电子器件的小型设备的小空间中，并允许在该小型设备中将泵置于上面或置于下面。每个吸入和排放口的内径优选地在1毫米到9毫米范围内，使管能够在小空间中配设。当厚度超过15毫米时，可使用小型化到该厚度的常规离心泵，但用小型化的离心泵限制该设备的小型化。当厚度小于3毫米时，存在由于吸入空气量少等而导致泵强度和性能下降的情况，以及由于流体通过泵壳体蒸发而数量减少导致冷却系统性能下降的情况。

工业实用性

如上所述，本发明的超薄泵包括环形叶轮，该叶轮包括许多叶片和转子磁体；泵壳体，该泵壳体包括形成于电机定子和转子磁体之间的圆筒体，并且该圆筒体可旋转地支承该环形叶轮。通过这种结构，可实现超薄电机，泵的结构简单，可高效操作并可以低成本制造。

将上述超薄泵用作在用于产生大量热量的电子器件的冷却系统中用于循环冷却剂的泵，能够使冷却系统小型化并减小厚度，并且该冷却系统能够高效工作。

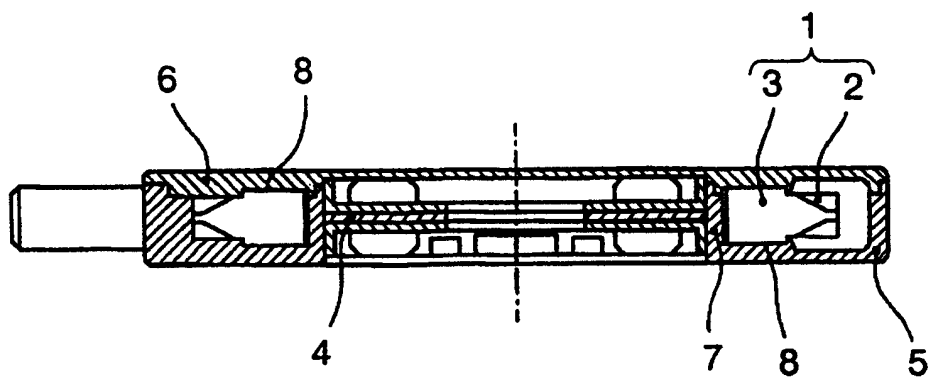


图1

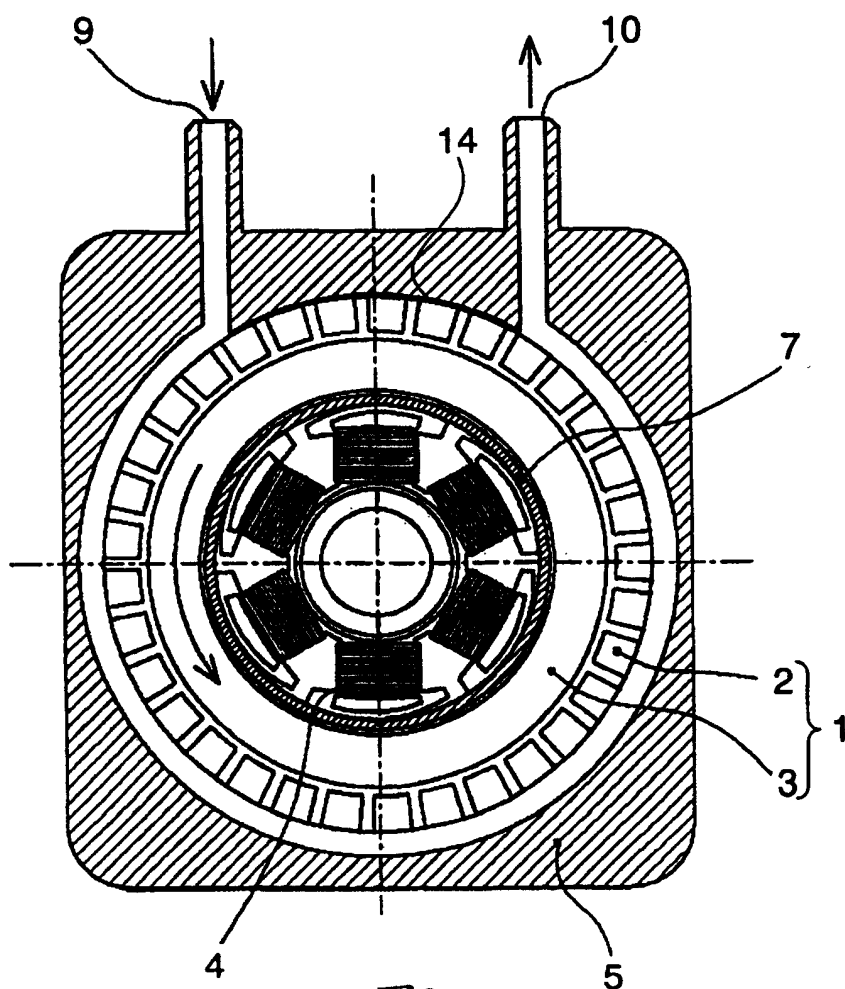


图2

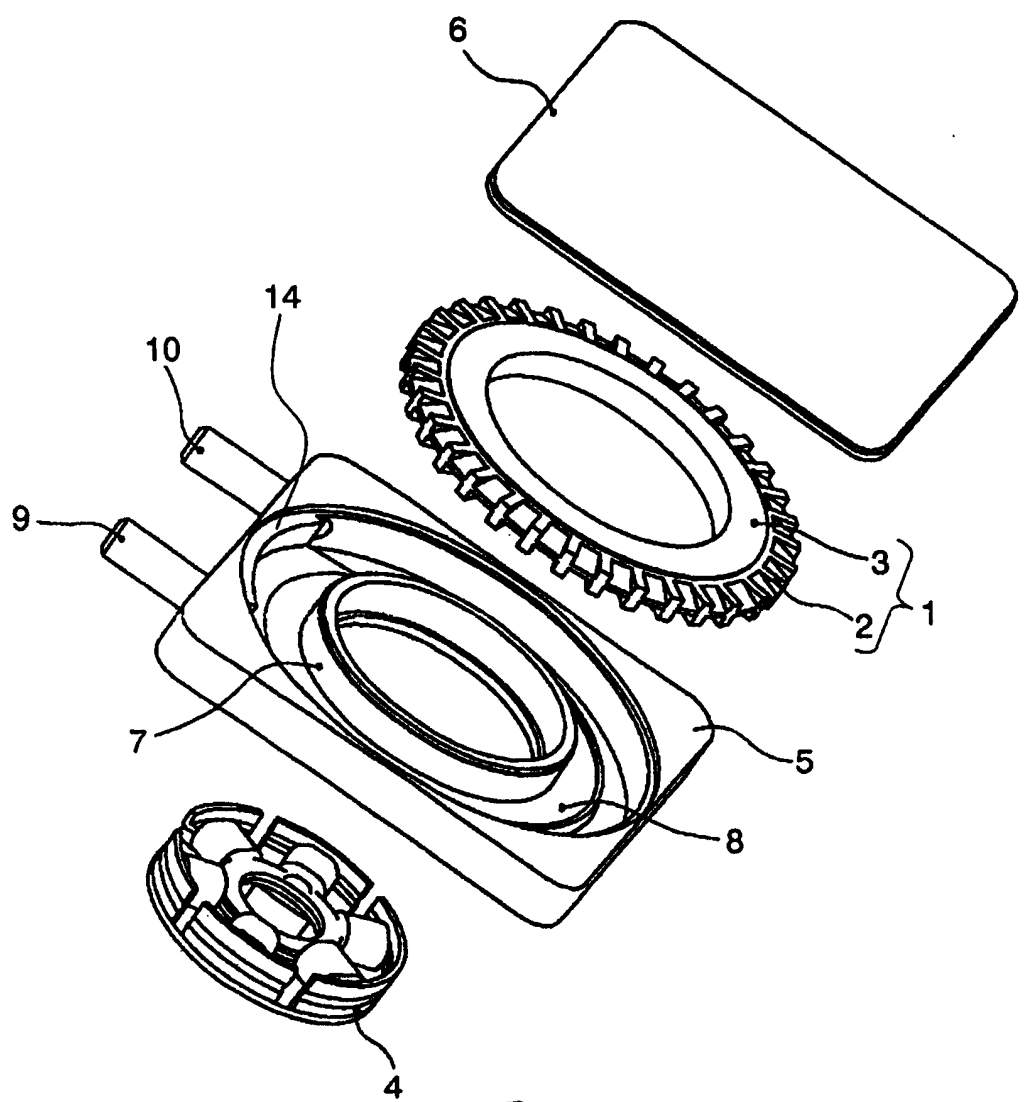


图3

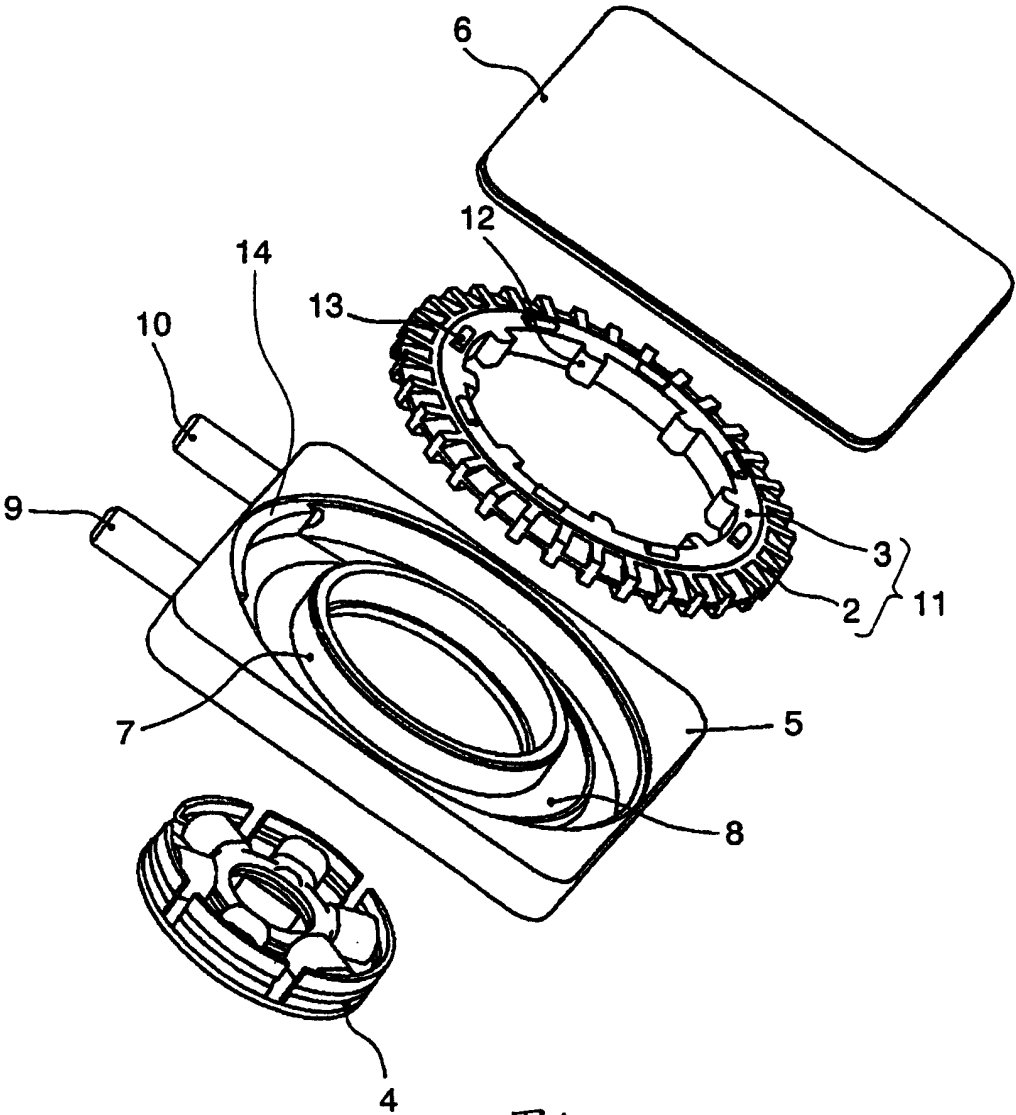


图4

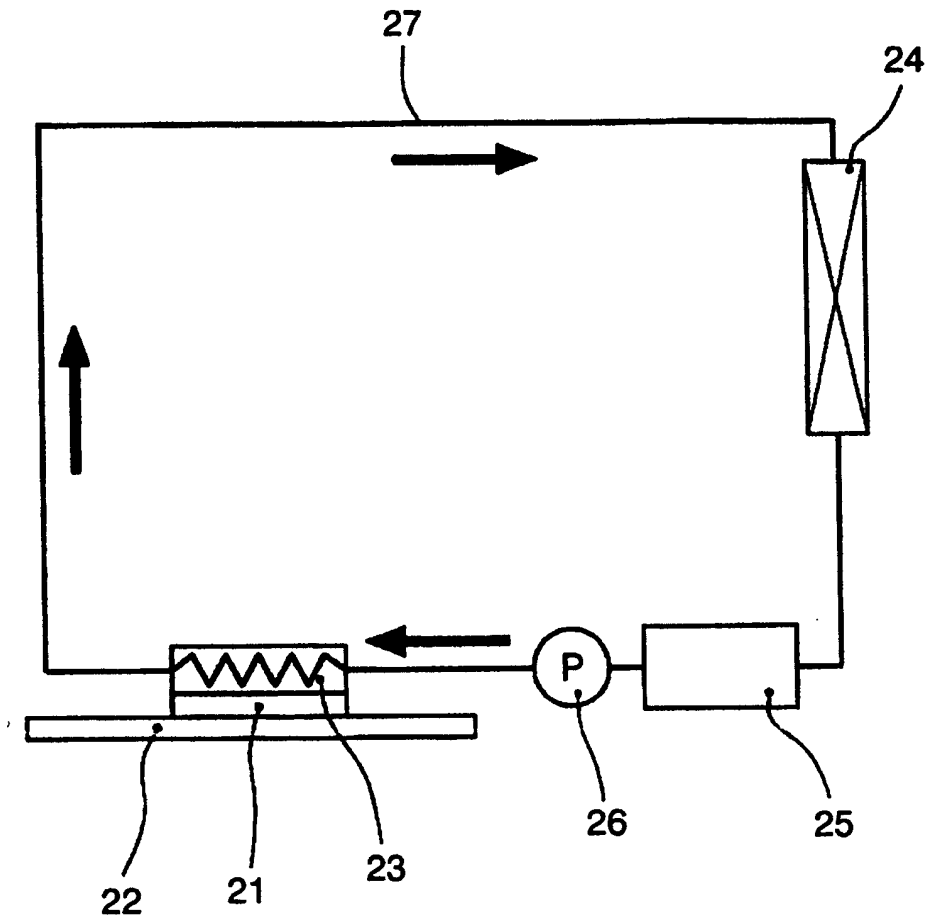


图5

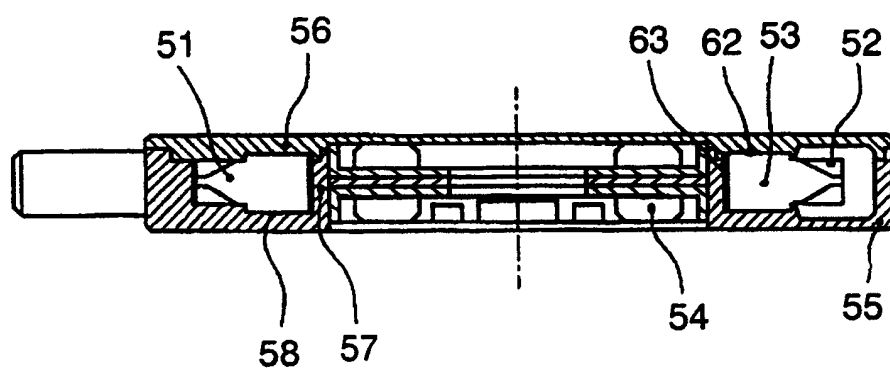


图6

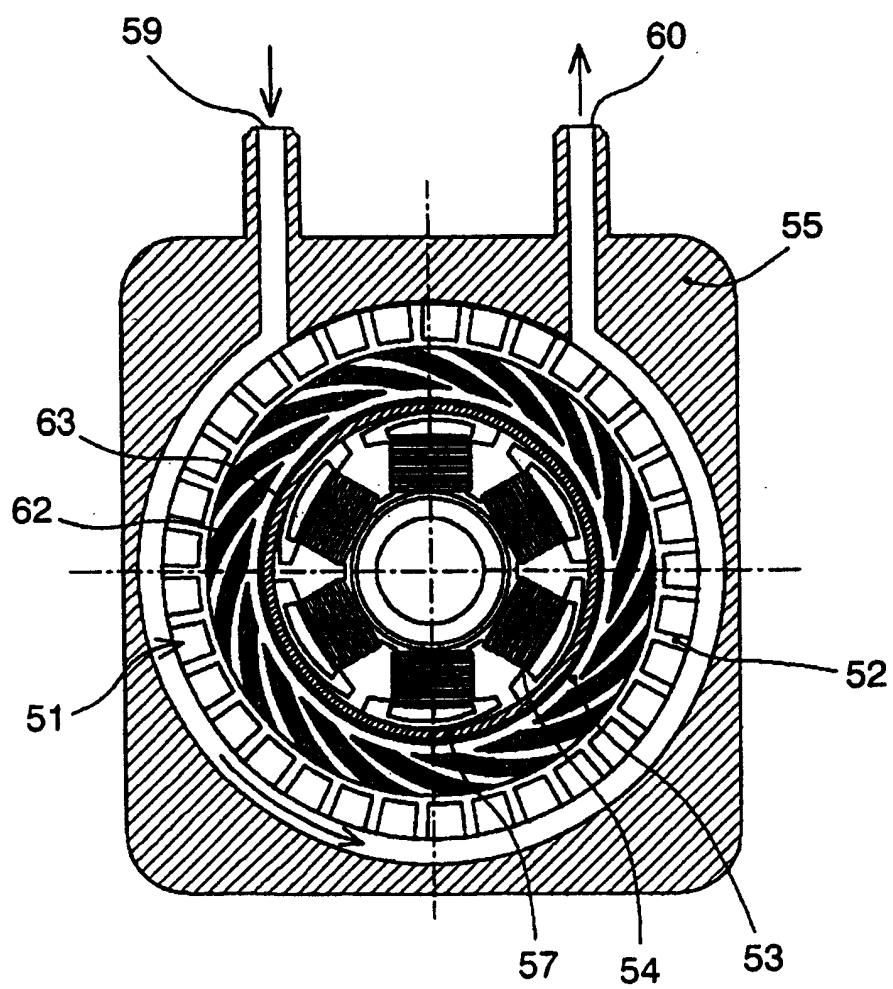
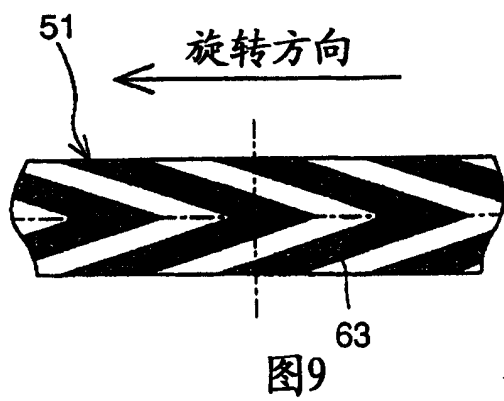
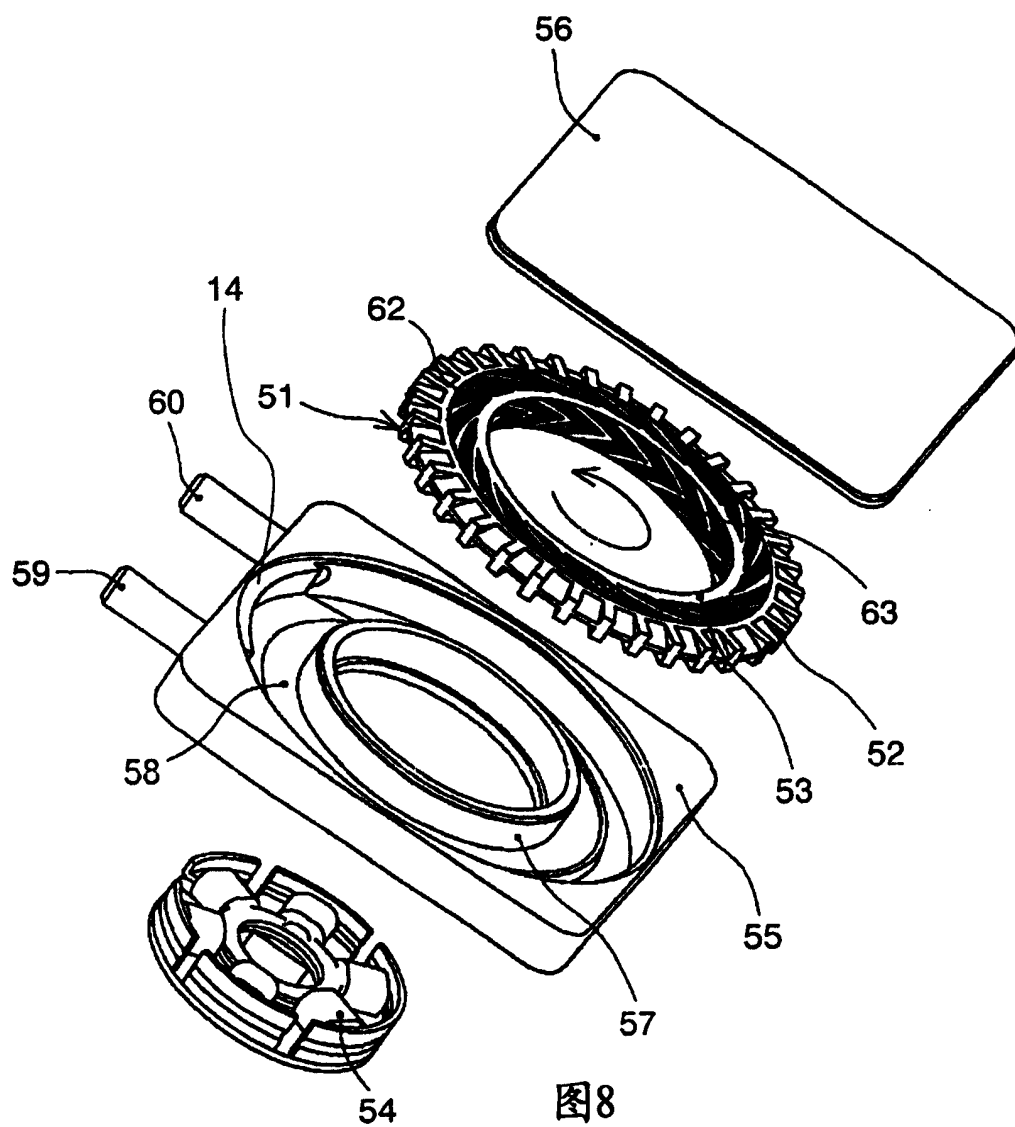


图7



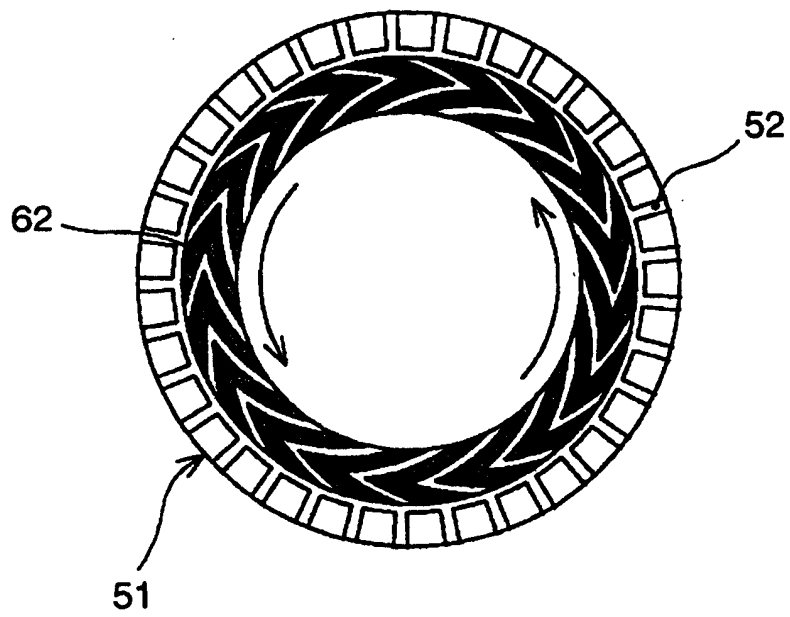


图10

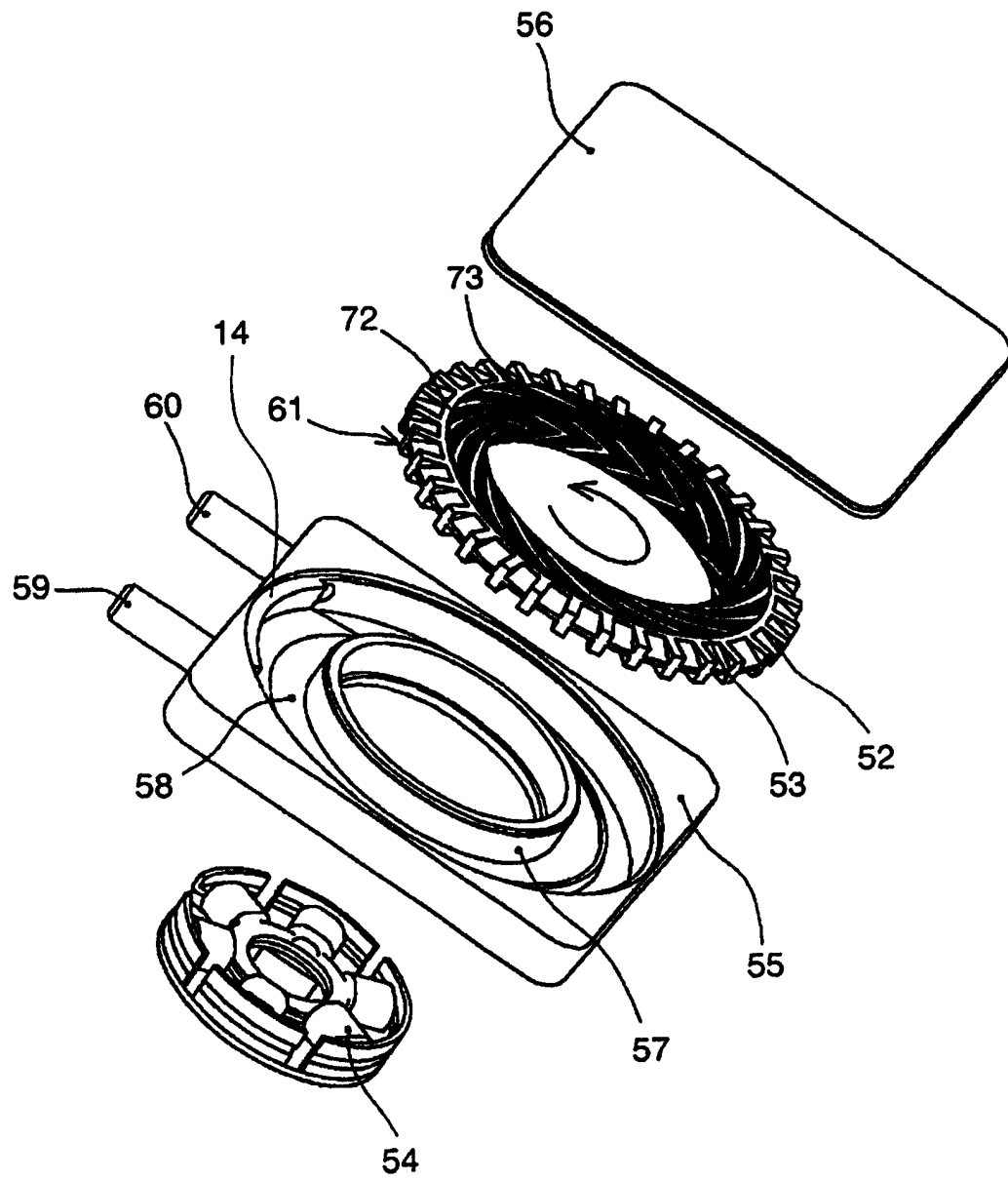


图11

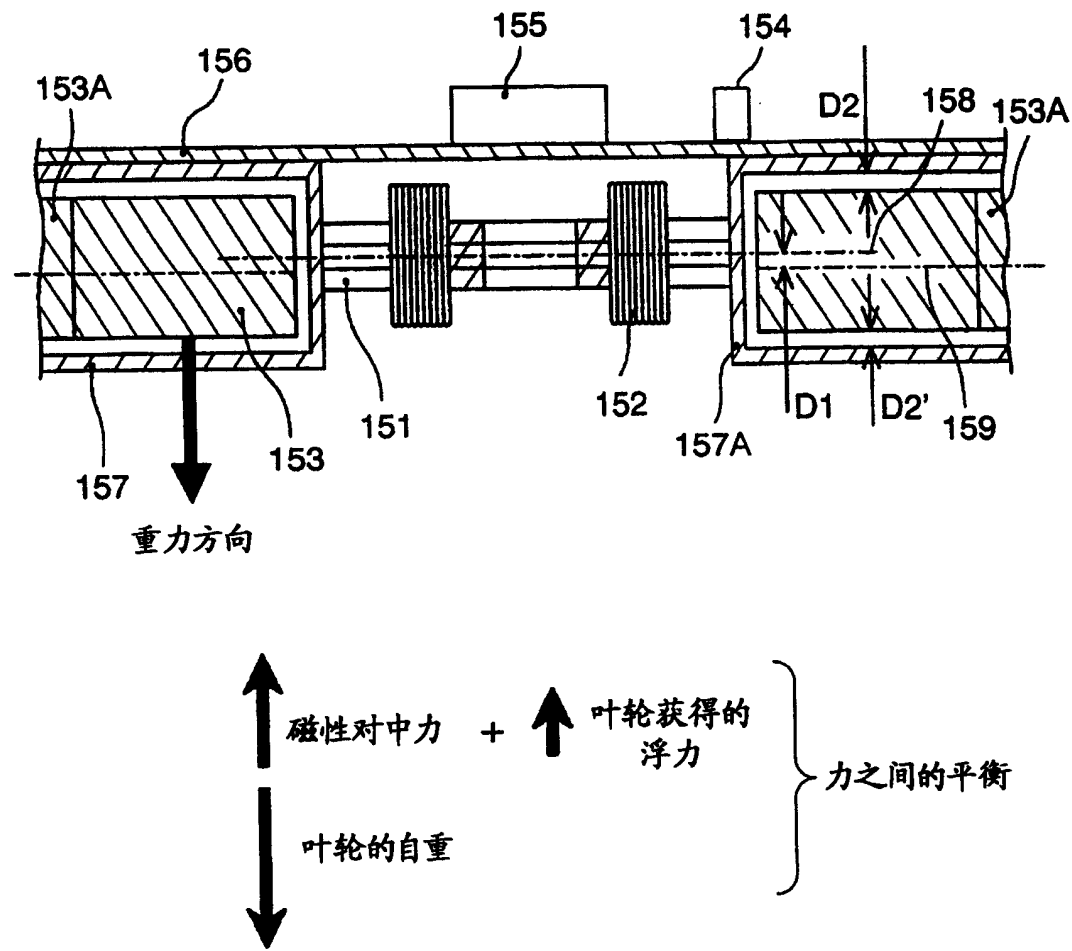


图12

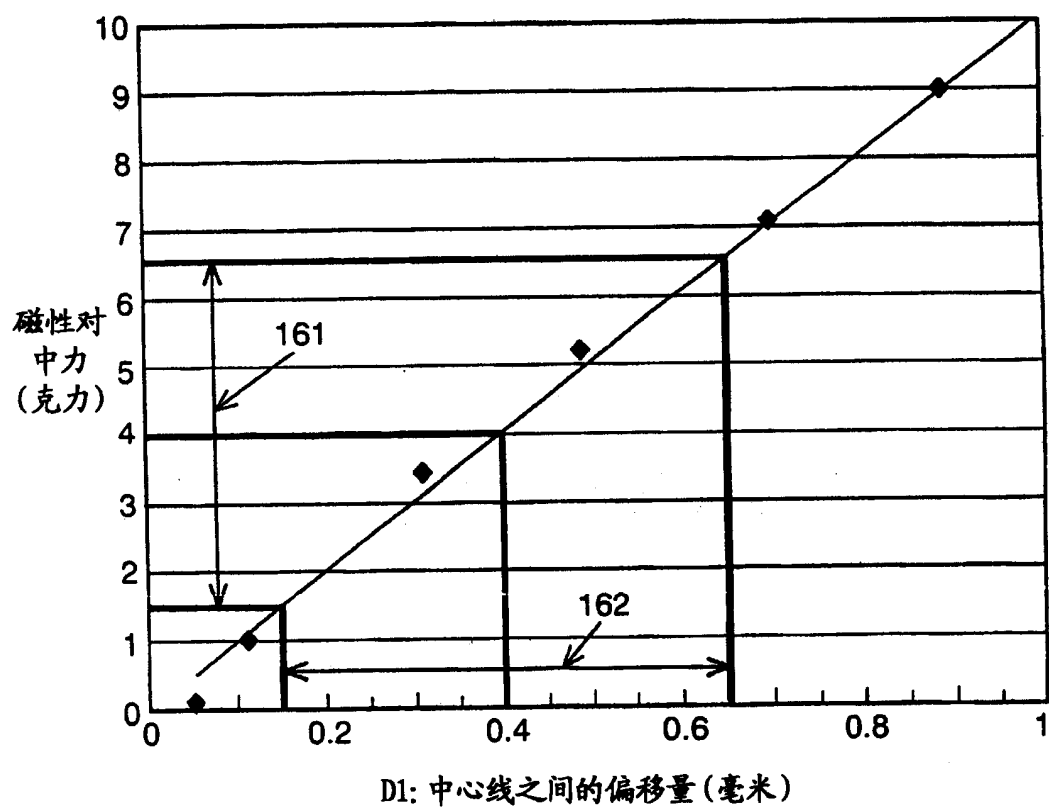


图13

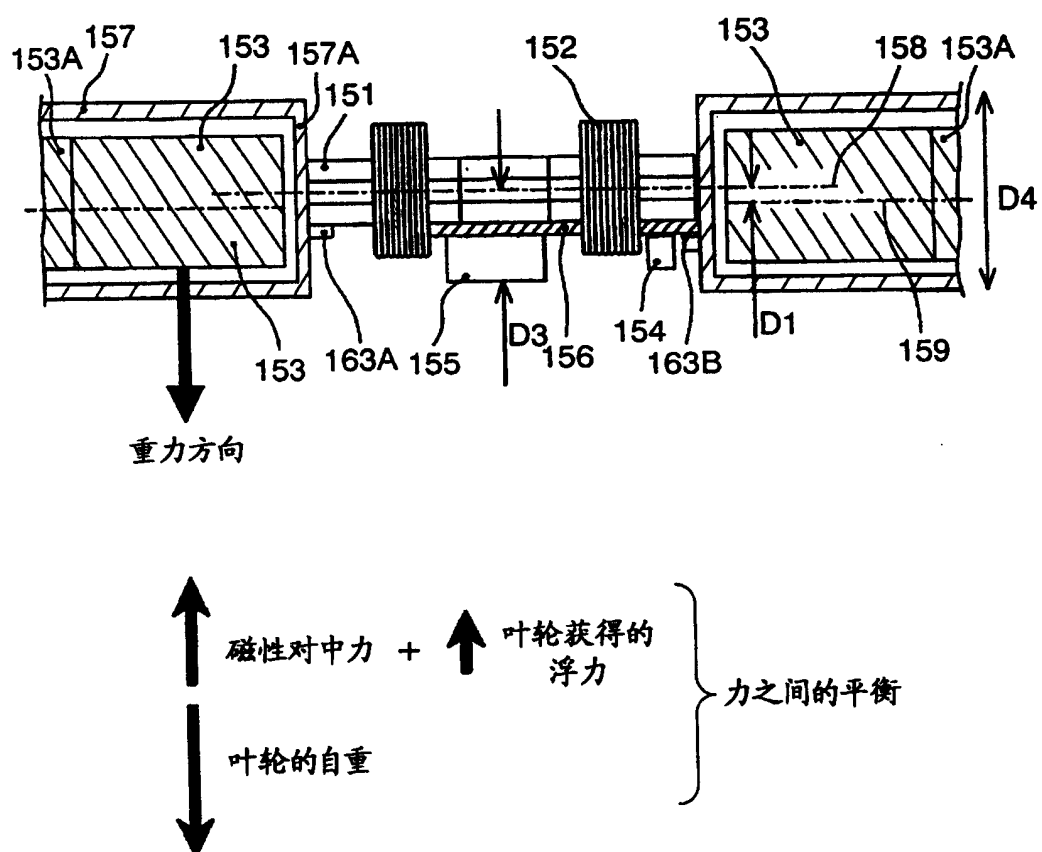


图14

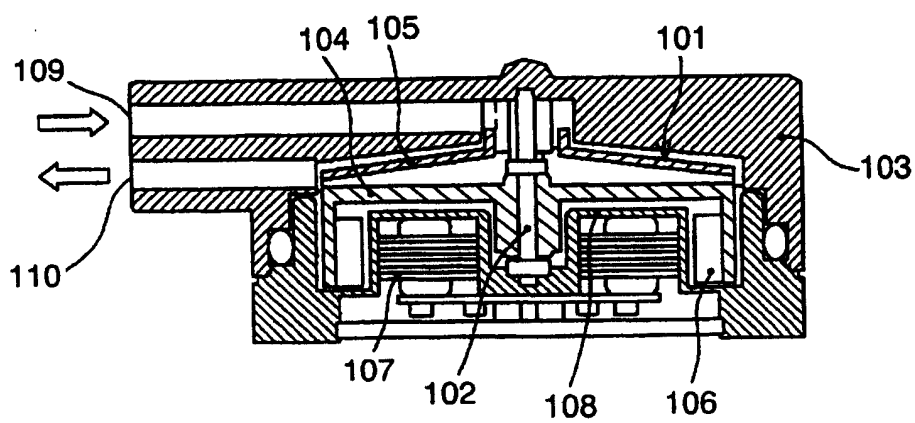


图15

附图参考标记列表

- 1 环形叶轮
- 2 叶片
- 3 转子磁体
- 4 电机定子
- 5 泵壳体
- 6 壳盖
- 7 圆筒体
- 8 止推板
- 9 吸入口 10 排放口
- 11 环形叶轮
- 12 突起部 13 突起部
- 14 隔板
- 21 发热装置
- 22 基板
- 23 冷却装置
- 24 散热器
- 25 储存容器
- 26 超薄泵
- 27 管线
- 51 环形叶轮
- 52 叶片
- 53 转子磁体
- 54 电机定子
- 55 泵壳体
- 56 壳盖
- 57 圆筒体
- 58 止推板

- 59 吸入口
- 60 排放口
- 61 环形叶轮
- 62, 72 推力动压产生沟槽
- 63, 73 径向动压产生沟槽
- 101 叶轮
- 102 静止轴
- 103 泵壳体
- 104 后部护罩
- 105 前部护罩
- 106 转子磁体
- 107 电机定子
- 108 隔板
- 109 吸入口
- 110 排放口
- 151 定子铁芯
- 152 定子绕组
- 153 磁体转子
- 154 磁极位置传感器
- 155 驱动 IC
- 156 基板
- 157 泵壳体
- 158 定子铁芯的中心线
- 159 磁体转子的中心线
- 161 分别从施加的振动量转换而来的磁性对中力的范围
- 162 叶轮振幅
- 163A 第一突起部 163B 第二突起部