

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G11B 5/60 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710006969.X

[43] 公开日 2007 年 7 月 4 日

[11] 公开号 CN 1991987A

[22] 申请日 2004.9.20

[21] 申请号 200710006969.X

分案原申请号 200410078050.8

[30] 优先权

[32] 2004.3.31 [33] JP [31] 2004-106426

[71] 申请人 富士通株式会社

地址 日本神奈川县川崎市

[72] 发明人 洼寺裕之

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司
代理人 李 辉

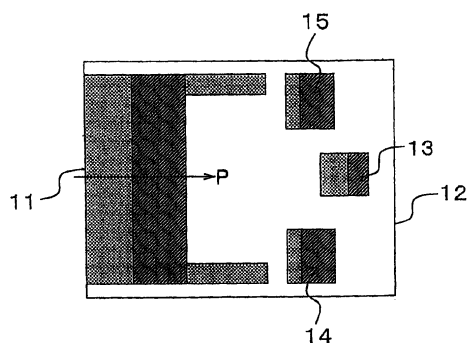
权利要求书 3 页 说明书 15 页 附图 10 页

[54] 发明名称

盘片装置的读写头滑块

[57] 摘要

本发明提供了一种盘片装置的读写头滑块，其包括：磁性元件，该磁性元件适于在盘状磁记录介质上方飞行以在该磁性元件和该磁记录介质之间记录或再生磁信息；读写头滑块的与介质相对的表面，相对于介质运转的方向，该表面形成有位于上游端的流入垫部分和从流入垫部分向下游延伸的一对侧轨部分，以及在读写头滑块的下游端位于中心部分处的中心垫和位于中心垫的两侧并且在中心垫的上游的一对侧垫；并且流入垫部分、中心垫和一对侧垫中的每一个都具有空气支承面和台阶面，台阶面的高度小于空气支承面的高度，该对侧轨部分中的至少一个侧轨部分与对应的侧垫相连，并且至少将侧轨部分设置得比读写头滑块的相应侧缘更接近读写头滑块的横向中心 10 μm 或更多。



1. 一种盘片装置的读写头滑块，其包括：

磁性元件，该磁性元件适于在盘状磁记录介质上方飞行以在该磁性元件和该磁记录介质之间记录或再生磁信息；

所述读写头滑块的与所述介质相对的表面，相对于所述介质运转的方向，该表面形成有位于上游端的流入垫部分和从该流入垫部分向下游延伸的一对侧轨部分，以及在所述读写头滑块的下游端位于中心部分处的中心垫和位于该中心垫的两侧并且在该中心垫的上游的一对侧垫；并且

所述流入垫部分、所述中心垫和所述一对侧垫中的每一个都具有空气支承面和台阶面，该台阶面的高度小于该空气支承面的高度，所述一对侧轨部分中的至少一个侧轨部分与对应的侧垫相连，并且至少将该侧轨部分设置得比所述读写头滑块的相应侧缘更接近所述读写头滑块的横向中心 $10\text{ }\mu\text{m}$ 或更多。

2. 根据权利要求1所述的读写头滑块，其中所述一对侧轨部分被构造为使得通过一钝角来限定与所述流入垫部分的连接部分或者与所述侧垫的连接部分。

3. 一种盘片装置的读写头滑块，其包括：

磁性元件，该磁性元件适于在盘状磁记录介质上方飞行以在该磁性元件和该磁记录介质之间记录或再生磁信息；

所述读写头滑块的与所述介质相对的表面，相对于所述介质运转的方向，该表面形成有位于上游端的流入垫部分和从该流入垫部分向下游延伸的一对侧轨部分，以及在所述读写头滑块的下游端位于中心部分处的中心垫和位于该中心垫的两侧并且在该中心垫的上游的一对侧垫；并且

所述中心垫具有空气支承面和位于该空气支承面的流出侧并且高度小于该空气支承面高度的台阶面，该空气支承面在所述中心垫的流出区域具有横向延伸部分并且在所述中心垫的各侧具有前部纵向延伸部分，

以限定一大致 U 形的结构, 并且该台阶面具有该空气支承面的正前方区域以及从该正前方区域向所述读写头滑块的上游延伸的中心突起。

4. 根据权利要求 3 所述的读写头滑块, 其中相对于所述正前方区域, 所述台阶面的所述中心突起的连接部分具有相对于所述记录介质位于外侧的斜面部分。

5. 一种盘片装置的读写头滑块, 其包括:

磁性元件, 该磁性元件适于在盘状磁记录介质上方飞行以在该磁性元件和该磁记录介质之间记录或再生磁信息;

所述读写头滑块的与所述介质相对的表面, 相对于所述介质运转的方向, 该表面形成有位于上游端的流入垫部分和从该流入垫部分向下游延伸的一对侧轨部分, 以及在所述读写头滑块的下游端位于中心部分处的中心垫和位于该中心垫的两侧并且在该中心垫的上游的一对侧垫;

负压区域, 该负压区域由所述流入垫部分和所述一对侧轨部分所包围的区域限定;

所述负压区域包括相对于所述记录介质的内周负压区域和外周负压区域, 并且所述内周负压区域比所述外周负压区域向所述读写头滑块的流入边缘延伸更多。

6. 一种盘片装置的读写头滑块, 其包括:

磁性元件, 该磁性元件适于在盘状磁记录介质上方飞行以在该磁性元件和该磁记录介质之间记录或再生磁信息;

所述读写头滑块的与所述介质相对的表面, 相对于所述介质运转的方向, 该表面形成有位于上游端的流入垫部分和从该流入垫部分向下游延伸的一对侧轨部分, 以及在所述读写头滑块的下游端位于中心部分处的中心垫和位于该中心垫的两侧并且在该中心垫的上游的一对侧垫;

负压区域, 该负压区域由所述流入垫部分和所述一对侧轨部分所包围的区域限定;

将所述负压区域的起始点限定为到所述读写头滑块的流入边缘的距离相对于所述读写头滑块的整个长度在 25% 之内的点。

7. 一种盘片装置的读写头滑块, 其包括:

磁性元件，该磁性元件适于在盘状磁记录介质上方飞行以在该磁性元件和该磁记录介质之间记录或再生磁信息；

所述读写头滑块的与所述介质相对的表面，相对于所述介质运转的方向，该表面形成有位于上游端的流入垫部分和从该流入垫部分向下游延伸的一对侧轨部分，以及在所述读写头滑块的下游端位于中心部分处的中心垫和位于该中心垫的两侧并且在该中心垫的上游的一对侧垫；

所述流入垫部分具有沿所述读写头滑块的上游端部分横向延伸的空气支承面以及高度小于该空气支承面并且在该空气支承面和所述读写头滑块的上游边缘之间横向延伸的台阶面，该台阶面具有高度与该空气支承面相当的至少两个凸起。

盘片装置的读写头滑块

本申请是原案申请号为 200410078050.8 的发明专利申请（申请日：2004 年 9 月 20 日，发明名称：盘片装置的读写头滑块）的分案申请。

技术领域

本发明涉及盘片装置的读写头滑块，更具体地，涉及下述盘片装置的读写头滑块，该读写头滑块包括磁性元件，该磁性元件适合于在盘状磁记录介质上方飞行，以在磁性元件与磁记录介质之间记录或再生磁信息，其中相对于该介质运转的方向，在该读写头滑块的与该介质相对的表面上形成有：位于上游端的流入垫（pad）部分和从该流入垫部分向下游延伸的一对侧轨（side rail）部分；以及在读写头滑块的下游端位于中心部分的中心垫和位于该中心垫的两侧并且在该中心垫上游的一对侧垫。

背景技术

首先，参照图 15 说明其上安装有磁性滑动读写头的传统盘片装置。图 15 是传统盘片装置 1 的平面图，其中以预定的间隔在可旋转心轴上安装有一个或多个盘状磁记录介质 3。

为各个旋转磁记录介质 3 的正面和反面均设置读写头滑块 10，各个读写头滑块 10 通过位于可摆动地支撑在枢轴上的执行器的臂 4 的端部的悬架 5 来支撑。通过音圈电机 6 使读写头滑块 10 在各个介质表面上沿径向移动（以进行寻道操作）。

如图 16 所示，具有上述结构的盘片装置 1 的读写头滑块 10 在盘状记录介质上基本上沿径向向外或向内移动，同时在由高速旋转的盘状记录介质 3 产生的正压或负压的作用下在介质表面上方飞行。

在图 16 中，通过磁记录介质 3 在沿箭头 P 的方向上的高速旋转，在

磁记录介质 3 和读写头滑块 10 之间沿箭头 P 的方向产生如图所示的气流。通过该气膜，在正压或负压的作用下，读写头滑块 10 距离磁记录介质 3 的表面预定的高度飞行，并且与磁记录介质 3 的表面保持预定的间隔关系。

为了实现磁记录介质 3 的高密度封装，希望将读写头滑块 10 设置得尽可能接近盘状记录介质 3。然而，在各种条件下，希望在介质表面和读写头滑块之间保持预定的间隔。如果读写头滑块 10 的总长度为 1.25nm，则读写头滑块 10 的安装有记录/再生磁性元件 7 的离介质表面最近的部分距离介质表面的飞行高度 t 为几十和几 nm，或者大约 15nm。

在图 17 中，具有上述结构的盘片装置的读写头滑块 10 由于由沿箭头 P 的方向高速旋转的盘状记录介质 3 产生的力而在介质表面上方飞行，同时该读写头滑块 10 在盘状记录介质上方基本上沿径向向外或向内移动（寻道操作）。

结果，盘状记录介质 3 相对于读写头滑块 10 的运转速度根据读写头滑块 10 是沿盘状记录介质 3 的内周侧、中间周侧还是外周侧运动而变化。同时，磁记录介质 3 相对于读写头滑块 10 的运转方向，即，速度矢量 V_1 、 V_2 、 V_3 及其方向也发生变化。具体地，在最内周和最外周之间，运转速度变化了大约两倍，而速度矢量变化了大约 25 度。

因此，在设计盘片装置的读写头滑块 10 时，在盘状记录介质 3 的整个圆周上尽可能保持读写头滑块的飞行高度 t （图 16）一致是很重要的，甚至允许存在速度的变化或速度矢量的变化。

通过类似的方式，在支撑读写头滑块 10 的执行器的臂 4（图 15）进行寻道操作的情况下，安装在臂 4 前端的读写头滑块 10 在某些定时沿盘状记录介质 3 的径向向内移动，而在其它定时向外移动。在该过程中，寻道操作与读写头滑块 10 相对于记录介质 3 的速度矢量的合成使速度矢量（ V_4 和 V_5 ）的方向改变了大约 15 度。

因此，对于气流的这种方向变化，要求读写头滑块在记录介质上方的飞行高度尽可能保持一致。

此外，要求携带该盘片装置的设备（无论是固定计算机还是移动个

人计算机)能够承受包括低气压在内的多种工作条件。通常, HDD(硬盘驱动器)要求考虑在高的海拔高度使用, 因此, HDD 即使在海平面以上 3000m 的高度也必须保证能够工作。

此外, 考虑到诸如加工误差和装配误差等制造问题而需要鲁棒的设计。

在上述盘片装置的读写头滑块的所有设计问题中, 本发明特别倾向于提供一种可以在低气压下使用的盘片装置的读写头滑块。

具体地, 传统盘片装置的读写头滑块产生的问题在于在低气压下读写头滑块的飞行高度降低。尤其在支撑于执行器的臂的自由端处的读写头滑块位于盘片介质的内侧(内侧), 同时沿旋转磁介质的径向进行寻道操作的情况下, 盘状记录介质相对于读写头滑块的圆周速度很低, 以至于不能确保向读写头滑块提供足够的空气支承(air-bearing)压力。结果, 随着气压的下降飞行高度大大降低。

确保读写头滑块几乎不依赖于气压, 即, 具有能够可靠地克服低气压的特性的尝试会遇到克服圆周速度变化的鲁棒性下降的问题。此外, 如同读写头滑块的飞行高度一样, 随着气压的下降, 提供转动读写头滑块相对于介质的上游或下游方向的倾角的“俯仰角(pitch angle)”减小。

在与本发明相关的日本未审专利公报 No. 2003-323706 中公开的传统技术提出了下述的读写头, 其中在滑块体在磁记录介质上方飞行的情况下, 通过减小气压对磁芯和磁记录介质之间的间隔的影响来防止磁芯与磁记录介质相接触。

JP-A 2003-323706 公开了一种磁记录装置的读写头滑块, 其中在与介质相对的滑块体表面的流出端(尾端部分)的中部形成有具有磁芯的中心垫部分, 并且在比中心垫部分更接近流入端(前端)的横向端部形成有多个侧垫部分。与介质相对的两个侧垫部分的表面的总面积大于与介质相对的中心垫部分的表面的面积。各个垫部分形成有低于前端上的其它部分的前台阶面。

如上所述, 已对通过调整与介质相对的中心垫部分和侧垫部分的表

面面积来提高读写头滑块克服气压变化的鲁棒性进行了尝试。然而，在专利参考文献 1 中公开的方法只考虑了与介质呈相对关系的中心垫部分和侧垫部分的表面面积，并没有充分考虑中心垫和侧垫产生的压力的大小。

鉴于此，根据本发明，不论与介质相对的中心垫部分和侧垫部分的表面面积如何，侧垫部分中产生的正压增大至超过中心垫部分中产生的正压，从而确保克服气压变化的鲁棒性。此外，可以通过适当地设计侧垫部分的形状来进一步提高克服更大的气压变化的鲁棒性。

发明内容

因此，本发明的目的是提供一种盘片装置的读写头滑块，该读写头滑块在旋转的盘状磁记录介质上方飞行，并且具有对气压的依赖性较小的特性，即，能够可靠克服气压变化，并且即使在低气压下也能使读写头滑块的飞行高度变化最小。

根据本发明，提供了一种盘片装置的读写头滑块，该读写头滑块包括：磁性元件，其适于在盘状磁记录介质上方飞行以在该磁性元件与该磁记录介质之间记录或再生磁信息；该读写头滑块的与该介质相对的表面，相对于介质运转的方向，该表面形成有位于上游端的流入垫部分和从该流入垫部分向下游延伸的一对侧轨部分，以及在读写头滑块的下游端位于中部的中心垫和位于该中心垫两侧并且在该中心垫的上游的一对侧垫；其中当读写头滑块位于磁记录介质的内周区域时，由侧垫产生的正压大于由中心垫产生的正压。

在如上所述的盘片装置的读写头滑块中，至少一个侧垫具有空气支承面和台阶面，该台阶面的高度小于该空气支承面的高度，空气支承面和台阶面之一具有纵向延伸部分和横向延伸部分以限定一大致 L 形的结构，其中，所述一对侧垫的外侧边缘不相对于所述一对侧轨部分的外侧边缘突出，而是基本上与所述一对侧轨部分的外侧边缘一致。

该对侧垫中的至少一个具有该大致 L 形结构的纵向延伸部分，并且该纵向延伸部分相对于磁记录介质位于外周侧，以使该大致 L 形的结构

相对于磁记录介质向内周侧开口。

如上所述，在盘片装置的读写头滑块中，流入垫部分、中心垫和侧垫中的每一个都具有空气支承面和台阶面，台阶面的高度小于空气支承面的高度，多个侧轨部分中的至少一个侧轨部分与对应的侧垫相连，并且至少将该侧轨部分设置得比读写头滑块的相应侧缘更接近读写头滑块的横向中心 $10\ \mu\text{m}$ 或更多。

将这些侧轨部分构造为通过一钝角来限定与流入垫部分相连的部分或者与侧垫相连的部分。

在如上所述的盘片装置的读写头滑块中，中心垫具有空气支承面和位于空气支承面的流出侧并且高度小于空气支承面高度的台阶面，空气支承面在中心垫的流出区域具有横向延伸部分并且在中心垫的各个侧面具有前部纵向延伸部分，以限定一大致 U 形的结构，并且台阶面具有空气支承面的正前方区域 (immediately front area) 以及从该正前方区域向读写头滑块的上游延伸的中心突起。

相对于该正前方区域，台阶面的中心突起的连接部分具有相对于记录介质位于外侧的斜面部分。

在如上所述的盘片装置的读写头滑块中，将负压区域限定为由流入垫部分和侧轨部分包围的区域；该负压区域包括相对于记录介质的内周负压区域和外周负压区域，并且内周负压区域比外周负压区域向读写头滑块的流入边缘延伸更多。

在如上所述的盘片装置的读写头滑块中，将负压区域限定为由流入垫部分和侧轨部分包围的区域；将负压区域的起始点限定为到读写头滑块的流入边缘的距离相对于读写头滑块的整个长度在 25% 之内的点。

在如上所述的盘片装置的读写头滑块中，流入垫部分具有沿读写头滑块的上游端部分横向延伸的空气支承面以及高度小于该空气支承面高度并且在该空气支承面和读写头滑块的上游边缘之间横向延伸的台阶面，该台阶面具有高度与空气支承面相当的至少两个凸起。

附图说明

图 1 是表示本发明第一实施例的平面图；
图 2 是表示本发明第二实施例的平面图；
图 3 是表示本发明第三实施例的平面图；
图 4 是表示本发明第四实施例的平面图；
图 5 是表示本发明第五实施例的平面图；
图 6 是表示本发明第六实施例的平面图；
图 7 是表示本发明第七实施例的平面图；
图 8 是表示本发明第八实施例的平面图；
图 9 是表示本发明第九实施例的平面图；
图 10 是表示本发明第十实施例的平面图；
图 11 是表示本发明第 11 实施例的平面图；
图 12 是表示本发明第 12 实施例的平面图；
图 13 是表示本发明第 13 实施例的平面图；
图 14 是表示本发明第 14 实施例的平面图；
图 15 是示意性地表示盘片装置的平面图；
图 16 是盘片装置的读写头滑块的侧视图；
图 17 是表示读写头滑块的位置与流速矢量之间关系的简图；
图 18 是表示读写头滑块的寻道操作与流速矢量之间关系的简图；以
及
图 19 是从与介质相对的读写头滑块表面观察的立体图。

具体实施方式

下面参照附图详细说明本发明的实施例。

图 1 到 14 是根据本发明的各个实施例，从盘片装置的读写头滑块的与介质相对的侧面观察的平面图。图 19 是从读写头滑块的与磁记录介质相对的表面（或者具体地说，从读写头滑块的与介质相对的不平整表面）观察的根据本发明的读写头滑块的立体图。在图 19 中，放大了从底面 B 到空气支承面（ABS）的高度以及到台阶面 D 的高度。

在图 19 中，读写头滑块体 10 由诸如炭化铝钛（AlTiC）的适当陶瓷

材料形成，并且通过诸如离子铣削或离子蚀刻的传统公知方法来制造。从读写头滑块的与介质相对的侧面观察，读写头滑块体 10 呈大致矩形的平面视图。相对于磁记录介质旋转的方向 P，读写头滑块体 10 包括构成上游横向边缘的流入端 10a、构成后部横向边缘的流出端 10b、以及纵向侧边缘 10c、10d。

为了确保在读写头滑块 10 的与介质相对的表面和旋转磁记录介质之间所需的空气支承力，在读写头滑块 10 的特定相对表面上形成多个很小的不平整部分，以由此控制压力。具体地，通过适当地控制由这些很小的不平整部分产生的正压和负压的组合来实现复杂的空气支承功能。

如图 19 所示，读写头滑块 10 具有与介质相对的三级台阶的不平整表面。在本说明书中，将主要形成离磁记录介质的表面最远的负压表面的表面 B 定义为“底面”，将主要形成离磁记录介质的表面最近的正压表面的表面 A 定义为“空气支承面 (ABS)”，而将从空气支承面 A 略微下降的表面 D 定义为“台阶面”。从空气支承面 A 到底面 B 的深度 a 为大约 1 到 $3\ \mu\text{m}$ ，而从空气支承面 A 到台阶面 D 的深度 b 为大约 0.1 到 $0.3\ \mu\text{m}$ 。

空气支承面 A 包括流入垫部分 A(1)，该流入垫部分 A(1) 靠近上游端并与上游端稍微间隔开，该流入垫部分 A(1) 与介质旋转方向 P 垂直地延伸到读写头滑块体 10 的整个宽度。中心垫部分 A(2) 位于沿方向 P 的下游端的中心部分处。此外，侧垫部分 A(3)、A(4) 位于中心垫部分 A(2) 的稍微靠上游的两侧。

另一方面，相对于介质运转的方向 P，台阶面 D 包括：在流入垫部分 A(1) 前方的整个横向区域延伸的流入侧台阶面 D(1)；从流入垫部分 A(1) 沿读写头滑块的两侧向下游延伸的侧轨部分 D(5)、D(6)；以及设置在中心垫部分 A(2) 和侧垫部分 A(3)、A(4) 前方的中心台阶面 D(2) 和侧台阶面 D(3)、D(4)。

读写头滑块 10 除空气支承面 A 和台阶面 D 以外的与介质相对的表面区域构成底面 B。具体地，与由流入垫部分 A(1) 限定的介质相对的读写头滑块的底面 B 的中心区域、侧轨部分 D(5)、D(6)、中心垫部分 A(2)、台阶面 D(2)、侧垫部分 A(3)、A(4)、以及台阶面 D(3)、D(4) 构成负压部

分。

可以通过改变各种参数（包括读写头滑块 10 的与介质相对的空气支承面 A 和台阶面 D 的形状和面积）来控制读写头滑块 10 对于记录介质表面的空气支承力。

接下来，参照图 1 到 14 说明根据本发明的各种实施例的读写头滑块 10 的与介质相对的空气支承面 A 和台阶面 D。如前面所定义的，在这些图中，空气支承面 A 由阴影线表示，台阶面 D 由圆点表示，而底面 B 由框线表示。

图 1 是表示根据本发明第一实施例的与介质相对的读写头滑块表面的平面图。在图 1 中，标号 11 表示空气流入的流入端，标号 12 表示空气流出的流出端。标号 13 表示中心垫部分，标号 14、15 表示侧垫部分。根据第一实施例，将由两个侧垫部分 14、15 产生的压力（正压）设定为大于由中心垫部分 13 产生的压力（正压）。结果，防止了由于气压下降而导致的飞行高度极大降低。

具体地，除了中心垫部分 13 的空气支承面 A 的面积和侧垫部分 14、15 的空气支承面 A 的面积外，诸如中心垫部分 13 和侧垫部分 14、15 的大小、形状、和排列以及台阶面 D 的对应大小、形状、排列和其它物理构造也是可变地。通过这种方式，可以将由两个侧垫部分 14、15 产生的压力设定为大于由中心垫部分 13 产生的压力。通过计算机仿真来具体确定通过包括大小、形状和排列在内的多种因素在与介质相对的读写头滑块表面上获得的压力的大小。

图 2 是表示根据本发明第二实施例的与介质相对的读写头滑块表面的平面图。标号 21 表示空气流入的流入端，标号 22 表示空气流出的流出端。标号 23 表示中心垫部分，标号 24、25 表示侧垫部分。根据第二实施例，在读写头滑块沿径向位于记录介质的内侧的情况下，空气从图 2 的左下部沿箭头 Q 的方向流向右上部（与图 17 的情况相反）。因此，如图 2 所示，侧垫部分 24、25 的空气支承面 A 的前缘向内取向以增大由气流产生的沿箭头 Q 的方向的压力。结果，只要读写头滑块沿径向位于磁记录介质的内侧，就可以增大由侧垫部分 24、25 产生的压力。

具体地，当读写头滑块位于内周区域时由侧垫部分 24、25 产生的压力大于读写头滑块位于外周区域时由侧垫部分 24、25 产生的压力。这防止了在读写头滑块沿径向位于磁记录介质的内侧并且读写头滑块和磁记录介质之间的相对速度减小的情况下，可能由于气压的下降而导致读写头滑块的飞行高度极大降低。

图 3 是表示根据本发明第三实施例的与介质相对的读写头滑块表面的平面图。标号 31 表示空气流入的流入端，标号 32 表示空气流出的流出端。标号 33 表示中心垫部分，标号 34、35 表示侧垫部分。根据第三实施例，通过后部横向延伸部分 A1 和纵向延伸部分 A2 将各个侧垫部分 34、35 的空气支承面 A 形成为大致 L 形的结构。台阶面 D 延伸到由大致 L 形结构的空气支承面 A1、A2 限定的中心边缘和上游边缘。由此，如图 3 所示，台阶面 D 的侧垫部分 34、35 的空气支承面 A 共同指向中心。具体地，各个纵向延伸部分 A2 比对应的台阶面更接近滑块体的侧缘。结果，通过作为堤的侧垫部分有效地集中沿箭头 P 的方向流入的空气，由此增大由侧垫部分 34、35 产生的压力。因此，防止了可能由于气压的下降而导致的读写头滑块的飞行高度极大降低。

图 4 表示根据本发明第四实施例的与介质相对的读写头滑块表面的平面图。标号 41 表示空气流入的流入端，标号 42 表示空气流出的流出端。标号 43 表示中心垫部分，标号 44、45 表示侧垫部分。根据与第三实施例具有类似构造的第四实施例，由后部横向延伸部分 A1 和纵向延伸部分 A2 将根据第三实施例的侧垫部分 34、35 的空气支承面 A 形成为大致 L 形的结构。台阶面 D 延伸到大致 L 形结构的空气支承面 A1 的中心边缘和上游边缘。在读写头滑块位于磁记录介质的内周侧的情况下，空气从图 4 中的左下部沿箭头 Q 的方向流向右上部。

由此，将位于内侧的侧垫部分 44 的大致 L 形结构的空气支承面 A 的纵向延伸部分 A2 设置得更接近记录介质的外部周边，即，更接近如图 4 所示的台阶面 D 中的读写头滑块的中心。结果，尤其在读写头滑块沿径向位于磁记录介质的内侧的情况下，由侧垫部分 44、45 的大致 L 形的空气支承面 A 接收沿箭头 Q 的方向流动的空气，由此增大由侧垫部分 44、

45 产生的压力。

具体地，在读写头滑块沿径向位于磁记录介质的内侧的情况下，侧垫部分 44、45 产生的压力（正压）高于在读写头滑块位于外侧的情况下所产生的压力。由此，可以防止在读写头滑块沿径向位于磁记录介质内侧，并且读写头滑块和磁记录介质之间的相对速度减小的情况下，可能由于气压的下降而导致的读写头滑块的飞行高度极大降低。

图 5 是表示根据本发明第五实施例的与介质相对的读写头滑块表面的平面图。标号 51 表示空气流入的流入端，标号 52 表示空气流出的流出端。标号 53 表示中心垫部分，标号 54、55 表示侧垫部分。根据第五实施例，由后部横向延伸部分 D1 和纵向延伸部分 D2 将在侧垫部分 54、55 的空气支承面 A 的前方延伸的台阶面 D 成为大致 L 形的结构。将两个侧垫部分 54、55 的台阶面 D 的大致 L 形结构的纵向延伸部分 D2 设置在读写头滑块的外周侧。由此，通过侧垫部分 54、55 的大致 L 形结构的台阶面 D 将沿箭头 P 的方向流动并到达侧垫部分 54、55 前部的气流定向为向内。还可以控制沿箭头 R 的方向流入读写头滑块的气流。

通过这种方式，通过大致 L 形结构的台阶面 D2（作为堤）有效地集中气流，由此增大由侧垫部分 54、55 产生的压力。结果，防止了由于气压的下降而导致的读写头滑块的飞行高度极大降低。

图 6 是表示根据本发明第六实施例的与介质相对的读写头滑块表面的平面图。标号 61 表示空气流入的流入端，标号 62 表示空气流出的流出端。标号 63 表示中心垫部分，标号 64、65 表示侧垫部分。第六实施例与第五实施例的构造的相似之处在于，由后部横向延伸 D1 和纵向延伸 D2 将在各个侧垫部分 64、65 的空气支承面 A 的前方延伸的台阶面 D 成为大致 L 形的结构。然而，也可以将两个侧垫部分 64、65 的大致 L 形结构的台阶面 D 的纵向延伸部分 D2 设置在磁记录介质的外周侧。

通过这种结构，在读写头滑块沿径向位于磁记录介质的内侧的情况下，空气沿箭头 Q 的方向从图 6 的左下部流向右上部。因此，如图 6 所示，通过在磁记录介质的外周侧的各个侧垫部分 64、65 的大致 L 形台阶面 D 的前方设置纵向延伸部分 D2，在读写头滑块沿径向位于磁记录介质

的内侧的情况下，由侧垫部分 64、65 的大致 L 形台阶面 D 接收沿箭头 Q 的方向流入的空气。因此，增大了由侧垫部分 64、65 产生的压力。结果，可以防止在读写头滑块沿径向位于磁记录介质内侧，并且读写头滑块和磁记录介质之间的相对速度减小的情况下，由于气压的下降可能导致的读写头滑块的飞行高度极大降低。

图 7 是表示根据本发明第七实施例的与介质相对的读写头滑块表面的平面图。标号 71 表示空气流入的流入端，标号 72 表示空气流出的流出端。标号 73 表示中心垫部分，标号 74、75 表示侧垫部分，标号 76、77 表示侧轨部分。根据第七实施例，分别将形成为台阶面 D 的侧轨部分 76、77 设置得比读写头滑块的侧缘 10c、10d 更接近读写头滑块的横向中心约 W（例如， $10\mu\text{m}$ 或更多）。此外，各个侧轨 76、77 的上游端与流入垫部分 710 的空气支承面 A 相连，而其各个下游端与侧垫部分 74、75 的台阶面相连。由此，流入垫部分 710 的空气支承面 A、侧垫部分 76、77 和侧垫部分 74、75 的台阶面纵向相连。

如上所述，根据第七实施例，将侧轨 76、77 设置得比读写头滑块的侧缘 10c、10d 更接近读写头滑块的横向中心约 W（例如， $10\mu\text{m}$ 或更多），而同时将各个侧轨与流入垫部分 710 的空气支承面 A 相连，结果，侧垫部分 76、77 构成堤，从而有效地集中沿箭头 P 的方向流动的空气。具体地，该结构能够更有效地集中围绕读写头滑块内侧的气流 R。结果，侧垫部分 74、75 产生更高的压力，并且防止了由于气压的下降而导致的读写头滑块的飞行高度极大降低。

图 8 是表示根据本发明第八实施例的与介质相对的读写头滑块表面的平面图。标号 81 表示空气流入的流入端，标号 82 表示空气流出的流出端。标号 83 表示中心垫部分，标号 84、85 表示侧垫部分，标号 86、87 表示侧轨部分，标号 88、89 表示侧轨和对应的侧垫部分彼此相连的角度。根据第八实施例，如在第七实施例中一样，分别将被形成为台阶面 D 的侧轨部分 86、87 设置得比读写头滑块的侧缘 10c、10d 更接近读写头滑块的横向中心约 W（例如， $10\mu\text{m}$ 或更多）。由此，流入垫部分 810 的空气支承面 A、侧轨部分 86、87 和侧垫部分 84、85 的台阶面连续地彼此

相连。

然而,根据第八实施例,通过形成斜面部分使得侧轨部分 86、87 与各个侧垫部分 84、85 的台阶面之间的各个连接部分的角度在更接近读写头滑块外部周边的一侧呈钝角。这些斜面部分也被形成为台阶面。通过这种方式,根据第八实施例,将侧轨部分 86、87 设置得比读写头滑块侧缘 10c、10d 更接近读写头滑块的横向中心约 W (例如, $10\mu\text{m}$ 或更多),同时侧轨部分 86、87 与流入垫部分 810 的空气支承表面 A 相连。此外,各个侧轨部分 86、87 和各个侧垫部分 84、85 的台阶面之间的连接部分的角度 88、89 在更接近读写头滑块的外部周边的一侧呈钝角。因此,如在第七实施例中一样,侧轨部分 86、87 构成堤,以有效地集中沿箭头 P 的方向(或者沿箭头 R 的方向指向读写头滑块内侧)流动的空气。此外,当对读写头滑块进行加工,或者读写头滑块等待对记录介质进行操作或者正在飞行时,减少了灰尘或污垢在侧轨部分 86、87 上或其周围淀积的可能性。尤其当读写头滑块飞行时,可以有效地防止附着在高速旋转的磁记录介质表面上的灰尘和污垢与沿箭头 R 的方向流动的空气一起流入读写头滑块。

图 9 是表示根据本发明第九实施例的与介质相对的读写头滑块表面的平面图。标号 91 表示空气流入的流入端,标号 92 表示空气流出的流出端。标号 93 表示中心垫部分,标号 94、95 表示侧垫部分,标号 96、97 表示侧轨部分,标号 98、99 表示侧轨部分与流入垫部分 910 之间的连接部分的角度。根据第九实施例,如在第七实施例中一样,将被形成为台阶面 D 的侧轨部分 96、97 设置得比读写头滑块的侧缘 10c、10d 更接近读写头滑块的横向中心约 W (例如, $10\mu\text{m}$ 或更多),同时沿纵向连接流入垫部分 910 的空气支承面 A、侧轨部分 96、97 和侧垫部分 94、95 的台阶面。

然而,在第九实施例中,形成斜面部分 921、922 以确保侧轨部分 96、97 和流入垫部分 910 的空气支承面 A 之间在更接近读写头滑块外部周边的一侧的连接部分为钝角。斜面部分 921、922 也被形成为台阶面。通过这种方式,根据第九实施例,将侧轨部分 86、87 设置得比读写头滑

块侧缘 10c、10d 更接近读写头滑块的横向中心约 W（例如， $10\mu\text{m}$ 或更多），同时该侧轨部分 86、87 与流入垫部分 810 的空气支承面 A 相连。此外，侧轨部分 86、87 与流入垫部分 910 之间的连接部分的外部角度 88、89 呈钝角。因此，与第七实施例中一样，侧轨部分 86、87 构成堤，以有效地集中沿箭头 P 的方向（或者沿箭头 R 的方向指向读写头滑块内侧）流动的空气。此外，当对读写头滑块进行加工，或者读写头滑块等待对记录介质进行操作或者正在飞行时，减少了灰尘或污垢在侧轨部分 86、87 或其周围淀积的可能性。尤其当读写头滑块飞行时，可以有效地防止附着在高速旋转的磁记录介质表面上的灰尘和污垢与沿着箭头 R 的方向流动的空气一起流入读写头滑块。

在图 7 到图 9 所示的实施例中，尺寸 W 为 $10\mu\text{m}$ 或更多。例如，根据读写头滑块的类型，读写头滑块优选地为总长度约 1.25mm 且总宽度约 1.0mm，或者总长度约 0.85mm 且总宽度约 0.70mm。

图 10 是表示根据本发明第十实施例的与介质相对的读写头滑块表面的平面图。标号 101 表示空气流入的流入端，标号 102 表示空气流出的流出端。标号 103 表示中心垫部分，标号 104、105 表示侧垫部分，标号 106、107 表示被形成为中心垫部分 103 的空气支承面 A 的沟道状结构部分。该第十实施例的特征在于中心垫部分 103 的结构。具体地，将最接近记录介质表面的构成空气支承面 A 的中心垫部分 103 的部分形成为沟道形状，同时在其前部的两侧具有后部横向延伸部分和纵向延伸部分。此外，在中心垫部分 103 的空气支承面 A 前方的区域中，由空气支承面 A 正前方的区域 109 和从区域 109 向读写头滑块上游延伸的中心突起 108 构成比空气支承面 A 低的台阶面 D。

采用这种结构可以实现对于磁记录介质的圆周速度的鲁棒性。此外，在仅将中心垫部分 103 的空气支承面 A 大致形成为具有纵向垫部分 106、107 的沟道形状的情况下，读写头滑块可以以其中心部分在轮廓上沿径向升高的状态飞行。然而，根据本实施例，提供在台阶面 D 前方延伸的中心突起 108 对于集中沿箭头 S 的方向流入读写头滑块的空气特别有效，从而使飞行的读写头滑块的径向轮廓平整。

图 11 是表示根据本发明第 11 实施例的与介质相对的读写头滑块表面的平面图。标号 111 表示空气流入的流入端，标号 112 表示空气流出的流出端。标号 113 表示中心垫部分，标号 114、115 表示侧垫部分，标号 116、117 表示被形成为中心垫部分的空气支承面 A 的沟道形状结构部分。标号 118 表示被形成为中心垫部分的台阶面的中心突起，标号 119 表示被形成为中心突起 118 下游的外根部处的台阶面的斜面部分。虽然第 11 实施例与图 10 中的第十实施例类似，但是其与第十实施例的不同之处在于，在构成中心突起 118 的下游端的外根部形成作为台阶面的斜面部分。结果，在读写头滑块沿径向位于磁记录介质外侧的情况下可以在某种程度上减小对气压的依赖性。具体地，该结构防止了在读写头滑块沿径向位于磁记录介质外侧的情况下，由于读写头滑块对气压的过度依赖性而导致的读写头滑块飞行过高。

图 12 是表示根据本发明第 12 实施例的与介质相对的读写头滑块表面的平面图。标号 121 表示空气流入的流入端，标号 122 表示空气流出的流出端。标号 123 表示中心垫部分，标号 124、125 表示侧垫部分，标号 126 表示内负压区域，标号 127 表示外负压区域。根据第 12 实施例，向内朝向记录介质的读写头滑块的负压区域 126 比外负压区域 127 向读写头滑块的流入端 121 扩展更多。

具体地，使流入垫部分的最端部的流入端侧上的台阶面 129 的纵向尺寸的长度最小，同时，流入垫部分的空气支承面 A 的后缘尽可能地向前设置。通过这种方式，尽可能地扩大沿径向位于记录介质内侧的读写头滑块的负压区域 126。另一方面，为了防止读写头滑块的外周侧的负压区域 127 过度扩大，使台阶面 128(D) 仅在流入垫部分的空气支承面 A 的后部上的记录介质的外周侧上延伸。通过以这种方式扩展内侧负压区域 126，即使在内侧垫部分 124 产生了高压的情况下，也可以使由于记录介质的径向位置而引起的读写头滑块的“侧滚 (rolling)” 方向的变化最小，即，可以使从前面观察到的读写头滑块的横向倾斜最小。

图 13 是表示根据本发明第 13 实施例的与介质相对的读写头滑块表面的平面图。标号 131 表示空气流入的流入端，标号 132 表示空气流出

的流出端。标号 133 表示中心垫部分，标号 134、135 表示侧垫部分，标号 136 表示负压区域。根据第 13 实施例，负压区域 136 由从读写头滑块的流入端 131 开始的不大于读写头滑块总纵向长度的 25% 的区域形成。换言之，将从流入端 131 到负压区域 136 的起始点的距离 L2 设定为不大于从流入端 131 到流出端 132 的读写头滑块的长度 L1 的 25%。

结果，可以进一步使负压区域 136 变宽，并且可以减小由于气压的变化而导致的读写头滑块的俯仰角的变化，以使读写头滑块的位置稳定。

图 14 是表示根据本发明第 14 实施例的与介质相对的读写头滑块表面的平面图。标号 141 表示空气流入的流入端，标号 142 表示空气流出的流出端。标号 143 表示中心垫部分，标号 144、145 表示侧垫部分，标号 146、147 分别表示流入垫部分中的内突起和外突起。根据第 14 实施例，在流入垫部分的空气支承面 A 的前台阶面的内侧区域和外侧区域中形成构成空气支承面的突起 146、147。这些突起 146、147 接近读写头滑块的侧缘，位于稍微比侧轨部分 148、149 更接近中心的位置。此外，如图 14 所示，突起 146、147 从被形成空气支承面的流入垫部分 140 向前大致延伸到流入端 141。

如上所述，根据第 14 实施例，在流入端 141 的侧缘附近提供构成空气支承面的突起 146、147 改善了读写头滑块的俯仰角对圆周速度的依赖性。

以上参照附图说明了根据本发明各种实施例的盘片装置的读写头滑块。然而，本发明并不限于这些实施例，而是可以采用各种其它形式，并且可以在不脱离本发明的精神和范围的情况下进行各种修改和变化。

因此，从上述说明可以理解，根据本发明，提供了各种形状的盘片装置的读写头滑块，由此减小了由于气压的变化而导致的飞行高度的变化，从而，例如，即使气压随着海拔从零到 4200m 而变化的情况下，也可以有效地将读写头滑块的飞行高度减小为 0nm。此外，可以在零到 4200m 的海拔范围内增大读写头滑块的飞行高度。此外，可以改善读写头滑块的飞行高度以及俯仰角对圆周速度的依赖性。

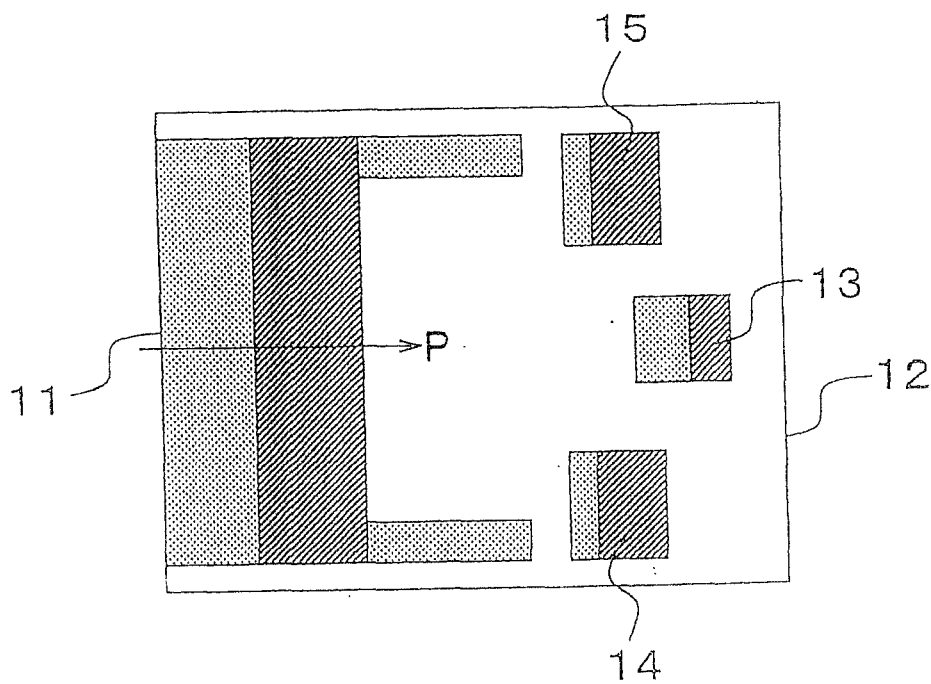


图 1

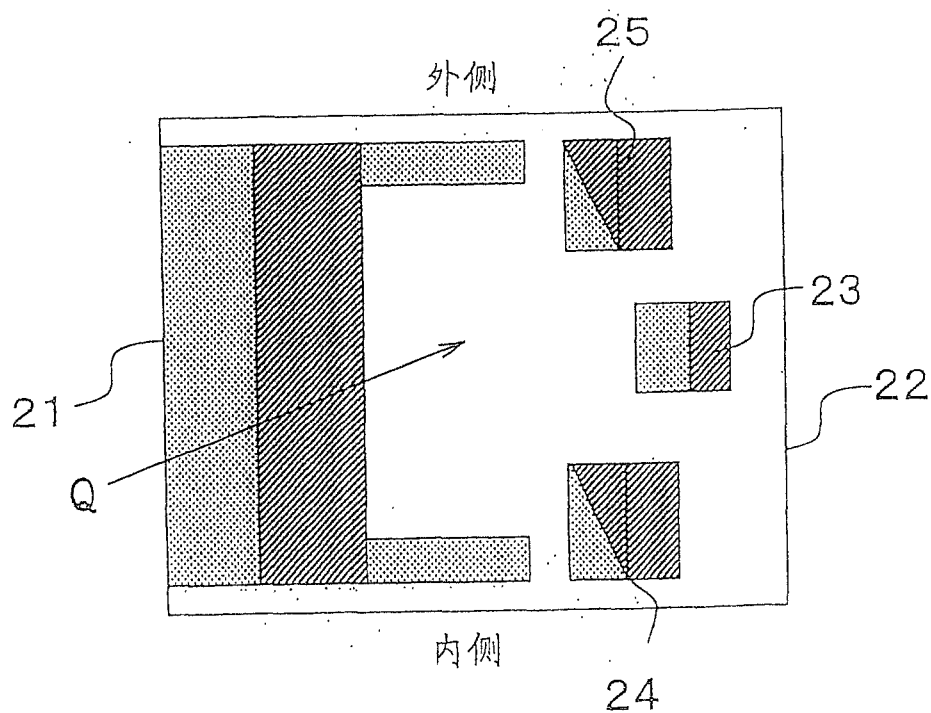


图 2

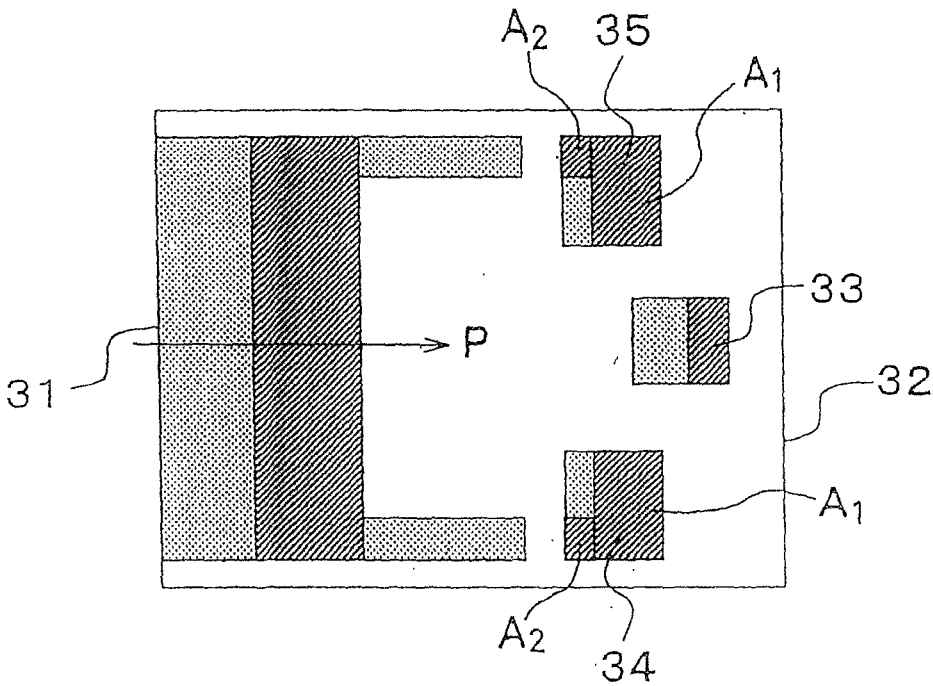


图 3

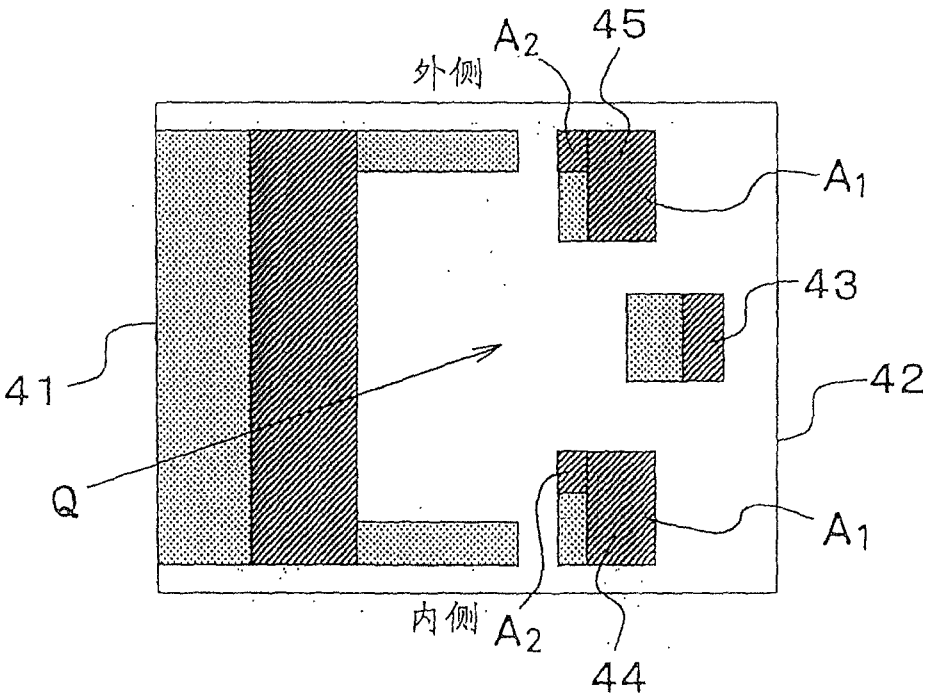


图 4

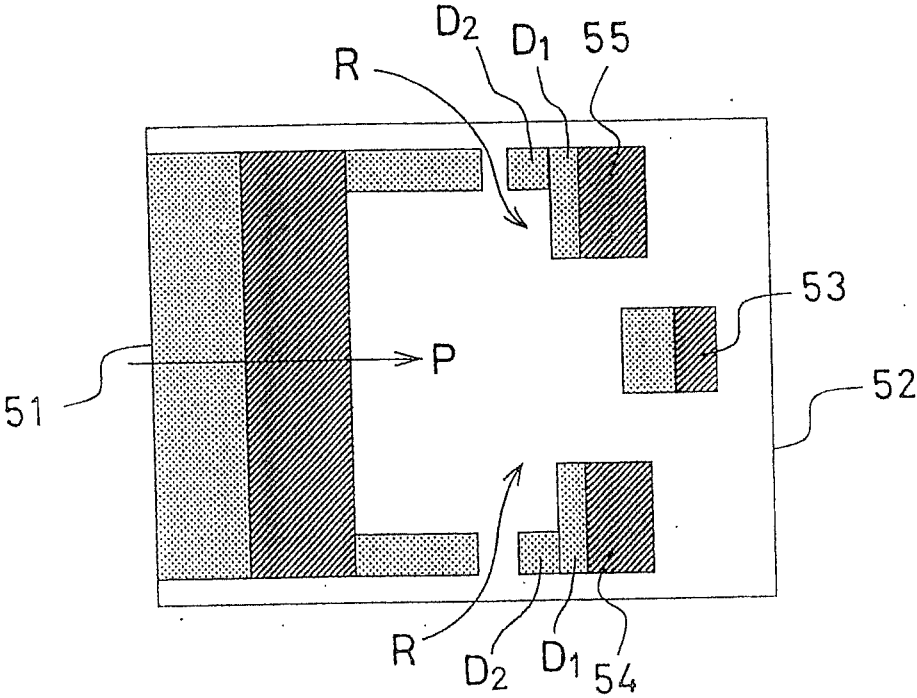


图 5

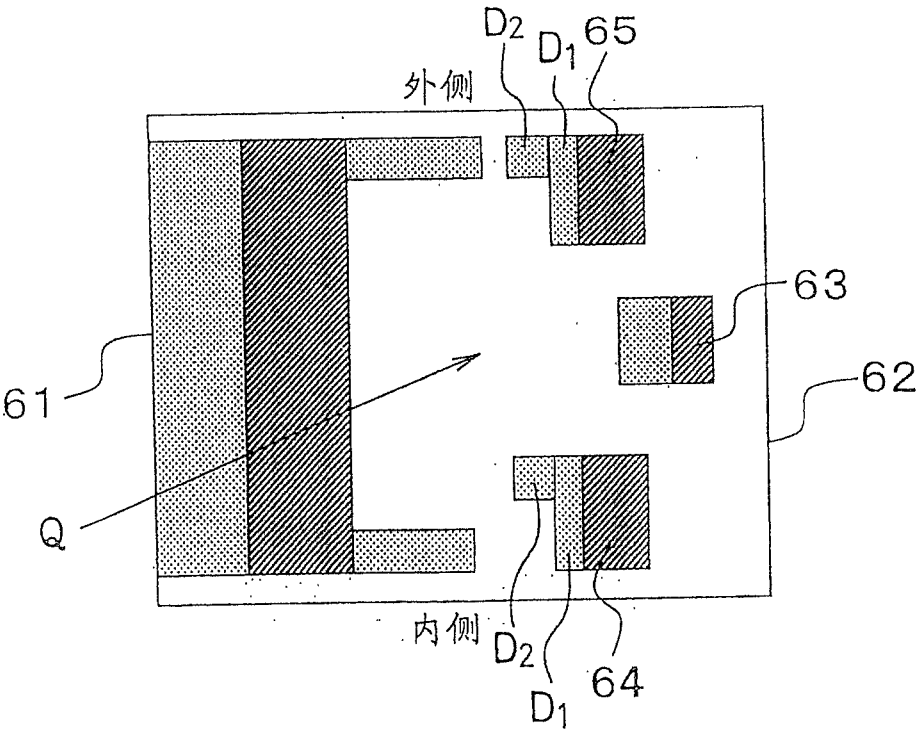


图 6

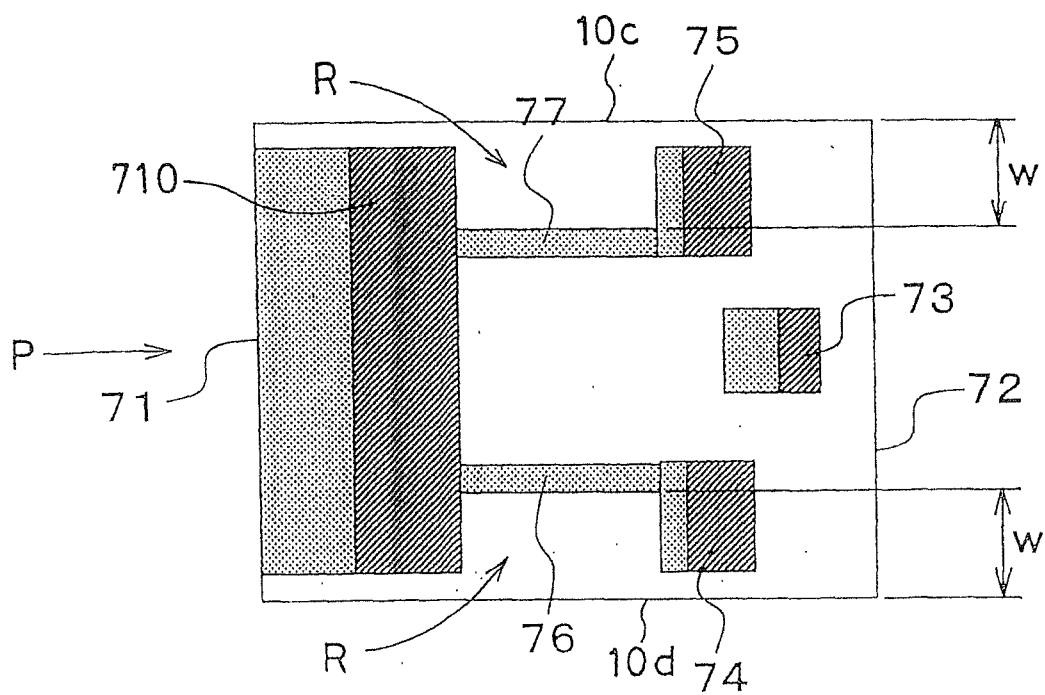


图 7

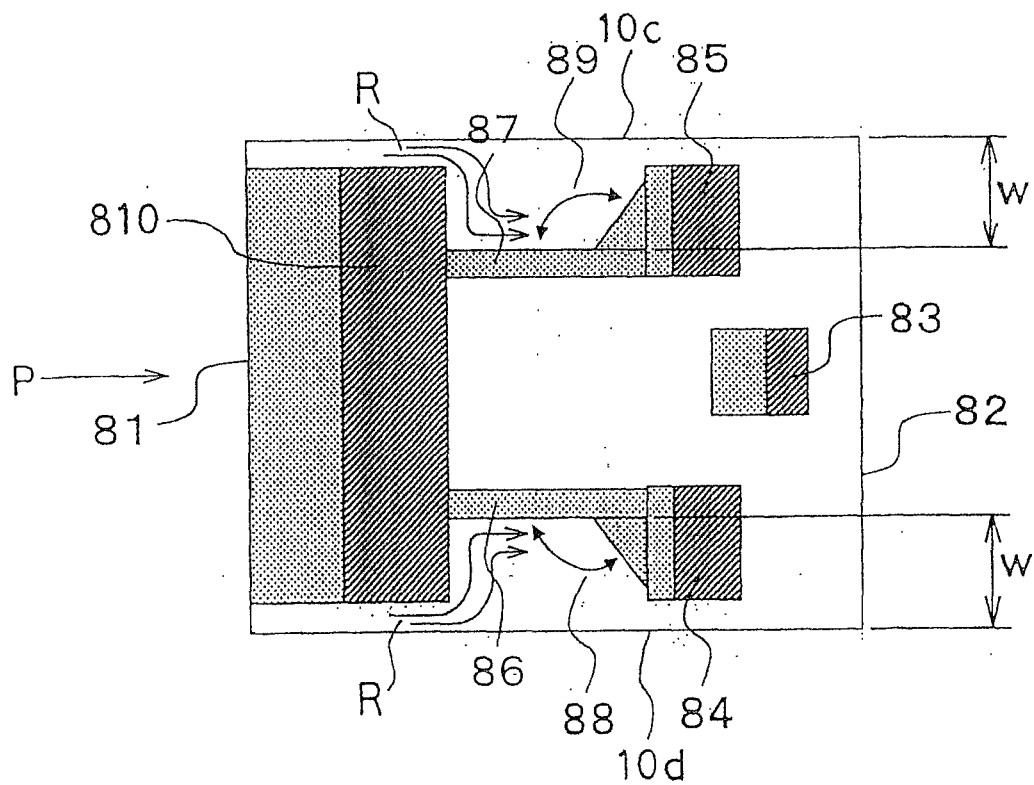


图 8

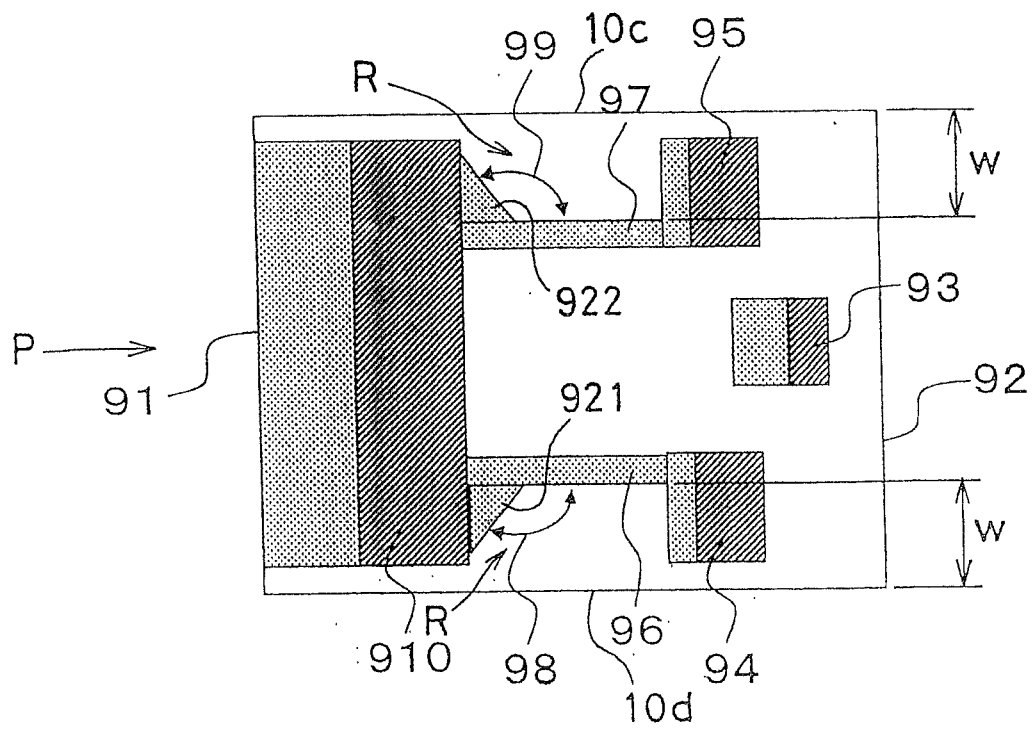


图 9

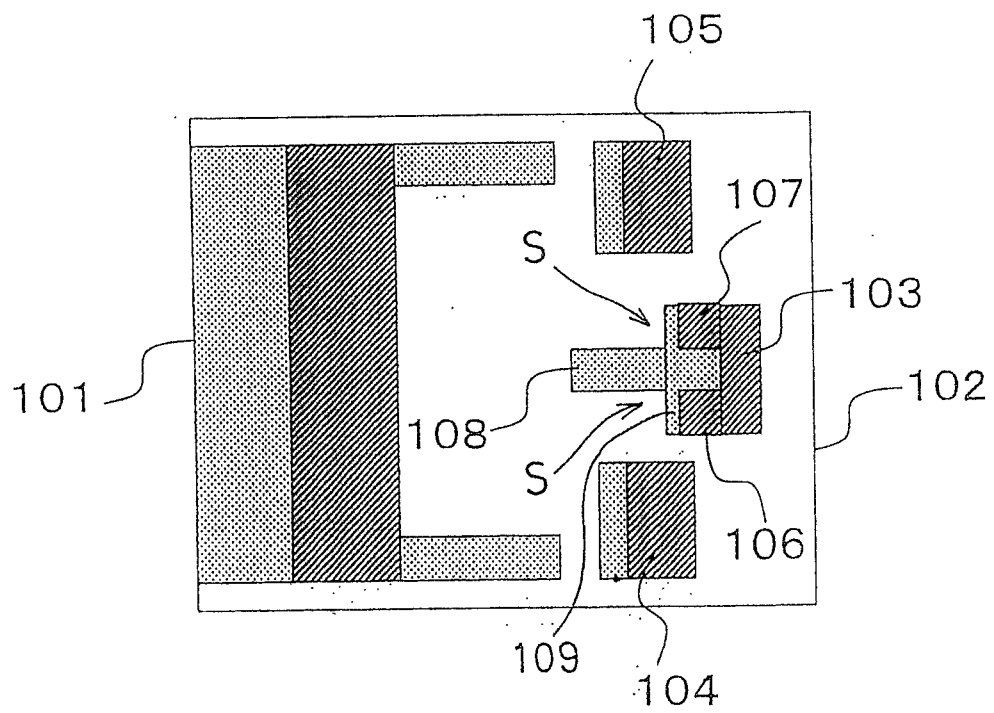


图 10

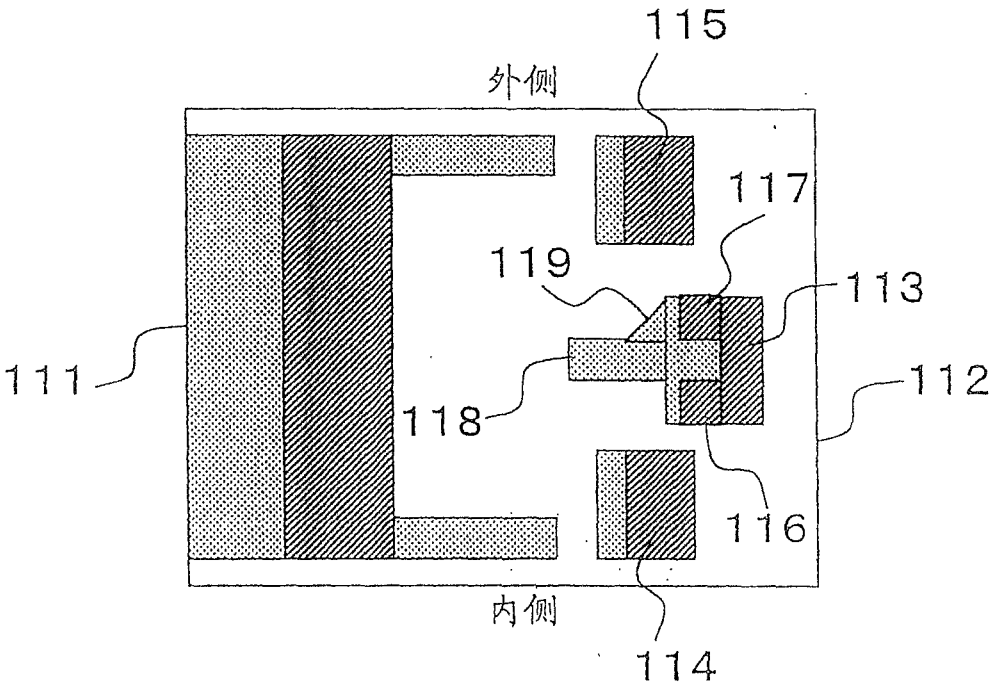


图 11

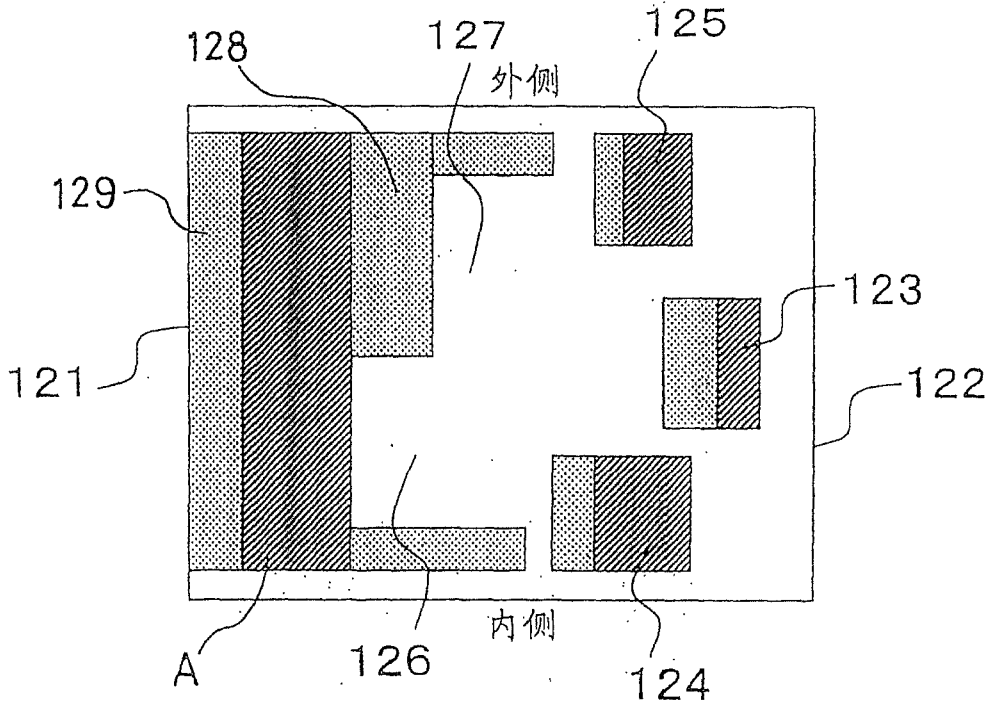


图 12

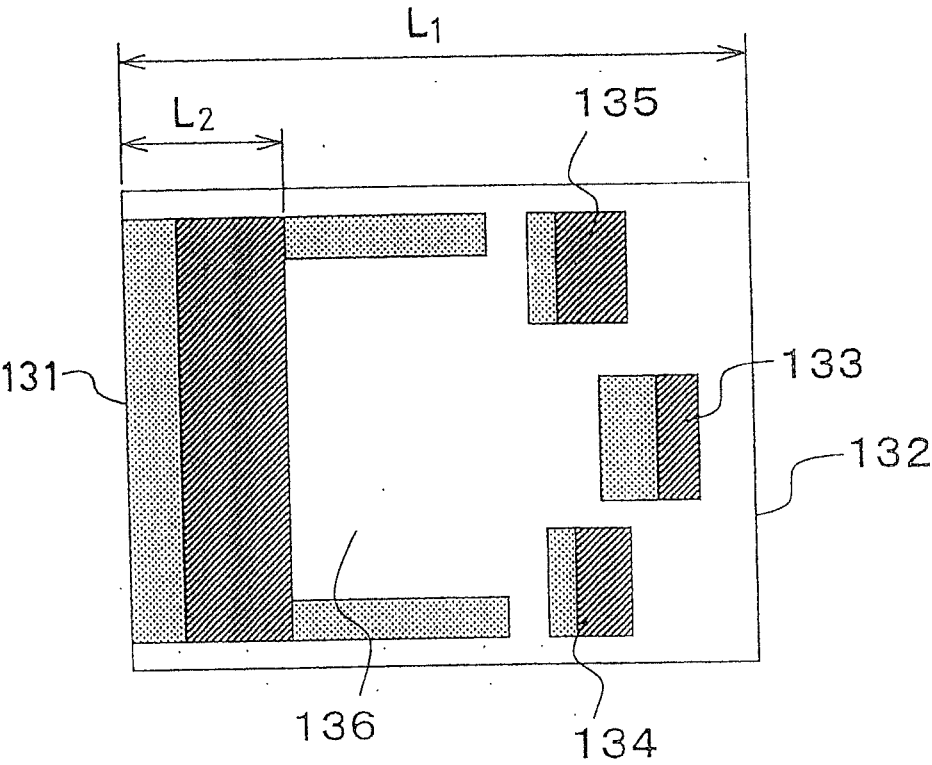


图 13

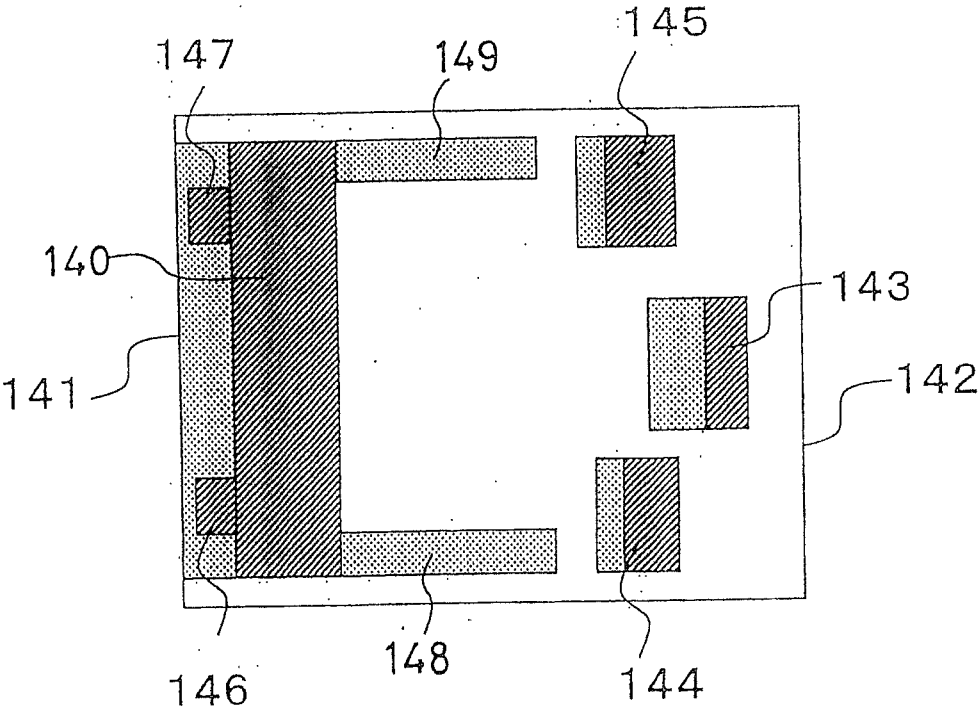


图 14

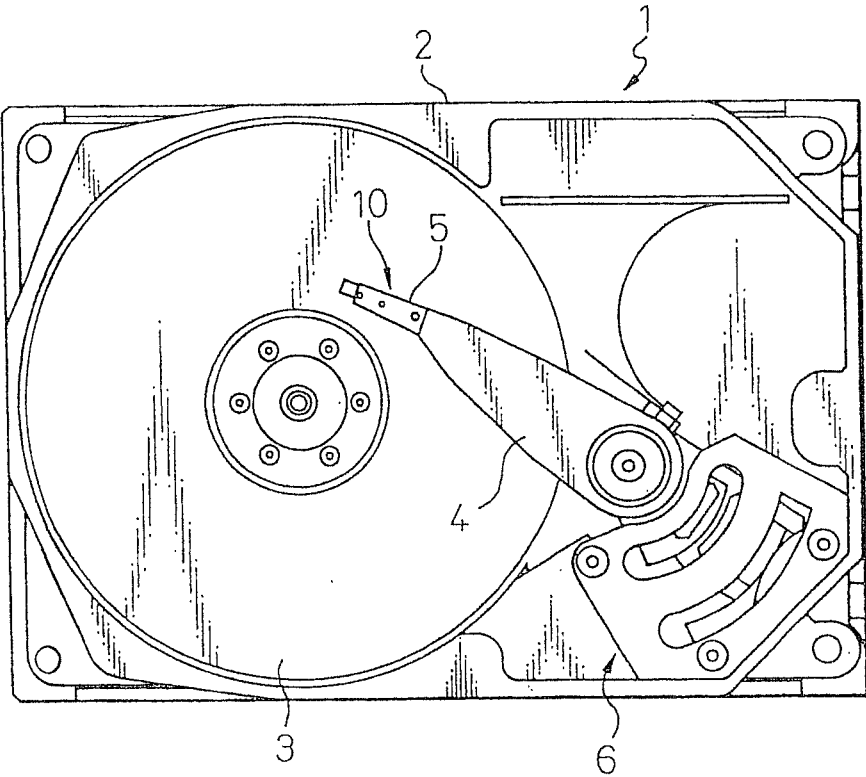


图 15

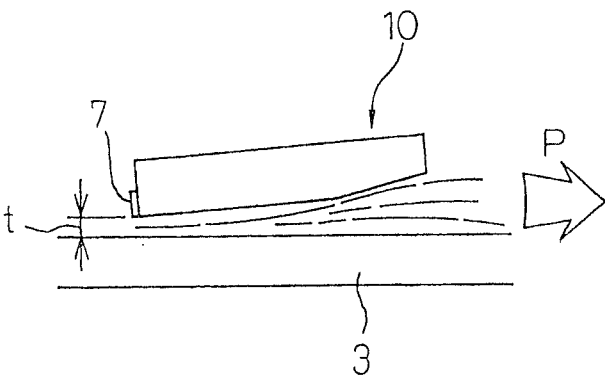


图 16

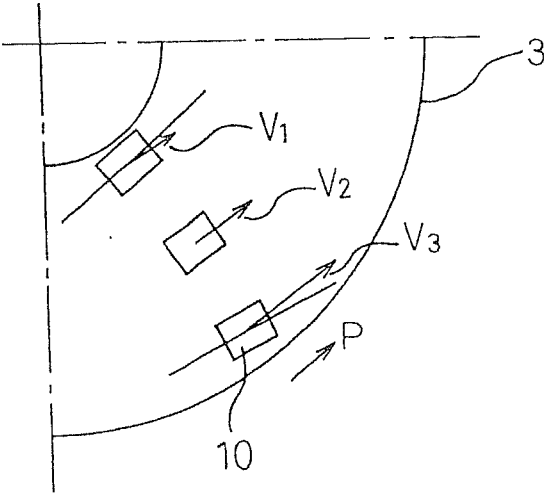


图 17

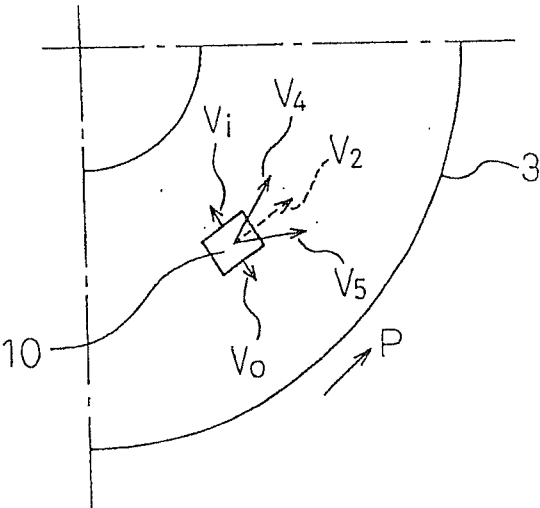


图 18

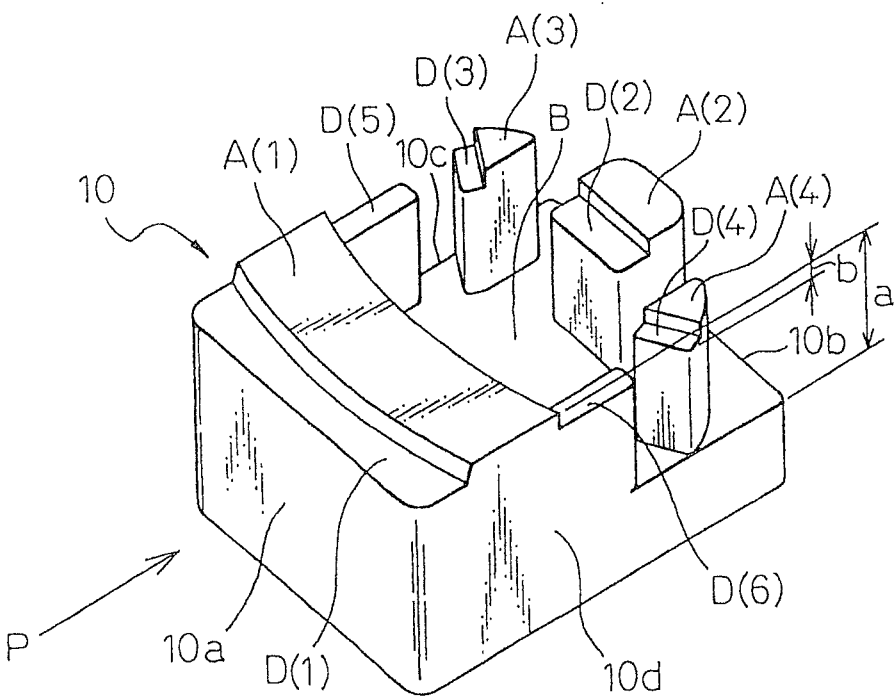


图 19