

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G11B 5/60 (2006.01)

G11B 21/21 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03147697. X

[45] 授权公告日 2007 年 4 月 11 日

[11] 授权公告号 CN 1310214C

[22] 申请日 2003.6.7 [21] 申请号 03147697. X

[30] 优先权

[32] 2002. 6. 7 [33] US [31] 10/165786

[73] 专利权人 新科实业有限公司

地址 香港葵涌葵芳街 38-42 号新科工业中心

[72] 发明人 E·T·查 H·Q·潘

[56] 参考文献

JP 2000-353370A 2000.12.19

CN11199828A 1998.11.25

审查员 张晓辉

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 章社杲

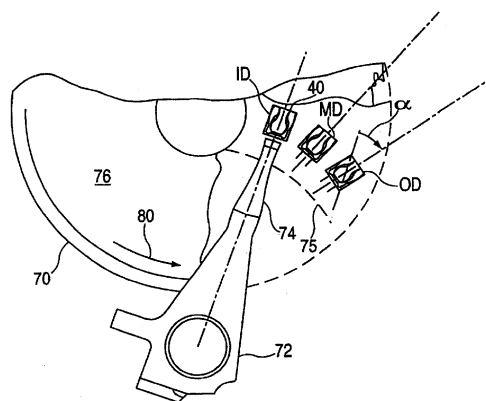
权利要求书 4 页 说明书 9 页 附图 8 页

[54] 发明名称

带有分区低环境区域的低环境压力滑块

[57] 摘要

用于磁盘驱动器的低环境压力空气轴承滑块以及类似物, 其中低环境压力区被分成两个或更多区域。例如, 一个从轨道之间延伸的第一区域有一个与轨道高度有关的深度(例如, 在 20 至 100 微英寸之间), 同时第二区域有一个更深的深度(例如, 在 20 至 200 微英寸之间)。在一个实施例中, 第二区域位于相对于滑块尾部边缘和更接近运动磁盘外部直径的轨道的外后象限。通过把低环境压力区分区以及适当选择分区的深度, 滑块可以在不同的磁盘旋转速度和不同的运行高度下, 达到在运动磁盘直径范围上更统一的飞越高度。



1. 一个低环境压力空气轴承滑块，包括：
一个由前缘，一个沿滑块体纵向延伸的内边缘和外边缘，以及一个尾
5 缘确定的滑块体，所述滑块体包括：
一个包括至少第一和第二轨道的空气轴承表面；
一个从滑块的前缘向所述第一和第二轨道的前部延伸的前部；
一个在前部以及第一和第二轨道之间延伸的低环境压力区，其中所述低环境压力区被分成至少第一和第二区域，所述第一区域有一个第一深度以及所述
10 第二区域有一个第二深度，以及所述第二深度比所述第一深度深，所述第一区域从滑块体的前部在所述第一轨道和第二轨道之间延伸，所述第二区域位于滑块体的后部。
 2. 如权利要求 1 所述的滑块，其中所述第二区域位于所述滑块体的外-后象限。
 - 15 3. 如权利要求 2 所述的滑块，其中所述第一区域的深度在 20 至 100 微英寸之间，以及所述第二区域的深度在 20 至 200 微英寸之间。
 4. 如权利要求 1 所述的滑块，其中所述第一区域在低环境压力区的内侧半从滑块体的前部延伸，以及第二区域在低环境压力区的外侧半从滑块体的前部在所述第一和第二轨道之间延伸。
 - 20 5. 如权利要求 2 所述的滑块，其中所述第一区域的深度在 20 至 100 微英寸之间以及所述第二区域的深度在 20 至 200 微英寸之间。
 6. 如权利要求 1 所述的滑块，其中所述第二区域在低环境压力区的外侧半以及第一区域在滑块的内侧半从滑块的前部延伸并包括一个沿滑块的前部并在第二区域和所述第一、第二轨道之一之间延伸的通道。
 - 25 7. 如权利要求 6 所述的滑块，其中所述第一区域的深度在 20 至 100 微英寸之间以及所述第二区域的深度在 20 至 200 微英寸之间。
 8. 如权利要求 1 所述的滑块，还包括一个位于最接近滑块尾缘的尾部衬垫，其中所述第二区域沿所述尾部衬垫布置。
 9. 如权利要求 8 所述的滑块，其中所述第一区域的深度在 20 至 100 微
30 英寸之间以及所述第二区域的深度在 20 至 200 微英寸之间。

10. 如权利要求 1 所述的滑块, 其中所述低环境压力区被分成第一、第二、第三和第四区域。

11. 一种头部万向节组件, 包括:

一个滑块, 包括

5 一个由前缘, 一个沿滑块体纵向延伸的内边缘和外边缘, 以及一个尾缘确定的滑块体, 所述滑块体包括

一个包括至少第一和第二轨道的空气轴承表面;

一个从滑块的前缘向所述第一和第二轨道的前部延伸的前部;

10 一个在前部以及第一和第二轨道之间延伸的低环境压力区, 其中所述低环境压力区被分成至少第一和第二区域, 所述第一区域有一个第一深度以及所述第二区域有一个第二深度, 以及所述第二深度比所述第一深度深, 所述第一区域从滑块体的前部在所述第一轨道和第二轨道之间延伸, 所述第二区域位于滑块的后部。

12. 如权利要求 11 所述的头部万向节组件, 其中所述第二区域位于所述
15 滑块体的外-后象限。

13. 如权利要求 12 所述的头部万向节组件, 其中对于滑块所述第一区域的深度在 20 至 100 微英寸之间, 以及所述第二区域的深度在 20 至 200 微英寸之间。

14. 如权利要求 11 所述的头部万向节组件, 其中对于滑块所述第一区域
20 在低环境压力区的内侧半从滑块体的前部延伸, 以及第二区域在低环境压力区的外侧半从滑块体的前部在所述第一和第二轨道之间延伸。

15. 如权利要求 12 所述的头部万向节组件, 其中对于滑块所述第一区域的深度在 20 至 100 微英寸之间, 以及所述第二区域的深度在 20 至 200 微英寸之间。

25 16. 如权利要求 11 所述的头部万向节组件, 其中对于滑块所述第二区域在低环境压力区的外侧半以及第一区域在滑块的内侧半从滑块的前部延伸并包括一个沿滑块的前部并在第二区域和所述第一、第二轨道之一之间延伸的通道。

17. 如权利要求 16 所述的头部万向节组件, 其中对于滑块所述第一区域
30 的深度在 20 至 100 微英寸之间, 以及所述第二区域的深度在 20 至 200 微英寸

之间。

18. 如权利要求 11 所述的头部万向节组件，其中所述滑块还包括一个位于最接近滑块尾部边缘的尾部衬垫，其中所述第二区域沿所述尾部衬垫布置。

19. 如权利要求 18 所述的头部万向节组件，其中对于滑块所述第一区域
5 的深度在 20 至 100 微英寸之间，以及所述第二区域的深度在 20 至 200 微英寸之间。

20. 如权利要求 11 所述的头部万向节组件，其中对于滑块所述低环境压力区被分成第一、第二、第三和第四区域。

21. 一种磁盘驱动器，包括：

10 一个可旋转的磁盘；

一个连接到一个调节器的头部万向节组件，所述头部万向节组件包括一个滑块，所述滑块包括

一个由前缘，一个沿滑块体纵向延伸的内边缘和外边缘，以及一个尾缘确定的滑块体，所述滑块体包括

15 一个包括至少第一和第二轨道的空气轴承表面；

一个从滑块的前缘向所述第一和第二轨道的前部延伸的前部；

一个在前部以及第一和第二轨道之间延伸的低环境压力区，其中所述低环境压力区被分成至少第一和第二区域，所述第一区域有一个第一深度以及所述第二区域有一个第二深度，以及所述第二深度比所述第一深度深，所述第一区域
20 域从滑块体的前部在所述第一轨道和第二轨道之间延伸，所述第二区域位于滑块的后部。

22. 如权利要求 21 所述的磁盘驱动器，其中所述第二区域位于所述滑块体的外-后象限。

23. 如权利要求 22 所述的磁盘驱动器，其中对于滑块，所述第一区域的
25 深度在 20 至 100 微英寸之间，以及所述第二区域的深度在 20 至 200 微英寸之间。

24. 如权利要求 21 所述的磁盘驱动器，其中对于滑块所述第一区域在低环境压力区的内侧半从滑块体的前部延伸，以及第二区域在低环境压力区的外侧半从滑块体的前部在所述第一和第二轨道之间延伸。

30 25. 如权利要求 22 所述的磁盘驱动器，其中对于滑块所述第一区域的深

度在 20 至 100 微英寸之间以及所述第二区域的深度在 20 至 200 微英寸之间。

26. 如权利要求 21 所述的磁盘驱动器, 其中对于滑块所述第二区域在低环境压力区的外侧半以及第一区域在滑块的内侧半从滑块的前部延伸并包括一个沿滑块的前部并在第二区域和所述第一、第二轨道之一之间延伸的通道。

5 27. 如权利要求 26 所述的磁盘驱动器, 其中对于滑块所述第一区域的深度在 20 至 100 微英寸之间以及所述第二区域的深度在 20 至 200 微英寸之间。

28. 如权利要求 21 所述的磁盘驱动器, 其中所述滑块还包括一个位于最接近滑块尾部边缘的尾部衬垫, 其中所述第二区域沿所述尾部衬垫布置。

29. 如权利要求 28 所述的磁盘驱动器, 其中对于滑块所述第一区域的深度
10 度在 20 至 100 微英寸之间以及所述第二区域的深度在 20 至 200 微英寸之间。

30. 如权利要求 21 所述的磁盘驱动器, 其中对于滑块所述低环境压力区被分成第一、第二、第三和第四区域。

带有分区低环境区域的低环境压力滑块

5 技术领域

本发明涉及一种用于磁盘驱动器的空气轴承滑块。更具体地，本发明适合于一种低环境压力空气轴承滑块的多级表面结构。

背景技术

硬盘驱动器是惯常的信息储存设备，基本上包括一系列用磁性读写元件存
10 取的可旋转的磁盘。这些数据转送元件，通常被称为传感器，一般由一个位于
与磁盘上形成的离散数据轨道紧密相关位置的滑块体携带并嵌入其中，以实现
数据的读写操作。为了把传感器放入相对于磁盘表面的合适位置，在滑块体上
形成的空气轴承表面(ABS)有一个气流用来为滑块和传感器在磁盘数据轨道上
15 的“飞行”提供足够的提升力。磁盘的高速旋转产生一股沿着磁盘表面的气流
或风，其方向大体上与磁盘的切向速度平行。这股气流与滑块体的 ABS 共同
作用使得滑块可以在旋转的磁盘上飞越。悬浮的滑块通过这个自驱空气轴承与
磁盘的表面有效地分离。滑块的 ABS 通常形成在面对着旋转磁盘的滑块表面，
并在很大程度上影响不同条件下滑块在磁盘上飞跃的能力。

ABS 设计的一些主要目的是使得滑块及附随于其上的传感器在旋转磁盘表
20 面飞越时距离尽可能地近，并且均匀地保持这个恒定的近距离而不用考虑变化
的飞越条件。在空气轴承滑块和旋转磁盘之间的高度或分离间隙通常由飞越高
度决定。通常，装配后的传感器或读/写元件仅仅在距磁盘表面至多百分之几英
寸的上方飞越。滑块的飞越高度被视为装配后的读/写元件影响磁盘读取和纪录
能力的最重要的评价参数之一。例如，减少或者有一个相对较小的飞越高度有
25 许多优点。一个较小的飞越高度可使传感器对来自磁盘表面紧密界定的区域之
间的不同数据位区域和磁性区间达到更大的分辨率。已经知道，一个低距离飞
越的滑块可以为磁盘提供改进的高密度记录或者存储能力，这种改进通常由传
感器与磁性介质之间的距离限定。狭窄的分离间隙结果允许波长更短的信号被
记录或读取。同时，随着更轻更紧凑的使用相对小然而有力的磁盘驱动器的笔
30 记本电脑进一步流行，对于有更低飞越高度的更小的滑块体的需求也在不断增

长。

人们还观察到一个恒定的飞越高度可以提供令人满意的好处，这可以通过特别的 ABS 设计来更容易地实现。已经知道飞越高度的浮动会对附随的传感器或读/写元件的分辨率和数据转送能力产生负面影响。当飞越高度相对恒定时
5 被记录或读取的信号 的振幅不会大幅变化。另外，飞越高度的变化可能导致滑块装配件和磁性旋转圆盘的无意中的接触。滑块通常被认为既有直接接触，假性接触，也有飞越的滑块被描述成与旋转的磁盘有意接触。不考虑滑块的类型，人们通常希望避免与旋转磁盘表面的不必要的接触从而减少滑块体与磁盘的磨损。记录介质的损坏或磨损可能导致记录数据的丢失，同时滑块的磨损还会导
10 致传感器或磁性元件的根本失效。

经常导致飞越高度变化的是滑块执行读写操作时越过旋转磁盘的连续高速运动。例如，磁盘的不同线性速度依赖于滑块的径向位置。在旋转磁盘的外边缘可以观察到较高的速度，同时内边缘的速度较低。作为结果，空气轴承滑块相对于磁盘在不同的径向位置以不同的相对速度滑动。由于滑块速度越高，飞
15 越高度也越高，当位于磁盘外部上方的位置时飞越高度有一种增加的趋势。同时，在磁盘内部区域的较低速度导致滑块飞越得更低。相应地，滑块的设计必须考虑径向位置和相对速度的变化对飞越高度的显而易见的影响。

滑块的飞越高度还受斜度变化的负面影响。倾斜角由滑块体的纵向轴线和相对磁盘旋转成切向的气流的方向之间形成的夹角确定并测量。当装配后的滑
20 块位于旋转磁盘的内侧或外侧边缘，它的纵向轴线通常相对气流方向倾斜。滑块的纵向轴线可以被确定为沿着滑块体长度方向的参考中心线。当一个旋转的操作臂和万向节悬浮元件绕其枢轴旋转从而使滑块在旋转磁盘上方以弓形轨道运动时，这些有角度的方向或倾斜角典型地在变化。考虑到对有相对小的操作臂的紧凑型磁盘驱动器不断增长的需求，由于更短的臂长出现更多的是较大的
25 倾斜角。可以经常观察到当倾斜值为零度以上，滑块受压减少，从而产生人们不愿看到的飞越高度的降低。甚至一个相对适中的倾斜角范围对滑块的飞越能力都有负面影响。作为结果，ABS 的设计不断尝试使滑块对倾斜变化的灵敏度最小化。

另一个飞越高度的浮动可能被确定为滑块滚动。滚动角由滑块纵向边之间的
30 的飞越高度的差异测量并确定。只要滑块相对气流的方向倾斜飞越，在 ABS

和磁盘之间就会倾向于产生一个不平衡的压力分布。这种不平衡使得当滑块体的一边离磁盘表面比另一边更近时，滑块滚动。然而，一个滑块，优选地被设置为一个恒定的滑块滚动而不考虑飞越条件的任何变化，包括旋转磁盘内外轨道之间切线速度的差异，以及在磁盘上方不断的横向运动和变化的倾斜角。

5 如图 1 所示，已知用于常见的双体滑块 5 的 ABS 设计可由一对沿着面向磁盘的滑块表面外边缘延伸的平行轨道 2 和 4 形成。其他的包括三个或更多的附加轨道，带有不同表面区域和几何形状的 ABS 结构也已经被开发出来了。两个轨道 2 和 4 典型地沿着从前缘 6 到尾缘 8 的滑块体长度的至少一部分运动。前缘 6 被确定为滑块的边缘，旋转磁盘在通过滑块 5 的长度向尾缘 8 运动之前
10 要先通过此边缘。如图所示，前缘 6 可以是锥形的，尽管不希望的大公差典型地与这个机加工有关。传感器或磁性元件 7 典型地沿着如图 1 所示的滑块的尾缘 8 的某个位置安装。轨道 2 和 4 形成一个空气轴承表面，滑块在其上飞越，并通过与旋转磁盘产生的气流的接触提供必要的提升力。当磁盘旋转时，产生的风或气流沿着双体轨道 2 和 4 的下面以及在中间运动。当气流通过轨道 2 和
15 4 的下方，轨道与磁盘之间的气压增加，从而提供正压力以及提升力。双体滑块通常产生足够数量的提升力，或正负载力，以使得滑块在旋转磁盘上方的合适高度飞越。没有轨道 2 和 4，滑块体 5 的大的表面区域会产生一个过于巨大的空气轴承表面区域。大体上，当空气轴承表面区域增加，它产生的提升力也增加。没有轨道，滑块可能会飞越得距旋转磁盘太远，从而丧失前面所述的
20 低飞越高度的所有好处。

如图 2 阐明的，一个头部万向节组件 40 通常为滑块提供多个自由度，例如描述滑块飞越高度的垂直间隔，或倾斜角以及滚动角。如图 2 所示，一个悬挂部分 74 将头部万向节组件 40 支撑在运动的磁盘 76（有边缘 70）的上方并沿箭头 80 表示的方向运动。当操作图 2 所示的磁盘驱动器时，一个操作元件 72
25 使磁头万向节元件在磁盘 76 上方的不同直径上运动（例如，越过弧 75 的内径（ID），中径（MD），外径（OD））。

尽管双体滑块在提供一个适当的飞越高度上最初是有效的，它们对变化的倾斜角范围和其他负面的飞越条件特别灵敏。当倾斜角增加，例如当飞越的滑块在旋转磁盘上方运动，在轨道下面的空气压力分布可能被扭曲。通过以相对
30 高速接近磁盘的内部和外部区域，数量不均匀的空气被引入每个轨道的下方，

典型地导致滑块如图 1 所描述的滚动。结果是，滑块的压力分布不均匀，使得滑块在一个方向上滚动，这样在 ABS 轨道之间的飞越高度不一致。于是装配后的传感器可能不能有效操作或精确的实现其数据传送操作。不考虑 ABS 轨道对不同倾斜范围和其他负面飞越条件的灵敏度，这个轨道设计被普遍承认是

5 为滑块飞越提供有效压力或提升力的通用结构。

为了抵消滑块体的正压力以提供一个低的和恒定的飞越高度，已经知道形成一个也提供负的或低环境压力来向着磁盘推动或牵引滑块体的 ABS。例如，已经知道负压空气轴承（NPAB）或自负载滑块可提供抵消负压负载。在这个双重压力系统中，ABS 可以通常有一个前缘、一个尾缘、侧轨道以及一个在侧

10 轨之间延伸的基本上 H 形导向的交叉轨道。交叉轨道，经常定位于离滑块前缘比尾缘更近的位置，产生一个沿交叉轨道延伸并在侧轨道之间的低环境压力区。低环境压力区产生一个负压力或负载抵消了顺着 ABS 侧轨道部分产生的正压力。已经知道这个正负力的抵消增加了滑块的稳定性和空气轴承的硬度，提供了滑块的快速起飞，并且降低了它对条件变化的灵敏度，例如可以产生引

15 起飞越高度浮动的变化的磁盘速度和径向运动。与磁盘内外轨道之间的变化的速度相一致的正负压力的补偿变化，有利于保持充分的恒定和稳定的飞越高度的全部目的。但是，在低环境压力系统中产生的补偿力可能经常产生不利影响，事实上导致飞越高度的变化。由于轨道下方不平衡的空气压力或分布，一个 NPAB 滑块经常表现出明显的滚动，还有在倾斜条件下的飞越高度的降低。

通常知道的已经开发出来的另一种类型的 ABS 轨道修正是横向压力结构（TPC）。一个 TPC 可以沿着它们的空气轴承表面区域的边缘形成在 ABS 轨道的不同位置。已经观察到在特定应用下的倾斜角它减少了一些飞越高度上的变化。当穿过轨道表面的气流有横向成分，TPC 轨道的横向边缘提供的轮廓可以受到正压力，同时一个轮廓平衡负压由沿着其它轨道横向边缘的轮廓产生。

20 结果是，在 ABS 上的全部压力分布可以保持相对不变，包括那些在气流的横向成分趋于产生不平衡压力从而有变动倾斜角范围的区域。

所有以上提到的用于空气轴承滑块的 ABS 结构和修正都试图达到一个低的和恒定的飞越高度。这些 ABS 设计提供了不同程度的效果，全都不能很好地控制飞越高度，或倾斜和滚动角度。例如，许多现有的 ABS 设计已经被观

30 察到表现出了在磁盘外部轨道区域的极度增加的滑块滚动角。当从内轨道向外

轨道区运动时，这些结构也典型地不能控制滑块倾斜角的增加。这样，需要为空气轴承滑块提供一种 ABS 结构，可以有效保持恒定飞越高度和控制滚动角而不用考虑持续变化的飞越条件，例如磁盘外部区域和内部区域的相对速度的差异，滑块对旋转磁盘的相对位置，以及不同的倾斜角范围。

5 发明内容

本发明提供了一种带有空气轴承表面（ABS）的低环境压力空气轴承滑块，在存在不同方向的气流时提供低的和恒定的飞越高度。并且，本发明的滑块设计还可以对恒定飞越高度提供在不同磁盘速度下的不同高度。在本发明的一个实施例中，滑块体的低环境压力区是分区的，这样一个第一区域在预定深度并且第二区域在更深的深度上。在一个例子中，第一区域从轨道之间并从滑块的前阶梯部分延伸，同时第二区域位于滑块体的外-后象限内。

本发明公开了一种低环境压力空气轴承滑块，包括：一个由前缘，一个沿滑块体纵向延伸的内边缘和外边缘，以及一个尾缘确定的滑块体，所述滑块体包括：一个包括至少第一和第二轨道的空气轴承表面；一个从滑块的前缘向所述第一和第二轨道的前部延伸的前部；一个在前部以及第一和第二轨道之间延伸的低环境压力区，其中所述低环境压力区被分成至少第一和第二区域，所述第一区域有一个第一深度以及所述第二区域有一个第二深度，以及所述第二深度比所述第一深度深，所述第一区域从滑块体的前部在所述第一轨道和第二轨道之间延伸，所述第二区域位于滑块的后部。

本发明还公开了一种头部万向节组件，该头部万向节组件包括：一个滑块，该滑块包括一个由前缘，一个沿滑块体纵向延伸的内边缘和外边缘，以及一个尾缘确定的滑块体，所述滑块体包括一个包括至少第一和第二轨道的空气轴承表面；一个从滑块的前缘向所述第一和第二轨道的前部延伸的前部；一个在前部以及第一和第二轨道之间延伸的低环境压力区，其中所述低环境压力区被分成至少第一和第二区域，所述第一区域有一个第一深度以及所述第二区域有一个第二深度，以及所述第二深度比所述第一深度深，所述第一区域从滑块体的前部在所述第一轨道和第二轨道之间延伸，所述第二区域位于滑块的后部。

本发明还公开了一种磁盘驱动器，该磁盘驱动器包括：一个可旋转的磁盘；一个连接到一个调节器的头部万向节组件，所述头部万向节组件包括一个滑块，所述滑块包括一个由前缘，一个沿滑块体纵向延伸的内边缘和外边缘，以

及一个尾缘确定的滑块体，所述滑块体包括一个包括至少第一和第二轨道的空气轴承表面；一个从滑块的前缘向所述第一和第二轨道的前部延伸的前部；一个在前部以及第一和第二轨道之间延伸的低环境压力区，其中所述低环境压力区被分成至少第一和第二区域，所述第一区域有一个第一深度以及所述第二区域有一个第二深度，以及所述第二深度比所述第一深度深，所述第一区域从滑块体的前部在所述第一轨道和第二轨道之间延伸，所述第二区域位于滑块的尾部。

附图说明

10 图 1 是带有锥形的常规双体空气轴承滑块结构的装配有读写元件的滑块的透视图。

图 2 是按照本发明（未按比例）装配后的空气轴承滑块的平面图。

图 3 是按照本发明一个实施例的低环境压力滑块的底部平面图。

15 图 4 是图 3 所示滑块与低环境区域未被分区的滑块的飞越高度相比较的曲线图。

图 5 是按照本发明的替代实施例的低环境压力滑块的底部平面图。

图 6 是按照本发明的替代实施例的低环境压力滑块的底部平面图。

图 7 是按照本发明的替代实施例的低环境压力滑块的底部平面图。

图 8 是按照本发明的替代实施例的低环境压力滑块的底部平面图。

20

具体实施方式

图 3 是用于按照本发明的低环境压力滑块的 ABS10 的底部平面图。应该理解为了描述如下 ABS 的详细特征，可以用例如 Al_2O_3TiC 的基础材料形成的完整的滑块体图中未示出。图 3 所示的 ABS10 包括一对轨道 12 和 14，分别有有效的空气轴承区域 24 和 26。内轨道 12 和外轨道 14 通常从 ABS 的前缘 16 开始向尾缘 18 延伸。如图 3 所示，ABS 轨道 12 和 14 按照本发明的一个方面被制成常规技术希望得到的外形。轨道 12 和 14 在滑块的前缘 16 通过前部 15 连接在一起。在这个本发明的实施例中，前部 15 从滑块的前缘向轨道 12 和 14 之间以及外部延伸。在图 3 中，这个前部 15 是通过将位于这部分的滑块体蚀刻到一个适于希望的飞越特征的深度（例如，在 5 至 20 微英寸之间）而形成

25

30

的。可选择地，可采用一个从滑块的 10 前缘 16 延伸到前部 15 的斜坡结构（如现有技术中已知的）。

在图 3 中，按照本发明的一个实施例，轨道 12 和 14 之间的低环境压力区被分为多个区域。在这个例子中，低环境压力区被分为在前部 15 之后的一个
5 第一区域 19 和一个第二区域 20。在这个实施例中，第二区域可被指称为低环境压力区的外-后象限，因为第二区域实质上是位于滑块后部以及位于滑块体外边缘（相对于运动的磁盘）的区域的一个象限。第一低环境压力区 19 可以这样被形成，例如，通过将那个区域蚀刻到在 20 至 100 微英寸之间的深度（如，50 微英寸）。优选地，低环境压力区 19 的深度要深于前部 15 的深度。在这个
10 实施例中，第二低环境压力区 20 的深度为在 20 至 200 微英寸之间。优选地，第二低环境压力区 20 比第一低环境压力区 19 的深度要深。这样，例如，当区域 19 的深度为 50 微英寸，第二低环境压力区 20 的深度可以是 130 微英寸。

在本发明的这个实施例中，滑块 10 还包括其他特征。例如，轨道 12 和 14 可以包括一个尾部衬垫 21，这个衬垫包括一个磁性读/写头 22。在这个例子中，
15 尾部衬垫有两个平面，一个深度等于轨道 24 和 26 的深度的第一平面 21a，以及一个深度为 2 至 50 微英寸之间的第二平面 22a。轨道 24 和 26 也可以包括深度等于尾部衬垫第二平面的深度的第二结构 24a 和 26a。更进一步地，还可以采用高于轨道 12，14 的抗静摩擦衬垫 25，27。这些衬垫可以为滑块 10 提供改进的初动并防止当滑块 10 距离运动的磁盘很近时损伤轨道 12，14。

20 在操作时，图 3 中的带有分区的低环境压力区的滑块会有一个在运动磁盘的直径范围上更统一的飞越高度。如现有技术已知的，当滑块在运动磁盘的内部直径和外部直径之间运动时，气流的方向和气流的量是变化的。在图 3 的滑块中，内部直径的气流是从左下方向的角度而外部直径的气流是从左上方向的角度。在内部直径上，低环境压力区提供一个力迫使滑块向着运动磁盘的方向。
25 与有统一深度的低环境压力区相比，相对更深的低环境压力区 20 增加了对滑块的这个吸引力。另一方面，在外部直径上，由于气流的不同方向，第二环境压力区在为滑块提供这个吸引力的方面发挥很小的作用。结果是为滑块提供了更平滑的飞越高度。按照图 4，一个曲线图示出了图 3 中滑块的相对飞越高度（用菱形表示）和有统一低环境压力区的滑块的相对飞越高度（用方块表示）。
30 从内部直径到外部直径，图 3 中的滑块在飞越高度上的变化少于 5%。有统一

的低环境压力区的滑块，其对于运动磁盘的不同直径的飞越高度的变化可高达20%。

图5至8示出了本发明的替代实施例。在图5中，低环境压力区被二等分。低环境压力区的内侧部分50的深度等于图3的第一区域的深度，外侧部分的深度等于图3中的第二区域的深度。在图6中，低环境压力区的划分方式大部分与图5中的滑块相同。在这种情形下，低环境压力区的内侧部分60的深度等于图3的第一区域的深度，外侧部分61的深度等于图3中的第二区域的深度。图6中实施例的不同之处在于，内侧部分60沿外侧部分61和外部轨道之间的通道60a延伸。在图7中，区域78的深度等于图3的第一区域的深度，区域71的深度等于图3中的第二区域的深度。在这个实施例中，区域78从滑块的前部沿轨道之间延伸，同时区域71在尾部衬垫的前方并向着尾部衬垫的边缘延伸。

在图8的实施例中，低环境压力区被分成四个象限81-84。每个象限的深度可依赖存在于内部和/或外部直径的条件来确定。作为例子，象限81和83的深度可以确定从而以运动磁盘的内部或外部直径之一确定飞越高度。一旦飞越高度被确定，象限82和84的深度可以确定从而以其它极端确定飞越高度（也就是，外部和内部直径之一）。希望的是将内部和外部直径的飞越高度设置得尽可能接近。深度的精确设定可以通过用特定深度制造滑块并用重复过程改变深度数值来得到。优选地，这个过程用计算机模拟来完成（例如，使用下面描述的等式1）。

任何滑块的飞越高度都依赖于正压力（例如，在滑块的空气轴承轨道上产生的）与负或低环境压力（例如，在轨道之间的低环境压力区的）的平衡。在滑块下方产生的压力的大小取决于称作轴承数值A的非直径条件，可被定义为：

$$A = \frac{6\mu UL}{ph^2} \quad \text{等式 1}$$

其中： μ = 空气粘度，

U = 空气的线性速度，

L = 特征长度，

p = 环境压力，

h =特征高度。

相应地，从等式 1，气流速度的变化可以通过改变特征高度来平衡。这可以通过控制滑块的低环境压力区分区域的数量、形状和深度来达到。

如上文所述的带有分区低环境压力区的滑块设计的可能优点之一是滑块对
5 空气速度不敏感。当滑块对空气速度不敏感时，滑块可以从磁盘上以相对快的方式“起飞”而避免对磁盘和滑块的磨损。另一个按照本设计的滑块的可能优点是同样的滑块可以用于以不同旋转速度（例如，5400 和 7200RPM）和不同高度运转的驱动器。

当本发明被参照上述申请描述时，并非对优选实施例的描述的有意限制。
10 应该理解本发明的所有方面都不限于这里阐明的依赖于多种空气动力学原理和变量的具体的描述、结构或尺寸，并可以例如通过计算机模拟程序使用如位于加利福尼亚伯克莱的加利福尼亚大学的计算机机械实验室开发的计算机模拟程序来确定。在形式和细节上对所公开的设备不同修正，还有本发明的其他改变，在参考了本发明所公开内容的基础上对本领域普通技术人员是很明显的。

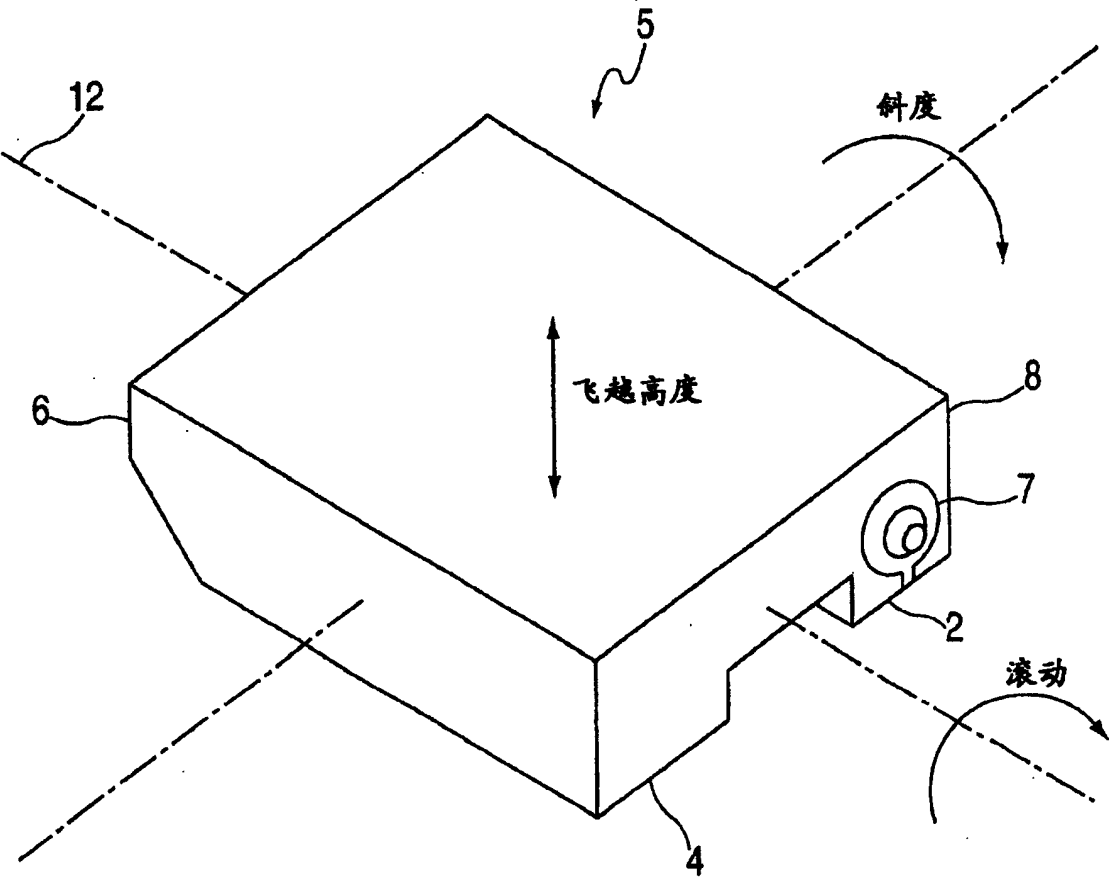


图 1
(现有技术)

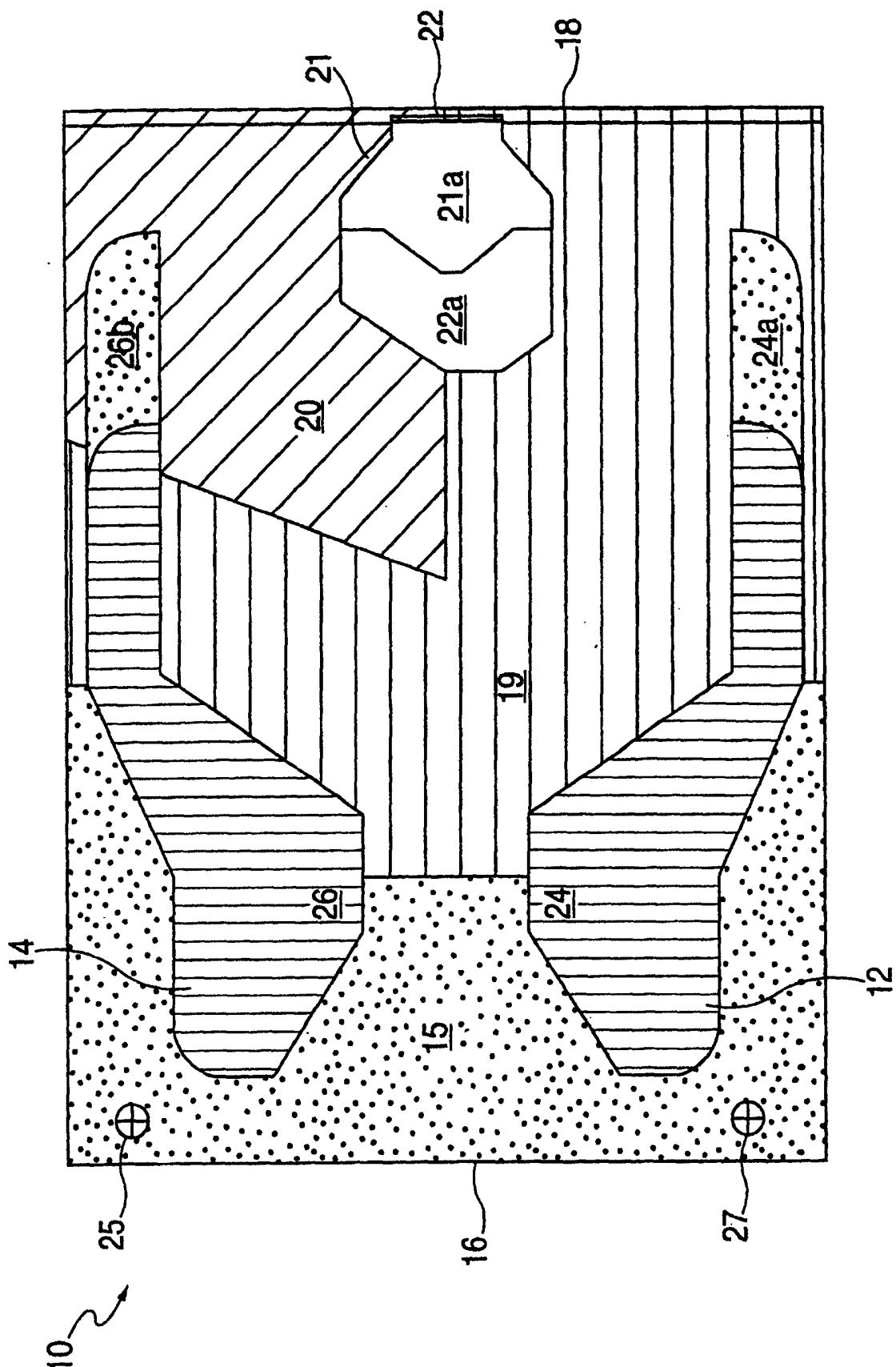


图 3

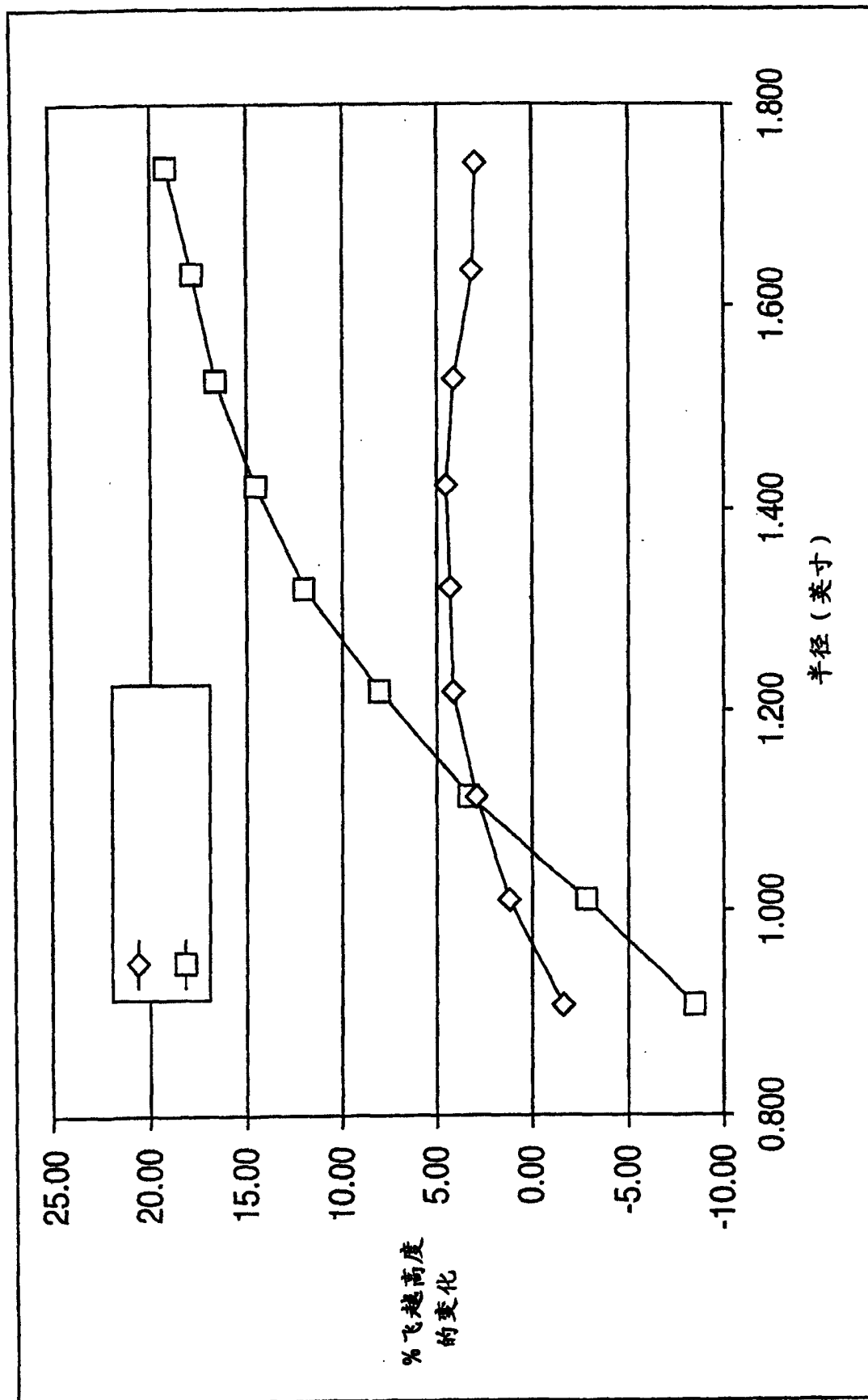


图 4

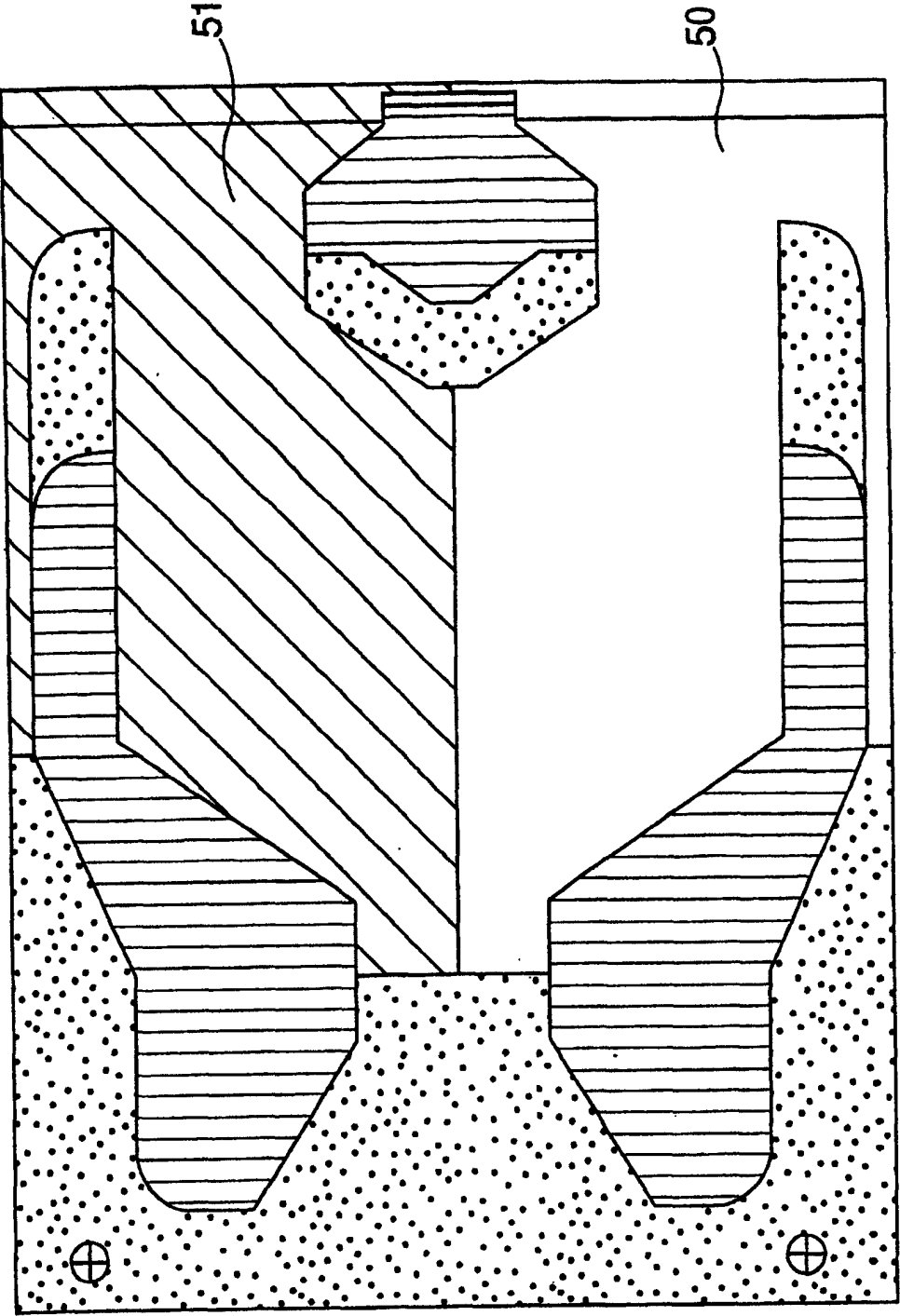


图 5

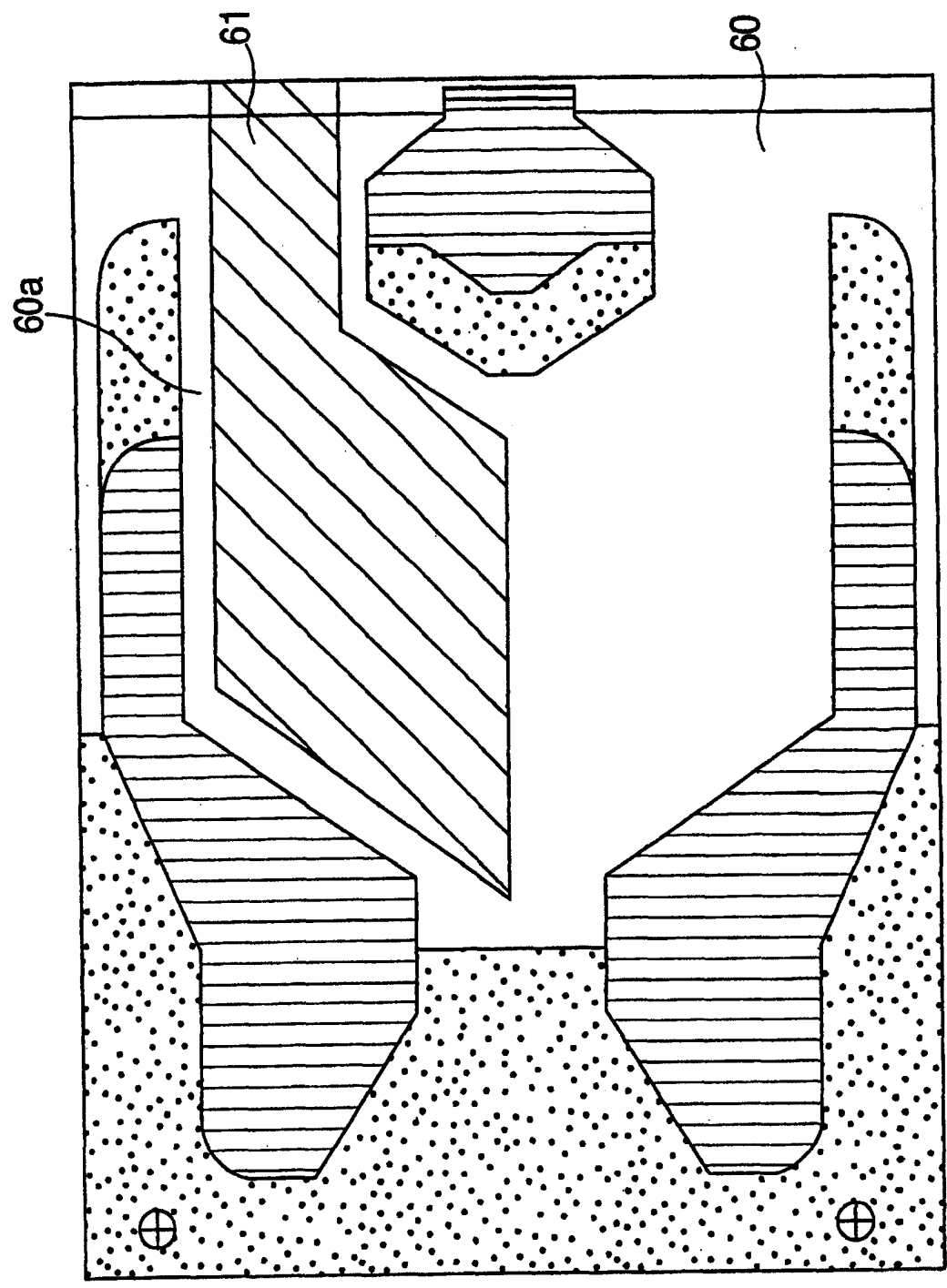
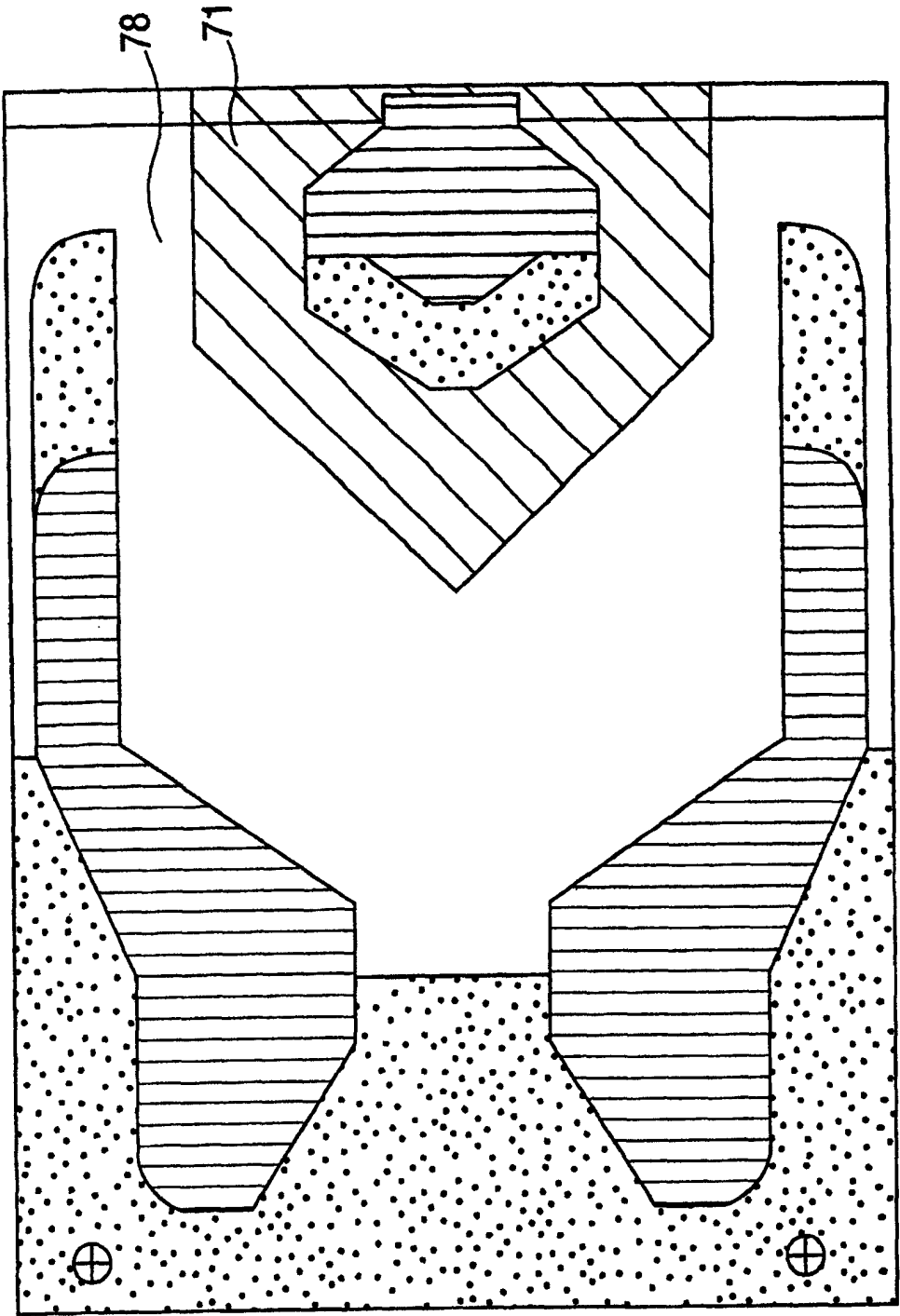


图 6



7

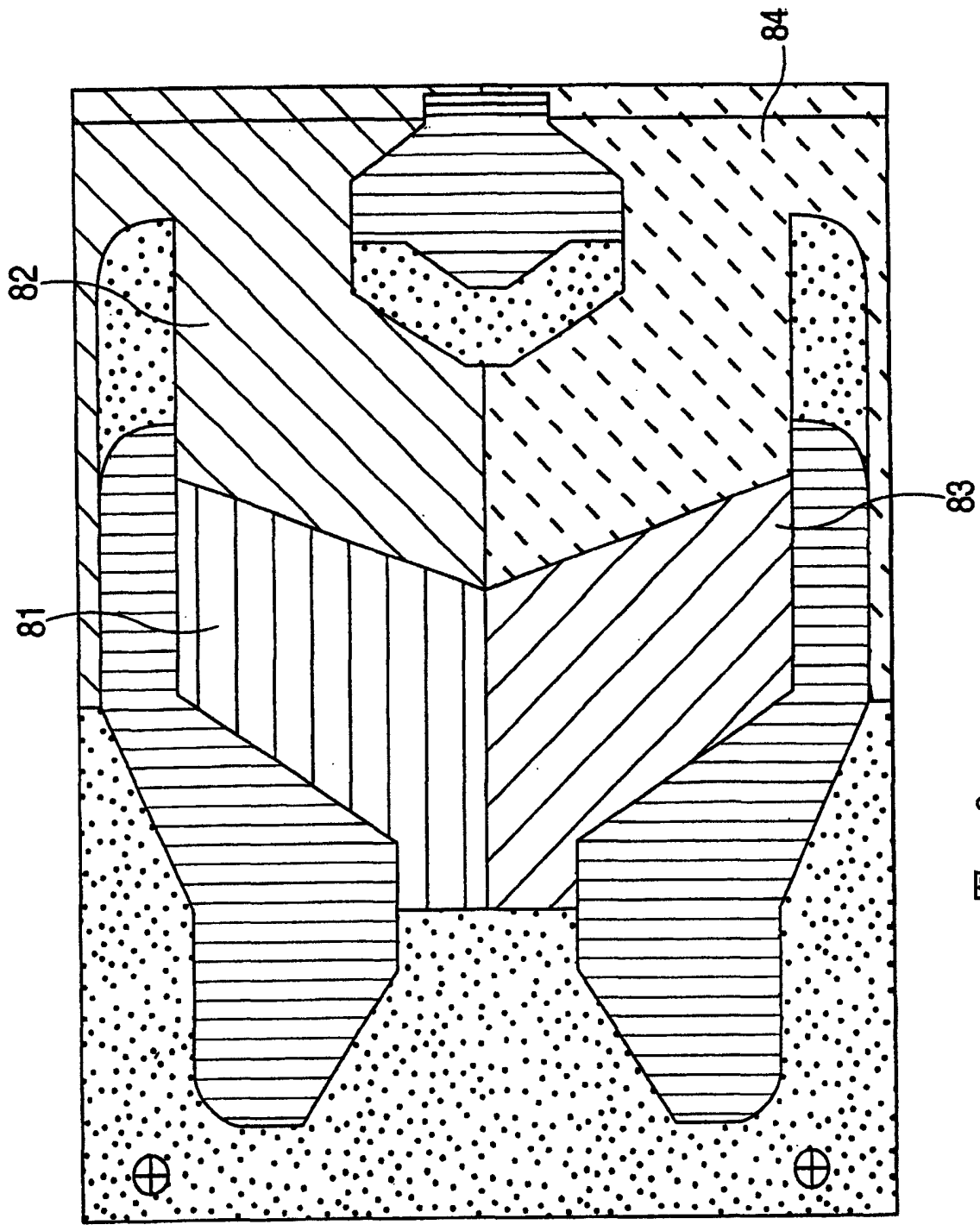


图 8