

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 94106216.3

[45] 授权公告日 2002 年 1 月 9 日

[11] 授权公告号 CN 1077707C

[22] 申请日 1994.6.1 [24] 颁证日 2002.1.9

[21] 申请号 94106216.3

[30] 优先权

[32] 1993.8.3 [33] US [31] 102031

[73] 专利权人 国际商业机器公司

地址 美国纽约

[72] 发明人 乔治·劳伦斯·贝斯特

莫里斯·穆萨·多维克

约翰·斯图尔特·福斯特

路易斯·帕迪拉·弗兰科

兰德拉·托马斯·科思

审查员 戚传江

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事
务所

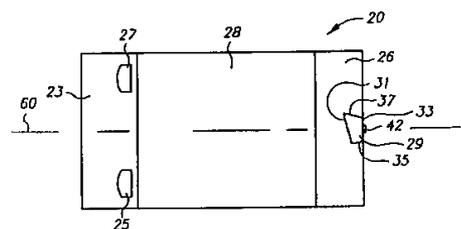
代理人 王彦斌

权利要求书 4 页 说明书 13 页 附图页数 4 页

[54] 发明名称 带有低飞行转换器载体的数据记录磁盘
驱动器

[57] 摘要

一种数据记录磁盘驱动器,具有一改进的磁头—磁
盘界面,其由一转换器载体提供,该载体基本上是一低
速气枕滑片,其也可能与磁盘上润滑膜接触以及接近接
触。该滑片有一前气枕表面,形式为一对气枕垫,一个
后气枕垫,以及一个中心非气枕凹面,其分隔所述前、后
气枕垫,所述两个前垫的表面大于后垫的,并因此提供滑
片一个正仰升。这就引致后垫也仰起,从而空气可流过
后垫下方,在滑片后部产生一个气枕。由于中心非气枕
区存在,消除了滑片中心部分的任何举力,这就允许了
低飞行高度。





权 利 要 求 书

1. 一种磁记录磁盘驱动器，包括：

至少一个磁记录盘，其上带有润滑膜；

一个马达，连到该盘以驱使其转动；

一个滑片，具有一个磁盘侧部，一个与之相对的侧部，一个前脊部，基本垂直于滑片纵向中心线，并且支撑两个对中心线基本等距分开的前气枕垫，一个后脊部，基本平行于前脊部，并且支撑一个位于滑片中心线的后气枕垫，以及一个非气枕表面，从所述前、后脊部凹下，并分隔开该前、后脊部，前气枕垫的总面积大于后气枕垫的表面积，并且后气枕垫具有一个前引导沿，比其尾沿宽，从而后气枕垫比前气枕垫更接近磁记录盘上的润滑膜，并且磁盘驱动器运行时润滑膜及后气枕垫的相互作用被最小化；

一个磁头，位于滑片上接近后气枕垫，用于对磁盘“读”或“写”数据；

一个作动器，移动该滑片基本沿径向跨过磁盘，这样，磁头可达到磁盘不同的数据区；

一个悬浮器，连到与磁盘侧部相对的该滑片侧部，并将该滑片连到作动器，以便当磁盘驱动器运行时维持滑片的气枕垫接近磁盘；以及

支撑马达和作动器的机构。

2. 根据权利要求 1 的磁盘驱动器，其特征在于，每一气枕垫

具有 0.25 - 2 的长 - 宽比。

3. 根据权利要求 1 的磁盘驱动器, 其特征在于, 所有垫的气枕表面基本共面。

4. 根据权利要求 1 的磁盘驱动器, 其特征在于, 每一前气枕垫的前引导沿具有基本上为凸出的曲面。

5. 根据权利要求 1 的磁盘驱动器, 其特征在于, 后气枕垫侧部连接引导沿及尾沿, 限定了一个角度, 载体在驱动器内时, 该角度大于载体对磁盘数据磁道的最大倾斜量。

6. 根据权利要求 1 的磁盘驱动器, 其特征在于, 后气枕垫的前沿不平行于其尾沿。

7. 根据权利要求 1 的磁盘驱动器, 其特征在于, 还包括连接马达及作动器支撑机构, 当驱动器没有启动时, 将滑片从磁盘卸下。

8. 根据权利要求 1 的磁盘驱动器, 其特征在于, 还包括一个位于前气枕垫上的支杆, 以支撑滑片前部, 当滑片位于磁盘时, 基本离开润滑膜。

9. 根据权利要求 1 的磁盘驱动器, 其特征在于, 还包括一个位于前气枕垫上的碳膜, 以支持滑片前部, 当滑片位于磁盘时, 基本离开润滑膜。

10. 一种用于数据记录磁盘驱动器的转换器组件, 包括:

一个滑片, 具有一个磁盘侧部, 一个与之相对的侧部, 一个前脊部, 基本垂直于滑片纵向中心线, 并且支撑两个对中心线基本等距分开的前气枕垫, 一个后脊部, 基本平行于前脊部, 并且支撑一个位于滑片中心线的后气枕垫, 以及一个非气枕表面, 从

所述前后脊部凹下，并分隔开该前、后脊部，前气枕垫的总表面积大于后气枕垫的表面积，并且后气枕垫具有一个前引导沿，比其尾沿宽，以及

一个磁头，位于滑片上接近后气枕垫，用于对磁盘“读”或“写”数据，从而，当组件位于一个运行的磁盘驱动器时，前、后气枕垫的表面积之差使滑片倾斜向上，并且，如果后气枕垫接触磁盘，其较宽的前引导沿会使其与润滑之间的相互作用最小化。

11. 根据权利要求 10 的转换器组件，其特征在于，每一前气枕垫的前引导沿具有基本上为凸出的曲面。

12. 根据权利要求 10 的转换器组件，其特征在于，后气枕垫侧部连接引导沿及尾沿，限定了一个角度，滑片在驱动器内时，该角度大于滑片对磁盘数据磁道的最大倾斜量。

13. 根据权利要求 10 的转换器组件，其特征在于，后气枕垫的前沿不平行于其尾沿。

14. 根据权利要求 10 的转换器组件，其特征在于，前脊部包括一对侧向分隔开的脊区，每一脊区支撑一个气枕垫。

15. 根据权利要求 10 的转换器组件，其特征在于，还包括一个位于每一前气枕垫上的支杆，以支持滑片前部，当滑片位于磁盘时，基本离开润滑膜。

16. 根据权利要求 10 的转换器组件，其特征在于，还包括一个位于前气枕垫上的碳膜，以支持滑片前部，当滑片位于磁盘时，基本离开润滑膜。

17. 根据权利要求 10 的转换器组件，其特征在于，每一前气枕垫具有 0.25 - 2 的长 - 宽比。

18. 根据权利要求 10 的转换器组件，其特征在于，还包括将滑片连接到磁盘驱动器的作动器的连接机构，该连接机构装于磁盘侧部相对的滑片侧部，从而，在磁盘驱动器运行时，滑片向磁盘偏置。

说 明 书

带有低飞行转换器载体的 数据记录磁盘驱动器

本发明涉及数据记录磁盘驱动器,具体涉及在磁头—磁盘界面上带有改进转换器载体的磁盘驱动器。

磁盘驱动器,也称为磁盘元件存储器,是信息存储装置,其使用一可转动的磁盘,盘上带有含数据信息的同心磁道,一个磁头或叫转换器用于将数据读和/或写到各种磁道,以及,一个作动器连到一个磁头载体上,以运动该磁头至所要求的磁道,并且在读或写操作期间,维持磁头跨过磁道中心线。一般地,有数个磁盘被垫环分开,并叠放在一轴套上,其由驱动马达所旋转。一个壳支撑马达及磁头作动器,并围绕磁头磁盘,并提供给磁头—磁盘界面一个基本密封的环境。

通常的磁记录盘驱动器中,磁头作动器为一气枕滑片,当磁盘以其操作速度转动时,滑片“坐”在磁盘表面上方的一个气枕上,该滑片通过一个相对脆弱的连接滑片到作动器的悬浮器维持接近磁盘表面。或者通过来自该悬浮器的小弹性力,或者通过滑片上一

个“负压”气枕面“自荷”至磁盘面,将该滑片偏置向磁盘表面。当有足够的磁盘转速维持气枕时,开、关操作期间,接触式开/关(CSS)磁盘驱动器操作滑片接触磁盘表面。与 CSS 磁盘驱动器相反,“加载/卸载”磁盘驱动器机械式地当断电时将滑片从磁盘上卸下,典型地是借助一个作动器,运动时接触悬浮器的斜面,之后,当磁盘达到足以产生气枕的速度时,又将滑片装回到磁盘上。这两种磁盘驱动器维持在磁盘上有一较薄润滑膜,以防止由磁头磁盘间的任何接触所造成的损坏。

从磁记录的早期,人们就知道,最好是使磁头—磁盘间隔最小化,因为,减小了这一间隔,可使从磁盘读得的信号振幅增大,这样可以增高记录密度。通常,商用气枕磁盘驱动器的可达到的最小磁头—磁盘间隔为 1000—2000 埃之间。此外,这一间隔并不总是不变,而是随着磁盘直径变化,这是由于气枕滑片下方的气体速度与滑片下方磁盘的相对速度成正比。为了使磁头—磁盘间隔最小以及维持该间隔相对磁盘直径不变,在磁记录盘驱动器中磁头—磁盘交界面上,已推荐以液枕为可替代方案代替常用的气枕。例如,在未决美国专利申请 US—264, 604, 申请日 1988. 10. 31, 公开日 1990. 5. 9 中,就象欧洲已公开的申请 EP367510 一样,一种磁盘驱动器,使用一种连续再循环低粘度的液体润滑剂,其在磁盘上维持相对较厚的一层,以及,一个带有三角形脚的转换的载体犁过该低粘度液体层。EP367,510 建议,磁头—磁盘约 500 埃的间隔可在液膜厚约 10, 000

埃时得到。相似的,在美国专利 US—5, 097, 368, 转让给 Conner Peripherals, 申请日 1989, 12. 20, 批准日 1992. 3. 17 中, 叙述了一个再循环液枕磁盘驱动器, 如果一个约 45 克重的负荷相对于液枕加到转换器载体, 在一个常用气枕磁盘驱动器的运转速度下, 其磁头—磁盘间隔可达约 300—700 埃(见其附图 6)。

在美国专利 US—4, 901, 185, 转让给 Toshiba, 申请日 1986. 7. 10, 批准日 1990. 2. 13 中, 该磁头—磁盘间隔最小化及维持不变的间歇, 通过一种磁盘驱动器进行了描述, 该驱动器应用气、液枕支撑转换器载体。一种气枕滑片给载体前部提供支撑, 而包括磁头的后部接触一常规的液体润滑膜并由其支撑。该 US—4, 901, 185 专利建议, 使用大于 200 埃左右厚度的润滑膜可得到小于约 800 埃的磁头—磁盘间隔。

最近, 美国专利 US—5, 202, 803, 申请日 1991. 7. 2, 批准日 1993. 4. 13 中, 描述了一种磁盘驱动器, 其中, 一常用的非循环、高粘度润滑膜维持在磁盘上, 转换器载体为一改进的三轨气枕滑片, 其具有一后“滑”垫。当驱动器达到操作速度, 该滑片轨的气枕效果提供载体主要的支撑力, 而支撑磁头的后滑垫接触润滑膜。磁盘上润滑膜的厚度约为 20—100 埃。假设有一理想的光滑磁盘表面, 这也是后垫—磁盘表面间磁头—磁盘的大约间隔。

尽管液枕磁盘驱动器显得可以比气枕有更近的磁头—磁盘间隔, 它们也表现出一些困难。由于液枕磁盘驱动器比气枕驱动器有更

厚的润滑膜及更光滑的磁盘表面,则当其载体停在磁盘上时,必须提供一个低的静摩擦界面,该载体也必须设计得产生一个小的穿过液膜的阻力,并且要使磁盘上液体耗损最小。另外,在不同磁盘直径处表现的载体—磁盘间不同的相对速度的足够宽广区域内,该载体还必须能够工作良好。

我们需要的是一种具有改进磁头—磁盘界面的磁盘驱动器,其具有气枕的优点,而避免了液枕的缺点,并且,提供一磁头—磁盘间隔,甚至大大小于液枕所能达到的间隔,并且,其对于磁盘直径的变化,磁头—磁盘制造参数的变化都不敏感。

本发明的磁盘驱动器具有改进的磁头—磁盘界面,该界面由一转换器载体提供,该载体为一基本低飞、气枕滑片,设计得也与磁盘上润滑膜接触或近于接触。该滑片有一前气枕表面,形式为一对气枕垫,一个中心布置的后气枕垫,以及一个中心非气枕表面,分隔该前、后气枕垫。所述两个前垫具有一个大于后垫的表面,因此提供给滑片一个正仰升。这又导致后垫也向上仰升。这一仰升,同后垫上一个台阶斜面一起,使空气流入后垫下方,在滑片后部产生一个气枕。该中心非气枕区消除了滑片中心区的任何举力,其在低飞高度允许紧密公差。磁盘上方滑片的后垫的飞行高度由后垫宽度控制。后垫前沿比其后沿宽,所以它可避免与盘上润滑膜接触,一般在低速接近盘内侧直径,而不造成过大阻力或润滑剂耗损。后垫还具有一倾斜的前沿,其补偿滑片倾斜以使从磁盘内侧向外侧的飞行高度变化达

到最小。在最佳实施例中，磁盘驱动器是一加载/卸载驱动器，所以正常情况下，当磁盘不旋转时，滑片不接触磁盘。

为了完全理解本发明的性质及优点，下面参照附图对本发明进行详细说明。

图 1 是本发明磁盘驱动器的示意截面图；

图 2 是图 1 磁盘驱动器的示意开放俯视图；

图 3 是本发明气枕滑片最佳实施例的底部或磁盘侧部平面图；

图 4 是本发明滑片—磁盘交界截面图，示出前、后气枕垫以及中间的非气枕面；

图 5A—5E 是滑片的截面图，示出其制造顺序；

图 6、7 及 8 是本发明其它实施例中磁盘侧部的平面图。

参见图 1，本发明的磁盘驱动器截面被示意地给出，该磁盘驱动器包括一个基板 10，一个磁盘驱动马达 12，一个作动器 14 以及一个盖 11 固定在基板上。基板 10 和盖 11 给驱动器提供了一个基本密封的壳罩，一般，一个密封垫 13 位于基板 10 和盖 11 之间，并且，有一个通气孔（未示出）用于平衡磁盘驱动器内部及外部环境之间的气压，这种类型的驱动器一般说基本密封，因为驱动马达 12 完全位于壳罩中，并且，设有外界强制风冷冷却内部元件。一个磁记录盘 16 通过轮套 18 连接到驱动马达 12，盘 16 连到套 18 上以便由马达 12 转动，在盘 16 的表面上维持有一较高粘度润滑剂的连续薄膜 50。在最佳实施例中，该润滑剂是常规的全氟聚醚 (PFPE) 磁盘润滑剂，

例如 *DaiKin* 生产的 *Demnum SP* 牌润滑剂, 并且, 形成有约 40 埃的厚度。一个读/写磁头或转换器 42 形成于一个气枕滑片 20 的尾端, 转换器 42 可以是一个感应读写转换器或者是一个带有通过已知技术中的薄膜淀积技术形成的 MR 只读转换器的感应只写转换器, 滑片 20 通过一个刚性臂 22 和一个悬浮体 24 连到作动器 14, 该悬浮体 24 提供一偏置力, 将滑片 20 顶到记录盘 16 的表面上, 当磁盘驱动器操作时, 驱动马达 12 以不变速度转动盘 16, 并且, 作动器 14, 它一般为线性或旋转音圈马达 (VCM), 运动滑片 20 大致沿径向跨过盘 16 表面, 以便读/写磁头可跨过盘 16 上不同的数据磁道。

图 2 是移去盖 11 的磁盘驱动器内部俯视图, 较详细示出了悬浮体 24, 其提供一个力给滑片 20, 朝盘 16 推动片 20。该悬浮器可以是一个常用的, 例如著名的 *Watrous* 悬浮器, 其为转让给 IBM 公司的美国专利 US-4, 167, 765。这类悬浮器也提供滑片方向连接, 它允许滑片在气枕上俯仰和滚动。在该磁盘驱动器的最佳实施例中, 一个加载/卸载夹 30 装到基板 10 上, 当作动器 14 在磁盘驱动器开动、朝盘外侧直径转动滑片 20 时, 夹 30 接触悬浮体 24 并将滑片 20 举离盘 16。在转让给“信息存储系统公司”的美国专利 US-3, 984, 873 (见图 5) 以及转让给 *Quantum* 公司的美国专利 US-5, 027, 241 中描述了这种常用的加载/卸载夹的例子, 通过转换器 42 从盘 16 探测的数据被处理进入一个读的信号, 该读信号产生于臂 22 上的集成片 15 中的信号放大处理凸路, 来自转换器 42 的该信号从软

线 17 传到集成片 15, 其通过线 19 送出输出信号。

滑片 20 的底式磁盘侧示于图 3, 并且, 滑片 20 的侧面与盘 16 及膜 50 处于“气枕”关系, 示于图 4 中。前气枕表面是一对气枕垫 25, 27, 其提供气枕效果, 当磁盘位于操作速度时, 支持滑片 20 于盘 16 上方。垫 25, 27 从前脊部 23 伸出, 该前脊部 23 作为垫 25, 27 的台阶斜面, 垫 25, 27 以滑片纵向中心线 60 为准, 基本等距隔开。前垫 25, 27 具有凸出曲面引导沿, 以便使阻力最小并且侧向冲刷掉任何可能来自磁盘的碎屑。一个后气枕垫 29 从一个后脊部 26 伸出, 该后脊部也作为一个台阶斜面。脊部 23, 26 相互基本平行并与纵向中心线 60 垂直。脊部 23, 26 被一个中心非气枕表面 28 分开, 该面 28 跨过整个滑片 20 的全宽度。非气枕面 28 移除遗留在滑片 20 区域内的任何空气, 这样就使留在滑片 20 区内总气量减至最少, 并确保前端仰起以使空气能够在仰起的后垫 29 下方流过。

后垫 29 有一个前沿 31, 比后沿 33 宽。后垫 29 的侧面 35、37 因此而相对于滑片长度方向倾斜。在最佳实施例中, 侧面 35、37 相对于滑片纵轴约成 20° 角。通过使后垫 29 的前部宽于后部, 后垫 29 被防止象犁一样动作, 从而当后垫 29 与润滑膜有任何接触时, 使后垫下方跟随盘 16 运动的润滑剂的耗损减至最少。并且, 这样还维持了低阻力以及使垫 29 下的润滑剂减至最薄。

当磁盘驱动器带有旋转作动器时, 滑片纵轴在任一磁道位置与磁盘相切。例如, 在一商用 2.5 寸磁盘驱动器中, 滑片在内侧直径处

偏离约 -4° 角；在外侧直径(OD)处偏离约 $+17^{\circ}$ 角。通过使后垫 29 的侧面 35、37 的角度大于最大的偏斜绝对值，例如约 20° ，可以保证，当滑片从磁盘内径(ID)移动到外径(OD)时，后垫对操作全范围角度维持非犁状态。

后垫 29 是非对称的：它的前边沿 31 相对于其后边沿 33 为非平行或倾斜的，这一倾斜的前边沿在磁盘内径(ID)处提供了额外的气枕举力，在该内径(ID)处，其局部盘速低；并且在盘外径(OD)处提供较小的气枕举力，在该外径(OD)处，由于较高的局部盘速气枕效果较大。

如图 3 所示，前气枕垫 25、27 的总表面面积比后垫 29 的大。由于这一特性以及分隔两个脊部 23、26 的非气枕表面 28 的存在，引起滑片 20 正向上仰（见图 4），从而又导致后垫 29 产生一个正向上仰，结果使垫 29 下方的气枕效果支持滑片 20 的后部。

前垫 25、27 的面积以及脊部 23 的台阶斜表面相对垫的深度影响滑片—磁盘间的静阻力（静摩擦力）、前垫的飞行高度以及后垫 29 上的举力。这一静阻力已被发现与来自膜 50 的润滑剂所润湿的滑片面积成正比，与滑片磁盘间的分隔成反比，这儿“分隔”意味着从磁盘到滑片润湿部之间的距离。

由于要求低的静态阻力，垫 25、27 的面积应须保持较小，同时脊部 23 表面应有大的深度。然而，垫 25、27 的面积也必须足够，以提供给操作中的滑片以正向仰动。对相同的垫面积，每一垫 25、27 的长

宽比(L/W)的不同组合可被使用(垫 25、27 的“长”,是指平行于中心线 60 的方向),已经知道,对一给^定字的垫面积,当 L/W 增加,总举升力开始减少,并且 L/W 不能超过 2 左右。然而,如果 L/W 太小,则滑片失去滚动刚度,并且制造公差变得不能容许,这样, L/W 不能小于 0.25 左右。

脊部 23 的台阶斜面也应根据飞行性能选择。例如,如果深度太小,则举力太小,垫面积必须增加,同时也要求选择一个深度,以致由于制造公差引起的任何深度变化,只引起前垫 25、27 飞行高度的一个很小变化。基于这种考虑,已经认定,深度必须大于后部滑片的飞行高度,并且少于前部滑片飞行高度的 3 倍左右,当滑片设计成接触式时,该“飞行高度”基本上变成磁盘的波动及有效的粗糙度。

在一个试验例中,通过适当选择悬浮予载及气载垫大小、形状,滑片 20 被设计成,前垫 25、27 及盘 16 间约 1000 埃距离,后垫 29 及盘 16 间约 100 埃距离,在一个理论上说光滑的磁盘上的盘 ID 处飞行。后垫 29 的前沿 31 相对于后沿 33 倾斜约 20° 角。这一滑片在一个磁盘上试验过,该磁盘具有一常用的非晶碳保护层和一层约 40 埃厚的 *Demnum SP* 润滑膜。该 ID 速度为 4.4 米/秒,倾斜 -6.7° 角,OD 速度为 9.5 米/秒,倾斜 $+14^\circ$ 角。悬浮予载为 5 克。在这些条件下,该滑片—磁盘间隔(磁盘碳保护层顶部与后垫 29 底之间的间隔)约为:ID 处 100 埃,OD 处 150 埃。对滑片上阻力的测量指出,在速度约为 3.5 米/秒速度下后垫 29 与润滑膜产生最小的接触,此时

阻力从一个相对高的值下降至一个相对低的不变的值。由于盘 16 不是很理想的平滑,而是在设计的飞行高度范围内有峰—峰波动,人们相信后垫 29 至少在速度升至 7 米/秒前部分接触膜 50,在 7 米/秒点,气枕完全支持后垫 29。基于阻力和飞行高度的相互关系。人们认为,在后垫 29 与膜 50 接触期间,由于垫 29 的正向仰升及离子研磨的台阶斜面而产生于垫 29 下方的气枕,给滑片 20 后半部提供约 90%的支持力,所设计的飞行高度由后垫 29 的宽度所控制。例如,宽度减少 60 微米,而维持所有其它参数不变,引致阻力曲线变平坦的点为 5.5 米/秒,而不是 3.5 米/秒。与通常滑片相反,举升力集中在滑片一小面积上,而不是分布在滑片整个表面的事实,使得滑片对制造公差基本上不敏感,特别是对凸部、弧部的公差敏感。

根据本发明设计的滑片可作为气枕及转换器—磁盘交界区接触二种方式工作。同时滑片在磁盘部分区域提供一极低飞行高度气枕支持力,特别是后垫的设计,使滑片也能接触和接近接触盘上的润滑膜而没有有害后果。这种结果是一个低飞行高度磁盘驱动器,它亦可在接触和接近接触区运行,并且没有常用的液枕缺陷。

滑片的最佳制造方法将参照图 5A—5E 叙述,这些图示出图 3、4 滑片的制造步骤。图 5A—5E 为穿过前气枕垫 27 滑片截面图。图 5A 中,滑片 20 本体,典型地为常用 TiC 及 Al_2O_3 陶瓷混合物,其中心部分已被切移,因此限定了中心非气枕表面 28,其将前脊部 23 与后脊部 26 分开。切割深度可在 10—100 微米范围(如现有技术所

知,滑片以成排、形式处理,之后切割成单个滑片,故图 5A 实际上是一排滑片的端视图)。下一步,如图 5B 所示,脊部 23、26 的端部被大致磨平并抛光,以达到下一步要形成转换器 42(图 4)的正确高度,之后,一层光阻材料 63,例如 Riston 牌的聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA),被淀积到脊部 23、26 的顶部至厚度约 0.1 毫米。如图 5C 所示,光阻材料通过一个合适的掩模、曝光,该掩模限定了一个相应于气枕垫,包括垫 27 的式样、(前垫 25 和后垫 29 也在此同时形成,但没示于图 5C 中,因为它仅是一个穿过前垫 27 的截面图),然后,如图 5D 所示,该组滑片被离子研磨或蚀刻至一要求的深度,例如 0.2 微米,以建立气枕垫,之后,除去光阻材料(图 5E),切割该组滑片至单一滑片。

根据本发明设计的滑片,可使其制造加工比传统常用的有气枕轨的气枕滑片的加工工艺得以简化,因为没有几何结构复杂的气枕轨,就不需要使用活性离子刻蚀或其他复杂步骤从滑片本体中心去移除材料,而是代之以使用单个的大大简化的锯式切割形成平行的脊部 23、26。并且,如从图 4 所见,所有的气枕垫是共面的,并因此可由单一的光阻工艺步骤形成。

另外一个滑片实施例示于图 6,其中滑片 70 类似于滑片 20(图 3),不同的是前脊部包括两个侧向分隔开的脊区 72, 74, 并且,后脊部 36 不延伸跨过滑片 70 的整个宽度。滑片 70 使用活性离子刻蚀 (RIE) 从片中心部移除必要的材料,而不是使用图 3 实例中的锯式

切割。其整个区域，包括脊区 72、74 之间部分以及脊部 76 的侧面部分可以通过单一的 RIE 步骤移除，从而形成分隔脊区 72、74 及脊部 76 的中心非气枕区 77。

示于图 7 实例中，滑片 80 与图 3 的滑片 20 基本相同，其区别仅在于，斜面 82 加到前脊部 84 以改进仰升及更好引导空气进入前垫 86、88 下方。斜面 82 以一定角度搭接到脊部 84 的平面上，并且在制造时需要一附加的工艺步骤。

图 8 实例的滑片 90 具有前杆 91、92，分别从前气枕垫 93、94 延伸，以及后杆 95 从后气枕垫 96 延伸，这些杆 91、92、95 分别从它们相应的垫伸出约 500—1500 埃距离。这一距离支持垫脱离润滑膜，并因此在启动磁盘驱动器期间，此时滑片 90 与磁盘接触着，使滑片 90 的静阻力及低速阻力减至最小。制造滑片 90 时，先以第一离子研磨步骤形成杆 91、92、95，然后通过第二离子研磨步骤分别绕其相应的杆形成气枕垫 93、94、96。前杆 91、92 可通过材料淀积制成比后杆 95 较厚，所以当滑片 90 停在磁盘上时，具有正仰升角，这些杆以及围绕它们的气枕垫，在前、后提供举力。

图 4、6、7 和 8 所示实例的滑片也可包含一个非晶体碳膜，如现有技术中用于滑片气枕表面的，该碳膜淀积在滑片整个前部至一合适厚度，例如 2000 埃厚，该碳膜的效果为，当滑片停在磁盘上时，升高滑片前部，因而使接触磁盘和/或润滑剂的垫表面积减至最小，由于碳膜仅存于滑片前部，就造成了静阻力减少而不影响滑片性能，在

这一实例中,前、后垫不共面。

图 8 所示的杆以及前部载体上的碳膜在 L/UL 系统失效时改进了驱动器性能,即它既可以 CSS 方式驱动,又可以 L/UL 方式驱动。两种情况下,当载体位于磁盘上,驱动器没有启动时杆以及碳膜将载体升高至润滑膜上方。

尽管给出了本发明详细的最佳实施例,应说明的是,仍有可能对本发明作出某些改进而不超出权利要求书所述的实质及范围。

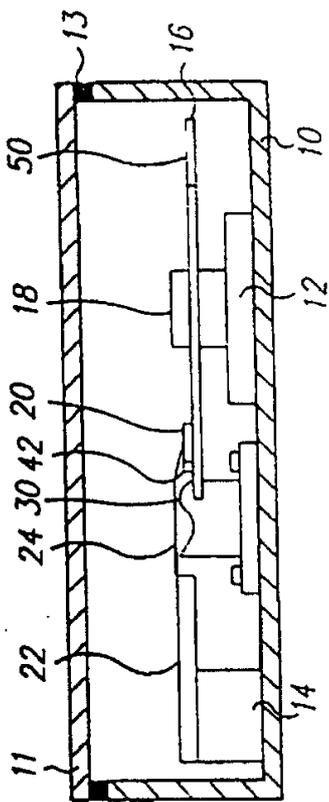


图 1

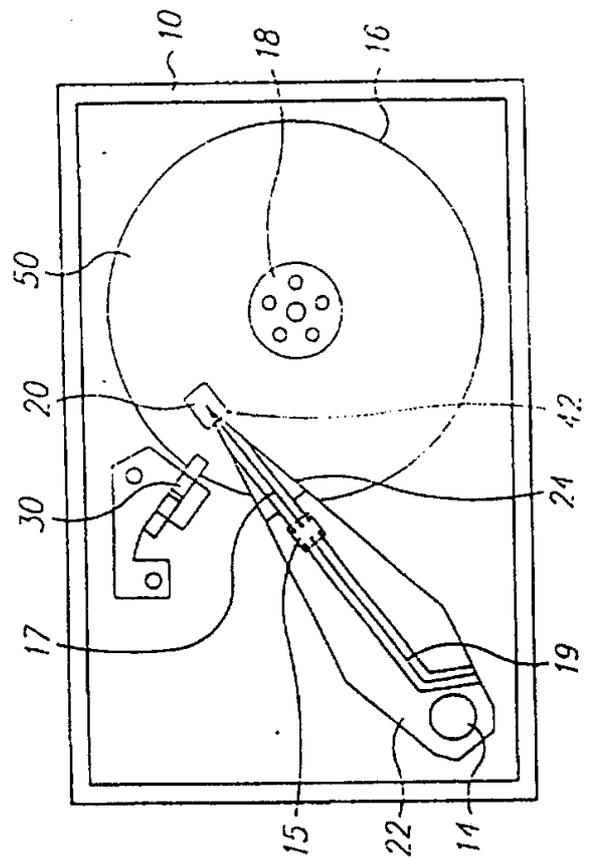


图 2

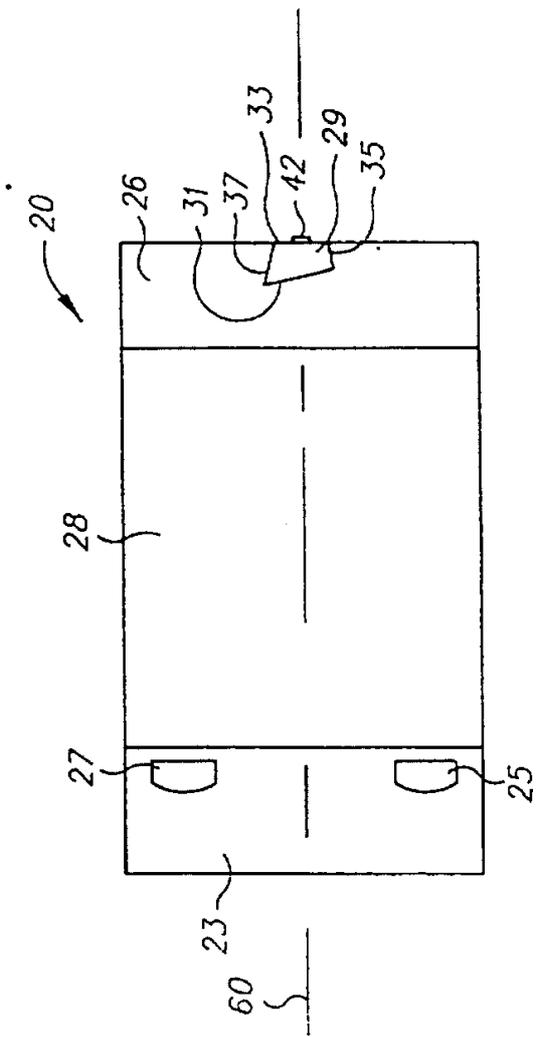


图3

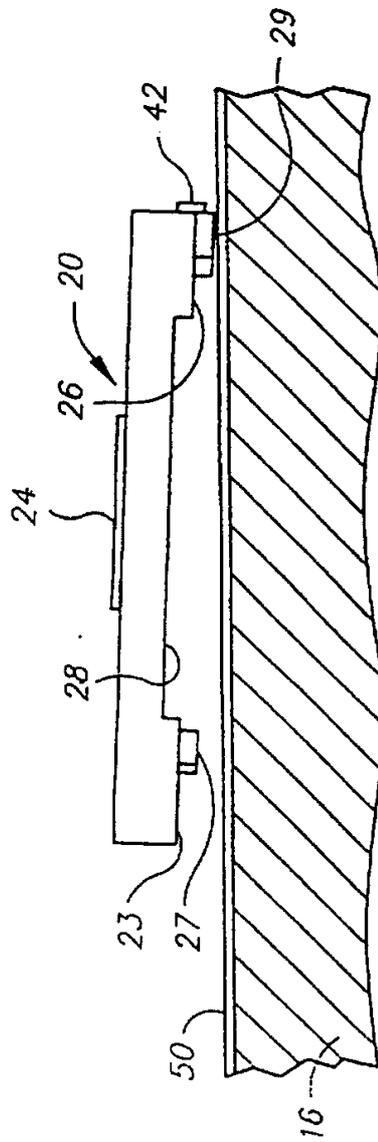


图4

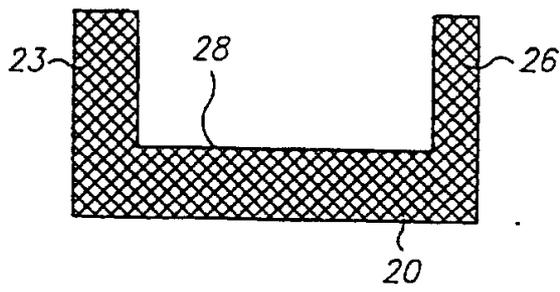


图 5A

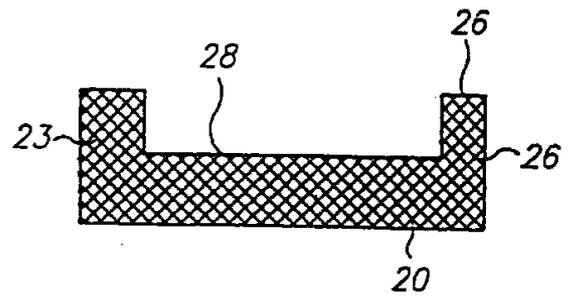


图 5B

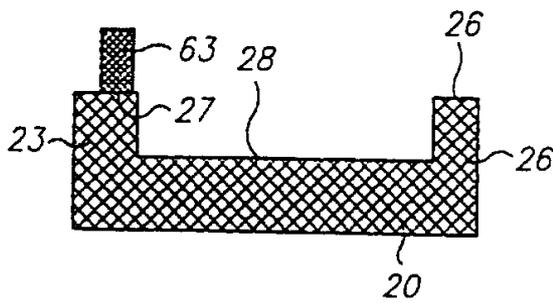


图 5C

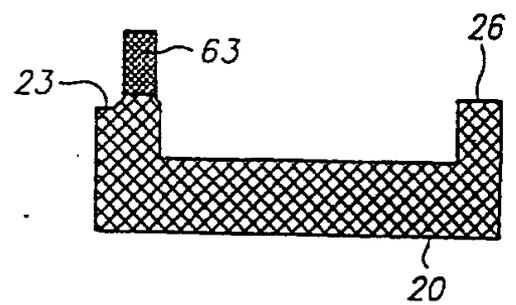


图 5D

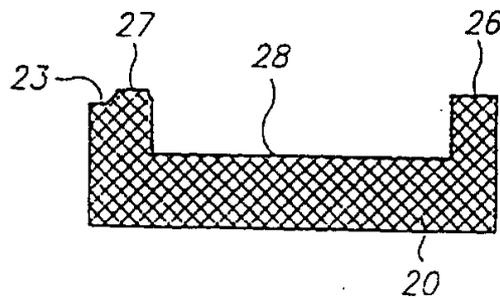


图 5E

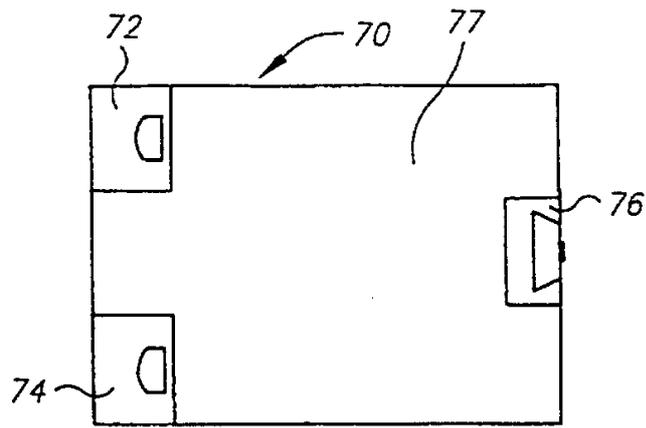


图 6

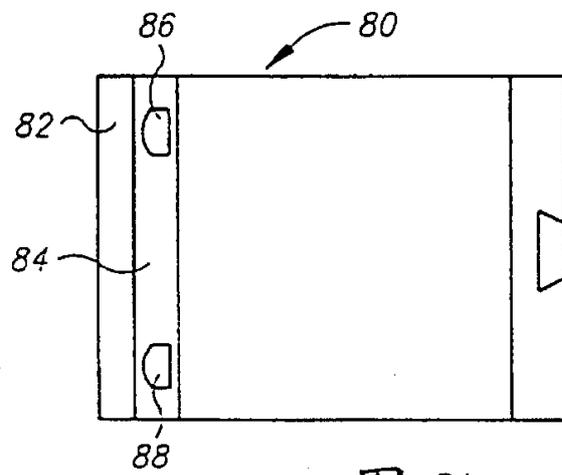


图 7

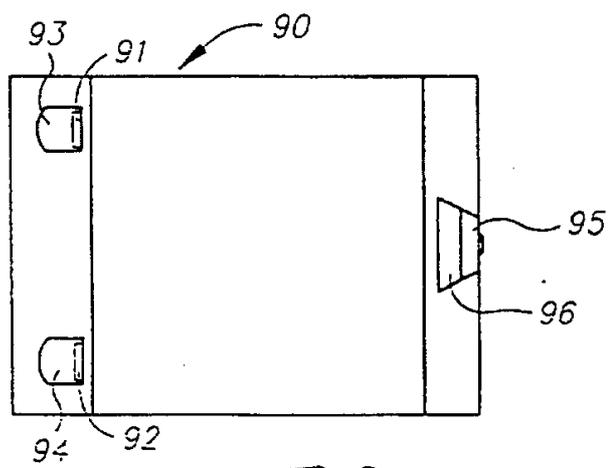


图 8