



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 92104254.X

[51]Int.Cl⁵

G11B 5/60

[45]授权公告日 1995年1月11日

[24]颁证日 94.10.30

[21]申请号 92104254.X

[22]申请日 92.6.2

[30]优先权

[32]91.7.2 [33]US[31]724,646

[73]专利权人 国际商业机器公司

地址 美国纽约

[72]发明人 托马斯·R·奥尔布雷克特

约翰·S·福斯特

G11B 21/21

安德鲁·M·霍姆拉

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商

标事

代理人 姜 华

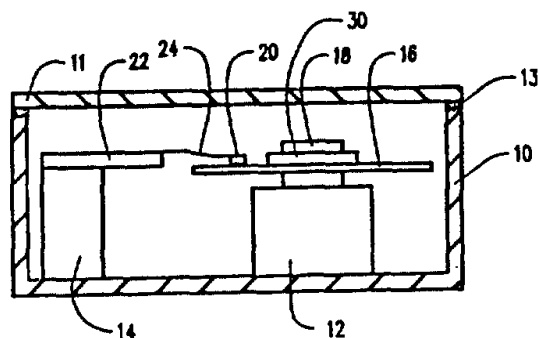
说明书页数:

附图页数:

[54]发明名称 带有液体薄膜磁头-磁盘界面的磁盘存储器

[57]摘要

一种减小了磁头-磁盘间隙并在记录性能方面有相应改进的磁盘存储器,使用涂有普通高粘度润滑剂膜的磁盘,密封在磁盘存储器内的向增盘补充润滑剂的储蓄器,和带有在高粘度液体薄膜上滑行的滑行爪的传感器承载件。不需要润滑剂回收装置。磁盘存储器还可以基本抽成真空,因为与普通磁盘存储器不同,不需要用空气来支持空气支承磁头-磁盘界面,而相对高分子量润滑剂的高气化压力避免其蒸发。



权利要求书

1.一种数据记录磁盘存储器, 包括:

至少一个其上带有润滑剂薄膜的数据磁盘;

一个与磁盘相连接用于转动磁盘的电机;

一个用于保持润滑剂供给源的装置;

一个润滑剂供给源;

一个用于向磁盘写入或从磁盘读出数据的传感器;

一个传感器承载件;

一个用于使承载件大致径向穿过磁盘因而使传感器可以接近磁盘上不同的数据区域的传动装置;

用于将承载件与传动装置相连的装置, 用以迫使该承载件靠向磁盘; 以及

一个外壳, 用于围绕并为电机、传动装置、传感器承载件、磁盘以及润滑剂供给源保持装置提供一个基本密封的环境;

其特征在于:

所述用于保持的装置被设置于靠近磁盘内径处;

所述润滑剂供给源在所述保持装置内并与磁盘上的润滑剂薄膜相液体连通, 用于在磁盘旋转期间补足磁盘上的润滑剂膜;

所述传感器承载件具有至少一个从中延伸的滑行爪, 在所述将承载件与传动装置相连的装置的促使下, 滑行爪的端部与磁盘表面限定出一个在磁盘旋转期间足以允许滑行爪在磁盘的润滑剂上的滑行的角度。

2.根据权利要求 1 的磁盘存储器, 其特征在于所述润滑剂供给源保持装置包括一个保持器, 该保持器内部为多孔状以保存润滑剂, 并在其外表面上有多个口, 以便在磁盘旋转期间释放润滑剂。

3.根据权利要求 2 的磁盘存储器, 其特征在于, 所述保持器包括一个绕轴的环体, 其中所述开口设置在该环体的径向外表面上。

4.根据权利要求 1 的磁盘存储器, 其特征在于所述传感器承载件具有多个从该承载件上伸出的滑行爪。

5.根据权利要求 4 的磁盘存储器, 其特征在于所述承载件是一个带有多条轨道的空气支承滑块, 其中滑行爪从这些轨道伸出。

6.根据权利要求 5 的磁盘存储器, 其特征在于

这些滑行爪通常包括大致带圆形端头的被削锥体。

7.根据权利要求 1 的磁盘存储器, 其特征在于该外壳提供了一种基本抽成真空的环境。

8.根据权利要求 1 的磁盘存储器, 其特征在于所述承载件与传动装置的连接装置包括用于提供承载件大致万向运动的装置, 从而在磁盘旋转期间, 当迫使滑行表面与润滑剂膜相接触时, 该承载件可以倾斜和滚动。

9.根据权利要求 1 的磁盘存储器, 其特征在于传感器位于承载件上靠近滑行爪的位置。

10.根据权利要求 1 的磁盘存储器, 其特征在于所述承载件是一个带有多条轨道的空气支承滑块, 其中一个滑行爪从这些轨道中的一条轨道上伸出。

11.根据权利要求 1 的磁盘存储器, 其特征在于磁盘上的与润滑剂供给源中的润滑剂拥有足够高的粘度, 足以将磁盘上润滑剂的消耗率限制在这样的水平, 即供给源中的润滑剂储蓄量足以在所设计的磁盘驱动寿命期间补足磁盘的润滑剂消耗量。

12.根据权利要求 1 的磁盘存储器, 其特征在于所述润滑剂保持装置在磁盘的一个无数据区域。

13.根据权利要求 1 的磁盘存储器, 其特征在于所述滑行爪位于靠近传感器承载件的后端处, 其中传感器承载件也具有一个靠近承载件前端的空气支承面, 用以支撑承载件前端离开润滑剂膜而其滑行爪与润滑剂膜相接触。

本发明涉及数据记录磁盘存储器, 更特别地, 本发明是一种新型的磁盘存储器, 其中磁头或传感器承载件和在磁盘表面上的液体润滑剂提供一种新型的磁头—磁盘界面。本申请和共同提交的申请(序号为 07/724, 696), 均依据相同的说明书。本申请要求保护磁盘存储器, 而另一申请(序号为 07/724, 696)则要求保护传感器装置。

磁盘存储器, 也称之为磁盘驱动器, 是一种信息存储设备, 它利用包含信息的具有同心数据磁道的旋转磁盘, 一个用于在各磁道上读出或写入数据的磁头或传感器; 和一个与磁头承载件相连接的传感装置; 用以驱动磁头到所希望的磁道上并在读或写操作期间保持磁头在磁道中心线之上。典型地, 有多个用一些隔离环隔开的磁盘, 这些磁盘套在一

根由磁盘驱动电机转动的轴上。一个外壳支撑着驱动电机和磁头传动装置并将磁头和磁盘包围起来，以便于向磁头—磁盘界面提供一个大致密封的环境。在传统的磁记录磁盘存储器中，磁头承载件是一种空气支承滑块，该滑块浮在磁盘表面上方的空气支承面上运动。滑块受到来自一个将滑块与传动装置相连的悬置件的一个小力的作用，而被推压在磁盘表面上，当启动和停止运动期间没有足够高的磁盘旋转速度来维持空气支承面时，滑块与磁盘表面相接触。磁盘表面需要一种润滑剂，以避免在磁盘存储器启动和停止期间损坏磁头和磁盘。

传统的磁记录磁盘存储器存在一些由于这种空气支承面磁头—磁盘界面而产生的缺点。磁头和磁盘之间的间隙受到空气支承滑块的最小可实现飞行高度的限制，这意味着，与间隙有直接关系的磁头存储器的记录性能也相应地被限制了。当滑块与磁盘静态接触了一个相对短的时间之后，液体润滑剂和滑块的相对大的空气支承表面产生静态摩擦（或“静摩擦”）力，这种摩擦力造成滑块与磁盘表面的粘贴，这种粘贴在磁盘存储器启动、滑块从磁盘上脱离时，会导致磁头、磁盘或悬置件受损。当磁盘存储器运行时，界面主要是一层很薄的空气膜，它在磁头与磁盘之间只能提供很小刚性，因此，磁盘存储器对振动和撞击非常敏感。这些弱点使得传统的磁盘存储器对于某些应用场合，例如用于便携式计算机，就不理想了。在磁盘存储器内部要求以空气来支承空气支承滑块，这也增加了旋转磁盘的空气阻力，所以，增加了功耗，引起外部环境噪声，使得悬置件抖动，并加重了磁头、磁盘和电子元器件的腐蚀和氧化。

有一些参考文件介绍了不同类型的磁头承载件和液体支承面，它们能够替代在磁记录磁盘存储器中的传统空气支承磁头—磁盘界面。在本申请人的美国专利 2, 969, 435 中，一种具有大平面的滑板式传感器承载件悬浮在磁盘上的一层油之上。油由磁盘存储器之外的储油器提供，并从安装在承载件顶部的喷嘴给出。在本申请人的未决美国申请（序号为 264, 604, 1988 年 10 月 31 日提交，并作为欧洲公布申请 EP367510 于 1990 年 5 月 9 日分布）中，磁盘存储器使用一种连续循环的低粘度液体润滑剂，这种润滑剂在磁盘上可以保持为相对厚的一层膜，磁盘存储器还使用一个传感器承载

件，该承载件具有一些三角形的爪，能从低粘性液体层中划过。EP 参考文件提出，如果磁盘存储器被密封成无空气状态，那么低蒸气压力润滑剂将会蒸发，这便使所要求的润滑剂循环能够通过蒸馏来进行。

所需要的是一种具有液体支承面界面的磁盘存储器，这种存储器能提供最小的磁头—磁盘间隙并且不要求连续的润滑剂循环。

本发明的磁盘存储器具有一个涂有常规高粘度润滑剂薄膜的磁盘、一个在存储器使用寿命期间向磁盘上补充润滑剂的润滑剂储蓄器、以及一个拥有能够使承载件在高粘度液体膜表面滑行的表面的传感器承载件。因为润滑剂薄膜厚度很小而粘度很高，润滑剂旋离磁盘的速率相对较低，所以存储器不需包括任何用于润滑剂循环的装置，润滑剂的粘度高到足将其在磁盘驱动器所要求的使用寿命期间的损失量限制到能够通过润滑剂储蓄器进行补充的程度。润滑剂储蓄器内含有很少量的润滑剂，故而被安装在磁盘存储器外壳以内。在本发明的较佳实施例中，润滑剂储蓄器是一个安装在磁盘内径附近的离封环，该环内部为多孔状，以便通过毛细作用保存润滑剂，还有多个输出口，以便在磁盘旋转时，将润滑剂释放到磁盘上，这种传感器承载件的较佳表面是数个滑行爪，这些滑行爪由从该承载件伸出的、大致呈切削掉顶端的锥体构成，锥体的锥度的平缓程度使得滑行爪呈状大致的圆形端，以便在润滑薄膜表面滑行。滑行爪的大致圆形端改善了承载件在旋转式传动装置磁盘存储器中的工作状况。在旋转式传动装置磁盘存储器中，承载件相对磁盘的运动方向随磁盘上承载件的径向位置变化。在本发明的一个实施例中，磁盘存储器被密封，并基本上被抽成真空。磁盘存储器在近乎真空的环境中工作是可能的，因为与传统的磁盘存储器不同，不需要用空气来支撑空气支承式磁头—磁盘界面，并且相对高分子量润滑剂的高气化压力避免了润滑剂的蒸发。因此，与磁盘内部存在的空气有关问题基本上被减小到最低程度。

为了更全面地理解本发明的性能和优点，下面结合附图详细介绍。

图 1 是本发明的磁盘驱动器的剖面图；

图 2 是图 1 所示磁盘驱动器的俯视图；

图 3 是以局部剖方式表示的隔离环润滑剂储蓄

器的透视图;

图 4 是本发明传感器承载件的底部平面图;

图 5 是本发明的经改进的拥有滑行表面的空气支承滑块的底部平面图;

图 6 是一个替换的传感器承载件的侧视图;

图 7 是本发明的承载件磁盘一界面的剖视图;

图 8 是一条曲线, 表示传感器承载件上的静摩擦力是磁盘驱动器启动/停止周期的函数;

图 9 示出传统空气支承面磁头—磁盘界面磁盘驱动器和本发明的磁盘驱动器的频率转移曲线的比较; 以及

图 10 是以振动测试期间的时间为函数的传统空气支承磁头—磁盘界面和本发明的磁头—磁盘界面的曲线。

参照图 1, 在此示出本发明磁盘存储器的剖面图。磁盘存储器包括机座 10 和盖子 11, 磁盘驱动电机 12 和传动装置 14 都固定在机座 10 内。机座 10 和盖子 11 向磁盘驱动器提供了一个基本上密封的外壳。通常在机座 10 和盖子 11 之间有一个密封垫圈 13 和一个小的通气孔 (未示出), 用以平衡磁盘存储器内部分与外部环境之间的压力。此类磁盘存储器被认为是基本密封的, 是因为驱动电机 12 完全安装在外壳之内, 没有外界的限制空气源来冷却内部的元部件。磁记录磁盘 16 安装在轴 18 上, 该盘被连接成能随驱动电机旋转的状态。在传感器承载件 20 上形成一个读/写磁头或传感器 (未示出)。承载件 20 通过刚性臂 22 和一个悬置件 24 与传动装置 14 相连接, 悬置件 24 提供一个偏压力, 这个偏压力促使传感器承载件 20 压向记录磁盘 16 的表面。在磁盘运行期间, 驱动电机 12 以恒定速度旋转磁盘 16, 而传动装置 14 (它通常是直线式或旋转式音圈电机 (VCM)), 通常径向地移动传感器承载件 20 穿过磁盘 16 的表面, 因此读/写磁头可以进入磁盘 16 上各个数据轨道。

图 2 是将盖子 11 移掉后的磁盘存储器内部结构俯视图, 并示出了环形润滑剂储蓄器 30, 该储蓄器作为一种存放润滑剂的装置, 用于向磁盘 16 的表面补充润滑剂。一种粘度相当高的润滑剂很薄的连续薄膜保留在磁盘 16 的表面, 并在运行期间从储蓄器 30 得到润滑剂的补充。图 2 还详细示出了悬置件 24, 悬置件 24 向承载件 20 提供一个力, 以维持该承载件与磁盘 16 上润滑剂薄膜的接

触。这种悬置件可以是传统型的悬置件, 象用在拥有空气支承滑块的磁盘存储器中的一样。众所周知的一个例子是 Watrous 悬置件, 如在此引为参考文献的本申请人的美国专利 4, 167, 765 所述的那样。这种类型的悬置件还提供一种传感器承载件的万向固定机构, 允许该承载件在液态润滑剂薄膜上倾斜和滚动。

环形体润滑剂储蓄器 30 的详细构造如图 3 所示。在磁盘存储器的磁盘堆中有多个磁盘时, 润滑剂储蓄器 30 也可以兼用作为磁盘存储中磁盘的隔离器。储蓄器 30 包括一个环或环体 32, 由多孔的烧结金属如烧结的不锈钢制成。此后, 环体 32 的外表面被完全密封, 既可以用例如金这样的材料电镀, 也可以通过无电镀镍膜, 在烧结的不锈钢周围形成膜 34。然后在金或镍表面膜 34 上形成一些开口 36, 以提供一个释放内存润滑剂的装置。这些开口通过在表面薄膜 34 的小区域上形成, 可采用能在这些区域上产生开口 36 或微孔的蚀刻、烧蚀或静电放电等加工方法, 加工出数个, 例如典型地为 4 个开口。然后, 采用将储蓄器放在真空中、浸在润滑剂内并将其加热慢慢增加填充速率的办法, 向储蓄器内灌注润滑剂。选择开口 36 的个数和大小, 以便在磁盘存储器运行期间提供理想的受控润滑剂释放装置, 这些开口 36 的个数和大小被设计成能与润滑剂脱离磁盘的速率相匹配。当环体 32 被设计成能作为在轴 18 上堆放着多个磁盘的磁盘存储器的隔离环时, 开口 36 可以设置在靠近隔离环与磁盘接触的部分, 这样选择的开口就与相应磁盘表面的一个表面相对应。除了开口 36 的大小之外, 影响润滑剂脱离磁盘的速率的因素包括磁盘的光滑度、磁盘的旋转速度、润滑剂的粘度和承载件的结构设计。当磁盘不旋转时, 环体 32 中的多孔海绵状材料的毛细作用将液体吸附在储蓄器内。虽然润滑剂储蓄器或吸附装置的较佳实施例是上述并如图 3 所示的环体储蓄器 30, 但是也存在许多可以作为替代方案的储蓄器。例如, 在某些磁盘总运行时间相对较短 (如几个月) 的应用场合中, 保持润滑剂的装置可以是一个靠近磁盘内径的磁盘上的无数据带或区域。在普通磁盘润滑剂处理中, 磁盘的无数据带也是有润滑剂的, 因此, 无数据带包含了额外用于补充的液体薄膜润滑剂。在这个特定应用的实施例中, 也希望使用较高粘度的润滑剂, 这样

能使润滑剂的减损率有所降低。

参照图 4, 传感器承载件被图示成在平面 43 上形成数个滑行爪 40、42、44 的滑行表面。承载件可以用制造空气支承滑块的常规材料制作, 比如铁氧体或氧化铝和钛碳化合物陶瓷材料。承载件 20 被设计成一个平面, 通常为平整的表面, 各个滑行爪在其上形成。滑行爪 44 靠近承载件的尾部边沿, 即靠近承载件上安装薄膜传感器 46 或其它磁记录磁头的部分。每一个滑行爪通常是从表面 43 上伸出的被切削掉顶端的锥体并且端部一般为圆形, 能够使承载件在润滑剂膜上滑行, 而与支承件相对磁盘的运动方向无关。在此种方式中, 当承载件被支撑在旋转式传动装置上之后, 它便能够滑动。旋转传动装置通常以弧形轨道移动承载件, 在此, 承载件相对于磁盘的运动方向按承载件的径向位置变化。

图 5 表示传感器承载件的一个实施例, 用 20' 表示, 其中滑行爪 40、42、44 在常规的三轨空气支承滑块上形成, 如申请人的美国专利 4, 894, 740 中所述。通过向轨道背面进行几千埃的材料蚀刻, 最好通过离子研磨或者用活性离子蚀刻法, 在轨道 50、51、52 的普通底部表面形成滑行爪 40、42、44 中的一个, 这样滑行爪就成为从滑块的轨道上凸出的最外部分。离子研磨以一种能使滑行爪从轨道外表面凸出的锥度非常小 (大约小于 10 度) 的方式进行, 这就使得这种滑行爪象通常的被削锥体那样形成。滑行爪的这种很小的锥度允许传感器承载件能在磁盘上的高粘度润滑剂膜上有效滑行。

虽然承载件的滑行表面的较佳实施例如图 4 和图 5 所示, 但是本发明还成功地证实可使用一个或多个直径为 1mm 的、用环氧树脂粘接到普通空气支承滑块上的、钨-碳合金球支承物构成的滑行表面。此类承载件的一个实施例如图 6 所示。该承载件是一个普通的双轨空气支承滑块 25, 它拥有安装在尾部边沿的传感器 46。一个单独的直径为 1mm 的钨-碳合金球支承物 26 用环氧树脂粘接在滑块 25 的前沿上。球支承物 26 相当于一个前滑行爪并将滑块 25 的前沿抬起, 使其尾端 (如边沿 27) 起到后滑行爪的作用。

传感器承载件和具有润滑剂薄膜的磁盘之间的界面如图 7 所示。在较佳实施例中, 磁盘 16 使其

上部固体部分象一种普通的非晶碳涂层薄膜 60 一样, 涂层薄膜厚度典型在为 250 埃。磁性层 62, 例如为传统的钴合金溅镀沉积的磁性膜, 位于保护性碳涂层 60 之下。液体润滑剂在碳涂层 60 之上淀积成一个薄膜 64, 最好淀积厚度大约在 20~100 埃的范围之内。将一个滑行爪 40 的一部分支撑在润滑剂膜 64 上。该滑行爪 40 的端部直径约为 100 微米, 相对于约 4000 埃蚀刻深度的夹角约为 10 度。传感器 46 (图 5) 被支撑在承载件 20 的尾部边沿滑行爪 44 的一端。因此, 传感器 46 到记录磁盘上面的间隙保持在大约等于润滑剂膜的厚度 (例如 20~100 埃)。在磁盘存储器运行期间, 悬置件 24 (图 2) 在承载件 20 上持续施加一个力, 迫使滑行爪 40、42、44 与润滑剂膜 64 接触。由于它基本上为不可压缩的, 所以润滑剂膜 64 起到了承载件 20 和磁盘 16 之间一个隔离层的作用。滑行爪的 40 的端部和磁盘之间相对小的夹角 (在图 7 中为 10 度) 改善了承载件的滑行能力, 因为在磁盘驱动器启动时, 这对经过滑行爪 40 端部下面的润滑剂的阻碍较小。

在本发明中, 通过在密封机壳内保持真空, 可以改善磁盘存储器的所有性能。这一点能够通过将磁盘存储器气密封接地构成为实现, 例如, 采用本申请人的美国专利 4, 367, 503 和 4, 556, 969 中的方法来实现。

本发明已使用对某些元器件作过改动的商品化的 2.5 英寸旋转式传动装置磁盘存储器作了实验证实。

所用的磁盘的基片制造时没有任何专门结构, 但要尽可能地抛光。尽管铝是较佳的磁盘基片, 实验时仍使用了铝和玻璃基片。CoPtCr 合金磁膜被溅镀淀积在适当的基底层上面, 并且将 250 埃厚的非晶体氢化碳涂层溅镀淀积在磁膜上。与工业中的应用相同, 通过将磁盘浸入稀释的润滑剂溶剂混合物中来涂上润滑剂, 所不同的是, 润滑剂涂层的厚度大约为 100 埃。精确的涂层厚度并不关键, 然而人们总是希望润滑剂膜尽可能薄, 以使磁头一磁盘间隙减小到最低限度。可采用紫外线 (UV) 或热处理的方法, 将润滑剂粘结在磁盘的碳涂层上, 或者采用室温下自粘合的润滑剂。所使用的两种润滑剂, 一种是全氟聚醚 (Perfluoro-Rolyethers) (PFPE), 另一种是碳氢化合物 (HC),

都是常规磁盘润滑剂。特别地，戴金 (Daikin) 公司的 PFPE Demnum SP 可在室温条件下自粘合，能够用于浸渍。HC 润滑剂，可以是碳氢化合物的聚-1-癸烯类，比如威廉姆·F·耐公司 (William F. Nye, Inc) 的 174H，能够利用上述任何一种技术进行粘结。最好使 PFPE 润滑剂粘结，而 HC 润滑剂不粘结。粘结的润滑剂（如果有的话）仅占磁盘上总润滑剂膜厚度的一小部分。PFPE 润滑剂的粘度范围是 5 厘泊~10 泊之间，分子量最好大于约 2000 原子质量单位 (amu)。HC 润滑剂粘度范围在 5 厘泊~10 泊之间，分子量最好大于约 1000amu，对此种润滑剂的粘度要求是，当与指定光滑度并以指定旋转速度运行的磁盘共用时，其粘度能足以避免过多的润滑剂减损并能满足传感器承载件的滑行表面的要求。

在实验中，使用的承载件基本如图 5 所示。承载件的制造从具有一个工作记录磁头和一个现存空气支承面的滑块开始。使用抗蚀剂和金属版印刷术以在形成空气支承面的抛光后的轨道 50、51、52 上确定滑行爪。然后空气支承面被离子滚磨掉几千埃（除了为确定爪而涂有抗蚀剂的部位外）以形成爪。该较佳实施例包括 3 个爪，其中两个爪位于空气支承面的前面，稍稍伸出呈锥形；另一只爪则位于后部，装有记录磁头。

由于此类承载件和磁盘存储器具有空气环境，所以前爪 40、42、(图 5) 在整个磁盘上处于一直滑行状态直到磁盘转速达到最高，这两个前爪便“飞行”起来。在整个工作过程中，后部滑行爪 44 则一直继续滑行。这种方式也减小了阻力。然而开始和停止阶段仍要旧需要两个前滑行爪。沿普通空气支承面设计进行蚀刻或碾磨的深度是可以被调整的参数，以确保在整个速度和悬置件预加载的所需范围内，使前爪飞行而后滑行。例如，如果普通空气支承的滑块被设计成在前端飞行高度为 5000 埃和在后端为 1500 埃，则从滑块轨道上蚀刻或碾磨掉 3000 埃的材料，将制成一个后爪滑行和前爪在 2000 埃高度飞行的承载件。如果承载件的结构设计为如图 4 所示的样子，所有的滑行爪在所有时间内将一直滑行，因为没有空气支承面引起前滑行爪飞行。

图 3 所示的润滑剂储蓄器安装在磁盘驱动器中。润滑剂储蓄器紧贴着磁盘内径安装，例如，安

装在常规磁盘堆隔离器的位置。在此种方式中，润滑剂储蓄器既作为润滑剂保持装置，又作为磁盘的隔离器。润滑剂储蓄器有 4 个开口 36，每一个开口的直径约为 100 微米。润滑剂储蓄器中被充以约 0.2cc 的润滑剂。在润滑剂储蓄器中使用的润滑剂一般与磁盘上涂用的润滑剂相同。

在磁盘和润滑剂储蓄器装入磁盘驱动器之后，再安装带拥有 6 克弹性预加载的 Watrous 型悬置件的承载件，然后该驱动器就可以运行了。

驱动器的测试包括：静态摩擦力测量、润滑剂厚度测量、阻力测量、通过光学观察进行的数据磁道的磨损测量、磁性读和写测量、以及振动阻尼测量。

静态摩擦力测量表明，甚至在 10 万次启动/停止周期之后，静态摩擦值依然很小，如图 8 示出的启动/停止循环函数曲线所示。承载件和磁盘之间的静态摩擦力保持在 3 克~7 克的范围内，这远远低于在磁盘驱动器启动时够毁坏磁头或磁盘的数值范围。

通过椭圆对称完成的图象观测（采用视频显微镜）确定的润滑剂厚度测量值在磁盘表面上处于 20 至 100 埃之间。图象观测还证实，只是当磁盘旋转时，润滑剂储蓄器才将润滑剂分布在磁盘表面，并且润滑剂是借助于承载件滑行铺均匀的。多孔金属的毛细作用使润滑剂保持在润滑剂储蓄器中，除非旋转的离心力使其克服这种束缚。当润滑剂扩散到磁盘上时，在接近磁盘期间承载件的运动将润滑剂涂抹均匀。为便于这种均匀涂抹过程，承载件周期性地接近全部有效的磁道，即每 5 分钟一次。通过传动装置在磁盘上不同的半径范围内移动承载件这种非规律性的接近，足以将任何（例如由润滑剂储蓄器的润滑剂分布不均造成的）润滑剂厚度的凹凸不平涂抹均匀。基于这些实验结果，可以预测，对一个以 3600RPM（每分钟转）的常规运行速度运行的单个 2.5 英寸磁盘来说，为设计寿命为 7 年的磁盘驱动器大约只需在润滑剂储蓄器中保持 0.01cc 的润滑剂就够了。假设连续运行 7 年的话，这个量的润滑剂足以每天补充大约 10 埃的润滑剂膜。

通过连接在悬置件上的应力计来进行阻力测量。阻力由磁盘相对于承载件的运动速度、时间和润滑剂厚度来决定。总体上说，在工作速度下阻力

维持在 1 克以下。

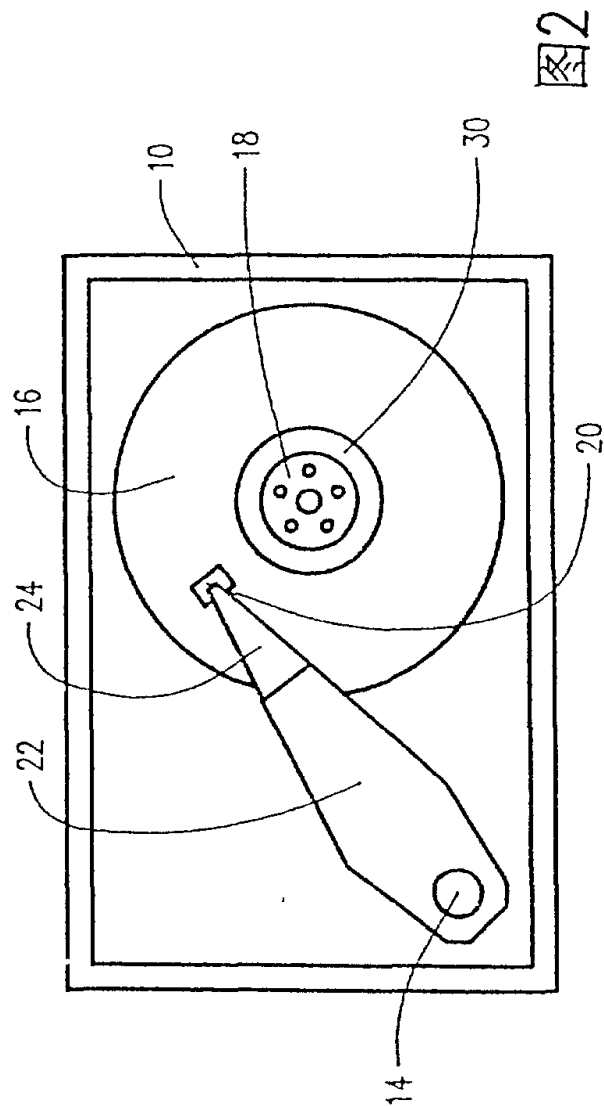
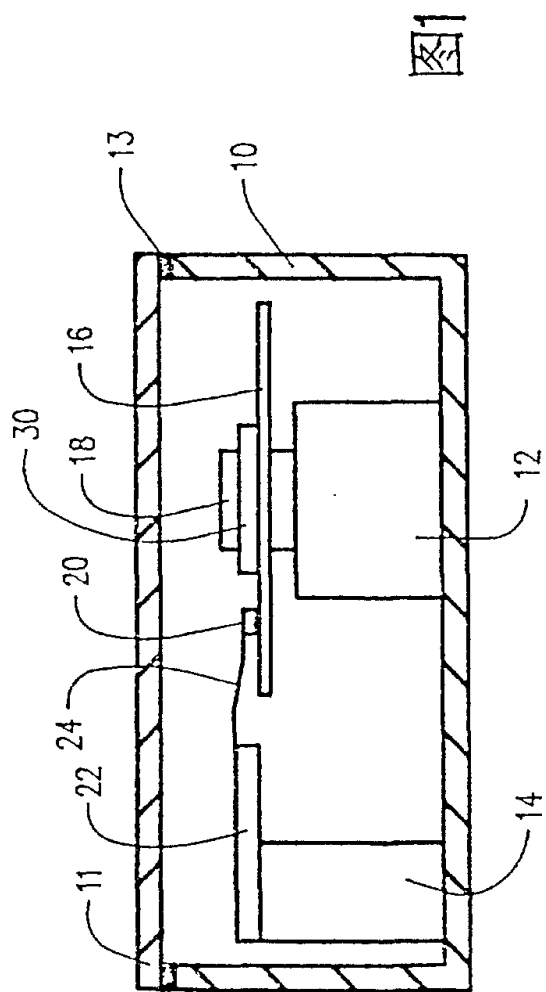
用材料损耗分辨率高于 10 埃的光学测量法测量，没有观察到磁盘损耗。

进行磁性测量旨在证明由于非常接近的磁头—磁盘间隔而导致的记录性能方面的改进。测量数据表明，与使用相同磁头和磁盘的普通空气支承界面磁盘驱动器相比，本发明的实施例具有更好的重写特性、更高的信号幅度和更好的频率转移曲线。参阅图 9，频率转移曲线表明滑行承载件的性能有了重大改进。图 9 中的曲线表明与飞行方式相比，在滑行情况下信号幅度更高而且高频响应的滚降慢。这意味着，滑行方式将能获得较高的记录密度，这是减小磁头—磁盘间隔的结果。

在对带有本发明的传感器承载件、磁盘和界面的磁盘存储器进行的振动或抗冲击实验测试中，将经改动的市售 2.5 英寸磁盘驱动器安装在振动装置上。传感器承载件如图 5 所示，通过一种常规的悬置件，安装到旋转传动装置上。通过将磁盘浸入润滑剂的方式，该磁盘被涂以 50 埃的 PFPE 型润滑剂，如 Demnum SP 润滑剂。由悬置件提供的在磁盘上向承载件加偏压的载荷为 5.5 克，磁盘相对于承载件的运动速度是每秒 7 米。用振动装置提供的 70 个周期正弦形式 30 克的力，来进行加速测试。通过测量承载件和磁盘之间的电容量来测量承载件—磁盘间隔，本实验装置的测量结果如图 10 中曲线 70 所示，对于同种类型带有常规空气支承界面的磁盘驱动器的滑块电容测量结果如图 10 中曲线 72 所示。曲线 70 和线 72 的比较可以看出，本发明提供的磁头—磁盘在刚性和磁盘驱动器抗冲击力方面具有重大改进。

上述改进的磁盘驱动器也通过在真空室中运行的方式，进行过真空环境下的测试。室中压力被减小到 10^{-6} 到 10^{-7} 托。获得的测试结果与驱动器在空气环境下获得的结果基本相同。

虽然已对本发明的较佳实施例进行了详细介绍，但很显然，在不背离如下权利要求书所描述的本发明的精神和范围的前提下，对本发明可以作各种修改和改进。



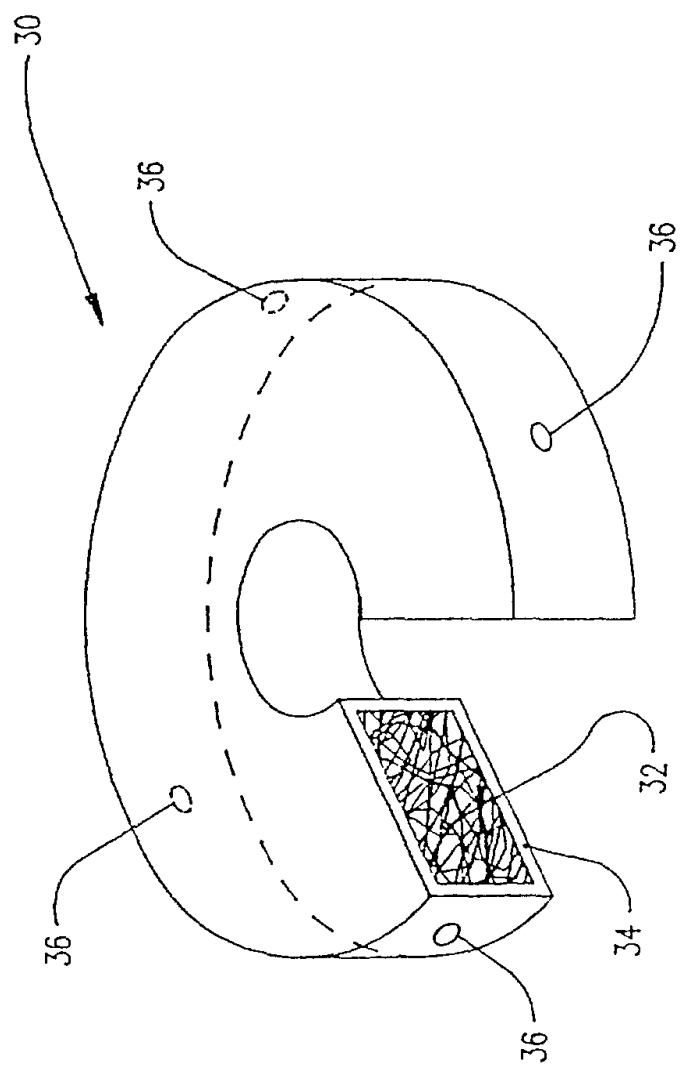


图3

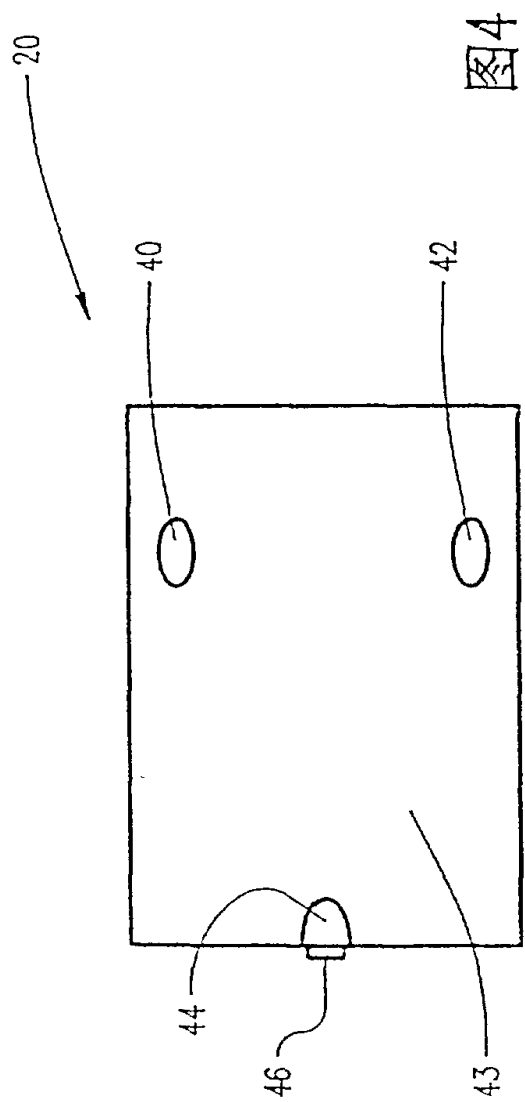


图4

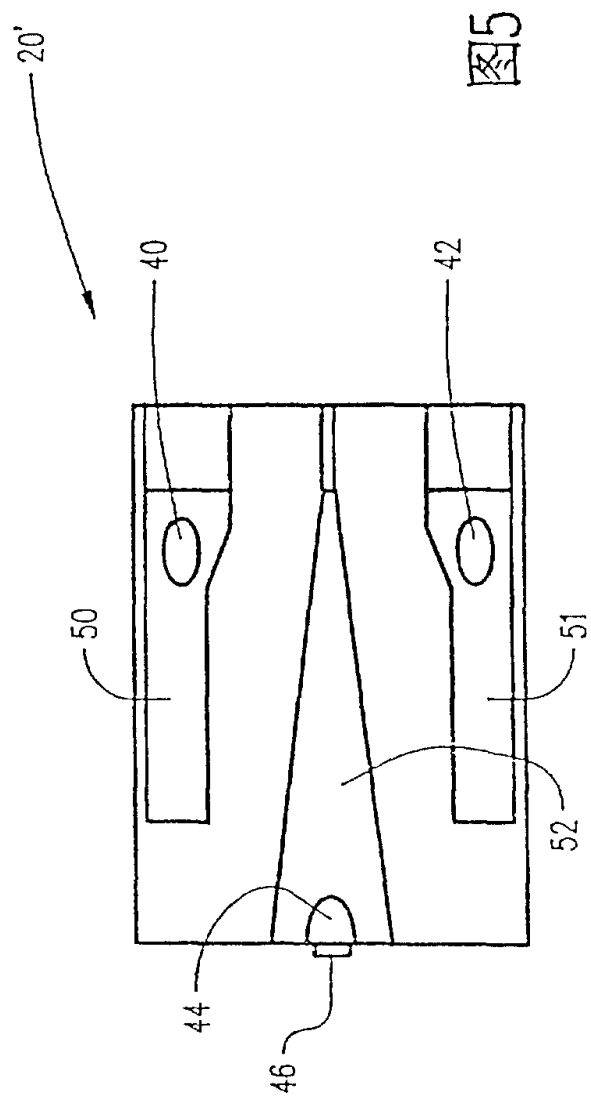


图5

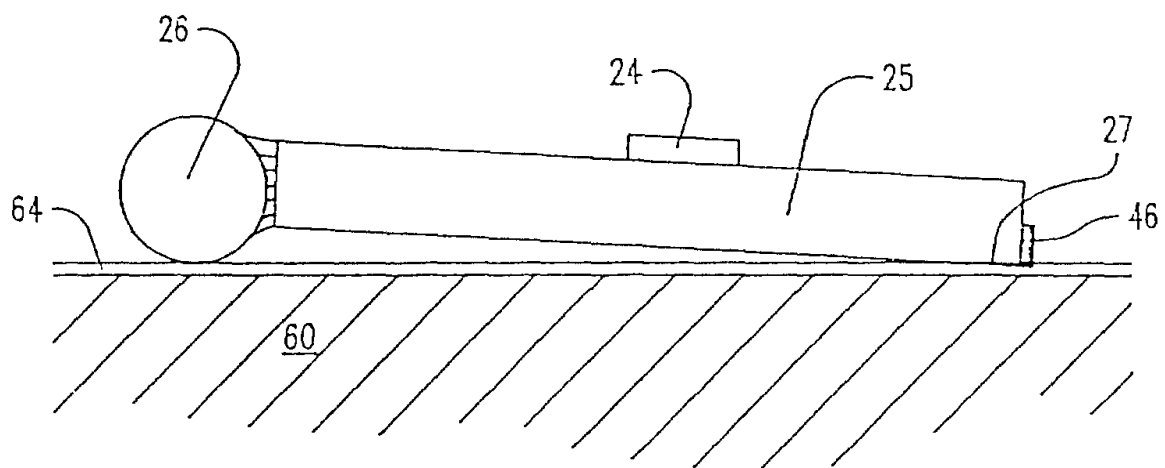


图6

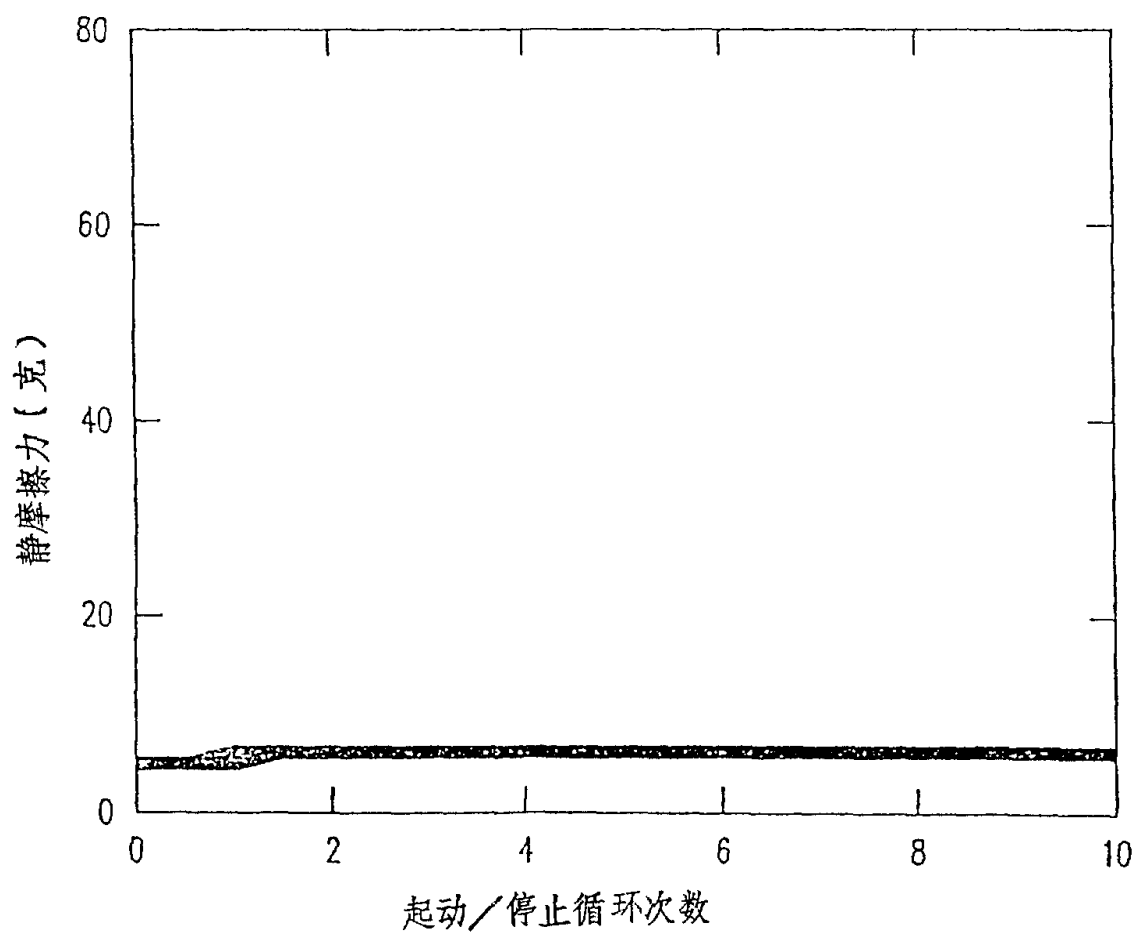


图8

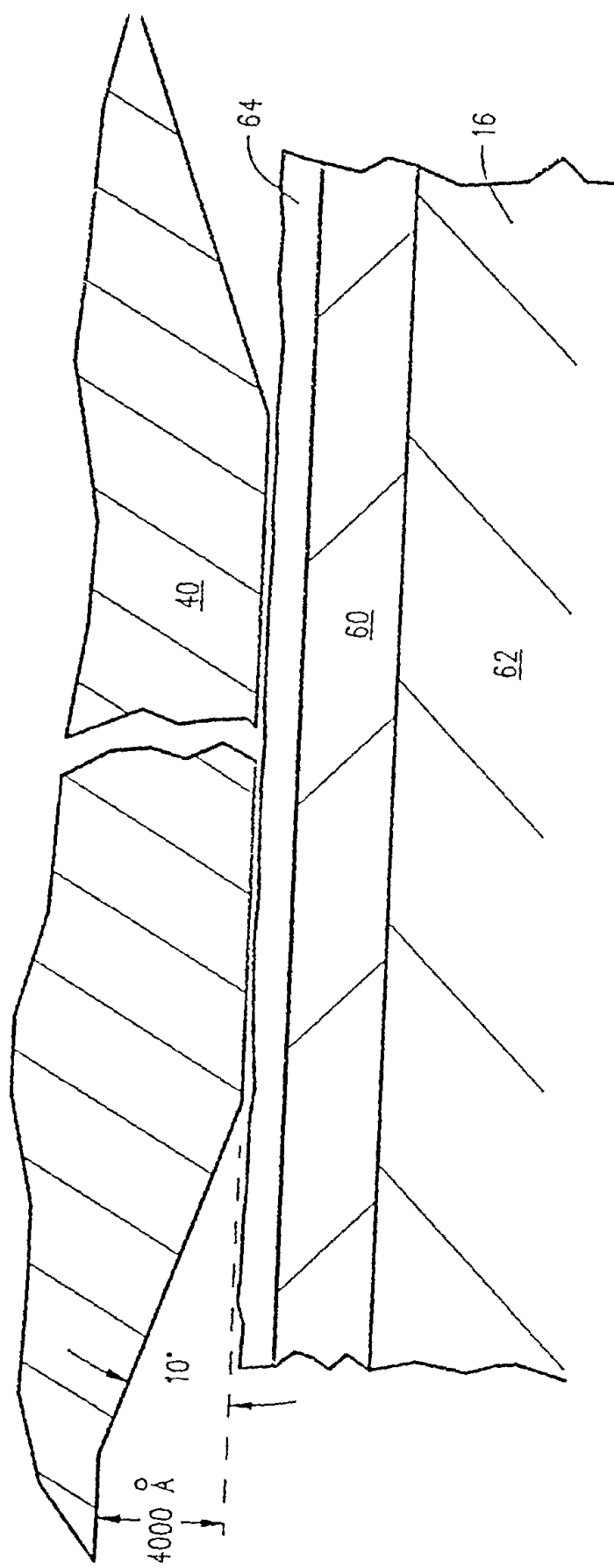


图7

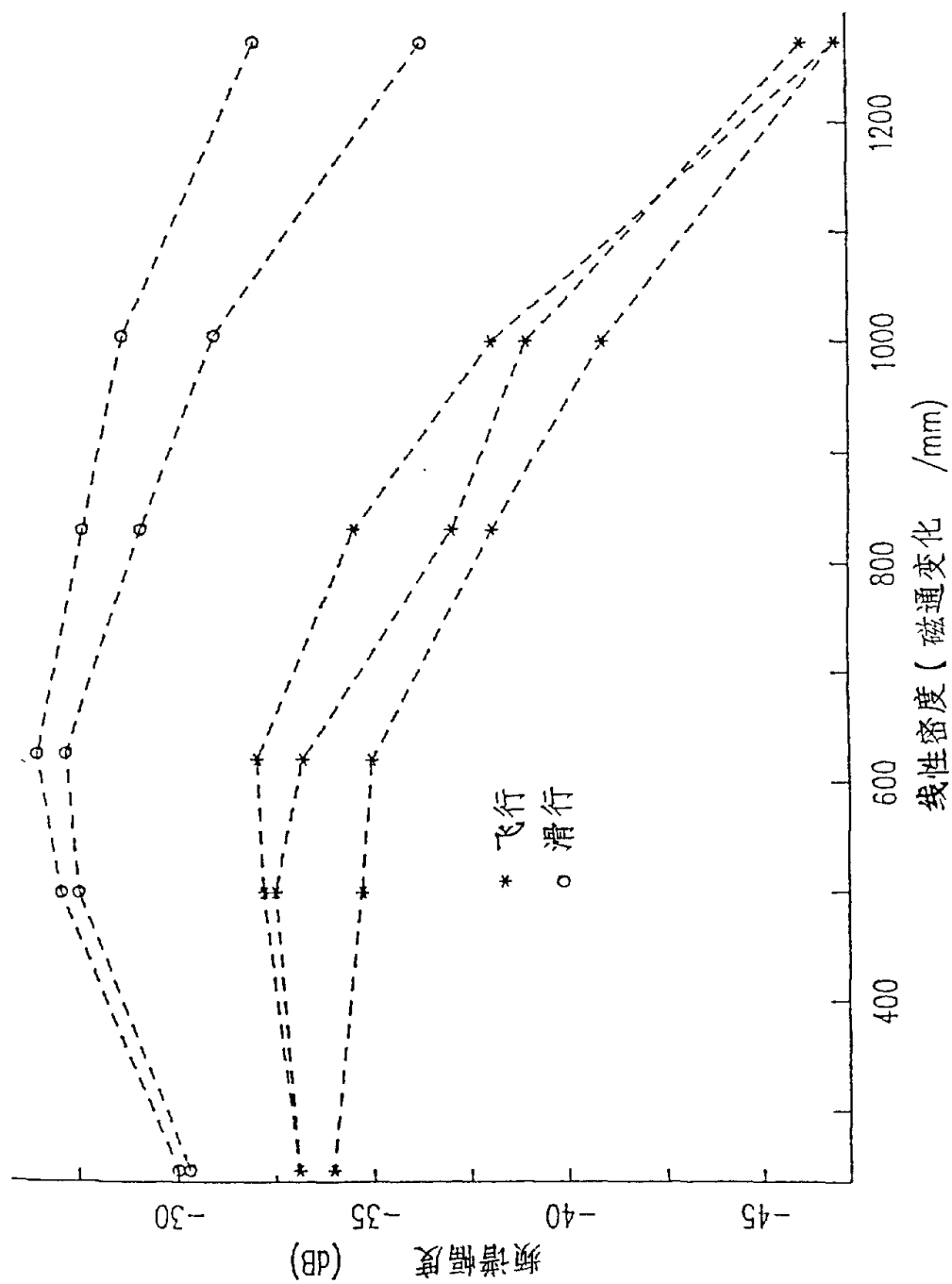


图9

承载件一磁盘间电容量
(相对单位)

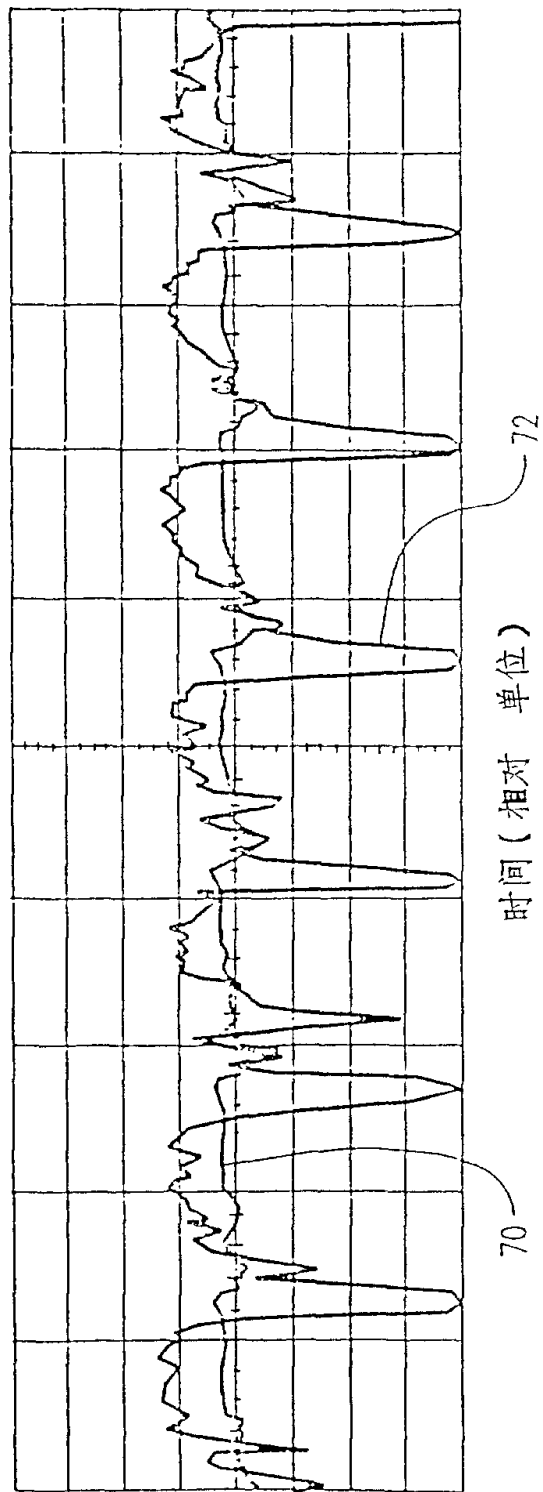


图10