[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int.Cl[7]
G11B 5/60
G11B 21/21

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 93120697.9

[45]授权公告日 2000 年 11 月 1 日

[11]授权公告号 CN 1058099C

[22]申请日 1993.11.30 [24]颁证日 2000.8.12
[21]申请号 93120697.9
[30]优先权
[32]1992.12.31 [33]US [31]07/999,036
[73]专利权人 国际商业机器公司
地址 美国纽约
[72]发明人 丹尼·李·高德
杰夫瑞·艾立克·梅森
哈·海玛·奥森
[56]参考文献
EP0326683A2 1989. 8. 9 G11B5/60
JP平3-211178A 1988. 9. 2 G11B21/21
审查员 张 景

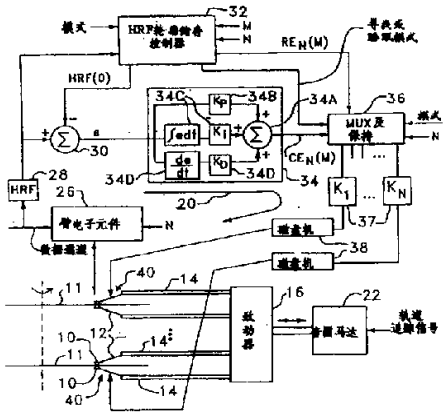
[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所
代理人 范本国

权利要求书 2 页 说明书 15 页 附图页数 3 页

[54]发明名称 用于对磁头在磁盘表面上的飞移高度进行动态控制的装置

[57]摘要

本发明涉及硬磁盘机，解决动态调整磁头飞移高度的问题。提供一种用于在磁 头飞移并读取信号的同时对每个磁头的飞移高度进行动态控制的装置，包括：用于在磁头读取信号的相同时间和位置从所读信号中检测磁头的当前飞移高 度的装置；用于产生飞移高度误差信号的装置；以及用于响应于飞移高度误差 信号在磁头沿磁道飞移并读信号的相同时间和位置将磁头飞移高度调整到参考 飞移高度。技术效果是在磁头飞移的同时检测并调整飞移高度。



ISSN1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种用于在磁头沿着数据磁道飞移并读取数据磁道中的记录信号的同时对每个磁头在磁盘表面上的飞移高度进行动态控制的装置，该装置用在磁盘驱动器中，磁盘驱动器具有一个读/写磁头和一个致动器臂，读/写磁头利用空气动力学原理在记录磁盘表面飞移，致动器臂用于在记录磁盘表面逐磁道地移动读/写磁头，所述装置包括：

悬挂装置，连接在臂与磁头之间，用于将磁头挠性地悬挂于磁盘表面之上，并且利用一个弹力推动磁头以抵抗磁头的空气动力学提升力；

所述磁头用于读取数据磁道中的记录信号，并且提供一个读信号；

用于在所述磁头读取记录信号的相同时间和位置从所读信号中检测磁头在磁盘表面之上的当前飞移高度的装置；

用于对磁头的当前飞移高度与参考飞移高度进行比较并且产生一个指示当前飞移高度与参考飞移高度之差的飞移高度误差信号的装置；以及

用于响应于飞移高度误差信号对所述挠性悬挂装置提供的弹力进行控制以便在所述磁头读取记录信号并且沿着磁道飞移的相同时间和位置将磁头的飞移高度调整到参考飞移高度的装置。

2. 根据权利要求 1 的装置，还包括：

用于对于磁盘的至少一转在每个磁道检测磁头的平均飞移高度的装置。

3. 根据权利要求 2 的装置，其中所述用于比较的装置包括:

用于对平均飞移高度与参考飞移高度进行比较并且在每个磁道位置产生磁头的径向误差信号的装置;

用于对每个磁头的当前飞移高度与参考飞移高度进行比较并且产生一个圆周误差信号的装置; 以及

用于将径向误差信号与圆周误差信号组合起来以便产生飞移高度误差信号的装置。

4. 根据权利要求 3 的装置，其中所述用于控制的装置包括:

在所述悬挂装置上的传感装置，用于响应于飞移高度误差信号对所述悬挂装置进行弯曲。

5. 根据权利要求 4 的装置，其中所述传感装置是一个固定到所述悬挂装置上的压电薄膜。

6. 根据权利要求 1 的装置，还包括:

用于将寻道时的参考飞移高度改变为比磁盘驱动器进行读/写操作时更高的值以及将重读记录数据而恢复错误时的参考飞移高度改变为比磁盘驱动器进行读/写操作时更低的值的装置。

说　明　书

用于对磁头在磁盘表面上的飞移高度进行动态控制的装置

本发明涉及一种用以于旋转磁盘上储存信息或数据的坚固或硬磁盘机。更特别地是，本发明涉及当旋转的磁盘在磁头下转动时控制一读/写磁头的飞移高度。

美国专利申请第07/885，578号（1992年5月19日申请，申请人*Egbert*等，与本申请一同转让）说明一种使用具有一数字式调和比率飞移高度探测器的数字信号处理器（两者同放置于磁盘机内）的方法及装置，以进行飞移高度的测试，该测试包括沿一记录磁道到周围的测量。磁盘机处的飞移高度的测试可使该系统维持于磁头/磁盘间隙记录，此记录可被用以预测磁盘存储器的使用年限，或能对磁头在磁盘表面上碰撞的潜在可能性做一较早的通知，此申请将列入本申请以为参考。

硬磁盘机内数据密度的特殊限制为“间距漏失”（*spacing loss*），此乃因为读/写磁头与磁盘的磁性记录表面的距离（飞移高度）而导致的信号品质降低。飞移高度愈短，潜在的数据密度愈高。

*Brown*等人的美国专利第4,777,544号（与本申请一同转让）说明一种利用一调和比率飞移高度电路而测量磁头/磁盘间距的方

法及装置。此'544 专利是关于沿一磁道的平均飞移高度的测量，以及在制造磁盘机时使用该信息的方式，但此专利并未提供测量一记录磁道周围的飞移高度的环境变化的方法。

在一具有可坚固支持读/写磁头的单磁盘机内做飞移高度的闭路控制可见于日本专利第 02—263306 号和美国专利第 4,146,911 号中。在上述美国专利第 4,146,911 号中，磁头臂以相对于磁盘表面的方式移动，以改变飞移高度。在日本专利第 02—263306 号中，在臂与读/写磁头之间具有一压电块，以改变该飞移高度。但上述无任一专利揭示一种常规的多磁盘臂组合体，该组合体包括一具有悬挂臂、且该悬挂臂附于每一梳背端上的坚固梳状部分，和一附于每一悬挂臂端上的悬浮头悬挂部分。在上述两专利内的飞移高度控制结构对具可挠式悬挂系统的硬磁盘机而言并不实用，使得磁头飞移高度取决于磁头和悬挂系统的飞移特性。

本发明的目的在于通过实时动态调整读/写磁头悬挂系统提供一磁盘机中的空气动力学磁头的飞移高度控制。

为实现上述目的，本发明提供一种用于在磁头沿着数据磁道飞移并读取数据磁道中的记录信号的同时对每个磁头在磁盘表面上的飞移高度进行动态控制的装置，该装置用在磁盘驱动器中，磁盘驱动器具有一个读/写磁头和一个致动器臂，读/写磁头利用空气动力学原理在记录磁盘表面飞移，致动器臂用于在记录磁盘表面逐磁道地移动读/写磁头，所述装置包括：

悬挂装置，连接在臂与磁头之间，用于将磁头挠性地悬挂于磁盘表面之上，并且利用一个弹力推动磁头以抵抗磁头的空气动力学提升力；

所述磁头读取数据磁道中的记录信号，并且提供一个读信号；

用于在所述磁头读取记录信号的相同时间和位置从所读信号中检测磁头在磁盘表面之上的当前飞移高度的装置；

用于对磁头的当前飞移高度与参考飞移高度进行比较并且产生一个指示当前飞移高度与参考飞移高度之差的飞移高度误差信号的装置；以及

用于响应于飞移高度误差信号对所述挠性悬挂装置提供的弹力进行控制以便在所述磁头读取记录信号并且沿着磁道飞移的相同时间和位置将磁头的飞移高度调整到参考飞移高度。

本发明的上述装置，通过利用调和比率飞移高度探测器实时地感测飞移高度，测试相对于一参考飞移高度的飞移高度，和根据该磁头的飞移高度离开该参考飞移高度的大小而调整磁头的悬挂系统的方式达到。悬挂系统的调整是利用将一转换器放置于位于放射臂致动梳状部分的每一齿端上的可挠性悬挂臂上的方式完成的，最好地是，该转换器为一压电膜，粘固于悬挂臂上。当一电压被施于此薄膜

上时，该膜弯曲，并因此使悬挂臂向磁盘表面弯曲。如此增加了该悬挂系统对读/写磁头所施加的弹力。此弹力相对磁头的空气力学举起而推动，且使磁头飞移至更接近磁盘表面。因此，磁头的飞移高度可因将一电压施于粘固于悬挂臂上的压电膜的方式予以修正。

当磁头相对于磁盘表面而径向地和圆周地移动时，以径向的和圆形的飞移高度的误差使飞移高度修正至参考的飞移高度。飞移高度的径向修正是基于每一磁头在每一柱面或径向位置时的一或多次磁盘回转期间的平均飞移高度的轮廓而定。在磁盘机的一校准操作模式期间，读取每一磁头在被选定柱面位置时的平均飞移高度，且用以产生该磁头的径向飞移高度的接近轮廓，作为柱面位置的函数。此径向的飞移高度轮廓被储存于一轮廓储存控制器中。接着，在寻道期间，自该轮廓储存器中取出每一磁头在新的柱面位置处的平均飞移高度。取出在最佳读/写操作时的平均飞移高度和参考飞移高度之间的差，并提供径向的飞移高度错误修正。

圆周式飞移高度误差修正是由在磁盘旋转时，将飞移高度误差反馈的方式于伺服回路中而动态完成的。当每一磁头沿一磁道飞移时测量实 际的飞移高度且与对读/写或磁道追踪操作而言为较佳的参考飞移高度比较。此实际的和较佳飞移高度之差即为圆周的误差修正。该径向修正被加至于此圆周的飞移高度误差修正上，以产生完全的或联合的飞移高度误差修正。

除了用于读/写或磁道追踪的较佳飞移高度以外，上述参考飞移

高度还可被设为其他值。可在记录数据的错误恢复期间减少此参考飞行高度，使得伺服回路使该磁头飞移至更接近磁盘表面。这改善了由磁头所读取的数据信号的信噪比。

也可增加该参考飞移高度，使得伺服操作能使该磁头离磁盘表面更远。飞移高度在寻道和磁盘机处于睡眠或空闲操作模式期间增加。在磁头移离磁盘表面时若磁头/磁盘的分离变得太大时，则无法得到实时的飞移高度测量。因此，当寻找睡眠或空闲模式时发生变化，该伺服器以开路方式操作，而以一寻找或睡眠模式轮廓修正值取代圆周的和径向的飞移高度错误修正值。

本发明的最大优点为能以实时控制悬挂臂的方式实现上述功能。此外，通过调整磁头的可挠性悬挂，系统将快速地响应，而不会改变附于此悬挂端上的磁头的飞移特性。再者，磁盘机内的头/磁盘损坏本质上可以用在磁道追踪睡眠或空闲模式期间举升磁头飞移高度的方式而减小。

本发明的其他目的、优点和特征可由本领域的一般技术人员在参考结合下列附图所作的最佳实施例的完整说明后而了解。

图 1 显示飞移高度伺服回路驱动位于读/写磁头悬挂部分上的转换器的最佳实施例图。

图 2 显示用于读/写磁头的悬挂系统，带有一粘固于悬挂部分上的飞移高度转换器。

图 3 为一典型的开路磁头飞移高度轮廓圆，该图为磁盘机柱面

(径向位置)的函数。

图 4 为在寻道和错误恢复期间,变化的最佳飞移高度的圆形。

图 5 为图 1 的 *HRF* 电路的方块图。

图 6 为用于图 1 的轮廓储存控制器的一实施例的方块图。

本 发明的用于飞移高度伺服回路的最佳实施例示于图 1 的方块示意图中。磁头 10 装于可挠性的悬挂臂 12 上,该臂依次安装于与致动器 16 连接的坚固臂 14 上。悬挂臂 12 也可由来自飞移高度控制回路 20 内的驱动器 18 的控制信号弯曲。臂 14 和致动器 16 由驱动器和音圈马达 22 移动,以使磁头径向移动,而追踪记录磁盘 11 上的记录磁道。该磁道追踪伺服回路并非本发明的一部分,故只有来自如一伺服回路的磁道追踪信号示于图 1。

磁头 10 所读取的信息和伺服信号被予以放大,并由臂电子元件 26 而连接至磁盘机数据通道上。既然只有一个数据通道和多个磁头,该臂电子元件根据读/写磁头的数目"*N*"而选择有效的磁头,以连接放大电路和数据通道。信息和伺服信号经此通道而通至读取数据信号处理电路(未显示)上。用于飞移高度伺服的读取信号被从该数据通道中选出,且由调和比率飞移高度探测器(*HRF*)28 内的数字转换电路取样。该 *HRF*28 测量读/写磁头 10 在磁盘 11 表面上飞移的高度,此 *HRFF* 电路 28 显示于图 5,将于下文叙述。

飞移高度测量被通至求和电路 30 和 *HRFF* 轮廓储存控制器 32 上。该求和电路 30 取 *HRF*28 的实时飞移高度测量与参考飞移高度

HRF(0)之差。来自求和电路 30 的数字差或错误信号"*e*"为圆周错误值，此值由飞移高度伺服回路 20 使用，以控制每一磁头 10 的飞移高度，而将其带至所需的飞移高度 *HRF*(0)。

操作时飞移高度伺服回路以飞移高度的径向变化(即磁道自磁道的变化) 和飞移高度的圆周变化(即沿每一磁道的变化) 两方面修正。该圆周的修正以实时方式进行，作为经比例、积分、导数控制 34 的正常反馈操作。该径向修正则以于寻道操作期间送入来自轮廓修正控制器 32 的修正的方式进行。

图 1 的 *HRF* 轮廓储存控制器 32 用于向多路转换开关(*MUX*) 和保持电路 36 提供每一磁头 *N* 在每个柱面位置 *M* 时的径向修正值 $RE_N(M)$。该控制器 32 并提供参考的飞移高度 *HRF*(0) 至驱动磁头的伺服回路 20 上。模式 *M* 和 *N* 指令由磁盘机适配器或控制器(未显示)施于磁盘机所连接的控制器 32 上。

控制器 32 以多种模式操作—校准、读/取和轨道追踪、寻道、错误恢复和睡眠或空闲等。在校准模式时，决定每一磁头在每个柱面位置处的径向修正值。校准可在磁盘机的制造、安装或诊断测验期间实施。每个磁头的错误外观，当该磁头径向地通过磁盘表面而移动时，将在磁盘机使用年限期间非常缓慢地变化，因此，校准模式并不常常使用。读/取或磁道追踪模式被用以完成飞移高度的闭路径向的和圆周的修正。在读/写或磁道追踪模式时 *HRF*(0)被设定至一预设的最佳飞移高度，以使磁盘机的数据读/写功能最佳。其余模式

则用以由最佳读/写飞移高度改变飞移高度参考值 *HRF*(0)。*HRF*(0)可由 *HRF* 控制器 32 基于模式指令而选择。在寻道、睡眠或空闲模式时，该 *HRF*(0)相对于读/写模式而增加，以使磁头飞移至离磁盘表面较远处。在错误恢复模式中，该 *HRF*(0)相对于读写模式而减小，以使磁头飞移至离磁盘表面较近处。此 *HRF* 轮廓储存控制器的详细内容将参考图 6 在下文叙述。

图 1 中，来自求和电路 30 的数字化圆周错误值“ *e*” 由比例、积分、导数(*PID*)控制 34 而放大。伺服回路内的 *PID* 控制为众所周知的。此 *PID* 控制最好以一编程的数字信号处理器来实现。图 1 示出由此种数字信号处理器所实施的等效模拟放大功能。比例、积分和导数放大值由求和电路 34*A* 相加。放大器 34*B* 将错误信号放大一增益 K_P，以产生一直接正比于该错误信号的修正信号。放大器 34*C* 对该错误信号积分，将积分的错误信号放大一增益 K_I。放大器 34*D* 对此错误信号求导，并将此导数值放大一增益 K_D。上述增益常数 K_P。K_I 和 K_D 是在磁盘机制造时期即已设定，以使伺服回路 20 的响应最佳。

PID 放大的圆周错误修正值 $CE_N(M)$ 被施于多路转换开关(*MUX*)和保持电路 36 上。上述多路转换开关 *MUX* 和保持电路 36 也接收来自轮廓储存控制器 32 的径向修正值。此径向修正值储存于 *MUX* 和保持电路 36 的保持寄存器中。在响应 *N* 时(所选择的磁头数)，*MUX* 和保持电路 36 使被选择磁头的径向修正值与被选择

头的圆周修正值相加。此联合的飞移高度错误值被转换成一模拟错误信号，且由 *MUC*36 转换至用于该选择的读/写磁头的适合驱动器 38 上。此选择的磁盘驱动(其信号由 臂电子元件 26 的磁头数 N 选择)可挠性悬挂臂 12 做飞移高度调整。

用于一给定选择磁头和选择磁盘机的每个伺服回路具有一含联合增益常数 $K_{1\cdots N}$ 的放大器 37。这些增益常数 $K_{1\cdots N}$ 可调整施于磁盘机 38 的修正信号的强度。上述调整修正伺服回路中因为其元件的电子性或机械性变化而产生的固定差。该常数 $K_{1\cdots N}$ 在磁盘机制造时即已设定，以致于每个磁头的伺服回路本质上与其他磁头的伺服回路作用相同。

悬挂臂 12(含悬浮悬挂部分 13 和读/写磁头 10)如图 2 所示。磁头的飞移高度是由磁头的飞移特性决定的，即由磁头空气动力学产生的举起力和悬挂臂推动磁头向磁盘表面移动的弹力。一压电膜 40 粘固于该臂 12 上。飞移高度修正电压被由磁盘机 38 经电线 42 而加至该膜上。当此修正信号被加至该膜 40 上时膜会弯曲，并因此而使与此膜粘膜粘固的悬挂臂 12 弯曲。

悬 挂臂朝磁盘表面弯曲将增加对读/写磁头的空气动力举起的推动弹力。使磁头更接近地飞移至磁盘表面，因而可以施于膜 40 上的修正信号调整飞移高度。当较少电压加在膜上时，悬挂臂 12 弯曲较小对头的弹力降低且磁头会上升或飞移至磁盘表面较高处。若将飞移高度修正移去，即减至零，则会有最小弹力加在磁头上，且使磁

头飞移至其最高的飞移高度上。此情形将发生于磁盘机的低电力非工作状态时。

虽然压电膜为用以弯曲悬挂臂的最佳转换器，但仍可使用其他形式的转换器。例如，也可将能响应放大飞移高度错误信号而弯曲的双金属片接至该悬挂臂上。

图 3 表示为用于读/写磁头的径向 *HRF* 轮廓。在一校准模式期间，*HRF* 轮廓储存控制器 32(图 1)在当磁头径向地经磁盘 11 移动时，接收用于每一磁头的 *HRF* 信号，例如，在六个柱面位置(M_1，M_2，……M_6)的每个磁头的 *HRF* 信号，是经由磁盘 11 的几个完全回转平均而得的。每一磁道的平均 *HRF* 为该磁头 N 在该柱面位置 M 处的径向 *HRF* 值，如图 3 的轮廓图所示。如图 3 所示，用于每一磁头的开路 *HRF* 轮廓约呈椭圆形曲线。一径向轮廓值也可储存于用于每一磁头 N 的每个柱面位置 M 上。然而，既然其轮廓约呈椭圆形，故每个轮廓都可被转换成一个二次方程式：$C_{1,N}M^2+C_{2,N}M+C_{3,N}$。该每个轮廓的常数 C 可由最小均方误差逼近法求得。然后此常数可被储存用于每个轮廓，而非储存用于每个柱面位置 M 的 *HRF* 值。本领域的一般技术人员应了解若该轮廓有一较复杂的形状，该轮廓将较接近一较高阶的公式，而非本最佳实施例所使用的二阶公式。

图 6 中，*HRF* 轮廓储存控制器 32 具有 *HRF* 值平均逻辑 60。该平均逻辑在校准模式下主动的平均用于一磁头，且在六个预设柱面

位置 M_1 至 M_6 中每一位置时的 *HRF* 值，如图 3 所示。位置 M_1 和 M_6 位于最内部和最外部的柱面上，剩下的四个柱面位置则沿磁盘的半径而平均分配。对每一个磁头而言，该六个柱面位置的 *HRF* 平均被装入寄存器 62 中。接着，最小均方误差逼近逻辑 64 计算常数 C_1，C_2 和 C_3，该 C 值可用于一个二次方程式中，以产生用于每一磁头的近似轮廓。在表 66 中，校准模式选择用于每一磁头 N 的常数 C 的寄存器位置。举例而言，对磁头＃1 来说该表接收来自上述逻辑 64 的常数 $C_{1,1}$；$C_{2,1}$；$C_{3,1}$，并将其储存起来，然后继续上述校准模式，直到所有磁头的常数都被装入该表寄存器 66 内为止。

在寻道模式期间，表 66 内的常数 C 用以得到每个磁头在新轨道即柱面位置上的 *HRF* 平均测量的近似值。该磁头被移动到新的柱面位置时，数字式二次逼近逻辑 68 接收每一磁头在 M 的圆柱形位置时的常数 C。该逻辑 68 在当磁头经过磁盘而改变径向位置时，计算磁头 N 的 *HRF* 平均值 $HRF_N(M)$。

举例而言，假设磁头位在柱面位置 541 上，且磁头＃3 的 *HRF* 平均已被决定。则表寄存器 66 响应于来自主处理器的寻道模式指令和 $N=3$ 时，将常数 $C_{1,3}$，$C_{2,3}$ 和 $C_{3,3}$ 读至逻辑 68 上。逻辑 68 接收来自上述主处理器的 $M=541$ 的指示，而利用寄存器 66 的常数，以二次方程式算出 $HRF_3(541)$ 平均值（即对磁头＃3 而言，在柱面 541 时 *HRF* 平均）。

每个磁头在每一柱面位置上的 $HRF_N(M)$ 平均被装入寄存器

70 中。求和电路 72 然后减去最佳的 *HRF* 参考值 *HRF*(*R*/*W*)，以对 $HRF_N(H)$读/写 。其差为磁头 *N* 在柱面位置 *M* 时的径向误差或修正值 $RE_N(M)$。读/写操作(或磁道追踪)的最佳飞移高度储存在储存表寄存器 74 中。在寻道期间，表寄存器 74 将值 *HRF*(找寻)读出至 *HRF*(0)寄存器 76 上，并将值 *HRF*(*R*/*W*)读出至求和电路 72 上。

图 1 中，*MUX* 和保持电路 36 接收用于每一磁头的 $RE_N(M)$，并将其与径向错误值储存于每个磁头的保持寄存器上。该值在磁头经柱面位置而移动时予以更新。在寻道操作期间，该 *MUX* 和保持电路 36 将使径向误差 $RE_N(M)$加到自 *PID* 控制 34 收到的圆周误差 $CE_N(M)$上。既然在寻道模式时 *HRF*(0)具有 *HRF*(找寻)值(将于下文结合图 4 描述)，故而最后的联合误差信号将由磁盘机 38 使用而将每个磁头带至寻道飞移高度上，此高度位于读/写飞移高度 *HRF*(*R*/*W*)上方。接着，在新柱面位置时的读/写或磁道追踪操作期间，*HRF*(0)有 *HRF*(*R*/*W*)的值。该 *MUX* 和保持电路 36 使径向误差加到自 *PID* 控制 34 所接收的实时圆周误差上，最后联合的飞移高度误差信号将由磁盘机 38 使用，以将每个磁头带至最佳的飞移高度 *HRF*(*R*/*W*)，如图 3 所示。

在求和电路 30 上 *HRF*(0)的值，参考飞移高度，可由 *HRF* 控制器 32 改变，以完成如上所述的以飞移高度伺服回路所做的其他工作，以做寻道。图 4 中，*HRF*(0)的值在一寻道模式中，可予增加至值

44。它有在磁头高速径向移动时举起磁头使其更远离磁盘表面的效果。相反地，该 *HRF*(0)的值在一错误恢复操作期间可被减至值45。它有降低磁头的位置，使其更接近磁盘表面的效果，以致于可改善在记录数据重读以做错误恢复期间所读出数据信号的信噪比。再者，在磁盘机不致动时的睡眠或空闲模式期间，*HRF*(0)的值可被增加为值 43，以举起磁头而离开磁盘表面，以降低磁头/磁盘间的磨损。该睡眠或空闲模式相似点在于它们在一预设时间间隔内都不需由磁盘机动作而初始化，但不同的是，在睡眠模式时，通常会降低磁盘机的电力，然而在空闲模式下，磁盘机的电力仍维持导通。

上述操作利用闭路伺服回路 20 以提升和降低磁头的飞移高度。此外，在提升磁头的飞移高度时，也可使用，甚至于须使用开路方式。当飞移高度增加时，磁头/磁盘分开将使数据读取信号不能由图 1 的 *HRF* 电路 28 使用。因此，一种寻道模式和睡眠模式的改变实施例乃使用寻道轮廓 44 或磁盘机睡眠轮廓 43(图 4)以控制磁盘机 38(图 1)。在此实施例中，*MUX* 和保持电路 36 将不使联合的径向误差 $RE_N(M)$和圆周误差 $CE_N(M)$转换至该磁盘机 38 上，取而代之的是转换由轮廓储存控制器 32 所接收的寻找或睡眠轮廓。图 4 所示的找寻或睡眠轮廓可被储存于表 74(图 6)中，和被读出至 *MUX* 和保持电路 36 中。如图 4 所示，该轮廓将磁头举离最佳读/写飞移高度，并当寻找或睡眠模式完成时逐渐地使磁头返回读/写飞移高度。

在睡眠模式期间的额外低电力可选择方案将关掉该伺服回路，

且因此驱动至该压电膜 40 上。这将允许悬挂臂 12 的自然弹性张力放松，且令磁头的空气动力学举起将磁头飞移至图 4 所示的睡眠高度上。这类低电力模式或睡眠模式的变化实施例特别有用于电池驱动的电脑系统上，如膝上型或笔记本型电脑。

图 5 所示为图 1 的调和比率飞移高度探测器 28(此调和比率飞移高度探测器在前述 *Egbert* 等的专利申请中也有描述。)当读取磁头 10 在磁盘 11 的磁道上的每一扇区开始时，读取同步域时取样开关电路 27 即以($1/T$)速率取样和数字化臂电子元件 26 的输出 $X(t)$，其中 T 为取样周期。该数字化取样读取信号 $X(J)$(其中 J 为取样标记)被送至数字带通滤波器 46 和 48 上。取样率或频率应至少为自同步域所读出信号频率的两倍。该数字带通滤波器 46 和 48 各将取样读取信号的第一和第三谐波信号分量滤掉。带通滤波器 46 和 48 的输出分别加到振幅探测器 50 和 52 上。该振幅探测器将滤波器的输出平均以产生瞬时振幅值，该值各为上述第一和第三谐波 $Y_1(J)$和 $Y_3(J)$大小的运行平均值。运行平均值 $Y_1(j)$和 $Y_3(j)$被施于对数比率电路 54 中。电路 54 的对数比率输出 $HRF(J)$正比于磁头/磁盘的分开距离(飞移高度)。

既然在一小的物理空间中(上述读取信号 $X(t)$自此空间读出)具有少量的连续取样，因此值 $HRF(J)$可直接与磁道上的一位置联合。因此，该 *HRF* 信号能实时地在磁盘表面上测量出磁头的飞移高度。

本领域的一般技术人员将了解图5所示的分量可利用已知的数字信号处理装置，不论是在数字读取通道或是储存于磁盘机控制器中的一数字滤波程序中作为一非迫切过程的方式实施。同样地，图6的*HRF*轮廓存储控制器可以编程的数字信号处理器芯片（具有自己的*ROM*和*RAM*）实施。此外，该带通滤波器和振幅探测器也可以H.H.Ottesen等人于1992年12月31日递交的第999047号美国专利申请（名称为“数字式振幅预估器”-Digital Amplitude Estimator）内所述的方式实施。该申请在此作为参考。

虽然已描述本发明的几个实施例，但应了解本领域的一般技术人员将可再作进一步变化及修改，但并不脱离本发明的实质。

说 明 书 附 图

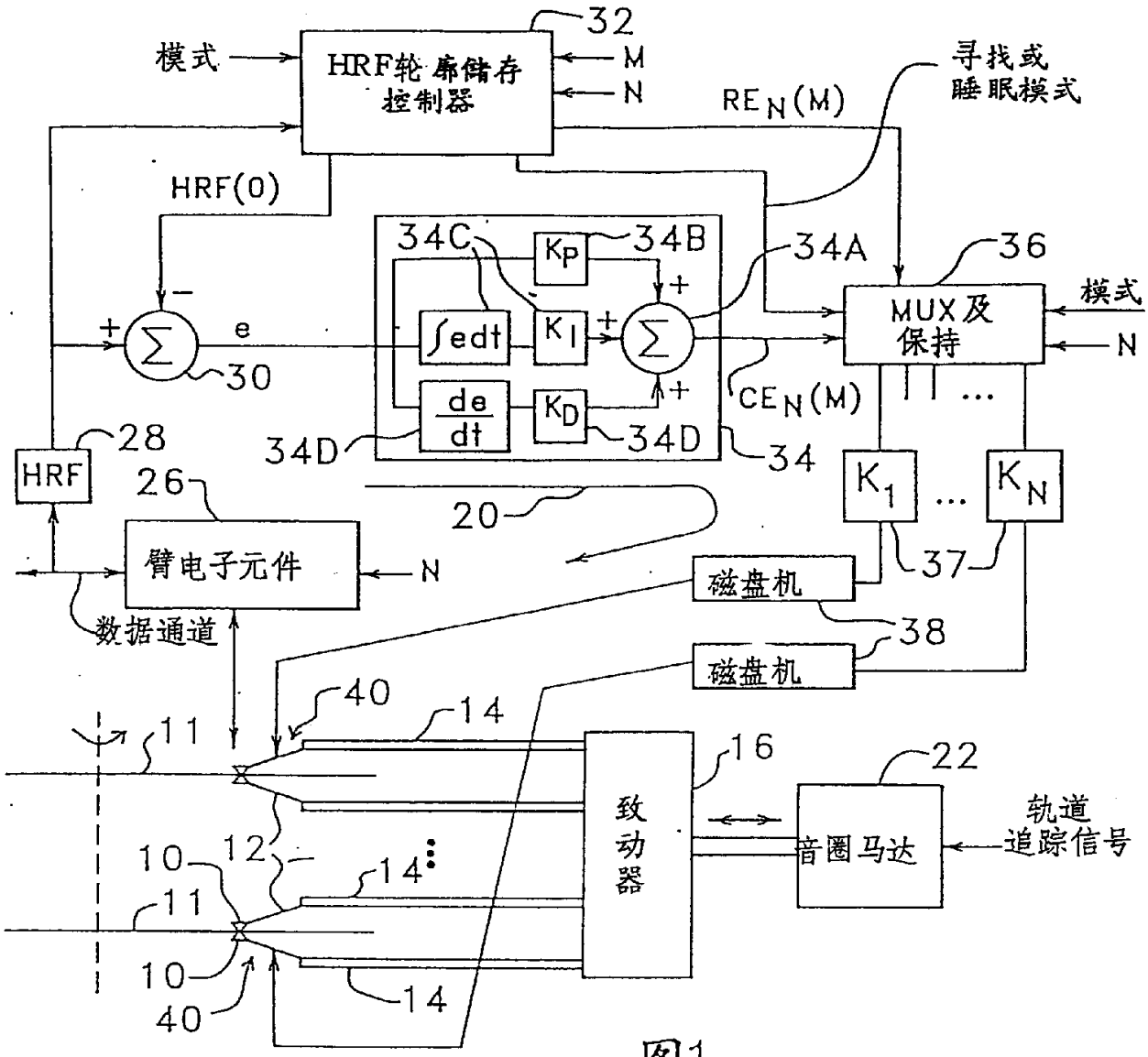

模式
HRF轮扇储存控制器
32
M
N
RE N(M)
寻找或睡眠模式
HRF(0)
34C
Kp
34B
34A
36
MUX及保持
模式
N
e
30
∫edt
KI
de/dt
KD
34D
CE N(M)
34
28
HRF
26
臂电子元件
N
数据通道
20
K1
KN
37
磁盘机
38
磁盘机
40
14
11
16
22
致动器
音圈马达
轨道追踪信号
10
12
14
11
10
40
14

图1

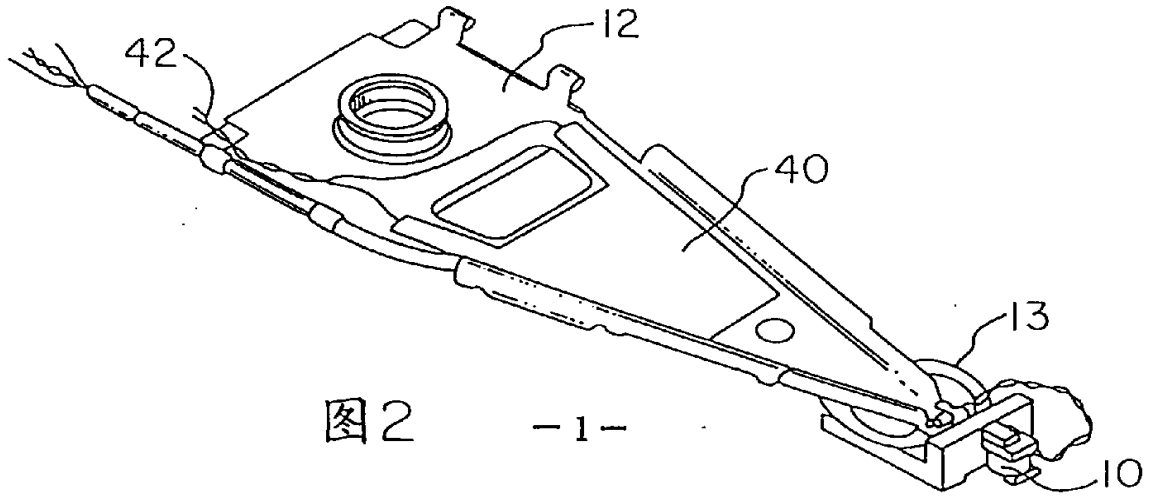

42
12
40
13
10

图2

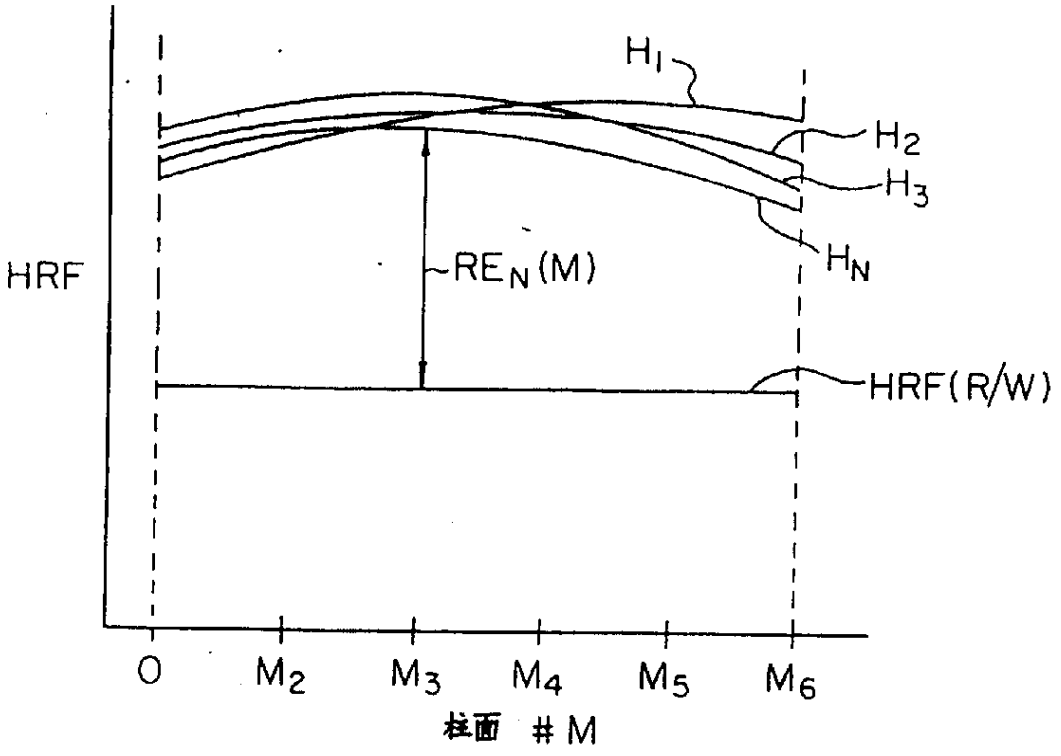

H1
H2
H3
HN
HRF
RE_N(M)
HRF(R/W)
0
M2
M3
M4
M5
M6
柱面 # M

图3

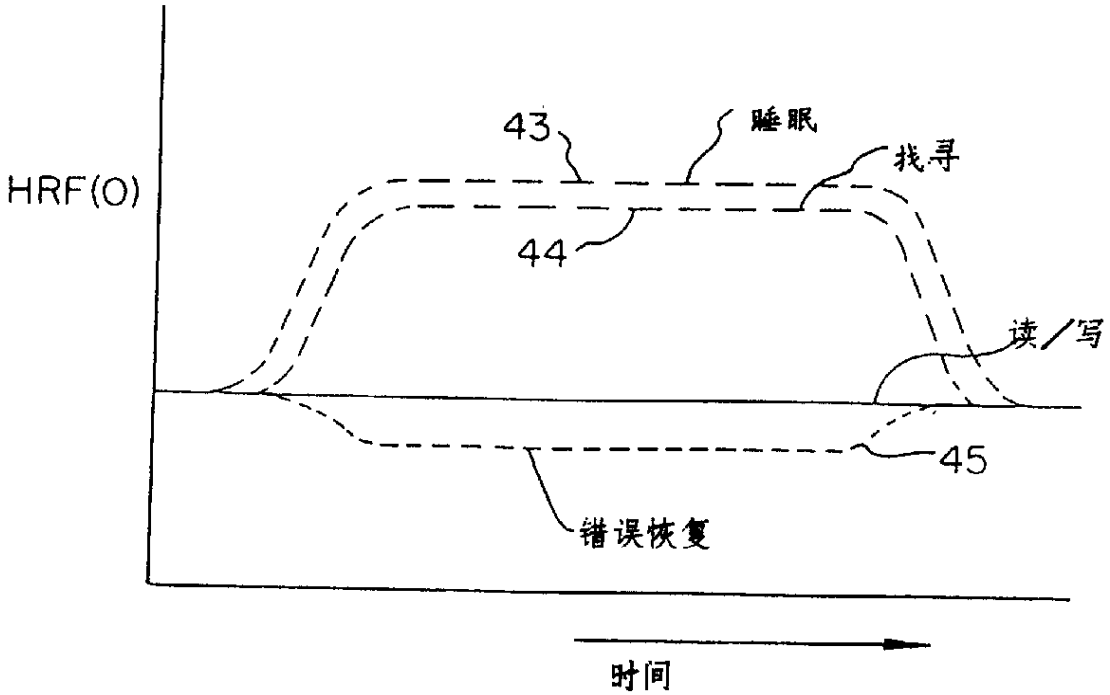

HRF(0)
43
睡眠
找寻
44
读/写
45
错误恢复
时间

图4

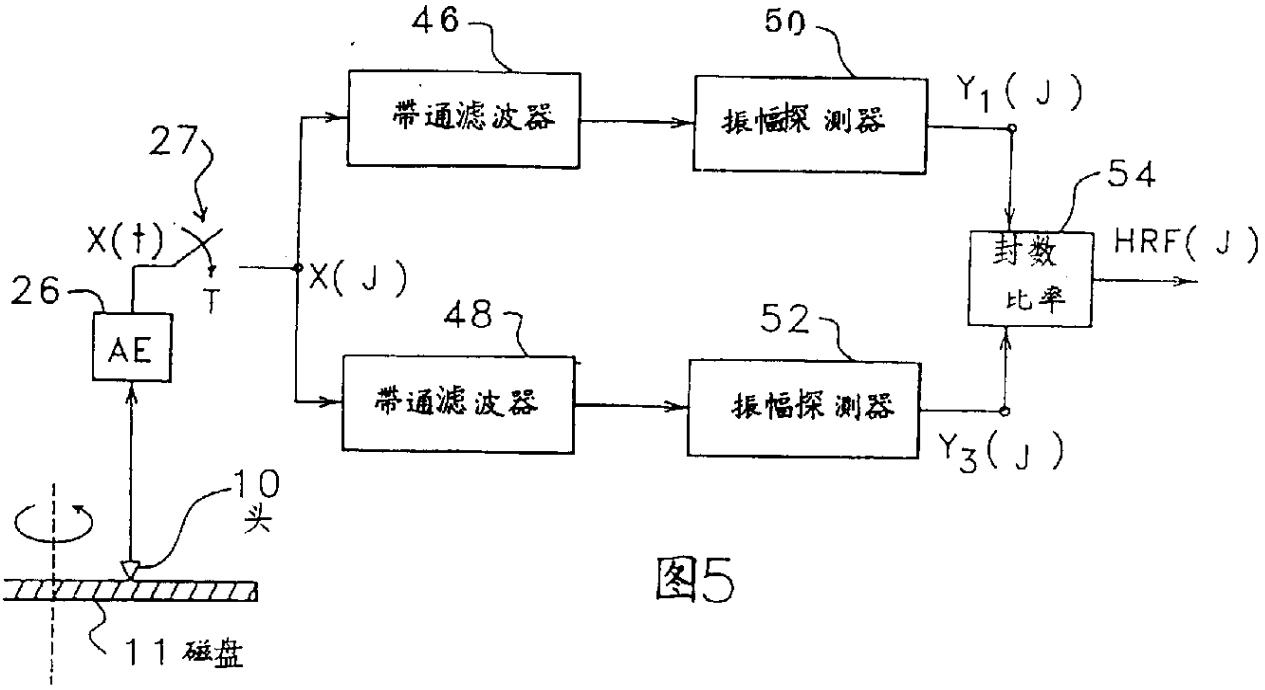

46
带通滤波器
50
振幅探测器
$Y_1(J)$
27
X(t)
T
X(J)
54
封数
比率
HRF(J)
26
AE
48
带通滤波器
52
振幅探测器
$Y_3(J)$
10
头
11 磁盘

图5

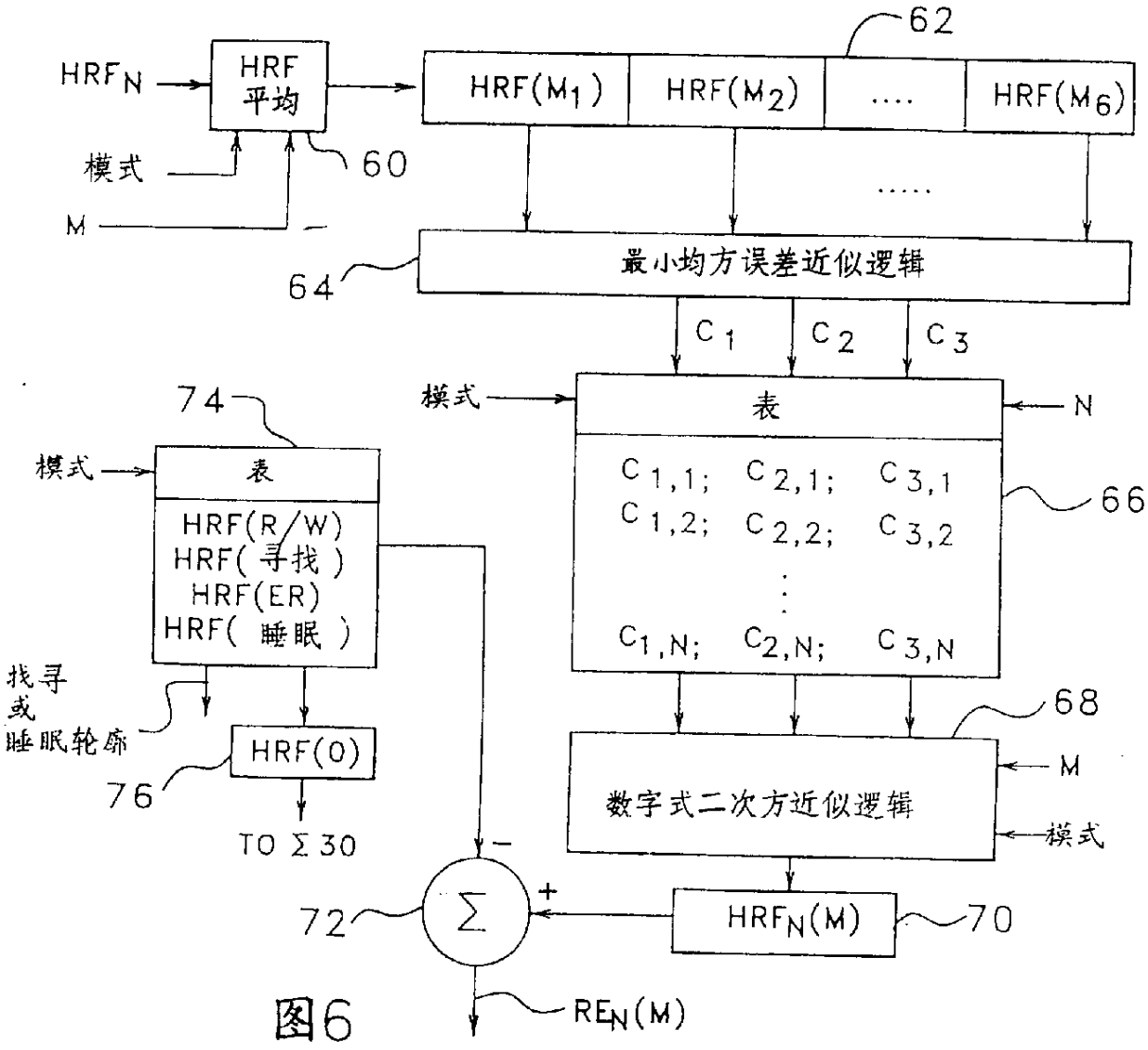

62
HRF_N
HRF
平均
$HRF(M_1)$
$HRF(M_2)$
....
$HRF(M_6)$
模式
60
M
.....
64
最小均方误差近似逻辑
C_1
C_2
C_3
74
模式
表
N
模式
表
$C_{1,1}$; $C_{2,1}$; $C_{3,1}$
$C_{1,2}$; $C_{2,2}$; $C_{3,2}$
66
HRF(R/W)
HRF(寻找)
HRF(ER)
HRF(睡眠)
找寻
或
睡眠轮廓
$C_{1,N}$; $C_{2,N}$; $C_{3,N}$
68
HRF(0)
76
TO Σ 30
数字式二次方近似逻辑
M
模式
72
Σ
$HRF_N(M)$
70
$RE_N(M)$

图6