

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G11B 15/18 (2006.01)

G11B 15/44 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710085774.9

[43] 公开日 2007 年 9 月 19 日

[11] 公开号 CN 101038769A

[22] 申请日 2007.3.14

[21] 申请号 200710085774.9

[30] 优先权

[32] 2006.3.14 [33] US [31] 11/376,660

[71] 申请人 日立环球储存科技荷兰有限公司

地址 荷兰阿姆斯特丹

[72] 发明人 沈 勇 张 京

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 张 波

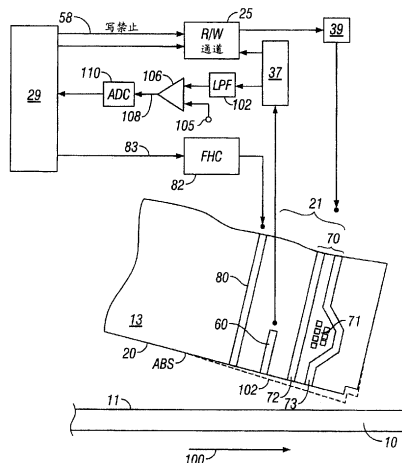
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 4 页

[54] 发明名称

用于确定磁记录盘驱动器中头盘接触的系统和方法

[57] 摘要

本发明涉及一种确定盘驱动器中的头盘接触 (HDC) 的系统和方法, 其使用来自磁致电阻 (MR) 读头的信号且不要求盘上存在磁转变。该方法因此应用于头盘测试仪或“旋转台”从而利于滑块-悬臂组件和飞行高度致动器的设计和测试, 以及应用在盘驱动器中从而在 HDC 之前采取校正措施和/或控制飞行高度致动器。本发明还是磁记录盘驱动器, 具有飞行高度致动器以及用于 MR 信号的低通滤波器和比较器电路。当滤波器的输出超过阈值时, 比较器电路的输出预示 HDC 的开始。比较器电路的输出被输入到数字处理器或控制器。当控制器确定 HDC 的开始或 HDC 已经发生时, 产生能用来引起盘驱动器采取校正措施的控制信号。



1. 一种用于确定磁记录盘驱动器中头盘接触 HDC 的方法, 所述盘驱动器具有磁记录盘、保持在旋转的盘的表面附近的气垫滑块、所述滑块上的磁致电阻 MR 读头、以及用于改变所述头与所述盘表面之间的间距的头飞行高度致动器, 该方法包括:

绕基本垂直于所述盘表面的轴旋转所述盘;

保持所述气垫滑块在所述旋转的盘的表面附近;

在约 0 和 3MHz 之间的频率范围检测来自所述头的 MR 信号的幅度; 以及

当所述检测的幅度大于预定阈值时确定 HDC。

2. 如权利要求 1 的方法, 还包括在检测所述 MR 信号幅度时启动所述飞行高度致动器来减小所述头和所述盘表面之间的间距。

3. 如权利要求 2 的方法, 其中启动所述致动器包括连续减小所述间距, 且其中检测所述 MR 信号的幅度包括在所述间距被减小时连续检测所述幅度。

4. 如权利要求 1 的方法, 其中所述盘驱动器包括写头, 且还包括当 HDC 被确定时禁止通过所述写头写入。

5. 如权利要求 1 的方法, 还包括当 HDC 被确定时启动所述飞行高度致动器来增大所述头和所述盘表面之间的间距。

6. 如权利要求 1 的方法, 其中所述头飞行高度致动器位于所述滑块上且是热致动器、静电致动器和压电致动器之一。

7. 如权利要求 1 的方法, 还包括通过测量具有 HDC 的第一 MR 信号幅度和没有 HDC 的第二 MR 信号幅度来选择所述预定阈值。

8. 如权利要求 7 的方法, 还包括选择所述预定阈值为大于所测量的所述第二 MR 信号幅度加上所测量的所述第一和第二 MR 信号幅度之间的差的百分之 25。

9. 如权利要求 1 的方法, 其中保持所述气垫滑块在所述旋转的盘的表面附近包括保持所述滑块在所述旋转的盘的没有记录磁转变的部分附近。

10. 一种用于确定头盘接触 HDC 的系统, 包括:

可旋转的磁记录盘;

当所述盘旋转时保持在所述盘的表面附近的气垫滑块;

所述滑块上的磁致电阻 MR 读头;

用于改变所述读头与所述盘表面之间的间距的飞行高度致动器;

滤波器,用于在低于约 3MHz 的频率检测来自所述读头的 MR 信号的幅度; 以及

比较器,连接到所述滤波器的输出,用于将所述 MR 信号幅度与阈值比较,所述比较器的输出表示 HDC 或没有 HDC。

11. 如权利要求 10 的系统,还包括用于发 HDC 信号的数字控制器和将所述比较器的所述输出连接到所述控制器的模数转换器。

12. 如权利要求 11 的系统,还包括所述滑块上的写头,且其中所述控制器通过发信号给所述写头禁止写入来发 HDC 信号。

13. 如权利要求 11 的系统,其中所述控制器通过发信号给所述飞行高度致动器从而增加所述读头与所述盘表面之间的间距来发 HDC 信号。

14. 如权利要求 10 的系统,其中所述头飞行高度致动器位于所述滑块上并且是热致动器、静电致动器和压电致动器之一。

15. 如权利要求 10 的系统,其中所述阈值大于所述测量的第二 MR 信号幅度加上具有 HDC 的 MR 信号幅度与没有 HDC 的 MR 信号幅度之间的差的百分之 25。

16. 如权利要求 10 的系统,其中所述气垫滑块维持所述读头在旋转盘的没有记录磁转变的部分附近。

17. 如权利要求 10 的系统,其中所述盘没有磁记录层。

18. 如权利要求 10 的系统,其中所述系统是头盘测试仪。

用于确定磁记录盘驱动器中头盘接触的系统和方法

技术领域

本发明涉及磁记录盘驱动器，更具体地，涉及用于确定读/写头或头承载器与盘的接触的系统和方法。

背景技术

磁记录硬盘驱动器使用安装在头承载器（head carrier）上的读/写换能器（transducer）或头来向盘读和/或写数据。头承载器通常是气垫滑块，其通过悬臂附着到致动器臂并通过悬臂定位得非常接近于盘表面。盘驱动器中通常有一叠盘，滑块-悬臂组件与堆叠中每个盘表面相关联。

头与盘表面之间的间隔称为飞行高度。滑块具有面对盘的气垫面（ABS），其使得滑块骑在通过盘的旋转产生的空气的垫或轴承上。滑块附着到悬臂上的挠曲部且悬臂包括负载梁，其向滑块施加负载力从而平衡气垫力，同时允许滑块“俯仰（pitch）”和“横转（roll）”。滑块的飞行动力学以及因此的飞行高度受这些因素影响，诸如盘的旋转速度、滑块 ABS 的空气动力学形状、悬臂施加到滑块的负载力、以及悬臂施加到滑块的俯仰和横转矩（torque）。

盘驱动器易受滑块-盘界面故障影响，其会导致操作期间头“碰撞”。这可导致数据丢失或盘驱动器的完全失效。由于头碰撞不能完全防止，所以滑块与盘的接触或者读或写头与盘的接触是重要的，它们总称为头盘接触（HDC），是可检测或可预测的。在通过 HDC 检测电路判断出的紧急头碰撞事件中，应该提供警告，使得关键数据能够手工或自动地备份。盘驱动器中可以实现使用 SMART（自监测分析报告技术）的一类 HDC 警告系统。

已经提出了使用飞行高度致动器来改变头和盘表面之间的间距的盘驱动器。一类飞行高度致动器是热致动器，电阻性加热器位于滑块上头附近。当功率施加到加热器时，加热器膨胀并导致头“突出”且因而移动得更接近盘表面。其它用于相对于滑块移动头的飞行高度致动器包括静电微致动器和压电致动器。另一类飞行高度致动器，也基于热、静电或压电技术，通过改

变气流或滑块的 ABS 形状来改变头盘间距。在具有飞行高度致动器的盘驱动器中,重要的是能够确定 HDC 的开始从而飞行高度致动器能被精确控制。

在盘驱动器部件特别是滑块 ABS 和飞行高度致动器的设计和测试期间,利用头盘测试仪确定 HDC 的方法也是重要的。

出于所有这些原因,需要一种系统和方法以用于磁记录盘驱动器中 HDC 的可靠确定。

发明内容

本发明是利用来自磁致电阻 (MR) 读头的信号确定盘驱动器中的 HDC 的系统和方法。该方法应用在头盘测试仪或“旋转台 (spin stand)”中从而利于滑块-悬臂组件和飞行高度致动器的设计和测试,以及应用在盘驱动器中从而在 HDC 之前采取校正措施和/或控制飞行高度致动器。本发明还是磁记录盘驱动器,其具有飞行高度致动器和用于 MR 信号的低通滤波器和比较器电路。当滤波器的输出超过阈值时,比较器电路输出表明 HDC 的开始。比较器电路输出被输入到数字处理器或控制器。当控制器确定 HDC 的开始或 HDC 已经发生时,产生控制信号,该控制信号能用来导致飞行高度致动器增大头盘间距或采取校正措施,例如禁止写数据。本发明不要求盘上存在磁转变,因此盘上有或没有记录的数据时都可操作。MR 信号的幅度在低频检测,通常低于 3 MHz,其远低于所记录数据的频率,因而 MR 信号在该低频基本上是噪声。

为了更全面理解本发明的本质或优点,应当结合附图参考下面的详细说明。

附图说明

图 1 是磁记录盘驱动器的示意性框图;

图 2 是盘表面上方气垫滑块的端部的截面图并示出了热飞行高度致动器、滑块上的读头和写头;

图 3 示出对于施加到热飞行高度致动器的不同水平的功率的 MR 信号频谱;

图 4 是采用了根据本发明的确定 HDC 的方法的磁记录盘驱动器的示意性框图。

具体实施方式

本发明不仅可应用于磁记录盘驱动器，而且可应用于在盘驱动器制造中用来设计和测试磁记录盘驱动器中的头盘界面的头盘测试仪或“旋转台 (spin stand)”。本发明可应用于不具有头盘间距的主动控制的传统盘驱动器，也可应用于具有头飞行高度致动器的盘驱动器，所述头飞行高度致动器相对于滑块移动读写头或者改变气流或滑块的气垫面 (ABS) 的形状从而控制头盘间距。

图 1 是磁记录盘驱动器的示意性框图。盘驱动器包括磁记录盘 10，其具有表面 11 和 12，每个表面包含磁记录层。盘 10 安装在主轴 (spindle) 6 上并通过主轴马达 8 绕垂直于盘表面 11、12 的轴旋转。头承载器或滑块 13 位于盘 10 的表面 11 附近。滑块 13 是具有面对盘表面 11 的气垫面 (ABS) 20 和拖尾端 22 的气垫滑块。滑块 13 在其尾端 22 上支承读/写换能器或头 21 以用于向盘表面 11 上的磁介质读和写数据。头 21 是双元件头，具有感应写元件或头 70 和 MR 读元件或头 60。滑块 13 通过悬臂 15 连接到致动器臂 14。悬臂 15 提供偏置滑块 13 朝向盘表面 11 的弹力。第二头承载器或滑块 17，也支承读/写头，位于盘 10 的表面 12 上并通过悬臂 19 连接到致动器臂 14。

致动器臂 14 连接到旋转的致动器 27。致动器通常是旋转的音圈马达 (VCM)，其包括在固定磁场中可移动的线圈，线圈移动的方向和速度通过硬盘控制器 29 提供的马达电流信号被控制。盘 10 旋转时，旋转的致动器 27 移动滑块 13、17 在它们各自的盘表面 11、12 上方以基本弓形路径径向进出，使得读/写头可以访问磁记录层的期望读出或记录数据的不同部分。致动器 27 和主轴马达 8 二者都安装到盘驱动器外壳 (housing) 9 的一部分上。

图 2 是盘 10 的表面 11 上方滑块 13 的端部的截面图。盘 10 沿箭头 100 方向的旋转在滑块 13 的 ABS 和盘表面 11 之间产生气垫。在盘驱动器的操作期间，气垫平衡悬臂的轻微弹力并支承滑块 13 离开且稍微远离盘表面 11 一小的基本恒定的间距。图 2 还示出读/写头 21，即磁致电阻 (MR) 读头 60 和写头 70。写头 70 是感应写头，具有位于两个写极 72、73 之间的线圈 71。

滑块 13 还包括飞行高度致动器，用于改变读/写头 21 和盘表面 11 之间的间距。示于图 2 的飞行高度致动器的类型是热致动器，具有电连接到飞行

高度控制器 (FHC) 82 并被其控制的电阻性加热元件或加热器 80。FHC 82 是电源, 其通过例如控制可变电阻器的设置来控制给加热器 80 的电流或电压的量。电流增大时, 加热器 80 膨胀并导致 MR 读头 60 和写头 70 的极尖 72、73 从 ABS “突出” 并因而更接近盘表面 11, 如虚线 102 所示。FHC 82 可包括温度反馈控制电路, 其在盘驱动器的操作期间监视加热器 80 的温度从而维持头的飞行高度在期望的范围内。

热飞行高度致动器在美国专利 5,991,113 和公开专利申请 US 2005/0024775 A1 中进行了描述。其它用于相对于滑块移动头的飞行高度致动器包括诸如美国专利 6,611,399 B1 中所描述的静电微致动器、以及诸如美国专利 6,570,730 B1 中所描述的压电致动器。另一类飞行高度致动器通过改变气流或滑块的 ABS 形状来改变头盘间距。这类飞行高度致动器包括诸如美国专利 6,775,103 B2 中所描述的热致动器、诸如美国专利 5,276,573 和 6,344,949 中所描述的静电致动器、以及诸如美国专利 5,021,906 中所描述的压电致动器。

再次参照图 1, 盘驱动器的各种部件通过数字控制器 29 产生的控制信号被控制。控制器 29 是数字信号处理器, 包括逻辑控制电路、存储器和微处理器。控制器 29 产生控制信号以用于各种驱动操作, 例如线 23 上到主轴马达控制器 30 的控制信号、线 28 上用于致动器 27 的道跟踪和道寻址控制信号、以及线 83 上到 FHC 82 的控制信号。

来自盘表面 11 的数据通过 MR 读头 60 被读取。MR 信号通过放大器 37 被放大。放大器 37 和其它读信号处理电路、以及用于产生到 MR 读头 60 的检测或偏置电流的电路, 通常是位于致动器臂 14 上的集成电路模块 18 (图 1) 的一部分。模块 18 位于靠近读/写头 21 从而保持互连尽量短, 且因此称为臂电子模块。来自 MR 放大器 37 的输出送至读/写 (R/W) 通道 25, 该处来自 MR 读头 60 的模拟信号被处理成表示记录在盘表面 11 的磁记录层上的数据的数字信号。R/W 通道 25 通常包括用于自动增益控制、模数转换、以及数字数据检测的电路。

数据通过经 R/W 通道 25 和写放大器 39 传送到感应写头 70 的写信号被写到盘表面 11 的磁记录层。感应写头 70 记录表示所记录的数据的一系列磁转变。写放大器 39 通常位于臂电子模块 18 中。盘驱动器也可具有在某些事件通常是外部冲击或紧急头碰撞发生时防止写数据的能力。这通过线 58 上

从控制器 29 到 R/W 通道 25 的“写禁止”信号来完成。

线 28 上的道跟踪和寻址控制信号通过控制器 29 产生，控制器 29 响应于输入头位置误差信号（PES）运行伺服控制算法。MR 读头 60 读取记录在盘上的头位置伺服信息，通常位于嵌在数据扇区之间的等角间距伺服扇区处。来自 MR 放大器 37 的该模拟伺服输出被解调器 38 解调并通过模数（A/D）转换器 40 转换成数字位置误差信号（PES）。线 28 上的道跟踪和寻址控制信号被送到将其转换成模拟电压信号的数模转换器（DAC）32，所述模拟电压信号被输出到 VCM 驱动器 34。VCM 驱动器 34 然后发送相应的电流脉冲至 VCM 致动器 27 的线圈从而枢转臂 14 径向进出以移动和定位滑块 13、17 至各自盘表面 11、12 上的所需数据道。

本发明是用于利用 MR 信号确定盘驱动器中头盘接触（HDC）的系统和方法。术语“头盘接触”或 HDC 意味着滑块的某部分例如读头 60、写头 70 或拖尾端 22 与盘表面 11 接触。术语“确定”HDC 意味着检测 HDC 的开始或断定 HDC 已经发生或即将发生。

本发明不要求盘上存在磁转变。MR 信号的大小在低频检测，通常低于约 3 MHz。这远低于所记录数据的频率，因此该 MR 信号在该低频基本上是噪声。图 3 示出了对于施加到用于特定 HGA（“头万向组件”，包括悬臂和具有读/写头的滑块的系统）的加热器 80 的各种水平功率的一系列 MR 信号频谱。声发射（acoustic-emission, AE）传感器安装在支承 HGA 的臂上从而使 AE 信号与 MR 信号频谱关联。在该示例中，被监视的盘的区域被 DC 擦除且因而不包含磁转变。然而，该系统和方法也完全可应用于具有记录数据的盘。在图 3 中，迹线 200 的组表示加热器功率低水平都低于约 92mW 的 MR 信号，因此没有 HDC。迹线 202 表述具有 116 mW 的所施加的加热器功率的 MR 信号，并说明了 HDC 的开始，如低于 1 MHz 的信号所示。迹线 204、206 是分别在 133mW 和 147mW 的加热器功率水平的 MR 信号，是具有 HDC 的频谱。在图 3 中，所示频率范围是从 0 至 10MHz。然而，感兴趣的频率范围低于约 3 MHz，取决于 HGA 的机械属性。另外感兴趣的是注意到，超过约 5 MHz 后 HDC 的噪声水平与没有 HDC 的噪声水平合并，因此对于该特定 HGA，在高于约 5MHz 的频率，MR 信号不能提供确定 HDC 的能力。

在也称为 DET（动态电子测试仪）的头盘测试仪中，该系统具有的优点在于，不需要额外的硬件，因为不必在盘上记录磁转变，并且因为不必写测

试信号和用读头检测测试信号而减少了测试时间。因为不需要写电流，还消除了写诱导极尖突出的潜在影响。另外，因为 MR 信号对很多其它因素不敏感，如头在盘上的径向位置、盘 RPM 和盘的类型（金属或玻璃衬底），对于不同盘驱动器和不同滑块-悬臂组件来说检测相对容易。

当在头盘测试仪或旋转台中使用本发明的方法时，其利于盘驱动部件的设计。对于没有飞行高度致动器的盘驱动器，该方法允许评估特定滑块-悬臂组件、滑块设计和气垫形状。待研究的组件或滑块置于测试仪中后，盘旋转速度可被降低直到 HDC 以上述方式被确定，从而评估滑块的飞行特性。对于具有飞行高度致动器的盘驱动器，该方法通过确定 HDC 发生时 FHC 信号例如用于热致动器的加热器功率的值而允许评估特定飞行高度致动器。另外，因为该方法可应用于有或没有记录数据的盘，所以该方法也可用于没有磁记录层的盘。

图 3 所示的数据利用头盘测试仪或旋转台收集，例如来自 Hitachi DECO 的 RH-4160E DET，具有 XY 定位，MR 信号输入到 DET 上的内部谱分析仪或外部商业可得的谱分析仪或数字示波器。其它类型的旋转台包括来自 Guzik Technical Enterprises 的 Guzik Model V2002 XY 定位旋转台。数字示波器和数字盘驱动器分析仪，例如可从 LeCroy 公司得到的那些，通过模数转换器（ADC）将 MR 信号数字化从而产生存储在微处理器的存储器中的数据。该数据集被处理并发送到显示器。另外，数字信号的复杂处理可通过高速数字信号处理电路进行。示波器或分析仪包括可编程信号分析软件，其能够提取很多有用的时域特征（例如上升时间、脉冲宽度、幅度）、频率谱、以及其它参数，因此能够计算所需频率范围内的 MR 信号幅度。

然而，本发明的方法也可以在盘驱动器中实现。如图 4 所示，来自 MR 放大器 37 的 MR 信号发送到仅通过低于 3MHz 的频率的低通滤波器（LPF）102。LPF 输出 104 被输入到比较器电路 106，比较器电路 106 还具有表示预定阈值的固定输入 105。比较器输出 108 被输入到模数转换器（ADC）110 且然后到数字控制器 29。如果 MR 信号幅度 104 大于阈值 105，则比较器输出 104 代表 HDC。下面的表 1 示出了对于各种水平的加热器功率来自 LPF 102 的归一化输出，对于零加热器功率（没有 HDC）LPF 输出为 1.00。

表 1

加热器功率 (mW)	LPF 输出
0.0	1.00
3.7	1.00
14.8	1.01
33.4	1.03
59.4	1.06
92.7	1.09
116.3	1.58
133.5	3.89
147.1	4.12

如果需要检测特定狭窄范围内例如 0.5 至 1.5MHz 的 MR 信号，可以使用带通滤波器 (BPF) 代替 LPF 102。另外，比较器电路 106 可以是施密特 (Schmitt) 触发器，其具有一个输入电压和一个可以为高或低的输出电压。当输入低于特定低阈值时，输出为低；当输入高于特定较高阈值时，输出为高；当输入在两阈值之间时，输出保持其值。在该实现中，施密特触发器的较高阈值将代表一阈值，高于该阈值后 HDC 被确定。施密特触发器与具有单输入阈值的比较器电路相比优点在于施密特触发器更稳定。只有一个输入阈值时，阈值附近有噪声的输入信号会快速来回转变，一种在模拟电路中称为“间歇振荡 (squegging)”的现象，导致输出从低到高来回转变。

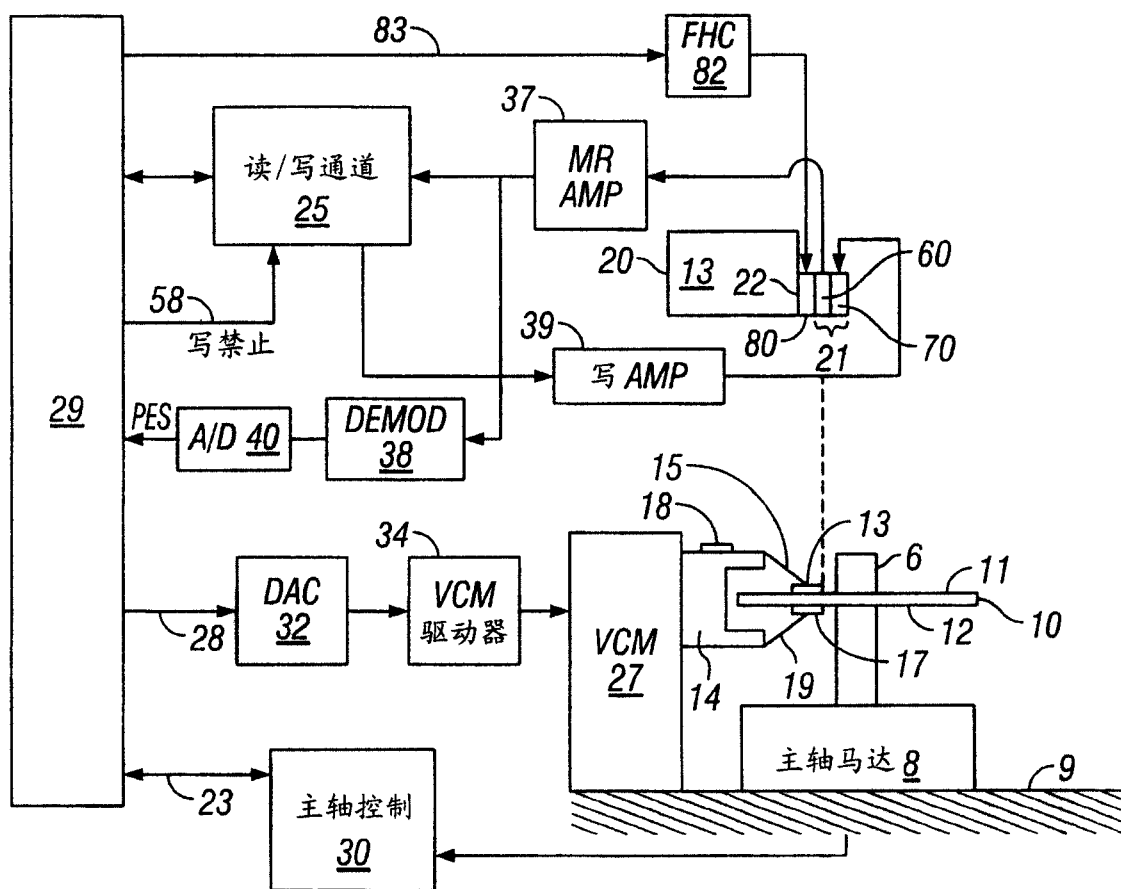
阈值可以基于表 1 所示的数据选择。例如，如果 HDC 的 MR 信号是第一幅度 (大约 4)，没有 HDC 的 MR 信号是第二幅度 (1.0)，阈值可选择为加到第二幅度上的第一和第二幅度之间的差的某一百分比，例如百分之 25。因此，在用于该特定 HGA 的例子中，阈值将是 1.00 加上差 (3.0) 的 25%，或 1.75，因此如果 MR 信号大于 1.75，这将预示 HDC。供选地，从表 1 可以看出，在 HDC 的 LPF 输出存在突然的几乎阶梯形增大。因此，如果对于特定 HGA 获得了足够的数据样本，阈值可以通过检查数据直接确定。利用该方法，对表 1 的检查表示阈值可设定为约 1.5。

图 4 示出系统的模拟 (analog) 实现。然而，本发明也可以利用数字技术实现。通过数字示波器或盘驱动器分析仪进行的相同的数字信号处理技术

和数据分析可被编程到控制器 29 中。因此，控制器 29 分析来自 R/W 通道 25 的数字化 MR 信号并将所计算的幅度与预定阈值比较。这可以通过用于盘驱动器的微代码（固件（firmware））或用于 DET 测试仪的定制模块来实现。

在任何实现中，如果确定了 HDC，则控制器 29 产生信号或多种信号来采取校正措施。在一个示例中，由于将发生的头碰撞，线 58 上的信号将是发送到 R/W 通道 25 的“写禁止”信号从而防止写头 70 写数据。在另一示例中，线 83 上的信号将通知 FHC 82 减少热功率从而从盘移开头。

尽管本发明参照其优选实施例进行了特定示出和描述，本领域技术人员能够理解，在不脱离本发明的权利要求所定义的精神和范围的情况下可以进行形式和细节上的各种改变。因此，公开的发明仅是说明性的，且仅限定在权利要求所指定的范围内。



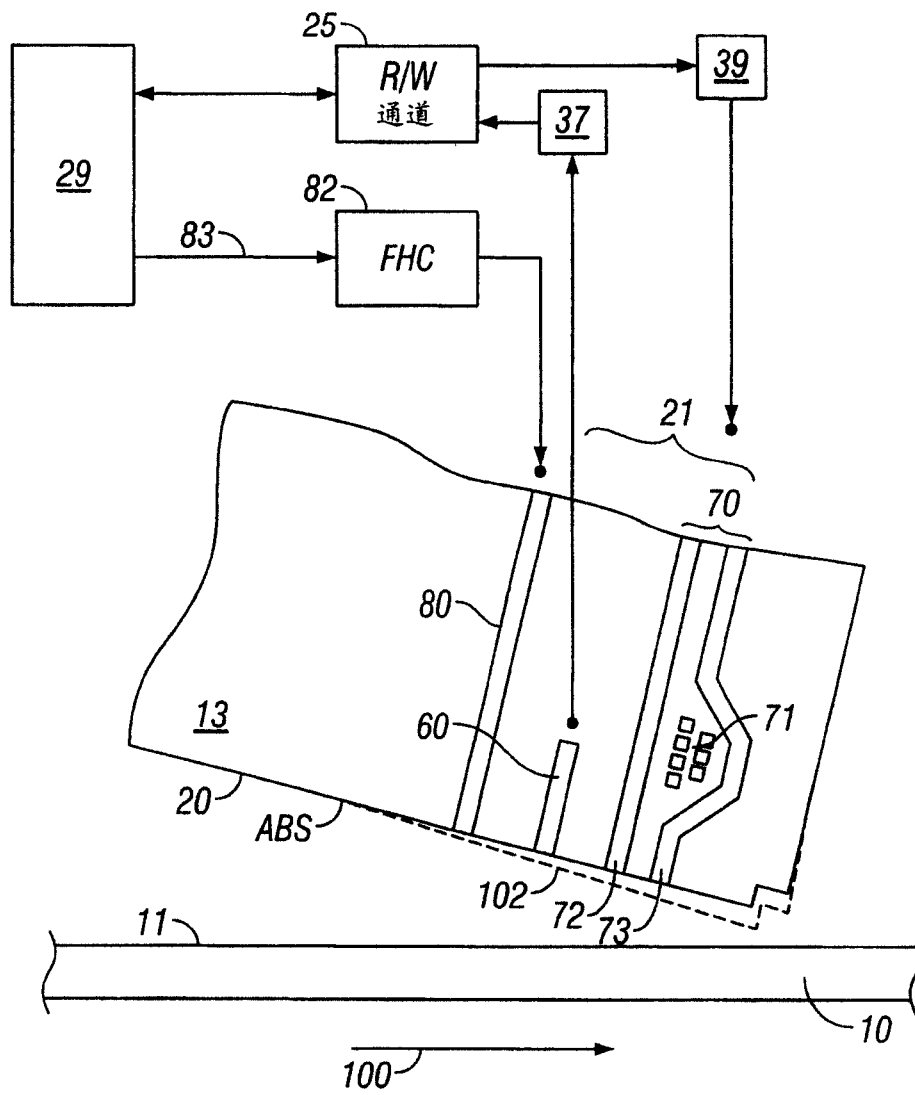


图 2

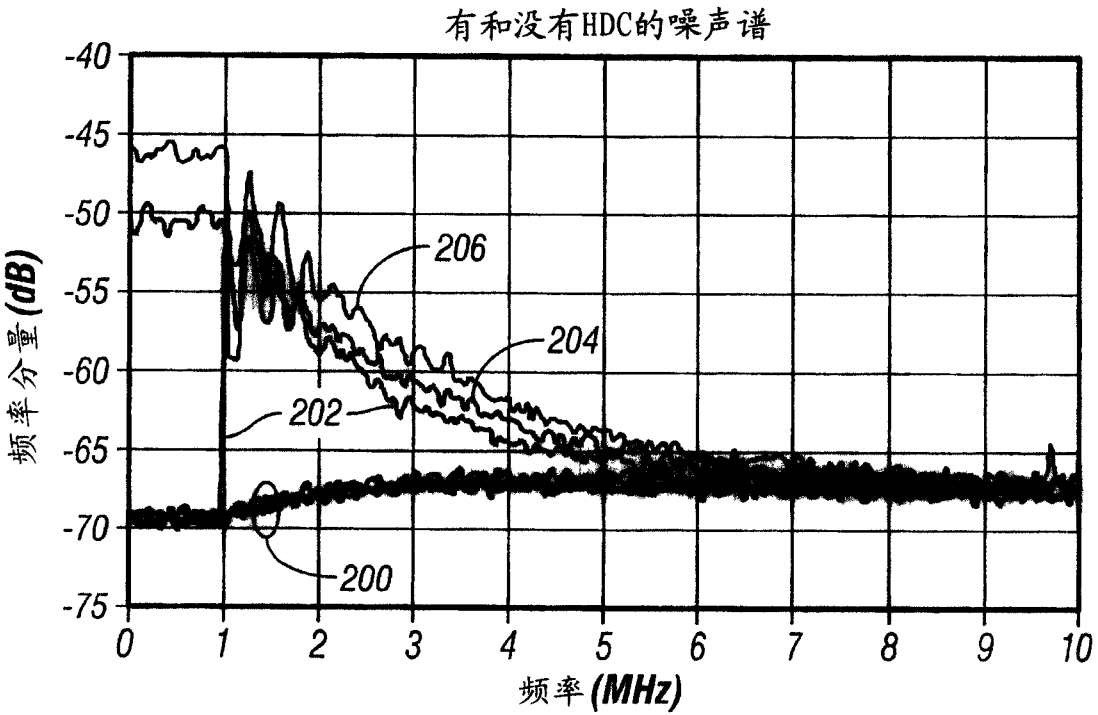


图 3

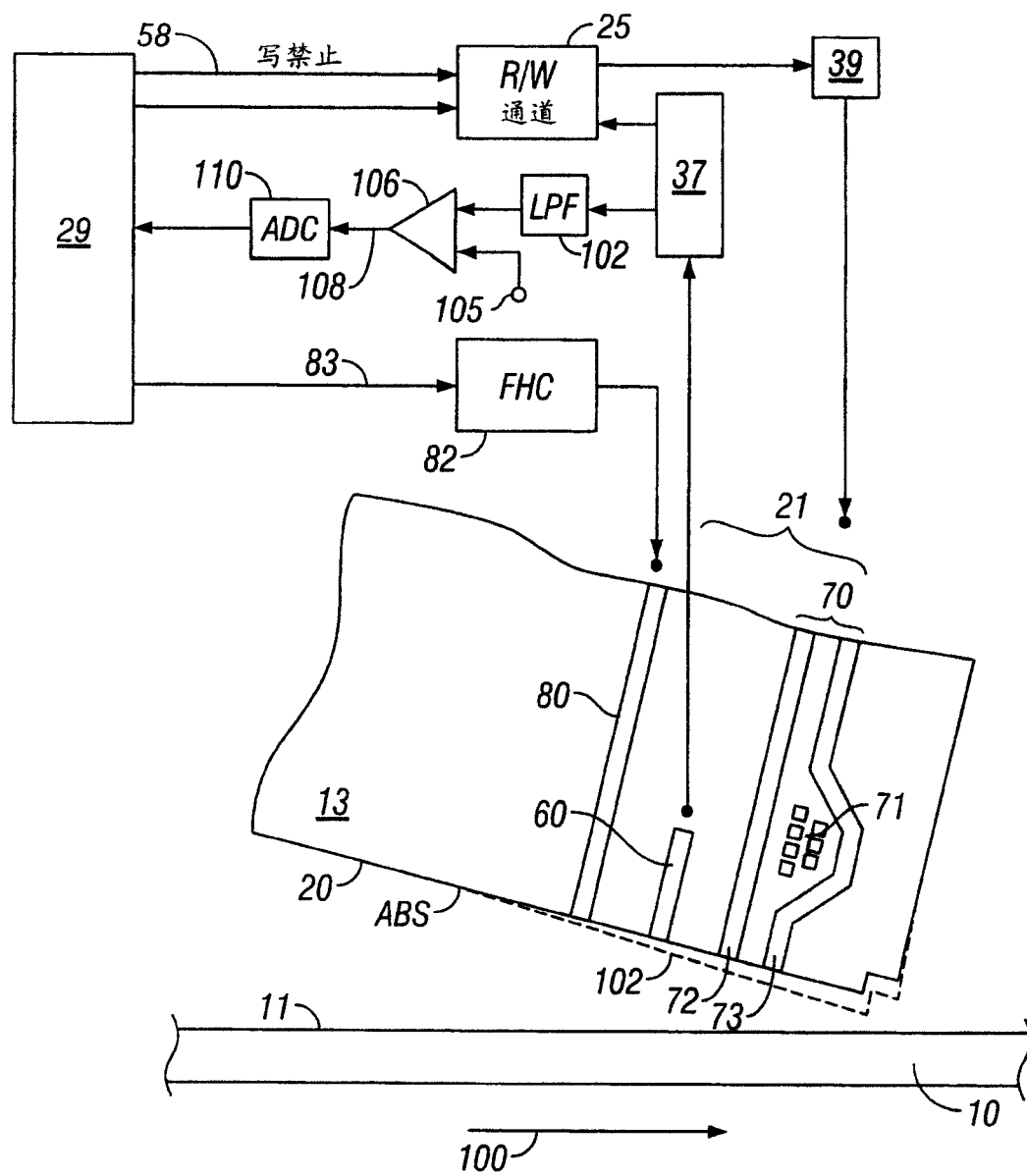


图 4