



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101025927 B

(45) 授权公告日 2010.06.23

(21) 申请号 200710006253.X

US 6064540 A, 2000.05.16, 全文.

(22) 申请日 2007.02.07

CN 1433001 A, 2003.07.30, 全文.

(30) 优先权数据

审查员 张明霞

11/349,774 2006.02.07 US

(73) 专利权人 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 埃里克·G·鲍 仙波哲夫

马修·T·怀特

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 黄小临 王志森

(51) Int. Cl.

G11B 5/596 (2006.01)

G11B 5/58 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1242573 A, 2000.01.26, 全文.

US 6487028 B1, 2002.11.26, 全文.

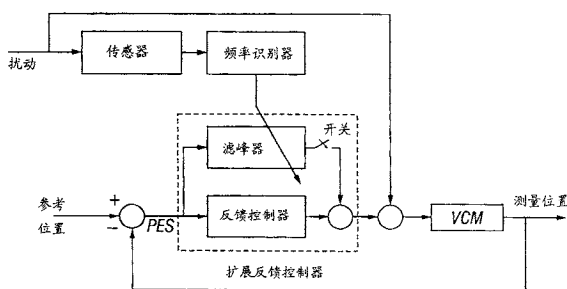
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 6 页

(54) 发明名称

使用用于扰动频率识别和抑制的扰动传感器的盘驱动器的盘驱动器

(57) 摘要

一种磁记录盘驱动器,具有用于在扰动频率改变时调整滤峰器的频率的扰动传感器和扰动频率识别器。该传感器和频率识别器独立于伺服控制环路,由此不依赖于头位置误差信号(PES)来预测扰动频率。将可调滤峰器与伺服反馈控制器并联耦合。滤峰器修改伺服控制环路的开环传递函数和误差抑止函数,以在所识别的频率上提供更高的抑止性。在道寻找期间或在需要时,可根据传感器信号的幅值或 PES 的幅值来将滤峰器切换为脱离伺服反馈控制器或从其解耦。



1. 一种盘驱动器,包括:
可旋转盘,具有包含定位信息的多个道;
可移动跨越所述盘的头,该头能够读取道中的定位信息;
致动器,用于移动所述头;
传感器,用于感测对盘驱动器的扰动;
反馈控制器,提供控制器输出,作为致动器输入,以驱动致动器;
反馈环路,用来反馈在致动器的输出处的头位置,作为对所述控制器的输入,以产生位置误差信号;
可调滤峰器,被耦连到反馈控制器;以及
频率识别器,被耦连到传感器,用于识别由传感器检测到的扰动的频率,将该频率识别器的输出输入到可调滤峰器,以选择滤峰器的频率;由此,抑制在所识别的频率上的扰动对致动器的影响。

2. 如权利要求 1 所述的盘驱动器,其中所述盘驱动器是磁记录盘驱动器,并且所述盘是磁记录盘,其具有包含伺服定位信息的多个同心数据道。

3. 如权利要求 1 所述的盘驱动器,其中,当致动器将所述头从一个道向另一道移动时,将可调滤峰器从反馈控制器解耦。

4. 如权利要求 1 所述的盘驱动器,其中,所述频率识别器包括:假想设备,用于生成具有比扰动的最高预期频率更高的截止频率的低通滤波器;频率识别控制器,用于消除传感器信号中的 DC 分量;以及内部模型部分,用于生成具有可调频率的正弦信号,并且其中将传感器信号、频率识别控制器的输出、以及内部模型部分的输出输入到假想设备。

5. 一种由处理器实现的、用于操作盘驱动器的方法,该盘驱动器包括 (a) 可旋转磁记录盘,具有包含伺服定位信息的多个同心数据道;(b) 记录头,可跨越盘而移动,该头能够读取数据道中的数据和伺服定位信息;(c) 致动器,用于移动该头;(d) 传感器,用于感测对盘驱动器的扰动;(e) 处理器,用于从伺服定位信息接收位置误差信号并从传感器接收信号,并用于生成对致动器的致动器控制信号;以及 (f) 存储器,被耦连到该处理器,并且包含可由处理器读取的指令,用来实现致动器反馈控制器、频率识别器以及滤峰器的功能;该通过处理器实现的方法包括:

根据位置误差信号和致动器反馈控制器而计算当不存在对盘驱动器的扰动时的致动器控制信号;

根据传感器信号和频率识别器来计算对盘驱动器的扰动的频率;

选择所述计算出的频率,作为所述滤峰器的波峰频率;以及

根据位置误差信号、致动器反馈控制器以及滤峰器而计算当存在在所述频率上的对盘驱动器的扰动时的致动器控制信号。

6. 如权利要求 5 所述的方法,还包括:当致动器将头从一个道向另一道移动时,在致动器控制信号的计算期间不使用滤峰器。

7. 如权利要求 5 所述的方法,其中,所述频率识别器包括:假想设备,用于生成具有比扰动的最高预期频率更高的截止频率的低通滤波器;频率识别控制器,具有用于消除传感器信号中的 DC 分量的积分器;以及内部模型部分,具有可调频率的正弦信号,并且其中所述计算扰动的频率包括:向假想设备输入传感器信号、频率识别控制器的输出、以及内部模

型部分的输出。

使用用于扰动频率识别和抑制的扰动传感器的盘驱动器

技术领域

[0001] 本发明通常涉及盘驱动器,并且更具体地,涉及包括用于消除冲击(shock)和振动扰动的不利影响的系统的磁记录盘驱动器。

背景技术

[0002] 磁记录硬盘驱动器(HDD)使用致动器,典型的是旋转音圈马达(VCM)致动器,用于将读/写头定位到记录盘的数据道上。HDD具有伺服控制系统,其在头从数据道读取的伺服定位信息中接收位置误差信号(PES),并生成VCM控制信号,以将头保持在道上(道“跟随”)并将它们移动到想要的道(道“寻找”)以读取和写入数据。

[0003] HDD在正常操作期间受到扰动力,这影响了头在数据道上的定位。在内部,这些扰动可能(例如)源于VCM致动器的运动。因为在多种环境下使用HDD,所以它们还经受宽范围的外部扰动,如源于对HDD框架的冲击、当在盘阵列系统中一起安装多个HDD时其他HDD的移动、或者诸如紧致盘(CD)驱动器之类的其他计算机部件的移动。

[0004] HDD可具有一个或多个其他类型的传感器,如加速度计和旋转振动传感器,其提供对扰动的测量。这些类型的传感器的输出经常用于HDD的挂起(suspending)操作,直到扰动已平息为止。还可将来自这些类型的传感器的测量信号输入到前馈控制器,以创建用来补偿由于扰动而引起的头的道偏离(off-track)运动的控制信号。当扰动纯粹是旋转振动(对于其,PES和传感器输出的传递函数(transfer function)的增益和相位已知且不会改变)时,该前馈方法有效地工作。然而,头位置不仅仅受到旋转振动的影响,还受到各种线性的和旋转的内部和外部扰动的影响,前馈方法对于这种扰动不太有效。

[0005] 许多HDD扰动呈现窄带频率特性,经常是单一频率上的。为补偿窄带扰动,如果已知扰动的频率,则经常在HDD伺服控制系统中使用滤峰器(peakfilter)。然而,扰动的频率可能未知和/或可能随时间变化。例如,计算机机箱中的紧致盘(CD)驱动器在其起动和停止时、以及在其存取CD的不同部分时其转速有所变化。CD的旋转所引起的振动可能干扰计算机的HDD的运作。这些扰动一般处于随时间变化的单一频率(并且可能是主频的谐波)上。因为在CD驱动器和HDD之间没有联系,所以对于HDD的伺服控制系统而言,不知道扰动的频率。

[0006] 在由本申请的相同发明人在2004年9月30日提交的、且转让给同一受让人的共同未决申请号10/956972中,描述了一种HDD,其使用耦连到伺服控制系统的多个滤峰器。可单独地使能或禁用这些滤峰器,并且其可变化来向上或向下调整滤峰器频率,以抑制相对宽范围的频率上的扰动。

[0007] 所需要的是,一种能识别扰动的频率且在扰动频率改变时调整滤峰器的频率以快速抑制扰动的HDD。

发明内容

[0008] 本发明是一种具有用来在扰动频率改变时调整滤峰器的频率的扰动传感器和扰

动频率识别器的盘驱动器。该传感器和频率识别器独立于伺服控制环路，由此不依赖于 PES 来预测扰动频率。将可调滤峰器与伺服反馈控制器并联耦合。滤峰器修改伺服控制环路的开环传递函数和误差抑止 (rejection) 函数，以在所识别的频率上提供更高的抑止性。在道寻找期间或在需要时，可根据传感器信号的幅值或 PES 的幅值来将滤峰器切换为脱离伺服反馈控制器或从其解耦。

[0009] 为更完整地理解本发明的性质和优点，应参考下面与附图一起采用的详细说明。

附图说明

[0010] 图 1 是根据现有技术的、具有旋转振动 (RV) 传感器和前馈补偿的磁记录 HDD 的示意俯视图。

[0011] 图 2 是示出 HDD 伺服控制环路中的传统的固定单频滤峰器的示意图。

[0012] 图 3 是用于根据本发明的 HDD 的伺服控制环路，并且图解了并行连接到伺服反馈控制器的可调滤峰器、以及响应于来自扰动传感器的信号而调整滤峰器的频率的频率识别器。

[0013] 图 4 是图解用来调整可调滤峰器的频率的频率识别算法的控制框图。

[0014] 图 5 是用于根据传感器信号而调整滤峰器的频率的方法的流程图。

[0015] 图 6A 示出与实际扰动频率相比的、使用本发明方法的仿真输入信号的估计扰动频率。

[0016] 图 6B 示出与根据本发明的 PES 相比的、对于图 6A 的仿真扰动的、未使用滤峰器的 PES。

具体实施方式

[0017] 图 1 是具有扰动传感器 200 的现有技术磁记录 HDD 10 的框图。将扰动传感器 200 显示为用于检测主要在盘 12 的平面上的旋转振动的旋转振动 (RV) 传感器。然而，为了解释本发明，HDD 可使用任何类型的传感器，如单轴或多轴加速度计，用于检测除纯旋转振动之外的扰动。在类似于图 1 中所示的 HDD 的、具有扰动传感器的现有技术 HDD 中，可在前馈控制器中使用扰动传感器，以提供用于补偿扰动的、综合了 VCM 致动器控制信号的控制信号。

[0018] HDD 10 包括磁记录盘 12，由安装到 HDD 机壳或底座 16 上的主轴马达（未示出）在方向 15 上围绕旋转轴 13 旋转该盘 12。盘 12 具有磁记录层，其被形成限定诸如典型道 50、51 的同心数据道的可磁化块、以及诸如典型伺服扇区 60、61、62 的伺服扇区。伺服扇区通常在径向上跨越同心数据道而延伸，从而，每个数据道具有围绕道延伸的、等角度隔开的伺服扇区。数据道中的每个伺服扇区包含：指示伺服扇区的起始的伺服计时标记 (STM)、道识别 (TID) 码、以及被解码来提供头位置误差信号 (PES) 的一部分磁化块的样式 (pattern) 或高频脉冲。

[0019] HDD 10 还包括支撑在底座 16 上的旋转音圈马达 (VCM) 致动器 14。致动器 14 围绕轴 17 而枢轴转动，并且包括刚性致动器臂 18。通常可挠曲的悬架 20 包括挠性元件 23，并且被附接到臂 18 的末端。头承载或气承滑动块 22 附接到挠件 23。在滑动块 22 的拖曳表面 (trailing surface) 25 上形成磁记录读 / 写 (R/W) 头 24。挠件 23 和悬架 20 使得滑动块能在由旋转盘 12 产生的气承上“纵摇” (pitch) 或“横摇” (roll)。

[0020] 当盘在方向 15 上旋转时,由读取头读取伺服扇区中的定位信息,并将其发送到 R/W 电子装置 113。伺服电子装置 112 接收来自 R/W 电子装置 113 的输入,并向伺服控制处理器 115 提供数字信号。伺服控制处理器 115 将输出 191 提供给 VCM 驱动器 192,其控制到 VCM14 的电流,以将读/写头 24 移动到想要的轨道,并将其保持在用于读取和写入数据的轨道上。

[0021] 在伺服电子装置 112 中,STM 解码器 160 从读/写电子装置 113 接收定时(clocked)数据流。一旦已检测到 STM,则生成 STM 找到信号。将 STM 找到信号用于调整计时电路 170,其控制剩余伺服扇区的操作次序。在 STM 的检测之后,道识别(TID)解码器 180 从计时电路 170 接收计时信息,读取一般被使用格雷码(Gray-code)编码的定时数据流,然后将已解码的 TID 信息传送到伺服控制处理器 115。接着,PES 解码器 190(也称为伺服解调器)捕捉来自读/写电子装置 113 的位置信息,并将位置误差信号(PES)传送到伺服控制处理器 115。

[0022] 伺服控制处理器 115 是包括微处理器 117 的数字信号处理器,该微处理 117 使用 PES 作为对控制算法的输入,以生成到 VCM 驱动器 192 的控制信号 191。控制算法从存储器 118 调用“控制器”116,其是基于被控制的“设备”(plant)即 VCM 14 的静态和动态特性的一组参数。控制算法本质上是矩阵乘法算法,并且控制器参数是在乘法中使用的参数、且被存储在可由微处理器 117 存取的存储器中。

[0023] HDD 经受如箭头 70 所示的旋转扰动,其在内部(如源于 VCM 14 的运动)和外部产生。这些扰动导致读/写头的道误读(TMR)。RV 传感器 200 检测这些旋转扰动。RV 传感器 200 可以是示出为两个线性加速度计 201、202 的、每个附接到底座 16 的相应一侧的旋转加速度计。线性加速度计 201、202 可以是商业上可获得的双轴压电加速度计,如 Murata Model PKGS-00LD 加速度计。加速度计被示意性地示出为直接附接到底座 16,但其还可被附接到固定在底座 16 上的、包含 HDD 电子装置的印刷电路板或卡(未示出)。旋转加速度计还可以是单片型角度加速度计。商业上可从 STMicroelectronics 和 Delphi 获得其他类型的旋转加速度计。

[0024] 在差分放大器 203 处综合两个线性加速度计 201、202 的输出的差值,使得线性加速度计和差分放大器 203 一起作用为旋转加速度计。将差分放大器 203 的输出传送通过调节滤波器 204,然后传送到微处理器 117。通过创建补偿信号的前馈控制方法,伺服控制处理器 115 使用来自 RV 传感器 200 的信号来消除由于旋转振动而产生的道偏离运动,该补偿信号用于向 VCM 驱动器 192 提供输入 191。由微处理器 117 使用存储器 118 中存储的参数和程序指令来计算前馈控制器。本领域中公知的是,还可以通过模拟电路来实现前馈控制器,该模拟电路将来自 RV 传感器的信号转换为补偿信号,然后在伺服控制处理器已计算出对 VCM 驱动器 192 的控制信号之后,将补偿信号与该控制信号相综合。

[0025] 在类似于图 1 中所示的 HDD 的、具有扰动传感器的现有技术 HDD 中,一般与前馈控制器一起使用扰动传感器,用来提供综合了 VCM 驱动器控制信号的控制信号以补偿扰动。然而,其他现有技术 HDD 不具有扰动传感器和前馈控制器,而是使用滤峰器。因为许多 HDD 扰动呈现窄带频率特性,经常是单一频率,所以如果已知扰动的频率,则经常在 HDD 伺服控制系统中使用滤峰器。图 2 示出用于这样的 HDD,即,没有扰动传感器和前馈控制器、但具有传统的固定单频滤峰器的 HDD 的伺服控制环路。将滤峰器并联到用于驱动 VCM 驱动器的伺

服反馈控制器。例如,滤峰器可以是二级滤波器,其修改控制环路的开环传递函数和敏感度函数(或误差抑止函数),以在与扰动有关的特定频率上提供更高的抑止性。将VCM致动器的输出处的头位置信号经由反馈环路而反馈,以从对反馈控制器的输入减去其,作为位置误差信号(PES)。PES也是对滤峰器的输入。

[0026] 然而,扰动的频率可能不是已知的和/或可能随时间变化。在这样的情况下,HDD伺服控制系统中固定单频的滤峰器就不能补偿未知的和/或随时间变化的扰动。

[0027] 尽管如上所述,HDD中扰动传感器的典型使用是作为对前馈控制器的输入,但在本发明中,扰动传感器用于识别扰动频率,以调整滤峰器。一般在低频上使用滤峰器,其中加速度计信号质量可能不够用于前馈控制,但仍足够用于频率识别。而且,不考虑信号质量,滤峰器频率一般在前馈控制器被设计来操作的频率的范围之外。因为难以设计在所有频率上都能较好工作的加速度前馈算法,所以一般将其设计为用于最麻烦的频率范围—例如,在盘阵列中找到的扰动的中频范围。很可能的是,在所识别的频率上,使用滤峰器将比使用加速度前馈获得更好的扰动抑止性。

[0028] 图3示出用于根据本发明的HDD的伺服控制环路。将可调滤峰器并联到用于驱动VCM致动器的伺服反馈控制器。将扰动传感器的输出输入到频率识别器,其选择可调滤峰器的频率。扰动传感器可以是RV传感器、单轴或多轴加速度计、或者用于检测对HDD的冲击或扰动的任何类型的传感器。例如,一些HDD可使用不与前馈控制器一起使用、而仅用于提供写禁止(inhibit)信号的特定类型的冲击传感器,并且来自这种传感器的信号可提供频率识别所需的信号。

[0029] 频率识别器从传感器信号中识别扰动的频率,并选择此频率作为可调滤峰器的滤峰器频率。可在模拟电路中实现频率识别器,但优选是可由HDD伺服控制处理器运行的许多个已知频率识别算法之一。由Regalia在“An Improved Lattice-Based Adaptive Notch Filter,”IEEE Trans on Signal Processing, Vol. 39, No. 9, 1991年9月,第2124-2128页;以及Brown等在“Identification of Periodic Signals with Uncertain Frequency,”Proc of the American Control Conf, 2002年5月,第1526-1531页中描述了在信号可用于测量时能识别未知的扰动频率的频率识别算法的例子。

[0030] 图4是图解由Brown等描述的、可用于调整可调滤峰器的频率的频率识别算法的控制框图。Brown算法是连续时间算法。典型地,HDD使用离散时间控制器。在转换为离散时间算法之后,Brown等的算法适合于离散时间HDD控制器中的频率识别。

[0031] 该算法有四部分:假想设备(fictitious plant)、频率识别控制器、扰动的内部模型、以及调整扰动的频率估计的自适应算法。假想设备是具有比最高的可能扰动频率还高的截止频率的低通滤波器。频率识别控制器包含用来消除传感器信号的任何DC分量的积分器,并且维持频率识别反馈环路的稳定性。内部模型是具有可调频率的正弦信号。自适应算法是最小二乘自适应的递归形式。

[0032] 将传感器信号、控制器输出、以及内部模型输出馈送到假想设备中。将假想设备的输出输入到频率识别控制器和内部模型,从而频率识别控制器和内部模型相互并联地作用,并向假想设备反馈。基于内部模型的状态和设备的输出,由自适应算法对内部模型和滤峰器两者调整扰动频率的估计。图5是Brown等描述的用于根据传感器信号来调整滤峰器的峰值频率的方法的流程图。

[0033] 使用 Brown 等的频率识别算法来仿真本发明。生成输入信号,其近似在 CD 驱动器旋转起来时的频率。图 6A 示出了与实际值相比较的、由频率识别算法计算的估计扰动频率。时间零点处的初始误差和振荡是从接近零的估计频率开始的算法的结果。可通过对扰动频率的更精确的初始估计来获得更好的性能。图 6B 示出了与利用根据本发明的可调滤峰器而得到的结果相比的、未使用滤峰器的 PES。当扰动扫过 (sweep over) 其频率范围时非常快速地识别扰动的改变值,并利用可调滤峰器来实现有效的扰动抑止,使得扰动对 PES 基本没有影响,如图 6B 中的基本笔直的线 200 所示。相反,不使用可调滤峰器,则 PES 在由迹线 202、204 所表示的值之间快速振荡。

[0034] 如图 3 所示,可通过可调滤峰器输出处的开关来将滤峰器切换脱离反馈控制器或从其解耦。经常希望的是,在道寻找模式期间,即当 VCM 致动器将头从一个道向另一道移动时,关断滤峰器。滤峰器在单一频率上提供额外的扰动抑止,这对于高精度道跟随是重要的,但对于道寻找一般不是所关注的内容。还可根据传感器信号的幅值或 PES 的幅值来切换关断滤峰器。因为滤峰器是反馈环路的一部分,所以由滤峰器实现的额外扰动抑止导致在其他频率上的扰动抑止变差。因为将滤峰器置于具有大扰动的频率上,并且希望能将变差的扰动抑止置于没有大幅值扰动的频率上,所以折衷一般是有利的。然而,如果在滤峰器频率上检测到非常小幅值的扰动,则可通过关断滤峰器来获得更好的整体性能。

[0035] 本发明简化了 PES 反馈环路和滤峰器频率确定两者的设计。因为滤峰器频率确定不是反馈环路的一部分,所以其不会导致可能在将 PES 用于识别滤峰器频率时出现的稳定性问题。可启动和关闭频率识别算法,而不会影响 PES 反馈环路。

[0036] 因为根据本发明的 HDD 使用被特定地设计来测量扰动的独立传感器,所以可得到更好的信号来识别扰动的频率。传感器信号不包括道误读效应,如致动器共振或盘模态 (disk modes),由此,提供对扰动频率的更容易的识别。而且,因为传感器直接测量扰动效应,而没有与等待扰动效应出现在 PES 中有关的时间延迟,所以对扰动频率的识别更快速。

[0037] 本发明还可通过固件或软件实现,并且可以存储在计算机可读存储介质中,如与处理器相关联的存储器,用于由处理器作为程序步骤来执行。

[0038] 已将本发明描述为在磁记录 HDD 中实现。然而,本发明可用于其他类型的盘驱动器,如使用光盘和光学读取或读 / 写头的光盘驱动器,例如 CD 和数字多用盘 (DVD) 类型的只读和可写盘驱动器。

[0039] 尽管已参考优选实施例具体地示出和描述了本发明,但本领域技术人员将理解,可进行各种形式和细节的改变,而不会脱离本发明的精神和范围。因此,仅将所公开的发明考虑为例证性的,并且仅限于在所附权利要求中指定的范围。

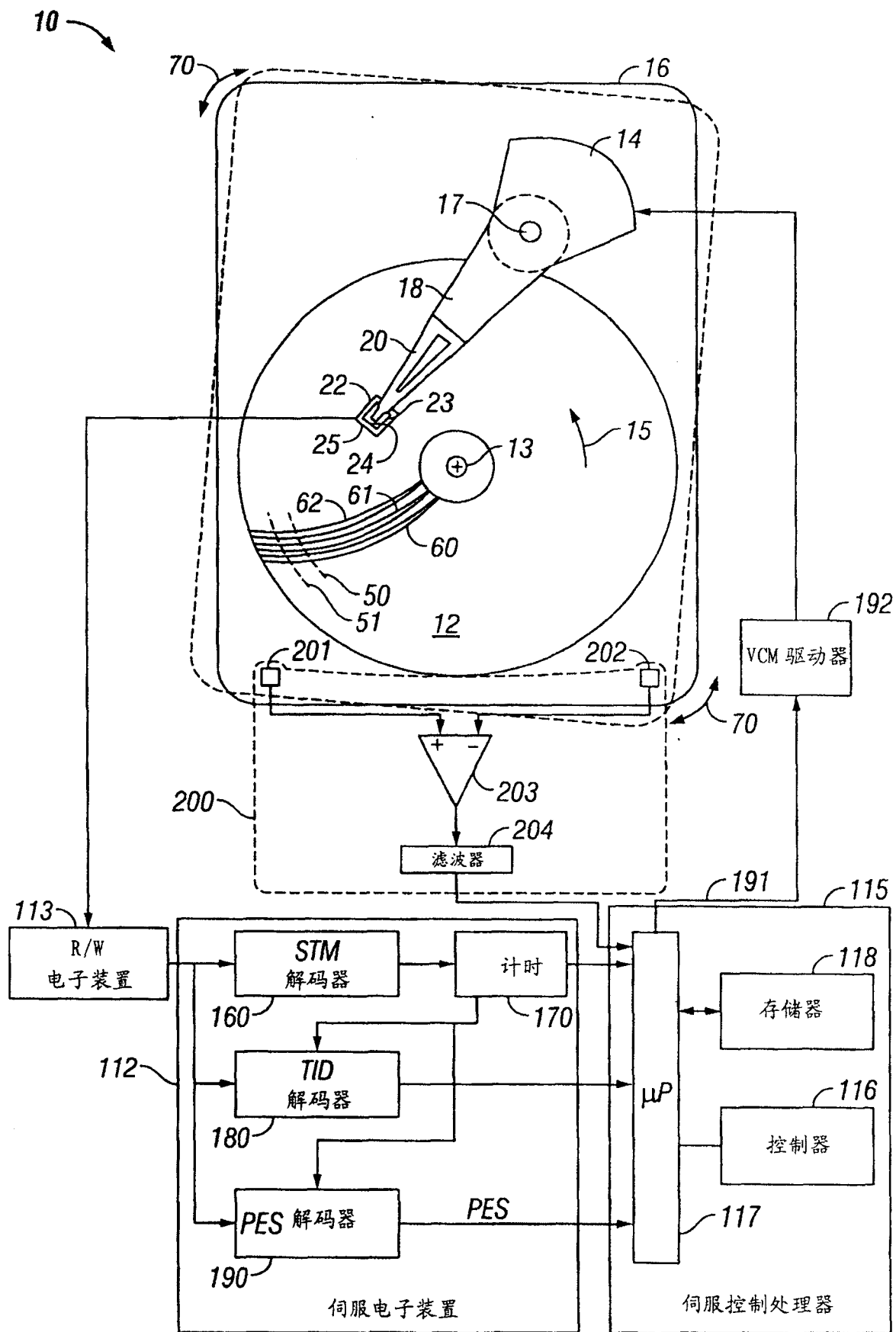


图 1

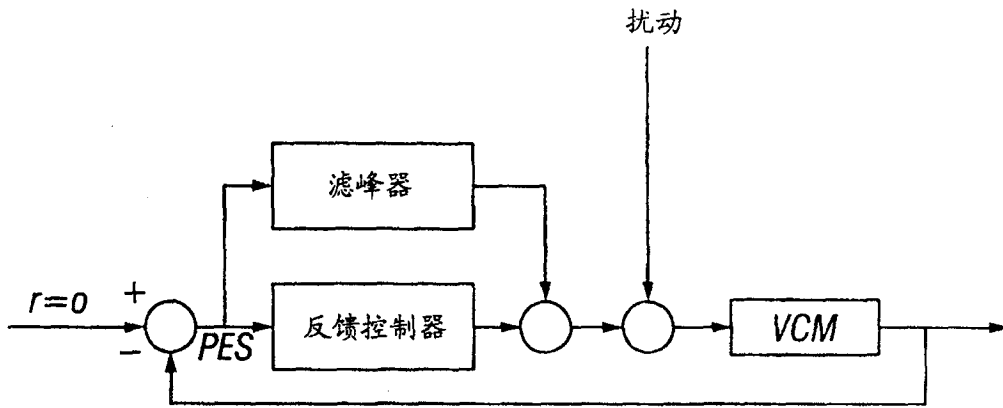


图 2

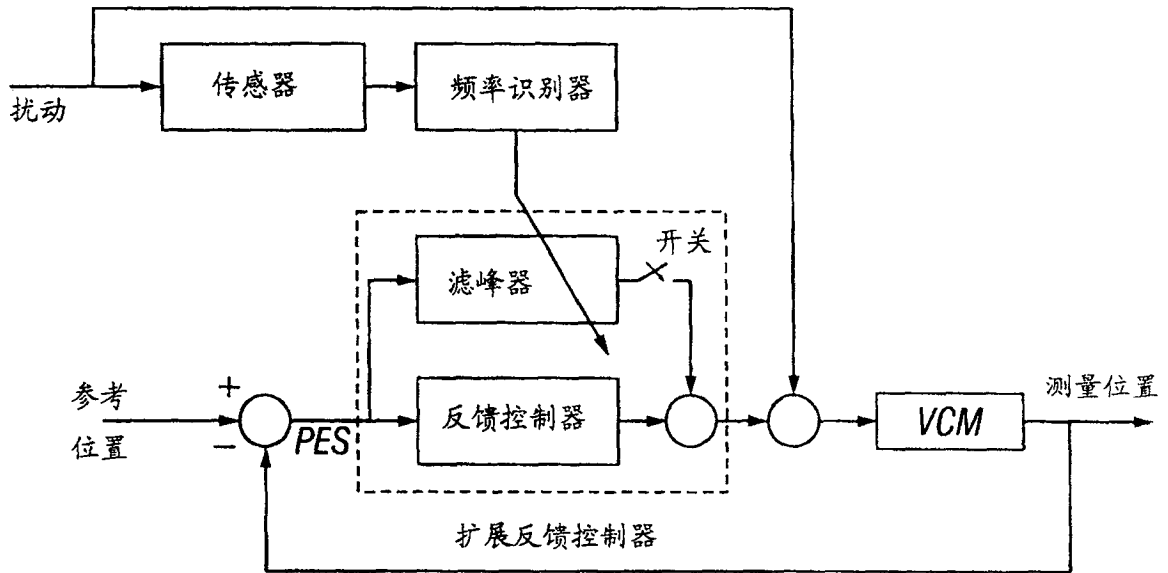


图 3

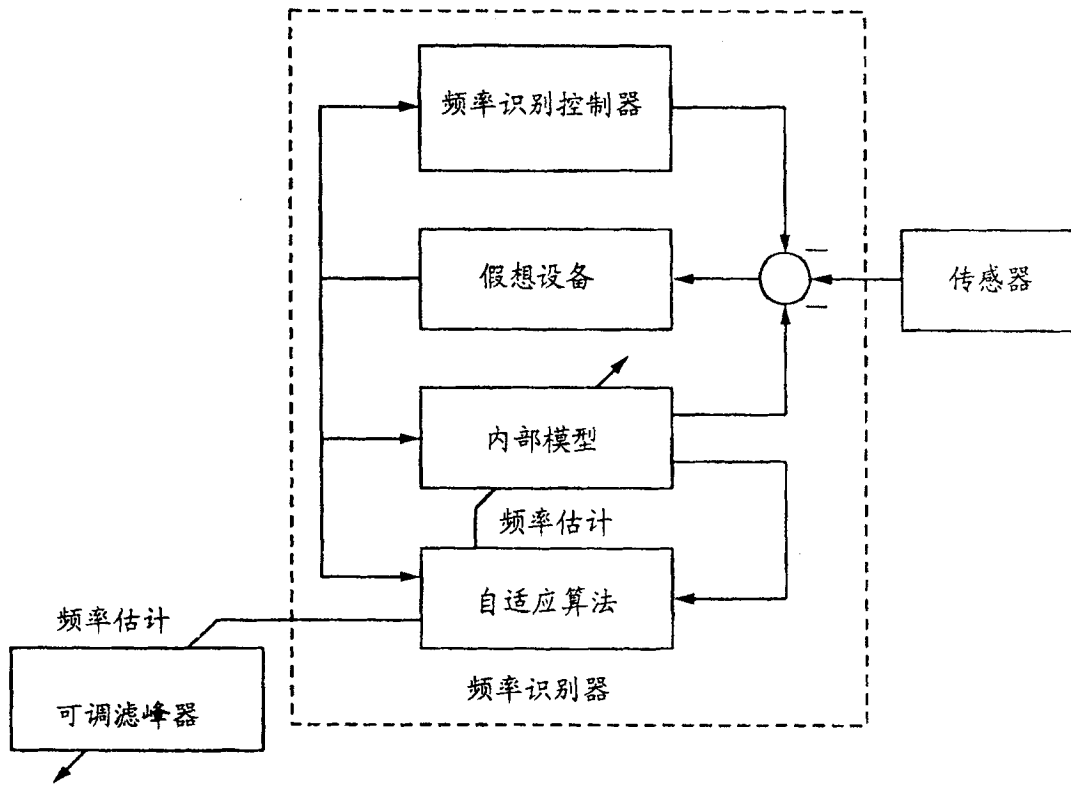


图 4

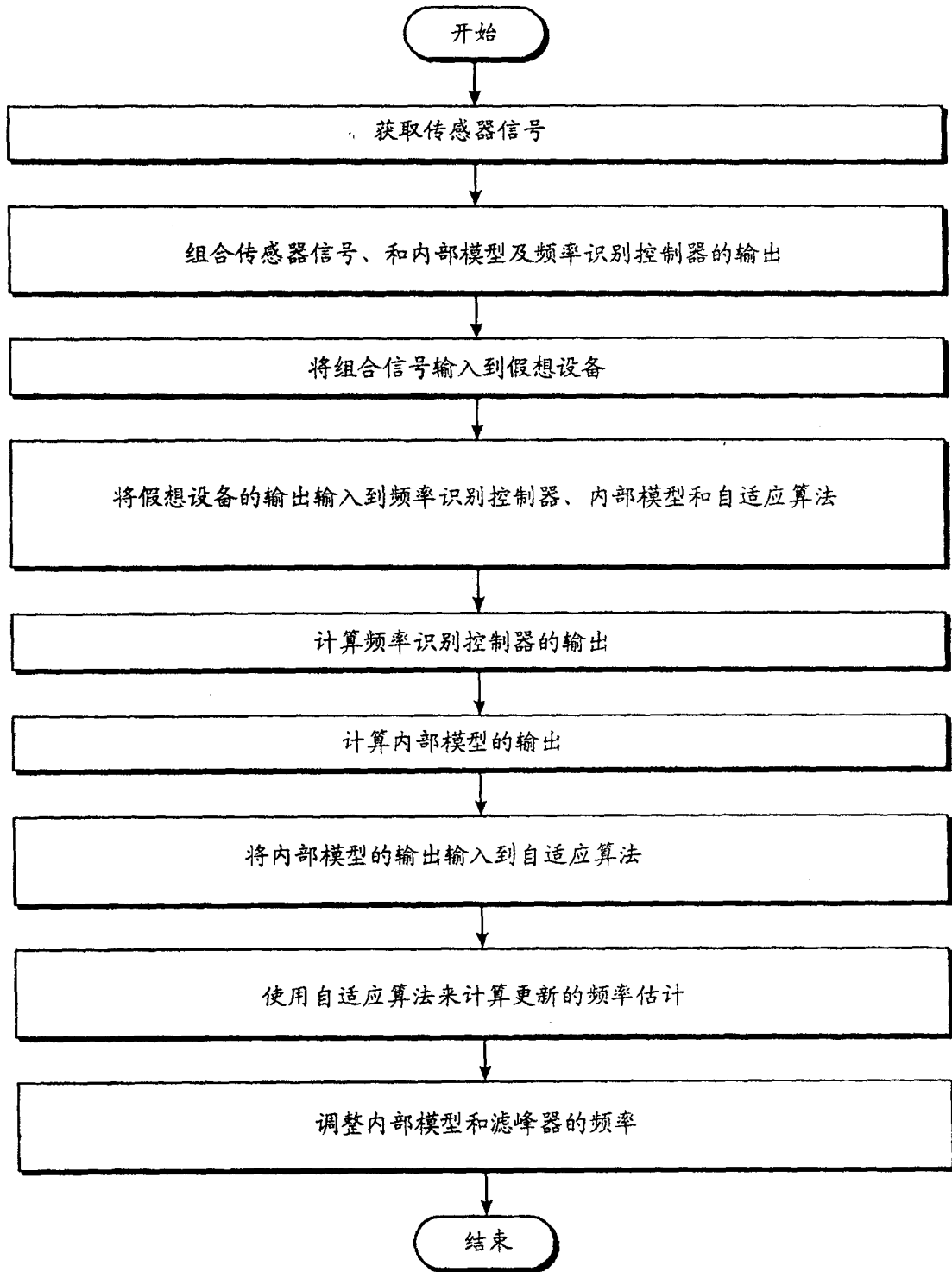


图 5

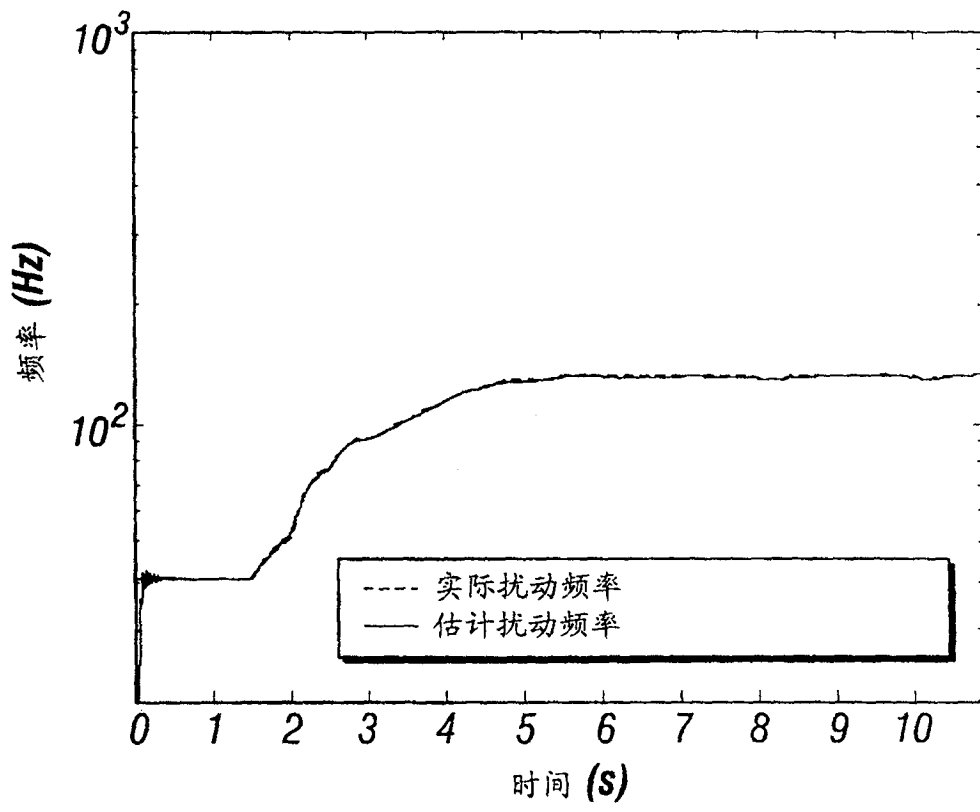


图 6A

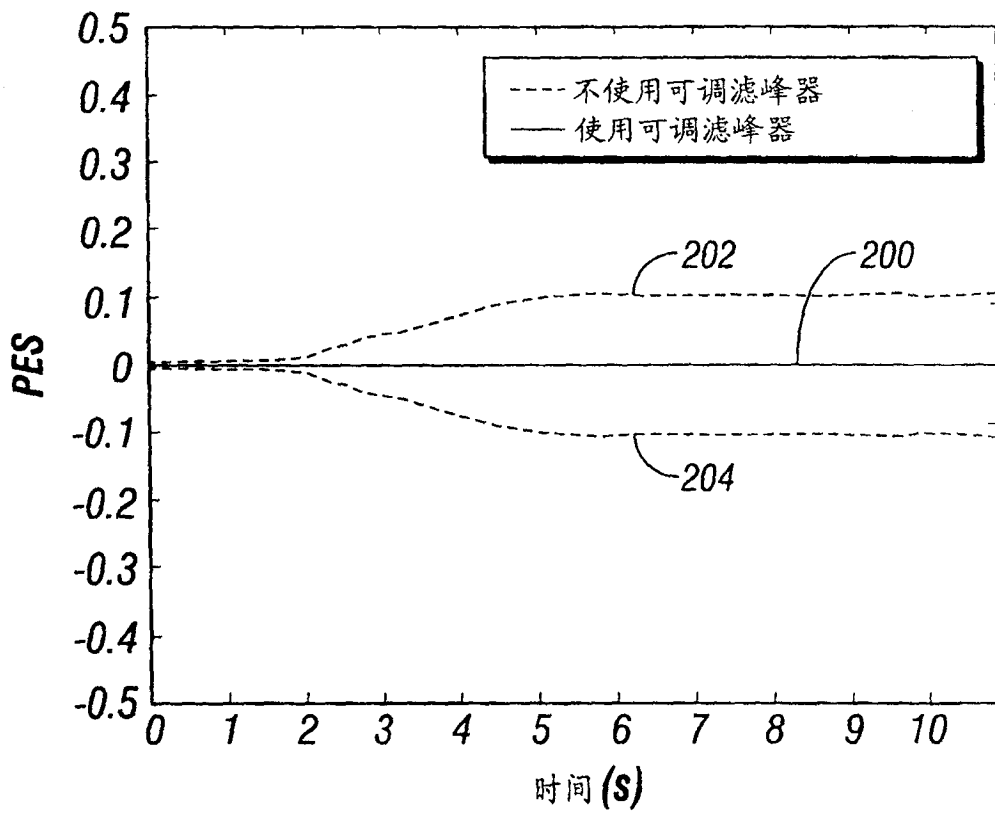


图 6B