

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G11B 5/58 (2006.01)

G11B 5/60 (2006.01)

G11B 5/012 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610129030.8

[45] 授权公告日 2008 年 8 月 6 日

[11] 授权公告号 CN 100409317C

[22] 申请日 2006.9.4

[21] 申请号 200610129030.8

[30] 优先权

[32] 2005.9.2 [33] JP [31] 2005-254817

[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 佐藤典明 川村正春 大泽丰三

大关秀纪 土本和成

[56] 参考文献

JP5-20635A 1993.1.29

US2004/0165311A1 2004.8.26

审查员 李 迪

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责
任公司

代理人 杨林森 谷惠敏

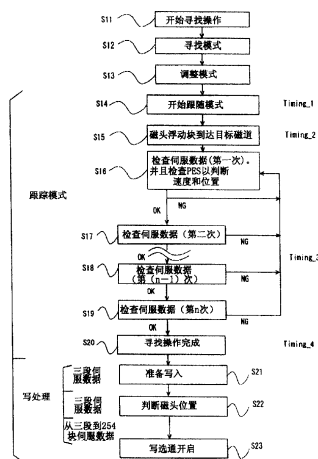
权利要求书 3 页 说明书 21 页 附图 7 页

[54] 发明名称

数据存储装置及其控制方法

[57] 摘要

本发明的目的是减少当通过使用介质来调节头元件和介质之间的间隙时头元件与介质碰撞的可能性，并且甚至在访问数据区的初始阶段就充分减少所述间隙。根据本发明的一个实施例的硬盘驱动器(HDD)在寻找模式被切换到跟随模式之后的特定时刻将加热器(124)从断开切换到接通。具体地，例如，在寻找操作完成时(Timing_4)，在头元件到达目标轨道的时刻(Timing_3)，或者在HDC/MPU(23)进入跟随模式的时刻(Timing_1)，接通加热器(124)，并且这种状态保持不变，直到对目标扇区进行访问为止。



1. 一种数据存储装置，包括：

浮动块，其在旋转介质之上浮动；

头元件，其位于所述浮动块；

控制器，其执行所述头元件的寻找操作以寻找目标轨道，并且以多个不同的控制模式执行所述寻找操作；以及

加热器，其位于所述浮动块，所述加热器在所述寻找操作的最后模式开始之后并且在所述头元件访问数据区之前被带入到接通状态，所述加热器持续保持在接通状态，直到所述头元件访问所述数据区为止，以便所述头元件通过热膨胀突出，以调节所述头元件和所述介质之间的间隙。

2. 根据权利要求1所述的数据存储装置，其中：

所述加热器在所述寻找操作进入所述最后模式的时刻被带入到接通状态，并且所述加热器持续保持在接通状态，直到所述头元件访问所述数据区为止。

3. 根据权利要求1所述的数据存储装置，其中：

所述加热器在所述头元件到达目标轨道的时刻被带入到接通状态，并且所述加热器持续保持在接通状态，直到所述头元件访问所述数据区为止。

4. 根据权利要求1所述的数据存储装置，其中：

所述加热器响应所述寻找操作的完成而被带入到接通状态，并且所述加热器持续保持在接通状态，直到所述头元件访问所述数据区为止。

5. 根据权利要求1所述的数据存储装置，其中：

在所述寻找操作中，所述控制器具有使用速度信息的速度控制模

式、使用位置信息的位置控制模式以及使用位置和速度信息的位置/速度控制模式；并且

所述最后模式为所述位置/速度控制模式。

6. 根据权利要求 1 所述的数据存储装置，其中：

持续保持在接通状态下向所述加热器供应的电流的值，与所述头元件从所述数据区读出数据时供应的加热器电流的值相同。

7. 一种用于数据存储装置的控制方法，所述控制方法包括以下步骤：

移动在旋转介质之上浮动的浮动块以执行位于所述浮动块的头元件的寻找操作，以便寻找目标轨道，并以连续切换的多个不同的控制模式执行所述寻找操作；以及

在所述寻找操作的最后模式开始之后并且在所述头元件访问数据区之前将加热器带入到接通状态，并将所述加热器持续保持在接通状态，直到所述头元件访问所述数据区为止，以便所述头元件通过热膨胀突出，以调节所述头元件和所述介质之间的间隙。

8. 根据权利要求 7 所述的方法，其中：

所述加热器在所述头元件进入所述最后模式的时刻切换到接通状态。

9. 根据权利要求 7 所述的方法，其中：

所述加热器在所述头元件到达目标轨道的时刻切换到接通状态。

10. 根据权利要求 7 所述的方法，其中：

所述加热器在所述头元件到达所述目标轨道之后的允许对所述数据区访问的时刻切换到接通状态。

11. 根据权利要求 7 所述的方法，其中：

所述寻找操作的所述控制模式包括寻找模式、调整模式和跟随模式，每个对应于离开所述目标轨道的距离，并且所述最后模式为所述跟随模式。

12. 根据权利要求 7 所述的方法，其中：

所述头元件从所述数据区读出数据时供应的加热器电流的值，大于写入数据时加热器电流的值；并且

持续保持的在接通状态下向所述加热器供应的电流的值，大于或等于所述头元件从所述数据区读出数据时供应的加热器电流的值。

13. 一种数据存储装置，包括：

头元件，其在旋转磁盘之上浮动；

控制器，其执行所述头元件的寻找操作以寻找目标轨道；以及

加热器，其位于所述头元件，在所述寻找操作开始之后，响应所述头元件到达离开所述目标轨道预定数目轨道的轨道，所述加热器被带入到接通状态，所述加热器持续保持在接通状态，直到所述头元件访问数据区为止，以便所述头元件通过热膨胀突出，以调节所述头元件和所述盘之间的间隙。

14. 根据权利要求 13 所述的数据存储装置，其中：

响应所述头元件到达离开所述目标轨道预定数目轨道的轨道，所述控制器切换所述寻找操作的控制模式。

15. 根据权利要求 13 所述的数据存储装置，进一步包括：

调节电路，用于调节向所述加热器供应的电流的量；

其中，所述控制器在控制所述寻找操作的同时命令所述调节电路如何向所述加热器供应加热器电流。

数据存储装置及其控制方法

技术领域

本发明涉及数据存储装置及其控制方法，并且更加具体地，涉及其中磁头装备有用于调节磁头和介质之间的间隙的加热器的数据存储装置，以及用于所述加热器的控制方法。

背景技术

使用诸如光盘、磁带和半导体存储器之类的各种类型介质的数据存储装置，在现有技术中是已知的。在它们之中，硬盘驱动器（在下文中称作 HDD）作为用于计算机的存储装置已变得流行到这样的程度，以致于它们对于今天的计算机而言不可缺少的存储装置之一。进一步，不限于计算机系统，HDD 因为其优越的性能而在应用方面越来越扩展。例如，HDD 用于移动图片记录/再现装置、汽车导航系统、蜂窝电话以及供数字照相机中使用的可移动存储器。

HDD 中使用的磁盘具有多个同心形成的数据磁道。向每个数据磁道写入每个都具有地址信息的多块伺服数据以及每个都包括用户数据的多个数据扇区。在伺服数据区之间写入多个数据扇区。根据伺服数据的地址信息，通过借助于枢轴移动的致动器支撑的磁头浮动块的磁头元件访问预期数据扇区，可以向数据扇区写入数据，或者从数据扇区读取数据。

为了改善磁盘的记录密度，重要的是减少磁盘和在磁盘之上浮动的磁头元件之间的间隙。因为这个原因，提议了用于调节所述间隙的一些机制。在所述机制的一个例子中，磁头浮动块包括加热器，并且通过借助于加热器加热磁头元件来调节间隙（例如，参考专利文件 1）。在这个说明书中，这被称作 TFC（热浮动高度控制）。根据 TFC，电

流被供应给加热器以生成热，其造成磁头元件 12 突出。这使得可以减少磁盘和磁头元件之间的间隙。

【专利文件 1】

日本专利公开号 5-20635

发明内容

磁头元件甚至在正常操作期间也能够作为热膨胀的结果而突出。在正常操作期间存在两种类型的磁头元件突出。一种是环境温度增加所造成的磁头元件突出；而另一种则是在写入数据时写元件的发热所造成的磁头元件突出。以电流供应线圈使写元件生成磁场，以便写入数据被写入到磁盘。因此，写元件通过它的写电流生成热。

在 HDD 设计中，为了防止磁头元件与磁盘碰撞，考虑到上述环境温度所造成的突出和写电流所造成的突出确定间隙。因此，例如，尽管在高温环境中可能实现充分的读性质，但是存在下述可能性：在低温环境中将不能实现充分的读性质。另外，因为从开始向写元件供应电流的时间点直到磁头元件突出为止需要适当长的时间，所以在某些情况下无法充分执行向某些数据扇区的首次写入。

TFC 不仅减少了磁头元件和磁盘之间的间隙，而且还提供了用于解决读性质降低的问题以及在写入数据开始时不良重写的问题的手段。另一方面，因为 TFC 使磁头元件比正常状态下更大地突出，所以很可能造成磁盘和磁头元件之间的碰撞。因此，对于 TFC 而言非常重要的就是控制通过向加热器供应电功率而使磁头元件突出的时刻。

当读取或写入数据时，如果在寻找操作之前向加热器供应电功率，则磁头元件在寻找操作之前突出。这导致在寻找操作中大量移动的磁头元件和磁盘之间碰撞的可能性大大增加。此外，如果接近于加热器的区域突出，则 ABS（空气承载表面）的性质变化。因此，存在下述

可能性：满足设计需要的浮动高度将无法在寻找操作期间保持恒定。另一方面，如果在开始从磁盘读取数据时或之后，或者在开始向磁盘写入数据时或之后，才接通加热器，则当最初访问数据扇区时，不可能实现充分的访问性质。因为这个，重要的是使磁头元件在访问第一数据扇区之前突出。

考虑到如上所述的情形设计了本发明。本发明的目的是，以用于通过使用加热器调节磁头和介质之间的间隙的技术，允许磁头更加精确地访问（读取或写入）数据区，并且减少磁头会与介质碰撞的可能性。

根据本发明的第一方面，提供了数据存储装置，其包括：浮动块，其在旋转介质之上浮动；头元件，其位于所述浮动块；控制器，其执行所述头元件的寻找操作以寻找目标轨道，并且以多个不同的控制模式执行所述寻找操作；以及加热器，其位于所述浮动块，所述加热器在所述寻找操作的最后模式开始之后并且在所述头元件访问数据区之前被带入到接通状态，所述加热器持续保持在接通状态，直到所述头元件访问所述数据区为止，以便所述头元件通过热膨胀突出，以调节所述头元件和所述介质之间的间隙。通过在寻找操作的最后模式开始之后并且在头元件访问数据区之前将加热器带入到接通状态，可以减少头元件和介质之间碰撞的可能性，并且还可以在头元件访问数据区时使头元件充分突出。

希望的是，在寻找操作进入最后模式时加热器被带入到接通状态，并且加热器持续保持在接通状态，直到头元件访问数据区为止。这使得可以可靠地保留头元件突出所需的时间。在另一种情况下，希望的是，在头元件到达目标轨道时加热器被带入到接通状态，并且加热器持续保持在接通状态，直到头元件访问数据区为止。这使得可以有效地平衡头元件碰撞可能性的降低和热膨胀所需时间的保留。在还有另一种情况下，希望的是，响应寻找操作的完成，加热器被带入到接通

状态，并且加热器持续保持在接通状态，直到头元件访问数据区为止。这使得可以进一步减少头元件会与介质碰撞的可能性。

希望的是，在寻找操作中，控制器具有使用速度信息的速度控制模式、使用位置信息的位置控制模式以及使用位置和速度信息的位置/速度控制模式。还希望最后模式是位置/速度控制模式。结果，可以有效地执行头元件的位置控制。另外，因为位置/速度控制模式使头元件的更加精确的位置控制成为可能，换言之，头元件能够更加精确地定位在目标轨道，所以可以实现有效的上述加热器控制。

希望的是，持续保持的接通状态下向加热器供应的电流的值，与头元件从数据区读出数据时供应的加热器电流的值相同。这使得可以使加热器控制更容易。

根据本发明的另一个方面，提供了用于数据存储装置的控制方法。这种控制方法包括以下步骤：移动在旋转介质之上浮动的浮动块以执行位于所述浮动块的头元件的寻找操作，以便寻找目标轨道，并以连续切换的多个不同的控制模式执行所述寻找操作；以及在所述寻找操作的最后模式开始之后并且在所述头元件访问数据区之前将加热器带入到接通状态，并将所述加热器持续保持在接通状态，直到所述头元件访问所述数据区为止，以便所述头元件通过热膨胀突出，以调节所述头元件和所述介质之间的间隙。

通过在寻找操作的最后模式开始之后并且在头元件访问数据区之前将加热器切换到接通状态，可以减少头元件和介质之间碰撞的可能性，并且还可以在头元件访问数据区时使头元件充分突出。

希望在头元件进入最后模式时将加热器切换到接通状态。在另一种情况下，希望在头元件到达目标轨道时将加热器切换到接通状态。在还有另一种情况下，希望在头元件到达目标轨道后允许访问数据区

时将加热器切换到接通状态。

希望的是，寻找操作的控制模式包括寻找模式、调整(settling)模式和跟随模式，每个都对应于从目标轨道的距离，并且最后模式是跟随模式。

希望的是，头元件从数据区读出数据时供应的加热器电流的值，大于写入数据时加热器电流的值，并且持续保持的接通状态下向加热器供应的电流的值，与头元件从数据区读出数据时供应的加热器电流的值相同。

根据本发明的还有另一个方面，提供了数据存储装置，其包括：头元件，其在旋转磁盘之上浮动；控制器，其执行所述头元件的寻找操作以寻找目标轨道；以及加热器，其位于所述头元件，在所述寻找操作开始之后，响应所述头元件到达离开所述目标轨道预定数目轨道的轨道，所述加热器被带入到接通状态，所述加热器持续保持在接通状态，直到所述头元件访问数据区为止，以便所述头元件通过热膨胀突出，以调节所述头元件和所述磁盘之间的间隙。

在开始寻找操作之后，通过响应头元件到达离开目标轨道预定数目轨道的轨道而将加热器带入到接通状态，可以减少头元件和介质之间碰撞的可能性，并且还可以在头元件访问数据区时使头元件充分突出。

希望的是，控制器响应头元件到达离开目标轨道预定数目轨道的轨道而切换寻找操作的控制模式。通过以加热器设置同步切换控制模式，可以有利于控制。此外，希望的是，数据存储装置进一步包含调节电路，用于调节向加热器供应的电流的量，并且控制器命令调节电路在控制寻找操作时如何向加热器供应加热器电流。借助于用于控制寻找操作的控制器控制加热器使更加容易和更加精确的控制成为可

能。

根据本发明，以用于通过使用加热器以使磁头突出来调节磁头和介质之间的间隙的技术，可以改善借助于磁头对数据区进行访问的可靠性，并且还可以减少介质和磁头之间碰撞的可能性。

附图说明

图 1 是示意性显示根据这个实施例的 HDD 如何构造为整体的方框图；

图 2 是示意性显示根据这个实施例的包括用于 TFC 的加热器的磁头浮动块的构造的横截面；

图 3 是显示根据这个实施例的寻找操作中使用的三个不同模式的示图，所述三个模式为寻找模式、调整模式和跟随模式；

图 4 是显示根据这个实施例的在向磁盘写入数据的写序列中接通加热器的时刻的流程图；

图 5 是显示根据这个实施例的在 HDC/MPU、R/W 通道、AE 和磁头浮动块之中传输的每个传输信号的方框图；

图 6 是显示根据这个实施例的图 5 中显示的写序列中的信号如何变化的时间图；

图 7 是显示根据这个实施例的图 5 中显示的读序列中的信号如何变化的时间图。

具体实施方式

下面来说明本发明的实施例。为了澄清解释，在以下说明和附图中，在适当的地方进行了省略和简化。还要注意的，相同的参考数字用于指示为附图所共有的相同元件，并且为了澄清解释，适当时省略冗余说明。

这个实施例的特性之一是能够借助于加热器调节磁头和介质之间间隙的数据存储装置中加热器的时刻控制。下面拿硬盘驱动器（HDD）

作为数据存储装置的例子来说明本发明的实施例。为了更加容易理解这个实施例的特性，首先，将示意性说明 HDD 的整体构造。图 1 是示意性显示根据这个实施例的 HDD 1 的整体构造的方框图。如图 1 所示，HDD 1 在密封外壳 10 中包括作为介质（记录介质）例子的磁盘 11、作为磁头例子的磁头浮动块 12、臂电子装置（AE）13、主轴电机（SPM）14、音圈电机（VCM）15 以及致动器 16。

HDD 1 进一步包括固定到外壳 10 外部的电路板 20。在电路板 20 上，提供了 IC，其包括读/写通道（R/W 通道）21、电机驱动器单元 22、包括硬盘控制器（HDC）和 MPU 的集成电路 23（在下文中被称作“HDC/MPU”）以及 RAM 24。顺便提及，为了实现，上述电路能够被集成为一个 IC，或者能够被分成多个各自的 IC。来自外部主机 51 的用户数据由 HDC/MPU 23 接收，通过 R/W 通道 21 和 AE 13 发送，然后由磁头浮动块 12 写入到磁盘 11。另一方面，磁盘 11 上存储的用户数据由磁头浮动块 12 读出。该用户数据通过 AE 13 和 R/W 通道 21 发送，然后从 HDC/MPU 23 输出到外部主机 51。

磁盘 11 固定到 SPM 14。SPM 14 以特定速度旋转磁盘 11。电机驱动器单元 22 根据从 HDC/MPU 23 发送的控制数据驱动 SPM 14。根据这个实施例的磁盘 11 在两个侧面上都具有记录表面。向记录表面中的每一个写入数据。为各个相关的记录表面提供磁头浮动块 12。每个磁头浮动块 12 都包含：浮动块，其在磁盘之上浮动；以及磁头元件，其固定到浮动块，并且将磁信号转换成电信号，或反之。根据这个实施例的磁头浮动块 12 包括用于热浮动高度控制（TFC）的加热器，其中，加热使磁头元件突出，以便调节磁头元件和磁盘 11 之间的间隙（浮动高度）。稍后将参考图 2 详细地说明磁头浮动块 12 的结构。

每个磁头浮动块 12 都固定到致动器 16 的尖端。致动器 16 连接到 VCM 15。致动器 16 关于枢轴回转移动，这使磁头浮动块 12 在磁盘 11 之上径向移动。电机驱动器单元 22 根据从 HDC/MPU 23 接收的控制数

据（称作 DACOUT）驱动 VCM 15。要注意的是，磁盘 11 的需要的数目为一个或多个，并且能够在磁盘 11 的一个侧面或两个侧面上形成记录表面。

AE 13 从多个磁头元件 12 之中选择用于访问磁盘 11 的一个磁头元件 12，并且以恒定增益放大（预放大）选择的磁头元件 12 所读取的读信号，然后将放大的信号传送到 R/W 通道 21。另外，AE 13 向选择的磁头元件 12 发送从 R/W 通道 21 接收的写信号。此外，AE 13 向加热器供应电流，并且起到用于调节电流量的调节电路的作用。这个实施例特征在于对用于加热的电流供应时刻的时刻控制。稍后将详细地说明这一点。

当向主机 51 传送用户数据时，R/W 通道 21 执行读处理。在读处理中，R/W 通道 21 放大从 AE 13 供应的读信号，以便振幅保持恒定，然后从获得的读信号中析取数据以执行解码处理。读出的数据包括用户数据和伺服数据。向 HDC/MPU 23 供应解码的读取的用户数据。

R/W 通道 21 执行从主机 51 传送的用户数据的写处理。R/W 通道 21 根据从 HDC/MPU 23 接收的控制信号执行写处理。在写处理中，R/W 通道 21 执行从 HDC/MPU 23 供应的写入数据的代码调制，然后将代码调制的写入数据转换成写入信号，并且将写入信号供应给 AE 13。

在 HDC/MPU 23 中，MPU 根据载入到 RAM 24 中的微代码操作。当 HDD 1 启动时，不仅作用于 MPU 的微代码，而且控制和数据处理所需的数据，从磁盘 11 或 ROM（未显示）中被载入到 RAM 24 中。HDC/MPU 23 执行数据处理所需的处理，例如读/写处理控制、命令执行顺序管理、借助于伺服信号的磁头元件 12 的定位控制（伺服控制）、接口控制以及缺陷控制，并且还执行 HDD 1 的总的控制。特别地，根据这个实施例的 HDC/MPU 23 执行读/写处理控制中的 TFC。

下一步，将说明根据这个实施例的 TFC 磁头浮动块的构造。图 2 是局部显示接近于磁头浮动块 12 的空气流出端面（拖尾侧端面）121 的区域的横截面。磁盘 11 在图 2 中从左向右旋转。磁头浮动块 12 包含磁头元件 122 和用于支撑磁头元件 122 的浮动块 123。要注意的是，根据这个实施例的 TFC 既能够施加到采用垂直磁记录的 HDD，又能够施加到采用纵向磁记录的 HDD。

磁头元件 122 从磁盘 11 读取磁数据并向磁盘 11 写入磁数据。磁头元件 122 包括读元件 32 和位于读元件 32 拖尾侧的写元件 31。写元件 31 是感应元件，其以电流流过写线圈 311 的方式在写线圈 311 和磁极片 312 之间生成磁场，以便向磁盘 11 写入磁数据。读元件 32 是磁阻元件。读元件 32 包括磁阻元件 32a，其具有磁各向异性。根据响应来自磁盘 11 的磁场而变化的电阻值，读元件 32 读出向磁盘 11 写入的磁数据。

借助于诸如电镀、溅射和抛光之类的薄膜形成过程，在构成浮动块 123 的氧化铝-碳化钛基片上形成磁头元件 122。磁阻元件 32a 夹在磁屏蔽 33a 和 33b 之间。写线圈 311 由绝缘膜 313 包围。另外，磁头元件 122 在写元件 31 和读元件 32 周围装备有保护层 34（例如由氧化铝制成）。因此，整个磁头元件 122 由保护层 34 保护。顺便提及，在面向磁盘 11 的空气轴承表面（ABS）35 上形成具有若干纳米厚的碳保护层，以便即使磁头元件 122 轻微地接触磁盘 11 短期时间也防止磁头元件 122 磨损，并且以便防止写元件 31 和读元件 32 腐蚀。

使用薄膜过程，接近于写元件 31 和读元件 32 形成由薄膜制成的电阻器所构成的加热器 124。在这个例子中，在与磁盘 11 相对的位置处的磁头元件 122 中形成加热器 124。例如，能够以这样的方式通过使用坡莫合金作为薄膜电阻器来形成加热器 124：具有 0.5mm 的厚度和 3 μm 的宽度的细线以间隙用氧化铝填充的方式弯曲成具有 60 μm 的深度和 60 μm 的宽度的区域。加热器 124 具有例如 50 Ω 的电阻。

当 AE 13 向加热器 124 施加电流时, 加热器 124 的热使接近于磁头元件 122 的区域以突出的形式变形。当加热器 124 未被加热时, 磁头浮动块 12 的 ABS 表面具有用符号 S1 指示的形状。作为磁头元件 122 和磁盘之间距离的间隙用符号 C1 指示。在图 2 中, 当加热器 124 被加热时发现的突出形状 S2 用虚线指示。当磁头元件 122 接近磁盘 11 时, 间隙 C2 小于间隙 C1。

加热器 124 被形成以在浮动方向上从磁头元件 122 隔开, 以便防止磁头元件 122 被热损坏。然而, 包围加热器 124 的材料的热膨胀被传送到磁头元件 122 的位置。结果, 包围磁头元件 122 的材料如此膨胀, 以致于磁头元件 122 接近磁盘 11。顺便提及, 图 2 是概念示图, 因此尺寸关系是不精确的。例如, 突出表面 S2 的形状对应于纳米级(若干纳米)突出的量。

根据这个实施例的 HDD 1 特征在于当磁头浮动块 12 访问目标扇区时供应用于 TFC 的加热器电流的时刻控制。如图 3 所示, 为了读或写, HDD 1 将磁头浮动块 12 从当前磁道 113a 或静止位置移动(寻找)到目标磁道 113b。顺便提及, 如果当前磁道与目标磁道相同, 则磁头浮动块 12 照原样定位在磁道处。

在磁盘 11 的记录表面上同心地形成多个磁道 113, 其每一个都在径向方向上具有特定宽度。沿着磁道中的每一个写入伺服数据和用户数据。一个磁道在伺服数据之间具有多个数据扇区。每个伺服数据不仅包括磁道地址和磁道中的扇区地址, 而且还包括用于将磁头浮动块 12 定位在每个磁道的脉冲模式。在寻找操作期间, 磁头浮动块 12 移动, 同时读出每个伺服数据, 并且 HDD 1 借助于已读出的这种伺服数据控制寻找操作。

在开始寻找操作以寻找目标磁道 113b 之后, 在磁头浮动块 12 (磁

头元件 122) 到达目标扇区之后并且在开始访问目标扇区(开始数据的读取或写入)之前的特定时刻, 根据这个实施例的 HDD 1 接通加热器 124(开始供电)。在那之后, 持续向加热器 124 供电, 以便磁头元件 122 在开始数据的读取或写入时充分突出。结果, 甚至在第一访问扇区的情况下, 也可以可靠地读取或写入数据。

另一方面, 当磁头浮动块 122 以高速在磁道之间移动时, 存在下述增加的可能性: 磁头元件 122 与磁盘 11 的碰撞会发生。因此, 希望使磁头元件 122 不要尽可能多地突出。在开始寻找操作之后, 当磁头浮动块 12 从离开目标磁道特定数目磁道的磁道访问目标扇区时, 根据这个实施例的 HDD 1 接通加热器 124。这使得可以减少磁头元件 122 会与磁盘 11 碰撞的可能性, 并且还可以通过 TFC 可靠地读取/写入从第一访问扇区开始的数据。

作为特别希望的模式, 在 HDD 1 进入寻找操作中的跟随模式之后, 根据这个实施例的 HDD 1 接通加热器 124。在访问目标扇区时, HDC/MPU 23 典型地将磁头浮动块 12(磁头元件 122) 从当前磁道移动到目标磁道(寻找)。然后, HDC/MPU 23 将磁头浮动块定位在目标磁道。当到达目标扇区时, 磁头浮动块 12 向目标扇区写入数据(写), 或者从目标扇区读出数据(读)。

在寻找操作中, HDC/MPU 23 具有彼此不同的多个控制模式。更加具体地, HDC/MPU 23 具有三个控制模式: 寻找模式、调整模式和跟随模式。寻找模式涉及速度控制, 其在保持到目标扇区的距离的基础上控制寻找速度。调整模式涉及位置控制, 其在目标扇区的位置和磁头浮动块的当前位置之间的差的基础上控制磁头浮动块 12 的移动。此外, 跟随模式既使用位置控制又使用速度控制, 以累积磁头浮动块 12 的速度误差。然后, 误差乘以系数以确定值。以当前位置通过这个值校正的方式, 控制磁头浮动块 12 的位置。

在寻找模式中的控制下，HDC/MPU 23 开始从当前磁道 113a 移动磁头浮动块 12。当磁头浮动块 12 到达离开目标磁道 113b 预定距离的磁道时，HDC/MPU 23 将控制模式从寻找模式切换到调整模式。

当磁头浮动块 12 进一步接近目标磁道 113b 并因而到达其从目标磁道 113b 的距离（磁道数目）被预先确定的磁道时，HDC/MPU 23 响应所述到达而将控制模式从调整模式切换到跟随模式。在那之后，在跟随模式中的控制下，磁头浮动块 12 到达目标磁道 113b，然后定位在目标磁道 113b。在磁头浮动块 12 到达目标磁道 113b 之后，进一步需要若干伺服扇区，直到磁头浮动块 12 放置在能够读/写数据的位置处为止，换言之，直到控制磁头浮动块 12 以便允许磁头浮动块 12 读/写数据为止。在磁头浮动块 12 被控制以放置在能够读/写数据的位置（状态）的时刻，寻找操作完成（寻找完成）。

这样一来，在寻找模式被切换到作为寻找操作中最后模式的跟随模式之后的特定时刻，根据这个实施例的 HDD 1 就开始向加热器 124 供应电流。换言之，HDD 1 将加热器 124 从断开切换到接通。只要涉及磁头寻找，如果在寻找操作开始之前或者正好在寻找操作开始之后太早时接通加热器 124，并且向加热器 124 持续供电直到写入数据为止，则磁头浮动块 12（磁头元件 122）的突出会与磁盘 11 碰撞的可能性增加。具体地，在跟随模式开始之前（直到寻找模式和调整模式完成为止），磁头浮动块 12 的移动距离长。因此，存在下述高可能性：磁头浮动块 12 的突出与磁盘 11 碰撞。

与此形成对照，在将寻找模式变成跟随模式之后，通过将加热器 124 从断开切换到接通以持续向加热器 124 供电以便磁头元件 122 突出，可以有效地防止磁头元件 122 在寻找操作中与磁盘 11 碰撞，要不然很可能受损。

这里，如上所述，对于接通加热器 124 的时刻的设置，重要的是，

磁头元件 122 在磁头浮动块 12 到达第一目标扇区时通过热膨胀而充分突出。这使得可以防止包括第一目标扇区的若干扇区被不充分地重写。因此，即使在访问第一目标扇区之前立即接通加热器 124，也存在下述可能性：将不能实现充分的突出量。

因为这个原因，下面将详细地说明在跟随模式中接通加热器 124 的时刻。参考图 4 来说明在数据写入序列中执行的控制。一旦从主机 5 接收到写命令，HDC/MPU 23 就开始磁头浮动块 12 从当前磁道或缩回位置朝向目标磁道的寻找操作（S11）。顺便提及，如下将要说明的是写入数据的情况。然而，同样在读取数据的情况下，在到达目标扇区之前的处理是相同的。

在开始寻找操作时，HDC/MPU 23 在寻找模式下移动磁头浮动块 12（S12）。当磁头浮动块 12 接近目标磁道并因而到达离开目标磁道预定数目磁道的磁道时，控制模式从寻找模式切换到调整模式（S13）。例如，在磁头浮动块 12 到达离开目标磁道 100 个磁道的磁道时，HDC/MPU 23 从寻找模式切换到调整模式。

在磁头浮动块在调整模式下移动之后，在磁头浮动块到达离开目标磁道预定数目磁道的磁道时，HDC/MPU 23 从调整模式切换到跟随模式（S14）。例如，当磁头浮动块到达离开目标磁道 5 个磁道的磁道时，HDC/MPU 23 开始跟随模式。

在跟随模式中的控制下，当磁头浮动块 12 到达目标磁道时（S15），HDC/MPU 23 检查伺服数据，以判断磁头浮动块是否处于允许写入的状态（S16 到 S19）。更加具体地，借助于磁头元件 122 读出的位置信号（位置误差信号（PES））的值，HDC/MPU 23 判断磁头浮动块 12 的速度（磁头速度）和从目标磁道的距离（磁头位置）中的每一个是否在基准范围（允许写入的范围）之内。位置信号能够通过伺服数据和脉冲的地址数据确定。磁头速度能够从位置信号的差确定。

如果磁头速度和磁头位置中的每一个连续落在基准范围之内 N 次（N 个连续伺服数据），则 HDC/MPU 23 判断 HDC/MPU 23 处于允许写入的状态。然后，寻找操作完成（S20）。如果伺服数据没有落在这些条件范围中的一个（换言之，磁头速度或磁头位置）之内，则 HDC/MPU 23 从第一伺服数据检查重复处理。次数 N 根据设计设置在适当的值。

寻找操作一完成（S20），HDC/MPU 23 就执行用于写入的预备处理（S21），然后在等待到达第一目标扇区之前，读出伺服数据的地址数据（格雷(gray)码），以判断磁头位置是否在目标磁道之内（S22）。典型地，用于写入的预备处理（S21）需要相当于 3 块伺服数据的时间长度；并且需要相当于 3 块伺服数据的时间长度以判断磁头位置是否在磁道位置的范围之内（S22）。当磁头浮动块 12 到达第一目标扇区时，用于将 R/W 通道 21 设置在写模式的写入门信号被设置断定，以便向磁盘 11 写入数据。

为了在判断磁头位置（S22）之后的最早时刻进行写入，典型地设置相当于 3 块伺服数据的时间长度。因此，如果目标磁道具有 256 块伺服数据，则在判断磁头位置（S22）之后，在对应于从 3 块到 254 块伺服数据的范围的时间流逝之后，磁头浮动块 12 到达目标扇区。

在上述写入序列中，在进入跟随模式（S14）之后，根据这个实施例的 HDC/MPU 23 在任意时刻接通加热器 124。另外，如果所述时刻是在开始写入处理（S21）之后，则无法充分提供通过加热器 124 的加热时间，所以存在磁头元件 122 不会充分突出的可能性。因此，在从开始跟随模式（S14）到完成寻找操作（S20）变动的任意时刻，开始向加热器 124 供电。

希望的时刻之一是当寻找操作结束时（S20）（Timing_4）。因为

甚至在完成寻找操作之后也提供相当于若干伺服扇区的时间长度（S21 到 S23），所以如果可以在这段时间之内实现通过加热器 124 的充分加热，那么就可以大大减少磁头元件 122 会与磁盘 11 碰撞的可能性。因此 HDC/MPU 23 响应寻找操作的完成而接通加热器 124。因为寻找操作结束，所以磁头浮动块 12 被定位，这使得可以进一步减少磁头元件 122 会与磁盘 11 碰撞的可能性。

在另一种情况下，作为另一种希望的模式，HDC/MPU 23 响应到达目标磁道（Timing_3）而接通加热器 124。因为这个时刻在完成寻找操作之前，所以可以提供磁头元件 122 在其期间突出的更长时期的时间，另一方面，因为磁头浮动块 12 已经到达目标磁道，所以同样可以减少与磁盘 11 碰撞的可能性。这样一来，两个不同的需求就相互平衡。更加优选地，响应 HDC/MPU 23 进入跟随模式的时刻（Timing_1），HDC/MPU 23 开始向加热器 124 供电。因为 HDC/MPU 23 处在跟随模式下，所以磁头浮动块 12 没有在磁盘 11 之上大量移动。因此，磁头元件 122 会与磁盘 11 碰撞的可能性低。此外，特别地，在写入数据之前，可以可靠地提供磁头元件 122 在其期间膨胀和突出的足够长的时间。

在还有另一种情况下，也可以在判断磁头位置和磁头速度的判断步骤（S16 到 S19）期间的时刻（Timing_2）接通加热器 124。这样一来，与其中通过用定时器测量时间来控制加热器 124 的技术相比，通过在改变控制时接通加热器 124，可以容易地控制向加热器 124 供电的时刻。

这里，不管寻找模式，也可以响应磁头浮动块 12 到达离开目标磁道预定数目磁道（包括 0）的磁道而接通加热器 124。另外，对于开始寻找操作之后和在上述时刻接通加热器 124 之前的一段时间，希望加热器 124 总是保持断开状态以避免磁头元件 122 的碰撞。然而，加热器 124 也可以断断续续地接通例如在其期间读出伺服数据的一段时间。

这里，将说明向加热器 124 供应的电流的量。磁头元件 122 不仅通过加热器 124 生成的热突出，而且还通过写元件的焦耳热突出。因此，希望的是，在从磁盘 11 读出数据的时间点和向磁盘 11 写入数据的时间点之间的一段时间期间，HDC/MPU 23 改变将要向加热器 124 供应的电流的量。更加具体地，当向写元件供应写电流以向磁盘 11 写入数据时，HDC/MPU 23 以其量小于读出数据时电流量的电流供应加热器 124，以便减少其热值。在另一种情况下，HDC/MPU 23 当写入数据时停止向加热器 124 供应电流。结果，由写元件 31 和加热器 124 两者造成的磁头元件 122 的突出量变得适当。

与此形成对照，作为在对目标扇区进行访问之前（进行实际读取或写入之前）使磁头元件 122 突出的将要向加热器 124 供应的电流的值，如参考图 5 所述，相同的值既能够用于读处理，又能够用于写处理。另外，希望电流的量（电功率的量）大于或等于读出数据时电流的量。这使得可以使磁头元件 122 在进行访问之前迅速突出。此外，通过使访问目标扇区之前向加热器供应的电流的量等于实际读出数据时电流的量，可以有利于控制。

更加具体地，读元件 32 并不以与写元件 31 相同的方式在读序列中发热。因此，读元件 32 在将要向加热器供应的电流保持在相同值的状态下从磁盘 11 读出数据。这样一来，通过使从磁盘 11 读出数据时的加热器电流的值等于到达将要访问的扇区之前时的加热器电流，可以适当调节磁头元件 122 的突出量，并且以更高的效率执行加热器 124 的控制（TFC）。

在写序列中，为了在向写元件 31 供应写电流之前使磁头元件 122 充分突出，如上所述供应大数量的加热器电流。另外，当开始供应用于写入数据的写电流时，降低向加热器 124 供应的电流的量，或者停止供应以断开加热器 124。这使得可以防止磁头元件 122 过分突出。

这里，如上所述，热膨胀造成的磁头元件 122 的突出的量取决于环境温度而变化。因此，希望根据环境温度改变加热器电流。更加具体地，在高温带中，使加热器电流比低温带中更低（包括使加热器电流的值为 0）。这使得可以防止磁头元件 122 作为磁头元件 122 在高温下突出过度量的结果而与磁盘 11 碰撞。

在另一种情况下，可以响应环境温度而改变接通加热器 124 的时刻。更加具体地，HDD 1 包含诸如热敏电阻器之类的温度传感器。温度传感器响应检测的温度来控制加热器电流。例如，将温度带分成三段：低温、中温和高温。每段与接通加热器以供应加热器电流的时刻相关联。

在低温下，HDC/MPU 23 在跟随模式开始时接通加热器 124；在中温下，HDC/MPU 23 在磁头元件到达目标磁道时接通加热器 124；而在高温下，HDC/MPU 23 则在寻找完成时接通加热器 124。在另一种情况下，也可以这样配置：在高温下不供应加热器电流。顺便提及，在上述说明中，描述了寻找操作中的 TFC。然而，如果当前磁道与目标磁道一致，例如，为了等待直到磁头元件 122 充分突出为止，希望等待对数据区的访问（读取或写入）相当于一圈的时间长度。

下一步，将具体说明根据这个实施例中的 TFC 的 HDD 1 中执行的信号处理。如上所述，HDC/MPU 23 执行 TFC（加热器 124 的控制）。图 5 显示了在 HDC/MPU 23、R/W 通道 21、AE 13 和磁头浮动块 12 之中传输的传输信号。图 6 是显示涉及写序列的传输信号的时间图；而图 7 则是涉及读序列的传输信号的时间图。顺便提及，这些时间图示意性显示了每个信号如何变化，因此时间图并没有正确地反映 HDD 中的实际时刻。

如图 5 所示，HDC/MPU 23 向 R/W 通道 21 输出控制信号。控制

信号为写选通信号（Write_Gate）、读选通信号（Read_Gate）和伺服选通信号（Servo_Gate）。写选通信号（Write_Gate）是控制向磁盘 11 写入用户数据的信号（写命令）。当写选通信号进入接通状态（写选通开通）时，R/W 通道 21 设置在写模式，并因而向磁盘 11 写入数据。

读选通信号（Read_Gate）是控制从磁盘 11 读取用户数据的信号（读命令）。当读选通信号进入接通状态（读选通开通）时，R/W 通道 21 设置在读模式，并因而从磁盘 11 读出用户数据。同样地，伺服选通信号（Servo_Gate）是控制从磁盘 11 读取伺服数据的信号。根据该命令从磁盘 11 读出伺服数据。

磁头浮动块 12 读出伺服数据或用户数据。AE 13 放大输出的数据信号（Data_Signal）。然后将放大的数据信号传输到 R/W 通道 21。R/W 通道 21 执行特定的信号处理以生成伺服数据（Servo_Data）或读取的用户数据（Read_Data），它们然后被传输到 HDC/MPU 23。另外，R/W 通道 21 执行从 HDC/MPU 23 接收的用户写入数据（Write_Data）的信号处理。然后 R/W 通道 21 将用户写入数据作为数据信号（Data_Signal）输出到 AE 13。AE 13 在向磁头浮动块 12 输出数据信号之前放大数据信号。

HDC/MPU 23 从获得的伺服数据确定将要向 VCM 供应的电流的值，然后向电机驱动器单元 24 输出 DACOUT，其为显示该值的数据。电机驱动器单元 24 响应获得的 DACOUT 而以 VCM 电流供应 VCM 15。

此外，HDC/MPU 23 访问 AE 13 的寄存器组 131，以执行 TFC 的模式设置和电流设置。AE 13 具有用于降低电功率的节电模式（在下文中被称作“备用模式”）。当 HDC/MPU 23 在寄存器 A 中存储数据时，在备用模式和正常操作模式之间切换操作。在备用模式下，AE 13 停止向读元件 32 供应偏流；在正常操作模式下，AE 13 向读元件 32 供应偏流。

另外,这个例子中的 AE 13 进一步包含两个寄存器, HDC/MPU 23 通过它们设置加热器 124 的电流的值(电功率的量: TFC 功率)。寄存器 B 存储指示向磁盘 11 写入数据时加热器电流值的数据(TFC_Current_Data(Write));而寄存器 C 则存储指示从磁盘 11 读出数据时加热器电流值的数据(TFC_Current_Data(Read))。到达将要访问的扇区之前的加热器电流,与读出数据时加热器的电流值(寄存器 C 的值)相同。另外, HDC/MPU 23 向 AE 13 输出写选通信号(Write_Gate)。

在备用模式断开中,亦即,在正常操作模式期间,当写选通信号(Write_Gate)处于断开(关闭)状态时, AE 13 供应寄存器 C 中设置的加热器电流。更加具体地,当读出用户数据或伺服数据时,备用模式断开,并且写选通信号断开。此外,为了使磁头元件 122 充分突出, HDC/MPU 23 在对目标扇区进行访问之前的上述时刻将 AE 13 带入到这种状态。通过备用设置数据控制加热器 124 的接通/断开切换。

另一方面,在备用模式断开中,亦即,在正常操作模式期间,当写选通信号(Write_Gate)处于接通(开通)状态时, AE 13 供应寄存器 B 中设置的加热器电流。因为写选通信号(Write_Gate)处于接通状态,所以在这期间向磁盘 11 写入数据。因此,写电流流过写线圈 331。

如图 6 中显示的写序列的时间图所示,对于在其期间以伺服选通(Servo_Gate)接通(备用断开)的方式从磁盘 11 读出伺服数据的一段时间,包括寻找时间, AE 13 以其值设置在寄存器 C 中的加热器电流供应磁头浮动块 12。在寻找操作中,伺服读取时期期间的供电没有使磁头元件 122 显著突出。

在时刻 A, AE 13 开始供应其值存储在寄存器 C 中的加热器电流(大)。作为对它的响应,磁头元件 122 的突出的量逐渐增加。在那之后,寄存器 C 中存储的电流值保持不变,直到响应作为到达第一目

标扇区的结果进入接通状态的写选通（Write_Gate）而开始数据写入为止。结果，突出的量保持在饱和值。响应开始数据写入（写选通接通），AE 13 供应其值存储在寄存器 B 中的加热器电流。如图 6 所示，考虑到写电流造成的磁头元件 122 的突出，基于寄存器 B 的值的电流值（小）小于寄存器 C 的电流值（大）。然后，如果写选通接通（换言之，当向写元件 31 供应写电流时），则 AE 13 供应寄存器 B 的电流值。在其他时间段的情况下，具体地，在读出伺服数据期间，供应寄存器 C 的电流值。

HDC/MPU 23 将寄存器 B 和寄存器 C 设置在 0 或对应于环境温度的值。希望设置每个寄存器的时刻为紧接着寻找操作开始之前。如这个例子所示，作为以两个寄存器提供 AE 13 的结果，HDC/MPU 23 能够响应读处理或写处理而控制加热器电流。

作为另一种模式，可以以另一个寄存器（在下文中被称作“寄存器 D”）提供 AE 13。这个寄存器 D 是用于加热器 124 的接通/断开控制的寄存器。更加具体地，寄存器 D 存储以下信息中的任何一个：指示加热器 124 处于断开状态的数据；指示寄存器 B 并且指示加热器 124 处于接通状态的数据；以及指示寄存器 C 并且指示加热器 124 处于接通状态的数据。根据寄存器 D 中存储的数据，AE 13 停止向加热器 124 供应电流，或者以其值存储在寄存器 B 或 C 中的加热器电流供应加热器 124。

换言之，通过在加热器 124 的切换时刻将上述数据中的任何一块存储在寄存器 D 中，HDC/MPU 23 控制通过 AE 13 执行的加热器电流的供应。HDC/MPU 23 在开始寻找操作之前设置寄存器 B 和寄存器 C 的值。这些值保持不变，直到写或读序列结束为止。顺便提及，AE 13 的这种寄存器配置也能够以类似方式应用于下述读序列。

下一步，将参考图 7 说明读序列中的 TFC。信号之中的关系与写

序列中的类似。读偏流 (Read Bias) 响应 AE 13 的备用模式和正常操作模式之间的切换而变化。另外, 在寻找操作中, 对于在其期间伺服选通接通的一段时间, AE 13 以其值 (大) 存储在寄存器 C 中的电流供应加热器 124。这没有使磁头元件 122 进行显著大的突出。在时刻 A, AE 13 开始供应其值 (大) 存储在寄存器 C 中的电流, 然后继续供应该电流, 直到读选通 (Read Gate) 进入接通状态为止。作为对它的响应, 磁头元件 122 的突出的量逐渐增加, 并且到达其饱和值。甚至在读选通进入接通状态开始从磁盘 11 读取数据之后, AE 13 也供应其值存储在寄存器 C 中的电流, 以便磁头元件 122 的突出的量保持在饱和值。

到现在为止, 拿优选实施例作为例子说明了本发明。然而, 本发明并不限于上述实施例。本领域技术人员将能够容易地在本发明的范围之内对上述实施例的每个要素进行修改、添加和改变。例如, 同样可以根据这个实施例的 TFC 应用于装备有仅包括读元件或写元件的磁头浮动块的 HDD。

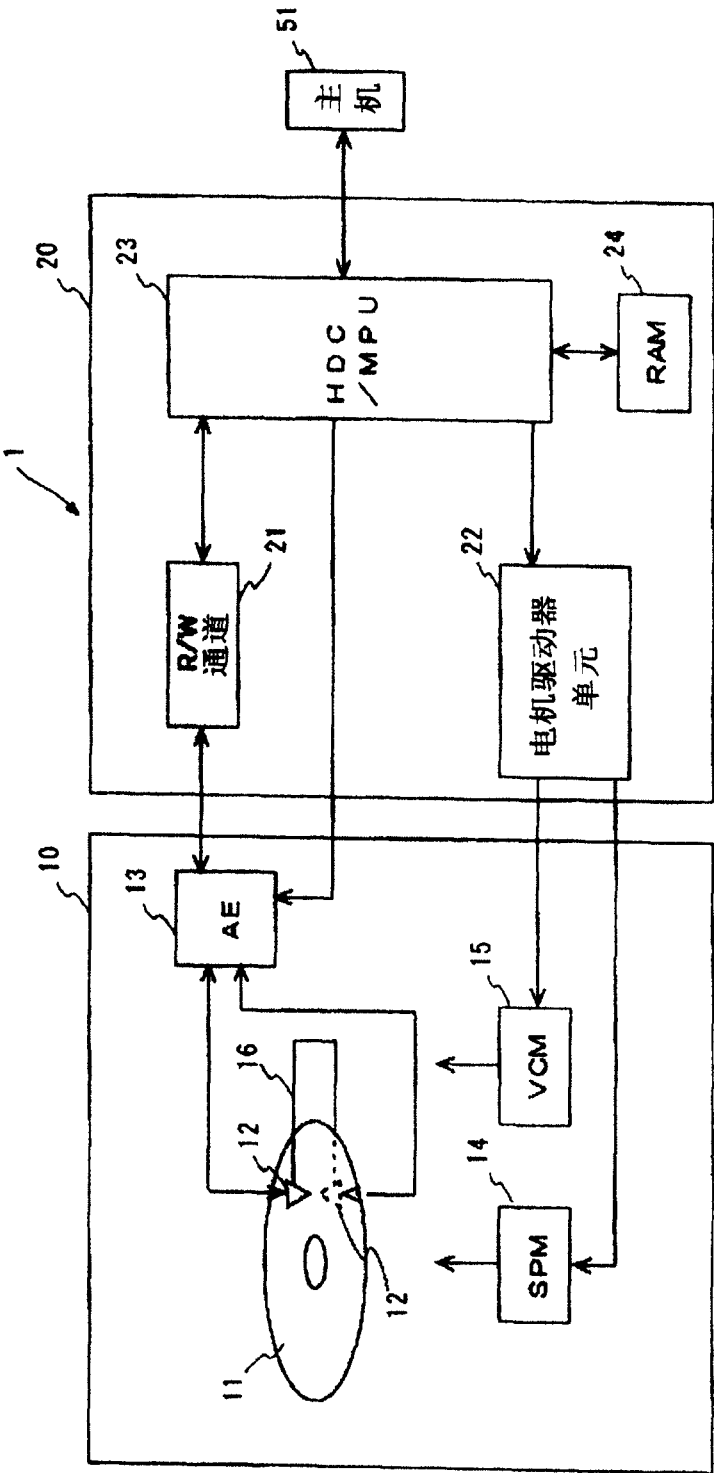


图1

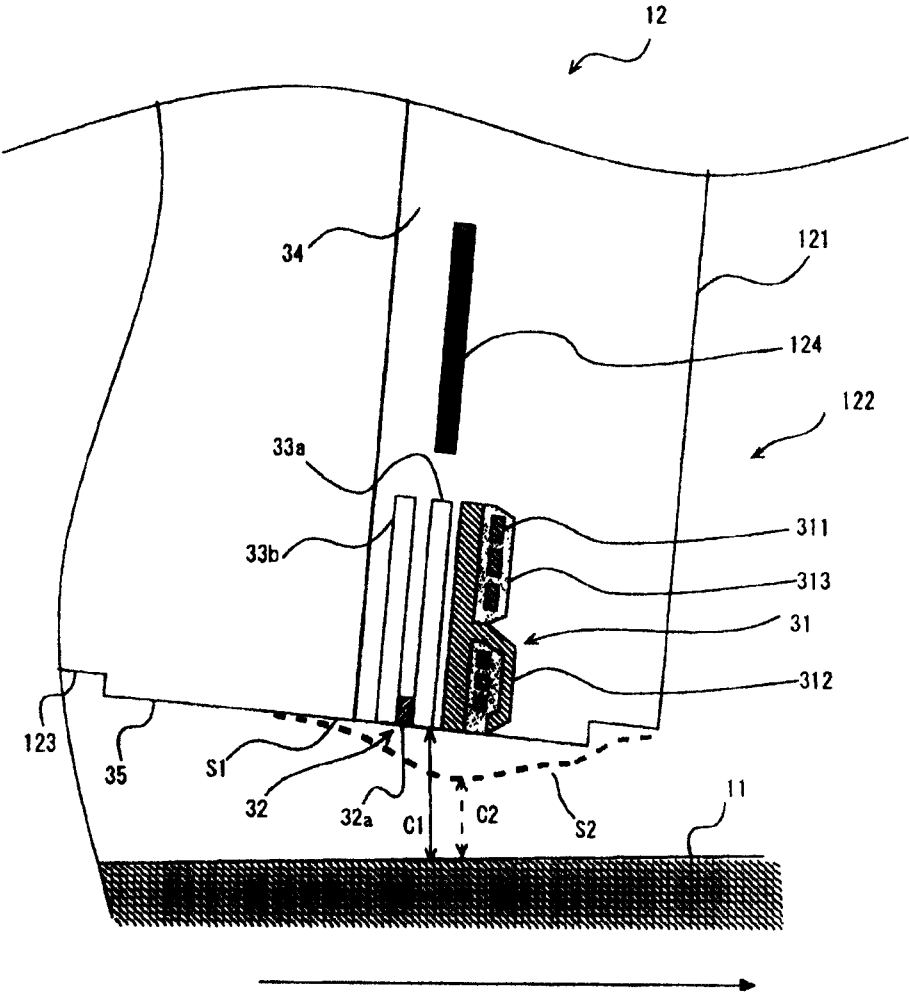


图2

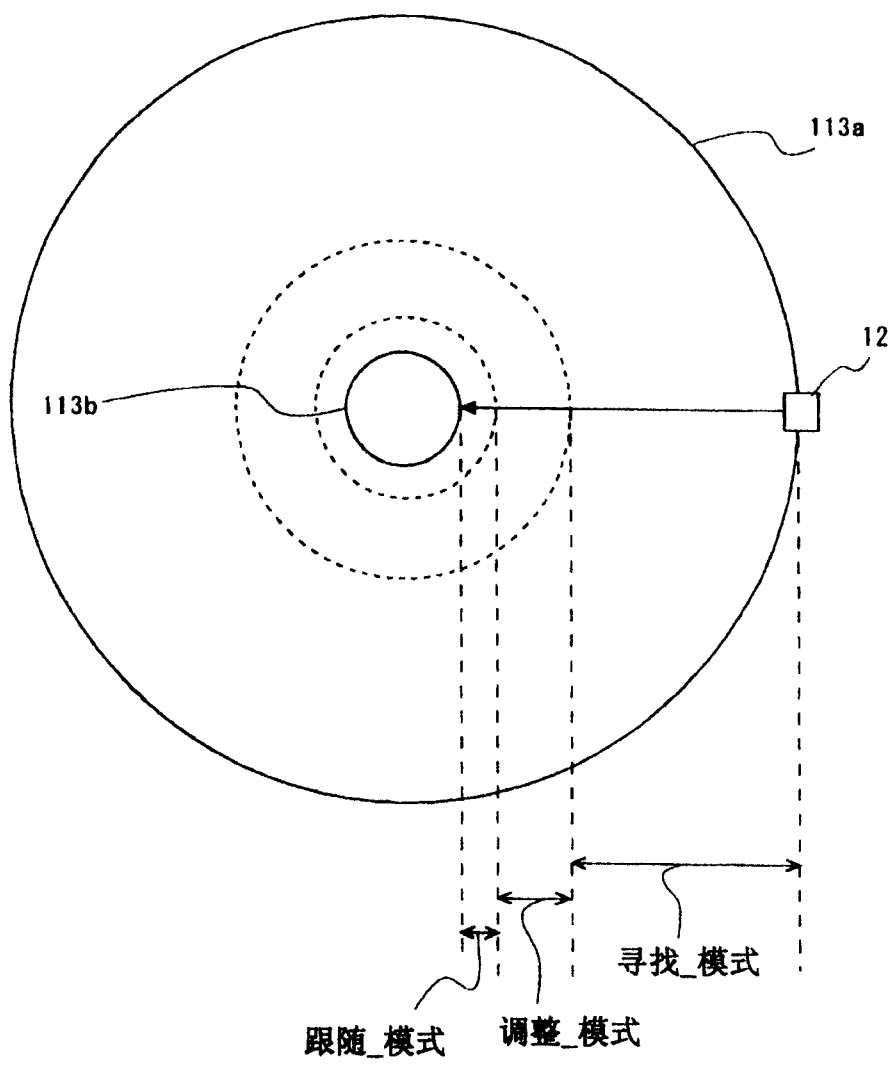


图3

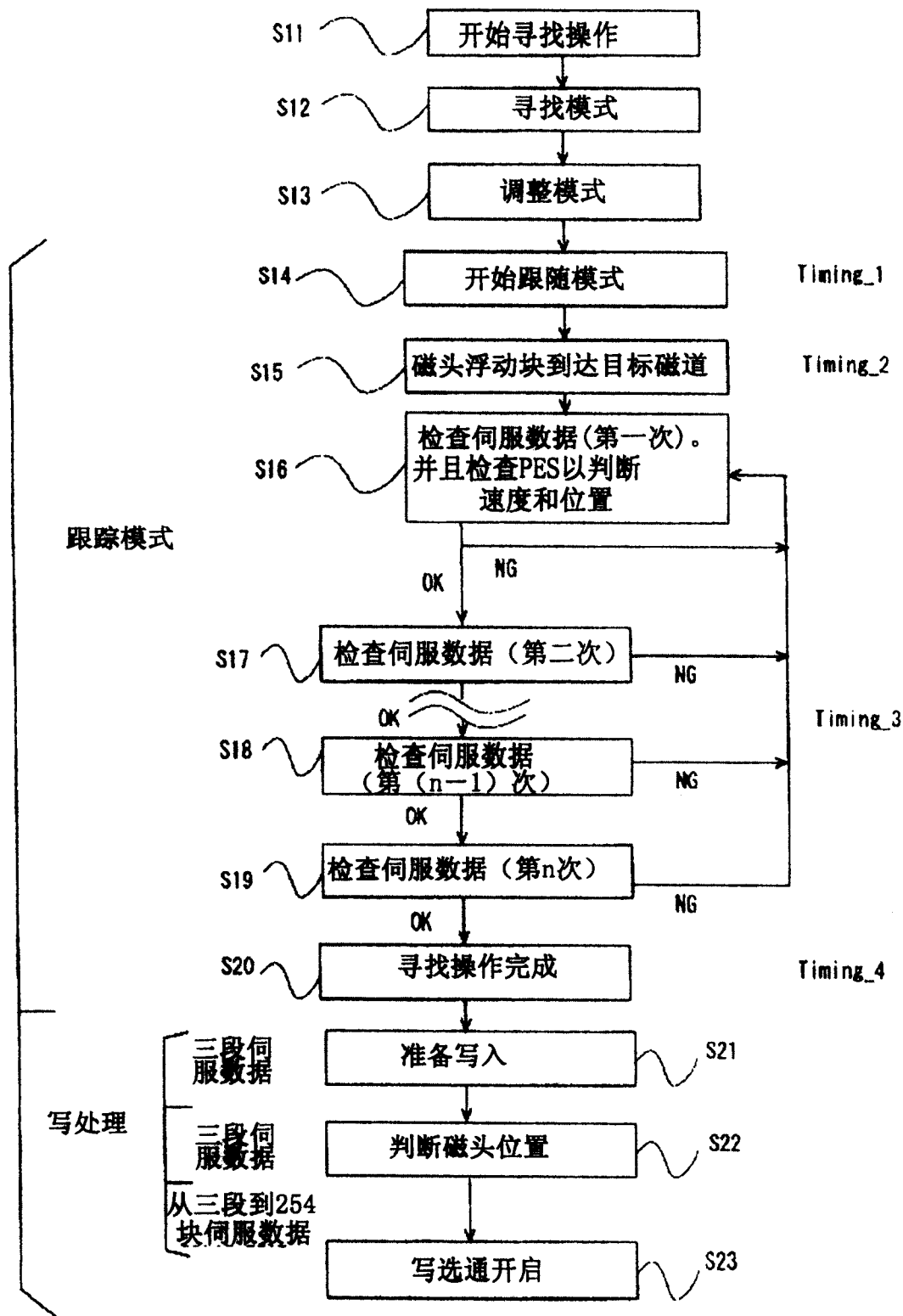


图4

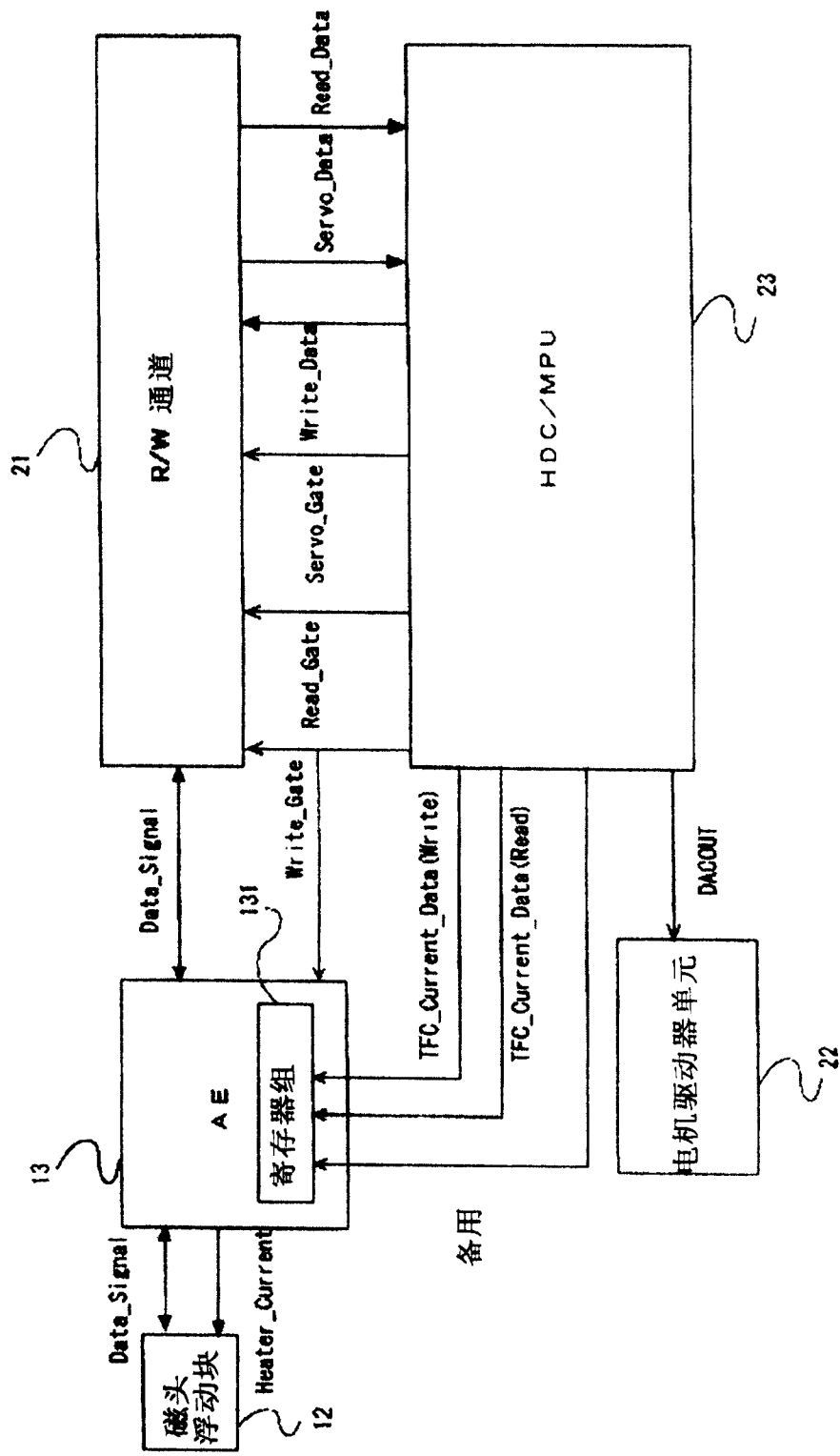


图5

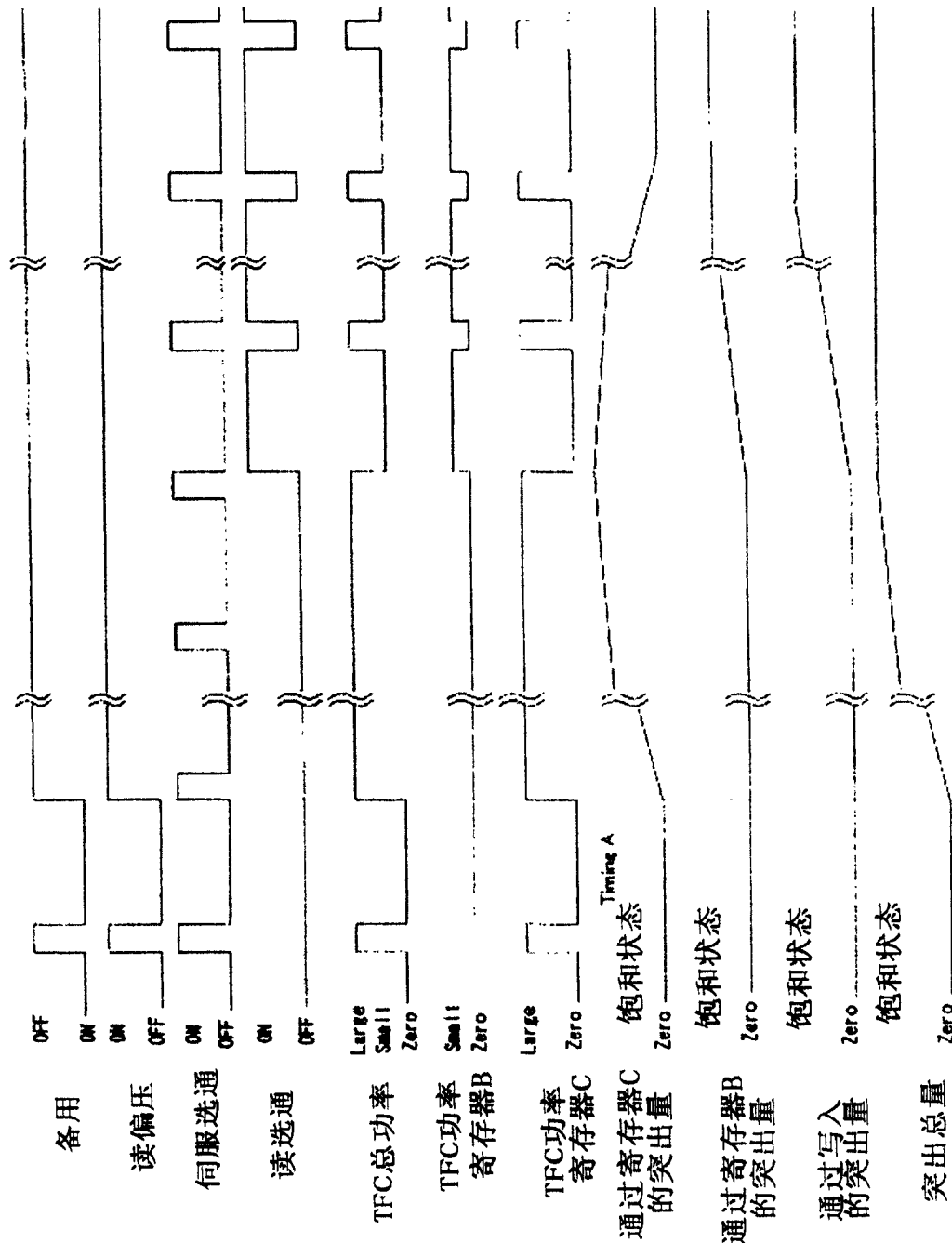


图6

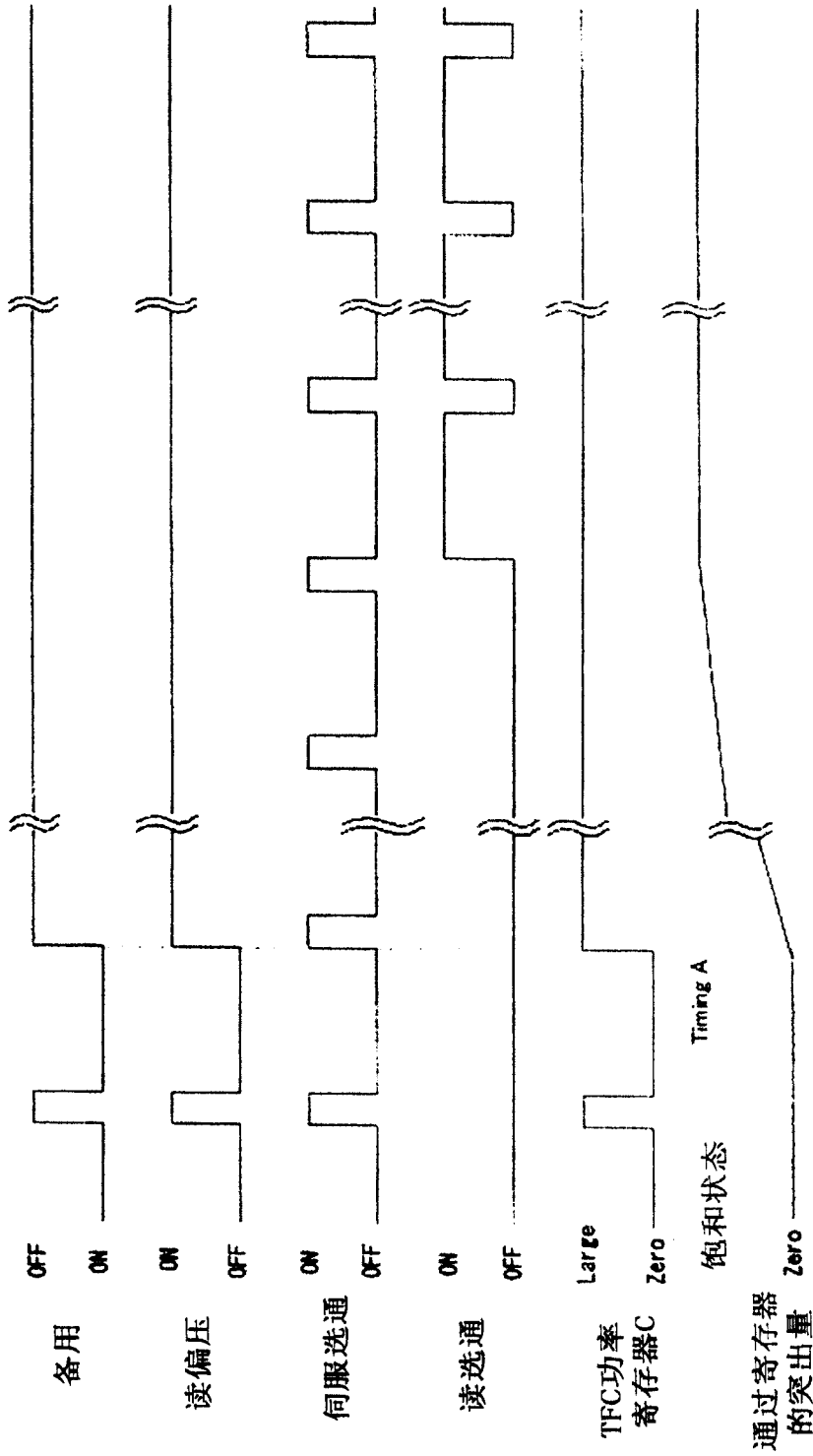


图7