

[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 200610129032.7

[45] 授权公告日 2008 年 9 月 17 日

[11] 授权公告号 CN 100419857C

[22] 申请日 2006.9.4

[21] 申请号 200610129032.7

[30] 优先权

[32] 2005.9.2 [33] JP [31] 2005-254818

[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

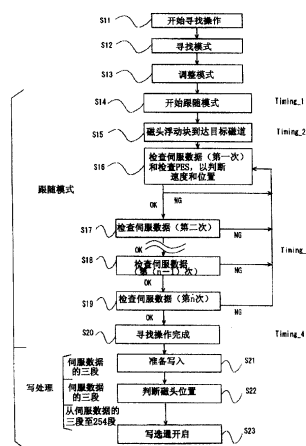
权利要求书 3 页 说明书 21 页 附图 7 页

[54] 发明名称

数据存储装置及其控制方法

[57] 摘要

本发明减小了当通过使用介质调整头元件和介质之间的间隙时头元件将与介质碰撞的可能性并且在访问数据区的最初阶段也充分地减小间隙。根据本发明的一个实施例的硬盘驱动器(HDD)使加热器(124)从寻找操作开始直到跟随模式开始之后的规定时间的时段保持断开状态。这防止头元件(122)与磁盘(11)碰撞,以及防止浮动性能由于ABS的形变而改变。在上述规定的时间中,加热器(124)从断开切换为导通。具体地,例如,在寻找操作完成(Timing_4)时,在头元件到达目标磁道(Timing_3)的时间中,或在HDC/MPU(23)进入跟随模式(Timing_1)的时间中,加热器(124)被导通。



1. 一种数据存储装置，包括：
在旋转介质上浮动的浮动块；
定位于所述浮动块处的头元件；
执行所述头元件的寻找操作以寻找目标轨道的控制器；以及
定位于所述浮动块处的加热器，所述加热器从所述寻找操作开始直到所述头元件访问所述介质的数据区之前的规定时间点保持断开状态，所述加热器从所述规定时间点直到所述头元件访问所述数据区保持导通状态，以便所述头元件通过热膨胀突出以调整所述头元件和所述介质之间的间隙。
2. 根据权利要求1的数据存储装置，其中：
所述控制器通过利用多种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和在所述头元件访问所述数据区之前所述加热器进入导通状态。
3. 根据权利要求2的数据存储装置，其中：
在所述寻找操作进入所述最后模式的时间中，所述加热器进入导通状态。
4. 根据权利要求1的数据存储装置，其中：
在所述头元件到达目标轨道的时间中，所述加热器进入导通状态。
5. 根据权利要求1的数据存储装置，其中：
所述加热器响应于所述寻找操作的完成进入导通状态。
6. 根据权利要求1的数据存储装置，其中：
所述加热器响应于所述头元件到达离开目标轨道预定轨道数目的轨道处进入导通状态。

7. 根据权利要求6的数据存储装置，其中：

所述控制器响应于所述头元件到达离开目标轨道预定轨道数目的轨道而切换所述寻找操作的控制模式。

8. 根据权利要求1的数据存储装置，其中：

提供给连续保持导通状态的所述加热器的电流值与所述头元件从所述数据区读出数据时所提供的加热器电流相同。

9. 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：

移动在旋转介质上浮动的浮动块以执行定位于所述浮动块处的头元件的寻找操作，以便寻找目标轨道；以及

从所述寻找操作的开始直到所述头元件访问所述介质的数据区之前的规定时间点，使定位于所述浮动块处的加热器处于断开状态，以及从所述规定时间点直到所述头元件访问所述数据区，使所述加热器处于导通状态，以便通过热膨胀突出所述头元件以调整所述头元件和所述介质之间的间隙。

10. 根据权利要求9的方法，其中：

在连续地切换多种不同的控制模式的同时，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和在所述头元件访问所述数据区之前，所述加热器进入导通状态。

11. 根据权利要求10的方法，其中：

在所述头元件进入所述寻找操作的所述最后模式的时间中，所述加热器被切换为导通状态。

12. 根据权利要求9的方法，其中：

在所述头元件到达目标轨道的时间中，所述加热器被切换为导通状态。

13. 根据权利要求9的方法，其中：

在所述头元件到达所述目标轨道之后允许访问所述数据区的时间中，所述加热器被切换为导通状态。

14. 根据权利要求9的方法，其中：

所述寻找操作的控制模式包括寻找模式、调整模式以及跟随模式，每个与距所述目标轨道的距离相对应，以及所述最后模式是所述跟随模式。

15. 根据权利要求9的方法，其中：

响应于所述头元件到达离开目标轨道预定轨道数目的轨道，所述加热器被切换为导通状态。

数据存储装置及其控制方法

技术领域

本发明涉及一种数据存储装置及其控制方法，更具体涉及一种数据存储装置，其中头元件设有用于调整头元件和介质之间间隙的加热器，以及涉及用于该加热器的控制方法。

背景技术

使用各种类型的介质如光盘、磁带和半导体存储器的数据存储装置是公知的技术。在它们当中，硬盘驱动器（在下文中称作HDD）变为计算机的通用存储器竟然到了它们是当今计算机必不可少的存储设备之一的地步。此外，不限于计算机系统，HDD的应用越来越扩大，因为其优异的性能。例如，HDD用于移动图片记录/再现装置、汽车导航系统、蜂窝电话和供数字照相机使用的可移动存储器。

HDD所用的磁盘具有同心地形成的多个数据磁道。多个伺服数据段的每一个具有地址信息，以及多个数据区的每一个包括被写入每个数据磁道的用户数据。在伺服数据区之间写入多个数据区。根据伺服数据的地址信息，通过利用由枢轴地移动的致动器支撑的磁头浮动块的磁头元件访问希望的数据区，可以将数据写到数据区或从数据区读出数据。

为了提高磁盘的记录密度，重要的是减少磁盘和在磁盘上浮动的磁头元件之间的间隙。因此，提出用于调整该间隙的一些机构。在该机构的一个例子中，磁头浮动块包括加热器，通过使用加热器加热磁头元件调整间隙（例如，参考专利文献1）。在该说明书中，这些被称作TFC（热浮动高度控制）。根据该TFC，电流被提供给加热器，以产生热量，该热量使得磁头元件12突出。这使之可以减小磁盘和磁头元

件之间的间隙。

[专利文献1] 日本专利特开号5-20635

发明内容

由于热膨胀，即使在正常工作过程中磁头元件也可以突出。在正常工作过程中，磁头元件的突出有两种类型。一种是由环境温度的增加引起的磁头元件突出；另一种是在写数据时，由写元件的热量产生所引起的磁头元件突出。提供具有电流的线圈，使得写元件产生磁场，以便写数据被写入磁盘。由此，写元件由其写电流产生热量。

在HDD设计中，为了防止磁头元件与磁盘碰撞，考虑到由上述环境温度引起的突出和由写电流引起的突出确定间隙。因此，例如，尽管在高温环境中可以实现足够的读性能，但是存在在低温环境中它将不能实现足够的读性能的可能性。此外，因为从开始提供电流到写元件的时刻直到磁头元件突出需要的合适时间段，在某些情况下，不足以执行第对某些数据区的最初写入。

TFC不仅减小磁头元件和磁盘之间的间隙，而且提供用于解决读性能减小和在写数据开始时差的重写问题的装置。另一方面，因为TFC使得磁头元件比正常状态更大量地突出，很可能在磁盘和磁头元件之间引起碰撞。因此，对于TFC来说，控制通过提供电功率到加热器促使磁头元件突出的时间是非常重要的。

当数据被读取或写入时，如果在寻找操作之前，电功率被提供给加热器，那么磁头元件在寻找操作之前突出。这导致在寻找操作中大量地移动的磁头元件和磁盘之间碰撞的概率大大地增加。而且，如果接近加热器的区域突出，那么ABS（空气承载表面）的性能改变。由此，存在在寻找操作过程中，满足设计要求的浮动高度不将保持恒定的可能性。另一方面，如果当开始从磁盘读取数据时或之后，或当开始写

数据到磁盘时或之后导通加热器，那么当数据区被最初访问时，不可能实现足够的访问性能。因为它，使磁头元件在第一数据区被访问之前突出是重要的。

考虑如上所述的情况设计本发明。本发明的一个目的是在通过使用加热器调整磁头和介质之间间隙的技术中，允许磁头更准确的访问（读或写）数据区和减小磁头将与介质碰撞的可能性。

根据本发明的一个方面，提供一种数据存储装置，包括：在旋转介质上浮动的浮动块；定位于浮动块处的头元件；执行头元件的寻找操作以寻找目标轨道的控制器；以及定位于浮动块处的加热器，所述加热器在从寻找操作的开始直到头元件访问介质的数据区之前的规定时间保持断开状态，所述加热器从所述规定的时间直到头元件访问数据区，保持导通状态，以便头元件通过热膨胀突出，以调整头元件和介质之间的间隙。

通过从寻找操作的开始直到头元件访问介质的数据区之前的规定时间，使加热器保持断开状态，可以减小头元件和介质之间碰撞的可能性。除此之外，通过在头元件访问介质的数据区之前导通加热器，可以使得头元件在头元件访问数据区的时间中突出。

这里，所述控制器通过利用多种控制模式执行寻找操作，以及在寻找操作的最后模式开始之后和头元件访问数据区之前，所述加热器进入导通状态是符合需要的。在寻找操作的最后模式开始之后和在头元件访问数据区之前，通过将加热器切换为导通状态，可以减小头元件和介质之间碰撞的可能性，以及使得头元件在头元件访问数据区的时间中突出。

在寻找操作进入最后模式的时间中，所述加热器进入导通状态是符合需要的。这使之可以更可靠地保留头元件的突出所需要的时间。

在另一情况中，加热器在头元件到达目标轨道的时间中进入导通状态是符合需要的。这使之可以有效地平衡头元件的碰撞与热膨胀需要的时间保留的可能性。在再一情况中，所述加热器响应于寻找操作的完成进入导通状态是符合需要的。在寻找操作完成时，头元件更可靠地位于在目标轨道处。这使之可以进一步减小头元件将与介质碰撞的可能性。

所述加热器响应于头元件到达在离开目标轨道预定轨道数目的轨道从而进入导通状态是符合需要的。通过根据头元件和目标轨道之间的距离控制加热器，可以可靠地提供用于使头元件突出所需要的足够时间段。而且，所述加热器响应于头元件到达离开目标轨道预定轨道数目的轨道处从而切换寻找操作的控制模式是符合需要的。这使之可以使该控制更容易。

在导通状态中提供给加热器的电流值被连续地保持与头元件从数据区读出数据时提供的加热器电流相同是符合需要的。这使之可以使该加热器控制更容易。

根据本发明的另一方面，提供一种用于数据存储装置的控制方法，该控制方法包括以下步骤：移动在旋转介质上浮动的浮动块，以执行定位于浮动块处的头元件的寻找操作，以便寻找目标轨道；以及从寻找操作的开始直到头元件访问介质的数据区之前的规定时间，使定位于浮动块处的加热器处于断开状态，以及从所述规定时间直到头元件访问数据区，使加热器处于导通状态，以便头元件通过热膨胀突出，从而调整头元件和介质之间的间隙。通过从寻找操作的开始直到头元件访问介质的数据区之前的规定时间，使加热器保持断开状态，可以减小头元件和介质之间碰撞的可能性。除此之外，通过在头元件访问介质的数据区之前导通加热器，可以使得头元件在头元件访问数据区的时间中突出。

这里，在连续地切换多种不同的控制模式的同时执行寻找操作，以及在寻找操作的最后模式开始之后和头元件访问数据区之前使加热器变为导通状态，是符合需要的。在另一情况中，在头元件进入寻找操作的最后模式的时间中，将加热器切换为导通状态是符合需要的。在再一情况中，在其中头元件到达目标轨道的时间中，将加热器切换为导通状态是符合需要的。在再一情况中，响应于头元件到达离开目标轨道预定轨道数目的轨道处从而将加热器切换为导通状态是符合需要的。

在又一情况中，在头元件到达目标轨道之后允许访问数据区的时间中，将加热器切换为导通状态是符合需要的。寻找操作的控制模式包括寻找模式、调整模式以及跟随模式，每个对应于距目标轨道的距离，以及所述最后模式可以是跟随模式。

根据本发明，在通过使用加热器调整头元件和介质之间的间隙从而以使得头元件突出的技术中，通过利用头元件可以提高访问数据区的可靠性，以及可以减小介质和头元件之间碰撞的可能性。

附图说明

图1是示意地说明总体上如何配置根据该实施例的HDD 1的框图；

图2是示意地说明磁头浮动块的结构截面，该磁头浮动块包括用于根据该实施例的TFC的加热器；

图3是说明根据该实施例的寻找操作中使用的三种不同模式的示图，该三种模式是寻找模式、调整模式和跟随模式；

图4是说明根据该实施例在写数据到磁盘的写顺序中加热器被导通的时间的流程图；

图5是说明HDC/MPU、R/W通道、AE以及根据该实施例的磁头浮动块之间传输的每个传输信号的框图；

图6是说明根据该实施例图5所示的写顺序中的信号怎样改变的时序图；

图7是说明根据该实施例图5所示的读顺序中的信号怎样改变的时序图。

具体实施方式

下面将描述本发明的实施例。用于说明的清楚，在下面的描述和绘图中进行适当的省略和简化。注意相同的参考数字用来指定为附图所共有的相同元件。以及为了说明的清楚视情况而定省略多余的描述。

该实施例的一个特点是通过使用加热器能调整磁头和介质之间间隙的数据存储装置中的加热器的定时控制。下面将采用硬盘驱动器（HDD）作为数据存储装置的例子描述本发明的实施例。为了更容易理解该实施例的性能，首先，将示意地描述HDD的总体结构。图1是示意地说明根据该实施例的HDD 1的总体结构的框图。如图1所示，在密封外壳10中，HDD 1包括磁盘11、磁头浮动块12、电子臂（AE）13、主轴电机（SPM）14、音圈电机（VCM）15以及致动器16，磁盘11是介质（记录介质）的例子，磁头浮动块12是磁头的例子。

HDD 1还包括固定到外壳10的外部的电路板20。在电路板20上，提供包括读/写通道（R/W通道）21、电机驱动单元22的IC、包括硬盘盘控制器（HDC）和MPU（以下称为“HDC/MPU”）的集成电路23以及RAM 24。顺便提及，上述电路可以被集成到一个IC中，或对于实施方式可以分为多个各自的IC。由HDC/MPU 23接收来自外部主机51的用户数据，通过R/W通道21和AE 13发送，然后通过磁头浮动块12写入磁盘11。另一方面，通过磁头浮动块12读出磁盘11上存储的用户数据。通过AE 13和/W通道21发送该用户数据，然后从HDC/MPU23输出到外部主机51。

磁盘11被固定到SPM 14。SPM14以规定速度旋转磁盘11。电机驱动单元22根据从HDC/MPU 23发送的控制数据驱动SPM 14。根据该实施例的磁盘11在两个侧面具有记录表面。数据被写入每个记录面。为

各个关联的记录面提供磁头浮动块12。每个磁头浮动块12包括在磁盘上浮动的浮动块，以及被固定到浮动块并将磁信号转变为电信号或反之亦然磁头元件。根据该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，其中加热促使磁头元件突出，以便磁头元件和磁盘11之间的间隙（浮动高度）被调整。之后将参考图2详细描述磁头浮动块12的结构。

每个磁头浮动块12被固定到致动器16的尖端。致动器16被连接到VCM 15。致动器16绕枢轴（pivot shaft）枢转地移动，这促使磁头浮动块12在磁盘11上的其径向上移动。电机驱动单元22根据从HDC/MPU 23接收的控制数据（它被称作DACOUT）驱动VCM 15。应当注意磁盘11的所需数目是一个或多个，以及可以在磁盘11的一个侧面或两个侧面形成记录面。

AE 13从多个磁头元件12当中选择一个磁头元件12用来访问磁盘11，以及以恒定增益放大（预放大）由所选磁头元件12读出的读信号，然后将该放大的信号传输到R/W通道21。此外，AE 13发送从R/W通道21接收的写信号到所选的磁头元件12。而且，AE 13提供电流到加热器，并用作用于调整电流量的调整电路。该实施例的特点在于用于加热的电流提供时间的定时控制。之后将详细描述这点。

在读处理中，R/W通道21放大从AE 13提供的读信号，以便振幅保持恒定，然后从获得的读信号提取数据，以执行解码处理。读出的数据包括用户数据和伺服数据。解码的读用户数据被提供给HDC/MPU 23。此外，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提供的写数据的代码调制，然后将代码调制的写数据转变为写信号，以将写信号提供到AE 13。

在HDC/MPU 23中，MPU根据装载到RAM24中的微代码工作。当HDD1被启动时，不仅微代码在MPU上工作，而且用于控制和数据处理

需要的数据从磁盘11或ROM(未示出)装载到RAM 24中。HDC/MPU 23执行数据处理需要的处理,如读/写处理控制、命令执行顺序的管理、使用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以及还执行HDD 1的总控制。具体,根据该实施例的HDC/MPU 23在读/写处理控制中执行TFC。

接下来,将描述根据该实施例的TFC磁头浮动块的结构。图2是部分地说明在磁头浮动块12的空气-流出端面(尾侧端面)121的区域的截面。磁盘11在图2中从左到右旋转。磁头浮动块12包括磁头元件122和用于支撑磁头元件122的浮动块123。应当注意根据该实施例的TFC可以被应用于采用纵向磁记录的HDD和采用垂直磁记录的HDD。

磁头元件122从磁盘11读和向磁盘11写磁数据。磁头元件122包括读元件32和位于读元件32的尾部侧面上的写元件31。写元件31是感应元件,其利用流过写线圈311的电流在写线圈311和磁极靴312之间产生磁场,以便将磁数据写到磁盘11。读元件32是磁阻元件。读元件32包括具有磁各向异性的磁阻元件32a。根据响应于磁盘11的磁场而变化的电阻值,读元件32读出写到磁盘11的磁数据。

通过利用薄膜形成工艺如电镀、溅射和抛光,在构成浮动块123的氧化铝-钛碳化物基底上形成磁头元件122。在磁屏蔽33a和33b之间夹入磁阻元件32a。写线圈311被绝缘膜313围绕。此外,磁头元件122设有围绕写元件31和读元件32的保护层34(例如,由氧化铝构成)。由此,整个磁头元件122被保护层34保护。顺便提及,在面对磁盘11的空气承载表面(ABS)35上形成具有几nm厚度的碳保护层,以便即使磁头122在一个短时间段轻微地接触磁盘11,也防止磁头元件122磨损(wearing out),以便防止写元件31和读元件32腐蚀。

使用厚膜工艺,接近写元件31和读元件32形成由薄膜构成的电阻器构成的加热器124。在该例子中,在与磁盘11相对的位置处,在磁头

元件122中形成加热器124。例如，可以在具有 $60\mu\text{m}$ 深度和 $60\mu\text{m}$ 宽度的区域中弯曲具有 0.5mm 厚度和 $3\mu\text{m}$ 宽度的细线并用氧化铝填充间隙的这种方式，通过使用坡莫合金作为薄膜电阻器形成该加热器124。加热器124具有例如 50Ω 的电阻。

当AE 13施加电流到加热器124时，加热器124的热量促使接近磁头元件122的区域以凸出形状变形。当加热器124未被加热时，磁头浮动块12的ABS表面具有用标记S1表示的形状。间隙用标记C1表示，该间隙是磁头元件122和磁盘之间的距离。在图2中，用虚线表示加热器124被加热时发现的突出形状S2。当磁头元件122接近磁盘11时，间隙C2小于间隙C1。

加热器124形成为沿浮动方向与磁头元件122隔开，以便防止磁头元件122被热量损坏。但是，围绕加热器124的材料的热膨胀被传送到磁头元件122的位置。结果，围绕磁头元件122的材料膨胀，以致磁头元件122接近磁盘11。顺便提及，图2是示意图，由此尺寸关系是不准确的。例如，突出表面S2的形状对应于nm数量级（几纳米）的突出量。

根据该实施例的HDD的特点在于当磁头浮动块12访问目标扇区时，提供用于TFC的加热器电流的定时控制。如图4所示，对于读或写，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，那么磁头浮动块12照原样定位在该磁道处。

在磁盘11的记录面上，同心地形成多个磁道113，每个在径向上具有规定的宽度。沿每个磁道写入伺服数据和用户数据。一个磁道具有伺服数据之间的多个数据区。每个伺服数据不仅包括磁道地址和磁道中的扇面地址，而且还包括用来定位磁头浮动块12在每个磁道处的脉冲模式（burst pattern）。在寻找操作过程中，在读出每个伺服数据的同时，磁头浮动块12移动，以及HDD 1使用已经读出的这些伺服数据控

制寻找操作。

从朝着目标磁道113b方向的寻找操作开始的时刻，根据该实施例的HDD 1保持加热器124为断开状态，直到在磁头浮动块12（磁头元件122）开始访问目标扇区（读或写数据）之前的预定规定时间。尽管在寻找操作中，磁头浮动块122主要以高速在磁道之间移动，但是磁头元件122将与磁盘11碰撞的可能性增加。通过保持加热器124在断开状态直到规定的时间，利用加热器124不使磁头元件122突出而适当地保持磁头元件122和磁盘11之间的间隙。这使之可以大大地减小在寻找操作中磁头元件122将与磁盘11碰撞的可能性。

而且，在磁头元件122访问数据区之前的规定时间中，加热器124被导通，然后电功率被连续地提供给加热器124，以便在磁头元件122开始在第一目标扇区中读数据或写数据之前，使得磁头元件122以所需的级别突出。结果，即使在第一访问扇区的情况下，也可以更可靠地读或写数据。

作为特别希望的模式，在寻找操作中，在HDD 1进入跟随模式之后的特定时间中，根据该实施例的HDD 1导通加热器124。这里，将描述寻找操作的控制模式，包括跟随模式。在访问目标扇区的时候，HDC/MPU 23典型地将磁头浮动块12（磁头元件122）从静止位置或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处。当到达目标扇区时，磁头浮动块12将数据写到目标扇区（写），或从目标扇区读出数据（读）。

在寻找操作中，HDC/MPU 23具有互相不同的多种控制模式。更具体，HDC/MPU23具有三种控制模式：寻找模式、调整模式以及跟随模式。寻找模式涉及速度控制，基于到目标扇区的剩余距离控制寻找速度。调整模式涉及位置控制，基于目标扇区的位置和磁头浮动块的当前位置之间的差值，控制磁头浮动块12的移动。而且，跟随模式使

用位置控制和速度控制，以积累磁头浮动块12的速度中的误差。然后，该误差乘以一系数来决定一个值。通过该值校正当前位置，磁头浮动块12的位置被控制。

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为调整模式。

当磁头浮动块12进一步接近目标磁道113b且因此到达其与目标磁道113b的距离（磁道的数目）是预定的磁道时，HDC/MPU 23响应于该到达，将控制模式从调整模式切换为跟随模式。在此之后，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处。在磁头浮动块12到达目标轨道113b之后，还需要几个伺服扇区，直到磁头浮动块12被放置在数据可以被读/写的位置，换言之，直到磁头浮动块12被控制，以便允许磁头浮动块12读/写数据。在磁头浮动块12被控制为放置在数据可以被读/写的位置（状态）处的时间中，完成寻找操作（寻找完成）。

因此，在寻找模式被切换为跟随模式之后的规定时间中，跟随模式是寻找操作中的最后模式，根据该实施例的HDD 1开始提供电流到加热器124。换句话说，HDD 1将加热器124从断开切换为导通。只要磁头寻找被涉及，如果在寻找操作开始之前或仅仅在寻找操作开始之后太早的时间中加热器124被导通，那么电功率被连续地提供给加热器124，直到数据被写入，磁头浮动块12（磁头元件122）的突出将与磁盘11碰撞的可能性增加。具体，在跟随模式开始之前（直到寻找模式和调整模式完成），磁头浮动块12的移动距离是长的。因此，存在磁头浮动块12的突出与磁盘11碰撞的高可能性。

与此相反，在通过将加热器124从断开切换到导通，寻找模式转变为跟随模式，以连续地提供电功率到加热器124，以便磁头元件122突

出之后，可以有效地防止易于被损坏的磁头元件122在寻找操作中与磁盘11碰撞。

这里，如上所述，对于加热器124被导通的时间设置，重要的是在磁头浮动块12到达第一目标扇区的时间中，磁头元件122通过热膨胀足够地突出。这使之可以防止包括第一目标扇区的几个扇区被不充分地改写。由此，即使在第一目标扇区被访问之前加热器124被立即导通，也存在它将不能实现足够的突出量的可能性。

因此，下面将详细描述在跟随模式中加热器124被导通的时间。将参考图4描述数据写顺序中执行的控制。在从主机5收到写指令时，HDC/MPU 23开始从当前磁道或缩进（retracted）位置朝着目标轨道的方向开始磁头浮动块12的寻找操作（S11）。顺便提及，下面所描述的是数据被写入的情况。但是，在数据读取的情况下也一样，在到达目标扇区之前的处理是相同的。

在寻找操作开始时，在寻找模式中，HDC/MPU 23移动磁头浮动块12（S12）。当磁头浮动块12接近目标磁道且因此到达离开目标轨道预定磁道数目的磁道时，控制模式从寻找模式切换为调整模式（S13）。例如，在其中磁头浮动块12到达离开目标磁道100个磁道的磁道处的时间中，HDC/MPU 23从寻找模式切换为调整模式。

在调整模式中磁头浮动块被移动之后，在磁头浮动块到达离开目标磁道预定磁道数目的磁道的时间中，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五个磁道的磁道时。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写入被允许的状态（S16至S19）。更具体，通过使用由磁头元件122读出的位置信号

值（位置误差信号（PES）），HDC/MPU 23判断磁头浮动块12的速度（磁头速度和距目标磁道（磁头位置）的距离的每一个是否在参考范围内（其中写入被允许的范围）。位置信号可以由伺服数据和脉冲的地址数据决定。磁头速度可以由位置信号中的差值决定。

如果磁头速度和磁头位置的每一个连续地属于参考范围N次（N个连续的伺服数据），那么HDC/MPU 23断定HDC/MPU 23处于其中写入被允许的状态。然后，寻找操作完成（S20）。如果伺服数据不属于这些条件范围之一（就是说，磁头速度或磁头位置），那么HDC/MPU 23从第一伺服数据检查重复该处理。根据该设计，次数N被设置适当的值。

一旦寻找操作完成（S20），HDC/MPU 23执行用于写入的准备处理（S21），然后在等待第一目标扇区的到达之前，读出伺服数据的地址数据（格雷码），以判断磁头位置是否在磁道内（S22）。典型地，用于写入的准备处理需要的时间段（S21）等于三段伺服数据，以及判断磁头位置是否在磁道位置的范围内需要的时间段（S22）等于三段伺服数据。当磁头浮动块12到达第一目标扇区时，用来将R/W通道21设置为写模式的写选通信号被设置，以确定将数据写到磁盘11。

以磁头位置的判断（S22）之后的最早时间中进行写入的目的，典型地设置等于三段伺服数据的时间段。由此，如果目标磁道256具有伺服数据，那么在磁头位置被判断之后，在对应于从三段至伺服数据的254段的范围的时间流逝之后，磁头浮动块12到达目标扇区（S22）。

在上述写顺序中，在进入跟随模式（S14）之后，根据该实施例的HDC/MPU 23在任意时间中导通加热器124。此外，如果计时是在开始写处理（S21）之后，那么不足够地提供加热器124的加热时间，由此存在磁头元件122将不充分地突出的可能性。因此，在从跟随模式（S14）的开始至寻找操作（S20）完成的任意时间范围中开始提供电功率到加热器124。

所希望的时间是寻找操作结束时（S20）的时间（Timing_4）。因为即使在寻找操作完成之后提供等于几个伺服扇区（S21至S23）的时间段，在该时间段内通过加热器124也可以实现足够的加热，可以大大地减小磁头元件122将与磁盘11碰撞的可能性。因此，HDC/MPU 23，响应于寻找操作的完成，导通加热器124。因为寻找操作结束，使之可以进一步减小磁头元件122将与磁盘11碰撞的可能性。

在其它情况下，其中磁头浮动块12到达目标磁道（Timing_3）的计时是其他所希望的计时之一。响应于磁头浮动块12到达目标磁道，HDC/MPU23导通加热器 124。因为该时间是在寻找操作完成之前，在磁头元件122突出的过程中可以提供较长的时间段。另一方面，因为磁头浮动块12已经到达目标磁道，它也可以减小与磁盘11碰撞的可能性。因此，两个不同的需要互相平衡。

更优选，响应于其中HDC/MPU 23进入跟随模式的时间（Timing_1），HDC/MPU23将加热器124切换到导通状态。因为HDC/MPU 23处于跟随模式，磁头浮动块12不广泛地在磁盘11之上移动。由此，磁头元件122将与磁盘11碰撞的可能性被降低。而且，可以可靠地提供足够的时间段，在此过程中在数据被写入之前磁头元件122膨胀和突出。

在另一情况下，在判断磁头位置和磁头速度的判断步骤（S16至S19）过程中的时间（Timing_2）中，加热器124也可以被导通。因此，与其中通过计时器测量时间来控制加热器124的技术相比，通过在其中控制被改变的时间中导通加热器124，可以容易地控制其中电功率被提供给加热器124的时间。

响应于磁头浮动块12到达离开目标磁道预定磁道数目（包括0）的磁道也可以导通加热器124是优选实施例。通过基于距目标磁道的磁道

数目控制加热器124，可以可靠地提供磁头元件122突出需要的足够时间段。加热器124导通时涉及的磁道数目可以被独立于寻找模式设置。但是，如具有模式切换的情况，使用磁道数目与其他控制时间结合使之可以便于控制。

这里，将描述提供给加热器124的电流量。磁头元件122不仅通过由加热器124而且通过写元件的焦耳热产生的热量突出。因此，在从磁盘11读出数据的时刻和数据被写入磁盘11的时刻之间的时间段期间，HDC/MPU 23改变将提供给加热器124的电流量是符合需要的。更具体，当写电流被提供给写元件，以将数据写到磁盘11时，HDC/MPU 23提供加热器124具有其数量小于在读出数据的时候的电流，以便其热值被减小。在另一情况下，在数据被写入的同时，HDC/MPU 23停止提供电流到加热器124。结果，由写元件31和加热器124引起的磁头元件122的突出量变得合适。

与此相反，当在访问目标扇区之前电流被提供给加热器124时，参考图5描述，读处理和写处理使用相同的值是符合需要的。此外，电流（电功率量）大于或等于读出数据时的电流量是符合需要的。这使之可以使得在进行访问之前，磁头元件122迅速地突出。而且，通过使目标扇区被访问之前提供给加热器的电流量等于数据被实际读出时的电流量，可以便于控制。

更具体地说，用和写元件31相同的方法，在读顺序中读元件32不产生热量。因此，在被提供给加热器的电流保持为相同的值的状态下读元件32从磁盘11读出数据。因此，通过使从磁盘11读出数据时的加热器电流的值等于到达被访问扇区之前的时间中加热器电流，可以正确地调整磁头元件122的突出量，以及高效率执行加热器124（TFC）的控制。

在写顺序中，为了使得在写电流被提供给写元件31之前，磁头元

件122充分地突出，如上所述提供大量的加热器电流。此外，当用于写数据的写电流的提供开始时，提供给加热器124电流量被减小，或该提供被停止，以断开加热器124。这使之可以防止磁头元件122过分地突出。

这里，如上所述，由热膨胀引起的磁头元件122的突出量取决于环境温度而变化。所以，根据环境温度改变加热器电流是符合需要的。更具体，在高温区中，使加热器电流低于低温区中的加热器电流（包括使加热器电流的值为0）。这使之可以防止由于在高温下磁头元件122的过多突出量，磁头元件122与磁盘11碰撞。

在另一情况下，可以响应于环境温度改变其中加热器124被导通的时间。更具体，HDD 1包括温度传感器如热敏电阻。温度传感器响应于探测温度控制加热器电流。例如，温度区分为三段：低温、中温以及高温。每段与其中加热器被导通以提供加热器电流的时间相关。

在低温下，在其中跟随模式开始的时间中HDC/MPU 23导通加热器124；在中温下，在其中磁头元件到达目标磁道的时间中HDC/MPU 23导通加热器124，以及在高温下，在寻找完成的时间中HDC/MPU 23导通加热器124。在另一情况下，也可以如此配置：在高温下不提供加热器电流。顺便提及，在以上描述中，描述了寻找操作中的TFC。但是，例如，如果当前磁道与目标磁道一致，为了等到磁头元件122充分地突出，等候访问到数据区（读或写）等于一个循环（round）的时间段是符合需要的。

接下来，将具体地描述在该实施例中在根据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说明HDC/MPU 23、R/W通道21、AE 13以及磁头浮动块12之间传输的传输信号。图6是说明与写顺序有关的传输信号的时序图；以及图7是说明与读顺序有关的传输信号的时序图。顺便提及，该时序图示意

地说明每个信号怎样变化，因此该时序图并不正确地反映HDD中的实际时间。

如图5所示，HDC/MPU 23输出控制信号到R/W通道21。控制信号是写选通信号（Write_Gate）、读选通信号（Read_Gate）以及伺服选通信号（伺服_Gate）。写选通信号（Write_Gate）是控制用户数据写到磁盘11（写指令）的信号。当写选通信号进入导通状态（写-选通开启）时，R/W通道21被设置写模式，因此数据被写入磁盘11。

读选通信号（Read_Gate）是控制从磁盘11读取用户数据（读指令）的信号。当读选通信号进入导通状态（读-选通开启）时，R/W通道21被设置读模式，因此从磁盘11读出用户数据。同样，伺服选通信号（Servo_Gate）是控制从磁盘11读取伺服数据的信号。根据指令从磁盘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放大被输出的数据信号（Data_Signal）。然后该放大的数据信号被传输到R/W通道21。R/W通道21执行规定的信号处理，以产生伺服数据（Servo_Data）或读取用户数据（Read_Data），然后被传输到HDC/MPU 23。此外，R/W通道21执行从HDC/MPU 23接收的用户写数据（Write_Data）的信号处理。然后R/W通道21输出用户写数据到AE 13作为数据信号（Data_Signal）。在输出数据信号到磁头浮动块12之前，AE 13放大该数据信号。

HDC/MPU 23从获得的伺服数据决定将被提供给VCM的电流值，然后将表示该值的数据DACOUT输出到电机驱动单元24。电机驱动单元24响应于获得的DACOUT向VCM 15提供VCM电流。

而且，HDC/MPU23访问AE 13的寄存器组131，以执行模式设置，以及通过TFC控制加热器124。AE 13具有用来减小电功率的节能模式

（以下称为“备用模式”）。当HDC/MPU 23在备用模式寄存器中储存数据时，工作在备用模式和正常工作模式之间切换。在备用模式中，AE 13停止提供偏置电流到读取元件32；在正常工作模式中，AE13提供偏置电流到读取元件32。此外，在备用模式（备用模式被导通）中，TFC也达到断开状态。

此外，根据该实施例的AE 13包括被HDC/MPU 23用来控制加热器124的三个寄存器A，B和C。寄存器A是用于指示切换TFC加热器导通/断开的寄存器。AE 13根据寄存器A中设置的数据通过HDC/MPU23切换TFC加热器124 导通/断开。例如，如果寄存器A的值是0，那么AE 13导通加热器124。如果寄存器A的值是1，那么AE 13断开加热器124。如果寄存器A指示TFC-断开，当然提供给加热器124的电流是0。

寄存器B存储表示数据被写入磁盘11的时间段中加热器的电流值（TFC_Current_Data（Write））的数据。另一方面，寄存器C存储表示从磁盘11读出数据的时间段中加热器的电流值（TFC_Current_Data（Read））的数据。在到达将被访问的扇区之前的加热器电流与读出数据时加热器电流值（寄存器C的值）相同。此外，HDC/MPU 23输出写选通信号（Write_Gate）到AE 13。

下面将描述在寄存器A表示TFC-导通的情况下，从AE 13提供电流（电功率）到加热器124。在备用模式是断开的情况下，换言之，在正常工作模式过程中，当写选通信号（Write_Gate）处于断开（关闭）状态时，AE 13提供寄存器C中设置的加热器电流。当用户数据或伺服数据被读出时，备用模式为断开和写选通信号为断开。而且，为了使得磁头元件122充分地突出，在访问目标扇区之前预定的规定时间中，HDC/MPU 23使AE 13变为该状态。

另一方面，在备用模式是断开的情况下，换句话说，在正常工作模式过程中，当写选通信号（Write_Gate）处于导通（开路）状态，AE

13提供在寄存器B中设置的加热器电流。因为写选通信号（Write_Gate）处于导通状态，在该周期中，数据被写入磁盘11。由此，写电流流过写线圈331。因此，寄存器B中的电流量（电功率量）小于寄存器C中的电流量。

现在将参考图6所示的时序图描述写顺序。在寻找操作开始（Seek_Start）之前，HDC/MPU在AE 13的寄存器组131中设置TFC-断开。此外，HDC/MPU 23在寄存器B和C中设置表示对应于环境温度的加热器电流（电功率）的数据。寄存器B和C的值保持不变，直到写或读顺序结束。

对于从寻找操作的开始（Seek_Start）直到时间A（时间A）的时间段，HDC/MPU 23保持加热器124处于断开状态。由此，TFC功率总共是0，以及TFC不引起突出。这防止磁头元件122与磁盘11碰撞，以及防止ABS的性能改变，因而保持所设计的浮动高度。

在时间A中（例如，到跟随模式的转变时间），AE 13开始提供其值被存储在寄存器C中的加热器电流。更具体，HDC/MPU 23将备用模式切换为断开，以及设置AE 13为正常模式。而且，HDC/MPU 23在寄存器A中存储表示TFC-导通的数据。响应于此，AE 13开始提供加热器124具有由寄存器C表示的加热器电流。响应于从AE 13提供的加热器电流，磁头元件122的突出总量逐渐增加。

在此之后，AE 13保持寄存器C中存储的加热器电流值不变，直到写选通（Write_Gate）开始数据的写入，该写选通响应于由于到达第一目标进入导通状态。结果，突出量保持饱和值。响应于数据写入的开始（写选通导通），AE 13提供其值被存储在寄存器B中的加热器电流。如图6所示，考虑到由写电流引起的磁头元件122的突出，基于寄存器B值的电流值（小）小于寄存器C的电流值（大）。在此之后，当写选通停留在导通状态时，AE 13提供其值被存储在寄存器B中的电流。对于

其他时间段，AE 13提供其值被存储在寄存器C中的电流。由写选通信号切换在该时间过程中将被提供的电流值。在写处理结束之后，加热器124被断开。

如该例子所示，由于为AE 13提供了两个寄存器B和C，HDC/MPU 23可以根据写电流改变加热器电流值。而且，通过提供具有用来导通/断开TFC（加热器124）的寄存器的AE13，可以使加热器124在仅仅需要的时间段保持导通状态，以便使得磁头元件124突出，并防止磁头元件122与磁盘11碰撞，以及浮动性能改变。这里，如果在加热器124被导通之后发生误差，那么加热器124被关掉。这点也应用于下述的读处理。

顺便提及，在另一实施例中，代替使用写选通信号，通过利用寄存器A中的数据组，AE 13能够控制加热器的导通/断开切换，以及将被提供给加热器的电流量。更具体，寄存器A存储以下信息的任意一个：表示加热器124处于断开状态的数据；表示寄存器B和表示加热器124处于导通状态的数据；以及表示寄存器C和表示加热器124处于导通状态的数据。

通过在寄存器A中设置以上任意数据。HDC/MPU 23控制AE 13如何向加热器提供电流。在开始寻找操作之前，HDC/MPU 23设置寄存器B和寄存器C的值。这些值被保持不变，直到写或读顺序结束。因此，通过提供具有用于加热器124的导通/断开控制的寄存器的AE 13，可以实现具有更容易控制结构的TFC。AE 13的该电阻器结构同样也可以应用于下述的读顺序。

接下来，将参考图7所示的时序图描述读顺序中的TFC。信号之间的关系类似于写顺序。在寻找操作开始（Seek_Start）之前，HDC/MPU 23在AE 13的运算寄存器A中设置TFC-断开。此外，HDC/MPU 23在寄存器B和C中设置表示根据环境温度的加热器电流（电功率）的数据。

寄存器B和C的值保持不变，直到写或读顺序结束。

在寻找操作开始（Seek_Start）之后，读偏置电流（ReadBias）响应于AE 13的备用模式和正常工作模式之间的切换而改变。结果，根据伺服选通信号读出伺服数据。对于从寻找操作开始（Seek_Start）直到时间A的时间段，寄存器A中的数据保持TFC-断开。由此，TFC功率总共是0，以及TFC不引起突出。这防止磁头元件122与磁盘11碰撞，以及防止ABS的性能改变，因而保持所设计的浮动高度。

在时间A中，AE 13开始提供其值被存储在寄存器C中的电流（大）。更具体，HDC/MPU 23切换备用模式至断开，以及设置AE 13为正常模式。而且，HDC/MPU 23在寄存器A中存储表示TFC-导通的数据。响应于此，AE 13开始向加热器124提供具有由寄存器C表示的加热器电流。响应于从AE 13提供的加热器电流，磁头元件122的突出总量逐渐增加。

直到读选通（Read Gate）进入导通状态，AE 13连续提供其值被存储在寄存器C中的电流。响应于它，磁头元件122的突出量逐渐增加，并达到其饱和值。即使在读选通进入开始从磁盘11读取数据的导通状态，AE 13也提供其值被存储在寄存器C中的电流，以便磁头元件122的突出量保持在饱和值。在读处理结束之后，加热器124被关掉。

至此，采取优选实施例作为例子描述了本发明。但是，本发明不局限于上述实施例。所属领域的技术人员在本发明的范围内容易对上述实施例的每个元件进行改进、增加和改变。例如，也可以将根据该实施例的TFC应用于装备有磁头浮动块的HDD，该磁头浮动块仅仅包括读元件或写元件。此外，根据本发明的TFC不仅可以应用于根据从主机接收的命令执行的读/写处理中的寻找操作，而且可以应用于其他模式中的寻找处理。

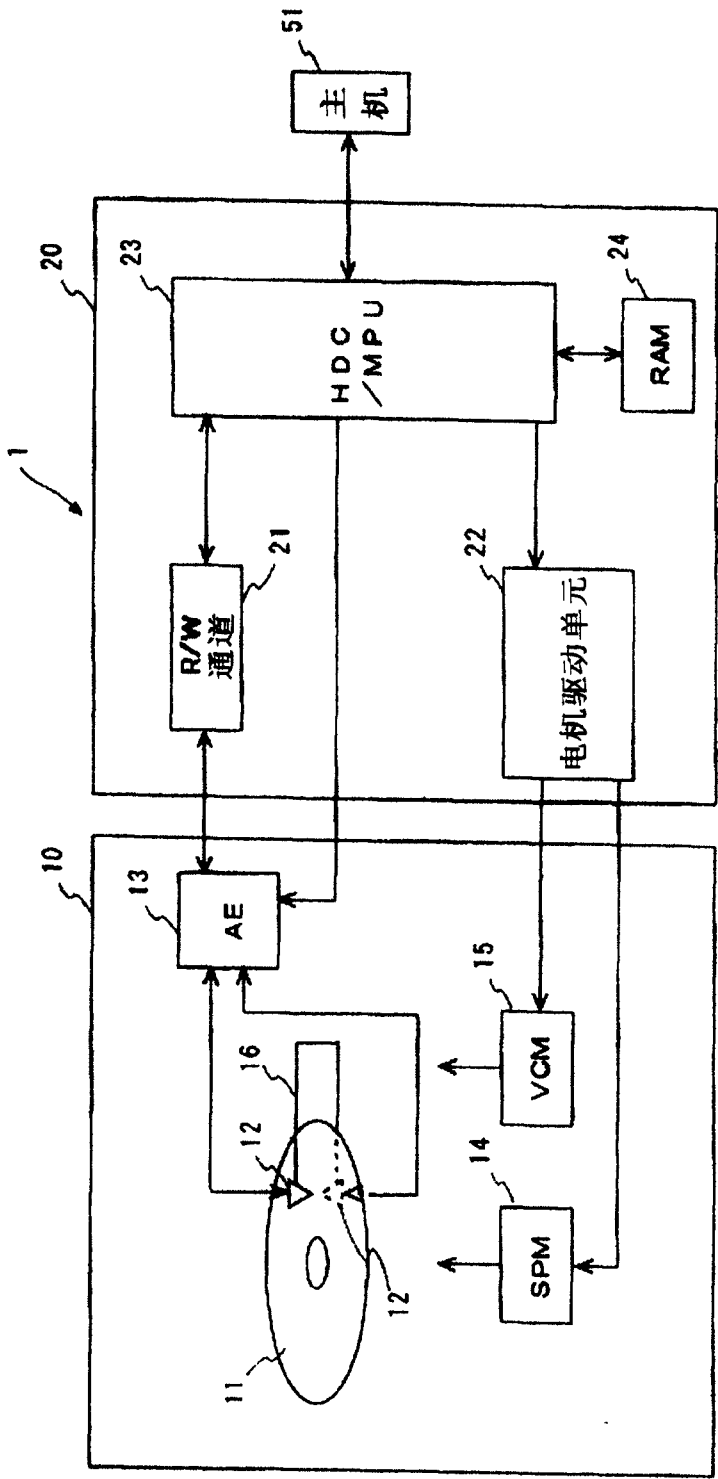


图1

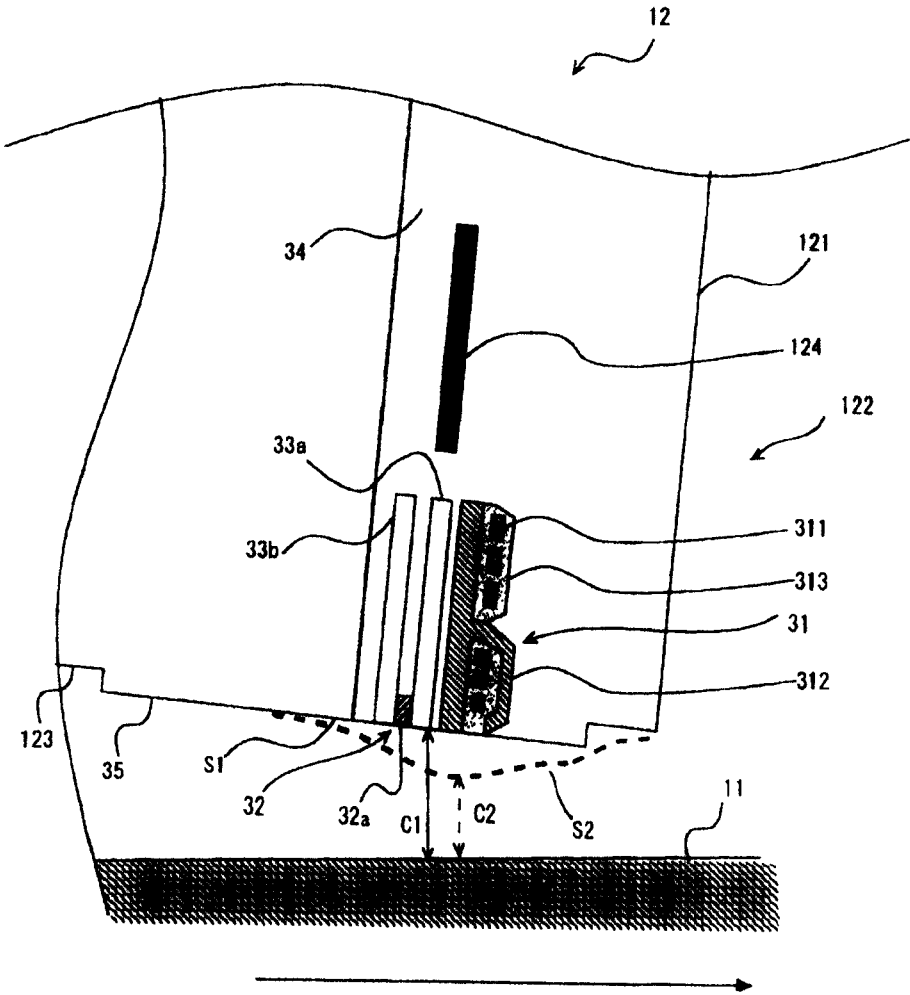


图2

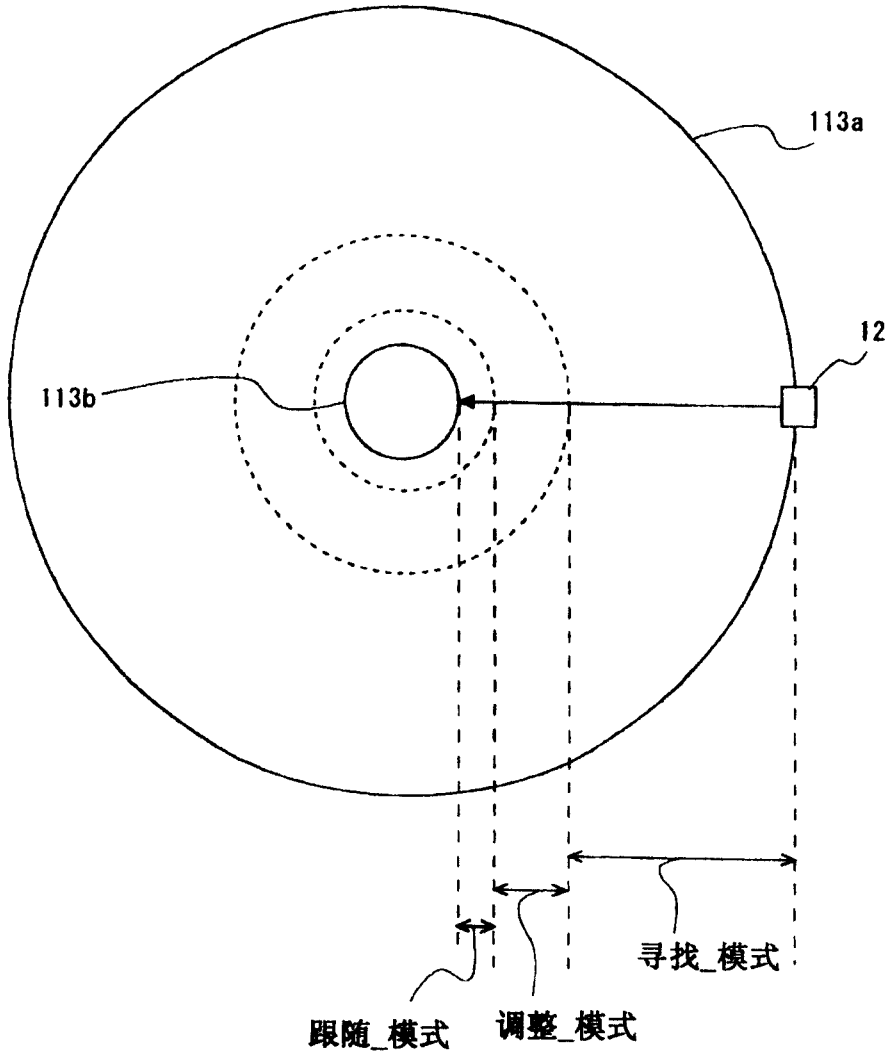


图3

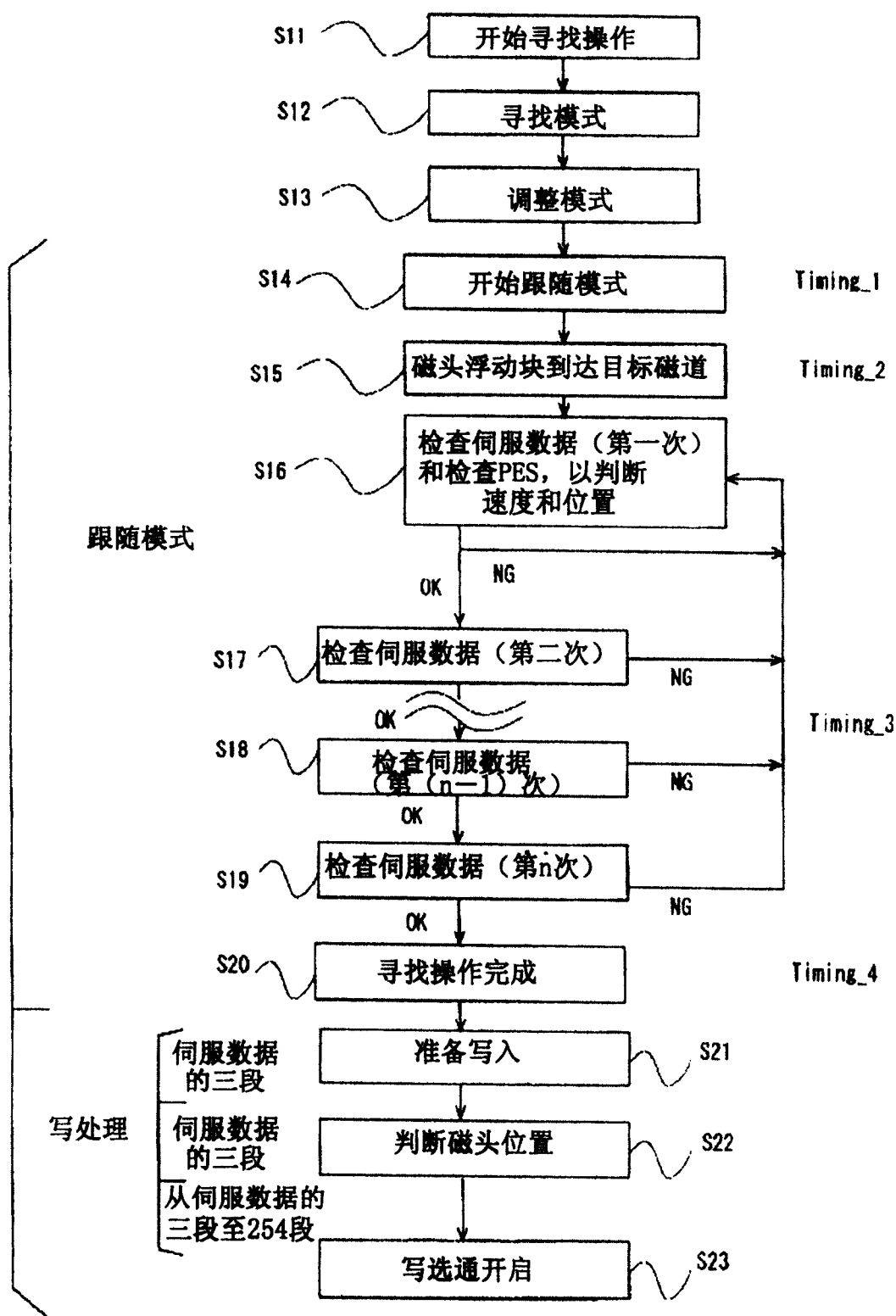


图4

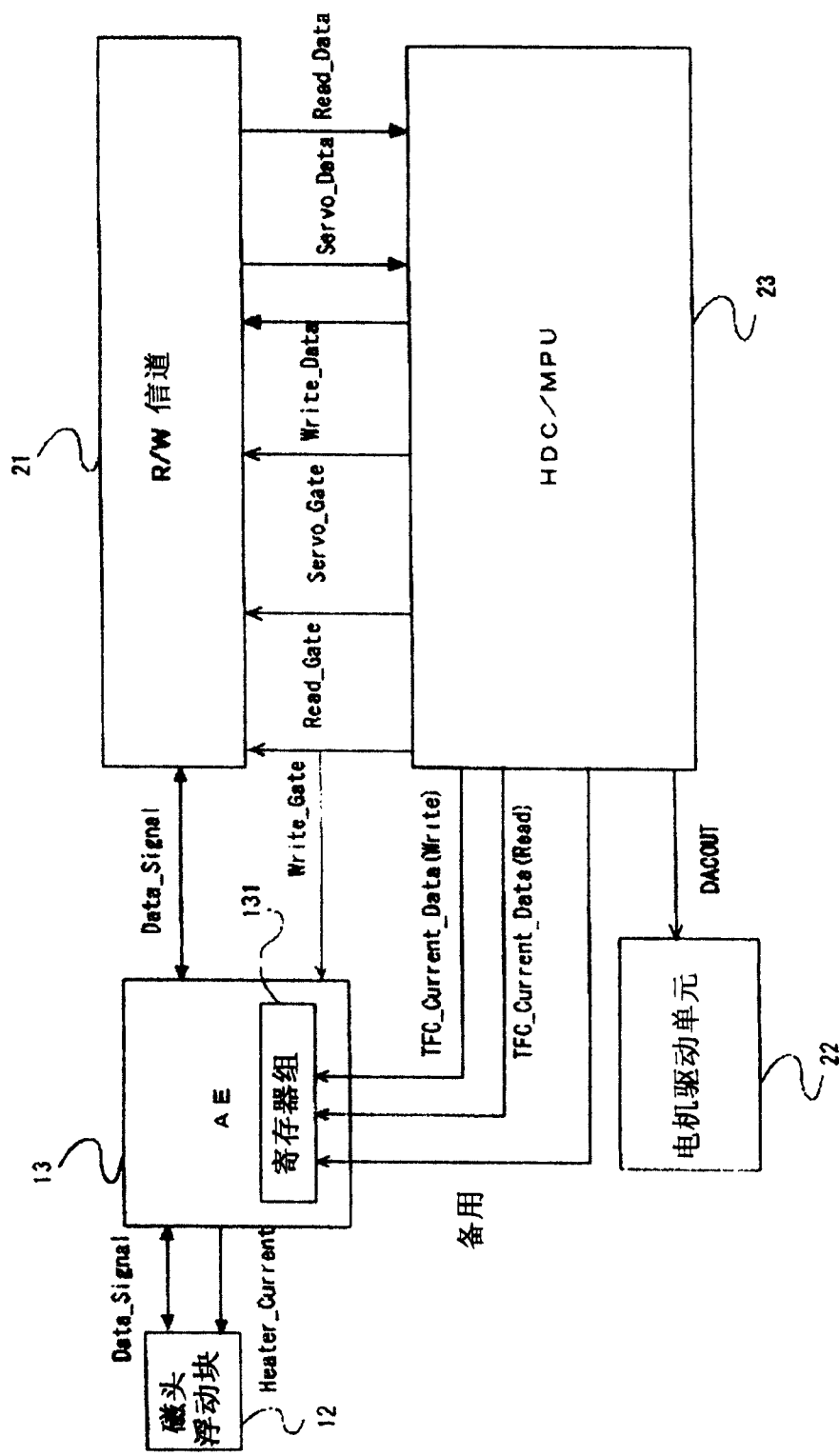


图5

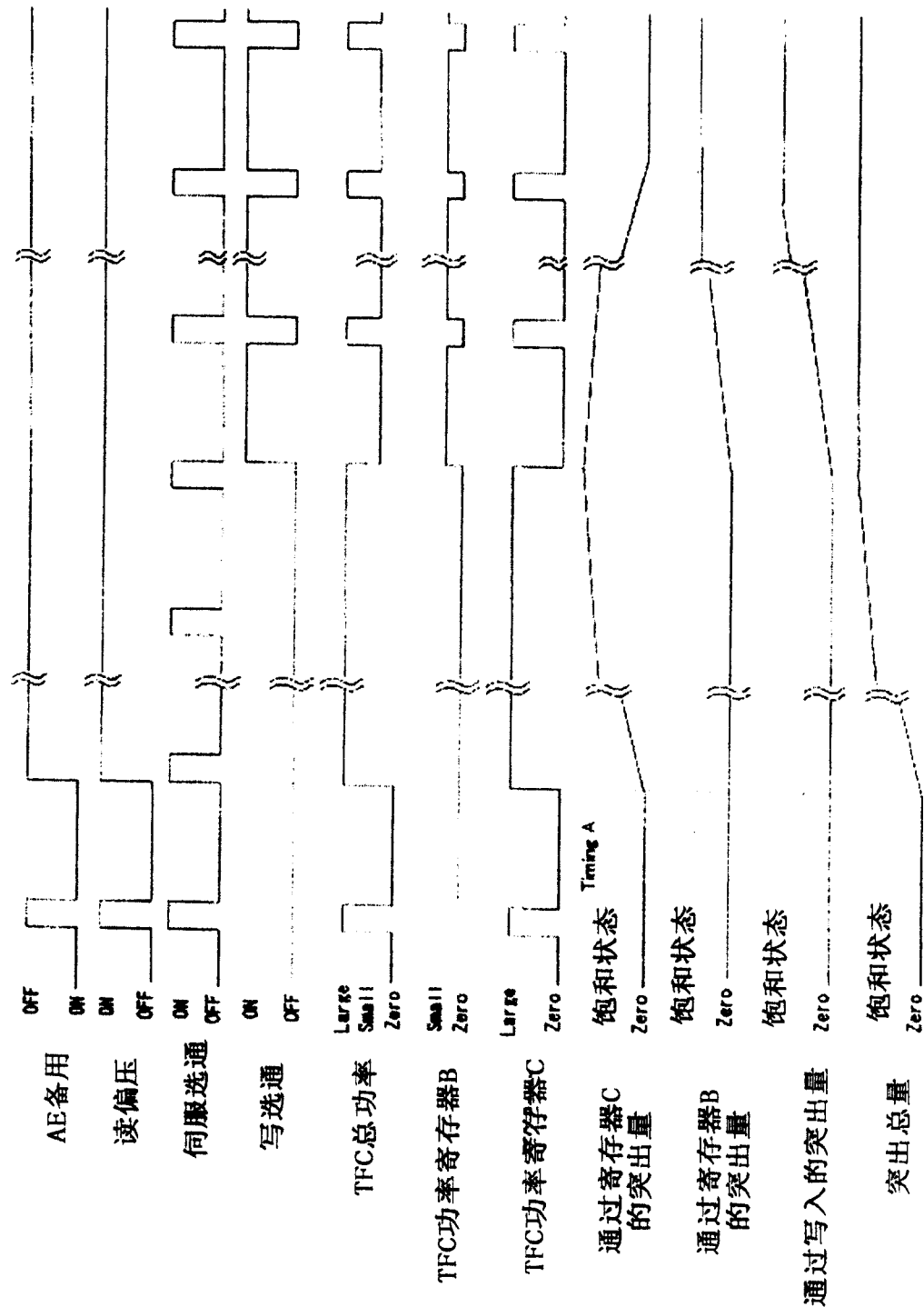


图6

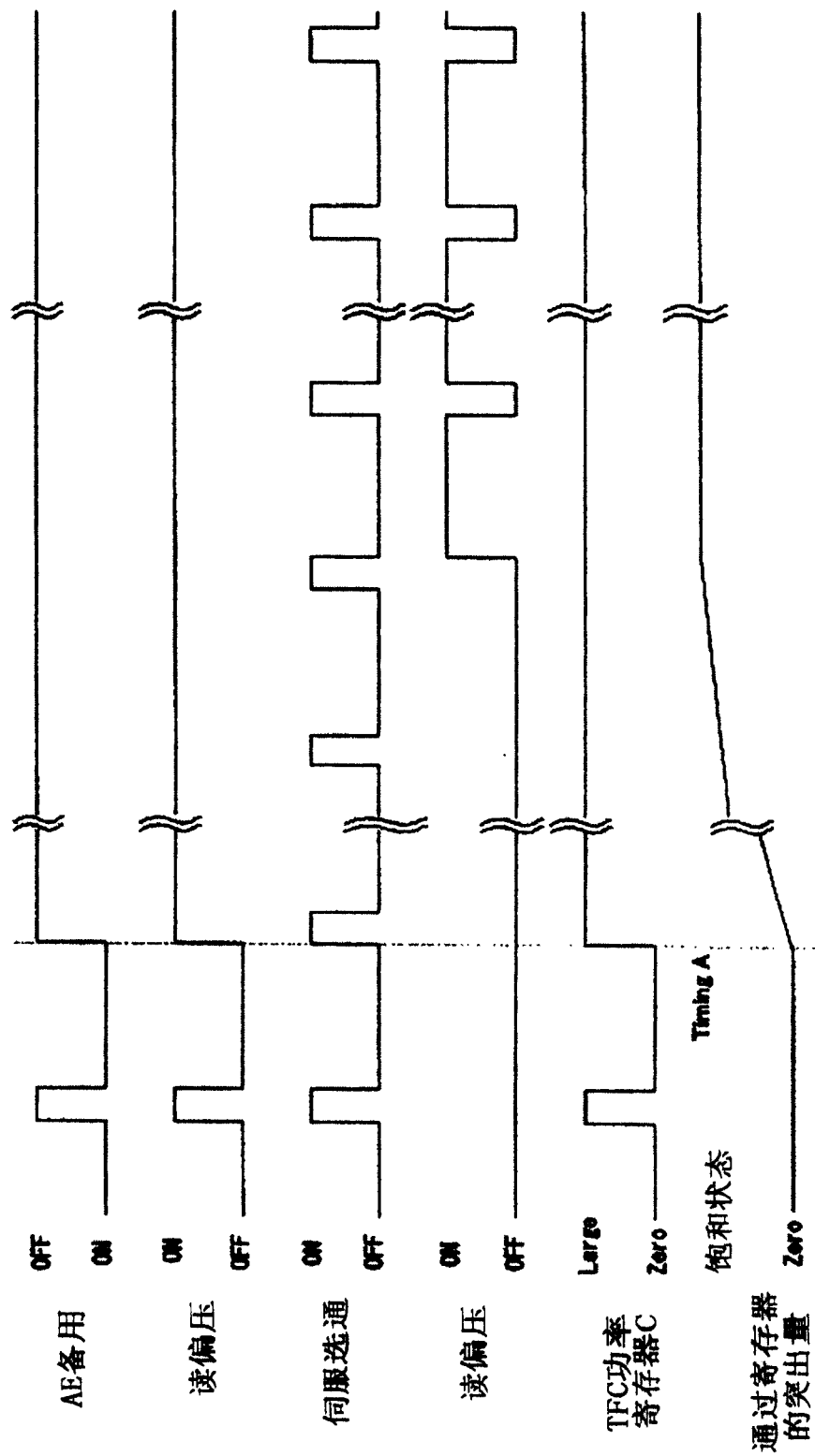


图7