



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106816160 B

(45)授权公告日 2019.04.05

(21)申请号 201610104123.9

(22)申请日 2016.02.25

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106816160 A

(43)申请公布日 2017.06.09

(30)优先权数据  
62/260702 2015.11.30 US

(73)专利权人 株式会社 东芝  
地址 日本东京都

(72)发明人 杉山洋

(74)专利代理机构 北京市中咨律师事务所  
11247  
代理人 刘静 段承恩

(51)Int.Cl.

G11B 5/596(2006.01)

(56)对比文件

CN 1542829 A,2004.11.03,  
US 7961422 B1,2011.06.14,  
CN 104851433 A,2015.08.19,  
JP 2008204502 A,2008.09.04,  
US 2011279924 A1,2011.11.17,

审查员 付小璞

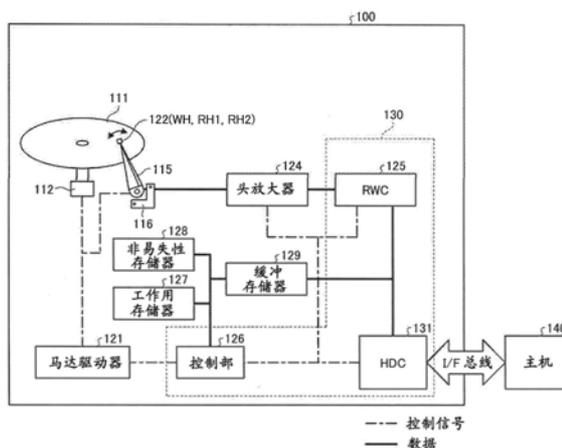
权利要求书3页 说明书11页 附图8页

(54)发明名称

磁盘装置及其控制方法

(57)摘要

本发明涉及磁盘装置及其控制方法,根据实施方式,提供具有磁盘、磁头和控制器的磁盘装置。磁头与磁盘相对。磁头具有第1读取头和第2读取头。控制器基于第1位置信息和第2位置信息来判定第1磁道或第2磁道附近的磁道间距。第1位置信息由第1读取头读出,是与对应于磁盘的第1磁道的伺服信号相应的信息。第2位置信息由第2读取头读出,是与对应于第2磁道的伺服信号相应的信息。第2磁道是第1磁道附近的磁道。



1. 一种磁盘装置,其具有:

磁盘;

磁头,其与所述磁盘相对,具有第1读取头和第2读取头;以及

控制器,其基于由所述第1读取头读出、与对应于所述磁盘的第1磁道的伺服信号相应的第1位置信息和由所述第2读取头读出、与对应于所述第1磁道附近的第2磁道的伺服信号相应的第2位置信息,判定所述第1磁道和所述第2磁道之间的磁道间距有无异常。

2. 根据权利要求1所述的磁盘装置,其中,

所述控制器基于所述第1位置信息和所述第2位置信息来求出所述第1磁道和所述第2磁道的磁道间距相对于所述第1读取头和所述第2读取头在交叉磁道方向上的距离的差量,根据所述差量和第1阈值来判定所述磁道间距有无异常。

3. 根据权利要求2所述的磁盘装置,其中,

所述第1位置信息包含所述第1读取头相对于所述第1磁道的中心的第1偏移位置,

所述第2位置信息包含所述第2读取头相对于所述第2磁道的中心的第2偏移位置,

所述控制器根据所述第1偏移位置与所述第2偏移位置之差来求出所述差量。

4. 根据权利要求3所述的磁盘装置,其中,

所述第1偏移位置包含所述第1读取头相对于所述第1磁道的中心的位置偏移量和所述第1读取头相对于所述第1磁道的中心的偏移方向,

所述第2偏移位置包含所述第2读取头相对于所述第2磁道的中心的位置偏移量和所述第2读取头相对于所述第2磁道的中心的偏移方向。

5. 根据权利要求2所述的磁盘装置,其中,

所述控制器在所述差量超过所述第1阈值的情况下,判定为磁道间距异常。

6. 根据权利要求5所述的磁盘装置,其中,

所述控制器对所述第2磁道中的多个部位判定磁道间距有无异常,在所述多个部位中的判定为磁道间距异常的部位的个数超过第2阈值的情况下,将所述第2磁道登记为不使用磁道。

7. 根据权利要求6所述的磁盘装置,其中,

所述控制器沿所述磁盘的交叉磁道方向中的从所述第1磁道朝向所述第2磁道的第1方向选择第3磁道和第4磁道,基于由所述第1读取头读出、与对应于所述第3磁道的伺服信号相应的第3位置信息和由所述第2读取头读出、与对应于所述第4磁道的伺服信号相应的第4位置信息,对所述第4磁道中的多个部位判定磁道间距有无异常,在所述多个部位中的判定为磁道间距异常的部位的个数超过所述第2阈值的情况下,将所述第4磁道登记为不使用磁道。

8. 根据权利要求6所述的磁盘装置,其中,

所述控制器沿所述磁盘的交叉磁道方向中的从所述第1磁道朝向所述第2磁道的第1方向选择所述第2磁道和第3磁道,基于由所述第1读取头读出、与对应于所述第2磁道的伺服信号相应的第5位置信息和由所述第2读取头读出、与对应于所述第3磁道的伺服信号相应的第6位置信息,对所述第3磁道中的多个部位判定磁道间距有无异常,在所述多个部位中的判定为磁道间距异常的部位的个数超过所述第2阈值的情况下,将所述第3磁道登记为不使用磁道。

9. 根据权利要求6所述的磁盘装置,其中,

所述控制器在判定为存在所述异常的部位个数为所述第2阈值以下的情况下,根据判定为存在所述异常的部位个数,将判定为存在所述异常的部位登记为应该避免所述第2磁道上的存取的异常部位。

10. 根据权利要求9所述的磁盘装置,其中,

所述控制器在判定为存在所述异常的部位个数为所述第2阈值以下且超过比所述第2阈值小的第3阈值的情况下,将判定为存在所述异常的部位登记为所述异常部位。

11. 一种磁盘装置的控制方法,包括:

取得第1位置信息和第2位置信息,所述第1位置信息由具有磁盘和与所述磁盘相对并包含第1读取头和第2读取头的磁头的磁盘装置中的所述第1读取头读出、与对应于所述磁盘的第1磁道的伺服信号相应,所述第2位置信息由所述第2读取头读出、与对应于所述第1磁道附近的第2磁道的伺服信号相应;和

基于所述第1位置信息和所述第2位置信息来判定所述第1磁道和所述第2磁道之间的磁道间距有无异常。

12. 根据权利要求11所述的控制方法,其中,

所述判定包括:

基于所述第1位置信息和所述第2位置信息,求出所述第1磁道和所述第2磁道的磁道间距相对于所述第1读取头和所述第2读取头在交叉磁道方向上的距离的差量;和

根据所述差量和第1阈值来判定所述磁道间距有无异常。

13. 根据权利要求12所述的控制方法,其中,

所述第1位置信息包含所述第1读取头相对于所述第1磁道的中心的第1偏移位置,

所述第2位置信息包含所述第2读取头相对于所述第2磁道的中心的第2偏移位置,

求出所述差量包括:根据所述第1偏移位置与所述第2偏移位置之差来求出所述差量。

14. 根据权利要求13所述的控制方法,其中,

所述第1偏移位置包含所述第1读取头相对于所述第1磁道的中心的位置偏移量和所述第1读取头相对于所述第1磁道的中心的偏移方向,

所述第2偏移位置包含所述第2读取头相对于所述第2磁道的中心的位置偏移量和所述第2读取头相对于所述第2磁道的中心的偏移方向。

15. 根据权利要求12所述的控制方法,其中,

所述判定包括:在所述差量超过所述第1阈值的情况下,判定为磁道间距异常。

16. 根据权利要求15所述的控制方法,其中,

所述判定包括:

对所述第2磁道中的多个部位判定磁道间距有无异常;和

在所述多个部位中的判定为磁道间距异常的部位个数超过第2阈值的情况下,将所述第2磁道登记为不使用磁道。

17. 根据权利要求16所述的控制方法,还包括:

沿所述磁盘的交叉磁道方向中的从所述第1磁道朝向所述第2磁道的第1方向选择第3磁道和第4磁道,取得由所述第1读取头读出、与对应于所述第3磁道的伺服信号相应的第3位置信息和由所述第2读取头读出、与对应于所述第4磁道的伺服信号相应的第4位置信息;

和

基于所述第3位置信息和所述第4位置信息,对所述第4磁道中的多个部位判定磁道间距有无异常,在所述多个部位中的判定为磁道间距异常的部位的个数超过所述第2阈值的情况下,将所述第4磁道登记为不使用磁道。

18. 根据权利要求16所述的控制方法,其中,

沿所述磁盘的交叉磁道方向中的从所述第1磁道朝向所述第2磁道的第1方向选择所述第2磁道和第3磁道,取得由所述第1读取头读出、与对应于所述第2磁道的伺服信号相应的第5位置信息和由所述第2读取头读出、与对应于所述第3磁道的伺服信号相应的第6位置信息,

基于所述第5位置信息和所述第6位置信息,对所述第3磁道中的多个部位判定磁道间距有无异常,在所述多个部位中的判定为磁道间距异常的部位的个数超过所述第2阈值的情况下,将所述第3磁道登记为不使用磁道。

19. 根据权利要求16所述的控制方法,其中,

所述判定包括:

在判定为存在所述异常的部位的个数为所述第2阈值以下的情况下,根据判定为存在所述异常的部位的个数,将判定为存在所述异常的部位登记为应该避免所述第2磁道上的存取的异常部位。

20. 根据权利要求19所述的控制方法,其中,

所述判定包括:

在判定为存在所述异常的部位的个数为所述第2阈值以下且超过比所述第2阈值小的第3阈值的情况下,将判定为存在所述异常的部位登记为所述异常部位。

## 磁盘装置及其控制方法

### 技术领域

[0001] 本实施方式涉及磁盘装置及其控制方法。

### 背景技术

[0002] 对于磁盘装置,存在为了使记录到磁盘的数据高密度化而使磁盘的磁道间距变窄的趋势。此时,期望对磁道间距的异常(磁道间距与附近不同的部位)进行管理。

### 发明内容

[0003] 本发明的实施方式,提供能够高精度地检测磁道间距的异常的磁盘装置及其控制方法。

[0004] 根据本实施方式,提供具有磁盘、磁头和控制器的磁盘装置。磁头与磁盘相对。磁头具有第1读取头和第2读取头。控制器基于第1位置信息和第2位置信息,判定第1磁道或第2磁道附近的磁道间距。第1位置信息由第1读取头读出,是与对应于磁盘的第1磁道的伺服信号相应的信息。第2位置信息是第2读取头读出,是与对应于第2磁道的伺服信号相应的信息。第2磁道是第1磁道附近的磁道。

### 附图说明

[0005] 图1是示出实施方式的磁盘装置的结构图。

[0006] 图2是示出实施方式的头间距离管理信息的图。

[0007] 图3是示出实施方式的磁道间距相对于头间距离的差量的求出方法的图。

[0008] 图4是示出实施方式的磁盘装置的工作的流程图。

[0009] 图5是示出实施方式的判定处理的流程的流程图。

[0010] 图6A是用于说明实施方式的判定处理的一例的图。

[0011] 图6B是用于说明实施方式的判定处理的另一例的图。

[0012] 图6C是用于说明实施方式的判定处理的又一例的图。

### 具体实施方式

[0013] 以下,参照附图对实施方式的磁盘装置进行详细说明。此外,并非通过本实施方式限定本发明。

[0014] (实施方式)

[0015] 使用图1对实施方式的磁盘装置100进行说明。图1是示出磁盘装置100的结构图。

[0016] 磁盘装置100例如是经由磁头122向磁盘111记录信息,并经由磁头122从磁盘111读出信号的装置(例如硬盘装置;HDD)。具体而言,磁盘装置100具有磁盘111、主轴马达(SPM) 112、马达驱动器121、磁头122、致动器臂115、音圈马达(VCM) 116、头放大器124、读写通道(RWC) 125、硬盘控制器(HDC) 131、缓冲存储器129和控制部126。

[0017] 磁盘111通过SPM 112,以旋转轴为中心,以预定的转速旋转。SPM 112被马达驱动器121旋转驱动。

[0018] 磁头122与磁盘111相对,通过其所具有的写入头WH和读取头RH1、RH2,对磁盘111进行数据的写入和/或读取。两个读取头RH1、RH2例如作为2维记录(TDMR:Two Dimensional Magnetic Recording,二维磁记录)技术中的主头和从头来使用。例如,主头是用于读出数据的读取头,使用读取头RH1、RH2中的一个。例如,从头是用于读出在使读出数据时的磁道间干涉(ITI:Inter Track Interference)降低时使用的信号的读取头,使用读取头RH1、RH2中的另一个。磁头122通过位于致动器臂115的前端且由马达驱动器121驱动的VCM 116,沿着磁盘111的半径方向(交叉磁道方向)移动。

[0019] 头放大器124将磁头122从磁盘111读取的信号放大后输出,提供给RWC 125。另外,头放大器124向磁头122提供写入电流,该写入电流是基于从RWC 125提供的、用于向磁盘111写入数据的信号的。

[0020] HDC 131进行经由I/F总线与主机140之间进行的数据收发的控制、缓冲存储器129的控制以及针对向磁盘111写入的写入数据的数据纠错处理等。缓冲存储器129作为在与主机140之间收发的数据的高速缓存来使用。另外,缓冲存储器129被用于暂时存储从磁盘111读取的数据、向磁盘111写入的数据、或从磁盘111读取的控制用固件等。缓冲存储器129例如是DRAM、SDRAM。

[0021] RWC 125对从HDC 131提供的、用于向磁盘111写入的数据进行编码调制,并提供给头放大器124。另外,RWC 125对从磁盘111读取并经由头放大器124提供的信号进行编码解调,作为数字数据输出给HDC 131。

[0022] 控制部126与工作用存储器127(例如SRAM:Static Random Access Memory:静态随机存取存储器)、非易失性存储器128(例如Flash ROM:Flash Read Only Memory:快闪只读存储器)和暂时存储用的缓冲存储器129连接。控制部126按照非易失性存储器128或磁盘111中存储的固件,进行该磁盘装置100的整体控制。固件包含磁盘装置100启动时最初执行的初始固件和磁盘装置100的通常工作中使用的控制用固件。初始固件例如可以存储在非易失性存储器128中,控制用固件可以记录在磁盘111中。控制用固件通过按照初始固件的控制,一旦从磁盘111读出到缓冲存储器129,然后就保存到工作用存储器127中。

[0023] 此外,也可以将包含RWC 125、控制部126和HDC 131的硬件结构视作控制器130。

[0024] 在磁盘装置100中,针对同心圆状地设置于磁盘111上的多个磁道,从内侧到外侧或从外侧到内侧依次分配有磁道编号。在磁盘装置100中,可将使用了磁道编号的各种管理信息记录在磁盘111中的管理信息记录区域中。此外,在本说明书中,在设任意自然数为x时,将磁道编号为第x的磁道表示为Trk\_x。另外,以下例示了从磁盘111的外侧到内侧依次分配有磁道编号的情况。

[0025] 对于磁盘装置100,存在为了使磁盘111保存的数据高密度化而使磁盘111的磁道间距变窄的趋势。磁道间距越窄,在向磁道写入了数据时对附近磁道(例如相邻磁道)产生的侧擦除的影响越容易变明显。尤其是,磁道间距存在异常的部位(磁道宽度窄的磁道)容易受到侧擦除的影响。在产生侧擦除时,从其附近磁道读取数据的读取动作的结果是,发生读取错误的可能性变高。因此,期望对磁道间距的异常(伺服磁道宽度或数据磁道宽度比附近的磁道窄的磁道)进行管理。

[0026] 磁道间距取决于在磁盘装置100的制造工序中记录到磁盘111的伺服信息的间距。例如,STW(Servo Track Write:伺服磁道写入)设为想要通过一定的进给间距向磁盘111写入伺服信息。由此,规定了从磁盘111的中心附近沿放射方向延伸的多个伺服区域SV。伺服区域SV可沿圆周方向等间隔地配置。伺服区域SV记录有包含伺服模式的伺服信息。

[0027] 例如,伺服模式包含伺服标记、格雷码、突发(burst,脉冲串)部。伺服标记表示伺服模式的起始,是作为伺服模式的读出基准的基准标记。在格雷码中,以数字数据记录各个磁道的磁道编号。在磁盘装置100中,通过对格雷码所记录的磁道编号进行解调,能够检测读取头RH1、RH2位于哪个磁道编号的磁道。突发部是记录用于检测在各磁道中从半径方向的目标位置(例如磁道中心)起的偏移位置(方向或量)的位置信息的记录区域。在磁盘装置100中,能够取得读取了突发部所记录的位置信息的信号的振幅或相位,对从检测出的磁道编号的目标位置起的读取头RH1、RH2的位置(偏移位置)的信息进行解调。即,通过向磁盘111写入伺服信息,在磁盘111上同心圆状地规定了多个磁道。

[0028] 在STW向磁盘111写入伺服信息时,由于VCM 116的不稳定的旋转、STW的针(pin)相对于磁盘111的抵接情况(使磁头122的位置发生位移的针与磁头122抵接的角度等)、周边环境(振动和/或冲击)等误差因素,有时会产生伺服信息的磁道间距不均匀。在误差因素较大时,有可能产生无法忽略的程度的磁道间距的异常(伺服磁道间距异常)。

[0029] 为了检测磁道间距的异常,考虑进行如下试验(第1试验)的方法:在以容易产生侧擦除的条件向磁道写入了数据之后读取数据。具体而言,在向偶数磁道写入了数据之后,向奇数磁道写入数据。进而,从偶数磁道读取数据,检查是否适当地读取出了数据。由此,在磁道间距比附近的磁道窄的磁道(偶数磁道内的一部分磁道)中,因为会从两侧的磁道受到侧擦除的影响,所以容易产生读取错误。

[0030] 另外,相反地,在向奇数磁道写入了数据之后,向偶数磁道写入数据。进而,从奇数磁道读取数据,检查是否适当地读取出了数据。由此,在磁道间距比附近的磁道窄的磁道(奇数磁道内的一部分磁道)中,因为会从两侧的磁道受到侧擦除的影响,所以容易产生读取错误。

[0031] 并且,通过进行将产生了读取错误的磁道登记为不使用磁道的磁道滑动处理,能够将磁盘装置100实际工作时的磁道间距异常引起的读取错误的产生防患于未然。

[0032] 但是,在采用该方法的情况下,根据向磁道写入数据时的磁道偏离(off track)的方向,有可能会产生误检测或未检测(漏检)。具体而言,例如在向奇数磁道写入数据时,在朝远离相邻的一个偶数磁道的方向发生磁道偏离而晃动写入的情况下,该相邻的一个偶数磁道的数据的消除剩余宽度变大,有时会未产生读取错误而读出。即,由于磁头122的晃动,磁道间距的异常的检测精度有可能会下降。

[0033] 另外,为了检测磁道间距的异常,需要对各磁道进行偶数(或奇数)磁道的数据的写入、奇数(或偶数)磁道的数据的写入、偶数(或奇数)磁道的数据的读取这3个阶段的工作。由此,存在磁道间距的异常(伺服磁道间距异常)的检测所需的时间长时间化的趋势。

[0034] 因此,在本实施方式中,在磁盘装置100中,基于由多个读取头RH1、RH2读出、与对应于多个磁道的伺服信号相应的多个位置信息来判定磁道间距,由此实现磁道间距的异常的检测精度提高和检测时间缩短。

[0035] 具体而言,利用如下情况:在使磁头122在轨(on track)时,TDMR技术中的作为主

头和从头使用的两个读取头RH1、RH2的位置沿交叉磁道方向错开。即，控制器130基于两个磁道间的距离(磁道间距)相对于读取头RH1和读取头RH2在交叉磁道方向上的距离的差量，判定磁道间距有无异常(参照图3)。差量可定义为从读取头RH1和读取头RH2在交叉磁道方向上的距离减去两个磁道间的磁道间距而得到的量。

[0036] 此时，为了准确地掌握磁道间距的异常，需要预先准确地求出头间距离，该头间距离是读取头RH1和读取头RH2在交叉磁道方向上的相对距离。在磁盘111中，随着磁道位于内侧或外侧，致动器臂115的臂角度变化，因此，磁头122的斜角发生变化。读取头RH1和读取头RH2相对于磁盘111的位置关系也随之变化，因此，头间距离例如在1个磁道的量的附近发生变化。因此，在磁盘装置100的制造工序中，进行计算各个磁道的头间距离的校准处理。例如，在近邻的磁道中，头间距离大致相同的可能性高，因此，按预定的分区(zone)等测定出代表磁道的头间距离，控制器130得到图2的21所示那样的基准头间距离。图2是示出头间距离管理信息123的图。

[0037] 例如，在使磁头122在磁道Trk\_0(磁道编号=0)在轨时，当将由读取头RH1和读取头RH2从伺服区域SV读出并解调出的位置(位置信息)分别设为Pos[RH1, Trk\_0]、Pos[RH2, Trk\_0]时，针对包含磁道Trk\_0作为代表磁道的分区0的基准头间距离[zone0]，下式1成立。

[0038] 基准头间距离[zone0]=Pos[RH1, Trk\_0]-Pos[RH2, Trk\_0]…式1

[0039] 同样，针对其它分区，也得到基准头间距离。例如，针对包含磁道Trk\_k(k为2以上的整数)作为代表磁道的分区1的基准头间距离[zone1]，下式2成立。

[0040] 基准头间距离[zone1]=Pos[RH1, Trk\_k]-Pos[RH2, Trk\_k]…式2

[0041] 此外，为了提高基准头间距离的测定精度，也可以测定代表磁道前后的磁道的头间距离，对它们进行平均化，由此求出基准头间距离。即，在设p为小于k的整数时，针对包含磁道Trk\_k作为代表磁道的分区1的基准头间距离[zone1]，下式3成立。

[0042] 基准头间距离[zone1] = { (Pos[RH1, Trk\_(k-p)] - Pos[RH2, Trk\_(k-p)]) + (Pos[RH1, Trk\_(k-p+1)] - Pos[RH2, Trk\_(k-p+1)]) + …… + (Pos[RH1, Trk\_(k-1)] - Pos[RH2, Trk\_(k-1)]) + (Pos[RH1, Trk\_k] - Pos[RH2, Trk\_k]) + (Pos[RH1, Trk\_(k+1)] - Pos[RH2, Trk\_(k+1)]) + …… + (Pos[RH1, Trk\_(k+p-1)] - Pos[RH2, Trk\_(k+p-1)]) + (Pos[RH1, Trk\_(k+p)] - Pos[RH2, Trk\_(k+p)]) } / (2 × p)

[0043] …式3

[0044] 并且，控制器130通过近似曲线(或近似直线)对测定出的代表磁道的头间距离进行插值，由此，如图2的22所示那样，能够计算出各个磁道的头间距离。计算出的头间距离例如是表示读取头RH1和读取头RH2在交叉磁道方向上的距离为几个磁道量的量。头间距离例如可作为1个磁道的量(相当于适当的1个磁道宽度)附近的值来计算。计算出的各个磁道的头间距离的信息作为图2的22所示的头间距离管理信息123来存储。头间距离管理信息123在磁盘装置100出厂之前被保存到磁盘111的管理信息保存区域中。控制器130根据需要，能够从磁盘111的管理信息保存区域读出头间距离管理信息123，掌握在制造工序内设定的头间距离。

[0045] 例如，如图3所示，根据磁道间距相对于头间距离的差量，检测磁道间距的异常。图3是示出磁道间距相对于头间距离的差量的求出方法的图。

[0046] 图3的31示出了磁道Trk\_n、Trk\_(n+1)的磁道宽度适当、磁道Trk\_n、Trk\_(n+1)间

的磁道间距TP0适当的情况。此时,控制器130使读取头RH1在磁道Trk\_n在轨,对由读取头RH1从磁道Trk\_n的伺服区域SV读出的伺服信号(与磁道Trk\_n对应的伺服信号)进行解调,得到读取头RH1的位置信息PosA=OF1(≠0)。OF1例如是表示读取头RH1距磁道Trk\_n的半径方向的中心的偏移位置的信息。同样,控制器130对由读取头RH2从磁道Trk\_(n+1)的伺服区域SV读出的伺服信号(与磁道Trk\_(n+1)对应的伺服信号)进行解调,得到读取头RH2的位置信息PosB=OF2(≠0)。OF2例如是表示读取头RH2距磁道Trk\_(n+1)的半径方向的中心的偏移位置的信息。

[0047] 对于各偏移位置的信息OF1、OF2,由其绝对值表示从磁道的半径方向的中心(以下,简称为磁道的中心)偏移几个磁道量的量,由其符号表示从磁道的中心偏移的方向。例如,能够以正表示从磁道的中心向外侧偏移的情况,以负表示从磁道的中心向内侧偏移的情况。

[0048] 此时,在设磁道Trk\_n和磁道Trk\_(n+1)的头间距离为D1(=1个磁道的量)时,控制器130能够通过下式4求出磁道间距TP0相对于头间距离D1的差量 $\Delta TP10(=D1-TP0)$ 。

[0049]  $\Delta TP10=OF1-OF2 \neq 0 \cdots$ 式4

[0050] 图3的32示出了如下情况:磁道Trk\_n的磁道宽度适当,与此相对,磁道Trk\_(n+1)的磁道宽度非常狭窄,磁道Trk\_n、Trk\_(n+1)间的磁道间距TP1异常。此时,控制器130使读取头RH1在磁道Trk\_n在轨,对由读取头RH1从磁道Trk\_n的伺服区域SV读出的伺服信号进行解调,得到读取头RH1的位置信息PosA=OF3(≠0)。OF3例如是表示读取头RH1距磁道Trk\_n的中心的偏移位置的信息。同样,控制器130对由读取头RH2从磁道Trk\_(n+1)的伺服区域SV读出的伺服信号进行解调,得到读取头RH2的位置信息PosB=OF4(<0)。OF4例如是表示读取头RH2距磁道Trk\_(n+1)的中心的偏移位置的信息。

[0051] 对于各偏移位置的信息OF3、OF4,由其绝对值表示从磁道的中心偏移几个磁道量的量,由其符号表示从磁道的中心偏移的方向。例如,能够以正表示从磁道的中心向外侧偏移的情况,以负表示从磁道的中心向内侧偏移的情况。

[0052] 此时,在设磁道Trk\_n和磁道Trk\_(n+1)的头间距离为D1(=1个磁道的量)时,控制器130能够通过下式5求出磁道间距TP1相对于头间距离D1的差量 $\Delta TP11(=D1-TP1)$ 。

[0053]  $\Delta TP11=OF3-OF4 > 0 \cdots$ 式5

[0054] 此外,在即使想要使读取头RH1在磁道Trk\_n在轨但磁头122却因风和/或振动等外部干扰而晃动时,如图3的33所示,有时读取头RH1的位置会从磁道Trk\_n的中心偏离。例如,图3的33示出了如下情况:磁道Trk\_n的磁道宽度适当,与此相对,磁道Trk\_(n+1)的磁道宽度非常狭窄,磁道Trk\_n、Trk\_(n+1)间的磁道间距TP1异常,磁头122有晃动。

[0055] 此时,控制器130对由读取头RH1从磁道Trk\_n的伺服区域SV读出的伺服信号进行解调,得到读取头RH1的位置信息PosA=OF5(>0)。OF5例如是表示读取头RH1距磁道Trk\_n的中心的偏移位置的信息。同样,控制器130对由读取头RH2从磁道Trk\_(n+1)的伺服区域SV读出的伺服信号进行解调,得到读取头RH2的位置信息PosB=OF6(<0)。OF6例如是表示读取头RH2距磁道Trk\_(n+1)的中心的偏移位置的信息。

[0056] 对于各偏移位置的信息OF5、OF6,由其绝对值表示从磁道的中心偏移几个磁道量的量,由其符号表示从磁道的中心偏移的方向。例如,能够以正表示从磁道的中心向外侧偏移的情况,以负表示从磁道的中心向内侧偏移的情况。

[0057] 此时,在设磁道Trk<sub>n</sub>和磁道Trk<sub>(n+1)</sub>的头间距离为D1(=1个磁道的量)时,控制器130能够通过下式6求出磁道间距TP1相对于头间距离D1的差量 $\Delta TP11'$ (=D1-TP1)。

[0058]  $\Delta TP11' = 0F5 - 0F6 > 0 \cdots$ 式6

[0059] 若对图3的32、33进行比较,则可知下式7成立。

[0060]  $\Delta TP11 \doteq \Delta TP11' \cdots$ 式7

[0061] 如式4~式6所示,可知,磁道间距相对于头间距离的差量是磁道间距的不均匀越大则从零起越大的参数,是对于检测磁道间距不均匀的异常而言有用的参数。另外,如式5~式7所示,可知,磁道间距相对于头间距离的差量不容易受到磁头122因外部干扰引起的晃动的影响。

[0062] 因此,控制器130基于磁道间距相对于头间距离的差量,判定磁道间距的异常。例如,控制器130将磁头122中的读取头RH1作为基准头,将读取头RH2作为检查头。控制器130将读取头RH1侧的磁道作为基准磁道,将读取头RH2侧的磁道作为检查磁道,对检查磁道判定磁道间距的异常。

[0063] 例如,在图3的31~33所示的例子中,基准侧的磁道Trk<sub>n</sub>的磁道宽度都是适当的。如果检查侧的磁道Trk<sub>(n+1)</sub>的磁道宽度适当且磁道间距适当(即,图3的31的例子),则磁道间距相对于头间距离的差量大致为零。在检查侧的磁道Trk<sub>(n+1)</sub>的磁道宽度异常而产生磁道间距异常时,磁道间距相对于头间距离的差量变大。即,针对差量的值,可以在磁道间距适当的情况与磁道间距异常的情况之间设置作为判定磁道间距是否异常的基准的判定值(第1阈值)。

[0064] 控制器130将磁道间距相对于头间距离的差量与判定值(第1阈值)进行比较,在磁道间距相对于头间距离的差量超过判定值的情况下,对磁道Trk<sub>(n+1)</sub>判定为磁道间距异常。另外,控制器130在磁道间距相对于头间距离的差量为判定值以下的情况下,对磁道Trk<sub>(n+1)</sub>判定为磁道间距正常。

[0065] 此外,该判定方法以基准侧的磁道的磁道宽度适当为前提,因此,即使在基准侧的磁道的磁道宽度非常狭窄的情况下,在形式上也视为磁道宽度适当。例如,在图6B的72所示的情况下,基准侧的磁道Trk<sub>(n+8)</sub>的磁道宽度非常狭窄,因此,尽管检查侧的磁道Trk<sub>(n+9)</sub>的磁道宽度适当,但却判定为磁道间距异常。在该情况下,也将磁道Trk<sub>(n+9)</sub>登记为不使用磁道,由此,针对磁道Trk<sub>(n+8)</sub>,能够防止来自磁道Trk<sub>(n+9)</sub>的侧擦除,因此在形式上视为基准侧的磁道的磁道宽度适当并没有问题。

[0066] 判定值(第1阈值)是能够根据磁道间距的管理策略而任意设定的正值。控制器130能够从磁盘111的管理信息保存区域读出头间距离管理信息123(参照图2),基于读出的头间距离管理信息123,确定检查磁道的头间距离,例如将确定出的头间距离的约10%的值设为第1阈值。

[0067] 磁盘装置100进行图4和图5所示的工作,对磁盘111上的多个磁道进行磁道间距的异常的检查。图4是示出磁盘装置100的工作的一例的流程图。图5是示出针对磁道间距的异常的判定处理的一例的流程图。

[0068] 控制器130按照预定的规则,选择磁盘111上的多个磁道中的基准磁道和检查磁道的组(S1)。预定的规则例如可以为规则:沿第1方向,以每次错开2个磁道的方式,依次选择在磁盘111上相邻的2个磁道。第1方向可以设为从读取头RH1(基准头)朝向读取头RH2(检查

头)的方向(在图3的情况下,从磁盘111的外侧朝向内侧的方向)。在设 $n$ 为任意正整数时,控制器130能够如图6A的61所示那样选择磁道 $\text{Trk}_n$ 、 $\text{Trk}_{(n+1)}$ 作为基准磁道和检查磁道的组。或者,在磁道 $\text{Trk}_{(n+1)}$ 的检查已结束的情况下,控制器130能够如图6A的62所示那样选择磁道 $\text{Trk}_{(n+2)}$ 、 $\text{Trk}_{(n+3)}$ 作为基准磁道和检查磁道的组。或者,在磁道 $\text{Trk}_{(n+5)}$ 的检查已结束的情况下,控制器130能够如图6B的71所示那样选择磁道 $\text{Trk}_{(n+6)}$ 、 $\text{Trk}_{(n+7)}$ 作为基准磁道和检查磁道的组。或者,在磁道 $\text{Trk}_{(n+7)}$ 的检查已结束的情况下,控制器130能够如图6B的72所示那样选择磁道 $\text{Trk}_{(n+8)}$ 、 $\text{Trk}_{(n+9)}$ 作为基准磁道和检查磁道的组。此外,图6A、图6B是用于说明判定处理的图。

[0069] 控制器130使读取头RH1在基准磁道在轨,取得由读取头RH1、RH2从与基准磁道和检查磁道对应的各伺服区域SV读出的伺服信号。例如,在图6A的61的情况下,控制器130使读取头RH1在磁道 $\text{Trk}_n$ 在轨,取得分别由读取头RH1、RH2从磁道 $\text{Trk}_n$ 、 $\text{Trk}_{(n+1)}$ 的各伺服区域SV读出的伺服信号。在图6A的62的情况下,控制器130使读取头RH1在磁道 $\text{Trk}_{(n+2)}$ 在轨,取得分别由读取头RH1、RH2从磁道 $\text{Trk}_{(n+2)}$ 、 $\text{Trk}_{(n+3)}$ 的各伺服区域SV读出的伺服信号。在图6B的71的情况下,控制器130使读取头RH1在磁道 $\text{Trk}_{(n+6)}$ 在轨,取得分别由读取头RH1、RH2从磁道 $\text{Trk}_{(n+6)}$ 、 $\text{Trk}_{(n+7)}$ 的各伺服区域SV读出的伺服信号。在图6B的72的情况下,控制器130使读取头RH1在磁道 $\text{Trk}_{(n+8)}$ 在轨,取得分别由读取头RH1、RH2从磁道 $\text{Trk}_{(n+8)}$ 、 $\text{Trk}_{(n+9)}$ 的各伺服区域SV读出的伺服信号。

[0070] 控制器130(RWC 125)具有同时并行地处理多个读取头RH1、RH2的伺服信号的电路。控制器130分别对读取头RH1、RH2的伺服信号进行解调,按1个磁道的量取得读取头RH1、RH2的位置信息 $\text{PosA}$ 、 $\text{PosB}$ (S2)。

[0071] 在各磁道中,在1个磁道内反复配置伺服区域SV和伺服帧(Servo frame)。伺服帧是在磁道内被沿周向相邻的两个伺服区域SV夹着的区域。对各伺服帧分配有伺服帧编号。在设任意自然数为 $x$ 时,由 $\text{SF}_x$ 表示第 $x$ 个伺服帧。另外,针对伺服帧 $\text{SF}_x$ ,将读取头RH1、RH2的位置信息表示为 $\text{PosA}(x)$ 、 $\text{PosB}(x)$ 。例如,在1个磁道内存在 $K$ 个伺服帧的情况下,控制器130取得读取头RH1、RH2的位置信息 $\text{PosA}(1)$ 、 $\text{PosB}(1)$ 、 $\text{PosA}(2)$ 、 $\text{PosB}(2)$ 、……、 $\text{PosA}(K)$ 、 $\text{PosB}(K)$ 。

[0072] 控制器130基于读取头RH1、RH2的位置信息 $\text{PosA}(x)$ 、 $\text{PosB}(x)$ ,针对有无磁道间距异常,进行对检查磁道合格与否进行检查的判定处理(S3)。控制器130对检查磁道的各伺服帧 $\text{SF}_1$ 、 $\text{SF}_2$ 、……、 $\text{SF}_K$ 判定有无磁道间距异常。

[0073] 控制器130在判定处理(S3)结束时,判断是否应该对其它磁道进行检查(S4)。控制器130在应该对其它磁道进行检查的情况下(S4:是),使处理返回到S1,在不应该进行检查的磁道的情况下(S4:否),结束检查。

[0074] 在图4所示的判定处理(S3)中,进行图5所示的处理。控制器130选择判定对象的伺服帧 $\text{SF}_x$ (S11)。例如,控制器130选择伺服帧 $\text{SF}_1 \sim \text{SF}_K$ 中的未选择的伺服帧 $\text{SF}_x$ 。控制器130针对判定对象的伺服帧 $\text{SF}_x$ ,计算读取头RH1的位置信息 $\text{PosA}(x)$ 与读取头RH2的位置信息 $\text{PosB}(x)$ 之间的差量 $\text{PosDif}(x) = \text{PosA}(x) - \text{PosB}(x)$ (S12)。

[0075] 控制器130将差量 $\text{PosDif}(x)$ 与判定值(第1阈值)进行比较。控制器130在差量 $\text{PosDif}(x)$ 超过判定值的情况下,判定为磁道间距异常,在差量 $\text{PosDif}(x)$ 为判定值以下的情况下,判定为磁道间距正常。控制器130将判定结果与伺服帧 $\text{SF}_x$ 的标识符(编号)关联起

来存储(S13)。

[0076] 例如,在图6A的61、图6B的72和图6C的81所示的例子中,控制器130在对伺服帧SF<sub>p</sub>的差量PosDif(p)与判定值进行比较的情况下,差量PosDif(p)超过判定值,因此,判定为磁道间距异常(NG)。控制器130将判定结果“NG”与伺服帧SF<sub>p</sub>的标识符(p)关联起来保持。此处,图6C是用于说明判定处理的图。

[0077] 例如,在图6A的62、图6B的71和图6C的82所示的例子中,控制器130在对伺服帧SF<sub>p</sub>的差量PosDif(p)与判定值进行比较的情况下,差量PosDif(p)为判定值以下,因此,判定为磁道间距正常(OK)。控制器130将判定结果“OK”与伺服帧SF<sub>p</sub>的标识符(p)关联起来保持。

[0078] 此外,判定值(第1阈值)是能够根据磁道间距的管理策略而任意设定的正值。控制器130能够从磁盘111的管理信息保存区域读出头间距离管理信息123(参照图2),基于头间距离管理信息123,确定检查磁道的头间距离,例如将确定出的头间距离的约10%的值设为第1阈值。

[0079] 控制器130判断是否应对其它伺服帧进行处理(S14)。控制器130在伺服帧SF<sub>1</sub>~SF<sub>K</sub>中存在未选择的伺服帧SF<sub>x</sub>的情况下(S14:是),使处理返回到S11。

[0080] 控制器130在不存在未选择的伺服帧SF<sub>x</sub>的情况下(S14:否),对伺服帧SF<sub>1</sub>~SF<sub>K</sub>中的判定结果为“NG”的伺服帧SF<sub>x</sub>的个数与阈值个数(第2阈值)y<sub>1</sub>进行比较。即,控制器130判断判定为磁道间距异常的部位的个数是否超过阈值个数y<sub>1</sub>(S15)。

[0081] 阈值个数y<sub>1</sub>对应于磁道内能够允许的异常部位的个数的上限值。阈值个数y<sub>1</sub>可以作为控制器130避开1个磁道内的异常部位而找出正常部位所需的时间超过请求时间这样的异常部位的个数而通过实验方式来决定。

[0082] 控制器130在判定为磁道间距异常的部位的个数超过阈值个数y<sub>1</sub>的情况下(S15:是),判断为在检查磁道内磁道间距异常部位有很多,进行将检查磁道作为不使用磁道而登记到异常磁道管理信息中的磁道滑动处理(S16),结束处理。此处,异常磁道管理信息包含磁道的标识符(磁道编号)。异常磁道管理信息保存在磁盘111的管理信息保存区域中。登记为不使用磁道的磁道,之后基于异常磁道管理信息以不使磁头122进行存取的方式控制。

[0083] 例如,在图6A的61所示的情况下,如果磁道Trk<sub>(n+1)</sub>中的判定结果为“NG”的伺服帧SF<sub>x</sub>的个数超过阈值个数y<sub>1</sub>,则控制器130将磁道Trk<sub>(n+1)</sub>登记为不使用磁道。由此,在磁盘装置100实际工作时,能够跳过对磁道Trk<sub>(n+1)</sub>的存取,能够避免因对磁道Trk<sub>(n+1)</sub>的存取而导致的数据传送速度的延迟。

[0084] 例如,在图6B的72所示的情况下,如果磁道Trk<sub>(n+9)</sub>中的判定结果为“NG”的伺服帧SF<sub>x</sub>的个数超过阈值个数y<sub>1</sub>,则控制器130将磁道Trk<sub>(n+9)</sub>登记为不使用磁道。虽然磁道宽度变窄的是磁道Trk<sub>(n+8)</sub>、且磁道Trk<sub>(n+9)</sub>的磁道宽度适当,但是通过将磁道Trk<sub>(n+9)</sub>登记为不使用磁道,对于磁道Trk<sub>(n+8)</sub>,能够防止来自磁道Trk<sub>(n+9)</sub>的侧擦除。另外,在磁盘装置100实际工作时,能够跳过对磁道Trk<sub>(n+9)</sub>的存取,能够避免因对磁道Trk<sub>(n+9)</sub>的存取而导致的数据传送速度的延迟。

[0085] 控制器130在判定为磁道间距异常的部位的个数为阈值个数y<sub>1</sub>以下的情况下(S15:否),将判定为磁道间距异常的部位的个数与阈值个数(第3阈值)y<sub>2</sub>进行比较。即,控制器130判断判定为磁道间距异常的部位的个数是否超过阈值个数y<sub>2</sub>(S17)。此处,阈值个

数 $y_2$ 小于阈值个数 $y_1$ 。

[0086] 此处,即使判定为磁道间距异常的部位的个数在允许范围内,当在磁盘装置100实际工作时对磁道内的异常部位进行存取时,也可能产生读取错误。另一方面,在将异常部位登记到异常部位管理信息的情况下,异常部位管理信息被保存在磁盘111的管理信息保存区域中。由于管理信息保存区域的资源受到限制,所以要求将异常部位向异常部位管理信息的登记(缺陷登记)抑制在必要最低限度。因此,可以将与读取错误的产生频度的允许上限值对应的个数设为应该向异常部位管理信息登记异常部位的个数的下限值、即阈值个数 $y_2$ 。

[0087] 控制器130在判定为磁道间距异常的部位的个数超过阈值个数 $y_2$ 的情况下(S17:是),判断为应该防止读取错误的产生,将判定结果为“NG”的伺服帧SF\_x的标识符(编号)登记到异常部位管理信息(缺陷登记)(S18),结束处理。异常部位管理信息包含使磁道的标识符(磁道编号)与异常部位的标识符(伺服帧编号)相关联的信息。异常部位管理信息保存在磁盘111或非易失性存储器128的管理信息保存区域中。关于作为异常部位登记的伺服帧,之后通过控制器130基于异常部位管理信息以在该磁道的存取时不使磁头122进行存取的方式控制。

[0088] 控制器130在判定为磁道间距异常的部位的个数为阈值个数 $y_2$ 以下的情况下(S17:否),判断为不需要进行缺陷登记,结束判定处理。

[0089] 此外,磁盘装置100能够与写入或读取处理并行地,在后台实施图4和图5所示的工作。例如,由于能够与对基准磁道写入/读取数据并行地对检查磁道进行磁道间距检测和登记,因此,能够高效地实施磁道间距异常检测的试验。

[0090] 如上所述,在实施方式中,控制器130基于与由多个读取头RH1、RH2从多个磁道的伺服区域SV读出的伺服信号相应的位置信息来判定磁道间距。例如,控制器130基于读取头RH1的位置信息和读取头RH2的位置信息来求出基准磁道和检查磁道的磁道间距相对于读取头RH1和读取头RH2在交叉磁道方向上的距离的差量,在差量超过判定值的情况下,判定为磁道间距异常。由此,例如在使读取头RH1在基准磁道在轨时,在磁头122没有晃动的情况下(例如图3的32的情况下)以及在磁头122因外部干扰而晃动的情况下(例如图3的33的情况下),能够得到同样的判定结果。即,能够降低磁道间距的异常检测中的磁头122因外部干扰引起的晃动的影响,能够提高磁道间距的异常(伺服磁道间距异常)的检测精度。

[0091] 另外,在实施方式中,控制器130不需要向检查磁道写入数据,基于与由多个读取头RH1、RH2从多个磁道的伺服区域SV读出的伺服信号相应的位置信息来判定磁道间距。由此,如果进行读取头RH1、RH2对伺服信号的读取这样的1个阶段的工作就能够检测磁道间距的异常,因此,能够容易地缩短磁道间距的异常(伺服磁道间距异常)的检测所需的时间。

[0092] 另外,在实施方式中,控制器130对检查磁道中的多个部位判定磁道间距,在多个部位中的判定为磁道间距异常的部位的个数超过阈值个数 $y_1$ 的情况下,将检查磁道作为不使用磁道登记到异常磁道管理信息中。由此,在磁盘装置100实际工作时,能够跳过对该磁道的存取,能够避免因对该磁道的存取而导致的数据传送速度的延迟。

[0093] 另外,在实施方式中,控制器130在检查磁道中的判定为异常的部位的个数为阈值个数 $y_1$ 以下且超过阈值个数 $y_2$ 的情况下,将判定为异常的部位(伺服帧)作为异常部位登记到异常部位管理信息中。由此,能够将磁盘装置100实际工作时的该磁道的磁道间距异常引

起的读取错误的产生防患于未然。

[0094] 此外,本实施方式的思路在在轨时的基准头(读取头RH1)与检查头(读取头RH2)在交叉磁道方向上的偏离量大于1个磁道的量的情况下也能够同样地应用。

[0095] 或者,图4的S1中使用的预定的规则可以为如下规则:沿第2方向,以每次错开2个磁道的方式,依次选择在磁盘111上相邻的2个磁道。第2方向可以设为从读取头RH2(检查头)朝向读取头RH1(基准头)的方向(在图3的情况下,从磁盘111的内侧朝向外侧的方向)。例如,针对图6A和图6B所示的磁道,能够按照 $\text{Trk}_-(n+10)$ 、 $\text{Trk}_-(n+11) \rightarrow \text{Trk}_-(n+8)$ 、 $\text{Trk}_-(n+9) \rightarrow \text{Trk}_-(n+6)$ 、 $\text{Trk}_-(n+7) \rightarrow \text{Trk}_-(n+4)$ 、 $\text{Trk}_-(n+5) \rightarrow \text{Trk}_-(n+2)$ 、 $\text{Trk}_-(n+3) \rightarrow \text{Trk}_-n$ 、 $\text{Trk}_-(n+1)$ 的顺序,在图4的S1中选择磁道。

[0096] 或者,在磁盘装置100中,也可以将读取头RH1作为检查头,将读取头RH2作为基准头,并且,将读取头RH1侧的磁道作为检查磁道,将读取头RH2侧的磁道作为基准磁道。在该情况下,可登记为不使用磁道的磁道不是读取头RH2侧的磁道,而成为读取头RH1侧的磁道。

[0097] 例如,在图6A的61所示的情况下,如果磁道 $\text{Trk}_-n$ 中的判定结果为“NG”的伺服帧 $\text{SF}_x$ 的个数超过阈值个数 $y1$ ,则控制器130将磁道 $\text{Trk}_-n$ 登记为不使用磁道。虽然磁道宽度变窄的是磁道 $\text{Trk}_-(n+1)$ 且磁道 $\text{Trk}_-n$ 的磁道宽度适当,但通过将磁道 $\text{Trk}_-n$ 登记为不使用磁道,对于磁道 $\text{Trk}_-(n+1)$ ,能够防止来自磁道 $\text{Trk}_-n$ 的侧擦除。另外,在磁盘装置100实际工作时,能够跳过对磁道 $\text{Trk}_-n$ 的存取,能够避免因对磁道 $\text{Trk}_-n$ 的存取而导致的数据传送速度的延迟。

[0098] 例如,在图6B的72所示的情况下,如果磁道 $\text{Trk}_-(n+8)$ 中的判定结果为“NG”的伺服帧 $\text{SF}_x$ 的个数超过阈值个数 $y1$ ,则控制器130将磁道 $\text{Trk}_-(n+8)$ 登记为不使用磁道。由此,在磁盘装置100实际工作时,能够跳过对磁道 $\text{Trk}_-(n+8)$ 的存取,能够避免因对磁道 $\text{Trk}_-(n+8)$ 的存取而导致的数据传送速度的延迟。

[0099] 或者,磁道间距异常的判定方法也可以是将确认为磁道宽度适当的磁道设为基准侧的磁道的方法。

[0100] 在该情况下,可以将读取头RH1作为基准头,将读取头RH2作为检查头,并且,将读取头RH1侧的磁道作为基准磁道,将读取头RH2侧的磁道作为检查磁道。另外,图4的S1中使用的预定的规则可以为如下规则:一边沿第1方向每次错开1个磁道并且不将检测出磁道间距异常的磁道作为基准磁道而跳过,一边依次选择在磁盘111上相邻的2个磁道。第1方向可以设为从读取头RH1(基准头)朝向读取头RH2(检查头)的方向(在图3的情况下,从磁盘111的外侧朝向内侧的方向)。例如,在通过以磁道 $\text{Trk}_-n$ 为基准磁道的磁道 $\text{Trk}_-(n+1)$ 的检查而检测出磁道间距异常的情况下,控制器130可以将使磁道 $\text{Trk}_-n$ 沿第1方向错开1个磁道的磁道 $\text{Trk}_-(n+1)$ 跳过,将使磁道 $\text{Trk}_-n$ 沿第1方向进一步错开1个磁道的磁道 $\text{Trk}_-(n+2)$ 作为基准磁道。即,控制器130如图6A的62所示那样,可以选择磁道 $\text{Trk}_-(n+2)$ 、 $\text{Trk}_-(n+3)$ 作为基准磁道和检查磁道的组。或者,例如,在通过以磁道 $\text{Trk}_-(n+2)$ 为基准磁道的磁道 $\text{Trk}_-(n+3)$ 的检查而未检测出磁道间距异常的情况下,控制器130可以将使磁道 $\text{Trk}_-(n+2)$ 沿第1方向错开1个磁道的磁道 $\text{Trk}_-(n+3)$ 作为基准磁道。即,虽然没有图示,但控制器130可以选择磁道 $\text{Trk}_-(n+3)$ 、 $\text{Trk}_-(n+4)$ 作为基准磁道和检查磁道的组。即,针对图6A和图6B所示的磁道,可按 $\text{Trk}_-n$ 、 $\text{Trk}_-(n+1) \rightarrow \text{Trk}_-(n+1)$ 由于在刚刚之前的S13中检测出磁道间距异常,因此不作为基准磁道而跳过” $\rightarrow \text{Trk}_-(n+2)$ 、 $\text{Trk}_-(n+3) \rightarrow \text{Trk}_-(n+3)$ 、 $\text{Trk}_-(n+4) \rightarrow \text{Trk}_-(n+4)$ 、 $\text{Trk}_-$

+5) → Trk\_(n+5)、Trk\_(n+6) → Trk\_(n+6)、Trk\_(n+7) → Trk\_(n+7)、Trk\_(n+8) → “Trk\_(n+8) 由于在刚刚之前的S13中检测出磁道间距异常,因此不作为基准磁道而跳过” → Trk\_(n+9)、Trk\_(n+10) → Trk\_(n+10)、Trk\_(n+11)的顺序,在图4的S1中选择磁道。另外,如果S15中磁道Trk\_(n+1)中的判定结果为“NG”的伺服帧SF\_x的个数超过阈值个数y1,则在S16中,控制器130将磁道Trk\_(n+1)登记为不使用磁道。例如,如果S15中磁道Trk\_(n+8)中的判定结果为“NG”的伺服帧SF\_x的个数超过阈值个数y1,则在S16中,控制器130将磁道Trk\_(n+8)登记为不使用磁道。

[0101] 或者,也可以将读取头RH1作为检查头,将读取头RH2作为基准头,并且,将读取头RH1侧的磁道作为检查磁道,将读取头RH2侧的磁道作为基准磁道。另外,图4的S1中使用的预定的规则可以为如下规则:沿第2方向每次错开1个磁道并且不将检测出磁道间距异常的磁道作为基准磁道而跳过,依次选择在磁盘111上相邻的2个磁道。第2方向可以设为从读取头RH2(基准头)朝向读取头RH1(检查头)的方向(在图3的情况下,从磁盘111的内侧朝向外侧的方向)。例如,针对图6A和图6B所示的磁道,可按Trk\_(n+10)、Trk\_(n+11) → Trk\_(n+9)、Trk\_(n+10) → Trk\_(n+8)、Trk\_(n+9) → “Trk\_(n+8) 由于在刚刚之前的S13中检测出磁道间距异常,因此不作为基准磁道而跳过” → Trk\_(n+6)、Trk\_(n+7) → Trk\_(n+5)、Trk\_(n+6) → Trk\_(n+4)、Trk\_(n+5) → Trk\_(n+3)、Trk\_(n+4) → Trk\_(n+2)、Trk\_(n+3) → Trk\_(n+1)、Trk\_(n+2) → “Trk\_(n+1) 由于在刚刚之前的S13中检测出磁道间距异常,因此不作为基准磁道而跳过” → Trk\_(n-1)、Trk\_n的顺序,在图4的S1中选择磁道。另外,如果S15中磁道Trk\_(n+1)中的判定结果为“NG”的伺服帧SF\_x的个数超过阈值个数y1,则在S16中,控制器130将磁道Trk\_(n+1)登记为不使用磁道。例如,如果S15中磁道Trk\_(n+8)中的判定结果为“NG”的伺服帧SF\_x的个数超过阈值个数y1,则在S16中,控制器130将磁道Trk\_(n+8)登记为不使用磁道。

[0102] 这样,因为可将确认为磁道宽度适当的磁道作为基准侧的磁道,所以能够进一步提高磁道间距的异常的检测精度。

[0103] 说明了本发明的几个实施方式,但是这些实施方式是作为例子而举出的,没有限定发明范围的意图。这些新的实施方式能够以其他的各种各样的方式来实施,在不脱离发明要旨的范围内能够进行各种省略、替换、变更。这些实施方式及其变形包含于发明的范围或要旨内,并且包含于权利要求所记载的发明及其等同的范围内。

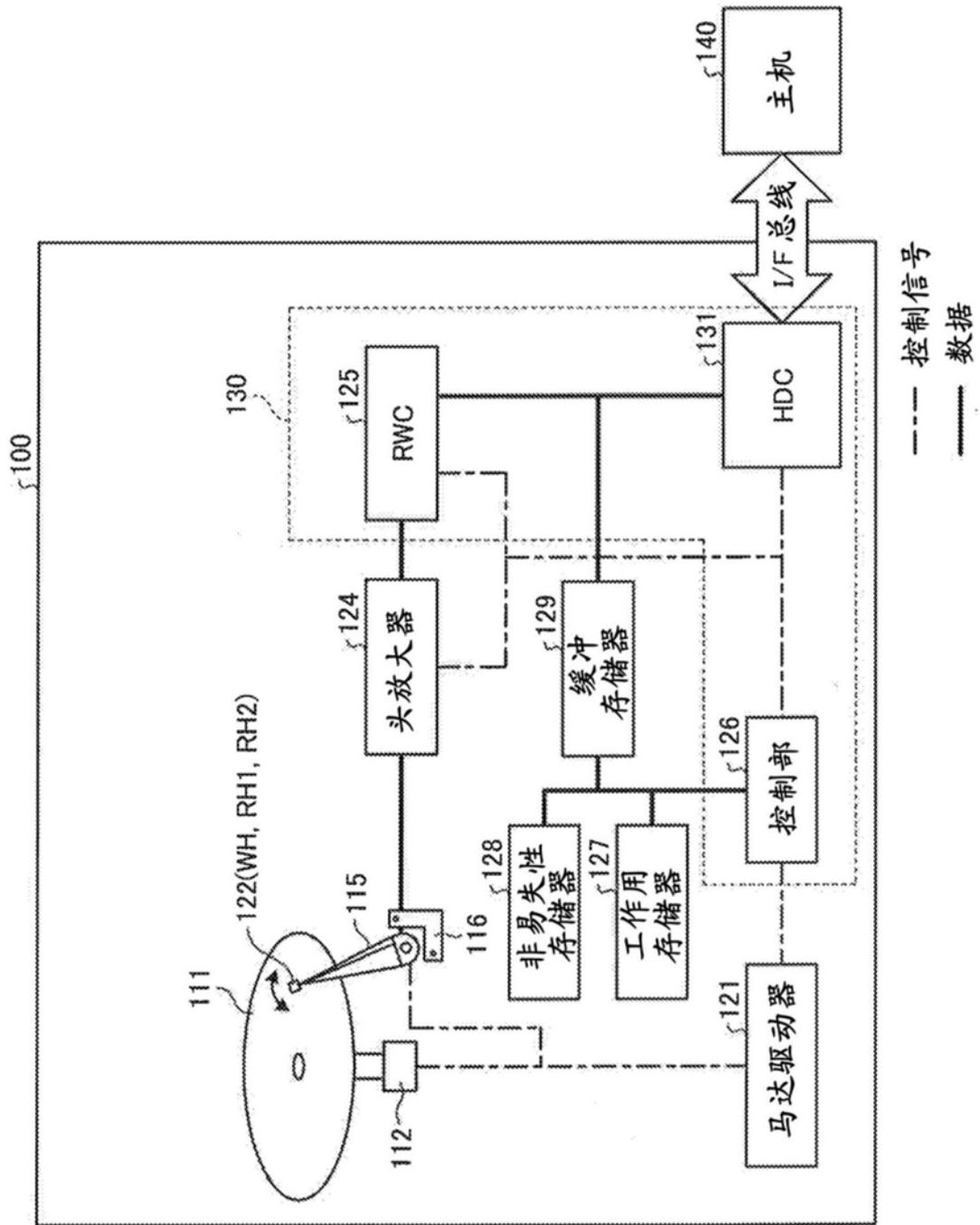


图1

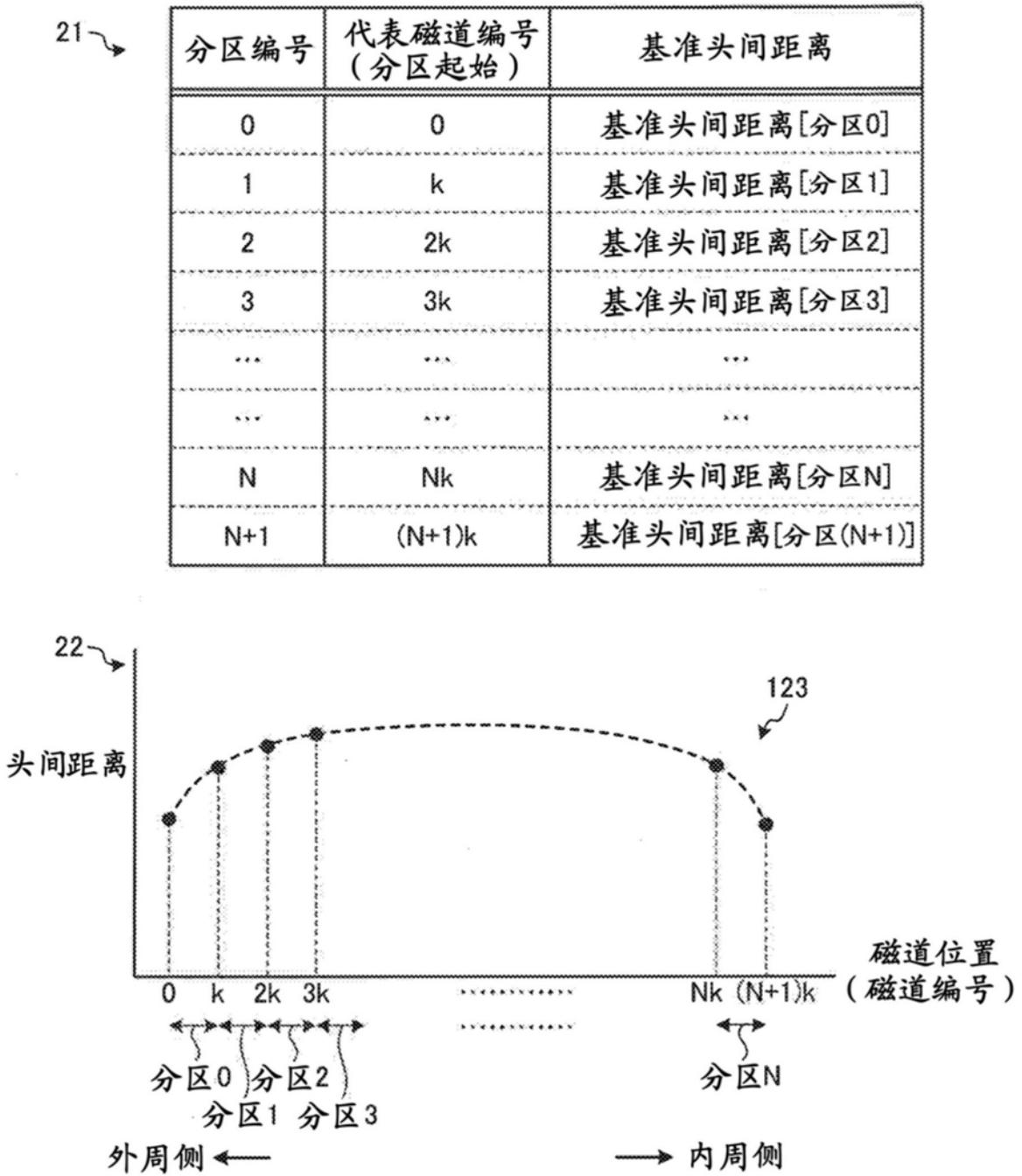


图2

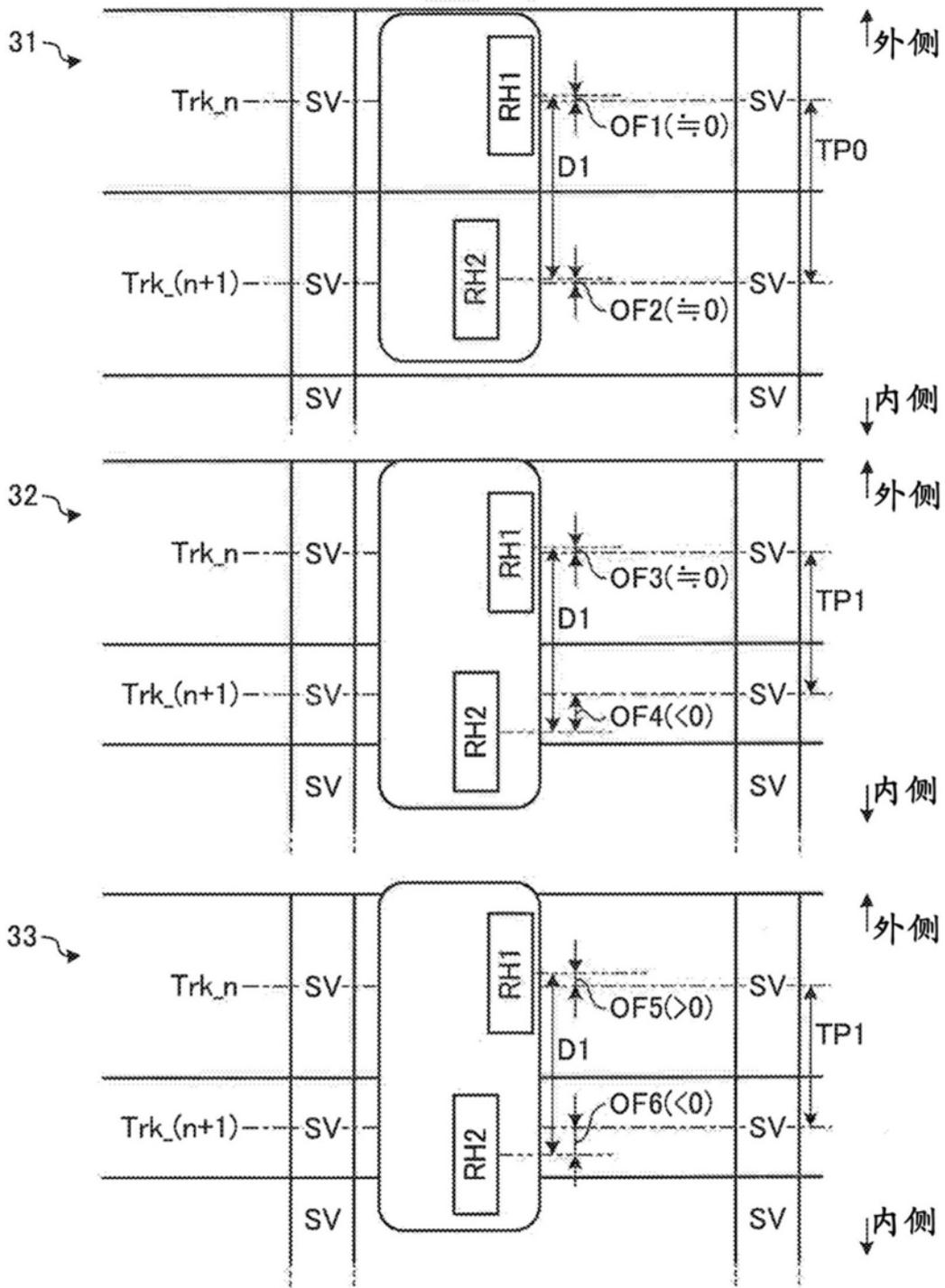


图3

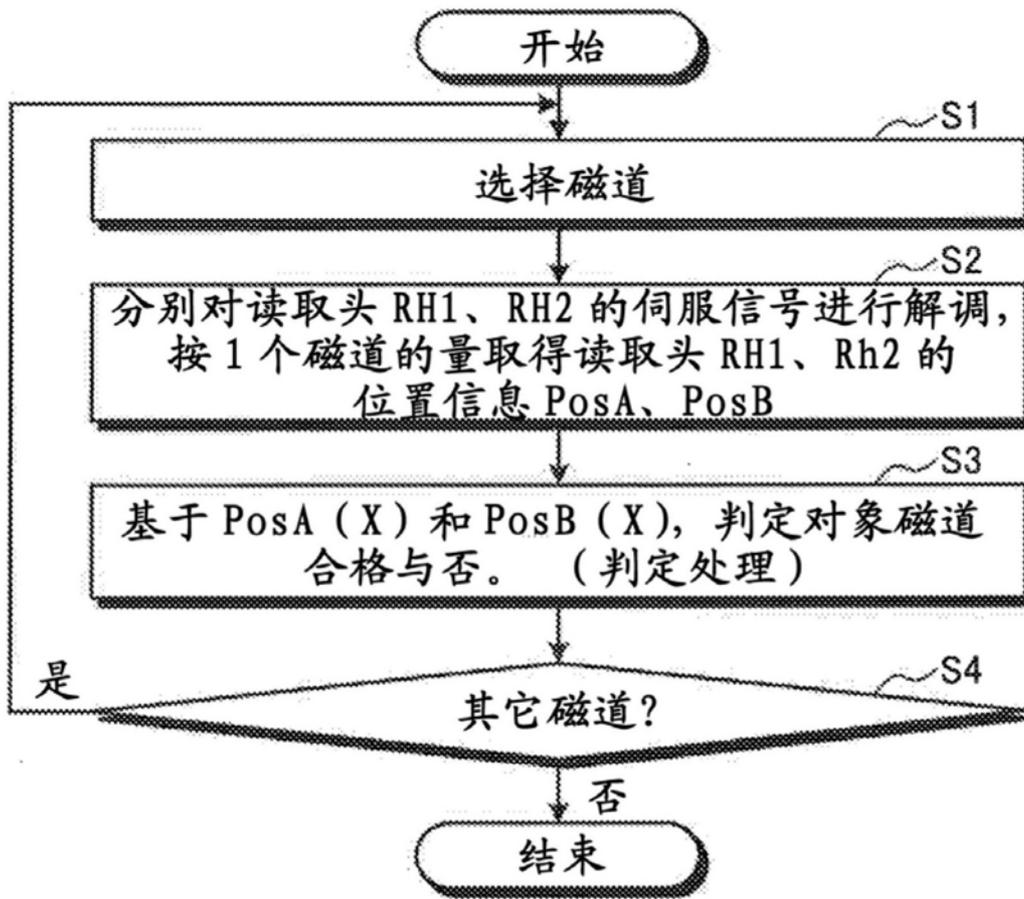


图4

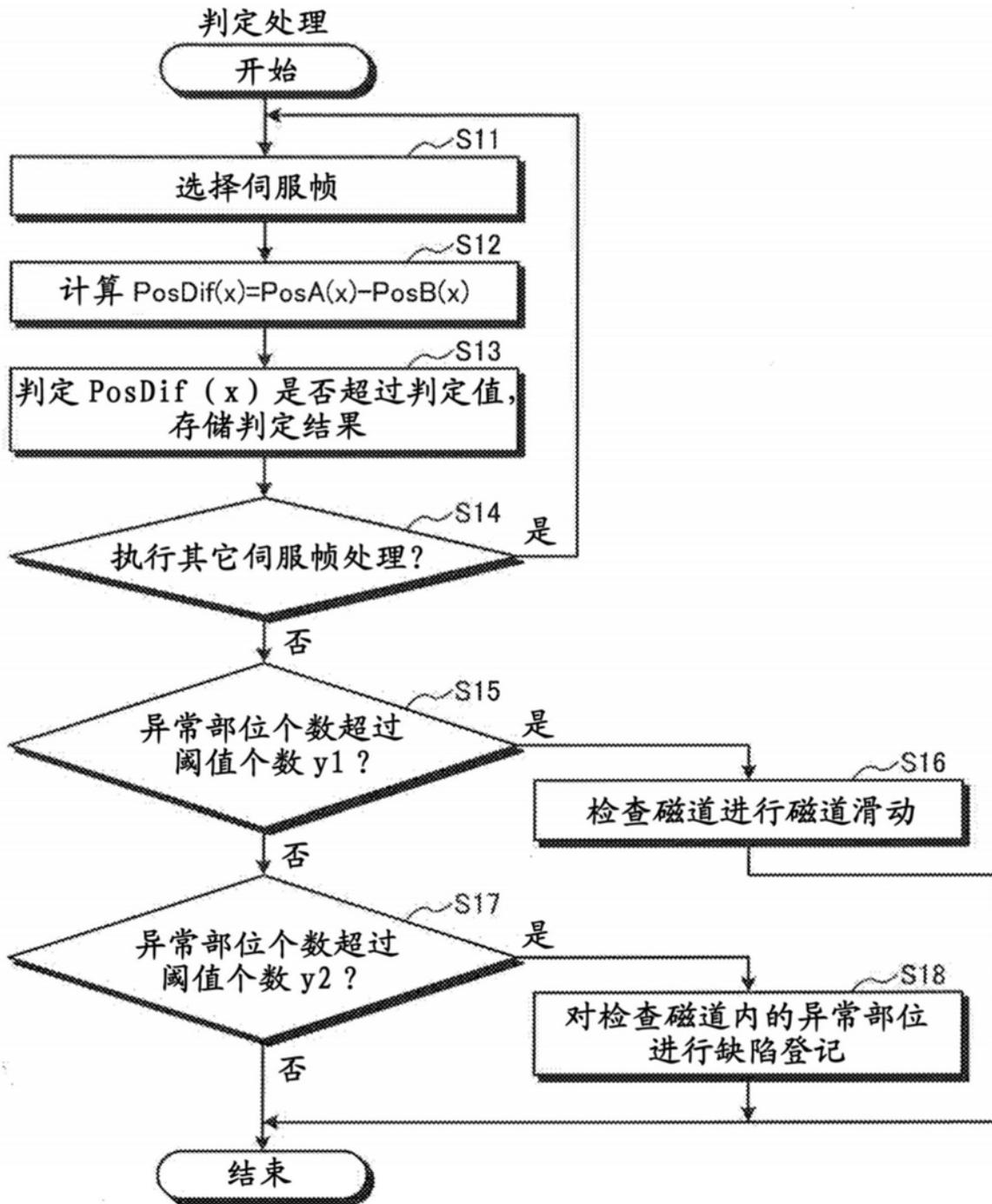


图5

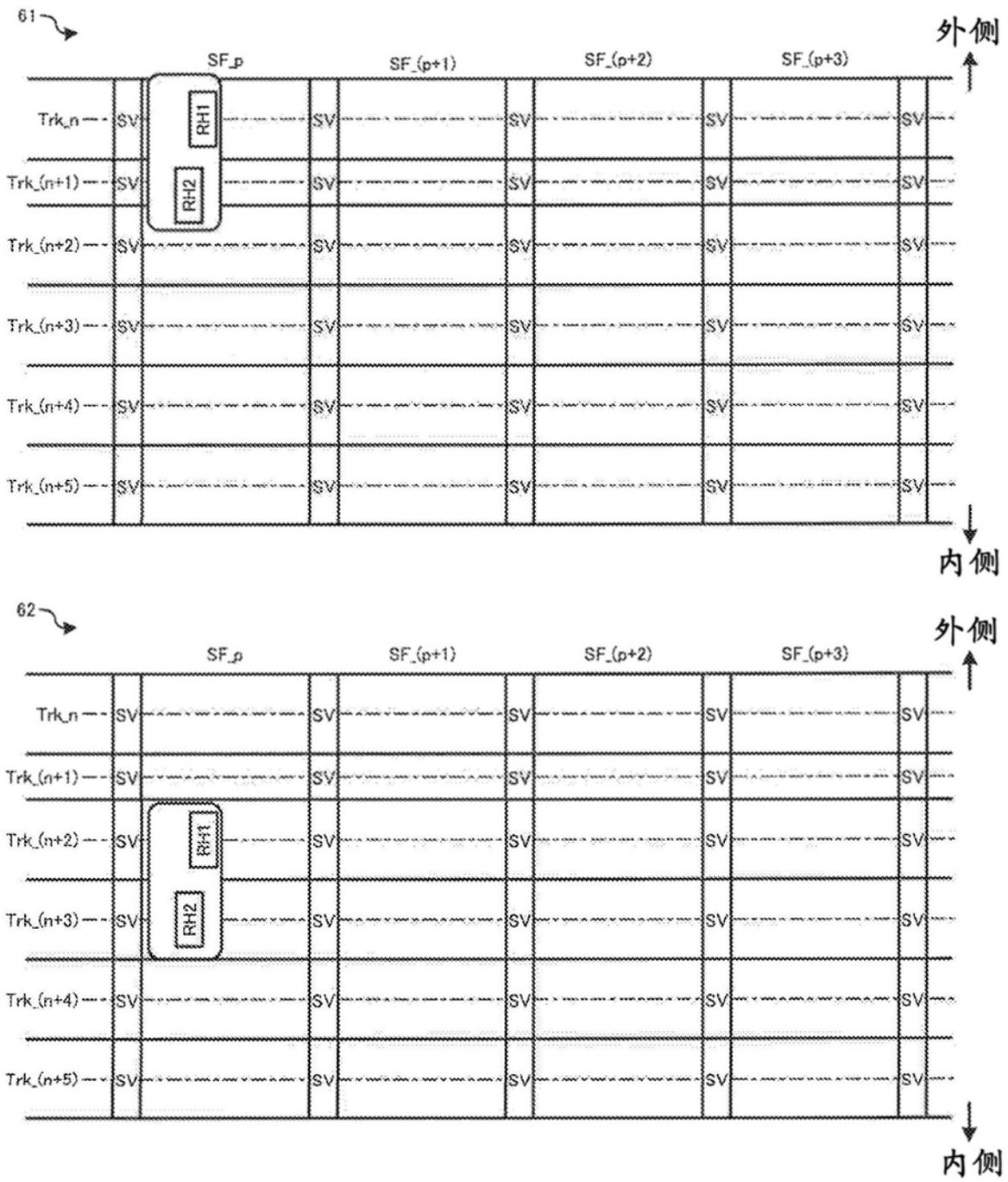


图6A

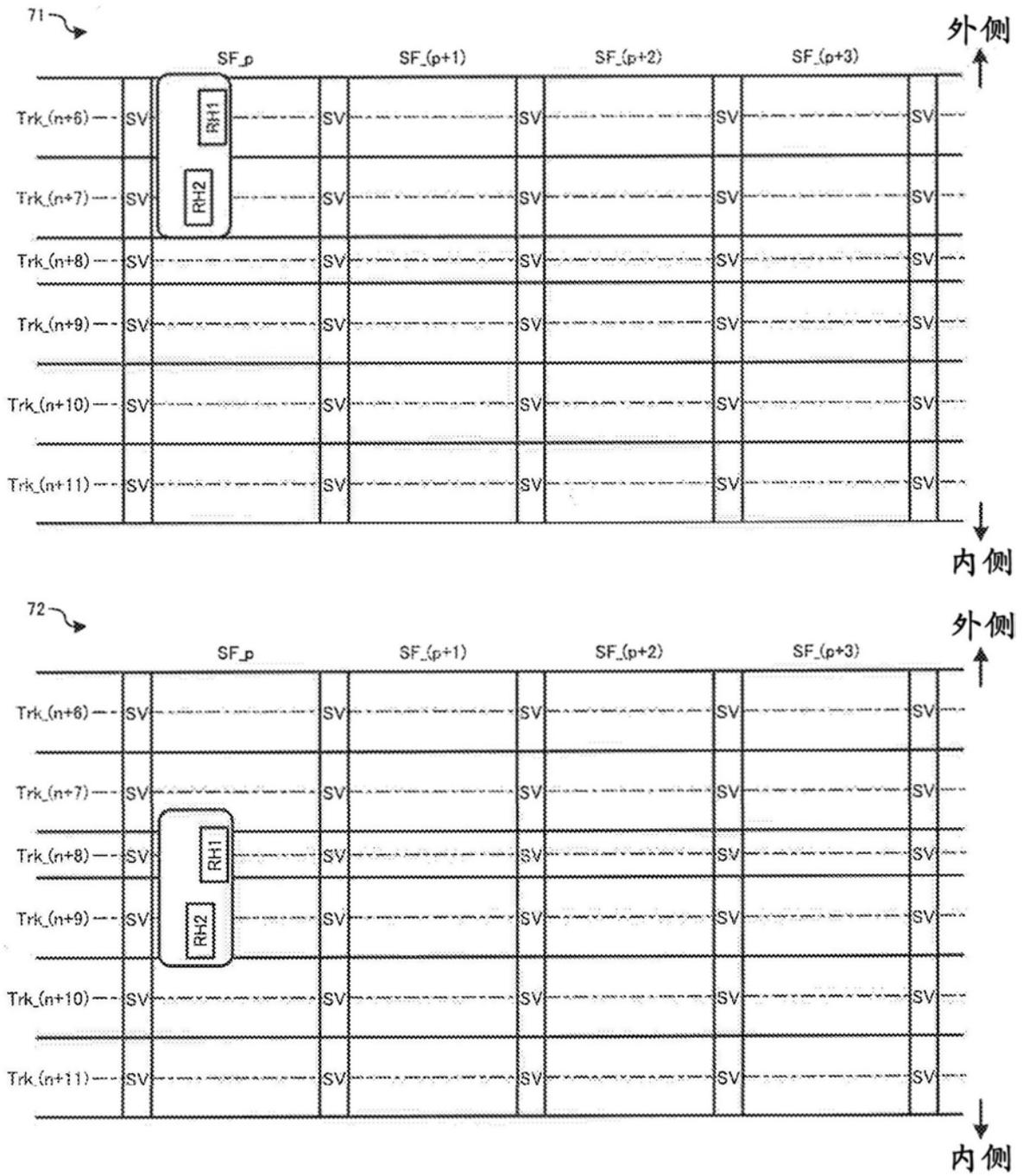


图6B

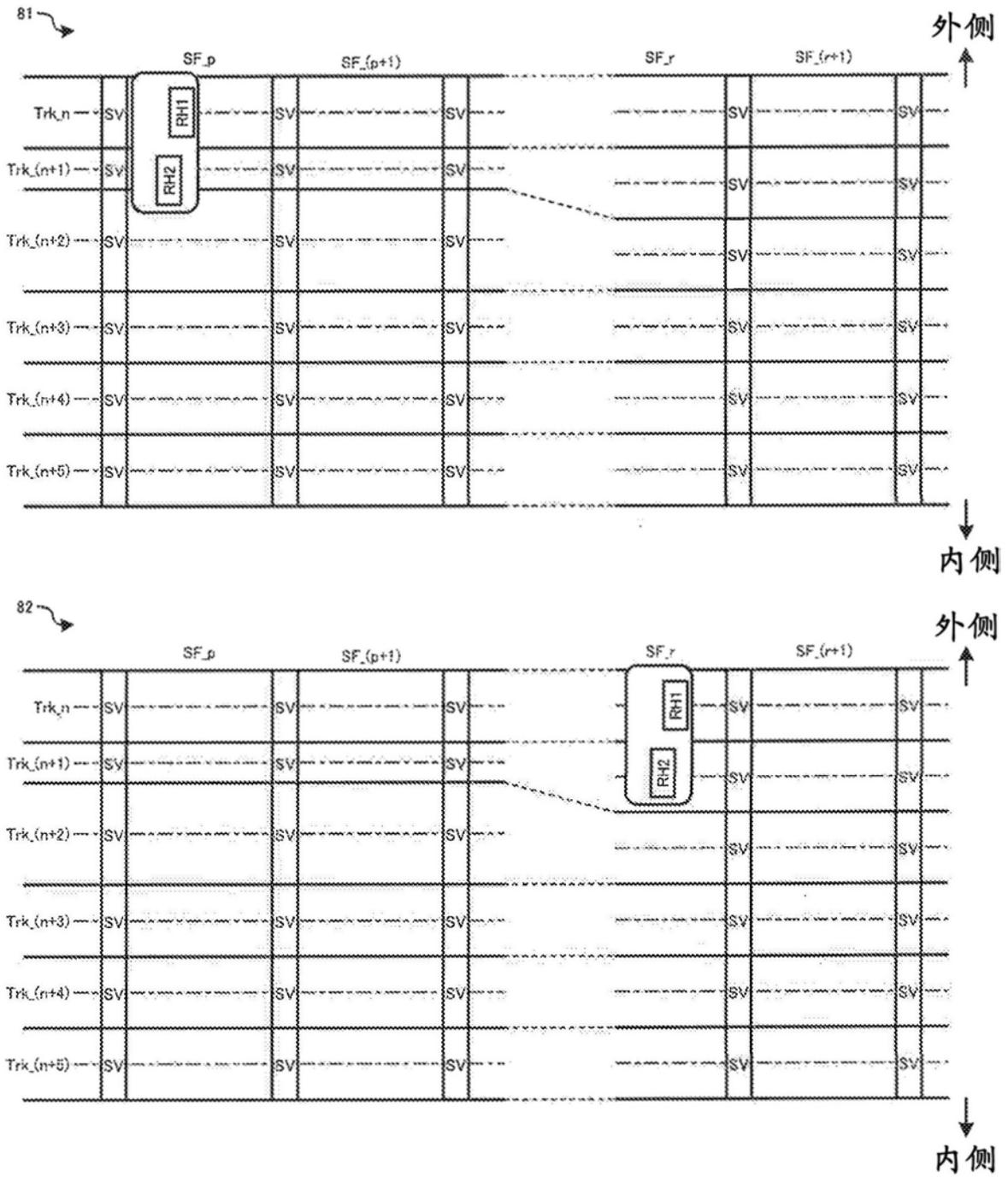


图6C