



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109961805 B

(45) 授权公告日 2020.12.25

(21) 申请号 201810612292.2

(22) 申请日 2018.06.14

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109961805 A

(43) 申请公布日 2019.07.02

(30) 优先权数据  
2017-249831 2017.12.26 JP

(73) 专利权人 株式会社 东芝  
地址 日本东京都  
专利权人 东芝电子元件及存储装置株式会社

(72) 发明人 田上尚基 原武生 小泉岳

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所  
11247

代理人 林娜 段承恩

(51) Int.Cl.

G11B 5/55 (2006.01)

G11B 5/596 (2006.01)

G11B 19/28 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 106887243 A, 2017.06.23

CN 105989862 A, 2016.10.05

CN 106486142 A, 2017.03.08

CN 104851433 A, 2015.08.19

CN 104715762 A, 2015.06.17

CN 104851433 A, 2015.08.19

US 7948706 B2, 2011.05.24

JP 2010061706 A, 2010.03.18

JP 2015079550 A, 2015.04.23

审查员 付庆庆

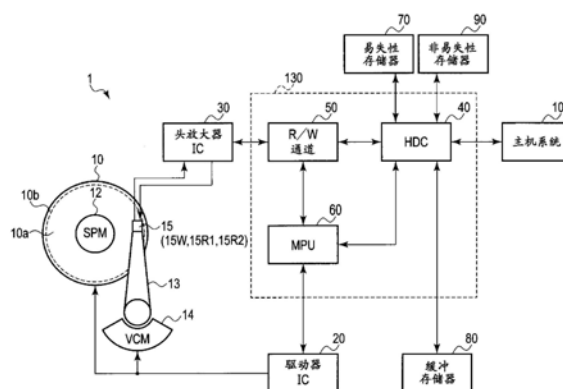
权利要求书2页 说明书17页 附图20页

(54) 发明名称

磁盘装置及读/写偏移修正方法

(57) 摘要

实施方式提供能够有效地修正偏移的磁盘装置及读/写偏移修正方法。本实施方式涉及的磁盘装置具备：盘；头，所述头具有写入头、第一读出头及第二读出头；以及控制器，所述控制器取得第一读出头和第二读出头沿着与第一方向正交的第二方向排列的情况下的写入头、第一读出头以及第二读出头的配置信息，在将第一读出头配置于盘的第一位置的情况下，检测第一读出头与第二读出头的第一方向上的第一距离、和第一读出头与第二读出头的第二方向上的第二距离，基于配置信息、第一距离及第二距离生成修正值，在将第一读出头配置于第一位置并将写入的第一数据读出的情况下，基于修正值修正头的位置。



1. 一种磁盘装置,具备:

盘;

头,所述头具有对所述盘写入数据的写入头、和从所述盘读出数据的第一读出头及第二读出头;以及

控制器,所述控制器取得所述第一读出头和所述第二读出头沿着与第一方向正交的第二方向排列的情况下的所述写入头、所述第一读出头以及所述第二读出头的配置信息,所述第一方向是沿着所述盘的半径方向的方向,在将所述第一读出头配置于所述盘的第一位置的情况下,检测所述第一读出头与所述第二读出头的所述第一方向上的第一距离、和所述第一读出头与所述第二读出头的所述第二方向上的第二距离,基于所述配置信息、所述第一距离及所述第二距离生成修正值,在将所述第一读出头配置于所述第一位置并将写入的第一数据读出的情况下,基于所述修正值修正所述头的位置。

2. 根据权利要求1所述的磁盘装置,

所述配置信息包含所述写入头与所述第一读出头之间的沿着所述半径方向的所述第一方向上的第三距离、所述写入头与所述第一读出头之间的所述第二方向上的第四距离以及所述第一读出头与所述第二读出头之间的所述第二方向上的第五距离。

3. 根据权利要求2所述的磁盘装置,

所述控制器在将所述第一读出头配置于所述第一位置的情况下,基于所述第一距离至所述第五距离,生成所述写入头与所述第一读出头之间的所述第一方向上的第六距离。

4. 根据权利要求3所述的磁盘装置,

所述控制器在用所述第一读出头读出所述第一数据的情况下,将所述第六距离作为所述修正值修正所述第一读出头的位置。

5. 根据权利要求3所述的磁盘装置,

所述控制器在用所述第二读出头读出所述第一数据的情况下,基于用所述第一距离调整了所述第六距离得到的所述修正值修正所述第二读出头的位置。

6. 根据权利要求3所述的磁盘装置,

所述控制器在用所述第一读出头及所述第二读出头读出所述第一数据的情况下,基于用第七距离调整了所述第六距离得到的所述修正值修正所述第一读出头与所述第二读出头之间的中间部的位置,所述第七距离是所述第一距离的一半。

7. 根据权利要求3所述的磁盘装置,

所述控制器在所述第一数据的第一中心部和所述写入头的第二中心部在所述第一方向上以第一间隔分离的情况下,基于用所述第一间隔调整了所述第六距离得到的所述修正值修正所述头。

8. 根据权利要求3至7中任一项所述的磁盘装置,

所述控制器取得所述头为第一温度的情况下的所述第一距离,在所述头为与所述第一温度不同的第二温度的情况下,检测所述第一读出头与所述第二读出头的所述第一方向上的第八距离,在所述第八距离与所述第一距离的变化量为阈值以上的情况下,判定为所述第六距离发生变化。

9. 根据权利要求3至7中任一项所述的磁盘装置,

所述控制器取得所述头为第一温度的情况下的所述第一距离,在所述头为与所述第一

温度不同的第二温度的情况下,检测所述第一读出头与所述第二读出头之间的所述第一方向上的第八距离,在所述第八距离与所述第一距离的变化量比阈值小的情况下,判定为所述第六距离没有发生变化。

10. 根据权利要求1至7中任一项所述的磁盘装置,

所述控制器具有第一解调部和第二解调部,所述第一解调部解调用所述第一读出头读出的数据,所述第二解调部解调用所述第二读出头读出的数据。

11. 根据权利要求1至7中任一项所述的磁盘装置,

所述第一读出头与所述第二读出头相比离所述写入头较远。

12. 一种读/写偏移修正方法,是应用于磁盘装置的读/写偏移修正方法,所述磁盘装置具备盘和头,所述头具有对所述盘写入数据的写入头和从所述盘读出数据的第一读出头及第二读出头,所述读/写偏移修正方法中,

取得所述第一读出头和所述第二读出头沿着与第一方向正交的第二方向排列的情况下的所述写入头、所述第一读出头以及所述第二读出头的配置信息,其中所述第一方向是沿着所述盘的半径方向的方向,

在将所述第一读出头配置于所述盘的第一位置的情况下,检测所述第一读出头与所述第二读出头的所述第一方向上的第一距离、和所述第一读出头与所述第二读出头的所述第二方向上的第二距离,

基于所述配置信息、所述第一距离及所述第二距离生成修正值,

在将所述第一读出头配置于所述第一位置并将写入的第一数据读出的情况下,基于所述修正值修正所述头的位置。

## 磁盘装置及读/写偏移修正方法

### 技术领域

[0001] 本发明的实施方式涉及磁盘装置及读/写偏移修正方法。

### 背景技术

[0002] 近年来,开发了具有多个读出头的二维磁记录(Two-Dimensional Magnetic Recording:TDMR)方式的磁盘装置。在TDMR方式中,在写入头与多个读出头之间可能发生读/写(R/W)偏移。因此,在TDMR方式的磁盘装置中,在对写入头与定位了读出头的位置以R/W偏移分离的位置的数据进行读出的情况下,基于写入头与成为进行数据读出的基准的读出头之间的R/W偏移,修正成为基准的读出头的位置。这样,为了修正成为基准的读出头的位置,在TDMR方式的磁盘装置中,按每个头在盘10的预定轨道中测定写入头与多个读出头之间的R/W偏移,并将测定出的R/W偏移保持于非易失性存储器等。另外,伴随着轨道密度(Track Per Inch:TPI)的高密度化,为了改善R/W偏移修正值的测定精度,还需要在更多的轨道测定R/W偏移并保持。因此,测定各头的R/W偏移修正值的时间、保持测定出的R/W偏移的数据容量有可能增大。

### 发明内容

[0003] 本发明的实施方式提供能够有效地修正读/写偏移的磁盘装置及读/写偏移修正方法。

[0004] 本实施方式涉及的磁盘装置具备:盘;头,所述头具有对所述盘写入数据的写入头、从所述盘读出数据的第一读出头及第二读出头;以及控制器,所述控制器取得所述第一读出头和所述第二读出头沿着与第一方向正交的第二方向排列的情况下的所述写入头、所述第一读出头以及所述第二读出头的配置信息,其中所述第一方向是沿着所述盘的半径方向的方向,在将所述第一读出头配置于所述盘的半径方向上的第一位置的情况下,检测所述第一读出头与所述第二读出头的所述第一方向上的第一距离、所述第一读出头与所述第二读出头的所述第二方向上的第二距离,基于所述配置信息、第一距离及所述第二距离生成修正值,在将所述第一读出头配置于所述第一位置并将写入的第一数据读出的情况下,基于所述修正值修正所述头的位置。

### 附图说明

[0005] 图1是示出第一实施方式涉及的磁盘装置的结构框图。

[0006] 图2是示出第一实施方式涉及的头相对于盘的配置的一例的示意图。

[0007] 图3A是示出读出头位于图2所示的基准位置的情况下的写入头和两个读出头的几何配置的一例的图。

[0008] 图3B是示出读出头位于图2所示的半径位置的情况下的写入头和两个读出头的几何配置的一例的图。

[0009] 图4是示出第一实施方式涉及的R/W通道及MPU的结构例的框图。

- [0010] 图5是示出横位移 (CTS) 的检测方法的一例的示意图。
- [0011] 图6是示出纵位移 (DTS) 的检测方法的一例的示意图。
- [0012] 图7是示出基准位置的设定方法的一例的示意图。
- [0013] 图8是示出基准位置的设定方法的一例的示意图。
- [0014] 图9是示出基准纵位移的测定方法的一例的示意图。
- [0015] 图10是示出基准纵位移的测定方法的一例的示意图。
- [0016] 图11是用于示出基准偏移的测定方法的一例的示意图。
- [0017] 图12是示出基准间隙的测定方法的一例的示意图。
- [0018] 图13是示出如图12所示写入有成为基准的数据的情况下的圆周方向的错误率的变化率的图。
- [0019] 图14是示出基准间隙的测定方法的一例的示意图。
- [0020] 图15是示出与对象数据的特性对应的修正值的生成方法的一例的图。
- [0021] 图16是示出与写入方法对应的修正值的生成方法的一例的图。
- [0022] 图17是第一实施方式涉及的基准位置的参数的测定方法的流程图。
- [0023] 图18是第一实施方式涉及的R/W偏移修正方法的流程图。
- [0024] 图19是示出伴随着头的温度变化的R/W偏移及横位移的变化的一例的图。
- [0025] 图20是示出伴随着头的温度变化的R/W偏移的变化量的一例的图。
- [0026] 图21是示出伴随着头的温度变化的横位移的变化量的一例的图。
- [0027] 图22是示出伴随着头的温度变化的R/W偏移的变化量与横位移的变化量的相关的一例的图。
- [0028] 图23是伴随着头的温度变化的R/W偏移的变化的检测方法的流程图。

### 具体实施方式

- [0029] 以下,参照附图说明实施方式。此外,附图为一例,不限定发明的范围。
- [0030] (第一实施方式)
- [0031] 图1是示出第一实施方式涉及的磁盘装置1的结构框图。
- [0032] 磁盘装置1具备后述的头盘组件 (Head Disk Assembly:HDA)、驱动IC20、头放大器集成电路 (以下,称为头放大器IC或前置放大器) 30、易失性存储器70、缓冲存储器 (缓冲器) 80、非易失性存储器90以及作为单芯片的集成电路的系统控制器130。另外,磁盘装置1与主机系统 (主机) 100连接。磁盘装置1例如是二维记录 (Two-Dimensional Magnetic Recording:TDMR) 方式的磁盘装置。
- [0033] HDA具有磁盘 (以下,称为盘) 10、主轴电机 (SPM) 12、搭载有头15的臂13、以及音圈电机 (VCM) 14。盘10安装于主轴电机12,通过主轴电机12的驱动而旋转。臂13及VCM14构成致动器。致动器通过VCM14的驱动,将搭载于臂13的头15移动控制到盘10上的目标位置。盘10及头15也可以设有两个以上的数量。
- [0034] 盘10在其记录区域中分配有用户能够利用的记录区域10a和写入系统管理所需的信息的系统区域10b。以下,将沿着盘10的圆周的方向称为圆周方向,将与圆周方向正交的方向称为半径方向。
- [0035] 头15将滑块作为本体,并具备安装于该滑块的写入头15W和读出头15R1、15R2。写

入头15W向盘10上写入数据。读出头15R1、15R2读出记录在盘10上的数据轨道中的数据。读出头15R1例如设置在最远离写入头15W的位置。读出头15R2例如设置在次于读出头15R1远离写入头15W的位置。此外,也可以设置有三个以上读出头。以下,为了便于说明,有时将写入到盘10的轨道的数据仅称为轨道。

[0036] 图2是示出第一实施方式涉及的头15相对于盘10的配置的一例的示意图。在图2中,在半径方向上,将朝向盘10的外周的方向称为外方向(外侧),将外方向的相反方向称为内方向(内侧)。另外,在图2中示出盘10的旋转方向。此外,旋转方向也可以是反向。以下,对磁盘装置1以读出头15R1为基准将头15定位在盘10的预定位置或预定轨道(以下,仅称为定位)来进行说明。此外,也可以是,磁盘装置1以读出头15R1以外的读出头例如读出头15R2为基准定位头15。

[0037] 在图2所示的例子中,记录区域10a划分为位于内方向的内周区域IR、位于外方向的外周区域OR以及位于内周区域IR与外周区域OR之间的中周区域MR。在图2中,示出半径方向的位置(以下,称为半径位置)IRP、半径位置RP0及半径位置ORP。半径位置IRP是比半径位置RP0靠内方向的位置,半径位置ORP是比半径位置RP0靠外方向的位置。在图2所示的例子中,半径位置RP0位于中周区域MR。此外,半径位置RP0既可以位于外周区域OR,也可以位于内周区域IR。在读出头15R1的中心部位于半径位置RP0的情况下,读出头15R1与读出头15R2的斜交(skew)角(以下,称为斜交角)例如为0度。在该情况下,读出头15R1及读出头15R2的中心部位于相同的半径位置。换句话说,读出头15R1及读出头15R2的中心部在半径位置RP0在与圆周方向平行的直线上排列。以下,将半径位置RP0称为基准位置RP0。此外,在读出头15R1的中心部位于半径位置RP0的情况下,读出头15R1及读出头15R2的中心部可以在半径方向上相互稍微错开。以下,为了便于说明,有时将“读出头(写入头)的中心部”仅表达为“读出头(写入头)”。另外,在读出头15R1位于半径位置ORP的情况下,斜交角例如成为正值。在读出头15R2位于半径位置IRP的情况下,斜交角例如成为负的值。此外,在读出头15R1位于半径位置RP0的情况下,写入头15W相对于通过读出头15R1及15R2的直线的角度也可以是0度以外的角度。在读出头15R1位于半径位置ORP的情况下,斜交角也可以是负的值。另外,在读出头15R1位于半径位置IRP的情况下,斜交角也可以是正值。

[0038] 图3A是示出读出头15R1位于图2所示的基准位置RP0的情况下的写入头15W和两个读出头15R1、15R2的几何配置的一例的图。在图3A中,将读出头15R1的位置处的半径方向称为第一方向X,将与第一方向X正交的方向称为第二方向Y。以下,以读出头15R1的位置为基准,说明头15中的写入头15W和两个读出头15R1、15R2在X-Y平面上的几何配置。第二方向Y相当于读出头15R1的位置处的圆周方向。另外,第一方向X的箭头的前端朝向的方向相当于(相对于读出头15R1的)外方向,相反方向相当于(相对于读出头15R1的)内方向。将第二方向Y的箭头的前端朝向的方向称为前方(或前),将与前方相反的方向称为后方(或后)。在第一方向X上,将外方向设为正,将内方向设为负。另外,在第二方向Y上,将前方设为正,将后方设为负。此外,在第一方向X上,也可以将外方向设为负,并将内方向设为正。另外,在第二方向Y上,也可以将前方设为负,并将后方设为正。

[0039] 在图3A中示出写入头15W的中心部WC、读出头15R1的中心部RC1以及读出头15R2的中心部RC2。在图3A中示出读出头15R1的中心部RC1与读出头15R2的中心部RC2的中间部HR。在图3A中示出通过读出头15R1的中心部RC1及读出头15R2的中心部RC2的直线L1、与直线L1

正交且通过写入头15W的中心部WC的直线L2、与直线L1平行且通过中心部WC的直线L3以及  
与直线L2平行且通过中心部RC1的直线L4。另外,在图3A中示出直线L1与直线L2的交点P1、  
直线L3与直线L4的交点P2。以下,将写入头与对写入到盘10的数据中的作为对象的数据(以  
下,称为对象数据或对象轨道)进行读出的情况下成为基准的部分(以下,称为基准部分)之  
间的第一方向X上的距离称为读/写(R/W)偏移。基准部分例如是读出头15R1的中心部RC1、  
读出头15R2的中心部RC2、以及读出头15R1与读出头15R2之间的中间部HR等。此外,有时也  
将R/W偏移称为MR偏移或芯位移等。另外,将写入头15W与基准部分之间的第二方向Y上的距  
离称为读/写(R/W)间隙。读出头15R1的中心部RC1与读出头15R2的中心部RC2之间的第二方  
向Y上的距离称为沿轨道分离(Down Track Separation(DTS)),但以下为了便于说明,称为  
纵位移。

[0040] 在图3A所示的例子中,在读出头15R1位于基准位置RP0的情况下,写入头15W位于  
在第一方向X上相对于读出头15R1向外方向以R/W偏移OF0分离的位置。另外,写入头15W位  
于在第二方向Y上相对于读出头15R1向前方以R/W间隙GP0分离的位置。以下,将R/W偏移OF0  
称为基准偏移OF0。基准偏移OF0可能由制造工序时的偏差等引起而产生。此外,基准偏移  
OF0既可以是0(零),也可以是向内方向偏移的值。基准偏移OF0例如是数百nm(纳米)的数量  
级。另外,将R/W间隙GP0称为基准间隙GP0。R/W间隙GP0例如是数千nm(纳米)的数量级。

[0041] 在图3A所示的例子中,在读出头15R1位于基准位置RP0的情况下,读出头15R2也位  
于基准位置RP0。换句话说,在读出头15R1位于基准位置RP0的情况下,读出头15R1及读出头  
15R2沿着第二方向排列。因此,读出头15R2在第一方向X上从写入头15W以基准偏移OF0分  
离。在图3A所示的例子中,读出头15R2位于相对于读出头15R1向前方以纵位移DS0分离的位  
置。以下,将纵位移DS0称为基准纵位移DS0。基准纵位移DS0例如是数十nm的数量级。

[0042] 在图3A所示的例子中,在读出头15R1位于基准位置RP0的情况下,中间部HR也位于  
基准位置RP0。因此,中间部HR在第一方向X上从写入头15W以R/W偏移OF0分离。

[0043] 头15在维持图3A所示的写入头15W和两个读出头15R1、15R2的几何配置的状态下,  
通过致动器的驱动,一边以预定的斜交角倾斜一边向目标位置移动。

[0044] 图3B是示出读出头15R1位于图2所示的半径位置ORP的情况下的写入头15W和两个  
读出头15R1、15R2的几何配置的一例的图。读出头15R1的中心部RC1与读出头15R2的中心部  
RC2之间的第一方向X上的距离称为跨轨道分离(Cross Track Separation(CTS)),但以下  
为了便于说明,称为横位移。在图3B中,头15以斜交角 $\theta$ 向外方向倾斜。在图3B中,斜交角 $\theta$ 例  
如是正的值。

[0045] 在图3B所示的例子中,在读出头15R1位于半径位置ORP的情况下,写入头15W位于  
在第一方向X上相对于读出头15R1向外方向以R/W偏移OF1分离的位置。另外,写入头15W位  
于在第二方向Y上相对于读出头15R1向前方以R/W间隙GP1分离的位置。

[0046] 根据图3B所示的例子,R/W偏移OF1用以下公式表示。

[0047]  $OF1 = OD1 + OD2 \cdots$  式(1)

[0048] 在此,OD1是交点P1与中心部RC1之间的第一方向X上的距离,OD2是交点P1与中心  
部WC之间的第一方向X上的距离。在图3所示的例子中,距离OD1及OD2分别基于相似的关系  
用以下公式表示。

[0049]  $OD1 = GP0 \times CS / DS0 \cdots$  式(2)

[0050]  $OD2 = OF0 \times DS / DS0 \cdots$  式 (3)

[0051] 在图3B所示的例子中,横位移CS及纵位移DS例如是正的值。

[0052] 根据上述式 (1) 至 (3),R/W偏移OF1用以下公式表示。

[0053]  $OF1 = GP0 \times CS / DS0 + OF0 \times DS / DS0 \cdots$  式 (4)

[0054] 如上所述,能够使用基准偏移OF0、基准纵位移DS0、基准间隙GP0、横位移CS及纵位移DS,利用式 (4) 算出R/W偏移OF1。另外,在读出头15R1位于图2所示的位置IRP的情况下,也能够利用式 (4) 算出R/W偏移OF1。

[0055] 在图3B所示的例子中,在读出头15R1位于半径位置ORP的情况下,写入头15W位于在第一方向X上相对于读出头15R2向外方向以R/W偏移OF2分离的位置。

[0056] 根据图3B所示的例子,R/W偏移OF2用以下公式表示。

[0057]  $OF2 = OF1 - CS \cdots$  式 (5)

[0058] 如上所述,能够使用R/W偏移OF1及横位移CS,利用式 (5) 算出R/W偏移OF2。

[0059] 在图3B所示的例子中,在读出头15R1位于半径位置ORP的情况下,写入头15W位于在第一方向X上相对于中间部HR向外方向以R/W偏移OF3分离的位置。

[0060] 根据图3B所示的例子,R/W偏移OF3用以下公式表示。

[0061]  $OF3 = OF1 - CS / 2 \cdots$  式 (6)

[0062] 如上所述,能够使用R/W偏移OF1及CS/2,利用式 (6) 算出R/W偏移OF3。

[0063] 驱动IC20按照系统控制器130 (详细而言为后述的MPU60) 的控制,控制SPM12及VCM14的驱动。

[0064] 头放大器IC (前置放大器) 30具备读出放大器及写入驱动器。读出放大器放大从盘10读出的读出信号,并向系统控制器130 (详细而言为后述的读/写 (R/W) 通道50) 输出。写入驱动器向头15输出与从R/W通道50输出的写入数据对应的写入电流。

[0065] 易失性存储器70是电力供给被切断时所保存的数据会丢失的半导体存储器。易失性存储器70存储磁盘装置1的各部的处理所需的数据等。易失性存储器70例如是DRAM (Dynamic Random Access Memory) 或SDRAM (Synchronous Dynamic Random Access Memory)。

[0066] 缓冲存储器80是暂时记录在磁盘装置1与主机100之间收发的数据等的半导体存储器。此外,缓冲存储器80也可以与易失性存储器70一体地构成。缓冲存储器80例如是DRAM、SRAM (Static Random Access Memory)、SDRAM、FeRAM (Ferroelectric Random Access memory) 或MRAM (Magnetoresistive Random Access Memory) 等。

[0067] 非易失性存储器90是即使电力供给被切断也记录所保存的数据的半导体存储器。非易失性存储器90例如是NOR型或NAND型的闪存ROM (Flash Read Only Memory:FROM)。

[0068] 系统控制器 (控制器) 130例如使用多个元件集成于单一芯片的被称为System-on-a-Chip (SoC: 片上系统) 的大规模集成电路 (LSI) 实现。系统控制器130包括硬盘控制器 (HDC) 40、读/写 (R/W) 通道50以及微处理器 (MPU) 60。HDC40、R/W通道50及MPU60分别相互电连接。系统控制器130与驱动IC20、头放大器IC60、易失性存储器70、缓冲存储器80、非易失性存储器90及主机系统100电连接。

[0069] HDC40根据来自后述的MPU60的指示,控制主机100与R/W通道50之间的数据传送。HDC40与易失性存储器70、缓冲存储器80及非易失性存储器90电连接。



[0070] R/W通道50根据来自MPU60的指示,执行读出数据及写入数据的信号处理。R/W通道50具有测定读出数据的信号质量的电路或功能。R/W通道50与头放大器IC30电连接。

[0071] MPU60是控制磁盘装置1的各部的主控制器。MPU60经由驱动IC20控制VCM14,并执行进行头15的定位的伺服控制。MPU60控制向盘10的数据的写入工作,并且选择从主机100传送的写入数据的保存目的地。另外,MPU60控制从盘10的数据的读出工作,并且控制从盘10向主机100传送的读出数据的处理。MPU60与磁盘装置1的各部连接。例如,MPU60与驱动IC20、HDC40及R/W通道50电连接。

[0072] 图4是示出本实施方式涉及的R/W通道50及MPU60的结构例的框图。在图4中,省略了盘10、头15、驱动IC20及头放大器IC30等。

[0073] R/W通道50具备第一解调部510和第二解调部520。例如,第一解调部510对用读出头15R1读出的数据例如伺服信号进行解调,并向MPU60等输出解调得到的伺服数据。与第一解调部510同样地,第二解调部520解调用读出头15R2读出的伺服信号,并向MPU60等输出解调得到的伺服数据。此外,在设置有三个以上读出头15的情况下,R/W通道50可以具备三个以上解调部。在该情况下,多个解调部分别与多个读出头15对应。

[0074] MPU60具备读/写控制部610、位置检测部620以及生成部630。MPU60在固件上执行这些各部例如读/写控制部610、位置检测部620及生成部630等的处理。此外,MPU60可以将这些各部设为电路而具备。

[0075] 读/写控制部610按照来自主机100的命令,控制数据的读出处理及写入处理。读/写控制部610经由驱动IC20控制VCM14,将头15定位在盘10上的目标位置,并执行读出处理或写入处理。读/写控制部610使用读出头15R1及15R2中的任一方执行读出处理。另外,读/写控制部610使用读出头15R1及15R2双方执行读出处理。读/写控制部610例如向生成部630输出与读出方法、写入方法及对象数据(或对象轨道)的特性等对应的信号。在对对象数据进行写入或读出的情况下,读/写控制部610从生成部630取得R/W偏移修正值(以下,仅称为修正值),并基于修正值对头15执行偏移修正。以下,为了便于说明,有时将对象数据(或对象轨道)的半径方向上的中心位置仅称为对象数据(或对象轨道)。另外,有时将偏移修正仅称为修正。例如,在利用读出头15R1读出对象数据的情况下,读/写控制部610基于修正值修正盘10上的读出头15R1的位置,将读出头15R1配置在对象数据上并读出对象数据。另外,在利用读出头15R2读出对象数据的情况下,读/写控制部610基于修正值修正盘10上的读出头15R2的位置,将读出头15R2配置在对象数据上并读出对象数据。在利用读出头15R1及15R2读出对象数据的情况下,读/写控制部610基于修正值修正盘10上的中间部HR的位置,将中间部HR配置在对象数据上并读出对象数据。此外,读/写控制部610既可以用通常的记录方式执行写入处理,也可以用使轨道与前一个进行了写入的轨道的一部分重叠并写入的瓦记录方式执行写入处理。另外,如后所述,读/写控制部610可以调整写入头15W的位置并进行写入,以使得即使温度改变也能在相同的轨道位置进行数据写入。

[0076] 位置检测部620检测及测定与写入头15W、读出头15R1及读出头15R2等的位置关联的参数(以下,仅称为参数)。例如,位置检测部620利用读/写控制部610控制头15,检测及测定横位移CS、纵位移DS、基准纵位移DS0、基准偏移OF0及基准间隙GP0等来作为参数。

[0077] 位置检测部620测定上述参数中的成为写入头15W和两个读出头15R1、15R2的基准的几何配置信息(基准纵位移DS0、基准偏移OF0及基准间隙GP0)(以下,仅称为基准配置信

息),将测定出的基准配置信息与头15关联,并作为表TB记录于非易失性存储器90、系统区域10b等。位置检测部620例如在制造工序等中预先测定基准配置信息,将测定出的基准配置信息与头15关联并作为表TB记录于非易失性存储器90、系统区域10b等。此外,在设置有多个头15的情况下,位置检测部620例如按每个头15测定基准配置信息,将测定出的多个基准配置信息(多个基准纵位移DS0、多个基准偏移OF0及多个基准间隙GP0)分别与多个头15进行关联,并作为表TB记录于非易失性存储器90、系统区域10b等。

[0078] 另外,位置检测部620基于盘10上的读出头15R1及15R2的位置,检测横位移CS及纵位移DS。位置检测部620例如在读出对象数据的情况下,检测横位移CS及纵位移DS。

[0079] 图5是示出横位移CS (CTS) 的检测方法的一例的示意图。在图5中示出盘10的预定区域的伺服扇区SV和位于预定区域的读出头15R1及15R2。

[0080] 在图5所示的例子中,伺服扇区SV包括前导码(Preamble)区域、伺服标记(Servo Mark)区域、格雷码(Gray Code)区域、PAD区域、N突发(burst)区域、Q突发区域及后置码(Post Code)区域等。前导码区域是包含用于与伺服图形的再现信号同步的前导码信息的区域。伺服标记区域是包含伺服标记信息的区域,所述伺服标记信息示出伺服图形的开始。格雷码区域是包含格雷码信息的区域,所述格雷码信息示出伺服扇区编号或轨道(柱面)编号等。PAD区域是包含间隙及伺服AGC等的同步信号的PAD信息的区域。N突发区域及Q突发区域是包含突发信息的区域,所述突发信息示出头15相对于轨道的半径方向上的相对位置。后置码区域是包含后置码信息的区域,所述后置码信息调整与旋转同步的位置干扰RR0。此外,后置码区域也可以不包含于伺服扇区SV。

[0081] 在图5所示的例子中,位置检测部620用第一解调部510解调在圆周方向上继续读出头15R1在伺服标记区域的位置(以下,称为伺服标记位置)SP1读出的伺服标记信息之后的格雷码、N突发、Q突发、后置码,并检测读出头15R1的半径位置RPR1来作为伺服解调位置。位置检测部620用第二解调部520解调在圆周方向上继续读出头15R2在伺服标记位置PS52读出的伺服标记信息之后的格雷码、N突发、Q突发、后置码,并检测读出头15R2的半径位置RPR2来作为伺服解调位置。在图5所示的例子中,伺服标记位置SP1及伺服标记位置SP2位于相同的圆周方向上的位置(以下,称为圆周位置)CP。此外,伺服标记位置SP1及伺服标记位置SP2可以在圆周方向上相互错开。使用半径位置RPR1及半径位置RPR2,用以下公式表示横位移CS。

[0082]  $CS = RPR2 - RPR1 \cdots (7)$

[0083] 位置检测部620使用作为伺服解调位置检测出的半径位置RPR1及RPR2,利用式(7)生成横位移CS。此外,为了提高横位移CS的精度,位置检测部620也可以生成多个横位移,并取得多个横位移的平均值来作为横位移CS。例如,位置检测部620将头15定位于预定轨道并生成该轨道的一周的伺服扇区中的多个横位移,并取得这些多个横位移的平均值来作为横位移CS。另外,位置检测部620也可以基于不是伺服扇区SV的伺服解调位置而是伺服扇区以外的区域的两个读出头15R1、15R2的半径方向上的位置信息(数据)检测半径位置RPR1及RPR2。

[0084] 图6是示出纵位移DS (DTS) 的检测方法的一例的示意图。在图6中,横轴示出时间。在图6中,检测信号SG1例如是示出读出头15R1在图5所示的伺服标记位置SP1检测出伺服标记信息的信号,检测信号SG2例如是示出读出头15R2在图5所示的伺服标记位置SP2检测出

伺服标记信息的信号。定时RT1示出读出头15R1在伺服标记位置SP1检测出伺服标记信息的定时,定时RT2示出读出头15R2在伺服标记位置SP2检测出伺服标记信息的定时。此外,检测信号SG1及SG2也可以是如下信号,其示出检测出伺服扇区SV的伺服区域以外的区域的信息。

[0085] 在图6所示的例子中,位置检测部620检测出检测信号SG1的上升的定时RT1。位置检测部620检测出检测信号SG2的上升的定时RT2。使用定时RT1及RT2,用以下公式表示纵位移DS。

$$[0086] \quad DS = V \times (RT2 - RT1) \cdots (8)$$

[0087] 在此,V是盘10的线速度(旋转速度)。

[0088] 位置检测部620使用检测出的定时RT1及RT2和线速度V,利用式(8)生成纵位移DS。此外,为了提高纵位移DS的精度,位置检测部620也可以生成多个纵位移,并取得多个纵位移的平均值来作为纵位移DS。例如,位置检测部620将头15定位于预定轨道并生成该轨道的一周的伺服扇区中的多个纵位移,并取得这些多个纵位移的平均值来作为纵位移DS。

[0089] 接着,参照图7至图13说明基准配置信息的测定方法的一例。

[0090] 位置检测部620在测定基准配置信息的情况下,设定横位移CS成为0(或接近0的值)的位置即基准位置RP0。在设定基准位置RP0的情况下,位置检测部620将头15定位在预定轨道(或预定的半径位置),测定半径位置RPR1及RPR2,使用测定出的半径位置RPR1及RPR2,利用式(5)生成横位移CS。例如,位置检测部620从盘10的外方向朝向内方向将头15定位在多个轨道,在定位了的多个轨道处,分别在制造工序等中预先测定半径位置RPR1及RPR2,在制造工序等中预先生成定位了头15的多个轨道处的多个横位移CS。此外,位置检测部620也可以从盘10的内方向朝向外方向在多个轨道处分别测定半径位置RPR1及RPR2。位置检测部620例如从生成的多个横位移CS中检测正负逆转的连续两个横位移CS。此外,位置检测部620也可以从生成的多个横位移CS中检测减少及增加的倾向变换的两个横位移CS。

[0091] 例如,在设为正负逆转的连续两个横位移CS1、CS2,并设为与横位移CS1、CS2分别对应的读出头15R1的半径位置RP1、RP2的情况下,基准位置RP0的推定值RP0e用以下公式表示。

$$[0092] \quad RP0e = (RP1 \times CS2 - RP2 \times CS1) / (CS2 - CS1) \cdots \text{式}(9)$$

[0093] 位置检测部620使用两个横位移CS1、CS2和与两个横位移CS1、CS2分别对应的两个半径位置RP1、RP2,利用式(9)生成推定值RP0e。位置检测部620将生成的推定值RP0e设定为基准位置RP0。位置检测部620将为了设定基准位置RP0而测定出的横位移CS、测定出横位移CS的轨道的位置信息(以下,称为测定轨道位置信息)与头15关联,并作为表TB记录于非易失性存储器90、系统区域10b等。在设置有多个头15的情况下,位置检测部620设定与多个头15分别对应的多个基准位置RP0。将多个头的测定出的横位移CS和测定轨道位置信息与多个头15分别关联,并作为表TB记录于非易失性存储器90、系统区域10b等。

[0094] 图7及图8是示出基准位置RP0的设定方法的一例的示意图。在图7及图8中,纵轴示出横位移CS,横轴示出读出头15R1的半径位置RPR1。另外,在图7及图8中,多个点分别示出测定出的横位移CS。在图7中,点P71示出在读出头15R1位于半径位置RP71的情况下测定出的横位移CS71。点P72示出在读出头15R1位于半径位置RP72的情况下测定出的横位移CS72。在图7中,连续地测定点P71及点P72。在图7中,CS71<0,CS72>0。另外,在图8中,点P81示出在

读出头15R1位于半径位置RP81的情况下测定出的横位移CS81。点P82示出在读出头15R1位于半径位置RP82的情况下测定出的横位移CS82。在图8中,连续地测定点P81及点P82。在图8中,CS81<0,CS82>0。

[0095] 在图7所示的例子中,位置检测部620从盘10的外方向朝向内方向,按在半径方向上以间隔SPT1分离的每个轨道定位头15,在定位了头15的多个轨道处,分别测定半径位置RPR1及RPR2,使用测定出的多个半径位置RPR1及RPR2,利用式(7)分别生成多个横位移CS。位置检测部620从生成的多个横位移CS中检测出正负逆转的连续两个横位移P71(CS71,RP71)、P72(CS72,RP72)。位置检测部620使用横位移P71(CS71,RP71)及P72(CS72,RP72),利用式(9)生成推定值RP0e1。

[0096] 在图8所示的例子中,位置检测部620在生成的推定值RP0e1的附近的区域中从外方向朝向内方向,按在半径方向上以比间隔SPT1小的间隔SPT2分离的每个轨道定位头15,在定位了头15的多个轨道处,分别测定半径位置RPR1及RPR2,使用测定出的多个半径位置RPR1及RPR2,利用式(7)分别生成多个横位移CS。位置检测部620从生成的多个横位移CS中检测出正负逆转的连续两个横位移P81(CS81,RP81)、P82(CS82,RP82)。位置检测部620使用两个横位移P81(CS81,RP81)及P82(CS82,RP82),利用式(9)生成推定值RP0e2。位置检测部620将生成的推定值RP0e2设定为基准位置RP0。此外,在设定基准位置RP0的情况下,定位头15的多个轨道之间的半径方向上的间隔可以不一定。另外,位置检测部620可以不生成推定值RP0e2,可以将推定值RP0e1设定为基准位置RP0。位置检测部620也可以不生成推定值RP0e1。例如,也可以是,位置检测部620在盘10的预定区域中,按在半径方向上以间隔SPT2分离的每个轨道定位头15,在定位了头15的多个轨道处,分别测定半径位置RPR1及RPR2,使用测定出的多个半径位置RPR1及RPR2,利用式(7)分别生成多个横位移CS,基于生成的多个横位移CS生成推定值RP0e2。

[0097] 图9是示出基准纵位移DS0的测定方法的一例的示意图。在图9中示出盘10的预定区域的伺服扇区SV0和位于预定区域的读出头15R1及15R2。

[0098] 在图9所示的例子中,伺服扇区SV0包括前导码(Preamble)区域、伺服标记(Servo Mark)区域、格雷码(Gray Code)区域、PAD区域、N突发区域、Q突发区域及后置码(Post Code)区域等。此外,后置码区域也可以不包含于伺服扇区SV0。

[0099] 在图9所示的例子中,在测定基准纵位移DS0的情况下,位置检测部620将读出头15R1配置于基准位置RP0,检测用读出头15R1及15R2中的每一个在位于圆周位置CP0的伺服标记位置SP0处读出伺服标记信息的定时。此外,也可以是,位置检测部620将读出头15R1配置于基准位置RP0,检测用读出头15R1及15R2中的每一个分别在不同的伺服标记位置处读出伺服标记信息的定时。另外,位置检测部620也可以检测读出伺服扇区的伺服标记区域以外的区域的信息的定时。

[0100] 图10是示出基准纵位移DS0的测定方法的一例的示意图。在图10中,横轴示出时间。在图10中,检测信号SG01例如是示出读出头15R1在伺服标记位置SP0读出伺服标记信息的信号,检测信号SG02例如是示出读出头15R2在伺服标记位置SP0读出伺服标记信息的信号。此外,检测信号SG1及SG2也可以是表示读出了伺服扇区SV0的伺服标记区域以外的区域的信息这一情况的信号。

[0101] 在图10所示的例子中,位置检测部620测定检测信号SG01的上升的定时T01。位置

检测部620测定检测信号SG02的上升的定时T02。位置检测部620使用检测出的定时T01及T02和线速度V,利用式(8)生成基准纵位移DS0。位置检测部620将生成的基准纵位移DS0与头15关联,并作为表TB记录于非易失性存储器90、系统区域10b等。在设置有多个头15的情况下,位置检测部620生成与多个头15分别对应的多个基准纵位移DS0,将生成的多个基准纵位移DS0与多个头15分别关联,并作为表TB记录于非易失性存储器90、系统区域10b等。

[0102] 图11是用于示出基准偏移OF0的测定方法的一例的示意图。在图11中,纵轴表示读出错误率,横轴表示半径位置。

[0103] 在图11所示的例子中,如图3A所示,位置检测部620将读出头15R1配置于基准位置RP0,并用写入头15W将数据向半径位置(以下,称为基准写入位置)WRP0写入。位置检测部620用读出头15R1读出用写入头15W写入的数据,并测定读出头15R1的读出错误率(以下,称为第一读出错误率)。位置检测部620用读出头15R2读出用写入头15W写入的数据,并测定读出头15R2的读出错误率(以下,称为第二读出错误率)。位置检测部620从外方向朝向内方向,测定半径方向上的预定区域中的多个第一读出错误率(以下,称为第一读出错误率分布)ER01和多个第二读出错误率(以下,称为第二读出错误率分布)ER02。此外,位置检测部620也可以从内方向朝向外方向,测定半径方向上的预定区域中的第一读出错误率分布ER01和第二读出错误率分布ER02。在将读出头15R1配置于基准位置RP0并利用写入头15W将数据写入到半径位置WRP0的情况下,与第一读出错误率分布ER01的最小值MV01对应的半径位置、和与第二读出错误率分布ER02的最小值MV02对应的半径位置可能成为大致相同。因此,如图11所示,位置检测部620能够检测与最小值MV01及最小值MV02对应的半径位置来作为基准写入位置WRP0。使用基准写入位置WRP0及基准位置RP0,用以下公式表示基准偏移OF0。

[0104]  $OF0 = WRP0 - RP0 \cdots$ 式(10)

[0105] 位置检测部620使用基准写入位置WRP0和基准位置RP0,利用式(10)生成基准偏移OF0。位置检测部620将生成的基准偏移OF0与头15关联,并作为表TB记录于非易失性存储器90、系统区域10b等。在设置有多个头15的情况下,位置检测部620生成与多个头15分别对应的多个基准偏移OF0,将生成的多个基准偏移OF0与多个头15分别关联,并作为表TB记录于非易失性存储器90、系统区域10b等。此外,也可以是,位置检测部620利用在用写入头15W将数据写入到基准写入位置WRP0时在定位中使用的读出头15R1及15R2中的一方,读出用写入头15W写入的数据,基于读出的错误率生成基准偏移OF0。例如,将读出头15R1配置于基准位置RP0,并用写入头15W将数据向半径位置(以下,称为基准写入位置)WRP0写入。位置检测部620用读出头15R1读出用写入头15W写入的数据,测定读出头15R1的读出错误率(以下,称为第一读出错误率),从外方向朝向内方向测定半径方向上的预定区域中的多个第一读出错误率(以下,称为第一读出错误率分布)ER01。在将读出头15R1配置于基准位置RP0并利用写入头15W将数据写入到半径位置WRP0的情况下,位置检测部620也可以使用定位读出头15R1的基准位置RP0、与最小值MV01对应的半径位置即基准写入位置WRP0,利用式(10)生成基准偏移OF0。

[0106] 图12是示出基准间隙GP0的测定方法的一例的示意图。在图12中示出预定区域的伺服扇区SV01和调整区域SV02。调整区域SV02例如是在盘10中伺服扇区SV01以外的记录区域的一部分的区域。另外,在图12中,写入头15W、读出头15R1及15R2位于调整区域SV02。此

外,在图12中,关于伺服扇区SV01,仅示出后置码区域,省略了其他区域。

[0107] 位置检测部620设定不擦除伺服扇区SV01的伺服数据的定时,利用写入头15W在设定的定时将成为基准的数据向调整区域SV02写入。位置检测部620通过检测能够用读出头例如读出头15R1及15R2中的至少一方适当地读出利用写入头15W写入到调整区域SV02的数据的定时,从而测定R/W间隙例如基准间隙GP0。此外,不擦除伺服扇区SV01的伺服数据的定时、能够适当地将写入到调整区域SV02的数据读出的定时分别设为从将写入到伺服扇区SV01的信息读出的时间、例如将伺服标记信息读出的时间起的经过时间。

[0108] 在图12所示的例子中,在测定基准间隙GP0的情况下,位置检测部620设定不擦除伺服扇区SV01的伺服数据的定时。位置检测部620将读出头15R1配置于基准位置RP0,在设定的定时读出头15R1到达调整区域SV02的位置SP122时,利用写入头15W将成为基准的数据向调整区域SV02的位置SP121写入。在图12所示的例子中,成为基准的数据被写入的位置SP121位于圆周位置CP121。另外,写入开始时的读出头15R1的到达位置SP122位于圆周位置CP122。此外,在测定基准间隙GP0的情况下,也可以是,位置检测部620设定不擦除伺服扇区SV01的伺服数据的定时,利用写入头15W在设定的定时将成为基准的数据向调整区域SV02以外的区域写入。

[0109] 图13是示出如图12所示写入了成为基准的数据的情况下的圆周方向的错误率的变化图。在图13中,纵轴示出读出错误率,横轴示出圆周位置(或读出数据的定时)。在图13中示出读出错误率的变化ER13。

[0110] 在图13所示的例子中,在利用写入头15W写入了成为基准的数据的位置SP121的圆周位置CP121附近,读出错误率变小。位置检测部620设定用读出头15R1在圆周位置CP121附近的区域读出成为基准的数据的定时,在设定的定时利用读出头15R1读出数据。位置检测部620在利用读出头15R1读出的数据的错误率比周围的数据的错误率小的情况下,能够判定为用读出头15R1读出的数据是利用写入头15W写入了的成为基准的数据。因此,位置检测部620能够检测用读出头15R1读出了错误率比周围的错误率小的数据的定时来作为利用读出头15R1读出了利用写入头15W写入的成为基准的数据的定时。此外,位置检测部620也可以检测利用读出头15R1读出了利用写入头15W写入到调整区域以外的区域的成为基准的数据的定时。

[0111] 图14是示出基准间隙GP0的测定方法的一例的示意图。在图14中,横轴示出时间。在图14中,写入信号SGW例如是示出读出头15R1到达位置SP122并开始用写入头15W将成为基准的数据写入到位置SP121这一情况的信号。检测信号SGR例如是示出利用读出头15R1读出了利用写入头15W写入到调整区域SV02的成为基准的数据这一情况的信号。此外,写入信号SGW也可以是示出读出头15R1到达预定区域的预定位置并开始用写入头15W将数据写入到调整区域SV02以外的区域这一情况的信号。另外,检测信号SGR也可以是示出用读出头15R1读出了写入到调整区域SV02以外的区域的成为基准的数据这一情况的信号。

[0112] 在图14所示的例子中,位置检测部620取得检测信号SGW的上升的定时WT。位置检测部620取得检测信号SGR的上升的定时RT。使用定时WT及RT,用以下公式表示基准间隙GP0。

[0113]  $GP0 = V \times (WT - RT) \cdots \text{式}(11)$

[0114] 位置检测部620使用检测出的定时WT及RT和线速度V,利用式(11)生成基准间隙

GP0。位置检测部620将生成的基准间隙GP0与头15关联,并作为表TB记录于非易失性存储器90、系统区域10b等。在设置有多个头15的情况下,位置检测部620生成与多个头15分别对应的多个基准间隙GP0,将生成的多个基准间隙GP0与多个头15分别关联,并作为表TB记录于非易失性存储器90、系统区域10b等。

[0115] 生成部630生成用于在读出对象数据的情况下将基准部分配置在对象数据上的修正值CRV,并将生成的修正值CRV向读/写控制部610输出。

[0116] 例如,在读出对象数据的情况下,生成部630从记录于非易失性存储器90、系统区域10b等的表TB取得与头15对应的基准配置信息(基准纵位移DS0、基准偏移OF0及基准间隙GP0)。此外,在设置有多个头15的情况下,生成部630从表TB取得与读出当前对象数据的头15对应的基准配置信息(基准纵位移DS0、基准偏移OF0及基准间隙GP0)。生成部630从位置检测部620取得为了读出对象数据而定位的头15的当前的半径位置上的纵位移DS及横位移CS。生成部630使用取得的参数(基准纵位移DS0、基准偏移OF0、基准间隙GP0、纵位移DS及横位移CS),利用式(4)生成R/W偏移OF1。

[0117] 生成部630根据读出方法利用调整值调整R/W偏移OF1并生成修正值CRV。例如,在用读出头15R1读出对象数据的情况下,生成部630不调整R/W偏移OF1,而将R/W偏移OF1作为修正值CRV向读/写控制部610输出。在用读出头15R2读出对象数据的情况下,生成部630使用调整值例如横位移CS,利用式(5)将R/W偏移OF1调整为R/W偏移OF2,将调整得到的R/W偏移OF2作为修正值CRV向读/写控制部610输出。另外,在用读出头15R1及15R2读出对象数据的情况下,生成部630使用调整值例如CS/2,利用式(6)将R/W偏移OF1调整为R/W偏移OF3,将调整得到的R/W偏移OF3作为修正值CRV向读/写控制部610输出。

[0118] 图15是示出与对象数据的特性对应的修正值CRV的生成方法的一例的图。在图15中示出将读出头15R1配置在半径位置ORP并进行了写入的轨道TR15。中心部TC15示出轨道TR15的第一方向X上的中心位置。在图15中示出中心部WC与轨道TR15的端部TRe1的半径方向上的距离TW1、中心部WC与轨道TR15的端部TRe2的半径方向上的距离TW2。

[0119] 生成部630根据对象数据(或对象轨道)的特性,利用调整值调整R/W偏移OF1并生成修正值CRV。在图15所示的例子中,写入头15W的中心部WC与用写入头15W进行了写入的轨道TR15的中心部TC15在第一方向X(半径方向)上以距离D1错开。在一例中,生成部630使用调整值例如距离D1调整R/W偏移OF1并生成修正值CRV。在该情况下,使用R/W偏移OF1及距离D1,用以下公式表示修正值CRV。

[0120]  $CRV = OF1 + D1 \cdots$  式(12)

[0121] 另外,使用距离TW1及TW2,用以下公式表示距离D1。

[0122]  $D1 = (TW2 - TW1) / 2 \cdots$  式(13)

[0123] 生成部630使用距离TW1及距离TW2利用式(13)生成距离D1,使用生成的距离D1利用式(12)调整R/W偏移OF1并生成修正值CRV,并将生成的修正值CRV向读/写控制部610输出。在图15所示的例子中,与R/W偏移OF1同样地,生成部630既可以使用距离D1调整R/W偏移OF2并生成修正值CRV,也可以使用距离D1调整R/W偏移OF3并生成修正值CRV。

[0124] 图16是示出与写入方法对应的修正值CRV的生成方法的一例的图。在图16中示出将读出头15R1配置在半径位置ORP并进行了写入的轨道TR161、与轨道TR161重叠进行了写入的轨道TR162。在图16中示出没有与轨道TR162重叠写入了的、轨道TR161的剩余区域

RR161。另外,在图16中,示出轨道TR161和轨道TR162重叠的区域第一方向X上的距离TW3。中心部WTC161示出轨道TR161的第一方向X上的中心位置。中心部RTC161示出区域RR161的第一方向X上的中心位置。

[0125] 生成部630根据写入方法利用调整值调整R/W偏移OF1并生成修正值CRV。在图16所示的例子中,由于将轨道TR162与轨道TR161的一部分重叠进行了写入,所以中心部WTC161和中心部RTC161在第一方向X(半径方向)上以距离D2错开。在一例中,生成部630使用调整值例如距离D2调整R/W偏移OF1并生成修正值CRV。在该情况下,使用R/W偏移OF1及距离D2,用以下公式表示修正值CRV。

[0126]  $CRV = OF1 + D2 \cdots$  式(14)

[0127] 另外,使用距离TW3,用以下公式表示距离D2。

[0128]  $D2 = TW3 / 2 \cdots$  式(15)

[0129] 生成部630使用距离TW3利用式(15)生成距离D2,使用生成的距离D2利用式(14)调整R/W偏移OF1并生成修正值CRV,并将生成的修正值CRV向读/写控制部610输出。在图16所示的例子中,与R/W偏移OF1同样地,生成部630既可以使用距离D2调整R/W偏移OF2并生成修正值CRV,也可以使用距离D2调整R/W偏移OF3并生成修正值CRV。

[0130] 如图15、图16所示的使用距离D1、D2修正R/W偏移OF1的情况下,预先测定距离D1、D2,并保存于非易失性存储器等即可。

[0131] 图17是第一实施方式涉及的基准位置的参数的测定方法的流程图。

[0132] MPU60沿着盘10的半径方向,在多个半径位置测定横位移CS(B1701)。MPU60从测定出的多个横位移CS中检测横位移成为0的半径位置,将检测出的横位移成为0(或接近0的值)的半径位置设定为基准位置RP0(B1702)。MPU60将头15定位于基准位置RP0并测定基准纵位移DS0(B1703)。例如,MPU60将读出头15R1配置于基准位置RP0,基于用读出头15R1读出伺服标记信息的定时和用读出头15R2读出伺服标记信息的定时,测定基准纵位移DS0。MPU60将头15定位于基准位置RP0并测定基准偏移OF0(B1704)。例如,MPU60将读出头15R1配置于基准位置RP0,并用写入头15W将数据写入。MPU60基于用读出头15R1读出用写入头15W写入的数据的情况下的读出错误率、和用读出头15R2读出用写入头15W写入的数据的情况下的读出错误率,测定基准偏移OF0。MPU60将头15定位于基准位置RP0并测定基准间隙GP0(B1705)。例如,MPU60将读出头15R1配置于基准位置RP0,并用写入头15W将数据写入。MPU60基于用写入头15W写入了数据的定时、和用读出头15R1读出用写入头15W写入了的数据的定时测定基准间隙GP0。MPU60将测定出的基准配置信息(基准纵位移DS0、基准偏移OF0及基准间隙GP0)作为表TB记录于非易失性存储器90或系统区域10b(B1706),并结束处理。

[0133] 图18是本实施方式涉及的R/W偏移修正方法的流程图。

[0134] 在用头15读出对象数据的情况下,MPU60从存储于非易失性存储器90、系统区域10b等的与头15对应的表TB中取得基准配置信息(基准纵位移DS0、基准偏移OF0及基准间隙GP0)(B1801)。MPU60检测为了读出对象数据而定位的头15的当前的半径位置的纵位移DS及横位移CS(B1802)。MPU60基于参数(基准纵位移DS0、基准偏移OF0、基准间隙GP0、纵位移DS及横位移CS),生成读出头15R1与写入头15W之间的R/W偏移OF1(B1803)。例如,MPU60使用基准纵位移DS0、基准偏移OF0、基准间隙GP0、纵位移DS及横位移CS,利用式(4)生成R/W偏移OF1。MPU60判定是否调整R/W偏移OF1(B1804)。在判定为调整的情况下(B1804为是),MPU60



利用调整值调整R/W偏移OF1并生成修正值CRV (B1805), 进入B1806的处理。在判定为不调整的情况下 (B1804为否), MPU60将R/W偏移OF1作为修正值, 基于修正值修正头15的位置 (B1806)。例如, MPU60基于修正值修正盘10上的基准部分的位置。MPU60读出对象数据 (B1807), 并结束处理。例如, MPU60将基准部分配置在对象数据上, 读出对象数据并结束处理。

[0135] 根据本实施方式, 磁盘装置1具备头15, 所述头15包括写入头15W、读出头15R1及读出头15R2。磁盘装置1在读出对象数据的情况下, 基于写入头15W、读出头15R1及读出头15R2的几何配置生成修正值, 基于生成的修正值读出对象数据。例如, 磁盘装置1从记录于非易失性存储器90、系统区域10b的与头15对应的表TB中, 取得基准纵位移DS0、基准偏移OF0及基准间隙GP0。磁盘装置1检测为了读出对象数据而定位的头15的当前的半径位置的纵位移DS及横位移CS。磁盘装置1使用基准纵位移DS0、基准偏移OF0、基准间隙GP0、纵位移DS及横位移CS, 利用式 (4) 生成R/W偏移OF1。磁盘装置1根据读出方法、写入方法及对象数据 (对象轨道) 的特性等, 调整R/W偏移OF1并生成修正值, 基于生成的修正值读出对象数据。因此, 磁盘装置1按每个头15将基准纵位移DS0、基准偏移OF0及基准间隙GP0作为表TB保持于非易失性存储器90、系统区域10b等即可, 由于无需如以往那样保持在多个轨道测定出的R/W偏移, 所以能够削减记录于非易失性存储器90、系统区域10b的数据容量。另外, 由于无需如以往那样按每个头在多个轨道进行测定, 所以能够削减调整所需的时间。另外, 由于磁盘装置1能够有效地生成修正值, 所以能够有效地执行偏移修正。

[0136] 接着, 说明变形例及其他实施方式涉及的磁盘装置。在变形例及其他实施方式中, 对与上述实施方式相同的部分赋予相同的参照附图标记并省略其详细说明。

[0137] (变形例1)

[0138] 变形例1的磁盘装置1中的R/W偏移OF1的生成方法与上述实施方式不同。

[0139] 参照图3B, 用以下公式表示距离OD1及OD2。

[0140]  $OD1 = GP0 \times \sin\theta \cdots \text{式 (16)}$

[0141]  $OD2 = OF0 \times \cos\theta \cdots \text{式 (17)}$

[0142] 根据上述式 (1)、式 (16) 及式 (17), 用以下公式表示R/W偏移OF1。

[0143]  $OF1 = GP0 \times \sin\theta + OF0 \times \cos\theta \cdots \text{式 (18)}$

[0144] 在图3B所示的例子中,  $\theta$  例如是正的值。参照图3B, 用以下公式表示两个读出头15R1及15R2之间的斜交角 $\theta$ 。

[0145]  $\theta = \text{atan}(CS/DS) \cdots \text{式 (19)}$

[0146] 如上所述, 也能够使用基准偏移OF0、基准纵位移DS0、基准间隙GP0、横位移CS及纵位移DS, 利用式 (18) 及式 (19) 算出R/W偏移OF1。

[0147] 生成部630使用取得的参数 (基准纵位移DS0、基准偏移OF0、基准间隙GP0、纵位移DS及横位移CS), 利用式 (18) 及式 (19) 生成R/W偏移OF1。

[0148] 根据变形例, 磁盘装置1能够使用基准纵位移DS0、基准偏移OF0、基准间隙GP0、纵位移DS及横位移CS, 利用式 (18) 及式 (19) 生成R/W偏移OF1。因此, 由于磁盘装置1能够有效地生成修正值, 所以能够有效地执行偏移修正。

[0149] (第二实施方式)

[0150] 第二实施方式的磁盘装置1与上述实施方式的不同点在于, 在写入数据的情况下

头15的温度变化。

[0151] 图19是示出伴随着头15的温度变化的R/W偏移OF1及横位移CS的变化的一例的图。在图19中示出在头15为温度TM1的状态下将读出头15R1配置在半径位置ORP19并进行了写入的轨道TR19。

[0152] 在头15为比温度TM1高的温度TM2的状态下,将读出头15R1配置在半径位置ORP并写入数据的情况下,与在头15为温度TM1的状态下将读出头15R1配置在半径位置ORP并写入数据的情况下相比,写入头15W在第一方向X上变化,所述半径位置ORP成为向轨道TR19的在外方向上相邻的轨道(以下,称为相邻轨道)进行写入的位置。在图19所示的例子中,在头15为温度TM1的状态下将读出头15R1配置在半径位置ORP的情况下,写入头15W从读出头15R1起在第一方向X上以R/W偏移OF1分离。与头15为温度TM1的状态相比,在头15为温度TM2的状态下将读出头15R1配置在半径位置ORP并写入数据的情况下,写入头15W在第一方向X上向内方向以距离D3变化。因此,在头15为温度TM2的状态下将读出头15R1配置在半径位置ORP的情况下,写入头15W从读出头15R1起在第一方向X上以R/W偏移HOF1分离。在该情况下,当用写入头15W将数据向轨道TR19的在外方向上相邻的轨道写入时,有可能擦除轨道TR19的一部分。另外,当基于头15为温度TM1的状态下的写入头15W及读出头15R1之间的R/W偏移OF1,对配置在半径位置ORP的读出头15R1进行偏移修正,在头15为温度TM2的状态下将读出头15R1配置在半径位置ORP并利用读出头15R1将写入的数据读出时,有可能成为读出错误。

[0153] 在头15为温度TM2的状态下将读出头15R1配置在半径位置ORP并将数据写入的情况下,在第一方向X上将头15的位置向外方向调整距离D3,在头15为温度TM2的状态下向轨道TR19的相邻轨道写入,以使得不会擦除在头15为温度TM1的状态下进行了写入的轨道TR19。此外,如果由头的温度变化导致的距离D3的差异(不一致)为预定的阈值范围例如不会擦除相邻轨道的范围,则也可以不调整写入头15W的位置并写入数据。另外,在头15为温度TM2的状态下将读出头15R1配置在半径位置ORP并用该读出头15R1将写入的数据读出的情况下,向内方向以距离D3调整在头15为温度TM1的状态下的写入头15W及读出头15R1的R/W偏移OF1,基于进行了调整的R/W偏移对读出头15R1进行偏移修正,并读出该数据。

[0154] 在头15为温度TM2的状态下将读出头15R1配置在半径位置ORP并将数据写入的情况下,与在头15为温度TM1的状态下将读出头15R1配置在半径位置ORP并写入数据的情况下相比,读出头15R2也在第一方向X上变化。在图19所示的例子中,在头15为温度TM1的状态下将读出头15R1配置在半径位置ORP的情况下,读出头15R2从读出头15R1起在第一方向X上以横位移CS分离。在头15为温度TM2的状态下将读出头15R1配置在半径位置ORP并写入数据的情况下,与在头15为温度TM1的状态下将读出头15R1配置在半径位置ORP并写入数据的情况下相比,读出头15R2在第一方向X上向内方向以距离(变化量)D4变化。因此,在头15为温度TM2的状态下将读出头15R1配置在半径位置ORP的情况下,读出头15R2从读出头15R1起在第一方向X上以横位移HCS分离。

[0155] 图20是示出伴随着头15的温度变化的R/W偏移OF1的变化量的一例的图。在图20中,纵轴示出伴随着头15的温度变化的R/W偏移OF1的变化量,横轴示出盘10的半径方向。图20示出使头15的温度从温度TM1向温度TM2变化的情况下的半径位置处的R/W偏移OF1的变化量的一例。

[0156] 如图20所示,在头15的温度变化的情况下,R/W偏移OF1的变化量朝向盘10的内方向而向负的方向变大。

[0157] 图21是示出伴随着头15的温度变化的横位移CS的变化量的一例的图。在图21中,纵轴示出伴随着头15的温度变化的横位移CS的变化量,横轴示出盘10的半径方向。图21示出使头15的温度从温度TM1向温度TM2变化的情况下的半径位置处的横位移CS的变化量的一例。

[0158] 如图21所示,在头15的温度变化的情况下,横位移CS的变化量与R/W偏移OF1同样地,朝向盘10的内方向而向负的方向变大。

[0159] 图22是示出伴随着头15的温度变化的R/W偏移OF1的变化量与横位移CS的变化量的相关的一例的图。在图22中,纵轴示出伴随着温度变化的R/W偏移OF1的变化量,并示出伴随着头15的温度变化的横位移CS的变化量。在图22中,多个点分别示出R/W偏移OF1的变化量相对于横位移CS的变化量的测量值。另外,在图22中,近似线LN22示出多个点的近似线。

[0160] 根据图22所示的近似线LN22,能够用比例关系对R/W偏移OF1的变化量和横位移CS的变化量进行近似。因此,能够通过预先在制造工序等中测定横位移CS的变化量,从而检测R/W偏移OF1的变化量。例如,位置检测部620从存储器等取得头15为温度TM1的状态下的横位移CS,另外,检测头15为温度TM2的情况下的横位移HCS,根据取得的横位移CS与检测出的横位移HCS的差值检测变化量D4。此外,头15为温度TM1的状态下的横位移CS预先保持于存储器例如易失性存储器70、非易失性存储器90或系统区域10b等即可。位置检测部620判定变化量D4是比阈值小还是为阈值以上。阈值例如是会给相邻的轨道等带来影响的与R/W偏移OF1的变化量相当的横位移CS的变化量。位置检测部620在检测出变化量D4比阈值小的情况下,判定为R/W偏移OF1没有变化,并结束处理。位置检测部620在检测出变化量D4为阈值以上的情况下,判定为R/W偏移OF1有变化,并执行指定处理。例如,作为指定处理,位置检测部620向读/写控制部610输出信号,以使得不执行写入处理或读出处理直到判定为R/W偏移OF1没有变化。另外,作为指定处理,可以根据检测出的横位移CS的变化量D4,计算R/W偏移的变化量D3,在写入时用于写入头15W的位置的调整,以使得能够在与头15为温度TM1的状态下相同的轨道位置进行数据写入。另外,也可以是,在读出时用于读出头15R1及15R2中的至少一方的位置的调整。此外,位置检测部620可以根据横位移CS与横位移HCS之比检测横位移CS的变化量,并进行R/W偏移OF1的变化的检测。

[0161] 图23是伴随着头15的温度变化的R/W偏移OF1的变化的检测方法的流程图。

[0162] MPU60取得头15的温度变化前的横位移CS (B2301),检测头15的温度变化后的横位移HCS (B2302)。MPU60判定头15的温度变化前的横位移CS与头15的温度变化后的横位移HCS的变化量是比阈值小还是为阈值以上 (B2303)。在判定为变化量比阈值小的情况下 (B2303为是),MPU60判定为R/W偏移OF1没有变化 (B2304),并结束处理。在判定为变化量为阈值以上的情况下 (B2303为否),MPU60判定为R/W偏移OF1有变化 (B2305),并执行指定处理。

[0163] 根据第二实施方式,磁盘装置1检测头15的温度变化前的横位移CS与头15的温度变化后的横位移HCS的变化量。磁盘装置1判定为该变化量为阈值以上的情况下,判定为R/W偏移OF1有变化,并执行指定处理。因此,磁盘装置1能够防止在头15的温度变化后擦除与用写入头15W当前正在写入的轨道相邻的轨道。另外,能够防止磁盘装置1基于有可能发生读出错误的头15的温度变化前的R/W偏移,读出在头15的温度变化后写入的数据。因此,磁

盘装置1能够有效地修正偏移。

[0164] 以上说明了几个实施方式,但是这些实施方式只是作为例子而提出,并不是意在限定发明的范围。这些新颖的实施方式能以其他各种方式来实施,在不偏离发明的要旨的范围内,能够进行各种省略、置换以及变更。这些实施方式或其变形被包含在发明的范围或要旨内,并被包含在权利要求书所记载的发明及与之等同的范围内。

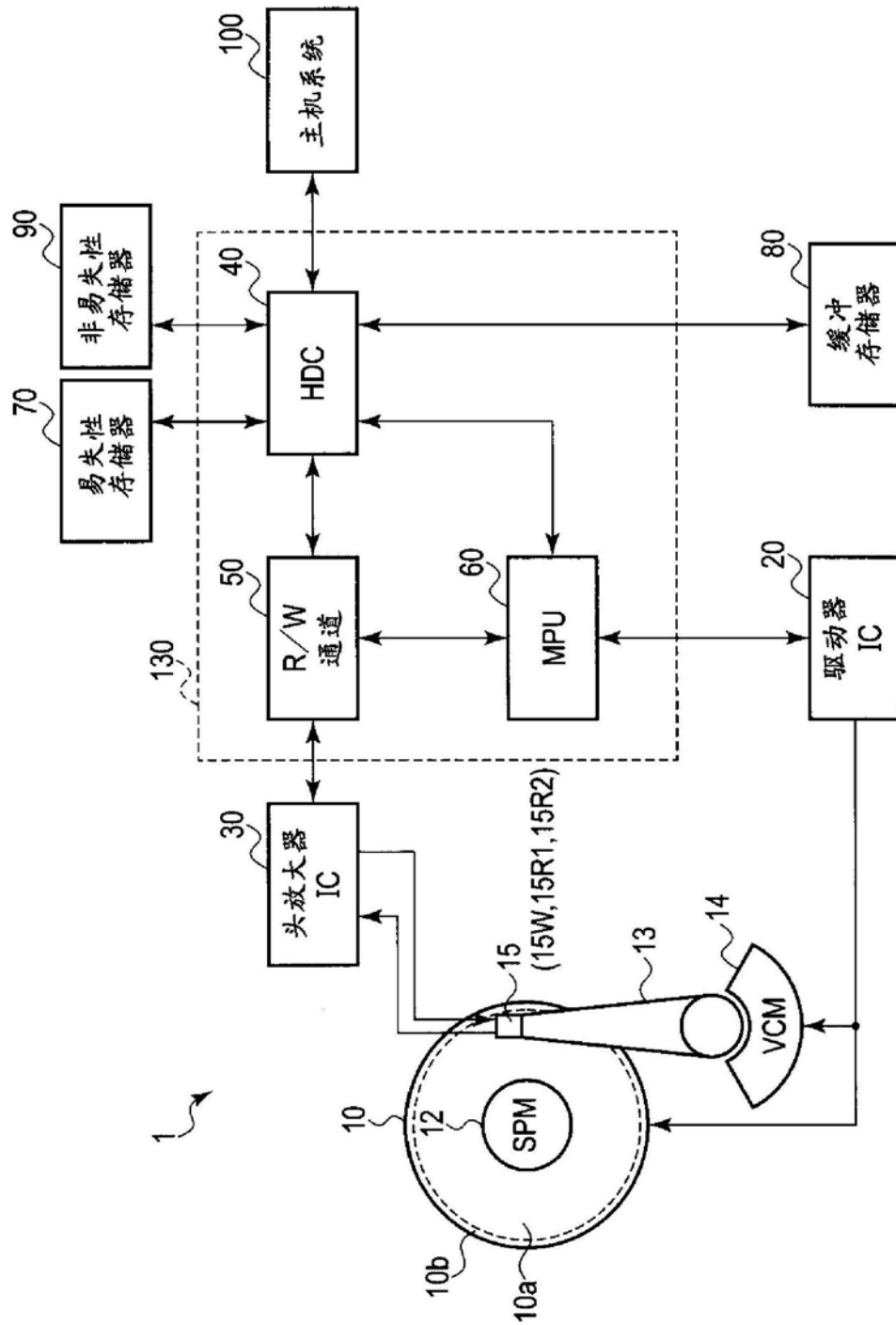


图1

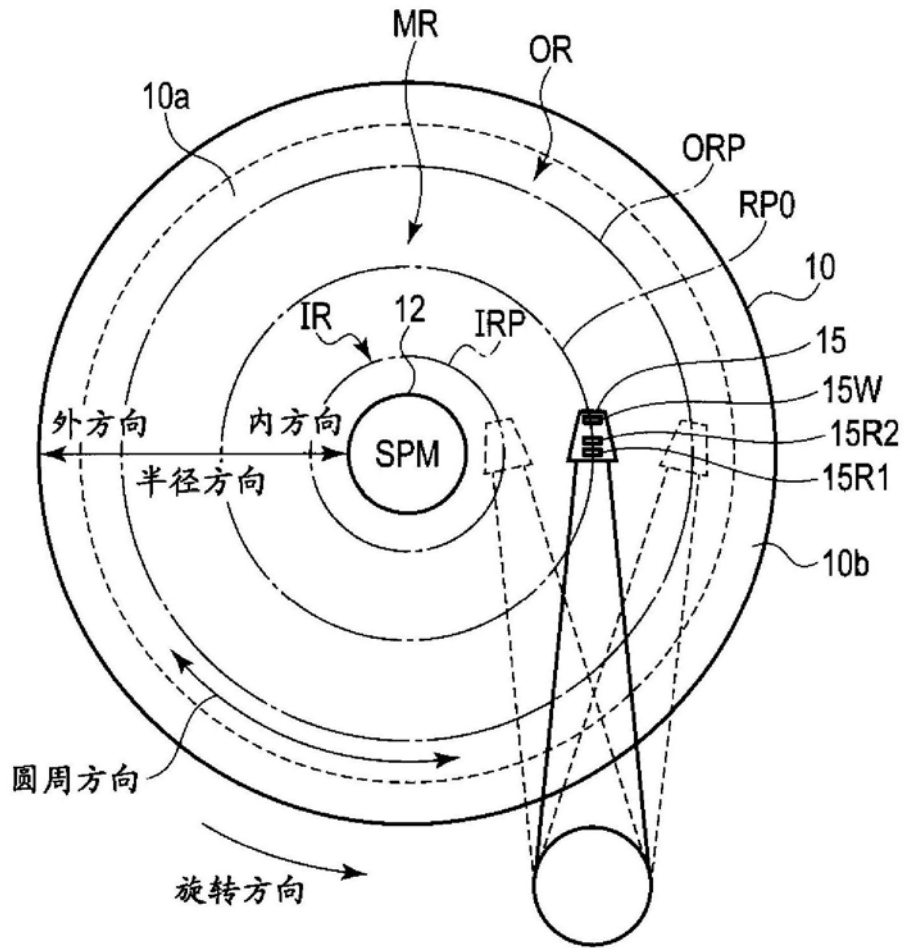


图2



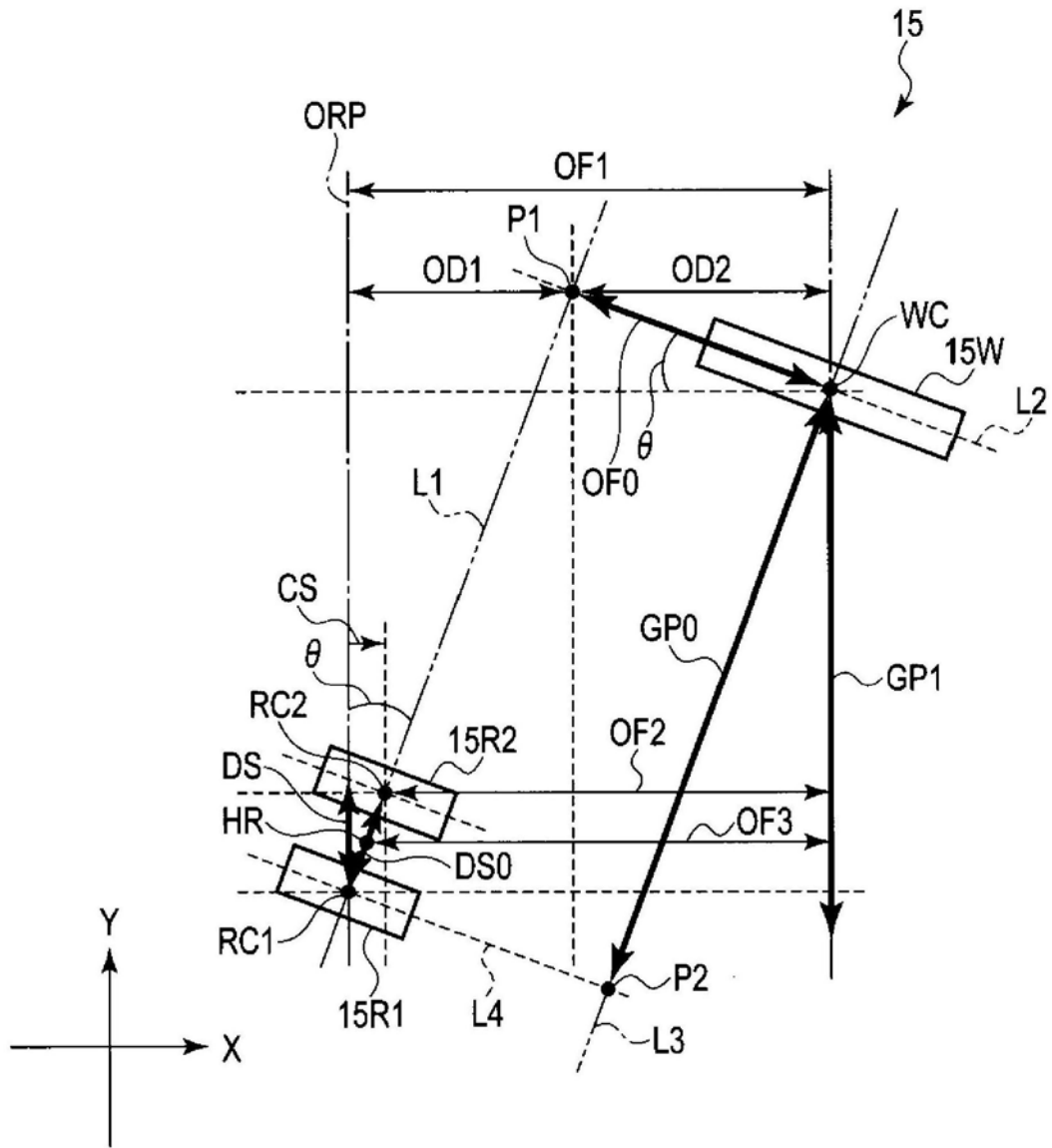


图3B



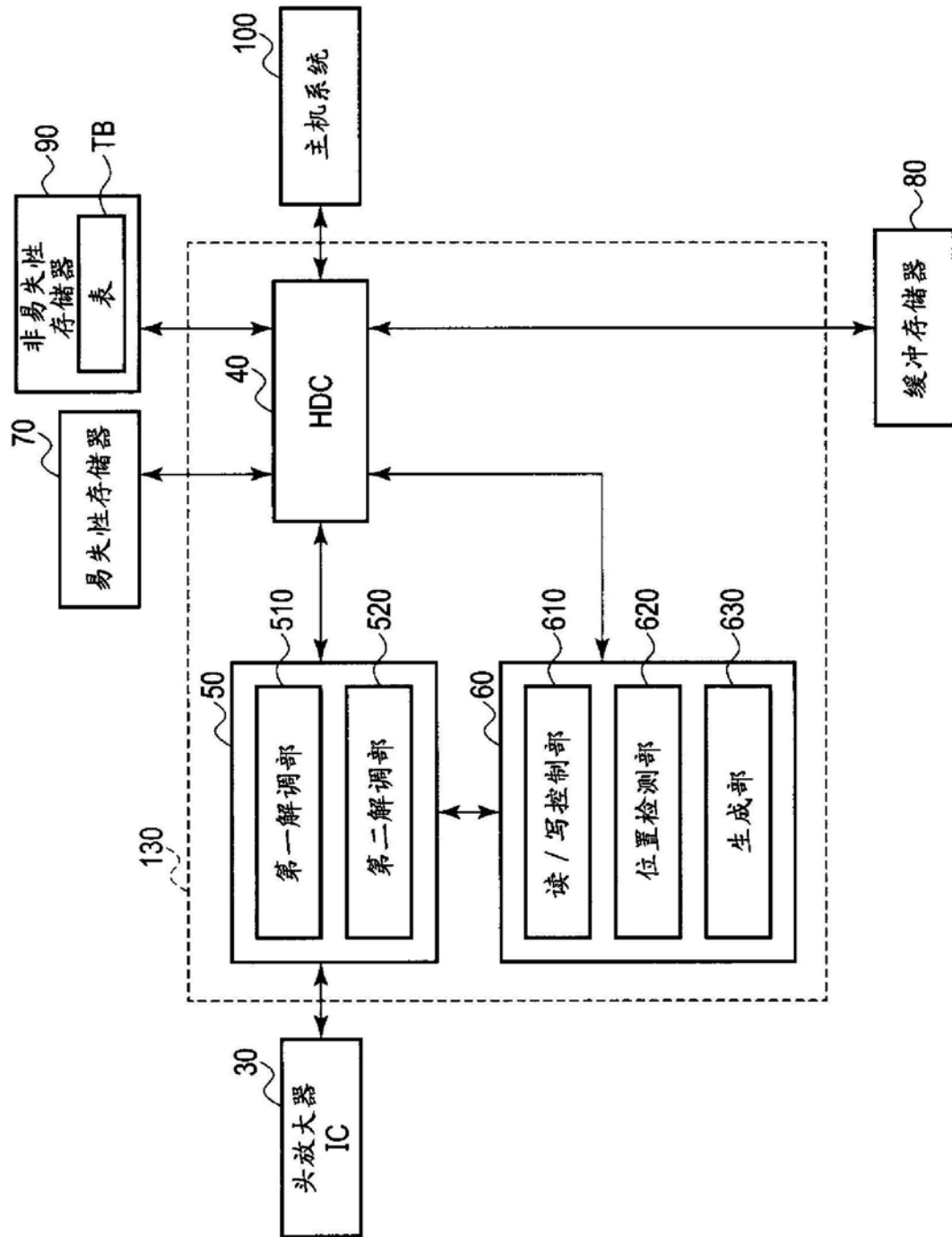


图4

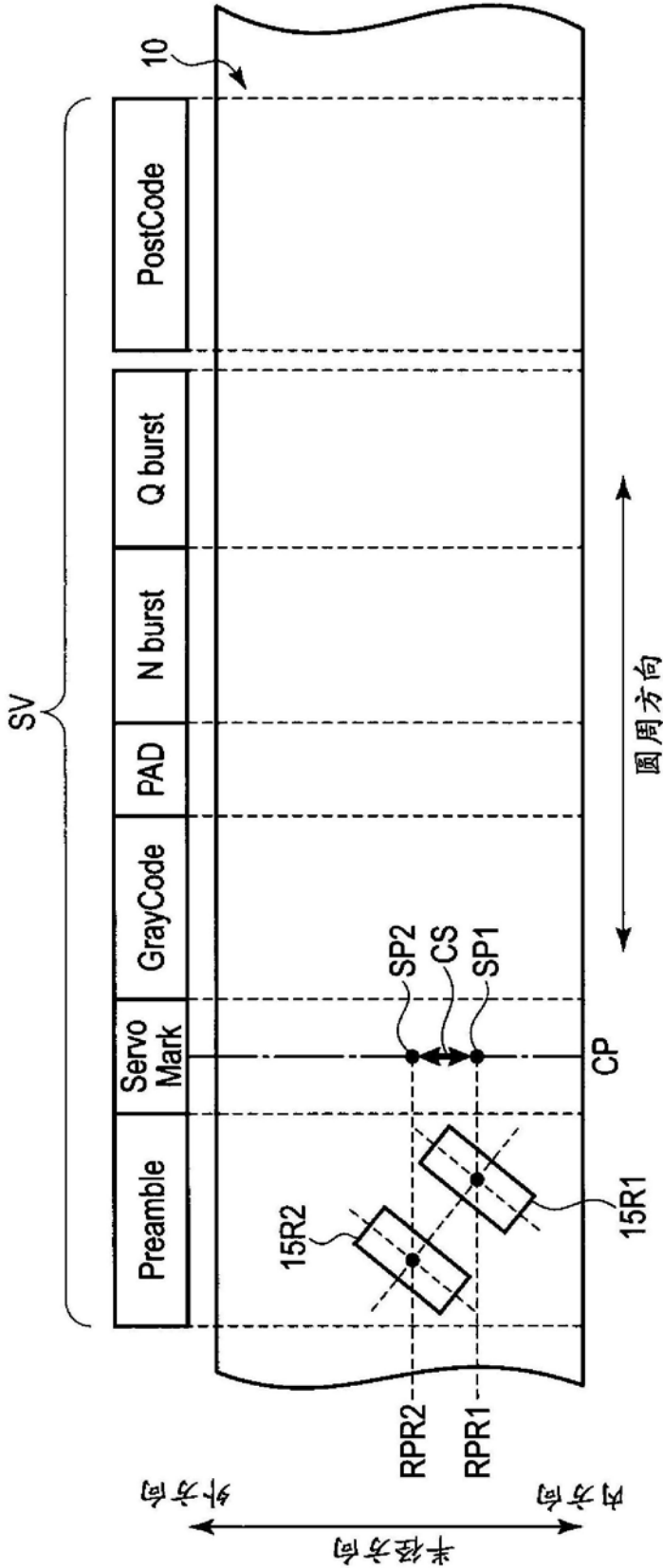


图5

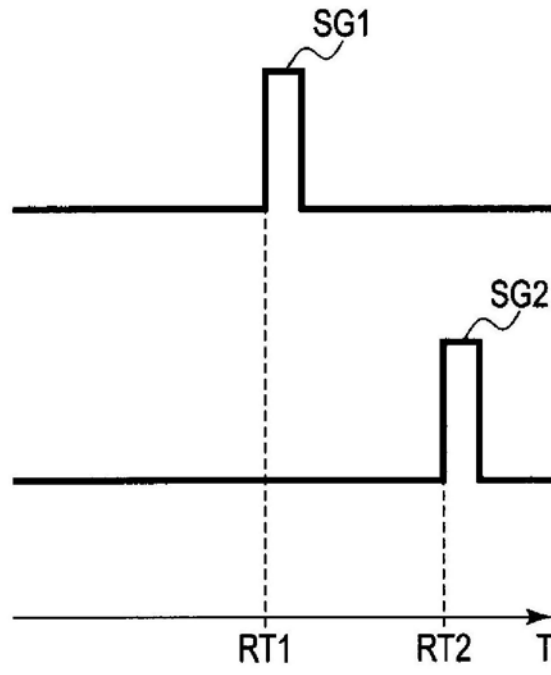


图6

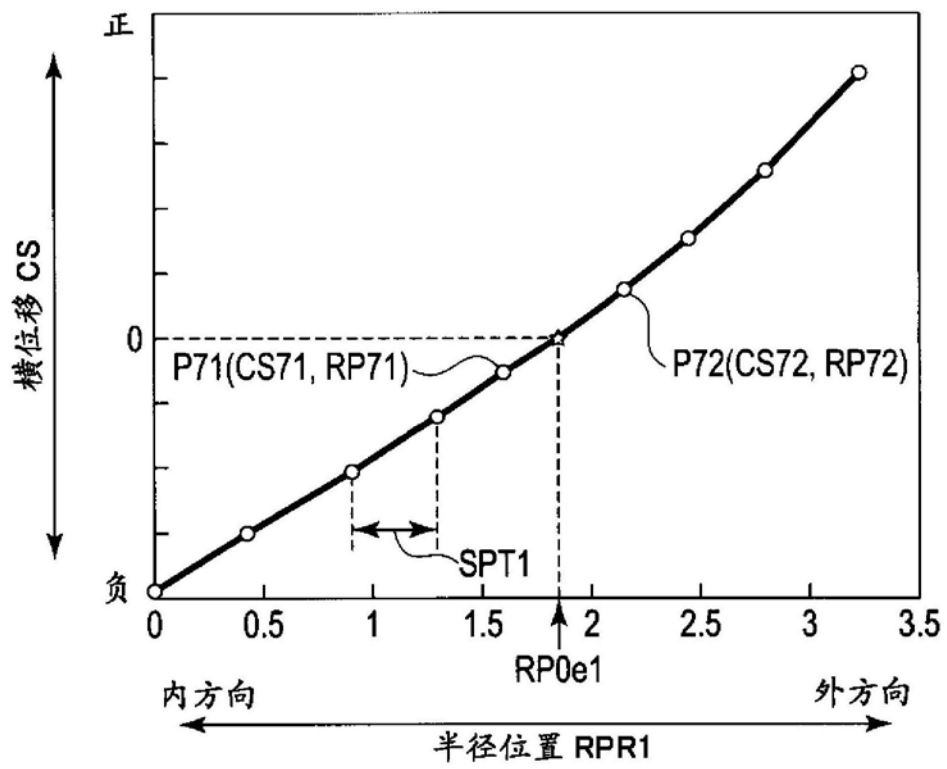


图7

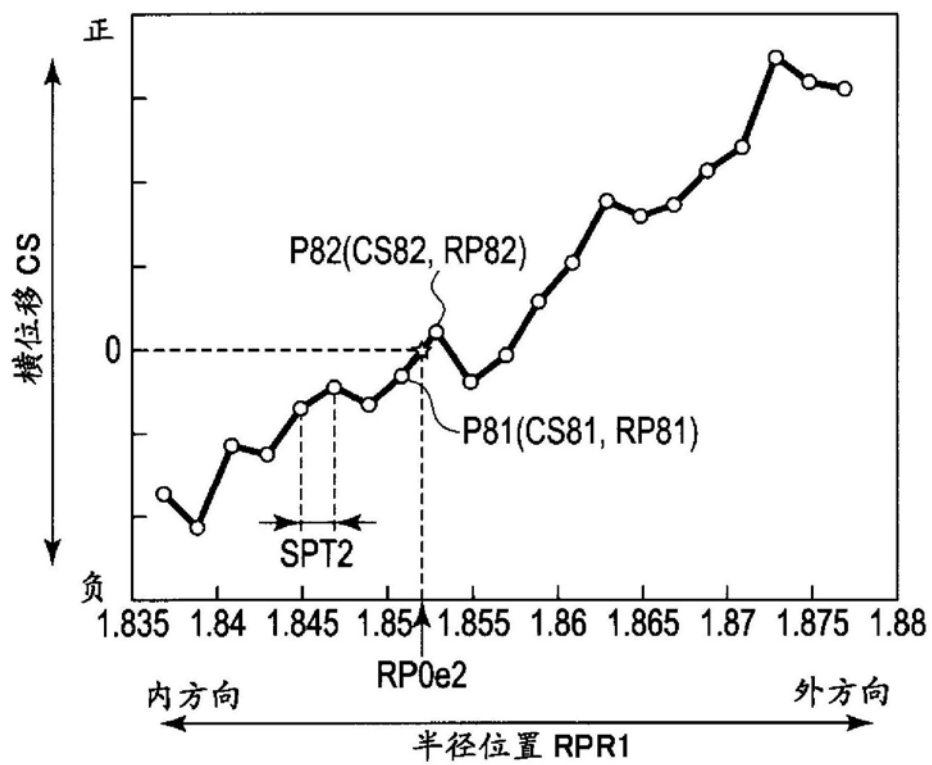


图8

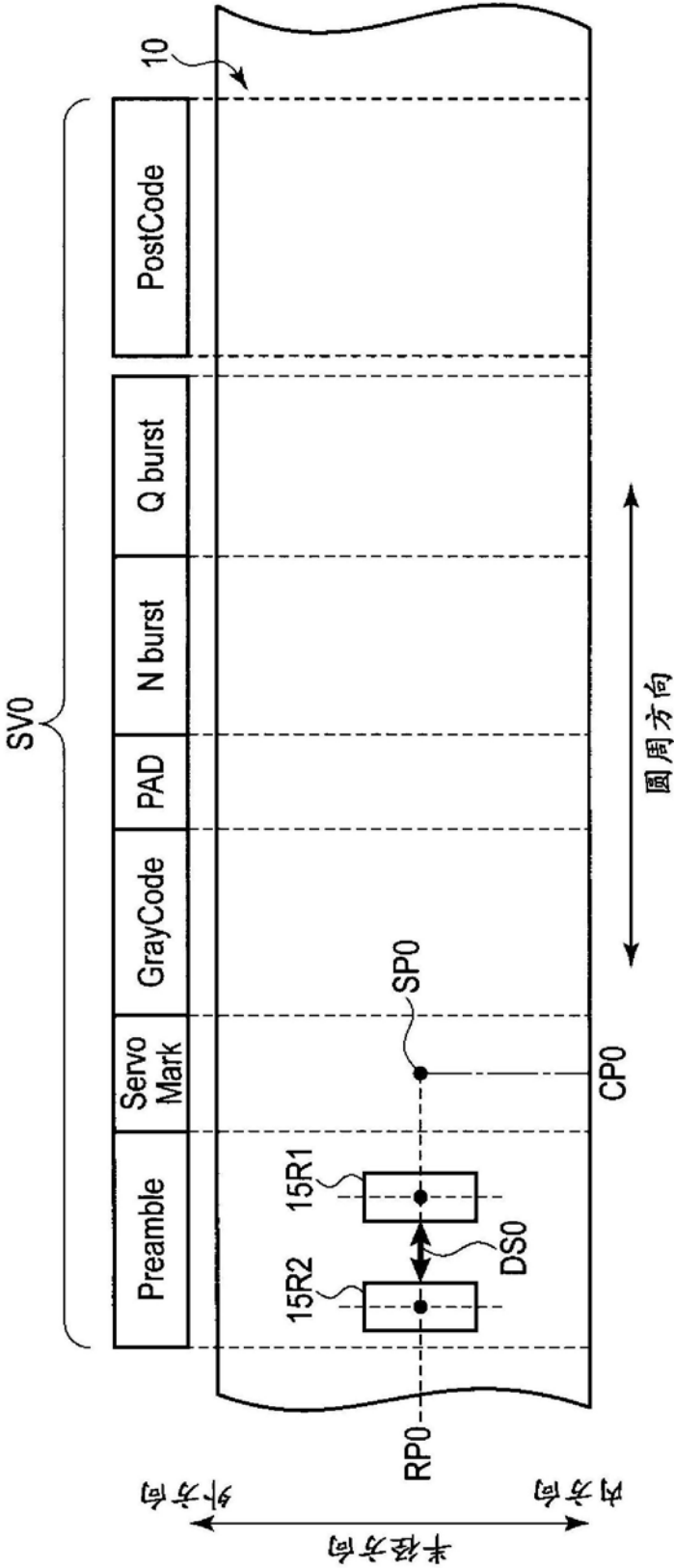


图9

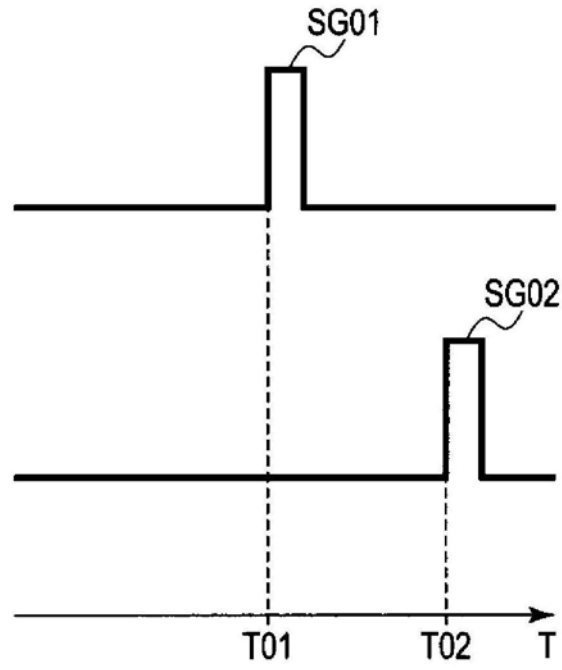


图10

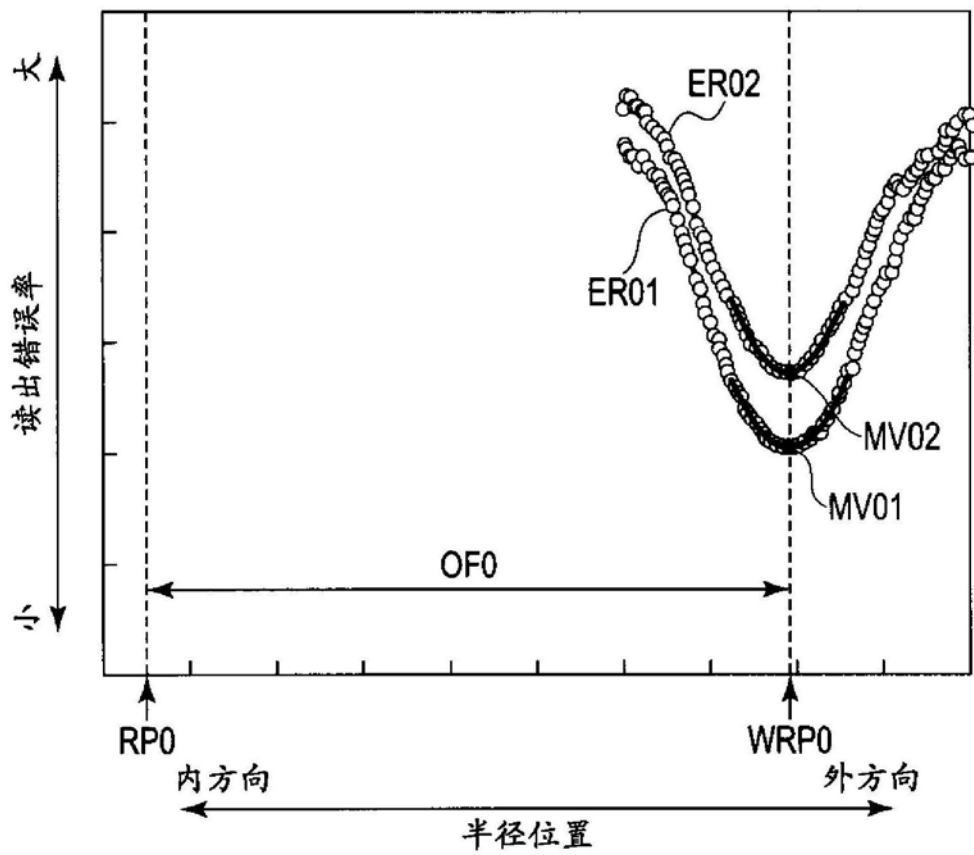


图11

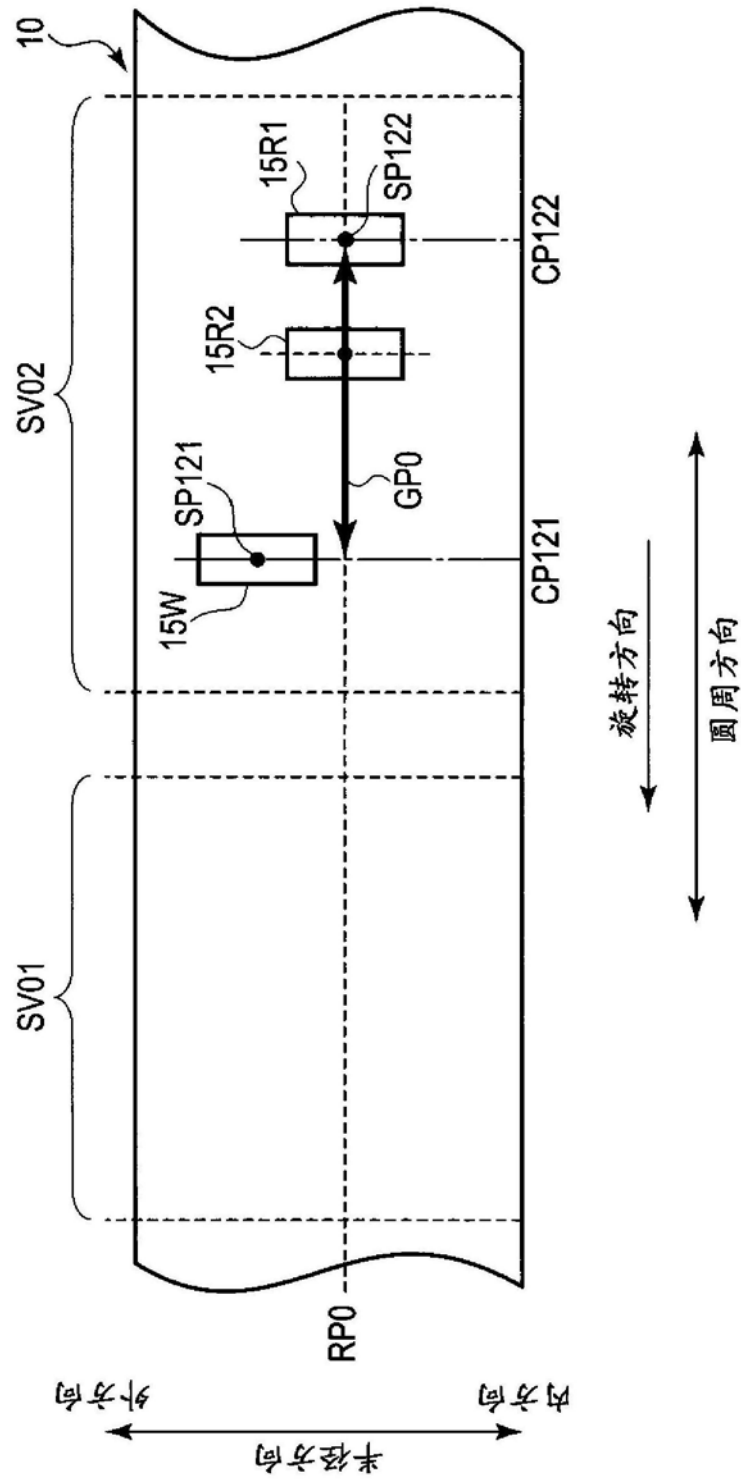


图12

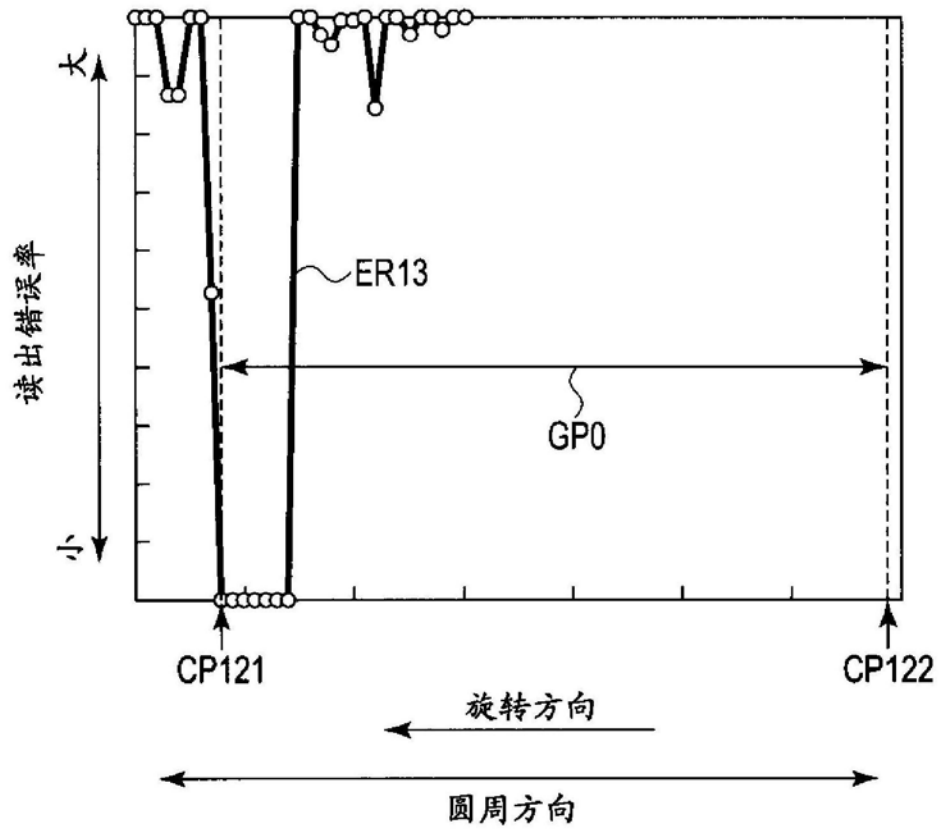


图13

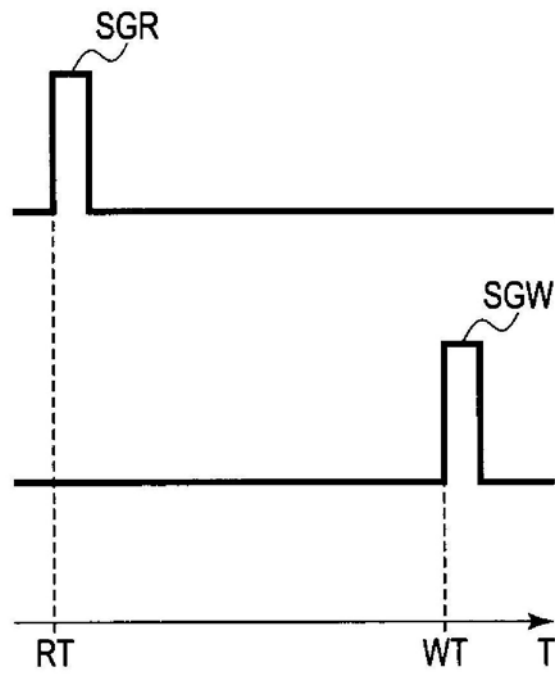


图14





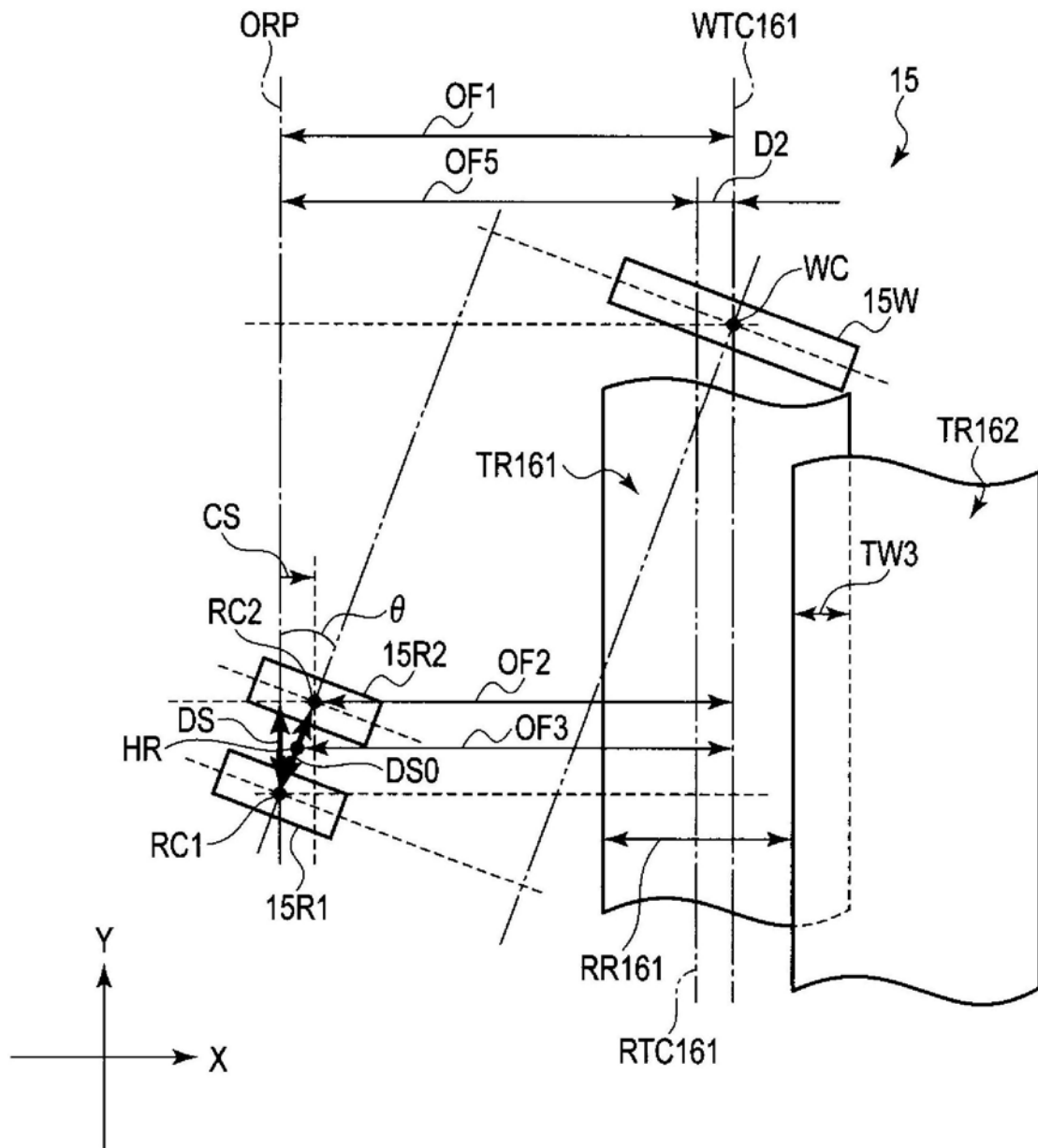


图16

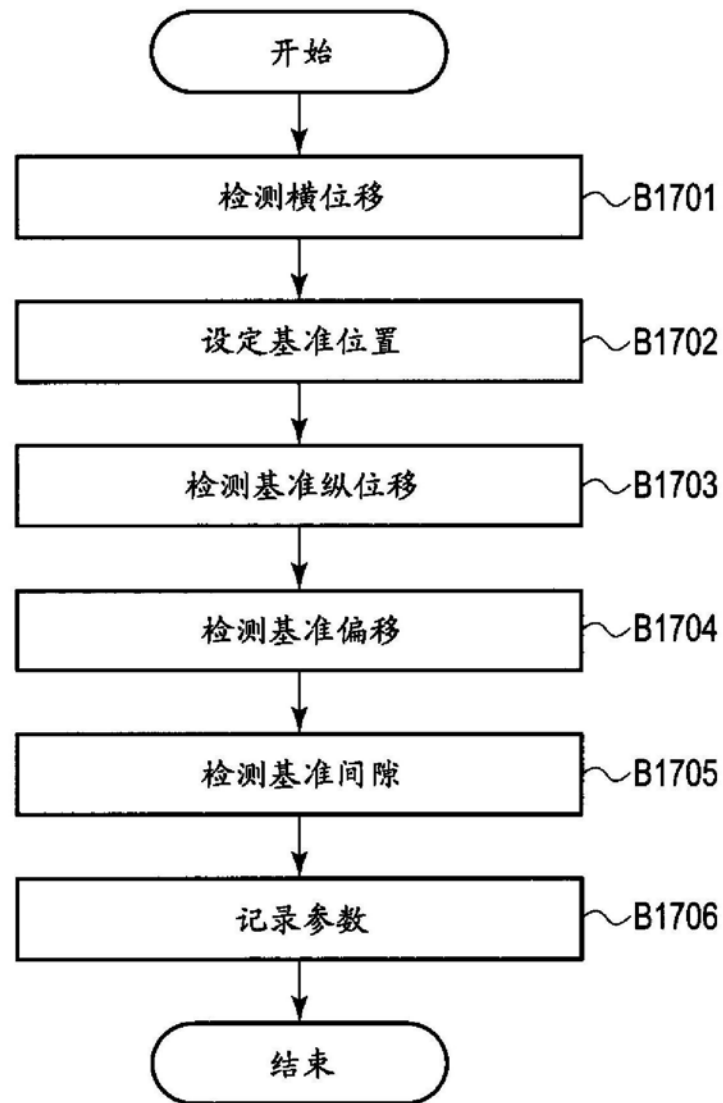


图17

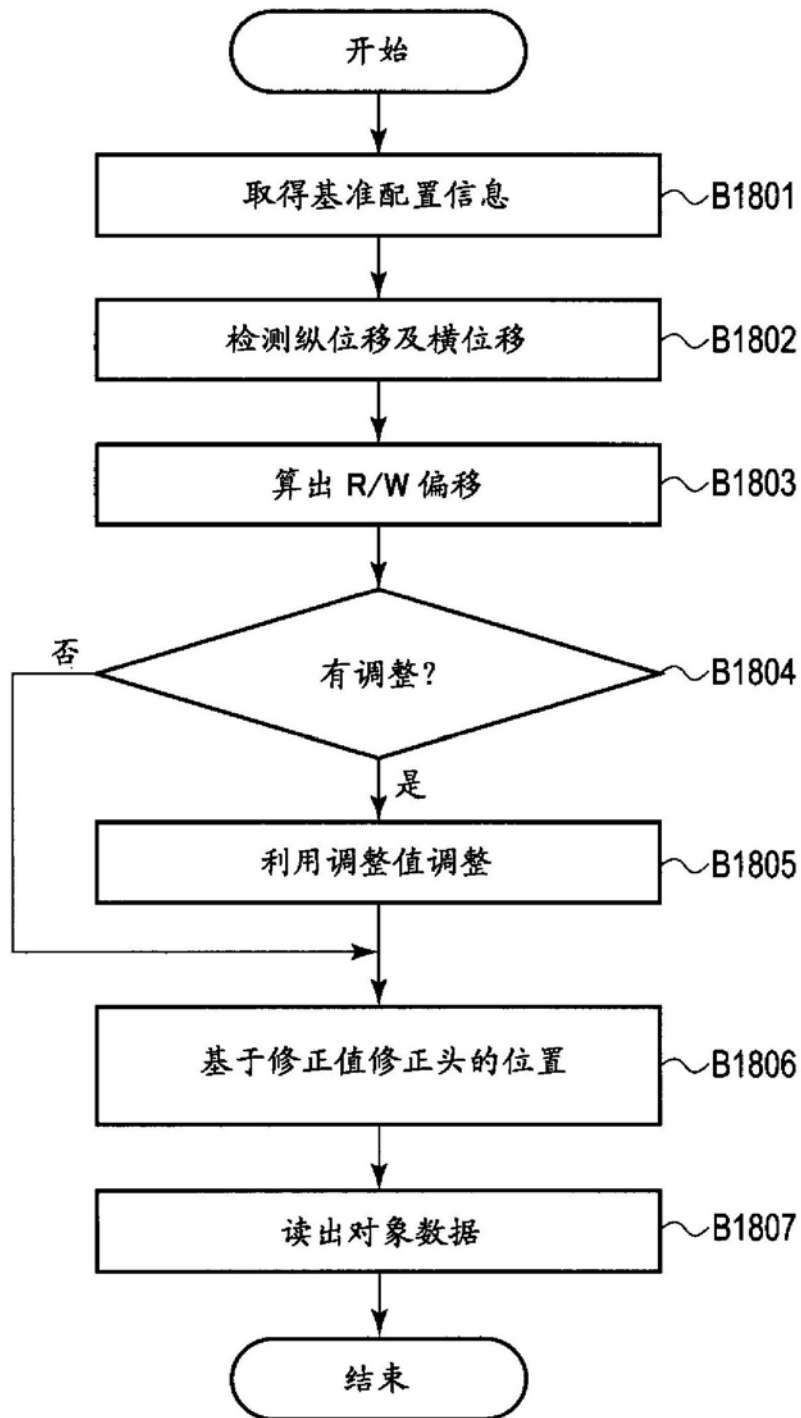


图18

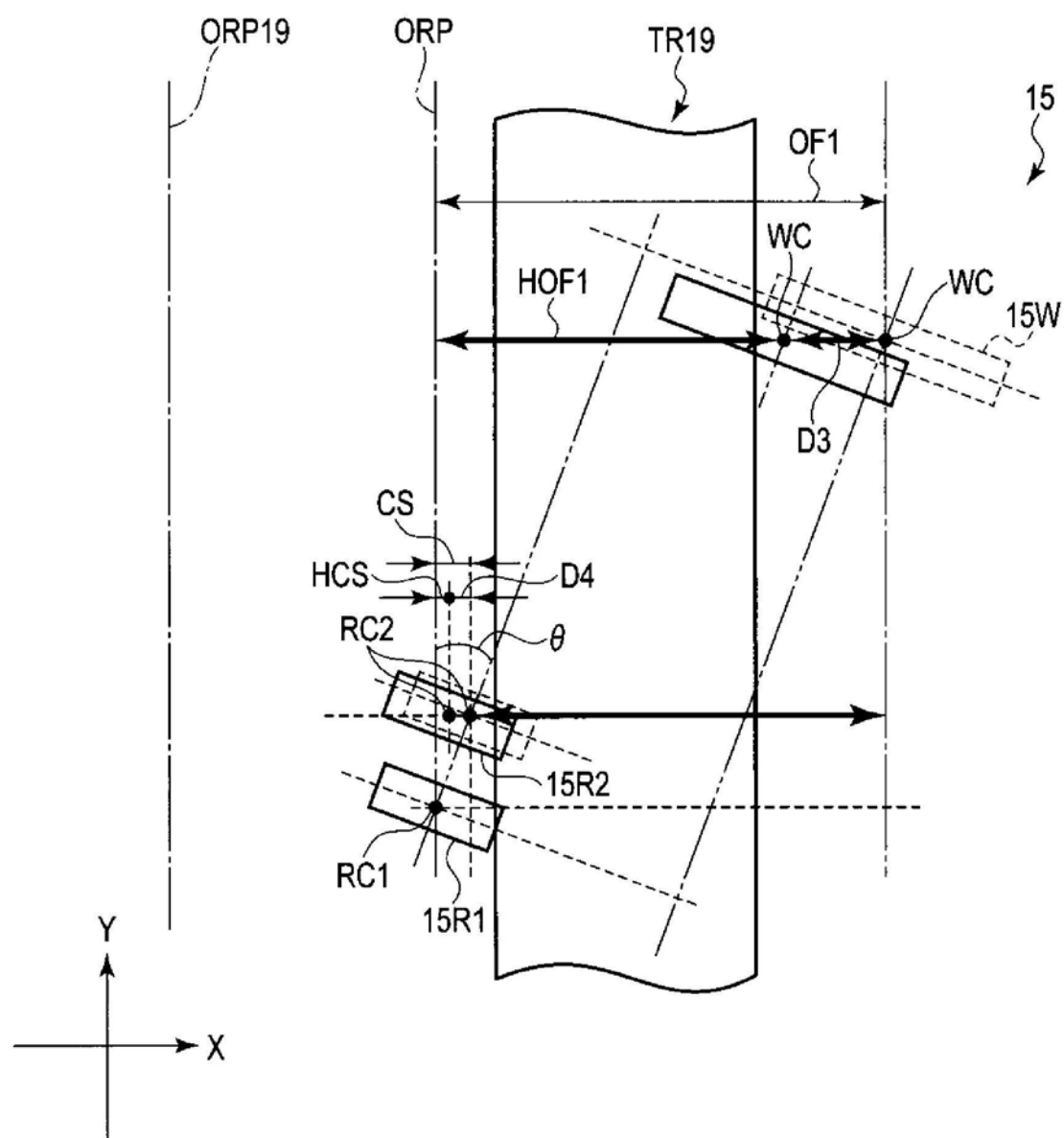


图19

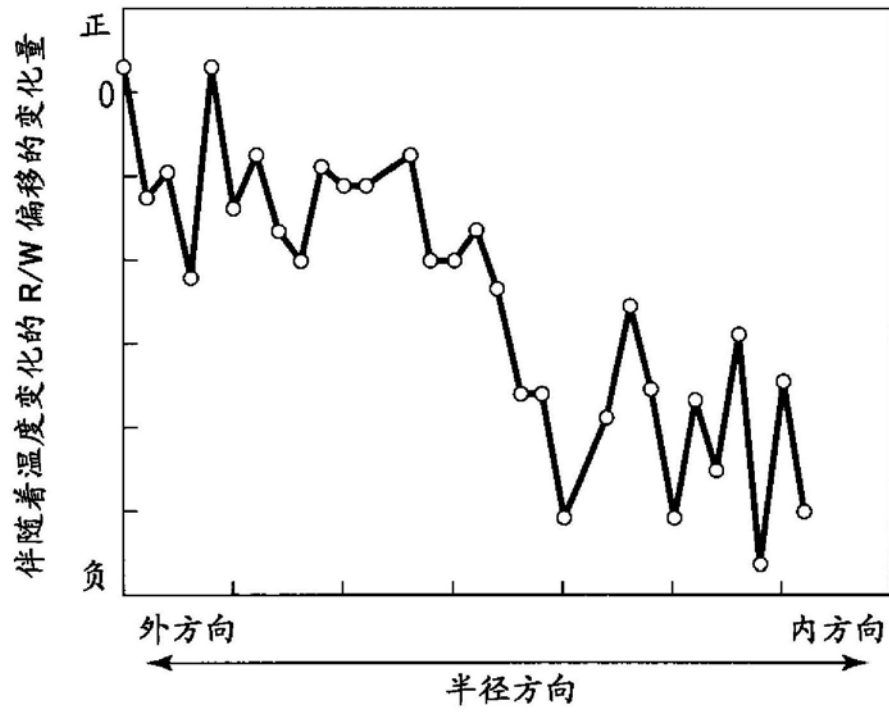


图20

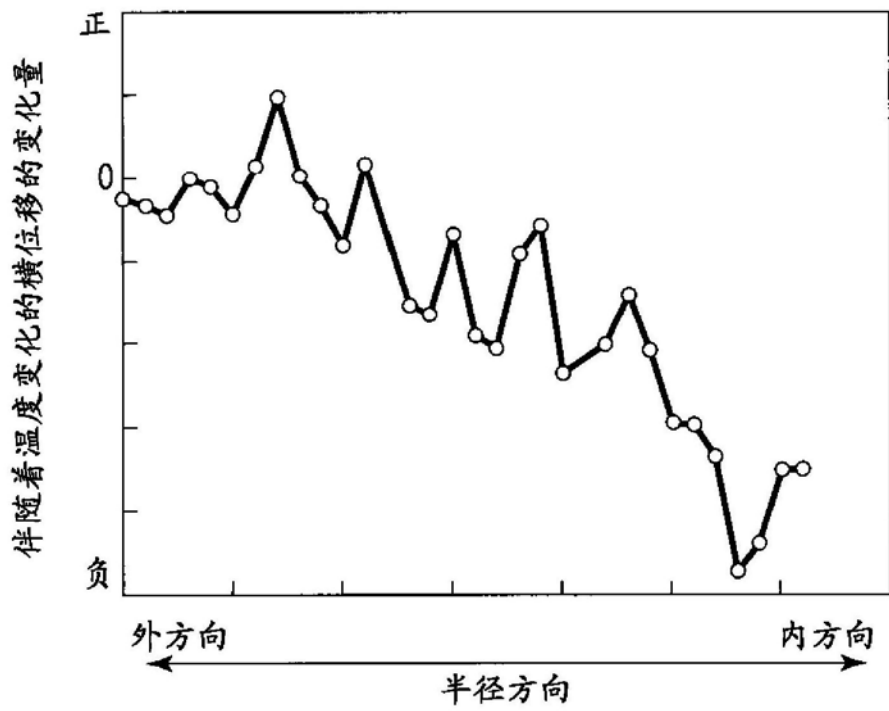


图21

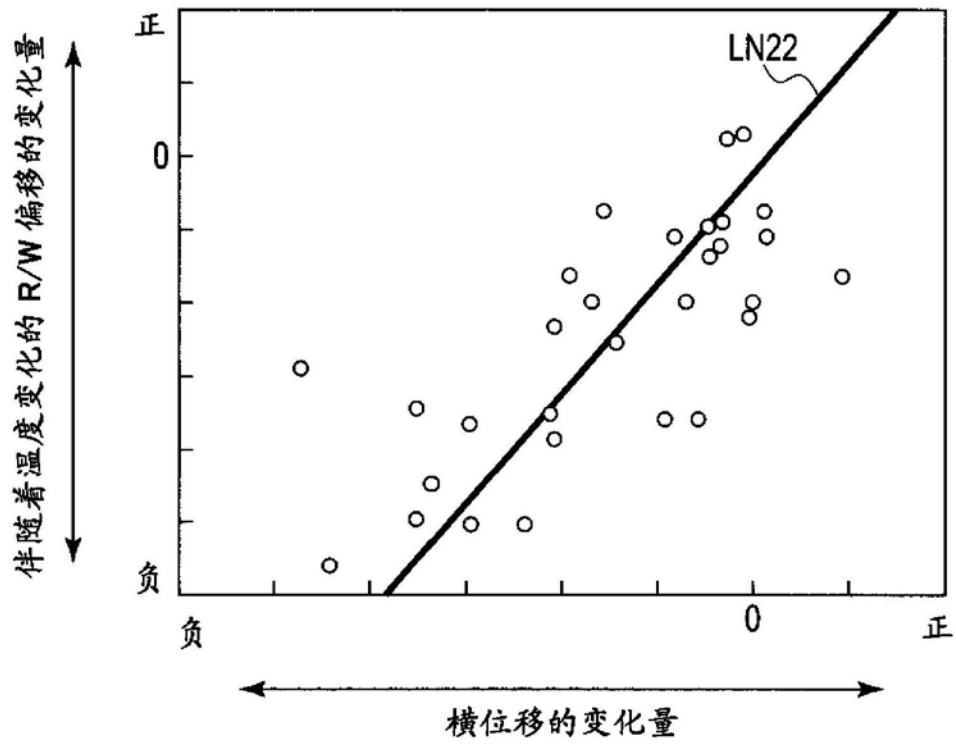


图22

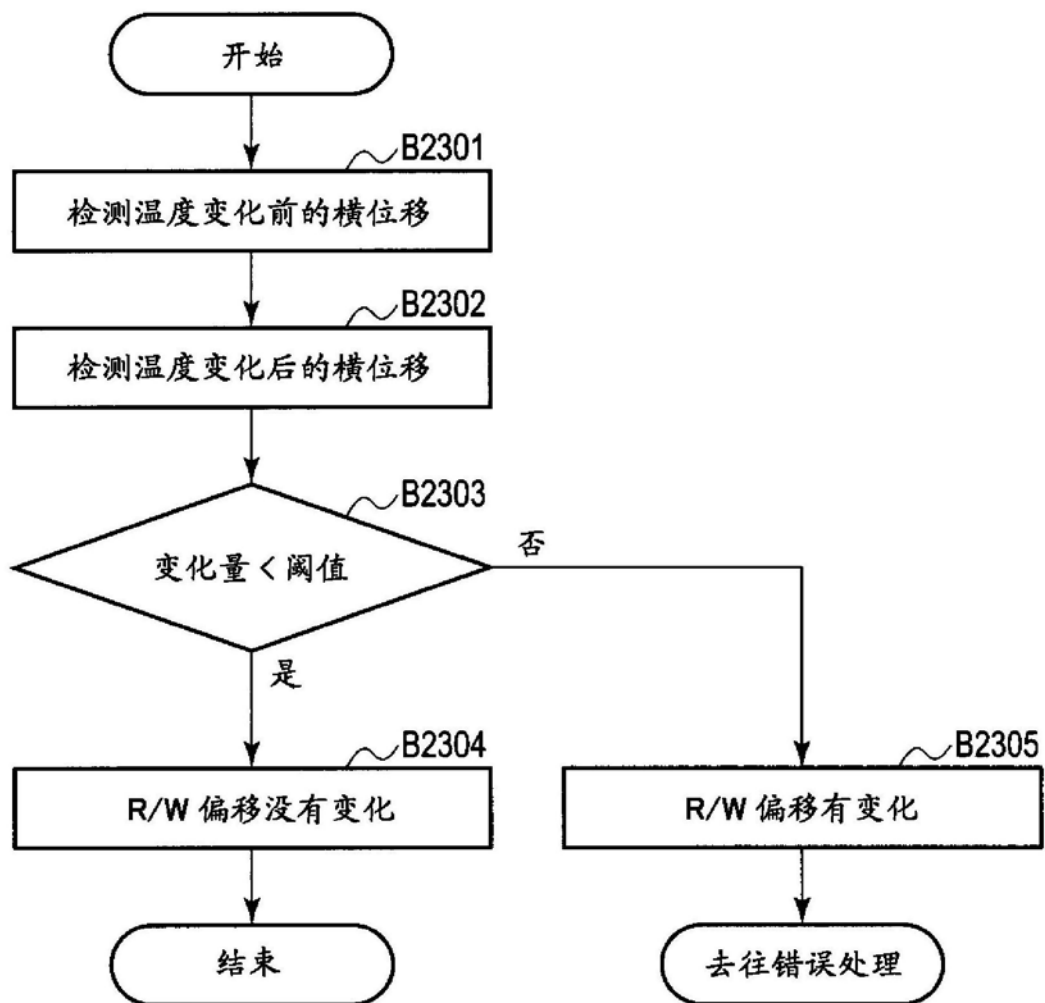


图23