



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 106169298 A

(43) 申请公布日 2016. 11. 30

(21) 申请号 201510535962. 1

G11B 5/56(2006. 01)

(22) 申请日 2015. 08. 27

(30) 优先权数据

62/165497 2015. 05. 22 US

(71) 申请人 株式会社东芝

地址 日本东京都

(72) 发明人 高石和彦 秋谷慎介

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 刘瑞东 段承恩

(51) Int. Cl.

G11B 5/48(2006. 01)

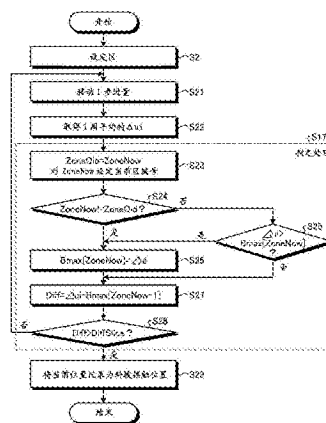
权利要求书4页 说明书13页 附图11页

(54) 发明名称

接触检测方法、盘驱动器的制造方法及盘驱动器

(57) 摘要

根据实施方式,提供接触检测方法。接触检测方法包括:边通过致动器使头部相对于盘在近似半径方向从内周侧向外周侧移动,边在半径方向的多个测定位置测定与致动器受的力对应的值。该方法包括计算多个第1区的各自的代表值。多个第1区分别是在盘上配置在不同的半径位置并在半径方向具有预定宽度的区域。代表值基于在各第1区所包含的多个不同的半径位置测定的值而计算。该方法包括根据第1差值,检测第1部件与第2部件接触的接触位置。第1差值是在对象测定位置测定的值与多个第1区之中的第2区的代表值之差。对象测定位置包含于多个第1区之中的第3区。第2区与第3区相比靠内周侧配置。第1部件是安装在头部附近的部件。第2部件是配置在盘的外周附近的部件。



1. 一种接触检测方法,包括:

边通过致动器使头部相对于盘在近似半径方向从内周侧向外周侧移动,边在上述半径方向的多个测定位置测定与上述致动器受到的力对应的值;

计算多个第 1 区的各自的代表值,上述多个第 1 区分别是在上述盘上配置在不同的半径位置并在上述半径方向具有预定宽度的区域,上述代表值是基于在各第 1 区所包含的多个不同的半径位置测定的值而计算的值;以及

根据第 1 差值,检测第 1 部件与第 2 部件接触的接触位置,上述第 1 差值是在对象测定位置测定的值与上述多个第 1 区之中的第 2 区的代表值之差的值,上述对象测定位置包含于上述多个第 1 区之中的第 3 区,上述第 2 区与上述第 3 区相比靠内周侧配置,上述第 1 部件是安装在上述头部附近的部件,上述第 2 部件是配置在上述盘的外周附近的部件。

2. 权利要求 1 所述的接触检测方法,还包括:

计算多个第 4 区的代表值,上述多个第 4 区通过使上述多个第 1 区在上述半径方向以预定量移动而得到,上述多个第 4 区是在上述盘上配置在不同的半径位置并在上述半径方向具有预定宽度的区域,上述第 4 区的代表值是基于在各第 4 区所包含的多个不同的半径位置测定的值而计算的值,

上述接触位置的检测步骤包括:

根据上述第 1 差值和第 2 差值的任一个,检测上述接触位置,上述第 2 差值是在上述对象测定位置测定的值与上述多个第 4 区之中的第 5 区的代表值之差的值,上述对象测定位置包含于上述多个第 4 区之中的第 6 区,上述第 5 区与上述第 6 区相比靠内周侧配置。

3. 权利要求 1 所述的接触检测方法,其中,

上述接触位置的检测步骤包括:

判断上述第 1 差值是否满足判定条件;以及

在上述第 1 差值满足上述判定条件的情况下,将上述检测对象测定位置判定为上述接触位置。

4. 权利要求 2 所述的接触检测方法,其中,

上述接触位置的检测步骤包括:

并行进行判断上述第 1 差值是否满足第 1 判定条件的处理和判断上述第 2 差值是否满足第 2 判定条件的处理;以及

在上述第 1 差值满足上述第 1 判定条件这一情形和上述第 2 差值满足上述第 2 判定条件这一情形中的至少一方满足了的情况下,将上述检测对象测定位置判定为上述接触位置。

5. 权利要求 3 所述的接触检测方法,其中,

上述判定条件包含以下情形的任一种:上述第 1 差值超过判定值;上述第 1 差值超过上述判定值的次数超过阈值次数;以及上述第 1 差值的积分值超过积分判定值。

6. 权利要求 3 所述的接触检测方法,其中,

上述判定条件包含满足以下情形的至少一方:上述第 1 差值超过判定值的次数超过阈值次数;以及上述第 1 差值的积分值超过积分判定值。

7. 权利要求 4 所述的接触检测方法,其中,

上述第 1 判定条件包含以下情形的任一种:上述第 1 差值超过判定值;上述第 1 差值超

过判定值的次数超过阈值次数；以及上述第 1 差值的积分值超过积分判定值，

上述第 2 判定条件包含以下情形的任一种：上述第 2 差值超过上述判定值；上述第 2 差值超过上述判定值的次数超过上述阈值次数；以及上述第 2 差值的积分值超过上述积分判定值。

8. 权利要求 4 所述的接触检测方法，其中，

上述第 1 判定条件包含满足以下情形的至少一方：上述第 1 差值超过判定值的次数超过阈值次数；以及上述第 1 差值的积分值超过积分判定值，

上述第 2 判定条件包含满足以下情形的至少一方：上述第 2 差值超过上述判定值的次数超过上述阈值次数；以及上述第 2 差值的积分值超过上述积分判定值。

9. 权利要求 1 所述的接触检测方法，其中，

上述测定的与上述致动器受到的力对应的值包含用于修正上述头部相对于上述半径方向的目标位置的位置误差的值。

10. 一种盘驱动器的制造方法，包括：

边通过致动器使头部相对于盘在近似半径方向从内周侧向外周侧移动，边在上述半径方向的多个测定位置测定与上述致动器受到的力对应的值；

计算多个第 1 区的各自的代表值，上述多个第 1 区分别是在上述盘上配置在不同的半径位置并在上述半径方向具有预定宽度的区域，上述代表值是基于在各第 1 区所包含的多个不同的半径位置测定的值而计算的；以及

根据第 1 差值，检测第 1 部件与第 2 部件接触的接触位置，上述第 1 差值是在对象测定位置测定的值与上述多个第 1 区之中的第 2 区的代表值之差的值，上述对象测定位置包含于上述多个第 1 区之中的第 3 区，上述第 2 区与上述第 3 区相比靠内周侧配置，上述第 1 部件是安装在上述头部附近的部件，上述第 2 部件是配置在上述盘的外周附近的部件；

对上述盘中与上述检测出的接触位置相比靠内周侧的区域，进行数据的读出工作及/或写入工作的测试。

11. 权利要求 10 所述的盘驱动器的制造方法，还包括：

计算多个第 4 区的代表值，上述多个第 4 区通过使上述多个第 1 区在上述半径方向以预定量移动而得到，上述多个第 4 区是在上述盘上配置在不同的半径位置并在上述半径方向具有预定宽度的区域，上述第 4 区的代表值是基于在各第 4 区所包含的多个不同的半径位置测定的值而计算的，

上述接触位置的检测步骤包括：

根据上述第 1 差值和第 2 差值的任一个，检测上述接触位置，上述第 2 差值是在上述对象测定位置测定的值与上述多个第 4 区之中的第 5 区的代表值之差的值，上述对象测定位置包含于上述多个第 4 区之中的第 6 区，上述第 5 区与上述第 6 区相比靠内周侧配置。

12. 权利要求 10 所述的盘驱动器的制造方法，其中，

上述接触位置的检测步骤包括：

判断上述第 1 差值是否满足判定条件；以及

在上述第 1 差值满足上述判定条件的情况下，将上述检测对象测定位置判定为上述接触位置。

13. 权利要求 11 所述的盘驱动器的制造方法，其中，

上述接触位置的检测步骤包括：

并行进行判断上述第 1 差值是否满足第 1 判定条件的处理和判断上述第 2 差值是否满足第 2 判定条件的处理；以及

在上述第 1 差值满足上述第 1 判定条件这一情形和上述第 2 差值满足上述第 2 判定条件这一情形中的至少一方满足了的情况下，将上述检测对象测定位置判定为上述接触位置。

14. 权利要求 12 所述的盘驱动器的制造方法，其中，

上述判定条件包含以下情形的任一种：上述第 1 差值超过判定值；上述第 1 差值超过上述判定值的次数超过阈值次数；以及上述第 1 差值的积分值超过积分判定值。

15. 权利要求 12 所述的盘驱动器的制造方法，其中，

上述判定条件包含满足以下情形的至少一方：上述第 1 差值超过判定值的次数超过阈值次数；以及上述第 1 差值的积分值超过积分判定值。

16. 权利要求 13 所述的盘驱动器的制造方法，其中，

上述第 1 判定条件包含以下情形的任一种：上述第 1 差值超过判定值；上述第 1 差值超过上述判定值的次数超过阈值次数；以及上述第 1 差值的积分值超过积分判定值，

上述第 2 判定条件包含以下情形的任一种：上述第 2 差值超过上述判定值；上述第 2 差值超过上述判定值的次数超过上述阈值次数；以及上述第 2 差值的积分值超过上述积分判定值。

17. 权利要求 13 所述的盘驱动器的制造方法，其中，

上述第 1 判定条件包含满足以下情形的至少一方：上述第 1 差值超过判定值的次数超过阈值次数；以及上述第 1 差值的积分值超过积分判定值，

上述第 2 判定条件包含满足以下情形的至少一方：上述第 2 差值超过上述判定值的次数超过上述阈值次数；以及上述第 2 差值的积分值超过上述积分判定值。

18. 权利要求 10 所述的盘驱动器的制造方法，还包括：

在检测到上述接触位置之后，对上述盘写入伺服图形。

19. 权利要求 10 所述的盘驱动器的制造方法，还包括：

在检测到上述接触位置之后，进行上述头部的检测位置的校准。

20. 一种盘驱动器，具备：

盘；

安装在头部附近的第 1 部件；

配置在上述盘的外周附近的第 2 部件；以及

控制器，

其中，上述控制器，

边通过致动器使上述头部相对于上述盘在近似半径方向从内周侧向外周侧移动，边在上述半径方向的多个测定位置测定与上述致动器受到的力对应的值，

计算多个第 1 区的各自的代表值，上述多个第 1 区分别是在上述盘上配置在不同的半径位置并在上述半径方向具有预定宽度的区域，上述代表值是基于在各第 1 区所包含的多个不同的半径位置测定的值而计算的，

根据第 1 差值，检测上述第 1 部件与上述第 2 部件接触的接触位置，上述第 1 差值是在

对象测定位置测定的值与上述多个第 1 区之中的第 2 区的代表值之差的值,上述对象测定位置包含于上述多个第 1 区之中的第 3 区,上述第 2 区与上述第 3 区相比靠内周侧配置。

## 接触检测方法、盘驱动器的制造方法及盘驱动器

[0001] 相关申请

[0002] 本申请享有以美国临时专利申请 62/165,497 号（申请日：2015 年 5 月 22 日）为基础申请的优先权。本申请通过参照该基础申请，包含基础申请的全部内容。

### 技术领域

[0003] 本实施方式一般涉及接触检测方法、盘驱动器的制造方法及盘驱动器。

### 背景技术

[0004] 在盘驱动器中，有时在盘的外周附近设置形成斜坡（倾斜）并用于头部的退避的部件（斜坡部件）。此时，为了在盘上适当且在更广范围控制头部的位置，期望检测头部附近的部件与斜坡部件接触的、在盘上的接触位置。通过检测该接触位置，可以适当地确保盘上的记录面的范围。

### 发明内容

[0005] 本发明的实施方式提供可以提高接触位置的检测精度的接触检测方法、盘驱动器的制造方法及盘驱动器。

[0006] 根据本实施方式，提供接触检测方法。接触检测方法包括：边通过致动器使头部相对于盘在近似半径方向从内周侧向外周侧移动，边在半径方向的多个测定位置测定与致动器受到的力对应的值。接触检测方法包括：计算多个第 1 区的各自的代表值。多个第 1 区分别是在盘上配置在不同的半径位置并在半径方向具有预定宽度的区域。代表值是基于在各第 1 区所包含的多个不同的半径位置测定的值而计算的值。接触检测方法包括：根据第 1 差值，检测第 1 部件与第 2 部件接触的接触位置。第 1 差值是在对象测定位置测定的值与多个第 1 区之中的第 2 区的代表值之差的值。对象测定位置包含于多个第 1 区之中的第 3 区。第 2 区与第 3 区相比靠内周侧配置。第 1 部件是安装在头部附近的部件。第 2 部件是配置在盘的外周附近的部件。

### 附图说明

[0007] 图 1 是表示第 1 实施方式所涉及的盘驱动器的构成的图。

[0008] 图 2 是表示应用第 1 实施方式所涉及的接触检测方法的盘驱动器的制造方法的一例的流程图。

[0009] 图 3 是表示应用第 1 实施方式所涉及的接触检测方法的盘驱动器的制造方法的其他例子的流程图。

[0010] 图 4A 是表示第 1 实施方式中的反馈控制的构成的方框图。

[0011] 图 4B 是表示第 1 实施方式中的头部位置控制器及测定电路的构成的方框图。

[0012] 图 5 是表示第 1 实施方式中的与偏置力对应的值的测定结果的一例的波形图。

[0013] 图 6 是表示第 1 实施方式所涉及的接触检测方法的图。

- [0014] 图 7 是表示第 1 实施方式所涉及的接触检测方法的流程图。
- [0015] 图 8 是表示第 2 实施方式所涉及的接触检测方法的流程图。
- [0016] 图 9 是表示第 3 实施方式所涉及的接触检测方法的流程图。
- [0017] 图 10 是表示第 3 实施方式的变形例所涉及的接触检测方法的流程图。
- [0018] 图 11 是表示第 4 实施方式所涉及的接触检测方法的流程图。
- [0019] 图 12 是表示由第 4 实施方式所涉及的接触检测方法设定的区的图。

### 具体实施方式

[0020] 以下参照附图,详细说明实施方式所涉及的接触检测方法。另外,本发明不由这些实施方式所限定。

[0021] (第 1 实施方式)

[0022] 第 1 实施方式所涉及的接触检测方法是检测盘驱动器中的头部附近的部件与斜坡部件的位置关系的方法,应用于盘驱动器的制造方法。在盘驱动器的制造方法中,例如,检测图 1 所示的盘驱动器 1 中的头部附近的部件(加载片 43)与斜坡部件 8 接触的位置(以下称为接触位置)。图 1 是表示盘驱动器 1 的构成的俯视图。

[0023] 盘驱动器 1 例如用作为主机 100 的外部存储装置,构成为可以与主机 100 连接。盘驱动器 1 具备外壳 2、盘介质(以下称为盘)3、头部 4、加载片(以下称为片)43、致动器 5、转轴马达 6、臂 7、斜坡部件 8 及控制器 9。

[0024] 1 块以上的盘 3 以经由转轴马达 6 可以旋转的方式搭载于外壳 2。盘 3 是记录各种信息的圆盘状的记录介质,通过转轴马达 6 旋转驱动。盘 3 是具有例如垂直磁记录层的记录介质。例如,在盘 3 的表背面,规定从盘 3 的中心附近在放射方向延伸的多个伺服区域。伺服区域在圆周方向以等间隔配置。例如,在伺服区域记录有包含伺服图形及辅助伺服图形的伺服信息。

[0025] 另外,头部 4 及臂 7 以枢轴 10 为中心以可以旋转驱动的方式搭载于外壳 2。对盘 3 的读写通过头部 4 进行,头部 4 设置在头部支持机构即臂 7 的一个前端。头部 4 通过由盘 3 的旋转而产生的升力,边维持从盘 3 的表面稍微上浮的状态,边对盘 3 记录信息或者从盘 3 读出信息。另外,臂 7 通过以枢轴 10 为中心旋转,使头部 4 在盘 3 的近似半径方向搜寻,改变盘 3 上的进行读写的位置。

[0026] 此时,头部 4 读取在盘 3 上周期地设置的伺服信息,将所读取的伺服信息(头部信号)向控制器 9 输出。控制器 9 根据该伺服信息,控制致动器 5,以进行头部 4 相对于盘 3 的定位。致动器 5 包含音圈马达(VCM)51、臂 7、头部 4。VCM51 能够旋转臂 7 的范围由外周阻挡件 52 及内周阻挡件 53 规定。VCM51 包含磁体及音圈。磁体安装于外壳 2。致动器 5 根据对音圈供给的电流  $I$ ,经由臂 7 使头部 4 进行搜寻。

[0027] 控制器 9 具备主控制器 91、头部位置解调电路 92、减法器 96、头部位置控制器(HPC)93 及 VCM 用电流放大器(SVC)94。头部位置解调电路 92 从头部信号解调表示头部 4 的盘 3 的半径方向的位置的头部位置信号(检测位置) $r'$ ,向减法器 96 及主控制器 91 供给。减法器 96 从主控制器 91 接收目标位置信号(目标位置) $r$ ,将目标位置信号  $r$  减去头部位置信号  $r'$ ,将减法结果作为位置误差  $e$  向头部位置控制器 93 供给。头部位置控制器 93 对于对致动器 5 的 VCM 操作量  $u$ ,求出使位置误差  $e$  接近零的修正量  $\Delta u$ 。例如,头部位

置控制器 93 按照 PID 控制, 求出基于位置误差  $e$  的比例修正值  $\Delta u_p$ 、积分修正值  $\Delta u_i$ 、微分修正值  $\Delta u_d$ , 将它们相加而求出修正量  $\Delta u (= \Delta u_p + \Delta u_i + \Delta u_d)$ 。头部位置控制器 93 向 SVC94 供给将 VCM 操作量  $u$  加上修正量  $\Delta u$  而得到的 VCM 控制信号  $u'$ 。SVC94 按照 VCM 控制信号  $u'$ , 生成用于使头部 4 进行搜寻的电流  $I$  (或电压  $V$ ), 向 VCM51 供给。

[0028] 另外, 主控制器 91 包含测定电路 91a。测定电路 91a 从头部位置解调电路 92 接收检测位置  $r'$ , 从头部位置控制器 93 接收积分修正值  $\Delta u_i$ 。测定电路 91a 将检测位置  $r'$  作为半径方向上每隔预定的步进宽度的测定位置, 测定积分修正值  $\Delta u_i$ , 描绘每个测定位置的积分修正值  $\Delta u_i$ , 能够获得例如图 5 所示的测定结果。图 5 是表示这样获得的、与致动器 5 所受到的力对应的值 (积分修正值  $\Delta u_i$ ) 的测定结果的一例的波形图。关于图 5 的详细信息, 后面描述。

[0029] 头部 4 具有写入头部 41 及读出头部 42。另外, 片 43 是安装在头部 4 附近的部件, 例如, 安装在臂 7 的前端。片 43 可以基于致动器 5 的旋转移动而在盘 3 的半径方向移动。在片 43 的移动路径上, 在盘 3 的外周附近配置斜坡部件 8。斜坡部件 8 固定于外壳 2 内。片 43 受阻于斜坡部件 8。

[0030] 在斜坡部件 8, 形成有沿着片 43 的移动路径延伸的斜坡 (倾斜) 8a。该斜坡 8a 随着从盘 3 的旋转轴远离而从包含盘 3 的表面 3a 的假想平面远离。从而, 头部 4 若从盘 3 的中心 (旋转轴) 向远离的方向搜寻, 则头部 4 附近的部件 (片 43) 与斜坡部件 8 接触, 此后, 片 43 搭上斜坡 8a。由此, 头部 4 从盘 3 的表面 3a 附近向斜坡部件 8 退避 (卸载)。另外, 若头部 4 向接近盘 3 的中心 (旋转轴) 的方向搜寻, 则片 43 从斜坡 8a 移下。由此, 头部 4 被从斜坡部件 8 向盘 3 的表面 3a 附近引导 (加载)。斜坡部件 8 及片 43 协同, 构成所谓的加载卸载机构。

[0031] 在盘驱动器 1 的制造方法中, 对盘 3 写入伺服图形。

[0032] 例如如图 2 所示, 在 SSW (Self Servo Write, 自伺服写入) 方式中, 通过 STW (Servo Track Writer, 伺服道录写器) 对盘 3 写入辅助伺服图形, 之后将多块盘 3 搭载于外壳 2。然后, 控制器 9 通过边将头部 4 从内周侧向外周侧移送, 边使用辅助伺服图形进行定位控制等, 来进行各种校准 (S1)。此后, 控制器 9 执行实施方式所涉及的接触检测方法。例如, 控制器 9 边使用辅助伺服图形进行头部 4 的定位控制, 边检测接触位置 (S20)。控制器 9 边使用辅助伺服图形, 按预定的磁道间距将头部 4 从内周侧送到在 S20 检测出的接触位置, 边对多块盘 3 同时写入伺服图形 (S30)。由此, 在各盘 3 上同心圆状地规定多个磁道。然后, 控制器 9 边使用伺服图形, 定位控制到各磁道的中心, 边对各磁道写入数据, 并判定所写入的数据是否能够正确地读出。即, 控制器 9 进行数据的读出 / 写入的测试 (S60)。另外, 图 2 是表示按照 SSW 方式的盘驱动器的制造方法作为应用了接触检测方法 (S20) 的盘驱动器的制造方法的一例的流程图。

[0033] 或者, 例如如图 3 所示, 在单板 STW (Servo Track Writer, 伺服道录写器) 方式中, 通过 STW 对单板 (1 块) 的盘 3 写入伺服图形。然后, 将分别写入了伺服图形的多块盘 3 搭载于外壳 2。此后, 控制器 9 执行实施方式所涉及的接触检测方法。例如, 控制器 9 边使用伺服图形进行头部 4 的定位控制, 边检测接触位置 (S20)。控制器 9 边将头部 4 从外周侧向内周侧移送, 边使用伺服图形, 检测最内周侧的位置作为与内周阻挡件 53 对应的头部 4 的位置 (S40)。控制器 9 边使用伺服图形, 边基于在 S20 检测的接触位置和 S40 检测的位置,



进行头部 4 的控制位置的校准 (S50)。由此,规定各盘 3 上的可以由头部 4 访问的多个磁道。然后,控制器 9 边使用伺服图形,定位控制到各磁道的中心,边对各磁道写入数据,并判定所写入的数据是否能够正确地读出。即,控制器 9 进行数据的读出 / 写入的测试 (S60)。另外,图 3 是表示按照单板 STW 方式的盘驱动器的制造方法作为应用了接触检测方法 (S20) 的盘驱动器的制造方法的另一例的流程图。

[0034] 在该盘驱动器 1 中,为了增加盘 3 的记录容量,需要确保宽阔的盘 3 的记录区域。为了确保宽阔的盘 3 的记录区域,正确地掌握头部 4 的能够移动的范围(从与内周阻挡件 53 对应的位置到与斜坡部件 8 接触的位置的可动距离,以下称为行程)是有效的。

[0035] 此时,由于按每个盘驱动器 1 的个体存在机构部件的尺寸、安装的偏差,所以在头部 4 的行程上会产生偏差。通过按每个盘驱动器 1 的个体测定头部 4 的行程,可以对各个盘驱动器 1 适合地(例如最大限度地)确保头部 4 的行程。此时,由于与内周阻挡件 53 对应的位置物理地限制头部 4 的移动,所以比较容易处理。另一方面,接触位置由于即使与斜坡部件 8 接触也不限制头部 4 的移动,所以在其检测上需要花费工夫。

[0036] 例如,考虑下述方法(第 1 方法):利用头部位置信号(检测位置) $r'$ 本身,在该信号的振幅比预定的阈值降低时(或变得无法进行定位控制时),将该位置检测为接触位置。盘驱动器 1 大多搭载有多个头部 4。在第 1 方法中,由于检测对象为单独的解调对象的头部 4,所以在解调对象的头部 4 以外的头部 4 附近的部件(片 43)与斜坡部件 8 接触的情况下,难以检测接触位置。另外,在第 1 方法中,有时从与斜坡部件 8 接触到变得无法进行解调为止的距离较长,接触位置的检测精度容易变低。

[0037] 或者,例如,考虑下述方法(第 2 方法):在对头部 4 进行了匀速控制时,基于 VCM51 的逆电压,捕获头部 4 附近的部件(片 43)与斜坡部件 8 接触时的速度变动的时刻,测定从匀速控制的开始位置到速度变动的位置的距离。在第 2 方法中,在距目标速度的速度误差上,测定精度容易受到影响,接触位置的检测精度容易变低。另外,在第 2 方法中,由于速度越快测定误差越容易变大,所以接触位置的检测精度容易变低。

[0038] 因此,与第 1 方法及第 2 方法相比,期望接触位置的检测精度高的检测方法。例如,在控制器 9 中,在反馈控制头部 4 的位置时,如图 4A 所示,由致动器 5 产生的力受到由风等干扰产生的力(偏置力) $F_b$ 的干涉,作用于头部 4 的力发生变动。图 4A 是表示盘驱动器 1 中的反馈控制的构成的方框图。另外,设备 P 是将臂 7 → 头部 4 → 头部位置解调电路 92 的传递特性模型化的设备。控制器 C 是将头部位置控制器 93 → VCM 用电流放大器 (SVC) 94 → VCM51(致动器 5)的传递特性模型化的设备。即,在控制器 9 中,在进行头部 4 的定位控制时,能够使用与偏置力  $F_b$  对应的值进行消除由偏置力  $F_b$  产生的影响的修正工作。在该修正工作中使用的值用作为与偏置力  $F_b$  对应的值。即,考虑边使头部 4 从内周侧向外周侧在近似半径方向按预定的步进移动,边测定与偏置力  $F_b$  对应的值,使用该测定值检测接触位置。

[0039] 例如,与由风等干扰产生的力相比,在头部 4 附近的部件(片 43)与斜坡部件 8 接触时头部 4 从斜坡部件 8 受到的力有可能更大。因此,考虑下述方法(第 3 方法):固定对作为基准的值进行测定的测定起点,将与偏置力  $F_b$  对应的值距测定起点的测定值的变化量变得比阈值大的位置检测为接触位置。在第 3 方法中,由于固定测定起点,所以随着从测定起点到斜坡接触点的距离变长,有可能无法追随与偏置力  $F_b$  对应的值的变化,检测误差

有可能变大。

[0040] 或者,与由风等干扰产生的力的时间性变化相比,在头部 4 附近的部件(片 43)与斜坡部件 8 接触时头部 4 受到的力的时间性变化有可能更大。因此,考虑下述方法(第 4 方法):按每个测定位置,以紧靠其之前的测定位置作为测定起点,将与偏置力  $F_b$  对应的值距紧靠其之前的测定位置的测定值的变化量变得比阈值大的位置检测为接触位置。

[0041] 在第 3 方法及第 4 方法中,都有可能在测定值波动的情况下,将比实际的接触位置靠内周侧的位置检测为接触位置。由此,接触位置的检测精度容易变低。

[0042] 另外,在第 3 方法及第 4 方法中,都由于以与偏置力  $F_b$  对应的值的波形形状有从内周侧向外周侧单调增加的趋势为前提,所以在与偏置力  $F_b$  对应的值的波形形状没有单调增加的趋势的情况下,难以检测接触位置。

[0043] 例如,如图 4B 所示,作为与偏置力  $F_b$  对应的值,能够使用由头部位置控制器 93 生成的积分修正值  $\Delta u_i$ 。图 4B 是表示头部位置控制器 93 及测定电路 91a 的构成的方框图。

[0044] 头部位置控制器 93 具备积分器 93a、微分器 93b、放大器 93c ~ 93e 及加法器 93f、93g。积分器 93a 对从减法器 96 接收到的位置误差  $e$  进行积分,并将积分结果向放大器 93c 供给。放大器 93c 对积分器 93a 的积分结果进行放大而生成积分修正值  $\Delta u_i$ ,并将该积分修正值  $\Delta u_i$  向加法器 93f 供给。放大器 93d 对从减法器 96 接收到的位置误差  $e$  进行放大而生成比例修正值  $\Delta u_p$ ,并将该比例修正值  $\Delta u_p$  向加法器 93f 供给。微分器 93b 将从减法器 96 接收到的位置误差  $e$  微分,并将微分结果向放大器 93e 供给。放大器 93e 对微分器 93b 的微分结果进行放大而生成微分修正值  $\Delta u_d$ ,并将该微分修正值  $\Delta u_d$  向加法器 93f 供给。

[0045] 加法器 93f 将比例修正值  $\Delta u_p$ 、积分修正值  $\Delta u_i$  及微分修正值  $\Delta u_d$  相加,并将加法结果作为 PID 控制的修正值  $\Delta u$  向加法器 93g 供给。加法器 93g 从主控制器 91(参照图 1)接收 VCM 操作量  $u$ ,从加法器 93f 接收 PID 控制的修正值  $\Delta u$ 。加法器 93g 将 VCM 操作量  $u$  与修正值  $\Delta u$  相加,并将加法结果作为 VCM 控制信号  $u'$  向 SVC94 供给。

[0046] 另一方面,在由测定电路 91a 得到的测定结果中,如图 5 所示,存在如下趋势:随着头部 4 从内周侧向外周侧移动,测定值在逐渐上升后波动,此后若到达外周附近则测定值急剧下降。在图 5 的测定结果中,表示与偏置力  $F_b$  对应的值的波形形状没有单调增加或减少的趋势。在图 5 中,用虚线包围接触位置附近,表示为区域 A。此时,若按照第 3 方法,将与偏置力  $F_b$  对应的值变得比阈值大的位置检测为接触位置,则有可能将区域 A 的内周侧的区域检测为接触位置。

[0047] 另外,若扩大区域 A、即分别扩大纵轴及横轴,则成为图 6 的情形。在图 6 的测定结果中,表示了按每个测定位置,测定值存在波动的趋势。在图 6 中,用一点划线包围接触位置附近,表示为区域 C。此时,若按照第 4 方法,关于与偏置力  $F_b$  对应的值,按每个测定位置,取得与紧靠其之前的测定位置的差值,将该差值变得比阈值大的位置检测为接触位置,则有可能将区域 C 的内周侧的区域检测为接触位置。

[0048] 这样,为了高精度地检测接触位置,需要满足以下要求的新的接触检测方法:

[0049] (1) 难以受到测定值的波动的影响,

[0050] (2) 不使测定起点固定而设为可变,来缩短当前测定位置与起点的距离,

[0051] (3) 也能够应对到斜坡接触点的倾斜度非单调增加的情况,

[0052] (4) 斜坡接触后的倾斜度无论是急剧还是缓和都能够应对。

[0053] 因而,在本实施方式中,对盘 3 设定多个包含半径方向的多个测定位置的区,按每区求出测定值的代表值,取当前的测定值与紧靠其之前的区的代表值的差值,基于该差值,检测接触位置。由此,能够实现满足上述的(1)~(4)的要求的接触检测方法。

[0054] 具体地,不使测定起点固定,而设为可变。例如,设为将盘 3 上的记录区域分割为同心圆状的多个区,在各区包含半径方向的多个测定位置。盘驱动器 1 边使头部 4 在近似半径方向从内周侧向外周侧移动,边在半径方向的多个测定位置的各个测定与偏置力  $F_b$  对应的值(例如,积分修正值  $\Delta u_i$ )。然后,盘驱动器 1 比较当前的测定位置的测定值与前一个区的代表值。这样,盘驱动器 1 由于能够容易使起点追随着测定值的变化,所以也可以应对从内周侧向外周侧非单调增加的波形形状。

[0055] 例如,可以将该区内的多个测定值的最大值设为该区的代表值。由此,能够缓和测定值的测定偏差的影响。在片 43 与斜坡部件 8 接触时,偏置力增加。即,即使存在测定值的测定偏差,若追随最大值的轨迹,则盘驱动器 1 能够判断片 43 与斜坡部件 8 接触了这一情况。例如,盘驱动器 1 边测定当前的测定值边更新当前的区的偏置最大值。该偏置最大值用于下一区中的测定。

[0056] 然后,盘驱动器 1 取得当前区的当前的测定值与紧靠其之前的区的代表值(例如,最大值)的差值。即,由于对紧靠其之前的区的多个测定值取代表值(例如,最大值),将该代表值用作测定起点的测定值,所以能够边将测定起点以区为单位设为可变,边以区为单位缓和测定值的偏差的影响。

[0057] 进而,若该差值比预定的判定值(指定切片(slice))大,则可以判断为头部 4 附近的部件(片 43)与斜坡部件 8 接触。

[0058] 此时,需要适度确定区宽度。若过短,则容易受到测定值的测定误差、变动的的影响。另一方面,若过长,则距起点的距离过长,有可能无法追随测定值的变化。例如,在测定结果(参照图 5、图 6)所示的 2.5 型盘装置的例子中,可以将包含 200 步进(200 个测定位置)的约 6 微米的宽度设为区宽度。

[0059] 更具体地,测定电路 91a 如图 4B 所示,具备设定电路 91a1、测定处理电路 91a2、计算电路 91a3、运算电路 91a4、判定电路 91a5 及存储电路 91a6。

[0060] 设定电路 91a1 按指定的步进宽度进行区分割。即,设定电路 91a1 对盘 3 设定多个区。多个区在盘 3 上配置为同心圆状。各区包含半径方向的多个测定位置。

[0061] 例如,设定电路 91a1 如图 6 所示,按照从内周侧朝向外周侧的顺序,设定具有区编号  $N-5$ 、 $N-4$ 、 $N-3$ 、 $N-2$ 、 $N-1$ 、 $N$  的多个区。图 6 是表示接触检测方法的图。多个区  $N-5 \sim N$  在盘 3 上配置为同心圆状。各区  $N-5 \sim N$  如图 6 所示,包含多个半径方向的测定位置。另外,各区  $N-5 \sim N$  中应该包含的半径方向的测定位置的数量以各测定位置的测定值的偏差对于检测精度的影响控制在容许范围内的方式预先实验地确定。

[0062] 返回图 4,测定处理电路 91a2 边使头部 4 在近似半径方向移动而改变测定位置,边测定与偏置力  $F_b$  对应的值。例如,测定处理电路 91a2 通过按指定的步进宽度改变目标位置  $r$ ,使头部 4 在近似半径方向移动而使测定位置改变。同时,测定处理电路 91a2 将各测定值(积分修正值  $\Delta u_i$ )与半径方向的测定位置和其所属区的识别符(例如,区编号)相关联。此时,测定处理电路 91a2 关于在半径方向的测定位置相同的多个圆周方向的测定位置

测定的值,将 1 周量的各测定位置处的值平均化,设为该半径方向的测定位置的测定值。由此,可以降低盘 3 的偏心和 / 或 RR0(旋转同步分量)、NRR0(旋转非同步分量)对测定值的影响。由此,测定处理电路 91a2 可以获得图 5、图 6 所示的测定结果。

[0063] 计算电路 91a3 计算各区 N-5 ~ N 的测定值的代表值。例如,计算电路 91a3 如图 6 所示,确定各区 N-5、N-4、N-3、N-2、N-1、N 的测定值的最大值  $B_{\max}[N-5]$ 、 $B_{\max}[N-4]$ 、 $B_{\max}[N-3]$ 、 $B_{\max}[N-2]$ 、 $B_{\max}[N-1]$ 、 $B_{\max}[N]$ 。计算电路 91a3 可以在各区 N-5 ~ N 所包含的半径方向的多个测定位置处的测定完成的定时,计算各区 N-5 ~ N 的测定值的代表值。或者,计算电路 91a3 也可以边逐次更新边计算各区 N-5 ~ N 的测定值的代表值直至测定完成的定时为止。由此,计算电路 91a3 关于进行了测定的各区,能够计算在多个测定位置测定的值的代表值。

[0064] 运算电路 91a4 从测定处理电路 91a2 接收当前的测定位置的测定值,从计算电路 91a3 接收在紧靠当前的测定位置所属的区之前进行了测定的区的代表值(例如,最大值  $B_{\max}$ )。运算电路 91a4 求出当前的测定位置的测定值与紧靠其之前的区的代表值的差值 Diff。例如,运算电路 91a4 通过将当前的测定位置的测定值减去紧靠其之前的区的最大值  $B_{\max}$ ,来求出差值 Diff。如图 6 所示,在当前的测定位置所属的区为区 N 的情况下,运算电路 91a4 通过将当前的测定位置的测定值减去紧靠其之前的区 N-1 的最大值  $B_{\max}[N-1]$ ,来求出差值 Diff。

[0065] 判定电路 91a5 从运算电路 91a4 接收差值 Diff。判定电路 91a5 基于差值 Diff,判定头部 4 是否与斜坡部件 8 接触。例如,判定电路 91a5 判断差值 Diff 是否满足第 1 判定条件。第 1 判定条件包含差值 Diff 超过判定值 DiffSlice 这一情况。判定电路 91a5 在第 1 判定条件满足的情况下,将当前的测定位置判定为接触位置。即,判定电路 91a5 在差值 Diff 为判定值 DiffSlice 以下的情况下,将当前的测定位置判定为不是接触位置。判定电路 91a5 在差值 Diff 超过了判定值 DiffSlice 的情况下,将当前的测定位置判定为是接触位置。

[0066] 存储电路 91a6 接收判定电路 91a5 的判定结果并将其作为接触位置的信息进行存储。控制器 9 通过参照存储电路 91a6,能够掌握接触位置。由此,在盘驱动器 1 的制造工序中,能够正确地掌握头部 4 的行程。例如,在 SSW(Self Servo Write,自伺服写入)方式中,能够对盘 3 写入伺服图形直至斜坡部件 8 的附近。或者,例如在单板 STW 方式中,能够将头部 4 定位控制到斜坡部件 8 的附近的方式,进行头部 4 的定位参数的校准。其结果,例如,能够确保盘 3 的记录区域直到斜坡部件 8 的附近。

[0067] 接着,使用图 7 说明接触检测方法(图 2、图 3 的 S20)。图 7 是表示接触检测方法的流程图。

[0068] 控制器 9 对盘 3 设定多个包含半径方向的多个测定位置的区(S2)。控制器 9 对于使头部 4 移动的方向(从内周侧朝向外周侧的方向)以编号升序的方式,设定各区的区编号(参照图 6)。例如,图 6 所示的多个区 N-5 ~ N 在盘 3 上配置为同心圆状。各区 N-5 ~ N 包含多个半径方向的测定位置。

[0069] 控制器 9 使头部 4 的半径方向的位置向外周侧移动 1 步进量,使头部 4 向应该进行测定的半径方向的测定位置移动(S21)。控制器 9 对于在半径方向的测定位置相同的多个圆周方向的测定位置测定的值(积分修正值  $\Delta u_i$ ),将 1 周量的各测定位置的值平均化,

设为该半径方向的测定位置的测定值 (S22)。然后,控制器 9 进行判定头部 4 附近的部件 (片 43) 是否与斜坡部件 8 接触的判定处理 (S170)。

[0070] 在判定处理 (S170) 中,控制器 9 将参数“ZoneNow”的值 (区编号) 设定到参数“ZoneOld”,对参数“ZoneNow”设定当前的区的区编号 (S23)。控制器 9 对参数“ZoneNow”的值与参数“ZoneOld”的值进行比较 (S24)。

[0071] 若参数“ZoneNow”的值与参数“ZoneOld”的值不同 (S24 中是),则控制器 9 判断为当前的测定位置所属的区改变成了与紧靠其之前的测定位置所属的区不同的区。相应于此,控制器 9 对当前的区的代表值  $B_{\max}$  “ZoneNow”设定当前的测定值  $\Delta u_i$  (S26)。

[0072] 若参数“ZoneNow”的值与参数“ZoneOld”的值相等 (S24 中否),则控制器 9 判断为当前的测定位置所属的区与紧靠其之前的测定位置所属的区相同不变。由于有可能能够更新当前的区的代表值,所以控制器 9 判断当前的测定值  $\Delta u_i$  是否超过当前的区的代表值  $B_{\max}[\text{ZoneNow}]$  (S25)。

[0073] 若当前的测定值  $\Delta u_i$  超过当前的区的代表值  $B_{\max}[\text{ZoneNow}]$  (S25 中是),则控制器 9 将当前的区的代表值设为应该更新的值,将当前的测定值  $\Delta u_i$  设定为当前的区的代表值  $B_{\max}[\text{ZoneNow}]$  (S26)。

[0074] 若当前的测定值  $\Delta u_i$  未超过当前的区的代表值  $B_{\max}[\text{ZoneNow}]$  (S25 中否),则控制器 9 认为不必更新当前的区的代表值,将处理前进至 S27。

[0075] 然后,控制器 9 求出当前的测定值  $\Delta u_i$  与紧靠其之前的区的代表值  $B_{\max}[\text{ZoneNow}-1]$  的差值 Diff。例如,控制器 9 将当前的测定值  $\Delta u_i$  减去紧靠其之前的区的代表值  $B_{\max}[\text{ZoneNow}-1]$ ,来求出差值 Diff (S27)。

[0076] 控制器 9 判断差值 Diff 是否超过判定值 DiffSlice (S28)。控制器 9 在差值 Diff 不超过判定值 DiffSlice 的情况下 (S28 中否),认为头部 4 附近的部件 (片 43) 还未与斜坡部件 8 接触,将处理返回至 S21。

[0077] 控制器 9 在差值 Diff 超过判定值 DiffSlice 的情况下 (S28 中是),即在判定处理 (S170) 的判定条件满足的情况下,将当前的测定位置判定 (检测) 为接触位置。然后,控制器 9 将当前的测定位置作为接触位置记录在例如存储电路 91a6 (S29)。

[0078] 如上所述,在第 1 实施方式中,在接触检测方法中,对盘 3 设定多个包含半径方向的多个测定位置的区,并使头部 4 在近似半径方向从内周侧向外周侧移动而改变测定位置,边测定与偏置力  $F_b$  对应的值。然后,按每区求出测定值的代表值,取当前的测定值与紧靠其之前的区的代表值的差值,基于该差值检测接触位置。例如,在差值超过了判定值 DiffSlice 的情况下,能够将当前的测定位置检测为接触位置。由此,能够按每区使用缓和了测定值的偏差的影响的代表值,根据这样的代表值,能够获得缓和了测定值的偏差的影响的差值。其结果,由于能够捕获缓和了测定值的偏差的影响的差值的变化而检测接触位置,所以在测定值波动的情况下,能够提高接触位置的检测精度。

[0079] 另外,在第 1 实施方式中,取得当前的测定值与紧靠其之前的区的代表值的差值,并基于该差值,检测接触位置。即,由于能够对于当前的测定位置将紧靠其之前的区设为测定起点,所以能够不使测定起点固定而设为可变,能够缩短当前测定位置与起点的距离。由此,能够容易提高接触位置的检测精度。

[0080] 另外,在第 1 实施方式中,取当前的测定值与紧靠其之前的区的代表值的差值,并

基于该差值检测接触位置。即,由于捕获当前的测定值与紧靠其之前的区的代表值的相对变化,所以即使在测定值自身的变化的趋势非单调增加的情况下,也能够检测接触位置。

[0081] 另外,在第 1 实施方式中,由于捕获当前的测定值与紧靠其之前的区的代表值的相对变化,所以头部 4 与斜坡部件 8 接触后的测定值的变化(波形的倾斜度)无论是急剧还是缓和都能够应对。

[0082] 另外,在第 1 实施方式中,例示了区的代表值是其区内的与偏置力对应的值的最大值的情况,但是,区的代表值只要是代表区的值即可,并不限定于最大值。例如,区的代表值也可以是将在属于区的多个测定位置测定的值关于该多个测定位置平均后的值。在该情况下,判定值 DiffSlice 也可以调整为与区的代表值为最大值的情况相比更大的值。

[0083] 或者,用于进行本实施方式的定位控制系统不限于图 1 例示的控制系统,例如,既可以是与具备 VCM51 作为致动器 5 的驱动机构的机械对应的控制系统,也可以是与在致动器 5 的基础上具备 VCM51 并在致动器 5 的各臂的前端和 / 或悬架上具备包括 PZT 元件等的可以实现微动驱动的机构的机械即双极致动器 (DSA) 对应的控制系统。在任一控制系统中,在头部 4 附近的部件 (片 43) 与斜坡部件 8 接触前后,VCM51 的控制系统 (定位控制系统) 中所具备的、用于修正由偏置力产生的影响的修正值 (积分修正值  $\Delta u_i$ ) 会急剧变化。另外,作为 VCM51 的控制系统 (定位控制系统),既可以是具备偏置推定功能的观测器控制系统,也可以是使用了 PI 调节器和超前滞后 (LeadLag) 滤波器的控制系统。任何一个都只要构成为等价地包含积分要素、VCM51 的补偿器的 DC 分量成为无限大即可。

[0084] 或者,应该测定的值、即与偏置力对应的值优选是 VCM51 的控制系统中的用于修正由偏置力产生的影响的修正值 (积分修正值  $\Delta u_i$ ),但是也可以是最终输出的 VCM 控制电流  $I$  的值。测定任何一个,都优选为了降低偏心和 / 或 RR0 (旋转同步分量)、NRRO (旋转非同步分量) 的影响,测定 1 周或数周量的各半径方向的测定位置中所包含的多个测定位置处的值而求出平均值。

[0085] (第 2 实施方式)

[0086] 接着,说明第 2 实施方式所涉及的接触检测方法。以下,关于与第 1 实施方式相同的构成,省略或简化说明,以不同部分为中心进行说明。

[0087] 在第 1 实施方式中,判定当前的测定值与紧靠其之前的区的代表值的差值 Diff 是否超过判定值 (指定切片) DiffSlice。由此,可以提高接触位置的检测精度。

[0088] 但是,为了取尽可能小的判定值 (指定切片) DiffSlice、减小斜坡接触的判定误差,有时要求进一步应对与偏置力  $F_b$  对应的值的测定值的偏差。

[0089] 因而,在第 2 实施方式中,不是设为在差值 Diff 超过判定值 (指定切片) DiffSlice 一次的情况,而是在连续超过了判定值 (指定切片) DiffSlice 阈值次数 (指定次数) 的情况下,设为检测完成。该次数计测在移动到了新的区时重置。

[0090] 具体地,接触检测方法 (图 2、图 3 的 S20) 如图 8 所示,在以下方面不同于第 1 实施方式。图 8 是表示第 2 实施方式所涉及的接触检测方法的流程图。

[0091] 如果参数“ZoneNow”的值与参数“ZoneOld”的值不同 (S24 中是),则控制器 9 判断为当前的测定位置所属的区从紧靠其之前的测定位置所属的区改变成了不同的区。相应于此,控制器 9 对次数计测用的参数“Count”设定初始值“0” (S221),并使处理前进至 (S26)。

[0092] 另外,控制器 9 在差值 Diff 超过判定值 DiffSlice 的情况下 (S28 中是),由于有

可能头部 4 附近的部件 (片 43) 与斜坡部件 8 接触,所以使参数“Count”的值递增 (S222)。

[0093] 控制器 9 判断参数“Count”的值是否超过次数阈值 CountSlice (S223)。控制器 9 在参数“Count”的值不超过次数阈值 CountSlice 的情况下 (S223 中否),认为头部 4 还未与斜坡部件 8 接触,将处理返回至 S21。

[0094] 控制器 9 在参数“Count”的值超过次数阈值 CountSlice 的情况 (S223 中是)、即判定处理 (S270) 的判定条件满足了的情况下,将当前的测定位置判定 (检测) 为接触位置。然后,控制器 9 将当前的测定位置作为接触位置记录在例如存储电路 91a6 (S29)。

[0095] 如上所述,在第 2 实施方式中,在接触检测方法中,在差值 Diff 超过判定值 DiffSlice 的次数超过了阈值次数 CountSlice 的情况下,将当前的测定位置检测为接触位置。由此,能够除去因测定偏差取得了比较大的偏置值的情况,可以更正确地进行斜坡接触检测。

[0096] 另外,在图 8 所示的接触检测方法中,控制器 9 在参数“ZoneNow”的值与参数“ZoneOld”的值不同的情况下 (S24 中是),也可以判断在紧靠其之前的测定位置,差值 Diff 是否超过了判定值 DiffSlice (与 S28 同样的处理)。在该情况下,如果在紧靠其之前的测定位置,差值 Diff 超过判定值 DiffSlice,则控制器 9 使处理前进至 S25,如果在紧靠其之前的测定位置,差值 Diff 未超过判定值 DiffSlice,则对次数计测用的参数“Count”设定初始值“0” (S221)。由此,由于即使在相同区内也能够除去差值 Diff 不连续地超过判定值 DiffSlice 的情况,所以能够进一步抑制由测定偏差引起的影响。

[0097] (第 3 实施方式)

[0098] 接着,说明第 3 实施方式所涉及的接触检测方法。以下,关于与第 1 实施方式相同的构成省略或简化说明,以不同的部分为中心进行说明。

[0099] 在第 1 实施方式中,判定当前的测定值与紧靠其之前的区的代表值的差值是否超过判定值 (指定切片) DiffSlice。由此,对于与偏置力 Fb 对应的值的变化,有时要求取平缓的变化。

[0100] 因而,在第 3 实施方式中,对差值 Diff 进行积分,对其积分值与积分判定值 (积分切片) 进行比较而进行判定。这样,与偏置力 Fb 对应的值即使比较平缓地变化,也能够提高斜坡接触的检测精度。

[0101] 具体地,接触检测方法 (图 2、图 3 的 S20) 如图 9 所示,在以下方面不同于第 1 实施方式。图 9 是表示第 3 实施方式所涉及的接触检测方法的流程图。

[0102] 若参数“ZoneNow”的值与参数“ZoneOld”的值不同 (S24 中是),则控制器 9 判断为当前的测定位置所属的区从紧靠其之前的测定位置所属的区改变成了不同的区。相应于此,控制器 9 对积分值用的参数“Sum”设定初始值“0” (S321)。

[0103] 另外,控制器 9 在求出差值 Diff (S27) 后,将参数“Sum”的值与差值 Diff 相加,并用加法结果更新参数“Sum”的值 (S322)。

[0104] 控制器 9 判断参数“Sum”的值是否超过积分判定值 SumSlice (S323)。控制器 9 在参数“Sum”的值未超过积分判定值 SumSlice 的情况下 (S323 中否),认为头部 4 还未与斜坡部件 8 接触,并将处理返回至 S21。

[0105] 控制器 9 在参数“Sum”的值超过积分判定值 SumSlice 的情况下 (S323 中是)、即判定处理 (S370) 的判定条件满足了的情况下,将当前的测定位置判定 (检测) 为接触位

置。然后,控制器 9 将当前的测定位置作为接触位置记录在例如存储电路 91a6 (S29)。

[0106] 如上所述,在第 3 实施方式中,在接触检测方法中,在差值的积分值(参数“Sum”)超过了积分判定值 SumSlice 的情况下,将当前的测定位置检测为接触位置。由此,在虽然比较平缓但是已经与斜坡部件 8 接触的情况下,容易取得与偏置力 Fb 对应的值的曲线的倾斜度的变化,能够提高接触位置的检测精度。

[0107] 另外,在接触检测方法中,也可以将第 1 实施方式的接触检测方法与第 3 实施方式的接触检测方法并用。在该情况下,关于与偏置力 Fb 对应的值的变化,对急剧的变化和平缓的变化这两种情况,容易取得曲线的倾斜度的变化,能够提高接触位置的检测精度。

[0108] (变形例)

[0109] 或者,在接触检测方法中,也可以将第 2 实施方式的接触检测方法与第 3 实施方式的接触检测方法并用。具体地,接触检测方法也可以如图 10 所示,在以下方面不同于第 1 实施方式。图 10 是表示第 3 实施方式的变形例所涉及的接触检测方法的流程图。

[0110] 如果参数“ZoneNow”的值与参数“ZoneOld”的值不同(S24 中是),则控制器 9 判断为当前的测定位置所属的区从紧靠其之前的测定位置所属的区改变成了不同的区。相应于此,控制器 9 对次数计测用的参数“Count”设定初始值“0”,并且对积分值用的参数“Sum”设定初始值“0”(S421),并将处理前进至(S26)。

[0111] 另外,控制器 9 求出差值 Diff(S27),之后将参数“Sum”的值与差值 Diff 相加,并用加法结果更新参数“Sum”的值(S322)。

[0112] 控制器 9 判断差值 Diff 是否超过判定值 DiffSlice(S422)。控制器 9 在差值 Diff 超过判定值 DiffSlice 的情况下(S422 中是),由于头部 4 有可能与斜坡部件 8 接触,所以使参数“Count”的值递增(S222)。控制器 9 在差值 Diff 未超过判定值 DiffSlice 的情况下(S422 中否),认为头部 4 还未与斜坡部件 8 接触,使处理前进至 S423。

[0113] 控制器 9 判断参数“Count”的值是否超过次数阈值 CountSlice(S423)。控制器 9 在参数“Count”的值未超过次数阈值 CountSlice 的情况下(S423 中否),认为头部 4 还未与斜坡部件 8 接触,使处理前进至 S424。

[0114] 控制器 9 判断参数“Sum”的值是否超过积分判定值 SumSlice(S424)。控制器 9 在参数“Sum”的值未超过积分判定值 SumSlice 的情况下(S424 中否),认为头部 4 还未与斜坡部件 8 接触,使处理返回至 S21。

[0115] 控制器 9 在参数“Count”的值超过次数阈值 CountSlice 的情况下(S423 中是)、即判定处理(S470)的判定条件满足了的情况下,将当前的测定位置判定(检测)为接触位置。然后,控制器 9 将当前的测定位置作为接触位置记录在例如存储电路 91a6 (S29)。

[0116] 另外,控制器 9 在参数“Sum”的值超过积分判定值 SumSlice 的情况下(S424 中是)、即判定处理(S470)的判定条件满足了的情况下,将当前的测定位置判定(检测)为接触位置。然后,控制器 9 将当前的测定位置作为接触位置记录在例如存储电路 91a6 (S29)。

[0117] 这样,能够将第 2 实施方式的接触检测方法与第 3 实施方式的接触检测方法并用。由此,关于与偏置力 Fb 对应的值的变化,对急剧的变化和平缓的变化这两种情况,容易取得曲线的倾斜度的变化,能够提高接触位置的检测精度。

[0118] (第 4 实施方式)

[0119] 接着,说明第 4 实施方式所涉及的接触检测方法。以下,对于与第 1 实施方式~第



3 实施方式相同的构成,省略或简化说明,以不同的部分为中心进行说明。

[0120] 在第 1 实施方式~第 3 实施方式中,需要正确地确定区宽度(在区中应该包含的半径方向的测定位置的数量)。在过短的情况下,容易受到测定值的测定误差、变动的的影响。另一方面,在过长的情况下,距测定起点的距离过长,有可能无法追随测定值的变化。

[0121] 因此,在第 4 实施方式中,为了进一步提高检测精度,并行进行区划分不同的 K 种(K 是 2 以上的整数)的判定。例如,如果区宽度为 200 步进(即,在 1 个区中包含 200 个半径方向的测定位置),则盘驱动器 1 并行进行将区宽度分割为 4 份(K = 4 的情况)而使区划分按逐次 50 步进而不同的 4 个判定。由此,能够改善检测精度。

[0122] 具体地,接触检测方法(图 2、图 3 的 S20)如图 11 及图 12 所示,在以下方面不同于第 1 实施方式。图 11 是表示接触检测方法的流程图。图 12 是表示在接触检测方法中设定的区的图。

[0123] 控制器 9 对盘 3 设定 K 种区(S502)。例如,使第 1 种区以比区宽度小的移动量(例如,区宽度的 1/K 的移动量)在半径方向移动,获得第 2 种区。反复进行同样的移动,能够获得 K 种区。控制器 9 按各种区,对使头部 4 移动的方向(从内周侧朝向外周侧的方向)以编号升序的方式设定各区的区编号(参照图 12)。

[0124] 例如,在 K = 4 的情况下,如图 12 所示,使区范围向内周侧逐次偏移区宽度的 1/4,分别设定判定处理 1 用的区 N-4 ~ N、判定处理 2 用的区 N-4 ~ N、判定处理 3 用的区 N-4 ~ N、判定处理 4 用的区 N-4 ~ N。

[0125] 各判定处理 1 ~ 4 用的多个区 N-4 ~ N 在盘 3 上配置为同心圆状。各区 N-4 ~ N 包含多个半径方向的测定位置。

[0126] 例如,半径方向的测定位置 MP1 属于判定处理 1 用的区 N-2、判定处理 2 用的区 N-2、判定处理 3 用的区 N-1、判定处理 4 用的区 N-1。

[0127] 控制器 9 若对于在半径方向的测定位置相同的多个圆周方向的测定位置测定的值(积分修正值  $\Delta u_i$ ),将 1 周量的各测定位置处的值平均化,设为该半径方向的测定位置的测定值(S22),则按照 S502 中的设定,并行进行判定处理 1(S570-1)~判定处理 K(S570-K)。作为各判定处理 S570-1 ~ S570-K,既可以使用第 1 实施方式的判定处理 S170、第 2 实施方式的判定处理 S270、第 3 实施方式的判定处理 S370 及第 3 实施方式的变形例的判定处理 S470 中的任意一种,也可以混合使用 2 种以上。

[0128] 若判定处理 1(S570-1)~判定处理 K(S570-K)都完成,则控制器 9 判断在判定处理 1(S570-1)~判定处理 K(S570-K)的某一个中是否检测到接触位置(S528)。

[0129] 控制器 9 在判定处理 1(S570-1)~判定处理 K(S570-K)的任一个中均未检测到接触位置的情况下(S528 中否),认为头部 4 附近的部件(片 43)还未与斜坡部件 8 接触,使处理返回至 S21。

[0130] 控制器 9 在判定处理 1(S570-1)~判定处理 K(S570-K)的某一个中检测到接触位置的情况下(S528 中是),将当前的测定位置作为接触位置记录在例如存储电路 91a6(S29)。

[0131] 如上所述,在第 4 实施方式中,在接触检测方法(S20)中,并行进行使区划分不同的 K 种(K 是 2 以上的整数)的判定处理。由此,在保持区宽度不变的情况下,能够实质地缩短从测定起点到当前的测定位置的距离,能够进一步改善接触位置的检测误差。

[0132] 虽然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呈现的,而并非要限定发明的范围。这些新实施方式能够以其他方式实施,在不脱离发明的主旨的范围,可以进行各种省略、置换、改变。这些实施方式和 / 或其变形包含于发明的范围和 / 或主旨,并且包含于权利要求的范围所记载的发明及其均等的范围。

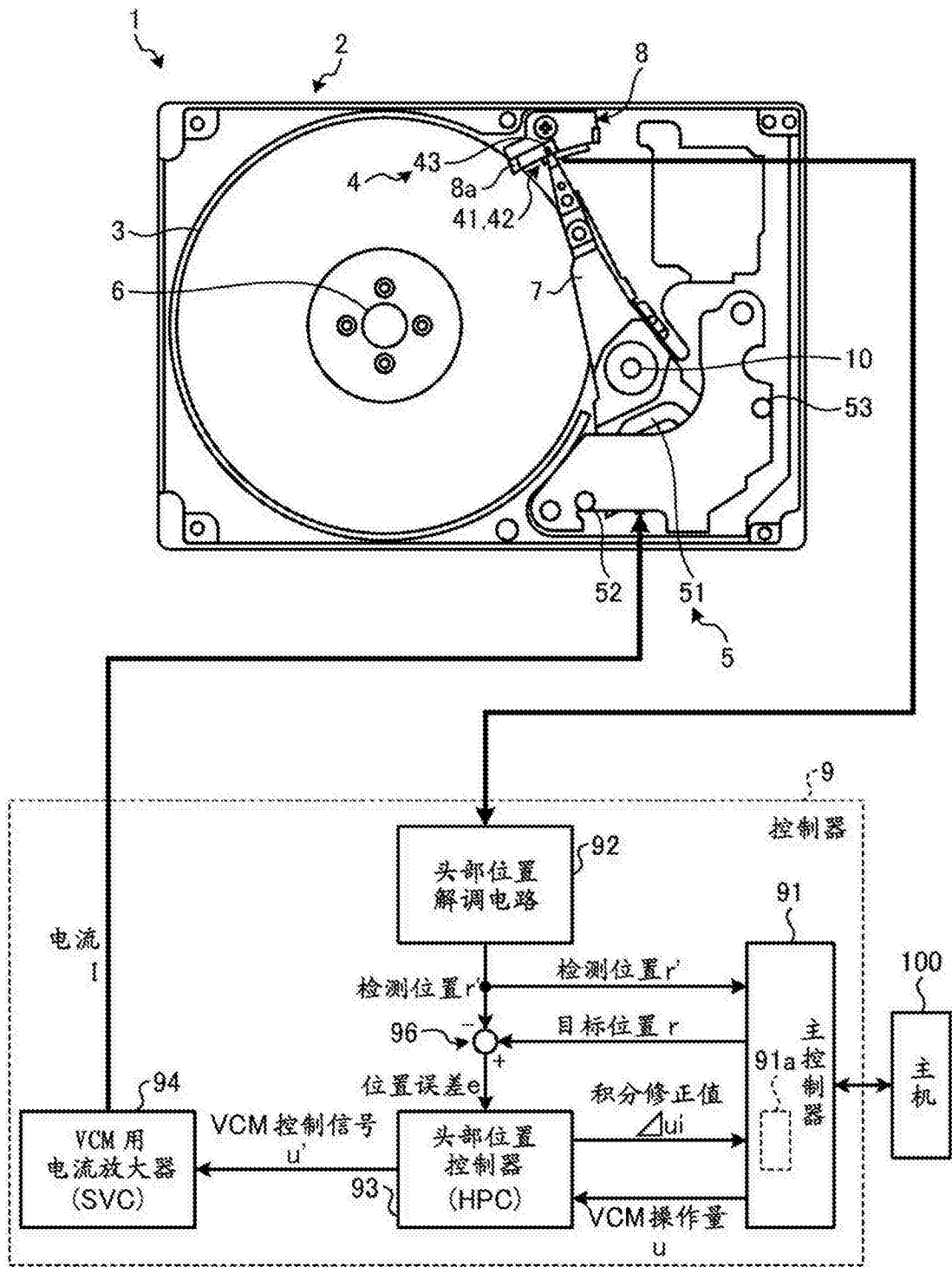


图 1

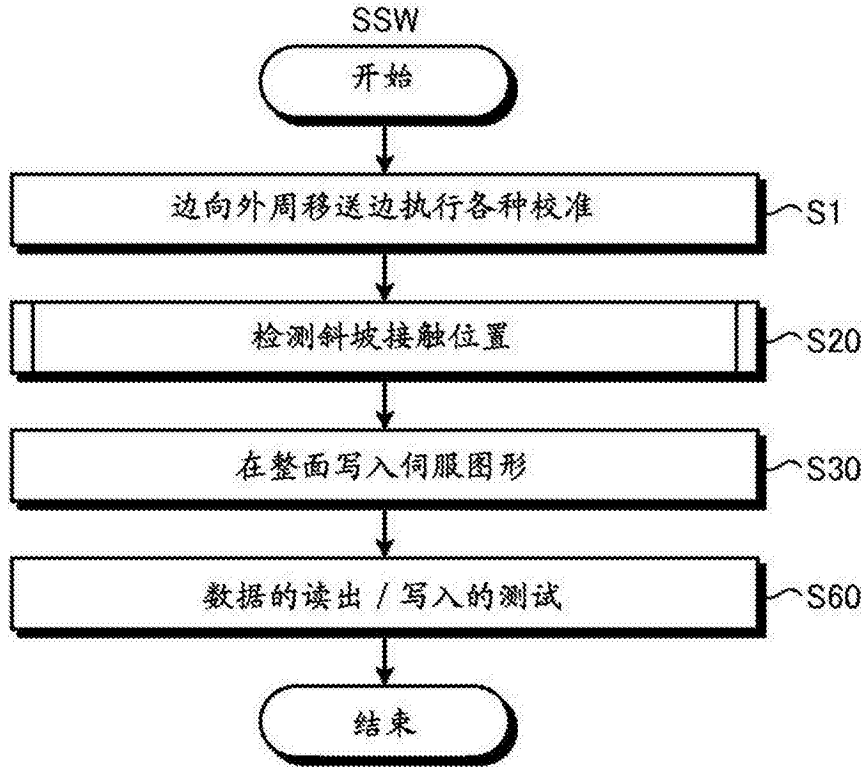


图 2

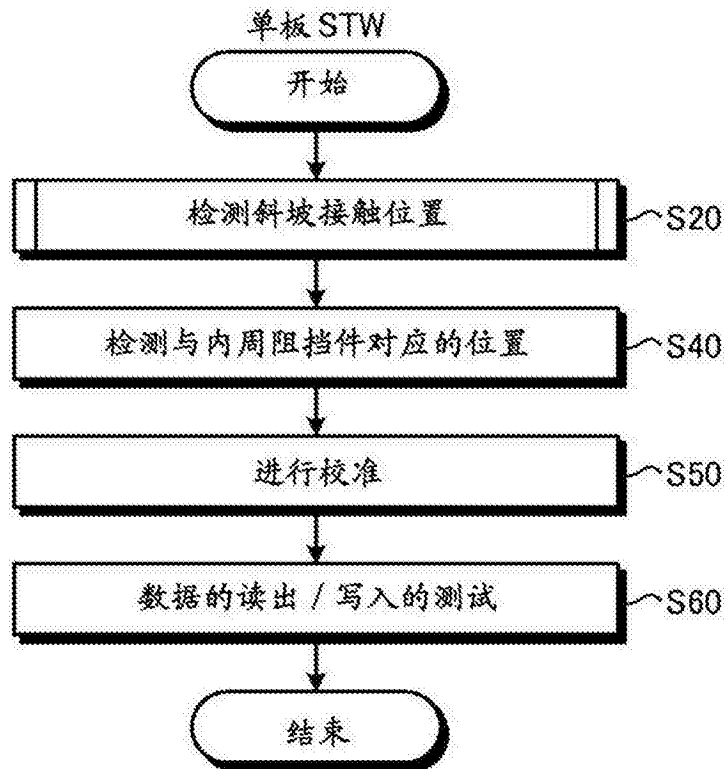


图 3

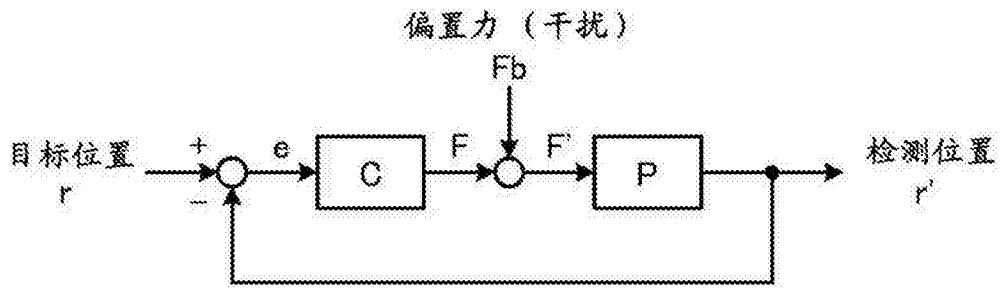


图 4A

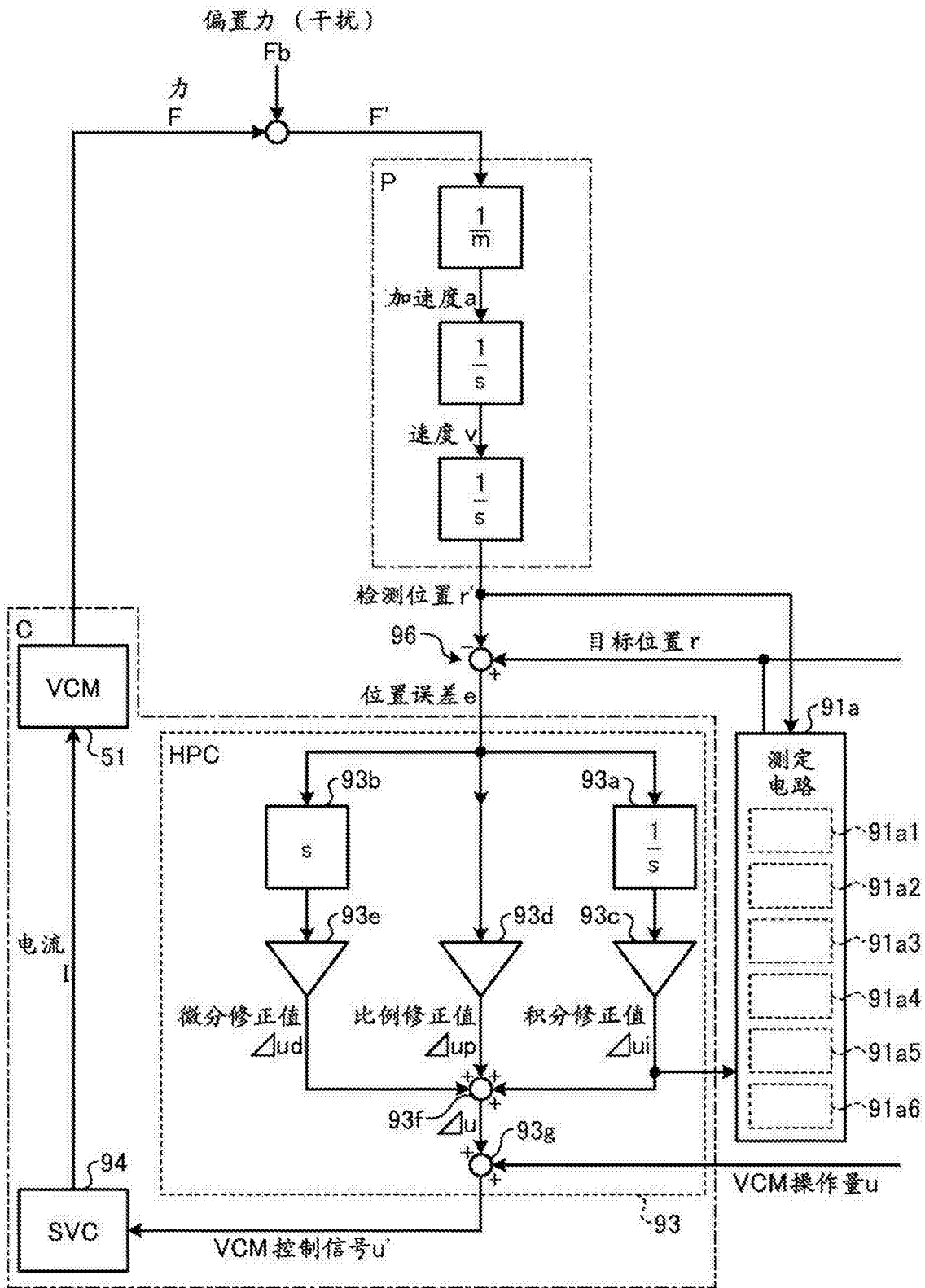


图 4B

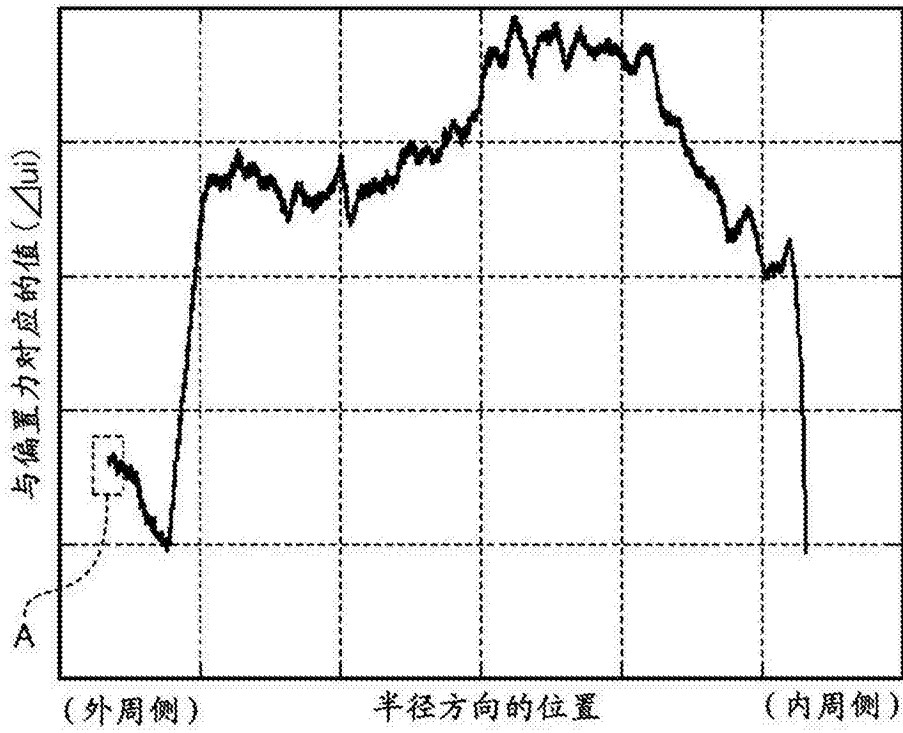


图 5

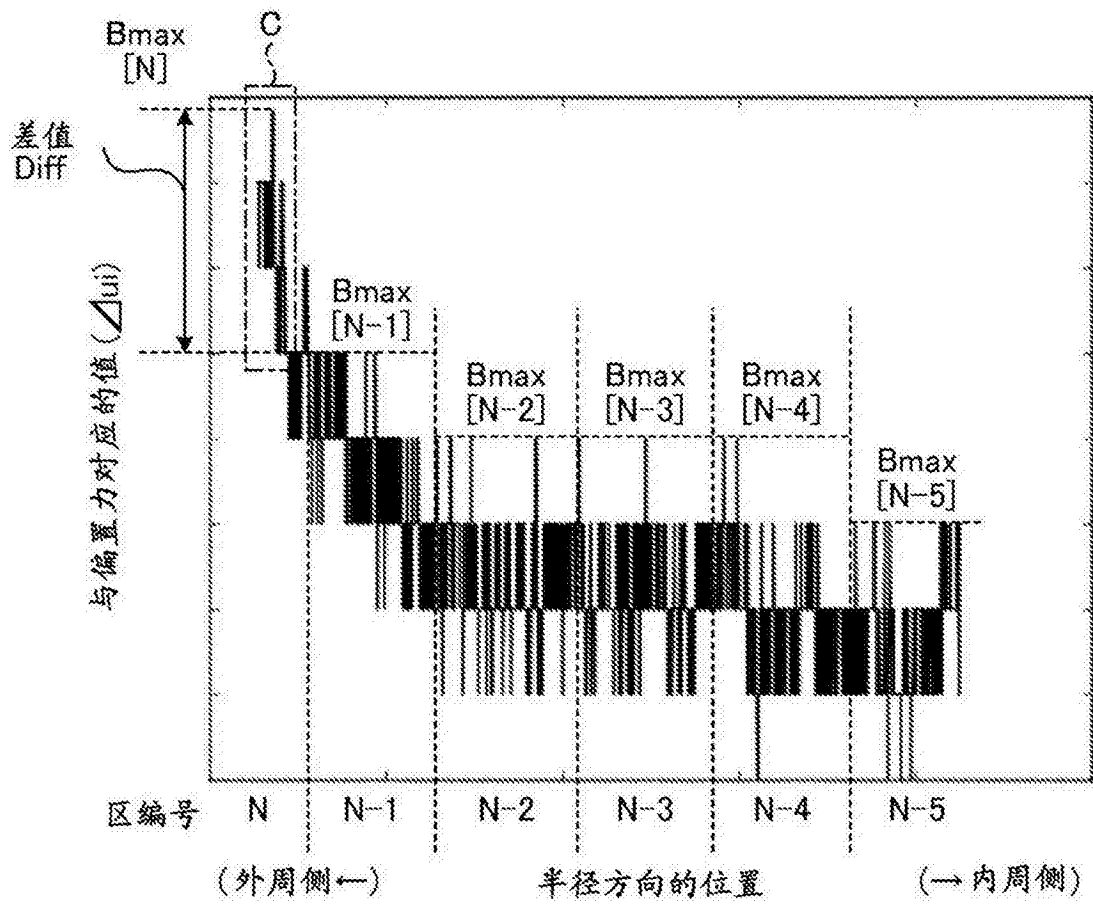


图 6



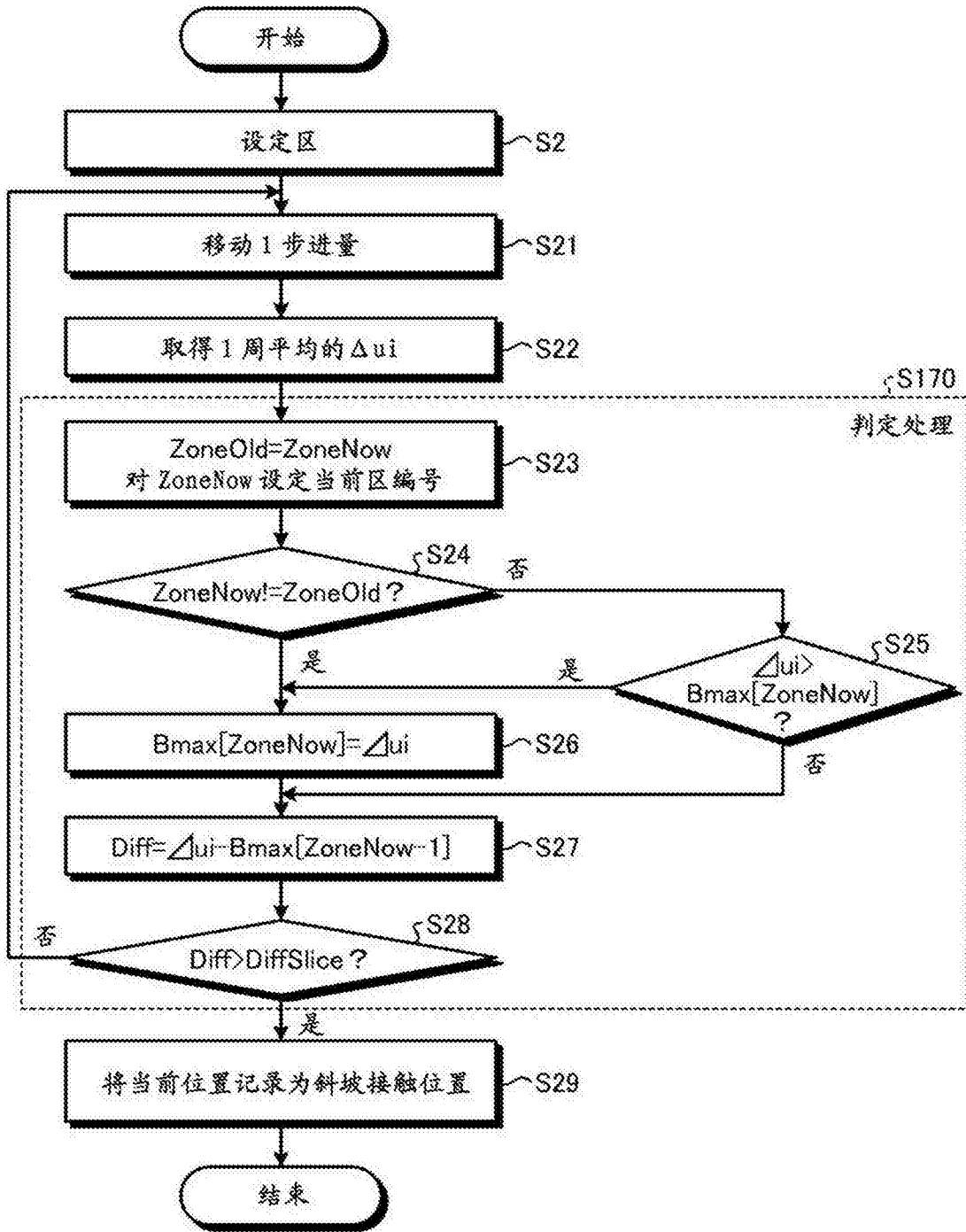


图 7

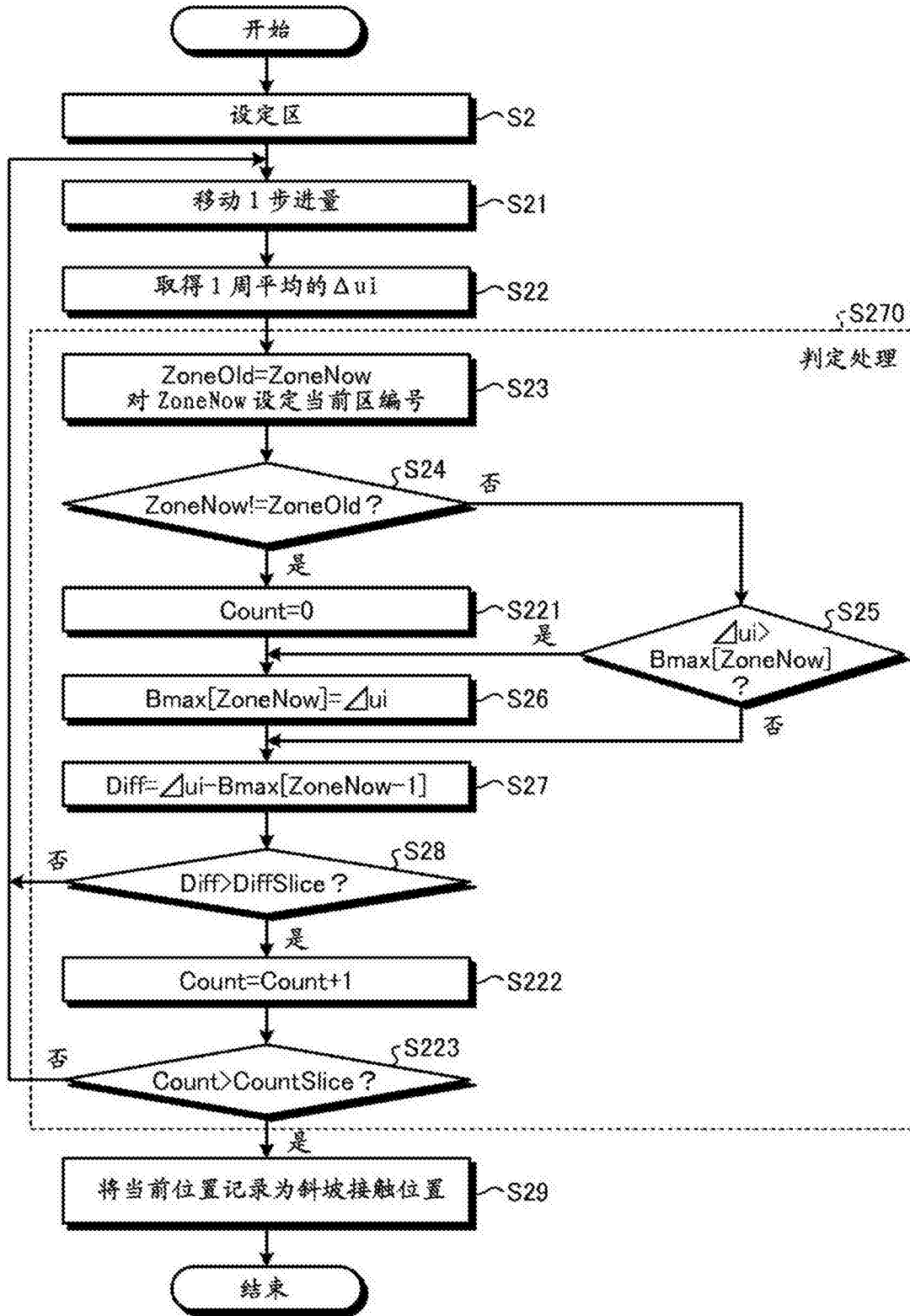


图 8

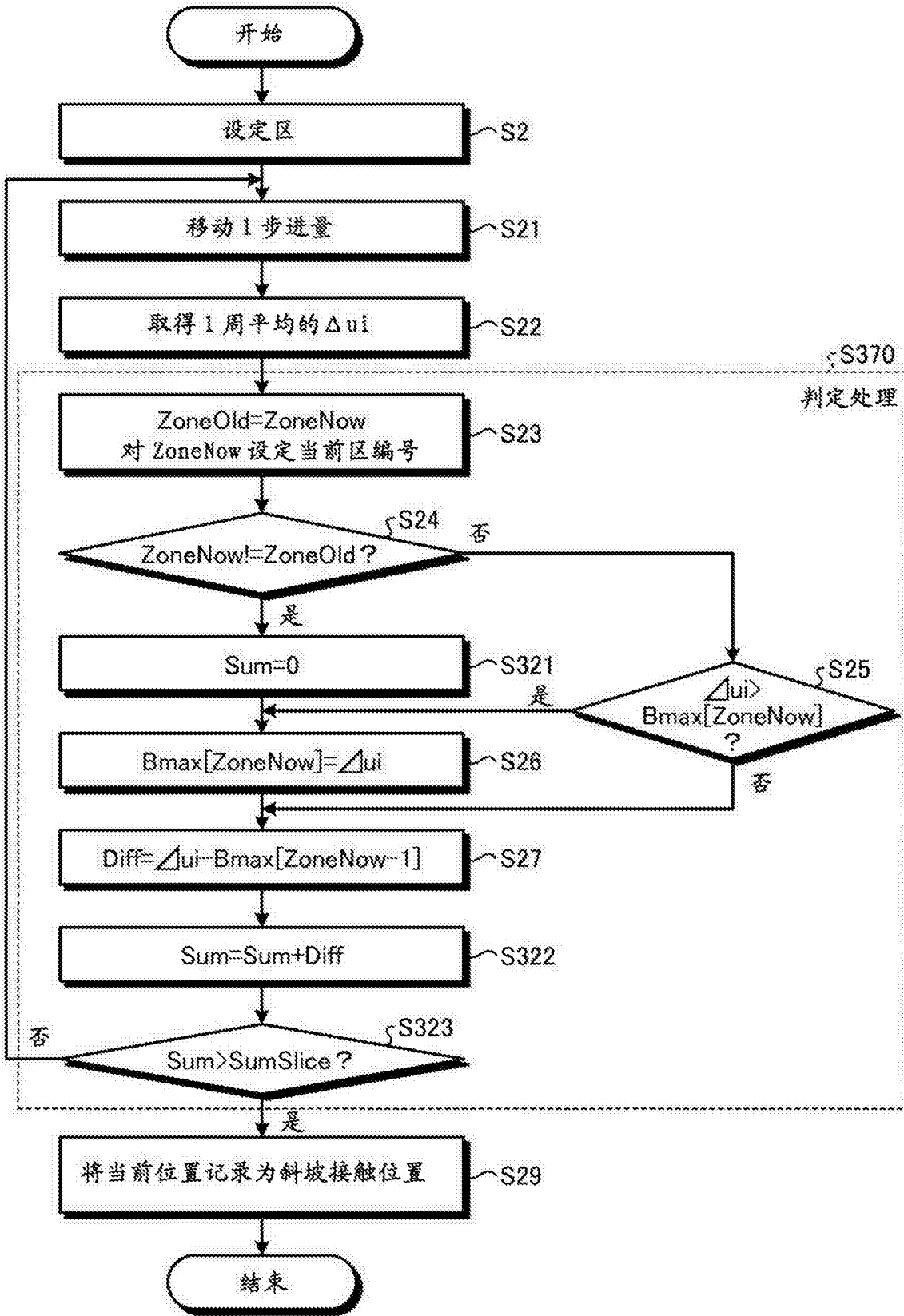


图 9

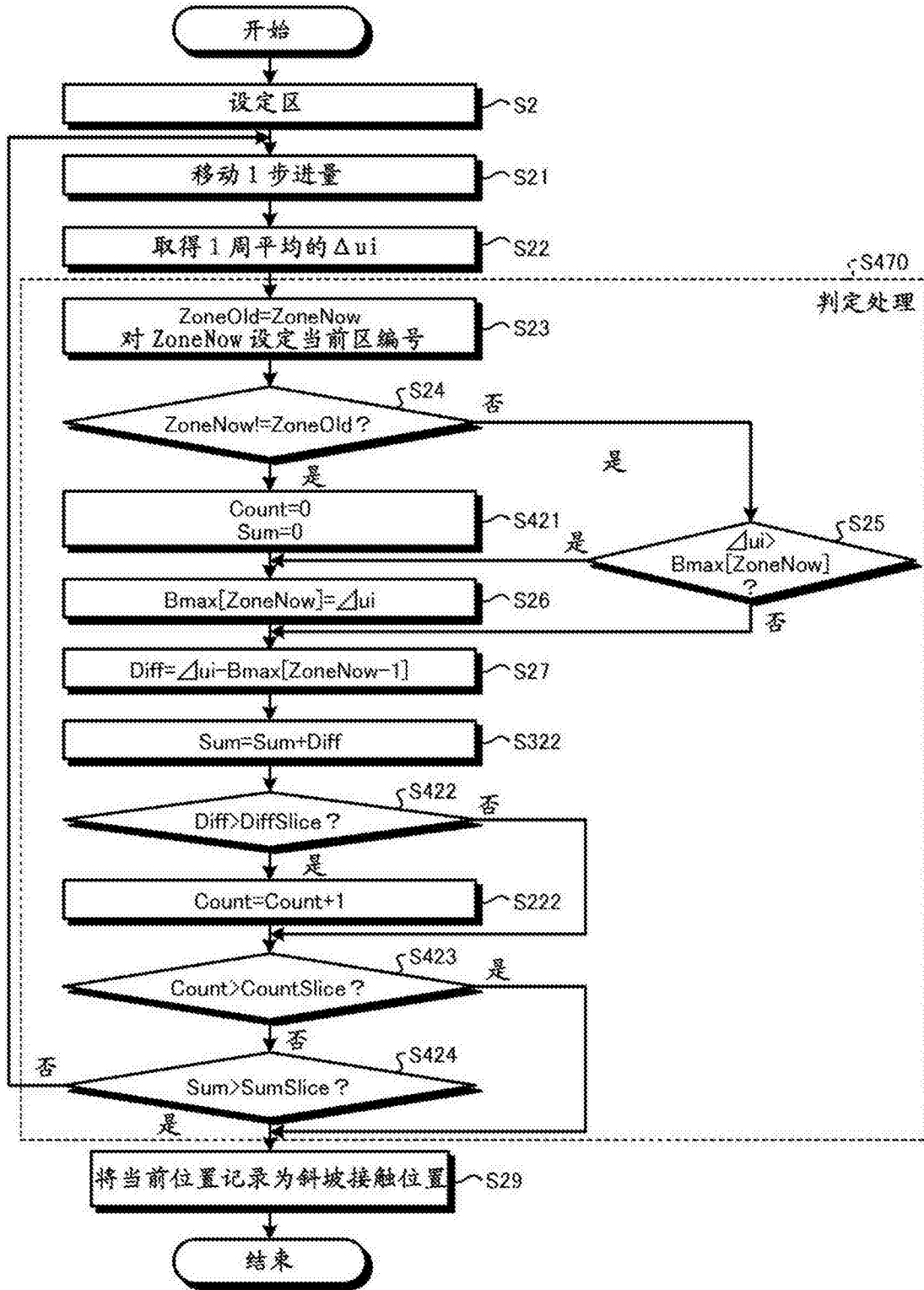


图 10

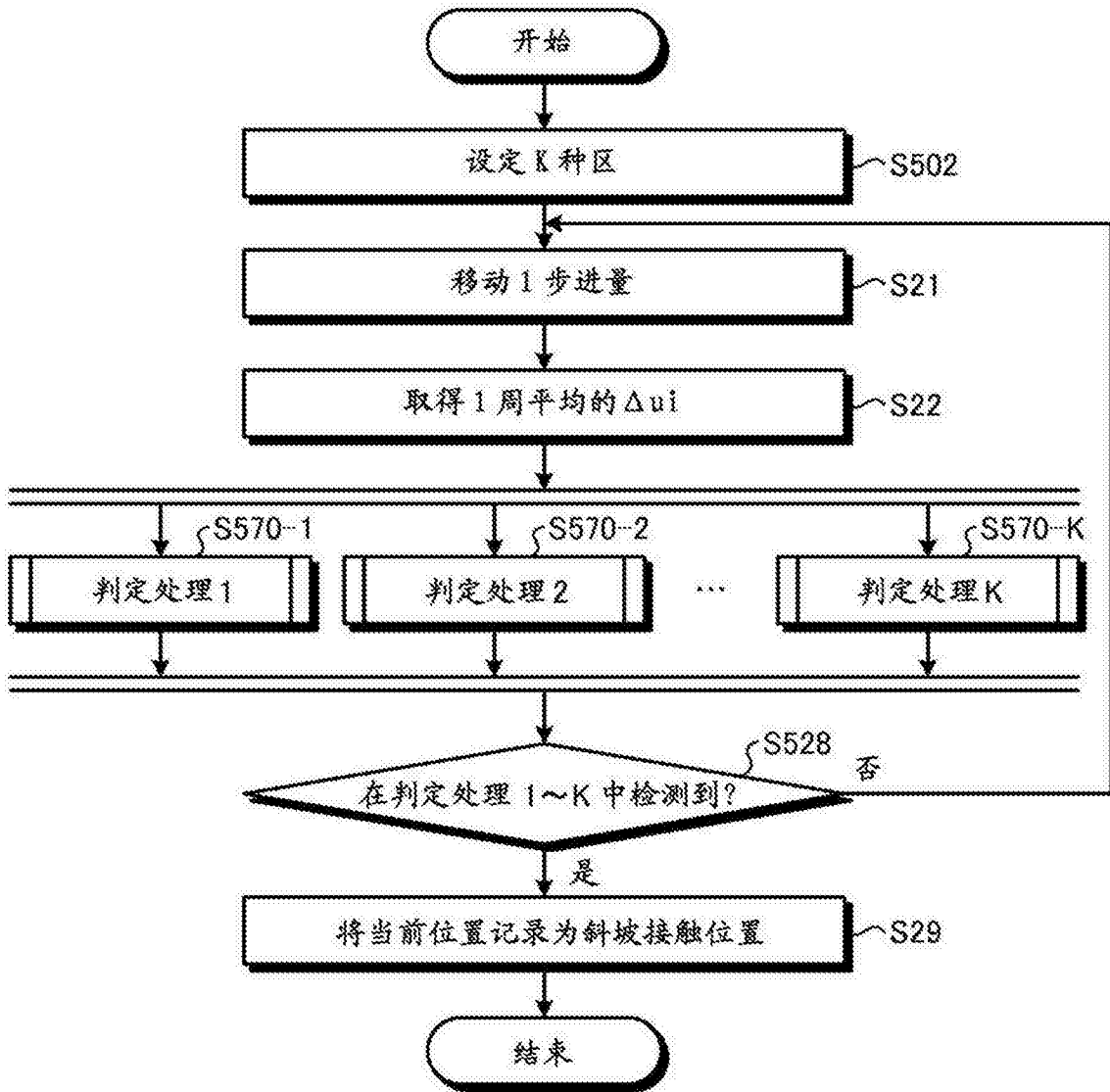


图 11

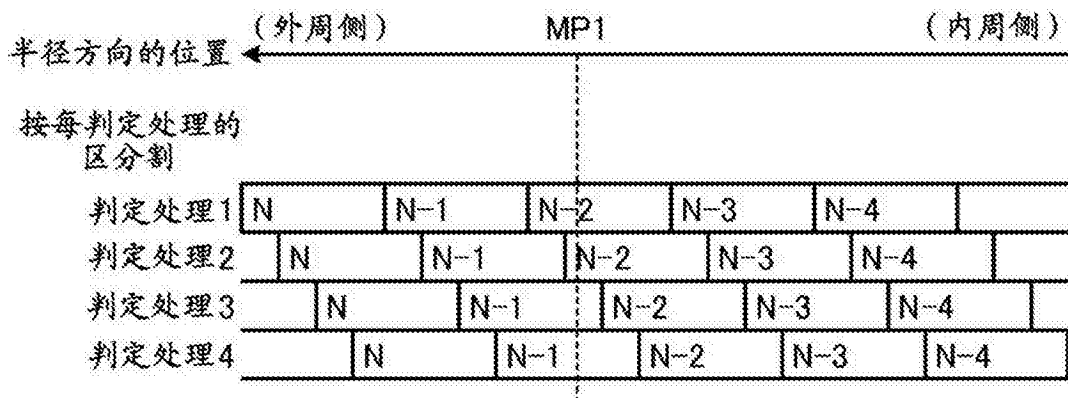


图 12