

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G11B 5/55 (2006.01)

G11B 5/596 (2006.01)

G11B 21/10 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710126951.3

[43] 公开日 2008年1月2日

[11] 公开号 CN 101097724A

[22] 申请日 2007.7.2

[21] 申请号 200710126951.3

[30] 优先权

[32] 2006.6.30 [33] JP [31] 182657/2006

[71] 申请人 株式会社东芝

地址 日本东京都

[72] 发明人 朝仓诚

[74] 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

代理人 杨晓光 李 峥

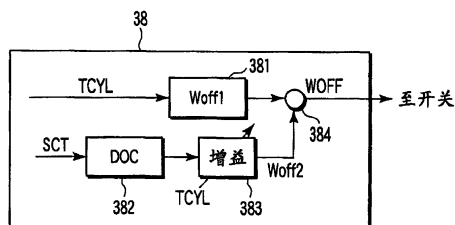
权利要求书 3 页 说明书 18 页 附图 7 页

[54] 发明名称

用于盘驱动器中的头定位控制的方法和装置

[57] 摘要

具有 DTM 结构的盘介质的盘驱动器具有控制处理单元(30)，其进行定位控制、以便在数据记录中将写入头定位在盘介质上的指定数据轨道。控制处理单元(30)根据记录目标偏移量进行定位控制，所述记录目标偏移量是通过将依赖于斜交角的第一偏移量与对于每个伺服扇区设置的第二偏移量相加计算得出的。



1. 一种盘驱动器，其特征在于包括：

盘介质，其中，在盘表面上形成记录伺服数据的伺服扇区以及数据轨道；

头，其具有在所述盘介质上记录数据的写入头以及从所述盘介质再现数据的读取头；

致动器，在其上安装了所述头，所述头将所述头定位到所述盘介质上的指定位置；以及

控制单元，其通过使用由所述读取头读取的所述伺服数据进行定位控制，以便将所述写入头定位在所述盘介质上的指定数据轨道，当进行所述定位控制以便将所述写入头定位在所述数据轨道上时，所述控制单元根据记录目标偏移量进行所述定位控制，所述记录目标偏移量是通过将依赖于所述头的斜交角的第一偏移量与对于各个所述伺服扇区被设置为偏移校正量的第二偏移量相加计算得出的。

2. 根据权利要求1的盘驱动器，其特征在于：

当进行所述定位控制以便将所述读取头定位在所述数据轨道上时，所述控制单元根据作为依赖于所述头的所述斜交角的固定值的再现目标偏移量来进行所述定位控制。

3. 根据权利要求1的盘驱动器，其特征在于：

所述控制单元包括计算所述第二偏移量的单元，且

所述单元通过将偏移校正与根据所述头被定位在所述盘介质上的径向位置而设置的倒数增益相乘来计算所述第二偏移量，所述偏移校正量是通过将用于抑制所述盘介质的旋转同步分量的同步抑制校正量的一次分量移动一相位角获得的，所述相位角是根据所述盘介质的旋转中心与安装在所述致动器上的所述头之间的位置关系计算得出的。

4. 根据权利要求1的盘驱动器，其特征在于，

所述控制单元包括：

检测在数据记录中所述头相对于目标数据轨道的偏移量的单元；
计算所述偏移量与所述记录目标偏移量之间的偏差的单元；以及
消除所述偏差并驱动与控制所述致动器以便使所述头被定位在所述目标数据轨道上的单元。

5. 根据权利要求1的盘驱动器，其特征在于：

所述控制单元包括产生单元，所述产生单元计算数据记录中的所述记录目标偏移量，且

所述产生单元包括：

计算所述第一偏移量的单元，所述第一偏移量是根据预先测量的最佳偏移量由所述头的目标位置信息进行内插推定的；以及

根据对应于所述伺服扇区的所述头的所述斜交角波动的推定结果从所述头的所述目标位置信息计算所述第二偏移量的单元。

6. 根据权利要求1的盘驱动器，其特征在于，

所述控制单元包括：

产生所述记录目标偏移量以进行定位控制、从而在数据再现中将所述读取头定位在所述数据轨道上的单元；

检测所述头相对于目标数据轨道的偏移量的单元；

计算所述偏移量与目标偏移量之间的偏差的单元；

消除所述偏差并驱动与控制所述致动器、以便使所述头被定位在所述目标数据轨道上的单元；以及

在数据再现中将所述记录目标偏移量选作所述目标偏移量、并在数据记录中将所述记录目标偏移量选作所述目标偏移量的单元。

7. 一种被应用到盘驱动器的头定位控制方法，所述盘驱动器具有：盘介质，其中，在盘表面上形成记录伺服数据的伺服扇区和数据轨道；头，其具有在所述盘介质上记录数据的写入头和从所述盘介质再现数据的读取头；致动器，在其上安装了所述头，所述头将所述头定位到所述盘介质上的指定位置，

所述方法的特征在于包括：

通过使用由所述读取头读取的所述伺服数据来进行定位控制，以便在数据记录中将所述写入头定位在所述盘介质上的指定数据轨道；

计算依赖于所述头的斜交角的第一偏移量；

计算对于各个所述伺服扇区被设置为偏移校正量的第二偏移量；

通过将第一偏移量与第二偏移量相加，计算记录目标偏移量；以及根据所述记录目标偏移量进行所述定位控制。

8. 根据权利要求7的方法，其特征在于还包括：

在数据再现中，当进行所述定位控制以便将所述读取头定位到所述数据轨道时，根据作为依赖于所述头的所述斜交角的固定值的再现目标偏移量进行所述定位控制。

9. 根据权利要求7的方法，其特征在于还包括：

检测所述头相对于目标数据轨道的偏移量；

计算所述偏移量与所述记录目标偏移量之间的偏差；以及

消除所述偏差并驱动与控制所述致动器，以便使所述头被定位在所述目标数据轨道上。

10. 根据权利要求7的方法，其特征在于还包括：

产生用于进行定位控制的再现目标偏移量，以便在数据再现中将所述读取头定位在所述数据轨道上；

检测所述头相对于目标数据轨道的偏移量；

计算所述偏移量与所述目标偏移量之间的偏差；

消除所述偏差并驱动与控制所述致动器，以便使所述头被定位在所述目标数据轨道上；以及

在数据再现中将所述记录目标偏移量选作所述目标偏移量，并在数据记录中将所述记录目标偏移量选作所述目标偏移量。

用于盘驱动器中的头定位控制的方法和装置

技术领域

本发明通常涉及盘驱动器，例如具有盘介质的盘驱动器，其中，盘介质具有例如离散轨道介质结构。

背景技术

一般地，在例如硬盘驱动器等盘驱动器中，通过使用记录在盘介质上的伺服数据来进行用于将头定位在盘介质的目标位置上的头定位控制。在盘驱动器制造过程中所包括的伺服写入步骤中，伺服数据被伺服轨道写入器——其是一种专用装置——记录在盘介质上。

近些年来，具有被称为离散轨道介质的结构（DTM：以下称为DTM结构）的盘介质引起了人们的注意。具有DTM结构的盘介质有着在其表面上形成的、作为磁记录部分有效的区域以及无效区域。有效区域是具有磁性膜的突出的磁性区域。另一方面，无效区域是非磁性区域或者不能在其中进行磁记录的凹陷区域。具体而言，即使在无效区域具有磁性膜时，其是基本上被形成为非磁性区域的部分，因为它们是凹陷的。

在不使用伺服轨道写入器的情况下，具有上述DTM结构的盘介质可以通过采用包括图案转写步骤的压模制造方法高效地记录伺服数据。这样的记录方法有时被称为离散轨道记录（DTR）。具体而言，通过采用DTR，可以通过图案转写步骤以高准确度在盘介质上嵌入包括相位差伺服脉冲图案（phase-difference servo burst pattern）的伺服数据。

在盘驱动器中，在具有DTM结构的盘介质或在具有传统结构的盘介质中，发生由于盘到主轴电机（SPM）的附着误差而导致的盘偏心。进一步地，在盘驱动器中，头被安装在旋转致动器上，且在控制下被移动到盘介质上的指定位置。因此，头相对于盘介质上的指定位置具有斜交角（skew

angle)。

在头定位控制中，当将头引入轨上状态 (on-track state) (被定位在目标轨道的中心) 时，盘驱动器需要偏移位置调整以便对由于盘的偏心以及斜交角导致的头的位移 (偏移位置) 进行校正。偏移位置调整是计算校正量 (偏移量) ——其用于校正头的位移——以及通过该偏移量来调整头的位移的操作。

已经提出了一种定位控制方法，其中，通过计算依赖于斜交角的第一偏移量 (DC 偏移量) 和依赖于盘的偏心率的第二偏移量 (DOC 偏移量) 来进行偏移位置调整 (例如参照日本专利申请 KOKAI 公开第 2005-216378 号)。这种技术具体涉及当数据被再现时通过 DOC (动态偏移控制) 进行校正 (偏移位置调整) 的读取 DOC。

由于预先形成了具有 DTM 结构的盘介质的数据轨道，信号不能被记录在盘介质的期望位置。因此，在头定位控制中，必须准确地将头定位在预先形成的数据轨道 (离散轨道) 的中心。

具有 DTM 结构的盘介质的盘驱动器被设计和制造为使得伺服扇区的轨道中心对应于数据轨道的中心。然而，实际上，将读取头定位到伺服轨道的中心并从数据轨道再现所记录的数据不是最佳的。通过经由根据内外径向位置略微调整读取头的偏移位置而再现数据，进一步校正比特错误率 (BER)。这是由于横向位移以及读/写头之间的间隙分布以及包含在伺服数据中的伺服脉冲位置的检测属性引起的。因此，需要为每个盘驱动器进行数据再现中的最佳偏移量的校准。

另一方面，由于数据记录中读写头之间的间隙以及头的斜交角的变化，记录中的偏移量理论上也取决于径向位置改变。因此，在数据记录中也需要为每个盘驱动器进行最佳偏移量的校准。

特别地，在 DTR 中，当在盘介质的内侧通过读取头再现伺服数据时，BER 的降低依赖于伺服扇区的位置。因此，尽管将写入头定位在作为一周旋转的平均记录位置的、DTM 结构的数据轨道上，发生写入头部分脱轨的状态。这是因为斜交角由于盘的偏心而导致在一周旋转中发生变化，由此

发生写入头的轻微偏移。

发明内容

本发明的目的在于提供一种盘驱动器，其有着具有 DTM 结构的盘介质，其可以改善数据记录中的头定位精度。

根据本发明的一个方面，一种盘记录装置包括：盘介质，其中，在盘表面上形成记录伺服数据的伺服扇区以及数据轨道；头，其具有在盘介质上记录数据的写入头以及从盘介质再现数据的读取头；致动器，在其上安装了头，头将头定位到盘介质上的指定位置；控制单元，其通过使用由读取头读取的伺服数据进行定位控制，以便将写入头定位在盘介质上的指定数据轨道，当进行定位控制以便将写入头定位在数据轨道上时，控制单元根据记录目标偏移量进行定位控制，记录目标偏移量是通过将依赖于头的斜交角的第一偏移量与对于各伺服扇区被设置为偏移校正量的第二偏移量相加计算得出的。

附图说明

附图并入说明书并构成说明书的一部分，其示出了本发明的实施例，并与上面给出的对实施例的一般说明以及下面给出的详细说明一起用于阐释本发明的原理。

- 图 1 是根据本发明一实施例的盘驱动器的主要部分的框图；
- 图 2 是根据该实施例的头定位控制系统的主要部分的框图；
- 图 3 是根据该实施例的目标值产生单元的主要部分的框图；
- 图 4 是用于阐释根据该实施例的控制处理单元的功能的框图；
- 图 5 是用于阐释根据该实施例的最佳偏移校准处理的流程图；
- 图 6 示出了根据该实施例产生目标值的原理；
- 图 7 示出了根据该实施例在数据记录中产生目标值的原理；
- 图 8 示出了根据本发明在偏移校正量和一次 RRO 之间的关系；
- 图 9 示出了根据本发明在偏移校正量和一次 RRO 之间的关系；

- 图 10 示出了根据该实施例计算偏移校正量的方法；
图 11 示出了根据该实施例计算偏移校正量的方法；
图 12 示出了根据该实施例在访问半径和偏移校正量之间的关系；
图 13 示出了根据该实施例在访问半径和偏移校正量之间的关系；
图 14A 和 14B 示出了根据该实施例在最佳偏移校准中的确定方法。

具体实施方式

下面参照附图阐释本发明的一个实施例。

(盘驱动器的结构)

图 1 为一框图，其示出了根据本发明的实施例的盘驱动器的结构。

该实施例的盘驱动器 10 包括：盘介质 11，其具有离散轨道介质(DTM)结构；头 12；主轴电机(SPM) 13；致动器 14。

盘介质 11 是具有这样的结构的磁记录介质：其中，在盘表面上形成记录伺服数据的伺服扇区和作为用户数据记录区域的数据轨道。主轴电机(SPM) 13 夹持并高速旋转盘介质 11。

头 12 包括：读取头 12R，其从盘介质 11 读取数据（伺服数据和用户数据）；写入头 12W，其在盘介质 11 上写入数据。头 12 被安装在致动器 14 上，致动器 14 被音圈电机(VCM) 15 驱动。VCM 15 被 VCM 驱动器 21 供以驱动电流，由此被控制和驱动。致动器 14 是托架机构，其被下面介绍的微处理器(CPU) 19 驱动和控制，并且将头 12 定位在盘介质 11 上的目标位置（目标轨道）。

除上述头盘组件之外，盘驱动器 10 具有前置放大器 16、信号处理单元 17、盘控制器(HDC) 18、CPU 19 和存储器 20。

前置放大器 16 具有：读取放大器，其放大从头 12 的读取头 12R 输出的读取数据信号；写入放大器，其向写入头提供写入数据信号。具体而言，写入放大器将从信号处理单元 17 输出的写入数据信号转换为写入电流信号，并将该信号传送到写入头。

信号处理单元 17 是处理读/写信号的单元，也被称为读/写通道。读/

写数据信号包括对应于伺服数据的伺服信号以及用户数据的读/写信号。信号处理单元 17 包括伺服解码器，其从伺服信号中再现伺服数据。

HDC 18 具有驱动器 10 和主机系统(例如个人计算机和各种数字装置)之间的接口的功能。HDC 18 在盘 11 和主机系统 22 之间进行读/写数据的传送控制。

CPU 19 是驱动器 10 的主控制器，并执行根据本实施例的头定位控制。具体而言，CPU 19 通过 VCM 驱动器 21 控制致动器 14，由此进行头 12 的定位控制。除作为非易失性存储器的闪存 (EEPROM) 之外，存储器 20 包括 RAM 和 ROM，并存储 CPU 19 的控制所需要的各种数据和程序。

(头定位控制系统)

下面参照图 2-4 阐释根据该实施例的头定位控制系统的结构。作为该系统主要构成元件的控制处理单元 30 包括 CPU 19 和程序，并具有以下功能。

该系统主要包括控制处理单元 30、头驱动机构 40 和位置检测单元 41。头驱动机构 40 为致动器，其驱动在其上安装的头 12，并在狭义上指的是 VCM 15。位置检测单元 41 是检测头 12 相对于盘介质 11 的相对位置(头位置) PH 的元件。具体而言，位置检测单元 41 是包含在信号处理单元 17 中的读取通道。

控制处理单元 30 包含目标位置产生单元 31、反馈控制单元 32、前馈控制单元 33、脱轨检测单元 34、驱动命令产生单元 35 和目标位置偏差检测单元 36。

脱轨检测单元 34 将来自位置检测单元 41 的位置信息(由读取头 12R 再现的伺服数据)转换为与目标位置(数据轨道的中心)之间的脱轨量 OFFT。目标位置偏差检测单元 36 计算在脱轨量 OFFT 和由目标位置产生单元 31 产生的目标偏移量 TOFF 之间的偏差(位置误差) Perr。反馈控制单元 32 计算用于抵消所输入的偏差 Perr 的控制量。

前馈控制单元 33 是补偿单元，其根据头 12 在盘介质 11 上的圆周位置 SCT 抑制与盘介质 11 的旋转同步的偏心(RRO: 可重复的偏心)，并输

出 RRO 补偿值（同步抑制校正量）。驱动命令产生单元 35 将前馈控制单元 33 的输出加到反馈控制单元 32 的输出上，由此计算用于控制头驱动机构 40 的驱动的控制值。

目标位置产生单元 31 具有再现目标偏移量产生单元（ROFF 目标值产生单元）37、记录目标偏移量产生单元（WOFF 目标值产生单元）38 和目标偏移量选择开关（以下简称为“开关”）39。

ROFF 目标值产生单元 37 产生对于目标值（轨道中心）的目标偏移量 ROFF（对于每个径向位置的固定值）以便在数据被读取时定位头 12。WOFF 目标值产生单元 38 产生对于目标值（轨道中心）的目标偏移量 WOFF，以便在数据被写入时定位头 12。开关 39 根据数据是被读取还是写入来选择 ROFF 或 WOFF 中的一个，并向目标位置偏差检测单元 36 输出作为目标偏移量 TOFF 的值。

如图 3 所示，WOFF 目标值产生单元 38 具有 DC 偏移量产生单元 381、斜交角波动推定单元 382、偏移校正值产生单元 383 和相加单元 384。

根据头 12 的斜交角，DC 偏移量产生单元 381 输出依赖于半径的偏移量 Woff1。具体而言，DC 偏移量产生单元 381 根据预先在多个轨道中测量的最佳偏移量产生作为目标偏移量的目标偏移量 Woff1，其是通过从目标轨道位置信息 TCYL 进行内插推定的。

根据圆周位置 SCT，斜交角波动推定单元 382 推定由轨道偏差波动引起的头 12 的斜交角。在考虑由斜交角波动推定单元 382 推定的斜交角的波动的情况下，偏移校正值产生单元 383 产生目标轨道位置信息 TCYL 的目标偏移量 Woff2。相加单元 384 将目标偏移量 Woff1 和目标偏移量 Woff2 的相加结果作为记录目标偏移量 WOFF 输出。

（头定位控制的操作）

首先，盘驱动器的头定位控制是通过使用由读取头 12R 从盘介质 11 读取的伺服数据相对于轨道定位读取头 12R 的控制处理。因此，目标位置产生单元 31 输出这样的信息：该信息指示读取头 12R 相对于目标轨道中心受到的脱轨校正（偏移位置调整）的程度。

在具有传统结构的盘介质的盘驱动器中，当产品被装运时在盘介质上没有物理数据轨道。基于记录伺服数据的伺服扇区的伺服轨道在盘介质上形成。因此，在数据记录中，盘驱动器进行读取头相对于盘介质上的目标伺服轨道的定位控制，由此，通过如此定位的写入头在所期望的位置形成数据轨道。

具体而言，在数据记录中，由于将读取头控制为定位在目标伺服轨道的中心，从 WOFF 目标值产生单元 38 输出的目标偏移量 WOFF 总是被设置为 0。当数据被写入时，开关 39 将来自产生单元 38 的目标偏移量 WOFF 输出为目标偏移量 TOFF。

在盘驱动器 10 中，头 12 具有这样的结构：其中，读取头 12R 与写入头 12W 分开。因此，读取头 12R 和写入头 12W 的头元件之间有大约 2-6 微米的间隙。进一步地，由于头驱动机构 40 具有旋转驱动型致动器，驱动机构的访问角根据头被定位到的半径位置而不同。因此，在轨道的行进方向和头的中心线之间产生被称为斜交角的角度。

由于斜交角以及读/写头之间的间隙，数据轨道的中心不与伺服轨道的中心重合，而是在外周侧上形成于伺服轨道中心的外部，以及在内周侧上形成于伺服轨道中心的内部。因此，当再现数据时，提供目标偏移量 TOFF 来校正数据记录中发生的、数据轨道和伺服轨道之间的轨道移位量，以便将读取头定位到数据轨道的中心。

参照图 2，当再现数据时，ROFF 目标值产生单元 37 产生目标偏移量 ROFF 以校正轨道移位量。当再现数据时，开关 39 将来自产生单元 37 的目标偏移量 ROFF 输出为目标偏移量 TOFF。

理想地，根据由轨道位置 CYL 确定的径向位置、致动器旋转中心（枢轴）的位置、枢轴和头之间的距离，唯一地物理确定数据再现中的目标偏移量 ROFF。然而，实际上，由于头附着公差、读/写头元件之间间隙的变化、头元件之间的横向位移，存在角位移。由此，即使在将目标偏移量 TOFF 设置为理想理论值时，读取头不能总被定位到数据轨道的中心。

实际上，预先对于每个盘驱动器测量多个轨道中的最佳偏移量，根据

定位轨道信息 CYL 对最佳偏移量进行推定和内插，由此输出目标偏移量 ROFF。进一步地，如下所述地获得最佳偏移量。在多个校准轨道位置中，围绕理想理论值的偏移量对目标偏移量 TOFF 进行改变，并监控再现信号的比特错误率 (BER) 根据偏移位置的变化。然后，将 BER 在其中具有最小值的偏移量确定为最佳偏移量。

另一方面，该实施例的盘驱动器 10 使用如上所述具有 DTM 结构的盘介质 11。因此，当产品被装运时，预先在盘介质 11 上形成数据轨道。无论盘介质的径向位置如何，在具有与伺服轨道的几乎相同的偏移（一般为 0）的位置中布置数据轨道。

因此，在数据记录中，有必要将写入头 12W 定位到在读取头 12R 被偏移的状态下预先形成的数据轨道上。具体而言，如上所述，作为根据目标轨道位置信息 TCYL 推定和内插的目标偏移量，DC 偏移量产生单元 381 产生偏移量 Woff1。这种处理与数据再现中目标偏移量产生单元 37 的处理几乎相同。

另一方面，在考虑斜交角的波动的情况下，WOFF 目标值产生单元 38 产生依赖于圆周位置 SCT 的、目标轨道位置信息 TCYL 的记录偏移量 Woff2。然后，相加单元 384 将偏移量 Woff1 和记录偏移量 Woff2 的相加结果输出为数据记录目标偏移量 Woff。

下面参照图 6 和 7 阐释 WOFF 目标值产生单元 38 的原理。

图 6 示出了一种理想状态：其中，在盘介质 11 上的几乎完美的同心状态中形成 DTM 结构的数据轨道 60，且盘介质 11 的旋转中心与数据轨道 60 的中心精确地重合。在这种情况下，DC 偏移产生单元 381 的输出 Woff1 可照原样地被用作如上所述的数据记录中的目标偏移量 WOFF。

然而，实际上，当盘介质 11 被附着时存在偏心，当形成 DTM 时存在中心定位误差。因此，如图 7 所示，具有 DTM 结构的数据轨道 60 的圆周位置在径向上变化。伺服轨道（中心线 61 的轨道）本身也以与数据轨道 60 相同的形式而变歪。因此，看起来可以将上面的 DC 偏移 Woff1 本身用作伺服位置的目标偏移量。然而，实际上，将 Woff1 用作记录目标偏移量

TOFF 引起一个问题：在一些数据扇区中，数据未被准确地记录。人们认为，这是因为斜交角由于轨道行进方向线的径向波动中的轨道位置波动而变化。由于斜交角根据（轨道的）圆周方向而变化，由读/写头元件之间的间隙隔开的读取头 12R 的元件的位置的最佳偏移量也相应地改变。

图 7 示出了两个不同的径向位置上的斜交角和最佳偏移量 WOFF。长短相间的虚线 63 表示轨道行进方向切线，细线 64 表示头访问角度。线 63 和 64 之间所成的角度为斜交角。进一步地，由于最佳偏移量是到与元件间的间隙隔开的位置上的轨道行进方向切线（伺服轨道）的距离，需要根据记录扇区位置来改变最佳记录偏移。

然而，在图 7 中，没有确切地绘制数据记录目标偏移量 WOFF。具体而言，尽管目标偏移量 WOFF 对应于轨道上的写入头 12W 与轨道上的读取头 12R 的偏移量，图 7 中的偏移量 WOFF 看起来不是与轨上位置（on-track）之间的距离。这是由于在绘制比例上的矛盾引起的。图 7 示出了在将其圆周方向设置到横轴的情况下轨道的一周旋转。读/写头元件之间的间隙为 1-10 微米，而圆周方向具有间隙的 1 万倍的距离，因此获得了上述的不确切的绘制。

进一步地，尽管在图 7 中省略了读取头 12R 的位置，由于以大尺寸绘制了读/写头元件之间的间隙量，目标偏移量 WOFF 看起来不是读取头 12R 到伺服轨道之间的距离。如果以实际比例绘制，目标偏移量 WOFF 等于读取头 12R 到伺服轨道之间的距离。依赖于伺服扇区的目标偏移校正量 Woff2 的幅度几乎与轨道改变量或者记录径向位置成比例。因此，如果盘介质 11 的附着偏心率不改变，半径越小，其影响变得越大。具体而言，在具有小尺寸的盘驱动器 10 中，目标偏移校正量以盘介质内侧的轨道间距的 $\pm 20\%$ 或更大的范围波动，必须进行校正。

简言之，对于每个伺服扇区，需要根据伺服扇区来改变目标偏移校正量 Woff2。在不改变目标偏移校正量 Woff2 的情况下，难以在盘介质 11 内侧的 DTM 结构的数据轨道上进行准确的数据记录，并在数据再现中引起部分的 BER 低下。

(确定偏移校正量 Woff2 的方法)

下面参照图 8-13 阐释确定作为数据记录中的偏移校正量的、依赖于伺服扇区的偏移校正量 Woff2 的方法。

对于数据记录中的偏移量,假定理想斜交角是 θ ,斜交角波动量是 $\Delta\theta$,在读/写头元件之间的间隙是 Lg ,获得由表达式(1)表示的下列近似关系。

$$\begin{aligned} \text{WOFF} &= Lg \cdot \sin(\theta + \Delta\theta) \approx Lg(\sin\theta + \cos\theta \cdot \Delta\theta) \\ &= Lg \sin\theta + k(R) \cdot \Delta\theta = \text{Woff1} + \text{Woff2} \end{aligned} \quad (1)$$

可以从表达式(1)推定斜交角的波动,由此,可以通过其成比例倍乘的校正来计算偏移校正量 Woff2。尽管出于抑制同步的目的获得轨道径向改变量 ΔR 的处理是公知的,但斜交角波动量 $\Delta\theta$ 不总与一次偏心量具有比例关系。下面参照图 10 和 11 来说明这种关系。

图 10 示出了盘驱动器 10 中的 SPM 13 的旋转中心 O、头驱动机构的致动器 14 的臂旋转 P(枢轴)、头位置之间的关系。实际上,轨道中心 C 位于从 SPM 13 的旋转中心 O 移位轨道偏心量的位置。在这种比例下,轨道中心 C 几乎叠加在旋转中心 C 上,并且看起来 C 与 O 重合。在这种状态下,如果确定了轨道的半径 R ($CH=R$),则三角形 CPH 的形状被唯一地确定。在图 10 中,为了简化说明,忽略当访问系统具有狗腿状弯曲形状等等时产生的内联角(inline angle)。在这种情况下,由 PH 和 CH 的法线形成的角度是斜交角 θ 。通过下面的表达式(2)来计算斜交角 θ 。

$$\theta = 180 - (\phi + \phi) - 90 = 90 - (\phi + \phi) \quad (2)$$

在图 11 中,偏心率不被放大,因为图 10 中不能看见 ΔR 和 $\Delta\theta$ 。图 11 中的附图标号 C 是轨道中心,其围绕 SPM 13 的旋转中心 O 而旋转,由此,三角形 CPH 的形状略微改变。轨道径向改变量 ΔR 被检测为通过将角度 OPH 的改变量 $\Delta\psi$ 乘以致动器 14 的臂长度 PH 而获得的值。检测偏心率的峰值出现在 OH 具有最大值的相位角上。

另一方面,通过上述的表达式(2),斜交角波动量 $\Delta\theta$ 等同于角度 OPH ψ + 角度 HCP ϕ 的改变量。当 R 变小时,角度 HCP ϕ 的改变变得更占优势。当 C 位于线 OP 上时 DOC 具有最大值。尽管难以从具有放大的

图示的图 11 理解，实际形状如图 10 中所示，因此，斜交角的改变出现在比偏心率峰值更早的角度 HOP 上。

图 8 和 9 示出了依赖于伺服扇区的偏移校正量 Woff2 和作为一次 RRO 偏心量的轨道位移之间的关系。

图 8 示出了用于同步抑制的 RRO 校正量(81)和最佳偏移校正量 Woff2 (80)之间的关系。虚线 82 对应于轨道位移即轨道偏心量的一次分量。

在图 9 中，正弦波幅度被归一化为 1，虚线表示通过将轨道位移的一次分量 83 (RRO 校正量)提前对应于角度 HOP 的 66.7234 度而获得的分量。具体而言，虚线 83 是被提前一几何相位的 RRO 校正量的一次分量。

通过将同步抑制校正量的一次偏心分量提前与通过驱动器 10 的机构布置确定的角度 HOP 对应的量，可以进行斜交角波动的推定。由虚线表示的推定值 83 不必与由实线 80 表示的偏移校正量 Woff2 重合。这是因为，由于除轨道位移一次分量之外的分量、即二次分量的 RRO 失真，最佳偏移校正量 Woff2 从正弦波产生失真。在这个实施例中，为简单地推定斜交角波动，进行基于一次分量的推定。然而，可在考虑二次和三次分量的情况下进行校正。严格地说，角度 HOP 根据访问轨道位置而变化。然而，由于角度 HOP 的改变小，通过将同步抑制校正量的一次偏心分量提前某个角度来进行充分的推定。

接着，将被校正的偏移校正量 Woff2 的幅度是表达式 (2) 的改变量，并且对应于角度 OPH ψ +角度 HCP ϕ 的改变量，因此其分析是复杂的。然而，如果 C 的偏心的改变量固定，则该幅度可近似看作角度 HCP 的改变，并且与 H 的访问半径 R 成反比，

具体而言，通过将根据从将被访问的数据轨道计算的径向位置的倒数增益 Gain(R)乘以通过用相位角校正一次偏心 ΔR 获得的推定量，可近似计算该幅度，如下面的表达式 (3) 所示。

$$\begin{aligned} \text{WOFF} &= L_g \cdot \sin(\theta + \Delta\theta) \approx \text{Woff1} + k(R) \cdot \Delta\theta \\ &\approx \text{Woff1} + k(R) \cdot \frac{T \cdot \Delta R}{R} = \text{Woff1} + \text{Gain}(R) \cdot T \cdot \Delta R \end{aligned} \quad (3)$$

图 12 和 13 示出了通过表达式 (3) 获得的近似计算结果的有效性。具

体而言，图 12 示出了在数据记录中依赖于斜交角的 DC 分量偏移校正量 Woff1 的特性 90。图 13 示出了对于各伺服扇区的偏移校正量 Woff2 的正弦波幅度 91。在图 13 中，虚线 92 表示通过将偏心一次幅度乘以与径向位置成反比的幅度增益 (R) 而获得的简单推定幅度。具体而言，图 13 示出了根据基于径向位置的倒数增益的简单计算所得的校正量。尽管由于该量是近似值而导致盘介质 11 上的内外周部分中误差大，获得了相对较为正确的幅度。

(目标位置产生单元 31 的操作)

再次参照图 2 和 3 阐释目标位置产生单元 31 的操作。

在数据记录中，目标位置产生单元 31 将输出自 WOFF 目标值产生单元 38 的目标偏移量 WOFF 输出为目标值 TOFF。进一步地，在数据再现中，目标位置产生单元 31 将输出自 ROFF 目标值产生单元 37 的目标偏移量 ROFF 输出为目标值 TOFF。

如图 3 所示，在 WOFF 目标值产生单元 38 中，DC 偏移量产生单元 381 产生依赖于半径的偏移校正量 Woff1，其是通过从目标轨道位置信息 TCYL 内插推定的。进一步地，在 WOFF 目标值产生单元 38 中，偏移校正值产生单元 383 在考虑由斜交角波动推定单元 382 推定的斜交角波动的情况下产生对于目标轨道位置信息 TCYL 的偏移校正量 Woff2。相加单元 384 将偏移校正量 Woff1 和偏移校正量 Woff2 的相加结果输出为目标偏移量 WOFF。

通过进行预先在多个轨道中校准的最佳值的线性内插，DC 偏移量产生单元 381 通过期望目标轨道位置信息 TCYL 的内插进行推定，并输出依赖于半径的偏移校正量 Woff1。

另一方面，斜交角波动推定单元 382 推定与理想的斜交角 θ 之间的波动量 $\Delta\theta$ 。由上述原理，斜交角波动推定单元 382 将轨道径向上的改变量 ΔR 的一次偏心分量提前某个相位角，然后输出结果产生的值。偏移校正值产生单元 383 输出通过将斜交角的波动乘以与半径成反比的增益获得的偏移校正量 Woff2。

基于由前馈控制单元 33 (旋转同步波动抑制补偿器) 推定的同步抑制信息, 斜交角波动推定单元 382 输出通过将轨道径向上的改变量 ΔR 提前适当的相位设置量而获得的信号。

可为前馈控制单元 33 采用多种方法。除低次分量之外, 前馈控制单元 33 也进行高次同步分量的补偿。在这个示例中, 通过 DFT 将一次偏心率推定为正弦和余弦系数 A 和 B。在这种情况下, 可以通过下面的表达式 (4) 计算在前馈控制单元 33 中的一次偏心率的同步分量补偿量。

$$U_{FF1}(K) = G1 \cdot \left[A_1 \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{N}k\right) + B_1 \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{N}k\right) \right] \quad (4)$$

在该表达式中, 数值下标 A 和 B 表示一次分量的推定系数。G 是依赖于控制输出转换的次数 (order) 的增益系数。N 是伺服扇区的数量。K 是伺服扇区编号, 其在一周旋转中具有 1 到 N 的值。

偏移校正产生单元 383 参照当前推定的 A_1 和 B_1 , 通过使用下面的表达式 (5) 产生通过将 A_1 和 B_1 提前适当的相位角而获得的正弦波信号。

$$DOC(k) = A_1 \cdot \sin\left\{\frac{2\pi}{N}(k-H)\right\} + B_1 \cdot \cos\left\{\frac{2\pi}{N}(k-H)\right\} \quad (5)$$

在上述表达式中, H 是对应于上述的固定超前相位角的指针 (pointer) 校正值。如果 N 是 120 度并且超前角是 66.7234 度, 则 H 是 22.24。在这种情况下, 将 22 选作作为正整数的 H 的值。当参照 Sin 和 Cos 的表格时, 通过参照比 k 超前 H 的正弦和余弦值来实现实际的相位超前处理。

基于轨道径向上的改变量 ΔR , 偏移校正产生单元 383 获得基于目标轨道 TCLY 依赖于半径的系数 Gain, 并通过将系数 Gain 乘以表达式 (5) 的 DOC 值来计算偏移校正量 Woff2。通过上述的处理, 可以将写入头 12R 定位在各数据轨道上, 并在 DTM 结构的盘介质 11 的整个圆周中记录数据。

接着, 当数据被再现时, ROFF 目标值产生单元 37 输出作为目标值 TOFF 的目标偏移量 ROFF。如上所述, 在 DTM 结构的盘介质 11 中, 数据轨道的中心和伺服轨道的中心被形成为彼此偏移固定的值。因此, 通过以被设置为 0 的偏移形成轨道, 可在原理上不依赖于半径地将偏移目标值 ROFF 设置为 0。

然而，实际上，目标偏移量 ROFF 在盘介质 11 的内外半径位置上略微波动。这是由于检测侧检测到与伺服轨道的原始预期中心之间具有明显偏移的偏移中心。这种明显偏移的平均波动与斜交角相关。

因此，在本实施例中，也为目标偏移量 ROFF 预先在多个轨道中推定最佳偏移，并输出通过用具有目标轨道 TCLY 的最佳偏移的内插推定的 ROFF。由于明显的偏移改变较小，上述的处理不是必不可少的。在数据再现中，目标偏移量 ROFF 可被设置为固定值，无论盘介质 11 上的轨道的位置（内外径侧）如何。

（测量最佳偏移的方法）

进一步地，参照图 4、5 和 14 阐释根据该实施例测量最佳偏移的方法。

在通常进行的最佳偏移测量方法中，基于偏移 BER 测量来确定具有最小 BER 的偏移量。在这种情况下，需要准确记录数据以便使最佳偏移测量成为可能。

然而，在与本实施例有关的 DTR（离散轨道记录）方法中，即在 DTM 结构的盘介质上记录伺服数据的记录方法中，不满足准确记录数据的前提条件。即使在目标偏移量 WOFF 为从目标轨道计算得到的理论值的情况下记录数据，几乎在所有情况下，不能进行轨上记录，且不能测量数据再现中的 BER。

因此，本实施例的最佳偏移测量方法被应用到 DTR 方法，并且在从一个信号记录的短时间里测量记录和再现的最佳偏移（偏移位置）。该方法在下面具体阐释。

图 5 示出了该实施例的最佳偏移校准处理。首先，头 12 被移动到将被测量的轨道，并且通过写入头 12W 来记录 Wave 信号（块 S1 和 S2）。然后，由读取头 12R 从轨道的扇区再现数据，并且测量比特错误率（BER）（块 S3）。根据 BER 测量的结果，确定正常记录了数据的扇区（块 S4）。

然后，仅限于正常记录了数据的扇区的最佳目标偏移量 ROFF 被测量（块 S5）。然后，以目标偏移量 ROFF 进行数据再现，并且测量 BER（块 S6）。根据测量结果，推定最佳偏移校正量 Woff1（块 S7）。对于盘介质

11 上的所有轨道重复这种测量（块 S8）。

在上述的最佳偏移校准处理中，块 S2 中的 Wave 记录是通过将定位目标值变到盘介质 11 上内外周侧来记录随机数据的处理。然而，该实施例的 Wave 记录方法具有小的记录幅度，且 Wave 记录在如图 4 所示记录目标偏移量 TOFF 被输入的状态下进行。

图 4 示出了 Wave 记录在最佳偏移校准中进行时控制处理单元 30 的功能。

根据当前伺服扇区 SCT，用于 Wave 记录的偏移目标产生单元 310 输出对于头位置的进一步偏移改变的目标偏移量 Pref。具体而言，偏移目标产生单元 310 产生对于各伺服扇区变化的目标偏移量 Pref。目标产生单元 310 通过在盘驱动器 10 的制造处理中的命令而变得有效。

图 14A 示出了通过 Wave 记录而记录的图像。在这个示例中，记录幅度是具有 ± 1 轨道间距的幅度，并有着具有波峰和波谷的三角形图案，其以线性形状均匀地升高和降低。然而，Wave 记录目标不限于具有波峰和波谷的三角形图案，可以是具有正弦波形状的偏移命令。

控制处理单元 30 将头 12 定位到通过将目标偏移量 Pref 和上述记录偏移校正量 WOFF (TOFF) 相加获得的偏移位置。然而，在记录偏移校正量 WOFF 中，尽管不用先前的校准确定偏移校正量 Woff2，此时不确定作为记录 DC 偏移量的 Woff1。在最佳偏移校准之前，将最初被设置到系统 (CPU 19) 的理论计算值用作 Woff1。

进一步地，该实施例的盘驱动器 10 包括下述功能：如果在测量中的轨道（柱面）与定位目标轨道不同，为安全起见禁止由写入头 12W 进行的写入操作。在这种情况下，在 Wave 记录中，停用禁止写入操作的功能，并在没有写入错误的情况下进行随机数据信号的 Wave 记录。

由于具有 DTM 结构的盘介质 11 的轨道被非磁性区域分开，不能在写入头 12W 位于非磁性部分的状态下进行信号记录。实际上，在写入头 12W 的一部分位于数据轨道上的状态下，不能记录能被准确再现的数据。

图 14A 示出了由写入头 12W 记录在数据轨道 60 上的数据记录区域

140。图 14A 也示出了写入头 12W 的通过轨迹 141 以及当从数据记录区域 140 再现数据时读取头 12R 的通过轨迹 142。

当再现数据时，由于还没有确定 ROFF 目标值产生单元 37 中的最佳目标偏移量 ROFF，将制造 DTM 结构的盘介质 11 时设计的 DC 偏移量输出为目标值 TOFF。因此，由读取头 12R 在与确切的偏移中心有轻微移位的位置上再现信号。

如图 5 中所示，在最佳偏移校准处理中，当通过读取头 12R 来再现数据时，进行扇区的 BER 的测量（第一 BER 测量）（块 S3）。根据 BER 测量结果，确定其中正常记录了数据的扇区（块 S4）。

BER 测量不是对整个轨道的一般 BER 测量，而是通过将包含多个数据扇区的每个块的多次旋转的再现结果相乘而进行的 BER 测量。图 14B 示出了块的 BER 测量结果的图像。块 143 表示扇区 BER 测量中的数据块。

如图 14B 所示，BER 测量结果超过再现通过标准 144 的通过块组总是出现在一周旋转中的一个或者两个部分中。图 14B 示出了作为圆周测量图像的、作为 BER 测量结果的通过扇区组的块 143。区域 143 被确定为这样的圆周位置：该圆周位置被确定为数据被准确记录的区域。具体而言，显示出：可在这些部分中进行作为具有高准确度的传统再现偏移推定方法的偏移 BER 测量。

因此，仅仅在正常记录了数据的通过扇区中进行偏移 BER 测量，并测量最佳再现偏移量 ROFF（块 S5）。在本实施例中，通过使用 BER 测量范围——其通过将前后几个扇区从大多数通过块组连续的区域中移除而设置——来测量每个偏移的 BER。可以通过使用所有的通过扇区来进行偏移 BER 测量。可将公知的方法用作从偏移 BER 测量结果获得最佳的再现偏移量的方法。

通过上述处理，可以在校准后的轨道上进行完整的轨上再现。因此，如上所述，再次进行扇区的 BER 测量（第二 BER 测量）（块 S6）。第二 BER 测量与第一 BER 测量的不同之处在于：以最佳的再现偏移量 ROFF 进行轨上再现，通过设置较小数量的 BER 测量块来改善圆周分辨率

(resolution)，旋转周数相应地增加，并通过多次进行 BER 测量以及将各扇区的平均 BER 用作扇区的 BER 而改善了 BER 测量的准确度。

根据第二 BER 测量的测量结果，推定最佳记录偏移量 Woff1(块 S7)。通过获得 BER 具有最小值的间隔的比率来执行推定方法。具体而言，在 BER 具有最小值的间隔中，第一间隔比后面的间隔更长。由于 BER 具有最小值的间隔表示轨上状态，第一间隔表示从轨道向上侧移动的状态的比例，后面的间隔表示从轨道向上侧移动的状态的比例，间隔之比显示出与作为初始理论计算值的偏移量 Woff1 的实际误差。具体而言，假定 BER 最小间隔是 S1 和 S2 且 Wave 记录中的幅度 (Tp) 是 W_{WAVE} ，通过下面的表达式 (6) 来获得最佳记录偏移量。

$$W_{off1_{OPT}} = W_{off1_0} + \left(\frac{2 \cdot S1}{S1 + S2} \right) - 1 W_{WAVE} \quad (6)$$

通过上述处理，可以仅仅通过多次再现一个测试记录而获得被校准轨道中的最佳再现偏移量和最佳记录偏移量。于是，足以获得多个校准指定轨道中各轨道的最佳偏移量。通过制造命令，轨道的最佳结果被传送并被记录在闪速 ROM 上，其中，闪速 ROM 被包含在驱动器 10 的存储器 20 中。其后，如上所述，从闪速 ROM 参考最佳偏移量，通过内插近似计算期望轨道中的最佳偏移量，由此，总是设置最佳的偏移量。

如上所述，根据本发明的上述实施例，特别是在数据记录中，根据通过将依赖于斜交角的第一偏移量 Woff1 (DC 偏移量) 与对于各伺服扇区设置的第二偏移校正量 Woff2 (DCC 偏移量) 相加获得的目标偏移量 WOFF，在使用 DTM 结构的盘介质 11 的盘驱动器中进行头定位控制。因此，改善了数据记录中的头定位精度。具体而言，在数据记录中，通过将写入头 12W 定位在预先在盘介质 11 上形成的数据轨道上，可以准确地记录数据。由此，当再现数据时，由读取头 12R 准确地再现所记录的数据。这种结构提供了使用具有 DTM 结构的盘介质的盘驱动器，具有良好的记录和再现性能。

本领域技术人员将会容易想到其他的优点和修改，因此，本发明在其更宽广的实施形态上不限于在此示出和说明的具体细节和代表性实施例。

因此，在不脱离由所附权利要求及其等同内容限定的总体发明构思的精神和范围的情况下，可以进行多种修改。

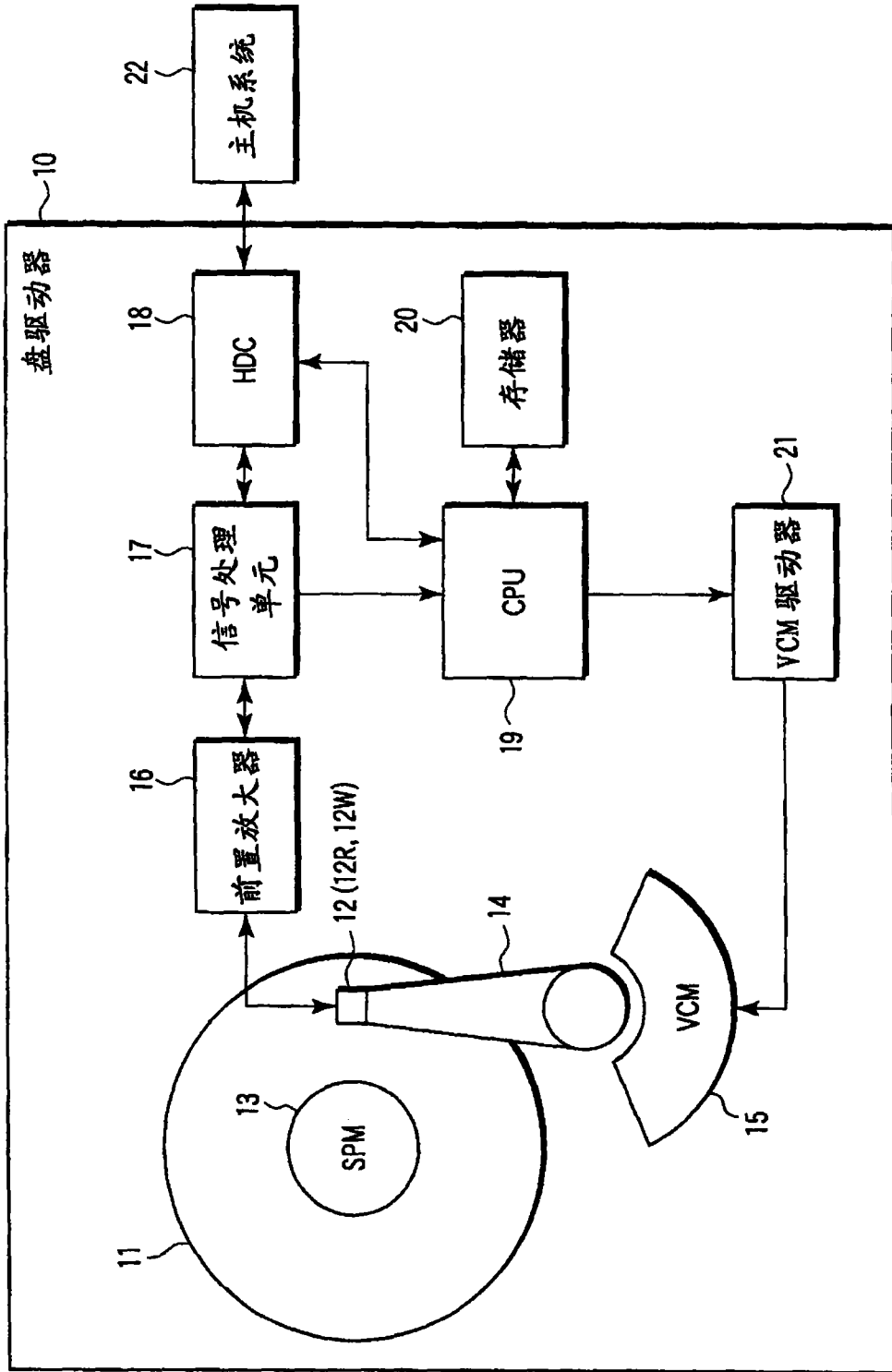


图 1

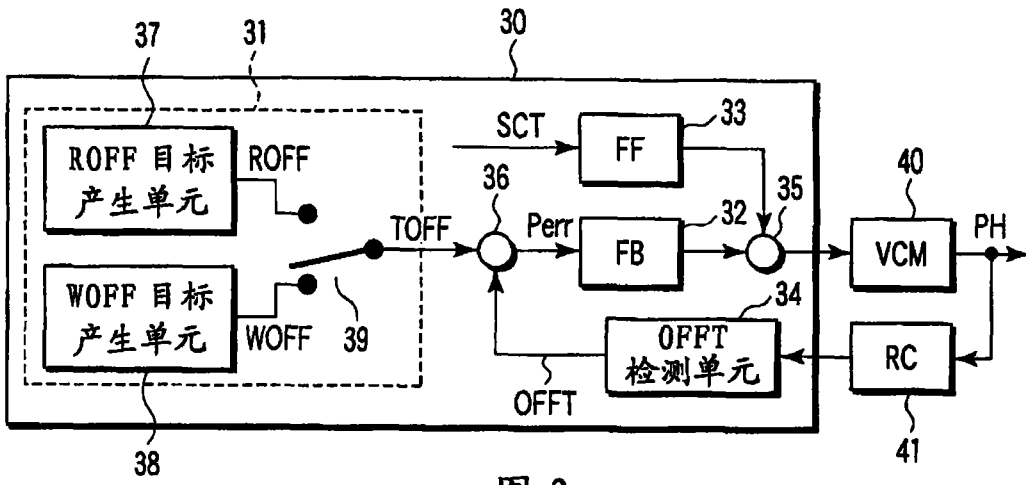


图 2

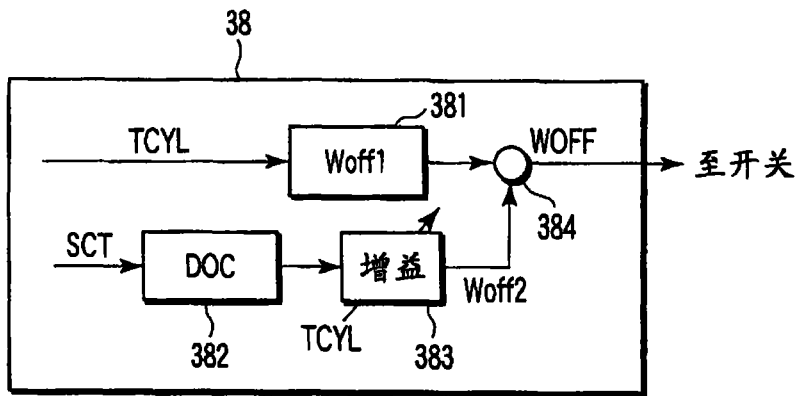


图 3

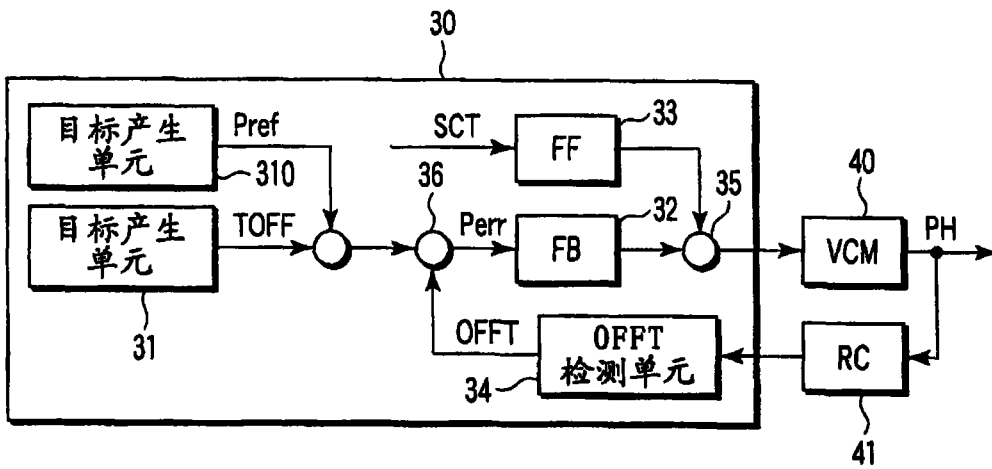


图 4

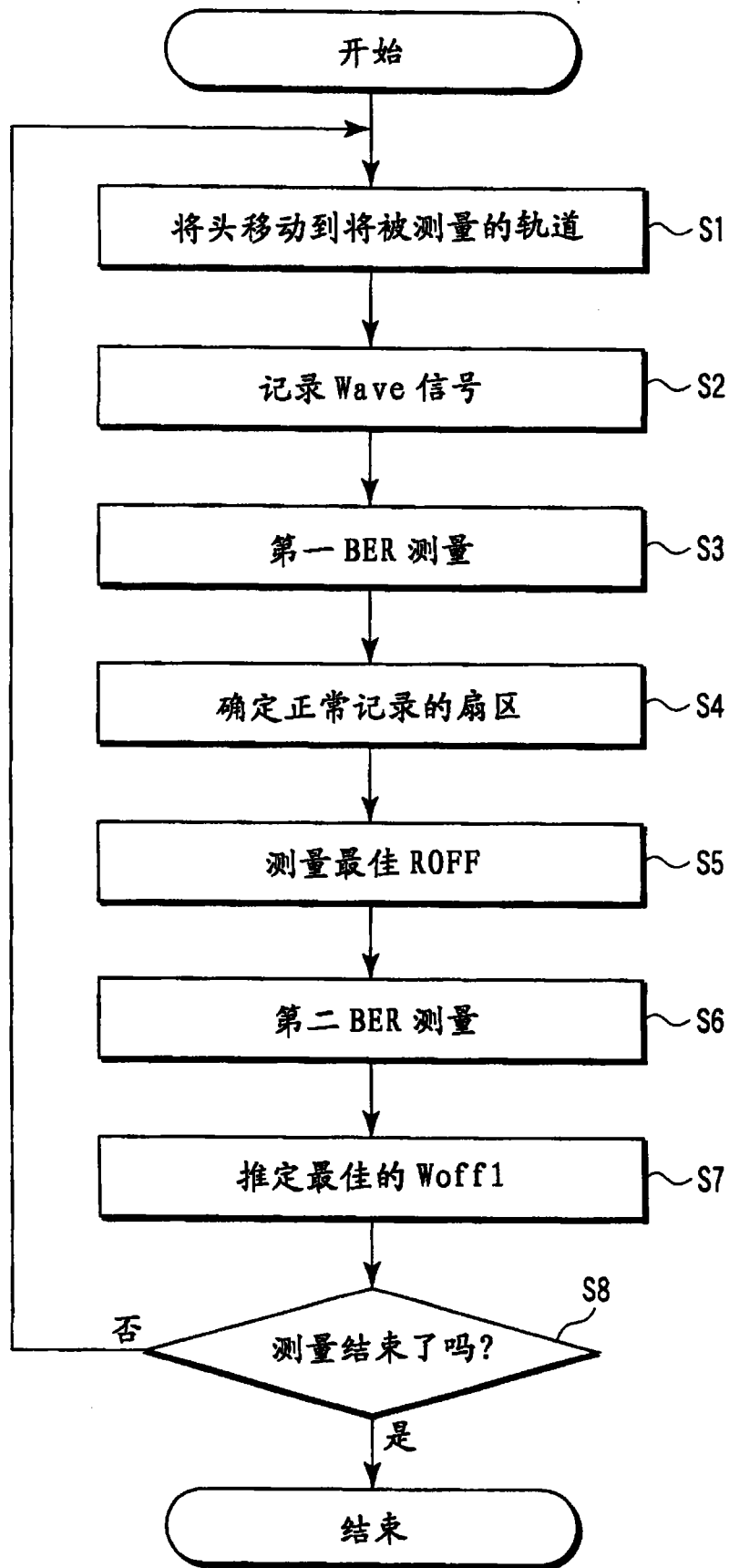


图 5

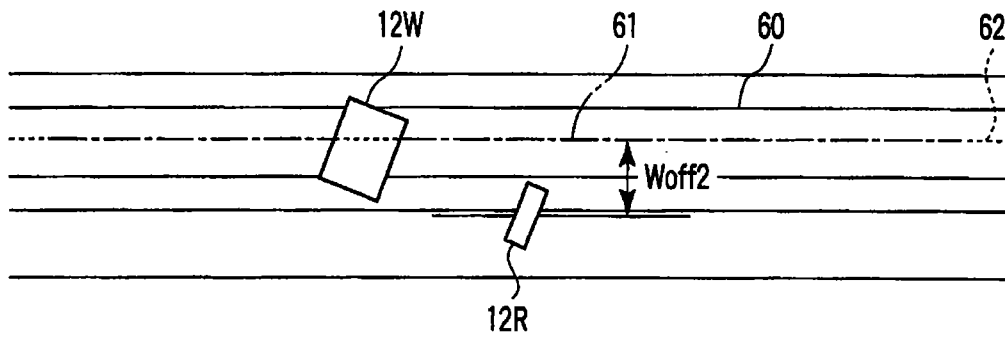


图 6

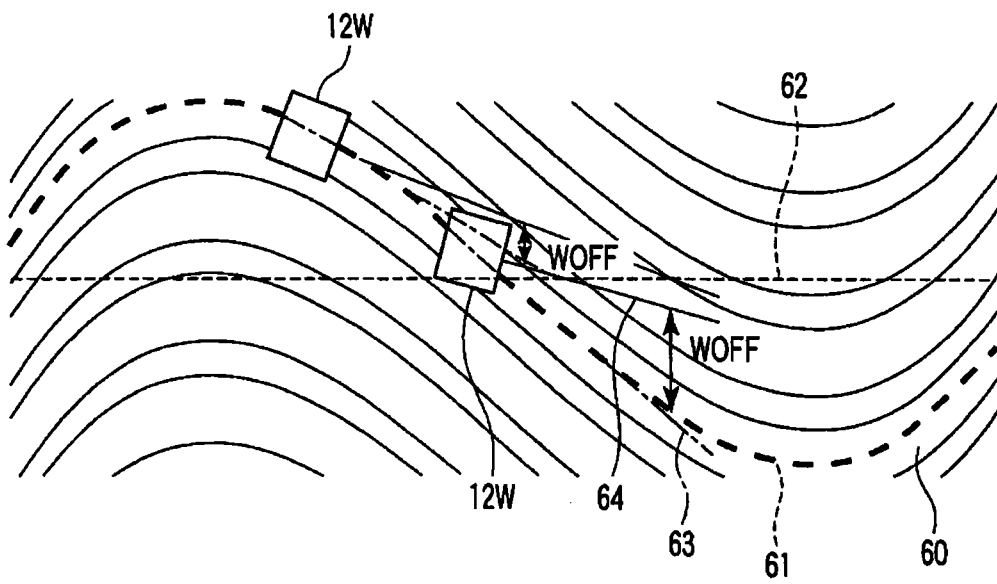
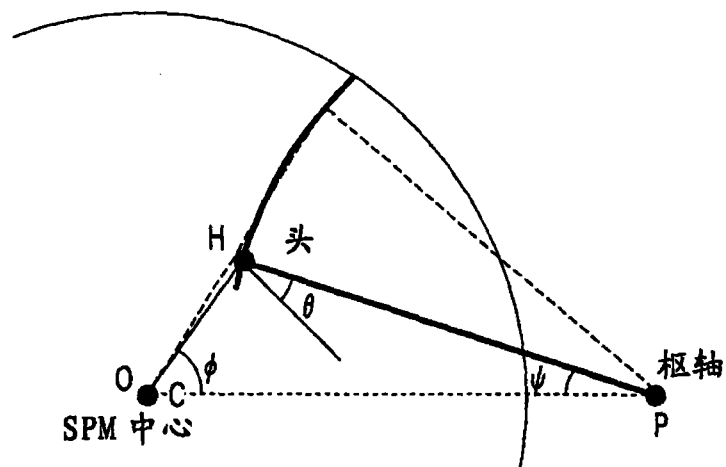
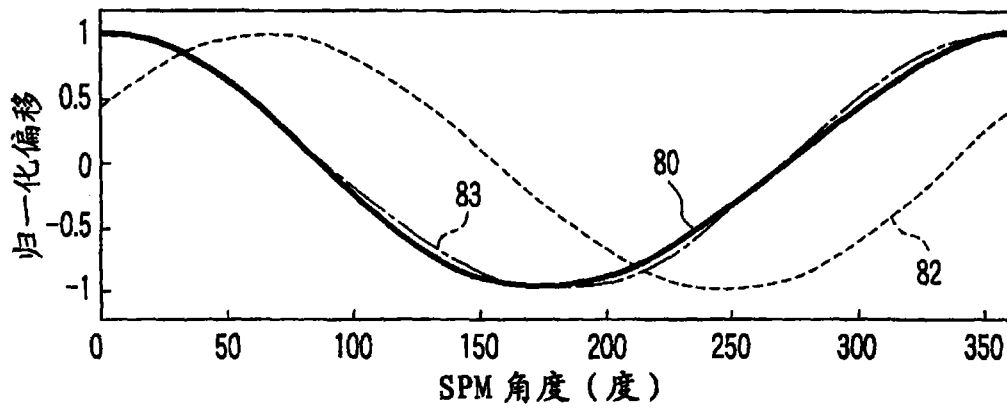
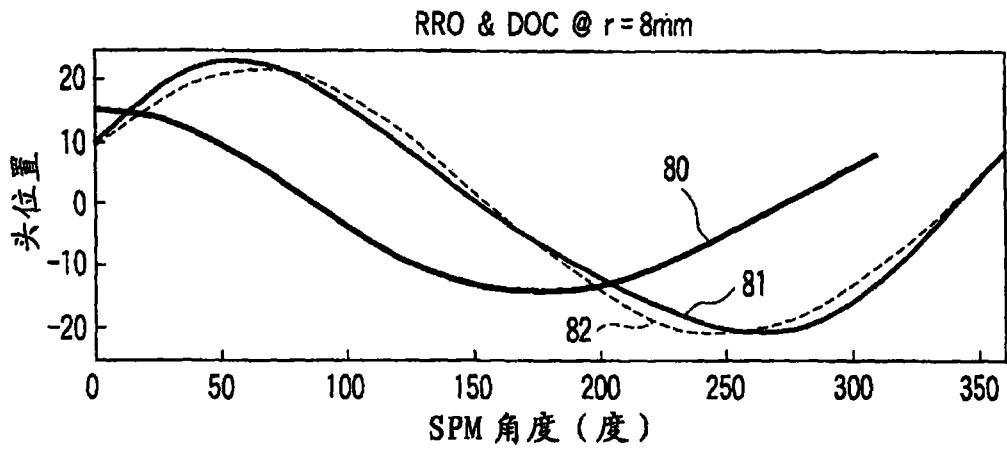


图 7



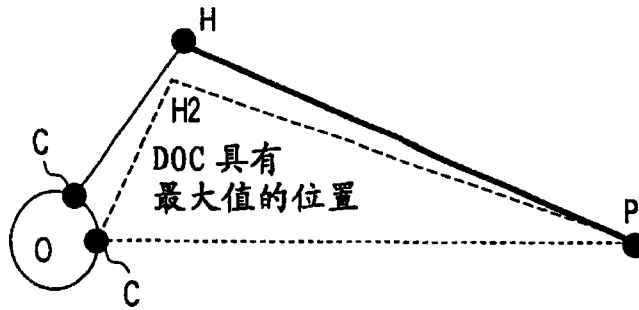


图 11

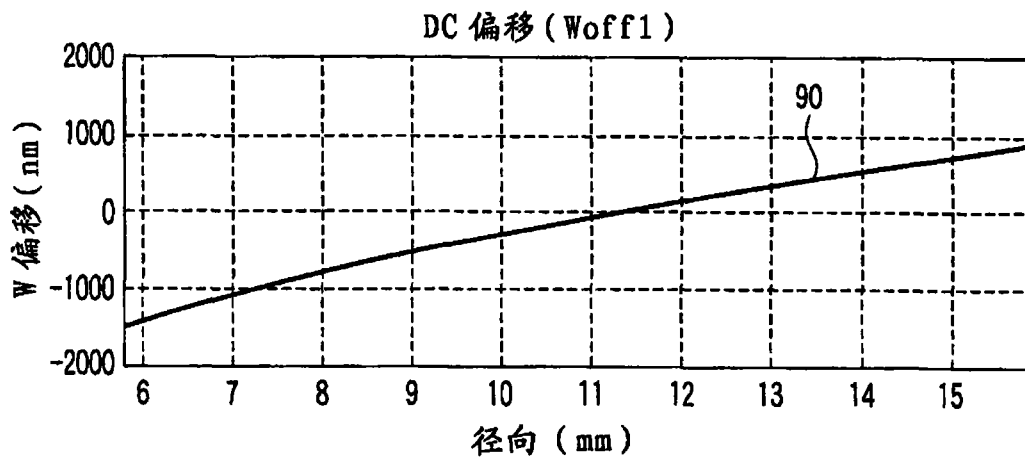


图 12

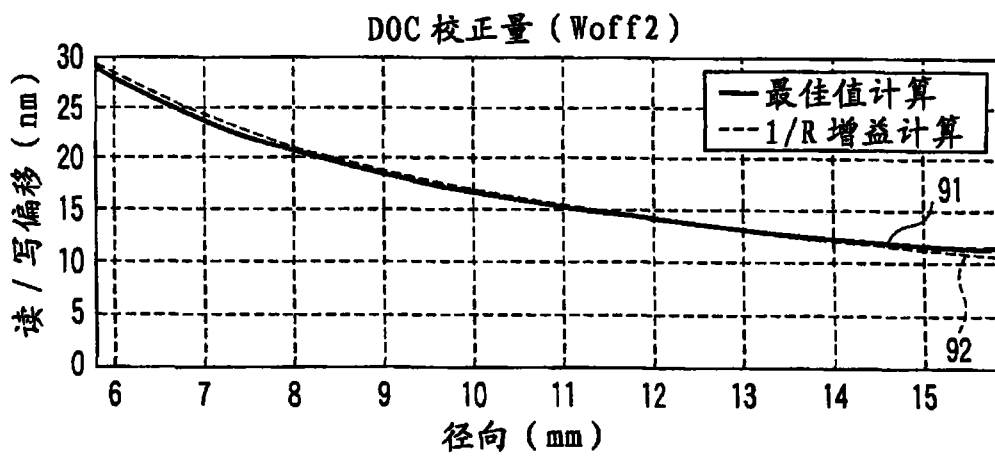


图 13

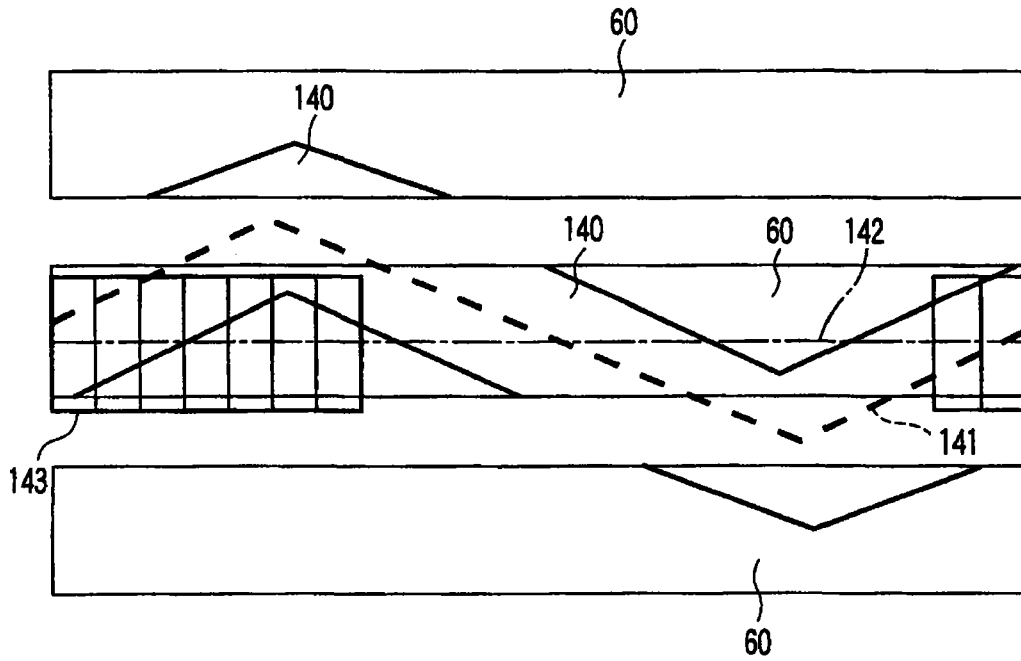


图 14A

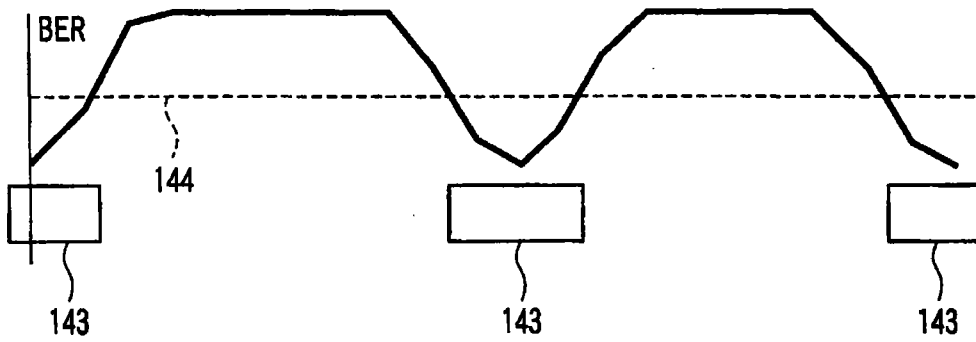


图 14B