



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102890939 A

(43) 申请公布日 2013. 01. 23

(21) 申请号 201110449009. 7

(22) 申请日 2011. 12. 29

(30) 优先权数据

13/185, 562 2011. 07. 19 US

(71) 申请人 LSI 公司

地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 夏海涛 G·马修 金明 杨少华

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038

代理人 金晓

(51) Int. Cl.

G11B 5/60(2006. 01)

G11B 21/21(2006. 01)

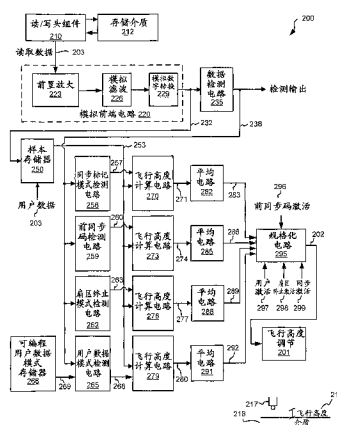
权利要求书 3 页 说明书 13 页 附图 5 页

(54) 发明名称

用于基于用户数据计算飞行高度的系统和方
法

(57) 摘要

本发明的各种实施例提供了用于计算和 / 或
修改飞行高度值的系统和方法。例如公开了一种
用于计算飞行高度的电路, 包括: 所述第一模式
检测电路、第二模式检测电路、所述第一模式飞
行高度计算电路、第二模式飞行高度计算电路、第
一平均电路、第二平均电路和组合电路。



1. 一种用于计算飞行高度值的电路,所述电路包括:

第一模式检测电路,可操作用于识别接收数据集中的第一模式,其中所述接收数据集对应于设置在第一伺服数据区域和第二伺服数据区域之间的用户数据;

第一模式飞行高度计算电路,可操作用于利用对应于所述第一模式的数据值来计算第一飞行高度,以得到第一模式飞行高度输出;

第一平均电路,可操作用于将所述第一模式飞行高度输出与所述第一飞行高度输出的其他实例的其他实例取平均,以得到第一平均输出;

第二模式检测电路,可操作用于识别所述接收数据集中的第二模式;

第二模式飞行高度计算电路,可操作用于利用对应于所述第二模式的数据值来计算第二飞行高度,以得到第二模式飞行高度输出;

第二平均电路,可操作用于将所述第二模式飞行高度输出与所述第二模式飞行高度输出的其他实例取平均,以得到第二平均输出;以及

组合电路,可操作用于组合至少所述第一平均输出和所述第二平均输出,以得到合成飞行高度值。

2. 如权利要求1所述的电路,其中所述第一模式是第一周期性模式,并且其中所述第二模式是第二周期性模式。

3. 如权利要求1所述的电路,其中所述第一模式从如下组中选出,所述组包括:同步标记模式、前同步码模式、扇区终止模式和用户数据区域内的预定模式。

4. 如权利要求1所述的电路,其中所述第二模式从如下组中选出,所述组包括:同步标记模式、前同步码模式、扇区终止模式和用户数据区域内的预定模式。

5. 如权利要求1所述的电路,其中所述组合电路可操作用于将至少所述第一平均输出和所述第二平均输出规格化为一。

6. 如权利要求1所述的电路,其中所述组合电路可操作用于:

将所述第一平均输出乘以第一加权因子,以得到第一加权值;

将所述第二平均输出乘以第二加权因子,以得到第二加权值;并且

将至少所述第一加权值和所述第二加权值求和,以得到合成飞行高度值。

7. 如权利要求1所述的电路,其中所述电路被实施为集成电路的一部分。

8. 如权利要求1所述的电路,其中所述电路则被实施为存储设备的一部分。

9. 如权利要求1所述的电路,其中所述第一模式是同步码模式,并且其中所述第二模式是扇区终止模式。

10. 如权利要求9所述的电路,其中所述电路进一步包括:

前同步码模式检测电路,可操作用于识别所述接收数据集中的前同步码模式;

第三模式飞行高度计算电路,可操作用于利用对应于所述前同步码模式的数据值来计算第三飞行高度,以得到第三模式飞行高度输出;

第三平均电路,可操作用于将所述第三模式飞行高度输出与所述第三飞行高度输出的其他实例的其他实例取平均,以得到第三平均输出;并且

其中所述组合电路进一步可操作用于组合至少所述第一平均输出、所述第二平均输出和所述第三平均输出,以得到合成飞行高度值。

11. 如权利要求9所述的电路,其中所述电路进一步包括:

用户数据区域检测电路内的预定模式,可操作用于识别所述接收数据集中的预定模式;

第三模式飞行高度计算电路,可操作用于利用对应于所述预定模式的数据值来计算第三飞行高度,以得到第三模式飞行高度输出;

第三平均电路,可操作用于将所述第三模式飞行高度输出与所述第三飞行高度输出的其他实例的其他实例取平均,以得到第三平均输出;并且

其中所述组合电路进一步可操作用于组合至少所述第一平均输出、所述第二平均输出和所述第三平均输出,以得到合成飞行高度值。

12. 如权利要求 11 所述的电路,其中所述电路进一步包括:

可操作用于接收并存储所述预定模式的可编程用户数据存储器的。

13. 一种用于修改飞行高度的方法,所述方法包括:

接收数据集,其中通过头组件从存储介质获得所述数据集,并且其中所述数据集对应于设置在第一伺服数据区域和第二伺服数据区域之间的用户数据;

识别所述接收数据集中的第一模式;

利用对应于所述第一模式的数据值来计算第一飞行高度,以得到第一模式飞行高度输出;

将所述第一模式飞行高度输出与所述第一飞行高度输出的其他实例的其他实例取平均,以得到第一平均输出;

识别所述接收数据集中的第二模式;

利用对应于所述第二模式的数据值来计算第二飞行高度,以得到第二模式飞行高度输出;

将所述第二模式飞行高度输出与所述第二飞行高度输出的其他实例取平均,以得到第二平均输出;

组合至少所述第一平均输出和所述第二平均输出,以得到合成飞行高度值;以及

至少部分地基于所述合成飞行高度值来修改所述头组件和所述存储介质之间的距离。

14. 如权利要求 13 所述的方法,其中所述第一模式从如下组中选出,所述组包括:同步标记模式、前同步码模式、扇区终止模式和用户数据区域内的预定模式。

15. 如权利要求 13 所述的方法,其中所述第二模式从如下组中选出,所述组包括:同步标记模式、前同步码模式、扇区终止模式和用户数据区域内的预定模式。

16. 如权利要求 13 所述的方法,其中组合至少所述第一平均输出和所述第二平均输出以得到合成飞行高度值包括:将至少所述第一平均输出和所述第二平均输出规格化为一。

17. 如权利要求 13 所述的方法,其中组合至少所述第一平均输出和所述第二平均输出以得到合成飞行高度值包括:

将所述第一平均输出乘以第一加权因子,以得到第一加权值;

将所述第二平均输出乘以第二加权因子,以得到第二加权值;并且

将至少所述第一加权值和所述第二加权值求和,以得到合成飞行高度值。

18. 如权利要求 13 所述的方法,其中至少部分地基于所述合成飞行高度值来修改所述头组件和所述存储介质之间的距离是在处理了每一个扇区的用户数据之后完成的。

19. 一种存储设备,所述存储设备包括:

存储介质,包括第一伺服数据区域、第二伺服数据区域以及设置在所述第一伺服数据区域和所述第二伺服数据区域之间的用户数据区域;

与所述存储介质相关联地设置的读/写头组件,其中所述读/写头组件可操作用于提供对应于所述用户数据区域的电信号;

模拟数字转换电路,可操作用于将导出的电信号转换为对应于用户数据区域的数据集;以及

第一模式检测电路,可操作用于识别所述数据集中的第一模式;

第一模式飞行高度计算电路,可操作用于利用对应于所述第一模式的数据值来计算第一飞行高度,以得到第一模式飞行高度输出;

第一平均电路,可操作用于将所述第一模式飞行高度输出与所述第一飞行高度输出的其他实例取平均,以得到第一平均输出;

第二模式检测电路,可操作用于识别所述接收数据集中的第二模式;

第二模式飞行高度计算电路,可操作用于利用对应于所述第二模式的数据值来计算第二飞行高度,以得到第二模式飞行高度输出;

第二平均电路,可操作用于将所述第二模式飞行高度输出与所述第二模式飞行高度输出的其他实例取平均,以得到第二平均输出;

组合电路,可操作用于组合至少所述第一平均输出和所述第二平均输出,以得到合成飞行高度值;以及

飞行高度调节电路,可操作用于至少部分地基于所述合成飞行高度值来修改所述读/写头组件和所述存储介质之间的距离。

20. 如权利要求 19 所述的存储设备,其中所述第一模式从如下组中选出,所述组包括:同步标记模式、前同步码模式、扇区终止模式和用户数据区域内的预定模式。

用于基于用户数据计算飞行高度的系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于向存储介质传输信息以及从存储介质传输信息的系统和方法，并且更具体地涉及用于相对于存储介质定位传感器的系统和方法。

背景技术

[0002] 通过使用相对于指定存储介质定位的读/写头组件来访问各种存储介质。读/写头组件由头致动器支撑，并且可操作用于从存储介质中读取或检测信息以及向存储介质中写入信息。读/写头组件和存储介质之间的距离通常被称作飞行高度。控制飞行高度对于在其中配置有存储介质的存储系统的正常运行非常关键。具体地，增加读/写头组件和存储介质之间的距离通常会导致符号间干扰的增加。当符号间干扰变为无法接受地高时，可能就会变得无法可靠地读取原来写入存储介质中的信息。相比之下，飞行高度过小可能会导致读/写头组件的过度磨损和/或存储设备的过早损坏。

[0003] 在典型的存储设备中，飞行高度被设定为在预定范围内运行。在运行期间，飞行高度被定期测量以确保它持续在预定区域内运行。已经研发出用于测量飞行高度的多种方法，包括光干涉、读取信号波形的频谱分析以及测量读取信号的脉冲宽度值等。这些方法通常是提供飞行高度的合理估算值，但是，它们容易受到各种错误的影响。在某些情况下，已经通过使用基于写入存储介质中用户数据区域的周期性数据模式的谐波测量来测量飞行高度。这些方法在减少指定存储介质上可以保留的存储量时就会有问题。在另一些情况下，已经在运行期间使用指定存储介质上周期性出现的伺服数据来测量飞行高度。尽管这样的方法解决了前述的部分局限性，但是更新可能会非常慢并且有时可能会遇到准确性方面的问题。

[0004] 因此，至少是出于上述的原因，在本领域中对用于相对于存储介质定位传感器的先进系统和方法存在需求。

发明内容

[0005] 本发明涉及用于向存储介质传输信息以及从传输介质传输信息的系统和方法，并且更具体地涉及用于相对于存储介质定位传感器的系统和方法。

[0006] 本发明的各种实施例提供了用于计算飞行高度值的电路。这样的电路包括第一模式检测电路、第二模式检测电路、第一模式飞行高度计算电路、第二模式飞行高度计算电路、第一平均电路、第二平均电路以及组合电路。第一模式检测电路可操作用于识别接收数据集中的第一模式。接收数据集对应于设置在第一伺服数据区域和第二伺服数据区域之间的用户数据。第一模式飞行高度计算电路可操作用于利用对应于第一模式的数据值计算第一飞行高度，以得到第一模式飞行高度输出，并且第一平均电路可操作用于将第一模式飞行高度输出与第一飞行高度输出的其他实例取平均，以得到第一平均输出。第二模式检测电路可操作用于识别接收数据集中的第二模式。第二模式飞行高度计算电路可操作用于利用对应于第二模式的数据值计算第二飞行高度，以得到第二模式飞行高度输出，并且第二

平均电路可操作用于将第二模式飞行高度输出与第二模式飞行高度输出的其他实例取平均,以得到第二平均输出。组合电路可操作用于至少组合第一平均输出和第二平均输出以得到合成飞行高度值。在特定情况下,电路被实施为集成电路的一部分,而在其他情况下电路则被实施为存储设备的一部分。在一种特定情况下,第一模式是同步码模式,并且其中第二模式是扇区终止模式。

[0007] 在上述实施例中的某些情况下,第一和第二模式均为周期性模式。在上述实施例中的各种情况下,第一和第二模式可以是但不局限于同步标记模式、前同步码模式、扇区终止模式和/或用户数据区域内的预定模式。在上述实施例中的一种或多种情况下,组合电路可操作用于至少将第一平均输出和第二平均输出规格化为一。在另一些情况下,组合电路可操作用于:将第一平均输出乘以第一加权因子以得到第一加权值;将第二平均输出乘以第二加权因子以得到第二加权值;并且至少将第一加权值和第二加权值求和以得到合成飞行高度值。

[0008] 在上述实施例中的各种情况下,电路进一步包括:可操作用于识别接收数据集中前同步码模式的前同步码模式检测电路;可操作用于利用对应于前同步码模式的数据值计算第三飞行高度,以得到第三模式飞行高度输出的第三模式飞行高度计算电路;以及可操作用于将第三模式飞行高度输出与第三飞行高度输出的其他实例取平均,以得到第三平均输出的第三平均电路。在这样的情况下,组合电路进一步可操作用于至少组合第一平均输出、第二平均输出和第三平均输出以得到合成飞行高度值。

[0009] 在上述实施例中的某些情况下,电路进一步包括:可操作用于识别接收数据集中预定模式的预定模式检测电路;可操作用于利用对应于预定模式的数据值计算第三飞行高度,以得到第三模式飞行高度输出的第三模式飞行高度计算电路;以及可操作用于将第三模式飞行高度输出与第三飞行高度输出的其他实例取平均,以得到第三平均输出的第三平均电路。在这样的情况下,组合电路进一步可操作用于至少组合第一平均输出、第二平均输出和第三平均输出以得到合成飞行高度值。在某些这样的情况下,电路进一步包括可操作用于接收并存储预定模式的可编程用户数据存储单元。

[0010] 本发明的另一些实施例提供了用于修改飞行高度的方法。这样的方法包括:通过头组件接收源于存储介质的数据集;识别接收数据集中的第一模式;利用对应于第一模式的数据值计算第一飞行高度,以得到第一模式飞行高度输出;将第一模式飞行高度输出与第一飞行高度输出的其他实例取平均,以得到第一平均输出;识别接收数据集中的第二模式;利用对应于第二模式的数据值计算第二飞行高度,以得到第二模式飞行高度输出;将第二模式飞行高度输出与第二飞行高度输出的其他实例取平均,以得到第二平均输出;至少组合第一平均输出和第二平均输出以得到合成飞行高度值;以及至少部分地基于合成飞行高度值来修改头组件和存储介质之间的距离。在这样的实施例中,数据集对应于设置在第一伺服数据区域和第二伺服数据区域之间的用户数据。在上述实施例中的各种情况下,第一模式是同步标记模式、前同步码模式、扇区终止模式或用户数据区域内的预定模式中的一种;并且第二模式是同步标记模式、前同步码模式、扇区终止模式或用户数据区域内的预定模式中的另一种。

[0011] 在上述实施例中的某些情况下,至少组合第一平均输出和第二平均输出以得到合成飞行高度值包括至少将第一平均输出和第二平均输出规格化为一。在上述实施例中的各

种情况下,其中至少组合第一平均输出和第二平均输出以得到合成飞行高度值包括:将第一平均输出乘以第一加权因子以得到第一加权值;将第二平均输出乘以第二加权因子以得到第二加权值;并且至少将第一加权值和第二加权值求和以得到合成飞行高度值。在某些情况下,至少部分地基于合成飞行高度值来修改头组件和存储介质之间的距离是在处理了每一个扇区的用户数据之后完成。

[0012] 本发明的另一些实施例提供了一种存储设备。这样的存储设备包括:存储介质,包括第一伺服数据区域、第二伺服数据区域以及设置在第一伺服数据区域和第二伺服数据区域之间的用户数据区域;还有相对于存储介质设置的读/写头组件。读/写头组件可操作用于提供对应于用户数据区域的电信号。存储设备进一步包括:模拟数字转换电路,可操作用于将导出的电信号转换为对应于用户数据区域的数据集;第一模式检测电路,可操作用于识别数据集中的第一模式;第一模式飞行高度计算电路,可操作用于利用对应于第一模式的数据值计算第一飞行高度,以得到第一模式飞行高度输出;第一平均电路,可操作用于将第一模式飞行高度输出与第一飞行高度输出的其他实例取平均,以得到第一平均输出;第二模式检测电路,可操作用于识别接收数据集中的第二模式;第二模式飞行高度计算电路,可操作用于利用对应于第二模式的数据值计算第二飞行高度,以得到第二模式飞行高度输出;第二平均电路,可操作用于将第二模式飞行高度输出与第二模式飞行高度输出的其他实例取平均,以得到第二平均输出;组合电路,可操作用于至少组合第一平均输出和第二平均输出以得到合成飞行高度值;以及飞行高度调节电路,可操作用于至少部分地基于合成飞行高度值来修改读/写头组件和存储介质之间的距离。

[0013] 该发明内容部分仅提供了本发明某些实施例的概述。本发明多种其他的目标、特征、优点和其他实施例将根据以下的详细说明、所附权利要求和附图得以更加充分地体现。

附图说明

[0014] 参照在说明书下余部分中介绍的附图即可实现对本发明各种实施例的进一步理解。在附图中,相同的附图标记在各附图中始终被用于表示类似部件。在某些情况下,小写字母构成的下标与附图标记相关联用于表示多个类似部件中的一个。在对没有说明存在下标的附图标记进行引用时,就应将其理解为是指所有这样的多个类似部件。

[0015] 图 1 示出了包括伺服数据的现有存储介质;

[0016] 图 2 示出了根据本发明的各种实施例的基于用户数据的飞行高度计算电路;

[0017] 图 3 示出了根据本发明的另一些实施例的另一种基于基于用户数据的飞行高度计算电路;

[0018] 图 4 示出了根据本发明的一个或多个实施例的用于基于用户数据计算飞行高度的方法的流程图;

[0019] 图 5a 示出了根据本发明的一个或多个实施例的存储设备,包括读取通道,具有基于用户数据的飞行高度计算电路;以及

[0020] 图 5b 是示出了图 4a 的存储设备中的盘盘片和读/写头组件之间关系的截面图。

具体实施方式

[0021] 本发明涉及用于向存储介质传输信息以及从存储介质传输信息的系统和方法,并

且更具体地涉及用于相对于存储介质定位传感器的系统和方法。

[0022] 转至图 1, 存储介质 100 被示出为具有表示为虚线的两条示范性磁道 150, 155。磁道通过在楔形区 160, 165 内写入的伺服数据而隔离。这些楔形区包括用于在存储介质 100 的期望位置上控制和同步读 / 写头组件的伺服数据 161, 166。具体地, 该伺服数据通常包括前同步码模式, 随后是伺服地址标记 (SAM)。伺服地址标记之后是格雷码, 格雷码之后是突发信息。应该注意的是, 尽管示出了两条磁道和两个楔形区, 但是在指定的存储介质上通常都包括大量的磁道和楔形区。而且, 应该注意伺服数据集可以具有两个或多个突发信息字段。此外, 应该注意伺服字段内可以包括不同的信息, 例如可以在突发信息后出现的可重复运行信息。用户数据区域 180 被设置在楔形区 160, 165 之间。用户数据区域 180 中的每一条磁道 181 都包括一个或多个扇区 123, 127, 131, 每一个扇区都通过相应的未使用间隙区域 125, 129 分离。每一个扇区中的用户数据都包括前同步码 190、同步码 191、用户数据区域 193 和扇区终止块 195。

[0023] 本发明的各种实施例利用用户数据区域 181 内的周期性信息来进行飞行高度计算。使用这样的数据进行飞行高度计算提供了多个飞行高度的有效数据区域。如本文中所用, 术语“飞行高度的有效数据区域”按其最广泛的含义被使用, 以表达包括可用于计算飞行高度的数据的区域。在某些情况下, 可以被用于计算飞行高度的数据是周期性数据。正如在某些示例中那样, 飞行高度的有效数据区域可以包括但不限于前同步码 190、同步码 191、扇区终止块 195 以及按规定标准相匹配的随机数据区域 193。在某些情况下, 使用上述数据区域与现有技术中的方法相比提供了相对更大量的数据用于计算飞行高度, 这就允许在指定周期内增加降低噪声的求平均值以得到飞行高度计算准确度的相应提高。可选地或附加地, 所述方法可以允许使用来自存储介质的用户数据以在从用户数据区域中读取数据时进行在线的飞行高度计算。这样的在线飞行高度计算不一定需要中断与存储介质相关进行的常规读写操作。根据本文中提供的公开内容, 本领域普通技术人员将意识到, 通过根据本发明不同实施例实施的电路、系统和方法可以实现多种其他的优点。在本发明的某些实施例中, 算出的飞行高度被用于在处理插入的伺服楔形区期间更新读 / 写头组件的位置。在各种情况下, 根据感知或识别出的特定区域之间的可信度差异, 将不同的权重应用于基于不同的飞行高度有效数据区域算出的飞行高度信息。

[0024] 转至图 2, 根据本发明的不同实施例示出了基于用户数据的飞行高度计算电路 200。基于用户数据的飞行高度计算电路 200 包括存储介质 212, 其中包括沿着在伺服楔形区之间延伸的磁道存储的用户数据。读 / 写头组件 210 与存储介质 212 相关联地设置并且可操作用于例如检测存储介质 212 上存储的信息以及提供对应于检测信息的读取数据信号 203。存储介质 212 可以用多种方式格式化。作为一个示例, 存储介质 212 可以类似于以上参照图 1 所述进行格式化。根据本文中提供的公开内容, 本领域普通技术人员应该意识到, 对于本发明的不同实施例可以使用各种格式、存储介质和 / 或读 / 写头组件。

[0025] 读取数据信号 203 被提供给模拟前端电路 220。模拟前端电路 220 可以是本领域中已知的任何模拟前端电路。如图所示, 模拟前端电路 220 包括前置放大电路 223、模拟滤波电路 226 和模拟数字转换电路 229。来自读 / 写头组件 210 的读取数据信号 203 由前置放大电路 223 接收, 前置放大电路 223 将信号放大并将放大的结果提供给模拟滤波电路 226。模拟滤波电路 226 将接收到的信号滤波并将对应的滤波信号提供给模拟数字转换电

路 229。模拟数字转换电路 229 提供与接收到的数据相对应的一系列数字样本 232。根据本文中提供的公开内容,本领域普通技术人员应该意识到,对于本发明的不同实施例可以使用各种实施方式的模拟数字转换电路 229、模拟滤波电路 226 和前置放大电路 223。

[0026] 数字样本 232 被提供给数据检测电路 235,数据检测电路 235 将数据检测算法应用于一系列数字样本 223 以得到检测输出 238。然后,检测输出 238 可以被提供给其他下游的数据处理电路(未示出)用于进行另外的处理。数据检测电路 235 可以是能够实施本领域内已知数据检测过程的任意电路。在本发明的一个特定实施例中,数据检测电路 235 是维特比(Viterbi)算法数据检测电路。在本发明的另一些实施例中,数据检测电路 235 是最大后验数据检测电路。根据本文中提供的公开内容,本领域普通技术人员应该意识到,对于本发明的不同实施例可以使用各种数据检测电路。

[0027] 另外,数字样本 232 被提供给样本存储器 250,它们被保留在此以供随后可能与计算飞行高度相关联的使用。样本存储器 250 如在用户数据信号 204 被声明(assert)时所指示的从用户数据区域中载入数据。用户数据信号 204 可以由用户/伺服数据区域识别电路(未示出)声明。检测输出 238 被提供给同步标记模式检测电路 256、前同步码检测电路 259、扇区终止模式检测电路 262 和用户数据模式检测电路 265。同步标记模式检测电路 256 可操作于连续地在检测输出 238 中查询定义的同步标记模式。定义的同步标记模式被选择为使它包括使其表现为“飞行高度有效”的某种水平的周期性。当识别出定义的同步标记模式时,同步标记模式检测电路 256 就声明发现同步标记的输出 257,该输出用作飞行高度计算电路 270 的使能输入。前同步码检测电路 259 可操作于连续地在检测输出 238 中查询定义的前同步码模式。定义的前同步码模式被选择为使它包括使其表现为“飞行高度有效”的某种水平的周期性。当识别出定义的前同步码模式时,前同步码检测电路 259 就声明发现前同步码的输出 260,该输出用作飞行高度计算电路 273 的使能输入。扇区终止模式检测电路 262 可操作于连续地在检测输出 238 中查询定义的扇区终止模式。定义的扇区终止模式被选择为使它包括使其表现为“飞行高度有效”的某种水平的周期性。当识别出定义的扇区终止模式时,扇区终止模式检测电路 262 就声明发现扇区终止的输出 263,该输出用作飞行高度计算电路 276 的使能输入。用户数据模式检测电路 265 可操作于连续地在检测输出 238 中查询可能在用户数据中随机出现的一个或多个定义的周期性模式。定义的周期性模式可以被编程写入可编程用户数据模式存储器 268 内,并且被提供给用户数据模式检测电路 265 作为模式输入 269。定义的周期性模式被选择为使每一个都包括使其表现为“飞行高度有效”的某种水平的周期性。当识别出一个定义的周期性模式时,用户数据模式检测电路 265 就声明发现周期性模式的输出 266,该输出用作飞行高度计算电路 279 的使能输入。

[0028] 可以通过飞行高度计算电路 270、飞行高度计算电路 273、飞行高度计算电路 276 和飞行高度计算电路 279 进行各种不同的飞行高度计算,从而根据模式输入 253 算出相应的飞行高度值。在本发明的一个特定实施例中,飞行高度计算电路 270、飞行高度计算电路 273、飞行高度计算电路 276 和飞行高度计算电路 279 中的每一个都实施依赖于周期性数据输入和华莱士空间磁损耗理论(Wallace spacing loss theory)的飞行高度计算算法。华莱士空间磁损耗理论表明任意指定频率下的回读信号强度都会随着飞行高度的增加而指数性地衰减,遵循 $V(k, d) \propto \exp(-d \cdot k)$,其中‘d’表示飞行高度,而‘k’表示频率。由此,

可以根据以下公式利用双谐波测量来估算从参考飞行高度 d_1 算起的飞行高度改变：

$$[0029] \quad \Delta d = \frac{\Delta R}{k_2 - k_1} = \frac{\Delta R}{f_2 - f_1} \cdot \frac{v}{2\pi}$$

[0030] 其中

[0031] $\{f_1, f_2\}$ = 谐波频率, $k = 2\pi/\lambda$

[0032] v = 介质的线速度

[0033] $\Delta R = R_2 - R_1$ = 谐波比的改变

[0034] $\Delta d = d_2 - d_1$ = 飞行高度的改变

$$[0035] \quad R_1(k_1, k_2) = \log \left(\left| \frac{V(k_1, d_1)}{V(k_2, d_1)} \right| \right), R_2(k_1, k_2) = \log \left(\left| \frac{V(k_1, d_2)}{V(k_2, d_2)} \right| \right).$$

[0036] 根据介质上记录的周期性模式测量选定频率 f_1, f_2 下的回读信号强度。

[0037] 模式被选择为使其包含这两种频率作为谐波。飞行高度友好模式的示例是具有周期 8T、10T 和 12T 的模式，其中 ‘T’ 表示一位的持续时间。同步标记和 EOS 块可以被设置为对应于这些（或类似）模式中的任意模式。8T 模式的示例有 $[+1, +1, +1, +1, -1, -1, -1, -1]$ 和 $[+1, +1, -1, +1, +1, -1, +1, -1]$ 。还可以利用前同步码的最后部分以增加可用于飞行高度计算的数据长度。

[0038] 使用标准 DFT（离散傅立叶变换）计算来进行飞行高度所需的谐波计算。具体由下式给出：

$$[0039] \quad V(k, d) = \sum_{n=0}^{N-1} x[n] \cdot c_k[n] + j \sum_{n=0}^{N-1} x[n] \cdot s_k[n]$$

[0040] 其中 $x[n]$ 表示在 ADC 输出处一个周期长度的平均回读， N 表示模式（各位中）的周期长度，并且 $c_k[n]$ 和 $s_k[n]$ 表示 DFT 计算所需的余弦和正弦核。对于 8T 模式（也就是 $N = 8$ ），我们有如下用于一次和三次谐波的核：

[0041] $c_1[n] = \{1.00, 0.7071, 0.00, -0.7071, -1.00, -0.7071, 0.00, 0.7071\}$

[0042] $s_1[n] = \{0.00, 0.7071, 1.00, 0.7071, 0.00, -0.7071, -1.00, 0.7071\}$

[0043] $c_3[n] = \{1.00, -0.7071, 0.00, 0.7071, -1.00, 0.7071, 0.00, -0.7071\}$

[0044] $s_3[n] = \{0.00, 0.7071, -1.00, 0.7071, 0.00, -0.7071, 1.00, -0.7071\}$

[0045] 对于 10T 模式（也就是 $N = 10$ ），我们有如下用于一次和三次谐波的核：

[0046] $c_1[n] = \{1.00, 0.8090, 0.3090, -0.3090, -0.8090, -1.00, -0.8090, -0.3090, 0.3090, 0.8090\}$

[0047] $s_1[n] = \{0.00, 0.5878, 0.9511, 0.9511, 0.5878, 0.00, -0.5878, -0.9511, -0.9511, -0.5878\}$

[0048] $c_3[n] = \{1.00, -0.3090, -0.8090, 0.8090, 0.3090, -1.00, 0.3090, 0.8090, -0.8090, -0.3090\}$

[0049] $s_3[n] = \{0.00, 0.9511, -0.5878, -0.5878, 0.9511, 0.00, -0.9511, 0.5878, 0.5878, -0.9511\}$ 。

[0050] 对于 12T 模式（也就是 $N = 12$ ），我们有如下用于一次和三次谐波的核：

[0051] $c_1[n] = \{1.00, 0.866, 0.50, 0.00, -0.500, -0.866, -1.00, -0.866, -0.50, -0.00, 0.50, 0.866\}$

[0052] $s_1[n] = \{0.00, 0.50, 0.866, 1.00, 0.866, 0.50, 0.00, -0.50, -0.866, -1.00, -0.866, -0.50\}$

[0053] $c_3[n] = \{1.00, 0.00, -1.00, -0.00, 1.00, 0.00, -1.00, -0.00, 1.00, 0.00, -1.00, 0.00\}$

[0054] $s_3[n] = \{0.00, 1.00, 0.00, -1.00, -0.00, 1.00, 0.00, -1.00, -0.00, 1.00, 0.00, -1.00\}$.

[0055] 应该注意到在本发明的某些实施例中,飞行高度计算电路 270、飞行高度计算电路 273、飞行高度计算电路 276 和飞行高度计算电路 279 中的每一个均可以被不同地实施。而且,应该注意到每一个上述的飞行高度计算电路可以对不同长度的输入模式(也就是模式输入 253 的相应部分)工作。

[0056] 飞行高度计算电路 271 将飞行高度值 271 提供给平均电路 282,在那里计算基于同步标记模式的接收飞行高度值的滑动平均值,并且该滑动平均值被提供作为同步标记飞行高度平均值 283。类似地,飞行高度计算电路 273 将飞行高度值 274 提供给平均电路 285,在那里计算基于前同步码模式的接收飞行高度值的滑动平均值,并且该滑动平均值被提供作为前同步码飞行高度平均值 286;飞行高度计算电路 276 将飞行高度值 277 提供给平均电路 288,在那里计算基于扇区终止模式的接收飞行高度值的滑动平均值,并且该滑动平均值被提供作为扇区终止飞行高度平均值 289;以及飞行高度计算电路 279 将飞行高度值 279 提供给平均电路 291,在那里计算基于用户数据模式的接收飞行高度值的滑动平均值,并且该滑动平均值被提供作为用户数据飞行高度平均值 292。

[0057] 同步标记飞行高度平均值 283、前同步码飞行高度平均值 286、扇区终止飞行高度平均值 289 和用户数据飞行高度平均值 292 被提供给规格化电路 295,在那里它们被组合为单个的合成飞行高度值 202。例如,在组合所有四个飞行高度值时,要声明前同步码使能信号 296(对应于前同步码飞行高度平均值 286)、用户使能信号 297(对应于用户数据飞行高度平均值 292)、扇区终止使能 298(对应于扇区终止飞行高度平均值 289)和同步使能 299(对应于同步标记飞行高度平均值 283)。在所有的同步信号均已被声明的情况下,规格化电路 295 就根据以下公式对每一个输入同等地加权以得到合成飞行高度输出 202:

[0058] 合成飞行高度输出 202 = (0.25)(同步标记飞行高度平均值 283)+

[0059] (0.25)(前同步码飞行高度平均值 286)+

[0060] (0.25)(扇区终止飞行高度平均值 289)+

[0061] (0.25)(用户数据飞行高度平均值 292)

[0062] 可选地,当只声明了四个使能中的三个时,规格化电路 295 就将对应的三个平均输出组合为合成飞行高度值 202,并且排除与未被声明的使能相对应的平均值。例如,当用户使能信号 297 未被声明并且其他三个使能均已声明时,规格化电路 295 就根据以下公式提供合成飞行高度输出 202:

[0063] 合成飞行高度输出 202 = (0.33)(同步标记飞行高度平均值 283)+

[0064] (0.33)(前同步码飞行高度平均值 286)+

[0065] (0.33)(扇区终止飞行高度平均值 289)

[0066] 可选地,当只声明四个使能中的两个时,规格化电路 295 就将使能的两个平均输出组合为合成飞行高度值 202,并且排除与未声明的使能相对应的平均值。例如,当用户使能信号 297 和前同步码使能信号 296 未被声明并且其他两个使能均已声明时,规格化电路 295 就根据以下公式提供合成飞行高度输出 202:

[0067] 合成飞行高度输出 202 = (0.50)(同步标记飞行高度平均值 283)+

[0068] (0.50)(扇区终止飞行高度平均值 289)

[0069] 可选地,当只声明四个使能中的一个时,规格化电路 295 就提供与声明的使能相对应的平均输出作为合成飞行高度输出 202,并且排除与未声明的三个使能相对应的平均值。

[0070] 得到的合成飞行高度值 202 被提供给飞行高度调节电路 201,飞行高度调节电路 201 可操作用于根据合成飞行高度输出 202 的大小和符号来调节读/写头组件 217 和对应的存储介质 218 之间的距离(飞行高度)216。飞行高度调节电路 201 可以是本领域内已知的能够调节飞行高度的任意电路。

[0071] 转至图 3,根据本发明的另一些实施例示出了另一基于用户数据的飞行高度计算电路 300。基于用户数据的飞行高度计算电路 300 包括存储介质 312,其中例如包括沿着在伺服楔形区之间延伸的磁道存储的用户数据。读/写头组件 310 与存储介质 312 相关联地设置并且可操作用于例如检测存储介质 312 上存储的信息以及提供对应于检测信息的读取数据信号 303。存储介质 312 可以用多种方式格式化。作为一个示例,存储介质 312 可以类似于以上参照图 1 所述进行格式化。根据本文中提供的公开内容,本领域普通技术人员应该意识到对于本发明的不同实施例可以使用各种格式、存储介质和/或读/写头组件。

[0072] 读取数据信号 303 被提供给模拟前端电路 320。模拟前端电路 320 可以是本领域中已知的任何模拟前端电路。如图所示,模拟前端电路 320 包括前置放大电路 323、模拟滤波电路 326 和模拟数字转换电路 329。来自读/写头组件 310 的读取数据信号 303 由前置放大电路 323 接收,前置放大电路 323 将信号放大并将放大的结果提供给模拟滤波电路 326。模拟滤波电路 326 将接收到的信号滤波并将对应的滤波信号提供给模拟数字转换电路 329。模拟数字转换电路 329 提供与接收到的数据相对应的一系列数字样本 332。根据本文中提供的公开内容,本领域普通技术人员应该意识到,对于本发明的不同实施例可以使用各种实施方式的模拟数字转换电路 329、模拟滤波电路 326 和前置放大电路 323。

[0073] 数字样本 332 被提供给数据检测电路 335,数据检测电路 335 将数据检测算法应用于一系列数字样本 323 以得到检测输出 338。然后,检测输出 338 可以被提供给其他下游的数据处理电路(未示出)用于进行另外的处理。数据检测电路 335 可以是能够实施本领域内已知的数据检测处理的任意电路。在本发明的一个特定实施例中,数据检测电路 335 是维特比(Viterbi)算法数据检测电路。在本发明的另一些实施例中,数据检测电路 335 是最大后验数据检测电路。根据本文中提供的公开内容,本领域普通技术人员应该意识到对于本发明的不同实施例可以使用各种数据检测电路。

[0074] 另外,数字样本 332 被提供给样本存储器 350,它们被保留在那里以供随后可能与计算飞行高度相关联的使用。样本存储器 350 如在用户数据信号 204 被声明时所指示的从用户数据区域中载入数据。用户数据信号 304 可以由用户/伺服数据区域识别电路(未示出)声明。检测输出 338 被提供给同步标记模式检测电路 356、前同步码检测电路 359、扇

区终止模式检测电路 362 和用户数据模式检测电路 365。同步标记模式检测电路 356 可操作于连续地在检测输出 338 中查询定义的同步标记模式。定义的同步标记模式被选择为使它包括使其表现为“飞行高度有效”的某种水平的周期性。当识别出定义的同步标记模式时,同步标记模式检测电路 356 就声明发现同步标记的输出 357,该输出用作飞行高度计算电路 370 的使能输入。前同步码检测电路 359 可操作于连续地在检测输出 338 中查询定义的前同步码模式。定义的前同步码模式被选择为使它包括使其表现为“飞行高度有效”的某种水平的周期性。当识别出定义的前同步码模式时,前同步码检测电路 359 就声明发现前同步码的输出 360,该输出用作飞行高度计算电路 373 的使能输入。扇区终止模式检测电路 362 可操作于连续地在检测输出 338 中查询定义的扇区终止模式。定义的扇区终止模式被选择为使它包括使其表现为“飞行高度有效”的某种水平的周期性。当识别出定义的扇区终止模式时,扇区终止模式检测电路 362 就声明发现扇区终止的输出 363,该输出用作飞行高度计算电路 376 的使能输入。用户数据模式检测电路 365 可操作于连续地在检测输出 338 中查询可能在用户数据中随机出现的一个或多个定义的周期性模式。定义的周期性模式可以被编程写入可编程用户数据模式存储器 368 内,并且被提供给用户数据模式检测电路 365 作为模式输入 369。定义的周期性模式被选择为使其每一个都包括使其表现为“飞行高度有效”的某种水平的周期性。当识别出其中一个定义的周期性模式时,用户数据模式检测电路 365 就声明发现周期性模式的输出 366,该输出用作飞行高度计算电路 379 的使能输入。

[0075] 可以通过飞行高度计算电路 370、飞行高度计算电路 373、飞行高度计算电路 376 和飞行高度计算电路 379 进行各种不同的飞行高度计算,从而根据模式输入 353 算出相应的飞行高度值。在本发明的一个特定实施例中,飞行高度计算电路 370、飞行高度计算电路 373、飞行高度计算电路 376 和飞行高度计算电路 379 中的每一个都实施依赖于周期性数据输入和华莱士空间磁损耗理论的飞行高度计算算法。华莱士空间磁损耗理论表明任意指定频率下的回读信号强度都会随着飞行高度的增加而指数性地衰减,遵循 $V(k, d) \propto \exp(-d \cdot k)$, 其中 ‘d’ 表示飞行高度,而 ‘k’ 表示频率。由此,可以根据以下公式利用复式谐波测量来估算从参考飞行高度 d_1 算起的飞行高度改变:

$$[0076] \quad \Delta d = \frac{\Delta R}{k_2 - k_1} = \frac{\Delta R}{f_2 - f_1} \cdot \frac{v}{2\pi}$$

[0077] 其中

[0078] $\{f_1, f_2\}$ = 谐波频率, $k = 2\pi / \lambda$

[0079] v = 介质的线速度

[0080] $\Delta R = R_2 - R_1$ = 谐波比的改变

[0081] $\Delta d = d_2 - d_1$ = 飞行高度的改变

$$[0082] \quad R_1(k_1, k_2) = \log \left(\left| \frac{V(k_1, d_1)}{V(k_2, d_1)} \right| \right), R_2(k_1, k_2) = \log \left(\left| \frac{V(k_1, d_2)}{V(k_2, d_2)} \right| \right).$$

[0083] 根据介质上记录的周期性模式测量选定频率 f_1, f_2 下的回读信号强度。模式被选择为使其包含这两种频率作为谐波。飞行高度友好模式的示例是具有周期 8T、10T 和 12T 的模式,其中 ‘T’ 表示一位的持续时间。同步标记和 EOS 块可以被设置为对应于这些 (或类似) 模式中的任意模式。8T 模式的示例有 $[+1, +1, +1, +1, -1, -1, -1, -1]$ 和 $[+1, +1, -1,$

+1,+1,-1,+1,-1]。还可以利用前同步码的最后部分以增加可用于飞行高度计算的数据长度。

[0084] 使用标准 DFT(离散傅立叶变换)计算来进行飞行高度所需的谐波计算。具体由下式给出:

$$[0085] \quad V(k,d) = \sum_{n=0}^{N-1} x[n] \cdot c_k[n] + j \sum_{n=0}^{N-1} x[n] \cdot s_k[n]$$

[0086] 其中 $x[n]$ 表示在 ADC 输出处一个周期长度的平均回读, N 表示模式的(各位中)的周期长度,并且 $c_k[n]$ 和 $s_k[n]$ 表示 DFT 计算所需的余弦和正弦核。对于 8T 模式(也就是 $N=8$),我们有如下用于一次和三次谐波的核:

$$[0087] \quad c_1[n] = \{1.00, 0.7071, 0.00, -0.7071, -1.00, -0.7071, 0.00, 0.7071\}$$

$$[0088] \quad s_1[n] = \{0.00, 0.7071, 1.00, 0.7071, 0.00, -0.7071, -1.00, 0.7071\}$$

$$[0089] \quad c_3[n] = \{1.00, -0.7071, 0.00, 0.7071, -1.00, 0.7071, 0.00, -0.7071\}$$

$$[0090] \quad s_3[n] = \{0.00, 0.7071, -1.00, 0.7071, 0.00, -0.7071, 1.00, -0.7071\}.$$

[0091] 对于 10T 模式(也就是 $N=10$),我们有如下用于一次和三次谐波的核:

$$[0092] \quad c_1[n] = \{1.00, 0.8090, 0.3090, -0.3090, -0.8090, -1.00, -0.8090, -0.3090, 0.3090, 0.8090\}$$

$$[0093] \quad s_1[n] = \{0.00, 0.5878, 0.9511, 0.9511, 0.5878, 0.00, -0.5878, -0.9511, -0.9511, -0.5878\}$$

$$[0094] \quad c_3[n] = \{1.00, -0.3090, -0.8090, 0.8090, 0.3090, -1.00, 0.3090, 0.8090, -0.8090, -0.3090\}$$

$$[0095] \quad s_3[n] = \{0.00, 0.9511, -0.5878, -0.5878, 0.9511, 0.00, -0.9511, 0.5878, 0.5878, -0.9511\}.$$

[0096] 对于 12T 模式(也就是 $N=12$),我们有如下用于一次和三次谐波的核:

$$[0097] \quad c_1[n] = \{1.00, 0.866, 0.50, 0.00, -0.500, -0.866, -1.00, -0.866, -0.50, -0.00, 0.50, 0.866\}$$

$$[0098] \quad s_1[n] = \{0.00, 0.50, 0.866, 1.00, 0.866, 0.50, 0.00, -0.50, -0.866, -1.00, -0.866, -0.50\}$$

$$[0099] \quad c_3[n] = \{1.00, 0.00, -1.00, -0.00, 1.00, 0.00, -1.00, -0.00, 1.00, 0.00, -1.00, 0.00\}$$

$$[0100] \quad s_3[n] = \{0.00, 1.00, 0.00, -1.00, -0.00, 1.00, 0.00, -1.00, -0.00, 1.00, 0.00, -1.00\}.$$

[0101] 应该注意到在本发明的某些实施例中,飞行高度计算电路 370、飞行高度计算电路 373、飞行高度计算电路 376 和飞行高度计算电路 379 中的每一个均可以被不同地实施。而且,应该注意到上述飞行高度计算电路中的每一个可以对在不同长度的输入模式(也就是模式输入 353 的相应部分)工作。

[0102] 飞行高度计算电路 371 将飞行高度值 371 提供给平均电路 382,在那里计算基于同步标记模式的接收飞行高度值的滑动平均值,并且该值被提供作为同步标记飞行高度平均值 383。类似地,飞行高度计算电路 373 将飞行高度值 374 提供给平均电路 385,在那里计算基于前同步码模式的接收飞行高度值的滑动平均值,并且该值被提供作为前同步码飞行

高度平均值 386 ; 飞行高度计算电路 376 将飞行高度值 377 提供给平均电路 388, 在那里计算基于扇区终止模式的接收飞行高度值的滑动平均值, 并且该值被提供作为扇区终止飞行高度平均值 389 ; 以及飞行高度计算电路 379 将飞行高度值 379 提供给平均电路 391, 在那里计算基于用户数据模式的接收飞行高度值的滑动平均值, 并且该值被提供作为用户数据飞行高度平均值 392。

[0103] 同步标记飞行高度平均值 383、前同步码飞行高度平均值 386、扇区终止飞行高度平均值 389 和用户数据飞行高度平均值 392 被提供给规格化电路 395, 在那里根据以下公式利用输入的权重 (对应于前同步码飞行高度平均值 386 的前同步码 WT 396、对应于用户数据飞行高度平均值 392 的用户 WT 397、对应于扇区终止飞行高度平均值 389 的扇区终止 WT 398 和对应于同步标记飞行高度平均值 383 的同步 WT 399) 将它们组合为单个的合成飞行高度值 302 :

[0104] 合成飞行高度输出 302 =

[0105] (同步 WT 399) (同步标记飞行高度平均值 383) +

[0106] (前同步码 WT 396) (前同步码飞行高度平均值 386) +

[0107] (扇区终止 WT 398) (扇区终止飞行高度平均值 389) +

[0108] (用户 WT 397) (用户数据飞行高度平均值 392)

[0109] 在某些实施例中, 前同步码 WT 396、用户 WT 397、扇区终止 WT 398 与同步 WT 399 之和为一。

[0110] 得到的合成飞行高度值 302 被提供给飞行高度调节电路 301, 飞行高度调节电路 301 可操作于根据合成飞行高度值 302 的大小和符号来调节读 / 写头组件 317 和对应的存储介质 318 之间的距离 (飞行高度) 316。飞行高度调节电路 301 可以是本领域内已知的能够调节飞行高度的任意电路。

[0111] 现转至图 4, 流程图 400 示出了根据本发明的一个或多个实施例的用于基于用户数据计算飞行高度的方法。根据流程图 400, 模拟输入被连续地接收 (块 405)。在某些情况下, 该模拟信号接收自模拟前端电路, 模拟前端电路处理接收自存储介质的信息。通过模拟数字转换电路将模拟输入转换为一系列数字样本 (模块 410)。转换为数字样本系列可以利用本领域内已知的任何模拟数字转换方法完成。对数字样本系列进行数字处理以得到数据输出 (块 415)。在某些情况下, 该数据处理可以是本领域中已知的数据检测处理, 例如最大后验数据检测处理或维特比算法数据检测处理。根据本文中提供的公开内容, 本领域普通技术人员应该意识到对于本发明的不同实施例可以使用各种数据检测处理。

[0112] 确定用户数据区域 (也即是两个伺服数据楔形区之间的区域) 是否正在被处理 (模块 418)。当用户数据区域正在被处理时 (块 418), 确定是否找到了与一个或多个用户数据扇区相关联的前同步码 (块 420)。当找到前同步码时 (块 420), 识别与所识别的前同步码相对应的接收数字样本 (块 425)。这些识别出的数字样本被用于根据前同步码计算飞行高度值 (块 430)。飞行高度可以利用本领域中已知的任何飞行高度计算算法进行计算。根据前同步码算出的飞行高度被加入其他类似飞行高度值的滑动平均值中, 以得到平均的前同步码飞行高度 (块 435)。

[0113] 可选地, 当未找到前同步码时 (块 420), 确定是否找到与一个或多个用户数据扇区相关联的用户同步标记 (块 440)。当找到用户同步标记时 (块 440), 识别与所识别的用

户同步标记相对应的接收数字样本（块 445）。这些识别出的数字样本被用于根据用户同步标记计算飞行高度值（块 450）。飞行高度可以利用本领域中已知的任何飞行高度计算算法进行计算。根据用户同步标记算出的飞行高度被加入其他类似飞行高度值的滑动平均值中，以得到平均的同步标记飞行高度（块 455）。

[0114] 可选地，当未找到前同步码时（块 460），确定是否找到与一个或多个用户数据扇区相关联的扇区终止标记（块 460）。当找到扇区终止标记时（块 460），识别与所识别的扇区终止标记相对应的接收数字样本（块 465）。这些识别出的数字样本被用于根据扇区终止标记计算飞行高度值（块 470）。飞行高度可以利用本领域中已知的任何飞行高度计算算法进行计算。根据扇区终止标记算出的飞行高度被加入其他类似飞行高度值的滑动平均值中，以得到平均的扇区终止飞行高度（块 475）。

[0115] 可选地，当未找到扇区终止标记时（块 460），确定是否发现了用户数据中的预定模式（块 480）。当找到这样的预定模式时（块 480），识别与所识别的预定模式相对应的接收数字样本（块 485）。这些识别出的数字样本被用于根据预定模式计算飞行高度值（块 490）。飞行高度可以利用本领域中已知的任何飞行高度计算算法进行计算。根据用户同步标记算出的飞行高度被加入其他类似飞行高度值的滑动平均值中，以得到平均的用户数据模式飞行高度（块 495）。

[0116] 平均前同步码飞行高度、平均用户同步飞行高度、平均扇区终止飞行高度和平均用户数据飞行高度被用于执行加权规格化以得到合成飞行高度值（块 401）。在某些情况下，根据以下公式来计算综合值：

[0117] 合成飞行高度值 =

[0118] （同步标记权重）（平均的同步标记）+

[0119] （前同步码权重）（平均的前同步码飞行高度）+

[0120] （扇区终止权重）（平均的扇区终止飞行高度）+

[0121] （用户数据权重）（平均的用户数据飞行高度）

[0122] 在某些实施例中，同步标记权重、前同步码权重、扇区终止权重和用户数据权重是可编程的权重因子，并且在某些情况下四项权重因子之和为一。合成飞行高度值随后被用于修改飞行高度（块 402）。

[0123] 转至图 5a，根据本发明的一个或多个实施例示出了存储设备 500，包括读取通道电路 510，具有基于用户数据的飞行高度计算电路。存储设备 500 例如可以是硬盘驱动器。而且，读取通道电路 510 可以包括数据检测器（例如维特比算法数据检测器）和 / 或数据解码电路（例如低密度部分校验解码电路）。除了读取通道电路 510 以外，存储设备 500 还包括与磁盘盘片 578 相关联设置的读 / 写头组件 576。读 / 写头组件 576 可操作用于检测存储在磁盘盘片 578 上的信息并将对应的电信号提供给读取通道电路 510。

[0124] 存储设备 500 还包括接口控制器 520、硬盘控制器 566、电机控制器和飞行高度控制器 568 以及主轴电机 572。接口控制器 520 控制送往 / 来自磁盘盘片 578 的数据的寻址和定时。磁盘盘片 578 上的数据包括当读 / 写头组件 576 在磁盘盘片 578 上恰当就位时可以由读 / 写头组件 576 检测到的多组磁信号。在一个实施例中，磁盘盘片 578 包括根据垂直记录方案记录的磁信号。在本发明的另一些实施例中，磁盘盘片 578 包括根据纵向记录方案记录的磁信号。电机控制器和飞行高度控制器 568 控制磁盘盘片 578 的转速和读 / 写

头组件 576 相对于磁盘盘片 578 的位置。

[0125] 如图 5b 的截面图 491 中所示,读 / 写头组件 576 和磁盘盘片 578 之间的距离即为飞行高度 590。飞行高度 590 由电机控制器和飞行高度控制器 568 根据由读取通道电路 510 提供的谐波值 512 进行控制。

[0126] 在典型的读取操作中,读 / 写头组件 576 由电机控制器和飞行高度控制器 568 准确定位在磁盘盘片 578 的期望数据磁道上。电机控制器和飞行高度控制器 568 通过在硬盘控制器 566 的引导下将读 / 写头组件 576 移动至磁盘盘片 578 上的正确数据磁道,从而相对于磁盘盘片 578(横向和垂直地)定位读 / 写头组件 576 并驱动主轴电机 572。主轴电机 572 以预定转速(RPM)旋转磁盘盘片 578。一旦读 / 写头组件 576 位置靠近正确的数据磁道,即可在通过主轴电机 572 旋转磁盘盘片 578 时由读 / 写头组件 576 检测磁盘盘片 578 上表示数据的磁信号。检测出的磁信号被提供作为表示磁盘盘片 578 上的磁性数据的连续的微小模拟信号。该微小模拟信号由读 / 写头组件 576 提供给读取通道电路 510。然后,读取通道电路 510 将接收到的模拟信号解码并数字化以重建原来写入磁盘盘片 578 的信息。这些数据作为读取数据 503 被提供给接收电路。写操作基本上与以上的读操作相反,其中写入数据 501 被提供给读取通道电路 510。该数据随后被编码并写入磁盘盘片 578。

[0127] 有时,可以处理源于磁盘盘片 578 的信号以确定飞行高度。在本发明的某些实施例中,确定飞行高度可以与以上参照图 4 所述的方法相一致。在各种情况下,与以上参照图 2 或图 3 所述相一致的电路可以被用于执行基于用户数据的飞行高度计算。在各种情况下,当检测到存储设备 500 的工作状态改变时重新估算飞行高度。这样的工作状态改变可以包括但不限于工作电压水平的改变、工作温度的改变、高度的改变或者误码率的改变。根据本文中提供的公开内容,本领域技术人员应该意识到可以监测存储设备 500 中的各种工作状态,并且可以利用这些状态如何改变来触发飞行高度的重新估算。

[0128] 应该注意到存储系统 500 可以被集成到更大的存储系统例如基于 RAID(廉价磁盘冗余阵列或独立磁盘冗余阵列)的存储系统。还应该注意到存储系统 500 中的不同功能或模块可以用软件或固件实施,而另一些功能或模块可以用硬件实施。

[0129] 应该注意的是在以上应用中讨论的各种模块均可在集成电路中与其他的功能一起实施。这样的集成电路可以包括指定模块、系统或电路中的所有功能或者仅包括模块、系统或电路的一个子集。而且,模块、系统或电路中的元素可以跨越多个集成电路实施。这样的集成电路可以是本领域内已知的任何类型的的集成电路,包括但不限于单片集成电路、倒装芯片式集成电路、多芯片模块集成电路和 / 或混合信号集成电路。还应该注意的是本文中所述的模块、系统或电路中的不同功能可以用软件或固件实施。在某些这样的情况下,整个系统、模块或电路均可利用其软件或固件的等价方案实施。在另一些情况下,指定系统、模块或电路中的一部分可以用软件或固件实施,而其他部分则用硬件实施。

[0130] 总之,本发明提供了用于测量谐波的新型系统、设备、方法和装置。尽管已经在前文中给出了本发明的一个或多个实施例的详细介绍,但是各种变形、修改和等价方案对于本领域技术人员来说显而易见且并不改变本发明的实质。因此,上述说明内容不应被视为限制了本发明由所附权利要求界定的保护范围。

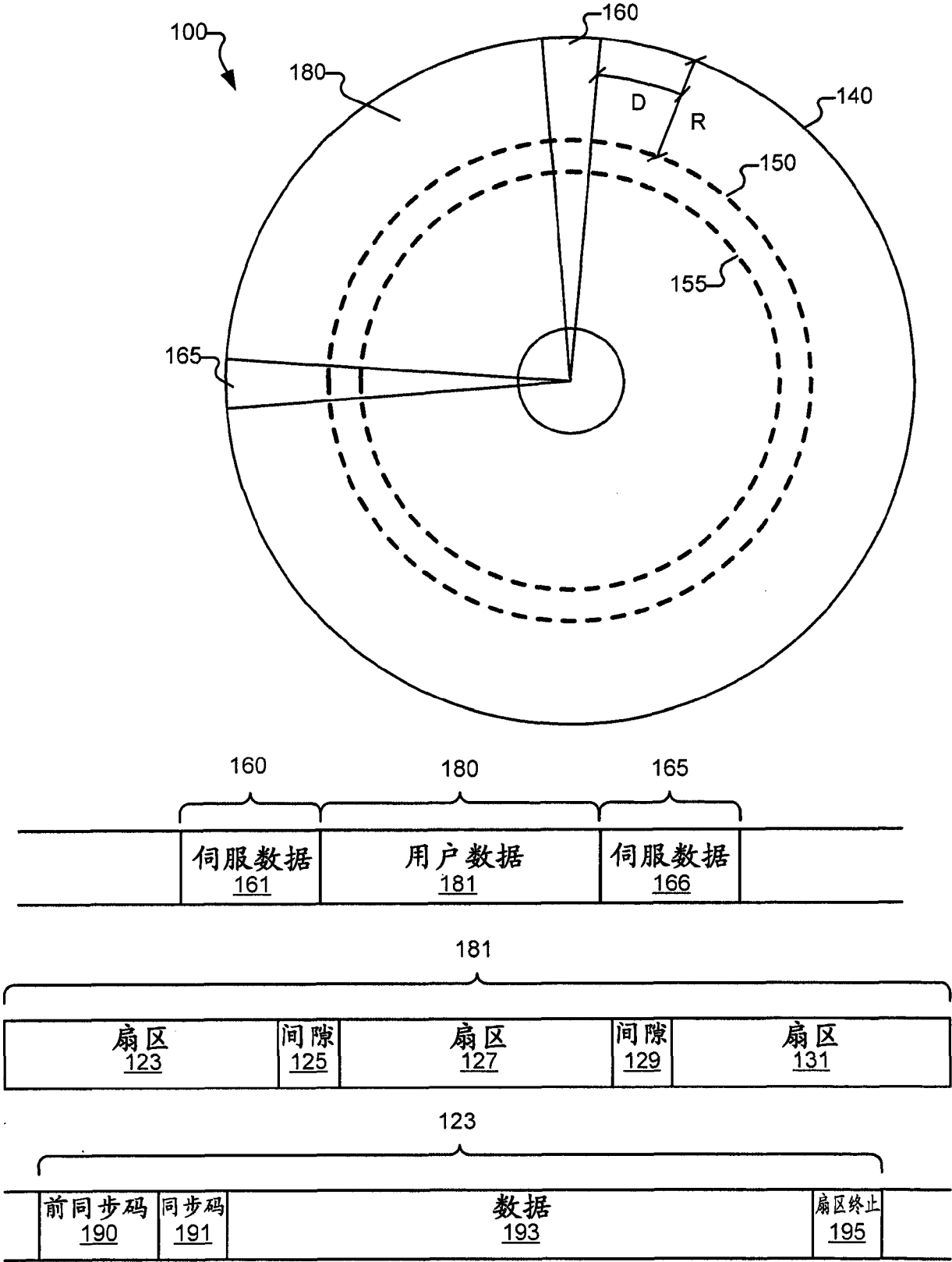


图 1

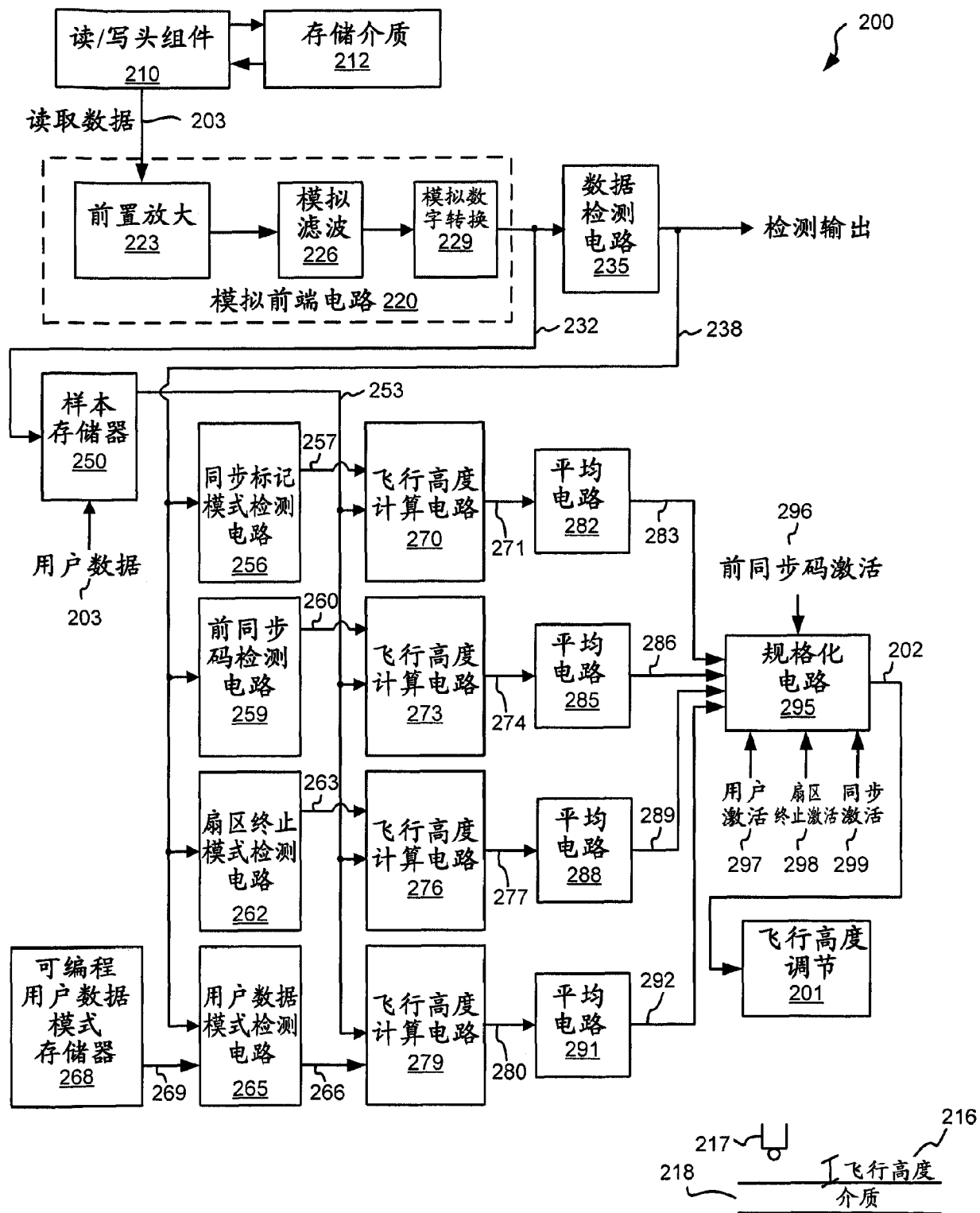


图 2

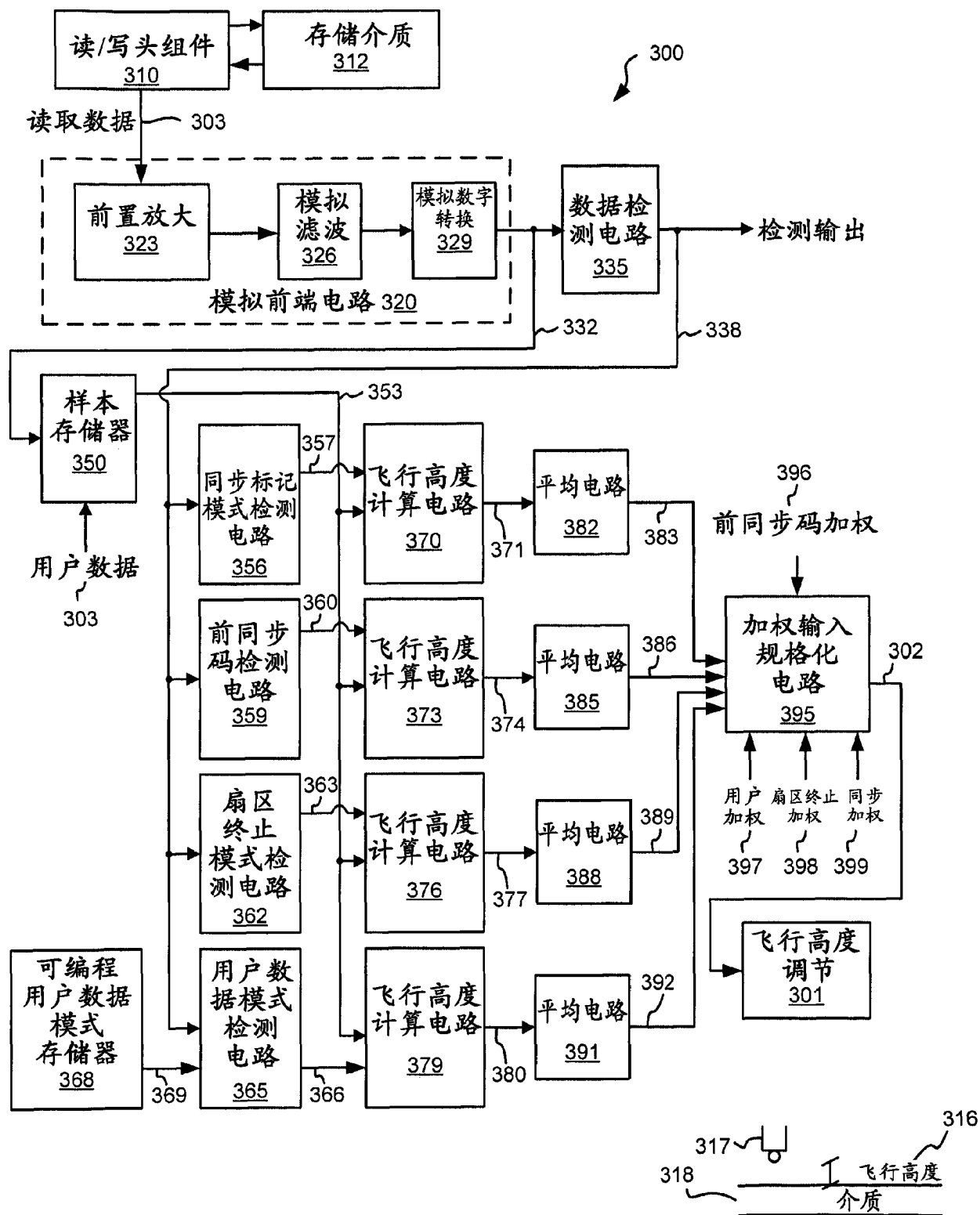


图3

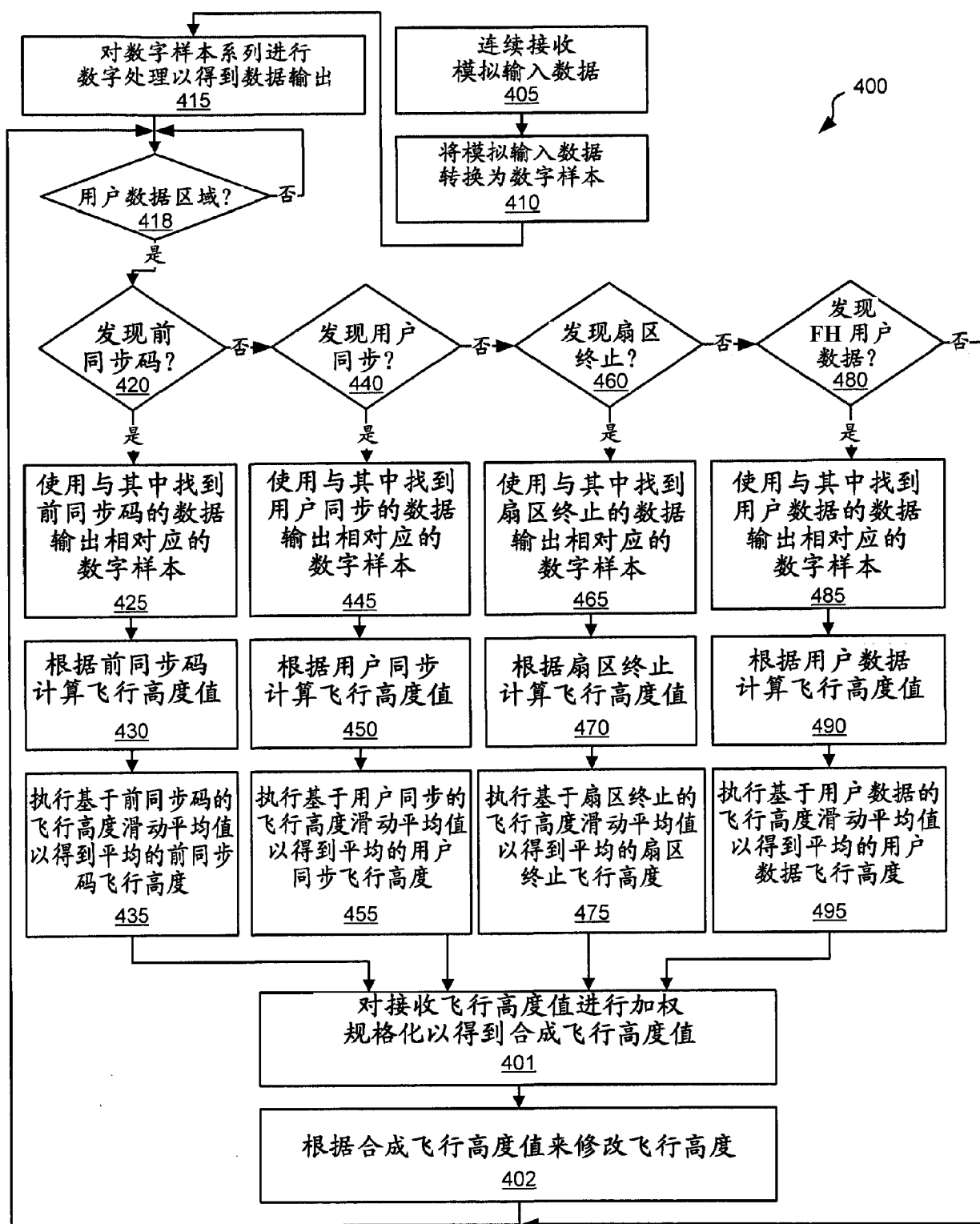


图 4

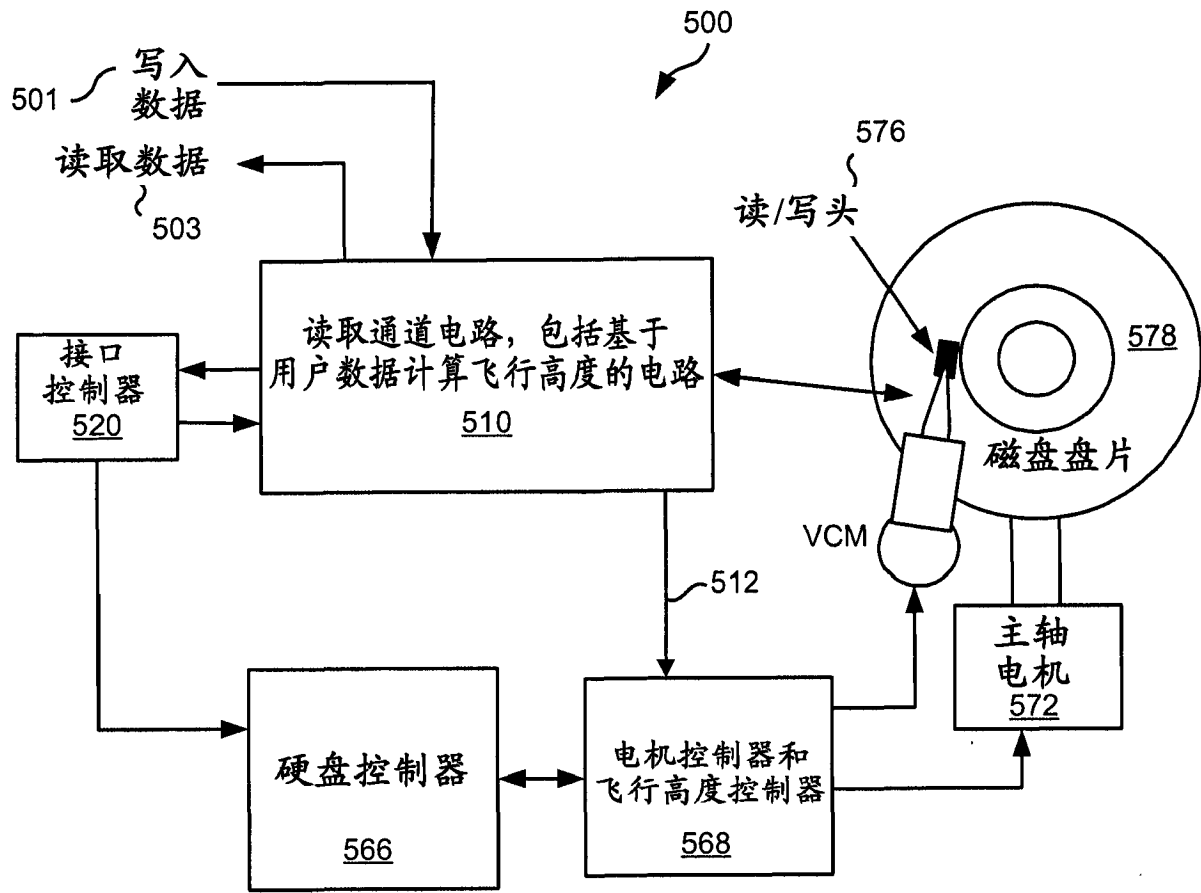


图 5a

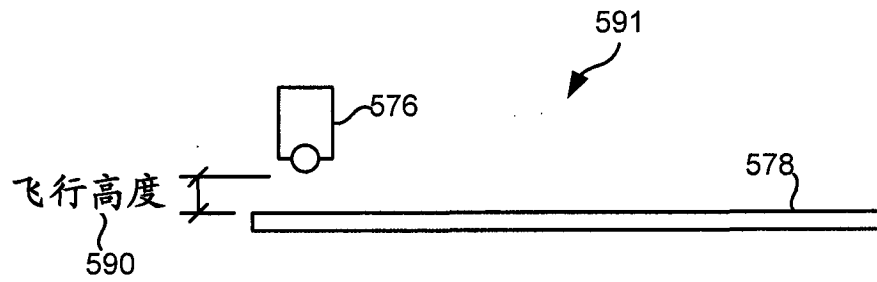


图 5b