

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G11B 5/09 (2006.01)

G11B 5/596 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03143052. X

[45] 授权公告日 2007 年 3 月 14 日

[11] 授权公告号 CN 1305026C

[22] 申请日 2003.6.17 [21] 申请号 03143052. X

[30] 优先权

[32] 2002. 6. 27 [33] US [31] 10/184,343

[73] 专利权人 日立环球储存科技荷兰有限公司

地址 荷兰阿姆斯特丹

[72] 发明人 蒂莫西·J·钱恩纳

马克·D·舒尔茨

巴克耐尔·C·韦伯

[56] 参考文献

US6075668A 2000.6.13

US5901003A 1999.5.4

审查员 李 迪

[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

代理人 付建军

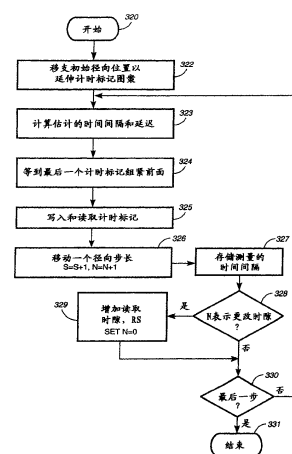
权利要求书 7 页 说明书 22 页 附图 8 页

[54] 发明名称

改善的自我伺服写入多时隙计时图案

[57] 摘要

本说明书描述了多时隙计时图案的自我伺服写入的系统和方法。单个的计时标记被替换为计时标记间隙组。在每一个计时标记位置，时间测量是通过检测一个间隙中的计时标记来进行的。此外，现有的计时标记的扩展在其他间隙中的写入。每个计时标记的时间测量和在每个时机写入的那些计时标记的扩展改善了时间传播的总体精度。计时标记位置的改善的精度使附随地写入的伺服数据的位置也得到了相应的改善。此外，写入图案的校准精度不易受转速的变化和写入的跃迁的形状变化的影响。此外，在每一个伺服半径只需要单个磁盘旋转就能写入伺服数据并传播计时标记以保持时间对准。



1.一种用于传播用于存储介质上的伺服数据对准的多个计时标记的方法，该方法包括：

从一组计时标记中检测第一计时标记的至少一部分是否已经经过，其中，第一计时标记位于第一半径和第一圆周位置；以及

等待延迟期期满并写入第二计时标记，其中，第二计时标记位于第二半径和第二圆周位置，其中，第二计时标记不是以前写入的计时标记的径向扩展；以及

径向地移动读写磁头一步。

2.根据权利要求1所述的方法，进一步包括：

检测第一计时标记的扩展，等待预先确定的一段时间，并向第二计时标记写入第二计时标记扩展，向第三计时标记写入第三计时标记扩展。

3.根据权利要求1所述的方法，进一步包括：

检测第一计时标记的扩展，等待预先确定的一段时间，并向第二计时标记写入至少一个计时标记扩展。

4.根据权利要求1所述的方法，进一步包括：

检测第一计时标记的扩展，等待预先确定的一段时间，并向第三计时标记写入至少一个计时标记扩展，同时忽略在第二圆周位置上的至少一个计时标记的扩展的写入。

5.根据权利要求1所述的方法，进一步包括：

重复检测第一计时标记的扩展，等待指定的一段时间，向第二计时标记写入计时标记扩展，并在第四圆周位置写入计时标记。

6.根据权利要求1所述的方法，进一步包括：

重复检测第一计时标记的扩展，等待指定的一段时间，写入第三计时标记的计时标记扩展，并在第五个圆周位置写入计时标记。

7.根据权利要求2所述的方法，进一步包括：

重复检测第一计时标记，等待指定的一段时间，以预先确定的径

向步数 N1 向第二计时标记和第三计时标记写入扩展。

8.根据权利要求 2 所述的方法,进一步包括:

重复检测第一计时标记,等待指定的一段时间,以预先确定的径向步数 N1 向第二计时标记写入扩展。

9.根据权利要求 2 所述的方法,进一步包括:

重复检测第一计时标记,等待指定的一段时间,以预先确定的径向步数 N1 向第三计时标记写入扩展,同时忽略在第二圆周位置上的至少一个计时标记的扩展的写入。

10.根据权利要求 2 所述的方法,进一步包括:

重复检测第一计时标记,等待指定的一段时间,以预先确定的径向步数 N1 向第二计时标记写入计时标记扩展,并在第四圆周位置写入计时标记。

11.根据权利要求 2 所述的方法,进一步包括:

重复检测第一计时标记,等待指定的一段时间,以预先确定的径向步数 N1 向第三计时标记写入计时标记扩展,并在第五个圆周位置写入计时标记。

12.根据权利要求 7 所述的方法,其特征在于,N1 等于最靠近记录磁头的读取到写入径向偏移量的径向步数减去记录磁头的写入磁头宽度的一半,按径向步距离为单位计量。

13.一种用于传播用于存储介质上的伺服数据对准的多个计时标记的方法,该方法包括:

从一组计时标记中检测第一计时标记的至少一部分是否已经经过,其中,第一计时标记位于第一半径和第一圆周位置;

等待第一延迟期期满并写入第二计时标记,其中,第二计时标记位于第二半径和第二圆周位置;以及

等待第二延迟期期满并写入第三计时标记,其中,第三计时标记位于第二半径和第三圆周位置,其中,第三计时标记不是以前写入的计时标记的径向扩展。

14.根据权利要求 13 所述的方法,进一步包括:

径向地移动读写磁头一步。

15.根据权利要求 14 所述的方法，进一步包括：

检测第一计时标记的扩展，等待预先确定的一段时间，并向第二计时标记写入第二计时标记扩展，向第三计时标记写入第三计时标记扩展。

16.根据权利要求 15 所述的方法，进一步包括：

重复检测第一计时标记，等待指定的一段时间，以预先确定的径向步数 N1 向第二计时标记和第三计时标记写入扩展。

17.一种用于传播用于可旋转的存储介质上的伺服数据对准的多个计时标记的系统，包括：

将多个计时标记组成时间组的组织装置；以及

使用计时标记做为触发计时标记写入计时标记的写入装置；

其中，写入装置写入计时标记扩展。

18.一种用于传播用于可旋转的存储介质上的伺服数据对准的多个计时标记的系统，包括：

将多个计时标记组成时间组的组织装置；以及

使用计时标记做为触发计时标记写入计时标记的写入装置；

其中，写入装置不在可旋转的存储介质的整个半径内连续地写入计时标记。

19.根据权利要求 18 所述的系统，其特征在于，写入装置距离每一个计时标记写入两个计时标记以便两个计时标记至少为普通的计时标记的两倍长。

20.根据权利要求 18 所述的系统，其特征在于，计时标记组进一步包括计时标记间隙。

21. 根据权利要求 1 的方法，进一步包括：

用读取磁头在一个圆周位置检测计时标记和用写入磁头在该圆周位置写入计时标记扩展之间的时间间隔小于计时标记持续时间。

22.根据权利要求 21 所述的方法，其特征在于，写入磁头在读取磁头前面以使在圆周位置检测计时标记不能在定位写入磁头以在存储

介质上的圆周位置写入计时标记扩展之前发生。

23.根据权利要求 21 所述的方法，其特征于，写入磁头和读取磁头在相对于计时标记的同一圆周位置，以使检测计时标记不能在圆周位置写入计时标记扩展之前发生。

24.一种用于传播用于存储介质上的伺服数据对准的多个计时标记的方法，该方法包括：

从一组计时标记中检测第一计时标记的至少一部分是否已经经过，其中，第一计时标记位于第一半径和第一圆周位置；以及

等待延迟期期满并写入第二计时标记，其中，第二计时标记位于第二半径和第二圆周位置，

向第二径向位置移动记录磁头；

从一组计时标记中检测第三计时标记的至少一部分是否已经经过，其中，第三计时标记位于第三半径，其中，第三计时标记不是第一计时标记的计时标记扩展；以及

等待延迟期期满并写入第四计时标记，其中，第四计时标记位于第四半径，其中，第四计时标记是第二计时标记的扩展。

25.根据权利要求 24 所述的方法，进一步包括：

向一个新的径向位置移动记录磁头；

检测不是第一计时标记的扩展或第二计时标记的扩展的计时标记；以及

写入是第四计时标记的扩展的计时标记。

26.一种用于传播用于可旋转的存储介质上的伺服数据对准的多个计时标记的方法，该方法包括：

从一组计时标记中检测第一计时标记的至少一部分是否已经经过，其中，第一计时标记位于第一半径和第一圆周位置；

等待延迟期期满并写入第二计时标记，其中，第二计时标记位于第二半径和第二圆周位置；

从一组计时标记中检测第三计时标记的至少一部分是否已经经过；以及

存储写入第二计时标记和第三计时标记经过之间的时间差作为参数 $C[S,i]$ ，其中 S 是指步长， i 是指计时标记。

27.根据权利要求 26 所述的方法，进一步包括：

径向地移动记录磁头；

从一组计时标记中检测第二计时标记的至少一部分是否已经经过；以及

等待第二延迟期期满并写入第四计时标记，其中，第四计时标记位于第四半径。

28.根据权利要求 27 所述的方法，其特征在于，所述第二延迟至少部分地依赖于参数 $C[S,i]$ ，其中 S 是指步长， i 是指计时标记。

29.一种用于传播用于可旋转的存储介质上的伺服数据对准的多个计时标记的方法，该方法包括：

将多个计时标记组成时间组；以及

使用第一计时标记做为触发计时标记写入计时标记。

30.根据权利要求 29 所述的方法，其特征在于，写入计时标记进一步包括：

写入计时标记扩展。

31.根据权利要求 29 所述的方法，其特征在于，写入计时标记进一步包括：

写入计时标记以使一个或多个计时标记都是计时标记扩展。

32.根据权利要求 29 所述的方法，其特征在于，时间组包含计时标记间隙。

33.根据权利要求 32 所述的方法，其特征在于，计时标记在计时标记间隙中写入。

34.根据权利要求 33 所述的方法，其特征在于，响应于计时标记被写入计时标记组的一个计时标记间隙中，计时标记在所有其他计时标记组的同一间隙中写入。

35.根据权利要求 32 所述的方法，其特征在于，响应于到达扩展的计时标记的末端，在新的间隙中继续写入计时标记。

36.根据权利要求 32 所述的方法,其特征不在于,在可旋转的存储介质的任何半径中有不带任何计时标记的计时标记间隙。

37.根据权利要求 32 所述的方法,其特征不在于,在一个计时标记间隙中的计时标记触发之后,计时标记扩展在多于一个的计时标记间隙中写入,以便获得长于读取到写入偏移量的扩展。

38.根据权利要求 32 所述的方法,其特征不在于,当径向移动前进最靠近写入磁头偏移量的整数步数减去写入磁头宽度的一半,计时标记写入跳跃到下一个计时标记间隙。

39.根据权利要求 29 所述的方法,其特征不在于,写入计时标记进一步包括:

当在时间组内写入时,使用校正项 $C[S,i]$ 和 $C[i]$ 写入计时标记,同时使误差最小化,其中 S 是指步长, i 是指计时标记, $C[i]$ 是校正项的当前估计值。

40.根据权利要求 39 所述的方法,其特征不在于,被最小化的误差包含旋转速度变化和位置误差。

41.根据权利要求 39 所述的方法,其特征不在于, $C[i]$ 的当前估计值进一步包括存储的估计值的加权平均值。

42.根据权利要求 39 所述的方法,其特征不在于,存储的估计值的加权平均值包括 $C[i]=F1*C[S-N1,i]+F2*C[S-N2,i]$,其中,加权平均值是至少重叠后退 $N1$ 和 $N2$ 步骤写入的计时标记的一部分的读取磁头的相对分数,其中, $F1$ 是以伺服步长计量的当前读取到写入径向偏移的小数部分, $F2=1-F1$, $N1$ 是 $\frac{\text{偏移}-\text{写入}/2}{S}$ 的整数部分, $N2=N1+1$ 。

43.根据权利要求 39 所述的方法,其特征不在于,存储的估计值的加权平均值包括 $C[i]=\sum_{j=1}^k F_j * C[S-N_j,i]$,其中, F_j 是应用于多个存储数据集 N_j 的一组 k 加权因子。

44.一种用于传播用于具有可重复的运动的存储介质上的伺服数据对准的多个计时标记的方法,其特征不在于,检测计时标记和写入计时标记扩展之间的时间间隔小于计时标记持续时间。

45.一种用于传播用于存储介质上的伺服数据对准的许多计时标

记的方法，该方法包括：

在第一径向位置用读取传感器检测第一计时标记；以及

在一个延迟之后写入第二计时标记，该计时标记不是以前写入的计时标记的扩展，其中，在检测时读取传感器的写入元件的圆周位置是这样，以便第一计时标记的所有可能的扩展集中的至少一个扩展的前沿已经在写入元件下经过。

46.一种用于传播用于存储介质上的伺服数据对准的许多计时标记的方法，该方法包括：

至少生成一个计时标记集，该集合包括至少一个计时标记和至少一个计时标记扩展，以使该集合有足够的径向长度以允许在第一径向传感器位置写入该集合的计时标记的计时标记扩展，其中，传感器的读取元件可以检测至少集合中的一个；

在第一径向位置用传感器的读取元件检测第一计时标记；以及

在一个延迟之后写入第二计时标记，该计时标记不是计时标记扩展集中的一个计时标记扩展的扩展，其中，在检测第一计时标记时传感器的写入元件的圆周位置是这样，以便第一计时标记的计时标记扩展集中的任何计时标记扩展的前沿已经在传感器的写入元件下经过。

47.根据权利要求 46 的所述的方法，其特征在于，至少一个计时标记扩展的集包括两个计时标记扩展。

48.一种用于传播用于存储介质上的伺服数据对准的许多计时标记的方法，该方法包括：

在第一径向位置用读取传感器检测至少一个第一计时标记；

在第一延迟之后写入至少一个第二计时标记，该计时标记不是以前写入的计时标记扩展集的扩展；以及

在第二延迟之后写入至少一个第三计时标记，该计时标记是以前写入的计时标记的扩展。

改善的自我伺服写入多时隙计时图案

技术领域

本发明涉及自我伺服写入磁性驱动器的计时图案生成领域。

背景技术

随着较新的驱动器技术的产生，在旋转介质大容量存储设备中采用高磁道密度成为可能。这些新技术包括音圈及其他类型的伺服定位器以及通过使用磁阻 (MR) 磁头技术读取和写入较窄的磁道的能力。较高的磁道密度提高了定位磁头所需要的嵌入伺服系统的伺服写入的精度要求。

传统的磁盘驱动器制造技术包括用专门的伺服写入仪器在磁头磁盘组件 (HDA) 的介质上写入伺服磁道。在这样的仪器中使用激光定位反馈以读取用于写入伺服磁道的记录磁头的实际物理位置。令人遗憾的是，这样的伺服写入器越来越难以侵入用于伺服写入的 HDA 的内部环境，因为 HDA 本身取决于它们的遮盖和铸造物才能保证正确的操作。此外，一些 HDA 非常小，小于 2 平方英寸。在这样微型化的程度，传统的伺服写入方法是不适当的。

传统的伺服图案通常包含恒定频率信号的短脉冲，数据磁道的中心线的两侧的很准确地定位的偏移量。短脉冲在扇区标题区写入，并可用于查找磁道的中心线。在读取和写入期间需要停留在中心线上。由于每个磁道可能会有 100 或更多扇区，所以在在一个数据磁道周围必须要有相同数量的伺服数据区分散。

此外，通过在数据磁道的 100 左右的扇区标题区中的每一个区域写入短脉冲，伺服数据一般性地分散在数据磁道的周围。这样的数据短脉冲可以由嵌入伺服机制用来查找数据磁道的中心线。这就允许磁头甚至在磁道不圆（例如，由于主轴摇摆、磁盘滑动和/或热膨胀）

时跟踪磁盘周围的磁道中心线。随着磁盘驱动器的容量增大，磁道密度也同样增大，伺服数据必须在磁盘上更准确地定位。

传统上，伺服数据由专用的外部伺服写入设备写入，并通常涉及使用花岗石块支持磁盘驱动器并平息外面的振动效应。在记录磁盘的表面上插入辅助时钟磁头，并用它来写入基准计时图案。具有很精确的导螺杆和用于位置反馈的激光位移测量设备的外部磁头/臂定位器用于准确地确定转换器位置。此准确的转换器位置是磁道放置和磁道与磁道之间的间距的基础。伺服写入器需要一个清洁的环境，因为磁盘和磁头暴露于环境中，以允许外部磁头和传动器进行访问。

磁盘上的传统的伺服数据图案包括被分为扇区的圆形数据磁道。每一个扇区通常具有一个扇区标题区，后面是数据区。每一个扇区标题区都包括扇区标题信息，后面是提供径向位置信息的伺服数据区。扇区标题信息包括伺服识别 (SID) 字段和格雷码字段，它们必须在磁道与磁道之间准确地对准，以防止磁性图中的破坏性干扰。这样的干扰会缩小信号的振幅，并导致数据错误。

在传统的驱动器制造期间，磁盘驱动器通常安装在被称为伺服写入器的主控站上。伺服写入器具有传感器，这些传感器位于磁盘驱动器的外面，以定位驱动器的至少一个内部磁头的径向和圆周位置。通过使用传感器的信息，伺服写入器导致磁头在磁盘上写入一个图案，通常是磁性信息（即，伺服数据）。如上所述，伺服图案成为在正常操作期间磁盘驱动器使用的主基准，以为数据存储定位磁道和扇区。当使用这样的站执行伺服写入时，由于每一个磁盘驱动器都必须安装在伺服写入器上，所以制造费用会提高。此外，由于外部传感器必须能访问传动器和磁盘主轴电机，所以磁盘的机械边界条件会发生改变。如此，可能还需要驱动器的机械夹紧和拆卸。

根据另一个传统的伺服写入过程，首先由一个单独的磁头在磁盘上写入主时钟磁道，作为整个伺服磁道写入操作的计时基准。在写入主时钟磁道之后，在磁盘的整个表面上写入伺服数据短脉冲：首先将臂移到外部急停位置，然后对于磁盘转动的每一转使用外部径向定位

系统径向地将臂移动一个小于数据磁道宽度的距离。

这样的传统的伺服写入过程要求使用外部计时传感器，以便写入用于确定圆周磁头位置的计时图案。由于需要外部传感器，所以必须在清洁的环境中执行伺服写入。此外，还需要外部时钟源和辅助时钟磁头写入计时信息。

为克服这样的问题，最近已经开发了自我伺服写入计时生成过程。这些过程允许在每一个伺服数据半径连续地写入准确对准的伺服数据磁道，而不必使用任何机械的、磁性的或光学的定位系统来控制伺服数据的圆周定位。此外，也不再需要辅助时钟磁头来在磁盘上写入基准计时图案。

根据一种方法，在存储介质的第一个径向位置写入第一个计时标记。测量选择的第一个计时标记对之间的时间间隔。磁头移到第二个径向位置。接下来，在磁盘旋转期间通过记录每隔一个计时标记（假设奇数号码的计时标记）的经过时间然后在其后计算的延迟写入插入的计时标记（偶数号码的计时标记）来写入其他的计时标记。新写入（偶数）标记之间的时间间隔被估计为相邻的计时（奇数）标记的经过时间的差加上写入新计时标记之前延迟中的差。然后磁头移到第二个径向位置。接下来，在磁盘旋转期间通过在刚才写入的圆周位置记录每隔一个计时标记（这里是偶数号码的计时标记）的经过时间然后在其后计算的延迟写入插入的计时标记（奇数号码的计时标记）来写入其他的计时标记。

新写入（偶数）标记之间的时间间隔被估计为相邻的计时（偶数）标记的经过时间的差加上写入新计时标记之前延迟中的差。在优选的方法中，在计时标记之间的时间间隔中在一个或多个磁盘表面上写入伺服数据。在优选的方法中，重复测量、移动、和写入其他计时标记的步骤，直到在存储介质的整个表面上写入伺服图案。

虽然在使用重叠读取和写入磁头（即，可以不更改磁头位置写入和读取磁道）伺服数据磁道时这样的自我伺服写入过程已经足够，但是现在正在产生具有不相重叠的读取和写入元件的磁盘驱动器。

具体来说，随着读取和写入元件尺寸缩小以提高存储密度，在其中发生读取和写入的宽度比读取和写入元件本身之间的距离更快速地缩小。因此，当在旋转传动器上使用带有这样的元件的磁头时，磁头的读取元件不再能在所有径向位置重叠磁头的写入元件写入的区域。当上述自我伺服写入过程用于读取和写入元件不重叠的驱动器时，不能使伺服数据磁道保持精确的圆周对准，并且相对于图案生成过程中的随机误差的增多缺乏稳定性。

根据另一种方法，在磁盘旋转期间在存储介质的第一个径向位置写入第一个计时标记。然后磁头移到第二个径向位置。在磁盘旋转期间测量选择的第一个计时标记对之间的时间间隔。接下来，在磁盘旋转期间通过记录每隔一个计时标记（假设奇数号码的计时标记）的经过时间然后在其后计算的延迟写入插入的计时标记（偶数号码的计时标记）来写入其他的计时标记。然后磁头移到第二个径向位置。在磁盘旋转期间测量选择的第一个计时标记对之间的时间间隔。接下来，在磁盘旋转期间通过在刚才写入的圆周位置记录每隔一个计时标记（这里是偶数号码的计时标记）的经过时间然后在其后计算的延迟写入插入的计时标记（奇数号码的计时标记）来写入其他的计时标记。在优选的方法中，重复移动、测量和写入其他计时标记的步骤，直到在存储介质的整个表面上写入伺服图案。

在此全部引用了 2000 年 6 月 13 日提出的序列号为 09/592,740，题为“**Method for Self-Servo Writing Timing Propagation**”的共同拥有的美国专利申请。此美国专利申请（在此以前被称为‘740 申请）描述了自我伺服写入过程。以前至少每隔一转放置新计时标记，以允许至少在旋转期间在写入随后的新计时标记之前读取和测量现有计时标记之间的所有时间间隔。此外，对于所有这些过程，在每个径向位置只写入一半的计时标记位置。令人遗憾的是，这可能导致奇偶扇区不对称，在计时标记处信号强度减小，并增大测量之间的总时间，在不同的测量期间，电机转速可能显著地变化，也许会给计时标记位置的测量带来额外的计时误差。

此外，读取和写入装置的另一种类型使用偏移磁头。在“偏移”磁头中，在径向上读取和写入元件在物理上是分离的。偏移磁头包括记录磁头，或者称为“写入磁头”，以及磁探测头，或者称为“读取磁头”。现有技术偏移写入过程要求，进行额外的时间测量以保持过程稳定性，从而会延长处理时间。

'740 申请的发明通过检测计时标记的经过和在基本上相同的圆周位置写入计时标记的扩展克服了现有技术中的问题。即使磁盘驱动器或相似的系统不能同时写入和读取，这也是可行的，如果读取磁头是一个单独的元件，该元件稍微在磁盘旋转时在写入磁头之前遇到磁盘表面上的点，以便检测现有的计时标记可以在相同的圆周位置写入计时标记之前发生。在读取操作发生之后，这种延迟允许在相同的一转上的基本上相同的切线位置发生随后的写入操作。此过程记录每个计时标记的经过，然后在基本上相同的圆周位置写入所有的那些计时标记的扩展，使用此过程可以改善计时标记位置的精度，并使附随地写入的伺服数据的位置也得到了相应的改善。

另一个发明允许此最后一个较高精度的方法，其中，在要执行的同一个磁盘旋转期间检测和写入所有计时标记位置，无需执行除了该磁盘旋转期间产生的测量步骤之外的任何其它测量步骤。这就会缩短总的处理时间。此发明在 1999 年 10 月 25 日提出的题为“Storage of Timing Information for Self-Servo Writing Timing Pattern Generation When Read and Write Heads are Non-Overlapping”的序列号为 09/426,435 的共同待审批的美国专利申请中进行了说明，该申请定义了一个位置阵列，该阵列存储了新写入的计时标记之间的估计间隔，由通过读取磁头检测的计时标记的测量的计时标记间隔计算，用于在数据阵列中写入新计时标记的延迟。此美国专利申请（在此以前被称为 '435 申请）通常被授予给 IBM 公司，该申请在这里全部加以引用。在每个新写入步骤中，检索当前在读取磁头下经过的计时标记的存储的估计间隔数据，并用于预测写入的正确延迟。这意味着，在写入新计时标记的磁盘旋转之前没有必要测量在读取磁头下经过的

计时标记之间的时间间隔。

'740 申请和 '435 申请的发明的组合允许 1) 高精度, 由于根据 '740 申请的发明, 每个计时标记在驱动器中的磁盘的同一个旋转中的每个步骤上读取和写入, 以及 2) 高处理速度, 由于根据 '435 申请的发明, 在写入新计时标记的磁盘旋转之前没有必要花时间来测量在读取磁头下经过的计时标记之间的时间间隔。然而, '740 申请的发明特别要求一种磁头, 这种磁头通过存在一个比较大的延迟能够读取然后在相同的一转上的相同的圆周位置写入, 该延迟允许在相同的一转上的基本上相同的切线位置发生随后的写入操作。延迟要求还限制能够写入的计时标记的持续时间(圆周长度), 因为计时标记的读取必须在写入元件到达该计时标记的扩展集的前沿之前完成。这种约束限制了可以与较高精度的每个计时标记在相同的一转上读取和写入的方法一起使用的记录磁头和计时标记图案的类型。

相应地, 有必要克服如上文所讨论的现有技术中的问题, 特别是对于在可旋转的存储介质上更有效地写入计时标记的方法。

发明内容

简要地说, 根据本发明, 描述了多时隙计时图案的改善的自我伺服写入的系统和方法。单个的计时标记被替换为计时标记间隙组。在每一个计时标记位置, 时间测量是通过检测一个间隙中的计时标记来进行的。在其他间隙中写入计时标记。每个组的时间测量和在每个组写入的计时标记的组合改善了时间传播的总体精度。计时标记位置的改善的精度使附随地写入的伺服数据的位置也得到了相应的改善。此外, 写入图案的校准精度不易受转速的变化和写入的跃迁的形状变化的影响。此外, 在每一个伺服半径只需要单个磁盘旋转就能写入伺服数据并传播计时标记以保持时间对准。

附图说明

通过结合图形阅读下面的详细说明, 本发明的特点和优点将变得

更加清楚，在图形中，类似的引用号表示相同或功能上类似的元件。

图 1A 是显示了根据本发明的一个实施例的包括写入磁头和读取磁头的计时标记和记录转换器的配置的图表。

图 1B 显示了一个磁盘驱动器，并显示了根据本发明的一个实施例的用于定位记录介质上的记录转换器的传动器的配置。

图 2 是显示根据本发明的一个实施例的生成的计时标记的配置的网格。

图 3 是描述本发明的一个实施例中的计时标记生成过程的总体操作和控制流程的流程图。

图 4A 和图 4B 是描述本发明的两个不同的实施例中的计时标记生成过程的操作和控制流程中的一个步骤的详细说明的流程图。

图 5 是本发明的一个实施例中的写入时隙、增加之后的读取时隙，以及不同的读取时隙情况的写延迟的公式的表。

图 6 是本发明的一个实施例中的写入时隙、增加之后的读取时隙，以及不同的读取时隙情况的写延迟和校正参数 $C[S,i]$ 的公式的表。

图 7 是本发明的一个实施例中的旋转介质上的计时标记组的扇区布局的图表。

图 8 是可用于实现本发明的示范性自我伺服写入计时系统的方框图。

具体实施方式

下面将通过示范性实施例对本发明进行描述。这只是为了方便起见，而不打算限制本发明的应用。事实上，在阅读下面的描述之后，那些精通相关技术的普通人员将知道如何在其他实施例中实现本发明。

传动器的几何形状

图 1B 显示了一个磁盘驱动器，并显示了根据本发明的一个实施例的用于定位记录介质 148 上的记录转换器 152 的传动器 150 的

配置。传动器 150 定位记录转换器 152，以在记录介质 148 上的任何径向位置写入磁道。传动器位置信息可以从本技术已知的各种方法通过自我伺服写入径向传播或通过外部传感器获得。

图 1A 是显示了根据本发明的一个实施例的包括写入磁头 154 和读取磁头 156 的一组计时标记扩展 160 和记录转换器 152 的配置的图表。介质旋转 148 的方向是逆时针方向，如针对计时标记扩展集 160 的图 1A 从左到右所显示的。计时标记是连续地写入的，计时标记传播的方向是垂直的（从下往上）。图 1A 中显示的磁盘磁道为水平方向。图 1A 显示了包括写入磁头 154 和读取磁头 156 的记录转换器 152 相对于固定径向位置的一组计时标记扩展 160 的位置。

计时标记 162 到 170 是连续地写入的。首先写入计时标记 162，然后再写入计时标记 164、166、168，最后写入 170。每个连续写入的计时标记都重叠以前写入的计时标记。如图 1A 所示，计时标记 170 重叠 168，168 重叠 166，164 重叠 162。正如图 1A 所显示的，写入磁头 154 不与读取磁头 156 重叠相同的计时标记。即，在不更改传动器 152 的径向位置的情况下，计时标记无法由写入磁头 154 写入并由读取磁头 156 读取。

图 1A 显示了当写入磁头 154 位于对应于计时标记 162 的磁道区域时，读取磁头 156 位于对应于计时标记 168 和 170 的磁道区域上。如上所述，按时间顺序，首先写入计时标记 162，第二写入计时标记 164，第三写入计时标记 166，第四写入计时标记 168，第五（最后）写入计时标记 170。

计时标记 164 是 162 的计时标记扩展。计时标记扩展以前在 '740 申请中被定义为至少部分地在相邻径向位置的现有计时标记的某些部分的数据相同的圆周位置写入的计时标记，并与之对齐，以使两个计时标记的某些部分可以由某些径向位置的读取磁头 156 同时读取。目的是保持计时标记的准确的对准以便在伺服写入过程中提供磁盘的旋转位置的准确指示器。此外，径向轨道是诸如磁盘之类的可

旋转存储介质上的区域，该区域由横跨初始计时标记和该初始计时标记的计时标记扩展集的区域。最后写入径向轨道的近似值可以预先确定为目标轨道，将沿着该目标轨道写入计时标记。

如此，在给定的径向位置，读取磁头 156 可以读取计时标记 162 和 164，它们分别是后退三个和四个计时步写入的。此特点是读取磁头 156 的宽度、写入磁头 154 的宽度、读取磁头 156 和写入磁头 154 之间的径向间隔 174（叫做“磁头偏移”），以及 162-170 计时标记之间的径向长度的结果。计时标记 162-170 的径向长度是由计时标记扩展 172 之间的径向步的步长设置的。在本发明的另一个实施例中，读取磁头 156 和写入磁头 154 之间的距离如此，以使读取磁头 156 可以读取后退预先确定的计时步数写入的计时标记。如图 1A 所示的参数 N1 被定义为读取到写入径向磁头偏移 174 减去写入磁头宽度 154 的一半与步长 S 的比率的整数部分（小于该比率的最大整数，由下列公式给出：

$$N1: \text{Integer part of } (\text{Offset} - \text{Write}/2) / S$$

此外，N2 被定义为 N1+1。

在本发明的一个实施例中，一个磁盘的每个磁道被分成 V 个扇区，其特征在于，V 是产品扇区计算的整数倍，如图 7 所示，其中 V = 8。在每个扇区内，有 M 个可能的时隙，其特征在于，M 是大于 2 的整数。在一个示例中，如图 7 所示，M = 3。在本发明的优选的实施例中，计时标记与每个计时标记之间的固定时间间隔 t 分组在一起。计时标记之间的时间间隔 t 由在上面记录计时标记的记录介质的速度和计时标记 d 之间的距离确定，由下列公式给出： $t = v/d$ ，其中 v 是记录介质的速度。

第一和第二个计时标记位置之间的总时间间隔必须有足够长的时间，以便在在第一个计时标记位置写入计时标记之后，在读取磁头通过第二个计时标记的开始之前，磁盘驱动器中的读取磁头 156 和读回电子设备充分地由由写入所引起的干扰恢复。在倒数第二个和最后一个计时标记位置之间保持类似的持续时间。在优选的实施例中，M

是 3, 定义了时隙的物理位置, 以便时隙 1 722 在图 7 中的磁盘索引 700 之后在磁盘旋转时开始某个固定时间。时隙 2 724 在时隙 1 722 开始之后开始一个固定时间 t 以使 t 等于或大于写入计时标记所需要的时间和读取和写入磁头和电子设备充分地返回到它们的稳态条件所需要的最大时间之和。时隙 3 726 在时隙 2 724 开始之后开始时间 t 。在优选的实施例中, 一个组的所有写入的计时标记都被对于所有时间组都相同的时间分隔, 但也可以选择不同的时间。

计时标记布局

图 2 是显示根据本发明的一个实施例的生成的计时标记的布局的网格。图 2 显示了图 7 的扇区 0 720 和扇区 1 730 的计时标记的详细布局。图 2 中的磁盘旋转的方向是水平的(从右到左), 而计时标记传播的方向是垂直的(从下往上)。网格 205 显示了磁盘上的在每个扇区内写入的计时标记的位置。垂直柱(0-1, 0-2, 0-3)代表计时标记可用的时隙, 而行对应于记录介质的磁道。图 2 中显示了两个扇区, 每个扇区都包含三个时隙, 被称为计时标记组。在网格的第一组三个时隙(栏)中显示了第一个计时标记组, 标记为 0-1、0-2、0-3 的组 0。在网格的第二组三个时隙(栏)中显示了第二个计时标记组, 标记为 1-1、1-2、1-3 的组 1。在网格的左边是表示标记为 209 到 289 的读取磁头的径向位置的线。填充和阴暗方框表示计时标记。例如, 当读取磁头位于径向位置 239, 写入磁头位于一个径向位置以便在 232、231、238 和 237 写入计时标记。对图 2 来说, 如上所述, 作为示例, $N1$ 被选择为 2 ($N1 = 2$)。在优选的实施例中, 偏移量是传动器位置的缓慢变化的函数, 可以是大于或等于两个径向步的任何值。

本发明描述了如何扩展计时标记(图 2 中的阴影线)200、201 和 206、207 的启动图案, 以便保持时间对准。本讨论假设, 启动计时标记 200、201 和 206、207 已经通过现有技术写入。本发明的说明书专门讲述计时标记组 1 的写入。还假设, 所有其他计时标记组都用与计时标记组 1 一样的方法写入, 如这里所描述的。在本发明的优选的实施例中, 显示了每个计时标记组的三个时隙。在本发明的另一个实

施例中，每个计时标记组都可以使用大于 2 的任何整数时隙。当稍后一个径向步以及在与以前写入的计时标记相同的计时标记间隙写入一个计时标记时，以前写入的标记的径向部分被新计时标记改写（擦除并替换）。例如，计时标记 211 已经部分地被计时标记 221 改写。计时标记 261 在时隙 1 没有直接后继，因此它没有被改写。

作为对后面的图 2 的详细讨论的介绍，可以总结一下控制写入和读取的序列的规则。在优选的实施例中，对每个组中的三个时隙，记录（读取）一个计时标记的经过时间，并在相同的径向位置写入两个计时标记。使用读取计时标记的经过时间在计时标记组之间写入伺服数据以保持如图 7 所示的伺服图案时间对准。

下面将描述时隙中的读取和写入计时图案的序列。该过程对于磁盘的单周以读取一个计时标记和写入其他两个计时标记开始。在下一个径向步，该序列按如下方式前进：

1. 如果读取时隙已经重复小于 $N1$ 的径向步数，则读取时隙保持相同。
2. 否则更改读取时隙，在优选的实施例中，将读取时隙增加 1，或者如果当前读取时隙是最后一个（例如图 1 中的时隙 3），则将它设置为第一个读取时隙。

在图 2 中，用对角线遮蔽的计时标记是那些直接在读取时隙之后的时隙写入的计时标记，而均匀地遮蔽的计时标记在其余时隙写入。

在本发明的一个实施例中，请参考图 2 的网格 205，计时图案生成过程以定位传动器 152 开始，以使读取磁头 156 位于 219。

如上所述，记录转换器的几何形状导致写入磁头 154 定位在 211 和 217 上。计时标记是成对地写入的。记录了计时标记 200 的经过时间，并在第二个时隙在 211 写入第一个计时标记。在第三个时隙 212 写入下一个计时标记。随着磁盘持续旋转，记录第一个计时标记间隙（组 1 的 206）中的计时标记的经过时间，在每个连续的计时标记组的时隙 2 和 3（组 1 的 217 和 218）写入其他计时标记。在时隙 2 和 3 中的写入和在时隙 1 中的读取一直持续，直到扇区

V-1 中的最后一个计时标记组在记录转换器下经过。

接下来，定位记录转换器 152 以使读取磁头 156 定位在 229。再次在时隙 1 读取计时标记 200（术语“读取”用作观察回读信号和并记录时隙中的计时标记的经过时间），并在 221 和 222 写入下一对计时标记。随着磁盘旋转在连续的计时标记组中写入和读取一直持续，直到最后一个计时标记组 V-1 在记录磁头下经过。在本讨论的其余部分，每当描述计时标记的写入时，都将假设，随着磁盘旋转在连续的计时标记组中写入和读取一直持续，直到最后一个计时标记组 V-1 在记录磁头下经过。

此时，在第一个时隙中读取时，记录转换器 152 移动 $N-2$ 步。对于图 2 描述的情况，其中读取到写入磁头偏移量如此，以使 $N1 = 2$ 时，2 是读取移到下一个时隙之前计时步的数量。移动两步之后，读取时隙增加，在此情况下，增加到 2。这是在写入磁头 154 和读取磁头 156 之间的径向间隔的结果，如在本发明的前面所讲述的，在等于 $N1$ 的步数之后移到下一个时隙具有有益的特点，因为它创建计时标记，这些计时标记提供一个引用，该引用依赖于多个时隙。下面将比较全面地描述这些好处的原因。

接下来，定位记录转换器 152 以使读取磁头 156 定位在 239。在第三个时隙 231 以及在第一个时隙 232 写入下一对计时标记。然后定位记录转换器 152 以使读取磁头 156 定位在 249。在 241 和 242 写入下一对计时标记。此时，传动器 152 在第二个时隙中移动 $N-2$ 步。如前所述，2 是读取时隙 152 被要求移到下一时隙之前允许的计时步的最大数。由于以前的读取是在第二个时隙中进行的，读取时隙被移到第三个或最后一个时隙。接下来，定位记录转换器 152 以使读取磁头 156 定位在 259。在 251 和 252 写入计时标记。然后定位记录转换器 152 以使读取磁头 156 定位在 269。在 261 和 262 写入下一对计时标记。

如前所述，传动器 152 在第三个时隙中移动 $N = 2$ 步，这是对于当前的磁头偏移是最大值。如此，由于以前的时隙是最后一个，

读取时隙被移到第一个时隙，即时隙 1，因此读取时隙移到下一个时隙。然后定位记录转换器 152 以使读取磁头 152 定位在 279。当读取磁头被定位在 219 时，读取时隙和写入时隙的布局与在步骤 1 中的相同。第一个时隙中的计时标记是读取，该组中的其他时隙以类似的方式写入。每当移动的步数等于 N1 时，就重复写入计时标记和增加读取时隙的过程，直到在磁盘中写入完整的伺服图案。

本发明的一个优点是，在每个时隙中的计时标记的每个相邻的部分（例如，212、231、241），当在不同的计时标记间隙读取计时标记时至少有两个已经写入的径向相邻的计时标记。写入和读取的序列是这样定义的，以便在随后的径向位置中，读取磁头处于这样的状态，以便它跨这些计时标记的多个部分，同时写入更多的计时标记。在优选的实施例中，此事件在增加读取时隙之前的最后一个步骤发生。一个示例是当读取磁头位于 259 并且读取在 250 表示的计时标记在时隙 3 发生。在此位置，计时标记由 222（当读取时隙是时隙 1 时写入）和 231（当读取时隙是时隙 2 时写入）组成。这些特点是有益的，因为它们提供一个引用，该引用依赖于多个时隙。并耦合所有这三个时隙之间的时间信息。这通过将每个间隙中的传播链接到其他间隙的两个（或优选的实施例中的两个）可以防止计时标记误差。在没有三个时隙耦合的情况下，不同时隙中的计时标记的相对位置的误差可能会积聚，并降低时间位置的精度。

保留多个时隙的此耦合或链接的其他实施例是容易构建的。在另一个实施例中，计时标记只在单个计时标记间隙写入，其中其他写入时隙中的计时标记决不会被读取。在此实施例的另一个方案中，将写入计时标记 228、237 和 247，但不会写入 218。将写入 227 和 228，以便将分别在不同的计时标记间隙（0 和 1）中同时读写的毗连的计时标记 228 和 237 将仍存在。在另一个实施例中，将重新安排计时标记的顺序。例如，时隙 2 可以在物理上放在时隙 1 之前，或者在时隙 3 之后，或者时隙顺序可以颠倒。精通本技术的人可以设计其他布局。这里描述的优选的实施例使用最小数量的计时标记，并且比较

方便，因为不同的处理步骤相对比较少。

计时标记生成过程

图 3 是描述本发明的一个实施例中的计时标记生成过程的总体操作和控制流程的流程图。控制流程从步骤 320 开始，并直接流到步骤 322。

在步骤 322 中，使用传动器 150 将记录转换器 152 移到初始径向位置，其中，读取磁头 156 通过计时标记（图 2 中的 200、201、206、207）的启动图案，并且径向地定位写入磁头 154 以写入启动计时图案的扩展。此外，代表当前时隙中的计时步数的变量 N 被定义为零。读取时隙 RS 被选为时隙 1。第一个写入时隙 $WS1$ 被设置为时隙 2。第二个写入时隙 $WS2$ 被设置为时隙 3。

在步骤 323 中，由在启动图案生成期间存储的间隔数据计算估计的间隔。稍后将描述估计间隔、写延迟的推导以及测量的间隔的存储。在没有启动间隔数据的情况下，读取时隙中的计时标记之间的间隔可以在磁盘旋转期间测量。在步骤 324 中，该过程在磁盘旋转期间保持不变，直到 $V-1$ 计时标记组经过紧前面。在步骤 325 中，记录读取计时标记间隙中的计时标记的经过时间，并将计时标记写入在其他计时标记间隙中。在下面的图 4 的讨论中进一步讲述步骤 325 的细节，该图描述了本发明的两个优选的实施例。

在步骤 326 中，记录转换器 152 被移到远离起点一个伺服步的径向位置。增加步数 S 和 N 。在 327 中，遵循下一节中描述的公式，与参数 $C[S,i]$ 一起，存储读取时隙中的计时标记的经过时间之间的间隔。在步骤 328 中，使用当前的时隙检查 N 的值以确定已经完成了多少径向步。如果 N 等于 $N1$ ，如图 1 所描述，该过程移到步骤 329，其中 N 被设置为零，然后移到步骤 330，否则该过程直接移到步骤 330。在步骤 329 中，读取时隙 RS 增加到下一个时隙，除非读取时隙是计时标记组中的最后一个（第三个）时隙，而在这样的情况下，读取时隙被设置为等于第一个时隙 - 即， $RS = RS+1$ ，除非 $RS = 3$ ，然后 RS 被设置为 0。

在步骤 330 中, 检查完成的径向步 S 的数量。如果等于伺服图案中的步数, 该过程便通过在步骤 331 中退出来完成; 否则该过程返回到步骤 323 以继续径向地步进, 并写入计时标记和产品伺服图案。值得注意的是, 可以在时间传播过程期间写入产品伺服图案, 但也可以在完成时间传播之后写入。

图 4A 和图 4B 是描述本发明的两个不同的实施例中的计时标记生成过程的操作和控制流程中的一个步骤 (325) 的详细说明的流程图。图 4A 和图 4B 描述了过程步骤的细节, 其特征在于, 记录读取时隙中的计时标记的经过, 并写入新的计时标记。图 4A 说明了第一个优选的实施例的应该被称为同时读写 (WWR) 的过程步骤。图 4B 说明了第二个优选的实施例的应该被称为直接同时读写 (DWWR) 的过程步骤。

同时读写过程

现在通过将步骤 325 分成子过程步骤 441 到 452 来比较详细地描述图 4A 中的 WWR 过程的图 3 中的步骤 325 的细节。步骤 325 以步骤 441 进入图 4A 的过程。在图 3 中的前面的步骤 (324) 中, 过程等到最后一个计时标记组之前。在步骤 441 之后是步骤 442, 其中, 计时标记组索引 i 被设置为最后一个计时标记组 V-1, 该过程等待计时标记。计时标记的经过用时间 W0 触发硬件延迟 T0 的开始。在下一个步骤 443 中, 我们分别通过下一节和图 5 中描述的公式计算第一和第二写入时隙的写延迟 W1[i] 和 W2[i] 的延迟时间。在下一个步骤中显示了在流控制功能 446 和硬件过程 444 和 445 的同时发生序列之间的流程图。控制流程从 443 进入 446, 过程等待 T0 延迟启动并等待 T2 延迟消逝, 这表示计时标记组的完成。

在此等待期间, 硬件计时器 T0 期满, 并启动 T1 和 T2 计时器 444。T0 计时器在期满时自动重置到延迟 W0。随着 T1 和 T2 计时器期满 445, 它们将触发在两个计时标记间隙中的新计时标记的写入。此外, 还检测读取时隙中的再次启动计时器 T0 的计时标记。当启动 T0 之后, 表示计时标记已经被读取, T2 期满, 表示已经写入

两个计时标记，过程控制 446 移到步骤 450。

在步骤 450 中，过程检查最后一个计时标记组是否已经经过 - 即， $i = V-1$ 是否成立，表示是否在围绕磁盘的圆周的所有计时标记间隙中读取或写入计时标记，而在这样的情况下，过程移到步骤 452 并返回到图 3；否则过程移到步骤 451。在步骤 451 中，计时标记组索引 “i” 增加。在步骤 451 之后，过程返回到步骤 443 以在下一个计时标记组中继续读取计时标记并写入两个计时标记。

在此特定的实施例中，值得注意的是，由于每个组的两个写入的计时标记在写入时带有确定的间隔，不管该组的读取计时标记如何，它们都可以被认为是带有空格的单个的、长计时标记。显然，此标记的成分随着径向位置而更改（读取和写入时隙号码）。

直接的同时读写

现在通过将步骤 325 分成子过程步骤 461 到 492 来比较详细地描述图 4B 中的 DWWR 过程的图 3 中的步骤 325 的细节。步骤 425 进入带有步骤 461 的图 4B。在图 3 中的前面的步骤 324 中，过程等到最后一个计时标记组之前。在步骤 461 之后是步骤 462，其中，配置硬件触发器以启动在检测计时标记或延迟 $T0$ 逝去时延迟 $T1$ 和 $T2$ 中的每一个，取决于图 6 中表示的读取计时标记间隙。过程在步骤 463 中等待，直到最后一个计时标记组 ($V-1$) 中的读取计时标记经过，这将用延迟 $W0$ 触发延迟 $T0$ 的启动。

在下一个步骤 464 中，我们分别通过下一节和图 6 中描述的公式计算写入时间延迟 $T1$ 和 $T2$ 的写延迟 $W1$ 、 $W2$ 的延迟时间。在下一个步骤中显示了控制流程，以显示同时控制流程 465 和硬件过程。硬件步骤取决于图 4B 中指出的 1、2 或 3 的 RS 值表示的读取时隙。在步骤 464 之后，过程控制部分在步骤 465 等待 $T0$ 运行和 $T2$ 期满。

在读取时隙是 3 的情况下，对硬件进行这样的配置，以便当 $T0$ 期满 470，它用延迟时间 $W1$ 启动延迟 $T1$ ，用延迟时间 $W2$ 启动延迟 $T2$ 。计时器 $T0$ 在期满时自动重置到延迟 $W0$ 。当 $T1$ 期满 471

时, 在时隙 1 中写入计时标记。接下来, 当计时器 T2 期满时, 在计时标记时隙 2 中写入计时标记。最后在步骤 473 中, 检测时隙 3 中的计时标记, 从而再次启动计时器 T0。

如果读取时隙是时隙 2, 对硬件进行这样的配置, 以便当 T0 期满 480, 它启动计时器 T1。计时器 T0 在期满时自动重置到延迟 W0。当 T1 期满 481 时, 在时隙 1 中写入计时标记。接下来在步骤 482 中, 检测时隙 2 中的计时标记, 从而再次启动计时器 T0 和计时器 T2。接下来, 当计时器 T2 期满 483 时, 它导致在计时标记时隙 3 中写入计时标记。

如果读取时隙是时隙 1, 则首先检测 490 时隙 1 中的计时标记, 从而启动计时器 T0、T1 和 T2。T0 以前期满但没有被配置为启动任何延迟。当 T1 期满 491 时, 在时隙 2 中写入计时标记。接下来, 当计时器 T2 期满 492 时, 它导致在计时标记时隙 3 中写入计时标记。

不管读取时隙是什么, 每个硬件过程都完成当前计时标记组, T0 正在运行, T2 期满。当发生这种情况时, 控制流程步骤 465 前进至步骤 466。在步骤 466 中, 过程检查最后一个计时标记组是否已经经过 - 即, $i = V - 1$ 是否成立, 表示是否在围绕磁盘的圆周的所有计时标记间隙中读取或写入计时标记, 而在这样的情况下, 过程在步骤 467 返回到图 3; 否则过程移到步骤 468。在步骤 468 中, 计时标记组索引 “i” 增加。在步骤 468 之后, 过程返回到步骤 464, 以开始在下一个计时标记组中读取和写入。

延迟计算

本发明遵循 '435 申请中说明的方法, 该申请定义了存储第 i 个计时标记组的位置的位置阵列或者计时标记间隔阵列。在本发明的优选的实施例中, 我们定义了存储的间隔 $AI[S, i]$ 的阵列; S 对应于记录转换器 152 的径向位置 (或径向步或磁道号), 而 “i” 代表在其中写入计时标记的扇区号, 以便:

$$AI[S, 0] = IM[0, V-1] - A + D[0] - D[V-1]$$

$$AI[S, i] = IM[i, i-1] - A + D[i+1] - D[i]$$

其中 $IM[j, k]$ 是在第 “S” 径向步发生新计时标记的写入的磁盘旋转期间第 “j” 个计时标记组的读取时隙中的计时标记经过时间减去第 “k” 个计时标记组的读取计时标记间隙中的计时标记经过时间。如 '740 申请中定义的，我们将使用变量 $D[i]$ 来代表系统加 `random_error` 项的总和。根据现有技术的方法，我们将使用变量 A 代表对转速中的变化的间隔的任何校正。最后，我们将描述如何使用 `WWR` 和 `DWWR` 实施例中的那些延迟来计算计时标记组的情况的写入。此外，索引 S 在每个径向步之后增加。在优选的实施例中，为降低数据阵列的大小，模 K 算术用于索引 S ，其中 K 是比最大读取到写入径向磁头偏移至少大 1 的数。虽然未明确显示，但是到处为 S 暗示了模运算。此外，也为间隔索引 “i” 暗示了模运算。

间隔和写延迟的推导

'435 申请还讲述了从存储信息计算当前估计间隔 $I[i+1, i]$ 的方法。可以使用估计的间隔计算表示在计时标记之后多长时间应该执行写入以最佳地扩展现有的计时标记的写延迟。“i” 索引如以前那样定义以表示第 “i” 个计时标记组。

在本发明的优选的实施例中，估计间隔是：

$$I[i+1, i] = AI[S-N3, i+1] * F1 + AI[S-(N3+1), i+1] * F2$$

其中参数 $N3$ 是以伺服步计量的当前读取到写入径向偏移的整数部分， $F1$ 和 $F2$ 如 '435 申请所定义的。在优选的实施例中，如果以伺服步计量的当前读取到写入径向偏移的小数部分小于 0.2，那么设置 $F1 = 0.2$ ；如果以伺服步计量的当前读取到写入径向偏移的小数部分大于 0.8，那么设置 $F1 = 0.8$ ；否则 $F1$ 是以伺服步计量的当前读取到写入径向偏移的小数部分。在该同一实施例中 $F2 = 1 - F1$ 。

'740 申请讲述了对于单个计时标记而不是计时标记组的情况如何计算计时标记检测和写入那些计时标记的扩展之间的延迟，使用单个计时标记之间的测量的或估计的间隔：可检测的计时标记和其他标记的希望的写入位置是利用以前的计时标记和被扩展的计时标记之间

的预计时间来计算的。以前的计时标记和正在计算的计时标记之间的预计时间优选情况下可以根据美国专利申请 09/550,643 和美国专利申请 08/882,396 (现在是美国专利 5,901,003) 的讲述进行校正,以获得系统延迟,这些专利申请通常由本发明的受让人拥有,这里对它们全部加以引用。此外,在优选的实施例中,从以前的过程步骤积聚的误差可以根据美国专利申请 09/316,884、美国专利申请 09/316,882,以及美国专利申请 08/891,122 的讲述进行校正,这些专利申请通常由本发明的受让人拥有,这里对它们全部加以引用。

'740 申请讲述了具有不同的写入延迟的两个实施例。第一个实施例相当于当前发明的叫做 WWR 的实施例。在此实施例中,写入延迟是计时标记之间的估计或测量间隔,从中测量延迟,要写入的圆周位置中的计时标记,加系统和随机误差校正:

$$\text{delay} = \text{interval} + \text{systematic} + \text{random_error}.$$

第二个实施例相当于当前发明的叫做 DWWR 的实施例。在此实施例中,写入延迟是系统和随机误差校正的总和:

$$\text{delay} = \text{systematic} + \text{random_error}.$$

然后 '740 申请讲述了如何从(估计)间隔计算写入延迟。如 '740 申请中定义的,我们将使用变量 $D[i]$ 来代表系统加 random_error 项的总和。根据现有技术的方法,我们将使用变量 A 代表对转速中的变化的间隔的任何校正。最后,我们将描述如何使用 WWR 和 DWWR 实施例中的那些延迟来计算计时标记组的情况的写入。

写入延迟的计算 (WWR 实施例)

图 5 是本发明的一个实施例中的写入时隙、增加之后的读取时隙,以及不同的读取时隙情况的写延迟的公式的表。图 5 总结了针对每一个读取时隙位置的优选 WWR 实施例的写延迟 $W1[i]$ 和 $W2[i]$ 的参数和公式。例如,如果读取时间间隔是时隙 1,当组索引是 "i" 时为 $T1$ 延迟计时器设置的延迟 $W1$ 是 $W1[i] = D[i] + I[i-1, i] + A - W0 + d$

其中,如 '740 申请中定义的, $D[i]$ 是对于 "i" 计时标记的间

隔 + 系统 + random_error 的总和。用于计算间隔、系统延迟和 random_error 项的估计间隔被估计间隔替代, 如上文和在 '435 申请定义的, 如前面所定义的, d 是计时标记间隔之间的预先确定的时间间隔, $W0$ 是计时器 $T0$ 的预先确定的延迟。

写入延迟的计算 (DWWR 实施例)

图 6 是本发明的一个实施例中的写入时隙、增加之后的读取时隙, 以及不同的读取时隙情况的写延迟和校正参数 $C[S,i]$ 的公式的表。图 6 总结了针对每一个读取时隙位置的优选 DWWR 实施例的写延迟 $W1$ 和 $W2$ 的参数、硬件配置和公式。例如, 如果读取时间间隔是时隙 1, 当组索引是 “ i ” 时为 $T1$ 计时器设置的延迟 $W1$ 是 $W1[i]-D[i]+d-CC[i]$

其中, 如 '740 申请中定义的, $D[i]$ 是对于 “ i ” 计时标记的系统 + random_error 的总和。用于计算间隔、系统延迟和 random_error 项的测量或估计间隔被估计间隔替代, 如 '435 申请定义的, 使用如上所述的修改的存储间隔的定义。参数 $CC[i]$ 的定义如下。

作为另一个示例, 如果读取时隙是 2, 对于第 “ i ” 计时标记组的 $T2$ 延迟计时器, 延迟时间 $W2$ 是 $D[i]+I[i-1,i]+A-d-CC[i-1]$ 。图 6 还指出了计时器 $T1$ 和 $T2$ 的硬件触发设置。这两个计时器可以被配置为通过检测计时标记或延迟计时器 $T0$ 的消逝自动地启动, 如图 6 的表中所指出的, 配置取决于当前读取时隙。例如, 如果读取时隙是 2, $T1$ 延迟由延迟计时器 $T0$ 的消逝来启动, 而延迟计时器 $T2$ 由计时标记的检测启动。

在本发明的 DWWR 优选的实施例中, 我们定义了校正项 $C[S,i]$, 由步号和时间组号索引, 方式类似于存储的计时标记位置 $L[S,i]$ 。下一节加给出 $C[S,i]$ 的方程式。 $C[S,i]$ 提供一个估计量, 计时标记的位置必须校正该估计量以便反映该计时标记的理想位置。当基于以前的计时标记组的经过时间写入计时标记时, 以前的组中的转速变化和位置误差可以给新计时标记的位置带来误差。 $C[S,i]$ 存储了基于当前

计时标记组中的计时标记的经过时间的此误差的估计。最初， $C[S, i]$ 的所有值都为零。图 6 的表中给出了 $C[S, i]$ 的公式，当前读取时隙，以在当前读取时隙位置和当前读取到写入偏移获得的测量的间隔 $IM[i, i-1]$ 和写延迟 $W1[i]$ 和 $W2[i]$ ，步数 N 表示。

例如，如果读取时隙是 2，参数 N 等于 $N1$ ，那么 $C[S, i]$ 是 $IM[i, i-1] - W2[i] - d$ 。如果读取时隙是 2，参数 N 小于读取到写入偏移量 $N1$ 的整数部分，那么 $C[S, i]$ 为零，如图 6 的表所示。

定义了校正项的当前估计值，只带有“ i ”索引， $CC[i]$ 。在本发明的优选的实施例中

$$CC[i] = F1 * C[S - N3, i] + F2 * C[S - (N3 + 1), i].$$

参数 $F1$ 和 $F2$ 是加权因子，它们是磁头偏移量的函数。在优选的实施例中， $N3$ 、 $F1$ 和 $F2$ 是上文定义的相同的因子。如此，可检测的计时标记的错位假设为存储的估计值 $C[S - N3, i]$ ， $C[S - (N3 + 1), i]$ 的加权平均值，权重由落在后退 $N3$ 和 $N3 + 1$ 步写入的计时标记的一部分之上的读取磁头的相对分数确定。在另一个实施例中， $C[i] = \sum_{j=0 \text{ to } k} \{ Fj * C[S - Nj, i] \}$ ，其中， Fj 是应用于许多存储数据集索引后退 Nj 的一组 k 加权因子。

当新计时标记的位置通过检测计时标记是否经过来确计时，使用校正因子 $CC[i]$ 的当前估计值，这些计时标记本身是在以前的计时标记组中的一个计时标记后面的一个延迟确定的位置写入的。校正移动写入新计时标记的时间以考虑启动写延迟计时器的计时标记的错位 ($CC[i]$)。

示范性实施例

虽然是以旋转记录介质为例对本发明进行描述的，但是本发明也可以为记录介质沿着任何任意轨道移动包括而限于线性运动的任何系统实现。

本发明可以以硬件、软件或硬件和软件的组合实现。根据本发明的一个优选的实施例的系统可以使用一个计算机系统以集中方式，或者以不同的元素跨多个互连的计算机系统的分布式方式来实现。任何

类型的计算机系统-或适于执行这里描述的方法的其他装置都适合。

本发明的优选的实施例可以以组合了计算机系统和软件与专门电子硬件的系统 900 实现,如图 8 所说明的。在图 8 中,可以是计算机或信号处理器的主控制器 902 控制总体操作顺序,并通过通信总线 903 与诸如径向位置控制器 904、电机控制器 916 和时间处理器 906 之类的子系统进行通信。径向控制器 904 设置传动器臂的位置,可以是多种类型,包括机械定位器或径向自我伺服写入定位系统。电机控制器旋转磁盘驱动器马达,并向时间间隔分析器提供马达指标。时间处理器 906 管理本发明的自我伺服写入时间功能。处理器控制处理序列。这样的处理器可以具有附装的存储器 905。时间测量功能可以由时间间隔分析器电子设备 907 执行,该设备测量触发图案检测器 908 检测的触发图案和来自电机控制器的触发图案和马达指标之间的时间间隔。发往正在写入的磁盘驱动器 901 的功率和控制信号和从该磁盘驱动器发出的读回信号穿过读取/写入接口 909。在触发图案发生器 916'中生成计时标记触发图案的写控制信号。当由可编程延迟 W1, 914 或 W2, 915 启动时,触发图案发生器导致新计时标记写入。如本文前面所描述的,另一个可编程延迟 W0, 913 用于控制 W1 和 W2 延迟和处理序列的启动。延迟控制逻辑 910 控制来自时间间隔分析器的时间触发信号,以及 W0、W1 和 W2 延迟以启动其他延迟的选择。实际伺服图案数据的写入由伺服图案发生器控制,伺服数据放置时间由可编程延迟 911 控制。

虽然说明了本发明的特定实施例,那些精通本技术的普通人员将理解,在不偏离本发明的精神和范围的情况下,可以对特定的实施例进行各种修改。因此,本发明的范围不仅限于特定的实施例。此外,所附的权利要求涵盖在本发明范围内的一切这样的应用、修改和实施例。

图1A

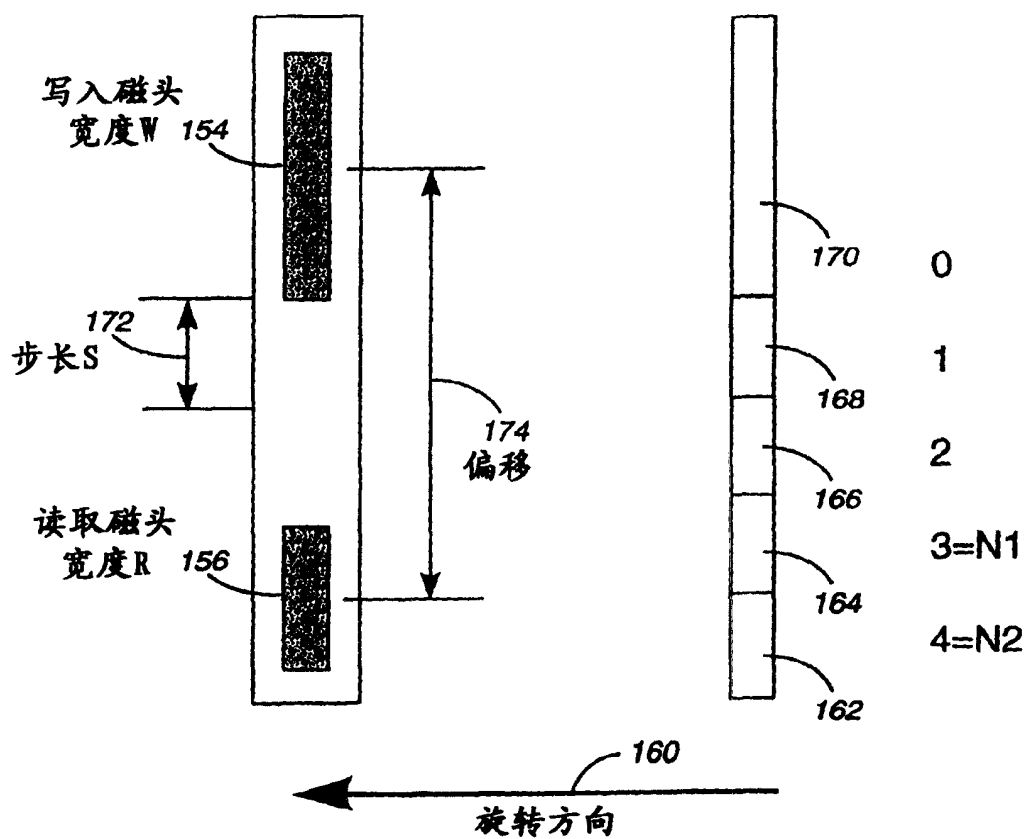


图1B

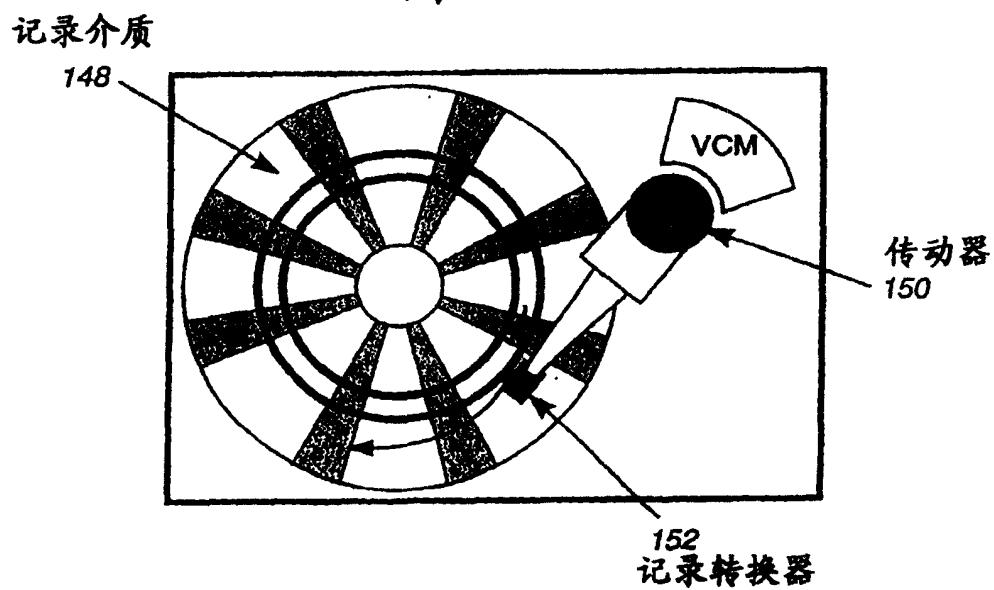


图2

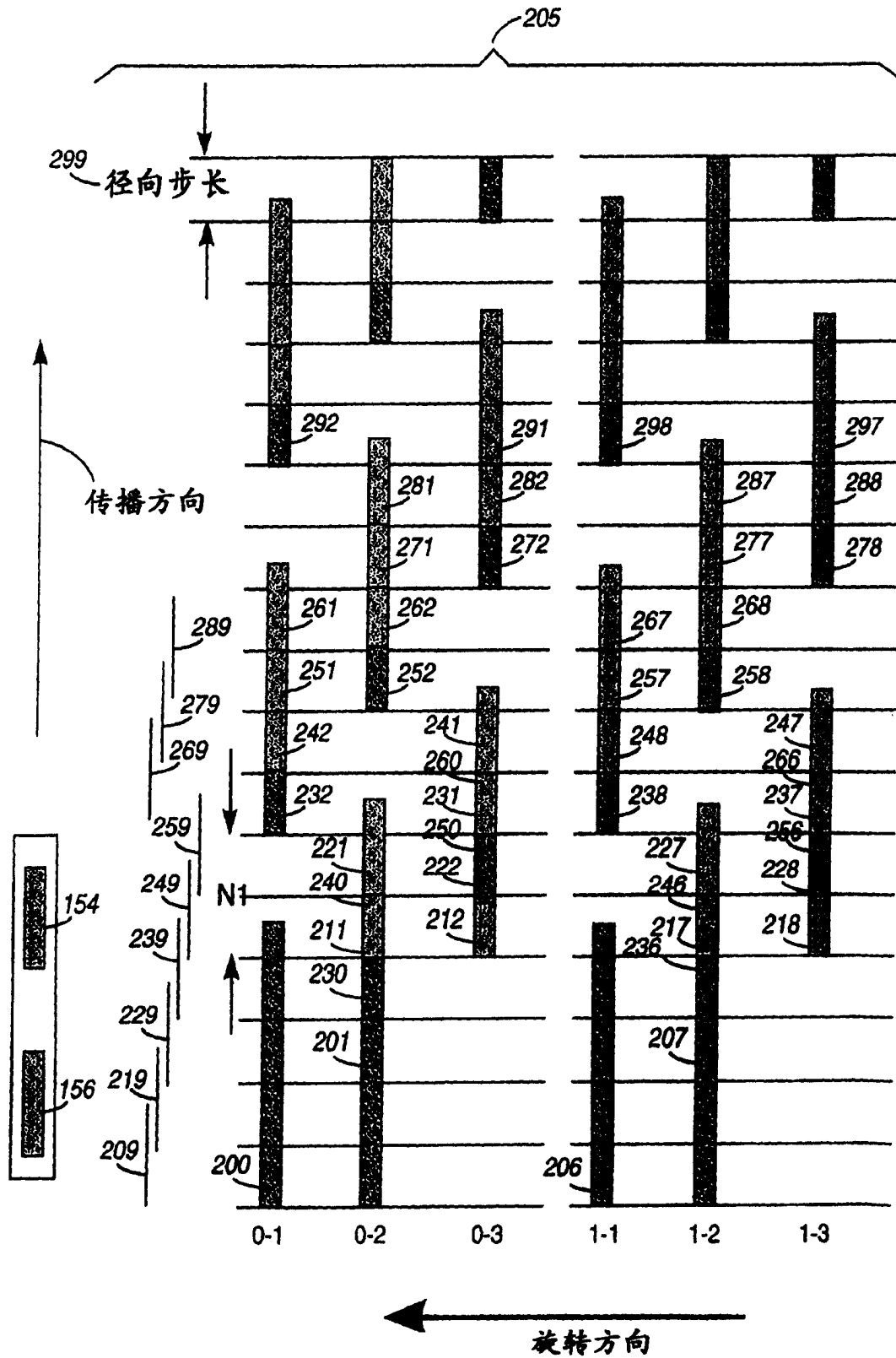


图 3

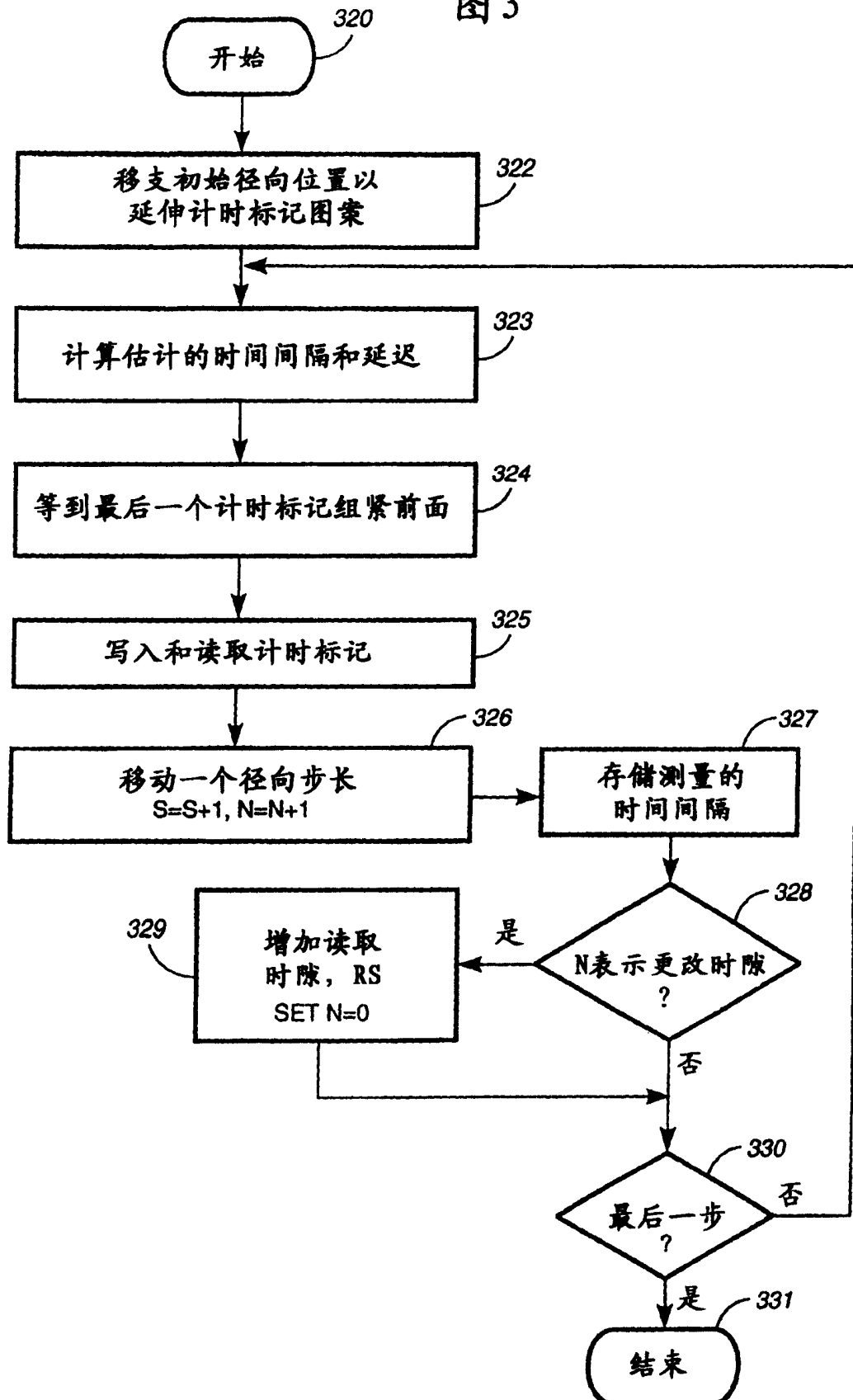


图 4A

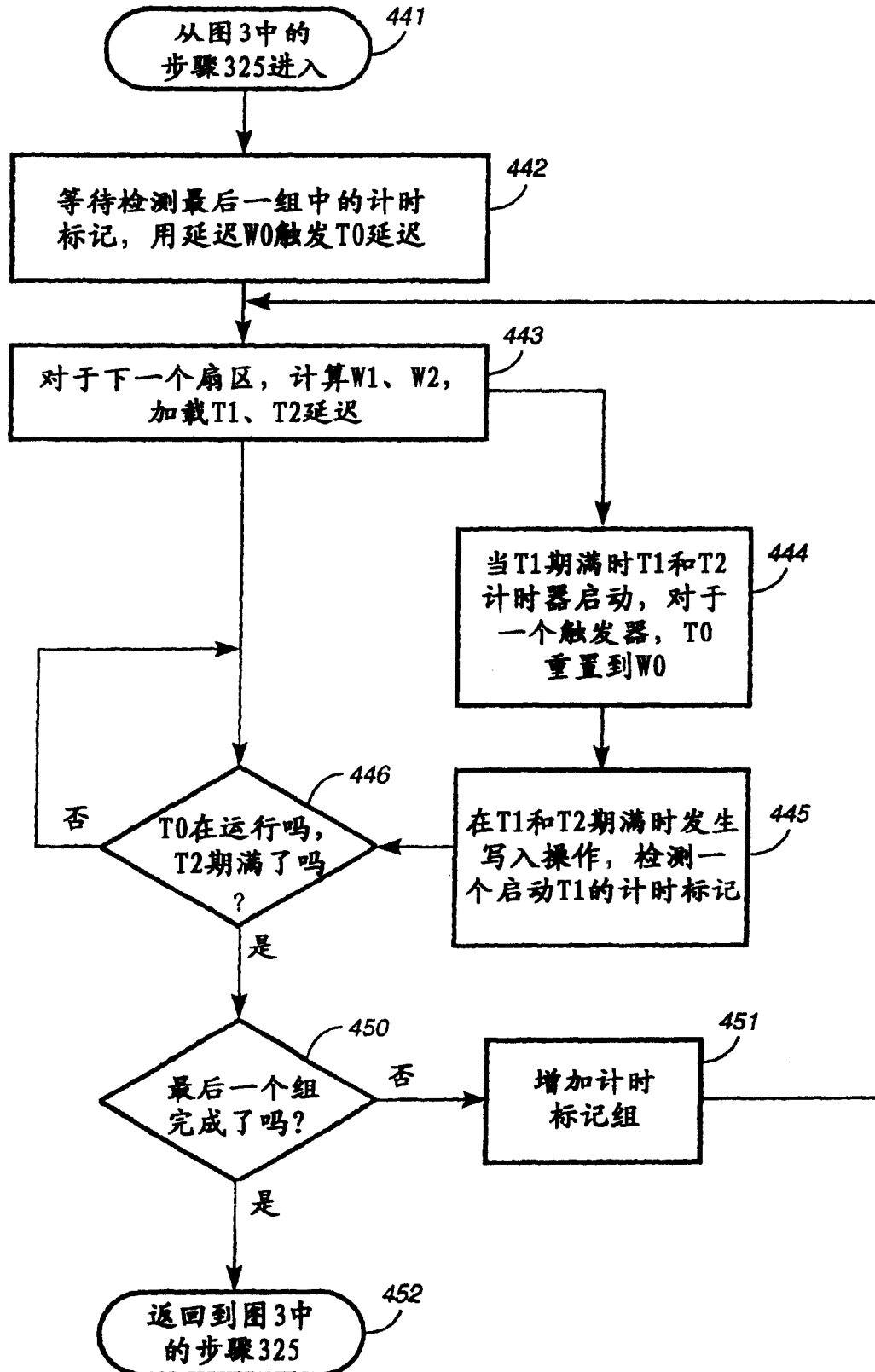


图 4B

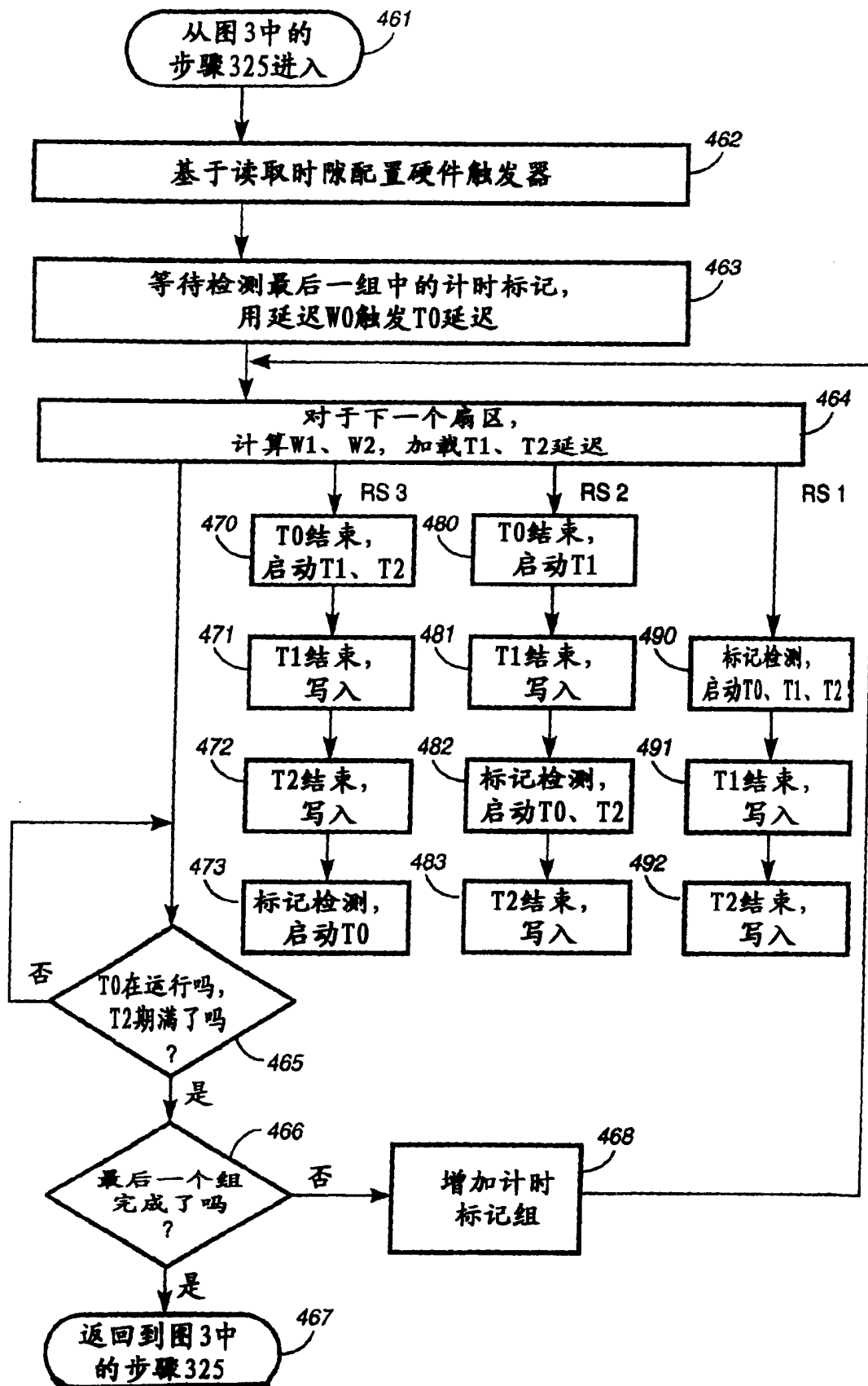


图 5

读取时隙 (RS)

	1	2	3
WS1	2	3	1
WS2	3	1	2
NEXT RS	2	3	1
W1[i]	$D[i]+l[i-1,i]+A-W0+d$	$D[i]+l[i-1,i]+A-W0-d$	$D[i]+l[i-1,i]+A-W0-2d$
W2[i]	$D[i]+l[i-1,i]+A-W0+2d$	$D[i]+l[i-1,i]+A-W0+d$	$D[i]+l[i-1,i]+A-W0-d$

图 6

读取时隙 (RS)

	1	2	3
WS1	2	3	1
WS2	3	1	2
NEXT RS	2	3	1
W1[i]	$D[i]+d-CC[i]$	$D[i]+d-CC[i]$	$D[i]+l[i-1,i]+A-2d-W0$
W2[i]	$D[i]+2d-CC[i]$	$D[i]+l[i-1,i]+A-d-CC[i-1]-W0$	$D[i]+l[i-1,i]+A-d-CC[i-1]-W0$
C[S,i]	0	N1=N then $IM[i,i-1]-W2[i]-d$ ELSE 0	$IM[i,i-1]-W1[i]-2d$
T1 触发器	标记检测	T0	T0
T2 触发器	标记检测	标记检测	T0

图7

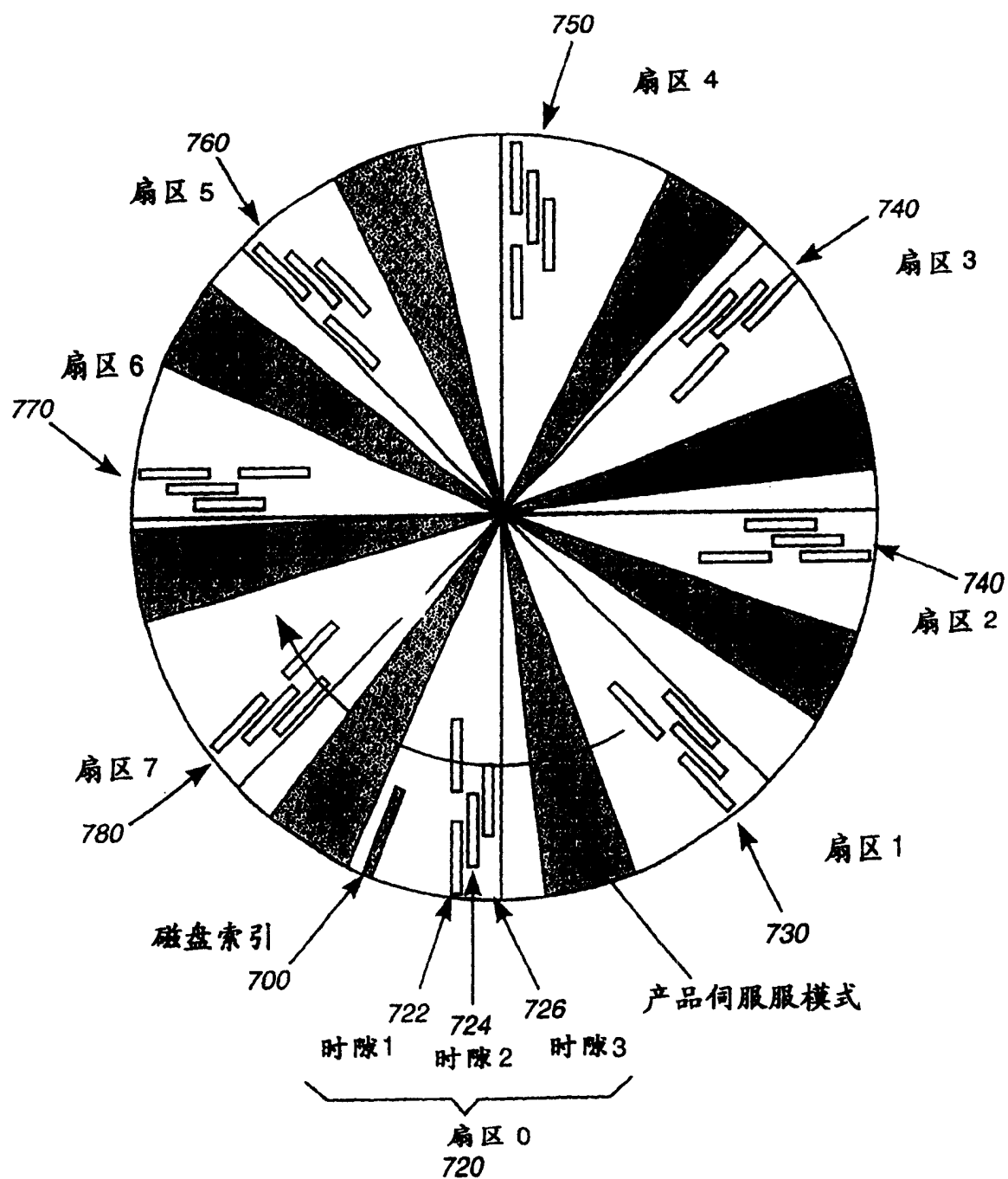


图 8

