

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510081100.2

[51] Int. Cl.

G11B 20/18 (2006.01)

G11B 5/09 (2006.01)

G11B 5/596 (2006.01)

G11B 21/10 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 1 月 21 日

[11] 授权公告号 CN 100454427C

[22] 申请日 2005.6.29

[21] 申请号 200510081100.2

[30] 优先权

[32] 2004.6.29 [33] JP [31] 2004-191183

[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 梅村薰 鹭津一彦 嶋村直基

高泽修

[56] 参考文献

WO2004017321A1 2004.2.26

US5781360A 1998.7.14

CN1389868A 2003.1.8

审查员 李 冰

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责
任公司

代理人 杨林森 谷惠敏

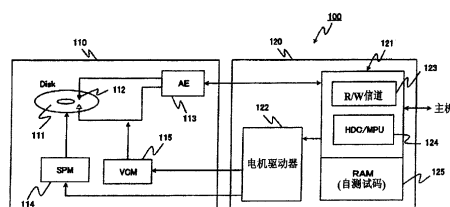
权利要求书 5 页 说明书 29 页 附图 15 页

[54] 发明名称

磁盘装置及其制造方法

[57] 摘要

本发明提供能够快速准确地检测磁道宽度偏离正常值的磁道的磁盘装置及其制造方法。HDD 包括读取磁头 112a、磁盘和缺陷磁道检测部分。磁盘具有包括在其上写入的脉冲 A、B 的伺服数据。伺服数据用于将读取磁头 112a 定位在磁道中心。缺陷磁道检测部分以如下方式检测缺陷磁道。用脉冲 C 或 D 的幅值来除由读取磁头 112a 通过一次读取操作读取的脉冲 A 和 B 的幅值之和来获得比较值。如果该比较值偏离标准特定的百分比或更多，则判断待被判断的磁道的磁道宽度异常。由于写入而不修改脉冲 A 到 D，所以脉冲 A 到 D 的尺寸在磁道宽度方向上不管磁道宽度如何而保持不变。因此，在脉冲 A 和 B 之间在径向上形成根据磁道宽度变动的缝隙 G。在包括该缝隙 G 的位置读取脉冲 A 和 B，并确定上述比较值，从而检测缺陷磁道。



1. 一种磁盘装置，包括：

磁头，至少用于读取数据；

磁盘，其上被写入包括第一和第二脉冲模式的伺服数据，所述伺服数据用于将磁头定位在磁道中心；以及

缺陷磁道检测部分，用于检测写入了第一和第二脉冲模式的待被判断的目标磁道，如果基于由磁头的一次读取操作读取所有 4 种脉冲模式的结果获得的比较值在特定范围之外，则判断该目标磁道为磁道宽度异常的缺陷磁道，所述 4 种脉冲模式包括第一、第二、第三、和第四脉冲模式，

其中所述第一和第二脉冲模式不管磁道宽度如何在磁道宽度方向上尺寸不变。

2. 如权利要求 1 所述的磁盘装置，其中：

所述缺陷磁道检测部分使用读取第一脉冲模式的结果和读取第二脉冲模式的结果互相保持平衡的位置作为磁道中心，并根据被定位到磁道中心的磁头读取的结果来检测缺陷磁道。

3. 如权利要求 1 所述的磁盘装置，其中

所述所有 4 种脉冲模式被无修改地写入。

4. 如权利要求 1 所述的磁盘装置，其中

根据磁道宽度变动的缝隙在所述第一和第二脉冲模式之间沿磁道宽度方向形成。

5. 如权利要求 1 所述的磁盘装置，进一步包括：

比较值计算部分，用于计算比较值；

其中，基于在用于判断磁道宽度是否异常的标准和用于待被判断的磁道的比较值之间进行比较的结果，所述缺陷磁道检测部分判断待

被判断的磁道是否是缺陷磁道。

6. 如权利要求 1 所述的磁盘装置，其中
向一个磁道的一个磁道边界写入第一脉冲模式，向所述磁道的另一个磁道边界写入第二脉冲模式。

7. 如权利要求 2 所述的磁盘装置，其中
所述磁头被定位到第一脉冲模式的读取信号幅值变得与第二脉冲模式的读取信号幅值相等的位置。

8. 如权利要求 1 所述的磁盘装置，其中
所述比较值计算部分基于第一脉冲模式的读取信号幅值和第二脉冲模式的读取信号幅值之和计算比较值。

9. 如权利要求 6 所述的磁盘装置，其中
所述伺服数据包括写入奇数磁道的第三脉冲模式和写入偶数磁道的第四脉冲模式，以及
所述比较值计算部分基于读取第一和第二脉冲模式以及第三或第四脉冲模式的结果计算比较值。

10. 如权利要求 9 所述的磁盘装置，其中
所述比较值计算部分使用这样的值作为比较值，该值通过用第三脉冲模式的读取信号幅值或第四脉冲模式的读取信号幅值来除第一脉冲模式的读取信号幅值和第二脉冲模式的读取信号幅值之和获得。

11. 如权利要求 1 所述的磁盘装置，进一步包括：
标准计算部分，用于基于比较值计算用于确定所述特定范围的标准。

12. 如权利要求 10 所述的磁盘装置，其中

所述标准计算部分使用比较值计算部分计算的比较值之中的不包括缺陷磁道的给定数目磁道的比较值的平均值作为标准。

13. 如权利要求 10 所述的磁盘装置, 其中

如果待被判断的磁道是奇数磁道, 则标准计算部分使用比较值计算部分计算的比较值之中的不包括缺陷磁道的给定数目的奇数磁道的比较值的平均值作为标准, 反之, 如果待被判断的磁道是偶数磁道, 则标准计算部分使用比较值计算部分计算的比较值之中的不包括缺陷磁道的给定数目的偶数磁道的比较值的平均值作为标准。

14. 如权利要求 1 所述的磁盘装置, 进一步包括:

标准计算部分, 用于基于比较值计算用于确定所述特定范围的标准;

其中所述标准计算部分基于待被判断的磁道附近的磁道的比较值计算标准。

15. 如权利要求 1 所述的磁盘装置, 进一步包括:

标准计算部分, 用于基于比较值计算用于确定所述特定范围的标准;

其中在对待被判断的磁道进行判断之后, 所述标准计算部分基于判断的结果更新标准。

16. 如权利要求 15 所述的磁盘装置, 其中: 如果待被判断的磁道不是缺陷磁道, 则所述标准计算部分从包括了所述待被判断的磁道的给定数目磁道的比较值来确定平均值, 然后更新标准。

17. 如权利要求 1 所述的磁盘装置, 其中:

所述缺陷磁道检测部分在缺陷表中存储所述缺陷磁道。

18. 如权利要求 17 所述的磁盘装置, 进一步包括:

写入控制部分，用于通过参考缺陷表来控制磁头的数据写入；
其中所述写入控制部分参考缺陷表，并由此禁止向缺陷磁道写入。

19. 如权利要求 18 所述的磁盘装置，其中
所述缺陷磁道检测部分在缺陷表中存储包括了缺陷磁道的柱面作为缺陷柱面。

20. 如权利要求 17 所述的磁盘装置，其中
所述磁盘包括所述缺陷表。

21. 一种磁盘装置，包括：

磁盘，其上被写入包括第一和第二脉冲模式的伺服数据，所述第一和第二脉冲模式不管磁道宽度如何在磁道宽度方向上尺寸保持不变地被写入，所述伺服数据限定读取第一脉冲模式的结果和读取第二脉冲模式的结果互相保持平衡的位置为磁道中心；

磁头，至少用于写入数据；以及

缺陷磁道检测部分，用于检测这样的缺陷磁道，在该缺陷磁道中，从由磁头的一次读取操作读取所述第一和第二脉冲模式的位置读取的结果获得的比较值在特定范围之外。

22. 如权利要求 21 所述的磁盘装置，其中
所述缺陷磁道检测部分基于从被定位在磁道中心的磁头读取的结果获得的比较值来检测所述缺陷磁道。

23. 如权利要求 21 所述的磁盘装置，其中
所述第一和第二脉冲数据被无修改地写入。

24. 如权利要求 21 所述的磁盘装置，其中
根据磁道宽度变动的缝隙在所述所有 4 种脉冲模式之间沿磁道宽度方向形成。

25. 一种用于制造磁盘装置的磁盘装置制造方法，所述磁盘装置包括：磁头，至少用于读取数据；以及磁盘，其上被写入包括第一和第二脉冲模式的伺服数据，所述伺服数据用于将磁头定位在磁道中心，所述方法包括以下的步骤：

基于由磁头的一次读取操作读取第一和第二脉冲模式的结果计算比较值；

如果比较值在特定范围之外，则判断其中被写入第一和第二脉冲模式的待被判断的磁道是缺陷磁道；以及

预先禁止使用所述缺陷磁道，

其中以第一和第二脉冲模式不管磁道宽度如何在磁道宽度方向上尺寸不变的方式写入所述伺服数据。

26. 如权利要求 25 所述的磁盘装置制造方法，进一步包括以下的步骤：

向磁盘上的特定区域写入缺陷表以预先禁止使用所述缺陷磁道。

27. 如权利要求 26 所述的磁盘装置制造方法，进一步包括以下的步骤：

向磁盘写入伺服数据；

读取所写入的伺服数据以检测缺陷磁道；以及

预先禁止使用检测到的缺陷磁道。

28. 如权利要求 27 所述的磁盘装置，其中

当写入伺服数据时，所述第一和第二脉冲数据被无修改地写入。

磁盘装置及其制造方法

技术领域

本发明涉及磁盘装置及其制造方法，所述磁盘装置具有磁头，其定位通过使用伺服数据中包括的脉冲模式来控制，更具体地，涉及这样的磁盘装置及其制造方法，所述磁盘装置被设计用来避免由磁道宽度的异常情况造成的例如偏离磁道的错误。

背景技术

使用例如光盘和磁带的不同类型的介质的装置作为数据存储装置是大家所知道的。在它们之中，硬盘驱动器(HDD)作为计算机的存储装置变得普及到这样的程度，以至于它们成为一种当今计算机系统不可缺少的存储装置。进而，不限于计算机，由于其出色的性能，随着移动图片记录/再现装置、汽车导航系统、数字相机的可移动存储器等等的出现，HDD 的应用越来越广泛。

通常，HDD 包括作为介质的磁盘。磁盘的磁道由伺服写入器等写到磁盘上的伺服数据形成。更具体地，沿着同心磁道写入如图 12(a)所示的伺服数据。伺服数据被写入磁道上的多个位置。伺服数据由众所周知的字段组成，其包括：写入用作数据同步的同步数据的同步部分 D1；写入指示伺服数据开始的伺服标记的 STM（伺服磁道标记）部分 D2；具有指示序列等中的磁道位置的位置信息的磁道 ID 部分 D3；以及写入用于精确位置控制的脉冲模式的脉冲部分 D4。同步部分 D1 包括伺服 AGC（自动增益控制），其调整信号放大器的放大系数以在读出伺服数据之前保持幅值不变。

例如，如图 12(b)所示，写入脉冲部分 D4 的脉冲模式由 4 种脉冲模式组成，即脉冲 A、B、C、D。磁头读取那些脉冲模式，然后数字

化从读取信号（脉冲信号）获得的幅值的变化。该数字化的变化用于磁头元件 112 等的磁道控制（磁道跟随）。

在图 12(b)中，在参考符号 T_c 为磁道中心、 T_b 为磁道边界和 T_w 为磁道宽度的假定之下，脉冲 A、B 为信号，其交替地以不变的时间间隔分别被写入从磁道中心 T_c 到一个相邻磁道中心 T_c 的区域和从磁道中心 T_c 到另一个相邻磁道中心 T_c 的区域。换言之，脉冲 A、B 是分别被写入一个磁道的一个磁道边界 T_b 和该磁道的另一个磁道边界 T_b 的信号。另外，脉冲 C、D 是以不变的时间间隔被写入一个磁道的信号。它们中的一个被写入奇数磁道，而另一个被写入偶数磁道。执行读取磁头 300a 的定位控制以便将读取磁头 300a 定位到例如磁道中心 T_c 的位置，在该位置脉冲 A 和脉冲 B 的读取信号幅值互相处于平衡状态。磁头位置中的偏差能够被例如误差信号检测到，所述误差信号是响应这些值的和或差生成的，所述这些值是通过积分能够从脉冲 A、B 的读取信号获得的幅值或波形的绝对值获得的。

写入脉冲模式的方法有两种类型，其将在下面说明。更具体地，在一种方法中，用写入两次来重新写入（或修改）一种脉冲模式（例如脉冲 A）；在另一种方法中，用写入一次而不是重新写入（或不是修改）来写入一种脉冲模式。如果用重新写入两次来写入一种脉冲模式，那么在该脉冲模式中会形成接缝部分。因此，这种使用重新写入的脉冲模式写入方法在本说明书中被称作接缝方法。另外，接缝方法写入的伺服模式被称作接缝伺服模式。此外，如果没有使用重新写入（没有使用修改）来写入脉冲模式，那么一次写入操作写入一种脉冲模式。因此，没有形成接缝部分。在本说明书中，这种不使用修改的脉冲模式写入方法被称作无缝方法，而无缝方法写入的伺服模式被称作无缝伺服模式。

下面将详细说明根据接缝方法和无缝方法写入的伺服模式。图 13 和图 5 是显示分别根据接缝方法和无缝方法的伺服模式写入方法的示

意图。当磁头径向移动半个磁道时伺服数据被写入。另外，脉冲模式具有脉冲 A、B、C、D，其在磁道延伸的方向上接连不同的写入位置被写入。

如图 13 所示，例如关于接缝方法，在伺服磁道写入(STW)过程中的第 n 次写入操作中，写入磁头 300b 首先写入指示关于序列等中的磁道位置的位置信息的 ID，然后只写入脉冲 A、C。更具体地，在脉冲 B 和 D 的位置不写入脉冲模式。在没有信号被写入的脉冲 B 和 D 的位置，如果上一次的伺服写入已经写入了信号，那么就删除（修改）该信号。下一步，写入磁头 300b 仅仅移动半个磁道。然后，写入 ID，接着写入脉冲 B、C。这时，如上述情况所述，在特定的位置（这里，在脉冲 A 和 D 的位置）删除（修改）数据。

这样一来，第 n 次和第 $(n+1)$ 次伺服写入形成一个磁道。因为磁道宽度 T_w 通常比读取磁头 300b 的宽度要宽，所以用重新写入和修改来写入脉冲模式。在这种接缝方法中，将在第 $(n+1)$ 次写入操作时的伺服数据重新写入在第 n 次写入操作时的伺服数据，使得写入在相邻的磁道之间没有缝隙的脉冲模式成为可能。这里，脉冲 A 到 D 被理想化地写入，它们的写入位置沿径向以半个磁道互相被替换。磁道中心 T_c 是这样的位置，在该位置当读取脉冲 A 和 B 时，它们的读取信号幅值互相处于平衡状态。磁道中心 T_c 之间的距离是磁道螺距。另外，径向方向的两个相邻磁道中心 T_c 的中心线是磁道边界 T_b ，而相邻磁道边界 T_b 之间的距离就是磁道宽度 T_w 。如图 13 所示，磁道宽度 T_w 理想化地与脉冲 A 到 D 的宽度相同。

另一方面，关于无缝方法，如图 5 所示，如接缝方法的情况所述，当磁头移动半个磁道时写入伺服信号。然而，一次写入操作写入一种脉冲模式。既然不执行重新写入（修改），与接缝方法不同，例如，在第 n 次写入（写入脉冲 A）时，不删除上一次写入操作写入的脉冲模式，并因此不修改脉冲模式。所以，在第 n 次和第 $(n+2)$ 次写入操作

写入的脉冲 A 和脉冲 B 之间形成缝隙 G。更具体地, 既然写入磁头的宽度通常比磁道宽度或磁道螺距要窄, 与接缝脉冲模式不同, 脉冲 A 到 D 中的每一个的宽度变得比磁道宽度或磁道螺距要窄。如图 5(e)所示, 磁道中心 T_c 能够被定义为例如这样的位置, 在该位置脉冲 A 和脉冲 B 的信号幅值相互处于平衡状态。

如上所述, 在伺服磁道写入过程中, 写入作为磁道信息的伺服数据以便伺服数据能够用于磁头的定位控制。然而, 该磁道信息会取决于磁盘上的位置指示磁道宽度或窄或宽。特别地, 作为记录密度新近增加的结果, 在 TPI (磁道每英寸) 有所增加的硬盘中, 当磁头向磁道写入数据或磁头从磁道读取数据时, 磁道宽度的微小位移都会导致磁头访问的数据位置变得不正确, 因此错误发生了。

迄今为止, 都是通过 STW 过程之后执行的测试过程事先检测具有异常磁道宽度的磁道。然后, 就不再使用检测的磁道。为了实现这一点, 存在如下的方法: 搜索所有的磁道并向其临时写入数据; 接着读出写入的数据以检查是否有错误发生。

另外, 作为另一种方法, 专利文件 1 披露了磁道偏离避免方法, 其用于避免由硬盘上写入的磁道宽度的不一致所造成的磁道偏离现象。在专利文件 1 描述的技术中, 通过使用每个伺服扇区中包括的 A、B、C、D 脉冲区域的信号来判断磁道宽度是否正常。如果判断磁道宽度异常, 则删除具有不一致宽度的磁道的伺服信号, 然后由伺服写入器再一次写入伺服信号以形成新的磁道。

通过下面的方式来判断磁道宽度是否正常: 读取处于磁道偏离状态的脉冲区域的信号两次; 通过将例如第一绝对值 T_1 和第二绝对值 T_2 相加来确定第一相加的值, 其中, T_1 通过从脉冲 B 的信号减去脉冲 D 的信号获得, T_2 通过从脉冲 A 的信号减去脉冲 D 的信号获得; 以及检查第一相加的值和特定值之间的差是否在固定的范围内。下面

将进一步详述该方法。

图 14 是显示专利文件 1 中描述的判断磁道宽度是否正常的方法的示意图。在专利文件 1 中描述的磁道偏离判断方法中,例如,如果磁道是在磁道中心位置 P101 的偶数磁道,那么读取磁头 300a 移动到 P102、P103,其中,P102 和 P103 分别是彼此相反从磁道中心位置 P101 径向(磁道宽度方向)移动 1/4 磁道的位置(1/4 磁道偏离位置)。然后,在 1/4 磁道偏离位置 P102,从已经读出的脉冲模式确定脉冲 A 和脉冲 C 之间的差的绝对值 332。进而,在 1/4 磁道偏离位置 P103,从已经读出的脉冲模式确定脉冲 B 和脉冲 C 之间的差的绝对值 333。

另外,如果磁道是奇数磁道,那么读取磁头 300a 移动到 P105、P106,其中,P105 和 P106 分别是彼此相反从磁道中心位置 P104 径向移动 1/4 磁道的位置。然后,在 1/4 磁道偏离位置 P105,从已经读出的脉冲模式确定脉冲 B 和脉冲 D 之间的差的绝对值 335。进而,在 1/4 磁道偏离位置 P106,从已经读出的脉冲模式确定脉冲 A 和脉冲 D 之间的差的绝对值 336。

在偶数磁道的情况下,确定绝对值 332 和绝对值 333 之和;而在奇数磁道的情况下,确定绝对值 335 和绝对值 336 之和。然后将每个和数与特定值进行比较。如果和数大于特定的值,那么断定伺服扇区的宽度增加了;如果和数小于特定的值,那么断定伺服扇区的宽度减小了。

【专利文件 1】日本未决专利号 2003-331545

发明内容

然而,虽然能够将专利文件 1 中描述的发明应用于上述接缝伺服模式,但是如果磁头宽度小于磁道宽度的 50%,则不可以测量伺服扇区的宽度。另外,如果将专利文件 1 中描述的发明应用于无缝伺服模

式，那么就不能够正确测量磁道宽度。下面将特别描述这些问题。

图 15 是显示根据传统方法的用磁头测量接缝伺服模式中伺服扇区宽度的方法的示图，其中，磁头的宽度小于磁道宽度的 50%。如图 15 所示，即使在接缝方法中写入伺服数据，读取磁头 310a 的磁头宽度也会小于磁道宽度 T_p 的 50%。在这种情况下，由于脉冲 B 的幅值超过了限制值，在例如 1/4 磁道偏离位置 P103，就不能正确测量脉冲 B 和脉冲 C 之间的差的绝对值 333。

此外，图 16(a)和 16(b)显示了在用无缝方法写入伺服数据的情况下引起的问题。图 16(a)对应图 14 显示了无缝伺服模式的脉冲 A 到 D。如图 16(a)所示，脉冲 A 到 D 的宽度比磁道宽度 T_w 窄，并因此在脉冲 A 和脉冲 B 之间存在缝隙 G。在这个例子中，磁道中心 T_c 是脉冲 A 和脉冲 B 之间的中心。磁头定位在脉冲 A 和脉冲 B 之间的中心。

在这种情况下，如上述图 14 的情况所述，读取磁头 300a 从磁道中心位置 P101 移动到 1/4 磁道偏离位置 P102，然后从已经读出的脉冲模式确定脉冲 A 和脉冲 C 之间的差的绝对值 342。在这之后，读取磁头 300a 移动到与 1/4 磁道偏离位置 P102 方向相反的 1/4 磁道偏离位置 P103，并从已经读出的脉冲模式确定脉冲 B 和脉冲 C 之间的差的绝对值 343。图 16(b)是显示图 16(a)中绝对值 342、343 和缝隙 G 的示图。如图 16(b)所示，如果使用这样的无缝伺服模式，那么绝对值 342 和绝对值 343 之和在伺服扇区宽度的范围之外，换言之，不能测量缝隙 G 的宽度。因此，不能正确测量伺服扇区宽度，也不能正确测量磁道宽度 T_w 。

另一方面，如果提供这样的方法，在该方法中，在 STW 过程之后，向所有的磁道写入数据并接着读取这些数据以检测发生错误的磁道，那么该方法能应用于接缝和无缝伺服模式。然而，既然这不是直接检测异常磁道宽度的方法，亦即，这是间接的测试，那么就不可以

避免除了磁道宽度之外的误差造成的不恰当检测、完整检测失败等。此外，由于临时写入并接着读取数据，也引发了花费太长时间以完成测试过程的问题。而且，即使应用上面专利文件 1 中描述的方法，在 1/4 磁道偏离位置也要执行两次测量以判断磁道宽度是否异常。因此，就引发了花费长时间以完成测试过程的问题。

本发明就是用来解决上述问题的。本发明的目的就是要提供磁盘装置及其制造方法，其能够高速精确地检测磁道宽度偏离正常值的磁道。

为了实现上述目的，根据本发明的一个方面，提供磁盘装置，其包括：磁头，至少用于读取数据；磁盘，其上被写入包括第一和第二脉冲模式的伺服数据，所述伺服数据用于将磁头定位在磁道中心；以及缺陷磁道检测部分，用于检测写入了第一和第二脉冲模式的待被判断的目标磁道，如果基于由磁头的一次读取操作读取所有 4 种脉冲（第一、第二、第三、第四）模式的结果获得的比较值在特定范围之外，则判断该目标磁道为磁道宽度异常的缺陷磁道。

根据本发明，可以通过基于一次读取操作读取的用于将磁头定位到磁道中心的第一和第二脉冲模式的结果获得的比较值的使用，来检测磁道宽度异常的缺陷磁道。从而能够极大地加速缺陷磁道的检测。

另外，缺陷磁道检测部分使用这样的位置作为磁道中心，在该位置，读取第一脉冲模式的结果和读取第二脉冲模式的结果互相保持平衡，并由此根据被定位到磁道中心的磁头读取的结果来检测缺陷磁道。缺陷磁道检测部分将磁头定位到磁道中心并接着读取处于在磁道状态（on-track state）的第一和第二脉冲模式，并仅根据读取 4 种脉冲模式的结果来检测缺陷磁道。

此外，磁道宽度方向的第一和第二脉冲模式的尺寸能够不管磁道

宽度如何而保持不变。如果磁道宽度方向的尺寸不管磁道宽度如何而保持不变，那么在第一和第二脉冲模式之间的径向边界部分就会形成缝隙或重叠部分。由于缝隙的尺寸或重叠部分的尺寸随磁道宽度变动，那么在读取的结果中就会反映该变动。因此，可以检测磁道宽度异常。

进而，第一和第二脉冲数据可以被无修改地写入。如果使用没有修改的无缝脉冲模式，那么径向脉冲模式的宽度就能够不管磁道宽度如何而保持不变。

另外，在第一和第二脉冲模式之间的磁道宽度方向上会形成根据磁道宽度而变动的缝隙。例如，如果无修改地写入第一和第二脉冲模式，那么写入磁头的宽度通常比磁道宽度窄。因此，在伺服模式之间形成缝隙，并且该缝隙的尺寸根据磁道宽度而变动。由于在读取的结果中反映该变动，那么就可以检测磁道宽度异常。

此外，磁盘装置进一步包括用于计算比较值的比较值计算部分。基于用于判断磁道宽度是否异常的标准和用于待被判断的磁道的比较值之间的比较结果，缺陷磁道检测部分能够判断待被判断的磁道是否是缺陷磁道。这样一来，缺陷磁道检测部分能够利用标准来判断具有期望宽度的磁道为缺陷磁道。

进而，向一个磁道的一个磁道边界写入第一脉冲模式，并向该磁道的另一个磁道边界写入第二脉冲模式。

另外，能够将磁头定位在这样的位置，在该位置第一脉冲模式的读取信号幅值与第二脉冲模式的读取信号幅值相等。该位置被视为磁道中心。

此外，基于第一脉冲模式的读取信号幅值和第二脉冲模式的读取

信号幅值之和，比较值计算部分能够计算比较值。例如，在不管磁道宽度如何以不变的间隔写入例如无缝伺服模式的脉冲模式的情况下，如果磁道宽度正常，那么在第一脉冲模式和第二脉冲模式之间就形成缝隙。否则，第一和第二脉冲模式在径向上形成重叠部分。在这种情况下，如果磁道宽度比正常值变宽，那么缝隙变宽，或者重叠部分变窄。反之，如果磁道宽度变窄，那么缝隙变窄，或者重叠部分变宽。照这样，比较值根据磁道宽度而变化。因此，测量该值就可以检测磁道宽度异常。

进而，伺服数据参考写入奇数磁道的第三脉冲模式和写入偶数磁道的第四脉冲模式。基于读取第一和第二脉冲模式和第三或第四脉冲模式的结果，比较值计算部分能够计算比较值。例如，比较值计算部分能够使用这样的值作为比较值，该值是通过用第三脉冲模式或第四脉冲模式的读取信号幅值去除第一脉冲模式的读取信号幅值和第二脉冲模式的读取信号幅值之和获得的。这样一来，用第三脉冲模式或第四脉冲模式的读取信号幅值去除，就可以确定更为正确的比较值。

此外，磁盘装置进一步包括标准计算部分，其基于比较值计算用于确定特定范围的标准。在这种情况下，标准计算部分能够使用比较值计算部分计算的比较值之中的排除缺陷磁道的给定数目磁道的比较值的平均值作为标准。这样一来，就能够从平均值获得标准。

此外，如果被判断的磁道是奇数磁道，那么标准计算部分能够使用比较值计算部分计算的比较值之中的排除缺陷磁道的给定数目奇数磁道的比较值的平均值作为标准。另一方面，如果被判断的磁道是偶数磁道，那么标准计算部分能够使用比较值计算部分计算的比较值之中的排除缺陷磁道的给定数目偶数磁道的比较值的平均值作为标准。这样一来，将磁道分组为奇数磁道和偶数磁道，就可以计算更为正确的标准。

进而，基于待被判断的磁道附近的磁道的比较值，标准计算部分能够计算标准。由于 MR 磁头的角度（读取和写入元件之间的缝隙）在磁盘的圆周里边和外边之间伺服脉冲宽度不同，这就造成了标准的变化。从待被判断的磁道附近的磁道的比较值来计算标准，就可以获得更为正确的标准。

另外，在对待被判断的磁道进行判断之后，基于该判断的结果，标准计算部分能够更新标准。例如，如果被判断的磁道不是缺陷磁道，那么标准计算部分从包括所述被判断的磁道的给定数目磁道的比较值来确定平均值，然后更新标准。这样一来，连续地更新标准，就可以高效地获得正确的标准。

此外，缺陷磁道检测部分能够在缺陷表中存储缺陷磁道。在这种情况下，例如，进一步提供写入控制部分，其通过参考缺陷表来控制磁头的的数据写入。写入控制部分参考缺陷表，并禁止向缺陷磁道写入。例如，如果将缺陷表写入到磁盘上的给定区域，那么写入控制部分在写入时参考该表，然后执行写入控制，以便写入数据时跳过缺陷磁道测试检测到的缺陷磁道。这样一来，就能够预先禁止使用缺陷磁道。

进而，缺陷磁道检测部分能够在缺陷表中存储具有缺陷磁道的柱面作为缺陷柱面，并从而能够基于柱面来禁止使用缺陷磁道。

根据本发明的另一部分，提供磁盘装置，其包括：磁盘，其上被写入包括第一和第二脉冲模式的伺服数据，该第一和第二脉冲模式在磁道宽度方向上不管磁道宽度如何以保持不变的尺寸被写入，该伺服数据定义这样的位置作为磁道中心，在该位置读取第一脉冲模式的结果和读取第二脉冲模式的结果互相保持平衡；磁头，至少用于读取数据；以及缺陷磁道检测部分，用于检测缺陷磁道，在该缺陷磁道中，从由磁头的一次读取操作读取所述第一和第二脉冲模式的位置读取的结果获得的比较值在特定范围之外。

根据本发明，第一和第二脉冲模式在磁道宽度方向上不管磁道宽度如何以保持不变的尺寸被写入。因此，如果磁道宽度异常，和磁道宽度正常的情况形成对比，从第一脉冲模式到第二脉冲模式的距离发生了变动。这是因为第一脉冲模式和第二脉冲模式径向之间的缝隙或重叠部分发生了变动。这里，一旦在读取第一和第二脉冲模式的位置读取脉冲数据，则在读取的结果中就会反映缝隙的尺寸或重叠部分的尺寸。因此，检查该值是否正常，就可以检测磁道宽度异常。从而能够极大地加速缺陷磁道的检测。

根据本发明的又一部分，提供用于制造磁盘装置的磁盘装置制造方法，其中，磁盘装置包括：磁头，至少用于读取数据；以及磁盘，其上被写入包括第一和第二脉冲模式的伺服数据，该伺服数据用于将磁头定位到磁道中心，磁盘装置制造方法包括以下的步骤：基于由磁头的一次读取操作读取的第一和第二脉冲模式的结果，计算比较值；如果该比较值在特定的范围之外，那么断定其上写入了第一和第二脉冲模式的被判断磁道是缺陷磁道；以及预先禁止使用缺陷磁道。

根据本发明，磁盘装置能够仅仅通过使用自测试读取伺服模式一次来自己检测在写入伺服模式之后磁盘上的磁道宽度发生异常情况的缺陷磁道，并且能够禁止使用检测到的缺陷磁道。因此，极大地加速了磁道宽度的测试过程。另外，因为禁止使用缺陷磁道，所以可以提供这样的磁盘装置，在该磁盘装置中，在使用期间例如磁道偏离这样的错误很少发生。

此外，向磁盘上的特定区域写入缺陷表，可以预先禁止使用缺陷磁道。因此，当在磁盘上写入用户数据时，可以通过参考缺陷表来禁止使用缺陷磁道。

又进而，向磁盘写入伺服数据，并读取写入的伺服数据以检测缺

陷磁道。因此可以预先禁止使用检测到的缺陷磁道。所以，不但使用自测试，而且使用自伺服写入，就可以进一步改善生产率。

根据本发明，可以快速准确地检测磁道宽度偏离正常值的磁道。

附图说明

图 1 是示意性显示根据本发明的实施例的 HDD 的构造的框图；

图 2 是示意性显示根据本发明的实施例的磁盘和磁头元件的驱动机制的示意图；

图 3 是显示根据本发明的实施例的在磁盘的记录表面上写入数据的状态的示意图；

图 4(a)是显示伺服数据的例子的示意图；

图 4(b)是显示根据无缝方法的脉冲 A、B、C、D 的示图；

图 5 是显示用于由无缝方法写入伺服模式的写入方法的示意图；

图 6 是显示根据本发明的实施例的在 HDD 的 HDC/MPU 中执行的测试处理的功能性框图；

图 7 是显示磁道宽度异常，更具体地，磁道宽度比正常磁道宽度窄的脉冲模式的示意图；

图 8 是显示磁道宽度异常，更具体地，磁道宽度比正常磁道宽度宽的脉冲模式的示意图；

图 9 是显示根据本发明的实施例的用于检测缺陷磁道，然后在 HDD 中的缺陷表中存储该缺陷磁道的方法的流程图；

图 10 是显示根据本发明的实施例的由测试方法实际进行缺陷磁道判断的结果的曲线图；

图 11 是显示根据本发明的实施例的由测试方法实际进行缺陷磁道判断的结果的曲线图；

图 12(a)是显示伺服数据的例子的示意图；

图 12(b)是显示根据接缝方法的脉冲 A、B、C、D 的示图；

图 13 是显示用于由接缝方法写入伺服模式的写入方法的示意图；

图 14 是显示用于判断磁道宽度是否正常的方法的示图，其中，该方法在专利文件 1 中描述，脉冲 A 到 D 为接缝伺服模式；

图 15 是显示根据专利文件 1 描述的方法的用于通过使用磁头来测量接缝伺服模式中的伺服扇区宽度的方法的示图，该磁头的磁头宽度小于磁道宽度的 50%；

图 16 是显示用于判断磁道宽度是否正常的方法的示图，其中，该方法在专利文件 1 中描述，脉冲 A 到 D 为无缝伺服模式。

具体实施方式

参考下面的附图来详述根据本发明的优选实施例。本发明的这个实施例应用于硬盘驱动器及其制造方法。该硬盘驱动器具有无缝伺服模式，并通过检测磁道宽度偏离正常值的缺陷磁道并进而将缺陷磁道的信息存储到硬盘上来禁止使用缺陷磁道（亦即，磁道螺距平衡很差的磁道）。

图 1 是显示根据本实施例的硬盘驱动器(HDD)100 的构造的示意图。如图 1 所示，在 HDD 100 在盒 110 中包括：作为介质例子的磁盘 111；作为磁头例子的磁头元件 112；臂电子电路(AE)113；主轴电机(SPM)114；以及音圈电机(VCM)115。HDD 100 还包括固定在盒 110 外边的电路板 120。电路板 120 上面提供电机驱动器单元 122 和用于和 AE 113 及外部主机交换信号的信号处理电路 121。信号处理电路 121 包括读取/写入信道（R/W 信道）123、硬盘控制器(HDC)/MPU 集成电路（在下文中被称作 HDC/MPU）124 和作为存储器例子的 RAM 125。R/W 信道 123、HDC/MPU 124 和 RAM 125 组成一个组件。

HDC/MPU 124 接收来自外部主机的写入数据，并在磁头元件 112 将写入数据写入磁盘 111 之前通过 R/W 信道 123 和 AE 113 发送。另外，磁头元件 112 读出存储在磁盘 111 上的数据，并在从 HDC/MPU 124 向外部主机输出读取数据之前通过 AE 113 和 R/W 信道 123 发送读取数据。

下面将描述 HDD 的每个部件。首先将参考图 2 略述磁盘 111 和磁头元件 112 的驱动机制。磁盘 111 被固定到 SPM 114 的旋转轴。电机驱动器单元 122 驱动 SPM 114 以特定的速度旋转磁盘 111。磁盘 111 具有在两侧写入数据的记录表面。布置每个磁头元件 112 面向相应的记录表面（参考图 1）。每个磁头元件 112 被固定到浮动块。浮动块被固定到托架 202。托架 202 被固定到 VCM 115。VCM 115 枢转移动浮动块 201 和磁头元件 112。

为了从/向磁盘 111 读取/写入数据，托架 202 将磁头元件 112 移动到旋转磁盘 111 的数据区域上面的位置。当托架 202 枢转移动时，磁头元件 112 沿磁盘 111 的径向在其表面上移动。这允许磁头元件 112 访问期望的磁道。

在磁头元件 112 中，写入磁头和读取磁头通常被组合为一个单元。写入磁头用于根据存储到磁盘 111 中的数据将电信号转换为磁场；读取磁头用于将从磁盘 111 接收的磁场转换为电信号。更具体地，随着近来记录密度的增加，例如，使用如下的磁头：使用磁阻效应的 MR 磁头（磁阻：MR）和使用巨磁阻效应的 GMR 磁头（巨磁阻：GMR）。另外，作为具有抑制因接触介质造成的热力凹凸（热力凹凸：TA）的良好效果的磁头，使用薄膜 MR 读取/写入组合磁头（MR 磁头）。该薄膜 MR 读取/写入组合磁头（MR 磁头）使用两个 MR 元件等形成的 DSMR（双条磁阻）磁头作为读取磁头，并由薄膜磁头执行写入。

通过平衡旋转磁盘 111 和面向磁盘 111 的浮动块 201 的 ABS（空气承载表面）之间的空气阻滞所产生的压力，相抵托架 202 向磁盘 111 方向施加的力，磁头元件 112 以在其间保持不变的缝隙在磁盘 111 上飞速浮动。注意到需要的磁盘 111 的数目可以是一个或多个，而且可以在磁盘 111 的一个侧面或两个侧面形成记录表面。

下面参考图 1 来描述每个电路部件。AE 113 从多个磁头元件 112 之中选择一个用于访问数据的磁头元件 112，并在向 R/W 信道 123 传送信号之前，以不变的增益放大（预放大）由选择的磁头元件 112 读取的读取信号。另外，AE 113 将从 R/W 信道 123 接收的写入信号发送到选择的磁头元件 112。

R/W 信道 123 执行从主机获得的数据的写入处理。在写入处理中，R/W 信道 123 执行从 HDC/MPU 124 提供的写入数据的代码调制，然后将代码调制的写入数据转换为写入信号（电流）以向 AE 113 提供写入数据。另外，当向主机提供数据时，执行读取处理。

在读取处理中，R/W 信道 123 放大从 AE 113 提供的读取信号以便幅值能够保持不变，然后从获得的读取信号析取数据以执行解码处理。读出的数据包括用户数据和伺服数据。解码的读取数据被提供给 HDC/MPU 124。在本实施例中，R/W 信道 123 读取的读取信号特别用于检查下面描述的磁道宽度是否正常，换言之，检查磁道螺距平衡是否正常（在下文中被称作缺陷磁道检测）。

HDC/MPU 124 是具有集成在一块芯片中的 MPU 和 HDC 的电路。MPU 根据 RAM 125 中载入的微代码运行，不仅执行包括磁头元件 112 的定位控制、接口控制和缺陷控制的硬盘驱动器 100 的全部控制，而且还执行下面描述的缺陷磁道检测处理，以及数据处理所需要的处理。当启动硬盘驱动器 100 时，不仅 MPU 上运行的微代码，而且控制和数据处理所需要的数据，都被从磁盘 111 或 ROM（图中未显示）载入 RAM 125。

缺陷磁道检测检查磁道宽度是否局部太宽，以及磁道宽度是否局部太窄，然后在写到磁盘 111 上特定区域的缺陷表中存储磁道宽度不正常的缺陷磁道。磁道宽度由包括在写入磁盘 111 的伺服数据中的脉冲模式（伺服脉冲）确定。在制造过程中，在写入脉冲模式之后，设

备自己执行缺陷磁道检测作为脉冲模式的测试过程（自测试）。当写入数据时，HDD 100 参考缺陷表，并从而控制写入以便不向缺陷表中存储的缺陷磁道写入数据。

当执行该缺陷磁道检测时，在磁盘 111 上设置启动测试处理的标记。当打开电源时，测试处理程序（自测试代码）被从磁盘 111 读出，然后通过 AE 113、R/W 信道 123 和 HDC/MPU 124 被载入 RAM 125。在这之后，执行该测试处理程序。稍后将详述该测试处理。

另外，HDC/MPU 具有和主机接口的接口功能，以便接收从主机传送的用户数据和如读取命令和写入命令这样的命令。接收的用户数据被传送到 R/W 信道 123。从磁盘 111 读取的读取数据由 R/W 信道 123 获得，然后被传送到主机。进而，HDC/MPU 124 执行从主机获得的或者从磁盘 111 读出的用户数据的误差检查与校正(ECC)处理。

R/W 信道 123 读出的数据不仅包括用户数据还包括伺服数据。HDC/MPU 124 使用伺服数据执行磁头元件 112 的定位控制。来自 HDC/MPU 124 的控制数据被输出到电机驱动器单元 122。电机驱动器单元 122 向 VCM 115 提供响应于控制信号的驱动电流。此外，HDC/MPU 124 使用伺服数据去控制读取/写入数据的处理。更具体地，在本实施例中，HDC/MPU 124 通过从 R/W 信道 123 获得的伺服数据的使用来执行缺陷磁道检测。

参考图 3 来描述在磁盘上写入数据。图 3 是显示磁盘 111 的记录表面上的写入数据的状态的示意图。如图 3 所示，在磁盘 111 的记录表面上，以特定的角度间隔形成多个伺服区域 301。每个伺服区域 301 从磁盘 111 的中心沿着径向方向放射性延伸。同样提供多个数据区域 302，其每一个在相邻的两个伺服区域 301 之间形成。这样一来，以特定的角度间隔交替布置伺服区域 301 和数据区域 302。用于磁头元件 112 的定位控制的伺服数据被写入每个伺服区域 301。用户数据被

写入每个数据区域 302。

另外，在磁盘 111 的记录表面上同心地形成多个磁道 303，其每一个在径向上具有给定的宽度。沿着磁道 303 写入伺服数据和用户数据。伺服区域 301 之间的一个磁道 303 包括多个数据扇区（写入用户数据的单位）。另外，根据磁盘 111 径向上它们的位置，磁道 303 被组成多个存储区。在每个存储区中设置一个磁道 303 中包括的扇区 304 的数目。图 3 显示了 3 个存储区。基于存储区改变记录频率能够改善记录密度。

下面来描述写入磁盘 111 的伺服区域的伺服数据。用于跟踪同心磁道的伺服数据被写入作为用于写入数据的磁头的记录介质的磁盘 111。伺服数据被写入磁道上的多个位置。如图 4(a)所示，伺服数据由众所周知的字段组成，其包括：写入了用作数据同步的同步数据的同步部分 D1；写入了指示伺服数据开始的伺服标记的 STM（伺服磁道标记）部分 D2；具有指示序列中的磁道位置的位置信息的磁道 ID 部分 D3；以及写入了用于精确位置控制的脉冲模式的脉冲部分 D4。同步部分 D1 包括伺服 AGC（自动增益控制），其调整信号放大器的放大系数以在读出伺服数据之前保持幅值不变。

例如，如图 4(b)所示，写入脉冲部分 D4 的脉冲模式由 4 种脉冲模式组成，即脉冲 A、B、C、D。磁头读取那些脉冲模式，然后数字化读取信号（脉冲信号）的幅值的变化。该数字化的变化用于磁头元件等的磁道控制（磁道跟随）。

如图 4(b)所示，脉冲 A 是写入一个磁道的一个磁道边界 Tb 的信号，脉冲 B 是写入考虑中的该磁道的另一个磁道边界 Tb 的信号，其中，参考符号 Tc 为磁道中心，Tb 为磁道边界，Tw 为磁道宽度。另外，脉冲 C 和脉冲 D 是在一个磁道中分别被写入奇数磁道或偶数磁道的信号。

例如，执行读取磁头 112a 的定位控制，以便下面这样的位置被用作磁道中心 T_c ，在该位置，读取脉冲 A 时获得的信号幅值和读取脉冲 B 时获得的信号幅值相互保持平衡。磁头的位置偏差可以通过响应例如脉冲 A 和 B 的伺服信号的幅值之间的差而生成的误差信号来控制。另外，也可以使用脉冲模式中读取信号的波形的积分值。也可以用脉冲 C 和 D 来定位读取磁头 112a。

此外，如图 4(b)所示，本实施例中的磁盘 111 在伺服磁道写入时没有被重写，因此形成根据无缝方法的脉冲模式而没有修改。进而，在本实施例中，HDD 100 没有使用伺服写入器向磁盘 111 写入伺服数据。代替它的是，HDD 100 自己通过所谓的自伺服写入方法来写入伺服数据。随着一个磁盘的每个记录表面磁道的数目（磁道密度）的增加，需要伺服写入器有更高的准确度，而且伺服写入器的写入时间也成比例的增加。因此，如果采用使用伺服写入器的伺服磁道写入，那么就必须装备带有昂贵伺服写入器的清洁室，该伺服写入器具有经过许多制造循环的期望的写入准确度。与此形成对照，自伺服写入改善了 HDD 的生产率并容易制造。注意到也可以用伺服写入器写入伺服数据。

如上所述，在伺服磁道写入过程中，用无缝方法写入脉冲模式。因此，不执行脉冲模式的重写修改。更具体地，如图 5 所示，在无缝方法中，当磁头径向（磁道宽度方向）移动半个磁道时写入伺服信号。尽管这一点与接缝方法类似，但是作为写入一次的结果，只写入一种脉冲模式，而且不会通过重写来修改脉冲模式。

如图 5(a)所示，例如，在第 n 个伺服写入中，写入磁头 112b 首先写入指示关于序列等中磁道位置的局部信息的 ID，然后只写入脉冲 A。其次，如图 5(b)所示，在磁头径向移动半个磁道的位置，第 $(n+1)$ 次伺服写入只写入脉冲 C。用类似的方式，如图 5(c)所示，磁头进一

步移动半个磁道并执行第 $(n+2)$ 次伺服写入以写入脉冲 B; 以及如图 5(d) 所示, 磁头进一步移动半个磁道并执行第 $(n+3)$ 次伺服写入以写入脉冲 D。

在这种情况下, 与接缝方法形成对照, 作为伺服写入一次的结果, 写入一种脉冲模式, 而且不执行在写入一种脉冲模式时删除其他脉冲模式的修改。这样一来, 作为伺服写入一次的结果, 写入一个脉冲模式, 并且与接缝方法形成对照, 不执行修改。因此, 不可能连续写一个脉冲模式 (无缝)。另外, 由于磁道宽度 T_w 和磁道螺距 T_p 通常都比写入磁头 112b 的宽度要宽, 所以不象图 13 中所示的接缝伺服模式, 脉冲模式不会被写入达到磁道宽度 T_w 或磁道螺距 T_p 的最大值。因此, 在脉冲 A 和脉冲 B 之间, 以及在脉冲 C 和脉冲 D 之间, 形成缝隙 G。读取磁头读取用这种方式写入的脉冲模式。然后, 定位磁头, 以便如下这样的位置被用作磁道中心 T_c , 在该位置脉冲 A 和脉冲 B 的信号幅值互相保持平衡 (图 5(e))。

顺便提及, 在伺服磁道写入过程中, 当写入磁头 112b 径向转移半个磁道时伺服数据被写入。然而, 通过仅仅一次写入而非重写来写入脉冲模式。因此, 每个脉冲模式的宽度在磁道宽度方向上变得固定, 更具体地, 其为写入磁头 112b 的宽度。这里, 在已写入伺服模式的磁道中, 脉冲 A 的读取信号幅值跟脉冲 B 的读取信号幅值相等的位置 (亦即平衡的位置) 被定义为磁道中心 T_c ; 彼此相邻的两个磁道中心 T_c 之间的距离被定义为磁道螺距 T_p 。另外, 两个相邻的磁道中心 T_c 之间的中间点被定义为磁道边界 T_b ; 彼此相邻的两个磁道边界 T_b 之间的距离被定义为磁道宽度 T_w 。

尽管磁道宽度 T_w 或磁道螺距 T_p 由包括这种脉冲模式的脉冲数据确定, 但是当 HDD 的写入磁头 112b 向磁道写入数据时, 或者当读取磁头 112a 从磁道读取数据时, 磁道宽度 T_w 的微小位移都会导致磁头访问不正确的数据位置。为了避免这种问题, HDD 100 的制造过

程具有缺陷磁道检测，其在这种伺服数据写入过程之后检查伺服数据确定的磁道宽度 T_w 是否正常，或者磁道螺距 T_p 的平衡是否正常。

在本实施例中，这种检查过程直接测量每个磁道的磁道宽度 T_w 。然后，如果在检查过程中检测到磁道宽度异常的缺陷磁道，则在磁盘上提供的交替的柱面表（在下文中被称作缺陷表）中作为缺陷柱面存储包括缺陷磁道的柱面。HDD 100 具有如下这样的功能：当使用磁盘 111 的写入区域时，参考该缺陷表，并从而在访问写入区域之前跳过缺陷表中存储的柱面。因此，通过在缺陷表中存储检测到的缺陷磁道，可以防止向缺陷磁道写入数据。

顺便提及，上述缺陷表用于存储作为缺陷柱面的具有缺陷磁道的柱面，以便不允许使用存储的缺陷柱面。然而，自然地，也可以将缺陷表配置用于存储缺陷磁道而不是缺陷柱面。

这里，本实施例中的 HDD 100 并不依赖检查设备。特别地，在 HDD 100 自己写入伺服数据之后，检查设备能够自己执行自测试。如上所述，当执行测试处理时，在磁盘 111 上设置启动测试处理的标记。当打开电源时，测试处理程序（自测试代码）被从磁盘 111 读出，然后通过 AE113、R/W 信道 123 和 HDC/MPU 124 被载入 RAM 125。在这之后，执行测试处理程序。

图 6 是显示本实施例中的图 1 中显示的 HDC/MPU 124 执行的测试处理的功能框图。更具体地，HDD 100 的 HDC/MPU 124 起到异常磁道宽度测试处理单元的功能。如图 6 所示，通过图 1 中显示的 R/W 信道 123 来输入脉冲模式的读取信号（脉冲信号），该读取信号是通过由无缝方法写入而不修改的（伺服数据中包括的）脉冲 A 到 D 来定位的磁头读取。这里，测试处理的功能包括如下：APB 计算部分 211，用于基于脉冲 A 到 D 的信号幅值来计算 APB（A 加 B）以作为下面描述的比较值；标准计算部分 212，用于基于比较值来计算用于判断

磁道宽度是否异常的标准 C_r ；以及缺陷磁道判断部分 213，其用于基于比较标准 C_r 和被判断的磁道的比较值的结果，来判断被判断的磁道是否是缺陷磁道。在缺陷表 214 中存储已被判断为缺陷磁道的磁道。

如上所述，既然本实施例中的脉冲模式由无缝方法写入，那么在脉冲 A 和脉冲 B 之间，以及在脉冲 C 和脉冲 D 之间，存在缝隙 G。磁头元件 112（参考图 1）具有用于写入的写入磁头 112b（参考图 5）和用于读取的读取磁头 112a（参考图 4(b)）。磁头元件 112 中的读取磁头 112a 读取脉冲模式，并基于该读取的信号执行磁头的定位控制。磁道中心 T_c 是这样的位置，在该位置脉冲 A 的读取信号幅值和脉冲 B 的平衡($A = B$)。

在读取脉冲 A 和 B 时的幅值等价于在读取脉冲 C 或脉冲 D 时的幅值。如果磁道宽度不变，假设脉冲 A 到 D 的幅值被定义为 A 到 D，则 $(A+B)/C$ 或 $(A+B)/D$ （在下文中被称作 $(A+B)/(C \text{ 或 } D)$ 或 APB）变为固定值，例如，1.0。注意到怎样除，亦即，用脉冲 C 的幅值 C 来除，还是用脉冲 D 的幅值 D 来除，取决于磁道是偶数磁道（柱面）还是奇数磁道（柱面）。脉冲信号被输入到 APB 计算部分 211，在此处，连续计算每个磁道的 APB。关于 APB 的计算，如果提供多个记录表面和多个读取磁头 112a，则例如，在为一个柱面计算了所有的 APB 之后，为下一个柱面计算 APB。

如果磁道宽度不变，则脉冲 A 和脉冲 B 的幅值之和变为固定。然而，随着磁道宽度的增加，脉冲 A 和脉冲 B 之间的缝隙变得更大，而幅值之和， $A+B$ ，变得更小。与此形成对照，随着磁道宽度的减少，脉冲 A 和脉冲 B 之间的缝隙变得更小，而幅值之和， $A+B$ ，变得更大。另外，如果磁道宽度进一步减少到这样的程度，以至于脉冲 A 和脉冲 B 在径向上部分重叠，则幅值之和， $A+B$ ，进一步增加。换言之，缝隙 G 的尺寸根据磁道宽度变动，而且这些变动反映在幅值之和， $A+B$ 中。在本实施例中，这用于测量磁道宽度以便检测磁道宽度异常。

图 7 和 8 是各自显示磁道宽度异常的脉冲模式的示图。图 7 是显示磁道宽度比正常磁道宽度窄的脉冲模式的示图；而图 8 是显示磁道宽度比正常磁道宽度宽的脉冲模式的示图。这里将要描述的是这样的情况，其中当磁道宽度正常时脉冲 A 和脉冲 B 的幅值之和等于适当的（典型的）值 X。如图 4(b)所示，最初缝隙 G 应当存在于脉冲 A 和脉冲 B 之间。然而，如图 7 所示，如果当彼此在径向上部分重叠时写入脉冲 A 和脉冲 B，换言之，如果磁道宽度变窄，则上述 APB 和正常情况下的值(X)的比值大于 1.0。

另一方面，如图 8 所示，如果在径向上脉冲 A 和脉冲 B 之间的距离变得比最初的缝隙 G 大，换言之，如果磁道宽度变宽，则上述 APB 和正常值之比小于 1.0。

这里，由于通过一次写入操作而没有修改来写入无缝脉冲模式，而没有重复写入，因此在某些情况下脉冲 A 会部分重叠脉冲 B，或者常常形成缝隙。因此，APB 值是变动的。与此形成对照，在接缝脉冲模式的情况下，如图 5 所示，即使在伺服磁道写入过程中没有正确达到写入磁头的半个磁道馈入而导致磁道宽度变动，脉冲 A 和脉冲 B 也不会形成缝隙 G。如图 7 所示，由于它们没有彼此重叠，那么就不可以依据 APB 来测量磁道宽度的变化。但是，在无缝脉冲模式的情况下，只有通过读取在磁道状态的脉冲模式一次，才可以从 APB 检测磁道宽度异常。如果这种方法应用于无缝脉冲模式，只要能够同时读取脉冲 A 和脉冲 B，换言之，只要读取磁头 112a 的宽度比缝隙 G 的宽度大，就可以测量磁道宽度。

这样一来，在这个测试处理中，如果对磁道测量无缝脉冲模式，则通过比较根据磁道宽度或螺距的变动而变化的 APB 和下述的标准 Cr，来做出关于磁道宽度是否异常的判断。标准 Cr 用于判断磁道宽度或磁道螺距是否异常。例如，如果被判断的目标磁道的比较值 APB

从标准 Cr 偏离 10% 或更多, 则判断目标磁道的磁道宽度异常, 并从而能够在缺陷表中存储该目标磁道。

标准计算部分 212 基于 APB 计算部分 211 已计算的 APB 来计算标准 Cr 。然而, APB 值由于例如, 在磁盘的圆周边的里面和外面之间的歪斜等而不同。因此, 很难通过简单地使用一定的标准, 例如, 通过比较由计算总的 APB 确定的平均值和测量的 APB, 然后通过检测超出该平均值的磁道作为缺陷磁道, 来检测缺陷磁道。因为这个原因, 在本实施例中, 接近被判断的目标磁道但是排除缺陷磁道的给定数目的磁道的 APB 被平均化, 且该平均值被用作标准 Cr 以与目标磁道中的 APB 进行比较。已读出的脉冲模式在用于定位磁头之后通常变得不必要。然而, 为了确定标准 Cr 的目的, 本实施例包括保持已读出的脉冲模式的数据的功能。

更具体地, 作为用于 APB 计算部分 211 计算的当前磁道 (待判断的目标磁道) 的 APB 的标准 Cr , 可以使用 APB 计算部分 211 之前已计算的 APB 的平均值 (例如, 10)。这样一来, 每次完成待被判断的目标磁道的判断后都更新标准 Cr 。更具体地, 例如当判断磁道 M 时, 从磁道 $(M - 10)$ 到磁道 $(M - 1)$ 的 APB 的平均值被用作标准 Cr 。下一步, 在已完成磁道 M 的判断之后, 当判断磁道 $(M + 1)$ 时, 如果磁道 M 不是缺陷磁道, 则从磁道 $(M - 9)$ 到磁道 M 的 APB 的平均值被用作标准 Cr 。这样一来, 每次完成判断, 都要重新计算标准 (平均值) 以更新标准 Cr 。如果磁道 M 是缺陷磁道, 则不重新计算标准。在这种情况下, 从磁道 $(M - 10)$ 到磁道 $(M - 1)$ 的 APB 的平均值 (先前的平均值) 可以被用作标准, 或者从磁道 $(M - 9)$ 到磁道 $(M - 1)$ 的平均值也可以被用作标准。

另外, 如果被判断的磁道是奇数磁道, 则只计算奇数磁道的 APB 的平均值。如果被判断的磁道是偶数磁道, 则只计算偶数磁道的 APB 的平均值。所计算的平均值也可以被用作标准 Cr 。

这样一来，在要判断磁道的情况下，比较值 APB 被用作与标准相比以判断磁道宽度是否异常的值（判断的值）。在判断之后，如果磁道宽度正常，则使用 APB 作为计算标准的值使得能够高效地执行测试。

缺陷磁道判断部分 213 比较持续更新的标准 Cr 和通过读取待被判断的磁道的脉冲模式获得的 APB。如果被判断的磁道的 APB 偏离标准 Cr，例如，10%或更多，则可以判断该磁道为缺陷磁道。这里，在缺陷表中存储已被判断为缺陷磁道的磁道。在磁盘 111 的特定区域写入并保存缺陷表。

当使用 HDD 111 时，参考该缺陷表，并从而跳过缺陷表中存储的磁道，以便只向缺陷磁道之外的磁道分配地址。因此，可以禁止使用缺陷磁道。这里，在本实施例中，如果检测到缺陷磁道，则在缺陷表中存储包括该缺陷磁道的柱面，以便基于柱面禁止使用缺陷磁道。这是因为如果在一个柱面中检测到缺陷磁道，则通常是这样的情况，即该柱面中其他的磁道也是有缺陷的。顺便提及，在本实施例中，为所有的记录表面执行缺陷磁道检测。因此，自然地，也可以只存储缺陷磁道而不是存储作为缺陷柱面的包括缺陷磁道的柱面。另外，也可以使用另一种方法：只执行一个记录表面的测试，然后在缺陷表中存储已检测到缺陷磁道的柱面。这加速了测试。顺便提及，测试处理判断为缺陷磁道的磁道数目通常是少数磁道。因此，即使禁止使用这些磁道或柱面，在存储容量上也只会造成很少的影响。

下面来具体描述本实施例中的缺陷磁道检测方法。图 9 是显示用于检测磁道宽度异常的缺陷磁道，然后在缺陷表中存储缺陷磁道的方法的流程图。

如图 9 所示，首先，将 APB 的标准 Cr 设置为初始值（步骤 S1）。

如上所述，被判断的磁道附近的几个磁道的 APB 的平均值，不包括缺陷磁道，被用作标准 Cr。然而，在开始测量时，没有用于确定平均值的 APB。因此，稍后描述的方法首先初始化该标准。

下一步，磁头搜索第 M 个磁道（步骤 S2）以读取脉冲 A 到 D，然后收集脉冲 A 到 D 的读取信号的幅值（脉冲数据）（步骤 S3）。在这之后，基于收集的脉冲数据，计算上面的 APB，亦即， $(A + D)/(C \text{ 或 } D)$ （步骤 S4）。

下一步，比较确定的 APB 和标准 Cr 以判断磁道 M 是否是缺陷磁道（步骤 S7）。标准 Cr 用于如下的比较。如果确定的 APB 在例如标准 $\times 0.9$ 的最小值 Cr_low 和例如标准 $\times 1.1$ 的最大值 Cr_high 之间的范围之内，则可以判断磁道不是缺陷磁道。然后，计算给定数目(=N)的磁道的 APB 的平均值。这里，在处理磁道 M 之前已获得各 APB。这个计算的平均值被用作新标准以更新最初的标准（步骤 S8）。另一方面，如果判断磁道为缺陷磁道，则在缺陷表中存储所述磁道 M（步骤 S6）。顺便提及，在这种情况下，不更新标准，而且用于判断磁道 M 的标准被用于判断下一个磁道。

如果 HDD 包括多个磁盘，则判断下一个磁头是否存在（步骤 S9）。如果对所有的磁头都完成了关于目标磁道（柱面）是否是缺陷磁道的判断，则执行关于下一个磁道（柱面）是否是缺陷磁道的判断（步骤 S10）。更具体地，如果对一个柱面完成了缺陷磁道的判断，则对下一个柱面执行缺陷磁道的判断。如果对所有的柱面都完成了缺陷磁道的判断，则测试处理结束。

下面来描述在上面步骤 S1 中怎样初始化标准。当启动测试时，不存在直到初始第 N 个磁道的 APB。因此，不可以用上述的方法来计算标准。另外，在直到初始第 N 个磁道的 APB 的计算结束以前，不可以用上述的方法来计算标准。因为这个原因，在本实施例中，在启

动缺陷磁道判断之前事先确定标准。然后，使用该标准启动缺陷磁道判断。注意到在启动处理之后，获得的 APB 也可以持续更新标准。此外，事先已确定的标准也可以被用于直到第 N 个磁道。

下面来描述事先确定标准的方法。首先，确定缺陷磁道判断的启动位置附近的几个磁道的 APB。几个磁道的 APB 是例如和步骤 S8 中那些一样的 N 个磁道的 APB。当确定用于初始化的标准时，例如通过向磁道写入数据并从磁道读取数据来进行关于是否已从没有缺陷磁道的正常磁道获得 APB 的判断。在这种情况下，要求脉冲 A、B、C、D 平衡到某种程度而且不干扰邻近的磁道。这样一来，能够通过写入数据和读取数据来进行判断（在下文中被称作写入和读取）。

顺便提及，如上面步骤 S8 的情况那样，如果不是持续更新标准，而是在整个表面执行写入和读取来获得标准，那么就会引发工作效率的问题。除此之外，如果执行写入和读取，则变得很难判断是干扰造成的缺陷磁道，还是干扰造成的噪声。因此，计算 APB 来持续更新标准 Cr 的方法是最有效的。

图 10 和 11 是分别显示实际执行缺陷磁道判断的结果的曲线图。这里，图 10 显示了通过具有从 2301 到 2397 柱面数目(CYL)的奇数柱面的 APB 来进行缺陷磁道判断的结果。图 11 显示了具有从 1 到 110001 柱面数目(CYL)的奇数柱面的缺陷磁道判断的结果。另外，在图 10 和 11 中，垂直轴指示 APB，更具体地，指示 $(A + B)/(C \text{ 或 } D)$ 的值，其中，脉冲 A 到 D 的幅值显示于 A 到 D 中；水平轴指示柱面数目。在每一种情况下，都显示了具有 4 个磁头（4 个记录表面）的 HDD 的测试结果。例如，确定步骤 S8 中更新的标准 Cr 如下：如果标准 Cr 用于进行 CLY 2353 的缺陷磁道判断，则使用具有 CYL 2333 到 CYL 2351 的奇数柱面中的 5 个 APB 的平均值 Av_{2353} ；如果标准 Cr 用于 CLY 2355 的缺陷磁道判断，则使用具有 CYL 2335 到 CYL 2353 的奇数柱面中的 5 个 APB 的平均值 Av_{2355} ；以及如果标准 Cr 用于 CLY 2357 的

缺陷磁道判断，则使用具有 CYL 2337 到 CYL 2355 的奇数柱面中的 5 个 APB 的平均值 Av_{2357} 。

先于被判断的磁道测量的连续磁道的 APB 的平均值可以被用作标准。然而，如图 6 所示，也可以独立地提供用于奇数磁道的标准和用于偶数磁道的标准。在计算 APB 时读取的脉冲模式在奇数柱面和偶数柱面之间是不同的，亦即，脉冲模式是脉冲 C 或脉冲 D。因此，例如，如果在奇数柱面中 $APB = (A + B)/C$ ，则从先于被判断的目标奇数柱面的奇数柱面获得的 APB 的平均值被用作标准 Cr 。结果，可以获得比连续磁道的 APB 的平均更正确的标准，而且与这种标准相比能够更正确地判断。

进而，也可以使用，例如， $(A + B)$ 的绝对值来执行缺陷磁道的判断。然而，如果使用绝对值，则幅值的值会变化，这使得难于获得标准，由此导致降低效率和准确性。因此，如本实施例中所述，希望使用通过用脉冲 C 或脉冲 D 的幅值来除（APB）而获得的值，这使高度准确的判断成为可能。

在步骤 S7 中的缺陷磁道判断中，在标准 Cr 的最小值 Cr_{low} 和最大值 Cr_{high} 之间的范围之内的 APB 被判断为正常。这里，例如， $0.9 Cr$ 和 $1.1 Cr$ （给定数目磁道的平均值 $Av (= Cr)$ ，其已在上述的方式中获得）能够分别被用作最小值和最大值。换言之，如果 APB 偏离标准 Cr 10% 或更多，则判断磁道为缺陷磁道。这样一来，不是使用所有磁道的平均值作为标准进行比较，而是使用局部磁道的 APB 的平均值作为标准进行比较。如果磁道之间的相对位移 Δ 为 10% 或更多，则判断磁道为缺陷磁道。如上所述，这是因为由于歪斜等情况在外圆周侧(OD)和内圆周侧(ID)之间 APB 值不同。另外，这是因为缺陷磁道判断的目标就是要检测一个磁道附近的磁道之间的磁道宽度的不一致性。更具体地，缺陷磁道检测的目标不是要检测偏离所有磁道宽度的平均值的磁道，而是要检测磁道宽度与局部区域中其他磁道宽度不同

的磁道，以便在读取和写入时防止发生错误。因而，有必要使用被判断的磁道附近的局部磁道的 APB 的平均值作为标准。因此，如本实施例中所示，最有效的方法是判断 APB 并同时更新 APB 的标准。

在本实施例中，由伺服数据控制磁头定位的 HDD 100 自己读取伺服数据，并从而执行缺陷磁道的检测，该检测在写入伺服数据之后执行并在发货之前执行。亦即，HDD 100 执行检查磁道宽度是否正常的测试处理。因此，例如，通过实际写入数据然后读取数据（写入和读取），与检测缺陷磁道的方法相比，可以在显著更短的时间段内完成测试。除此之外，如果通过读取和写入来进行磁道宽度是否异常的判断，则不会识别错误，亦即，异常的磁道宽度，或者在写入或读取时由干扰造成的错误等等。因此，测试结果不可靠。然而，本实施例中的测试处理读取脉冲模式而无需写入和读取数据就能进行磁道宽度是否正常的判断。因此，可以进行正确的判断。

此外，由于使用无缝脉冲模式，因此就可以通过读取在磁道状态（on-track state）的伺服模式来测量磁道宽度的变动。因此，测试处理的速度比传统方法的速度要显著地快，在传统方法中，例如，在读取偏离磁道状态(off-track state)的伺服模式两次之前执行写入和读取。由于能够在短时间内执行缺陷磁道检测，那么就可以减少 HDD 的制造成本，并显著改善生产率。

进而，因为在磁盘上写入用于执行测试处理的程序以便能够执行该程序，所以自测试成为可能，其使得进一步减少测试处理的成本成为可能。

另外，APB 是对应从脉冲模式计算的磁道宽度的值。持续更新待被判断的磁道附近的磁道的平均值以便确定用于判断 APB 是否正常的标准 Cr。这样一来，就可以正确地检测出某些局部磁道中磁道宽度的异常状态，以及邻近磁道中磁道宽度 10% 或更多的变化。

此外，在测试处理时，例如，HDD 100 被连接到例如个人计算机的外部检查设备。因此，能够将测试结果输出到检查设备。在检查设备中，通过收集已输出的测试结果的统计量，可以利用测试结果进一步减少 HDD 的缺陷磁道。另外，即使在测试结束以后也能够在磁盘 111 中存储测试结果和测试处理程序。结果，例如，在 HDD 100 发生故障的情况下，可以读出当执行磁盘 111 的测试处理时使用的数据，然后核查该数据。

顺便提及，本发明不限于上述的实施例，在不背离本发明的要点的范围之内可以用多种方法改变本发明。例如，在上述实施例中，测试处理被描述为软件配置。然而，本发明不限于此，而且测试处理中的任意处理也能够被配置为硬件。

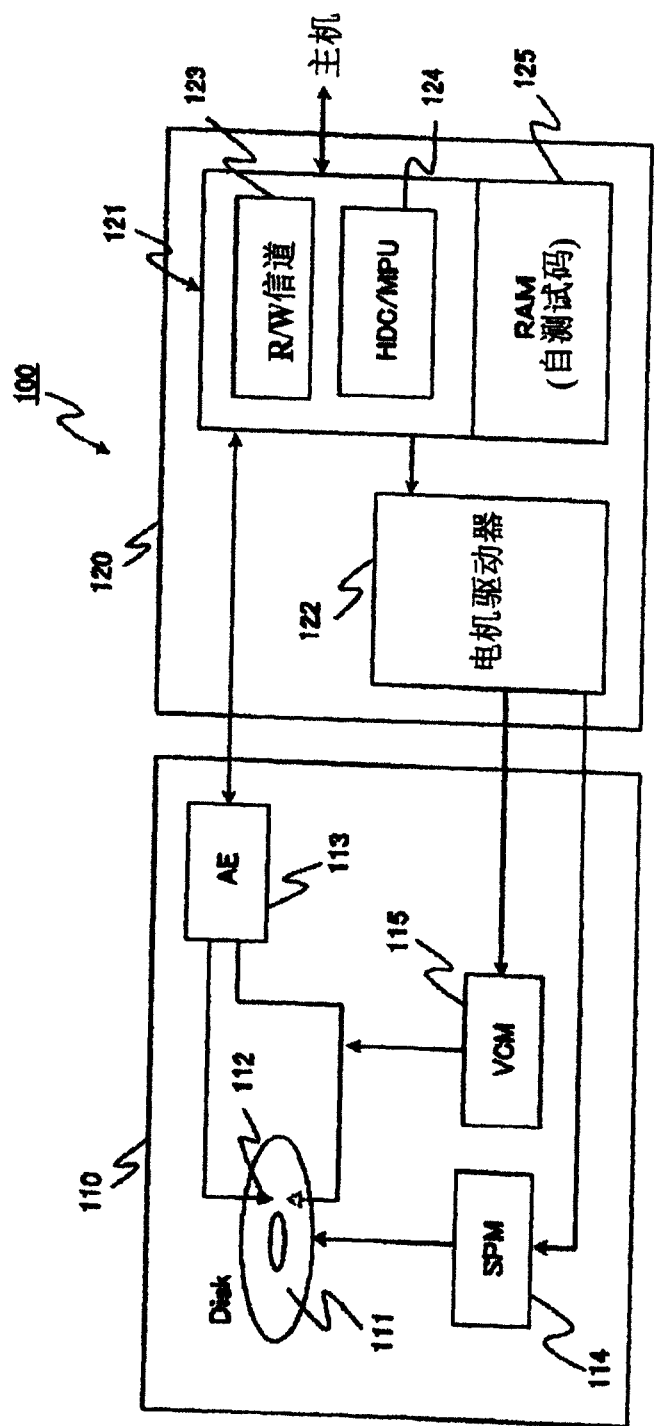


图1

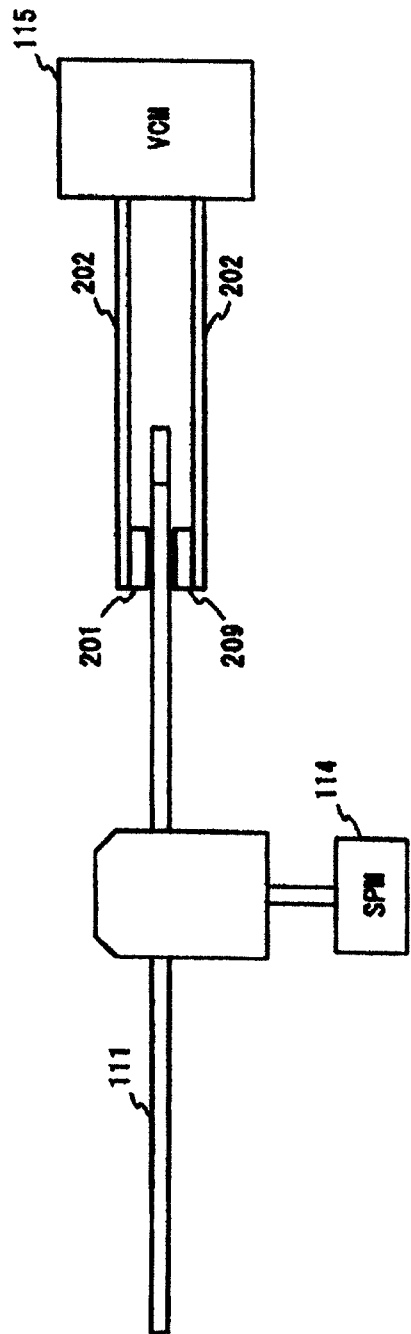


图2

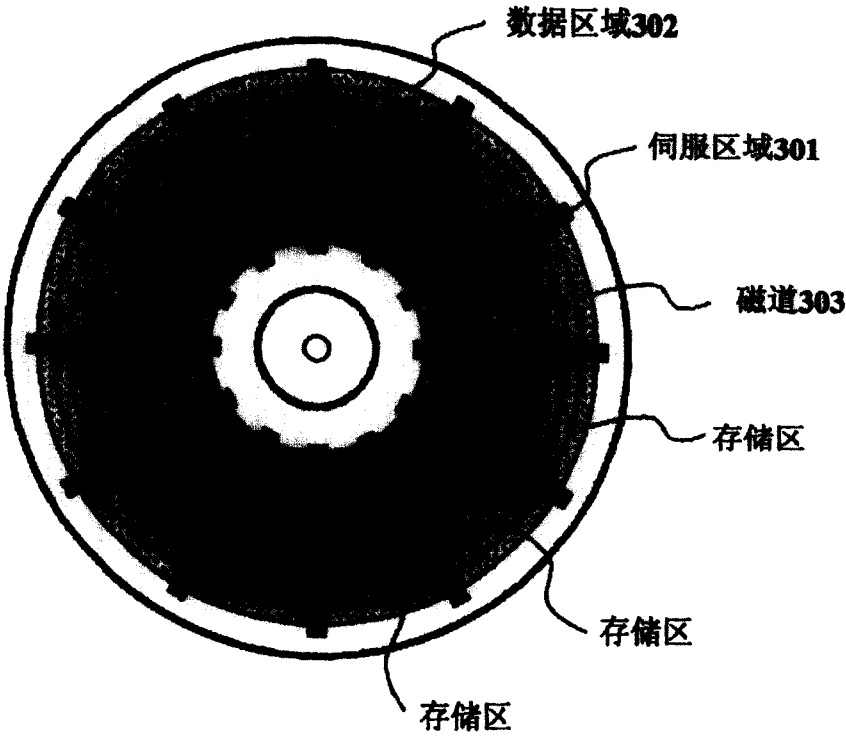


图3

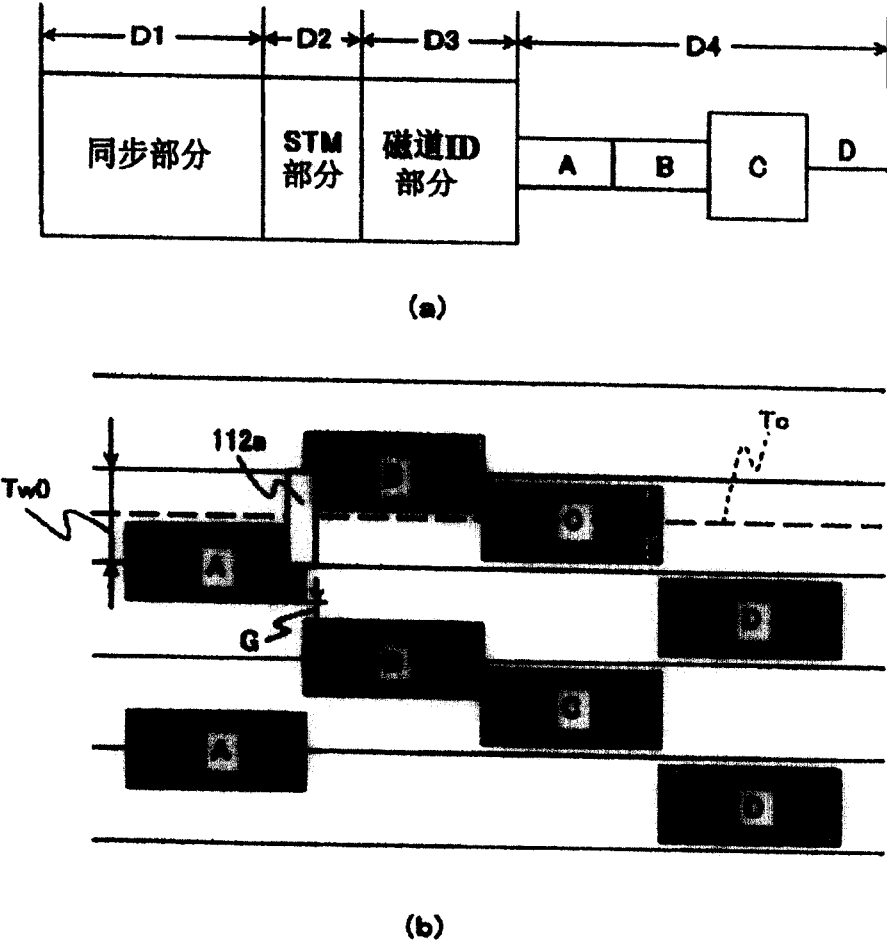


图4

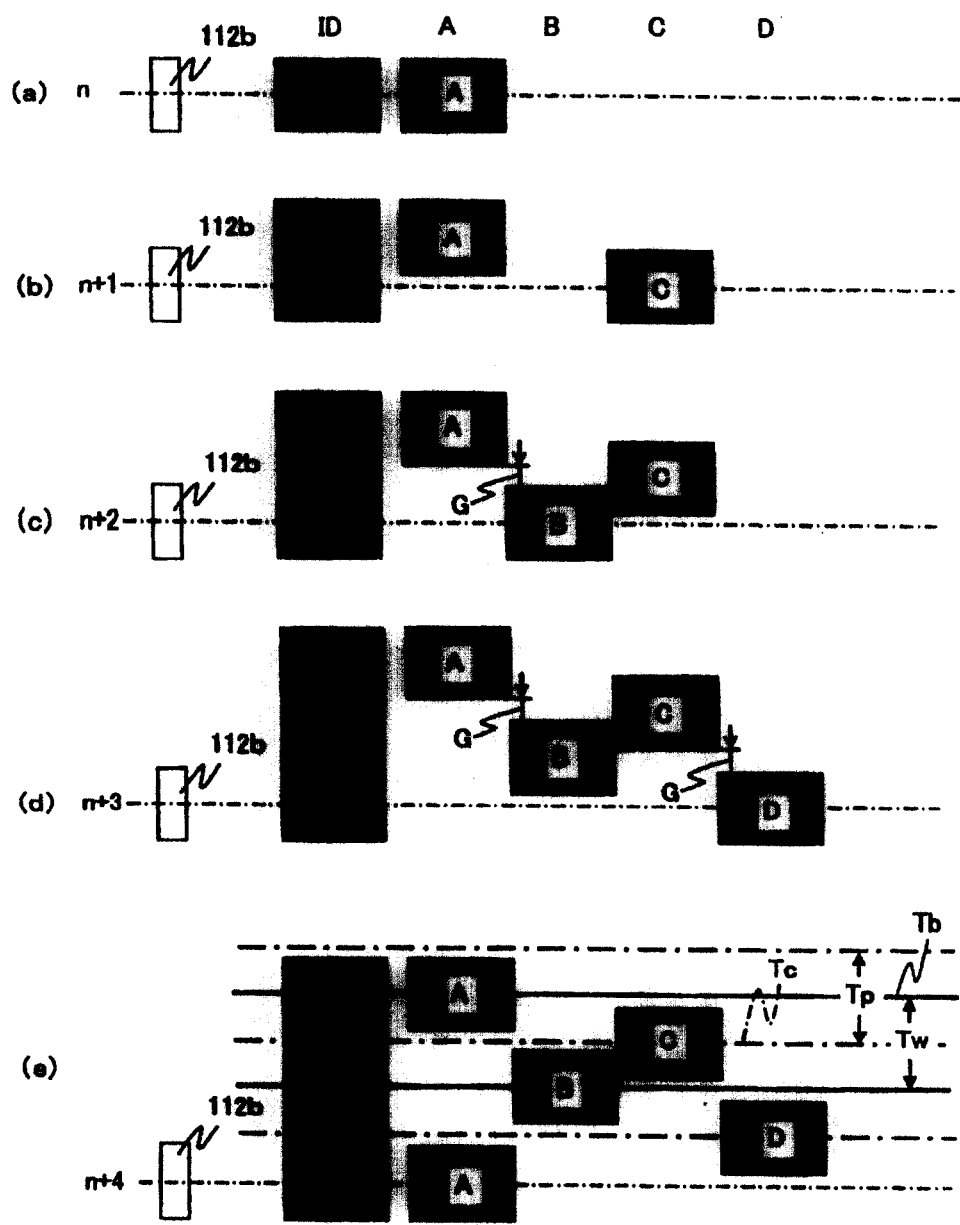


图5

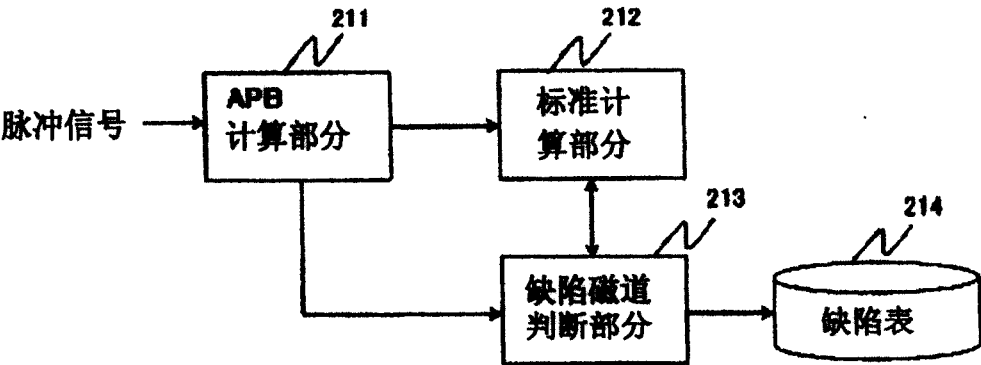


图6

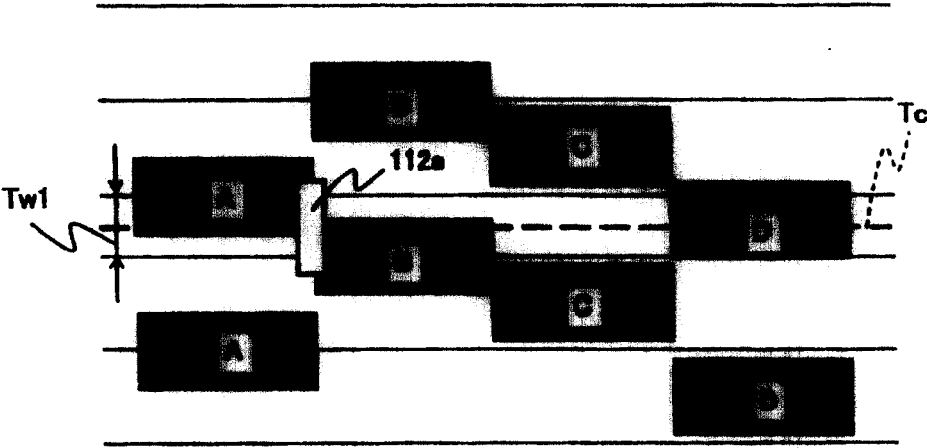


图7

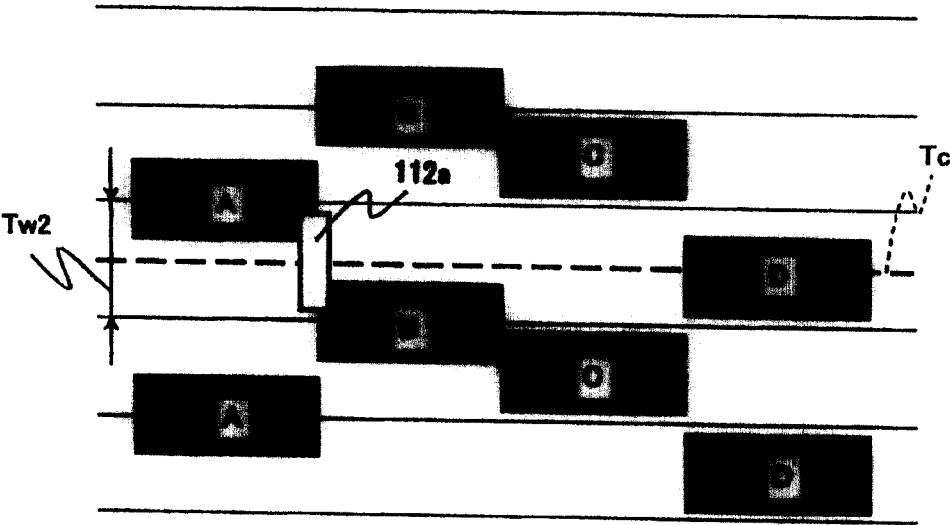


图8

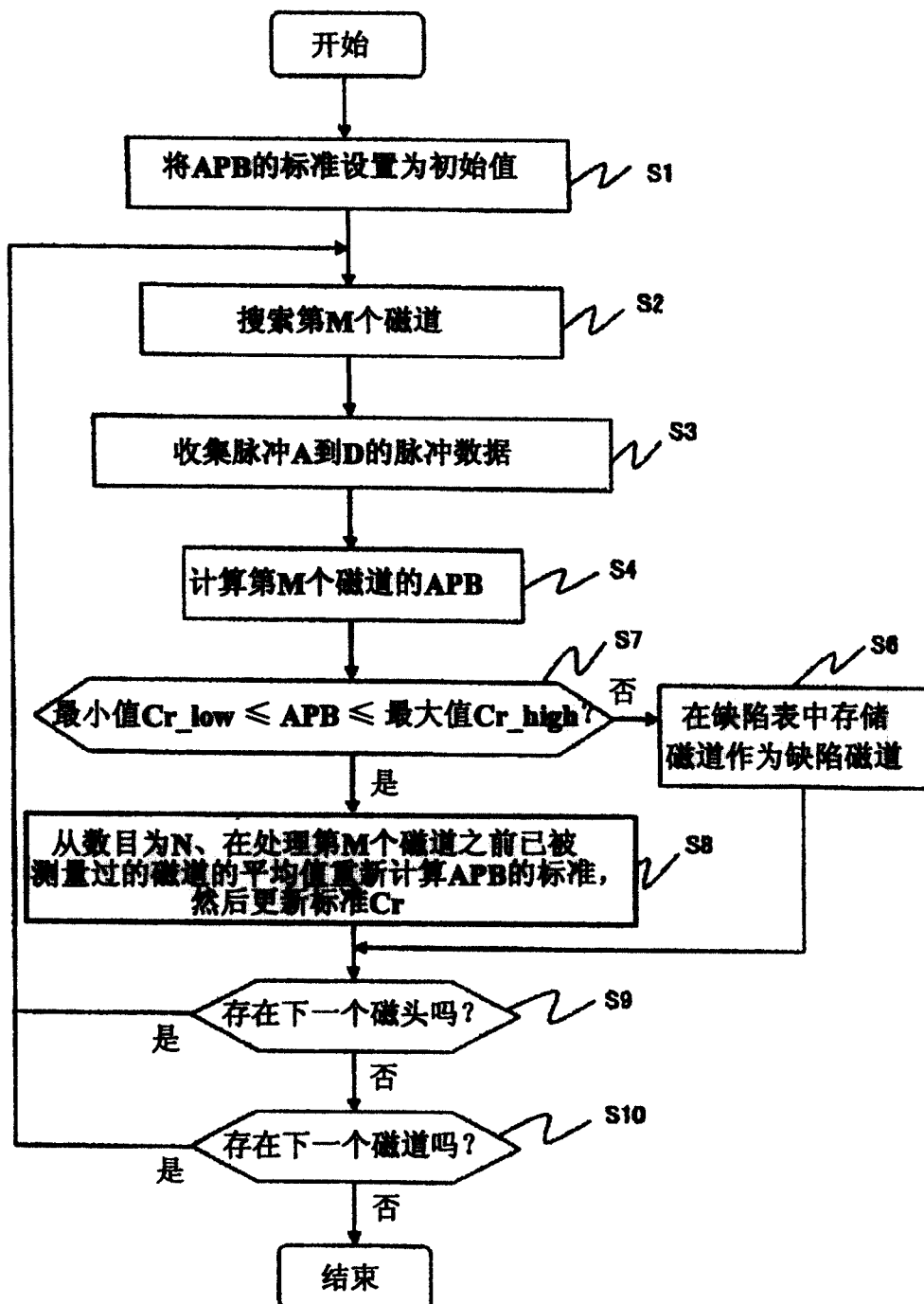


图9

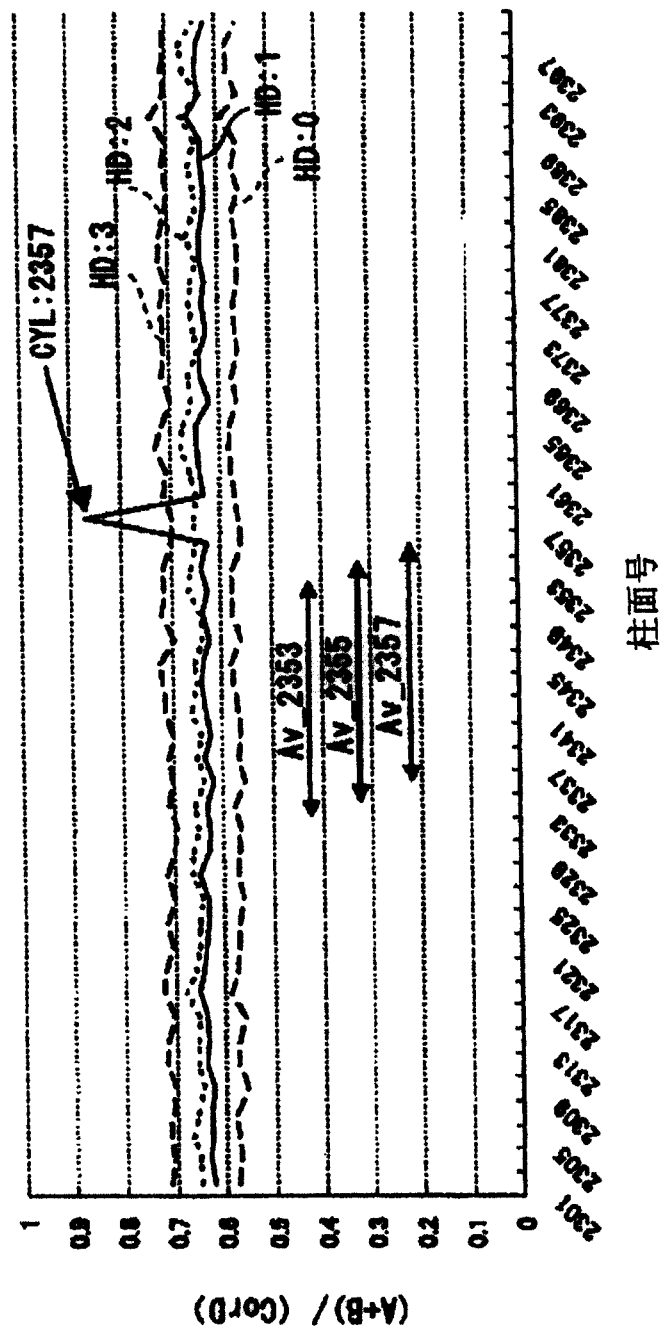


图10

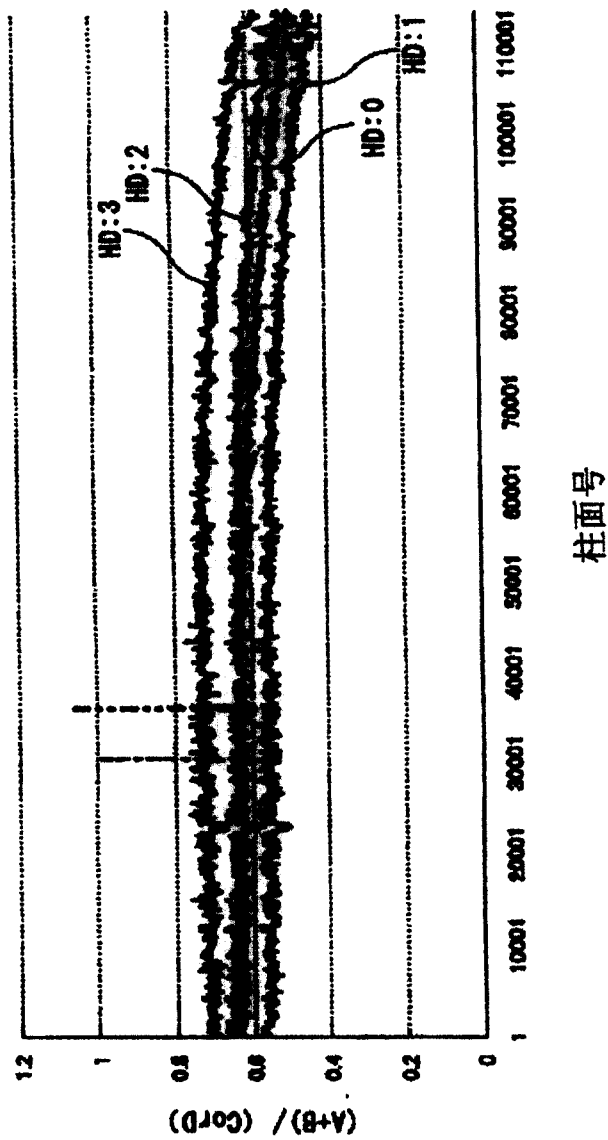
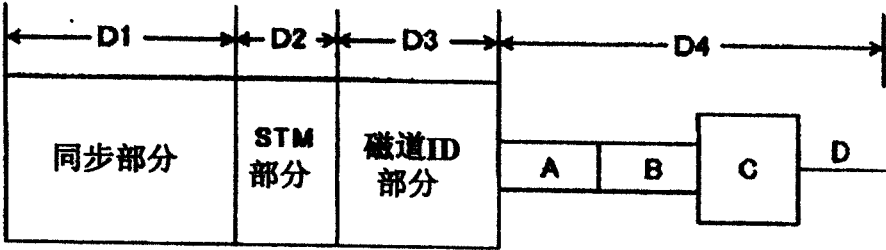
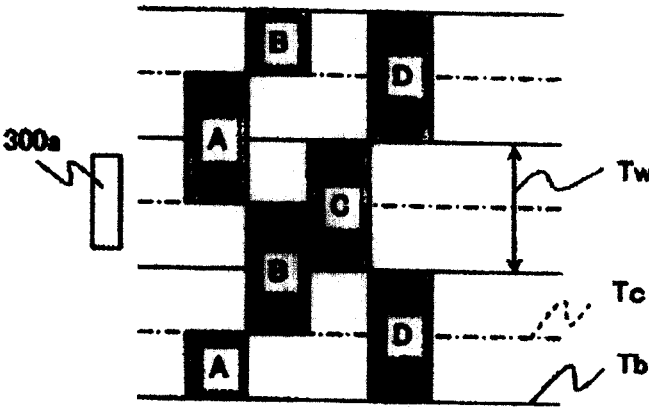


图11



(a)



(b)

图12

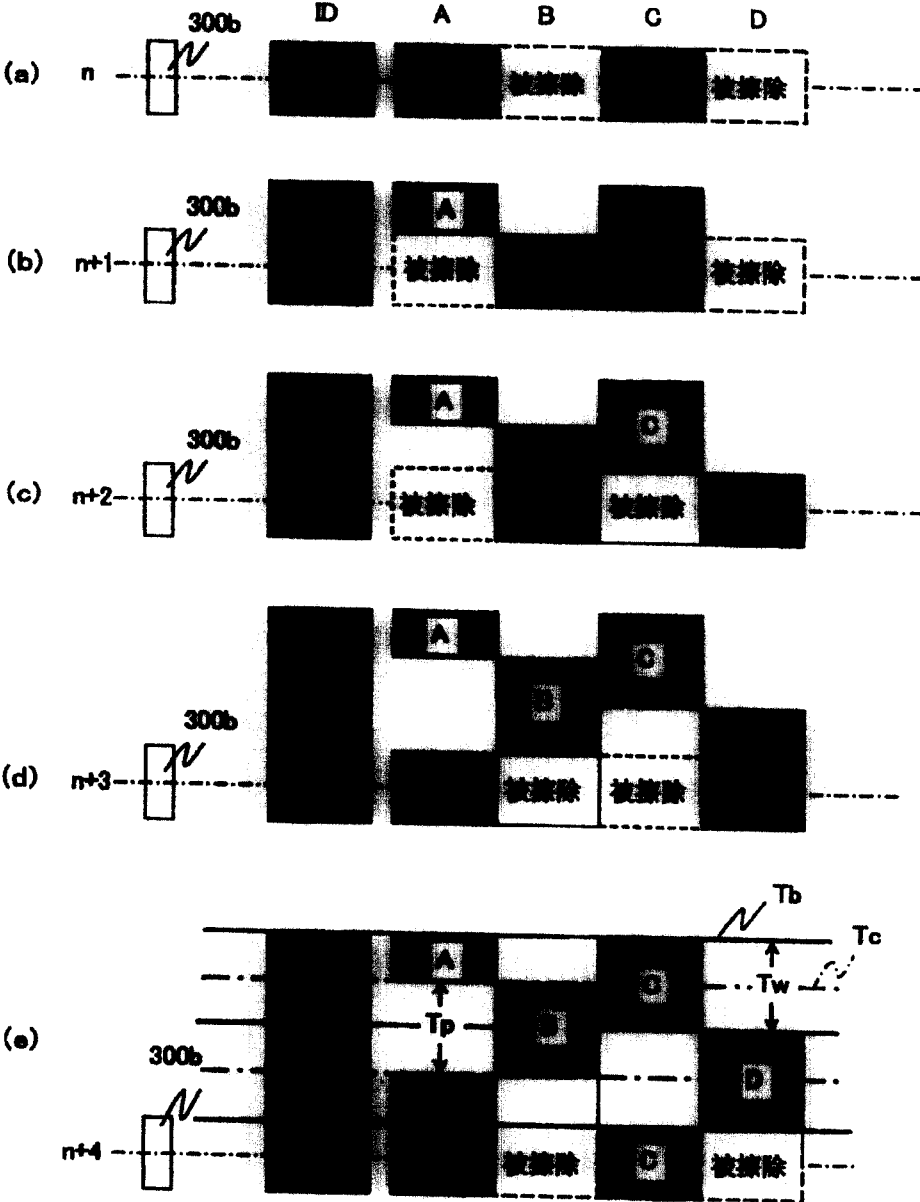


图13

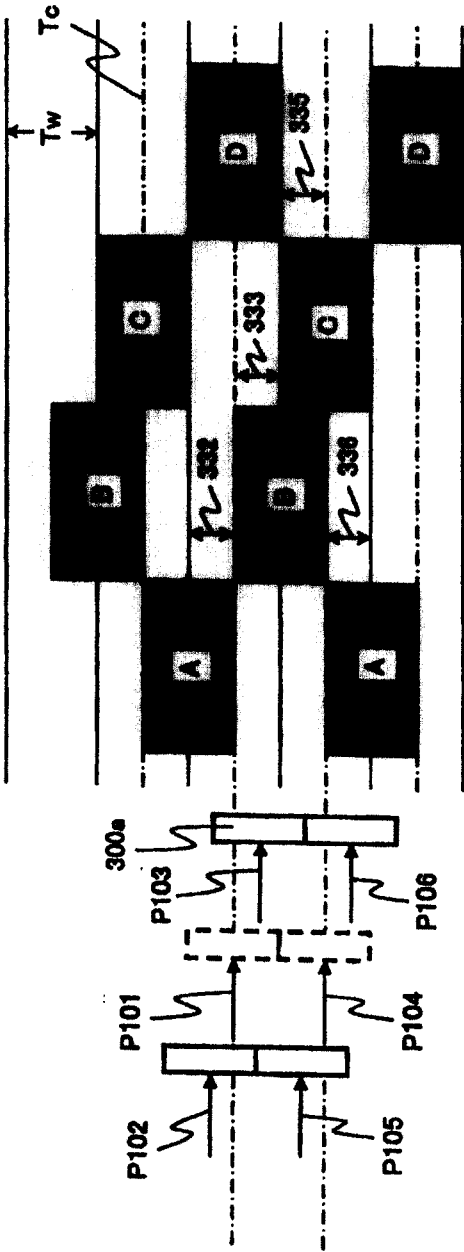


图14

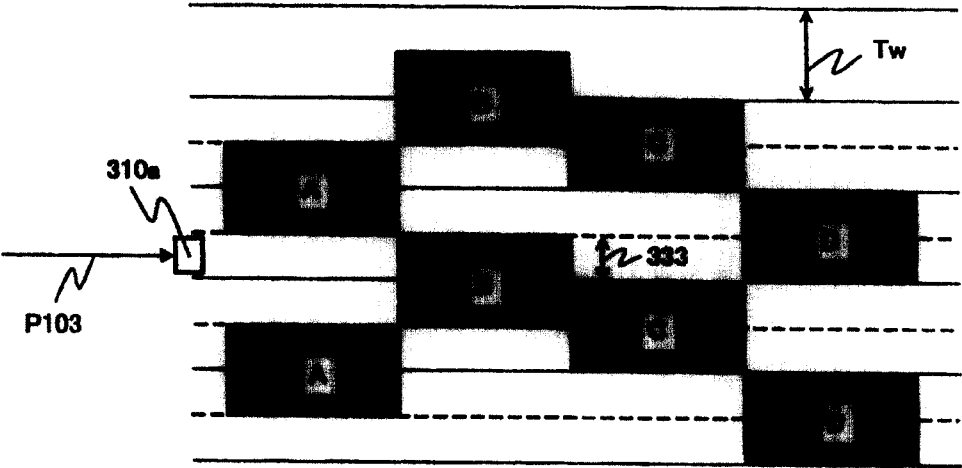


图15

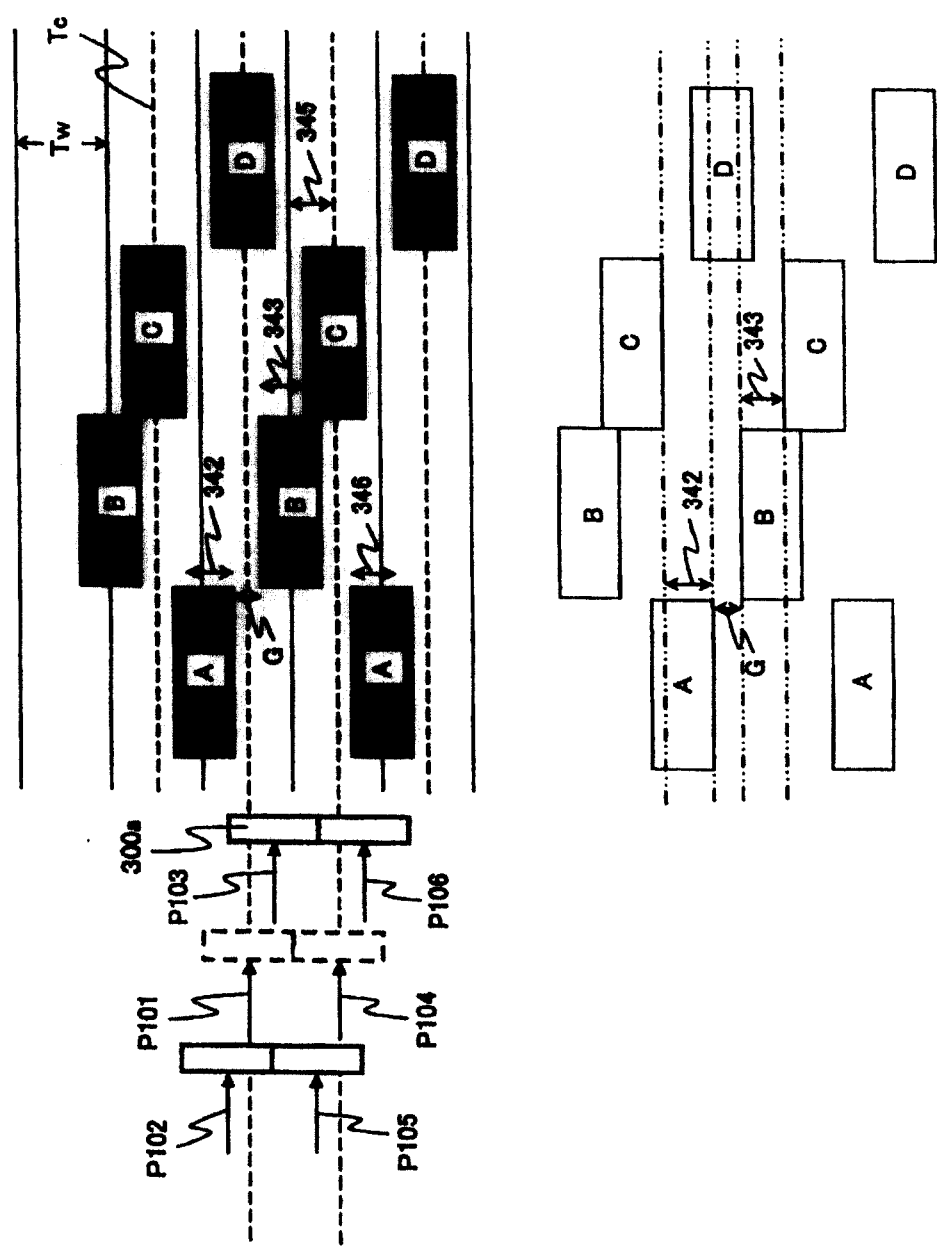


图16