

[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 200310118669.2

[51] Int. Cl.

G11B 5/596 (2006.01)

G11B 21/10 (2006.01)

[45] 授权公告日 2007 年 8 月 1 日

[11] 授权公告号 CN 1329886C

[22] 申请日 2003.11.28

[21] 申请号 200310118669.2

[30] 优先权

[32] 2002.11.29 [33] JP [31] 348795/2002

[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 佐井文宪 黑田尚 小笠原健治
松原畅也 柳沢洋 井芹薰

[56] 参考文献

JP2002-8331A 2002.1.11

US5612833A 1997.3.18

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

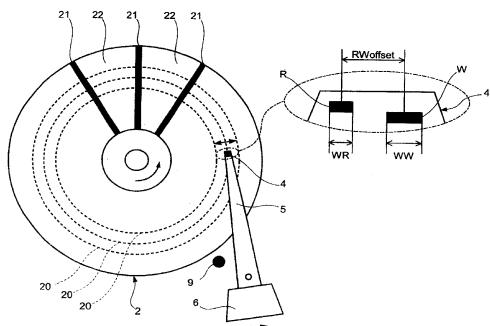
权利要求书 5 页 说明书 29 页 附图 18 页

[54] 发明名称

伺服信息写入方法、伺服控制方法、数据存
储设备

[57] 摘要

本发明提供伺服信息写入方法、伺服控制方法
和数据存储设备。当磁盘式存储介质上没有模式
时，可以通过使用数据存储设备的硬件执行自我伺
服写入。读取磁头 R 检测写入磁头 W 在磁盘上写
入的伺服模式。根据检测到的伺服模式进行写入磁
头 W 的位置控制。此外，读取磁头 R 检测写入磁
头 W 在磁盘上写入的传播模式。根据检测到的传
播模式校正写入磁头 W 的位置。



1. 一种伺服信息写入方法，包括：

第一步骤，用于当致动器与急停装置接触时，定位在其上面安装了包含读取磁头和写入磁头的复合磁头的该致动器，以及用于使写入磁头向磁盘式存储介质写入伺服模式、触发器模式和传播模式，其中，所述触发器模式包括同步标记；

第二步骤，用于当所述写入磁头在所述磁盘式存储介质上写入的所述伺服模式可以由所述读取磁头检测到时，基于检测到的所述伺服模式通过伺服控制来定位所述写入磁头，以及用于使所述写入磁头进一步向该磁盘式存储介质写入伺服模式和传播模式；和

第三步骤，用于确定由所述读取磁头检测到在所述磁盘式存储介质上写入的所述触发器模式的时刻与由所述写入磁头向该磁盘式存储介质写入下一个触发器模式的时刻之间的写入时间间隔，其中，所述第三步骤使所述读取磁头检测向所述磁盘式存储介质的径向相邻磁道写入的触发器模式之间的时间差。

2. 根据权利要求 1 所述伺服信息写入方法，其特征在于，当致动器与所述急停装置接触时，所述第一步骤改变流向所述致动器的驱动马达的电流量。

3. 根据权利要求 1 所述伺服信息写入方法，其特征在于，所述第二步骤使所述读取磁头检测在所述磁盘式存储介质上写入的所述传播模式，并根据检测到的传播模式校正所述写入磁头的位置。

4. 根据权利要求 1 所述伺服信息写入方法，进一步包括用于确定向所述磁盘式存储介质写入触发器模式的馈送间距的步骤。

5. 根据权利要求 1 所述伺服信息写入方法，其特征在于，所述写入时间间隔确定步骤使用读取/写入偏移，该读取/写入偏移是所述读取磁头和所述写入磁头之间的距离。

6. 一种使用包含读取磁头和写入磁头的复合磁头向磁盘式存储介质写入伺服信息的伺服信息写入方法，该伺服信息写入方法包括下

列步骤：

由所述写入磁头向所述磁盘式存储介质写入触发器模式、伺服模式和传播模式，其中，所述触发器模式包括同步标记；以及

由所述读取磁头检测在所述磁盘式存储介质上写入的所述伺服模式，并根据检测到的伺服模式将所述写入磁头定位在下一写入位置；和

确定由所述读取磁头检测到在所述磁盘式存储介质上写入的所述触发器模式的时刻与由所述写入磁头向该磁盘式存储介质写入下一个触发器模式的时刻之间的写入时间间隔，其中，所述确定使所述读取磁头检测向所述磁盘式存储介质的径向相邻磁道写入的触发器模式之间的时间差。

7. 根据权利要求 6 所述伺服信息写入方法，进一步包括下列步骤：由所述读取磁头检测在所述磁盘式存储介质上写入的所述传播模式，并根据检测到的传播模式校正所述写入磁头的位置。

8. 根据权利要求 6 所述伺服信息写入方法，其特征在于，所述触发器模式和所述伺服模式将被写入在所述磁盘式存储介质的位置信息存储区，其中，所述传播模式将被写入在该磁盘式存储介质的数据存储区。

9. 一种使用包含读取磁头和写入磁头的复合磁头向磁盘式存储介质写入伺服信息的伺服信息写入方法，该伺服信息写入方法包括下列步骤：

由所述写入磁头向所述磁盘式存储介质写入触发器模式；以及

确定由所述读取磁头检测到在所述磁盘式存储介质上写入的所述触发器模式的时刻与由所述写入磁头向该磁盘式存储介质写入下一个触发器模式的时刻之间的写入时间间隔，其中，所述时间间隔确定步骤使所述读取磁头检测向所述磁盘式存储介质的径向相邻磁道写入的触发器模式之间的时间差。

10. 根据权利要求 9 所述伺服信息写入方法，其特征在于，所述写入时间间隔确定步骤使用所述读取磁头和所述写入磁头之间的读

取/写入偏移。

11. 一种用于将包含读取磁头和写入磁头的复合磁头定位在磁盘式存储介质上的指定位置的伺服控制方法，该伺服控制方法包括：

第一步骤，用于由所述读取磁头检测在所述磁盘式存储介质上写入的伺服模式；

第二步骤，用于将检测到的伺服模式的位置误差信号转换为所述磁盘式存储介质上的物理位置；和

第三步骤，用于确定由所述读取磁头检测到在所述磁盘式存储介质上写入的触发器模式的时刻与由所述写入磁头向该磁盘式存储介质写入下一个触发器模式的时刻之间的写入时间间隔，其中，所述第三步骤使所述读取磁头检测向所述磁盘式存储介质的径向相邻磁道写入的触发器模式之间的时间差。

12. 根据权利要求 11 所述伺服控制方法，其特征在于，所述第二步骤使用读取/写入偏移，该读取/写入偏移是所述读取磁头和所述写入磁头之间的距离。

13. 根据权利要求 11 所述伺服控制方法，其特征在于，所述第二步骤由所述写入磁头在所述磁盘式存储介质上用于所述伺服模式的位置之外的位置处写入测量模式；由所述读取磁头检测在所述磁盘式存储介质上写入的所述测量模式的配置文件；以及，根据检测到的测量模式线性化所述位置误差信号和所述读取磁头的位置之间的关系。

14. 一种数据存储设备，包括：

第一伺服写入装置，用于当致动器与急停装置接触时，定位在其上安装了包含读取磁头和写入磁头的复合磁头的该致动器，以及用于使写入磁头向磁盘式存储介质写入伺服模式、触发器模式和传播模式，其中，所述触发器模式包括同步标记；

第二伺服写入装置，用于当由所述写入磁头在所述磁盘式存储介质上写入的所述伺服模式可以由所述读取磁头检测到时，基于检测到的伺服模式通过伺服控制定位所述写入磁头，并使写入磁头进一步

向该磁盘式存储介质写入伺服模式和传播模式；和

第三装置，用于确定由所述读取磁头检测到在所述磁盘式存储介质上写入的所述触发器模式的时刻与由所述写入磁头向该磁盘式存储介质写入下一个触发器模式的时刻之间的写入时间间隔，其中，所述第三装置使所述读取磁头检测向所述磁盘式存储介质的径向相邻磁道写入的触发器模式之间的时间差。

15. 根据权利要求 14 所述数据存储设备，进一步包括校正装置，用于当所述第二伺服写入装置写入伺服模式和传播模式时，使所述读取磁头检测在所述磁盘式存储介质上写入的所述传播模式，并根据检测到的传播模式校正所述写入磁头的位置。

16. 一种数据存储设备，包括：

写入装置，用于使写入磁头向磁盘式存储介质写入触发器模式；以及

确定装置，用于确定由所述读取磁头检测到在所述磁盘式存储介质上写入的所述触发器模式的时刻与由所述写入磁头向该磁盘式存储介质写入下一个触发器模式的时刻之间的写入时间间隔，所述确定装置使所述读取磁头检测向所述磁盘式存储介质的径向相邻磁道写入的触发器模式之间的时间差。

17. 根据权利要求 16 所述数据存储设备，其特征在于，所述确定装置使用所述读取磁头和所述写入磁头之间的读取/写入偏移。

18. 一种数据存储设备，包括：

磁盘式存储介质，该磁盘式存储介质以可旋转的方式定位，并配备有用于存储伺服模式的表面；

读取磁头，该读取磁头被定位成能够读取所述伺服模式；

写入磁头，该写入磁头定位在与所述读取磁头具有预先确定的距离的位置处，并用于向所述磁盘式存储介质写入数据，其中，所述伺服模式是由所述写入磁头写入的；

转换器，用于将由所述读取磁头读取的所述伺服模式的位置误差信号转换为所述磁盘式存储介质上的物理位置；以及

控制器，用于根据由所述转换器所产生的转换结果控制所述读取磁头的位置；

其中，所述数据存储设备确定由所述读取磁头检测到在所述磁盘式存储介质上写入的触发器模式的时刻与由所述写入磁头向该磁盘式存储介质写入下一个触发器模式的时刻之间的写入时间间隔，其中，所述读取磁头检测向所述磁盘式存储介质的径向相邻磁道写入的触发器模式之间的时间差。

19. 根据权利要求 18 所述数据存储设备，其特征在于，所述读取磁头由磁阻设备构成，以及所述写入磁头由转换器感应设备构成。

伺服信息写入方法、 伺服控制方法、数据存储设备

技术领域

本发明涉及一种针对存储介质的伺服信息写入方法、伺服控制方法、数据存储设备，以及程序，具体来说，涉及伺服信息自我写入方法、伺服控制方法、数据存储设备和程序。

背景技术

广泛被用作计算机和类似设备的数据存储设备的硬盘驱动器，包括用于读取存储在磁盘上的用户数据或向磁盘上写入用户数据的磁头。磁头安装在由 VCM（音圈电机）振动的致动器上。当磁头读取或写入用户数据时，致动器被驱动，以便向特定的磁道（目标磁道）移动磁头，从而进行定位。根据存储在磁盘上的伺服信息进行磁头定位控制，以便向指定位置移动磁头。随着记录密度的改善，近年来所生产的硬盘驱动器开始使用 MR（磁阻）磁头、GMR（巨型磁阻）磁头或产生磁阻效应的其他磁阻设备作为只读读取磁头，使用转换器感应磁头（transducer induction head）作为只写写入磁头。构成了复合磁头的这两种磁头安装叫做滑动器的同一个支架中，但是彼此之间间隔一个预先确定的距离。滑动器安装在致动器上。

在硬盘或其他磁盘上同心地形成了许多数据磁道。此外，沿磁盘的径向形成了用于预先存储标识信息和脉冲串模式（burst pattern）的伺服磁道。如前所述的伺服信息包括标识信息和脉冲串模式。标识信息表示数据磁道的磁道地址。由读取磁头获取的标识信息用于确定在其上面定位读取磁头或写入磁头的数据磁道。作为脉冲串模式，使用许多脉冲串模式行（它们在信号存储区相位方面不同），以便沿磁盘的径向以固定的空间间隔提供各个信号存储区。根据由读取磁头依据脉冲串模式所产生的信号（PES：位置误差信号），可以检测到读取磁头或写入磁头与目标数据磁道的偏差。

伺服信息是在硬盘驱动器作为产品装运之前执行的制造过程中向磁盘写入的。为了准确地读取/写入用户数据，需要准确地写入充当参考的伺服信息。传统上，使用一种叫做 STW（伺服磁道写入器）的专用设备向磁盘写入伺服信息。STW 向磁盘写入伺服信息，同时控制磁头（写入磁头）的馈送间距（沿磁盘的径向的写入位置），以便以磁道间距（相邻磁道的中心之间的距离）和写入伺服信息所使用的时间（沿磁盘的圆周方向的写入位置）写入伺服数据。一种设置磁头的馈送间距的已知方法是通过对着在其上面安装了磁头的致动器按下推针（push pin）来确定磁头（写入磁头）的绝对位置。一种设置伺服数据写入时间的已知方法是通过使用专用的时钟读写头（clock head）向磁盘的外部区域写入时钟数据，并使用写入的时钟数据作为参考时钟。

然而，使用上述方法有必要用时钟读写头向磁盘写入时钟数据或对着致动器按下推针。这就意味着，必须暴露硬盘驱动器才能进行伺服信息的写入。因此，使用上述方法就具有伺服信息写入必须在一个清洁的房间内执行的限制。

在这些情况下，本发明的发明人提出了一种不使用如前所述的时钟读写头或推针即可执行伺服信息自我写入的方法（请参阅专利文件 1）。利用所提出的该方法，即可以在清洁的房间之外向磁盘写入伺服信息，而不必暴露硬盘驱动器。

[专利文件 1]

日本专利公开号2002-8331

为了进行伺服信息写入，专利文件 1 所说明的自我伺服写入方法除了伺服信息之外还向数据磁道写入一种叫做“传播模式（propagation pattern）”的特殊伺服模式，并读取这样的传播模式以进行伺服控制。

然而，基于传播模式的伺服控制不同于用于硬盘驱动器的常见的伺服控制。基于传播模式的伺服控制所需的处理不能通过使用内置在硬盘驱动器中的硬盘控制器（HDC）和 MPU（微处理单元）和软件来完成。一般而言，必须连接专用于自我伺服写入并拥有强大的处理器和软件的 STW。

发明内容

本发明是为了解决前述技术问题而作出的，其目的是通过使用数据存储设备中包含的硬件进行自我伺服写入而没有模式存储在磁盘式存储介质中。

本发明的另一个目的是提高磁头定位控制准确性。

本发明提出了根据在磁盘式存储介质上写入的伺服模式而不是在磁盘式存储介质上写入的传播模式来定位磁头和进行自我伺服写入。本发明还提出了通过根据传播模式进行校正来提高磁头定位准确性。

根据本发明的第一方面，提供一种伺服信息写入方法，包括：第一步骤，用于当致动器与急停装置接触时，定位在其上面安装了包含读取磁头和写入磁头的复合磁头的该致动器，以及用于使写入磁头向磁盘式存储介质写入伺服模式、触发器模式和传播模式，其中，所述触发器模式包括同步标记；以及第二步骤，用于当所述写入磁头在所述磁盘式存储介质上写入的所述伺服模式可以由所述读取磁头检测到时，基于检测到的所述伺服模式通过伺服控制来定位所述写入磁头，以及用于使所述写入磁头进一步向该磁盘式存储介质写入伺服模式和传播模式；和第三步骤，用于确定由所述读取磁头检测到在所述磁盘式存储介质上写入的所述触发器模式的时刻与由所述写入磁头向该磁盘式存储介质写入下一个触发器模式的时刻之间的写入时间间隔，其中，所述第三步骤使所述读取磁头检测向所述磁盘式存储介质的径向相邻磁道写入的触发器模式之间的时间差。

根据本发明的第二方面，提供一种使用包含读取磁头和写入磁头的复合磁头向磁盘式存储介质写入伺服信息的伺服信息写入方法，该伺服信息写入方法包括下列步骤：由所述写入磁头向所述磁盘式存储介质写入触发器模式、伺服模式和传播模式，其中，所述触发器模式包括同步标记；以及，由所述读取磁头检测在所述磁盘式存储介质上写入的所述伺服模式，并根据检测到的伺服模式将所述写入磁头定位在下一写入位置；和，确定由所述读取磁头检测到在所述磁盘式存储介质上写入的所述触发器模式的时刻与由所述写入磁头向该磁盘式

存储介质写入下一个触发器模式的时刻之间的写入时间间隔，其中，所述确定使所述读取磁头检测向所述磁盘式存储介质的径向相邻磁道写入的触发器模式之间的时间差。

根据本发明的第三方面，提供一种使用包含读取磁头和写入磁头的复合磁头向磁盘式存储介质写入伺服信息的伺服信息写入方法，该伺服信息写入方法包括下列步骤：由所述写入磁头向所述磁盘式存储介质写入触发器模式；以及，确定由所述读取磁头检测到在所述磁盘式存储介质上写入的所述触发器模式的时刻与由所述写入磁头向该磁盘式存储介质写入下一个触发器模式的时刻之间的写入时间间隔，其中，所述时间间隔确定步骤使所述读取磁头检测向所述磁盘式存储介质的径向相邻磁道写入的触发器模式之间的时间差。

根据本发明的第四方面，提供一种用于将包含读取磁头和写入磁头的复合磁头定位在磁盘式存储介质上的指定位置的伺服控制方法，该伺服控制方法包括：第一步骤，用于由所述读取磁头检测在所述磁盘式存储介质上写入的伺服模式；以及，第二步骤，用于将检测到的伺服模式的位置误差信号转换为所述磁盘式存储介质上的物理位置；和，第三步骤，用于确定由所述读取磁头检测到在所述磁盘式存储介质上写入的所述触发器模式的时刻与由所述写入磁头向该磁盘式存储介质写入下一个触发器模式的时刻之间的写入时间间隔，其中，所述第三步骤使所述读取磁头检测向所述磁盘式存储介质的径向相邻磁道写入的触发器模式之间的时间差。

根据本发明的第五方面，提供一种数据存储设备，包括：第一伺服写入装置，用于当致动器与急停装置接触时，定位在其上安装了包含读取磁头和写入磁头的复合磁头的该致动器，以及用于使写入磁头向磁盘式存储介质写入伺服模式、触发器模式和传播模式，其中，所述触发器模式包括同步标记；以及第二伺服写入装置，用于当由所述写入磁头在所述磁盘式存储介质上写入的所述伺服模式可以由所述读取磁头检测到时，基于检测到的伺服模式通过伺服控制定位所述写入磁头，并使写入磁头进一步向该磁盘式存储介质写入伺服模式和传播模式；和第三装置，用于确定由所述读取磁头检测到在所述磁盘式存储介质上写入的所述触发器模式的时刻与由所述写入磁头向该磁盘

式存储介质写入下一个触发器模式的时刻之间的写入时间间隔，其中，所述第三装置使所述读取磁头检测向所述磁盘式存储介质的径向相邻磁道写入的触发器模式之间的时间差。

根据本发明的第六方面，提供一种数据存储设备，包括：写入装置，用于使写入磁头向磁盘式存储介质写入触发器模式；以及确定装置，用于确定由所述读取磁头检测到在所述磁盘式存储介质上写入的所述触发器模式的时刻与由所述写入磁头向该磁盘式存储介质写入下一个触发器模式的时刻之间的写入时间间隔，所述确定装置使所述读取磁头检测向所述磁盘式存储介质的径向相邻磁道写入的触发器模式之间的时间差。

根据本发明的第七方面，提供一种数据存储设备，包括：磁盘式存储介质，该磁盘式存储介质以可旋转的方式定位，并配备有用于存储伺服模式的表面；读取磁头，该读取磁头被定位成能够读取所述伺服模式；写入磁头，该写入磁头定位在与所述读取磁头具有预先确定的距离的位置处，并用于向所述磁盘式存储介质写入数据，其中，所述伺服模式是由所述写入磁头写入的；转换器，用于将由所述读取磁头读取的所述伺服模式的位置误差信号转换为所述磁盘式存储介质上的物理位置；以及控制器，用于根据由所述转换器所产生的转换结果控制所述读取磁头的位置；其中，所述数据存储设备确定由所述读取磁头检测到在所述磁盘式存储介质上写入的所述触发器模式的时刻与由所述写入磁头向该磁盘式存储介质写入下一个触发器模式的时刻之间的写入时间间隔，其中，所述读取磁头检测向所述磁盘式存储介质的径向相邻磁道写入的触发器模式之间的时间差。

具体来说，本发明的伺服信息写入方法包括两个步骤。第一个步骤是：当所说的致动器与一种急停装置（crash stop）接触时，定位在其上面安装了包含读取磁头和写入磁头的复合磁头的致动器，使写入磁头向磁盘式存储介质写入伺服模式和传播模式。当写入磁头在磁盘式存储介质上写入的伺服模式可以由读取磁头检测到时，执行第二个步骤，以便基于检测到的伺服模式通过伺服控制定位写入磁头，并使写入磁头进一步向磁盘式存储介质写入伺服模式和传播模式。

当致动器与急停装置接触时，上述伺服信息写入方法的第一个

步骤改变流向致动器的驱动马达的电流量。第二个步骤使读取磁头检测在磁盘式存储介质上写入的传播模式并根据检测到的传播模式校正写入磁头的位置。

上述伺服信息写入方法进一步包括确定向磁盘式存储介质写入触发器模式的馈送间距的步骤。该伺服信息写入方法进一步包括确定读取磁头检测到在磁盘式存储介质上写入的触发器模式的时刻和写入磁头向磁盘式存储介质写入下一个触发器模式的时刻之间的写入时间间隔的步骤。写入时间间隔确定步骤使用读取/写入偏移 - 该读取/写入偏移是读取磁头和写入磁头之间的距离，并使读取磁头检测向磁盘式存储介质的径向相邻磁道写入的触发器模式之间的时间差。

本发明的伺服信息写入方法通过使用包含读取磁头和写入磁头的复合磁头向磁盘式存储介质写入伺服信息。该伺服信息写入方法包括下列步骤：由写入磁头向磁盘式存储介质写入触发器模式、伺服模式和传播模式；由读取磁头检测在磁盘式存储介质上写入的伺服模式，并根据检测到的伺服模式将写入磁头定位在下一写入位置。

该伺服信息写入方法进一步包括下列步骤：由读取磁头检测在磁盘式存储介质上写入的传播模式，并根据检测到的传播模式校正写入磁头的位置。触发器模式和伺服模式将被写入到磁盘式存储介质的位置信息存储区，且传播模式将被写入到磁盘式存储介质的数据存储区。

此外，本发明提出了通过使用在磁盘式存储介质上写入的触发器模式来调整伺服信息写入位置和写入时间的方法。

具体来说，本发明的伺服信息写入方法通过使用包含读取磁头和写入磁头的复合磁头向磁盘式存储介质写入伺服信息。该伺服信息写入方法包括下列步骤：由写入磁头向磁盘式存储介质写入触发器模式；确定读取磁头检测到在磁盘式存储介质上写入的触发器模式的时刻和写入磁头向磁盘式存储介质写入下一个触发器模式的时刻之间的写入时间间隔。

上述伺服信息写入方法的写入时间间隔确定步骤使用读取磁头和写入磁头之间的读取/写入偏移。此外，该写入时间间隔确定步骤使读取磁头检测向磁盘式存储介质的径向相邻磁道写入的触发器模式

之间的时间差。

本发明还提出了通过建立由读取伺服模式而获得的位置误差信号与读取磁头和写入磁头的位置之间的相关性以更高的准确性控制读取磁头和写入磁头的位置的方法。

具体来说，本发明的伺服控制方法在磁盘式存储介质上的指定位置定位包含读取磁头和写入磁头的复合磁头。该伺服控制方法包括两个步骤。第一个步骤使读取磁头检测在磁盘式存储介质上写入的伺服模式。第二个步骤将检测到的伺服模式的位置误差信号转换为磁盘式存储介质上的物理位置。

上述伺服控制方法的第二个步骤使用读取/写入偏移，该读取/写入偏移是读取磁头和写入磁头之间的距离。此外，该第二个步骤使写入磁头在磁盘式存储介质上用于伺服模式的位置之外的位置写入测量模式，使读取磁头检测在磁盘式存储介质上写入的测量模式的配置文件（profile），并根据检测到的测量模式线性化位置误差信号和读取磁头位置之间的关系。

本发明的数据存储设备包括两个伺服写入装置。当致动器与一种急停装置接触时，第一伺服写入装置定位在其上面安装了包含读取磁头和写入磁头的复合磁头的致动器，并使写入磁头向磁盘式存储介质写入伺服模式和传播模式。当写入磁头在磁盘式存储介质上写入的伺服模式可以由读取磁头检测到时，第二伺服写入装置基于检测到的伺服模式通过伺服控制来定位写入磁头，并使该写入磁头进一步向该磁盘式存储介质写入伺服模式和传播模式。

该数据存储设备进一步包括校正装置。当第二伺服写入装置写入伺服模式和传播模式时，该校正装置使读取磁头检测在磁盘式存储介质上写入的传播模式，并根据检测到的传播模式校正写入磁头的位置。

本发明的数据存储设备还包括：写入装置，用于使写入磁头向磁盘式存储介质写入触发器模式；确定装置，用于确定读取磁头检测到在磁盘式存储介质上写入的触发器模式的时刻和写入磁头向磁盘式存储介质写入下一个触发器模式的时刻之间的写入时间间隔。

上述数据存储设备的确定装置使用读取磁头和写入磁头之间的

读取/写入偏移。此外，该确定装置使读取磁头检测向磁盘式存储介质的径向相邻磁道写入的触发器模式之间的时间差。

此外，本发明的数据存储设备包括：磁盘式存储介质，该磁盘式存储介质以能旋转的方式定位，并具有用于存储伺服模式的表面；读取磁头，该读取磁头定位成能够读取所说的伺服模式；转换器，用于将由读取磁头读取的伺服模式的位置误差信号转换为磁盘式存储介质上的物理位置；控制器，用于根据由转换器所产生的转换结果控制读取磁头的位置。

上述数据存储设备进一步包括写入磁头，该写入磁头定位在与读取磁头有预先确定的距离的位置并用于向磁盘式存储介质写入数据。写入磁头还写入伺服模式。读取磁头由磁阻设备构成，而写入磁头由转换器感应设备构成。

此外，本发明还提供了实现执行上文描述的本发明的各个步骤的功能的程序。

附图说明

图 1 是说明硬盘驱动器的主要部件的方框图。

图 2 是说明硬盘驱动器的主要部件的俯视图。

图 3 是在磁盘的表面上形成的位置信息存储区和数据存储区的放大图。

图 4 是说明自我伺服写入过程的流程图。

图 5 说明了将在磁盘的表面上写入的触发器模式、伺服模式和传播模式。

图 6 是说明确定磁道间距所执行的过程的流程图。

图 7 (a) 和 7 (b) 说明了在磁盘上写入传播脉冲串 (propagation burst) 的状态。

图 8 是说明确定触发器模式写入时间差的过程的流程图。

图 9 是说明确定触发器模式写入时间差的过程的流程图 (续)。

图 10 是说明确定触发器模式写入时间差的过程的流程图 (续)。

图 11 (a)、11 (b) 和 11 (c) 是说明在确定触发器模式写入时间差的过程中使用的触发器模式写入方法的图表。

图 12 (a) 和 12 (b) 是说明在确定触发器模式写入时间差的过程中使用的触发器模式写入方法的图表（续）。

图 13 是说明根据 VCM 电流控制执行的自我伺服写入过程的流程图。

图 14 是说明根据伺服控制执行的自我伺服写入过程的流程图。

图 15 是说明根据伺服控制执行的自我伺服写入过程的流程图（续）。

图 16 是说明线性化 PED 和读取磁头位置之间的关系的过程的流程图。

图 17 (a)、17 (b) 和 17 (c) 是说明线性化 PED 和读取磁头位置之间的关系的过程的图。

图 18 是说明线性化 PED 和读取磁头位置之间的关系的过程的图形（续）。

[符号的描述]

1: 硬盘驱动器	12: MPU
2: 磁盘	13: HDC
3: 主轴马达	14: ROM
4: 磁头	15: RAM
5: 致动器	20: 磁道
6: VCM	21: 位置信息存储区
7: VCM 传动装置	22: 数据存储区
8: DAC	40: 伺服磁道
9: 急停装置	50: 数据磁道
10: 前置放大器	R: 读取磁头
11: 读/写通道	W: 写入磁头
11a: 时钟	

具体实施方式

现在将参考附图详细描述本发明的实施例。

图 1 是说明硬盘驱动器 1 的主要部件的方框图。图 2 是说明硬盘驱动器 1 的主要部件的俯视图。硬盘驱动器 1 包括磁盘 2、主轴马达 3、磁头 4、致动器 5、VCM (音圈电机) 6、VCM 驱动器 7、DAC (数字/模拟转换器) 8、急停装置 9、前置放大器 10、读/写通道 11、MPU (微处理单元) 12、HDC (硬盘控制器) 13、ROM (只读存储器) 14、RAM (随机存取存储器) 15，并通过 HDC 13 连接到计算机或类似的设备 (未显示)。虽然可以按需要安装磁盘 2 的一个或多个单元，但是，图 1 显示了只安装了磁盘 2 的一个单元的示例。

当硬盘驱动器 1 运转时，被用作磁盘式存储介质的磁盘 2 被驱动，以围绕主轴马达 3 的主轴旋转。当硬盘驱动器 1 不运转时，磁盘 2 停止旋转 (静止)。在磁盘 2 的表面上同心地形成了许多磁道 20。此外，沿磁盘 2 的径向径向地形成了许多位置信息存储区 21。在其余的区域形成了数据存储区 22。位置信息存储区 21 存储了伺服信息及其他信息项。图 2 只显示了三个磁道 20。然而，事实上，在磁盘 2 的径向上形成了许多磁道 20。此外，图 2 还显示了三个位置信息存储区 21 和位于位置信息存储区之间的数据存储区 22。然而，事实上，在磁盘 2 的径向上形成了许多位置信息存储区 21 和数据存储区 22。稍后将详细地描述位置信息存储区 21 和数据存储区 22。

磁头 4 以这样的方式安装在致动器 5 的末端，以便它相对于磁盘 2 的正面和背面适当地定位。在本实施例中，磁盘 2 的正面和背面都充当存储表面。磁头 4 是复合磁头，其包含写入磁头 W，用于向磁盘 2 写入数据，并包含读取磁头 R，用于从磁盘 2 中读取数据。读取磁头 R 还读取存储在磁盘 2 上的伺服信息。写入磁头 W 还向磁盘 2 写入伺服信息，关于这一点，稍后将进行描述。写入磁头 W 具有写入磁头宽度 WW。读取磁头 R 比写入磁头 W 更

靠近磁盘 2 的中心。读取磁头 R 的读取磁头宽度 WR 比写入磁头宽度 WW 小。具体来说，读取磁头 R 和写入磁头 W 彼此间隔一个预先确定的距离。读取磁头 R 的横向中心和写入磁头 W 的横向中心之间的距离被称为读取/写入偏移 (RWoffset)。在本实施例中，转换器感应式磁头被用作写入磁头 W，GMR (巨型磁阻) 磁头被用作读取磁头 R。作为读取磁头 R，可以使用 MR (磁阻) 磁头、TMR (隧道式磁阻) 磁头或其他磁阻设备，而不用 GMR 磁头。在硬盘驱动器 1 中，当磁头 4 的读取磁头 R 读取存储在磁盘 2 的位置信息存储区 21 中的伺服信息时，可以确定读取磁头 R 或写入磁头 W 的位置。

磁头 4 和致动器 5 作为一个组件沿磁盘 2 径向移动。安装在致动器 5 的侧面的急停装置 9 限制致动器 5 向磁盘 2 的中心移动，从而防止磁头 4 同主轴或其他组件相撞。急停装置 9 例如可以包括涂敷有弹性橡胶层的金属条。此外，一个滑道 (未显示) 位于磁盘 2 的外面。当磁头 4 不被驱动时，此滑道用于将致动器 5 定位在一个远离磁盘 2 的位置。

致动器 5 由 VCM 6 驱动。因此，可以说，VCM 6 驱动磁头 4。VCM 6 包括基于线圈的动子 (mover) 和基于永磁体的定子。当 VCM 驱动器 7 向线圈提供一个预先确定的电流 (在必要时，下面将简称为“VCM 电流 Ivcm”)，动子被驱动，以便在磁盘 2 上移动或停止安装在致动器 5 上的磁头 4。

读/写通道 11 执行数据读取/数据写入过程。具体来说，读/写通道 11 通过 HDC 13 接收从计算机 (未显示) 传输的写入数据，将接收到的写入数据转换为写入信号 (电流)，并将写入信号提供到磁头 4 的写入磁头 W。根据写入电流，写入磁头 W 将数据写入到磁盘 2 上。同时，由磁头 4 的读取磁头 R 从磁盘 2 读取的读取信号被前置放大器 10 放大，被读/写通道 11 转换为数字数据，并通过 HDC 13 输出到计算机 (未显示)。数字数据包含伺服信息。读/写通道 11 包括了高精度的时钟 11a，该时钟可以用作计时器。

IDC 13 能够与硬盘驱动器 1 连接。由于其接口功能，HDC 13 接收从计算机（未显示）传输的写入数据，并将接收到的写入数据传送到读/写通道 11。HDC 13 还接收从读/写通道 11 传送的读取数据（用户数据信息），并将接收到的读取数据传送到计算机（未显示）。此外，在从计算机（未显示）接收到指示命令或其他指令时，HDC 13 将读取数据（伺服信息）传送到 MPU 12。

MPU 12 对硬盘驱动器 1 进行控制。由于 MPU 12 能够用作为伺服控制器，故 MPU 12 对磁头 4 进行运动控制。MPU 12 解释并执行存储在 ROM 14 中的程序。MPU 12 根据从读/写通道 11 传送的伺服信息确定磁头 4 的位置，并根据磁头 4 所确定的位置与目标位置的偏差将磁头 4 的速度控制值输出到 DAC 8。每当磁头 4 的读取磁头 R 读取伺服信息时，都输出作为磁头 4 的运动指令处理的速度控制值。

DAC 8 接收从磁头 4 的读取磁头 R 输出的速度控制值，将该速度控制值转换为模拟信号（电压信号），并将该模拟信号输出到 VCM 驱动器 7。

该 VCM 驱动器 7 从 DAC 8 接收电压信号，将该电压信号转换为驱动电流，并将该驱动电流提供给 VCM 6。

图 3 是在磁盘 2 的表面上形成的位置信息存储区 21 和数据存储区 22 的放大图。沿磁盘 2 的径向同心地形成了如前所述的磁道 20。这些磁道贯穿位置信息存储区 21 和数据存储区 22。图 3 只显示了一部分磁道 20A-20E，而没有显示所有磁道 20。但是，对于磁道 20A 和 20E，只显示了它们的一半。

在位置信息存储区 21 内，在磁盘 2 的圆周方向形成了触发器模式存储区 TPA 和产品伺服存储区 PSA。

触发器模式存储区 TPA 存储了触发器模式，该触发器模式用于创建准确的时间信号，以便在稍后描述的自我伺服写入期间调整磁道的信号相位。该区域存储一个叫做“同步”模式的周期模式和一个不是周期信号的固定的同步标记。该同步标记能够决定触发器模式

内的时间。沿磁盘 2 的圆周方向从上游到下游，在产品伺服存储区 PSA 内形成的区域是第一未占用的区域 G1、伺服标记存储区 SM、磁道标识信息（伺服地址）存储区 SA、脉冲串模式存储区 BP 和第二未占用的区域 G2。

在产品伺服存储区 PSA 内的伺服标记存储区 SM 存储了伺服标记，该伺服标记表示伺服信号写入区域的开始。标识信息存储区 SA 存储标识信息，该标识信息使用格雷码（循环二进制码）来表示磁道和扇区的地址。脉冲串模式存储区 BP 存储脉冲串模式，该脉冲串模式用于对磁头 4 进行位置控制。如图 3 所示，脉冲串模式包括四个脉冲串模式行 A-D，这些脉冲串模式行包含沿磁道的径向按固定的空间间隔设置的信号存储区（阴影区），并且在信号存储区相位上不同。脉冲串模式行 A 和 B 彼此之间有 180 度的相位差。脉冲串模式行 C 和 D 彼此之间也有 180 度的相位差。脉冲串模式行 B 和 C 彼此之间有 90 度的相位差。第一未占用的区域 G1 和第二未占用的区域 G2 是作为额外的区域提供的，以便为触发器模式/脉冲串模式写入提供余量。

对于根据本实施例的硬盘驱动器 1，当在硬盘驱动器 1 的制造过程中所有组件完全组装为硬盘驱动器 1 时，伺服信息由自我伺服写入方法写入到磁盘 2 上。用于执行这样的自我伺服写入的程序预先记录在 ROM 14 中或从外部设备（未显示）传送并存储在 RAM 15 中。

图 4 是说明根据本实施例的硬盘驱动器 1 执行的自我伺服写入过程的流程图。在本实施例的硬盘驱动器 1 中，在读取磁头 R 和写入磁头 W 之间存在读取/写入偏移 RWoffset（参见图 2）。因此，存在一个区域，在该区域，读取磁头 R 不能读取由写入磁头 W 在自我伺服写入的初始阶段写入的伺服信息。由于这样的情况，用于写入新的伺服信息而不读取在磁盘 2 上写入的伺服信息的方法与用于写入新的伺服信息同时读取在磁盘 2 上写入的伺服信息的方法协调，以便执行自我伺服写入。

首先，确定将伺服信息写入到磁盘 2 的位置信息存储区 21（步骤 S101）。然后，确定将写入到磁盘 2 的位置信息存储区 21 内的触发器模式存储区 TPA 的触发器模式之间的写入时间差异（步骤 S102）。随后，根据流向 VCM 6 的 VCM 的电流的控制，将触发器模式、伺服模式和传播模式写入到磁盘 2 的磁道（步骤 S103）。稍后将详细描述伺服模式和传播模式。

执行步骤 S104 以检查是否可以使用写入的伺服模式进行伺服控制。如果不能进行伺服控制，则控制流程返回到步骤 S103，从而继续写入触发器模式、伺服模式和传播模式。

另一方面，如果可以进行伺服控制，则控制 VCM 电流 I_{vcm} ，以便按照如前所述的顺序由读取磁头 R 读取在磁盘 2 上写入的伺服模式。然后，根据伺服控制操作（根据读取伺服模式执行该伺服控制操作以定位磁头（写入磁头 W）），将触发器模式、伺服模式和传播模式写入到磁盘 2 上（步骤 S105）。在这样的情况下，读取磁头 R 读取在磁盘 2 上写入的传播模式，以校正磁头 4（写入磁头 W）的位置。然后，执行步骤 S106，以检查完成写入的磁道数量是否等于预先确定的整数 Ncal 加 Noffs 的整数倍。

如果上述磁道数不等于预先确定的整数 Ncal 加 Noffs 的整数倍，则执行步骤 S107，以检查对于预先确定的磁道数是否完成触发器模式/伺服模式/传播模式写入。如果没有完成这样的写入，则控制流程返回到步骤 S105，从而继续执行触发器模式/伺服模式/传播模式写入。另一方面，如果完成了上述写入，则一系列处理步骤结束。如果完成写入的磁道数量等于预先确定的整数 Ncal 加 Noffs 的整数倍，则以测量模式执行 PES 线性校准（参见图 15），在完成校准时，控制流程返回到步骤 S107。值 Noffs 代表对应于读取/写入偏移 RWoffset 的磁道数量。稍后将详细描述校准。

现在将参考图 5 描述触发器模式/伺服模式/传播模式写入。

图 5 显示了这样的情况：在磁道 20A 到 20D 中已经写入触发器模式、伺服模式和传播模式，然后写入磁头 W 在下一磁道

20E 中写入触发器模式、伺服模式和传播模式，而读取磁头 R 读取在磁道 20 中写入的伺服模式（此序列对应于步骤 S105）。从该图中可以看出，在数据存储区 22 而不在位置信息存储区 21 写入传播模式 P0-P7。因此，传播模式 P0-P7 被随后写入的数据覆盖。这就意味着，在实际使用之前它们被擦除。在本实施例中，读取磁头 R 读取在脉冲串模式存储区 BP 写入的脉冲串模式行 A 到 D，在自我伺服写入时根据信号（PES：位置误差信号，该信号是读取磁头 R 根据模式输出的）控制写入磁头 W 的位置。

在根据本实施例的自我伺服写入中，以这样的方式执行伺服信息写入，以便覆盖以前写入的磁道的一部分，如图 5 所示。脉冲串模式行 A 到 D 是分两半两次写入的，这样，所产生的模式相位不一致性可能导致振幅误差。通常用于伺服的位置信号是 $(A - B)/(A + B)$ 和 $(C - D)/(C + D)$ 。信号宽度是由写入磁头 W 的宽度规定的，并小磁道间距。基于不同的计算方法（如振幅加权平均）的位置信号（辅助位置信号）可以由三个（或更多）具有读取振幅的传播脉冲串（propagation burst）形成。此过程提高了磁头定位准确性，因为使用辅助位置信号正确地校正从伺服模式派生出来的位置信号。

在根据本实施例的硬盘驱动器 1 中，执行自我伺服写入，同时，利用脉冲串模式（在使用之前用于伺服控制）进行伺服控制。因此，与常规方法（即，执行自我伺服写入的同时利用传播模式进行伺服控制的情况）相比，更加容易控制。换句话说，可以使用最初由硬盘驱动器 1 所拥有的控制系统执行自我伺服写入。因此，自我伺服写入的处理能力要求可以仅由硬盘驱动器 1 的内嵌的 HDC 13 和 MPU 12 得到满足。因此，进行自我伺服写入更加容易。此外，低可靠性脉冲串模式的不一致性可以通过使用传播模式进行补偿，以便提高自我伺服写入的准确性。

现在将详细描述上述过程的各个步骤。

首先，将详细描述步骤 S101，即，确定要写入到磁盘 2 的位置信息存储区 21 的伺服信息（包括触发器模式）的磁道间距（馈送

间距) 的过程。图 6 是说明确定磁道间距所执行的过程的流程图。

首先, VCM 电流 I_{vcm} 流向 VCM 6, 以便提供恒定的致动器速度, 然后, 从滑道(未显示)将磁头 4(致动器 5)装载到磁盘 2, 同时, 向急停装置 9 移动(步骤 S201)。然后, 将 VCM 电流 I_{vcm} 设置为比较大的电流值 I_{max} (步骤 S202), 以便将致动器 5 对着急停装置 9 稳固地按下, 从而将安装在致动器 5 的末端的磁头 4(写入磁头 W)定位在磁盘 2 的内部区域的一个指定位置。同时, 将传播脉冲串的槽号(slot number) N 初始化为零(0)(步骤 S203)。传播脉冲串是在确定磁道间距时使用的特殊脉冲串模式。

然后, 使用写入磁头 W 将传播脉冲串槽号 N 写入到磁盘 2(步骤 S204)。然后, 读/写通道 11 执行其脉冲串解调功能(读/写通道 11 的测量脉冲串振幅的功能), 以读取写入的传播脉冲串的振幅(步骤 S205)。然后, 执行步骤 S206, 以检查读取磁头 R 是否可以确认写入的传播脉冲串的振幅是三个或更多槽。

如果读取磁头 R 不能读取传播脉冲串的三个或更多槽, 则执行步骤 S207, 以将槽号 N 设置为 N+1, 并将 VCM 电流 I_{vcm} 设置为 $I_{vcm}-I_{delta}$ 。流向 VCM 6 的电流稍微降低, 以便将写入磁头 W 稍微向外移动, 然后控制流程返回到步骤 S204。初始 I_{delta} 值是根据以前的实验确定的。然而, 将根据以后获得的结果适当地校正该 I_{delta} 值。图 7(a) 显示了在磁盘 2 上写入传播脉冲串槽 0 的状态。在此状态下, 可以理解, 由于读取/写入偏移 $R_{Woffset}$ 的存在, 读取磁头 R 不能读取传播脉冲串的槽。图 7(b) 显示了在磁盘 2 上写入传播脉冲串槽 0 到 9 的状态。此图中显示的示例表示, 读取磁头 R 可以读取传播脉冲串的三个槽(槽 0 到 2)。在图 7(a) 和 7(b) 中, 距离 L_{delta} 代表当 VCM 电流 I_{vcm} 缩小 I_{delta} 时, 磁头 4(写入磁头 W/读取磁头 R)移动的距离。另一方面, 如果读取磁头 R 可以读取传播脉冲串的三个或更多槽, 则执行步骤 S208, 以根据第一个读取的传播脉冲串(图 7(b) 所示的示例中的槽 0)和第三个读取的传播脉冲串(图 7(b) 所示的示例中的槽 2)的

振幅之间的关系确定磁道间距。

然后，执行步骤 S209，以检查确定的磁道间距是否在适当的范围内。如果磁道间距超过适当的范围，则执行步骤 S210，以调整 Idelta 值。如果磁道间距大于上限，则缩小 Idelta 设置。如果磁道间距小于下限，则增大 Idelta 设置。在调整 Idelta 值之后，写入磁头 W 擦除写入的传播脉冲串，而致动器 5 向急停装置 9 移动（步骤 S211）。然后，控制流程返回到步骤 S202，并通过再次执行上述过程来确定磁道间距。

如果磁道间距在适当的范围内，则执行步骤 S212，以确定 Idelta 值以及电流值 Ioffset，该值是将致动器 5 在磁盘 2 上移动相当于读取/写入偏移 Rwoffset 的距离所必需的。然后，写入磁头 W 擦除写入的传播脉冲串，而致动器 5 向急停装置 9 移动（步骤 S213）。现在完成了一系列处理步骤。上述 Idelta 值和 Ioffset 值存储在 RAM 15 中。

现在将详细描述步骤 S102，即，确定触发器模式写入时间差的过程。图 8 到 10 是说明确定触发器模式写入时间差的过程的流程图。

首先，被设置为 Imax 的 VCM 电流 Ivcm 流向 VCM 6（步骤 S301），致动器 5 被稳固地压向急停装置 9，以便将安装在致动器 5 末端的磁头 4（写入磁头 W）定位在磁盘 2 上的指定的内部位置。然后，选择簇（cluster）K 设置 0（步骤 S302），写入磁头 W 将触发器模式 TP1 写入到其簇为 0 的柱面 C0，在通过将磁盘 2 的圆形表面分为 Msect 个相等的扇区而获得的一个位置处（步骤 S303）。根据在磁盘 2 的每一转产生的索引信号，将触发器模式 TP1 写入到磁盘 2 上。具体来说，触发器模式 TP1 的写入以从索引信号检测的一个指定延迟开始，并以指定的时间间隔重复，直到完成磁盘记录。磁盘 2 的圆形表面所划分的相等的扇区的数量随目标硬盘驱动器 1 而变化。术语“簇”表示一组具有相同磁道间距的连续磁道。

然后，将流向 VCM 6 的 VCM 电流 (I_{vcm}) 设置为 $I_{vcm}-I_{offset}$ (步骤 S304)，读取磁头 R 移到写入了触发器模式 TP1 的位置。然后，读取磁头 R 读取写入的触发器模式 TP1，并向读/写通道 11 发送读取的触发器模式信号。读/写通道 11 测量触发器模式 TP1 (J) ($J = 0$ 到 $Msect-1$) 的输出 AMP (J) 和相邻的触发器模式 TP1 之间的时间间隔 TPD1 (J) (步骤 S305)，以检查输出 AMP (J) 和 MPU 12 所获得的时间间隔 TPD1 (J) 是否适当 (步骤 S306)。

如果获得的输出 AMP (J) 或时间间隔 TPD1 (J) 不适当，则磁头 4 (致动器 5) 向急停装置 9 移动，同时擦除在磁盘上写入的触发器模式 TP1 (步骤 S307)。被设置为 I_{max} 的 VCM 电流 I_{vcm} 流向 VCM 6 (步骤 S308)，致动器 5 被稳固地压向急停装置 9，以便将安装在致动器 5 末端的磁头 4 (写入磁头 W) 定位在指定位置。然后改变触发器模式 TP1 (J) 的写入时间，即，检测到索引信号的时刻与开始写入触发器模式 TP1 (J) 的时刻之间的延迟，写入磁头 W 再次将触发器模式 TP1 (触发器模式 1) 写入到其簇为 0 的柱面 C0 上，在通过将磁盘 2 的圆形表面分为 $Msect$ 个相等的扇区而获得的一个位置处 (步骤 S309)。然后，控制流程返回到步骤 S304 并继续该过程。另一方面，如果所获得的输出 AMP (J) 和时间间隔 TPD1 (J) 适当，则调整 VCM 电流 I_{vcm} ，致动器 5 移动，以便读取磁头 R 读取簇 K 的 TP1 (J) 最里边的 X% (步骤 S310)。适当地设置值 X。

接下来，执行步骤 S311，以检查簇 K 的值 K 是否为 0。如果值 K 不是 0，则以保持在同一个位置的磁头 4 执行步骤 S312，以检查读取磁头 R 是否可以读取簇 K-1 的 TP2 (J) 和簇 K 的 TP3 (J)。如果读取磁头 R 可以读取簇 K-1 的 TP2 (J) 和簇 K 的 TP3 (J)，则可以测量簇 K-1 的 TP2 (J) 和簇 K 的 TP3 (J) 之间的时间差 m (步骤 S313)。然后，根据测量的时间差 m 校正写入时间间隔值 TP1W (步骤 S314)。现在完成了该过程。写入时间间隔

TP1W 是读取磁头 R 读取写入的触发器模式的时刻与写入磁头 W 开始写入下一个触发器模式的时刻之间的时间间隔。

另一方面，如果读取磁头 R 不能读取簇 K-1 的 TP2 (J) 和簇 K 的 TP3 (J)两者，则读/写通道 11 检测每个触发器模式 TP1 的同步标记，从所获得的触发器模式 TP1 (J) 之间的时间间隔 TP1D (J) 确定下一个扇区的写入时间间隔 TP1W (J+1)，写入磁头 W 将 TP1 (J+1) 和 TP3 (J+1) 写入到簇 K+1 (步骤 S315)。

如果在步骤 S311 中簇 K 的值 K 为 0，则执行步骤 S316 以写入簇 K+1 的 TP1 (J+1)。

接下来，将 VCM 电流 Ivcm 设置为 Ivcm-Idelta (步骤 S317)，以便稍微降低流向 VCM 6 的电流。这就将致动器 5，即，磁头 4 (写入磁头 W) 向下一个写入位置移动。然后，读/写通道 11 检测每个触发器模式 TP1 的同步标记，从所获得的触发器模式之间的时间间隔 TP1D (J) 确定下一个扇区的写入时间间隔 TP1W (J+1)，然后写入簇 K+1 的触发器模式 TP1 (J+1)。

接下来，执行步骤 S319 以检查触发器模式 TP1 (J) 的输出 AMP (J) 以及相邻的触发器模式 TP1 之间的时间间隔 TP1D (J) 是否适当。如果触发器模式 TP1 (J) 的输出 AMP (J) 与相邻的触发器模式 TP1 之间的时间间隔 TP1D (J) 适当，则控制流程返回到步骤 S317 并继续该进程。另一方面，如果触发器模式 TP1 (J) 的输出 AMP (J) 或相邻的触发器模式 TP1 之间的时间间隔 TP1D (J) 不适当，则执行步骤 S320，以检查读取磁头 R 是否定位位于簇 K 的最远的扇区。如果读取磁头 R 位于簇 K 的最远的扇区，则调整 VCM 电流 Ivcm 以移动致动器 5，以便定位读取磁头 R 来读取簇 K 的 TP1 (J) 的最里边的 X% (步骤 S321)。此外，读/写通道 11 检测每个触发器模式 TP1 的同步标记，从所获得的触发器模式之间的时间间隔 TP1D (J) 确定下一个扇区的写入时间间隔 TP1W (J+1)，写入磁头 W 将 TP1 (J+1) 和 TP2 (J+1) 写入到簇 K+1 (步骤 S322)。接下来，执行步骤 S323 以检查触发器模式 TP1 (J) 的输

出 AMP (J) 以及相邻的触发器模式 TP1 之间的时间间隔 TP1D (J) 是否适当。如果 TP1 (J) 的输出 AMP (J) 以及相邻的触发器模式 TP1 之间的时间间隔 TP1D (J) 适当，则执行步骤 S324，以选择 K+1 的 K 设置，控制流程返回到步骤 S310 并继续该进程。

另一方面，如果 TP1 (J) 的输出 AMP (J) 或相邻的触发器模式 TP1 之间的时间间隔 TP1D (J) 不适当，并且在步骤 S320 中读取磁头 R 不位于簇 K 的最远的扇区，则说明写入的数据有缺陷。然后，执行步骤 S325，以返回到写入了有缺陷的模式的磁道，同时擦除有缺陷的扇区中的所有模式。接下来，执行步骤 S326，以便重写有缺陷的扇区，同时检测触发器模式 TP1 之间的时间间隔 TP1D (J)。然后，硬盘驱动器 1 进行伺服控制，以将读取磁头 R 移到下一个扇区（步骤 S327）。执行步骤 S328 以检查读取磁头 R 是否定位于存在有缺陷的扇区的位置。如果读取磁头 R 不位于存在有缺陷的扇区的位置，则控制流程返回到步骤 S326 并继续该进程。

另一方面，如果读取磁头 R 位于存在有缺陷的扇区的位置，则执行步骤 S329 以检查读取磁头 R 是否可以检测到触发器模式、伺服模式和传播模式。在附图中，触发器模式、伺服模式和传播模式分别被缩写为 TP、SP 和 PP。如果读取磁头 R 不能检测到触发器模式、伺服模式或传播模式，则执行步骤 S330，以将读取磁头 R 返回到写入了有缺陷的模式的扇区。检测到 TP1 (J)，然后用特殊的延迟 TWMD（该延迟不同于正常的延迟 TW）写入，同时测量 TP1D (J)。然后获取并缓冲在写入操作期间占优势的 TP1D (J) 和 TP1MD（步骤 S331）。最后，将读取磁头 R 返回到存在有缺陷的扇区的磁道（步骤 S332），控制流程返回到步骤 S318。

现在将参考图 11 和 12 所示的示例描述确定触发器模式之间的写入时间差的过程。图 11 和 12 中的触发器模式用黑色或白色矩形表示。黑色矩形表示在当前过程中写入的触发器模式，而白色矩形表示在先前过程中写入的触发器模式。

图 11(a) 显示被设置为 I_{max} 的 VCM 电流 I_{vcm} 流向

VCM 6 以便将致动器 5 对着急停装置 9 稳固地按下的状态，从而将安装在致动器 5 末端的磁头 4（读取磁头 R/写入磁头 W）定位在一个指定位置。在维持此状态的同时，将触发器模式 TP1 按顺序写入到簇 K 值为 0 的柱面 C0 上。

图 11 (b) 显示这样的状态：调整 VCM 电流 I_{vcm} 以定位致动器 5，以便读取磁头 R 读取簇 K 值为 0 的 TP1 (J) 的最里边的 X%（图中大约为 30%）。在维持此状态的同时，读取磁头 R 读取写入到簇 K 值为 0 的柱面 C0 上的触发器模式 TP1 (J)。根据读取触发器模式 TP1 (J) 的检测时间，触发器模式 TP1 (J+1) 按顺序写入到簇 K 值为 1 的柱面 C1 上。在这种情况下，在簇 K 值为 0 的柱面 C0 上写入的触发器模式 TP1 (J) 和在簇 K 值为 1 的柱面 C1 上写入的触发器模式 TP1 (J) 之间应该没有时滞。然而，事实上，这样的时滞 d 上升。由于在硬盘驱动器 1 的各个单元之间的个体差异（在读取/写偏移 $RWoffset$ 和电路延迟方面），硬盘驱动器 1 的一个单元的时滞 d 与另一个单元的时滞不同。

图 11 (c) 显示这样的状态：调整 VCM 电流 I_{vcm} 以定位致动器 5，以便读取磁头 R 读取簇 K 值为 0 的 TP1 (J) 的最远的 X%（图中大约为 30%）。在维持此状态的同时，读取磁头 R 读取写入到簇 K 值为 0 的柱面 C0 上的触发器模式 TP1 (J)。根据读取触发器模式 TP1 (J) 的检测时间，触发器模式 TP1 (J+1) 按顺序写入到簇 K 值为 1 的柱面 C2 上。时滞 d 与在簇 K 值为 1 的柱面 C1 上写入触发器模式 TP1 (J+1) 的时滞相同。因此，以与在簇 K 值为 1 的柱面 C2 上写入触发器模式 TP1 (J+1) 的相同时间在簇 K 值为 1 的柱面 C1 上写入触发器模式 TP1 (J+1)（在这两个写入操作之间没有时滞）。随后，读取磁头 R 读取写入到簇 K 值为 0 的柱面 C0 上的触发器模式 TP1 (J)。以从检测到读取触发器模式 TP1 (J) 开始的预先确定的延迟按顺序将触发器模式 TP2 (J+1) 写入到簇 K 值为 1 的柱面 C2 上。在这种情况下应用的延迟时间是使用读/写通道 11 内的时钟 11a 进行计时器控制的。因

此，在簇 K 值为 1 的柱面 C2 上写入的触发器模式 TP1 (J) 和触发器模式 TP2 (J) 之间的时间差是一个已知值。此值存储在 RAM 15 中。

图 12 (a) 显示这样的状态：调整 VCM 电流 I_{vcm} 以定位致动器 5，以便读取磁头 R 读取簇 K 值为 1 的 TP1 (J) 的最里边的 X%（图中大约为 30%）。在维持此状态的同时，读取磁头 R 读取写入到簇 K 值为 1 的柱面 C1 上的触发器模式 TP1 (J)。根据读取触发器模式 TP1 (J) 的检测时间，触发器模式 TP1 (J+1) 按顺序写入到簇 K 值为 2 的柱面 C3 上。还是在这种情况下，在簇 K 值为 2 的柱面 C3 上写入的触发器模式 TP1 (J) 与在簇 K 值为 1 的柱面 C1 上写入的触发器模式 TP1 (J) 之间的延迟为 d。随后，读取磁头 R 读取写入到簇 K 值为 1 的柱面 C1 上的触发器模式 TP1 (J)。以从检测到读取触发器模式 TP1 (J) 开始的预先确定的延迟按顺序将触发器模式 TP3 (J+1) 写入到簇 K 值为 2 的柱面 C3。在这种情况下应用的延迟时间是使用读/写通道 11 内的时钟 11a 进行计时器控制的。因此，在簇 K 值为 2 的柱面 C3 上写入的触发器模式 TP1 (J) 和触发器模式 TP3 (J) 之间的时间差 t2 是一个已知值。此值存储在 RAM 15 中。

图 12 (b) 显示这样的状态：调整 VCM 电流 I_{vcm} 以定位致动器 5，以便读取磁头 R 读取簇 K 值为 2 的 TP1 (J) 的最里边的 X%（图中大约为 30%）。在维持此状态的同时，检查读取磁头 R 以确定除了在簇 K 值为 2 的柱面 C3 上写入的 TP1 (J) 和 TP3 (J) 之外它是否还可以读取在簇 K 值为 1 的柱面 C2 上写入的 TP1 (J) 和 TP2 (J)。在图 11 (b) 所示的示例中，读取磁头 R 可以读取上述触发器模式。

在上文描述的状态下，在簇 K 值为 1 的柱面 C2 上写入的触发器模式 TP2 (J) 和在簇 K 值为 2 的柱面 C3 上写入的触发器模式 TP3 (J) 之间的时间差 m 用下列公式来表示：

$$m = t2 - t1 + d$$

当修改上述表达式时，获得下列表达式：

$$d = m + t1 - t2$$

值 $t1$ 和 $t2$ 是已知的。此外，当时间差由读取磁头 R 读取时，时间差 m 是可测量的。因此，可以确定在簇 K 值为 0 的柱面 $C0$ 上写入的触发器模式 $TP1(J)$ 与在簇 K 值为 1 的柱面 $C1$ 上写入的触发器模式 $TP1(J)$ 之间的时滞 d 。可以通过校正上述时滞 d 来校正磁盘 2 上的沿圆周方向相邻的触发器模式之间的错位。如果读取磁头 R 除了在簇 K 值为 2 的柱面 $C3$ 上写入的 $TP1(J)$ 和 $TP3(J)$ 之外不能读取在簇 K 值为 1 的柱面 $C2$ 上写入的 $TP1(J)$ 和 $TP2(J)$ ，则连续地执行触发器模式写入操作，直到读取磁头 R 可以读取这样的触发器模式。

在本实施例中，使用在读取磁头 R 和写入磁头 W 之间存在的读取/写入偏移 $Rwoffset$ 来确定触发器模式写入位置和写入时间（磁盘 2 的圆周方向和径向上的写入位置）。因此，没有必要使用专用的时钟磁头在磁盘 2 的外部区域写入时钟数据。结果，可以使用比较简单的方法执行自我伺服写入。此外，配置不会复杂化，因为供时间确定计时器使用的时钟 11a 包含在读/写通道 11 内。

现在将详细描述步骤 S103，即，根据 VCM 电流控制在磁盘 2 上写入触发器模式、伺服模式和传播模式的过程。图 13 是说明根据 VCM 电流控制执行的自我伺服写入过程的流程图。为便于说明，还将描述步骤 S104。

首先，调整 VCM 电流 I_{VCM} ，以便将磁头 4 返回到前面的簇（位于读取 $TP2$ 和 $TP3$ 两者的簇紧前面的簇）最里边的区域（步骤 S401）。接下来，在当前磁道中测量触发器模式 $TP1(J)$ 之间的时间间隔 $TP1D(J)$ （步骤 S402）。然后执行步骤 S403 以检查是否可以检测到 $TP1(J)$ 。如果不能检测到 $TP(J)$ ，则在图 9 所示的过程中重写有缺陷的扇区，然后控制流程返回到步骤 S402。另一方面，如果可以检测到 $TP(J)$ ，时间差 $TP1D(J) - d$ （获得的触发器模式 $TP1(J)$ 之间的时间间隔 $TP1D(J)$ 与先前确定的时间差 d 之间

的差)被设置为时间延迟 TW(步骤 S404)。

接下来,检测触发器模式 TP1 (J),并在测量触发器模式 TP1 (J) 之间的时间间隔 TP1D (J) 时,执行触发器模式/伺服模式/传播模式写入,以便磁道间距 TP1 (J) 之后的延迟 TW 相当于写入磁道中的触发器模式 (TP)(步骤 S405)。获取上述写入操作过程中的触发器模式 TP1 (J) 之间的时间间隔 TP1D (J) 以及下一个扇区的写入时间间隔 TP1W (J),然后进行缓冲(步骤 S406)。

接下来,将 VCM 电流设置为 Ivcm-Idelta(步骤 S407)。在维持此状态的同时,执行步骤 S408 以检查致动器 5 是否与急停装置 9 接触。如果致动器 5 与急停装置 9 接触,则执行步骤 S409 以检查读取磁头 R 是否可以在当前位置检测伺服模式和传播模式。如果读取磁头 R 可以检测伺服和传播模式,则执行步骤 S410 以检查致动器 5 是否可以使用该伺服模式和传播模式进行伺服控制。如果可以进行这样的伺服控制,则基于 VCM 电流控制的自我伺服写入结束。另一方面,如果在步骤 S408 中致动器 5 不和急停装置 9 接触,则擦除写入的模式,同时致动器 5 返回(步骤 S411),并以 Idelta 测量开始恢复该过程。如果在步骤 S409 中读取磁头 R 不能检测伺服模式或传播模式,或者如果在步骤 S410 中不能进行伺服控制,则控制流程返回到步骤 S402 并继续该过程。

现在将详细描述步骤 S105,即,根据 VCM 伺服控制在磁盘 2 上写入触发器模式、伺服模式和传播模式的过程。图 14 和 15 是说明根据伺服控制执行的自我伺服写入过程的流程图。图 16 显示了写入了传播模式 P0 到 P7 的状态。为便于说明,还将描述步骤 S106。

首先,读取磁头 R 读取写入磁头 W 已经写入到磁盘 2 上的伺服模式。根据读取的伺服模式,致动器被伺服(步骤 S501)。接下来,在当前磁道中测量触发器模式 TP1 (J) 之间的时间间隔 TP1D (J)(步骤 S502)。然后执行步骤 S503 以检查是否可以检测到 TP1 (J)。如果不能检测到 TP (J),在图 10 所示的过程中重写有

缺陷的扇区，然后控制流程返回到步骤 S502。另一方面，如果检测到 TP (J)，则时间差 TP1D (J) - d (获得的触发器模式 TP1 (J) 之间的时间间隔 TP1D (J) 与先前确定的时间差 d 之间的差) 被设置为时间延迟 TW (步骤 S504)。

接下来，检测触发器模式 TP1 (J)，并在测量触发器模式 TP1 (J) 之间的时间间隔 TP1D (J) 时，执行触发器模式/伺服模式/传播模式写入，以便磁道间距 TP1 (J) 之后的延迟 TW 相当于写入磁道中的触发器模式 (TP) (步骤 S505)。获取上述写入操作过程中的触发器模式 TP1 (J) 之间的时间间隔 TP1D (J) 以及下一个扇区的写入时间间隔 TP1W (J)，然后进行缓冲 (步骤 S506)。

接下来，在写入时执行步骤 S507 以检查下一个扇区的触发器模式 TP1 (J) 和写入时间间隔 TP1D (J) 是否正常。如果它们不正常，则控制流程返回到步骤 S505。另一方面，如果它们正常，则伺服将磁头 4 移到下一磁道 (步骤 S508)。然后，执行步骤 S509 以检查读取磁头 R 是否位于磁盘 2 上。如果读取磁头 R 不位于磁盘 2 上，则执行步骤 S510 以检查是否已经写入了指定的磁道数。如果已经写入了指定的磁道数，则整个自我伺服写入过程结束。另一方面，如果还没有写入指定的磁道数，则从写入的磁道数量确定当前自我伺服写入的实际磁道间距，然后根据确定的实际磁道间距确定写入指定的磁道数所需的新磁道间距 (步骤 S511)，然后从开始再次执行自我伺服写入。

“触发器模式 TP1 (J) 正常”的状态是这样的状态，即触发器模式 TP1 (J) 的 AMP (J) 正常，写入的模式正常，以便可以检测到计时信号。如上所述，触发器模式包括名为“同步”的周期信号和名为“同步标记”的周期信号。甚至当这样的固定信号部分本地有缺陷或有别的缺点时触发器模式也不能作为触发器检测到。

如果在步骤 S509 中读取磁头 R 位于磁盘 2 上，则执行步骤 S512 以检查磁道数量是否等于预先确定的整数 Ncal 加 Noffs 的整数倍。如果磁道数量不等于预先确定的整数 Ncal 加 Noffs 的整数

倍，则控制流程返回到步骤 S502 并继续该过程。另一方面，如果磁道数量等于预先确定的整数 Ncal 加 Noffs 的整数倍，则接下来进行校正。值 Noffs 代表对应于读取/写入偏移 RWoffset 的磁道数量。选择大约为 1000 的设置作为预先确定的整数 Ncal 加 Noffs 的整数倍。

首先，将读取磁头 R 定位在一个相当于整数 Ncal 的 P 倍（初始 p 值为 0）的位置（步骤 S513）。然后，将 PES 设置为 -128，并将磁头移到相关联的位置（步骤 S514）。接下来，以不同于触发器模式、伺服模式、和传播模式的时间在写入了触发器模式、伺服模式和传播模式的区域之外的区域写入测量模式 (MP)（步骤 S515）。假设写入上述测量模式的 PES 值是 WPES。然后将读取磁头 R 移动 Noffs (RWoffset) 并放在 Ncal + Noffs 磁道（步骤 S516）。对测量模式的配置文件进行测量，同时逐步移动在所产生的磁道中测量的 PES (MPES)（步骤 S517）。获取对应于每个 WPES 的测量模式的中心 MPES，然后进行缓冲（步骤 S518）。然后，执行步骤 S519，以便 $WPES = WPES + DPES$ 。值 DPES 表示查看测量模式配置文件所需的分辨 (resolution) 步骤，是一个等于 1 或大于 1 的整数。随后，执行步骤 S520 以检查值 WPES 是否大于 128。如果值 WPES 不大于 128，则控制流程返回到步骤 S515 并继续该过程。另一方面，如果值 WPES 大于 128，则执行步骤 S521，以便 $P = P + 1$ 。

接下来，执行步骤 S522 以检查当前计算例程是否第二次或更多次达到。如果计算例程不是第二次或更多次达到（是第一次达到），则控制流程直接返回到步骤 S502 并继续该过程。另一方面，如果计算例程是第二次或更多次达到，则从缓冲区重新调用最后一个计算例程调用的 WPES/MPES 关系（步骤 S523）。然后，根据以前的 WPES/MPES 关系和当前的 WPES/MPES 关系线性化 PES 和读取磁头 R 之间的关系（步骤 S524）。然后，在下一次调用计算例程之前，根据线性化的 PES 执行步骤 S525 以确定用于在各个

步骤中执行的伺服写入操作的 PES 位置。然后，控制流程返回到步骤 S502。

现在将详细描述上文提及的步骤 S524，即，线性化 PES 和读取磁头 R 之间的关系的过程。图 16 是说明步骤 S524 的流程图。

首先，使用 $\Delta PES [P]$ 来表示从每个测量值得出的“MPES - WPES”值（步骤 S601）。接下来，将当前测量值的 ΔPES 与以前的测量值的 ΔPES 进行比较，以确定满足下列表达式并沿着 WPES 轴的值 $\Delta WPES$ （步骤 S602）：

$$\Delta PES[P](WPES + \Delta WPES) - \Delta PES[P-1](WPES) = \Delta WPES$$

这里，Noffs 的物理值相对于 $P \times Ncal$ 保持不变。然而，一个 P 值本身与另一个 P 值不同。当它用 Noffs [P] 来表示时， $\Delta WPES$ 表示其测量的结果。因此，对下列表达式进行求解（步骤 S603）：

$$f(WPES + \Delta WPES/2) = (Noffs[P] - Noffs[P-1]) / (\Delta WPES[P] - \Delta WPES[P-1])$$

于是，通过对下列表达式进行求解，来确定上述表达式的导出函数（步骤 S604）：

$$f(WPES + \Delta WPES/2) = \int [f(WPES + \Delta WPES/2)] d(WPES + \Delta WPES/2)$$

如此，两者都可以线性化。

在本实施例中，执行上述过程以确保甚至在单个脉冲串模式内也可以标识写入磁头 W 的位置。因此，可以更加准确地控制磁头 4（读取磁头 R / 写入磁头 W）的位置。

具体来说，如果在一直使用相同的 PES 值执行自我伺服写入时在磁盘 2 的径向上产生传播，则磁道间距由于致动器 5 的歪斜而改变。因此，优选情况下，使用上述表达式来确定每个步骤的 PES 值以便提供恒定的磁道间距。

控制磁头 4 的位置的上述方法，即，定义 PES 和磁头 4 的物理位置之间的关系的控制方法，不仅可以应用于自我伺服写入过程，而且还可以应用于完成自我伺服写入过程之后的实际使用。

最后，将详细描述 PES 和读取磁头 R 之间的关系。

当读取磁头 R 在磁盘上的物理位置是 y (μm) 并且 PES (位置误差信号) 的大小是 x (PES) 时，读取磁头 R 和 PES 之间的关系如图 17 (a) 所示。具体来说， x 和 y 可以用彼此的函数来表示，如下所示：

$$x = f(y)$$

在本实施例中所使用的磁头 4 中，读取磁头 R 和写入磁头 W 位于不同的位置，以便存在读取/写入偏移 $RwOffset$ 。只讨论磁道内的读取磁头 R 和写入磁头 W 的位置。虽然读取磁头 R 和写入磁头 W 实际位于不同的磁道上，但是还要检查磁道的末端和磁头之间的距离，且假设读取磁头 R 和写入磁头 W 位于同一个磁道上。

如果当读取磁头 R 位于某一位置 x_1 时获得图 17 (b) 所示的结果，则写入磁头 W 位于位置 x_1 。当假设这两个磁头位于同一个磁道上时， $RwOffset$ 值为 Z。为确定写入磁头 W 的位置，写入磁头 W 在读取磁头 R 位于位置 x_0 时执行写入操作，然后读取磁头 R 确定存在由写入磁头 W 写入的信息的位置。

在同一个磁道内，可以说值 Z 是比较稳定的。然而，下面给出的其测量结果没有表明它是稳定的：

$$Z = x_1 - x_0$$

值 z 用 x 的函数来表示。

读取/写入偏移 $RwOffset$ 随着在磁盘 2 上的径向位置而变化。因此，读取/写入偏移 $RwOffset$ 是不同位置处的 Z'。

$$\Delta y = Z - Z'$$

当假设上述表达式成立时，显然， Δy 是稳定的，因为读取/写入偏移 $RwOffset$ 在同一个磁道内是相当稳定的。同时， Δx (它是 Δy 的基于 PES 的测量结果) 不是稳定的，因为表达式 $x = f(y)$ 不表示一条直线。

当读取/写入偏移 $RwOffset$ 是 Z 和 Z' 时获得的 $r(x)$ 测量结果之间存在图 17 (c) 所示的位置关系时，可以确定 Δx 。

[数学公式 1]

$$f^{-1}(x_0') + R' = f^{-1}(x_0) + R$$

即，当根据图 17 (c) 为 x_0 确定了满足上述公式的 x_0' 时，可以确定 Δx 。

由于不能获得 y 轴值，因此它使用 x 轴值确定。可以用与用于 $r(x)$ 的相同的方式确定用于 R' 的值 $r'(x)$ 。在这种情况下， x_0 和 x_0' 满足下列表达式：

$$x_0 + r(x_0) = x_0' + r'(x_0')$$

图 18 说明了上述表达式。

因此，从 Δx 和 Δy 之间的比率确定当前位置的 $x = f(y)$ 的斜率。

[数学公式 2]

$$f'(y_0) = (x_0' - x_0) / \Delta y$$

因此，获得了上述差分表达式。

测量点只提供了 x 轴信息。因此，当修改上述表达式以表示 x 的函数时，可以获得下列公式：

[数学公式 3]

$$f'^{-1}(x_0) = \Delta y / (x_0' - x_0)$$

然后，对测量结果进行适当处理，以表示 x 的函数，并对 x 执行积分计算，可以获得目标函数（target function）。

如上所述，利用本发明，当磁盘式存储介质上没有模式时，可以通过使用数据存储设备的硬件执行自我伺服写入。此外，本发明还可以以较高的准确性进行磁头定位控制。

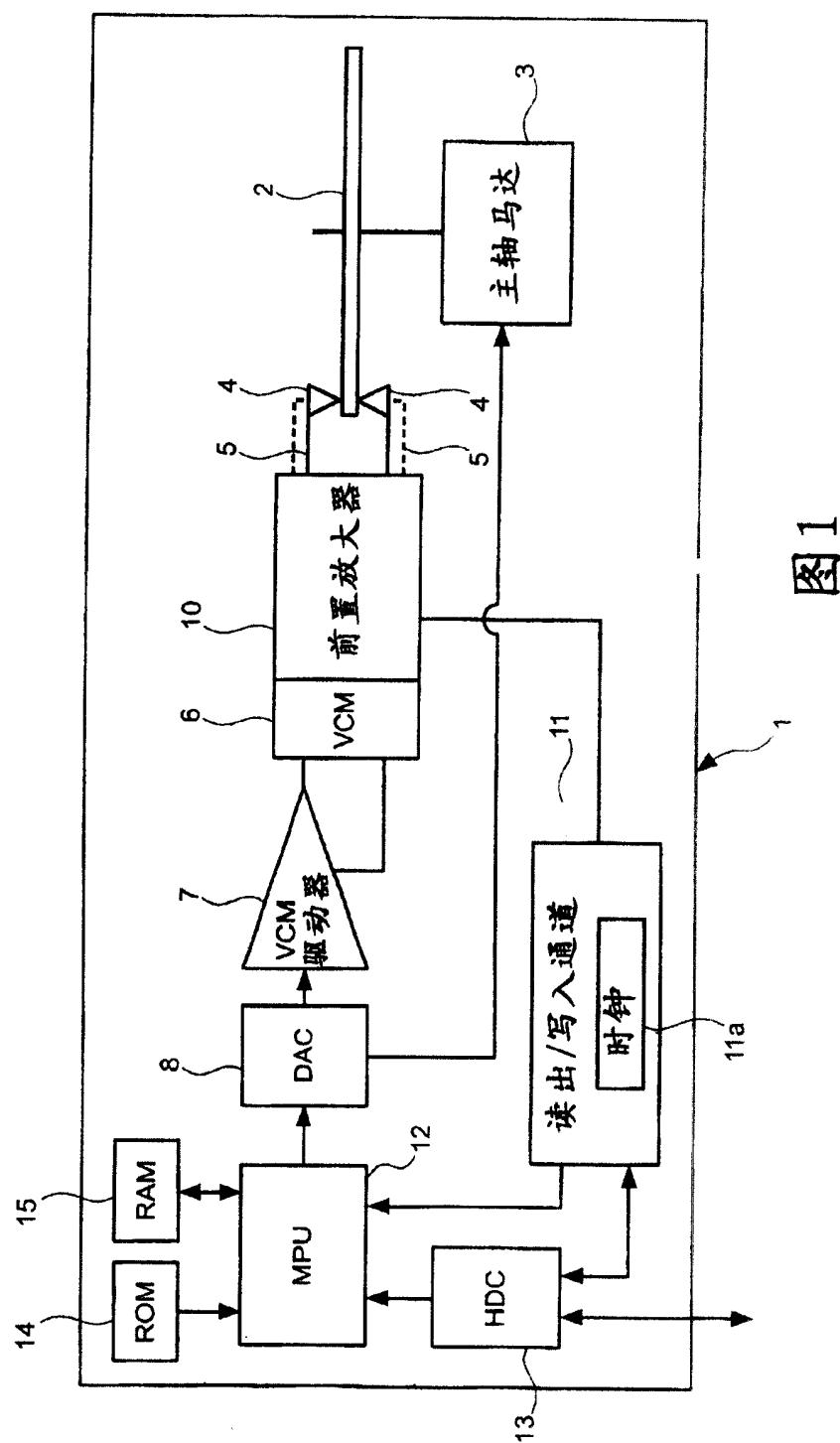
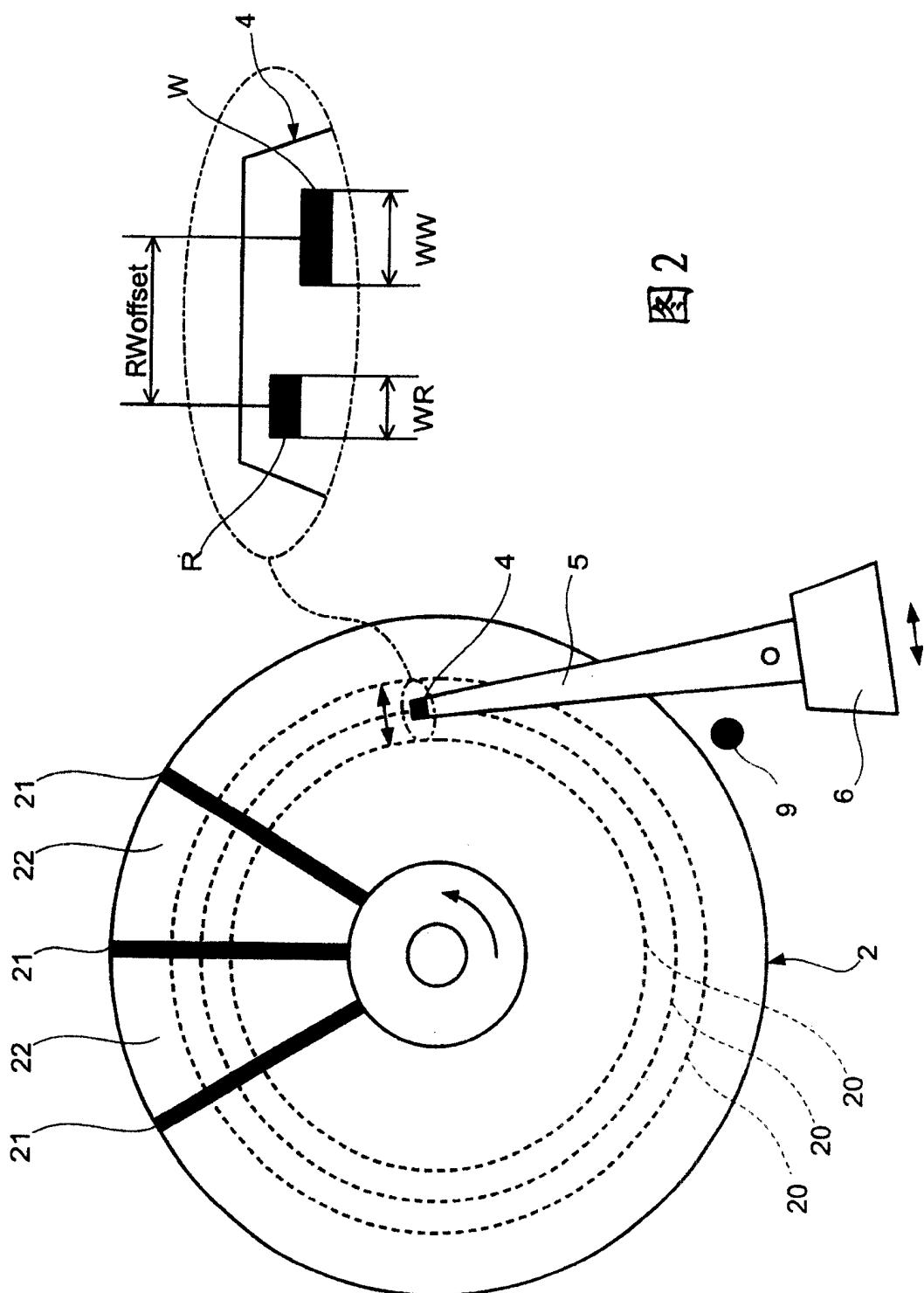
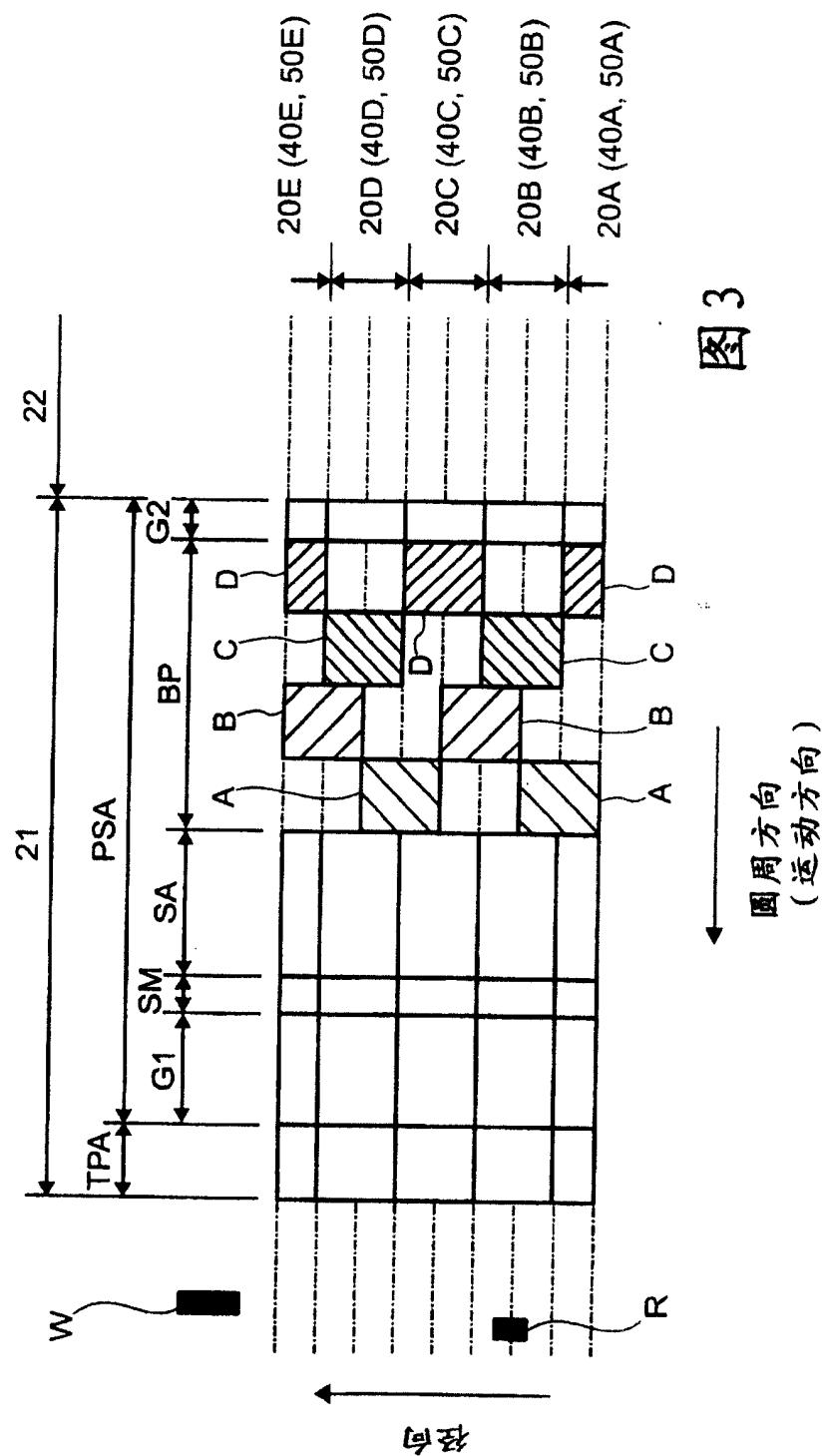


图 1





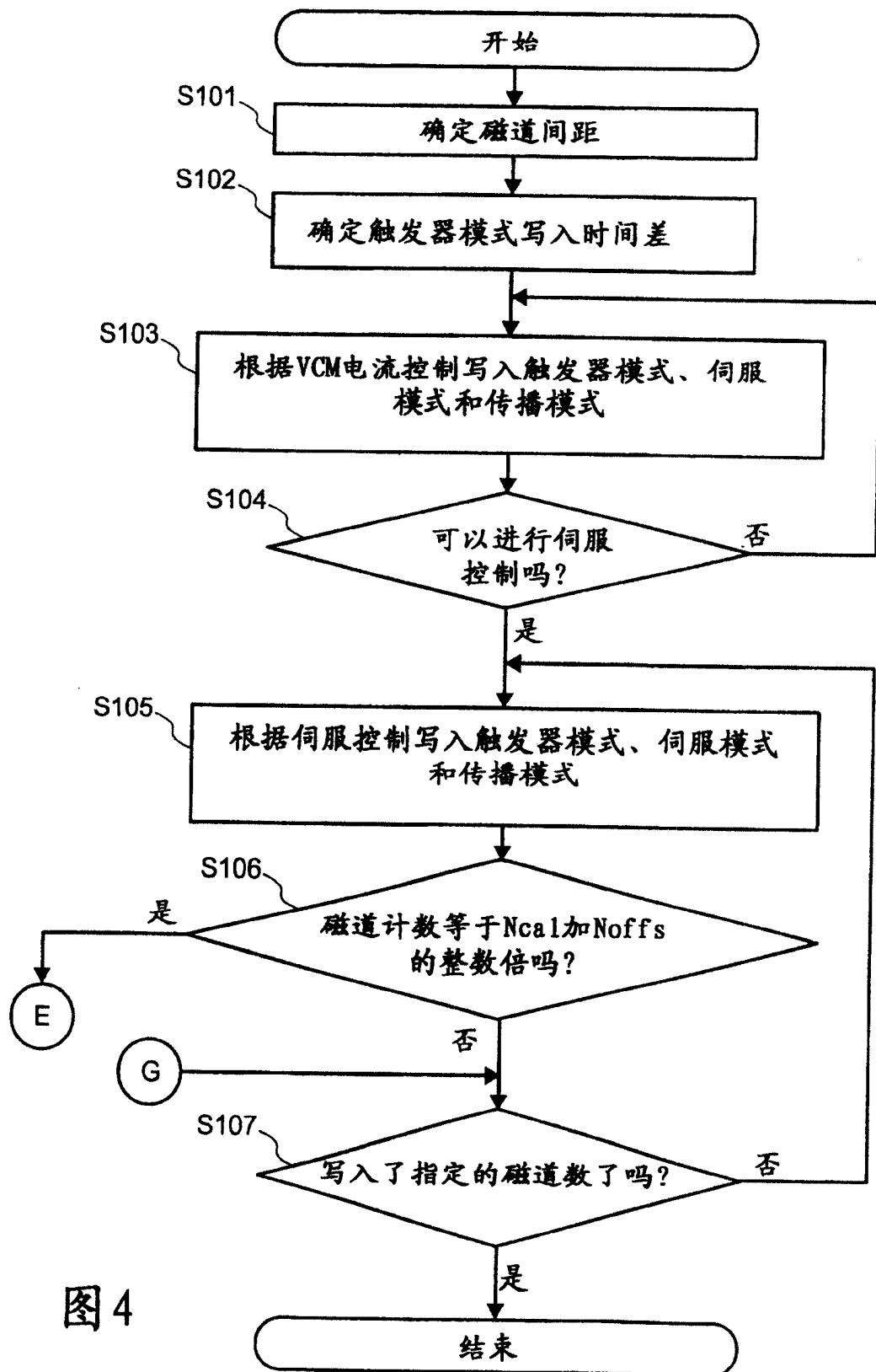


图 4

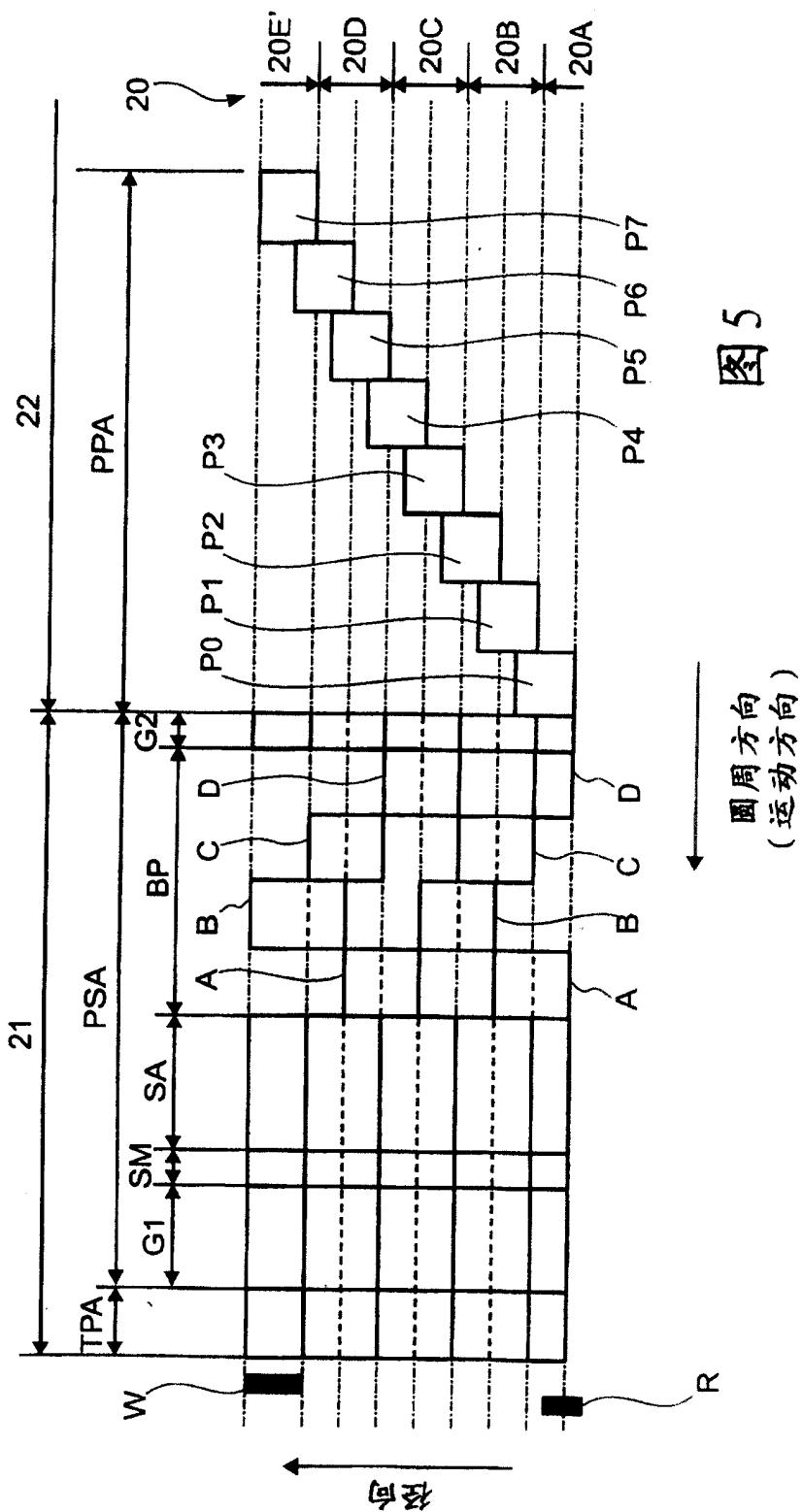


图 5

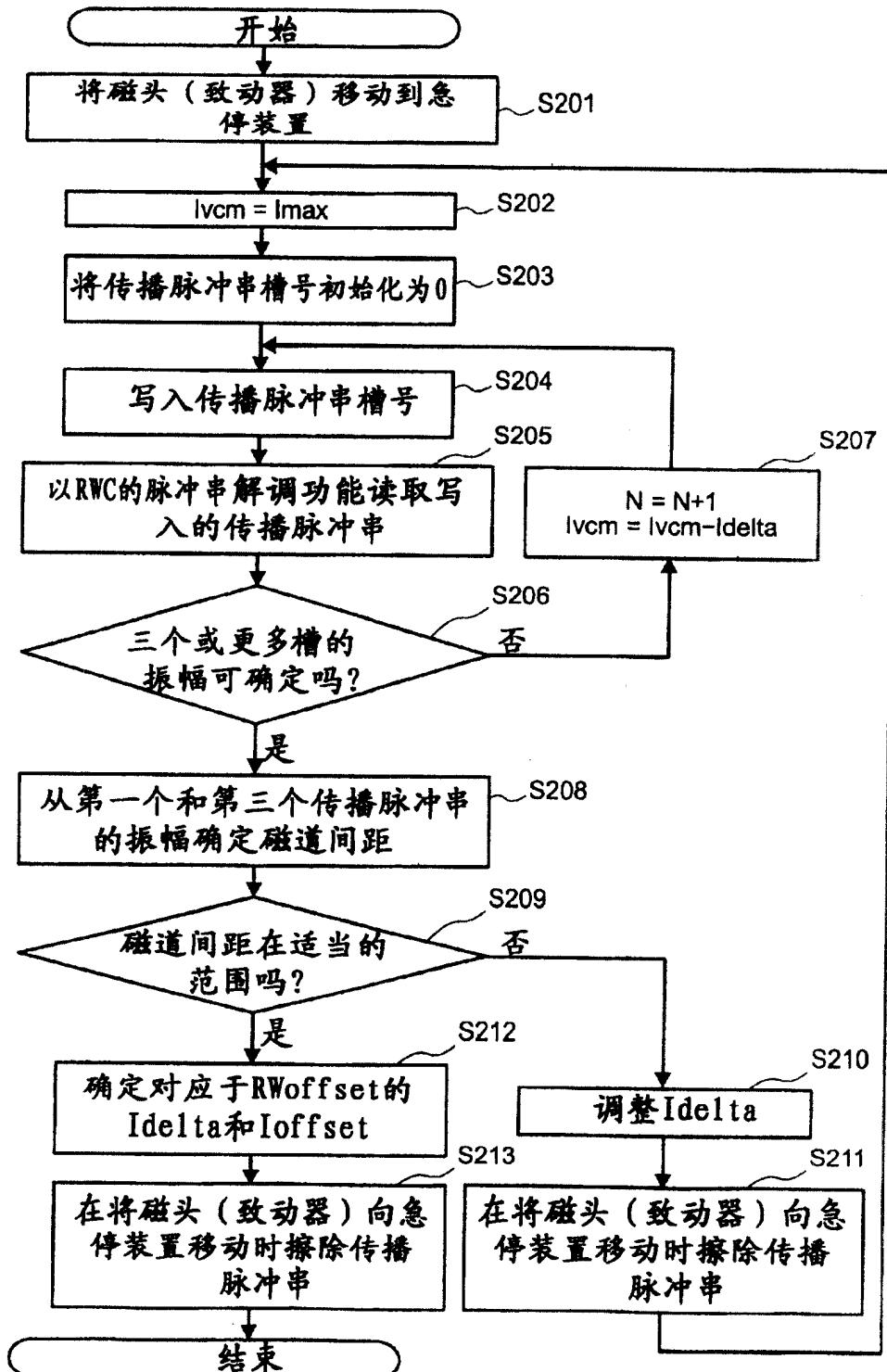


图6

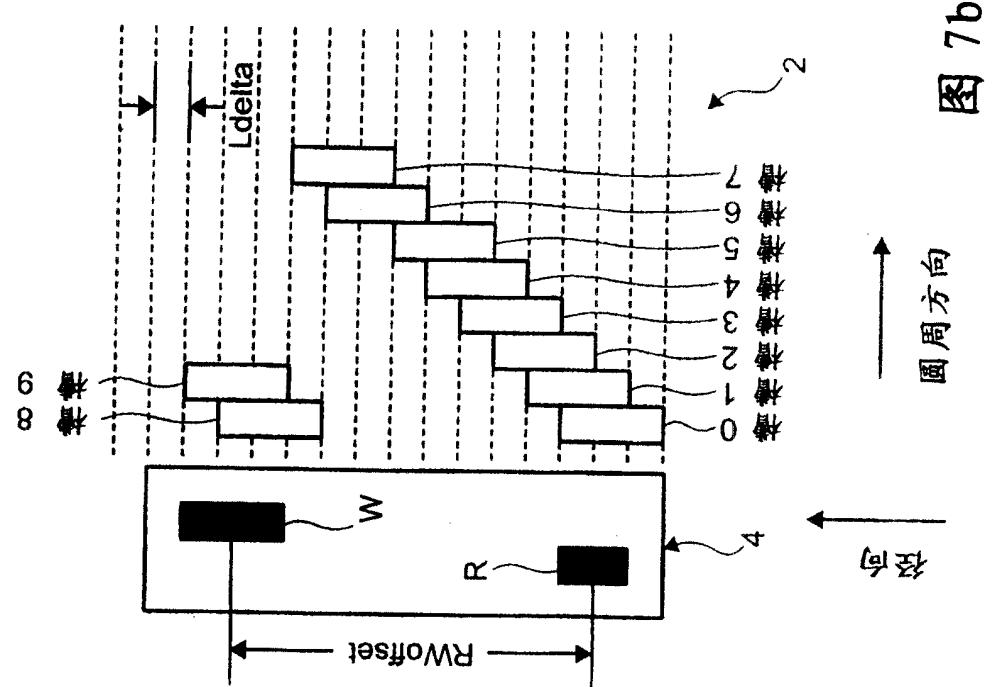


图 7b

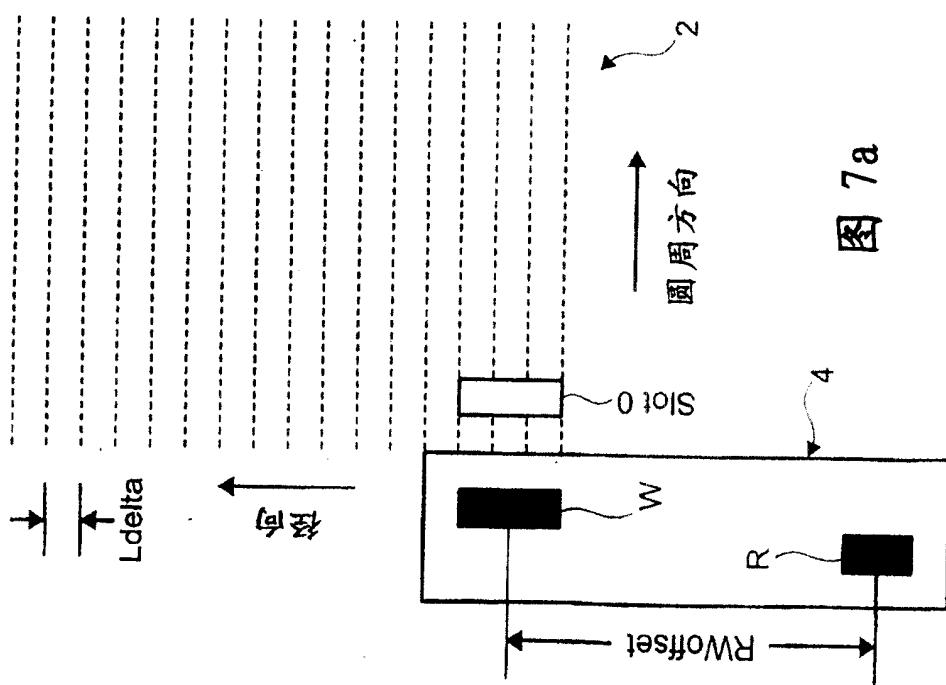
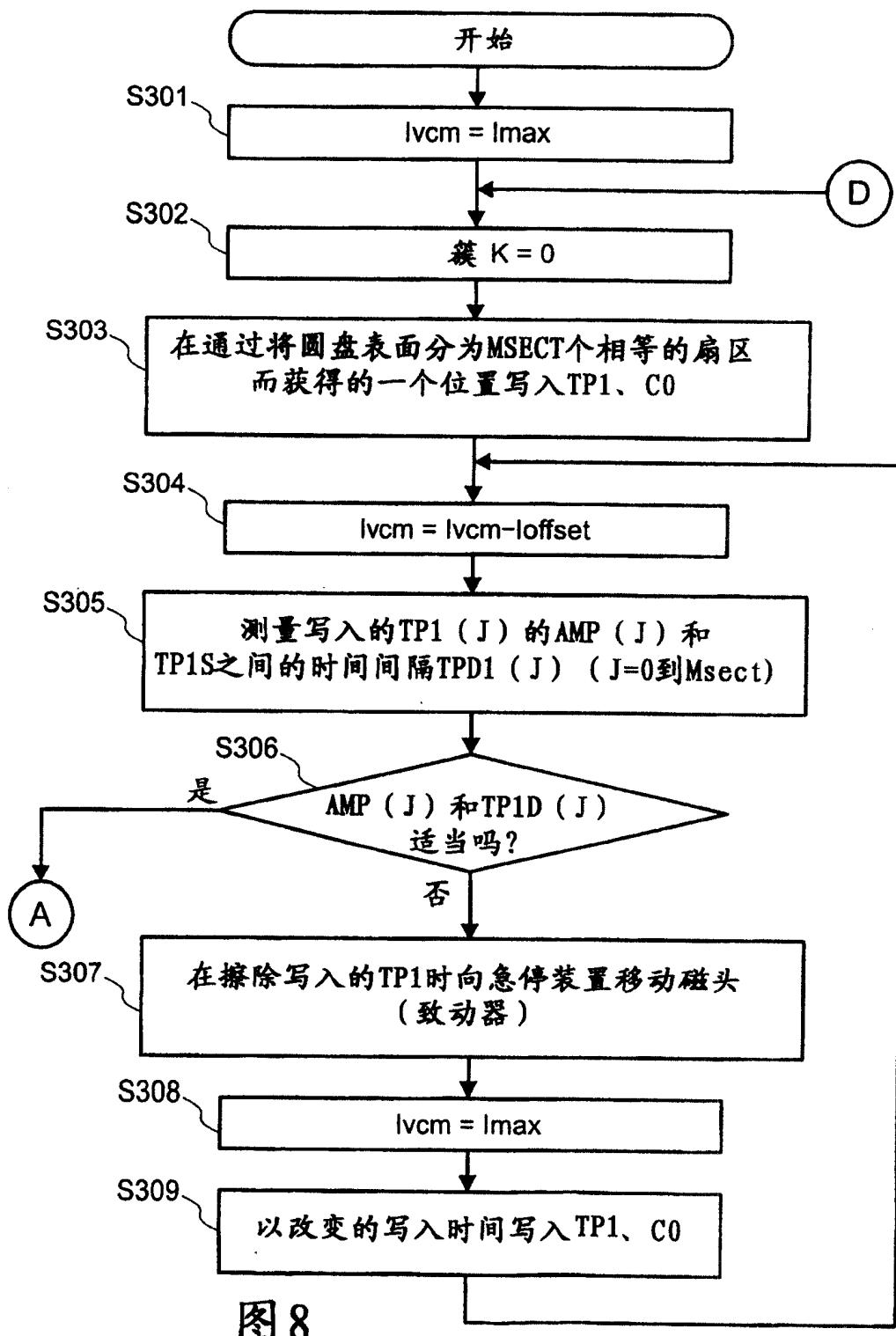


图 7a



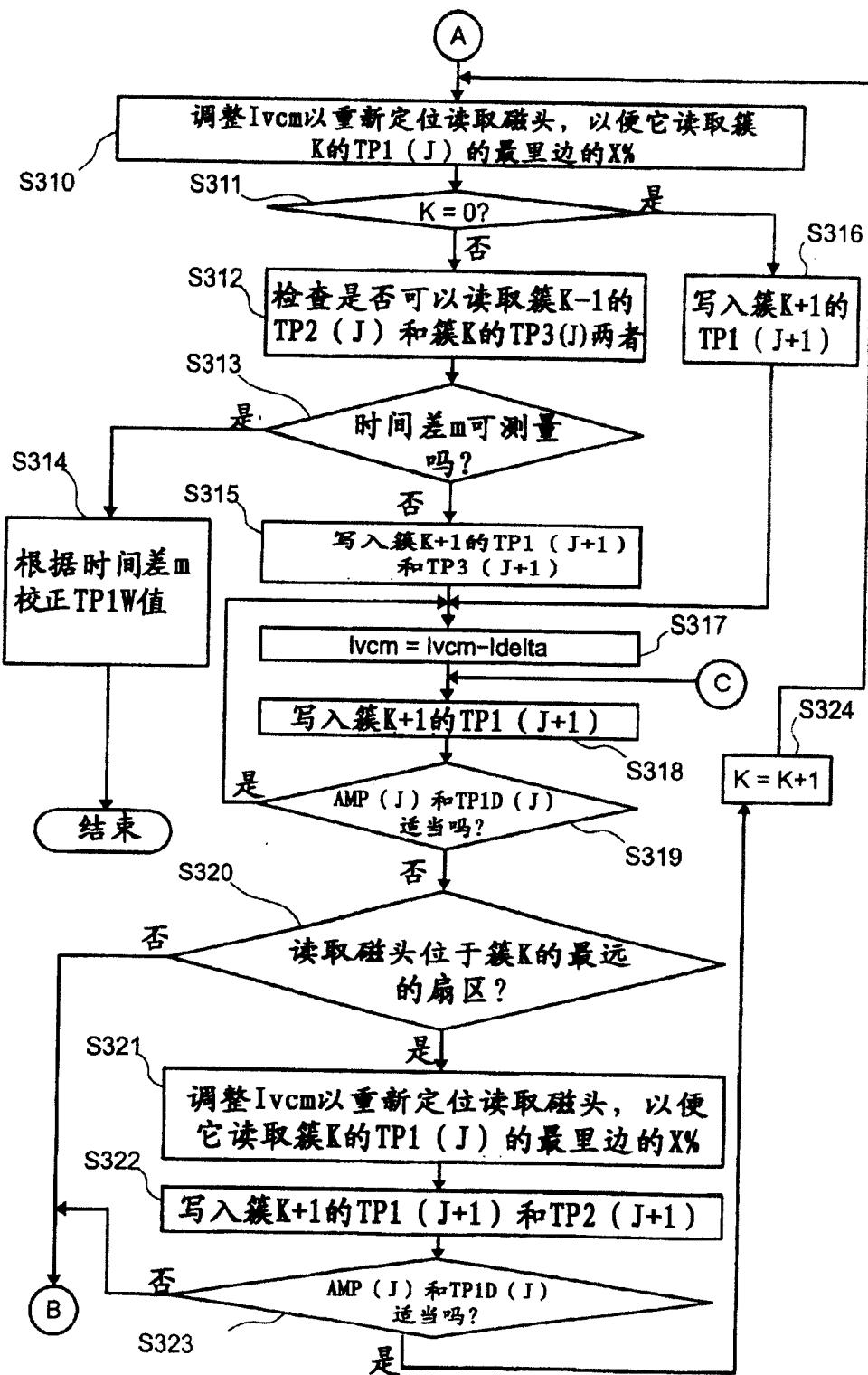
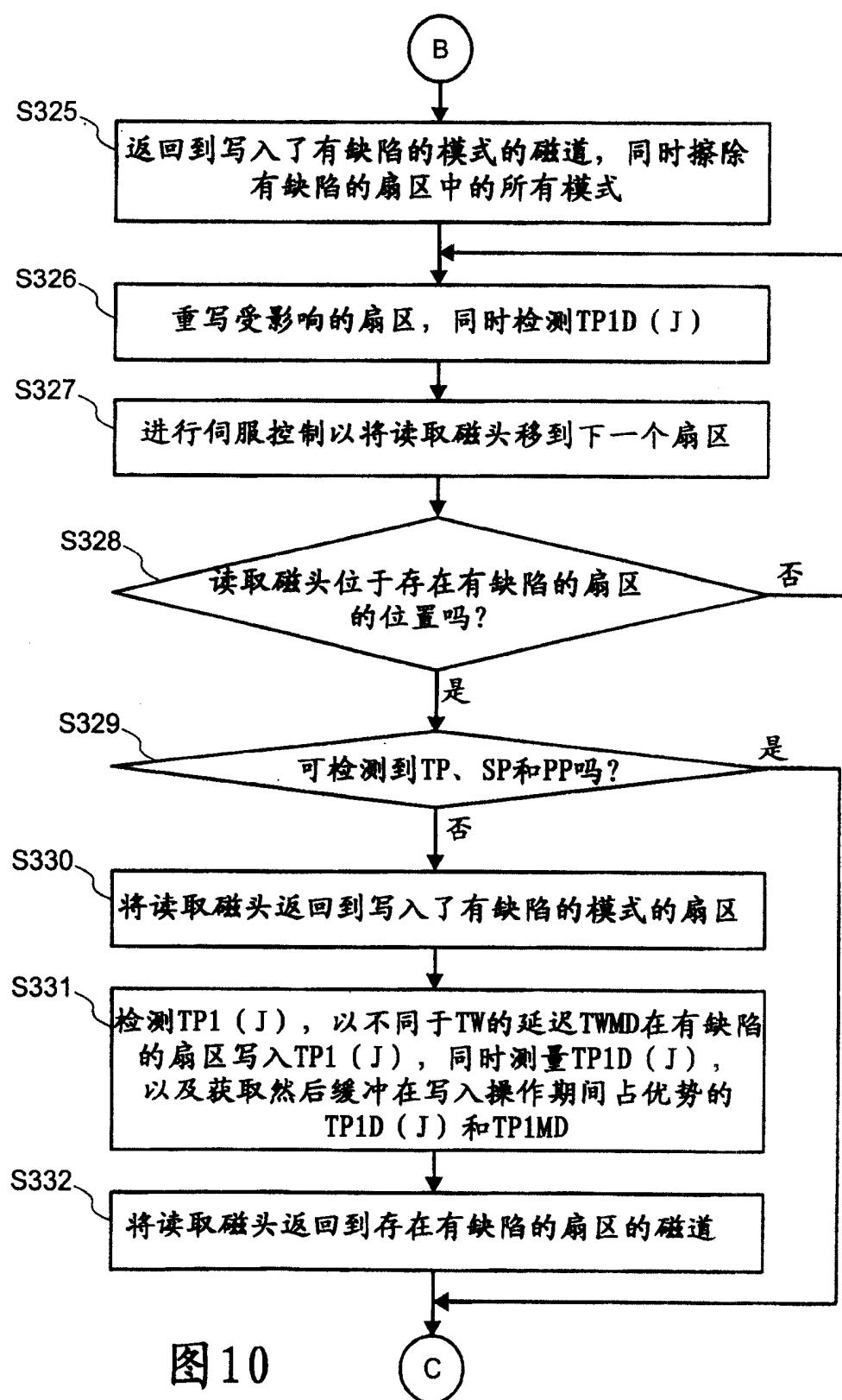
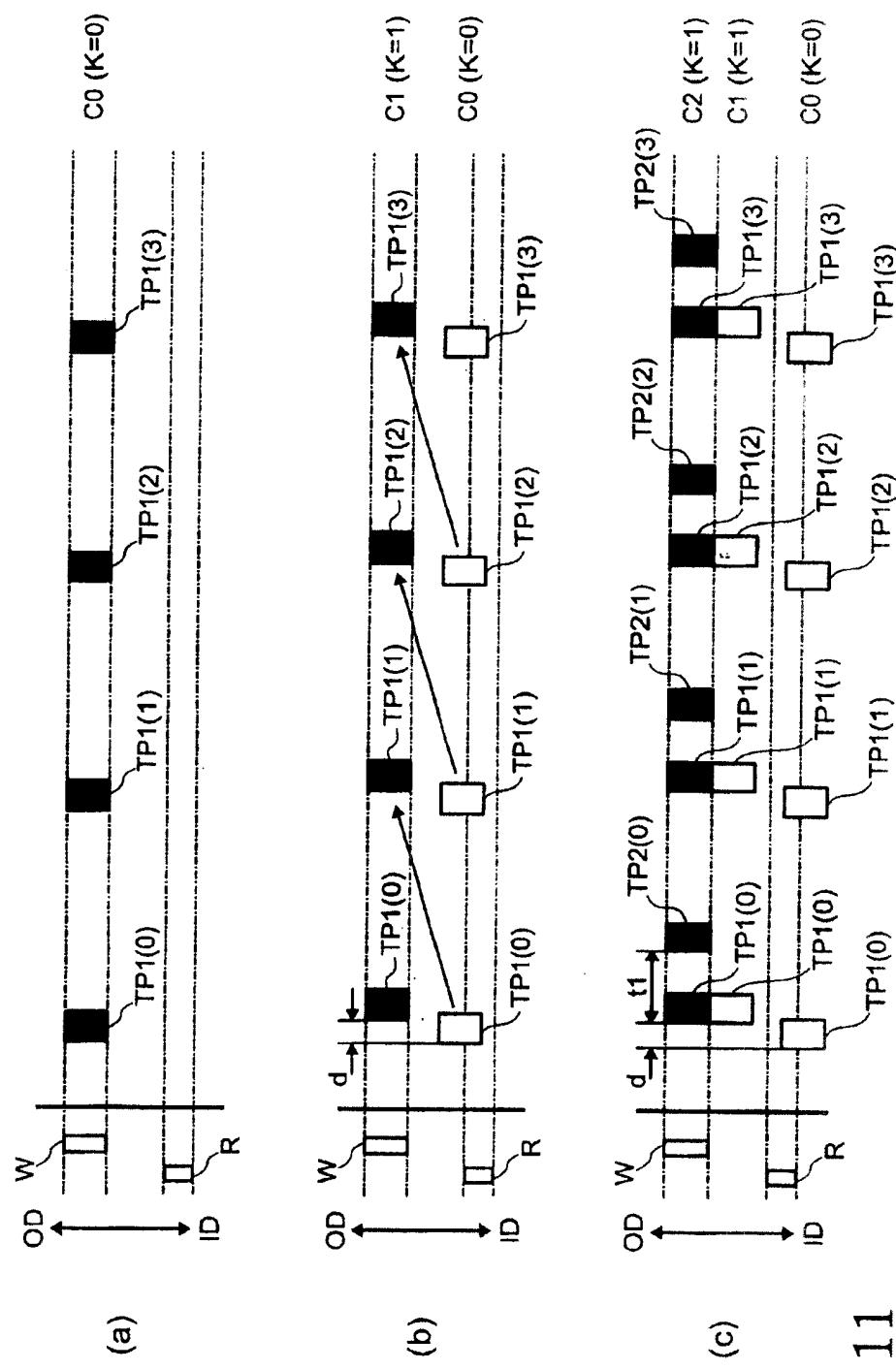


图9





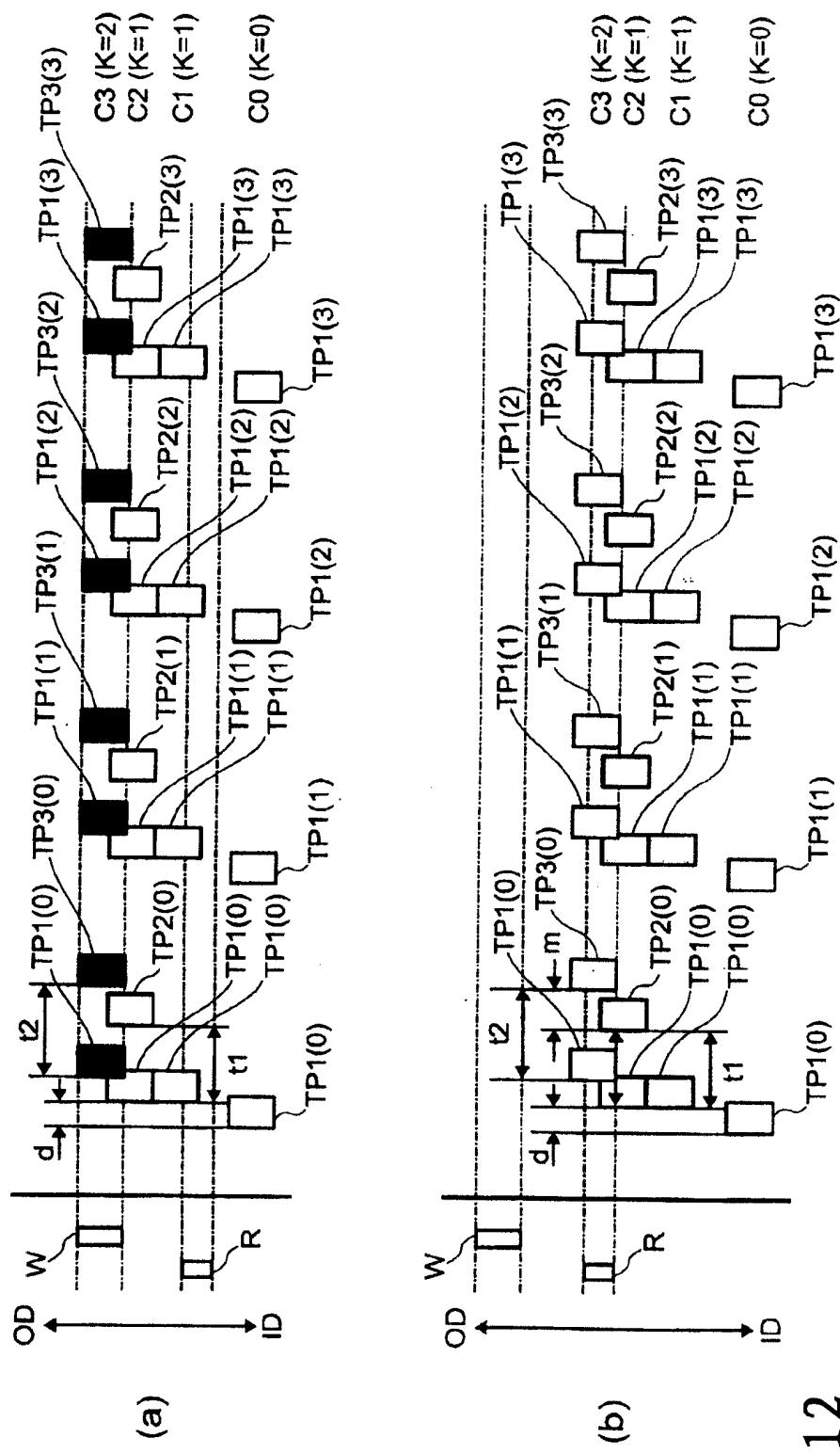


图 12

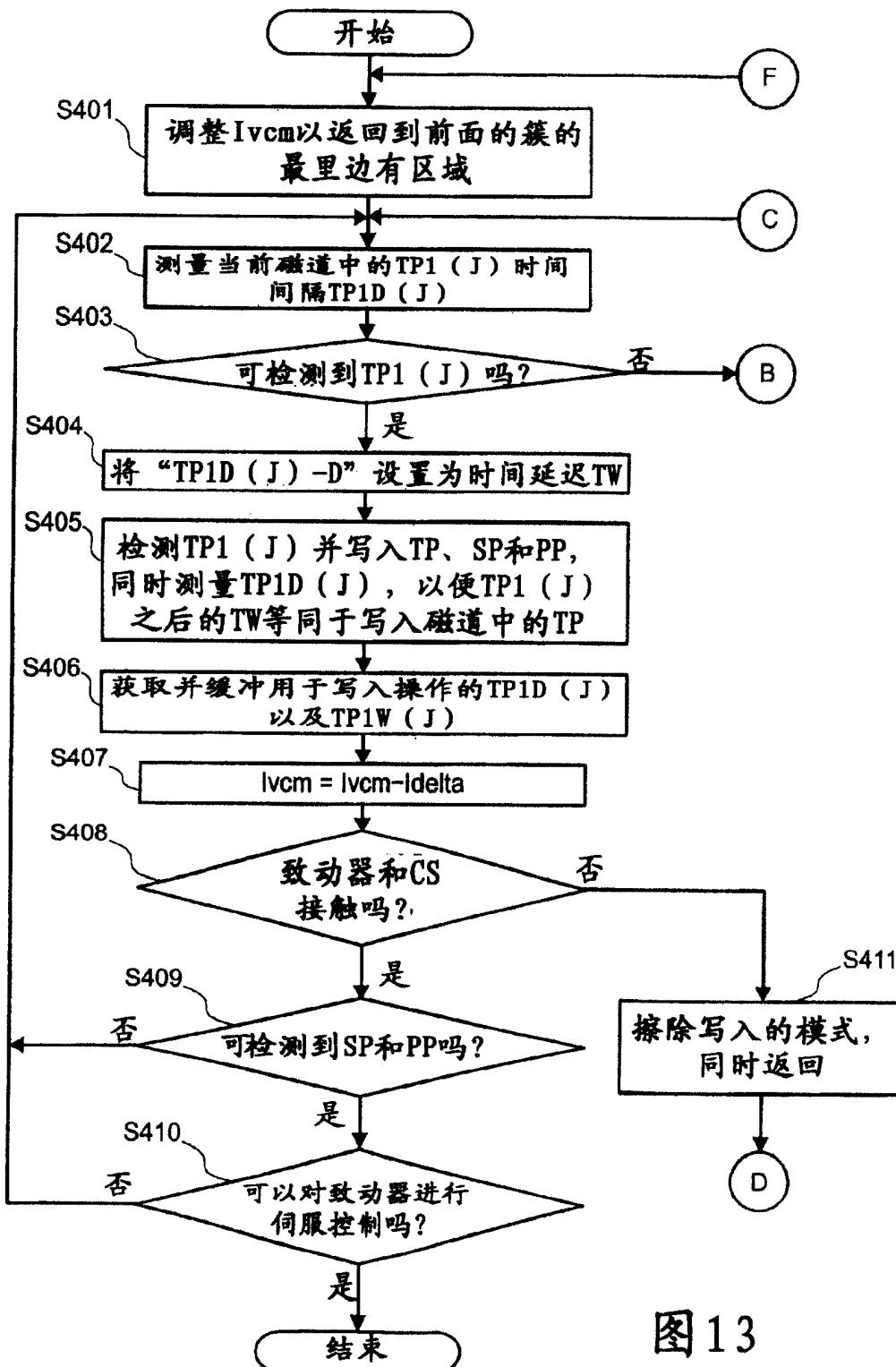


图 13

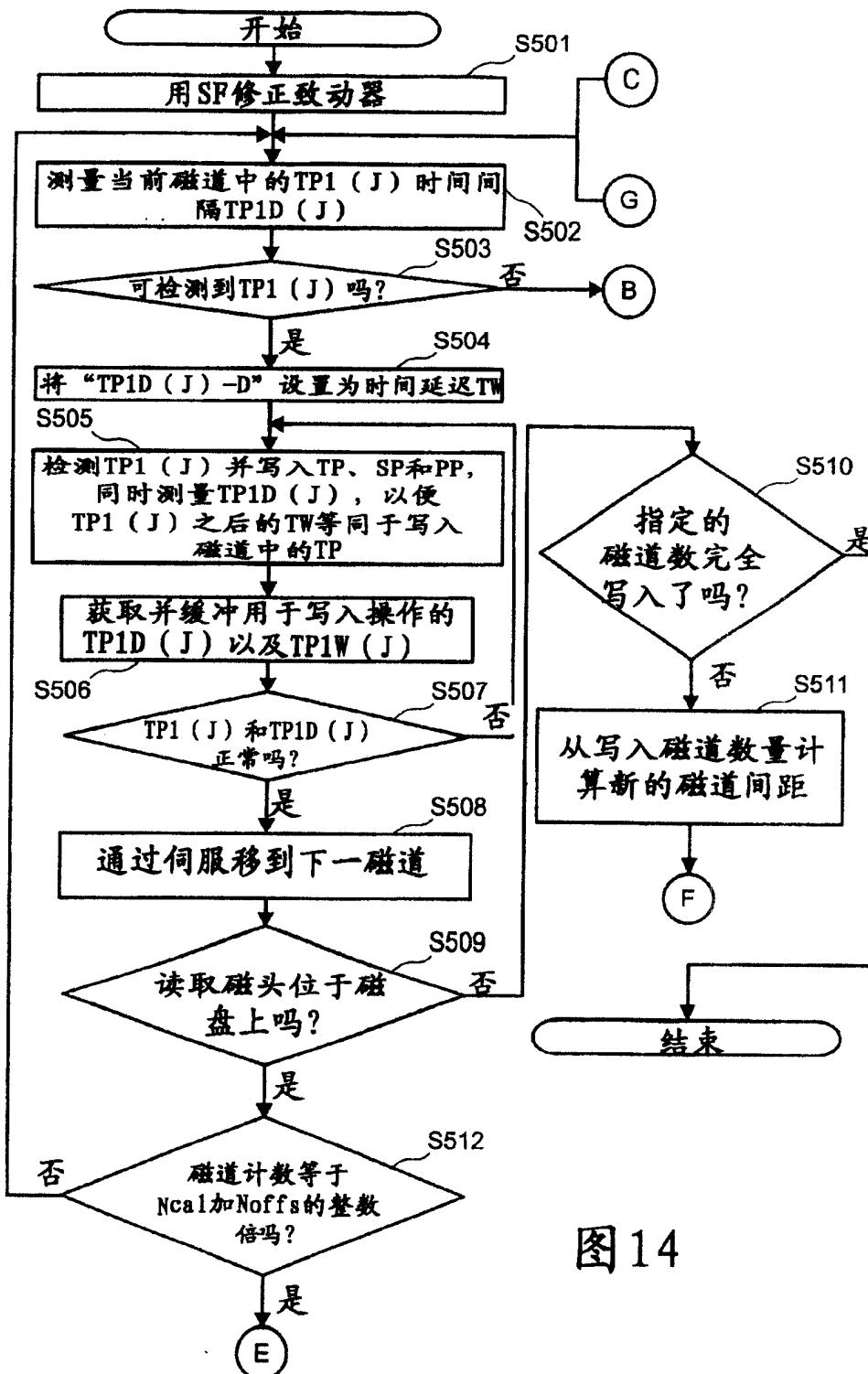


图 14

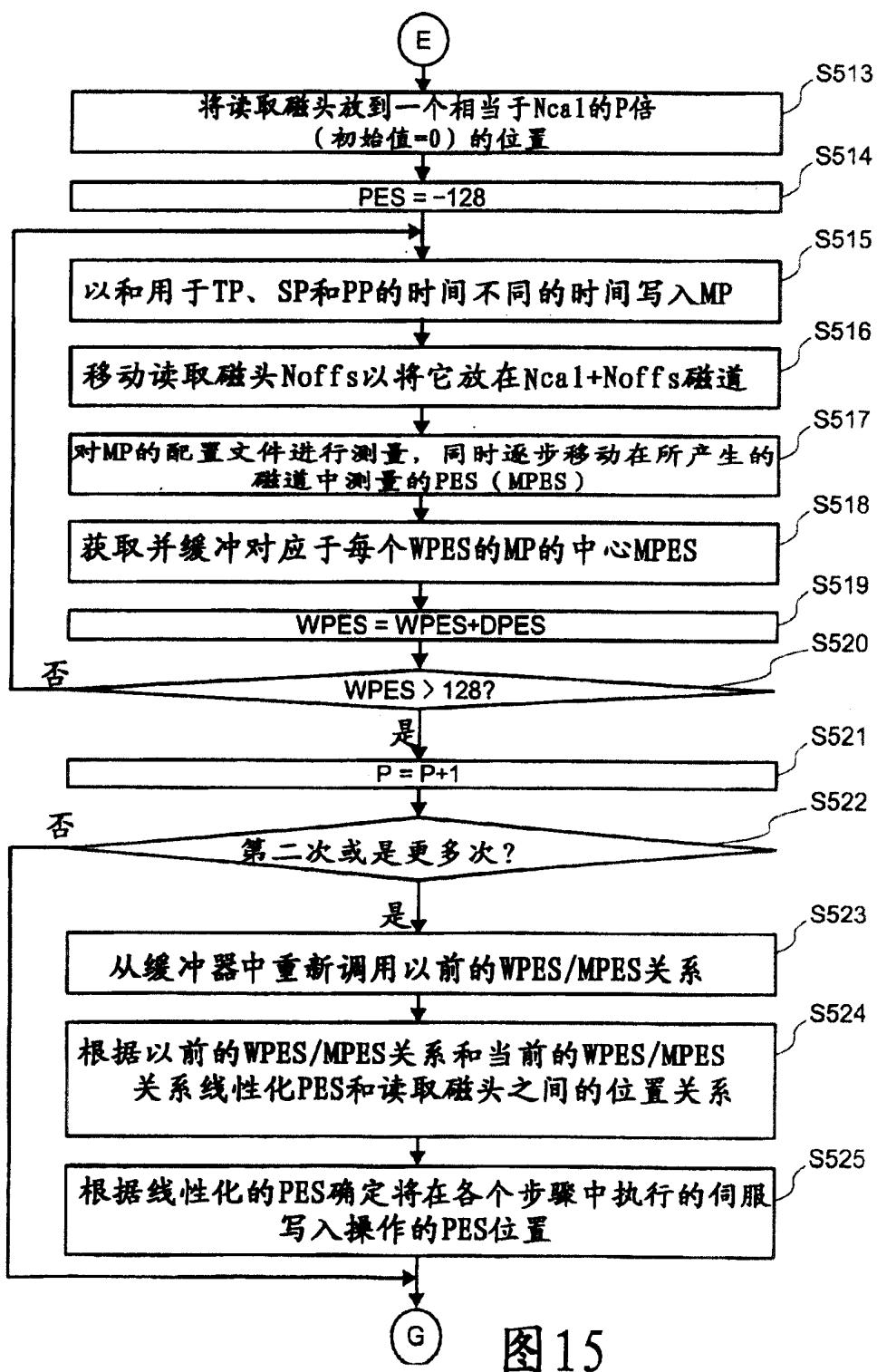




图16

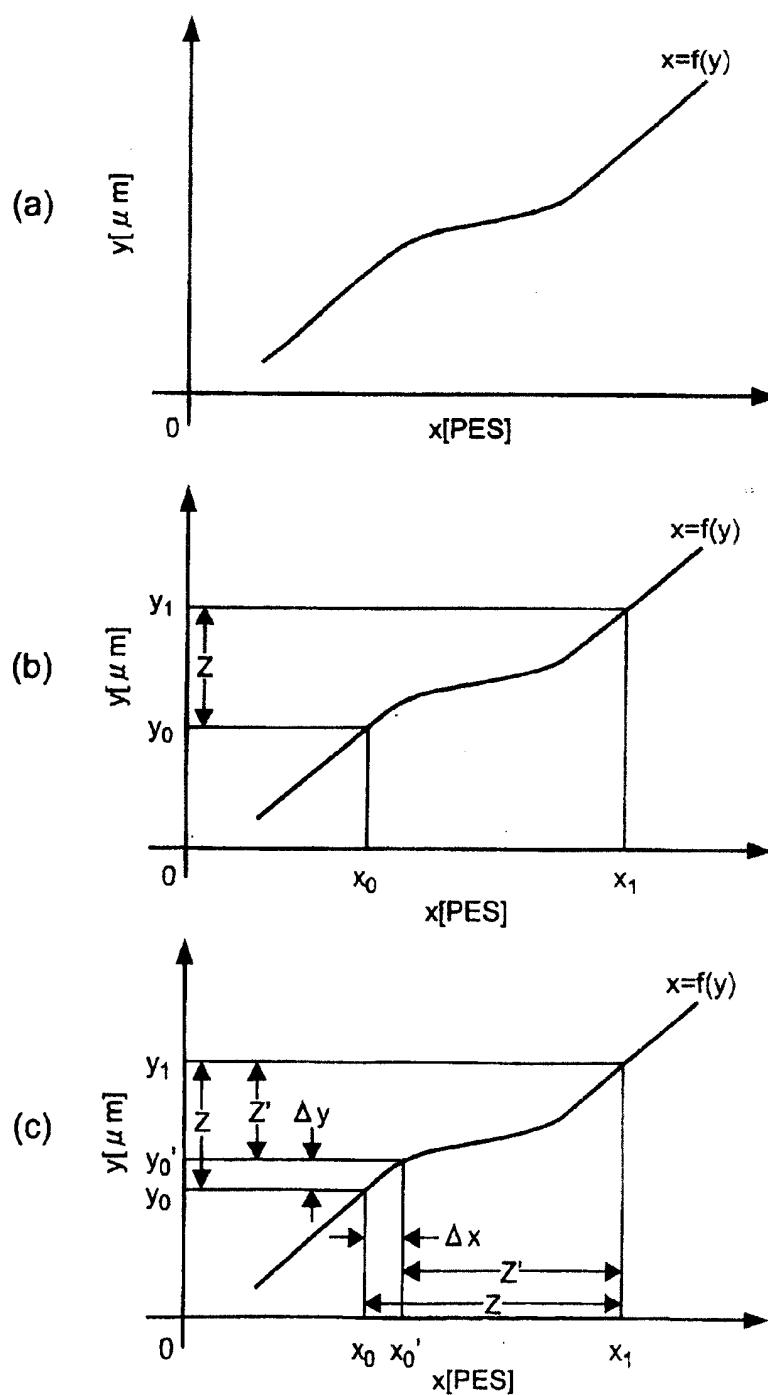


图 17

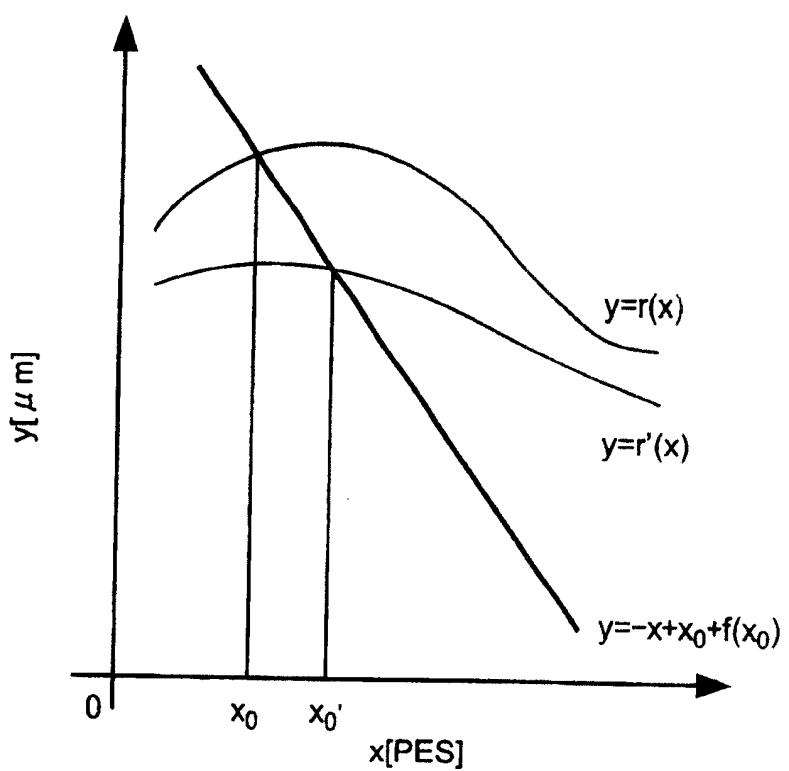


图 18