

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G11B 21/21 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410057902.5

[45] 授权公告日 2007 年 4 月 4 日

[11] 授权公告号 CN 1308957C

[22] 申请日 2004.8.26

[21] 申请号 200410057902.5

[30] 优先权

[32] 2003.8.28 [33] JP [31] 303828/03

[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 森永谕 丸山洋治 井手浩

宫本诏文

[56] 参考文献

US6229665B1 2001.5.8

EP0294761A1 1988.12.14

US5831781A 1998.11.3

US5168413A 1992.12.1

US6191901B1 2001.2.20

审查员 张明霞

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 马高平 杨 梧

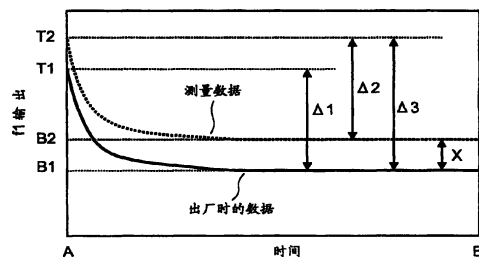
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 8 页

[54] 发明名称

用热突出量进行悬空高度管理的磁盘驱动器
及检测装置

[57] 摘要

本发明公开了一种磁盘驱动器。近来发现，热膨胀系数大的写入头的材料由于写入电流造成的焦耳热和基于高频铁心损耗的温度升高影响而膨胀，使该磁头的悬空表面向磁盘突出。这个现象被称为 TPR(热突出)。因此，必须根据 TPR 精确地确定和管理悬空高度。供实际使用的一磁盘驱动器，或处于试验过程中，但与供实际使用的驱动器相似的磁盘驱动器被用于：测量由写操作产生的 TPR 量变化；将所得测量数据存储在存储器中或磁盘上；并利用存储的测量数据进行悬空高度管理。另外，根据需要，与 SMART 功能结合进行悬空高度管理。本发明可进行高可靠性悬空高度管理。



1. 一种磁盘驱动器，包括：
至少一磁盘，
利用一第一单一频率信号在该磁盘上特定轨道或柱面中进行记录的第一写单元；
利用一第二单一频率信号在该磁盘上特定轨道或柱面中的一部分中进行写入的一第二写单元；以及
一热突出量测量单元，其用于在通过所述第二写单元进行写入后，立即重放该第一单一频率信号来测量热突出量，
其中为利用该第二单一频率信号进行写入而选择的时间，等于或长于该第一单一频率信号的重放输出处于平衡状态所需的时间。
2. 如权利要求 1 所述的磁盘驱动器，其中在一存储器或所述磁盘中存储在所述磁盘驱动器内使用的每一磁头的热突出量信息，并且，所述磁盘驱动器还包括一利用该热突出量信息进行磁头悬空高度管理的单元。
3. 如权利要求 1 所述的磁盘驱动器，其中，还包括一利用每一磁头的热突出量信息进行磁头悬空高度管理的单元，该热突出量信息是由该热突出量测量单元测量的。
4. 如权利要求 2 所述的磁盘驱动器，其中在用于所述磁盘驱动器的测试过程中，由热突出量测量单元测量存储于所述存储器或磁盘中的该热突出量信息。
5. 如权利要求 1 所述的磁盘驱动器，其中该第一单一频率信号用于在多个特定轨道或柱面上进行记录。
6. 如权利要求 1 所述的磁盘驱动器，其中利用该第一单一频率信号进行记录的一特定轨道或柱面位于具有利用该第二单一频率信号进行记录的一个区域的轨道或柱面的内侧或外侧。
7. 如权利要求 1 所述的磁盘驱动器，其中为重放该第一单一频率信号而选择的时间，比重放输出处于平衡状态所需的时间长。
8. 如权利要求 2 或 3 所述的磁盘驱动器，其中包括：
一第一悬空高度管理单元，其利用所述热突出量信息；以及
一第二悬空高度管理单元，其提供静态悬空高度管理；

其中所述第一悬空高度管理单元和所述第二悬空高度管理单元用于进行磁头悬空高度管理。

9. 如权利要求 1 或 2 所述的磁盘驱动器, 其中当接通磁盘驱动器时, 当磁头加载在磁盘上时或在特定时间间隔上时, 所述热突出量测量单元测量悬空高度的变化。

10. 如权利要求 1、2 或 3 所述的磁盘驱动器, 其中包括一管理装置, 如果预定的悬空高度减去热突出量超过预定阈值, 则该管理装置向主计算机或使用者发出警报, 调整写入电流, 调节写入电流超调量或者卸载磁头。

11. 如权利要求 4 所述的磁盘驱动器, 其中包括一管理装置, 其根据热突出量调节写入电流或者调节写入电流超调量。

12. 一种检测装置, 包括:

一第一写单元, 用于将一第一单一频率信号写入磁盘上一特定区域;

一第二写单元, 用于将一第二单一频率信号写入已写入该第一单一频率信号的一特定区域的一部分;

一读单元, 用于在由该第二写单元进行一写操作后, 立即读出先前写入的第一单一频率信号; 以及

一从所得输出变化计算悬空高度变化即热突出量的单元,

其中为利用该第二单一频率信号进行写入而选择的时间, 等于或长于该第一单一频率信号的重放输出处于平衡状态所需的时间。

13. 如权利要求 12 所述的检测装置, 其中包括用于测量悬空高度变化的一内置式波谱分析器板或一通过利用一波谱分析器滤去特定频率成分来测量输出的单元。

用热突出量进行悬空高度管理的 磁盘驱动器及检测装置

技术领域

本发明涉及一种磁盘驱动器，其可根据由写操作引起的热突出(磁头悬空表面向介质的突出)进行悬空高度管理；一种检测装置，其可根据由写操作引起的热突出测量该悬空高度；以及一种用于测量由写操作引起的热突出的方法。

背景技术

磁盘驱动器是可记录大量数据并是当今先进信息社会所必须的一种装置。要求该磁盘驱动器能够一致地读出数据和写入数据(进行读/写操作)。该磁盘驱动器包括：在其上记录数据的一磁性记录介质(磁盘)，一进行读/写记录的磁头，一使该磁头运动的声音线圈电机以及其他电路。该磁头包括一个写入数据的写入头，和一个读取记录在磁盘的数据的读取头。该读取头悬空在该磁盘上并进行读/写操作。通过进行悬空高度管理来总体改善磁盘驱动器可靠性的技术公开于非专利文献 1。在非专利文献 1 中所述的 SMART(自监视分析和报告技术)功能包括测量输出分辨率的悬空高度管理功能。执行这个功能可确定在由大气压力和环境温度改变产生的静态悬空高度的改变。实际上，该写入头的结构、滑块悬空表面形状和悬挂装置被设计成使该静态悬空高度在一定指标以内。

同时，为了提供高性能的磁盘驱动器，该磁头必需具有良好的读/写特性。为了评价和选择磁头，需要使用具有与磁盘驱动器相同的读/写功能并且显示高定位精度的检测装置(读/写检测器和旋转试验台)。

[非专利文献 1]

Hiroshi Okamura: “硬盘驱动器结构及应用(Hard disk drive structure and applications)” CQ 出版公司，2002 年 8 月 1 日，第 153 ~ 155 页。

在磁盘驱动器中，从保证适当的读/写性能并避免由于磁头与介质接触及其他问题造成的数据丢失的观点出发，控制从介质测量的磁头的悬空高

度极其重要。近来发现，热膨胀系数大的写入头的材料由于写入电流造成的焦耳热(Joule heat)和基于高频铁心损耗的温度升高而膨胀，从而使得该写入头的悬空表面向磁盘突出。这个现象称为 TPR(热突出)。如果出现这种现象，则因为在只有写操作的过程中悬空高度暂时小于设计值，而产生问题。为了增加磁盘驱动器的记录密度，必需最小化磁头的悬空高度。因此，根据由写操作产生的 TPR 影响，精确地确定和管理悬空高度是必须的。这种写操作引起的 TPR 是在写操作过程中出现的现象，并且不能用管理静态悬空高度变化的 SMART 功能来控制。

发明内容

为了解决上述问题，利用供实际使用的磁盘驱动器，或在试验过程中，但与供实际使用的驱动器相似的磁盘驱动器来进行：测量由写操作产生的 TPR 量变化；将所得测量数据存储在存储器中或磁盘上；并利用存储的测量数据进行悬空高度管理。另外，根据需要，与 SMART 功能结合进行悬空高度管理。当用 TPR 量进行悬空高度管理时，可以考虑在写操作过程中悬空高度小于设计值的状态。从而，在更严格的条件下，可进行高度可靠的悬空高度管理。另外，还提出了上述可测量 TPR 量的读/写检测器。

当根据热突出(TPR)量进行悬空高度管理时，通过避免磁头与磁盘接触和碰撞，可以提供高可靠性的磁盘驱动器。另外，当利用读/写检测器或检测装置执行本发明公开的悬空高度测量功能时，可精确地测量由写操作引起的热突出量。

附图说明

图 1 是示出由本发明第一实施例进行的一系列处理步骤的流程图。

图 2 示出在本发明第一、第二和第三实施例中测量写入引起的热突出(TPR)量的方法的一个示例。

图 3 示出在写入一激励信号后立即随时间改变的一参考信号的一个示例。

图 4 是示出根据本发明第一实施例在磁盘驱动器中配有 TPR 测量功能时进行的一系列处理步骤的流程图；

图 5 是示出根据本发明第二实施例当利用 TPR 测量功能检测实际使用

的磁盘驱动器时进行的处理步骤的流程图;

图 6 是示出根据本发明第三实施例的一检测装置的示意图;

图 7 是示出根据本发明第三实施例进行的 TPR 测量处理步骤的流程图;

图 8 是简要地示出磁盘驱动器功能的方框图。

符号说明

- | | |
|---|-------------------|
| 1-磁盘, | 2-参考轨道, |
| 3-指示信号位置, | 4-由激励信号写入的轨道, |
| 11-滑块, | 12-悬挂装置, |
| 13-工作台, | 14-主轴, |
| 15-读/写分析器, | 16-旋转试验台控制器, |
| 17-波谱分析器, | 18-控制 PC, |
| A-激励信号写入结束位置, | |
| B-激励信号写入开始位置或输出平衡位置, | |
| $\Delta 1$ -出厂时输出变化量, $\Delta 2$ -测量时输出变化量, | |
| $\Delta 3$ -与悬空高度最大变化量相应的输出变化量, | |
| X-基线偏移量, | 21-HDA(磁头磁盘组件), |
| 22-PCB(电路板)安装部分, | |
| 23-磁头 | 24-读/写 IC, |
| 25-声音线圈电机, | 26-主轴电机, |
| 27-读/写通道, | 28-声音线圈电机和主轴预驱动器, |
| 29-MOS FET(场效应晶体管), | |
| 30-SCSI, FCAL, ATA 或其他接口控制器, | |
| 31-数字信号处理器(DSP), | |
| 32-SRAM, | 33-快速 ROM, |
| 34-DRAM, | 35-晶体振荡器, |
| 36-主计算机 | |

具体实施方式

参照附图, 下面将说明本发明的实施例。

[第一实施例]

图 1 是示出由根据本发明的磁盘驱动器进行的一系列操作的流程图。该磁盘驱动器具有 TPR 量测量功能并在特定时间测量 TPR 量。该 TPR 量测量功能首先检查是否满足 TPR 量测量开始的条件(步骤 S101)。当接通磁盘驱动器时、当磁头装载在磁盘上时或在特定时间间隔上时开始测量。当满足条件时,开始 TPR 量测量顺序(步骤 S102)。考虑了由写入产生的 TPR 量的最小悬空高度是通过从悬空高度设定值减去由 TPR 量测量功能所得到的 TPR 量(正值)而获得的。确定和使用一个阈值来检查该最小悬空高度是否超过该阈值(步骤 S103)。如果该最小悬空高度(它等于特定悬空高度减去 TPR 量)小于该阈值(问题的答案为“是”),则发出警报,因为得出存在危险的结论(步骤 S104)。另一方面,如果该最小悬空高度大于该阈值(问题的答案为“否”),则在下一次步骤中再次测量 TPR 量。当该最小悬空高度小于该阈值时,磁盘直接或者通过主计算机向用户发出警报(步骤 S105)。由于该 TPR 量与写入电流成比例,因此可以调节该写入电流以减小 TPR 量。另外,随着写入电流的超调量的增加,TPR 量增加,因此,可以调节该超调量,以降低 TPR 量。另外,为了避免由磁头与磁盘接触产生的故障或数据丢失,可以卸载磁头。

现在来说明 TPR 量测量功能的动作。如下所述,可以在磁盘内测量该 TPR 量。

图 2 示意性示出磁盘和记录轨道之间的位置关系。图 3 中的粗曲线是随时间而变化的测量输出的示例。如图 2 中用黑色填充的部分所示,首先,用具有特定频率 f_1 的写入电流写入的一个参考轨道 2 是由写操作(第一写操作)在磁盘 1 上特定区域的径向位置上沿圆周准备的。为了提高测量精度,优选地该写入电流的频率 f_1 较高。然而,如果该频率太高,则输出容易受噪声影响。在该实施例中,磁盘 1 的轨道 2 是用设定为 400MHz 的频率 f_1 写入的。当具有频率 f_1 的写入电流以此方式流入写入头时,在磁盘 1 上的参考轨道 2 中记录单一图案信号(具有基本上相同长度的磁体将被对齐的状态下的信号)。为了在磁头(没有示出)的悬空表面上调用 TPR,由一激励信号进行写操作(第二写操作),该激励信号具有由例如阴影区域 4 所示的特定写入电流频率 f_2 ,该区域位于指示信号 3 的位置 B 和位置 A 之间,然后进行读操作,以连续地捕捉在位置 A 以后产生的 f_1 信号的变化(重放输出变

化)。图 2 下部的图形表示 f1 信号重放输出的变化。这个图形的 x-轴表示 f1 输出测量点(点之间的间隔为 $20\mu\text{sec}$),而 y-轴表示 f1 的信号重放输出(dBm)。在参考轨道 2 的位置 A 处,该悬空高度被 TPR 减小,以使 f1 输出增加至约 -33dBm。当随磁盘 1 转动经历时间时,磁头装置温度降低。当磁头达到位置 B 时,由写入电流引起的焦耳热和高温铁芯损耗产生的 TPR 回复至先前状态(TPR 量近似为零的平衡状态)。在该平衡状态下,f1 输出大约为 -38dBm。频率 f2 应该为,例如由该磁盘驱动器处理的最大频率(HF)。在本实施例中,f2 信号是在频率 f2 设定为 500MHz 时改写在参考轨道 2 上的(阴影区域 4)。该激励信号 f2 可以在轨道内的任一位置开始,而不是在指示信号位置 3。如果读/写偏移量小,则激励信号 f2 的写操作只必需在一特定区段或一特定时间段上进行,以便不擦去该轨道内的全部 f1 信号。当进行上述测量时,通常为了使与由写操作引起的 TPR 相应的变化的悬空高度达到平衡状态,需要几百微秒。因此,必需调节 f2 的写入时间或区段,从而磁头从位置 A 运动至位置 B 所需的时间至少比几百微秒长。在本实施例中,位置 A 和 B 之间的时间间隔设定为约 4msec(约 210 个测量点)。然而,例如随着磁头防护层和磁极的成分不同,达到平衡状态所需的时间变化。因此,对于所有磁头,可以设定各种相应值。因为冷却磁头装置材料时间常数基本上与加热的时间常数相等,因此可以使调用 TPR 所需的时间,即将激励信号 f2 从位置 B 至位置 A 写入轨道区域 4 所需的时间,与由 TPR 引起的 f1 输出变化达到平衡状态所需的时间相等。在本实施例中,调用 TPR 的加热时间(B→A)的长度与达到平衡状态的冷却时间(A→B)长度不同。然而,本发明可用于加热时间和冷却时间都等于或大于所需时间长度的情况。

该参考轨道 2 可以为单个轨道或一组二个或更多轨道。写入 f1 信号的参考轨道 2 可配置在写入 f2 信号的参考轨道 2(对应于阴影区域 4 中的轨道)的内侧和外侧。当采用上述结构时,在读出该 f1 信号时 f1 信号可以位于相邻轨道上。因此,可以减少从该相邻轨道产生的噪声,以提高 TPR 量的测量精度。另外,由于使用上述结构也可减小磁头滑块输出中与偏转角有关的变化,因此可提高 TPR 量测量功能的精度。当为磁盘 1 的两个表面或者为多个磁盘 1 配置参考轨道 2 时,则为相同柱面配置该参考轨道 2。使用这种结构可以同时测量所有磁头的悬空高度。另外,也可以为多个柱面形成该参考轨道 2。

如上所述, 因为 TPR 使悬空高度减小, 因此在写操作结束后的位置 A 处的输出很大。从而, 写入头温度随时间降低, 减小磁头突出量。从而, 达到平衡状态。悬空高度变化量可从所得 fl 信号输出和平衡状态的输出之差计算出来。当最大输出值为 V' , 当前的悬空高度为 d' , 平衡状态下的输出和悬空高度分别为 V 和 d , 并且在基座上写入的信号波长为 λ 时, 可得到下列方程式:

$$\text{TPR 量} = (d - d') = -\lambda / 2 \pi \ln(V/V') \dots (\text{等式 1})$$

在本实施例中, 该 TPR 量测量功能利用式(1)计算每一个磁头在预定时序中的 TPR 量, 并利用计算结果进行悬空高度管理。

图 4 是示出使用上述悬空高度测量方法的流程图。首先, 测量 TPR(步骤 S401), 以比较平衡状态的输出与初始状态(出厂时的状态)的值。如果有任何改变(图 3 中所示的基线偏移 X , 将在后面说明)(步骤 S402), 则进行 SMART 功能的一部分的 MR 电阻监视功能, 以检查读取头电阻变化(步骤 S403)。如果电阻发生变化, 则可确认该读取头将被损坏。因此, SMART 功能发出警报(步骤 S406), 主计算机进行错误处理(步骤 S407)。如果电阻没有改变, 则继续进行悬空高度变化测量过程(步骤 S404 和 S405)。当考虑随时间发生变化时, 参照图 3, 下面将说明磁头悬空高度的变化。图 3 中所示图形的水平轴表示位置 A 和 B 之间的时间间隔, 而垂直轴表示用 fl 进行记录的参考轨道 2 的输出。 $T1$ 和 $T2$ 值分别表示出厂时和测量时的最大输出值。 $B1$ 和 $B2$ 值分别表示出厂时和测量时的输出平衡值。在根据本实施例的测量过程中, 与产品出厂时不同, 产生基线偏移量 X (随时间变化)。 $\Delta 1$ 表示取决于出厂时的 TPR 的输出变化。 $\Delta 2$ 表示取决于测量时 TPR 的输出变化。 $\Delta 3 (= \Delta 2 + \text{基线偏移量 } X)$ 表示与考虑 TPR 时产生的最大悬空高度变化相应的输出变化。 $\Delta 3$ 值用于(式 1)计算 TPR 量(Δhg)。然后进行检查, 以确定考虑写入引起的 TPR 量的最小悬空高度($hg + \Delta hg$)是否在阈值范围内(步骤 S405)。如果超过阈值, 则发出警报信号(步骤 S406)。

当结合由 SMART 功能提供的悬空高度测量而使用测量/计算的 TPR 量(Δhg)时, 可以高可靠性地对悬空高度进行管理。所得 TPR 量记录在存储器中或磁盘上, 并用于悬空高度管理。TPR 量随磁头而改变。TPR 量从一个磁头至另一个磁头变化, 这些变化包括在磁盘驱动器内。例如, 当具有大的 TPR 量的磁头被设置为允许悬空大于具有小的 TPR 量的磁头的最小许可悬

空高度时,则磁头与磁盘接触的可能性减小,以提供增高了的可靠性。当在执行所需要的 SMART 功能而如上所述利用适于单个磁头的 TPR 量进行悬空高度管理时,可以提供一种可靠性高的磁盘驱动器,在其中不大可能出现由于磁头与磁盘接触而产生的数据丢失和碰撞。

图 8 是简要地示出磁盘驱动器功能的方框图。该磁盘驱动器包括一个磁头磁盘组件(HDA)21 和一块电路板 22。该 HAD 21 包括一个磁头 23,一个与该磁头连接的读/写 IC(RWIC)24,一个磁盘 1,一个转动该磁盘的主轴电机 26 和一个使该磁头定位的声音线圈电机(VCM)25。该主轴电机 26 由一个 MOS FET 29 和一个预驱动器 28 控制。该声音线圈电机也由该预驱动器 28 用同样方式控制。同时,该 RWIC 24 与一个读/写通道 27 交换数据。在快速 ROM 33 中或磁盘 1 上存储磁盘驱动器控制程序或 SMART 功能或其他功能控制程序。需要高速运行的程序暂时存储在数字信号处理器(DSP)31 中的 SRAM 32 中,并在起动时使用。磁盘驱动器通过 SCSI, FCAL, ATA 或其他接口控制器 30 与主计算机 36 交换用户数据。利用 DRAM 34 作为用户数据交换的缓冲器。DSP 31 在定位系统,读/写系统和接口系统中提供集成控制。

具有根据本发明的 TPR 量测量功能的 TPR 量测量程序、出厂时出现的输出变化 $\Delta 1$ 、TPR 量和其他信息可以存储在快速 ROM 33 中或磁盘 1 上。另外,在硬盘驱动器内测量的 TPR 量数据(例如 $\Delta 2$, $\Delta 3$ 和 X)和 TPR 量(Δh_g)可以暂时存储在 DSP 31 中的 SRAM 32 中,并加以使用。

[第二实施例]

参照图 5 中的流程图,下面将说明在根据本发明磁盘驱动器的检测过程中,一种测量 TPR 量的方法,以及一种制造具有测量 TPR 量的过程的磁盘驱动器的方法。在磁盘驱动器装配过程中,首先在处于实际使用状态中的磁盘内测量 TPR(步骤 S501)。在这种情况下,可为磁盘驱动器或用于制造过程中的检测装置配置 TPR 量测量功能。该 TPR 量测量功能可以用结合第一实施例所述的同样功能来实现。由 TPR 量测量功能得到的 TPR 量数据被存储在存储器中或在磁盘上,并被用于悬空高度管理。另外,可根据所得到的 TPR 量,设定写入电流和写入电流的超调量(步骤 S502)。

在该磁盘内测量 TPR 量的方法也可以利用结合第一实施例所述的同样的 TPR 量测量功能来实现(步骤 S503)。有关发出的磁盘驱动器的 TPR 量数

据可被测量/计算并存储在快速 ROM 33 中或磁盘 1 上。

当结合由 SMART 功能进行的悬空高度测量, 使用在磁盘驱动器出厂之前确定的 TPR 量时, 可以在该磁盘驱动器内, 以高可靠性进行悬空高度管理。所确定的 TPR 量记录在存储器中或磁盘上, 并用于悬空高度管理。TPR 量随磁头而变化。这说明 TPR 量从包括在磁盘驱动器中的一个磁头至另一磁头变化。例如, 当具有大 TPR 量的磁头被设置为允许悬空大于具有小 TPR 量的磁头的最小许可悬空高度时, 可以减小磁头与磁盘接触的可能性, 以提高可靠性。当执行所需的 SMART 功能, 如上所述使用适于单个磁头的 TPR 量进行悬空高度管理时, 可以提供一种可靠性高的磁盘驱动器, 其中而不太可能出现由于磁头与磁盘接触而产生的数据丢失和碰撞。

[第三个实施例]

图 6 为示出根据本发明的一个检测装置的示意图。

磁盘 1 固定在工作台 13 的主轴 14 上以转动。磁头安装在滑块 11 的末端并加载在磁盘 1 上, 该滑块安装于一悬挂装置上。该读取头的输出通过一个读/写分析器 15 进入波谱分析器 17 中, 该读/写分析器 15 包括一个放大器和各种电路。另外, 可以使用功能与该波谱分析器相同的一块波谱分析器板。另外, 按照上述同样的方式, 位置信息进入该波谱分析器 17 中。后面将说明测量方法。该波谱分析器被进行零跨度设置(zero/span set), 从而只过滤掉写入磁盘 1 上的参考轨道 2 的频率。另外, 需要调节触发器信号, 以使得在轨道的末端位置 A 被一个激励信号写入后, 可以立即读出该参考轨道 2 的输出。当按上述方式完成设定时, 在激励信号调用写入引起的 TPR 后, 立即用该波谱分析器捕捉参考轨道 2 的输出的变化。测量该 TPR 量的方法可以通过利用与结合第一实施例所述的 TPR 量测量功能相同的功能, 以及将要参照图 7 进行说明的测量算法来实现。控制个人计算机 18 具有根据本发明的 TPR 量测量功能程序。

图 7 为一个测量流程图, 首先, 设定将磁头加装在磁盘上的径向位置、磁盘 1 的回转速度、频率 f1、频率 f2、写入电流 Iw、检测电流 Is、写入电流超调(OS)、超调持续时间(DS)、波谱分析器分辨率带宽(RVB)、以及视频带宽(VBW)(步骤 701)。在完成设置后, 对测量区域进行 DC 擦除(步骤 S702 和 S704), 以完全从磁盘上擦去信号。如果不知道磁头的读/写偏差, 则可测量轨道轮廓, 以确定该偏差量(步骤 S703)。将磁头移动至一指定轨道(参考

轨道 2)(步骤 S705), 以将 f1 信号写入整个轨道中(步骤 S706)。在考虑该偏差量进行调整, 以使读磁头正好在 f1 信号(在轨道上状态)上面之后(步骤 S707), 在一特定长度上写入 f2 信号(步骤 S708)。在写入 f2 信号后, 立即使用波谱分析器或波谱分析器的滤波器功能以捕捉随时间发生的 f1 信号变化(步骤 S709)。然后, 利用所得输出最大值和渐近值之差(步骤 S710)和上述方程式, 计算 TPR 量(步骤 S711)。为了提高测量精度, 可以进行多次测量(步骤 S714)。例如, 如果将这个功能用于磁头选择, 则可以在计算 TPR 量后作通过/失败判断(步骤 S712), 并将判断结果输出至显示器屏幕或一文件中(步骤 S713)。

如上所述, 利用具有根据本实施例的 TPR 量测量功能的检测装置, 可以精确地测量写入引起的 TPR 量。

工业适用性

本发明的 TPR 量测量功能提供根据单个磁头的 TPR 量数据的悬空高度管理和制造控制。本发明可用于磁盘驱动器, 制造磁盘驱动器的方法和用于磁盘驱动器制造的检测装置。

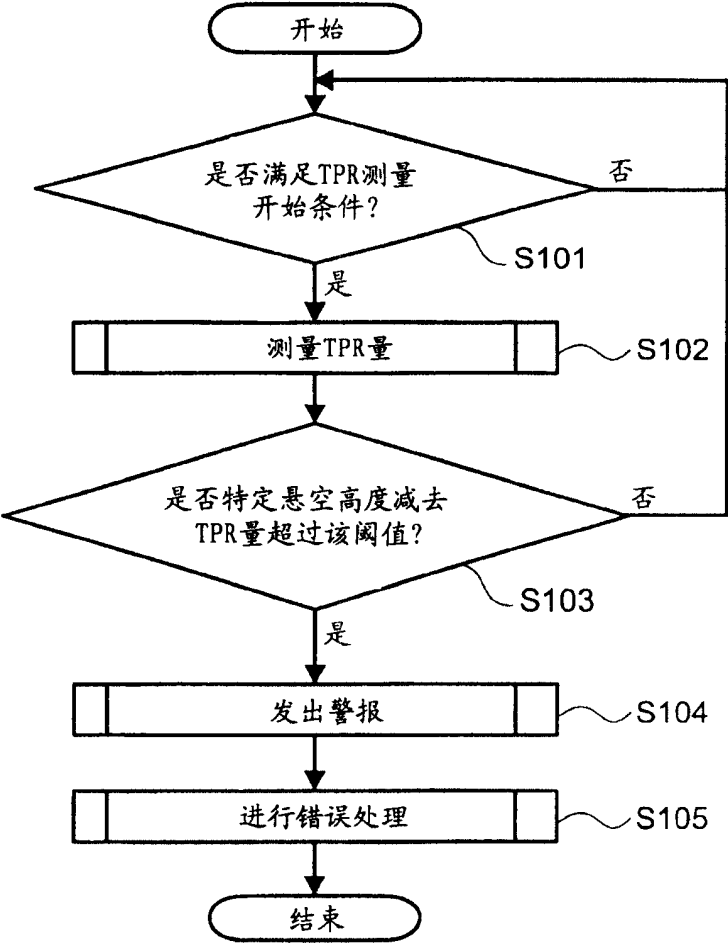
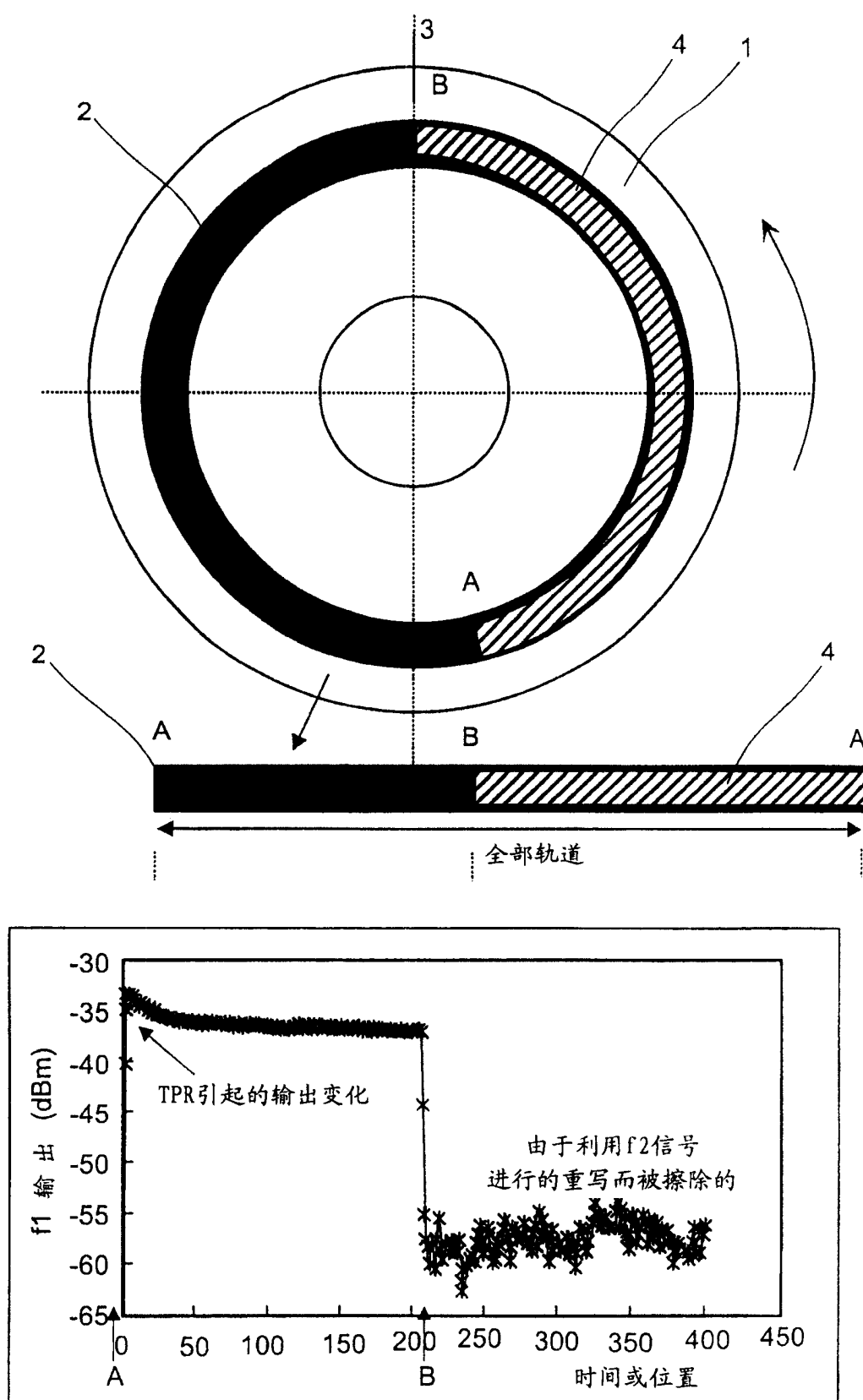


图 1



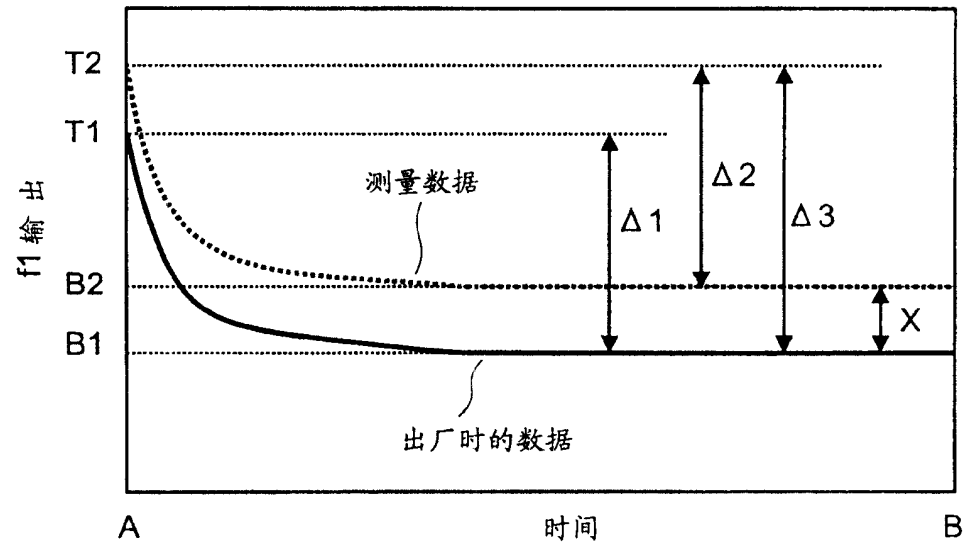


图 3

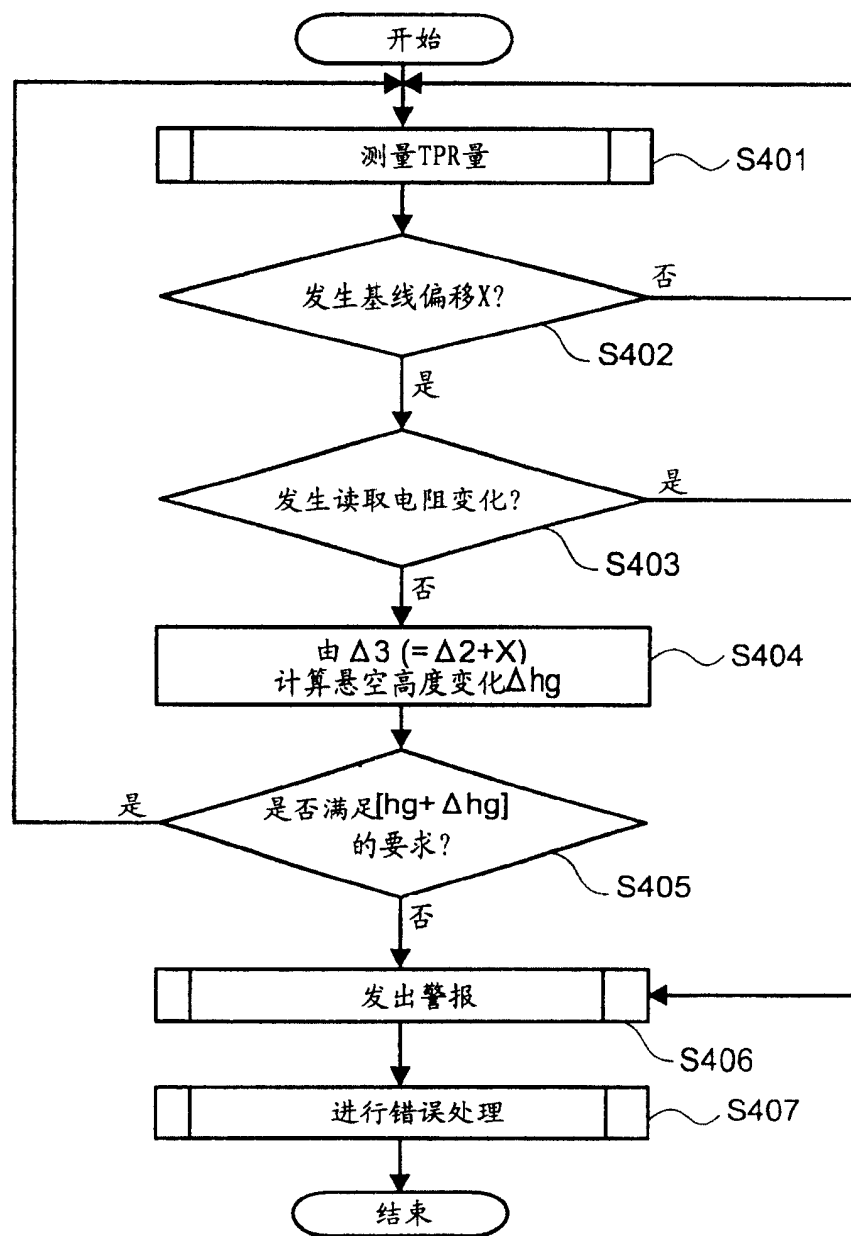


图 4

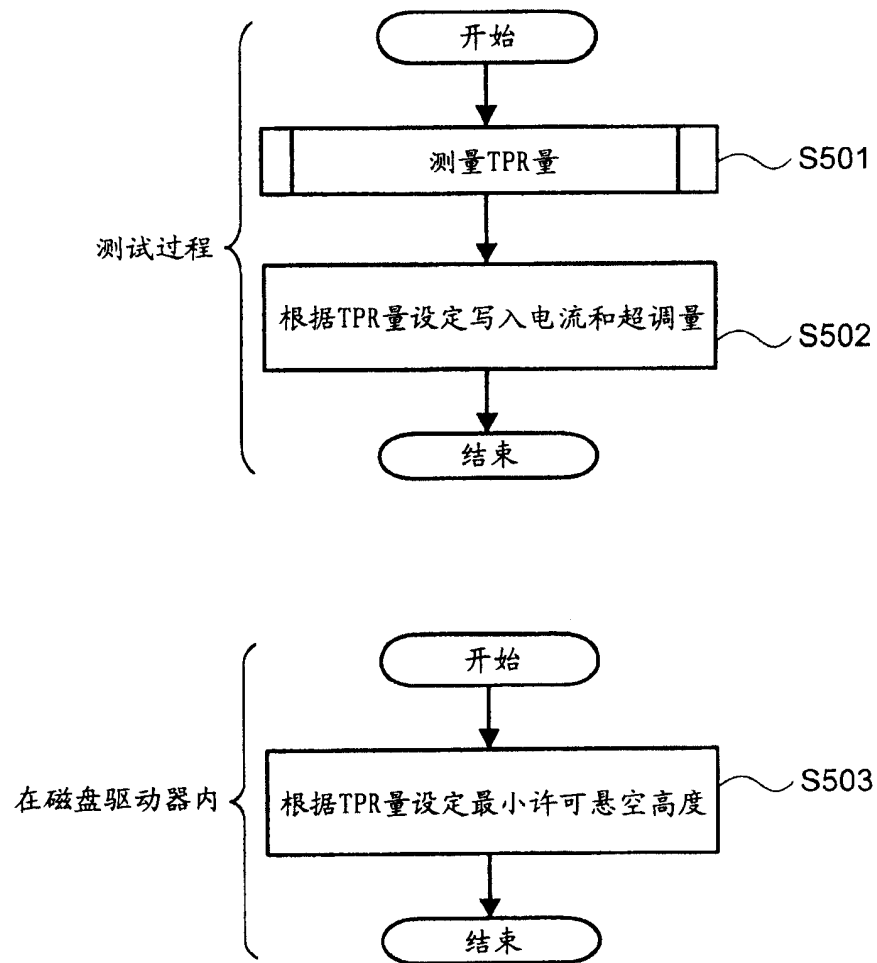


图 5

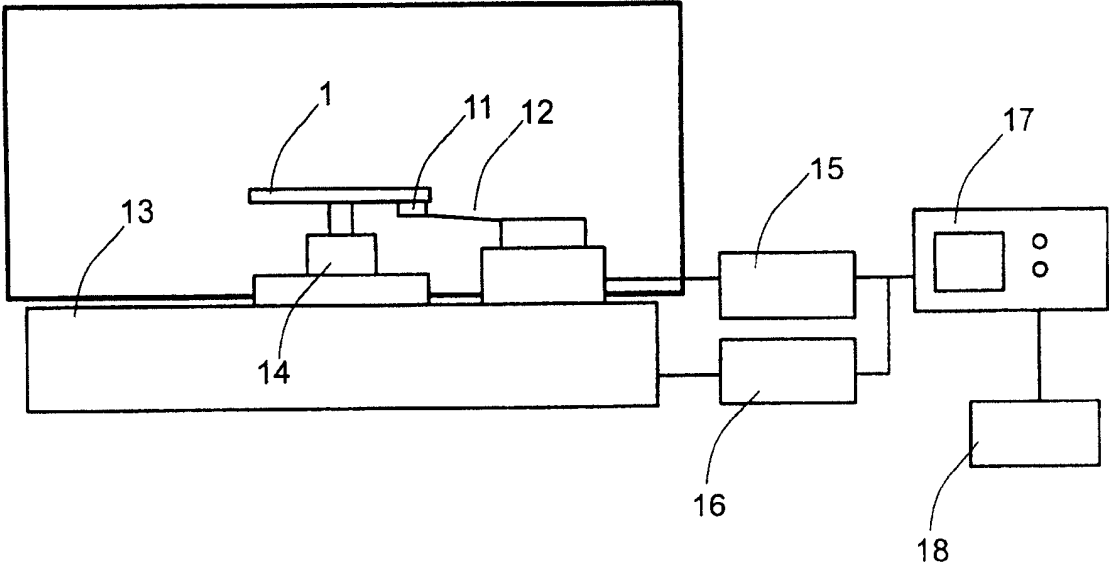


图 6

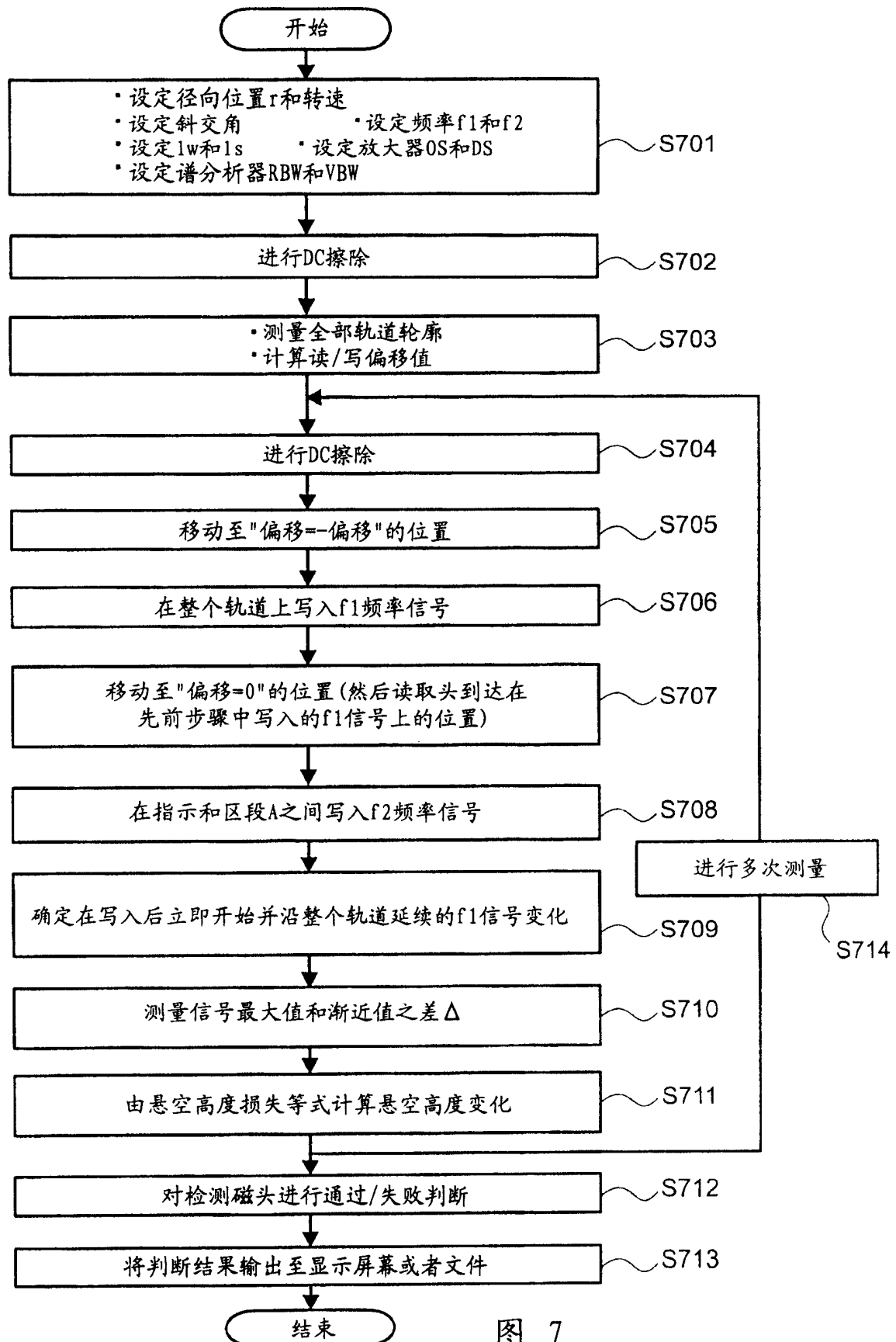


图 7

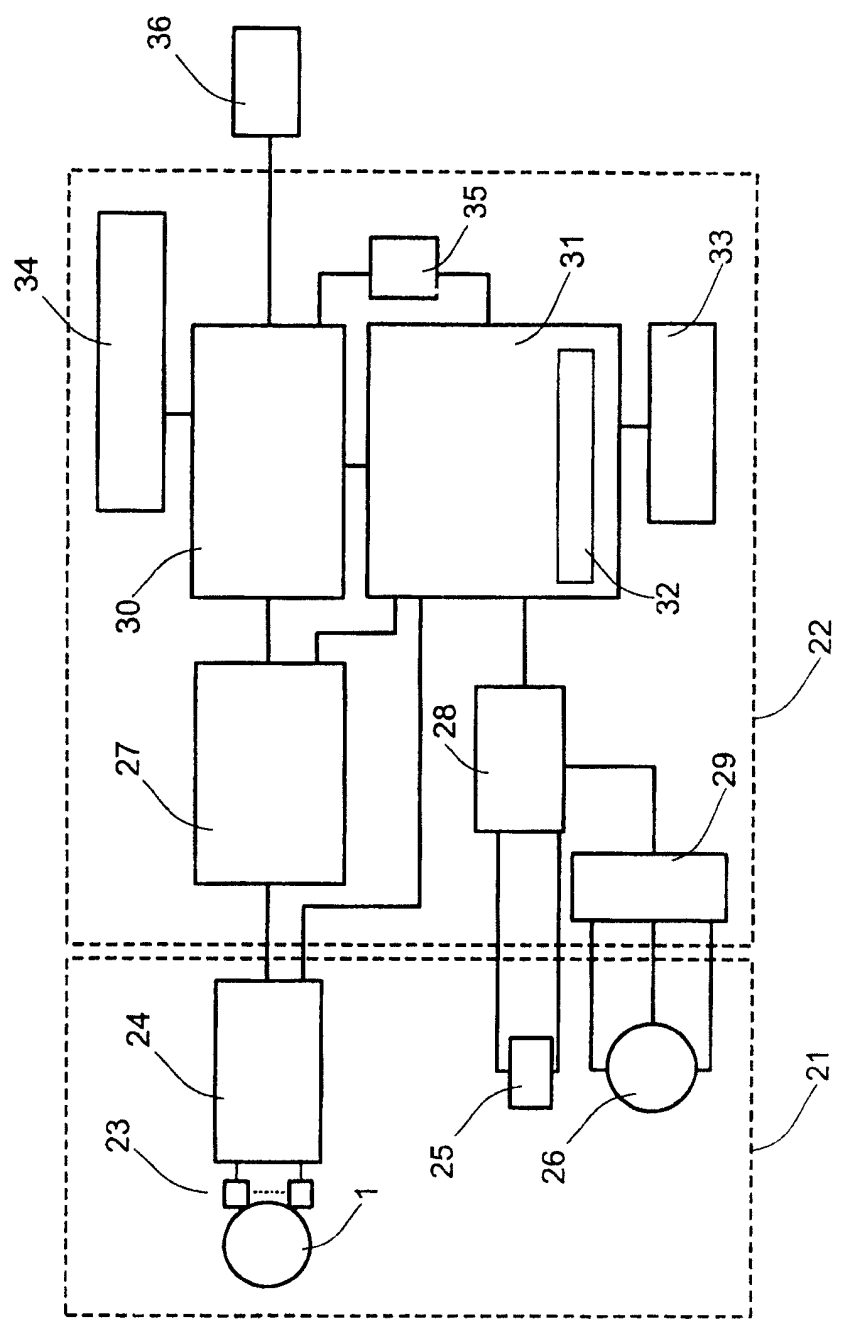


图 8