



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103544965 B

(45)授权公告日 2018.03.30

(21)申请号 201310284501.2

(22)申请日 2013.07.08

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103544965 A

(43)申请公布日 2014.01.29

(30)优先权数据

13/544,559 2012.07.09 US

(73)专利权人 希捷科技有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 R·A·巴德

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 毛力

(51)Int.Cl.

G11B 5/23(2006.01)

(56)对比文件

US 2008/0239581 A1,2008.10.02,

US 2008/0239581 A1,2008.10.02,

US 2010/0225310 A1,2010.09.09,

US 2012/0113207 A1,2012.05.10,

CN 1991985 A,2007.07.04,

US 7092195 B1,2006.08.15,

EP 2369583 A1,2011.09.28,

审查员 付小璞

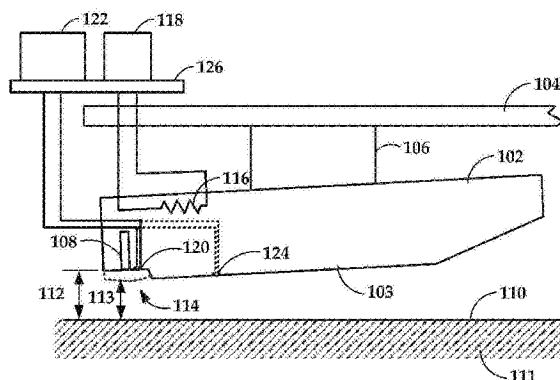
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

利用温度传感器的频域特征确定头-盘接触和/或间距

(57)摘要

本发明公开了利用温度传感器的频域特征确定头-盘接触和/或间距。将高频、经AC调制的加热器电流施加至磁头的加热器。确定位于接近磁介质的区域处的温度传感器的电阻变化。电阻变化响应于加热器电流而产生。基于电阻变化的频域特征确定磁头与磁介质之间的间距和接触中的至少一个。



1. 一种用于数据存储的方法,包括:
将高频、经AC调制的DC加热器电流施加至磁头的加热器;
确定与所述加热器分开并且位于接近磁介质的区域处的温度传感器的电阻变化,所述电阻变化响应于所述加热器电流而出现;以及
基于电阻变化的频域特征确定磁头与磁介质之间的间距,所述特征是所述电阻变化的斜率的变化。
2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述加热器被配置成调节磁头与磁介质之间的间距。
3. 如权利要求2所述的方法,其特征在于,所述高频、经AC调制的DC加热器电流包括DC偏移,其中改变所述DC偏移以调节所述间距。
4. 如权利要求2所述的方法,其特征在于,所述温度传感器被定位成远离与加热器相关联的闭点。
5. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述加热器电流在10kHz下或超过10kHz下被调制。
6. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,在加热器电流的频率下测量所述频域特征。
7. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述频域特征包括在频域中测量的电阻的局部极值和拐点中的至少一个,局部极值和拐点中的至少一个响应于磁头与磁介质之间的接触而出现。
8. 一种磁头,包括:
至少一个加热器,被配置成调节磁头与磁介质之间的间距;
温度传感器,与所述至少一个加热器分开并且位于接近所述磁介质的区域处;以及
控制器接口,耦合至所述加热器和温度传感器,并且被配置成便于:
将高频、经AC调制的DC加热器电流施加至所述加热器;
确定温度传感器响应于所述加热器电流的电阻变化;以及
基于所述电阻变化的频域特征确定磁头与磁介质之间的间距,
所述特征是所述电阻变化的斜率的变化。
9. 如权利要求8所述的磁头,其特征在于,所述加热器被配置成调节磁头与磁介质之间的间距。
10. 如权利要求9所述的磁头,其特征在于,所述高频、经AC调制的DC加热器电流包括DC偏移,其中改变DC偏移以调节所述间距。
11. 如权利要求9所述的磁头,其特征在于,进一步包括第二加热器,其中所述温度传感器被定位成远离与加热器和第二加热器中的至少一个相关联的闭点。
12. 如权利要求8所述的磁头,其特征在于,所述加热器电流在10kHz下或超过10kHz下被调制。
13. 如权利要求8所述的磁头,其特征在于,在所述加热器电流的频率下测量所述频域特征。
14. 如权利要求8所述的磁头,其特征在于,所述频域特征包括在频域中测量的电阻的局部极值和拐点中的至少一个,所述局部极值和拐点中的至少一个响应于磁头和磁介质之间的接触而出现。

15. 一种用于数据存储的装置,包括:

磁介质;

磁头,具有配置成调节磁头和磁介质之间的间距的至少一个加热器,以及与所述至少一个加热器分开并且位于接近磁介质的区域处的温度传感器;以及

控制器,耦合至磁头并且被配置成:

将高频、经AC调制的DC加热器电流施加至所述加热器;

确定温度传感器响应于加热器电流的电阻变化;

基于电阻变化的频域特征确定磁头和磁介质之间的间距,所述特征是所述电阻变化的斜率的变化。

16. 如权利要求15所述的装置,其特征在于,所述加热器被配置成调节所述磁头与磁介质之间的间距。

17. 如权利要求16所述的装置,其特征在于,所述高频、经AC调制的DC加热器电流包括DC偏移,其中改变DC偏移以调节所述间距。

18. 如权利要求15所述的装置,其特征在于,所述加热器电流在10kHz下或超过10kHz下被调制。

19. 如权利要求15所述的装置,其特征在于,在所述加热器电流的频率下测量所述频域特征。

20. 如权利要求15所述的装置,其特征在于,所述频域特征包括在频域中测量的电阻的局部极值和拐点中的至少一个,所述局部极值和拐点中的至少一个响应于磁头和磁介质之间的接触而出现。

利用温度传感器的频域特征确定头-盘接触和/或间距

发明内容

[0001] 本发明涉及利用温度传感器的频域特征确定头-盘接触。在一个实施例中,将高频、AC调制的加热器电流施加至磁头的加热器。确定位于接近磁介质的区域的温度传感器的电阻变化。电阻变化响应于加热器电流而出现。基于电阻变化的频域特征确定磁头和磁介质之间的间距和接触中的至少一个。

[0002] 根据以下详细讨论和附图,将理解各个实施例的这些和其他特征和方面。

附图说明

[0003] 下面的讨论参考以下附图,其中相同的附图标记可用于标识多个附图中的类似/相同部件。

[0004] 图1为根据示例实施例的硬盘驱动器滑块和介质布置的框图;

[0005] 图2为示出了根据示例实施例的电阻式传感器的加热器功率和响应的曲线图。

[0006] 图3为示出了根据示例实施例的滑块的示例测量的曲线图200;以及

[0007] 图4为示出了根据示例实施例的程序的流程图。

[0008] 详细描述

[0009] 本发明一般涉及用于数据存储的磁记录设备。数据存储系统可包括从磁记录介质读信息和向磁记录介质写信息的一个或多个记录头。通常需要在记录头和与其相关联的介质之间具有相对小距离或间距。该距离或间距在本文中被称为“头-介质间距”。通过减小头-介质间距,记录头能够更好地向介质写入数据和从介质读取数据。减小头-介质间距还允许测量记录介质布局,诸如用于检测记录介质表面的粗糙度和其他特征。

[0010] 现参照图1,框图显示根据示例实施例的滑块102中采用的磁传感器/写入器的侧视图。该滑块102可用作数据存储设备(例如,硬盘驱动器)的读/写头。因此,为了本公开的目的,术语“滑块”和“磁头”可互换地使用。滑块102通过悬架106耦合至臂104,悬架106允许在滑块102与臂104之间的一些相对运动。滑块102包括位于后沿处的读/写换能器108,该读/写换能器108被保持为接近磁记录介质(例如,盘111)的表面110。当滑块102位于盘111的表面110上方时,通过臂104的向下力保持滑块102和表面110之间的飞行高度112。该向下力通过在盘111旋转时存在于表面110和滑块102的空气承载面103之间的气垫来平衡。

[0011] 需要在读和写操作期间在盘转速的范围上保持预定的滑块飞行高度112,以确保一致的性能。区域114为滑块102的“闭点(close point)”,该“闭点”通常被理解为滑块102与磁记录介质111之间的最接近的接触点,并且通常限定头-介质间距113。为了解决可影响滑块飞行高度112的静态和动态变化,可配置滑块102使得可在操作期间可配置地调节滑块102的区域114,以便精细调整头-介质间距113。这在图1中通过表示区域114的几何形状的变化虚线显示。在该示例中,可通过区域114的温度的增加或降低来整体或部分地引起几何形状变化。

[0012] 响应于温度变化来改变区域114的形状和挠曲幅度的能力可源自例如区域114由与滑块102的其他部分不同的材料形成。在这种情况下,温度的变化导致由于各材料的不同

热膨胀性质引起的该区域114中的变形。选择性地向滑块102施加热量可用于精细地调节换能器108的有效头-介质间距113,例如,如在换能器108与介质表面110之间所测量的间距。

[0013] 为了提供对有效头到介质间距113的这种类型的控制,滑块102可包括(或热耦合至)一个或多个加热元件116。可通过控制电路118向这些加热元件116(例如,电阻加热器)提供可选择的电流。控制电路118经由接口126耦合至加热元件116,接口126可包括物理和电气导电路径和连接器,以及其他有源或无源电路(例如,噪声滤波器)。

[0014] 加热元件116可安装在多个位置(例如,近区114)并且以使其对滑块的空气动力特性影响最小的方式来安装。除加热元件116之外,滑块102的其他元件也可提供热量。例如,读/写换能器108的写线圈可产生足够的热量以导致区域114的可配置变形。另外,代替加热元件116或作为加热元件116的附加,非热设备(例如,压电设备)也可导致区域114的一些变形/挠曲。

[0015] 滑块102还包括位于或接近区域114的电阻式温度传感器120。该传感器120具有允许高精度地测量区域114处的温度(或温度变化)的电阻温度系数(TCR),并因此有时被称为TCR传感器。TCR传感器120耦合至与传感器120通信的传感器电路122。传感器电路122可至少包括具有用于执行本文所描述的功能的逻辑电路的控制器。电路122还可包括用于诸如信号调节、数字信号处理等功能的模拟或数字电路。电路122被示为经由接口126耦合至传感器120,接口126可包括一些与加热器控制118共同的组件(例如,连接器)。

[0016] 一个或多个其他TCR传感器(如通过传感器124所表示的)可用于滑块102中,传感器124还耦合至传感器电路122。传感器124设置在与传感器120物理分隔的位置,可与传感器120分别连接或与传感器120连接在一起(例如,串联或并联)。一个或两个传感器120、124可位于区域114中的闭点附近,或位于接近介质表面110的一些其他位置。

[0017] 传感器120的响应可用于感测与介质111的接触和/或检测在操作期间滑块102的头-介质间距113。例如,一些现有的接触检测技术包括向传感器120施加DC偏压以及当供给加热器116的功率变化时尝试检测电阻的相对变化。随着闭点区域114与介质表面110接触,摩擦通常可导致由温度的升高引起的传感器电阻增加。然而,DC电阻测量对噪声敏感,并且在估计DC电阻之前可能需要大量的样本。这可使系统的响应慢得难以接受。并且,该技术的灵敏度可严重地依赖于加热器116的驱动效率,这可使得更加难以在空气承载条件的变化上一致地设置接触阈值。例如,空气承载设计之间的接触响应的差异可仅仅来自加热器之间的效率差异。

[0018] 另一接触检测技术包括测量传感器120所感测的阻力(或电压)读数的均方根(RMS)幂。在区域114中发生由滑块到盘的接触引起的机械和热扰动,并且这些扰动可以传感器输出的RMS值的特征(例如,增加)的形式被检测。

[0019] 该公开描述了解决与现有的基于电阻的接触检测方法相关的问题的方法和装置。例如,上述电流实现接触检测技术可能对电阻元件相对于滑块上接触磁盘的点的位置敏感。由于该位置敏感性,对于具有采用不同闭点的双加热器的设计,这种技术不能可接受地执行。本文所描述的实施例采用双加热器工作,每个加热器与读/写元件和/或不同闭点相关联。例如,每个加热器可具有相关的闭点(例如,读取传感器和写入换能器),并且传感器可定位为远离相关的闭点中的一个或两个,但仍用于检测空隙/间距。实施例还可在多种斜交角度下工作并且不依赖于传感器信号的调制来声明接触。

[0020] 在这些电流实现的接触检测方法之一中,利用稳定或DC波形将功率施加到加热器116。DC波形的幅度逐渐增加以使滑块与盘接触。可通过测量由头与盘接触引入的振动或通过由改变热边界条件引起的突然的电阻变化来确定接触。

[0021] 参照图2,曲线图示出了根据示例实施例的施加的加热器功率和所得的传感器响应。如曲线图202所示,DC功率信号采用正弦波进行AC调制。曲线图显示了DC偏移功率电平 P_0 和 P_1 。在该示例中,对于不同的功率电平DC偏移 P_0 、 P_1 ,正弦波的峰峰幅度不变。可通过将等幅的高频(10kHz到70kHz) AC波形与DC波形结合来形成这些输入信号。这里通过波长204表示的频率在不同DC偏移功率电平 P_0 、 P_1 下也是恒定的。

[0022] 在曲线图206中,示出了安装在滑块上的电阻导热系数(TCR)传感器的AC分量。该输出信号与曲线图202中所示的两个加热器功率电平 P_0 、 P_1 对应,并且在与输入波形相同的频率(通过波长208表示)下提取。TCR传感器采用在与通过幅度 A_0 和 A_1 表示的加热器功率的AC分量相同的频率下的电阻变化来响应。将理解,整个传感器输出可包括DC偏移,以及其他分量(例如,噪声),并且曲线206旨在表示仅为确定滑块飞行高度而提取(例如,过滤)的感兴趣的频率208下的AC分量。

[0023] 如曲线图206所表示,响应于加热器功率的变化,电阻的大小从幅度 A_0 和 A_1 变化。虽然曲线图206显示幅度响应于增加的加热器功率而增加,但幅度还可响应于增加加热器功率而减小。这可能由于传感器具有正TCR还是负TCR和影响接近传感器的热传递的其他条件。例如,增加加热器功率增加传输至传感器的热能,但也使电阻元件更接近盘。与盘更近的接近程度改变了热传递边界条件,并且可影响用于测量曲线图206所示的信号的元件的最终电阻。因此,虽然加热器功率增加通常可导致滑块的部分的温度升高,但由于头—盘接触的热传递效应(例如,增加导电性),TCR传感器可感测到温度下降。

[0024] 可在频域中测量在AC调制功率的频率下发生的电阻变化。例如,数字信号处理(DSP)电路是广泛可用的,它可利用例如快速傅里叶变换(FFT)将信号从时域转换至频域。相反,仅DC方法由于所需电路的复杂性可能更难以在盘驱动器中实现。

[0025] 现参照图3,曲线图300示出了根据示例实施例的滑块的测量。一般而言,曲线图300包括在不同加热器功率级别(水平轴)下从滑块组件获得的大量测量结果。垂直轴表示迹线302-305的信号幅度。应当注意,迹线302-305可以以彼此不同的单位和比例表示,并且被提供来说明各种类型的测量的总体趋势。

[0026] 迹线302为头与盘之间的静摩擦的测量。该迹线302显示在大约120mW的加热器功率下接触开始,伴随着摩擦稳定地增加直到约170mW。超过170mW,摩擦稳定,表示头与盘之间的最大/全接触。迹线303为引入的滑块的振动的传统测量结果。迹线304为TCR传感器的常规的DC电阻变化。注意,该迹线304以相对恒定的斜率减小直到约140mW。迹线304响应于靠近TCR传感器的接触引起的导电率变化在140mW和160mW二者处改变斜率。

[0027] 图3中的迹线305为在调制到加热器电压/电流上的AC波形的频率的频域中测量的TCR传感器电阻变化的幅度。该迹线305在整个范围上具有比曲线304中所示的更多可变斜率变化。迹线305还显示在可被用作接触特征的接触点处的明显变化。例如,在120mW附近,迹线305具有拐点,迹线305的曲率在该拐点处改变符号。在约135mV附近的局部极小值处,斜率从负改变为正。可检测斜率的趋势和方向的这些变化(例如通过将迹线305的一阶导数看作加热器功率的函数)。在该示例中,迹线305提供接触的相当精确且可检测的表示,例

如,通过迹线302所示的物理摩擦测量表示。相对于迹线305,DC迹线304呈现相对弱和迟的接触特征。

[0028] 迹线305中可见的电阻变化的幅度呈现在接触点处的可检测的变化。虽然该迹线305的形状可应用于所示的结构,但可理解,替代曲线/趋势也可用作头-盘接触的特征。例如,电阻本身的任何拐点或局部极值(例如,最小值或最大值),或电阻的导数可指示头-盘接触。这些特征可被检测并用于设置头-万向架组件(HGA)的所需的操作间隙。例如,迹线305的值和斜率还可用于确定飞行高度间隙和/或头-介质间距。这种类型的间隙检测可能不需要电阻元件位于闭点处并因此与双加热器HGA一起很好地合作。这种类型的间隙检测不需要高水平的先进空气承载(AAB)调制。

[0029] 将理解,上述实施例可包括多种变型。例如,滑块可包括两个或多个加热器,例如,一个用于控制磁读取器的高度以及另一个用于控制磁写入器的高度。TCR传感器可用于在相同或不同时刻与一个或两个加热器一起操作。在一个变型中,可采用不同频率波形来调制加热器,从而可分析TCR传感器的两个不同频域输出。类似地,可使用分别连接或彼此并联和/或串联耦合在一起的多个TCR传感器。来自这些传感器的信号可被分别分析或如它们的耦合所允许地结合在一起分析。

[0030] 现参照图4,流程图示出了根据示例实施例的程序。程序包括将高频、AC调制的加热器电流施加至磁头的加热器(402)。加热器可被配置成调节磁头和介质之间的间距。高频、AC调制的加热器电流可包括DC偏移,改变DC偏移以调节间距。

[0031] 确定位于接近磁介质的区域处的温度传感器的电阻变化(404)。该电阻变化响应于加热器电流而出现。可任选地将该电阻数据从时域转换至频域(406)。基于电阻变化的频域特征确定磁头与磁介质之间的接触和间隙/间距中的至少一个(408)。可在加热器电流的频率下测量频域特征。频域特征可包括在频域中测量的电阻的局部极值和/或拐点。在这种情况下,局部极值和/或拐点响应于磁头与介质之间的接触而出现。

[0032] 已呈现的示例实施例的上述描述是用于说明和描述的目的。它们不旨在穷举或将本发明限制为所公开的精确形式。根据上述示教,许多修改和变化是可能的。所公开的实施例的任何或所有特征可单独或以任何组合来应用,不旨在限制,而仅是说明性的。本发明的范围不旨在受详细描述限制,而是由所附权利要求确定。

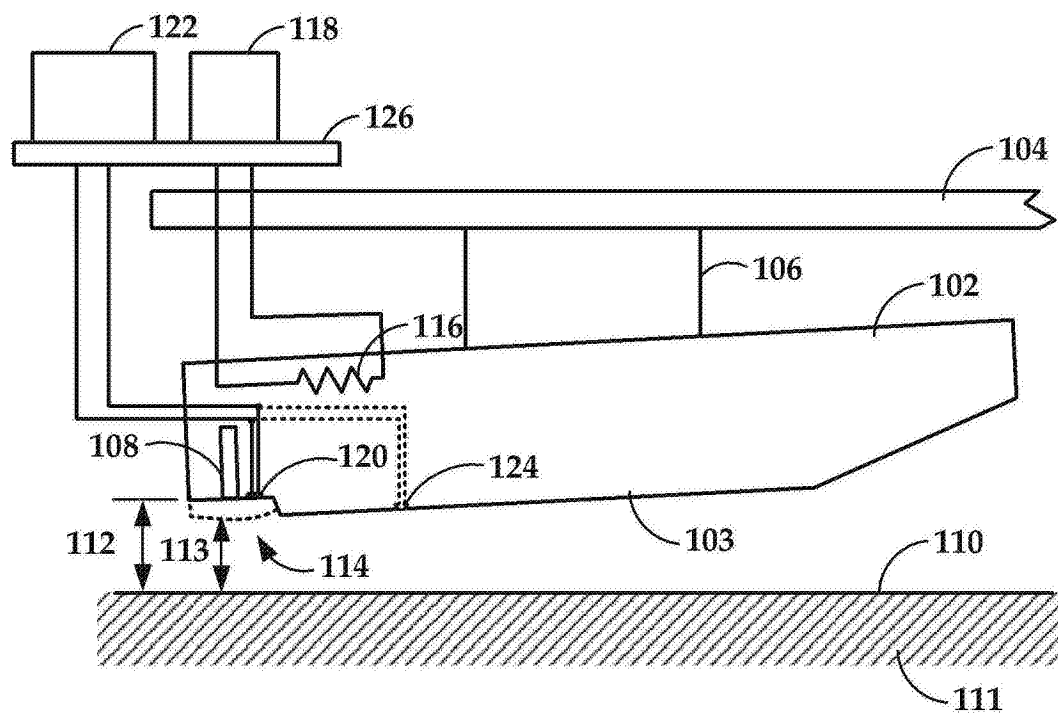


图 1

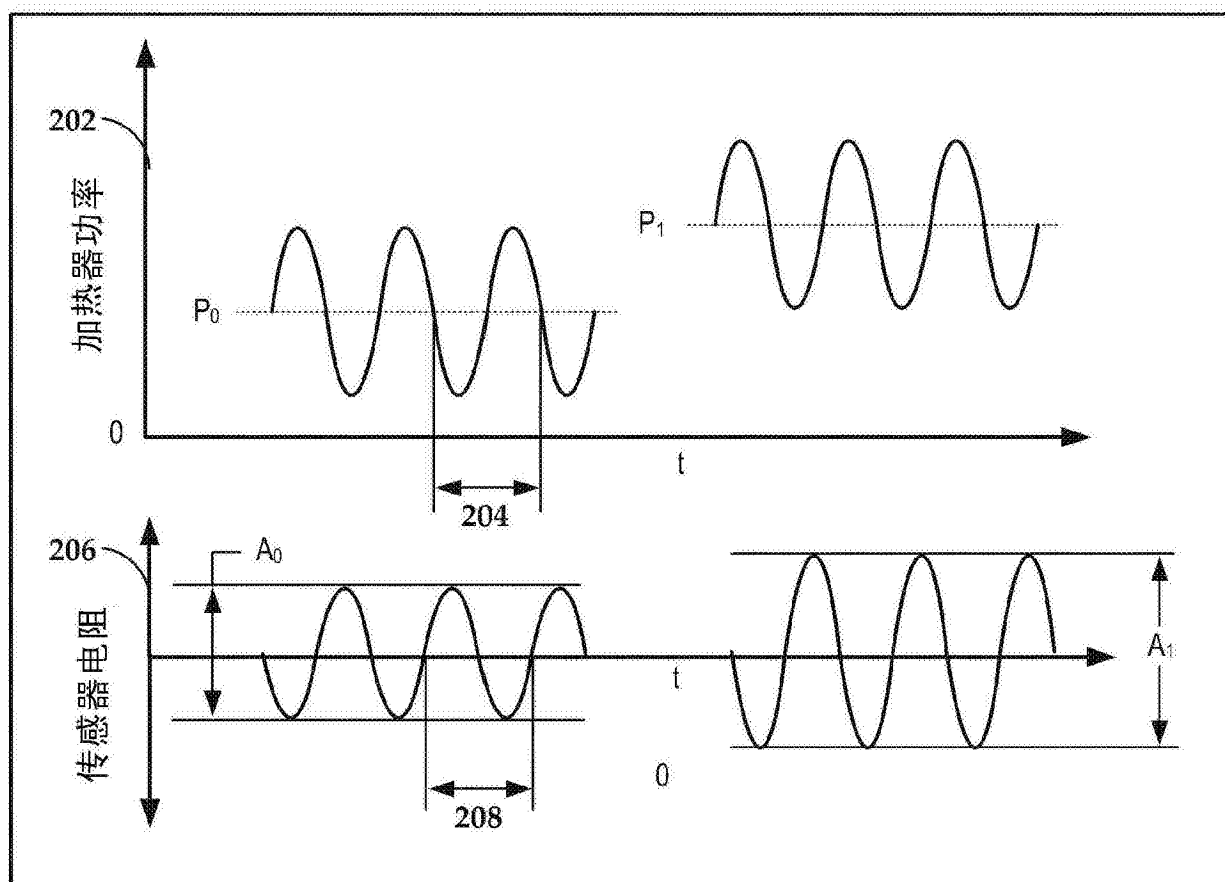


图2

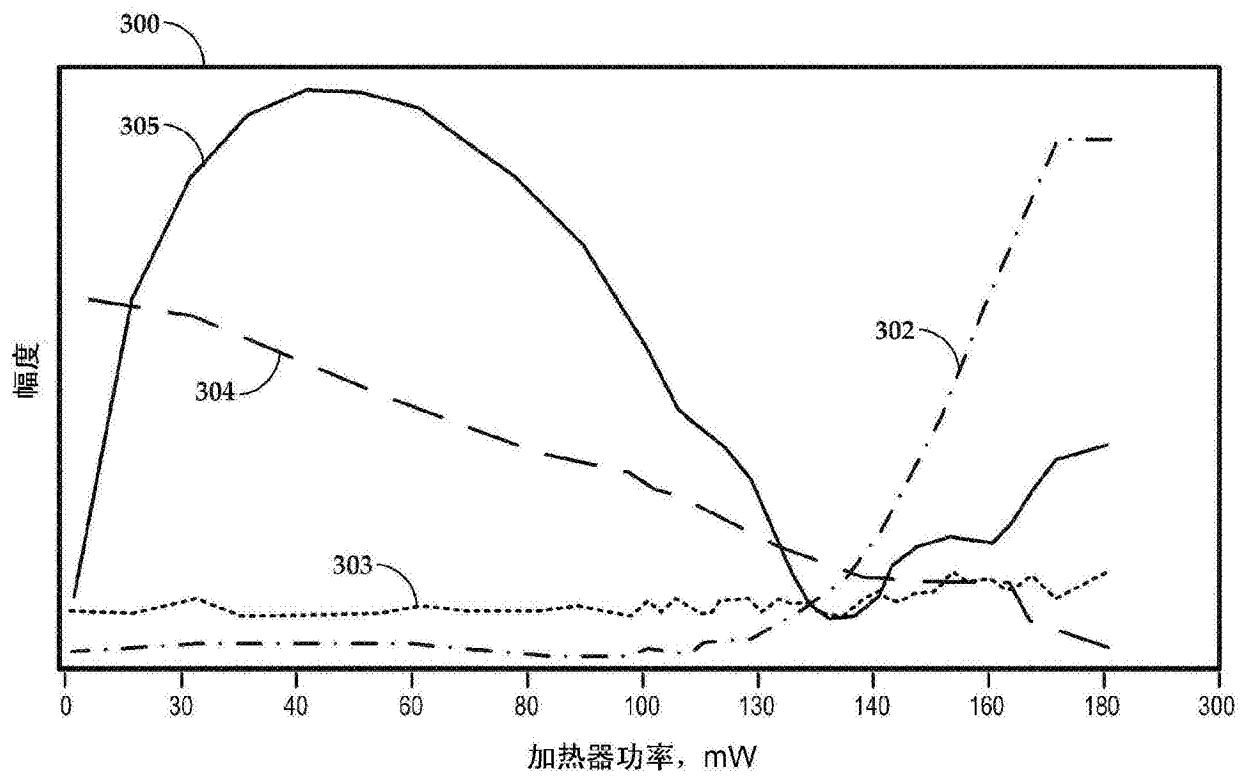


图3

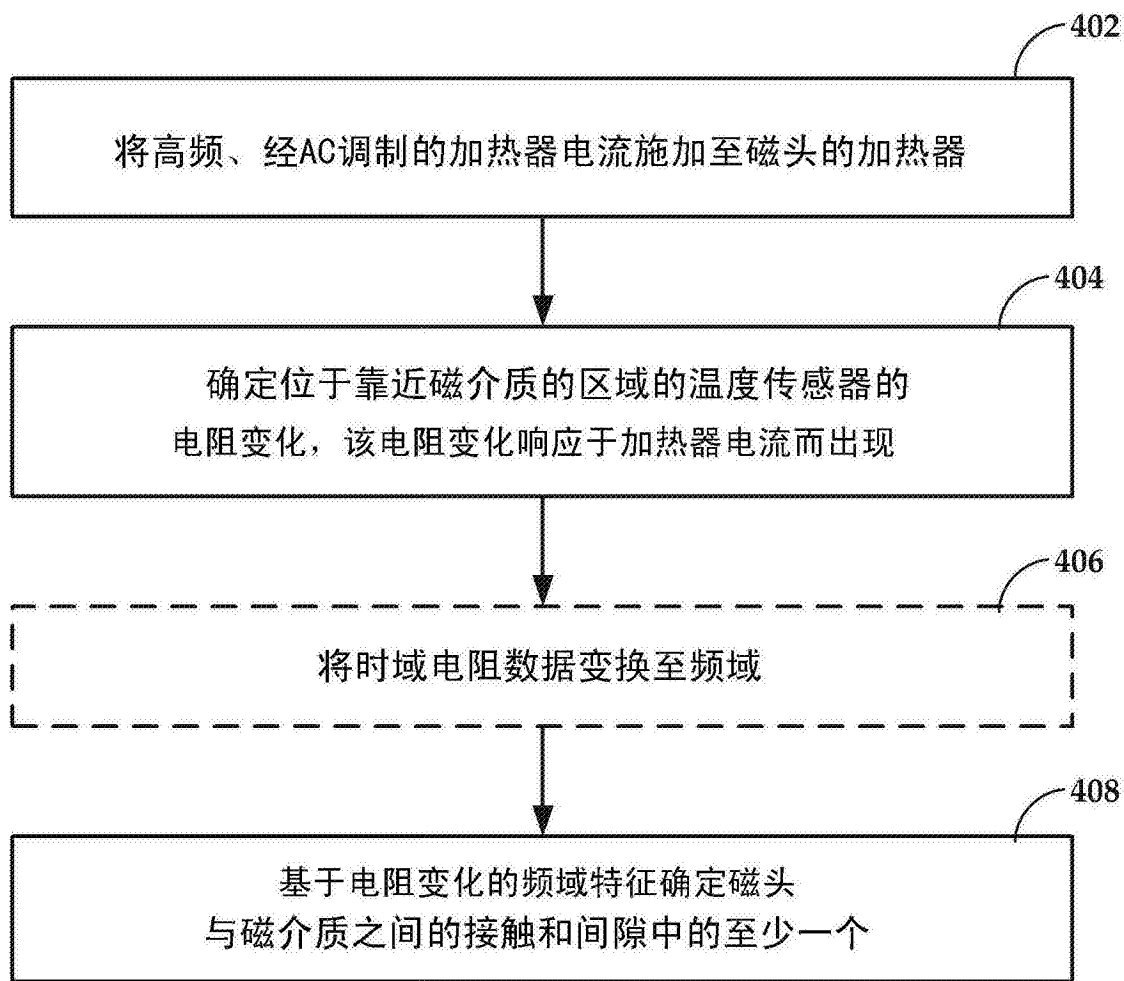


图4