



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103129143 B

(45) 授权公告日 2015. 04. 22

(21) 申请号 201210500884. 8

(22) 申请日 2012. 11. 29

(30) 优先权数据

2011-261005 2011. 11. 29 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京都大田区下丸子 3 丁目 30 番
2 号

(72) 发明人 池武志

(74) 专利代理机构 北京魏启学律师事务所

11398

代理人 魏启学

(51) Int. Cl.

B41J 2/05(2006. 01)

B41J 29/393(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2010/0156982 A1, 2010. 06. 24,

CN 101376281 A, 2009. 03. 04,

CN 101544121 A, 2009. 09. 30,

CN 1746030 A, 2006. 03. 15,

EP 0955170 A1, 1999. 11. 10,

JP 7-125216 A, 1995. 05. 16,

JP 2004-42576 A, 2004. 02. 12,

JP 2008-168626 A, 2008. 07. 24,

审查员 刘文丽

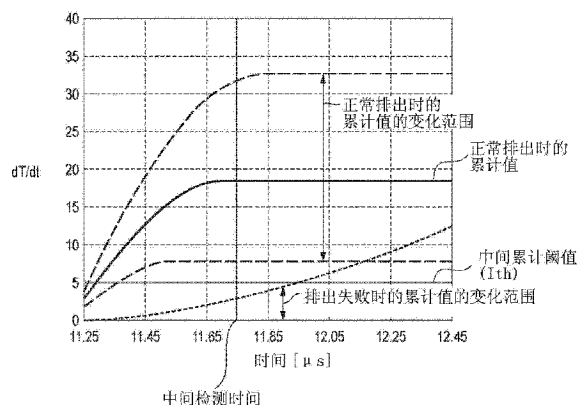
权利要求书2页 说明书11页 附图16页

(54) 发明名称

打印设备

(57) 摘要

本发明涉及一种打印设备。本发明是为了在适当时刻精确地判断各个喷嘴的排出状态而作出的。为此,使用包含有加热器和温度传感器的打印头的设备具有以下结构。在驱动打印头时监视所检测到的温度的时间变化。在该温度下降期间,在时间区间的多个点处提取温度该时间区间包括在正常排出时所检测到的温度中的时间变化的特征点出现的时刻。计算该温度的二阶导数并进行加法运算以获得总和以及中间累计值。将该总和与预定的第一阈值和预定的第二阈值进行比较以判断是否正常排出墨。在不确定是正常排出还是排出失败的情况下,将该中间累计值与第三阈值比较以进行最终判断。



1. 一种打印设备,包括:

打印头,其包括:加热器,用于生成热能以使墨排出;以及温度传感器,用于检测温度;
驱动单元,用于驱动所述加热器;

监视单元,用于在所述驱动单元驱动所述加热器的情况下,监视所述温度传感器所检测到的温度的时间变化;

提取单元,用于在所述监视单元监视得到的所述加热器的驱动周期内的温度下降过程中,提取预定时间区间的多个点处的温度,其中该预定时间区间包括在通过驱动所述加热器来正常排出墨时发生的、所述温度传感器所检测到的温度的时间变化的特征点出现的时刻;以及

运算单元,用于计算所述提取单元所提取的温度相对于时间的二阶导数,

所述打印设备的特征在于还包括:

获取单元,用于基于所述运算单元所计算出的二阶导数,来获取所述预定时间区间内的二阶导数的值与加法阈值之间的差的绝对值的第一总和、以及所述预定时间区间内的从提取开始时间直到预定的中间检测时间为止的二阶导数的值与所述加法阈值之间的差的绝对值的第二总和;以及

判断单元,用于基于用于判断正常排出的预定的第一阈值和用于判断排出失败的预定的第二阈值并根据所述获取单元所获取的第一总和来判断发生了正常排出还是排出失败,并且在既未判断为正常排出也未判断为排出失败的情况下,基于预定的第三阈值并根据所述获取单元所获取的第二总和来进一步判断发生了正常排出还是排出失败。

2. 根据权利要求1所述的打印设备,其中,所述获取单元包括选择单元,所述选择单元用于将所述运算单元所计算出的二阶导数的值与预定的第四阈值进行比较,并且将值比所述预定的第四阈值小的二阶导数的值选择为总和运算的对象。

3. 根据权利要求1所述的打印设备,其中,所述打印头是全幅型打印头。

4. 根据权利要求1所述的打印设备,其中,还包括扫描单元,所述扫描单元用于使安装有所述打印头的滑架往返扫描。

5. 一种打印设备,包括:

打印头,其包括:加热器,用于生成热能以使墨排出;以及温度传感器,用于检测温度;
驱动单元,用于驱动所述加热器;

监视单元,用于在所述驱动单元驱动所述加热器的情况下,监视所述温度传感器所检测到的温度的时间变化;

提取单元,用于在所述监视单元监视得到的所述加热器的驱动周期内的温度下降过程中,提取预定时间区间的多个点处的温度,其中该预定时间区间包括在通过驱动所述加热器来正常排出墨时发生的、所述温度传感器所检测到的温度的时间变化的特征点出现的时刻;以及

运算单元,用于计算所述提取单元所提取的温度相对于时间的二阶导数,

所述打印设备的特征在于还包括:

获取单元,用于基于所述运算单元所计算出的二阶导数,来获取所述预定时间区间内的二阶导数的值与加法阈值之间的差的绝对值的第一总和、以及所述预定时间区间内的从提取开始时间直到预定的中间检测时间为止的二阶导数的值与所述加法阈值之间的差的

绝对值的第二总和;以及

判断单元,用于基于用于判断正常排出的预定的第一阈值和用于判断排出失败的预定的第二阈值并根据所述第一总和来判断发生了正常排出还是排出失败,并且在既未判断为正常排出也未判断为排出失败的情况下,基于所述第二总和超过预定的第三阈值的时间以及第一时间阈值来进一步判断发生了正常排出还是排出失败。

6. 根据权利要求 5 所述的打印设备,其中,所述获取单元还多次获取所述第二总和,并且获取当获取到多个所述第二总和时的不同时刻,以及

所述判断单元还比较所述不同时刻之间的差与第二时间阈值以进行判断。

7. 根据权利要求 5 所述的打印设备,其中,所述打印头是全幅型打印头。

8. 根据权利要求 5 所述的打印设备,其中,还包括扫描单元,所述扫描单元用于使安装有所述打印头的滑架往返扫描。

打印设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种打印设备,尤其涉及一种使用包含有加热元件(加热器)的打印头以排出墨的打印设备。

背景技术

[0002] 一些从喷嘴排出墨滴并将这些墨滴附着至诸如纸张或塑料膜等的打印介质的喷墨打印方法使用包含有用于产生热能的加热器的打印头以排出墨。对于根据该方法的打印头,例如,可以使用与半导体制造工艺相同的工艺来形成电热转换器及其驱动电路等。因而,该打印头具有有利于喷嘴的高密度集成和实现高分辨率打印的优点。

[0003] 在该打印头中,由于因异物或高粘度墨所引起的喷嘴堵塞、混入墨供给通道或喷嘴中的气泡或者喷嘴表面上的润湿度的变化等,打印头的一部分或全部喷嘴中可能发生墨排出失败。为了避免由于这种排出失败所引起的图像质量的劣化,优选快速地执行恢复墨排出状态的恢复操作或者利用其它喷嘴的补充操作。然而,为了快速地进行这些操作,在适当时刻精确地判断墨排出状态或排出失败的发生非常重要。

[0004] 因而,传统上已提出了各种墨排出状态判断方法和补充打印方法以及使用这些方法的设备。

[0005] 作为检测打印品并获得无缺陷图像的打印方法,日本特开平 6-079956 公开了一种用于在检测用纸张上打印预定图案、使读取设备读取该预定图案并检测异常打印元件的结构。根据日本特开平 6-079956,移动异常打印元件应当使用的图像数据并将其叠加在其它打印元件要使用的图像数据上,进行补充打印 以获得无缺陷图像。

[0006] 日本特开平 3-234636 公开了一种使用与打印介质宽度相对应的全幅型打印头的结构,其中设置有用于检测墨是否已被排出的检测部件(读取头)以使排列在打印介质的宽度方向上的喷嘴的排出状态均匀。日本特开平 3-234636 还公开了用于基于检测时的喷嘴驱动条件来设置适当的控制的结构。

[0007] 作为检测墨滴排出的方法,日本特开平 3-194967 公开了用于使包括一组发光元件和光接收元件的检测部件来判断各个喷嘴的墨滴排出状态的结构,其中该发光元件和该光接收元件配置在打印头的喷嘴阵列的一端和另一端。

[0008] 日本特开昭 58-118267 公开了一种将热导体排列在受到加热器所产生的热的影响的位置处并且检测各个热导体的电阻值的变化变化的方法,即,该方法在墨排出源侧进行检测来代替直接检测墨排出状态,其中各个热导体的电阻值根据温度的变化而变化。

[0009] 作为用于在墨排出源侧类似地进行检测的结构,日本特开平 2-28935 公开了一种结构,其中加热器和温度检测元件设置在诸如 Si(硅)基板等的单一支撑基体(加热器板)上。日本特开平 2-28935 还公开了设置具有类似薄膜形状并且与加热器阵列区域重叠的温度检测元件。另外,日本特开平 2-28935 公开了一种用于基于温度检测元件的电阻值的变化来判断墨排出失败的结构,其中,温度检测元件的电阻值根据温度的变化而变化。还描述了通过膜形成工艺在加热器板上形成具有类似薄膜的形状的温度检测元件,并且利用诸如

引线接合等的方法使该温度检测元件经由端子连接至外部。

[0010] 然而,在日本特开平 6-079956 所公开的排出状态判断方法中,由于根据打印在纸张上的检查图案的读取结果来检测发生 排出失败的喷嘴,其中假定在进行判断之间打印该检查图案,因此快速地判断排出状态非常困难。另外,需要设置读取设备,因而打印设备变得笨重且昂贵。

[0011] 同样,在日本特开平 3-234636 和日本特开平 3-194967 所公开的结构中,这些设备难以小型化和低成本化。快速地检测发生排出失败的喷嘴也很困难。

[0012] 在日本特开昭 58-118267 和日本特开平 2-28935 所公开的结构中,日本特开平 6-079956、日本特开平 3-234636 和日本特开平 3-194967 存在的问题可能得到缓解。然而,这些结构仍不足以精确地判断排出状态。特别地,在日本特开平 2-28935 中,无法精确地指定发生排出失败的喷嘴。

发明内容

[0013] 因此,本发明是为了应对上述传统技术的缺点而构思出来的。

[0014] 例如,根据本发明的打印设备在抑制设备的大型化和昂贵化的同时,能够在适当时刻精确地执行各个喷嘴的排出状态的判断或发生排出失败的判断。

[0015] 根据本发明的一个方面,提供一种打印设备,其包括:打印头,其包括:加热器,用于生成热能以使墨排出;以及温度传感器,用于检测温度;驱动单元,用于驱动所述加热器;监视单元,用于在所述驱动单元驱动所述加热器的情况下,监视所述温度传感器所检测到的温度的时间变化;提取单元,用于在所述监视单元所监视的所述加热器的驱动周期内的温度下降过程中,提取预定时间区间的多个点处的温度,其中该预定时间区间包括所述温度传感器所检测到的温度的时间变化的特征点出现的时刻,该特征点的出现发生在通过驱动所述加热器来 正常排出墨时;运算单元,用于计算所述提取单元所提取的温度相对于时间的二阶导数;获取单元,用于基于所述运算单元所计算出的二阶导数,来获取所述预定时间区间内的二阶导数的值的第一总和、以及所述预定时间区间内直到预定时间为止的二阶导数的值的第二总和;以及判断单元,用于基于判断为正常排出所使用的预定的第一阈值和判断为排出失败所使用的预定的第二阈值并根据所述获取单元所获取的第一总和来判断发生了正常排出还是排出失败,并且在既未判断为正常排出也未判断为排出失败的情况下,基于预定的第三阈值并根据所述获取单元所获取的第二总和来进一步判断发生了正常排出还是排出失败。

[0016] 根据本发明的另一方面,提供一种打印设备,其包括:打印头,其包括:加热器,用于生成热能以使墨排出;以及温度传感器,用于检测温度;驱动单元,用于驱动所述加热器;监视单元,用于在所述驱动单元驱动所述加热器的情况下,监视所述温度传感器所检测到的温度的时间变化;提取单元,用于在所述监视单元所监视的所述加热器的驱动周期内的温度下降过程中,提取预定时间区间的多个点处的温度,其中该预定时间区间包括所述温度传感器所检测到的温度的时间变化的特征点出现的时刻,该特征点的出现发生在通过驱动所述加热器来正常排出墨时;运算单元,用于计算所述提取单元所提取的温度相对于时间的二阶导数;获取单元,用于基于所述运算单元所计算出的二阶导数,来获取所述预定时间区间内的二阶导数的值的第一总和、以及所述预定时间区间内直到预定时间为止的二

阶导数的值的第二总和;以及判断单元,用于基于判断为正常排出所使用的预定的第一阈值和判断为排出失败所使用的预定的第二阈值并根据所述第一总和来判断发生了正常排出还是排出失败,并且在既未判断为正常排出也未判断为排出失败的情况下,基于所述第二总和超过预定的第三阈值的时间以及第一时间阈值来进一步判断发生了正常排出还是排出失败。

[0017] 由于可以在抑制设备的大型化和昂贵化的同时、在适当时刻精确地执行各个喷嘴的排出状态的判断或发生排出失败的判断,因此本发明是特别有优势的。

[0018] 通过以下(参考附图)对典型实施例的说明,本发明的其它特征将变得明显。

附图说明

[0019] 图1是示出根据本发明典型实施例的喷墨打印设备的主要机械部分的立体图。

[0020] 图2A和2B分别是示出喷墨打印头的基板(加热器板)的一部分的示意性的平面图、以及沿着线a-a'所截取的示意性的截面图。

[0021] 图3是示出能够形成在图2A和2B所示的加热器板上的温度传感器的形状的另一示例的示意性平面图。

[0022] 图4是示出包含有图1所示的打印设备的打印系统的控制结构的框图。

[0023] 图5是示出在墨正常排出和排出失败的情况下,温度传感器所检测到的温度的时间变化的图。

[0024] 图6是示出图5所示的温度相对于时间的二阶导数的时间变化的图。

[0025] 图7是示出根据本发明的第一方法的阈值与在正常排出和发生排出失败时所检测到的温度相对于时间的二阶导数之间的关系关系的图,其中该阈值是基于发生排出失败时温度传感器所检测到的温度相对于时间的二阶导数(d^2T/dt^2)所定义的阈值。

[0026] 图8是示出根据本发明的第一方法的排出状态判断过程的流程图。

[0027] 图9是示出在特征点出现的时刻相对于提取区间提前了 $0.6\mu s$ 时温度相对于时间的二阶导数(d^2T/dt^2)的图。

[0028] 图10是示出通过从加法开始时间到加法结束时间对图9所示的、等于或小于加法阈值的温度相对于时间的二阶导数进行加法运算所获得的累计值的时间变化图。

[0029] 图11是示出将中间累计阈值 I_{th} 添加至图10所示的在特征点出现的时刻相对于提取区间提前了 $0.6\mu s$ 时温度相对于时间的二阶导数的时间变化的状态的图。

[0030] 图12是示出根据第一实施例的排出状态判断过程的流程图。

[0031] 图13是示出中间时间阈值 IT_{th} 的图。

[0032] 图14是示出根据第二实施例的排出状态判断过程的流程图。

[0033] 图15是示出第一中间累计值 $isum1$ 和第二中间累计值 $isum2$ 的图。

[0034] 图16是示出根据第三实施例的排出状态判断过程的流程图。

[0035] 图17是示出根据第二方法的加法阈值与正常排出时和发生排出失败时温度传感器105所检测到的温度相对于时间的二阶导数(d^2T/dt^2)之间的关系关系的图。

[0036] 图18是示出根据第二方法的排出状态判断过程的流程图。

具体实施方式

[0037] 现在将根据附图来详细说明本发明的典型实施例。

[0038] 在本说明书中,术语“打印”不仅包括诸如字符和图形等的重要信息的形成,而且还广泛包括打印介质上的图像、图表和图案等的形成或者针对介质的处理,而与它们是否重要以及它们是否直观以使人们可在视觉上感知无关。

[0039] 同样,术语“打印介质”不仅包括在普通打印设备中使用的纸张,还广泛包括诸如布料、塑料膜、金属板、玻璃、陶瓷、木材和皮革等能够接受墨的材料。

[0040] 此外,与上述对“打印”的定义类似,应当广泛地解释术语“墨”(以下还称为“液体”)。也就是说,“墨”包括如下液体,其中当将该液体施加到打印介质上时,该液体可以形成图像、图表和图案等,可以处理打印介质,以及可以处理墨。墨的处理例如包括使被施加至打印介质的墨中所包含的着色剂凝固或不可溶解。

[0041] 此外,除非另外说明,否则“打印元件”(还称为“喷嘴”)通常指墨孔、与该墨孔相连通的液体通道以及用于生成排出墨所使用的能量的元件。

[0042] 打印设备的说明(图 1)

[0043] 现在将解释一般地适用于以下要说明的几个实施例的喷墨打印设备(以下称为打印设备)的结构。

[0044] 图 1 是示出根据本发明典型实施例的打印设备的主要机械部分的轮廓的立体图,其中该打印设备具有安装于其上的喷墨打印头(以下称为打印头),向打印介质排出墨以进行打印。如图 1 所示,打印头 1 安装在滑架 3 上。对滑架 3 进行引导和支撑,以使其能够根据同步带 4 的转动来在由箭头 S 所指示的方向上沿着导轨 6 往返移动。打印头 1 包括面向打印介质 2 的表面的、在与滑架 3 的移动方向不同的方向上排列的喷嘴组。在安装打印头 1 的滑架 3 在箭头 S 的方向上进行往返扫描的过程中,打印头 1 的喷嘴组根据打印数据来排出墨,由此在打印介质 2 上进行打印。

[0045] 由于需要排出多种颜色的墨,可以设置多个打印头 1。例如,可以使用青色(C)、品红色(M)、黄色(Y)和黑色(Bk)的墨来进行打印。打印头 1 可以一体地包括储存墨的可分离或不可分离的墨盒。可选地,该打印头可以经由管等接收从设置在该设备的固定部位的墨盒所供给的墨。滑架 3 设置有电气连接部,其用于将驱动信号等经由软电缆 8 和连接器传输至打印头 1。

[0046] 尽管图 1 中没有示出,但在打印头的移动范围内并且打印介质 2 的打印范围外设置有用于将打印头喷嘴的墨排出操作保持为或恢复为良好状态的恢复单元。可以采用具有已知结构的恢复单元。例如,该恢复单元可以包括:盖,用于覆盖打印头的喷嘴形成面;以及泵,用于通过在覆盖状态下施加负压来促使喷嘴将墨排出到该盖内。该恢复单元可以使这些喷嘴进行不构成图像打印的、将墨排出到例如盖内的预备排出。

[0047] 打印头的结构(图 2A、2B 和 3)

[0048] 图 2A 和 2B 分别是示出打印头的基板(加热器板)的一部分的示意性的平面图、以及沿着线 a-a' 所截取的示意性的截面图,其中该基板包括温度检测元件。

[0049] 利用驱动脉冲信号来供给电力以使设置成一行的多个喷嘴 103 各自排出墨。因此,对电热转换器(以下称为加热器)进行加热以例如使得在墨中发生膜状沸腾,由此各个喷嘴排出墨滴。

[0050] 参考图 2A 的平面图,端子 106 利用引线接合连接至外部并且用来供给电力。通过

与加热器 104 的薄膜形成工艺相同的薄膜形成工艺来在加热器板上形成温度检测元件（以下称为温度传感器）105。附图标记 107 表示公共墨腔。

[0051] 如图 2B 的截面图所示，由 SiO_2 热氧化膜构成的蓄热层 109 位于被包括在加热器板中的 Si 基板 108 上，在蓄热层 109 上设置有由电阻值根据温度而变化的薄膜电阻器构成的温度传感器 105。温度传感器 105 由 Al、Pt、Ti、Ta、Cr、W、Al 或 Cu 等组成。在 Si 基板 108 上还形成由 Al 等组成的互连线 110，其中互连线 110 包括用于加热器 104 的单一互连线、以及将加热器 104 连接至控制电路并用于选择性地对这些加热器 104 供给电力的互连线。另外，加热器 104、由 SiN 等组成的钝化膜 112 以及抗气蚀膜 113 通过与半导体制造工艺相同的工艺高密度地堆叠并且设置在层间绝缘膜 111 上。注意，可以对抗气蚀膜 113 使用 Ta 等，以提高加热器 104 的抗气蚀性。

[0052] 作为薄膜电阻器所形成的温度传感器 105 各自设置在加热器 104 的正下方（与加热器 104 相邻），其中，温度传感器 105 与加热器一一对应且数量相同。可以将加热器 104 形成连接至温度传感器 105 的单一互连线 110 的一部分。这样使得可以在无需大幅改变传统结构的情况下制造加热器板，从而得到大的产品优势。

[0053] 可以适当地定义温度传感器 105 的平面形状。该温度传感器可以具有如图 2A 所示的与加热器 104 的大小相同的大小的矩形形状、或者如图 3 所示的蛇形形状。这样使得可以提高温度传感器 105 的电阻，即使从小的温度变化中也可以获得大的检测值。

[0054] 控制结构（图 4）

[0055] 图 4 是示出包含有图 1 所示的打印设备的打印系统的控制结构的框图。

[0056] 参考图 4，接口 1700 接收从外部设备 1000 发送来的命令或者包括图像数据的打印信号，其中，外部设备 1000 的形式为主机或者其它按需设置的装置。另外，可以根据需要将打印设备的状态信息从接口 1700 发送至外部设备 1000。MPU 1701 根据必要数据以及存储在 ROM 1702 中的与随后将要说明的处理过程相对应的控制程序来控制打印设备的各个单元。

[0057] DRAM 1703 存储各种数据（打印信号以及要供给至打印头的打印数据等）。门阵列（G. A.）1704 对将打印数据供给至打印头 1 的打印数据供给进行控制并且还对接口 1700、MPU 1701 和 DRAM 1703 之间的数据传输进行控制。使用诸如 EERPOM 等的非易失性存储器 1726，由此即使在打印设备的电源断开状态下也能保存必要的信息。

[0058] 如图 1 所示，滑架马达 1708 用于使滑架 3 在箭头的方向上往返移动。输送马达 1709 用于输送打印介质 2。打印头驱动器 1705 驱动打印头 1。马达驱动器 1706 和 1707 分别驱动输送马达 1709 和滑架马达 1708。恢复单元 1710 可以是上述的包括有盖和泵等的恢复单元。操作面板 1725 包括设置输入单元和显示单元等；其中，设置输入单元允许操作员作出打印设备中的各种设置，显示单元向操作员显示消息。光学传感器 1800 例如检测打印介质的输送位置。

[0059] 排出状态判断的原理

[0060] 应用了本发明的打印头大体包括：加热元件（加热器），用于生成热能以使墨排出；以及温度检测元件（温度传感器），用于检测根据加热器的驱动的温度变化。在以下要说明的第一方法中，首先，在加热器驱动的驱动周期内的温度变化中，在由温度传感器所检测到的温度的下降过程中，将在墨正常排出的情况下生成的提取区间内的多个点处的温度

信息提取出,并作为提取数据。接着,对加法阈值与温度变化曲线在该提取数据的多个点处的二阶导数之间的差值的绝对值的总和进行计算。基于所计算出的总和以及预定的总和阈值来判断墨排出状态。

[0061] 作为第二方法,将多个点处的各个二阶导数与加法阈值进行比较。在比较结果判断为二阶导数小于加法阈值的点处,对 加法阈值和二阶导数之间的差的绝对值的总和进行计算。基于该总和以及总和阈值来判断墨排出状态。

[0062] 以下将对原理进行详细说明。

[0063] 图 5 是示出了在进行正常墨排出的正常排出以及发生了墨排出失败的排出失败的情况下,温度传感器所检测到的温度随时间变化的图。

[0064] 首先将说明正常排出时的温度变化(由实线来表示)。

[0065] 根据图 5,当向加热器 104 施加脉冲电压时,加热器 104 的温度急剧上升。由此,墨和抗气蚀膜之间的界面的温度也上升。当墨和抗气蚀膜之间的界面的温度已达到墨的冒泡(沸腾)温度时,气泡形成并且生长。此时,由于产生气泡,导致抗气蚀膜 113 中的位于加热器 104 正上方的部分没有与墨相接触。这些气泡的热传导率比墨的热传导率低了一个数量级。由于这个原因,当加热器 104 的正上方存在气泡时,热量很少被传递至墨侧。

[0066] 当停止施加电压脉冲时,温度传感器 105 的温度从最高温度开始下降。气泡随着热量流失而逐渐收缩。当气泡内的压力和大气压力之间产生压力差时,墨从排出口侧流向气泡/加热器板侧。结果,在气泡完全消失之前,气泡中心上侧的墨与抗气蚀膜 113 相接触。在热传导率高的墨与抗气蚀膜 113 相接触的情况下,热量从加热器板传递至墨,加热器板侧的温度传感器 105 急剧冷却。因而,在温度传感器 105 所检测到的温度的下降过程中冷却温度发生突变。

[0067] 接着将说明排出失败时的温度变化(由虚线来表示)。

[0068] 在喷嘴被灰尘堵塞、或者喷嘴附近的墨变稠的情况下,可能无法排出墨。即使在这种情况下,如图 5 所示,温度也如正常排出时那样随着施加至加热器 104 的电压脉冲的施加而上升。当墨和抗气蚀膜之间的界面的温度已达到墨的冒泡温度时,气泡 形成并且生长。然而,由于喷嘴或墨孔被堵塞,排出方向上高的流动阻力导致气泡向着墨供给方向的上游侧生长。这些气泡随着时间的经过而消失。然而,由于没有发生因排放所引起的墨流动,因此不会发生仅气泡中心上侧的墨与抗气蚀膜 113 相接触的现象。因而,墨和抗气蚀膜之间的界面逐渐收缩,并且在温度传感器 105 所检测到的温度的下降过程中冷却温度没有发生突变。因此,可以基于冷却温度的突变的有无来判断是否正常排出。注意,在图 5 的温度下降过程中,正常排出时的温度曲线和排出失败时的温度曲线之间具有分支点。以下将这种分支点称为特征点。

[0069] 图 6 是示出图 5 所示的温度的二阶微分的时间变化的图。

[0070] 当墨正常排出时,由于在温度下降过程中冷却温度的突变,存在着出现了负峰(最小值)14 和正峰(最大值)15 的特点。特征点在负峰和正峰附近出现。另一方面,当排出失败时,这些峰没有出现。由于该原因,基于通过计算温度变化相对于时间的二阶微分所获得的结果,例如根据是否存在负峰 14,可以检测冷却温度是否发生突变,即,是否进行了正常排出。

[0071] 以下将说明墨排出状态的判断的几个实施例。

[0072] 第一实施例

[0073] 图 7 是示出根据第一方法的加法阈值和二阶导数 (d^2T/dt^2) 之间的关系的图, 其中该二阶导数 (d^2T/dt^2) 是正常排出时和发生排出失败时由温度传感器 105 所检测到的温度相对于时间的二阶导数。在图 7 中, T 是温度, t 是时间。

[0074] 相对于排出失败时的二阶导数, 正常排出时的二阶导数中出现的负峰具有较小的值、出现的正峰具有较大的值。因而, 如果不使用加法阈值的情况下对二阶导数进行加法运算, 则负峰和正峰彼此抵消, 如此进行加法运算后的和相对于排出失败时进行加法运算后的和之间的差不够大。另外, 温度传感器 105 所检测到的温度的波形存在由于打印头或喷嘴的不同所引起的变化。在该方法中, 考虑排出失败时的二阶导数及其变化来设置加法阈值, 获得等于或小于该阈值的二阶导数的总和。

[0075] 排出状态判断过程 (1)

[0076] 图 8 是示出根据第一方法的排出状态判断过程的流程图。

[0077] 在步骤 S1 中, 获取当墨正常排出时通过温度监视所得到的温度下降过程中所生成的温度数据提取区间内的 $k+1$ 个点处的温度波形数据 T_0 、 T_1 、 T_2 、...、 T_k 。注意, 可以考虑要获得的排出状态的判断精度等来适当地确定 k 的值。

[0078] 在步骤 S2 中, 计算出步骤 S1 中所得到的温度波形数据的二阶微分以获取二阶微分波形数据 D_0 、 D_1 、 D_2 、...、 D_{k-2} 。

[0079] 在步骤 S2-2 中, 将以下处理中要使用的参数 i 以及计算总和时要使用的值 sum 重置为 0 (零)。

[0080] 在步骤 S3 中, 将步骤 S2 中所获得的二阶导数中的点处的数据 D_i 与加法阈值 A_{th} 进行比较。如果 $D_i < A_{th}$, 该处理进入步骤 S4。如果 $D_i \geq A_{th}$, 该处理进入步骤 S5。由此仅选择值小于加法阈值 A_{th} 的二阶导数作为加法运算的对象。

[0081] 在步骤 S4 中, 将加法阈值 A_{th} 和步骤 S2 中所得到的二阶导数中的点处的数据 D_i 之间的差的绝对值 $|D_i - A_{th}|$ 与 sum 进行加法运算。

[0082] 在步骤 S5 中, 基于参数 i 来判断步骤 S3 中的针对二阶导数中的所有点处的数据的比较是否已经结束。在肯定判断 (“是”) 的情况下, 该处理进入步骤 S6。在否定判断 (“否”) 的情况下, 在步骤 S5-2 中使参数 i 加 1, 该处理返回至步骤 S3。

[0083] 在步骤 S6 中, 将值 sum 与总和 S_{th} 进行比较。如果 $sum > S_{th}$, 判断为墨正常排出 (步骤 S6-2)。如果 $sum \leq S_{th}$, 判断为发生了排出失败 (步骤 S6-3)。

[0084] 可以在适当时刻对所有喷嘴进行上述的排出失败判断处理。例如, 可以在打印操作期间或者在预备排出时执行该处理。在任何时候, 由于与各个喷嘴的墨排出操作相关联地执行排出状态判断, 因此可以在适当时刻执行该处理, 并且可以正确地指示发生排出失败的喷嘴。另外, 可以响应于排出失败的检测来快速地执行恢复处理, 或者可以快速地执行利用其它喷嘴的补充打印操作。此外, 可以迅速地执行最佳驱动脉冲的确定、保护打印头免于温度上升的处理以及针对用户的警告等。

[0085] 在特征点出现的时刻没有改变的情况下, 排出失败时的总和接近 0 (零), 尽管该总和可能由于噪声的影响而具有某个值。另一方面, 在正常排出时, 正峰的影响被消除, 并且将负峰计算作为总和。因而, 在进行正常排出时, 总和的值大于排出失败时的总和的值。因此, 可以精确地将完成正常排出的情况与发生了排出失败的情况区分开。

[0086] 然而,正常温度波形的特征点出现的时刻由于喷嘴形状的变化等而改变。可能会相对于设置在打印设备主体中的温度波形提取时间(区间)发生偏移。结果,正常排出状态下的总和变小,并且排出失败状态下的总和变大。此时,存在超过总和阈值的总和。结果,在正常判断和排出失败判断中都可能发生误判断。

[0087] 图9是示出当特征点出现的时刻相对于提取区间提前了 $0.6\mu s$ 时温度相对于时间的二阶导数的图。根据图9,在墨正常排出的情况下,二阶导数的值在提取开始时间处位于加法阈值的下侧,并且总和大。另一方面,在排出失败的情况下,二阶导数的值在提取结束时间处位于加法阈值的下侧,并且总和大。

[0088] 图10是示出了通过从加法开始时间到加法结束时间对图9所示的、等于或小于加法阈值的温度相对于时间的二阶导数进行加法运算所获得的累计值的时间变化图。如图10所示,当墨正常排出时,在二阶导数远离加法阈值的提取开始时间附近,累计值(dT/dt)大幅改变。当排出失败时,在二阶导数与加法阈值相距不太远的提取结束时间附近,累计值(dT/dt)大幅改变。注意,图10中的累计值(dT/dt)与根据图8所描述的sum相对应。

[0089] 另外,如图10所示,由于在提取结束时间处正常排出的可能变化范围与排出失败的可能变化范围重叠,因此由于该变化的影响而可能无法正确地判断正常排出和排出失败。然而,在中间时间的部分中,正常排出时的变化和排出失败时的变化没有重叠。由于该原因,在中间时间处对累计值进行比较使得能够正确地判断正常排出和排出失败。

[0090] 因而,在本实施例中,将中间累计值与中间累计阈值进行比较,由此判断特征点出现的时刻的变化或者排出状态,其中,该中间累计值是从提取开始时间一直到提取时间的中间点处的中间检测时间的累计值,该中间累计阈值是该累计值的预定阈值。

[0091] 图11是示出了将中间累计阈值 I_{th} 添加至图10所示的在特征点出现的时刻相对于提取区间提前了 $0.6\mu s$ 时温度相对于时间的二阶导数的时间变化的状态的图。在预定时间的中间检测时间处,如果累计值(dT/dt)大于预定的中间累计阈值,排出状态被判断为正常排出。如果累计值小于预定的中间累计阈值,排出状态被判断为排出失败。

[0092] 排出状态判断过程

[0093] 图12是示出根据第一实施例的排出状态判断过程的流程图。

[0094] 在步骤S1中,获取预定区间(提取区间)内的 $k+1$ 个点处的温度波形数据 T_0 、 T_1 、 T_2 、...、 T_k ,其中,该预定区间包括了在温度的下降过程中墨正常排出时的特征点出现的时刻。注意,可以通过考虑要获得的排出状态的判断精度等来适当地定义 k 的值。

[0095] 在步骤S2中,计算步骤S1中所获得的温度数据的二阶微分以获取二阶导数数据 D_0 、 D_1 、 D_2 、...、 D_{k-2} 。

[0096] 在步骤S2-2中,将以下处理中要使用的参数 i 以及计算总和时要使用的值sum重置为0。

[0097] 在步骤S3中,将步骤S2中所获得的二阶导数中的点处的数据 D_i 与加法阈值(第四阈值: A_{th})进行比较。如果 $D_i < A_{th}$,该处理进入步骤S4。如果 $D_i \geq A_{th}$,该处理进入步骤S5。由此仅选择值小于加法阈值 A_{th} 的二阶导数作为加法运算的对象。

[0098] 在步骤S4中,对加法阈值 A_{th} 和步骤S2中所获得的二阶导数中的点处的数据 D_i 之间的差的绝对值 $|D_i - A_{th}|$ 与sum进行加法运算。

[0099] 在步骤S5中,基于参数 i 来判断步骤S3中的针对二阶导数中的所有点的比较是

否已经结束。在肯定判断（“是”）的情况下，该处理进入步骤 S6。在否定判断（“否”）的情况下，该处理进入步骤 S5-2。

[0100] 在步骤 S5-2 中，基于参数 i 来判断增加次数是否已达到预定的中间检测时间 IDT。在肯定判断（“是”）的情况下，该处理进入步骤 S5-3 以将中间累计值 $isum$ 设置为 sum 。在否定判断（“否”）的情况下，该处理直接进入步骤 S5-4。

[0101] 在步骤 S5-4 中，参数 i 加 1，该处理返回至步骤 S3。

[0102] 在步骤 S6 中，将 sum 与预定的正常总和阈值（第一阈值： Nth ）进行比较。如果 $sum > Nth$ ，排出状态被判断为正常排出（步骤 S6-2）。如果 $sum \leq Nth$ ，该处理进入步骤 S6-3。

[0103] 在步骤 S6-3 中，将 sum 与预定的排出失败总和阈值（第二阈值： Fth ）进行比较。如果 $sum < Fth$ ，判断为发生排出了失败（步骤 S6-4）。如果 $sum \geq Fth$ ，该处理进入步骤 S6-5。也就是说，在即使使用正常总和阈值和排出失败总和阈值这两者也难以将排出状态判断为正常排出或排出失败的情况下，执行使用中间累计值的处理。

[0104] 也就是说，在步骤 S6-5 中，将中间累计值 $isum$ 与预定的中间累计阈值（第三阈值： Ith ）进行比较。如果 $isum > Ith$ ，排出状态被判断为正常排出（步骤 S6-6）。如果 $isum \leq Ith$ ，判断为发生了排出失败（步骤 S6-7）。

[0105] 注意，可以使用多个中间检测时间 IDT、多个中间累计值 $isum$ 和多个中间累计阈值 Ith 。

[0106] 因而，根据上述实施例，即使在正常温度波形的特征点出现的时刻由于喷嘴形状的变化等而改变的情况下，也能够使用中间累计值来进行精确地判断。

[0107] 第二实施例

[0108] 图 13 是示出中间时间阈值 $ITth$ 的图。在本实施例中，在提取中间时间 IT 小于预定的中间时间阈值的情况下，排出状态被判断为正常排出，其中在该提取中间时间 IT ，累计值超过预定的中间累计阈值。如果提取中间时间 IT 大于预定的中间时间阈值，排出状态被判断为排出失败。

[0109] 图 14 是示出根据第二实施例的排出状态判断过程的流程图。

[0110] 通过将图 14 与图 12 进行比较可以看出，本实施例的判断过程与图 12 所示的判断过程的不同之处在于如何设置累计值的阈值。也就是说，在根据第一实施例的图 12 中，在步骤 S5-2 中使用中间检测时间 IDT 处的中间累计值 $isum$ 作为判断标准。然而，在根据本实施例的图 14 中，在步骤 S5-2 中，相对于累计值等于或大于中间累计值 $isum$ 的最早时间（中间时间： IT ）来进行比较。因而，图 14 所示的判断过程与图 12 所示的判断过程在存在以下几点不同。

[0111] 即，在步骤 S2-2' 中，将标志 fst 设置为“1”，其中该标志 fst 代表参数是否是表示累计值超过中间累计值的第一个参数 i 。

[0112] 在步骤 S5-2 中，判断该标志是否代表表示累计值超过中间累计值的第一个参数 i 。在肯定判断（“是”）的情况下，在步骤 S5-3 中，将 fst 重置为 0，并且将中间时间 IT 设置为参数 i 。

[0113] 在步骤 S6-5 中，将中间时间 IT 与预定的中间时间阈值 $ITth$ 进行比较。除非 $IT > ITth$ ，否则排出状态被判断为正常排出（步骤 S6-6）。如果 $IT > ITth$ ，判断为发生了排出失败（步骤 S6-7）。

[0114] 注意,可以使用多个中间累计值 i_{sum} 、多个中间时间 IT 和多个中间时间阈值 IT_{th} 来进行该判断。

[0115] 第三实施例

[0116] 图 15 是示出第一中间累计值 i_{sum1} 和第二中间累计值 i_{sum2} 的图。在本实施例中,准备两个预定的中间累计值,并将累计值超过这两个中间累计值的时刻之间的差定义为放大时间 AT 。将该放大时间与预定的放大时间阈值 AT_{th} 进行比较。除非 $AT < AT_{th}$,否则判断为发生了排出失败。如果 $AT < AT_{th}$,排出状态被判断为正常排出。在图 15 所示的示例中,在排出失败的情况下,累计值 (dT/dt) 在时刻 $t=F1$ 处超过第一中间累计值 i_{sum1} ,在时刻 $t=F2$ 处超过第二中间累计值 i_{sum2} 。因而,在这种情况下,放大时间 $AT=F2-F1$ 。在正常排出的情况下,当累计值 (dT/dt) 小于正常累计值时,该累计值在时刻 $t=S1$ 处超过第一中间累计值 i_{sum1} ,在时刻 $t=S2$ 处超过第二中间累计值 i_{sum2} 。因而,在这种情况下,放大时间 $AT=S2-S1$ 。

[0117] 图 16 是示出根据第三实施例的排出状态判断过程的流程图。

[0118] 通过将图 16 与图 14 进行比较可以看出,本实施例的判断过程与图 14 所示的判断过程的不同之处在于放大时间阈值 AT_{th} 。即,在根据第二实施例的图 14 中,在步骤 S6-5 中,基于中间时间 IT 是否大于中间时间阈值 IT_{th} 来判断排出状态。然而,在根据第三实施例的图 16 中,在步骤 S6-5 中,基于放大时间的长度来判断排出状态。因而,图 16 所示的判断过程与图 14 所示的判断过程存在以下几点不同。

[0119] 在步骤 2-2" 中,将标志 Ist 设置为“1”,其中该标志 Ist 代表参数是否是表示累计值超过第二中间累计值的第一个参数 i 。在步骤 S5-2 中,判断标志 fst 是否代表表示 sum 等于或大于预定的第一中间累计值 i_{sum1} 的第一个参数 i 。在肯定判断(“是”)的情况下,设置 $fst = 0$,并且将第一中间时间 $IT1$ 设置为参数 i (步骤 S5-3)。在否定判断(“否”)的情况下,该处理进入步骤 S5-5。

[0120] 在步骤 S5-5 中,判断标志 Ist 是否代表表示 sum 等于或大于预定的第二中间累计值 i_{sum2} 的第一个参数 i 。在肯定判断(“是”)的情况下,设置 $Ist = 0$,并且将第二中间时间 $IT2$ 设置为参数 i (步骤 S5-6)。在否定判断(“否”)的情况下,该处理进入步骤 S5-4。

[0121] 在步骤 S5 和步骤 S6 之间增加步骤 S5-1。在步骤 S5-1 中,获得第二中间时间 $IT2$ 和第一中间时间 $IT1$ 之间的差,并且将该差定义为放大时间 AT 。

[0122] 在步骤 S6-5 中,将放大时间 AT 与放大时间阈值 AT_{th} 进行比较。如果 $AT < AT_{th}$,排出状态被判断为正常排出(步骤 S6-6)。如果 $AT \geq AT_{th}$,判断为发生了排出失败(步骤 S6-7)。

[0123] 注意,用于判断正常排出还是排出失败的计算不限于使用放大时间的计算。例如,表示正常排出和排出失败之间的累计值的时间变化的差的计算就能满足要求。

[0124] 在上述实施例中,可以设置多个总和阈值。当对正常排出和排出失败各自进行判断时,可以对这些多个阈值分配使用优先级顺序。

[0125] 第四实施例

[0126] 在第一实施例至第三实施例中,使用第二方法。然而,在第四实施例中,将说明使用第一方法的示例。

[0127] 图 17 是示出根据第二方法的加法阈值与正常排出时和发生排出失败时温度传感

器 105 所检测到的温度相对于时间的二阶导数 (d^2T/dt^2) 之间的关系的图。

[0128] 图 18 是示出根据第二方法的排出状态判断过程的流程图。图 18 与示出根据第一方法的过程的图 8 的流程图的不同之处在于：将二阶导数与加法阈值进行比较的步骤 S3 被排除。因而，第二方法与第一方法相比在减小排出状态判断处理的计算负荷方面更具有优势。其余步骤与图 8 相同。利用与图 8 相同的步骤编号来表示这些步骤，并且将省略针对这些步骤的说明。

[0129] 因而，根据上述实施例，可以获得与第一实施例至第三实施例相同的效果。

[0130] 以上已经说明了将本发明应用于用于进行串行打印的打印设备的示例。然而，当然，本发明还可适用于使用全幅型打印头的打印设备。在这种打印设备中，打印操作非常快，但是在一系列打印操作期间，无法通过将打印头配置在恢复单元上来进行恢复处理。因而，对于在排出到盖中的预备排出期间或在打印操作期间快速地指示发生了排出失败的喷嘴、并且迅速地进行恢复处理或使用其它全幅型打印头的补充打印的情况，本发明是有效的。

[0131] 尽管已经参考典型实施例说明了本发明，但是应该理解，本发明不限于所公开的典型实施例。所附权利要求书的范围符合最宽的解释，以包含所有这类修改、等同结构和功能。

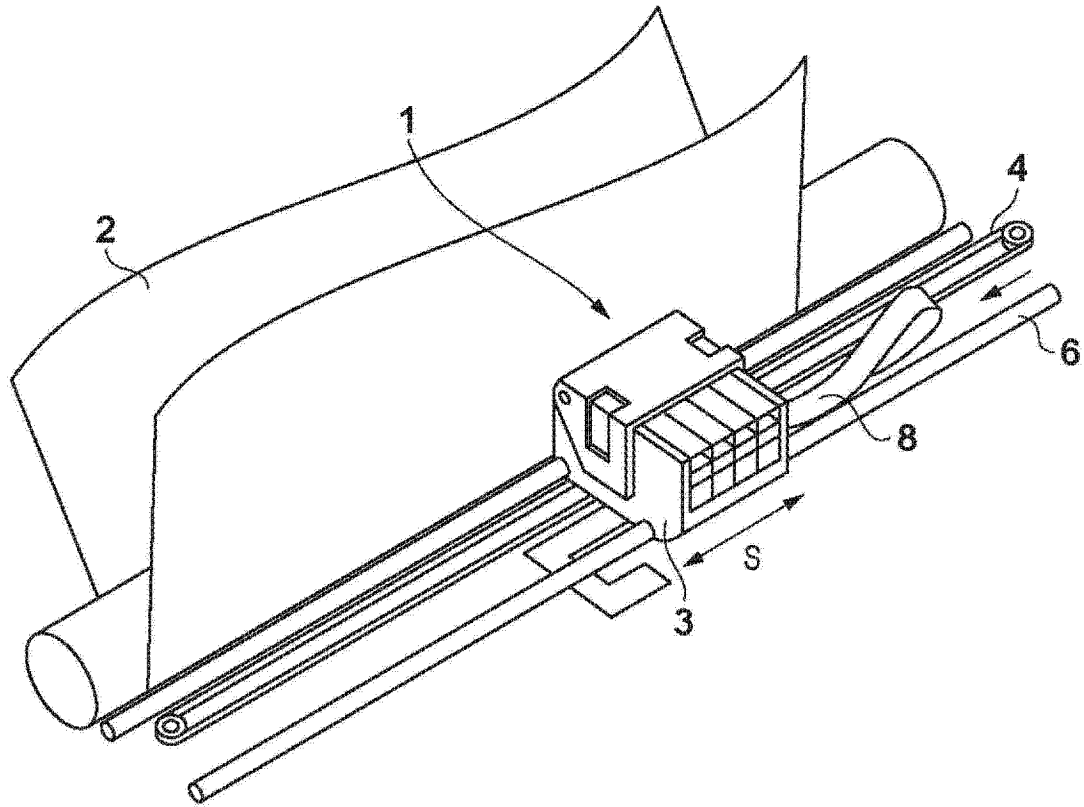


图 1

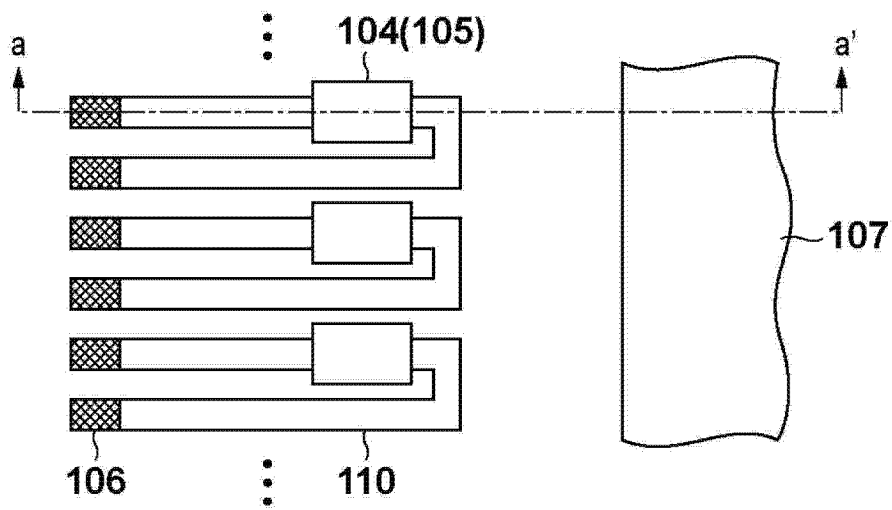


图 2A

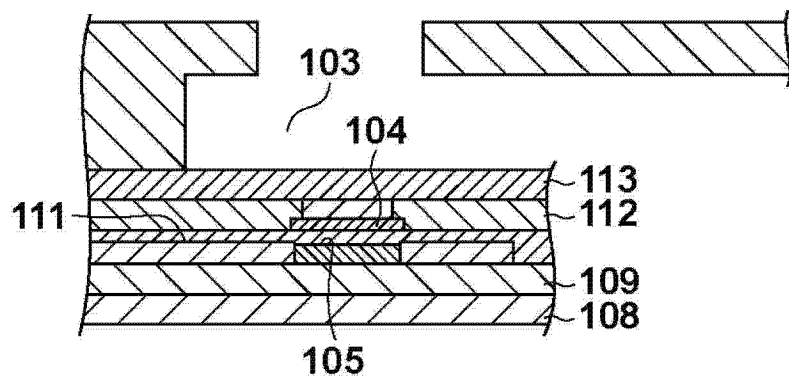


图 2B

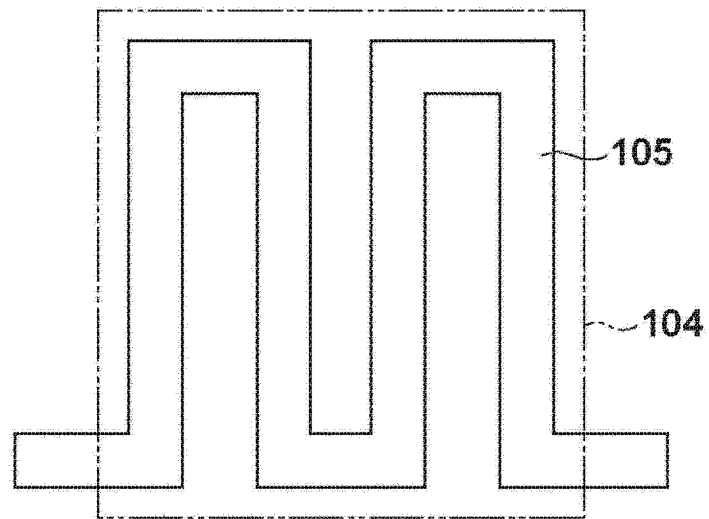


图 3

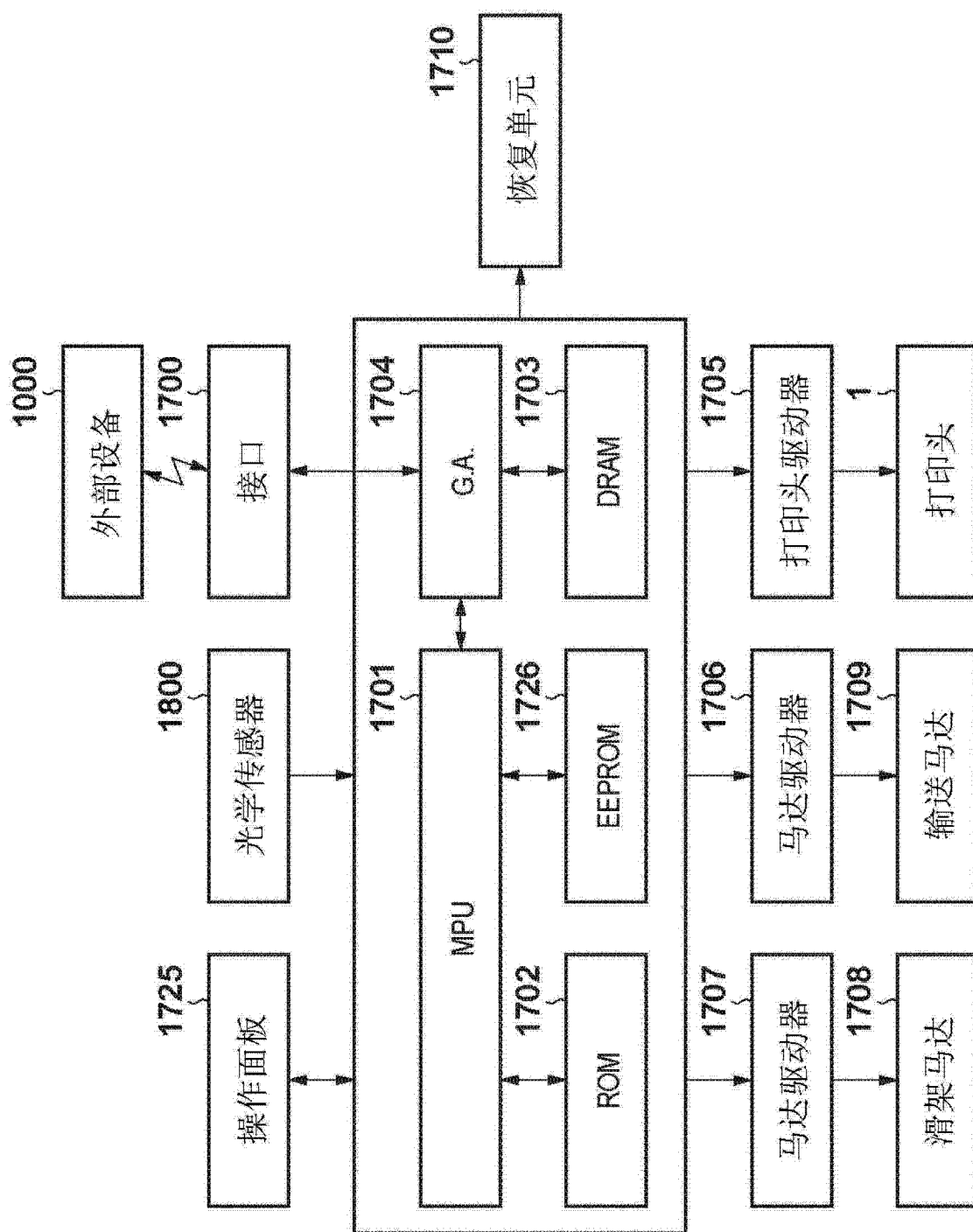


图 4

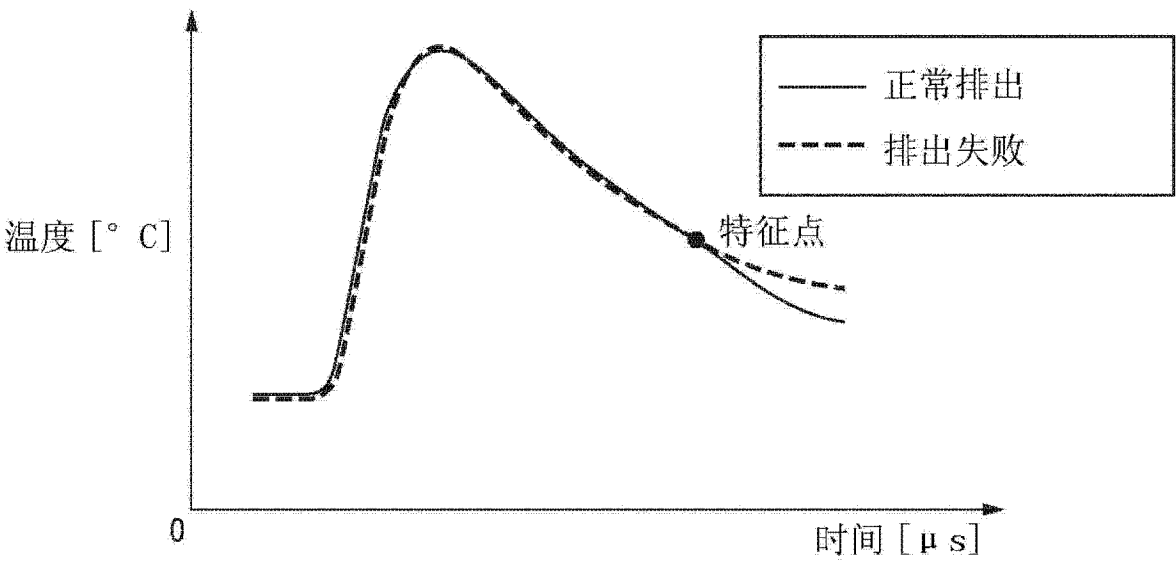


图 5

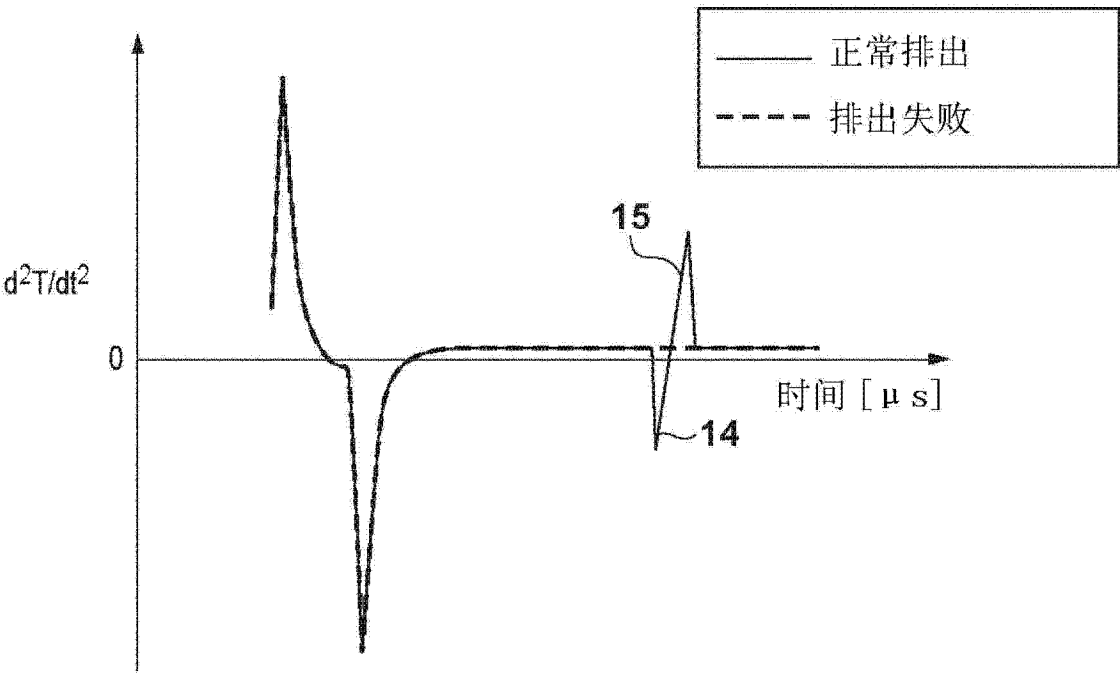


图 6

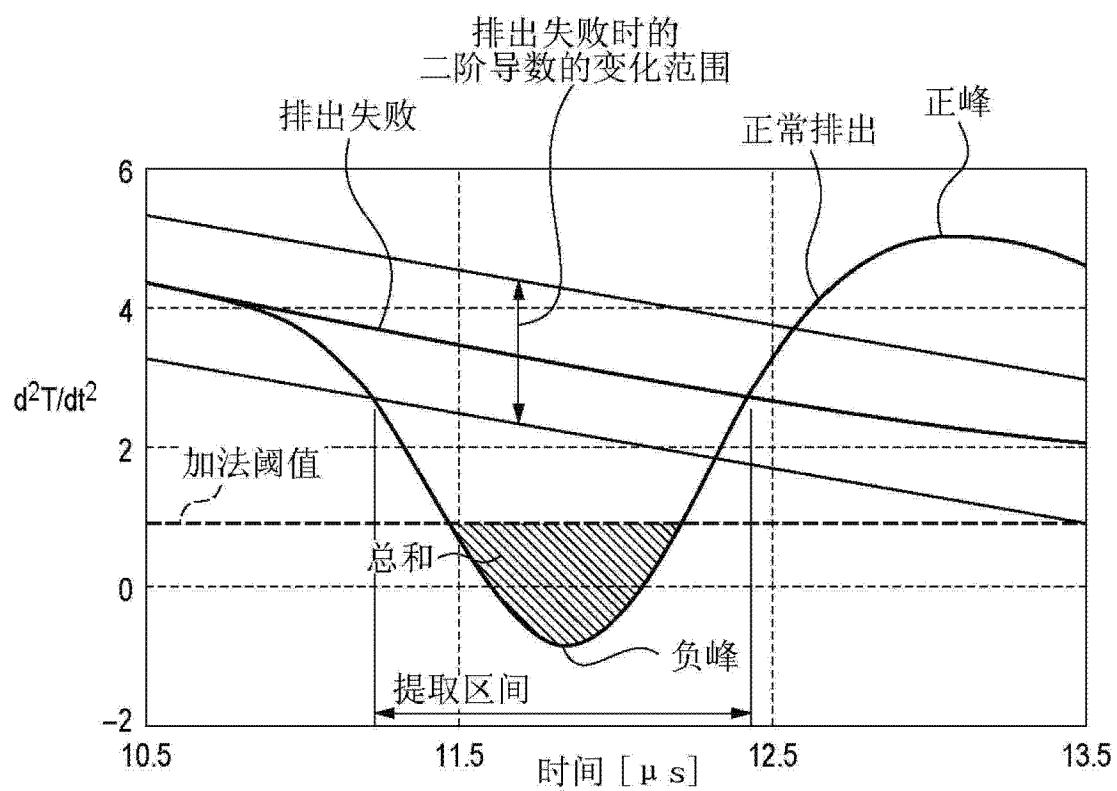


图 7

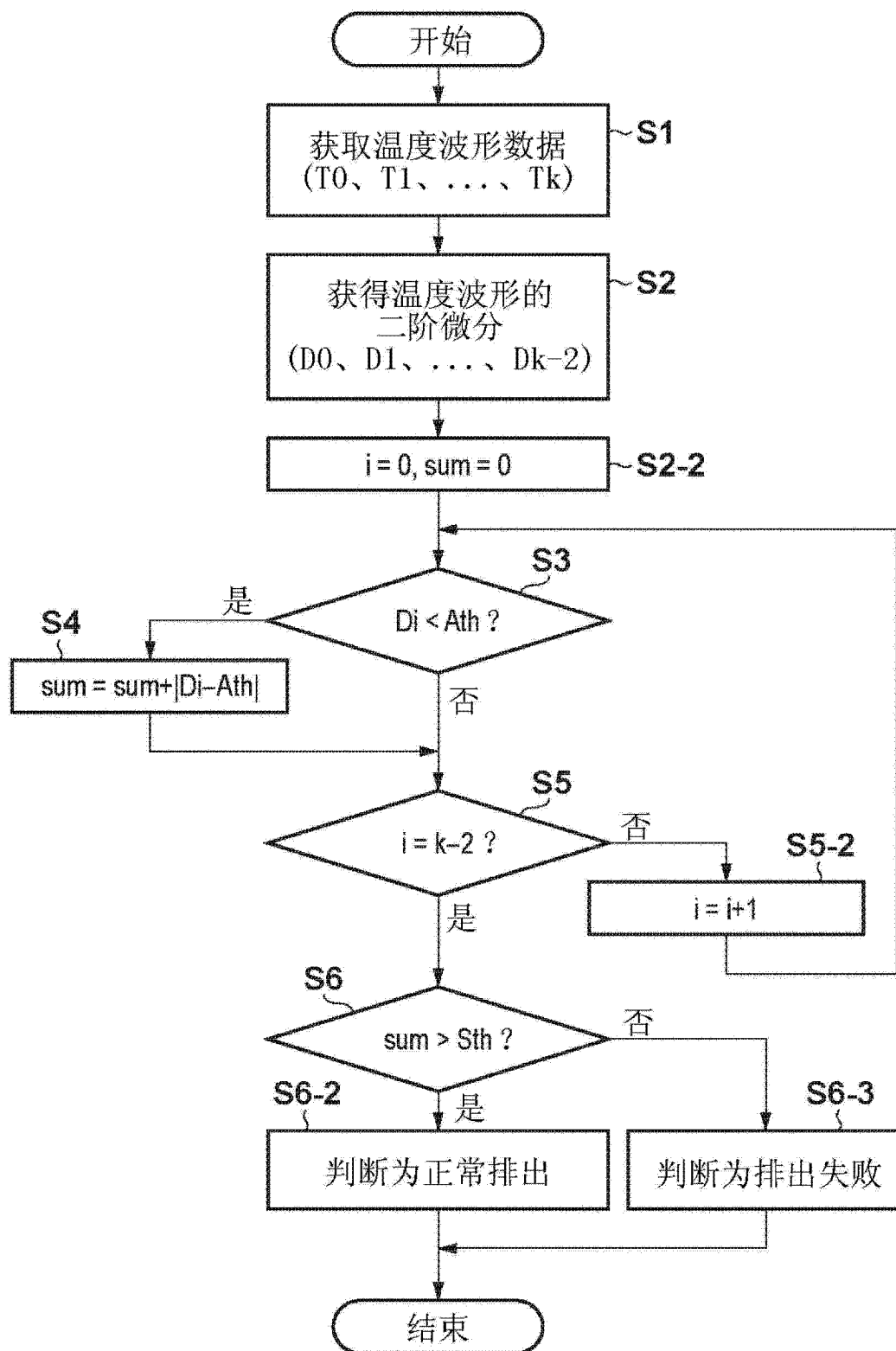


图 8

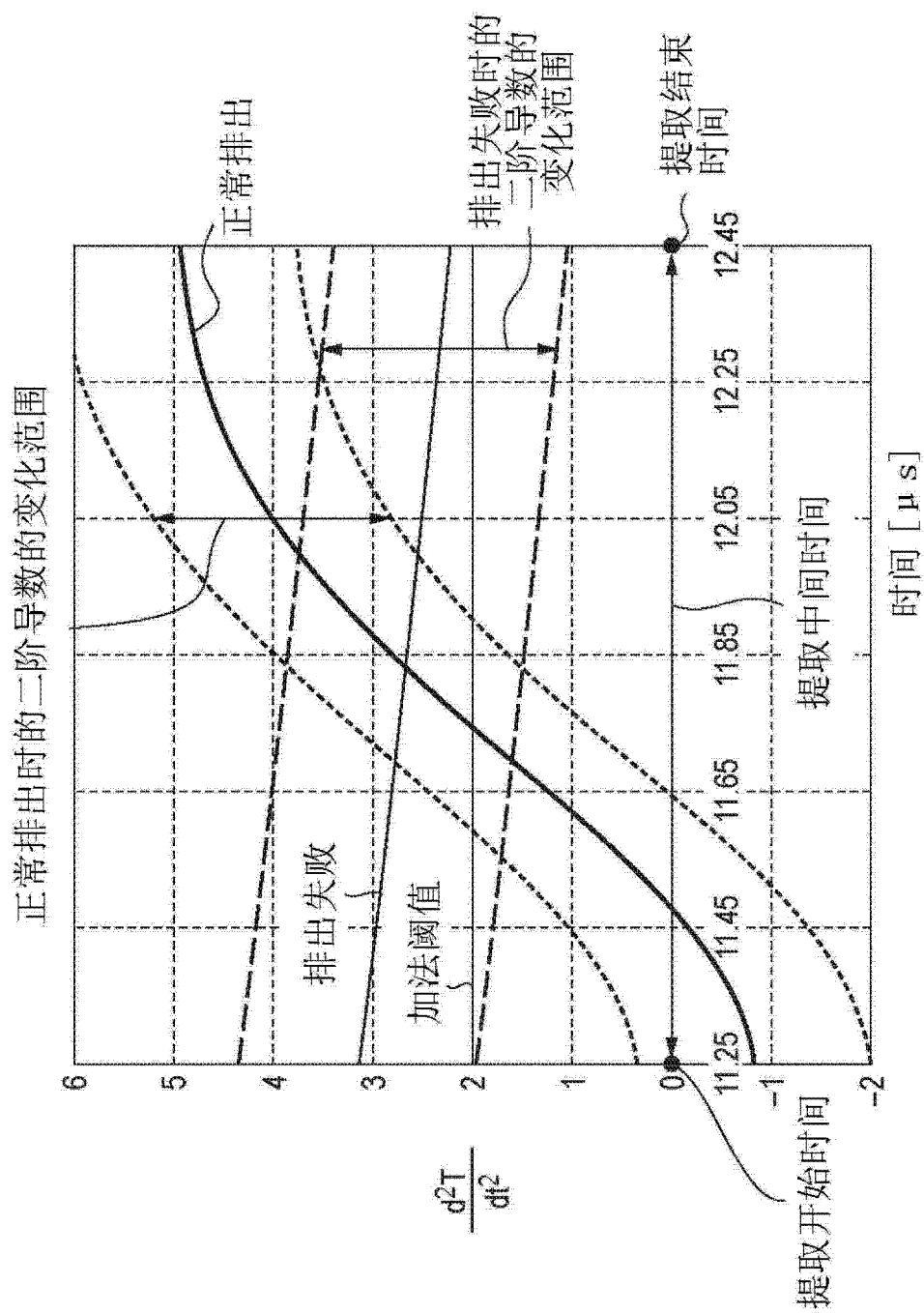


图 9

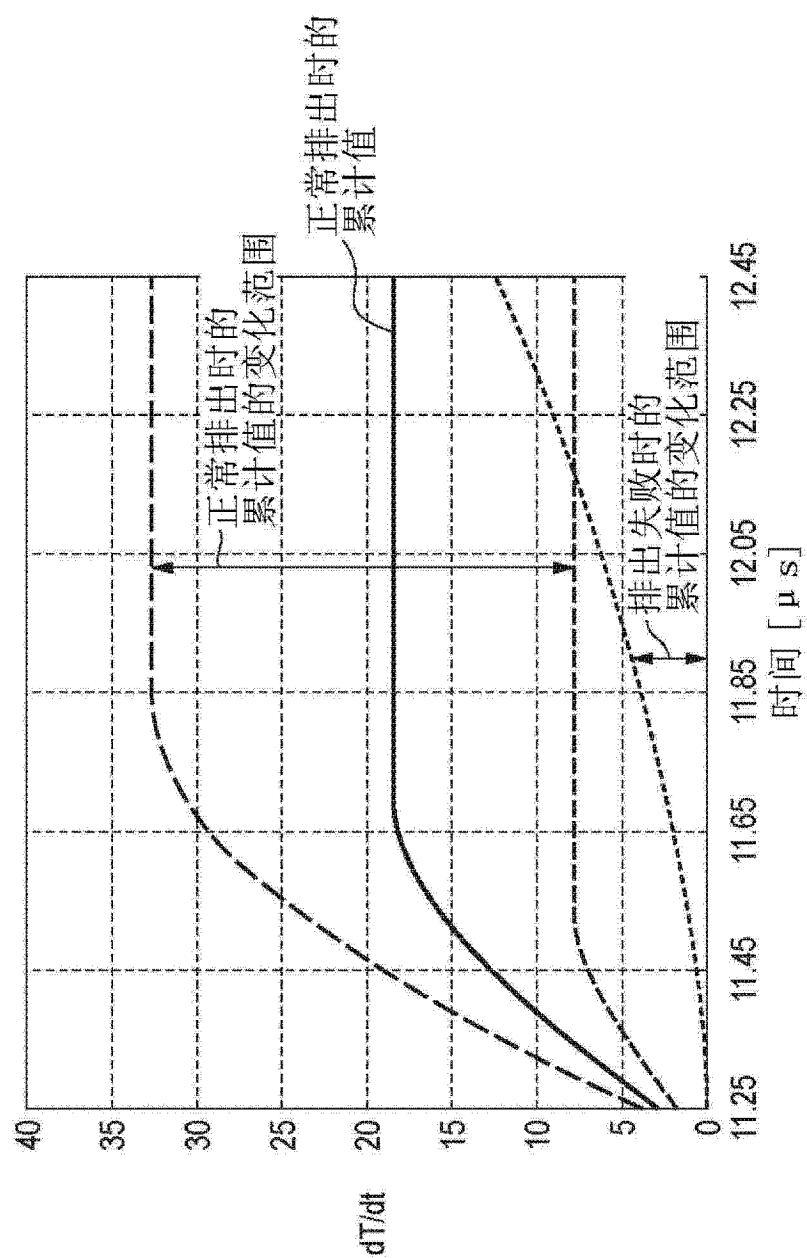


图 10

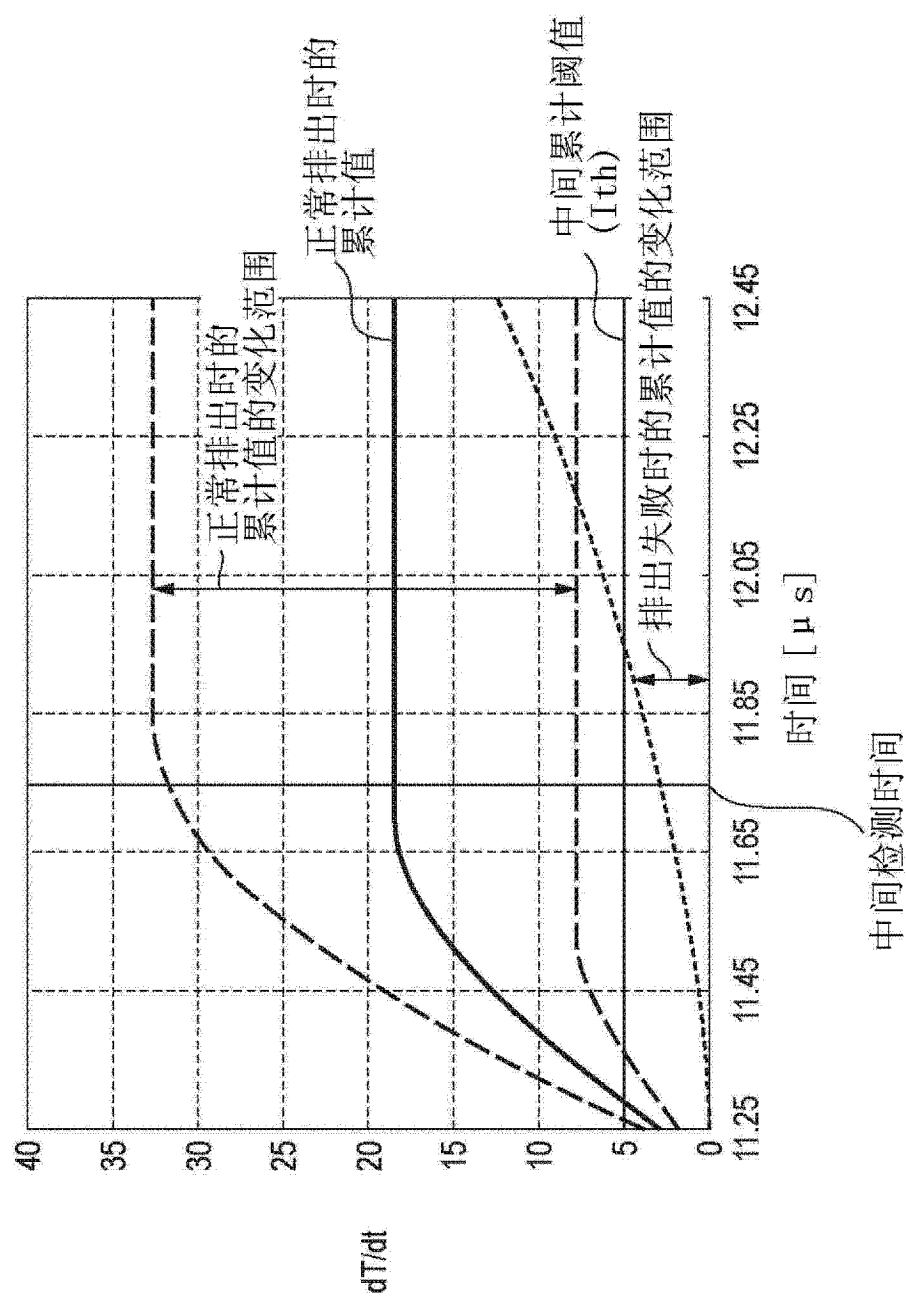


图 11

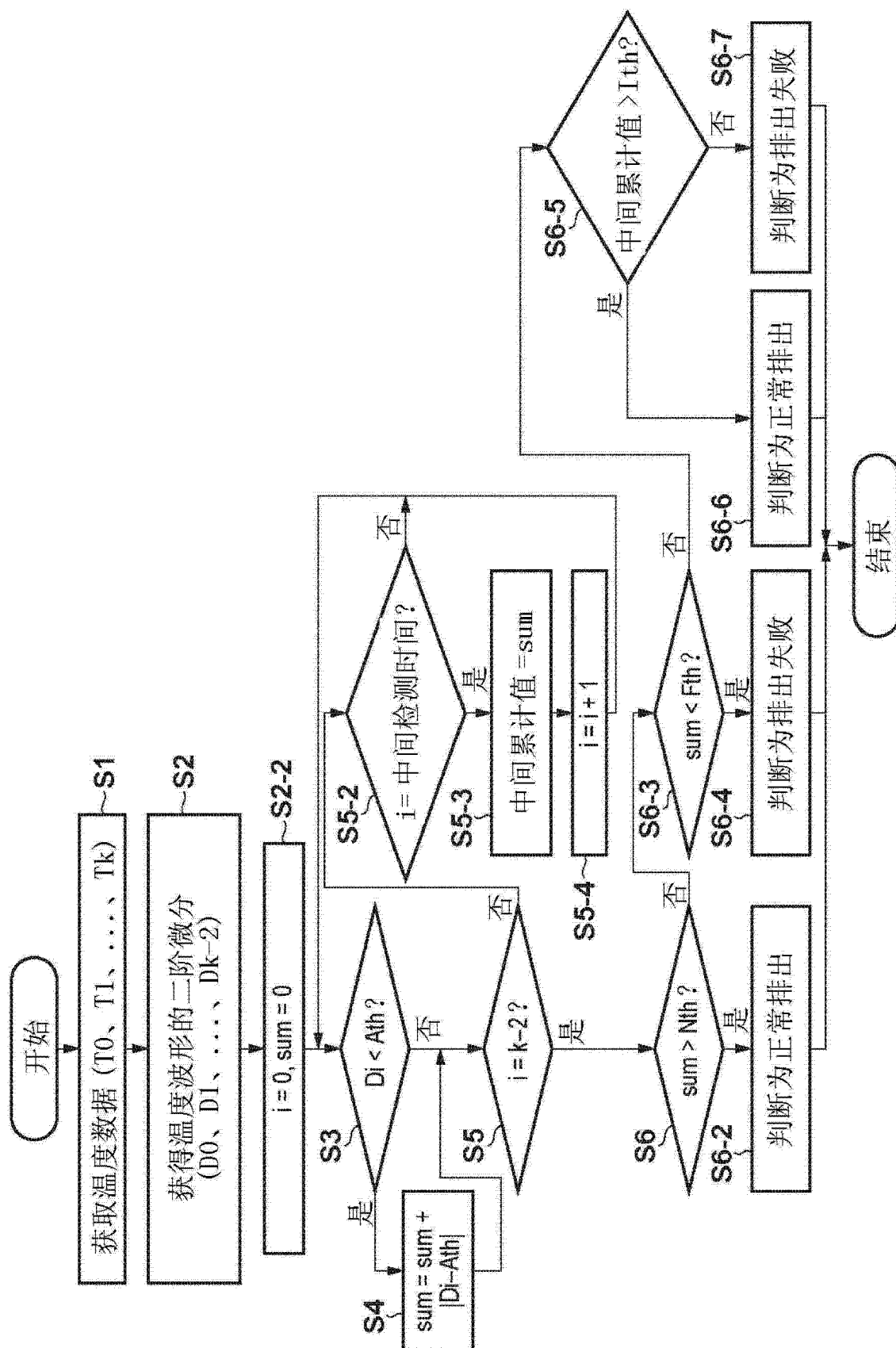


图 12

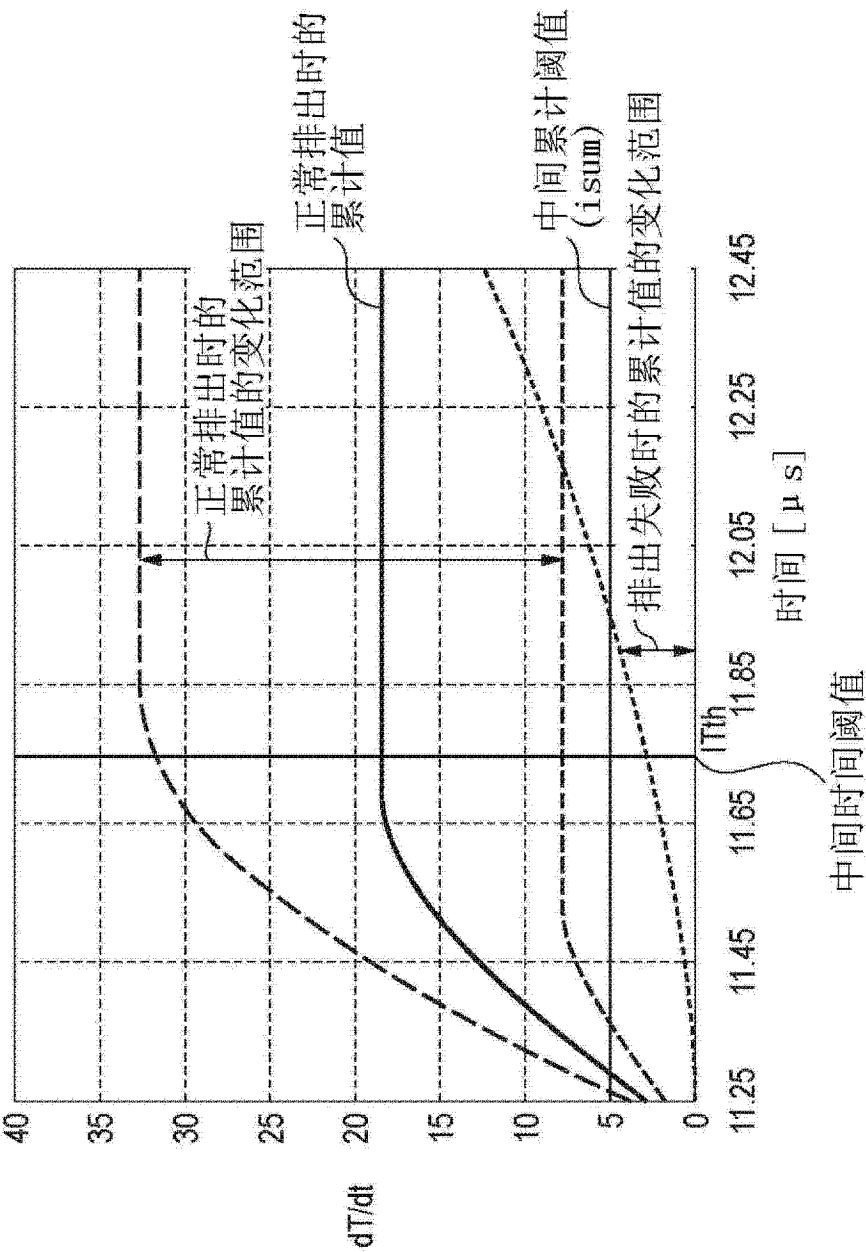


图 13

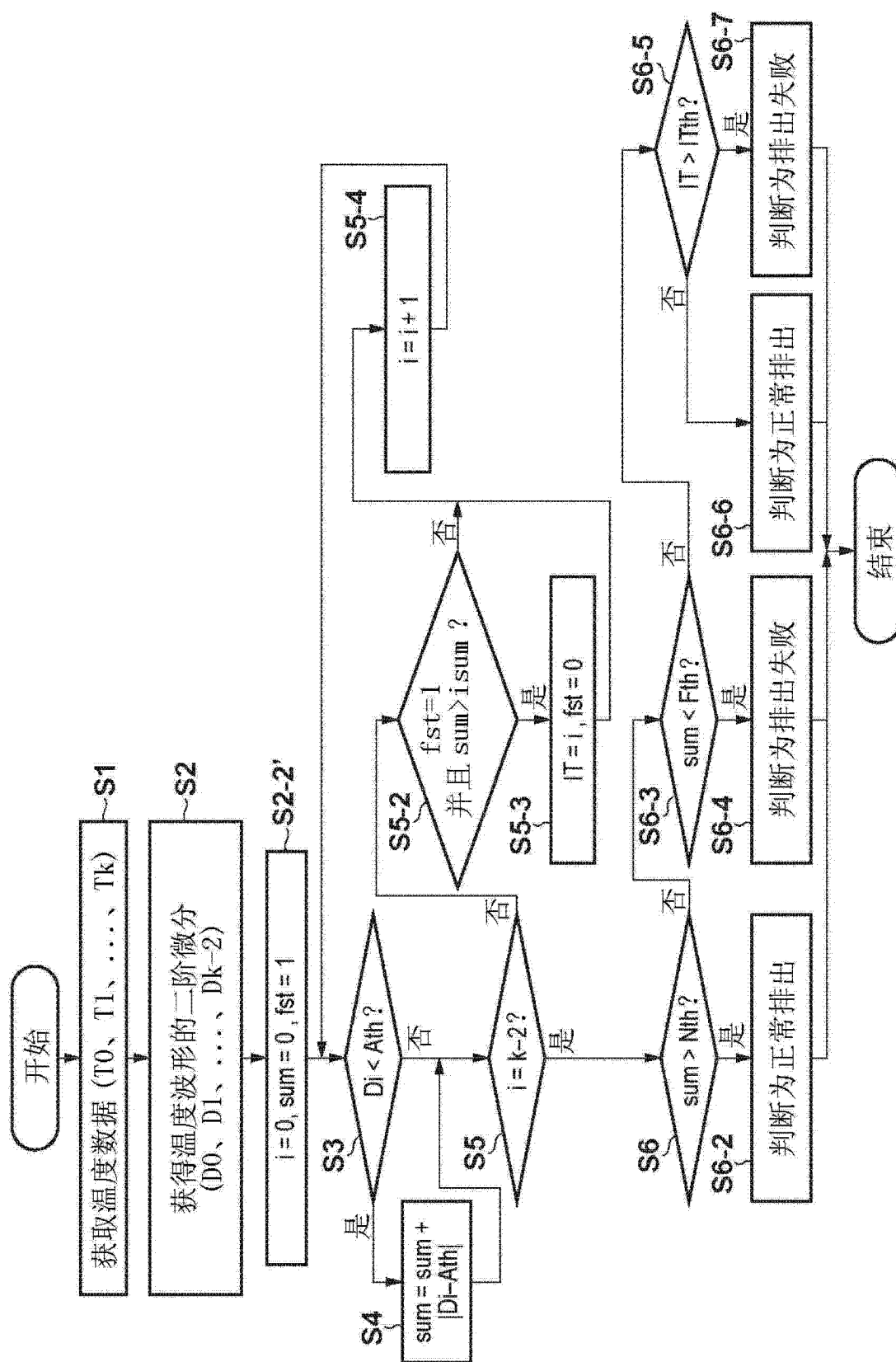


图 14

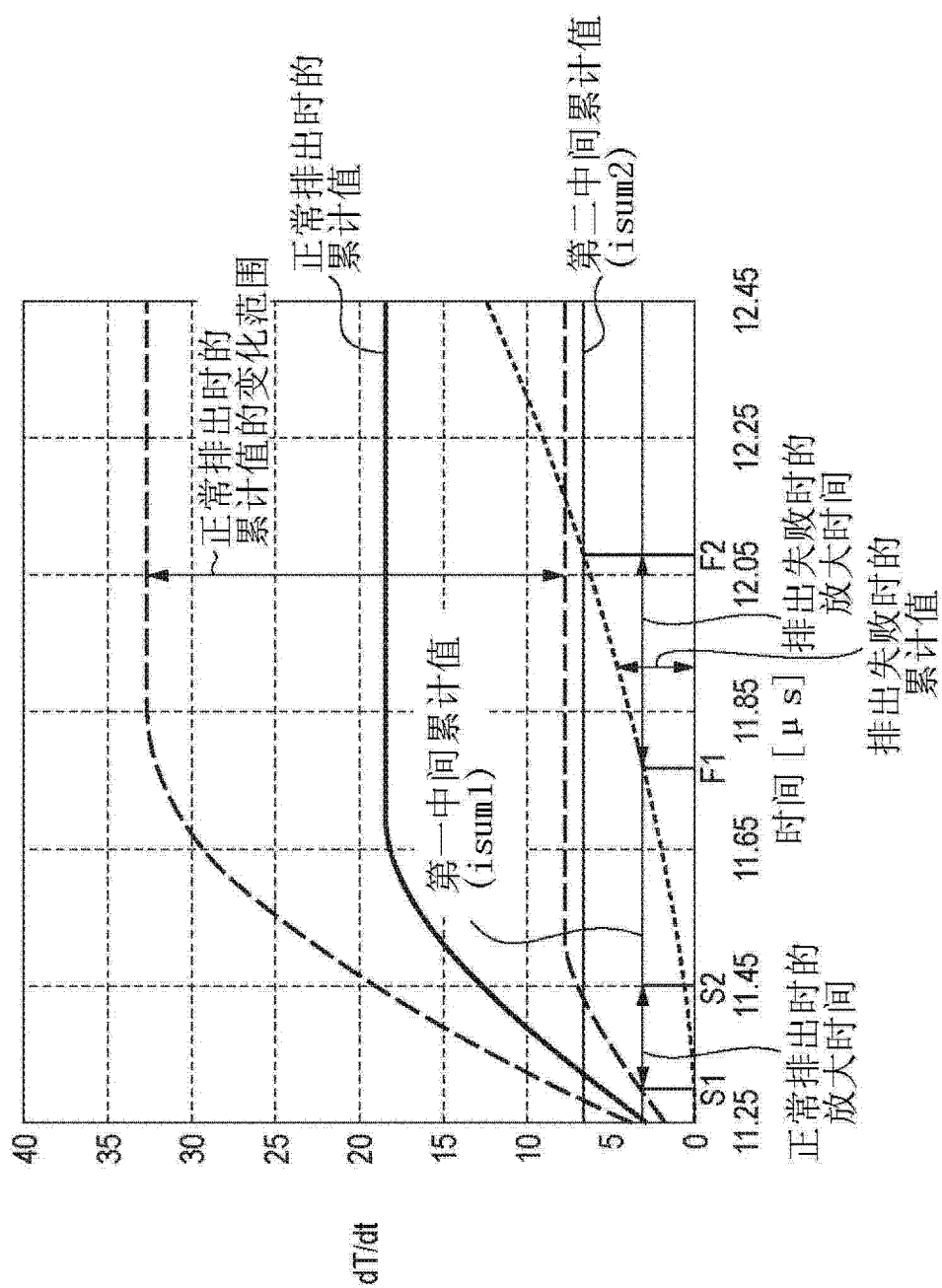


图 15

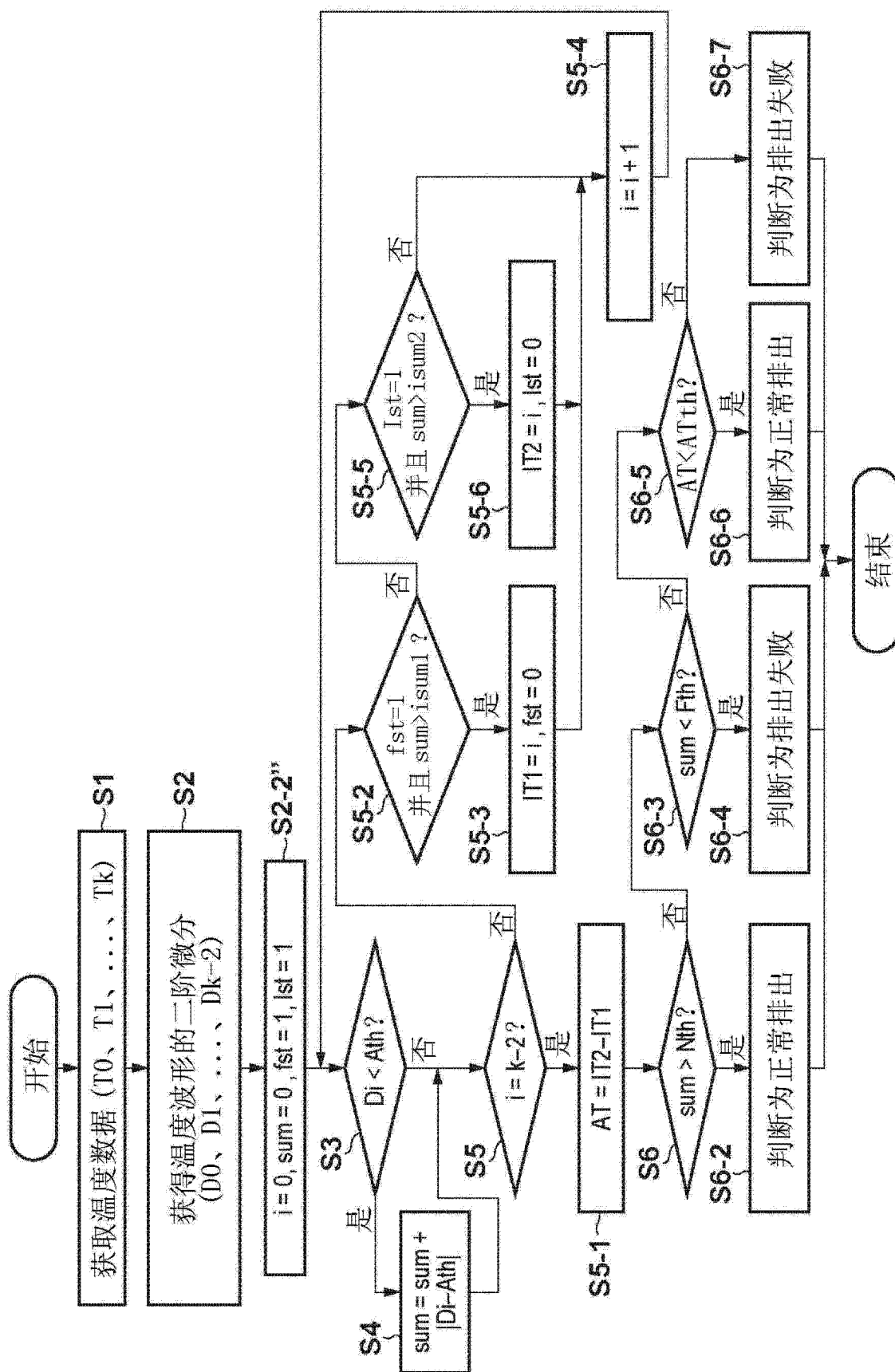


图 16

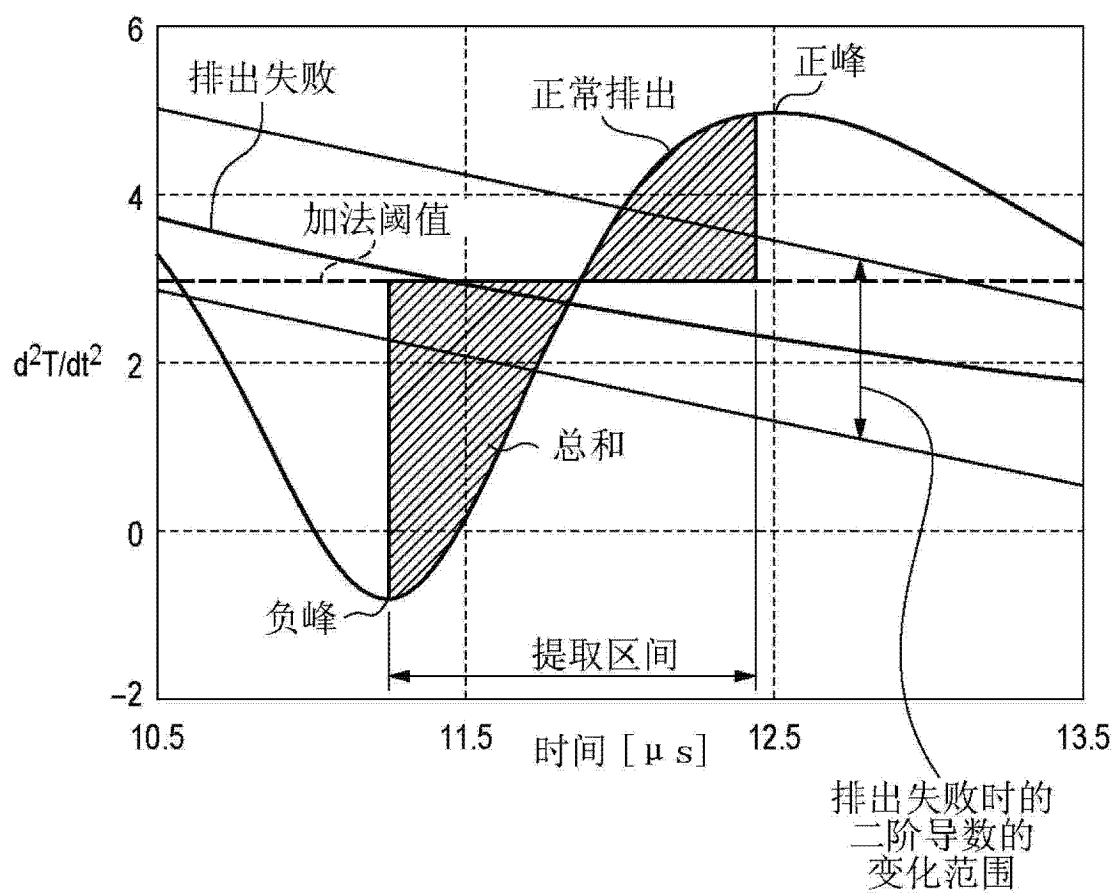


图 17

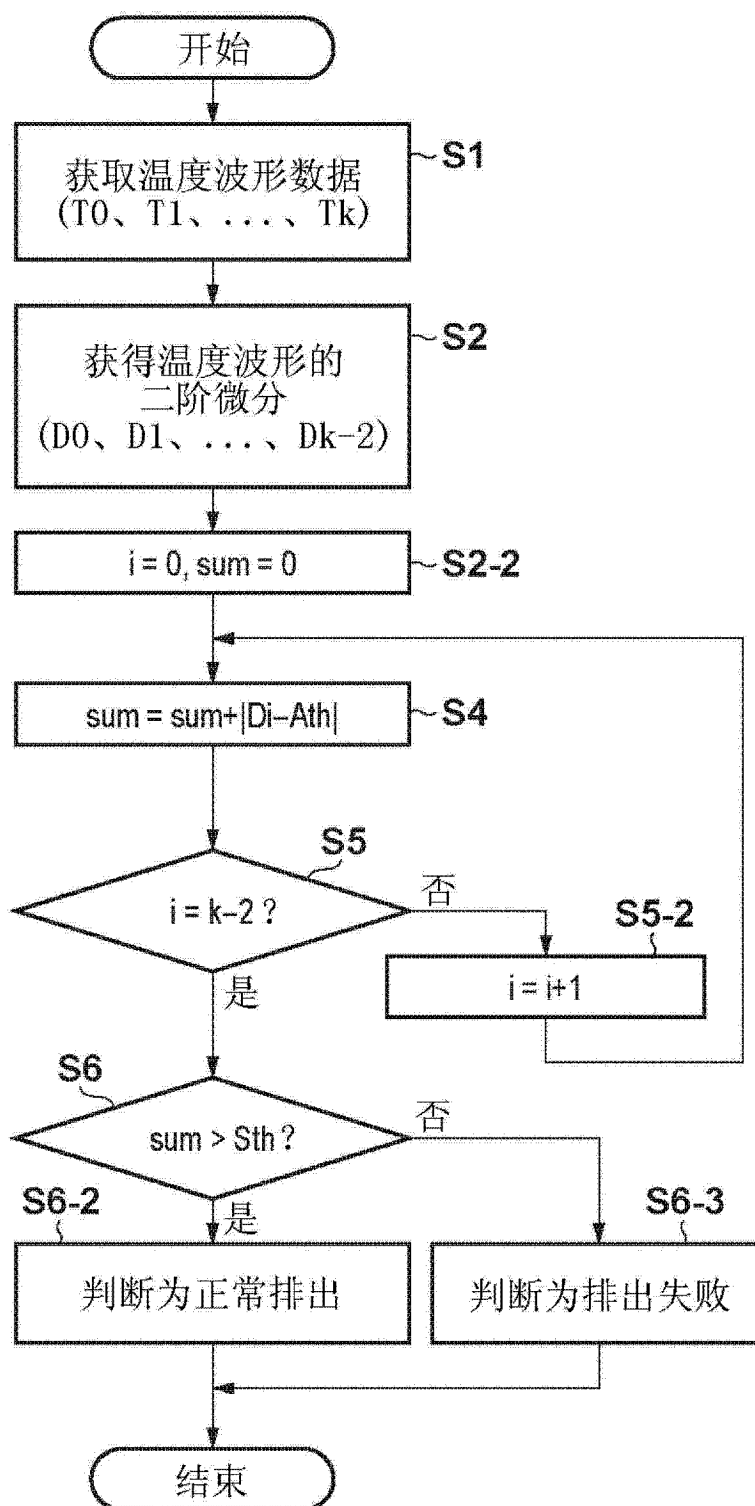


图 18