



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108027640 A

(43)申请公布日 2018.05.11

(21)申请号 201680054426.2

(22)申请日 2016.09.07

(30)优先权数据

14/860,203 2015.09.21 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.03.19

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2016/050576 2016.09.07

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2017/053067 EN 2017.03.30

(71)申请人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 A·米特尔 M·塞迪 F·马默帝

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公  
司 31100

代理人 袁逸 陈炜

(51)Int.Cl.

G06F 1/32(2006.01)

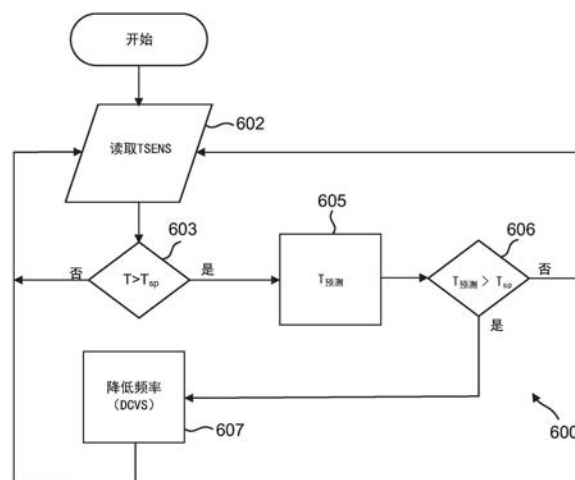
权利要求书3页 说明书10页 附图6页

## (54)发明名称

用于使用估计皮肤温度为计算设备提供温度缓解的电路和方法

## (57)摘要

一种用于温度缓解的方法包括：从被设置在计算设备内的温度传感器接收信号。该计算设备内的处理器芯片产生热量。来自温度传感器的信号被转换成温度数据。该方法进一步包括：对温度数据进行处理以生成该设备的外表面的温度的估计。该处理包括：向温度数据应用低通滤波器，向温度数据应用振幅衰减，以及向温度数据应用延迟。该方法进一步包括：响应于该设备的外表面的估计温度而降低该处理器芯片的操作参数，诸如操作频率。



1. 一种用于缓解设备的温度的方法,所述方法包括:

从温度传感器接收信号,其中,所述温度传感器被设置在所述设备内,所述设备具有在所述设备内产生热量的处理器芯片,从所述信号生成温度数据;

对所述温度数据进行处理以生成指示所述设备的外表面的温度的数据,其中,对所述温度数据进行处理包括

向所述温度数据应用低通滤波器、振幅衰减和延迟;以及

响应于指示所述设备的所述外表面的温度的所述数据而降低所述处理器芯片的操作参数。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述温度传感器被设置在所述设备内的以下位置中的至少一个位置:

在所述处理器芯片中;

在包括所述处理器芯片的封装中,其中,所述封装包括所述处理器芯片被安装在其上的电介质基板;以及

在所述封装被设置在其上的印刷电路板(PCB)上。

3. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述信号指示与所述温度传感器相关联的电阻。

4. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述温度传感器包括热敏电阻器。

5. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,降低所述处理器芯片的所述操作参数包括:

将指示所述设备的所述外表面的温度的所述数据与阈值温度进行比较,所述阈值温度表示所述设备的所述外表面的最大允许温度。

6. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法是由所述设备的所述处理器芯片的软件内核执行的。

7. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,降低所述处理器芯片的操作参数包括:

降低所述处理器芯片的操作频率。

8. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,进一步包括:

响应于确定指示所述设备的所述外表面的温度的所述数据已降低,随后提高所述处理器芯片的所述操作参数。

9. 一种具有计算机可读介质的计算机程序产品,所述计算机可读介质有形地记录用于缓解设备的温度的计算机程序逻辑,所述计算机程序产品包括:

用于从温度传感器接收信号的代码,其中,所述温度传感器被设置在所述设备内,所述设备具有在所述设备内产生热量的处理器芯片,

用于从所述信号生成温度数据的代码;

用于向所述温度数据应用低通滤波器、振幅衰减和延迟以生成指示所述设备的外表面的温度的数据的代码;以及

用于响应于指示所述设备的所述外表面的温度的所述数据而降低所述处理器芯片的操作参数的代码。

10. 如权利要求9所述的计算机程序产品,其特征在于,所述用于降低所述处理器芯片的所述操作参数的代码包括:

用于降低所述处理器芯片的操作频率的代码。

11. 如权利要求9所述的计算机程序产品,其特征在于,所述用于降低所述处理器芯片的所述操作参数的代码包括:

用于将指示所述设备的所述外表面的温度的数据与阈值温度进行比较的代码,所述阈值温度表示所述设备的所述外表面的最大允许温度。

12. 如权利要求9所述的计算机程序产品,其特征在于,进一步包括:

用于响应于确定指示所述设备的所述外表面的温度的所述数据已降低,随后提高所述处理器芯片的所述操作参数的代码。

13. 如权利要求9所述的计算机程序产品,其特征在于,所述信号指示与所述温度传感器相关联的电阻。

14. 一种用于缓解温度的系统,所述系统包括:

处理器;

外壳,所述外壳被配置成包围所述系统的至少一部分,所述处理器被设置在所述系统内以使得所述处理器被包围在所述外壳内,所述处理器进一步与所述外壳间接热接触;以及

被设置在所述外壳内的温度感测设备,所述温度感测设备与所述处理器处于电通信,所述处理器被配置成执行以下操作:

生成指示所述温度感测设备所经受的温度的第一温度数据;

通过生成第二温度数据来估计所述外壳的外表面的温度,其中,生成第二温度数据包括:向所述第一温度数据应用传递函数,所述传递函数包括低通滤波器、振幅衰减和延迟;以及

响应于所述第二温度数据而降低所述处理器的操作参数。

15. 如权利要求14所述的系统,其特征在于,所述计算机处理器被配置成:从所述温度感测设备接收电信号,并从所述电信号生成第一数字温度数据。

16. 如权利要求14所述的系统,其特征在于,所述温度感测设备被设置在所述系统内的以下位置中的至少一个位置:

在所述计算机处理器中;

在包括所述计算机处理器的封装中,其中,所述封装包括所述计算机处理器被安装在其上的电介质基板;以及

在所述封装被设置在其上的印刷电路板(PCB)上。

17. 如权利要求14所述的系统,其特征在于,所述温度感测设备包括热敏电阻器。

18. 如权利要求14所述的系统,其特征在于,所述操作参数包括所述计算机处理器的操作频率和所述计算机处理器的操作电压中的至少一者。

19. 如权利要求14所述的系统,其特征在于,所述计算机处理器被实现在封装内的片上系统(SOC)中,其中,所述封装包括机械地耦合到所述SOC的电介质基板,进一步其中,所述封装被安装到印刷电路板并被设置在所述物理外壳内。

20. 一种用于缓解温度的系统,所述系统包括:

用于提供指示被包围的计算设备内部的温度的信息的装置;

用于通过向指示所述封闭计算设备内部的温度的信息应用衰减、滤波器和延迟来估计所述计算设备的外表面的温度、以及用于基于所述计算设备的所述外表面的估计温度来产

生控制信号的装置；

用于响应于所述控制信号而降低所述用于估计的装置的操作参数的装置；以及物理外壳，所述物理外壳包括所述计算设备的所述外表面并且被配置成包围所述用于估计的装置，其中，所述用于估计的装置与所述物理外壳间接热接触。

21. 如权利要求20所述的系统，其特征在于，所述用于提供信息的装置包括热敏电阻器，所述热敏电阻器被设置在所述设备内的以下位置中的至少一个位置：

在所述用于估计的装置中；

在包括所述用于估计的装置的封装中，其中，所述封装包括所述用于估计的装置被安装在其上的电介质基板；以及

在所述封装被设置在其上的印刷电路板 (PCB) 上。

22. 如权利要求20所述的系统，其特征在于，所述用于降低所述操作参数的装置包括时钟控制器。

23. 如权利要求20所述的系统，其特征在于，所述用于估计所述温度的装置包括被实现为片上系统的计算机处理器。

24. 如权利要求19所述的系统，其特征在于，所述系统包括智能电话和平板计算机中的至少一者。

25. 如权利要求19所述的系统，其特征在于，所述外表面包括液晶显示器 (LCD) 表面。

26. 一种用于温度缓解的方法，所述方法包括：

接收被包围的计算设备的内部组件的温度数据；

通过向所述内部组件的所述温度数据应用衰减、滤波和延迟来估计所述计算设备的外表面的温度；

将所述计算设备的所述外表面的温度的估计与经编程阈值进行比较，其中，所述经编程阈值对应于所述计算设备的所述外表面的温度极限；

响应于所述比较而降低所述计算设备的计算机处理器的操作参数；以及

响应于确定所述计算设备的所述外表面的温度的估计已降低，随后提高所述计算机处理器的所述操作参数。

27. 如权利要求26所述的方法，其特征在于，降低所述计算机处理器的所述操作参数包括：降低所述计算机处理器的操作频率。

28. 如权利要求26所述的方法，其特征在于，接收内部组件的温度数据包括：从被设置在所述计算机处理器中、被设置在包括所述计算机处理器的封装中、或者被设置在包括所述计算机处理器的印刷电路板上的热敏电阻器接收温度数据。

29. 如权利要求26所述的方法，其特征在于，所述方法是由所述计算机处理器的软件内核执行的。

30. 如权利要求26所述的方法，其特征在于，降低所述计算机处理器的操作参数包括：降低所述计算机处理器的电压。

## 用于使用估计皮肤温度为计算设备提供温度缓解的电路和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2015年9月21日提交的美国非临时申请No. 14/860,203的优先权,该美国非临时申请的全部内容通过援引如同在下文全面阐述那样且出于所有适用目的被整体纳入于此。

### 技术领域

[0003] 本申请涉及热缓解,尤其涉及通过估计设备皮肤温度来向计算设备提供热缓解。

[0004] 背景

[0005] 常规现代智能电话可包括片上系统(SOC),该SOC具有处理器和其他操作电路。具体而言,智能电话中的SOC可包括封装内的处理器芯片,其中该封装被安装在该电话内部的印刷电路板(PCB)上。电话包括外部外壳和显示器,诸如液晶显示器(LCD)。人类用户在使用电话时物理地接触外部外壳和显示器。

[0006] 当SOC操作时,它生成热量。在一个示例中,智能电话内的SOC可达到80°C-100°C的温度。此外,常规智能电话不包括风扇来散热。在使用期间,诸如当人类用户正在智能电话上观看视频时,SOC生成热量,并且该热量通过该电话的诸内部部分扩散到该电话的外表面。

[0007] 电话的外表面有时被称为“皮肤”。该外表面包括外部外壳的物理地处在该电话外部的部分以及任何其他被外部暴露的部分,诸如LCD显示器。公认的是,电话的皮肤由于安全性和人体工学原因而不应当达到比大约40°C-45°C更高的温度。如上面提到的,智能电话内的SOC可达到80°C-100°C的温度,尽管SOC的温度不直接在电话的皮肤处被感受到。取而代之的是,电话内的热量耗散通常意味着电话的皮肤温度处在比SOC温度低的温度。此外,虽然SOC温度的变化可相对较快(例如,数秒),但设备皮肤温度的变化可相对较慢(例如,数十秒或分钟)。

[0008] 常规智能电话包括用于当SOC中的温度传感器达到阈值水平时通过降低该SOC的操作频率来控制皮肤温度的算法。然而,SOC温度可能是设备皮肤温度的较差代表。

[0009] 概述

[0010] 各个实施例包括通过以下操作来缓解温度的系统和方法:测量计算设备内的温度,估计该设备的外表面温度,以及在恰适的情况下至少部分地基于该温度估计来降低处理器的性能。

[0011] 在一个实施例中,一种用于缓解设备的温度的方法包括:从温度传感器接收信号,其中,所述温度传感器被设置在所述设备内,所述设备具有在所述设备内产生热量的处理器芯片。所述方法还包括:从所述信号生成温度数据,以及对所述温度数据进行处理以生成指示所述设备的外表面的温度的数据。对所述温度数据进行处理包括:向数字温度数据应用低通滤波器、振幅衰减和延迟。所述方法还包括:响应于指示所述外表面的温度的数据而降低所述处理器芯片的操作参数。

[0012] 在另一实施例中,一种具有计算机可读介质的计算机程序产品,所述计算机可读介质有形地记录用于缓解设备的温度的计算机程序逻辑,所述计算机程序逻辑包括:用于从温度传感器接收信号的代码,其中,所述温度传感器被设置在所述设备内,所述设备具有在所述设备内产生热量的处理器芯片,用于从所述信号生成温度数据的代码,用于向所述温度数据应用低通滤波器、振幅衰减和延迟以生成指示所述设备的外表面的温度的数据的代码;以及用于响应于指示所述设备的所述外表面的温度的数据而降低所述处理器芯片的操作参数的代码。

[0013] 在另一实施例中,一种用于缓解温度的系统包括:处理器,外壳,所述外壳被配置成包围所述系统的至少一部分,所述处理器被设置在所述系统内以使得所述处理器被包围在所述外壳内并且与所述外壳间接热接触。所述系统还包括温度感测设备,所述温度感测设备被设置在所述外壳内并与所述处理器处于电通信。所述处理器被配置成执行以下操作:生成指示所述温度感测设备所经受的温度的第一温度数据;通过生成第二温度数据来估计所述外壳的外表面的温度,其中,生成第二温度数据包括向所述第一温度数据应用传递函数,所述传递函数包括低通滤波器、振幅衰减和延迟;以及响应于所述第二温度数据而降低所述处理器的操作参数。

[0014] 在又一实施例中,一种用于温度缓解的方法包括:接收被包围的计算设备的内部组件的温度数据,通过向所述内部组件的所述温度数据应用衰减、滤波和延迟来估计所述计算设备的外表面的温度。所述方法进一步包括:将所述计算设备的所述外表面的温度的估计与经编程阈值进行比较,其中,所述编程阈值对应于所述计算设备的所述外表面的温度极限,响应于所述比较而降低所述计算设备的计算机处理器的操作参数,以及响应于确定所述计算设备的所述外表面的温度的估计已被降低,随后提高所述计算机处理器的所述操作参数。

[0015] 附图简述

[0016] 图1是可以执行根据各个实施例的方法的示例计算设备的解说。

[0017] 图2是根据一个实施例的图1的计算设备的内部功能单元的解说。

[0018] 图3是根据一个实施例的热管理电路系统和逻辑的解说。

[0019] 图4是根据一个实施例的示例温度曲线的解说。

[0020] 图5是根据一个实施例适配的用于从温度传感器读数来估计设备皮肤温度的示例处理逻辑的解说。

[0021] 图6是根据一个实施例的热缓解的示例方法的流程图的解说。

[0022] 详细描述

[0023] 各个实施例包括用于通过向温度传感器数据应用传递函数来估计设备皮肤温度的系统和方法。该温度传感器数据可来自位于芯片上、封装上或设备的印刷电路板上的温度传感器。换言之,温度传感器不直接测量设备皮肤温度。各实施例还包括:基于所估计的设备皮肤温度来应用皮肤温度缓解算法。

[0024] 一种示例方法可由例如任何适当的硬件或软件处理逻辑来执行。例如,智能电话可包括片上系统(SOC),并且皮肤温度缓解过程可由该SOC的软件内核内的功能性来执行。替换地,这种功能性可被构建到SOC中的硬件中。在任何情况下,处理功能性可包括由SOC执行的计算机可读代码。

[0025] 继续该示例方法,该处理逻辑从温度传感器读取数据并将该温度读数与阈值温度进行比较。该阈值温度可被设置在预期设备皮肤温度可能接近不舒适或危险温度的值,从而开始监视。该阈值温度可以是取决于设备的并且可通过实验或已知的设计属性来确定。如果温度读数低于阈值温度,则系统继续取得更多的温度读数。

[0026] 然而,如果温度读数高于阈值温度,则该过程估计设备皮肤温度。估计皮肤温度可包括:将温度读数数字化并向经数字化的温度读数应用传递函数。该传递函数可包括预期提供皮肤温度的有用指示物的各种类型的信号调理。

[0027] 在一个示例实施例中,传递函数包括低通滤波器、振幅衰减和延迟。低通滤波器去除温度中的较高频率变化(例如,在数秒或更小的范围内),因为皮肤温度预计将比设备内部或SOC附近的温度变化得慢。振幅衰减将温度的幅度乘以小于一的因子,从而减小温度信号的振幅。振幅衰减计及设备的皮肤温度通常将预计低于设备内部靠近SOC的温度。传递函数还可包括延迟分量。该延迟计及在设备内产生热量与该热量影响皮肤温度之间的预期逝去时间。例如,在一些设备中,该设备内部产生的热量要影响皮肤温度可能花费一两分钟。低通滤波器、振幅衰减和延迟的属性是取决于设备的并且可通过实验和/或来自设备设计的已知属性来确定。

[0028] 处理逻辑通过使用传递函数来产生皮肤温度估计。该处理逻辑将温度估计与温度阈值进行比较,该温度阈值是对应于设备缓解的设备皮肤温度阈值。该温度阈值可以与上面描述的触发对温度估计的计算的温度阈值相同或不同。在一些示例中,高于40°C的温度估计将使得设备缓解是期望的,尽管各实施例的范围包括任何恰当的阈值。如果温度估计不大于阈值,则温度缓解算法不降低设备的操作参数并简单地读取另一温度测量值。

[0029] 然而,如果温度估计大于温度阈值,则该过程降低设备的操作参数以生成较少热量。在一个示例中,处理逻辑降低SOC中的一个或多个核的操作频率,从而降低功耗。然而,各实施例的范围可包括任何恰当的热缓解技术,诸如将核置于空闲状态。该过程在SOC操作时继续操作,以持续地测量温度并采取恰当的缓解步骤,如参照图1-6的各实施例更充分描述的。

[0030] 图1是解说了其中可实现各个实施例的示例计算设备100的简化图。在图1的示例中,计算设备100被示为智能电话。然而,各实施例的范围不限于智能电话,因为其他实施例可包括平板计算机、膝上型计算机、或其他恰当设备。事实上,各实施例的范围包括不管是否移动的任何特定的计算设备。包括电池供电设备(诸如平板计算机和智能电话)的各实施例可从本文公开的概念中获益。具体而言,本文所描述的概念提供了用于减少在计算设备100的外部耗散的热量的技术,从而为人类用户提供舒适度并节省电池电力。

[0031] 如图1中所示,计算设备100包括外表面或皮肤120,可以预期该外表面或皮肤120与人类用户的手或身体的其他部位接触。外表面120包括例如金属表面和塑料表面以及构成显示器单元110的表面。在一个示例中,显示器单元110是电容性液晶显示器(LCD)触摸屏,以使得显示器单元100的表面是玻璃或涂覆有塑料的玻璃。外表面120因此包括各种外部表面,诸如显示器单元110和外部外壳的其他部分。尽管在图1的有利位置中未示出,但计算设备100的背侧包括该设备的外表面的另一部分,并且具体而言外部外壳的另一部分,该另一部分可被布置在与显示器单元110的平面平行的平面中。

[0032] 图1未示出计算机处理器,但要理解,计算机处理器被包括在计算设备100内。在一

个示例中,计算机处理器在封装内的片上系统(SOC)中实现,并且该封装被安装到印刷电路板并被设置在物理外壳内。在常规智能电话中,包括处理器的封装被安装在与显示器表面的平面和背表面的平面平行的平面中。封装和印刷电路板的各示例参照图2更详细地讨论。

[0033] 当计算机处理器操作时,它产生热量,该热量在整个计算设备100的物理结构中耗散。取决于计算设备100的特定热量属性,来自处理器的操作的热量可在计算设备100的外表面120上达到不舒适或接近不舒适的温度。计算设备100内的计算机处理器通过测量一个或多个温度传感器处的温度读数并在恰适情况下调节处理器的频率和/或电压,来提供用于控制计算设备100的外表面120上感受到的热量的功能性。一种用于热缓解的示例方法参照图6更详细地描述。

[0034] 图2是根据一个实施例的图1的计算设备100的内部功能组件的示例物理布局的架构图。图2旨在是解说性的,并且为了解说简单起见省略了一些特征。

[0035] 电池205、功能管理集成电路210、印刷电路板250、以及SOC 230被设置在计算设备100内,使得它们被包围在计算设备100的物理外壳(如由外表面120指示的)内。此外,SOC 230被包括在封装240内。封装240和功率管理集成电路(PMIC) 210被安装到印刷电路板250。在一些示例中,印刷电路板250被设置在计算设备100内,使得印刷电路板250在与显示器110的平面和设备100的背表面平行的平面中。

[0036] 电池205、PMIC 210和SOC 230还与物理外壳热接触,使得由那些项生成的热量被传导到设备100的外表面120。由SOC 230生成的热量通过封装240、并且在某种程度上也通过印刷电路板250被传导到设备100的外表面120。

[0037] 计算设备100包括电池205,该电池205可以是现在已知或今后开发的任何恰适电池。例如,电池205可包括锂离子电池或其他电源。电池205被耦合到电池轨206,该电池轨206分发来自电池205的电力。电池轨206耦合到设备显示器110和PMIC 210。在一些实施例中,来自电池轨206的电力在被提供给显示器110之前可被管控或以其他方式调理,然而为了解说简单起见,电池轨206在该示例中被直接提供给显示器110。

[0038] PMIC 210接收来自电池轨206的电力并管控电压以提供能由SOC 230使用的输出电压。SOC 230具有四个核231-234。核的示例包括中央处理单元(CPU)、图形处理单元(GPU)、调制解调器等等。尽管图2中未示出,但时钟定时电路向核231-234中的每一者提供具有操作频率的时钟信号,其中可以控制该时钟定时电路以提高或降低该操作频率。在一些示例中,热缓解可通过执行图6的方法以降低核231-234的操作频率来执行。

[0039] PMIC 210向SOC 230提供电力,并且具体而言,在该实施例中通过四个分开的电源轨211向核231-234提供电力。各实施例的范围不限于任何特定的SOC架构,因为在特定的实施例中可使用任何恰适数目的核和PMIC电源轨。例如,其他实施例可包括16个核、32个核、或其他数目。

[0040] 图2的示例实施例示出了三个温度传感器245a-c。具体而言,温度传感器245a位于管芯上并且被物理地设置在SOC 230内。温度传感器245b位于管芯外并且在封装中,从而使得它被设置在封装240的材料(例如,电介质基板层)内。温度传感器245c被设置在SOC 230和封装240的外部并且被设置在印刷电路板250上。

[0041] 各个实施例可将温度传感器(诸如温度传感器245)置于计算设备100内的任何恰适位置。要注意,在各个实施例中,实际约束可能限制将温度传感器直接设置在外表面120



上的能力。相应地,图2的实施例将一个或多个温度传感器245放置在计算设备100的外壳内。温度传感器245中的每一者与设备的外表面120间接热接触,并且与设备的外表面120在物理上分开。相应地,温度传感器245中的每一者不与设备的外表面120直接地物理地接触,而是温度传感器245中的每一者和外表面120被暴露于SOC 230所生成的热量。温度传感器245提供指示被包围的计算设备100内部的温度的信息。虽然图2示出了三个不同的温度传感器,但各个实施例可采用更多或更少的温度传感器。

[0042] SOC 230包括使用一个或多个温度传感器245来测量温度,并基于来自该一个或多个温度传感器245的温度测量、通过缓解SOC 230的性能来将设备的外表面保持在定义的温度带内的功能性。示例方法在图6中示出,并且示例架构在图3中示出。

[0043] 图3提供了执行本文描述的方法的示例系统的解说。图3的系统包括温度传感器245,其在该实施例中所示为热敏电阻器。热敏电阻器根据温度来改变其电阻,并且温度与电阻之间的关系通常是非线性的。然而,给定的热敏电阻器具有已知的温度-电阻关系。

[0044] 温度传感器245通过使用导电触点310与其他电路系统处于电通信。例如,在温度传感器245位于管芯外但在封装中的示例中,导电触点310表示促成SOC 230与封装240的金属层之间的电通信的导电珠。在温度传感器245位于封装外部并在印刷电路板250上的另一示例中,触点310表示促成封装240的金属层与印刷电路板250上的导电迹线之间的电通信的焊球。在温度传感器245被构建在SOC 230的半导体材料上的实施例中,导电触点310可被省略以有利于金属线或其他传导部分。然而,在上面描述的每个实施例中,温度传感器245与提供用于热缓解的处理逻辑的片上电路系统处于通信。

[0045] 片上电路系统在该示例中包括在SOC 230内实现的电路和逻辑(图2)。片上电路系统包括具有非反相输入(+)和反相输入(-)的运算放大器332。非反相输入与温度传感器245处于通信。运算放大器332包括负反馈,从而使得输出端子被耦合到反相输入。该布置平滑电压读数。非反相输入处的电压指示了温度传感器245所经受的温度。因此,运算放大器332的输出端子提供指示传感器245所经受的温度的模拟信号。

[0046] 来自运算放大器332的模拟输出信号由模数转换器(ADC) 331接收,并且ADC 331产生指示接收自运算放大器332的温度信息的数字信号。ADC 331将该数字信号传递给热管理单元335以供进一步处理。在一个示例中,热管理单元335包括用于向SOC 230提供热管理服务的硬件逻辑。

[0047] 在另一实施例中,热管理单元335表示由SOC 230的软件内核提供的热管理过程。例如,SOC 230可包括软件内核,该软件内核在SOC 230被上电并接收时钟信号时操作。热管理单元335在该实例中可包括被构建到内核330中以执行参照图6所描述的方法的软件过程。然而,硬件或软件或者其组合都可执行本文所描述的过程以提供热管理。

[0048] 热管理单元335从ADC 331接收数字信号,并且该数字信号包括指示由传感器245测量的温度的数据。热管理单元335包括至少一个经编程的温度阈值,该温度阈值被设置在预期设备皮肤温度可能接近不舒适或危险温度的值。热管理单元335从ADC 331接收数字信号,并将该数字信号的温度信息与该经编程的温度阈值进行比较。如果温度低于温度阈值,则热管理单元335可简单地在周期性的基础上或者在其他恰适的时间继续进行监视。

[0049] 另一方面,如果数字信号的温度信息指示高于温度阈值的温度,则热管理单元335可确定要为设备计算估计的皮肤温度。计算估计的皮肤温度参照图4-6更详细地描述。热管

理单元335随后将所估计的皮肤温度与相同的温度阈值或不同的温度阈值进行比较以确定是否要降低SOC 230的操作参数。具体而言,如果所估计的皮肤温度低于温度阈值,则热管理单元335可不采取缓解动作并且可返回到简单地对照温度阈值来监视数字信号。然而,如果所估计的皮肤温度高于温度阈值,则热管理单元335随后可开始降低SOC 230的操作参数。

[0050] 热管理单元335可响应于确定所估计的皮肤温度已超过阈值而降低SOC 230的操作参数。降低操作参数的示例包括降低SOC 230的电压和/或操作频率。图3的示例假定该过程至少包括降低SOC 230的操作频率。

[0051] 热管理单元335可通过向时钟控制单元312发送命令来降低提供给核的时钟频率或提高提供给核的时钟频率。时钟控制单元312可以在物理上是SOC 230的一部分或者与SOC 230分开,因为各实施例的范围不限于任何特定的时钟定时架构。时钟控制单元312可控制例如锁相环(PLL)或者提供周期性时钟信号的任何其他合适电路,以便提高或降低核231-234中的一者或多者的操作频率。

[0052] 在一个示例中,当热管理电路335将所估计的皮肤温度与温度阈值进行比较随后确定降低操作频率是恰适时,热管理单元335向时钟控制单元312发送控制信号,该控制信号指令时钟控制单元312降低操作频率。此外,热管理电路335可继续监视来自数字信号的温度数据,生成随后的皮肤温度估计,并将那些皮肤温度估计与相同或不同的阈值进行比较,并且当皮肤温度估计降至低于相同或不同的阈值时,热管理电路335可通过向时钟控制单元312发送另一控制信号来提高操作频率。

[0053] 热管理单元335所使用的温度阈值(或多个阈值)可取决于给定设备的特定热传导属性。此外,用于从温度测量中估计设备皮肤温度的特定传递函数也可取决于设备的特定热传导属性。

[0054] 给定设备(诸如图1的计算设备100)由使得该设备具有特定热传导属性的各种物理材料制成。例如,一些计算设备可包括专门设计的散热器,该散热器在外壳内部并且被置于该外壳的内表面与设备内的计算机处理器之间。运行良好的散热器可防止由SOC生成的热量集中在外壳的一个区域处,从而保持计算设备的表面周围更加均匀的热量分布。由于热量被扩散到更加表面的区域,因此热量可以更高效地藉由环境空气来去除,从而允许在热缓解变得恰适之前由SOC生成更多热量。

[0055] 在具有运行良好的散热器的示例设备中,预期所估计的皮肤温度将低于由管芯上、封装中、或者印刷电路板上的温度传感器245测得的温度。事实上,测得温度的波动在它们在设备的皮肤上被感受到之前可以被显著地平滑和延迟。相应地,对于给定的设备,恰适的阈值和用于计算设备皮肤温度的特定传递函数将计及这种散热器的存在。

[0056] 另一方面,一些计算设备可具有不同的散热水平,以使得来自SOC的热量不太均匀地从SOC被传导。因此,热量被集中到设备的皮肤的特定区域。这些区域可变得更快地受热,并且由于较少的表面区域受热,因此热量藉由环境空气从表面被去除的效率较低。因此,这些设备的恰适阈值和特定的传递函数将计及这些热属性。

[0057] 计算设备的每个模型具有其自身的热属性。因此,专门被设计用于计算设备的特定模型的热算法对于计算设备的不同模型可能不能很好地工作。在上面的示例中,热管理单元335将数字信号的温度数据与经编程阈值进行比较。该阈值温度可被设置在预期设备

皮肤温度可能接近不舒适或危险温度或者除非执行缓解否则将在数秒或数分钟之内达到不舒适或危险温度的值。当然,设备皮肤的不舒适水平可由工程师定义为 $40^{\circ}\text{C}$ - $45^{\circ}\text{C}$ 或者其他恰当的温度水平。此外,阈值对于不同的设备模型和类型可以不同。此外,用于计算估计皮肤温度的传递函数对于不同的设备模型和类型可以不同。如上面解释的,特定设备的热传导属性取决于该设备的材料的物理构成和布置。

[0058] 图4是根据一个实施例的示例温度曲线401-404的解说。图5是根据一个实施例的示例处理功能性500的解说,该示例处理功能性500包括在给定了曲线401作为输入的情况下产生曲线404作为输出的传递函数。图4和5一起解说了可由热管理单元335应用于计算估计设备皮肤温度的传递函数的概念。

[0059] 查看图4,曲线401解说了由图2的热传感器245a-c中的一者感测的示例温度测量。更具体而言,曲线401解说了由图3的ADC 331响应于来自热传感器245的电信号而产生的数字数据。要注意,曲线401包括很多波动并且相当快地上升。温度波动的示例包括由于计算设备中的处理性质而出现的那些波动。例如,当用户打开视频以便观看该视频并且随后暂停或停止该视频时,SOC 230可在视频正在播放时增大其热量输出的量,并随后在视频被暂停或停止时减少其热量输出的量。另外,各种应用的打开和关闭可导致温度上升和下降。

[0060] 在热传感器245在SOC 230上(诸如传感器245a)的实例中,预期温度波动将相当快并且具有相对大的幅度。在热传感器245在封装中(诸如传感器245b)的实例中,一般预期该封装的物理材料将充当低通滤波器以在一定程度上平滑波动,尽管一些波动可能仍然存在。这在热传感器245与封装分开并被安装到印刷电路板250(诸如传感器245c)的实例中更是如此,因为温度传感器245c将藉由封装245和印刷电路板250的物理材料与SOC 230的热量分开。

[0061] 图5示出了接收输入TSENS的处理功能性500,该输入TSENS在该示例中包括由ADC 331提供的数字温度读数。曲线401是TSENS的示例。曲线402是向曲线401应用低通滤波器的效应的解说。具体而言,曲线401中较高频率的波动被平滑,而该曲线的大体方向被保持。低通滤波器的示例包括图5的滤波器510。设计者可将低通滤波器510的时间常数 $\tau$ 设置成类似于由构成印刷电路板250、封装240的物理材料以及SOC 230与设备的外表面之间的任何其他材料提供的热低通滤波器效应。

[0062] 图5还示出了衰减元件520,该衰减元件520具有由常数K给出的增益,其中K小于一。图4的曲线403解说了因向曲线401应用低通滤波器以及随后应用衰减元件得到的示例曲线。在许多实施例中,预期构成印刷电路板250、封装240的物理材料以及SOC 230与设备的外表面之间的任何其他材料将衰减来自SOC 230的热量,从而使得在设备皮肤处感受到的热量将小于该设备在SOC 230、封装240和/或印刷电路板250处将感测到的热量。设计者可将K的值设置成类似于构成印刷电路板250、封装240的物理材料以及SOC 230与设备的外表面之间的任何其他材料的热衰减属性。

[0063] 图5进一步示出了延迟元件530。一般预期在物理系统中由SOC 230产生的热量将在某个延迟量之后(一般在数秒或数分钟的范围中)达到设备皮肤。该延迟效应是低通滤波器效应和衰减效应以外的补充,并且延迟效应还由构成印刷电路板250、封装240的物理材料以及SOC 230与设备的外表面之间的任何其他材料引起。

[0064] 在图4的示例中,曲线404解说了在应用了低通滤波器、衰减和延迟之后的温度数

据。相应地,曲线404对应于图5的 $T_{\text{predicted}}$  ( $T_{\text{预测}}$ ),并且它在图6的方法中可以用作对设备皮肤温度的估计。

[0065] 如上面提到的,低通滤波器510 ( $\tau$ )的时间常数、衰减元件520 (K)的增益常数、以及延迟元件530的延迟值可以由计算设备100的物理材料的热传导属性来定义。具体而言,温度传感器245的特定位置、散热设备的存在或不存在、以及设备100的其他热传导属性定义了应用于TSENS以计算 $T_{\text{预测}}$ 的传递函数。

[0066] 在一些实施例中,热管理单元335所使用的(诸)温度阈值、 $\tau$ 、K和延迟值可以是在设备的设计阶段期间通过仿真已知的设计参数。在其他实施例中,(诸)温度阈值、 $\tau$ 、K和延迟值可通过对设备的物理实施例的实验来确定。例如,设计者可使用计算机辅助设计程序以在设计设备时确定该设备的热传导属性。附加地或替换地,设计者可在受控环境中获得设备的皮肤的温度读数以及来自各个温度传感器的读数,以便为(诸)阈值、 $\tau$ 、K和延迟值确定恰适的值。这种设计和/或测试可由设备的设计者或制造商来执行。

[0067] 在一个示例使用情形中,计算设备的制造商或设计者确定一个或多个温度阈值、 $\tau$ 、K和延迟值。该设计者或制造商随后将该信息保存在SOC 230的存储器中以便由热管理单元335使用。该过程是在向消费者递送完工单元之前执行的,从而使得完工成品包括被构建到其中的稳健的热缓解功能性。附加地或替换地,由热管理单元335应用于计算估计的皮肤温度 ( $T_{\text{预测}}$ ) 的传递函数可以作为采用类似于以下形式的三阶或四阶方程(或其他恰适的函数)给出: $T_{\text{预测}}=a+bx+cx^2+dx^3$ ,其中 $x$ 是与所感测到的温度相关联的变量,并且系数 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ 是使用一个或多个曲线拟合算法来确定的。在此类示例中,系数 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 和 $d$ 和变量 $x$ 可以以上面参照(诸)温度阈值、 $\tau$ 、K和延迟值所描述的类似方式,在设计阶段期间和/或通过实验来确定。

[0068] 图6中解说了提供热缓解的示例方法600的流程图。在一个示例中,方法600由诸如上面参照图3所描述的热管理单元335来执行。方法600假定(诸)温度阈值、 $\tau$ 、K和延迟值对于特定设备是已知的。附加地或替换地,方法600假定系数 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ 和变量 $x$ 对于特定设备是已知的。此外,各个实施例包括:处理器自身从有形计算机可读介质(例如,处理器上的RAM)读取计算机可执行代码,并执行该代码以执行方法600的各动作。

[0069] 当设备在正常使用期间操作时,热管理单元335执行方法600的各动作。因此,当人类用户使设备空闲、作出电话呼叫、发送文本消息、观看视频等等时,热管理单元335持续地执行动作600以确保设备皮肤温度不达到预定义的不舒适水平。要注意,在该示例中,温度的读数是在一个或多个温度传感器处取得的(诸如图2中所示),并且热缓解处理(例如,动作602-607)是由SOC自身处的逻辑执行的。

[0070] 在动作602处,系统读取温度数据(图5中的TSENS)。例如,在图3的实施例中,片上电路系统从热敏电阻器(被示为温度传感器245)接收电信号。热敏电阻器处的电压或电流指示该热敏电阻器的电阻,并且因此指示该热敏电阻器的温度。在图3的实施例中,来自热敏电阻器的电信号被馈送给运算放大器并随后馈送给ADC,其中ADC的输出是指示温度传感器处的温度的数字信号。各实施例的范围不限于任何特定的温度传感器。例如,其他实施例可采用温度二极管、数字温度计、热电偶、或者其他恰适的温度传感器。此外,温度传感器可被设置在设备的外壳内的任何恰适位置。

[0071] 在动作603处,系统将温度数据与经编程的温度阈值 ( $T_{\text{sp}}$ ) 进行比较。例如,在图3

的示例中,热管理单元335将温度信息对照经编程的温度阈值进行比较。温度阈值的值可以是任何恰当的值,并且它表示温度传感器的与设备皮肤的温度极限相关联的温度,诸如预期设备皮肤温度可能接近不舒适或危险温度的值。温度阈值的值将取决于特定设备的热传导属性。例如,与允许从SOC到皮肤的较快热传递的设备相比,具有构建到其中的散热层的设备可被指派更高的温度阈值。在一些场景中,可基于实验和/或设计的已知热传递属性来将温度阈值指派给设备。如上面提到的,温度阈值可被保存到设备的处理器中的存储器并由热管理单元335在执行方法700时访问。

[0072] 如果温度数据的值不超过阈值,则方法600返回到动作602,其中系统继续读取TSENS。然而,如果温度数据的值确实超过阈值,则系统计算估计皮肤温度( $T_{\text{预测}}$ )。系统可根据上面参照图4和5所描述的技术来计算估计皮肤温度。此外,用于计算估计皮肤温度的特定技术可以是取决于设备的。

[0073] 此外,要注意,在该实施例中,温度数据(TSENS)随时间变化,并且因此,动作603处的比较和动作605处的计算可与温度数据一起随时间变化。

[0074] 在动作606处,系统将所估计的皮肤温度( $T_{\text{预测}}$ )与阈值( $T_{\text{sp}}$ )进行比较。在图6的示例中,温度阈值 $T_{\text{sp}}$ 在动作603和606处被示为相同的阈值。然而,各实施例的范围包括在动作603和606处针对温度阈值使用不同的值。此外,在该示例中,动作606中所使用的阈值 $T_{\text{sp}}$ 表示最大允许温度或者设备的外表面的其他温度极限(例如,40°C)。最大允许温度可由设计者或工程师鉴于各种因素(诸如用户舒适度和安全性)来设置。

[0075] 如果估计皮肤温度不超过温度阈值,则方法600返回到动作602,其中系统读取TSENS。另一方面,如果估计皮肤温度确实超过阈值,则方法600包括:响应于估计皮肤温度和阈值来缓解处理器芯片的性能。

[0076] 例如,在图3的示例中,热管理单元335将估计皮肤温度与经编程阈值进行比较。如果温度信息指示温度传感器的温度大于阈值,则热管理单元335可降低处理器芯片的操作参数。处理器芯片的示例是图2的SOC 230,尽管本文所描述的原理可应用于任何恰当的计算机处理器。

[0077] 动作607包括降低处理器芯片的操作参数。在一个示例中,热管理单元335降低SOC中的一个或多个核的操作频率,从而降低功耗。然而,动作607可包括任何恰当的热缓解技术,诸如将核置于空闲状态。例如,在图3的示例中,热管理单元335可向时钟控制单元312发送命令以便降低时钟频率或完全门控时钟频率。事实上,任何操作参数(诸如频率或电压)的降低落入各实施例的范围内。该过程在SOC操作时继续操作,持续地测量功耗并根据算法来采取恰当的缓解步骤。

[0078] 各实施例的范围并不限于图6中所示出的特定方法。其他实施例可添加、省略、重新安排、或修改一个或多个动作。例如,方法600还可包括:当不再期望热缓解时(诸如在确定估计皮肤温度已经降低超过相同或不同的阈值之后)将时钟频率返回到先前水平或以其他方式提高时钟频率的功能性。此外,各个实施例可包括:从散布遍及封装以及或许SOC自身的各个温度传感器(如由图2中的传感器245a-c所解说的)取得多个温度读数。

[0079] 各个实施例可提供优于常规解决方案的一个或多个优点。例如,可能难以直接从计算设备的皮肤捕捉温度读数,特别是对于更加紧凑和移动的计算设备(诸如电话和平板)而言。然而,皮肤温度可以与用户的舒适度感知非常相关。一些常规解决方案使用从处理器

芯片上的传感器搜集的温度读数,并将热缓解决策基于该温度读数而没有进一步处理。但是从处理器上的热传感器搜集的温度读数可能不提供皮肤温度的准确指示,从而造成热缓解过程的干预过早或过于频繁并且牺牲系统的性能。

[0080] 对比之下,本文所描述的系统使用所估计的设备皮肤温度来提供热缓解。如果在设计和/或测试期间恰适地计算了传递函数的参数和(诸)阈值,则对设备皮肤温度的估计可以相当准确并且表示真实的设备皮肤温度。本文所描述的一些实施例可通过允许更准确的热管理来改善处理器芯片的操作,从而为人类用户提供舒适度和安全性。

[0081] 如本领域普通技术人员至此将领会的并取决于手头的具体应用,可以在本公开的设备材料、装置、配置和使用方法上做出许多修改、替换和变化而不会脱离本公开的精神和范围。有鉴于此,本公开的范围不应当被限定于本文所解说和描述的特定实施例(因为其仅是作为本公开的一些示例),而应当与所附权利要求及其功能等同方案完全相当。

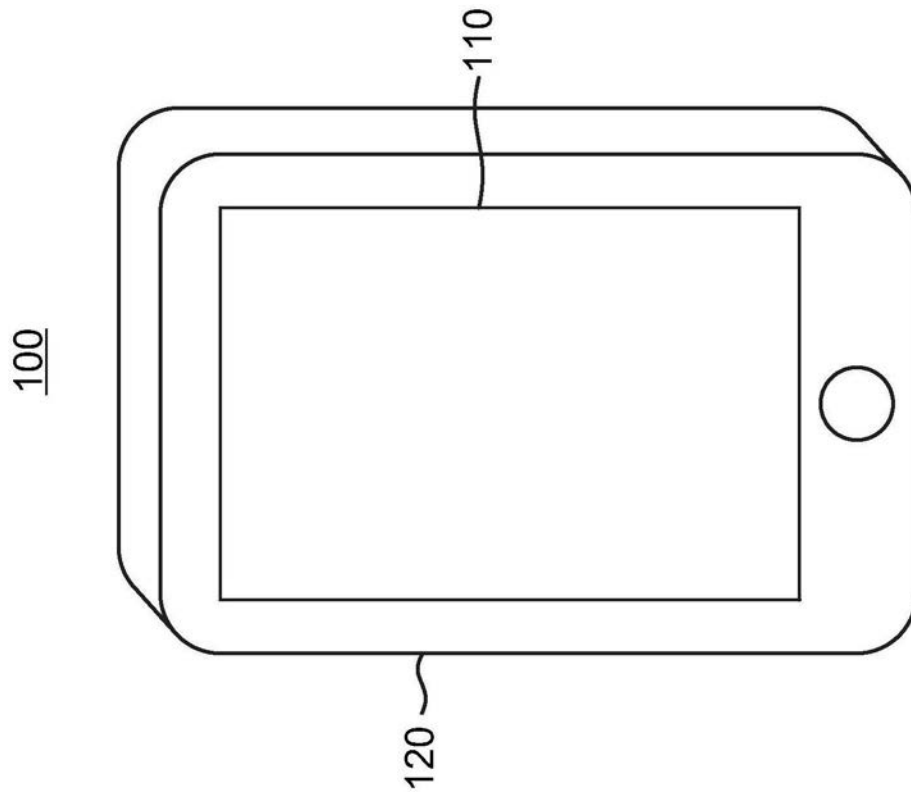


图1

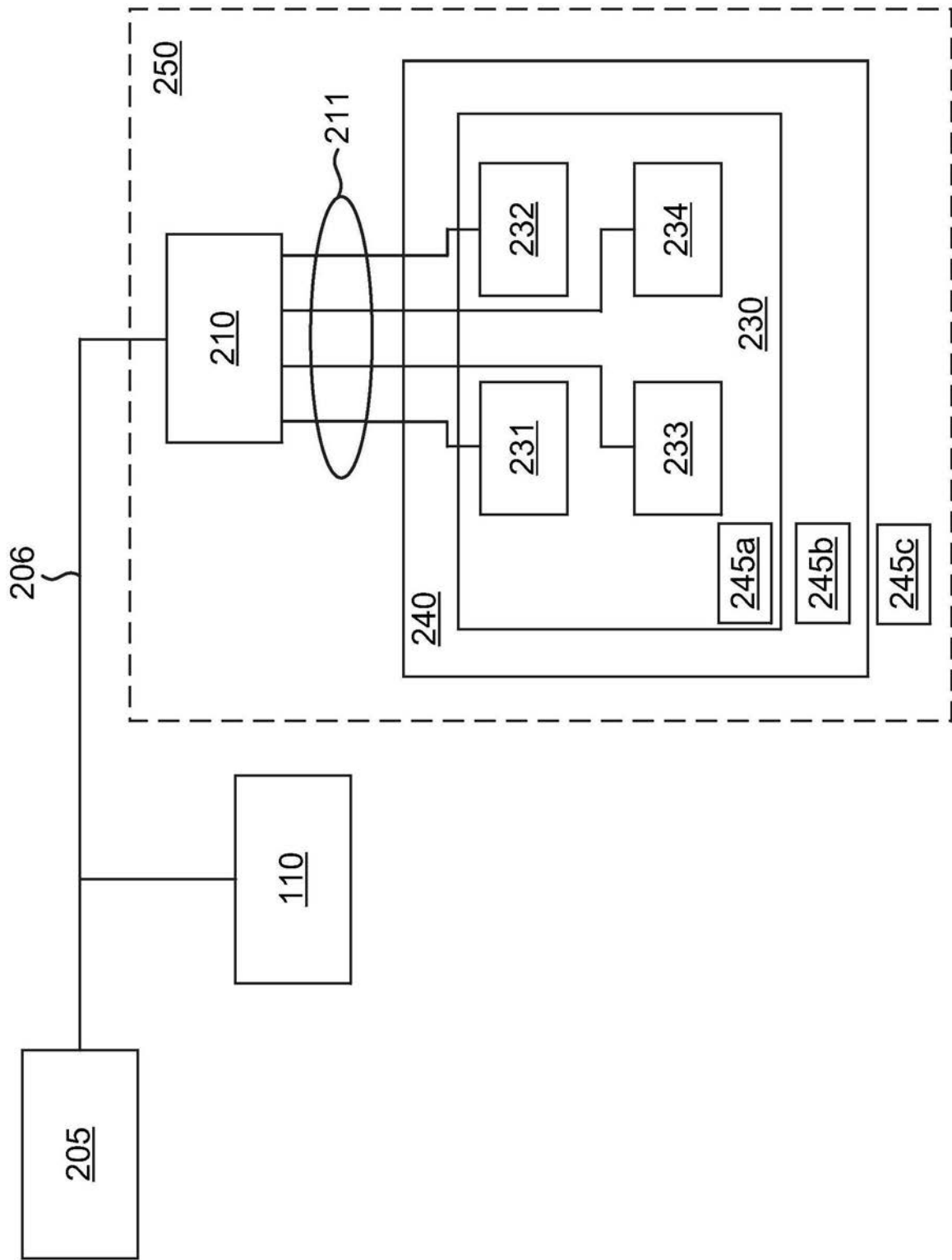


图2



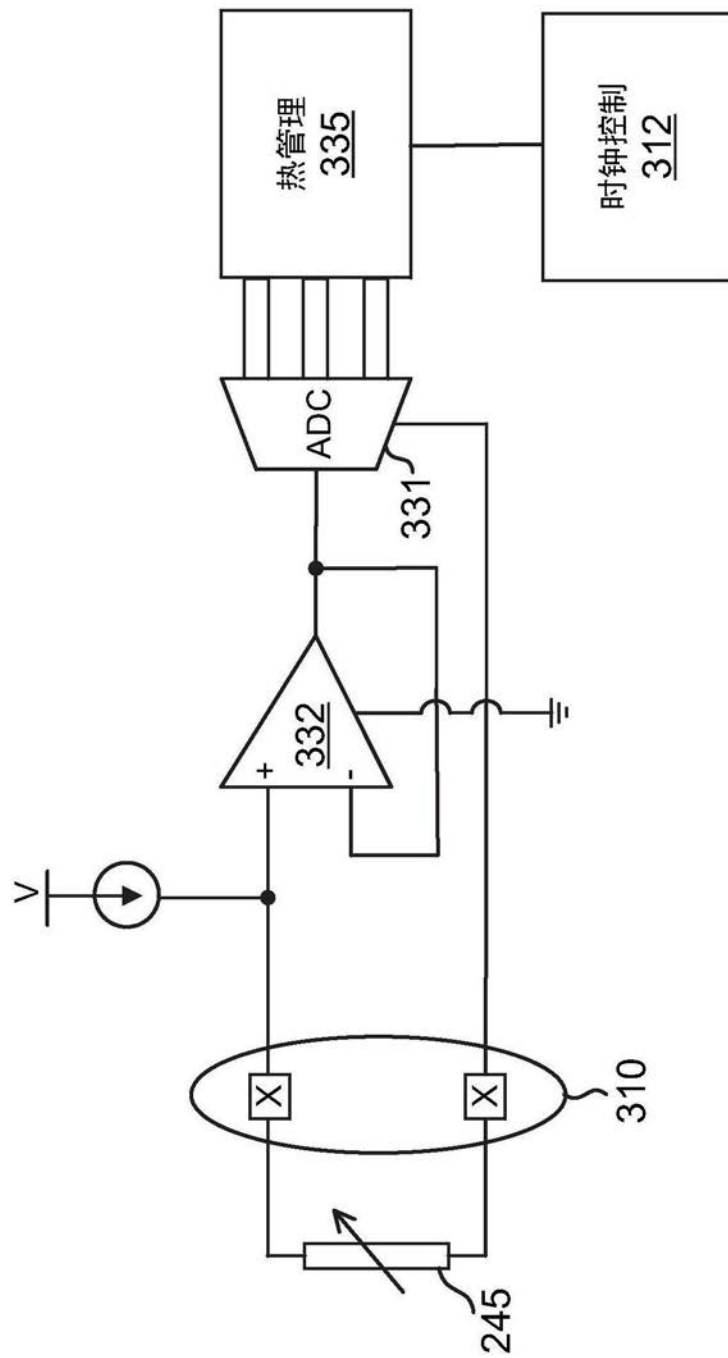


图3

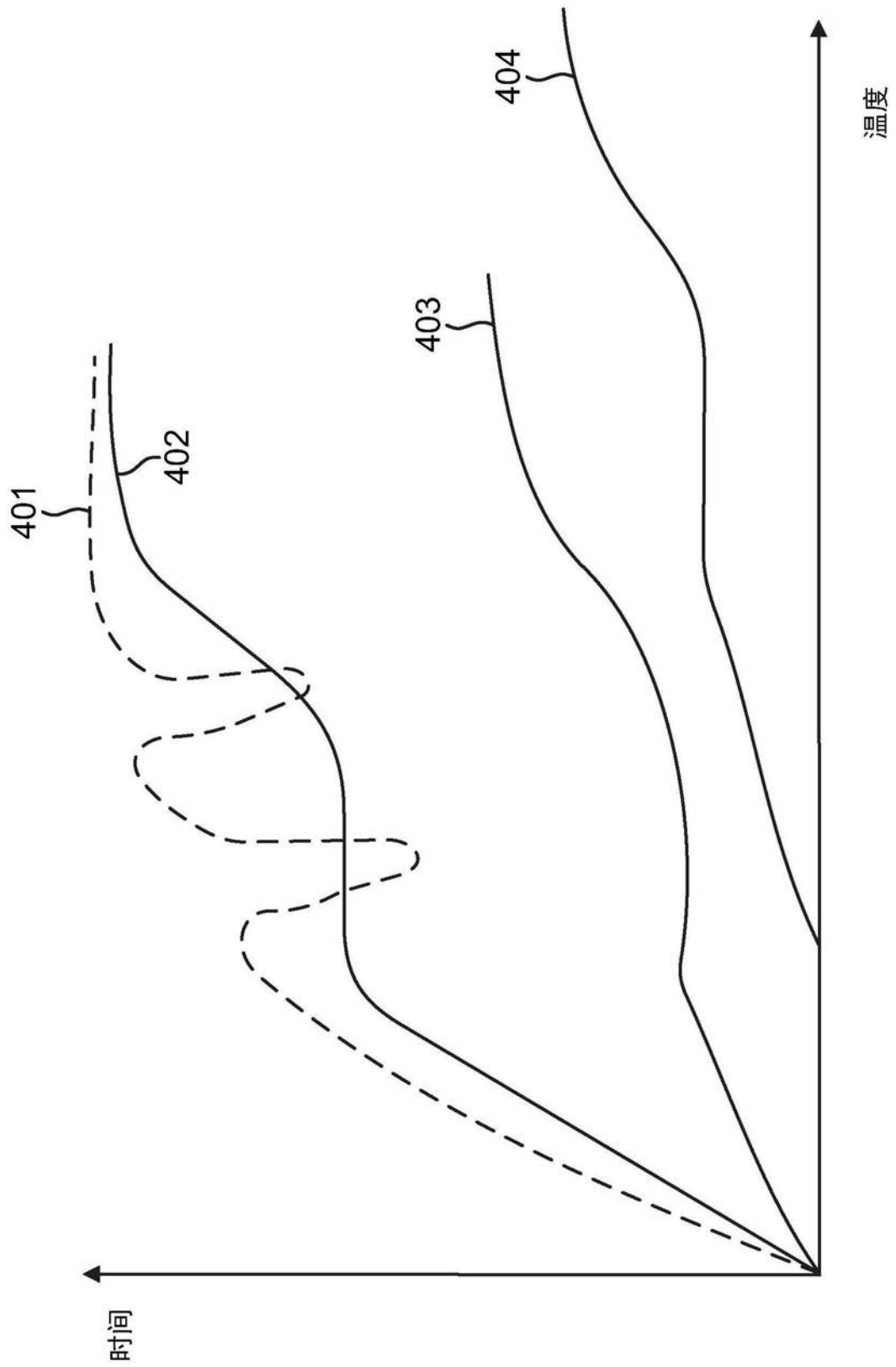


图4

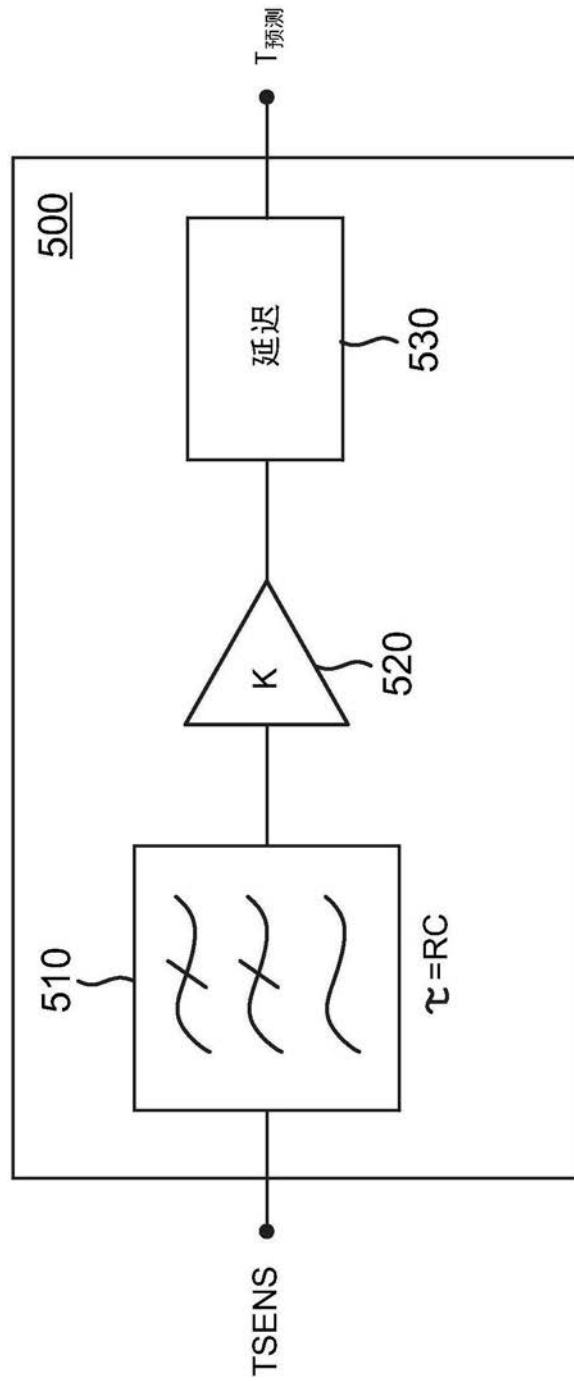


图5

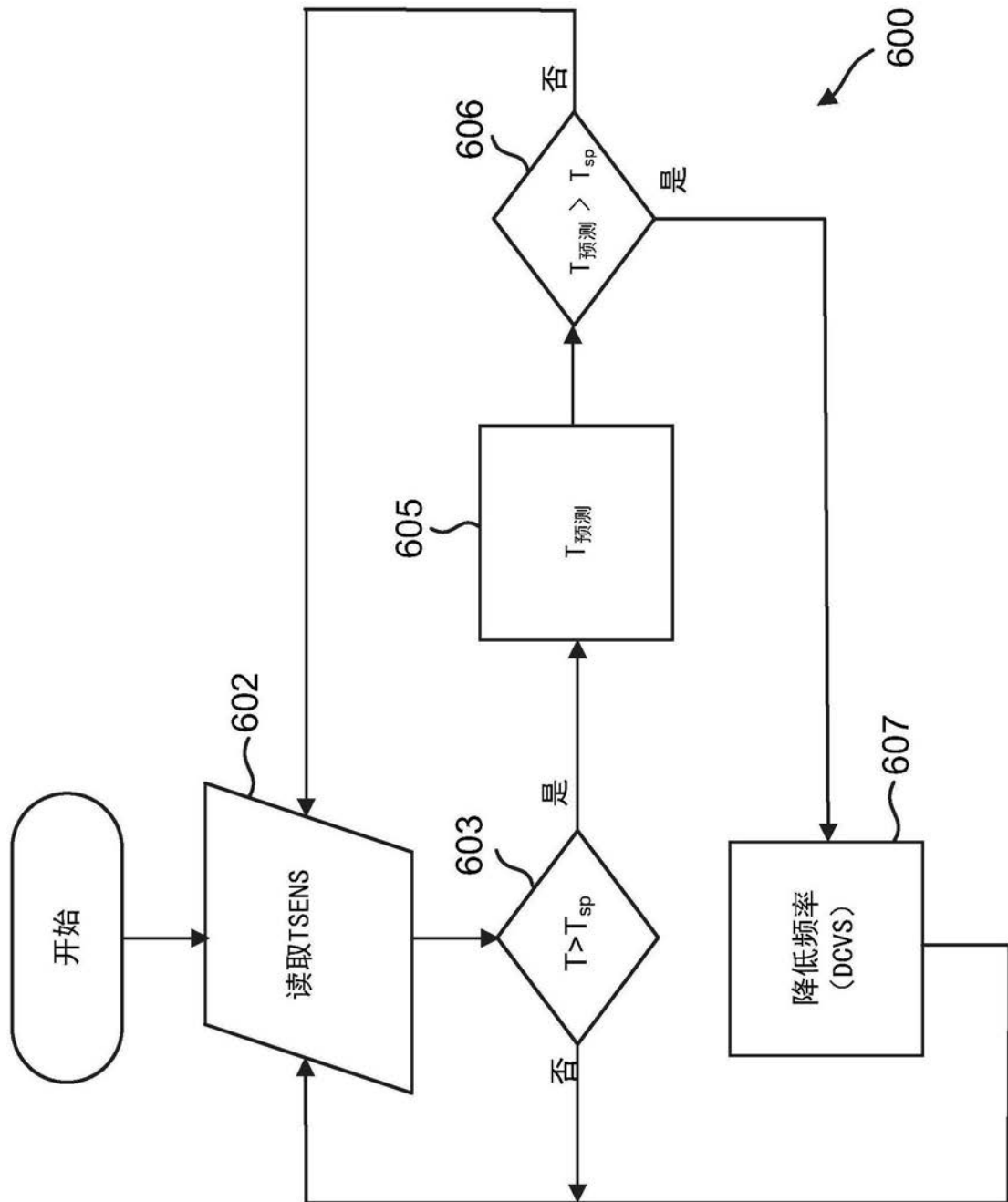


图6