



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109642829 B

(45) 授权公告日 2020.12.08

(21) 申请号 201780052485.0

(22) 申请日 2017.08.15

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109642829 A

(43) 申请公布日 2019.04.16

(30) 优先权数据  
15/260,194 2016.09.08 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2019.02.26

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2017/046967 2017.08.15

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02018/048587 EN 2018.03.15

(73) 专利权人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 A·A·麦瑞克 M·圣-劳伦特  
M·卡西马萨尔 R·钱德拉  
M·阿拉姆

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限  
责任公司 11287

代理人 杨林勳

(51) Int.Cl.  
G01K 7/42 (2006.01)  
G06F 1/20 (2006.01)

审查员 乐小琴

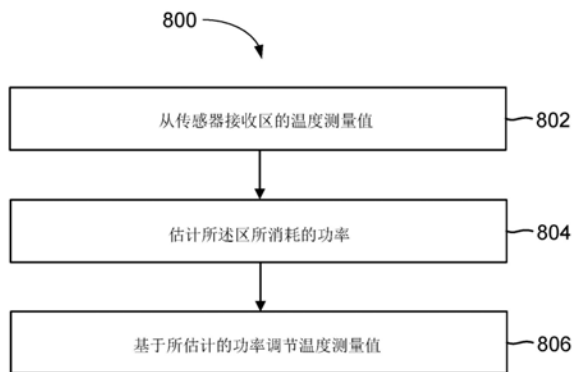
权利要求书2页 说明书12页 附图9页

(54) 发明名称

时间温度传感器位置偏移误差校正

(57) 摘要

一种温度传感器位置偏移误差校正功率实施方案包含监测器(例如,数字功率监测器/计量器)以测量裸片上的活动,并且使用活动测量值以通过将活动转换成功率计算实时温度偏移,其可以用于简化的紧凑型热量模型。包含裸片的芯片上系统从传感器接收芯片上系统的区的温度测量值。所述区所消耗的功率是基于所述测量到的活动估计的,并且所述芯片上系统的温度测量值是基于所述所估计的功率调节的。



1. 一种校正裸片上的热传感器测量值的方法,其包括:
  - 从传感器接收区的温度测量值;
  - 测量所述区的活动,所测量的活动包括流动于包含所述裸片的装置中的电流或包含所述裸片的所述装置的性能,所述性能至少部分基于确定高速缓存未命中的数量或管线暂停的数量;
  - 将所测量的活动转化为所述区的功率;
  - 通过参考所存储的热量模型参数来解释所述区的所述功率或所述活动来导出温度偏移;以及
  - 至少部分地基于所述温度偏移调节所述温度测量值。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述所存储的热量模型参数包含与温度差匹配的所估计的功率。
3. 根据权利要求1所述的方法,其中所述所存储的热量模型参数包含与绝对温度匹配的所估计的功率。
4. 根据权利要求1所述的方法,其中所述所测量的活动包括电流流动穿过电源开关。
5. 根据权利要求1所述的方法,其中所述所测量的活动包括至少部分地基于所述裸片的所述装置的所述性能。
6. 根据权利要求5所述的方法,其中所述性能测量值是至少部分地基于性能计数器确定的。
7. 根据权利要求1所述的方法,其中所述活动的测量以及所述区所消耗的功率转换是通过数字功率监测器/计量器执行的。
8. 一种用于校正裸片上的热传感器测量值的设备,其包括:
  - 用于从传感器接收区的温度测量值的装置;
  - 用于测量所述区的活动的装置,所测量的活动包括流动于包含所述裸片的装置中的电流或包含所述裸片的所述装置的性能,所述性能至少部分基于确定高速缓存未命中的数量或管线暂停的数量;
  - 用于将所测量的活动转化为所述区的功率的装置;
  - 用于通过参考所存储的热量模型参数来解释所述区的所述功率或所述活动来导出温度偏移的装置;以及
  - 用于至少部分地基于所述温度偏移调节所述温度测量值的装置。
9. 根据权利要求8所述的设备,其中所述所存储的热量模型参数包含与温度差匹配的所估计的功率。
10. 根据权利要求8所述的设备,其中所述所存储的热量模型参数包含与绝对温度匹配的所估计的功率。
11. 根据权利要求8所述的设备,其中所述所测量的活动包括电流流动穿过电源开关或至少部分地基于所述裸片的所述装置的性能。
12. 一种用于校正裸片上的热传感器测量值的设备,其包括:
  - 存储器;以及
  - 至少一个处理器,其耦合到所述存储器,所述至少一个处理器经配置以:
    - 从传感器接收区的温度测量值;

测量所述区的活动,所测量的活动包括流动于包含所述裸片的装置中的电流或包含所述裸片的所述装置的性能,所述性能至少部分基于确定高速缓存未命中的数量或管线暂停的数量;

将所测量的活动转化为所述区的功率;

通过参考所存储的热量模型参数来解释所述区的所述功率或所述活动来导出温度偏移;以及

至少部分地基于所述温度偏移调节所述温度测量值。

13. 根据权利要求12所述的设备,其中所述所存储的热量模型参数包含与温度差匹配的所估计的功率。

14. 根据权利要求12所述的设备,其中所述所存储的热量模型参数包含与绝对温度匹配的所估计的功率。

15. 根据权利要求12所述的设备,其中所述所测量的活动包括电流流动穿过电源开关。

16. 根据权利要求12所述的设备,其中所述所测量的活动包括至少部分地基于所述裸片的所述装置的所述性能。

17. 根据权利要求16所述的设备,其中所述性能测量值是至少部分地基于性能计数器确定的。

18. 一种上面记录有非暂时性程序代码的非暂时性计算机可读媒体,所述程序代码包括:

用于从传感器接收区的温度测量值的程序代码;

用于测量所述区的活动的程序代码,所测量的活动包括流动于包含裸片的装置中的电流或包含所述裸片的所述装置的性能,所述性能至少部分基于确定高速缓存未命中的数量或管线暂停的数量;

用于将所测量的活动转化为所述区的功率的程序代码;

用于通过参考所存储的热量模型参数来解释所述区的所述功率或所述活动来导出温度偏移的程序代码;以及

用于至少部分地基于所述温度偏移调节所述温度测量值的程序代码。

## 时间温度传感器位置偏移误差校正

### 技术领域

[0001] 本申请涉及热减轻,并且更确切地说,涉及通过使用裸片上功率监测器的时间温度传感器位置偏移误差校正。

### 背景技术

[0002] 常规的现代智能电话可包含芯片上系统 (SoC),其具有处理器和其它可操作电路。确切地说,智能电话中的SoC可包含封装内的处理器芯片,其中封装安装在电话内部的印刷电路板 (PCB) 上。电话包含外部壳体和显示器,例如,液晶显示器 (LCD)。当使用电话时人类用户物理地触碰外部壳体和显示器。

[0003] 当SoC操作时,它产生热量。在一个实例中,智能电话内的SoC可达到80°C-100°C的温度。此外,常规的智能电话并不包含风扇以耗散热量。在使用期间,例如当人类用户在智能电话上观看视频时,SoC产生热量,并且热量穿过电话的内部部分扩散到电话的外部表面。

[0004] 电话的外部表面有时被称作“皮肤”。外部表面包含物理地在电话的外部上的外部壳体的部分以及任何其它外部地暴露的部分,例如,LCD显示器。由于安全性和人体工学原因,公认的是电话的皮肤不应达到高于约40°C-45°C的温度。如上文所指出,智能电话内的SoC可达到80°C-100°C的温度,然而SoC的温度并不直接地在电话的皮肤处被感觉到。替代地,电话内的热耗散通常意味着电话的皮肤温度在与SoC温度相比的较低温度下。此外,虽然SoC温度的改变可以是相对快速的(例如,秒),但是装置皮肤温度的改变可以是相对缓慢的(例如,数十秒或分钟)。

[0005] 常规的智能电话包含算法以控制皮肤温度,方法是当SoC中的温度传感器达到阈值水平时减少SoC的操作频率。然而,SoC温度是难以精确地测量的。

### 发明内容

[0006] 在本发明的一个方面中,公开了校正裸片上的热传感器测量值的方法。所述方法包含从传感器接收区的温度测量值。所述方法还包含估计所述区所消耗的功率。所述方法进一步包含基于所估计的功率调节温度测量值。

[0007] 另一方面公开了用于校正裸片上的热传感器测量值的设备。所述设备具有存储器 and 耦合到存储器的至少一个处理器。所述处理器经配置以从传感器接收区的温度测量值。所述处理器还经配置以估计所述区所消耗的功率。所述处理器进一步经配置以基于所估计的功率调节温度测量值。

[0008] 在另一方面中,公开了上面记录有非暂时性程序代码的非暂时性计算机可读媒体。所述非暂时性程序代码在由所述处理器执行时,使得所述处理器执行从传感器接收区的温度测量值的操作。所述程序代码还使得所述处理器估计所述区所消耗的功率。所述程序代码进一步使得所述处理器基于所估计的功率调节温度测量值。

[0009] 另一方面公开了包含用于从传感器接收区的温度测量值的装置的设备。所述设备

还包含用于估计所述区所消耗的功率的装置。所述设备进一步包含用于基于所估计的功率调节温度测量值的装置。

[0010] 这已经相当宽泛地概述了本发明的特征和技术优点,以便可以更好地理解下文的具体实施方式。下文将描述本发明的额外的特征和优点。所属领域的技术人员应了解,可以容易利用本发明作为基础来修改或设计其它结构以用于实现本发明的相同目的。所属领域的技术人员还应意识到,此类等效构造不脱离如在所附权利要求书中所阐述的本发明的教示。当结合附图考虑时,关于本发明的组织和操作方法的被认为是本发明的特性的新颖特征与其它目标及优点一起将从以下描述得到更好地理解。然而,应明确地理解附图中的每一个是出于说明和描述的目的而提供的且并不意图作为本发明的限制的界定。

## 附图说明

[0011] 图1是可根据各种方面执行方法的实例计算装置的图示。

[0012] 图2是根据一个方面的图1的计算装置的内部功能单元的图示。

[0013] 图3是根据一个方面的热管理电路和逻辑的图示。

[0014] 图4是包含根据一个方面调适的封装中温度传感器的实例封装和印刷电路板架构的图示。

[0015] 图5是根据本发明的方面说明基于应用程序的热点切换的实例热分析。

[0016] 图6A是根据本发明的方面在操作期间经受功率的应用的电子装置的图。

[0017] 图6B说明根据本发明的方面的图6A的电子装置的温度分布。

[0018] 图6C说明根据本发明的方面的电子装置的温度相对于时间的曲线。

[0019] 图6D说明根据本发明的方面的分布式电阻器-电容器 (RC) 系统的实例。

[0020] 图7是根据本发明的方面的时间温度传感器位置偏移误差校正系统或架构的图示。

[0021] 图8是热减轻的实例方法的流程图的图示。

[0022] 图9是示出可有利地采用本发明的配置的示例性无线通信系统的框图。

## 具体实施方式

[0023] 常规地,温度传感器感测SoC的温度。举例来说,温度传感器检测由于在现今的SoC中预期的大功率密度诱发的热点。示例性温度传感器包含p沟道金属氧化物半导体 (PNP或PMOS) 二极管或晶体管 (例如,热量) 或n沟道金属氧化物半导体 (NPN或NMOS) 二极管或晶体管 (例如,热量)。然而,传感器无法精确地放置在热点出现处。举例来说,传感器放置在半导体装置 (例如,由硅制成) 的活跃层的次佳区域中,这引起传感器的偏移不精确性和不充足的空间覆盖,引起放置误差。这些常规的温度感测实施方案引起不精确的温度测量值。此类误差和不精确性对装置操作、性能和装置可靠性产生风险。

[0024] 施加温度传感器的约束的一些原因包含由于布线复杂度影响装置性能的硅设计约束。举例来说,由于布线规范,将传感器放置在中央处理单元 (CPU) 的核心的某些区中影响CPU性能。并且,将传感器放置在凸块区之上可以不利地影响传感器操作。传感器误差的其它原因是由于对所安装的传感器的数量的限制。

[0025] 施加温度传感器的约束的进一步原因源于运行硅的不同区的应用程序和使用情

况,引起移位或移动热点,这无法使用静态方法特性化。举例来说,系统的功率密度分布的使用情况依赖性引起热点的移位或移动。将传感器放置在任何潜在热点之上是具有挑战性的或不可能的。

[0026] 本发明的方面涉及功率监测器(例如,数字功率监测器/计量器)以测量活动,以及通过将活动转换成功率使用活动测量值来计算实时温度偏移,其可以用于简化的紧凑型热量模型。紧凑型热量模型可以是定义存储在计算装置中的参数并且用于校正来自传感器的温度测量值的预先硅热量模型。举例来说,功率监测器测量仍然未被温度传感器检测到的SoC的活跃区的活动。因此,所提出的框架将活动转化成功率,并且根据简化的紧凑型热量模型使用馈送到框架中的实时功率信息计算温度偏移。

[0027] 描述了校正在装置(例如,裸片或SoC)上的热传感器测量值的过程。裸片可以植入在SoC内。所描述的过程可以被实施为通过处理器的内核过程读取和执行的计算机可执行代码。在另一方面中,所述过程可以被实施为构建到处理器中的硬件过程。

[0028] 本发明的方面可以通过任务为热减轻的SoC的软件内核执行。SoC与温度传感器电连通并且使用温度传感器不断地测量温度。举例来说,如果温度传感器是热敏电阻器,那么SoC可跨越热敏电阻器施加电压并且通过将电流或电压测量值转换成可以由软件内核的热减轻过程读取的数字信号而测量电阻改变。

[0029] 在本发明的一个方面中,SoC从传感器接收SoC的区的温度测量值,估计区所消耗的功率并且基于所估计的功率调节温度测量值。由区所消耗的所估计的功率表示温度差或绝对温度。由区所消耗的功率可以是基于数值或分析性公式估计的。在本发明的一个方面中,由SoC的区所消耗的功率可基于区的活动。举例来说,区的活动可以通过功率监测器(例如,数字功率监测器/计量器)测量、转换成功率,并且随后根据简化的紧凑型热量模型使用馈送到框架中的实时功率信息导出温度偏移。

[0030] 在本发明的一些方面中,活动包含电流流动穿过电源开关或基于裸片的装置的性能。对应于装置的性能的性能测量值是基于性能计数器确定的。举例来说,性能计数器确定高速缓存未命中的数量,或作为测量值的管线暂停的数量。

[0031] 图1是说明可以在其中实施各种方面的实例计算装置100的简化图。在图1的实例中,计算装置100示出为智能电话。然而,方面的范围不限于智能电话,因为其它方面可包含平板计算机、膝上型计算机或其它适当的装置。实际上,方面的范围包含任何特定计算装置,无论是移动的还是不移动的。包含例如平板计算机和智能电话的电池供电装置的方面可受益于本文中所公开的概念。确切地说,所描述的概念提供估计计算装置100内部的热量的技术。

[0032] 如图1中所示,计算装置100包含外部表面或皮肤120,其可以预期为接触人类用户的手或身体的其它部分。外部表面120包含例如金属和塑料表面以及组成显示单元110的表面。在一个实例中,显示单元110是电容式液晶显示器(LCD)触摸屏,使得显示单元110的表面是玻璃或塑料涂覆的玻璃。外部表面120因此包含各种外表面,例如,显示单元110和外部壳体的其它部分。虽然未在图1中以有利点示出,但是计算装置100的背侧包含装置的外部表面的另一部分,并且具体地说是外部壳体的另一部分,其可以布置在平行于显示单元110的平面的平面中。

[0033] 图1并未示出计算机处理器,但是应理解计算机处理器包含在计算装置100内。在

一个实例中,计算机处理器在封装内的SoC中实施,并且封装安装到印刷电路板且安置在物理壳体内。在常规的智能电话中,包含处理器的封装安装在平行于显示表面的平面和背表面平面的平面中。

[0034] 当计算机处理器操作时,它产生热量,所述热量耗散在整个计算装置100的物理结构中。取决于计算装置100的特定热特性,在计算装置100的外部表面120上来自处理器的操作的热量可能达到不舒服的温度或不舒服的温度附近。计算装置100内的计算机处理器提供功能性以控制在计算装置100的外部表面上感觉到热量,方法是测量在一或多个温度传感器处的温度读数并且在适当时调节所述读数。

[0035] 图2是根据一个方面的图1的计算装置100的内部功能组件的实例物理布局的架构图。图2意图是说明性的,并且为了便于图示它省略了一些特征。

[0036] 电池205、功率管理集成电路(PMIC) 210和SoC 230安置在计算装置100内,使得它们包封在计算装置100的物理壳体内,如由外部表面120所指示(如图1中所示)。此外,SoC 230包含在封装240内。电池205、功率管理集成电路PMIC 210和SoC 230也与物理壳体热接触,使得由那些项产生的热量传导到装置100的外部表面120。由SoC 230产生的热量穿过封装240传导到装置100的外部表面120。封装240进一步包含热传感器245。

[0037] 计算装置100包含电池205,其可以是现在已知的或稍后研发的任何适当的电池。举例来说,电池205可包含锂离子电池或其它电源。电池205耦合到电池轨206,其分配来自电池205的功率。电池轨206耦合到装置显示器110并且耦合到PMIC 210。在一些方面中,来自电池轨206的功率可以得到调节或者在提供到显示器110之前得到调控,然而,为了便于图示,在此实例中电池轨206被直接地提供到显示器110。

[0038] PMIC 210从电池轨206接收功率并且调节电压以提供可由SoC 230使用的输出电压。SoC 230具有四个核心,231-234。核心的实例包含中央处理单元(CPU)、图形处理单元(GPU)、调制解调器,及类似者。虽然未在图2中示出,但是计时电路提供具有到核心231-234中的每一个的操作频率的时钟信号,其中计时电路可以是受到控制的以增大或减小操作频率。

[0039] PMIC 210提供功率到SoC 230,并且具体地说在此方面中通过四个单独的功率轨211提供功率到核心231-234。方面的范围不限于任何特定SoC架构,因为任何适当数量的核心和PMIC功率轨可用于特定的方面中。举例来说,其它方面可包含16个核心、32个核心或其它数量。

[0040] SoC 230包含功能性以使用温度传感器245测量温度并且基于功率消耗校正温度。

[0041] 图3提供执行所描述的方法的实例系统的图示。图3的系统包含温度传感器245,其在此方面中示出为热敏电阻器。热敏电阻器根据温度改变其电阻,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。在此方面在标记为“封装中”的区域中示出了温度传感器245。

[0042] 温度传感器245通过导电触点310的使用与芯片上电路300电连通。芯片上电路300在此实例中包含在SoC 230(图2)内实施的电路和逻辑。芯片上电路300包含运算放大器332,其具有非反相输入(+)和反相输入(-)。非反相输入与温度传感器245连通。运算放大器332包含负反馈,使得输出端子耦合到反相输入。此布置使电压读数平稳。在非反相输入处的电压指示温度传感器245所经历的温度。因此,运算放大器332的输出端子提供指示传感

器245所经历的温度的模拟信号。

[0043] 来自运算放大器332的模拟输出信号通过模/数转换器(ADC)331接收,并且ADC 331产生指示从运算放大器332接收的温度信息的数字信号。ADC 331将数字信号传送到热管理单元/电路335以用于进一步处理。在一个实例中热管理单元335包含硬件逻辑以将热管理服务提供到SoC 230。

[0044] 在另一方面中,热管理单元335表示通过SoC 230的软件内核所提供的热管理过程。举例来说,SoC 230可包含软件内核,其在SoC 230上电并且接收时钟信号时操作。热管理单元335可在该例子中包含构建到内核中的软件过程。然而,硬件或软件或其组合可执行本文中所描述的方法以提供热管理。

[0045] 热管理单元335从ADC 331接收数字信号,并且数字信号包含指示传感器245所测量到的温度的数据。热管理单元335包含对应于与皮肤温度中的不期望的上升相关联的封装温度的至少一个经编程温度阈值。热管理单元335从ADC 331接收数字信号并且比较该数字信号的温度信息与经编程温度阈值。如果温度低于温度阈值,那么热管理单元335可以在周期性基础上或在其它适当的时间简单地继续监测。然而,响应于确定数字信号所指示的温度已经超过阈值,热管理单元335可减小SoC 230的操作参数。减小操作参数的实例包含减小SoC 230的电压和/或操作频率。图3的实例假设所述过程包含至少减小SoC 230的操作频率。

[0046] 通过将命令发送到时钟控制单元312,热管理单元335可减小提供到核心的时钟频率或增大提供到核心的时钟频率。时钟控制单元312可以是物理地SoC 230的一部分或从其中分开,因为方面的范围不限于任何特定计时架构。时钟控制单元312可控制例如锁相回路(PLL)或提供周期性时钟信号的其它适当的电路以便升高或降低核心231-234中的一或多个的操作频率。

[0047] 在一个实例中,当热管理单元335比较温度与温度阈值并且随后确定降低操作频率是适当的时,热管理单元335将控制信号发送到时钟控制单元312,指示时钟控制单元312减小操作频率。此外,热管理单元335可继续监测来自数字信号的温度数据并且将它与相同或不同阈值进行比较,并且当温度下降到低于相同或不同阈值时,热管理单元335可通过将另一控制信号发送到时钟控制单元312来增大操作频率。

[0048] 由热管理单元335所使用的温度阈值(或阈值)可取决于给定装置的特定导热特性。例如图1的计算装置100的给定装置由使得装置具有特定导热特性的各种物理材料制成。举例来说,一些计算装置可包含专门设计的散热器,所述散热器在壳体内部并且在装置内放置在壳体的内表面与计算机处理器之间。很好的起作用的散热器可防止SoC所产生的热量集中在壳体的一个区域处,由此维持围绕计算装置的表面的更均匀的热量分布。因为热量扩散到更表面的区域,所以热量可以通过环境空气更有效地移除,由此允许通过SoC的更多产热在热减轻之前变得适当。

[0049] 图4是根据各种方面采用封装中温度传感器的系统的实例。在图4中所示的给定封装和PCB架构可以安置在装置100(图1)内使得它至少部分由外部壳体包封。长尺寸(在此实例中水平)可对应于图1的装置100的高度尺寸,使得PCB 416可以放置成平行于显示器110并且平行于装置100的背表面。

[0050] 在图4中,系统包含安置在封装240内的SoC 230。通过使用导电凸块413在SoC 230



与封装240的其余部分之间形成电气连接。封装240安置在印刷电路板(PCB) 416(如图5中所示)上,并且通过焊料球414的使用在封装240与PCB 416之间形成电气连接。功率管理集成电路PMIC 210通过PCB 416的金属迹线(未示出)、一或多个焊料球414、一或多个金属层412和一或多个导电凸块413将功率提供到SoC 230。

[0051] 在此实例中封装240包含多个层。最顶部层是黑色塑料模制品410,其操作以保护SoC 230免受环境影响并且将SoC 230机械地紧固到封装240。封装240的衬底部分包含通过通孔连接的电介质材料415和金属层412的交替层。为了便于图示图4的实例是简化的,并且应理解给定封装可包含更多的且不同的层,例如,各种粘合剂和掩模。方面的范围不限于任何特定封装架构或材料。

[0052] 进一步在图4的实例中,温度传感器245安置在封装内,使得它在衬底部分的顶部上并且在塑料模制品410下方。通过使用导电路径411温度传感器245与SoC 230电连通,所述导电路径包含来自衬底的金属层中的一或多个的金属。在图4的实例中,温度传感器245与SoC 230物理地分开,并且它与SoC 230间接热接触。由SoC 230产生的热量穿过封装240的材料传导并且被温度传感器245感测到。

[0053] 图5是根据本发明的方面用于说明基于应用程序的热点切换的热分析的实例图500。所述图示出了通过不同应用程序/使用情况的热点移位的显著影响。图500示出了SoC 502的温度分布,其包含具有在SoC 502的中心区处的多个核心(例如,双核)的处理器。当应用程序在SoC 502上运行时,SoC 502经受热量。举例来说,处理器的核心在SoC 502的区504中(通常围绕中心)并且通常是SoC的最热的部分。外围装置506和高速缓存装置(例如,L2高速缓存)(通常沿SoC的侧面)通常与核心相比较冷。

[0054] 当不同的应用程序在处理器上运行时处理器的多个核心的核心508用于执行热分析。核心508经详细地扩展和建模,并且表示为应用程序特定的表示508A和508B。核心508的应用程序特定的表示508A说明当第一应用程序在处理器上运行时的核心508。核心508的应用程序特定的表示508B说明当第二应用程序在处理器上运行时的核心508。

[0055] 核心508和对应的应用程序特定的表示508A和508B包含区510中的核心外围装置(例如,L1高速缓存)和核心内部区512(例如,浮点和整数计算单元)。在一些实施方案中,第一应用程序涉及浮点实施方案并且第二应用程序涉及整数实施方案。应用程序特定的表示508A示出了热点514和温度传感器516的位置。如应用程序特定的表示508A中所示,热点的位置和温度传感器516并不重合,这可能引起温度测量值中的不精确性。当第一应用程序在核心508中运行时在核心508中热点514相对于传感器516的位置的进一步图示在热量图522中示出。

[0056] 应用程序特定的表示508B示出了热点518和温度传感器520的位置。如应用程序特定的表示508B中所示,热点518的位置和温度传感器520并不重合,这可能引起温度测量值中的不精确性。当第一应用程序在核心508中运行时在核心508中热点518相对于传感器520的位置的进一步图示在热量图524中示出。

[0057] 在应用程序特定的表示508B和热量图524中说明的热点518和温度传感器520的位置相对于在应用程序特定的表示508A和热量图522中说明的热点514距温度传感器516的位置是更接近的。相应地,因为热点和温度传感器的位置并不重合,所以出现温度测量值中的不精确性。不精确性是基于在处理器的核心上运行的应用程序加剧的。不精确性可以是在

一些例子中至关重要的,例如,对于其中存在可能无法忍受非常高的不精确性的结温度限制的实施方案。

[0058] 举例来说,当不同应用程序在装置上运行时当热点在浮点单元与整数单元之间切换时,在区504中的不同位置处存在多个热点。因此如果仅存在一个温度传感器,那么温度传感器可能并不能够俘获通过在处理器上运行一或多个应用程序所产生的不同热点中的至少一个的精确温度读数。

[0059] 由于空间和设计约束,所使用的传感器的数量受到限制,并且因此存在对可以取决于由使用情况所消耗的功率以时间和空间方式校正偏移的解决方案的需要。为了减少这些缺陷,本发明的方面提供用于时间温度传感器位置偏移误差校正的热量模型。

[0060] 图6A到6D是根据本发明的方面用于时间温度传感器位置偏移误差校正的示例性热量模型的图示600。热量模型可以是在分析之下引入电子装置(例如,SoC)的参考热量模型参数的预先硅热量模型。参考热量模型参数可对应于在SoC的不同区处的所估计的功率。所估计的功率可以与温度差值或绝对温度值相关联。在一些方面中,所估计的功率和对应的温度差值和/或绝对温度值可基于数值公式和/或分析性公式而定义。举例来说,热量模型可基于允许电子装置的热量行为(包含例如,热量扩散)的暂时热量测量值,以特性化为分布式RC(电阻器-电容器)网络。

[0061] 包含所估计的功率和对应的温度差值和/或绝对温度值的参考热量模型参数可以存储在计算装置中。举例来说,在时间温度传感器位置偏移误差校正系统或架构中参考热量模型参数可被用于将SoC的各个区中的当前应用程序活动匹配到参考热量模型参数的参考。举例来说,可以基于所述匹配估计当前操作的SoC的区的当前温度差值或绝对温度。温度差值或绝对温度的当前估计可用于校正温度传感器的误差测量值。

[0062] 图6A是根据本发明的方面的在操作期间经受功率的应用的包含电子装置602的三维堆叠600A的图。电子装置602可以是SoC装置。电子装置可以经受等效于在电子装置602的不同区中执行的活动的热量。在SoC的不同区处执行活动引起对应于在预先硅热量建模期间施加到电子装置的热量的SoC的不同区处的功率消耗。

[0063] 在分析之下的电子装置602可以经受热量并且可以耦合到热传导组件。举例来说,功率可以耗散到电子装置602。散热器604可以耦合到电子装置602以扩散来自电子装置602的热量。另外,热沉606可以耦合到散热器604以分散来自电子装置602的热量。在分析之下的电子装置602的布置可以根据三维配置(例如,三维堆叠)。举例来说,电子装置602、散热器604和热沉606可以堆叠以形成三维堆叠。

[0064] 相应地,图6A可说明根据本发明的方面的示例性三维热量模型,其中温度值(例如,绝对温度或温度差)是基于与电子装置602的不同区相关联的能量或功率确定的。举例来说,电子装置的不同区的温度值可以是基于以下能量方程式计算的:

$$[0065] \quad (\rho C)_s \frac{\partial T}{\partial t} = k_s \nabla^2 T \quad (1)$$

[0066] 其中 $\delta$ 表示微分算子;

[0067] C表示以焦耳每千克开尔文(J/kgK)为单位的热容;

[0068]  $(\rho C)$ 表示固体密度( $m^3/kg$ )与热容(J/kgK)的乘积;

[0069]  $\delta T/\delta t$ 表示温度相对于时间的一阶导数;

[0070]  $k_s$ 表示固体材料的热导率；

[0071]  $\nabla$ 是取决于所选择的指数表示一阶或更高阶微分的德耳塔算子；以及

[0072]  $T$ 表示温度。

[0073] 在一些实施方案中，方程式可以经受边界条件。举例来说，由 $h_f T_o$ 表示的边界条件可以输入到方程式(1)，其中 $h_f$ 是在加热或冷却表面的边界处的对流热传递系数(瓦每平方米开尔文： $W/(m^2K)$ )并且 $T_o$ 是参考温度(摄氏度)。

[0074] 图6B说明根据本发明的方面的图6A的电子装置602的温度分布图600B。举例来说，电子装置602的温度分布图600B类似于图5的SoC 502的温度分布图600B。温度分布图600B可以是基于预先硅热量模型形成的。用于定义温度分布图600B的参数可以是基于例如分析性或数值公式的公式获得的。

[0075] 举例来说，温度分布图600B和在分析之下的电子装置(例如，SoC)的对应的参考热量模型参数可以是基于能量方程式(1)获得或估计的。温度分布图600B和对应的参考热量模型参数可以存储在计算装置中并且用于如所描述的时间温度传感器位置偏移误差校正。

[0076] 然而，在本发明的一些方面中，三维堆叠可以转换成用于时间温度传感器位置偏移误差校正的紧凑型热量模型。紧凑型热量模型可以通过图6C和6D所说明的。

[0077] 图6C说明根据本发明的方面当电子装置经受热量时电子装置的温度相对于时间的曲线600C。功率被施加到电子装置并且随时间的推移测量电子装置的温度变化。曲线图的x轴表示时间而y轴表示温度。举例来说，为了评估RC系统，在步长功率激发之下测量瞬态响应。

[0078] 举例来说，记录经受阶跃函数功率脉冲(例如，如图6A中所示的功率耗散可以是阶跃函数功率)系统的热量响应。合适的提取技术随后用于定义具有等效响应的RC梯子模型(例如，福斯特RC梯子模型)。举例来说，阶跃函数可以是数值地或以其它方式建模的。

[0079] 图6D说明根据本发明的方面的分布式电阻器-电容器(RC)系统(例如，RC梯子)600D的实例。举例来说，电子装置或热量系统(例如，三维堆叠)可以建模到分布式RC系统中，其可以通过热阻( $R_{th}$ )和热容( $C_{th}$ )建模，如在图6D和以下方程式2中所示。

$$[0080] \quad C_{th} \frac{dT(t)}{dt} + \frac{T(t)}{R_{th}} = P(t) \quad (2)$$

[0081] 其中 $T(t)$ 是对任意功率迹线输入 $P(t)$ 的温度响应；以及

[0082]  $\frac{dT(t)}{dt}$ 是温度响应的的时间导数

[0083] 在热扩散路径上的热特性 $R_{th}$ 和 $C_{th}$ 确定系统的步长功率响应。可以基于例如RC梯子模型的模型估计由SoC的区所消耗的功率。功率估计可基于公式(例如，分析性公式或数值公式)。举例来说，为了根据分析性公式使用梯子模型(例如，福斯特RC梯子模型)来确定阶跃响应，时间依赖性热阻抗可以被写成：

$$[0084] \quad Z_{th}(t) = \sum_{i=1}^n R_{th_i} \left( 1 - e^{-\frac{t}{R_{th_i} C_{th_i}}} \right) \quad (3)$$

[0085] 其中 $R_{th_i}$ 和 $C_{th_i}$ 形成RC梯子的第i级；以及

[0086] n是RC梯子的级的数量。

[0087] 为了根据数值公式使用梯子模型(例如,福斯特RC梯子模型)确定阶跃响应,时间依赖性的热阻抗可以被写成:

$$[0088] \quad T_n = \sum_{i=1}^l \frac{2\tau_i - \Delta t}{2\tau_i + \Delta t} T_{n-1} + \frac{R_{th,i}\Delta t}{2\tau_i + \Delta t} (P_n + P_{n-1}); \tau_i = R_{th,i}C_{th,i} \quad (4)$$

[0089] 其中 $T_n$ 和 $P_n$ 是在时间 $n + \Delta t$ 处的离散温度输出和功率输入。

[0090] 通过数值或分析性公式导出的能量/功率和温度关系可用于定义包含存储在计算装置中的所估计的功率和对应的温度差值和/或绝对温度值的热量模型参数。所估计的功率和对应的温度差值和/或绝对温度值可以与通过用于运行不同应用程序的SoC的一或多个区的数字功率监测器所获得的能量或功率测量值匹配。时间温度传感器位置偏移误差校正可以是基于匹配获得的。

[0091] 图7是根据本发明的方面的时间温度传感器位置偏移误差校正系统或架构700的图示。出于说明性目的,图6A、6B、6C和6D的装置和特征的标记和编号中的一些类似于图7的那些。举例来说,预先硅热量建模实施方案714类似于相对于图6A、6B、6C和6D描述的预先硅热量建模实施方案。类似于图6A、6B、6C和6D的实施方案,图7说明温度分布图600B并且对应的参考热量模型参数可以存储在计算装置中并且用于如所描述的时间温度传感器位置偏移误差校正。在本发明的一些方面中,温度分布图600B和对应的参考热量模型参数可以热量矩阵或现场可编程门阵列(FPGA)的形式存储,如框712中所示。举例来说,FPGA是形成支持在现场可编程门阵列(FPGA)系统上的发展的可重新配置的轻质操作系统。

[0092] 在本发明的一个方面中,校正被添加到温度传感器的原始读数以提供SoC的更精确的温度读数,如方程式6中所示。

$$[0093] \quad T_{SENS_{corr}} = T_{SENS_{raw}} + \Delta T_{corr} \quad (5)$$

[0094] 其中 $\Delta T_{corr}$ 是校正;

[0095]  $T_{SENS_{raw}}$ 是温度传感器的原始读数,如框702中所示;以及

[0096]  $T_{SENS_{corr}}$ 是精确的温度读数。

[0097] 校正 $\Delta T_{corr}$ 是基于来自数字功率监测器的测量值(例如,数据)的。举例来说,在框704处,获取数字功率监测器读数并且将其提供到其它装置(例如,处理器、系统或本地)以用于进一步处理以确定校正 $\Delta T_{corr}$ 以及随后精确的温度读数。功率监测器可基于SoC的核心活动确定功率。举例来说,取决于在核心上运行的应用程序,核心的某些区更加活跃。核心的更加活跃区倾向于是核心的最热区并且被认为是核心的热点。因此,活跃区的所估计的温度对应于用于特定应用程序的核心的热点的温度。热点的温度可以是基于测量功率估计的,所述功率对应于活跃区的活动。相对于来自远离活跃区的传感器的温度测量值,区的实际活动提供区的温度的更精确的读数。举例来说,数字功率监测器的读数可以转换成每个区的功率,如框706中所示,其中IP表示耗散功率的区。

[0098] 可以参考所存储的信息(在框712中),如框708中所示,以解译数字功率监测器读数或经转换的数字功率监测器读数(如框706中所示)并且导出校正温度。校正温度是温度传感器的读数与数字功率监测器读数的解译之间的差异。举例来说,数字功率监测器读数与温度差或存储在计算装置中的绝对温度读数匹配。在框710处,计算精确温度读数。

[0099] 图8是根据本发明的方面说明校正裸片上的热传感器测量值的方法的过程流程图800。在框802中,SoC装置(包含裸片或包含裸片的计算装置的控制器的/处理器)从传感器接收区的温度测量值。举例来说,SoC装置可包含控制器/处理器以执行方法的步骤。在框804中,SoC装置(包含裸片或包含裸片的计算装置的控制器的)估计由区所消耗的功率。在框806处,SoC装置(包含裸片或包含裸片的计算装置的控制器的)基于所估计的功率调节温度测量值。

[0100] 根据本发明的另一方面,描述时间温度传感器位置偏移误差校正实施方案。时间温度传感器位置偏移误差校正实施方案包含用于从传感器接收区的温度测量值的装置。接收装置包含计算装置100、计算装置100内的计算机处理器、封装240、功率管理集成电路210、SoC 230、一或多个核心231-234、ADC 331、运算放大器332、时钟控制单元312、热管理单元335和/或芯片上电路300。时间温度传感器位置偏移误差校正实施方案进一步包含用于估计由区所消耗的功率的装置。功率估计装置包含功率监测器(例如,数字功率监测器/计量器)、计算装置100、计算装置100内的计算机处理器、封装240、功率管理集成电路210、SoC 230、一或多个核心231-234、ADC 331、运算放大器332、时钟控制单元312、热管理单元335和/或芯片上电路300。时间温度传感器位置偏移误差校正实施方案进一步包含用于调节的装置。调节装置包含计算装置100、计算装置100内的计算机处理器、封装240、功率管理集成电路210、SoC 230、一或多个核心231-234、ADC 331、运算放大器332、时钟控制单元312、热管理单元335和/或芯片上电路300。在另一方面中,前述装置可以是经配置以执行由前述装置所述的功能的任何模块或任何设备。

[0101] 图9是示出可有利地采用本发明的方面的示例性无线通信系统900的框图。出于说明的目的,图9示出了三个远程单元920、930和950和两个基站940。将认识到,无线通信系统可具有更多的远程单元和基站。远程单元920、930和950包含IC装置925A、925B和925C,所述IC装置可包含具有温度校正的所公开的SoC。将认识到其它装置也可包含所公开的SoC,例如,基站、切换装置和网络设备。图9示出了从基站940到远程单元920、930和950的前向链路信号980,以及从远程单元920、930和950到基站940的反向链路信号990。

[0102] 在图9中,远程单元920示出为移动电话,远程单元930示出为便携式计算机,并且远程单元950示出为无线本地环路系统中的固定位置远程单元。举例来说,远程单元可以是移动电话、手持式个人通信系统(PCS)单元、例如个人数据助理的便携式数据单元、启用GPS的装置、导航装置、机顶盒、音乐播放器、视频播放器、娱乐单元、例如计量器-读取装备的固定位置数据单元,或存储或检索数据或计算机指令的其它装置,或其组合。虽然图9说明根据本发明的方面的远程单元,但是本发明不限于这些示例性的所说明的单元。本发明的方面可以适合于在许多装置中采用,所述装置包含具有温度校正的所公开的SoC。

[0103] 对于固件和/或软件实施方案,可用执行本文中所描述的功能的模块(例如,程序、函数等等)来实施所述方法。有形地体现指令的机器可读媒体可用于实施本文中所描述的方法。举例来说,软件代码可存储在存储器中且由处理器单元来执行。存储器可实施在处理器单元内或处理器单元外部。如本文中所使用,术语“存储器”指代多种类型的长期、短期、易失性、非易失性或其它存储器,且不应限于特定类型的存储器或特定数量的存储器或存储存储器的媒体的类型。

[0104] 如果在固件和/或软件中实施,那么可将所述功能作为一或多个指令或代码存储

在计算机可读媒体上。实例包含以数据结构编码的计算机可读媒体和以计算机程序编码的计算机可读媒体。计算机可读媒体包含物理计算机存储媒体。存储媒体可以是可由计算机存取的可供使用的媒体。借助于实例而非限制,此类计算机可读存储媒体可包含RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM或其它光盘存储装置、磁盘存储装置或其它磁性存储装置,或可用于存储呈指令或数据结构的形式所期望的程序代码且可由计算机存取的任何其它媒体。如本文中所述,磁盘和光盘包含压缩光盘(CD)、激光光盘、光学光盘、数字多功能光盘(DVD)、软盘和蓝光光盘,其中磁盘通常以磁性方式再现数据,而光盘使用激光以光学方式再现数据。以上各项的组合也应包含在计算机可读媒体的范围内。

[0105] 除了存储在计算机可读媒体上之外,还可将指令和/或数据提供为通信设备中所包含的发射媒体上的信号。举例来说,通信设备可包含具有指示指令和数据的信号的收发器。所述指令和数据经配置以使一或多个处理器实施权利要求书中概述的功能。

[0106] 尽管已详细地描述本发明及其优点,但应理解,在不脱离如由所附权利要求书所界定的本发明的技术的情况下,可在本文中进行各种改变、替代及变化。举例来说,相对于衬底或电子装置使用例如“上方”和“下方”等关系术语。当然,如果所述衬底或电子装置倒置,则上方变成下方,且反之亦然。另外,如果侧向定向,那么上方和下方可指代衬底或电子装置的侧面。此外,本申请的范围并不意图限于在说明书中所描述的过程、机器、制品、物质组成、手段、方法和步骤的特定配置。如一般所属领域的技术人员将易于从本发明而了解,可根据本发明利用执行与本文中所描述的对应的配置基本上相同的功能或实现与所述对应的配置基本上相同的结果的当前现有或稍后待开发的过程、机器、制品、物质组成、手段、方法或步骤。相应地,所附权利要求书意图在其范围内包含此类过程、机器、制品、物质组成、手段、方法或步骤。

[0107] 所属领域的技术人员将进一步了解在本文中结合本发明而描述的各种说明性逻辑块、模块、电路和算法步骤可实施为电子硬件、计算机软件,或两者的组合。为了清晰地说明硬件与软件的此可互换性,上文已大体就其功能性描述了各种说明性组件、块、模块、电路和步骤。此类功能性被实施为硬件还是软件取决于特定应用和施加于整个系统上的设计约束。所属领域的技术人员可以针对每一特定应用以不同方式实施所描述的功能性,但此类实施决策不应被解释为引起脱离本发明的范围。

[0108] 可使用通用处理器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)或其它可编程逻辑装置、离散门或晶体管逻辑、离散硬件组件或其经设计以执行本文中所描述的功能的任何组合来实施或执行在本文中结合本发明而描述的各种说明性逻辑块、模块和电路。通用处理器可以是微处理器,但是在替代方案中,处理器可以是任何常规的处理器、控制器、微控制器或状态机。处理器也可以被实施为计算装置的组合,例如,DSP和微处理器的组合、多个微处理器、一或多个微处理器结合DSP核心,或任何其它此类配置。

[0109] 结合本发明而描述的方法或算法的步骤可直接在硬件中、在由处理器执行的软件模块中或在此两者的组合中实施。软件模块可以驻留在RAM、快闪存储器、ROM、EPROM、EEPROM、寄存器、硬盘、可移动磁盘、CD-ROM或所属领域中已知的任何其它形式的存储媒体中。示例性存储媒体耦合到处理器,使得处理器可从存储媒体读取信息和将信息写入到存储媒体。在替代方案中,存储媒体可集成到处理器。处理器和存储媒体可以驻留在ASIC中。

ASIC可以驻留在用户终端中。在替代方案中,处理器和存储媒体可以作为离散组件驻留在用户终端中。

[0110] 在一或多个示例性设计,所描述的功能可在硬件、软件、固体或其任何组合中实施。如果在软件中实施,那么可将功能作为一或多个指令或代码存储在计算机可读媒体上或经由计算机可读媒体发射。计算机可读媒体包含计算机存储媒体和通信媒体两者,通信媒体包含有助于将计算机程序从一处传送到另一处的任何媒体。存储媒体可以是可由通用或专用计算机存取的任何可供使用的媒体。借助于实例而非限制,此类计算机可读媒体可包含RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM或其它光盘存储装置、磁盘存储装置或其它磁性存储装置,或可用于以指令或数据结构的形式携载或存储所指定的程序代码装置且可由通用或专用计算机存取的任何其它媒体,或通用或专用处理器。并且,适当地将任何连接称作计算机可读媒体。举例来说,如果使用同轴缆线、光纤缆线、双绞线、数字订户线(DSL)或例如红外线、无线电和微波等无线技术从网站、服务器或其它远程源发射软件,那么所述同轴缆线、光纤缆线、双绞线、DSL或例如红外线、无线电和微波等无线技术包含在媒体的定义中。如本文中所述的磁盘和光盘包含压缩光盘(CD)、激光光盘、光学光盘、数字多功能光盘(DVD)和蓝光光盘,其中磁盘通常是以磁性方式再现数据,而光盘使用激光以光学方式再现数据。以上各项的组合也应包含在计算机可读媒体的范围内。

[0111] 提供先前的描述以使所属领域的技术人员能够实践本文中所描述的各个方面。对这些方面的各种修改对于所属领域的技术人员来说将容易显而易见,并且本文中定义的一般原理可适用于其它方面。因此,权利要求书并不意图限于本文中所示的方面,而是将被赋予与权利要求书的语言一致的完整范围,其中以单数形式参考元件并不意图表示“有且仅有一个”(除非明确地这样陈述),而是实际上表示“一或多个”。除非另外特别地陈述,否则术语“一些”指代一或多个。参考项目列表中的“至少一个”的短语是指那些项目的任何组合,包含单个成员。作为实例,“以下各项中的至少一个:a、b或c”意图涵盖:a;b;c;a和b;a和c;b和c;以及a、b和c。已知的或以后将为所属领域的技术人员已知的等效于贯穿本发明描述的各种方面的元素的所有结构和功能明确地以引用的方式并入本文中,并且意图被权利要求书涵盖。此外,本文中所公开的任何内容均不意图专用于公众,无论权利要求书中是否明确地陈述此公开内容。权利要求要素不应依据35U.S.C. §112第六章的条款解释,除非所述要素是明确地使用短语“用于……的装置”来叙述,或者在方法权利要求项的情况下,所述要素是使用短语“用于……的步骤”来叙述。

100

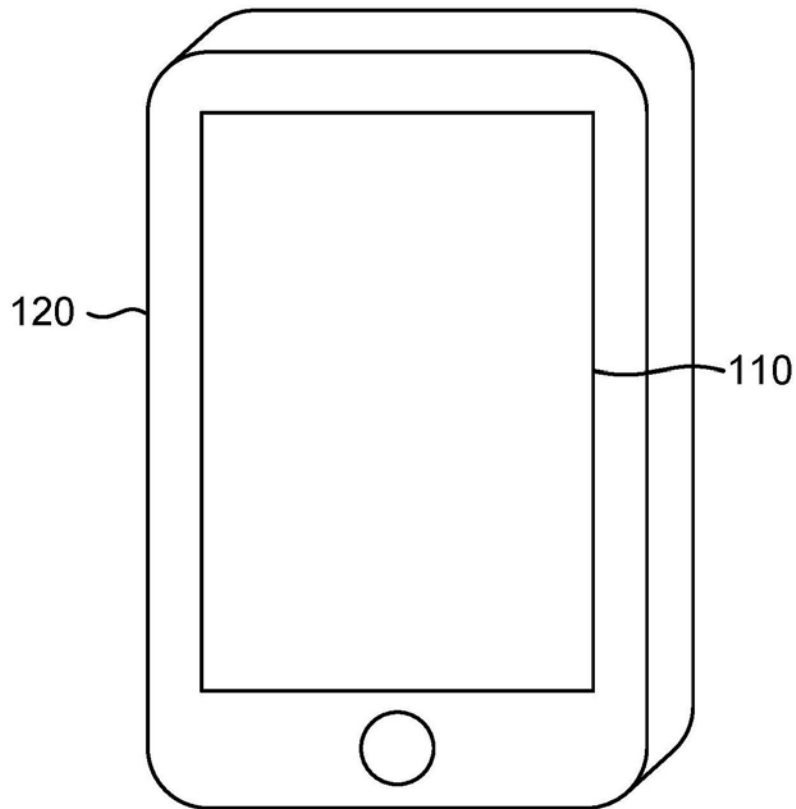


图1



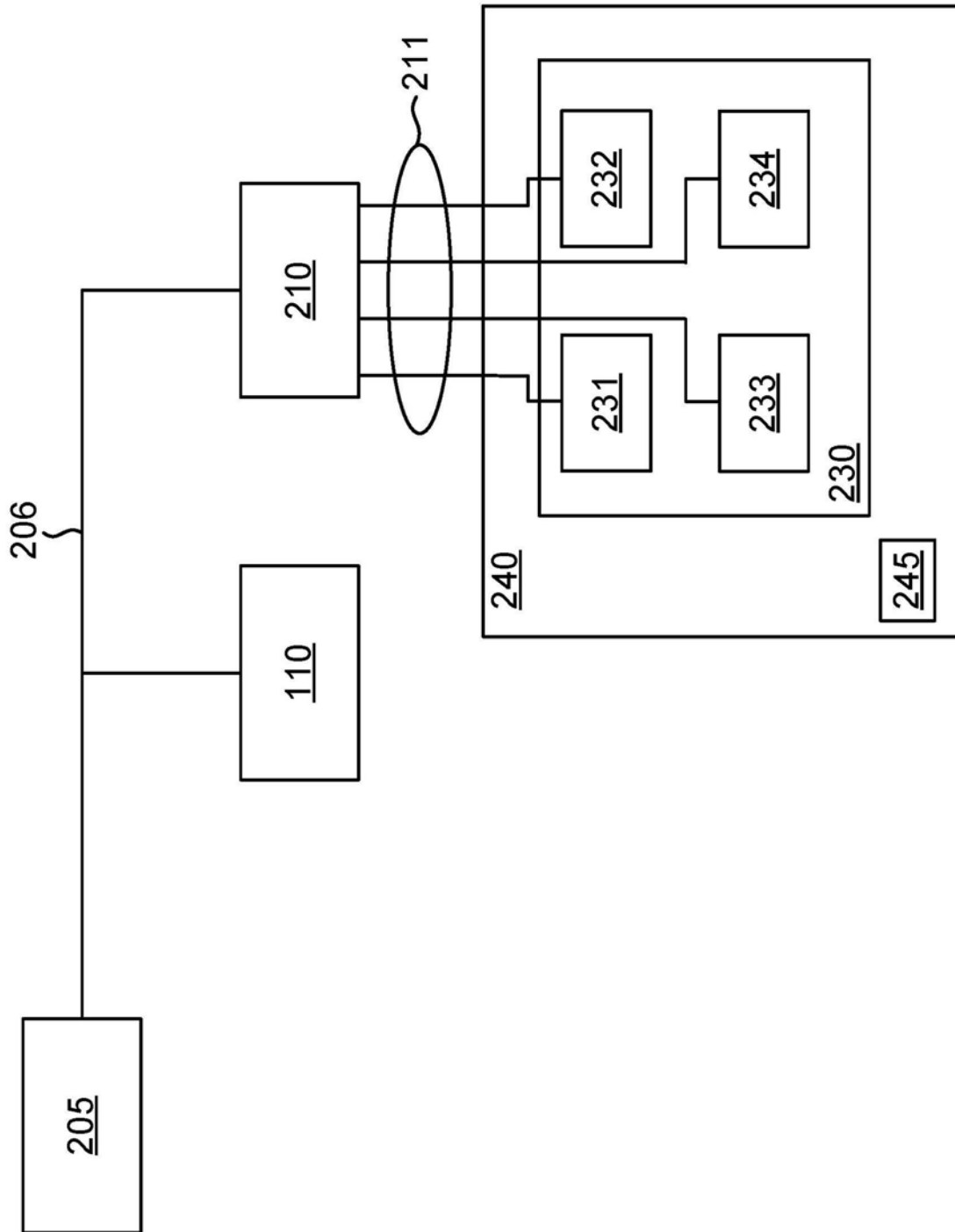


图2

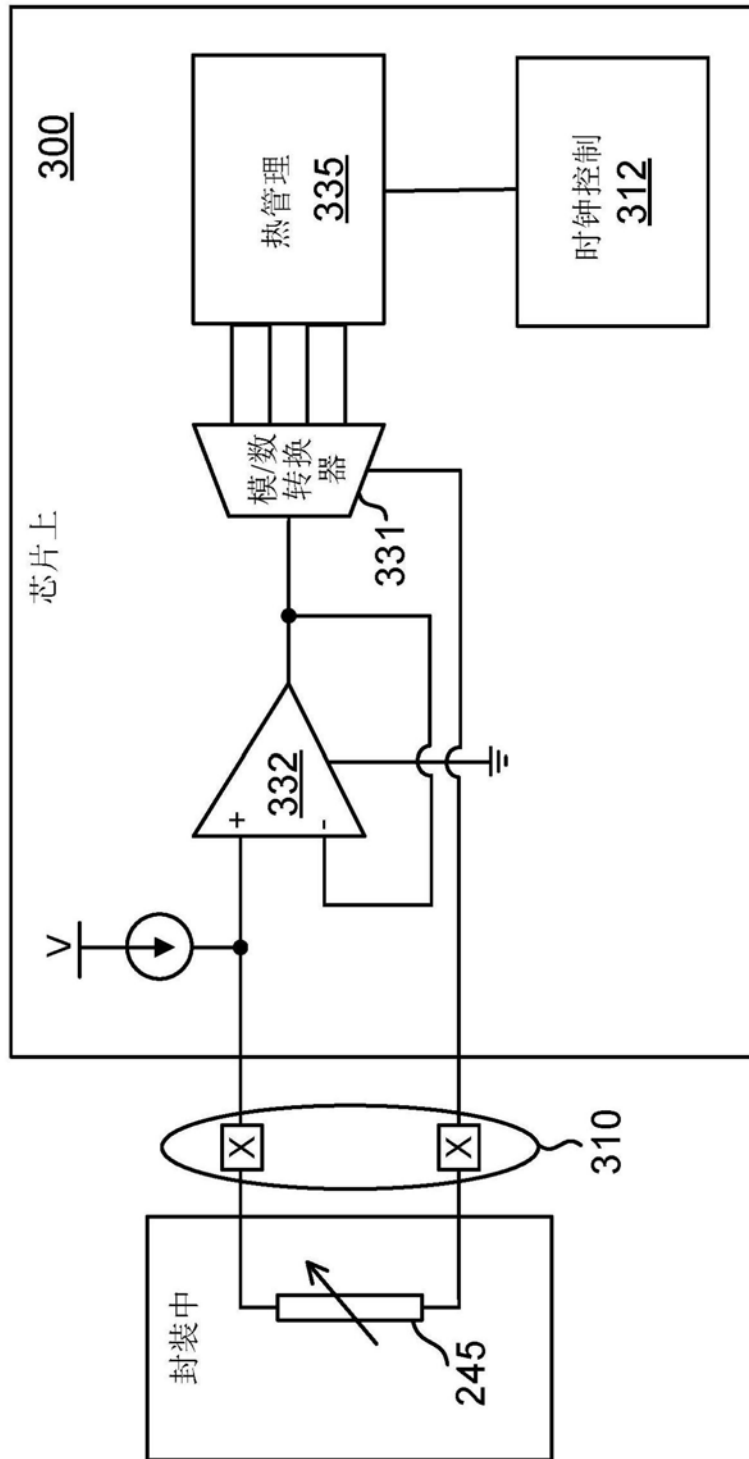


图3



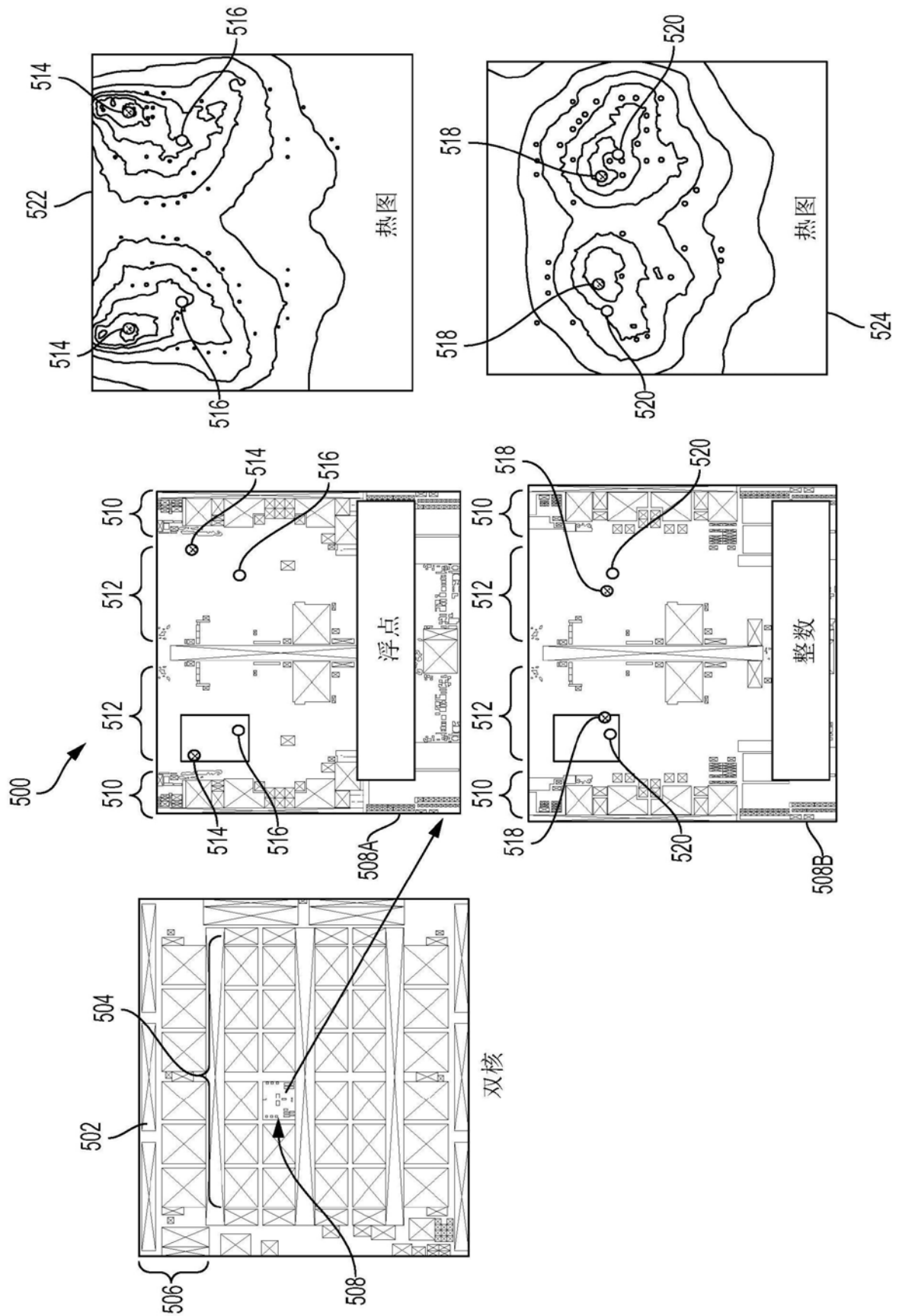
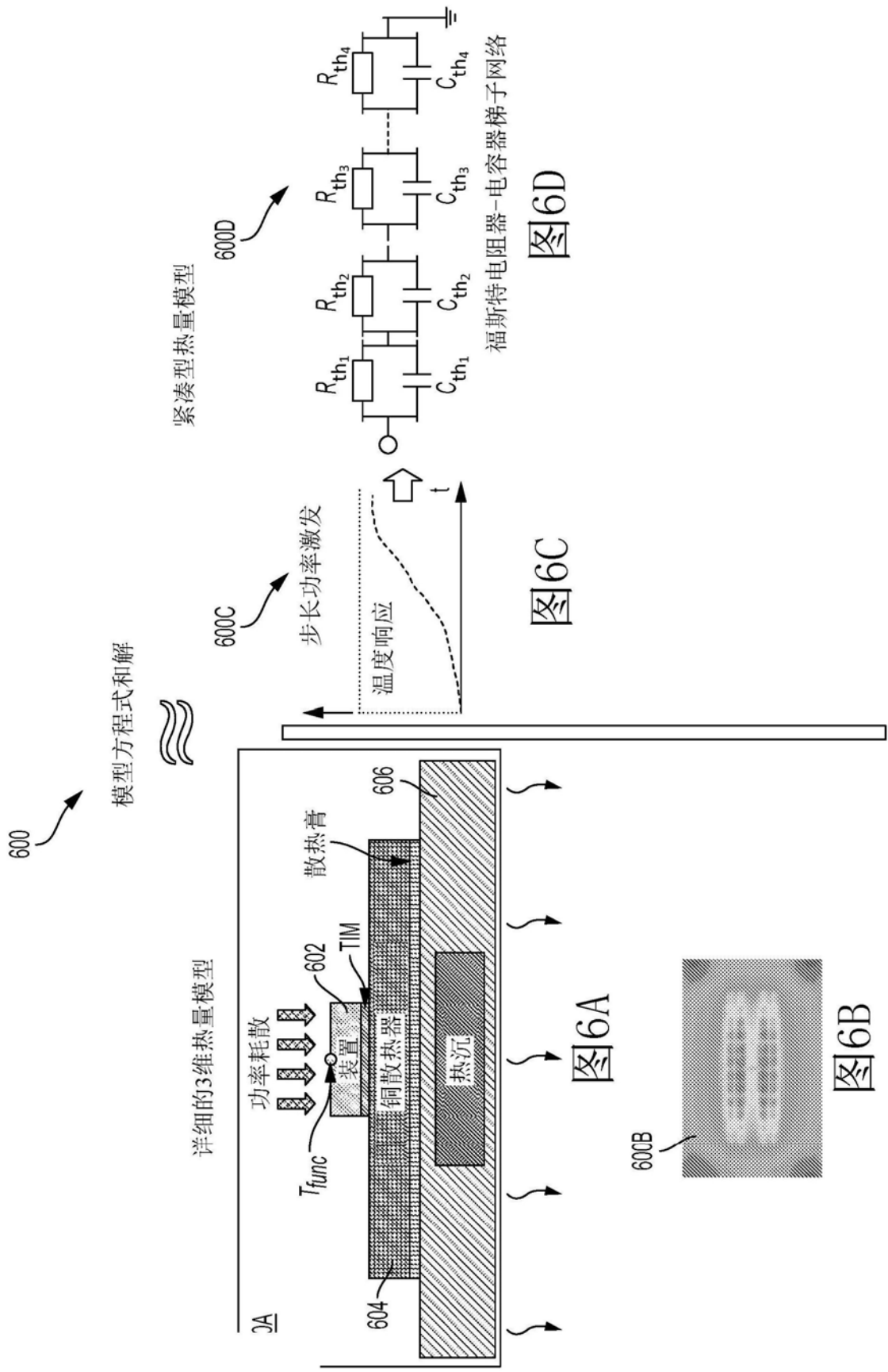


图5



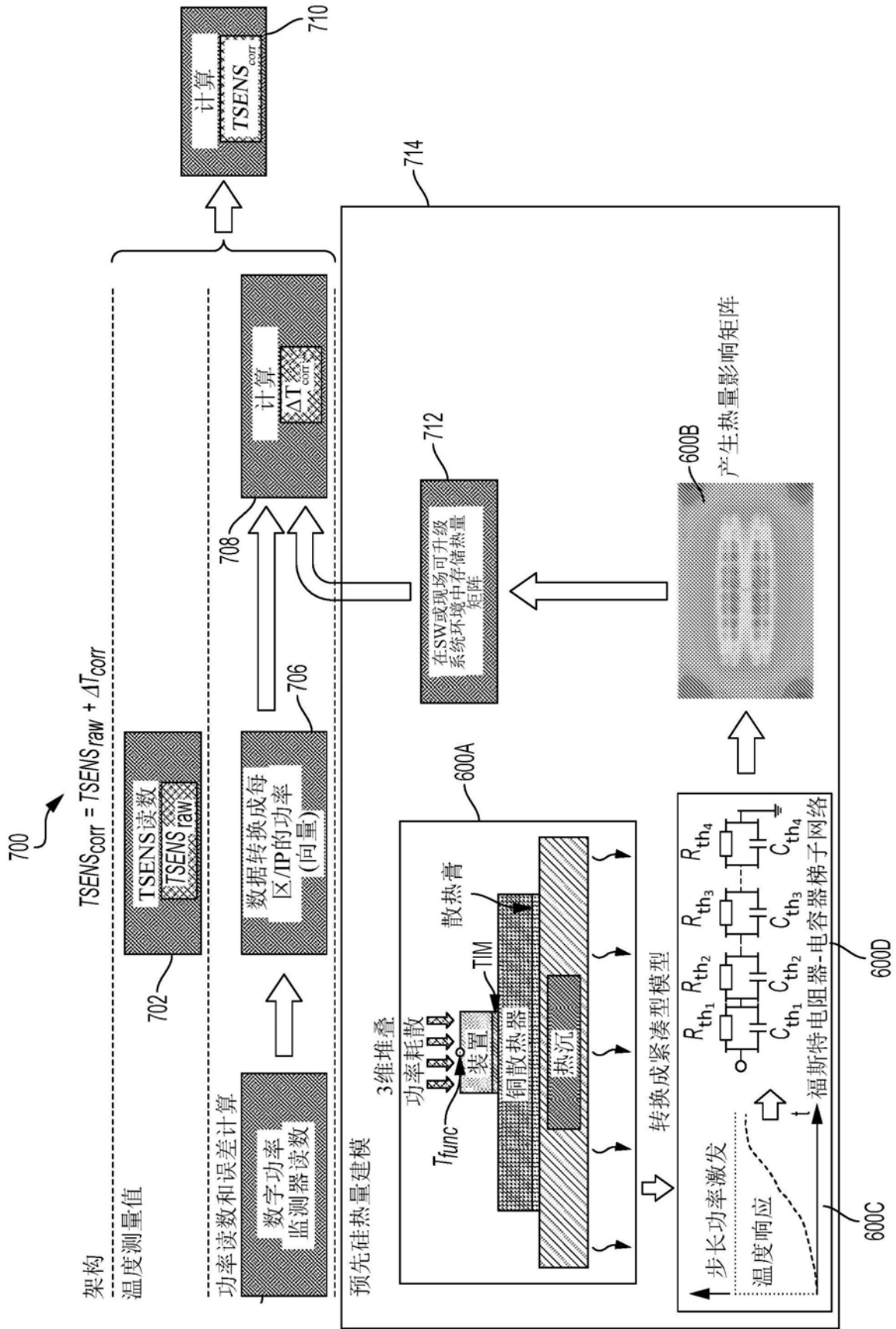


图7

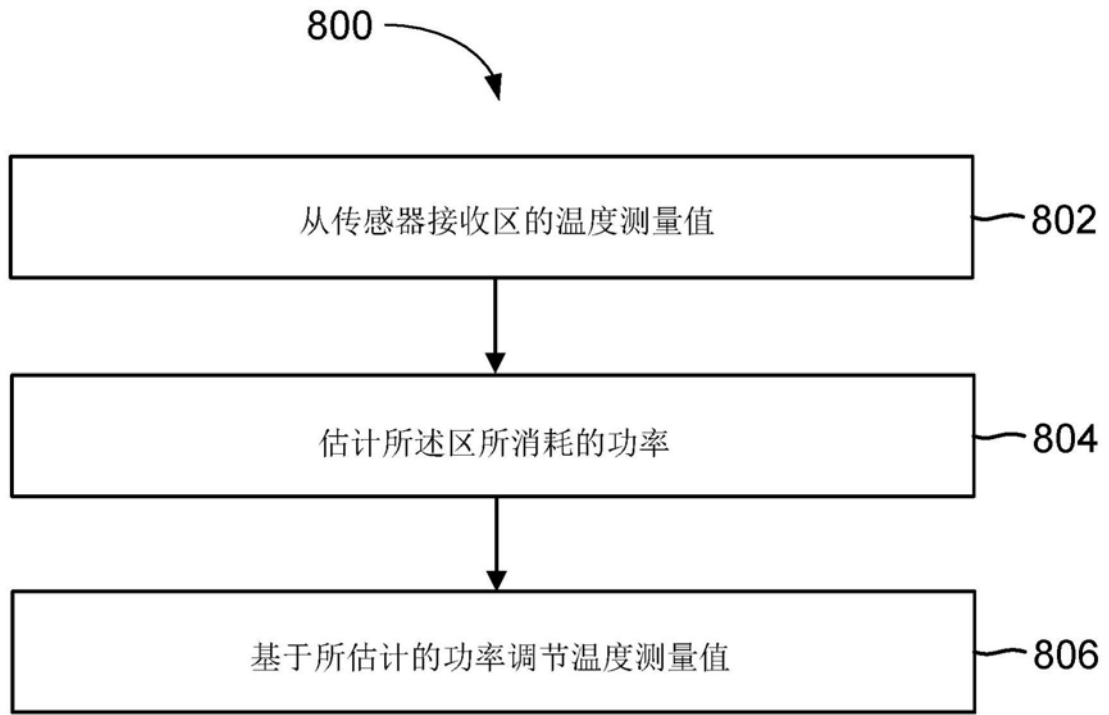


图8

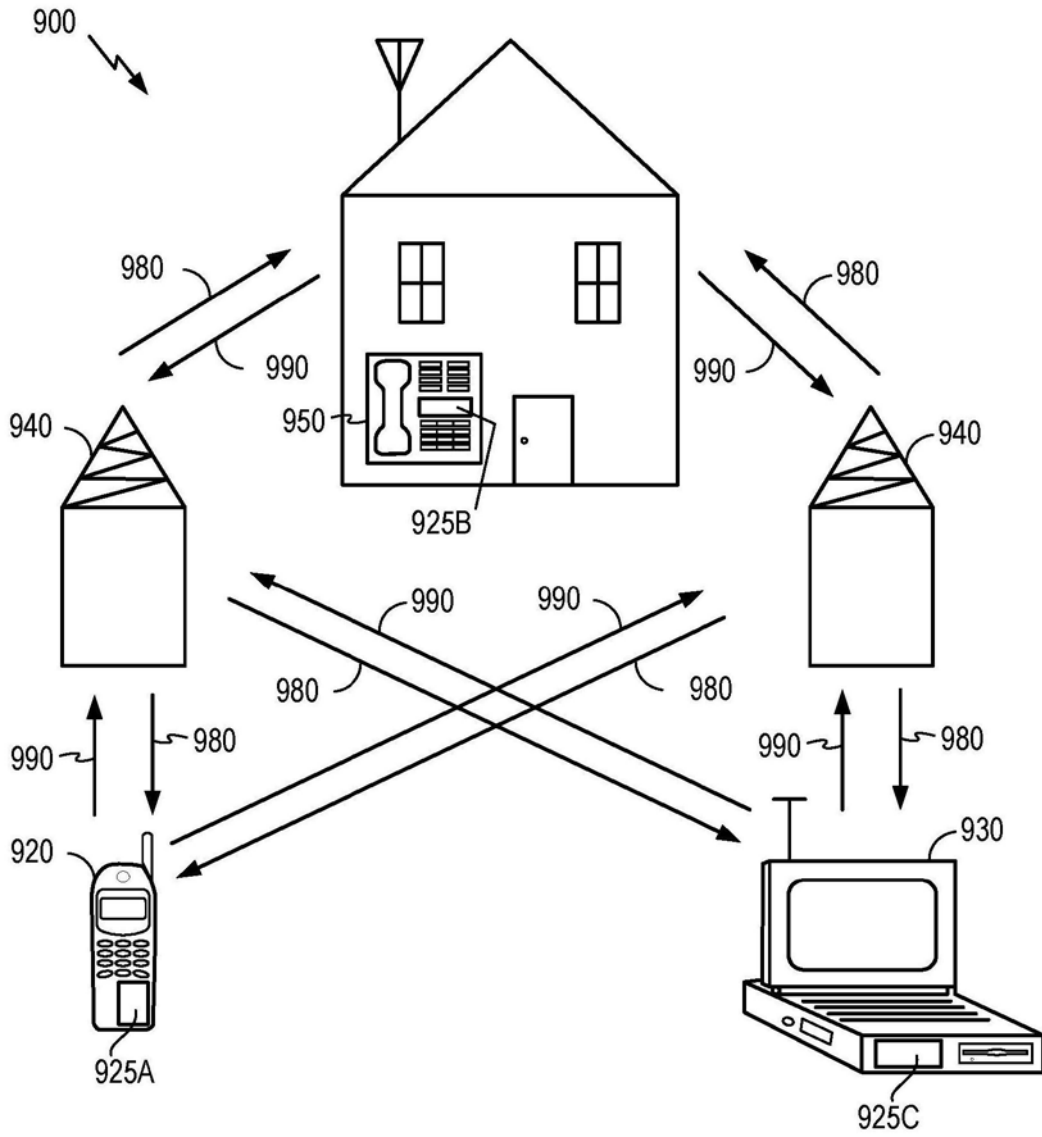


图9