



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109564134 A

(43)申请公布日 2019.04.02

(21)申请号 201780048410.5

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

(22)申请日 2017.08.12

代理人 唐杰敏 陈炜

(30)优先权数据

62/374,626 2016.08.12 US

15/675,604 2017.08.11 US

(51)Int.Cl.

G01K 1/02(2006.01)

G01K 3/14(2006.01)

G01K 7/02(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2019.02.01

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2017/046654 2017.08.12

(87)PCT国际申请的公布数据
W02018/031969 EN 2018.02.15

(71)申请人 高通股份有限公司
地址 美国加利福尼亚州

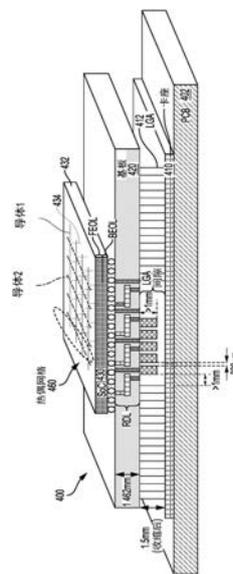
(72)发明人 A·A·梅里克 F·马默帝
M·塞迪 E·B·弗莱明

权利要求书3页 说明书13页 附图12页

(54)发明名称
热堆网格

(57)摘要

一种半导体器件可包括具有有源区的半导体管芯。该半导体器件还可包括邻近该有源区的热偶网格。该热偶网格可包括在第一方向上延伸的第一材料的第一组导线以及第二材料的第二组导线。第二材料可不同于第一材料。另外,第二组导线可在与这些第一导线的第一方向不同的第二方向上延伸。



1. 一种半导体器件,包括:
具有有源区的半导体管芯;以及
邻近所述有源区的热偶网格,所述热偶网格包括:
在第一方向上延伸的第一材料的第一组导线,以及
在不同于所述第一方向的第二方向上延伸的第二材料的第二组导线,所述第二材料不同于所述第一材料。
2. 如权利要求1所述的半导体器件,其特征在于,所述热偶网格在所述半导体管芯的中部制程(MOL)区内。
3. 如权利要求1所述的半导体器件,其特征在于,所述热偶网格在所述半导体管芯的背面上。
4. 如权利要求3所述的半导体器件,其特征在于,进一步包括:通孔,所述通孔将每条导线耦合到所述半导体管芯的所述有源区。
5. 如权利要求4所述的半导体器件,其特征在于,所述通孔耦合到所述第一组导线被布置成与所述第二组导线交叉的所述热偶网格的节点。
6. 如权利要求1所述的半导体器件,其特征在于,所述热偶网格被集成在所述半导体器件的中介体内。
7. 如权利要求1所述的半导体器件,其特征在于,所述热偶网格的所述第一方向与所述第二方向正交。
8. 如权利要求1所述的半导体器件,其特征在于,所述热偶网格是包括多个覆盖的热偶网格层的多层热堆网格。
9. 如权利要求1所述的半导体器件,其特征在于,所述第一组导线和所述第二组导线被耦合以形成多个节点。
10. 如权利要求9所述的半导体器件,其特征在于:
所述多个节点包括在所述热偶网格的周界处的一组外围节点以及位于所述热偶网格内部的一组内部节点;
所述半导体器件进一步包括控制器以及连接到所述外围节点和所述控制器的电压测量设备;
所述电压测量设备被适配成向所述控制器提供所述外围节点的电压测量;并且
所述控制器被适配成使用所接收的电压测量来计算所述内部节点处的估计电压。
11. 如权利要求10所述的半导体器件,其特征在于,所述控制器被进一步适配成使用所述电压测量和所述估计电压来计算所述多个节点处的相对温度。
12. 如权利要求11所述的半导体器件,其特征在于:
所述半导体器件进一步包括温度传感器,所述温度传感器被适配成向所述控制器提供温度读数;并且
所述控制器被适配成结合所计算出的相对温度使用所述温度读数来确定所述多个节点之中的一者或多者处的绝对温度。
13. 如权利要求1所述的半导体器件,其特征在于:
所述半导体器件包括片上系统(SoC),所述SoC包括中央处理单元(CPU)、图形处理单元(GPU)和通信模块;并且

所述热偶网格邻近地覆盖所述CPU、所述GPU和所述通信模块之中的至少一者。

14. 一种估计半导体管芯的热图的方法,包括:

从邻近所述半导体管芯的有源区的热偶网格接收差分电压;以及
基于所述差分电压和有效赛贝克系数来计算所述有源区的温度。

15. 如权利要求14所述的方法,其特征在于,接收所述差分电压进一步包括围绕所述热偶网格的在所述有源区之外的周界顺序地测量所述差分电压;并且

其中计算所述温度包括将围绕所述热偶网格的所述周界的所述差分电压转换成温度图,以及根据所述温度图来确定所述热偶网格的在所述有源区内的结处的温度。

16. 如权利要求14所述的方法,其特征在于,接收所述差分电压进一步包括接收所述热偶网格的节点处的第一导线和第二导线的电压差,所述第一导线和所述第二导线在所述热偶网格的所述节点处交叉,所述第一导线包括第一材料,所述第二导线包括第二材料。

17. 如权利要求14所述的方法,其特征在于,接收所述差分电压进一步包括接收与在第一方向上延伸的第一材料的第一组导线和在相对于所述第一方向的不同方向上延伸的与所述第一材料不同的第二材料的第二组导线之中的每一者的电压差。

18. 一种半导体器件,包括:

具有有源区的半导体管芯;以及

邻近所述有源区的用于感测温度的装置,所述感测装置包括在第一方向上延伸的第一材料的第一组导线和在不同于所述第一方向的第二方向上延伸的第二材料的第二组导线,所述第二材料不同于所述第一材料。

19. 如权利要求18所述的半导体器件,其特征在于,所述感测装置在所述半导体管芯的中部制程(MOL)区内。

20. 如权利要求18所述的半导体器件,其特征在于,所述感测装置在所述半导体管芯的背面上。

21. 如权利要求20所述的半导体器件,其特征在于,进一步包括:通孔,所述通孔将每条导线耦合到所述半导体管芯的所述有源区。

22. 如权利要求18所述的半导体器件,其特征在于,所述热偶网格被集成在所述半导体器件的中介体内。

23. 如权利要求18所述的半导体器件,其特征在于,所述第一组导线和所述第二组导线被耦合以形成多个节点。

24. 如权利要求23所述的半导体器件,其特征在于:

所述多个节点包括在所述用于感测的装置的周界处的一组外围节点以及位于所述用于感测的装置内部的一组内部节点;

所述半导体器件进一步包括控制器以及连接到所述外围节点和所述控制器的一个或多个电压测量设备;

所述一个或多个电压测量设备被适配成向所述控制器提供所述外围节点的电压测量;并且

所述控制器被适配成使用所接收的电压测量来计算所述内部节点处的估计电压。

25. 如权利要求24所述的半导体器件,其特征在于,所述控制器被进一步适配成使用所述电压测量和所述估计电压来计算所述多个节点处的相对温度。

26. 如权利要求25所述的半导体器件,其特征在于:

所述半导体器件进一步包括温度传感器,所述温度传感器被适配成向所述控制器提供温度读数;并且

所述控制器被适配成结合所计算出的相对温度使用所述温度读数来确定所述多个节点之中的一者或多者处的绝对温度。

27. 如权利要求18所述的半导体器件,其特征在于:

所述半导体器件包括片上系统(SoC),所述SoC包括中央处理单元(CPU)、图形处理单元(GPU)和通信模块;并且

所述用于感测的装置邻近地覆盖所述CPU、所述GPU和所述通信模块之中的至少一者。

28. 一种其上记录有用于估计半导体管芯的热图的程序代码的非瞬态计算机可读介质,所述程序代码包括:

用于从邻近所述半导体管芯的有源区的热偶网格接收差分电压的程序代码;以及用于基于所述差分电压和有效赛贝克系数来计算所述有源区的温度的程序代码。

29. 如权利要求28所述的非瞬态计算机可读介质,其特征在于,

用于接收所述差分电压的程序代码进一步包括用于在围绕所述热偶网格的在所述有源区之外的周界的每个节点处顺序地测量所述差分电压的程序代码;并且

其中用于计算所述温度的程序代码包括用于将围绕所述热偶网格的所述周界的所述差分电压转换成温度图、以及根据所述温度图来确定所述热偶网格的在所述有源区内的结处的温度的程序代码。

30. 如权利要求28所述的非瞬态计算机可读介质,其特征在于,用于接收所述差分电压的程序代码进一步包括用于接收所述热偶网格的节点处的第一导线和第二导线的电压差的程序代码,所述第一导线和所述第二导线在所述热偶网格的所述节点处交叉,所述第一导线包括第一材料,所述第二导线包括第二材料。

热堆网格

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2016年8月12日提交的题为“THERMOPILE MESH(热堆网格)”的美国临时专利申请No.62/374,626的权益,该临时专利申请的公开内容通过援引全部明确纳入于此。

背景技术

技术领域

[0003] 本申请涉及热缓解,尤其涉及用于片上系统(SoC)设备上的温度感测的改进的空间分辨率的系统和方法。

[0004] 背景技术

[0005] 常规现代智能电话可包括包含处理器以及其他操作电路的片上系统(SoC)。例如,在智能电话中,SoC(其是集成电路(IC))可在一个半导体管芯上包括处理器、数字信号处理器(DSP)、图形处理单元(GPU)、存储器、以及调制解调器(例如,LTE调制解调器)。该管芯被封装在封装内,其中该封装被安装在该电话内部的印刷电路板(PCB)上。该电话还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。在智能电话的SoC内生成的热量可达到温度80°C-100°C。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] 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的操作频率来控制热点的算法。遗憾的是,SoC温度难以准确测量。

[0008] 例如,当前方法体系可以依靠位于硅有源层内的二极管温度传感器来检测片上温度。然而,有源层设计约束可严重限制可能二极管的数目。例如,可位于一个SoC中央处理单元(CPU)核中的二极管的数目可被限于两个二极管。遗憾的是,(诸)热点位置取决于动态工作状况并且不能被假设为在(诸)给定位置发生。因此,即使在具有策略性二极管放置的情况下,片上峰值温度估计也是非常粗糙的。这一片上峰值温度估计导致过度保守的性能扼流,因为真实的峰值温度和峰值温度位置是未知的。

[0009] 概述

[0010] 一种半导体器件可包括具有有源区的半导体管芯。该半导体器件还可包括邻近该有源区的热偶网格。该热偶网格可包括在第一方向上延伸的第一材料的第一组导线以及第二材料的第二组导线。第二材料可不同于第一材料。另外,第二组导线可在与这些第一导线的第二方向不同的第二方向上延伸。

[0011] 一种估计半导体管芯的热图的方法可包括从邻近该半导体管芯的有源区的热偶网格接收差分电压。该方法还可包括基于该差分电压和有效赛贝克系数来计算该有源区的温度。

[0012] 一种半导体器件可包括具有有源区的半导体管芯。该半导体器件还可包括邻近该有源区的用于感测温度的装置。该感测装置可包括在第一方向上延伸的第一材料的第一组导线以及第二材料的第二组导线。第二材料可不同于第一材料。另外，第二组导线可在与第一方向不同的第二方向上延伸。

[0013] 一种其上可记录有用于估计半导体管芯的热图的程序代码的非瞬态计算机可读介质。该计算机可读介质可包括用于从邻近该半导体管芯的有源区的热偶网格接收差分电压的程序代码。该计算机可读介质还可包括用于基于该差分电压和有效赛贝克系数来计算该有源区的温度的程序代码。

[0014] 这已较宽泛地勾勒出本公开的特征和技术优势以便下面的详细描述可被更好地理解。本公开的附加特征和优点将在下文描述。本领域技术人员应当领会，本公开可容易地被用作修改或设计用于实施与本公开相同的目的的其他结构的基础。本领域技术人员还应认识到，这样的等效构造并不脱离所附权利要求中所阐述的本公开的教导。被认为是本公开的特性的新颖特征在其组织和操作方法两方面连同进一步的目的和优点在结合附图来考虑以下描述时将被更好地理解。然而，要清楚理解的是，提供每一幅附图均仅用于解说和描述目的，且无意作为对本公开的限定的定义。

[0015] 附图简述

[0016] 为了更全面地理解本公开，现在结合附图参阅以下描述。

[0017] 图1是可以执行方法的示例计算设备的立体视图。

[0018] 图2是根据本公开的一个方面的热管理电路系统和逻辑的简化示意图。

[0019] 图3A和3B是根据本公开的各方面的进一步解说图2的热偶网格的简化示意图。

[0020] 图3C是根据本公开的各方面的热物理模型温度计算过程的示例方法的流程图。

[0021] 图4A和4B是根据本公开的各方面的包括片上系统 (SoC) 热偶网格结构的封装和印刷电路板架构的横截面立体视图。

[0022] 图5是根据本公开的各方面的多层热堆网格结构的立体视图。

[0023] 图6A是半导体热偶赛贝克效应的示例。

[0024] 图6B是解说不同类型的布线材料的不同温度范围的图表。

[0025] 图7是根据本公开的各方面的用于计算包括多核芯片的片上系统 (SoC) 的温度图的热堆网格的平面视图。

[0026] 图8是根据本公开的各方面的估计半导体管芯的热图的示例方法的流程图。

[0027] 图9是根据本公开的各方面的示例热缓解方法的流程图。

[0028] 详细描述

[0029] 以下结合附图阐述的详细描述旨在作为各种配置的描述，而无意表示可实践本文中所描述的概念的仅有配置。本详细描述包括具体细节以提供对各种概念的透彻理解。然而，对于本领域技术人员将显而易见的是，没有这些具体细节也可以实践这些概念。在一些实例中，以框图形式示出众所周知的结构和组件以便避免湮没此类概念。

[0030] 如本文中所描述的，术语“和/或”的使用旨在表示“包含性或”，而术语“或”的使用旨在表示“排他性或”。如本文中所描述的，本说明书通篇使用的术语“示例性”意指“用作示例、实例、或解说”，并且不应当一定要解释成优于或胜过其他示例性配置。如本文中所使用的，本说明书通篇使用的术语“耦合”意指“通过居间连接 (例如，开关)、电气、机械或其他方

式直接或间接地连接”，并且不必限于物理连接。另外，这些连接可以使得对象被永久地连接或可释放地连接。这些连接可以通过开关。如本文中所描述的，本说明书通篇使用的术语“邻近”意指“毗邻、非常靠近、紧邻、或接近”。如本文中所描述的，本说明书通篇使用的术语“在…上”在一些配置中意指“直接地在…上”，并且在其他配置中意指“间接地在…上”。

[0031] 感测智能电话中的片上系统 (SoC) 的温度是合乎期望的。智能电话中的现代微处理器控制算法利用 SoC 的温度来缓解性能。结果，温度准确性在产品的可靠性评估中是重要的。

[0032] 温度传感器通常被用来感测智能电话中的 SoC 的温度。示例性温度传感器包括 p 沟道金属氧化物半导体 (PMOS) 或即 p 型、n 型、P 型 (PNP) 热二极管或热晶体管。其他温度传感器包括 n 沟道金属氧化物半导体 (NMOS) 或即 n 型、p 型、n 型 (NPN) 热二极管或热晶体管。这些温度传感器可位于半导体器件 (例如，由硅制成) 的有源层的次优区域中。这一次优放置通常导致这些传感器的不充分空间覆盖，从而导致误导性的温度读数。因此，这些常规温度感测实现产生不准确的温度测量。另外，用于检测热点的常规实现涉及许多温度传感器在管芯已经拥挤的部分上的高密度放置，这将干扰那些部分中的大量其他组件和布线。

[0033] 本公开的各方面涉及覆盖有源层的期望表面区域 (例如，整个表面区域) 的热堆网格结构 (例如，热堆网格)。相对于当前方法而言，覆盖 SoC 的有源区域的网格结构导致减少的空间差错。该热堆设计还减少了昂贵的后端校准过程，藉此达成了产品成本益处。

[0034] 用于集成电路器件的半导体制造的工艺流程可包括前端制程 (FEOL) 工艺、中部制程 (MOL) (也被称为中端制程 (MEOL)) 工艺和后端制程 (BEOL) 工艺。这些工艺在半导体基板顶上形成三个基本平坦的层。FEOL 工艺可包括形成有源器件 (诸如晶体管、电容器、二极管) 的一组工艺步骤。注意，这些有源器件生成 IC 所产生的大部分热量。MEOL 工艺可包括实现晶体管到 BEOL 互连的连接的一组工艺步骤。这些步骤包括硅化和触点形成以及应力引入。BEOL 工艺可包括形成将独立晶体管绑定的互连以及形成电路的一组工艺步骤。

[0035] 在本公开的一个方面，网格结构包括放置在 SoC 的有源区 (例如，前端制程 (FEOL) 层) 之上的两种不同传导材料的平面网格或栅格。例如，网格结构可由在第一方向上布置的第一金属的第一平行导线和在与第一方向正交的第二方向上布置的不同的第二金属的第二平行导线构成。第一和第二平行导线在这些导线交叉处形成热偶。热偶网格结构的厚度可以在 100 纳米的数量级上。

[0036] 各种温度感测实现包括用于使用来自片上和封装内的温度读数来更好地估计芯片温度以及检测热点位置的系统和方法。在一个方面，封装包括物理地位于该封装内的 SoC。该封装可通过任何手段来形成并且包括可通过任何手段进行互连的任何附加组件。

[0037] 在一些实现中，网格的每个周界导线端子处的电压被测量。根据这些所测得的电压，导出所有内部和外部网格结 (节点) 处的温度。例如，节点可被定义为这两种不同金属之间的交点。电压到温度之间的转换依赖赛贝克 (Seebeck) 效应，其是两个耦合的不同电导体或半导体之间的温度差产生这两种物质之间的电压差的现象。应当注意，尽管网格可被用来计算绝对温度 (尤其是当提供有一个或多个参考温度时)，但它还可被用来检测相对热点而不管其实际标量值 (尤其是当参考温度不可用/不被使用时)。

[0038] 网格结构 (例如，热偶网格结构) 可被放置在片上系统的不同区划处，只要该网格结构覆盖半导体器件 (例如，调制解调器控制器管芯) 的有源区的期望部分。可以用穿硅通

孔 (TSV) 将网格的一个或多个节点 (例如, 两种不同导线材料交叉处) 连接到片上系统。例如, 热堆网格可被放置于或沉积于半导体器件 (例如, 硅基板) 的背侧 (如图4A所示) 和/或半导体器件的中部制程 (MOL) 区中 (如图4B所示)。中介体掩模可被用于隔开热偶网格以免接触半导体器件内的某些互连。

[0039] 当热堆被放置于例如BEOL时, 例如, 所指定导线端子处的电压差可通过通孔被传达给片上系统。例如, 通过放大器来处理这些导线端子中的每一者上的电压差。结果 (例如, 放大器的输出) 被提供给模数转换器以将该结果从模拟转换成数字以在控制器处进行处理, 从而基于控制器 (例如, 热管理单元) 处的估计来确定片上系统的有源层的各个区划处的温度。

[0040] 上述过程可被实施为由处理器的内核进程读取并执行的计算机可执行代码。在另一方面, 该过程可被实施为构建到处理器中的硬件过程。然而, 在许多方面, SoC处的热变化在数秒或数分钟的数量级上, 因此软件足够快速起作用。

[0041] 示例方法可由派有热管理任务的SoC的软件内核来执行。SoC与热偶网格处于电通信并且使用该热偶网格来持续地测量温度。当热管理过程在SoC的特定区划中检测到热点时, 热管理过程可降低SoC的该特定区划 (或整个SoC) 的操作频率, 藉此该特定区划及SoC内以及周围封装生成较少的热。

[0042] 图1是其中可实现各个方面的计算设备100的示例的立体视图。在图1的示例中, 计算设备100被示出为智能电话。然而, 范围不限于智能电话, 因为其他方面可包括平板计算机、膝上型计算机、或其他合适设备。事实上, 范围包括不管是否移动的任何特定计算设备。包括电池供电设备 (诸如平板计算机和智能电话) 的各方面可获益于所公开的概念。具体地, 所描述的概念提供了用于估计计算设备100内部的热技术。

[0043] 如图1所示, 计算设备100包括外表面120 (例如, 皮肤), 其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, 使得显示器单元110的表面是玻璃或涂覆有塑料的玻璃。因此, 外表面120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。尽管图1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 (并且具体而言是外部外壳的另一部分), 该另一部分可被布置于与显示器单元110的平面平行的平面中。

[0044] 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, 计算机处理器被实现在封装内的SoC中, 并且该封装被安装到物理外壳内的印刷电路板。在常规智能电话中, 包括处理器的封装被安装于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4A和4B更详细地讨论。

[0045] 当计算机处理器操作时, 它产生热, 该热在整个计算设备100的物理结构中耗散。取决于计算设备100的具体热性质, 来自处理器操作的热量可生成计算设备100内的热点。计算设备100内的计算机处理器通过在恰适的情况下确定相关温度以及调整一个或多个IC组件的频率和/或电压而提供用于控制计算设备100的热点的功能性。

[0046] 图2是执行所描述方面的方法的示例系统的简化示意图。根据本公开的一个方面, 图2的系统包括热偶网格250 (其在图3A中进一步解说)。热偶网格250可以是如例如图4A和4B所示的热堆网格传感器 (450/460) 的一部分。在这一方面, 热偶网格250被示出为处于被

标记为“片上网格”的区域中,并且可包括热堆网格。片上配置的示例在图4A和4B中更详细地示出。

[0047] 热偶网格250通过使用传导触点210与片上电路系统处于电通信。在这一示例中,片上电路系统包括被实现在SoC 200内的电路和逻辑。该片上电路系统包括运算放大器220,其具有非反相输入(+)和反相输入(-)。该非反相输入与热偶网格250处于通信。运算放大器220包括负反馈,使得输出端子被耦合到该反相输入。这一布置平滑电压读数。该非反相输入处的电压指示热偶网格250经历的温度。因此,运算放大器220的输出端子提供指示热偶网格250经历的温度的模拟信号。

[0048] 来自运算放大器220的模拟输出信号由模数转换器(ADC) 230接收。ADC 230产生指示从运算放大器220接收的温度信息的数字信号。ADC 230将该数字信号传递给热管理单元240以供进一步处理。在一个示例中,热管理单元240包括用于向SoC 200提供热管理服务的硬件逻辑。

[0049] 在另一发明方面,热管理单元240表示由SoC 200的软件内核提供的热管理过程。例如,SoC 200可包括软件内核,该软件内核在SoC 200上电并接收时钟信号时操作。热管理单元240可包括被构建到该内核中以执行图9所描述的方法的软件过程。尽管如此,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。

[0050] 热管理单元240从ADC 230接收数字信号。该数字信号可包括指示由热偶网格250测得的温度的数据。热管理单元240包括至少一个经编程的温度阈值,该温度阈值对应于与SoC温度的不合期望的上升相关联的封装温度。热管理单元240从ADC 230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作比较。如果温度低于温度阈值,则热管理单元240可以简单地在周期性基础上或在其他合适时间继续进行监视。然而,热管理单元240可响应于确定数字信号所指示的温度超过阈值而减小SoC 200的操作参数。减小操作参数的示例包括减小SoC 200的电压和/或操作频率。

[0051] 热管理单元240还可通过向时钟控制单元202发送命令来减小提供给核的时钟频率或增大提供给核的时钟频率。时钟控制单元202可以是SoC 200的一物理部分或者与SoC 200分开,因为范围不限于任何特定的时钟定时架构。时钟控制单元202可控制锁相环(PLL)或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SoC 200的一个或多个核的操作频率。

[0052] 在一个示例中,热管理单元240将温度与温度阈值作比较,并确定降低操作频率是恰适的。作为响应,热管理单元240向时钟控制单元202发送控制信号,该控制信号指令时钟控制单元202减小操作频率。此外,热管理单元240可继续监视来自数字信号的温度数据,并将其与相同或不同阈值作比较。当温度降到低于相同或不同阈值时,热管理单元240可通过向时钟控制单元202发送另一控制信号来增大操作频率。

[0053] 热管理单元240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性质。给定设备(诸如图1的计算设备100)由使该设备具有特定热传导性质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放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,藉此保持计算设备的表面周围更加均匀的热量分布。因为热量被扩散到更加表面的区域,所以热量可以更高效地通过环境空气来去除,藉此允许在热缓

解变得恰适之前由SoC生成更多热量。

[0054] 如上所述,当前方法体系可以依靠位于硅有源层内的二极管温度传感器来检测片上温度。然而,有源层设计约束可严重限制可能二极管的数目。例如,可位于一个SoC CPU核中的二极管的数目可被限于两个二极管。遗憾的是,(诸)热点位置取决于动态工作状态并且不能被假设为在(诸)给定位置发生。因此,即使在具有策略性二极管放置的情况下,片上峰值温度估计也是非常粗糙的。这一片上峰值温度估计导致过度保守的性能扼流,因为真实的峰值温度和峰值温度位置是未知的。

[0055] 图3A和3B是进一步解说图2的热偶的简化示意图。本公开的各方面通过提供高空间分辨率热传感器(其可被称为热堆网格传感器、热偶网格传感器、或热偶网格结构)而解决了上述热放置问题。图3A中示出了热堆网格传感器300。热堆网格传感器300可使用由温度变化(例如,赛贝克效应)产生的电压信号来计算具有改善的空间分辨率的片上温度。这一改善的分辨率导致关于组件(例如,CPU核310、GPU核320、通信模块、等等)温度的更准确知识,这对改善缓解策略和设备可靠性两者有影响。

[0056] 在这一示例中,热堆网格传感器300可使用电压测量设备331、332、333和334来检测热堆网格传感器300外围处的电压信号(例如, $V_{1,1}, V_{1,2}, V_{1,3}, \dots, V_{1,19}$), (例如, $V_{1,19}, V_{2,19}, V_{3,19}, \dots, V_{19,19}$), (例如, $V_{19,1}, V_{19,2}, V_{19,3}, \dots, V_{19,19}$), 以及(例如, $V_{1,1}, V_{2,1}, V_{3,1}, \dots, V_{19,1}$)。在这一示例中,每个指定外围节点处的测得电压可通过电压测量设备331、332、333和334的运算放大器(未示出)进行处理。结果(例如,该放大器的输出)可被提供给模数转换器(未示出)以将该结果从模拟转换成数字。电压测量设备331、332、333和334的信号线331a、332a、332a和334a可馈送这些数字电压值以在控制器(例如,热管理单元204)处被处理。控制器(例如,热管理单元240)可基于该控制器处的估计来确定SoC的有源层的各个区划(例如,位于热堆网格传感器300内部的一组内部节点)处的温度。

[0057] 这些数字电压随后被用于确定片上结温而不影响例如SoC芯片核(例如,CPU核310、GPU核320等)。这一增加的电压测量数目(例如,72)导致热堆网格传感器300相对于个体热偶而言显著更多的已知温度。另外,与热传感器二极管不同的是,不需要感测电流来为热堆网格传感器300供电,热堆网格传感器300生成其自己的由赛贝克效应引起的电磁场(EMF)(参见图6A)。由此,当放置于SoC芯片核的有源区内时,热堆网格传感器300不产生发热,藉此避免自发热对温度检测准确性的不利影响。

[0058] 图3B是解说根据本公开的一个方面的图3B的热堆网格传感器300和电压测量设备的一部分的简化示意图。在这一示例中,热堆网格传感器300的网格线(例如,迹线)从诸外围节点延伸到一个电压测量设备333。电压测量设备(例如,333)应当位于具有可忽略的热梯度的区划中,以使得给定电压测量设备的所有端子可被假定为处于单个温度。电压测量设备(例如,333)可通过沿热堆网格传感器300的周界顺序地测量电压来计算电压测量。一旦测量了这些电压中的每一者,就用图3B中所示的矩阵方程和图3C中所示的过程使用热物理模型算法来计算温度。

[0059] 图3C是根据本公开的各方面的热物理模型温度计算过程的示例方法350的流程图。在框360,将初始温度猜测应用于网格的每个节点 $T_{i,j}=T_0$,其中 T_0 可以是任何的任意温度(例如, $T_{i,j}=T_0=0^\circ\text{C}$)。在框365,初始地将所有赛贝克感生电流设为零。在框370,初始地将所有内部节点电压设为零。在框375,填充 $Ax=b$ 形式的方程组。在这一示例中,b表示已知

值, x 表示未知值, 并且 A 是系数矩阵。 $Ax=b$ 结构是经由应用图3B中所示的模型电压降和电流守恒方程来完成的。

[0060] 再次参照图3C, 在框380, 在节点(1,1)处开始, 使用电压降方程来填充 A 系数矩阵和 b 矩阵, 如图3B所示。针对每一对节点首先西-东逐行地以及随后北-南逐列地进行扫掠来重复这一过程, 如图3A所示。在完成时, A 矩阵和 b 矩阵被填充成图3B中所示的虚线。在框385, 随后西-东逐行地逐节点进行扫掠来应用电流守恒, 如图3A所示。在框390, 一旦 A 和 b 被完全填充, 就经由最小二乘矩阵求逆来求解 x 。可由于非线性而执行多次迭代, 直到达成收敛。此时, 温度计算完成($T_{1,1}, \dots, T_{19,19}$)。

[0061] 热堆网格传感器300可被用于高分辨率温度映射, 这改善了片上热点表征。这一片上热点表征实现了更高的性能(例如, 较少的保守扼流)、更佳的设备可靠性、以及有用的设备反馈。另外, 实现热堆网格传感器是灵活的, 这容易使得能够纳入到现有半导体制造工艺流程中。例如, 热堆网格传感器300可使用现有的工艺流程材料和沉积方法。另外, 热堆网格传感器可在不同工艺流程阶段(例如, 在前端制程(FEOL)区、中部制程(MOL)区、后端制程(BEOL)区作为自立中介体或在支撑SoC的封装/中介体的面栅阵列(LGA)中的间隙中)被纳入。允许交叠金属简化了薄膜热偶阵列的设计/制造挑战。

[0062] 图4A和4B是根据本公开的各方面的包括不同位置的片上系统(SoC)热堆网格传感器的IC系统架构400的示例的横截面立体视图。如图4A和4B所示, IC系统架构400包括PCB 402, 其支撑包括面栅阵列(LGA) 412的卡座410。LGA 412可包括LGA间隙, 如图所示。基板420(例如, 中介体基板)在LGA 412上并且包括重分布层(RDL)。包括热堆网格传感器450的SoC 430(例如, 多核管芯)通过互连422(例如, 焊球)电耦合到基板420。

[0063] 在本公开的这一方面, 热堆网格传感器(450/460)由被沉积为绝缘层之间的薄栅格结构的两种不同金属构成。在这一示例中, 热堆网格传感器(450/460)的栅格结构由第一材料的第一导体(导体1)和与第一材料不同的第二材料的第二导体(导体2)构成。热堆网格传感器450可由在第一方向上延伸的第一材料的第一组导线(导体1)和在相对于第一方向的不同方向上延伸的与第一材料不同的第二材料的第二组导线(导体2)构成。

[0064] 如图4A所示, 热堆网格传感器450可位于SoC 430的前端制程(FEOL)区与后端制程(BEOL)区之间的中部制程(MOL)区中。在这一示例中, 热堆网格传感器450可使用MOL互连层(例如, 金属零(M0))来制造。替换地, 热堆网格传感器450可使用BEOL互连层(例如, 金属1(M1)、金属2(M2)等)来制造。

[0065] 如图4B所示, 热堆网格传感器460可位于SoC 430的半导体基板432上。在这一示例中, 热堆网格传感器460可被沉积在SoC 430的半导体基板432(例如, 硅基板)的前侧表面上。热堆网格传感器460可包括具有不同长度的导线分段, 其中这些导线分段以不同角度互连到遍及热堆网格结构的其他导线分段。另外, 穿基板通孔(TSV) 434可以是经镀敷的铜和/或热堆网格的第一和第二导体的导线端子, 其用于携带通过基板的结电压以供由SoC 430的有源区中的组件计算结温度。

[0066] 例如, 通过穿基板通孔434将期望节点处的电压差传达给SoC 430。如图3所示, 每个指定节点上的电压差可通过运算放大器220来被处理。结果(例如, 该放大器的输出)可被提供给模数转换器(ADC) 230以将该结果从模拟转换成数字以在控制器(例如, 热管理单元335)处进行处理, 从而基于该控制器(例如, 热管理单元335)处的估计来确定SoC 430的有

源层的各个区划处的温度。

[0067] 虽然图4A和4B解说了在SoC 430之中/之上形成热堆网格传感器(450/460),但本公开的各方面不限于这些布置。例如,热堆网格传感器(450/460)可被形成在基板420中。具体而言,热堆网格传感器(450/460)可被形成在基板420的重分布层(RDL)中。替换地,热堆网格传感器(450/460)可被形成在LGA间隙中。还构想了热堆网格传感器(450/460)的其他布置。例如,热堆网格可被形成在放置于SoC 430之上或之下的另一中介体层中。

[0068] 此外,尽管导体1与导体2正交以将热堆网格传感器(450/460)形成为矩形栅格结构,但应当认识到,确定温度不被限于固定栅格间隔的正交网格。相应地,根据本公开的各方面,构想了其他形状。例如,设想了具有可变节点间隔和/或导体1与导体2之间的可变角度的栅格,以例如控制感兴趣的位置的网格密度。在另一设想配置中,导体1和/或导体2可具有椭圆形形状或其他形状。另外,导体1和/或导体2的各个分段可由不同材料构成。另外,网格可包括并排互连的子网格。此外,尽管被示出为单个矩形栅格,但热堆网格传感器(450/460)可由多层栅格结构构成,例如,如图5所示。

[0069] 图5是根据本公开的各方面的多层热堆网格传感器500的立体视图。在图5中,多层热堆网格传感器500包括堆叠在第二热堆网格传感器550-2上且由绝缘层510(例如,介电阻挡层或钝化阻挡层)分开的第二热堆网格传感器550-1。类似于图4A和4B中所示的配置,第二热堆网格传感器550-1和第三热堆网格传感器550-2同样包括导体1和导体2。第二热堆网格传感器550-1和第三热堆网格传感器550-2被偏移达预定量。另外,第二热堆网格传感器550-1与第三热堆网格传感器550-2之间的距离可大致为100纳米。

[0070] 尽管被示出为包括两层,但多层热堆网格传感器500可包括附加层。例如,多层热堆网格传感器500可以是具有大致30微米分辨率的40乘100的分层网格,但一般而言每一层可具有4乘N的栅格尺寸(其中N是如应用所需的任何数目)以提高电压到温度转换的准确性。注意,在替换实施例中,多层热堆网格的一层或多层可使它的导体形成其窗孔为正方形、矩形、菱形、梯形、或任何其他合适形状的网格。另外,可使用相应层特征之间的任何合适偏移或没有偏移来覆盖各层。多层热堆网格传感器500可被用于其中较小的栅格尺寸超过4的网格结构。

[0071] 再次参照图4A和4B,在操作中,(源自SoC 430的管芯的)热梯度的存在导致跨热堆网格传感器(450/460)的电压梯度。根据本公开的各方面,这些电压梯度实现了SoC 430的有源区内(例如,靠近SoC 430的CPU核)的内部网格结处的温度估计(或检测)。即,这些电压梯度基于热堆网格传感器(450/460)的在SoC 430的有源区之外的周界导线端子处测得的网格电压而实现在该有源区内的内部网格结处的温度检测。

[0072] 例如,使用例如复用器和至模数转换器(ADC)的一条共用线来顺序地测量差分电压(围绕周界逐导线端子地进行扫描)。随后使用逻辑电路用热物理模型来将所测得的电压转换成温度图,例如,如图7所示。这一热物理模型基于热堆网格传感器(450/460)的在SoC 430的有源区之外的周界处测得的网格电压而实现在该有源区内的内部网格结处的温度检测。根据本公开的各方面,图2中所示的热管理电路系统和逻辑可被用来计算热物理模型以在SoC 430的有源区内的内部网格结处进行温度检测。

[0073] 图6A是基于赛贝克效应进行操作的示例性热偶600的示意解说。热偶是广泛使用的一种类型的温度传感器。作为热电效应(也被称为电磁场(EMF))的结果,热偶产生温度相

关电压,并且所产生的电压可被解读为测量温度。该EMF/电压由不同金属生成。结果,元件610处的温度由于跨导线的电压差而可被确定,如根据赛贝克系数(S)与温度差(ΔT)的乘积所确定的。

[0074] 图6B是解说不同类型的布线材料的不同温度范围的图表650。例如,可选择各对金属或金属合金(例如,T型、J型、K型),并且可使用图表650来确定其不同温度范围。在这一示例中,示出了诸如镍锆合金(例如90%镍和10%锆的镍合金)、铝镍合金(例如,95%镍、2%铝、2%镁、和1%硅的镍合金)、以及铜之类的布线金属,但根据本公开的各方面,其他金属是可能的。

[0075] 重要的是要注意到,图6B示出了各金属对的有效赛贝克效应。较大的有效赛贝克系数在热偶测量中提供较高的灵敏度,并且由此是合乎期望的。对于热堆网格,每种金属或合金的绝对赛贝克系数应当是已知的,而非简单地是传统热偶电路中的这两种金属的有效赛贝克系数。为了改善热堆网格的测量灵敏度,应当增大每种金属或金属合金的绝对赛贝克系数的幅值。此外,理想情况下,一个应当是正的并且另一个是负的,以增大绝对赛贝克系数的相对差,如同传统热偶常见的那样。

[0076] 如图6A和6B所示,材料的赛贝克系数(也被称为热功率、热电功率、和热电灵敏度)是响应于跨该材料的温度差的感生热电电压的幅度的衡量。该热电电压由赛贝克效应引起。赛贝克系数基于所使用的材料(例如,传导材料或金属)组合而变化,如图6B所示。

[0077] 例如,赛贝克系数可以微伏/摄氏度为单位来表示。在一些实现中,镍锆合金和铝镍合金构成热堆网格的这两种导体——传统K型热偶中所使用的相同金属——如图6A所示。这两种合金良好地服务于热堆网格,因为两者均具有大的绝对赛贝克系数,其中一个为正(镍锆合金)且一个为负(铝镍合金)。SoC制造中常用的一些其他传导材料可被用于热偶,包括:(1)钨;(2)氮化钛;或(3)钛。可被用于热偶的另一传导材料是铜。钴、钒、钴钨、和磷是可被用于热偶的其他可能材料。

[0078] 图7解说了根据本公开的各方面的用于计算包括多核芯片的SoC的热(温度)图的热堆网格700。在本公开的这一方面,通过围绕热堆网格700的周界逐导线端子地进行扫掠来顺序地测量差分电压。随后使用热物理模型来将所测得的电压转换成温度图。这一热物理模型基于热堆网格700的在SoC 430的有源区之外的周界处测得的网格电压而实现在该有源区内的内部网格结处的温度检测。

[0079] 热物理图的计算可涉及计算N行乘M列的热堆网格700中的每个结的温度。跨热堆网格700的EMF集成涉及关于跨每条导线的电压差的知识。一旦测量了电压,就可以计算EMF,这可通过数值和/或分析方法来完成。可通过测量导线端子或外围节点处的电压来导出温度场(例如,网格内每个节点处的温度)。该热物理模型提供了具有 $4 \times N$ 栅格大小的网格的准确结果,这假定了所有外围电压是已知的。如果栅格的最小尺寸超过4且仅外围电压是已知的,则模型方程组将略微欠约束并且某一误差可能被引入。这一误差的幅值可取决于尺寸和工作条件,但通常可被假定为小于 1°C 。

[0080] 围绕热堆网格700的周界电压可被用于通过计算如下热物理模型来确定SoC多核芯片的有源区内的内部温度。

[0081] 该热物理模型可基于在公知的欧姆定律中纳入赛贝克效应,如图7所示。这也被示出为式(1),其中*i*表示电流,*R*_{seg}表示分段电阻,并且*S*表示绝对赛贝克系数;*T*是温度,并且

x是沿从一个节点 $x=0$ 到下一节点 $x=L$ 的一个网格分段的方向。

$$[0082] \quad V_0 - V_L = iR_{seg} + \int_{x=0}^{x=L} S(T)dT(x) \quad (1)$$

[0083] 在这一示例中,逐分段地(例如,从一个节点($x=0$)到下一节点($x=L$))应用电压降方程。每个分段可被认为是串联的电阻器和电磁场(EMF)。例如,一个网格分段710被示出为电阻器R与EMF串联。该模型电压降方程与使用式(2)中的近似的传统电路分析(基尔霍夫(Kirchhoff)电压环和电流法则)联用,其中假定绝对赛贝克系数为线性假设;例如,当T等于某一参考温度 T_{ref} 且 α 是材料相关系数时, $S=S_0$ 。将式(2)并入式(1),产生电压降方程(3),方程(3)与应用于每个网格节点处的电流守恒声明——式(4)——一起使用。

$$[0084] \quad S = \alpha(T - T_{ref}) + S_0 \quad (2)$$

$$[0085] \quad V_0 - V_L = iR_{seg} + \frac{\alpha}{2}(T_L - T_0)^2 + S_0(T_L - T_0) \quad (3)$$

$$[0086] \quad \sum_{i,j} (i_{in} - i_{out}) = 0 \quad (4)$$

[0087] 对于一些应用,期望测量周界电压以确定内部温度。对于大小 $4 \times N$ 的任何热堆网格,在不具有模型误差或具有可忽略的模型误差的情况下,这是可能的。通过将由绝缘阻挡物分隔开的 $4 \times N$ 网格进行分层(例如,经由原子层沉积)来获得较高密度,或者可在具有小误差的情况下使用单个高密度热堆网格。

[0088] 图8是解说根据本公开的一方面的估计半导体管芯的热图的方法800的过程流程图。在框802,SoC设备(例如,包括多个CPU核)根据耦合到该SoC设备的有源区的热堆网格传感器的外部节点或导线端子的数目来接收数个电压。例如,如图4A和4B所示,热堆网格传感器(450/460)可确定SoC 430的有源区中的内部电压(例如,估计电压)。在框804,该SoC设备基于电压差和有效赛贝克系数来计算该有源区的温度图。

[0089] 例如,如图7所示,基于热堆网格700的在SoC 430(图4A和4B)的有源区之外的周界处测得的网格电压来将热物理模型用于在该有源区内的内部网格结处的温度检测。相对于常规方法而言,这一过程改善了SoC有源区温度映射的准确性。这些常规方法依靠导致传感器的不充分空间覆盖的次优放置,从而导致误导性的温度读数。因此,这些常规温度感测实现产生不准确的温度测量。

[0090] 图9是解说根据本公开的各方面的使用例如图4A和4B的热堆网格传感器(450/460)用SoC有源区温度来提供热缓解的方法900的流程图。在一个示例中,方法900由诸如以上关于图3描述的热管理单元335来执行。方法900假定温度阈值对于特定组件是已知的。当设备在正常使用期间操作时,热管理单元335执行方法900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持续地执行方法900的各个框以确保各设备组件的温度由于这些组件未达到预定义级别而不达到对应的预定义水平。在这一示例中,注意,温度读数在连同SoC一起处于封装内的温度传感器处被取得,或者在片上热堆网格温度传感器处被取得。热缓解处理(例如,框930和框940)由SoC其自身处的逻辑来执行。

[0091] 在框910,系统从片上网格(被示出为热偶网格250)接收电信号。热偶网格250可以是如图4A和4B所示的热堆网格传感器(450/460)。

[0092] 在框920,该系统根据该电信号来生成温度信息。例如,在图3的方面,来自热偶网

格250的电信号被馈送给运算放大器并随后馈送给ADC,其中该ADC的输出是指示热偶网格250的节点处的温度的数字信号。

[0093] 在框930,该系统处理该温度信息以确定应当缓解处理器芯片的性能。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合适值,并且其表示温度传感器的与温度极限相关联的温度,诸如对设备组件有害的温度。

[0094] 在框940,该系统响应于该温度信息而缓解该处理器芯片的性能。例如,在图3的示例中,热管理单元240将温度信息与经编程的阈值作比较。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240可减小处理器芯片的操作参数。所描述的原理可应用于任何合适的计算机处理器,诸如图4A和4B中所示。

[0095] 在一个示例中,热管理单元335减小SoC中的一个或多个核的操作频率,藉此减小功耗。然而,框940可包括任何合适的热缓解技术,诸如将核置于空闲状态。该过程在SoC操作时继续操作,持续地测量功耗并根据算法来采取恰适的缓解步骤。

[0096] 范围并不限于图9中所示的特定方法。其他方面可添加、省略、重新安排、或修改一个或多个动作。例如,方法900还可包括用于在不再期望热缓解时(诸如在确定测得温度已降低到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。

[0097] 在一些实现中,热堆网格的每个周界结(节点)或导线端子处的电压被测量。根据这些所测得的电压,导出所有内部和外部网格结(节点)处的温度。例如,节点可被定义为两种不同金属之间的交点。电压到温度之间的转换依赖赛贝克效应,其是两个不同电导体或半导体之间的温度差产生这两种物质之间的电压差的现象。应当注意,尽管网格可被用来计算绝对温度(尤其是当提供有一个或多个参考温度时),但它还可被用来检测相对热点而不管其实际标量值(尤其是当参考温度不可用/不被使用时)。

[0098] 网格结构(例如,热偶网格结构/热堆网格传感器)可被放置在片上系统的不同区划处,只要该网格结构覆盖半导体器件(例如,调制解调器控制器管芯)的有源区的期望部分。可以用穿硅通孔(TSV)将网格的一个或多个节点(例如,两种不同导线材料交叉处)连接到片上系统。例如,热堆网格传感器可被放置于或沉积于半导体器件(例如,硅基板)的背侧(如图4A所示)和/或半导体器件的中部制程(MOL)区中(如图4B所示)。掩模可被用于隔开热偶网格以免接触半导体器件内的某些互连。

[0099] 根据本公开的进一步方面,描述了一种半导体器件。该半导体器件包括用于感测的装置。该感测装置可包括热堆网格传感器(450/460),如图4A和4B所示。在另一方面,前述装置可以是被配置成执行由前述装置叙述的功能的任何模块或任何装备。

[0100] 对于固件和/或软件实现,这些方法体系可以用执行本文中所描述的功能的模块(例如,规程、函数等等)来实现。有形地体现指令的机器可读介质可被用来实现本文所述的方法体系。例如,软件代码可被存储在存储器中并由处理器单元来执行。存储器可以在处理器单元内或在处理器单元外部实现。如本文中所使用的,术语“存储器”指代长期、短期、易失性、非易失性类型存储器、或其他存储器,而并不限于特定类型的存储器或存储器数目、或记忆存储在其上的介质的类型。

[0101] 除了存储在非瞬态计算机可读介质上,指令和/或数据还可作为包括在通信装置

中的传输介质上的信号来提供。例如,通信装置可包括具有指示指令和数据的信号的收发机。这些指令和数据被配置成使一个或多个处理器实现权利要求中所概述的功能。

[0102] 尽管已详细描述了本公开及其优势,但是应当理解,可在本文中作出各种改变、替代和变更而不会脱离如由所附权利要求所定义的本公开的技术。例如,诸如“之上”和“之下”之类的关系术语是关于基板或电子器件使用的。当然,如果该基板或电子器件被颠倒,则之上变成之下,反之亦然。此外,如果是侧面取向的,则之上和之下可指代基板或电子器件的侧面。此外,本申请的范围并非旨在被限定于说明书中所描述的过程、机器、制造、物质组成、装置、方法和步骤的特定配置。如本领域的普通技术人员将容易从本公开领会到的,根据本公开,可以利用现存或今后开发的与本文所描述的相应配置执行基本相同的功能或实现基本相同结果的过程、机器、制造、物质组成、装置、方法或步骤。相应地,所附权利要求旨在将这样的过程、机器、制造、物质组成、装置、方法或步骤包括在其范围内。

[0103] 技术人员将进一步领会,结合本公开所描述的各种解说性逻辑框、模块、电路、和算法步骤可被实现为电子硬件、计算机软件、或两者的组合。为了清楚地解说硬件与软件的这一可互换性,各种解说性组件、块、模块、电路、以及步骤已经在上文以其功能性的形式作了一般化描述。此类功能性是被实现为硬件还是软件取决于具体应用和加诸于整体系统的设计约束。技术人员可针对每种特定应用以不同方式来实现所描述的功能性,但此类实现决策不应被解读为致使脱离本公开的范围。

[0104] 结合本公开所描述的各种解说性逻辑框、模块、以及电路可以用通用处理器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)或其他可编程逻辑器件、分立的门或晶体管逻辑、分立的硬件组件、或其设计成执行本文中所描述的功能的任何组合来实现或执行。通用处理器可以是微处理器,但在替换方案中,处理器可以是任何常规处理器、控制器、微控制器、或状态机。处理器还可被实现为计算设备的组合,例如,DSP和微处理器的组合、多个微处理器、与DSP核心协作的一个或多个微处理器、或任何其他此类配置。

[0105] 结合本公开所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、或在这两者的组合中实施。软件模块可驻留在RAM、闪存存储器、ROM、EPROM、EEPROM、寄存器、硬盘、可移动盘、CD-ROM、或者本领域中所知的任何其他形式的存储介质中。示例性存储介质被耦合到处理器,以使得处理器能从/向该存储介质读取/写入信息。在替换方案中,存储介质可被整合到处理器。处理器和存储介质可驻留在ASIC中。ASIC可驻留在用户终端中。在替换方案中,处理器和存储介质可作为分立组件驻留在用户终端中。

[0106] 在一个或多个示例性设计中,所描述的功能可以在硬件、软件、固件、或其任何组合中实现。如果在软件中实现,则各功能可以作为一条或多条指令或代码存储在非瞬态计算机可读介质上或藉其进行传送。计算机可读介质包括计算机存储介质和通信介质两者,包括促成计算机程序从一地到另一地转移的任何介质。存储介质可以是可被通用或专用计算机访问的任何可用介质。作为示例而非限定,此类计算机可读介质可包括RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM或其他光盘存储、磁盘存储或其他磁存储设备、或能被用来携带或存储指令或数据结构形式的指定程序代码手段且能被通用或专用计算机、或者通用或专用处理器访问的任何其他介质。任何连接也被正当地称为非瞬态计算机可读介质。例如,如果软件是使用同轴电缆、光纤电缆、双绞线、数字订户线(DSL)、或诸如红外、无线电、以及微波之类的无

线技术从网站、服务器、或其他远程源传送的,则该同轴电缆、光纤电缆、双绞线、DSL、或诸如红外、无线电、以及微波之类的无线技术就被包括在介质的定义之中。如本文中使用的盘(disk)和碟(disc)包括压缩碟(CD)、激光碟、光碟、数字多用碟(DVD)和蓝光碟。上述的组合应当也被包括在计算机可读介质的范围内。

[0107] 提供之前的描述是为了使本领域任何技术人员均能够实践本文中所描述的各种方面。对这些方面的各种修改将容易为本领域技术人员所明白,并且在本文中所定义的普适原理可应用于其它方面。因此,权利要求并非旨在被限定于本文中所示出的各方面,而是应被授予与权利要求的语言相一致的全部范围,其中对要素的单数形式的引述并非旨在表示“有且仅有一个”(除非特别如此声明)而是“一个或多个”。除非特别另外声明,否则术语“一些”指代一个或多个。引述一系列项目中的“至少一者”的短语指代这些项目的任何组合,包括单个成员。作为示例,“a、b或c中的至少一者”旨在涵盖:a;b;c;a和b;a和c;b和c;以及a、b和c。本公开通篇描述的各个方面的要素为本领域普通技术人员当前或今后所知的所有结构上和功能上的等效方案通过引述被明确纳入于此,且旨在被权利要求所涵盖。此外,本文中所公开的任何内容都并非旨在贡献给公众,无论这样的公开是否在权利要求书中被显式地叙述。权利要求的任何要素都不应当在35U.S.C.§112第六款的规定下来解释,除非该要素是使用措辞“用于…装置”来明确叙述的或者在方法权利要求情形中该要素是使用措辞“用于…步骤”来叙述的。

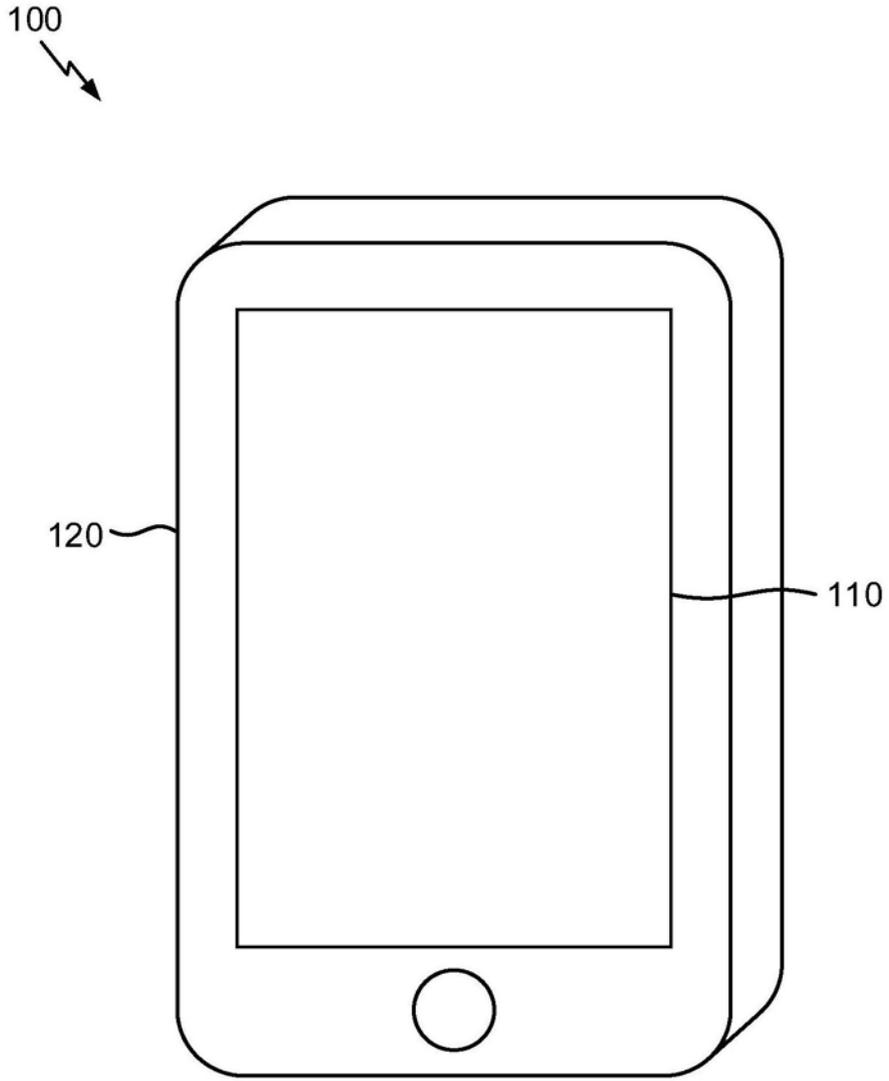


图1

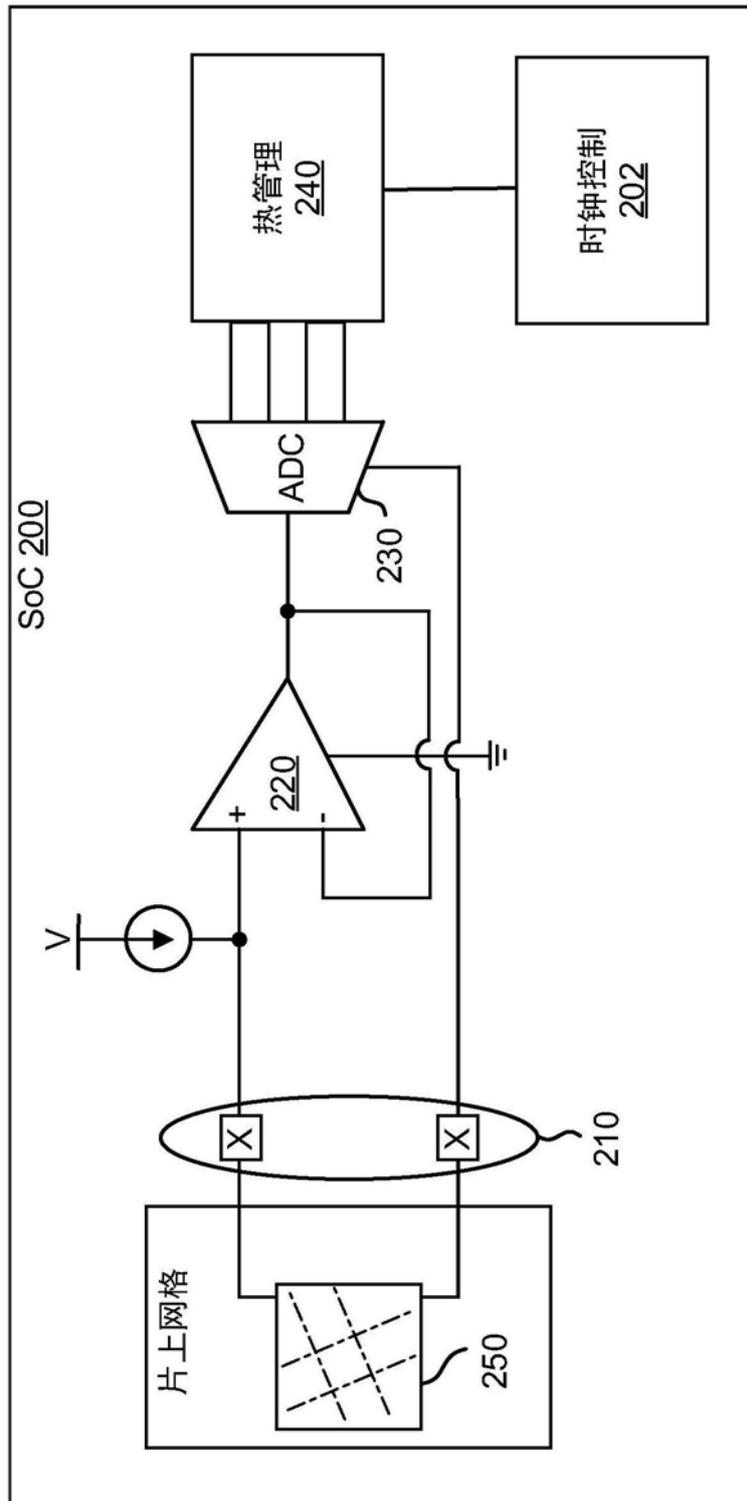


图2

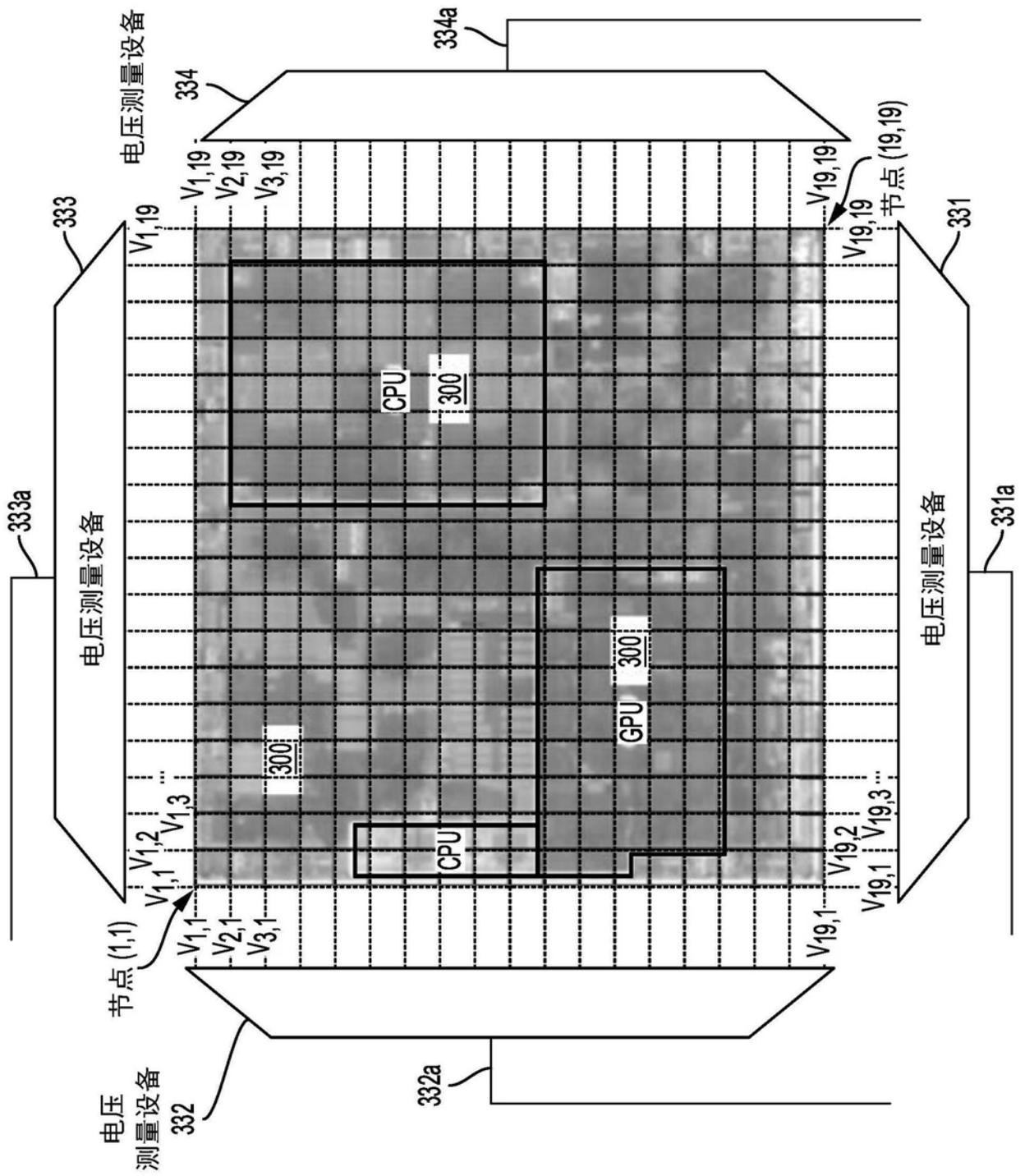


图3A

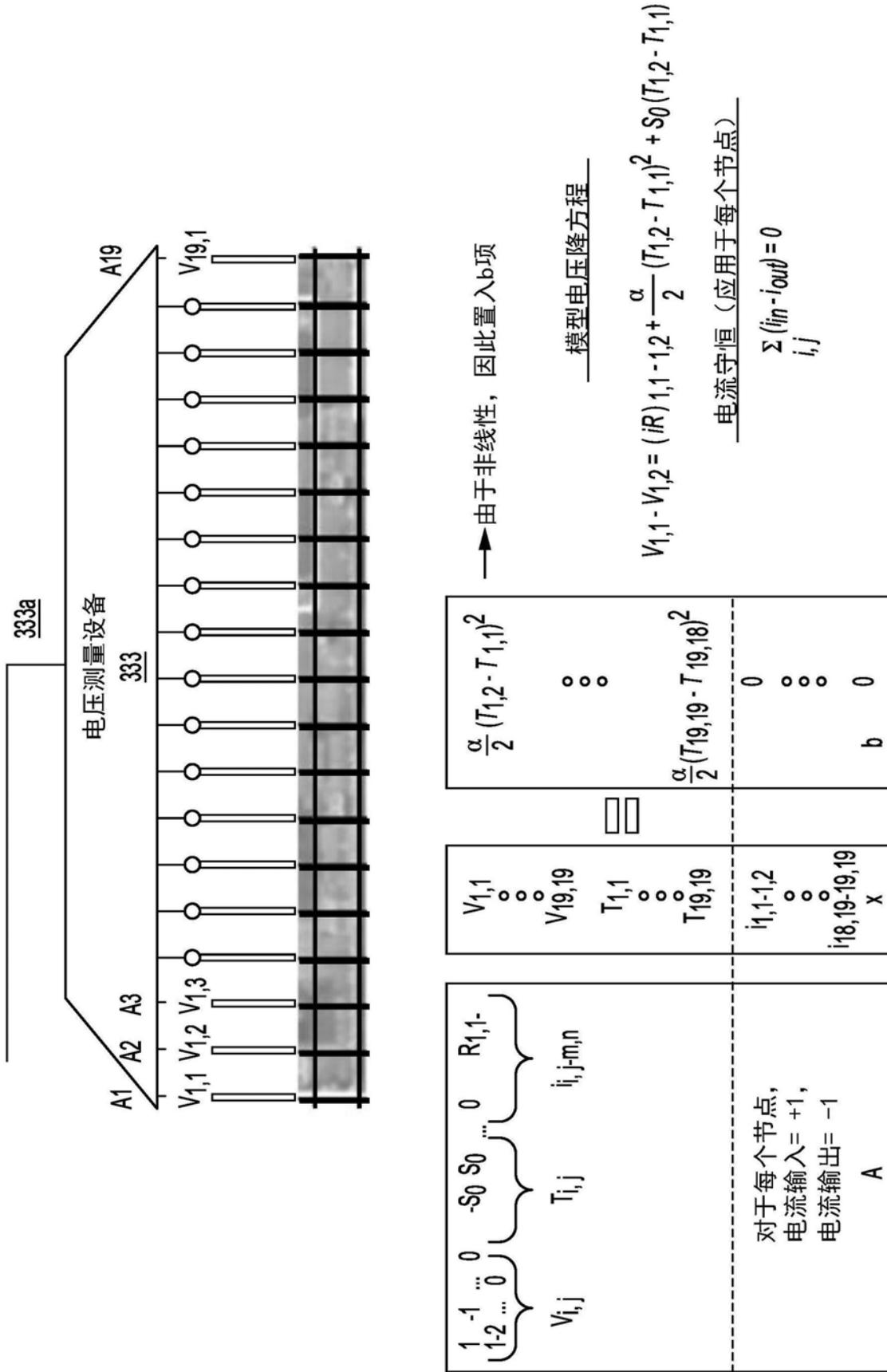


图3B

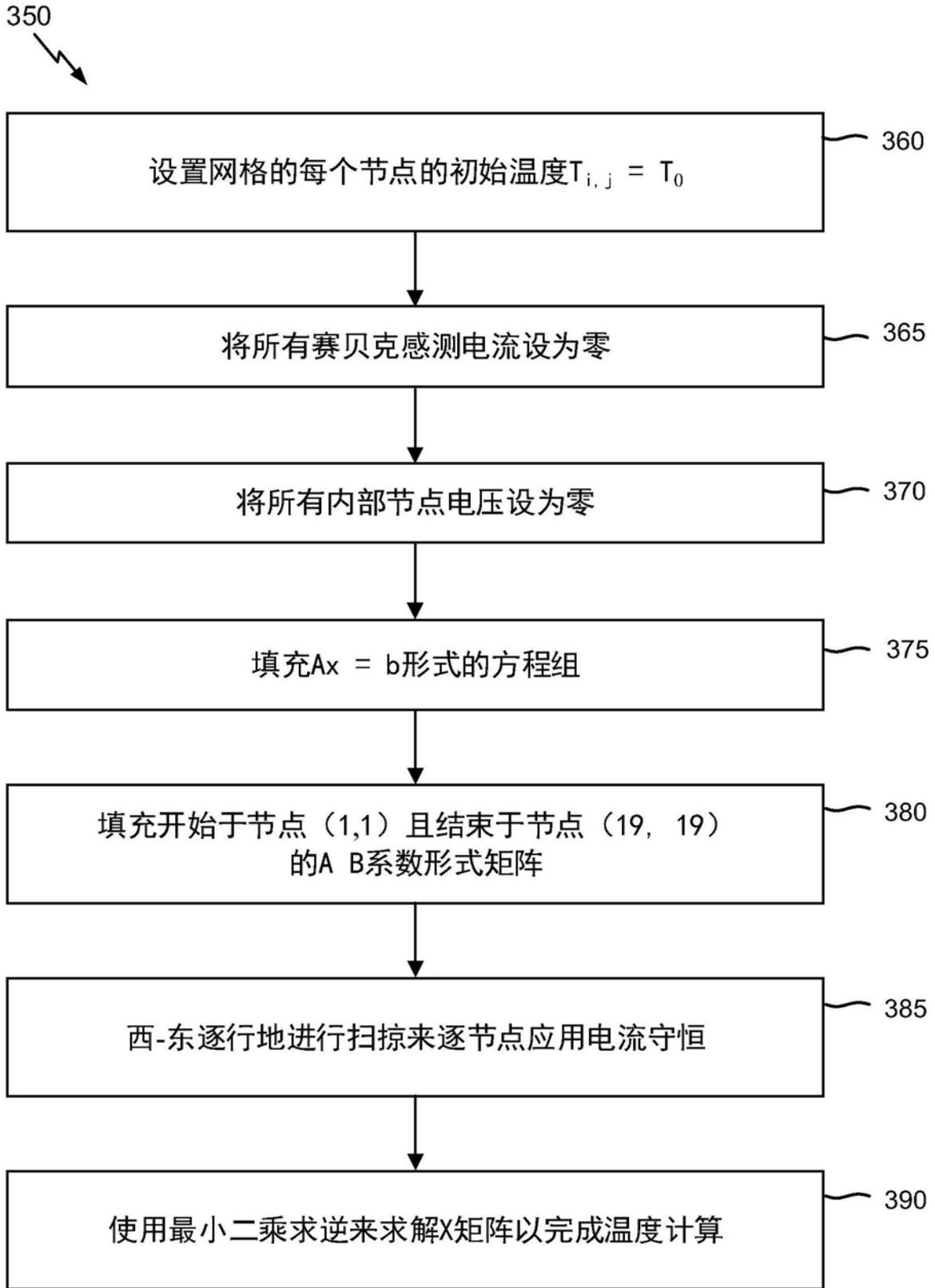


图3C

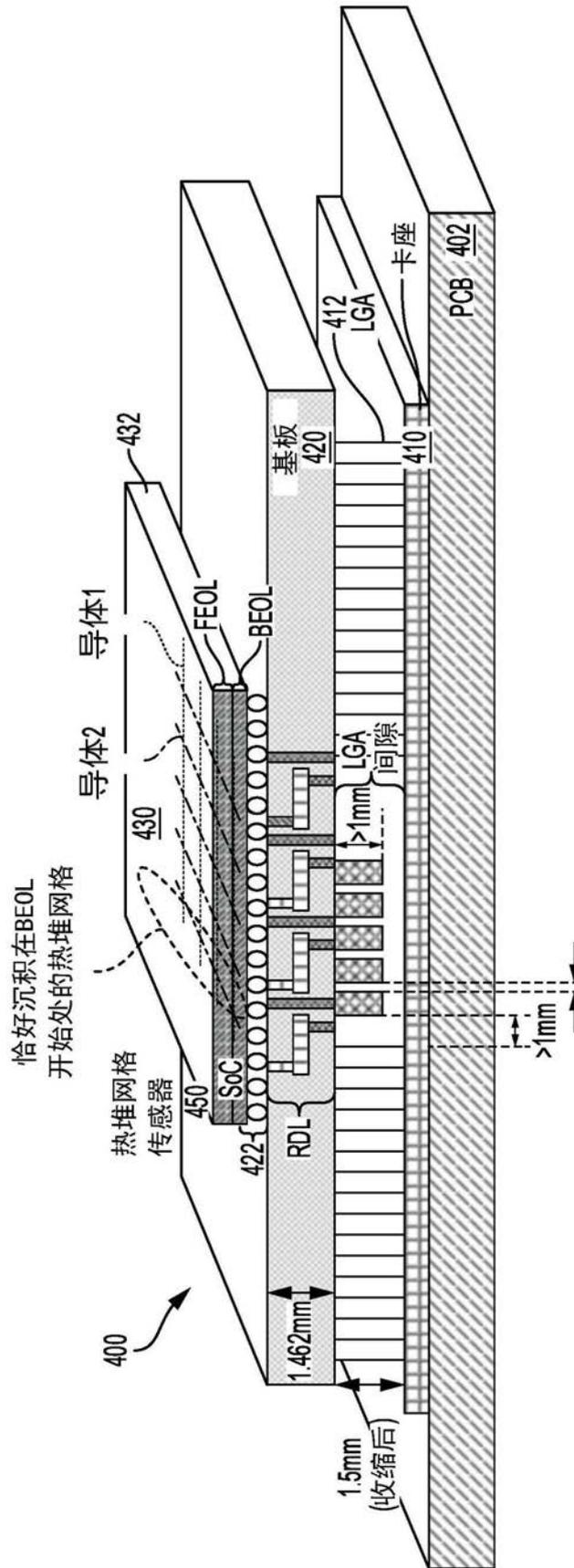


图4A

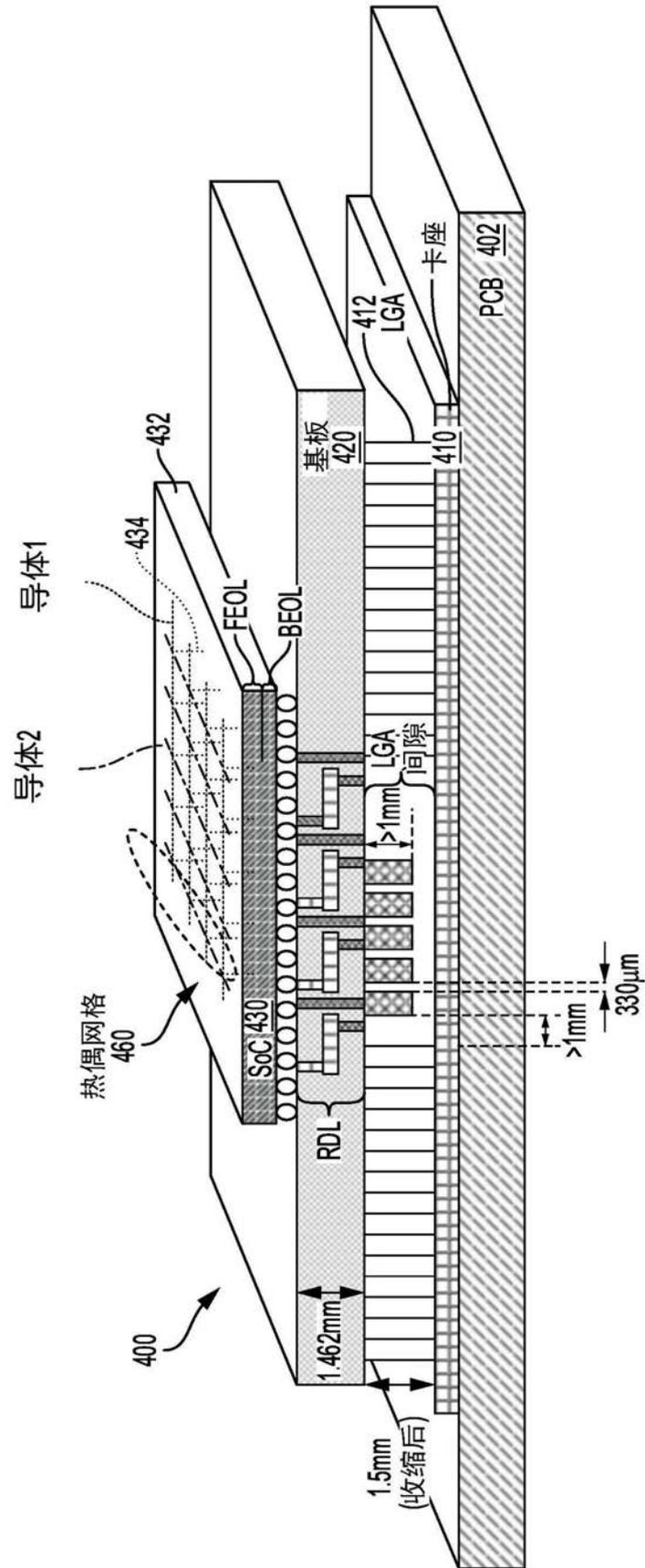


图4B

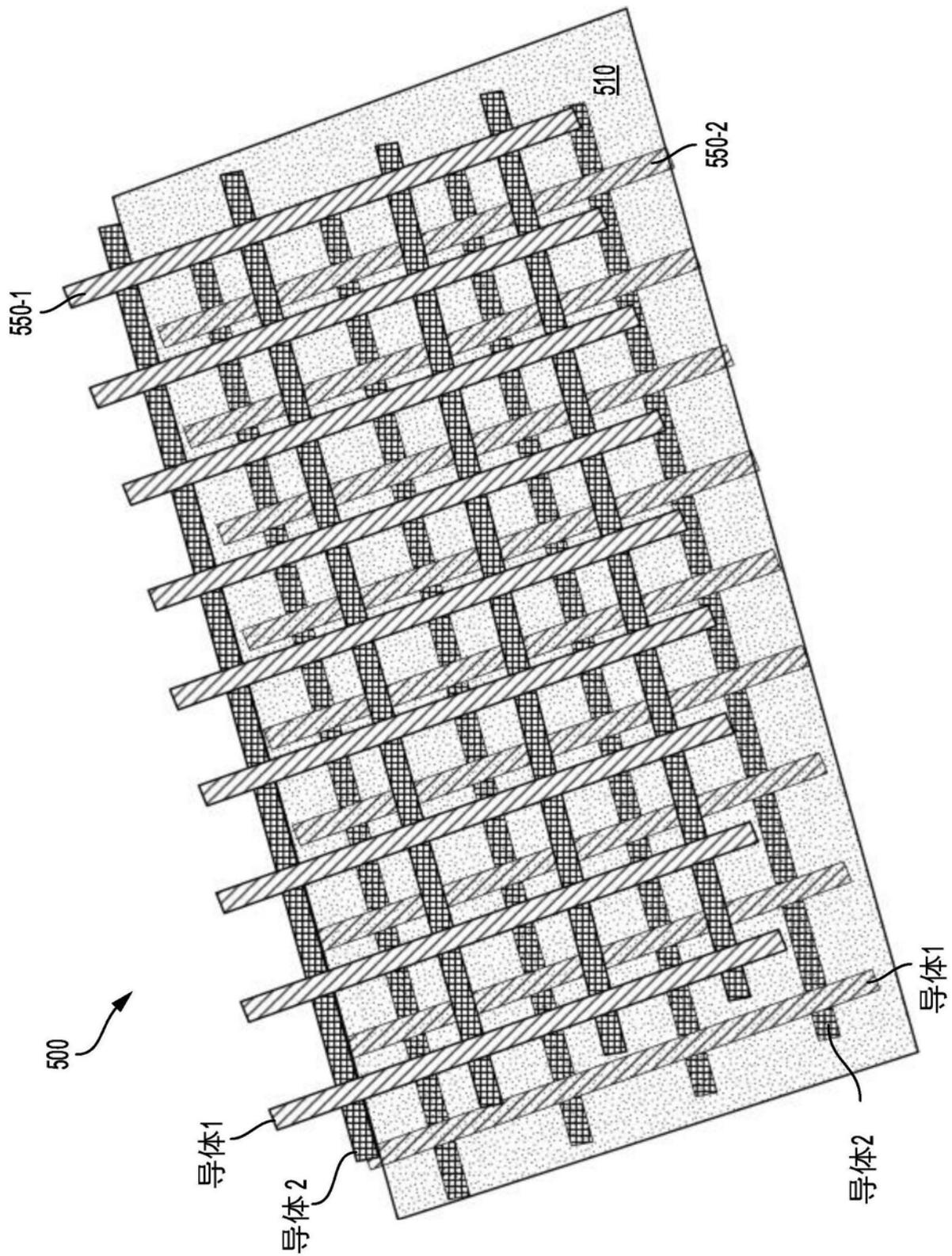


图5

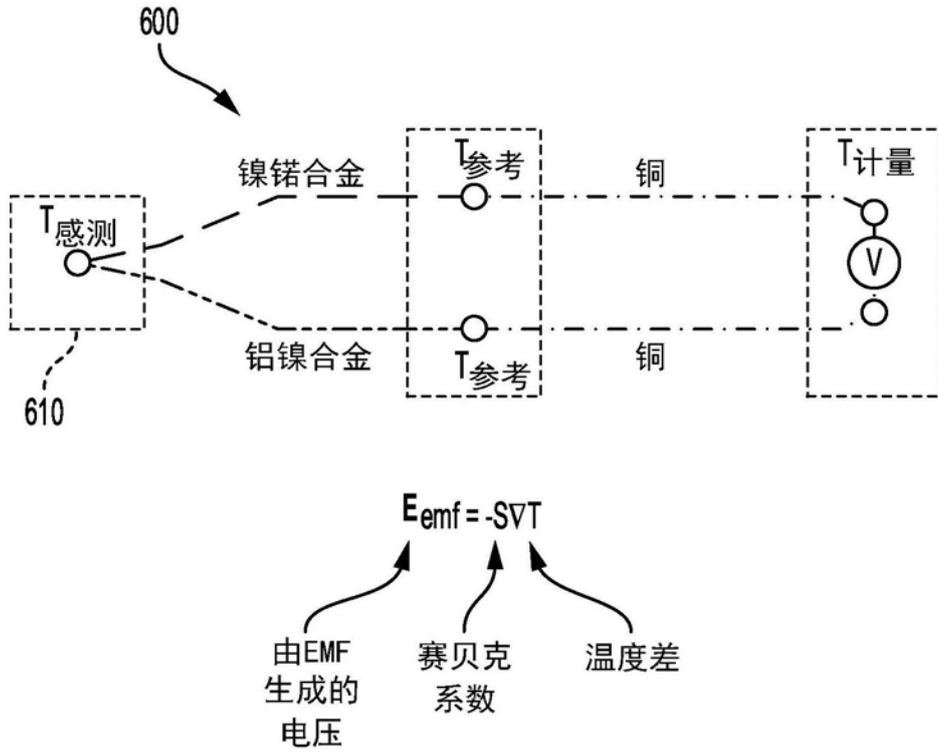


图6A

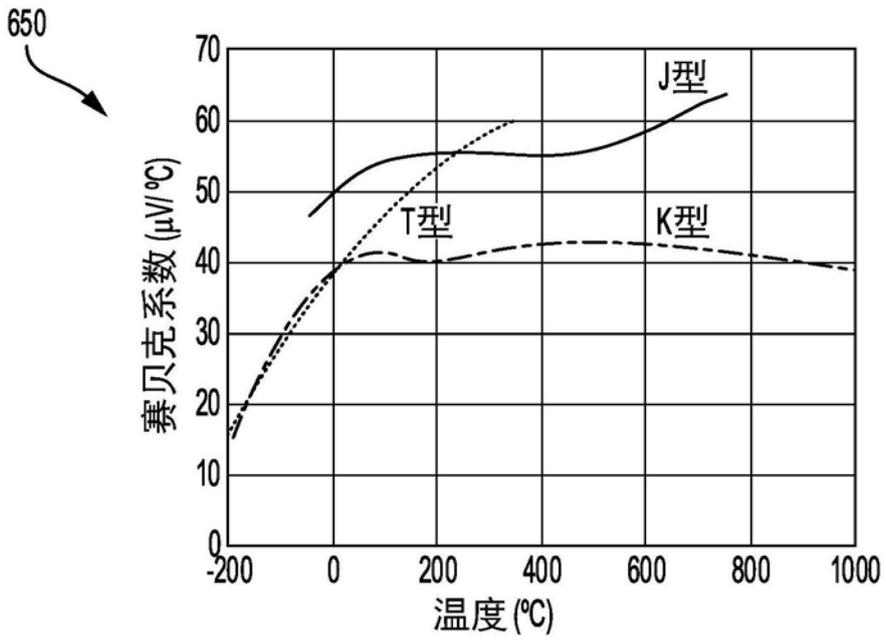


图6B

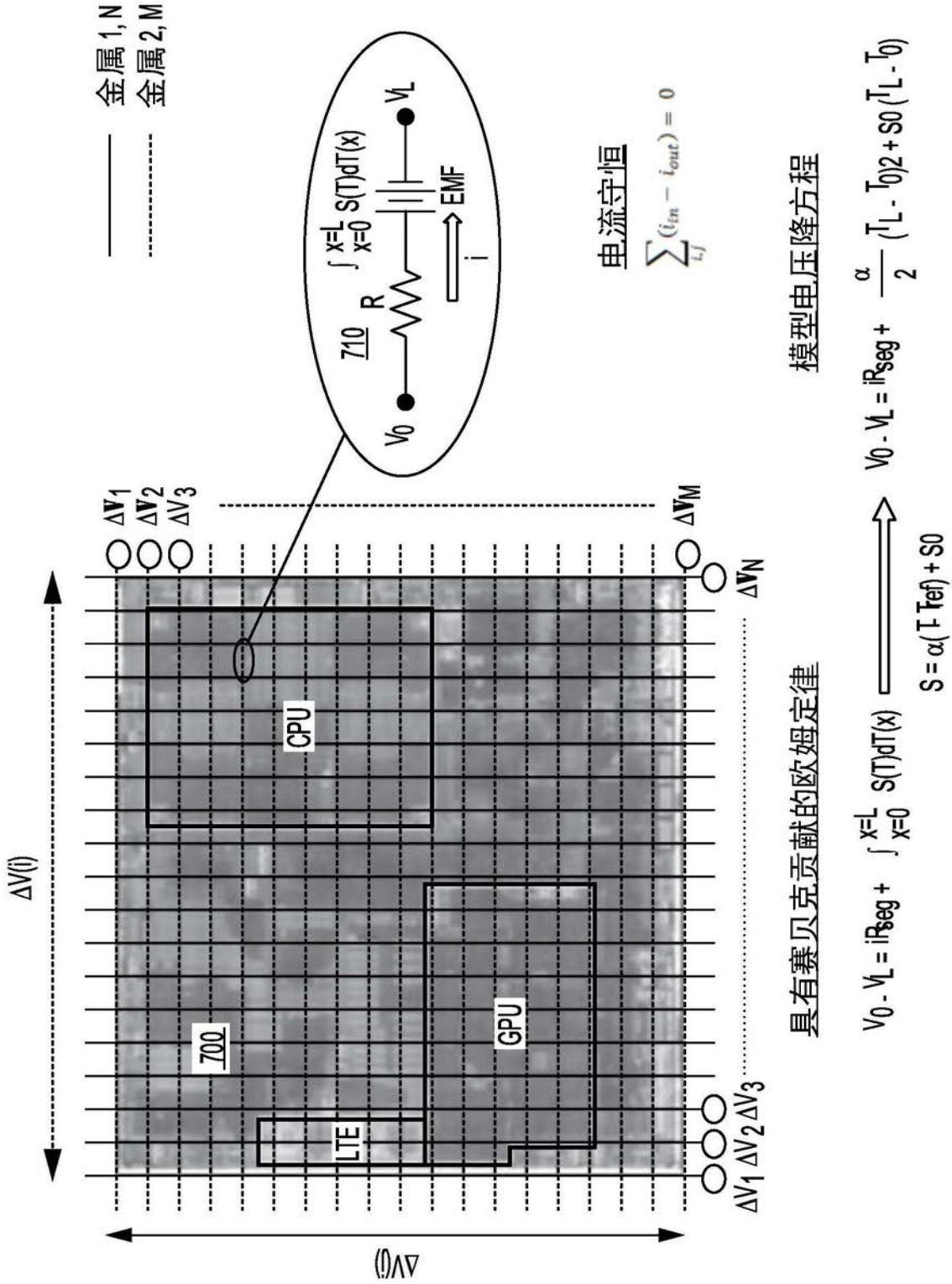


图7

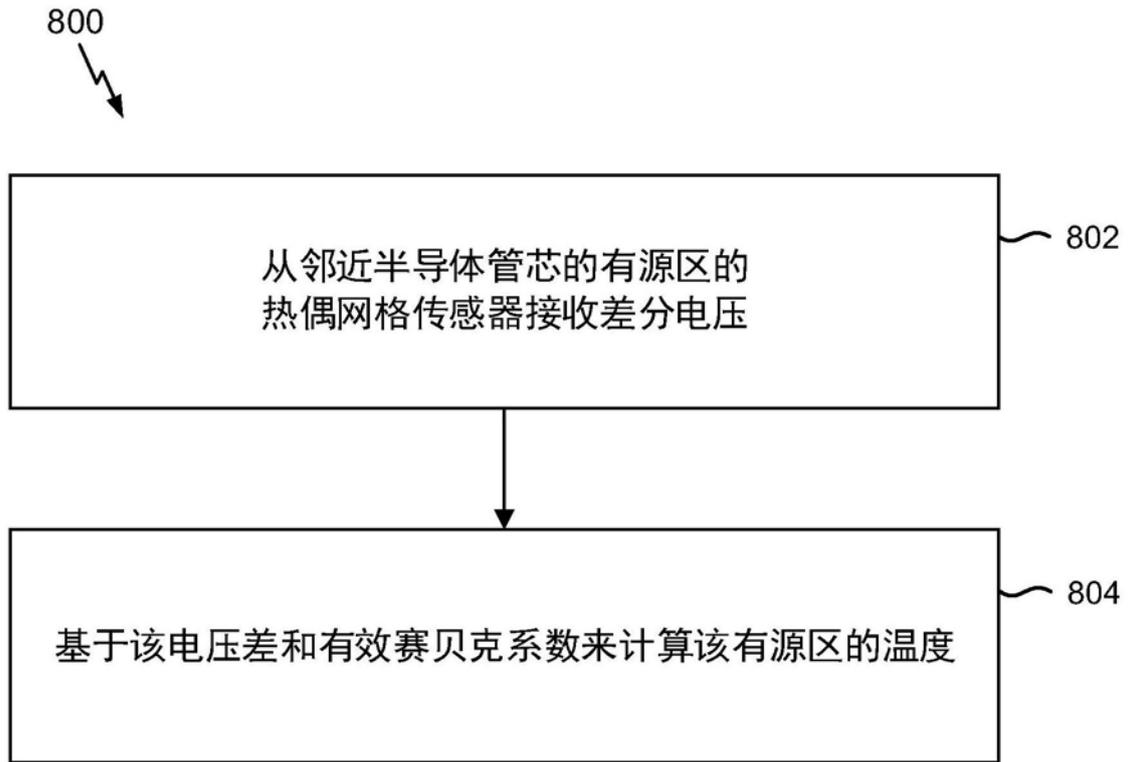


图8

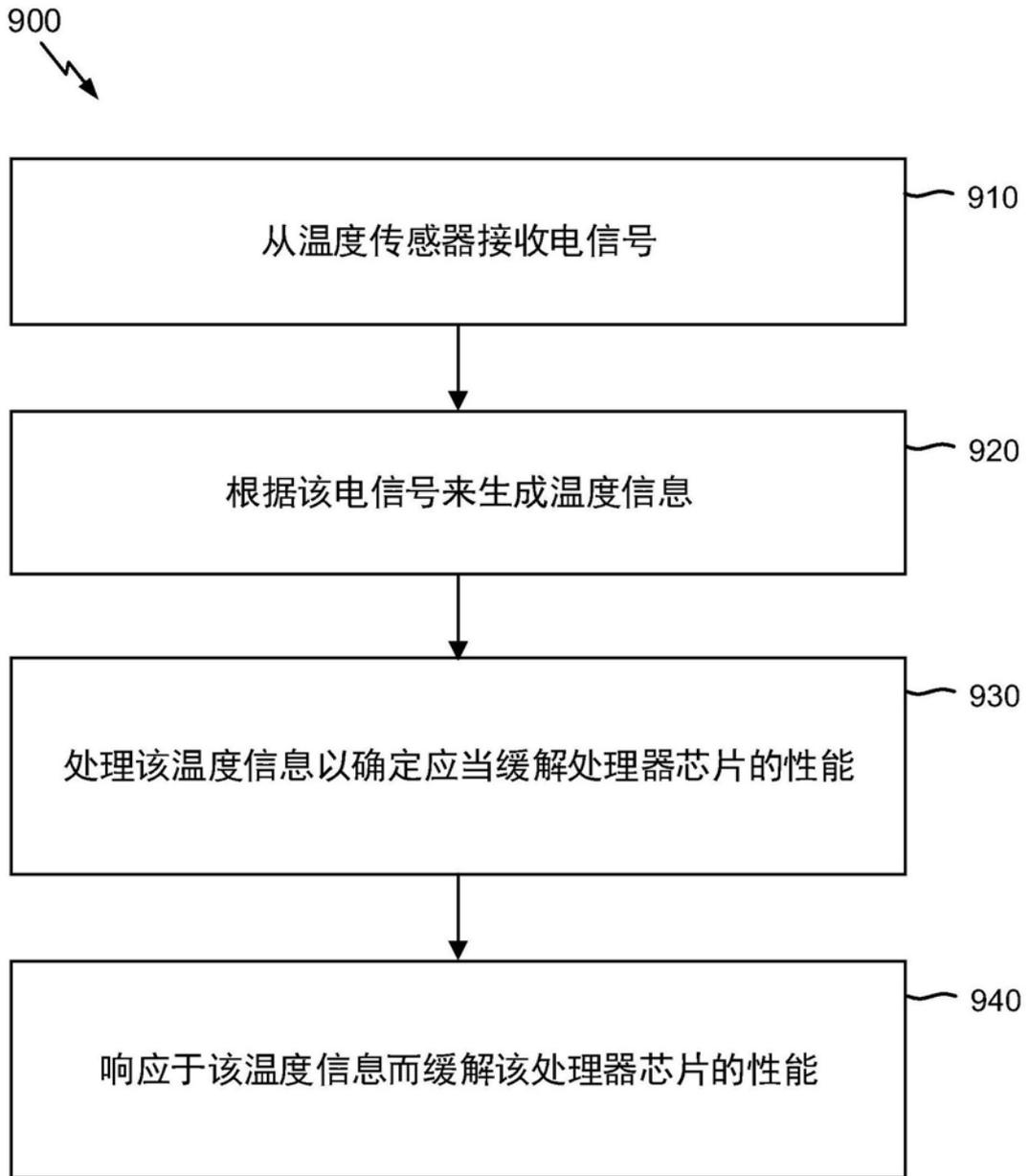


图9