

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G06F 1/20 (2006.01)

G06F 1/28 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780023523.6

[43] 公开日 2009年7月8日

[11] 公开号 CN 101479685A

[22] 申请日 2007.6.13

[21] 申请号 200780023523.6

[30] 优先权

[32] 2006.6.23 [33] US [31] 11/474,023

[86] 国际申请 PCT/US2007/071103 2007.6.13

[87] 国际公布 WO2007/149752 英 2007.12.27

[85] 进入国家阶段日期 2008.12.23

[71] 申请人 英特尔公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 R·小罗达特 J·赫尔纳丁二世

I·桑托斯

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 柯广华 刘春元

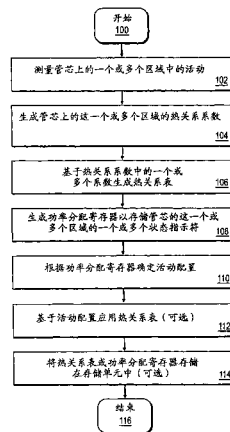
权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 6 页

[54] 发明名称

利用功率密度反馈进行热管理的方法、装置和系统

[57] 摘要

描述利用功率密度反馈进行热管理的方法和系统。该系统可包括：该系统的一个或多个区域，其中该系统包括一个或多个管芯；以及用于描述这一个或多个区域之间的热关系的热关系系数。在一些实施例中，该方法可包括：测量一个或多个区域的活动；以及利用热关系来确定该系统或其部分的活动配置。在一些实施例中，可对这一个或多个区域应用活动配置。还描述其它实施例。



1. 一种用于热管理的系统，包括：

所述系统的一个或多个区域，所述一个或多个区域中的每个区域与其它区域具有热关系，其中所述系统包括一个或多个管芯；以及用于描述所述一个或多个区域之间的热关系的热关系系数。

2. 如权利要求 1 所述的系统，还包括热关系表和功率分配寄存器。

3. 如权利要求 2 所述的系统，其中所述热关系表至少包括所述一个或多个区域中的各个区域的各个热关系系数的比较。

4. 如权利要求 2 所述的系统，其中所述功率分配寄存器能够通过跟踪所述一个或多个区域中的活动来热管理所述系统。

5. 如权利要求 2 所述的系统，其中所述系统能够利用所述热关系系数来确定所述一个或多个区域中的哪些区域需要热管理。

6. 如权利要求 1 所述的系统，其中所述一个或多个区域包括微处理器、存储器控制器集线器、输入/输出控制器集线器、存储器、核、芯片组或图形存储器控制器集线器。

7. 一种用于热管理的方法，包括：

测量系统的一个或多个区域中的活动，其中所述系统包括一个或多个管芯；

生成所述一个或多个区域的热关系系数，其中所述热关系系数至少基于所测量的活动；

基于所述热关系系数中的一个或多个热关系系数来生成热关系表；

生成功率分配寄存器以跟踪所述一个或多个区域的一个或多个状态指示符；以及

根据所述功率分配寄存器确定活动配置，其中所述活动配置至少包括适合所述一个或多个区域中的活动的工作负荷状况。

8. 如权利要求 7 所述的方法, 还包括:
基于所述热关系表应用所述活动配置。
9. 如权利要求 7 所述的方法, 其中所述测量系统的一个或多个区域中的活动还包括:
测量所述一个或多个区域中的功率密度的变化; 以及
测量所述一个或多个区域中的温度变化。
10. 如权利要求 7 所述的方法, 其中所述测量系统的一个或多个区域中的活动包括测量电流变化或电压变化。
11. 如权利要求 7 所述的方法, 其中所述热关系表提供所述一个或多个区域之间的一个或多个关系。
12. 如权利要求 11 所述的方法, 其中所述一个或多个关系包括用于预测所述一个或多个区域中的温度分布的信息。
13. 如权利要求 11 所述的方法, 其中所述一个或多个关系包括允许计算功率减小变化以便实现所述一个或多个区域中的给定的温度变化的信息。包括允许计算用于实现所述一个或多个区域中的给定的温度变化的功率减小变化的信息
14. 如权利要求 7 所述的方法, 其中所述一个或多个状态指示符包括关于所述一个或多个区域是否是活动的信息。
15. 如权利要求 7 所述的方法, 其中所述热关系系数基于一个或多个功率状态, 其中所述一个或多个功率状态包括活动状态或睡眠状态中的至少一个状态。
16. 如权利要求 7 所述的方法, 还包括:
将所述热关系表或所述功率分配寄存器存储在存储单元中。
17. 如权利要求 17 所述的方法, 其中所述存储单元是系统存储器、高速缓存存储器、磁盘驱动器或主存储器。
18. 如权利要求 8 所述的方法, 其中应用所述活动配置包括: 增加所述一个或多个区域的散热; 或减少所述一个或多个区域的活动。
19. 一种用于存储指令集的机器可访问介质, 所述指令在执行时

执行包括以下步骤的用于热管理的方法：

测量系统的一个或多个区域中的活动，其中所述系统包括一个或多个管芯；

生成所述一个或多个区域的热关系系数，其中所述热关系系数至少基于所测量的活动；

基于所述热关系系数中的一个或多个热关系系数来生成热关系表；

生成功率分配寄存器以跟踪所述一个或多个区域的一个或多个状态指示符；以及

根据所述功率分配寄存器确定活动配置，其中所述活动配置至少包括适合所述一个或多个区域中的活动的工作负荷状况。

20. 如权利要求 19 所述的机器可访问介质，还包括：

基于所述热关系表应用所述活动配置。

21. 如权利要求 19 所述的机器可访问介质，其中所述测量系统的一个或多个区域中的活动还包括：

测量所述一个或多个区域中的功率密度的变化；以及

测量所述一个或多个区域中的温度变化。

22. 如权利要求 19 所述的机器可访问介质，还包括：

将所述热关系表或所述功率分配寄存器存储在存储单元中。

利用功率密度反馈进行热管理的方法、装置和系统

技术领域

一般来说,本发明的一些实施例涉及计算机系统,更具体地说,一些实施例涉及系统热管理。

背景技术

随着计算机系统内的微处理器和其它组件变得越来越快、越来越小,热管理对于防止设备过热或故障变得越来越重要。在一些系统中,如果检测到过热设备,如处理器,则可通过例如减小处理器的运行速度来调整系统或设备的活动等级。但是,这种热管理方法只考虑到设备本身的温度,而未考虑到系统中的热耦合或功率密度。

附图说明

通过参照附图,并阅读以下说明书和随附权利要求,本领域的技术人员将能明白本发明的实施例的各种优点,附图中:

图1和图2是根据系统的一些实施例、利用功率密度反馈进行热管理的过程的流程图;

图3是根据本发明的一些实施例的密度因子变化和热关系系数计算的实例的图;

图4是根据本发明的一些实施例的热关系表的实例的图;

图5是根据本发明的一些实施例的功率分配寄存器的实例的图;

以及

图6包括根据本发明的一些实施例的计算机系统的示意图。

具体实施方式

参考本发明的一些实施例,附图中示出其实例。尽管将结合这些

实施例来描述本发明，但将了解，它们不是要将本发明限于这些实施例。相反，本发明要涵盖包含在如随附权利要求限定的本发明的精神和范围内的备选、修改和等效物。此外，在以下对本发明的详细描述中，阐述了众多具体细节，以便充分理解本发明。但是，在没有这些具体细节的情况下，也可实现本发明。在其它情况下，没有详细描述熟知的方法、过程、组件和电路，以免不必要地使本发明的各方面晦涩难懂。

本说明书中提到本发明的“一个实施例”或“一些实施例”时表示，结合该实施例描述的特定特征、结构或特性包含在本发明的至少一些实施例中。因此，在整篇说明书中的各个地方出现短语“在一些实施例中”或“根据一些实施例”时不一定都指相同的实施例。

根据一些实施例，该方法可在计算系统内实现。可以利用下文关于图 6 描述的系统来执行本文关于图 1-5 描述的操作，相关领域的技术人员基于本文提供的教导将能明白这一点。

图 1 和 2 是根据系统的一些实施例、利用功率密度反馈进行热管理的过程的流程图。在一些实施例中，图 1 中的方法或过程可在 100 开始，并进行到 102，在 102，操作可测量系统的一个或多个区域中的活动，其中该系统可包括一个或多个管芯。在一些实施例中，这一个或多个区域可包括（作为系统的部分或全部的）微处理器、存储器控制器集线器、输入/输出控制器集线器、存储器、核、芯片组、图形存储器控制器集线器或其它组件。此外，在一些实施例中，可在本发明的实施例中利用多于一个管芯。

在一些实施例中，如图 2 所示，测量活动还可包括测量管芯上的这一个或多个区域中的功率密度的变化（202）和/或测量系统的这一个或多个区域中的温度变化（204）。在一些实施例中，系统可包括一个或多个管芯。此外，在一些实施例中，测量活动可包括测量这一个或多个区域中的电流变化或电压变化。

然后，过程可进行到 104，在 104，可生成这一个或多个区域的

热关系系数 (TRC)，其中 TRC 可至少基于所测量的活动。TRC 的实例如图 3 所示，并将在本文中的其它地方加以描述。在一些实施例中，TRC 可基于一个或多个功率状态、电压差、功率差和/或电流差。在一些实施例中，这一个或多个功率状态可包括活动状态或睡眠状态中的至少一个状态。

然后，过程可进行到 106，在 106，可基于 TRC 中的一个或多个生成热关系表 (TRT)。TRT 的实例如图 4 所示，并将在本文中的其它地方加以描述。在一些实施例中，TRT 可提供这一个或多个区域之间的一个或多个关系，其中这一个或多个关系可用于预测这一个或多个区域中的温度分布。此外，这一个或多个关系可包括允许计算实现这一个或多个区域中的给定温度变化所需的功率变化的量或等级的信息。

然后，过程可进行到 108，在 108，可生成功率分配寄存器 (PDR) 以跟踪这一个或多个区域的一个或多个状态指示符(indicator)。PDR 的实例如图 5 所示，并将在本文中的其它地方加以描述。在一些实施例中，这一个或多个状态指示符可包括关于这一个或多个区域是活动还是不活动、或是处于另一功率状态或活动等级的信息。

然后，过程可进行到 110，在 110，可根据 PDR 确定活动配置，其中活动配置可至少包括适合这一个或多个区域中的活动的工作负荷状况。在一些实施例中，可将活动配置与通过一个或多个 TRC 测量并存储在 TRT 中的配置匹配。在一些实施例中，工作负荷状况可包括系统的这一个或多个区域中的组件的功率或活动等级的变化，其中系统可包括一个或多个管芯。

然后，过程可进行到 112，在 112，可基于活动配置应用 TRT。在一些实施例中，112 处的过程可包括增加这一个或多个区域的散热或减少这一个或多个区域的活动。

在一些实施例中，过程可接着进行到 114，在 114，可将 TRT 或 PDR 存储在存储单元(memory location)中。在一些实施例中，存储单

元可以是系统存储器、高速缓存存储器、磁盘驱动器或主存储器。

图3是根据本发明的一些实施例的密度因子变化和TRC计算的实例300的图。在一些实施例中，这些实例可说明功率密度的变化如何对组件的热行为造成影响。在一些实施例中，302和306中的电路基于本发明的一些实施例示出具有两个消耗功率的活动区域的系统304或管芯304和具有一个消耗功率的活动区域的系统308或管芯308。在一些实施例中，相对于不活动区域，活动区域可消耗更多的功率，但不活动区域仍会消耗功率。

在一些实施例中，系统或管芯304和308上所用的总功率可相同。302和306中的计算可说明，功率分配的变化可对组件的结-热管(junction-heat pipe)电阻造成影响，并且对结-环境(junction-ambient)电阻有总的的影响。这些变化可能需要确定对于每种情景或活动配置特定的TRC。因此，在一些实施例中，可为每种配置计算TRC，如实例302和306中由 Θ_{j-amb} [°C/W]所示。每个实例中的不同的TRC结果至少是由功率密度差异引起的。

如本文其它地方所述，当在彼此的热邻近内存在多于一个组件或热生成区域时，建立由TRC预示的热关系的能力是很有用的。在一些实施例中，知道了区域间的热关系便可允许系统应用更合适的工作负荷状况，并确定哪些区域会影响其它区域的温度，从而解决或帮助解决热问题。

对于TRT中的每个TRC，系统(如本文其它地方描述的系统600)可具有利用TRT中的信息等来确定应该热管理哪个(或哪些)区域的热管理策略，如上文在一些实施例中关于图1-2所述。在一些实施例中，热管理策略可包括根据2004年9月2日发布的高级配置和电源接口(ACPI)规范3.0版实现ACPI信息。

图4是根据本发明的一些实施例的热关系表的实例400的图。根据一些实施例，实例402、404和406可描述TRT的结构以及可如何使用TRT中的TRC来至少预测组件的温度。表中的系数的单位是°C

/W, 但相关领域的技术人员至少基于本文描述的教导将了解, 并不限于这些单位。实例 402 可说明格式, 其中可按以下方式读取管芯的两个区域 CPU 和 GMCH:

CPU-CPU=对于每瓦特 CPU 功率变化, CPU 的温度变化;

GMCH-CPU=对于每瓦特 GMCH 功率变化, CPU 的温度变化;

GMCH-GMCH=对于每瓦特 GMCH 功率变化, GMCH 的温度变化; 以及

CPU-GMCH=对于每瓦特 CPU 功率变化, GMCH 的温度变化。

在一些实施例中, 实例 402 可表明, 可潜在地存在两个不同的表用于描述 CPU 与 GMCH 或其它区域之间的关系。在一些实施例中, 取决于如何在管芯上分配功率, CPU-CPU TRT 系数可改变。在本发明的实施例中, 此系数变化会影响过程所做的该温度预测。在 408、410 和 412 中示出的实例分别对应于 402、404 和 406, 关于这些实例, 这些实例具有报导 CPU 上的 20W 功率和 GMCH 上的 10W 功率的系统。如 410 和 412 所示的对应的 TRC 和所得温度计算可提供更精确的温度预测, 因为其中考虑了热相邻区域。

图 5 是根据本发明的一些实施例的功率分配寄存器 (power distribution register) 500 的实例的图。实例 504 描述可用于评估如何在特定管芯、系统或组件上分配功率的几种方法中的一种方法。在一些实施例中, 根据本发明的一些实施例, PDR 可具有指定用于指示管芯上的区域的状态以及它们是否是活动的位。实例 504 示出具有四个区域的系统或管芯。在一些实施例中, 在具有四个区域的情况下, PDR 可用寄存器中的四个位来实现。在一些实施例中, 可将各个位指定给特定区域; 并且“0”可指示该区域是不活动的和/或不具有一个或多个利用率。在一些实施例中, 值“1”可指示具有一个或多个利用率的活动区域。在本发明的一些实施例中, 诸如本文其它地方描述的系统 600 的系统可轮询 PDR。因此, 在一些实施例中, 来自 PDR 的值和/或总组件功率读数可提供足够的信息来应用合适的 TRT 以提供合

适的工作负荷状况。

图 6 包括根据本发明的一些实施例的计算机系统的示意图。计算机系统 600 包括框架（或计算设备）602 和电源适配器 604（例如，用于向计算设备 602 供电）。计算设备 602 可以是任何合适的计算设备，如膝上型（或笔记本型）计算机、个人数字助理、桌面型计算设备（如工作站或桌面型计算机）、机架式计算设备等。

可从以下源中的一种或多种源将电功率提供给计算设备 602 的各种组件（例如，通过计算设备电源 606）：一个或多个电池组、交流电（AC）插座（例如，通过变压器和/或诸如电源适配器 604 的适配器）、汽车电源、飞机电源等。在一些实施例中，电源适配器 604 可将电源输出（例如，约 110 VAC-240 VAC 的 AC 出线端电压）变换为在约 7 VDC-12.6 VDC 范围内的直流电（DC）电压。因此，电源适配器 604 可以是 AC/DC 适配器。

计算设备 602 还可包括耦合到总线 610 的一个或多个中央处理单元（CPU）608。在一些实施例中，CPU 608 可以是可自美国加利福尼亚的圣克拉拉(Santa Clara, California)的 Intel®公司购得的 Pentium®系列处理器中的一种或多种处理器，包括 Pentium® II 处理器系列、Pentium® III 处理器、Pentium® IV 处理器。或者，可使用其它 CPU，如 Intel 的 Itanium®、XEON™ 和 Celeron® 处理器。而且，也可使用一种或多种来自其它制造商的处理器。此外，处理器可具有单核或多核设计。

芯片组 612 可耦合到总线 610。芯片组 612 可包括存储器控制器集线器（MCH）614。MCH 614 可包括耦合到主系统存储器 618 的存储器控制器 616。主系统存储器 618 用于存储数据和由 CPU 608 或包含在系统 600 中的任何其它设备执行的指令序列。在一些实施例中，主系统存储器 618 包括随机存取存储器（RAM）；但是，主系统存储器 618 可利用其它存储器类型、如动态 RAM（DRAM）、同步 DRAM（SDRAM）等来实现。其它设备也可耦合到总线 610，如多个 CPU

和/或多个系统存储器。

MCH 614 还可包括耦合到图形加速器 622 的图形接口 620。在一些实施例中，图形接口 620 经由加速图形端口 (AGP) 耦合到图形加速器 622。在一个实施例中，显示器 (如平板显示器) 640 可通过例如信号变换器耦合到图形接口 620，其中信号变换器用于将存储在诸如视频存储器或系统存储器的存储设备中的图像的数字表示转换成由显示器解译和显示的显示信号。由显示设备产生的显示器 640 信号可在经过各种控制设备之后由显示器解译并随后显示在显示器上。

集线器接口 624 将 MCH 614 耦合到输入/输出控制器集线器 (ICH) 626。ICH 626 提供到耦合到计算机系统 600 的输入/输出 (I/O) 设备的接口。ICH 626 可耦合到外围组件互连 (PCI) 总线。因此，ICH 626 包括提供到 PCI 总线 630 的接口的 PCI 桥 628。PCI 桥 628 提供 CPU 608 与外围设备之间的数据通路。另外，可利用其它类型的 I/O 互连拓扑，例如可通过美国加利福尼亚的圣克拉拉的 Intel® 公司获得的 PCI Express™ 体系结构。

PCI 总线 630 可耦合到音频设备 632 和一个或多个磁盘驱动器 634。其它设备也可耦合到 PCI 总线 630。另外，CPU 608 和 MCH 614 可组合形成单个芯片。此外，在其它实施例中，图形加速器 622 可包含在 MCH 614 内。作为另一个备选实施例，MCH 614 和 ICH 626 可与图形接口 620 一起集成到单个组件中。

另外，在各个实施例中，耦合到 ICH 626 的其它外围设备可包括集成驱动电子设备 (IDE) 或小型计算机系统接口 (SCSI) 硬盘驱动器、通用串行总线 (USB) 端口、键盘、鼠标、并行端口、串行端口、软盘驱动器、数字输出支持设备 (如数字视频接口 (DVI)) 等。因此，计算设备 602 可包括易失性和/或非易失性存储器。

从系统 600 和关于图 1-5 描述的实施例可显见，本发明的一些实施例可在系统 600 中实现。系统 600 可包括位于管芯上的一个或多个区域，这一个或多个区域中的每个区域可与管芯的其它区域具有热关

系。这一个或多个区域可在框架 602 内位于芯片组 612、MCH 614、ICH 626、图形加速器 622 或其它组件上，相关领域的技术人员将明白，它们可在与系统 600 的其它组件相同的管芯或芯片上实现。此外，系统 600 可包括在实施例中在本文其它地方关于图 3 描述的热关系系数 (TRC)，该 TRC 用于描述管芯的这一个或多个区域之间的热关系。在一些实施例中，相关领域的技术人员至少基于本文提供的教导将了解，一个或多个 TRC 可在主存储器 618 或其它存储器或存储设备中、在系统 600 的其它组件内实现。

在一些实施例中，可根据 TRC 生成热关系表 (TRT)。如一些实施例中所描述，TRT 可至少包括这一个或多个区域中的各个区域的各个 TRC 的比较。在一些实施例中，还可生成功率分配寄存器 (PDR) 以跟踪一个或多个状态指示符，其中状态指示符包括关于区域是活动的、还是不活动的、还是处于另一状态的信息。此外，在一些实施例中，PDR 能够通过跟踪这一个或多个区域中的活动来热管理系统。

系统 600 能够利用 TRC、TRT 和/或 PDR (如上文在图 3-5 中所描述的) 来确定这一个或多个区域中的哪些区域需要热管理。在一些实施例中，热管理可包括改变管芯或系统的区域的功率状态。在一些实施例中，热管理可包括增加管芯或系统的一个或多个区域中的冷却工作。因此，相关领域的技术人员至少基于本文描述的教导将了解，本发明的实施例可在管芯上的一个或多个区域中实现，其中这一个或多个区域包括微处理器 608 (或在多处理器环境中，可包括一个或多个核)、MCH 614 或其子组件 616 或 620、ICH 626 或其子组件 628、主存储器 618、芯片组 612、图形存储器控制器集线器 (GMCH) 620 或 622、或另一个或多个组件。

在一些实施例中，相关领域的技术人员至少基于本文的教导将了解，框架或计算设备 602 可包括多于一个管芯。本发明的实施例可在具有多于一个管芯的系统中实现；因此，这一个或多个区域可以位于多于一个管芯上，并且相关领域的技术人员至少基于本文描述的教导

将了解，提到“位于管芯上”时包括提到“位于一个或多个管芯上”。

可以用足以使本领域的技术人员能够实现本发明的细节来描述本发明的实施例。在不背离本发明的范围的情况下，可利用其它实施例，并且可以做出结构、逻辑和智能改变。此外，将了解，尽管本发明的各个实施例有所不同，但它们不一定相互排斥。例如，在一些实施例中描述的特定特征、结构或特性可包含在其它实施例内。根据以上描述，本领域的技术人员可明白，本发明的实施例的技术可用各种形式来实现。

因此，尽管结合特定实例描述了本发明的实施例，但本发明的实施例的真实范围不应限于此，在研读附图、说明书和随附权利要求之后，本领域的技术人员将能明白其它修改。

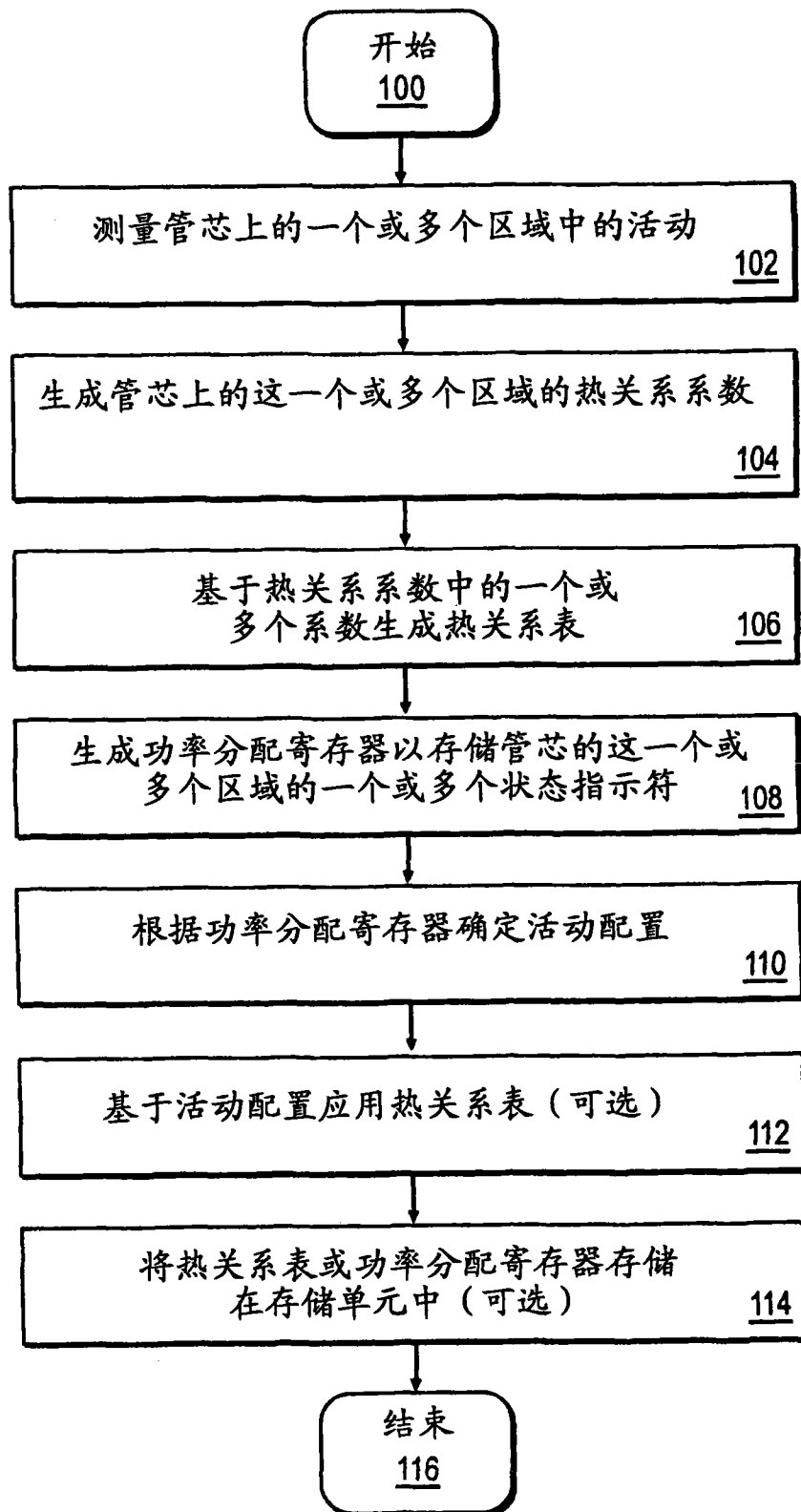


图 1

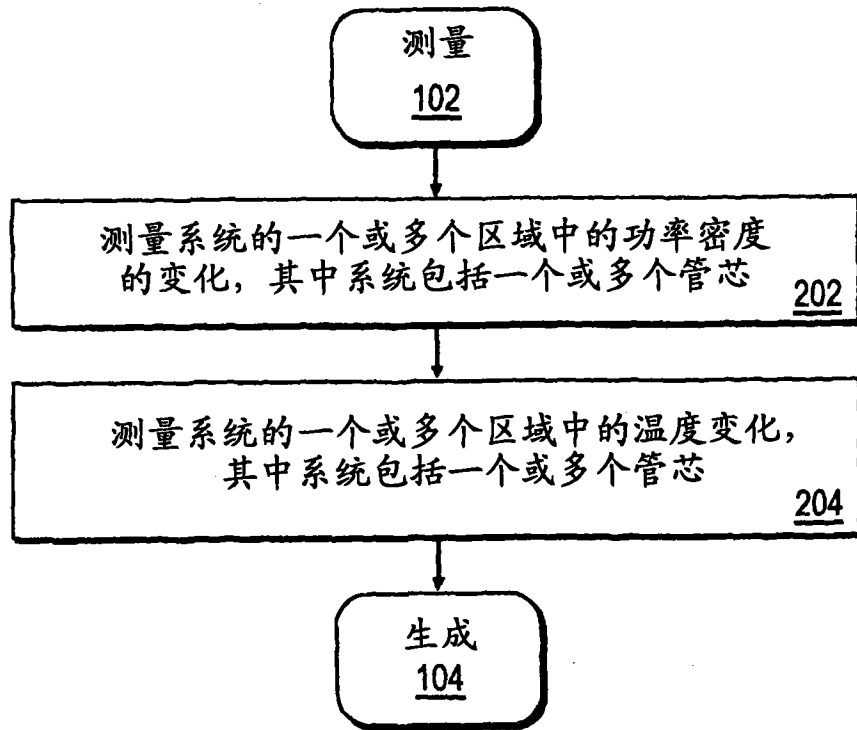


图 2

300 示范性密度因子变化计算

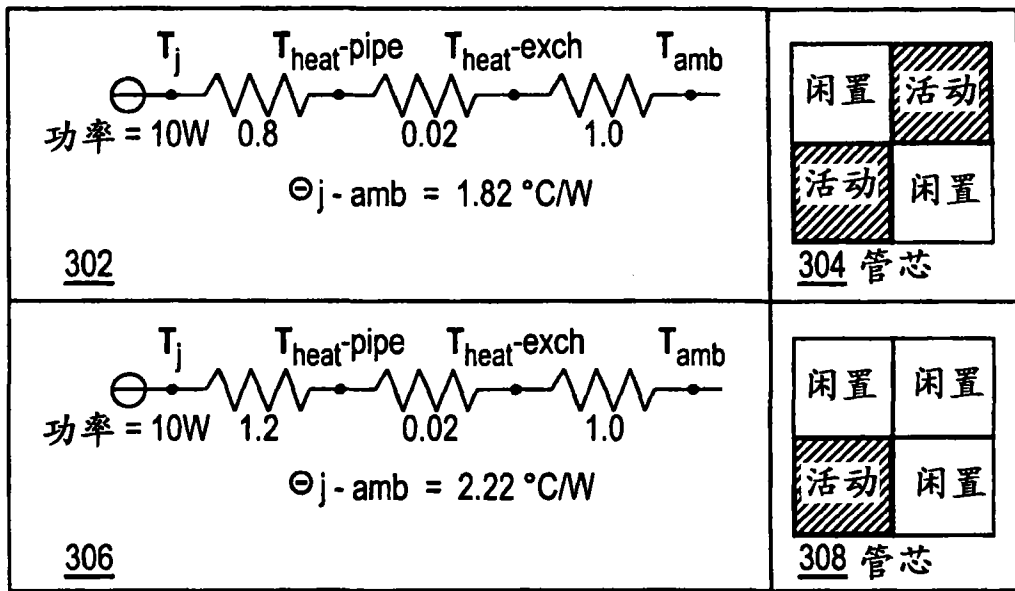


图 3

400 示范性热关系表

<u>402</u>	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><th colspan="4">热关系表 (TRT)</th></tr> <tr><td></td><td>CPU</td><td></td><td>GMCH</td></tr> <tr><td>CPU</td><td>CPU - CPU</td><td>CPU - GMCH</td><td></td></tr> <tr><td>GMCH</td><td>GMCH - CPU</td><td>GMCH - GMCH</td><td></td></tr> </table>	热关系表 (TRT)					CPU		GMCH	CPU	CPU - CPU	CPU - GMCH		GMCH	GMCH - CPU	GMCH - GMCH	
热关系表 (TRT)																	
	CPU		GMCH														
CPU	CPU - CPU	CPU - GMCH															
GMCH	GMCH - CPU	GMCH - GMCH															
<u>404</u>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><th colspan="2">TRT 实例-1 个活动区域</th></tr> <tr><td>CPU</td><td>GMCH</td></tr> <tr><td>2.22</td><td>0.61</td></tr> <tr><td>GMCH</td><td>1.72</td></tr> </table>	TRT 实例-1 个活动区域		CPU	GMCH	2.22	0.61	GMCH	1.72								
TRT 实例-1 个活动区域																	
CPU	GMCH																
2.22	0.61																
GMCH	1.72																
<u>406</u>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><th colspan="2">TRT 实例-2 个活动区域</th></tr> <tr><td>CPU</td><td>GMCH</td></tr> <tr><td>1.82</td><td>0.61</td></tr> <tr><td>GMCH</td><td>1.72</td></tr> </table>	TRT 实例-2 个活动区域		CPU	GMCH	1.82	0.61	GMCH	1.72								
TRT 实例-2 个活动区域																	
CPU	GMCH																
1.82	0.61																
GMCH	1.72																
<p>CPU 温度预测等式:</p> $CPU T_j = (CPU-CPU) * Power_{CPU} + (GMCH-CPU) * Power_{GMCH} + T_{amb}$																	
<p><u>410</u> 1 个活动区域的温度预测: $CPU T_j = (2.22^{\circ}C/W) * 20 W + (0.38^{\circ}C/W) * 10 W + 23^{\circ}C = 71.2^{\circ}C$</p>																	
<p><u>412</u> 2 个活动区域的温度预测: $CPU T_j = (1.82^{\circ}C/W) * 20 W + (0.38^{\circ}C/W) * 10 W + 23^{\circ}C = 63.2^{\circ}C$</p>																	

图 4

500 示范性功率分配寄存器

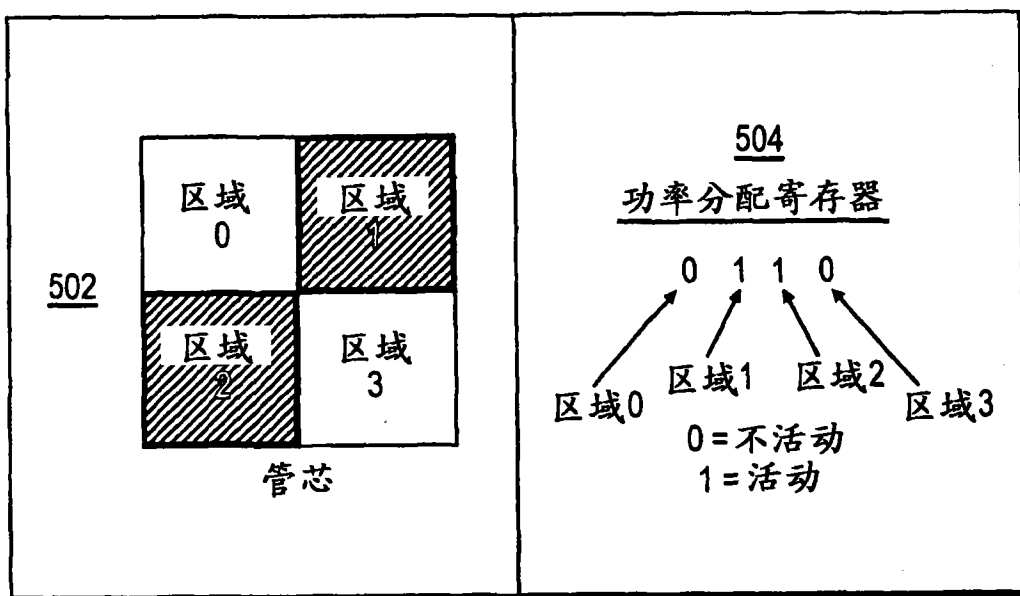


图 5

600 系统

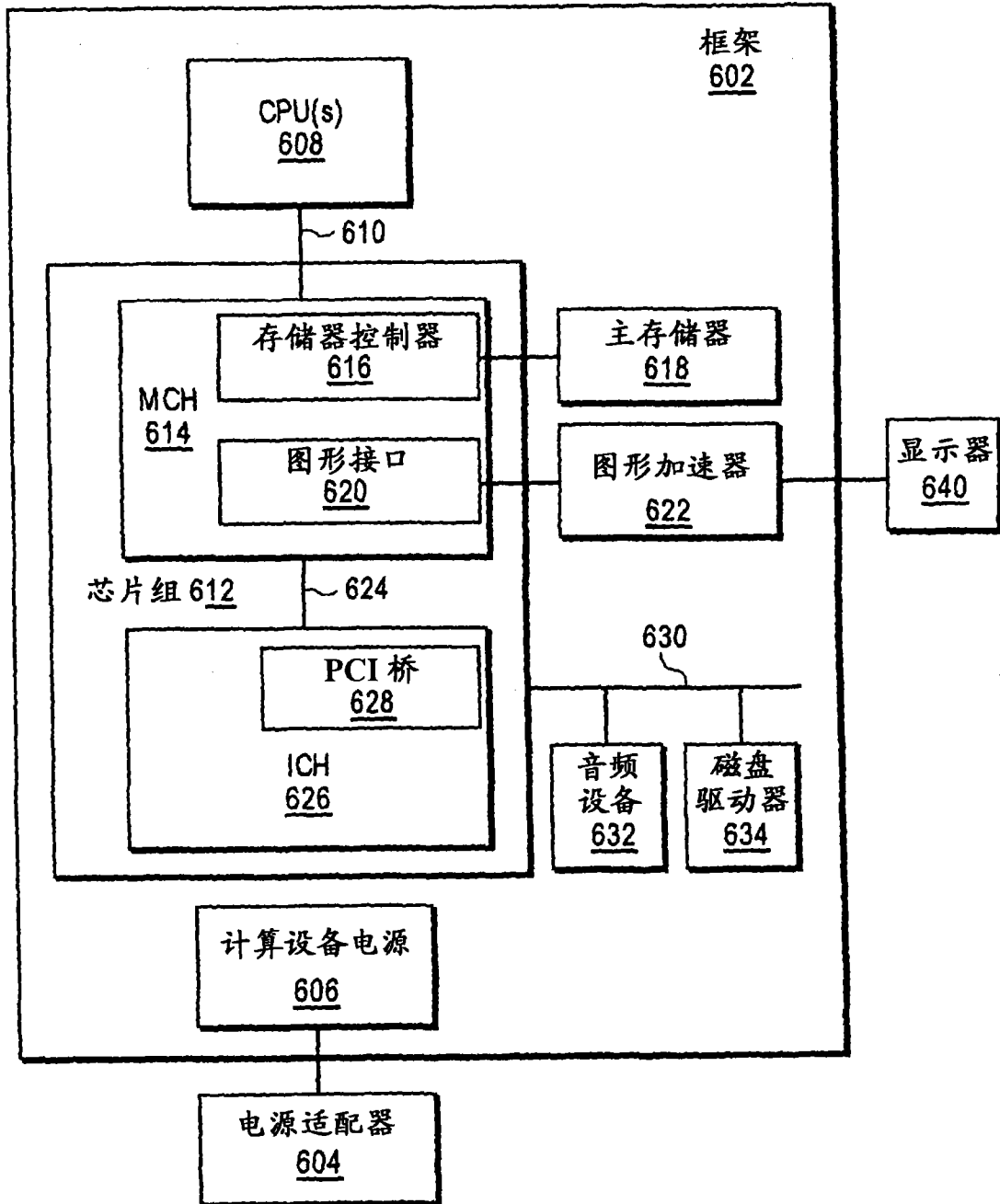


图 6