



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103858068 A

(43) 申请公布日 2014. 06. 11

(21) 申请号 201280050234. 6

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司 11287

(22) 申请日 2012. 09. 14

代理人 宋献涛

(30) 优先权数据

61/546, 210 2011. 10. 12 US

13/301, 431 2011. 11. 21 US

(51) Int. Cl.

G06F 1/20 (2006. 01)

G06F 1/32 (2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 04. 11

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2012/055579 2012. 09. 14

(87) PCT国际申请的公布数据

WO2013/055497 EN 2013. 04. 18

(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 青·李 琼·J·安德森

詹姆斯·M·阿尔特迈耶

杰弗里·A·尼曼 素密·苏尔

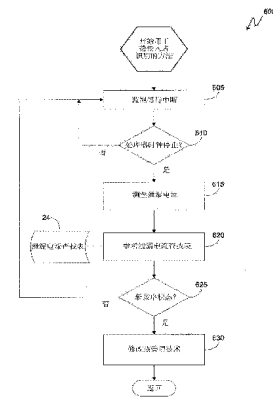
权利要求书3页 说明书13页 附图6页

(54) 发明名称

用于根据泄漏电流测量值确定热管理策略的系统和方法

(57) 摘要

本发明揭示用于通过测量与便携式计算装置PCD内的处理组件相关联的电力轨上的泄漏电流来确定所述组件的热状态的方法和系统的各种实施例。一个此种方法涉及在处理组件已进入“等待中断”模式之后测量电力轨上的电流。有利地，因为在此模式中处理组件可“断电”，所以与所述处理组件相关联的所述电力轨上剩余的任何电流可归于泄漏电流。基于所述测得泄漏电流，可确定所述处理组件的热状态，且实施与所述处理组件的所述热状态一致的热管理策略。应注意，实施例的优点在于，可确立PCD内的处理组件的所述热状态而无需利用温度传感器。



1. 一种用于管理便携式计算装置“PCD”中的热能产生的方法,所述方法包括:
确定与位于所述 PCD 内的处理组件相关联的电力频率大体上为零,其中与所述处理组件相关联的电力轨上剩余的电流可对应于泄漏电流的存在;
测量与所述处理组件相关联的所述电力轨上的所述泄漏电流;
基于所述测得泄漏电流而确定所述处理组件的热状态;以及
基于所述处理组件的所述热状态而评估与所述处理组件相关联的热管理策略。
2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中确定与位于所述 PCD 内的处理组件相关联的所述电力频率大体上为零进一步包括辨识已将“等待中断”指令给予所述处理组件。
3. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述泄漏电流是由监视所述电力轨周围的电磁场的传感器测得。
4. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述处理组件的所述热状态是通过查询含有使热状态与泄漏电流电平范围相关联的数据的泄漏电流查找表而确定。
5. 根据权利要求 1 所述的方法,其中评估所述热管理策略进一步包括选择使当前热管理策略保留在适当位置。
6. 根据权利要求 1 所述的方法,其中评估所述热管理策略进一步包括基于所述处理组件的所述热状态修改所述当前管理策略。
7. 根据权利要求 6 所述的方法,其中所述经修改管理策略包括排队的工作负载从所述处理组件到第二处理组件的重新分配。
8. 根据权利要求 6 所述的方法,其中所述经修改管理策略包括减小所述处理组件的时钟速度。
9. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述处理组件是图形处理单元。
10. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述处理组件是多核处理器内的核心。
11. 一种用于管理便携式计算装置“PCD”中的热能产生的计算机系统,所述系统包括:
监视器模块,其可操作以:
确定与位于所述 PCD 内的处理组件相关联的电力频率大体上为零,其中与所述处理组件相关联的电力轨上剩余的电流可对应于泄漏电流的存在;以及
测量与所述处理组件相关联的所述电力轨上的所述泄漏电流;以及
热策略管理器“TPM”模块,其可操作以:
基于所述测得泄漏电流而确定所述处理组件的热状态;以及
基于所述处理组件的所述热状态而评估与所述处理组件相关联的热管理策略。
12. 根据权利要求 11 所述的计算机系统,其进一步包括“等待中断”“WFI”模块,所述 WFI 模块可操作以起始致使所述处理组件断电的指令,且其中所述监视器模块进一步可操作以辨识已从所述 WFI 模块将“等待中断”指令给予所述处理组件。
13. 根据权利要求 11 所述的计算机系统,其中所述泄漏电流是由监视所述电力轨周围的电磁场的传感器测得。
14. 根据权利要求 11 所述的计算机系统,其中所述 TPM 模块进一步可操作以通过查询含有使热状态与泄漏电流电平范围相关联的数据的泄漏电流查找表而确定所述处理组件的所述热状态。
15. 根据权利要求 11 所述的计算机系统,其中所述 TPM 模块进一步可操作以选择使当

前热管理策略保留在适当位置。

16. 根据权利要求 11 所述的计算机系统,其中所述 TPM 模块进一步可操作以基于所述处理组件的所述热状态修改所述当前管理策略。

17. 根据权利要求 16 所述的计算机系统,其中所述 TPM 模块进一步可操作以致使将排队的工作负载从所述处理组件重新分配到第二处理组件。

18. 根据权利要求 16 所述的计算机系统,其中所述 TPM 模块进一步可操作以致使减小所述处理组件的时钟速度。

19. 根据权利要求 11 所述的计算机系统,其中所述处理组件是图形处理单元。

20. 根据权利要求 11 所述的计算机系统,其中所述处理组件是多核处理器内的核心。

21. 一种用于管理便携式计算装置中的热能产生的计算机系统,所述系统包括:

用于确定与位于所述 PCD 内的处理组件相关联的电力频率大体上为零的装置,其中与所述处理组件相关联的电力轨上剩余的电流可对应于泄漏电流的存在;

用于测量与所述处理组件相关联的所述电力轨上的所述泄漏电流的装置;

用于基于所述测得泄漏电流而确定所述处理组件的热状态的装置;以及

用于基于所述处理组件的所述热状态而评估与所述处理组件相关联的热管理策略的装置。

22. 根据权利要求 21 所述的计算机系统,其中所述用于确定与位于所述 PCD 内的处理组件相关联的所述电力频率大体上为零的装置进一步包括用于辨识已将“等待中断”指令给予所述处理组件的装置。

23. 根据权利要求 21 所述的计算机系统,其中所述泄漏电流是由用于监视所述电力轨周围的电磁场的装置测得。

24. 根据权利要求 21 所述的计算机系统,其中所述处理组件的所述热状态是由用于查询含有使热状态与泄漏电流电平范围相关联的数据的泄漏电流查找表的装置确定。

25. 根据权利要求 21 所述的计算机系统,其中所述用于评估所述热管理策略的装置进一步包括用于选择使当前热管理策略保留在适当位置的装置。

26. 根据权利要求 21 所述的计算机系统,其中所述用于评估所述热管理策略的装置进一步包括用于基于所述处理组件的所述热状态修改所述当前管理策略的装置。

27. 根据权利要求 26 所述的计算机系统,其中所述用于修改管理策略的装置包括用于将排队的工作负载从所述处理组件重新分配到第二处理组件的装置。

28. 根据权利要求 26 所述的计算机系统,其中所述用于修改管理策略的装置包括用于减小所述处理组件的时钟速度的装置。

29. 根据权利要求 21 所述的计算机系统,其中所述处理组件是图形处理单元。

30. 根据权利要求 21 所述的计算机系统,其中所述处理组件是多核处理器内的核心。

31. 一种包括计算机可用媒体的计算机程序产品,所述计算机可用媒体其中体现有计算机可读程序代码,所述计算机可读程序代码适于经执行以实施用于管理便携式计算装置中的热能产生的方法,所述方法包括:

确定与位于所述 PCD 内的处理组件相关联的电力频率大体上为零,其中与所述处理组件相关联的电力轨上剩余的电流可对应于泄漏电流的存在;

测量与所述处理组件相关联的所述电力轨上的所述泄漏电流;

基于所述测得泄漏电流而确定所述处理组件的热状态 ;以及

基于所述处理组件的所述热状态而评估与所述处理组件相关联的热管理策略。

32. 根据权利要求 31 所述的计算机程序产品,其中确定与位于所述 PCD 内的处理组件相关联的所述电力频率大体上为零进一步包括辨识已将“等待中断”指令给予所述处理组件。

33. 根据权利要求 31 所述的方法,其中所述泄漏电流是由监视所述电力轨周围的电磁场的传感器测得。

34. 根据权利要求 31 所述的方法,其中所述处理组件的所述热状态是通过查询含有使热状态与泄漏电流电平范围相关联的数据的泄漏电流查找表而确定。

35. 根据权利要求 31 所述的方法,其中评估所述热管理策略进一步包括选择使当前热管理策略保留在适当位置。

36. 根据权利要求 31 所述的方法,其中评估所述热管理策略进一步包括基于所述处理组件的所述热状态修改所述当前管理策略。

37. 根据权利要求 36 所述的方法,其中所述经修改管理策略包括排队的工作负载从所述处理组件到第二处理组件的重新分配。

38. 根据权利要求 36 所述的方法,其中所述经修改管理策略包括减小所述处理组件的时钟速度。

39. 根据权利要求 31 所述的方法,其中所述处理组件是图形处理单元。

40. 根据权利要求 31 所述的方法,其中所述处理组件是多核处理器内的核心。

用于根据泄漏电流测量值确定热管理策略的系统和方法

[0001] 相关申请案的交叉参考

[0002] 依据 35U. S. C. § 119(e) 主张 2011 年 10 月 12 日申请的题目为“用于根据泄漏电流测量值确定热管理策略的系统和方法 (SYSTEM AND METHOD FOR DETERMINING THERMAL MANAGEMENT POLICY FROM LEAKAGE CURRENT MEASUREMENT)”且被指派申请案序列号 61/546, 210 的美国临时申请案的优先权, 所述美国临时申请案的整个内容以引用方式并入本文。

背景技术

[0003] 便携式计算装置 (“PCD”) 在个人和专业水平上正在变为人们必不可少的。这些装置可包含蜂窝式电话、便携式数字助理 (“PDA”)、便携式游戏控制台、掌上型计算机以及其它便携式电子装置。

[0004] PCD 的一个独特方面在于, 其通常不具有主动的冷却装置, 例如风扇, 而在例如膝上型和桌上型计算机等较大计算装置中常常发现这些装置。替代于使用风扇, PCD 可依赖于电子封装的空间布置, 使得两个或两个以上主动且生热组件不会定位成彼此接近。当两个或两个以上生热组件在 PCD 内彼此合适地间隔时, 从每一组件的操作产生的热可不会不利地影响另一者的操作。而且, 当 PCD 内的生热组件物理上隔离于装置内的其它组件时, 从所述生热组件的操作产生的热可不会不利地影响其它周围电子器件, 但在一些实例中可能不利地恰好影响产生所述热的组件。许多 PCD 也可依赖于例如散热片等被动冷却装置以管理共同形成相应 PCD 的电子组件之间的热能。

[0005] 现实是 PCD 通常尺寸有限, 且因此, 用于 PCD 内的组件的空间经常较昂贵。因此, 通常 PCD 内恰好没有足够空间供工程师和设计者通过利用被动冷却组件的空间布置或放置来减轻处理组件的热降级或失效。因此, 当前系统和方法依赖于嵌入在 PCD 芯片上的各种温度传感器来监视热能的耗散, 且使用测量来识别作为热侵入者的组件。通过从温度测量识别的生热组件, 当前系统和方法可随后应用热管理策略来减少或允许增加所识别组件的热能产生。

[0006] 然而, 因为嵌入式温度传感器可比芯片的一个潜在热侵入者位于更近处, 所以当前系统和方法的缺点是, 对由温度传感器感测到的热能有贡献的特定热侵入者可能无法肯定地被识别。因此, 此项技术中需要一种系统和方法, 其可识别 PCD 中的特定热侵入者而不必依赖于由嵌入式温度传感器取得的温度读数。

发明内容

[0007] 揭示用于通过测量与便携式计算装置 (“PCD”) 内的处理组件唯一地相关联的电力轨上的泄漏电流来确定所述特定组件的热状态的方法和系统的各种实施例。因为处理组件的热状态是与 PCD 内的个别处理组件的功率消耗相关联的泄漏电流的直接函数, 所以使 PCD 性能优化的热管理策略可由热状态规定。

[0008] 一个此种方法涉及确定与 PCD 的处理组件相关联的电力频率大体上为零。在一些

实施例中,零电力频率的状态可与从“等待中断”模块到处理组件的指令的时序相关。有利地,如所属领域的技术人员了解,处理组件可在进入“等待中断”模式后即刻“断电”,进而建立其中与所述处理组件相关联的电力轨上剩余的电流可归于泄漏电流的条件。可测量电力轨的泄漏电流,且基于泄漏电流,可确定处理组件的热状态。一旦确定热状态,便可实施与处理组件的热状态一致的热管理策略。应注意,本文揭示的实施例的优点在于,可确立 PCD 内的处理组件的所述热状态而无需利用芯片上或芯片外温度传感器。

附图说明

[0009] 在图中,在全部各图中相同参考标号指代相同部分,除非另外指示。对于带有例如“102A”或“102B”等字母符号指定的参考标号,字母符号指定可区分同一图中存在的两个相似部分或元件。当既定一参考标号涵盖在所有图中具有相同参考标号的所有部分时可省略用于参考标号的字母符号指定。

[0010] 图 1 是说明用于通过监视泄漏电流来确定便携式计算装置 (“PCD”) 中的处理组件的热状态的芯片上系统的示范性实施例的功能框图;

[0011] 图 2 是说明图 1 的 PCD 的示范性实施例的功能框图;

[0012] 图 3 是图解说明用于通过电流泄漏监视和与热管理技术相关联的算法的应用来支持热侵入者的识别的图 2 的 PCD 的示范性软件架构的示意图;

[0013] 图 4 是图解说明可与 PCD 的处理组件的泄漏电流电平相关联的各种热状态的示范性状态图;

[0014] 图 5 是图解说明示范性热减轻技术的图,所述技术可由热策略管理器应用或排序且取决于 PCD 内的组件的特定热状态;以及

[0015] 图 6 是图解说明用于通过利用与 PCD 内的一个或一个以上处理组件相关联的泄漏电流测量值来识别和选择热侵入者的方法的逻辑流程图。

具体实施方式

[0016] 词语“示范性”本文用以表示“充当实例、例子或说明”。本文描述为“示范性”的任何方面不一定解释为排他性的、比其它方面优选或有利。

[0017] 在本描述中,术语“应用程序”也可包含具有可执行内容的文件,例如:目标代码、脚本、字节代码、标记语言文件和补丁程序。另外,本文提到的“应用程序”也可包含本质上不可执行的文件,例如可能需要打开的文档或需要存取的其它数据文件。

[0018] 如本描述中使用,术语“组件”、“数据库”、“模块”、“系统”、“热能产生组件”、“处理组件”和类似术语既定指代计算机相关实体,其为硬件、固件、硬件与软件的组合、软件或执行中的软件。举例来说,组件可为(但不限于)在处理器上运行的进程、处理器、对象、可执行程序、执行线程、程序和/或计算机。借助于说明,在计算装置上运行的应用程序和计算装置两者可为组件。一个或一个以上组件可驻留于进程和/或执行线程内,且组件可局部化于一个计算机上和/或分布于两个或两个以上计算机之间。另外,这些组件可从其上存储有各种数据结构的各种计算机可读媒体执行。组件可例如根据具有一个或一个以上数据包的信号(例如来自与本地系统、分布式系统中的另一组件交互和/或跨越例如因特网等网络借助于所述信号与其它系统交互的一个组件的数据),借助于本地和/或远程进程来

通信。

[0019] 在本描述中,术语“中央处理单元 (“CPU”)”、“数字信号处理器 (“DSP”)”和“芯片”可互换使用。而且,CPU、DSP 或芯片可由本文通常称为“核心”的一个或一个以上相异处理组件构成。

[0020] 在本描述中,将了解,术语“热”和“热能”可与能够产生或耗散可以“温度”为单位测量的能量的装置或组件相关联而使用。因此,将进一步了解,参考某个标准值的术语“温度”预期可指示“热能”产生装置或组件的相对暖度或不存在热的任何测量值。举例来说,当两个组件处于“热”平衡时所述两个组件的“温度”是相同的。

[0021] 在本描述中,术语“工作负载”、“过程负载”和“过程工作负载”可互换使用,且通常针对与给定实施例中的给定处理组件相关联的处理负担或处理负担的百分比。除了上文所界定内容之外,“处理组件”或“热能产生组件”或“热侵入者”可为(但不限于)中央处理单元、图形处理单元、核心、主核心、子核心、处理区域、硬件引擎等等,或驻留在便携式计算装置内的集成电路内或在其外部的任何组件。而且,在术语“热负载”、“热分布”、“热标志”、“热处理负载”和类似术语指示可在热侵入者上运行的工作负载负担的程度上,所属领域的技术人员将确认在本发明中使用这些“热”术语可与过程负载分布、工作负载负担和功率消耗相关。

[0022] 在本描述中,术语“热减轻技术”、“热策略”、“热管理策略”和“热减轻措施”可互换使用。

[0023] 在本描述中,术语“便携式计算装置”(“PCD”)用以描述基于例如电池等有限容量电源而操作的任何装置。虽然以电池操作的 PCD 已使用数十年,但与第三代(“3G”)和第四代(“4G”)无线技术的出现相关的可再充电电池的技术进步已实现了许多具有多种能力的 PCD。因此,PCD 可为蜂窝式电话、卫星电话、寻呼机、PDA、智能电话、导航装置、智能本或阅读器、媒体播放器、上述装置的组合、具有无线连接的膝上型计算机等等。

[0024] 当前系统和方法测量 PCD 的芯片上的各个点处的温度,且使用这些测量值来触发热管理策略的应用。因此,所应用热管理策略的成功或失败在逻辑上由各个点处的温度的随后测量来确定。假定是如果随后温度测量值在可接受范围内,那么与所述温度测量值相关联的一个或一个以上组件必须在安全条件下操作。

[0025] 测量温度以确定 PCD 内的特定组件的热状态的方法存在许多不足。举例来说,温度传感器固有地测量芯片上而不是芯片内的给定组件上的单个点处的温度,且因此,测得的温度可能不准确表示与其相关联的组件的热状态。此外,因为温度测量值可能仅指示芯片上的特定点处的热能耗散的水平,测得的热能经常是 PCD 内的一个以上热侵入者的共同作用的结果。应注意,这是特定组件上的热管理策略的有效应用的缺点,因为 PCD 内的每一组件具有唯一的热状态,与对测量值可能有贡献的其它热侵入者无关。

[0026] 所属领域的技术人员将认识到,通过使用温度测量值作为组件健康的指示符,当前系统和方法是监视实际上恰好是设法得到管理的真实条件的症状的条件。为了确保 PCD 内的例如处理组件等组件的运行中健康和效率,将管理的真实条件是泄漏电流的产生,过量的泄漏电流可导致相关联组件的热失控。由此,与给定组件相关联的泄漏电流是组件的热状态的较直接的指示符。

[0027] 有利地,本文揭示的系统和方法的实施例利用泄漏电流测量值来推断 PCD 内的给

定组件的热状态,所述泄漏电流测量值是例如核心等组件的操作温度的直接函数。基本上,某些实施例利用PCD内的要求移除在专用轨上供应到给定处理组件的电力的条件。一个此类条件可为在处理组件的工作负载队列为空时对所述处理组件起始“等待中断”(“WFI”)指令。应注意,当处理核心进入WFI模式时,其处理器时钟停止或“关断”,直到中断或调试事件发生为止。在处理器时钟停止时,核心频率必定到达零,且核心停止从其电力供应轨汲取电流。有利地,在此事件期间,处理组件的电力供应轨上剩余的仅可测量的电流可为其相关联的泄漏电流。

[0028] 实施例将起始WFI指令或类似事件作为用于测量与特定处理组件相关联的电力轨上的经隔离泄漏电流的机会的目标。随后可将泄漏电流测量值与已知与给定处理组件的热状态条件相关的泄漏电流比率进行比较,进而准确地推断处理组件的实际热状态而不必依赖于附近的温度测量值。通过准确确定的处理组件的热状态,可以由PCD提供的服务质量(“QoS”)得到优化的方式选择和应用最有效的热管理策略。

[0029] 而且,所属领域的技术人员将认识到,通过直接监视泄漏电流而非由于泄漏电流而耗散的热,可避免从泄漏电流尖峰到附近温度传感器感测到从尖峰产生的热时的滞后时间。因此有利地,与附近温度测量值相比,通过例如从泄漏电流测量值推断核心的热状态,所揭示系统和方法的实施例可通过热策略的前摄性管理来较快地响应于不利的热条件。

[0030] 图1是说明用于通过监视泄漏电流来确定便携式计算装置(“PCD”)100中的处理组件的热状态的芯片上系统102的示范性实施例的功能框图。芯片上系统102可随后利用各种处理组件的热状态来应用一个或一个以上热管理策略。有利地,通过确定给定处理组件的特定热状态,实施例可使用以特定处理组件为目标的精细粒度方法来应用热减轻措施。因此,PCD的用户经历的服务质量(“QoS”)可得到优化,因为仅经识别为热侵入者的组件经受可影响性能的减轻措施。

[0031] 如图1的示范性图解说明中可见,电力管理集成电路(“PMIC”)180经配置以将电力供应到驻留在芯片上系统102内的一个或一个以上示范性处理组件110、182、186中的每一者。如所描绘,电力由PMIC180经由若干专用电力轨184供应到处理组件110、182、186中的每一者。应注意,在图1的图解说明中,调制解调器186和图形处理单元(“GPU”)182各自被描绘为具有单个相关联的电力供应轨184,而中央处理单元(“CPU”)110的核心0、1、2和3中的每一者被描绘为具有专用电力轨184。即使如此,所属领域的技术人员也将认识到,例如组件110、182、186等处理组件内的任一核心、子核心、子单元或类似物可与互补组件共享共用电力轨或具有专用电力轨184,且由此,图1中图解说明的特定架构是本质上示范性的且将不限制本发明的范围。

[0032] 返回到图1的图解说明,一个或一个以上电流传感器157B经配置以监视电力轨184且产生指示电力轨184内的电流电平的信号。设想电流传感器157B可为用于测量由流过电力轨184的电流产生的电磁场的霍尔效应型、用于根据电力轨184中的电阻器两端测得的电压降计算电流的分路电阻器电流测量型,或所属领域的技术人员已知的任一类型。由此,虽然可在系统和方法的实施例中使用的电流传感器157B的特定设计、类型或配置可自身为新颖的,但所述系统和方法不限于电流传感器157B的任一特定类型。

[0033] 监视器模块114可监视和接收由电流传感器157B产生的信号。监视器模块114还可监视由WFI模块26产生的指令的状态。应注意,虽然监视器模块114、电流传感器157B

和 WFI 模块 26 在图 1 的图解说明中被描绘为驻留在芯片 102 之外,但所属领域的技术人员将认识到,在某些实施例中,组件 26、114 和 157B 中的任一者或全部可驻留在芯片 102 上。而且,所属领域的技术人员将认识到,在 PCD100 的一些实施例中,监视器模块 114 和 / 或电流传感器 157B 可包含在 PMIC180 中,但图 1 中图解说明的特定实施例将监视器模块 114 和电流传感器 157B 描绘为独立组件。

[0034] 如上文大体描述的 WFI 模块 26 可经配置以跟踪各种处理组件 110、182、186 的经调度工作负载,且在针对某一处理组件无工作负载排队时发出“等待中断”指令。“等待中断”指令可致使处理组件 110、182、186 临时断电进入空闲状态,进而将其电力频率减少到零且停止不必要地消耗电力。所属领域的技术人员将认识到,WFI 模块 26 的实施例可包含由中断服务例程处置的硬件和 / 或软件中断。也就是说,取决于实施例,WFI 模块 26 可以硬件实施为具有控制输出的相异系统,例如中断控制器电路,或以软件实施,例如集成到存储器子系统固件。在一些实施例中,由 WFI 模块 26 中断规定的与组件进入和退出空闲状态的时序重合的回呼连接 (callback hookup) 可由监视器模块 114 辨识,且用作用于电力轨 184 中的一者或一者以上上的泄漏电流取样 / 测量的触发。即使如此,将了解,系统和方法的实施例不限于使用回呼连接作为用于轨 184 上的电流测量的时序的触发。另外且更一般地将了解,系统和方法的实施例不限于使用与“等待中断”逻辑相关联的触发。由此,本文描述的利用与“等待中断”系统和方法相关联的触发的实施例是本质上示范性的,且无意限制 WFI 模块 26 的范围。为此,对 WFI 模块 26 的参考预期 PCD100 中的任何硬件和 / 或软件,其可用以确定电力轨 184 中的一者或一者以上上的电流取样的机会性时序。

[0035] 参见图 1 的图解说明,监视器模块 114 在认识到 WFI 模块 26 已发出指令时监视在 WFI 指令已由处理组件起始之后来自一个或一个以上电流传感器 157B 的信号。有利地,因为处理组件在 WFI 周期期间未汲取电流用于处理工作负载,所以由监视模块 114 监视的电力轨 184 上的仅可测量的电流可贡献于泄漏电流。监视器模块 114 可随后与热策略管理器 (“TPM”) 模块 101 通信以中继与一个或一个以上处理组件 110、182、184 相关联的泄漏电流电平,或在一些实施例中,监视器模块 114 可参考泄漏电流查找 (“LCL”) 表且将热状态指示符中继到 TPM 模块 101。

[0036] 在一些实施例中,TPM 模块 101 可参考 LCL 表 24 以确定给定处理组件的热状态。一旦 TPM 模块 101 辨识出处理组件的热状态,便可将用于增加未来工作负载、减少未来工作负载、对频率进行定时、减少功率消耗或类似的热管理策略应用于处理组件。

[0037] 作为非限制性实例,WFI 模块 26 可对 CPU110 的核心 0 起始“等待中断”指令。监视器模块 114 可认识到指令已起始,且利用电流传感器 157B 来检测专用于 CPU110 的核心 0 的电力轨 157B 上的电流电平测量值。因为 CPU110 的核心 0 将由于接收到 WFI 指令而临时断电,所以与 CPU110 的核心 0 相关联的电力轨 157B 上的测得电流可大体上 (如果不是完全地) 贡献于泄漏电流。泄漏电流测量值随后可由监视器模块 114 和 TPM 模块 101 利用以通过查询 LCL 表 24 来确定 CPU110 的核心 0 的热状态。一旦 TPM 模块 101 辨识出 CPU110 的核心 0 的热状态,便可有效地实施用于控制 CPU110 的核心 0 的热能产生的热减轻或管理策略。

[0038] 应注意,在一些实施例中,基于与已知泄漏电流电平相关联而先前测得的温度,可在经验上收集 LCL 表 24 中的数据。在其它实施例中,可能已基于先验基础而计算 LCL 表 24

中的数据。无论可能已如何导出或收集 LCL 表 24 内的数据,所属领域的技术人员都将认识到,可查询 LCL 表 24 的实施例以用于将测得泄漏电流映射到与泄漏电流相关联的处理组件的热状态,且在此功能之外不限制所揭示系统和实施例的范围。

[0039] 返回到上文概述的示范性情形,其中结合 WFI 指令的发出而测量与 CPU110 的核心 0 相关联的泄漏电流,由于测量而可由 TPM 模块 101 实施的热管理策略的非限制性实例可包含 TPM 模块 101 利用 LCL 表 24 来分析和比较核心 0 的热状态与核心 3 的热状态。假设例如核心 0 的热状态将其限定为“热侵入者”,即,相对于核心 3 耗散过量热能的处理组件。在此情形中,核心 0 可处于有损 PCD100 的用户体验的位置,或变为另外有害于 PCD100 的功能性。应注意,由于当处理负载集中于核心 0 中时可增加热能耗散,进而潜在地影响 PCD100 性能和 / 或用户体验,因此通过 TPM101 将经调度工作负载重新分配到互补核心 3,可以对 QoS 的最小影响来减轻热能产生。在此实例中,TPM 模块 101 可进一步经由 LCL 表 24 的查询来利用泄漏电流测量值以不仅识别热侵入者,而且还识别利用不足的处理资源,所述资源是可从选定热侵入者重新分配的工作负载的接收的候选者。

[0040] 工作负载从热侵入者重新分配到相对利用不足的处理组件可为由 TPM101 实施的热减轻技术的一方面。然而应注意,工作负载的重新分配仅是由于通过泄漏电流监视确定处理组件的热状态而可由 TPM 模块 101 实施的热管理策略的一个实例,且因此,所属领域的技术人员将认识到,本文揭示的系统和方法在范围上不受所起始的特定热管理策略限制。举例来说,当从由传感器 157B 取得的泄漏电流测量值辨识出热状态阈值时,TPM101 可通过从与测得电力轨 184 相关联的热侵入者到与具有较低泄漏电流测量值的不同电力轨 184 相关联的替代的利用不足的处理组件,“导向”或重新分配处理负载的全部或部分来改善 PCD100 性能和用户体验。在一些实施例中,TPM101 可简单地对热侵入者的处理速度进行“定时”,而不造成整个 CPU110 的全面凋萎,进而通过仅将所识别热侵入者断电来维持较高的 QoS 水平。在再其它实施例中,TPM101 可选择与热侵入者接近的组件且将其完全断电以便利用其作为用于从热侵入者汲取热能的散热器。在其它实施例中,TPM101 可致使所识别热侵入者进入高处理速度的循环,之后是受迫功率收缩以用于冷却周期。在再其它实施例中,TPM101 可将热侵入者内的工作负载从高功率密度子核心区域重新分配到较低功率密度主核心区域。在其它实施例中,TPM101 可修改已知与所识别热侵入者接近定位的外部芯片外热产生者的使用。在其它实施例中,TPM101 可致使供应到热侵入者的电力减少,进而以处理效率为代价减轻由热侵入者产生的热能。因此应注意,虽然可由给定实施例采用的特定热减轻技术可自身为新颖的,但由任一给定实施例在目标热侵入者上利用的特定热减轻技术将不限制本发明的范围。

[0041] 图 2 是呈无线电话的形式的 PCD100 的示范性非限制性方面的功能框图,所述无线电话用于实施用于监视泄漏电流、识别与所监视泄漏电流相关联的处理组件的热状态以及利用所识别热状态来驱动热管理策略的方法和系统。如图示,PCD100 包含芯片上系统 102,其包含耦合在一起的多核中央处理单元 (“CPU”) 110 和模拟信号处理器 126。CPU110 可包括第零核心 222、第一核心 224 和第 N 核心 230,如所属领域的技术人员所了解。此外,替代于 CPU110,也可采用数字信号处理器 (“DSP”),如所属领域的技术人员所了解。

[0042] 大体上,TPM 模块 101 可负责监视和应用包含一个或一个以上热减轻技术的热策略,所述热策略可帮助 PCD100 管理热条件和 / 或热负载,且避免经历不利的热条件,例如达

到临界温度,同时维持高度的功能性。

[0043] 图 2 还展示 PCD100 可包含监视器模块 114。监视器模块 114 与在整个芯片上系统 102 上分布的多个操作传感器(例如,热传感器 157A)和与 PCD100 的 CPU110 以及与 TPM 模块 101 通信。在一些实施例中,监视器模块 114 还可监视电流传感器 157B 是否有与核心 222、224、230 唯一地相关联的泄漏电流,且将泄漏电流数据发射到 TPM 模块 101。TPM 模块 101 可与监视器模块 114 一起工作以识别不利热条件,其可保证将一种或一种以上热减轻技术应用于芯片 102 内的所识别热侵入者。

[0044] 如图 2 中图解说明,显示器控制器 128 和触摸屏控制器 130 耦合到数字信号处理器 110。在芯片上系统 102 外部的触摸屏显示器 132 耦合到显示器控制器 128 和触摸屏控制器 130。WFI 模块 26 可监视针对核心 222、224、230 的工作负载队列,且与 PMIC180 一起工作以管理提供到核心的电力。监视器模块 114 可辨识 WFI 模块 26 的动作以用于触发从 PMIC180 到芯片上系统 102 的组件的电力轨上的泄漏电流测量。

[0045] PCD100 可进一步包含视频编码器 134,例如,逐行倒相(“PAL”)编码器、顺序彩色与存储(“SECAM”)编码器、国家电视系统委员会(“NTSC”)编码器或任一其它类型的视频编码器 134。视频解码器 134 耦合到多核心中央处理单元(“CPU”)110。视频放大器 136 耦合到视频编码器 134 和触摸屏显示器 132。视频端口 138 耦合到视频放大器 136。如图 2 中描绘,通用串行总线(“USB”)控制器 140 耦合到 CPU110。而且,USB 端口 142 耦合到 USB 控制器 140。存储器 112 和订户身份模块(SIM)卡 146 也可耦合到 CPU110。此外,如图 2 所示,数码相机 148 可耦合到 CPU110。在示范性方面中,数码相机 148 是电荷耦合装置(“CCD”)相机或互补金属氧化物半导体(“CMOS”)相机。

[0046] 如图 2 中进一步说明,立体声音频 CODEC150 可耦合到模拟信号处理器 126。而且,音频放大器 152 可耦合到立体声音频 CODEC150。在示范性方面中,第一立体声扬声器 154 和第二立体声扬声器 156 耦合到音频放大器 152。图 2 展示麦克风放大器 158 也可耦合到立体声音频 CODEC150。另外,麦克风 160 可耦合到麦克风放大器 158。在特定方面中,调频(“FM”)无线电调谐器 162 可耦合到立体声音频 CODEC150。而且,FM 天线 164 耦合到 FM 无线电调谐器 162。此外,立体声头戴受话器 166 可耦合到立体声音频 CODEC150。

[0047] 图 2 进一步指示,射频(“RF”)收发器 168 可耦合到模拟信号处理器 126。RF 开关 170 可耦合到 RF 收发器 168 和 RF 天线 172。如图 2 中所示,小键盘 174 可耦合到模拟信号处理器 126。而且,具有麦克风的单声道头戴式耳机 176 可耦合到模拟信号处理器 126。此外,振动器装置 178 可耦合到模拟信号处理器 126。图 2 还展示电源 188(例如电池)通过 PMIC180 耦合到芯片上系统 102。在特定方面中,电源包含可再充电 DC 电池或从连接到 AC 电源的交流(“AC”)/DC 变压器得出的 DC 电源。

[0048] CPU110 也可耦合到一个或一个以上内部芯片上热传感器 157A 以及一个或一个以上外部芯片外热传感器 157C。芯片上热传感器 157A 可包括一个或一个以上与绝对温度成比例(“PTAT”)温度传感器,其是基于垂直 PNP 结构且通常专用于互补金属氧化物半导体(“CMOS”)超大规模集成(“VLSI”)电路。芯片外热传感器 157C 可包括一个或一个以上热敏电阻。热传感器 157A、157C 可产生压降,其通过模/数转换器(“ADC”)控制器 103 转换为数字信号。然而,在不脱离本发明的范围的情况下可采用其它类型的热传感器 157A、157C。

[0049] 除了由 ADC 控制器 103 控制和监视之外,热传感器 157A、157C 还可由一个或一个以上 TPM 模块 101 控制和监视。TPM 模块 101 可包括由 CPU110 执行的软件。然而,在不脱离本发明的范围的情况下也可由硬件和 / 或固件形成 TPM 模块 101。TPM 模块 101 可负责监视和应用包含一个或一个以上热管理技术的热策略,所述热策略可帮助 PCD100 避免临界温度,同时维持高度的功能性。

[0050] 返回到图 2,触摸屏显示器 132、视频端口 138、USB 端口 142、相机 148、第一立体声扬声器 154、第二立体声扬声器 156、麦克风 160、FM 天线 164、立体声头戴受话器 166、RF 开关 170、RF 天线 172、小键盘 174、单声道头戴式耳机 176、振动器 178、电源 188、PMIC180 以及热传感器 157C 在芯片上系统 102 的外部。然而应了解,监视器模块 114 还可借助于模拟信号处理器 126 和 CPU110 从这些外部装置中的一者或一者以上接收一个或一个以上指示或信号,以辅助对可在 PCD100 上操作的资源的实时管理。

[0051] 在特定方面中,本文描述的方法步骤中的一者或一者以上可由存储在存储器 112 中的形成所述一个或一个以上 TPM 模块 101 的可执行指令和参数实施。除了 ADC 控制器 103 之外,形成 TPM 模块 101 的这些指令可由 CPU110、模拟信号处理器 126 或另一处理器执行以执行本文描述的方法。此外,处理器 110、126、存储器 112、存储在其中的指令或其组合可作用于执行本文描述的方法步骤中的一者或一者以上的手段。

[0052] 图 3 是图解说明用于通过电流泄漏监视和与热管理技术相关联的算法的应用来支持热侵入者的识别的图 2 的 PCD100 的示范性软件架构的示意图。任一数目的算法可形成或作为当满足某些热条件且经由相关联泄漏电流识别出热侵入者时可由热策略管理器 101 应用的至少一种热管理技术的部分。

[0053] 如图 3 中图解说明,CPU 或数字信号处理器 110 经由总线 211 耦合到存储器 112。如上所述的 CPU110 是具有 N 个核心处理器的多核心处理器。也就是说,CPU110 可包含第一核心 222、第二核心 224 以及第 N 核心 230。如所属领域的技术人员已知,第一核心 222、第二核心 224 和第 N 核心 230 中的每一者可用于支持专用应用或程序。或者,可分布一个或一个以上应用或程序以用于在可用核心中的两者或两者以上进行处理。

[0054] CPU110 可从可包括软件和 / 或硬件的 TPM 模块 101 接收命令。如果体现为软件,那么 TPM 模块 101 包括由 CPU110 执行的指令,CPU110 将命令发出到由 CPU110 和其它处理器执行的其它应用程序。

[0055] CPU110 的第一核心 222、第二核心 224 到第 N 核心 230 可集成在单个集成电路裸片上,或其可集成或耦合在多电路封装中的单独裸片上。设计者可经由一个或一个以上共享高速缓冲存储器耦合第一核心 222、第二核心 224 到第 N 核心 230,且其可经由例如总线、环、网和纵横拓扑等网络拓扑来实施消息或指令传递。

[0056] 在说明的实施例中,RF 收发器 168 是经由数字电路元件实施,且包含至少一个处理器,例如核心处理器 210(标记为“核心”)。在此数字实施方案中,RF 收发器 168 经由总线 213 耦合到存储器 112。

[0057] 总线 211 和总线 213 中的每一者可包含经由一个或一个以上有线或无线连接的多个通信路径,如此项技术中已知。总线 211 和总线 213 可具有用以实现通信的额外元件,其为了简明而被省略,例如控制器、缓冲器(高速缓冲存储器)、驱动器、中继器和接收器。此外,总线 211 和总线 213 可包含用以在上文提到的组件之间实现适当通信的地址、控制和 /

或数据连接。

[0058] 当由PCD100使用的逻辑是以软件实施时,如图3中所示,应注意,启动逻辑250、管理逻辑260、热减轻技术接口逻辑270、应用程序存储装置280中的应用程序、与LCL表24相关联的数据以及文件系统290的部分中的一者或一者以上可存储在任何计算机可读媒体上以供任何计算机相关系统或方法使用或结合其使用。

[0059] 在本文档的上下文中,计算机可读媒体是电子、磁性、光学或其它物理装置,其可含有或存储供计算机相关系统或方法使用或者结合计算机相关系统或方法使用的计算机程序和数据。各种逻辑元件和数据存储装置可以任何计算机可读媒体具体实施以供指令执行系统、设备或装置使用或与其结合使用,所述指令执行系统、设备或装置例如为基于计算机的系统、含有处理器的系统或可从指令执行系统、设备或装置获取指令且执行指令的其它系统。在本文档的上下文中,“计算机可读媒体”可为可存储、传送、传播或输送供指令执行系统、设备或装置使用或结合指令执行系统、设备或装置使用的程序的任何装置。

[0060] 计算机可读媒体可为例如(但不限于)电子、磁性、光学、电磁、红外或半导体系统、设备、装置或传播媒体。计算机可读媒体的较具体实例(非详尽列表)将包含以下各项:具有一个或一个以上导线的电子连接(电子),便携式计算机磁盘(磁性),随机存取存储器(RAM)(电子),只读存储器(ROM)(电子),可擦除可编程只读存储器(EPROM、EEPROM或快闪存储器)(电子),光纤(光学),以及便携式压缩光盘只读存储器(CDROM)(光学)。应注意,计算机可读媒体可甚至是其上印刷有程序的纸张或另一适合的媒介,因为程序可例如经由纸张或其它媒介的光学扫描而以电子方式俘获,随后在必要的情况下以适合方式编译、解译或另外处理,且随后存储在计算机存储器中。

[0061] 在其中启动逻辑250、管理逻辑260以及可能热减轻技术接口逻辑270中的一者或一者以上以软件实施的替代实施例中,可以各自在此项技术中众所周知的如下技术中的任一者或组合来实施各种逻辑:具有用于对数据信号实施逻辑功能的逻辑门的离散逻辑电路,具有适当组合逻辑门的专用集成电路(ASIC),可编程门阵列(PGA),现场可编程门阵列(FPGA)等等。

[0062] 存储器112是非易失性数据存储装置,例如快闪存储器或固态存储器装置。虽然描绘为单个装置,但存储器112可为具有耦合到RF收发器168中的数字信号处理器和或核心210(或额外处理器核心)的单独数据存储装置的分布式存储器装置。

[0063] 在用于从与处理组件相关联的泄漏电流测量值驱动热管理策略的一个示范性实施例中,启动逻辑250包含用于选择性地识别、加载和执行选择程序的一个或一个以上可执行指令,所述程序用于管理或控制例如第一核心222、第二核心224到第N核心230等可用核心中的一者或一者以上的性能。选择程序可在嵌入式文件系统290的程序存储装置296中发现且由性能缩放算法297与参数集298的特定组合界定。当由CPU110中的核心处理器中的一者或一者以上或RF收发器168中的核心210执行时,选择程序可根据由监视器模块114提供的一个或一个以上信号结合由一个或一个以上TPM模块101提供的控制信号而操作以缩放相应处理器核心的性能。在此方面,监视器模块114可提供从TPM模块101接收的事件、过程、应用程序、资源状态条件、逝去的时间以及温度的一个或一个以上指示符。

[0064] 管理逻辑260包含一个或一个以上可执行指令,用于终止相应处理器核心中的一者或一者以上上的热管理程序,以及基于从泄漏电流测量值识别的经更新热状态而选择性

地识别、加载和执行用于管理或控制可用核心中的一者或一者以上的性能的更合适的替换程序。管理逻辑 260 经布置以在运行时间或在 PCD100 被供电且由装置的操作者使用的同时执行这些功能。替换程序可在嵌入式文件系统 290 的程序存储装置 296 中发现且由性能缩放算法 297 与参数集 298 的特定组合界定。

[0065] 当由数字信号处理器中的核心处理器中的一者或一者以上或 RF 收发器 168 中的核心 210 执行时,替换程序可根据由监视器模块 114 提供的一个或一个以上信号或在各个处理器核心的相应控制输入上提供的一个或一个以上信号而操作以缩放相应处理器核心的性能。在此方面,监视器模块 114 可响应于源自 TPM101 的控制信号而提供事件、过程、应用程序、资源状态条件、逝去的时间、温度、电流泄漏等等的一个或一个以上指示符。

[0066] 接口逻辑 270 包含一个或一个以上可执行指令,用于呈现、管理和与外部输入交互以观察、配置或以另外方式更新存储在嵌入式文件系统 290 中的信息。在一个实施例中,接口逻辑 270 可结合经由 USB 端口 142 接收的制造者输入来操作。这些输入可包含将从程序存储装置 296 删除或添加到程序存储装置 296 的一个或一个以上程序。或者,输入可包含对程序存储装置 296 中的程序中的一者或一者以上的编辑或改变。而且,输入可识别对启动逻辑 250 和管理逻辑 260 中的一者或两者的一个或一个以上改变或完全替换。举例来说,输入可包含对管理逻辑 260 的改变,其指示 PCD100 在接收的信号功率下降到低于所识别阈值时暂停 RF 收发器 168 中的所有性能缩放。借助于又一实例,输入可包含对管理逻辑 260 的改变,其指示 PCD100 在视频编解码器 134 在作用中时应用所要程序。

[0067] 接口逻辑 270 使得制造者能够以可控方式配置和调整在 PCD100 上的经界定操作条件下的最终用户体验。当存储器 112 为快闪存储器时,可编辑、替换或以另外方式修改启动逻辑 250、管理逻辑 260、接口逻辑 270、应用程序存储装置 280 中的应用程序、LCL 表 24 中的数据或嵌入式文件系统 290 中的信息中的一者或一者以上。在一些实施例中,接口逻辑 270 可准许 PCD100 的最终用户或操作者搜索、定位、修改或替换启动逻辑 250、管理逻辑 260、应用程序存储装置 280 中的应用程序、LCL 表 24 中的数据以及嵌入式文件系统 290 中的信息。操作者可使用所得接口来做出在 PCD100 的下一启动后将即刻实施的改变。或者,操作者可使用所得接口来做出在运行时间期间实施的改变。

[0068] 嵌入式文件系统 290 包含阶层式布置的热减轻技术存储装置 292。在此方面,文件系统 290 可包含其总文件系统容量的保留部分用于存储由 PCD100 使用的各种参数 298 和热减轻算法 297 的配置和管理的信息。如图 3 中所示,存储装置 292 包含核心存储装置 294,其包含程序存储装置 296,其包含一个或一个以上热减轻程序。

[0069] 图 4 是图解说明可与 PCD100 的处理组件的泄漏电流电平相关联且由 TPM 模块 101 辨识的各种热状态 305、310、315 和 320 的示范性状态图 300。第一热状态 305 可包括“正常”状态,其中 TPM101 的热管理策略保持不变。在此示范性第一和正常状态 305 中,与泄漏电流电平相关联的特定处理组件通常不处于可造成故障或严重降级的达到临界温度的任何危险或风险中。在此示范性状态中,处理组件可具有包含处于 50°C 或以下的温度的实际热状态。然而,所属领域的技术人员将认识到,在不脱离本发明的范围的情况下可为第一和正常状态 305 建立其它温度范围。

[0070] 第二热状态 310 可包括“服务质量”或“QoS”状态,其中 TPM 模块 101 可相对于 PCD100 的一个或一个以上处理组件修改其热管理策略。当在与先前映射到第一正常状态

305 的处理组件相关联而已检测到泄漏电流电平的改变时,TPM 模块 101 可到达或进入此示范性第二状态 310。触发此 QoS 状态 310 的泄漏电流改变的阈值或量值可根据 PCD100 内的特定处理组件来调整或裁定。因此,虽然 PCD100 的给定处理组件可正在第一正常状态 305 中操作,但取决于一个或一个以上电流传感器 157B 检测到的泄漏电流改变的量值,处理组件可离开第一正常状态 305 且进入第二 QoS 状态 310,如在 LCL 表 24 的查询之后由 TPM 模块 101 所辨识。

[0071] 举例来说,例如 GPU182 等处理组件可具有与来自给定电流传感器 157B 的泄漏电流读数相关联的近似 40°C 的第一最大热状态。且来自同一电流传感器 157B 的第二读数可指示等于仅 5°C 的热状态改变,其将最大热状态取为 45°C。然而,虽然所辨识的最大热状态可低于针对第一正常状态 305 建立的 50°C 的阈值,但 5°C 的相关联热状态改变可为足够显著的,以使 TPM 模块 101 将状态改变为第二 QoS 状态 310。

[0072] 在第二 QoS 热状态 310 中,TPM101 模块可请求或其可实际上执行一种或一种以上热减轻技术以便减少 PCD100 的热负载和温度。在此特定状态 310 中,TPM 模块 101 经设计以实施或请求操作者可几乎不可感知或可以最小方式使 PCD100 提供的服务质量降级的热减轻技术。此第二 QoS 热状态 310 的温度范围可包括约 50°C 到约 80°C 之间的范围。所属领域的技术人员将认识到,其它温度范围可为第二 QoS 状态 305 建立且在本发明的范围内。

[0073] 如先前所述,第二 QoS 状态 310 可基于泄漏电流改变的量值来触发且不一定限于在 LCL 表 24 中可归档的选定温度范围的端点。下文将结合图 5 描述此第二 QoS 热状态 310 的另外细节。

[0074] 第三热状态 315 可包括“严重”状态,其中 TPM 模块 101 可相对于上文描述的第二 QoS 状态 310 请求和 / 或应用较激进的热减轻技术。这意味着在此状态中,从操作者的观点来看,TPM 模块 101 较少涉及服务质量。在此热状态中,TPM 模块 101 较多涉及减轻或减少热负载以便降低 PCD100 的温度,如由与 PCD100 的组件相关联的测得泄漏电流指示。在此第三热状态 315 中,PCD100 的处理组件可具有容易由操作者感知或观察到的性能降级。第三严重热状态 315 及其对应的由 TPM 模块 101 应用或触发的热减轻技术将在下文结合图 5 更详细描述。此第三严重热状态 310 的温度范围可包括约 80°C 到约 100°C 之间的范围。

[0075] 类似于如上论述的第一热状态 305 和第二热状态 310,此第三和严重热状态 315 可基于由电流传感器 157B 检测到的泄漏电流改变来起始,且不一定限于可在 LCL 表 24 中归档的选定温度范围的端点。举例来说,如此图中的箭头说明,每一热状态可依序起始或其可无序地起始,这取决于可检测的泄漏电流改变的量值。因此这意味着基于由电流传感器 157B 检测到的泄漏电流改变,PCD100 的处理组件可离开第一和正常热状态 305 且进入或起始第三和严重热状态 315,且反之亦然。类似地,基于由电流传感器 157 检测到的泄漏电流改变,PCD100 可在第二或 QoS 热状态 310 中且进入或起始第四或临界状态 320,且反之亦然。在此示范性第三和临界状态 320 中,TPM 模块 101 可能正在应用或触发尽可能多且尽可能大的热减轻技术以便避免到达可导致对 PCD100 内含有的处理组件造成永久损坏的温度的电流泄漏的一个或一个以上临界水平。

[0076] 此第四和临界热状态 320 可类似于经设计以消除 PCD100 的功能性和操作以便避免临界温度的常规技术。第四热状态 320 可包括“临界”状态,其中 TPM 模块 101 应用或触发非基本硬件和 / 或软件的关闭。此第四热状态的温度范围可包含约 100°C 和以上的那些

温度。下文将结合图 5 更详细描述第四和临界热状态 320。

[0077] 热策略管理系统不限于图 4 中图解说明的四个热状态 305、310、315 和 320。取决于特定 PCD100 或 PCD100 内的处理组件,在不脱离本发明的范围的情况下可提供额外或较少的热状态。也就是说,所属领域的技术人员将认识到,额外热状态可改善特定 PCD100 的功能性和操作,而在其它情形中,对于具有其自身的唯一硬件和 / 或软件的特定 PCD100,较少热状态可为优选的。

[0078] 图 5 是图解说明示范性热减轻技术的图,所述技术可由 TPM 模块 101 应用或排序且取决于 PCD100 内的组件的特定热状态。应了解,本文描述的热减轻技术可应用于管理与任一类型的处理相关联的热负载,但由于固有电力需求、系统要求以及对 PCD100 的总体用户体验的重要性,可尤其有用于涉及图形处理的情形。如先前所述,在此第一热状态 305 中,PCD100 的处理组件可不处于达到可使其功能性降级的临界温度的任何危险或风险中。通常,在此第一热状态中,TPM 模块 101 不应用或尚未请求热减轻技术的任何起始,使得 PCD100 的处理组件将以其最完整潜力和最高性能操作而不考虑热能产生。

[0079] 在也称为 QoS 状态 310 的第二热状态 310 中,一旦起始,TPM 模块 101 便可起始或请求监视器模块开始应用热减轻技术,但目的是维持高性能,而对 PCD100 的操作者所感知的服务质量只有极少降级感知或无降级感知。根据图 5 中图解说明的此示范性第二热状态 310,TPM 模块 101 可请求监视器 114 起始热减轻技术,例如(但不限于)(1)负载缩放和 / 或(2)负载动态缩放;(3)空间负载移位;以及(4)过程负载重新分配。负载缩放可包括调整或“缩放”在 DVFS 算法中允许的最大时钟频率,如所属领域的技术人员所了解。此调整可限制最大热耗散。

[0080] 现在参见也称为严重热状态 315 的图 5 的第三热状态 315,TPM 模块 101 可应用或请求较激进的热减轻技术和 / 或额外热减轻技术(相对于第二热状态 310),其中 PCD100 的操作者观察到可能的可感知的性能降级。根据此示范性热状态 315,TPM 模块 101 可引起到一个或一个以上处理组件的电力减少,所述处理组件例如 GPU182 和或 CPU110 的核心。TPM 模块 101 也可以空间方式在不同硬件装置之间移位工作负载,以便将作用中的装置带到离线和将未作用的装置带到在线。此第三和严重热状态 315 的热减轻技术可与上文相对于第二服务质量热状态 310 描述的技术相同。然而,这些相同热减轻技术可以较激进方式应用。

[0081] 现在参见图 5 的第四和临界热状态 320,TPM 模块 101 可开始关闭或请求监视器 114 开始关闭所有非基本的硬件和 / 或软件模块。“非基本”硬件和 / 或软件模块对于每一类型的特定 PCD100 可不同。根据一个示范性实施例,所有非基本硬件和 / 或软件模块可包含在紧急 911 电话呼叫功能和全球定位卫星(“GPS”)功能之外的所有那些硬件和 / 或软件模块。这意味着在此第四临界热状态 320 中,TPM 模块 101 可引起不影响紧急 911 电话呼叫和 GPS 功能性的热侵入者的关闭。TPM 模块 101 可依序和 / 或并行地关闭模块,这取决于泄漏电流传感器 157B 正监视的临界温度以及 TPM 模块 101 正观察到的泄漏电流比率的变化。此第四热状态 320 的温度范围可包含约 100°C 和以上的那些温度。

[0082] 图 6 是图解说明用于通过利用与 PCD100 内的一个或一个以上处理组件相关联的泄漏电流测量值来识别和选择热侵入者的方法 600 的逻辑流程图。图 6 的方法 600 以第一框 605 开始,其中监视器模块 114 可跟踪 WFI 模块 26 的动作以便辨识用于处理组件断电的指令的起始。应注意,当处理组件由于从 WFI 模块 26 接收到“等待中断”指令而断电时,处

理组件的时钟速度可取为零频率。因此,在决策框 610 处,可直接检验给定处理器时钟已停止,或在一些实施例中,由于辨识到从 WFI 模块 26 发射的指令,处理器时钟可假定停止。在任一情况下,如果处理器尚未断电,那么遵循“否”分支从决策框 610 回到框 605。如果处理器事实上已断电,那么与给定处理组件相关联的电力轨 184 上剩余的任何电流可归于泄漏电流。在此事件中,跟随“是”分支到框 615 且测量泄漏电流。

[0083] 一旦在框 615 处测得泄漏电流,便可在框 620 处查询泄漏电流查找表 24,且可确定与测得泄漏电流相关联的处理组件的热状态。如果从 LCL 表 24 查询的处理组件的热状态指示不保证热策略的改变,那么遵循“否”分支从决策框 625 回到框 605,且监视 WFI 模块 26 是否有后续机会来测量电力轨 184 上的隔离的泄漏电流。如果处理组件的热状态指示保证热策略的改变,那么在框 630 处,选择和实施可包含热减轻技术的新的或经修改热管理策略。过程返回到框 605。

[0084] 在本说明书中描述的过程或流程中的某些步骤自然地和其它步骤之前,以使本发明按所描述那样起作用。然而,如果次序或顺序不更改本发明的功能性,那么本发明不限于所描述步骤的次序。也就是说,认识到在不脱离本发明的范围和精神的情况下,一些步骤可在其它步骤之前、之后或并行地(大体上同时)执行。在一些实例中,在不脱离本发明的情况下可省略或不执行某些步骤。此外,例如“随后”、“然后”、“接着”、“随后”等等词语既定不限制步骤的次序。这些词语仅用以引导读者阅读示范性方法的描述。

[0085] 另外,编程领域的技术人员能够基于例如本说明书中的流程图和相关联描述而编写计算机代码或识别适当的硬件和/或电路以无困难地实施所揭示的发明。因此,对程序代码指令的特定集合或详细硬件装置的揭示不被视为对于充分理解如何制作和使用本发明来说是必要的。所主张计算机实施的过程的创造性功能性在以上描述中且结合可说明各种过程流的附图而更详细地阐释。

[0086] 在一个或一个以上示范性方面中,所描述的功能可以硬件、软件、固件或其任一组合来实施。如果以软件实施,那么功能可作为一个或一个以上指令或代码存储在计算机可读媒体上或在计算机可读媒体上传输。计算机可读媒体包含计算机存储媒体以及包含促进计算机程序从一处传送到另一处的任何媒体的通信媒体。存储媒体可为可由计算机存取的任何可用媒体。举例来说且并非限制,此类计算机可读媒体可包括 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、或可用来以指令或数据结构的形式载运或存储所要程序代码且可由计算机存取的任何其它媒体。

[0087] 而且,恰当地将任何连接称作计算机可读媒体。举例来说,如果使用同轴电缆、光纤电缆、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传输软件,那么同轴电缆、光纤电缆、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。

[0088] 如本文中所使用,磁盘及光盘包含压缩光盘(“CD”)、激光光盘、光学光盘、数字多功能光盘(“DVD”)、软磁盘及蓝光光盘,其中磁盘通常以磁性方式再生数据,而光盘使用激光以光学方式再生数据。上文的组合也应包含在计算机可读媒体的范围内。

[0089] 因此,虽然已详细说明和描述了选定方面,但将了解,在不脱离如所附权利要求书界定的本发明的精神和范围的情况下可在其中做出各种代替和更改。

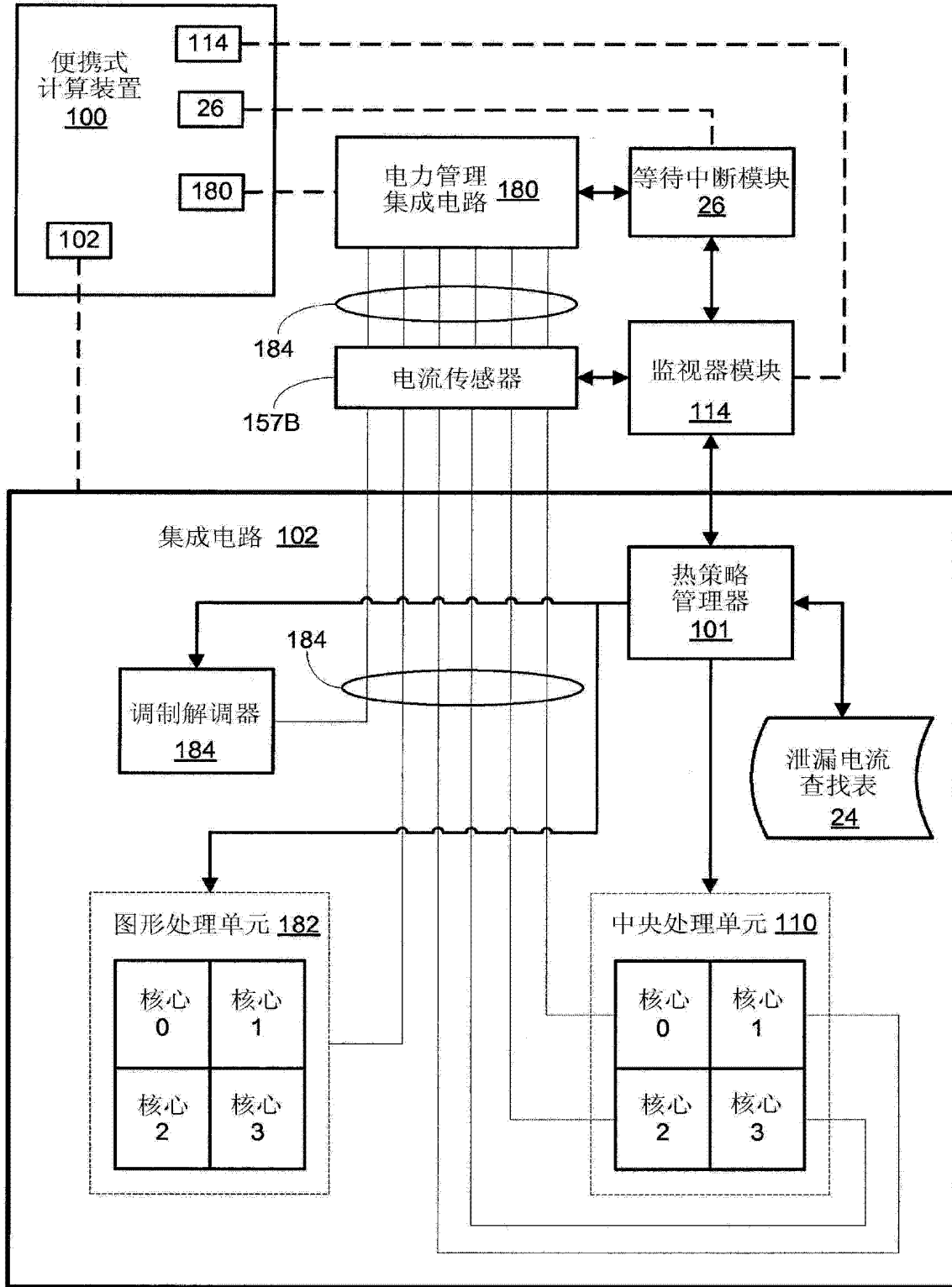


图 1

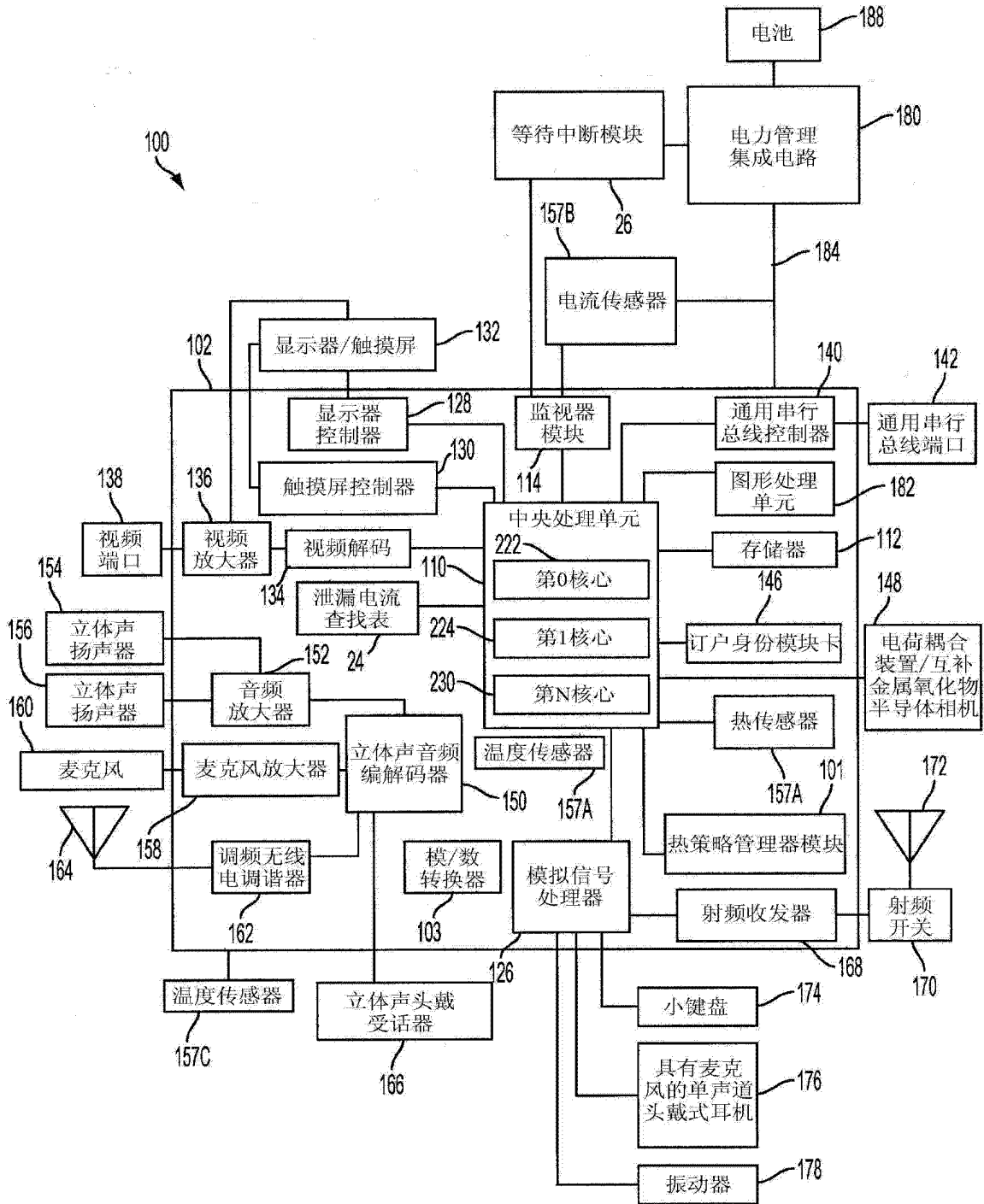


图 2

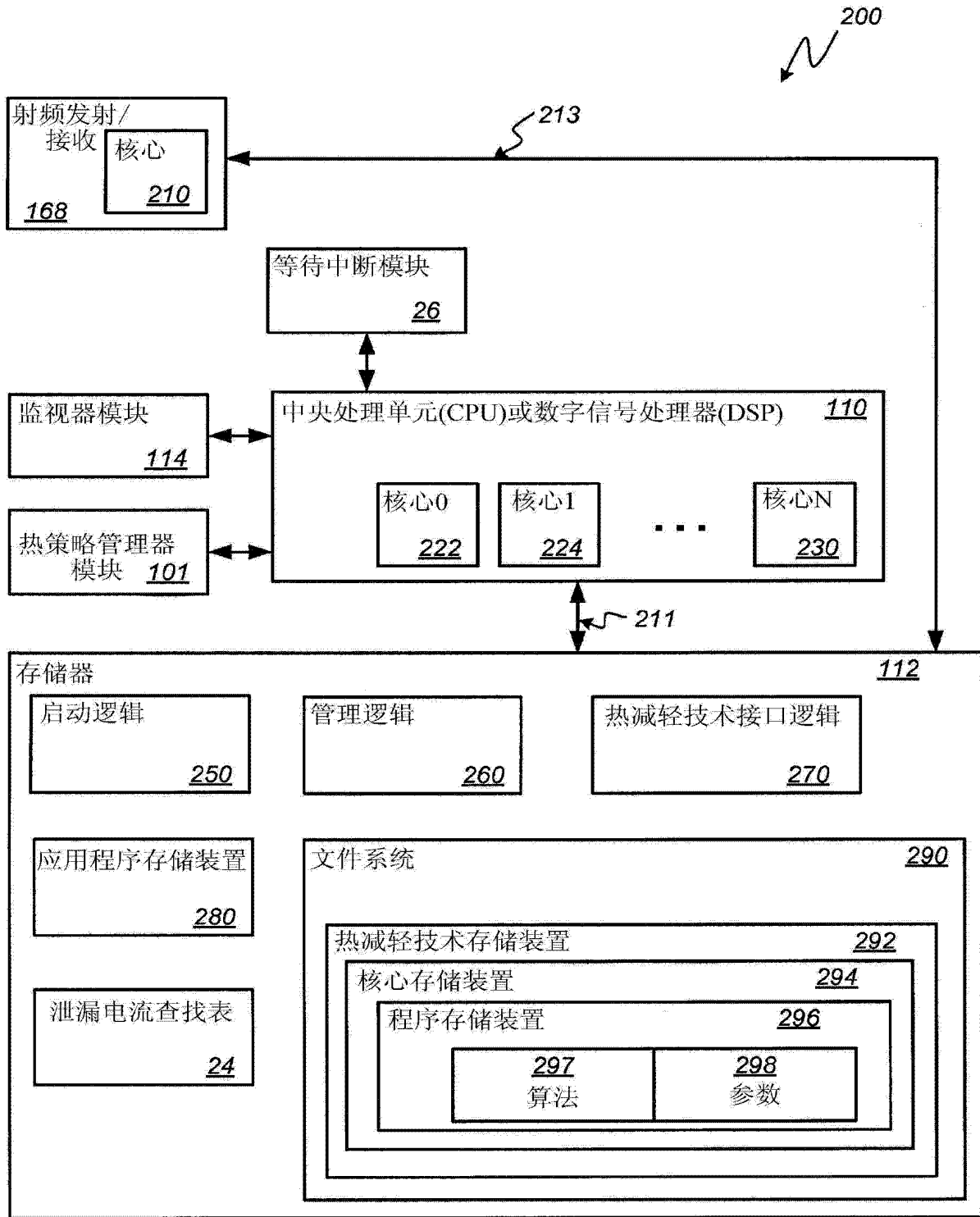


图 3

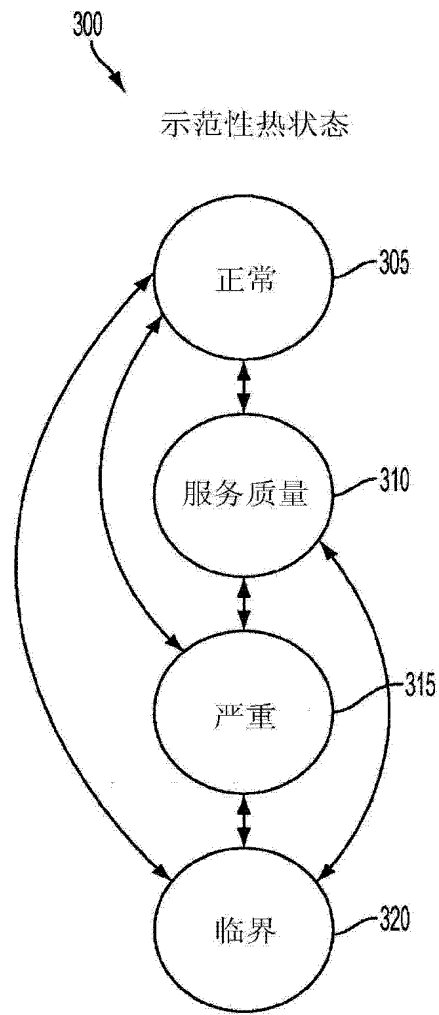


图 4

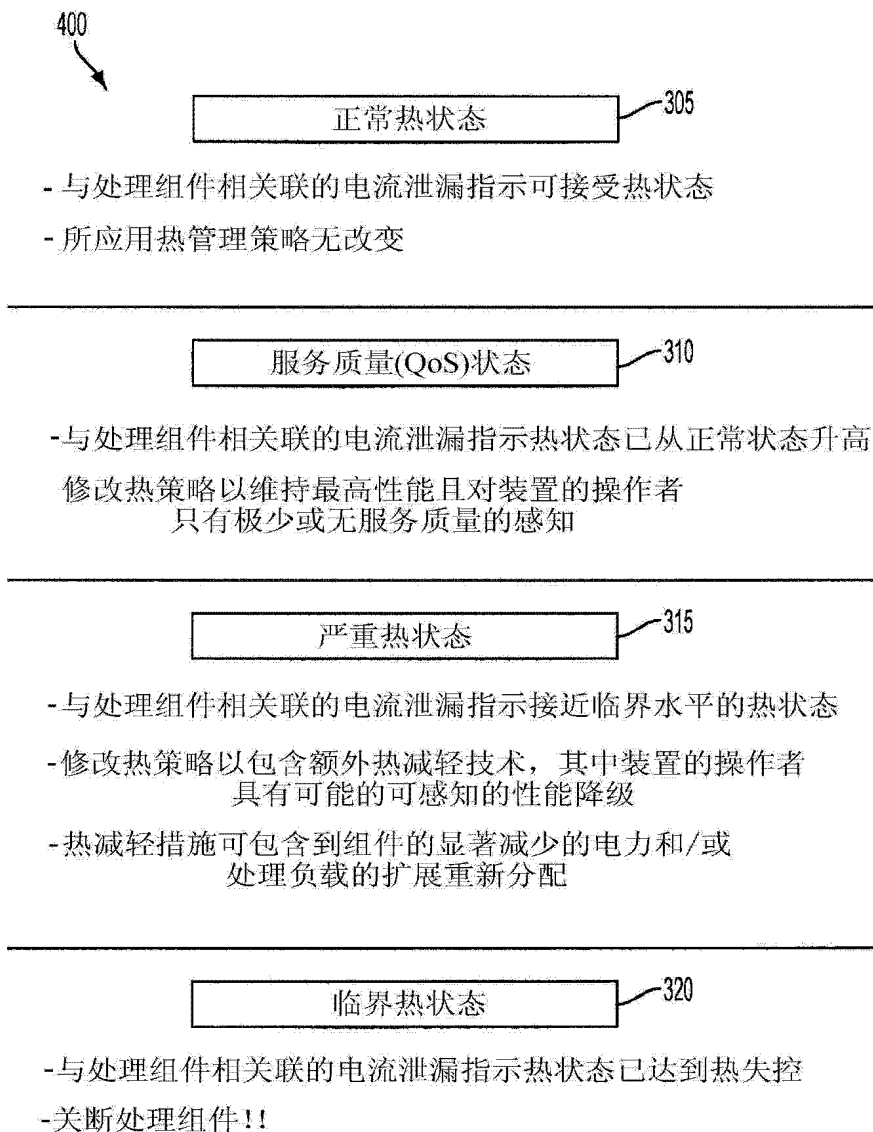


图 5

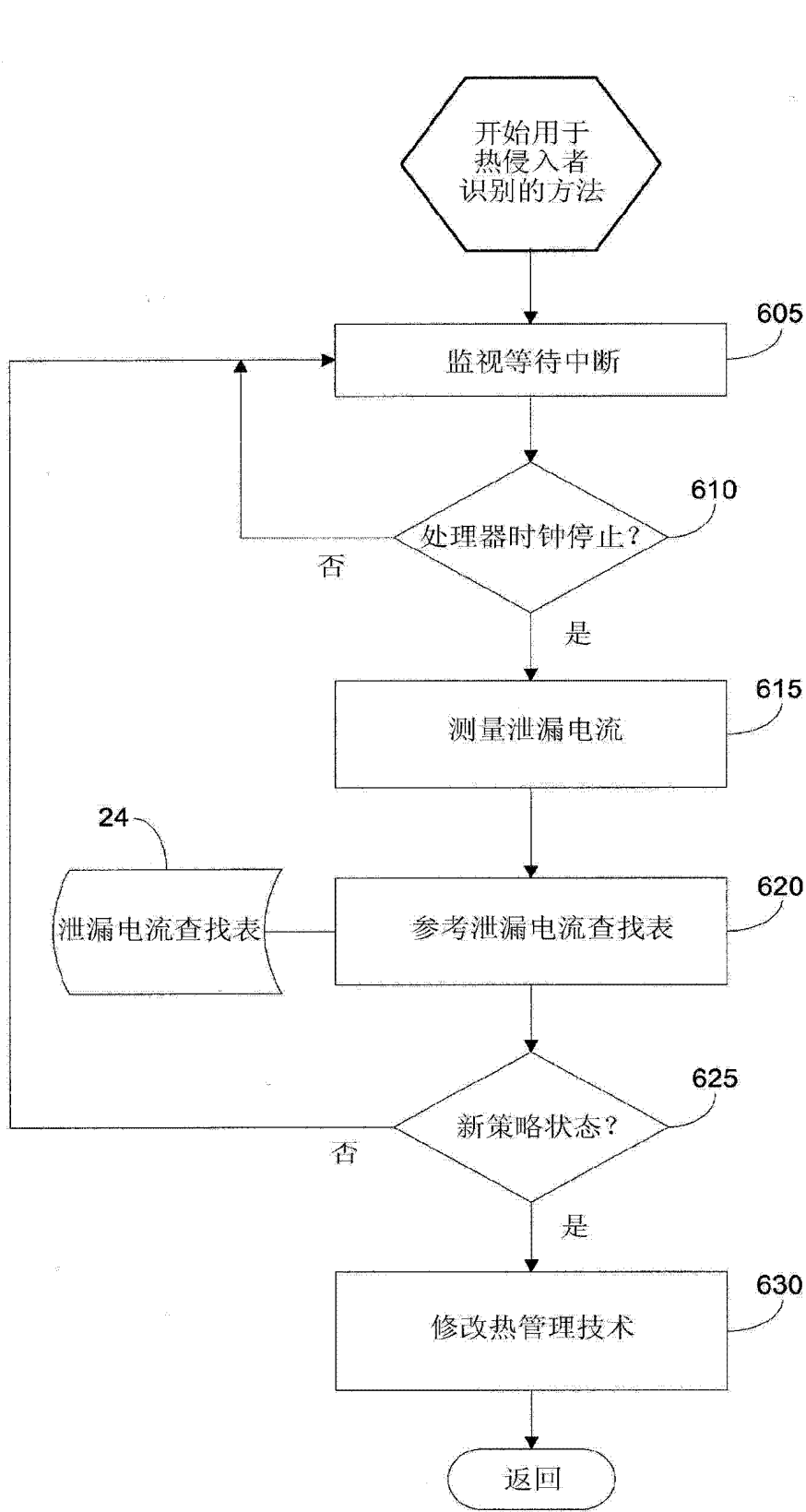


图 6