



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104635789 A

(43) 申请公布日 2015. 05. 20

(21) 申请号 201410619058. 4

(22) 申请日 2014. 11. 06

(30) 优先权数据

61/902, 417 2013. 11. 11 US

14/490, 958 2014. 09. 19 US

(71) 申请人 联发科技股份有限公司

地址 中国台湾新竹科学工业园区新竹市笃行一路一号

(72) 发明人 王惠萱 杨仁杰 杨李基

(74) 专利代理机构 北京万慧达知识产权代理有限公司 11111

代理人 张金芝 杨颖

(51) Int. Cl.

G05D 23/19(2006. 01)

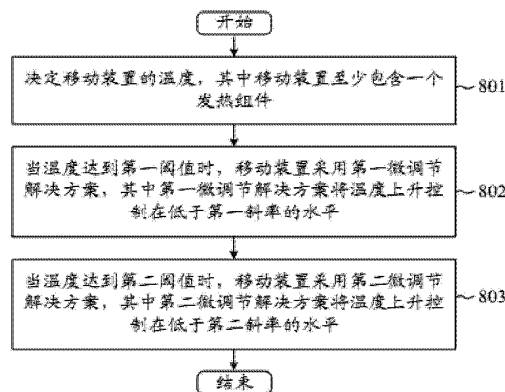
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

使用微调节的热管理方法及其无线装置

(57) 摘要

本发明揭露一种使用微调节的热管理方法及其移动装置,其中使用微调节的热管理方法包含:决定移动装置的温度,其中该移动装置包含至少一个发热组件;当该温度达到第一阈值,则应用第一微调节方案,其中该第一微调节方案控制该温度在低于第一斜率的情况下上升;以及当该温度达到第二阈值,则应用第二微调节方案,其中该第二微调节方案控制该温度在低于第二斜率的情况下上升,其中微调节方案包含该第一微调节方案与该第二微调节方案。本发明提供的一种使用微调节的热管理方法及其移动装置可在有效控制移动装置温度的同时保持移动装置性能。



1. 一种使用微调节的热管理方法,包含:
决定移动装置的温度,其中该移动装置包含至少一个发热组件;
当该温度达到第一阈值,则应用第一微调节方案,其中该第一微调节方案控制该温度在低于第一斜率的情况下上升;以及
当该温度达到第二阈值,则应用第二微调节方案,其中该第二微调节方案控制该温度在低于第二斜率的情况下上升,其中微调节方案包含该第一微调节方案与该第二微调节方案。
2. 如权利要求 1 所述的使用微调节的热管理方法,其特征在于,该至少一个发热组件包含中央处理器与图形处理器中的至少一个。
3. 如权利要求 1 所述的使用微调节的热管理方法,其特征在于,该微调节方案包含控制该至少一个发热组件的工作电压或工作频率。
4. 如权利要求 1 所述的使用微调节的热管理方法,其特征在于,基于该移动装置的性能基准决定该微调节方案。
5. 如权利要求 4 所述的使用微调节的热管理方法,其特征在于,基于该性能基准为不同阈值定义不同斜率。
6. 如权利要求 1 所述的使用微调节的热管理方法,其特征在于,基于动态温度斜率反馈自适应调整该第一阈值、该第二阈值与相应的该第一斜率、该第二斜率。
7. 如权利要求 6 所述的使用微调节的热管理方法,其特征在于,该动态温度斜率反馈包含一个或多个指标,其中该一个或多个指标包含温度指标与硬件事件指标,以及其中该温度指标指示检测发热情况,该硬件事件指标指示一个或多个发热事件的发生。
8. 如权利要求 6 所述的使用微调节的热管理方法,其特征在于,该自适应调整的步骤包含控制该温度,使得在预定时间后该温度达到最终阈值。
9. 如权利要求 1 所述的使用微调节的热管理方法,其特征在于,在该温度达到最终阈值后,该移动装置采用普通热调节方案。
10. 如权利要求 1 所述的使用微调节的热管理方法,其特征在于,禁用该至少一个发热组件中的一个或多个。
11. 一种移动装置,包含:
至少一个发热组件;
热传感器,用于决定该移动装置的温度;
热控制模块,当该温度达到第一阈值时,该热控制模块应用第一微调节方案,其中该第一微调节方案控制该温度在低于第一斜率的情况下上升;以及当该温度达到第二阈值时,该热控制模块应用第二微调节方案,其中该第二微调节方案控制该温度在低于第二斜率的情况下上升,其中微调节方案包含该第一微调节方案与该第二微调节方案。
12. 如权利要求 11 所述的移动装置,其特征在于,该至少一个发热组件包含中央处理器与图形处理器中的至少一个。
13. 如权利要求 11 所述的移动装置,其特征在于,该微调节方案包含控制该至少一个发热组件的工作电压或工作频率。
14. 如权利要求 11 所述的移动装置,其特征在于,基于该移动装置的性能基准决定该微调节方案。

15. 如权利要求 14 所述的移动装置,其特征在于,基于该性能基准为不同阈值定义不同斜率。

16. 如权利要求 11 所述的移动装置,其特征在于,基于动态温度斜率反馈自适应调整该第一阈值、该第二阈值与相应的该第一斜率、该第二斜率。

17. 如权利要求 16 所述的移动装置,其特征在于,该动态温度斜率反馈包含一个或多个指标,其中该一个或多个指标包含温度指标与硬件事件指标,以及其中该温度指标指示检测发热情况,该硬件事件指标指示一个或多个发热事件的发生。

18. 如权利要求 16 所述的移动装置,其特征在于,该自适应调整的步骤包含控制该温度,使得在预定时间后该温度达到最终阈值。

19. 如权利要求 11 所述的移动装置,其特征在于,在该温度达到最终阈值后,该移动装置采用普通热调节方案。

20. 如权利要求 11 所述的移动装置,其特征在于,该移动装置禁用该至少一个发热组件中的一个或多个。

使用微调节的热管理方法及其无线装置

[0001] 交叉引用

[0002] 本发明要求如下优先权：编号为 61/902,417, 申请日为 2013 年 11 月 11 日, 发明名称为“New Power Thermal Policy PTP ← Micro-Throttle → Thermal Throttle”的美国临时专利申请。上述美国临时专利申请在此一并作为参考。

技术领域

[0003] 本发明涉及一种无线网络通信装置。特别地, 本发明涉及一种使用微调节 (micro-throttle) 的新颖热管理方法及其无线装置。

背景技术

[0004] 随着半导体技术以及相关技术的发展, 移动装置使用的中央处理器 (CPU) 以及其他处理器的性能得到大幅提升。例如, GHz 数量级的工作频率已经广泛应用于移动手机中。当系统速度与内核需求达到更高水平时, CPU 与其他处理器的功率消耗也会随之增大。因此, 在移动手机的有限空间内需要消散越来越多的热量, 从而控制移动手机的表面温度 (T_{skin})。

[0005] 热管理 (thermal management) 是当今移动装置 (例如, 智能手机) 设计中的一大关键挑战。由于更高数据率的需求、更多多任务应用以及用于类似电子邮件、社交网络的流行应用的与日俱增的后台任务, 智能装置中的功率消耗已经成指数增长。智能装置的更高性能要求意味着频繁地需要最大峰值吞吐量。这样将导致更高的时钟频率, 装置中各种集成电路 (IC) 及 / 或其他组件将不可避免地产生更多热量。目前, 每个 IC 可包含一个或多个发热组件。随着小巧装置中运行在最高时钟频率的组件的数量与日俱增, 对于热管理, 需要改进的散热 (heat dissipation) 解决方案。

[0006] 图 1 显示当前的热管理方法。图 1 描述了在热调节情况下的温度曲线。如图 1 所示, 为移动装置 (例如, 移动手机、平板电脑、可穿戴装置、笔记本电脑等) 配置名为 T_{bound} 的温度阈值 (temperature threshold)。移动装置从 t_0 开始监测温度。随着移动装置中数据吞吐量或处理功率的增大, 移动装置的温度开始升高。在许多情况下, 由大量后台运行任务组成应用的既快又好的图像处理以及更快数据率的高要求需要移动装置中各种组件 / IC 运作在高频率下。由于散热区域的限制, 在小巧的智能装置 (例如智能手机) 中的散热将变得更加困难。因此, 移动装置的温度迅速升高。在当前的热管理方案中, 直到温度达到预定或预配置温度阈值 T_{bound} 为止, 不存在功率调节机制。因此, 在时刻 t_1 , 移动装置的温度达到预配置温度阈值 T_{bound} 。一旦检测到温度升高到预配置温度阈值 T_{bound} , 移动装置将通过控制装置中发热 IC 或组件的功率开始进行热调节。由于上述调节需要时间, 因此在时刻 t_1 后, 移动装置的温度会继续升高。在时刻 t_2 , 由于移动装置的功率调节减少了热源, 因此温度开始下降。在时刻 t_3 , 温度降至预配置温度阈值 T_{bound} 。如图 1 所示, 随着热控制的调节启动, 移动装置的温度在预配置温度阈值 T_{bound} 附近波动。

[0007] 当前智能装置的热管理的问题在于上述方案将导致较大的性能衰减。当前方法为

了进行热调节控制装置中的发热组件或 IC。上述进程可极大降低智能装置的性能。例如，一种降低智能装置 IC 或组件发热的方法是降低其工作频率，这样将导致更慢的处理速度。随着对智能装置高性能的较大需求，上述问题变得更加严重。例如，为了控制温度，上述调节操作降低了时钟频率，这样将导致更小的处理功率用于数据吞吐，从而进一步导致积压队列排队等待处理。当温度达到可接受水平时，上述积压数据与连续任务一起需要装置的高性能表现。上述装置的高性能运作使得温度又快速接近预配置温度阈值 T_{bound} ，从而再次需要降低性能的调节处理。

[0008] 因此，需要对热管理方案进行改进以防止装置过快地达到温度阈值 T_{bound} 。即，需要一种用于移动装置的更有效的热管理方法。

发明内容

[0009] 有鉴于此，本发明揭露一种使用微调节的热管理方法及其移动装置。

[0010] 在一实施例中，本发明提供一种使用微调节的热管理方法，包含：决定移动装置的温度，其中该移动装置包含至少一个发热组件；当该温度达到第一阈值，则应用第一微调节方案，其中该第一微调节方案控制该温度在低于第一斜率的情况下上升；以及当该温度达到第二阈值，则应用第二微调节方案，其中该第二微调节方案控制该温度在低于第二斜率的情况下上升，其中微调节方案包含该第一微调节方案与该第二微调节方案。

[0011] 在另一实施例中，本发明提供一种移动装置，包含：至少一个发热组件；热传感器，用于决定该移动装置的温度；热控制模块，当该温度达到第一阈值时，该热控制模块应用第一微调节方案，其中该第一微调节方案控制该温度在低于第一斜率的情况下上升；以及当该温度达到第二阈值时，该热控制模块应用第二微调节方案，其中该第二微调节方案控制该温度在低于第二斜率的情况下上升，其中微调节方案包含该第一微调节方案与该第二微调节方案。

[0012] 本发明提供的一种使用微调节的热管理方法及其移动装置可在有效控制移动装置温度的同时保持移动装置性能。

附图说明

[0013] 图 1 显示当前的热管理方法；

[0014] 图 2 是根据新颖方面描述的具有新颖热管理方案的移动装置示意图；

[0015] 图 3 描述在微调节下温度曲线的示意图；

[0016] 图 4 是根据本发明实施例描述的微调节方法流程图；

[0017] 图 5 描述在微调节情况下的功率表现示意图；

[0018] 图 6 描述了热调节的温度斜率控制示意图；

[0019] 图 7 描述采用具有微调节的不同温度斜率控制方法的不同温度曲线示意图；

[0020] 图 8 是根据一新颖方面使用微调节的热控制方法流程图。

具体实施方式

[0021] 在说明书及权利要求书当中使用了某些词汇来指称特定的元件。所属技术领域的技术人员应可理解，硬件制造商可能会用不同的名词来称呼同一个元件。本说明书及权利

要求书并不以名称的差异作为区分元件的方式,而是以元件在功能上的差异作为区分的准则。在通篇说明书及权利要求项中所提及的“包含”为一开放式的用语,故应解释成“包含但不限于”。此外,“耦接”一词在此包含任何直接及间接的电气连接手段。因此,若文中描述第一装置耦接于第二装置,则代表第一装置可直接电气连接于第二装置,或透过其它装置或连接手段间接地电气连接至第二装置。

[0022] 接下来的描述是实现本发明的最佳实施例,其是为了描述本发明原理的目的,并非对本发明的限制。可以理解地是,本发明实施例可由软件、硬件、固件或其任意组合来实现。

[0023] 图 2 是根据新颖方面描述的具有新颖热管理方案的移动装置示意图。移动装置 201 包含天线 205,其用于发送与接收无线电信号。移动装置 201 包含 RF 收发模块 204,其耦接至天线 205,用于从天线 205 接收 RF 信号,并将 RF 信号转换为基带信号并发送至处理器 (CPU) 203。RF 收发模块 204 也可将从处理器 203 接收到的基带信号转换为 RF 信号,并将其发送至天线 205。处理器 203 处理上述接收到的基带信号并且调用不同的功能模块执行移动装置 201 中的功能。存储器 202 存储程序指令与数据从而控制移动装置 201 的操作。

[0024] 根据本发明实施例,移动装置 201 也包含用于执行不同任务的其他模块。上述不同模块可通过软件、固件、硬件或其组合进行实施。当处理器 203 执行时,功能模块允许移动装置 201 执行类似改进热管理的本发明实施例。热传感器 211 检测热变化以及温度。热传感器 211 检测并监测系统的温度水平。热控制模块 212 控制系统热水平。在本发明实施例中,热控制模块 212 与热传感器 211 进行通信并使用微调节改进热管理方案。热控制模块 212 取得移动装置 201 的温度信息。热控制模块 212 比较已取得的温度信息与多个预配置或预定温度阈值。基于上述比较结果,热控制模块 212 决定不同的调节方法。热控制模块 212 为不同的温度范围使用不同的调节方案。在一实施例中,热控制模块 212 控制温度上升的斜率 (slope)。热控制模块 212 为不同的温度范围采用不同的斜率。使用微热控制方法可缓解传统方法中急剧的性能下降。移动装置 201 中的不同模块也包含典型的图像芯片或图形处理器 (GPU) 213 与编解码器 214。图像芯片 213 控制无线装置 201 的图像处理。功率放大器 215 控制移动装置 201 中不同发热组件及 / 或其他组件的功率。在一实施例中,热控制模块 212 通过调整移动装置 201 中一个或多个发热组件及 / 或其他组件的功率以控制温度斜率。热控制模块 212 与功率放大器 215 进行通信并且基于温度值控制移动装置 201 中不同发热组件及 / 或其他组件的功率使得上述温度低于预定温度阈值。

[0025] 在一新颖方面,移动装置的热管理方法使用动态非平衡斜率控制,其减慢了温度升到温度阈值的速度。基于已检测的系统温度,新颖热管理方法在温度达到温度阈值 T_{bound} 之前使用不同微调节方法。在微调节期间,因为时钟频率或功率调节在很小范围内进行调整,所以系统性能不会降低太多。因此,多级微调节方法在不牺牲许多系统性能的情况下可减缓温度上升的速度。

[0026] 图 3 描述在微调节下温度曲线的示意图。本实施例配置三个温度阈值, $T_{\text{bound}}\#1$ 、 $T_{\text{bound}}\#2$ 、 $T_{\text{bound}}\#3$ 。本领域技术人员可以理解的是本发明也可配置其他数量的温度阈值。例如,根据移动装置的性能与功耗可配置大于三个的温度阈值。可考虑移动装置的不同型号、不同制造工艺以及不同功能集合以决定所配置的温度阈值数量。也可通过装置的网络配置或本地重新配置改变温度阈值的数量。上述温度阈值的数值也可根据装置的不同因素而

发生变化,上述不同因素可为不同型号、使用的不同芯片集、装置的不同构造设计及 / 或装置支持的功能。可通过装置的网络配置或本地重新配置预配置或动态更新温度阈值的数值。在一实施例中,将 $T_{\text{bound}}\#1$ 预配置为 45 摄氏度;将 $T_{\text{bound}}\#2$ 预配置为 65 摄氏度;以及将 $T_{\text{bound}}\#3$ 预配置为 90 摄氏度。

[0027] 使用微调节与传统调节的不同阶段可改进移动装置的热管理。如图 3 所示,当温度低于 $T_{\text{bound}}\#1$ 时,处理器运行在全性能模式。如图 3 所示的示例中,其运行在 2.0G/1.7G 中,即工作频率为 2.0GHz/1.7GHz。在阶段 301 中,第零微调节 (mTH-0) 方案控制温度斜率使得温度不会上升太快。在时刻 T1,温度超过 $T_{\text{bound}}\#1$ 。移动装置进入阶段 302,其使用第一微调节 (mTH-1) 方案。在阶段 302,第一微调节方案调整功耗从而将温度上升的斜率控制在低于预配置第一斜率阈值的水平。在一实施例中,第一微调节方案通过调整移动装置中一个或多个发热组件的电压及 / 或速度从而控制功耗。如图 3 所示的示例,通过控制方法将移动装置中发热组件的速度从 2.0G/1.7G 调整到 1.6G/1.5G。在阶段 302,既然温度仍处于相对较低的范围,所以第一微调节方案不需要大幅降低发热组件的速度。不需要显著牺牲移动装置的性能。降低的功耗有效地控制温度上升的斜率。在一实施例中,发热组件的电压 / 速度并不处于较低水平,而是在 2.0G/1.7G 的较高水平与 1.6G/1.5G 的较低水平之间进行调整,这样可将温度的上升斜率控制在低于第一预定阈值的水平。在一实施例中,工作在 2.0G/1.7G 的发热组件与工作在 1.6G/1.5G 的发热组件的比例为 1:1。可预定 / 预配置第一微调节方案的上述比例。也可动态更新上述比例。上述比例的确定取决于移动装置的上述因素。例如,可使用移动装置的不同发热组件及 / 或其他组件的热表现基准决定不同微调节阶段的上述比例。在一实施例中,可使用安兔兔 (AnTuTu) 测评性能决定上述比例。其他因素,例如装置的型号、装置的功能集合以及装置的构造设计可用于决定上述比例。在一实施例中,微调节方案可禁用一个或多个发热组件。

[0028] 第一微调节方案可有效控制温度上升的斜率,从而使得温度不会太快达到高温阈值 T_{bound} 。同时,因为在较低水平控制移动装置的一个或多个发热组件或其他组件的速度或功耗调整,移动装置的性能并不会大幅度降低。随着温度继续升高,可触发新的微调节方案。在时刻 T2,温度升高到预配置温度阈值 $T_{\text{bound}}\#2$ 。移动装置进入第二微调节 (mTH-2) 方案的阶段 303。在阶段 302,第一微调节方案调整功耗,从而将温度上升的斜率控制在低于预配置第二斜率阈值的水平。进入阶段 303,mTH-2 继续调整发热组件的速度以控制温度上升的速度。在一实施例中,工作在 2.0G/1.7G 的发热组件与工作在 1.6G/1.5G 的发热组件的比例为 1:4。在第二微调节进程中,发热组件运行在较低速度的时间比在第一微调节进程中的运行在较低速度的时间要长。相似地,可预配置 / 预定或动态更新上述比例。可考虑相似的因素决定第二微调节进程中上述比例的数值。可考虑相似的因素决定第二斜率阈值的数值。既然仍在小范围内调整发热组件的速度,因此,移动装置的性能牺牲保持在较低水平。在一实施例中,微调节方案可禁用一个或多个发热组件。

[0029] 通过在不同微调节阶段控制上升温度的斜率,移动装置可避免太快触发性能减退的装置快速升温的问题。因此,移动装置的整体表现可大幅改善。在时刻 T3,移动装置的温度升高到超过预配置温度阈值 $T_{\text{bound}}\#3$ 。移动装置进入阶段 304。可将 $T_{\text{bound}}\#3$ 预配置在传统 T_{bound} 的范围。因此,在阶段 304,可使用传统调节方案控制温度。发热组件的电压 / 速度显著下降。如示例所示,发热组件的电压 / 速度降到 1.4G/1.3G 以下。在本阶段,移动装置

的性能可显著下降。

[0030] 为热管理使用微调节方案也可缩短传统调节中性能减退的时间。在时刻 T4, 移动装置的温度下降到 $T_{bound\#2}$ 。一旦检测到温度下降到 $T_{bound\#2}$, 移动装置进入阶段 305, 其切换回第二微调节进程 (mTH-2)。一旦进入阶段 305, mTH-2 将发热组件的电压 / 速度调整回 2.0G/1.7G 与 1.6G/1.5G 之间。工作在 2.0G/1.7G 的发热组件与工作在 1.6G/1.5G 的发热组件的比例为 1:4。在本阶段, 在有效控制温度的同时, 移动装置的性能也得到改善。在时刻 T5, 移动装置的温度上升到超过 $T_{bound\#3}$ 。移动装置进入阶段 306, 其返回传统调节方案以减低温度。发热组件的速度明显下降。

[0031] 图 4 是根据本发明实施例描述的微调节方法流程图。在一新颖方面, 移动装置监测温度并为热管理采用微调节方法与传统调节方法。如图 4 所示, 微调节阶段 410 可包含一个或多个不同阶段。微调节阶段 410 可有效阻止移动装置的温度升高太快从而触发传统调节方案。与传统热调节方法结合的微调节阶段 410 可在保持移动装置性能的同时有效控制移动装置的温度。

[0032] 在步骤 401, 移动装置监测温度。在步骤 411, 移动装置检查当前温度是否低于预定第一温度阈值 T_{b1} 。如果在步骤 411, 移动装置确定温度低于 T_{b1} , 则流程进入步骤 421。在步骤 421, 移动装置应用第零微调节进程 (mTH-0) 并且如步骤 401, 继续监测温度。如果步骤 411 确定温度高于 T_{b1} , 则流程进入步骤 412。在步骤 412, 移动装置检查当前温度是否低于预定第二温度阈值 T_{b2} 。如果在步骤 412, 移动装置确定温度低于 T_{b2} , 则流程进入步骤 422。在步骤 422, 移动装置应用第一微调节进程 (mTH-1) 并且如步骤 401, 继续监测温度。如果步骤 412 确定温度高于 T_{b2} , 则流程进入步骤 413。在步骤 413, 移动装置检查当前温度是否低于预定第三温度阈值 T_{b3} 。如果在步骤 413, 移动装置确定温度低于 T_{b3} , 则流程进入步骤 423。在步骤 423, 移动装置应用第二微调节进程 (mTH-2) 并且如步骤 401, 继续监测温度。如果步骤 413 确定温度高于 T_{b3} , 则流程进入步骤 424。在步骤 424, 移动装置开始传统调节进程以降低装置温度并如步骤 401 继续监测温度。在一实施例中, 微调节方案也可禁用一个或多个发热组件。

[0033] 微调节热管理的一大优点是改善系统性能。一方面, 微调节方案可阻止移动装置的温度太快升高。这样将限制明显不利于系统性能的热调节的时间。另一方面, 应用于相应微调节阶段的多级温度配置也可缩短传统热调节阶段。这样, 在有效控制移动装置温度的同时, 可得到更好的系统性能。

[0034] 图 5 描述在微调节情况下的功率表现示意图。如使用微调节用于热管理以改善系统性能的示例, 图 5 显示为热管理采用微调节方案的系统性能的特定输出。曲线 501 描述了片上系统在时域上的平均功率水平。曲线 502 描述了 CPU 功率管理芯片在时域上的平均功率水平。测量系统及 / 或组件性能的一个基准是安兔兔跑分。安兔兔是测量安卓装置性能的流行工具。其包含芯片层与装置层的性能基准。如图 5 所示, 热管理采用微调节方案可提高安兔兔跑分。阶段 510 描述了传统热调节的时长。两种芯片 (SoC 与 CPU PMIC) 的性能皆明显下降。与不使用微调节方案的系统相比, 本发明可大幅缩短阶段 510 的时长。因此, 整个系统性能得以提升。这将使得系统、芯片 SoC 与 CPU PMIC 得到更好的安兔兔跑分。

[0035] 图 6 描述了热调节的温度斜率控制示意图。配置温度阈值 T_{bound} , 从而使得移动装置的热管理将温度控制在低于 T_{bound} 的范围。曲线 601 显示不为热管理采用微调节方案的

温度曲线。移动装置从时刻 t_0 开始监测温度。在不采用微调节方案的情况下,直到温度达到 T_{bound} , 在不做任何调整的情况下,温度将持续升高。因此,装置的温度快速升高。这样,在时刻 t_1 , 温度达到预配置温度阈值 T_{bound} 。一旦检测到温度升高到预配置温度阈值 T_{bound} , 装置可通过控制装置发热组件或其他组件的功率开始热调节。因为上述调节需要时间,在时刻 t_1 后,温度仍将继续升高。在时刻 t_2 , 由于装置的功率调节减少了热量,因此温度开始下降。在时刻 t_3 , 温度降至预配置温度阈值 T_{bound} 。随着热控制的调节开启,装置的温度在预配置温度阈值 T_{bound} 附近波动。如曲线 601 所示,移动装置的温度快速达到 T_{bound} , 这样将导致从 t_1 开始的热调节的时长较长。

[0036] 作为比较,图 6 的曲线 602 描述了采用微调节方案的示例温度曲线。当使用微调节方案时,移动装置的热管理可在温度达到 T_{bound} 之前控制温度的上升斜率。可使用多级微调节方案,其中为每个微调节阶段配置不同的参数。在一实施例中,可基于移动装置的系统、发热组件及 / 或其他组件的基准改善多级微调节的参数。在微调节进程中,因为缓慢调整组件的速度或功率水平,所以可将系统与发热组件的性能保持在相对较高的水平。如曲线 602 所示,移动装置的温度直到时刻 t_4 才缓慢达到 T_{bound} 。本领域技术人员可以理解的是, t_4 可位于 t_1 与 t_2 之间并且可进一步延迟。 t_0 与 t_4 之间的周期 610 为微调节阶段,也可称为 T_j 升温斜率控制阶段。

[0037] 在其他新颖方面,可采用不同的 T_j 升温斜率控制方案进一步改善微调节进程。在一实施例中,可使用 T_j 阈值的固定调节。在固定调节方法中,可定义多个 T_j 阈值。对于不同的 T_j 阈值范围,可使用不同程度的调节操作。对于不同的热解决方案与不同的芯片泄露角调整 T_j 阈值的配置以及调节程度。

[0038] 在另一实施例中,使用固定斜率的 T_j 斜率控制自适应方法。自适应斜率控制方法动态发送 T_j 斜率反馈至移动装置的热管理模块。热管理模块相应地调整系统功率以将温度上升控制在固定斜率上。在动态斜率控制方法中,可配置多个 T_j 阈值。移动装置的热管理模块可为不同的已配置 T_j 阈值定义不同的斜率。基于移动装置的系统及 / 或发热组件与其他组件的性能基准,可进一步改善 T_j 阈值参数与每个 T_j 阈值的不同斜率。

[0039] 在本发明另一实施例中,使用时间预测的自适应 T_j 升温斜率控制方法。在自适应预测时间方法中,移动装置动态发送 T_j 斜率反馈至移动装置的热管理模块。热管理模块相应地调整系统功率以控制温度,从而使得温度在预定的固定预测时间中保持稳定。在一实施例中,微调节方案也可禁用一个或多个发热组件。

[0040] 图 7 描述采用具有微调节的不同温度斜率控制方法的不同温度曲线示意图。曲线 701 为当不存在微热管理时的温度曲线。如曲线 701 所示,在无自适应热控制情况下,温度将升高到超过 115 摄氏度。曲线 702 为微热控制的温度曲线。如曲线 702 所示,热管理模块开始从较低温度(例如 45 摄氏度)控制温度曲线。自适应热控制模块配置一个或多个多级温度阈值, $T_{bound\#j}$ 。一旦检测到温度升高到一个配置温度阈值,则自适应热控制使用新的控制方法。上述控制方案将在高性能频率与低性能频率之间进行调节,其中上述频率具有预配置的高频 / 低频的比例。在一实施例中,对不同的型号定制微热控制以取得更好的温度曲线。例如,为特定型号的移动装置获取一个或多个基准。基于上述基准测量,可预配置温度阈值与高低频比例。进一步,可为每个温度阈值配置高频与低频值。如曲线 702 所示,随着自适应的调节控制,温度在控制下升高并且停留在 105 摄氏度以下。曲线 703 是自

适应热调节的温度曲线。如曲线 703 所示,可为热控制进一步改善曲线 703。自适应热控制将动态调整热控制参数,例如温度阈值、高频、低频、高频与低频的比例。基于已检测的系统条件动态调整热控制参数。移动装置检测系统热条件,例如当前温度、温度指标以及发热事件。在一实施例中,硬件(例如 CPU)可将发热事件通知热管理模块。上述发热事件可包含将生成的预测热或例如热管理模块基于参数取得热预测的事件参数。在另一实施例中,热管理模块可监测一个或多个驱动器表现。热管理模块可基于上述已检测的驱动器表现预测系统热条件改变。系统热条件可为发热指标或即将发热指标。即将发热指标可启动热管理方案以主动调整热控制方法。

[0041] 可进一步改进热管理方案。在一实施例中,可使用自适应基于时间的 T_j 斜率控制。可为不同芯片自适应地采用自适应调节方法。例如,自适应方法可使用基准跑分(例如安兔兔跑分)以 CPU 或 GPU 热性能为基础。在另一实施例中,使用环境感知动态热管理(context-aware dynamic thermal management)方法。环境感知动态热管理方法基于不同基准采用不同策略以取得最好热表现。在另一实施例中,可对不同策略进行混合使用以进一步改善性能。热管理方案为热控制的不同阶段采用独立方法。例如,在温度升高到 T_{bound} 之前,可使用斜率控制或自适应斜率控制方法;同时在温度升高到高于 T_{bound} 后,使用恒温控制。在温度升高到高于 T_{bound} 的热控制第二阶段时,热管理模块可进一步优先考虑移动装置的不同发热组件或其他组件的控制性能。例如,热管理模块可首先基于预配置/预定标准优先调整 GPU 的性能。在一实施例中,微调节方案也可禁用一个或多个发热组件。

[0042] 图 8 是根据一新颖方面使用微调节的热控制方法流程图。在步骤 801,移动装置决定移动装置的温度,其中移动装置至少包含一个发热组件。在步骤 802,当温度达到第一阈值时,移动装置采用第一微调节解决方案,其中第一微调节解决方案将温度上升控制在低于第一斜率的水平。在步骤 803,当温度达到第二阈值时,移动装置采用第二微调节解决方案,其中第二微调节解决方案将温度上升控制在低于第二斜率的水平。在一实施例中,第二斜率可与第一斜率相同。在另一实施例中,第二微调节解决方案可与第一微调节解决方案相同。在一实施例中,微调节方案也可禁用一个或多个发热组件。

[0043] 在不脱离本发明精神或本质特征的情况下,可以其他特定形式实施本发明。描述示例被认为说明的所有方面并且无限制。因此,本发明的范围由权利要求书指示,而非前面描述。所有在权利要求等同的方法与范围中的变化皆属于本发明的涵盖范围。

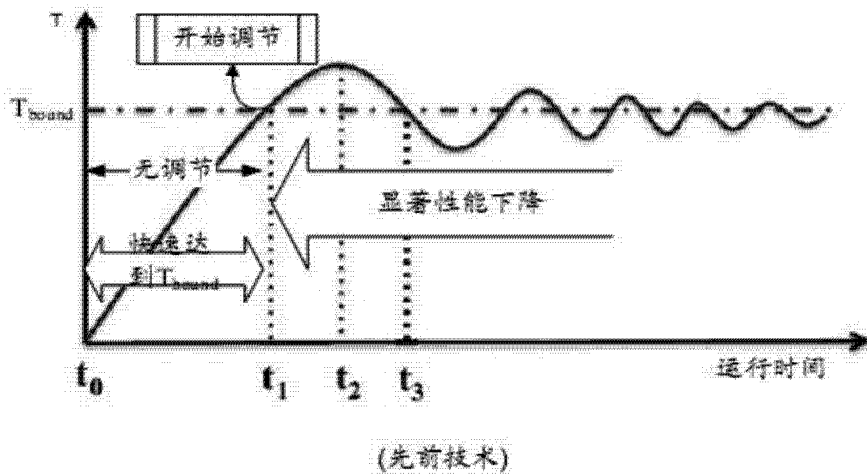


图 1

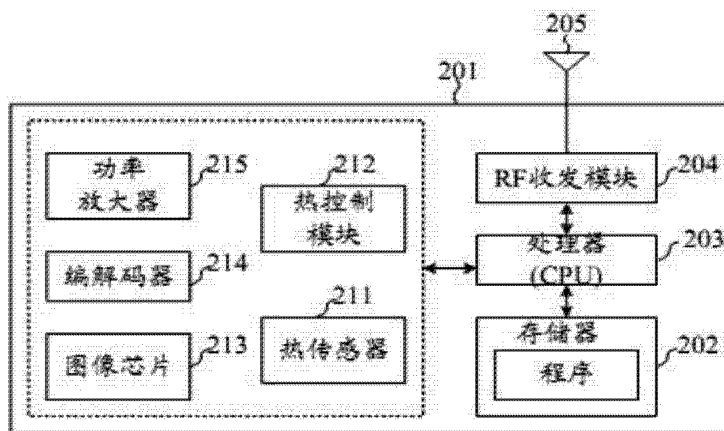


图 2

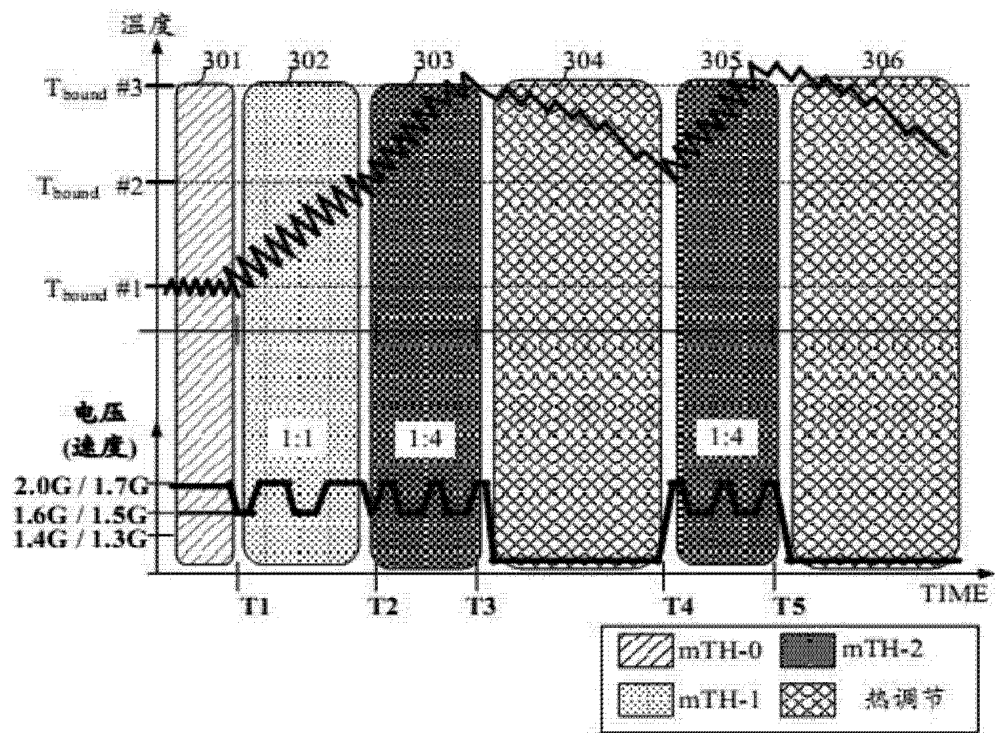


图 3

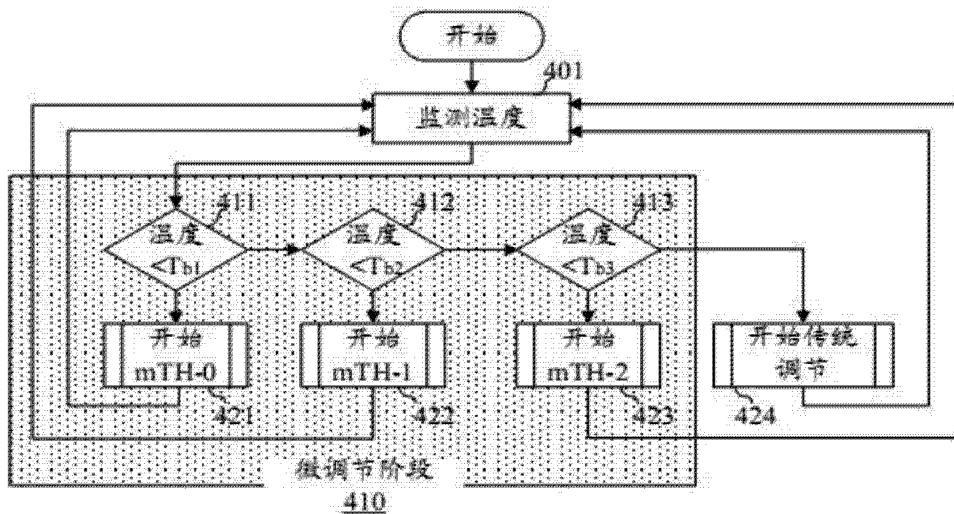


图 4

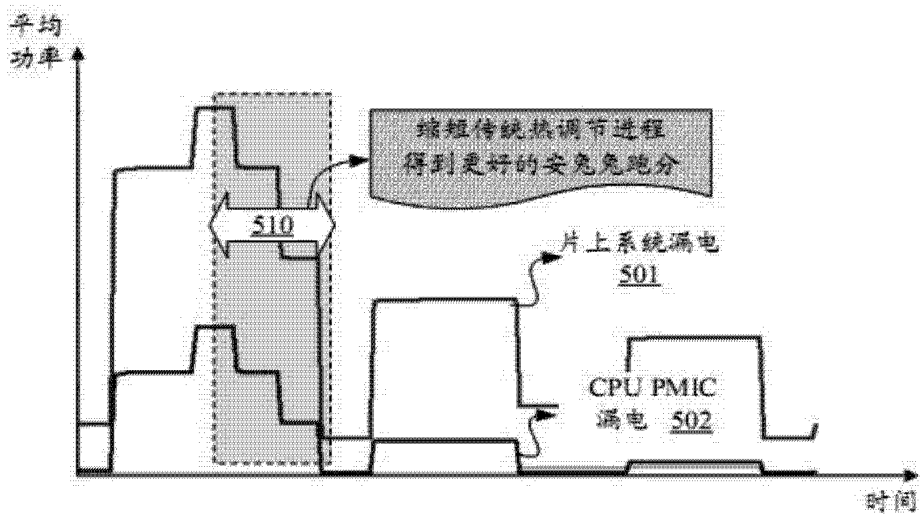


图 5

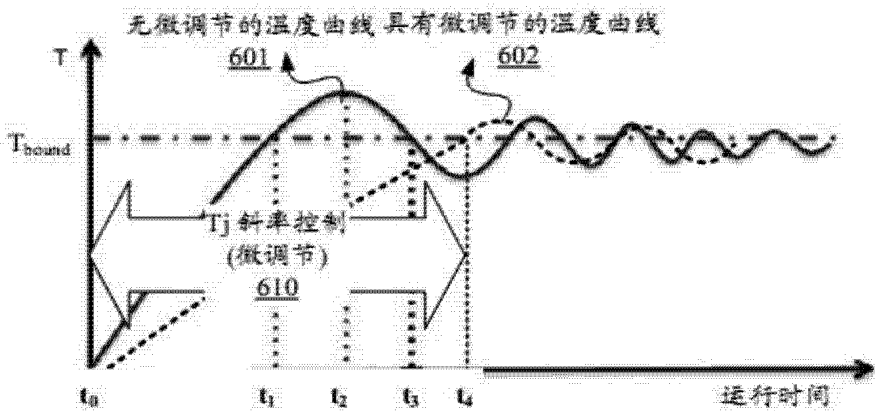


图 6

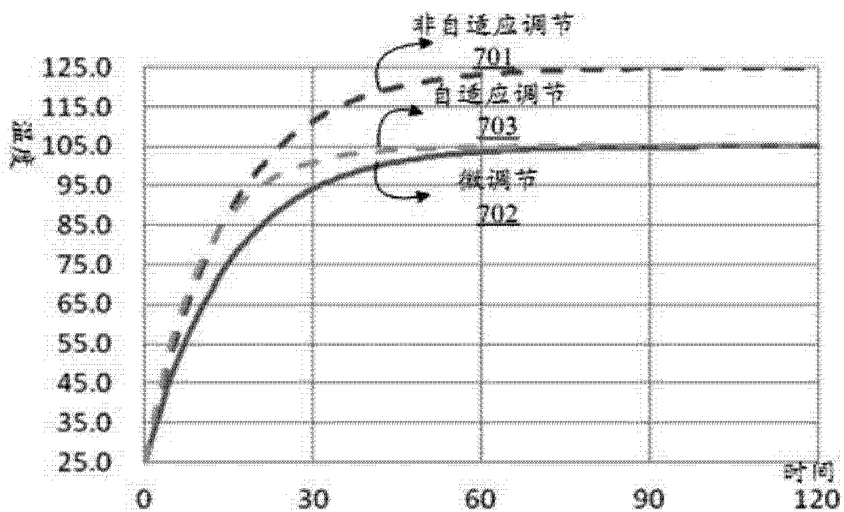


图 7

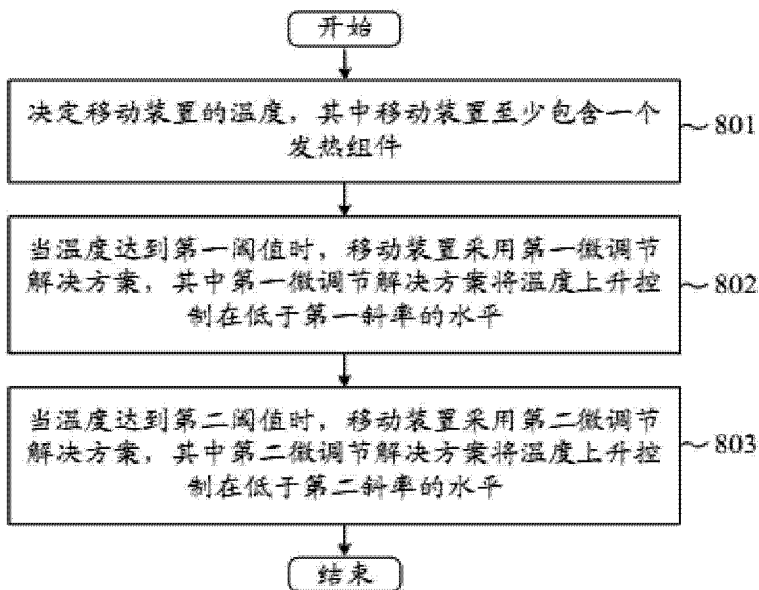


图 8