



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105408699 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 16

(21) 申请号 201480042486. 3

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105

(22) 申请日 2014. 06. 25

代理人 金玉洁

(30) 优先权数据

13/928, 405 2013. 06. 27 US

(51) Int. Cl.

F24J 2/00(2014. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2016. 01. 27

F24J 2/40(2006. 01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/044156 2014. 06. 25

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/210201 EN 2014. 12. 31

(71) 申请人 谷歌技术控股有限责任公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 K. K. 贝拉姆康达 M. B. 鲍尔斯

P. B. 克罗斯比 B. L. 罗伯逊

M. S. 塞姆贝

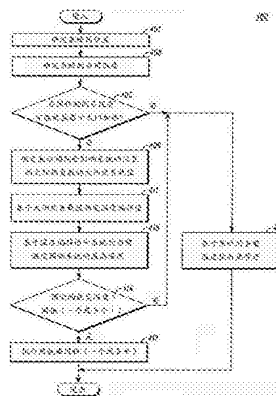
权利要求书4页 说明书15页 附图3页

(54) 发明名称

电子系统和用于在其中考虑到太阳热负载的热管理的方法

(57) 摘要

一种电子系统在其操作期间通过能动地考虑到预期的太阳热负载来执行热管理。根据一个实施例,电子系统确定其位置和预期会影响其位置的太阳热负载值。系统还基于太阳热负载值确定温度偏移值并基于温度偏移值和系统的当时当前温度(例如,可由一个或多个温度传感器确定)预测系统的将来温度。电子系统将预测的温度与至少一个阈值进行比较并在预测的温度超过阈值中的一个或多个的情况下执行热减缓过程。根据电子系统是可移置的另一个实施例中,确定的太阳热负载值可以包括对于系统的预期行进路线的太阳热负载分布。



1. 一种用于电子系统中的热管理的方法,所述方法包括:
 - 确定电子系统的位置;
 - 确定表示预期会影响电子系统的位置的太阳热负载的太阳热负载值;
 - 基于太阳热负载值确定温度偏移值;
 - 基于温度偏移值和电子系统的当时当前温度预测电子系统的将来温度以产生预测的温度;
 - 将预测的温度与至少一个阈值进行比较;以及
 - 在预测的温度超过所述至少一个阈值的情况下执行热减缓过程。
2. 根据权利要求 1 所述的方法,还包括:
 - 确定电子系统在操作期间是否有可能暴露于太阳加热;
 - 其中,仅在确定电子系统在操作期间有可能暴露于太阳加热之后才确定太阳热负载值。
3. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,比较和执行的步骤包括:
 - 将预测的温度与多个阈值中的第一阈值进行比较;
 - 在预测的温度超过第一阈值的情况下执行第一热减缓过程;
 - 在预测的温度不超过第一阈值的情况下将预测的温度与多个阈值中的第二阈值进行比较,其中第二阈值比第一阈值低;以及
 - 在预测的温度在第一阈值与第二阈值之间的情况下执行第二热减缓过程,其中与第一热减缓过程相比,第二热减缓过程涉及更少的热减缓。
4. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,执行热减缓过程包括以下各项中的至少一者:降低电子系统的应用处理器的最高工作频率、降低电子系统的显示器的刷新速率、降低上传数据速率、降低下载数据速率、降低显示器的亮度、降低电池充电速率、发起电子系统的主动制冷、降低平均调制解调器发射器功率、关闭低优先级应用、降低图形处理单元的频率以及增加后台进程和应用的唤醒间隔。
5. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,预测电子系统的将来温度包括:
 - 将温度偏移值和电子系统的当时当前温度求和以产生预测的温度。
6. 根据权利要求 1 所述的方法,还包括:
 - 在电子系统的操作期间接收来自一个或多个温度传感器的输出;
 - 确定与来自一个或多个温度传感器的输出相对应的一个或多个温度以产生一个或多个感测温度;以及
 - 从所述一个或多个感测温度选择最高温度作为电子系统的当时当前温度。
7. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,确定电子系统的位置包括:
 - 基于电子系统的当时当前位置和电子系统的目的位置确定电子系统的预期行进路线。
8. 根据权利要求 7 所述的方法,其中,确定太阳热负载值包括:
 - 估计对于预期行进路线中的至少一部分的太阳热负载分布。
9. 根据权利要求 8 所述的方法,其中,执行热减缓过程包括:
 - 估计电子系统沿着预期行进路线的行进速度;
 - 基于太阳热负载分布和行进速度估计预测的温度将出现的时间;以及
 - 在预测的温度预期会出现的时间之前执行一个或多个功能。

10. 根据权利要求 8 所述的方法,其中,预期行进路线包括多个路线段,并且其中,估计对于预期行进路线中的至少一部分的太阳热负载分布包括:

估计对于所述多个路线段中的每个路线段的太阳热负载。

11. 根据权利要求 7 所述的方法,其中,电子系统包括显示器,并且其中,执行热减缓过程包括:

确定从当时当前位置到目的位置的可替换行进路线,其中,与预期行进路线相比,可替换行进路线预期遭受更少的太阳加热;以及

将可替换行进路线显示在电子系统的显示器上。

12. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,执行热减缓过程包括:

估计预测的温度将出现的时间;以及

加速一个或多个功能的执行以在预测的温度预期会出现的时间之前执行所述一个或多个功能。

13. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,电子系统在其操作期间执行至少一个应用,并且其中,执行热减缓过程包括:

响应于确定预测的温度超过至少一个阈值而将通知传送到至少一个应用,所述通知向至少一个应用通告电子系统要采取的即将进行的热减缓动作。

14. 一种用于便携式电子设备中的热管理的方法,所述方法包括:

确定便携式电子设备的当时当前位置;

基于当时当前位置和目的位置确定便携式电子设备的预期行进路线;

估计对于预期行进路线中的至少一部分的太阳热负载分布;

基于太阳热负载分布确定温度偏移值;

基于温度偏移值和便携式电子设备的当时当前温度预测便携式电子设备的将来温度以产生预测的温度;

将预测的温度与至少一个阈值进行比较;以及

在预测的温度超过所述至少一个阈值的情况下执行热减缓过程。

15. 根据权利要求 14 所述的方法,其中,比较和执行的步骤包括:

将预测的温度与多个阈值中的第一阈值进行比较;

在预测的温度超过第一阈值的情况下执行第一热减缓过程;

在预测的温度不超过第一阈值的情况下将预测的温度与多个阈值中的第二阈值进行比较,其中第二阈值比第一阈值低;以及

在预测的温度在第一阈值与第二阈值之间的情况下执行第二热减缓过程,其中与第一热减缓过程相比,第二热减缓过程涉及更少的热减缓。

16. 根据权利要求 14 所述的方法,其中,执行热减缓过程包括以下各项中的至少一者:降低便携式电子设备的应用处理器的最高频率、降低便携式电子设备的显示器的刷新速率、降低上传数据速率、降低下载数据速率、降低显示器的亮度、降低电池充电速率、发起电子系统的主动制冷、降低平均调制解调器发射器功率、关闭低优先级应用、降低图形处理单元的频率以及增加后台进程和应用的唤醒间隔。

17. 根据权利要求 14 所述的方法,还包括:

在便携式电子设备的操作期间接收来自一个或多个温度传感器的输出;

确定与来自一个或多个温度传感器的输出相对应的一个或多个温度以产生一个或多个感测温度；以及

从一个或多个感测温度选择最高温度作为便携式电子设备的当时当前温度。

18. 根据权利要求 14 所述的方法，其中，执行热减缓过程包括：

估计便携式电子设备沿着预期行进路线中的至少一部分的行进速度；

基于太阳热负载分布和行进速度估计预测的温度将出现的时间；以及

在预测的温度预期会出现的时间之前执行一个或多个功能。

19. 根据权利要求 14 所述的方法，其中，便携式电子设备包括显示器，并且其中，执行热减缓过程包括：

确定从当时当前位置到目的位置的可替换行进路线，其中，与预期行进路线相比，可替换行进路线预期遭受更少的太阳加热；以及

将可替换行进路线显示在便携式电子设备的显示器上。

20. 一种电子系统，包括：

至少一个温度传感器，产生表示一个或多个感测温度的至少一个输出；以及

处理子系统，可操作地耦接到至少一个温度传感器并且根据存储的操作指令可操作来：

确定电子系统的位置；

确定表示预期会影响电子系统的位置的太阳热负载的太阳热负载值；

基于太阳热负载值确定温度偏移值；

接收来自至少一个温度传感器的至少一个输出；

基于来自至少一个温度传感器的至少一个输出确定一个或多个温度以产生至少一个感测温度；

基于温度偏移值和至少一个感测温度预测电子系统的温度以产生预测的温度；

将预测的温度与至少一个阈值进行比较；以及

在预测的温度超过所述至少一个阈值的情况下对于电子系统执行热减缓过程。

21. 根据权利要求 20 所述的电子系统，其中，处理子系统还根据存储的操作指令可操作来通过以下方式确定电子系统的位置：

基于电子系统的当时当前位置和电子系统的目的位置确定电子系统的预期行进路线。

22. 根据权利要求 21 所述的电子系统，还包括：

显示器，可操作地耦接到处理子系统；

其中，处理子系统还根据存储的操作指令可操作来通过以下方式执行热减缓过程：

确定从当时当前位置到目的位置的可替换行进路线，其中，与预期行进路线相比，可替换行进路线预期遭受更少的太阳加热；以及

将可替换行进路线显示在显示器上。

23. 根据权利要求 20 所述的电子系统，其中，处理子系统还根据存储的操作指令可操作来通过以下方式将预测的温度与至少一个阈值进行比较并执行热减缓过程：

将预测的温度与多个阈值中的第一阈值进行比较；

在预测的温度超过第一阈值的情况下对于电子系统执行第一热减缓过程；

在预测的温度不超过第一阈值的情况下将预测的温度与多个阈值中的第二阈值进行

比较,其中第二阈值比第一阈值低;以及

在预测的温度在第一阈值与第二阈值之间的情况下对于电子系统执行第二热减缓过程,其中与第一热减缓过程相比,第二热减缓过程涉及更少的热减缓。

24. 根据权利要求 20 所述的电子系统,还包括:

存储器,可操作来存储温度偏移值-太阳热负载值的查找表;

其中,处理子系统可操作来通过基于太阳热负载值从查找表检索温度偏移值以基于太阳热负载值确定温度偏移值。

25. 根据权利要求 20 所述的电子系统,其中,处理子系统还根据存储的操作指令可操作来通过以下方式执行热减缓过程:

估计预测的温度将出现的时间;以及

加速一个或多个功能的执行以在预测的温度预期会出现的时间之前执行所述一个或多个功能。

26. 根据权利要求 20 所述的电子系统,其中,电子系统在其操作期间执行至少一个应用,并且其中,处理子系统还根据存储的操作指令可操作来通过以下方式执行热减缓过程:

响应于确定预测的温度超过至少一个阈值而将通知传送到至少一个应用,所述通知向至少一个应用通告处理子系统要采取的即将进行的热减缓动作。

27. 一种电子系统,包括:

至少一个温度传感器,产生表示一个或多个感测温度的至少一个输出;

位置确定模块,可操作来确定电子系统的位置;

太阳热负载估计模块,可操作来确定表示预期会影响电子系统的位置的太阳热负载的太阳热负载值并基于太阳热负载值确定温度偏移值;以及

热管理模块,可操作地耦接到至少一个温度传感器和太阳热负载估计模块,热管理模块可操作来:

接收来自至少一个温度传感器的至少一个输出;

基于来自至少一个温度传感器的至少一个输出确定一个或多个温度以产生至少一个感测温度;

基于温度偏移值和至少一个感测温度预测电子系统的温度以产生预测的温度;

将预测的温度与至少一个阈值进行比较;以及

在预测的温度超过所述至少一个阈值的情况下对于电子系统执行热减缓过程。

电子系统和用于在其中考虑到太阳热负载的热管理的方法

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及对电子系统的热管理,并且更具体地,涉及电子系统和在电子系统中使用的考虑到太阳热负载的热管理方法。

背景技术

[0002] 诸如智能电话、平板计算机、多媒体设备、机动载具的移动式和便携式电子系统以及各种其他移动式和便携式的基于处理器的系统利用在过热情况下可能响应或执行较差或者甚至变得危险的部件。例如,当前用于许多类型的移动式和便携式电子系统中的基于锂的电池在暴露于高温时(不管是自身变热还是自生变热和其他系统部件变热的组合的结果)可能会发生故障、点燃或者甚至爆炸。另外,处理器和其他电路部件在暴露于过高温时可能会发生故障或不充分发挥功能。

[0003] 归因于由于电子系统内的过热而可能出现的不合需要的结果,这样的系统一般包括监测系统内的温度并在检测到不合需要的温度之后执行热减缓过程的热管理或保护电路。热管理电路一般包括具有随着温度而改变的电阻的一个或多个热敏电阻。热敏电阻的电阻的温度变化性质产生温度变化的输出电压,其可以通过处理器基于热敏电阻的电压-温度关系而被转换为估计的温度。尽管对热敏电阻的使用辅助了热管理,但是这样的部件本质上是反应式的,从而导致了反应式的热管理系统。反应式的热管理方案的弊端在于一旦检测到不合需要的温度,就会迅速进行激进的热减缓过程。这样的过程可能具有不期望的后果,例如阻止了对输入数据的接收或紧急信息的传输。

[0004] 导致电子系统变热的一个外部因素是围绕电子系统的环境温度的上升。环境温度可能例如由于太阳加热的原因而自然上升,或者,可能例如由于使用邻近电子系统的其他发热设备或系统(例如,其他电子系统或加热、通风和空调(HVAC)系统)而机械上升。太阳加热在电子系统或其环境直接暴露于太阳辐射的情况下是特别重要的外部加热因素。例如,在电子系统是直接暴露于太阳辐射的便携式电子设备的情况下,环境温度上升可能包括对环境空气的加热以及由于对太阳能的吸收而导致的对电子设备的外壳的加热。

[0005] 图1中示意了暴露于太阳加热的电子系统的一个例子。在该例子中,电子系统101(在该情形中为智能电话)定位于紧固到汽车的仪表板105的坞站103中。电子系统101通过汽车挡风玻璃107直接暴露于太阳辐射(并且因此直接暴露于太阳加热)。取决于一天中的时间、一年中的时间、汽车的地理位置、天空中的云量、仪表板105和/或电子系统的外壳的颜色以及其他因素,施加给电子系统101的太阳热负载单独或者与和系统操作相关的加热组合地对于激活电子系统101内的热减缓过程来说可能是足够的。然而,由于这样的减缓程序是反应式的并且在激活后往往是激进的,因此它们可能会导致电子系统性能的不期望的、快速的下降。

附图说明

[0006] 图1示意了定位于坞站中的现有技术电子系统,该电子系统由于坞站放置在汽车

的仪表板上而经受太阳加热。

[0007] 图 2 是根据本发明的第一示例性实施例的考虑到太阳热负载来执行热管理的电子系统的电气框图。

[0008] 图 3 是根据本发明的第二示例性实施例的考虑到太阳热负载来提供热管理的电子系统的电气框图。

[0009] 图 4 是根据本发明的示例性实施例的由电子系统通过能动地考虑到太阳热负载执行热管理所执行的步骤的逻辑流程图。

[0010] 熟练技工将了解,图中的元件是出于简便和清楚的目的进行示意的并且并不一定按照比例绘制。例如,图中一些元件的尺寸可以被单独地或者相对于其他元件夸大,或者元件可以以框图形式示出以有助于改善对本发明的各种示例性实施例的理解。

具体实施方式

[0011] 总体上,本发明涵盖电子系统和在电子系统中使用的考虑到太阳热负载的热管理方法。电子系统可以是便携式或可移置电子设备(例如,蜂窝电话、智能电话、便携式媒体播放器、平板计算机、膝上型计算机、个人数字助理、手持式或便携式游戏设备、相机、摄录机、手持式 GPS 单元、无线耳机或头戴式受话器或者便携式健康监测设备)或者利用电池作为主要或者辅助电力的移动电子系统(例如,电动载具、混合式电动载具、飞机或者其他航空系统、或船只或其他水上载具中的一个或多个系统)。

[0012] 根据本发明的一个示例性实施例,电子系统包括一个或多个温度传感器和可操作地耦接到温度传感器的处理子系统。每个温度传感器产生表示感测温度的输出。例如,在电子系统是智能电话的情况下,电子系统可以包括邻近电池(例如,在电池组中)、功率放大器(例如,在印刷电路板上和/或在放大器的晶体管裸片内)或内置相机地定位以及适当时位于其他位置的温度传感器。在其他电子系统中,可以将温度传感器包括并定位成监测特定电子系统内的临界温度。可以将传感器输出直接或间接(例如,通过一个或多个其他部件)耦接到处理子系统。

[0013] 可以包括一个或多个处理器的处理子系统根据存储的操作指令进行操作以尤其是执行与电子系统的热管理相关的多种功能。根据一个示例性实施例,用于控制处理子系统以实施本发明的各种特征的存储的操作指令可以称为“热管理进程(thermal management process)”。根据热管理进程的一个示例性实施例,处理子系统确定电子系统的位置、表示预期会影响电子系统的位置的太阳热负载的太阳热负载值以及基于太阳热负载值的温度偏移值。另外,处理子系统接收来自每个温度传感器的输出(例如,模拟电压或其数字表示),并且基于接收到的输出确定感测温度(例如,通过参照存储在处理子系统中或存储在电子系统的存储器中的温度-电压的查找表)。然后,处理子系统基于温度偏移值和一个或多个感测温度预测电子系统的将来温度。例如,处理子系统可以将基于太阳负载的温度偏移值和最高的感测温度求和以获得电子系统的预测的温度。在已经预测电子系统的将来温度之后,处理子系统将预测的温度与一个或多个阈值进行比较,并且在预测的温度超过阈值的情况下执行对于电子系统的热减缓过程。

[0014] 在可替换实施例中,处理子系统可以包括基于预测的太阳热负载执行与提供热管理相关的功能的软件(包括固件和/或中间件)和/或硬件模块。在这样的情形中,电子

系统可以尤其包括至少一个温度传感器、位置确定模块、太阳热负载估计模块以及热管理模块。在该实施例中,每个温度传感器产生表示感测温度的输出,并且位置确定模块可操作来确定电子系统的位置。太阳热负载估计模块可操作来确定表示预期会影响电子系统的位置的太阳热负载的太阳热负载值,并基于太阳热负载值确定温度偏移值。可操作地(例如,直接地、间接地和/或逻辑地)耦接到(一个或多个)温度传感器和太阳热负载估计模块的热管理模块可操作来接收来自(一个或多个)温度传感器的输出、基于每个温度传感器输出确定感测温度、基于由太阳热负载估计模块确定的温度偏移值和一个或多个感测温度预测电子系统的将来温度、将预测的温度与一个或多个阈值进行比较以及在预测的温度超过阈值中的一个或多个的情况下执行对于电子系统的热减缓过程。

[0015] 在另一实施例中并且在确定太阳热负载值之前,处理子系统确定电子系统是否有可能在其操作期间被暴露于太阳加热。如果电子系统有可能在其操作期间暴露于太阳加热,则处理子系统确定太阳热负载值。换言之,在该实施例中,仅在处理子系统确定电子系统有可能在其操作期间被暴露于太阳加热之后对太阳负载值的确定才出现。对电子系统是否有可能在操作期间被暴露于太阳加热的确定可以基于多种因素,包括一天中的时间、一年中的时间、电子系统的位置(包括电子系统是否安装在载具窗架置或者仪表板架置的坞站中)和/或在这样的位置的预期的太阳通量强度。

[0016] 在另一实施例中,处理子系统可以通过基于电子系统的当时当前(then-current)位置和电子系统的目的位置确定电子系统的预期行进路线来确定电子系统的位置。例如,处理子系统可以从本地或远程执行的导航应用接收输出数据以基于由电子系统的用户输入的当前和目的位置输入确定预期行进路线。另外,在电子系统包括可操作地耦接到处理子系统的显示器的情况下,处理子系统可以通过确定并在显示器上显示与预期行进路线相比预期遭受更少太阳加热的可替换行进路线来执行热减缓过程。例如,使用从本地或远程可访问的太阳通量估计应用生成或者检索的数据并控制本地或远程执行的导航程序的执行,处理子系统可以确定相比于预期行进路线将遭受更少的太阳加热的一个或多个行进路线。然后,处理子系统可以在显示器上显示所述路线供电子系统的用户使用。所显示的一个可替换路线或多个可替换路线可以可选地识别优选路线或使用视觉指示(例如,色码或其他标记)来识别所确定的可替换路线的预期的太阳加热等级。

[0017] 在确定预期行进路线的另外的实施例中,电子系统可以确定对于预期行进路线中的至少一部分的太阳热负载分布。例如,电子系统可以将预期行进路线分成两个或更多个路线段并对一些或所有路线段估计太阳热负载以创建太阳热负载分布。取决于特定的预期行进路线和其他因素,可以基于距离或时间确定每个路线段。例如,在预期行进路线是相对较短的距离但电子系统确定在该距离上其用户将手持该系统的情况下,每个路线段可以基于时间。可替换地,在电子系统确定预期行进路线比一般可以通过步行行进的距离长和/或电子系统安装在载具的坞站中的情况下,可以基于距离确定每个路线段。

[0018] 在另外的实施例中,电子系统可以包括可操作来存储温度偏移值-太阳热负载值的查找表的存储器。查找表可以基于确立特定电子系统内的温度响应于被传输的太阳通量上升(如果上升了的话)多少的实验室测试数据、经验的现场数据或数值模拟数据而预存在存储器中。在该实施例中,在处理子系统确定对于预期的太阳热负载的太阳热负载值之后,处理子系统可以通过从查找表读取或检索对应的温度偏移值或从查找表内推对应的温

度偏移值（例如，在确定的太阳热负载值驻留在两个存储的太阳热负载值之间的情况下）来确定对应的温度偏移值。在另外的实施例中，存储在查找表中的每个温度偏移值可以与某一范围的太阳热负载值相关联，而不是与单个太阳热负载值相关联。在这样的情形中，处理子系统可以通过选择与包含确定的太阳热负载值的太阳热负载值范围相对应的存储的温度偏移值来确定温度偏移值。

[0019] 在又一另外的实施例中，处理子系统可以将预测的温度与一系列阈值进行比较并执行热减缓过程，所述热减缓过程与预测的温度如何与阈值相关相适应。例如，处理子系统可以将预测的温度与和第一热减缓过程相对应的第一阈值进行比较。如果预测的温度超过第一阈值，则处理子系统可以执行第一热减缓过程。在一个实施例中，第一阈值可以是对于电子系统的最高可容许温度并且第一热减缓过程可以是最激进的减缓过程。例如，第一减缓过程可以包括降低电子系统的应用处理器的最高工作频率、降低电子系统的显示器的刷新速率、降低上传数据速率、降低下载数据速率和 / 或降低显示器的亮度。另外，如果预测的温度不超过第一阈值，则处理子系统可以将预测的温度与和第二、较不激进的热减缓过程相对应的第二阈值进行比较。在该情形中，如果预测的温度在第一阈值与第二阈值之间，则处理子系统可以执行第二热减缓过程。可以在必要时确立额外的阈值以可选地创建渐进式的热减缓方案来能动并且逐渐地减少电子系统的功能，从而使对于用户的影响最小化且同时维持系统的可接受工作温度。

[0020] 在另外的实施例中，处理子系统可以在重复的基础上（例如，周期地、算法化地或在某些触发的出现之后）预测电子系统的温度，以便可以随着时间的推移更改或停止热减缓过程。对电子系统温度的重复预测使得预测能够考虑到电子系统当时当前的温度和 / 或位置以改善预测功效。

[0021] 在电子系统确定其预期行进路线的另外的实施例中，电子系统可以估计沿预期的路线行进的速度，基于对于该路线的太阳热负载分布和估计的行进速度估计预测的温度将出现的时间，并在预测的温度预期会出现的时间之前执行一个或多个功能。例如，如果基于对于路线的太阳热负载分布和估计的行进速度，预期在特定量的时间（例如，15 分钟或者任意其他时长）内电子系统将达到高于热减缓阈值的温度，则电子系统可以采取抢先措施以在该特定量的时间期满之前执行有可能导致较过量的发热的功能。有可能导致较过量的发热的功能例如可以包括需要大量处理的功能或使用系统的一个或多个收发器（调制解调器）的功能（例如，数据传输或下载）。

[0022] 在又一另外的实施例中，由处理子系统执行的热管理进程可以在热管理进程预测电子系统的温度将超过减缓阈值的情况下向由处理子系统执行的其他应用提供通知服务。在这样的情形中，其他应用可以在逻辑上订阅热管理进程并在处理子系统执行任何或某些热管理动作之前从热管理进程接收热减缓通知。例如，热管理进程可以在其已经预测任何热减缓过程将会出现之后将通知发送给订阅的应用或者可以仅在与热减缓相关的某些活动将会出现（例如，降低应用处理器的频率或速度）时发送通知。所述通知可以指示直到热减缓活动将开始之前的时间量，以给订阅的应用提供要采取预防性措施的一个持续时间段，所述采取预防性措施例如保存数据、完成传输、警示用户等等。

[0023] 通过应对预期会影响电子系统的太阳热负载的影响，本发明提供了一种考虑到了在现有技术的便携式电子系统中一般不应对的发热源的热管理方案。另外，本发明提出的

热管理协议是能动式的并且使得电子系统能够采取抢先动作以便避免热相关的关机或在性能或功能上的热相关的降低之前结束某些动作。此外,通过对多个阈值和多个关联的热减缓过程的选择性使用,本发明促成了随着时间推移系统性能的逐渐降低以便使对于系统用户的影响最小化并且潜在地避免了对较极端的热减缓措施的使用。最后,通过向在电子系统中运行的其他应用可选地提供将要到来的热减缓的通知,本发明允许这样的应用在热减缓过程之前采取预防性动作。结果,本发明提供了一种用于暴露于太阳辐射的电子系统的改善的热管理方案。

[0024] 参考图 2-4 可以更容易地理解本发明的实施例,其中相同的参考标号指代相同的项目。图 2 示意了根据本发明的第一示例性实施例的考虑到太阳热负载来执行热管理的电子系统 200 的电气框图。电子系统 200 尤其包括处理子系统 201、存储器 203 以及一个或多个温度传感器 205。取决于电子系统 200 的特定实施方式和功能,系统 200 还可以包括太阳传感器 207、显示器 209、图形处理单元 (GPU) 211、用户接口 213、应用处理器 215、控制对可再充电电池 (未示出) 的充电的电力管理电路 217、无线调制解调器 221 以及天线系统 223。用来实施电子系统 200 的其余部分的各种部件取决于系统 200 的类型并且对于本发明的理解来说并不关键。

[0025] 处理子系统 201 可以包括一个或多个微处理器、一个或多个微控制器、一个或多个数字信号处理器 (DPS)、一个或多个状态机、逻辑电路或基于存储在存储器 203 中的操作或编程指令 225 处理信息的任何其他设备或设备的组合。本领域普通技术人员将理解,处理子系统 201 可以使用可能被要求处理本发明的处理要求和电子系统 200 的各种其他包括的功能的多个处理器实施。本领域普通技术人员还将意识到,当处理子系统 201 具有由状态机或逻辑电路执行的其一个或多个功能时,包含相应的操作指令 225 的存储器可以嵌入在状态机或逻辑电路内,而不是在处理子系统 201 之外,像图 2 中示意的电子系统的内部存储器 203 那样。

[0026] 存储器 203 根据本发明的实施例可以存储多种信息,包括:处理子系统 201 用以实施本发明的特征的操作指令 225、源于温度传感器 205 感测的温度的感测温度值 227、温度偏移值查找表 229 及一个或多个热减缓过程 231。存储器 203 还可以可选地存储在电子系统 200 的操作期间由处理子系统 201 或电子系统 200 的其他处理器执行的其他应用 (未示出)。

[0027] 温度偏移值查找表 229 可以在制造电子系统 200 期间或者在销售或服务激活的时间点被加载到存储器 203 中并且在电子系统 200 的操作期间识别响应于由处理子系统 201 确定的预期的太阳热负载值而要被使用的温度偏移值。每个温度偏移值可以在用于特定电子系统 200 的实验室环境中确定并且表示要与由电子系统 200 感测或测量的温度求和的温度量,电子系统 200 基于预期会影响电子系统 200 的位置的相关联的太阳热负载量 (太阳通量) 来感测或测量所述温度。这样,存储在温度偏移值查找表 229 中的太阳热负载值表示由于相关联的太阳热负载的原因而导致的电子系统 200 上或电子系统 200 内预期的温度上升。存储在温度偏移值查找表 229 中的每个温度偏移值可以与特定的太阳热负载值相对应或者每个温度偏移值可以与某一范围的太阳热负载值相对应。

[0028] 存储的热减缓过程 231 包括用于致使处理子系统 201 调节电子系统 200 的功能以减少系统 200 产生的热量的指令。根据本发明,一个或多个热减缓过程 231 可以存储在存

存储器 203 中,以供处理子系统 201 执行。例如,根据本发明的一个实施例,三个热减缓过程 231 可以存储在存储器 203 中并且程序 231 中的任一个可以在电子系统 200 的预测温度落入相关联的温度范围内时被触发以供执行。本领域普通技术人员将容易意识到并理解,可以在存储器 203 中存储任意数量的热减缓过程以满足特定电子系统 200 的热管理需求。

[0029] 存储器 203 可以如图 2 中所描绘地与处理子系统 201 分离或者可以如上面所讨论地集成到处理子系统 201 中。存储器 203 可以包括随机存取存储器 (RAM)、只读存储器 (ROM)、闪存式存储器、电可擦可编程只读存储器 (EEPROM) 和 / 或本领域内熟知的各种其他形式的存储器。本领域普通技术人员将理解,各种存储器部件每种都可以是整体或集聚的系统存储器 203 中位置分离的存储器区域的群组,并且系统存储器 203 可以包括一个或多个单独的存储器元件。

[0030] 每个温度传感器 205 可以包括热敏电阻或基于温度在电特性(例如,输出电压)上展现可预测的改变的任何其他电气电路设备。温度传感器 305 可以包括诸如电阻器、热电偶、红外传感器、二极管和 / 或晶体管之类的其他部件,因为可能需要它们来产生期望范围的依赖于温度的输出(例如,输出电压)以供处理子系统 201 进行感测或检测。处理子系统 201 可以参考存储在存储器 203 中的传感器查找表(未示出)以基于从温度传感器 205 接收的输出确定感测温度。传感器查找表实质上以离散的形式表示温度传感器 205 的依赖于温度的部件(例如,热敏电阻)的温度-电压曲线。电子系统 200 可以包括一个或多个温度传感器 205,温度传感器 205 的数量基于电子系统 200 的设计和临界温度要求来选择。在电子系统 200 是智能电话的一个实施例中,电子系统 200 可以包括三个或更多个温度传感器 205,其中一个温度传感器 205 位于智能电话的电池(例如,电池组中)附近,另一个温度传感器 205 位于调制解调器 221 的发射器部分中的功率放大器附近,并且第三个温度传感器 205 位于智能电话的内部相机附近。本领域普通技术人员将容易意识到并理解,前述示例性智能电话的实施例中温度传感器的位置仅仅是示意性的并且温度传感器 205 的定位和数量可以变化以满足特定电子系统 200 的热管理需要。

[0031] 当包括太阳传感器时,太阳传感器 207 可以是检测太阳通量的不同等级的常规、微型太阳传感器。太阳传感器 207 的输出可以直接地或通过模数转换器 (ADC) 提供至处理子系统 201。可选的太阳传感器 207 可以用于使得处理子系统 201 能够确定电子系统 200 处于经受太阳热负载的位置并且因此需要本发明的热管理进程。换言之,太阳传感器 207 的输出可以用作执行本发明的热管理进程的触发。例如,处理子系统 201 可以不确定太阳热负载对于电子系统 200 的影响直到太阳传感器 207 检测到阈值等级的太阳通量(例如, $300\text{W}/\text{m}^2$) 为止。

[0032] 当包括显示器时,显示器 209 可以是任何常规或将来研发的显示器,例如,液晶显示器 (LCD)、等离子体显示器、发光二极管 (LED) 显示器、有机 LED (OLED) 显示器或者任何其他显示器技术。显示器 209 包括显示屏和合适的常规驱动器,并且可以可选地包括用于按照处理子系统 201 的指示照明显示屏的各个部分(例如,像素)的 GPU 211。可替换地,如图 2 中所示意的,GPU 211 可以与显示器 209 分离(例如,与包含显示器驱动器的集成电路 (IC) 分离的 IC)。GPU 211 可以是用于执行图形处理的任何常规 IC。

[0033] 当包括用户接口时,用户接口 213 可以是任何常规的用户接口或者常规用户接口部件的组合。例如,用户接口 213 可以包括摇杆键 (rocker key)、按钮、小键盘、键盘、滚

轮、拇指旋轮、一个或多个麦克风和相关联的语音转换 / 处理软件、一个或多个扬声器、触摸板、结合到显示器 209 的显示屏中的触摸屏和 / 或任何其他目前已知或将来研发的用户接口技术。

[0034] 应用处理器 215 是常规处理器或配置用于执行存储在电子系统 200 中的或由电子系统 200 获得的各种操作系统特定的应用的处理器组。例如,在电子系统 200 是运行安卓 (Andriod) 操作系统的智能电话的情况下,应用处理器 215 可以负责执行操作系统和在其中运行的应用。然而,正常情况下执行智能电话的其他功能(例如,无线通信功能或者智能电话内的协调功能)可以不牵涉应用处理器 215,尽管由应用处理器 215 执行的应用可能需要使用由其他系统处理器(例如,智能电话的主中央处理器和基带无线芯片组)提供的无线通信功能和协调。

[0035] 在可再充电电池向电子系统 200 提供电力时,可选的电力管理电路 217 可以控制对这样的电池的充电。如本领域内熟知的,电力管理电路可以被实施为功率管理 IC(PMIC)。

[0036] 在电子系统 200 能够进行无线通信的情况下可以包括无线调制解调器 221 和天线系统 223。无线调制解调器 221 在本文中一般用于指代用于向电子系统 200 提供所有无线通信功能的调制解调器和收发器。因此,如本文中使用的,无线调制解调器 221 可以包括一个或多个广域无线调制解调器(例如,诸如用于接入蜂窝或卫星通信系统)和 / 或一个或多个短程无线调制解调器(例如,诸如用于接入短程通信网络,包括 Wi-Fi、蓝牙、紫蜂、Wi-Lan 和其他短程网络)。如本领域内熟知的,天线系统 223 可以是主动式的或被动式的并且适应无线调制解调器 221 的无线通信功能。

[0037] 图 3 是电子系统 300 的电气框图,电子系统 300 是图 2 的电子系统 200 的可替换配置。具体地,图 3 示意了可以用于实施电子系统的处理子系统 301 的热管理特征的各种硬件和软件(包括中间件和固件)模块。所述硬件和软件模块包括位置确定模块 303、太阳热负载估计模块 305 和热管理模块 307。位置确定模块 303 可以被实施为全球定位系统(GPS)接收器芯片组、相关联的天线、存储器和配置为从 GPS 卫星接收定位数据并使用三边测量将接收的数据转换成位置的软件。由位置确定模块 303 确定的位置可以用经度和纬度表达或者在存储器 203 存储根据其可从接收的定位数据确定地址的地图数据的情况下表达成物理地址。可替换地,位置确定模块 303 可以被实施为 GPS 接收器和如下软件程序:该软件程序经由调制解调器 309(其可以是无线调制解调器)访问经度和纬度数据并将经度和纬度数据提供至位置确定程序(例如,Google Maps 或 Google Now)以便获得电子系统的当前位置。

[0038] 太阳热负载估计模块 305 可以被实施为经由调制解调器 309(其可以是无线调制解调器)访问一个或多个远程存储的数据库的软件模块或者确定和 / 或估计在地球表面上位置的太阳通量的当时当前和将来等级的应用。一个这样的提供美国和北美的其他区域的太阳通量等级的应用是日光的大气辐射传递的简单模型(Simple Model of the Atmospheric Radiative Transfer of Sunshine(SMARTS)),其可以从美国能源部国家可再生能源实验室(NREL)的网站下载。附加地或可替换地,太阳热负载估计模块 305 可以经由调制解调器 309 访问来自各个位置(例如,国家天气服务或各种私人气象公司,例如美国的天气频道)的天气推送以获得包括地球表面水平太阳负载或通量数据的天气数据,以用于根据本发明估计太阳热负载。响应于估计太阳热负载,太阳热负载估计模块 305 可以配置

为通过从存储在系统存储器 203 中的温度偏移值查找表 229 检索合适的偏移来基于估计的太阳热负载确定温度偏移。

[0039] 热管理模块 307 可以被实施为接收来自系统的温度传感器 205 的输出的处理器的硬件部分并且可以被实施为软件模块。在这样的实施例中,软件模块可以被编程为基于接收到的温度传感器输出来确定感测温度(例如,通过基于温度传感器输出数据从存储在存储器 203 中的一个或多个查找表检索温度值)、将感测温度 227 存储在存储器 203 中、从太阳热负载估计模块接收温度偏移、基于存储的感测温度 227 和温度偏移预测电子系统 300 的温度、将预测的温度与一个或多个阈值进行比较并在预测的温度超过阈值的情况下执行热减缓过程。这样,在该特定的实施例中,热管理模块 307 基于来自一个或多个温度传感器 205 和太阳热负载估计模块 305 的输入实施热减缓过程。在图 2 中示意的处理子系统 201 的实施例中,位置确定模块 303、太阳热负载估计模块和热管理模块 307 的功能由处理子系统 201 执行。

[0040] 参考图 2-4 可以进一步理解根据本发明的示例性实施例的电子系统 200、300 的操作。参考图 4,描绘了根据本发明的示例性实施例的逻辑流程图 400,其示意了由电子系统 200、300 执行以通过能动地考虑到太阳热负载来执行热管理的步骤。逻辑流程步骤可以由电子系统 200、300 的各种部件执行,包括但不限于:处理子系统 201、301(以及其组成硬件和/或软件模块 303-307)、存储器 203、(一个或多个)温度传感器 205 及显示器 209。由处理子系统 201、301 以及其组成软件模块执行的步骤优选地根据存储在存储器 203 中的操作指令 225(例如,一个或多个计算机程序)来执行。

[0041] 根据图 4 的逻辑流程,电子系统 200、300 使用多种常规的位置确定技术中的任意一种或多种确定(401)其位置。对系统位置的确定可以包括对系统的当时当前位置的确定,并且可以可选地包括对目的位置和预期行进路线的确定。例如,在系统 200、300 是包括 GPS 接收器和相关联的处理软件的无线通信设备(例如智能电话、蜂窝电话或平板电脑)的情况下,系统 200、300 可以使用对接收到的 GPS 信号的常规处理来确定其当前位置。可替换地,系统 200、300 或其处理子系统 201、301 和/或位置确定模块 303 可以使用其他常规技术(例如,基于从三个不同的固定蜂窝天线对基站信号的接收的三边测量)估计系统的位置。在系统 200、300 还具有到位置映射或导航应用的接入的情况下,系统 200、300 可以可选地基于到导航应用的用户输入确定其目的位置并且可以可选地基于导航应用的输出确定预期行进路线。电子系统 200、300 可以随着时间的推移重复地(例如,连续地、周期地、响应于触发事件(诸如例如,响应于系统 200、300 在载具坞站中的放置)或在可能期望的这样的其他时间)确定其位置以促成更准确的最高温度预测,这在下文更详细地描述。

[0042] 除了确定其大致地理位置之外,电子系统 200、300 还可以确定与其位置相关的附加细节。例如,电子系统 200、300 可以包括允许系统 200、300 确定其正在被手持还是已经放置在坞站(例如,载具中)中的空间认知特征,例如围绕系统的外围分布的电容性或磁性传感器(其可以与放置在坞站上的电容器或磁体配合工作)、一个或多个接近传感器、一个或多个红外传感器、一个或多个光传感器、加速度计、陀螺仪或者一个或多个温度传感器。这样的与电子系统的位置相关的更精细的细节可以单独使用或者与其他传感器组合使用以确定系统 200、300 在操作期间是否有可能被暴露于太阳加热,这在下文更详细地讨论。

[0043] 除了确定其位置之外,电子系统 200、300 还确定(403)系统 200、300 的当时当前

温度。例如,根据一个示例性实施例,处理子系统 201、301 从定位在电子系统 200、300 内、电子系统 200、300 上和 / 或电子系统 200、300 附近的各个位置的一个或多个温度传感器 205 接收输出 (例如,电压) 并基于针对温度传感器 205 的存储的查找表将所述输出转换为感测温度。感测温度 227 可以存储在存储器 203 中。

[0044] 可以将温度传感器 205 布置为监测关键的系统部件或子系统的温度,所述关键的系统部件或子系统例如可再充电电池子系统、无线发射器子系统或功率放大器、中央处理器子系统和 / 或无线通信设备的内部相机子系统。附加地或可替换地,例如当电子系统 200、300 是可能被暴露于来自太阳或其他源的外部加热的设备时,温度传感器 205 可以监测电子系统 200、300 的外壳的表面温度。本领域普通技术人员将容易意识到并理解,取决于本发明在其中实施的特定电子系统 200、300 的功能和特征,需要温度监测的电子系统 200、300 的子系统 and / 或部件可以与上面列出的那些子系统和 / 或部件不同。电子系统 200、300 可以在定期的基础上 (例如,连续地、周期地、响应于触发事件或在这样的可能期望的其他时间) 确定并存储感测温度 227 以促成更准确的最高温度预测,这在下文更详细地描述。

[0045] 在基于温度传感器输出确定感测温度 227 之后,根据一个实施例,处理子系统 201、301 可以选择感测温度 227 中的最高温度作为电子系统 200、300 的当时当前温度。可替换地,电子系统 200、300 的当前温度可以被确定为从预先选择的温度传感器 205 或者在系统 200、300 仅包括一个温度传感器 205 的情况下从唯一的温度传感器 205 获取的温度。再另外,电子系统 200、300 的当前温度可以被确定为感测温度 227 的平均或加权平均。

[0046] 可以在定期的基础上确定电子系统 200、300 的当前温度以提高系统的预测的将来温度的准确性,这在下文更详细地描述。例如,可以基于以 15 分钟的间隔获取的感测温度 227 来确定系统的当前温度。当然,可以基于多种因素来选择其他更短或更长的时间间隔,所述因素诸如例如特定的电子系统 200、300 的物理大小、系统 200、300 的发热分布、制成系统外壳或坞站的一种或多种材料的类型、最近是否起用过需要较重的处理器负载或对电力的其他大量使用的某些应用或应用和进程的组合 (例如,在应用启动时可能需要较短或较精细的测量时段以便捕获由于应用导致的发热斜率)、测量之间的温度改变是否指示急剧的发热斜率、预期行进路线是否包括许多方向的改变、是否已经从天气报告实体接收到可能快速改变太阳负载的天气警报和 / 或电子系统 200、300 是否处于包括主动制冷的环境中。

[0047] 除了确定位置和当前温度之外,电子系统 200、300 还可以可选地确定 (405) 在操作期间其是否有可能被暴露于太阳加热。例如,根据一个实施例,电子系统 200、300 可以包括定位在电子系统 200、300 的表面上或电子系统 200、300 的表面附近的太阳传感器 207 (或者可选地,光学传感器)。太阳传感器 207 的输出可以是根据传感器 207 检测到的太阳能 (通量) 的等级而不同的电压。可以将电压阈值存储在存储器 203 中并且处理子系统 201、301 可以将该电压阈值与太阳传感器 207 的输出进行比较以确定系统 200、300 是否处于日照环境中。如果太阳传感器输出高于阈值,则处理子系统 201、301 可以确定电子系统 200、300 在操作期间有可能被暴露于太阳加热。例如,所述阈值可以被设置为区分日照环境和产生光的环境。

[0048] 可替换地或附加地,如上面针对确定电子系统的位置所讨论的,电子系统 200、300

可以确定空间认知特征并使用这些特征辅助确定系统 200、300 在使用期间是否有可能被暴露于太阳加热。例如,处理子系统 201、301 可以从空间认知传感器接收指示出电子系统 200、300 是正在被用户持有还是已经被放置在载具坞站中的信号。在这样的情形中,处理子系统 201、301 可以单独使用这样的指示或者将这样的指示与来自太阳传感器 207 的输出一起使用来确定系统 200、300 有可能在经受太阳加热的环境中被使用。

[0049] 在电子系统 200、300 被配置为确定其相对于太阳加热的可能的暴露但处理子系统 201、301 确定太阳加热暴露并不可能的情况下,电子系统 200、300 可以仅基于根据常规热管理技术由温度传感器 205 感测的其当时当前温度来执行 (407) 热管理。换言之,如果电子系统 200、300 被配置为使用系统有可能暴露于太阳加热作为用于执行太阳负载对于热管理的影响的进一步评估的触发,则当太阳加热暴露是不可能时,电子系统 200、300 继续进行常规热管理技术。通过将基于太阳热负载的热管理分析的执行限制到太阳热负载影响最有可能的这些时间,这样的方案将节约处理子系统 201、301 的处理资源。

[0050] 相比之下,如果电子系统 200、300 被配置为确定其相对于太阳加热的可能的暴露并且处理子系统 201、301 确定太阳加热暴露是有可能的,或者在所有情形中电子系统 200、300 都被配置为确定太阳热负载对于热管理的影响(如果有的话),则电子系统 200、300 基于所确定的系统 200、300 的位置确定 (409) 太阳热负载值。太阳热负载值表示预期会影响系统的位置的太阳热负载。在一个示例性实施例中,通过从太阳通量预测应用或模型(例如,NREL SMARTS 模型)请求基于系统位置的太阳通量数据,太阳热负载值可以由处理子系统 201、301 或其太阳热负载估计模块 305 确定,所述应用或模型运行在服务器上或者可以由电子系统 200、300 通过其无线调制解调器 221 访问的其他主机上,本地存储在电子系统 200、300 中,或者可以通过存储在电子系统 200、300 上并且可以由电子系统 200、300 执行的移动软件应用来获得。可替换地,可以基于从主机或第三方(例如,国家天气服务)获得的实际和预报的天气数据进一步处理获得的太阳通量数据,以产生在电子系统位置处的太阳热负载值。例如,主机或电子系统的处理子系统 201、301 可以使用天气数据来预测在电子系统位置处的表面水平日光受照量(例如,考虑到云覆盖和其他与天气相关的现象)并且如果太阳通量应用或模型是在晴空条件的假设下提供其数据的话则调整由太阳通量应用或模型提供的太阳通量数据。可以在必要时更新太阳热负载值以考虑到由太阳通量应用或模型确定的太阳通量数据的更新和/或天气预报数据的更新。

[0051] 在对系统位置的确定包括预期行进路线的情况下,对太阳热负载值的确定可以包括估计对于预期行进路线中的全部或部分的太阳热负载分布。例如,可以基于导航或地图程序的输出将预期行进路线分为多个段。在这样的情形中,处理子系统 201、301 可以估计每个路线段的太阳热负载值或者可以估计选择的路线段的太阳热负载值。如上所述,可以通过访问太阳通量应用或模型和/或天气服务数据来估计每个路线段的太阳热负载值。在一个示例性实施例中,每个段可以距离相等,或者,每个段的由处理子系统 201、301 访问或执行的导航程序所规划的估计行进时间可以相等。可替换地,路线段的距离或估计行进时间时长可以不同。对于预期行进路线的太阳热负载值的集合构成对于预期行进路线或者对于对其已经确定了太阳热负载值的路线的部分的太阳热负载分布,并且可以将其存储在存储器 203 中。还可以通过确定对于将来时间段(例如,以 15 分钟增量的下一小时)预期的一组太阳热负载值来确定对于单个位置的太阳热负载分布。可以在必要时更新太阳热负载

分布以考虑到由太阳通量应用或模型确定的太阳通量数据的更新和 / 或天气预报数据的更新。

[0052] 在对于电子系统 200、300 的当前位置、电子系统 200、300 的预期行进路线或预期行进路线中的至少一段已经确定了至少一个太阳热负载值之后,电子系统 200、300 基于所述太阳热负载值确定 (411) 系统 200、300 的一个或多个温度偏移值。在一个示例性实施例中,处理子系统 201、301 从温度偏移值查找表 229 检索一个或多个温度偏移值,温度偏移值查找表 229 在执行热管理进程之前 (例如,在电子系统 200、300 的制造期间或在电子系统 200、300 的初始启动期间) 被存储在存储器 203 中。在太阳热负载分布已经被确定并且被存储在存储器 203 中的情况下,所检索的温度偏移值可以基于太阳热负载分布应用到的预期行进路线的可应用段或者可以基于对于其正执行热管理分析的特定时间段。如上面所讨论的,温度偏移值是由于暴露于确定的太阳热负载值 (例如,按 W/m^2 计) 的原因而导致的电子系统 200、300 预期遭受的温度增加 (例如,按 $^{\circ}C$ 计)。

[0053] 在确定了电子系统 200、300 的当前温度以及基于预期会影响系统 200、300 的位置的太阳热负载的温度偏移值之后,电子系统 200、300 基于温度偏移和当时当前的系统温度预测 (413) 在特定时间段期间系统 200、300 的最高温度。根据一个实施例,处理子系统 201、301 (或其热管理模块 307) 通过将对于该时间段的温度偏移值与系统 200、300 的当时当前温度求和来预测最高温度。换言之,该实施例中的温度偏移值是由于在正在对其进行预测的特定时间段期间预期会出现的太阳热负载而导致的系统温度的预测上升。

[0054] 可以在定期的基础上预测 (413) 电子系统 200、300 的最高温度以提高系统的预测的将来温度的准确性。例如,系统的最高温度可以以十五或者三十分钟的间隔进行预测。当然,可以基于多种因素选择其他更短或更长的时间间隔,所述因素诸如例如特定电子系统 200、300 的物理大小、系统 200、300 的发热分布、制成系统外壳或坞站的一种或多种材料的类型、最近是否起用过需要较重的处理器负载或对电力的其他大量使用的某些应用或应用和进程的组合 (例如,在应用启动时可能需要较短或较精细的测量时段以便捕获由于应用导致的发热斜率)、测量之间的温度改变是否指示急剧的发热斜率、预期行进路线是否包括许多方向的改变、是否已经从天气报告实体接收到可能快速改变太阳负载的天气警报和 / 或电子系统 200、300 是否处于包括主动制冷的环境中。

[0055] 在预测了对于特定时间间隔的最高系统温度之后,系统 200、300 将该预测的温度与可以存储在存储器 203 中的一个或多个阈值进行比较 (415)。在仅使用单个阈值的情况下,处理子系统 201、301 (或其热管理模块 307) 将预测的最高温度与阈值进行比较,并根据常规的、反应式的热管理协议基于电子系统 200、300 的当时当前温度执行 (407) 热管理 (当预测的最高值小于阈值时),或者,在达到预测的最高温度之前能动地执行 (417) 热减缓过程 (当预测的最高值大于阈值时)。热减缓过程 231 可以作为热管理进程或软件程序存储在存储器 203 中。

[0056] 在使用单个阈值并且在特定的时间间隔期间预测的最高温度大于阈值的情况下,由处理子系统 201、301 (或其热管理模块 307) 执行的热减缓过程 231 可以是激进的减缓过程,因为处理子系统 201、301 已经预测到系统温度将很快会变得不可接受地高。例如,热减缓过程 231 可以包括以下各项中的至少一个:降低应用处理器 215 的最高工作频率、降低显示器 209 的刷新速率、降低无线或有线调制解调器 211、309 的上传数据速率、降低调制解

调器 211、309 的下载数据速率、降低显示器 209 的亮度、降低电池充电速率、发起电子系统 200、300 的主动制冷、降低平均调制解调器发射器功率、关闭低优先级应用、降低 GPU 211 的频率和 / 或增加后台进程和 / 或应用的唤醒间隔。可替换地或附加地,处理子系统 201、301 可以估计预测的最高温度将出现的时间并且加速一个或多个功能的执行以便在所估计的时间之前执行该一个或多个功能。例如,处理子系统 201、301 可以通过评估对于电子系统的位置的太阳通量数据(例如,通量-时间)并确定太阳通量将处于其最大值或者至少足够大以使得电子系统 200、300 的预测的最高温度超过阈值的时间来估计预测的最高温度将出现的时间。提前执行的功能可以包括将会被热减缓过程负面影响的功能,例如,对于各种应用(例如,导航和音乐应用)的下载或保存数据。

[0057] 再另外,响应于确定预测的最高温度大于阈值,但是在开始意图降低电子系统的温度的某些动作(例如,诸如降低应用处理器速度或频率)之前,热管理进程可以将热减缓通知传达至当前运行的应用。热减缓通知可以向当前运行的应用通告处理子系统要采取的即将进行的热减缓动作和 / 或规定在开始这样的减缓动作之前的时间量以便在整体上对于电子系统开始广泛的热减缓动作之前允许应用采取其自身的预防性动作(例如,保存数据、完成传输或接收或者采取其他减缓动作)。在一个实施例中,可以将应用预先配置为从热管理进程订阅热减缓通知。例如,热减缓通知的格式和其他配置可以形成应用编程接口(API)的一部分,所述 API 被提供给经创建以在电子系统中运行的应用的开发者。

[0058] 再另外,在确定了系统 200、300 的预期行进路线和太阳热负载分布的情况下,处理子系统 201、301 可以通过根据已知技术处理来自导航应用的数据估计系统 200、300 的行进速度。处理子系统 201、301 还可以基于太阳热负载分布和行进速度估计预测的最高温度将出现的时间并在预测的最高温度要出现的估计时间之前执行一个或多个功能。这样,在系统 200、300 沿着预期行进路线的太阳热负载分布指示沿着行进路线的不同的太阳热负载等级的情况下,处理子系统 201、301 可以估计在给定系统的移动速度的情况下系统 200、300 到达沿着路线的预测的最高温度将出现的一个或多个路段所需要的一个或多个时间。

[0059] 在知晓了在到达预测的最高温度并且开始热减缓过程之前大概还剩多少时间之后,处理子系统 201、301 可以在到达预测的最高温度有可能出现的路段之前执行有可能被热减缓过程影响的某些功能。例如,如果针对系统 200、300 的太阳热负载分布指示太阳热负载将会致使系统温度在沿着系统的预期行进路线距离 20 千米(km)(约 12 英里)处增加 10°C,从而产生高于预定阈值的预测的最高温度,并且处理子系统 201、301 确定系统 200、300 正在以每小时 100km(100km/h)的速度行进,则处理子系统 201、301 可以确定预测的最高温度将在大约 12 分钟之后达到。这样,处理子系统 201、301 可以使用这可用的 12 分钟来执行某些功能,例如下载或上传数据和 / 或广播通知到当前运行的订阅的应用,以在系统 200、300 到达沿着行进路线的热减缓有可能会出现的点之前能动地执行保护性动作(例如,保存数据、减缓动作等)。

[0060] 在可替换实施例中,作为执行热减缓过程的一部分,处理子系统 201、301 可以使用或者访问导航或地图应用和(一个或多个)太阳热负载估计工具(例如,NREL SMARTS 模型和 / 或天气服务数据)来确定电子系统 200、300 的可替换行进路线。可替换路线可以被选择成使得与沿着原始预期路线相比系统 200、300 沿着可替换的路线预期将遭受更少的

太阳加热。可替换路线可以显示在电子系统 200、300 的显示器上供系统 200、300 的用户使用。

[0061] 在另外的可替换实施例中,可以将多个温度阈值存储在存储器 203 中并且可以使用该多个温度阈值来触发由于太阳加热提供逐渐的热减缓的多个热减缓过程。根据该实施例,处理子系统 201、301(或其热管理模块 307)可以将预测的最高温度与第一阈值进行比较(415),第一阈值可以与较激进的热减缓过程相关联。如果预测的最高温度超过第一阈值,则处理子系统 201、301 执行(417)相关联的热减缓过程。如果预测的最高温度不超过第一阈值,则处理子系统 201、301 将预测的最高温度与第二、较低的阈值进行比较(415),第二、较低的阈值可以与较不激进的热减缓过程相关联。如果预测的最高温度超过第二阈值以使得预测的最高温度在第一阈值与第二阈值之间,则处理子系统 201、301 执行(417)较不激进的热减缓过程。如上面指出的,可以在定期的基础上预测(413)电子系统 200、300 的最高温度以提高系统的预测的将来温度的准确性并确保以能动的方式执行适当的热减缓。预测系统的最高温度的频率可以基于如上面所讨论的多种因素。另外,可以选择阈值和相关联的热减缓过程的数量以实现对于特定电子系统 200、300 的期望的热管理方案。

[0062] 为了示意上述多个温度阈值实施例的示例性应用,假定在存储器 203 中存储了三个阈值和三个热减缓过程 231。第一阈值可以为 80°C 并且可以与如下热减缓过程相关联:其要求在正常情况下工作在 1.72GHz 频率的应用处理器 215 将其当时当前处理频率降低至 918MHz 以及在执行导航应用时执行对地图的预先下载。第二阈值可以为 73°C 并且可以与要求应用处理器 215 将其当时当前处理频率降低至 1.24GHz 的热减缓过程相关联。最后,第三阈值可以为 70°C 并且可以与要求应用处理器 215 将其当时当前处理频率降低至 1.50GHz 的热减缓过程相关联。另外,存储在存储器 203 中的温度偏移值查找表可以包括针对暴露于太阳热加热的特定电子系统 200、300 的下列实验室确定的数据:

[0063]

太阳通量(q)	温度偏移值(°C)
$q > 800 \text{ W/m}^2$	10
$800 \text{ W/m}^2 > q > 500 \text{ W/m}^2$	5
$500 \text{ W/m}^2 > q > 100 \text{ W/m}^2$	2

[0064] 表 1

[0065] 基于前述示例性阈值和温度偏移查找表数据,如果处理子系统 201、301 接收来自一个或多个温度传感器 205 的输出、确定(403)系统 200、300 的当时当前温度为 68.4°C(例如,通过使用从温度传感器输出获取的最高温度)并且确定(409)系统 200、300 沿着其当前预期行进路线在接下来的 15 分钟内可能预期遭受 600 W/m^2 的太阳通量,则处理子系统 201、301 将会从温度偏移查找表 229 确定(411)由于太阳加热导致的预期温度上升为 5°C 并预测(413)最高的系统温度为 73.4°C,该温度在接下来的 15 分钟之后将出现。然后,处理子系统 201、301 将把预测的最高温度与三个阈值中的全部进行比较,或者更合乎逻辑地,首先把预测的最高温度与第一阈值进行比较,然后在确定预测的温度小于第一阈值之后,将预测的最高温度与第二阈值进行比较。因为预测的最高温度落在头两个阈值之间(在

73°C 和 80°C 之间), 所以处理子系统 201、301 将从存储器 203 检索中等热减缓过程 231 并通过将应用处理器 215 的处理频率从 1.72GHz 降低至 1.24GHz 以及采取可能包括在中等热减缓过程 231 中的任何其他动作来执行该中等热减缓过程 231。通过采取这样的能动性动作, 处理子系统 201、301 避免或者至少延缓了必须采取降低应用处理器频率至 918MHz 并执行对导航地图的预先下载(假定执行导航应用)的更激进的热减缓动作。这样, 如该例子示意的, 本发明的多个阈值的实施例在预料到由于太阳加热而导致的上升温度时可以促成系统性能的逐渐降低从而尽力将系统温度保持在临界等级以下。

[0066] 本发明涵盖电子系统以及用于在电子系统中考虑到太阳热负载的热管理的方法。利用本发明, 电子系统或在电子系统中使用的处理子系统可以预测由于预期的太阳热负载导致的系统温度上升并能动地执行热减缓以尽力防止潜在的热过载。另外, 本发明的预测性本质使得电子系统能够在由于太阳相关的加热所导致的预料到的温度上升而预期在不久的将来将出现的系统性能或功能降低之前执行某些动作。此外, 通过对多个阈值和多个相关联的热减缓过程的可选的使用, 本发明促成了系统性能随着时间推移逐渐降低, 以便最小化对系统用户的影响并潜在地避免使用较极端的热减缓措施。因此, 本发明提供了对于暴露于太阳辐射的电子系统的改善的热管理方案。

[0067] 如上面详述的, 本发明的实施例主要驻留在与在经受太阳加热的电子系统中执行热管理相关的方法步骤和/或装置部件的组合中。因此, 在适当的情况下已通过附图中的常规符号呈现了所述装置部件和方法步骤, 其中附图仅示出了与理解本发明的实施例有关的那些特定细节, 以便不以得益于本文的描述的本领域普通技术人员容易明了的细节模糊本公开。

[0068] 在本文档中, 诸如“第一”和“第二”、“顶部”和“底部”之类的关系术语可以仅被用以将一个实体或动作与另一实体或动作区别开来, 而并不一定要求或暗示在这样的实体或动作之间的任何实际的关系或顺序。术语“包括”、“具有”、“包含”以及其任何其他变型意图覆盖非排他性的包括, 以使得包括、包含一系列元素的进程、方法、物件或装置不是仅包括那些元素而是还可以包括没有明确列出的或不为这样的进程、方法、物件或装置所固有的其他元素。联系任何对象或动作使用的术语“多个”表示两个或更多个这样的对象或动作。前面是“一”或“一个”的权利要求元素在没有更多限制的情况下不排除在包括该元素的过程、方法、物件或装置中的附加的相同元素的存在。

[0069] 将会理解, 本文描述的电子系统 200、300 的实施例可以包括一个或多个常规处理器和独特的存储的程序指令, 所述程序指令控制(一个或多个)处理器以联合某些非处理器电路实施如本文描述的电子系统 200、300 的功能及其操作方法中的一些、大部分或全部。所述非处理器电路可以包括但不限于: 存储设备(例如, 存储器 203)、温度传感器 205、太阳传感器 207、显示器 209、用户接口 213、电力管理电路 217、调制解调器 221、309、天线系统 223 和太阳热负载估计模块 303 及上述其他处理子系统模块中的硬件部分以及过滤器、时钟电路和各种其他非处理器电路。因此, 处理器和非处理器电路的功能可以被共同地解读为用于在电子系统中的热管理的方法的步骤。可替换地, 一些或所有功能可以由没有存储的程序指令的状态机实施或者在一个或多个专用集成电路(ASIC)中实施, 在所述专用集成电路中某些功能中的每个功能或一些组合被实施为定制逻辑。当然, 可以使用各种方案的组合。这样, 本文已经总体上描述用于这些功能的方法和设备。另外, 可以预期, 尽

管可能需要极大的努力并且存在由例如可用时间、当前技术和经济考虑激发的许多设计选择,但是普通技术人员在由本文公开的构思和原理引导时,在没有过度实验的情况下,将容易能够生成这样的软件指令或程序和集成电路。

[0070] 在前述说明书中,已经描述了本发明的具体实施例。然而,本领域普通技术人员将理解,在不脱离本发明在随附权利要求中阐明的范围的情况下可以做出各种更改和改变。因此,应该在示意性而非限制性的意义下对待说明书和附图,并且所有这样的更改意图被包括在本发明的范围之内。可以致使任意益处、优点或解决方案更加显著地出现或变得更加显著的益处、优点、问题的解决方案和任意(一个或多个)元素不应解读为任意或所有权利要求的关键的、需要的或必要的特征。本发明仅由所发布的随附权利要求以及这些权利要求的所有等价物限定。

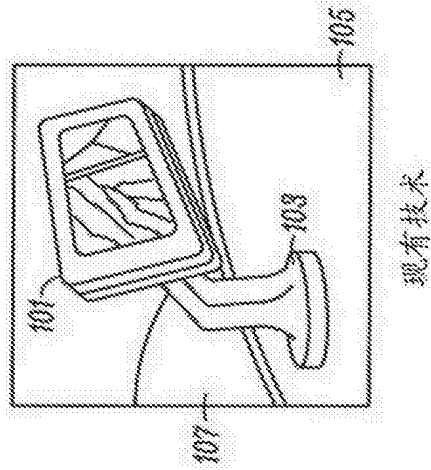


图 1

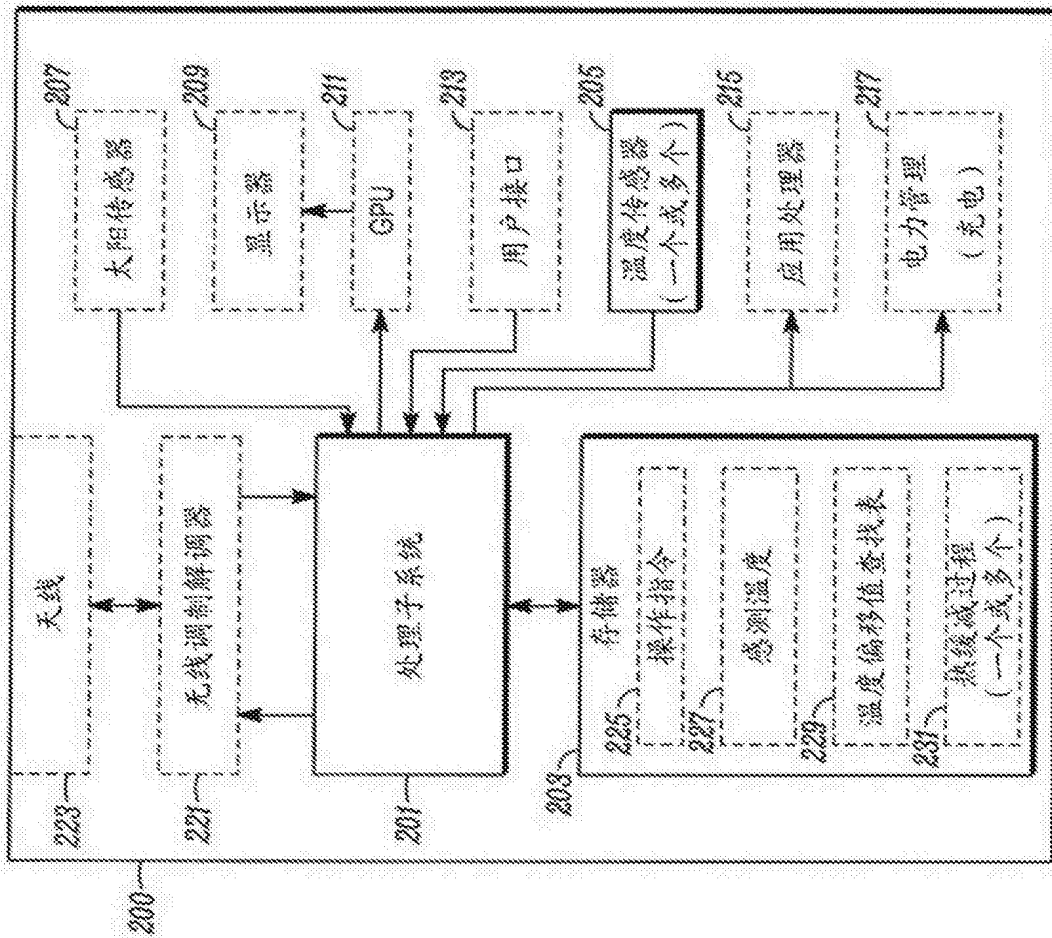


图 2

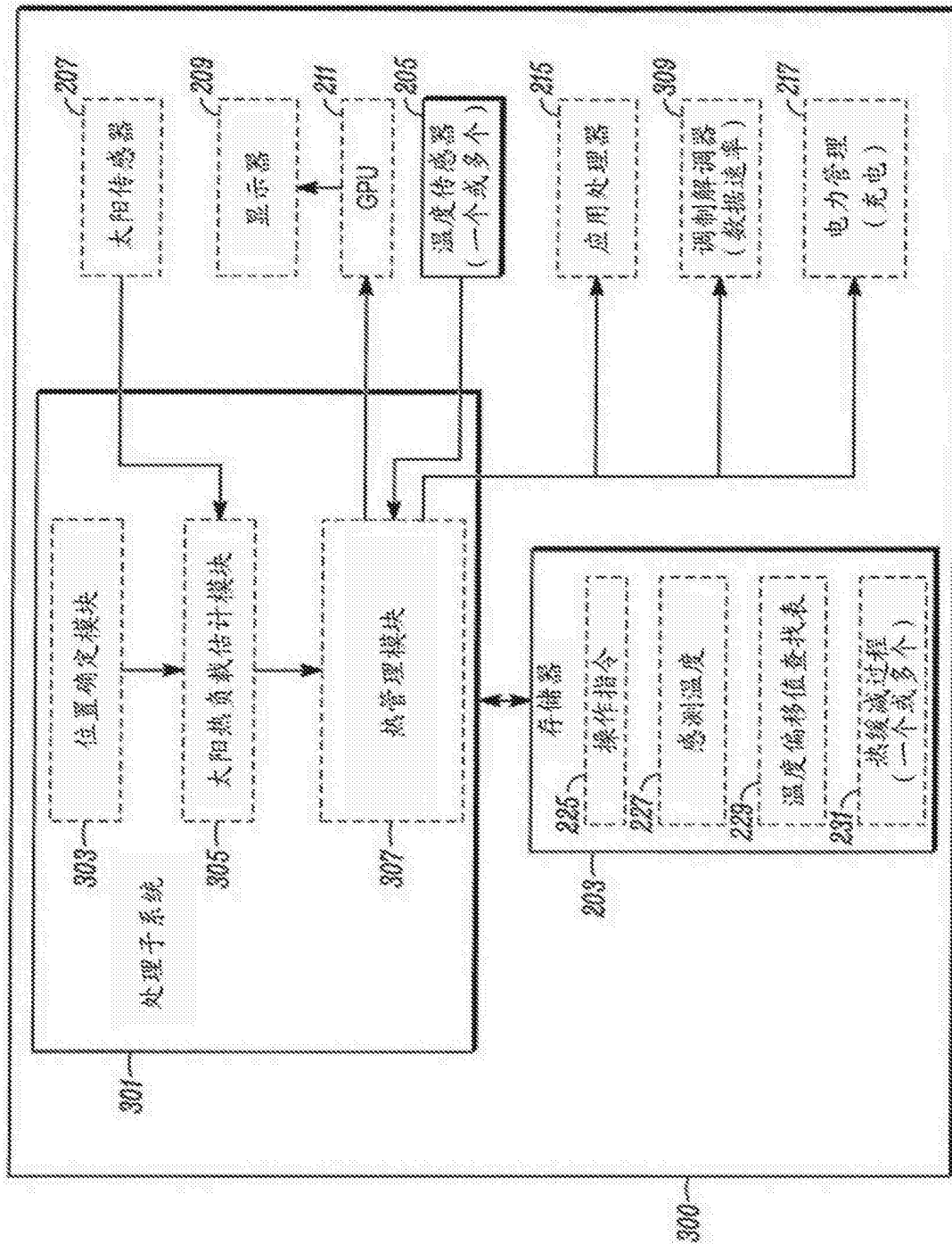


图 3

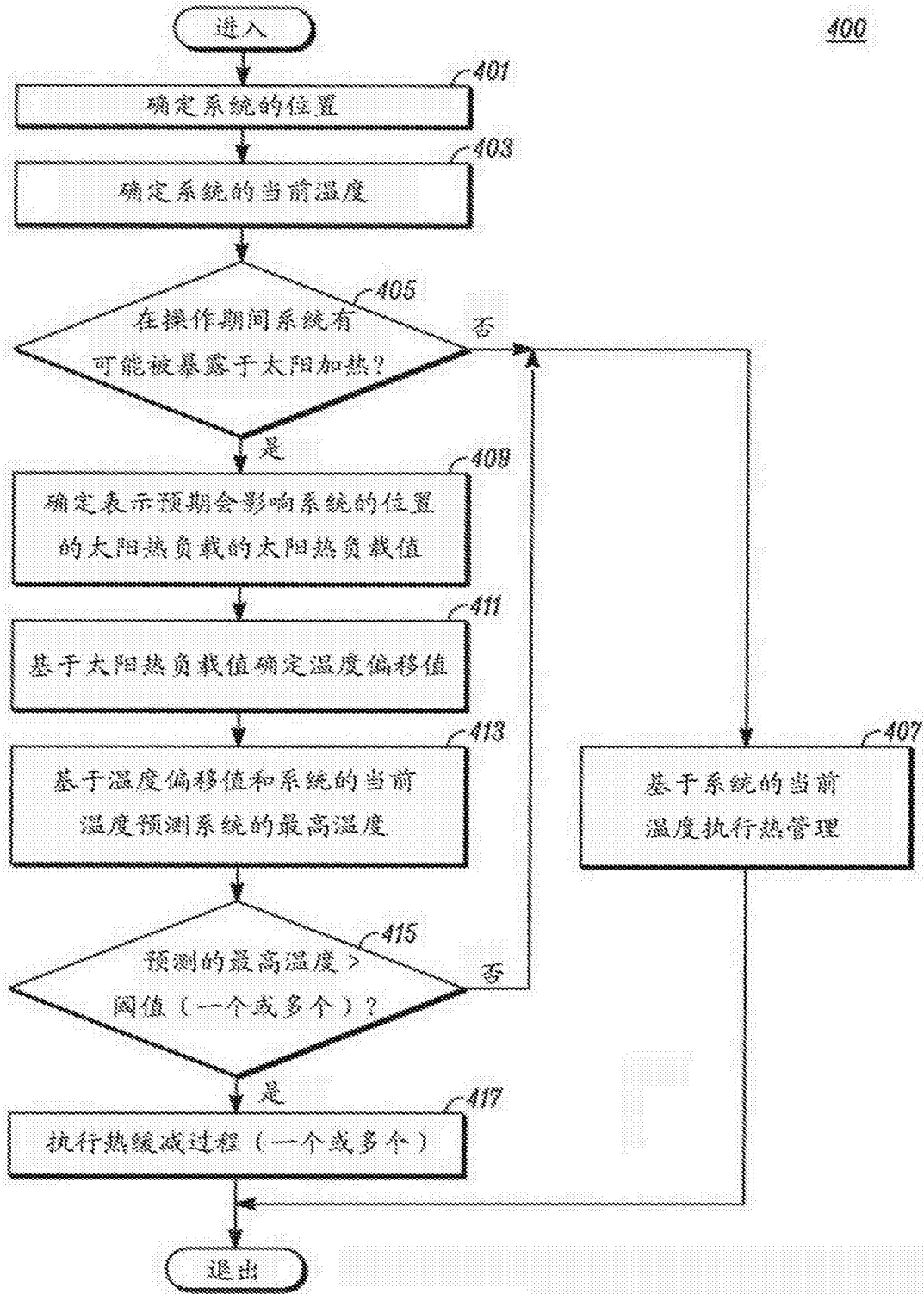


图 4