



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105074610 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 18

(21) 申请号 201480010668. 2

代理人 唐杰敏

(22) 申请日 2014. 02. 21

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

G06F 1/20(2006. 01)

13/783, 142 2013. 03. 01 US

G06F 1/32(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 08. 26

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/017557 2014. 02. 21

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/133880 EN 2014. 09. 04

(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 H·J·朴

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

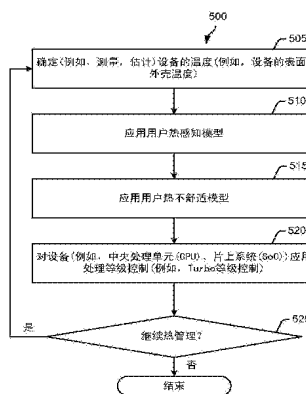
权利要求书5页 说明书16页 附图13页

(54) 发明名称

电子设备的基于感知模型的热管理

(57) 摘要

一些实现提供了用于执行电子设备的热管理的方法。该方法基于 (i) 电子设备的温度和 (ii) 电子设备的温度变化率来确定感知值。该方法基于所确定的感知值将来自多个不舒适度中的不舒适度与该电子设备相关联。至少一个不舒适度是可动态调整的。该不舒适度指定该电子设备的处理单元的最大允许活动。在一些实现中, 该不舒适度指定对于电子设备的用户而言该电子设备如何热得不舒适。在一些实现中, 来自若干不舒适度中的每个不舒适度与特定范围的感知值相关联。该感知值基于用户可调整的感知模型。该用户可调整的感知模型基于若干热系数常数中的一个。



1. 一种用于执行电子设备的热管理的方法,包括:  
基于 (i) 所述电子设备的温度和 (ii) 所述电子设备的温度变化率来确定感知值;以及  
基于所确定的感知值将来自多个不舒适度中的不舒适度与所述电子设备相关联,所述不舒适度指定所述电子设备的处理单元的最大允许活动,至少一个不舒适度是可动态调整的。
2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述感知值基于可调整的感知模型,所述可调整的感知模型包括静态感知模型和动态感知模型。
3. 如权利要求 2 所述的方法,其特征在于,所述可调整的感知模型基于至少一个热系数常数。
4. 如权利要求 3 所述的方法,其特征在于,至少一个热系数常数是可调整的,所述可调整的热系数常数指定关于可调整的不舒适度的温度值范围。
5. 如权利要求 4 所述的方法,其特征在于,关于所述可调整的不舒适度的所述温度值范围包括最大温度,所述最大温度基于至少感知值、规章限制、和 / 或制造商限制中的一者的最小值。
6. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,进一步包括:  
确定所述处理单元的活动是否满足所述处理单元的所述最大允许活动;以及  
当所述处理单元的所述活动不满足所述处理单元的所述最大允许活动时改变所述处理单元的所述活动。
7. 如权利要求 6 所述的方法,其特征在于,改变所述活动包括减少所述处理单元的所述活动。
8. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,进一步包括:  
确定所述处理单元的活动是否满足所述处理单元的所述最大允许活动;以及  
改变所述处理单元的所述活动直至所述活动不满足所述处理单元的所述最大允许活动。
9. 如权利要求 8 所述的方法,其特征在于,改变所述活动包括增加所述处理单元的所述活动。
10. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述不舒适度指定对于所述电子设备的用户而言所述电子设备如何热得不舒适。
11. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,来自所述多个不舒适度中的每个不舒适度与特定范围的感知值相关联。
12. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述电子设备的所述温度是所述电子设备的外表面部分的温度,所述电子设备的所述温度变化率是所述电子设备的所述外表面部分的温度变化率。
13. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述温度是基于所述处理单元的处理单元温度的估计温度。
14. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述电子设备被纳入到以下至少一者中:  
音乐播放器、视频播放器、娱乐单元、导航设备、通信设备、移动设备、移动电话、智能电话、个人数字助理、固定位置终端、平板计算机、膝上型计算机、眼镜、手表、和 / 或可穿戴设备。
15. 一种配置成执行电子设备的热管理的设备,包括:

用于基于 (i) 所述电子设备的温度和 (ii) 所述电子设备的温度变化率来确定感知值的装置 ; 以及

用于基于所确定的感知值将来自多个不舒适度中的不舒适度与所述电子设备相关联的装置, 所述不舒适度指定所述电子设备的处理单元的最大允许活动, 至少一个不舒适度是可动态调整的。

16. 如权利要求 15 所述的设备, 其特征在于, 所述感知值基于可调整的感知模型, 所述可调整的感知模型包括静态感知模型和动态感知模型。

17. 如权利要求 16 所述的设备, 其特征在于, 所述可调整的感知模型基于至少一个热系数常数。

18. 如权利要求 17 所述的设备, 其特征在于, 至少一个热系数常数是可调整的, 所述可调整的热系数常数指定关于可调整的不舒适度的温度值范围。

19. 如权利要求 18 所述的设备, 其特征在于, 关于所述可调整的不舒适度的所述温度值范围包括最大温度, 所述最大温度基于至少感知值、规章限制、和 / 或制造商限制中的一者的最小值。

20. 如权利要求 15 所述的设备, 其特征在于, 进一步包括 :

用于确定所述处理单元的活动是否满足所述处理单元的所述最大允许活动的装置 ; 以及

用于当所述处理单元的所述活动不满足所述处理单元的所述最大允许活动时改变所述处理单元的所述活动的装置。

21. 如权利要求 20 所述的设备, 其特征在于, 所述用于改变所述活动的装置包括用于减少所述处理单元的所述活动的装置。

22. 如权利要求 15 所述的设备, 其特征在于, 进一步包括 :

用于确定所述处理单元的活动是否满足所述处理单元的所述最大允许活动的装置 ; 以及

用于改变所述处理单元的所述活动直至所述活动不满足所述处理单元的所述最大允许活动的装置。

23. 如权利要求 22 所述的设备, 其特征在于, 所述用于改变所述活动的装置包括用于增加所述处理单元的所述活动的装置。

24. 如权利要求 15 所述的设备, 其特征在于, 所述电子设备的所述温度是所述电子设备的外表面部分的温度, 所述电子设备的所述温度变化率是所述电子设备的所述外表面部分的温度变化率。

25. 如权利要求 15 所述的设备, 其特征在于, 所述温度是基于所述处理单元的处理单元温度的估计温度。

26. 如权利要求 15 所述的设备, 其特征在于, 所述设备被纳入到以下至少一者中 : 音乐播放器、视频播放器、娱乐单元、导航设备、通信设备、移动设备、移动电话、智能电话、个人数字助理、固定位置终端、平板计算机、膝上型计算机、眼镜、手表、和 / 或可穿戴设备。

27. 一种包括用于执行电子设备的热管理的一条或多条指令的计算机可读存储介质, 所述指令在由至少一个处理器执行时使所述至少一个处理器 :

基于 (i) 所述电子设备的温度和 (ii) 所述电子设备的温度变化率来确定感知值 ; 以及

基于所确定的感知值将来自多个不舒适度中的不舒适度与所述电子设备相关联,所述不舒适度指定所述电子设备的处理单元的最大允许活动,至少一个不舒适度是可动态调整的。

28. 如权利要求 27 所述的计算机可读存储介质,其特征在于,所述感知值基于可调整的感知模型,所述可调整的感知模型包括静态感知模型和动态感知模型。

29. 如权利要求 28 所述的计算机可读存储介质,其特征在于,所述可调整的感知模型基于至少一个热系数常数。

30. 如权利要求 29 所述的计算机可读存储介质,其特征在于,至少一个热系数常数是可调整的,所述可调整的热系数常数指定关于可调整的不舒适度的温度值范围。

31. 如权利要求 30 所述的计算机可读存储介质,其特征在于,关于所述可调整的不舒适度的所述温度值范围包括最大温度,所述最大温度基于至少感知值、规章限制、和 / 或制造商限制中的一者的最小值。

32. 如权利要求 27 所述的计算机可读存储介质,其特征在于,进一步包括在由所述至少一个处理器执行时使所述至少一个处理器执行以下操作的一条或多条指令:

确定所述处理单元的活动是否满足所述处理单元的所述最大允许活动;以及

当所述处理单元的所述活动不满足所述处理单元的所述最大允许活动时改变所述处理单元的所述活动。

33. 如权利要求 32 所述的计算机可读存储介质,其特征在于,在由所述至少一个处理器执行时使所述至少一个处理器改变所述活动的所述一条或多条指令包括在由所述至少一个处理器执行时使所述至少一个处理器减少所述处理单元的所述活动的一条或多条指令。

34. 如权利要求 27 所述的计算机可读存储介质,其特征在于,进一步包括在由所述至少一个处理器执行时使所述至少一个处理器执行以下操作的一条或多条指令:

确定所述处理单元的活动是否满足所述处理单元的所述最大允许活动;以及

改变所述处理单元的所述活动直至所述活动不满足所述处理单元的所述最大允许活动。

35. 如权利要求 34 所述的计算机可读存储介质,其特征在于,在由所述至少一个处理器执行时使所述至少一个处理器改变所述活动的所述一条或多条指令包括在由所述至少一个处理器执行时使所述至少一个处理器增加所述处理单元的所述活动的一条或多条指令。

36. 如权利要求 27 所述的计算机可读存储介质,其特征在于,所述电子设备的所述温度是所述电子设备的外表面部分的温度,所述电子设备的所述温度变化率是所述电子设备的所述外表面部分的温度变化率。

37. 如权利要求 27 所述的计算机可读存储介质,其特征在于,所述温度是基于所述处理单元的处理单元温度的估计温度。

38. 如权利要求 27 所述的计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质被纳入到以下至少一者中:音乐播放器、视频播放器、娱乐单元、导航设备、通信设备、移动设备、移动电话、智能电话、个人数字助理、固定位置终端、平板计算机、膝上型计算机、眼镜、手表、和 / 或可穿戴设备。

39. 一种电子设备,包括:  
存储器,配置成存储一条或多条指令;以及  
至少一个处理电路,配置成:  
基于(i)所述电子设备的温度和(ii)所述电子设备的温度变化率来确定感知值;以及  
基于所确定的感知值将来自多个不舒适度中的不舒适度与所述电子设备相关联,所述不舒适度指定所述电子设备的所述处理电路的最大允许活动,至少一个不舒适度是可动态调整的。

40. 如权利要求 39 所述的电子设备,其特征在于,所述感知值基于可调整的感知模型,所述可调整的感知模型包括静态感知模型和动态感知模型。

41. 如权利要求 40 所述的电子设备,其特征在于,所述可调整的感知模型基于至少一个热系数常数。

42. 如权利要求 41 所述的电子设备,其特征在于,至少一个热系数常数是可调整的,所述可调整的热系数常数指定关于可调整的不舒适度的温度值范围。

43. 如权利要求 42 所述的电子设备,其特征在于,关于所述可调整的不舒适度的所述温度值范围包括最大温度,所述最大温度基于至少感知值、规章限制、和 / 或制造商限制中的一者的最小值。

44. 如权利要求 39 所述的电子设备,其特征在于,所述至少一个处理电路被进一步配置成:

确定所述处理电路的活动是否满足所述处理电路的所述最大允许活动;以及  
当所述处理电路的所述活动不满足所述处理电路的所述最大允许活动时改变所述处理电路的所述活动。

45. 如权利要求 44 所述的电子设备,其特征在于,改变所述活动包括减少所述处理电路的所述活动。

46. 如权利要求 39 所述的电子设备,其特征在于,所述至少一个处理电路被进一步配置成:

确定所述处理电路的活动是否满足所述处理电路的所述最大允许活动;以及  
改变所述处理电路的所述活动直至所述活动不满足所述处理电路的所述最大允许活动。

47. 如权利要求 46 所述的电子设备,其特征在于,改变所述活动包括增加所述处理电路的所述活动。

48. 如权利要求 39 所述的电子设备,其特征在于,所述电子设备的所述温度是所述电子设备的外表面部分的温度,所述电子设备的所述温度变化率是所述电子设备的所述外表面部分的温度变化率。

49. 如权利要求 39 所述的电子设备,其特征在于,所述温度是基于所述处理电路的处理电路温度的估计温度。

50. 如权利要求 39 所述的电子设备,其特征在于,所述处理电路是至少中央处理单元(CPU)和 / 或图形处理单元(GPU)中的一者。

51. 如权利要求 39 所述的电子设备,其特征在于,所述电子设备是以下至少一者:音乐播放器、视频播放器、娱乐单元、导航设备、通信设备、移动设备、移动电话、智能电话、个人

---

数字助理、固定位置终端、平板计算机、膝上型计算机、眼镜、手表、和 / 或可穿戴设备。

## 电子设备的基于感知模型的热管理

[0001] 背景

[0002] 领域

[0003] 各种特征涉及电子设备的基于感知模型的热管理。

[0004] 背景

[0005] 在电子设备的设计和操作中,电子设备的热管理是重要因素。热管理对于便携式手持电子设备(例如,智能电话、平板设备、可穿戴移动设备)而言尤其关键,这是因为持握/穿戴电子设备的用户对由电子设备生成的热量敏感。传统上,电子设备的热管理依赖于控制电子设备的绝对温度。即,为电子设备指定绝对温度上限,并且热管理控制电子设备,以使得电子设备在超过温度上限的情况下不被允许操作和/或生成热量。因此,只要电子设备在温度上限以下操作,热管理将不会限制、干扰或者抑制电子设备的操作/活动。然而,电子设备的仅基于温度上限的热管理固有地受限,并且在执行热管理时不计及其他因素(诸如人类温度感知的动态表征)。

[0006] 因此,需要改善的对便携式和/或可穿戴电子设备的热管理,其在执行热管理时计及其他因素和考量。

[0007] 概述

[0008] 本文所述的各种特征、装置和方法提供了电子设备的基于感知模型的热管理。

[0009] 第一示例提供了一种用于执行电子设备的热管理的方法。该方法基于(i)电子设备的温度和(ii)电子设备的温度变化率来确定感知值。该方法基于所确定的感知值将来自多个不舒适度中的不舒适度与电子设备相关联。至少一个不舒适度是可动态调整的。该不舒适度指定电子设备的处理单元的最大允许活动。

[0010] 根据一个方面,该方法包括确定处理单元的活动是否满足处理单元的最大允许活动。该方法还包括在处理单元的活动不满足处理单元的最大允许活动时改变处理单元的活动。在一些实现中,改变活动包括减少处理单元的活动。

[0011] 根据一方面,该方法包括确定处理单元的活动是否满足处理单元的最大允许活动。该方法还包括改变处理单元的活动直至该活动不满足处理单元的最大允许活动。在一些实现中,改变活动包括增加处理单元的活动。

[0012] 根据一个方面,不舒适度指定对于电子设备的用户而言电子设备如何热得不舒适。在一些实现中,来自若干不舒适度中的每个不舒适度与特定范围的感知值相关联。

[0013] 根据一方面,该感知值基于用户可调整的感知模型。在一些实现中,该用户可调整的感知模型基于若干热系数常数中的一个。

[0014] 根据一个方面,电子设备的温度是电子设备的外表面部分的温度。电子设备的温度变化率是电子设备的外表面部分的温度变化率。

[0015] 根据一方面,该温度是基于处理单元的处理单元温度的估计温度。

[0016] 根据一个方面,电子设备被纳入以下至少一者中:音乐播放器、视频播放器、娱乐单元、导航设备、通信设备、移动设备、移动电话、智能电话、个人数字助理、固定位置终端、平板计算机、膝上型计算机、和/或可穿戴移动设备。

[0017] 第二示例提供了一种配置成执行电子设备的热管理的设备。该设备包括用于基于 (i) 电子设备的温度和 (ii) 电子设备的温度变化率来确定感知值的装置。该设备还包括用于基于所确定的感知值将来自多个不舒适度中的不舒适度与电子设备相关联的装置, 该不舒适度指定电子设备的处理单元的最大允许活动, 至少一个不舒适度是可动态调整的。

[0018] 根据一方面, 感知值基于可调整的感知模型, 该可调整的感知模型包括静态感知模型和动态感知模型。在一些实现中, 可调整的感知模型基于至少一个热系数常数。在一些实现中, 至少一个热系数常数是可调整的。该可调整的热系数常数指定关于可调整的不舒适度的温度值范围。在一些实现中, 关于可调整的不舒适度的温度值范围包括最大温度, 其中该最大温度基于至少感知值、规章限制、和 / 或制造商限制中的一者的最小值。

[0019] 根据一个方面, 该设备还包括用于确定处理单元的活动是否满足处理单元的最大允许活动的装置。该设备进一步包括用于在处理单元的活动不满足处理单元的最大允许活动时改变处理单元的活动的装置。在一些实现中, 用于改变活动的装置包括用于减少处理单元的活动的装置。

[0020] 根据一方面, 该设备还包括用于确定处理单元的活动是否满足处理单元的最大允许活动的装置。该设备进一步包括用于改变处理单元的活动直至该活动不满足处理单元的最大允许活动的装置。在一些实现中, 用于改变活动的装置包括用于增加处理单元的活动的装置。

[0021] 根据一个方面, 电子设备的温度是电子设备的外表面部分的温度。电子设备的温度变化率是电子设备的外表面部分的温度变化率。

[0022] 根据一个方面, 温度是基于处理单元的处理单元温度的估计温度。

[0023] 根据一方面, 该设备被纳入以下至少一者中: 音乐播放器、视频播放器, 娱乐单元、导航设备、通信设备、移动设备、移动电话、智能电话、个人数字助理、固定位置终端、平板计算机、膝上型计算机、眼镜、手表和 / 或可穿戴设备。

[0024] 第三示例提供了一种包括用于执行电子设备的热管理的一条或多条指令的计算机可读存储介质, 该一条或多条指令在由至少一个处理器执行时使该至少一个处理器执行以下操作: 基于 (i) 电子设备的温度和 (ii) 电子设备的温度变化率来确定感知值; 以及基于所确定的感知值将来自多个不舒适度中的不舒适度与电子设备相关联, 该不舒适度指定电子设备的处理单元的最大允许活动, 至少一个不舒适度是可动态调整的。

[0025] 根据一方面, 该感知值基于可调整的感知模型, 该感知模型包括静态感知模型和动态感知模型。在一些实现中, 可调整的感知模型基于至少一个热系数常数。在一些实现中, 至少一个热系数常数是可调整的。该可调整的热系数常数指定关于可调整的不舒适度的温度值范围。在一些实现中, 关于可调整的不舒适度的温度值范围包括最大温度。该最大温度基于至少感知值、规章限制、和 / 或制造商限制中的一者的最小值。

[0026] 根据一个方面, 该计算机可读存储介质进一步包括在由该至少一个处理器执行时使该至少一个处理器执行以下操作的一条或多条指令: 确定处理单元的活动是否满足处理单元的最大允许活动; 以及在处理单元的活动不满足处理单元的最大允许活动时改变处理单元的活动。在一些实现中, 在由该至少一个处理器执行时使该至少一个处理器改变活动的一条或多条指令包括在由该至少一个处理器执行时使该至少一个处理器减少处理单元的活动的活动的一条或多条指令。



[0027] 根据一个方面,该计算机可读存储介质进一步包括在由该至少一个处理器执行时使该至少一个处理器执行以下操作的一条或多条指令:确定处理单元的活动是否满足处理单元的最大允许活动;以及改变处理单元的活动直至该活动不满足处理单元的最大允许活动。在一些实现中,在由该至少一个处理器执行时使该至少一个处理器改变活动的一条或多条指令包括在由该至少一个处理器执行时使该至少一个处理器增加处理单元的活动的多条指令。

[0028] 根据一方面,电子设备的温度是电子设备的外表面部分的温度,电子设备的温度变化率是电子设备的外表面部分的温度变化率。

[0029] 根据一个方面,温度是基于处理单元的处理单元温度的估计温度。

[0030] 根据一方面,该计算机可读存储介质被纳入以下至少一者中:音乐播放器、视频播放器,娱乐单元、导航设备、通信设备、移动设备、移动电话、智能电话、个人数字助理、固定位置终端、平板计算机、膝上型计算机、眼镜、手表和/或可穿戴设备。

[0031] 第四示例提供了一种包括存储器、至少一个处理电路的电子设备,该存储器被配置成存储一条或多条指令,该至少一个处理电路被配置成:基于(i)电子设备的温度和(ii)电子设备的温度变化率来确定感知值;以及基于所确定的感知值将来自多个不舒适度中的不舒适度与电子设备相关联,该不舒适度指定电子设备的处理单元的最大允许活动,至少一个不舒适度是可动态调整的。

[0032] 根据一方面,感知值基于可调整的感知模型,该感知模型包括静态感知模型和动态感知模型。在一些实现中,可调整的感知模型基于至少一个热系数常数。在一些实现中,至少一个热系数常数是可调整的,该可调整的热系数常数指定可调整的不舒适度的温度值范围。在一些实现中,关于可调整的不舒适度的温度值范围包括最大温度,该最大温度基于至少感知值、规章限制、和/或制造商限制中的一者的最小值。

[0033] 根据一个方面,该至少一个处理电路被进一步配置成:确定处理电路的活动是否满足处理电路的最大允许活动;以及在处理电路的活动不满足处理电路的最大允许活动时改变处理电路的活动。在一些实现中,改变活动包括减少处理电路的活动。

[0034] 根据一方面,该至少一个处理电路被进一步配置成:确定处理电路的活动是否满足处理电路的最大允许活动;以及改变处理电路的活动直至该活动不满足处理电路的最大允许活动。在一些实现中,改变活动包括增加处理电路的活动。

[0035] 根据一个方面,电子设备的温度是电子设备的外表面部分的温度,电子设备的温度变化率是电子设备的外表面部分的温度变化率。

[0036] 根据一方面,温度是基于处理电路的处理电路温度的估计温度。

[0037] 根据一个方面,处理电路是至少中央处理单元(CPU)和/或图形处理单元(GPU)中的一者。

[0038] 根据一方面,电子设备是以下至少一者:音乐播放器、视频播放器,娱乐单元、导航设备、通信设备、移动设备、移动电话、智能电话、个人数字助理、固定位置终端、平板计算机、膝上型计算机、眼镜、手表和/或可穿戴设备。

[0039] 附图

[0040] 在结合附图理解下面阐述的详细描述时,各种特征、本质、和优点会变得明显,在附图中,相似的附图标记贯穿始终作相应标识。

- [0041] 图 1 解说了包括热管理单元的电子设备。
- [0042] 图 2 解说了热管理单元的热感知模块 / 电路。
- [0043] 图 3 解说了基于处理单元的操作的热曲线。
- [0044] 图 4 解说了可如何基于设备中的处理单元的活动的变化来影响设备的温度和用户的不舒适的示图。
- [0045] 图 5 解说了用于基于一个或多个模型来执行热管理的方法的流程图。
- [0046] 图 6 解说了在一些实现中使用的各种模型（例如，感知模型和不舒适模型）的示图。
- [0047] 图 7 解说了用于基于一个或多个模型来执行热管理的方法的流程图。
- [0048] 图 8 解说了用于基于一个或多个可调整的模型来执行热管理的方法的流程图。
- [0049] 图 9 解说了用于调整热系数常数的一个或多个值的方法的流程图。
- [0050] 图 10 解说了热管理单元可执行以减少和 / 或限制处理单元的活动的的方法的流程图。
- [0051] 图 11 解说了热管理单元可执行以允许或拒绝增加处理单元的活动的的方法的流程图。
- [0052] 图 12 解说了可以在管芯封装中的热管理单元。
- [0053] 图 13 解说了可与前述集成电路、管芯或管芯封装中的任一者集成的各种电子设备。
- [0054] 详细描述
- [0055] 在以下描述中，给出了具体细节以提供对本公开的各方面的透彻理解。但是，本领域普通技术人员将理解，没有这些具体细节也可实践这些方面。例如，电路可能用框图示出以避免使这些方面湮没在不必要的细节中。在其他实例中，公知的电路、结构和技术可能不被详细示出以免使本公开的这些方面不明朗。
- [0056] 综览
- [0057] 若干新颖特征涉及用于执行电子设备的热管理的方法。该方法基于 (i) 电子设备的温度和 (ii) 电子设备的温度变化率来确定感知值。该方法基于所确定的感知值将来自多个不舒适度中的不舒适度与电子设备相关联。至少一个不舒适度是可动态调整的。在一些实现中，感知值基于用户可调整的感知模型。在一些实现中，该用户可调整的感知模型基于若干热系数常数中的一个。该不舒适度指定电子设备的处理单元的最大允许活动。在一些实现中，该不舒适度指定对于电子设备的用户而言电子设备如何热得不舒适。在一些实现中，来自若干不舒适度中的每个不舒适度与特定范围的感知值相关联。
- [0058] 包括热管理单元的示例性电子设备
- [0059] 图 1 解说包括具有新颖特征的热管理单元的概念性电子设备。如图 1 中所示，电子设备 100 包括中央处理单元 (CPU) 102、图形处理单元 (GPU) 104、以及热管理 (TM) 单元 106。电子设备 100 可以是便携式手持电子设备。便携式手持电子设备的示例包括平板设备和智能电话。CPU 102 和 / 或 GPU 104 可以是作为片上系统 (SoC) 的处理单元。
- [0060] 如图 1 中所示，热管理单元 106 可以是与 CPU 102 和 GPU 104 分开的集成电路 / 模块。然而，在一些实现中，热管理单元 106 可以与 CPU 102 和 / 或 GPU104 集成。热管理单元 106 被配置成控制 CPU 102 和 / 或 GPU 104 (和 / 或其他处理单元) 的操作 / 活动。例

如,在一些实现中,热管理单元 106 可以限制或抑制 CPU 102 和 / 或 GPU 104 的工作时钟频率。在一些实现中,热管理单元 106 还可以限制耦合至 CPU 102 和 / 或 GPU 104 的总线的时钟频率。如图 1 中进一步示出的,热管理单元 106 包括热感知模块 / 电路 108。在一些实现中,热感知模块 / 电路 108 提供用于执行电子设备的热管理的实现。

[0061] 图 2 概念性地解说了热管理单元的热感知模块 / 电路。具体地,图 2 解说了包括静态感知模型 202、动态感知模型 204 和不舒适模型 206 的热感知模块 / 电路 200。在一些实现中,热感知模块 / 电路 200 是图 1 的热感知模块 / 电路 108。在一些实现中,静态感知模型 202 和动态感知模型 204 对用户热感知进行量化。不同的实现可以不同地使用模型 202-206。在一个实现中,使用静态感知模型 202 和动态感知模型 204。在另一实现中,所有三个模型(即,静态感知模型 202、动态感知模型 204 和不舒适模型 206)都被用于执行热管理。

[0062] 静态感知模型 202 包括在执行热管理时计及电子设备的温度的模型。在一些实现中,静态感知模型 202 指定用户可忍受的电子设备的最大温度。在一些实现中,用户可忍受电子设备的达 45°C 或更低的外表面温度。

[0063] 在一些实现中,电子设备的温度可以是该电子设备的处理单元(例如,CPU 102、GPU 104)的温度。在一些实现中,电子设备的温度可以是包括处理单元的区域温度。在一些实现中,电子设备的温度可以是电子设备的外表面部分(例如,屏幕、外表面)的温度。此外,电子设备的温度可以是电子设备的测得温度(例如,使用专用的温度传感器来测量外表面)和 / 或估计温度(例如,基于温度模型)。

[0064] 动态感知模型 204 包括在执行热管理时计及电子设备的温度变化率的模型。例如,温度变化率指定温度变化发生得多快。在一些实现中,动态感知模型 204 可以指定用户可以忍受 0.05°C / 秒或更小的温度变化率。

[0065] 在一些实现中,电子设备的温度变化率可以是电子设备的处理单元(例如,CPU 102、GPU 104)的温度变化率。在一些实现中,电子设备的温度变化率可以是包括处理单元的区域温度变化率。在一些实现中,电子设备的温度变化率可以是电子设备的外表面部分(例如,屏幕、外表面)的温度变化率。此外,电子设备的温度变化率可以是电子设备的计算出的温度变化率和 / 或估计的温度变化率。

[0066] 在一些实现中,热管理单元(例如,热管理单元 106)可以使用静态感知模型 202 和动态感知模型 204 两者来执行热管理。在一些实现中,静态感知模型 202 可包括通过下式 (1) 表达的热模型:

[0067]

$$\text{感知}_{\text{静态}} = C_0 \left( \frac{2}{1 + e^{-C_1(T_{\text{外壳}} - T_{\text{参考}})}} - 1 \right) \quad (1)$$

[0068] 其中  $C_0$  和  $C_1$  表示热系数常数,  $T_{\text{外壳}}$  表示电子设备的外表面部分(例如,用户可持握 / 触摸的外表面部分)的温度,并且  $T_{\text{参考}}$  表示参考温度。在一些实现中,  $T_{\text{参考}}$  表示人体的温度(例如,45°C)。

[0069] 在一些实现中,动态感知模型 204 可包括通过下式 (2) 表达的热模型:

[0070]

$$\text{感知}_{\text{动态}} = C_2 \frac{dT_{\text{外壳}}}{dt} \quad (2)$$

[0071] 其中  $C_2$  表示热系数常数, 并且  $T_{\text{外壳}}$  表示电子设备的外表面部分 (例如, 用户可持握 / 触摸的外表面部分) 的温度。在一些实现中, 组合的静态和动态感知模型可被组合并且可通过下式 (3) 来表达:

[0072]

$$\text{感知} = C_0 \left( \frac{2}{1 + e^{-C_1(T_{\text{外壳}} - T_{\text{参考}})}} - 1 \right) + C_2 \frac{dT_{\text{外壳}}}{dt} \quad (3)$$

[0073] 不同的实现可不同地使用这些模型。在一些实现中, 热管理单元可以独立地使用式 (1) 和 (2) 中表达的模型。在一些实现中, 热管理单元可以使用式 (3) 中表达的模型。如以下将进一步描述的, 这些热系数常数 (例如,  $C_0$ 、 $C_1$ 、和 / 或  $C_2$ ) 中的一者或多者是可由用户配置和 / 或调整的。在一些实现中, 热系数常数是可配置和 / 或可调整的, 以从用户一用户感知度变化来调谐模型。

[0074] 基于这些静态感知模型 202-204, 热管理单元可执行若干不同的功能。在一些实例中, 热管理单元可以抑制或减少活动 (例如, 降低处理单元 (例如, CPU 102、GPU 104) 的时钟速度 / 频率)。在一些实例中, 热管理单元可以约束或限制处理单元的任何附加活动。例如, 热管理单元可以允许处理单元以当前的时钟速度 / 频率来操作, 但是可以不允许处理单元增加其活动。在一些实例中, 热管理单元可以允许处理单元增加其活动 (例如, 提高时钟速度 / 频率), 诸如在 turbo (加速) 模式中操作。例如, 只要由用户感觉到的温度 (例如, 电子设备的外表面部分的温度) 低于  $45^\circ\text{C}$  并且作为活动增加的结果的温度变化率小于  $0.05^\circ\text{C} / \text{秒}$ , 则处理单元的活动就可以增加。此外, 在一些实现中, 即使处理单元可以能够执行更多的活动, 也可以限制活动的增加。例如, 处理单元可能当前正以 1Ghz 操作, 但是可以能够以 1.6Ghz 操作。在一些实现中, 处理单元可被允许以 1.4Ghz 操作, 而不是允许处理单元以其最大速度操作。

[0075] 在一些实现中, 热管理单元还可以使用不舒适模型 (例如, 不舒适模型 206) 来执行电子设备的热管理。在此类实例中, 热管理单元可以将电子设备与来自若干可能的不舒适度中的特定不舒适度相关联。在一些实现中, 与电子设备相关联的不舒适度基于静态感知值和 / 或动态感知值。不同的实现可以使用不同的不舒适模型和不舒适度。不舒适度可以基于 (i) 温度和 (ii) 温度变化率来指定对于电子设备的用户而言该电子设备如何热得不舒适。更具体地, 不舒适度可以基于 (i) 静态感知值 (例如, 式 (1)) 和 / 或 (ii) 动态感知值 (例如, 式 (2)) 来指定对于电子设备的用户而言该电子设备如何热得不舒适。基于与电子设备相关联的不舒适度, 热管理单元和 / 或处理单元 (例如, CPU) 可以执行一个或多个不同的操作。

[0076] 在一个示例中, 一些实现可以使用包括三个不舒适度的不舒适模型。具体地, 一些实现可以使用第一不舒适度 (例如, 恼人程度)、第二不舒适度 (例如, 能感知的不舒适度)、以及第三不舒适度 (例如, 不能感知的不舒适度)。每个不舒适度可以与一感知值范围相关联, 该感知值范围可以从以上所述的感知模型 (例如, 式 1-3) 计算出。例如, 在一些实现中, 第一范围 (例如, 第一较高范围) 的感知值可以与第一不舒适度相关联, 第二范围 (例如, 第二高范围、第二中等范围) 的感知值可以与第二不舒适度相关联, 并且第三范围

(例如,第三低范围)的感知值可以与第三不舒适度相关联。因此,例如,当电子设备的所计算出的感知值落在第二范围的感知值内时,第二不舒适度与电子设备相关联。

[0077] 在一些实现中,当第一不舒适度与电子设备相关联时,可以减少处理单元的活动(例如,抑制处理单元)。在一些实现中,当第二不舒适度与电子设备相关联时,可以不允许增加处理单元的活动。在一些实现中,当第三不舒适度与电子设备相关联时,可允许增加处理单元的活动。例如,可允许处理单元在 turbo 模式中操作。在一些实现中,turbo 模式包括暂时增加处理单元的处理能力(例如,提高时钟速度或时钟频率)。在一些实现中,可以使用三个以上不舒适度。类似地,在一些实现中,可以使用三个以下不舒适度。如此,以上所述的不舒适度仅是示例性的。类似地,以上所述的不舒适度名称仅是示例性的。

[0078] 已描述了热管理单元以及该热管理单元可用于来执行电子设备的热管理的若干模型(例如,感知模型和不舒适模型),现在将针对一些实现来描述电子设备的热/温度曲线以及用于执行热管理的方法。

[0079] 示例性热/温度曲线和不舒适度

[0080] 图 3 解说了示出在时间上基于电子设备的处理单元(例如,CPU、GPU)的工作频率的温度曲线的示图。如图 3 中所示,处理单元可按若干频率操作。更具体地,处理单元在第一时间段 302 中以第一工作频率 308(例如,正常工作频率)操作,在第二时间段 304 中以第二工作频率 310(例如,turbo 频率)操作,并且在第三时间段 306 中以第三工作频率 312(例如,正常工作频率)操作。在一些实现中,第三工作频率 312 可以是与第二工作频率 308 相同的频率。

[0081] 图 3 还解说了设备的示例性对应温度曲线 314(例如,包括处理单元的设备的表面/外壳温度)以及由用户基于设备中的处理单元的处理活动/操作所感觉到的温度曲线 316。如图 3 中所示,在第一时间段 302 期间,设备的温度和由用户感觉到的温度相同或者大致相同。在处理单元的活动增加并且由此升高设备的温度的第二时间段 304 期间,图 3 解说了由用户感觉到的温度高于设备的实际温度。因此,即使设备温度尚未达到特定温度(例如,45°C),设备的用户也感觉到好像该设备已达到该特定温度。这是因为如以上所述的,作为设备中的处理单元的处理活动的增加的结果的设备温度的变化率使用户感觉到比设备的实际温度更热的温度。在第三时间段 306 期间,处理单元返回到第三频率 312(例如,正常频率),这意味着处理单元的活动已经减少,从而导致设备的较低温度。当设备由于较低的工作频率而开始冷却时,用户感觉到比设备的实际温度低的温度。换言之,在第三时间段 306 期间,随着设备冷却,用户可能在设备达到特定温度(例如,45°C)之前就感觉到该特定温度(例如,45°C)。同样,如以上所述的,这是设备温度的变化率的结果。

[0082] 如图 3 中所示,在用户可能感知设备温度大于特定温度(45°C)的时间段 318 与设备(例如,设备的表面)具有大于该特定温度(45°C)的温度的时间段 320 之间存在偏差。在一些实现中,本公开中所述的模型和方法提供了一种用于最小化和/或减小这两个时间段 318-320 之间的偏差的方式。

[0083] 图 4 解说了可如何基于设备中的处理单元的活动的变化来影响设备的温度和用户的不舒适的示图。具体地,图 4 解说了在一些实现中三个不同的活动可如何影响设备的温度和用户的不舒适。

[0084] 图 4 解说了处理单元(例如,CPU)可在三种情形/情景下提高频率,即(i)第一

情形 402, 其中处理单元从低频率提高到第一频率 (例如, 极频 turbo), (ii) 第二情形 404, 其中处理单元从低频率提高到第二频率 (例如, 极低 turbo), 以及 (iii) 第三情形 406, 其中处理单元从低频率提高到第三频率 (例如, 没有 turbo 的常规频率)。

[0085] 如图 4 中进一步示出的, 在第一情形 402 中, 设备的温度 (例如, 设备的表面 / 外壳温度) 显著升高, 从而导致第一温度曲线 412。此外, 人类热不舒适模型表明: 第一情形 402 导致恼人的感知曲线 422。在一些实现中, 恼人的感知曲线 422 是表示能由用户感知的不舒适并且有理由改变 (例如, 减少) 处理单元的活动的曲线。

[0086] 在第二情形 404 中, 设备的温度 (例如, 设备的表面 / 外壳温度) 升高 (但不如第一情形 402 中那么显著), 从而导致第二温度曲线 414。此外, 人类热不舒适模型表明: 第二情形 404 导致能感知的感知曲线 424。在一些实现中, 能感知的感知曲线 424 是表示能由用户感知的不舒适、但是不足以有理由对处理单元的活动进行任何改变的曲线。

[0087] 在第三情形 406 中, 设备的温度 (例如, 设备的表面 / 外壳温度) 升高 (但不如第二情形 404 中那么显著), 从而导致第三温度曲线 416。此外, 人类热不舒适模型表明: 第三情形 406 导致不能感知的感知曲线 426。在一些实现中, 不能感知的感知曲线 426 是表示不能由用户感知的不舒适并且没有理由改变 (例如, 减少) 处理单元的活动的曲线。

[0088] 已描述了关于电子设备的热 / 温度曲线, 现在将针对一些实现来描述用于执行热管理的方法。

[0089] 用于电子设备的热管理的示例性方法

[0090] 图 5 解说了用于基于一个或多个模型 (例如, 感知模型和不舒适模型) 来执行热管理的方法的流程图。如图 5 中所示, 该方法确定设备的温度 (在 505)。在一些实现中, 确定温度 (在 505) 可包括测量设备的温度和 / 或估计设备的温度。在一些实现中, 设备的温度可以是设备的表面 / 外壳的温度。在一些实现中, 设备的温度可以是设备中的处理单元 (例如, CPU、GPU) 的温度。在一些实现中, 设备的温度可以是设备的不同组件 (例如, 表面、处理单元) 的若干温度的组合。

[0091] 在一些实现中, 当该方法测量设备的温度以确定设备的温度 (在 505) 时, 该方法可以使用设备的表面上和 / 或附近的专用温度传感器和 / 或一个或多个处理单元上和 / 或附近的温度传感器。不同的实现可以不同地测量设备的温度。

[0092] 在一些实现中, 当该方法估计设备的温度以确定设备的温度 (在 505) 时, 该方法可以从设备上的一个或多个处理单元和 / 或 SOC 的功率性能 / 状态得到输入以估计设备的温度。例如, 该方法可测量多少电流 / 电压正被设备的一个或多个组件 (例如, 处理单元、SoC) 汲取 / 使用以估计设备的温度。在一些实现中, 温度估计模型可被用来估计设备的温度。这些温度估计模型可以基于电压、电流、工作频率、和 / 或操作时间。

[0093] 一旦确定设备的温度 (在 505), 该方法就应用用户热感知模型 (在 510)。在一些实现中, 应用用户热感知模型 (在 510) 包括基于所确定的设备的温度来计算包括设备的静态感知值和 / 或动态感知值的值。在一些实现中, 应用用户热感知模型可包括计算一个或多个感知值。在一些实现中, 确定 (例如, 计算) 感知值包括基于所确定的设备的温度来使用以上描述的式 1、2 和 / 或 3。

[0094] 接下来, 该方法基于所应用的用户热感知模型的结果来应用用户热不舒适模型 (在 515)。不同的实现可以使用不同的用户热不舒适模型。在一个示例中, 用户热不舒适

模型可包括第一恼人不舒适度、第二能感知不舒适度、和第三不能感知不舒适度。以下将进一步描述用户热不舒适模型的使用。

[0095] 在应用用户热不舒适模型（在 515）之后，该方法基于用户热不舒适模型的结果来对设备应用处理等级控制（例如，turbo 等级控制）（在 520）。在一些实现中，应用处理等级控制（在 520）包括基于用户热不舒适度来指定处理单元（例如，CPU、GPU）的最大允许活动。在一些实现中，最大允许活动可指定处理单元的最大时钟速度或者时钟频率。

[0096] 接下来，该方法确定是否继续设备的热管理（在 525）。如果是，则该方法返回到 505 以确定设备的温度。在一些实现中，该方法可以通过测量设备的温度和 / 或估计设备的温度来确定设备的温度。在一些实现中，可以执行确定温度、应用模型和应用处理等级控制的若干次迭代。在一些实现中，当该方法确定不继续进行设备的热管理（在 525）时，该方法结束。

[0097] 图 6 解说了在一些实现中在热管理中使用的各种模型（例如，感知模型和不舒适模型）的示图。在一些实现中，图 6 中描述的模型可应用于图 5 的流程图。

[0098] 如图 6 中所示，热感知模型 605 解说了可以在一些实现中确定和 / 或计算的各种感知值的示例。在一些实现中，确定（例如，计算）感知值包括基于所确定的设备温度使用以上描述的式 1、2 和 / 或 3。在一些实现中，这些感知值可以基于输入温度来计算。输入温度可以是设备的温度。在一些实现中，设备的温度可以包括设备的表面 / 外壳温度和 / 或设备的一个或多个处理单元（例如，CPU、GPU）的温度。在一些实现中，设备的温度可以是测得温度和 / 或估计温度。在一些实现中，热感知模型 605 可以在图 5 中应用用户热感知模型（在 510）时使用。

[0099] 不舒适模型 610 解说了与相应的感知值相关联的各种不舒适度。如图 6 中所示，当感知值大于第一感知阈值限制（例如， $S_2$ ）时，指定第一不舒适度（例如， $L_2$ ）当感知值小于或等于第一感知阈值限制（例如， $S_2$ ）并且大于第二感知阈值限制（例如， $S_1$ ）时，指定第二不舒适度（例如， $L_1$ ）。当感知值小于或等于第二感知阈值限制（例如， $S_1$ ）并且大于第三感知阈值限制（例如，0）时，指定第三不舒适度（例如， $L_0$ ）。在图 6 的示例中，第一不舒适度是恼人的不舒适度，第二不舒适度是能感知的不舒适度，并且第三不舒适度是不能感知的不舒适度。然而，不同的实现可以使用不同的不舒适度，包括具有不同数目的不舒适度。在一些实现中，不舒适感知模型 610 可以在图 5 中应用用户不舒适感知模型（在 515）时使用。

[0100] Turbo 等级控制 615（例如，处理单元等级控制）解说了可应用于设备中的一个或多个处理单元的各种处理控制。如图 6 中所示，第一不舒适度（例如， $L_2$ ）与处理单元的抑制相关联。在一些实现中，当第一不舒适度被指定 / 与设备相关联时，热管理可以指令处理单元减少其活动（例如，降低工作频率）。如图 6 中进一步示出的，第二不舒适度（例如， $L_1$ ）与在处理单元中不允许增加活动相关联。在一些实现中，当第二不舒适度被指定 / 与设备相关联时，热管理可以指令处理单元不增加其活动（例如，维持工作频率）。在处于第二不舒适度中时，仍可允许处理单元减少其活动。图 6 示出了第三不舒适度（例如， $L_0$ ）与在处理单元中允许增加活动相关联。在一些实现中，当第三不舒适度被指定 / 与设备相关联时，热管理可以指令处理单元允许增加其活动（例如，提高工作频率）。在处于第三不舒适度中时，仍可允许处理单元减少其活动。在一些实现中，turbo 等级控制 615 可以在图 5 中

应用处理等级控制（在 520）时使用。

[0101] 已描述了用于执行设备的热管理的特定方法，现在将针对一些实现来描述用于执行热管理的一般方法。

[0102] 用于电子设备的热管理的示例性方法

[0103] 图 7 解说了用于基于一个或多个模型（例如，感知模型和不舒适模型）来执行热管理的方法的流程图。如图 7 中所示，该方法确定电子设备的感知值（在 705）。在一些实现中，确定感知值（在 705）包括计算包含电子设备的静态感知值和 / 或动态感知值的值。在一些实现中，感知值基于电子设备的温度和 / 或电子设备的温度变化率。在一些实现中，确定感知值可包括计算一个或多个感知值。在一些实现中，确定（例如，计算）感知值包括使用以上描述的式 1、2 和 / 或 3。

[0104] 接下来，该方法基于所确定的电子设备的感知值来将（来自若干可能的不舒适度中的）不舒适度与电子设备相关联（在 710）。在一些实现中，将不舒适度与电子设备相关联（在 710）包括基于 (i) 温度和 (ii) 温度变化率来指定对于电子设备的用户而言该电子设备如何热得不舒适。不同的实现可以使用不同的不舒适度，诸如举例而言，第一恼人不舒适度、第二能感知不舒适度、以及第三不能感知不舒适度。

[0105] 在将不舒适度与电子设备相关联（在 710）之后，该方法基于相关联的不舒适度来指定处理单元（例如，CPU、GPU）的最大允许活动（在 715）。在一些实现中，该最大允许活动可以指定处理单元的最大时钟速度或时钟频率。该方法进一步基于所指定的最大允许活动来调整处理单元的活动（在 720）。在一些实现中，在必要时作出调整（在 720）。例如，基于所指定的最大允许活动，处理单元可以 (i) 减少（例如，抑制）其活动、保持相同的活动（例如，保持相同的时钟速度或时钟频率）、或者增加其活动（例如，turbo 模式、提高时钟速度或时钟频率）。不同的实现将不同地作出调整（若有）。在一些实现中，不对处理单元的活动作出调整。在一些实现中，可以执行图 7 的方法的若干次迭代。

[0106] 在一些实现中，热管理单元的响应的敏感度可由用户配置和 / 或调整。即，在一些实现中，热管理单元因温度和温度变化率而如何表现可由用户指定，而不是限于单个配置和 / 或敏感度。

[0107] 热管理单元的可配置和 / 或可调整的敏感度可以是期望的，这是因为不同的用户可能对温度和 / 或温度变化率具有不同的敏感度。例如，婴儿和 / 或儿童可能比成人对温度和 / 或温度变化率更敏感。类似地，年轻人（例如，大学生）可能比老年人用户（例如，祖父母）对温度变化和 / 或温度变化率更敏感，该老年人用户可能具有较不敏感的神经末梢。

[0108] 另外，不同的电子设备可能覆盖有不同的护壳（例如，外壳）。这些护壳提供对可由电子设备生成的热的一层热绝缘。因此，当电子设备覆盖有外壳时，相对于不具有此类外壳的电子设备而言可以忍受或者允许较高的温度和 / 或温度变化率。因此，热管理单元的敏感度可由用户配置和 / 或调整以计及与用户和 / 或电子设备相关联的特定特性。在一些实现中，热管理单元的敏感度可以基于与用户相关联的一个或多个特性，包括年龄、职业、区域（例如，干燥区域、潮湿区域）、性别。

[0109] 在一些实现中，调整和 / 或配置热管理单元的敏感度可以包括指定式 1-3 的热系数常数中的一个或多个（例如， $C_0$ 、 $C_1$  和 / 或  $C_2$ ）。



[0110] 图 8 解说了用于基于一个或多个可配置 / 可调整的模型 (例如, 感知模型和不舒适模型) 来执行电子设备的热管理的方法的流程图。如图 8 中所示, 该方法接收指定电子设备的敏感度的用户输入 (在 805)。在一些实现中, 指定电子设备的敏感度包括从若干感知模型中指定要在执行电子设备的热管理时使用的特定的感知模型。该感知模型可以表示特定的用户类型 (例如, 儿童、年轻人、老年人) 和 / 或可与电子设备联用的外壳类型 (若有)。在一些实现中, 感知模型指定电子设备的热管理将如何积极地响应温度变化和 / 或温度变化率。在一些实现中, 指定电子设备的敏感度可以包括指定式 1-3 的热系数常数中的一个或多个 (例如,  $C_0$ 、 $C_1$  和 / 或  $C_2$ )。在一些实现中, 热管理单元的敏感度可能易受最小和 / 或最大敏感度值的影响。这些最小和 / 或最大敏感度值可由电子设备的制造商和 / 或通过规章 (例如, 政府规章) 来指定。图 9 中描述了用于调整热系数常数的方法。

[0111] 如图 8 中进一步示出的, 该方法使用所指定的敏感度来确定电子设备的感知值 (在 810)。在一些实现中, 确定感知值 (在 810) 包括计算包含电子设备的静态感知值和 / 或动态感知值的值。在一些实现中, 确定感知值可包括计算一个或多个感知值。在一些实现中, 确定 (例如, 计算) 感知值包括使用以上描述的式 1、2 和 / 或 3。

[0112] 接下来, 该方法基于所确定的电子设备的感知值来将不舒适度与电子设备相关联 (在 815)。在一些实现中, 将不舒适度与电子设备相关联 (在 815) 包括基于 (i) 温度和 (ii) 温度变化率来指定对于电子设备的用户而言该电子设备如何热得不舒适。不同的实现可以使用不同的不舒适度, 诸如举例而言, 第一恼人不舒适度、第二能感知不舒适度、以及第三不能感知不舒适度。

[0113] 在将不舒适度与电子设备相关联 (在 815) 之后, 该方法基于相关联的不舒适度来指定处理单元的最大允许活动 (在 820)。在一些实现中, 该最大允许活动可以指定处理单元的最大时钟速度或时钟频率。该方法进一步基于所指定的最大允许活动来调整处理单元的活动 (在 825)。在一些实现中, 在必要时作出调整 (在 825)。例如, 基于所指定的最大允许活动, 处理单元可以 (i) 减少 (例如, 抑制) 其活动、保持相同的活动 (例如, 保持相同的时钟速度或时钟频率)、或者增加其活动 (例如, turbo 模式、提高时钟速度或时钟频率)。不同的实现将不同地作出调整 (若有)。在一些实现中, 不对处理单元的活动作出调整。在一些实现中, 可以执行图 8 的方法的若干次迭代。

[0114] 在一些实现中, 可以调整热系数常数的值。因此, 在一些实现中, 热系数常数不是恒定不变的。对热系数常数的值的调整可以动态地进行 (例如, 在设备操作期间和 / 或热管理期间)。这些热系数常数中的一个或多个值可由用户和 / 或由设备 (例如, 处理单元、热管理单元) 来调整。在一些实现中, 调整热系数常数的值可以确定热管理单元如何响应设备的温度变化。

[0115] 图 9 解说了用于调整热系数常数的一个或多个值的方法的流程图。如图 9 中所示, 该方法使用热系数常数的初始值集合 (在 905)。这些值可以最初由制造商指定或者可以最初由用户指定。该方法随后使用所指定的热系数常数集合来执行设备的热管理 (在 910)。在一些实现中, 该方法可以使用本公开中所述的任何一种热管理方法来执行设备的热管理 (在 910)。在一些实现中, 执行热管理包括使用以上描述的式 1、2 和 / 或 3。

[0116] 接下来, 该方法接收由用户作出的对设备的舒适 / 不舒适度的反馈 (在 915)。不同的实现可以不同地接收对舒适 / 不舒适度的反馈。在一些实现中, 用户可以通过对设备

如何舒适和 / 或不舒适进行评级 (例如, 星、数字值 (1-10)) 来自愿地提供对设备的热舒适和 / 或不舒适的输入, 由此由用户提供对该设备的舒适度的反馈。在一些实现中, 设备可以向用户询问对设备的舒适 / 不舒适度的反馈 (例如, 当设备已在 turbo 模式中运行达某个时间段时, 当设备接近  $L_1$  或  $L_2$  时)。

[0117] 该方法随后确定所接收到的反馈是否匹配当前模型 (例如, 感知模型、不舒适模型) 的输出 (在 920)。例如, 该方法确定由用户提供的设备舒适度是否匹配正由热管理使用的不舒适模型的输出。若是, 则该方法行进至 910 以继续执行设备的热管理。

[0118] 然而, 当该方法确定所接收到的反馈不匹配当前模型的输出 (在 920) 时, 该方法调整热系数常数的一个或多个值 (在 925)。不同的实现可不同地调整这些值。下表 1 解说了可对热系数常数的一个或多个值作出的各种示例性调整。一旦作出调整, 该方法就行进回至 910 以继续执行设备的热管理。在一些实现中, 可以执行图 9 的方法的若干次迭代。另外, 图 9 的方法的操作可以在任何时间停止。还应当注意, 在一些实现中, 对热系数常数的值的调整之间的时间可以是变化的。

[0119] 下表 1 解说了可在图 9 的方法期间对热系数常数的一个或多个值作出的示例性调整。

[0120] 表 1

[0121]

设备的状态	条件	调整
温度稳定	用户不舒适的输入 > 不舒适模型的输出	增大 $C_0$
	用户不舒适的输入 < 不舒适模型的输出	减小 $C_0$
温度改变	用户不舒适的输入 > 不舒适模型的输出	增大 $C_2$
	用户不舒适的输入 < 不舒适模型的输出	减小 $C_2$

[0122] 如表 1 中所示, 当设备的温度稳定 (例如, 维持大致相同、不发生变化) 时, 并且当用户不舒适的输入大于不舒适模型的输出时, 热系数常数  $C_0$  可以增大。然而, 当设备的温度稳定时并且当用户不舒适的输入小于不舒适模型的输出时, 热系数常数  $C_0$  可以减小。

[0123] 如表 1 中还示出的, 当设备的温度已变化时并且当用户不舒适的输入大于不舒适模型的输出时, 热系数常数  $C_2$  可以增大。然而, 当设备的温度已变化时并且当用户不舒适的输入小于不舒适模型的输出时, 热系数常数  $C_2$  可以减小。

[0124] 在一些实现中, 对热系数常数的值的调整是对以上描述的式 1、2 和 / 或 3 的热系数常数的调整。

[0125] 已描述了用于电子设备的热管理的方法的一般综述, 现在将在以下参照图 10-11 来描述用于电子设备的热管理的更详细的方法。

[0126] 图 10 解说了热管理单元可以在一些实现中执行的方法的流程图。具体地, 图 10 解说了热管理单元可以在一些实现中执行以减少和 / 或限制处理单元的活动的方法的流程图。如图 10 中所示, 该方法确定电子设备的温度和电子设备的温度变化率 (在 1005)。

[0127] 不同的实现可以不同地确定温度和温度变化率。在一些实现中, 温度和温度变化率是电子设备的外表面部分 (例如, 屏幕、外表面) 的温度和温度变化率。在一些实现中,

温度和温度变化率是电子设备的处理单元（例如，CPU、GPU）的温度和温度变化率。在一些实现中，确定温度和温度变化率包括计算和 / 或估计电子设备的温度和温度变化率。一个或多个传感器（例如，温度传感器）可被用来测量和 / 或估计电子设备的温度和 / 或温度变化率。这些传感器可以位于电子设备中和 / 或周围的任何地方。

[0128] 接下来，该方法确定电子设备的温度是否满足温度阈值（在 1010）。在一些实现中，该温度阈值是电子设备的外表面部分的最大允许温度。在一些实现中，电子设备的外表面部分的最大允许温度可以是 45°C。该温度阈值对于电子设备的处理单元而言可以是不同的。

[0129] 当该方法确定电子设备的温度不满足温度阈值（在 1010）（例如，电子设备的温度大于温度阈值）时，该方法行进至减少电子设备的处理单元（例如，CPU、GPU）的活动（在 1025）。在一些实现中，减少处理单元的活动包括降低处理单元的时钟速度或时钟频率。在一些实现中，减少处理单元的活动直至电子设备的温度满足温度阈值。例如，可以减少处理单元的活动直至电子设备的温度在温度阈值处或者在温度阈值以下（例如，电子设备的外表面部分的温度为 45°C 或者 45°C 以下）。

[0130] 然而，当该方法确定电子设备的温度满足温度阈值（在 1010）（例如，电子设备的温度低于温度阈值）时，则该方法行进至确定电子设备的温度变化率是否满足温度变化率阈值（在 1015）。在一些实现中，该方法确定电子设备的温度变化率（例如，电子设备的外表面部分的温度变化率）是否为 0.05°C / 秒或更小。在一些实现中，当温度变化率对应于处理单元时，温度变化率阈值可以是不同的。

[0131] 当该方法确定温度变化率不满足温度变化率阈值（在 1015）时，该方法行进至减少电子设备的处理单元（例如，CPU、GPU）的活动（在 1025）。不同的实现可以不同地减少处理单元的活动。

[0132] 然而，当该方法确定温度变化率满足温度变化率阈值（在 1015）时，该方法可以允许增加电子设备的处理单元的活动（在 1020）。在一些实现中，处理单元的活动可以保持相同。在一些实现中，处理单元的活动可以增加。当需要附加的处理能力时（例如，当执行视频处理、玩游戏时），处理单元的活动可以增加。处理单元的活动可以增加，直至温度变化率不再满足温度变化率阈值。例如，在一些实现中，处理单元的活动可以增加直至温度变化率达到 0.05°C / 秒。在一些实现中，可以执行图 10 的方法的若干次迭代。

[0133] 在一些实现中，热管理单元控制和调节操作和活动。在此类实例中，电子设备的一个或多个处理单元（例如，CPU、GPU）可以在增加活动之前向热管理单元请求批准或授权。图 11 解说了热管理单元可以在一些实现中执行以确定是否允许一个或多个处理单元增加活动的方法的流程图。

[0134] 具体地，图 11 解说了热管理单元可以在一些实现中执行以允许或拒绝增加处理单元的活动的方法的流程图。如图 11 中所示，该方法接收增加电子设备的处理单元（例如，CPU、GPU）的活动的请求（在 1105）。例如，该方法可以在一个或多个处理单元响应于用户执行需要较多处理能力的操作（例如，玩游戏、视频、或者打开附加应用）而需要增加其活动时接收此种请求（在 1105）。

[0135] 接下来，该方法确定电子设备的温度是否满足温度阈值（在 1110）。在一些实现中，确定温度是否满足温度阈值包括确定电子设备的温度。确定电子设备的温度可包括测

量和 / 或估计电子设备的温度。电子设备的温度可以是电子设备中的处理单元的温度、和 / 或电子设备的外表面部分的温度。在一些实现中,温度阈值是电子设备的外表面部分的最大允许温度。在一些实现中,电子设备的外表面部分的最大允许温度可以是 45°C。该温度阈值可以对于电子设备的处理单元而言是不同的。一个或多个传感器(例如,温度传感器)可被用来测量和 / 或估计电子设备的温度和 / 或温度变化率。这些传感器可以位于电子设备中和 / 或周围的任何地方。

[0136] 当该方法确定电子设备的温度不满足温度阈值(在 1110)(例如,电子设备的温度大于温度阈值)时,该方法行进至拒绝增加电子设备的处理单元(例如,CPU、GPU)的活动的请求(在 1125)。

[0137] 然而,当该方法确定电子设备的温度满足温度阈值(在 1110)(例如,电子设备的温度低于温度阈值)时,则该方法行进至确定电子设备的温度变化率是否满足温度变化率阈值(在 1115)。在一些实现中,该方法确定电子设备的温度变化率(例如,电子设备的外表面部分的温度变化率)是否为 0.05°C / 秒或更小。在一些实现中,当温度变化率对应于处理单元时,温度变化率阈值可以是不同的。当该方法确定温度变化率不满足温度变化率阈值(在 1115)时,该方法行进至拒绝增加电子设备的处理单元(例如,CPU、GPU)的活动的请求(在 1125)。

[0138] 然而,当该方法确定温度变化率满足温度变化率阈值(在 1115)时,该方法批准增加电子设备的处理单元的活动的请求(在 1020)。一旦请求被热管理单元批准(在 1120),处理单元就可增加其活动(例如,提高时钟速度或时钟频率)。在一些实现中,处理单元可以部分地增加其活动,或者可以将其活动增加至其全部能力。处理单元的活动可被增加直至温度变化率不再满足温度变化率阈值或者当温度不再满足温度阈值(例如,直至达到最大允许温度)时。例如,在一些实现中,处理单元的活动可以增加直至温度变化率达到 0.05°C / 秒或者直至电子设备的外表面部分的温度达到 45°C。在一些实现中,可以执行图 11 的方法的若干次迭代。

[0139] 示例性热管理单元

[0140] 在以上附图中,对热管理单元进行了众多引用。热管理单元可以按许多方式实现在封装中。图 12 概念地解说了可以在管芯封装(例如,SiP、SoG)中的热管理单元 1200。热管理单元 1200 可以是处理器、处理单元、和 / 或处理电路。例如,热管理单元 1200 可以是管芯的电路的一部分(例如,处理器),或者可以是封装中其自己的管芯。热管理单元 1200 还可以是存储在计算机 / 处理器可读存储介质中的代码。热管理单元 1200 还可以是半导体器件、系统和 / 或封装,或者是半导体器件、系统和 / 或封装的跨封装中的若干电路和 / 或硅(Si)管芯 / 管芯分布的一部分。

[0141] 如图 12 中所示,热管理单元 1200 包括热管理(TM)逻辑电路 / 模块 1202、温度传感器接口模块 1204、控制器接口模块 1208、以及芯片 / 管芯接口模块 1210。TM 逻辑电路 / 模块 1202 通过控制和管理封装中的硅管芯 / 管芯的温度和活动来执行管芯和 / 或封装的热管理。TM 逻辑电路 / 模块 1202 可以利用以上描述的技术来控制和管理封装中的硅管芯 / 管芯的温度和活动,包括使用热模型、曲线和查找表。

[0142] TM 逻辑电路 / 模块 1202 可以耦合至温度传感器接口模块 1204,该温度传感器接口模块 1204 允许 TM 逻辑模块 1202 接收来自温度传感器 1212 的数据。如图 12 中所示, TM

逻辑电路 / 模块 1202 可进一步耦合至控制器接口模块 1208, 该控制器接口模块 1208 允许 TM 逻辑电路 / 模块 1202 与控制器 1216 (例如, 存储器控制器、活动控制器) 往返通信。TM 逻辑电路 / 模块 1202 还可耦合至芯片 / 管芯接口模块 1210, 该芯片 / 管芯接口模块 1210 允许 TM 逻辑电路 / 模块 1202 与 (诸) 管芯 1218 (例如, 硅管芯) 通信。(诸) 管芯 1218 可以包括中央处理单元 (CPU) 和 / 或图形处理单元 (GPU)。一个或多个管芯 1218 可以封装在管芯封装中。在一些实现中, 来自管芯 1218 的每个管芯可以在其相应的管芯封装中。

[0143] TM 逻辑电路 / 模块 1202 还可包括温度电路 / 模块 1220、活动电路 / 模块 1224、热模型 / 曲线电路 / 模块 1226。温度电路 / 模块 1220 用于分析温度数据。活动电路 / 模块 1224 用于确定和控制 (诸) 管芯的活动。这包括是增加还是减少管芯的活动 (例如, 增加还是减少 CPU 和 / 或 GPU 的活动)。在一些实现中, 对管芯 (例如, 处理器) 的活动的控制基于感知值和 / 或不舒适度。热模型 / 曲线电路 / 模块 1226 用于存储与封装的热曲线和 / 或建模有关的数据。TM 逻辑电路 / 模块 1202 可以是包括静态感知模型、动态感知模型和 / 或不舒适模型的热感知电路 / 模块 (例如, 图 2 的热感知模块 200)。这些模型可以是温度电路 / 模块 1220、活动电路 / 模块 1224、和 / 或热模型 / 曲线电路 / 模块 1226 的一部分。例如, 热模型 / 曲线电路 / 模块 1226 可以计算 / 确定一些或全部感知值 (例如, 静态感知值、动态感知值)、和 / 或不舒适度。

[0144] 温度传感器 (例如, 温度传感器 1212) 是用于测量温度 (例如, 处理单元的温度) 的传感器。温度传感器可以是管芯的一部分 (例如, 集成到管芯的电路中) 或者可以与管芯分开。温度传感器可以位于管芯或管芯封装 (例如, 包括管芯的封装) 的内部或外部。

[0145] 示例性电子设备

[0146] 图 13 解说了可与前述集成电路、管芯或封装中的任一种集成的各种电子设备。例如, 移动电话 1302、膝上型计算机 1304、固定位置终端 1306、眼镜 1308、以及手表 1310 可包括如本文所述的集成电路 (IC) 1300。IC 1300 可以是例如, 本文所述的集成电路、管芯或封装中的任何一种。图 13 中所解说的设备 1302、1304、1306 仅是示例性的。其它电子设备也可以 IC 1300 为其特征, 此类电子设备包括但不限于移动设备、手持式个人通信系统 (PCS) 单元、便携式数据单元 (诸如个人数字助理)、有 GPS 能力的设备、导航设备、机顶盒、音乐播放器、视频播放器、娱乐单元、固定位置数据单位 (诸如仪表读取设备)、通信设备、智能电话、平板计算机或存储或检索数据或指令的任何其它设备, 或者其任何组合。

[0147] 图 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12 和 / 或 13 中解说的组件、步骤、特征和 / 或功能之中的一个或多个可以被重新安排和 / 或组合成单个组件、步骤、特征或功能, 或可以实施在数个组件、步骤、或功能中。也可添加额外的元件、组件、步骤、和 / 或功能而不会脱离本发明。

[0148] 附图中解说的组件、步骤、特征、和 / 或功能之中的一个或多个可以被重新安排和 / 或组合成单个组件、步骤、特征、或功能, 或可以实施在若干组件、步骤或功能中。还可添加附加的元件、组件、步骤、和 / 或功能而不会脱离本文中所公开的新颖特征。附图中所解说的装置、设备和 / 或组件可以被配置成执行在这些附图中描述的方法、特征、或步骤中的一个或多个。本文中描述的新颖算法还可以高效地实现在软件中和 / 或嵌入在硬件中。

[0149] 措辞“示例性”在本文中用于表示“用作示例、实例或解说”。本文中描述为“示例性”的任何实现或方面不必被解释为优于或胜过本公开的其他方面。同样, 术语“方面”不

要求本公开的所有方面都包括所讨论的特征、优点或操作模式。术语“耦合”在本文中被用于指两个对象之间的直接或间接耦合。例如,如果对象 A 物理地触及对象 B,且对象 B 触及对象 C,则对象 A 和 C 可仍被认为是彼此耦合的——即便它们并未直接物理地触及彼此。术语“管芯封装”被用于指已经被包封或封装或打包的集成电路晶片。

[0150] 还应注意,这些实施例可能是作为被描绘为流程图、流图、结构图、或框图的过程来描述的。尽管流程图可能会把诸操作描述为顺序过程,但是这些操作中有许多能够并行或并发地执行。另外,这些操作的次序可以被重新安排。过程在其操作完成时终止。过程可对应于方法、函数、规程、子例程、子程序等。当过程对应于函数时,它的终止对应于该函数返回调用方函数或主函数。

[0151] 本领域技术人员将可进一步领会,结合本文中公开的实施例描述的各种解说性逻辑块、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、和步骤在上面是以其功能性的形式作一般化描述的。此类功能性是被实现为硬件还是软件取决于具体应用和施加于整体系统的设计约束。

[0152] 本文所述的本发明的各种特征可实现于不同系统中而不脱离本发明。应注意,本公开的以上各方面仅是示例,且不应被解释成限定本发明。对本公开的各方面的描述旨在是解说性的,而非限定所附权利要求的范围。由此,本发明的教导可以现成地应用于其他类型的装置,并且许多替换、修改、和变形对于本领域技术人员将是显而易见的。

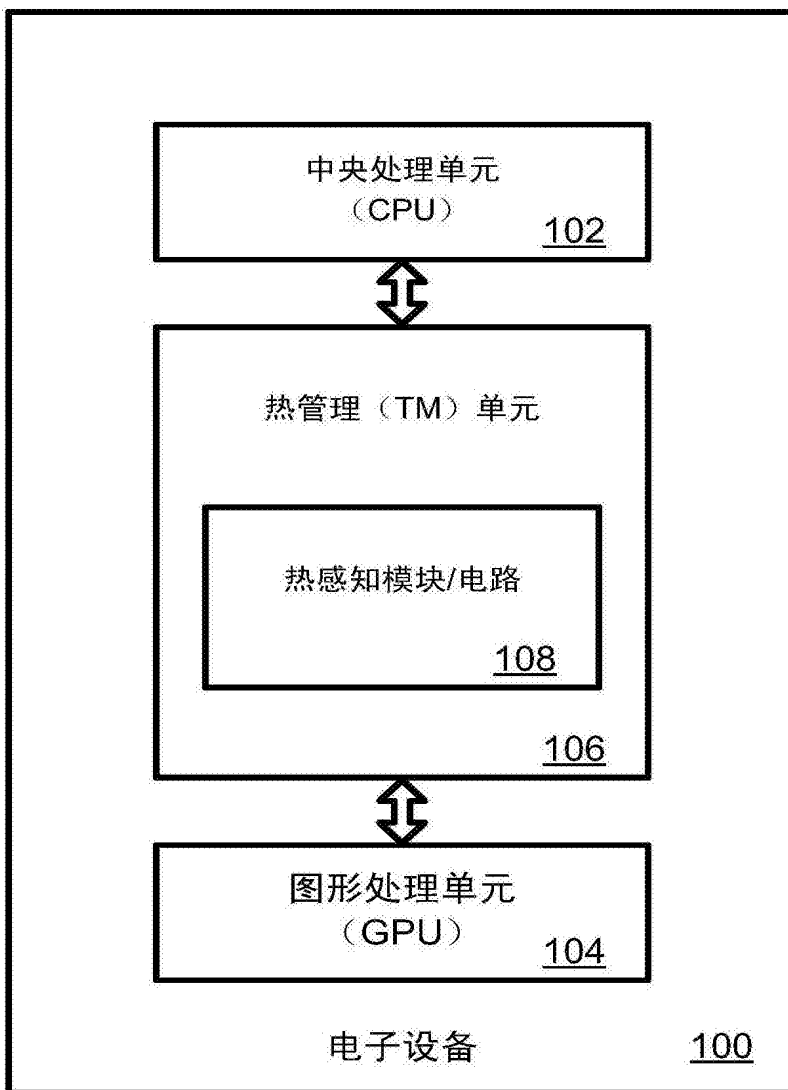


图 1

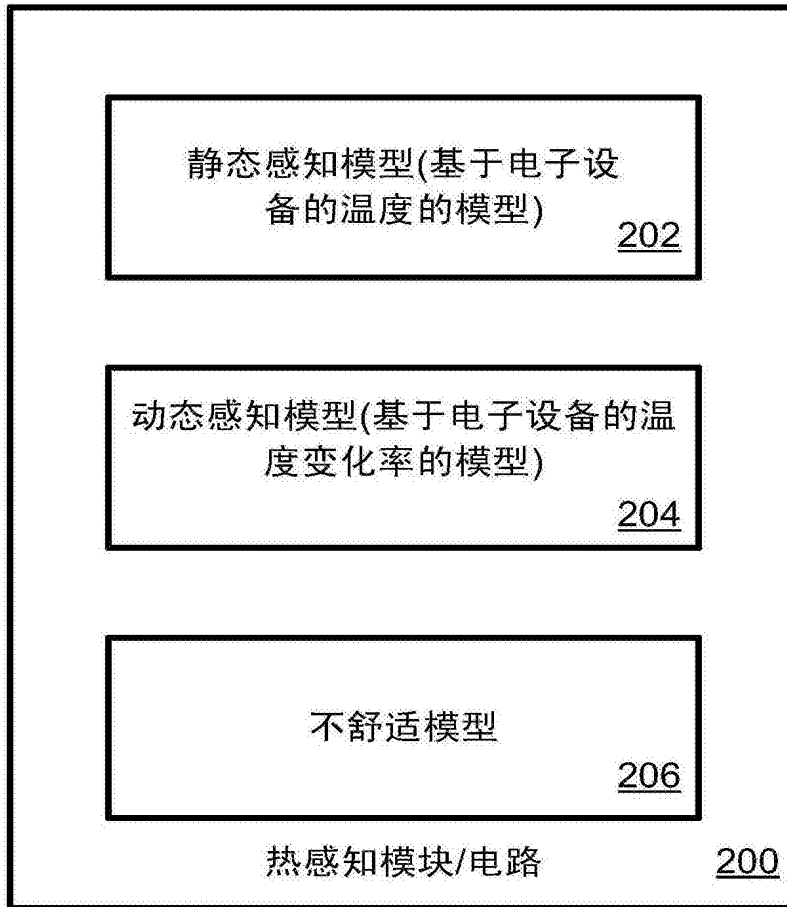


图 2



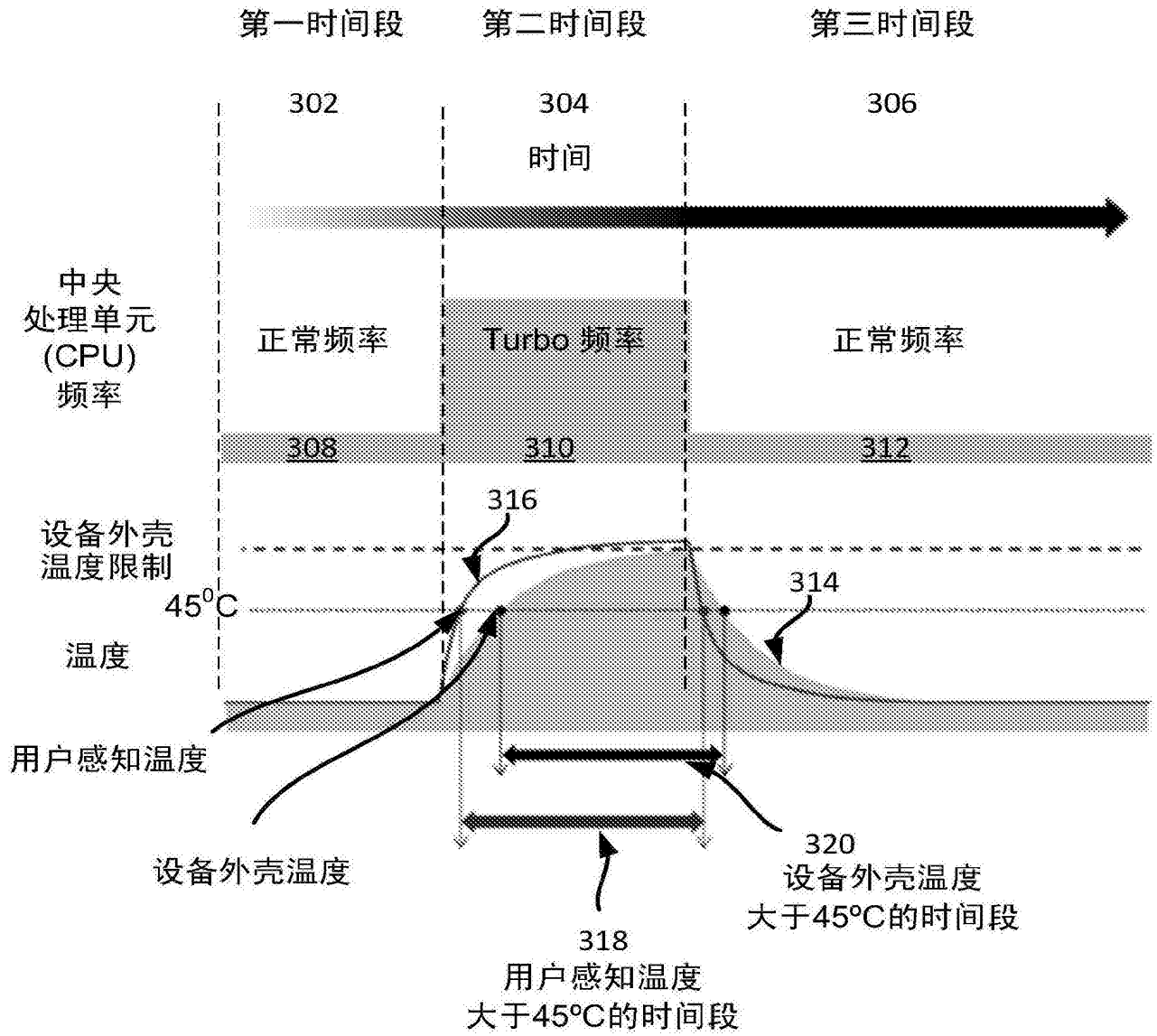


图 3

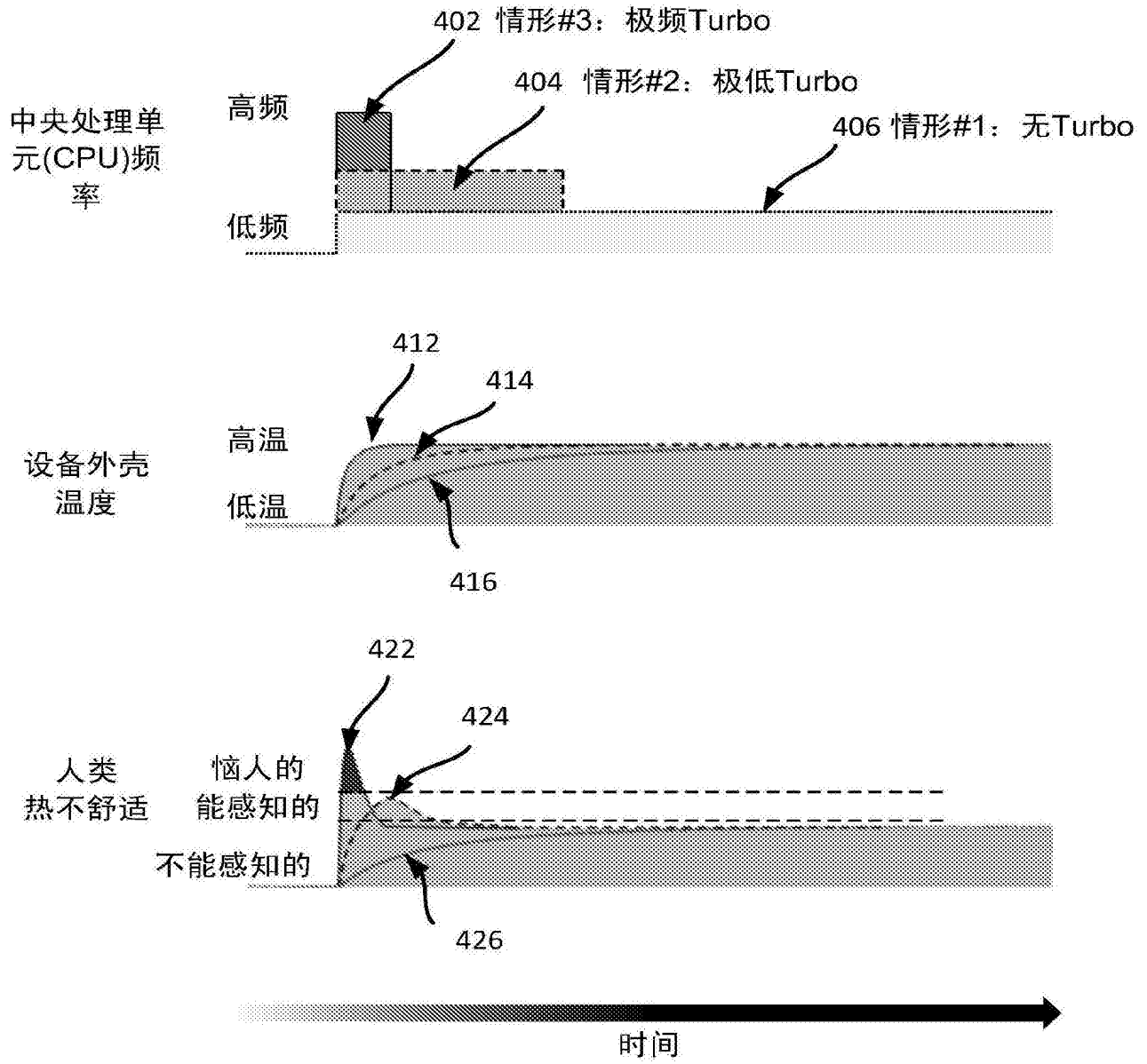


图 4

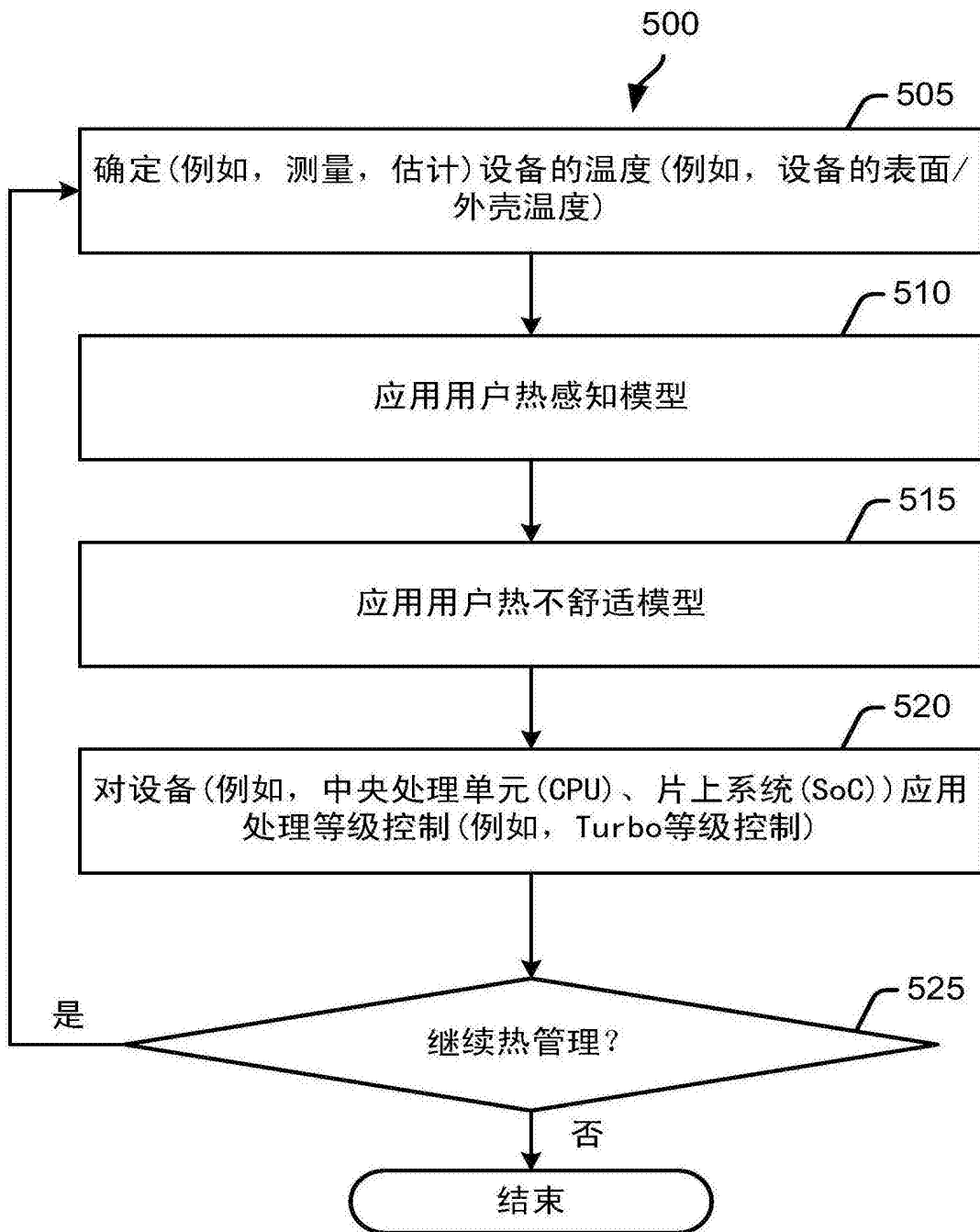


图 5

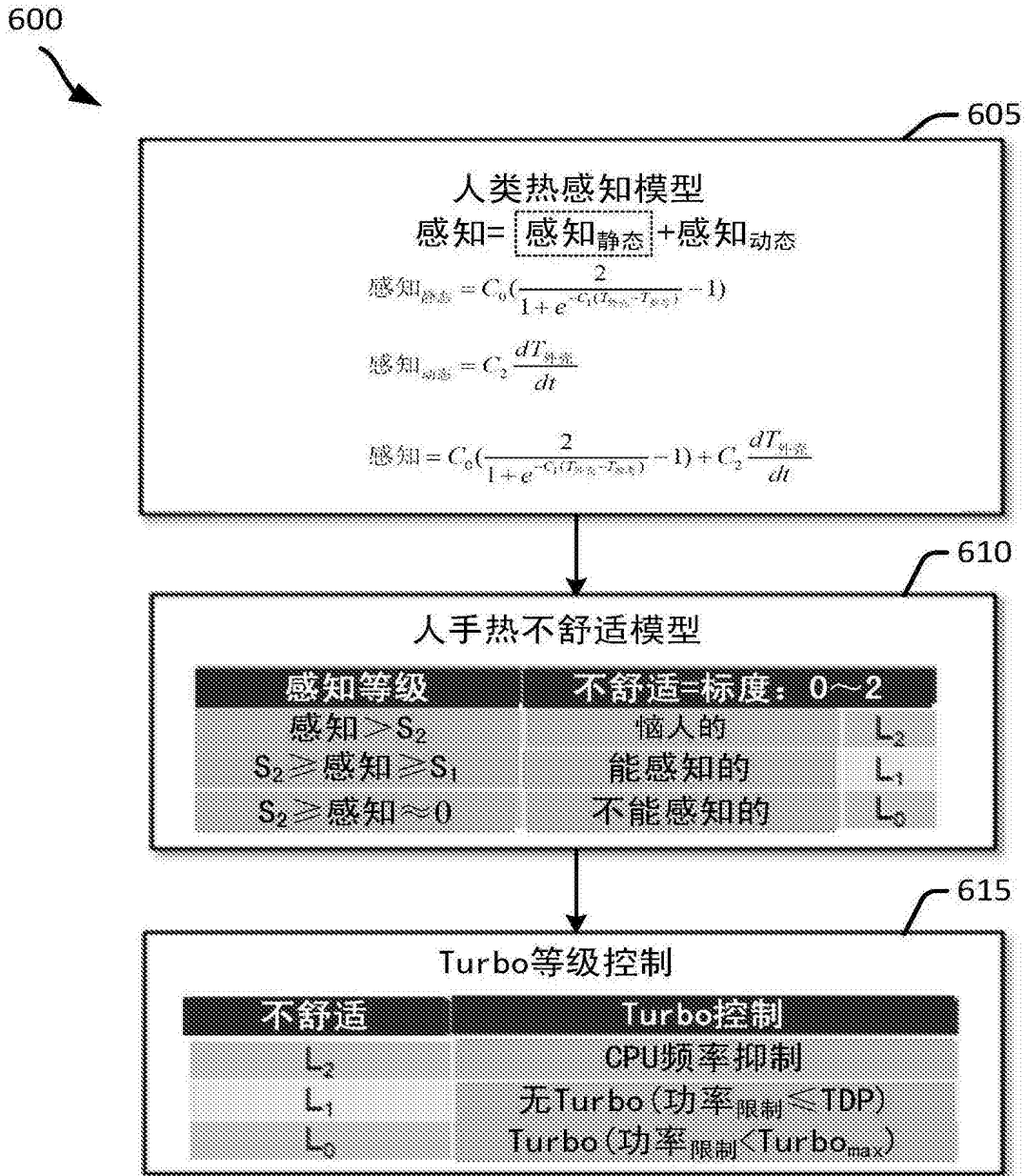


图 6

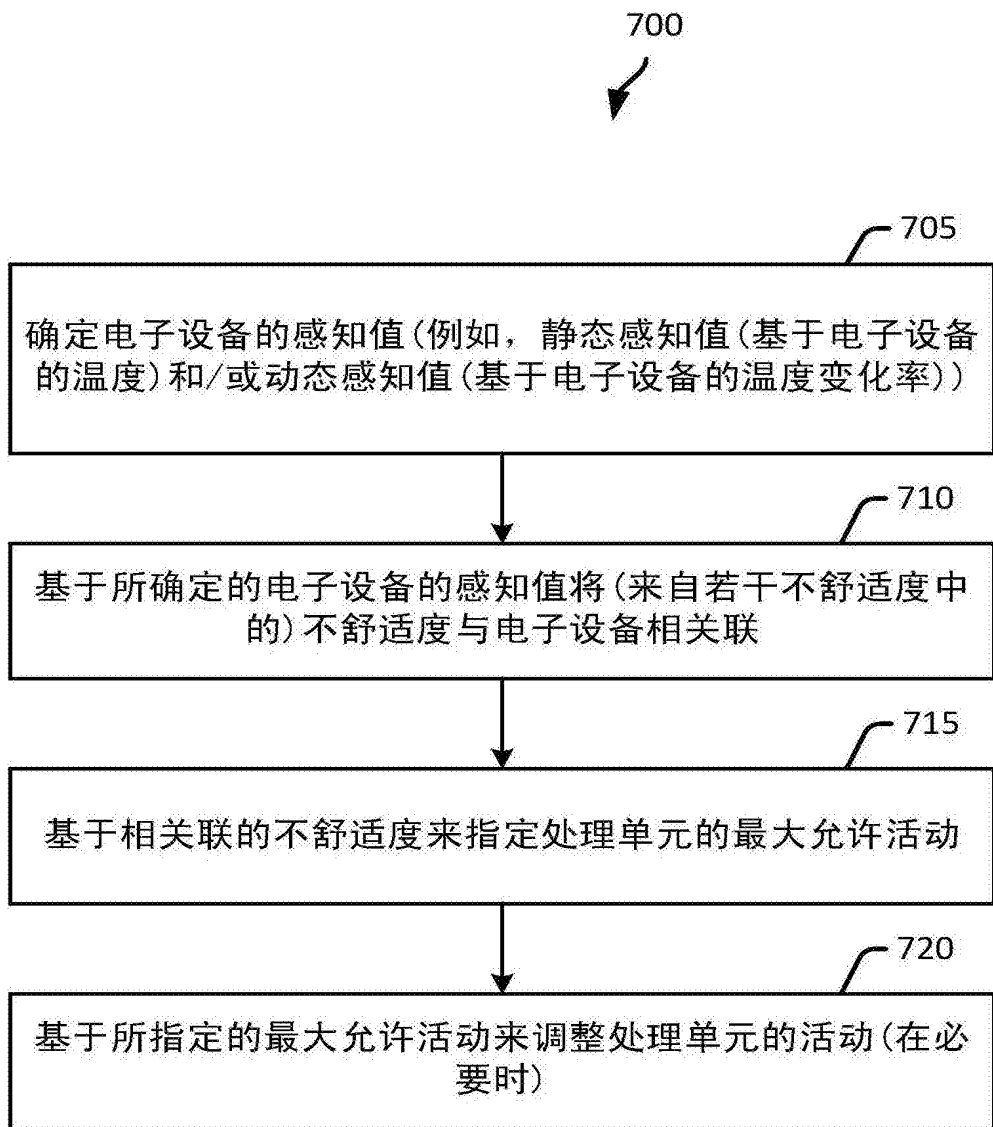


图 7

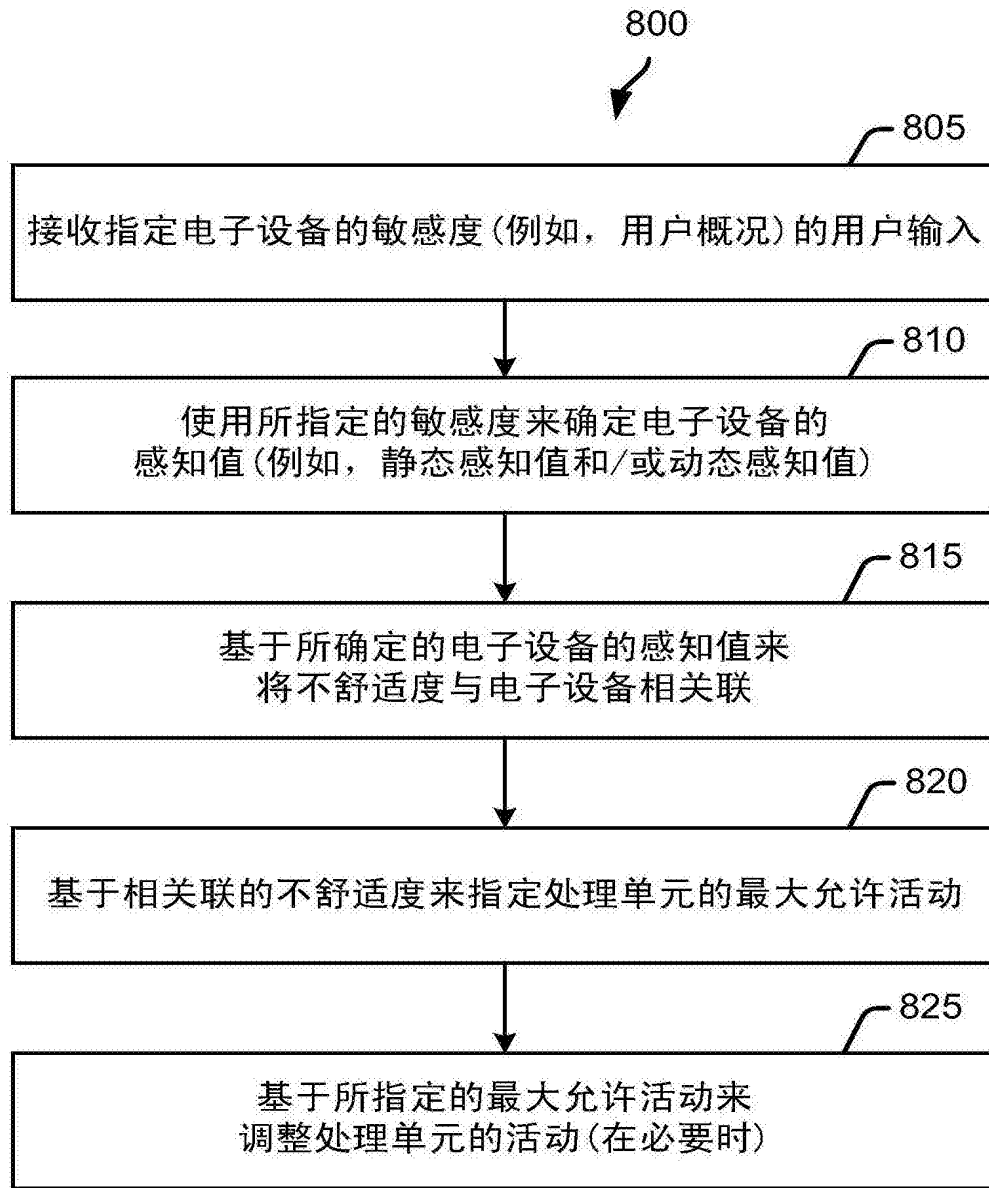


图 8

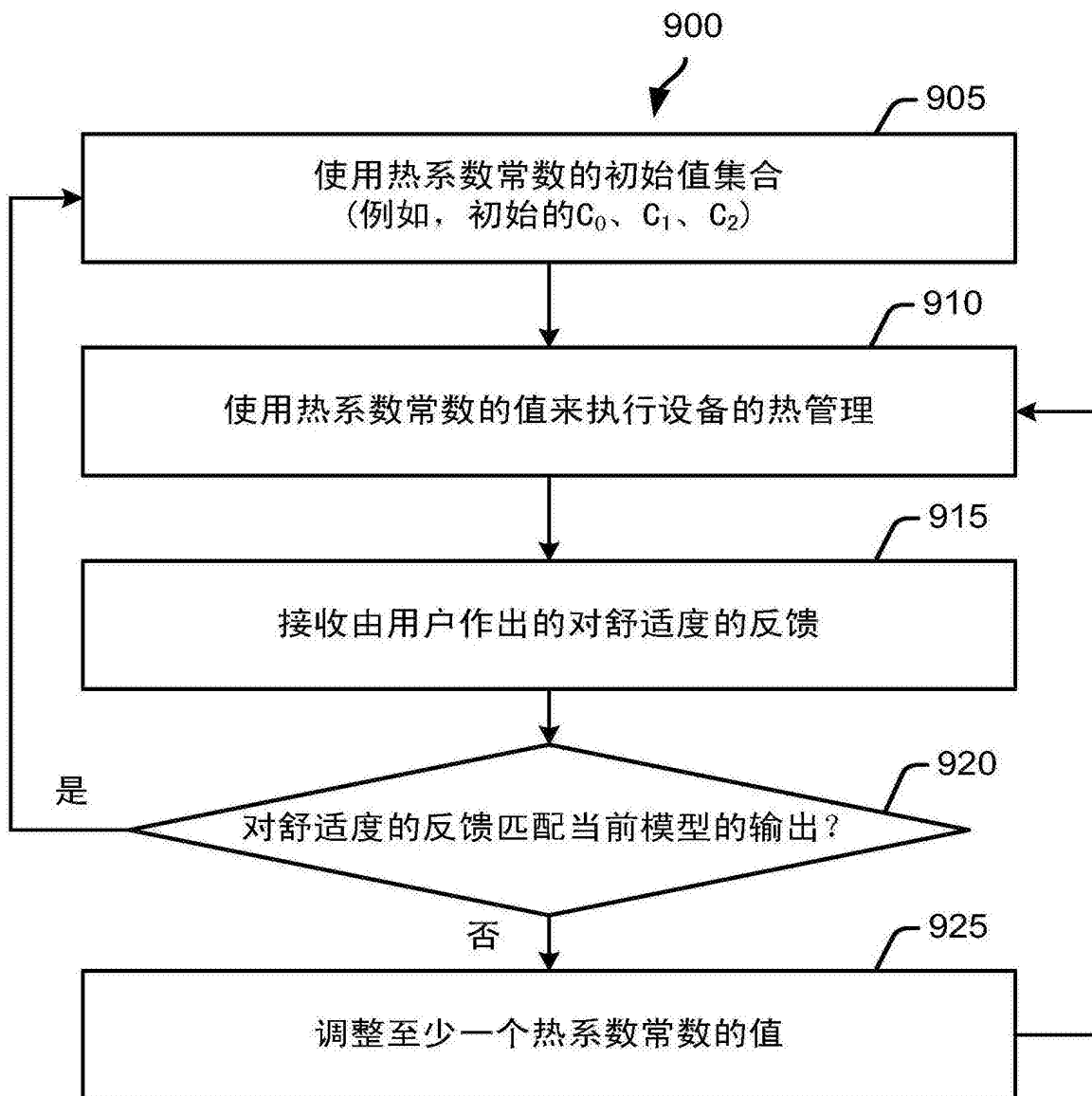


图 9

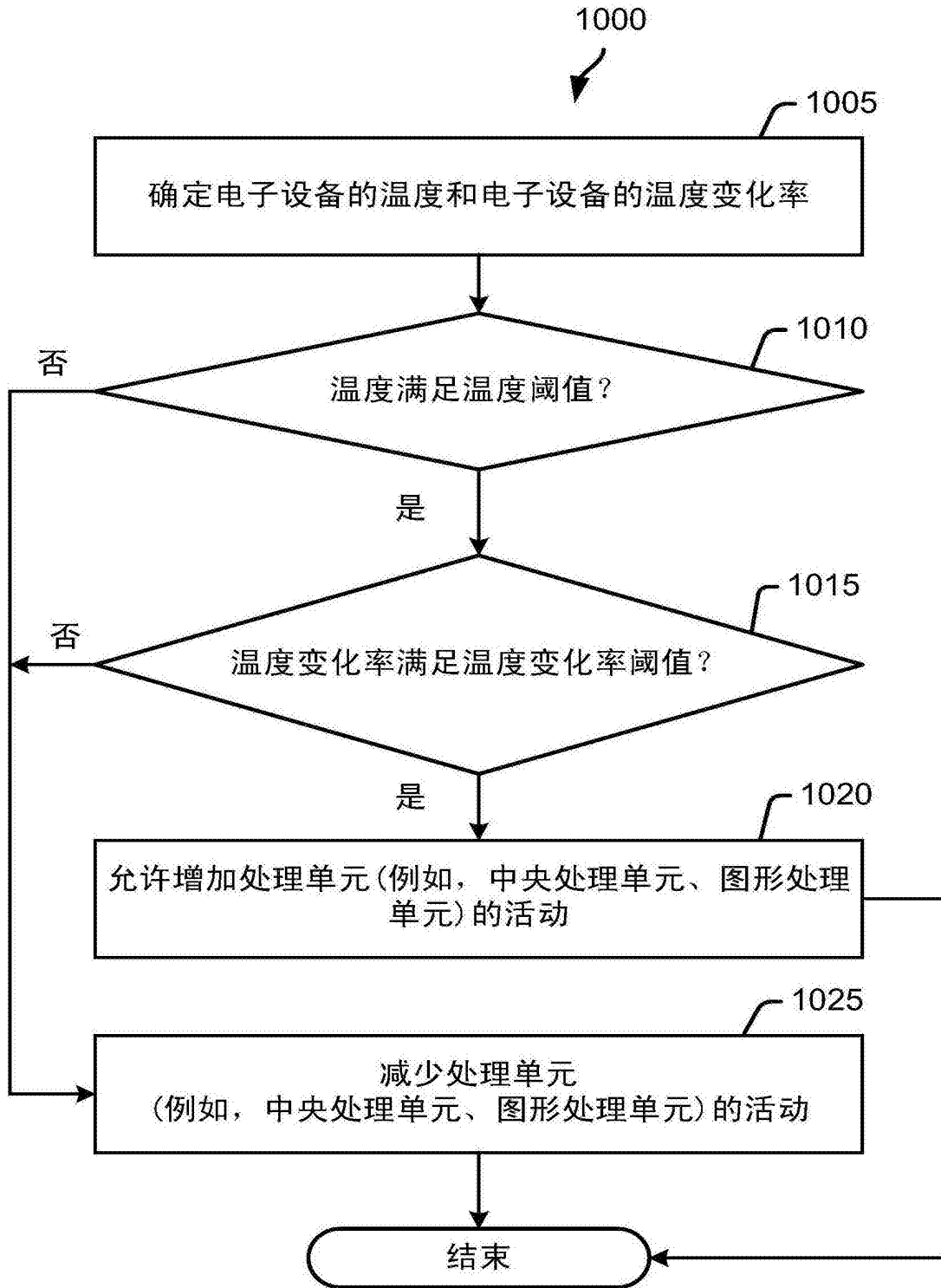


图 10



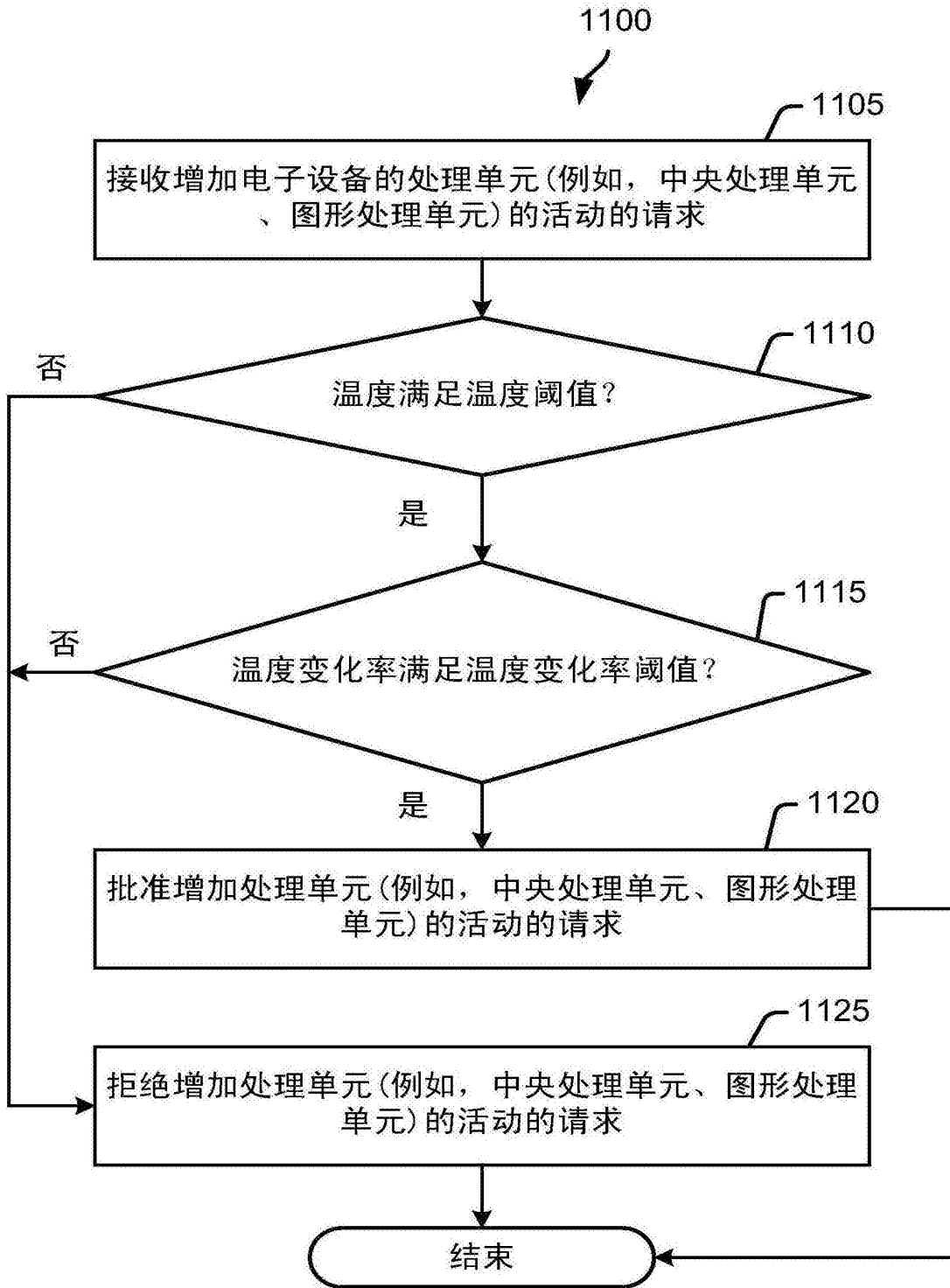


图 11

热管理(TM)单元/处理器/电路

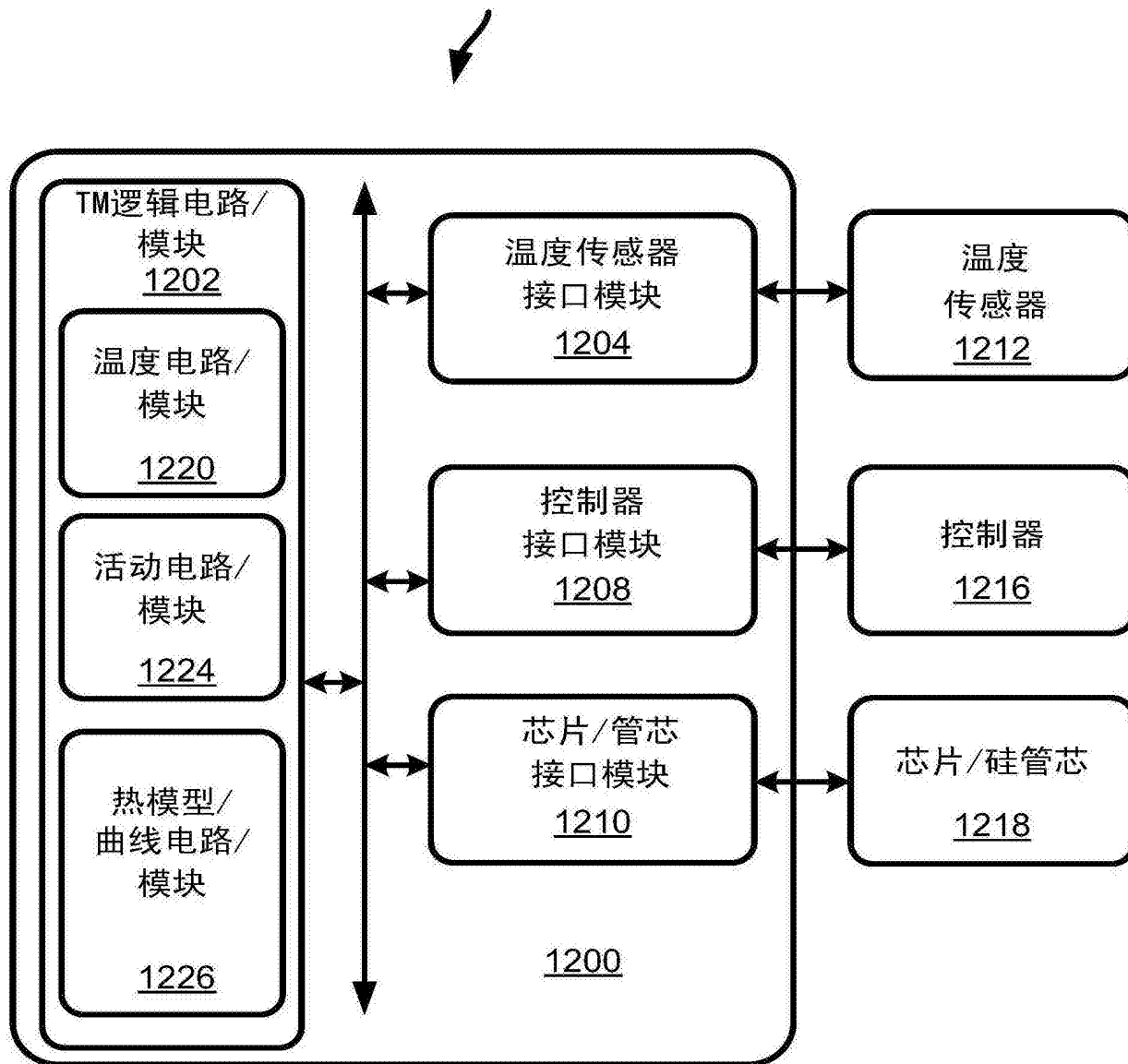


图 12

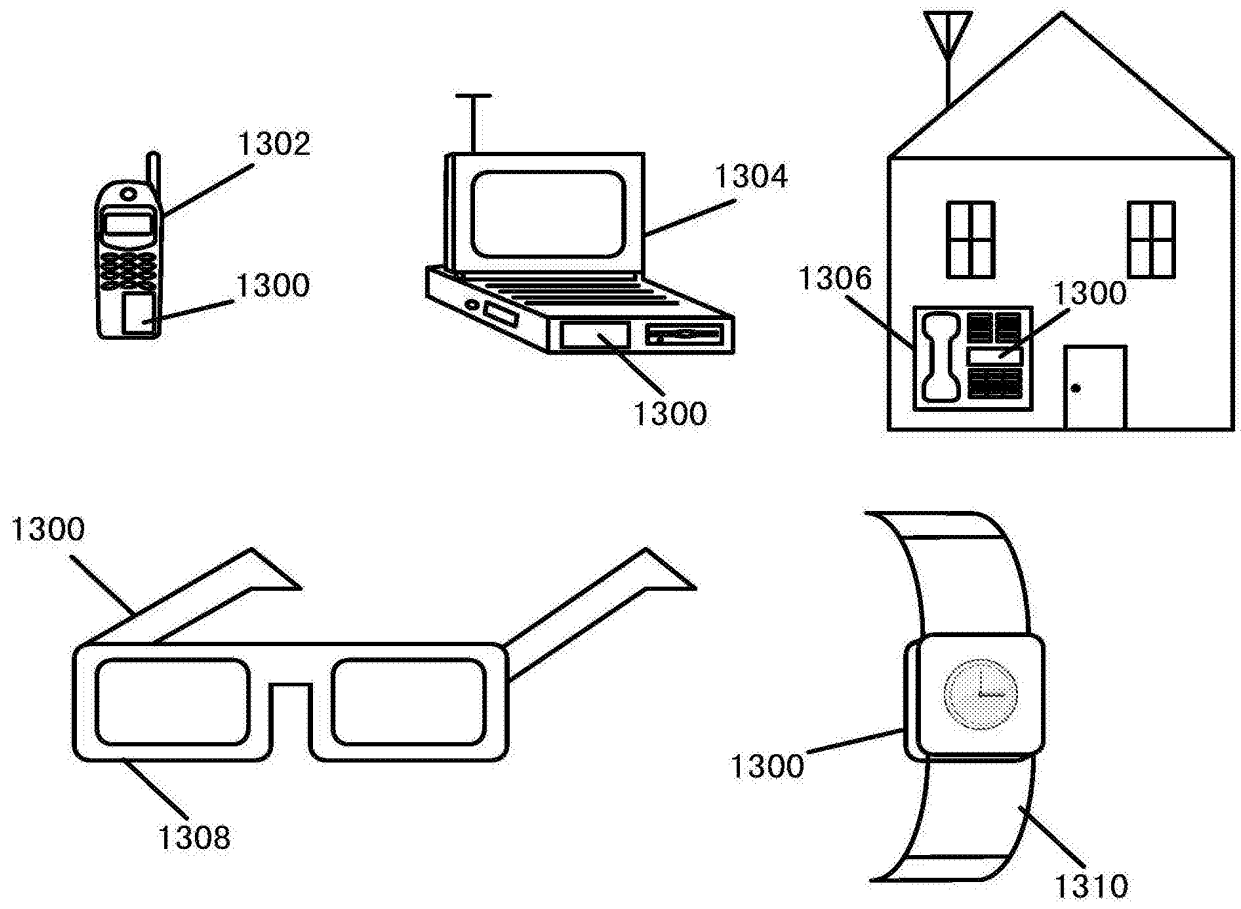


图 13