



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105745591 A

(43)申请公布日 2016.07.06

(21)申请号 201480063281.3

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

(22)申请日 2014.11.24

代理人 张扬 王英

(30)优先权数据

14/088,434 2013.11.24 US

(51)Int.Cl.

G06F 1/20(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.05.19

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/067004 2014.11.24

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/077671 EN 2015.05.28

(71)申请人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚

(72)发明人 F·P·孔 D·克鲁利科夫斯基

W·H·于 S·A·马修

S·扎韦里

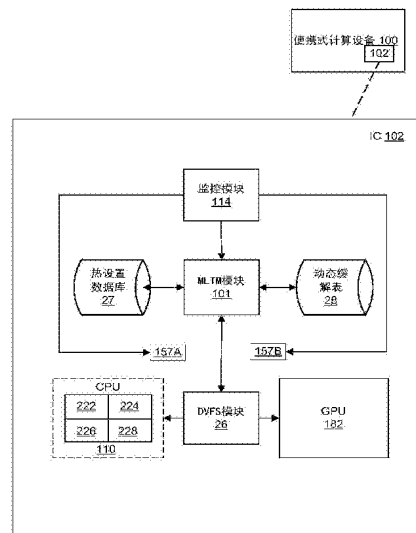
权利要求书10页 说明书17页 附图10页

(54)发明名称

用于便携式计算设备中的片上系统的多相关学习热管理的系统和方法

(57)摘要

公开了用于便携式计算设备(“PCD”)中实现的多相关学习热管理(“MLTM”)技术的方法和系统的各个实施例。特别地,在很多PCD中,由PCD中的单个温度传感器测量的热能水平可能归因于多个处理部件,即,热干扰源。通常地,随着热干扰源消耗更多的功率,产生的热能的产生可能造成将超过与位于该芯片周围的温度传感器相关联的温度门限,从而迫使牺牲PCD的性能以努力降低热能产生。有利地是,MLTM系统和方法的实施例认识到的是,多个热干扰源不同地影响单个温度传感器的温度读数,并且寻求识别和应用用于优化服务质量(“QoS”)的最佳性能水平设置组合,同时将传感器处的热能水平保持在预先确定的温度门限之内。



1. 一种用于便携式计算设备(“PCD”)中的多相关学习热管理的方法,所述方法包括:

对所述PCD中的多个温度传感器进行监控;

从所述多个温度传感器中的一个温度传感器接收中断信号,其中,所述中断信号指示已经超过与所述温度传感器相关联的目标温度门限的警报;

将用于多个处理部件中的每个处理部件的性能水平设置为最小性能水平;

按照基于时间的间隔,对来自所述多个温度传感器中的一个或多个温度传感器的温度信号进行采样,其中,按照基于时间的间隔对来自给定温度传感器的所述温度信号进行采样,生成可操作以被映射为与所述给定温度传感器相关联的散热曲线的数据;

从所述多个温度传感器中的一个或多个温度传感器接收稳定的温度信号,其中,所述稳定的温度信号与周围环境温度相关联;

对所述多个处理部件中的每个处理部件的所述性能水平进行递增,以学习用于所述多个处理部件的性能水平组合,所述性能水平组合产生多达并且位于与所述多个温度传感器中的每个温度传感器相关联的目标温度门限之内的热能水平;

与下列各项相关联地将所学习到的性能水平组合存储到热设置数据库中:所述多个温度传感器中的每个温度传感器、所述周围环境温度、热能水平、以及与所述多个温度传感器中的每个温度传感器相关联的所述散热曲线;

从所学习到的性能水平组合中选择最佳性能水平组合,并且利用所选择的最佳性能水平组合来更新动态缓解表;以及

向所述多个处理部件应用所选择的最佳性能水平组合,其中,应用所选择的最佳性能水平组合产生用于清除第一警报的热能水平。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所选择的最佳性能水平组合是基于在所述警报时活动的性能水平组合来选择的。

3. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

从所述温度传感器接收第二中断信号,其中,所述第二中断信号指示已经超过与所述温度传感器相关联的所述目标温度门限的第二警报;

查询所述动态缓解表,以识别所述最佳性能水平组合;以及

向所述多个处理部件应用所述最佳性能水平组合,其中,应用所述最佳性能水平组合产生用于清除所述第二警报的热能水平。

4. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

从所述温度传感器接收第二中断信号,其中,所述第二中断信号指示已经超过与所述温度传感器相关联的所述目标温度门限的第二警报;

查询所述动态缓解表,以识别所述最佳性能水平组合;

向所述多个处理部件应用所述最佳性能水平组合,其中,应用所述最佳性能水平组合被期望在期望的时间量之内产生用于清除所述第二警报的热能水平;

在应用了所述最佳性能水平之后,对来自所述温度传感器的所述温度信号进行监控;

确定所述第二警报是在与所述期望的时间量相比在持续时间上更短的实际的时间量中被清除的;

计算所述周围环境温度已经降低;

基于所降低的周围环境温度来选择新的最佳性能水平组合;

更新所述动态缓解表,以包括所述新的最佳性能水平组合;以及
向所述多个处理部件应用所述新的最佳性能水平组合。

5. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

从所述温度传感器接收第二中断信号,其中,所述第二中断信号指示已经超过与所述温度传感器相关联的所述目标温度门限的第二警报;

查询所述动态缓解表,以识别所述最佳性能水平组合;

向所述多个处理部件应用所述最佳性能水平组合,其中,应用所述最佳性能水平组合被期望在期望的时间量之内产生用于清除所述第二警报的热能水平;

在应用了所述最佳性能水平之后,对来自所述温度传感器的所述温度信号进行监控;

确定所述第二警报在所述期望的时间量之内尚未清除;

计算所述周围环境温度已经增加;

基于所增加的周围环境温度来选择新的最佳性能水平组合;

更新所述动态缓解表,以包括所述新的最佳性能水平组合;以及

向所述多个处理部件应用所述新的最佳性能水平组合。

6. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

从所述温度传感器接收第二中断信号,其中,所述第二中断信号指示已经超过与所述温度传感器相关联的所述目标温度门限的第二警报;

查询所述动态缓解表,以识别所述最佳性能水平组合;

向所述多个处理部件应用所述最佳性能水平组合,其中,应用所述最佳性能水平组合被期望在期望的时间量之内产生用于清除所述第二警报的热能水平;

在应用了所述最佳性能水平之后,对来自所述温度传感器的所述温度信号进行监控;

确定所述第二警报在所述期望的时间量之内尚未清除;

确定所述多个处理部件中的一个或多个处理部件的性能能力已经改变;以及

在所述热设置数据库中,标记所学习到的性能水平组合需要重新评估。

7. 根据权利要求6所述的方法,还包括:

利用所应用的与温度相关联的最佳性能水平组合来更新所述热设置数据库,所述温度由对所述最佳性能水平组合的应用而产生;

确定新的最佳性能水平组合;

利用所述新的最佳性能水平组合来更新所述动态缓解表;以及

向所述多个处理部件应用所述新的最佳性能水平组合。

8. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

从所述温度传感器接收第二中断信号,其中,所述第二中断信号指示已经超过与所述温度传感器相关联的新的目标温度门限的警报;

确定先前尚未学习到用于产生多达并且位于与所述温度传感器相关联的所述新的目标温度门限之内的热能水平的性能水平组合;

对所述多个处理部件中的每个处理部件的所述性能水平进行递增,以学习用于所述多个处理部件的新的性能水平组合,所述新的性能水平组合产生多达并且位于与所述温度传感器相关联的所述新的目标温度门限之内的、以及多达并且位于与其它多个温度传感器中的每个温度传感器相关联的目标温度门限之内的热能水平;

与所述多个温度传感器中的每个温度传感器和所述周围环境温度相关联地将所新学习到的性能水平组合存储在所述热设置数据库中；

从所新学习到的性能水平组合中选择最佳性能水平组合，并且利用所选择的新的最佳性能水平组合来更新所述动态缓解表；以及

向所述多个处理部件应用所选择的新的最佳性能水平组合，其中，应用所选择的新的最佳性能水平组合产生用于清除所述第二警报的热能水平。

9. 根据权利要求8所述的方法，其中，所述新的最佳性能水平组合是基于在所述第二警报时活动的性能水平组合来选择的。

10. 根据权利要求1所述的方法，其中，所述多个处理部件包括从包含下列各项的组中选择的处理部件：图形处理单元(“GPU”)、中央处理单元(“CPU”)和无线调制解调器。

11. 一种用于便携式计算设备(“PCD”)中的多相关学习热管理的计算机系统，所述系统包括：

多相关学习热管理(“MLTM”)模块，其被配置为：

对所述PCD中的多个温度传感器进行监控；

从所述多个温度传感器中的一个温度传感器接收中断信号，其中，所述中断信号指示已经超过与所述温度传感器相关联的目标温度门限的警报；

将用于多个处理部件中的每个处理部件的性能水平设置为最小性能水平；

按照基于时间的间隔，对来自所述多个温度传感器中的一个或多个温度传感器的温度信号进行采样，其中，按照基于时间的间隔对来自给定温度传感器的所述温度信号进行采样，生成可操作以被映射为与所述给定温度传感器相关联的散热曲线的数据；

从所述多个温度传感器中的一个或多个温度传感器接收稳定的温度信号，其中，所述稳定的温度信号与周围环境温度相关联；

对所述多个处理部件中的每个处理部件的所述性能水平进行递增，以学习用于所述多个处理部件的性能水平组合，所述性能水平组合产生多达并且位于与所述多个温度传感器中的每个温度传感器相关联的目标温度门限之内的热能水平；

与下列各项相关联地将所学习到的性能水平组合存储在热设置数据库中：所述多个温度传感器中的每个温度传感器、所述周围环境温度、热能水平、以及与所述多个温度传感器中的每个温度传感器相关联的所述散热曲线；

从所学习到的性能水平组合中选择最佳性能水平组合，并且利用所选择的最佳性能水平组合来更新动态缓解表；以及

向所述多个处理部件应用所选择的最佳性能水平组合，其中，应用所选择的最佳性能水平组合产生用于清除第一警报的热能水平。

12. 根据权利要求11所述的计算机系统，其中，所选择的最佳性能水平组合是基于在所述警报时活动的性能水平组合来选择的。

13. 根据权利要求11所述的计算机系统，其中，所述MLTM模块还被配置为：

从所述温度传感器接收第二中断信号，其中，所述第二中断信号指示已经超过与所述温度传感器相关联的所述目标温度门限的第二警报；

查询所述动态缓解表，以识别所述最佳性能水平组合；以及

向所述多个处理部件应用所述最佳性能水平组合，其中，应用所述最佳性能水平组合

产生用于清除所述第二警报的热能水平。

14. 根据权利要求11所述的计算机系统,其中,所述MLTM模块还被配置为:

从所述温度传感器接收第二中断信号,其中,所述第二中断信号指示已经超过与所述温度传感器相关联的所述目标温度门限的第二警报;

查询所述动态缓解表,以识别所述最佳性能水平组合;

向所述多个处理部件应用所述最佳性能水平组合,其中,应用所述最佳性能水平组合被期望在期望的时间量之内产生用于清除所述第二警报的热能水平;

在应用了所述最佳性能水平之后,对来自所述温度传感器的所述温度信号进行监控;

确定所述第二警报是在与所述期望的时间量相比在持续时间上更短的实际时间量中被清除的;

计算所述周围环境温度已经降低;

基于所降低的周围环境温度来选择新的最佳性能水平组合;

更新所述动态缓解表,以包括所述新的最佳性能水平组合;以及

向所述多个处理部件应用所述新的最佳性能水平组合。

15. 根据权利要求11所述的计算机系统,其中,所述MLTM模块还被配置为:

从所述温度传感器接收第二中断信号,其中,所述第二中断信号指示已经超过与所述温度传感器相关联的所述目标温度门限的第二警报;

查询所述动态缓解表,以识别所述最佳性能水平组合;

向所述多个处理部件应用所述最佳性能水平组合,其中,应用所述最佳性能水平组合被期望在期望的时间量之内产生用于清除所述第二警报的热能水平;

在应用了所述最佳性能水平之后,对来自所述温度传感器的所述温度信号进行监控;

确定所述第二警报在所述期望的时间量之内尚未清除;

计算所述周围环境温度已经增加;

基于所增加的周围环境温度来选择新的最佳性能水平组合;

更新所述动态缓解表,以包括所述新的最佳性能水平组合;以及

向所述多个处理部件应用所述新的最佳性能水平组合。

16. 根据权利要求11所述的计算机系统,其中,所述MLTM模块还被配置为:

从所述温度传感器接收第二中断信号,其中,所述第二中断信号指示已经超过与所述温度传感器相关联的所述目标温度门限的第二警报;

查询所述动态缓解表,以识别所述最佳性能水平组合;

向所述多个处理部件应用所述最佳性能水平组合,其中,应用所述最佳性能水平组合被期望在期望的时间量之内产生用于清除所述第二警报的热能水平;

在应用了所述最佳性能水平之后,对来自所述温度传感器的所述温度信号进行监控;

确定所述第二警报在所述期望的时间量之内尚未清除;

确定所述多个处理部件中的一个或多个处理部件的性能能力已经改变;以及

在所述热设置数据库中,标记所学习到的性能水平组合需要重新评估。

17. 根据权利要求16所述的方法,其中,所述MLTM模块还被配置为:

利用所应用的与温度相关联的最佳性能水平组合来更新所述热设置数据库,所述温度由对所述最佳性能水平组合的应用而产生;

确定新的最佳性能水平组合；

利用所述新的最佳性能水平组合来更新所述动态缓解表；以及

向所述多个处理部件应用所述新的最佳性能水平组合。

18. 根据权利要求11所述的计算机系统,其中,所述MLTM模块还被配置为:

从所述温度传感器接收第二中断信号,其中,所述第二中断信号指示已经超过与所述温度传感器相关联的新的目标温度门限的警报;

确定先前尚未学习到用于产生多达并且位于与所述温度传感器相关联的所述新的目标温度门限之内的热能水平的性能水平组合;

对所述多个处理部件中的每个处理部件的所述性能水平进行递增,以学习用于所述多个处理部件的新的性能水平组合,所述新的性能水平组合产生多达并且位于与所述温度传感器相关联的所述新的目标温度门限之内的、以及多达并且位于与其它多个温度传感器中的每个温度传感器相关联的目标温度门限之内的热能水平;

与所述多个温度传感器中的每个温度传感器和所述周围环境温度相关联地将所新学习到的性能水平组合存储在所述热设置数据库中;

从所新学习到的性能水平组合中选择最佳性能水平组合,并且利用所选择的新的最佳性能水平组合来更新所述动态缓解表;以及

向所述多个处理部件应用所选择的新的最佳性能水平组合,其中,应用所选择的新的最佳性能水平组合产生用于清除所述第二警报的热能水平。

19. 根据权利要求18所述的计算机系统,其中,所述新的最佳性能水平组合是基于在所述第二警报时活动的性能水平组合来选择的。

20. 根据权利要求11所述的计算机系统,其中,所述多个处理部件包括从包含下列各项的组中选择的处理部件:图形处理单元(“GPU”)、中央处理单元(“CPU”)和无线调制解调器。

21. 一种用于便携式计算设备(“PCD”)中的多相关学习热管理的计算机系统,所述系统包括:

用于对所述PCD中的多个温度传感器进行监控的单元;

用于从所述多个温度传感器中的一个温度传感器接收中断信号的单元,其中,所述中断信号指示已经超过与所述温度传感器相关联的目标温度门限的警报;

用于将用于多个处理部件中的每个处理部件的性能水平设置为最小性能水平的单元;

用于按照基于时间的间隔,对来自所述多个温度传感器中的一个或多个温度传感器的温度信号进行采样的单元,其中,按照基于时间的间隔对来自给定温度传感器的所述温度信号进行采样,生成可操作以被映射为与所述给定温度传感器相关联的散热曲线的数据;

用于从所述多个温度传感器中的一个或多个温度传感器接收稳定的温度信号的单元,其中,所述稳定的温度信号与周围环境温度相关联;

用于对所述多个处理部件中的每个处理部件的所述性能水平进行递增,以学习用于所述多个处理部件的性能水平组合的单元,所述性能水平组合产生多达并且位于与所述多个温度传感器中的每个温度传感器相关联的目标温度门限之内的热能水平;

用于与下列各项相关联地将所学习到的性能水平组合存储到热设置数据库中的单元:所述多个温度传感器中的每个温度传感器、所述周围环境温度、热能水平、以及与所述多个温度传感器中的每个温度传感器相关联的所述散热曲线;

用于从所学习到的性能水平组合中选择最佳性能水平组合,并且利用所选择的最佳性能水平组合来更新动态缓解表的单元;以及

用于向所述多个处理部件应用所选择的最佳性能水平组合的单元,其中,应用所选择的最佳性能水平组合产生用于清除第一警报的热能水平。

22. 根据权利要求21所述的计算机系统,其中,所选择的最佳性能水平组合是基于在所述警报时活动的性能水平组合来选择的。

23. 根据权利要求21所述的计算机系统,还包括:

用于从所述温度传感器接收第二中断信号的单元,其中,所述第二中断信号指示已经超过与所述温度传感器相关联的所述目标温度门限的第二警报;

用于查询所述动态缓解表,以识别所述最佳性能水平组合的单元;以及

用于向所述多个处理部件应用所述最佳性能水平组合的单元,其中,应用所述最佳性能水平组合产生用于清除所述第二警报的热能水平。

24. 根据权利要求21所述的计算机系统,还包括:

用于从所述温度传感器接收第二中断信号的单元,其中,所述第二中断信号指示已经超过与所述温度传感器相关联的所述目标温度门限的第二警报;

用于查询所述动态缓解表,以识别所述最佳性能水平组合的单元;

用于向所述多个处理部件应用所述最佳性能水平组合的单元,其中,应用所述最佳性能水平组合被期望在期望的时间量之内产生用于清除所述第二警报的热能水平;

用于在应用了所述最佳性能水平之后,对来自所述温度传感器的所述温度信号进行监控的单元;

用于确定所述第二警报是在与所述期望的时间量相比在持续时间上更短的实际时间量中被清除的单元;

用于计算所述周围环境温度已经降低的单元;

用于基于所降低的周围环境温度来选择新的最佳性能水平组合的单元;

用于更新所述动态缓解表,以包括所述新的最佳性能水平组合的单元;以及

用于向所述多个处理部件应用所述新的最佳性能水平组合的单元。

25. 根据权利要求21所述的计算机系统,还包括:

用于从所述温度传感器接收第二中断信号的单元,其中,所述第二中断信号指示已经超过与所述温度传感器相关联的所述目标温度门限的第二警报;

用于查询所述动态缓解表,以识别所述最佳性能水平组合的单元;

用于向所述多个处理部件应用所述最佳性能水平组合的单元,其中,应用所述最佳性能水平组合被期望在期望的时间量之内产生用于清除所述第二警报的热能水平;

用于在应用了所述最佳性能水平之后,对来自所述温度传感器的所述温度信号进行监控的单元;

用于确定所述第二警报在所述期望的时间量之内尚未清除的单元;

用于计算所述周围环境温度已经增加的单元;

用于基于所增加的周围环境温度来选择新的最佳性能水平组合的单元;

用于更新所述动态缓解表,以包括所述新的最佳性能水平组合的单元;以及

用于向所述多个处理部件应用所述新的最佳性能水平组合的单元。

26. 根据权利要求21所述的计算机系统,还包括:

用于从所述温度传感器接收第二中断信号的单元,其中,所述第二中断信号指示已经超过与所述温度传感器相关联的所述目标温度门限的第二警报;

用于查询所述动态缓解表,以识别所述最佳性能水平组合的单元;

用于向所述多个处理部件应用所述最佳性能水平组合的单元,其中,应用所述最佳性能水平组合被期望在期望的时间量之内产生用于清除所述第二警报的热能水平;

用于在应用了所述最佳性能水平之后,对来自所述温度传感器的所述温度信号进行监控的单元;

用于确定所述第二警报在所述期望的时间量之内尚未清除的单元;

用于确定所述多个处理部件中的一个或多个处理部件的性能能力已经改变的单元;以及

用于在所述热设置数据库中,标记所学习到的性能水平组合需要重新评估的单元。

27. 根据权利要求26所述的计算机系统,还包括:

用于利用所应用的与温度相关联的最佳性能水平组合来更新所述热设置数据库的单元,所述温度由对所述最佳性能水平组合的应用而产生;

用于确定新的最佳性能水平组合的单元;

用于利用所述新的最佳性能水平组合来更新所述动态缓解表的单元;以及

用于向所述多个处理部件应用所述新的最佳性能水平组合的单元。

28. 根据权利要求21所述的计算机系统,还包括:

用于从所述温度传感器接收第二中断信号的单元,其中,所述第二中断信号指示已经超过与所述温度传感器相关联的新的目标温度门限的警报;

用于确定先前尚未学习到用于产生多达并且位于与所述温度传感器相关联的所述新的目标温度门限之内的热能水平的性能水平组合的单元;

用于对所述多个处理部件中的每个处理部件的所述性能水平进行递增,以学习用于所述多个处理部件的新的性能水平组合的单元,所述新的性能水平组合产生多达并且位于与所述温度传感器相关联的所述新的目标温度门限之内的、以及多达并且位于与其它多个温度传感器中的每个温度传感器相关联的目标温度门限之内的热能水平;

用于与所述多个温度传感器中的每个温度传感器和所述周围环境温度相关联地将所新学习到的性能水平组合存储在所述热设置数据库中的单元;

用于从所新学习到的性能水平组合中选择最佳性能水平组合,并且利用所选择的新的最佳性能水平组合来更新所述动态缓解表的单元;以及

用于向所述多个处理部件应用所选择的新的最佳性能水平组合的单元,其中,应用所选择的新的最佳性能水平组合产生用于清除所述第二警报的热能水平。

29. 根据权利要求28所述的计算机系统,其中,所述新的最佳性能水平组合是基于在所述第二警报时活动的性能水平组合来选择的。

30. 根据权利要求21所述的计算机系统,其中,所述多个处理部件包括从包含下列各项的组中选择的处理部件:图形处理单元(“GPU”)、中央处理单元(“CPU”)和无线调制解调器。

31. 一种包括计算机可用介质的计算机程序产品,所述计算机可用介质具有被体现在其中的计算机可读程序代码,所述计算机可读程序代码适于被执行,以实现用于便携式计

算设备(“PCD”)中的多相关学习热管理的方法,所述方法包括:

对所述PCD中的多个温度传感器进行监控;

从所述多个温度传感器中的一个温度传感器接收中断信号,其中,所述中断信号指示已经超过与所述温度传感器相关联的目标温度门限的警报;

将用于多个处理部件中的每个处理部件的性能水平设置为最小性能水平;

按照基于时间的间隔,对来自所述多个温度传感器中的一个或多个温度传感器的温度信号进行采样,其中,按照基于时间的间隔对来自给定温度传感器的所述温度信号进行采样,生成可操作以被映射为与所述给定温度传感器相关联的散热曲线的数据;

从所述多个温度传感器中的一个或多个温度传感器接收稳定的温度信号,其中,所述稳定的温度信号与周围环境温度相关联;

对所述多个处理部件中的每个处理部件的所述性能水平进行递增,以学习用于所述多个处理部件的性能水平组合,所述性能水平组合产生多达并且位于与所述多个温度传感器中的每个温度传感器相关联的目标温度门限之内的热能水平;

与下列各项相关联地将所学习到的性能水平组合存储到热设置数据库中:所述多个温度传感器中的每个温度传感器、所述周围环境温度、热能水平、以及与所述多个温度传感器中的每个温度传感器相关联的所述散热曲线;

从所学习到的性能水平组合中选择最佳性能水平组合,并且利用所选择的最佳性能水平组合来更新动态缓解表[图5A,框510];以及

向所述多个处理部件应用所选择的最佳性能水平组合,其中,应用所选择的最佳性能水平组合产生用于清除第一警报的热能水平。

32. 根据权利要求31所述的计算机程序产品,其中,所选择的最佳性能水平组合是基于在所述警报时活动的性能水平组合来选择的。

33. 根据权利要求31所述的计算机程序产品,还包括:

从所述温度传感器接收第二中断信号,其中,所述第二中断信号指示已经超过与所述温度传感器相关联的所述目标温度门限的第二警报;

查询所述动态缓解表,以识别所述最佳性能水平组合;以及

向所述多个处理部件应用所述最佳性能水平组合,其中,应用所述最佳性能水平组合产生用于清除所述第二警报的热能水平。

34. 根据权利要求31所述的计算机程序产品,还包括:

从所述温度传感器接收第二中断信号,其中,所述第二中断信号指示已经超过与所述温度传感器相关联的所述目标温度门限的第二警报;

查询所述动态缓解表,以识别所述最佳性能水平组合;

向所述多个处理部件应用所述最佳性能水平组合,其中,应用所述最佳性能水平组合被期望在期望的时间量之内产生用于清除所述第二警报的热能水平;

在应用了所述最佳性能水平之后,对来自所述温度传感器的所述温度信号进行监控;

确定所述第二警报是在与所述期望的时间量相比在持续时间上更短的实际时间量中被清除的;

计算所述周围环境温度已经降低;

基于所降低的周围环境温度来选择新的最佳性能水平组合;

更新所述动态缓解表,以包括所述新的最佳性能水平组合;以及
向所述多个处理部件应用所述新的最佳性能水平组合。

35. 根据权利要求31所述的计算机程序产品,还包括:

从所述温度传感器接收第二中断信号,其中,所述第二中断信号指示已经超过与所述温度传感器相关联的所述目标温度门限的第二警报;

查询所述动态缓解表,以识别所述最佳性能水平组合;

向所述多个处理部件应用所述最佳性能水平组合,其中,应用所述最佳性能水平组合被期望在期望的时间量之内产生用于清除所述第二警报的热能水平;

在应用了所述最佳性能水平之后,对来自所述温度传感器的所述温度信号进行监控;

确定所述第二警报在所述期望的时间量之内尚未清除;

计算所述周围环境温度已经增加;

基于所增加的周围环境温度来选择新的最佳性能水平组合;

更新所述动态缓解表,以包括所述新的最佳性能水平组合;以及

向所述多个处理部件应用所述新的最佳性能水平组合。

36. 根据权利要求31所述的计算机程序产品,还包括:

从所述温度传感器接收第二中断信号,其中,所述第二中断信号指示已经超过与所述温度传感器相关联的所述目标温度门限的第二警报;

查询所述动态缓解表,以识别所述最佳性能水平组合;

向所述多个处理部件应用所述最佳性能水平组合,其中,应用所述最佳性能水平组合被期望在期望的时间量之内产生用于清除所述第二警报的热能水平;

在应用了所述最佳性能水平之后,对来自所述温度传感器的所述温度信号进行监控;

确定所述第二警报在所述期望的时间量之内尚未清除;

确定所述多个处理部件中的一个或多个处理部件的性能能力已经改变;以及

在所述热设置数据库中,标记所学习到的性能水平组合需要重新评估。

37. 根据权利要求36所述的计算机程序产品,还包括:

利用所应用的与温度相关联的最佳性能水平组合来更新所述热设置数据库,所述温度由对所述最佳性能水平组合的应用而产生;

确定新的最佳性能水平组合;

利用所述新的最佳性能水平组合来更新所述动态缓解表;以及

向所述多个处理部件应用所述新的最佳性能水平组合。

38. 根据权利要求31所述的计算机程序产品,还包括:

从所述温度传感器接收第二中断信号,其中,所述第二中断信号指示已经超过与所述温度传感器相关联的新的目标温度门限的警报;

确定先前尚未学习到用于产生多达并且位于与所述温度传感器相关联的所述新的目标温度门限之内的热能水平的性能水平组合;

对所述多个处理部件中的每个处理部件的所述性能水平进行递增,以学习用于所述多个处理部件的新的性能水平组合,所述新的性能水平组合产生多达并且位于与所述温度传感器相关联的所述新的目标温度门限之内的、以及多达并且位于与其它多个温度传感器中的每个温度传感器相关联的目标温度门限之内的热能水平;

与所述多个温度传感器中的每个温度传感器和所述周围环境温度相关联地将所新学习到的性能水平组合存储在所述热设置数据库中；

从所新学习到的性能水平组合中选择最佳性能水平组合，并且利用所选择的新的最佳性能水平组合来更新所述动态缓解表；以及

向所述多个处理部件应用所选择的新的最佳性能水平组合，其中，应用所选择的新的最佳性能水平组合产生用于清除所述第二警报的热能水平。

39. 根据权利要求38所述的计算机程序产品，其中，所述新的最佳性能水平组合是基于在所述第二警报时活动的性能水平组合来选择的。

40. 根据权利要求31所述的计算机程序产品，其中，所述多个处理部件包括从包含下列各项的组中选择的处理部件：图形处理单元（“GPU”）、中央处理单元（“CPU”）和无线调制解调器。

用于便携式计算设备中的片上系统的多相关学习热管理的系统和方法

背景技术

[0001] 便携式计算设备(“PCD”)正成为个人和专业人士层面上的人员的必需品。这些设备可以包括蜂窝电话、便携式数字助理(“PDA”)、便携式游戏控制台、掌上型计算机和其它便携式电子设备。

[0002] PCD的一个独特的方面在于它们通常并不具有像风扇之类的有源冷却设备,经常在诸如膝上型计算机和台式计算机之类的大型计算设备中找到所述有源冷却设备。PCD可以不使用风扇而是依赖电子封装的空间布置,使两个或更多有源和发热部件不邻近于彼此地放置。很多PCD还可以依赖于诸如散热器之类的无源冷却设备来管理共同地形成各个PCD的电子部件之间的热能。

[0003] 现状是PCD通常在尺寸方面受限,并且因此,用于PCD内的部件的空间经常非常珍贵。就其本身而言,在PCD内通常没有足够的空间供工程师和设计师通过使用无源冷却部件的巧妙空间布置或者策略性的放置来缓解处理部件的热性能下降或者故障。因此,当前的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控热能的消散。由于温度传感器被映射到各个处理部件,因此可以使用它们的测量值来触发针对这些处理部件的热管理技术的应用。

[0004] 然而,当前的系统和方法经常没有考虑多个热干扰源(aggessor)(诸如,处理器)和多个温度传感器之间的热关系。就其本身而言,响应于温度读数,当前的系统和方法可能未基于目标温度来最佳地调整PCD中的所有热干扰部件的设置。因此,本领域中需要的是用于PCD中的多相关学习热管理的系统和方法。更具体地,本领域中需要的是学习PCD的热特性,并且然后基于对于热干扰源的设置调整的热响应来更新热特性以改善未来的热能管理的系统和方法。此外,本领域中需要的是基于对于热干扰源的设置调整的热响应来估计环境温度并且补偿PCD的热特性以改善热能管理的系统和方法。

发明内容

[0005] 公开了用于在便携式计算设备(“PCD”)中实现的多相关学习热管理(“MLTM”)技术的方法和系统的各个实施例。特别地,在很多PCD中,由PCD中的单个温度传感器测量的热能水平可能归因于多个处理部件,即,热干扰源。通常地,随着由各个处理部件消耗的功率越多,产生的热能产生可能造成将超过与位于该芯片周围的温度传感器相关联的温度门限,从而迫使牺牲PCD的性能以努力降低热能产生。有利地是,MLTM系统和方法的实施例认识到,多个热干扰源影响单个温度传感器的温度读数,并且寻求识别和应用用于优化QoS的最佳性能水平设置组合,同时将热能水平保持在预先确定的温度门限之内。

[0006] MLTM方法的示例性实施例针对PCD中的多个处理部件中的每个处理部件,规定离散数量的性能水平。如本领域的普通技术人员认识到的,性能水平中的每个性能水平或者槽设置与被供给一个或多个处理部件的电力频率相关联。接下来,可以规定与位于芯片周围的多个温度传感器中的每个温度传感器相关联的目标温度门限。针对用于指示已经超过

目标温度门限的警报的中断信号,来监控温度传感器。

[0007] 如果之前已经超过该目标温度,并且性能水平组合成功地应用于处理部件以清除警报,则可以应用先前学习到的性能水平组合。如果先前结合已经被超过的目标温度未学习到最佳性能水平组合,则可以将用于多个处理部件中的每个处理部件的性能水平设置为最小性能水平。随后,可以按照基于时间的间隔,对来自温度传感器的温度信号进行采样,以生成与第一温度传感器相关联的散热曲线。一旦识别出来自温度传感器的稳定的温度信号,该稳定的温度就可以与周围环境温度相关联。特别地,如本领域的普通技术人员认识到的,该PCD所暴露到的周围环境温度可能影响来自该PCD的热能消散的速率。

[0008] 接下来,可以对所述多个处理部件中的每个处理部件的性能水平(即,槽设置或者供给的功率电平)进行系统性递增,以学习用于所述多个处理部件的性能水平组合,其中所述性能水平组合产生位于该温度传感器的目标温度门限之内的热能水平。可以将针对这些处理部件识别的性能水平的所有有效组合作为学习到的性能水平组合,与温度传感器、周围环境温度、目标温度和散热曲线相关联地存储在热设置数据库中。根据性能水平的有效组合,可以选择最佳性能水平组合,并且将其应用于多个处理部件,因此将热能水平驱动至目标温度之内,同时优化QoS。可以将最佳性能水平组合存储在动态缓解表中,使得在传感器识别到造成目标温度再次被超过的热事件的情况下,可以快速地识别和应用该最佳性能水平组合。特别地,可以基于该热事件时活动的干扰源的槽设置,从有效组合中选择最佳性能水平组合。用该方式,可以基于与活动的热干扰源的槽设置的多相关性连同产生的温度与目标温度的相对接近度,来选择最佳槽设置。

[0009] 可以对动态缓解表中存储的最佳性能水平组合的未来应用进行监控,以识别周围环境温度的增加或者减小。也就是说,如果与上一次应用最佳性能水平组合时的传感器的温度读数相比,在某个持续时间之后,该传感器的温度读数更高,则该方法可以推断出周围环境温度已经上升,并且因此调整动态缓解表中存储的最佳性能水平组合,使得先前与较低的目标温度相关联的组合与向前移动的较高的目标温度相关联。类似地,如果与上一次应用时的传感器的温度读数相比,在某个持续时间之后,该传感器的温度读数更低,或者与期望的相比更快速地达到目标温度,则该方法可以推断出周围环境温度已经下降,并且因此调整动态缓解表中存储的最佳性能水平组合,使得先前与较高的目标温度相关联的组合与向前移动的较低的目标温度相关联。

附图说明

[0010] 在附图中,除非另外指出,否则贯穿各个视图的相同的附图标记指代相同的元件。对于具有诸如“102A”或者“102B”之类的字母字符指定的附图标记而言,这些字母字符指定可以区分在同一附图中出现的两个相似的元件或者单元。旨在附图标记涵盖所有附图之中具有该相同附图标记的所有元件时,可以省略用于附图标记的字母字符指定。

[0011] 图1是片上系统(“SOC”)中的多个热干扰源和多个温度传感器之间的示例性热动态过程的图示;

[0012] 图2是示出了用于在便携式计算设备(“PCD”)中实现多相关学习热管理方法的片上系统的实施例的功能框图;

[0013] 图3是以无线电话的形式示出了图2的PCD的示例性的、非限制性方面的功能框图,

所述示例性的、非限制性方面用于通过学习到的与多个热传感器的目标温度相关联的最佳设置来实现用于多个处理部件的多相关学习热管理的方法和系统；

[0014] 图4A是示出了针对图3中示出的芯片的硬件的示例性空间布置的功能框图；

[0015] 图4B是示出了图3的PCD的用于多相关学习热管理的示例性软件架构的示意图；

[0016] 图5A-5C是示出了用于通过多个热干扰源和多个温度传感器之间的热动态过程的多相关学习来管理图2的PCD中的热能产生的方法的逻辑流程图；

[0017] 图6是示出了用于多个热干扰源和与给定的目标温度相关联的多个温度传感器之间的多相关热动态过程的初始完全迭代学习的子方法或者子例程的逻辑流程图；以及

[0018] 图7是示出了用于多个热干扰源和与给定的目标温度相关联的多个温度传感器之间的多相关热动态过程的另外增量迭代学习的子方法或者子例程的逻辑流程图。

具体实施方式

[0019] 本文使用“示例性的”一词来意指“充当例子、实例或者说明”。本文作为“示例性的”描述的任何方面不必然地被解释为排他性的、优选的或者比其它方面有优势。

[0020] 在该描述中，术语“应用”还可以包括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。此外，本文提及的“应用”还可以包括：本质上不可执行的文件，例如，可能需要被打开的文档或者需要被存取的其它数据文件。

[0021] 如在该描述中使用的，术语“部件”、“数据库”、“模块”、“系统”、“热能产生部件”、“处理部件”、“热干扰源”等等旨在指代与计算机相关的实体，硬件、固件、硬件和软件的组合、软件或者执行中的软件。例如，部件可以是但不限于：在处理器上运行的进程、处理器、对象、可执行文件、执行的线程、程序和/或计算机。通过说明的方式，在计算设备上运行的应用和该计算设备二者可以是部件。一个或多个部件可以存在于进程和/或执行的线程内，并且部件可以被集中在一个计算机上和/或分布在两个或更多计算机之间。此外，这些部件能够根据具有在其上存储有各种数据结构的各种计算机可读介质来执行。部件可以诸如根据具有一个或多个数据分组的信号（例如，来自与本地系统、分布式系统和/或跨越诸如互联网的网络中的另一个部件进行交互、通过信号的方式与其它系统进行交互的一个部件的数据），通过本地和/或远程进程的方式进行通信。

[0022] 在该描述中，术语“中央处理单元（“CPU”）”、“数字信号处理器（“DSP”）”、“图形处理单元（“GPU”）”和“芯片”可互换地使用。此外，CPU、DSP、GPU或者芯片可以包括本文通常被称为“核”的一个或多个不同的处理部件。另外，在这个意义上，CPU、DSP、GPU、芯片或者核是PCD内的消耗各种功率电平来按照各种功能效率级别进行操作的功能部件，本领域的普通技术人员将认识到的是，这些术语的使用并不将所公开的实施例或者它们的等同物的应用限制到PCD内的处理部件的背景。也就是说，虽然在处理部件的背景下描述了实施例中的许多实施例，但是预想到的是，多相关学习热管理策略可以被应用于PCD内的任何功能部件，包括但不限于：调制解调器、照相机、无线网络接口控制器（“WNIC”）、显示器、视频编码器、外围设备、电池等等。

[0023] 关于上面规定的那些，“处理部件”或者“热能产生部件”或者“热干扰源”可以是但不限于：中央处理单元、图形处理单元、核、主核、子核、处理区域、硬件引擎等等、或者存在于便携式计算设备内的集成电路之内或者之外的任何部件。此外，在这个意义上，术语“热

负载”、“热分布”、“热特征”、“热足迹”、“热动态过程”、“热处理负载”等等指示在处理器上运行的工作负载负荷,本领域的普通技术人员将认知到的是,本公开内容中对于这些“热”术语的使用可以与进程负载分布、工作负载负荷和功耗有关。

[0024] 在该描述中,将理解的是,可以与能够产生或者消散能量的设备或者部件相关联地使用术语“热量”和“热能”,其中该能量可以以“温度”为单位进行测量。此外,将理解的是,术语“热足迹”、“热动态过程”等等可以在PCD内的两个或更多部件之间的热关系的背景下使用,并且可以以温度为单位进行量化。因此,还将理解的是,参照某个标准值,术语“温度”预想可以指示相对温暖或者缺少热量,指示“热能”产生设备或者部件之间的热关系的任何测量值。例如,当两个部件处于“热”平衡时,这两个部件的“温度”是相同的。

[0025] 在该描述中,术语“热缓解技术”、“热策略”、“热管理”、“热缓解测量”、“抑制到某个性能水平”等等可互换地使用。特别地,本领域的普通技术人员将认识到的是,根据使用的具体背景,本段落中列出的术语中的任何术语可以用来描述可操作的以热能产生为代价来增加性能、以性能为代价来减少热能产生或者在这样的目标之间进行交替的硬件和/或软件。

[0026] 在该描述中,术语“便携式计算设备”(“PCD”)被用于描述在有限容量的电源(例如,电池)上操作的任何设备。虽然电池供电的PCD已经使用了数十年,但是与第三代(“3G”)和第四代(“4G”)无线技术的出现伴随的可再充电电池的技术进步已经实现了具有多种能力的众多PCD。因此,PCD可以是蜂窝电话、卫星电话、寻呼机、PDA、智能电话、导航设备、智能本或者阅读器、媒体播放器、前述设备的组合、具有无线连接的膝上型计算机等等。

[0027] 在该描述中,术语“性能设置”、“槽(bin)设置”、“功率电平”等等可互换地被用来引用供给热干扰处理设备的功率电平。

[0028] 在不必要影响服务质量(“QoS”)的情况下,管理PCD中的热能产生,可以通过利用一个或多个传感器测量来完成,所述一个或多个传感器测量均指示由一个或多个热干扰源产生的并且从其消散的热能。通过密切地监控战略性地位于芯片的周围的热传感器的温度,PCD中的多相关学习热管理器(“MLTM”)模块可以针对一组热干扰处理部件(其中这些部件一起对于热传感器所测量的温度具有贡献)来系统性地识别性能水平的最佳组合。

[0029] 对于热传感器的给定目标温度而言,MLTM模块可以使供给热干扰源的功率电平系统性地向上和向下递增(一次一个设备和一个槽),努力寻找将防止超过目标温度的热能产生的槽设置的有效组合。在这种情况下,MLTM还可以推断出该PCD所暴露的周围环境的温度。有利地是,利用环境温度和目标工作温度的知识,可以在未来的使用情况中应用所学习到的槽设置的组合,使得通过对跨越所有热干扰源的热能产生的平衡来保持目标温度。另外,并且如本领域的普通技术人员将认识到的,由于可以在不考虑给定工作负载下的给定PCD中的热能消散的特定机制的情况下,应用多相关学习热管理方法,所以工程师和设计师可以在不考虑PCD的特定形状因子的情况下,使用多相关学习热管理方法。

[0030] 特别地,虽然本文在中央处理单元(“CPU”)和图形处理单元(“GPU”)的背景下描述多相关学习热管理方法的示例性实施例,但是对多相关学习热管理方法的应用并不限于热干扰源的CPU和/或GPU组合。将预想到的是,可以将多相关学习热管理方法的实施例扩展到可以存在于片上系统(“SoC”)内的热干扰源和热传感器的任意组合。为了便于解释起见,本说明书中的图示中的一些图示主要包括仅仅一对热传感器,其受到一对CPU和GPU形式的热

干扰源的影响;但是,将理解的是,任意数量的热干扰源和热传感器可以是多相关学习热管理策略的主题。

[0031] 如何如何将多相关热管理方法应用于示例性PCD中的一系列热干扰源的非限制性例子,假定已经针对一对热干扰源中的每个干扰源规定了离散数量的槽设置,即,性能水平P1、P2、P3、P4……P15(其中P15表示最大的性能水平,而P1表示最低的性能水平)。如本领域的普通技术人员将理解的,水平P15可以与针对给定工作负载负荷的高QoS水平和高热能产生水平二者相关联。类似地,针对相同的工作负载负荷,水平P1可以与低QoS水平和低热能产生水平二者相关联。还假定针对给定温度传感器(传感器1)的目标温度被设置在60°C。

[0032] 在该非限制性例子中,可以在识别到温度读数已经超过60°C的目标温度之后,开始对该温度传感器进行采样。将预想到的是,在一些实施例中,出于多相关学习的目的而触发对传感器采样的启动,可以通过使用基于中断的传感器来完成。一旦产生了中断,MLTM模块就可以识别先前学习到的针对这些热干扰源的性能设置的组合,如果被应用的话,其将使温度读数下降并且稳定在目标温度(假定从学习到这些设置组合时起,该PCD所暴露到的环境温度基本上未被改变)。基于热设置数据库中的活动干扰源的槽设置和有效槽设置的组合之间的多相关性,连同产生的温度至目标温度的相对接近度,MLTM可以选择最适合于该使用情况的最佳槽设置组合,并且随后使热干扰源的活动性能设置被修改为所选择的最佳槽设置组合。

[0033] 返回到该例子,如果MLTM模块先前未针对60°C的目标温度学习到最佳槽设置组合,则MLTM模块可以寻求最佳槽设置组合。由MLTM模块针对传感器1使用的初始缓解表可以指示:应当将针对热干扰源1和热干扰源2的槽设置,设定在针对每个目标温度(其包括示例性60°C目标温度(用于传感器1的缺省缓解表))的最低槽水平处。就其本身而言,当第一次超过那些目标温度中的任何一个目标温度时,MLTM模块将参考该缓解表,并且查看用于热干扰源的槽设置组合包括均被设定为最小槽设置。随后,MLTM模块可以使用于热干扰源1和2二者的活动槽设置被改变为其最小槽设置,因此大量减少由热干扰源产生的全部热能(如果没有消除的话)。因此,由传感器测量的温度可以开始下降,并且如果槽设置保持在最小设置,则稳定在基本上与PCD的周围环境温度相平衡的温度处。

[0034] 随着由传感器1测量的温度的下降,MLTM模块可以绘制散热曲线(时间对温度)。类似地,随着由其它温度传感器测量的温度也下降,还可以绘制与那些传感器中的每个传感器相关联的散热曲线。根据散热曲线,MLTM模块可能能够在未来的应用中估计给定传感器将花多长时间达到任何目标温度,其假定该环境温度与开发该散热曲线时的环境温度相一致,并且将用于每个热干扰源的槽设置设定为最小的水平。为了说明性的目的,在该例子中,与给定传感器相关联的并且由MLTM模块使用的缺省缓解表可以是:

[0035] 用于传感器1的缺省缓解表

[0036]

传感器1测量的温度	热干扰源1的槽设置	热干扰源2的槽设置
T=90	P1	P1
T=80	P1	P1
T=70	P1	P1
T=60	P1	P1

T=50	P1	P1
T=40	P1	P1
T=30	P1	P1
T=20	P1	P1

[0037] 根据上面的用于传感器1的说明性缺省缓解表,响应于在传感器1处超过60℃的温度门限,MLTM模块可以将P1的缺省槽设置组合应用于两个热干扰源。因此,由热干扰源的功耗产生的热能将急剧地下降,从而使由传感器1(以及其它监控的传感器)测量的温度下降。然而,由于与将由传感器1测量的温度保持在60℃所需要的相比,将热干扰源的槽水平设置为P1,可能不可避免地表现出更急剧的功率电平下降,因此温度可以快速地下降到低于60℃的水平。

[0038] 返回到该例子,从传感器1的视角来看,一旦由传感器1测量的温度稳定,MLTM模块就可以将该读数识别为基本上等于该PCD所暴露的环境温度。随后,MLTM模块可以对热干扰源1和2的槽设置进行系统性地递增,并且测量它们导致的热能产生的增加对于每个传感器(包括传感器1)的温度测量值的影响。随着对槽设置组合的递增,MLTM模块可以构建与传感器、各个目标温度和所确定的环境温度相关联的、用于热干扰源的有效槽设置组合的数据库。有利地是,在未来的场景中,可以由MLTM模块对有效槽设置组合进行查询,以识别用于一个或多个传感器的特定目标温度的最佳槽设置组合。

[0039] 根据由MLTM模块为了将温度测量值稳定在各个目标温度处而识别的有效槽设置组合,MLTM模块可以选择用于每个的最佳槽设置组合。可以基于在热事件时其与活动干扰源的槽设置组合的多相关性,以及产生的温度和目标温度之间的相对接近度,来选择最佳槽设置组合。例如,如果在热事件时,干扰源1运行在水平P6处,并且干扰源2运行在水平P2处,则MLTM模块可以选择与P6/P2设置接近的最佳槽设置组合。也就是说,如果一个有效槽设置组合具有运行在P3处的两个干扰源,而另一个有效槽设置组合具有分别运行在P5和P2处的干扰源,则MLTM模块可以选定来应用槽设置组合P5/P2,这是由于其与在热事件时活动的P6/P2设置最接近。在用该方式选择最佳槽设置组合时,MLTM模块可以认识到的是,在热事件时活动的槽设置组合是通过正在使用情形来驱动,并且同样地寻求从所有有效槽设置组合中选择新的最佳槽设置组合(其最可能与PCD的正在使用情形相兼容)。

[0040] 返回到该例子,随后可以利用该最佳槽设置组合来替代该缓解表中用于该目标温度的缺省槽设置组合。为了说明性的目的,MLTM模块可以基于上面描述的迭代学习过程,来更新上面的用于传感器1的缺省缓解表。特别地,也可以更新用于其它传感器的缺省缓解表。产生的用于传感器1的更新的缓解表可以是:

[0041] 用于传感器1的更新的缓解表

[0042]

传感器1测量的温度	热干扰源1的槽设置	热干扰源2的槽设置
T=90	P6	P5
T=80	P5	P5
T=70	P5	P4
T=60	P4	P3
T=50	P2	P3

T=40	P2	P2
T=30	P2	P1
T=20	P1	P1

[0043] 随后,MLTM模块可以将最佳槽设置组合P4应用于热干扰源1,以及将最佳槽设置组合P3应用于热干扰源2,从而使由传感器1测量的热能水平向下缓解,并且稳定在60℃的目标温度。特别地,MLTM模块还可以基于下面的认识来选择用于热干扰源1的P4和用于热干扰源2的P3的最佳槽设置组合:这样的槽设置组合将不会造成超过与其它传感器相关联的目标温度。有利地是,在MLTM模块接收到关于已经超过在用于传感器1的更新的缓解表中学习到的目标温度之一的通知的未来的场景中,该表的查询将通知MLTM模块立即应用先前学到的最佳槽设置组合。

[0044] 此外,由于用于传感器1的更新的缓解表包括在所确定的环境温度处针对多个目标温度的最佳设置组合,因此本领域的普通技术人员将认识到的是,给定目标温度和环境温度之间的差值表示由该传感器测量的归因于热干扰源的热能的数量。认识到这一点,当识别到环境温度的变化时,MLTM模块可以向上或者向下“移动”缓解表的最佳槽设置组合。

[0045] 例如,在上面的用于传感器1的更新的缓解表中,可以看到的是,对于20℃的目标温度而言,针对两个热干扰源的槽设置应当被设定为P1。因此,在该例子中,MLTM模块可以推断出在学习到该槽设置组合时的周围环境温度也是20℃。因此,用于传感器1的扩展型更新的缓解表可以包括用于指示热能贡献的列,该热能贡献归因于在用于传感器1的更新的缓解表中列出的每个槽设置组合:

[0046] 用于传感器1的更新的缓解表

[0047]

传感器1测量的温度	热干扰源1的槽设置	热干扰源2的槽设置	热干扰源的能量贡献
T=90℃	P6	P5	70℃
T=80℃	P5	P5	60℃
T=70℃	P5	P4	50℃
T=60℃	P4	P3	40℃
T=50℃	P2	P3	30℃
T=40℃	P2	P2	20℃
T=30℃	P2	P1	10℃
T=20℃	P1	P1	0℃

[0048] 返回到该例子,已经选择并且将P4的最佳槽设置组合应用于热干扰源1以及将P3的最佳槽设置组合应用于热干扰源2的MLTM模块可以与监控模块一起工作,以监控工作温度接近目标温度的速率,以便构建与设置相关联的散热曲线。

[0049] 使用该散热数据,当在未来的应用中将P4的槽设置组合用于热干扰源1和将P3的槽设置组合用于热干扰源2时,MLTM模块可能期望该热能在与过去学习相一致的某个时间量内消散。特别地,如果与期望的相比更快速地达到了目标温度,则MLTM模块可以推断出与学习所选择的最佳槽设置组合时该PCD所暴露到的周围环境相比,其目前所暴露到的周围环境更冷(即,比20℃更冷)。类似地,如果由温度传感器测量的工作温度稳定在比目标温度更高的温度,则MLTM模块可以推断出与学习所选择的最佳槽设置组合时该PCD所暴露到的

周围环境相比,其目前所暴露到的周围环境更热(即,比20℃更热)。无论哪种方式,MLTM系统和方法的实施例可以基于与所选择的最佳槽设置组合相关联的热干扰源的已知温度贡献(即,热干扰源的能量贡献),来计算环境温度的变化。

[0050] 例如,在上面的说明中,当将槽设置组合设定为P4用于热干扰源1和将槽设置组合设定为P3用于热干扰源2时,将热干扰源的能量贡献计算为40℃。因此,如果相同的槽设置组合导致工作温度测量值为70℃,则MLTM模块可能向周围环境贡献了额外的10℃,并且通过将最佳槽设置组合向上“移动”一级来更新缓解表。在该例子中,响应于认识到环境温度已经从20℃增加到30℃,将槽设置组合向上移动一级将产生下表:

[0051] 用于传感器1的第二迭代更新的缓解表

[0052]

传感器1测量的温度	热干扰源1的槽设置	热干扰源2的槽设置	热干扰源的能量贡献
T=90℃	P5	P5	60℃
T=80℃	P5	P4	50℃
T=70℃	P4	P3	40℃
T=60℃	P2	P3	30℃
T=50℃	P2	P2	20℃
T=40℃	P2	P1	10℃
T=30℃	P1	P1	0℃
T=20℃	P1	P1	0℃

[0053] MLTM模块可以继续使用上面的缓解表来选择和应用最佳槽设置组合,直到下列情形为止:认识到另一个周围环境温度的变化和/或在传感器1处超过尚未学习到的目标温度和/或不同的使用情形触发针对更多学习的需求和/或存在热干扰源中的一个干扰源的操作规范的变化。特别地,虽然本文参照单一传感器来描述多相关学习热管理方法的实施例,但是预想到的是,可以与PCD内的其它传感器相关联地同时地或者顺序地应用相同的或者类似的算法。

[0054] 图1是可能在片上系统(“SoC”)中的多个热干扰源和多个温度传感器之间发生的示例性热动态过程的图示。如从图1的图示中可以看出,由两个热干扰源产生的热能可能对于由热传感器中的每个热传感器获得的温度读数有贡献。由于该图示中的传感器1更靠近热干扰源1,因此由传感器1测量的热能大部分归因于热干扰源1。然而,如本领域的普通技术人员将认识到的,热干扰源2也可能产生影响由传感器1获得的测量值的热能。类似地,由热干扰源1产生的热能可能影响由传感器2获得的温度读数,但是或许没有由更靠近的干扰源2产生的热能那样多。

[0055] 尽管如此,并且如本领域的普通技术人员将认识到的,例如,如果将热干扰源2设定在特别低的槽设置处(因此消耗相对少的功率),以及将热干扰源1设定在相对高的槽水平,则由传感器2测量的热能的数量可能大部分归因于热干扰源1,即使其与热干扰源2相比,在芯片上更远离传感器2。有利地是,MLTM系统和方法的实施例认识到下面的现实:在相同的操作条件和环境条件下,针对多个热干扰源的槽设置的各种组合在给定的传感器处可能产生相同的热能测量值。通过考虑多个槽设置组合可以产生相同的结果(如由给定的温度传感器测量的),MLTM模块可以选择最适合于活动使用情形的特定槽设置组合。

[0056] 如上所述,MLTM系统和方法的实施例认识到的是,由SOC中的传感器(例如,图1的图示中的传感器1和传感器2)测量的热能水平可以归因于多个热干扰源。特别地,图1的图示仅仅是出于解释的目的而提供的,并不意味着建议将MLTM系统或者方法的实施例限制于:将MLTM解决方案应用于只包括成对的热干扰源和传感器的应用之中。预想到的是,系统和方法的实施例可以适用于位于PCD之内的热干扰源和传感器的任意组合。

[0057] 图2是示出了用于在PCD 100中实现多相关学习热管理(“MLTM”)方法的片上系统102的实施例的功能框图。MLTM系统和方法针对芯片上的所有热干扰源组合,寻求学习有效槽设置组合,其可以使由芯片上的热传感器测量的温度尽可能在目标时间之内接近指定的目标温度。

[0058] 在图2的图示中,温度传感器157A和157B位于芯片102上,使得由每个温度传感器测量的热能可以归因于由热干扰源GPU 182和多处理器CPU 110(其包括核222、224、226和228)中的每个产生的并且从其消散的能量。特别地,并且如上所述,多相关学习热管理方法的实施例不限于两个热传感器和两个热干扰源的应用。预想到的是,实施例可以适应更为复杂的多相关环境,其中位于芯片周围的多个热干扰源可能在不同程度影响由多个温度传感器中的每个温度传感器测量的温度。此外,本领域的普通技术人员将认识到的是,多相关学习热管理方法的实施例并不限于对CPU和GPU形式的热干扰源的应用,而是可以被应用于诸如但不限于调制解调器、显示部件、无线LAN部件等等的热干扰源的任意组合。

[0059] 通常,系统102使用两个主模块,在一些实施例中,这两个主模块可以被包含在单一模块中:(1)多相关学习热管理(“MLTM”)模块101,其用于分析由监控模块114监控的温度读数(特别地,监控模块114和MLTM模块101可以是一个模块并且在一些实施例中是相同的模块),并且确定和选择最佳槽设置组合;(2)槽设置模块,诸如但不限于DVFS模块26,其用于根据从MLTM模块101接收的指令,关于单个处理部件实现增量抑制(throttling)策略。

[0060] 在从传感器157中的一个传感器接收到已经超过目标温度门限的触发时,MLTM模块101可以根据对热设置数据库27的查询,确定先前尚未学习到与目标温度相关联的有效槽设置组合。如果是这样的话,则MLTM模块101可以触发送代学习过程,所述迭代学习过程确定PCD 100的环境温度,并且系统性地识别有效槽设置组合,用以将传感器157的温度保持在不同的水平。根据该有效槽设置组合,MLTM模块101可以更新动态缓解表28以包括该最佳槽设置组合,并且随后指示动态电压和频率调节(“DVFS”)模块26按照将保持目标温度的水平,设置GPU 182和CPU 110(或者某些核222、224、226、228)的槽。

[0061] 使用其与周围环境温度相关联的各种槽设置组合的散热速率的知识,MLTM模块101可能能够在应用了先前学习到的槽设置组合之后识别环境温度的增加或者减小。基于PCD 100所暴露到的周围环境的温度的增加或者减小的程度,该散热速率对于保持目标QoS水平来说可能是不可接受的。在这样的情况下,MLTM模块101可以迭代地确定热设置数据库27中的新的槽设置组合,或者应用动态缓解表中与其它目标温度相关联的槽设置组合。

[0062] 图3是以无线电话的形式示出了图2的PCD的示例性的、非限制性方面的功能框图,所述示例性的、非限制性方面用于通过学习到的与多个热传感器的目标温度相关联的最佳设置来实现用于多个处理部件的多相关学习热管理的方法和系统。如示出的,PCD 100包括片上系统102,所述片上系统102包括被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。如由本领域的普通技术人员理解的,CPU 110可以包括第零核222、第一核

224和第N核230。此外,如由本领域的普通技术人员理解的,还可以使用数字信号处理器(“DSP”)来代替CPU 110。

[0063] 通常,动态电压和频率调节(“DVFS”)模块26可以负责以增量方式向单个处理部件(例如,核222、224、230)实现抑制技术,以帮助PCD 100优化其功率电平并且保持高水平的功能,而不有害地超过某些温度门限。

[0064] 监控模块114与分布在片上系统102各处的多个操作传感器(例如,热传感器157A、157B)、并且与PCD 100的CPU 110以及与MLTM模块101进行通信。在一些实施例中,监控模块114还可以监控“片外”传感器157C,为了获得与PCD 100的触摸温度相关联的温度读数。MLTM模块101可以与监控模块114一起工作,以识别已经超过了温度门限,并且使用多相关学习热管理算法,向识别的芯片102内的部件指示对抑制策略的应用,以努力降低温度。

[0065] 如图3中示出的,显示控制器128和触摸屏控制器130被耦合到数字信号处理器110。在片上系统102之外的触摸屏显示器132被耦合到显示控制器128和触摸屏控制器130。PCD 100还可以包括视频编码器134,例如,逐行倒相(“PAL”)编码器、顺序与存储彩色电视系统(“SECAM”)编码器、国家电视制式委员会(“NTSC”)编码器或者任何其它类型的视频编码器134。视频编码器134被耦合到多核中央处理单元(“CPU”)110。视频放大器136被耦合到视频编码器134和触摸屏显示器132。视频端口138被耦合到视频放大器136。如图3中描绘的,通用串行总线(“USB”)控制器140被耦合到CPU 110。此外,USB端口142被耦合到USB控制器140。存储器112和用户识别模块(SIM)卡146也可以被耦合到CPU 110。此外,如图3中示出的,数码相机148可以被耦合到CPU 110。在示例性的方面中,数码相机148是电荷耦合器件(“CCD”)相机或者互补金属氧化半导体(“CMOS”)相机。

[0066] 如图3中进一步示出的,立体声音频CODEC 150可以被耦合到模拟信号处理器126。此外,音频放大器152可以被耦合到立体声音频CODEC 150。在示例性的方面中,第一立体声扬声器154和第二立体声扬声器156被耦合到音频放大器152。图3示出了还可以被耦合到立体声音频CODEC 150的麦克风放大器158。另外,麦克风160可以被耦合到麦克风放大器158。在特定的方面中,调频(“FM”)无线电调谐器162可以被耦合到立体声音频CODEC 150。此外,FM天线164被耦合到FM无线电调谐器162。此外,立体声耳机166可以被耦合到立体声音频CODEC 150。

[0067] 图3还指示了射频(“RF”)收发机168可以被耦合到模拟信号处理器126。RF开关170可以被耦合到RF收发机168和RF天线172。如图3中示出的,键盘174可以被耦合到模拟信号处理器126。此外,具有麦克风的单声道耳机176可以被耦合到模拟信号处理器126。此外,振荡器设备178可以被耦合到模拟信号处理器126。图3还示出了电源188(例如,电池)通过PMIC 180被耦合到片上系统102。在特定的方面中,该电源包括可再充电的DC电池或者DC电源,所述DC电源是从至DC转换器的交流电(“AC”)得到的,其中该DC转换器被连接到AC电源。

[0068] CPU 110还可以被耦合到一个或多个内部的片上热传感器157A、157B,以及一个或多个外部的片外热传感器157C。片上热传感器157可以包括一个或多个正比于绝对温度(“PTAT”)温度传感器,所述PTAT温度传感器是基于垂直PNP结构的,并且通常专用于互补金属氧化物半导体(“CMOS”)甚大规模集成(“VLSI”)电路。片外热传感器157可以包括一个或多个热敏电阻。热传感器157可以产生电压下降,利用模数转换器(“ADC”)控制器103将该电压下降转换至数字信号。但是,可以在不背离本发明的范围的情况下,使用其它类型的热传

感器157A、157B、157C。

[0069] DVFS模块26和MLTM模块101可以包括由CPU 110执行的软件。但是,在不背离本发明的范围的情况下,还可以由硬件和/或固件来构成DVFS模块26和MLTM模块101。MLTM模块101连同DVFS模块26可以负责应用抑制策略,其可以帮助PCD 100避免热性能下降,同时保持高水平的功能和用户体验。

[0070] 触摸屏显示器132、视频端口138、USB端口142、照相机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、立体声耳机166、RF开关170、RF天线172、键盘174、单声道耳机176、振动器178、电源188、PMIC 180和热传感器157C在片上系统102之外。但是,应当理解到的是,监控模块114还可以通过模拟信号处理器126和CPU110的方式,从这些外部设备中的一个或多个设备接收一个或多个指示或者信号,以帮助实时管理在PCD 100上可操作的资源。

[0071] 在特定的方面中,本文描述的方法步骤中的一个或多个步骤,可以由存储器112中存储的可执行指令和参数(其形成一个或多个MLTM模块101和DVFS模块26)来实现。除了ADC控制器103之外,形成模块101、26的这些指令可以由CPU 110、模拟信号处理器126或者其它处理器来执行,以执行本文描述的方法。此外,处理器110、126、存储器112、在其中存储的指令、或者它们的组合,可以充当用于执行本文描述的方法步骤中的一个或多个步骤的单元。

[0072] 图4A是示出了用于图3中示出的芯片102的硬件的示例性空间布置的功能框图。根据该示例性实施例,应用CPU 110被放置在芯片102的最左侧区域,而调制解调器CPU 168、126被放置在芯片102的最右侧区域。应用CPU 110可以包括多核处理器,其包括第零核222、第一核224和第N核230。应用CPU 110可以执行MLTM模块101A和/或DVFS模块26A(当用软件来体现时),或者其可以包括MLTM模块101A和/或DVFS模块26A(当用硬件来体现时)。还示出应用CPU 110包括操作系统(“O/S”)模块207和监控模块114。

[0073] 应用CPU 110可以被耦合到一个或多个锁相环(“PLL”)209A、209B,它们与应用CPU 110邻近并且在芯片102的左侧区域中放置。与PLL 209A、209B邻近并且在应用CPU 110之下的可以包括模数(“ADC”)控制器103,所述ADC控制器103可以包括结合应用CPU 110的主模块101A、26A一起工作的其自己的MLTM模块101B和/或DVFS模块26B。

[0074] ADC控制器103的MLTM模块101B可以负责对“片上”102和“片外”102提供的多个热传感器157进行监控和跟踪。片上或者内部热传感器157A、157B可以被放置在各个位置处并且与邻近于这些位置的热干扰源(诸如,与第二和第三热图形处理器135B和135C旁边的传感器157A3)或者温度敏感型部件(诸如,与存储器112旁边的传感器157B1)相关联。但是,如上面提到的,虽然给定的传感器在物理上可以邻近于给定的热干扰源,但是由该传感器测量的温度可能归因于位于芯片102周围的多个热干扰源。此外,归因于给定的热干扰源并且由给定的热传感器测量的热能的相对数量,可能是该热干扰源的槽设置的函数。

[0075] 作为非限制性的例子,第一内部热传感器157B1可以被放置在应用CPU 110和调制解调器CPU 168、126之间的芯片102的顶部中心区域中,并且与内部存储器112相邻。第二内部热传感器157A2可以被放置在芯片102的右侧区域上的调制解调器CPU 168、126之下。该第二内部热传感器157A2还可以被放置在高级精简指令集计算机(“RSIC”)指令集机器(“ARM”)177和第一图形处理器135A之间。数模控制器(“DAC”)173可以被放置在第二内部热传感器157A2和调制解调器CPU 168、126之间。

[0076] 第三内部热传感器157A3可以被放置在芯片102的最右边区域中的第二图形处理器135B和第三图形处理器135C之间。第四内部热传感器157A4可以被放置在芯片102的最右边区域中,并且在第四图形处理器135D之下。以及第五内部热传感器157A5可以被放置在芯片102的最左边区域中,并且与PLL 209和ADC控制器103相邻。

[0077] 一个或多个外部热传感器157C也可以被耦合到ADC控制器103。第一外部热传感器157C1可以被放置在片外,并且与芯片102的可以包括调制解调器CPU 168、126、ARM 177和DAC 173的右上象限相邻。第二外部热传感器157C2可以被放置在片外,并且与芯片102的可以包括第三和第四图形处理器135C、135D的右下象限相邻。特别地,可以利用外部热传感器157C中的一个或多个外部热传感器来指示PCD 100的触摸温度,即,可以由与PCD 100接触的用户体验的温度。

[0078] 本领域的普通技术人员将认识到的是,针对上面概述的并且在图4A的图示中描绘的处理部件的槽设置的各种组合,可能影响由各个温度传感器中的每个温度传感器测量的温度。多相关学习热管理系统和方法的实施例识别芯片周围的热干扰源和温度测量的相互影响,并且寻求优化热干扰源的槽设置组合以高效地管理热能产生并且优化QoS。

[0079] 本领域的普通技术人员将认识到的是,可以在不背离本发明的范围的情况下,提供图4A中示出的硬件的各种其它空间布置。图4A示出了另一种示例性的空间布置,以及主MLTM和DVFS模块101A、26A和具有其MLTM和DVFS模块101B、26B的ADC控制器103可以如何识别图4A中示出的示例性空间布置的函数的热条件,将温度门限与工作温度进行比较,并且应用多相关学习热管理策略。

[0080] 图4B是示出了图3的PCD的用于多相关学习热管理的示例性软件架构的示意图。任意数量的算法可以形成至少一个热管理策略或者是至少一个热管理策略的一部分,在满足某些热条件时,MLTM模块101可以应用至少一个热管理策略,但是,在优选的实施例中,MLTM模块101与DVFS模块26一起工作,以向芯片102中的单个热干扰源(包括但不限于核222、224和230)增量地应用电压和频率调节策略。根据该增量调节努力,MLTM模块识别为了保持各个监控的温度水平必需的针对多个热干扰源的槽设置的有效组合。

[0081] 如图4B中示出的,CPU或者数字信号处理器110经由总线211被耦合到存储器112。如上面提到的,CPU 110是具有N个核处理器的多核处理器。也就是说,CPU 110包括第一核222、第二核224和第N核230。如本领域的普通技术人员知道的,第一核222、第二核224和第N核230中的每个核可用于支持专用的应用或者程序。替代地,可以将一个或多个应用或者程序分布在可用核中的两个或更多核上来进行处理。

[0082] CPU 110可以从MLTM模块101和/或DVFS模块26(其可以包括软件和/或硬件)接收命令。如果被体现为软件,则模块101、26包括由CPU 110执行的指令,其向由CPU 110和其它处理器执行的其它应用程序发出命令。

[0083] 可以将CPU 110的第一核222、第二核224至第N核230集成到单一集成电路管芯上,或者可以将它们集成或者耦合到多电路封装中的单独的管芯上。设计人员可以经由一个或多个共享的高速缓冲存储器耦合第一核222、第二核224至第N核230,并且设计人员可以经由诸如总线、环状、网格和交叉开关拓扑之类的网络拓扑来实现消息或者指令传送。

[0084] 如本领域中已知的,总线211可以经由一个或多个有线或者无线连接而包括多个通信路径。总线211可以具有用于实现通信的另外的元件,例如,控制器、缓存器(高速缓冲

存储器)、驱动器、转发器和接收机,为了简单起见,省略了这些元件。此外,总线211可以包括地址、控制和/或数据连接,以在前述的部件之间实现适当的通信。

[0085] 如在图4B中示出的,当由PCD 100使用的逻辑是用软件实现的时,则应当注意到的是,可以将下列各项中的一项或多项存储在任何计算机可读介质上,以便由任何与计算机相关的系统或者方法使用,或者结合任何与计算机相关的系统或者方法来使用:启动逻辑250、管理逻辑260、多相关学习热管理接口逻辑270、应用存储280中的应用、以及文件系统290的部分。

[0086] 在该文档的上下文中,计算机可读介质是能够包含或者存储计算机程序和数据,以便由计算机相关的系统或者方法使用或者结合计算机相关的系统或者方法来使用的电子的、磁的、光学的或者其他物理器件或者单元。各种逻辑单元和数据存储可以以任何计算机可读介质来体现,以便由指令执行系统、装置或者设备使用或者结合该指令执行系统、装置或者设备使用,该指令执行系统、装置或者设备例如是基于计算机的系统、包含处理器的系统、或者可以从该指令执行系统、装置或者设备提取指令并且执行这些指令的其它系统。在该文档的上下文中,“计算机可读介质”可以是能够存储、传送、传播或者传输程序,以便由指令执行系统、装置或者设备使用或者结合该指令执行系统、装置或者设备使用的任何单元。

[0087] 计算机可读介质可以是例如,但不限于:电子的、磁的、光学的、电磁的、红外的或者半导体系统、装置、设备或者传播介质。计算机可读介质的更具体的例子(非详尽的列表)包括下列各项:具有一个或多个线的电气连接(电子的)、便携式计算机磁盘(磁的)、随机存取存储器(RAM)(电子的)、只读存储器(ROM)(电子的)、可擦除可编程只读存储器(EPROM、EEPROM或者闪存)(电子的)、光纤(光学的)和便携式压缩光盘只读存储器(CDROM)(光学的)。应当注意到的是,计算机可读介质甚至可以是纸质的,或者在其上打印了程序的另一适当的介质,这是由于例如经由纸介质或者其他介质的光学扫描可以电子地捕获该程序,随后以适当的方式对其进行编译、解译或者另外的处理(如果需要的话),并且随后将其存储在计算机存储器中。

[0088] 在替代的实施例中,在用硬件来实现启动逻辑250、管理逻辑260以及可能的MLTM接口逻辑270中的一个或多个的情况下,可以利用下面的技术中的任何一种或者组合来实现各种逻辑,这些技术在本领域中均是公知的:具有用于根据数据信号实现逻辑功能的逻辑门的分立逻辑电路、具有适当组合的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。

[0089] 存储器112是诸如闪存或者固态存储器设备之类的非易失性数据存储设备。虽然被描绘为单一设备,但是存储器112可以是具有单独的数据存储、被耦合到数字信号处理器110(或者另外的处理器核)的分布式存储器设备。

[0090] 启动逻辑250包括用于选择性地识别、加载和执行选择程序,以管理或者控制可用的核(例如,第一核222、第二核224至第N核230)中的一个或多个核的性能的一个或多个可执行指令。启动逻辑250可以基于由MLTM模块101将各种温度测量值和与PCD部件或者方面相关联的门限温度设置进行比较,来识别、加载和执行选择程序。可以在嵌入式文件系统290的程序存储296中找到示例性选择程序,并且通过性能调节算法297和参数集298的特定组合来规定。当该示例性选择程序被CPU 110中的核处理器里的一个或多个执行时,其可以

根据由监控模块114提供的一个或多个信号,结合由所述一个或多个MLTM模块101和DVFS模块26提供的控制信号进行操作,以“向上”或者“向下”调节相应处理器核的性能。就这一点而言,监控模块114可以提供事件、进程、应用、资源状态状况、运行时间、以及如从MLTM模块101接收的温度的一个或多个指示符。

[0091] 管理逻辑260包括用于终止相应处理器核中的一个或多个上的MLTM程序,以及选择性地识别、加载和执行更恰当的替换程序,以管理或者控制可用的核中的一个或多个核的性能的一个或多个可执行指令。管理逻辑260被布置为在运行时,或者当PCD 100加电并且被该设备的操作者使用时执行这些功能。可以在嵌入式文件系统290的程序存储296中找到替换程序,并且在一些实施例中,可以通过性能调节算法297和参数集298的特定组合来规定该替换程序。

[0092] 当该替换程序被数字信号处理器中的核处理器里的一个或多个核处理器执行时,其可以根据由监控模块114提供的一个或多个信号,或者在所述各个处理器核的各自控制输入上提供的一个或多个信号进行操作,以调节相应处理器核的性能。就这一点而言,监控模块114可以响应于源自于MLTM 101的控制信号,提供事件、进程、应用、资源状态状况、运行时间、温度等等的一个或多个指示符。

[0093] 接口逻辑270包括用于呈现、管理和与外部输入进行交互,以观测、配置或者另外的更新嵌入式文件系统290中存储的信息的一个或多个可执行指令。在一个实施例中,接口逻辑270可以结合经由USB端口142接收的制造商输入进行操作。这些输入可以包括要从程序存储296中删除的或者增加到程序存储296中的一个或多个程序。替代地,这些输入可以包括对于程序存储296中的程序里的一个或多个程序的编辑或者改变。此外,这些输入可以识别对于启动逻辑250和管理逻辑260中的一者或二者的一个或多个改变或者其完全替换。通过例子的方式,这些输入可以包括针对给定热干扰源的可用槽设置的改变。

[0094] 接口逻辑270使得制造商能够根据PCD 100上的规定的操作状况,可控地配置和调整终端用户的体验。当存储器112是闪存时,可以对下列各项中的一项或多项进行编辑、替换或者另外的修改:启动逻辑250、管理逻辑260、接口逻辑270、应用存储280中的应用程序或者嵌入式文件系统290中的信息。在一些实施例中,接口逻辑270可以准许PCD 100的终端用户或者操作者搜索、定位、修改或者替换启动逻辑250、管理逻辑260、应用存储280中的应用和嵌入式文件系统290中的信息。操作者可以使用产生的接口来进行改变,这些改变将在PCD 100的下一次启动时实现。替代地,操作者可以使用产生的接口来进行改变,这些改变在运行时间期间实现。

[0095] 嵌入式文件系统290包括分层布置的热技术存储292。就这一点而言,文件系统290可以包括其总的文件系统容量的保留部分,以便存储用于由PCD 100使用的各种参数298和热管理算法297的配置和管理的信息。如图4B中示出的,存储292包括热干扰源存储294,所述热干扰源存储294包括程序存储296,所述程序存储296包括一个或多个热管理程序(其可以包括多相关学习热管理程序)。

[0096] 图5A-5C是示出了用于通过多个热干扰源和多个温度传感器之间的热动态过程的多相关学习来管理图2的PCD中的热能产生的方法500的逻辑流程图。图5的方法500开始于第一框502,在第一框502中,对位于芯片周围的一个或多个温度传感器进行监控。先前可能已经针对这些传感器中的每个传感器设置了可接受的温度门限(即,目标温度)。在框504

处,可以检测到温度读数超过目标温度的形式的热事件。在框506处,MLTM模块101可以查询热设置数据库,以确定先前是否已经学习到已知影响该热事件的各个热干扰源的有效槽设置组合。

[0097] 如果是这样的话,则沿着“是”分支走到框510,并且选择最佳槽设置组合进行应用。特别地,MLTM模块101可能先前已经学习到,并且在TS数据库27中存储了针对框504处检测到的热事件的多个有效槽设置组合。预想到的是,可以通过多相关,将从先前学习到的所有有效组合中选择的最佳槽设置组合与在该热事件时活动的特定使用情形相关联。例如,如果该活动使用情形是游戏应用,则最佳槽设置组合可以包括针对GPU部件(其是较高的)的槽设置和针对CPU 110中的核(其是相对较低的)的槽设置。

[0098] 返回到方法500,在框512处,利用在框510处选择的最佳槽设置组合来更新动态缓解表28,并且将这些槽设置应用到与该热事件相关联的热干扰源。在框514处,对热能消散的速率进行监控,以努力验证PCD 100所暴露到的周围环境温度自从学习到该最佳槽设置组合并且在上一次对其进行应用以来没有发生改变。在决策框516处,如果该环境温度与先前的环境温度相一致,则沿着“否”分支走到决策框518。在决策框518处,如果由MLTM模块101监控的每个传感器响应于该槽设置组合而记录了与上一次应用该槽设置组合相一致的散热速率,则MLTM模块推断出对于热干扰源的健康或者性能规格不存在变化,故沿着“是”分支返回。

[0099] 返回到决策框516,如果该环境温度与先前的环境温度不一致,则沿着“是”分支走到图5B的决策框524。在框524处,对环境温度的变化进行估计。基于环境温度的变化,在框526处,MLTM模块101可以通过将先前学习到的槽设置组合“向上”或者“向下”移动来与目标温度相关联,更新动态缓解表。如上所述,由于MLTM模块101可能能够在给定的槽设置组合方案下,计算归因于热干扰源的热能的数量,因此可以将与更新的环境温度相关联的槽设置组合映射到动态缓解表中的目标温度。MLTM模块101可以继续使用该更新的表,直到识别周围环境中的另一个指示为止。在框526之后,方法500返回到图5A的框512。

[0100] 返回到图5A的决策框518,如果由MLTM模块101监控的一个或多个传感器响应于该槽设置组合而记录了与上一次应用该槽设置组合不一致的散热速率,但是其它传感器在期望的时间内达到它们的目标温度,则MLTM模块可以推断出对于这些热干扰源中的一个或多个热干扰源的健康或者性能规格不存在变化,故沿着“否”分支走到图5B的框520。在框520处,可以在热设置数据库27中标记与热干扰源相关联的槽设置组合,以通过增量学习过程来重新评估。因此,可以针对未来的应用,识别与标记的热干扰源相关联的更新的以及更多的最佳槽设置组合(特别地,预想到的是,在一些实施例中,方法500在框520处识别或者“标记”槽设置组合时,其可以立即进入下面相对于框532和534描述的增量迭代过程,使得可以在TS数据库27中识别、更新最佳设置,并且将其应用于处理部件)。在框522处,对动态缓解表28进行更新,应用这些设置,并且方法500返回。

[0101] 返回到决策框508,如果先前未与框504的热事件相关联地学习到性能槽设置组合,则沿着“否”分支走到图5C的决策框528。在决策框528处,方法500确定现有的槽设置组合是否需要增量更新或者是否需要确定缺省的槽设置组合(即,动态缓解表28中指示的所有最小功率电平)。

[0102] 如果缺省的槽设置组合需要利用针对热事件的槽设置组合的第一迭代来替代,则

方法500沿着“否”分支走到子例程530,并且进行针对目标温度的完全迭代学习。如果已经对现有的槽设置组合进行了增量调整或者更新的标记(例如,可以是在决策框518处确定热干扰源中的一个或多个热干扰源的健康或者性能规格改变的结果),则方法500沿着“是”分支,并且子例程532进行增量学习算法。在完成子例程530和532中的任一个时,方法500转到框534,并且利用新学习到的有效槽设置组合来更新热设置数据库27。该方法返回到图5A的框510。

[0103] 图6是示出了用于多个热干扰源和与给定的目标温度相关联的多个温度传感器之间的多相关热动态过程的初始完全迭代学习的子方法或者子例程530的逻辑流程图。开始于框536,将针对每个热干扰源的性能水平设定为(如可能已经在动态缓解表28中的缺省表中指示的)它们的最小性能水平。在框538处,对来自一个或多个热传感器的温度读数进行监控,并且在框540处,根据所监控的温度读数来生成散热曲线,并且将其存储在TS数据库27中。当温度读数稳定时,在框542处,记录该PCD所暴露到的环境温度。在框544处,应用针对各个热干扰源的槽设置的增量增加,以努力寻找跨越所有热干扰源的槽设置的有效组合,该有效组合产生的热能产生水平将不造成超过与热事件相关联的温度门限。随着在框546处对槽设置组合的识别,在框548处,与先前推导的环境温度和目标工作温度相关联地存储这些组合。有利地是,在未来可以查询用该方式学习到的槽设置的有效组合,以在那时选择最适合给定使用情形的槽设置组合。

[0104] 图7是示出了用于多个热干扰源和与给定的目标温度相关联的多个温度传感器之间的多相关热动态过程的另外的增量迭代学习的子方法或者子例程532的逻辑流程图。在框550处,对用于一个或多个标记的热干扰源的槽设置进行递增,并且对来自已知将受到标记的热干扰源的影响的各个传感器的温度读数进行监控。特别地,如果由于确定自从上一次学习迭代以来,一个或多个干扰源的性能规格改变,而对增量学习进行了标记,则该方法可以只寻求学习新的槽设置组合(其包括新规定的槽设置)。在框552处,对那些热干扰源的现有的槽设置组合进行修改,或者识别新的槽设置组合。在框554处,对热设置数据库27进行更新,以包括新的有效槽设置组合。

[0105] 本说明书中描述的过程或者流程中的某些步骤,自然地优于本发明的其它步骤以如描述的起作用。但是,本发明不限于描述的步骤的顺序,如果这样的顺序或者次序不改变本发明的功能的话。也就是说,认识到的是,在不背离本发明的范围和精神的情况下,一些步骤可以在其它步骤之前、之后或者并行地执行(与其它步骤基本同时地执行)。在一些实例中,在不背离本发明的情况下,可以省略或者不执行某些步骤。此外,诸如“其后”、“然后”、“接下来”、“随后”等等之类的词语不旨在限制步骤的顺序。这些词语仅仅被用来引导读者逐个浏览对示例性方法的描述。

[0106] 另外,编程领域的普通技术人员能够编写计算机代码或者识别适当的硬件和/或电路,以例如基于本说明书中的流程图和相关联的描述来实现所公开的发明而没有困难。因此,对于充分地理解如何制造并且使用本发明来说,并不认为对特定的程序代码指令集或者详细的硬件设备的公开是必需的。在上面的描述中,并且结合可以示出各个流程图的附图,来更详细地解释所要求的计算机实现的过程的创新型功能。

[0107] 在一个或多个示例性的方面中,描述的功能可以用硬件、软件、固件或者其任意组合来实现。如果用软件来实现,则可以将这些功能存储在计算机可读介质上或者作为计算

机可读介质上的一个或多个指令或者代码进行传输。计算机可读介质包括计算机存储介质和通信介质二者,所述通信介质包括便于计算机程序从一个地方传送到另一个地方的任何介质。存储介质可以是可由计算机存取的任何可用的介质。通过例子而非限制的方式,这样的计算机可读介质可以包括RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM或者其它光盘存储、磁盘存储或者其它磁存储设备、或者可以被用于携带或者存储具有指令或者数据结构形式的期望的程序代码并且可以由计算机存取的任何其它介质。

[0108] 此外,可以将任何连接适当地称作计算机可读介质。例如,如果软件是使用同轴电缆、光纤光缆、双绞线、数字用户线(“DSL”)或者诸如红外线、无线电和微波之类的无线技术从网站、服务器或者其它远程源传输的,那么同轴电缆、光纤光缆、双绞线、DSL或者诸如红外线、无线电和微波之类的无线技术被包括在介质的定义中。

[0109] 如本文使用的,磁盘和光盘包括压缩光盘(“CD”)、激光光盘、光盘、数字多功能光盘(“DVD”)、软盘和蓝光光盘,其中磁盘通常磁性地复制数据,而光盘则用激光来光学地复制数据。上述的组合也被包括在计算机可读介质的范围之内。

[0110] 因此,虽然已经详细地示出和描述了选择的方面,但是将理解的是,可以在不背离如由所附权利要求书规定的本发明的精神和范围的情况下,在其中进行各种替代和改变。

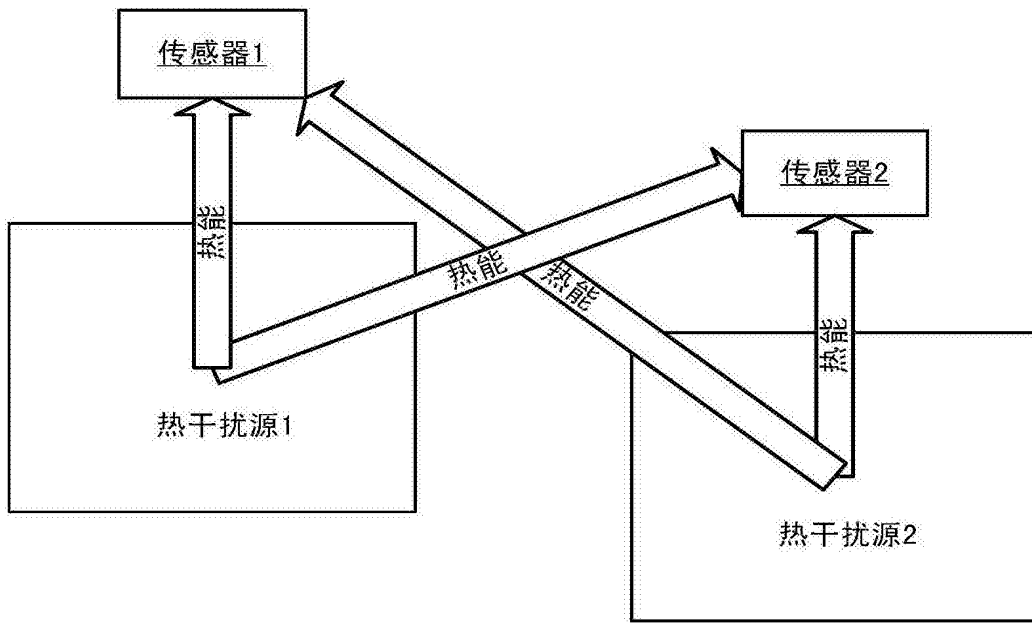


图1

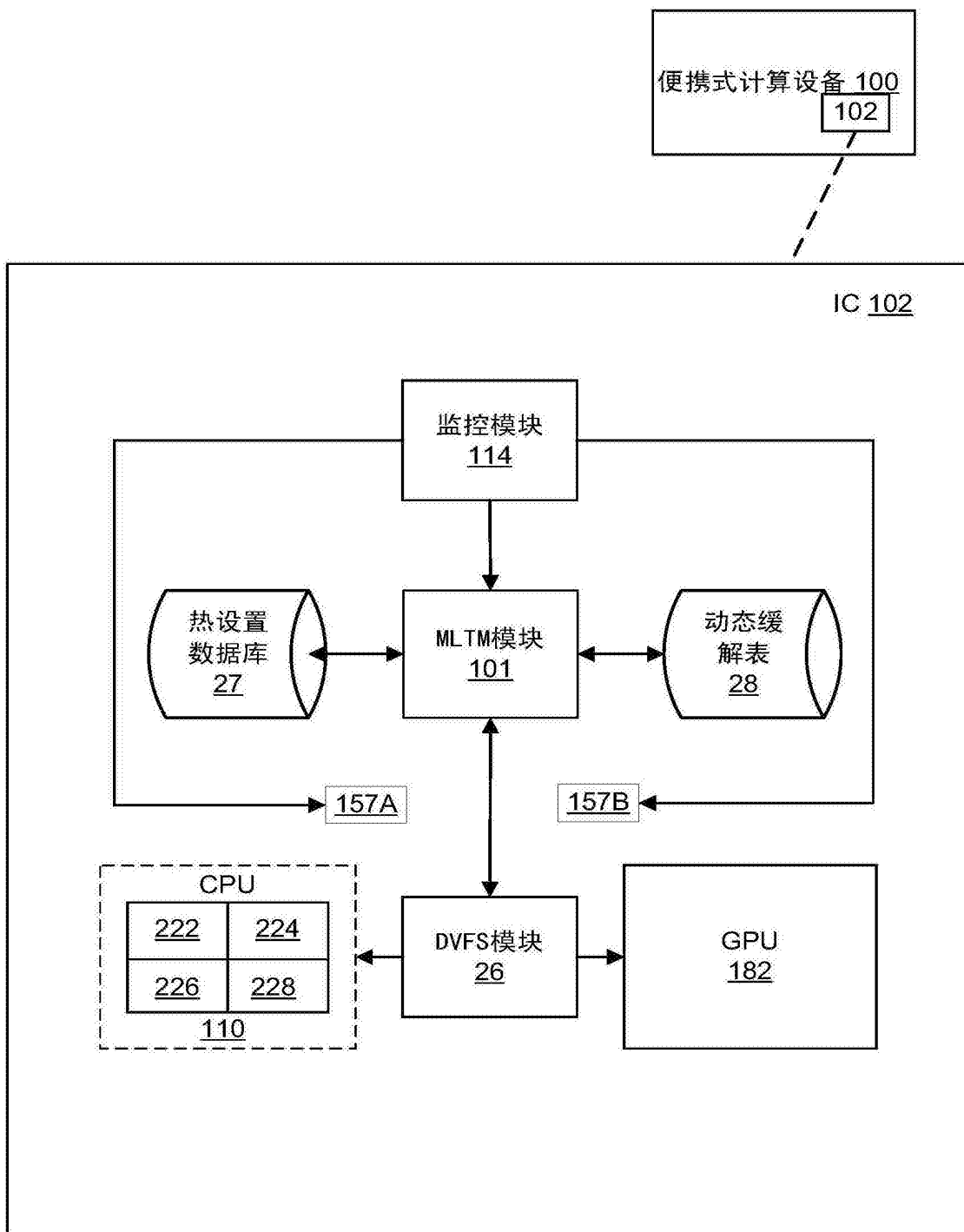


图2

100

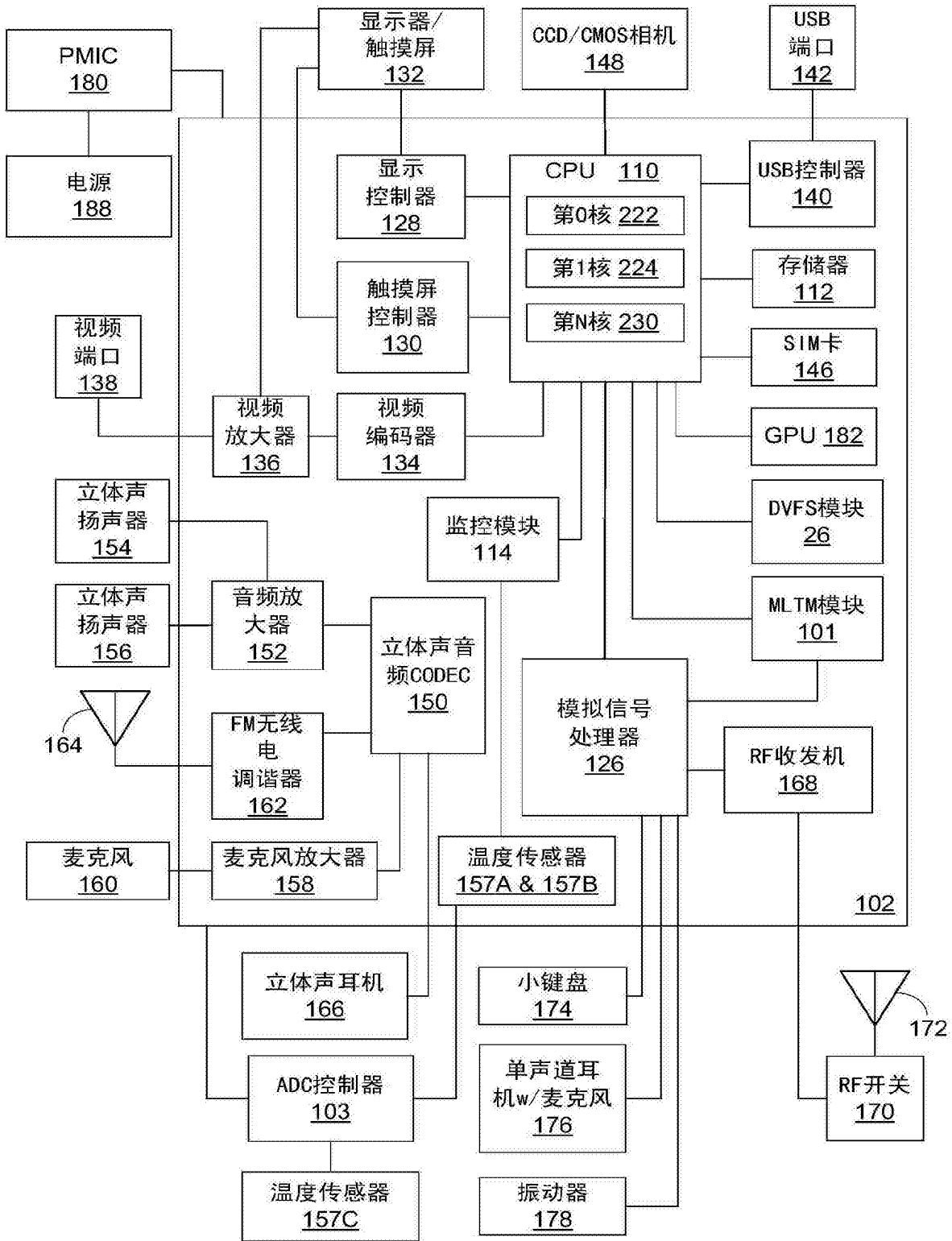


图3

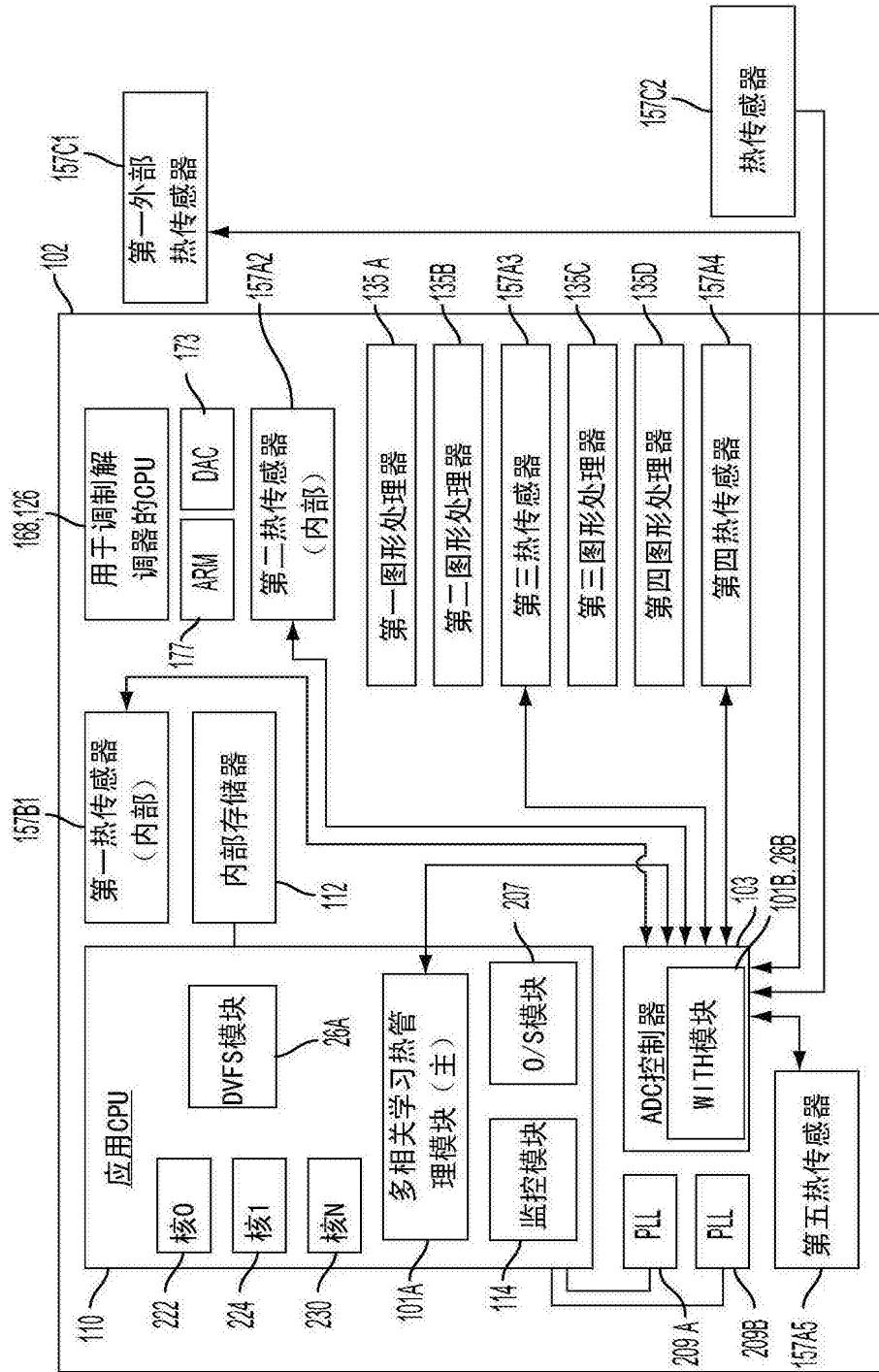


图4A

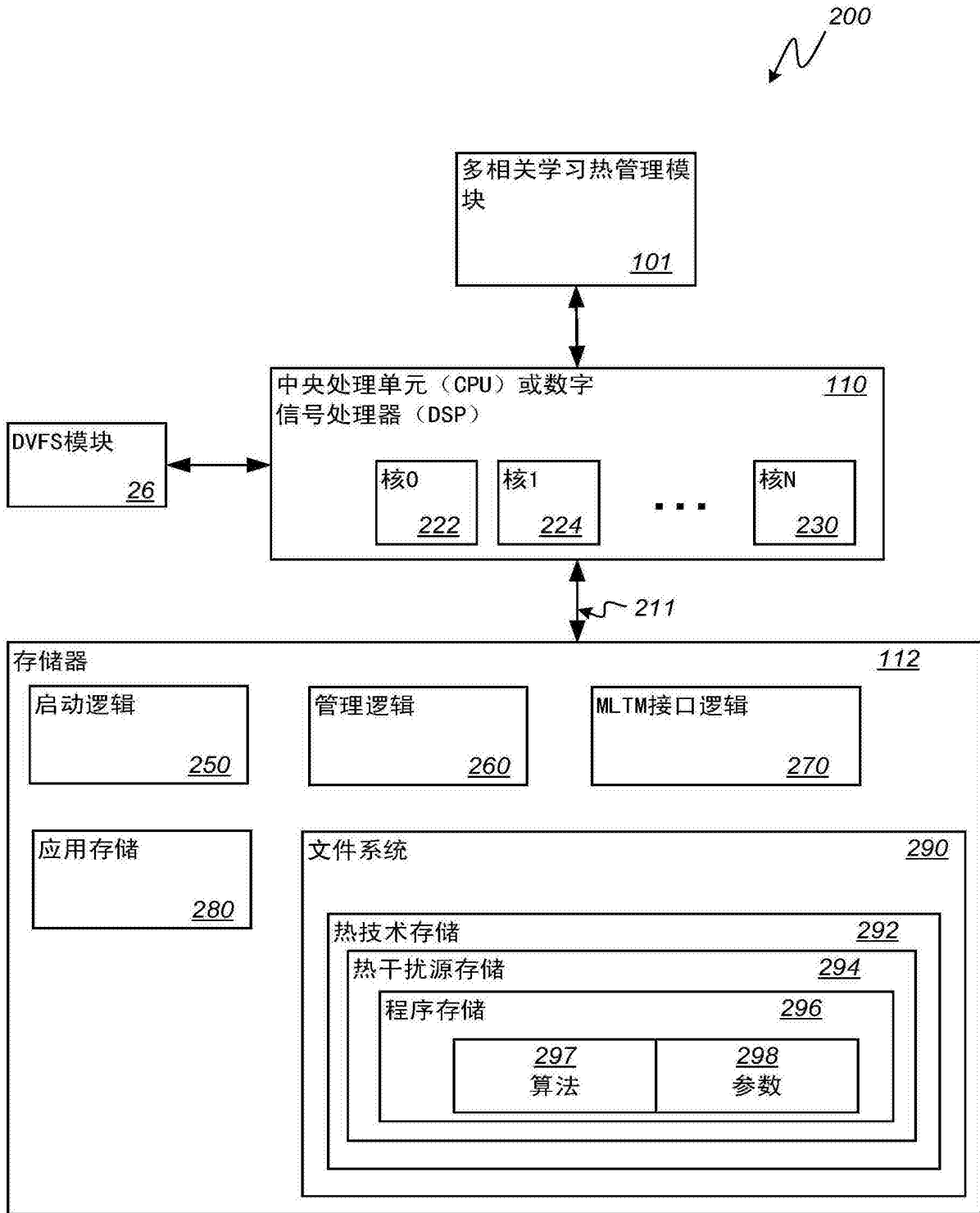


图4B

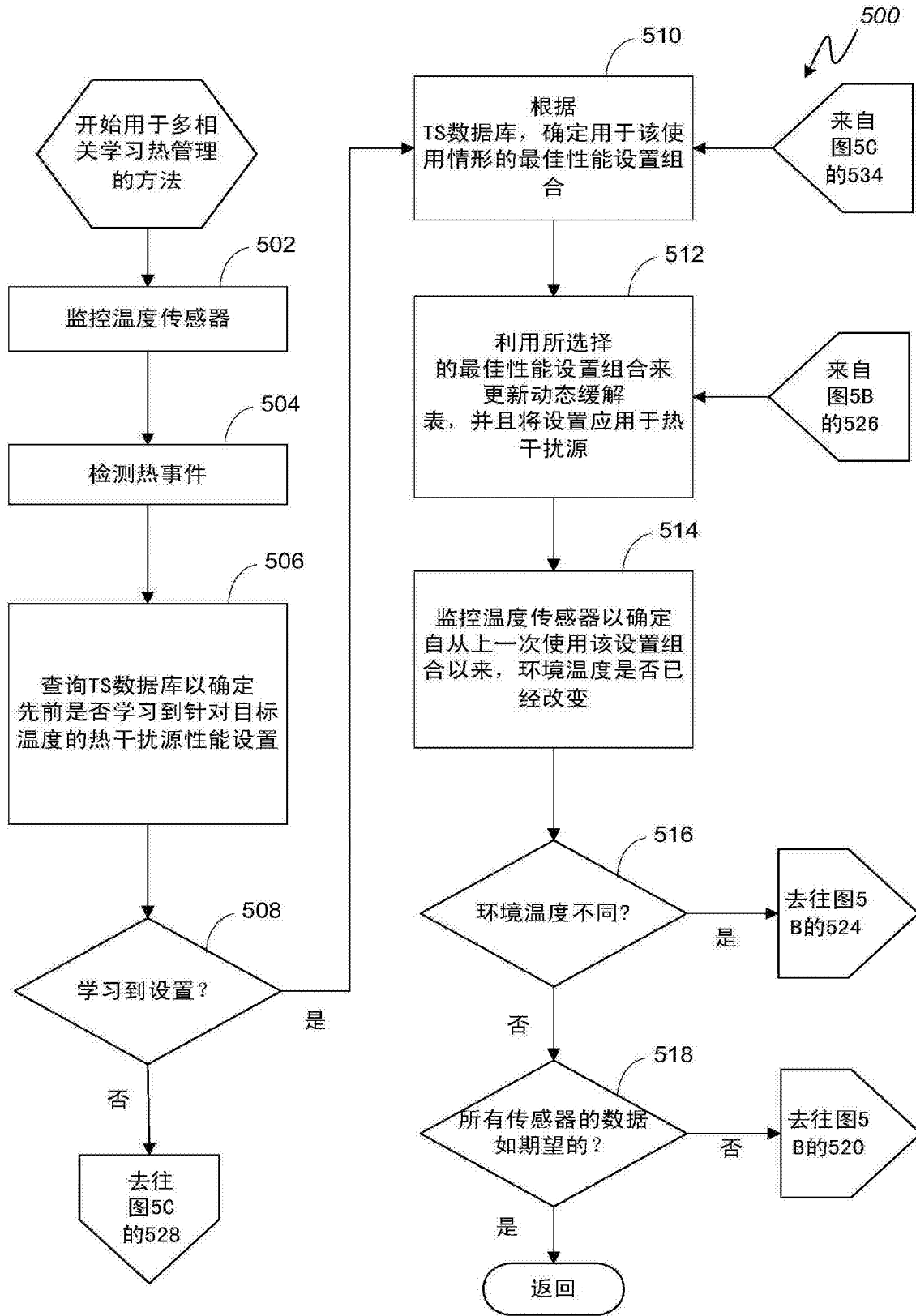


图5A

500

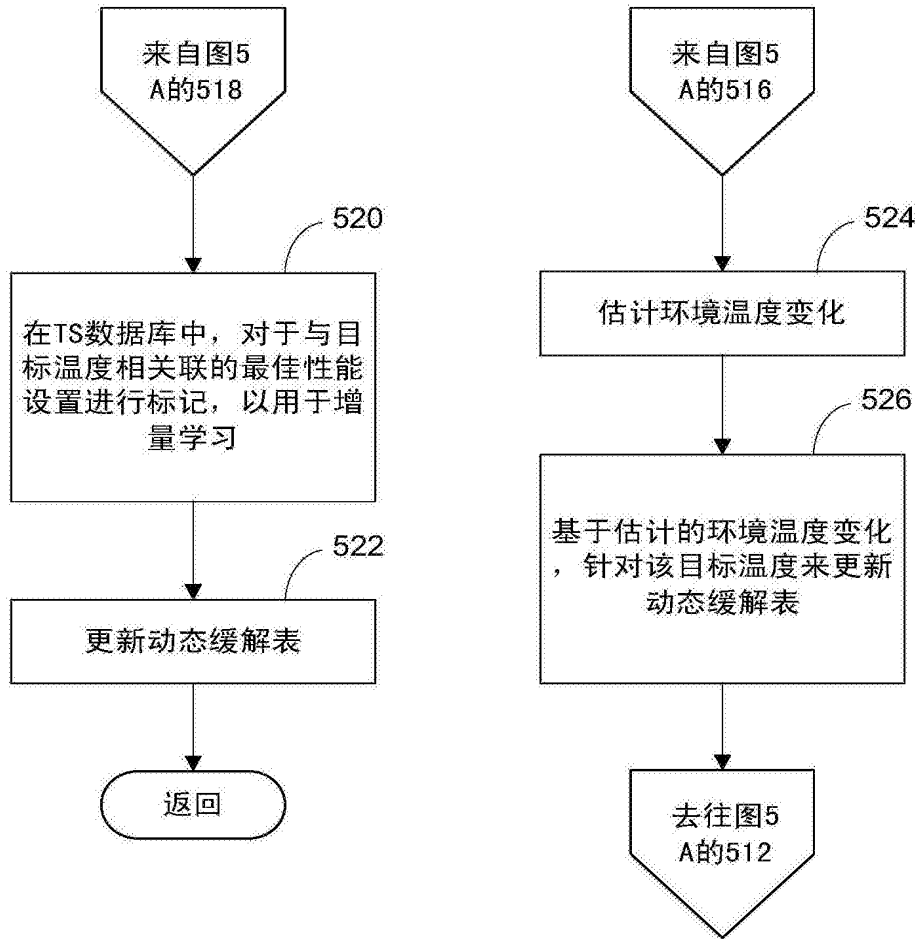


图5B

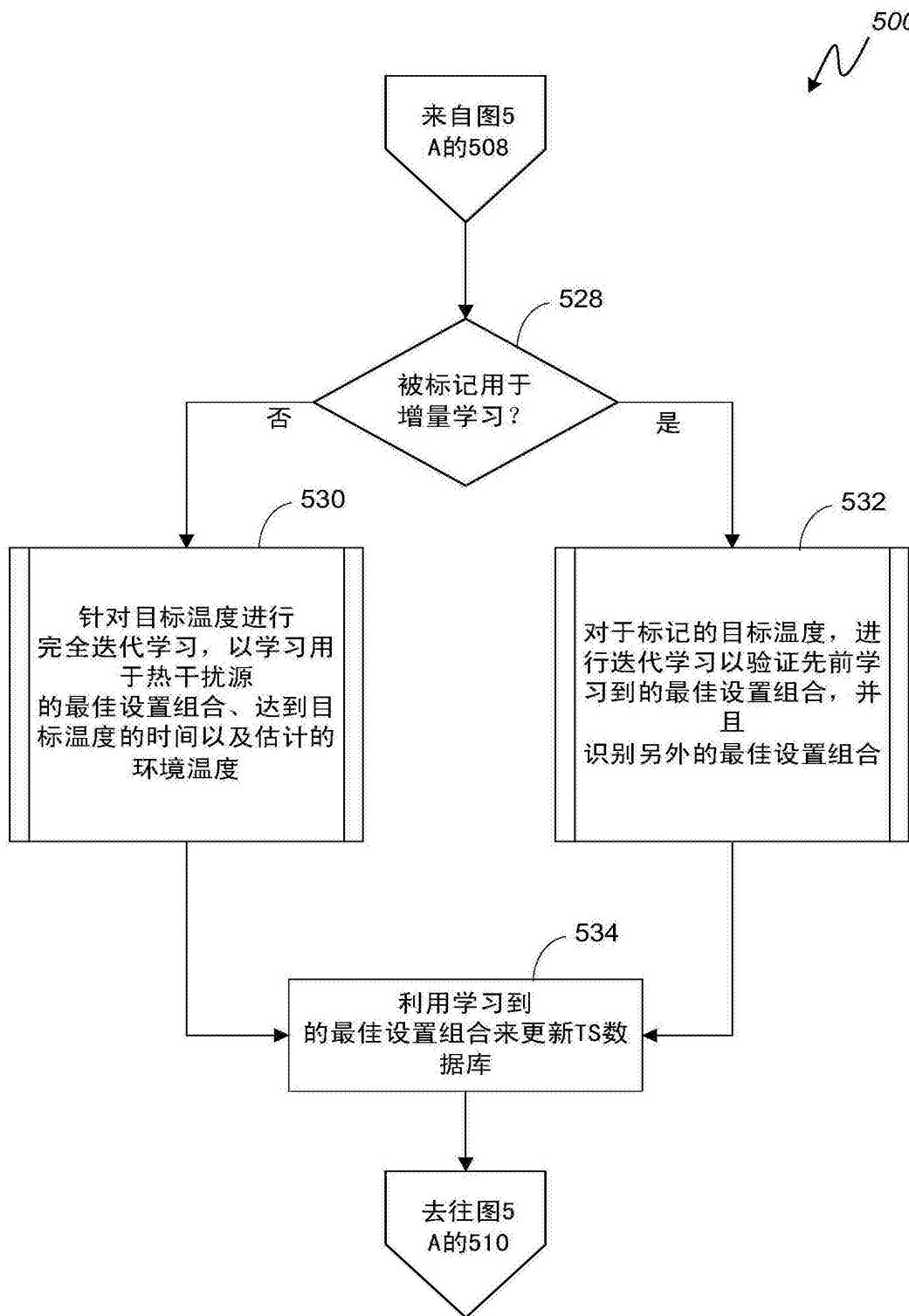


图5C

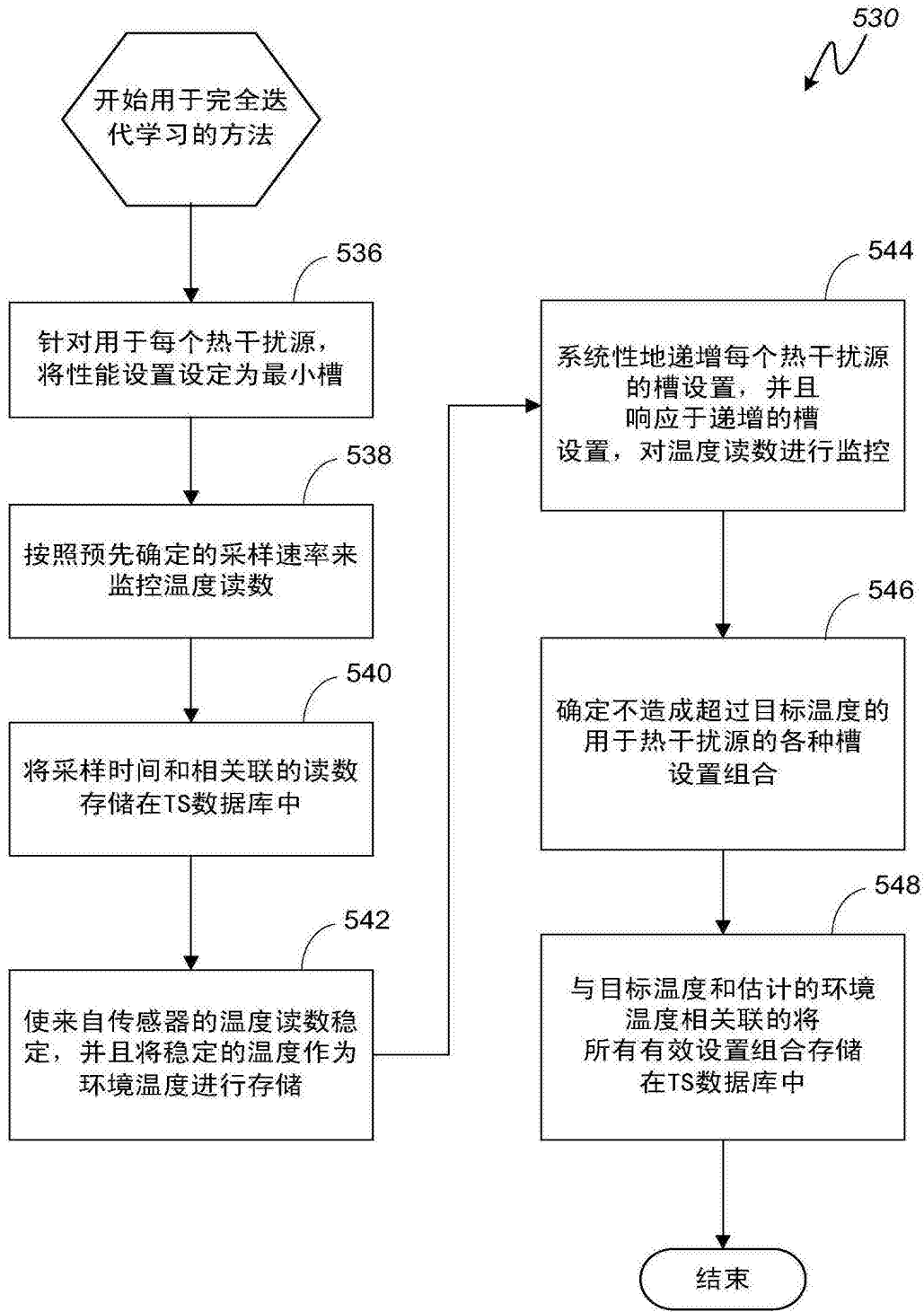


图6

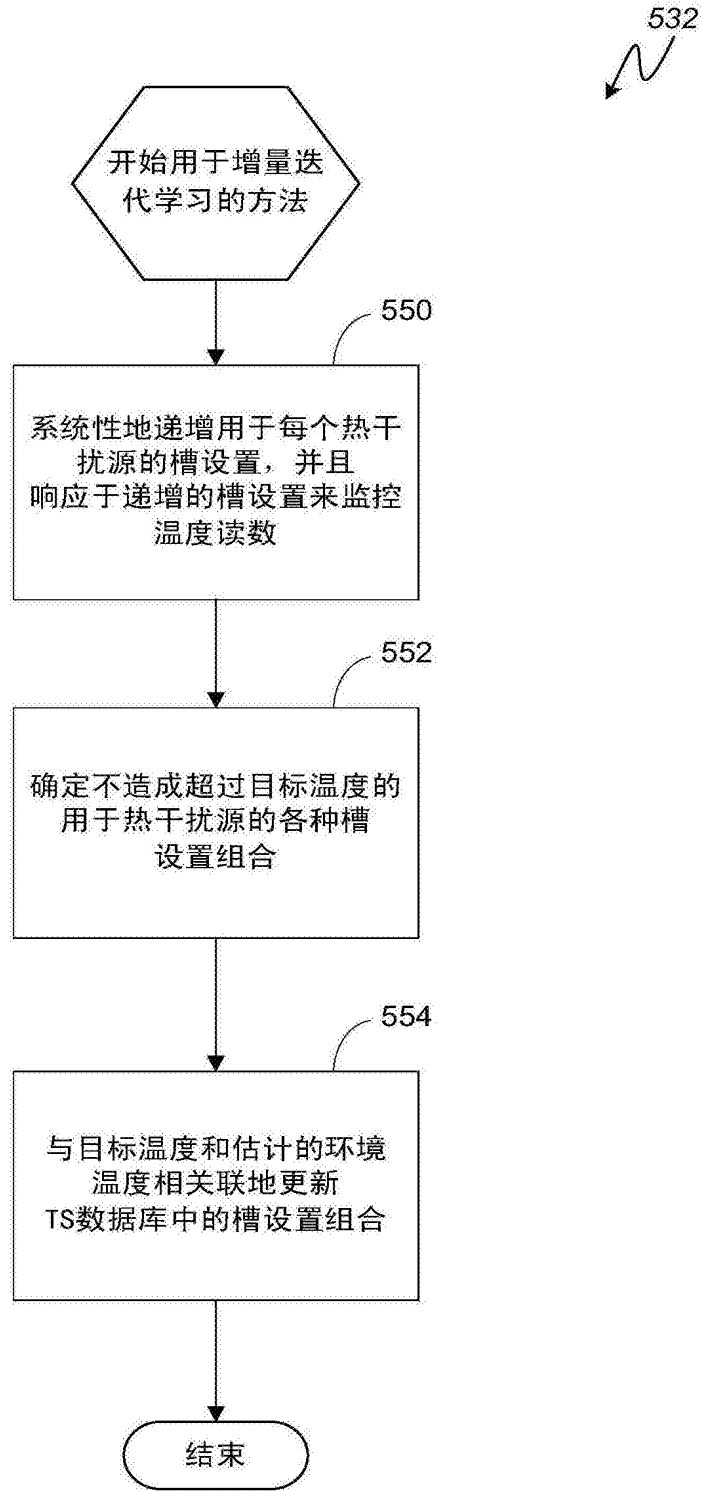


图7