



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107291116 A
(43)申请公布日 2017. 10. 24

(21)申请号 201610587082.3

(22)申请日 2016.07.25

(30)优先权数据

15/097,429 2016.04.13 US

(71)申请人 联发科技股份有限公司

地址 中国台湾新竹市新竹科学工业园区笃行一路一号

(72)发明人 汪威定 李翰林 黄鸿杰

(74)专利代理机构 北京万慧达知识产权代理有限公司 11111

代理人 白华胜 王蕊

(51)Int. Cl.

G05D 23/20(2006.01)

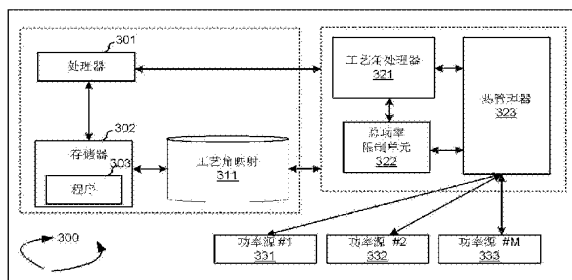
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

感知热策略方法和相应感知热策略装置

(57)摘要

本发明提供一种感知热策略方法和相应感知热策略装置。感知热策略装置包含存储器，储存相应热策略的流程相关功率数据的映射信息；工艺角处理器，基于芯片的工艺角信息获取芯片的流程相关功率数据；以及热管理器，基于所储存的映射信息和获取的工艺角信息应用热策略。本发明的感知热策略方法和相应感知热策略装置可以在维持温度在限制之内的同时最大化性能。



1. 一种感知热策略方法,其特征在于,包含:
获取半导体芯片每一工艺角的一组流程相关功率数据;
基于所述流程相关功率数据、最大温度值,以及不同热策略剖析性能数据;以及
基于所述性能数据选择操作热策略,以使热-性能评分满足预定标准。
2. 根据权利要求1所述的感知热策略方法,其特征在于,所述热策略是基于所述流程相关功率数据的映射公式。
3. 根据权利要求2所述的感知热策略方法,其特征在于,所述映射公式的多个输入参数包含每一工艺角的流程相关功率数据,以及所述映射公式的多个输出包含多个热设定,以及多个功率热关系中的至少一个。
4. 根据权利要求1所述的感知热策略方法,其特征在于,所述热策略是基于所述流程相关功率数据的映射表。
5. 根据权利要求4所述的感知热策略方法,其特征在于,所述映射表包含相应于多个工艺角和泄漏对的多个热策略。
6. 根据权利要求1所述的感知热策略方法,其特征在于,所述热策略包含映射公式和映射表。
7. 根据权利要求1所述的感知热策略方法,其特征在于,剖析性能数据包含:
使用不同热策略运行每一工艺角的所有配置;
滤除不满足预定热需求的性能数据;以及
基于所述性能数据选择配置,其中选择的所述配置对应于所述热策略中的条目。
8. 一种感知热策略方法,其特征在于,包含:
通过半导体芯片将相应热策略的流程相关功率数据的映射信息储存至存储器中;
基于所述芯片的工艺角信息获取所述芯片的所述流程相关功率数据;以及
基于储存的所述映射信息及所获取的所述工艺角信息应用热策略。
9. 根据权利要求8所述的感知热策略方法,其特征在于,所述映射信息是包含相应于多个工艺角和泄漏对的多个热策略或所述映射信息是基于所述流程相关功率数据的映射公式。
10. 根据权利要求8所述的感知热策略方法,其特征在于,所述映射信息在启动时应用或在每次需要热策略时应用。
11. 根据权利要求8所述的感知热策略方法,其特征在于,所述热策略包含跳闸温度阈值和相应的热冷却器配置,其中当探测到的温度高于跳闸温度阈值时应用所述热冷却器配置。
12. 根据权利要求11所述的感知热策略方法,其特征在于,所述热冷却器配置包含至少一个热行为,其中所述至少一个热行为包含设置频率限制,以及设置CPU内核限制。
13. 根据权利要求8所述的感知热策略方法,其特征在于,所述热策略基于目标温度控制功率预算。
14. 一种感知热策略装置,其特征在于,包含:
存储器,储存相应热策略的流程相关功率数据的映射信息;
工艺角处理器,基于芯片的工艺角信息获取所述芯片的流程相关功率数据;以及
热管理器,基于所储存的所述映射信息和获取的所述工艺角信息应用热策略。

15. 根据权利要求14所述的感知热策略装置,其特征在於,所述映射信息是包含相应于多个工艺角和泄漏对的多个热策略或所述映射信息是基于所述流程相关功率数据的映射公式。。

16. 根据权利要求14所述的感知热策略装置,其特征在於,所述映射信息在启动时应用或在每次需要热策略时应用。

17. 根据权利要求14所述的感知热策略装置,其特征在於,所述热策略包含多个跳闸温度阈值和相应的热冷却器配置,其中当探测到的温度高于所述跳闸温度阈值时应用所述热冷却器配置。

感知热策略方法和相应感知热策略装置

【技术领域】

[0001] 本发明有关于功率/资源预算方法,更具体来说,有关于芯片感知热策略方法和相应感知热策略装置。

【背景技术】

[0002] 随着移动/无线和其他电子装置的快速发展,上述装置若要获得成功,电池寿命成为一个重要的因素。与此同时,许多用于上述设备的高级应用也变得越来越普及。上述应用通常要求装置中的元件具有高性能。可持续的电源受到散热能力和温度的限制。若温度过高,则装置或半导体芯片会失灵。通常在装置上使用热节流(Thermal throttle)方法来防止由于散热限制造成的过热问题。热节流的问题之一是效率。传统的热节流使用泛型参数(generic parameters)控制温度。上述参数,例如最高允许温度和阈值温度不考虑每个单独的芯片的特性。举例来说,不同功率泄漏导致不同热-功率性能。在半导体制造中,工艺角(process corner)是指在施加IC设计到半导体晶片的制造参数变化的技术的一个例子。工艺角表示电路中这些参数变化的极端,其中被蚀刻到晶片上的电路必须正常工作。在这些工艺角制造的装置上运行的电路可能比指定的运行的慢或者快,且可能以更低或更高的温度和电压运行。当使用同组热-功率参数时,热-功率性能变得不一致。在某些情况下,热-功率控制不能将温度有效控制所需范围内。在其他情况下,系统的性能被不必要的牺牲。

[0003] 在当前的一个温度设定的策略下,热-功率性能不是最优化的。它遭受芯片上的潜在目标温度裕度(temperature margin),这导致潜在的性能牺牲。提出热相关的设置,以提高热策略。

[0004] 因此,需要改进和提高芯片感知热策略。

【发明内容】

[0005] 有鉴于此,本发明特提供以下技术方案:

[0006] 本发明实施例提供一种感知热策略方法,包含获取半导体芯片每一工艺角的一组流程相关功率数据;基于流程相关功率数据、最大温度值,以及不同热策略剖析性能数据;以及基于性能数据选择操作热策略,以使热-性能评分满足预定标准。

[0007] 本发明实施例另提供一种感知热策略方法,包含通过半导体芯片将相应热策略的流程相关功率数据的映射信息储存至存储器中;基于芯片的工艺角信息获取芯片的流程相关功率数据;以及基于储存的映射信息及所获取的工艺角信息应用热策略。

[0008] 本发明实施例另提供一种感知热策略装置,包含存储器,储存相应热策略的流程相关功率数据的映射信息;工艺角处理器,基于芯片的工艺角信息获取芯片的流程相关功率数据;以及热管理器,基于所储存的映射信息和获取的工艺角信息应用热策略。

[0009] 以上的感知热策略方法和相应感知热策略装置可以在维持温度在限制之内的同时最大化性能。

【附图说明】

- [0010] 图1是依据本发明实施例的在不同热策略下不同工艺角的热性能的示意图。
- [0011] 图2是依据本发明实施例的基于工艺角信息的热控制的示意图。
- [0012] 图3是依据本发明实施例的执行芯片功率感知控制的装置300的简化区块图。
- [0013] 图4是依据本发明实施例的基于工艺角的流程相关功率数据的芯片感知热控制的范例的流程图。
- [0014] 图5是依据本发明实施例的加载工艺角信息至热策略映射的范例的流程图。
- [0015] 图6是依据本发明实施例的获取不同工艺角热策略的范例性的流程图。
- [0016] 图7是依据本发明实施例的基于工艺角信息的芯片感知热控制的范例性流程图。

【具体实施方式】

[0017] 在说明书及权利要求书当中使用了某些词汇来指称特定的组件。所属领域中的技术人员应可理解,制造商可能会用不同的名词来称呼同样的组件。本说明书及权利要求书并不以名称的差异来作为区分组件的方式,而是以组件在功能上的差异来作为区分的基准。在通篇说明书及权利要求书当中所提及的「包含」是开放式的用语,故应解释成「包含但不限于」。另外,「耦接」一词在此包含任何直接及间接的电气连接手段。因此,若文中描述第一装置耦接于第二装置,则代表第一装置可直接电气连接于第二装置,或透过其它装置或连接手段间接地电气连接至第二装置。

[0018] 请参考附图所示的范例,现在将详细地对本发明的一些实施例作出说明。

[0019] 图1是依据本发明实施例的在不同热策略(thermal policy)下不同工艺角的热性能(thermal-performance)的示意图。每一芯片的热性能存在变化。影响热性能的因素之一是工艺角。工艺角表示在晶片生产中发生的变化。工艺角有不同热和性能行为(behavior)。业内使用两个字母标识来描述不同工艺角,其中第一个字母指NMOS,而第二个字母指PMOS。工艺角包含:FF(快快)、SF(慢快)、SS(慢慢)、FS(快慢),和TT(一般一般)。三个角(TT、FF、SS)被称为偶数角(even corner),因为这两种类型的装置均匀地受到影响,并且一般不对电路的逻辑正确性产生不利影响。所得到的装置可以以较慢或较快时钟频率工作。另两个角(FS、SF)被称为“倾斜”的角落(“skewed”corner),并值得关注。这是因为一种类型的FET切换的比另一个快,而这种不平衡的切换将造成输出的一个边沿比其他边沿具有少得多的摆动(slew)。不同工艺角消耗不同功率。伴随更小功率消耗的系统由于温度改动较小,其可被设置更高的目标温度设定,避免系统下一时刻超出阈值温度。类似地,伴随更大功率消耗的系统由于温度改动较大,其可被设置更低的目标温度设定,避免系统下一时刻超出阈值温度。

[0020] 图1展示了不同的情景。方案(plot)110是使用热控制的温度变化的示例图表。系统具有最高允许温度101。举例来说,最高允许温度101可被设置为100°C。为将温度控制在最高允许温度101之下,设置了目标温度102。在一个实施例中,一旦探测到温度超过目标温度102,热控制触发降温进程。例如,当探测到的温度高于跳闸温度阈值(目标温度)时应用所述热冷却器配置。方案110展示了依据FF角设置目标温度值的一个情景。举例来说,目标温度102被设置为80°C。曲线111是基于目标温度102的FF角芯片的温度时间图形。曲线112

是基于目标温度102的SS角芯片的温度时间图形。如图所示,由于FF角芯片和SS角芯片均使用相同的目标温度,SS角芯片遭遇目标温度裕量。曲线112保持低于最高允许温度101,且与最高允许温度之间具有间隙。SS角芯片不必要的运行在较低功率,并遭受不必要的性能下降。

[0021] 相反,方案120是当目标温度103基于SS角性能设置的,使用热控制的温度变化的示例图标。系统具有最高允许温度101。举例来说,最高允许温度101被设置为100℃,而目标温度103被设置为85℃。曲线121是基于目标温度103的FF角芯片的温度时间图形。曲线122是基于目标温度103的SS角芯片的温度时间图形。如图所示,由于FF角芯片和SS角芯片均使用相同的目标温度,FF角芯片的温度超出最高允许温度,且可能触发热保护进程(thermal protection procedure),例如系统重启。

[0022] 在一个新颖性的方面,基于芯片的工艺角配置不同目标温度。如方案130所示,曲线131是基于目标温度104的FF角芯片的温度时间图形,其中目标温度104基于FF角芯片设置。使用专门用于FF角的目标温度,温度在没有温度裕量发生的情况下保持在最高允许温度之下。类似地,如方案140所示,曲线141是基于目标温度105的SS角芯片的温度时间图形,其中目标温度105基于SS角芯片设置。使用专门用于SS角的目标温度,温度在没有温度裕量发生的情况下保持在最高允许温度之下。

[0023] 如图所示,通过不同工艺角使用不同目标温度,功率效率增加,并避免了温度超出最高允许温度。

[0024] 图2是依据本发明实施例的基于工艺角信息的热控制的示意图。热管理控制器211监测温度并控制功率,以将温度保持在预定阈值以下。在一个实施例中,温度控制使用动态电压和频率缩放(Dynamic Voltage and Frequency Scaling,简称为DVFS)。DVFS策略是通过调整时钟频率和电压来平衡性能和功率的低功率策略。DVFS低功率策略的主要问题之一是平衡两个竞争目标,即最大限度地节省功率,并确保严密精细的性能。热管理控制器211基于其输入参数在功率限制下设置DVFS频率。热管理控制器211发送DVFS控制至DVFS电路221。DVFS电路221基于自热管理控制器211所接收的DVFS控制控制电源供应222。在一个实施例中,电源供应222可包含一个或多个电源供应源。在一个实施例中,每一电源供应源可基于配置接收不同控制。

[0025] 功率控制的另一种方法是热插拔(Hot-plug)。热插拔策略是通过采用一个或多个CPU内核来平衡性能和功率的低功率策略。CPU热插拔低功率策略的主要问题之一是何时打开或关闭一个或多个CPU内核。一般来说,越多CPU内核打开,功率消耗越多。当打开或关闭CPU内核时,低功率策略需要考虑性能和功率开销。区分(differ)具有不同功率泄漏,在热阈值设定下执行不同操作的工艺角。在一个实施例中,热管理控制器211发送热插拔控制消息至热源231。在一个实施例中,热源231包含一个或多个热源,其中每一热源可产生不同热效果。热插拔控制信息可包含基于配置和不同类型热源的不同指令。

[0026] 在一个新颖性方面,热管理控制器211基于工艺角信息设置DVFS控制及/或热插拔热控制。热管理控制器211监测一个或多个热源,例如CPU、GPU。热管理控制器211自温度传感器212接收温度更新。工艺角信息处理器201获取芯片的工艺角信息,并将其转发至热管理控制器211。工艺角信息可被预配置或通过探测获得。热管理控制器211基于工艺角信息取得流程相关热策略公式。在一个实施例中,热策略公式储存于数据库中。热管理控制器

211基于热策略公式获取热策略相关设定。在另一个实施例中,热管理控制器211基于工艺角信息取得储存于存储器中的热策略表。热管理控制器211通过查找热策略表获取热策略相关设定。在又一个实施例中,热管理控制器211基于工艺角信息取得热策略和热策略表。在一个实施例中,热策略公式及/或热策略表在启动时被获得。在又一个实施例中,热策略公式及/或热策略表在每次热策略被参考时被获得。热管理控制器211基于来自工艺角信息处理器201、映射表/公式处理器202,以及温度传感器212的输入决定用于热节流的操作控制消息。

[0027] 图3是依据本发明实施例的执行芯片功率感知控制的装置300的简化区块图。装置300具有处理器301。处理器301处理所接收的信号并调用不同的功能模块以执行装置300中的功能。存储器302储存程序303和数据以控制装置300的操作。一个或多个数据库储存于存储器302中。在一个新颖性的方面,工艺角映射311被储存为一个数据库条目。工艺角映射311可被储存于存储器302中,或自硬盘或外部数据库接收。装置300包含一个或多个功率源,例如功率源#1 331、功率源#2 332,及功率源#M 333。在一个实施例中,每一功率源由相应功率限制设置控制。每一功率源的功率设置基于其相应功率限制调整。在一个实施例中,存储器302储存相应热策略的流程相关功率数据的映射信息。

[0028] 在一个实施例中,工艺角映射311可位于存储器302中,或装置300内的硬盘中。此外,工艺角映射311也可位于装置300外部的其他形式的存储器中。在一个实施例中,其他预设或预配置热设定也可被储存。热设定可包含每一相应工艺角的目标温度,以及最高允许温度。

[0029] 装置300也包含一组控制模块,例如工艺角处理器321、总功率限制单元322,以及热管理器323。在一个新颖性方面,工艺角处理器321基于芯片的工艺角信息获取流程相关功率数据。不同工艺角具有不同泄漏功率。泄漏功率随温度设定增大。作为结果,更高温度设定并不总是带来更好性能。需要优化来调整温度设定以实现更高的性能。举例来说,具有更高泄漏功率的工艺角应当将温度设置调整为较低的水平。热-功率性能评分随操作温度和功率-热关系值而变化,评分范围自1至50。热-功率性能评分越高,系统越有效。工艺角处理器321先获取芯片的工艺角信息。基于该信息,工艺角处理器321自工艺角映射311获取流程相关功率数据。

[0030] 总功率限制单元322自工艺角处理器321获取信息,并设置芯片的总功率限制。总功率限制被发送至热管理器323。热管理器323基于所储存的映射信息及所获取的工艺角信息应用热策略。一旦接收到总功率限制的更新,热管理器323为每一功率源设置单独的功率限制。在一个实施例中,映射信息是包含相应于多个工艺角和泄漏对的多个热策略。在另一个实施例中,映射信息是基于流程相关功率数据的映射公式。

[0031] 为将装置的温度维持在目标温度以下,热源的功率设定需要被调整。当功率设定被调整到较低的水平时,性能降低。从而,需要动态算法来在维持温度在限制之内的同时最大化性能。以传统的方式,一旦温度高于目标温度,使用功率限制来降低功率设定。若配置能够更积极地调整功率,使用传统的方法会不必要的牺牲性能,此外,若功率调整太慢,这样的方法可能不能有效的足够快的降低温度,导致温度上升超出目标温度。在一个新颖性的方面,目标温度基于工艺角信息被设置为不同值。

[0032] 图4是依据本发明实施例的基于工艺角的流程相关功率数据的芯片感知热控制的

范例的流程图。在步骤401,流程以第一工艺角开始。在步骤411,流程找到第一工艺角的流程相关功率数据。在一个实施例中,流程相关功率数据是具有温度及功率-热关系值的热-功率性能评分表。热策略是基于流程相关功率数据的映射表。映射表使用预定泄漏功率产生。映射表的每一条目是具有特定温度及功率-热关系值的热-功率性能评分。热-功率分数越高,性能越好。在步骤412,流程检查是否其为最后一个工艺角。若步骤412决定否,则流程转至步骤413。在步骤413,流程继续至下一工艺角,并返还步骤411以寻找下一工艺角的流程相关功率数据。若步骤412决定是,流程继续至步骤421。在步骤421,流程滤除热-性能评分表中不满足预定需求的结果,例如,流程滤除每个工艺角和泄漏功率热-性能评分表中不满足预定需求的结果。在一个实施例中,预定需求是温度低于预定温度,例如最高允许温度。步骤421后,产生热-性能评分表的子组(sub-set)。在步骤422,流程从过滤后的表中获取最佳配置。条目451是自表中选出作为最佳配置的范例。在一个实施例中,条目基于热-性能评分的预定标准被选出。在一个实施例中,最佳热-性能评分被选出。过滤后的表中的最佳热-性能评分是67511.7(目标温度为90℃,且功率-热关系值为5时)。最佳(温度,功率-热关系值)是(90,5)。在步骤423,流程用最佳配置填写映射表。映射表包含相应于多个工艺角和泄漏对的多个热策略。例如,条目452是映射表的范例的条目。工艺角以500mw的泄漏功率表示。(温度,功率-热关系值)的最佳热测量是(90,5)。流程为所有可能的工艺角产生最佳策略表。热管理器使用该表来基于其他热相关信息选择最佳策略。

[0033] 图5是依据本发明实施例的加载工艺角信息至热策略映射的范例的流程图。在步骤501,流程经历每一工艺角。在步骤502,流程找到相应工艺角的流程相关功率数据。使用预定泄漏功率来产生流程相关功率数据。在步骤503,流程仿真性能数据以及不同热策略下的最大 T_j ,其中 T_j 是在执行期间的最高温度。在一个实施例中,仿真模型被修改为一个输入文件运行多个配置。该配置文件指定不同的时间步长(time step)、温度设定范围,以及温度相关设定范围。在另一个实施例中,通过减少输出大小减少仿真时间。可通过使用汇总的结果(summary result),而非使用原始数据来减少输出大小。

[0034] 在步骤504,流程滤除不能满足最大 T_j 需求的热策略。在步骤505,流程找到产生最高性能的热策略。一旦仿真结束,最佳性能数据可自结果获得。在一个实施例中,最佳性能数据使用公式来将处理数据(process data)映射至最佳热策略。在另一个实施例中,依据最佳热策略表的流程相关功率数据被使用。

[0035] 在一个实施例中,流程将最高性能的热策略的流程相关功率数据储存至存储器中的最佳热策略表中(步骤521)。随后流程转至步骤531。在一个实施例中,公式 $Y=f(X)$ 被用于热策略检索(retrieval)。公式输入 X 包含以下输入项目中的至少一个:不同工艺角信息(例如一般、快,以及慢工艺角)的流程相关功率数据,以及通过测试模式的一般功率数据。公式输出 Y 包含以下输出项目中的至少一个:多个热设定,以及多个功率热关系值。热设定包含目标温度、跳闸温度,或适用于不同热管理策略的温度。功率热关系值包含包括比率、查找表,或公式来表示功率至热(power to thermal)的贡献。在步骤511,流程找到如上所述的公式并将流程相关功率数据映射至最佳热策略。在步骤512,流程将公式储存至存储器中。在另一实施例中,流程将流程相关功率数据储存至存储器中的最佳热策略表中。最佳热策略表列出不同工艺角的最佳热配置。在将热策略公式或热策略表储存至存储器中之后,流程转至步骤531。在531,流程读取工艺角信息。在一个实施例中,工艺角信息在启动时被

读取并储存在存储器中。在另一个实施例中,工艺角信息在每当需要它时,在运行时加载。在步骤532,流程基于工艺角信息和所储存的最佳热策略表或公式决定热策略。在一个实施例中,热策略包含映射公式(在一个实施例中称为热策略公式)和映射表(在一个实施例中称为热策略表)。在一个实施例中,热策略包含跳闸温度阈值和相应的热冷却器配置,其中当探测到的温度高于跳闸温度阈值时应用热冷却器配置。热冷却器配置包含至少一个热行为,其中至少一个热行为包含设置频率限制,以及设置CPU内核限制。热策略基于目标温度控制功率预算。

[0036] 图6是依据本发明实施例的获取不同工艺角热策略的范例性的流程图。在步骤601,装置获取半导体芯片的每一工艺角的一组流程相关功率数据。在步骤602,装置基于该组流程依赖功率数据、最高温度值,和不同热策略剖析(profile)性能数据。例如,使用不同热策略运行每一工艺角的所有配置;滤除不满足预定热需求的性能数据;以及基于性能数据选择配置,其中选择的配置对应于热策略中的条目。在步骤603,装置基于性能数据(例如满足预定标准的热-性能评分)选择操作热策略。

[0037] 图7是依据本发明实施例的基于工艺角信息的芯片感知热控制的范例性流程图。在步骤701,装置(如,半导体芯片)将相应热策略的流程相关功率数据的映射信息(流程相关功率数据对相应热策略的映射信息)储存至存储器。在步骤702,装置基于芯片的工艺角信息获取芯片的流程相关功率数据。在步骤703,装置基于所储存的映射信息和所获得的工艺角信息应用热策略。

[0038] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,本领域相关的技术人员依据本发明的精神所做的等效变化与修改,都应当涵盖在权利要求书内。

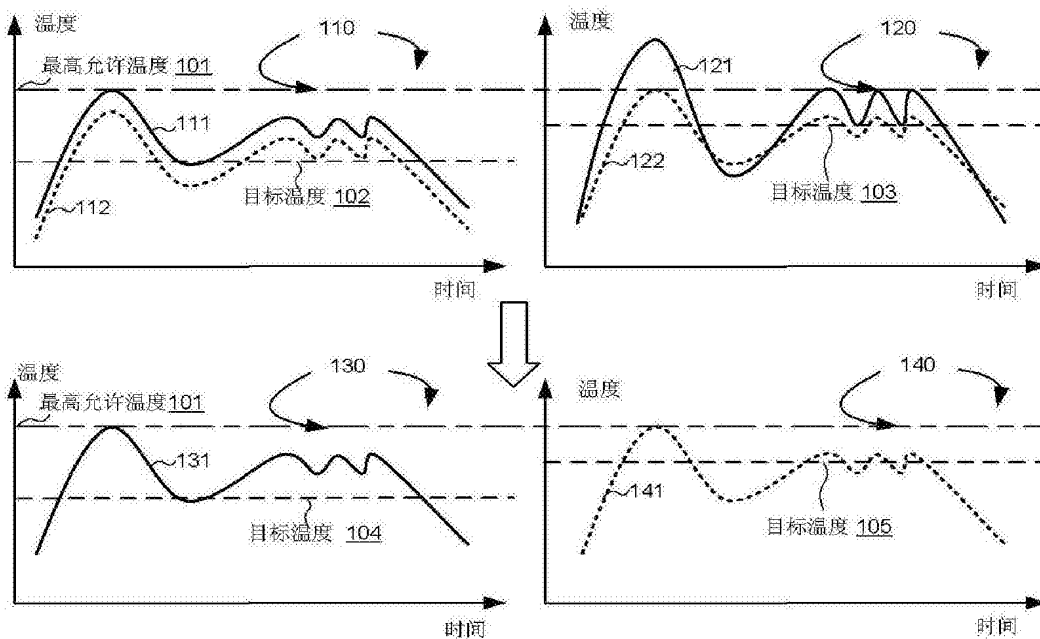


图1

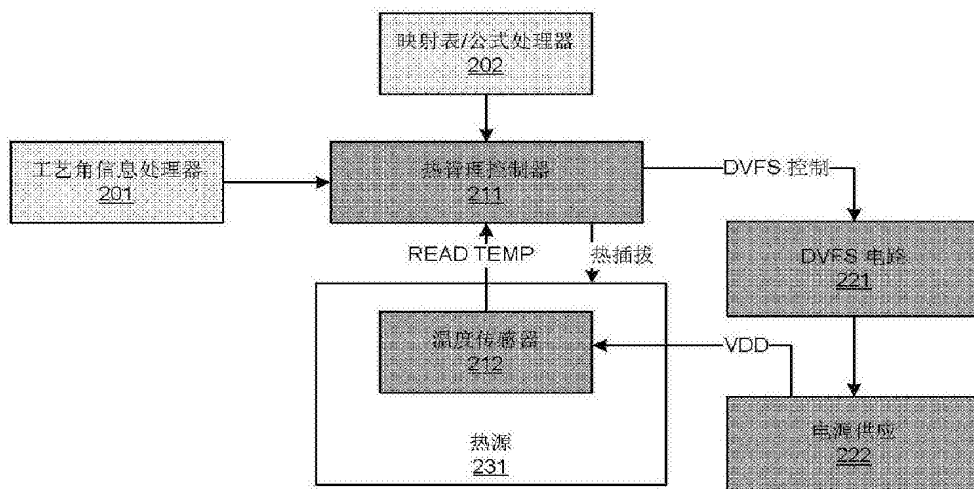


图2

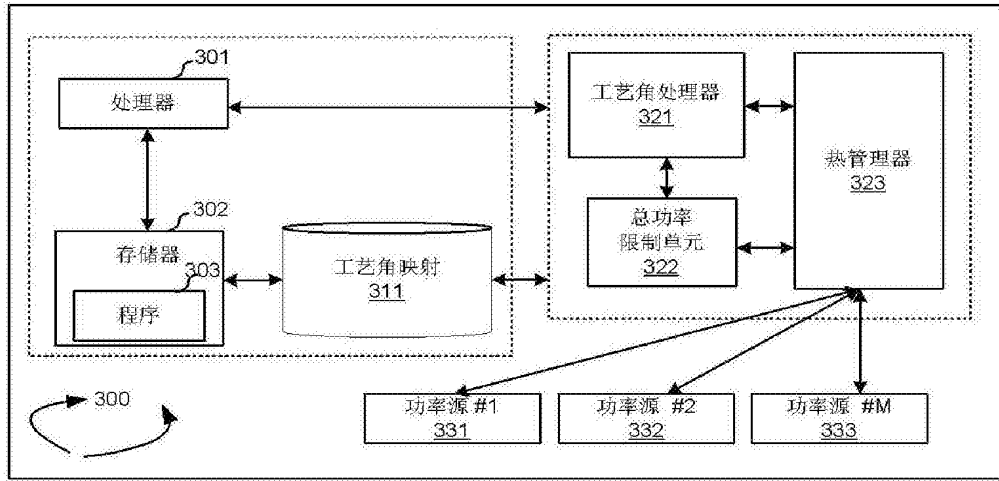


图3

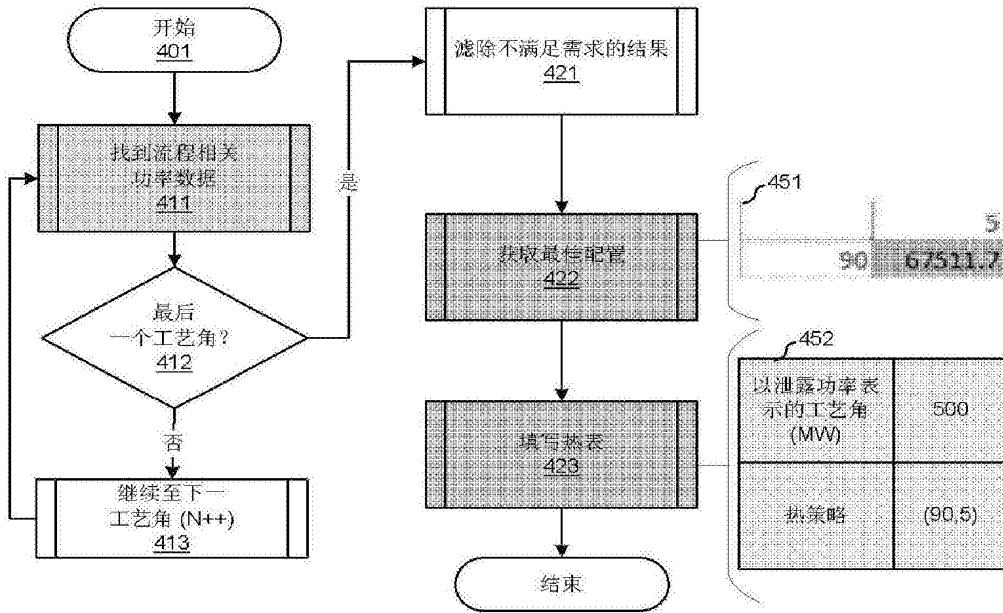


图4

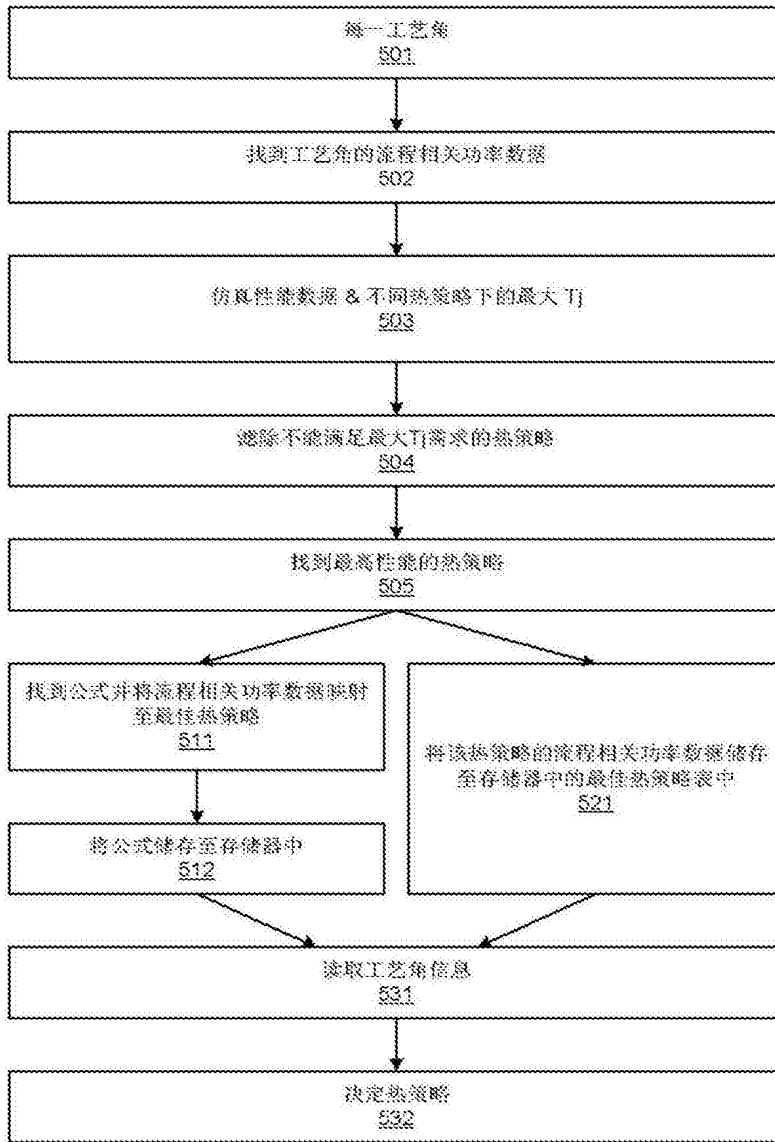


图5

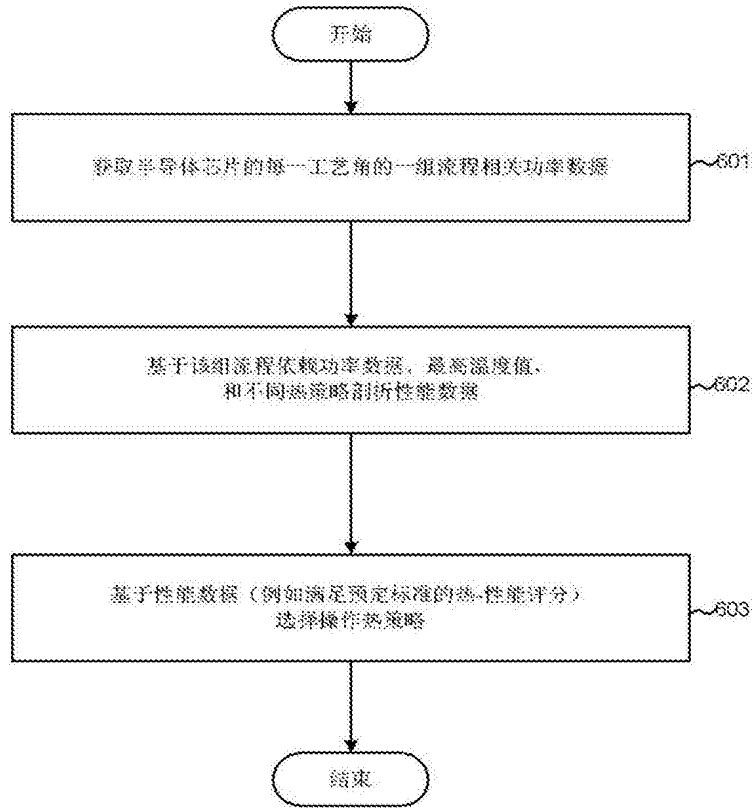


图6

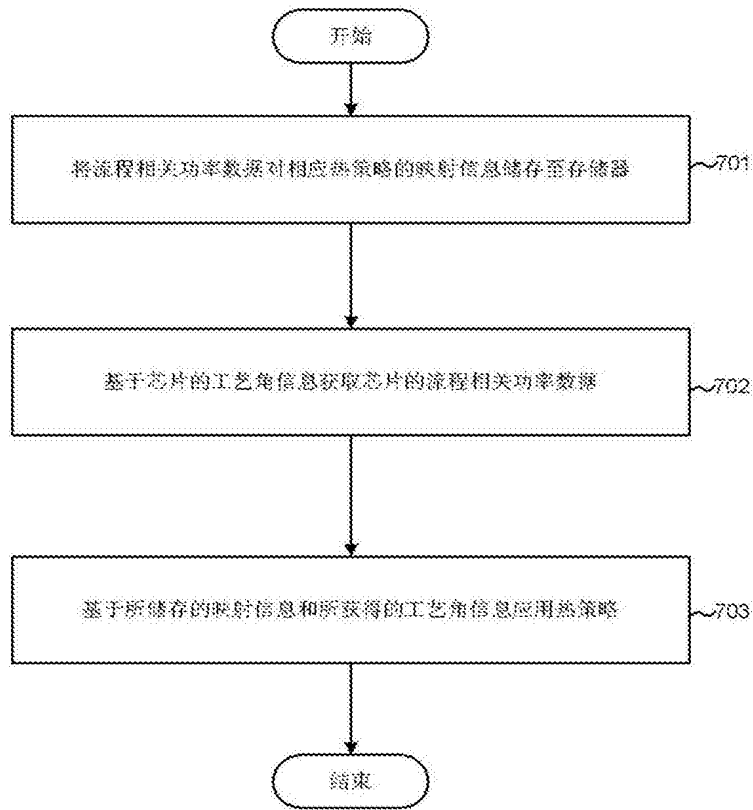


图7