



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101128790 B

(45) 授权公告日 2011.05.25

(21) 申请号 200680006367.8

(22) 申请日 2006.03.22

(30) 优先权数据

11/091,096 2005.03.28 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2007.08.28

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2006/011011 2006.03.22

(87) PCT申请的公布数据

W02006/104965 EN 2006.10.05

(73) 专利权人 英特尔公司

地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 P·迪芬鲍 I·桑托斯

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 王英

(51) Int. Cl.

G06F 1/20(2006.01)

(56) 对比文件

US 2003/0188210 A1, 2003.10.02, 全文.

US 6463396 B1, 2002.10.08, 第45栏3-5段.

US 5590061 A, 1996.12.31, 全文.

US 2002/0066047 A1, 2002.05.30, 全文.

审查员 刘莹

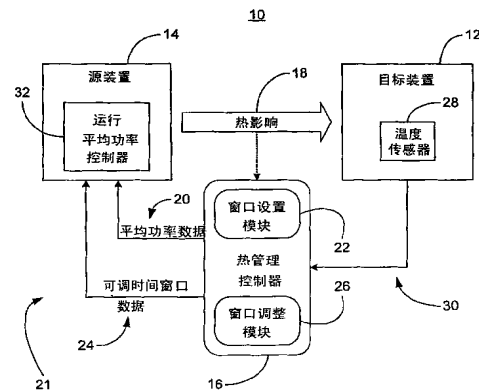
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 5 页

(54) 发明名称

在可调时间窗口上采用平均功率控制器的先进热管理

(57) 摘要

执行热管理的系统和方法提供了向源装置传输平均功率数据的操作,其中,所述源装置对所述目标装置具有热影响,所述平均功率数据是以所述热影响为基础的。还可以将可调时间窗口数据传至所述源装置,其中,所述时间窗口定义了用于确定和控制所述源装置的平均功率消耗的时间量。



1. 一种用于控制装置的热性能的方法,其包括:

测量目标装置中的温度,所述目标装置受到源装置产生的热量的热影响;

在热管理控制器接收表示所述目标装置的温度信号,并且通过所述热管理控制器确定用于所述源装置的平均功率数据,所述平均功率数据代表被所述源装置消耗的平均功率量;

通过所述热管理控制器中的窗口设置模块确定可调时间窗口数据,所述时间窗口数据限定所述源装置确定并控制所述源装置的平均功率消耗的时间量,所述热管理控制器对于平均功率数据的确定至少基于为所述目标装置测量的温度和所述源装置产生的热量对所述目标装置的热影响之一或两者,所述窗口设置模块对于时间窗口数据的确定基于为所述目标装置测量的温度和所述源装置产生的热量对所述目标装置的热影响之一或两者;

将所述平均功率数据和所述时间窗口数据从所述热管理控制器传输到所述源装置;

在所述源装置接收所述平均功率数据和时间窗口数据;并且

所述源装置基于所述接收的平均功率数据和所述时间窗口数据控制所述源装置的性能,所述源装置确定所述源装置的平均功率消耗,将平均功率消耗与平均功率数据进行比较,并且基于所述比较选择所述源装置的性能水平。

2. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

如果所述目标装置的温度超过第一温度门限,所述热管理控制器就使所述时间窗口缩小第一倍数;以及

如果所述温度超过第二温度门限,所述热管理控制器就使所述时间窗口缩小第二倍数,所述第二温度门限大于所述第一温度门限。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中通过源装置关于目标装置的热时间常数以及源装置和目标装置之间的关系的热质量之一或两者提供对热影响的抑制作用。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中所述源装置控制源装置的性能包括:

如果针对所述源装置的平均功率消耗测量值超过了功率监测门限,将基于所述平均功率数据和所述时间窗口数据启用用于源装置的功率策略。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中,所述功率策略的启用包括:

根据所述时间窗口数据监测所述源装置的平均功率消耗;以及

基于所述平均功率消耗和所述平均功率数据选择所述源装置的性能水平。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述平均功率数据和所述可调时间窗口数据的传输包括所述热管理控制器将所述平均功率数据和所述可调时间窗口数据存储至可以由所述源装置访问的存储位置。

7. 一种设备,包括:

目标装置,包括用于测量所述目标装置的温度温度传感器;

源装置,包括功率控制器,所述源装置通过所述源装置产生的热量对所述目标装置具有热影响;以及

热管理控制器,与所述目标装置和所述源装置耦合,所述热管理控制器包括窗口设置模块,所述热管理控制器用于:

从所述目标装置接收表示所述目标装置的温度信号,

使用所述热管理控制器确定用于所述源装置的平均功率数据,并使用所述窗口设置模

块确定用于所述源装置的可调时间窗口数据,所述平均功率数据代表被所述源装置消耗的平均功率量,并且所述时间窗口数据限定所述源装置确定并控制所述源装置的平均功率消耗的时间量,所述热管理控制器对于平均功率数据的确定至少基于为所述目标装置测量的温度和所述源装置产生的热量对所述目标装置的热影响之一或两者,所述窗口设置模块对于时间窗口数据的确定基于为所述目标装置测量的温度和所述源装置产生的热量对所述目标装置的热影响之一或两者,并且

将所述平均功率数据和时间窗口数据传输至所述源装置;

其中所述源装置接收所述平均功率数据和时间窗口数据,并且基于所述接收的平均功率数据和时间窗口数据控制所述源装置的性能,所述源装置确定所述源装置的平均功率消耗,将平均功率消耗与平均功率数据进行比较,并且基于所述比较选择所述源装置的性能水平。

8. 根据权利要求 7 所述的设备,其中,所述热管理控制器还包括窗口调整模块,其用于在所述目标装置的温度超过了第一温度门限的情况下,使所述时间窗口数据缩小第一倍数,在所述温度超过了第二温度门限的情况下,使所述时间窗口数据缩小第二倍数,所述第二温度门限大于所述第一温度门限。

9. 根据权利要求 7 所述的设备,其中通过源装置关于目标装置的热时间常数以及源装置和目标装置之间的关系的熱质量之一或两者提供对热影响的抑制作用。

10. 根据权利要求 7 所述的设备,其中,所述源装置的所述功率控制器用于在针对所述源装置的平均功率消耗测量值超过功率监测门限的情况下,基于所述平均功率数据和所述时间窗口数据启用功率策略。

11. 根据权利要求 10 所述的设备,其中,所述源装置的所述功率控制器根据所述时间窗口数据监测所述源装置的平均功率消耗,并基于所述平均功率消耗和所述平均功率数据选择所述源装置的性能水平,由此启用所述功率策略。

12. 根据权利要求 7 所述的设备,其中,所述源装置和所述目标装置是从下述集合中选出的计算系统部件:微处理器、多核微处理器的单独内核、存储控制器集线器、输入/输出控制器集线器、存储器件和网络接口。

在可调时间窗口上采用平均功率控制器的先进热管理

技术领域

[0001] 本发明的一个或多个实施例总体上涉及热管理。具体而言,某些实施例涉及基于热影响限制计算系统中的装置的平均功率。

背景技术

[0002] 由于现代计算系统中的部件的功能性和复杂性持续提高,因而计算机设计者和制造商经常面临与对应的功率和能量消耗的增长相关的难题。因此,微处理器中的功率消耗倾向于导致温度的相应提高,其可能对处理器自身的性能以及附近装置的性能造成不利影响。因而,可以将计算系统中的每一装置视为相对于该系统中的其他“目标”装置的热源。

[0003] 某些实现热控制的模型依赖于限制热源的性能,以限制源装置的功率消耗,进而可能限制源装置对目标装置的热影响。但是,这样的方法可能不是最佳的解决方案,因为指定性能水平下的源装置功率消耗(进而导致热输出)对施加至源装置的工作负荷具有高度的依赖性。由于在典型系统中复杂的相互作用和变化的使用模型的影响下,工作负荷经常是不一致的,因此,选择特定的性能水平可能无法恰好生成预期的热响应。确实,即使偶尔获得了预期的热响应,系统工作负荷中的可变性可能继续侵害系统中的关系的热稳定性。

附图说明

[0004] 对于本领域技术人员而言,通过阅读下述说明书和权利要求以及参考下面的附图,本发明的实施例的各种优点将变得显而易见,其中:

[0005] 图 1 是根据本发明一个实施例的具有热管理控制器的设备的例子方框图;

[0006] 图 2 是运行根据本发明一个实施例的平均功率控制器的例子方框图;

[0007] 图 3A 是根据本发明一个实施例的源装置平均功率曲线的例子曲线图;

[0008] 图 3B 是根据本发明一个实施例的目标装置温度曲线的例子曲线图;

[0009] 图 4 是根据本发明一个实施例的热管理方法的例子流程图;

[0010] 图 5 是根据本发明一个实施例的时间窗口的调节过程的例子流程图;以及

[0011] 图 6 是根据本发明一个实施例的系统的例子方框图。

具体实施方式

[0012] 在下述说明中,为了实现解说的目的,阐述了很多具体的细节,以提供对本发明的实施例的彻底的理解。但是,对于本领域技术人员而言,显然可以在不需要这些具体细节的情况下实践本发明的实施例。在其他实例中,没有描述具体的设备结构和方法,从而避免使本发明的实施例模糊不清。下述说明书和附图对本发明的实施例进行了举例说明,不应将其视为是对本发明的实施例的限制。

[0013] 图 1 示出了具有目标装置 12、源装置 14 和热管理控制器 16 的设备 10。目标装置 12 和源装置 14 可以是计算系统部件,例如,微处理器、多核微处理器的各个内核、存储控制器集线器(MCH)、输入/输出控制器集线器(IOH)、存储装置、网络接口或计算系统中的任何

其他类型的功率域。这里采用“功率域”一词表示能够对其进行功率消耗的监测和控制的任何部件或部件集合。在图示的实例中,目标装置 12 包括温度传感器 28。所述热管理控制器 16 可以是第三方元件或者可以包含在源装置 14 中,并且其可以通过固定功能硬件、微代码、固件、软件或其任何组合实施。例如,具体的硬件实施可能涉及半导体工业中所建立的成熟的互补金属氧化物半导体 (CMOS) 技术的使用。在所示的例子中,通过硬件实现热管理控制器 16,因而其得益于较快的响应时间和较低的开销。

[0014] 所述源装置 14 具有对目标装置 12 的热影响 18,因而源装置 14 内的温度变化能够引起目标装置 12 内的温度变化。可以通过很多种方式对于热影响 18 相关的温度变化的性质和程度进行特征描述和 / 或量化。例如,可以通过热感应因数或“ θ ”反映热影响 18,所述热感应因数或“ θ ”可以对源装置 14 的指定功率水平下的目标装置 12 的温度进行定量描述。因此,可以以 $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 为单位测量 θ 。

[0015] 此外,可以通过热时间常数提供对热影响的抑制程度,其有效地定义了目标装置 12 内实现温度变化所需的时间量。例如,如果源装置 14 和目标装置 12 位于彼此相对较远的位置处,那么热时间常数可能相对较高。热时间常数还可以是诸如气流方向(例如,风扇考虑因素)和冷却系统共享程度(例如,热管和散热器考虑因素)的参数的函数。高热时间常数可能表示源装置 14 对目标装置具有较弱的热影响 18,低热时间常数可能表示较强的热影响 18。还可以通过涉及装置之间的关系的总热容量的热质量特性测量对热影响 18 的阻尼作用。因而,如果源装置 14 和目标装置 12 之间的关系具有高热质量,那么其热影响通常弱于类似的位于具有低热质量的关系内的热影响。

[0016] 在所示的例子中,热管理控制器 16 基于热影响 18、目标装置 12 的温度、设备 10 的热策略等向源装置 14 传输平均功率数据 20。在一个实施例中,平均功率数据 20 可以是简单的瓦数值(例如,以 mW 测量)。可以将平均功率数据 20 直接传输至源装置 14 或存储在源装置 14 能够按需检索平均功率数据 20 的、诸如寄存器的中间位置或存储位置内。在这样的情况下,可以通过源装置 14 和 / 或在设备 10 上运行的适当软件访问寄存器 / 存储位置。源装置 14 可以采用平均功率数据 20 控制其自身的性能。例如,源装置 14 可以确定其平均功率消耗,将所述平均功率消耗与平均功率数据 20 进行比较,并相应地选择性能水平。可以通过很多种不同地方式定义和选择性能水平。在 Advanced Configuration and Power Interface Specification (ACPI Specification, Rev. 3.0, September 2, 2004) 中定义了一种选择性能状态或 P_x 状态的方法,其中,处于 P₀ 状态的装置采取最高性能水平,并且可以消耗最大功率,处于 P₁ 状态的装置具有被限于其最大值之下的性能水平,并且其消耗的功率小于最大功率,等等。

[0017] 通过向源装置 14 传输平均功率数据 20 而不是性能水平或状态,设备 10 为源装置 14 提供了针对其自身性能的更强控制。具体而言,只要源装置 14 中的功率消耗的平均值小于等于由平均功率数据 20 定义的指标,源装置 14 就可以视情况自由选择性能水平。例如,这一自由性可以包括选择比常规方案下允许的性能水平更高的性能水平。的确,如果源装置 14 的工作负荷相对较轻,那么源装置 14 可以进入 P₀ 状态,而不会超过平均功率数据 20 定义的门槛。结果,图示的设备 10 能够使源装置 14 的瞬态功率 / 性能具有更高的灵活性,在目标装置中实现更稳定的热响应,并提供更高的总性能,因为设备 10 能够针对任何既定地热包络 (thermal envelope) 稳定地保持最高运行温度 (并由此保持最高运行性能)。

[0018] 图示的热管理控制器 16 还具有窗口设置模块 22,其用于将可调时间窗口数据 24 直接或间接传输至源装置 14,其中,时间窗口定义了用于确定和控制源装置 14 的平均功率消耗的时间量。可以以较为精细的粒度执行平均功率的确定(在有效时),其中,平均功率确定能够馈送平均功率控制的预示要素。因而,平均功率数据 20 和可调时间窗口数据 24 二者能够共同表示运行平均功率限制(RAPL)21,可以采用所述运行平均功率限制 21 通过控制源装置 14 随着时间的平均功率消耗而限制源装置 14 的热输出。例如,如果将时间窗口数据 24 设为 15ms,那么源装置 14 将在不断推移的 15ms 的时间周期内测量和控制其功率消耗。

[0019] 如上文已经讨论的,可以基于热影响 18 确定时间窗口数据 24。因而,可调时间窗口数据 24 能够使源装置 14 利用更长的时间常数,其中,可以对应于所述时间常数缩放窗口幅度。例如,如果源装置 14 相对于目标装置 12 具有低热时间常数,那么在目标装置 12 处将相当快地实现源装置 14 内的温度变化,并且可以通过窗口设置模块 22 选择小时间窗口。小时间窗口将对源装置 14 的功率消耗提供更为严格的控制。尽管在某种情况下更为严格的控制是有利的,但是这样的控制可能降低源装置 14 修整其自身性能的能力,并且从源装置 14 的角度可能由此导致更低的灵活性。或者,如果源装置 14 相对于目标装置具有高热时间常数,那么窗口设置模块 22 可以选择大时间窗口,从而为源装置的运行时间特性提供更大的灵活性。还应当指出,时间窗口数据 24 不一定表现为非零值。在这种情况下,源装置 14 可以以所讨论的硬件/软件所能达到的最大速率确定并控制其功率消耗。

[0020] 如已经指出的,时间窗口数据 24 是可调的。一种方法是基于目标装置 12 的温度调整时间窗口数据 24。例如,目标装置 12 可以与能够生成温度信号 30 的温度传感器 28 相关,热管理控制器 16 可以包括能够基于温度信号 30 调整时间窗口数据 24 的窗口调整模块 26。具体而言,窗口调整模块 26 可以利用一个或多个温度门限缩小/拓宽时间窗口数据 24。例如,如果温度信号 30 超过了第一温度门限,那么窗口调整模块 26 可以使时间窗口数据 24 缩小第一倍数,如果温度超过了第二温度,那么窗口调整模块 26 可以使时间窗口数据 24 缩小第二倍数,其中第二温度门限大于第一温度门限。可以基于诸如服务质量和其他性能向量的额外因素选择温度门限值和/或时间窗口宽度。

[0021] 所示的源装置 14 包括运行平均功率控制器(RAPC)32,其用于接收平均功率数据 20 和可调时间窗口数据 24。可以存在于源装置 14 之内或者作为第三方元件的功率控制器 32 可以包括软件和/或电路,以确保源装置 14 满足任何有效 RAPL 的限制。就这一方面而言,应当注意,源装置 14 可以对多个目标装置具有热影响,其中,每一目标装置可以与单独的 RAPL 相关。由于具有不同平均功率和/或时间窗口要素的多个 RAPL 可能在任何既定时间生效,因而功率控制器能够处理(例如,结合)同时发生的限制。图示的功率控制器 32 能够针对既定时间窗口测量位于指定平均功率指标之下和之上的区域,并通过借助粒度非常精细的控制提高/降低性能而使这些区域相等。结果,功率控制器 32 能够对工作负荷瞬态值(源装置对工作负荷瞬态值的响应)做出快速反应。

[0022] 尽管功率控制器 32 能够根据时间窗口数据 24 连续监测其功率消耗,并将监测到的功率消耗与平均功率数据 20 定义的门限比较,但是仍然可能希望降低该操作对源装置 14 带来的处理负荷。因此,作为替代方案,功率控制器 32 也可以以比可调时间窗口数据要求的速率低得多的速率执行周期性功率消耗测量,其中,“受管理速率”可以主要取决于源

装置 14 上的任何性能状态变化的处理成本（例如，等待时间和功率开销）。这里，可能会对平均功率控制器 32 能够在不会导致任何不利开销的情况下切换源装置的性能的速度造成固有的权衡损害。在一个实施例中，也可能在每一时间窗口内执行数以百计的细粒度性能变化，其能够使源装置 14 发出具有非常高的动态性的响应，以处理工作负荷的瞬变以及源装置对工作负荷的响应的瞬变。

[0023] 图 2 示出了功率控制器 32 能够由此采用功率监测模块 33 将功率消耗测量与功率监测门限进行比较。如果超过了功率监测门限，那么功率控制器 32 能够根据时间窗口数据 24 更为频繁地监测源装置 14 的平均功率消耗，由此启用功率策略 35。之后，可以采用性能控制器 37 以平均功率消耗和平均功率数据 20 为基础选择源装置 14 的性能水平。

[0024] 现在回到图 1，应当指出，源装置 14 和目标装置 12 可能只代表系统中多个装置的子集，因而可能存在更为复杂的关系和热影响。例如，目标装置 12 可能受到一系列装置、程度各不相同热影响。类似地，源装置 14 可能对多个目标装置造成热影响，这一点已经在上文中指出了。因而，功率控制器 32 可以接收多个 RAPL，其中，每一 RAPL 对应于源装置 14 对其存在热影响的目标装置。在这种情况下，源装置 14 可以选择满足最为严格的 RAPL 的性能水平。此外，可以在每一装置的基础上实施热管理控制器 16，可以将其集中在平台级热管理控制器中，或者将其构造为某种混合式结构。也可以采用这样的模型控制自身热关系（例如，对 CPU 提供保护，防止其使自身过热）。

[0025] 图 3A 和 3B 分别在曲线 34 和 36 中示出了某些上述技术。具体而言，曲线图 34 示出了源装置平均功率曲线 38、功率监测门限 40 和平均功率门限 42 的例子。在图示的例子中，平均功率曲线 38 与功率监测门限 40 在时间 t_1 处相交，功率控制器根据宽度为 w_0 的推移时间窗口开始监测平均功率。曲线图 36 示出了目标装置温度曲线 44 的例子，该曲线在时间 t_2 处与第一温度门限 46 相交。窗口调整模块能够响应于与第一温度门限 46 交叉的温度曲线 44 使推移时间窗口缩小至宽度 w_1 。这样的缩小能够提供更高的分辨率，以及对源装置的平均功率消耗的更为严格的控制，并且有助于降低目标装置内过热的风险。

[0026] 在时间 t_3 处，图示的温度曲线 44 与第二温度门限 48 交叉，窗口调整模块将推移时间窗口进一步缩小至宽度 w_2 。因而，能够进一步提高分辨率和对平均功率消耗的控制。温度门限和窗口宽度的数量可以比图示的数量多或少。也可能存在多个目标装置，所述多个目标装置具有同时生效的多个平均功率。例如，每一限制可能具有不同的平均功率和时间常数，其中，所选的限制可以是单独限制的混和。此外，应当认识到，当温度降到各个温度门限之下时，可以视情况拓宽推移的时间窗口（moving time window）。

[0027] 现在来看图 4，其示出了一种热管理方法。可以通过固定功能硬件、微码、固件、软件或其任意组合实现所述方法 50。例如，一项特定的固件实现可能涉及将一组指令存储到可编程只读存储器（PROM）内，其中，通过执行所述指令能够执行方法 50 的一个或多个部分。在图示的例子中，分别在过程块 52 和 54 中做出与平均功率数据和可调时间窗口数据相关的离线决定。如上文讨论的可以通过窗口设置模块完成这一决定。具体而言，块 52 用于确定第一功率域的平均功率数据，所述第一功率域对第二功率域存在热影响。如上文已经讨论的，第一和第二功率域可以是计算系统部件，例如，微处理器、多核微处理器的单独内核、存储控制器集线器（MCH）、输入/输出控制器集线器（IOH）、存储器件、网络接口或计算系统内的任何其他类型的功率域。块 54 用于基于热影响确定可调时间窗口数据，其中，

时间窗口数据定义了用于确定和控制第一功率域的平均功率消耗的时间量。

[0028] 在图示的例子中,在块 56 内,将平均功率数据传输至第一功率域。可以看出,可以按照第二功率域的指示在线(即,在系统的实时操作中)执行这一传输。因而,第二功率域(即目标装置)能够直接启动向第一功率域(即源装置)的平均功率数据的传输,或者通过将用于供第一功率域检索的值存储到寄存器/存储位置内来启动所述传输。块 58 执行将可调时间窗口传输至第一功率域的操作。在块 60 内,由第一功率域接收平均功率数据和时间窗口。块 62 提供了判断针对第一功率域的周期功率消耗测量是否超过了功率监测门限的操作。如上文已经指出的,这样的判断能够降低第一功率域和/或功率控制器所承受的处理负荷。如果超过了功率监测门限,可以在块 64 中,以平均功率数据和时间窗口为基础启用功率策略。在一种方法中,可以根据时间窗口监测第一功率域的平均功率消耗,并基于所述平均功率消耗和平均功率数据选择第一功率域的性能水平,从而由此启用功率策略。所述性能水平(performance level)也可能是诸如工作负荷、用户喜好等额外因素的函数。

[0029] 块 66 提供了基于第二功率域的温度调整时间窗口的操作,其中,在块 58 内,将调整后的时间窗口再次传输至第一功率域。应当指出,如果自最后一次传输时间窗口以后没有发生温度变化,那么在既定的遍次内可以跳过块 66、58 和 60 内的过程。

[0030] 就块 54 内的可调时间窗口的选择而言,时间窗口的宽度可能以很多因素为基础,例如,除了已经讨论过的目标装置温度之外的热时间常数、热质量和影响因素。

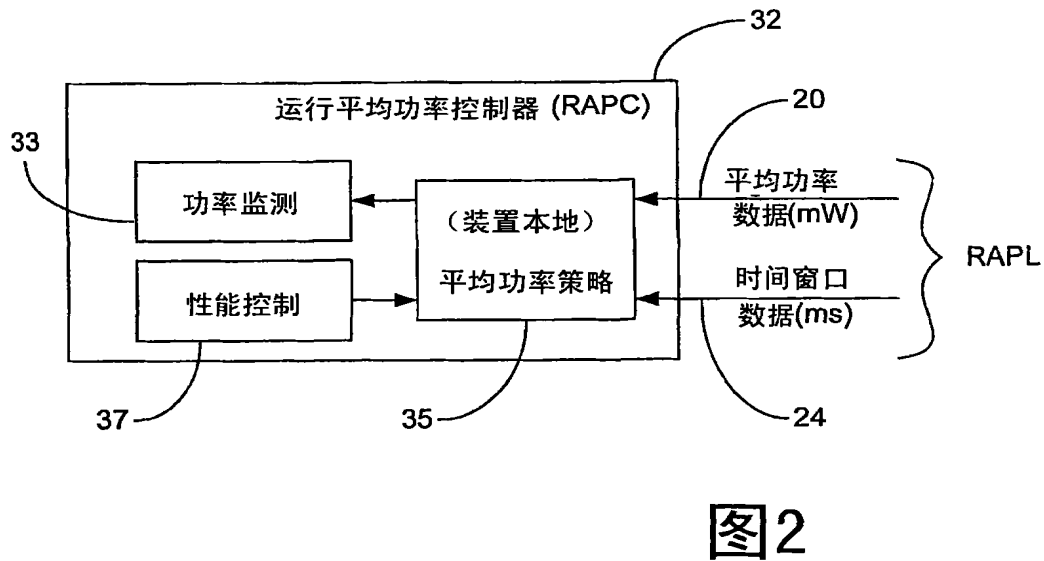
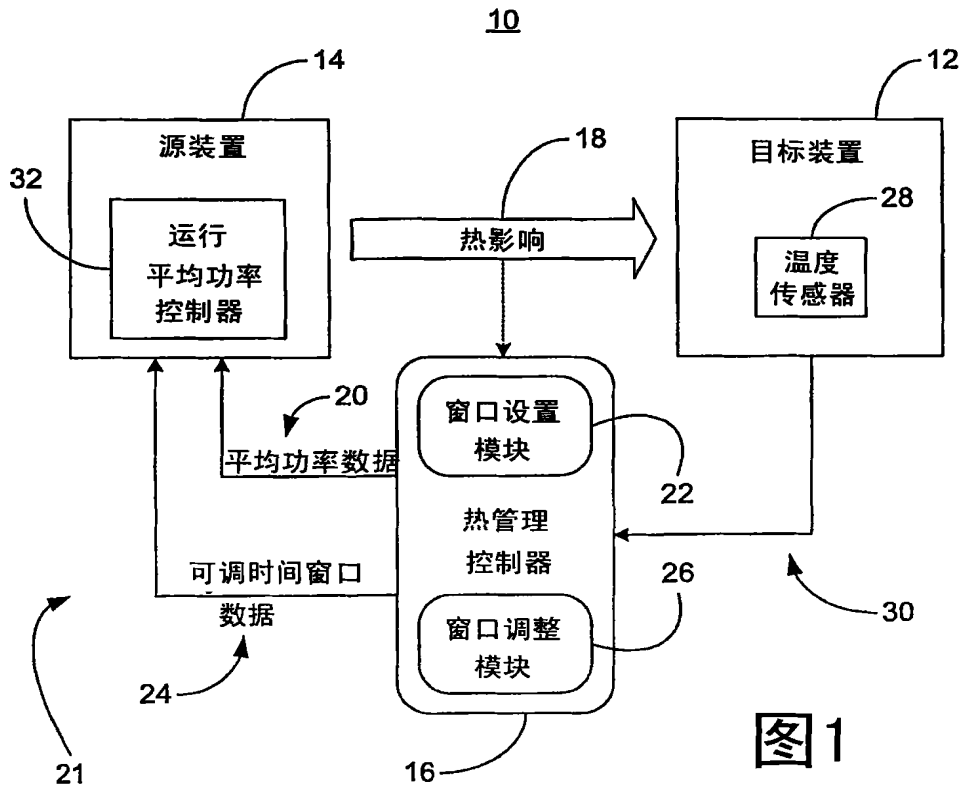
[0031] 现在来看图 5,在块 66' 内更为详细地示出了一种调整时间窗口的方法。具体而言,块 86 提供了判断第二功率域的温度 $T_{\text{domain}2}$ 是否超过了第一温度门限的操作。倘若如此,将在块 88 内使时间窗口缩小第一倍数。否则,该过程返回至已经讨论过的块 58。块 90 提供了判断 $T_{\text{domain}2}$ 是否超过了第二温度门限的操作,其中,所述第二温度门限大于所述第一温度门限。倘若如此,将在块 92 内使时间窗口缩小第二倍数。可以遵循类似的过程拓宽时间窗口,从而对 $T_{\text{domain}2}$ 落在温度门限之下做出响应。

[0032] 图 6 示出了具有带有多个处理器内核 98(98a-98b) 的微处理器 96 的系统 94 的例子,其中,每一内核可以通过指令取出单元、指令译码器、一级(L1)高速缓存、执行单元等实现全功能。图示的微处理器 96 经由正面总线 102 与存储控制器集线器(MCH)100 通信,存储控制器集线器(MCH)又名北桥(Northbridge)。MCH 100 可以经由存储总线 106 与系统随机存取存储器(RAM)104 通信。MCH 100 也可以通过图形总线 108 与高级图形端口(AGP)110 通信,从而与外部视频显示单元(未示出)相连接。图示的 MCH 100 经由外围部件互连(PCI)总线 114 与又名南桥(Southbridge)的 I/O 控制器集线器(ICH)112 通信。也可以将微处理器 96 通过 ICH 112,经由网络端口 118 可操作地连接至网络 116。

[0033] 还可以将 ICH 连接至存储器 120,存储器 120 可以包括只读存储器(ROM)122、RAM 124、可编程只读存储器(PROM)126、闪速存储器等。在一个实施例中,PROM 126 包括存储的指令组,通过执行所述指令组,能够执行上述热管理,其中,微处理器 96、单独内核 98、MCH 100、ICH 112、RAM 104、网络端口 118 等的每一个代表能够相互热影响的功率域和/或装置。因而,可以采用 RAPL 管理整个系统 94 的装置间(例如,微处理器到 MCH)和装置内(例如,微处理器到微处理器)热关系。

[0034] 本领域的技术人员应当从上述说明中认识到,可以通过各种形式实施本发明的实施例的广泛技术。因此,尽管已经联系本发明的具体例子对本发明的实施例给出了说明,但

是本发明的实施例的实际范围不受其限制,因为对于本领域实践者而言,通过研究附图、说明书和权利要求书,其他变型将变得显而易见。



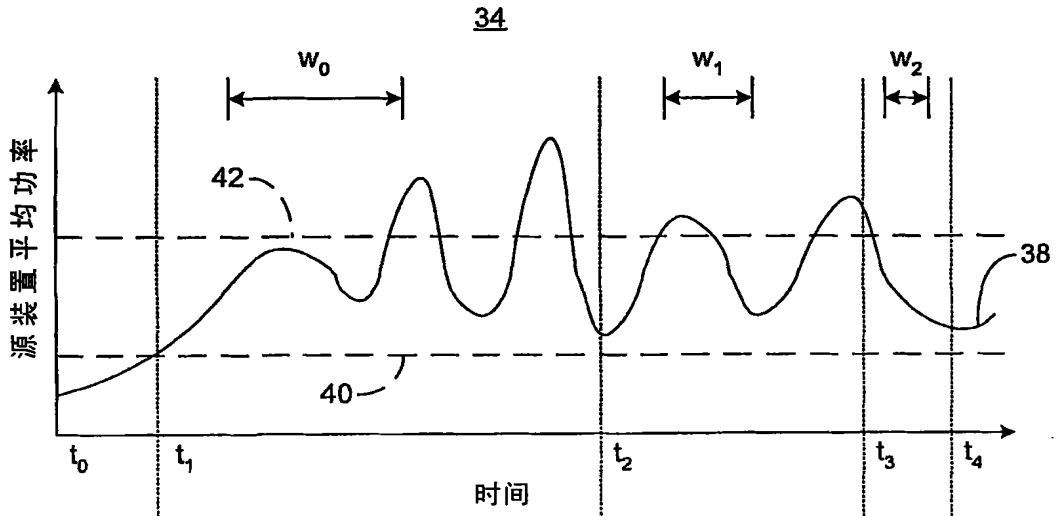


图 3A

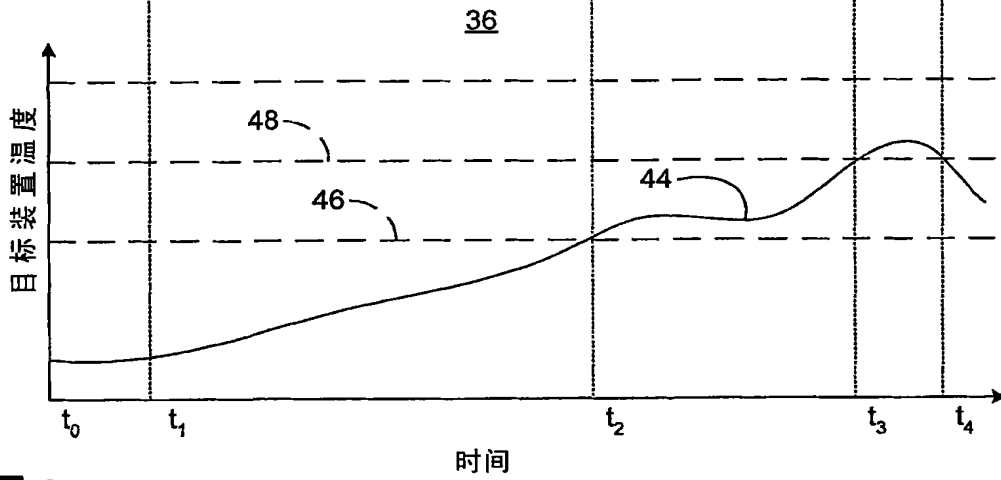


图 3B

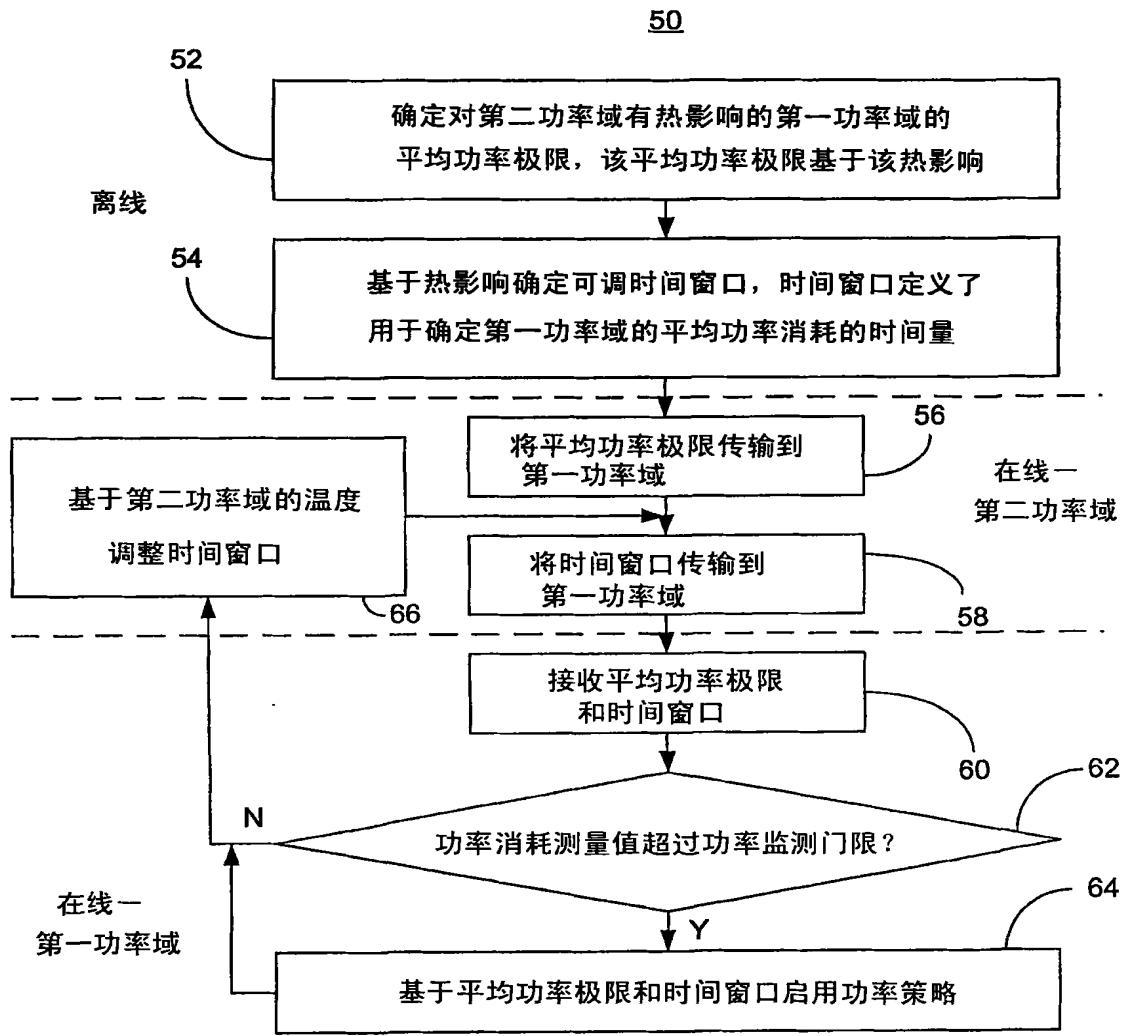


图 4

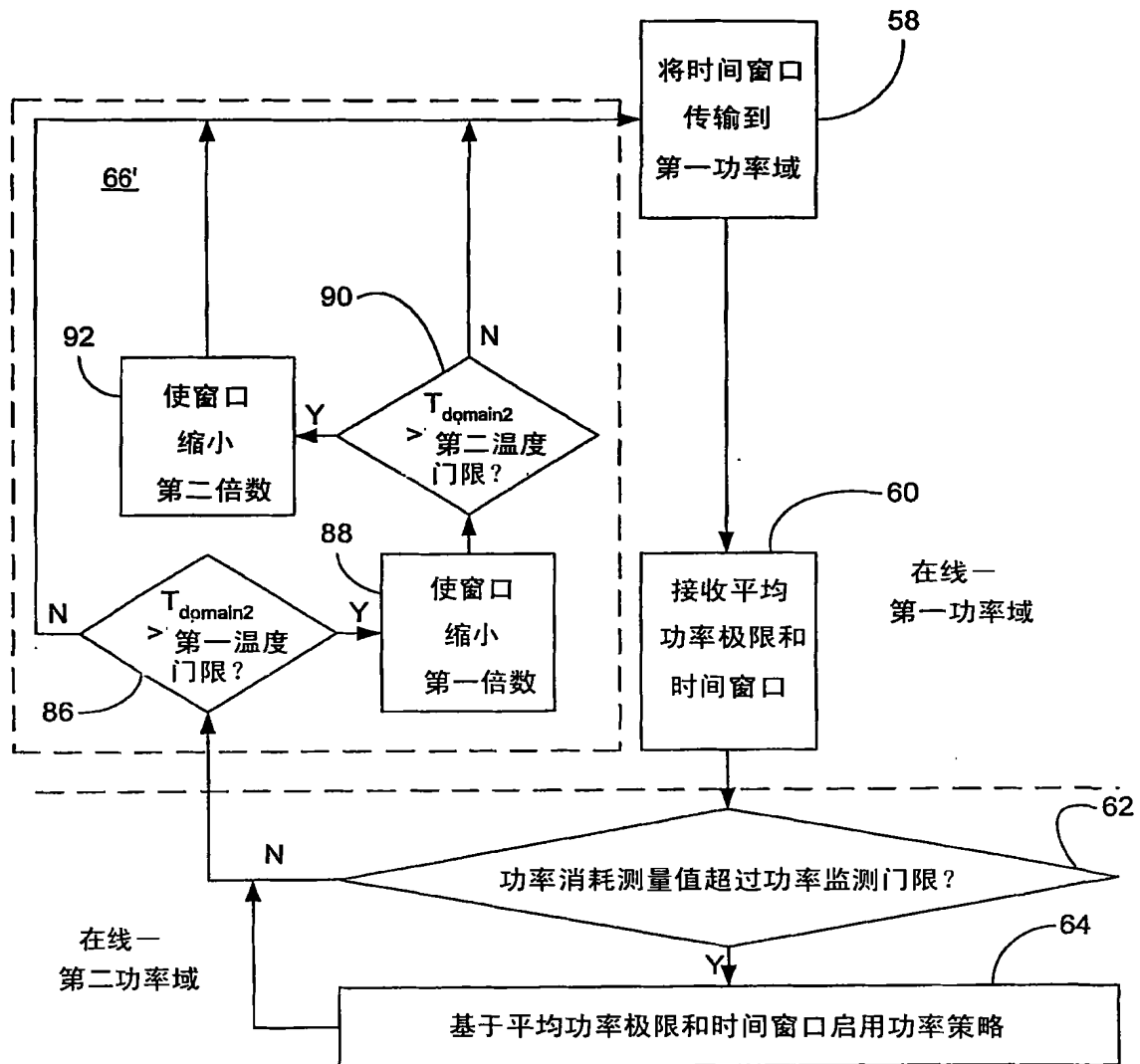


图 5

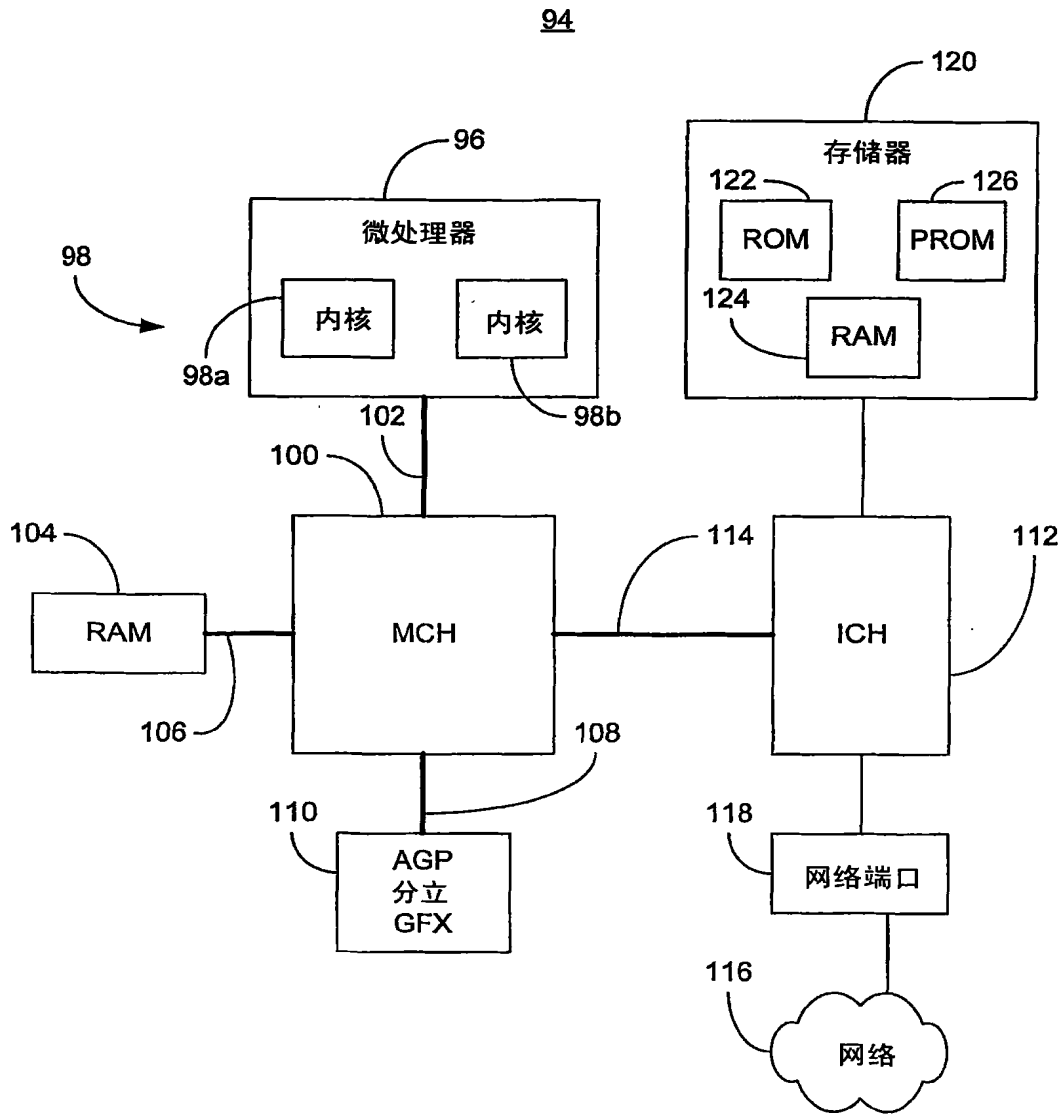


图 6