



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710087999.8

[43] 公开日 2007年8月29日

[11] 公开号 CN 101025994A

[22] 申请日 2007.2.16
 [21] 申请号 200710087999.8
 [30] 优先权
 [32] 2006.2.16 [33] US [31] 11/357,493
 [71] 申请人 英特尔公司
 地址 美国加利福尼亚
 [72] 发明人 戴维·怀亚特

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
 代理人 王 英

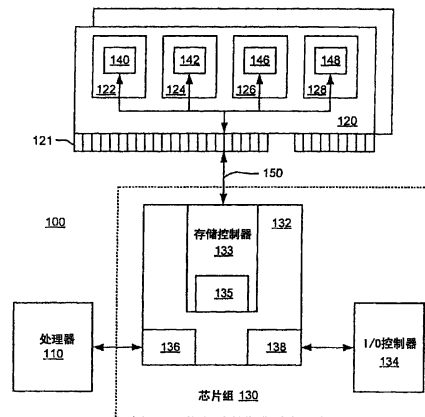
权利要求书5页 说明书15页 附图6页

[54] 发明名称

利用管芯内部的热传感器的热管理

[57] 摘要

本发明的实施例大致涉及用于利用管芯内部的热传感器进行热管理的系统、方法和装置。在一些实施例中，集成电路(例如，存储控制器)包括温度收集逻辑电路和控制逻辑电路。所述温度收集逻辑电路接收并存储来自多个远程存储设备的温度数据，其中每个存储设备都具有在管芯内部的热传感器。在一些实施例中，所述逻辑控制电路至少部分地根据所述温度数据来控制热节流。本发明还描述和阐述了其它的实施例。



1、一种存储控制器，包括：

用于接收并存储来自多个远程存储设备的温度数据的温度收集逻辑电路，每个存储设备都包括管芯内部的热传感器；以及

与所述温度收集逻辑电路连接的控制逻辑电路，所述控制逻辑电路至少部分地根据所述温度数据来提供热控制机构。

2、如权利要求1所述的存储控制器，还包括：

用于接收来自所述多个远程存储设备的所述温度数据的端口，其中所述温度数据将在存储互连上被多路传输。

3、如权利要求1所述的存储控制器，其中所述温度收集逻辑电路包括：

用于存储来自所述多个远程存储设备的所述温度数据的存储器。

4、如权利要求3所述的存储控制器，其中用于存储来自所述多个远程存储设备的所述温度数据的所述存储器包括：

温度收集寄存器，对于每个存储设备来说，其用于存储相应的存储设备的温度数据。

5、如权利要求1所述的存储控制器，其中所述温度收集逻辑电路还包括：

用于存储所述温度收集逻辑电路的控制信息的一个或多个温度收集控制寄存器。

6、如权利要求5所述的存储控制器，其中所述温度收集控制寄存器包括以下寄存器中的至少一种：

用于存储读取速率值的读取速率寄存器；以及
用于存储温度偏差值的温度偏差寄存器。

7、如权利要求1所述的存储控制器，其中所述温度收集逻辑电路还包括：

用于存储计算的温度值的一个或多个温度计算寄存器。

8、如权利要求7所述的存储控制器，其中所述一个或多个温度计算寄存器包括以下寄存器中的至少一种：

最大温度寄存器；

最小温度寄存器；以及

平均温度寄存器。

9、如权利要求1所述的存储控制器，其中所述控制逻辑电路包括：

用于存储一个或多个热阈值的一个或多个温度跳闸控制寄存器。

10、如权利要求9所述的存储控制器，其中所述一个或多个温度跳闸控制寄存器包括以下寄存器中的至少一种：

用来存储临界跳闸值的临界跳闸寄存器；

用来存储热跳闸值的热跳闸寄存器；以及

用来存储磁滞值的磁滞温度寄存器。

11、如权利要求9所述的存储控制器，其中所述控制逻辑电路还包括：

用于提供至少部分地响应于超过热阈值的温度数据的事件的事件操纵逻辑电路。

12、一种方法，包括：

在存储控制器上收集来自多个远程存储设备的温度数据，每个存储设备都包括管芯内部的热传感器；

在该存储控制器中存储处理过的温度数据，该处理过的温度数据至少部分地取决于来自所述多个远程存储设备的所述温度数据；

将所述处理过的温度数据与热阈值进行比较；以及

如果所述处理过的温度数据超过所述阈值则启动热控制机构。

13、如权利要求 12 所述的方法，其中在所述存储控制器上收集来自所述多个远程存储设备的温度数据包括：

为每个存储设备将温度数据存储在与温度收集寄存器中。

14、如权利要求 12 所述的方法，其中在所述存储控制器中存储处理过的温度数据包括存储以下温度中的至少一个：

最大温度；

最小温度；以及

平均温度。

15、如权利要求 14 所述的方法，其中所述平均温度是移动平均温度。

16、如权利要求 12 所述的方法，其中如果所述处理过的温度数据超过所述热阈值则启动所述热控制机构的步骤包括至少一个以下步骤：

触发事件；以及

启动自动热节流响应。

17、如权利要求 16 所述的方法，其中启动所述自动热节流响应包括：

确定处理过的温度数据值和热阈值之间的差；

至少部分地根据所述处理过的温度数据值和所述热阈值之间的差计算

控制调节量；以及

至少部分地根据所述控制调节量来施加存储接口节流。

18、如权利要求 17 所述的方法，还包括：

增加循环计数器的计数，该循环计数器用于指示所述处理过的温度数据值超过所述热阈值的次数。

19、如权利要求 18 所述的方法，其中至少部分地根据所述处理过的温度数据值和所述热阈值之间的差计算所述控制调节量的步骤还包括：

至少部分地根据所述循环计数器的值来改变所述控制调节量。

20、一种系统，包括：

包括多个存储设备的存储模块，其中所述多个存储设备中的每一个都具有管芯内部的热传感器；以及

通过存储互连与所述存储模块连接的集成电路，所述存储控制器包括用于接收和存储来自所述多个存储设备的温度数据的温度收集逻辑电路，以及

与所述温度收集逻辑电路相连的控制逻辑电路，所述控制逻辑电路用于至少部分地根据所述温度数据来控制热节流。

21、如权利要求 20 所述的系统，其中所述集成电路包括：

与所述存储互连相连的端口，该端口用于接收来自所述多个存储设备的所述温度数据，其中所述温度数据将在存储互连上被多路传输。

22、如权利要求 20 所述的系统，其中所述温度收集逻辑电路包括：

温度收集寄存器，对于每个存储设备来说，其用于存储相应的存储设备的温度数据。

23、如权利要求 20 所述的系统，其中所述温度收集逻辑电路还包括：
用于存储所述温度收集逻辑电路的控制信息的一个或多个温度收集控制寄存器。

24、如权利要求 20 所述的系统，其中所述温度收集逻辑电路还包括：
用于存储计算的溫度值的一个或多个温度计算寄存器。

25、如权利要求 20 所述的系统，其中所述控制逻辑电路包括：
用于存储一个或多个热阈值的一个或多个温度跳闸控制寄存器。

26、如权利要求 20 所述的系统，其中所述控制逻辑电路还包括：
用于提供至少部分地响应于超过热阈值的温度数据的事件的事件操纵逻辑电路。

利用管芯内部的热传感器的热管理

技术领域

本发明的实施例大致涉及集成电路的领域，更具体来说涉及用于利用在管芯内部（on-die）的热传感器的热管理的系统、方法和装置。

背景技术

存储器常常组装在包含多个类似（或相同）的集成电路（或者，为了便于参考，可以是芯片）的模块上，这些集成电路例如是动态随机存取存储器（DRAM）设备。所述存储器模块可以包括层叠在非导电基底（例如，印制电路板，或者简单来说是 PCB）上的导电轨迹。存储器模块的例子包括双列直插式存储器模块（DIMMs）和小型化 DIMM（SO-DIMMs）。

半导体存储器（例如，DRAM）的温度主要由它的活动级（例如，在存储单元中读和写的速率）决定。如果存储器的温度太高，那么存储在存储器中的数据会被破坏或丢失。此外，存储器还会被过高的温度损坏。根据例如使用级别、有效冷却以及其自身特定的特性等因素，在存储器模块上的每个存储设备的温度都可能会不同。存储设备的热约束条件可能会限制存储设备接口可以支持的最大数据存取速率。

解决存储器系统的热约束条件问题的常规方法通常包括外部热传感器。也就是说，它们通常包括固定到存储器模块的外部的热传感器。例如，所述热传感器可以固定到 PCB 的一侧（例如，DIMM 或者 SO-SIMM 的一侧）。该热传感器检测到所述 PCB 的温度并且尝试根据该 PCB 的温度推断所述存储设备的近似温度。当达到预编程的热阈值时，则远程的热传感器可以具有触发事件的能力。

传统的解决存储器系统中的热约束条件问题的方法存在大量的限制。

存储器模块常常与主系统板共面。这就意味着所述存储器模块的一面面对主系统板，而所述模块的另一面远离所述板。存储器模块的每一侧都有可能具有不同的温度，并且固定到所述模块的一侧的单个热传感器将不太可能推断出所述模块的相反侧的精确温度。

附图说明

本发明的实施例在附图中的图中通过示例的方式进行说明，但不限于此，其中附图中相同的参考标记表示类似的元件。

图 1 是示出根据本发明的实施例实施的计算系统的选定方面的高层次框图；

图 2 是根据本发明的实施例实施的热管理系统的选定方面的高阶框图；

图 3 是示出根据本发明的实施例实施的热管理系统的选定方面的框图；

图 4 是示出根据本发明的实施例收集和處理温度数据的选定方面的高阶流程图；

图 5 是示出根据本发明的实施例收集和處理温度数据的选定方面的流程图；

图 6 是示出根据本发明的实施例实施的自动节流 (throttle) 响应的选定方面的流程图；

图 7 是示出根据本发明的实施例的电子系统的选定方面的框图；

图 8 是示出根据本发明的实施例的电子系统的选定方面的框图。

具体实施方式

本发明的实施例大致涉及用于利用管芯内部的热传感器进行热管理的系统、方法和装置。在一些实施例中，集成电路（例如，存储控制器）包括温度收集逻辑电路和控制逻辑电路。温度收集逻辑电路接收并存储来自多个远程存储设备的温度数据，其中每个存储设备都具有在管芯内部的热传感器。在一些实施例中，所述逻辑控制电路至少部分地根据所述温度数

据控制提供热控制机构。本发明还描述和阐述了其它的实施例。

图 1 是示出根据本发明的实施例实施的计算系统的选定方面的高阶框图。计算系统 100 包括处理器 110、存储器模块 120 以及芯片组 130。处理器 110 操作存储在例如存储模块 120 上的数据。处理器 110 可以是例如中央处理单元、嵌入处理器、分区处理器、多核处理器等等。

存储模块 120 可以具有多种结构和引脚构造中的任何一种。例如，存储模块 120 可以被构造成 DIMM、SO-DIMM、微 DIMM 等等。电接触连接器 121 可以几乎具有任意的引脚构造，包括 240-引脚、144-引脚、72-引脚等等。

存储模块 120 包括存储设备 122—128。为了简化说明只示出了四个存储设备。应当理解，本发明的实施例可以包括更多的存储设备或更少的存储设备。存储设备 122—128 可以是多种存储设备中的任何一种，包括例如 DRAMs。

在一些实施例中，每个存储设备 122—128 都包括一个对应的管芯内部的热传感器 140—148。该术语“管芯内部”是指热传感器 140—148 与对应的存储设备 122—128 设置于相同的管芯内部。在管芯内部的热传感器可以是各种管芯内部的热传感器中的任何一种，包括例如热二极管。与传统的系统相比，管芯内部的热传感器 140—148 能够为存储设备 122—128 检测实际设备温度，这是因为它们在存储设备封装的内部。此外，在每个存储器都包括对应的管芯内部的热传感器的实施例中，可以单独地检测每个存储设备的温度。如下面将进一步描述的那样，这使热管理系统可以减轻由于例如存储模块上的气流差而产生的温度差。

在可选的实施例中，仅仅只有存储设备 122—128 的选定的子组包括管芯内部的热传感器 140—148。例如，在一些实施例中，每个第 N（例如，第二、第三、第四等等）个存储设备可以具有管芯内部的热传感器。或者，在存储模块 120 的每一侧上的至少一个存储设备可以包括在管芯内部的热传感器。在其它实施例中，存储模块 120 上的至少一个存储设备包括管芯内部的热传感器。

芯片组 130 包括一组一起从处理器 110 传递信息并传递信息给处理器 110 的集成电路。在所示出的实施例中，芯片组 130 包括存储控制器集线器 132 和 I/O 控制器 134。存储控制器集线器 132 在处理器 110 和例如存储模块 120 和 I/O 控制器 134 之间提供接口。

存储控制器集线器 132 包括存储控制器 133、处理器互连接口 (I/F) 136、以及 I/O 互连 I/F138。处理器互连 I/F136 可以提供接口到例如前端总线或者高速缓存一致性互连。I/O 互连 I/F 可以提供接口到各种 I/O 接口中的任何一种，包括基于外围组件互连 Express (PCIe) 技术的那些接口。

在一些实施例中，存储控制器 133 包括热收集和控制逻辑电路 135。热收集和控制逻辑电路 135 从管芯内部的热传感器 140—148 收集温度数据。所述术语“温度数据”从广义上讲是指提供设备温度的指示的数字化信息。所述术语“温度数据”还可以包括指示是否已经越过一个或多个温度阈值的数字化信息。在一些实施例中，热收集和控制逻辑电路 135 处理所述温度数据并且根据该结果为存储设备 122—128 提供热管理。下面参考图 2—6 进一步对热收集和控制逻辑电路 135 进行讨论。

在一个可选实施例中，芯片组 130 可以包括更多或更少的集成电路。此外，由存储控制器集线器 132 和/或 I/O 控制器 134 提供的功能可以由更多、更少和/或不同的集成电路提供。例如，在一些实施例中，将存储控制器 133 实现在与处理器 110 相同的管芯上。

图 2 是根据本发明的实施例实施的计算系统的选定方面的高阶框图。计算系统 200 包括通过存储互连 240 连接在一起的存储控制器 210 和存储模块 220。存储互连 240 在存储控制器 210 和存储模块 220 之间传送存储数据、地址信息等等。在一些实施例中，存储互连 240 是一种多点连接 (multi-drop) 存储器总线。在其它实施例中，存储互连 240 是一种点对点互连。在其它实施例中，存储互连 240 是高速缓存一致性互连。

存储模块 220 包括存储设备 222—228。在一些实施例中，存储设备 222—228 是商品型动态随机存取存储器 (DRAM)，例如双数据速率 II (DDR2)

DRAM。在可选实施例中，可以使用不同类型的存储设备。存储设备 222—228 包括管芯内部的热传感器 230—238。管芯内部的热传感器 230—238 检测相应的存储设备 222—228 的温度并且将检测到的温度数据通过互连 240 发送给存储控制器 210。

在一些实施例中，调整现有存储互连信号设备（signaling）和结构，以传送所述温度数据。例如，所述温度数据可以通过在现有存储互连 240 上多路传输所述温度数据而被发送给存储控制器 210。所述温度数据可以在例如存储接口安静时间的适宜的间隔被多路传输。例如，所述温度数据可以在更新周期、总线裁决周期等等期间被读取。因此，本发明的实施例可以在没有额外的用于热管理的信号设备的情况下被实施。

存储控制器 210 包括热管理系统 212 和存储互连 I/F 218。在一些实施例中，热管理系统 212 收集并处理来自热传感器 230—238 的温度数据。此外，热管理系统 212 可以包括热控制机构，如果存储设备 222—228 的温度超过阈值（或者与该阈值相关的策略），那么该热控制机构触发一个响应。如下面进一步所述，热管理系统 212 能使存储控制器 210 收集、处理和/或响应于由管芯内部的热传感器 230—238 提供的温度数据。

在一些实施例中，热管理系统 212 包括温度收集逻辑电路 214 和控制逻辑电路 216。温度收集逻辑电路 214 接收、存储并且处理来自存储设备 222—228 的温度数据。温度收集逻辑电路 214 可以包括，例如收集寄存器、收集控制寄存器、计算寄存器等等。如果所述温度数据（或者处理过的温度数据）超过所述阈值，那么控制逻辑电路 216 包括逻辑电路用来启动热控制机构。控制逻辑电路 216 可以包括温度跳闸控制寄存器和事件操纵逻辑电路。下面参考图 3—6 进一步介绍热管理系统 212。

应当理解的是，在一些实施例中，温度收集逻辑电路 214 和控制逻辑电路 216 的功能可以以不同的方式来分配。例如，在一些实施例中，控制逻辑电路 216 可以处理由收集的逻辑电路 212 存储的温度数据。此外，热管理系统 212 可以比图 2 中所示的包括更多的元件、更少的元件，和/或不

同的元件。

图3是示出根据本发明的实施例实施的热管理系统的选定方面的框图。在一些实施例中，热管理系统300处于与计算系统的存储控制器相同的管芯上。该存储控制器可以反过来处于与处理器相同的管芯上，或者其也可以是系统的芯片组的一部分。在其他实施例中，热管理系统300可以在所述芯片组中的不同芯片上实施。

温度收集寄存器302存储从相应的存储设备（例如，图2中示出的存储设备222—228）中收集到的温度数据。在一些实施例中，每个温度收集寄存器302都存储了一级（rank）存储器（例如，级0，级1，…级N）的温度数据。温度收集寄存器302可以被实施为各种寄存器中的任何一种，包括例如移位寄存器。在一些实施例中，每当所述温度数据经存储互连读取时，其被存储在温度收集寄存器302中。用于每个连续的读取的所述寄存器302可以被旋转，以使得寄存器302的收集表示最近采样的历史。

温度收集控制寄存器310存储用于热管理系统300的控制值。在所示出的实施例中，收集控制寄存器310包括读取速率寄存器312和温度偏差寄存器314。在一个可选实施例中，收集控制寄存器310可以包括更多的寄存器、更少的寄存器，和/或不同的寄存器。寄存器312中存储的读取速率值决定从一个或多个远程管芯内部的热传感器（例如，图2中示出的热传感器230—238）读取数据的速率。

温度偏差寄存器314存储一个或多个偏差值，这些偏差值可以用来调节从远程管芯内部的热传感器读取的温度数据。在一些实施例中，由所述管芯内部的热传感器报告的温度数据包括校准误差。例如，热传感器可以报告一个相对温度而不是一个绝对温度。存储在寄存器314中的所述偏差值可以用来例如将相对温度值调节到绝对温度值。

在一些实施例中，热管理系统300处理收集到的温度数据。例如，热管理系统300可以计算平均温度、移动平均温度、最小温度、最大温度等等。在可选实施例中，可以利用所述温度数据进行更多的计算、更少的计

算，和/或不同的计算。

温度计算寄存器 320 可以存储与处理所述温度数据相关的计算值。在所示出的实施例中，计算寄存器 320 包括最大温度 (max temp) 寄存器 322，平均温度 (ave temp) 寄存器 324，和最小温度 (min temp) 寄存器 326。在可选实施例中，计算寄存器 320 可以包括更多的寄存器、更少的寄存器，和/或不同的寄存器。

最大温度寄存器 322 存储一个或多个计算的最大温度。类似的，最小温度寄存器 326 存储一个或多个计算的最小温度。在一些实施例中，存储在寄存器 322 和 326 中的值用来确定相应的存储设备的温度是否已经超过热阈值。“跳闸点”是指提供热阈值的阈值。

平均温度寄存器 324 存储一个或多个计算的平均温度。在一些实施例中，平均温度寄存器 324 存储一个或多个移动平均温度。术语“移动平均”是指设备随时间变化的平均温度。移动平均的产生通常可以包括两个步骤：计算存储设备的平均温度并且计算所述设备随时间变化的平均温度。在一些实施例中，利用以下的公式来计算所述移动平均数：移动平均数 = (最后的移动平均数 + 当前平均数) / 2。

温度跳闸控制寄存器 330 存储跳闸点和相关的值。可能存在许多不同的跳闸点，并且如下面将进一步讨论的那样，一些跳闸点可以是可编程的。热跳闸寄存器 334 存储表示热跳闸点的值。热跳闸点是指当被越过时促使施加自动硬件节流的阈值。临界跳闸寄存器 332 存储表示临界跳闸点的一个值。该临界跳闸点是指当被越过时关闭计算系统（例如，图 1 中示出的计算系统 100）的一个阈值。

如上所述，一些跳闸点可以是可编程的。例如，在所示出的实施例中，辅助跳闸寄存器 336 和 338 各自可以存储一个或多个可编程的跳闸点。可编程的跳闸点可以被用来产生与自动热节流相关的软件事件。下面参考图 6 进一步讨论自动热节流。

在一个实施例中，辅助跳闸寄存器 336 和 338 可以与一个或多个操纵

寄存器协同操作从而控制与热管理相关的软件事件的维护。在所示出的实施例中，例如，辅助跳闸寄存器 336 和 338 可以与系统管理中断（SMI）事件操纵寄存器 350、系统控制中断（SCI）事件操纵寄存器 352、中断（INTR）事件操纵寄存器 354，和/或事件状态寄存器 356 中的一个或多个协同操作。

SMI 事件操纵寄存器 350 维护使用处理器的 SMI 引脚的管理事件。所述 SMI 引脚可以用来触发硬编码、操作系统独立的、系统级响应软件。SCI 事件操纵寄存器 352 相反可以维护与操纵系统合作处理的事件。SCI 事件通常由先进的构造和电源接口（ACPI）系统语言（ASL）编码来处理，但是也可以由基本 I/O 系统（BIOS）编码来处理。

在一些实施例中，INTR 事件操纵寄存器 354 维护驱动器级软件。所述驱动器级软件可以支持相对复杂程度的热管理，这时因为它允许所述热管理系统更加的具有交互性。例如，所述驱动器级软件可以引用历史数据（例如，历史温度数据和基于温度数据的计算）、系统信息、与其它设备相关的数据等等。所述驱动器级软件还可以具有另外的能力，例如打开或关闭冷却风扇的能力。

在一些实施例中，可以使用跳闸点的分级结构。例如，最初，寄存器 336 和 338 中的可编程的跳闸点可以用来根据软件事件和/或按比例适应的节流机构（下面将进一步讨论）提供相对好的热控制机构。如果所述相对好的机构不能保持所述设备温度低于热跳闸点（例如，存储在热跳闸寄存器 334 中），那么可以利用硬件节流来提供热管理。最终，如果所述设备温度继续增加并且越过临界跳闸点（例如，存储在临界跳闸寄存器 332 中），那么所述系统会被关闭从而防止或减轻对所述系统和/或存储在存储器中的数据损坏。

本发明的实施例并不限于图 3 中示出的结构和功能。在可选实施例中，热管理系统 300 可以具有更多的元件、更少的元件，和/或不同的元件。

图 4 是示出根据本发明的实施例收集和/或处理温度数据的选定方面的高阶流程图。现在参考过程框 402，热管理系统（例如，图 3 中示出的热管理

系统 300) 收集来自一个或多个远程管芯内部的热传感器的温度数据。在一些实施例中, 所述热管理系统利用以适宜间隔发出的专用命令读取所述温度数据。每当所述数据被读取时, 它可以被存储在一连串的临时寄存器(例如, 图 3 中示出的温度收集寄存器 302) 之一中。

参考过程框 404, 所述热管理系统处理从管芯内部的传感器收集的所述温度数据。在一些实施例中, 处理所述温度数据包括根据所述数据进行各种计算。所述计算的例子包括计算: 最大温度、最小温度、平均温度、移动平均温度等等之一。处理温度数据还可以包括利用偏差校准所述数据。

参考过程框 406, 所述热管理系统确定是否已经达到热阈值。确定是否以及达到热管理阈值的过程可以包括将处理过的温度数据与热阈值进行比较。术语“处理过的温度数据”是指通过对温度数据进行计算产生的数据。处理过的温度数据的例子可以包括: 最大温度、最小温度、平均温度、移动平均温度等等。

如果已经达到热阈值, 那么所述热管理系统可以启动如 408 所示的热控制机构。术语“热控制机构”从广义上讲是指用于控制存储设备或者一组存储设备的温度的任意功能。热控制机构可以包括基于软件的事件和/或自动节流响应。下面参考图 5-6 进一步讨论热控制机构。

图 5 是示出根据本发明实施例收集和/或处理温度数据的选定方面的流程图。参考过程框 502, 以选择的速率读取温度数据。在一些实施例中, 所述读取速率由存储在读取速率寄存器(例如, 图 3 中示出的读取速率寄存器 312) 中的值确定。所述读取速率可以对应于特定的事件, 例如更新周期或者总线校准周期。此外, 读取命令可以相对于所述事件以适宜的频率发出(例如, 如果所述事件发生得比设备温度改变更加频繁)。例如, 如果所述更新每 20 毫秒发生一次, 那么所述读取命令可以每 N 个更新周期发出一次。

参考过程框 504, 从一个或多个远程管芯内部的热传感器收集温度数据。在一些实施例中, 所述温度数据在存储互连的无效时间期间(例如, 在更新周期、互连校准周期等等期间) 被连续地收集。每当所述热管理系

统收集存储互连上的温度数据，它可以将数据存储到一连串临时存储器（例如，图 3 中示出的温度收集寄存器 302）之一中。所使用的实际的临时寄存器可以在每次连续的读取时被旋转，以使得寄存器的收集表示最近温度采样的历史。

参考过程框 506，可以相对于偏差来调节所述温度数据。所述调节允许所述热管理系统考虑温度数据中的校准误差。例如，所述管芯内部的热传感器可以报告相对温度而不是绝对温度。在一些实施例中，所述热管理系统可以利用存储在例如温度偏差寄存器（例如，图 3 中所示的温度偏差寄存器 314）中的偏差值将相对温度值调节成为绝对温度值。

可以利用各种计算、算法、策略等等中的任何一种来处理所收集到的温度数据。参考过程框 508，例如，利用所述收集到的温度数据来计算移动平均值。而且，在步骤 510，最大和/或最小温度值被确定。在一些实施例中，所述热管理系统可以为所有具有管芯内部的热传感器的存储设备计算最大和最小温度。在可选实施例中，所述热管理系统可以为存储设备的选定子组（例如，每个级，每个模块，每个通道等等）计算最大和最小温度。

参考过程框 512，所述处理过的温度数据（和/或原始温度数据）被用来检测存储设备温度是否已经越过热阈值。在一些实施例中，所述热管理系统可以使用许多不同的热阈值，并且处理过的温度数据被用来确定已经越过哪些阈值（如果有越过的情况下）。在一些实施例中，施加磁滞来减少温度在跳闸点附近波动时产生的热控制事件的数量。可以根据存储在例如磁滞温度寄存器（例如，图 3 中示出的磁滞温度寄存器 340）中的一个或多个磁滞值来施加磁滞。

参考过程框 514，如果设备温度（例如，由所述处理过的温度数据和/或所述原始温度数据所表示的）越过一个或多个热阈值，那么所述热控制系统可以启动热控制机构。热控制机构可以包括例如，自动节流响应和/或软件事件。所述自动节流响应可以包括例如，存储互连的数据速率的基于硬件的节流。所述软件事件可以包括中断、SMI 事件、SCI 事件、或者甚至

是系统自关闭。如果现有技术的热控制机构（例如，数据速率节流、软件事件等等）不足以有效地抑制温度的上升，那么所述热管理系统可以使用系统自关闭来避免灾难性损坏和/或数据丢失。

参考过程框 516，如果所述设备温度没有越过热阈值（或阈值），那么所述热控制系统可以启动一个或多个动作。例如，所述热控制系统可以清除之前应用的热节流。此外，循环计数器可以被清零，以便“复位”一个按比例适应的节流机构。在一些实施例中，如果设备温度低于一个或多个热阈值，那么可以发布软件事件。

图 5 中示出的收集和计算过程可以以可编程的速率重复。所述可编程的速率可以根据需要增加或减小，从而允许检测快速的热瞬变或者非常低的元件内的热交叉影响。

如上所述，本发明的实施例使用常驻于例如所述存储控制器中的热管理系统来收集和来自大量的远程管芯内部的热传感器的温度数据。由于所述热管理系统可以具有关于实际设备温度的连续的数据，因此它可以比之前的系统支持更精细的自动节流机构。例如，所述热管理系统可以得到离目标温度的距离、温度变化的速率、和/或温度变化的积分，从而得到成比例的闭环反馈控制响应。该成比例的闭环反馈响应减轻了传统热节流机构的典型的重锤（例如，过安全保护和性能降低）节流响应。

图 6 是示出根据本发明的实施例实施的自动节流响应的选定方面的流程图。图 6 中所示的过程提供了成比例的闭环热管理系统的一个示例。在可选实施例中，所述自动节流响应可以按不同方式实施。如下面将进一步描述的，所述热管理系统根据其收集的连续的温度数据流而应用增加或减小量的节流控制。

参考过程框 602，启动所述自动节流响应。在一些实施例中，如果/当越过热阈值（例如，参见图 5 中示出的过程框 514）时，则启动所述自动节流响应。越过热阈值可以包括超过所述阈值和/或落到所述阈值以下。

参考过程框 604，所述热管理系统从目标温度计算温度误差。术语“目

标温度”是指所述热管理系统的温度目标。所述目标温度可以被固定或者可以是可配置的（例如，通过在寄存器中设置一个值）。在一些实施例中，计算所述温度误差包括计算距目标温度的距离和/或相对于所述目标温度的温度改变的速率。在其它的实施例中，可以使用不同的计算来确定所述温度误差。

参考过程框 606，所述热管理系统计算控制调节。术语“控制调节”是指一种指示施加的热节流量增加或减少多少的指标（例如，一个值、一组值等等）。所述热管理系统可以根据各种因素中的任何一种适应性地增加或减小热节流的量。在一些实施例中，所述热管理系统使用循环计数器来确定设备温度有多频繁地越过热阈值。随计数器的增加，所述热管理系统可以按比例地增加所施加的热节流的量。同样地，当计数器减小时，所述热管理系统可以按比例地减小所施加的热节流的量。在可选实施例中，所述热节流的按比例的增加或减小可以取决于其它的因素。

参考过程框 610，所述热管理系统采用存储接口节流。采用所述存储接口节流可以包括至少部分地根据过程框 606 中计算的控制调节来增加或减小存储互连的数据速率。在使用循环计数器的实施例中，如 612 所示，每当所述自动节流被调用时可以增加所述循环计数器。应当理解的是，根据本发明的一个实施例实施的自动热响应可以具有比图 6 所示的更多的过程框、更少的过程框，和/或不同的过程框。

图 7 是示出根据本发明实施例的电子系统的选定方面的框图。电子系统 700 包括处理器 710、存储控制器 720、存储器 730、输入/输出 (I/O) 控制器 740、射频 (RF) 电路 750 以及天线 760。在操作中，系统 700 利用天线 760 发送并接收信号，并且这些信号由图 7 中示出的各种元件处理。天线 760 可以是定向天线或者全向天线。根据这里所使用的，术语全向天线是指在至少一个平面上具有基本上均匀方向图的任意的天线。例如，在一些实施例中，天线 760 可以是一种例如偶极子天线或者四分之一波长天线的全向天线。而且，例如在一些实施例中，天线 760 可以是例如抛物面

天线、贴片天线、或者八木天线的定向天线。在一些实施例中，天线 760 可以包括多个物理天线。

射频电路 750 与天线 760 和 I/O 控制器 740 通信。在一些实施例中，RF 电路 750 包括对应于通信协议的物理接口 (PHY)。例如，RF 电路 750 可以包括调制器、解调器、混频器、频率合成器、低噪音放大器、功率放大器等等。在一些实施例中，RF 电路 750 可以包括外差接收机，并且在其它的实施例中，RF 电路 750 可以包括直接转换接收器。例如，在具有多个天线 760 的实施例中，每个天线都可以连接到对应的接收器。在操作中，RF 电路 750 接收来自天线 760 的通信信号并且提供模拟或数字信号给 I/O 控制器 740。而且，I/O 控制器 740 可以提供信号给 RF 电路 750，该电路操作所述信号然后将它们传送到天线 760。

处理器 710 可以是任意类型的处理设备。例如，处理器 710 可以是一种微处理器、微控制器等等。而且，处理器 710 可以包括任意数量的处理核或者可以包括任意数量的单独处理器。

存储控制器 720 在图 7 中示出的处理器 710 和其它元件之间提供通信路径。在一些实施例中，存储控制器 720 也是提供其它功能的集线器设备的一部分。如图 7 中所示，存储控制器 720 连接到处理器 710、I/O 控制器 740 以及存储器 730。在一些实施例中，存储控制器 720 包括热管理系统，以收集和来自存储器 730 中的管芯内部的热传感器的温度数据。

存储器 730 可以包括多个存储设备。这些存储设备可以基于任意类型的存储技术。例如，存储器 730 可以是随机存取存储器 (RAM)，动态随机存取存储器 (DRAM)、静态随机存取存储器 (SRAM)、非易失性存储器例如 FLASH 存储器、或任意其它类型的存储器。

存储器 730 可以表示一个或多个模块上的单个存储设备或者多个存储设备。存储控制器 720 通过互连 722 提供数据给存储器 730 并且响应于读取请求接收来自存储器 730 的数据。命令和/或地址可以通过互连 722 或者通过不同的互连 (未示出) 提供给存储器 730。存储控制器 730 可以从存储

器 710 或另一个来源接收将要存储在存储器 730 中的数据。存储控制器 730 可以将其从存储器 730 接收的数据提供到处理器 710 或另一个目的地。互连 722 可以是一种双向互连或者是一种单向互连。互连 722 可以包括多个平行的导体。所述信号可以是差分或单端的。在一些实施例中，互连 722 利用发送的（forwarded）、多相时钟方案来操作。

存储控制器 720 还连接到 I/O 控制器 740，并且在处理器 710 和 I/O 控制器 740 之间提供通信路径。I/O 控制器 740 包括用于与 I/O 电路通信的电路，其中 I/O 电路例如是串行端口、并行端口、通用串行总线（USB）端口等等。如图 7 中所示，I/O 控制器 740 提供到 RF 电路 750 的通信路径。

图 8 是示出根据本发明实施例的电子系统的选定方面的框图。电子系统 800 包括存储器 730、I/O 控制器 740、RF 电路 750，以及天线 760，上面参考图 7 对它们都进行了描述。电子系统 800 还包括处理器 810 和存储控制器 820。如图 8 中所示，存储控制器 820 可以位于与处理器 810 相同的管芯上。在一些实施例中，存储控制器 820 包括热管理系统，以收集和来处理来自存储器 730 中的管芯内部的热传感器的温度数据。处理器 810 可以是参考处理器 710（图 5）所描述的任意类型的处理器。由图 7 和 8 表示的示例系统包括台式计算机、便携式计算机、服务器、便携式电话、个人数字助理、数字式家庭系统等等。

本发明实施例的元件还可以作为用于存储机器可执行指令的机器可读介质。所述机器可读介质可以包括闪存、光盘、光盘只读存储器（CD-ROM）、数字化通用/视频光盘（DVD）ROM、随机存取存储器（RAM）、可擦可编程只读存储器（EPROM）、电可擦可编程只读存储器（EEPROM）、磁卡或光卡、传播介质或适用于存储电子指令的其它类型的机器可读介质，但不限于此。例如，本发明的实施例可以作为计算机程序下载，该计算机程序可以以包含在载波或其它传播介质中的数据信号的方式通过通信线路（例如，调制解调器或网络连接）从远程计算机（例如，服务器）传送给委托计算机（例如，客户）。

应当理解的是，整个说明书中所提及的“一个实施例”或“实施例”是指在本发明的至少一个实施例中包括结合该实施例一起描述的特定特征、结构或特性。因此，所强调的并应当理解的是，本说明书中各个部分中两次或更多次提到的“一个实施例”或“实施例”或“可选实施例”并不都必然指同一实施例。而且，在本发明的一个或多个实施例中可以将所述特定特征、结构或特性适当地结合。

类似地，应当理解，在对本发明实施例的前述描述中，在单个实施例、附图或其描述中，为了有助于理解各个发明方面中的一个或多个方面以使公开的内容流畅，各种特征有时被组合在一起。但是，这种公开方法并不能被解释为反映这样的目的，即，所要求保护的主体需要比每个权利要求中清楚表述的特征更多的特征。而是，如随后的权利要求所反映的，本发明的各个方面在于小于前面公开的单个实施例的所有特征。因此，在详细的说明书之后的权利要求书在这里清楚地结合到该详细的说明书中。

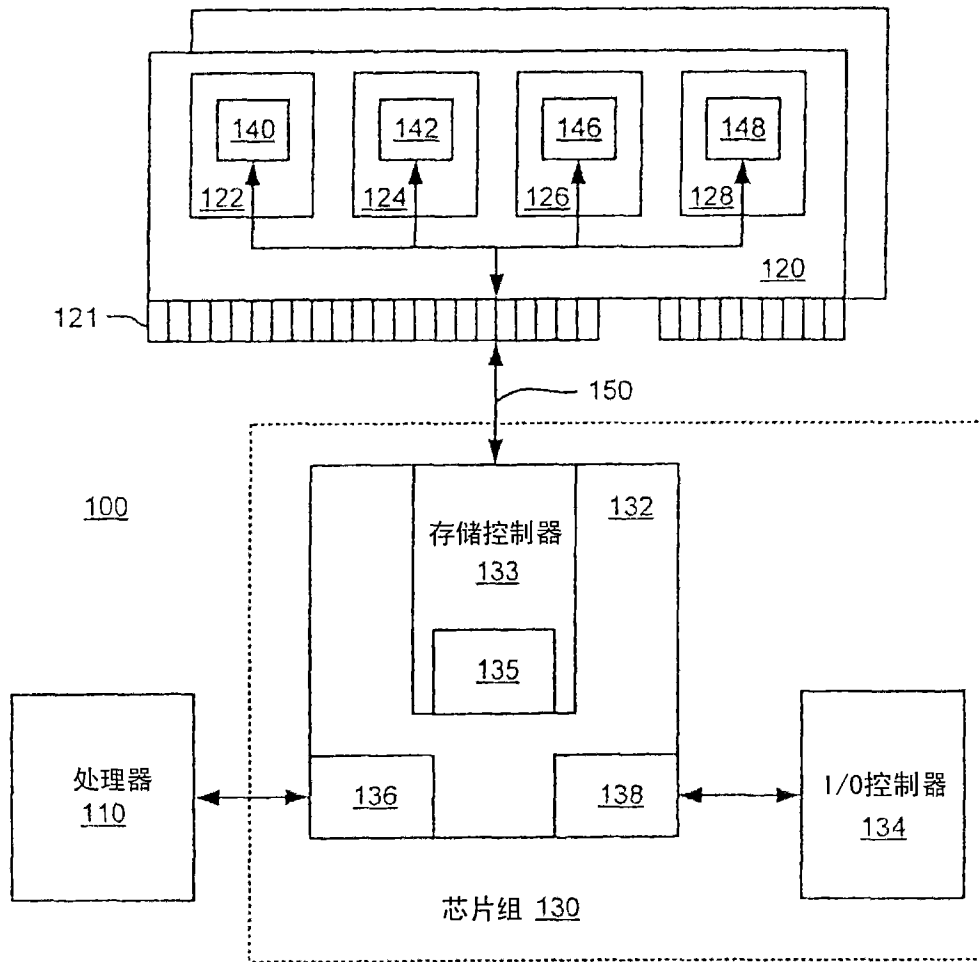


图1

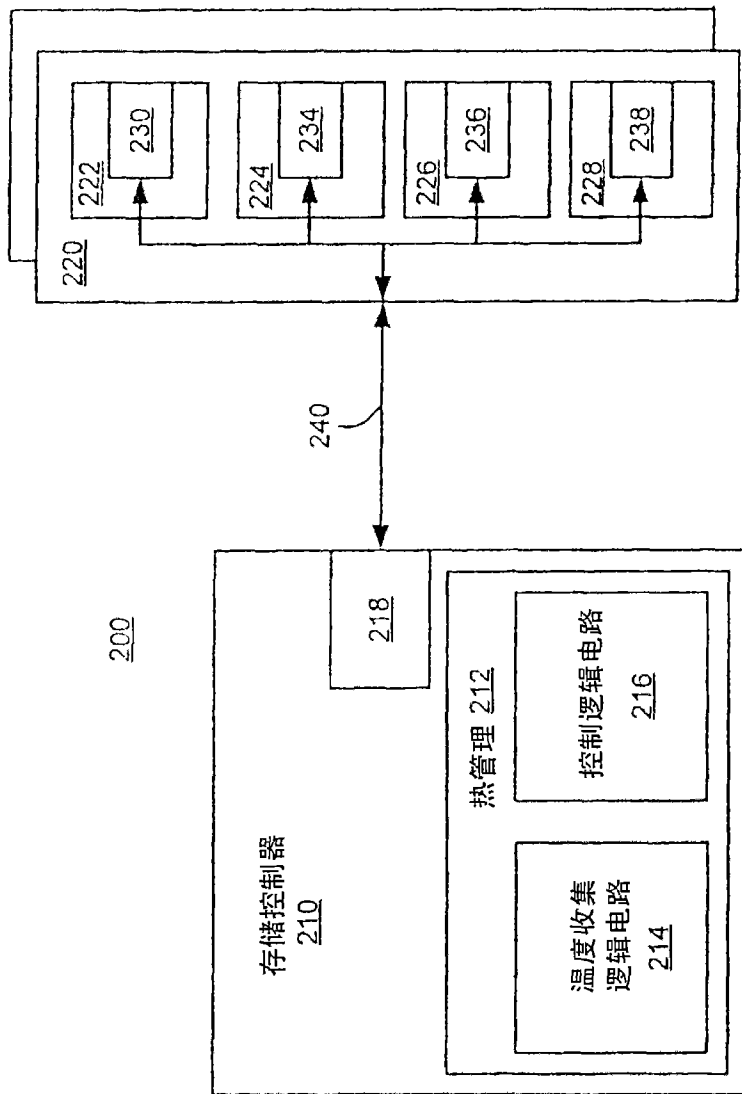


图2

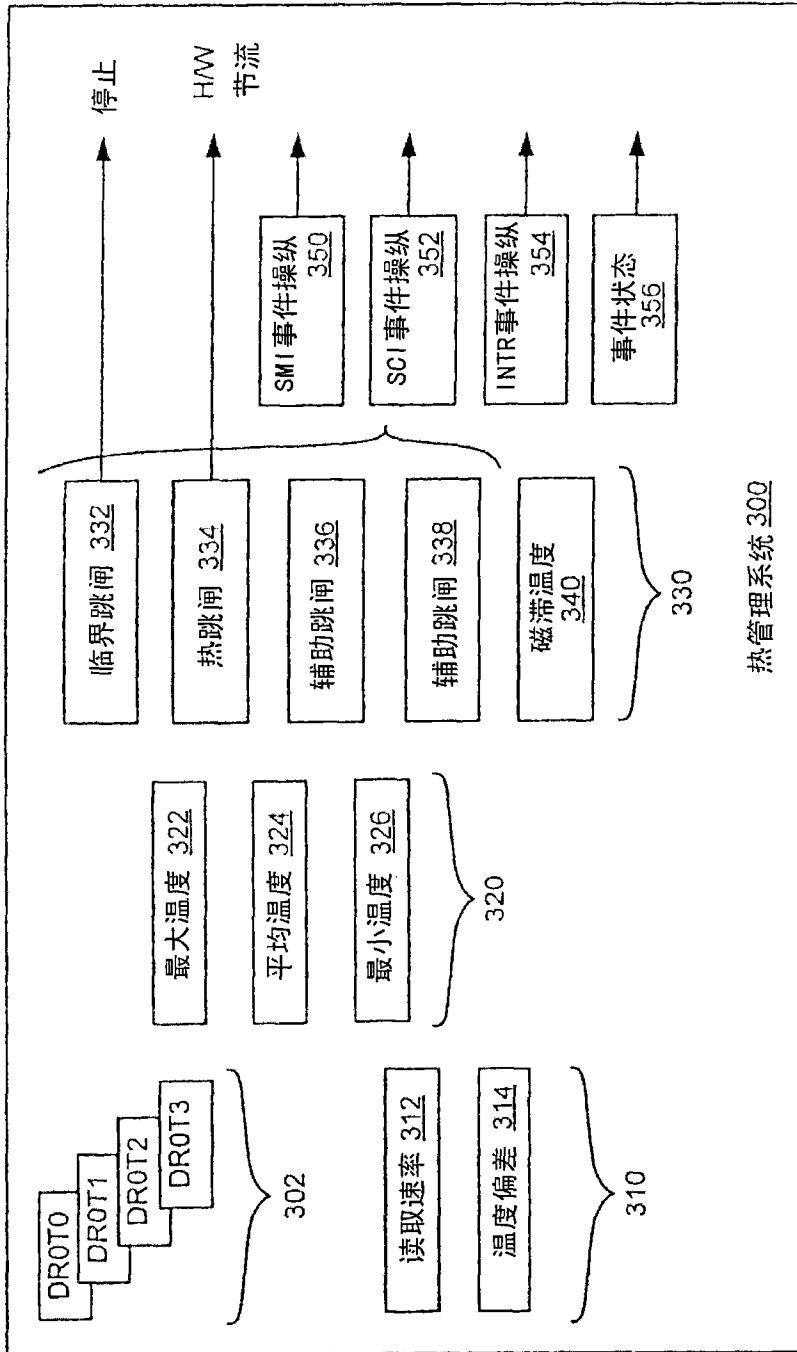


图3

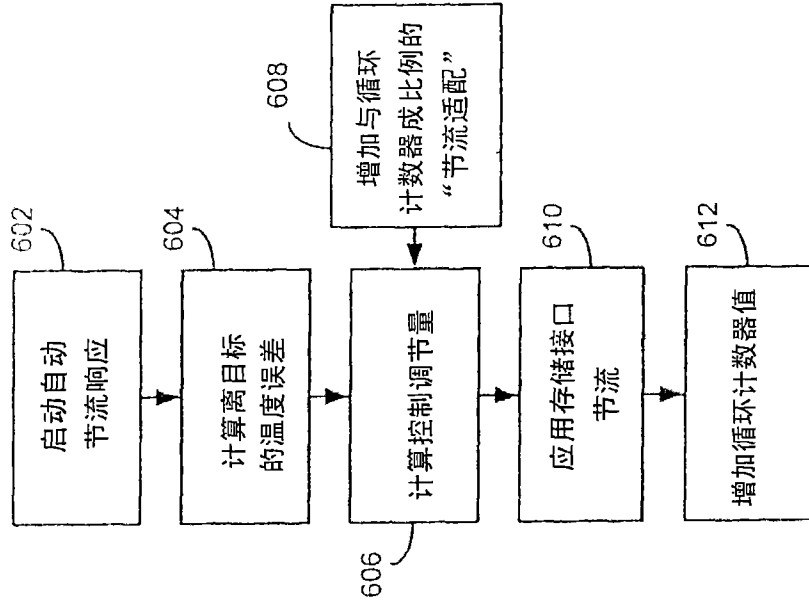


图6

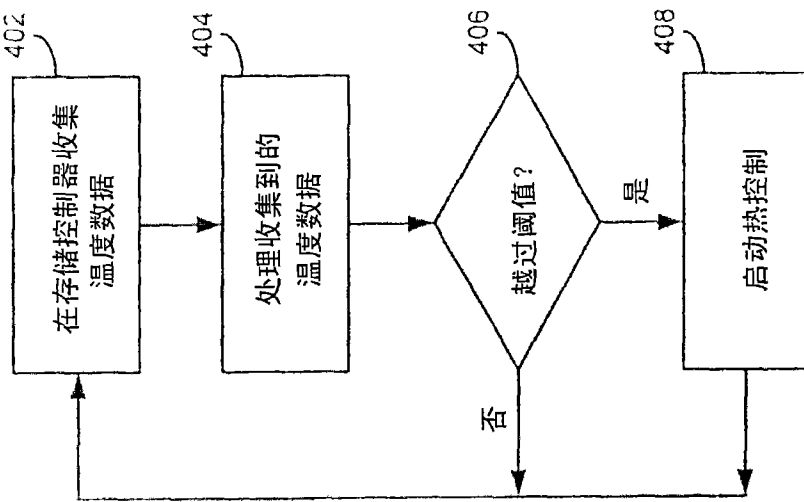


图4

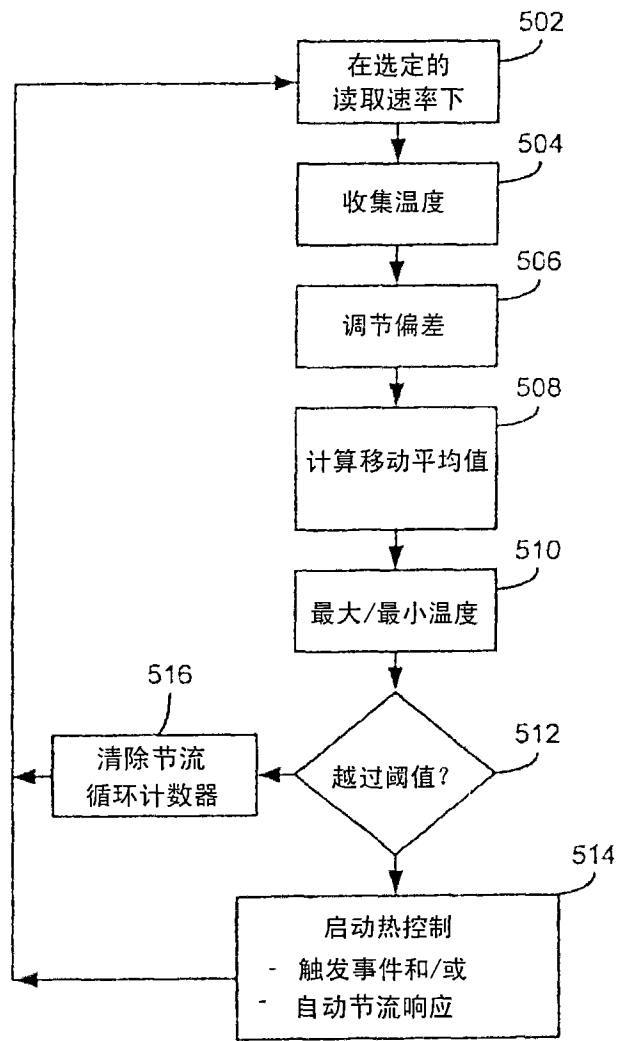


图5

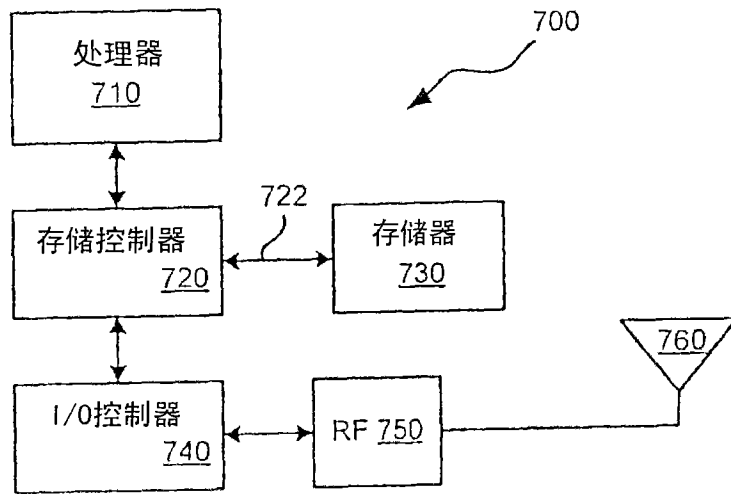


图7

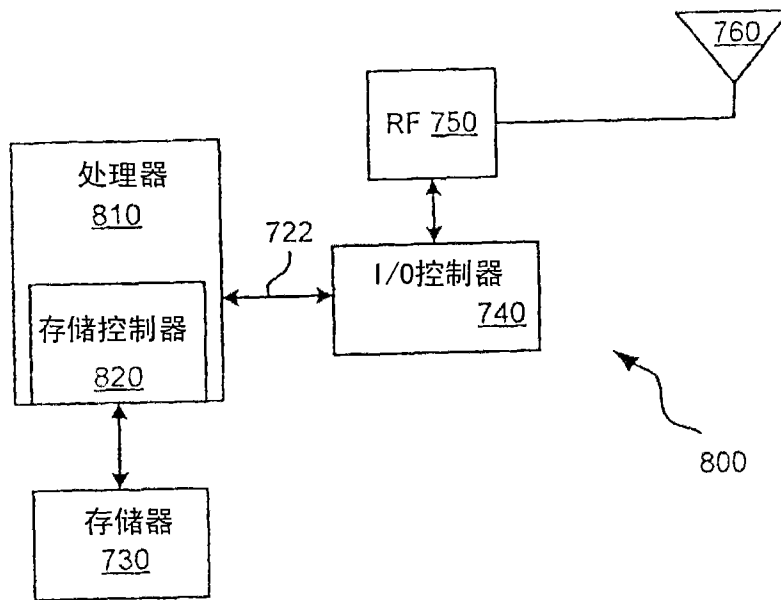


图8