



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03819929.7

[45] 授权公告日 2008 年 11 月 26 日

[11] 授权公告号 CN 100437435C

[22] 申请日 2003. 8. 20 [21] 申请号 03819929.7

[30] 优先权

[32] 2002. 8. 22 [33] US [31] 10/226,708

[86] 国际申请 PCT/US2003/026187 2003. 8. 20

[87] 国际公布 WO2004/019194 英 2004. 3. 4

[85] 进入国家阶段日期 2005. 2. 22

[73] 专利权人 辉达公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 乔纳森·B·怀特

詹姆斯·L·瓦韦尔岑

[56] 参考文献

CN1338067A 2002. 2. 27

EP 0991191 A2 2000. 4. 5

US6002409A 1999. 12. 14

EP0794481A2 1997. 9. 10

US2001/0044909A1 2001. 11. 22

US6208350B1 2001. 3. 27

审查员 王欢

[74] 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限责  
任公司

代理人 王允方

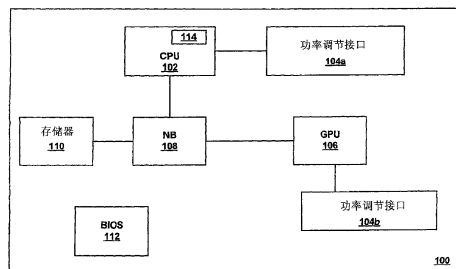
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 6 页

[54] 发明名称

用于自适应功率消耗的方法和装置

[57] 摘要

提供了一种根据应用需求适配处理器功率消耗的方法。该方法起始于根据当前处理操作确定应用需求。然后确定与该应用需求相关的时间间隔。然后确定该应用需求的非必要功率消耗功能。然后对于该时间间隔减小非必要功率消耗功能的时钟频率。在一个实施方案中，停止到非必要功率消耗功能的供电。在另一个实施方案中，对于该时间间隔的至少一部分调节处理器的时钟频率。包括用于适配计算机系统功率消耗的程序接口、用于适配计算机系统功率消耗的处理器指令。



1. 一种用于根据负载水平适配处理器功率消耗的方法，包括：  
确定正在执行的应用对所述处理器的未来需求的负载水平；  
确定与用于由所述处理器在所述负载水平执行所述未来需求相关的时间间隔；以及  
在所述时间间隔内，根据所述负载水平调节所述处理器的时钟频率。
2. 如权利要求 1 所述的方法，还包括：  
确定当前处理操作的非必要功率消耗功能； 停止到所述非必要功率消耗功能的功率。
3. 权利要求 2 的方法，其中，所述非必要功率消耗功能包括三维图形管线和二维图形管线之一，每个管线与图形处理器有关。
4. 权利要求 1 或 2 的方法，其中，所述未来需求与在便携式计算机上回放影片有关。
5. 权利要求 1 的方法，其中，确定所述负载水平包括：  
提供与所述处理器相联系的接口，所述接口可以使指令写入所述处理器中，以调节所述时钟频率。
6. 一种用于适配处理器的处理功率的方法，包括：  
追踪一时间间隔的正在执行的应用对所述处理器的未来需求的负载水平；  
根据所述负载水平调节所述时间间隔的所述处理器的时钟频率；  
确定所述时间间隔的所述处理器的非必要功率消耗功能； 和  
停止到所述非必要功率消耗功能的功率。
7. 权利要求 6 的方法，其进一步包括：  
提供与所述处理器相联系的接口，所述接口能使指令写入到所述处理器中，以调节处理功率。

8. 权利要求 6 的方法，其中，所述负载水平对应于运动图像专家组标准的内帧、预测帧和双向帧中的一者。

9. 权利要求 1、2 或 6 的方法，其中所述处理器选自包括中央处理器、图形处理器、网络处理器和储存处理器的组。

10. 权利要求 6 的方法，其中，所述负载水平与视频解码操作相关。

11. 一种用于适配计算机系统中的应用的功率消耗的方法，包括：

根据确定用于处理正在执行的应用的未来需求的处理负载水平及确定用于处理正在执行的应用的未来需求的时间间隔来执行处理器的时钟频率的调节，其中所述处理负载水平由所述负载的异常分支确定，且所述时间间隔自表明多个负载水平和相应的时间间隔的关系的表确定。

12. 如权利要求 11 所述的方法，还包括：

根据所述确定的处理负载水平和所述确定的时间间隔执行所述处理器的电压调节。

13. 权利要求 11 或 12 的方法，其中所述确定的处理负载水平与视频解码操作相关。

14. 权利要求 13 的方法，其中，对运动图像专家组标准的每帧调节所述时钟频率。

15. 权利要求 11 或 12 的方法，其中所述负载的所述异常分支包括在控制寄存器中存储值。

16. 权利要求 14 的方法，其中所述处理器选自包括中央处理器、图形处理器、网络处理器和存储处理器的组。

17. 权利要求 15 的方法，其中所述处理器选自包括中央处理器、图形处理器、网络处理器和存储处理器的组。

## 用于自适应功率消耗的方法和装置

### 技术领域

本发明一般涉及功率管理，更具体地，涉及通过动态适配处理器的时钟速度来减小便携设备的功率消耗以提高电池寿命的方法和装置。

### 背景技术

便携式电子设备倚靠电池来提供设备运行所必需的功率。使用便携设备的消费者希望能在必须对电池充电之间的期间更长时间地使用这些设备。因此，不断努力提高电池性能和以更节能的方式进行运行，尽管这些设备执行的用途变得更复杂，并且在某些情况下需要更多的功率。

中央处理器(CPU)一般是便携式计算设备的最大功率消耗者。但是，对于执行的各种应用，CPU的功率消耗一般不能被改变。因此，对于这些设备的微处理器的功率消耗，存在适合于所有途径的一种尺寸，尽管某些用途仅需要一部分CPU功率。例如当在具有数字视频盘(DVD)播放器的便携式计算机上看电影时，CPU的运行时钟速度中仅有最高约20%的时钟速度是必需的。尽管有一些尝试来减小微处理器的功率消耗，但是，没有一种可以基于预定的应用需求来调节功率消耗。此外，当操作系统置于空闲状态时，CPU时钟频率不变。所以，CPU的功率消耗保持不必要地高。

结果，需要解决现有技术的问题，以提供用于减小微处理器如CPU的功率消耗，其中CPU消耗的功率基于所执行的用途。

### 发明内容

一般来说，通过提供一种用于减小微处理器的功率消耗的方法和装置满足了这些需要。应当理解，本发明可以用多种方式实施，包括作为一种方法，一种系统或一种设备。以下描述本发明的若干创造性实施方案。

在本发明的一个方面，提供了一种基于应用要求适配微处理器功率消耗的方法。该方法基于当前的处理操作开始确定应用需求。然后，确定该应用需求相关的时间间隔。然后，确定该应用需求的非必要功率消耗功能。然后，对于该时间间隔减小非必要功率消耗的时钟频率。在一个实施方案中，到非必要功率消耗功能的功率被停止。在另一个实施方案中，对于该时间间隔的至少一部分，调节微处理器的时钟频率。

在本发明的另一个方面，提供用于适配微处理器处理功率的方法。该方法开始时追踪一时间间隔的负载水平。然后，监视该时间间隔期间的空闲时间。然后，确定足以提供用于所述负载水平的功率的微处理器最大处理功率的百分比。然后，将微处理器的处理功率调节到所确定的百分比。在一个实施方案中，追踪多个负载水平。在另一个实施方案中，该多个负载水平被与运动图像专家组(MPEG)标准的帧(frame)相关联。

在本发明的另一个方面，提供用于适配计算机系统功率消耗的程序接口。该程序接口包括调节微处理器时钟频率的接口。该接口能够根据所确定的处理负载水平调节时钟频率，其中，时钟频率的调节被定义为随时间而变化的函数。在一个实施方案中，该程序接口包括调节微处理器电压的接口。在该实施方案中，该接口能够根据所确定的负载水平调节电压，其中电压的调节被定义为随时间而变化。

在本发明的仍然另一个方面，提供了用于适配计算机系统功率消耗的处理器指令。该处理器指令包括计算机代码，该代码配置用于引发微处理器时钟频率的调节。该计算机代码能够根据所确定的处理负载水平调节时钟频率，其中时钟频率的调节被定义为随时间而变化。在一个实施方案中，处理器指令包括计算机代码，该代码配置用于引发微处理器电压的调节。在该实施方案中，计算机代码能够根据所确定的处理负载水平调节电压，其中电压的调节被定义为随时间而变化。

在本发明的另一个方面，提供了处理器装置。该处理器装置包括指令解码器，其配置用于识别向控制寄存器写值的指令。该控制寄存器影

响用来钟控处理器装置的时钟频率。在一个实施方案中，处理器装置包括指令解码器，其配置用来识别向控制寄存器写值的指令。在该实施方案中，控制寄存器影响用来为处理器装置提供功率的电压源。

由利用实施例来说明本发明原理的以下详细描述，结合附图，本发明的其他方面和优点将变得显而易见。

## 附图说明

由以下结合附图的详细描述，本发明将容易理解，相同的附图标记标识相同的结构单元。

图 1 是根据本发明的一个实施方案，能够基于应用需求调整功率消耗的具有微处理器的系统的高级示意图。

图 2 是图 1 的系统的简化示意图，提供了根据本发明的一个实施方案的微处理器功率调节接口的更详细描述。

图 3 是根据本发明的一个实施方案配置用于调节微处理器功率消耗的接口的简化示意图。

图 4 是根据本发明的一个实施方案的显示运动图像专家组(MPEG)标准的不同帧的表，其中在每个帧之间的时间间隔与微处理器接纳的频率相关联。

图 5 是根据本发明一个实施方案，基于应用要求适配微处理器功率消耗的运行方法的流程图。

图 6 是根据本发明的一个实施方案，对于负载水平调节微处理器处理功率的运行方法流程图。

## 具体实施方式

描述了基于应用要求适配微处理器功率消耗的装置和方法的发明。但是，对于本领域技术人员显而易见的是，可以实施本发明而不需要这些具体细节的一些或全部。在其它情况下，为了不会不必要地使本发明

不清楚，没有详细描述公知的过程操作。

本发明的实施方案提供一种方法和装置，其通过基于应用需求预测负载水平来使微处理器的功率消耗最小化。在一个实施方案中，通过应用水平获取的预测知识，这基于当前执行的过程操作，确定即将到来的时间周期必需的负载水平，应当理解，该应用使用修改时钟速度或供给微处理器的电压所产生的预测知识，而不是基于过去性能的调整。在一个实施方案中，通过在微处理器与应用水平之间的反馈回路，能够进行本文所述的前瞻性方法。预测知识可以用来启动所选择的功能或微处理器内的域(domain)，使它们的时钟频率设定为零。另外，基于一时间间隔上所需的负载，通过设定时钟频率和/或电压，可以调高或调低微处理器速度。

图 1 是根据本发明的一个实施方案，基于应用需求具有启动调节功率消耗的微处理器的系统的高级示意图。装置 100 包括中央处理器(CPU)102、存储器 110 和图形处理器(GPU)106，其各自与支持芯片组 108（例如 Northbridge 和 Southbridge 芯片）相联系。正如所公知的，芯片组 108 控制与存储器 110、外设部件互连 (PCI)总线、二级缓存、和所有加速图形端口(AGP)活动的交互。所以，芯片组 108 通过 AGP 总线耦合到图形卡 118。在一个实施方案中，Northbridge 芯片组 108 还可以包括作为集成图形处理器(IGP)的功能。在其他实施方案中，芯片组 108 可以并入 CPU 102 和/或 GPU 106 中。CPU 102 包括控制寄存器 114，其响应控制 CPU 时钟速度的指令。还包括基本输入/输出系统(BIOS)112。

仍然参见图 1，功率调节接口 104a 和 104b 分别与 CPU 102 和 GPU106 相联系。应当理解，GPU106 还包括响应控制 GPU 的时钟速度的指令的控制寄存器。在一个实施方案中，功率调节接口 104a 和 104b 是应用程序接口(API)。在另一个实施方案中，功率调节接口 104a 和 104b 是操作系统(OS)接口。在仍然另一个实施方案中，功率调节接口 104a 和 104b 是新的处理器指令，其配置用来设定处理器的时钟频率。因此，

本发明所述的接口包括针对要执行的应用的异常分支(hook)，因为该应用提供确定 CPU 性能的未来需求的措施。反过来，对于与预定应用需求相关的特定时间间隔，可以调整 CPU 的电压和时钟速度。对本领域技术人员显而易见的是，尽管这里使用 CPU 作为例子，但是本文所述的实施方案适用于任何合适的处理器。

图 2 是图 1 的系统的示意图，其提供了根据本发明的一个实施方案的功率调节接口的更详细描述。这里，装置 100 包括与 CPU 102、GPU 106 和存储器 110 相连的芯片组 108。还包括 BIOS 112。功率调节接口 104a 包括互补金属氧化物半导体(CMOS)电可擦可编程只读存储器(EEPROM)116 和软件应用程序接口(API)118。应用程序 120 与 API 118 相连，因此未来的应用需求可以连通到 API 118，其又向 EEPROM 116 中的软件提供应用需求。因此，通过向控制 CPU 时钟速度的控制寄存器 114 写数据，在 EEPROM 116 中的软件可以设定 CPU 102 的频率。在一个实施方案中，功率调节接口 104 a 和 104b 分别控制供给到 CPU 102 和 GPU 106 的电压。在另一个实施方案中，功率调节接口 104b 可以包括与功率调节接口 104a 相同的元件。应当理解，如关于图 3 更详细讨论的，功率调节接口 104a 和 104b 可以不同地配置。

本领域技术人员将会清楚的是，图 1 和 2 的设备 100 可以是具有微处理器的任何合适的电子设备。例如，设备 100 可以是便携式设备，如便携式计算机、蜂窝电话、个人数字助手等。尽管本文所公开的自适应功率消耗性质延长了便携式电子设备的电池寿命，但是本发明不限于便携式电子设备。例如，设备 100 可以与台式计算机相关。尽管电池寿命对于台式系统不是问题，但是本文所公开的实施方案将会节能。另外，功率调节接口 104 可以与任何合适的处理器，包括 CPU、GPU、网络处理器(NPU)、储存处理器(SPU)等相关联。各种处理器描述于 2002 年 5 月 13 日提交的题为“Method and Apparatus For providing An integrated Network of processors( 提供处理器集成网络的方法和装置)”的美国专利



申请中，系列号为 10/144,658，其并入本文作为参考。

图 3 是根据本发明的一个实施方案，配置用来适配微处理器功率消耗的接口的示意图。微处理器 122 包括控制寄存器 124，在控制寄存器中设定时钟频率。接口 126 与微处理器 122 相联系。更具体地，配置接口 126 向控制寄存器 124 写入，以适配微处理器 122 的功率消耗。在接口 126 与应用 120 之间的连接提供将微处理器 122 适配于负载水平所必需的反馈。在一个实施方案中，应用 120 与驱动器和/或应用程序接口(API)形式的接口 126 相联系。在另一个实施方案中，通过包含在微处理器 122 内的指令解码器对提供数据到控制寄存器的指令进行解码。配置指令解码器来识别向控制寄存器 124 写值的特定指令。本领域技术人员将会理解，在一个实施方案中，所述指令可以是特权指令。应当理解，对于每个水平的应用需求，前瞻性应用需求的反馈可以允许该功率即时钟频率表现为“准时(just in time)”供应功率或时钟频率。

本领域技术人员将会理解，接口 126 可以是 API 形式的，如参考图 2 所讨论的，或者是操作系统接口。例如，操作系统接口可以在操作系统(OS)处于空闲模式时将微处理器 122 置于低功率状态。由接口 126 提供的特定应用调节可以将微处理器 122 置于低功率模式，但是，微处理器足够快地被使能返回至高功率模式而不会引起任何延迟。也就是说，对于低功率模式之后的较高功率要求，微处理器醒来，因此不产生延迟。当接口 126 是 API 时，可以通过频率图或表格规定的频率提供一个指定的时间周期的时钟速度，即频率。在一个实施方案中，API 处于 ring 3 级，其可以调用 ring0 驱动。本领域技术人员将会理解，所提供的表或图形有助于消除由模式切换导致的任何额外开销(overhead)。在一个实施方案中，接口 126 是用于适配微处理器 122 的功率水平或时钟频率的一组指令。

图 4 是根据本发明的一个实施方案，显示运动图像专家组(MPEG)标准的不同帧的表，这里在每个帧之间的时间间隔与微处理器供给的频

率相关。对于在具有该实施方案的便携式计算机上的数字视频盘(DVD)回放,可以实现明显的节能。如公知的,MPEG 压缩技术包括三种类型的帧,内(I)帧、预测(P)帧和双向(B)帧。这里,可以监视在解码期间的内帧负载,来适配每帧的功率消耗。用 MPEG 标准,每帧所要求的处理功率在三种(I、P 和 B)帧类型之间急剧变化。也就是说,在使用基于 GPU 的 MPEG 解码加速器时,双向帧的负载明显小于内帧的负载。通常,对于在 CPU 上作任何事的情形,该负载是相反的。因此,对于双向帧,微处理器可以减速,而对于内帧,微处理器可以恢复升高。

在一个实施方案中,图 4 的表可以通过图 2 和 3 的接口提供。行 130 包含频率( $f_i$ 、 $f_p$  和  $f_B$ ),微处理器在这些频率分别对 I、P 和 B 帧运行。列 132 表示运行每帧的特定频率的时间周期。例如,时间周期  $x_0$  至  $x_n$  对应于连续的 I 帧 0-n。对于与 P 帧和 B 帧相关的时间周期这是成立的。另外,除了对每个连续的帧具有多个时间周期以外,单一的时间周期可以应用于每个帧类型。例如,表 128 由其中一个时间周期与每个帧类型相关的行 134 组成。对特定视频接口 126 可以用来设定表 128 的值一次,或者周期性更新所述值。周期性更新表 128 的值可以引起改变解码时间周期。例如,通过使用预测滤波器(即基于过去值产生将来值的估计的滤波器),可以设定解码时间周期。如数字信号处理领域中已知的。

仍然参考图 4,一旦视频帧被解码,微处理器可以进入睡眠模式,此时仅提供足够的功率来保持时间。例如,在使用目前可得到的基于 GPU 的 MPEG 解码加速器时,解码与 MPEG 标准相关的视频帧的时间约为 3 毫秒。典型的显示速度为每秒 24 帧,转换成显示每帧 42 毫秒。所以,如通过接口所指示的,在帧之间,微处理器可以进入睡眠模式 39 毫秒。在便携式计算机上看电影期间,节能累加到显著的水平。在一个实施方案中,微处理器在 1 毫秒内从睡眠模式转变出来。因此,探试可以通过该接口提供,以便基于每帧的空闲时间百分比来关小 CPU 和 GPU。此外,在 DVD 回放操作过程中,GPU 可以关闭不用的硬件组件。

例如，当便携式计算机以全屏模式操作时，不需要二维或三维图形管线。因此，可以配置该接口来关闭不需要的硬件组件。应当理解，关于 DVD 回放应用的接口实例是用于举例说明目的的，并不意味着是限制性的，因为所述接口可以配制用于适配任何合适应用的微处理器的功率。

图 5 是根据本发明的一个实施方案，基于应用要求适配微处理器功率消耗的方法操作的流程图。该方法开始于确定应用需求的操作 140。这里，应用需求基于当前的处理操作。例如，处理操作可以是影片的 DVD 回放、计算机程序、视频编辑、文字处理等。

该方法然后进行到操作 142，在该操作中确定与所述应用需求相关的时间间隔。该时间间隔是某些应用需求需要的时间周期，例如在影片的 DVD 回放的帧之间中的时间周期。该方法然后进行到操作 144，这里确定非必要功率消耗功能。例如，如果计算机仅仅进行不需要任何三维处理的 DVD 回放，则可以关闭三维管线。该方法然后进行至对于非必要功率消耗功能调节微处理器时钟频率的操作 146。在另一个实施方案中，对于所确定的时间间隔的一部分调节微处理器的时钟频率。

图 6 是根据本发明的一个实施方案对于负载水平调节微处理器功率的方法操作的流程图。该方法起始于追踪负载水平一时间间隔的操作 150。这里，负载水平与对微处理器的应用需求相关。在一个实施方案中，可以监测多个负载水平，例如关于图 4 讨论的 MPEG 标准的不同帧的负载水平。该方法然后进行至监视该时间间隔过程中的空闲时间的操作 152。这里，微处理器可以完成一个操作，例如在小于显出一帧所需时间间隔的某一时间内解码该帧。因此，微处理器对于一段时间将以全功率处于空闲。该方法然后进行至操作 154，这里确定对于该负载水平足够的微处理器最大处理功率的百分比。例如，微处理器可以处于睡眠模式，并且在空闲时仅需要提供追踪时间足够的功率。可选择地，微处理器可能需要小于全功率(100%)的某一百分比的功率。

该方法然后进行至操作 156，这里将微处理器的处理功率调节到所

确定的百分比。这里，可以提供一个接口，在该接口处将指令发送到控制寄存器，以改变微处理器的时钟速度或电压，如参考图 1-4 所讨论的。所述接口可以是 API 或 OS 接口，微处理器可以是 CPU、GPU、NPU 或 SPU。在一个实施方案中，关于同步事件，API 可以根据时间来改变时钟频率或电压，例如如上所述的视频帧的解码。

总之，上述实施方案可以根据需要适配微处理器的功率消耗。所述需要由应用需求决定，而应用需求通过接口与微处理器相联系，该接口被配置用于写入微处理器的频率控制寄存器。在一个实施方案中，控制寄存器是某些市售微处理器中包含的浮点控制寄存器。关于 DVD 回放，本文所述的实施方案可以在视频帧播放之间使能适配微处理器进入睡眠模式，明显节能。反过来又延长在两次充电之间的电池寿命。因此，在便携式计算机上可以容易地实现影片的观看，而无需切换多个电池组来完成影片的观看。

了解了上述实施方案，应当理解，本发明采用各种计算机实施的操作，涉及计算机系统中储存的数据。这些操作包括要求物理量的物理处理的操作。通常，尽管没有必要，这些量采用能够被储存、传输、组合、比较、以及处理的电或磁信号形式。此外，所进行的处理常常明确地提及，例如产生、识别、确定或比较。

形成本发明一部分的本文所述的任何操作是有用的机器操作。本发明还涉及进行这些操作的设备或装置。所述装置可以为了所要求的目的特别构造，或者它可以是由计算机中储存的计算机程序选择性激活或配置的通用计算机。具体地，可以使用具有根据本发明的教导编写的计算机程序的各种通用机器，或者更方便的是构造更特定的装置来进行所要求的操作。

本发明还可以在计算机可读介质上以计算机可读代码形式来实施。计算机可读介质可以是任何数据储存设备，它可以储存然后由计算机系统读出的数据。计算机可读介质的实例包括硬盘驱动器、网络附属存储

器(NAS)、只读存储器、随机存取存储器、CD-ROM、CD-R、CD-RW、磁带、和其它光学和非光学数据存储设备。计算机可读介质还可以分布在网络耦合的计算机系统上，因此计算机可读代码可以以分布形式储存和执行。

简而言之，本发明公开了根据应用要求适配处理器功率消耗的方法。该方法起始于根据当前的处理操作确定应用需求，然后，确定与该应用需求相关的时间间隔。然后，确定该应用需求的非必要功率消耗功能。然后，对于该时间间隔减小非必要功率消耗功能的时钟频率。在一个实施方案中，对于非必要功率消耗功能，停止供应功率。在另一个实施方案中，对于该时间间隔的至少一部分调节处理器的时钟频率。用于适配计算机系统功率消耗的程序接口、用于适配计算机系统和处理器的功率消耗的处理器指令被包括在内。

尽管为了清楚理解的目的详细描述了上述发明，但是应当清楚，可以在所附权利要求范围内进行各种变化和修改。因此，本发明的实施方案应当认为是说明性而非限制性的，并且本发明不限于本文中给出的细节，而是可以在所附权利要求范围和等同物范围内进行修改。在权利要求中，要素和/或步骤不隐含操作的任何特定顺序，除非在权利要求中明确表述。

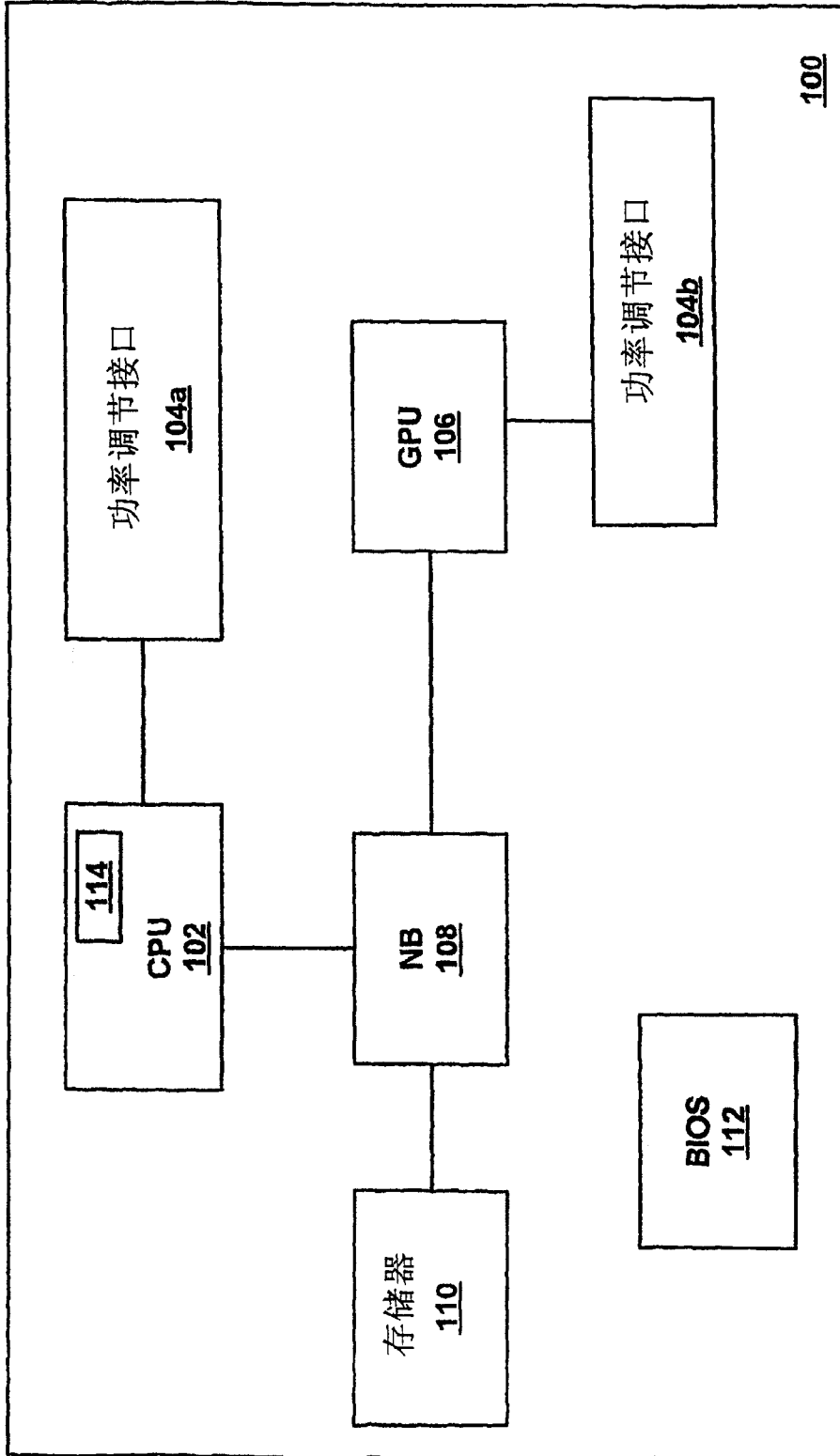


图1

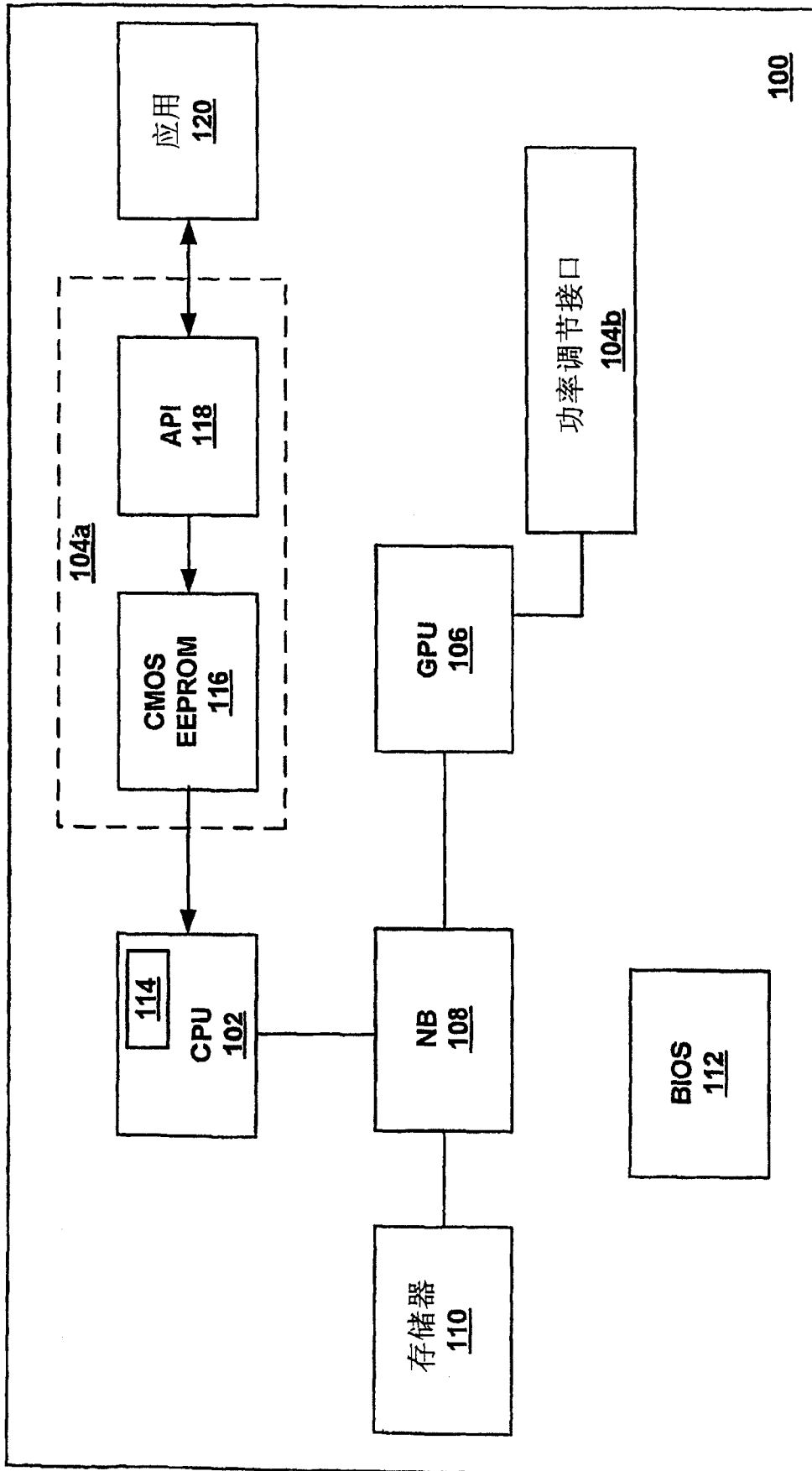


图2

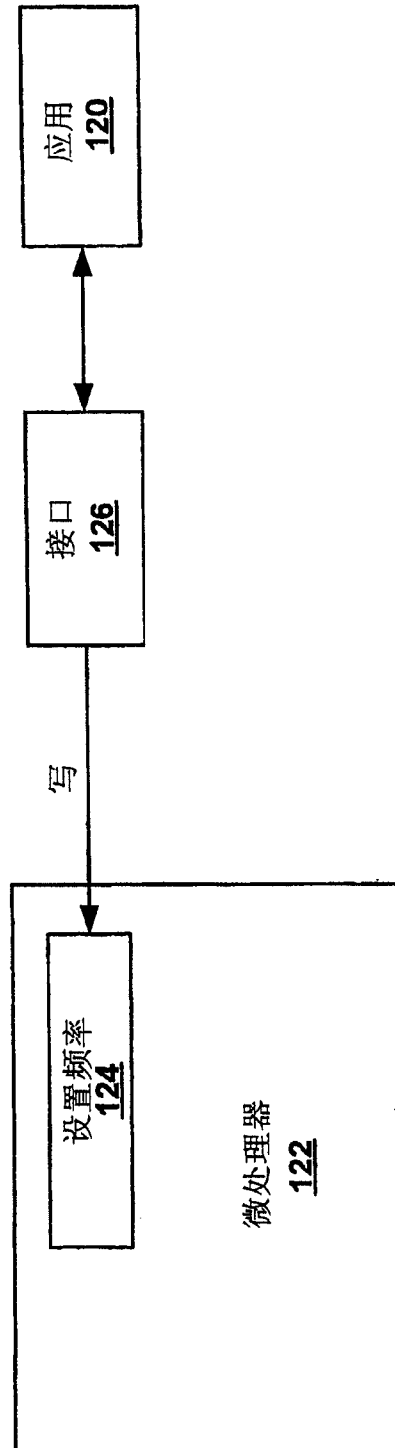


图3



128

|       | $I(f_I)$ | $P(f_P)$ | $B(f_B)$ |
|-------|----------|----------|----------|
| $t_0$ | $x_0$    | $y_0$    | $z_0$    |
| $t_1$ | $x_1$    | $y_1$    | $z_1$    |
| $t_2$ | $x_2$    | $y_2$    | $z_2$    |
| $t_n$ | $x_n$    | $y_n$    | $z_n$    |

130

134

图4

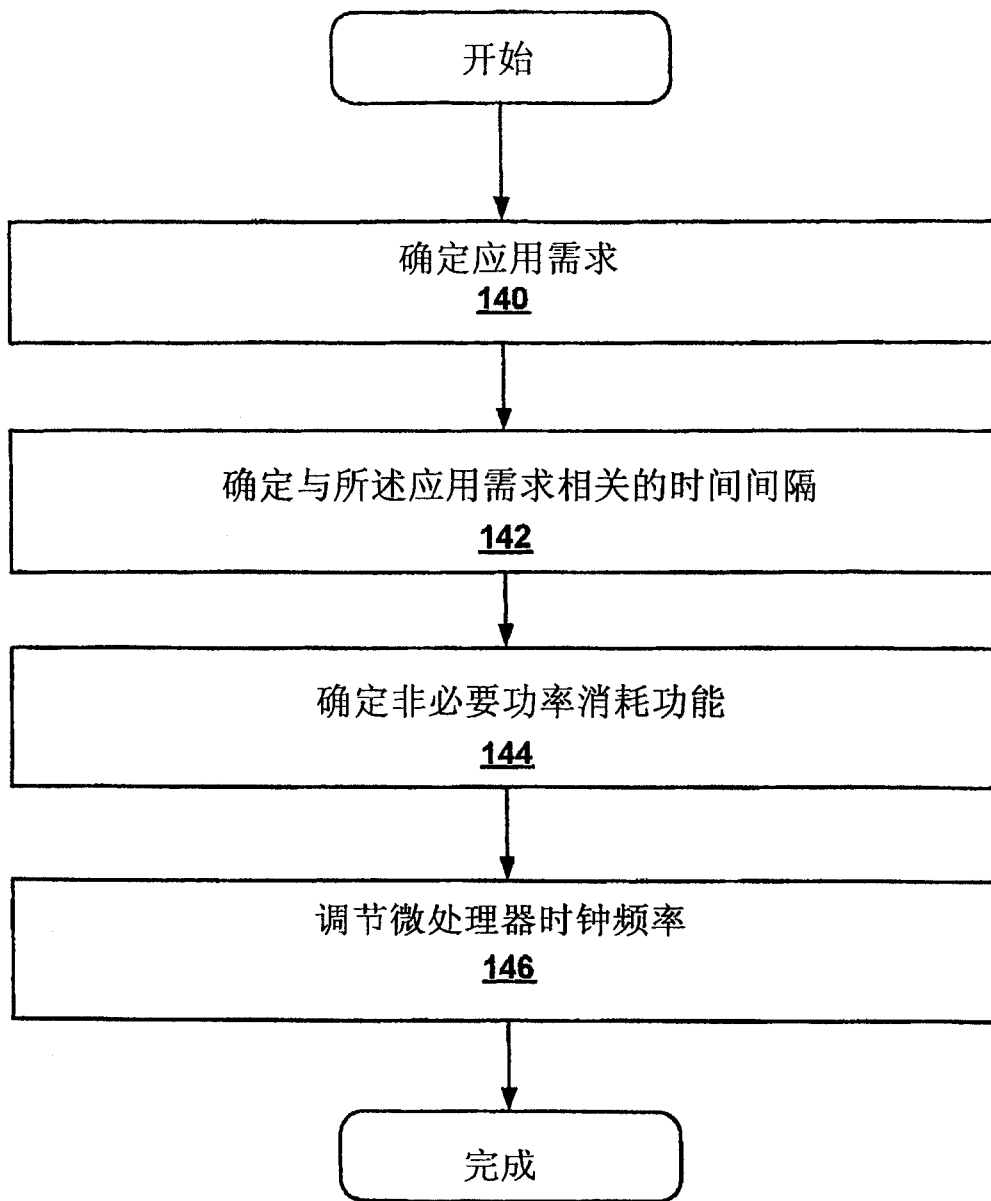


图5

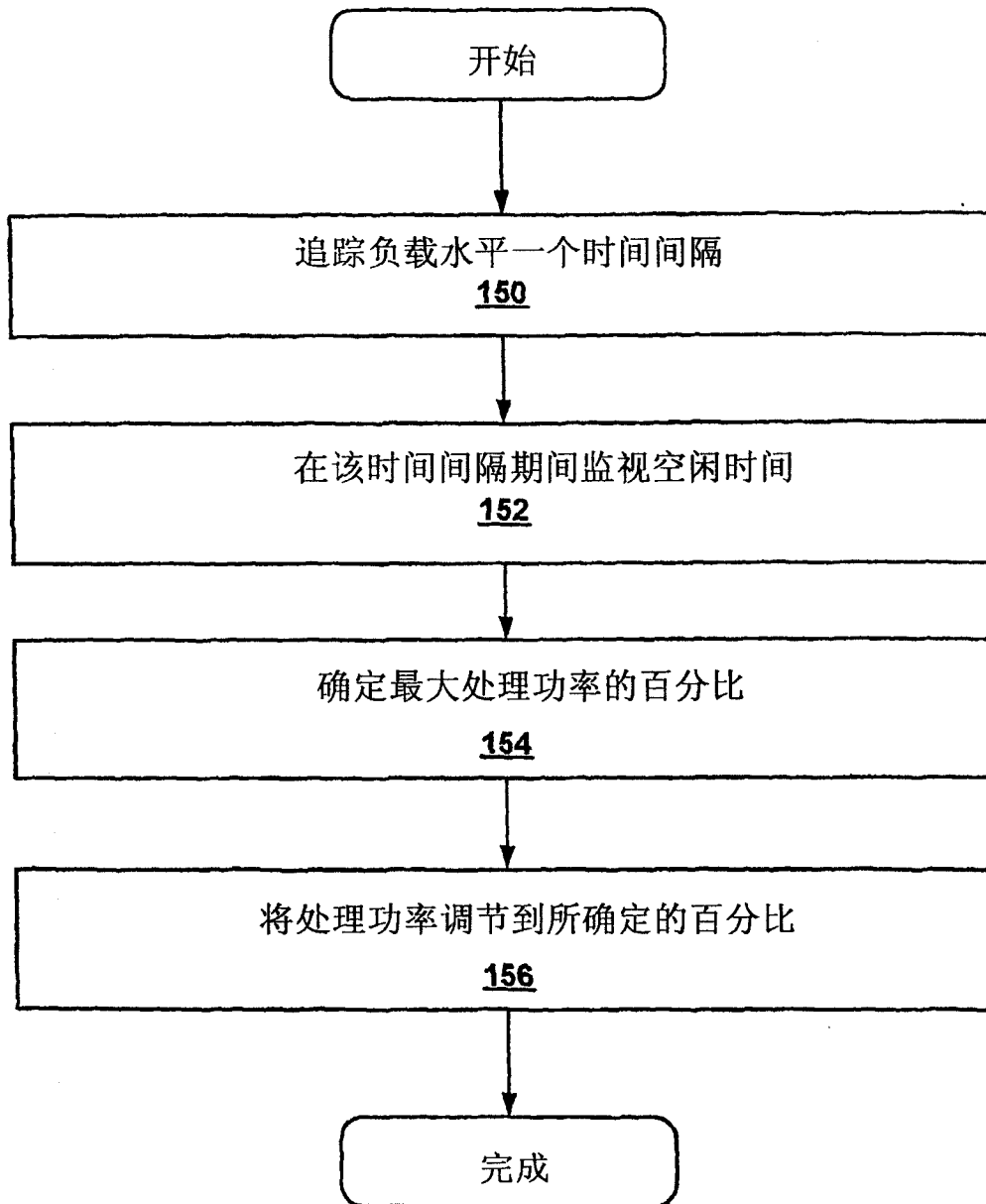


图6