

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102971937 A

(43) 申请公布日 2013. 03. 13

(21) 申请号 201180031254. 4

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011. 06. 20

H02J 9/00 (2006. 01)

(30) 优先权数据

H02J 13/00 (2006. 01)

12/822949 2010. 06. 24 US

G06F 1/26 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 12. 24

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2011/041022 2011. 06. 20

(87) PCT申请的公布数据

W02011/163103 EN 2011. 12. 29

(71) 申请人 微软公司

地址 美国华盛顿州

(72) 发明人 E. C. 彼得森 S. L. 哈里斯

C. L. 贝拉迪 F. J. 维尔茨

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 李静岚 汪扬

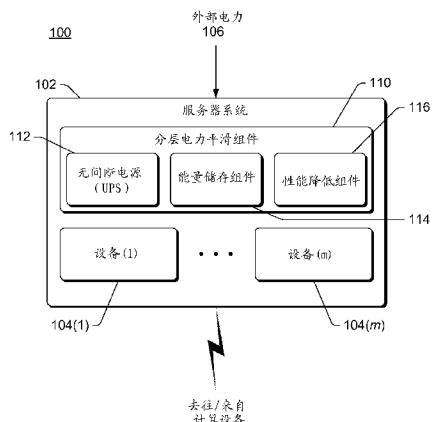
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 5 页

(54) 发明名称

分层电力平滑

(57) 摘要

为包括具有多层的分层电力平滑环境的系统中的一个或更多设备提供电力。响应于所述一个或更多设备的电力使用峰值，从所述多层当中的第一层中的第一电力平滑组件提供电力。此外，如果所述多层当中的下一个更低层中的电力平滑组件无法为电力使用峰值提供足够的电力，则从所述多层当中的每一个其他层中的电力平滑组件为所述一个或更多设备提供电力。如果所述多层当中的电力平滑组件无法为电力使用峰值提供足够的电力，则响应于电力使用峰值降低所述一个或更多设备的至少其中之一的性能。



1. 一种系统中的方法,所述方法包括 :

响应于系统中的一个或更多设备的电力使用峰值,从具有多层的分层电力平滑环境当中的第一层中的第一电力平滑组件为所述一个或更多设备提供电力;

如果第一层中的电力平滑组件无法为所述电力使用峰值提供足够的电力,则响应于所述电力使用峰值从分层电力平滑环境的所述多层当中的第二层中的第二电力平滑组件为所述一个或更多设备提供电力;以及

如果第一和第二电力平滑组件无法为所述电力使用峰值提供足够的电力,则响应于所述电力使用峰值降低所述一个或更多设备的至少其中之一的性能。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其中,第一层包括一个或更多能量储存组件,其与所述多层当中的其他层中的电力平滑组件相比更快地通过为所述一个或更多设备提供电力而对电力使用峰值做出响应。

3. 如权利要求 1 所述的方法,其中,第一电力平滑组件包括一个或更多电容器。

4. 如权利要求 3 所述的方法,其中,一个或更多附加电力平滑组件当中的每一个包括一个或更多无间断电源的一块或更多块电池。

5. 如权利要求 1 所述的方法,降低一个或更多设备的至少其中之一的性能包括:向一个或更多设备的所述至少其中之一发送信号以便节制其性能。

6. 如权利要求 1 所述的方法,其中,如果第一层中的第一电力平滑组件不保有足以在电力使用峰值的持续时间内为一个或更多设备提供峰值电力的电荷,则第一电力平滑组件无法为所述电力使用峰值提供足够的电力,其中所述峰值电力包括超出为所述一个或更多设备提供电力的电源的电力容量的所述一个或更多设备的电力使用。

7. 如权利要求 6 所述的方法,其中,电源的电力容量包括电源的最大电力容量。

8. 如权利要求 1 所述的方法,其中,如果第二层中的第二电力平滑组件不保有足以在电力使用峰值的持续时间内为一个或更多设备提供峰值电力并且同时仍然满足阈值电荷水平的电荷,则第二电力平滑组件无法为所述电力使用峰值提供足够的电力,其中所述峰值电力包括超出为所述一个或更多设备提供电力的电源的最大电力容量的所述一个或更多设备的电力使用。

9. 如权利要求 8 所述的方法,其中,电源的电力容量包括电源的最大电力容量。

10. 如权利要求 1 所述的方法,其还包括:在电力使用峰值已经过去之后,停止降低一个或更多设备的至少其中之一的性能。

11. 一种系统,其包括:

具有多层的分层电力平滑环境的一层中的第一电力平滑组件,该第一电力平滑组件响应于系统中的一个或更多设备的电力使用峰值为所述一个或更多设备提供电力;

分层电力平滑环境的另一层中的第二电力平滑组件,如果第一电力平滑组件没有为所述电力使用峰值提供足够的电力,则第二电力平滑组件响应于所述电力使用峰值为系统中的所述一个或更多设备提供电力;以及

分层电力平滑环境的附加层中的第三电力平滑组件,如果第一电力平滑组件和第二电力平滑组件没有为所述电力使用峰值提供足够的电力,则第三电力平滑组件降低所述一个或更多设备的至少其中之一的性能。

12. 如权利要求 11 所述的系统,其中,第一电力平滑组件比第二电力平滑组件和第三

电力平滑组件更快地通过为所述一个或更多设备提供电力而对电力使用峰值做出响应。

13. 如权利要求 11 所述的系统, 其中, 第一电力平滑组件包括一个或更多无间断电源中的一个或更多电容器。

14. 如权利要求 13 所述的系统, 其中, 第二电力平滑组件包括一个或更多无间断电源中的一块或更多块电池。

15. 如权利要求 11 所述的系统, 降低一个或更多设备的至少其中之一的性能包括: 向一个或更多设备的所述至少其中之一发送信号以便节制一个或更多设备的所述至少其中之一的性能。

分层电力平滑

背景技术

[0001] 可能会出现其中希望有多台计算机在特定位置处一起操作以便提供某项服务的情况,比如通过因特网提供服务的数据中心或服务器丛集。但是这些位置处的计算机并不总是消耗恒定数量的电力。相反,所述计算机的电力使用常常会经历暂时性的峰值。在这些位置处具有足够大的电源从而确保计算机在这样的电力使用峰值期间有足够电力的做法可能是成问题的,因为尽管这样的峰值仅仅是暂时性的,但是在所述峰值期间具有可用于提供给计算机的电力的做法可能代价高昂。

发明内容

[0002] 提供本概要是为了以简化形式介绍将在下面的详细描述部分中进一步描述的概念的选择。本概要不意图标识出所要求保护的主题内容的关键特征或本质特征,也不意图被用来限制所要求保护的主题内容的范围。

[0003] 根据一个或更多方面,一种系统中的分层电力平滑环境具有多层以及所述多层当中的每一层中的电力平滑组件。响应于系统中的一个或更多设备的电力使用峰值,从多层次当中的第一层中的第一电力平滑组件为所述一个或更多设备提供电力。此外,如果第一电力平滑组件无法为所述电力使用峰值提供足够的电力,则从所述多层次当中的第二层中的第二电力平滑组件为所述一个或更多设备提供电力。如果第一和第二电力平滑组件无法为所述电力使用峰值提供足够的电力,则响应于所述电力使用峰值降低所述一个或更多设备的至少其中之一的性能。

附图说明

[0004] 在附图中,相同的附图标记始终被用来指代相同的特征。

[0005] 图 1 示出了根据一个或更多实施例的实施分层电力平滑的示例性系统。

[0006] 图 2 示出了根据一个或更多实施例的包括多层次的示例性分层电力平滑环境。

[0007] 图 3 示出了根据一个或更多实施例的包括多层次的另一种示例性分层电力平滑环境。

[0008] 图 4 是示出了根据一个或更多实施例的用于实施分层电力平滑的示例性处理的流程图。

[0009] 图 5 示出了可以被配置成实施根据一个或更多实施例的分层电力平滑的示例性计算设备。

具体实施方式

[0010] 在这里讨论了分层电力平滑。在包括一个或更多设备的系统中,在不同的分层中实施多个电力平滑组件。在所述一个或更多设备的电力使用峰值的情况下,一层或多层中的电力平滑组件尝试为所述电力使用峰值提供足够的电力。在不同层中使用不同类型的电力平滑组件,较低层中的电力平滑组件通常比更高层中的组件响应更快(并且通常在更

短的持续时间内提供电力)。在最高层中,如果较低层中的电力平滑组件无法为电力使用峰值提供足够的电力,则降低所述一个或更多设备的性能(例如对设备进行节制)。

[0011] 图 1 示出了根据一个或更多实施例的实施分层电力平滑的示例性系统 100。系统 100 包括操作来为各种计算设备提供一项或更多项服务的服务器系统 102。这些计算设备可以处在与服务器系统 102 物理上紧邻的位置,并且 / 或者处在广大的地理范围内(例如整个国家或整个世界)。服务器系统 102 可以通过多种不同的网络与这样的计算设备进行通信,其中包括因特网、局域网(LAN)、蜂窝式或其他电话网、内联网、其他公共和 / 或专有网络及其组合等等。服务器系统 102 可以由多种不同类型的计算设备访问,比如台式计算机、膝上型或笔记本计算机、平板或记事本计算机、移动站、娱乐电器、电视、可通信地耦合到显示设备的机顶盒、蜂窝式或其他无线电话、游戏机、汽车计算机等等。

[0012] 服务器系统 102 可以为计算设备提供多项不同服务当中的一项或更多项。举例来说,服务器系统 102 可以提供以下服务当中的一项或更多项:社交网络服务、电子邮件服务、搜索服务、信息资源 / 存储服务、消息传送服务、图像和 / 或视频共享服务、游戏或其他娱乐服务等等。由服务器系统 102 提供的一项或更多项服务可以是公共可用的,或者可替换地可以把对于所述服务当中的一项或更多项的访问限制到特定用户(例如具有由服务器系统 102 的服务验证的有效帐户的那些用户)。

[0013] 服务器系统 102 包括操作来提供由服务器系统 102 所提供的一项或更多项服务的功能的多个(m 个)设备 104(1),...,104(m)。设备 104 通常包括一台或多台服务器计算机,比如机架服务器或刀片服务器,并且因此系统 102 也被称作服务器系统。可替换地可以包括多种其他类型的设备或组件以作为设备 104,比如其他类型的计算设备、联网组件(例如网关、路由器、交换机等等)、数据存储组件(例如一个或更多磁盘驱动器)、冷却组件(例如风扇)等等。

[0014] 在一个或更多实施例中,设备 104 位于服务器系统 102 的机架内。机架是可以将多个机壳插入、安放或者以其他方式放置在其中的物理结构或外罩。可替换地设备 104 可以被分组到其他容器、安放单元或其他分组配置中。举例来说,设备 104 可以被独立容纳(例如不处在机架内)并且通过网络或其他通信链接彼此通信。因此服务器系统 102 的范围例如可以从通过因特网提供服务的包括容纳在大量机架中的数以千计的服务器的大型数据中心或服务器丛集,到通过 LAN 为小型公司提供服务的处于其自身的单独外罩中的少数几台服务器计算机。

[0015] 服务器系统 102 接收外部电力 106。外部电力 106 可以是接收自一个或更多传统外部电源,比如由电力公用事业公司管理的电站。外部电力 106 也可以是接收自备用发电机,其在来自另一来源(例如电力公用事业公司)的电力中断的情况下作为备用电源操作。这样的备用发电机例如可以是柴油供电或汽油供电的发电机、基于燃料电池的发电机等等。外部电力 106 可以是由服务器系统 102 转换成 DC 电力的 AC 电力,并且 / 或者可以是 DC 电力(其可以或者可以不被服务器系统 102 转换到不同的电压水平)。

[0016] 可能会出现在一个或更多设备 104 中有电力使用峰值的情况。电力使用峰值指的是其中由一个或更多设备消耗的电力数量满足(例如等于或大于)一定阈值数量的情况。该阈值数量例如可以由服务器系统 102 的设计者或管理员设定。该阈值数量例如可以是基于一个或更多设备消耗的平均电力数量(例如在一段时间内的平均,比如几分钟、几小时、几

天等等)。

[0017] 服务器系统 102 包括分层电力平滑组件 110。分层电力平滑组件 110 包括操作来在电力使用峰值期间为一个或更多设备 104 提供电力的多个组件。该电力是针对外部电力 106 的补充。分层电力平滑组件 110 包括多个不同层中的组件, 正如下面将更加详细地讨论的那样。

[0018] 分层电力平滑组件 110 包括一个或更多无间断电源(UPS)112、一个或更多其他能量储存组件 114 以及一个或更多性能降低组件 116。可替换地, 在组件 110 中可以包括其他电力平滑组件以作为 UPS 112、能量储存组件 114 和性能降低组件 116 当中的一项或更多项的补充和 / 或替换。

[0019] 每一个 UPS 112 包括一块或更多块电池, 从而也是能量储存组件。这些电池可以是多种不同类型的电池, 比如密封铅酸电池、锂离子电池等等。能量储存组件 114 是除了 UPS 的电池之外的其他类型的能量储存组件, 比如一个或更多电容器。能量储存组件 114 也可以生成能量, 比如一台或更多台备用发电机。性能降低组件 116 例如通过使用节制来降低一个或更多设备 104 的性能。通过节制会降低设备 104 的性能, 从而同时减少设备 104 的电力消耗。性能降低组件 116 向其中一个或更多设备 104 发送信号或请求, 以表明所述一个或更多设备应当节制其性能。这些设备被按照不同方式配置成降低或节制其性能, 比如通过减少去到某一组件(处理器)的电力、关停某一组件(例如关停多个处理器核心的其中之一)、减慢某一组件的操作(例如降低处理器的时钟速度或者盘驱动器的旋转速度)等等。

[0020] 除了电力平滑之外, 还可以将一个或更多分层电力平滑组件 110 用于服务器系统 102 内的其他操作。举例来说, UPS 112 检测外部电力 106 的中断, 并且在外部电力 106 中断的情况下为设备 104 提供电力(DC 电力或 AC 电力)。UPS 112 例如可以在从来自另一来源(比如电力公用事业公司)的电力中断到备用发电机生成足以供给服务器系统 102 供电的 AC 电力之间的时间段期间为设备 104 提供电力。UPS 112 还可以在没有用于服务器系统 102 的备用发电机的情况下为设备 104 提供电力。作为另一个例子, 可以响应于其他事件利用性能降低组件 116 来降低一个或更多设备 104 的性能, 比如响应于希望减少系统 102 中的电力消耗。

[0021] 不同的分层电力平滑组件 110 可以在物理上位于服务器系统 102 的不同区域内。举例来说, UPS 112 可以是与设备 104 处于相同的房间(或相同的建筑物)内的处于其自身外罩中的单个全服务器系统 UPS, 其为服务器系统 102 中的所有设备提供电力并且为多个设备级别的 UPS 提供电力, 其中所述多个设备级别的 UPS 分别位于设备 104 内并且分别为单个设备 104 提供电力。各个 UPS 112 也可以位于多个区域内, 比如服务器系统级别的 UPS 处于与设备 104 分开的房间内并且为设备 104 的多个机架提供电力, 机架级别的 UPS 被包括在与一些设备 104 相同的机架内并且为该相同机架中的设备 104 提供电力, 设备级别的 UPS 被包括在设备 104 内并且为该设备 104 提供电力, 以及前述情况的组合等等。作为另一个例子, 能量储存组件 114 (比如电容器)可以与一些设备 104 一起被包括在特定机架中、可以被包括在设备 104 内等等。

[0022] 此外, 虽然被显示为服务器系统 102 的一部分, 但是一个或更多分层电力平滑组件 110 也可以被实施在服务器系统 102 外部。举例来说, UPS 112 可以被实施在服务器系统 102 外部, 发电机可以被实施在服务器系统 102 外部等等。

[0023] 在一个或更多实施例中,不同的能量储存组件(UPS 112和其他能量储存组件 114)被配置成通过在电力使用峰值期间为一个或更多设备 104 提供电力而对电力使用峰值做出响应。不同的技术被用来实施不同类型的组件,并且这些不同技术在不同速率下(通过在电力使用峰值期间提供电力)做出响应。与分层电力平滑组件 110 的较高层中的组件相比,分层电力平滑组件 110 的较低层中的组件更快做出响应(但是通常在更短持续时间内提供电力)。举例来说,分层电力平滑组件 110 的最低层中的组件可以是对于电力使用峰值非常快速地做出响应的电容器,而分层电力平滑组件 110 的更高层可以是对于电力使用峰值更慢做出响应的电池。

[0024] 服务器系统 102 中的特定分层电力平滑组件 110 的物理位置至少部分地基于组件 110 的特定类型和被用来实施这些不同类型的组件 110 的特定技术而变化。与物理位置远离设备 104 的组件相比,物理位置更靠近系统 102 中的设备 104 的组件是可以更加快速地在电力使用峰值期间做出响应并提供电力的组件。与在电力使用峰值期间较慢做出响应并提供电力的组件相比,这些更快做出响应的组件通常(但是不一定)也能够在更短持续时间的峰值期间提供电力。

[0025] 此外还应当提到的是,这里的讨论提到了电力使用峰值,其也可以被称作电力上尖峰。这里所讨论的分层电力平滑可以类似地被用来在电力下尖峰或电力损失期间提供电力。因此,可以类似地检测电力下尖峰或电力损失,并且可以类似于在电力上尖峰期间提供电力而在电力下尖峰或电力损失期间由分层电力平滑组件 110 提供电力。

[0026] 还可以在分层电力平滑组件的更高层中检测电力下尖峰或电力损失,并且可以把关于电力下尖峰或电力损失的指示传送到更低层的分层电力平滑组件。这样可能导致降低分层电力平滑组件当中的一个或更多组件针对电力使用峰值提供足够电力的能力,正如下面将讨论的那样(例如电力下尖峰或电力损失可能导致更大并且 / 或者持续时间更长的电力使用峰值)。

[0027] 图 2 示出了根据一个或更多实施例的包括多层的示例性分层电力平滑环境 200。分层电力平滑环境 200 例如是利用图 1 的分层电力平滑组件 110 实施的。分层电力平滑环境 200 可以用软件、固件、硬件或其组合来实施。分层电力平滑环境 200 仅仅是一个例子,并且其他环境可以使用不同的组件。

[0028] 分层电力平滑环境 200 在电力使用峰值期间为特定设备提供电力。相应地,不同的分层电力平滑环境 200 可以被用于服务器系统中(例如图 1 的服务器系统 102 中)的不同设备集合。

[0029] 分层电力平滑环境 200 包括四层 202(1)、202(2)、202(3) 和 202(4)。各层 202 在分层结构中从最低层(层 202(1))到最高层(层 202(4))被排序。每一层 202 包括不同类型的电力平滑组件。

[0030] 在最低层(即层 202(1))中,一个或更多电容器 210 被包括为能量储存组件。这些电容器 210 的物理位置靠近分层电力平滑环境 200 为之提供电力的设备。举例来说,电容器 210 可以位于分层电力平滑环境 200 为之提供电力的设备中,或者可以处于与分层电力平滑环境 200 为之提供电力的设备相同的机架中。电容器 210 对电力使用峰值快速做出响应,从而与更高层(即层 202(2)、202(3) 和 202(4))中的组件相比更快地在这样的电力使用峰值期间为设备提供电力。

[0031] 在下一个更高层(即层 202(2))中,UPS 的一块或更多块电池被包括为能量储存组件。这些电池 212 的物理位置通常靠近分层电力平滑环境 200 为之提供电力的设备,但是可以没有电容器 210 那样靠近。电池 212 例如可以处于分层电力平滑环境 200 为之提供电力的设备中,处于与分层电力平滑环境 200 为之提供电力的设备相同的机架中,或者替换地处于服务器系统中的别处。电池 212 对于电力使用峰值的响应慢于电容器 210,但是与电容器 210 所能提供的电力相比通常也能够为更长的电力使用峰值提供电力。电池 212 也能够对电力使用峰值做出响应,从而与更高层(即层 202(3) 和 202(4))中的组件相比更快地在这样的电力使用峰值期间为设备提供电力。

[0032] 在下一个更高层(即等 202(3))中,发电机 214 被包括为能量储存组件。发电机 214 的物理位置与电容器 210 和电池 212 相比通常更加远离设备。举例来说,发电机 214 可以位于与分层电力平滑环境 200 为之提供电力的设备相同的建筑物的不同房间内,或者可以位于不同的建筑物中。发电机 214 对于电力使用峰值的响应慢于电容器 210 和电池 212,但是与电容器 210 或电池 212 所能提供的电力相比通常也能够为更长的电力使用峰值提供电力。

[0033] 在最高层(即层 202(4))中,设备节制 216 被包括为电力平滑组件。在层 202(4) 中,向其中一个或更多设备发送信号或请求以表明所述一个或更多设备应当节制其性能,从而减少这样的设备的电力使用。设备节制 216 是最高层,并因此在较低层(即层 202(1)、202(2) 和 202(3))中的能量储存组件不再能够为电力使用峰值提供足够电力之后被使用。较低层中的能量储存组件可能不再能够为电力使用峰值提供足够电力的原因例如是能量储存组件中的电荷已经耗尽,峰值大于能量储存组件所能提供的电力数量等等。设备节制 216 可以被无限期地使用。

[0034] 在图 2 的例子中示出了电容器能量储存装置 210、电池能量储存装置 212 和发电机能量储存装置 214。更一般来说,电容器能量储存装置 210 可以是在非常少量的时间内提供非常少量的能量(例如在少于 1 秒钟内提供少于 200 瓦特)的多种能量储存组件当中的任一种,电池能量储存装置 212 可以是在少量时间内提供少量能量(例如在少于 10 分钟内提供少于 200 兆瓦特)的多种能量储存组件当中的任一种,并且发电机能量储存装置 214 可以是在大量时间内提供大量能量(例如在几天内(例如只要发电机有燃料即可)提供少于 30 兆瓦特)的多种能量储存组件当中的任一种。电池能量储存装置 212 比电容器能量储存装置 210 提供更多能量并且 / 或者在更长时间内提供能量,发电机能量储存装置 214 比电池能量储存装置 212 提供更多能量并且 / 或者在更长时间内提供能量。

[0035] 因此,在分层电力平滑环境 200 中,快速响应电力平滑组件处于更低层并且物理上更靠近分层电力平滑环境 200 为之提供电力的设备。因此,快速响应电力平滑组件能够在出现电力使用峰值时快速为设备提供电力。响应较慢的电力平滑组件处于更高层并且物理上更加远离分层电力平滑环境 200 为之提供电力的设备。但是与响应更快的电力平滑组件相比,这样的响应较慢的电力平滑组件通常可以为更长的电力使用峰值提供电力。因此,响应较慢的电力平滑组件能够在出现电力使用峰值时在更长持续时间内提供电力(例如在更低层的电力平滑组件中的电荷已经耗尽之后继续为电力使用峰值提供电力)。

[0036] 图 3 示出了一个或更多实施例的包括多层的另一种示例性分层电力平滑环境 300。分层电力平滑环境 300 例如是利用图 1 的分层电力平滑组件 110 来实施的。分层电

力平滑环境 300 可以用软件、固件、硬件或其组合来实施。分层电力平滑环境 300 是分层电力平滑环境的一般性实例，并且环境 300 可以是图 2 的分层电力平滑环境 200。

[0037] 分层电力平滑环境 300 包括多(n)层 302(1), 302(2), ..., 302(n)。各层 302 在分层结构中从最低层(即层 302(1))到最高层(即层 302(n))被排序。举例来说，层 302(2) 是层 302(1) 的下一个更高层，并且层 302($n-1$) 是层 302(n) 的下一个更低层。

[0038] 每一层 302 包括电力平滑组件 304 和峰值检测组件 306。可替换地，可以由多层 302 使用相同的一个或更多峰值检测组件 306。不同层 302 中的电力平滑组件 304 通常 是不同类型的电力平滑组件。不同的技术被用来实施不同层 302 中的不同类型的组件。正如前面所讨论的那样，这些不同技术被配置成对电力使用峰值做出响应(在其间提供峰值电力)。与分层电力平滑环境的更高层中的组件相比，分层电力平滑环境 300 的较低层中的电力平滑组件更快地做出响应(但是通常在更短持续时间内提供电力)。举例来说，层 302(x) 中的组件(其中 $x \leq n$) 通常比层 302($x+1$) 中的组件更快做出响应但是在更短持续时间内提供电力，并且比层 302($x-1$) 中的组件更慢做出响应但是在更长持续时间内提供电力。

[0039] 层 302 的数目以及不同层 302 中的组件的特定类型由实施分层电力平滑环境 300 的服务器系统的管理员和 / 或顾客选择，以便提供所述管理员和 / 或顾客所期望的电力平滑。此外，一层中的电力平滑组件 304 对电力使用峰值做出响应所花费的时间可以被管理员和 / 或顾客用作确定将在下一个更低层中采用的电力平滑组件 304 的数目和 / 或容量的基础。举例来说，将在层 302(1) 中使用的电容器的数目和 / 或容量可以基于层 302(2) 中的电池对电力使用峰值做出响应所花费的时间量来选择，从而使得层 302(1) 中的电容器为电力使用峰值提供足够的电力直到层 302(2) 中的电池能够为电力使用峰值提供电力为止。

[0040] 在每一层 302 中，通过该层中的峰值检测组件 306 来检测采用分层电力平滑环境 300 的服务器系统(例如图 1 的服务器系统 102)中的一个或更多设备的电力使用峰值。峰值检测组件 306 可以通过多种不同方式来检测电力使用峰值。在一个或更多实施例中，服务器系统中的设备由一个或更多电源供电。每一个电源可以为一个或更多设备提供电力(例如为单个设备、一个机架中的设备或者其他设备总集等等提供电力)。通过监测与所述一个或更多设备相关联的电源有关的各项指标当中的一项或更多项来检测电力使用峰值，以便确定峰值电力使用何时满足(例如等于或超出)一定阈值。该阈值例如可以是电源的最大电力容量、设定在电源的最大电力容量以下的某一点处的数值(例如电源的最大电力容量的 90%)等等。如果由电源供电的一个或更多设备的阈值当前电力使用满足(例如等于或超出)所述阈值，则检测到电力使用峰值的存在。

[0041] 可以使用多项指标当中的一项或更多项来识别从电源接收电力的设备的电力使用。举例来说，可以例如通过使用串联电阻器或电感回路来监测去到电源的 AC 电力的输入电流。作为另一个例子，可以例如通过使用串联电阻器、电感回路或者监测输出 FET (场效应晶体管)两端的电压降来监测电源的输出电流。作为另一个例子，可以监测电源的输出整流器的开关频率。

[0042] 在服务器系统中，一个或更多电源为服务器系统中的设备提供电力，并且不同的服务器系统可以被配置成具有处于不同位置的电源。举例来说，特定服务器系统可以具有为该服务器系统的所有机架提供电力的备用发电机，并且每一个机架可以具有为该机架中

的一个或更多设备提供电力的一个或更多电源。作为另一个例子，特定服务器系统可以具有为该服务器系统的所有机架提供电力的备用发电机，并且每一个机架中的每一个设备可以具有为该设备提供电力的电源。

[0043] 每一层 302 通常与服务器系统的特定电源相关联。由特定层 302 中的峰值检测组件 306 检测到的电力使用峰值是由与该层相关联的特定电源供电的一个或更多设备的电力使用峰值。响应于所检测到的电力使用峰值，电力平滑组件 304 为由与该层相关联的电源供电的设备的电力使用峰值提供电力。举例来说，层 302(1) 可以与服务器系统的特定机架相关联，并且峰值检测组件 306(1) 检测到该特定机架中的设备的(总体) 电力使用峰值。响应于所检测到的电力使用峰值，电力平滑组件 304(1) 为该特定机架中的设备提供电力。作为另一个例子，层 302(2) 可以与为服务器系统的多个机架提供电力的备用发电机相关联，并且峰值检测组件 306(2) 检测到服务器系统中的所述多个机架的(总体) 电力使用峰值。响应于所检测到的电力使用峰值，电力平滑组件 304(2) 为所述多个机架中的设备提供电力。

[0044] 响应于由特定层 302 中的峰值检测组件 306 检测到电力使用峰值，该特定层 302 中的电力平滑组件 304 尝试为所述电力使用峰值提供足够的电力。峰值检测组件 306 可以向该特定层 302 中的电力平滑组件 304 发送命令或信号以便在峰值期间提供电力，或者可以通过其他方式将电力平滑组件 304 配置成在峰值期间自动提供电力。如果该特定层中的电力平滑组件 304 成功地为电力使用峰值提供了足够的电力，则来自其他层 302 的电力平滑组件不需要为所述电力使用峰值提供电力。

[0045] 但是如果特定层 302 中的电力平滑组件无法为电力使用峰值提供足够的电力，则该层(即其中检测到电力使用峰值的下一个更高层)中的电力平滑组件 304 尝试为电力使用峰值提供足够的电力。该电力可以是针对由更低层提供的电力的补充或可替换地替换。

[0046] 可以通过多种不同方式确定或识别出特定层中的电力平滑组件是否能够为电力使用峰值提供足够的电力。在一个或更多实施例中，电力平滑组件保有特定数量的电荷或能量。基于电力平滑组件是否保有足够的电荷来确定电力平滑组件是否可以为所述电力使用峰值提供足够的电力。峰值电力指的是一个或更多设备的超出为所述一个或更多设备提供电力的电源的特定电力容量的电力使用。该特定电力容量可以是电源的最大电力容量，或者可替换地可以是另一个数值(例如最大电力容量的一定分数(例如最大电力容量的 90%)、作为如前面所讨论的那样被用于确定是否出现了电力使用峰值的阈值数量的一定数量等等)。

[0047] 可替换地，可以基于电力平滑组件是否保有足够的电荷来确定电力平滑组件是否可以为所述电力使用峰值提供足够的电力。该阈值电荷水平例如可以是 UPS 的电池为了在来自外部电源的电力(例如图 1 的外部电力 106)发生中断的情况下在至少一定阈值时间量内为所述一个或更多设备供电而要保持的电荷数量。

[0048] 在一个或更多实施例中，不同层 302 中的电力平滑组件 304 和峰值检测组件 306 操作来独立于彼此在电力使用峰值期间提供电力。在每一层 302 中，当峰值检测组件 306 检测到电力使用峰值时，该层中的电力平滑组件 304 通过为所述电力使用峰值提供电力而做

出响应。对于如前面讨论的在不同层中使用不同类型的组件的情况,这样会导致多层的峰值检测组件 306 检测到电力使用峰值,并且所述多层当中的每一层中的电力平滑组件 304 通过为电力使用峰值提供电力而对所述检测做出响应。但是由于不同层中的不同类型的组件具有不同的响应时间,因此与更高层相比,更低层 302 将更加快速地为电力使用峰值提供电力。

[0049] 可替换地,在一个或更多实施例中,各个峰值检测组件 306 可以彼此传送关于电力使用峰值的各种信息或数据。该信息或数据可以包括标识出由特定峰值检测组件 306 检测到电力使用峰值的信息。举例来说,峰值检测组件 306(1) 可以向峰值检测组件 306(2) 提供表明峰值检测组件 306(1) 已检测到电力使用峰值的指示,并且该指示可以被传递到更高层中的峰值检测组件 306。

[0050] 在各个峰值检测组件之间传送的该信息或数据还可以包括标识出是否要对电力使用峰值做出响应的信息。举例来说,峰值检测组件 306(n) 可以向峰值检测组件 306(n-1) 提供关于不要再在电力使用峰值期间提供电力的指示,这是因为峰值检测组件 306(n) 现在能够为所述电力使用峰值提供电力。

[0051] 还应当提到的是,在特定电力使用峰值期间,可以由少于所有的电力平滑组件 304 提供电力。举例来说,如果特定电力使用峰值非常短并且电力平滑组件 304(1) 具有足以以为所述电力使用峰值提供电力的容量,则其他电力平滑组件(例如电力平滑组件 304(2)…304(n))不需要在该电力使用峰值期间提供电力。这样的其他电力平滑组件可以开始对电力使用峰值做出响应,但是所述峰值在这样的其他电力平滑组件能够提供电力之前已结束。

[0052] 分层电力平滑环境 300 中的最高层(层 302(n))中的电力平滑组件 304(n) 降低一个或更多设备的性能。电力平滑组件 304(n) 例如通过如前面所讨论的那样对设备进行节制来降低所述一个或更多设备的性能。为之降低性能的一个或更多设备是由与最高层(层 302(n))相关联的特定电源供电的一个或更多设备。举例来说,如果与最高层相关联的电源是用于服务器系统的备用发电机,则降低服务器系统中的一个或更多设备的性能。作为另一个例子,如果与最高层相关联的电源是用于服务器系统中的特定机架的电源,则降低该特定机架中的一个或更多设备的性能。

[0053] 电力平滑组件 304(n) 可以降低从与最高层相关联的特定电源接收电力的所有设备的性能,或者可替换地降低一个或更多所选设备的性能(例如具有最高电力使用峰值的一个或更多设备、被识别为更低优先级设备的一个或更多设备等等)。此外,电力平滑组件 304(n) 可以降低从与最高层相关联的特定电源接收电力的特定的一个或更多设备的性能,而从与最高层相关联的特定电源接收电力的其他设备则从更低层中的能量储存组件(例如低于层 302(n) 的层中的一个或更多电力平滑组件)继续接收用于所述电力使用峰值的电力。

[0054] 在电力使用峰值过去之后,为所述一个或更多设备提供电力的任何电力平滑组件 304 停止提供这样的电力。类似地,所述一个或更多设备的任何性能降低也被停止(例如向所述一个或更多设备发送信号或请求以便通知所述一个或更多设备其不再需要节制其性能)。峰值检测组件 306 检测何时不再有电力使用峰值,从而检测电力平滑组件 304 何时可以停止向所述一个或更多设备提供电力。可以根据各层的排序(从最高层到最低层)来停止

提供电力和降低性能。举例来说，随着电力使用峰值过去(或者随着峰值减小)，停止所述一个或更多设备的任何性能降低。随后停止供应由下一个最低层供应的任何电力，随后停止供应下一个最低层供应的电力，后面以此类推。

[0055] 此外，在电力使用峰值已经过去之后，可以对被用来在所述电力使用峰值期间为所述一个或更多设备提供电力的一个或更多组件进行再充电。举例来说，对电池进行再充电，对电容器进行再充电等等。此外，如果可以从电源获得足够的电力，则可以在电力使用峰值完全过去之前就对一个或更多组件进行再充电。

[0056] 虽然分层电力平滑环境 300 被显示为在每一层中具有单独的峰值检测组件 304，但是可替换地单个峰值检测组件 304 可以对应于并且被用于分层电力平滑环境 300 中的多(例如所有)层 302。在这样的实施例中，所述单个峰值检测组件 304 检测电力使用峰值并且调用相应的多层次 302 的电力平滑组件来尝试为电力使用峰值提供足够的电力。

[0057] 因此，不同层中的不同能量储存组件被用来在电力使用峰值期间提供电力。不同的技术被用来实施不同层中的不同类型的能量储存组件，其中更低层中的能量储存组件比更高层中的能量储存组件响应更快(但是通常在更短持续时间内提供电力)。如果能量储存组件无法为电力使用峰值提供足够的电力，则降低设备的性能(例如利用节制)。

[0058] 图 4 是示出了根据一个或更多实施例的用于实施分层电力平滑的示例性处理 400 的流程图。处理 400 可以用软件、固件、硬件或其组合来实施。处理 400 被显示为步骤集合，并且不限于针对施行各个步骤的操作所示出的顺序。处理 400 是用于实施分层电力平滑的示例性处理；关于实施分层电力平滑的附加讨论被参照不同附图包括在此。

[0059] 在处理 400 中，监测一个或更多设备的电力使用(步骤 402)。所述一个或更多设备可以是由特定电源供电的设备，正如前面所讨论的那样。这一监测可以是监测与电源有关的各项指标当中的一项或更多项，正如前面所讨论的那样。

[0060] 处理 400 基于是否检测到一个或更多设备的电力使用峰值而继续(步骤 404)。如果没有检测到电力使用峰值，则处理返回到步骤 402，其中继续监测一个或更多设备的电力使用。

[0061] 但是如果检测到一个或更多设备的电力使用峰值，则从分层电力平滑环境中的一一个或更多能量储存组件向所述一个或更多设备提供电力(步骤 406)。这些能量储存组件可以包括不同层中的不同类型的能量储存组件(例如电容器、电池、发电机等等)，正如前面所讨论的那样。

[0062] 处理 400 基于在步骤 406 中由能量储存组件提供的电力是否是用于电力使用峰值的足够电力而继续(步骤 408)。可以通过多种不同方式确定或识别出由这些能量储存组件提供的电力是否是用于电力使用峰值的足够电力，正如前面所讨论的那样。

[0063] 如果在步骤 406 中由能量储存组件提供的电力不是用于电力使用峰值的足够电力，则降低所述一个或更多设备的至少其中之一的性能(步骤 410)。可以例如通过节制所述至少一个设备的性能来降低该至少一个设备的性能。处理 400 随后返回步骤 402，其中继续监测一个或更多设备的电力使用。

[0064] 回到步骤 408，如果在步骤 406 中由能量储存组件提供的电力是用于电力使用峰值的足够电力，则处理 400 基于先前是否降低了至少一个设备的性能而继续(步骤 412)。在前面讨论的步骤 410 中可能先前降低了至少一个设备的性能。

[0065] 如果先前没有降低至少一个设备的性能,则处理 400 返回步骤 402,其中继续监测一个或更多设备的电力使用。但是如果先前降低了至少一个设备的性能,则停止降低所述至少一个设备的性能(步骤 414)。处理 400 随后返回步骤 402,其中继续监测一个或更多设备的电力使用。

[0066] 因此可以看出,这里所讨论的分层电力平滑技术允许在降低一个或更多设备的性能之前由多个不同能量储存组件为电力使用峰值供电。举例来说,用于较短峰值的电力可以由电容器提供,用于较长峰值的电力可以由 UPS 电池提供,并且对于甚至更长的峰值则节制一个或更多设备的性能。这样就允许在需要降低一个或更多设备的性能之前由多个能量储存组件为其供电,从而允许其在更长时间量内继续运行在完全或所期望的性能水平。此外,允许所述一个或更多设备继续运行,而无须仅仅为了在这种电力使用峰值期间提供电力就降低其性能并且不需要在系统中有大量额外的电力容量可用。

[0067] 此外,回到图 1,包括在服务器系统 102 中的特定分层电力平滑组件 110 可以基于服务器系统 102 的管理员和 / 或顾客的期望而不同。不同的顾客可以选择不同的分层电力平滑组件 110,从而仅仅对于其希望具有的电力平滑能力招致成本。举例来说,设备 104 的第一集合可以由第一公司(或业务单位)拥有或租用,而设备的第二集合可以由第二公司(或业务单位)拥有或租用。第一公司可能希望将电容器、UPS 和设备节制包括在分层电力平滑组件 110 中。但是第二公司可能希望仅仅将设备节制包括在分层电力平滑组件 110 中。因此,第一公司招致购买及维护电容器、UPS 和设备节制组件的成本,而第二公司仅仅招致购买及维护设备节制组件的成本。

[0068] 图 5 示出了根据一个或更多实施例的可以被配置成实施分层电力平滑的示例性计算设备 500。计算设备 500 例如可以是用于图 1 的 UPS 112 的设备或控制器,或者是实施图 2 的分层电力平滑环境 200 或图 3 的分层电力平滑环境 300 的设备或控制器。计算设备 500 也可以是图 1 的设备 104。

[0069] 计算设备 500 包括一个或更多处理器或者处理单元 502、一个或更多计算机可读介质 504(其可以包括一个或更多存储器和 / 或存储组件 506)、一个或更多输入 / 输出(I/O)设备 508 以及允许各个组件和设备彼此通信的总线 510。计算机可读介质 504 以及 / 或者一个或更多 I/O 设备 508 可以被包括为计算设备 500 的一部分或者可替换地可以与之耦合。总线 510 代表几种类型的总线结构当中的一种或更多种,其中包括利用多种不同的总线体系结构的存储器总线或存储器控制器、外围总线、加速图形端口、处理器或局部总线等等。总线 510 可以包括有线和 / 或无线总线。

[0070] 存储器 / 存储组件 506 代表一种或更多种计算机存储介质。组件 506 可以包括易失性介质(比如随机存取存储器(RAM))和 / 或非易失性介质(比如只读存储器(ROM)、闪存、光盘、磁盘等等)。组件 506 可以包括固定介质(例如 RAM、ROM、固定硬盘驱动器等等)以及可移除介质(例如闪存驱动器、可移除硬盘驱动器、光盘等等)。

[0071] 这里讨论的技术可以用软件实施,其具有由一个或更多处理单元 502 执行的指令。应当认识到,不同的指令可以被存储在计算设备 500 的不同组件中,比如存储在处理单元 502 中、存储在处理单元 502 的各种高速缓冲存储器中、存储在设备 500 的其他高速缓冲存储器(未示出)中或者存储在其他计算机可读介质上等等。此外还应当认识到,指令被存储在计算设备 500 中的位置可以随时间改变。

[0072] 一个或更多输入 / 输出设备 508 允许用户向计算设备 500 输入命令和信息，并且还允许向用户和 / 或其他组件或设备呈现信息。输入设备的例子包括键盘、光标控制设备（例如鼠标）、麦克风、扫描仪等等。输出设备的例子包括显示设备（例如监视器或投影仪）、扬声器、打印机、网卡等等。

[0073] 在这里，可以在软件或程序模块的一般情境中描述各种技术。通常来说，软件包括施行特定任务或实施特定抽象数据结构的例程、程序、对象、组件、数据结构等等。这些模块和技术的一种实现方式可以被存储在某种形式的计算机可读介质上或者通过其发送。计算机可读介质可以是能够由计算设备访问的任何一种或多种可用介质。作为举例而非限制，计算机可读介质可以包括“计算机存储介质”和“通信介质”。

[0074] “计算机存储介质”包括按照任何方法或技术实施的易失性和非易失性、可移除和不可移除介质，以用于存储诸如计算机可读指令、数据结构、程序模块或者其他数据之类的信息。计算机存储介质包括（但不限于）RAM、ROM、EEPROM、闪存或其他存储器技术、CD-ROM、数字通用盘（DVD）或其他光学存储装置、磁盒、磁带、磁盘存储装置或其他磁性存储设备或者可以被用来存储所期望的信息并且可由计算机访问的任何其他介质。

[0075] “通信介质”通常把计算机可读指令、数据结构、程序模块或其他数据具体实现在已调数据信号中，比如载波或其他传输机制。通信介质还包括任何信息递送介质。术语“已调数据信号”意味着信号的一项或更多项特性被设定或改变从而在所述信号中编码信息。作为举例而非限制，通信介质包括例如有线网络或直接连线连接之类的有线介质，以及例如声学、RF、红外和其他无线介质之类的无线介质。前述任何内容的各种组合也被包括在计算机可读介质的范围内。

[0076] 通常来说，可以利用软件、固件、硬件（例如固定逻辑电路）、人工处理或者这些实现方式的某种组合来实施这里所描述的任何功能或技术。这里所使用的术语“模块”和“组件”通常表示软件、固件、硬件或其组合。在软件实现方式的情况下，所述模块或组件表示在处理器（例如一个或更多 CPU）上执行时施行指定任务的程序代码。所述程序代码可以被存储在一个或更多计算机可读存储器设备中，关于这方面的进一步描述可以参照图 5 找到。这里所描述的分层电力平滑的特征是独立于平台的，这意味着可以在具有多种处理器的多种商用计算平台上实施所述技术。

[0077] 虽然前面用特定于结构特征和 / 或方法步骤的语言描述了本发明的主题内容，但是应当理解的是，在所附权利要求书中限定的主题内容不一定受限于前面描述的具体特征或步骤。相反，前面描述的具体特征和步骤是作为实施权利要求书的示例性形式而公开的。

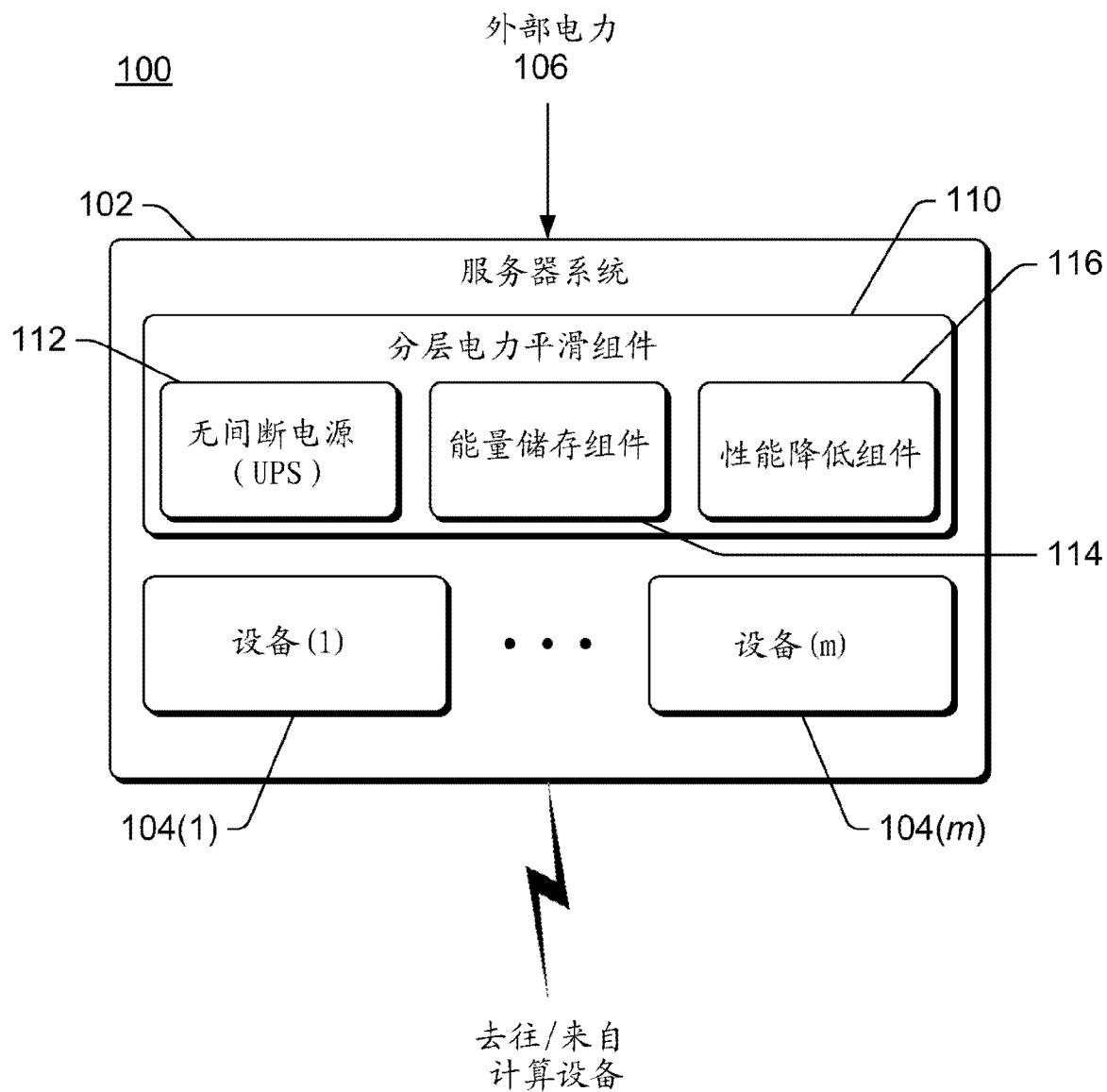


图 1

200

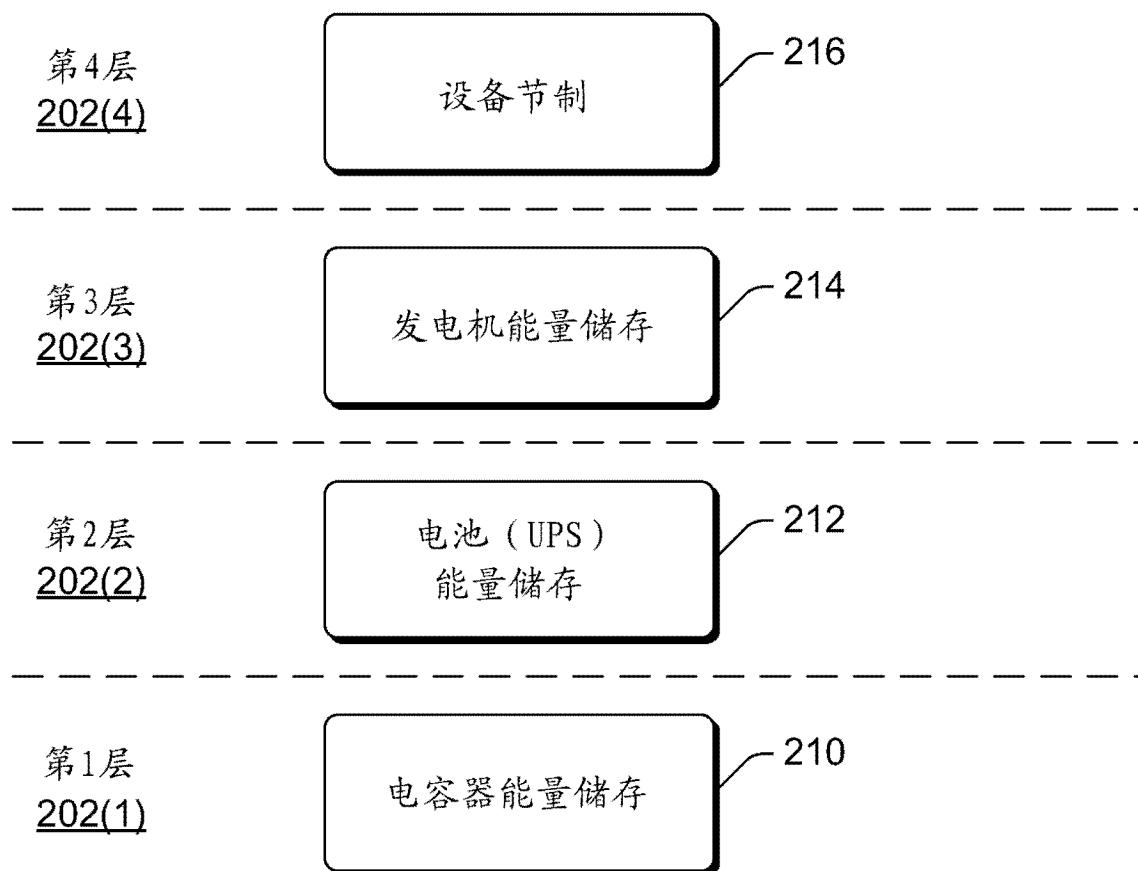


图 2

300

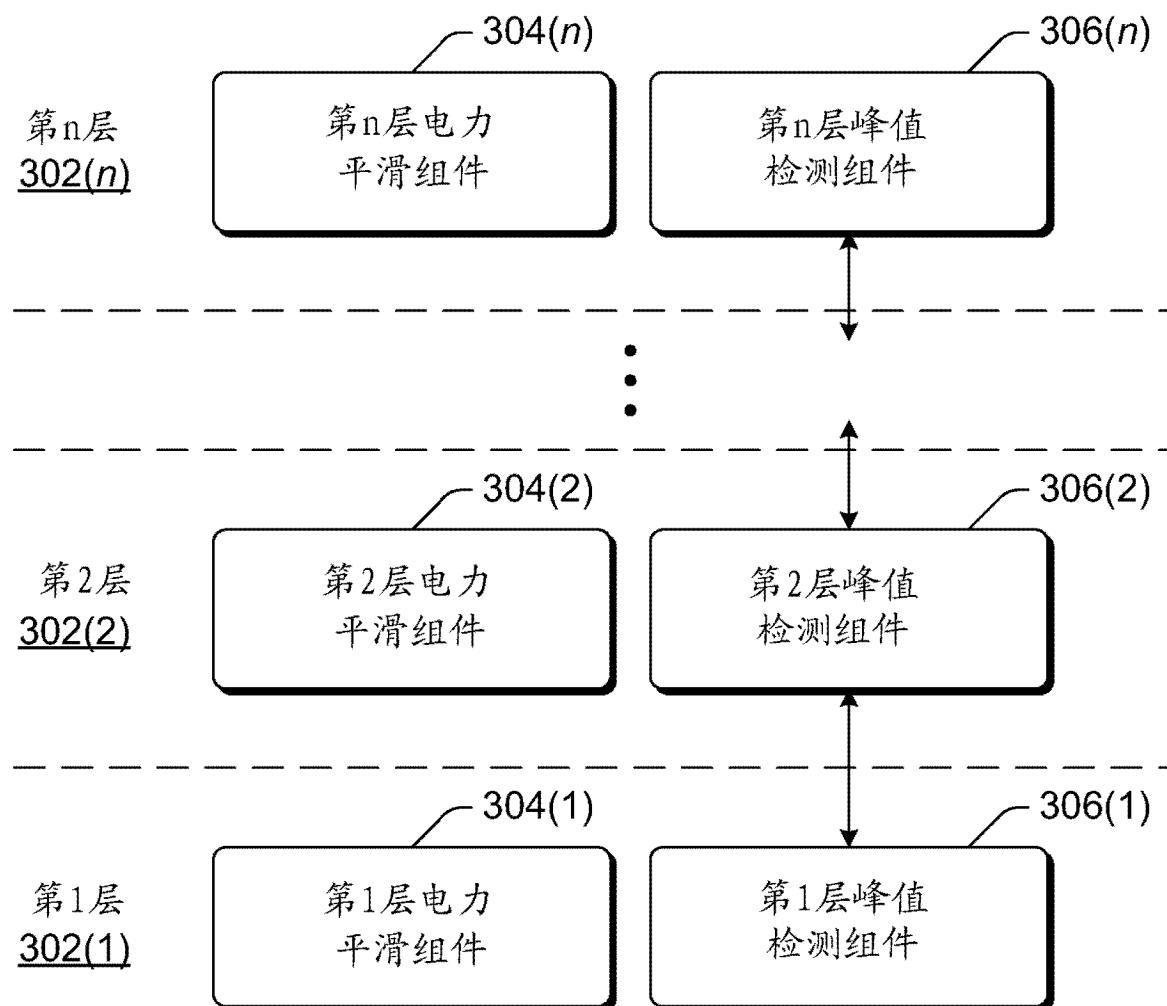


图 3

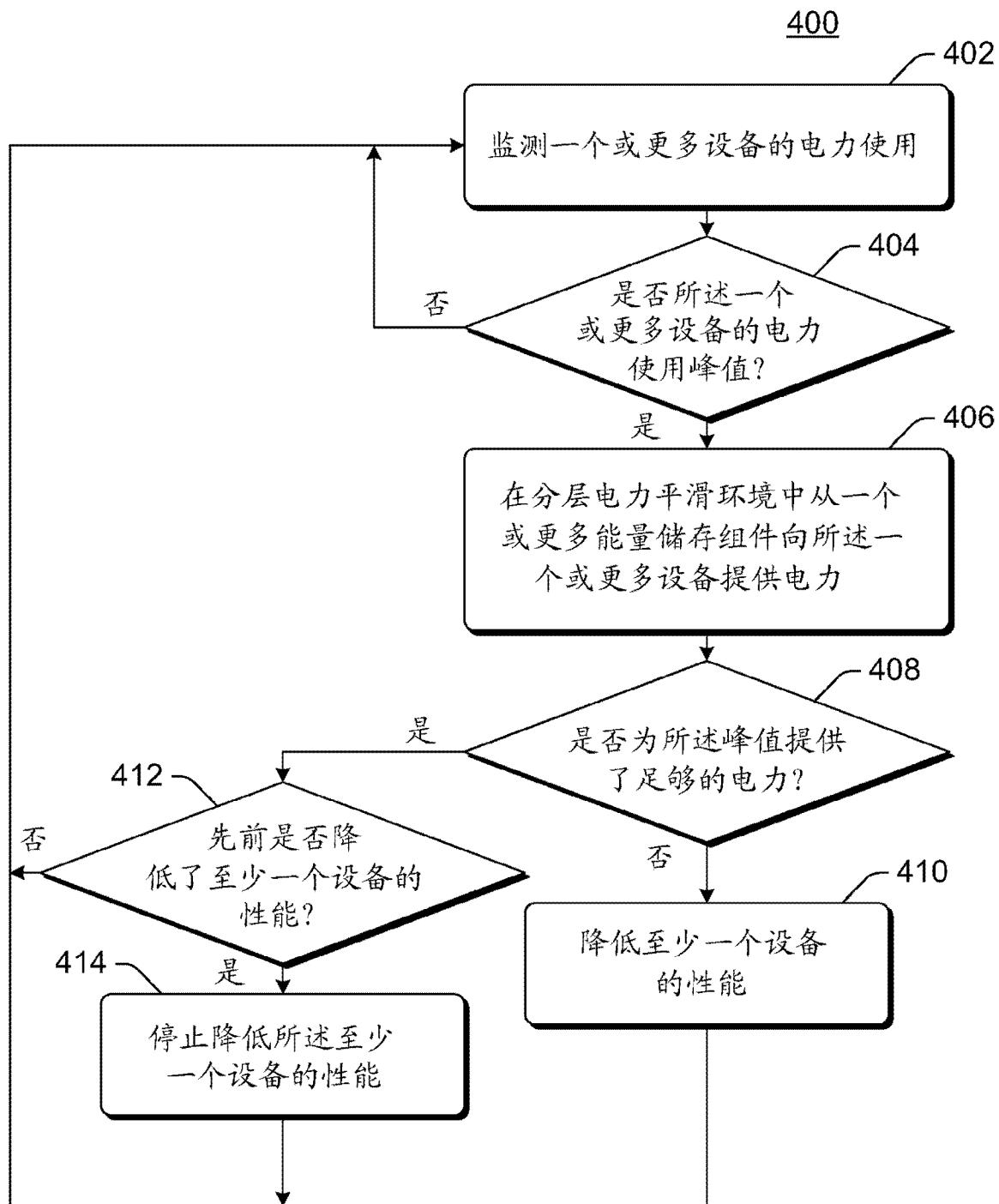


图 4

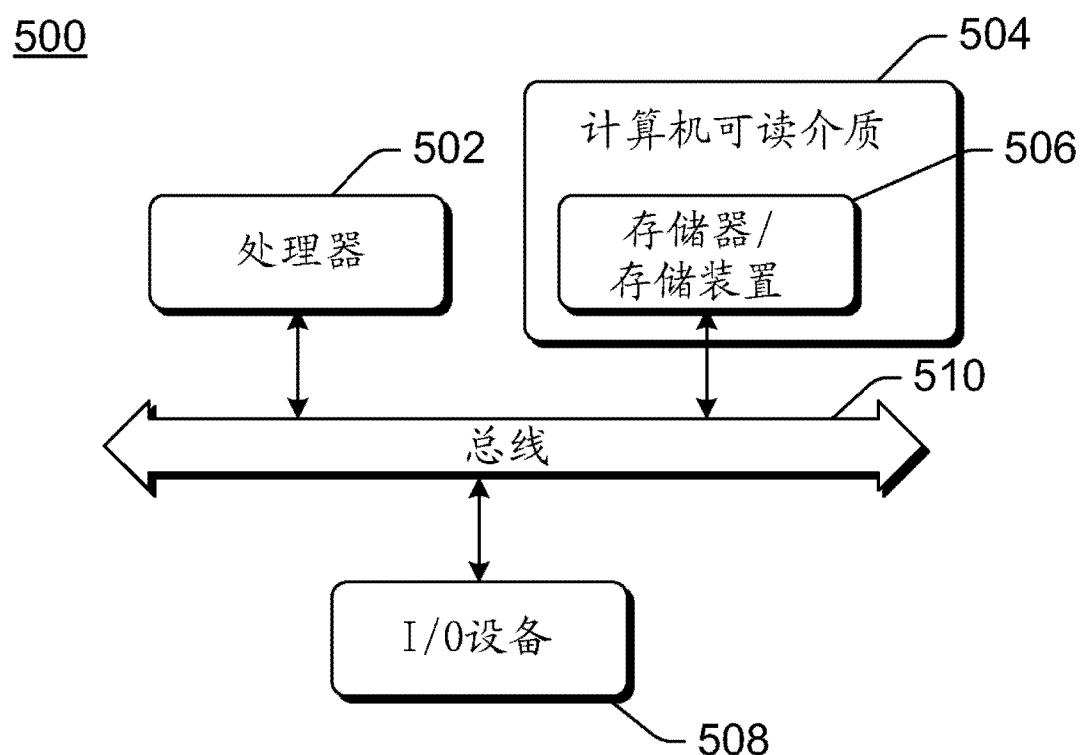


图 5