



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105247290 B

(45)授权公告日 2018.04.17

(21)申请号 201480029114.7

(22)申请日 2014.04.08

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105247290 A

(43)申请公布日 2016.01.13

(30)优先权数据
13/866,578 2013.04.19 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.11.19

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2014/033394 2014.04.08

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/172149 EN 2014.10.23

(73)专利权人 谷歌有限责任公司
地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 松冈由纪 马克·马尔霍特拉
埃文·J·费希尔

(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
责任公司 11219
代理人 夏东栋 陆锦华

(51)Int.Cl.
F24F 11/76(2018.01)

(56)对比文件
US 2011290893 A1,2011.12.01,
CN 1610807 A,2005.04.27,
CN 103250114 A,2013.08.14,
CN 101124436 A,2008.02.13,

审查员 吕文杰

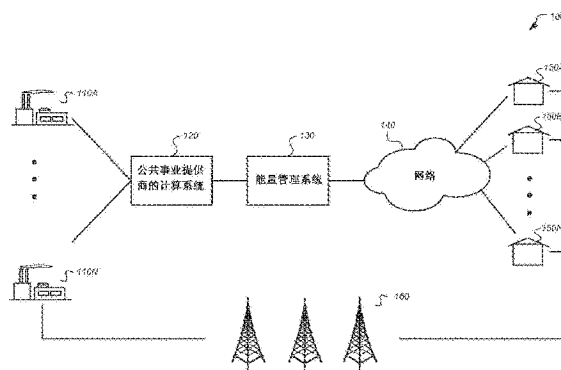
权利要求书3页 说明书36页 附图26页

(54)发明名称

用于资源节约的HVAC排程的自动化调整

(57)摘要

在HVAC系统的控制中使用的用于优化设定点温度的排程的装置、系统、方法以及相关的计算机程序产品。所公开的系统包括利用位于建筑物处的智能联网恒温器进行操作的能量管理系统。恒温器包括用于控制与恒温器所位于的建筑物相关联的HVAC系统的设定点温度的排程。设定点温度的排程被持续地以小的不明显的量进行调整,使得排程从原始排程迁移到最优排程。最优排程可以在能量消耗方面或者一些其他方面上是最优的。



1. 一种优化HVAC系统的能量消耗的方法,包括:

识别温度设定点的排程,所述温度设定点的排程定义在一段时间中的多个温度设定点;

以所述排程开始,为与整体优化时间段相比每一个都相对短的一系列周期性时间间隔中的每一个,生成所述排程的渐进调整版本作为自动排程调整过程的一部分,渐进改变指向所述多个温度设定点的设定点温度并且导致在所述周期性时间间隔中的一个期间、与所述周期性时间间隔中的前一个相比更少的能量使用,其中导致更少的能量使用包括相比于根据所识别的排程来激活,使得所述HVAC系统的加热系统和所述HVAC系统的空调被更少地激活;以及

在所述一系列周期性时间间隔的每一个内,根据为所述周期性时间间隔生成的所述排程的渐进调整版本,来控制所述HVAC系统。

2. 如权利要求1所述的方法,进一步包括:

识别所述温度设定点的排程内的温度设定点的子集,所述温度设定点的子集对应于定义所述温度设定点的排程的所述时间段的子间隔,其中,生成所述排程的渐进调整版本包括:与除了所述温度设定点的子集中的那些温度设定点之外的温度设定点不同地调整所述温度设定点的子集。

3. 如权利要求2所述的方法,进一步包括:

生成居住概率分布,所述居住概率分布指示与所述HVAC系统相关联的建筑物在各种时间将被居住的概率;以及

基于所述居住概率分布,来确定所述子间隔的时间边界。

4. 如权利要求1所述的方法,进一步包括:

在所述周期性时间间隔中的一个期间,接收当前温度设定点的用户选择,所述当前温度设定点不同于为所述周期性时间间隔生成的所述排程的渐进调整版本的相应温度设定点;以及

在所述周期性时间间隔中的一个内的至少一定时间段中,根据用户选择的当前温度设定点而不是所述排程的渐进调整版本的相应温度设定点,来控制所述HVAC系统。

5. 如权利要求4所述的方法,其中,从接收所述用户选择的时间到当达到为所述周期性时间间隔中的一个所生成的设定点排程的渐进调整版本的后续温度设定点时的时间,根据所述当前温度设定点的用户选择来控制所述HVAC系统。

6. 如权利要求1所述的方法,进一步包括:

在所述周期性时间间隔中的一个中,接收对为所述周期性时间间隔中的一个所生成的所述排程的渐进调整版本的温度设定点的用户修改;

将所述用户修改结合到为后续周期性时间间隔所生成的所述排程的渐进调整版本中;以及

在所述后续周期性时间间隔中,基于结合了所述用户修改的所述排程的渐进调整版本来控制所述HVAC系统。

7. 如权利要求6所述的方法,其中,为所述周期性时间间隔中的一个之后的每个周期性时间段,通过渐进调整如由所述用户修改定义的温度设定点而不是如由所述温度设定点的排程所定义的温度设定点,来生成所述排程的渐进调整版本。

8. 一种用于控制智能住家环境中的HVAC系统的操作的智能联网恒温器,所述恒温器包括:

HVAC控制电路,所述HVAC控制电路能够操作以促动所述HVAC系统的一个或多个元件;
一个或多个传感器,所述一个或多个传感器用于测量所述智能住家环境的特征;以及
处理器,所述处理器耦合到所述HVAC控制电路以及所述一个或多个传感器,并且能够操作以使得所述恒温器执行操作,所执行的操作包括:

识别温度设定点的排程;

以所述排程开始,为与整体优化时间段相比每一个都相对短的一系列周期性时间间隔中的每一个,生成所述排程的渐进调整版本作为自动排程调整过程的一部分,渐进改变指向所述多个温度设定点的设定点温度并且导致在所述周期性时间间隔中的一个期间、与所述周期性时间间隔中的前一个相比更少的能量使用,其中导致更少的能量使用包括相比于根据所识别的排程来激活,使得所述HVAC系统的加热系统和所述HVAC系统的空调被更少地激活;以及

在所述一系列周期性时间间隔的每一个中,根据为所述周期性时间间隔所生成的所述排程的渐进调整版本来控制所述HVAC系统。

9. 如权利要求8所述的恒温器,其中,生成所述排程的渐进调整版本包括:为每个周期性时间间隔,使所述排程的至少一个温度设定点的温度在减少所述HVAC系统的能量消耗的方向上偏移。

10. 如权利要求9所述的恒温器,其中,所述处理器进一步能够操作以使得所述恒温器执行操作,所执行的操作包括:

在所述一系列周期性时间间隔中的一个期间,接收对当前温度设定点或者对所述排程的渐进调整版本的温度设定点的用户修改。

11. 如权利要求10所述的恒温器,其中,响应于接收对当前温度设定点的用户修改,至少临时减少对后续周期性时间间隔的偏移。

12. 如权利要求11所述的恒温器,其中,响应于接收对所述排程的渐进调整版本的温度设定点的用户修改,后续周期性时间间隔的偏移被至少临时减少下述量,该量大于从对当前温度设定点的用户修改得到的减少。

13. 如权利要求10所述的恒温器,其中,响应于接收对当前温度设定点或者对所述排程的所述渐进调整版本的温度设定点的用户修改,后续周期性时间间隔的偏移被减少随时间而降低的量。

14. 一种包括指令的有形的非瞬时计算机可读存储介质,所述指令在由计算机处理器所执行时使得所述计算机处理器执行操作,所执行的操作包括:

识别温度设定点的排程,所述温度设定点的排程定义在一段时间中的多个温度设定点;

以所述排程开始,为与整体优化时间段相比每一个都相对短的一系列周期性时间间隔中的每一个,生成所述排程的渐进调整版本作为自动排程调整过程的一部分,渐进改变指向所述多个温度设定点的设定点温度并且导致在所述周期性时间间隔中的一个期间、与所述周期性时间间隔中的前一个相比更少的能量使用,其中导致更少的能量使用包括相比于根据所识别的排程来激活,使得HVAC系统的加热系统和所述HVAC系统的空调被更少地激

活;以及

在所述一系列周期性时间间隔的每一个中,根据为所述周期性时间间隔所生成的所述排程的渐进调整版本来控制所述HVAC系统。

15.如权利要求14所述的存储介质,进一步包括下述指令,该指令在由所述计算机处理器执行时,使得所述计算机处理器执行附加操作,所述附加操作包括:

识别所述温度设定点的排程内的温度设定点的第一子集,所述温度设定点的第一子集对应于定义所述温度设定点的排程的所述时间段的第一子间隔,所述第一子间隔对应于期间与所述HVAC系统相关联的建筑物可能被居住的时间段;以及

识别所述温度设定点的排程内的温度设定点的第二子集,所述温度设定点的第二子集对应于定义所述温度设定点的排程的所述时间段的第二子间隔,所述第二子间隔对应于期间与所述HVAC系统相关联的建筑物不可能被居住的时间段;

其中,生成所述排程的渐进调整版本包括:与所述温度设定点的第二子集不同地调整所述温度设定点的第一子集,所述第二子集被调整成使能量使用减少比从对所述第一子集进行的调整得到的量更大的量。

16.如权利要求14所述的存储介质,进一步包括下述指令,该指令在由所述计算机处理器执行时,使得所述计算机处理器执行附加操作,所述附加操作包括:

识别在所述温度设定点的排程内的温度设定点的第一子集,所述温度设定点的第一子集对应于定义所述温度设定点的排程的时间段的第一子间隔;

其中,为所述一系列周期性时间间隔的第一集合,生成所述排程的渐进调整版本包括修改所述温度设定点的第一子集的温度设定点。

17.如权利要求16所述的存储介质,进一步包括下述指令,该指令在由所述计算机处理器执行时,使得所述计算机处理器执行附加操作,所述附加操作包括:

识别在所述温度设定点的排程内的温度设定点的第二子集,所述温度设定点的第二子集对应于定义所述温度设定点的排程的时间段的第二子间隔;

其中,为所述周期性时间间隔的第一集合之后的、一系列周期性时间间隔的第二集合,生成所述排程的渐进调整版本包括修改所述温度设定点的第二子集的温度设定点,同时修改所述温度设定点的第一子集的温度设定点。

18.如权利要求17所述的存储介质,进一步包括下述指令,该指令在由所述计算机处理器执行时,使得所述计算机处理器执行附加操作,所述附加操作包括:

识别在所述温度设定点的排程内的温度设定点的第三子集,所述温度设定点的第三子集对应于定义所述温度设定点的排程的时间段的第三子间隔;

其中,为所述周期性时间间隔的第二集合之后的、一系列周期性时间间隔的第三集合,生成所述排程的渐进调整版本包括修改所述温度设定点的第三子集的温度设定点,同时修改所述温度设定点的第一子集的温度设定点和所述温度设定点的第二子集的温度设定点。

19.如权利要求18所述的存储介质,其中,所修改的所述第一子集、所述第二子集和所述第三子集的所述温度设定点全部以相同的改变率被修改。

20.如权利要求18所述的存储介质,其中,所修改的所述第一子集、所述第二子集和所述第三子集中的至少一个的所述温度设定点响应于用户输入来以不同的改变率被修改。

用于资源节约的HVAC排程的自动化调整

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本PCT申请要求2013年4月19日提交的美国非临时申请No.13/866,578的优先权权益,其全部公开内容通过引用合并于此。

技术领域

[0003] 本专利说明书涉及用于优化能量消耗设备的能量消耗的系统、装置、方法以及相关的计算机程序产品。更具体地,本专利说明书涉及用于通过对温度设定点的排程执行在温度上或者在时间上的微小改变来减少HVAC系统所消耗的能源量的技术。

背景技术

[0004] 随着人口数量、每能量单位的成本以及消费者当今所用的能量消耗设备的尺寸和类型的增加,优化消费者对能量的使用越来越引起兴趣。虽然限定的消费者经由各种机制使用能量,但是加热、通风以及空调(HVAC)系统是引导优化工作的优良候选,因为它们占了美国平均消费者的能量消费需求的高达40%。因此,用于减少由这样的系统消耗的能源量的技术可以有利地引起在个人基础上的切实能量减少和成本节约以及总体能量需求的显著降低。

[0005] 在许多现代HVAC系统中,HVAC系统能够按照事件的排程被控制。例如,用户可以选择用户期望HVAC系统将室内温度控制成的温度的排程(即,温度设定点)。这样的温度设定点的排程可以定义HVAC系统在用户在家、出门、睡眠或醒来时控制建筑物的室内温度所处的温度。换言之,无论居住与否,都可以在一天中的任何和全部时间控制室内温度。

[0006] 虽然通过HVAC系统实现温度设定点的排程通常使用户在任何给定的时间都对建筑物的室内温度感到满意,但通过排程所定义的温度不会在用户舒适与用户不舒适之间建立联系。即,在用户设定为舒适与用户实际感到舒适的温度之间可能存在一定差异。公知的HVAC控制系统通常严格遵守对于温度设定点的具体排程的用户请求,而不关心导致可能不必要的能量消耗的这种可能的差异。除了严格遵守温度设定点的排程的温度上的特征(例如,遵守由用户设定的温度量)之外,典型HVAC控制系统类似地严格遵守其温度设定点的排程的时间上的特征(即,严格遵守由用户定义的温度设定点的时间)。这种不灵活性可能在各种情况下导致额外低效,诸如当能量消耗的实时价格在一日中有改变时。

发明内容

[0007] 本发明的实施例针对用于优化HVAC系统的能量消耗的方法。这种方法可以包括各种操作。例如,该方法可以包括识别温度设定点的原始排程,该温度设定点的原始排程定义在一段时间中的多个温度设定点。该方法还可以包括:为与总体优化时间段相比每一个都相对短的一系列周期性时间间隔中的每一个,以原始排程开始,生成原始排程的渐进调整版本,该渐进改变导致在周期性时间间隔中的一个期间,与周期性时间间隔中的前一个相比产生较少的能量使用。该方法可以进一步包括:在一系列周期性时间间隔中的每一个中,

根据为周期性时间间隔所生成的原始排程的渐进调整版本来控制HVAC系统。

[0008] 在一些实施例中,该方法还可以包括:识别温度设定点的原始排程内的温度设定点的子集,温度设定点的子集对应于定义温度设定点的原始排程的时间段的子间隔。在这样的实施例中,生成原始排程的渐进调整版本可以包括,与温度设定点的子集中的那些温度设定点以外的温度设定点不同地调整该子集。

[0009] 在一些实施例中,该方法还可以包括:在周期性时间间隔中的一个期间接收对当前温度设定点的用户选择,该当前温度设定点与为周期性时间间隔所生成的原始排程的渐进调整版本的相应温度设定点不同。而且,该方法可以进一步包括:根据用户选择的当前温度设定点,而不是原始排程的渐进调整版本的相应温度设定点,来在周期性时间间隔中的一个内的至少一定时间段中控制HVAC系统。

[0010] 在一些实施例中,该方法可以进一步包括:在周期性时间间隔中的一个内,接收对为周期性时间间隔中的一个所生成的原始排程的渐进调整版本的温度设定点的用户修改。该方法还可以包括将用户修改结合在针对周期性时间间隔中的一个所生成的原始排程的渐进调整版本中,并且在周期性时间间隔中的一个中并且在一系列时间间隔中,基于对为周期性时间间隔中的一个所生成的原始排程的渐进调整版本的温度设定点的用户修改来控制HVAC系统。

[0011] 本发明的实施例还针对一种用于在智能住家环境中控制和操作HVAC系统的智能联网恒温器。恒温器可以包括各种组件,诸如可操作为促动HVAC系统的一个或多个元件的HVAC控制电路。恒温器还可以包括用于测量智能住家环境的特征的一个或多个传感器。恒温器可以进一步包括处理器,该处理器耦合到HVAC控制电路和一个或多个传感器,并且可操作为使得恒温器执行各种操作。这样的操作可以包括识别温度设定点的原始排程。这样的操作可以进一步包括:为与总体优化时间段相比每一个都相对短的一系列周期性时间间隔中的每一个,以原始排程开始,生成原始排程的渐进调整版本,该渐进改变导致在周期性时间间隔中的一个期间产生与周期性时间间隔中的前一个相比较少的能量使用。这样的操作还可以包括:在一系列周期性时间间隔中的每一个中,根据为周期性时间间隔所生成的原始排程的渐进调整版本来控制HVAC系统。

[0012] 在描述恒温器的一些实施例中,生成原始排程的渐进调整版本可以包括:为每个周期性时间间隔,使原始排程的至少一个温度设定点的温度在减少HVAC系统的能量消耗的方向上偏移。

[0013] 本发明的实施例还针对一种具有指令的有形非瞬时计算机可读存储介质,当计算机处理器执行该指令时,使得计算机处理器执行各种操作。这样的操作可以包括例如识别温度设定点的原始排程,该温度设定点的原始排程定义一段时间中的多个温度设定点。这样的操作还可以包括:为与总体优化时间段相比每一个都相对短的一系列周期性时间间隔中的每一个,以原始排程开始,生成原始排程的渐进调整版本,该渐进改变导致在周期性时间间隔中的一个期间产生与周期性时间间隔中的前一个相比较少的能量使用。这样的操作还可以包括:在一系列周期性时间间隔中的每一个中,根据为周期性时间间隔所生成的原始排程的渐进调整版本来控制HVAC系统。

[0014] 在一些实施例中,该存储介质可以进一步包括下述指令:当计算机处理器执行该指令时,使得计算机处理器执行附加操作。这样的附加操作可以包括例如识别温度设定点

的原始排程内的温度设定点的第一子集,该温度设定点的第一子集对应于定义温度设定点的原始排程的时间段的第一子间隔,该第一子间隔对应于与HVAC系统相关联的建筑物有可能被居住的时间段。而且,识别温度设定点的原始排程内的温度设定点的第二子集,该温度设定点的第二子集对应于定义温度设定点的原始排程的时间段的第二子间隔,该第二子间隔对应于与HVAC系统相关联的建筑物不可能被居住的时间段。在这样的实施例中,生成原始排程的渐进调整版本可以包括与温度设定点的第二子集不同地调整温度设定点的第一子集,第二子集被调整为将能量使用减少比从对第一子集进行的调整得到的量更大的量。

[0015] 这样的附加操作可以另外或备选地包括例如识别在温度设定点的原始排程内的温度设定点的第一子集,该温度设定点的第一子集对应于定义温度设定点的原始排程的时间段的第一子间隔。这样的附加操作还可以包括识别在温度设定点的原始排程内的温度设定点的第二子集,该温度设定点的第二子集对应于定义温度设定点的原始排程的时间段的第二子间隔。这样的附加操作可以进一步包括识别在温度设定点的原始排程内的温度设定点的第三子集,该温度设定点的第三子集对应于定义温度设定点的原始排程的时间段的第三子间隔。在一些实施例中,为一系列周期性时间间隔的第一集合,生成原始排程的渐进调整版本可以包括修改温度设定点的第一子集的温度设定点。为周期性时间间隔的第一集合之后的一系列周期性时间间隔的第二集合,生成原始排程的渐进调整版本可以包括修改温度设定点的第二子集的温度设定点,同时修改温度设定点的第一子集的温度设定点。为周期性时间间隔的第二集合之后的一系列周期性时间间隔的第三集合,生成原始排程的渐进调整版本可以包括修改温度设定点的第三子集的温度设定点,同时修改温度设定点的第一子集的温度设定点以及温度设定点的第二子集的温度设定点。

[0016] 为了更全面地理解本发明的实施例的性质和优点,应当参考随后的具体实施方式和附图。本发明的其他方面、目的和优点从下文的附图以及具体实施方式中将是显而易见的。然而,本发明的范围从权利要求书的内容中将完全是显而易见的。

附图说明

[0017] 图1绘出根据实施例的用于供应、管理和消耗能量的系统。

[0018] 图2图示了智能型住家环境的示例,其中能够应用在下文中进一步所述的设备、方法、系统、服务和/或计算机程序产品中的一个或多个。

[0019] 图3A图示了根据实施例的可以包括在智能联网设备中的一般设备组件的示例。

[0020] 图3B图示了根据实施例的具有可更换模块以及扩展站的智能联网设备。

[0021] 图3C图示了根据实施例的智能联网设备的连接端口以及插线感测电路。

[0022] 图4图示了图1和/或2的智能住家和/或图3A至3C的设备能够与其集成的可扩展设备以及服务平台的网络级视图。

[0023] 图5图示了根据实施例的图4的可扩展设备以及服务平台的抽象功能视图。

[0024] 图6是根据实施例的专用计算机系统的框图。

[0025] 图7图示了根据实施例的用于实现和管理排程优化程序的过程。

[0026] 图8图示了根据实施例的用于识别具有排程优化资格的设备的设备的过程。

[0027] 图9图示了根据实施例的用于生成、呈现和实现排程优化过程的过程。

[0028] 图10图示了根据第一实施例的用于优化设定点温度的原始排程的过程。

- [0029] 图11A和图11B图示了根据第二实施例的用于优化设定点温度的原始排程的过程。
- [0030] 图12A至图12H图示了根据实施例的根据排程的设定点优化过程对设定点温度的原始排程进行的调整,其包括对被分离成三个子间隔的排程的三阶段修改。
- [0031] 图13A图示了根据实施例的在没有任何用户修改的情况下在三阶段排程优化中随时间的渐进排程调整的大小。
- [0032] 图13B图示了根据实施例的在具有各种用户修改的情况下在三阶段排程优化中随时间的渐进排程调整的大小。
- [0033] 图14A至图14L图示了根据各种实施例的具有用于实现排程优化过程的图形用户界面(GUI)的恒温器。

具体实施方式

- [0034] 本发明的实施例针对用于优化HVAC系统的能量消耗的方法。在许多能量消耗系统中所涉及的实体通常包括公共事业提供商,公共事业提供商将电力或其他形式的能量从动力源(例如发电机)提供给个人住家或营业所。个人通常定期支付其消耗的能源量,例如按月支付。在许多实施例中,能量管理系统被布置在公用设施提供商和个人之间。能量管理系统可以执行各种角色,诸如管理个人的能量消耗的优化,基于温度设定点的原始排程、感测数据(诸如室内温度、建筑物居住等)、预测数据(诸如预期的室外温度)、用户指示的偏好和/或各种附加或备选数据来生成温度设定点的优化排程。然后,可以通过能量管理系统来实现这样的优化排程,以便于有效地减少和/或重新分配个人能量消耗以及总体能量消耗。
- [0035] 根据许多实施例的能量管理系统包括位于个人住家或营业所处的智能联网恒温器。这样的恒温器可以获得关于有关住宅的各种信息,诸如住宅的保暖特征、与住宅相关联的HVAC对制冷或加热住宅的能力、住宅被居住的可能性(经由居住传感器,该居住传感器在一段时间中能够建立居住概率分布)、预测的天气、实时天气、实时居住等。此外,恒温器可以由其用户编程,或者可以在一段时间中学习其用户对设定排程的温度设定点的偏好和习惯。在示例性实施例中,这样的与个人住家和营业所的相应群体相关联的联网恒温器的群体被配置成与由一个或多个云服务提供商管理的一个或多个中央服务器进行通信。每个联网恒温器都与由云服务提供商所管理的一个或多个账户相关联,并且按需要在每个联网恒温器和中央服务器之间往复发送数据,以提供各种有利的功能,诸如促进远程控制、报告天气数据、报告HVAC控制数据和状态信息,并且提供有助于执行本文所述的排程优化功能的集中式和/或局部集中式控制和数据通信。
- [0036] 应当理解,尽管本文中的一些实施例可能特别适合并且有利于商业场景,其中(i)与联网恒温器的群体相关联的云服务提供商也是所述能量管理系统的提供商,(ii)能量管理系统的提供商是分立的并且其本身是与公共事业不同的企业实体,并且(iii)能量管理系统作为对公共事业的增值服务被提供,但本说明书的范围不以任何方式限制于这样的场景。在其他可应用场景中,例如可以由公用设施提供所有元件。在其他可应用场景中,一些元件能够由公共事业提供,而其他元件能够由政府机关或者由不同的合作企业或社团的各种联盟提供。在具体排程优化之前,基于能量管理系统关于其正在管理的住宅所具有的大量信息,能量管理系统能够在给定设定点温度的具体排程的情况下有效地预测住宅有可能消耗多少能量。这样的信息可以用于各种目的,包括确定住宅是否是对排程优化的合适候

选。一旦具体住宅已经被确定为是对排程优化的合适候选,随后可以使用大量信息中的一些或全部来以下述防暑优化用于该具体的住宅的温度设定点的排程:该方式使得在对该住宅的居住者的舒适度没有显著改变的情况下减少和/或转移能量消耗量和/或能量消耗成本。在一些情况下,这样的优化甚至可以使居住者的舒适度持久,而持续的静态排程则会导致明显的不适。

[0037] 对于这种能量消耗预测和管理的前述措施带来许多如下进一步所述的优点。例如,该措施不仅允许能量管理系统有效地管理多个连接的住宅的能量消耗,而且还允许能量管理系统从参与排程优化事件的大池中智能地选择住宅的子集。住宅的物理特征、住宅的地理特征以及这些住宅的居住者的习惯趋势跨地区而差异巨大,并且因此可能的能量节约/转移也大相径庭。本文中所公开的能量管理系统可以智能地选择能量节约程序中的参与方以最大化效率并且最小化包括对居住者的不必要困扰的成本。在2013年3月15日提交的美国申请序列No.13/842,213(参考No.NES0253-US)中进一步描述了各种能量管理系统,其全部内容出于所有目的通过引用合并于此。

[0038] 在本文中进一步公开了这些和其他实施例的细节,并且参考附图能够理解对其进一步的理解。那么现在转到附图,图1描绘了根据实施例的用于供应、管理和消耗能量的系统100。系统100包括多个电力生成器110A-110N、公共事业提供商计算系统120、能量管理系统130、通信网络140、多个能量消费者住宅150A-150N以及配电网络160。

[0039] 电力生成器110A-110N可操作为使用现有技术中公知的各种技术中的一种或多种来生成电力或其他类型的能量(例如,燃气)。例如,电力生成器110A-110N可以包括水利发电系统、核电站、基于矿物燃料的发电站、太阳能发电站、风力发电站、燃气处理厂等。在任何给定时间可以生成的电量可以限于由生成器110A-110N确定的所供应的某个最大能量。另外,电力生成器110A-110N可以由实现公共事业提供商计算系统120的公共事业提供商所拥有和管理,或者可以由与公共事业提供商协议向公共事业提供商的消费者提供资源能量的一个或多个第三方实体所拥有和管理。

[0040] 公共事业提供商计算系统120是可操作为与电力生成器110A-110N、能量管理系统130以及在一些实施例中在住宅150A-150N中的一个或多个中的电子系统中的一个或多个通信的计算系统。与公共事业提供商的公司系统120相关联的公共事业提供商通常管理从电力生成器110A-110N向住宅150A-150N处的能量消费者的电力分配。该管理包括确保电力从电力生成器110A-110N成功传达到住宅150A-150N、监视在住宅150A-150N中的每一个处的能量消耗量以及根据其相应被监视的能量消耗量来从住宅150A-150N的居住者收取费用。公共事业提供商计算系统120可以执行本文所述的操作中的一个或多个,并且如本文进一步所述并且如促进所述操作所需要的,其可以包括各种计算机处理器、存储元件、通信机制等。

[0041] 能量管理系统130是下述计算系统,该计算系统可操作为智能地并且有效地管理住宅150A-150N中的一个或多个处的能量消耗,同时可选地向公共事业提供商计算系统120提供报告和控制机制。能量管理系统130可操作为经由网络150与同住宅150A-150N相关联的电子设备进行实时双向通信,并且与公共事业提供商计算系统120进行实时双向通信。在一个具体实施例中,能量管理系统130可以操作为减少在住宅150A-150N处所消耗的能量的总量,以便于减少电力生成器110A-110N的能量供应需求。可以在各种时间中的一个或多个

时间处实现这样的减少。例如,可以在关于其他天气时段相对恒定的天气时段(即,相对较小的日均温度变化)的开始时实现这样的减少。在一些环境中,这可以是在春季或者秋季的开始。然而,在其他环境中,这可以是在夏季或者冬季的开始。一些环境可能全年具有相对恒定的天气时段,在该情况下,可能期望仅一次或一年一次地执行排程优化以实现能量减少。

[0042] 网络140是用于支持各种实体之间的通信的任何适当的网络,诸如在能量管理系统130中的一个或多个组件和与住宅150A-150N中的一个或多个相关联的一个或多个电子设备之间。这种网络可以包括例如局域网、广域网、虚拟私人网络、因特网、内联网、外联网、公共交换电话网络、红外网络、无线网络、无线数据网络、蜂窝网络或者任何其他这种有线或无线网络或其组合。此外,网络140可以包含任何适当的网络拓扑。网络140可以利用任何适当的协议,并且通过网络140的通信可以通过有线或者无线连接及其组合来启用。

[0043] 住宅150A-150N是与能量消耗相关联的各种建筑物或者围界。建筑物可以跨越各种建筑物类型,诸如私人住宅、住房、公寓、分户式公寓、学校、商业地产、单层或多层办公楼和/或制造工厂。本文所述的多个示例涉及作为住房形式的私人住宅的建筑物,但这些实施例不限于此,因为本领域的技术人员可以理解本文所述的技术能够等同应用于其他类型的建筑物。应当理解,虽然一些实施例可能对于居民生活情景特别有利,但本教导的范围不限于此,并且可以同等有利于商务环境、学校环境、政府大楼环境、运动或者娱乐场所等。因此,虽然以下许多描述是在居民生活的环境中阐述,但是应当理解,这是出于描述清楚起见而并非限制目的。

[0044] 住宅150A-150N通常包括一个或多个能量消耗设备,其能够是电能消耗设备,诸如电视、微波炉、家用音响器材、加热/制冷系统、洗衣机、洗碗机等。类似地,能量消耗设备能够包括一个或多个其他类型的能量消耗设备,诸如燃气消耗设备。例如,住宅150A-150N可以包括天然气(空气/水/等)加热器、炉灶、壁炉等。许多实施例中的住宅150A-150N包括控制上述能量消耗设备中的一个或多个的能量消耗的一个或多个控制设备。例如,其可以包括可操作为控制住宅的热环境的智能联网恒温器。恒温器可以被视为能量管理系统130的一部分,因为本文中后续描述的多种处理可以通过能量管理系统130处的计算系统或者由恒温器本身来执行。替选地,恒温器可以被视为与能量管理系统130分离,因为其相对于能量管理系统130的其他组件处于远程的地理位置。在任何一种情况下,与住宅150A-150N相关联的电子设备可以执行本文所述的操作中的一个或多个,并且如本文进一步所述以及如促进所述操作所需要,可以包括各种计算机处理器、存储元件、通信机制等。虽然在期望减少建筑物内部的温度(例如,在炎热的夏季期间)的情况的上下文中阐述大部分实施例,但是类似的原理应用(正好相反地被应用)在期望提高建筑物内部温度的情况中(例如,在寒冷的冬季期间)。对于一些实施例而言,一些或所有智能联网恒温器可能在功能上与可从加利福尼亚州帕洛阿尔托的Nest Labs, Inc.提供的NEST LEARNING THERMOSTAT®相同或类似。

[0045] 配电网络160是用于从电力生成器110A-110N中的一个或多个向住宅150A-150N中的一个或多个传输能量的任何适当的网络。在配电网络中,配电网络160可以包括各种电力线、变电站、挂柱式变压器以及如现有技术中公知的用于从电力生成器110A-110N向住宅150A-150N输电的等。在配气网络中,配电网络160可以包括各种压缩机站、存储元件、管道

以及用于从电力生成器110A-110N(在该实施例中,气井和/或处理厂)向住宅150A-150N输送天然或其他类型能量产生气体的等。

[0046] 在特定实施例中的系统100是用于供应、管理和消耗能量的分布式系统,并且在一些实施例中可以是用于利用使用一个或多个计算机网络或者直接连接经由通信链路互连的若干计算机系统和组件来管理需求响应计划和事件的系统。然而,本领域的技术人员将理解的是,这些系统在具有比图1中所示系统更少或更多数目的组件的系统中同样能够运行良好。因此,图1中对系统100的描绘应当被视作在本质上是说明性的,并且不限制本教导的范围。

[0047] 图2图示了智能住家环境200的示例,其中能够应用进一步在下文中所述的设备、方法、系统、服务和/或计算机程序产品中的一个或多个。所描绘的智能住家环境包括建筑物250,其能够包括例如住房、办公楼、车库或活动房屋。在一些实施例中,建筑物250可以对应于参考图1所述的建筑物150A-150N中的一个。除建筑物250之外,智能住家环境200还包括网络262以及远程服务器264,在一个实施例中,其分别对应于网络140以及能量管理系统130(图1)。虽然所绘的建筑物250包括各种如下文进一步所述的组件和设备,但诸如泳池加热器214、灌溉系统216以及接入设备266的数个组件和设备也可以在没有被物理附连或者布置在建筑物250之内或者之上的情况下与建筑物250相关联(例如,被供电)。

[0048] 智能住家环境200包括至少部分经由墙壁254彼此分离的多个房间252。墙壁254能够包括内墙或者外墙。每个房间能够进一步包括地板256以及天花板258。设备能够被安装在墙壁254、地板256或者天花板258上、与其集成并且/或者由其支承。可以被包含在智能住家环境200内的各种设备包括能够与彼此和/或与基于云的服务器系统无缝地集成以提供多种实用智能住家目的中的任何一个的智能多感测联网设备。智能多感测联网恒温器202能够检测环境特征(例如,温度和/或湿度)并且控制加热、通风和空调(HVAC)系统203。应当认识到,虽然在本文中描述了HVAC系统的控制,但是类似原理可以等同地适用于控制其他温度/湿度控制系统,诸如加热系统、空调系统、湿度控制系统或者其任何组合。一个或多个智能联网多感测危险检测单元204能够检测在住家环境中危险物质和/或危险状况的存在(例如,烟雾、火或者一氧化碳)。能够被称为“智能门铃”的一个或多个智能多感测联网入口界面设备206能够检测人物的进入或者离开位置、控制客厅功能、经由视听装置通知人物的进入或者离开或者控制在安全系统上的设置(例如,激活或者去激活安全系统)。

[0049] 在一些实施例中,智能住家可以包括至少一个能量消耗仪218,诸如智能电表。能量消耗仪218监视由建筑物250中和周围的设备所消耗的一些或全部能量(电力、燃气等)。能量消耗仪218可以在仪表218的表面上显示在给定时间段中消耗的能源量。给定时段可以是例如秒、分钟、小时、日、月、小于秒的时间跨度、大于月的时间跨度或者一秒与一个月之间的时间跨度。在一些实施例中,能量消耗仪218可以包括使得仪表218能够通信各种信息的通信能力(有线或无线),例如在一个或多个给定时段中消耗的能源量、在任何具体时间段或者任何具体时间段期间的能量价格等。通信能力还可以使得仪表能够接收各种信息。例如,仪表可以接收用于控制智能住家中诸如HVAC系统203的一个或多个设备、在任何具体时间段或者在任何具体时间段期间的能源价格等的指令。为了促进在建筑物250中和周围的设备的控制,仪表218可以被有线或者无线地连接到这些设备。

[0050] 多个智能多感测联网壁灯开关208中的每一个能够检测环境照明条件,检测房间

居住状态并且控制一个或多个灯的电源和/或昏暗状态。在一些情况下,灯开关208能够进一步或者替代地控制诸如吊扇的风扇的电源状态或者速度。多个智能多感测联网壁插头接口210中的每一个能够检测房间或者围界的居住,并且控制向一个或多个壁式插头的供电(例如,使得如果无人在家,则不向插头供电)。智能住家可以进一步包括多个智能多感测联网电器212,诸如冰箱、炉灶和/或烤箱、电视、洗衣机、烘干机、灯(在建筑物250内和/或外)、立体声音响、对讲机系统、车库开门器、落地扇、吊扇、全屋排风扇、壁式空调、泳池加热器214、灌溉系统216、安全系统等。虽然图2的描述能够识别与具体的设备相关联的具体的传感器和功能,但应当理解,各种传感器和功能(诸如本说明书中所述)中的任何一个都能够被集成在设备内。

[0051] 除了包含处理和感测能力之外,智能住家环境200内的每个设备能够与智能住家环境200内的任何其他设备以及诸如接入设备266和/或远程服务器264的智能住家环境240外的任何设备进行数据通信和数据共享。该设备能够经由多种定制或者标准无线协议(Wi-Fi、ZigBee、6LoWPAN、IR、IEEE 802.11、IEEE 802.15.4等)中的任何一个和/或定制或者标准有线协议(CAT6以太网、HomePlug等)中的任何一个来发送和接收通信。壁插头210可以用作无线或有线中继器并且/或者能够用作在(i)插进AC插座并且使用Homeplug或者其他电力线协议通信的设备与(ii)没有插进AC插座的设备之间的桥接器。

[0052] 例如,第一设备能够经由无线路由器260与第二设备进行通信。设备能够进一步经由对诸如网络262的网络的连接来与远程设备进行通信。通过网络262,设备能够与中央(即远程)服务器或者云计算系统264进行通信。远程服务器或者云计算系统264能够与制造商、支持实体或者与设备相关联的服务提供商相关联。在一个实施例中,用户能够使用设备本身来联系客户支持,而不需要使用其他通信装置,诸如电话或者因特网连接的计算机。

[0053] 设备的网络连接能够进一步允许用户与设备进行交互,即使用户并不在设备附近。例如,用户能够使用计算机(例如,桌面型计算机、膝上型计算机或者平板计算机)或者其他便携式电子设备(例如,智能电话)266来与设备(例如,恒温器202)进行通信。网页或者软件应用能够被配置成从用户接收通信并且基于通信控制设备,和/或向用户呈现有关设备操作的信息。例如,当便携式电子设备266用于与恒温器202进行交互时,用户能够查看恒温器的当前设定温度并且使用便携式电子设备266来对其进行调整。用户能够在该远程通信期间处于建筑物内或者在建筑物之外。在便携式电子设备266与恒温器202之间的通信可以经由远程服务器264(例如当便携式电子设备266远离建筑物250时)被路由,或者在一些实施例中可以在不包括远程服务器264的情况下被路由。

[0054] 智能住家环境200还能够包括各种非通信传统电器240,诸如老式传统洗衣机/烘干机、冰箱以及诸如此类,其能够借助壁式插头接口210来控制,但是以普通方式(开/关)来控制。智能住家能够进一步包括各种部分通信的传统电器242,诸如IR控制的壁式空调器或者其他IR控制的设备,其能够通过由危险检测单元204或者灯开关208所提供的IR信号或者在一些实施例中通过使用诸如电力线的基于插座的通信协议来经由壁插口接口210进行通信而被控制。

[0055] 应当认识到,根据实施例,位于建筑物250内外的一些或全部组件可以被视为能量管理系统130的一部分。一般而言,促进其他能量消耗设备的控制的设备或者组件可以被视为能量管理系统130的一部分。例如,恒温器202和接入设备266可以是能量管理系统130的

一部分,而诸如HVAC 203、泳池加热器214以及传统电器240的能量消耗组件可以被视为在能量管理系统130外,因为其包括可由恒温器202和接入设备266控制的能量消耗元件。然而,在其他示例中,智能住家环境200的附加或者替选组件可以被视为能量管理系统130的一部分,诸如危险检测单元204、入口界面设备206、灯开关208、插头接口210等,因为其可以提供用于能量管理系统130的监视(和/或控制)功能以辅助系统130作出智能能量管理决定。在其他示例中,智能住家环境的所有设备(除远程服务器264之外)可能都不是能量管理系统130的一部分,而智能住家环境200的一个或多个设备可以由能量管理系统130远程控制以执行监视和/或能量消耗任务的从设备。

[0056] 在特定实施例中,智能住家200是包括全部可操作为彼此通信而且与诸如远程服务器264的智能住家200之外的设备或者系统通信的多个客户端设备和接入设备的环境。然而,本领域的技术人员应当理解,这种环境在具有比在图2中所示系统更少或更多数目的组件的情况下同样能够运行良好。包括具有不同功能的各种元件的智能住家环境的一个具体示例在2012年9月21日提交的美国临时申请No. 61/704,437(参考No. NES0254-US)中具体描述,其全部内容出于全部目的通过应用合并于此。因此,应当将图2中对智能住家环境200的描绘在本质上视作说明性的,而并不限制本教导的范围。

[0057] 图3A图示了能够被包括在智能联网设备300(即,“设备”)中的一般设备组件的示例。设备300可以被实现为参考图2所述的各种设备中的一个或多个设备,诸如恒温器202、危险检测单元204、入口界面设备206、壁灯开关208、壁插头接口210等。下述讨论多数将设备300呈现为恒温器200,但是应当理解,实施例不限于此。在设备的系统内的一个、多个或全部设备300中的每一个能够包括一个或多个传感器302、用户界面组件304、电源(例如包括电源连接306和/或电池308)、通信组件310、模块化单元(例如,包括扩展站312以及可更换模块314)、智能组件316以及篡改检测电路318。具体的传感器302、用户界面组件304、电源配置、通信组件310、模块化单元、智能组件316和/或有线篡改检测电路318能够在设备300之间是相同或相似的,或者能够根据设备的类型或型号而变化。

[0058] 通过示例的方式但不通过限制的方式,设备300中的一个或多个传感器302可以能够例如检测加速度、温度、湿度、水分、供电、接近、外部运动、设备运动、声音信号、超声波信号、光信号、火、烟雾、一氧化碳、全球定位卫星(GPS)信号或者射频(RF)或其他电磁信号或电磁场。因此,例如,传感器302能够包括温度传感器、湿度传感器、危险相关传感器或者其他环境传感器、加速计、麦克风、光学传感器乃至包括照相机(例如电荷耦合设备或者摄影机)、有源或无源辐射传感器、GPS接收器或者射频识别检测器。虽然图3A图示来具有单个传感器的实施例,但许多实施例将包括多个传感器。在一些情况下,设备300包括一个或多个主传感器以及一个或多个辅传感器。主传感器能够感测集中于设备的核心操作的数据(例如在恒温器中感测温度或者在烟雾探测器中感测烟雾)。辅传感器能够感测其他类型的数据(例如,运动、光或者声音),其能够用于能量有效目的或者智能操作目的。在一些情况下,普通用户甚至可能没有察觉到辅传感器的存在。

[0059] 设备300中的一个或多个用户界面组件304可以被配置成经由视觉显示器(例如,薄膜晶体管显示器或者有机发光二极管显示器)和/或音频扬声器和/或一些其他通信介质向用户呈现信息。用户界面组件304还能够包括用于从用户接收信息的一个或多个用户输入组件,诸如触摸屏、按钮、滚动组件(例如,可移动或者虚拟环组件)、麦克风或者照相机

(例如,用于检测手势)。在一个实施例中,用户界面组件304包括点击旋转式环状环组件,其中用户能够通过旋转环(例如用以调整设置)和/或通过向内点击环(例如,用以选择所调整的设置或者用以选择选项)来与组件进行交互。在另一实施例中,用户输入组件304包括照相机,使得能够检测手势(例如,用以指示设备的电源或者警告状态将被更改)。

[0060] 设备300中的电源组件可以包括电源连接306和/或本地电池308。例如,电源连接306可以将设备300连接到诸如线电压源的电源。在一些情况下,对AC电源的连接306可以用于反复充电(例如,可再充电的)本地电池308,使得在AC电力断开或其他电力不足的情况下,电池308稍后可以在需要时供应电力。

[0061] 设备300中的通信组件310包括使得设备300能够与诸如远程服务器的中央服务器或者诸如本文所述的另一设备300或者便携式用户设备进行的远程设备进行通信的组件。通过非限制性示例,通信组件310能够允许设备300使用一种或多种有线或者无线通信技术来同时或者顺序地执行通信,通过非限制性示例的方式,诸如Wi-Fi、ZigBee、3G/4G无线、IEEE 802.11、IEEE 802.15.4、6-LO-PAN、蓝牙、CAT6有线以太网、HomePlug或者其他电力线通信方法、电话或者光纤。通信组件310能够包括一个或多个无线网卡、以太网插头或者其他收发器连接。在一些实施例中,通信组件310促进与中央服务器的通信以在设备300、中央服务器与一些情况下的附加设备之间同步信息。用于在这些设备之间同步数据的技术进一步在2012年9月22日提交的美国申请No.13/624,892(参考No.NES0231-US)中被描述,其出于所有目的通过引用合并于此。

[0062] 设备300中的模块化单元能够包括静态物理连接以及可更换模块314。因此,模块化单元能够提供升级可替换模块314的能力,而无需完全重新安装设备300(例如,用以保持布线)。静态物理连接能够包括能够附连到建筑结构的扩展站312(其还可以被称为接口盒)。例如,扩展站312能够经由螺丝被安装到墙壁或者经由粘合剂粘到天花板上。在一些情况下,扩展站312能够延伸通过建筑结构的一部分。例如,扩展站312能够经由贯穿墙壁石膏板制成的孔连接到墙壁后的布线(例如,连接至120V线电压电线)。扩展站312能够包括诸如电源连接电路306和/或AC到DC电源电路的电路,并且防止用户被暴露于高压线。扩展站312还可以或者替选地包括用于促动(即,开启和关闭)诸如加热单元(用于加热建筑结构)、空调单元(用于冷却建筑结构)和/或通风单元(用于在整个建筑结构中循环空气)的HVAC系统的元件的电路。在一些情况下,扩展站312特定于设备的类型和型号,使得例如恒温器设备包括不同于烟雾检测器设备的扩展站。在一些情况下,扩展站312能够在多种类型和/或型号的设备300之间被共享。

[0063] 模块化单元的可更换模块314能够包括设备的一些或全部传感器302、处理器、用户界面组件304、电池308、通信组件310、智能组件316等。可更换模块314能够被配置为附连到(例如,插入或者连接到)扩展站312。在一些情况下,一组可更换模块314被生产具有在可更换模块314之间变化的能力、硬件和/或软件。因此,用户能够容易地升级或者更换其可更换模块314,而不必更换全部组件或者完全重新安装设备300。例如,用户能够开始于包括具有有限智能和软件能力的第一可更换模块的廉价设备。然后,用户能够容易地将设备升级为包括更有能力的可更换模块。如另一示例,如果用户具有在其地下室的型号#1设备、在其起居室的型号#2设备并且将其起居室设备升级成包括型号#3可更换模块,则用户能够将型号#2可更换模块移动到地下室,以连接到现有扩展站。然后,型号#2可更换模块可以例如开

始初始化过程,以便于识别其新的位置(例如,通过经由用户界面从用户请求信息)。

[0064] 设备的智能组件316能够支持各种不同设备功能中的一个或多个。智能组件316通常包括配置并且编程为执行和/或使得被执行一个或多个本文所述的有利功能的一个或多个处理器。智能组件316能够以下述形式来实现:执行存储在本地存储器(例如,闪存存储器、硬盘驱动器、随机存取存储器)中的计算机代码的通用处理器、专用处理器或者专用集成电路、其组合和/或使用其他类型的硬件/固件/软件的处理平台。此外,智能组件316能够被实现为由中央服务器或者基于云的系统远程执行或者支配的本地化版本或者算法的对等项,诸如借助运行Java虚拟机(JVM),其使用异步Javascript和XML(AJAX)或者类似协议来执行从云服务器提供的指令。通过示例的方式,智能组件316能够被配置成检测位置(例如,住房或房间)何时被居住,甚至包括其由特定人居住还是由特定数目和/或特定组的人居住(例如,相对于一个或多个阈值)。这样的检测可以例如通过分析麦克风信号、检测用户活动(例如,在设备前方)、检测门或车库门的打开和关闭、检测无线信号、检测接收到的信号的IP地址或者检测在时间窗内的一个或多个设备的操作来发生。智能组件316可以包括用于识别具体居住者或物体的图像识别技术。

[0065] 在一些情况下,智能组件316能够被配置成预测期望设置和/或实现这些设置。例如,基于存在检测,智能组件316能够将设备设置调整为例如当无人在家时或者在特定房间中时节约电力或者符合用户偏好(例如,普通的居家偏好或者用户特定的偏好)。又如,基于对具体人、动物或者物体(例如,儿童、宠物或者失物)的检测,智能组件316能够发起人、动物或者物体在何处的视听指示器,或者如果在特定条件下(例如,在晚间或者当熄灯时)检测没有被识别的人则能够发起警告或者安全特征。又如,智能组件316能够按小时、按星期或者甚至按季节检测用户设置中的趋势并且相应地调整设置。例如,智能组件316能够检测特定设备在每个工作日在上午6:30被打开或者设备设置在过去的三个小时中被从高设置逐渐调整为低设置。然后,智能组件316能够预测设备要在每个工作日在上午6:30被打开或者设置应当在较长时间段内继续逐渐降低其设置。

[0066] 在一些情况下,设备能够彼此进行交互,使得由第一设备检测到的事件影响第二设备的动作。例如,第一设备能够检测用户已经进入车库(例如,通过检测车库中的运动、检测车库中的光线变化或者检测车库门的打开)。第一设备能够将该信息传送到第二设备,使得第二设备能够例如调整室内温度设置、光线设置、音乐设置和/或安全警告设置。如另一示例,第一设备能够检测用户接近前门(例如,通过检测运动或者突然的光线图案变化)。第一设备能够例如使得普通视听信号出现(例如,诸如门铃响起)或者使得位置特定的视听信号出现(例如,通知在用户居住的房间内访客的存在)。

[0067] 篡改检测电路318可以是智能组件316的一部分或者独立于智能组件316。篡改检测电路318可以包括可操作为检测对设备300的篡改的软件和/或硬件。篡改可以包括例如指示用户尝试通过远程服务器来消除HVAC控制的设备300与HVAC之间的断开、指示用户尝试通过远程服务器来消除HVAC控制的HVAC的阻抗或者功耗的改变等。

[0068] 图3B图示了根据一些实施例的具有可更换模块314(例如主单元)以及用于便利安装、配置和升级的扩展站312(例如,背板)的智能联网设备300。如上所述,设备300可以壁装式,具有圆形形状,并且具有用于接收用户输入的外部可旋转环320(其可以是例如用户界面304的一部分)。外部可旋转式环320允许用户进行调整,诸如选择新的目的温度。例如,通

过顺时针旋转外部环320,目的设定点温度能够被提高,并且通过逆时针旋转外部环320,目的设定点温度能够被降低。反映期望将建筑物中的温度即刻改变为该设定点温度的对现有设定点温度的改变在本文中可以被称为对“即时设定点温度”或者“当前设定点温度”的改变。这与可以在按小时、按日、按周、按月或者其他排程中所提供的设定点温度形成对比,其中设定点温度可以反映对于建筑物中未来温度的期望。这种设定点温度可以在本文中被称为“排程的设定点温度”或者“设定点温度的排程”。

[0069] 设备300具有包括显示器324(其可以是例如用户截面304的一部分)的盖322。头部单元314滑至背板312上。显示器324可以显示取决于例如设备300的当前操作状态、经由环320与设备的直接用户交互、经由例如接近传感器302(诸如无源红外线运动传感器)所感测的用户的存在、经由远程接入设备与设备的远程用户交互等的各种信息。例如,显示器324可以显示代表当前设定点温度的中间数字。

[0070] 根据一些实施例,能够使用磁体、卡口、插销和搭扣、带有配合凹口的凸片或肋或者在主单元314和背板312的配合部分上的简单摩擦来完成主单元314到背板312的连接。根据一些实施例,主单元314包括电池308、通信组件310、智能组件316以及显示驱动器326(其可以是例如用户界面304的一部分)。如果可用,电池308可以使用充电电路(其可以例如是智能组件316的一部分和/或可以被包括在背板312中)来进行充电,该充电电路使用从HVAC系统控制电路或从公共电线(如果可用)经由电力采集获得的来自背板312的电力,如2011年2月24日提交的共同受让的共同未决的美国序列No.13/034,674(参考No.NES0006-US和13/034,678(参考No.NES0007-US)以及2011年10月6日提交的美国序列No.13/267,871(参考No.NES0158-US)中具体描述,其全部内容出于所有目的通过引用合并于此。根据一些实施例,电池308是可充电锂离子单元或者锂聚合物电池。

[0071] 背板312包括在经由通风孔336通气的外壳334中的电子器件330以及温度传感器332(其可以是例如传感器302中的一个)。温度传感器332允许背板312即使没有连接到主单元314作为全功能恒温器进行操作。线路连接器338被提供以允许对HVAC系统电线的连接,诸如对用于促动HVAC系统的组件的电线、用于从HVAC系统接收电力的电线等的连接。接线端子340是在主单元314与背板312之间提供电气连接的插头或插座连接器。用于连接到并且控制HVAC系统的各种布置进一步在前述美国专利申请No.13/034,674和13/034,678中进行描述。

[0072] 在一些实施例中,背板电子器件330包括MCU处理器以及用于开关和关闭HVAC控制电路的驱动电路,由此开关和关闭诸如加热和冷却的一个或多个HVAC功能。电子器件330还包括闪速存储器,其用于存储在一天内的不同时间起作用的一系列编程设置,使得即使主单元314没有被附连到背板312,也能够执行编程的设定点(即,所需温度)的改变。根据一些实施例,电子器件330还包括电力采集电路(其可以作为主单元314中提供的添加或替选的),用于即使HVAC公共电力电线不可用也从HVAC控制电路获得电力。在各种实施例中,篡改检测电路318(图3A)还可以被包含在主单元314和背板312中的一个或多个中,使得无论主单元314是否被耦合到背板312都可以检测篡改。

[0073] 图3C图示了具体参考电线连接器338以及篡改检测电路318的设备300的原理图。应当理解,在不脱离本教导的范围的情况下,电线连接器338以及篡改检测电路318能够在整体或者部分地与设备300的主体可分离或不可分离地集成。因此,例如,对于一个实施例,

电线连接器338以及篡改检测电路318能够与设备300的主体不可分离地集成,其中HVAC电线在置于墙壁上作为单个整体式单元之前被直接插入背板。在另一实施例中,电线连接器338以及篡改检测电路318能够位于恒温器的主体所附连到的墙板单元中,应当理解,本文对将电线插入恒温器的引用包含将电线插入墙板并且将主体附连到墙板以形成完整设备300的实施例。

[0074] 如图3C所示,每个电线连接器338都与预定HVAC信号类型相关联。对于已经发现在自己动手型的安装简易与相当大范围地改进大量房屋的实用性之间提供最佳平衡的一个实施例,设置八个(8)电线连接器338,其分别专用于由加热调用电源(Rh)、加热调用(W1)、冷却调用(Y1)、风扇调用(G)、公用(C)、热泵(O/B)、辅助(AUS)以及加热调用电源(Rh)组成的所选择的HVAC信号类型组。优选地,设备300具有根据前述的美国序列No.13/034,674的“免跳线”类型,使得(i)对于存在由HVAC系统提供单个调用电源线、接收单个调用电源线(根据具体HVAC安装,其可能是标记的R、V、Rh或者Rc)的一个或其他链接端口的情况下,Rh和Rc连接端口自动地保持并联在一起,并且(ii)对于存在由插入的HVAC系统提供的双向调用电源线的情况下,Rh和Rc连接端口被自动地电气隔离。

[0075] 根据一个实施例,对于每个电线连接器338,篡改检测电路318包括通过一对电引线344与背板电子器件330通信的端口感测电路342。尽管在不脱离本教导的范围的情况下端口感测电路342能够以多种方式操作,但是在一个实施例中,控制端口感测电路342包括耦合到电引线344的双位开关(未示出),当尚没有电线被插入关联电线连接器338中时,将双位开关闭合以使电引线344一起短路,当电线被插入关联电线连接器338中时,机械地将双位开关推至打开位置以使电引线344电气隔离。背板电子器件330由此能够容易地借由电引线344的短路或者打开状态来感测电线何时被插入连接端口中。实现电线连接器338以及端口感测电路342的组合功能的一个特别有利的配置在2011年2月24日提交的共同受让的美国序列No.13/034,666(参考No.NES0035-US)中被描述,其全部内容出于所有目的通过引用合并于此。

[0076] 在特定实施例中的设备300是智能联网学习恒温器,其包括诸如主单元、背板、用户界面、通信组件、智能组件等各种组件。然而,本领域技术人员应当理解,执行本文所述的各种操作的设备在使用比图3A至3C中所示设备更少或更多数目的组件的情况下同样能够运行良好。例如,设备300可以被形成成为单个单元而不是多个模块,并且可以包括比参考图3A至3C所述的更多或更少的组件。例如,设备300可以被形成成为如在2012年9月21日提交的美国序列No.13/624,878和/或如在于2012年9月30日提交的美国序列No.13/632,148中描述的,其出于所有目的通过引用合并于此。因此,应当图3A至3C中对设备300的描绘在本质上是说明性的,而并不限制本教导的范围。

[0077] 图4图示了可扩展设备以及服务平台的网络层视图,图1和/或图2的智能住家和/或图3A至图3C的设备能够与其集成。先前参考建筑物250所述的智能联网设备中的每一个能够与一个或多个远程服务器或者云计算系统264通信。通信能够通过下述来进行:直接地(例如,使用与无线运营商的3G/4G连接)、通过集中式网络(其能够是范围从例如简单无线路由器甚至包括智能专用全家控制节点的方案)或者通过其任何组合来建立与网络262的连接。

[0078] 远程服务器或者云计算系统264能够从智能住家设备收集操作数据402。例如,设

备能够例行传送操作数据或者能够在具体情况下传送操作数据(例如,当请求客户支持时)。远程服务器或者云计算架构264能够进一步提供一种或多种服务404。服务404能够包括例如软件升级、客户支持、传感器数据收集/登记、远程接入、远程或分布式控制、或者使用建议(例如,基于所收集的操作数据402来提高性能、降低效用成本等)。与服务404相关联的数据能够被存储在远程服务器或者云计算系统264处,并且远程服务器或者云计算系统264能够在适当的时间(例如,定期、在从用户接收请求时等)检索并传送数据。

[0079] 如图4所示,所述可扩展设备以及服务平台的一个显著特征是处理引擎406,其能够被集中在单个数据处理服务器407(其可以被包括在远程服务器264中或者与其分开)或者在没有限制的情况下在若干不同的计算实体当中分布。处理引擎406能够包括配置成从一组设备(例如,经由因特网或者集中式网络)接收数据、对数据加索引、分析数据和/或基于分析或作为分析的一部分生成统计的引擎。分析的数据能够被存储为得到的数据408。此后,分析或统计的结果能够被传送回提供用于派生结果的操作数据的设备、其他设备、向设备的用户提供网页的服务器或者其他非设备实体。例如,使用统计、相对于使用其他设备的使用统计、使用模式和/或统计汇总传感器读数能够被传送。结果或统计能够经由网络262被提供。以该方式,处理引擎406能够被配置和编程为由从智能住家所获得的操作数据派生各种有用信息。单个服务器能够包括一个或多个引擎。

[0080] 所派生的数据能够出于各种有用目的而在各种不同粒度时是非常有益的,范围从基于每家、每社区或者每地区的设备的显式程序控制(例如,用于优化温度设定点的排程或者实现用于电力公共事业的需求响应程序)到能够协助基于每住家的推论抽象的生成(例如,能够推理出屋主已离开去度假,并且因此安全监测装备能够处于高度灵敏)直到能够被使用于政府或者慈善目的的统计和关联推理抽象的生成。例如,处理引擎406能够生成关于跨设备群体的设备使用的统计,并且将统计发送到设备用户、服务提供商或者其他实体(例如,已经请求或者可能已经提供了用于统计的货币性补偿的实体)。如具体图示,统计能够被传送到慈善机构422、政府机关424(例如,食品和药物管理局或者环境保护署)、研究所426(例如,高校科研人员)、营业所428(例如,向相关装备提供设备维修和保养)或者公共事业公司430。这些实体能够使用数据来形成程序以减少能量使用、抢先保养故障装备、为高端服务需求作准备、追踪过去的服务绩效等,或者执行目前已知或以下改进的各种有益功能或任务中的任何一个。

[0081] 图5图示了根据实施例的具体参考处理引擎406以及智能住家环境的设备的图4的可扩展设备以及服务平台的抽象功能视图。即使位于智能住家环境中的设备具有无限种不同的独立能力和限制,但是其全部都能够被认为是共享共同特征,其中的每一个是数据消费者502(DC)、数据源504(DS)、服务消费者506(SC)和/或服务源508(SS)。有利地,除提供使设备实现其局部和近期目的所需要的基本控制信息之外,可扩展设备和服务平台还能够被配置为利用从这些设备流出的大量数据。除了加强或者优化设备本身关于其即刻功能的实际操作之外,可扩展设备和服务平台还能够针对以各种自动化、可扩展、灵活和/或可扩展的方式“再利用(repurpose)”该数据以实现各种有用目的。这些目的可以基于例如使用模式、设备效率和/或用户输入(例如,请求特定功能)来被预定义或适应性地识别。

[0082] 例如,图5示出了如包括多个范式510的处理引擎406。处理引擎406能够包括监视并且管理主要或辅助设备功能的管理服务范式510a。设备功能能够包括在给定用户输入的

情况下确保设备的适当操作,估计(例如,并且响应于)侵入者正处于或试图进入寓所,检测耦合到设备的装备的故障(例如,灯泡已烧坏),生成或以其他方式实现优化的温度设定点的排程,实现或以其他方式响应于能量需求响应事件,或者提醒用户当前或预测的未来事件或者特征。处理引擎406能够进一步包括基于设备使用来估计用户感兴趣的特征(例如,人口统计信息)、需求和/或产品的广告/通信范式510b。然后,能够将服务、促销、产品或者升级提议或自动提供给用户。处理引擎406能够进一步包括社交范式510c,该社交范式510c使用来自社交网络的信息、将信息提供给社交网络(例如,基于设备使用)和/或处理与社交网络平台交互的用户和/或设备相关联的数据。例如,如向用户在社交网络上的可信联系方报告的用户状态能够被更新为基于光检测、安全系统不活动或者设备使用检测器而指示其何时在家。又如,用户可能能够与其他用户共享设备使用统计。处理引擎406能够包括向用户通知规章、规则、合规和/或奖励和/或用于确定是否已完成规章、是否符合规则或规定和/或是否已赢得奖励的用户操作数据的挑战/规则/规章/奖励范式510d。规章、规则或者规定能够涉及努力节能、安全地生活(例如减少暴露于毒素或者致癌物质)、省钱和/或装备寿命、改善健康等。

[0083] 处理引擎406能够整合或以其他方式利用来自外部源的外部信息516以改善一个或多个处理范式的功能。外部信息516能够用于解释从设备接收的操作数据、确定设备附近环境的特征(例如,将设备包围在内的建筑物之外)、确定适用于用户的服务或者产品、识别社交网络或者社交网络信息、确定设备附近的实体的联系信息(例如,公共服务实体,诸如紧急救援队、警局或医院)等、识别与家庭或者社区相关联的统计或环境条件、趋势或者其他信息等。

[0084] 范围和种类极为丰富的益处能够通过所述的可扩展设备和服务平台带来并适配在其范围内,从平常到深刻。因此,在一个“平常”的示例中,智能住家的每个卧室都能够设有包括居住传感器的烟/火/CO警告,其中居住传感器还有能够推理(例如,通过运动检测、面部识别、可听声音模式等)居住者是否入睡或者醒来。如果感测到严重的火灾事件,则远程安全/监视服务或者消防部门被告知在每一卧室中有多少居住者以及那些居住者是否仍在睡眠中(或者动弹不得)或者他们是否已经正常撤离卧室。虽然这无疑是由所述可扩展设备和服务平台所提供的非常有利的能力,但仍有能够真正说明可予利用的更“智能”的潜力的更“深刻”的示例。通过可能更“深刻”的示例,与被用于消防安全的卧室居住数据相同的数据在社区儿童发展和教育的社交范式的情况下也能够由处理引擎406所“再利用”。因此,例如,在“平常”示例中所述的相同的卧室居住和运动数据能够被采集并且可供处理之用(适当匿名化),其中在特定邮政编码中的学龄儿童的睡眠模式能够被识别并且被追踪。学龄儿童的睡眠模式中的局部变化可以被识别并且例如被关联至本地学校的不同营养计划。

[0085] 图6是图示根据实施例所述的专用计算机系统600的框图。例如,公共事业提供商的计算系统120、能量管理系统130、智能住家环境200的元件、远程服务器264、客户端设备300、处理引擎406、数据处理服务器407或者本文所述的其他电子组件中的一个或多个,可以被实现为专用的计算机系统600。本文所述的方法和流程可以类似地由有形的非暂时性计算机可读存储介质和/或引导计算机系统执行本文所述方法和流程的动作的计算机程序产品来实现。每一这种计算机程序产品可以包括在引导计算机系统的处理器执行对应操作的计算机可读介质上所实现的一组指令(例如,代码)。指令可以被配置成按相继顺序、或者

并行(诸如在不同的处理线程下)或者其组合的方式运行。

[0086] 专用的计算机系统600包括计算机602、耦合至计算机602的监视器604、耦合至计算机602的一个或多个附加的用户输出设备606(可选)、耦合至计算机602的一个或多个用户输入设备608(例如键盘、鼠标、跟踪球、触摸屏)、耦合至计算机602的可选的通信接口610以及在计算机602之中或者可接入计算机602的包括有形计算机可读存储介质612的计算机程序产品。在计算机可读存储介质612上所存储的指令可以引导系统600执行本文所述的方法和流程。计算机602可以包括经由总线子系统616与数个外围设备通信的一个或多个处理器614。这些外围设备可以包括用户输出设备606、用户输入设备608、通信接口610以及有形计算机可读存储器形式的诸如随机存取存储器(RAM) 618和非易失性存储驱动器620(例如磁盘驱动器、光盘驱动器、固态驱动器)的存储子系统。

[0087] 计算机可读介质612可以被加载到随机存取存储器618、存储于非易失性存储驱动器620或者以其他方式接入计算机602的一个或多个组件。每一处理器614可以包括微处理器,诸如来自 Intel[®]或Advanced Micro Devices Inc.[®]的微处理器或者诸如此类。为支持计算机可读介质612,计算机602运行操作系统,该操作系统处理计算机可读介质612与上述组件之间的通信以及支持计算机可读介质612的上述组件之间的通信。示例性操作系统包括来自微软公司(Microsoft Corporation)的 Windows[®]或诸如此类、来自Sun Microsystems的 Solaris[®]、LINUX、UNIX以及诸如此类。在许多实施例中并且如本文所述,计算机程序产品可以是包括计算机可读介质(例如磁盘、存储芯片等)的装置(例如包括盒、读写头等的硬盘驱动器、包括盒的计算机磁盘、包括连接器、盒等的存储卡)。在其他实施例中,计算机程序产品可以本身包括指令集或者代码模块,并且可以被实现于计算机可读介质上。

[0088] 用户输入设备608包括用于将信息输入计算机系统602的所有可能类型的设备和机制。它们可以包括键盘、小型键盘、鼠标、扫描仪、数字绘图板、包含在显示器中的触摸屏、诸如语音识别系统的音频输入设备、麦克风以及其他类型的输入设备。在各种实施例中,用户输入设备608通常被实现为计算机鼠标、跟踪球、跟踪板、操纵杆、无线遥控器、绘图板、语音命令系统。用户输入设备608通常允许用户经由诸如点击按键或诸如此类的命令来选择在监视器604上出现的对象、图标、文字以及诸如此类。用户输出设备606包括用于将信息从计算机602输出的所有可能类型的设备和机制。他们可以包括显示器(例如监视器604)、打印机、诸如音频输出设备的非视觉显示器等。

[0089] 通信接口610提供到其他通信网络和设备的接口并且可以作为用于经由有线或无线通信网络622从其他系统、WANs和/或互联网接收数据并向其传送数据的接口。通信接口610的实施例通常包括以太网卡、调制解调器(电话、卫星、电缆、ISDN)、(异步式)数字用户线路(DSL)单元、FireWire[®]接口、USB[®]接口、无线网络适配器以及诸如此类。例如,通信接口610可以被耦合至计算机网络、FireWire[®]总线或者诸如此类。在其他实施例中,通信接口610可以被物理集成于计算机602的母版上并且/或者可以是软件程序或者诸如此类。

[0090] RAM 618以及非易失性存储驱动器620是有形计算机可读介质的示例,其配置成存储诸如本发明的计算机程序产品实施例的数据,包括可执行计算机代码、人类可读代码或

者诸如此类。其他类型的有形计算机可读介质包括软盘、可移动式硬盘、诸如CD-ROM的光存储介质、DVD、条形码、诸如快闪存储器的半导体存储器、只读存储器 (ROM)、电池支持的易失性存储器、联网的存储设备以及诸如此类。RAM 618以及非易失性存储驱动器620可以被配置成存储提供如上所述的本发明的各种实施例的功能的基本编程以及数据结构。

[0091] 提供本发明的功能的软件指令集可以被存储于计算机可读介质612、RAM 618和/或非易失性存储驱动器620中。这些指令集或者代码可以由处理器614执行。计算机可读介质612、RAM 618和/或非易失性存储驱动器620还可以提供用于存储根据本发明所使用的的数据以及数据结构的存储库。RAM 618以及非易失性存储驱动器620可以包括数个存储器,其包括用于在程序执行期间存储指令和数据的主随机存取存储器 (RAM) 以及其中存储固定指令的只读存储器 (ROM)。RAM 618以及非易失性存储驱动器620可以包括提供程序和/或数据文件的持久性 (非易失性) 存储的文件存储子系统。RAM 618以及非易失性存储驱动器620还可以包括可移动式存储系统,诸如可移动式闪速存储器。

[0092] 总线子系统616提供用于允许计算机的各种组件和子系统按预期彼此通信的机制。尽管总线子系统616被示意性示为单总线,总线子系统的替选实施例可以在计算机602内利用多条总线或者通信路径。

[0093] 对于固件和/或软件的实施方式而言,方法可以利用执行本文所述功能的模块 (例如程序、功能等) 来实现。有形化体现指令的任何机器可读介质可以被使用于实现本文所述的方法。例如,软件代码可以被存储于存储器中。存储器可以被实现在处理器之内或者处理器之外。如本文所用,术语“存储器”是指任何类型的长期、短期、易失性、非易失性或者其他存储介质,并且不限定为任何特定类型的存储器或者多个存储器、或者任何特定类型的存储器存于其上的介质。

[0094] 此外,如本文所公开,术语“存储介质”可以代表用于存储数据的一个或多个存储器,包括只读存储器 (ROM)、随机存取存储器 (RAM)、磁性RAM、磁芯存储器、磁盘存储介质、光存储介质、闪存设备和/或其他用于存储信息的机器可读介质。术语“机器可读介质”包括但不限于便携式或固定存储设备、光存储设备、无线信道和/或包含或传输指令和/或数据的有存储能力的各种其他存储介质。

[0095] 图7图示了根据实施例的用于实现和管理排程优化程序的流程700。为了便于理解,参考图1、2和8来描述过程700,但是应当理解,过程700的实施例不限于参考图1、2和8所述的示例性系统和装置。

[0096] 简单参考图1,住宅150A-150N中的一个或多个的设定点温度的排程可以在任何给定时间被优化。在一些情况下,由能量管理系统130所管理的全部住宅的设定点温度的排程可以被优化。在其他情况下,由能量管理系统130所管理的住宅的子集的设定点温度的排程可以被优化。可以通过各种方式来定义子集。例如,它们可以基于提供能量资源的公共事业 (即,通过同一公共事业公司供应能量的全部住宅150A-150N的子集)、住宅的地理位置、住宅所位于的环境的特征、住宅的特征 (例如,保暖性能)、住宅的居住人的财力 (例如,绝对财富、年度收入等) 等。在一些实施例中,住宅150A-150N的子集可以基于在该子集部分或完全参与排程优化计划时预期的能量减少来确定。例如,从排程优化的实现得到的能量消耗中的预期减少可以被确定 (例如,通过公共事业提供商计算系统120、能量管理系统130或者系统100的其他实体)。然后,在住宅150A-150N的特定子集部分或完全参与排程优化计划时所

预期的能量减少量可以被确定并且与期望量作比较。基于预期的能量减少是否符合、超过或者少于期望的能量减少,可以增加或减少子集的大小。以这种方式,可以实现期望的能量减少,同时有利地减少受到存在排程优化计划干扰的住宅150A-150N的数目。应当认识到,虽然在下面的说明书实施例中都被描述为能量消耗的“减少”,但是在其他实施例中被描述为能量消耗“转移”和/或能量成本的减小可以类似地被应用,其中能量消耗从一个时间段转移到另一时间段。

[0097] 返回图7,在操作702中,确定排程优化资格的要求。这种要求可以被实现为一组资格评定因素,其中每个因素用于确定能量消费者(即,住宅)是否具备参与具体排程优化计划的资格。例如,设备(例如,恒温器)是否仍处于诸如主动学习模式的具体学习模式可以是资格评定因素。对于另一示例,预期的能量节约是否超过某个值可以是资格评定因素。在任何特定实现中所使用的资格评定因素的数目和类型可以根据具体实施例而变化。另外,应当认识到,一些或全部资格评定因素可以通过能够由系统100的一个或多个实体所设定的一个或多个参数来定义。例如,当确定预期的能量节约是否超过某个值时所使用的值可以由前述实体中的一个来设定,并且可以基于具体实现而不同。更进一步,每个资格评定因素都可以被加权为影响有利或者不利资格评定的决定,并且/或者资格评定因素中的一个或多个可以独立确定有利或者不利资格评定的决定。例如,如果设备没有访问天气预报,则即使满足其他资格评定因素,该设备也可能不具备排程优化的资格。

[0098] 每当确定对排程优化资格的要求时,在操作704中识别具备排程优化资格的设备。例如,可以识别具备排程优化资格的住宅150A-150N的一个或多个恒温器。所识别的设备中的每一个都是满足前述要求的设备。

[0099] 简单转到图8,图8图示了根据实施例的用于识别具有排程优化资格的设备的过程704。根据该过程,分析多个资格评定因素以确定能量消费者是否具备参与根据本发明的排程优化过程的资格。如上所述,一些因素可以在其自身确定,而其他因素则可以被加权为呈现整体资格评定等级。资格评定等级的范围可以是从不具备资格(例如,0)到极具资格(例如,100)的任何位置。因此,具体能量消费者是否被识别为参与排程优化计划可以取决于其资格评定等级是否满足所需要的资格评定等级。除了定义一些或全部资格评定因素之外或作为其替选,可以在操作702中确定资格评定等级。

[0100] 在操作704A中,确定控制在建筑物(例如,建筑物205)处的环境管理系统(例如,HVAC203)的设备(例如,恒温器202)是否处于具体学习模式,例如“主动”学习模式。例如,智能多感测联网恒温器202可以实现一个或多个学习算法,由此恒温器202学习与恒温器202相关联的建筑物的居住者的趋势和喜好。恒温器202可以针对不同居住者等学习在一天的不同时间偏好的温度、湿度等。恒温器202可以实现多个学习模式,其中初始学习模式主动响应于用户的选择。即,学习模式显著提高对由居住者所主使的温度设定和改变的权重。初始学习模式可以持续特定持续时间,例如一星期、两星期、三星期等,或者直至温度设置和调整的特定量被记录。

[0101] 在初始学习模式的结束时,应当识别居住者的基本喜好和趋势。恒温器202可以由此进入诸如学习的改进模式的第二学习模式。改进模式与初始学习模式相比可能更不主动,因为与在初始学习模式期间所作出的改变相比,对由居住者所做出的改变给予小得多的权重。各种特定学习算法进一步在2012年9月30日提交的美国序列No.13/632,041(参考

No. NES0162-US) 中被描述,其全部内容出于所有目的通过引用合并于此。

[0102] 应当认识到,实施例不必限于恒温器202学习建筑物的居住者的趋势和喜好,而是学习算法可以被包含在关于智能住家环境200和/或能量管理系统130所述的电子设备中的任何一个或多个。在任何情况下,当这样的设备仍处于主动学习模式时,其可以不适用于参与排程优化过程,并且由此这可能不利于资格评定。反之,当这种装置退出主动学习模式,则这可能利于资格评定。

[0103] 在操作704B中,确定与能量消费者的建筑物相关联的一个或多个设备是否已经访问天气预报信息。例如,可以确定恒温器202是否可操作为接收在建筑物附近的天气的天气预报。在其他实施例中,与建筑物相关联的设备无需访问天气预报信息,而是这种信息可以由诸如能量管理系统130的其他实体来获得。如果确定了一个或多个设备或者实体已经访问天气预报信息,则这可能有利于资格评定,否则这可能不利于资格评定。

[0104] 在操作704C中,确定环境管理系统(例如,HVAC系统、冷却系统、加热系统等)在建筑物处是否被安装、可操作和可控制。例如,恒温器202可以经由对恒温器的电线连接器的连接来检测特定类型的环境管理系统的安装。一种用于检测具体类型的环境管理系统的安装的具体技术被公开于在2011年3月1日提交的美国序列No. 13/038,191(参考No. NES0009-US),其全部内容出于所有目的通过引用合并于此。此外,恒温器202可以类似地用于确定所附连的环境管理系统是否可由例如恒温器202来操作和控制。例如,恒温器202可以尝试控制所附连的冷却系统以冷却建筑物。如果恒温器202的温度传感器随后测量不大可能是诸如下降的室外温度的因素的结果的室内温度的减小,则恒温器202可以推断附连的冷却系统是可操作并且是可控制的。用于确定附连的环境管理系统是否可操作和可控制的其他技术被公开于前述美国序列No. 13/038,191。如果确定了环境管理系统被安装、可操作并且可控制,则这可能有利于资格评定。反之,如果确定环境管理系统没有被安装、可操作或者可控制,则这可能不利于资格评定。

[0105] 在操作704D中,确定是否存在充分HVAC使用的历史。例如,恒温器202可以确定HVAC 203在至少一定时间段里是否已经处于操作中并且由恒温器202控制,并且关于在该时间段中的控制和关联环境特征的数据已经被记录。这种数据可以包括例如用于生成使用模型(如后参考操作704F所述)所使用的数据,诸如室内温度、室外温度以及指示HVAC 203所消耗的能源量的信息。历史是否充分可以基于历史是否足以生成精确预测特定百分比内的能量消耗的使用模型来确定,特定百分比诸如2%、5%、10%、其间的范围或者小于2%或大于10%的百分比。在一些实施例中,一周的数据值可能是充分的、一个月的数据值可能是充分的、少于一星期、多于一个月或者一星期与一个月之间的期间内的数据量可能是充分的。在一些情况下,用于数据积累的时间段可以依赖于确定对排程优化的资格的要求的时间和/或预期排程优化将运行的时间。例如,可以确定数据在紧接在资格评定之前是否已经被积累了一星期。

[0106] 在操作704E中,确定控制建筑物处的环境管理系统(例如,HVAC)的设备是否具有无限通信能力。例如,可以确定恒温器是否能够与远程服务器264和/或能量管理系统130无线地进行通信。如果是,则这可能有利于资格评定;如果不是,则这可能不利于资格评定。

[0107] 在操作704F中,确定由于所识别的能量消费者参与排程优化过程而可能发生的能量减少的量是否超过阈值。可以使用多个因素来确定可能发生的能量减少的量,诸如能量

消费者的设定点温度的原始排程、设定点温度的预期的修改排程、关于用于针对给定的室外温度达到实际的室内温度所消耗的能源量的估计、天气预报和/或各种附加或备选因素。

[0108] 在一个具体实施例中,使用估计器可以估计HVAC系统达到具体室内温度或者根据对于给定的室外温度的具体设定点温度而被控制所消耗的能源量。例如,在一段时间中由HVAC所消耗的能量可以同与建筑物相关联的室内(实际或设定点温度)以及室外温度一起被记录。直线或曲线可以被配合到得到的数据以创建使用模型,该使用模型用于随后在给定温度设定点的特定排程以及天气预报的情况下来估计能量消耗。在一些实施例中,可以实现线性模型,由此HVAC运行时间等于第一常数乘以目标室内温度、加上第二常数乘以室外温度、加上第三常数,其中对于任何一天,HVAC运行时间是HVAC系统被命令为处于促动状态(例如加热开启、空调系统开启等)的总时间,目标室内温度是时间归一化的室温设定点,并且室外温度是这一天的平均室外温度。在一些实施例中,可以定期或一系列生成并且更新使用模型,以具有当前的并准确的模型。模型可以通过设备本身(例如,由恒温器202)或者由智能住家环境的其他设备(例如,危险检测单元204、入口界面设备206、壁灯开关208、壁式插口210、电器212、接入设备266或者与所识别是能量消费者相关联的其他电子设备)或者由系统100的其他元件(例如能量管理系统130、公共事业提供商的计算系统120等)来生成,其中用于生成这种模型所使用的信息(例如天气预报、能量使用、室内温度)可以被获得或者以其他方式被通信到生成模型的设备。

[0109] 一旦已经生成了使用模型,能量消费者的设定点温度的原始排成连同预报类似于设定点温度排程的持续时间中的天气的天气预报一起可以被应用于使用模型,以确定在实现了设定点温度的原始排程时将产生的预期能量消耗量。然后,设定点温度的优化排程连同同一天气预报一起可以被应用于同一使用模型,以确定在实现设定点温度的优化排程将产生的预期能量消耗量。例如,在上述线性模型实施例中,由优化排程所定义的温度设定点可以用作目标室内温度。然后,可以将这两个能量消耗量进行比较,以确定如果实现了设定点温度的优化排程,则是否可能产生节能并且可能节省多少能量,以便于提供关于预期的能量节约的指示。该预期的能量节约的指示可以被表达为能量减少的百分比、能量减少的绝对量、能量减少的财务价值或者一些其他形式,并且可以将其与指示期望的能量节约的值进行比较。如果预期的能量节约等于或者超过期望的能量节约,则这可能有利于资格评定。反之,如果预期的能量节约少于期望的能量节约,则这可能不利于资格评定。

[0110] 在操作704G中,确定设定点温度的原始排程是否包括最小数目的设定点。例如,对于诸如一星期的给定持续时间,可以在一日、一小时、一分钟的基础上或者其间的某一间隔(例如在下午1点、在下午7点以及在下午8点)来定义设定点。它们可以在规则或不规则的间隔上被定义。在诸如一星期的给定时段中定义的设定点的数目可以被确定并且与最小数目进行比较。如果所定义的设定点的数目符合或者超过最小数目,则这可能有利于资格评定。反之,如果所定义的设定点的数目小于最小数目,则这可能不利于资格评定。

[0111] 在操作704H中,确定控制建筑物处的环境管理系统(例如,HVAC)的设备是否与用户账户配对。通过与用户账户配对,设备与由能量管理系统130所管理的用户账户唯一关联。在许多情况下,设备与由与建筑物相关联的能量消费者所创建的账户配对。账户可以由能量管理系统130所管理,并且向能量消费者提供对使用一个或多个远程电子设备(例如,接入设备266)控制并且监视设备(例如,恒温器202)的接入。用于将设备与用户账户配对的

各种技术进一步在2011年10月17日提交的共同受让的美国序列No.13/275,311(参考No.NES0129-US)中被描述,其全部内容出于所有目的通过引用合并于此。如果控制在建筑物处的环境管理系统的设备与用户账户配对,则这可能有利于资格评定。反之,如果控制在建筑物处的环境管理系统的设备并未与用户账户配对,则这可能不利于资格评定。

[0112] 在操作704I中,确定能量消费者是否可能参与排程优化过程。能量消费者参与排程优化过程的可能性可以基于多个因素来确定,诸如能量消费者在过去的排程优化过程中的先前参与水平、能量消费者的HVAC排程、建筑物在DR事件期间被居住的可能性、能量消费者的地理位置、能量消费者的财力等。如果能量消费者可能参与DR事件,则这可能有利于资格评定。否则,这可能不利于资格评定。

[0113] 在操作704J中,确定与能量消费者相关联的建筑物是否可能在给定时段(例如一天)之中的至少一定时间百分比内没有被居住。在确定建筑物是否可能没有被居住中,可以生成或以其他方式获得居住概率分布。居住概率分布指示建筑物在各个不同时间被居住的概率。可以使用包含在与建筑物相关联的一个或多个电子设备中的一个或多个居住传感器来生成居住概率分布,诸如包含在恒温器202、危险检测单元204、入口界面设备206、壁灯开关208、壁插头接口210、电器212、接入设备266或者与所识别的能量消费者相关联的其他电子设备。由一个或多个这种设备所检测的居住的历史记录可以被保持并且用于改进居住概率分布。在一个具体实施例中,可以使用如在共同受让的美国序列No.13/632,070(参考No.NES0234-US)中所述的用于开发居住概率分布的技术,其全部内容出于所有目的通过引用合并于此。当居住概率分布指示建筑物可能在某个时段的至少特定百分比中(例如,一天的30%)中不被居住时,这种可能有利于资格评定。反之,当居住概率分布指示建筑物可能在某个时段的特定百分比中被居住时,这种可能则不利于资格评定。

[0114] 应当理解,在图8中所示的特定操作提供用于分析多个因素以确定能量消费者是否具备参与具体排程优化过程的资格的特定过程。参考图8所述的各种操作可以在本文所述的多种电子设备或者组件中的一个或多个处实现并且由其执行。例如,它们可以在智能住家环境200、能量管理系统130等中的一个或多个电子设备处实现并且由其执行。还可以根据替选实施例来执行其他操作顺序。例如,本发明的替选实施例可以以不同的顺序来执行上述操作。此外,在图8中所示的单独操作可以包括可以在合适于单独操作时以各种顺序执行的多个子操作。另外,可以根据具体应用来添加附加操作或者移除现有操作。本领域的普通技术人员将认识和理解许多变化、修改和替选。

[0115] 现在返回图7,一旦已经识别了具备排程优化资格的设备,就可以在操作706中确定这些设备的总体预期能量减少。可以基于排程优化过程中的能量消费者的完全或者甚至部分参与来确定预期的能量减少。如果假定完全参与,则如参考操作704F所述的预期的能量节约可以被确定,并且针对全部识别的设备而被合计。如果假定部分参与,则这种预期的能量节约可能由于某个因素而减少。例如,在一个实施例中,所识别的设备完全参与排程优化过程的概率可以基于例如历史参与水平来确定,并且用于确定减少的预期的能量节约。

[0116] 在操作708中,确定预期的能量减少是否等于所需的减少。如果是,则处理可以继续至操作710,其中所识别设备的设定点温度的排程被优化。否则,处理可以继续至操作712,其中资格评定要求被修改。这种修改可以包括例如,在预期的减少小于期望的减少的情况下,则降低对资格评定的要求(例如,减少要求的数目、减少定义一个或多个要求的参

数等)。这种修改还可以或者替选地包括例如在预期的减少大于期望的减少则增加对资格评定的要求。由于更改了对资格评定的要求,所以针对排程优化识别的设备的数目可以改变,并且由此预期的能量减少也将改变。

[0117] 应当理解,在图7中所示的特定提供了用于实现和管理根据实施例的排程优化计划的具体过程。参考图7所述的各种操作可以在多种电子设备或者本文所述的组件中的一个或多个处实现并且由其执行。例如,它们可以在智能住家环境200、能量管理系统130等中的一个或多个电子设备处实现并且由其执行。还可以根据替选实施例来执行其他操作顺序。例如,本发明的替选实施例可以不同的顺序来执行上述操作。此外,在图7中所示的单独操作可以包括在合适于单独操作时可以以各种顺序执行的多个子操作。另外,根据具体应用,可以添加附加操作或者移除现有操作。例如,在一些实施例中,如果确定了预期的能量减少符合或者超过期望的能量减少,则处理可以继续至操作710,其中所识别的设备的排程被优化。本领域普通技术人员将认识并理解许多变化、修改和替选。

[0118] 本文所述的各种实施例有利地提供了在排程优化的上下文中由能量消费者进行的高水平的HVAC控制,因为可以在开始进行任何类型的设定点优化过程之前、期间和/或之后请求能量消费者的期望。这种期望可以被有形地认识并且随后通过例如在执行任何设定点优化过程之前请求能量消费者的输入以确定能量消费者是否还对参与这样的过程感兴趣。又如,可以在设定点优化过程期间或者之后请求来自能量消费者的输入,以确定能量消费者是否想要保持任何优化的排程、继续优化过程或以其他方式恢复到其设定点温度的原始排程。以这种方式,能量消费者在排程优化过程之前、期间和之后被授权多种水平的HVAC系统控制,由此减少能量消费者参与这种优化过程的阻碍,这不仅可以提供单独的能量节约,还可以显著减少能量消费者社群的总能量消耗。

[0119] 图9图示了根据实施例的用于生成、呈现以及实现排程优化过程的过程800。为了便于理解,参考图1、2、8和12A描述过程800,但是应当理解,过程800的实施例不限于参考图1、2、8和12A所述的示例性系统和装置。

[0120] 在操作802中,生成设定点温度的原始排程。可以各种方式中的一个或多个来生成排程。例如,排程可以由恒温器202的用户来设定,并且经由恒温器202、接入设备266和/或智能住家环境200的另一计算设备的用户界面被输入以用于存储在恒温器202中。排程可以通过诸如恒温器202本身的智能住家环境200的实体通过学习与恒温器202相关联的建筑物的居住者的趋势和喜好来生成。原始排程可以通过除了智能住家环境200之外的系统100的实体来生成,诸如通过远程服务器264、能量管理系统130或者系统100的另一实体来生成,并且在恒温器202的安装之前在恒温器202中被预先编程,或者在安装后被通信到恒温器202。在一些实施例中,设定点温度的原始排程可以基于上述的一个或多个的组合来生成。例如,原始排程可以初始地由能量消费者来定义,并且随后经由学习来定制。

[0121] 出于解释的目的,单间转到图12A,图12A图示了根据实施例的原始设定点温度的排程900。设定点温度的排程包括指示在一天的具体时间(例如,1400小时)的具体期望室内温度(例如73°F)的多个单独排程的设定点温度902。对于给定时段(例如一天),可以存在任何数目的单独设定点温度902,其对于给定时段定义室内温度控制轨迹904。设定点温度可以以规则间隔(例如每15分钟、30分钟、60分钟等)或者以不规则间隔(例如在1400小时、在1600小时、在1700小时以及在1800小时)进行定义。在一个具体实施例中,可以针对一星期

的每天定义设定点温度的排程,其中用于给定的任何一天的相同设定点温度排程然后在这一天中持续地重复。例如,可以针对星期一定义排程,并且然后该排程可以用于在每星期一控制HVAC系统。然而,实施例不限于此,因为可以针对其他时间间隔来定义排程(例如,针对星期一至星期五的排程、针对星期六和星期日的排程),并且可能或者不能重复。

[0122] 现在转到图9,一旦已经生成了设定点温度的原始排程,处理即可以继续至操作804。在操作804中,生成使用模型。使用模型可以如前参考操作704F所述而被生成,并且在一些实施例中,可以出于确定能量消费者是否具备排程优化过程的资格而被生成。

[0123] 在操作806中,确定是否接收优化通知。例如,在一些实施例中,可以从远程服务器264向恒温器202通信优化通知。这样的通知可以包括优化过程的参数,诸如优化过程持续多久、针对优化中的每天或者每星期应将多少度的温度改变应用于设定点温度的原始排程、如何将设定点温度的原始排程划分成子间隔、针对每个子间隔应当如何改变设定点温度等。在一些情况下,这些参数可以被预先存储于恒温器202中,或者被预先通信至恒温器202,并且通知可以指令恒温器202开始排程优化过程,或者在这种排程优化之前开始资格评定过程。如果没有接收到优化通知,则处理可以继续至操作808,其中根据设定点温度的原始排程来控制HVAC系统。否则,处理可以继续至操作810。

[0124] 在操作810中,确定资格评定要求是否被满足。例如,如参考图8所述,恒温器202可以确定多种资格评定因素中的一个或多个是否被满足。如果没有满足资格评定因素,则处理可以返回到操作808,其中根据设定点温度的原始排程来控制HVAC系统。否则,处理可以继续至操作812。

[0125] 在操作812中,向能量消费者呈现用于执行排程优化的选项。例如,恒温器202(或者诸如接入设备266的智能住家环境200的其他元件)可以向与智能住家环境200相关联的居住者呈现显示或以其他方式通信用于执行排程优化的选项。在一些实施例中,除了通信这种选项,描述排程优化过程、预期过程历时多久、由该过程导致的预期的能量节约或者在协助能量消费者确定是否执行排程优化中可能对能量消费者有价值的其他信息的附加信息可以类似被通信到能量消费者。

[0126] 在操作814中,确定用户是否接受用于执行排程优化的选项。如果没有,则处理可以返回到操作808,其中根据设定点温度的原始排程来控制HVAC系统。否则,处理可以继续至操作816。用户可以以多个方式中的任何一个或多个来指示对执行排程优化的选项的接受。例如,用户可以操控恒温器202(或者诸如接入设备266的智能住家环境200的其他元件)的输入/输出元件。在一些实施例中,能量消费者可以通过选择“不是现在”或者“稍后提醒”选项来延迟作出这种决策,在该情况下,用于执行排程优化的选项被至少暂时停止或以其他方式被归入恒温器202或者与能量消费者相关联的其他电子设备上的不同菜单选项。

[0127] 在操作816中,优化设定点温度的原始排程。排程可以被优化成,与在维持或以其他方式实现设定点温度的原始排程所消耗的能源量相比,减少;HVAC系统所消耗的能源量。如果HVAC系统处于加热模式,则这可以例如通过降低原始排程的设定点温度来完成,或者如果HVAC系统处于冷却模式,则这可以通过提高原始排程的设定点温度来完成,或者通过执行其某一组合来完成。

[0128] 在一些实施例中,可以出于除了能量消耗的减少之外的目的来优化排程。例如,原始排程可以被优化为:(1)向将分时定价考虑在内的最佳金钱成本节约迁移;(2)向逐渐降

低由夏时制的1小时时移所产生的影响(即,中间设置点调整)迁移;(3)向为建筑物的居住者提供加强的健康益处的排程(例如,鼓励居住者提早就寝、提早起床等的排程)迁移;(4)向“星期一橄榄球之夜”排程迁移(例如,在橄榄球赛季之前的三个星期里,就寝时间温度设定点可以从星期一晚间10点的正常时间缓慢转为星期一晚间1点;然后,在橄榄球赛季结束之后,其在为期三星期的时间里渐进转回星期一晚间10点)。

[0129] 换言之,原始排程的优化可以包括对于排程中一个或多个设定点的“垂直”转移(即,增加或降低的温度设置)和/或对于排程中的一个或多个设定点的“水平”转移(即,增加或减少的时间设置)。在许多实施例中,原始排程的优化是从原始排程到经优化排程的缓慢迁移。迁移缓慢的原因是,排程的设定点温度在优化时段的过程中被不明显地少量调整或偏移。每次调整(或偏移)都不明显的原因是,其具有人体通常不可检测的温度或时间幅度。例如,每次调整都可以是度数的一部分(例如 $1/100^{\circ}\text{F}$ 、 $1/50^{\circ}\text{F}$ 、 $1/20^{\circ}\text{F}$ 、 $1/10^{\circ}\text{F}$ 、 $1/7^{\circ}\text{F}$ 、 $1/4^{\circ}\text{F}$ 、 $1/2^{\circ}\text{F}$ 、在这些分数的任何分数之间的范围内或者分数值小于 $1/100^{\circ}\text{F}$ 或者大于 $1/2^{\circ}\text{F}$ 的分数)和/或小时的一部分(例如1分钟、5分钟、10分钟、15分钟、30分钟、45分钟、在这些分数的任何分数之间的范围内或者分数值小于1分钟或者大于45分钟的分数)。虽然每一次单独调整都可能对人体来说不明显,并且本身不能实现任何最优效果(例如,在能量节约中显著减少),但在优化时段过程中的总体调整实际上可以实现最优结果(例如,在能量节约中显著减少),而不会对居住者造成任何明显程度的不适(或者在一些情况下,使居住者习惯于可接受新的最优排程)。

[0130] 在一些实施例中,设定点温度的原始排程的优化可以响应于用户反馈。例如,在优化时段期间,虽然原始排程被缓慢并且渐进地调整,但能量消费者可以响应于正在对原始排程进行的改变。来自能量消费者的反馈可以是正面的或负面的。其可以是正面的原因在于,反馈指示从原始排程转至最优排程的接受或者鼓励。例如,如果排程被调整为减少温度设定点,则反馈可以指示与优化过程正作出的调整相比,增加温度设定点的减少。替选地,其可以是负面的原因在于,反馈指示从原始排程到最优排程的迁移的拒绝或者阻止。例如,如果排程正被调整为减少温度设定点,则反馈可以指示与优化过程正作出的调整相比,减小了温度设定点的减少。

[0131] 原始排程的优化可以根据反馈是正面还是负面来对用户反馈进行响应。如果反馈是正面的,则优化可以忽略反馈,或者在一些实施例中,增加变化率(例如,每次调整的大小)和/或增加原始排程的设定点温度与优化设定点温度之间的差异。反之,如果反馈是负面的,则优化可以忽略反馈、一起取消优化,或者在一些实施例中,减小改变率和/或减小在原始排程的设定点温度与优化设定点温度之间的差异。

[0132] 一旦设定点温度的原始排程被优化,处理就可以继续至操作818,其中向用户询问其是否希望保持新优化的设定点温度的排程。在一些实施例中,一旦优化过程完成(即,在考虑到用户反馈或者并且没有考虑用户反馈的情况下,原始排程已经迁移为最优排程),就可以将该选项呈现给用户。在其他实施例中,在用户已经指示了期望停止优化(例如,用户已经指示了某个负面反馈)的情况下,可以另外或者替选地将该选项呈现给用户。在一个具体实施例中,用于遵守新的最优排程的选项可以经由恒温器202、接入设备266或者智能住家环境200的其他电子设备被呈现或以其他方式通信到用户。如果用户例如经由恒温器202的输入/输出界面指示其不希望遵守新的排程,则处理可以返回到操作808,其中根据设定

点温度的原始排程来控制HVAC。否则,处理可以继续至操作820,其中根据设定点温度的新的最优排程来控制HVAC。

[0133] 应当理解,在图9中所示的特定操作提供了根据实施例的用于生成、呈现和实现的排程优化过程的具体流程。参考图9描述的各种操作可以在各种电子设备或者本文所述的组件中的一个或多个处实现并且由其执行。例如,其可以在智能住家环境200、能量管理系统130等中的一个或多个电子设备处实现并且由其执行。还可以根据替选实施例来执行其他操作顺序。例如,本发明的替选实施例可以不同的顺序来执行上述操作。此外,在图9中所示的单独操作可以包括可以合适于单独操作的各种顺序执行的多个子操作。另外,可以根据具体应用来添加附加操作或移除现有操作。例如,在一些实施例中,可以在将优化通知通信到恒温器之前执行资格评定。例如,恒温器可以初始地确定其是否满足资格评定的要求,并且然后接收并响应于优化请求。另外或替选地,远程服务器可以确定具体恒温器是否满足资格评定的要求。如果满足,则其可以将用于呈现的优化通知通信到能量消费者。否则,其就可能不会将优化通知通信到恒温器。

[0134] 现在转到图10,图10图示了根据第一实施例的用于优化设定点温度的原始排程的过程(例如,诸如参考操作816所述)。为了便于理解,参考图1、2和9描述过程816,然而应当理解,过程800的实施例不限于参考图1、2和9所述的示例性系统和装置。

[0135] 在操作816A中,识别设定点温度的原始排程。例如,恒温器202的处理器可以读取在恒温器202的存储元件中所存储的设定点温度的排程。在操作816B中,渐进地调整设定点温度的原始排程。由设定点温度的原始排程定义的温度控制轨迹可以被渐进修改以达到设定点温度的某一新的最优排程,其中新的排程可以在能量减少、成本降低等方面是最优的。在修改的温度控制轨迹中,存在于设定点温度的原始排程中的设定点温度可以被修改(例如,温度或时间上的偏移)。在一些情况下,新的设定点温度可以针对温度控制轨迹被定义并且随后被调整。例如,在一些情况下,设定点温度的原始排程可以包括大的时间间隔,其中没有明确定义设定点温度。在这种情况下,这些间隔可以通过在这些间隔内添加新的设定点温度来被填充,其中可以基于例如相邻并且先前定义的设定点温度的插值来定义新的设定点温度。

[0136] 在操作816C中,根据渐进调整的设定点排程来控制HVAC。例如,在优化时段(例如一星期)期间的第一周期性时间间隔(例如第一天)的开始,可以调整原始排程。然后,根据该在第一周期性时间间隔中调整的排程来控制HVAC系统。在第二周期性时间间隔(例如第二天)的开始,可以调整应用于前一周期性时间间隔(例如第一天)的排程(或者等同地,可以调整原始排程,但调整为考虑到在第一天期间所作的调整以及正在第二天中所作的调整的更大程度)。然后,根据在第二周期性时间间隔所新调整的排程来控制HVAC系统。渐进调整可以被应用于一系列任何适当时间段(例如一天、两天、三天、半天、小于半天的时段、大于三天的时段或者半天与三天之间的时段)中的每一个,其中,针对单个调整的每个单独的时间段与整体优化时间段相比更短(例如,单独的时间段可以是一天,整体优化时间段可以是一星期或者大于一星期的时段)。

[0137] 在操作816D中,确定是否接收对当前或者排程的设定点的用户改变。如上所述,对反映期望将建筑物中的温度立即改变为该设定点温度的期望的现有设定点温度的改变在本文中被称作对“即时设定点温度”或者“当前设定点温度”的改变。用户可以多个方式中的

任何一个或多个来指示对改变当前设定点温度的期望。例如,用户可以旋转恒温器202的环或者利用接入设备266来模拟类似的操作。而且如前所述,这与可以按时、按天、按周、按月或者按设定点温度可以反映对建筑物中未来温度的期望的其他排程所提供的对设定点温度所作的改变对比,其中这种设定点温度被称为“排程的设定点温度”或者“设定点温度的排程”。用户可以指示对以各种方式改变由设定点温度的排程定义的一个或多个设定点温度的期望。例如,经由恒温器202的环,用户可以访问排程菜单以查看和/或修改设定点温度的排程。用户可以模拟与接入设备266类似的操作。

[0138] 如果接收到对当前或排程的设定点的用户改变,则处理可以继续至操作816E,其中HVAC控制和/或设定点温度的排程被修改。在一些实施例中,对当前设定点温度进行的改变可以由恒温器立即遵循或者以其他方式遵守。例如,响应于接收对当前设定点温度的用户改变,恒温器202可以控制HVAC系统以尝试使得建筑物的室内温度达到由用户改变所定义的当前设定点温度(与由优化过程所定义的设定点对比)而控制HVAC系统。根据操作816B,对当前设定点温度进行的这种改变还可以考虑到何时对排程的设定点作出一系列调整。这些改变可以基于用户改变是指示正面反馈还是负面反馈。例如,如果用户改变指示正面反馈,则可以增加改变率(即,一个或多个后续调整的大小),和/或可以增加在原始排程的设定点温度与优化设定点温度之间的差。另一方面,如果用户改变指示负面反馈,则可以减小改变率(即,一个或多个后续调整的大小)和/或可以减小在原始排程的设定点温度与最优设定点温度之间的差异。

[0139] 在至少一个实施例中,对排程的设定点进行的改变可以不同于对当前设定点温度进行的改变而被响应。例如,在用户进行对排程的设定的改变(例如,将温度从70°F升至72°F)的一个实施例中,不对先前排程的设定点温度(例如70°F)作出在操作816B中的后续调整,而会对新排程的设定点温度(例如72°F)作出调整。因此,对排程的设定点的用户改变可以被结合在设定点温度的原始排程的逐渐调整的版本中。另外,在一些实施例中,类似于前述那些修改,可以基于用户反馈是正面的还是负面的来修改对新排程的设定点温度进行的后续调整。在至少一个实施例中,对于排程改变的修改的大小大于对于类似的当前设定点温度的排程改变。

[0140] 在每个具体周期性时间间隔期间,如果确定了没有接收到用户改变,并且一旦到达周期性时间间隔的结束,处理就可以继续至操作816F。在操作816F中,确定优化是否完成。例如,恒温器202可以确定是否已经到达优化时间段的结束。如果没有,则处理可以返回到操作816B,其中渐进地调整设定点排程。否则,排程优化可以被视为完成。

[0141] 应当理解,图10中所示的特定操作根据实施例来提供用于优化设定点温度的原始排程的具体过程。参考图10描述的各种操作可以在各种电子设备或者本文所述的组件中的一个或多个处被实现并且由其执行。例如,其可以在智能住家环境200、能量管理系统130等中的一个或多个电子设备处被实现并且由其执行。还可以根据替选实施例来执行其他操作顺序。例如,本发明的替选实施例可以不同的顺序来执行上述操作。此外,在图10中所示的独立操作可以包括可以合适于单独操作的各种顺序所执行的多个子操作。此外,可以根据具体应用来添加附加操作或移除现有操作。

[0142] 现在转到图11A和图11B,图11A和图11B图示了根据第二实施例的用于优化设定点温度的原始排程的过程(例如,诸如参考操作816所述)。为便于理解,参考图1、2、9、12A至

12H、13A和13B描述过程816,但是应当理解,过程816的实施例不限于参考图1、2、9、12A至12H、13A和13B所述的示例性实施例。另外,应当理解,参考图10所述的类似操作可以类似地适用于参考图11A和11B所述的操作,其中省略赘述以减轻读者的负担。

[0143] 在操作816AA中,识别设定点温度的原始排程。该操作类似于操作816A。这样的原始排程可以例如类似于参考图12A所述的原始排程。如上所述,图12A图示了根据实施例的原始设定点温度的排程。在该示例中的排程在24小时的时段内被定义,并且定义范围在71°F与73°F之间的室内温度控制轨迹904。在该具体排程中,定义各种事件,包括回家时间(1800小时)、睡眠时间(2300小时)、醒来时间(0600小时)以及离家时间(0830小时)。回家时间可以指示建筑物从无人居住状态转变为居住状态时的时间。睡眠时间可以指示居住者就寝或者入睡时的时间。醒来时间可以指示居住者起床或者醒来时的时间。离家时间可以指示当建筑物从居住状态转变为无人居住状态时的时间。

[0144] 可以以多种方式中的一个或多个方式来定义各种事件。例如,用户可以将这些事件时间输入恒温器202(经由恒温器202、接入设备266或者智能住家环境200的其他电子设备)。又如,可以将这些事件时间预设于恒温器202中或者从诸如能源管理系统130的除用户以外的实体通信到恒温器202。又如,可以通过恒温器202(或者智能住家环境200的其他元件)来确定这些事件时间。例如,恒温器202可以生成指示建筑物在各不同时间会被居住的概率的居住概率分布。离家时间可以被识别为有80%的可能性建筑物会无人居住的时间。回家时间可以被识别为有80%的可能性建筑物会被居住的时间。具体的百分率不必为80%,而可能是大于50%的任何值,其也不必彼此相同,而是可以彼此不同。入睡和醒来事件可以类似地通过恒温器202经由例如居住传感器、学习的设定点改变等来确定。因此,事件可以是静态的,或者其可以在一段时间内动态改变,因为居住者在一段时间内渐进养成习惯和趋势,并且事件或者设定点温度的排程的子间隔由此可以至少部分基于居住概率分布。

[0145] 结果,排程优化可以至少部分地基于实时居住和/或居住概率。例如,当建筑物无人居住或者预期无人居住时可以更主动地作出能量减少,并且当建筑物被居住或者预期被居住时不太主动。在一些情况下,还可以确定居住者的活动程度(即确定居住者是否可能醒着或者睡着),其中与高活动程度(例如居住者醒着)相比,可以在低活动程度(例如居住者睡着)期间更主动地作出能量减少。活动程度可以从各种类型的信息中的一个或多个来确定,包括与恒温器的用户交互的类型和/或频率、建筑物中的光照条件、建筑物中的网络活动程度、当日时间等。居住和活动程度可能不仅影响能量消耗中改变的改变率和/或幅度,还可能影响在整个排程优化期间中作出能量消耗改变的时间。例如,高居住和/或活动程度可能在排程优化时段中的早期或者甚至在整个排程优化时段中产生能量消耗的改变,而低居住和/或活动程度可能在排程优化时段的晚期产生能量消耗的改变。

[0146] 返回图11A,在操作816BB中,确定阶段的数目和每个阶段的参数。即,在一些实施例中,原始排程到最优排程的优化可以在一个或多个阶段中发生。每个阶段都可以仅持续整个优化时段的一部分。例如,优化时段可以持续三星期。优化时段可以被分隔为多个独立阶段。例如,三星期的优化时段可以被分为三个独立阶段,每各阶段具有一星期的持续时间。在每个阶段期间,可以调整温度设定点的原始排程内的温度设定点的子集。子集可以是彼此独立或者重合的。一旦一阶段完成并且对应于该阶段的温度设定点的子集已经被调

整,下一阶段就可以开始。然后,可以在第二阶段的持续时间中调整对应于下一阶段的温度设定点的子集。在一些情况下,可以同时调整对应于前一阶段的温度设定点的子集。

[0147] 例如,图12A至12H图示了根据实施例的根据排程的设定点的优化过程对设定点温度的原始排程进行的调整,其包括对分成三个子间隔的排程的三阶段修改。图12A至12D图示了在第一阶段期间对原始排程进行的渐进调整。对与定义温度设定点的原始排程的时间段的第一子间隔相对应的温度设定点的第一子集进行调整,其中第一子间隔在233小时和0530小时之间延伸。在一星期中的每一天使该第一子间隔的温度设定点偏移(在该情况下增加) $1/7^{\circ}\text{F}$ 。例如,图12B图示了包括在一星期的第一天中调整的室内温度控制轨迹912的调整的排程910。图12C图示了包括在一星期的第二天中的调整的室内温度控制轨迹922的调整的排程920。图12D图示了包括在一星期最后一天中的调整的室内温度控制轨迹932的调整的排程930。结果,在第一星期或者阶段的结束时,在2330小时与0530小时之间定义的温度设定点被增加了 1°F 。

[0148] 图12E和12F图示了在第二阶段期间对原始排程进行的渐进调整。继续关于第一子间隔的温度设定点所述的调整。即,在第二阶段或者第二星期的过程中,在第二星期中每一天使第一子间隔的温度设定点再次增加 $1/7^{\circ}\text{F}$ 。另外,还对与在0830小时与1730小时之间延伸的第二子间隔的温度设定点的第二子集进行调整,其中在第二星期中每一天也使温度设定点的第二子集增加 $1/7^{\circ}\text{F}$ 。例如,图12E图示了包括在一星期中的第一天中调整的室内温度控制轨迹942的调整的排程940。图12F图示了包括在一星期的第七天中的调整的室内温度控制轨迹952的调整的排程950。由于在第二阶段期间所进行的调整,在第二阶段或一周的结束时,针对第一子间隔(即2330小时与0530小时之间)定义的温度设定点从其 73°F 的原始设定点温度到 75°F 的经调整设定点温度被增加了 2°F ,并且针对第二子间隔(即0830小时与1730小时之间)定义的温度设定点从其 73°F 的原始设定点温度到 74°F 被增加了 1°F 。

[0149] 图12G和12H图示了在三阶段期间对原始排程进行的渐进调整。继续关于第一和第二子间隔的温度设定点所述的调整。换言之,在三阶段或者第三星期的过程中,在第三星期中的每一天将第一和第二子间隔的温度设定点再次增加 $1/7^{\circ}\text{F}$ 。另外,还对对应于在1730小时与2330小时之间以及在0530小时与0830小时之间延伸的第三子间隔的温度设定点的第三子集进行调整,其中在第三星期的每一天中也将温度设定点的第三子集增加 $1/7^{\circ}\text{F}$ 。例如,图12G图示了包括在一星期的第一天中的调整的室内温度控制轨迹962的调整的排程960。图12H图示了包括在一星期的第七天的调整的室内温度控制轨迹972的调整的排程970。由于在三阶段期间进行的调整,在三阶段或星期的结束时,对第一子间隔(即,2330小时与0530小时之间)定义的温度设定点从其 73°F 的原始设定点温度到 76°F 的经调整设定点温度被增加了 3°F ,对第二子间隔(即0830小时与1730小时之间)定义的温度设定点从其 73°F 的原始设定点温度到 75°F 被增加了 2°F ,并且对第三子间隔(即1730小时与2330小时之间以及0530小时与0830小时之间)定义的温度设定点从其相应 71°F 和 72°F 的原始设定点温度到相应 72°F 和 73°F 被增加了 1°F 。

[0150] 应当认识到,参考图12A至12H所述的调整和设定点排程仅出于解释目的而被图示并且主题内容的范围不受限制。例如,尽管调整被示为增加温度,但调整还可以或者替代地包括降低温度、增加设定点温度的时间或者减少设定点温度的时间。又如,虽然排程被描述为被分开成三个子间隔,但是排程可以被分成更多或者更少的子间隔。又如,虽然优化过程

被描述为具有相同数目的阶段和排程子间隔,但其可以是不同的。又如,虽然优化过程被描述为对每一阶段以相同的比率增加温度设定点,但其可以在阶段之间或者甚至在一阶段内以不同比率被调整。又如,虽然优化过程被描述为对每一子间隔以相同的比率增加温度设定点,但其可以对不同子间隔以不同比率被调整。又如,虽然优化过程被描述为对每一阶段保持相同的子间隔,但子间隔的大小、位置和/或数目可以从阶段到阶段有所变化。又如,虽然优化过程被描述为当居住者睡着时比当居住者醒着时更主动地减少能量消耗,但在其他实施例中,当居住者醒着时可以比当居住者睡着时更主动地减少能量消耗。

[0151] 还应当认识到,在一些实施例中,可以根据前述用户事件来定义子间隔。例如,可以根据入睡事件和随后的醒来事件来定义第一子间隔,另外定义居住者可能进入睡眠期间的间隔。可以参考离家事件和回家事件来定义第二子间隔,另外定义建筑物可能被居住期间的间隔。可以根据回家事件和入睡事件并且根据醒来事件和离家事件来定义第三子间隔,另外定义建筑物可能被居住并且居住者醒来期间的间隔。

[0152] 应进一步认识到,在一些实施例中,总体调整(即原始排程与最优排程之间的差异)的调整率和/或幅度可以基于前述用户事件中的一个或多个来确定。例如,与建筑物可能无人居住的时段相比,在建筑物可能被居住的时段期间的总体调整的调整率和/或幅度可以更大。又如,与建筑物的居住者可能醒着的时段相比,在建筑物的居住者可能入睡的时段内的总调整的调整率和/或幅度可以更大。

[0153] 现在返回到图11A,如前所述,在操作816BB中,确定阶段的数目和每个阶段的参数。例如,参考图12A至图12H所述,阶段的数目可以是3。参数可以定义每个阶段的特征,诸如阶段的持续时间(例如,一星期)、阶段的数目(例如,3)、每个阶段的子间隔的大小(例如,2小时)和/或位置(例如,始于1750小时)、阶段和/或对阶段定义的子间隔的温度设定点的调整率(例如 $1/7^{\circ}\text{F}$)和/或其他特征。一旦确定了阶段的数目和每个阶段的参数,处理就可以继续到操作816CC,其中第一阶段的排程优化开始。

[0154] 在操作816DD中,根据参数来修改一星期的设定点排程(或者由前述参数定义的其他时段)。例如,在如前所述的一些实施例中,设定点温度的原始排程可以定义用于在诸如一星期的具体时段内的设定点温度。可以根据前述参数来调整排程设定点的时段。例如,关于图12A,排程900可以是针对诸如星期一的某一天的设定点温度的排程。设定点温度的完整排程可以包括针对诸如星期二到星期五的一星期的其他天的设定点温度的相同或相似排程。完整排程可以进一步包括针对星期六和星期日的相同或相似或者更多时候相当不同的设定点温度的排程。在该具体实施例中,根据阶段参数来调整针对整个星期的设定点温度的排程。例如,关于图12B,原始排程900可以被调整成生成调整的排程910。调整的排程910包括在第一子间隔中定义的调整的室内温度控制轨迹912,其中在该子间隔种的调整的室内温度控制轨迹912与在同一子间隔上的原始室内温度控制轨迹904相比被提高了 $1/7^{\circ}\text{F}$ 。除了调整针对诸如星期一的某一天的排程之外,可以类似地对针对诸如星期二至星期五、星期六和星期日的其他天进行调整。在一些情况下,第一子间隔对于每一天将是相同的。在其他情况下,诸如当用户事件在各个天之间改变时(例如,醒来事件从星期一至星期五的早六点变为星期六和星期日的早八点),对于在排程中定义的天中的至少一个一天,第一子间隔将是不同的。即使相同子间隔(例如表示居住者入睡期间的可能时段的第一子间隔)可以在一整星期的排程中的不同时间段内被定义,但在一些实施例中,可以对该子间隔

作出相同的调整(例如1/7°F)。

[0155] 一旦一星期的设定点排程被修改,处理就可以继续至操作816EE,其中HVAC控制时段开始。HVAC控制时段可以被定义为短于一阶段并且短于整体优化时段的时间段。例如,HVAC控制时段可以是一天(其类似地可能短于或长于一天)。因此,可以根据针对该日的调整的排程(例如调整的排程910)来控制HVAC。在HVAC控制时段期间,可以(例如,经由恒温器202、接入设备266或者智能住家环境200的其他计算设备)监视用户交互。另外地或替代地,可以类似地监视例如由能量管理系统130、远程服务器264或者系统100的其他实体的非用户实体的交互。这样的监视可以包括监视排程的设定点温度的用户改变、监视对当前设定点温度的用户改变、监视对停止排程优化的用户指示、监视对状态参数的改变等。

[0156] 在操作816FF中,确定用户是否已经修改了当前设定点温度。例如,恒温器202可以确定用户是否已经在恒温器202处、在接入设备266处或者经由智能住家环境200的一个或多个计算设备修改了当前设定点温度。如果确定了用户已经修改了当前设定点温度,则处理可以继续至操作816GG,其中当前设定点温度被调整并且由恒温器立即遵守或以其他方式遵守。应当认识到,HVAC系统不会无限期地根据按用户所调整的当前设定点温度来进行控制。相反,可以在特定时间段内遵循经用户调整的设定点温度。例如,可以遵循经用户调整的设定点温度,直至达到在设定点温度的排程中所定义的后一设定点,HVAC系统在该点可以转为根据该后一设定点而被控制。

[0157] 在操作816HH中,可以存储关于修改的信息,诸如进行修改的时间、修改的幅度等。这种信息可以被存储于例如恒温器202的存储元件中。另一方面,如果在操作816FF中确定用户尚未修改当前设定点温度,则处理可以继续至操作816II。

[0158] 在操作816II中,确定用户是否已经修改了在设定点温度的排程中所定义的一个或多个设定点温度。例如,恒温器202可以确定用户是否已经经由恒温器202、接入设备266或者经由智能住家环境200的一个或多个其他计算设备修改在设定点温度的排程中所定义的一个或多个设定点温度。如果确定了用户已经修改了在设定点温度的排程中定义的一个或多个设定点温度,则处理可以继续至操作816JJ,其中然后可以存储关于修改的信息,诸如设定点被改变的时间、修改的幅度等。这种信息可以被存储在例如恒温器202的存储元件中。另一方面,如果在操作816II中确定了用户尚未修改在设定点温度的排程中所定义的一个或多个设定点温度,则处理可以继续至操作816KK。

[0159] 在操作816KK中,确定是否出现严重中断。严重中断可以是在排程优化中使得优化完结的任何中断。这可能是由于例如用户指示对停止排程优化的期望而导致的。例如,用户可以经由恒温器202、接入设备266和/或智能住家环境200的另一计算设备的输入/输入界面来选择用于停止排程优化的选项。如果严重中断出现,则排程优化可以结束。否则,处理可以继续至操作816LL。

[0160] 在操作816LL中,确定控制时段是否结束。例如,当控制时段是一天时,恒温器202可以确定控制时段在HVAC控制时段开始之后的大约24小时结束。如果控制时段没有结束,则处理可以返回至操作816FF,其中继续监视。否则,处理可以继续至操作816MM,其中确定HVAC控制时段是否结束。

[0161] 一旦确定了HVAC控制时段完毕时,处理可以继续至操作816NN。在操作816NN中,确定当前阶段是否结束。例如,当第一阶段是一星期长时,恒温器202可以确定当前阶段没有

结束,直至已经执行七个控制时段。简单参考图12B至12D,图12B图示了包括在第一阶段的第一HVAC控制时段中的调整的室内温度控制轨迹912的调整的排程910,图12C图示了包括在第一阶段的第二HVAC控制时段中的调整的室内温度控制轨迹922的调整的排程920,并且图12D图示了包括在第一阶段的第七HVAC控制时段中的调整的室内温度控制轨迹932的调整的排程930。

[0162] 如果确定当前阶段没有结束,则处理可以返回至操作816DD,其中根据阶段参数来再次修改一星期的设定排程。例如,参考图12B和12C,在HVAC控制时段(例如一天)内实现调整的设定排程910之后,设定排程可以再次被调整,诸如在经调整的排程920中所示。然后,可以在HVAC控制时段中实现新调整的设定排程920。该过程可以重复直至在HVAC控制时段中实现新调整的设定排程930。

[0163] 在返回至修改一星期的设定排程之前,可以确定在最后的控制时段期间是否存在用户修改。即,如果在操作816NN中确定了当前阶段没有结束,则处理可以继续至操作81600,其中确定在刚结束的HVAC控制时段期间是否存在用户修改。用户修改可以包括例如对当前设定点和/或对经排程的设定点的修改。如果确定了不存在用户修改,则处理可以返回至操作816DD,其中根据阶段参数来调整一星期的设定排程。然而,如果确定了存在用户修改,则处理可以继续至操作816PP。

[0164] 在操作816PP中,根据阶段参数以及用户修改二者来修改一星期的设定排程。例如,当用户修改指示正面反馈时,改变率(即,一个或多个后续调整的大小)可以被增加(例如从 $1/7^{\circ}\text{F}$ 至 $1/5^{\circ}\text{F}$)并且/或者原始排程的设定点温度与优化设定点温度之间的差异可以被增加(例如从 1°F 至 2°F)。另一方面,如果用户改变指示负面反馈,则改变率(即一个或多个后续调整的大小)可以被减小(例如从 $1/7^{\circ}\text{F}$ 至 $1/14^{\circ}\text{F}$)并且/或者原始排程的设定点温度与优化设定点温度之间的差异可以被减小(例如从 1°F 至 0.5°F)。

[0165] 简单转至图13A和13B,图13A图示了根据实施例的在没有任何用户修改的情况下在三阶段排程优化的时间1000内的渐进式排程调整的幅度(即温度偏移的幅度)。对于一星期阶段的每一日的第一阶段,例如参考图12A至12D所述的阶段,每天将第一子间隔中的排程的温度设定调整(即,增加)调整 $1/7^{\circ}\text{F}$ 。在紧接着第一阶段的第二阶段期间,在第二阶段的每天再次将在第一子间隔中的排程的温度设定调整 $1/7^{\circ}\text{F}$,并且在第二阶段的每一天将在第二子间隔中的排程的温度设定调整 $1/7^{\circ}\text{F}$ 。然后,在紧接着第二阶段的第三阶段期间,在第三阶段的每一天再次将在第一子间隔以及第二子间隔中的每一个内的排程的温度设定调整 $1/7^{\circ}\text{F}$,并且在第三阶段的每一天将在第三子间隔内的经排程的温度设定调整 $1/7^{\circ}\text{F}$ 。

[0166] 图13B图示了根据实施例的在多种用户修改的情况下随着三阶段排程优化的时间1050的渐进排程调整的幅度。各种用户修改包括指示负面和正面反馈的用户修改,包括基于该反馈的幅度对排程调整的变化。

[0167] 在一个特定示例中,在阶段一的第五天期间的用户修改指示负面反馈。例如,用户可以降低当前设定点温度的温度并且/或者减少排程的设定点温度的温度。在一些情况下,可以在第一子间隔期间执行对当前设定点温度的减少,而在其他情况下,可以在除了第一子间隔之外的子间隔期间执行减少。类似地,在一些情况下,对排程的设定点温度的温度的减少可以是对在第一子间隔内定义的排程的设定点温度的温度的减少,而在其他情况下,

对排程的设定点温度的温度的减少可以是在非第一子间隔的子间隔中所定义的排程的设定点温度的温度的减少。在任何情况下,由于在阶段一的第五天期间的负面反馈,因此减少在诸如阶段一的第六天和第七天以及阶段二的第一天的一个或多个后续天中的设定点调整。例如,在阶段一的第六天1052的设定点调整被设定为 $1/28^{\circ}\text{F}$ 而不是 $1/7^{\circ}\text{F}$ 。

[0168] 在一些情况下,不论用户修改的数目或者幅度如何,都可以固定对调整的改变的幅度。例如,由于指示负面反馈的任何用户修改,排程的设定点可以被调整 $1/28^{\circ}\text{F}$ 而非 $1/7^{\circ}\text{F}$ 。在其他实施例中,可以基于在前一HVAC控制时段期间的用户修改的数目、幅度和/或类型来确定对调整的改变的幅度。例如,当在前一HVAC控制期间的用户修改的数目增加时,对调整的改变幅度可以增加。又如,当在前一HVAC控制期间的用户修改的幅度增加时,对调整的改变幅度可以增加。又如,与对当前设定点温度的用户改变相比,对于对排程的设定点温度的用户改变,改变幅度可以更大。

[0169] 在一些实施例中,对调整的改变的幅度可以随时间降低。例如,响应于指示在阶段一的第五天期间的负面反馈的用户修改,对于阶段一的第六天的设定点调整1052可以被设定至 $1/28^{\circ}\text{F}$ 而非 $1/7^{\circ}\text{F}$ 。代替在随后几天将设定点的调整保持设定在 $1/28^{\circ}\text{F}$,可以随时间减小在 $1/7^{\circ}\text{F}$ 的原始调整与 $1/28^{\circ}\text{F}$ 的新调整之间的差异。例如,在设定点调整在阶段二的第二天1058中返回至 $1/7^{\circ}\text{F}$ 之前,可以对于阶段一的第七天将设定点调整1054设定至 $1/21^{\circ}\text{F}$,并且可以对于阶段二的第一天将设定点调整1056设定为 $1/14^{\circ}\text{F}$ 。

[0170] 在一些实施例中,对设定点调整的改变可以不仅应用于设定点温度的一个子间隔,还可以应用于设定点温度的多个子间隔。例如,在阶段二的第五天期间,可以接收指示负面反馈的用户修改。用户修改可以在例如设定点温度的排程的第一子间隔期间被接收。除了在排程的第一子间隔中减小对于阶段二的第六天的设定点调整1060的幅度之外,还可以在排程的第二子间隔中减小(相同或者不同量;例如可以减少更少)对于阶段二的第六天的设定点调整1062的幅度。

[0171] 在一些实施例中,对设定点调整的改变可以如此显著以使得设定点优化过程在一个或多个子间隔内停止调整设定点温度。例如,在阶段三的第二天期间,可以接收指示负面反馈的用户修改。用户修改可以在例如设定点温度的排程的第三子间隔期间被接收。用户修改的数目、幅度或者类型可以如此显著(例如,对当前设定点温度的三次或更多修改,修改具有大于 5°F 的幅度等)使得在该子间隔中的温度设定点在阶段和/或优化时段的剩余时间里没有被修改。例如,在阶段三的第二天期间接收的用户修改具有这些特征时,在排程的第三子间隔中对阶段三的第三天的设定点调整1064可以被减少到零,该子间隔的后续设定点调整亦然。

[0172] 如前所述,用户修改不仅可以指示负面反馈,还可以指示正面反馈。例如,可以在排程的第一子间隔内对于阶段三的第四天接收这样的用户修改。作为响应,对于阶段三的第五天的设定点调整1066可以被设定为 $1/4^{\circ}\text{F}$ 而非 $1/7^{\circ}\text{F}$ 。随后的设定点调整可以类似地如图13B所示来被定义,或者可以如前关于负面反馈的一些实施例所示而被减少。

[0173] 现返回到图11A和11B,如前所述,如果在最后的控制时段期间进行用户修改,则在操作816PP中,可以根据阶段参数和用户修改来调整一星期的设定点排程。一旦设定点排程被调整,处理就可以返回至操作816EE,其中开始新的HVAC控制时段,并且根据调整的一星期设定点排程来控制HVAC。

[0174] 如前所述,用户修改可以是对设定点温度的排程中的设定点温度的修改。例如,参考图12C,在第一阶段的第二天期间,用户可以在2400小时将排程的设定点温度从73°F(或者,更精确地,如果这种精确度被通信给用户则从73又2/7°F)改变为71°F。在这种情况下,在第一阶段(以及第二和第三阶段)的后续天期间,代替继续从73和2/7°F被调整,可以从71°F的重新设定的排程设定点温度进行修改。因此,用户可以有利地继续控制其温度设定点的排程,而排程优化可以类似地继续将用户的排程迁移为更加最优的一个。

[0175] 现返回到操作816NN,如果确定了阶段结束,则处理继续至操作816QQ,其中确定该阶段结束。在操作816RR中,然后确定是否存在任何更多阶段。如果存在,则处理返回至操作816CC,其中新阶段开始。否则,如果不存在更多阶段,则排程优化过程完成。

[0176] 应当理解,在图11A和11B中所示的特定操作根据实施例提供用于优化设定点温度的原始排程的特定流程。参考图11A和11B所述的各种操作可以在多种电子设备或者本文所述的组件中的一个或多个处实现并且由其执行。例如,它们可以在智能住家环境200、能量管理系统130等中的一个或多个电子设备处实现并且由其执行。还可以根据替选的实施例来执行其他操作次序。例如,本发明的替选实施例可以不同的顺序来执行上述操作。此外,在图11A和11B中所示的单独操作可以包括可以合适于单独操作的各种次序所执行的多个子操作。另外,基于特定的应用,可以增加附加的操作或者删除现有的操作。

[0177] 图14A至14L图示了根据各种实施例的用于实现排程优化过程的具有图形用户界面(GUI)的恒温器。例如,本文所述的恒温器可以对应于恒温器202,然而应认识的是,关于恒温器所述的GUI可以类似地被实现于诸如接入设备266的智能住家环境200的其他计算设备上。

[0178] 图14A图示了具有将用于排程优化的选项显示给用户的GUI 1110的恒温器1100。可以根据例如操作812来显示该选项。GUI 1110包括描述在用户接受并且完成排程优化过程时预期的能量减少的排程优化过程的优点概况1112。可以例如按参考操作704F描述的来确定这种预期的能量减少。GUI 1110还可以显示选项1114,其请求用户是否想要继续或以其他方式重新进行排程优化过程或者将优化过程延迟到稍后时间。

[0179] 如果用户指示对继续或以其他方式重新进行排程优化过程的期望,则可以向用户显示如图14B所示的GUI 1120。GUI 1120包括排程优化过程的文字描述1122,其包括指示排程优化过程可能历经多久的信息。GUI 1120还包括关于用户想要立即开始排程优化过程还是将优化过程延迟到稍后时间的选项1124。

[0180] 如果用户指示立即开始排程优化过程的期望,则如图14C所示的GUI 1130可以被显示给用户。GUI 1130包括描述排程优化过程将运行至哪一天(如果没有取消)的文字描述1132以及描述何处能够找到关于排程优化过程的其他信息的文字描述1134。在这种情况下,例如参考操作816所述,处理可以继续。

[0181] 另一方面,如果用户指示对将优化过程延迟到稍后时间的期望,则在图14D中所示的GUI 1140可以被显示给用户。GUI 1140包括描述排程优化过程将有效至哪一天(如果如此限定)的文字描述1142以及描述在何处能够找到有关排程优化过程的其他信息的文字描述1144。在这种情况下,例如参考操作808所述,处理可以继续。

[0182] 在一些实施例中,可以经由恒温器的输入/输出界面访问多种操作菜单。这些菜单之一可以包括“能量”菜单,其中可以找到包括有关排程优化过程的信息的各种信息。返回

到图14E,恒温器1100包括显示“能量”菜单的GUI 1150。在该具体示例中,用户已经事先选择将优化过程延迟稍后时间,并且由此GUI 1150包括类似于优点概述1112的排程优化过程的优点概述。在用户选择或以其他方式促动优点概述的情况下,在图14B中所示的GUI 1120可以被呈现给用户。

[0183] 返回到图14F,恒温器1100包括显示“能量”菜单的GUI 1160。在该具体示例中,用户已经事先接受了排程优化过程,并且由此GUI 1160包括描述排程优化过程将运行至哪一天(如果未取消)的文字描述。如果用户选择或以其他方式促动文字显示,则在图14G中所示的GUI1170可以被呈现给用户。

[0184] GUI 1170包括进程概要1172,指示排程优化过程已经运行多久、排程优化过程的预期总历时以及因当前所调整的排程的实施同原始排程相比之下的当前能量节约。可以类似于参考操作704F所述的步骤来确定这种能量节约,其中在该情况下,使用原始排程以及当前所调整的排程而非原始排程以及最优排程(即由优化过程完成所产生的最优排程)。GUI 1170还包括关于用户是否愿意继续排程优化过程或者停止排程优化过程的选项1174。

[0185] 在一些实施例中,用户可以停止排程优化过程。这可以例如通过明确请求停止排程优化过程(例如,如参考图14G所述)来完成。另外或者替选地,这可以例如由于在优化过程期间对当前或者经排程的设定点温度的明显用户修改来完成。这还可以例如由于用户将HVAC运行状态改变成与正将排程优化为的状态相反的状态来完成。例如,在HVAC以冷却模式进行操作并且用于冷却模式的排程被优化(即,增加温度设定点以减少空调元件的接通时间)的情况下,如果用户使得HVAC以加热模式进行操作,则这种改变可以停止排程优化过程。可以向用户呈现警告,诸如在图14H中所示的GUI 1180的警告1182,其警告用户切换HVAC的状态将导致停止排程优化过程。可以类似地向用户呈现选项1184,以不停止排程优化过程(即,不实现初始选择的HVAC状态中的切换)或者停止排程优化过程(即,实现初始选择的HVAC状态中的切换)。

[0186] 在任何情况下,响应于用户明确或者隐含地指示对停止排程优化过程的期望,如图14I中所示的GUI 1190可以被显示给用户。GUI 1190包括排程优化过程已经停止的指示1192、指示由于实现当前调整的排程(即,如在停止优化之时所调整并实现的排程)与原始排程相比的能量节约的概述1194以及用于使用户保持调整的排程或者恢复到其原始排程的选项1196。这种选项可以例如类似于参考操作818所述的选项。

[0187] 在排程优化过程已经在保持排程调整的情况下被完成的情况下,在图14J中所示的GUI 1200可以被显示给用户。GUI 1200包括排程优化过程已完成的指示1202以及指示完成日期以及由于实施经调整的排程所产生的能量节约的概述1204。

[0188] 图14K-14L图示了在本文所述的自动化排程调整过程正在进行期间与恒温器操作相关联的优选用户界面。类似的用户界面被提供用于使用基于浏览器的界面、智能电话界面等的远程恒温器控制。已经发现在与用户界面相关联的这些时间期间向用户自动地显示图标符号特别有用并且有益,其中,图标符号被设计成同时实现多个目的,包括同时向用户再保证和/或通知用户正在进行自动化过程以及该自动化过程是针对实现对环境有益的目的。已经发现一种特别有用的图标指示器包括连同嵌入其中的叶子符号的齿轮到符号,齿轮被发现用于在用户意识里蕴含正在进行某种自动化过程,并且叶片被发现用于使用户意识里蕴含该过程对环境具有有益影响。除了具有叶子在齿轮中的符号不需要翻译成外语的

优势之外,叶子在齿轮中的符号的另一优势在于并不向用户发出警告或者凶兆并且具有褒义,以便温和巧妙地鼓励用户不采取任何从用户显示器移除叶子在齿轮中的符号的行为。同时,由于借助齿轮的含义而与自动化关联,因此叶子在齿轮中的符号不太可能会促使用户与设备进行任何不必要的手动交互。

[0189] 应当理解,在图14A至14L中所示的具体I/O界面描述根据一些特定一些实施例的特定I/O界面。参考图14A至14L所述的I/O界面可以被实现在与能量消费者相关联的多种电子设备中的一个或多个设备处。例如,它们可以被实现在恒温器202、危险检测单元204、入口界面设备206、壁灯开关208、壁式插口210、电器212、接入设备266或者与所识别的能量消费者相关联的其他电子设备中的一个或多个处并且由其执行。各种消息以及输入元件可能不一定在不同时间被显示,而是一些消息能够被同时呈现于同一显示器上。类似地,尽管一些消息和信息被解释为被同时呈现,但它们却可以在不同时间被呈现。能够使用其他通信机制来通信一些消息,并且能够使用其他通信机制来类似地接收响应。例如,能够使用可听式、触摸式或者其他输入/输出机制。另外,应认识的是,可以在实施排程优化过程之前、期间和/或之后呈现附加或者备选信息,并且在图14A至14L中所示并且参考其所述的全部信息毋须被呈现。本领域的一个普通技术人员会认识并理解许多变化、修改和备选。

[0190] 在以上描述中给出具体细节以提供实施例的透彻理解。然而,应理解的是,在没有这些具体细节的情况下也可以实践实施例。例如,电路可以在框图中示出,以防在非必要的细节中使实施例不清楚。在其他情况下,公知的电路、流程、算法、结构和技术可以在没有非必要细节的情况下示出,以免使实施例不清楚。另外,实施例可以包括在下列共同受让的申请的一个或多个申请中所述的系统、方法、装置等中的一些或全部,其中出于所述目的每个申请均通过引用并入本文:2013年3月15日提交的美国序列No.13/842,213(参考No.NES0253-US);2012年9月30日提交的美国序列No.13/632,118(参考No.NES0119-US);2012年9月30日提交的美国序列No.13/632,093(参考No.NES0122-US);2012年9月30日提交的美国序列No.13/632,028(参考No.NES0124-US);2012年9月30日提交的美国序列No.13/632,041(参考No.NES0162-US);2012年9月30日提交的美国序列No.13/632,070(参考No.NES0234-US);2012年9月21日提交的美国临时序列No.61/704,437(参考号No.NES0254-US);2012年1月3日提交的PCT申请No.PCT/US 12/20026(参考No.NES0185-PCT);2012年1月3日提交的PCT申请No.PCT/US 12/00007(参考No.NES0190-PCT);以及2011年10月7日提交的美国序列No.13/269,501(参考No.NES0120-US)。

[0191] 以上所述的技术、框图、步骤和手段的实施方式可以通过各种方式来完成。例如,可以硬件、软件或其组合来实现这些技术、框图、步骤和手段。对于硬件实施方式而言,可以在一个或多个专用集成电路(ASIC)、数字信号处理器(DSP)、数字信号处理设备(DSPD)、可编程逻辑设备(PLD)、现场可编程门阵列(FPGA)、处理器、控制器、微控制器、微处理器、设计成执行上述功能的其他电子单元和/或其组合内实现处理单元。

[0192] 此外,应注意的是,实施例可以被描述为被绘作流程表、流程图、数据流程图、结构图或者框图的流程。尽管流程表可以将操作描述为顺序过程,但操作中的许多操作能够被并行或同时执行。此外,操作的顺序可以被重新布置。流程当其操作完成时终止,但能够具有并未被包括于附图中的附加步骤。流程可以对应于方法、功能、过程、子例程、子程序等。当流程对应于功能时,其终止对应于功能返回到调用功能或者主要功能。

[0193] 另外,可以通过硬件、软件、脚本语言、固件、中间件、微码、硬件描述语言和/或其任意组合来实现实施例。当以软件、固件、中间件、脚本语言和/或微码来实现时,用于执行必要任务的编程代码或者代码段可以被存储于诸如存储介质的机器可读介质中。代码段或者机器可执行指令可以代表过程、功能、子程序、程序、例程、子例程、模块、软件包、脚本、类别或者指令、数据结构和/或程序语句的任意组合。代码段可以通过传输和/或接收信息、数据、变元、参数和/或存储内容而被耦合至另一代码段或者硬件电路。信息、变元、参数、数据等可以经由包括存储共享、消息传输、令牌传输、网络传输等任何适当方法而被传输、转发或者传送。

[0194] 虽然上文已结合具体的装置和方法来描述本公开的原理,但应明确理解的是,仅以示例方式进行该描述,而不作为对在本教导的范围上的限制。

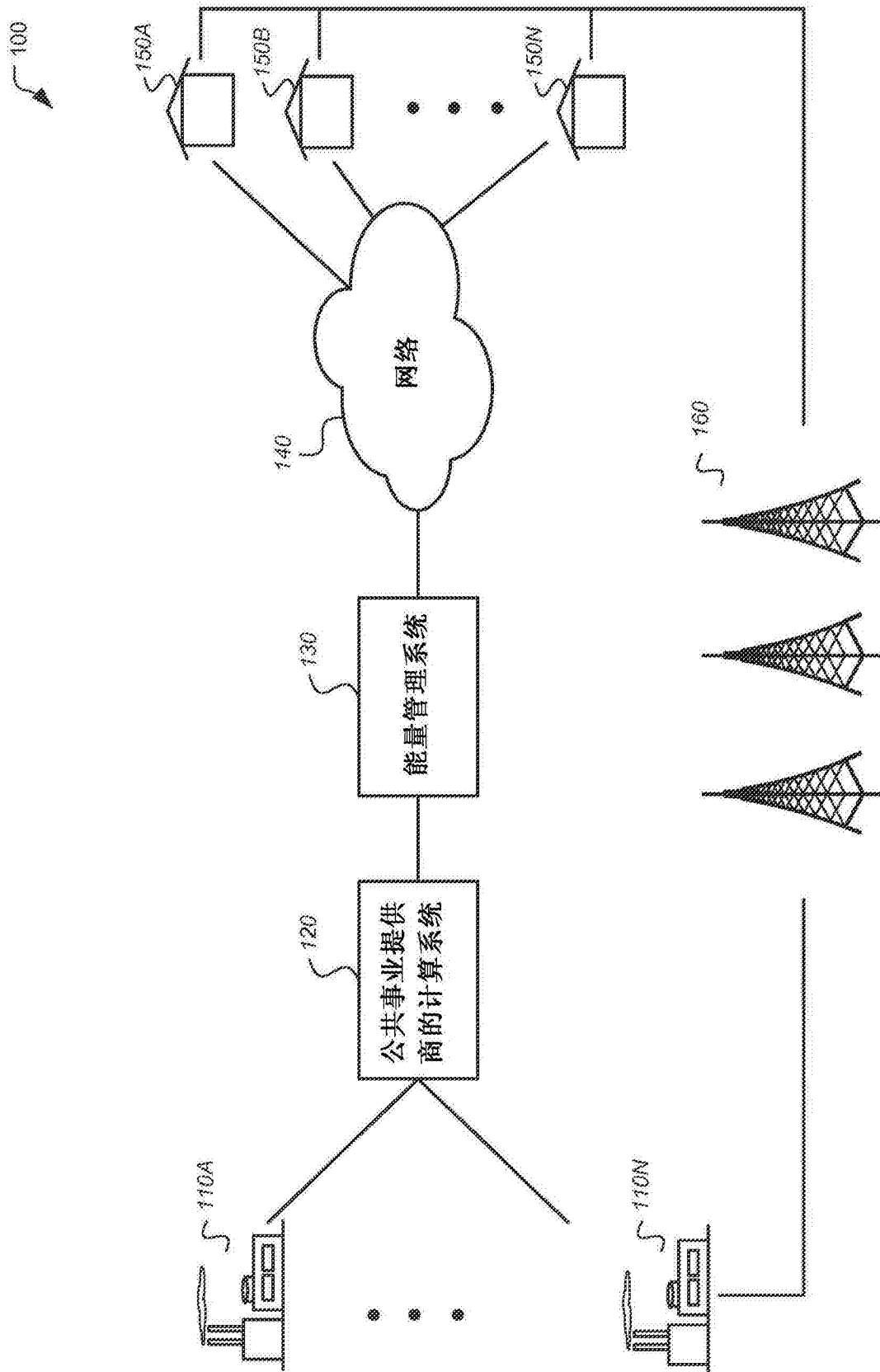


图1

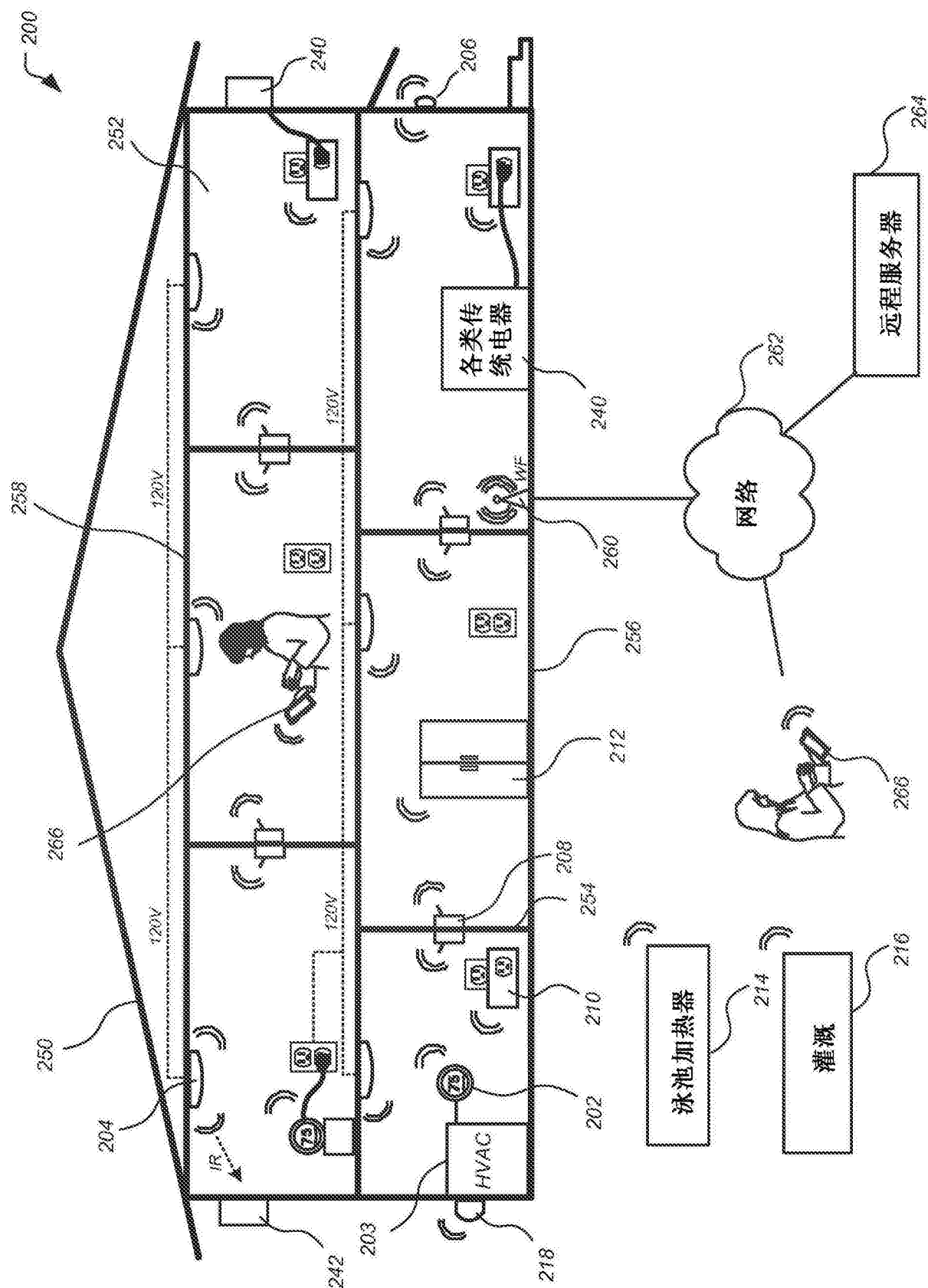


图2

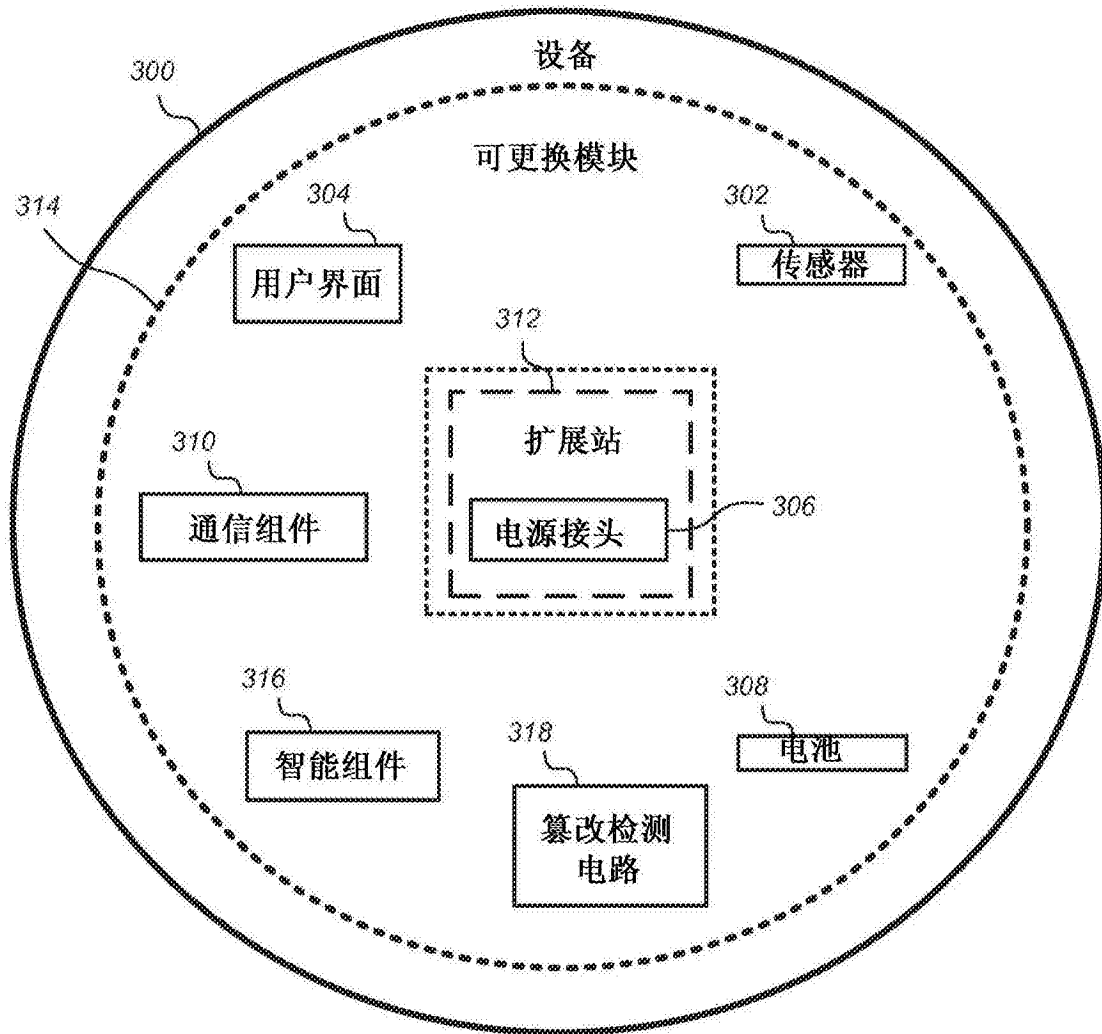


图3A

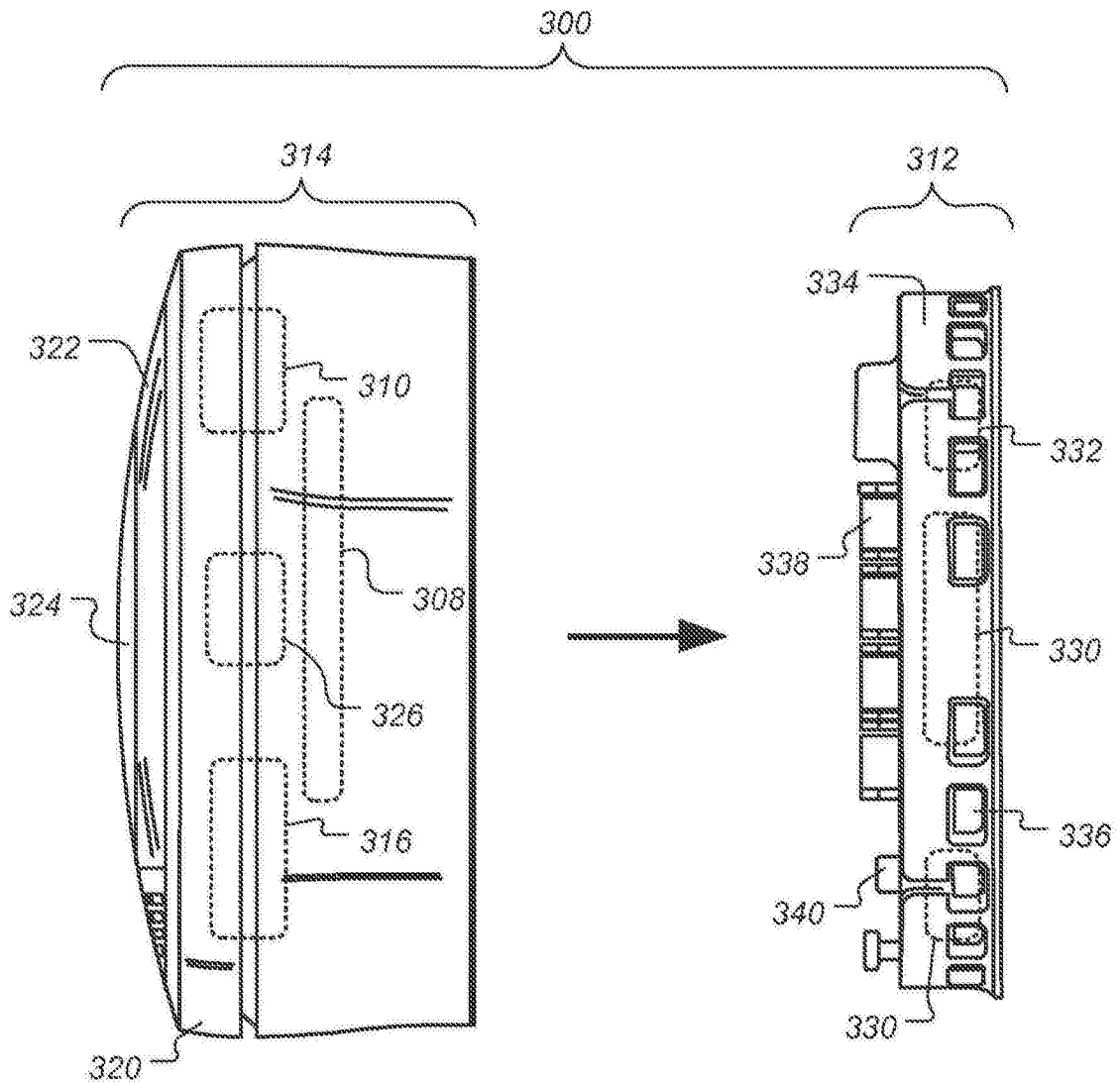


图3B

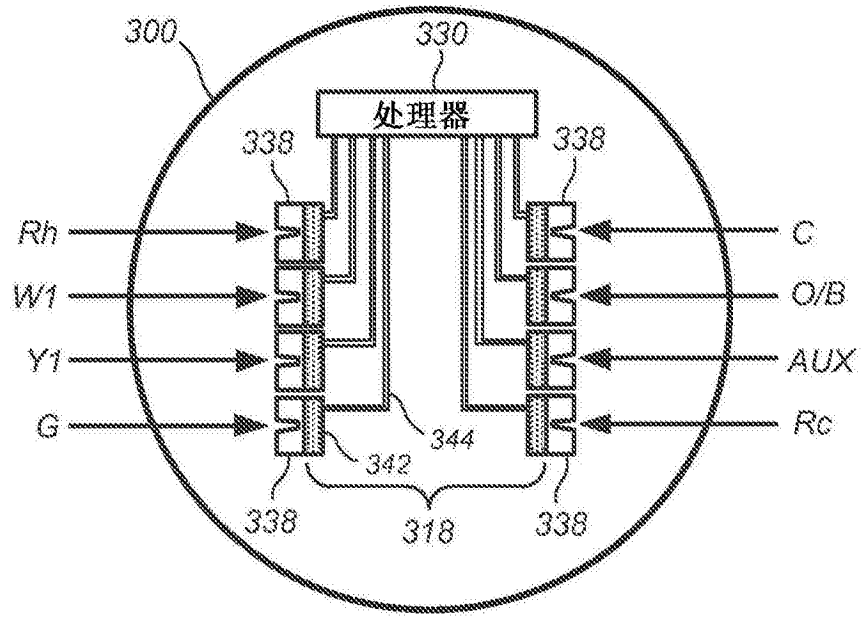


图3C

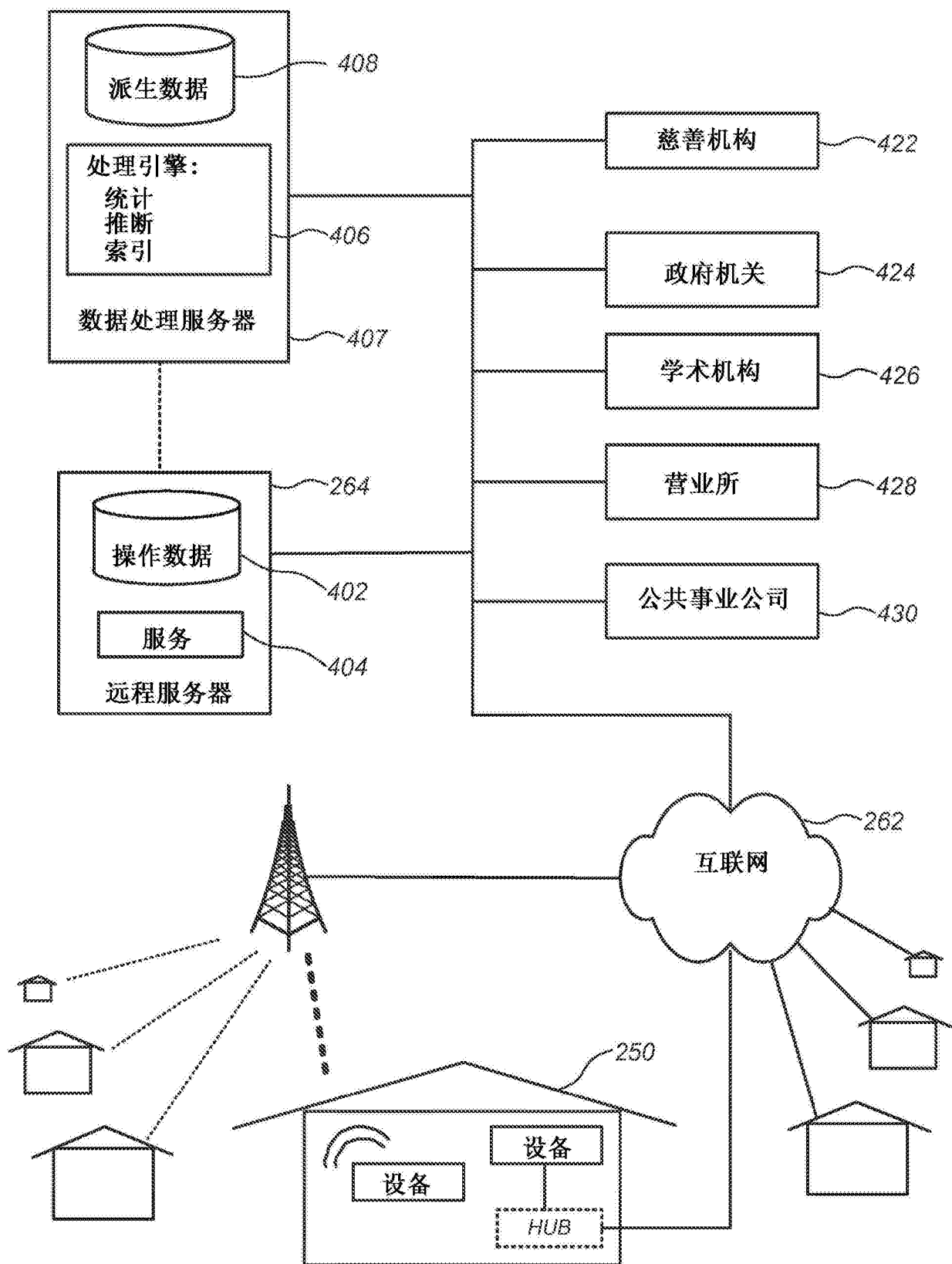


图4

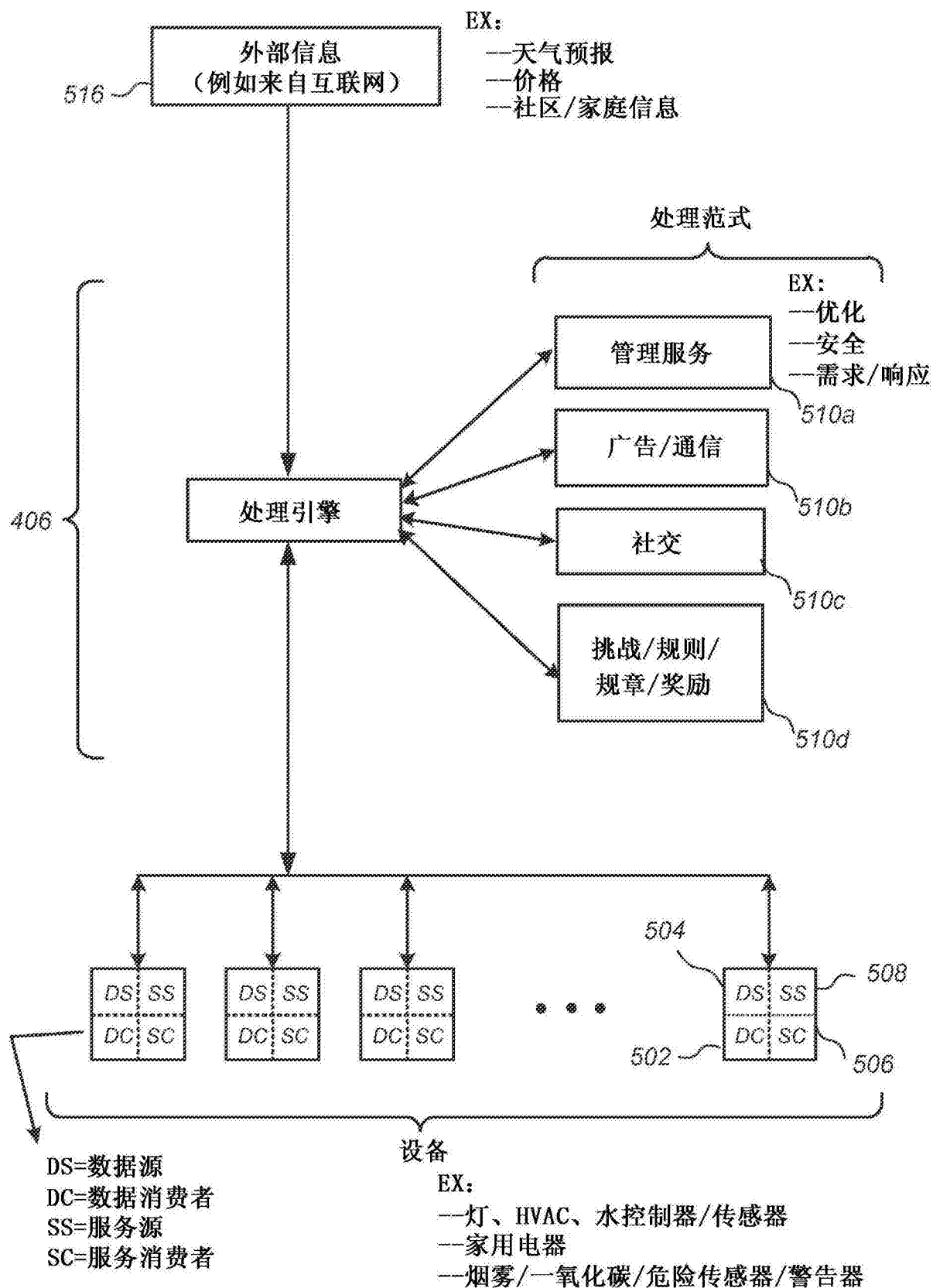


图5

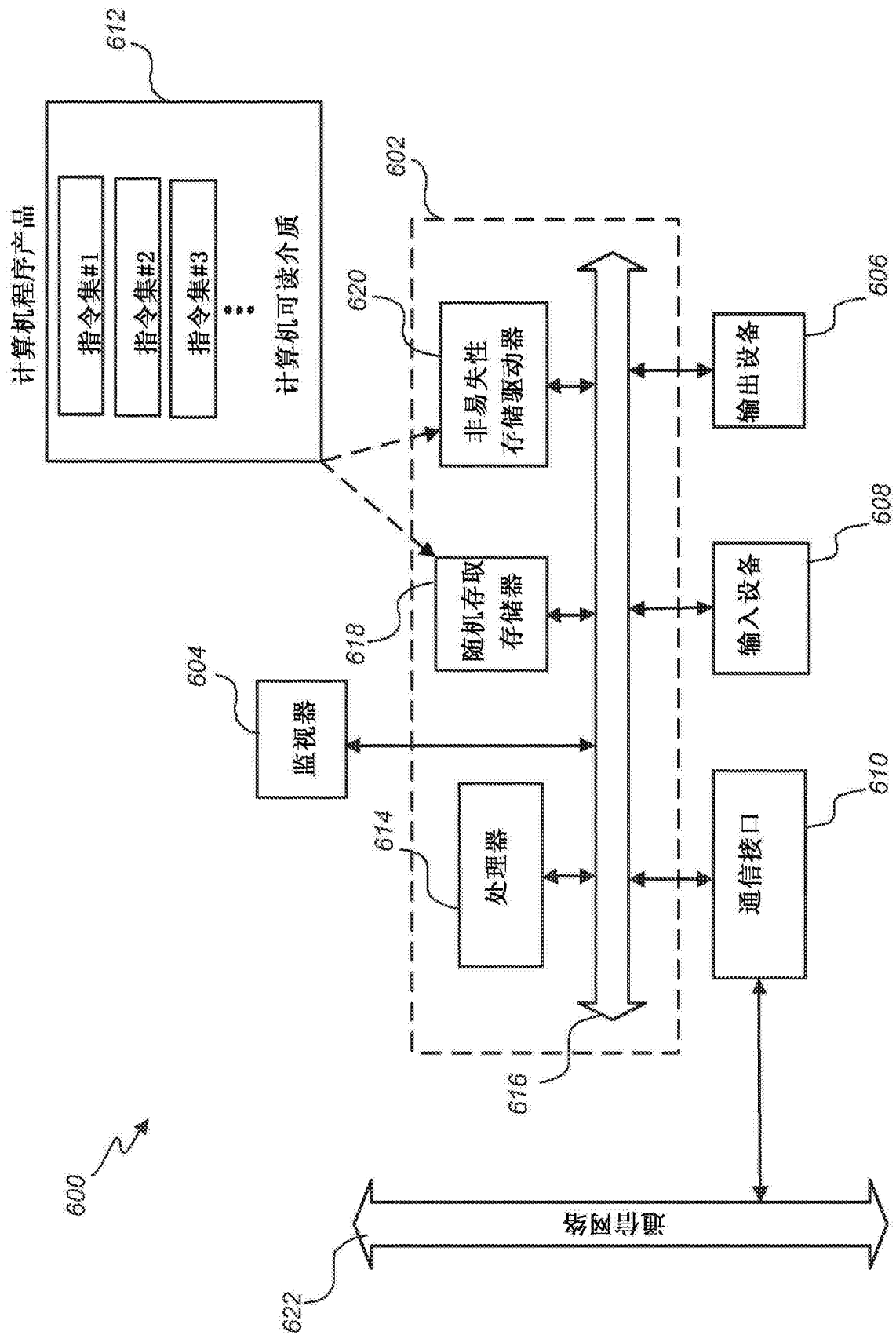


图6

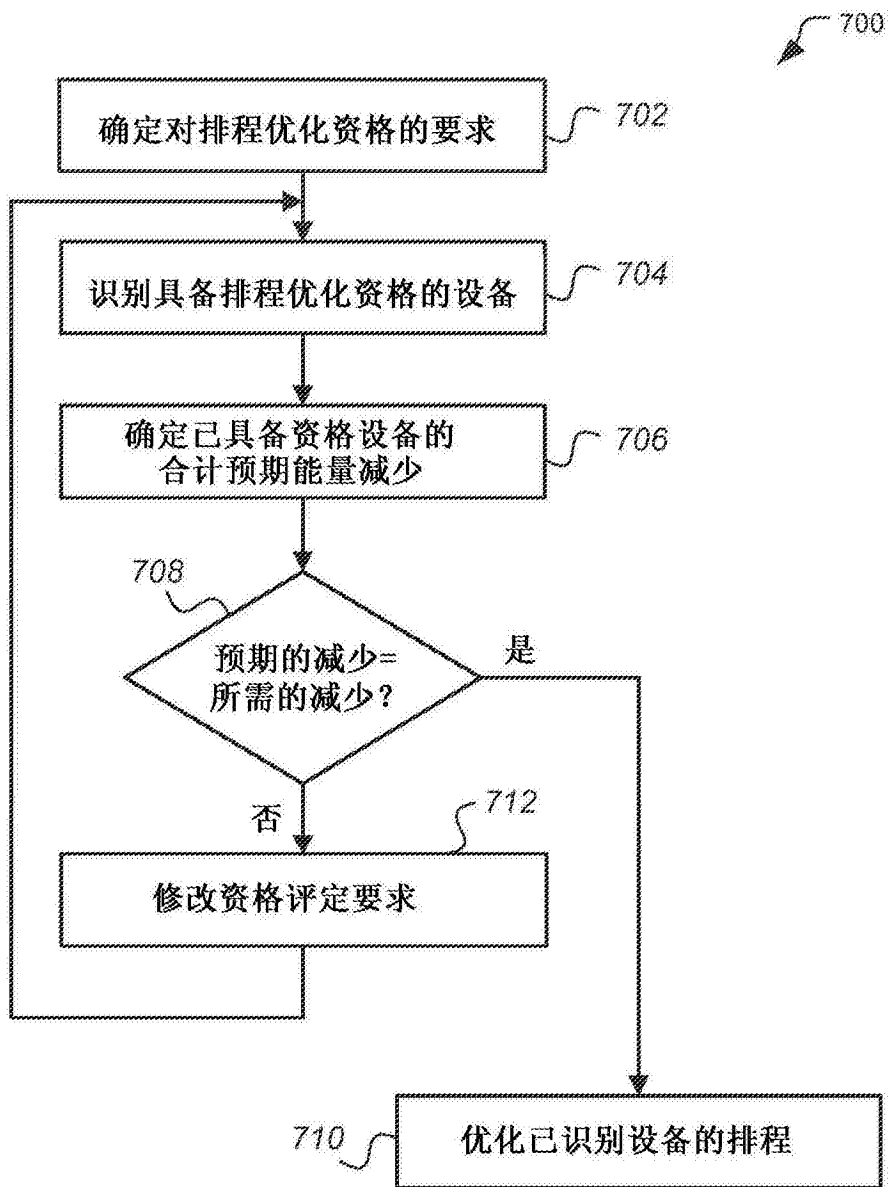


图7

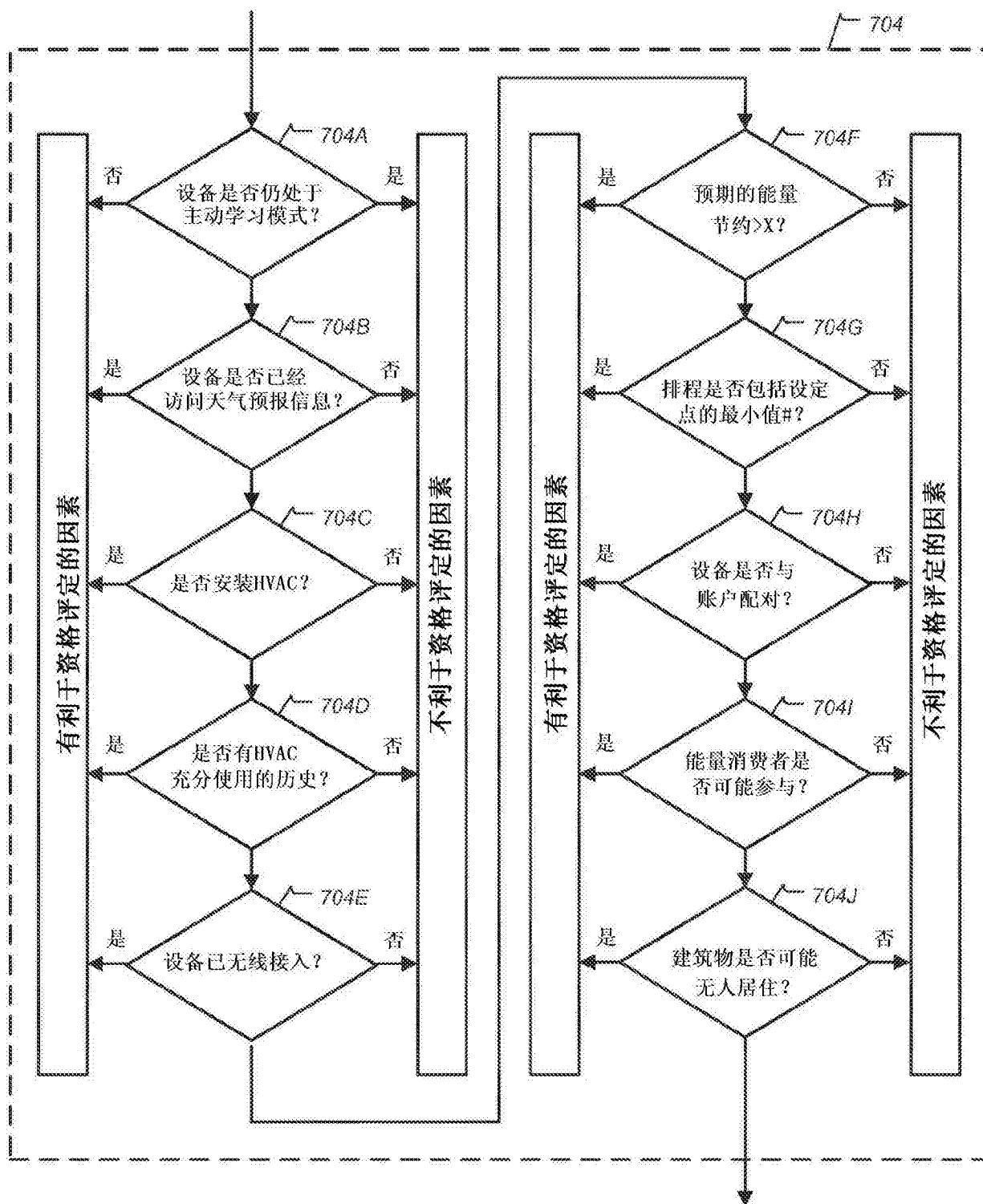


图8

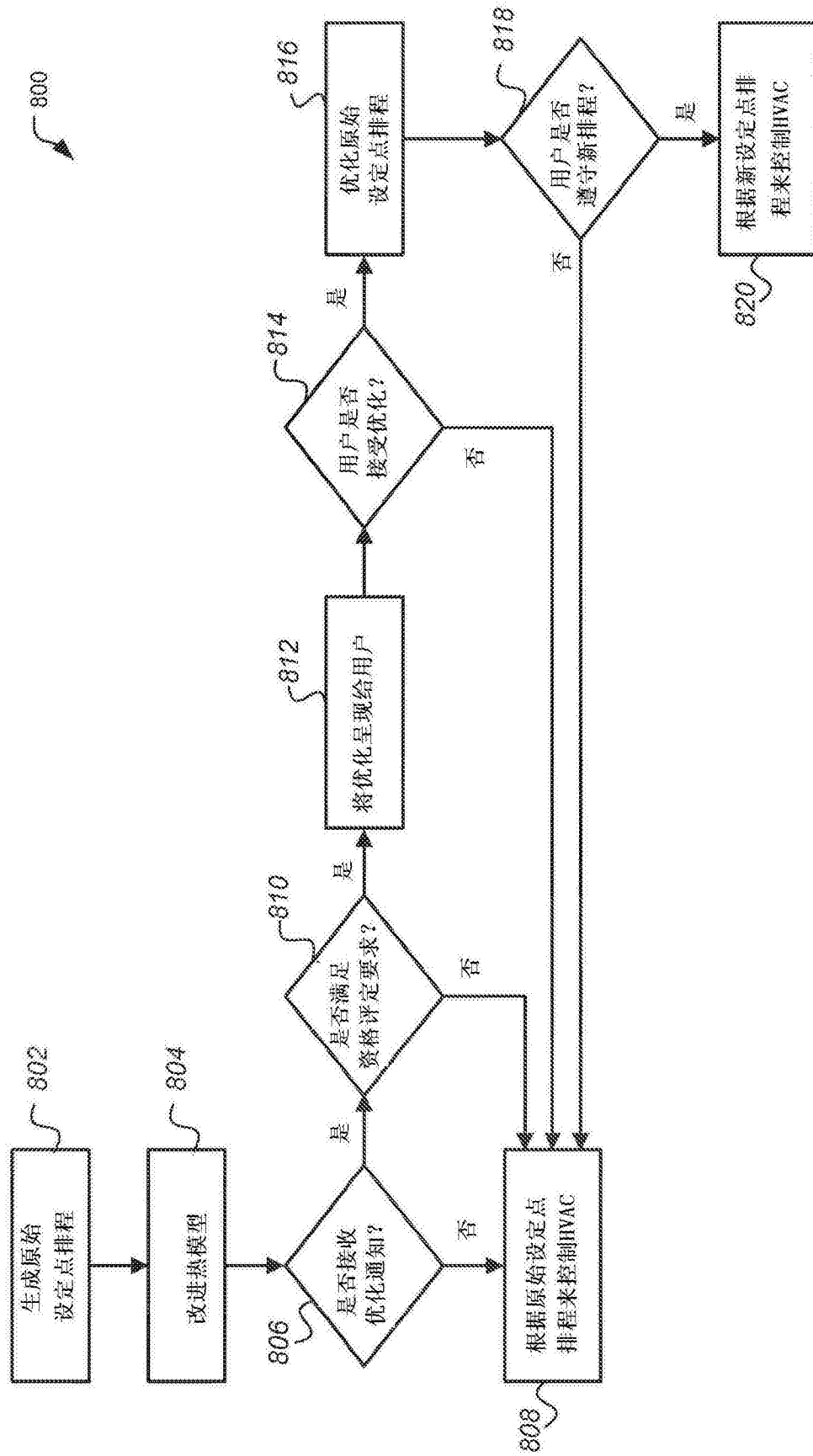


图9

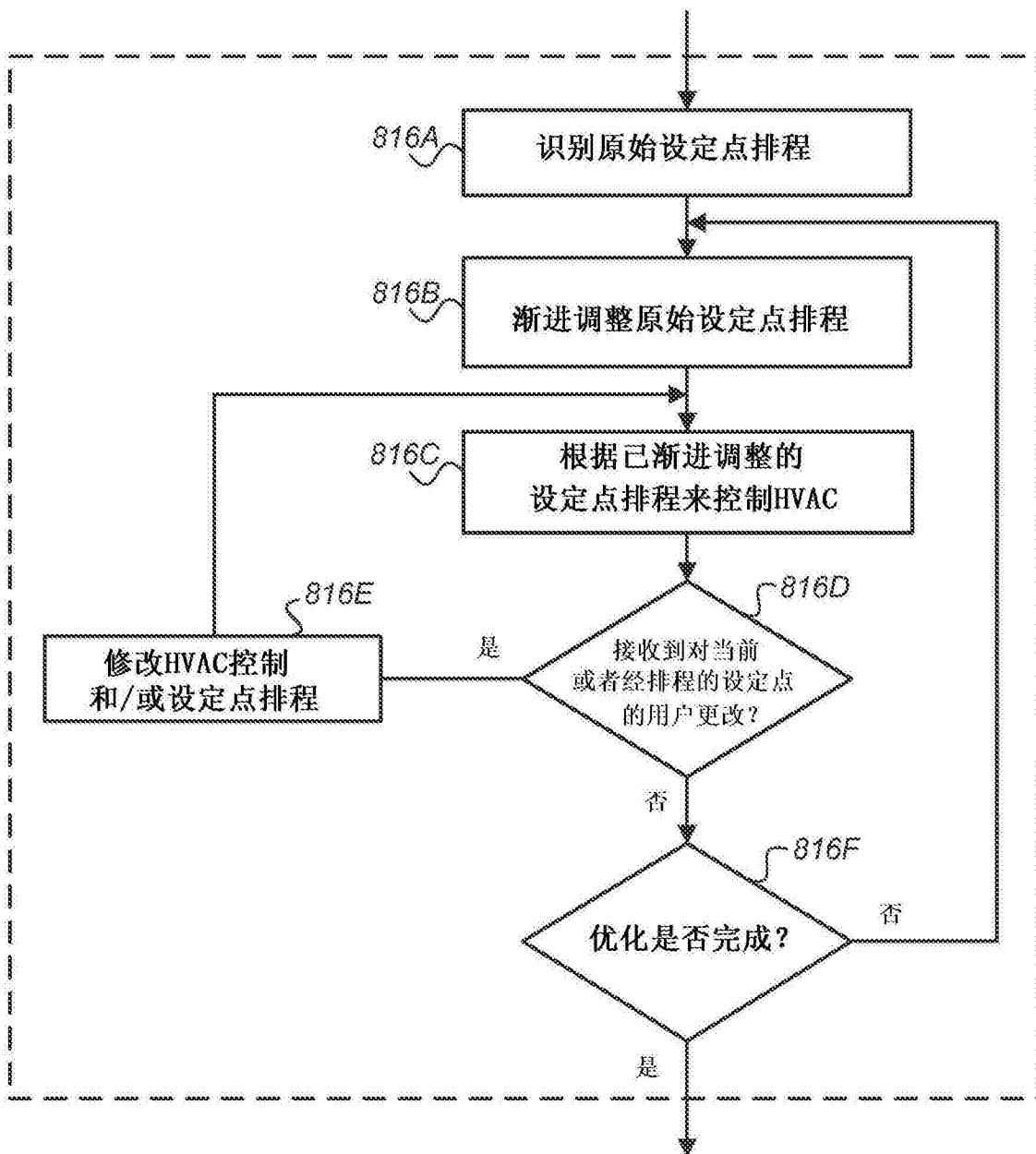


图10

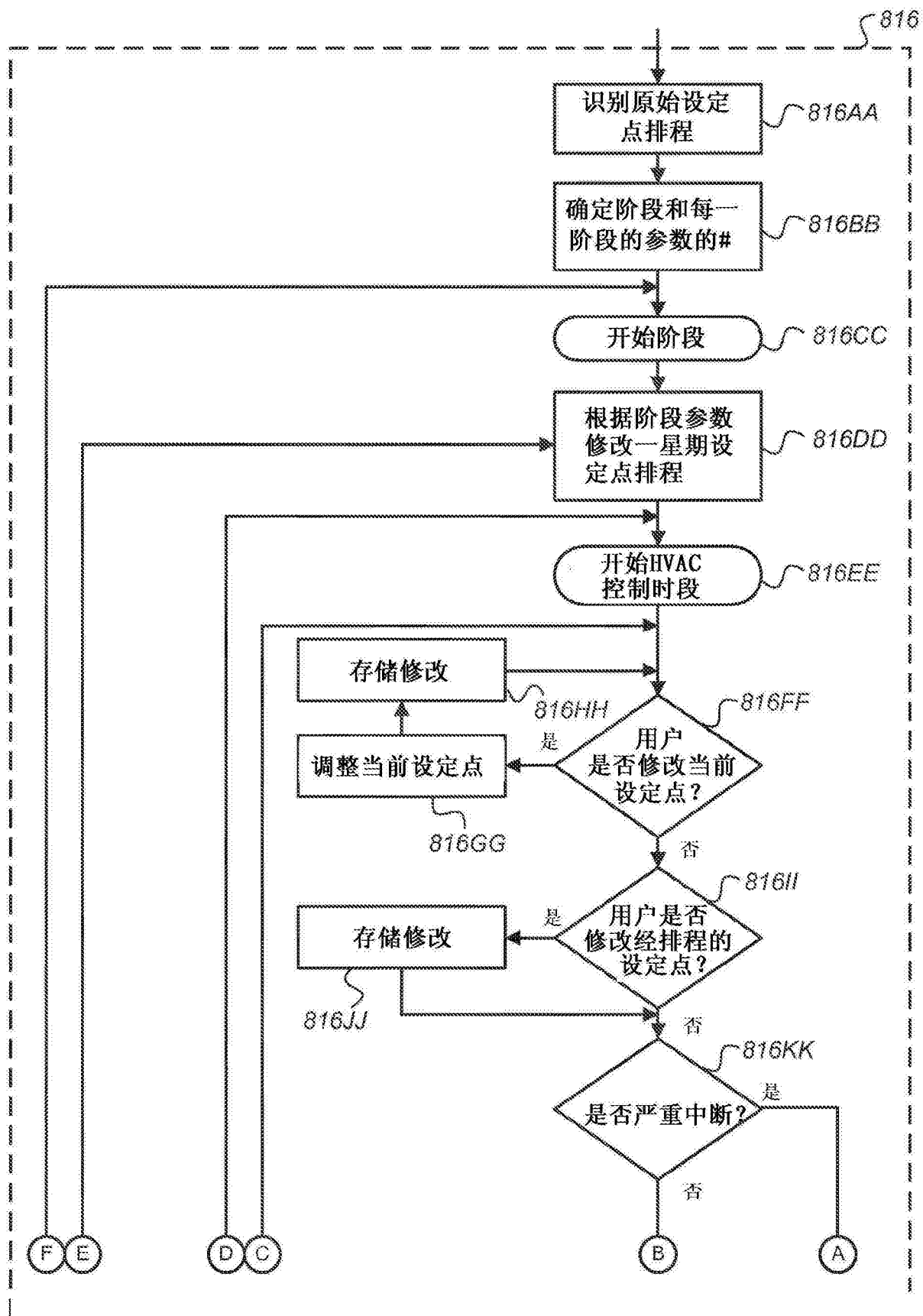


图11A

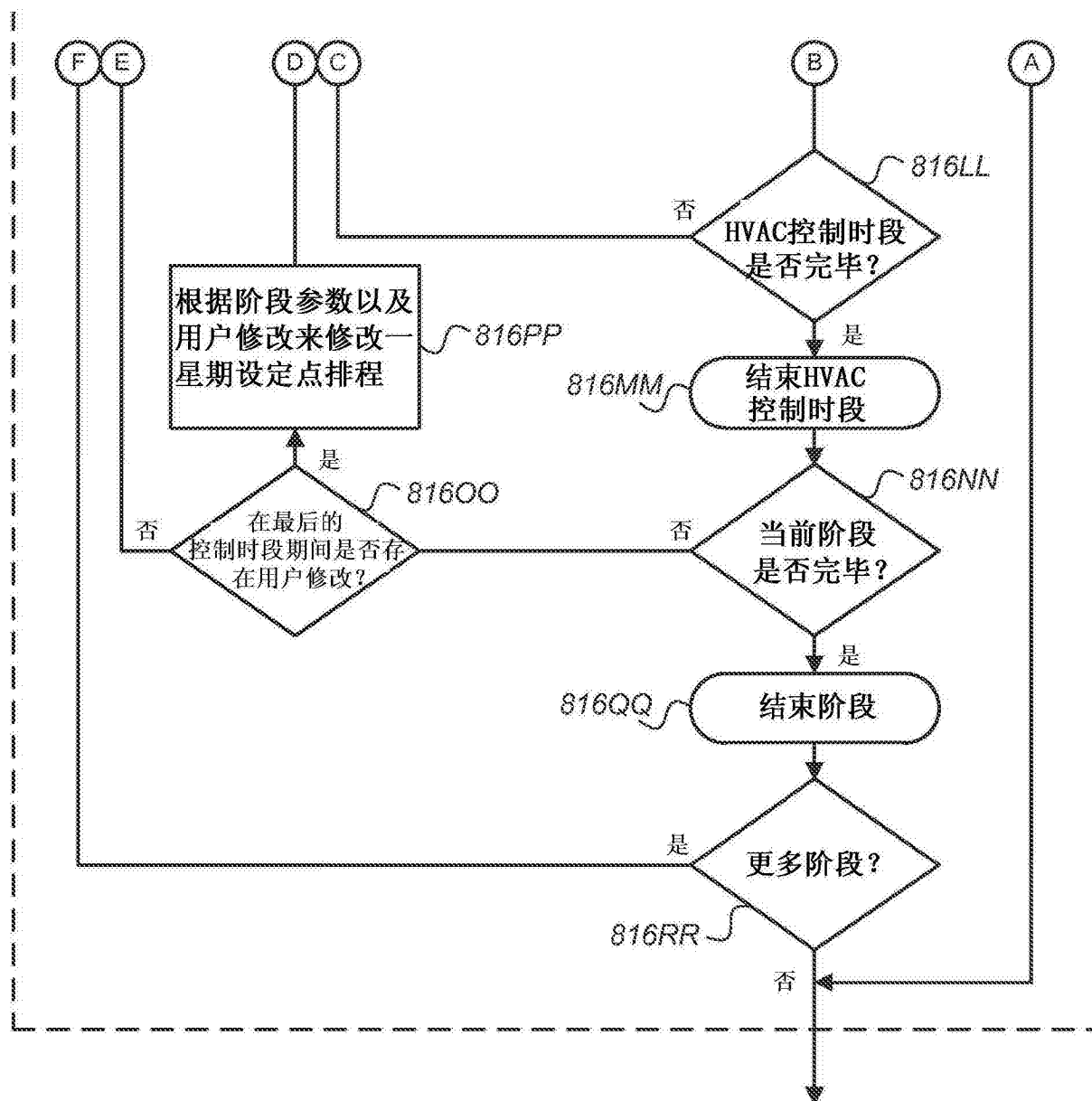


图11B

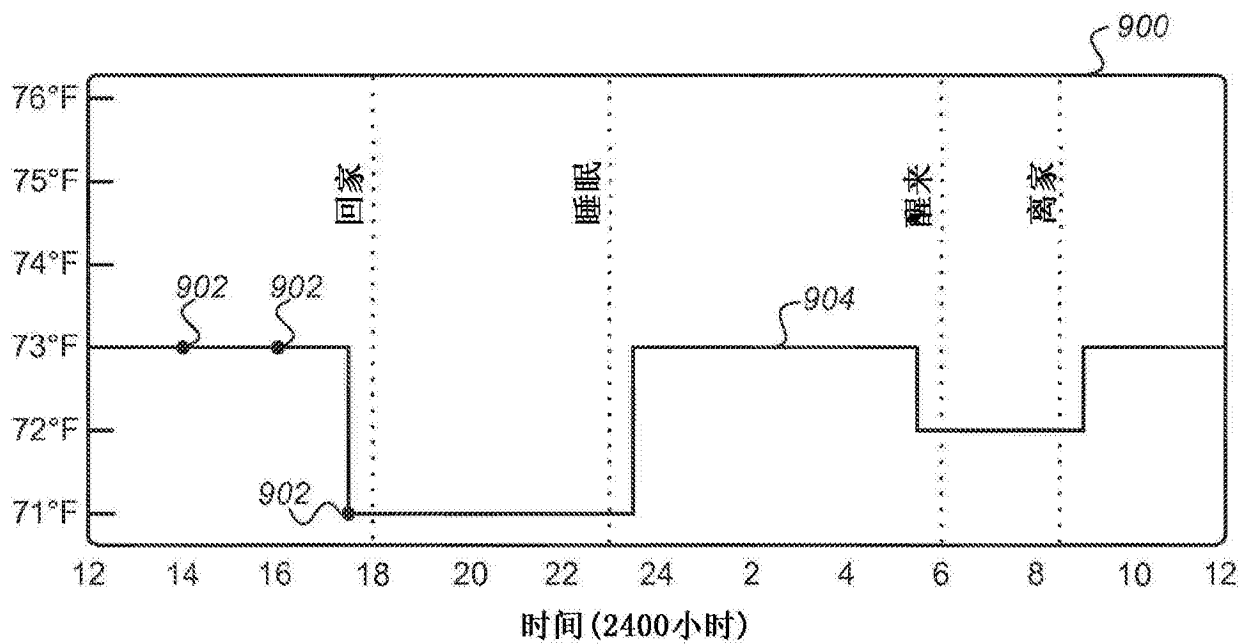


图12A

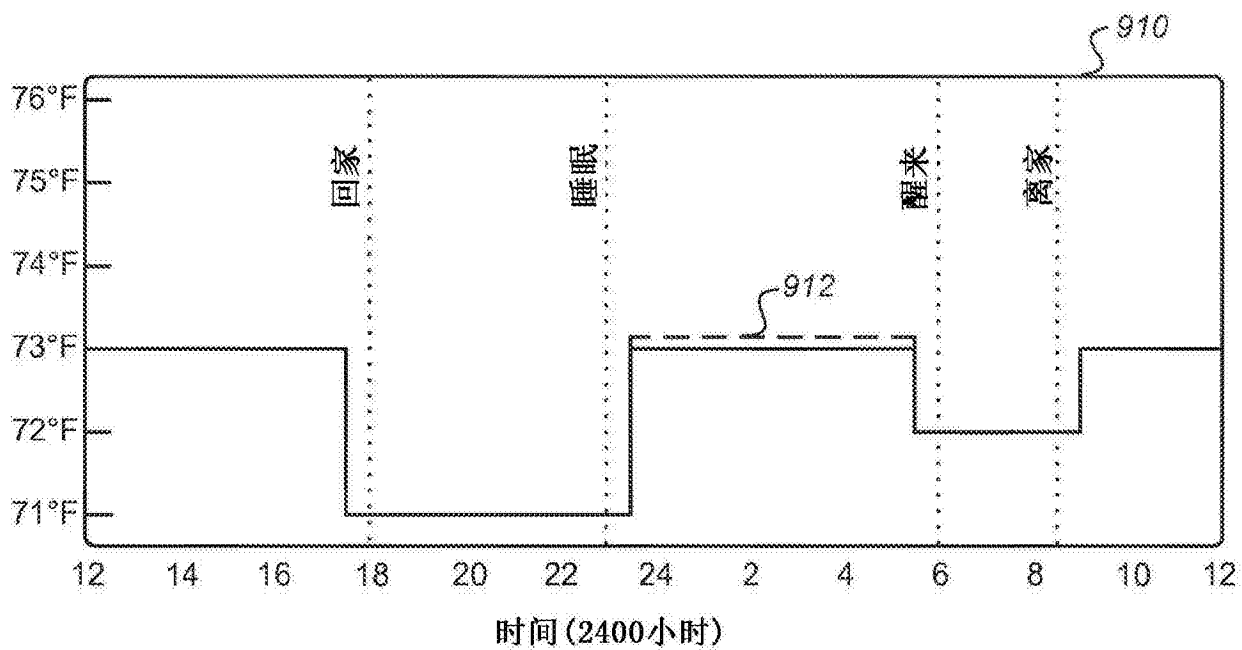


图12B

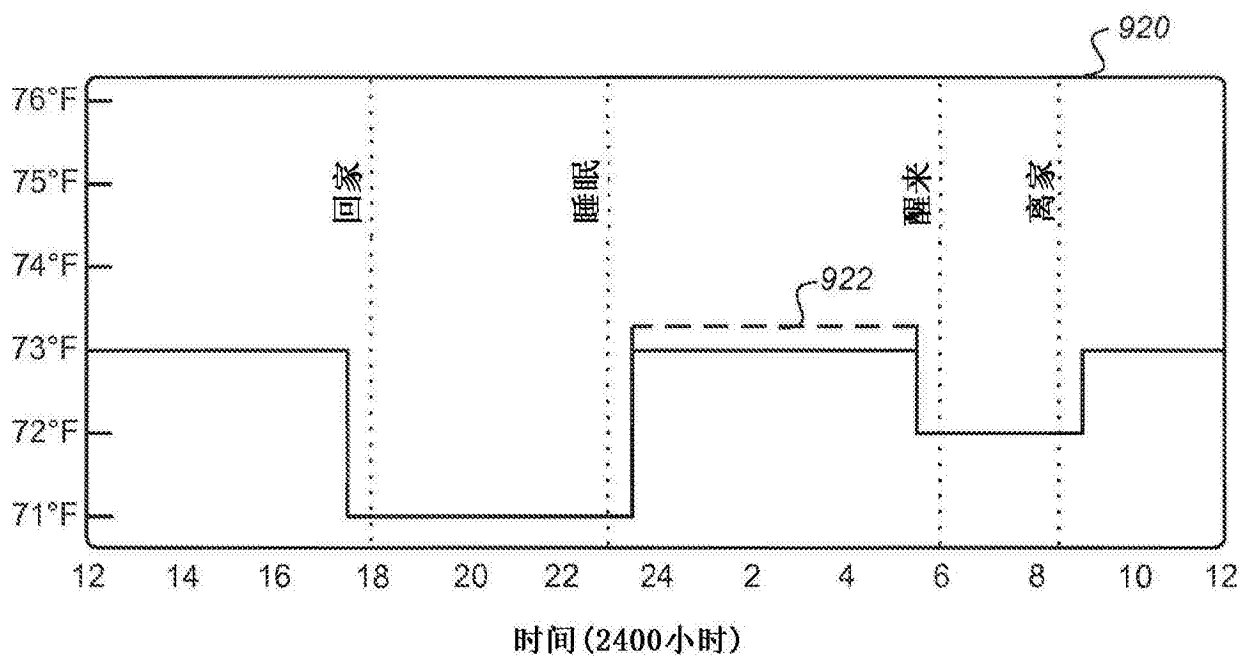


图12C

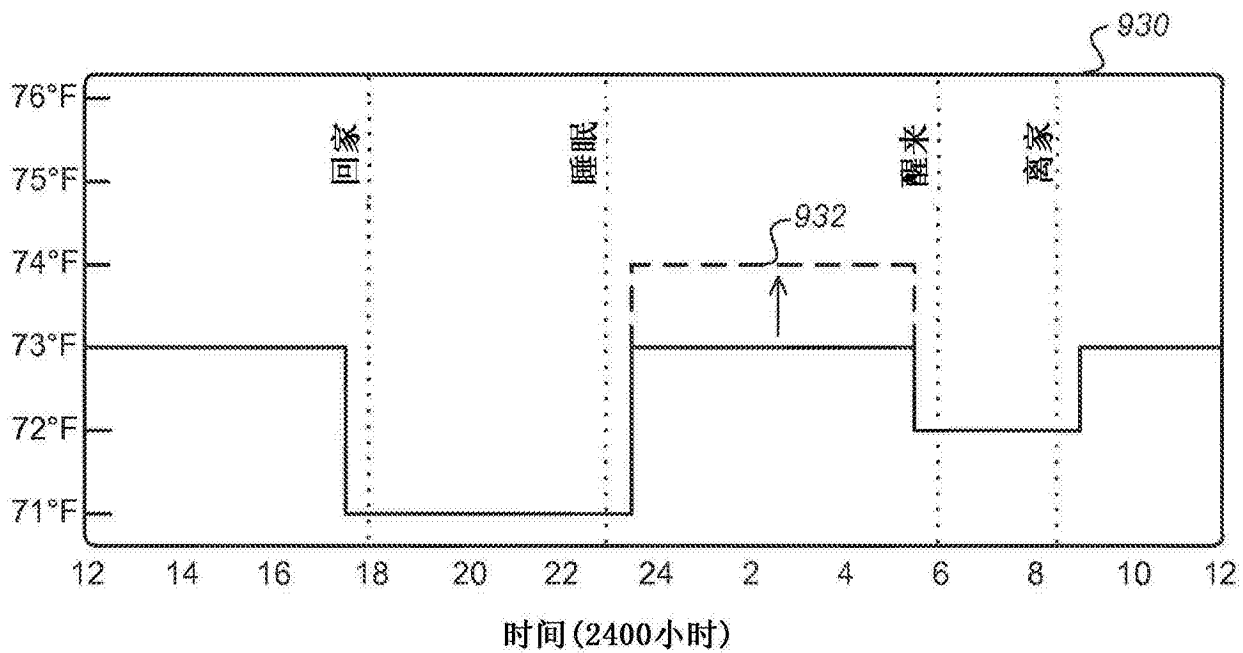


图12D

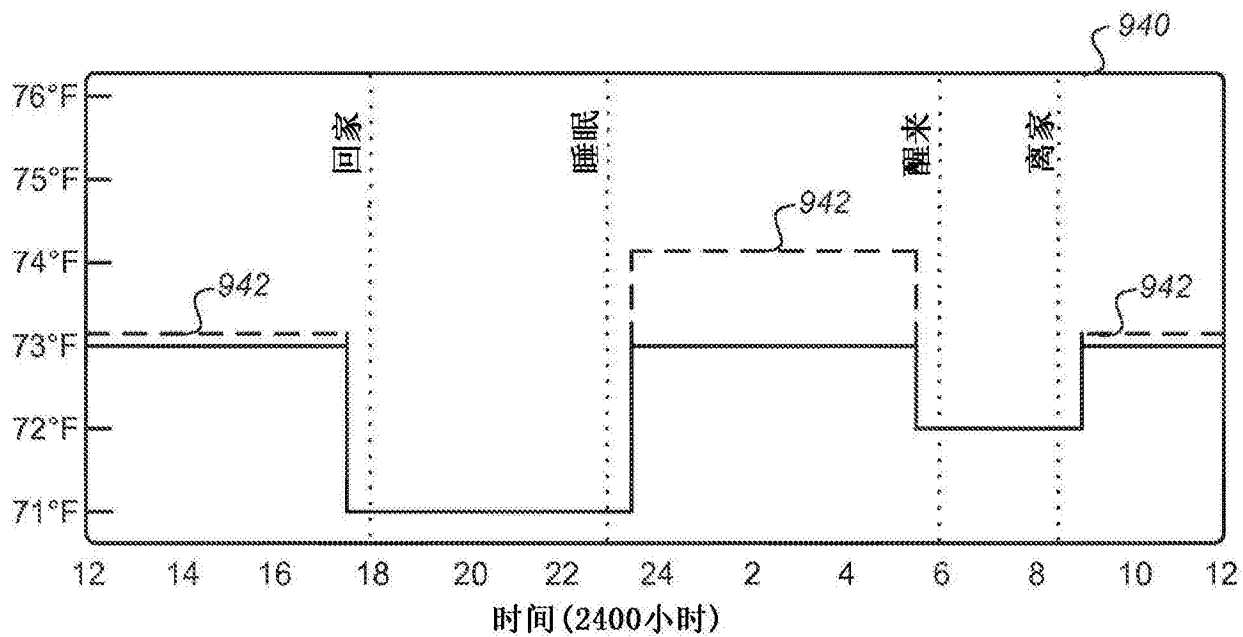


图12E

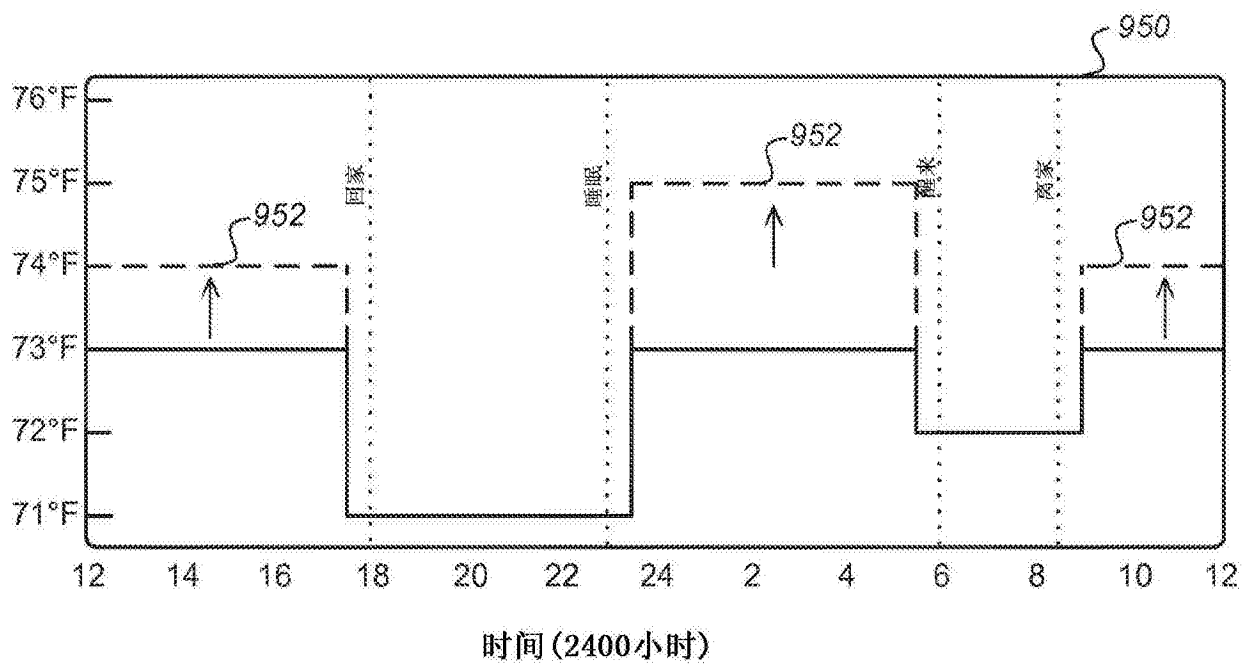


图12F

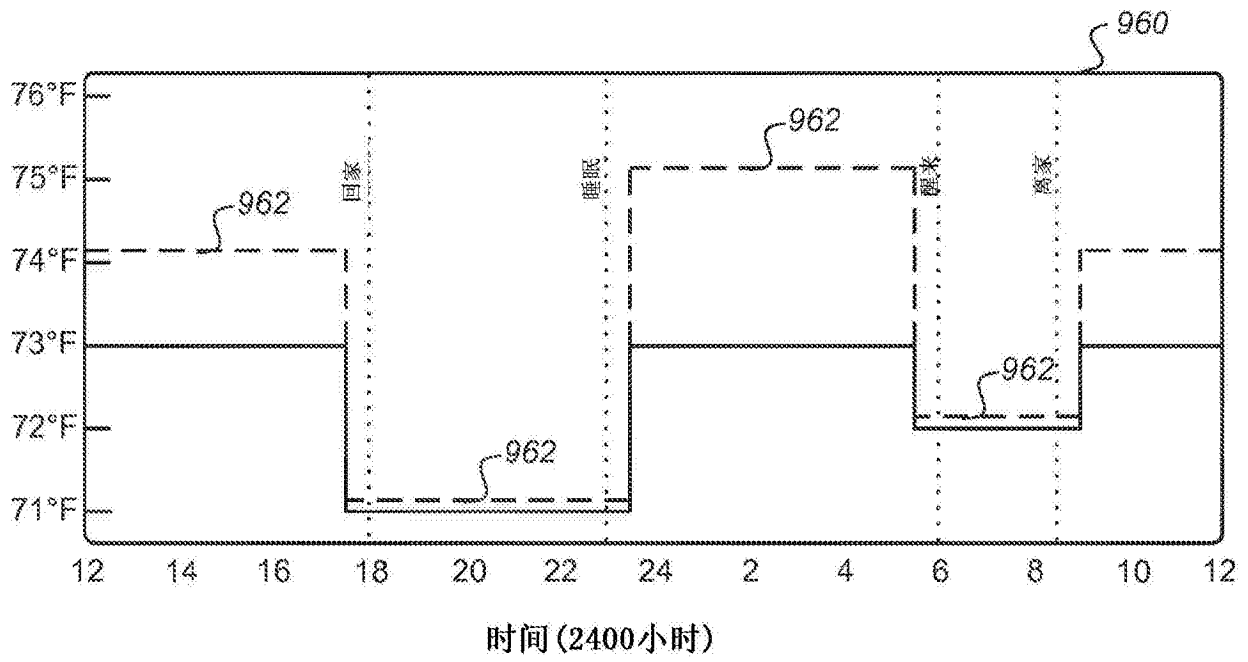


图12G

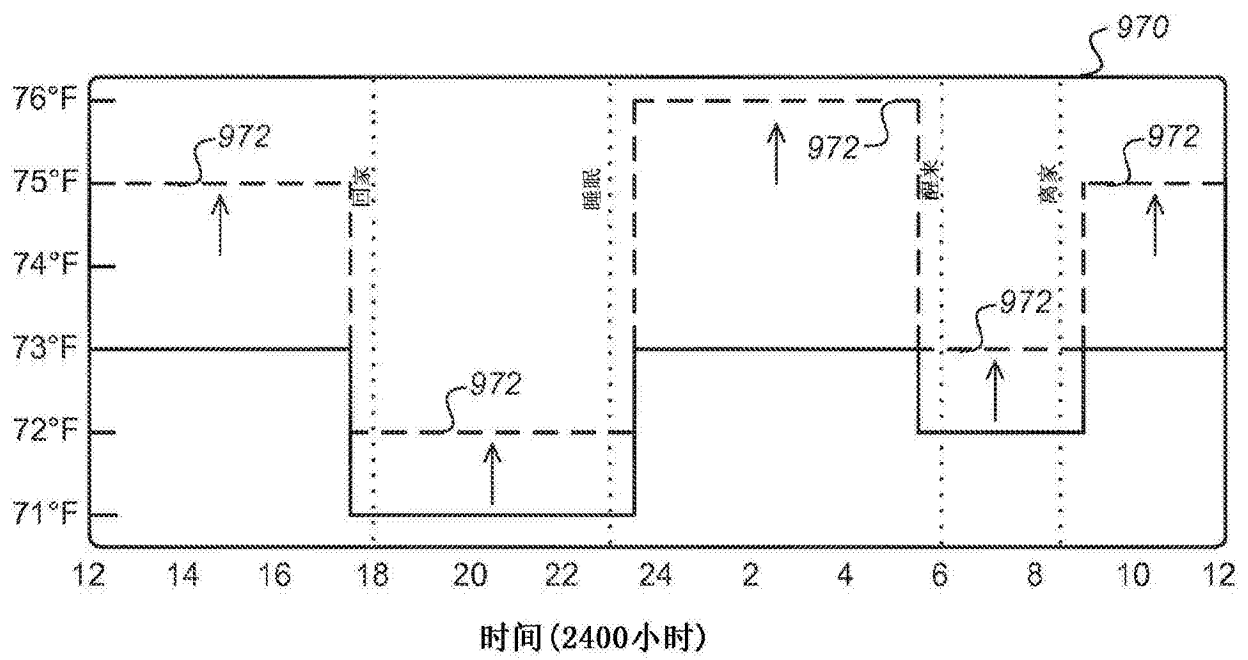


图12H

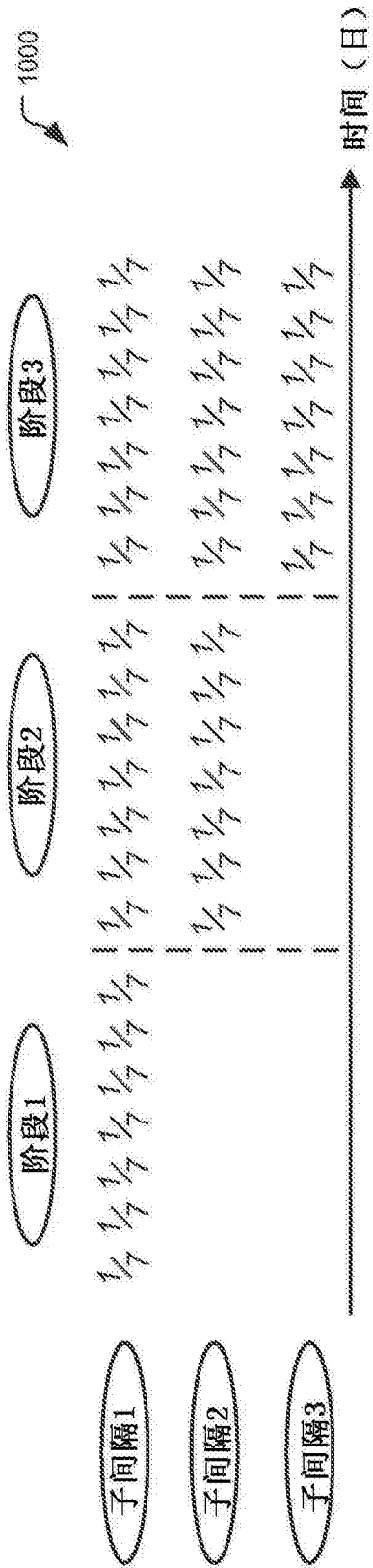


图13A

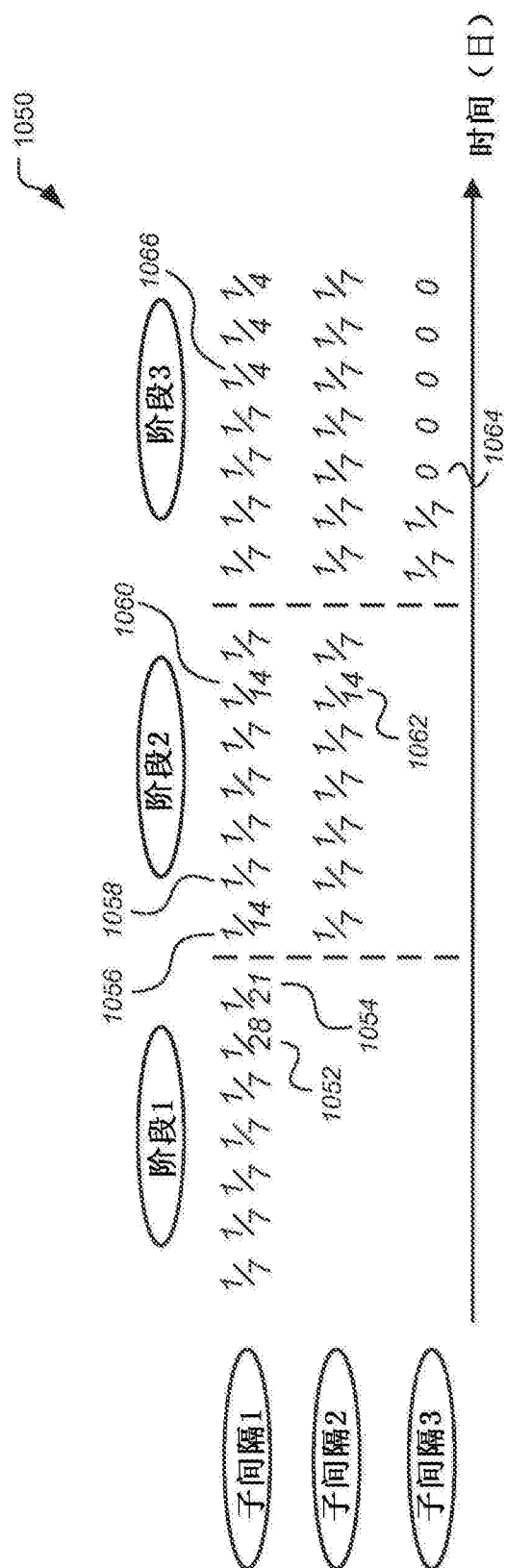


图13B

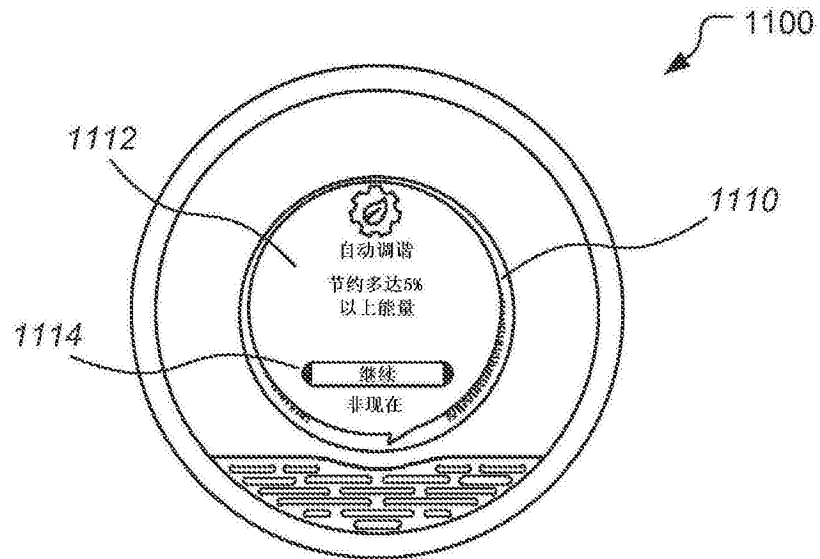


图14A

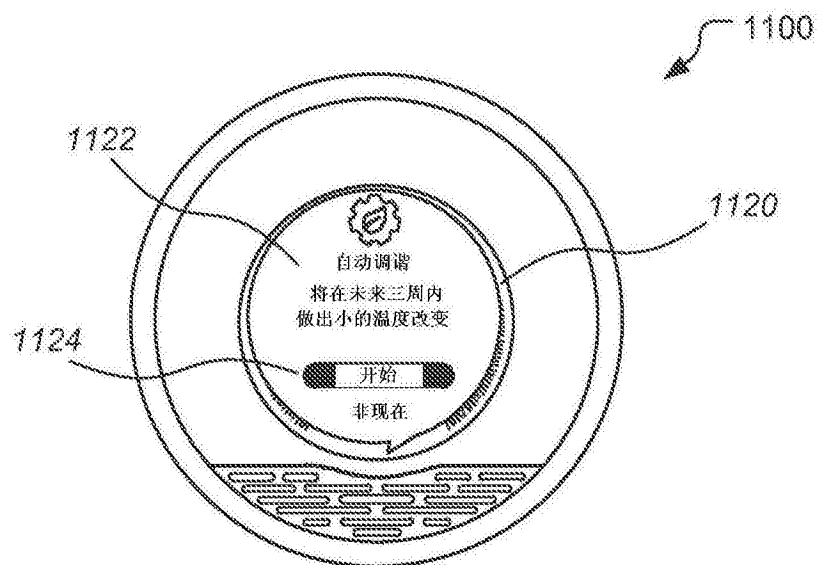


图14B

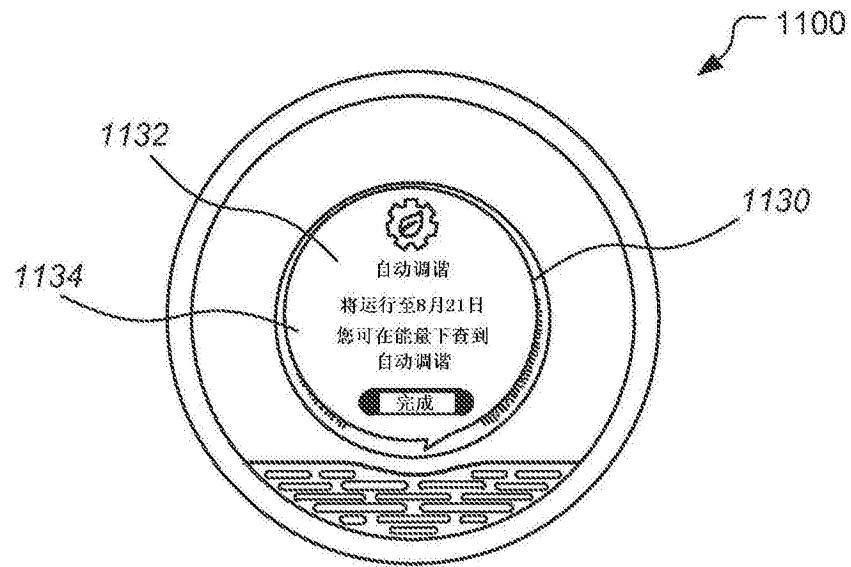


图14C

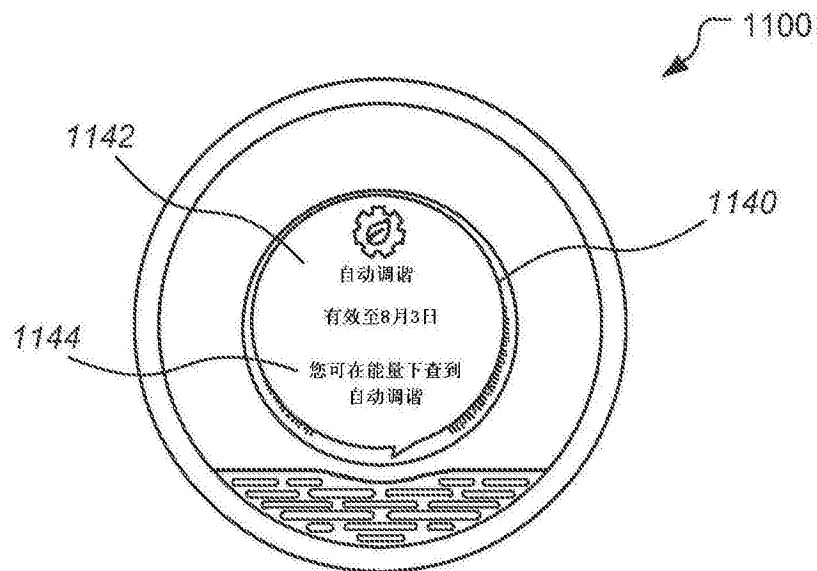


图14D

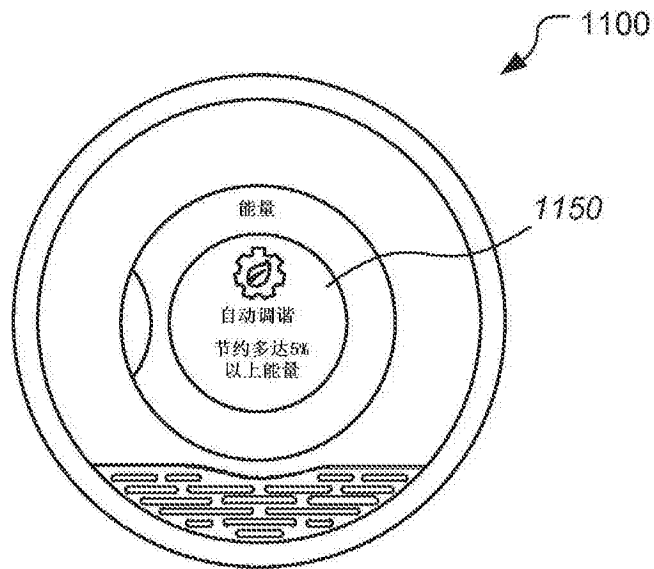


图14E

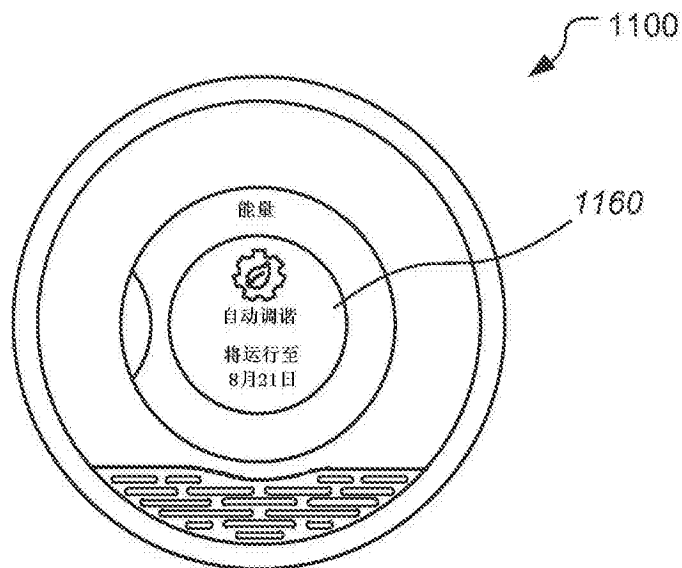


图14F

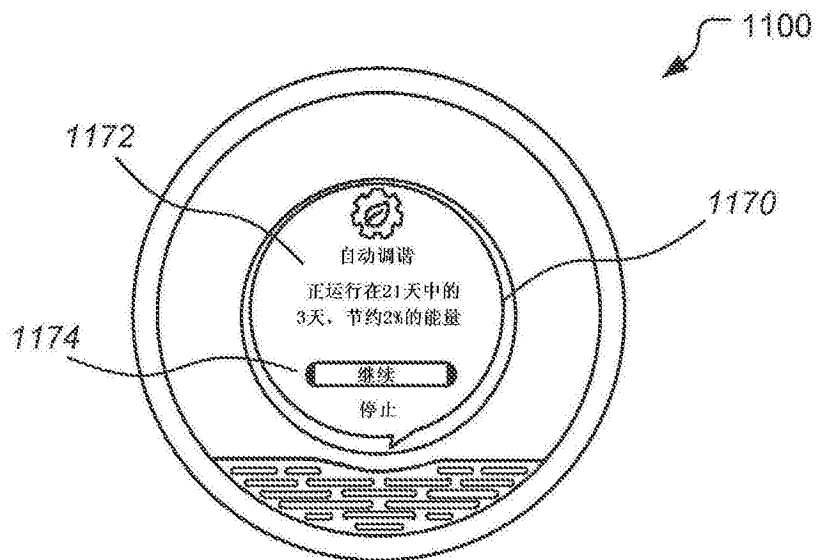


图14G

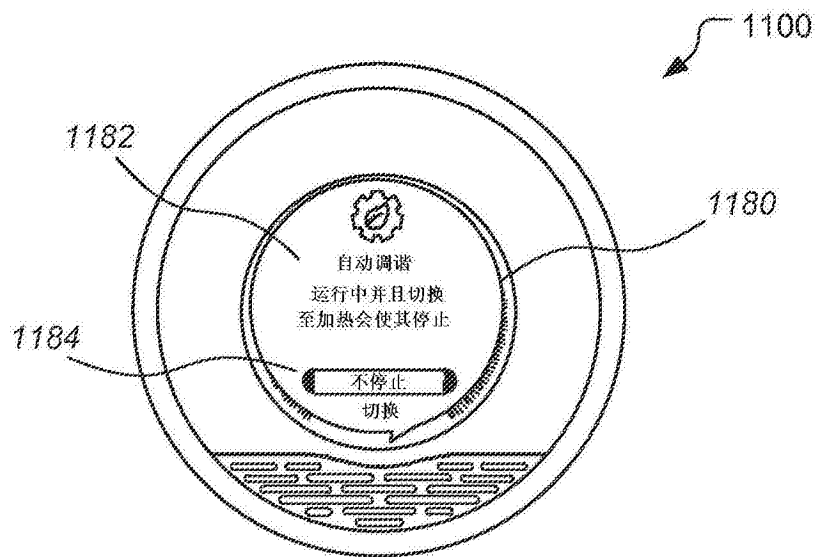


图14H

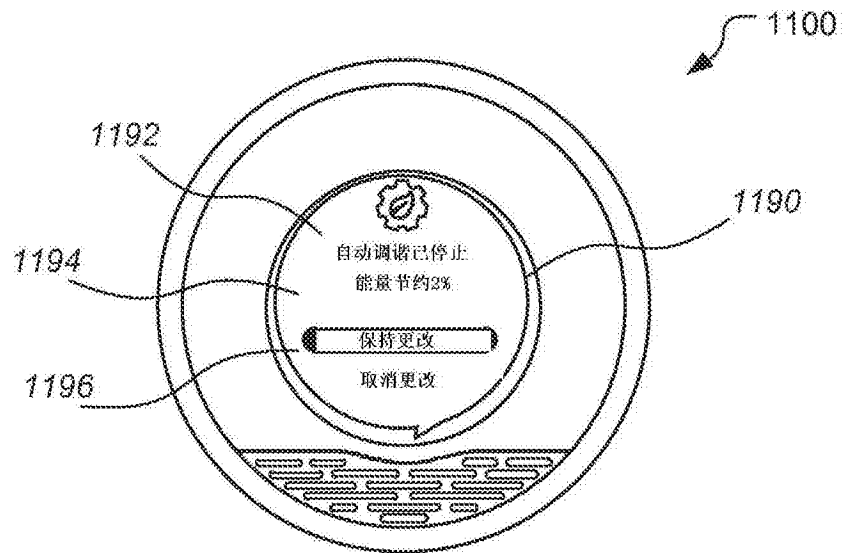


图14I

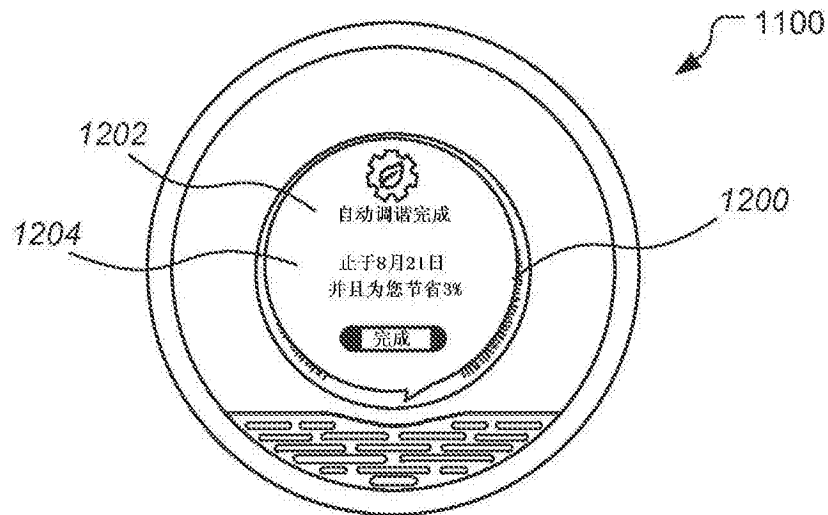


图14J

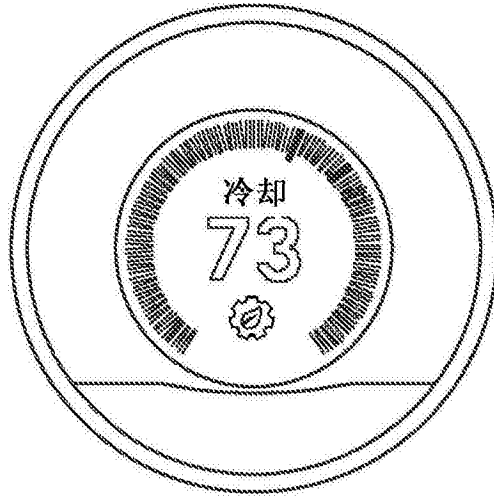


图14K

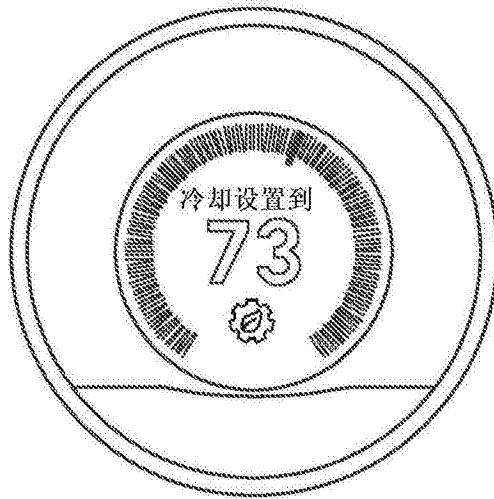


图14L