



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113588075 A

(43) 申请公布日 2021. 11. 02

(21) 申请号 202110776387.X

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司 11287

(22) 申请日 2015.09.29

代理人 章蕾

(30) 优先权数据

62/057,104 2014.09.29 US

(51) Int.Cl.

G01J 1/04 (2006.01)

(62) 分案原申请数据

201580059148.5 2015.09.29

G01J 1/02 (2006.01)

G01T 1/17 (2006.01)

(71) 申请人 唯景公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 埃里希·R·克拉文

道格拉斯·S·西尔克伍德

贾森·策德利茨

史蒂芬·C·布朗

扎伊里亚·什里瓦斯塔瓦

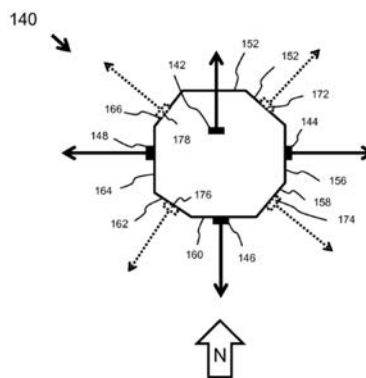
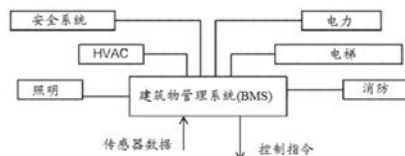
权利要求书1页 说明书46页 附图56页

(54) 发明名称

组合式传感器系统

(57) 摘要

本申请涉及一种组合式传感器系统。某些方面涉及一种组合式传感器，所述组合式传感器包括物理传感器组，所述物理传感器组在结构附近面向不同的方向，并且被配置为沿不同方向测量太阳辐射。所述组合式传感器还包括虚拟立面对准传感器，所述虚拟立面对准传感器被配置为基于来自所述物理传感器组的太阳辐射读数来确定所述结构的立面处的组合式传感器值。



1. 一种控制至少一个可着色窗的着色的方法,所述方法包括:
使用面向不同方向的物理传感器获得的传感器读数的至少一部分计算至少一个集中趋势;
使用所述至少一个集中趋势确定目标着色状态;以及
提供指令来使所述至少一个可着色窗转变为所述目标着色状态。
2. 如权利要求1所述的方法,其中至少部分基于矩形窗滤波器确定所述集中趋势。
3. 如权利要求2所述的方法,其中至少部分基于下列项目确定所述目标着色状态:
(i) 短矩形窗滤波器,其确定以第一采样率获得的第一组传感器读数的第一集中趋势;
和
(ii) 长矩形窗滤波器,其确定以第二采样率获得的第二组传感器读数的第二集中趋势,其中所述第一采样率比所述第二采样速率快,且其中所述至少一个集中趋势包括所述第一集中趋势和所述第二集中趋势。
4. 如权利要求3所述的方法,进一步包括至少部分地基于确定 i) 来自所述短矩形窗滤波器的值与(ii) 来自所述长矩形窗滤波器的值之间的差值超过正阈值,而确定来自所述短矩形窗滤波器的值用于确定所述目标着色状态。
5. 如权利要求3所述的方法,进一步包括至少部分地基于确定 i) 来自所述短矩形窗滤波器的值与(ii) 来自所述长矩形窗滤波器的值之间的差值小于阈值,而确定来自所述长矩形窗滤波器的值用于确定所述目标着色状态。
6. 一种用于控制至少一个可着色窗的着色的装置,所述装置包括至少一个控制器,所述至少一个控制器经配置以:
使用面向不同方向的物理传感器获得的传感器读数的至少一部分计算,或指导计算至少一个集中趋势;
使用所述至少一个集中趋势确定,或指导确定目标着色状态;以及
提供,或指导提供指令来使所述至少一个可着色窗转变为所述目标着色状态。
7. 如权利要求6所述的装置,其中所述至少一个控制器经配置以至少部分基于矩形窗滤波器确定,或指导确定所述集中趋势。
8. 如权利要求7所述的装置,其中所述至少一个控制器经配置以至少部分基于下列项目确定,或指导确定所述目标着色状态:
(i) 短矩形窗滤波器,其确定以第一采样率获得的第一组传感器读数的第一集中趋势;
和
(ii) 长矩形窗滤波器,其确定以第二采样率获得的第二组传感器读数的第二集中趋势,其中所述第一采样率比所述第二采样速率快,且其中所述至少一个集中趋势包括所述第一集中趋势和所述第二集中趋势。
9. 如权利要求8所述的装置,进一步包括至少部分地基于确定 i) 来自所述短矩形窗滤波器的值与(ii) 来自所述长矩形窗滤波器的值之间的差值超过正阈值,而确定,或指导确定来自所述短矩形窗滤波器的值用于确定所述目标着色状态。
10. 如权利要求8所述的装置,进一步包括至少部分地基于确定 i) 来自所述短矩形窗滤波器的值与(ii) 来自所述长矩形窗滤波器的值之间的差值小于阈值,而确定,或指导确定来自所述长矩形窗滤波器的值用于确定所述目标着色状态。

组合式传感器系统

[0001] 分案申请的相关信息

[0002] 本案是分案申请。本分案的母案是发明名称为“组合式传感器系统”、申请日为2015年9月29日、申请号为201580059148.5的发明专利申请案,该母案为申请号为PCT/US2015/052822的PCT申请进入中国国家阶段的申请。

[0003] 相关申请的交叉引用

[0004] 本申请要求于2014年9月29日提交的标题为“COMBI-SENSOR SYSTEMS”的美国临时申请No.62/057,104的优先权和权益,所述申请以引用的方式整体并且为了所有目的而并入本文。

发明领域

[0005] 本公开涉及多个传感器输入和与所述多个传感器输入相关的数据处理,具体地讲,组合式传感器系统和确定组合式传感器值的方法。

[0006] 背景

[0007] 电致变色是一种当材料通常通过经受电压变化而被放置在不同电子状态时在光学属性上展现出可逆电化学介导变化的现象。光学属性通常是颜色、透射率、吸收率和反射率中的一个或多个。一种众所周知的电致变色材料是氧化钨(WO_3)。氧化钨是一种阴极电致变色材料,其中透明到蓝色的上色转变通过电化学还原而发生。

[0008] 电致变色材料可以结合到例如家用、商用和其他用途的窗中。可以通过诱导电致变色材料的变化来改变这类窗的颜色、透射率、吸收率和/或反射率,即,电致变色窗是可以电子方式变深或变浅的窗。施加至窗的电致变色装置的小电压会使所述窗变深;使电压反向会使所述窗变浅。这种能力允许控制穿过窗的光的量,并且使得电致变色窗有机会用作节能装置。

[0009] 虽然二十世纪六十年代就发现了电致变色,但是遗憾的是,电致变色装置以及尤其是电致变色窗仍存在各种问题,并且尽管电致变色技术、设备和制造和/或使用电致变色装置的相关方法取得了许多新近进展,但是它们尚未开始实现其全部商业潜力。

[0010] 概述

[0011] 在某些方面,组合式传感器系统可用于改进在比方位立面位置具有更少物理传感器的结构中对建筑物系统的控制。例如,组合式传感器系统可确定虚拟传感器的组合式传感器值,该虚拟传感器从缺乏其自身物理传感器的立面(或其小平面)面向外。组合式传感器系统可基于由安装在建筑物中的面向不同方向的两个或更多个物理传感器获得的读数而确定该虚拟传感器的该组合式传感器值。

[0012] 根据某些方面,组合式传感器系统使用组合技术或内插技术来确定组合式传感器值。第一种技术将来自两个或多个物理传感器的读数组合以确定在那时适用于所有立面取向的聚合值。读数可通过以下操作来组合:1)取物理传感器读数的最大值;2)取物理传感器读数的平均值;或3)取物理传感器读数的总和。第二种技术使用向量算法而将来自两个或更多个物理传感器的读数内插到虚拟立面对准传感器。组合式传感器系统可使

用以上三个组合方法的任意组合。

[0013] 组合式传感器系统大体包括两个或更多个面向明显不同方向的物理传感器(例如,具有方位角,方位角变化超过约80度,超过约70度,超过约60度,超过约50度等)。例如,组合式传感器系统可包括面向明显不同方向的三个物理传感器。又如,组合式传感器系统可包括面向明显不同方向的四个物理传感器。由于这些物理传感器面向不同的方向,因此它们从这些明显不同的方向测量太阳辐照度值。这些太阳辐射值通常例如在一天内周期性地随时间记录。随时间记录的物理传感器值的太阳辐射分布有时具有与钟形高斯型曲线类似的形状。当来自面向明显不同方位角的物理传感器的太阳辐射分布重叠时,曲线的形状在一定程度上彼此类似和/或彼此按时间移位。分布的最大值、平均值或总和可用于确定不存在物理传感器的立面或方向的值。这样,避免了具有面向许多方向的许多传感器的复杂性。实现了更简单的物理系统,即较少的物理传感器,同时保持输入,就好像一个物理系统具有更多的物理传感器一样。

[0014] 在本文所述的组合式传感器系统的一些实例中,物理传感器面向大致彼此正交的方向。例如,组合式传感器系统可包括四个物理传感器,这四个物理传感器面向大致正交的方向(例如,大致在北(N)、南(S)、东(E)和西(W)方向上)。在其他实例中,组合式传感器系统包括安装在建筑物上的三个物理传感器。在一些情况下,组合式传感器系统包括面向大致正交方向的三个物理传感器。在建筑物位于北纬度的某些实例中,三个正交定向的物理传感器大致面向W、E和S。在建筑物位于南纬度的某些实例中,三个正交定向的物理传感器大致面向W、E和N。

[0015] 在某些实施方案中,可使用组合式传感器值作为输入以控制建筑物系统。例如,可将组合式传感器值用作控制系统的输入,其确定电致变色(EC)窗或建筑物中的着色决定并且控制窗的电源以实施着色决定。在部分X中描述了此类控制系统的实例。该控制系统使用描述为智能™ EC控制软件的“模块A、B和C”等操作以确定着色决定(智能™购自View, Inc. Milpitas, California)。在一个实施方案中,该控制系统使用模块A来确定从穿透房间的日光到工作空间的眩光而为居住者提供舒适度的着色水平并且使用模块B以基于所述当天时间的太阳辐照度的晴空预测而增大着色水平。模块C随后可使用由一个或多个传感器(物理传感器或虚拟传感器)获得的辐照度读数以超控模块A和B的着色水平或者不这样。例如,组合式传感器值可用作对模块C的输入。模块C可超控来自模块A和B的着色水平以基于组合式传感器值而使得着色水平更浅。也就是说,如果组合式传感器值高于模块A和B中所用的晴空辐照度水平,那么模块C不会超控模块A和B并且会忽略更高的组合式传感器辐照度值。如果组合式传感器值低于模块A和B中所用的晴空辐照度水平,那么模块C将超控模块A和B。出于说明目的,本文中参考对该特定控制系统的模块的输入描述了很多实施方案,然而应当理解,组合式传感器系统也可用于生成组合式传感器值作为依赖于辐照度测量值的其他控制系统的输入,例如,其他智能窗控制算法或其他系统诸如HVAC、建筑物管理系统(BMS)、太阳跟踪系统等控制算法。所公开的实施方案用于通过使用从其他位置的物理传感器的读数的推导出输出的“虚拟传感器”而确定不具有与表面相关的物理传感器的表面上的太阳辐照度。在一个实施方案中,组合式传感器系统包括硬件和软件,而其他方面单独地以软件和/方法,即,无物理部件的形式来体现。

[0016] 在某些实施方案中,组合式传感器系统包括一组至少三个方位相异的物理传感

器(即,指向不同的方位角)。在一些方面,组合式传感器系统包括四个方位相异的物理传感器。在一些方面,组合式传感器系统包括三个方位相异的物理传感器。在一些情况下,三个方位相异的物理传感器沿大致正交方向来取向。物理传感器通常位于建筑物的立面上,尽管这不是必须的。组合式传感器系统使用这些物理传感器来确定上面不具有物理传感器的其他立面的太阳辐射。在一个实施方案中,组合式传感器系统包括三个正交定向的物理传感器,这三个正交定向的物理传感器指向北,自北90度和自北270度。在一个实施方案中,组合式传感器系统包括三个正交定向的物理传感器,这三个正交定向的物理传感器指向自北90度、自北180度和自北270度。组合式传感器系统可包括更多的传感器,例如,两个与二十个之间的传感器,或两个与五十个之间的传感器,或两个与十个之间的传感器,或两个与五个之间的传感器,这取决于例如结构具有多少个小平面和/或水平,需要输出的粒度和精度水平,等。

[0017] 某些方面涉及一种组合式传感器,该组合式传感器包括物理传感器组,所述物理传感器组在结构(例如,建筑物)附近面向不同的方向。物理传感器被配置为沿不同方向测量太阳辐射。组合式传感器还包括虚拟立面对准传感器,所述虚拟立面对准传感器被配置为基于来自物理传感器组的太阳辐射读数而确定结构的立面处的组合式传感器值。

[0018] 某些方面涉及方法,所述方法包括:确定物理传感器组获得的太阳辐射读数;以及基于物理传感器组获得的太阳辐射读数而确定虚拟立面对准传感器的组合式传感器值。在一些情况下,物理传感器组在结构(例如,建筑物)附近面向不同的方向并且被配置为沿不同方向测量太阳辐射。

[0019] 下文将参考附图来更详细地描述这些和其他特征以及实施方案。

[0020] 附图简述

[0021] 图1A为根据实施方案的包括多面圆形大厅的结构的平面图的示意图。

[0022] 图1B为根据实施方案的包括图1A所示多面圆形大厅结构的一些面的方向的罗盘的图。

[0023] 图2A至图2C为根据实施方案的方位角在一月、四月和七月的一天内分别以10度的增量从0度变化至350度的太阳辐射分布的三个曲线图。

[0024] 图3A至图3B为根据实施方案的方位角为自北140度、自北90度或面向东、自北180度或面向南的太阳辐射分布的三个曲线图。

[0025] 图4为根据实施方案的多面建筑物处的组合式传感器系统和建筑物控制系统的示意图。

[0026] 图5A和图5B描绘示出了根据实施方案的对于分别位于南半球和北半球的地理位置来说,不同的当天时间的太阳辐射暴露的图。

[0027] 图6A描绘根据实施方案的基于安装在建筑物上的组合式传感器系统的面向东的传感器、面向南的传感器和面向西的传感器的实际读数的太阳辐射分布的三个曲线图。

[0028] 图6B描绘根据实施方案的由图6A得到的曲线图,其中添加了在自北150度的立面的方向上(面向SE的立面(自东60度和自南30度))的太阳辐射分布(虚线)。

[0029] 图7A为示出了根据实施方案的对于包括三个正交定向的传感器(传感器1、传感器2和传感器3)的组合式传感器系统来说,使用最大值方法而从日出至日落确定的组合式传感器值的聚合曲线(阴影)的实例的曲线图。

[0030] 图7B为示出了根据实施方案的在夏至日使用最大值方法确定的组合式传感器值的聚合曲线(虚线)的实例的曲线图。

[0031] 图7C描绘根据实施方案的使用最大值方法而在一天内确定的组合式传感器值的聚合曲线的包络(阴影区域)的实例的曲线图。

[0032] 图8A描绘根据实施方案的包括基于立面对准传感器上在晴天 的太阳辐射的晴空预测的太阳辐射分布(虚线)的曲线图。

[0033] 图8B描绘根据实施方案的包括使用相加方法的组合式传感器 值的聚合曲线的曲线图。

[0034] 图8C描绘根据实施方案的包括使用最大值方法的组合式传感器值的聚合曲线的曲线图。

[0035] 图8D描绘根据实施方案的包括使用平均值方法的组合式传感器值的聚合曲线的曲线图。

[0036] 图9描绘根据实施方案的包括由立面对准传感器在多云天获得的理论太阳辐射读数(虚线)和模拟太阳辐射读数的曲线图。

[0037] 图10A描绘根据实施方案的包括使用最大值方法的组合式传感器值的聚合曲线的曲线图。

[0038] 图10B描绘根据实施方案的包括使用相加值方法的组合式传感器值的聚合曲线的曲线图。

[0039] 图10C描绘根据实施方案的包括使用平均值方法的组合式传感器值的聚合曲线的曲线图。

[0040] 图11为根据实施方案的根据由组合式传感器系统的第一物理传感器(传感器1)获取的读数和由第二物理传感器(传感器2)获取的读数 而使用向量算法内插的内插式虚拟立面对准传感器的太阳辐射曲线 的实例。

[0041] 图12A示出了根据实施方案的位于立面后面的异相传感器的影响的实例。

[0042] 图12B示出了根据实施方案的位于立面前面的异相传感器的影响的实例。

[0043] 图12C包括根据实施方案的在冬至时间期间位于立面前面的物理传感器的相图。

[0044] 图12D为示出了根据实施方案的位于立面前面的异相传感器的 年最大影响的相图。

[0045] 图12E为示出了根据实施方案的位于立面后面的异相传感器的 年最大影响的相图。

[0046] 图13A为根据实施方案的其中在夏至期间具有不同立面取向(每 10度)的理论太阳辐射分布并且组合式传感器系统具有组合式传感器 值的曲线图。

[0047] 图13B为根据实施方案的其中在冬至期间具有不同立面取向(每 10度)的理论太阳辐射分布并且其中图13A的组合式传感器系统具有 组合式传感器值的曲线图。

[0048] 图14A示出了根据实施方案的具有基于来自包括相隔90度的四个相等间隔开的物理传感器的环形传感器的读数的组合式传感器值 的两个聚合曲线的曲线图。

[0049] 图14B至图14E为根据实施方案的与分别包括四(4)个物理传感器、八(8)个物理传感器、十二(12)个物理传感器和十八(18)个物理传感器的不同环形传感器布置相关联的曲线图。

[0050] 图14F为对于具有四(4)、八(8)、十二(12)和十八(18)个相等间隔开的物理传感器的环形传感器来说,图14B至图14E的第一聚合曲线与第二聚合曲线之间的最大差值(增量)的图表。

[0051] 图15描绘窗控制器的部件的简化框图。

[0052] 图16A至图16C包括根据公开的实施方案的描绘示例性控制逻辑的三个模块A、B和C每个收集的信息的图。

[0053] 图17为示出了根据公开的实施方案的控制建筑物中的一个或多个电致变色窗的方法的预测性控制逻辑的一些步骤的流程图。

[0054] 图18为示出了图17所示控制逻辑的一部分的具体实施的流程图。

[0055] 图19为示出了根据公开的实施方案的模块A的细节的流程图。

[0056] 图20为根据公开的实施方案的居住查找表的实例。

[0057] 图21A描绘根据公开的实施方案的包括电致变色窗的房间的示意图,其中空间类型是基于位于窗附近的桌面1。

[0058] 图21B描绘根据公开的实施方案的包括电致变色窗的房间的示意图,其中空间类型是基于远离窗定位的桌面2。

[0059] 图22为示出了根据公开的实施方案的模块B的细节的流程图。

[0060] 图23为示出了根据公开的实施方案的模块C的细节的流程图。

[0061] 图24为示出了图17所示控制逻辑的一部分的另一实施的图。

[0062] 图25为描绘控制建筑物中的一个或多个可着色窗(例如,电致变色窗)的着色水平的转变的方法的预测性控制逻辑的框图。

[0063] 图26A为示出了图17所示控制逻辑的一部分的具体实施的流程图。

[0064] 图26B为在清早为多云且随后在当天早些时候为晴朗的一天内的照明读数以及对应的上限和下限的曲线图。

[0065] 图27A为根据实施方案的使用矩形窗值来作出着色决定的控制方法的流程图。

[0066] 图27B描绘具有桌子的房间并且其中太阳照射到坐在桌边的居住者身上的房间内的临界角度

[0067] 图28A描绘根据实施方案的与普通的一天内的传感器读数和使用了矩形窗滤波器的控制方法所确定的相关联确定着色状态相关联的两个曲线图。

[0068] 图28B描绘根据实施方案的与具有间歇峰值的多云天期间的传感器读数和使用了矩形窗滤波器的控制方法所确定的相关联确定着色状态相关联的两个曲线图。

[0069] 图29A为根据实施方案的使用矩形窗值来作出着色决定的控制方法的流程图。

[0070] 图29B为包括在当天内时间t期间所确定的传感器读数、短矩形窗值和长矩形窗值的照明值的图。

[0071] 图30A为根据实施方案的使用矩形窗值来作出着色决定的控制方法的流程图。

[0072] 图30B为包括在当天内时间t期间所确定的传感器读数、短矩形窗值和长矩形窗值的照明值的图。

[0073] 详述

[0074] I. 引言

[0075] 建筑物和其他结构有时具有被安装用于测量太阳辐射的传感器,诸如光传感器、

光度计、辐射计、超声波传感器等。可将这些传感器获得的测量值作为输入用于控制建筑物系统(例如,HVAC,电致变色窗系统),例如以便为其居住者保持舒适的环境或使发电最大化,并且用于太阳跟踪,例如,以便为其居住者保持舒适的环境或使发电最大化等。例如,对于具有根据需要着色的智能窗的结构来说,理想的情况下,结构可在每个楼层上在每个墙壁上安装有单独的传感器(即,存在至少一个传感器面向结构的每个小平面的方向)。然而,安装在结构上的传感器的数量和位置通常是有限的。例如,从建筑物外部可见的传感器的数量和位置可能由于美观的原因而受到限制。另外,在多面结构的每个小平面上具有传感器可能是不实际的。此外,安装在结构上的传感器可能变得不能操作或者故障使得传感器数据不可用。而且,传感器可能变得不对准计划方向。使用来自大体不对准小平面方向的传感器的数据可能导致对建筑物系统的不恰当或波动的控制,这对于建筑物居住者是显眼的和/或不舒适的。由于这些原因,传感器数据一般不能用于结构的每个小平面。

[0076] 图1A至图1B为根据实施方案的与具有多面圆形大厅100的建筑物10的实例相关联的图示。图1A为多面圆形大厅100的平面图的示意图。方向箭头示为指向正北。多面圆形大厅100包括三个物理传感器110、112和114(例如,光传感器),这些物理传感器被安装在用实线箭头表示的方向上。三个传感器可位于例如结构100的屋顶线上以提供可靠的读数并且没有受到来自相邻结构的物理障碍物的阻挡。第一物理传感器110面向自北264度的方向,该方向为大约面向西。第二物理传感器112面向自北180度的方向,该方向为面向南。第三物理传感器114面向自北100度的方向,该方向为近乎面向东。三个物理传感器110、112和114的方向分别为或大约为面向西、面向南和面向东。第一物理传感器110和第三物理传感器114被安装在具有窗的小平面上。结构100的许多小平面并不与物理传感器110、112和114之一的方向对准。例如,物理传感器未被安装在建筑物的也具有窗的其他小平面121、122、123、124和125上。小平面122面向自北180度的方向(以虚线箭头表示),与第二(面向南)物理传感器112的方向对准。然而,其他小平面121、123、124和125分别面向242°、115°、140°和60°的方向(以虚线箭头表示),并不与安装在多面圆形大厅结构100上的三个物理传感器110、112和114的任一方向对准。墙壁开关120位于多面圆形大厅结构100的内壁上。尽管很多实施方案已在本文关于窗进行了描述,但本领域技术人员应当理解,结构的门和其他孔口也将适用。

[0077] 图1B为包括图1A所示多面圆形大厅结构100的一些小平面的方向的罗盘130的图。罗盘130包括实线箭头,这些实线箭头分别表示具有物理传感器110、112和114的小平面的方向,即264°、180°和100°。罗盘130还包括虚线箭头,这些虚线箭头表示面向方向并不与三个物理传感器110、112和114的任一方向对准的小平面的方向。例如,罗盘130包括虚线箭头,这些虚线箭头表示小平面121、123、124和125的方向(242°、115°、140°和60°),这些方向并不与三个物理传感器110、112和114的任一方向对准。罗盘130还包括虚线箭头,这些虚线箭头表示小平面的其他方向(225°、130°、120°和24°),这些方向并不与三个物理传感器110、112和114的任一方向对准。虽然未通过方向箭头示出,但其他小平面并不与三个物理传感器110、112和114的方向对准。

[0078] 图2A至图2C描绘根据实施方案的分别在一月、四月和七月的一天内的太阳辐射值的多个太阳辐射分布(太阳辐射,单位为 W/m^2 对时间)的三个曲线图。每个曲线图均包括

方位角从0度至350度以 10度变化的多个太阳辐射分布。太阳辐射分布与图1A所示的具有圆形大厅结构100的建筑物的地理位置(即,经度与纬度)相关联。每个太阳辐射分布为一年中的某个时间一天内的日出与日落之间随时间推移的太阳辐射。

[0079] 图3A至图3B描绘方位角为自北140度、自北90度或面向东、自北180度或面向南的太阳辐射分布的两个曲线图。太阳辐射分布与图1A所示的具有圆形大厅100的建筑物10的地理位置相关联。图3A中的太阳辐射分布为一月中的某一天内。图3B中的太阳辐射分布为七月份中的某一天内。如图3A所示,方位角为自北140度的太阳辐射分布(实线)在一月份与面向南的分布(虚线)比与面向东分布更类似。如图3B所示,方位角为自北140度的太阳辐射分布(实线)在七月份与面向东的分布(虚线)比与面向南的分布更类似。

[0080] 如以上所提及的,物理传感器可不对准它们旨在被配置为(例如,安装)测量太阳辐射的方向。这个不对准可能会导致传感器获得与从该方向射到立面上的太阳辐射的量不对应的太阳辐射测量值(在本文中在一些情况下,也称为“勒克斯”)。测量值与不对准方向对应。这个不对准可能会导致传感器提供不准确的数据作为对控制系统的输入,该控制系统诸如将该立面上的窗或遮蔽系统以电子方式着色的窗控制器。组合式传感器系统可应对不对准并且提供准确的传感器数据,并且允许在给定安装设备中存在较少的物理传感器,同时使得数据输入与更多物理传感器可用的数据输入近似。

[0081] II. 组合式传感器系统介绍

[0082] 在某些方面,组合式传感器系统可用于改进在比方位立面位置具有更少物理传感器和/或比建筑物中的垂直楼层具有更少物理传感器的结构中对建筑物系统的控制。例如,组合式传感器系统可确定“虚拟”传感器的组合式传感器值,该虚拟传感器从缺乏其自身物理传感器的立面(或其小平面)面向外。组合式传感器系统可基于由安装在建筑物中的面向不同方向的两个或更多个物理传感器获得的读数而确定该虚拟传感器的该组合式传感器值。

[0083] 根据某些方面,组合式传感器系统使用组合技术或内插技术来确定组合式传感器值。第一种技术将来自两个或多个物理传感器的读数组合以确定在那时适用于所有立面取向的聚合值。读数可通过以下操作来组合:1)取物理传感器读数的最大值;2)取物理传感器读数的平均值;或3)取物理传感器读数的总和。第二种技术使用向量算法而将来自两个或更多个物理传感器的读数内插到虚拟立面对准传感器。

[0084] 组合式传感器系统大体包括在方位上位于不同位置的两个或更多个物理传感器(如在平行于建筑物楼层的平面中所观察,或例如,位于建筑物的不同垂直位置例如楼层)。对于方位相异的物理传感器,例如,面向明显不同方向的物理传感器(例如,方位角变化超过约80度、超过约70度、超过约60度、超过约50度等)。例如,组合式传感器系统可包括面向明显不同方向的三个物理传感器。又如,组合式传感器系统可包括面向明显不同方向的四个物理传感器。由于这些物理传感器面向不同的方向,因此它们从这些明显不同的方向测量太阳辐照度值。这些太阳辐射值通常例如在一天内周期性地随时间记录。随时间记录的物理传感器值的太阳辐射分布有时具有与钟形高斯型曲线类似的形状。当来自面向明显不同方位角的物理传感器的太阳辐射分布重叠时,曲线的形状在一定程度上彼此类似和/或彼此按时间移位。例如,这些曲线重叠可用于确定或估计在与支承物理传感器的那些立面方位取向不同的立面上发生的太阳辐照度。

[0085] 在本文所述的组合式传感器系统的一些实例中,物理传感器面向大致彼此正交的方向。例如,组合式传感器系统可包括四个物理传感器,这四个物理传感器面向大致正交的方向(例如,大致在北(N)、南(S)、东(E)和西(W)方向上)。在其他实例中,组合式传感器系统包括安装在建筑物上的三个物理传感器。在一些情况下,组合式传感器系统包括面向大致正交方向的三个物理传感器。在建筑物位于北纬度的某些实例中,三个正交定向的物理传感器大致面向W、E和S。在建筑物位于南纬度的某些实例中,三个正交定向的物理传感器大致面向W、E和N。

[0086] 如本文所述,可将物理传感器视为大致面向具体方向,如果物理传感器例如位于该方向的5度内,该方向的2度内,该方向的3度内,该方向的1至10度范围内,该方向的5至15度范围内,和/或该方向的1至5度范围内。

[0087] 在某些实施方案中,可使用组合式传感器值作为输入以控制建筑物系统。例如,可将组合式传感器值用作控制系统的输入,其确定电致变色(EC)窗或建筑物中的着色决定并且控制窗的电源以实施着色决定。在部分X中描述了此类控制系统的实例。该控制系统使用模块A、B和C的操作来确定着色决定。在一个实施方案中,该控制系统使用模块A来确定从穿透房间的日光到工作空间的眩光而为居住者提供舒适度的着色水平并且使用模块B以基于所述当天时间的太阳辐照度的晴空预测而增大着色水平。模块C随后可使用一个或多个传感器(物理传感器或虚拟传感器)获得的辐照度读数以超控来自模块A和B的着色水平。例如,组合式传感器值可用作对模块C的输入。模块C可超控来自模块A和B的着色水平以基于组合式传感器值而使得着色水平更浅。也就是说,如果组合式传感器值高于模块A和B中所用的晴空辐照度水平,那么模块C不会超控模块A和B并且会忽略更高的组合式传感器辐照度值。如果组合式传感器值低于模块A和B中所用的晴空辐照度水平,那么模块C将超控模块A和B。出于说明目的,本文中参考对该控制系统的模块的输入描述了很多实施方案,然而应当理解,组合式传感器系统也可用于生成组合式传感器值作为其他系统的输入。

[0088] III. 组合式传感器系统的实例

[0089] 在某些实施方案中,组合式传感器系统包括一组至少三个方位相异的物理传感器(即,指向不同的方位角)。在一些方面,组合式传感器系统包括四个方位相异的物理传感器。在一些方面,组合式传感器系统包括三个方位相异的物理传感器。在一些情况下,三个方位相异的物理传感器沿大致正交方向来取向。也就是说,这些正交定向的传感器的每个以一方位角定向,该方位角相对于至少一个其他物理传感器的方位角为大约90度(例如,90度+5度,90度+2度,90度+1度)。在具有四个正交定向的传感器的系统的一些实例中,物理传感器可被定向成大致面向N、E、S和W(例如,自北+5度,自东+5度,自南+5度,自西+5度;自N、E、S、W+3度;以及自N、E、S、W+2度;自N、E、S、W+1度)。在一个实施方案中,该系统包括四个正交定向的物理传感器,这四个正交定向的物理传感器指向北,自北90度,自北180度,以及自北270度。

[0090] 图4为根据实施方案的多面建筑物处的组合式传感器系统140和建筑物控制系统的示意图。组合式传感器系统140包括四个物理传感器142、144、146和148。多面结构为八边形,具有第一立面152、第二立面154、第三立面156、第四立面158和第五立面160、第六立面162、第七立面164和第八立面166。第一物理传感器142指向自北0度(向北),这是第一

立面152的法线方向。第二物理传感器144 位于第三立面156上并且指向自北90度(向东), 这是第三立面156 的法线方向。第三物理传感器146位于第五立面160上,并且指 向自北180度(向南),这是第五立面160的法线方向。第四物理传感 器148位于第七立面164上并且指向自北270度(向西),这是第七 立面164的法线方向。

[0091] 在图4中,组合式传感器系统140还包括沿第二立面154的法线 方向的第一虚拟传 感器172和沿第四立面158的法线方向的第二虚拟 传感器174。另外,组合式传感器140包括 沿第六立面162的法线方 向的第三虚拟传感器176和沿第八立面166的法线方向的第四虚 拟传 感器178。虽然图4中的结构示为在结构的单个楼层上具有八个立 面,但组合式传感 器系统140可用于具有更多的或更少的立面/小平 面的结构和/或具有多个楼层的结构。虽然很多传感器示为位于立面 的外部,但传感器可相对于立面位于另一位置,同时沿对应立 面的方 向取向(指向)。例如,第一物理传感器142并不位于第一立面152上, 而是位于第一 立面152的法线方向上。

[0092] 在图4中,物理传感器与建筑物管理系统 (BMS) 2710电通信(未 示出),以发送并接 收数据诸如传感器数据。BMS 2710可以是组合式 传感器系统140的部件,或可以是单独的 部件。BMS 2710与消防系 统2720、电梯系统2730、电力系统2740、安全系统2750、HVAC系 统 2760和照明系统2770通信。在该实例中,BMS 2710正从物理传 感器142、144、146和148接收 传感器数据,并且向结构的窗发送 控制指令。在部分X中描述了组合式传感器系统140的其 他可能部 件的细节。

[0093] 在某些方面,组合式传感器系统140与一个或多个窗控制器通 信用于控制多面结 构中的EC窗。

[0094] 图5A和图5B为对于分别位于南半球和北半球的地理位置来 说,不同的当天时间 的太阳辐射暴露的图。如图5A和图5B所示,北实际上与南正好相对,然而北向暴露被东向 暴露和西向暴露的组合 覆盖,而在南半球,反之亦然。

[0095] 对于地理上位于北半球的建筑物来说,面向北立面仅仅暴露于早 晨和晚上的太 阳较短时间(且只有在夏季),被组合起来的面向东的物 理传感器和面向西的传感器覆盖。 在这些情况下,北向暴露辐射部件 不那么有影响力,并且在某些情况下,可以从组合式 传感器系统的物 理传感器中省去。在地理上位于北纬度的建筑物的一个实例中,组合 式传 感器系统包括大致面向W、E和S的三个正交定向的物理传感器。

[0096] 对于地理上位于南半球的建筑物,面向南的立面仅仅暴露于早晨 和晚上的太阳 较短时间(且只有在夏季),被面向东的物理传感器和面 向西的传感器覆盖。在这些情况 下,南向暴露辐射部件不那么有影 响力,并且在某些情况下,可以从组合式传感器系统的 物理传感器中省 去。在地理上位于南纬度的建筑物的一个实例中,组合式传感器系统 包 括大致面向W、E和N的三个正交定向的物理传感器。

[0097] 在一个实施方案中,组合式传感器系统包括三个正交定向的物理 传感器,这三个 正交定向的物理传感器被安装在位于南加州的建筑物 中,其位于北半球。三个正交定向的 物理传感器包括自北90度面向 东的传感器、自北180度面向南的传感器和自北270度面向 西的传 感器。图6A提供了基于由与建筑物相关联的组合式传感器系统的面向 东的传感 器、面向南的传感器和面向西的传感器获得的实际读数的太 阳辐射分布(太阳辐射 W/m^2 与 当天时间)的三个曲线图。如图所示,面向东、面向西和面向南的立面在相同的当天时间经

历了不同量的太阳辐射。箭头(早晨、下午和晚上)表明立面具有不同的分布。

[0098] 虽然硬件元件例如光传感器可被安装在建筑物上,但算法和相关联计算硬件可位于其他地方,例如位于处理中心或位于同一建筑物中的光传感器上。虽然物理传感器通常被安装在建筑物立面上,但它们也靠近建筑物安装并且如同它们位于建筑物立面上一样取向,或者具有位于建筑物上的一些传感器以及并不位于建筑物上的一些传感器。而且,例如,在两个或更多个建筑物在相同的附近处并且具有类似的取向和构型的情况下,物理传感器可能仅位于一个这样的建筑物上并且组合式传感器系统满足附近的其他建筑物的窗着色功能的控制算法的需要。在另一实例中,在两个或更多个建筑物在相同的附近处并且具有类似的取向和构型的情况下,物理传感器可分散在不同的建筑物上,同时服务于单个组合式传感器系统和一个或多个建筑物窗着色控制算法。因此,单个建筑物上的传感器组和/或位于离散位置的传感器网络可以是服务于一个或多个建筑物的组合式传感器系统的一部分。在天气和太阳模式在较大地理区域上类似的情况下,组合式传感器系统可服务于该地理区域的若干建筑物。

[0099] 图6B示出了与图6A相同的分布(实线),其中添加了在自北150度的立面的方向上(面向东南(SE)立面(自东60度和自南30度))的太阳辐射分布(虚线)。如果仅来自面向东的立面、面向南的立面和/或面向西的立面上的物理传感器的实际辐照度读数用作电致变色窗切换算法的输入,那么在确定例如东南(SE)立面的着色值时,可能会出现问 题。例如,在早晨,如果面向南的传感器或面向西的传感器用作针对 SE立面的至模块C的输入,那么这将导致模块C超控来自模块A/B 的着色水平,从而将着色水平降低到非常低的水平,因为面向南的传感器或面向西的传感器在此时不会读取太多的太阳强度。这可能产生 眩光场景,因为SE立面的辐照度水平较高,因而此时来自S传感器 和W传感器的读数会发送“错误”读数。因此,面向东的立面的最高 辐照度值是在早晨用作SE立面的辐照度读数的替代物的更好的值。在下午,面向东的立面获得少得多的日光暴露并且如果仅使用面向东的立面传感器值,那么模块C将清透(超控模块A和B的着色值),但是SE立面可能仍暴露于显著辐射(因为S立面正经历足够引起眩光的太阳辐照度)。因此,面向南的立面的最高辐照度值将是在下午用作SE立面的辐照度读数的替代物的更好的值。在另一个实例中,在晚上,如果面向南的立面辐照度值用作西南(SW)立面的替代物,那么 用于对部分X中所讨论的电致变色(EC)窗着色/清透的控制系统的模块C将超控模块A和B设定的着色值并使玻璃清透。这也会使SW 立面暴露于令人不适地高的太阳辐射,因为面向西的立面(以及因此 SW立面)此时暴露于高的太阳辐射。因此,对于SW立面的晚上来说,具有最高辐照度值的面向西的立面作为辐照度输入更合适。由于模块 C可能仅通过超控来自模块A和B的着色决定而变浅,因此晚上时间对于SE立面来说是无关紧要的。模块A和模块B已经在傍晚对窗最大程度地清透。组合式传感器系统可计算不具有物理传感器的立面上的预期太阳暴露并且由此确保已针对建筑物的特定立面上的窗适当地提供了着色超控命令。

[0100] IV. 垂直稀疏的物理传感器

[0101] 正如组合式传感器系统可用于通过围绕方位跨度水平地使用物理传感器值而确定虚拟传感器值一样,组合式传感器系统也可以在没有物理传感器的垂直水平上(例如,楼层,或水平地间隔开且沿相同方向取向的),即在具有垂直稀疏的物理传感器的结构中,确定虚拟传感器值。在某些方面,组合式传感器系统确定在具有物理传感器的水平之间的

中间水平上或在不具有物理传感器的其他水平上的组合式传感器值。例如,建筑物的某些较低楼层可能会被相邻的建筑物遮蔽,而较高楼层不会。组合式传感器系统可用于确定不具有物理传感器的那些较低楼层上的虚拟传感器的组合式传感器值。在其他方面,组合式传感器系统可基于来自单个立面上的多个垂直分隔开的物理传感器的读数而确定组合式传感器值。可将各个垂直分隔开的物理传感器的值以与来自方位上间隔开的传感器的值相同的方式相结合,如以下在部分V中进行描述。例如,对于立面上的所有垂直区段来说,可将组合式传感器值作为组合输出用于模块C。

[0102] V. 用于确定与物理传感器不同相的虚拟传感器的组合式传感器值的技术

[0103] 存在两种主要技术来确定虚拟立面对准传感器的组合式传感器值。第一种技术将来自两个或更多个物理传感器的读数组组合以确定可用于所有取向的聚合组合式传感器值。第二种技术使用向量算法而将来自两个或更多个物理传感器的读数内插到虚拟立面对准传感器。

[0104] 技术1。

[0105] 第一种技术将在任何给定时间来自三个或更多个面向方位相异方向的物理传感器的读数组组合以确定组合式传感器值。该组合式传感器值在给定时间适用于所有立面取向。聚合包络为由这一天的聚合组合式传感器值限定的曲线包围的区域。聚合值通过以下方法之一来确定:1) 确定物理传感器值中的最大值;2) 对物理传感器值求平均;或3) 对物理传感器值求和。

[0106] 方法1-最大值方法

[0107] 第一种方法在每个采样时间确定组合式传感器值,该组合式传感器值为三个或更多个物理传感器所取的所有读数中的最大值。所确定的最大值生成聚合包络,该聚合包络包含来自这一天的所有可能立面取向的太阳辐射分布。也就是说,所有立面正经历处于或低于最大传感器值的太阳辐射。该方法保持自每个最大值由单个传感器在每个采样时间获取以来单个物理传感器输出的量值。由于单个物理传感器的量值得到保持,因此这允许在组合式传感器和单个传感器的遗留安装或组合中将传感器组合起来。也就是说,通过这种方法,相对于组合式传感器系统增加或移除多少传感器并不重要,聚合包络应保持相同并且因此这些最大值的量值保持准确。

[0108] 图7A为示出了根据实施方案的对于包括三个正交定向的物理传感器(传感器1、传感器2和传感器3)的组合式传感器系统来说,使用最大值方法而从日出至日落所确定的组合式传感器辐照度值的聚合曲线(阴影)180的实例的曲线图。该曲线图还包括在一年中的一天分别来自传感器1、传感器2和传感器3的三个太阳辐射分布182、184和186。如图所示,聚合曲线180包含太阳辐射分布182、184和186。来自聚合曲线180的聚合组合式传感器值可用作建筑物控制系统的输入,该建筑物控制系统使用沿与物理传感器不对准的方向的辐照度值。组合式传感器值可用作实际辐照度读数的替代值。给定当天时间的组合式传感器值可用作在组合式传感器系统安装位置之处或附近各个方向上的替代辐照度读数。例如,组合式传感器值可用作控制系统的输入,该控制系统确定如部分X中所述的电致变色窗的着色状态。

[0109] 图7B是示出了根据实施方案的在夏至日使用最大值方法确定的组合式传感器值的聚合曲线188(虚线)的实例的曲线图。聚合曲线基于对三个取向东、南和西的预测晴空

太阳辐射分布取最大值。该曲线图还包括对于结构的范围为0(360)度至350度的方位角取向的每10度来说,重叠晴空预测太阳辐射分布(多个实线)。如图所示,聚合曲线包络将包括这一天的所有可能立面取向的最大值。也就是说,每个采样时间的组合式传感器值将大于或等于所有可能立面上的读数。

[0110] 图7C为示出了根据实施方案的使用最大值方法在一天内确定的组合式传感器值的聚合曲线190的包络(阴影区域)的实例的曲线图。在聚合曲线190中,组合式传感器值基于由结构的组合面向东的传感器、面向南的传感器和面向西的传感器测量的最大太阳辐射。该曲线图还包括通过确定来自面向东的传感器、面向南的传感器和面向西的传感器的组合预测晴空辐射值的最大值而使用最大值方法生成的组合式传感器值的理论聚合曲线192。该曲线图还包括面向北150度(自东60度)的立面,即,面向SE的立面的理论晴空太阳辐射分布194。聚合曲线192为所有建模立面的理论组合晴空最大辐照度,用于与SE立面的理论太阳辐射分布194进行比较,表明落入聚合曲线192中的所有最大理论值的包络内的SE立面的理论辐射。如图所示,SE立面的理论太阳辐射落在聚合曲线192的所有最大理论值的包络内。

[0111] 图7C示出,如果来自聚合曲线192的组合式传感器值用作模块C的输入,那么所有立面具有低于聚合曲线192中的理论值的预测晴空太阳辐射。类似地,如果来自聚合曲线190的组合式传感器值用作模块C的输入,那么所有立面实际上正经历处于或低于最高物理传感器值的太阳辐射。

[0112] 通过使用图7C所示的所示实例,来自聚合曲线190的组合式传感器值可用作针对面向SE的立面的至模块C的输入。该曲线图示出了三个区域195、196和197,一般与早晨、中午和晚上相关联。在早晨区域195,来自聚合曲线190的组合式传感器值高于理论SE立面值。由于模块C可能仅变浅,因此较高的组合式传感器值不会基于面向SE的立面的理论辐射而超控模块A和模块B的着色决定。在下午区域196中,来自聚合曲线192的组合式传感器值低于理论SE立面值。这里,模块C基于组合式传感器值而变浅。在晚上区域197中,来自聚合曲线190的组合式传感器值高于理论SE立面值。由于模块C可能仅变浅,因此较高的组合式传感器值不会超控模块A和B的着色决定,这已经在傍晚对窗最大程度地清透。

[0113] 方法2-平均值方法

[0114] 第二种方法通过对所有物理传感器在给定时间获得的读数求平均在此时该确定组合式传感器值。此第二种方法趋向于缓和组合式传感器值的曲线并且减小反弹。然而,在该方法中,平均组合式传感器值的量值可低于单个物理传感器读数。由于组合式传感器值可能低得多,因此可能需要调节这些组合式传感器值,然后将它们输入控制模块中。在某些情况下,随着物理传感器的数量增加,平均组合式传感器值与单个物理传感器读数之间的量值差可能更明显。也就是说,在这些情况下,物理传感器的数量越高,平均值越低。调整(缩放)以调节组合式传感器值可用于使聚合值(输出)回到现实水平。也就是说,当使用平均值方法时,可将组合式传感器值乘以缩放因子诸如1.05、1.1、1.2、1.3、1.4、1.5等。

[0115] 方法3-相加方法

[0116] 在该第三种方法中,通过将来自所有物理传感器在任何给定时间的读数求和来确定组合式传感器值。该方法导致产生这三种方法的最少量值组合式传感器值。如同平均

方法一样,该第三种方法可能需要 进行调节以例如通过使用缩放因子而使相对量值回到现实输出。也就是说,当使用平均值方法时,可将组合式传感器值乘以缩放因子诸如 0.95、0.9、0.85、0.8、0.75、0.7、0.65、0.6、0.55、0.50等。在相加 方法中,物理传感器的数量越高,聚合值越高。

[0117] 图8A为根据实施方案的包括基于立面对准传感器上在晴天的 太阳辐射的晴空预测的太阳辐射分布201(虚线)的曲线图。该曲线图 还包括来自立面对准传感器的模拟太阳辐射读数的曲线202。该曲线 图还包括根据实施方案的来自部分X中所描述的逻辑的返回着色状 态(水平)的曲线203。

[0118] 图8B为包括图8A的太阳辐射分布201(虚线)的曲线图。该曲线 图还包括根据实施方案的对于包括三个正交定向的物理传感器的组 合式传感器系统来说,基于晴天的太阳辐射的晴空预测而使用相加方 法的组合式传感器值的聚合曲线212。组合式传感器值基于 任何给定 时间来自三个正交定向的物理传感器的读数的求和。该曲线图还包括 根据实施方案的来自部分X中所描述的逻辑的返回着色状态的曲线 213。

[0119] 图8C为包括图8A的太阳辐射分布201(虚线)的曲线图。该曲线 图还包括对于相对于图8B所述的具有三个正交定向的物理传感器的 组合式传感器系统来说,基于晴天的太阳辐射的晴空预测而使用最大 值方法的组合式传感器值的聚合曲线222。组合式传感器值 基于在任 何给定时间来自三个正交定向的物理传感器的最大读数。该曲线图还 包括根据 实施方案的来自部分X中所描述的逻辑的返回着色状态的 曲线223。

[0120] 图8D为包括图8A的太阳辐射分布201(虚线)的曲线图。该曲线 图还包括对于相对于图8B所述的具有三个正交定向的物理传感器的 组合式传感器系统来说,基于晴天的太阳辐射的晴空预测而使用平均 值方法的组合式传感器值的聚合曲线232。组合式传感器值 基于在任 何给定时间来自三个正交定向的物理传感器的平均值。该曲线图还包 括根据实 施方案的来自部分X中所描述的逻辑的返回着色状态的曲 线233。

[0121] 如上所述,图8B至图8D包括根据实施方案的基于来自在晴天 获取的来自具有三个正交定向的物理传感器的组合式传感器系统的 组合物理传感器读数的组合式传感器值 (读数)的曲线。三个曲线212、222和232分别基于以下三种方法来确定:1)取物理传感器值 中的最 大值(最大值方法),2)对物理传感器值求平均(平均值方法),以及 3)对传感器值 求和(相加值方法)。

[0122] 确定聚合曲线的平均值方法一般具有三种方法的最低组合式传 感器值。在早晨,平均值方法具有低于理论太阳辐射分布201的值的 组合式传感器值。在晚上,平均值方法 具有高于理论太阳辐射分布 201的值的组合式传感器值。如图所示,相加(求和)方法具有 三种方 法中的最高组合式传感器值并且具有比全天内的理论太阳辐射分布 201的值更高的组合式传感器值。最大值方法在早晨具有与理论太阳 辐射分布201最接近的组合式传感器值并且在晚上具有高于理论太 阳辐射分布201的值的组合式传感器值。

[0123] 在一些实施方案中,可基于用于确定组合式传感器值的组合方法 的类型来调整 控制逻辑中的某些确定。例如,可基于用于确定组合式 传感器值的技术和方法来调整部分 X中所描述的逻辑中的模块C所 使用的阈值。在该实例中,阈值确定在其外部的实际辐照度 水平,确 定是否为多云条件,即是否低于该阈值,确定为多云天并且模块C 可减小着色水 平,相应地超控模块A/B。在该实例中,阈值在与利用 相加传感器方法确定的组合式传感器

值相比较的情况下可以成比例地增大或者在与利用平均传感器方法确定的组合式传感器值相比较的情况下可以成比例地减小。组合式传感器系统可使用组合方法中的一个、两个或全部三个来在给定当天时间为给定立面提供组合式传感器值,以大致尽可能接近该立面上的实际辐照度,并且因此适当地应用着色算法,例如,智能™模块。

[0124] 如上文所提及的,图8A至图8D包括分别基于曲线212、222和 232的组合式传感器值以及理论太阳辐射分布201中的值而针对电致变色窗由部分X中所描述的逻辑返回的着色状态的曲线203、213、223和233。212、222、232和202中的值是基于晴天的。由于在该实例中,由于模块C仅变浅(超控着色命令或什么都不做),因此模块A和B在晚上不会被模块C超控并且因此基于该立面上的预测低辐照度而返回低着色状态。着色模块的晴天性能不会由于任何方法而受损,但基于平均值的组合式传感器值相对较低(与相加值相比)并且阈值可成比例地减小,并且基于相加值的组合式传感器值相对较高(与平均值相比)并且阈值可成比例地增大。

[0125] 图9为包括基于立面对准传感器的太阳辐射的晴空预测的理论太阳辐射读数240(曲线)的曲线图。该曲线图还包括来自立面对准传感器在多云天的模拟太阳辐射读数242。曲线图还包括基于模拟太阳辐射读数242的来自部分X中所描述的逻辑的返回着色状态的曲线244。

[0126] 图10A为包括来自立面对准传感器的图9的太阳辐射分布240(虚线)的曲线图。该曲线图还包括根据实施方案的对于包括三个正交定向的物理传感器的组合式传感器系统来说,基于多云天的实际太阳辐射读数而使用最大值方法的组合式传感器值的聚合曲线252。组合式传感器值基于在任何给定时间来自三个正交定向的物理传感器的最大读数。该曲线图还包括根据实施方案的来自部分X中所描述的逻辑的返回着色状态的曲线254。

[0127] 图10B为包括来自立面对准传感器在多云天的图9的太阳辐射分布240(虚线)的曲线图。该曲线图还包括根据实施方案的对于包括三个正交定向的物理传感器的组合式传感器系统来说,基于多云天的实际太阳辐射读数而使用相加方法的组合式传感器值的聚合曲线262。组合式传感器值基于任何给定时间来自三个正交定向的物理传感器的读数的求和。该曲线图还包括根据实施方案的来自部分X中所描述的逻辑的返回着色状态的曲线264。

[0128] 图10C为包括来自立面对准传感器在多云天的图9的太阳辐射分布240(虚线)的曲线图。该曲线图还包括根据实施方案的对于包括三个正交定向的物理传感器的组合式传感器系统来说,基于多云天的实际太阳辐射读数而使用相加方法的组合式传感器值的聚合曲线272。组合式传感器值基于任何给定时间来自三个正交定向的物理传感器的读数的平均值。该曲线图还包括根据实施方案的来自部分X中所描述的逻辑的返回着色状态的曲线274。

[0129] 图10A至图10C具有根据实施方案的曲线图,曲线图包括使用来自组合式传感器系统的三个物理传感器的多云天的模拟读数而确定的组合式传感器值的聚合曲线252、262、和272。聚合曲线252、262、和272的组合式传感器值分别基于以下三种方法来确定:1)三个物理传感器值中的最大值,2)对传感器值求平均,以及3)对传感器值求和。聚合曲线3520、3620、和3720是基于来自多云天的三个正交定向的物理传感器的读数。另外,每个曲线图均具有电致变色窗的着色状态,该着色状态可由控制系统基于组合式传感器值(底部

曲线图)或理论太阳辐射分布(顶部曲线图)来返回。当在该实例中比较这些方法时,最大值方法将尾值保留到下午。通过使用最大值方法,部分X中所描述的EC窗着色方法由于较高的尾值而保持着色更长时间。模块C的性能反映了活跃时的传感器。在相加传感器方法中,着色将偏向较深着色状态。在平均传感器方法中,尽管与立面对准传感器仅存在20分钟的差异,但该方法偏于更清透的状态。组合式传感器系统可包括操作,操作选择方法的适当组合来模仿不具有物理传感器的立面上的太阳暴露。

[0130] 虽然组合式传感器系统并不限于正用作电致变色窗的控制系统 的输入的实例,但根据该实例,最大值方法生成在使用模块C执行的情况下与多云条件下的同相立面传感器读数最接近的组合式传感器值。在该实例中,最大值方法也改进了晴天条件的性能。也就是说,在晴天条件下,最大值方法执行作为模块C的输入比异相传感器更好。同相传感器是指与立面取向面向相同方向的物理传感器。异相传感器是指面向与立面方向不对准的方向的物理传感器。异相传感器在后面(即,沿其中方位角比立面取向的方位角更小的方向)或在前面(即,沿其中方位角比立面取向的方位角更大的方向)。平均值方法生成在使用模块C执行的情况下比异相传感器更好的组合式传感器值。相加方法生成在使用模块C执行的情况下比异相传感器更好的组合式传感器值。这三种方法在使用模块C的情况下执行与来自同相传感器的读数的情况相同。

[0131] 技术2

[0132] 第二种技术使用向量算法而将两个或更多个物理传感器所获得的太阳辐射读数内插到以不同方位角定向的虚拟立面对准传感器。也就是说,虚拟立面对准传感器通常处于与结构中的任何物理传感器未对准的方向上。在一个实施方案中,虚拟立面对准传感器的组合式传感器值是基于方位位置与虚拟立面对准传感器最接近的物理传感器中的两个或更多个。在一个实施方案中,虚拟立面对准传感器的组合式传感器值是基于全部物理传感器。

[0133] 图11为根据实施方案的根据由组合式传感器系统的第一物理传感器(传感器1)获取的曲线282的读数和由第二物理传感器(传感器2)获取的曲线284的读数而使用向量算法内插的内插式虚拟立面对准传感器的太阳辐射曲线280的实例。在该实例中,第一物理传感器读数282和第二物理传感器读数284被输入并且用于计算物理传感器之间的虚拟立面上的太阳辐射值。在这种情况下,虚拟立面对准传感器以介于第一物理传感器和第二物理传感器(传感器1和传感器2)的方位角之间的方位角定向。在每个时候,面向虚拟立面传感器的太阳辐射值可从第一物理传感器和第二物理传感器同时的太阳辐射值内插。例如,虚拟立面对准传感器的太阳辐射值可根据第一物理传感器和第二物理传感器同时的太阳辐射值而计算。该曲线图还示出了下午12:40处的三个曲线280、282和284的读数。这些标记表明,通过取两个异相传感器读数的最大值,组合式传感器值介于这两个值之间。

[0134] VI. 未对准的传感器实例

[0135] 在一些情况下,已安装的物理传感器可能并不与它的立面恰当地对准或可能变得未对准,即,不面向对应立面的法线方向。例如,它可能已不恰当地安装,可能已在安装后变得未对准等。在一个实施方案中,组合式传感器系统可确定未对准物理传感器的实际取向并且调整它的读数以便在对应的立面取向下使用和/或用于确定其他立面的其他组合式传感器值。为了确定未对准传感器的实际取向,组合式传感器系统可针对多个取向在

两个或更多个晴空天确定太阳辐射分布（辐照度对时间）。太阳辐射分布可从太阳计算器或从开源程序诸如 Radiance 确定。这些程序预测很多不同方位位置的晴空辐照度分布。组合式传感器系统可将多个取向的太阳辐射分布与两个或更多个晴空天的传感器输出进行比较。组合式传感器系统可确定最佳匹配的太阳辐射分布来确定传感器的实际取向。一旦传感器的实际取向已确定，即可使用来自这个不正确取向的传感器的读数来确定具有未对准传感器的对应立面的取向上的虚拟立面对准传感器和不具有物理传感器的其他立面的取向上的虚拟传感器的组合式传感器值。

[0136] 在一个实施方案中，虚拟传感器与上面安装有不对准传感器的墙壁/立面在方位上定向。通过将未对准传感器输出时移成与墙壁/立面的方位位置相对应来完成这种调整。换言之，通过使用太阳在给定时 间的实际位置，可向未对准传感器应用时移因子，使得它的输出与立面上实际经历的太阳辐照度相对应。例如，如果传感器并不与立面正交（如预期直接面向外），而是成一定角度，这会使传感器读取该立面在10分钟内遇到的太阳辐照度水平。随后例如向传感器的输出应用10分钟时移，立面经历的太阳辐照度已知在立面上实际上暴露于该辐照度水平之前10分钟。这样，在太阳实际上直接（正交地）照射到立面上之前10分钟读取传感器输入，因为太阳此时正直接照射到传感器上。

[0137] VII. 组合式传感器方法

[0138] 在一般操作中，组合式传感器方法确定建筑物的每个立面（或它的小平面）或立面区的代表性立面的组合式传感器值。组合式传感器值可使用技术1（三种方法中的任何一种）或通过使用技术2来确定，如以上详细描述。可将组合式传感器值用作一个或多个建筑物控制系统的输入。例如，可使用该组合式传感器方法来在具有电致变色窗或其他可控部件的每个立面上确定组合式传感器值。组合式传感器值随后可由控制系统用来调整可控部件，诸如转变电致变色窗的着色状态（例如，增大着色、清透等）。这与在未部署有物理传感器的立面上具有“虚拟”传感器等效。

[0139] 在一些实施方案中，组合式传感器值可用作部分X中所描述的模块C的输入。在具有电致变色窗的立面的情况下，组合式传感器值可用作模块C的输入以基于组合式传感器值是否低于某个值诸如理论晴空辐照度而确定电致变色窗中的着色是否减小。在一些情况下，电致变色窗区的代表性窗的组合式传感器值可控制用于在建筑物的该区中的电致变色窗。虽然电致变色窗的控制在本文中在很多实例中进行了描述，但其他建筑物系统可使用组合式传感器值来控制诸如 HVAC 系统。例如，通过了解任何给定立面上的太阳辐照度，可通过增大或减小建筑物的各个内侧上的空气调节来管理热负载。

[0140] 在使用技术2来确定组合式传感器值的实施方案中，组合式传感器方法可确定与立面最接近的两个物理传感器。首先，针对晴空天来确定组合式传感器系统中的三个或更多个物理传感器的太阳辐射读数。在一些情况下，物理传感器可获得关于两个或更多个晴空天的太阳辐射读数以生成与物理传感器的方向相关联的“晴空”太阳辐射分布。太阳计算器或开源程序诸如 Radiance 可用于确定晴空天的预期理论太阳辐射分布。这些程序可生成不同方位位置的理论“晴空”分布。可将来自物理传感器在两个或更多个晴空天获得的读数的实际每日太阳辐射分布（辐照度对时间）与来自程序的预期理论输出进行比较。来自程序的与实际物理传感器太阳辐射分布最佳地一致的理论晴空辐射分布提供了物理传感器的实际方位位置。可将物理传感器的实际方位位置与立面的方位位置（例如，

提供于查找表中) 进行比较以确定立面与物理传感器之一的任何不对准程度。这可针对组合式传感器系统中的全部物理传感器重复进行。也可使用这一比较来确定哪两个物理传感器最接近立面并且在方位上包含立面。可通过将物理传感器的实际方位位置与立面的方位位置比较来确定与立面最接近的物理传感器。最接近的物理传感器的方位位置与立面具有最小差值。

[0141] VIII. 用作建筑物控制系统的输入的虚拟立面对准传感器值

[0142] 如本文所讨论的,立面的组合式传感器值可用作建筑物控制系统诸如热/舒适度管理系统的输入。在部分X中描述了控制电致变色窗的这样一种建筑物系统的实例。如果与部分X中所描述的逻辑一起使用,那么可将组合式传感器值输入针对特定窗/区的模块C中。

[0143] 图12A至图12E示出了根据实施方案的不同的传感器异相不对准对如部分X中所描述的用于控制电致变色窗的建筑物管理系统的影响。对建筑物管理系统的影响示出了立面与物理传感器之间的不同程度的不对准(后面或前面)的影响。不对准可能导致发生对于居住者来说明显的窗的不恰当着色。在这种情况下,通过技术1或技术2确定的组合式传感器值可用于避免不恰当着色。

[0144] 图12A示出了根据实施方案的位于立面后面的异相传感器的影响的实例。图12B示出了根据实施方案的位于立面前面的异相传感器的影响的实例。

[0145] 图12A包括曲线图,该曲线图具有以180度定向的立面的第一太阳辐射分布287和以170度定向并且在立面后面10度的物理传感器获取的读数的第二太阳辐射分布288。图12A还包括罗盘,该罗盘示出处于180度的立面的第一方位角285和处于170度的物理传感器的第二方位角286。如顺时针方向箭头所显示,物理传感器方位角在立面后面,使得太阳在立面之前到达物理传感器。由于在立面后面的物理传感器的这个10度不对准,因此在物理传感器测量大于阈值辐射之前,立面暴露于大于模块C阈值的太阳辐射50分钟。在图12A所示的曲线图中,从大约下午1点到下午1点50存在阴影区域289,在此期间,模块C由于不对准而在50分钟内超控着色命令(因此对窗清透)。这是因为传感器读数表明太阳辐照度减小到低水平,其中模块C应在立面上的日光暴露实际上减小之前50分钟超控着色值。

[0146] 图12B包括曲线图,该曲线图具有以180度定向的立面的第一太阳辐射分布292和以190度定向并且在立面前面10度的物理传感器获取的读数的第二太阳辐射分布293。图12B还包括罗盘,该罗盘示出处于180度的立面的第一方位角290和处于190度的物理传感器的第二方位角291。如顺时针方向箭头所显示,物理传感器方位角在立面前面,使得太阳在物理传感器之前到达立面。在图12B所示的曲线图中,从大约上午7点50到上午8点40存在阴影区域294,在此期间,模块C由于不对准而在50分钟内超控。在该实例中,传感器在立面已经历较高的太阳辐照度水平之后50分钟读取较低的阳光辐照度水平。基于这些实例,可以发现的是,在这一年期间,平均来说,如果物理传感器与立面不对准10度,那么可能存在大概50分钟的时间,在此期间,电致变色窗被错误地清透。

[0147] 图12C至图12E每个包括根据某些实施方案的相图,用于示出模块C可基于一年中的时间、立面方位角和异相物理传感器的方位角而超控模块A/B的最大数量的分钟。圆周轴是关于物理传感器与立面取向异相的度数。径向轴是模块C不正确地错误超控模块A/B

的最 大数量的分钟,这是因为物理传感器的不对准没有正确地读取直接照射到立面上的太阳辐射。也就是说,因为这个不对准,将在立面经历 直接太阳暴露之前或之后的时间段期间读取直接太阳暴露。在这些时 间段或移位期间,模块C会错误地超控或不正确地超控,这是由于不 对准导致的不正确光传感器输入。每个相图均针对一年中的特定时间。

[0148] 图12C为根据实施方案的在冬至时间期间位于立面前面的物理 传感器的相图。相图示出了当在冬至期间使用位于立面后面的异相物 理传感器时,模块C可错误地超控模块 A/B的最大数量的分钟。相 图示出了物理传感器位于立面后面40度的第一曲线301,物理传 感器位于立面后面30度的第二曲线302,物理传感器位于立面后面20 度的第三曲线303, 以及物理传感器位于立面后面10度的第四曲线 304。绘制线以示出位于130度立面后面30 度的物理传感器的第二曲 线302的相交305。图12C中的相图具体地讲表明,当窗具有130度 的方位角并且存在落后30度的物理传感器时,物理传感器测量时间 偏移125分钟的读数 (时移)。在这种情况下,如果传感器不对准(异 相)30度,模块C可能会在冬至期间在125分 钟的时间段内错误地超 控模块A/B。因此,可在组合式传感器系统中使用相图来计算补偿 异 相传感器所必要的时移并且向例如智能窗控制算法提供正确的太阳 辐照度数据。

[0149] 图12D为示出了根据实施方案的位于立面前面的异相传感器的 年最大影响的相 图。相图示出了物理传感器位于立面前面40度的第 一曲线311,物理传感器位于立面前面 30度的第二曲线312,物理传 感器位于立面前面20度的第三曲线313,以及物理传感器位于 立面 前面10度的第四曲线314。绘制第一线以示出位于160度立面前面 30度的定向180度 的物理传感器的第三曲线313的相交315。这表 明对于方位角为160度并且物理传感器在前 面20度的窗来说,物理 传感器测量时间偏移约140分钟的读数(时移,并且因此不读取实际 上直接射到立面上的太阳辐射)。在这种情况下,如果传感器不对准 20度,那么模块C可以 在一年的某个时间在140分钟内错误地超控 模块A/B。绘制第二线以示出位于180度立面前 面10度的定向190 度的物理传感器的第四曲线314的相交316。这表明对于方位角为 180度 并且物理传感器在前面10度的窗来说,物理传感器测量时间 偏移约50分钟的读数(时移)。 在这种情况下,模块C可在该50分钟 窗内错误地超控模块A/B。

[0150] 图12E为根据实施方案的示出了位于立面后面的异相传感器的 年最大影响的相 图。相图示出了物理传感器位于立面后面40度的第 一曲线321,物理传感器位于立面后面 30度的第二曲线322,物理传 感器位于立面后面20度的第三曲线323,以及物理传感器位于 立面 后面10度的第四曲线324。绘制第一线以示出位于160度立面后面 30度的定向130度 的物理传感器的第二曲线322的相交325。这表 明对于方位角为160度并且物理传感器在前 面30度的窗来说,物理 传感器测量时间偏移约130分钟的读数(时移)。在这种情况下,模块 C可由于传感器不对准而在130分钟时段内错误地超控模块A/B。绘 制第二线以示出位于 200度立面后面10度的定向190度的物理传感 器的第四曲线324的相交326。这表明对于方 位角为200度并且物理 传感器在后面10度的窗来说,物理传感器测量时间偏移约70分钟的 读数(时移)。在这种情况下,模块C可在这70分钟窗内错误地超控 模块A/B。

[0151] 在某些实施方案中,对于任何窗方位角来说,使用了组合式传感 器值的控制方法 在晴天的时候不会过早地超控模块A/B,或错误地超 控模块A/B。基于最大接近方法而使用 组合式传感器值的年最大影响 的相图在中心具有单一点,表明组合式传感器值不会过早 地超控模块 A/B。在相关联系统中,组合式传感器系统具有面向东、面向南和面 向西的三

个物理传感器。

[0152] 图13A为具有夏至期间的不同立面取向(每10度)的理论太阳辐射分布的曲线图。图13A中的曲线图还包括根据实施方案的夏至期间的组合式传感器系统的组合式传感器值的聚合曲线330。图13B为具有冬至期间的不同立面取向(每10度)的理论太阳辐射分布的曲线图。图13B中的曲线图还包括根据实施方案的冬至期间的图13A的组合式传感器系统的组合式传感器值的聚合曲线331。在图13A和图13B两个图中,基于理论值而使用最大值方法来确定组合式传感器值。

[0153] 图13A和图13B中的每个曲线图包括多个实线,这些实线表示彼此间隔开10度(0度至350度)的立面取向上的理论物理传感器值。图13A中的曲线图还包括组合式传感器值的聚合曲线330(虚线),组合式传感器值为该实施方案的组合式传感器系统的三个物理传感器(面向东、面向南和面向西)的组合输出。图13A中的聚合曲线330的组合式传感器值使用最大值方法来确定。聚合曲线331的组合式传感器值是基于来自彼此间隔开30度的12个传感器的传感器读数。

[0154] 聚合曲线(虚线)覆盖曲线下方的包络。在图13A中,任何给定方位角下的所有立面的理论值落在聚合曲线下方的包络内。

[0155] 根据图13A和图13B中的聚合曲线,任何给定方位角下的所有立面在一天中的任何给定时间高于 $100\text{W}/\text{m}^2$ 。每个方位值下的理论太阳辐射分布的每个的峰值在一天内的几乎所有时间均低于聚合曲线的组合式传感器值。所有可能立面均落在组合式传感器聚合包络内,这意味着组合式传感器在将由于不对准而被解释为多云天的晴天 的时候不会虚假地向模块C发送值。

[0156] IX. 环形传感器实例

[0157] 在“环形传感器”实施方案中,组合式传感器系统一般包括杆架和安装到该杆架的一组两个或更多个物理传感器(例如,12个传感器)。物理传感器面朝外以使传感器以明显不同的方位角定向,如以上部分中所论述。杆架可安装在结构之处/附近。例如,环形传感器的杆架可在无阻碍的区域被安装在建筑物的顶部。在许多情况下,物理传感器可在环形布置方式中相等地间隔开(即,距离杆架的中心轴相同的半径)。例如,环形传感器可由十二(12)个相等间隔开的物理传感器构成,这些物理传感器以通过30度隔开的方位角并且在距离杆架的中心轴相同的半径之处/附近定向。

[0158] 在环形传感器实施方案中,物理传感器可被直接或间接地安装到杆架。在某些方面,环形传感器包括安装到杆架一端的圆形托架。在这些情况下,物理传感器可位于该圆形托架内。半透明的保护外壳可设置于物理传感器上方。

[0159] 图14A示出了根据实施方案的具有基于来自包括相隔90度的四个相等间隔开的物理传感器的环形传感器的读数的组合式传感器值的两个聚合曲线352和354的曲线图。聚合曲线352和354中的组合式传感器值基于来自安装到该实施方案的环形传感器的杆架的四个相等间隔开的物理传感器的组合读数的最大值。在第一聚合曲线352中,四个相等间隔开的物理传感器指向N、E、S、W方向(最大最优)。在图14A的底部,左罗盘示出了物理传感器的N、E、S、W方向。在第二聚合曲线354中,四个相等间隔开的物理传感器指向NE、SE、SW、NW方向(最小最优)。在图14A的底部,右罗盘示出在旋转45度之后物理传感器的NE、SE、SW、NW方向。也就是说,安装有物理传感器的环形传感器的杆架已旋转45度,导致组合式传

传感器值从聚合曲线352变为聚合曲线354。如图所示,随着传感器杆架的旋转,最大值分布发生变化。在聚合曲线352与354之间向下指向的箭头表明,如果杆架从N、E、S和W方向旋转到NE、SE、SW和NW方向,那么组合式传感器值减小。

[0160] 图14B至图14E为根据实施方案的与分别包括四(4)个物理传感器、八(8)个物理传感器、十二(12)个物理传感器和十八(18)个物理传感器的不同环形传感器布置相关联的曲线图。具有4个传感器的环形传感器布置在相邻传感器之间具有90度间距。具有8个传感器的环形传感器布置在相邻传感器之间具有45度间距。具有12个传感器的环形传感器布置在相邻传感器之间具有30度间距。具有18个传感器的环形传感器布置在相邻传感器之间具有20度间距。

[0161] 图14B至图14E中的曲线图每个包括组合式传感器值的两个聚合曲线,这些组合式传感器值是通过取来自相关联相等间隔开的物理传感器的组合读数的最大值而使用最大值方法来确定。在图14B至图14E的每个曲线图中,第一曲线(360、370、380、390)在旋转之前与标准布置中的相等间隔开的物理传感器相关联(最大最优)。在图14B至图14E的每个曲线图中,第二曲线(362、372、382、392)在杆架旋转一半间距后与相等间隔开的物理传感器相关联(最小最优)。如图所示,对于具有在物理传感器之间存在30度分离的超过12个传感器的环形传感器来说,聚合曲线之间的差值变得可忽略不计。

[0162] 图14F为对于具有四(4)、八(8)、十二(12)和十八(18)个相等间隔开的物理传感器的环形传感器来说,图14B至图14E的第一聚合曲线与第二聚合曲线之间的最大差值(增量)的图表。如图所示,环形传感器中的物理传感器的数量越大,在环形传感器旋转之前和之后,第一聚合曲线和第二聚合曲线中的所有可能组合式传感器值之间的最大差值越低。通过比较不同数量的物理传感器的最大增量,物理传感器的数量增大超过十二(12)会使得性能产生可忽略不计的增益。基于该比较,具有十二(12)或更多个物理传感器的环形传感器不需要对准以面向具体取向。也就是说,具有超过十二个物理传感器的环形传感器的任何旋转对性能造成可忽略不计的影响并且提供了基本上相同的组合式传感器值。

[0163] 环形传感器实施方案可具有一个或多个技术优势。例如,环形传感器实施方案的一个优势可能是易于安装。如果使用了具有超过12个相等间隔开的传感器的环形传感器,那么传感器不需要与某些罗盘方向对准。另外,环形传感器可能仅需要将物理传感器的预先构造的布置单次安装。该环形传感器实施方案也可以避免在建筑物的外部立面上置于传感器安装的某些限制,因为环形传感器可被安装到建筑物的顶部。

[0164] X. 建筑物控制系统

[0165] 在某些实施方案中,组合式传感器系统提供结构立面的组合式传感器值作为输入以控制建筑物系统。例如,可使用组合式传感器值以控制建筑物中的一个或多个电致变色窗的不同着色状态的转变。关于不同着色状态的转变的控制方法的描述可以发现于标题为“CONTROL METHOD FOR TINTABLE WINDOWS”并且于2015年5月7日提交的PCT/US15/29675和标题为“CONTROL METHOD FOR TINTABLE WINDOWS”并且于2014年2月21日提交的美国专利申请No.13/772,969中,所述两者均以引用的方式整体并且为了所有目的而并入本文。以下描述了用于控制电致变色窗和其他建筑物系统的管理系统的实例。

[0166] A. 电致变色装置概述

[0167] 应当理解,虽然以下描述的公开的实施方案集中于电致变色窗(也称为智能窗),

但本文公开的概念可适用于其他类型的可着色窗。例如,结合有液晶装置或悬浮颗粒装置的可着色窗而不是电致变色装置可以结合在任何公开的实施方案中。

[0168] 为了使读者专注于本文公开的系统、窗控制器和方法的实施方案,提供了对电致变色装置的简要论述。提供对电致变色装置的这个初始论述仅用于上下文,并且系统、窗控制器和方法的后续所描述的实施方案不限于这个初始论述的特定特征和制作过程。

[0169] 电致变色材料可以结合到例如家用、商用和其他用途的窗中。可以通过诱导电致变色材料的变化来改变这类窗的颜色、透射率、吸收率和/或反射率,即,电致变色窗是可以电子方式变深或变浅的窗。施加至窗的电致变色装置的小电压会使所述窗变深;使电压反向会使所述窗变浅。这种能力允许控制穿过窗的光的量,并且使得电致变色窗有机会用作节能装置。

[0170] 具有相异层的电致变色装置可以制造成全固态装置和/或全无机装置。这类装置及其制作方法更详细地描述于以下各项中:于2009年12月22日提交的名称为“Fabrication of Low-Defectivity Electrochromic Devices”且将Mark Kozlowski等人指定为发明人的美国专利申请序列号12/645,111;以及于2009年12月22日提交的名称为“Electrochromic Devices”且将Zhongchun Wang等人指定为发明人的美国专利申请序号12/645,159,所述专利申请两者均以引用的方式整体并入本文。然而,应理解,堆叠中的各层中的任一个或多个可以含有一定量的有机材料。这同样可以适用于液体,所述液体可以少量地存在于一个或多个层中。还应理解,可以沉积或另外通过采用液体组分的工艺诸如采用溶胶-凝胶或化学气相沉积的某些工艺来形成固态材料。

[0171] 另外,应理解,对漂白状态与上色状态之间的转变的提及是非限制性的并且仅表示可以实施的电致变色转变的许多实例中的一个实例。除非本文另外指明(包括前文论述),否则无论何时提及漂白-上色转变,对应装置或工艺涵盖其他光学状态转变,诸如非反射性-反射性、透明-不透明等。另外,术语“漂白”指代光学中性状态,例如,未上色、透明或半透明。另外,除非本文另外指明,否则电致变色转变的“颜色”不限于任何特定波长或波长范围。如本领域技术人员所理解,适当的电致变色材料和对电极材料的选择决定了相关光学转变。

[0172] 在本文描述的实施方案中,电致变色装置可逆地在漂白状态与上色状态之间循环。以类似方式,本文描述的实施方案的电致变色装置可以在不同着色水平(例如,漂白状态、最深上色状态和介于漂白状态与最深上色状态之间的中间水平)之间可逆地循环。在某些方面,电致变色装置可包括通过对离子具有高度传导性并且对电子具有高度抗性的离子传导(IC)层隔开的电致变色(EC)电极层和对电极(CE)层。如常规所理解,离子传导层因此防止电致变色层与对电极层之间的短路。离子传导层允许电致变色电极和对电极持有电荷并且由此维持其漂白或上色状态。在具有相异层的电致变色装置中,部件形成堆叠,所述堆叠包括夹在电致变色电极层与对电极层之间的离子传导层。这三个堆叠部件之间的边界由组成和/或微结构的突然变化限定。因此,装置具有三个相异的层与两个突变界面。

[0173] 根据某些实施方案,紧邻彼此(有时是直接接触)形成对电极和电致变色电极,而无需单独沉积离子传导层。在一些实施方案中,采用具有界面区域而非相异IC层的电致变色装置。这类装置及其制作方法描述于以下各项中:于2010年4月30日提交的美国专利号

8,300,298和美国专利申请序列号12/772,075;以及于2010年6月11日提交的美国专利申请序列号12/814,277和12/814,279,所述三个专利申请和所述专利中的每一个的名称为“Electrochromic Devices”,各自将Zhongchun Wang等人指定为发明人,并且各自以引用的方式整体并入本文。

[0174] B. 窗控制器

[0175] 窗控制器用于控制电致变色窗的电致变色装置的着色水平。在一些实施方案中,窗控制器能够使电致变色窗在两个着色状态(水平)(漂白状态与上色状态)之间转变。在其他实施方案中,控制器可以另外使电致变色窗(例如,具有单个电致变色装置)转变为中间着色水平。在一些公开的实施方案中,窗控制器能够使电致变色窗转变为四个或更多个着色水平。某些电致变色窗通过在单个IGU中使用两个(或更多个)电致变色薄片来实现中间着色水平,其中每个薄片是双态薄片。

[0176] 在一些实施方案中,电致变色窗可包括位于IGU的一个薄片上的电致变色装置和位于IGU的另一个薄片上的另一个电致变色装置。如果窗控制器能够使每个电致变色装置在两个状态(漂白状态与上色状态)之间转变,那么电致变色窗能够获得四个不同状态(着色水平):两个电致变色装置都被上色的上色状态、一个电致变色装置被上色的第一中间状态、另一个电致变色装置被上色的第二中间状态以及两个电致变色装置都被漂白的漂白状态。多窗格电致变色窗的实施方案进一步描述于将Robin Friedman等人指定为发明人、名称为“MULTI-PANE ELECTROCHROMIC WINDOWS”的美国专利号8,270,059中,所述专利以引用的方式整体并入本文。

[0177] 在一些实施方案中,窗控制器能够使具有能够在两个或更多个着色水平之间转变的电致变色装置的电致变色窗转变。例如,窗控制器可能能够使电致变色窗转变为漂白状态、一个或多个中间水平和上色状态。在一些其他实施方案中,窗控制器能够使结合有电致变色装置的电致变色窗在介于漂白状态与上色状态之间的任何数量的着色水平之间转变。用于使电致变色窗转变为一个或多个中间着色水平的方法和控制器的实施方案进一步描述于将Disha Mehtani等人指定为发明人、名称为“CONTROLLING TRANSITIONS IN OPTICALLY SWITCHABLE DEVICES”的美国专利号8,254,013中,所述专利以引用的方式整体并入本文。

[0178] 在一些实施方案中,窗控制器可以为电致变色窗中的一个或多个电致变色装置供电。典型地,窗控制器的这个功能由下文更详细描述的一个或多个其他功能加以扩充。本文描述的窗控制器不限于具有出于控制目的而为其所关联的电致变色装置供电的功能的窗控制器。也就是说,用于电致变色窗的电源可以与窗控制器分开,其中控制器具有其自身的电源并且引导将功率从窗电源施加至窗。然而,使窗控制器包括电源且配置控制器来为窗直接供电是方便的,因为这消除了对用于为电致变色窗供电的单独布线的需要。

[0179] 另外,在这个部分中描述的窗控制器被描述为可以被配置来控制单个窗或多个电致变色窗的功能的独立控制器,而不将窗控制器整合到建筑物控制网络或建筑物管理系统(BMS)中。然而,可以将窗控制器整合到建筑物控制网络或BMS中,如本公开的建筑物管理系统部分中进一步所描述。

[0180] 图15描绘所公开的实施方案的窗控制器450的一些部件以及窗控制器系统的其他部件的框图。图15是窗控制器的简化方框图,并且关于窗控制器的更多细节可以发现于

2012年4月17日提交且均将 Stephen Brown指定为发明人、名称均为“CONTROLLER FOR OPTICALLY-SWITCHABLE WINDOWS”的美国专利申请序列号 13/449,248和13/449,251中和于2012年4月17日提交且将Stephen Brown等人指定为发明人、名称为“CONTROLLING TRANSITIONS IN OPTICALLY SWITCHABLE DEVICES”的美国专利序列号 13/449,235中,所有所述文件以引用的方式整体并入本文。

[0181] 在图15中,窗控制器450的所示部件包括具有以下各项的窗控制器450:微处理器455或其他处理器、功率宽度调制器(PWM)460、信号调节模块465以及具有配置文件475的计算机可读介质(例如,存储器)。窗控制器450通过网络480(有线或无线)与电致变色窗中的一个或多个电致变色装置400进行电子通信以将指令发送至一个或多个电致变色装置400。在一些实施方案中,窗控制器450可以是通过网络(有线或无线)与主窗控制器通信的局部窗控制器。

[0182] 在公开的实施方案中,建筑物可能有至少一个房间具有位于建筑物的外部与内部之间的电致变色窗。一个或多个传感器可以位于建筑物外部和/或房间内部。在实施方案中,来自一个或多个传感器的输出可以是窗控制器450的信号调节模块465的输入。在一些情况下,来自一个或多个传感器的输出可以是BMS的输入,如在建筑物管理系统部分中进一步所描述。虽然所描绘的实施方案的传感器被示出为位于建筑物的外侧垂直墙壁上,但这是为了简单起见,并且传感器也可以处于其他位置,诸如房间内部或在外部的其他表面上。在一些情况下,可以使用两个或更多个传感器来测量相同输入,这在一个传感器失效或因其他原因具有错误读数的情况下可以提供冗余。

[0183] 图16A描绘房间500的示意图,该房间具有电致变色窗505,该电致变色窗具有至少一个电致变色装置。电致变色窗505位于包括房间500的建筑物的外部与内部之间。房间500还包括连接至电致变色窗505且被配置来控制所述电致变色窗505的着色水平的窗控制器450。外部传感器510位于建筑物外部的垂直表面上。在其他实施方案中,还可以使用内部传感器来测量房间500中的环境光。在其他实施方案中,也可以使用居住者传感器来确定居住者何时处于房间500中。

[0184] 外部传感器510是诸如光传感器的装置,所述装置能够检测入射于装置上的辐射光,所述辐射光来自诸如太阳的光源或自表面、大气中的颗粒、云等反射至传感器的光。外部传感器510可以产生呈电流(由光电效应产生)形式的信号,并且所述信号可以是入射于传感器510上的光的函数。在一些情况下,装置可以 W/m^2 为单位或其他类似单位的辐照度来检测辐射光。在其他情况下,装置可以英尺烛光为单位或类似单位来检测在可见波长范围中的光。在许多情况下,这些辐照度值与可见光之间存在线性关系。

[0185] 由于日光照在地球上的角度会变化,因此可以基于当天时间和当年时间来预测来自日光的辐照度值。外部传感器510可以实时地检测辐射光,所述辐射光考虑了因建筑物、天气变化(例如,云)等所致的反射光和阻碍光。例如,在多云的日子,日光会被云阻挡,并且由外部传感器510检测到的辐射光将少于无云的日子。

[0186] 在一些实施方案中,可能存在与单个电致变色窗505相关联的一个或多个外部传感器510。可以将来自一个或多个外部传感器510的输出彼此进行比较以确定例如外部传感器510中的一个是否被物体遮蔽,诸如被落在外部传感器510上的小鸟遮蔽。在一些情况下,可能希望在建筑物中使用相对较少的传感器,因为一些传感器可能不可靠和/或成本

较高。在某些实施中,可以采用单个传感器或几个传感器来确定照射在建筑物或可能照射在建筑物一侧上的来自太阳的辐射光的当前水平。云可能经过太阳前面,或施工车辆可能停在夕阳前面。这些情况将导致与正常地照射在建筑物上情况下计算的来自太阳的辐射光的量存在偏差。

[0187] 外部传感器510可以是某一类型的光传感器。例如,外部传感器510可以是电荷耦合装置(CCD)、光电二极管、光敏电阻器或光伏电池。本领域普通技术人员将了解,光传感器和其他传感器技术的未来发展也将起作用,因为它们测量光强度并且提供表示光水平的电输出。

[0188] 在一些实施方案中,来自外部传感器510的输出可以是信号调节模块465的输入。所述输入可以是呈信号调节模块465的电压信号的形式。信号调节模块465将输出信号传递至窗控制器450。窗控制器450基于来自配置文件475的各种信息、来自信号调节模块465的输出、超控值来确定电致变色窗505的着色水平。窗控制器450之后指令PWM460将电压和/或电流施加至电致变色窗505以使其转变为所需的着色水平。

[0189] 在公开的实施方案中,窗控制器450可以指令PWM460将电压和/或电流施加至电致变色窗505以使其转变为四个或更多个不同着色水平中的任一个。在公开的实施方案中,电致变色窗505可以转变为描述如下的至少八个不同着色水平:0(最浅)、5、10、15、20、25、30和35(最深)。着色水平可以线性对应于通过电致变色窗505透射的光的视觉透射率值和太阳能得热系数(SGHC)值。例如,使用上述八个着色水平,最轻着色水平0可对应于SGHC值0.80,着色水平5可对应于SGHC值0.70,着色水平10可对应于SGHC值0.60,着色水平15可对应于SGHC值0.50,着色水平20可对应于SGHC值0.40,着色水平25可对应于SGHC值0.30,着色水平30可对应于SGHC值0.20,以及着色水平35(最深)可对应于SGHC值0.10。

[0190] 窗控制器450或与窗控制器450通信的主控制器可以采用任一个或多个预测性控制逻辑部件来基于来自外部传感器510的信号和/或其他输入而确定所需的着色水平。窗控制器450可以指令PWM460将电压和/或电流施加至电致变色窗505以使其转变为所需的着色水平。

[0191] C. 预测性控制逻辑的实例

[0192] 在公开的实施方案中,预测性控制逻辑用于实施确定和控制电致变色窗505或考虑居住者舒适性和/或能量节约考虑的其他可着色窗的所需的着色水平的方法。这个预测性控制逻辑可以采用一个或多个逻辑模块。图16A至图16C包括描绘由公开的实施方案的示例性控制逻辑的三个逻辑模块A、B和C中的每一个收集的一些信息的图。

[0193] 图16A示出了穿过建筑物的外部与内部之间的电致变色窗505进入房间500中的直射日光的穿透深度,该建筑物包括房间500。穿透深度是直射日光在房间500中的穿透程度的量度。如图所示,穿透深度是沿离开窗的窗台(底部)的水平方向测量的。一般而言,窗界定孔口,所述孔口提供直射日光的受光角度。基于窗的几何形状(例如,窗尺寸)、窗在房间中的位置和取向、在窗外侧的任何鳍状物或其他外部遮蔽以及太阳的位置(例如,针对当天特定时间和特定日期的直射日光的角度)来计算穿透深度。电致变色窗505的外部遮蔽可能是由于可以遮蔽窗的任何类型的结构诸如窗檐、鳍状物等而引起的。在图16A中,存在窗檐520位于电致变色窗505的上方,该窗檐阻挡直射日光的一部分进入房间500,因而缩短穿透深度。房间500还包括连接至电致变色窗505且被配置来控制所述电致变色

窗505的着色水平的局部窗控制器450。外部传感器510位于建筑物外部的垂直表面上。

[0194] 模块A可以用于根据穿过电致变色窗505照射到居住者或其活动区域上的直射日光来确定考虑到居住者舒适性的着色水平。基于在特定时刻直射日光进入房间的所计算的穿透深度和房间中的空间类型(例如,窗附近的桌子、大厅等)来确定着色水平。在一些情况下,着色水平还可以基于在房间中提供足够的自然光。在许多情况下,穿透深度是在未来时间计算的值得以考虑玻璃转变时间。在模块A中解决的问题是直射日光可在房间500中穿透得如此深,以致于直接显示在桌子或房间中的其他工作表面工作的居住者身上。公众可用的程序可以提供对太阳位置的计算并且允许轻而易举地计算出穿透深度。

[0195] 图16A还示出房间500中的桌子作为空间类型的实例,空间类型与活动区域(即,桌子)和活动区域的位置(即,桌子的位置)相关联。每个空间类型与针对居住者舒适性的不同着色水平相关联。例如,如果活动是重要活动,诸如在桌子或计算机进行的办公室中的工作,而且桌子位于窗附近,那么所需的着色水平可能高于桌子更为远离窗的情况。作为另一个实例,如果活动并不重要,诸如大厅中的活动,那么所需的着色水平可能低于具有桌子的相同空间的情况。

[0196] 图16B示出了在晴空条件下穿过电致变色窗505进入房间500的直射日光和辐射。辐射可以来自被大气中的分子和颗粒散射的日光。模块B基于在晴空条件下穿过考虑中的电致变色窗505的辐照度的预测值来确定着色水平。诸如开源RADIANCE程序的各种软件可以用于预测在某一纬度、经度、当年时间和当天时间以及给定窗取向的晴空辐照度。

[0197] 图16C示出来自天空的辐射光,所述辐射光是由外部传感器510实时测量的,以考虑可能被在晴空预测中未予考虑的诸如建筑物或天气条件(例如,云)的物体阻碍或从所述物体反射的光。通过模块C确定的着色水平是基于实时辐照度,所述实时辐照度是基于由外部传感器510获取的测量结果。

[0198] 预测性控制逻辑可以单独地针对建筑物中的每个电致变色窗505实施逻辑模块A、B和C中的一个或多个。每个电致变色窗505可以具有一组独特的尺寸、取向(例如,垂直、水平、以某角度倾斜)、位置、相关联空间类型等。可以针对每个电致变色窗505维持具有这种信息和其他信息的配置文件。可将配置文件475存储在电致变色窗505的局部窗控制器450的计算机可读介质470中或本公开中稍后描述的BMS中。配置文件475可以包括诸如窗配置、居住查找表、关于相关联基准玻璃(datum glass)的信息和/或预测性控制逻辑所使用的其他数据的信息。窗配置可以包括诸如电致变色窗505的尺寸、电致变色窗505的取向、电致变色窗505的位置等的信息。

[0199] 查找表描述针对某些空间类型和穿透深度提供居住者舒适性的着色水平。也就是说,居住查找表中的着色水平被设计来根据可能处于房间500中的居住者或其工作空间上的直射日光为所述居住者提供舒适性。在图20中示出居住查找表的实例。

[0200] 空间类型是用于确定将需要何种程度的着色来解决针对给定穿透深度的居住者舒适性问题 and/或在房间中提供舒适的自然光照的量度。空间类型参数可以考虑许多因素。属于这些因素的是在特定房间中进行的工作或其他活动的类型和活动的位置。与要求高度专注的详细信息研究相关联的近距离工作可能处于一个空间类型,而休闲室或会议室可能具有不同的空间类型。此外,房间中的桌子或其他工作表面相对于窗的位置是定义空间类型时的考虑因素。例如,空间类型可以与具有位于电致变色窗505附近的桌子或其他工

作空间的单个居住者的办公室相关联。作为另一个实例,空间类型可以是大厅。

[0201] 在某些实施方案中,预测性控制逻辑的一个或多个模块可以确定所需的着色水平,同时除了居住者舒适性之外还考虑能量节约。这些模块可以通过比较电致变色窗505与基准玻璃或其他标准参考窗在特定着色水平下的性能来确定与所述着色水平相关联的能量节省。使用这个参考窗的目的可以是确保预测性控制逻辑符合对在建筑物的场所中使用的参考窗的市政建筑物规范要求或其他要求。市政当局常常使用常规的低发射率玻璃来定义参考窗以控制建筑物中的空气调节负荷量。作为参考窗505如何适应预测性控制逻辑的实例,所述逻辑可以被设计成使得穿过给定电致变色窗505的辐照度从不会大于穿过如个别市政当局所规定的参考窗的最大辐照度。在公开的实施方案中,预测性控制逻辑可以使用电致变色窗505在特定着色水平下的太阳能得热系数(SHGC)值和参考窗的SHGC来确定使用所述着色水平的能量节省。一般而言,SHGC的值是透射穿过窗的所有波长的入射光的分数。虽然在许多实施方案中描述了基准玻璃,但是可以使用其他标准参考窗。一般而言,参考窗(例如,基准玻璃)的SHGC是针对不同地理位置和窗取向可能不同的变量,并且是基于个别市政当局所规定的规范要求。

[0202] 一般而言,建筑物被设计成具有HVAC,该HVAC具有履行任何给定实例所需的最大期望加热和/或空气调节负载的能力。所需能力的计算可以考虑到正在建设建筑物的特定位置处的建筑物中所需的基准玻璃或参考窗。因此,重要的是,预测性控制逻辑满足或超过基准玻璃的功能要求,以便于使得建筑物设计者有信心确定将多少HVAC能力置于特定建筑物中。由于预测性控制逻辑可以用于对窗着色以提供超出基准玻璃的额外能量节省,因此预测性控制逻辑可用于允许建筑物设计者具有比使用由规范和标准规定的基准玻璃的情况下将需要的HVAC能力低的HVAC能力。

[0203] 本文描述的特定实施方案假定通过减少建筑物中的空气调节负荷来达成能量节约。因此,许多实施试图达成可能的最大着色,同时考虑居住者舒适性水平且可能考虑具有考虑中的窗的房间中的照明负荷。然而,在一些气候下,诸如在遥远北方和南方纬度处的气候下,可能更多地关注采暖而非空气调节。因此,可以修改(具体来说,在一些情况下反其道而行)预测性控制逻辑,以使得发生较少着色以便于确保建筑物的采暖负荷被减小。

[0204] 在某些实施中,预测性控制逻辑仅具有两个独立变量,所述变量可以由居住者(终端用户)、建筑物设计者或建筑物运营者控制。这些是给定窗和与所述给定窗相关联的基准玻璃的空间类型。常常在针对给定建筑物实施预测性控制逻辑时规定基准玻璃。空间类型可以变化,但是典型地是静态的。在某些实施中,空间类型可以是由建筑物维持或存储在局部窗控制器450中的配置文件的部分。在一些情况下,可以更新配置文件以考虑建筑物中的各种变化。例如,如果建筑物中的空间类型存在变化(例如,桌子在办公室中移动、添加桌子、大厅变为办公区域、墙壁移动等),那么可以将具有修改后的居住查找表的更新的配置文件存储在计算机可读介质470中。作为另一个实例,如果居住者反复地进行手动超控,那么可以更新配置文件以反映所述手动超控。

[0205] 图17是示出根据实施方案的用于控制建筑物中的一个或多个电致变色窗505的方法的预测性控制逻辑的流程图。预测性控制逻辑使用模块A、B和C中的一个或多个来计算窗的着色水平并且发送指令来使窗转变。控制逻辑中的计算按在步骤610处由计时器计

时的间隔运行1至n次。例如,可以通过模块A、B和C中的一个或多个将着色水平重新计算1至n次,并且针对时刻 $t_i = t_1, t_2 \dots t_n$ 计算着色水平。n是所执行的重新计算的数目,并且n可以至少为1。在一些情况下,逻辑计算可以按恒定的时间间隔进行。在一种情况下,可以每2至5分钟进行逻辑计算。然而,大块电致变色玻璃的着色转变可能需要长达30分钟或更长时间。对于这些大窗,可以基于较低的频率来进行计算,诸如每30分钟。

[0206] 在步骤620处,逻辑模块A、B和C执行计算来确定每个电致变色窗505在单个时刻 t_i 的着色水平。这些计算可以由窗控制器450执行。在某些实施方案中,预测性控制逻辑在实际转变之前预测性地计算窗应如何转变。在这些情况下,模块A、B和C中的计算可以基于在完成转变之际或之后的未来时间。在这些情况下,在计算中使用的未来时间可以是在接收到着色指令之后足以允许转变完成的未来时间。在这些情况下,控制器可以在实际转变之前的目前时间发送着色指令。到转变完成时,窗就会转变为针对所述时间而言需要的着色水平。

[0207] 在步骤630处,预测性控制逻辑允许某些类型的超控,所述超控脱离模块A、B和C处的算法并且在步骤640处基于某种其他考虑因素来限定超控着色水平。一种类型的超控是手动超控。这是由正占用房间且确定特定着色水平(超控值)合乎需要的终端用户实施的超控。可能存在用户的手动超控自身被超控的情形。超控的实例是高需求(或峰值负荷)超控,所述超控与降低建筑物中的能量消耗的公用设施的要求相关联。例如,在特别热的日子,在大城市区域,可能有必要降低整个市区的能量消耗以便不会使市区的能量产生和递送系统负担过重。在这类情况下,建筑物可以超控来自本文描述的预测性控制逻辑的着色水平以确保所有窗具有特别高的着色水平。超控的另一个实例可以是例如在周末,在商业办公建筑物中的房间中不存在居住者。在这些情况下,建筑物可以脱离与居住者舒适性有关的一个或多个模块,并且所有窗可以在冷的天气下具有高着色水平,且在温暖的天气下具有低着色水平。

[0208] 在步骤650处,将着色水平通过网络传输至建筑物中的一个或多个电致变色窗505中的电致变色装置。在某些实施方案中,可以高效地实施着色水平至建筑物的所有窗的传输。例如,如果着色水平的重新计算表明不需要自当前着色水平改变着色,那么就不传输具有更新的着色水平的指令。作为另一个实例,建筑物可以基于窗大小而划分成若干区。与具有较大窗的区相比,预测性控制逻辑可以更频繁地重新计算具有较小窗的区的着色水平。

[0209] 在一些实施方案中,图17中的用于对整个建筑物中的多个电致变色窗505实施控制方法的逻辑可位于单个装置上,例如,单个主窗控制器上。该装置可执行关于建筑物中的每个和每一个窗的计算并且还提供用于将着色水平传输到单独电致变色窗505中的一个或多个电致变色装置的界面。

[0210] 另外,可能存在实施方案的预测性控制逻辑的某些适应性部件。例如,预测性控制逻辑可以确定终端用户(例如,居住者)在当天特定时间如何试图超控算法,并且以更具预测性的方式利用这个信息来确定所需的着色水平。在一种情况下,终端用户可能使用墙壁开关在每一天中的某一时间将由预测性逻辑提供的着色水平超控成超控值。预测性控制逻辑可以接收关于这些时刻的信息并且改变预测性控制逻辑以在当天的那个时间将着色水平变为超控值。

[0211] 图18为示出了来自图17的方框620的具体实施的图。这个图 示出按顺序执行所有三个模块A、B和C来针对单个时刻 t_i 计算特定电致变色窗505的最终着色水平的方法。最终着色水平可以是考虑中的窗的最大可准许透射率。图18还包括模块A、B和C的一些示例性输入和输出。在实施方案中,模块A、B和C中的计算由局部窗控制器450中的窗控制器450执行。在其他实施方案中,可以由另一个处理器执行所述模块中的一个或多个。虽然所示实施方案示出使用所有三个模块A、B和C,但是其他实施方案可以使用模块A、B和C中的一个或多个或者可以使用额外模块。

[0212] 在步骤700处,窗控制器450使用模块A来针对居住者舒适性确定着色水平,以防止来自穿透房间500的日光的直射眩光。窗控制器450使用模块A来基于太阳在天空中的位置和来自配置文件的窗配置而计算直射日光在房间500中的穿透深度。太阳的位置基于建筑物的纬度和经度以及当天时间和日期来计算。居住查找表和空间类型是来自特定窗的配置文件的输入。模块A将着色水平自A输出至模块B。

[0213] 模块A的目标是确保直射日光或眩光不会照在居住者或者他的或她的工作空间上。确定来自模块A的着色水平以实现这个目的。在模块B和C中对着色水平的后续计算可以降低能量消耗并且可能需要甚至更大的着色。然而,如果基于能量消耗对着色水平的后续计算表明着色比避免干扰居住者所需的着色少,那么预测性逻辑防止执行计算出的较大透射率水平以确保居住者舒适性。

[0214] 在步骤800处,将在模块A中计算出的着色水平输入到模块B中。着色水平基于晴空条件下的辐照度(晴空辐照度)的预测来计算。窗控制器450使用模块B来基于来自配置文件的窗取向且基于建筑物的纬度和经度而预测电致变色窗505的晴空辐照度。这些预测还基于当天时间和日期。诸如RADIANCE程序(这是一个开源程序)的公共可用软件可以提供计算来用于预测晴空辐照度。还将基准玻璃的SHGC自配置文件输入到模块B中。窗控制器450使用模块B来确定如下着色水平:这个着色水平比A中的着色水平深并且透射的热少于基准玻璃经预测在最大晴空辐照度下透射的热。最大晴空辐照度是针对晴空条件所预测的所有时间中的最高辐照度水平。

[0215] 在步骤900处,将来自B的着色水平和预测晴空辐照度输入至模块C。基于来自外部传感器510的测量结果将实时辐照度值输入至模块C。窗控制器450使用模块C来计算在窗在晴空条件下被着色为来自模块B的着色水平的情况下透射到房间中的辐照度。窗控制器450使用模块C来找出适当的着色水平,其中穿过具有这个着色水平的窗的实际辐照度小于或等于穿过具有来自模块B的着色水平的窗的辐照度。在模块C中确定的着色水平是最终着色水平。

[0216] 输入至预测性控制逻辑的大部分信息根据关于纬度和经度、时间和日期的固定信息来确定。这个信息描述太阳相对于建筑物,且更具体来说相对于窗(正在对所述窗实施预测性控制逻辑)的位置。太阳相对于窗的位置提供诸如直射日光在窗辅助下进入房间中的穿透深度的信息。所述信息还提供穿过窗的最大辐照度或太阳辐射能通量的指示。可以通过可能指示自最大量辐照度有所减小的传感器输入来修改这个计算出的辐照度水平。同样,这种减小可能由云或位于窗与太阳之间的其他障碍物引起。

[0217] 图19是示出了图18的步骤700的流程图。在步骤705处,模块A开始。在步骤710,窗控制器450使用模块A来针对建筑物的纬度坐标和经度坐标以及日期和当天时间来计算太

阳在特定时刻 t_i 的位置。纬度坐标和经度坐标可以是来自配置文件的输入。日期和当天时间可以基于由计时器提供的当前时间。计算在特定时刻 t_i 的太阳位置,所述特定时刻在一些情况下可能处于未来的时间。在其他实施方案中,太阳位置是在预测性控制逻辑的另一个部件(例如,模块)中计算的。

[0218] 在步骤720处,窗控制器450使用模块A来计算在步骤710中所使用的特定时刻进入房间500的直射日光的穿透深度。模块A基于计算出的太阳位置以及窗配置信息来计算穿透深度,所述窗配置信息包括窗的位置、窗的尺寸、窗的取向(即,面向方向)以及任何外部遮蔽的细节。窗配置信息是来自与电致变色窗505相关联的配置文件的输入。例如,模块A可用于通过基于在特定时刻计算的太阳位置而首先计算直射日光的角度 θ 来计算图16A所示垂直窗的穿透深度。穿透深度可以基于计算出的角度 θ 和窗楣(窗的顶部)的位置来确定。

[0219] 在步骤730处,确定将针对步骤720中计算出的穿透深度提供居住者舒适性的着色水平。使用居住查找表来针对与窗相关联的空间类型、针对计算出的穿透深度且针对窗的受光角度找出所需的着色水平。空间类型和居住查找表从特定窗的配置文件被提供为输入。

[0220] 在图20中提供居住查找表的实例。表中的值是关于着色水平和相关SGHC值(以括号表示)。图20示出所计算的穿透值和空间类型的不同组合的不同着色水平(SGHC值)。所述表是基于八个着色水平,包括0(最浅)、5、10、15、20、25、30以及35(最深)。最轻着色水平0对应于SGHC值0.80,着色水平5对应于SGHC值0.70,着色水平10对应于SGHC值0.60,着色水平15对应于SGHC值0.50,着色水平20对应于SGHC值0.40,着色水平25对应于SGHC值0.30,着色水平30对应于SGHC值0.20,以及着色水平35(最深)对应于SGHC值0.10。所示实例包括三个空间类型(桌子1、桌子2和大厅)以及六个穿透深度。图21A示出了房间500中的桌子1的位置。图21B示出了房间500中的桌子2的位置。如图20的居住查找表所示,靠近窗的桌子1的着色水平高于远离窗的桌子2的着色水平,以防止在桌子更靠近窗时,发生眩光。在其他实施方案中,可以使用具有其他值的居住查找表。例如,另一居住查找表可以仅包括与穿透值相关联的四个着色水平。

[0221] 图22是示出了图18的步骤800的进一步细节的图。在步骤805处,模块B开始。在步骤810处,可以使用模块B来预测在 t_i 时在晴空条件下窗处的辐照度。在 t_i 时的这个晴空辐照度基于建筑物的纬度坐标和经度坐标以及窗取向(即,窗面向的方向)来预测。在步骤820处,预测在所有时间入射在窗上的最大晴空辐照度。这些晴空辐照度预测值可以使用诸如Radiance的开源软件来计算。

[0222] 在步骤830处,窗控制器450使用模块B来确定在所述时间将会透射穿过基准玻璃进入房间500中的辐照度的最大量(即,确定最大基准内部辐照度)。可以使用从步骤820计算出的最大晴空辐照度以及来自配置文件的基准玻璃SHGC值来使用以下等式计算内部的最大辐照度:最大基准内部辐照度=基准玻璃SHGC x最大晴空辐照度。

[0223] 在步骤840处,窗控制器450使用模块B来基于等式而确定进入具有带有当前着色水平的窗的房间500的内部辐照度。可以使用从步骤810计算出的晴空辐照度和与当前着色水平相关联的SHGC值来使用以下等式计算内部辐照度的值:着色水平辐照度=着色水平SHGC x晴空辐照度。

[0224] 在一个实施方案中,可以通过与模块A和B分开的太阳位置计算器来执行步骤705、810和820中的一个或多个。太阳位置计算器指代确定太阳在特定未来时间的位置且基于太阳在所述未来时间的位置作出预测性确定(例如,预测晴空辐照度)的逻辑。太阳位置计算器可以执行本文公开的方法的一个或多个步骤。太阳位置计算器可以由主窗控制器的一个或多个部件执行的预测性控制逻辑的一部分。例如,太阳位置计算器可以由窗控制器1410实施的图25所示预测性控制逻辑的一部分。

[0225] 在步骤850处,窗控制器450使用模块B来确定基于当前着色水平的内部辐照度是否小于或等于最大基准内部辐照度,以及着色水平是否比来自A的着色水平深。如果确定为否,那么在步骤860处递增式地增加(加深)当前着色水平,并且在步骤840处重新计算内部辐照度。如果在步骤850处确定为是,那么模块B结束。

[0226] 图23是示出了图18的步骤900的进一步细节的图。在步骤905处,模块C开始。来自B的着色水平以及在时刻 t_1 的预测晴空辐照度是来自模块B的输入。基于来自外部传感器510的测量结果将实时辐照度值输入至模块C。

[0227] 在步骤910处,窗控制器450用模块C来计算穿过经着色为在晴空条件下来自B的着色水平的电致变色窗505透射到房间中的辐照度。这个计算出的内部辐照度可以使用以下等式来确定:计算出的内部辐照度=来自B的着色水平的SHGC x来自B的预测晴空辐照度。

[0228] 在步骤920处,窗控制器450使用模块C来找出适当的着色水平,其中穿过具有这个着色水平的窗的实际辐照度(=SR x着色水平 SHGC)小于或等于穿过具有来自B的着色水平的窗的辐照度(即,实际内部辐照度<计算出的内部辐照度)。在一些情况下,模块逻辑开始于来自B的着色水平,并且递增式地增加着色水平,直到实际内部辐照度<计算出的内部辐照度。在模块C中确定的着色水平是最终着色水平。可以在着色指令中将这个最终着色水平通过网络传输至电致变色窗505中的电致变色装置。

[0229] 图24是包括来自图17的方框620的另一种实施的图。这个图示出执行实施方案的模块A、B和C的方法。在这种方法中,针对单个时刻 t_1 基于建筑物的纬度坐标和经度坐标来计算太阳位置。在模块A中,基于窗配置来计算穿透深度,所述窗配置包括窗的位置、窗的尺寸、窗的取向以及关于任何外部遮蔽的信息。模块A使用查找表来基于计算出的穿透和空间类型来确定来自A的着色水平。之后,来自A的着色水平被输入到模块B中。

[0230] 使用诸如开源程序Radiance的程序来针对单个时刻 t_1 和所有时间的最大值两者基于窗取向和建筑物的纬度坐标和经度坐标来确定晴空辐照度。将基准玻璃SHGC和计算出的最大晴空辐照度输入到模块B中。模块B逐步增加模块A中计算出的着色水平,并且挑选内部辐照度小于或等于基准内部辐照度时的着色水平,其中:内部辐照度=着色水平SHGC x晴空辐照度,并且基准内部辐照度=基准SHGC x最大晴空辐照度。然而,当模块A计算出玻璃的最大着色时,模块B并不改变着色以使其更浅。之后,将B中计算出的着色水平输入到模块C中。也将预测晴空辐照度输入到模块C中。

[0231] 模块C使用以下等式来计算具有带有来自B的着色水平的电致变色窗505的房间中的内部辐照度:计算出的内部辐照度=来自B的着色水平的SHGC x来自B的预测晴空辐照度。之后,模块C找出满足如下条件的适当的着色水平:实际内部辐照度小于或等于计算出的内部辐照度。实际内部辐照度是使用以下等式来确定:实际内部辐照度=SR x着色

水平SHGC。由模块C确定的着色水平是发送至电致变色窗505的着色指令中的最终着色水平。

[0232] 在一些实施方案中,用于建筑物的外部窗的可着色窗(即,将建筑物内部与建筑物外部分开的窗)可以分成多个区,其中以类似的方式指令在一个区中的可着色窗。例如,位于建筑物的不同楼层或建筑物的不同侧上的各组电致变色窗可以位于不同的区中。例如,在建筑物的第一楼层上,所有面向东的电致变色窗可以位于区1中,所有面向南的电致变色窗可以位于区2中,所有面向西的电致变色窗可以位于区3中,并且所有面向北的电致变色窗可以位于区4中。作为另一个实例,在建筑物的第一楼层上的所有电致变色窗可以位于区1中,在第二楼层上的所有电致变色窗可以位于区2中,并且在第三楼层上的所有电致变色窗可以位于区3中。作为另一个实例,所有面向东的电致变色窗可以位于区1中,所有面向南的电致变色窗可以位于区2中,所有面向西的电致变色窗可以位于区3中,并且所有面向北的电致变色窗可以位于区4中。作为另一个实例,在一个楼层上的面向东的电致变色窗可以划分成不同的区。在建筑物的相同侧和/或不同侧和/或不同楼层上的任何数目的可着色窗可以分配给一个区。

[0233] 在一些实施方案中,区中的电致变色窗可能会受相同窗控制器控制。在一些其他实施方案中,区中的电致变色窗可能受不同窗控制器控制,但是窗控制器全部可以从传感器接收相同输出信号,并且使用相同函数或查找表来确定在区中的窗的着色水平。

[0234] 在一些实施方案中,区中的电致变色窗可以受从透射率传感器接收输出信号的一个或多个窗控制器控制。在一些实施方案中,透射率传感器可以安装在区中的窗附近。例如,透射率传感器可以安装在含有所述区中包括的IGU的框架之中或之上(例如,安装在框架的竖框、水平框之中或之上)。在一些其他实施方案中,在包括位于建筑物的单侧上的窗的区中的电致变色窗可能受从透射率传感器接收输出信号的一个或多个窗控制器控制。

[0235] 在一些实施方案中,传感器(例如,光传感器)可以向窗控制器提供输出信号以控制第一区(例如,主控制区)的电致变色窗505。窗控制器还可以与第一区相同的方式控制第二区(例如,从控制区)中的电致变色窗505。在一些其他实施方案中,另一个窗控制器可以与第一区相同的方式控制第二区中的电致变色窗505。

[0236] 在一些实施方案中,建筑物管理者、第二区中的房间的居住者或其他人可以手动指令(例如,使用着色或清透命令或者来自BMS的用户控制台的命令)第二区(即,从控制区)中的电致变色窗进入诸如上色状态(水平)或清透状态的着色水平。在一些实施方案中,当用这种手动命令超控在第二区中的窗的着色水平时,第一区(即,主控制区)中的电致变色窗保持受控于从透射率传感器接收输出的窗控制器。第二区可以保持处于手动命令模式一段时间,且之后恢复成受控于从透射率传感器接收输出的窗控制器。例如,在接收超控命令之后,第二区可以保持处于手动模式一个小时,且之后可以恢复成受控于从透射率传感器接收输出的窗控制器。

[0237] 在一些实施方案中,建筑物管理者、第一区中的房间的居住者或其他人可以手动指令(例如,使用着色命令或者来自BMS的用户控制台的命令)第一区(即,主控制区)中的窗进入诸如上色状态或清透状态的着色水平。在一些实施方案中,当用这种手动命令超控第一区中的窗的着色水平时,第二区(即,从控制区)中的电致变色窗保持受控于从外部

传感器接收输出的窗控制器。第一区可以保持处于手动命令模式一段时间,且之后恢复成受控于从透射率传感器接收输出的窗控制器。例如,在接收超控命令之后,第一区可以保持处于手动模式一个小时,且之后可以恢复成受控于从透射率传感器接收输出的窗控制器。在一些其他实施方案中,第二区中的电致变色窗可以保持在当接收到用于第一区的手动超控时其所处的着色水平。第一区可以保持处于手动命令模式一段时间,且之后第一区和第二区两者可以恢复成受控于从透射率传感器接收输出的窗控制器。

[0238] 无论窗控制器是独立窗控制器还是与建筑物网络对接,本文描述的控制可着色窗的任何方法都可以用于控制可着色窗的着色。

[0239] 无线或有线通信

[0240] 在一些实施方案中,本文描述的窗控制器包括用于在窗控制器、传感器与单独通信节点之间的有线或无线通信的部件。无线或有线通信可以用直接与窗控制器对接的通信界面来完成。这种界面可以是微处理器本身所具有的,或通过实现这些功能的额外电路来提供。

[0241] 用于无线通信的单独通信节点可以例如为:另一个无线窗控制器;端、中间或主窗控制器;远程控制装置;或者BMS。无线通信在窗控制器中用于以下操作中的至少一个:编程和/或操作电致变色窗505;从本文所述的各种传感器和协议收集EC窗505的数据;以及使用电致变色窗505作为无线通信的中继点。从电致变色窗505收集的数据还可以包括计数数据,诸如EC装置已激活的次数、EC装置随时间变化的效率等。下文更详细地描述这些无线通信特征。

[0242] 在一个实施方案中,无线通信用于例如通过红外(IR)信号和/或射频(RF)信号来操作相关联的电致变色窗505。在某些实施方案中,控制器将包括无线协议芯片,诸如蓝牙、EnOcean、WiFi、Zigbee等。窗控制器还可以具有通过网络来进行的无线通信。对窗控制器的输入可以由终端用户在墙壁开关处直接或通过无线通信来手动输入,或者所述输入可以来自建筑物的BMS,电致变色窗是所述建筑物的部件。

[0243] 在一个实施方案中,当窗控制器是分布式控制器网络的一部分时,无线通信用于通过分布式控制器网络来向多个电致变色窗中的每一个传输数据且从其传输数据,每个电致变色窗具有无线通信部件。

[0244] 在一些实施方案中,在分布式窗控制器网络中使用超过一种无线通信模式。例如,主窗控制器可以通过WiFi或Zigbee与中间控制器无线通信,而中间控制器通过蓝牙、Zigbee、EnOcean或其他协议来与端控制器通信。在另一个实例中,窗控制器具有冗余的无线通信系统以供终端用户灵活选择无线通信。

[0245] 在例如主和/或中间窗控制器与端窗控制器之间的无线通信提供了避免安装硬通信线路的优点。这对窗控制器与BMS之间的无线通信也是如此。一方面,起这些作用的无线通信可用于将数据传输至电致变色窗并从其传输数据用于操作窗,并且向例如BMS提供数据以在建筑物中优化环境和能量节省。窗位置数据和来自传感器的反馈协同用于这种优化。例如,粒度水平(逐个窗)微气候信息被反馈至BMS,以便于优化建筑物的各种环境。

[0246] D. 预测性控制逻辑的另一个实例

[0247] 图25是描绘根据实施方案的用于控制建筑物的不同区中的一个或多个可着色窗(例如,电致变色窗)的着色水平的方法的预测性控制逻辑的方框图。这个逻辑作出在未来

时间的预测性确定,所述确定考虑了可着色窗中的EC装置的转变时间。在所示实例中,预测性控制逻辑的一部分由窗控制器1410执行,另一部分由网络控制器1408执行,并且模块11406中的逻辑由与窗控制器1410和网络控制器1408分开的部件执行。可替代地,模块11406可以是可能加载或可能不加载到窗控制器1410上的单独逻辑。

[0248] 在图25中,预测性控制逻辑的由窗控制器1410和模块11406采用的部分由BMS 1407管理。BMS 1407可以类似于相对于图15所描述的BMS 1100。BMS 1407通过BACnet界面1408与窗控制器1410电子通信。在其他实施方案中,可以使用其他通信协议。虽然在图25中未示出,但模块11406还通过BACnet界面1408与BMS 1407通信。在其他实施方案中,图25中所描绘的预测性控制逻辑可独立于BMS操作。

[0249] 网络控制器1408从一个或多个传感器(例如,外部光传感器)接收传感器读数,并且还可以将传感器读数转换成 W/m^2 。网络控制器1408通过CANbus或CANopen协议与窗控制器1410电子通信。网络控制器1408将转换后的传感器读数传达给窗控制器1410。

[0250] 在图25中,预测性控制逻辑的由窗控制器1410采用的部分包括主调度程序1502。主调度程序1502包括允许用户(例如,建筑物管理者)准备能够在当天不同时间和/或不同日期使用不同类型的控制程序的时间表的逻辑。控制程序中的每一个包括用于基于一个或多个独立变量来确定着色水平的逻辑。一种类型的控制程序仅仅是纯状态。纯状态指代在某时间段期间无论其他条件如何均固定的特定着色水平(例如,透射率=40%)。例如,建筑物管理者可以规定每天下午3点之后窗是清透的。作为另一个实例,建筑物管理者可以规定在每天下午8点至第二天早上6点的几个小时之间的时间段保持纯状态。在当天其他时间,可以采用不同类型的控制程序,例如,采用复杂程度高得多的控制程序。一种类型的控制程序提供高复杂程度。例如,这种类型的高度复杂的控制程序包括参照图25所描述的预测性控制逻辑并且可包括模块11406的逻辑模块A、B和C中的一个或多个实施。作为另一个实例,这种类型的另一个高度复杂的控制程序包括参照图25所描述的预测性控制逻辑并且可包括模块11406的逻辑模块A、B和C以及稍后在该部分VII中所描述的模块D中的一个或多个的实施。作为另一个实例,这种类型的另一个高度复杂的控制程序是参照图17所描述的预测性控制逻辑并且包括参照图18、图19、和图22所述的逻辑模块A、B和C的完整的多模块实施。在这个实例中,预测性控制逻辑在模块C中使用传感器反馈,并且在模块A和B中使用太阳信息。高度复杂的控制程序的另一个实例为参照图18所描述的预测性控制逻辑,其中逻辑模块A、B和C中的一个或两个的部分逻辑模块实施参照图18、图19、和图22进行描述。另一种类型的控制程序是依赖来自一个或多个传感器(例如,光传感器)的反馈且无论太阳位置如何均相应地调节着色水平的阈值控制程序。使用主调度程序1502的技术优点中的一个用户可以选择和调度用于确定着色水平的控制程序(方法)。

[0251] 主调度程序1502根据用日期和基于一天24小时的当天时间表示的时间来运行时间表中的控制程序。主调度程序1502可以确定用日历日期和/或基于一周7天(其中有五个工作日(星期一至星期五)和两个休息日(星期六和星期天))的星期几表示的日期。主调度程序1502还可以确定某些天是否为假日。主调度程序1502可以基于可着色窗的位置(所述位置由位点数据1506确定)来针对日光节约时间自动调整当天时间。

[0252] 在一个实施方案中,主调度程序1502可以使用单独的假日时间表。用户可能已经确定在假日时间表期间要使用哪个(些)控制程序。用户可以确定假日时间表中将包括哪

些天。主调度程序1502可以复制用户所设定的基本时间表,并且允许用户针对假日时间表中的假日作出修改。

[0253] 当准备主调度程序1502所采用的时间表时,用户可以选择建筑物的一个或多个区(区选择),所述一个或多个区中将采用所选程序。每个区包括一个或多个可着色窗。在一些情况下,区可以是与空间类型(例如,在特定位置具有桌子的办公室、会议室等)相关联的区域,或者可以与多个空间类型相关联。例如,用户可以选择具有办公室的区1,以便:1)星期一至星期五:在工作日期间,在早上8点供暖至70度,并且在下午3点打开空调以将办公室中的温度保持为80度,且随后在下午5点关闭所有空调和采暖;以及2) (星期六和星期天)关闭采暖和空调。作为另一个实例,用户可将具有会议室的区2设定为使用逻辑模块A、B和C的全部来运行图25的包括模块1的全模块实施的预测性控制逻辑。在另一个实例中,用户可选择具有会议室的区1来从早上8点到下午3点运行模块1并且在下午3点之后运行阈值程度或纯状态。在其他情况下,区可以是整个建筑物,或可以是建筑物中的一个或多个窗。

[0254] 当用可以使用传感器输入的程序来准备时间表时,用户可能还能够选择在所述程序中使用的一个或多个传感器。例如,用户可以选择位于屋顶上的传感器,或者位于可着色窗附近或之上的传感器。作为另一实例,用户可以选择特定传感器的ID值。

[0255] 由窗控制器1410采用的预测性控制逻辑的部分还包括与主调度程序1502电子通信的用户界面1504。用户界面1504还与位点数据1506、区/群组数据1508和传感逻辑1516通信。用户可以使用用户界面1504输入其时间表信息以准备时间表(产生新的时间表或修改现有时间表)。用户界面1504可以包括输入装置,例如像小键盘、触控板、键盘等。用户界面1504还可以包括用于输出关于时间的信息且提供用于设定时间的可选择选项的显示。用户界面1504与处理器(例如,微处理器)电子通信,所述处理器与计算机可读介质(CRM)电子通信。处理器和CRM都是窗控制器1410的部件。主调度程序1502和预测性控制逻辑的其他部件中的逻辑可以存储在窗控制器1410的计算机可读介质上。

[0256] 用户可以使用用户界面1504来键入其位点数据1506和区/群组数据1508。位点数据1506包括建筑物的位置的纬度、经度和GMT时差。区/群组数据包括建筑物的每个区中的一个或多个可着色窗的位置、尺寸(例如,窗宽度、窗高度、窗台宽度等)、取向(例如,窗倾斜度)、外部遮蔽(例如,窗檐深度、窗上方的窗檐位置、左/右鳍状物距离侧部尺寸、左/右鳍状物深度等)、基准玻璃SHGC以及居住查找表。在图25中,位点数据1506和区/群组数据1508为状态信息(即,未被预测性控制逻辑的部件改变的信息)。在其他实施方案中,可以快速产生这种数据。位点数据1506和区/群组数据1508可以存储在窗控制器1410的计算机可读介质上。

[0257] 当准备(或修改)时间表时,用户选择主调度程序1502将要在不同时间段在建筑物的每个区中运行的控制程序。在一些情况下,用户可能能够从多个控制程序中选择。在一个这样的情况下,用户可以通过从显示于用户界面1405上的所有控制程序的列表(例如,菜单)选择控制程序来准备时间表。在其他情况下,用户可能可从所有控制程序的列表获得有限的选项。例如,用户可能仅仅已进行支付使用两个控制程序。在这个实例中,用户将仅仅能够选择用户已进行支付的两个控制程序中的一个。

[0258] 回到图25,预测性控制逻辑的由窗控制器1410采用的部分还包括当天时间(预

见)逻辑1510。当天时间(预见)逻辑1510确定预测性控制逻辑用来作出其预测性确定的未来时间。这个未来时间考虑了着色窗中的EC装置400的着色水平转变所需要的时间。通过使用考虑了转变时间的逻辑,预测性控制逻辑可以预测适合于未来时间的着色水平,在所述未来时间,EC装置400将在接收控制信号之后有时间转变为所述着色水平。当天时间部分1510可以基于来自区/群组数据的关于代表性窗的信息(例如,窗尺寸等)来估计代表性窗中的EC装置的转变时间。当天时间逻辑1510之后可以基于转变时间和当前时间来确定未来时间。例如,未来时间可以等于或大于当前时间加上转变时间。

[0259] 区/群组数据包括关于每个区的代表性窗的信息。在一种情况下,代表性窗可以是所述区中的窗中的一个。在另一种情况下,代表性窗可以是具有平均性质的窗(例如,平均尺寸),所述平均性质是基于对所述区中的所有窗的所有性质求平均值。

[0260] 由窗控制器1410采用的预测性控制逻辑还包括太阳位置计算器1512。太阳位置计算器1512包括确定太阳在某个时刻的位置(即太阳方位角和太阳高度角)的逻辑。在图25中,太阳位置计算器1512基于从当天时间逻辑1510所接收的未来时刻而作出其确定。太阳位置计算器1512与当天时间部分1510和位点数据1506通信以接收未来时间、建筑物的纬度坐标和经度坐标以及进行其计算(诸如太阳位置计算)可能需要的其他信息。太阳位置计算器1512还可以基于计算出太阳位置来执行一个或多个确定。在一个实施方案中,太阳位置计算器1512可以计算晴空辐照度或从模块1406的模块A、B和C作出其他确定。

[0261] 由窗控制器1410采用的控制逻辑还包括调度逻辑1518,所述调度逻辑与传感逻辑1516、用户界面1405、太阳位置计算器1512以及模块1406通信。调度逻辑1518包括确定是使用从模块1406经由智能逻辑1520传递而来的着色水平还是使用基于其他考虑因素的另一个着色水平的逻辑。例如,由于日出时间和日落时间在整年中会改变,因此用户可能并不希望重新编程时间表来考虑这些改变。调度逻辑1518可以使用来自太阳位置计算器1512的日出时间和日落时间来设定日出前和日落后的适当的着色水平,而不要求用户针对这些改变时间来重新编程时间表。例如,调度逻辑1518可以确定:根据从太阳位置计算器1512接收的日出时间,太阳尚未升起,并且应使用日出前的着色水平而非从模块1406传递而来的着色水平。调度逻辑1518所确定的着色水平被传递至传感逻辑1516。

[0262] 传感逻辑1516与超控逻辑1514、调度逻辑1518和用户界面1405通信。传感逻辑1516包括确定是使用从调度逻辑1518传递而来的着色水平还是使用基于通过BACnet界面1408从一个或多个传感器接收的传感器数据的另一个着色水平的逻辑。使用上一段中的实例,如果调度逻辑1518确定太阳尚未升起且传递日出前的着色水平并且传感器数据表明太阳实际已经升起,那么传感逻辑1516将使用从模块1406经由调度逻辑1518传递而来的着色水平。传感逻辑1516所确定的着色水平被传递至超控逻辑1514。

[0263] BMS 1407和网络控制器1408还与需求响应(例如,公用设施公司)电子通信,以接收传达对高需求(或峰值负荷)超控的需求的信号。响应于从需求响应接收到这些信号,BMS 1407和/或网络控制器1408可以通过BACnet界面1408向超控逻辑1514发送指令,所述超控逻辑将会处理来自需求响应的超控信息。超控逻辑1514通过BACnet界面1408与BMS 1407和网络控制器1408通信,并且还和传感逻辑1516通信。

[0264] 超控逻辑1514允许某些类型的超控脱离预测性控制逻辑并且基于另一考虑因素来使用超控着色水平。可以脱离预测性控制逻辑的超控类型的一些实例包括高需求(或峰

值负荷)超控、手动超控、空房超控等。高需求(或峰值负荷)超控限定来自需求响应的着色水平。对于手动超控,终端用户可手动地或通过远程装置而在墙壁开关上输入超控值。空房超控限定基于空房(即,房间中无居住者)的超控值。在这种情况下,传感逻辑1516可以从传感器(例如,运动传感器)接收指示房间空着的传感器数据,并且传感逻辑1516可以确定超控值并将超控值中继传递至超控逻辑1514。超控逻辑1514可以接收超控值,并且确定是使用所述超控值还是使用另一值,诸如从具有较高优先级的来源(即,需求响应)接收到的另一个超控值。在一些情况下,超控逻辑1514可通过与相对于图17所描述的超控步骤630、640和650类似的步骤来操作。

[0265] 由窗控制器1410采用的控制逻辑还包括智能逻辑1520,所述智能逻辑可以关闭模块A 1550、模块B 1556和模块C 1560中的一个或多个。在一种情况下,智能逻辑1520可以用于在用户未对一个或多个模块进行支付的情况下关闭所述模块。智能逻辑1520可以阻止使用某些更复杂的特征,诸如模块A中进行的穿透计算。在这类情况下,使用使太阳计算器信息“短路”的基本逻辑,并且使用所述太阳计算器信息可能在一个或多个传感器的辅助下来计算着色水平。来自基本逻辑的这个着色水平被传达至调度逻辑1518。

[0266] 智能逻辑1520可以通过转移窗控制器1410与模块1 1406之间的某些通信来关闭模块(模块A 1550、模块B 1556和模块C 1560)中的一个或多个。例如,在太阳位置计算器1512与模块A 1550之间的通信通过智能逻辑1520,并且可以被智能逻辑1520转移至调度逻辑1518以关闭模块A 1550、模块B 1556和模块C 1560。作为另一个实例,1552处来自模块A的着色水平至1554处的晴空辐照度计算的通信通过智能逻辑1520,并且可以改为被转移至调度逻辑1518以关闭模块B 1556和模块C 1560。在另一个实例中,1556处来自模块B的着色水平至模块C 1560的通信通过智能逻辑1520,并且可以被转移至调度逻辑1518以关闭模块C 1560。

[0267] 模块1 1406包括确定着色水平并将其传回至窗控制器1410的调度逻辑1518的逻辑。所述逻辑预测将适合于由当天时间部分1510提供的未来时间的着色水平。所述着色水平是针对时间表中的与每个区相关联的代表性可着色窗来确定。

[0268] 在图25中,模块1 1406包括模块A 1550、模块B 1556和模块C 1560,这些模块可具有与相对于图18、图19、图22和图23所描述的模块A、B和C中所执行的步骤在某些方面类似的一些步骤。在另一个实施方案中,模块1 1406可由相对于图18、图19、图20和图23所述的模块A、B和C构成。在另一个实施方案中,模块1 1406可由相对于图24所述的模块A、B和C构成。

[0269] 在图25中,模块A 1550确定穿过代表性可着色窗的穿透深度。模块A 1550所预测的穿透深度是在未来时间的穿透深度。模块A 1550基于从太阳位置计算器1512接收的所确定的太阳位置(即,太阳方位角和太阳高度角)且基于从区/群组数据1508检索的代表性可着色窗的位置、受光角度、窗的尺寸、窗的取向(即,面向方向)以及任何外部遮蔽的细节来计算穿透深度。

[0270] 模块A 1550之后确定将针对计算出的穿透深度提供居住者舒适性的着色水平。模块A1550使用从区/群组数据1508检索的居住查找表来针对与代表性可着色窗相关联的空间类型、计算出的穿透深度和窗的受光角度确定所需的着色水平。模块A 1550在步骤1552处输出着色水平。

[0271] 在逻辑1554中,针对所有时间预测入射于代表性可着色窗上的最大晴空辐照度。也基于来自位点数据1506和区/群组数据1508的 建筑物的纬度坐标和经度坐标以及代表性窗取向(即,窗面向的方向)来预测未来时间的晴空辐照度。在其他实施方案中,这些晴空辐照度 计算可以由太阳位置计算器1512执行。

[0272] 模块B 1556之后通过递增式地增加着色水平来计算新的着色水平。在这些递增步骤中的每一个处,使用以下等式来确定基于新的着色水平的房间中的内部辐照度:内部辐照度=着色水平SHGC x晴空 辐照度。模块B选择内部辐照度小于或等于基准内部辐照度(基准 SHGC x最大晴空辐照度)时的着色水平,并且所述着色水平不浅于 来自A的着色水平。模块B 1556输出来自B的所选着色水平。根据 来自B的着色水平,逻辑1558计算外部辐照度和计算出的晴空辐照 度。

[0273] 模块C 1560确定传感器辐照度读数是否小于晴空辐照度。如果 确定结果为是,那么使所计算的着色水平递增式地更浅(更为清透),直到值匹配或小于计算为传感器读数x着色水平SHGC的着色水 平,但不超过来自B的基准内部辐照度。如果确定结果为否,那么在递增步骤中使所计算的着色水平更深,如模块B 1556中所进行的。模块C输出着色水平。逻辑1562确定来自模块C的着色水平为最终 着色水平,并且将这个最终着色水平(来自模块C的着色水平)传回至 窗控制器1410的调度逻辑1518。

[0274] 一方面,模块1 1406还可以包括第四模块D,所述第四模块D 可以预测周围环境对穿过区中的可着色窗的日光的强度和方向的影响。例如,相邻建筑物或其他结构可能会遮蔽建筑物并且阻挡一些光 穿过窗。作为另一个实例,来自相邻建筑物的反射表面(例如,具有 雪、水等的表面)或在建筑物周围的环境中的其他表面可以将光反射 到可着色窗中。这个反射光可以增加进入可着色窗中的光的强度并且 在居住者空间中造成眩光。取决于模块D所预测的日光的强度和方 向的值,模块D可以修改由模块A、B和C确定的着色水平,或可以修改来自模块A、B和C的某些确定,例如像区/群组数据中的代 表性窗的穿透深度计算或受光角度。

[0275] 在一些情况下,可以进行位点研究来确定在建筑物周围的环境,和/或可以使用一个或多个传感器来确定周围环境的影响。来自位点 研究的信息可以是基于预测一时间段(例如,一年)内的反射和遮蔽(周 围)影响的静态信息,或可以是可以在周期性基础上或其他计时基础 上加以更新的动态信息。在一种情况下,模块D可使用现场研究修 改从区域/组数据检索的每个区域的代表窗口的标准接受角和相关联 的 θ_1 和 θ_2 。模块D可以将关于代表性窗的这个修改后的信息传达至预 测性控制逻辑的其他模块。由模块D采用来确定周围环境的影响的 一个或多个传感器可以是与其他模块(例如,模块C)所使用的传感器 相同的传感器,或可以是不同的传感器。这些传感器可以经特定设计 来为模块D确定周围环境的影响。

[0276] 为了操作图25所示的预测性控制逻辑,用户首先准备具有所使 用的时间和日期、区、传感器和程序的细节的时间表。可替代地,可 以提供默认的时间表。一旦时间表处于适当位置(已存储),就按某些 时间间隔(每1分钟、每5分钟、每10分钟等),当天时间部分1510 基于当前时间和在时间表中的每个区的代表性窗中的EC装置400的 转变时间来确定当天未来时间。使用区/群组数据1508和位点数据 1506,太阳位置计算器1512针对时间表中的 每个区的每个代表性窗 确定在未来(预见)时间的太阳位置。基于用户所准备的时间表,使

用智能逻辑1520来确定针对时间表中的每个区采用哪个程序。针对每个区,采用被调度的程序,并且所述程序预测所述未来时间的适当的着色水平。如果在适当位置存在超控,那么将使用超控值。如果在适当位置不存在超控,那么将使用程序所确定的着色水平。针对每个区,窗控制器1410将向相关联的EC装置400发送具有由被调度的程序确定的区特定着色水平的控制信号,以便到所述未来时间时转变所述区中的可着色窗的着色水平。

[0277] E. 用于基于快速变化的条件作出着色决定的滤波器

[0278] 在一些系统中,一旦决定将可着色窗着色为特定最终状态,使窗投入完成所述转变直到达到最终状态。这类系统在转变期间无法调整最终着色状态,并且只可以等待直到转变完成为止。如果这些系统选择了不合适最终着色状态,那么在转变循环期间使窗投入这个不合适的着色水平以及额外地将窗转变为更为适当的着色水平将花费的任何时间。由于着色/清透时间要花费5至30分钟,所以例如,不合适的选择会使窗在很长一段时间内都保持处于不适当的着色水平,这会让居住者对条件感到不适。

[0279] 快速变化的条件(例如,天气变化,诸如晴天的时候间歇出现云、飘来雾阵或雾阵飘走、雾气消散而出现太阳等)与长转变时间相组合会使控制方法在最终着色状态之间“反弹”。此外,这类控制方法可以基于在所述方法投入到转变中之后不久发生变化的条件来决定最终着色状态,在转变情况下,所述窗被锁定到不合适的着色水平直到转变完成为止。例如,考虑有零星云经过的大部分时间放晴的日子。当有云经过时,控制方法可能会以照明值的下降作出反应,并且当值反弹时,会存在眩光状况。即使有云快速经过,也会使窗在至少转变循环的持续时间内投入转变为不适当低的最终着色状态。在这个时间期间,太阳辐射进入房间,这也会使居住者因过热而感到不适。

[0280] 快速变化的天气条件的实例是突然转晴的有雾早晨。某些系统基于晨雾期间的低照明读数而确定一天开始时的低着色水平。当天气在雾气消散之后快速转变为晴空时,这种低着色水平在此期间将是不恰当地低的。在该实例中,用于晴空的更适当的较高的着色水平可能在相当大的时间段(例如,35至45分钟)内未被确定。快速变化的条件的另一个实例是发生物体例如像停放的汽车或邻近的建筑物的窗的反射。

[0281] 本文描述的某些实施方案包括窗控制方法,所述窗控制方法使用多个滤波器来作出解决快速变化的条件的着色决定。在某些情况下,这些滤波器可以用于在当前转变循环期间确定更为适当的最终着色状态以将窗的着色水平调整为对于当前条件而言适当的水平。一种类型的滤波器为矩形窗滤波器(有时称为滑动窗滤波器),它采用了时间上运行的照明值的多个传感器读数。矩形窗值为多个(n 个)连续的传感器样品的所计算的集中趋势(例如,均值、平均值或中值)(随时间推移的照明值的读数)。典型地,传感器样品是外部辐射的测量结果(例如,由位于建筑物外部的传感器测量)。单个传感器可用于针对诸如建筑物的特定区的窗的多个窗取传感器样品。传感器读数一般以均匀频率(采样率)周期性地获得读数。例如,传感器可以范围为每30秒一个样品至每20分钟一个样品的速率获取样品。在一个实施方案中,传感器以每分钟一个样品的速率获取样品。在一些情况下,一个或多个计时器也可用于在使用矩形窗值所确定的当前设定中维持着色。

[0282] 在某些方面,控制方法使用短矩形窗和一个或多个长矩形窗(滤波器)来作出着色决定。短矩形窗(例如,采用了在10分钟、20分钟、5分钟等时间内获得的样品值的短矩形窗)是基于相对于长矩形窗(采用了在1小时、2小时等时间内获得的样品值的长矩形窗)中

的大量传感器样品(例如, $n=10、20、30、40$ 等)来说较少量的传感器样品(例如, $n=1,2,3,\dots,10$ 等)。在一种情况下,短矩形窗值是传感器样品的中值,而长矩形窗值是传感器样品的平均值。由于短矩形窗值基于较少量的传感器样品,因此短矩形窗值与长矩形窗值相比更密切地遵循传感器读数。因此,短矩形窗值比长矩形窗值更为快速地且以更大的程度响应于快速变化的条件。虽然所计算的短矩形窗值和长矩形窗值均滞后于传感器读数,但是短矩形窗与长矩形窗相比滞后较少程度。

[0283] 短矩形窗与长矩形窗相比,对当前条件更迅速地作出反应。长矩形窗滤波器使窗控制器对频繁的短期天气波动的响应平滑,而短矩形窗不会这些顺利地平滑,但对迅速且显著的天气变化更好地响应。在云经过的情况下,使用了长矩形窗照明值的控制算法不会对当前云经过条件迅速地作出反应。在这种情况下,在着色决定中应使用长矩形窗照明值来确定适当的高着色水平。在雾气消散的情况下,可能更适当的是在着色决定中使用短期矩形窗照明值。在这种情况下,短期矩形窗会更为快速地对雾气消散之后出现的新的晴朗条件作出反应。通过使用短期矩形窗值来作出着色决定,可着色窗快速地调整为晴朗条件,并且在雾气快速消散时保持让居住者感到舒适。

[0284] 在某些方面,控制方法评估短期矩形窗值与长期矩形窗值之间的差值以确定在着色决定中将使用哪个照明值。当差值(短期值减去长期值)为正并且超过第一(正)阈值(例如, $20\text{W}/\text{m}^2$)时,短期矩形窗的值用于计算着色值。需注意的是,正值对应于转变为发亮(窗外部的较高的辐射强度)。在一些实施中,当超过正阈值时,设定第一计时器,在这种情况下,在第一计时器的规定时间量内维持当前计算的着色值。使用第一计时器会有利于眩光控制:将窗保持在更深着色状态并且防止可能会使居住者感到困扰的过多转变。另一方面,当短期矩形窗值与长期矩形窗值之间的差值小于阈值(或为负)时,长期矩形窗值用于计算下一个着色状态。并且如果差值为负并且大于第二(负)阈值,那么可设定第二计时器。正阈值的范围为可约 $1\text{Watts}/\text{m}^2$ 至 $200\text{Watts}/\text{m}^2$ 并且负阈值的范围可为约 $-200\text{Watts}/\text{m}^2$ 至 $-1\text{Watts}/\text{m}^2$ 。在第二计时器的规定量的时间内维持基于长矩形窗计算出的着色值。一旦控制方法确定将要使用哪个矩形窗值,所述方法就会基于所述矩形窗值是高于上限、低于下限还是介于上限与下限之间来作出着色决定。如果高于上限,那么使用模块A和B(或在一些情况下仅使用B)来确定着色变化。如果高于下限且低于上限,那么使用模块A、B和C(或在一些情况下仅使用B和C)来确定着色变化。如果低于下限,那么应用限定的着色水平(例如,通常是清透的)。在某些情况下,下限可以是处于 $5\text{Watts}/\text{m}^2$ 至 $200\text{Watts}/\text{m}^2$ 的范围内,并且上限可以是处于 $50\text{Watts}/\text{m}^2$ 至 $400\text{Watts}/\text{m}^2$ 的范围内。

[0285] 图26A为示出了图17所示控制逻辑的具体实施的流程图3600。在步骤3610处,控制方法确定时间是否在日出与日落之间。如果在步骤3610处,时间在日出之前或日落之后,那么控制方法清除窗中的着色并且进行到步骤3620以确定是否存在超控。如果当前时间在步骤3610处经确定是介于日出与日落之间,那么控制方法确定太阳方位角是否介于临界角度之间(步骤3620)。图27B描绘具有桌子的房间和房间中的可着色窗的临界角度。如果太阳方位角在临界角度内,那么太阳照射到坐在桌边的居住者身上。在图27B中,太阳方位角示为位于所示临界角度的外部。回到图26A所示的流程图,如果在步骤3620处确定太阳方位角位于临界角度的外部,那么并未使用模块A,且使用在步骤3800处使用模块B。如果确定太阳方位角介于临界角度之间,那么在步骤3700处使用模块A,且在步骤3800处

使用模块B。在步骤3820处,控制方法确定传感器值是低于阈值1还是高于阈值2。如果传感器值低于阈值1或高于阈值2,那么不使用模块C(步骤3900)。如果传感器值高于阈值1且低于阈值2,那么使用模块C。在任一种情况下,控制方法都前进到步骤3920以确定适当位置是否存在超控。

[0286] 图26B为在早晨时间为多云(例如,有雾)并且在当天稍后时间为晴朗(晴空)的一天内获得的来自传感器的照明读数的图。如图所示,照明读数的值在早上7点之前低于下限,上升到高于下限,且之后高于上限,且然后由于云在早上10点之后会消散掉,所以照明读数在当天稍后时间会变得更高。虽然传感器在早上7点之前读取到的照明水平低于下限(例如,10Watts/m²),但是穿过可着色窗的辐射的量并没有大到足以影响居住者舒适性。在这种情况下,不需要对着色水平进行重新评估,并且应用限定的着色水平(例如,最大窗透射率)。在传感器在早上7点之后且在早上10点之前的读数介于下限与上限之间(例如,100Watts/m²)时,将使用模块A、B和C来计算最终着色状态。在传感器在早上10点之后的读数高于上限(例如,100W/m²)时,将使用模块A和B来计算最终着色状态。

[0287] 图27A是根据一些实施方案的使用短矩形窗值和长矩形窗值来作出着色决定的控制方法的流程图4000。尽管使用一个短期矩形窗值和一个长期矩形窗值示出了流程图,但其他实施方案可包括使用更多的矩形窗值,诸如第二长期矩形窗值。所示控制方法周期性地接收照明值的传感器读数并且更新长期矩形窗值和短期矩形窗值。如果设定计时器,那么会将当前着色水平维持在当前着色设定上。所述方法评估短期矩形窗值与长期矩形窗值之间的差值以确定要将哪个矩形窗值用作着色决定中的照明值。如果值之间的差值大于阈值,那么使用短期矩形窗值并且设定计时器,在此期间,当前着色设定得到维持。如果所述值之间的差值低于阈值,那么使用长期矩形窗值,并且可以设定不同的计时器(取决于差值的量值)。通过使用先前确定的矩形窗值作为照明水平,该方法确定照明值是否低于较低的着色水平,并且如果是这样,那么应用限定的着色水平(例如,通常是清透)。如果照明值高于上限,那么所述方法确定太阳是否处于临界角度之外。图24描绘具有桌子的房间和其中太阳照射到坐在桌边的居住者身上的房间内的临界角度。在图示中,太阳处于临界角度之外。如果所述方法确定太阳处于临界角度之外,那么仅使用模块B来确定着色水平。如果处于临界角度内,那么使用模块A和B来确定着色水平。如果照明值高于下限且低于上限,那么所述方法确定太阳是否处于临界角度之外。如果处于临界角度之外,那么使用模块B和C来确定着色水平。如果处于临界角度内,那么使用模块A、B和C来确定着色水平。

[0288] 更具体地讲,返回参照图27A,在步骤4010处,由传感器发送并由处理器接收照明值的传感器读数(例如,外部辐射读数)。一般而言,传感器以均匀速率(例如,每分钟获取一个样品)周期性地获取样品。在步骤4012处,用所接收的传感器读数来更新长期和短期矩形窗照明值。换言之,将矩形窗滤波器中的最旧值更换为最新值并且计算新的矩形窗照明值,通常作为矩形窗中的样品的集中趋势。在步骤4020处,确定是否设定计时器。如果设定计时器,那么在步骤4022处维持当前着色设定,并且过程返回到步骤4010。换言之,过程不计算新的着色水平。如果未设定计时器,那么在步骤4030处确定短期与长期矩形窗照明值之间的差值(Δ)的量值和符号。也就是说, $\Delta = \text{短期矩形窗值} - \text{长期矩形窗值}$ 。在步骤4040处,确定 Δ 是否为正并且是否大于第一阈值。如果 Δ 为正且大于第一阈值,那么在

步骤4042 处将系统的照明值设定为短期矩形窗照明值,且设定第一计时器,并且所述方法前进到步骤4050。如 Δ 为非正并且大于第一阈值,那么在 步骤4044处,将该系统的照明值设定为长期矩形窗照明值。在步骤 4046处,确定 Δ 是否比第二阈值更负。如果 Δ 比第二阈值更负,那么 在4048处设定第二计时器,并且该方法进行到步骤4050。如果不是,那么所述方法直接前进到步骤4050。在步骤4050处,确定系统的设 定的照明值是否小于下限。如果该系统的所设定的照明值小于下限,那么在步骤4052处应用限定的着色水平(例如,通常是清透)并且该过 程回到步骤4010。如果系统的设定的照明值大于下限,那么在步骤 4060处确定系统的设定的照明值是否大于上限。如果确定系统的设 定的照明值大于上限,那么在步骤4070处确定太阳方位角是否处于 临界角度之外。如果太阳不在临界角度之外,那么使用模块A和B 来确定应用于可着色窗的最终着色水平,并且过程返回到步骤4010。如果太阳处于临界角度之外,那么在步骤4074处仅使用模块B来确 定最终着色状态,并且过程返回到步骤4010。如果在步骤4060处确 定系统的设定的照明值不大于上限,那么在步骤4080处确定太阳是 否处于临界角度之外。如果太阳不处于临界角度之外,那么在步骤 4082处使用模块A、B和C来确定应用于可着色窗的最终着色水平, 并且过程返回到步骤 4010。如果太阳处于临界角度之外,那么在步 骤4090处仅使用模块B和C来确定应用于可着色窗的最终着色水平, 并且过程返回到步骤4010。

[0289] 图28A描绘与有规律的的一天内的传感器读数和通过参照图 27A所述的控制方法确定的相关着色状态相关联的两个曲线图。底部 曲线图示出了在一天内在时间t时的传感器读数。底部曲线图还包括 用于参考目的的晴空照明值随时间t变化的钟形曲线。特定的 钟形曲 线是临界角度为90(东)至270(西)的面向南窗上的值的实例(因为钟状 物在黎明到黄昏的时间标度上大致居中)。底部曲线图还包括天气周 期性地偏离晴天的一天期间随 时间t变化而获取的传感器读数的曲 线。传感器读数典型地是外部辐射的测量结果。底部 曲线图也包括在 时间t计算出的更新的短矩形窗值和长矩形窗值的曲线。这些值通常 被计算作为在时间t更新的矩形窗中的样品的集中趋势。传感器读数 的曲线还示出在有四片云1、2、3和4经过时照明的下降,且之后在 每片云经过之后转晴。短矩形窗曲线遵循传感器 读数曲线,并且快速 地对因四片云所致的照明的下降作出反应。长矩形窗值滞后于传感器 读数并且并不对因这些云所致的照明的下降在相同程度上作出反应。顶部曲线图示出通过控制方法在时间t计算的穿过可着色窗的着色状 态透射度($T_{\text{可见}}$)。直到刚好在事件0之前,短期矩形窗值与长期矩形 窗值之间的正差值小于(正)阈值(例如,20Watts/m²),并且 将照明值 设定为更新的长矩形窗值。由于照明值低于下限,应用与60%的 $T_{\text{可见}}$ 相关联的限 定的着色水平(通常是清透状态)。如图所示,控制方法 应用60%的 $T_{\text{可见}}$,直到短期矩形窗值 与长期矩形窗值之间的正差值 大于(正)阈值(例如,20Watts/m²),并且然后将照明值设定 为短矩形 窗值(事件0)。此时,设定计时器1,并且维持在事件0下计算出的着 色状态直到 计时器1在云1经过之后不久期满为止。由于照明值(基 于短矩形窗值)大于下限且小于上 限,并且太阳处于临界角度内,所 以使用模块A、B和C来确定在事件0下对应于20%的 $T_{\text{可见}}$ 的 着色 水平。此后,短期矩形窗值经过较高水平,从而触发仅基于模块A 和B的计算。自计时 器1设定以来,着色水平不发生变化。在有云1 经过的时间之后不久,计时器1期满。从这时 开始,直到刚好在有云 3经过之前,短期矩形窗值与长期矩形窗值之间的正差值大于正阈 值, 并且将照明值设定为更新的短期矩形窗值。在这个时间期间,照明值(基于更新的短

期矩形窗值)保持高于上限,并且太阳保持处于临界角度内,且因此再次使用模块A和B来确定着色水平,并且所述模块计算出对应于4%的 $T_{\text{可见}}$ 的着色水平。在云3时,长矩形窗值大于短矩形窗值,并且差值现在为负,且因此照明值被设定为长矩形窗值。由于差值比(负)阈值更负,因此不设定计时器。由于照明值大于上限值并且太阳在临界角度外,因此再次使用模块A和B来确定着色水平。在云4时,长矩形窗值再次大于短矩形窗值,并且差值不比(负)阈值负。此时,照明值被设定为更新的长矩形窗值,并且不设定计时器。由于照明值大于下限且小于上限,并且太阳处于临界角度外,所以使用模块A、B和C来确定着色水平并且它们计算对应于40%的 $T_{\text{可见}}$ 的着色水平。

[0290] 图28B描绘与多云天期间的具有间歇峰值的传感器读数以及通过参考图27A描述的控制方法确定的相关联的着色状态相关联的两个曲线图。底部曲线图示出在多云天内,在时间 t 处的传感器读数。底部曲线图还包括用于参考目的的晴空照明值随时间 t 变化的钟形曲线。底部曲线图也包括在时间 t 计算出的更新的短矩形窗值和长矩形窗值的曲线。传感器读数的曲线表明,在早晨天气条件为多云,一直到点3,此时天气在较短时间段内变成晴朗,其中存在两次下降,然后再次变成多云。顶部曲线图示出通过控制方法在时间 t 计算的穿过可着色窗的着色状态透射度($T_{\text{可见}}$)。在点1之前,短期矩形窗值与长期矩形窗值之间的正差值小于阈值,并且将照明值设定为长矩形窗值。由于照明值低于下限,应用与60%的 $T_{\text{可见}}$ 相关联的限定的着色水平(通常是清透)。在点1时,短期矩形窗值与长期矩形窗值之间的差值为正且小于阈值,且将照明值设定为更新的长矩形窗值。在这种情况下,照明值介于下限与上限之间,并且处于当天的早晨时间,使得太阳在临界角度之外,使得无需使用模块A来确定穿透深度。在这种情况下,仅使用模块B和C,并且所述模块计算出在40%的 $T_{\text{可见}}$ 下会使窗变暗的着色水平。在点2时,短期矩形窗值与长期矩形窗值之间的差值为正且小于阈值,且将照明值设定为更新的长矩形窗值。在这点处,仍然处于当天的早晨时间,并且太阳处于临界角度之外。照明值高于在点1处的照明值,但是仍然介于上限与下限之间,并且模块B和C确定在20%的 $T_{\text{可见}}$ 下会使窗进一步变暗的着色水平。在点3时,短期矩形窗值与长期矩形窗值之间的差值为正且大于阈值,且因此照明值被设定为更新的短矩形窗值,并且设定计时器1。由于照明值高于上限并且太阳处于临界角度内,所以使用模块A和B来确定将着色增加至对应于4%的 $T_{\text{可见}}$ 的着色水平。在计时器的长度期间,将维持着色状态。在点4之前不久,计时器1期满。在点4时,短期矩形窗值与长期矩形窗值之间的正差值大于(正)阈值,且将照明值设定为更新的短矩形窗值。在当天的这个时候,照明值高于下限并且太阳处于临界角度外,使得仅使用模块B来确定对应于40%的 $T_{\text{可见}}$ 的着色水平。在点5时,短期矩形窗值与长期矩形窗值之间的正差值小于阈值,且将照明值设定为更新的长矩形窗值。不设定计时器。在当天的这个时候,照明值低于下限并且使用模块B和C来确定对应于60%的 $T_{\text{可见}}$ 的着色水平。

[0291] 在一些控制方法中,将长矩形窗值利用传感器读数来更新并且在当天不再重设。如果传感器读数在当天显著地改变(例如,在风暴锋面来临时),那么这些长矩形窗值基本上会滞后于传感器读数的快速变化,并且不会反映所述快速变化。例如,在外部照明出现显著下降之后,长矩形窗值显著高于传感器读数。如果使用这些高的长矩形窗值来计算着色水平,那么窗可能会被过度着色,直到长矩形窗有时间加载更多当前传感器读数为止。在某些方面,控制方法在照明快速变化之后重设长矩形窗,以使得所述长矩形窗可以

加载更多当前传感器 读数。图29A至图29B是将长矩形窗的加载重设的控制方法的图示。在其他方面,控制方法使用以照明条件的显著变化起始的第二长矩形 窗。图30A至图30B是具有第二长矩形窗的控制方法的图示。在这些情况下,控制方法可使用更接近当前传感器读数的长矩形窗值并且 可避免照明迅速下降后窗的过度着色。

[0292] 图29A是根据实施方案的将长矩形窗的加载重设的控制方法的 流程图5000。在传感器读数快速变化之后,重设长矩形窗并且开始 重加载当前传感器读数。当短矩形窗值与长矩形窗值之间的负差值大 于阈值时,重设长矩形窗。也就是说,大于阈值的负差值表明传感器 读数发生迅速变化。同时,控制方法开始第二计时器。控制方法使用 重设的长矩形窗值来计算在第二计时器期间将维持的着色水平。由于 长矩形窗值在条件变化时开始用新的传感器读数重新加载,因此长矩 形窗值在一段时间内密切遵循传感器读数并且控制方法确定与迅速 变化的传感器读数密切相对应的着色水平。

[0293] 更具体地讲,返回参照图29A,在步骤5010处,由传感器发送 并且由处理器接收照明值的传感器读数。在步骤5012处,用所接收 的传感器读数来更新长期和短期矩形窗照明值。如果在步骤5020处 确定设定计时器,那么在步骤5022处维持当前着色设定(即,不计算 新的着色水平),并且过程返回到步骤5010。如果在步骤5020处确定 未设定计时器,那么在步骤5030处确定短期与长期矩形窗照明值之 间的差值(Δ)的量值和符号。也就是说, $\Delta =$ 短期矩形窗值-长期矩形 窗值。如果在步骤5030处确定 Δ 为正并且大于第一阈值,那么将 照明 值设定为短期矩形窗照明值,在步骤5042处设定第一计时器,并且 该方法进行到步骤5050。如果在步骤5030处确定 Δ 为正并且小于阈 值或负值,那么在步骤5044处将照明值 设定为长期矩形窗照明值。在步骤5046处,确定 Δ 是否比第二阈值更负。如果 Δ 比第二阈 值更负,那么照明已显著下降。在这种情况下,在步骤5048处设定第二计 时器并且重设长 矩形窗以再次开始加载,并且该方法进行到步骤5050。如果 Δ 不比第二阈值更负,那么所 述方法直接前进到步骤5050。在步 骤5050处,确定设定的照明值是否小于下限。如果小于 下限,那么在步骤5052处应用限定的着色水平(例如,通常是清透的),并且过程 返回到步 骤5010。如果系统的设定的照明值大于下限,那么在步5060 处确定系统的设定的照明值 是否大于上限。如果确定系统的设定的照 明值大于上限,那么在步骤5070处确定太阳方位角 是否处于临界角 度之外。如果太阳不在临界角度之外,那么使用模块A和B来确定 应用于 可着色窗的最终着色水平,并且过程返回到步骤5010。如果 太阳处于临界角度之外,那么在 步骤5074处仅使用模块B来确定最 终着色状态,并且过程返回到步骤5010。如果在步骤 5060处确定系 统的设定的照明值不大于上限,那么在步骤5080处确定太阳是否处 于临界 角度之外。如果太阳不处于临界角度之外,那么在步骤5082 处使用模块A、B和C来确定应用 于可着色窗的最终着色水平,并且 过程返回到步骤5010。如果太阳处于临界角度之外,那 么在步骤5090 处仅使用模块B和C来确定应用于可着色窗的最终着色水平,并且 过程返回 到步骤5010。

[0294] 图29B示出在一天的一部分时间期间在时间t期间的传感器读 数和矩形窗值的情形。这个情形假设中午是明朗的晴天($500\text{W}/\text{m}^2$), 并且此时在大部分时间内矩形窗曲线一 起追踪,其中每5分钟进行计 算。在第一垂直黑线(正常5分钟间隔计算)上,传感器读数中 已存在 略微下降,并且短期矩形窗值略微高于长期矩形窗值,所述长期矩形 窗值滞后于 传感器读数。由于短期值与长期值之间的负差值低于阈 值,所以使用长期矩形窗值来确定

着色水平。在下一步计算时,传感器读数显示外部照明的较大下降(例如,风暴锋面来临)。负差值大于阈值并且控制方法触发1小时计时器(变化的条件造成了该事件,形成了充分的增量以触发计时器)并且重设长矩形窗。控制方法将照明值设定为重设的长矩形窗值以确定在计时器时段期间将要使用的着色水平。由于长期矩形窗值高于上限并且太阳处于临界角度内,所以使用模块A和B来基于重设的长矩形窗值而确定着色水平。在第二计时器时段结束时,短矩形窗值与长矩形窗值之间的负差值小于阈值,使得照明被设定为重设长期矩形窗值。

[0295] 在第二计时器时段结束时,如果仅仅使用逻辑而不重设长矩形窗,那么再次实施第二计时器并且在该时间段期间使用长矩形窗值(如以前一样)。正如你所看到的,这是错误的结果,因为实际传感器读数(和短矩形窗)数据表明这是平淡的一天并且根据长矩形窗数据无需将窗着色(这仍旧是脱离现实的方式)。在这种情形下,在计时器开始时段重设长期矩形窗。换言之,一旦计时器被触发,这同时会触发长矩形窗的重设以利用传感器数据开始加载。根据这一逻辑,在第二计时器结束时,将短期矩形窗的值与重设的长矩形窗进行比较并且增量现在会更密切地反映出实际传感器读数。

[0296] 图30A为当传感器读数迅速变化时,启动第二长矩形窗的控制方法的流程图6000。新起始的第二长矩形窗的值在快速变化期间紧密追踪传感器读数。第一长矩形窗滞后于传感器读数。

[0297] 返回参照图30A,在步骤6010处,由传感器发送并且由处理器接收照明值的传感器读数。在步骤6012处,用所接收的传感器读数来更新矩形窗照明值。如果在步骤6020处确定设定计时器,那么在步骤6022处维持当前着色设定(即,不计算新的着色水平),并且过程返回到步骤6010。如果在步骤6020处确定不设定计时器,那么在步骤6024处确定第二长矩形窗是否已被起始。如果在步骤6024处确定第二长矩形窗已被起始,那么将值1设定为短矩形窗和第一长矩形窗照明值当中更大的一个,并且将值2设定为第二长矩形窗照明值。如果尚未起始第二长矩形窗,那么将值1设定为短矩形窗照明值,并且将值2设定为第二长矩形窗照明值。在步骤6030处,确定值1与值2之间的差值(Δ)的量值和符号。如果在步骤6030处确定 Δ 为正并且大于第一阈值,那么在步骤6042处,将照明值设定为值1并且设定第一计时器,并且随后该方法进行到步骤6050。如果在步骤6030处确定 Δ 为正并且小于阈值或 Δ 为负值,那么在步骤6044处将照明值设定为值2。在步骤6046处,确定 Δ 是否比第二阈值更负。如果 Δ 比第二阈值更负,那么照明已显著下降。在这种情况下,在步骤6048处,设定第二计时器,起始第二长矩形窗,并且将照明值设定为第二长矩形窗的起始值,并且所述方法前进到步骤6050。如果 Δ 不比第二阈值更负,那么所述方法直接前进到步骤6050。在步骤6050处,确定设定的照明值是否小于下限。如果小于下限,那么在步骤6052处应用限定的着色水平(例如,通常是清透的),并且过程返回到步骤6010。如果系统的设定的照明值大于下限,那么在步骤6060处确定系统的设定的照明值是否大于上限。如果确定系统的设定的照明值大于上限,那么在步骤6070处确定太阳方位角是否处于临界角度之外。如果太阳不在临界角度之外,那么使用模块A和B来确定应用于可着色窗的最终着色水平,并且过程返回到步骤6010。如果太阳处于临界角度之外,那么在步骤6074处仅使用模块B来确定最终着色状态,并且过程返回到步骤6010。如果在步骤6060处确定系统的设定的照明值不大于上限,那么在步骤6080处确定太阳是否处于临界角度之外。如

果太阳不处于临界角度之外,那么在步骤6082处使用模块A、B和C来确定应用于可着色窗的最终着色水平,并且过程返回到步骤 6010。如果太阳处于临界角度之外,那么在步骤6090处仅使用模块 B和C来确定应用于可着色窗的最终着色水平,并且过程返回到步骤6010。

[0298] 图30B示出在一天的一部分时间期间在时间t期间的传感器读数 和矩形窗值的情形。这个情形假设中午是明朗的晴天 ($500\text{W}/\text{m}^2$), 并且此时在大部分时间内矩形窗曲线一起追踪,其中每5分钟进行计算。在第一垂直黑线(正常5分钟间隔计算)上,传感器读数中已存在 略微下降,并且短期矩形窗值略微高于第一长期矩形窗值,所述第一 长期矩形窗值滞后于传感器读数。由于短矩形窗值与第一长矩形窗值 之间的负差值低于阈值,所以使用第一长矩形窗值来确定着色水平。在下一步计算时,传感器读数显示外部照明的较大下降。在这种情况下,负差值大于阈值并且控制方法触发1小时计时器(变化的条件造成了该事件,形成了充分的增量以触发计时器)并且启动第二长矩形 窗。此外,将照明值设定为起始的第二长矩形窗值。由于这个起始的 第二长期矩形窗值高于上限并且太阳处于临界角度内,所以使用模块 A和B来基于起始的第二长矩形窗值而确定着色水平。在第二计时器时段结束时,第一长矩形窗值大于短矩形窗值,并且第二长矩形窗值 与第一长矩形窗值之间的正差值低于第一阈值。控制方法使用第一长 矩形窗照明值来确定在第一计时器期间将使用的着色水平。

[0299] 在不脱离本公开的范围的情况下,可以对上述预测性控制逻辑、其他控制逻辑和它们的相关控制方法(例如,参照图25所示的逻辑、相对于图12、图13、图14和图15所述的逻辑以及相对于图24所述的逻辑)中的任一个进行修改、添加或省略。在不脱离本公开的范围 的情况下,上文描述的任何逻辑可以包括更多、更少或其他逻辑部件。另外,在不脱离本公开的范围的情况下,可以按任何合适的次序来执 行所描述的逻辑的步骤。

[0300] 此外,在不脱离本公开的范围的情况下,可以对上述系统或系统 的多个部件进行修改、添加或省略。可以根据特定需要来整合或分开 所述部件。例如,主网络控制器1403和中间网络控制器1408可以整 合到单个窗控制器中。此外,可以由更多、更少或其他部件来执行系 统的操作。另外,可以使用任何合适的逻辑来执行系统的操作,所 述逻辑包括软件、硬件、其他逻辑或前述各项的任何合适的组合。

[0301] 应理解,如上所述的本发明可以使用计算机软件以模块化方式或 整合方式实施为控制逻辑的形式。基于本公开和本文提供的教义,本 领域普通技术人员将知晓和了解使用硬件以及硬件与软件的组合来 实施本发明的其他方式和/或方法。

[0302] 本申请中所描述的任何软件部件或功能可以实施为将由处理器 使用任何合适的计算机语言(例如像Java、C++或Perl),使用例如常 规技术或面向对象技术来执行的软件代码。软件代码可以作为一系列 指令或命令存储在计算机可读介质上,诸如随机存取存储器 (RAM)、只读存储器 (ROM)、磁性介质(诸如硬盘驱动器或软盘)或者光学介质(诸如CD-ROM)。任何这类计算机可读介质都可以驻留在单个计算设 备之上或之内,并且可以存在于系统或网络内的不同计算设备之上或 之内。

[0303] 虽然已在一定程度上详细描述上文公开的实施方案来促进理解,但是所描述的实施方案将被视为说明性且非限制性的。对于本领域普 通技术人员而言将明显的是,可以在随附权利要求书的范围内实践某 些改变和修改。

[0304] 在不脱离本公开的范围的情况下,可以将来自任何实施方案的一个或多个特征与任何其他实施方案的一个或多个特征组合。另外,在不脱离本公开的范围的情况下,可以对任何实施方案进行修改、添加或省略。在不脱离本公开的范围的情况下,可以根据特定需要来整合或分开任何实施方案的部件。

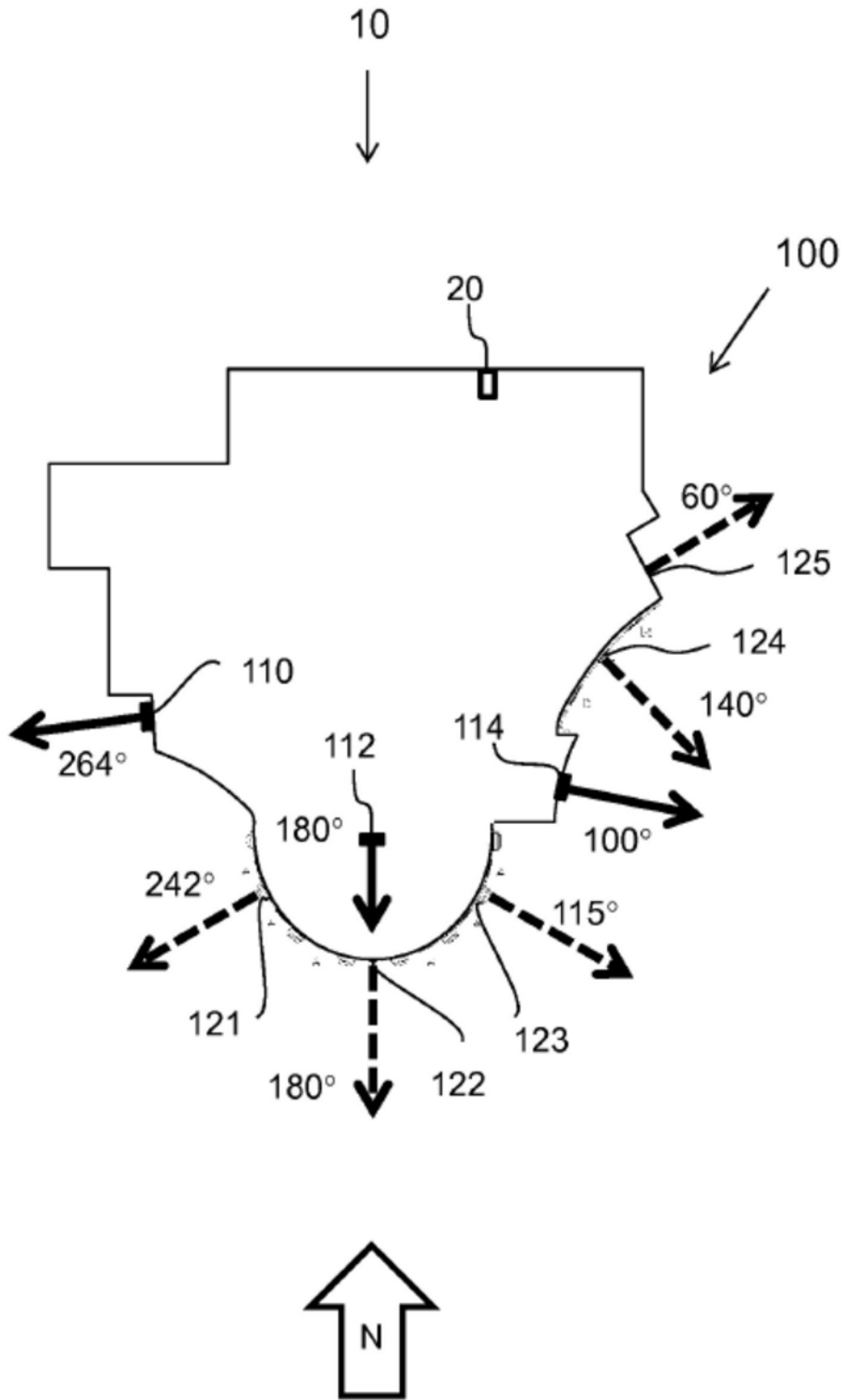


图1A

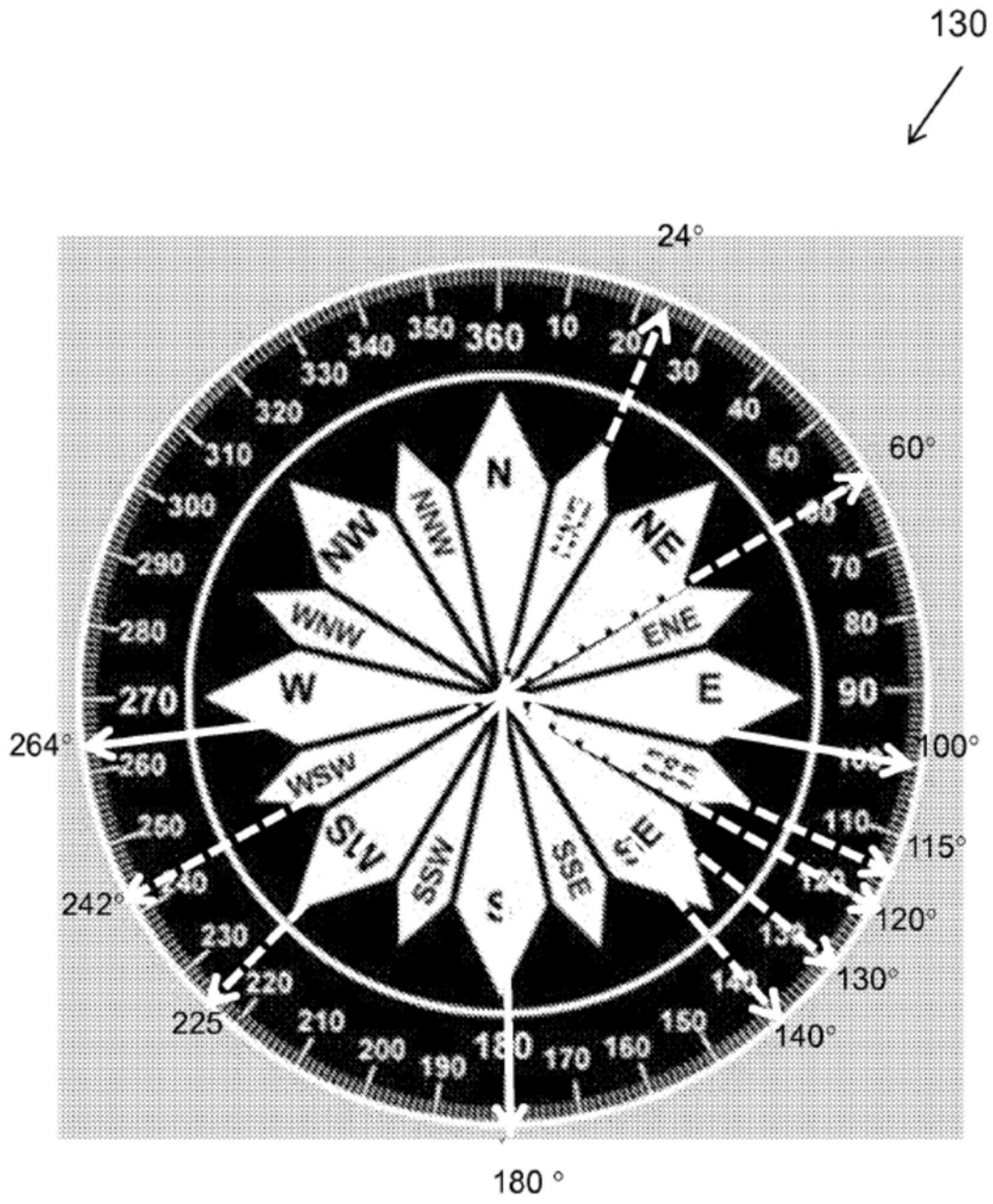


图1B

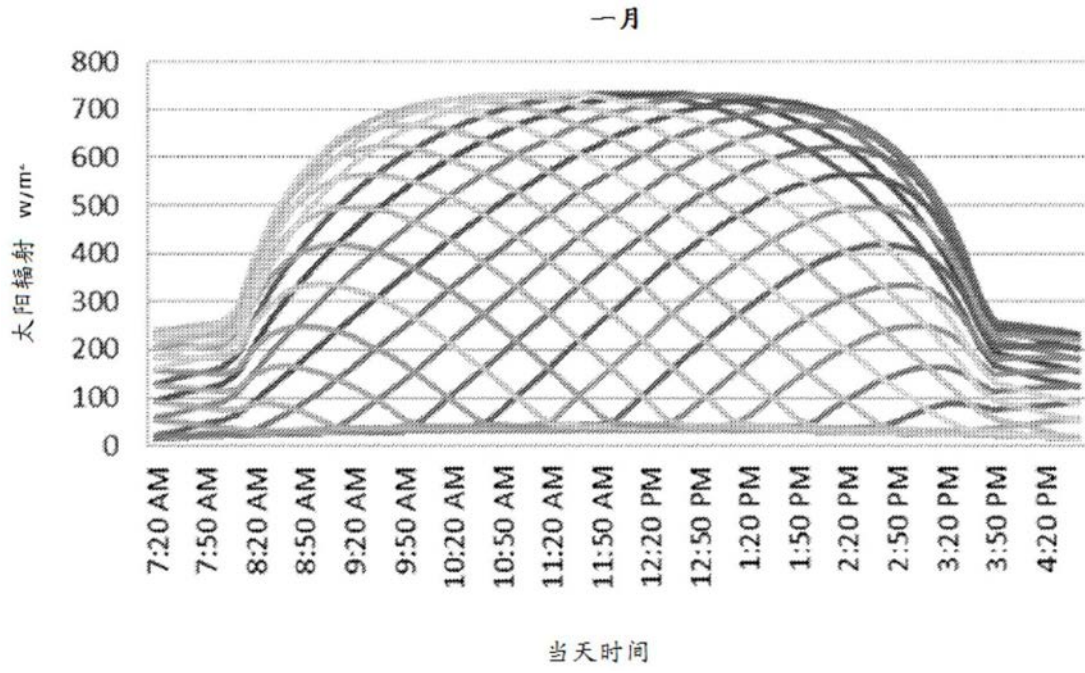


图2A

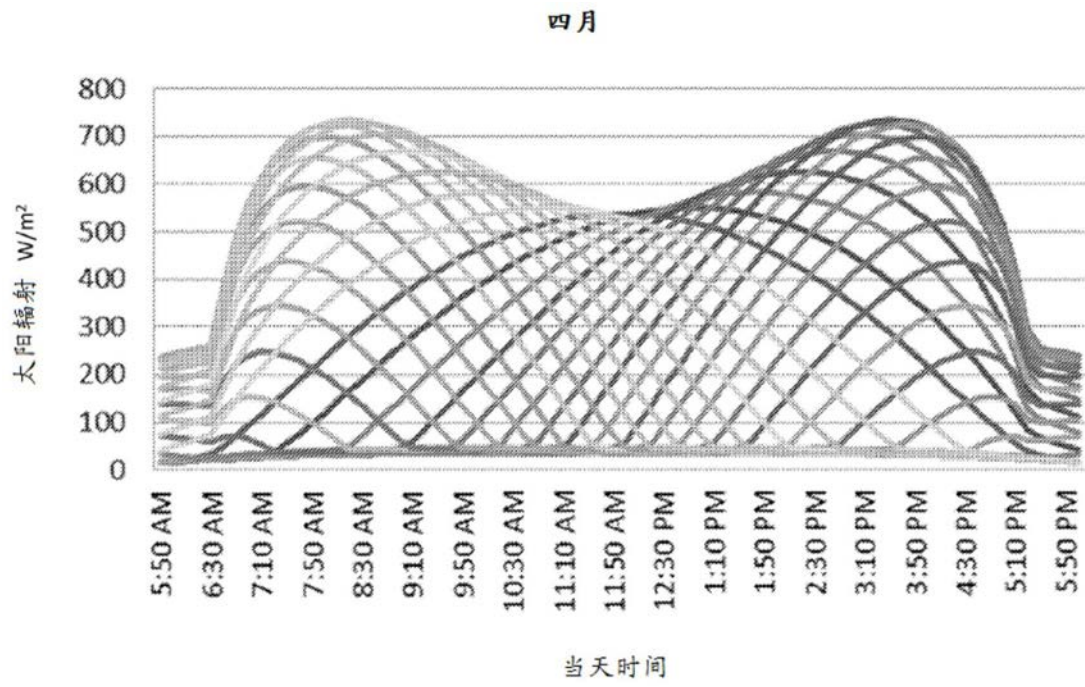


图2B

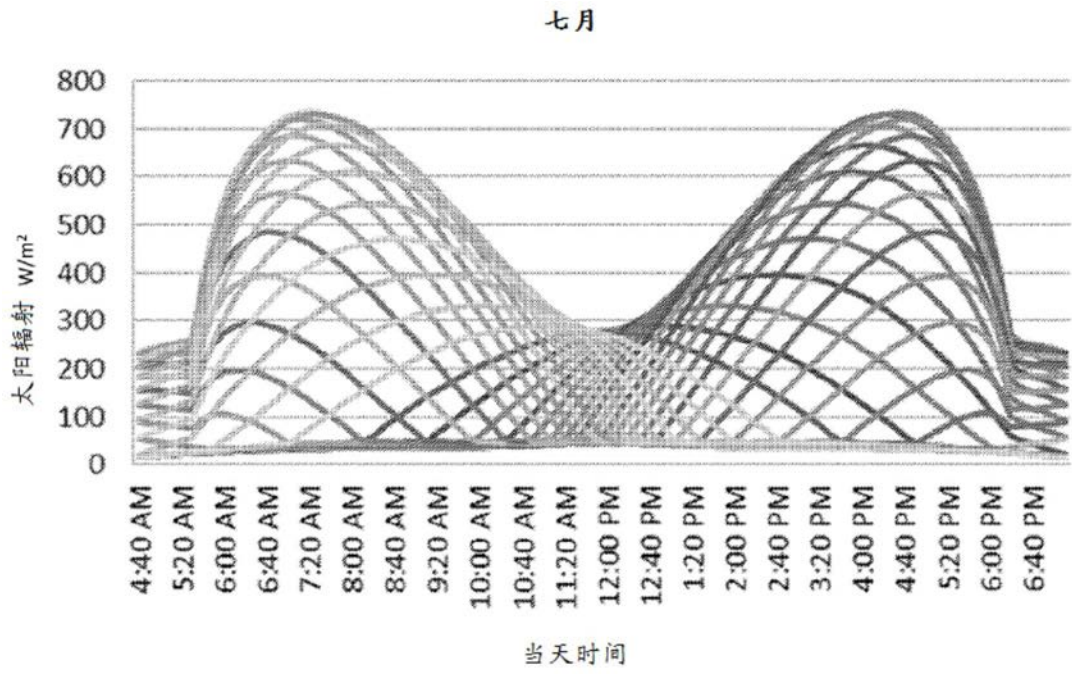


图2C

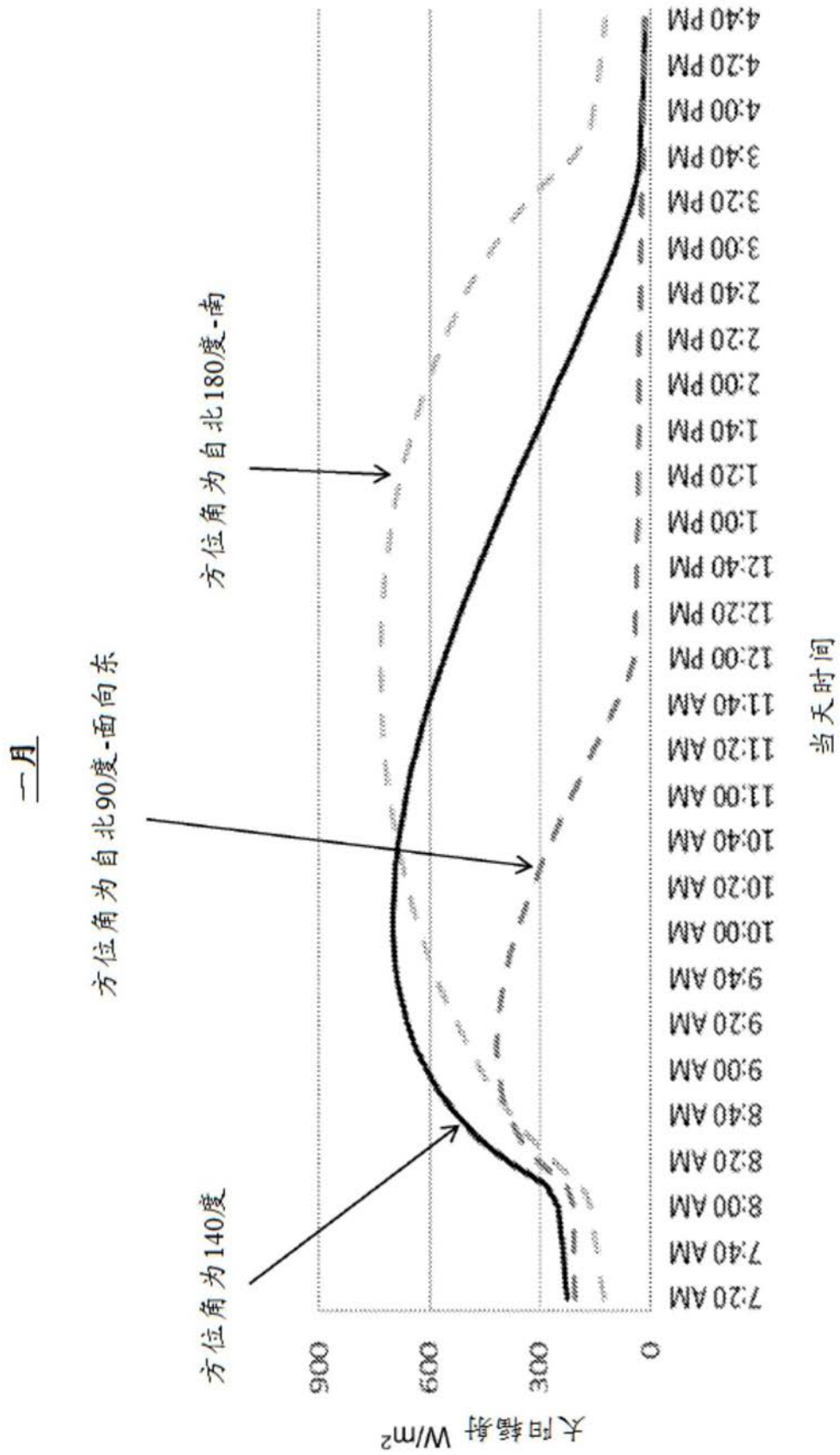


图3A

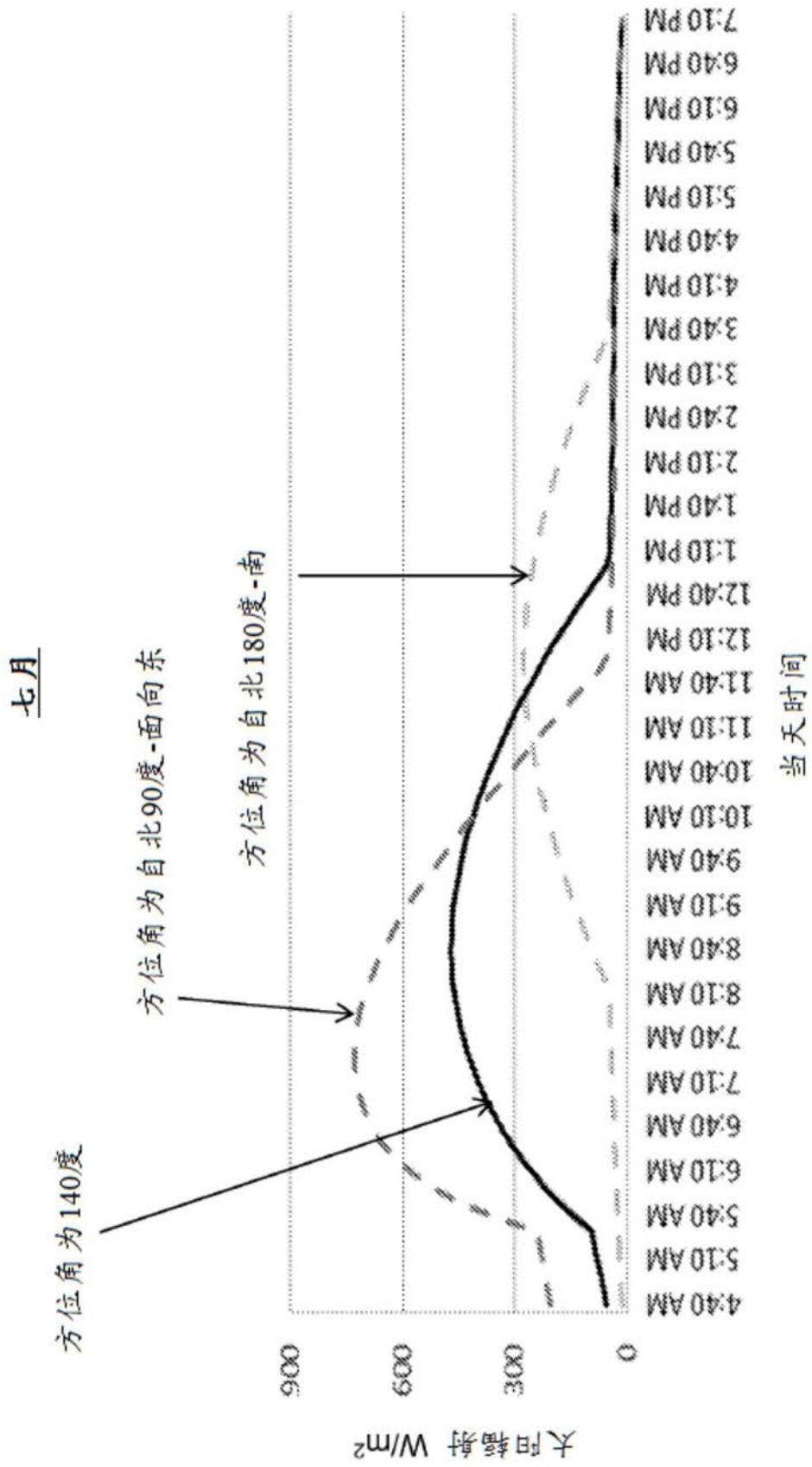


图3B

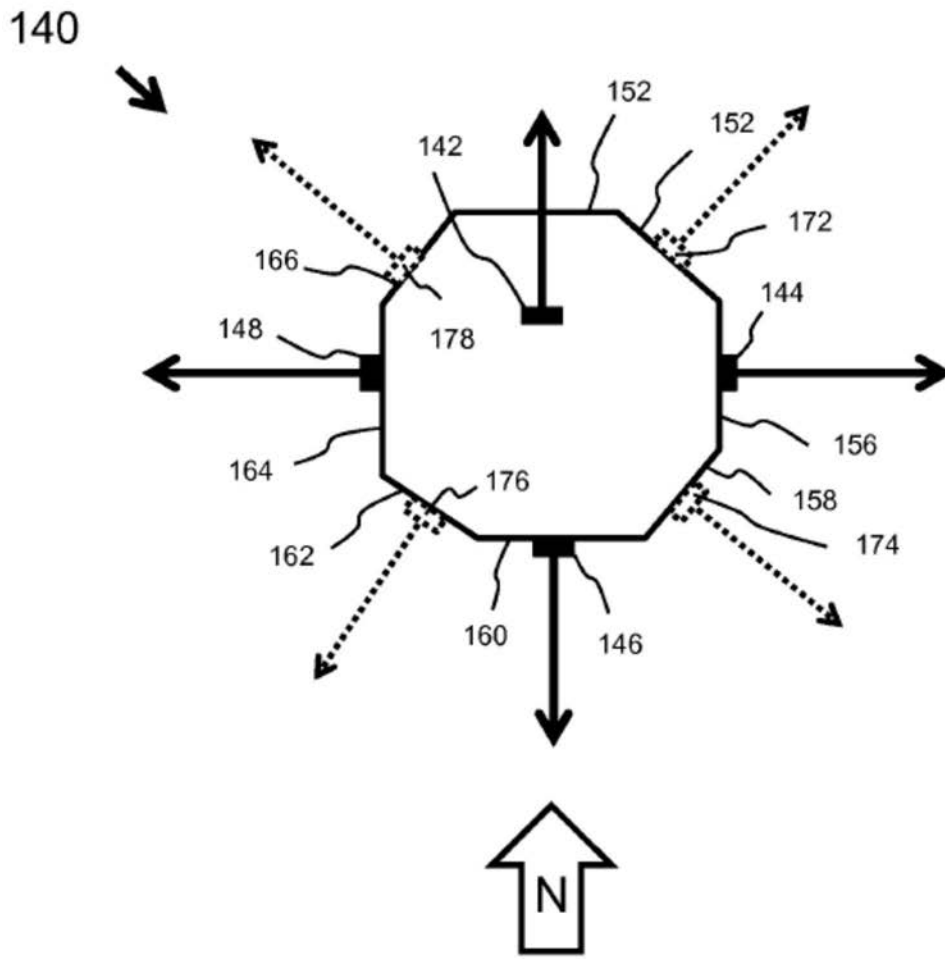
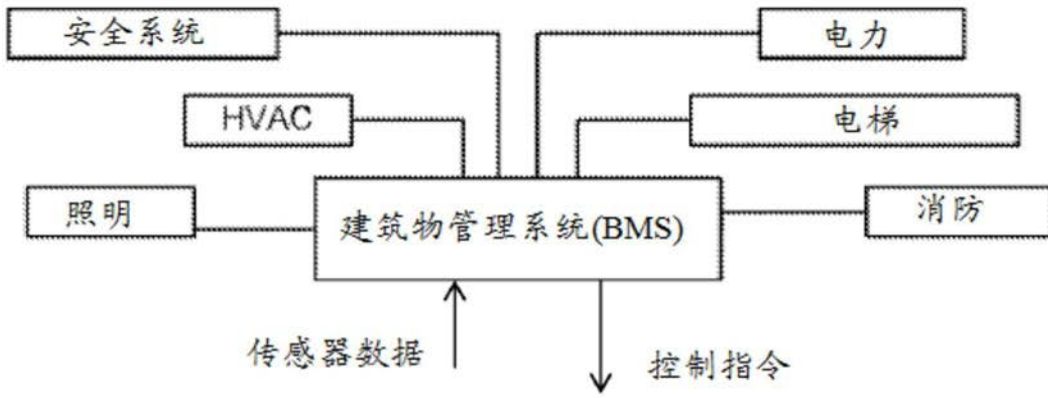


图4

南半球

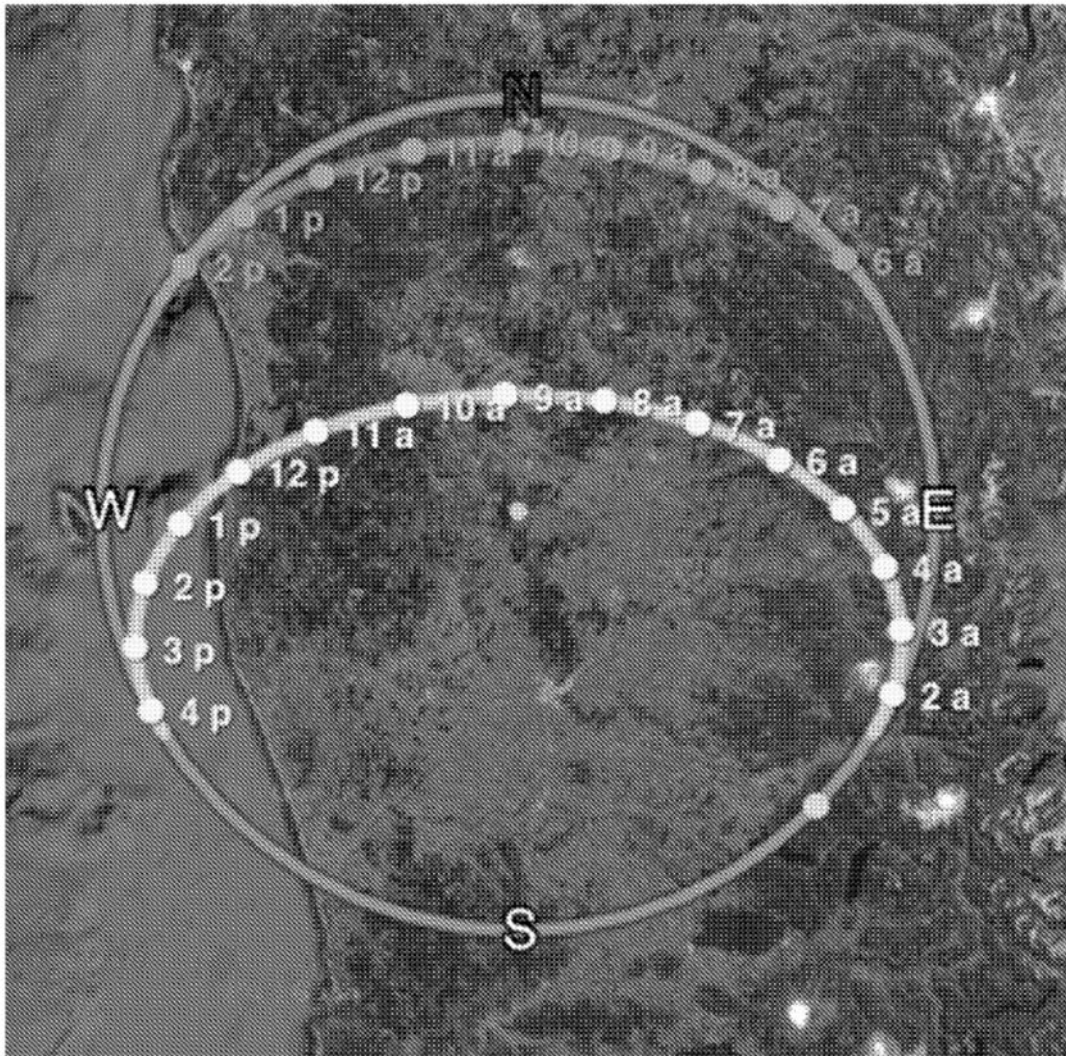


图5A

北半球

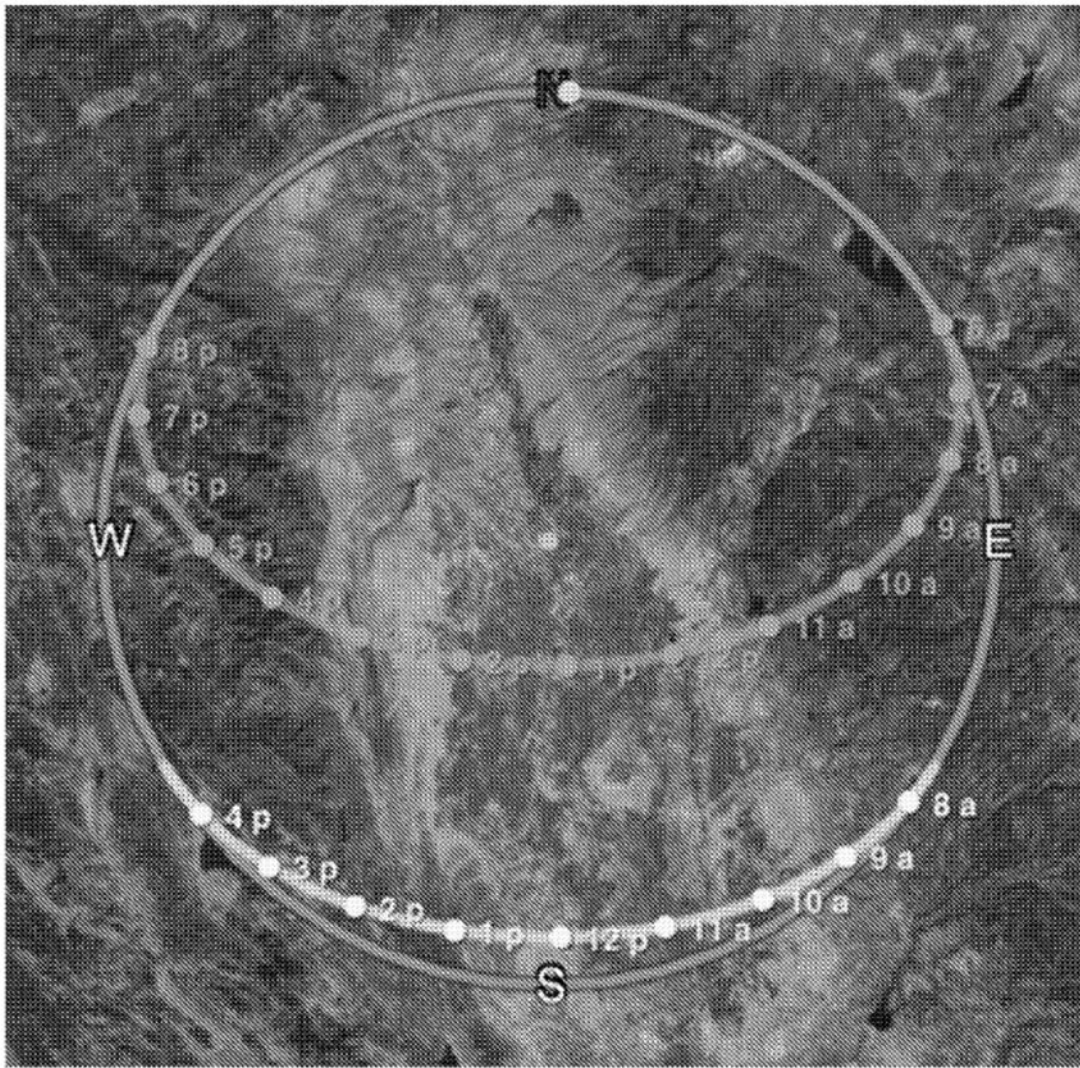


图5B

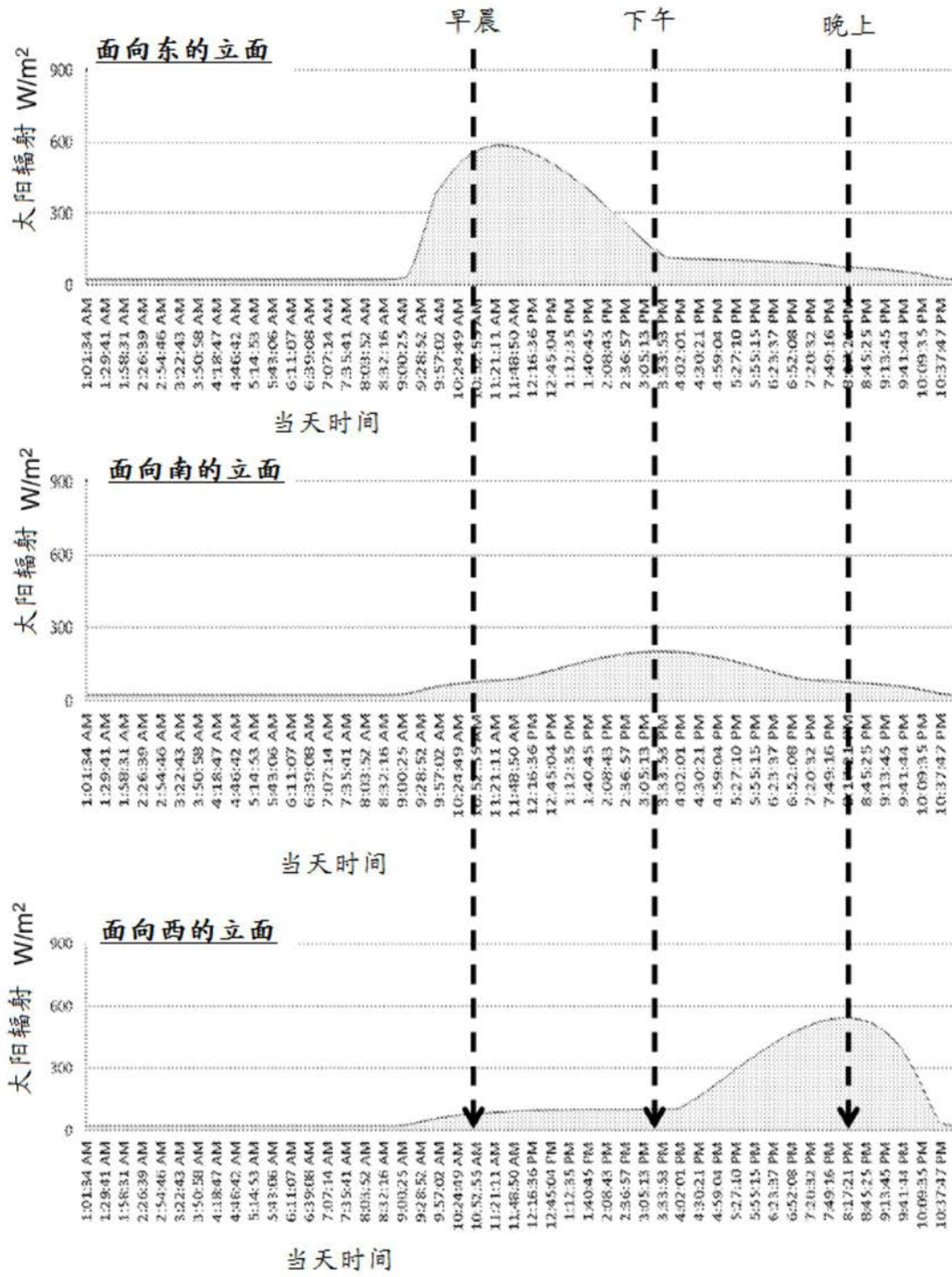


图6A

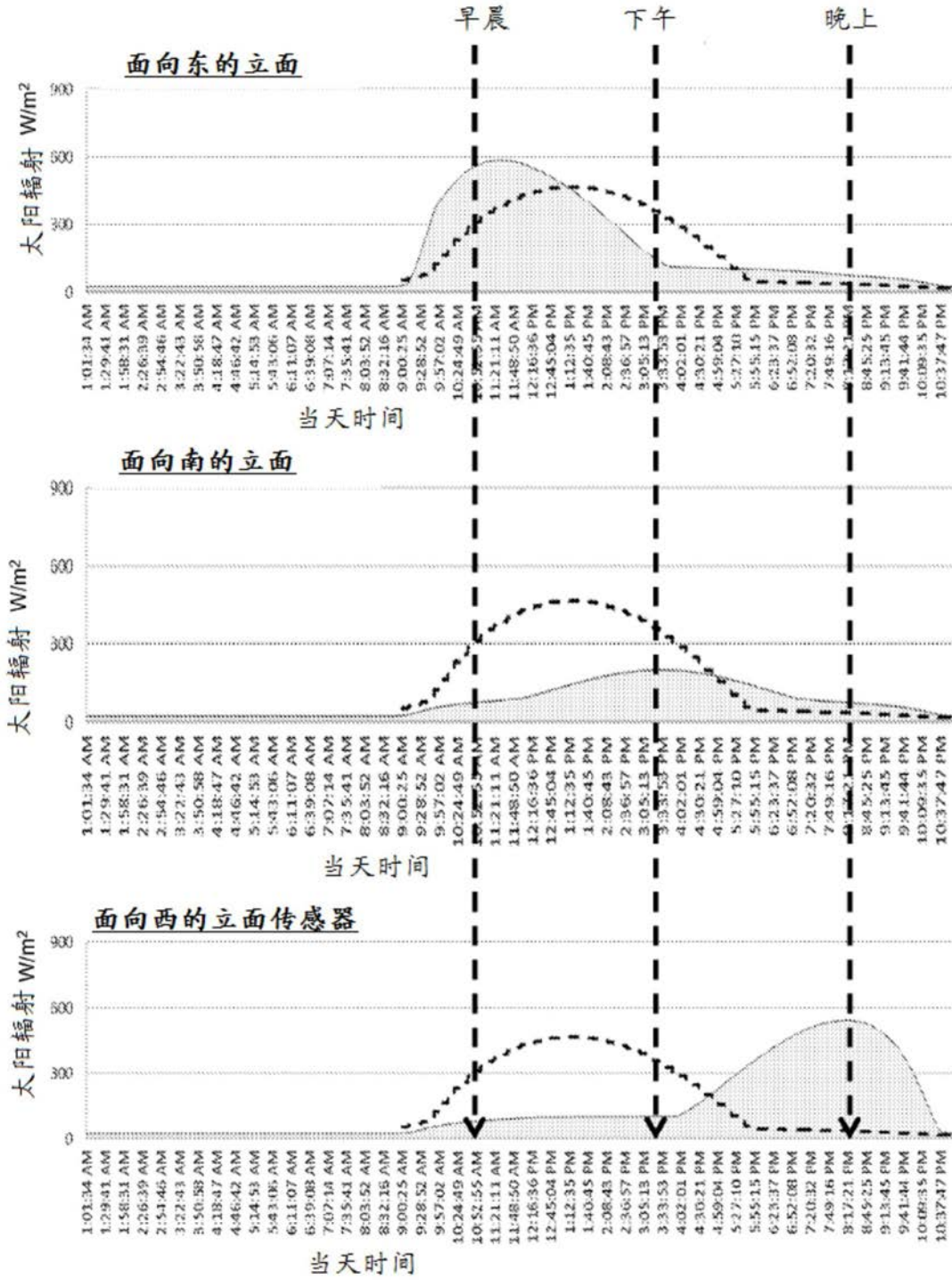


图6B

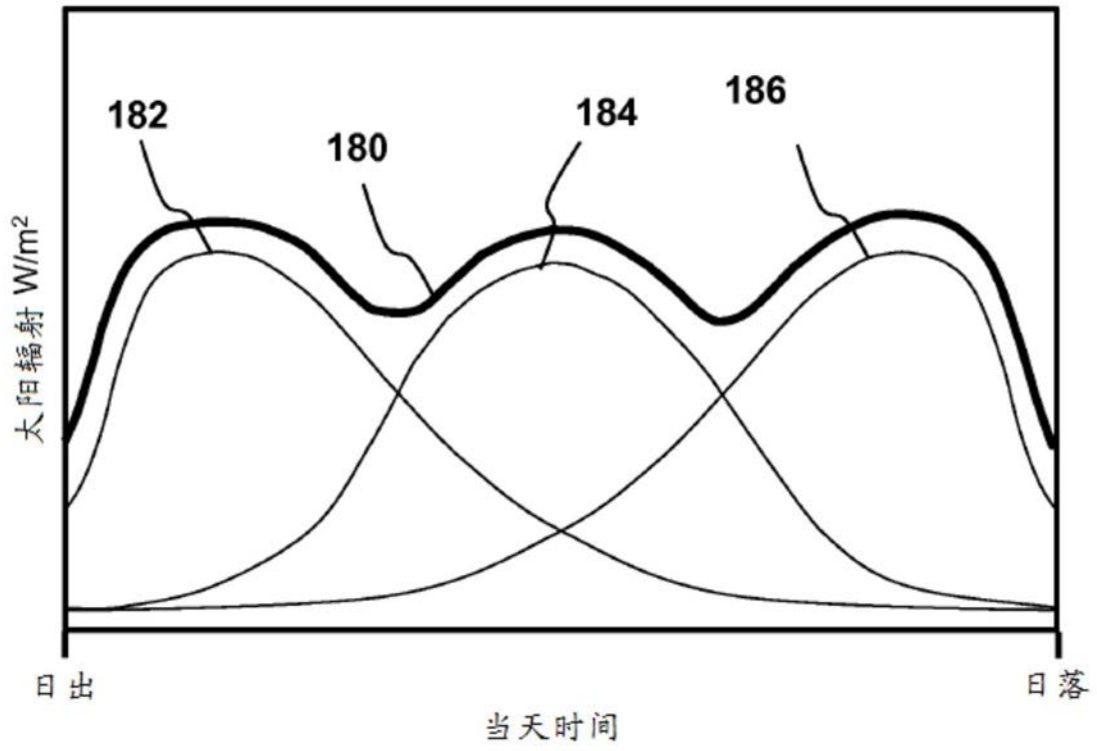


图7A

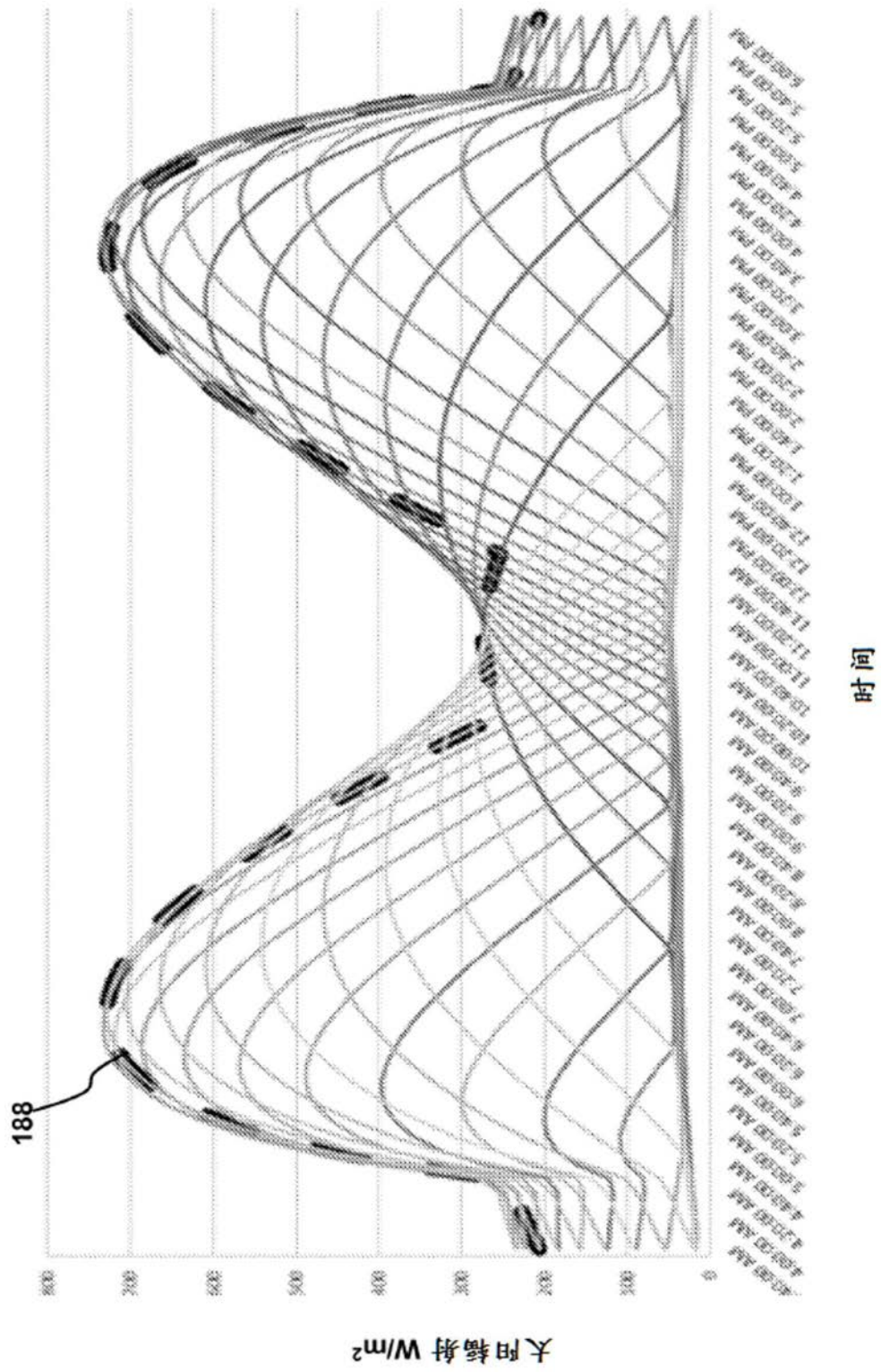


图7B

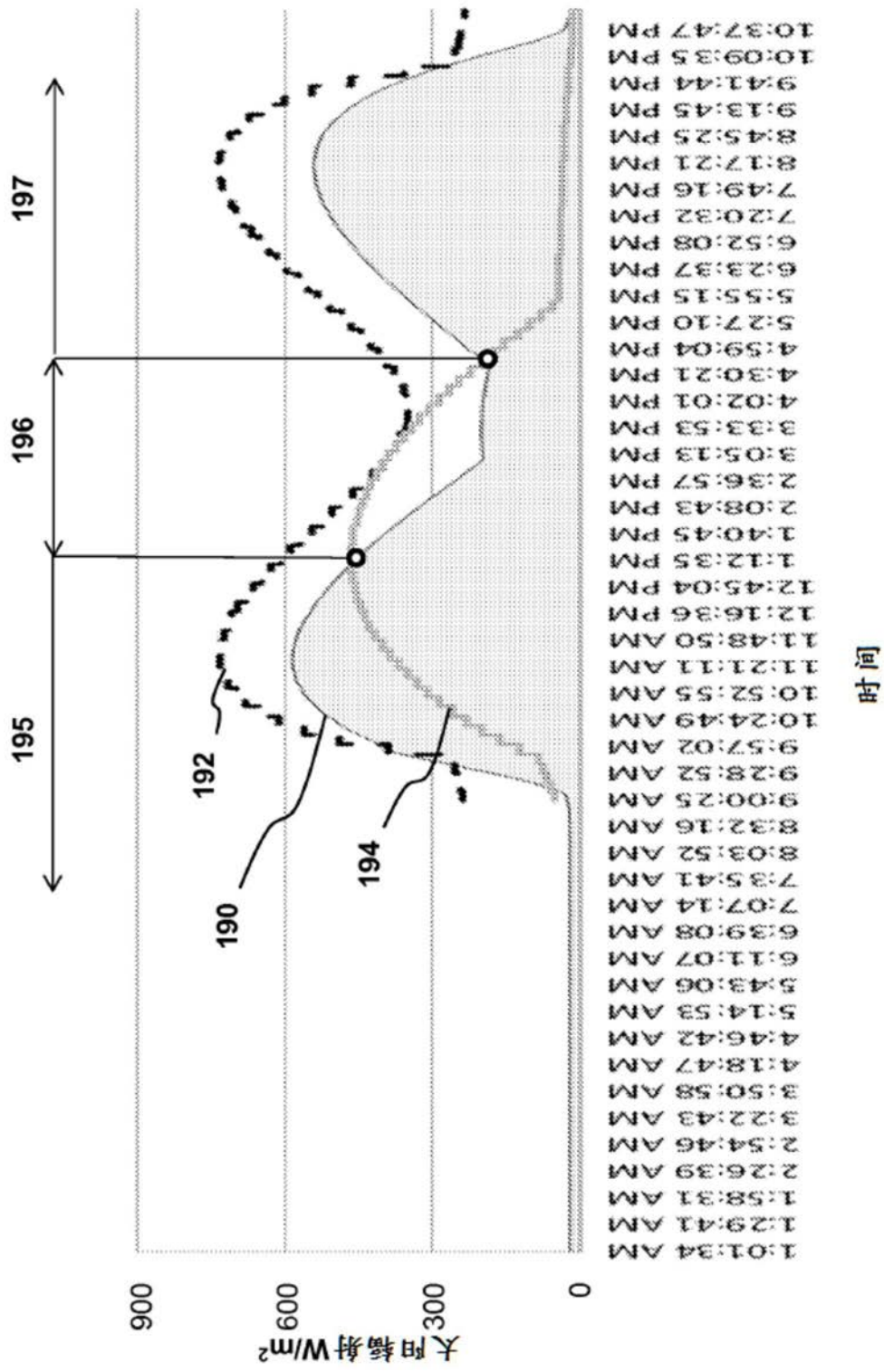


图7C

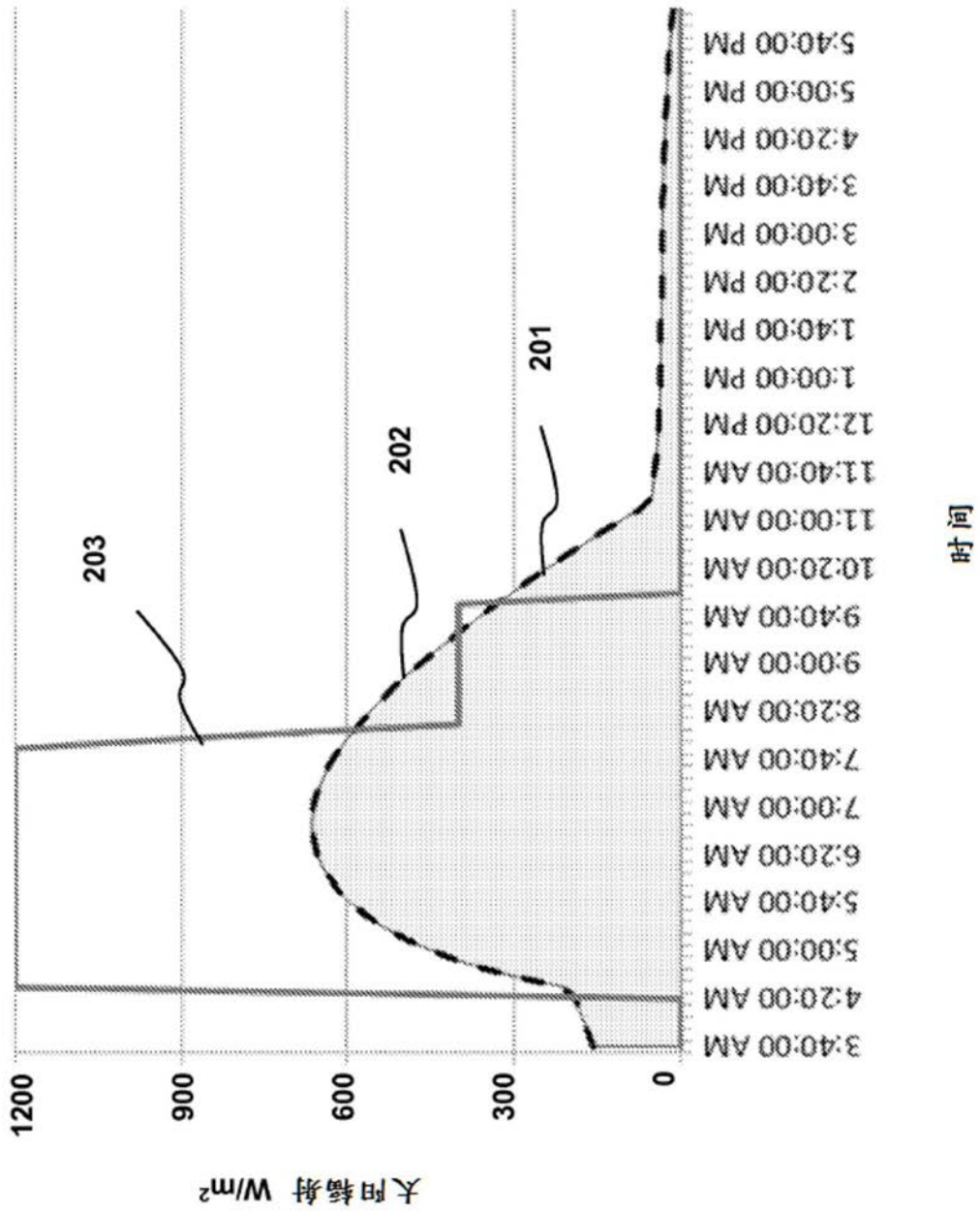


图8A

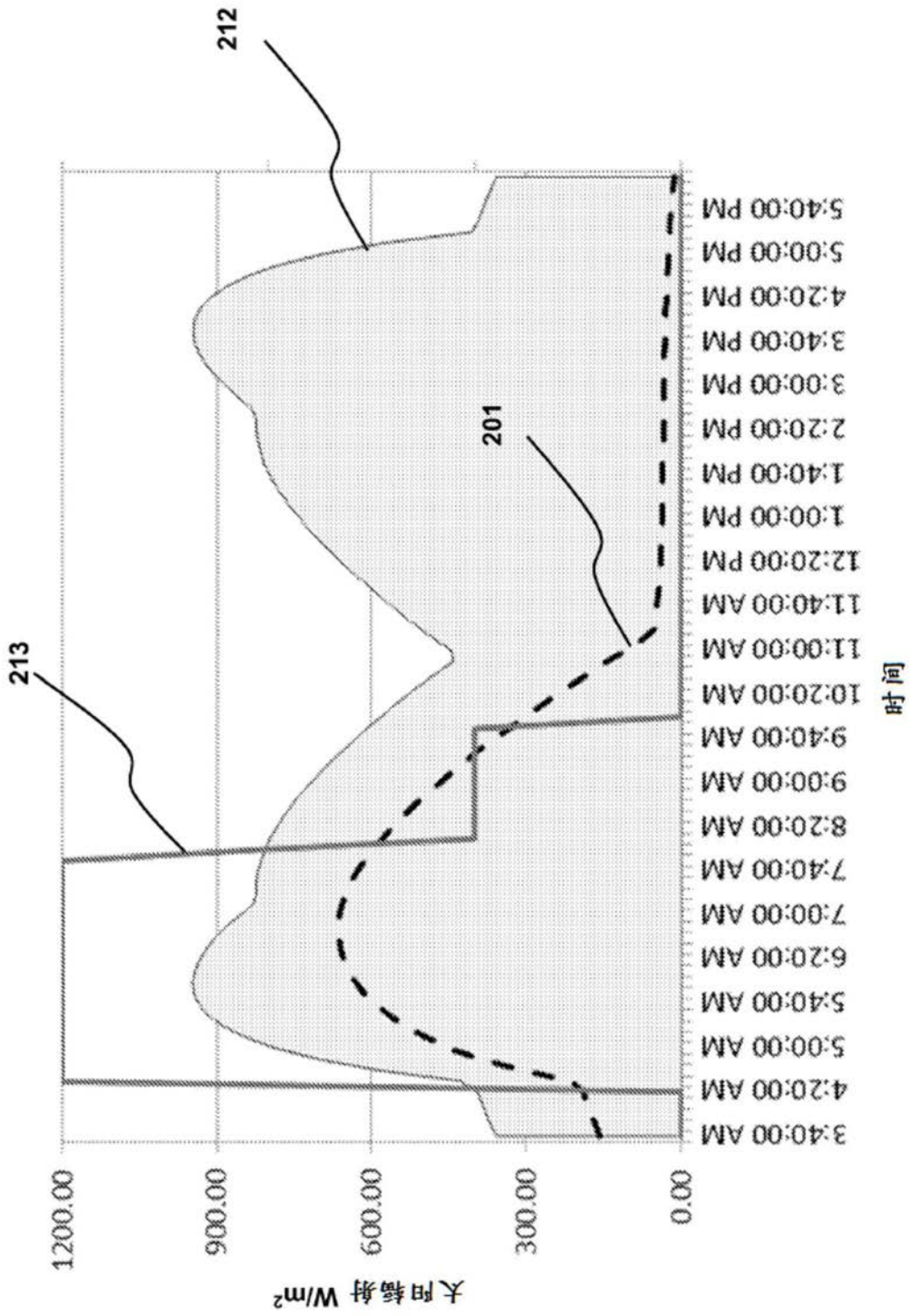


图8B

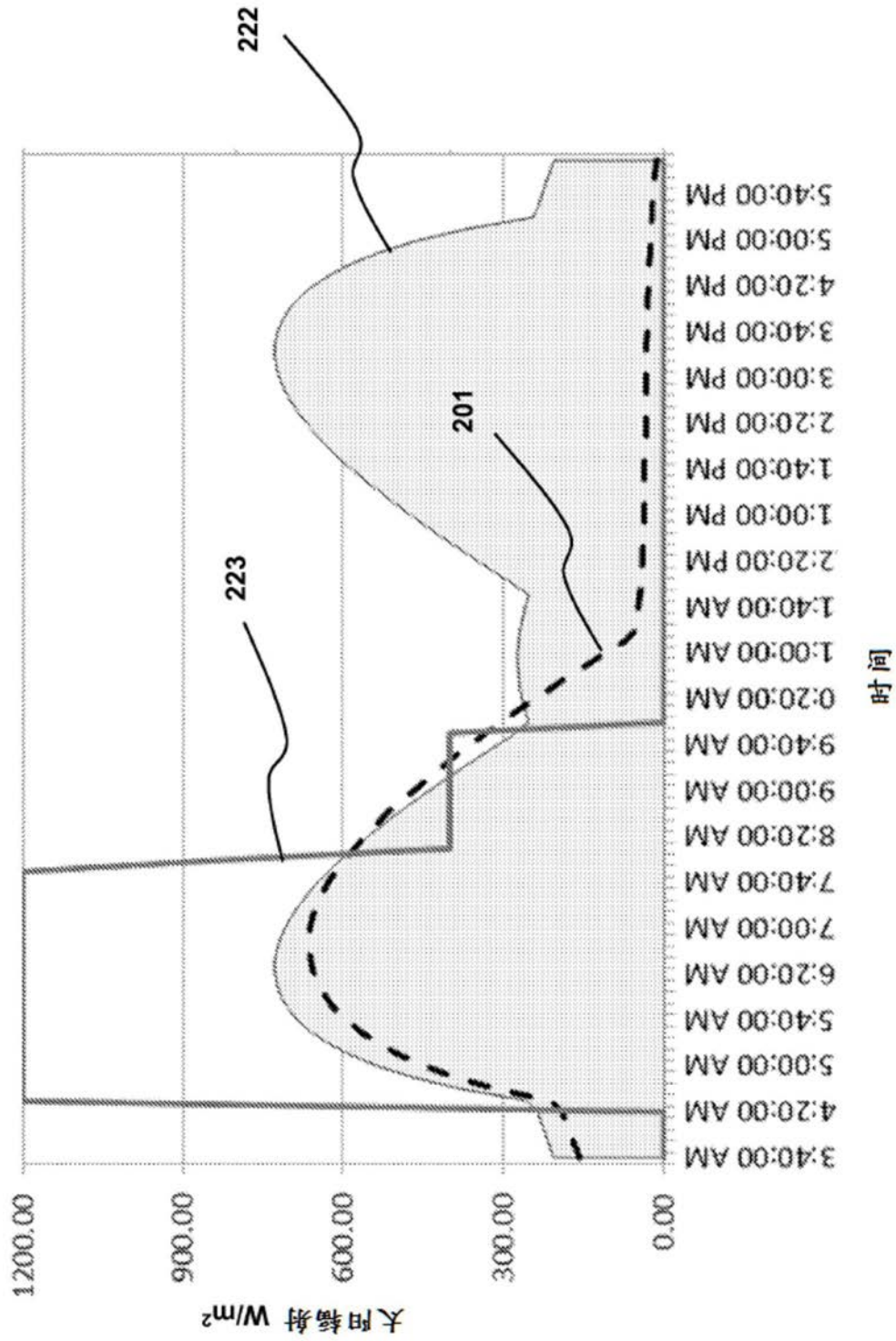


图8C

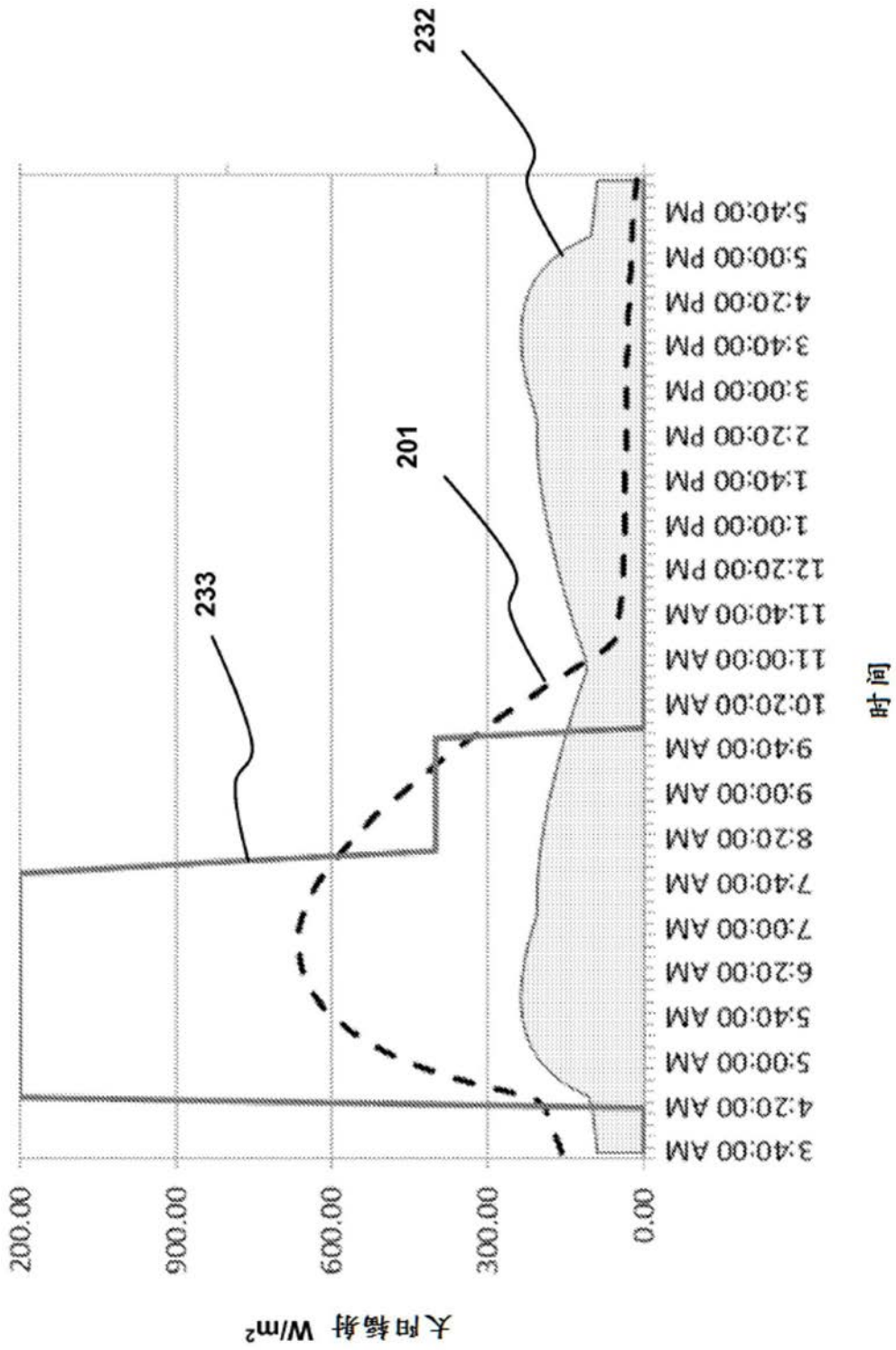


图8D

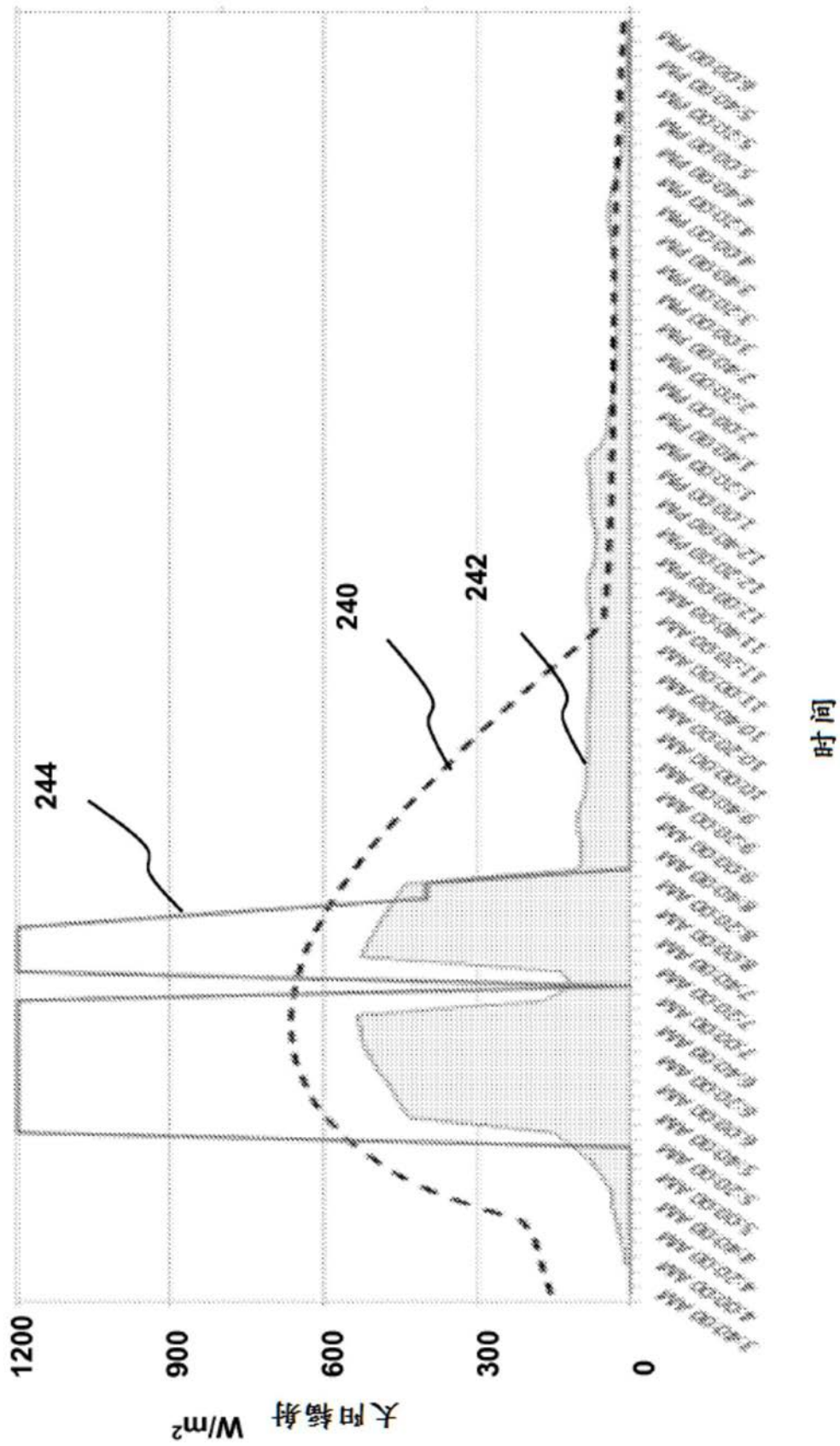


图9

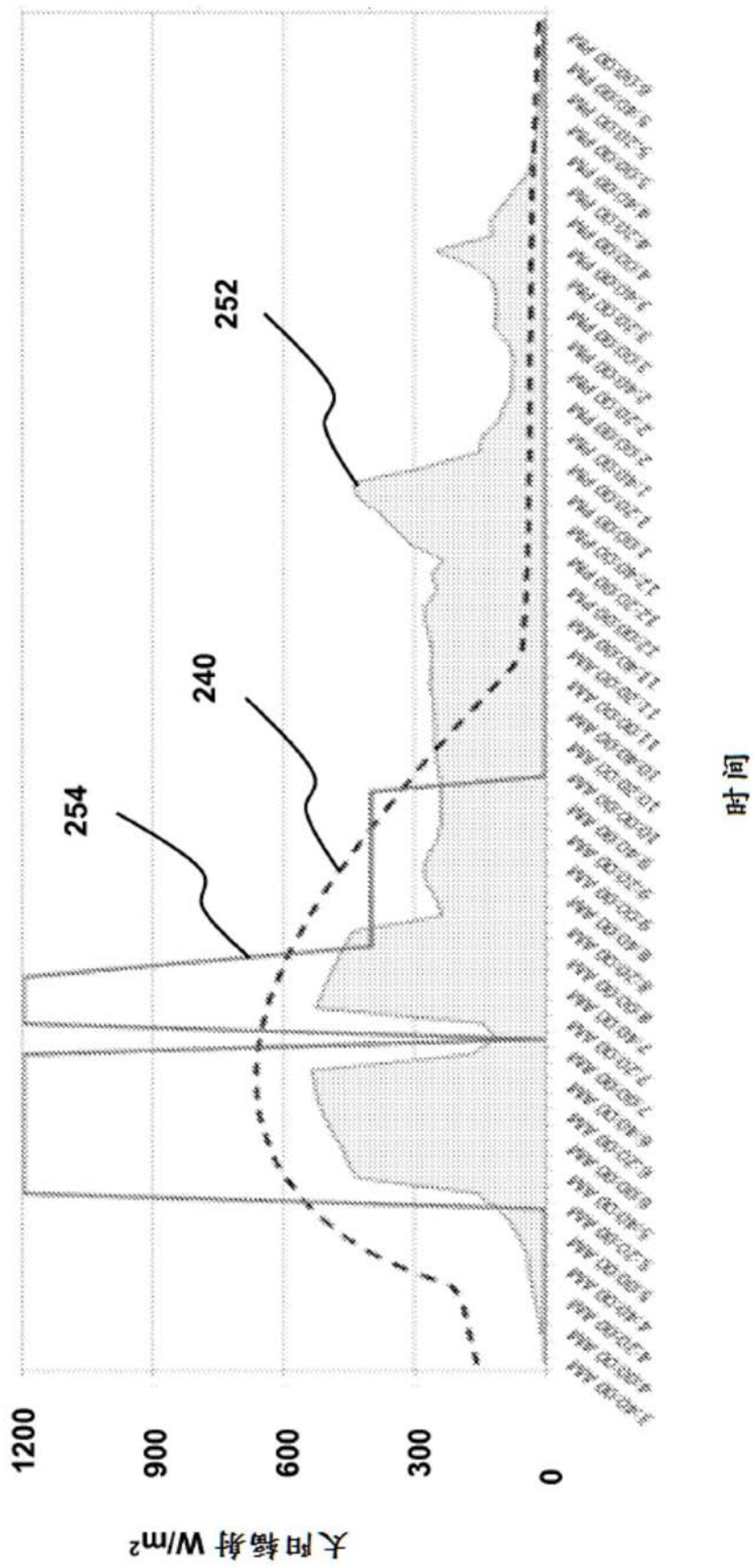


图10A

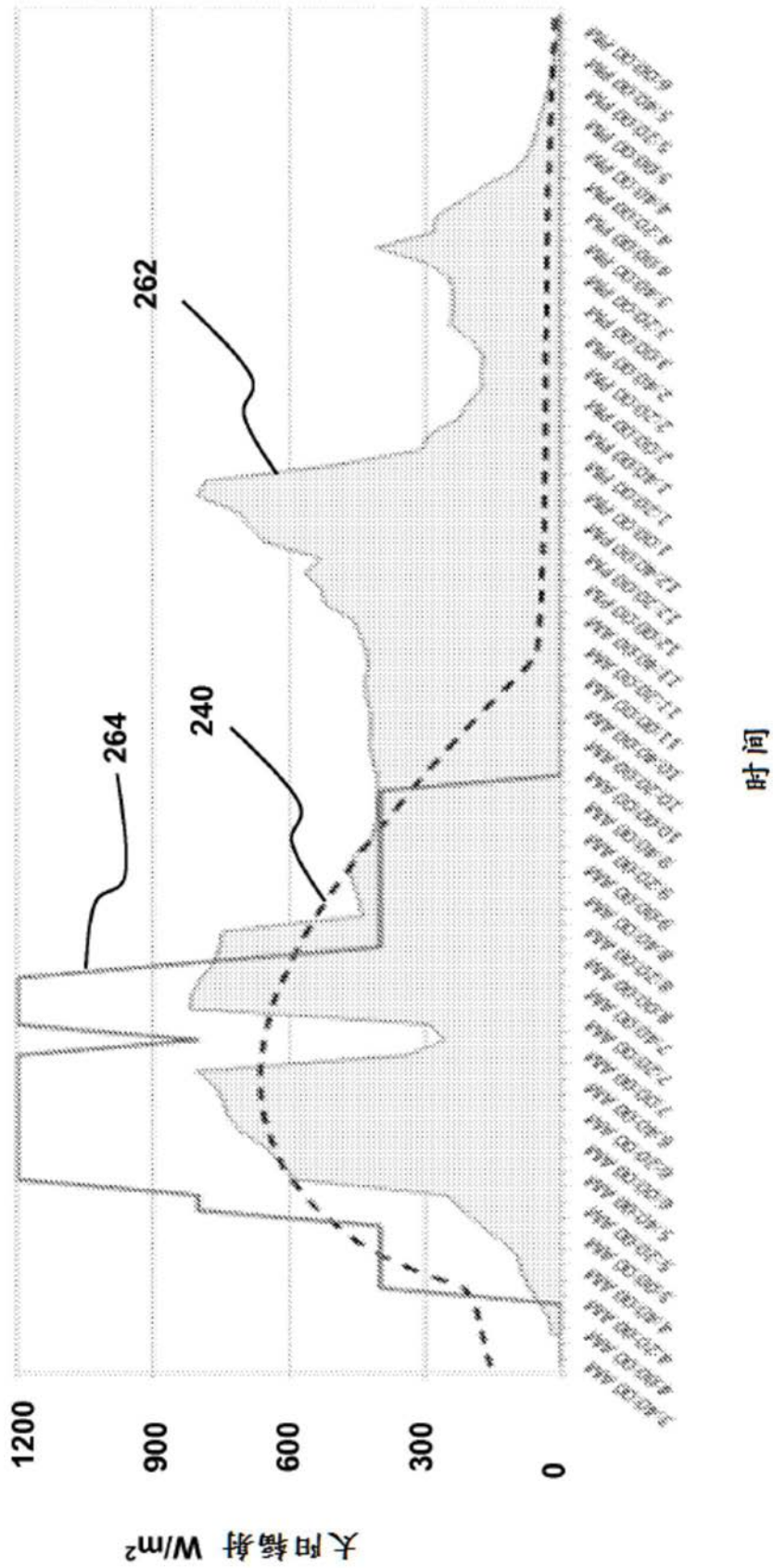


图10B

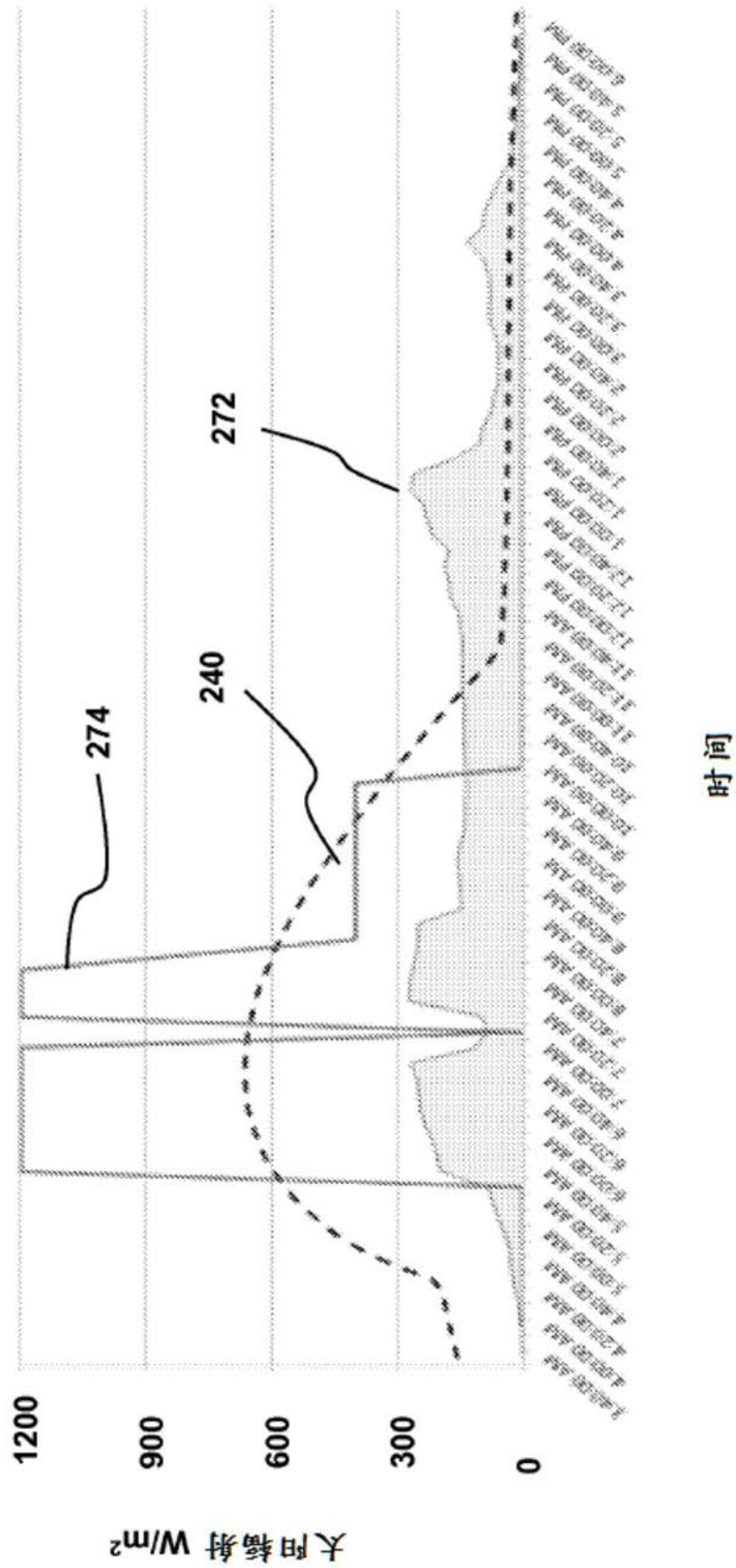


图10C

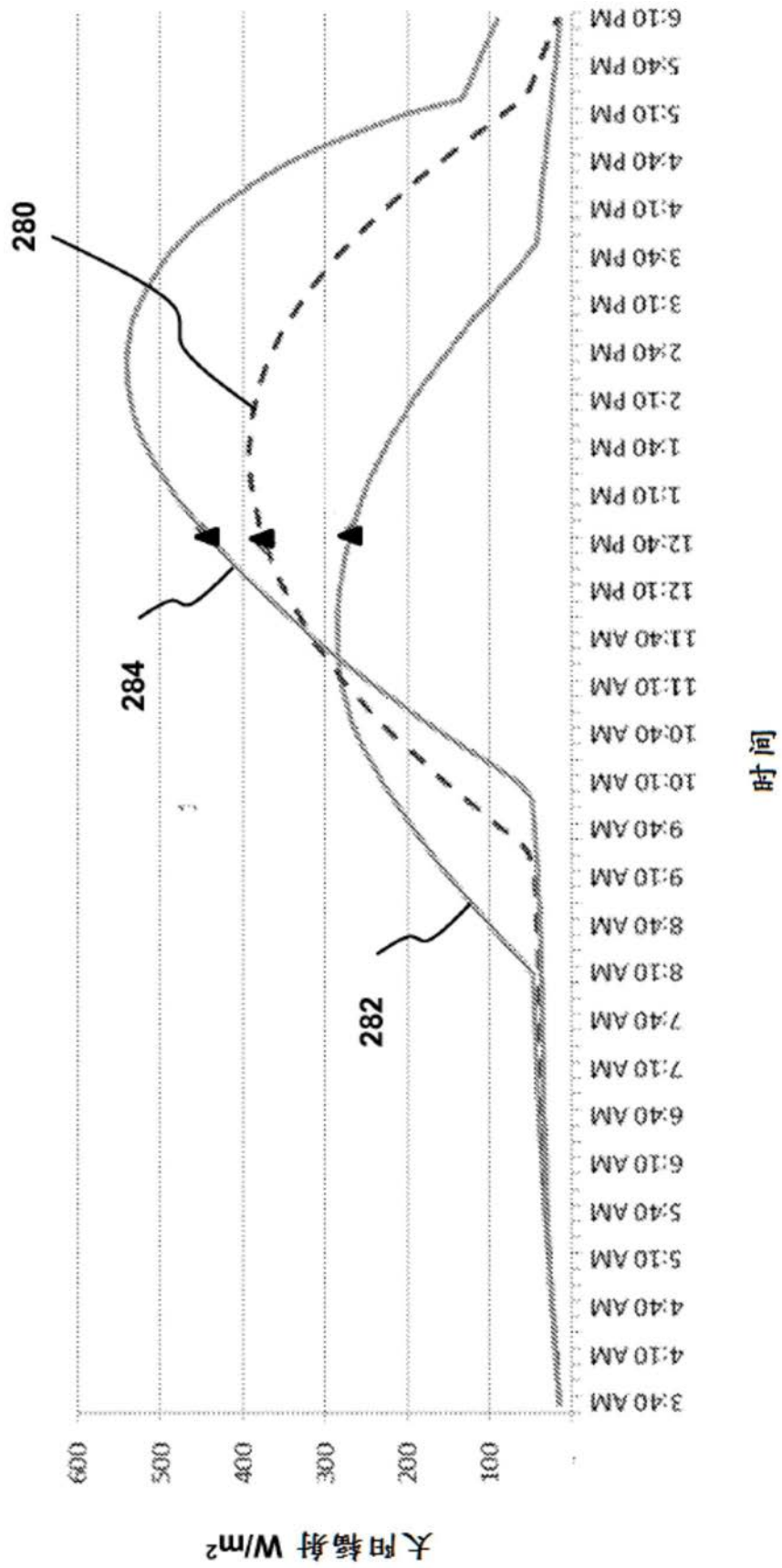


图11

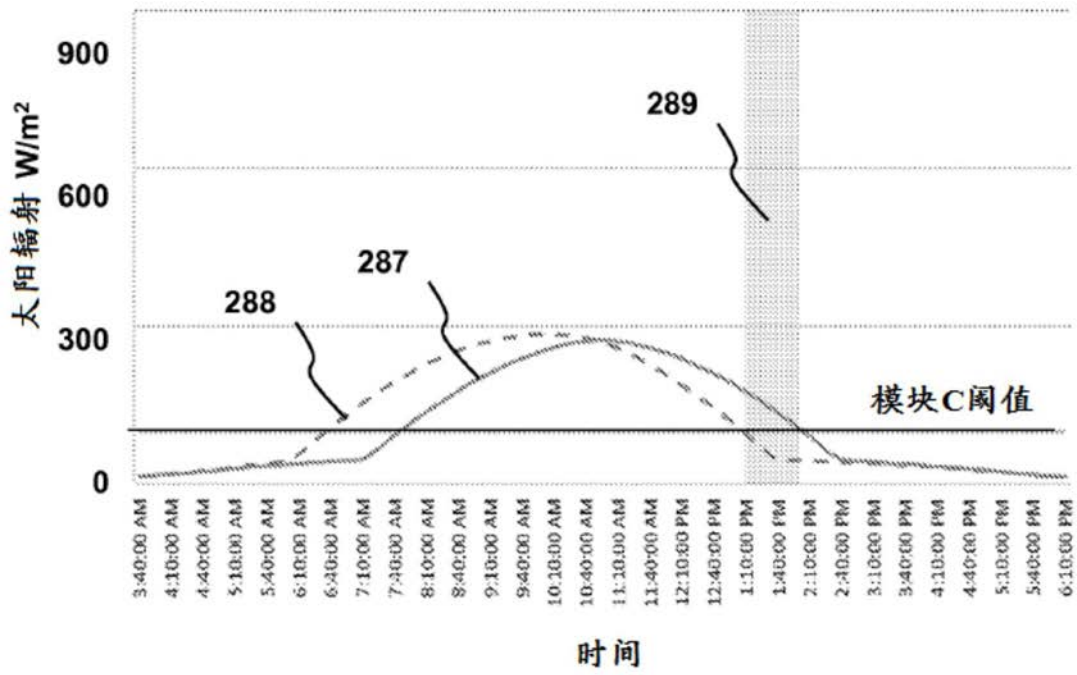


图12A

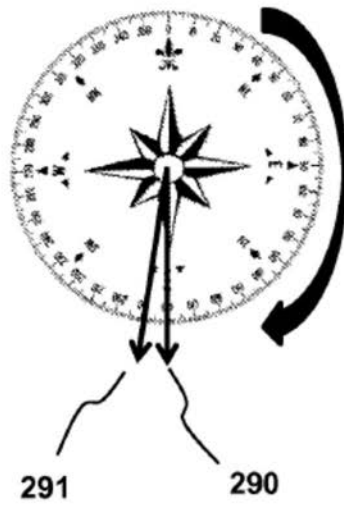
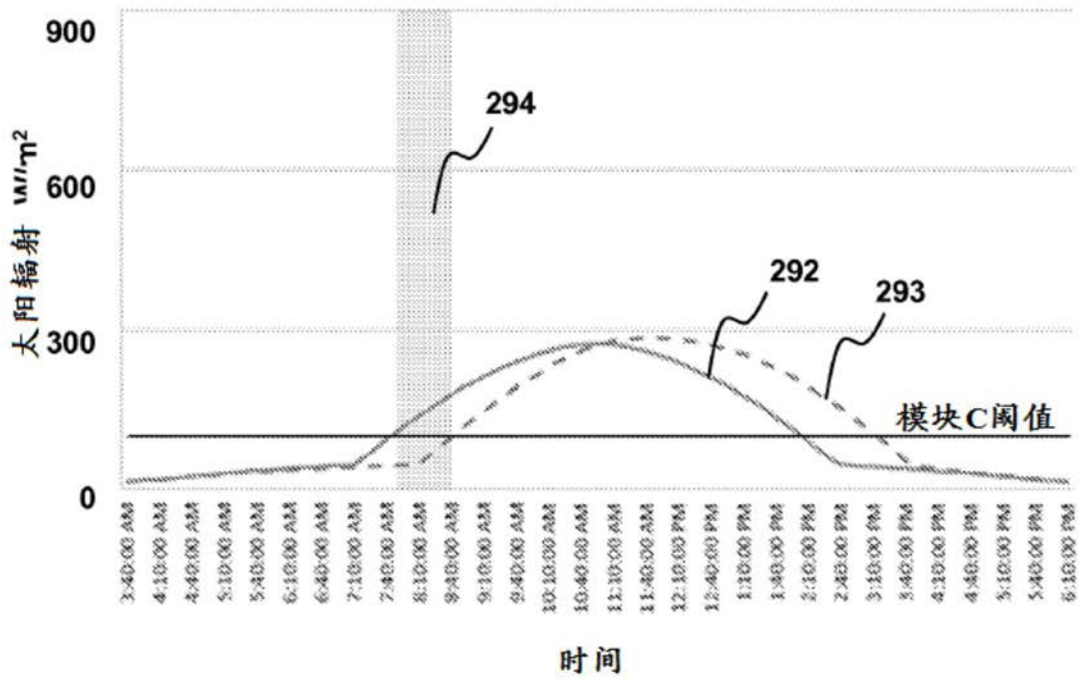


图12B

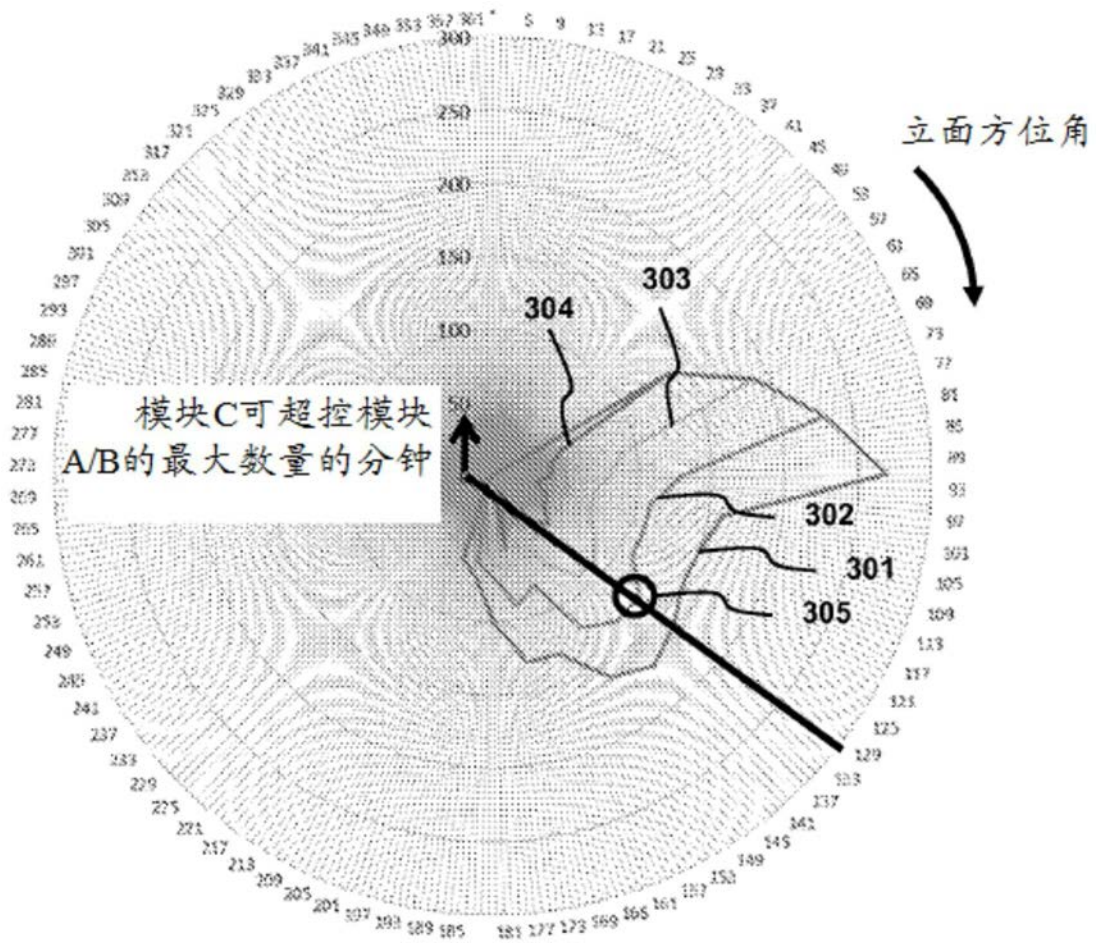


图12C

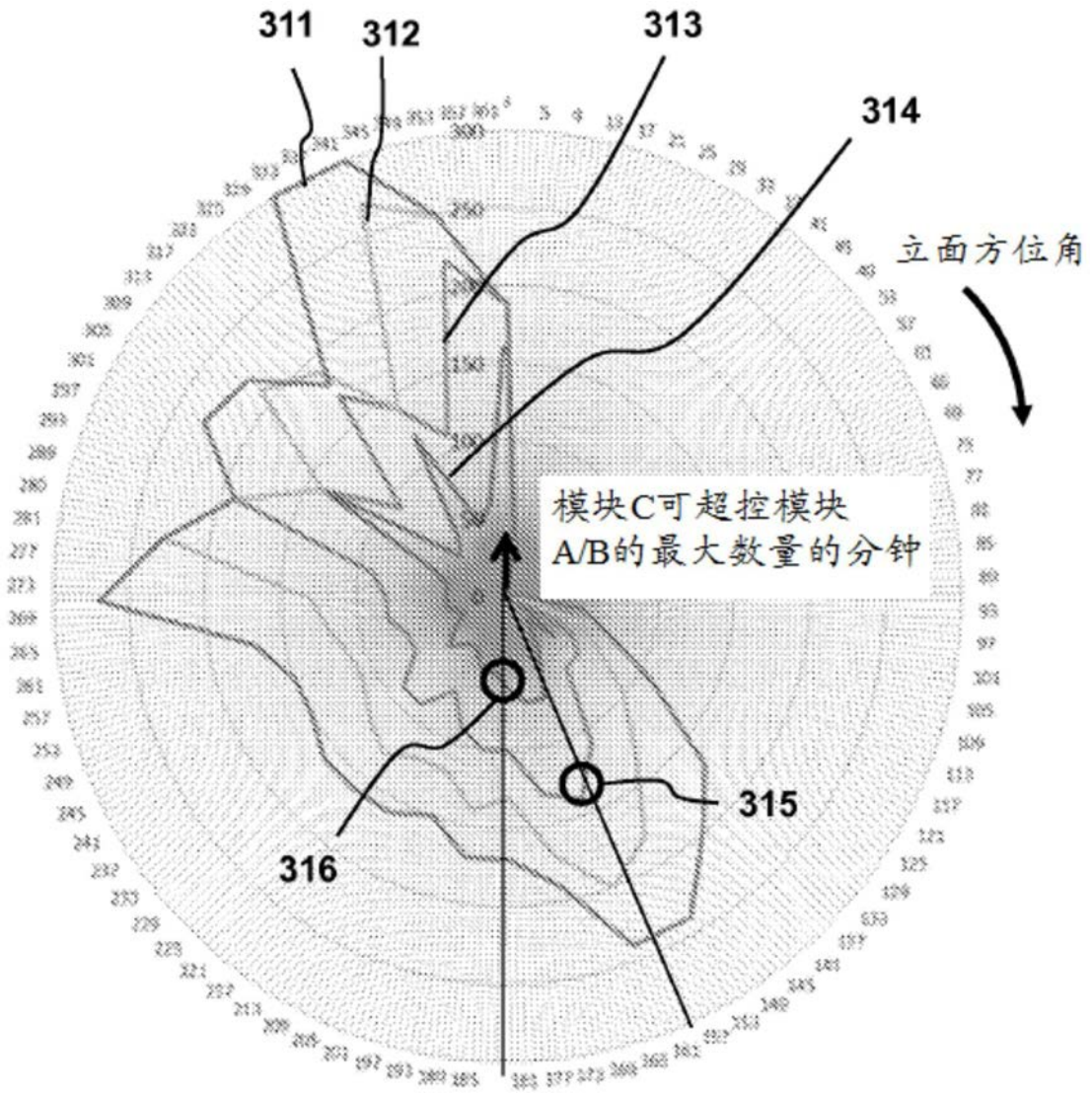


图12D

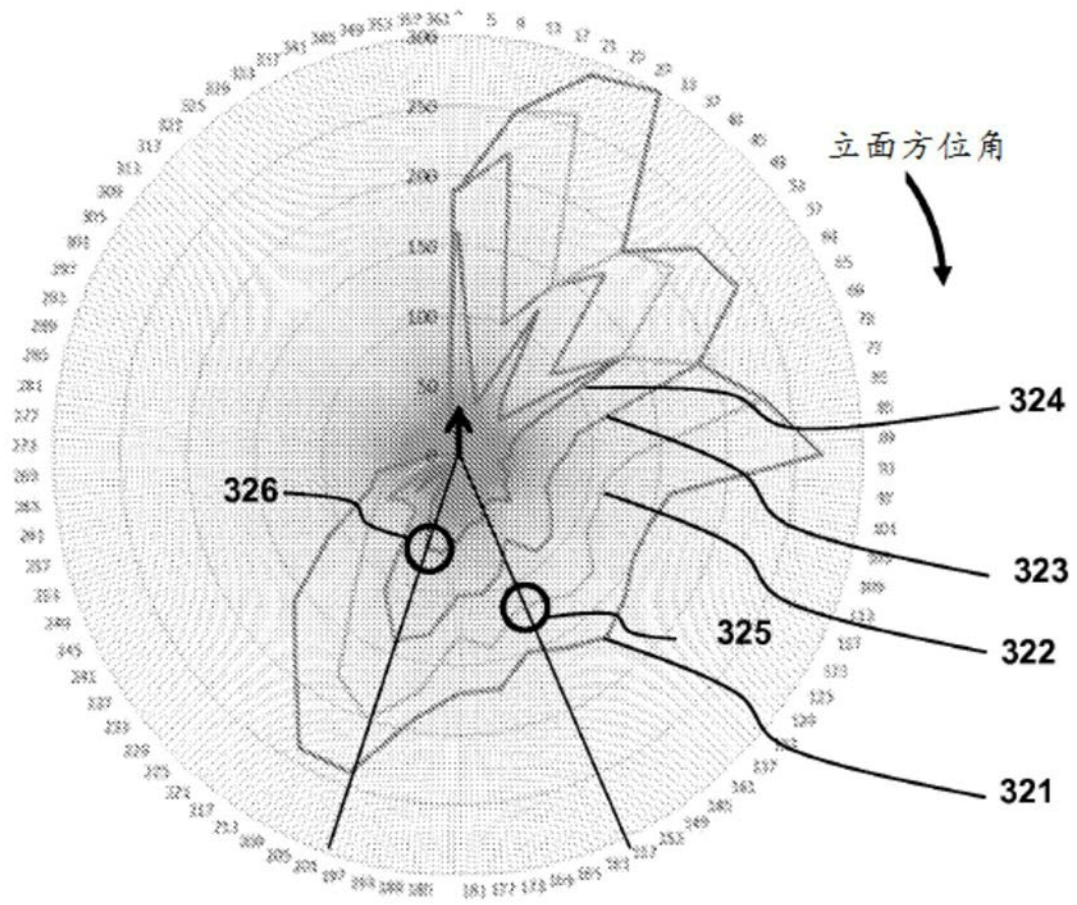


图12E

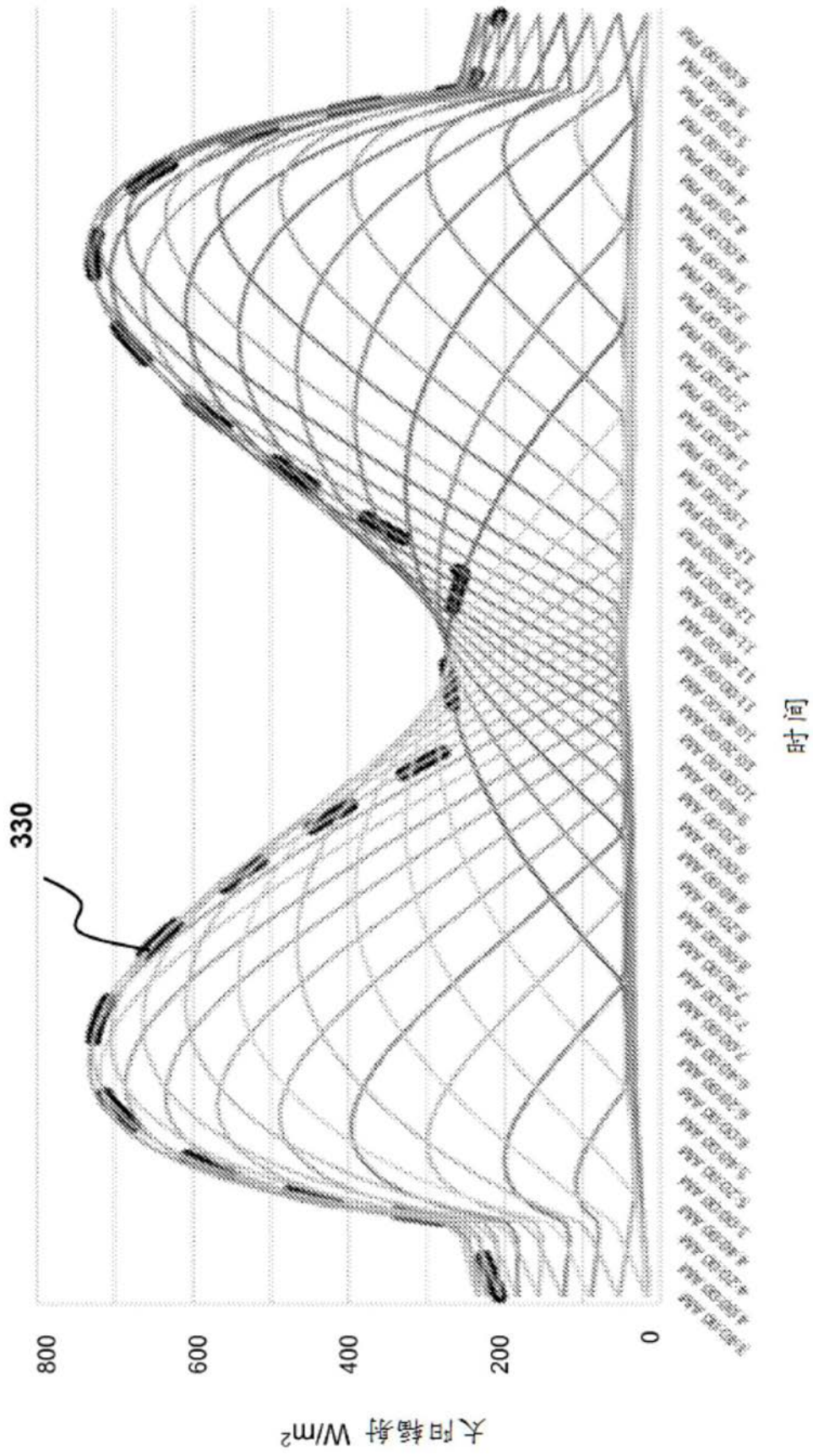


图13A

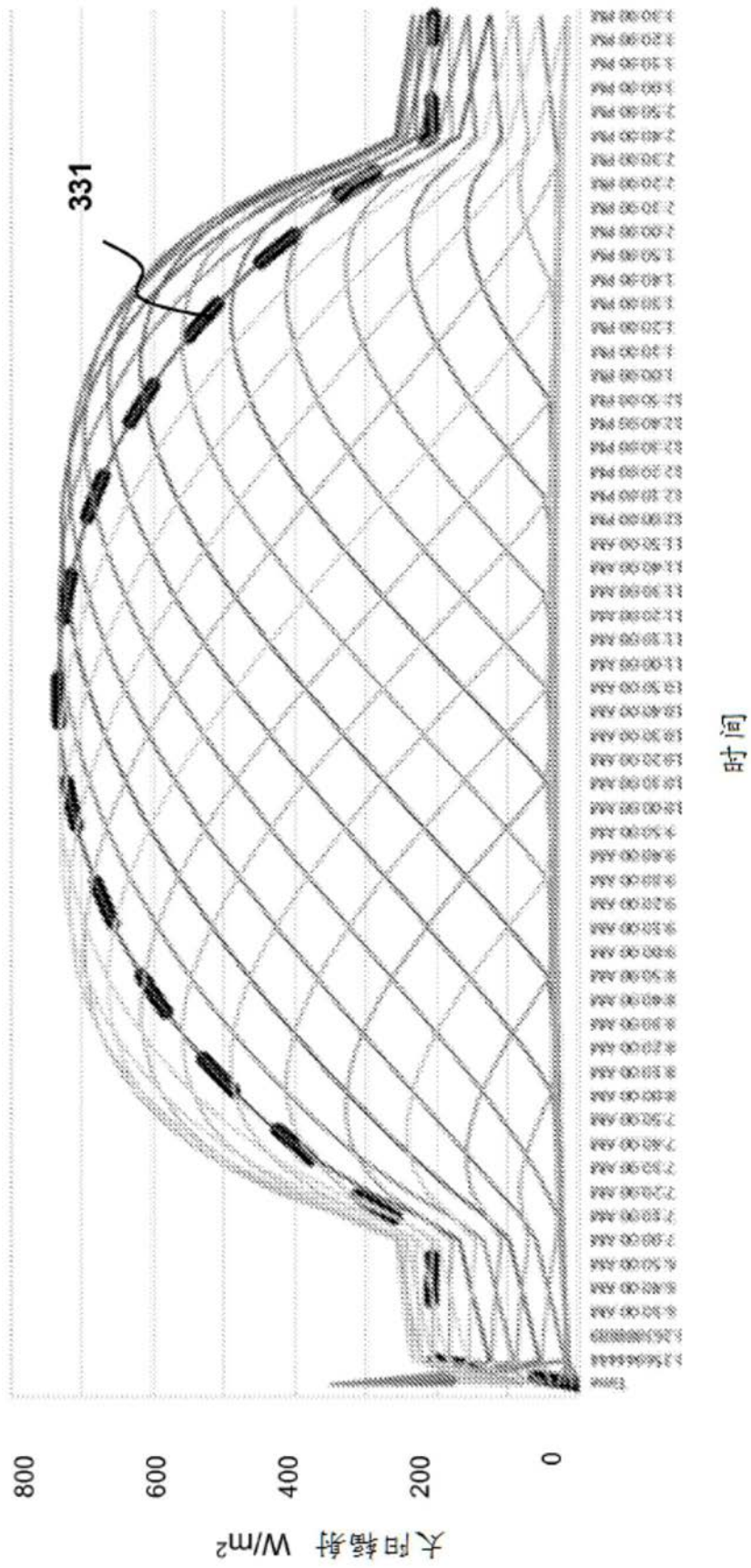
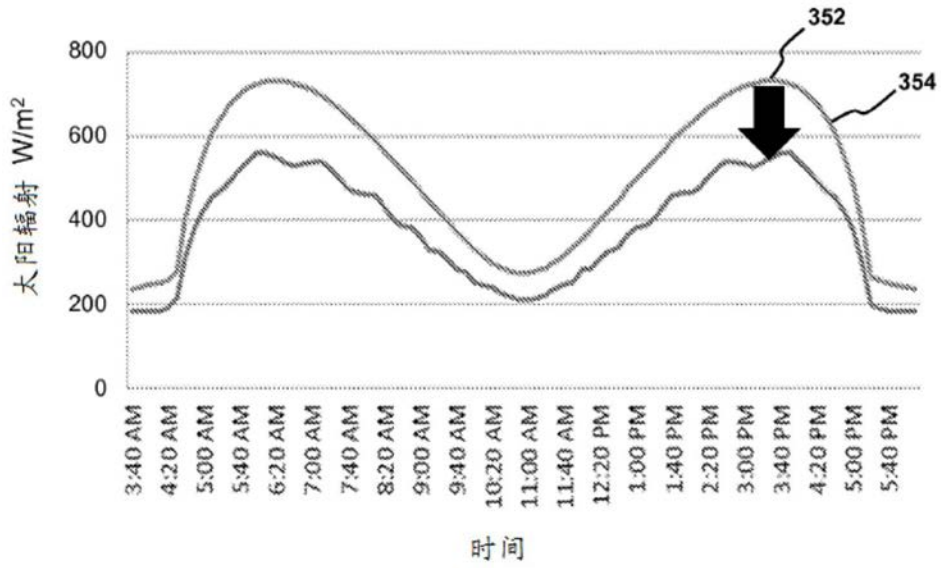


图13B



最大-4个传感器指向
N、E、S和W方向

最小-4个传感器指向NE、SE、
SW和NW方向

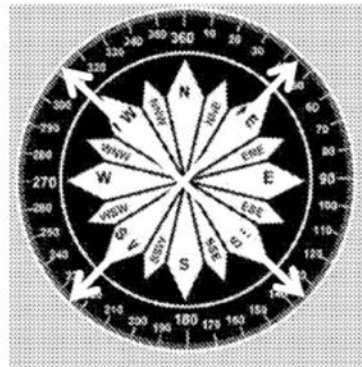
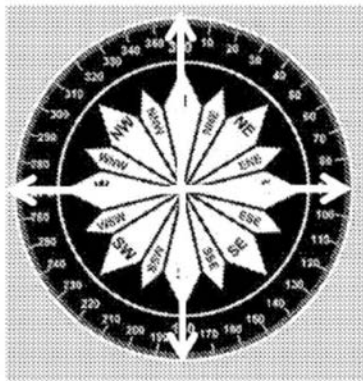


图14A

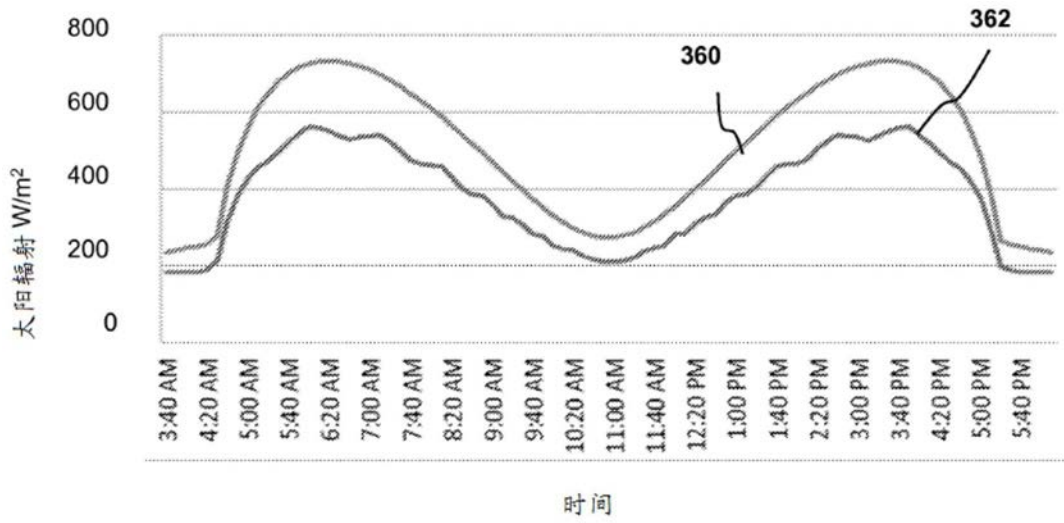


图14B

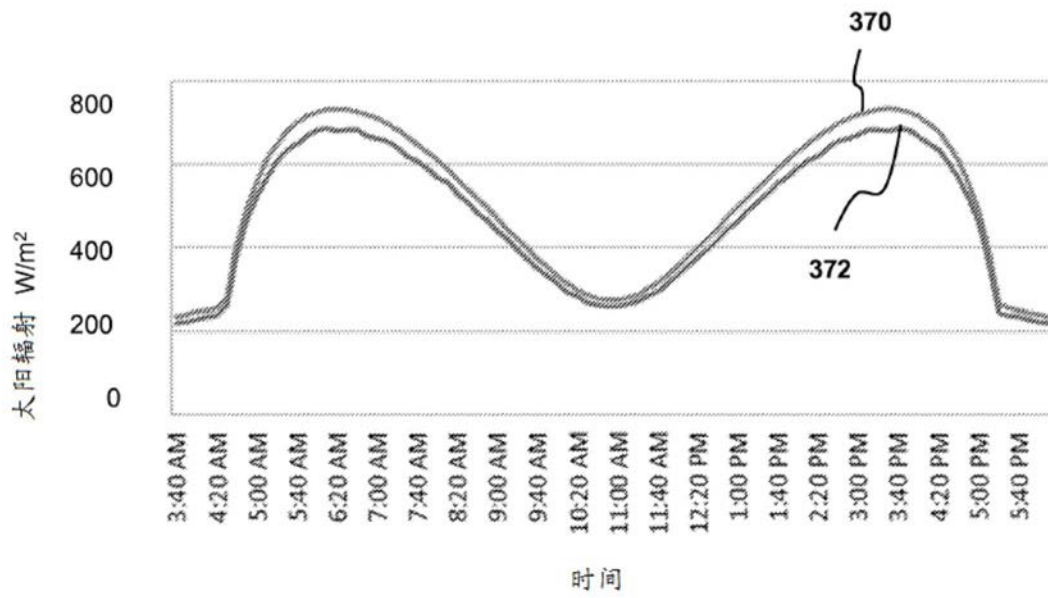


图14C

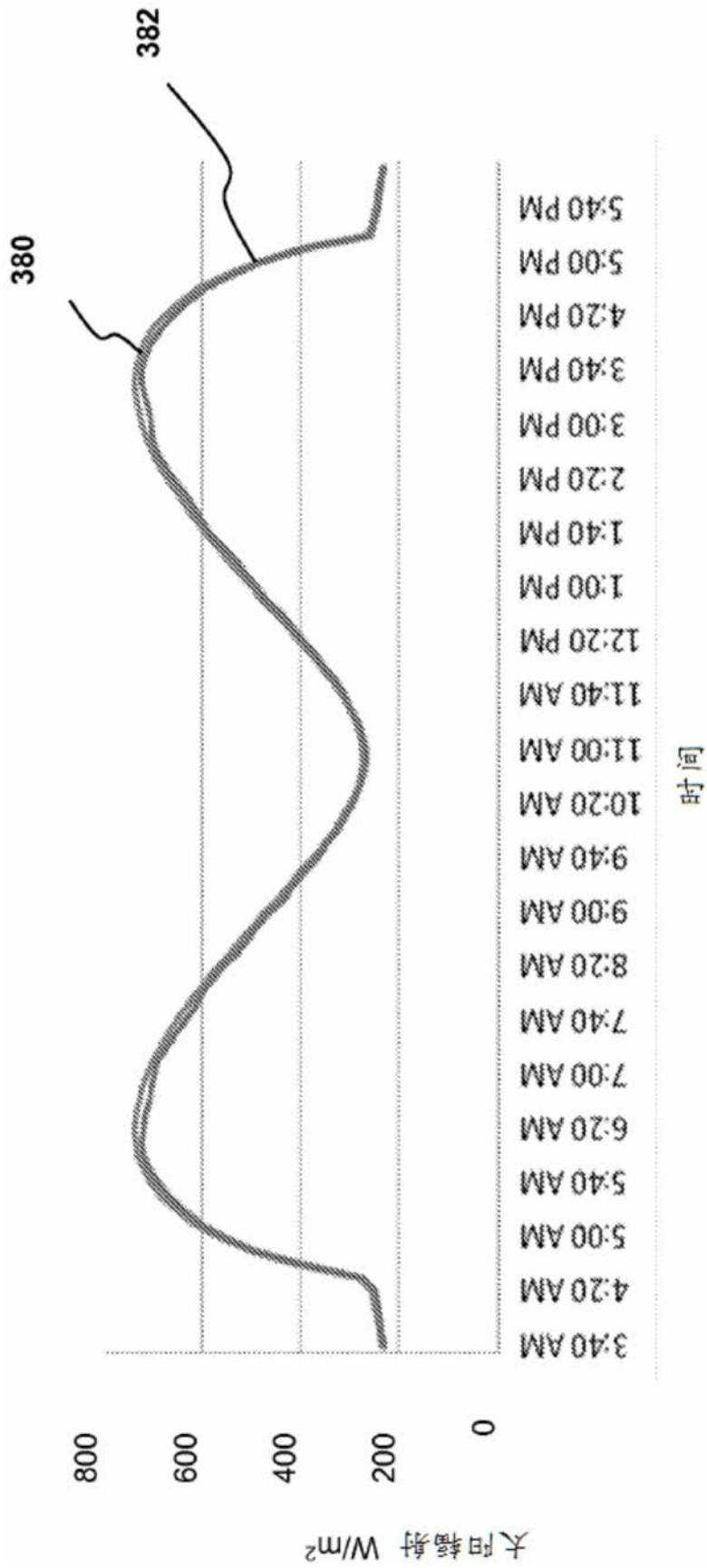


图14D

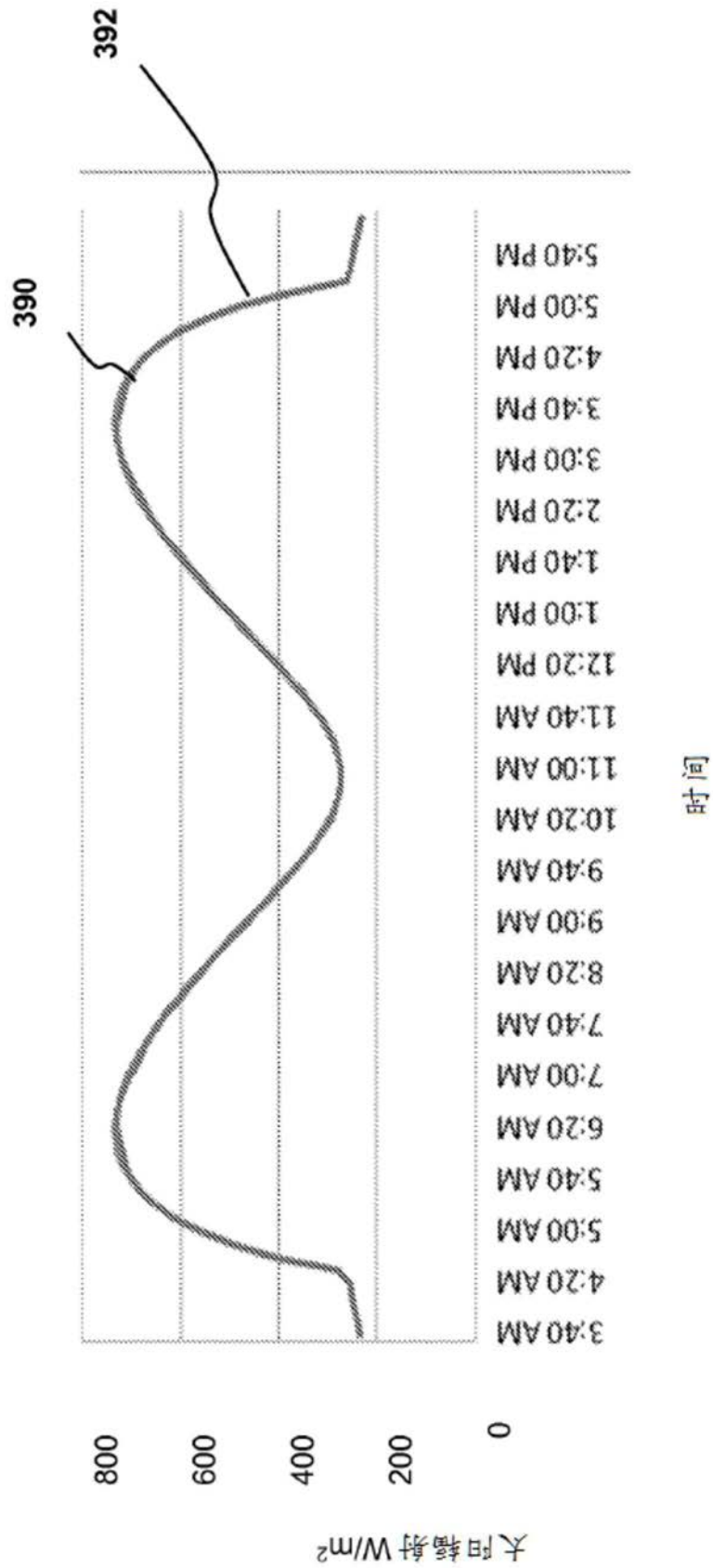


图14E

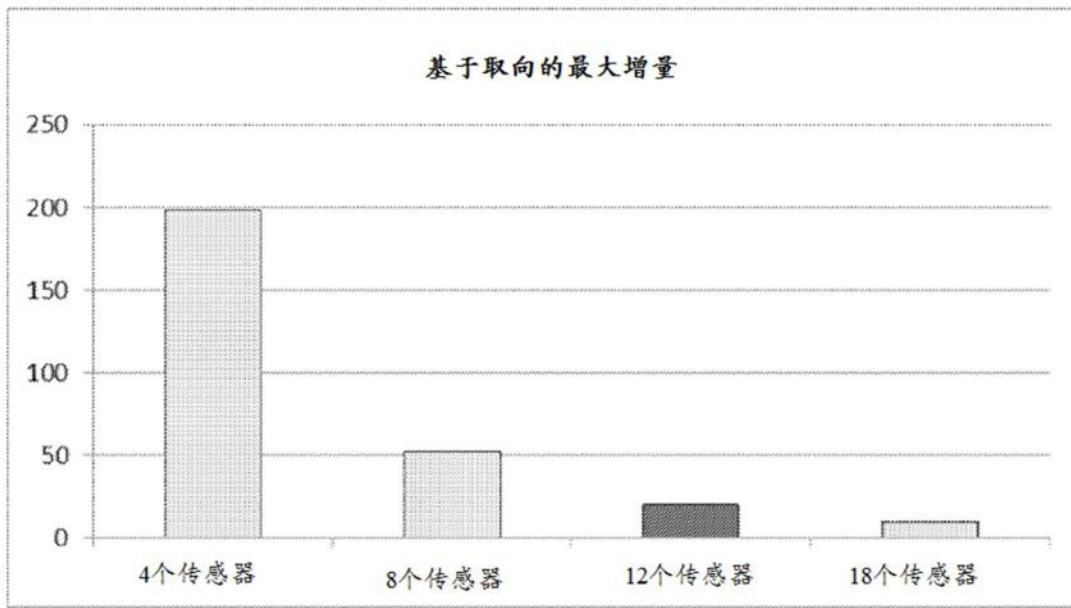


图14F

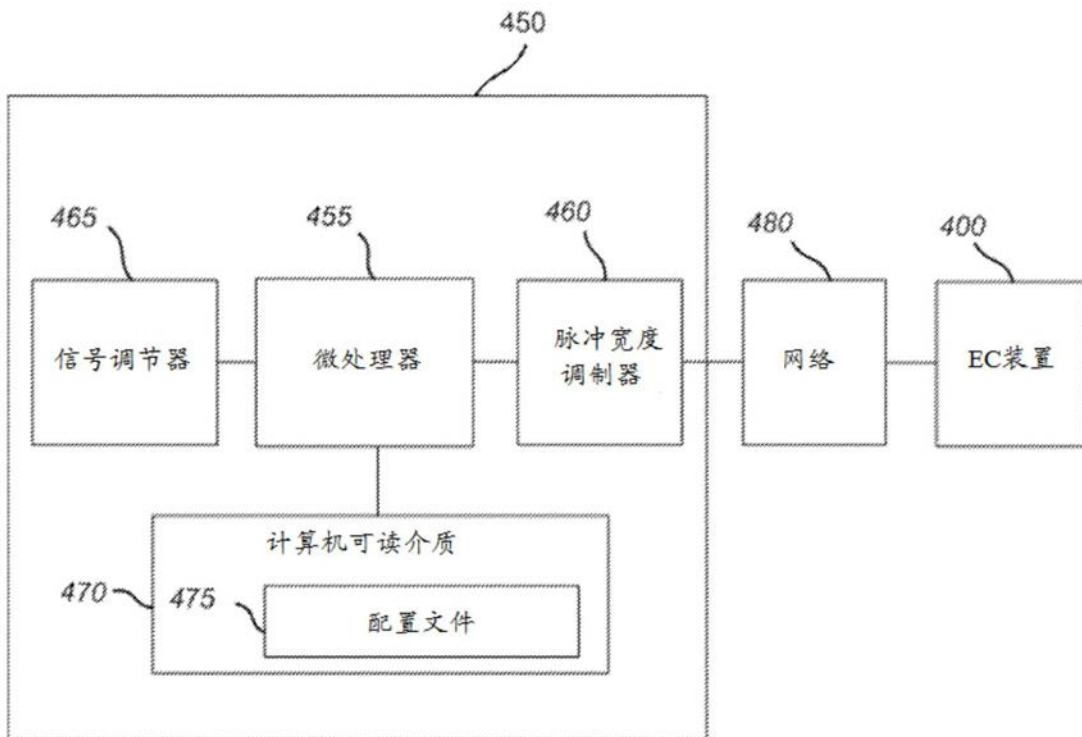


图15

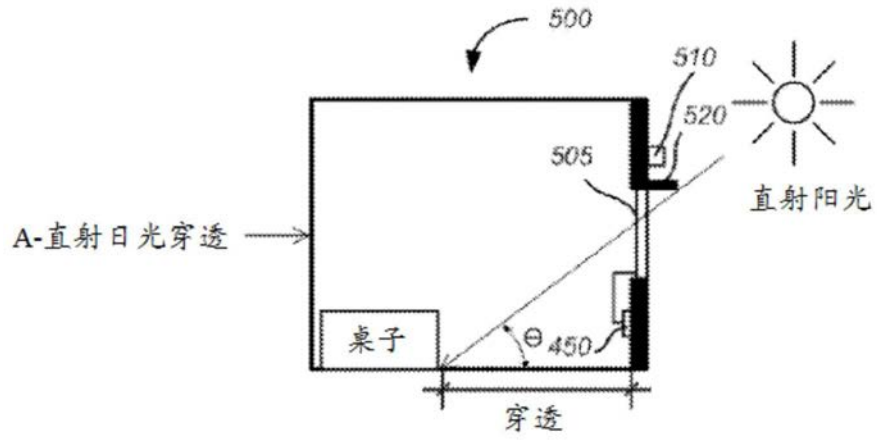


图16A

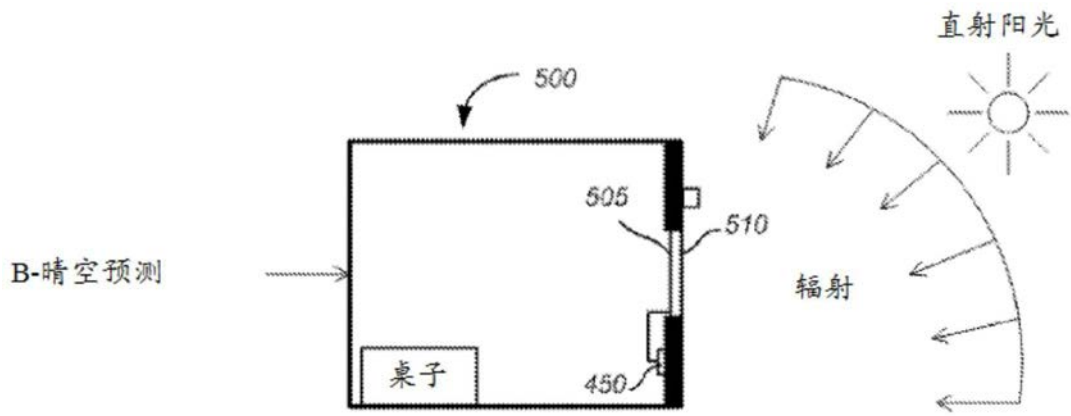


图16B

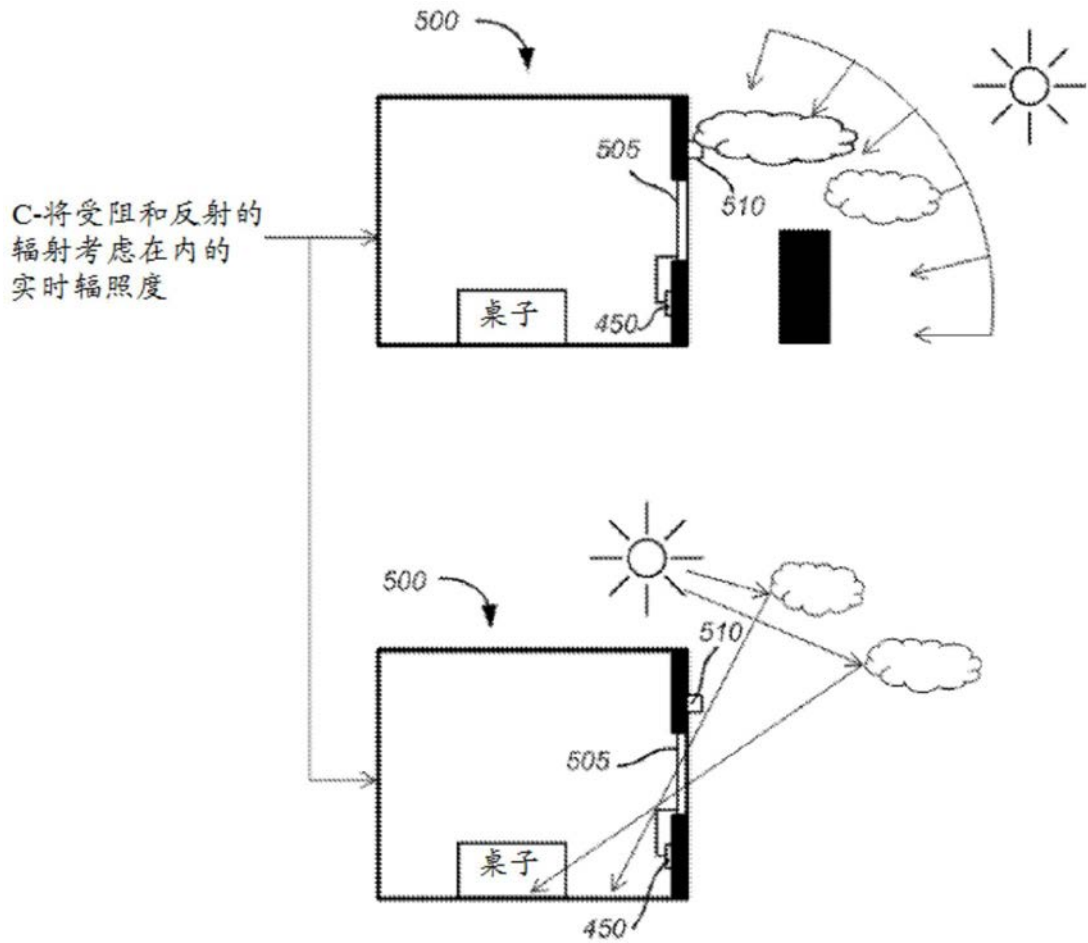
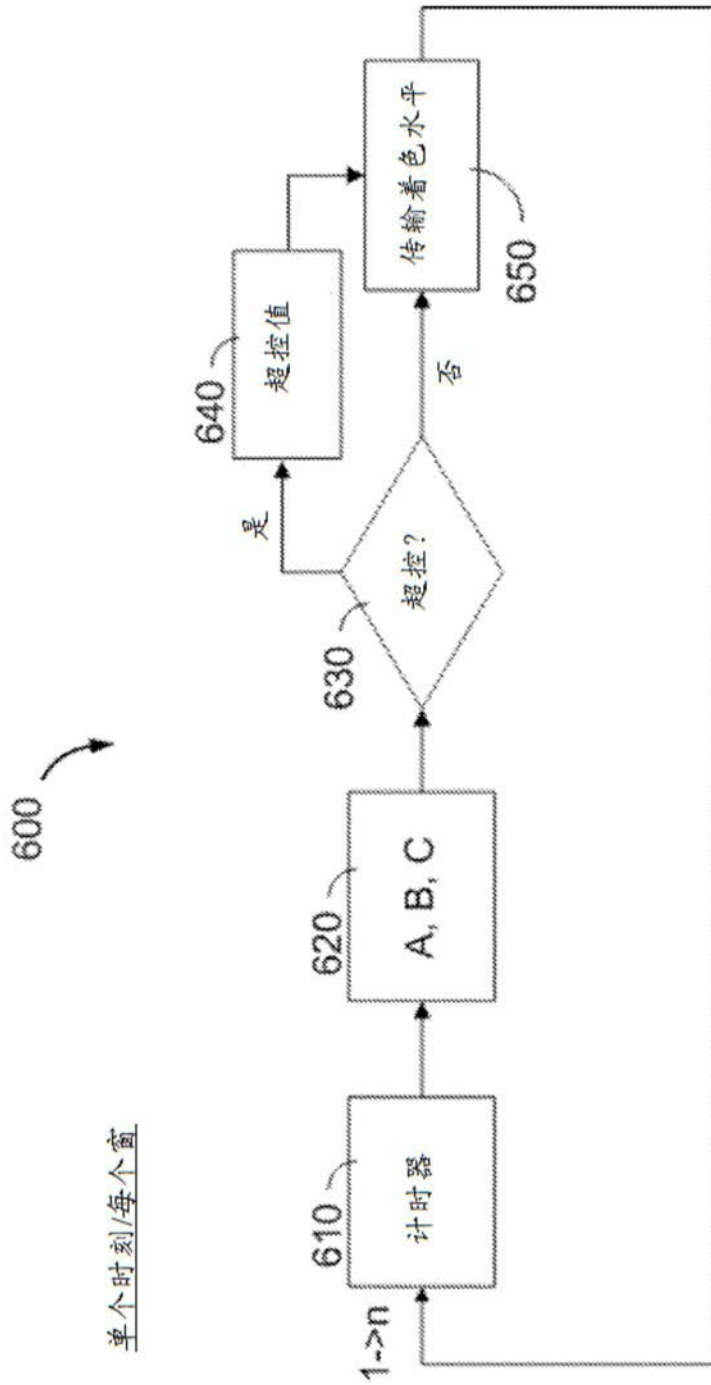


图16C



单个时刻/每个窗

- A-直射日光穿透
- B-晴空预测
- C-将受阻和反射的辐射考虑在内的实时辐照度

图17

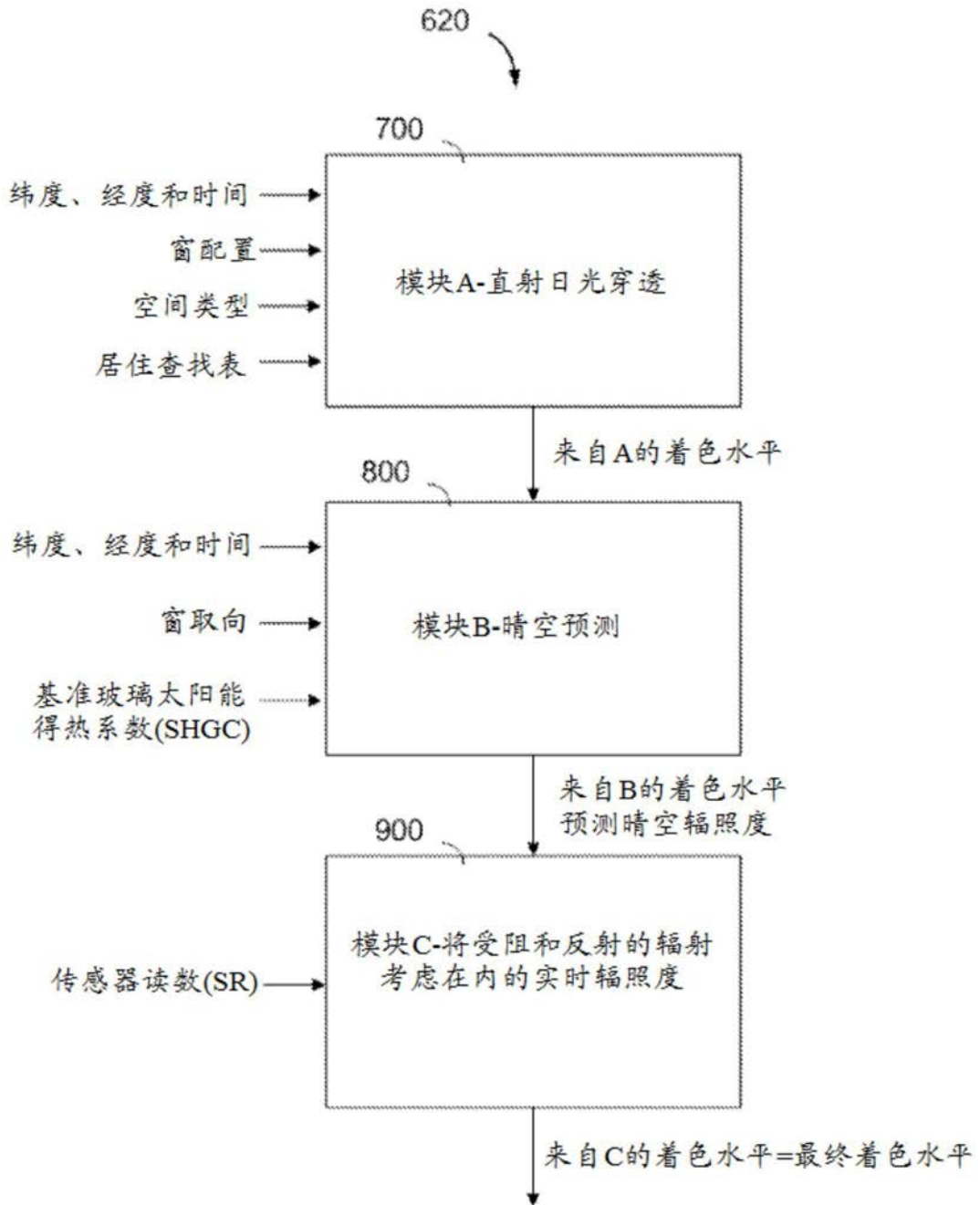


图18

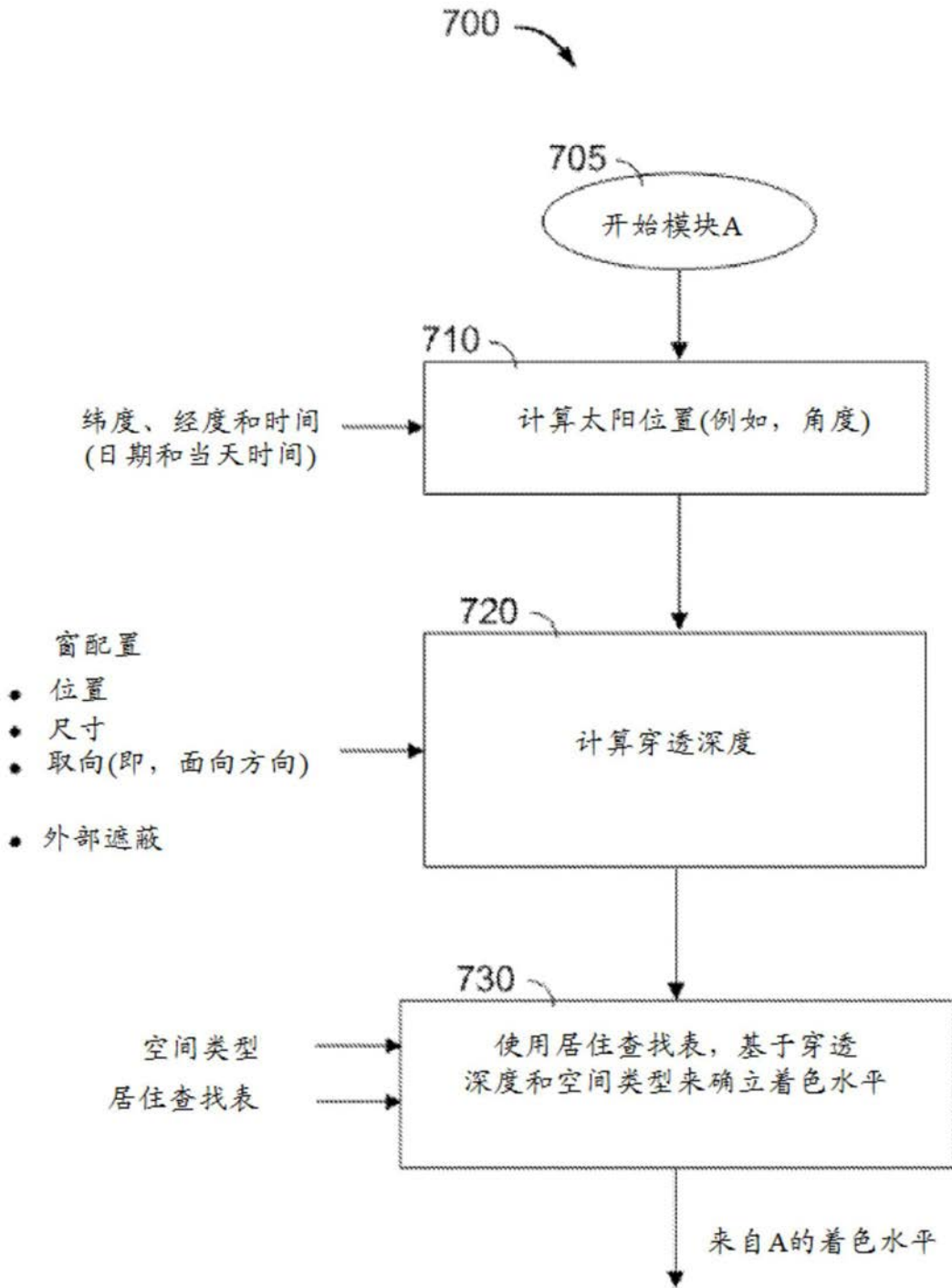


图19

居住查找表
着色水平(SHGC值)

空间类型 穿透深度	桌子1	桌子2	大厅
2英尺	10 (0.60)	0 (0.80)	0 (0.80)
4英尺	20 (0.40)	5 (0.70)	0 (0.80)
6英尺	30 (0.20)	10 (0.60)	5 (0.70)
8英尺	35 (0.10)	20 (0.40)	10 (0.60)
10英尺	35 (0.10)	35 (0.10)	10 (0.60)
12英尺	35 (0.10)	35 (0.10)	15 (0.50)

图20

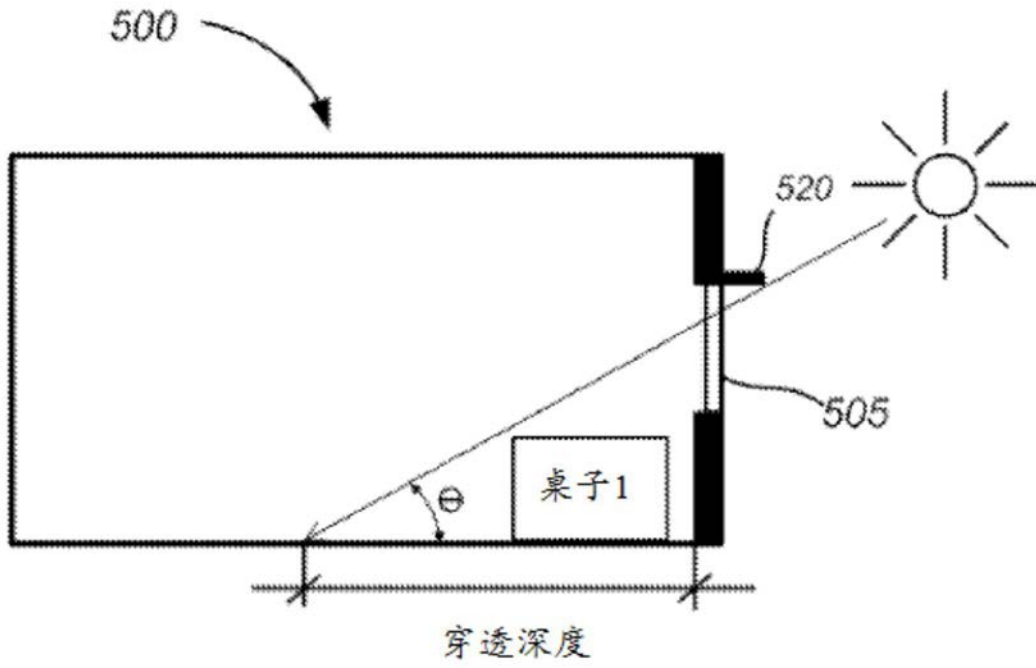


图21A

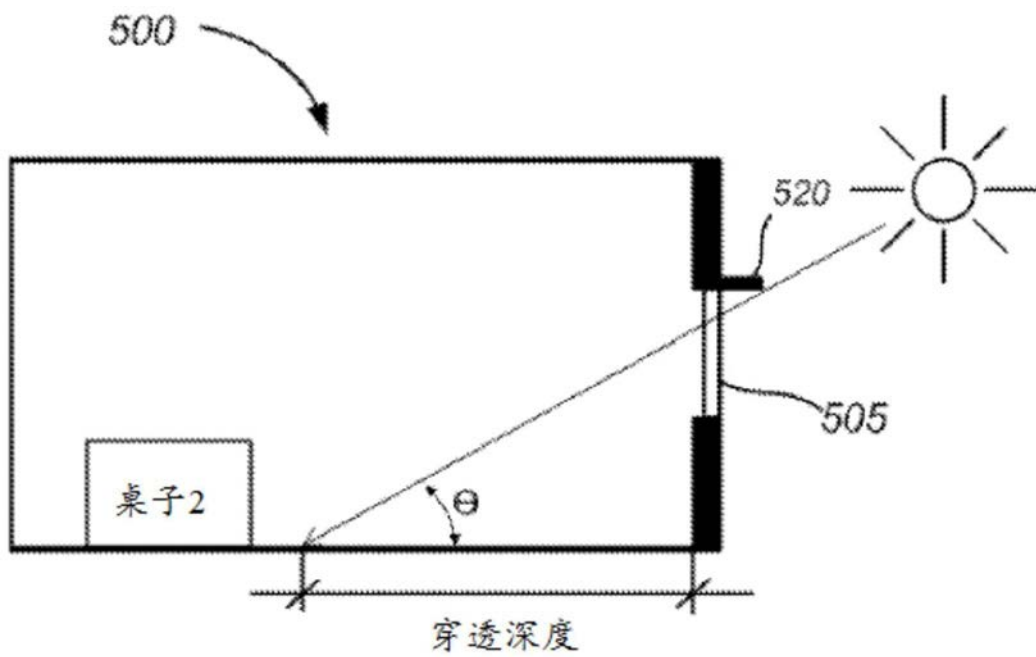


图21B

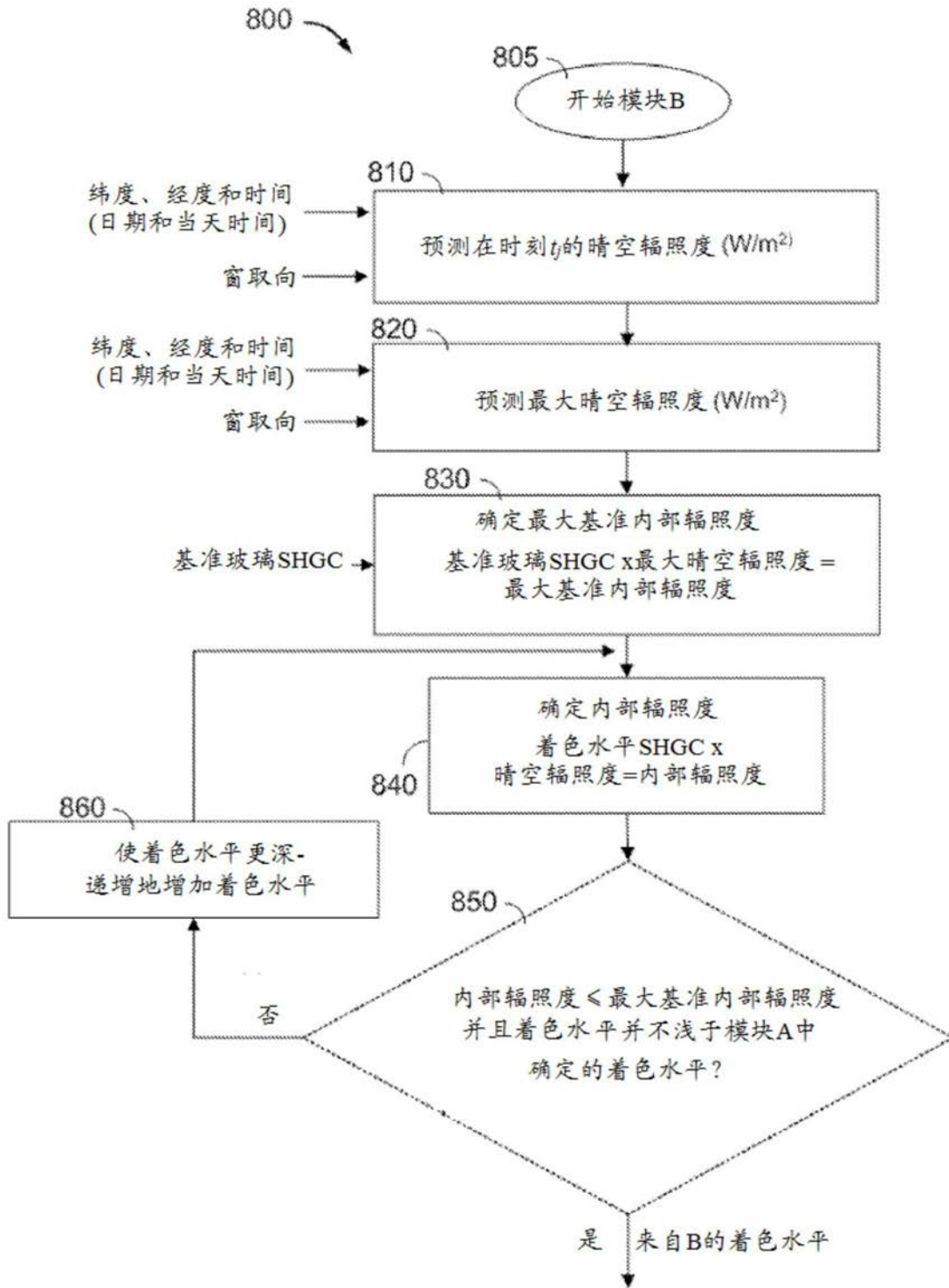


图22

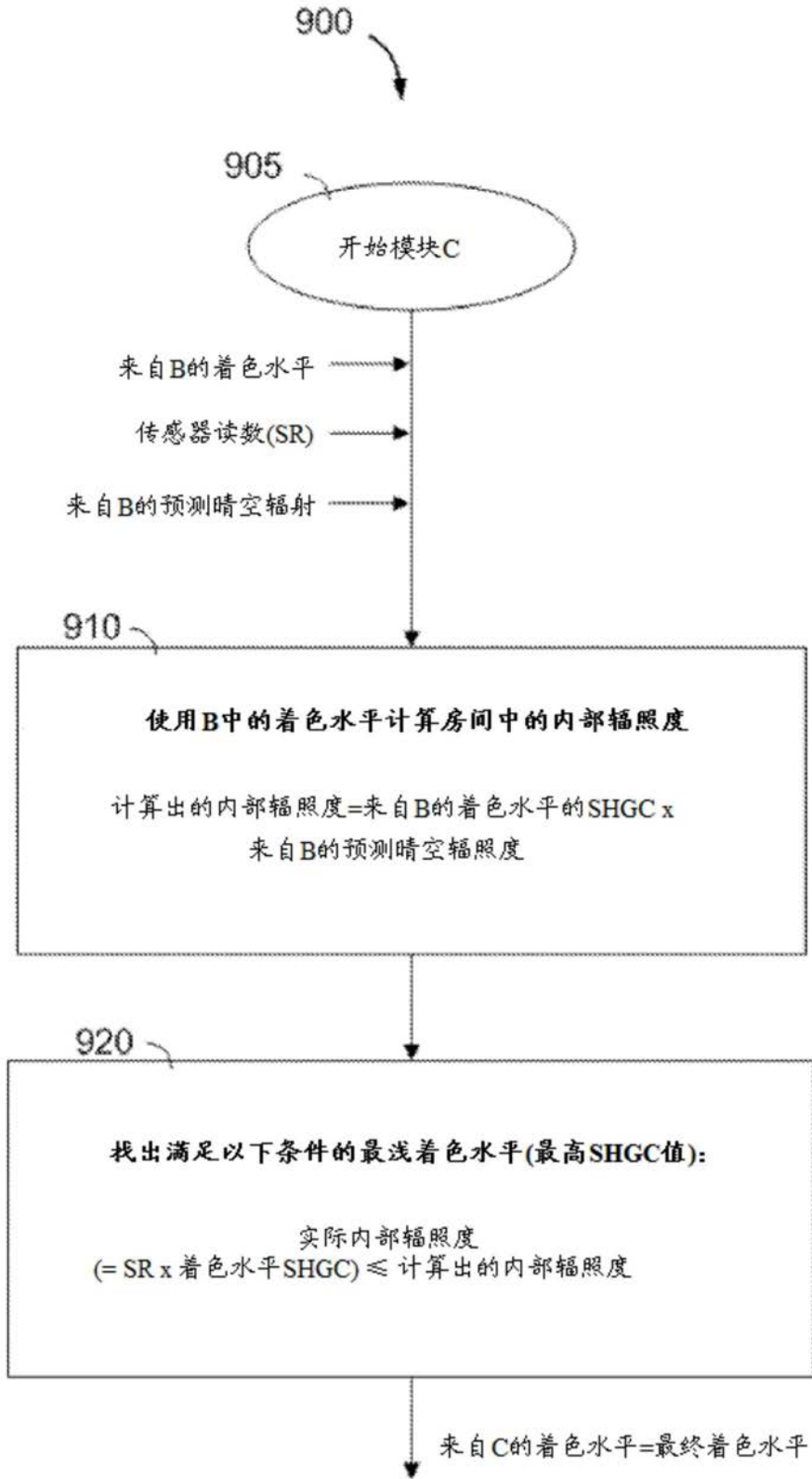


图23

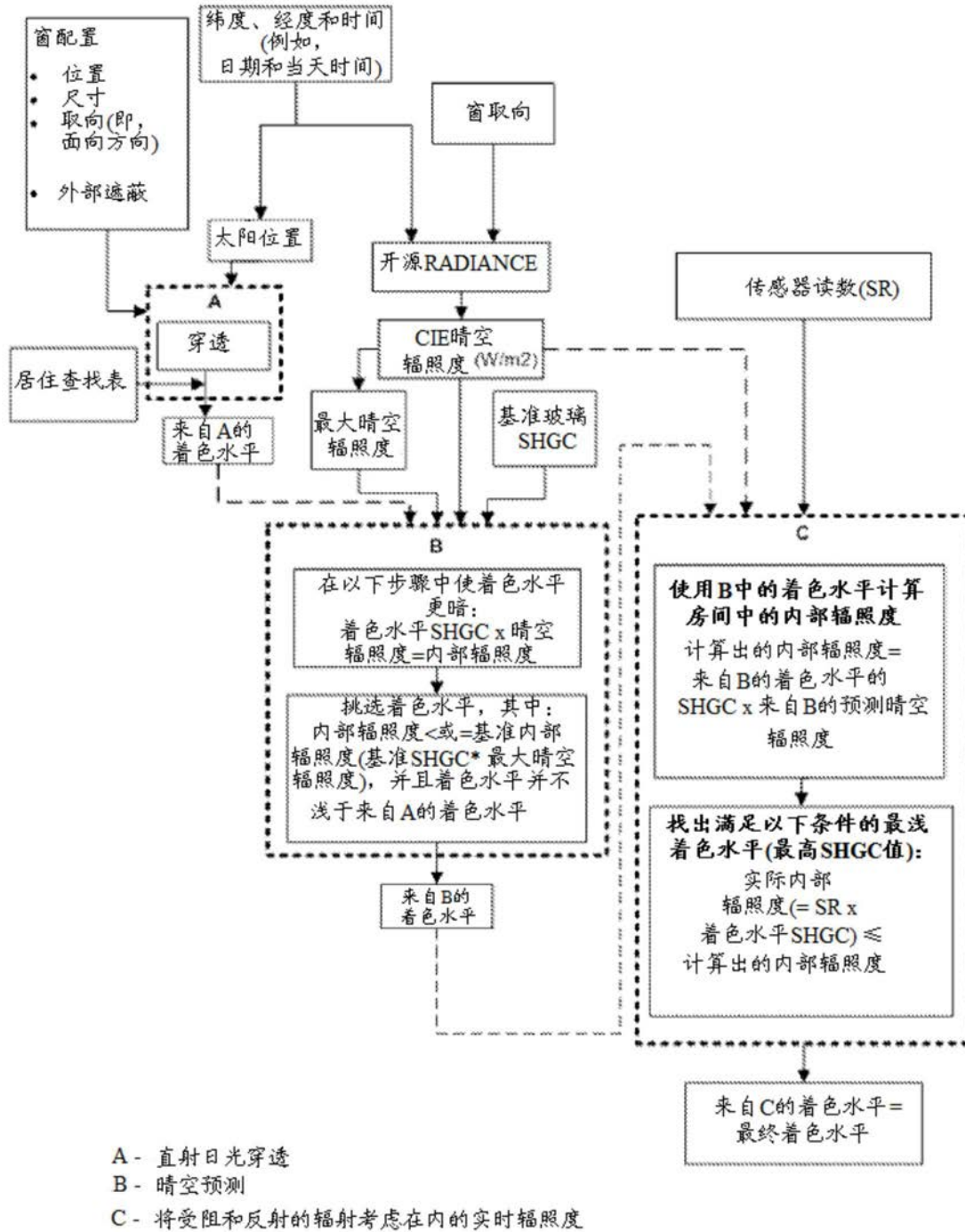


图24

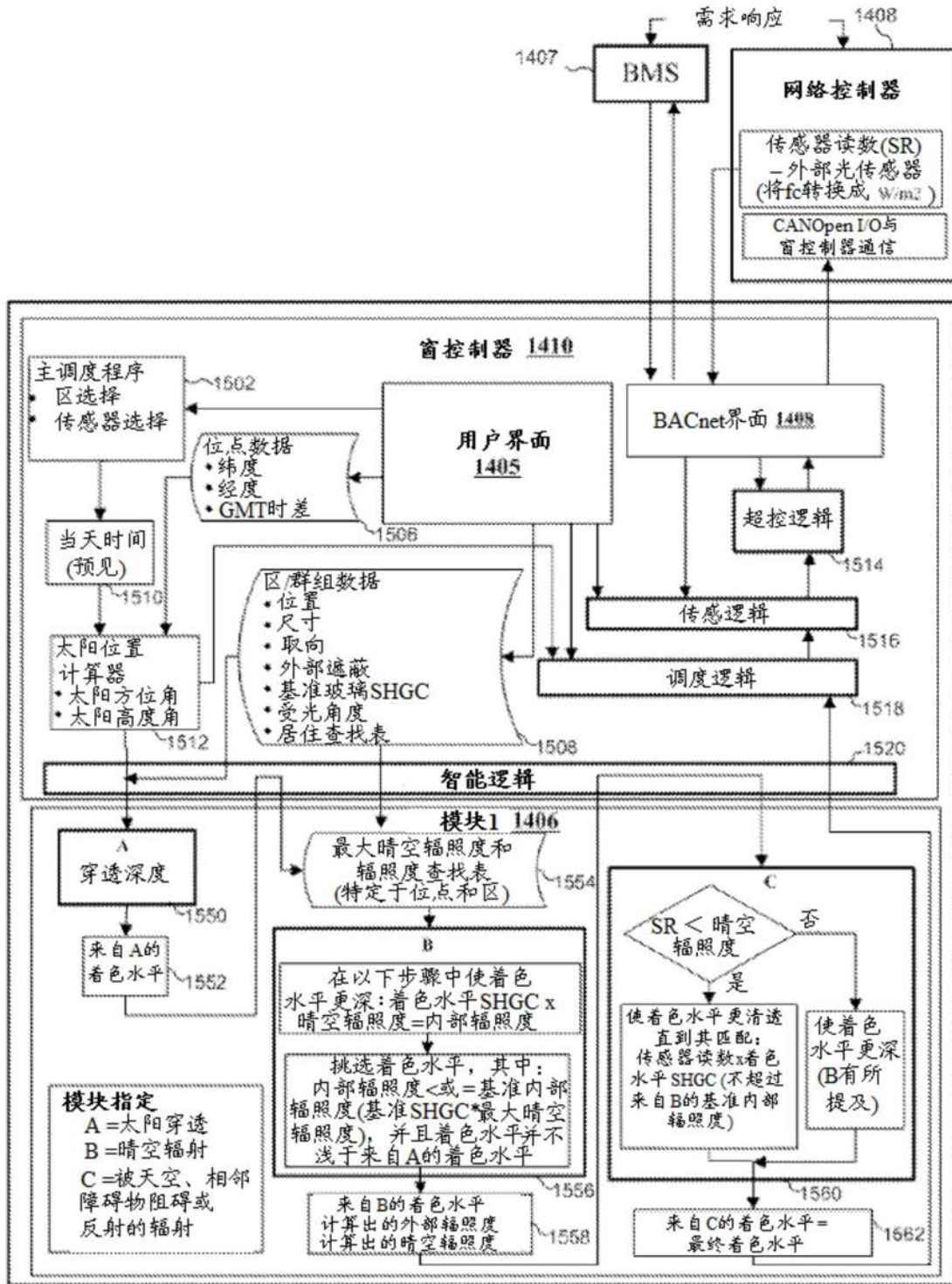


图25

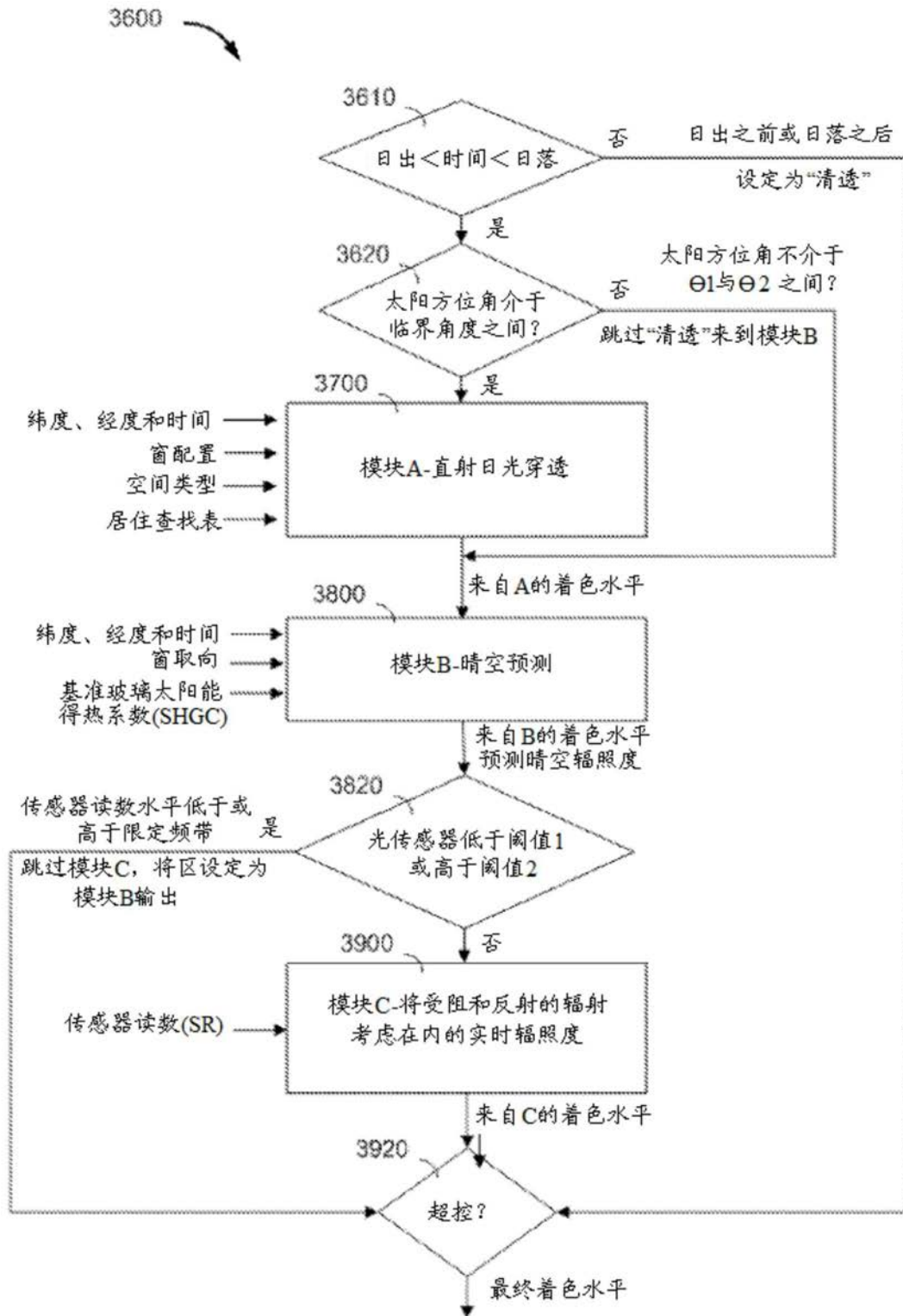


图26A

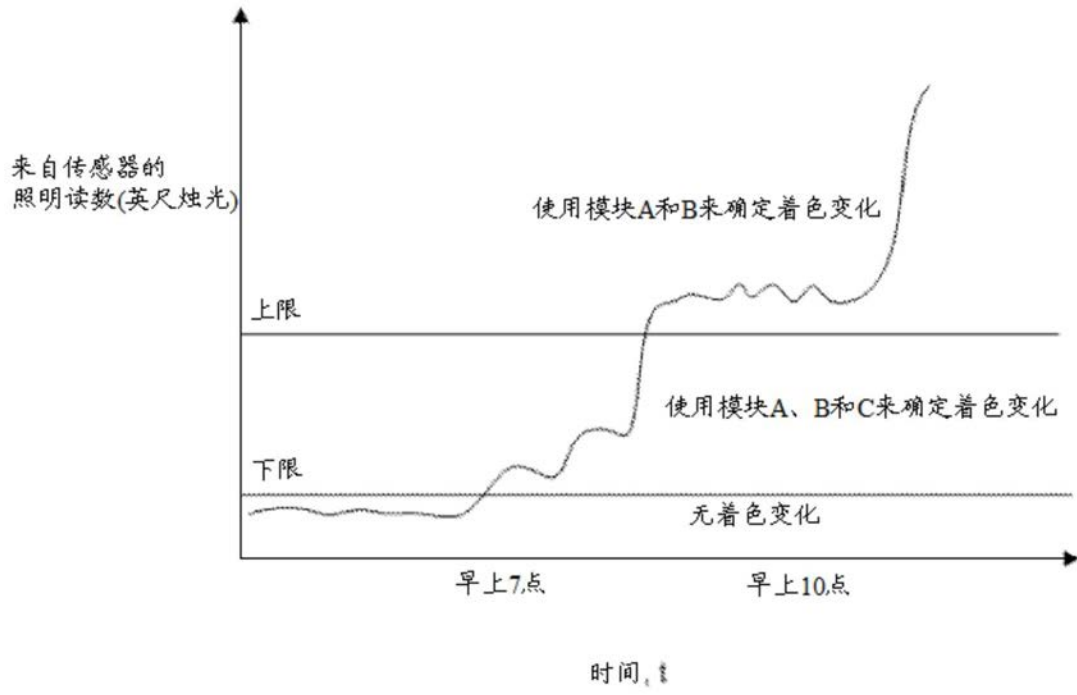


图26B

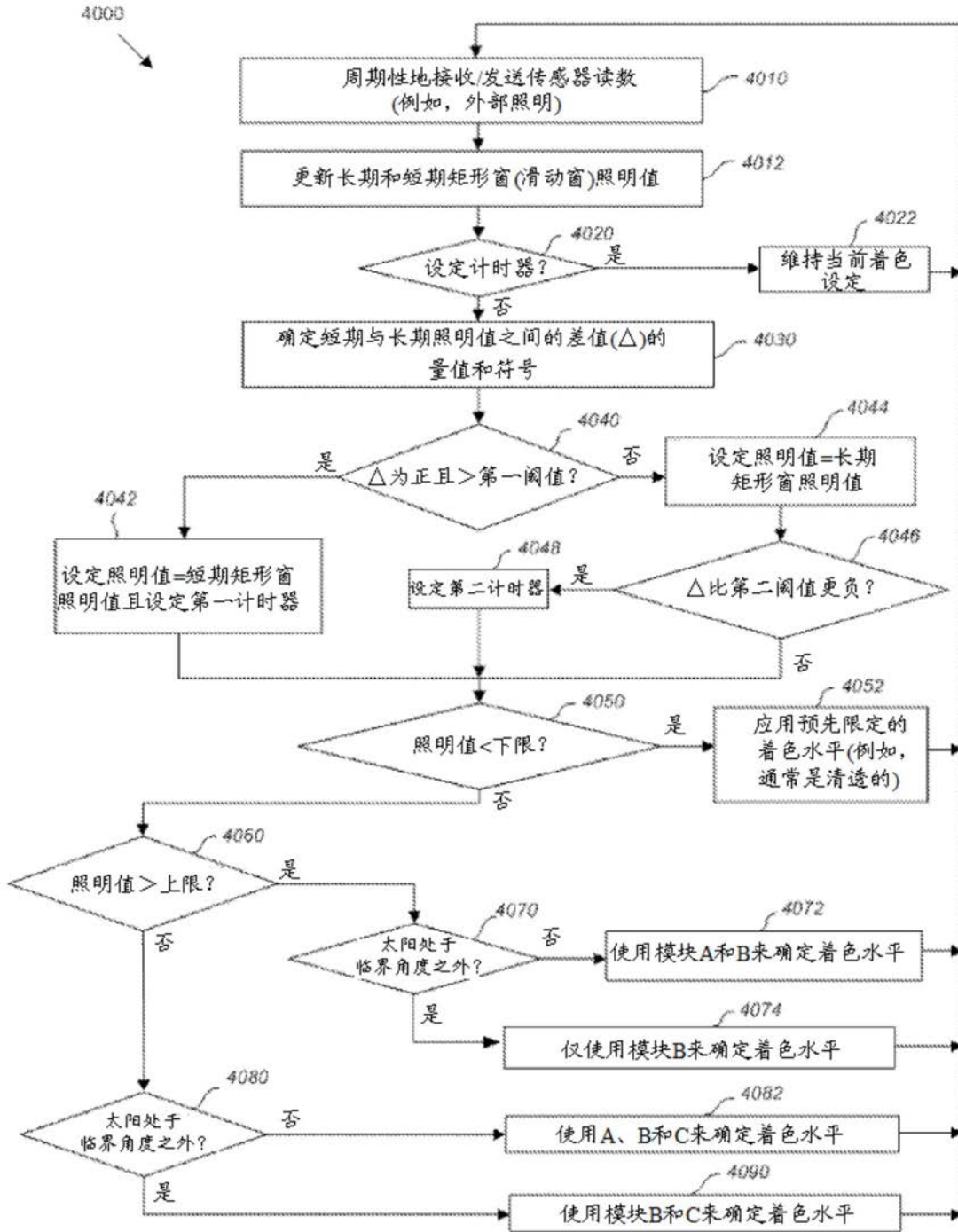


图27A

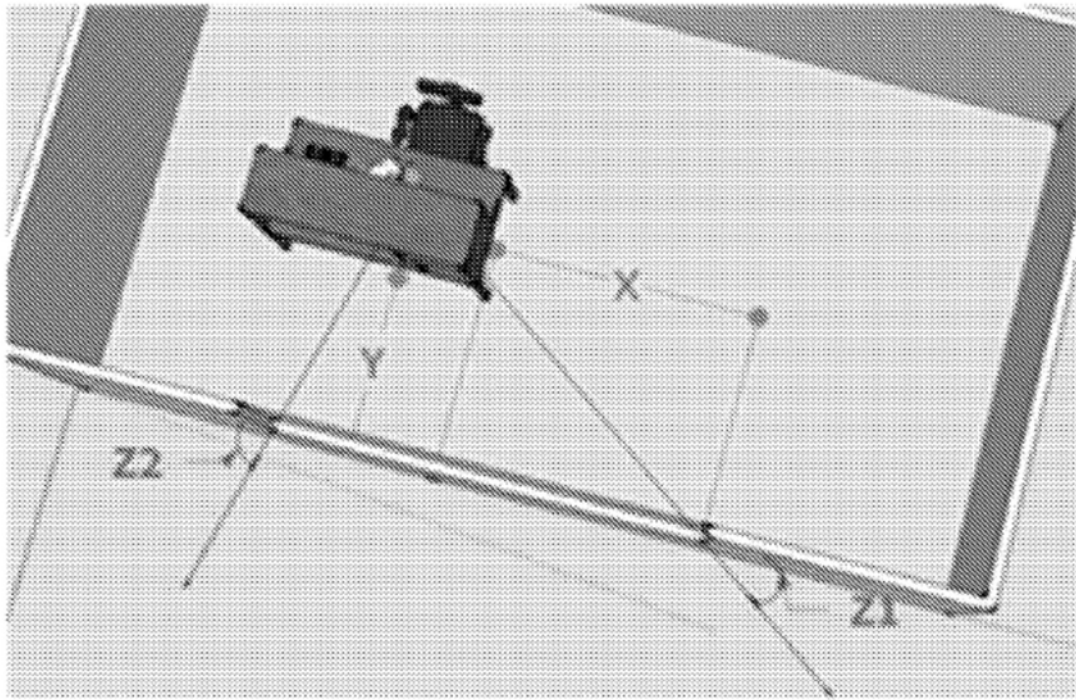


图27B

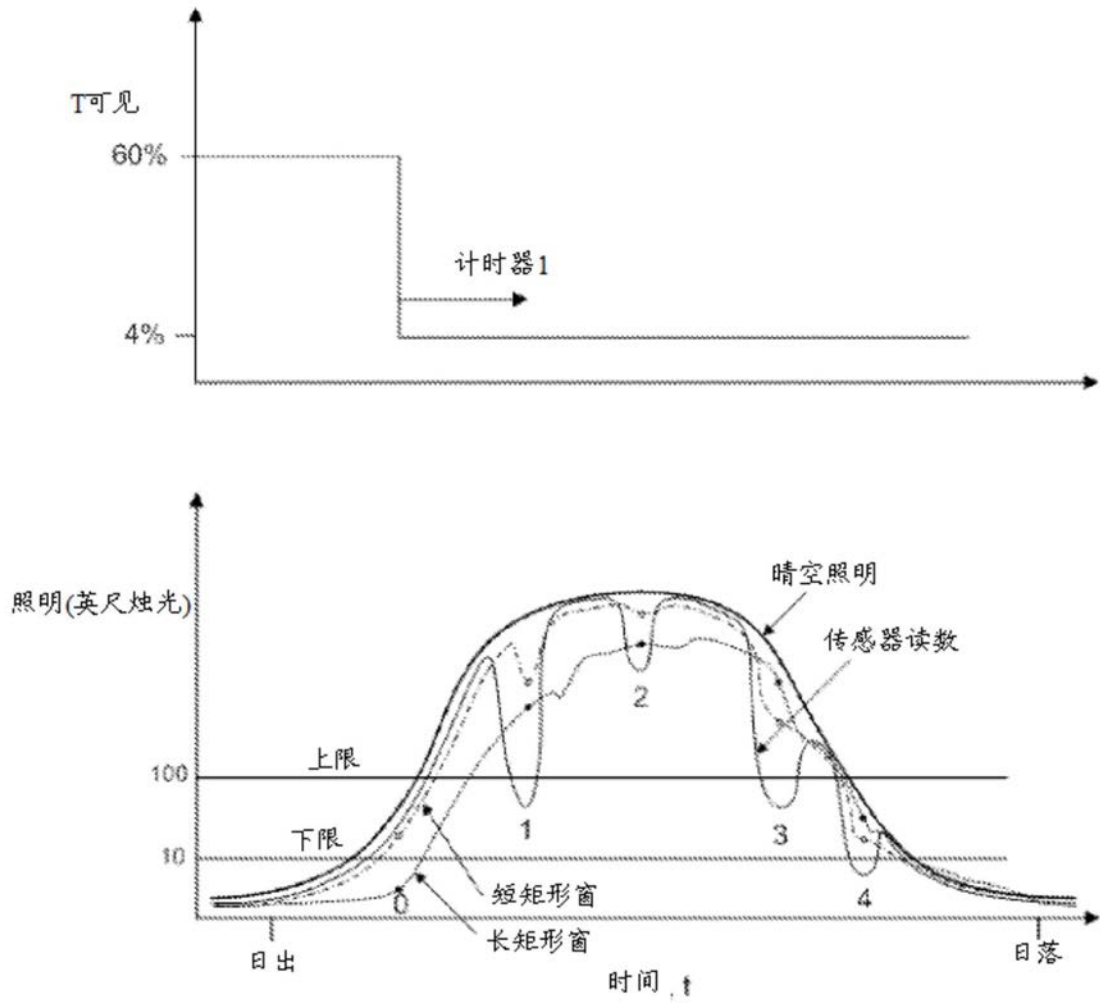


图28A

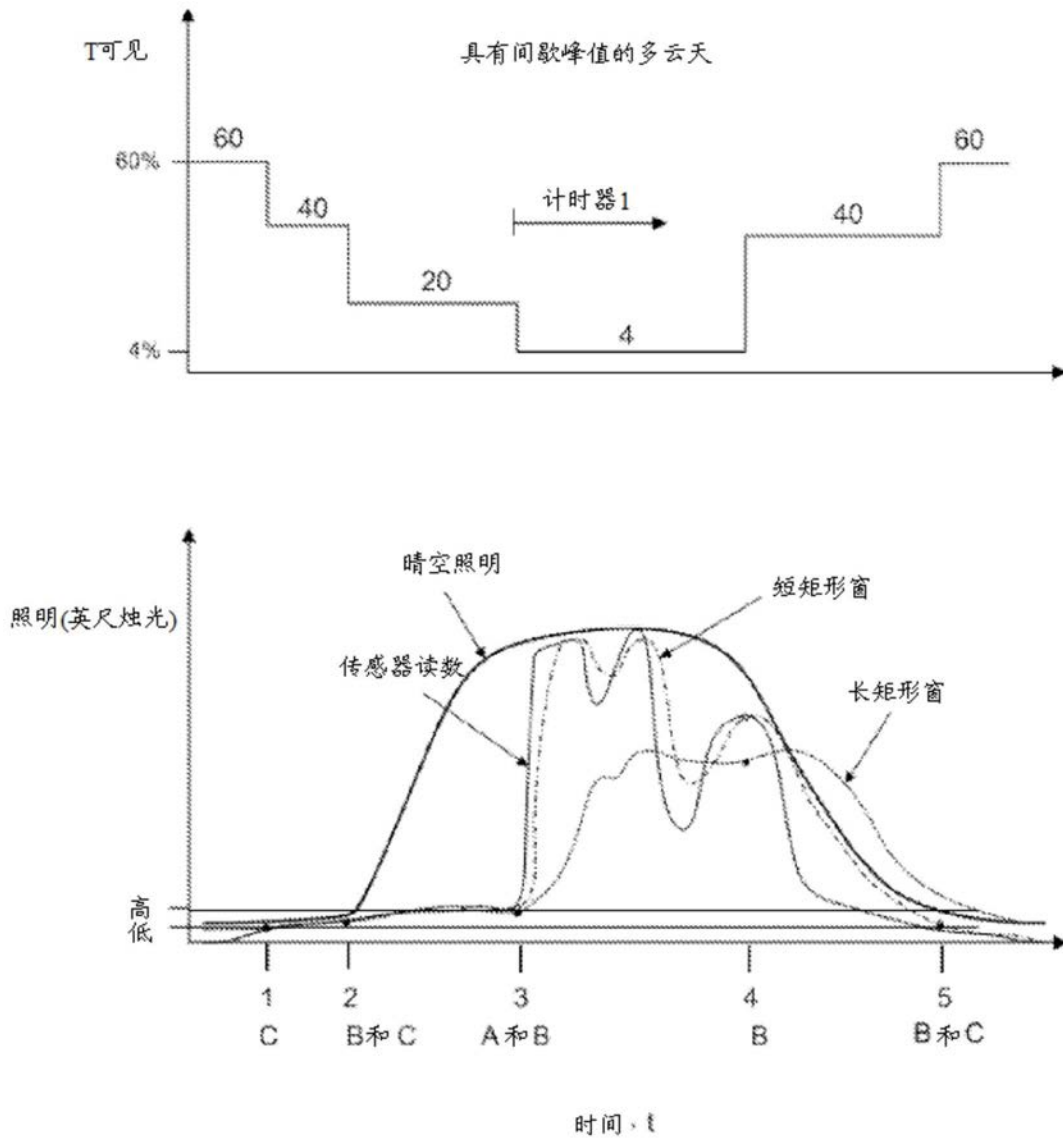


图28B

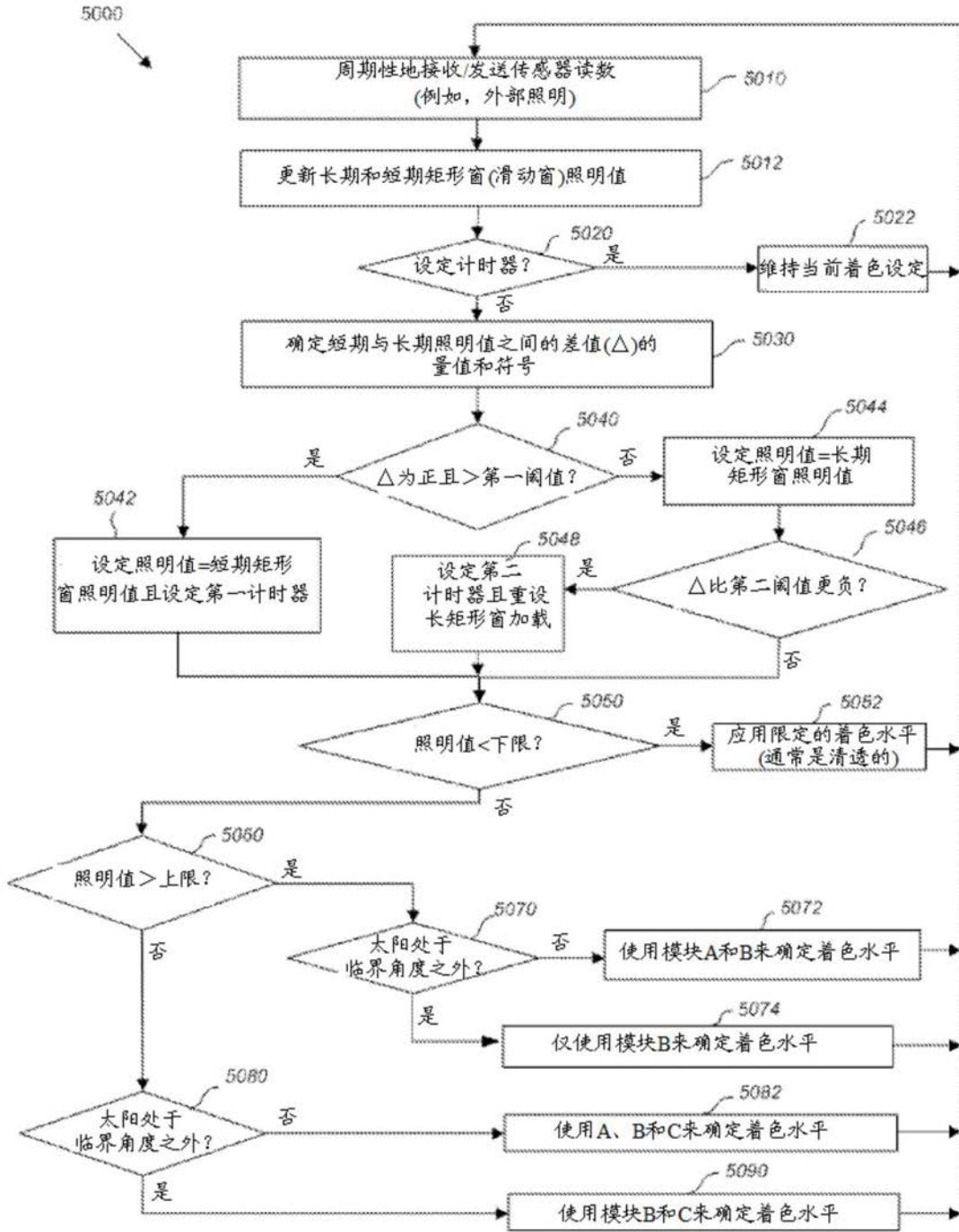


图29A

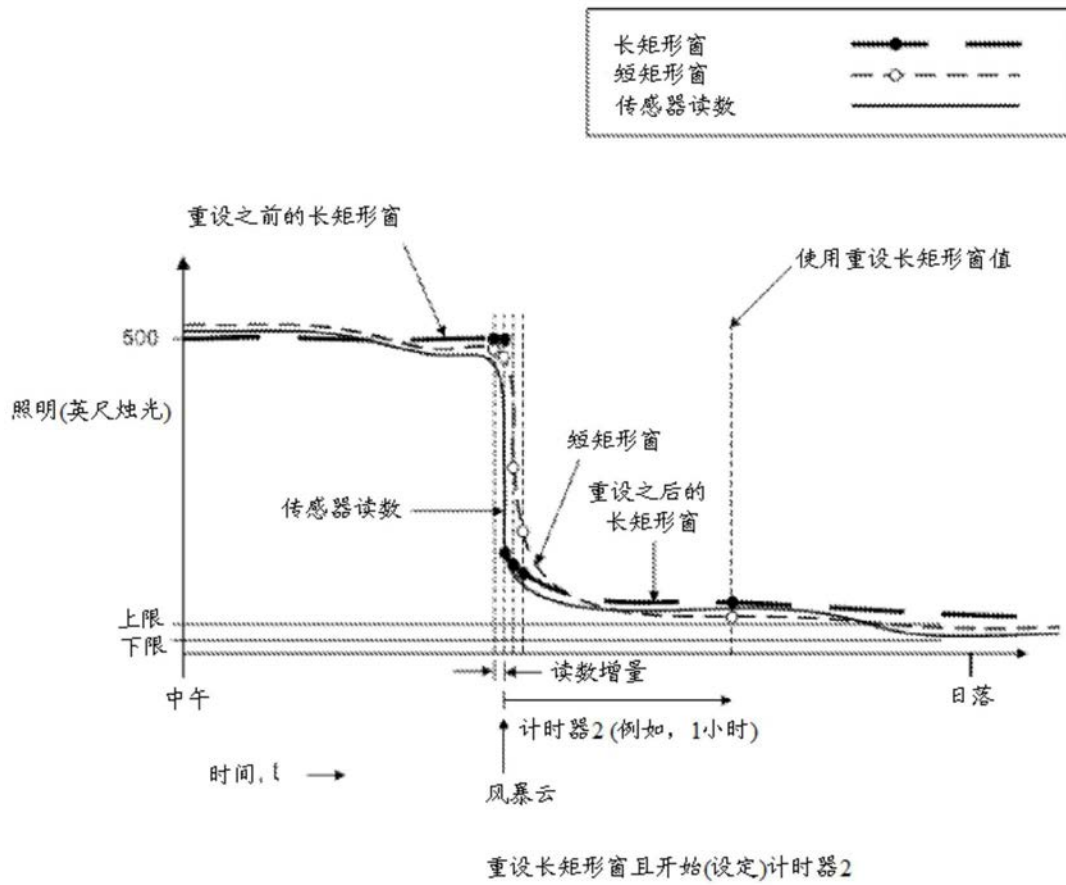


图29B

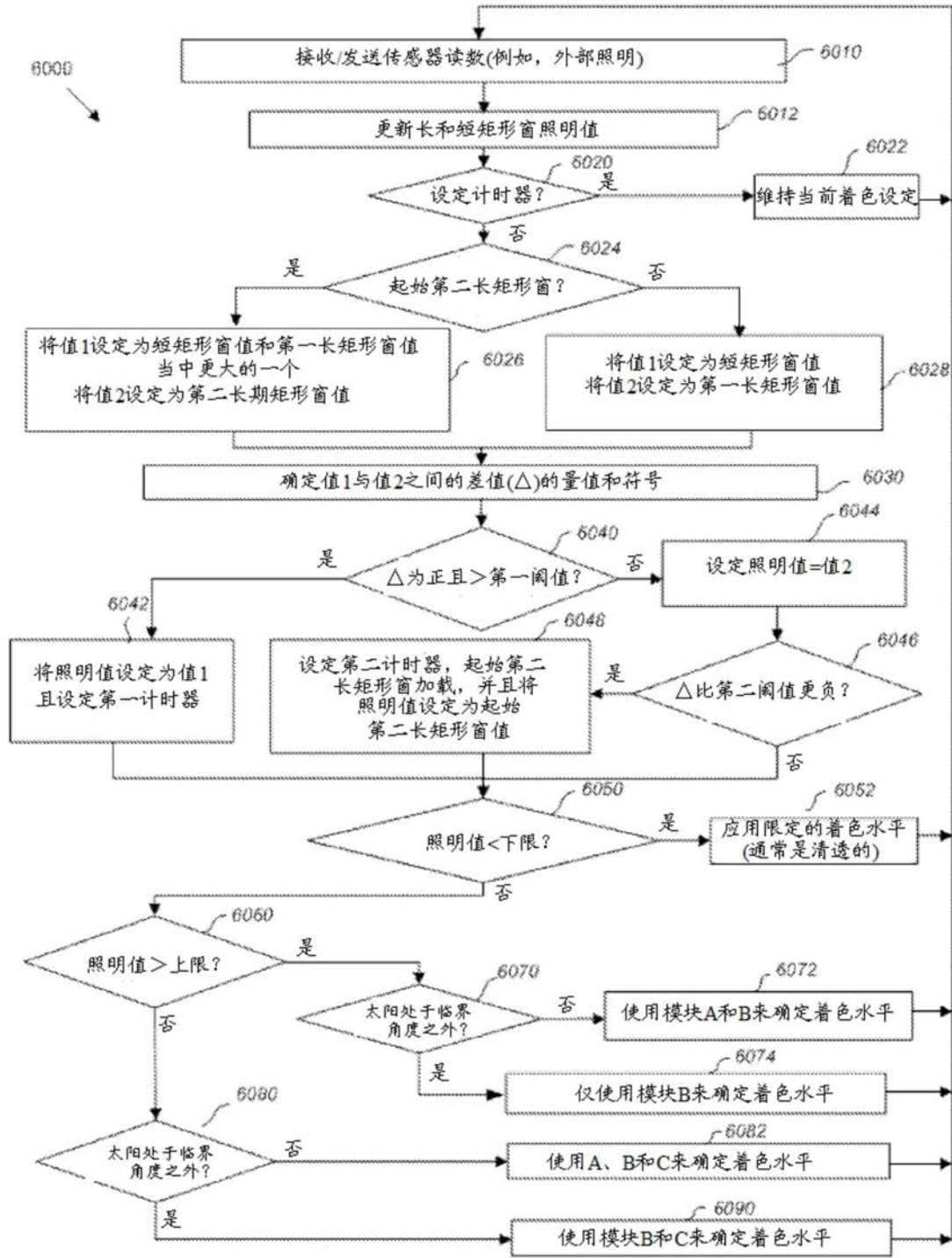


图30A

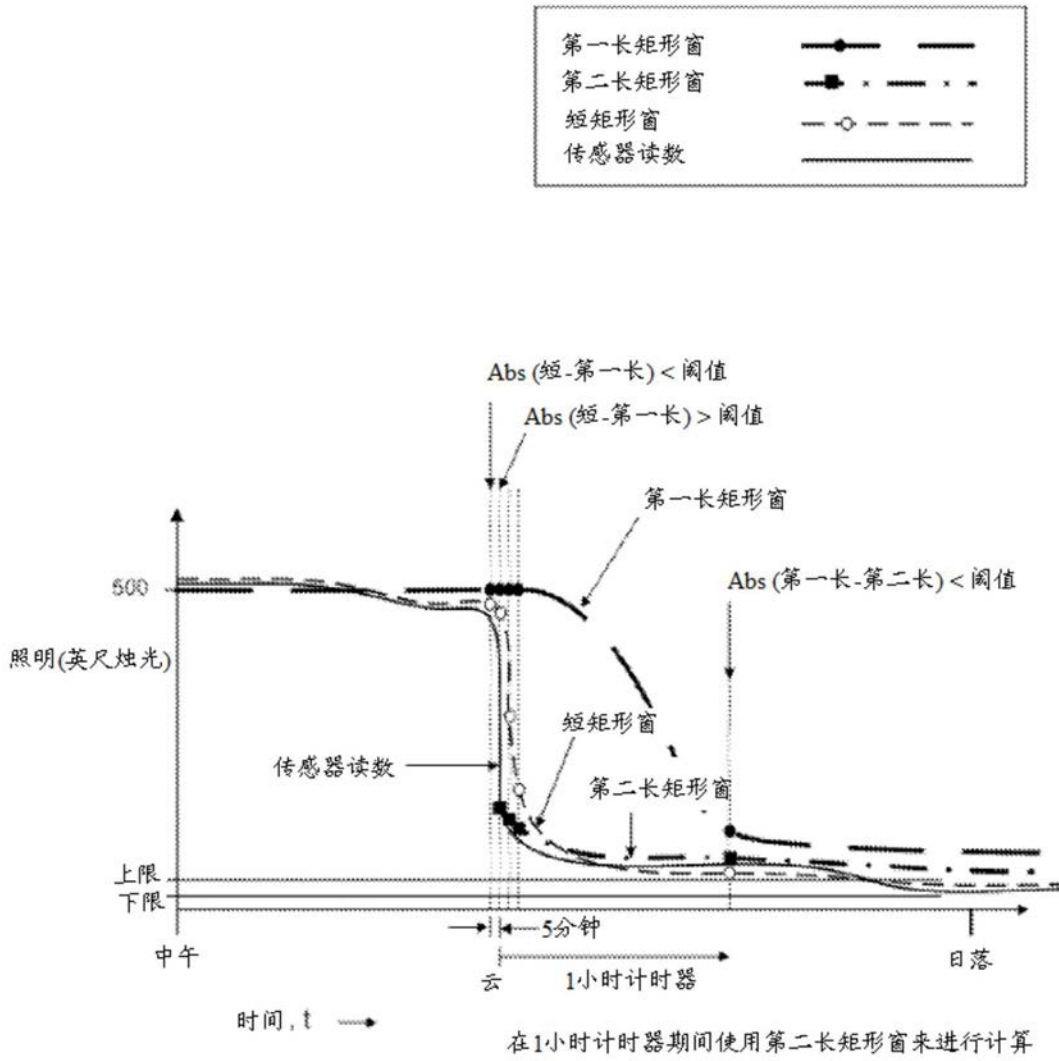


图30B