



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 201941105 A

(43) 公開日：中華民國 108 (2019) 年 10 月 16 日

(21) 申請案號：108109593

(22) 申請日：中華民國 108 (2019) 年 03 月 20 日

(51) Int. Cl. : **G06K9/74 (2006.01)**

(30) 優先權：2018/03/21 美國 62/646,260

(71) 申請人：美商唯景公司 (美國) VIEW, INC. (US)
美國

(72) 發明人：布朗 史蒂芬 克拉克 BROWN, STEPHEN CLARK (US)；賽德里茲 強森 大衛 ZEDLITZ, JASON DAVID (US)；應宇陽 YING, YUYANG (CN)；王珏 WANG, JUE (CN)；加納尼 蓋伊 GANANI, GUY (US)

(74) 代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：23 項 圖式數：33 共 170 頁

(54) 名稱

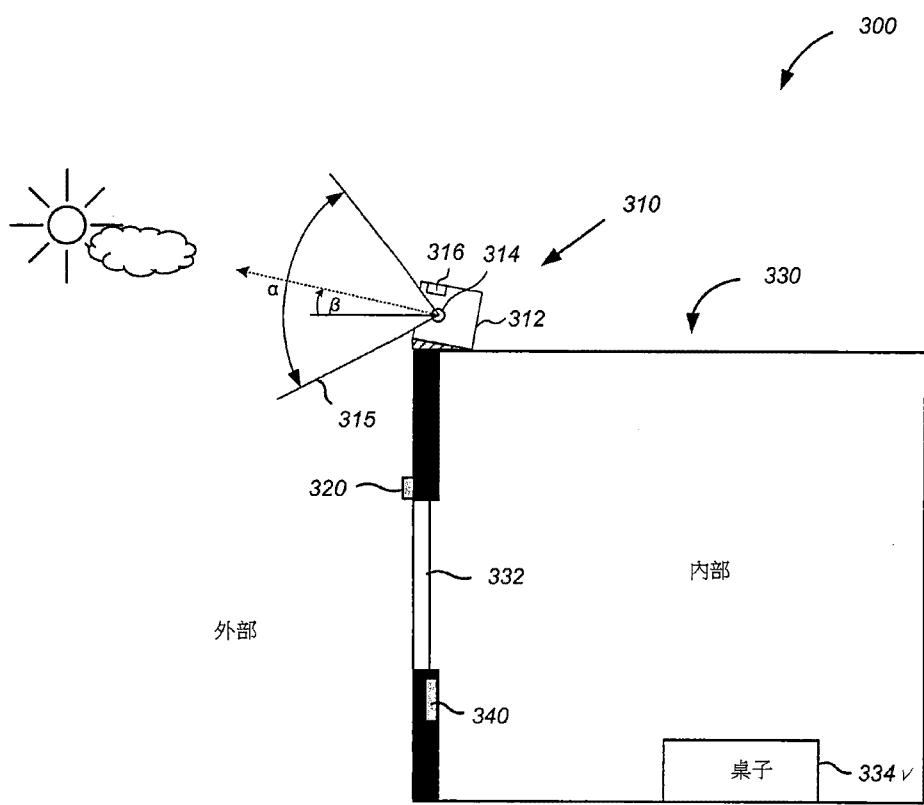
用於藉由雲偵測控制可著色窗之方法及系統

(57) 摘要

用於基於雲偵測控制可著色窗之方法及系統。

Methods and systems for controlling tintable windows based on cloud detection.

指定代表圖：



- 符號簡單說明：
- 300 . . . 紅外線雲偵測器系統
 - 310 . . . 紅外線雲偵測器
 - 312 . . . 外殼
 - 314 . . . 紅外線感測器
 - 315 . . . 圓錐形視野
 - 316 . . . 環境溫度感測器
 - 320 . . . 外部可見光感測器
 - 330 . . . 房間
 - 332 . . . 可著色窗
 - 334 . . . 桌子
 - 340 . . . 控制器

【圖3】

【發明說明書】

【中文發明名稱】用於藉由雲偵測控制可著色窗之方法及系統

【英文發明名稱】METHODS AND SYSTEMS FOR CONTROLLING
TINTABLE WINDOWS WITH CLOUD DETECTION

【技術領域】

【0001】 本揭露內容大體係關於用於偵測雲覆蓋條件之感測元件之配置，且詳言之，係關於紅外線雲偵測器系統及偵測其雲覆蓋條件之方法。

【先前技術】

【0002】 偵測雲覆蓋可為決定將裝備投入運轉之一重要部分，例如，在機器人氣象台，此係由於天文學家可能想要偵測可干擾其觀測之雲。測繪天空以偵測雲覆蓋之習知方法依賴於通常依賴於可見光量測之昂貴的成像裝置。

【發明內容】

【0003】 某些態樣係關於一種用於控制一建築物之一區帶中的一或多個可著色窗之色調之控制器。所述控制器包括具有控制邏輯之一電腦可讀媒體，所述控制邏輯經組態以基於光感測器讀數及紅外線感測器讀數中之一或兩者，基於一雲條件，判定用於一或多個可著色窗之所述區帶之一色調等級。所述控制器進一步包括一與所述電腦可讀媒體通信且與所述可著色窗之一本端窗控制器通信之處理器。所述處理器經組態以基於光感測器讀數及紅外線感測器讀數中之一或兩者判定所述雲條件，基於所述判定之雲條件計算用於一或多個可著色窗之所述區帶的所述色調等級，及經由一網路將色調指令發送至一本端窗控制器。

以將可著色窗之所述區帶之色調轉變至所述計算之色調等級。在某些態樣中，所述色調等級係基於一有可能在一未來時間出現之雲條件而判定。

【0004】 某些態樣係關於一種控制一建築物之一或多個可著色窗的一區帶之色調之方法。所述方法包括基於光感測器讀數及紅外線感測器讀數中之一或兩者判定一雲條件，基於所述判定之雲條件計算用於一或多個可著色窗之所述區帶之一色調等級，及經由一網路將色調指令傳達至一本端窗控制器以將可著色窗之所述區帶之色調轉變至所述計算之色調等級。某些態樣係關於用於藉由雲偵測控制可著色窗之色調等級之方法及系統。在某些態樣中，所述色調等級係基於一有可能在一未來時間出現之雲條件而計算。

【0005】 某些態樣係關於紅外線雲偵測器系統。在一些態樣中，一種紅外線雲偵測器系統包括：一紅外線感測器，其經組態以基於在其視野內接收的紅外線輻射量測天空溫度；一環境溫度感測器，其經組態以量測一環境溫度；及經組態以基於所述量測的天空溫度與所述量測的環境溫度之間的一差判定一雲條件之邏輯。

【0006】 在一些態樣中，一種紅外線雲偵測器系統包括：一紅外線感測器，其經組態以基於在其視野內接收的紅外線輻射量測天空溫度；一環境溫度感測器，其經組態以量測一環境溫度；一光感測器，其經組態以量測可見光之強度；及經組態以判定一雲條件之邏輯。若一當日時間在日出前之一時間與日出後之一第二時間之間或在日落前之一第三時間與日落之間，則所述邏輯經組態以基於所述量測之天空溫度與所述量測之環境溫度之間的一差判定所述雲條件。若所述當日時間在日出後之所述第二時間與日落前之所述第三時間之間，則所述邏輯經組態以基於來自所述光感測器的可見光之所述量測之強度判定所述雲條件。

【0007】 某些態樣係關於紅外線雲偵測器方法。在一些態樣中，一種紅外線

線雲偵測器方法包括接收來自一紅外線感測器之一天空溫度讀數及來自一環境溫度感測器之一環境溫度讀數，計算所述天空溫度讀數與所述環境溫度讀數之間的一差，及基於所述天空溫度讀數與所述環境溫度讀數之間的所述計算的差判定一雲條件。

【0008】 在一些態樣中，一種紅外線雲偵測器方法包括接收來自一紅外線感測器之一天空溫度讀數、來自一環境溫度感測器之一環境溫度讀數及來自一光感測器之一強度讀數，及判定一當日時間是否：(i) 在日出前之一第一時間與日出後之一第二時間之間或在日落前之一第三時間與日落之間；(ii) 在日出後之所述第二時間與日落前之一第三時間之間；(iii) 在(i)後且在(iii)前；或(iv) 在(iii)後且在(i)前。若所述當日時間為(i)、(iii)或(iv)，則所述雲條件係基於所述量測之天空溫度與所述量測之環境溫度之間的一差而判定。若所述當日時間為(iii)，則所述雲條件係基於自所述光感測器接收之所述強度讀數而判定。

【0009】 此等及其他特徵及實施例將在以下參看圖式更詳細地描述。

【圖式簡單說明】

【0010】 圖 1 展示根據一些實施的一紅外線雲偵測器系統之側視圖之示意性表示。

【0011】 圖 2A 展示根據此實施的具有隨著時間的過去由紅外線雲偵測器之紅外線感測器而取得的溫度讀數之兩個曲線之曲線圖。

【0012】 圖 2B 展示具有隨著時間的過去由關於圖 2A 論述之紅外線雲偵測器之環境溫度感測器取得的環境溫度讀數之兩個曲線之曲線圖。

【0013】 圖 2C 展示具有關於圖 2A 及圖 2B 論述的由紅外線感測器取得之

溫度讀數與由紅外線雲偵測器之環境溫度感測器取得之環境溫度讀數之間的計算之差之兩個曲線之曲線圖。

【0014】圖 3 描繪根據一實施的一包括一紅外線雲偵測器及一光感測器之紅外線雲偵測器系統之示意圖（側視圖）。

【0015】圖 4A 展示根據一實施的一包括呈多感測器之形式的紅外線雲偵測器之紅外線雲偵測器系統之圖解表示之透視圖。

【0016】圖 4B 展示包括呈圖 4A 中展示之多感測器之形式的紅外線雲偵測器之紅外線雲偵測器系統之另一透視圖。

【0017】圖 4C 展示在圖 4A 及圖 4B 中展示之紅外線雲偵測器系統之多感測器裝置的內組件中之一些之透視圖。

【0018】圖 5A 為具有隨著時間的過去由可見光光感測器取得的強度讀數之曲線之曲線圖。

【0019】圖 5B 為具有隨著時間的過去由紅外線感測器取得之溫度讀數與由環境溫度感測器取得之溫度讀數之間的差之曲線之曲線圖。

【0020】圖 6A 為具有隨著時間的過去由可見光光感測器取得的強度讀數之曲線之曲線圖。

【0021】圖 6B 為具有隨著時間的過去由紅外線感測器取得之溫度讀數與隨著時間的過去由環境溫度感測器取得之溫度讀數之間的差的曲線之曲線圖。

【0022】圖 7A 為具有隨著時間的過去由可見光光感測器取得的強度讀數之曲線之曲線圖。

【0023】圖 7B 為具有隨著時間的過去由紅外線感測器取得之溫度讀數與由環境溫度感測器取得之溫度讀數之間的差之曲線之曲線圖。

【0024】圖 8 展示描述根據實施的使用來自紅外線感測器及環境溫度感測器之溫度讀數判定雲覆蓋條件之方法之流程圖。

【0025】圖 9 展示描述根據實施的使用來自紅外線雲偵測器系統之紅外線感測器、環境溫度感測器及光感測器之讀數判定雲覆蓋條件之方法之流程圖。

【0026】圖 10 描繪一電致變色裝置之示意性橫截面。

【0027】圖 11A 描繪在經漂白狀態中（或轉變至經漂白狀態）之電致變色裝置之示意性橫截面。

【0028】圖 11B 描繪在圖 11A 中展示但在有色狀態中（或轉變有色狀態）之電致變色裝置之示意性橫截面。

【0029】圖 12 描繪根據一實施例的窗控制器之組件之簡化方塊圖。

【0030】圖 13 描繪根據一實施例的 BMS 之一實施例之示意圖。

【0031】圖 14 為根據實施例的一用於控制建築物之一或多個可著色窗之功能的系統之組件之方塊圖。

【0032】圖 15A 展示根據一實施的經由在包含房間之建築物之外部與內部之間的電致變色窗的直射陽光至房間內之穿透深度。

【0033】圖 15B 展示根據一實施的在晴朗的天空條件下經由電致變色窗進入房間之直射陽光及輻射。

【0034】圖 15C 展示根據一實施的如可由諸如雲及其他建築物之物體阻擋或自所述物體反射的來自天空之輻射光。

【0035】圖 16 描繪展示根據實施例的用於控制在一建築物中之一或多個電致變色窗之方法之一般控制邏輯之流程圖。

【0036】圖 17 為根據一實施的展示來自圖 16 的區塊中之一者之一特定實施之圖。

【0037】圖 18 描繪展示根據實施例的在圖 16 中展示的操作之控制邏輯之一特定實施之流程圖。

【0038】圖 19 為根據一實施的描繪在圖 18 中展示的操作之控制邏輯之一

特定實施之流程圖。

【0039】圖 20A 展示根據一實施的經由在包含房間之建築物之外部與內部之間的電致變色窗的直射陽光至房間內之穿透深度。

【0040】圖 20B 展示根據一實施的在晴朗的天空條件下經由電致變色窗進入房間之直射陽光及輻射。

【0041】圖 20C 展示根據一實施的如可由諸如雲及其他建築物之物體阻擋或自所述物體反射的來自天空之輻射光。

【0042】圖 20D 展示根據一實施的來自天空之紅外線輻射。

【0043】圖 21 包含描繪根據實施例的用於控制在一建築物中之一或多個電致變色窗之方法之一般控制邏輯之流程圖。

【0044】圖 22 包含根據圖 21 中說明之流程圖之一區塊之一個實施的邏輯之流程圖。

【0045】圖 23 包含描繪根據實施的用於判定一經過濾紅外線感測器值之模組 D'之控制邏輯之流程圖。

【0046】圖 24 包含描繪根據實施的取決於在上午範圍期間、在白天時間範圍期間、在晚上範圍期間還是在夜間期間基於紅外線感測器及/或光感測器資料作出著色決策之控制邏輯之流程圖。

【0047】圖 25 為根據某些態樣的一佔有率查找表之一實例。

【0048】圖 26 包含描繪根據某些態樣的用於當當前時間在白天範圍期間時自模組 D 判定色調等級之控制邏輯之流程圖。

【0049】圖 27 包含描繪根據某些態樣的用於當當前時間在晚上範圍期間時自模組 D 判定色調等級之控制邏輯之流程圖。

【0050】圖 28 包含描繪根據某些態樣的用於當當前時間在白天範圍期間時自模組 C1 及/模組 D 判定色調等級之控制邏輯之流程圖。

【0051】圖 29 展示根據一實施的在 24 小時週期期間以毫度計之經過濾紅外線感測器值對時間之曲線圖。

【0052】圖 30 包含描繪根據一實施的用於判定用於一建築物中之一或多個電致變色窗的色調等級之模組 C1 之控制邏輯之流程圖。

【0053】圖 31 包含描繪根據實施的用於判定一經過濾光感測器值之模組 C1'之控制邏輯之流程圖。

【0054】圖 32A 展示根據一實施的一具有一多感測器裝置之紅外線雲偵測器系統之圖解表示之透視圖。

【0055】圖 32B 展示在圖 32A 中展示之多感測器裝置之另一透視圖。

【0056】圖 33A 展示根據一實施的在圖 32A 中展示之多感測器裝置之組件之透視圖。

【0057】圖 33B 展示圖 32A 中展示的多感測器裝置之組件之另一透視圖。

【實施方式】

【0058】I. 介紹

【0059】在一天中之某些時刻，可見光之強度處於低等級，諸如，在日出前後之上午及緊接在日落前之晚上。經校準以量測可見光之強度的光感測器（在本文中被稱作「可見光光感測器」或通常稱作「光感測器」）不偵測直射陽光，且其在一天中之此等時間之強度量測在判定雲條件時可並不有效。在某些態樣中，雲條件經判定為以下中之一者：1）當天空明朗而無雲或幾乎無雲時之「晴朗」條件；2）「部分多雲」條件；及 3）當天空多雲時之「多雲」或「陰天」條件。亦即，在此等時間引向天空之可見光光感測器將量測在「晴朗」條件、「部分多雲」條件及「多雲」條件期間之低強度值。因此，由可見光光感測器單獨取

得之強度量測結果可能不準確地區分在此等時間之不同雲條件。若來自可見光光感測器之強度量測結果單獨用以判定緊接在日落前之黃昏的晚上之「多雲」條件（例如，當量測強度等級掉到低於一特定最小值時），可偵測到錯誤之「多雲」條件。類似地，在不存在直射陽光的緊接在日出前區分「多雲」與「晴朗」條件，可見光光感測器量測結果並不有效。在此等時間週期中之任一者，光感測器量測結果可用以偵測錯誤的「多雲」條件。依賴於來自此等光感測器讀數之錯誤「多雲」判定之控制器可因此基於此錯誤「多雲」判定而實施不當的控制決策。舉例而言，若光感測器讀數判定在緊接在日出前之時間的錯誤「多雲」條件，則控制一面向東之光學可切換窗（例如，電致變色窗）中之色調等級的窗控制器可不當地清除窗，從而允許來自升起之太陽的直射眩光照亮至房間內。

【0060】此外，主要基於來自可見光光感測器之當前讀數作出決策之控制器不考量可與可能的當前/未來雲覆蓋條件有關之地理區域中的歷史強度等級，例如，在預期有可能出現之條件時作出控制命令。舉例而言，在少量雲通過所述地理區域之上午，可存在歷史上低之光等級。在此情況中，臨時阻擋至光感測器之陽光的少量雲將導致與當大風暴翻滾至所述區域內時相同的「多雲」條件判定。在此情況下，少量雲之穿過可使控制器轉變可著色窗，且可能將光學可切換窗鎖定至不當的低色調等級，直至窗可轉變至一較高（較深）色調等級。

【0061】 II. 紅外線 (IR) 雲偵測器系統

【0062】雲及水蒸汽皆吸收並重新發射在紅外線 (IR) 頻譜上之離散頻帶中之輻射。由於雲吸收並重新發射 IR 輻射且晴朗的天空透射 IR 輻射，因此雲通常比晴朗的天空暖（具有較高溫度）。換言之，雲之存在通常產生高於來自晴朗的天空之信號的增強型 IR 信號（其對應於在約地面溫度之大致黑體頻譜）。亦存在較小之大氣濕度效應，其亦可產生增強型 IR 信號，特定言之，在低高程處。基於此等區別，量測 IR 輻射之裝置可有效地偵測雲條件。

【0063】 各種實施係關於基於紅外線讀數偵測雲覆蓋或其他雲條件之紅外線雲偵測器及其方法。紅外線雲偵測器通常包含至少一個紅外線 (IR) 感測器及至少一個環境溫度感測器，其結合使用以取得可用以偵測雲覆蓋條件的天空之溫度讀數。一般而言，由一介質/物體發射且接著由一 IR 感測器量測的紅外線輻射之量取決於介質/物體之溫度、介質/物體之表面及其他物理特性、IR 感測器之視野及介質/物體與 IR 感測器之間的距離而變化。IR 感測器將在其視野內接收之 IR 輻射轉換至電壓/電流，且將電壓/電流轉換至在其視野內的介質/物體之對應的溫度讀數（例如，數位溫度讀數）。舉例而言，一經引導（定向）以面向天空之 IR 感測器輸出在其視野內的天空之區域之溫度讀數。IR 感測器可定向於一特定方向（例如，方位角及仰角）上以優先地捕獲在其圍繞彼方向居中之視野內的天空之地理區域中之 IR 輻射。環境溫度感測器量測包圍感測器的環境空氣之溫度。通常，環境溫度感測器經定位以量測包圍紅外線雲偵測器的環境空氣之溫度。紅外線雲偵測器亦具有一處理器，其判定由 IR 感測器與環境溫度感測器取得之溫度讀數之間的差，且使用此差偵測在 IR 感測器之視野內的天空之區域中之雲覆蓋之量。

【0064】 通常，由環境溫度感測器取得之溫度讀數傾向於隨著改變之天氣條件而在比由紅外線輻射感測器取得之天空溫度讀數小的範圍上波動。舉例而言，由紅外線輻射感測器取得之天空溫度讀數傾向於在快速移動天氣型樣中之「間歇性多雲」條件期間高頻地波動。紅外線雲偵測器之某些實施具有根據方程式 1 判定紅外線感測器天空溫度讀數 (T_{sky}) 與環境溫度讀數 (T_{amb}) 之間的差 (差量 (Δ)) 以幫助正規化紅外線感測器溫度讀數 (T_{sky}) 中之任何波動之邏輯。在一個實例中，若差量 (Δ) 經判定為高於上臨限值（例如，約攝氏 0 毫度），則邏輯判定「多雲」條件，若差量 (Δ) 經判定為低於下臨限值（例如，約攝氏 -5 毫度），則邏輯判定「晴朗」條件，且若差量 (Δ) 經判定為在上臨限值與下

臨限值之間，則邏輯判定「間歇性多雲」條件。在另一實例中，若差量 (Δ) 高於一單一臨限值，則邏輯判定「多雲」條件，且若差量 (Δ) 低於所述臨限值，則邏輯判定「晴朗」條件。在一個態樣中，在判定差量 (Δ) 高於還是低於臨限值前，所述邏輯可將一或多個校正因數應用於其。可在實施中使用的校正因數之一些實例包含濕度、太陽角度/仰角及位點高程。舉例而言，可基於正偵測的雲之海拔高度及密度來應用一校正因數。較低海拔高度及/或較高密度雲與環境溫度讀數相關得比與紅外線感測器讀數相關更緊密。較高海拔高度及/或不太密集之雲與紅外線感測器讀數相關得比與環境溫度讀數相關緊密。在此實例中，可應用對於較低海拔高度及/或較高密度雲對環境溫度讀數給予較高權重之一校正因數，或可使用對於較高海拔高度及/或不太密集雲對紅外線感測器讀數給予較高權重之一校正因數。在另一實例中，可基於濕度及/或太陽位置應用一校正因數以更準確地描述雲覆蓋及/或移除任何離群值。以下參看圖 2A 至圖 2C 描述說明使用差量 (Δ) 判定雲條件之技術優勢。

【0065】由於溫度讀數通常獨立於存在之直射陽光，因此在某些情況下，使用溫度讀數可比可見光光感測器可在陽光之強度低時（例如，緊接在日出之前及緊接在日出後的上午早些時候、在日落前的晚上早些時候）偵測更準確地偵測到雲覆蓋條件。在此等時間，可見光光感測器可潛在地偵測到錯誤之「多雲」條件。根據此等實施，紅外線雲偵測器可用以偵測雲覆蓋，且其偵測之準確度與太陽是否出來或是否否則存在低光強度等級（諸如，緊接在日出或日落之前）無關。在此等實施中，相對低溫度通常指示「晴朗」條件之可能性，且相對高溫度讀數通常指示「多雲」條件之可能性（亦即，雲覆蓋）。

【0066】在各種實施中，紅外線雲偵測器之 IR 感測器經校準以量測在一具體範圍內的長波長紅外線輻射之輻射通量。IR 感測器之處理器或一單獨處理器可用以自此等量測結果推斷溫度讀數。在一個態樣中，IR 感測器經校準以偵

測在約 8 μm 與約 14 μm 之間的波長範圍中之紅外線輻射。在另一態樣中，IR 感測器經校準以偵測具有超過約 5 μm 之波長的紅外線輻射。在另一態樣中，IR 感測器經校準以偵測在約 9.5 μm 與約 11.5 μm 之間的波長範圍中之紅外線輻射。在另一態樣中，IR 感測器經校準以偵測在約 10.5 μm 與 12.5 μm 之間的波長範圍中之紅外線輻射。在另一態樣中，IR 感測器經校準以偵測在約 6.6 μm 至 20 μm 之間的波長範圍中之紅外線輻射。可使用的 IR 感測器之類型之一些實例包含紅外線溫度計（例如，熱電堆）、紅外線輻射計、紅外線地面輻射計、紅外線高溫計及類似者。IR 感測器之一市售實例為由密歇根州底特律之 Melexis 製造之 Melexis MLX90614。IR 感測器之另一市售實例為由瑞士 TE connectivity Ltd. 製造之 TS305-11C55 溫度感測器。IR 感測器之另一市售實例為由瑞士 TE connectivity Ltd. 製造之 Apogee 溫度感測器所製造之 SI-111 紅外線輻射計。

【0067】 在各種實施中，紅外線雲偵測器具有一 IR 感測器，其經定位及定向使得其視野可自所關心之天空之一特定區域接收紅外線輻射。在一個實施中，IR 感測器可位於建築物之屋頂上，且經定向，其感測表面豎直面向上，或與豎直線成一小角度，使得其視野具有在建築物上方或在距建築物一段距離的天空之區域。

【0068】 在某些實施中，紅外線雲偵測器具有一保護性外殼，且紅外線感測器位於所述外殼內。所述外殼可具有一蓋，所述蓋具有一或多個孔隙或變薄區，所述孔隙或變薄區允許/限制紅外線輻射透射至紅外線感測器。在一些情況下，所述蓋可由塑膠形成，諸如，聚碳酸酯、聚乙烯、聚丙烯及/或熱塑性塑膠（諸如，耐綸或其他聚醯胺、聚酯或其他熱塑性塑膠），外加其他合適材料。在一個實例中，所述材料為耐風雨之塑膠。在其他情況下，蓋可由諸如鋁、鈷或鈦之金屬材料或諸如耐綸混合鋁粉（alumide）之半金屬材料形成。在一些實施中，所述蓋可傾斜或為凸形以防止水之累積。取決於用以形成蓋的材料之類型，蓋可

經 3D 打印、射出模製或經由另一或多個合適製程形成。

【0069】 在一些實施中，所述蓋包含一或多個孔隙或變薄區以增大入射輻射或其他信號至外殼內之偵測器的透射（減少阻擋）。舉例而言，蓋可包含最接近外殼中之紅外線感測器的一或多個孔隙或變薄區以允許入射紅外線輻射至紅外線感測器之改良透射。孔隙或變薄區亦可改良其他信號（例如，GPS 信號）至外殼內之其他偵測裝置之透射。另外或替代地，蓋中之一些或所有可由光擴散材料形成。在一些實施中，蓋可經由黏著劑或藉由某一機械耦接機制（諸如，經由使用螺紋及螺紋穿過或經由壓力密封墊或其他壓合）與外殼連接。

【0070】 紅外線感測器之感測表面之視野由其材料組成及其結構界定。在一些情況下，紅外線感測器之視野可因障礙物而變窄。障礙物之一些實例包含建築物結構（諸如，懸伸部或屋頂結構）、在建築物附近之障礙物（諸如，樹或另一建築物）等。作為另一實例，若紅外線感測器位於外殼內，則所述外殼內之結構可使視野變窄。

【0071】 在一個態樣中，一單一 IR 感測器具有一豎直無約束之視野，距豎直線約 50 度至約 130 程度 $\pm$ 40 度。在一個態樣中，IR 感測器具有在 50 度與 100 度之範圍中的視野。在另一態樣中，IR 感測器具有在 50 度與 80 度之範圍中的視野。在另一態樣中，IR 感測器具有約 88 度之視野。在另一態樣中，IR 感測器具有約 70 度之視野。在另一態樣中，IR 感測器具有約 44 度之視野。IR 感測器之視野通常定義為圓錐形體積。IR 感測器通常具有比可見光光感測器寬之視野，且因此能夠自天空之較大區域接收輻射。由於 IR 感測器可取得天空之較大區域之讀數，因此 IR 感測器可在判定接近條件（例如，到來之暴風雲）時比可見光光感測器有用，可見光光感測器將更限於偵測影響在其較小視野內的光感測器之緊鄰附近之當前條件。在一個態樣中，安裝之感測器的五感測器阻擋式 IR 感測器配置（例如，在多感測器組態中）具有四個成角度安裝之 IR 感測器，每一

者約束至 20-70 度或 110-160 度之視野，且一個面向上之 IR 感測器約束至 70-110 度之視野。

【0072】 某些 IR 感測器傾向於在當直射陽光未照射感測表面時量測天空溫度過程中更有效。在某些實施中，紅外線雲偵測器具有遮住來自 IR 感測器之感測表面的直射陽光之一結構，或具有在直射陽光照射 IR 感測器之感測表面前將其擴散之一結構（例如，不透明塑膠之殼體）。在一個實施中，IR 感測器可由建築物或紅外線雲偵測器之懸伸結構遮住。在另一實施中，IR 感測器可位於一保護性外殼內，在 IR 感測器之感測表面與天空之間具有擴散材料以擴散任何直射陽光，以免於到達 IR 感測器之感測表面，及亦提供針對潛在有害要素（諸如，灰塵、動物等）之保護。另外或替代地，一些實施僅使用在日出前或日落後取得之 IR 感測器讀數來避免直射陽光照射 IR 感測器之可能性。在此等實施中，光感測器讀數或其他感測器讀數可用以偵測日出與日落之間的雲覆蓋條件。

【0073】 在各種實施中，紅外線雲偵測器具有一環境溫度感測器用於量測環境溫度感測器周圍的空氣之溫度。通常，環境溫度感測器之位置與室外環境（例如，位於建築物之外）接觸以取得天空之溫度讀數。環境溫度感測器可為（例如）熱敏電阻、熱電偶、電阻溫度計、熱電偶、矽帶隙溫度感測器等。可使用的環境溫度感測器之一市售實例為由 Omega 製造之 Pt100 溫度計探針。某些實施包含經定位以避免直射陽光照射其感測表面之一環境溫度感測器。舉例而言，環境溫度感測器可位於一懸伸部下或安裝於為環境溫度感測器遮住直射陽光之一結構下面。

【0074】 雖然本文中描述的紅外線雲偵測器之許多實施包含一個 IR 感測器及一個環境溫度感測器，但將理解，其他實施可包含多於一個 IR 感測器及/或多於一個環境溫度感測器。舉例而言，在一個實施中，紅外線雲偵測器包含兩個或更多個 IR 感測器，供冗餘使用及/或將 IR 感測器引導至天空之不同區域。另

外或替代地，在另一實施中，紅外線雲偵測器可具有供冗餘使用之兩個或更多個環境溫度感測器。使用兩個 IR 感測器引導之不同天空區域用於偵測雲的系統之一實例可見於 2015 年 9 月 29 日提交且題為《具有可變距離感測之陽光強度或雲偵測 (SUNLIGHT INTENSITY OR CLOUD DETECTION WITH VARIABLE DISTANCE SENSING)》的國際申請案 PCT/US15/53041 中，其在此被以引用的方式全部併入。

【0075】 紅外線雲偵測器之各種實施具有偵測雲覆蓋條件之基本功能性。在一些情況下，紅外線雲偵測器可偵測「多雲」條件及「晴朗」條件。另外，一些實施可進一步將「多雲」條件分化成分級。舉例而言，一個實施可將「多雲」條件分化成「陰天」或「間歇性雲」。在另一實例中，一實施可將不同等級（例如，1-10）之雲量指派至「多雲」條件。在又一實例中，一實施可預測未來雲條件，亦即，雲條件在未來時間出現之可能性。另外或替代地，一些實施亦可偵測其他天氣條件。

【0076】 在各種實施中，紅外線雲偵測器包含經組態以取得天空溫度讀數 T_{sky} 之一 IR 感測器，及經組態以取得環境溫度讀數 T_{amb} 之一環境溫度感測器。所述紅外線雲偵測器亦包含含有程式指令之一或多個處理器，所述程式指令可經執行以執行紅外線雲偵測器之各種功能。處理器執行程式指令以判定溫度讀數之間的溫度差，差量 (Δ)，如在**方程式 1**中提供。處理器亦執行程式指令以基於差量 (Δ) 判定雲覆蓋條件。如上所提到，在一些情況下，使用環境溫度讀數可幫助正規化 IR 感測器溫度讀數中之任何快速波動。

$$\begin{aligned} \text{差量 } (\Delta) = & \text{紅外線感測器天空溫度讀數 } (T_{sky}) \\ & - \text{環境溫度讀數 } (T_{amb}) \end{aligned} \quad \text{(方程式 1)}$$

【0077】 在一個實施中，處理器執行程式指令以將差量 (Δ) 與一上臨限值及一下臨限值比較，及判定一雲覆蓋條件。若差量 (Δ) 高於上臨限值，則判定

「晴朗」條件。若差量 (Δ) 低於下臨限值，則判定「多雲」條件。若差量 (Δ) 低於上臨限值且高於下臨限值（亦即在臨限值之間），則判定一「間歇性」雲覆蓋條件。另外或替代地，當差量 (Δ) 在臨限值之間時，可使用額外因素來判定雲覆蓋條件。此實施在黎明前後之上午及在黃昏前後之晚上很好地起作用，以準確地判定「多雲」條件或「晴朗」條件。在日出與日落之間，可使用額外因素判定雲覆蓋條件，諸如，藉由使用可見光感測器值。額外因素之一些實例包含：高程、風速/方向及太陽仰角/角度。

【0078】 A. 紅外線 (IR) 感測器雲偵測系統

【0079】 圖 1 展示根據一些實施的具有一紅外線雲偵測器 100 之系統之側視圖之示意性表示。紅外線雲偵測器 100 具有一外殼 101，其具有一蓋 102，所述蓋在外殼 101 之第一表面 106 具有一孔隙或變薄之部分 104。外殼 101 亦具有與第一表面 106 對置之一第二表面 108。紅外線雲偵測器 100 亦包含：一 IR 感測器 110，其經組態以基於在其圓錐形視野 114 內接收之紅外線輻射取得溫度讀數 T_{sky} ；一環境溫度感測器 130，其用於取得環境溫度讀數 T_{amb} ；及一處理器 140，其與 IR 感測器 110 及環境溫度感測器 130 通信（有線或無線）。在一個態樣中，IR 感測器為紅外線溫度計（例如，熱電堆）、紅外線輻射計、紅外線地面輻射計及紅外線高溫計中之一者。在一個態樣中，環境溫度感測器為熱敏電阻、溫度計及熱電偶中之一者。

【0080】 在圖 1 中，IR 感測器 110 位於孔隙或變薄之部分 104 後且在外殼 101 之殼體內。孔隙或變薄之部分 104 使 IR 感測器 110 能夠量測經由孔隙或變薄之部分 104 透射且在其感測表面處接收的紅外線輻射。IR 感測器 110 包含一假想軸線 112，其與 IR 感測器 110 之感測表面正交且穿過 IR 感測器 110 之中心。在說明之實例中，IR 感測器 110 經定向使得其軸線 112 在豎直定向上，且感測表面面向上。在其他實例中，IR 感測器 110 可經引導使得感測表面面向另

一定向以（例如）將 IR 感測器引導至天空之一特定區域。IR 感測器 110 具有經由孔隙或變薄之部分 104 至外殼 102 外的一圓錐形視野 114。在此實例中，蓋 102 在孔隙或變薄之部分 104 周圍的部分由阻擋紅外線輻射之材料製成，且孔隙或變薄之部分 104 之周長界定視野 114。視野 114 具有一角度 α ，且關於軸線 112 居中。在圖 1 中，環境溫度感測器 130 經定位且遠離邊緣貼附至外殼 102 之第二表面 108 以避免當紅外線雲偵測器 100 在此定向上時直射陽光照射環境溫度感測器 130。雖未展示，但紅外線雲偵測器 100 亦包含將紅外線感測器 110 及其他組件固持於外殼 101 內適當位置之一或多個結構。

【0081】紅外線雲偵測器 100 亦具有在每一讀取時間計算紅外線感測器天空溫度讀數 (T_{sky}) 與環境溫度讀數 (T_{amb}) 之間的差量 (Δ) 且基於計算之差量 (Δ) 判定雲覆蓋條件之邏輯。在操作期間，IR 感測器 110 基於自在其視野 114 內的天空之區域接收之紅外線輻射取得天空溫度讀數 T_{sky} ，且環境溫度感測器 130 取得在紅外線雲偵測器 100 周圍的環境空氣之環境溫度讀數 T_{amb} 。處理器 140 接收來自 IR 感測器 110 的具有溫度讀數 T_{sky} 之信號及來自環境溫度感測器 130 的具有環境溫度讀數 T_{amb} 之信號。處理器 140 執行儲存於記憶體（未展示）中之指令，所述指令使用計算在特定時間之紅外線感測器溫度讀數 (T_{sky}) 與環境溫度讀數 (T_{amb}) 之間的一差量 (Δ) 以判定雲覆蓋條件之邏輯。處理器 140 可執行進行以下操作之指令：若在彼時之差量 (Δ) 高於上臨限值，則判定一「多雲」條件，若差量 (Δ) 低於下臨限值，則判定「晴朗」條件，且若判定差量 (Δ) 在上臨限值與下臨限值之間，則判定「間歇性多雲」條件。處理器 140 亦可執行儲存於記憶體中之指令以執行本文中描述的方法之其他操作。

【0082】雖然在圖 1 中說明一單一紅外線感測器 110，但在另一實施中，倘若一個出故障及/或由（例如）鳥糞或另一環境作用物遮蔽，則兩個或更多個紅外線感測器可供冗餘使用。在一個實施中，使用兩個或更多個紅外線感測器來

面向不同定向以捕獲來自不同視野及/或在距建築物/結構不同距離處之 IR 輻射。若兩個或更多個 IR 感測器位於紅外線雲偵測器 100 之外殼內，則 IR 感測器通常相互偏移一段距離，所述距離足以減小遮蔽之作用物將影響所有 IR 感測器之可能性。舉例而言，IR 感測器可分開至少約一吋或至少約兩吋。

【0083】 B.在晴天及下午多雲之一天期間的紅外線感測器溫度讀數、環境溫度讀數及差量值之比較

【0084】 如上所論述，由環境溫度感測器取得之天空溫度讀數傾向於在比由紅外線輻射感測器取得之天空溫度讀數小的範圍上波動。紅外線雲偵測器之某些實施具有根據**方程式 1** 判定紅外線感測器溫度讀數 (T_{sky}) 與環境溫度讀數 (T_{amb}) 之間的差 (差量 (Δ)) 以幫助正規化紅外線感測器溫度讀數 (T_{sky}) 中之任何波動之邏輯。藉由比較，**圖 2A 至圖 2C** 包含由根據一實施的紅外線雲偵測器之紅外線感測器取得之溫度讀數 T_{IR} 、由紅外線雲偵測器之環境溫度感測器取得之天空溫度讀數 T_{sky} 及此等讀數之間的差量 (Δ) 之實例之曲線圖。每一曲線圖包含兩個曲線：在晴天期間取得的讀數之曲線及在下午有雲之一天期間取得的讀數之曲線。在此實例中使用之紅外線雲偵測器包含類似於關於**圖 1** 中展示之紅外線雲偵測器 100 所描述的組件之組件。在此情況下，紅外線雲偵測器位於建築物之屋頂上且紅外線感測器經定向以豎直面向上。紅外線感測器經校準以量測在自約 $8\ \mu\text{m}$ 至約 $14\ \mu\text{m}$ 之波長範圍中的紅外線輻射。為了避免直射陽光照射紅外線感測器，紅外線感測器位於由諸如塑膠（例如，聚碳酸酯、聚乙烯、聚丙烯及/或熱塑性塑膠（諸如，耐綸或其他聚醯胺、聚酯或其他熱塑性塑膠），外加其他合適材料）之光漫射材料形成之蓋後。在此實例中，紅外線雲偵測器亦具有可用以計算由 IR 感測器取得之天空溫度讀數 T_{sky} 與由紅外線雲偵測器之環境溫度感測器取得之環境溫度讀數 T_{amb} 之間的差 (差量 (Δ)) 之邏輯。所述邏輯亦可用以若差量 (Δ) 處於或高於上臨限值，則判定「多雲」條件，若差量 (Δ)

處於或低於下臨限值，則判定「晴朗」條件，且若判定差量 (Δ) 在上臨限值與下臨限值之間，則判定「間歇性多雲」條件。

【0085】圖 2A 展示根據此實施的具有隨著時間的過去由紅外線雲偵測器之紅外線感測器而取得的溫度讀數 T_{sky} 之兩個曲線之曲線圖。兩個曲線中之每一者具有在一天之時間週期上由紅外線感測器取得之溫度讀數 T_{sky} 。第一曲線 110 具有在下午有雲之第一天期間由紅外線感測器取得之溫度讀數 T_{sky} 。第二曲線 112 具有在全天晴朗之第二天期間由紅外線感測器取得之溫度讀數 T_{sky} 。如所展示，在下午有雲之第一天之下午期間取得的第一曲線 110 之溫度讀數 T_{sky} 大體高於在全天晴朗之第二天期間取得的第二曲線 112 之溫度讀數 T_{sky} 。

【0086】圖 2B 展示具有隨著時間的過去由關於圖 2A 論述之紅外線雲偵測器之環境溫度感測器取得的環境溫度讀數 T_{amb} 之兩個曲線之曲線圖。兩個曲線中之每一者具有在一天之時間週期上由環境溫度感測器取得之溫度讀數 T_{amb} 。為了避免直射陽光照射環境溫度感測器，將其對直射陽光遮住。第一曲線 220 具有在下午有雲之第一天期間由環境溫度感測器取得之溫度讀數。第二曲線 222 具有在全天晴朗之第二天期間由紅外線感測器取得之溫度讀數。如所展示，在下午有雲之第一天期間取得的第一曲線 220 之環境溫度讀數 T_{amb} 處於比在全天晴朗之第二天期間取得的第二曲線 222 之溫度讀數 T_{amb} 低之等級下。

【0087】圖 2C 展示具有由 IR 感測器取得的天空溫度讀數 T_{sky} 與由關於圖 2A 及圖 2B 論述之紅外線雲偵測器之環境溫度感測器取得的環境溫度讀數 T_{amb} 之間的計算之差量 (Δ) 之兩個曲線之曲線圖。兩個曲線中之每一者具有在一天中之一時間週期上的計算之差量 (Δ)。第一曲線 230 為在下午有雲之第一天期間取得的讀數之計算之差量 (Δ)。第二曲線 232 為在全天晴朗之第二天期間取得的計算之差量 (Δ)。所述曲線圖亦包含一上臨限值及一下臨限值。

【0088】在圖 2C 中，在自緊接在日出之前直至緊接在日出之後之一時間

間隔期間及在緊接在日落之前直至日落之一時間間隔期間的第二曲線 **232** 之差量 (Δ) 之值低於下臨限值。使用在圖 **2C** 中之曲線中展示的計算之差量 (Δ) 值，紅外線雲偵測器之邏輯將判定在此時間間隔期間的一「晴朗」條件。又，由於在一天中之多數其他時間第二曲線 **232** 之差量 (Δ) 之值低於下臨限值，因此紅外線雲偵測器之邏輯將針對所述其他時間亦判定一「晴朗」條件。

【0089】在圖 **2C** 中，對於下午中之多數時間，第一曲線 **230** 之差量 (Δ) 之值高於上臨限值，且紅外線雲偵測器將判定在下午期間之「多雲」條件。在自緊接在日出之前直至緊接在日出之後之一時間間隔期間及在緊接在日落之前直至日落之一時間間隔期間，第一曲線 **230** 之差量 (Δ) 之值低於下臨限值。基於此等計算之差量 (Δ) 值，紅外線雲偵測器之邏輯將判定在此時間間隔期間之「晴朗」條件。在下午早些時候與晚些時候之過渡中的簡短時間週期期間，第一曲線 **230** 之差量 (Δ) 之值在下臨限值與上臨限值之間。基於此等計算之差量 (Δ) 值，紅外線雲偵測器之邏輯將判定一「間歇性多雲」條件。

【0090】C. 具有光感測器之紅外線雲偵測器系統

【0091】在某些實施中，紅外線雲偵測器系統亦包含一可見光光感測器（例如，光電二極體），用於量測在操作期間的可見光輻射之強度。此等系統通常包含至少一個紅外線感測器、至少一個環境溫度感測器、至少一個可見光光感測器，及用於基於由紅外線感測器、環境溫度感測器及可見光光感測器中之一或多者取得之讀數判定一雲覆蓋條件之邏輯。在一些情況下，紅外線感測器經校準以量測在 $8\ \mu\text{m}$ 至 $14\ \mu\text{m}$ 頻譜中之波長。在一些情況下，光感測器經校準以偵測在亮光範圍內的可見光（例如，在約 $390\ \text{nm}$ 與約 $700\ \text{nm}$ 之間）之強度。所述光感測器可位於與紅外線感測器及環境溫度感測器相同的外殼中/上，或可位置分開。在一些情況下，所述邏輯基於紅外線感測器溫度讀數 T_{sky} 與環境溫度讀數 T_{amb} 之間的計算之差量 (Δ) 值判定雲覆蓋條件，例如，當紅外線感測器之置信

度水平高及/或光感測器之置信度水平低時。當紅外線感測器之置信度水平低及/或光感測器之置信度水平高時，所述邏輯基於光感測器讀數判定雲覆蓋條件。

【0092】 在各種實施中，紅外線雲偵測器系統包含用於使用以下中之一或多者作為輸入來判定雲覆蓋條件之邏輯：當日時間、一年中之某天、來自紅外線感測器之溫度讀數 T_{sky} 、來自環境溫度感測器之環境溫度讀數 T_{amb} 及來自光感測器之光強度讀數、來自光感測器的可見光強度讀數之振盪頻率及來自紅外線感測器的溫度讀數 T_{sky} 之振盪頻率。在一些情況下，所述邏輯自可見光強度讀數判定振盪頻率，及/或自溫度讀數 T_{sky} 判定振盪頻率。所述邏輯判定當日時間是否在以下四個時間週期中之一者期間：(i) 在日出前不久且至稍微在日出後之一時間週期；(ii) 定義為在 (i) 後且 (iii) 前之白天；(iii) 在日落前不久（黃昏）且直至日落之一時間週期；或 (iv) 定義為在 (iii) 後且 (i) 前之夜間。在一種情況下，日出之時間可自由可見光波長光感測器取得之量測結果判定。舉例而言，時間週期 (i) 可結束於可見光波長光感測器開始量測直射陽光之時點，亦即，可見光光感測器之強度讀數處於或高於一最小強度值之時點。此外或替代地，時間週期 (iii) 可判定為結束於來自可見光波長光感測器之強度讀數處於或低於一最小強度值之時點。在另一實例中，可基於一年中之某天使用太陽計算器來計算日出之時間及/或日落之時間，且時間週期 (i) 及 (iii) 可藉由在日出/日落之計算時間前後的一定義之時間週期（例如，45 分鐘）計算。若當日時間在 (i) 或 (iii) 時間週期內，則光感測器讀數之置信度水平傾向於低且紅外線感測器讀數傾向於高。在此情形中，所述邏輯基於有或無校正因數的計算之差量 (Δ) 判定雲覆蓋條件。舉例而言，若差量 (Δ) 高於上臨限值，則所述邏輯可判定一「多雲」條件，若差量 (Δ) 低於下臨限值，則判定一「晴朗」條件，且若差量 (Δ) 在上臨限值與下臨限值之間，則判定一「間歇性多雲」條件。作為另一實例，若差量 (Δ) 高於一單一臨限值，則所述邏輯可判定一「多雲」條件，且若差量 (Δ)

低於所述臨限值，則邏輯判定一「晴朗」條件。若當日時間在(ii)白天期間，則光感測器讀數之置信度水平處於高等級，且紅外線感測器讀數之置信度水平傾向於低。在此情況下，所述邏輯可使用光感測器讀數判定雲覆蓋條件，只要紅外線讀數與光感測器讀數之間的計算之差處於或低於一可接受值。舉例而言，若光感測器讀數高於某一強度等級，則所述邏輯可判定一「晴朗」條件，且若光感測器讀數處於或低於所述強度等級，則判定一「多雲」條件。若紅外線讀數與光感測器讀數之間的計算之差增大高於可接受值，則紅外線讀數之置信度增大，且所述邏輯基於如上所述之差量(Δ)判定雲覆蓋條件。替代地或另外，若光感測器讀數經判定為以大於第一定義之等級的一頻率振盪，則紅外線讀數之置信度水平增大，且所述邏輯基於差量(Δ)判定雲覆蓋條件。若紅外線讀數經判定為以大於第二定義之等級的一頻率振盪，則光感測器讀數之置信度水平增大，且所述邏輯基於光感測器讀數判定雲覆蓋條件。若當日時間在(iv)夜間期間，則所述邏輯可基於如上所述之差量(Δ)判定雲覆蓋條件。本文中描述可由紅外線雲偵測器系統使用的邏輯之其他實施，包含參看圖 21、圖 22、圖 23、圖 24、圖 26、圖 27、圖 28 及圖 30 與圖 31 描述之各種邏輯。

【0093】圖 3 描繪根據一實施的包括一紅外線雲偵測器 310 及一外部可見光光感測器 320 之紅外線雲偵測器系統 300 之示意圖(側視圖)。紅外線雲偵測器 310 包含一外殼 312、一在外殼 312 之殼體內的紅外線感測器 314 及一亦在外殼 312 之殼體內的環境溫度感測器 316。紅外線感測器 314 經組態以基於自其圓錐形視野 315 內的天空之區域接收之紅外線輻射取得溫度讀數 T_{sky} 。環境溫度感測器 316 經組態以取得在紅外線雲偵測器 310 周圍的環境空氣之環境溫度讀數 T_{amb} 。在一個態樣中，紅外線感測器 314 為紅外線溫度計(例如，熱電堆)、紅外線輻射計、紅外線地面輻射計及紅外線高溫計中之一者。在一個態樣中，環境溫度感測器為熱敏電阻、溫度計及熱電偶中之一者。

【0094】紅外線雲偵測器 310 展示為位於具有房間 330（具有一可著色窗 332（例如，具有至少一個電致變色裝置之電致變色窗））的建築物之屋頂上，且外部可見光感測器 320 位於建築物之外部表面上。可著色窗 332 位於包含房間 330 的建築物之外部與內部之間。圖 5 亦展示在房間 330 中之一桌子 334。雖然在此實例中光感測器 320 位置與紅外線雲偵測器 310 分開，但在其他實施中，光感測器 320 位於外殼之殼體中或在外殼 312 之外側上。

【0095】紅外線感測器 314 包含一假想軸線，其垂直於紅外線感測器 314 之感測表面且穿過其中心。紅外線雲偵測器 310 由一楔形結構支撐，所述楔形結構將紅外線雲偵測器 310 定向使得按距水平面之一傾斜角 β 引導其軸線。在其他實施中，可使用其他組件支撐紅外線雲偵測器 310。紅外線感測器 314 經引導使得感測表面面向天空，且可接收來自在其視野 315 內的天空之區域之紅外線輻射。環境溫度感測器 130 位於外殼 312 之殼體內，遠離邊緣，且由外殼 312 之一懸伸部分遮住，從而避免直射陽光照射環境溫度感測器 130 之感測表面。雖然未展示，但紅外線雲偵測器 310 亦包含將其組件固持在外殼 312 內之一或多個結構。

【0096】在圖 3 中，紅外線雲偵測器系統 300 亦包含一具有一處理器之控制器 340，所述處理器可執行儲存於記憶體（未展示）中的用於使用紅外線雲偵測器系統 300 之邏輯之指令。控制器 340 與紅外線感測器 314 及環境溫度感測器 316 通信（無線或有線）以接收具有溫度讀數之信號。控制器 340 亦與光感測器 320 通信（無線或有線）以接收具有可見光強度讀數之信號。

【0097】在一些實施中，電力/通信線可自建築物或另一結構延伸至紅外線雲偵測器 310。在一個實施中，紅外線雲偵測器 310 包含一網路介面，其可將紅外線雲偵測器 310 耦接至一合適纜線。紅外線雲偵測器 310 可經由網路介面將資料傳達至控制器 340 或建築物之另一控制器（例如，網路控制器及/或主控制

器)。在一些其他實施中，紅外線雲偵測器 **310** 可另外或替代地包含一實現與一或多個外部控制器之無線通信的無線網路介面。

【0098】 在一些實施中，紅外線雲偵測器 **310** 或紅外線雲偵測器之其他實例亦可包含一在其外殼內或與其外殼耦接之電池，以對其內之感測器及電組件供電。作為來自電源供應器（例如，來自建築物電源供應器）之電力之代替或補充，所述電池可提供此電力。在一個實施中，一紅外線雲偵測器進一步包含至少一個光伏打電池，例如，在外殼之一外表面上。作為由任一其他電源供應器提供之電力之代替或補充，此至少一個光伏打電池可提供電力。

【0099】 紅外線雲偵測器系統 **300** 亦包含用於使用以下中之一或多者作為輸入來判定雲覆蓋條件之邏輯：當日時間、一年中之某天、來自紅外線感測器 **314** 之溫度讀數 T_{sky} 、來自環境溫度感測器 **316** 之環境溫度讀數 T_{amb} 及來自光感測器 **320** 之光強度讀數、來自光感測器 **320** 的可見光強度讀數之振盪頻率及來自紅外線感測器 **314** 的溫度讀數 T_{sky} 之振盪頻率。在操作期間，紅外線感測器 **314** 基於自在其視野 **315** 內的天空之區域接收之紅外線輻射取得溫度讀數 T_{sky} ，環境溫度感測器 **316** 取得在紅外線雲偵測器 **310** 周圍的環境空氣之環境溫度讀數 T_{amb} ，且光感測器 **320** 取得在其感測表面處接收的可見光之強度讀數。控制器 **340** 之處理器接收來自紅外線感測器 **314** 的具有溫度讀數 T_{sky} 之信號、來自環境溫度感測器 **316** 的具有環境溫度讀數 T_{amb} 之信號及來自光感測器 **320** 的具有強度讀數之信號。處理器執行儲存於記憶體中的用於使用邏輯基於各種輸入判定雲覆蓋條件之指令。此邏輯之一實例在上文且亦參看圖 **9** 描述。在一個實施中，控制器 **340** 亦與一或多個建築物組件通信且經組態以控制一或多個建築物組件。舉例而言，控制器 **340** 可與可著色窗 **332** 通信且經組態以控制其色調等級。在此實施中，紅外線雲偵測器系統 **300** 亦包含用於基於判定之雲覆蓋條件判定針對一或多個建築物組件（例如，可著色窗 **332**）之控制決策之邏輯。用於基於判定之雲

覆蓋條件判定控制決策的邏輯之一實例更詳細地關於圖 10 來描述。

【0100】 雖然在圖 3 中說明一單一紅外線感測器 314、環境溫度感測器 316 及可見光感測器 320，但應理解，在另一實施中，本揭露內容不受如此限制，且可使用額外組件。舉例而言，倘若一個組件出故障及/或經遮住或另外防止發揮功能，則多個組件可供冗餘使用。在另一實例中，可在不同位置或在不同定向使用兩個或更多個組件以捕獲不同資訊。在一個實施中，使用兩個或更多個紅外線感測器來面向不同定向以捕獲來自不同視野及/或在距建築物/結構不同距離處之紅外線輻射。在具有多個感測器之情況下，可使用來自多個感測器的值之平均數或平均值判定雲覆蓋條件。若兩個或更多個 IR 感測器位於紅外線雲偵測器之外殼內，則 IR 感測器通常相互偏移一段距離，所述距離足以減小遮蔽之作用物將影響所有 IR 感測器之可能性。舉例而言，IR 感測器可分開至少約一吋或至少約兩吋。

【0101】 在以下章節 D 中描述呈多感測器裝置之形式的紅外線雲偵測器系統之其他實例。

【0102】 D. 多感測器裝置

【0103】 根據各種態樣，紅外線雲偵測器系統包含用於量測來自天空之熱輻射及環境之環境溫度的熱感測器。按度（例如，攝氏毫度、攝氏度、華氏度、克耳文度等）輸出熱感測器讀數。可實施的熱感測器類型之一些實例包含一用於量測天空溫度（ T_{sky} ）之紅外線感測器、一用於量測環境之環境溫度（ T_{amb} ）之環境溫度感測器及一紅外線感測器裝置，所述紅外線感測器裝置包含一用於量測天空溫度（ T_{sky} ）之機載紅外線感測器及一用於量測環境之（ T_{amb} ）之環境溫度感測器兩者。在使用一具有一機載紅外線感測器及一機載環境溫度感測器兩者之紅外線感測器裝置的實施中，所述裝置可輸出天空溫度（ T_{sky} ）、環境溫度（ T_{amb} ）及 T_{sky} 與 T_{amb} 之間的差異 Δ 中之一或多者的讀數。

【0104】 根據某些態樣，環境溫度可實施為一熱電偶、熱敏電阻等。環境溫度感測器可為紅外線感測器之部分或可為一單獨感測器。

【0105】 在某些實施中，紅外線雲偵測器系統包含一紅外線雲偵測器，其具有在一多感測器裝置之格式內的一或多個紅外線感測器及一或多個可見光光感測器，所述多感測器裝置可具有各種其他可選感測器（例如，環境溫度感測器）及其外殼內或上之電組件。多感測器裝置之不同實例之細節描述於 2016 年 10 月 6 日提交且題為《多感測器(MULTI-SENSOR)》的美國專利申請第 15/287,646 號及 2015 年 10 月 6 日提交且題為《多感測器(MULTI-SENSOR)》的美國專利申請第 14/998,019 號中，所述申請案在此被以引用的方式全部併入。此等實施之多感測器裝置經組態以位於在建築物外部之一環境中，以便將感測器曝露於外部環境，例如，在建築物之屋頂上。在此等實施中之一些中，電力/通信線自建築物延伸至多感測器裝置。在一個此情況下，所述多感測器裝置包含一網路介面，其可將多感測器裝置耦接至一合適纜線。所述多感測器裝置可經由網路介面將感測器資料及其他資訊傳達至一或多個外部控制器，諸如，本端控制器、網路控制器及/或建築物之主控制器。在其他實施中，多感測器裝置可另外或替代地包含一實現與一或多個外部控制器之無線通信的無線網路介面。在一些實施中，多感測器裝置亦可包含一在其外殼內或與外殼耦接之電池以對其內之感測器及電組件供電。作為來自電源供應器（例如，來自建築物電源供應器）之電力之代替或補充，所述電池可提供此電力。在一些實施中，多感測器裝置進一步包含至少一個光伏打電池，例如，在其外殼之表面上。作為來自另一來源之電力的代替或補充，光伏打電池可將電力提供至多感測器裝置。

【0106】 -實例 A

【0107】 圖 4A、圖 4B 及圖 4C 展示根據一個此實施的包括一呈多感測器裝置 401 之形式之紅外線雲偵測器的紅外線雲偵測器系統 400 之圖解表示之透

視圖。圖 4A 及圖 4B 展示多感測器裝置 401 包含一耦接至一桅桿 420 之外殼 410。桅桿 420 可充當一安裝總成，其包含一用於耦接至外殼 410 之一基底部分 414 的第一端部分及一用於安裝至建築物之第二端部分。在一個實例中，基底部分 414 經由機械螺紋穿過或經由橡膠密封墊壓緊固定地附接或以其他方式耦接至桅桿 420 之第一端部分，或與所述第一端部分耦接。桅桿 420 亦可包含一第二端部分，其可包含一安裝或附接機構以用於將桅桿 420 安裝或附接至建築物之屋頂（例如，在具有房間 330 的建築物之屋頂上，如圖 3 中所展示），諸如，至屋頂之表面、屋頂上之壁或至屋頂上之另一結構。所述外殼包含一蓋 411，其經描繪為由光擴散材料形成。蓋 411 亦包含一變薄之部分 412。在其他實例中，蓋 411 可不透明或透明。

【0108】 圖 4B 亦展示多感測器裝置 401 包含一位於基底部分 414 之底部外部表面上的環境溫度感測器 420。環境溫度感測器 420 經組態以在操作期間量測外部環境之環境溫度。環境溫度感測器 420 位於底表面上以幫助將其對直射太陽輻射遮住，例如，當紅外線雲偵測器系統 400 位於上表面面向上之室外環境中時。溫度感測器 420 可為（例如）熱敏電阻、熱電偶、電阻溫度計、矽帶隙溫度感測器等。

【0109】 圖 4C 展示在圖 4A 及圖 4B 中展示之紅外線雲偵測器系統 400 之多感測器裝置 401 的內部組件中之一些之透視圖。如所展示，紅外線雲偵測器系統 400 進一步包含一可見光感測器 440、冗餘的第一紅外線感測器裝置 452 及第二紅外線感測器裝置 454。第一紅外線感測器裝置 452 及第二紅外線感測器裝置 454 位於多感測器裝置 401 之上部部分上，且定位於由光擴散材料形成之蓋 411（在圖 4A 及圖 4B 中展示）後。

【0110】 如圖 4C 中所展示，第一紅外線感測器裝置 452 具有一垂直於其感測表面之第一定向軸線 453。第二紅外線感測器裝置 454 具有一垂直於其感測

表面之第二定向軸線 455。在所說明之實例中，第一紅外線感測器裝置 452 及第二紅外線感測器裝置 454 經定位使得其定向軸線 453、455 自外殼 410 之頂部部分面向外（圖 4A 及圖 4B 中展示），以便能夠取得操作期間之溫度讀數，其係基於自多感測器裝置 401 上方捕獲之紅外線輻射。第一紅外線感測器裝置 452 與第二紅外線感測器裝置 454 分開至少約一吋。在一個態樣中，每一紅外線感測器裝置 452、454 具有一紅外線感測器用於量測天空溫度（ T_{sky} ）。在另一態樣中，每一紅外線感測器裝置 452、454 具有一用於量測天空溫度（ T_{sky} ）的用於偵測熱輻射之紅外線感測器及一用於量測環境溫度（ T_{amb} ）之機載環境溫度感測器。

【0111】 在操作期間，所述第一紅外線感測器裝置 452 及第二紅外線感測器裝置 454 偵測自其視野內之任何物體或介質輻射之紅外線輻射以量測天空溫度（ T_{sky} ）。視野係基於第一紅外線感測器 452 及第二紅外線感測器 454 之物理及材料性質。單獨基於其物理及材料性質，紅外線感測器之一些實例具有一範圍自約 50 度至約 80 度之視野。在一個特定實例中，紅外線感測器具有約 70 度之視野。

【0112】 光感測器 440 具有一垂直於其感測表面之定向軸線 442。光感測器 440 定位於外殼 410 之變薄之部分 412 後，如圖 4A 中所展示。變薄之部分 412 允許光感測器 440 經由變薄之部分 412 接收可見光輻射。在操作期間，光感測器 440 量測經由變薄之部分 412 接收的可見光之強度。

【0113】 紅外線雲偵測器系統 400 亦包含用於基於由多感測器裝置 401 收集之感測器資料進行判定之邏輯。在此情況下，多感測器裝置 401 及/或一或多個外部控制器（未展示）包含記憶體及一或多個處理器，所述一或多個處理器可執行儲存於記憶體（未展示）中用於使用紅外線雲偵測器系統 400 之邏輯的指令。所述一或多個外部控制器與多感測器裝置 401 通信（例如，經由無線或有線通信）以接收具有由紅外線感測器 452、454、環境溫度感測器 420 及光感測器

440 取得的感測器讀數或經過濾感測器值之信號。在一些實施中，電力/通信線可自建築物或另一結構延伸至紅外線雲偵測器系統 **400**。在一個實施中，紅外線雲偵測器系統 **400** 包含一可耦接至一合適纜線之網路介面。紅外線雲偵測器系統 **400** 可經由網路介面將資料傳達至建築物之一或多個外部控制器。在一些其他實施中，紅外線雲偵測器系統 **400** 可另外或替代地包含一實現與一或多個外部控制器之無線通信的無線網路介面。在一些實施中，紅外線雲偵測器系統 **400** 亦可包含一在外殼內或與外殼耦接之電池以對其內之感測器及電組件供電。作為來自電源供應器（例如，來自建築物電源供應器）之電力之代替或補充，所述電池可提供此電力。在一些實施中，紅外線雲偵測器系統 **400** 進一步包含至少一個光伏打電池，例如，在外殼之一表面上。

【0114】 根據一個態樣，紅外線雲偵測器系統 **400** 包含用於使用以下中之一或多者作為輸入來判定雲覆蓋條件之邏輯：當日時間、一年中之某天、來自紅外線感測器裝置 **452**、**454** 中之一或兩者之溫度讀數 T_{sky} 、來自環境溫度感測器 **420** 之環境溫度讀數 T_{amb} 及來自光感測器 **440** 之光強度讀數、來自光感測器 **440** 的可見光強度讀數之振盪頻率及來自紅外線感測器裝置 **452**、**454** 的溫度讀數 T_{sky} 之振盪頻率。此邏輯之實例在本文中例如關於圖 **8** 至圖 **10** 描述。

【0115】 根據另一態樣，紅外線雲偵測器系統 **400** 包含各種邏輯，諸如，參看圖 **21**、圖 **22**、圖 **23**、圖 **24**、圖 **26**、圖 **27**、圖 **28**、圖 **30** 及圖 **31** 描述之某些邏輯。舉例而言，在一個實施中，多感測器裝置 **401** 及/或一或多個外部控制器包含用於以下操作之邏輯：1) 基於來自紅外線感測器裝置 **452**、**454** 中之一或兩者之溫度讀數 T_{sky} 及來自環境溫度感測器 **420** 之環境溫度讀數 T_{amb} 判定一經過濾紅外線感測器值；及/或 2) 基於來自光感測器 **440** 之光強度讀數判定一經過濾光感測器值。用於判定一經過濾紅外線感測器值的邏輯之一實例為參考圖 **23** 中展示之流程圖 **2300** 描述之模組 **D'**。根據某些實施，控制邏輯可基於一或多

個天空感測器、一或多個環境感測器或天空感測器及環境感測器兩者判定一經過濾紅外線感測器值。用於判定一經過濾光感測器值的邏輯之一實例為參看圖 31 中展示之流程圖 3100 描述之模組 C1'。

【0116】 在一種情況下，多感測器裝置 401 可執行儲存於記憶體中用於判定經過濾感測器值且經由一通信網路將經過濾感測器值傳遞至外部控制器之指令。包含一可經由一通信網路 1410 將感測器讀數及/或經過濾值傳遞至外部控制器之多感測器裝置的紅外線雲偵測器系統 400 之一實例展示於圖 14 中。由外部控制器實施之控制邏輯可作出著色決策以判定一色調等級且實施色調指令以轉變建築物中的一或多個可著色窗之色調。參考圖 22、圖 24 至圖 28 及圖 30 中展示之模組 A1、B、C1 及 D 描述此控制邏輯。

【0117】 -實例 B

【0118】 圖 32A 及圖 32B 展示根據各種實施的一包括一呈多感測器裝置 3201 之形式的紅外線雲偵測器及經由一通信網路(未展示)與多感測器裝置 3201 通信之一或多個外部控制器(未展示)的紅外線雲偵測器系統 3200 之圖解表示之透視圖。圖 33A 及圖 33B 展示根據一個態樣的多感測器裝置 3301 之內部組件之圖解表示之透視圖。在一個實施中，圖 32A 及圖 32B 之多感測器裝置 3201 可實施在圖 33A 及圖 33B 中展示的多感測器裝置 3301 之組件。

【0119】 在圖 32A 及圖 32B 中，多感測器裝置 3201 包含一耦接至一桅桿 3220 之外殼 3210。桅桿 3220 可充當一安裝總成，其包含一用於耦接至外殼 3210 之一基底部分 3214 的第一端部分及一用於安裝至建築物之第二端部分。在一個實例中，基底部分 3214 經由機械螺紋穿過或經由橡膠密封墊壓緊固定地附接或以其他方式耦接至桅桿 3220 之第一端部分，或與所述第一端部分耦接。桅桿 3220 亦可包含一第二端部分，其可包含一安裝或附接機構以用於將桅桿 3220 安裝或附接至建築物之屋頂（例如，在具有房間 3230 的建築物之屋頂上，如圖 3 中所

展示)，諸如，至屋頂之表面、屋頂上之壁或至屋頂上之另一結構。所述外殼包含一蓋 3211，其由光擴散材料形成。蓋 3211 亦包含一變薄之部分 3212。

【0120】 如圖 32B 中所展示，多感測器裝置 3201 亦包含一位於基底部分 3214 之底部外部表面上的第一環境溫度感測器 3222。第一環境溫度感測器 3222 經組態以在操作期間量測外部環境之環境溫度。第一環境溫度感測器 3222 位於底表面上以幫助將其對直射太陽輻射遮住，例如，當紅外線雲偵測器系統 3200 位於上表面面向上之室外環境中時。第一環境溫度感測器 3222 可為例如熱敏電阻、熱電偶、電阻溫度計、矽帶隙溫度感測器等。

【0121】 圖 33A、圖 33B 及圖 33C 展示根據一個態樣的多感測器裝置 3301 之內部組件之圖解表示之透視圖。多感測器裝置 3301 通常包含一外殼 3302（部分展示），其具有一由包含至少一個變薄之部分之光擴散材料形成的蓋。多感測器裝置 3301 亦包含一擴散器 3304。如所展示，在一些實施中，外殼 3302 及擴散器 3304 關於一穿過多感測器裝置 3301 之中心的假想軸線 3342 旋轉對稱。

【0122】 多感測器裝置 3301 亦包含位於多感測器裝置 3301 之上部部分上且定位於由光擴散材料形成之蓋後的第一紅外線感測器裝置 3372 及第二紅外線感測器裝置 3374。第一紅外線感測器裝置 3372 及第二紅外線感測器裝置 3374 中之每一者包含一用於量測天空溫度（ T_{sky} ）之機載紅外線感測器及一用於量測環境溫度（ T_{amb} ）之機載環境溫度感測器。第一紅外線感測器裝置 3372 經定位以在沿著假想軸線 3373 之方向上自多感測器裝置 3201 之上表面面向外。第二紅外線感測器裝置 3374 經定位以在沿著假想軸線 3375 之方向上自多感測器裝置 3201 之上表面面向外。多感測器裝置 3301 亦可包含位於多感測器裝置 3301 之上部部分上且定位於由光擴散材料形成之蓋後的可選第三紅外線感測器裝置 3360。第三紅外線感測器裝置 3360 為獨立式紅外線感測器，或包含一機載紅外線感測器及機載環境溫度感測器兩者。可選第三紅外線感測器裝置 3360 經定位

以在沿著假想軸線 **3361** 之方向上自多感測器裝置 **3201** 之上表面面向外。在說明之實例中，第一紅外線感測器裝置 **3372** 及第二紅外線感測器裝置 **3374** 經定位使得其軸線 **3373**、**3375** 自外殼（例如，圖 **4A** 及圖 **4B** 中展示之外殼）之頂部部分面向外，以便能夠在操作期間取得係基於自多感測器裝置 **3301** 上方捕獲之紅外線輻射的溫度讀數。在一個態樣中，第一紅外線感測器裝置 **3372** 與第二紅外線感測器裝置 **3374** 分開至少約一寸。

【0123】 視情況，多感測器裝置 **3301** 亦可包含一位於外殼之底部外部表面上以將其對直射太陽輻射遮住之獨立式環境溫度感測器（未展示）。獨立式環境溫度感測器（例如，熱敏電阻、熱電偶、電阻溫度計、矽帶隙溫度感測器）經組態以在操作期間量測外部環境之環境溫度。

【0124】 返回到圖 **33A** 及圖 **33B**，多感測器裝置 **3301** 包含定位於由光擴散材料形成之蓋後的多個可見光光感測器 **3342**。雖然展示了十二（12）個可見光光感測器 **3342**，但應理解，可實施不同數目。多個可見光光感測器 **3342** 沿著一環（例如，所述環可具有與軸線 **3342** 一致之中心且可界定一與軸線 **3342** 正交之平面）環形地定位。在此實施中，更具體言之，可見光光感測器 **3342** 可沿著環之圓周等距地定位。可見光光感測器 **3342** 中之每一者具有一光敏性區 **3343**。多感測器裝置 **3301** 亦視情況包含一位於多感測器裝置 **3301** 之上部部分上的額外面向上之可見光感測器 **3340**。此可選可見光光感測器感測器 **3340** 具有一與軸線 **3342** 平行且在一些情況下沿著軸線 **3342** 引導且與其同心之定向軸線。可見光光感測器 **3340** 具有一光敏性區 **3343**。

【0125】 在一些實施中，可見光光感測器 **3342**、**3340** 中之每一者之視角在大致 30 度至大致 120 度之範圍中。舉例而言，在一個特定應用中，視角為大致 100 度。在一些實施中，可由可見光光感測器 **3342**、**3340** 中之每一者偵測的入射光之分佈接近高斯（或「正態」）分佈。假定由可見光光感測器 **3342**、**3340**

中之每一者偵測的光與一高斯分佈相關聯，則由感光器中之每一者偵測的功率之一半（-3 dB 點）在由所述視角界定之一檢視圓錐內發現。

【0126】 擴散器 3304 定位於可見光光感測器 3342 之環之周邊周圍以在光由光感測器 3342 感測前擴散在裝置上之光入射。舉例而言，擴散器 3304 可有效地充當一光積分器，其更均勻地散佈或分佈入射光。此組態減小任一個可見光光感測器 3342 接收到充分強度之針尖反射或眩光（諸如，離開汽車擋風玻璃、金屬表面或鏡子）之可能性。擴散器 3342 亦可增加呈傾斜角度的光入射之偵測。圖 33A 展示根據一些實施的能夠在圖 33A 之多感測器裝置 3301 中使用的一實例擴散器 3304 之圖解表示。在一些實施中，擴散器 3304 為一具有一環形狀之單一整體結構。舉例而言，擴散器 3304 可具有一中空圓柱形形狀，其具有一內徑、一外徑及由內徑與外徑界定之一厚度。在一些實施中，擴散器 3304 具有一涵蓋可見光光感測器 3342 中之每一者之視野的高度（所述視野由視角及可見光光感測器 3342 之光敏性區之外表面與擴散器 3304 之內表面之間的距離或間距界定）。

【0127】 在操作期間，第一紅外線感測器裝置 3372 及第二紅外線感測器裝置 3374 之紅外線感測器偵測到自其視野內之任何物體或介質輻射的紅外線輻射以量測天空溫度（ T_{sky} ）。所述視野係基於紅外線感測器之物理及材料性質。單獨基於其物理及材料性質，紅外線感測器之一些實例具有一範圍自約 50 度至約 80 度之視野。在一個特定實例中，紅外線感測器具有約 70 度之視野。在操作期間，第一紅外線感測器裝置 3372 及第二紅外線感測器裝置 3374 之環境溫度感測器量測環境溫度（ T_{amb} ）。雖然展示多感測器 3301 具有冗餘紅外線感測器，但應理解，多感測器包含一或多個紅外線感測器。在操作期間，定位於由光擴散材料形成之蓋後的多個可見光光感測器 3342 及面向上之光感測器 3340 量測接收到的可見光之強度。

【0128】 返回到圖 32A 及圖 32B，紅外線雲偵測器系統 3200 亦包含用於基於由多感測器裝置之感測器取得的讀數之感測器資料進行確定之邏輯。在此情況下，多感測器裝置及/或一或多個外部控制器（未展示）包含記憶體及一或多個處理器，所述一或多個處理器可執行儲存於記憶體（未展示）中用於使用紅外線雲偵測器系統 3200 之邏輯的指令。一或多個外部控制器與多感測器裝置通信（無線或有線）以接收具有由紅外線感測器（例如，第一紅外線感測器裝置 3372 及第二紅外線感測器裝置 3374 之紅外線感測器及/或紅外線感測器 3360）、環境溫度感測器（例如，第一紅外線感測器裝置 3372 及第二紅外線感測器裝置 3374 之環境溫度感測器或位於外殼之一底部外部表面上以將其對直射太陽輻射遮住之可選獨立式溫度感測器 3222）及可見光光感測器（例如，光感測器 3342 或面向上之光感測器 3340）取得之感測器讀數或經過濾感測器值的信號。在一些實施中，電力/通信線可自建築物或另一結構延伸至紅外線雲偵測器系統 3200。在一個實施中，紅外線雲偵測器系統 3200 包含一可耦接至一合適纜線之網路介面。紅外線雲偵測器系統 3200 可經由網路介面將資料傳達至建築物之一或多個外部控制器。在一些其他實施中，紅外線雲偵測器系統 3200 可另外或替代地包含一實現與一或多個外部控制器之無線通信的無線網路介面。在一些實施中，紅外線雲偵測器系統 3200 亦可包含一在外殼內或與外殼耦接之電池以對其內之感測器及電組件供電。作為來自電源供應器（例如，來自建築物電源供應器）之電力之代替或補充，所述電池可提供此電力。在一些實施中，紅外線雲偵測器系統 3200 進一步包含至少一個光伏打電池，例如，在外殼之一表面上。

【0129】 根據一個態樣，紅外線雲偵測器系統 3200 進一步包含用於將以下各者用作輸入來判定雲覆蓋條件之邏輯：當日時間、一年中之某天、來自紅外線感測器（例如，第一紅外線感測器裝置 3372 及第二紅外線感測器裝置 3374 之紅外線感測器及/或紅外線感測器 3360）中之一或多者之天空溫度讀數 T_{sky} 、來

自一或多個環境溫度感測器（例如，第一紅外線感測器裝置 **3372** 及第二紅外線感測器裝置 **3374** 之環境溫度感測器或位於外殼之一底部外部表面上以將其對直射太陽輻射遮住之可選獨立式溫度感測器 **3222**）之環境溫度讀數 T_{amb} 及來自一或多個光感測器（例如，光感測器 **3342** 或面向上之光感測器 **3340**）之可見光強度讀數及來自紅外線感測器的溫度讀數 T_{sky} 之振盪頻率。此邏輯之實例在本文中例如關於圖 8 至圖 10 描述。

【0130】 根據另一態樣，紅外線雲偵測器系統 **3200** 進一步包含參看圖 21、圖 22、圖 23、圖 24、圖 26、圖 27、圖 28 及圖 30 與圖 31 描述之各種邏輯。在一個實施中，舉例而言，多感測器裝置 **3301** 及/或一或多個外部控制器包含用於以下操作之邏輯：1) 基於來自紅外線感測器（例如，第一紅外線感測器裝置 **3372** 及第二紅外線感測器裝置 **3374** 之紅外線感測器及/或紅外線感測器 **3360**）中之一或多者之溫度讀數 T_{sky} 及來自一或多個環境溫度感測器（例如，第一紅外線感測器裝置 **3372** 及第二紅外線感測器裝置 **3374** 之環境溫度感測器或位於外殼之一底部外部表面上以將其對直射太陽輻射遮住之可選獨立式溫度感測器 **3222**）之環境溫度讀數 T_{amb} 判定一經過濾紅外線感測器值；及/或 2) 基於來自一或多個光感測器（例如，光感測器 **3342** 或面向上之光感測器 **3340**）之光強度讀數判定一經過濾光感測器值。用於判定一經過濾紅外線感測器值的邏輯之一實例為參考圖 23 中展示之流程圖 **2300** 描述之模組 D'。用於判定一經過濾紅外線感測器值的邏輯之一實例為參考圖 31 中展示之流程圖 **3100** 描述之模組 C1'。在一種情況下，多感測器裝置 **401** 可執行儲存於記憶體中用於判定經過濾感測器值且經由一通信網路將經過濾感測器值傳遞至外部控制器之指令。包含一可經由一通信網路 **1410** 將感測器讀數及/或經過濾值傳遞至外部控制器之多感測器裝置的紅外線雲偵測器系統之一實例在圖 14 中展示。由外部控制器實施之控制邏輯可作出著色決策以判定一色調等級且實施色調指令以轉變建築物中的一或多個

可著色窗之色調。參考圖 22、圖 24 至圖 28 及圖 30 中展示之模組 A1、B、C1 及 D 描述此控制邏輯。

【0131】 E. 來自光感測器之強度讀數與在不同雲條件期間之差量值之比較

【0132】 如上所論述，在偵測上午早些時候及晚上之「晴朗」條件過程中，紅外線感測器可比可見光光感測器準確。然而，直射太陽光及其他條件可引起一些雜訊，所述雜訊導致紅外線感測器讀數之振盪。若此等振盪之頻率及/或振幅低，則紅外線感測器讀數可用以作出雲覆蓋條件之高置信度評價。又，某些條件（例如，快速移動之雲）可引起光感測器讀數之振盪。若振盪頻率低，則光感測器讀數可用以作出在白天期間的雲覆蓋條件之高置信度評價。在某些實施中，邏輯可判定紅外線感測器讀數之振盪是否具有高頻及/或光感測器讀數之振盪是否具有高頻。若判定紅外線感測器讀數之振盪具有高頻，則邏輯使用光感測器讀數判定雲覆蓋條件。若判定光感測器讀數之振盪具有高頻，則所述邏輯使用紅外線感測器讀數與環境溫度感測器讀數之間的差判定雲覆蓋條件。為了說明此邏輯取決於振盪而選擇感測器讀數類型使用之技術優勢，圖 5A、圖 5B、圖 6A、圖 6B、圖 7A 及圖 7B 包含由可見光光感測器取得用於與在不同雲覆蓋條件期間由紅外線感測器取得之溫度讀數 T_{sky} 與由環境溫度感測器取得之溫度讀數 T_{amb} 之間的差異（差量（ Δ ））比較之強度讀數 I 之曲線之曲線圖。可見光光感測器、紅外線感測器及環境溫度感測器類似於關於圖 3 中展示之紅外線雲偵測器 310 之組件所描述的彼等感測器。所述曲線中之每一者具有在一天中之時間週期期間取得之讀數。

【0133】 實施多感測器裝置中之紅外線感測器之一個優勢在於，如與光感測器相比，振盪之振幅常將較低，此係歸因於通常較大之視野、光擴散器及在一整天當中紅外線感測器對熱量之一致回應，因此可按較高置信度作出基於紅外

線感測器之評價。

【0134】 圖 5A 至圖 5B 包含在全天有太陽且晴朗（只是在白天中間時候有雲經過）之一天取得的讀數之曲線之曲線圖。圖 5A 為具有隨著時間的過去由可見光光感測器取得的強度讀數 I 之曲線 510 之曲線圖。圖 5B 為具有隨著時間的過去由紅外線感測器取得之溫度讀數 T_{sky} 與由環境溫度感測器取得之溫度讀數 T_{amb} 之間的差（差量（ Δ ））之曲線 520 之曲線圖。如在圖 5A 之曲線 510 中所展示，由可見光光感測器取得之強度讀數 I 在白天中之多數時間較高，且當在白天中間時候雲經過時，按高頻（短週期）振盪下降。圖 5A 之曲線 520 展示差量（ Δ ）之值在全天期間未增大高於下臨限值，此指示高置信度「晴朗」條件。

【0135】 圖 6A 至圖 6B 包含在上午具有頻繁經過的雲直至下午及稍後在下午有兩個慢速移動之雲經過的一天上取得之讀數之曲線之曲線圖。圖 6A 為具有隨著時間的過去由可見光光感測器取得的強度讀數 I 之曲線 610 之曲線圖。圖 6B 為具有隨著時間的過去由紅外線感測器取得之溫度讀數 T_{sky} 與隨著時間的過去由環境溫度感測器取得之溫度讀數 T_{amb} 之間的差（差量（ Δ ））之曲線 640 之曲線圖。如圖 6A 之曲線 610 中所展示，由可見光光感測器取得之強度讀數 I 在上午直至下午有頻繁雲經過之時間週期期間具有一高頻部分 620。稍後在兩個慢速移動雲經過之下午，曲線 610 具有一低頻部分 630。圖 6B 中之曲線 640 展示差量（ Δ ）之值在上午直至下午有頻繁雲經過之時間週期期間具有高頻，且所述值保持在上臨限值與下臨限值之間，指示間歇性多雲。稍後在下午的差量（ Δ ）之值具有一低頻振盪，其具有在上臨限值與下臨限值之間的值，及亦在「間歇性多雲」與「晴朗」條件之間移位的下部臨限值。在此情況下，紅外線感測器值指示自上午直至下午之高置信度「間歇性多雲」條件，且光感測器值指示在稍後下午之高置信度「間歇性多雲」條件。

【0136】 圖 7A 至圖 7B 包含在多雲之一天（惟在白天之中間時候之一短

時間除外) 期間隨著時間的過去取得的讀數之曲線之曲線圖。圖 7A 為具有隨著時間的過去由可見光光感測器取得的強度讀數 I 之曲線 710 之曲線圖。圖 7B 為具有隨著時間的過去由紅外線感測器取得之溫度讀數 T_{sky} 與由環境溫度感測器取得之溫度讀數 T_{amb} 之間的差 (差量 (Δ)) 之曲線 720 之曲線圖。如在圖 7A 之曲線 710 中所展示, 由可見光光感測器取得之強度讀數 I 在白天中之多數時間較低, 且當在白天中間時候天空短時間晴朗時, 按高頻 (短週期) 振盪增大。圖 7A 之曲線 720 展示在全天期間, 差量 (Δ) 之值不會變得低於上臨限值, 其指示一高置信度「多雲」條件。

【0137】 在一些實施中, 紅外線雲偵測器系統使用來自紅外線感測器之讀數評估環境溫度與來自量測紅外線範圍中之波長 (例如, 在 8 微米至 14 微米之間的波長) 之紅外線感測器的溫度讀數之間的差量差分。在一些情況下, 將一或多個校正因素應用於計算之差量差分。差量差分提供一可用以將雲覆蓋條件分類之相對天空溫度值。舉例而言, 可判定一在三個桶「晴朗」、「多雲」及「陰天」中之一者中的雲覆蓋條件。在使用此紅外線雲偵測器系統過程中, 判定之雲覆蓋條件與太陽是否出來或是否在日出/日落后無關係。

【0138】 根據某些實施之紅外線雲偵測器系統可具有一或多個技術優勢。舉例而言, 在上午早些時候及晚上條件期間, 紅外線感測器可獨立於可見光強度等級判定多雲還是有太陽。當在太陽未出來時光感測器將低效時, 在此等時間期間的雲覆蓋條件之此判定可提供額外情境來判定可著色窗之色調狀態 (在本文中亦被稱作「色調等級」)。作為另一實例, 紅外線感測器可用以偵測其視野內之一般雲覆蓋條件。此資訊可結合光感測器讀數用以判定由光感測器判定之「晴朗」或「多雲」條件是否有可能持續。舉例而言, 若光感測器偵測到將傾向於指示「晴朗」條件的強度等級之急劇上升, 則紅外線感測器指示「多雲」條件, 預期「晴朗」條件不持續。

【0139】 相反地，若紅外線感測器報道「晴朗」條件且光感測器讀數指示其為「晴朗」條件，則「晴朗」條件有可能持續。作為另一實例，在可著色窗需要在日出時處於穩態之時刻，轉變需要在日出前之 X 時間（例如，轉變時間）開始。在此時間期間，光感測器低效，因為存在最少曝光。IR 感測器可判定日出前之雲條件以通知控制邏輯是否開始著色過程（在晴朗的天空期間），或在預期日出時之「多雲」條件時保持可著色窗清透。

【0140】 *III. 使用紅外線及環境溫度讀數判定雲覆蓋條件之方法之實例*

【0141】 圖 8 至圖 10 展示描述根據各種實施例的使用來自至少一個紅外線感測器及一個環境溫度感測器之讀數判定一雲覆蓋條件之方法之流程圖。在圖 9 至圖 10 中，來自至少一個光感測器之讀數亦可用以判定在某些條件下之雲覆蓋條件。在一些情況下，用以取得溫度讀數之紅外線感測器經校準以偵測在約 8 μm 至 14 μm 頻譜中之紅外線輻射及/或具有約 72 度之視野。在一些情況下，用以取得光感測器讀數之光感測器經校準以偵測在亮光範圍內的可見光（例如，在約 390 nm 與約 700 nm 之間）之強度，亮光範圍一般指在良好光照條件（例如，範圍自約 10 cd/m^2 與約 108 cd/m^2 之間的亮度等級）下對普通人眼可見之光。雖然關於來自單一紅外線感測器、單一環境溫度感測器及/或單一光感測器之讀數描述此等方法，但應理解，可使用來自一類型之多個感測器的值，例如，可使用在不同方向上定向之多個感測器。若使用多個感測器，則所述方法可使用一基於一特定定向之一感測器（例如，一發揮功能之感測器）的單一值，或取得來自多個發揮功能之感測器的讀數之一平均數、平均值或其他統計相關值。在其他情況下，可存在冗餘感測器，且紅外線雲偵測器可具有使用來自一發揮功能之感測器的值之邏輯。舉例而言，藉由基於比較來自各種感測器之讀數評估感測器中之哪一者在發揮功能及/或哪些不在發揮功能。

【0142】 *A. 方法 I*

【0143】 圖 8 展示描述根據實施的使用來自紅外線感測器及環境溫度感測器之溫度讀數判定雲覆蓋條件之方法之流程圖 800。所述紅外線雲偵測器系統之紅外線感測器及環境溫度感測器通常定期地取得讀數（在樣本時間）。處理器執行儲存於記憶體中之指令以執行此方法之操作。在一個實施中，紅外線雲偵測器系統具有類似於關於具有關於圖 1 所描述之紅外線雲偵測器 100 之系統所描述的組件之組件。在另一實施中，紅外線雲偵測器系統具有類似於關於具有圖 3 中之紅外線雲偵測器 310 之系統所描述的組件之組件。

【0144】 在圖 8 中，方法開始於操作 801。在操作 810，在處理器處接收一信號，具有由紅外線感測器取得之天空溫度讀數 T_{sky} 及由環境溫度感測器取得之環境溫度讀數 T_{amb} 。以無線方式及/或經由有線電連接接收來自紅外線感測器及/或環境溫度感測器之信號。紅外線感測器基於在其視野內接收之紅外線輻射取得溫度讀數。紅外線感測器通常朝向所關注之天空之一區域定向，例如，在建築物上方之一區域。環境溫度感測器經組態以暴露於外部環境以量測環境溫度。

【0145】 在操作 820，處理器計算在樣本時間由紅外線感測器取得之溫度讀數 T_{sky} 與由環境溫度感測器取得之溫度讀數 T_{amb} 之間的差（差量（ Δ ））。視情況（由點線表示），將校正因數應用於計算之差量（ Δ ）（操作 830）。可應用的校正因數之一些實例包含濕度、太陽角度/仰角及位點高程。

【0146】 在操作 840，處理器判定計算之差量（ Δ ）值是否低於一下臨限值（例如，攝氏-5 毫度、攝氏-2 毫度等）。若判定計算之差量（ Δ ）值低於下臨限值，則將雲覆蓋條件判定為「晴朗」條件（操作 850）。在紅外線雲偵測器之操作期間，所述方法接著增加至下一個樣本時間且返回至操作 810。

【0147】 若判定計算之差量（ Δ ）高於下臨限值，則處理器在操作 860 判定計算之差量（ Δ ）是否高於一上臨限值（例如，攝氏 0 毫度、攝氏 2 毫度等）。若在操作 860 判定計算之差量（ Δ ）高於上臨限值，則處理器將雲覆蓋條件判定

為「多雲」條件（操作 870）。在紅外線雲偵測器之操作期間，所述方法接著增加至下一個樣本時間且返回至操作 810。

【0148】 若在操作 860 判定計算之差量 (Δ) 低於上臨限值，則處理器將雲覆蓋條件判定為「間歇性多雲」或另一中間條件（操作 880）。在紅外線雲偵測器之操作期間，所述方法接著增加至下一個樣本時間且返回至操作 810。

【0149】 B.方法 II

【0150】 圖 9 展示描述根據實施的使用來自紅外線雲偵測器系統之紅外線感測器、環境溫度感測器及光感測器之讀數判定雲覆蓋條件之方法之流程圖 900。紅外線感測器、環境溫度感測器及光感測器通常定期地取得讀數（在樣本時間）。紅外線雲偵測器系統亦包含一處理器，其可執行儲存於記憶體中之指令以執行此方法之邏輯操作。在一個實施中，紅外線感測器、環境溫度感測器及光感測器類似於關於圖 3 中描述之紅外線雲偵測器系統 300 之組件。在另一實施中，紅外線感測器、環境溫度感測器及光感測器類似於關於圖 4A 至圖 4C 描述之紅外線雲偵測器系統 400 之組件。

【0151】 在圖 9 中，所述方法之邏輯開始於操作 901。在操作 910，在處理器處接收一或多個信號，其具有一在特定樣本時間由紅外線感測器取得之溫度讀數 T_{sky} 、一在樣本時間由環境溫度感測器取得之溫度讀數 T_{amb} 及一在樣本時間由光感測器取得之強度讀數。以無線方式及/或經由有線電連接接收來自紅外線感測器、環境溫度感測器及光感測器之信號。紅外線感測器基於在其視野內接收之紅外線輻射取得溫度讀數。紅外線感測器通常朝向所關注之天空之一區域定向，例如，在建築物上方之一區域。環境溫度感測器經組態以暴露於外部環境以量測環境溫度。光感測器之感測表面通常亦朝向所關注之天空之區域定向，且直射陽光經阻擋或擴散以免照射感測表面。

【0152】 在操作 920，所述邏輯判定當日時間是否在以下時間週期中之一

者期間：(i) 在日出前不久（例如，開始於日出前 45 分鐘、日出前 30 分鐘、日出前 20 分鐘或日出前之其他合適時間量的第一時間）且直至在日出稍後（例如，開始於日出後 45 分鐘、日出後 30 分鐘、日出後 20 分鐘或日出後之其他合適時間量的第二時間）之時間週期，及 (iii) 在日落前不久（黃昏）（例如，開始於日落前 45 分鐘、日落前 30 分鐘、日落前 20 分鐘或日落前之其他合適時間量的第三時間）且直至日落之時間週期。在一種情況下，日出之時間可自由可見光波長光感測器取得之量測結果判定。舉例而言，時間週期 (i) 可結束於可見光波長光感測器開始量測直射陽光之時點，亦即，可見光光感測器之強度讀數處於或高於一最小強度值之時點。此外或替代地，時間週期 (iii) 可判定為結束於來自可見光波長光感測器之強度讀數處於或低於一最小強度值之時點。在另一實例中，可使用太陽計算器及一年中之某天來計算日出之時間及/或日落之時間，且時間週期 (i) 及 (iii) 可藉由在日出/日落之計算時間前後的一定義之時間週期（例如，45 分鐘）計算。

【0153】 在某些實施中，所述邏輯基於一計算之太陽仰角判定當前時間是否在時間週期 (i)、(ii)、(iii) 或 (iv) 中之一者期間。所述邏輯使用各種公開程式碼中之一者判定當前時間之太陽仰角。若判定計算之太陽仰角小於 0，則所述邏輯判定所述時間在夜間時間週期 (iv) 期間。若判定計算之太陽仰角大於 0 且小於與緊接在日出後之時間（例如，日出後 10 分鐘、日出後 20 分鐘、日出後 45 分鐘等）相關聯的第一太陽仰角臨限值，則所述邏輯可判定時間在以下時間週期中：(i) 在緊接在日出前與緊接在日出後之間。在一個實例中，第一太陽仰角臨限值為地平線上 5 度。在另一實例中，第一太陽仰角臨限值為地平線上 10 度。若判定計算之太陽仰角小於 180 度且大於與緊接在日落前之時間（例如，在日落後 10 分鐘、在日落後 20 分鐘、在日落後 45 分鐘等）相關聯的第二臨限值，則所述邏輯可判定時間在以下時間週期中：(iii) 在緊接在日落前與日

落之間。在一個實例中，第二太陽仰角臨限值為自地平線 175 度或 5 度。在另一實例中，第二太陽仰角臨限值為自地平線 170 度或 10 度。若邏輯判定計算之太陽仰角大於第一太陽仰角臨限值且小於第二太陽仰角臨限值，則所述邏輯可判定時間在以下時間週期中：(ii) 時間週期 (i) 與 (iii) 之間。

【0154】 若在操作 920 判定當日時間在時間週期 (i) 或 (iii) 中之任一者期間，則所述邏輯經實施以計算在一樣本時間由紅外線感測器取得之溫度讀數 T_{sky} 與由環境溫度感測器取得之溫度讀數 T_{amb} 之間的差——差量 (Δ) (操作 930)。視情況 (由點線表示)，將校正因數應用於計算之差量 (Δ) (操作 930)。可應用的校正因數之一些實例包含濕度、太陽角度/仰角及位點高程。

【0155】 在一個實施例中，所述邏輯亦在操作 920 判定紅外線讀數是否以大於一第二定義之等級的頻率振盪。若處理器在操作 920 判定當日時間在時間週期 (i) 或 (iii) 內且紅外線讀數以大於一第二定義之等級的頻率振盪，則處理器應用操作 990 以使用光感測器讀數判定雲條件。舉例而言，若光感測器讀數高於某一最小強度等級，則處理器可判定一「晴朗」條件，且若光感測器讀數處於或低於最小強度等級，則判定一「多雲」條件。若系統仍然在操作，則所述方法增加至下一個樣本時間且返回至操作 910。

【0156】 在操作 934，處理器判定計算之差量 (Δ) 值是否低於一下臨限值 (例如，攝氏 -5 毫度、攝氏 -2 毫度等)。若判定計算之差量 (Δ) 值低於下臨限值，則將雲覆蓋條件判定為「晴朗」條件 (操作 936)。在紅外線雲偵測器之操作期間，所述方法接著增加至下一個樣本時間且返回至操作 910。

【0157】 若判定計算之差量 (Δ) 高於下臨限值，則處理器在操作 940 判定計算之差量 (Δ) 是否高於一上臨限值 (例如，攝氏 0 毫度、攝氏 2 毫度等)。若在操作 940 判定計算之差量 (Δ) 高於上臨限值，則處理器將雲覆蓋條件判定為「多雲」條件 (操作 942)。若仍然在操作中，方法增加至下一個樣本時間且

返回至操作 910。

【0158】 若在操作 940 判定計算之差量 (Δ) 低於上臨限值，則處理器將雲覆蓋條件判定為「間歇性多雲」或另一中間條件（操作 950）。若系統仍然在操作，則所述方法增加至下一個樣本時間且返回至操作 910。

【0159】 若在操作 920 判定當日時間不在時間週期 (i) 或 (iii) 中之任一者期間，則處理器判定當日時間在時間週期 (ii) 期間，所述時間週期在時間週期 (i) 後之白天中且在時間週期 (iii) 前（操作 960）。若在操作 960 處理器判定當日時間在時間週期 (ii) 白天期間，則處理器計算由紅外線感測器取得之溫度讀數 T_{sky} 與由光感測器取得之強度讀數之間的差（操作 970）。在操作 980，處理器判定計算之差在一可接受極限內。若處理器在操作 980 判定計算之差大於可接受極限，則處理器應用操作 930 以計算差量 (Δ) 且使用計算之差量 (Δ) 判定雲覆蓋條件，如上所論述。

【0160】 在一個實施例中，所述處理器亦在操作 960 判定紅外線讀數是否以大於一第二定義之等級的頻率振盪。若處理器在操作 960 判定當日時間在時間週期 (ii) 內且紅外線讀數以大於一第二定義之等級的頻率振盪，則處理器應用操作 990 以使用光感測器讀數判定雲條件。舉例而言，若光感測器讀數高於某一最小強度等級，則處理器可判定一「晴朗」條件，且若光感測器讀數處於或低於最小強度等級，則判定一「多雲」條件。若系統仍然在操作，則所述方法增加至下一個樣本時間且返回至操作 910。

【0161】 若處理器在操作 980 判定計算之差在可接受極限內，則光感測器讀數用以判定雲覆蓋條件（操作 990）。舉例而言，若光感測器讀數高於某一最小強度等級，則處理器可判定一「晴朗」條件，且若光感測器讀數處於或低於最小強度等級，則判定一「多雲」條件。若系統仍然在操作，則所述方法增加至下一個樣本時間且返回至操作 910。

【0162】 在一個實施例中，處理器亦在操作 970 判定光感測器讀數是否以大於一第一定義之等級的頻率振盪及紅外線讀數是否以大於一第二定義之等級的頻率振盪。若處理器在操作 980 判定計算之差在可接受極限內且處理器判定光感測器讀數以大於第一定義之等級的頻率振盪，則處理器應用操作 930 以計算差量 (Δ) 且使用計算之差量 (Δ) 判定雲覆蓋條件，如上所論述。若處理器在操作 980 判定計算之差不在可接受極限內且處理器判定紅外線讀數以大於第二定義之等級的頻率振盪，則處理器應用操作 990 以使用光感測器讀數判定雲條件。舉例而言，若光感測器讀數高於某一最小強度等級，則處理器可判定一「晴朗」條件，且若光感測器讀數處於或低於最小強度等級，則判定一「多雲」條件。若系統仍然在操作，則所述方法增加至下一個樣本時間且返回至操作 910。

【0163】 在另一實施例中，替代或實施操作 970、980 及 990，處理器執行指令以實施執行白天紅外線感測器演算法及白天光感測器演算法兩者之邏輯以獨立地判定多雲/晴朗/中間條件，每一者係基於其自己的信號臨限值及對應之色調等級。所述控制邏輯接著應用由白天光感測器演算法及白天紅外線感測器演算法獨立判定的兩個色調等級之較深色調等級。類似控制邏輯之一實例係關於圖 28 中描繪之操作 2820、2830、2832 及 2840 描述。

【0164】 返回至圖 9，若處理器在操作 960 判定當日時間在時間週期 (iii) 後且時間週期 (i) 前之夜間時間週期 (iv) 中，則處理器在操作 930 計算差量且使用計算之差量 (Δ) 判定雲覆蓋條件，如上所論述。

【0165】 IV.使用紅外線感測器及/或光感測器讀數控制可著色窗之方法及系統

【0166】 在有能量效率之建築物中，用於設定其建築物系統之等級的控制邏輯可在其決策中考慮雲覆蓋。舉例而言，在具有光學可切換窗（在本文中亦被稱作「可著色窗」）之建築物中，控制邏輯可在設定光學可切換窗之光學狀態（例

如，電致變色窗之色調狀態）過程中考慮雲覆蓋。意在提供此功能性之習知系統通常使用昂貴之感測裝備映射整個天空且追蹤雲之移動。此映射技術可受到直至存在足夠可見光看到雲才能夠與其對齊妨礙。因此，在對齊雲之時，可能不需要調整建築物系統。

【0167】 在本文中描述之各種實施中，來自紅外線雲偵測器系統（例如，圖 1 之系統、圖 3 中之系統 300、圖 4A 至圖 4C 中之系統 400 或本文中描述之其他紅外線雲偵測器系統）之感測器資料可用以設定建築物系統之等級。作為一實例，此章節描述使用由一紅外線雲偵測器系統中之感測器取得之讀數（包含紅外線量測結果）基於判定之雲覆蓋條件判定雲覆蓋條件且設定建築物之一或多個光學可切換窗（例如，電致變色窗）中之色調等級之控制邏輯。雖然此章節中描述之控制邏輯係參考控制電致變色窗中之色調狀態描述，但應理解，此邏輯可用以控制其他類型之光學可切換窗及其他建築物系統。電致變色窗具有一或多個電致變色裝置，諸如，在 2014 年 7 月 1 日發佈且題為《電致變色裝置（ELECTROCHROMIC DEVICES）》之美國專利第 8,764,950 號中及在 2012 年 5 月 2 日提交且題為《電致變色裝置（ELECTROCHROMIC DEVICES）》之美國專利申請第 13/462,725 號（作為美國專利第 9,261,751 號發佈）中描述之電致變色裝置，其中之每一者在此被以引用的方式全部併入。

【0168】 A. 電致變色裝置/窗

【0169】 圖 10 以橫截面示意性地描繪一電致變色裝置 1000。電致變色裝置 1000 包含一基板 1002、一第一傳導性層（CL）1004、一電致變色層（EC）1006、一離子傳導層（IC）1008、一相對電極層（CE）1010 及一第二傳導性層（CL）1014。在一個實施中，包括氧化鎢及相對電極層（CE）1010 之電致變色層（EC）1006 包含氧化鎳-鎢。層 1004、1006、1008、1010 及 1014 共同地被稱作一電致變色堆疊 1020。一可操作以跨電致變色堆疊 1020 施加一電位之電壓源

1016 實現電致變色裝置之轉變，例如，在一經漂白狀態（例如，如圖 11A 中所描繪）與一有色狀態（例如，如圖 11B 中所描繪）之間。可關於基板 **1002** 顛倒層之次序。

【0170】 在一些情況下，電致變色裝置具有截然不同之層，且可製造為全固態裝置及/或所有無機裝置。此等裝置及其製造方法之實例更詳細地描述於以下各者中：題為《低缺陷度電致變色裝置之製造（Fabrication of Low-Defectivity Electrochromic Devices）》且 2009 年 12 月 22 日提交之美國專利申請案第 12/645,111 號（作為美國專利第 9,664,974 號發佈），及題為《電致變色裝置（Electrochromic Devices）》且 2009 年 12 月 22 日提交之美國專利申請案第 12/645,159 號（作為美國專利第 8,432,603 號在 2013 年 4 月 30 日發佈），所述兩個申請案皆在此被以引用的方式全部併入。然而，應理解，所述堆疊中的層中之任何一或多個可含有一些量之有機材料。其可用於可少量存在於一或多個層中之液體。亦應理解，可藉由使用液體組分之製程（諸如，使用溶膠-凝膠之某些製程或化學氣相沈積）來沈積或另外形成固態材料。另外，應理解，對經漂白狀態與有色狀態之間的轉變之參考為非限制性的且建議可實施的電致變色轉變的許多當中之僅一個實例，除非本文中（包含前述論述）另外指定，否則不論何時對經漂白-有色轉變進行參考，對應裝置或過程涵蓋其他光學狀態轉變，諸如，非反射性-反射性、透明-不透明等。另外，術語「經漂白」指光學中性狀態，例如，無色、透明或半透明。又另外，除非本文中另外指定，否則電致變色轉變之「色彩」不限於任一特定波長或波長範圍。如由熟習此項技術者理解，適當電致變色及相對電極材料之選擇控管相關光學轉變。

【0171】 在一些實施中，一電致變色裝置經組態以在一經漂白狀態與一有色狀態之間可逆地循環。當電致變色裝置在經漂白狀態中時，將一電位施加至電致變色堆疊 **1020**，使得所述堆疊中之可用離子主要地駐留於相對電極 **1010** 中。

當電致變色堆疊上之電位顛倒時，跨離子傳導層 **1008** 將離子輸送至電致變色材料 **1006** 且使材料轉變至有色狀態。以類似方式，本文中描述的某些實施之電致變色裝置經組態以在不同色調等級（例如，經漂白狀態、最深有色狀態及在經漂白狀態與最深有色狀態之間的中間等級）之間可逆地循環。

【0172】 再次參看圖 **10**，一電壓源 **1016** 經組態以結合來自感測器之輸入操作。如本文中所描述，電壓源 **1016** 與一控制器（此圖中未展示）介接。另外，電壓源 **1016** 可與一能量管理系統介接，所述能量管理系統根據諸如一年中之時間、當日時間及量測之環境條件的各種準則控制電致變色裝置。此能量管理系統結合大面積電致變色窗可顯著地降低具有所述電致變色窗的建築物之能量消耗。

【0173】 具有合適光學、電、熱及機械性質之任何材料可用作本文中描述的電致變色堆疊之基板 **1002** 或其他基板。合適基板之實例包括例如玻璃、塑膠及鏡子材料。合適眼鏡包含透明或經著色鹼石灰玻璃，包含鹼石灰漂浮玻璃。玻璃可經回火或未回火。在許多情況下，所述基板為針對住宅窗應用定大小之玻璃板。此玻璃板之大小可取決於住宅之具體需求而廣泛地變化。在其他情況下，基板為架構玻璃。架構玻璃通常用於商業建築物中，但亦可用於住宅建築物中，且通常但未必，將室內環境與室外環境分開。在某些實例中，架構玻璃為至少 20 吋乘 20 吋，且可更大得多，例如，大為約 80 吋乘 120 吋。架構玻璃通常為至少約 2 mm 厚，通常在約 3 mm 與約 6 mm 厚之間。當然，電致變色裝置可與基板按比例調整得比架構玻璃小或大。另外，電致變色裝置可提供於任何大小及形狀之鏡子上。

【0174】 在說明之基板 **1002** 之上的為傳導性層 **1004**。在某些實施中，傳導性層 **1004** 及 **1014** 中之一或兩者為無機及/或實心。傳導性層 **1004** 及 **1014** 可自許多不同材料製成，包含傳導性氧化物、薄金屬塗層、傳導性金屬氮化物及複

合導體。通常，傳導性層 1004 及 1014 至少在電致變色由電致變色層展現之波長的範圍中透明。透明傳導性氧化物包含金屬氧化物及摻雜有一或多種金屬之金屬氧化物。此等金屬氧化物及摻雜之金屬氧化物之實例包含氧化銦、氧化銦錫、摻雜之氧化銦、氧化錫、摻雜之氧化錫、氧化鋅、氧化鋁鋅、摻雜之氧化鋅、氧化鈦、摻雜之氧化鈦及類似者。由於氧化物常用於此等層，因此其有時被稱作「透明傳導性氧化物」（TCO）層。亦可使用實質上透明之薄金屬塗層，以及 TCO 與金屬塗層之組合。

【0175】 傳導性層之功能為將由在電致變色堆疊 1020 之表面上的電壓源 1016 提供之電位散佈至堆疊之內部區域，具有相對極小的歐姆電位降。經由至傳導性層之電連接將電位轉移至傳導性層。在一些態樣中，匯流條（至少一個與傳導性層 1004 接觸且至少一個與傳導性層 1014 接觸）提供電壓源 1016 與傳導性層 1004 及 1014 之間的電連接。傳導性層 1004 及 1014 亦可藉由其他習知方式連接至電壓源 1016。

【0176】 覆疊說明之傳導性層 1004 為一電致變色層 1006。在一些態樣中，電致變色層 1006 為無機及/或實心。所述電致變色層可含有包含金屬氧化物之許多不同電致變色材料中之任何一或多者。合適金屬氧化物之一些實例包含氧化鎢（ WO_3 ）、氧化鉬（ MoO_3 ）、氧化鈮（ Nb_2O_5 ）、氧化鈦（ TiO_2 ）、氧化銅（ CuO ）、氧化銱（ Ir_2O_3 ）、氧化鉻（ Cr_2O_3 ）、氧化錳（ Mn_2O_3 ）、氧化釩（ V_2O_5 ）、氧化鎳（ Ni_2O_3 ）、氧化鈷（ Co_2O_3 ）及類似者。在操作期間，電致變色層 1006 將離子轉移至相對電極層 1010 及自相對電極層 1010 接收離子以引起可逆之光學轉變。通常，電致變色材料之著色（或任何光學性質之改變，例如，吸光率、反射比及透射率）藉由至材料內之可逆離子注入（例如，插入）及電荷平衡電子之對應注入來引起。通常，負責光學轉變的某一分率之離子不可逆地束縛於電致變色材料中。不可逆束縛離子中之一些或所有用以補償材料中之「盲電荷」。在多

數電致變色材料中，合適離子包含鋰離子 (Li^+) 及氫離子 (H^+) (亦即，質子)。然而，在一些情況下，其他離子將合適。在各種實施例中，鋰離子用以產生電致變色現象。鋰離子至氧化鎢 (WO_{3-y} ($0 < y \leq \sim 0.3$)) 內之插入使氧化鎢自透明 (經漂白狀態) 改變至藍 (有色狀態)。

【0177】 再次參看圖 10，在電致變色堆疊 1020 中，離子傳導層 1008 夾在電致變色層 1006 與相對電極層 1010 之間。在一些實施例中，相對電極層 1010 為無機及/或實心。相對電極層可包含當電致變色裝置在經漂白狀態中時充當離子之儲集器的許多不同材料中之一或多者。在藉由 (例如) 施加適當電位起始電致變色轉變期間，相對電極層將其持有的離子中之一些或所有轉移至電致變色層，從而將電致變色層改變至有色狀態。同時，在 NiWO 之情況下，相對電極層隨著離子之損失而著色。用於與 WO_3 互補的相對電極之合適材料包含氧化鎳 (NiO)、氧化鎳鎢 (NiWO)、氧化鎳釩、氧化鎳鉻、氧化鎳鋁、氧化鎳錳、氧化鎳鎂、氧化鉻 (Cr_2O_3)、氧化錳 (MnO_2) 及普魯士藍。當自由氧化鎳鎢製成之相對電極 1010 移除電荷 (亦即，將離子自相對電極 1010 輸送至電致變色電致變色 1006) 時，相對電極層 1010 將自透明狀態轉變至有色狀態。

【0178】 在說明之電致變色裝置 1100 中，在電致變色層 1006 與相對電極層 1010 之間，存在離子傳導層 1008。離子傳導層 1008 充當一介質，當電致變色裝置在經漂白狀態與有色狀態之間轉變時，經由所述介質輸送離子 (按電解質之方式)。較佳地，離子傳導層 1008 對用於電致變色及相對電極層之相關離子高度傳導，但具有在正常操作期間發生可忽略的電子轉移之足夠低電子傳導率。具有高離子傳導率之薄離子傳導層准許快速離子傳導，及因此針對高效能電致變色裝置之快速切換。在某些態樣中，離子傳導層 1008 為無機及/或實心。

【0179】 用於離子傳導層 (亦即，用於具有截然不同的 IC 層之電致變色裝置) 的合適材料之實例包含矽酸鹽、氧化矽、氧化鎢、氧化鉭、氧化鋮及硼酸

鹽。此等材料可摻雜有不同摻雜劑，包含鋰。鋰摻雜之氧化矽包含鋰矽-鋁-氧化物。在一些實施例中，離子傳導層包含一基於矽酸鹽之結構。在一個態樣中，將氧化矽鋁（SiAlO）用於離子傳導層 1008。

【0180】 在某些實施中，電致變色裝置 1000 包含一或多個額外層（未展示），諸如，一或多個被動層。用以改良某些光學性質之被動層可包含於所述電致變色裝置 1000 中。用於提供防水及防刮擦之被動層亦可包含於電致變色裝置 1000 中。舉例而言，傳導性層可藉由抗反射或保護性氧化物或氮化物層來處理。其他被動層可用以將電致變色裝置 300 氣密性地密封。

【0181】 圖 11A 為在經漂白狀態中（或轉變至經漂白狀態）之電致變色裝置之示意性橫截面。根據此說明之實例，電致變色裝置 1100 包含一氧化鎢電致變色層（EC）1106 及一氧化鎳鎢相對電極層（CE）1110。電致變色裝置 1100 亦包含一基板 1102、一傳導性層（CL）11011、一離子傳導層（IC）1108 及傳導性層（CL）1114。層 1104、1106、1108、1010 及 1114 共同地被稱作電致變色堆疊 1120。電源 1116 經組態以經由至傳導性層 1104 及 1114 之合適電連接（例如，匯流條）將電壓電位及/或電流施加至電致變色堆疊 1120。在一個態樣中，電壓源經組態以施加數伏特之電位以便驅動裝置自一個光學狀態至另一個之轉變。如圖 11A 中所展示的電位之極性使得離子（在此實例中，鋰離子）主要地駐留（如由虛線箭頭指示）於氧化鎳鎢相對電極層 1110 中。

【0182】 圖 11B 為在圖 11A 中展示但在有色狀態中（或轉變至有色狀態）之電致變色裝置 1100 之示意性橫截面。在圖 11B 中，電壓源 1116 之極性顛倒，使得使氧化鎢電致變色層 1106 更具負性以接受額外鋰離子，且藉此轉變至有色狀態。如由虛線箭頭指示，跨離子傳導層 1108 將鋰離子輸送至氧化鎢電致變色層 1106。展示氧化鎢電致變色層 1106 處於有色狀態中或轉變至有色狀態。亦展示氧化鎳鎢相對電極 1110 處於有色狀態中或轉變至有色狀態。如所解釋，氧化

鎳鎢在其放棄（去插入）鋰離子時逐漸地變得更不透明。在此實例中，存在一協同效應，其中針對兩個層 1106 及 1110 至有色狀態之轉變朝向減少經由電致變色堆疊及基板透射的光之量而增添。

【0183】 在某些實施中，電致變色裝置包含由一離子傳導性（IC）層分開之一電致變色（EC）電極層及一相對電極（CE）層，所述離子傳導性（IC）層對離子高度傳導且對電子高度阻性。如習知地理解，離子傳導性層因此防止電致變色層與相對電極層之間的短接。所述離子傳導性層允許電致變色及相對電極固持電荷且藉此維持其經漂白或有色狀態。在具有截然不同之層的電致變色裝置中，所述組件形成一堆疊，所述堆疊包含夾在電致變色電極層與相對電極層之間的離子傳導層。此等三個堆疊組件之間的邊界由突然的組成及/或微結構之改變來界定。因此，所述裝置具有具兩個急轉界面的三個截然不同之層。

【0184】 根據某些實施，相對電極與電致變色電極相互緊鄰地形成，有時直接接觸，而不分開來沈積一離子傳導層。在一些實施中，使用具有一界面區域而非一截然不同的 IC 層之電致變色裝置。此等裝置及其製造方法描述於美國專利第 8,300,298 號、美國專利第 8,582,193 號、美國專利第 8,764,950 號及美國專利第 8,764,951 號中，所述專利中之每一者題為《電致變色裝置（Electrochromic Devices）》且每一者在此被以引用的方式全部併入。

【0185】 在某些實施中，一電致變色裝置可整合至電致變色窗之絕緣玻璃單元（IGU）內，或可在一單框電致變色窗中。舉例而言，電致變色窗可具有一包含一第一電致變色鏡片及一第二鏡片之 IGU。所述 IGU 亦包含一分開第一電致變色鏡片與第二鏡片之間隔物。所述 IGU 中之第二鏡片可為非電致變色鏡片或其他。舉例而言，第二鏡片可具有在其上之一電致變色裝置，及/或一或多個塗層，諸如，低 E 塗層及類似者。所述鏡片中之任一者亦可為層壓玻璃。在間隔物與電致變色鏡片之第一 TCO 層之間的為一初級密封材料。此初級密封材料亦

在間隔物與第二玻璃鏡片之間。圍繞間隔物之周邊的為次級密封件。此等密封件輔助保持水分不進入 IGU 之內部空間。其亦用以防止可引入至 IGU 之內部空間內的氬或其他氣體逸出。所述 IGU 亦包含匯流條佈線，用於連接至窗控制器。在一些實施中，匯流條中之一或兩者在完工之 IGU 內部，然而在一個實施中，一個匯流條在 IGU 之密封件外，且一個匯流條在 IGU 內部。在前者實施例中，使用一區來進行與用以形成 IGU 的間隔物之一個面之密封。因此，電線或至匯流條之其他連接在間隔物與玻璃之間伸展。因為許多間隔物由傳導性之金屬（例如，不鏽鋼）製成，所以需要採取措施以避免歸因於匯流條及至其之連接器與金屬間隔物之間的電連通之短路連接。

【0186】 B. 窗控制器

【0187】 窗控制器用以控制在一電致變色窗或一或多個電致變色窗之一區帶中的一或多個電致變色裝置之色調狀態（在本文中亦被稱作「色調等級」）。在一些實施例中，窗控制器能夠在兩個色調狀態（一經漂白狀態與一有色狀態）之間轉變電致變色窗。在其他實施例中，控制器可另外在包含以下各者之色調狀態之間轉變電致變色窗（例如，具有一單一電致變色裝置之窗）：一經漂白狀態、一或多個中間中間等級及一有色狀態。在一些實施例中，窗控制器能夠在四個或多於四個色調狀態之間轉變電致變色窗。在其他實施例中，窗控制器能夠在處於經漂白狀態與有色狀態之間的任何數目個色調等級之間轉變一併有一電致變色裝置之電致變色窗。某些電致變色窗藉由使用在一單一 IGU 中之兩個（或更多個）電致變色鏡片允許中間色調等級，其中每一電致變色鏡片為兩狀態鏡片。

【0188】 在一些實施例中，一電致變色窗可包含一在絕緣玻璃單元(IGU)之一個鏡片上的電致變色裝置及在另一鏡片上之另一電致變色裝置。若窗控制器能夠在兩個狀態（經漂白狀態與有色狀態）之間轉變每一電致變色裝置，則 IGU 能夠達到四個不同狀態（色調等級）——兩個電致變色裝置皆有色之有色狀

態、一個電致變色裝置有色之第一中間狀態、另一電致變色裝置有色之第二中間狀態及兩個電致變色裝置皆經漂白之經漂白狀態。多框電致變色窗之實施例(諸如,IGU)進一步描述於指明 Robin Friedman 等人為發明人、題為《多框電致變色窗(MULTI-PANE ELECTROCHROMIC WINDOWS)》之美國專利第 8,270,059 號中,所述專利在此被以引用的方式全部併入。

【0189】 在一些實施例中,可實施窗控制器以轉變一具有一能夠在兩個或更多個色調等級之間轉變之電致變色裝置的電致變色窗。舉例而言,一窗控制器可能夠將電致變色窗轉變至一經漂白狀態、一或多個中間等級及一有色狀態。在一些其他實施例中,窗控制器能夠在處於經漂白狀態與有色狀態之間的任何數目個色調等級之間轉變一併有一電致變色裝置之電致變色窗。用於將電致變色窗轉變至一或多個中間色調等級的方法及控制器之實施例進一步描述於指名 Disha Mehtani 等人為發明人、題為《控制光學可切換裝置中之轉變(CONTROLLING TRANSITIONS IN OPTICALLY SWITCHABLE DEVICES)》之美國專利第 8,254,013 號中,及 2017 年 5 月 31 日申請的題為《用於實施中間色調狀態之可著色窗的控制方法(CONTROL METHODS FOR TINTABLE WINDOWS IMPLEMENTING INTERMEDIATE TINT STATES)》之國際 PCT 申請案 PCT/US17/35290 中,所述專利在此被以引用的方式全部併入。

【0190】 在一些實施例中,一窗控制器可對電致變色窗之一或多個電致變色裝置供電。通常,窗控制器之此功能藉由在以下更詳細地描述之一或多個其他功能來擴增。本文中描述之窗控制器不限於具有為了控制之目的而對其相關聯之電致變色裝置供電之功能的窗控制器。亦即,用於電致變色窗之電源可與窗控制器分開,其中所述控制器具有其自己的電源,且引導來自窗電源的電力施加至所述窗。然而,方便地,包括一具有窗控制器之電源且組態所述控制器以直接對窗供電,因為其消除了對於用於對電致變色窗供電之單獨佈線之需求。

【0191】 在一些情況下，窗控制器為獨立式控制器，其經組態以控制單一窗或多個電致變色窗之功能，而無窗控制器至一建築物控制網路或一建築物管理系統（BMS）之整合。然而，窗控制器可整合於一建築物控制網路或一 BMS 中，如此章節中進一步描述。

【0192】 圖 12 描繪根據本文中論述之實施的一窗控制器 1250 之組件及一窗控制器系統之組件的方塊圖。圖 12 為窗控制器 1250 之簡化方塊圖，且關於窗控制器之更多細節可見於美國專利申請案 13/449,248 及 13/449,251 中，兩者皆指明 Stephen Brown 為發明人，題目皆為《用於光學可切換窗之控制器（CONTROLLER FOR OPTICALLY-SWITCHABLE WINDOWS）》且兩者皆在 2012 年 4 月 17 日提交，且可見於美國專利申請案 13/449,235（作為美國專利第 8,705,162 號發佈），其題目為《控制光學可切換裝置中之轉變（CONTROLLING TRANSITIONS IN OPTICALLY SWITCHABLE DEVICES）》，指明 Stephen Brown 等人為發明人，且在 2012 年 4 月 17 日提交；所有所述申請案在此被以引用的方式全部併入。

【0193】 在圖 12 中，窗控制器 1250 之說明的組件包含一微處理器 1255 或其他處理器、一脈衝寬度調變器 1260（PWM）、一信號調節模組 1265 及一具有一組態檔案 1275 之電腦可讀媒體（例如，記憶體）1270。窗控制器 1250 經由網路 1280 與電致變色窗中之一或多個電致變色裝置 1200 電子通信（有線或無線）以將控制指令發送至一或多個電致變色裝置 1200。在一些實施例中，窗控制器 1250 可為一經由一網路與一主機窗控制器通信（有線或無線）之本端窗控制器。在其他實例中，所述窗控制器省略信號調節模組。

【0194】 在本文中論述之一些實例中，一建築物具有在建築物之外部與內部之間的一或多個電致變色窗，及位於建築物之外部及/或具有電致變色窗之一或多個房間內部的一或多個感測器（例如，光感測器、紅外線感測器、環境溫度

感測器等)。自一或多個感測器之輸出可接收為至窗控制器 **1250** 之信號調節模組 **1265** 的輸入(例如,經由通信網路)。在一些情況下,自一或多個感測器之輸出可接收為至建築物管理系統(BMS)之輸入,如在此章節中進一步描述。雖然描繪之實施例之感測器展示為位於屋頂上,但感測器亦可另外或替代地位於其他位置中,諸如,建築物之外豎直壁、房間內部或在至外部之其他表面上。在某些實例中,一具有多個感測器之多感測器裝置位於一外殼內或最接近一外殼。在此等實例中之一些中,多感測器裝置中之兩個或更多個感測器可操作以量測相同或幾乎相同資料(例如,引導至天空之同一大體區域之兩個紅外線感測器),此可在感測器中之一者出故障或具有一另外錯誤讀數之情況下提供冗餘。

【0195】 至建築物之一外部光感測器(例如,在屋頂上的多感測器裝置之一光感測器)可用以偵測直接自諸如太陽之光源或自自一表面、大氣中之粒子、雲等反射至感測器之光入射於光感測器上的輻射光。每一光感測器可產生一呈自光電效應產生之電流之形式的信號,且所述信號隨入射於光感測器上的光而變。在一些情況下,光感測器按以瓦/平方公尺或其他類似單位為單位之輻照度來偵測輻射光。在其他情況下,光感測器以呎燭光或類似單位為單位來偵測在波長之可見範圍中的光。在許多情況下,在輻照度之此等值與可見光之間存在一線性關係。

【0196】 在有太陽之條件期間來自陽光之輻照度值可隨著陽光照射地球之角度改變,基於當日時間及一年中之時間來預測。一外部光感測器可即時地偵測實際輻射光,其考量歸因於建築物或其他結構、天氣(例如,雲)之改變等的經反射及阻擋光。舉例而言,在多雲之日子,陽光可受到雲阻擋且由外部感測器偵測之輻射光將低於在無雲(有太陽之)日子。

【0197】 在上午及晚上,陽光等級低且由外部光感測器取得之對應讀數為低值,亦可將所述低值考慮為與在一天中之多雲條件期間取得之讀數一致。出於

此原因，在上午及晚上期間取得之外部光感測器讀數可錯誤地指示一多雲條件（若單獨地考慮）。此外，來自建築物或山/山脈之任何阻擋亦可單獨基於外部光感測器讀數而導致針對多雲天之一錯誤肯定指示。此外，緊接在日出前，單獨使用外部光感測器值將導致針對多雲條件之錯誤肯定，此可導致在日出時將電致變色窗轉變至一透明狀態，從而允許在具有透明窗之房間中的眩光條件。

【0198】 在某些實施例中，由至少兩個紅外線感測器取得之讀數可用以判定在緊接在日出前之時間及亦在上午及在晚上的雲條件。此等紅外線感測器可獨立於陽光等級操作，從而允許著色控制邏輯判定日出前之雲條件，且隨著太陽落下，判定及維持在上午及晚上期間的電致變色窗之恰當色調狀態。此外，至少兩個紅外線感測器可用以偵測雲條件，甚至當感測器經遮住或另外對直射陽光阻擋時。

【0199】 在一些態樣中，一單一裝置（有時在本文中被稱作「紅外線感測器裝置」、「紅外線雲偵測器」或「多感測器裝置」）包含一用於偵測熱輻射之紅外線感測器及一機載環境溫度感測器。紅外線感測器通常經定位以引導至天空以量測天空溫度（ T_{sky} ）。機載環境溫度感測器通常經定位以量測裝置處之環境溫度（ T_{amb} ）。另外或替代地，紅外線感測器裝置輸出在天空溫度讀數與環境溫度讀數之間的差之溫度讀數——差量（ Δ ）。紅外線感測器裝置溫度讀數（ T_{sky} 、 T_{amb} 及/或 Δ ）通常以度計，例如，攝氏毫度或華氏毫度。

【0200】 根據某些態樣，可存在與一建築物之一單一電致變色窗或一建築物之多個電致變色窗（例如，電致變色窗之區帶）相關聯的多個感測器。舉例而言，多個感測器可呈具有至少兩個紅外線感測器、一環境溫度感測器（例如，一紅外線感測器之部分）及多個光感測器的多感測器裝置之形式。舉例而言，多感測器裝置可位於具有一或多個電致變色窗的建築物之屋頂上。在一個實施例中，將來自冗餘感測器之輸出相互比較以判定（例如）所述感測器中之一者是否由一

物體遮住，諸如，由落在屋頂上之多感測器裝置上的鳥。在一些情況下，可能需要使用建築物中之相對極少感測器，此係因為具有許多感測器可為昂貴的及/或一些感測器可能不可靠。在某些實施中，一單一感測器或相對極少感測器（例如，2 個、3 個、4 個、5 個）可用以判定來自照射於建築物或建築物之可能一側上的陽光之輻射光之電流電平。雲可能在太陽前方經過，或一施工車輛可能停放在落下之太陽前方。此等發生將導致與來自太陽的輻射光之量之偏差，所述量將經計算以通常在晴空條件期間照射於建築物上。

【0201】 在具有光感測器之實例中，光感測器可為（例如）電荷耦合裝置（CCD）、光電二極體、光電阻或光伏打電池。一般熟習此項技術者將瞭解，光感測器及其他感測器技術之未來發展亦將適用，因為其量測光強度且提供表示光等級之電輸出。

【0202】 在一些實施例中，可將來自感測器之輸出輸入至信號調節模組 1265。輸入可呈至信號調節模組 1265 之電壓信號之形式。信號調節模組 1265 將輸出信號傳遞至微處理器 1255 或其他處理器。微處理器 1255 或其他處理器基於來自組態檔案 1275 之資訊且基於來自信號調節模組 1265 之輸出或更動值判定電致變色窗之色調等級。微處理器 1255 接著將指令發送至 1260 以經由網路 1280 將電壓及/或電流施加至建築物之一或多個電致變色窗之電致變色裝置 1200 以將電致變色窗轉變至所要之色調等級。

【0203】 在一個態樣中，信號調節模組 1265 為接收來自多感測器裝置之一或多個感測器之輸出的多感測器裝置（例如，屋頂多感測器裝置）之部分。在此情況下，信號調節模組 1265 經由有線或無線網路將輸出信號傳達至微處理器 1255 或窗控制器 1250 之其他處理器。微處理器 1255 或其他處理器判定電致變色窗之色調等級，且將指令發送至 PWM 1260 以經由網路 1280 將電壓及/或電流施加至建築物之一或多個電致變色窗之電致變色裝置 1200 以將電致變色窗轉變

所述所要的色調等級。

【0204】 在一些實施例中，微處理器 1260 可指導 PWM 1260 將電壓及/或電流施加至電致變色窗以將其轉變至四個或多於四個不同色調等級中之任一者。在一種情況下，可將電致變色窗轉變至至少八個不同色調等級，其描述為：0（最亮）、5、10、15、20、25、30 及 35（最暗）。色調等級可線性對應於經由電致變色窗透射的光之視覺透射率值及太陽熱量增益係數（SHGC）值。舉例而言，使用以上八個色調等級，最亮色調等級 0 可對應於 SHGC 值 0.80，色調等級 5 可對應於 SHGC 值 0.70，色調等級 10 可對應於 SHGC 值 0.60，色調等級 15 可對應於 SHGC 值 0.50，色調等級 20 可對應於 SHGC 值 0.40，色調等級 25 可對應於 SHGC 值 0.30，色調等級 30 可對應於 SHGC 值 0.20，且色調等級 35（最暗）可對應於 SHGC 值 0.10。

【0205】 窗控制器 1250 或與窗控制器 1250 通信之主控制器可使用任何一或多個控制邏輯組件基於來自感測器之信號及/或其他輸入判定所要的色調等級。窗控制器 1250 可指導 PWM 1260 將電壓及/或電流施加至一或多個電致變色窗之電致變色裝置 1200 以將其轉變至所要的色調等級。

【0206】 C. 建築物管理系統 (BMS)

【0207】 本文中描述之窗控制器亦適合於與一建築物管理系統 (BMS) 整合。BMS 為裝設於建築物中之一基於電腦之控制系統，其監視及控制建築物之機械及電裝備，諸如，通風、照明、電力系統、電梯、消防系統及安全系統。BMS 由硬體（包括藉由通信通道至一或多個電腦之互連件）及用於根據由居住者及/或由建築物管理者設定之偏好維持建築物中之狀況的相關聯之軟體組成。舉例而言，可使用一諸如乙太網路之區域網路實施 BMS。軟體可基於（例如）網際網路協定及/或開放標準。一個實例為來自（弗吉尼亞州 Richmond 之）Tridium, Inc. 之軟體。通常供 BMS 使用之一個通信協定為 BACnet（建築物自動化及控制

網路)。

【0208】 BMS 在大建築物中最常見，且通常至少發揮功能以控制建築物內之環境。舉例而言，BMS 可控制建築物內之溫度、二氧化碳含量及濕度。通常，存在由 BMS 控制之許多機械裝置，諸如，加熱器、空調器、吹風機、通風口及類似者。為了控制建築物環境，BMS 可在定義之條件下接通及關斷此等各種裝置。典型現代 BMS 之一核心功能為維持建築物之居住者的舒適環境，同時使加熱及冷卻成本/需求最小化。因此，現代 BMS 不僅用以監視及控制，並且使各種系統之間的協同作用最佳化，例如，以保存能量及降低建築物運營成本。

【0209】 在一些實施例中，窗控制器與 BMS 整合在一起，其中所述窗控制器經組態以控制一或多個電致變色窗或其他可著色窗。在一個實施例中，一或多個電致變色窗包含至少一個全固態且無機電致變色裝置，但可包含多於一個電致變色裝置，例如，其中 IGU 之每一鏡片或邊框可著色。在一個實施例中，一或多個電致變色窗僅包含全固態及無機電致變色裝置。在一個實施例中，電致變色窗為多態電致變色窗，如在 2010 年 8 月 5 日提交且題為《多窗格電致變色窗 (Multipane Electrochromic Windows)》之美國專利申請案第 12/851,514 號 (現在為美國專利第 8,705,162 號) 中所描述，所述申請案在此被以引用的方式全部併入。

【0210】 圖 13 描繪 BMS 1300 之一實施例之示意圖，其管理建築物 1301 之許多系統，包含安全系統、加熱/通風/空調 (HVAC)、建築物之照明、電力系統、電梯、消防系統及類似者。安全系統可包含磁卡存取、十字轉門、螺線管驅動式門鎖、監控相機、夜盜警報、金屬偵測器及類似者。防火系統可包含火警報及火抑制系統 (包含水管道控制)。照明系統可包含內部照明、外部照明、緊急警告燈、緊急出口標誌及緊急樓層出口照明。電力系統可包含主發電機、備份發電機及不間斷電源 (UPS) 網絡。

【0211】 又，BMS 1300 管理主窗控制器 1302。在此實例中，主窗控制器 3102 經描繪為包含一主網路控制器 1303、中間網路控制器 1305a 及 1305b 及端部或葉控制器 1310 的窗控制器之分散式網路。端部或葉控制器 1310 可類似於關於圖 12 所描述之窗控制器 1250。在一個實例中，主網路控制器 1303 可最緊密接近 BMS 1300，且建築物 1301 之每一樓層可具有一或多個中間網路控制器 1305a 及 1305b，同時建築物之窗具有其自己的端部或葉控制器 1310。在此實例中，端部或葉控制器 1310 中之每一者控制建築物 1301 之一具體電致變色窗。

【0212】 端部或葉控制器 1310 中之每一者可處於與其控制的電致變色窗分開之位置中，或可整合至電致變色窗內。為簡單起見，建築物 1301 之僅十個電致變色窗經描繪為由主窗控制器 1302 控制。在一典型設定中，在由主窗控制器 1302 控制之建築物中可存在大量電致變色窗。在此等實施中，主窗控制器 1302 不需要為窗控制器之分散式網路。舉例而言，作為控制單一電致變色窗之功能的單端控制器之主窗控制器 1302 亦屬於如上所述的本文中揭露的實施例之範疇。

【0213】 揭露之實施例之一個態樣為一包含一多感測器裝置（例如，在圖 4A 至圖 4C 中展示之多感測器裝置 401）或其他形式之紅外線雲偵測器系統的 BMS。藉由併有來自紅外線雲偵測器系統之回饋，BMS 可提供（例如）增強之：1）環境控制，2）能量節省，3）安全性，4）控制選項中之靈活性，5）其他系統之改良之可靠性及可使用壽命，此係歸因於對其之較少依賴及因此對其之較少維護，6）資訊可用性及診斷，及 7）工作人員之有效使用及來自工作人員之較高生產力，及此等之各種組合，此係因為可自動控制電致變色窗。在一些實施例中，BMS 可不存在，或 BMS 可存在，但可不與主網路控制器通信，或在高等級下與主網路控制器通信。在某些實施例中，對 BMS 之維護將不中斷電致變色窗之控制。

【0214】 在一些情況下，BMS 1300 之系統可根據每日、每月、每季度或

每年排程來運作。舉例而言，照明控制系統、窗控制系統、HVAC 及安全性系統可按 24 小時排程操作，此考量人在工作日期間在建築物中之時間。在夜裏，建築物可進入能量節省模式，且在白天，系統可以使建築物之能量消耗最小化同時提供居住者舒適性之方式操作。作為另一實例，系統可在假期週期關閉或進入能量節省模式。

【0215】 排程資訊可與地理資訊組合。地理資訊可包含建築物之緯度及經度。地理資訊亦可包含關於建築物之每一側面對之方向的資訊。使用此資訊，建築物之不同側上的不同房間可以不同方式控制。舉例而言，在冬天，對於建築物之面向東的房間，窗控制器可指導窗在上午不具有色調，使得歸因於陽光照在房間裏，房間變暖，且由於來自陽光之照明，照明控制面板可指導燈變暗淡。面向西的窗在上午可由房間之居住者控制，因為在西側上的窗之色調可對能量節省不具有影響。然而，面向東之窗及面向西之窗的操作模式可在晚上切換（例如，當太陽落下時，面向西之窗不著色以允許陽光帶來熱量及照明）。

【0216】 另外，建築物內之溫度可受到外部光及/或外部溫度影響。舉例而言，在寒冷的日子且在建築物由加熱系統加熱之情況下，較靠近門及/或窗之房間將比建築物之內部區域快地失去熱量，且與內部區域相比，更冷。

【0217】 對於具有外部感測器之實施，建築物可包含在建築物之屋頂上的外部感測器。替代地，建築物可包含一與每一外部窗相關聯之外部感測器或一在建築物之每一側上之外部感測器。在建築物之每一側上之外部感測器可隨著太陽在白天改變位置而追蹤在建築物之一側上的輻照度。

【0218】 建築物（如圖 13 中之建築物 1301）之一實例包含建築物網路或 BMS、用於建築物外部窗（亦即，將建築物之內部與建築物之外部分開的窗）之可著色窗及許多不同感測器。來自建築物之外部窗的光通常對建築物中自窗至約 20 呎或約 30 呎之內部照明具有效應。亦即，建築物中自外部窗大於約 20 呎

或約 30 呎之空間自外部窗接收極少光。建築物中遠離外部窗之此等空間主要由建築物之內部照明系統照亮。

【0219】 圖 14 為根據實施例的用於控制一建築物（例如，圖 13 中展示之建築物 1301）之一或多個可著色窗之功能（例如，轉變至不同色調等級）的系統 1400 之組件之方塊圖。系統 1400 可為由 BMS（例如，圖 13 中展示之 BMS 1300）管理的系統中之一者，或可獨立於 BMS 操作。

【0220】 系統 1400 包含一主窗控制器 1402，其可將控制信號發送至一或多個可著色窗以控制其功能。系統 1400 亦包含一與主窗控制器 1402 電子通信之網路 1410。用於控制可著色窗之功能的控制邏輯及指令及/或感測器資料可經由網路 1410 傳達至主窗控制器 1402。網路 1410 可為有線或無線網路（例如，雲網路）。在一個實施例中，網路 1410 可與 BMS 通信以允許 BMS 將用於控制可著色窗之指令經由網路 1410 發送至建築物中之可著色窗。

【0221】 系統 1400 亦包含在一或多個可著色窗（未展示）中之每一者中的 EC 裝置 400，及可選壁開關 1490，其皆與主窗控制器 1402 電子通信。在此說明之實例中，主窗控制器 1402 可將控制信號發送至 EC 裝置 1401 以控制具有 EC 裝置 400 的可著色窗之色調等級。每一壁開關 1490 亦與 EC 裝置 1401 及主窗控制器 1402 通信。最終使用者（例如，具有可著色窗的房間之居住者）可使用壁開關 1490 控制具有相關聯之 EC 裝置 1401 的可著色窗之色調等級及其他功能。

【0222】 在圖 14 中，將主窗控制器 1402 描繪為包含一主網路控制器 1403、與主網路控制器 1403 通信之多個中間網路控制器 1405 及多個端部或葉窗控制器 1410 的窗控制器之一分散式網路。多個端部或葉窗控制器 1410 中之每一者與單一中間網路控制器 1405 通信。雖然將主窗控制器 1402 說明為窗控制器之分散式網路，但在其他實施中主窗控制器 1402 亦可為控制單一可著色窗

之功能的一單一窗控制器。圖 14 中的系統 1400 之組件可在一些方面類似於關於圖 13 所描述之組件。舉例而言，主網路控制器 1403 可類似於主網路控制器 1303，且中間網路控制器 1405 可類似於中間網路控制器 1305。在圖 14 之分散式網路中的窗控制器中之每一者包含一處理器（例如，微處理器）及一與處理器電連通之電腦可讀媒體。

【0223】 在圖 14 中，每一葉或端部窗控制器 1410 與一單一可著色窗之 EC 裝置 1401 通信以控制建築物中的彼可著色窗之色調等級。在 IGU 之情況下，葉或端部窗控制器 1410 可與 IGU 之多個鏡片上的 EC 裝置 1401 通信以控制 IGU 之色調等級。在其他實施例中，每一葉或端部窗控制器 1410 可與例如可著色窗之一區帶之多個可著色窗通信。葉或端部窗控制器 1410 可整合至可著色窗內，或可與其控制之可著色窗分開。圖 14 中之葉及端部窗控制器 1410 可類似於圖 13 中之端部端部葉控制器 1410，及/或亦可類似於關於圖 12 所描述之窗控制器 1250。

【0224】 每一壁開關 1490 可由一最終使用者（例如，房間之居住者）操作以控制與壁開關 1490 通信的可著色窗之色調等級及其他功能。最終使用者可操作壁開關 1490 以將控制信號傳達至相關聯之可著色窗中的 EC 裝置 400。在一些情況下，來自壁開關 1490 之此等信號可更動來自主窗控制器 1402 之信號。在其他情況（例如，高需求情況）下，來自主窗控制器 1402 之控制信號可更動來自壁開關 1490 之控制信號。每一壁開關 1490 亦與葉或端部窗控制器 1410 通信以將關於自壁開關 1490 發送之控制信號的資訊（例如，時間、日期、請求之色調等級等）發送回至主窗控制器 1402，例如，以儲存於記憶體中。在一些情況下，壁開關 1490 可手動地操作。在其他情況下，壁開關 1490 可由最終使用者使用遠程裝置（例如，蜂巢式電話、平板電腦等）無線控制，所述遠程裝置藉由控制信號發送無線通信，例如，使用紅外線（IR）及/或射頻（RF）信號。在此

等情況下，壁開關 1490 可包含一無線協定晶片，諸如，藍芽、EnOcean、WiFi、Zigbee 及類似者。雖然圖 14 中描繪之壁開關 1490 位於壁上，但系統 1400 之其他實施例可具有位於房間中其他處之開關。

【0225】 系統 1400 亦包含一多感測器裝置 1412，其經由通信網路 1410 與一或多個控制器電子通信以便將感測器讀數及/或經過濾感測器值傳達至控制器。

【0226】 *D. 用於控制電致變色裝置/窗之邏輯*

【0227】 在一些實施中，一控制器（例如，本端端部或葉窗控制器、主或中間網路控制器、主窗控制器等）包含用於計算、判定、選擇或以其他方式產生用於建築物之一或多個光學可切換窗（例如，電致變色窗）之色調狀態的智慧控制邏輯。此控制邏輯可用以基於來自在建築物處之紅外線雲偵測器系統的感測器資料判定一雲覆蓋條件，及使用所述判定之雲覆蓋條件判定所述可切換窗之色調狀態。此控制邏輯可用以實施用於判定及控制用於一或多個電致變色窗或其他可著色窗之所要之色調等級以考量居住者舒適性、能量保存及/或其他考慮之方法。在一些情況下，所述控制邏輯使用一或多個邏輯模組。

【0228】 舉例而言，圖 15A 至圖 15C 描繪根據某些實施的至一例示性控制邏輯之三個邏輯模組 A、B 及 C 中之每一者之一般輸入。模組 A、B 及 C 之其他實例描述於題為《用於可著色窗之控制方法（CONTROL METHOD FOR TINTABLE WINDOWS）》的 2016 年 7 月 7 日提交之國際專利申請案 PCT/US16/41344 及題為《用於可著色窗之控制方法（CONTROL METHOD FOR TINTABLE WINDOWS）》且 2015 年 5 月 5 日提交之國際專利申請案 PCT/US15/29675 中；所述申請案中之每一者在此被以引用的方式全部併入。邏輯模組之其他實例描述於題為《用於可著色窗之控制方法（CONTROL METHOD FOR TINTABLE WINDOWS）》的 2017 年 12 月 13 日提交之國際專利申請案

PCT/US17 PCT/US17/66198 中，所述申請案在此被以引用的方式全部併入。稍後在此章節中描述包含四（4）個模組之例示性控制邏輯之另一實例。

【0229】 -模組 A、B 及 C 之實例

【0230】 圖 15A 至圖 15C 包含描繪至揭露之實施之一例示性控制邏輯之三個邏輯模組 A、B 及 C 中之每一者之某一一般輸入之圖。每一圖描繪具有一桌子 1501 及一位於建築物之外部與內部之間的電致變色窗 1505 的建築物之房間 1500 之示意性側視圖。所述圖亦描繪一根據一個實例之紅外線雲偵測器系統 1502。在其他實施中，可使用本文中描述的紅外線雲偵測器系統之其他實例。在說明之實例中，紅外線雲偵測器系統 1502 包含一位於建築物之屋頂上的紅外線雲偵測器 1530。紅外線雲偵測器 1530 具有一具有由光擴散材料製成之蓋之外殼 1532、在外殼 1532 之殼體內的一紅外線感測器 1534 及一光感測器 1510，及一位於外殼 1532 之遮住表面上的環境溫度感測器 1536。紅外線感測器 1534 經組態以基於自其圓錐形視野內的天空之區域接收之紅外線輻射取得溫度讀數 T_{sky} 。環境溫度感測器 1536 經組態以取得在紅外線雲偵測器 1530 周圍的環境空氣之環境溫度讀數 T_{amb} 。在一個態樣中，紅外線感測器及環境溫度感測器整合至同一感測器內。紅外線感測器 1534 包含一假想軸線，其垂直於紅外線感測器 1534 之感測表面且穿過其中心。紅外線感測器 1534 經引導使得其感測表面面向上，且可接收來自在其視野內的天空之區域之紅外線輻射。環境溫度感測器 1536 位於一遮住表面上以避免直射陽光照射其感測表面。雖然未展示，但紅外線雲偵測器 1530 亦包含將其組件固持在外殼 1532 內之一或多個結構。

【0231】 紅外線雲偵測器系統 1502 亦包含一具有一處理器（未展示）之本端窗控制器 1550，所述處理器可執行儲存於記憶體（未展示）中的用於實施控制邏輯以控制電致變色窗 1505 之色調等級之指令。本端窗控制器 1550 與電致變色窗 1505 通信以發送控制信號。本端窗控制器 1550 亦與紅外線感測器 1534

及環境溫度感測器 **1536** 通信（無線或有線）以接收具有溫度讀數之信號。本端窗控制器 **1550** 亦與光感測器 **1510** 通信（無線或有線）以接收具有可見光強度讀數之信號。

【0232】 根據某些態樣，電力/通信線自建築物或另一結構延伸至紅外線雲偵測器 **1530**。在一個實施中，紅外線雲偵測器 **1530** 包含一網路介面，其可將紅外線雲偵測器 **1530** 耦接至一合適纜線。紅外線雲偵測器 **1530** 可經由網路介面將資料傳達至本端窗控制器 **1550** 或建築物之另一控制器（例如，網路控制器及/或主控制器）。在一些其他實施中，紅外線雲偵測器 **1530** 可另外或替代地包含一實現與一或多個外部控制器之無線通信的無線網路介面。在一些態樣中，紅外線雲偵測器 **1530** 亦可包含一在其外殼內或與其外殼耦接之電池以對其內之感測器及電組件供電。作為來自電源供應器（例如，來自建築物電源供應器）之電力之代替或補充，所述電池可提供此電力。在一個態樣中，紅外線雲偵測器 **1530** 進一步包含至少一個光伏打電池，例如，在外殼之一外表面上。作為由任一其他電源供應器提供之電力之代替或補充，此至少一個光伏打電池可提供電力。

【0233】 圖 15A 展示直射陽光經由在包含房間 **1500** 之建築物之外部與內部之間的電致變色窗 **1505** 至房間 **1500** 內之穿透深度。穿透深度為直射陽光可穿透至房間 **1500** 內多遠之一量測。如所展示，穿透深度係在遠離窗 **1505** 之窗台（底部）之水平方向上量測。通常，窗界定一提供用於直射陽光之受光角之孔隙。基於窗之幾何尺寸（例如，窗尺寸）、其在房間中之位置及定向、在窗外之任何散熱片或其他外部遮蔭及太陽之位置（例如在一天中之一特定時間及一特定日期的直射陽光之角度）計算穿透深度。至電致變色窗 **1505** 之外部遮蔭可歸因於可遮住窗的任何類型之結構，諸如，懸垂物、散熱片等。在圖 **15A** 中，在電致變色窗 **1505** 上方存在一懸垂物 **1520**，其阻擋直射陽光之一部分進入房間 **1500**，因此縮短穿透深度。

【0234】 模組 A 可用以判定考慮來自直射陽光經由電致變色窗 **1505** 至居住者或其活動區上的居住者舒適性之色調等級（在本文中亦被稱作「眩光條件」）。基於直射陽光至房間內的計算之穿透深度及在一特定時刻（當日時間及一年中之某天）房間中之空間類型（例如，在窗附近之桌子、門廳等）判定色調等級。在一些情況下，色調等級亦可基於將充分自然照明提供至房間內。在一些情況下，在未來之時間計算穿透深度以考量玻璃態化時間（窗著色所需之時間，例如，至所要之色調等級之 80%、90% 或 100%）。在模組 A 中解決之問題為，直射陽光可如此深地穿透至房間 **1500** 內，以致直接照在在房間中之桌子或其他工作表面處工作之居住者身上。可使用可公開獲得之程式計算太陽之位置，且允許穿透深度之容易計算。

【0235】 圖 **15A** 至 **15C** 亦展示在房間 **1500** 中之桌子 **1501**，作為具有與活動區域（亦即，桌子）相關聯之桌子及活動區域之位置（亦即，桌子之位置）的一單一佔用辦公室之空間類型之一實例。為了居住者舒適性，每一空間類型與不同色調等級相關聯。舉例而言，若活動為諸如在桌子或電腦邊正進行的在辦公室中之工作之關鍵活動，且桌子位於窗附近，則所要之色調等級可比在桌子更遠離窗之情況下高。作為另一實例，若活動為非關鍵性的，諸如，在門廳中之活動，則所要之色調等級可比在對於辦公室中具有一桌子之同一空間低。

【0236】 圖 **15B** 展示根據一實施的在晴朗的天空條件下經由電致變色窗 **1505** 進入房間 **1500** 之直射陽光及輻射。輻射可來自由大氣中之分子及粒子散射之陽光。模組 B 基於流過考慮中之電致變色窗 **1505** 的在晴朗的天空條件下之輻照度之計算值來判定一色調等級。諸如開放原始碼 RADIANCE 程式之各種軟體可用以計算在某一緯度、經度、一年中之時間及當日時間及針對一給定窗定向的晴空輻照度。

【0237】 圖 **15C** 展示根據一實施的如可由諸如雲及其他建築物之物體阻

擋或自所述物體反射的來自天空之輻射光。在晴空輻射計算中，未考量此等障礙物及反射。基於來自感測器（諸如，紅外線雲偵測器系統 **1502** 之紅外線感測器 **1534**、光感測器 **1510** 及環境溫度感測器 **1536**）之感測器資料判定來自天空之輻射光。由模組 C 判定之色調等級係基於感測器資料。在許多情況下，色調等級係基於使用來自感測器之讀數判定的雲覆蓋條件。通常，模組 B 之操作將判定一使由模組 A 判定之色調等級變暗（或不改變）之色調等級，且模組 C 之操作將判定一使由模組 B 判定之色調等級變亮（或不改變）之色調等級。

【0238】 所述控制邏輯可針對建築物中之每一電致變色窗 **1505** 或針對電致變色窗之一區帶之一代表性窗分開來實施邏輯模組 A、B 及 C 中之一或多者。每一電致變色窗 **1505** 可具有尺寸、定向（例如，豎直、水平、按一角度傾斜）、位置、相關聯之空間類型等之一唯一集合。可針對每一電致變色窗 **1505** 維護具有此資訊及其他資訊之一組態檔案。所述組態檔案可儲存於電致變色窗 **1505** 之本端窗控制器 **1550** 之一電腦可讀媒體中或建築物管理系統（BMS）中。組態檔案可包含諸如窗組態、佔有率查找表、關於相關聯之基準玻璃之資訊及/或由控制邏輯使用之其他資料的資訊。窗組態可包含諸如電致變色窗 **1505** 之尺寸、電致變色窗 **1505** 之定向、電致變色窗 **1505** 之位置等的資訊。佔有率查找表描述針對某些空間類型及穿透深度提供居住者舒適性之色調等級。亦即，佔有率查找表中之色調等級經設計以為可在房間 **1500** 中之居住者提供來自在居住者或其工作空間上之直射陽光的舒適性。空間類型為一量測，其判定將需要多少著色來針對一給定穿透深度解決居住者舒適性關注及/或提供房間中之舒適的自然照明。空間類型參數可考慮許多因素。在此等因素當中有正在一特定房間中進行的工作或其他活動之類型及活動之位置。關閉與需要大量注意力之詳細研究相關聯的工作可能在一個空間類型，而休息室或會議室可具有不同空間類型。另外，在房間中之桌子或其他工作表面相對於窗之位置為定義空間類型過程中之一考慮因

素。舉例而言，空間類型可與具有一位於電致變色窗 **1505** 附近之桌子或其他工作空間的單一居住者之辦公室相關聯。作為另一實例，空間類型可為一門廳。

【0239】 在某些實施例中，控制邏輯之一或多個模組可判定所要的色調等級，同時除了居住者舒適性之外，亦考量能量節省。此等模組可藉由比較在一特定色調等級處的電致變色窗 **1505** 與一基準玻璃或其他標準參考窗之效能來判定與彼色調等級相關聯之能量節省。使用此參考窗之目的可為確保控制邏輯遵守城市建築條例之要求或對在建築物場所中使用之參考窗之其他要求。市政當局常使用習知低發射率玻璃來定義參考窗以控制建築物中的空調負荷之量。作為參考窗 **1505** 適合控制邏輯之方式的一實例，所述邏輯可經設計使得經由一給定電致變色窗 **1505** 到來之輻照度從不大於經由如由各別市政當局指定之一參考窗到來之最大輻照度。在揭露之實施例中，控制邏輯可使用在一特定色調等級下的電致變色窗 **1505** 之太陽熱量增益係數（SHGC）值及參考窗之 SHGC 以判定使用所述色調等級之能量節省。通常，SHGC 之值為經由窗透射的所有波長之入射光之分率。雖然在許多實施例中描述一基準玻璃，但可使用其他標準參考窗。通常，參考窗（例如，基準玻璃）之 SHGC 為一變數，其可針對不同地理位置及窗定向而不同，且係基於由各別市政當局指定之條例要求。

【0240】 通常，建築物經設計成具有一加熱、通風及空調（「HVAC」）系統，所述系統具有滿足在任一給定情況下所需的最大預期加熱及/或空調負荷之容量。所需容量之計算可考慮在正建構建築物之特定位置處的建築物中需要之基準玻璃或參考窗。因此，重要地，控制邏輯符合或超過基準玻璃之功能要求以便允許建築物設計者確信地判定將多少 HVAC 容量置入一特定建築物內。由於控制邏輯可用以對窗著色以提供較之基準玻璃上額外能量節省，因此控制邏輯可有用於允許建築物設計者具有比將使用由條例及標準指定之基準玻璃已所需之容量低的 HVAC 容量。

【0241】 本文中描述之特定實施例假定能量節省係藉由減小建築物中之空調負荷來達成。因此，許多實施嘗試達成最大可能著色，同時考量居住者舒適性等級及可能在具有考慮中之窗之房間中的照明負荷。然而，在一些氣候（諸如，在更北及更南緯度之氣候）中，加熱可為比空調更加關注之問題。因此，可修改控制邏輯，具體言之，在一些情況中逆向之手段，使得發生較少著色以便確保減小建築物之加熱負荷。

【0242】 -包括模組 A、B 及 C 之控制邏輯之實例

【0243】 圖 16 描繪展示根據實施例的用於控制建築物中之一或多個電致變色窗（例如，圖 15A 至圖 15C 中之電致變色窗 1505）之方法之一般控制邏輯之流程圖 1600。所述控制邏輯使用模組 A、B 及 C 中之一或多者計算用於窗之色調等級且發送指令以將電致變色窗轉變至所述色調等級。在操作 1610，以由計時器計時之間隔將在控制邏輯中之計算執行 1 至 n 次。舉例而言，色調等級可由模組 A、B 及 C 中之一或多者重新計算 1 至 n 次，且針對時刻 $t_i = t_1, t_2, \dots, t_n$ 計算。 n 為執行的重新計算之數目， n 且可為至少 1。在一些情況下，可按恆定時間間隔進行邏輯計算。在一種情況下，可每 2 至 5 分鐘進行邏輯計算。然而，針對大塊電致變色玻璃（例如，高達 6 呎×10 呎）之色調轉變可佔用 30 分鐘或更多。對於此等大窗，可以不太頻繁為基礎（諸如，每隔 30 分鐘）進行計算。

【0244】 在操作 1620，邏輯模組 A、B 及 C 執行計算以在一單一時刻 t_i 針對每一電致變色窗判定一色調等級。此等計算可由控制器之處理器執行。在某些實施例中，控制邏輯為預測性邏輯，其計算在實際轉變之前窗應轉變之程度。在此等情況下，模組 A、B 及 C 中之計算係基於未來時間（例如， $t_i = \text{目前時間} + \text{諸如電致變色窗之轉變時間的持續時間}$ ）來進行，例如，大約在轉變完成時或在轉變完成後。舉例而言，在計算中使用之未來時間可為未來足以允許在接收到色調指令後完成轉變之時間。在此等情況下，控制器可在實際轉變前在目前時間發送

色調指令。在轉變完成時，窗將已轉變至一對於彼未來時間所要的色調等級。

【0245】 在**操作 1630**，控制邏輯允許某些類型之更動，其脫離在模組 A、B 及 C 處之演算法且在**操作 1640** 基於某一其他考慮因素定義更動色調等級。一個類型之更動為手動更動。此為由自佔據房間且判定一特定色調等級（更動值）合乎需要之最終使用者實施的更動。可存在使用者之手動更動經自身更動之情形。更動之實例為高需求（或尖峰負荷）更動，其與建築物中之能量消耗減少的實用之要求相關聯。舉例而言，在大城區中之特定熱天，可能有必要減少整個市區之能量消耗，以便不過度加重市區之能量產生及遞送系統負擔。在此等情況下，建築物可更動來自本文中描述之控制邏輯之色調等級以確保所有窗具有一特別高之著色等級。更動之另一實例可為若在房間中不存在居住者，例如，在週末時之商業辦公室建築物中。在此等情況下，建築物可脫離關於居住者舒適性之一或多個模組，且所有窗在冷天可具有低著色等級，且在溫暖的天氣裏可具有高著色等級。

【0246】 在**操作 1650**，用於實施色調等級之控制信號經由一網路傳輸至與建築物中之一或多個電致變色窗中之電致變色裝置電連通的電源供應器。在某些實施例中，可牢記著效率來實施至建築物之所有窗的色調等級之透射。舉例而言，若色調等級之重新計算建議不需要自當前色調等級的色調之改變，則不存在具有經更新色調等級之指令的傳輸。作為另一實例，可基於建築物中之窗大小及/或位置將建築物劃分成區帶。在一種情況下，控制邏輯對於具有較小窗之區帶比對於具有較大窗之區帶頻率地重新計算色調等級。

【0247】 在一些實施例中，用於實施針對在整個建築物中之多個電致變色窗之控制方法的**圖 16**中之控制邏輯可在一單一裝置（例如，一單一主窗控制器）上。此裝置可針對建築物中之每一個可著色窗執行計算，且亦提供一介面用於將色調等級傳輸至個別電致變色窗中之一或多個電致變色裝置，例如，在多區帶窗

中或在絕緣玻璃單元之多個 EC 鏡片上。多區帶窗之一些實例可見於 2014 年 12 月 14 日提交且題為《多區帶 EC 窗 (MULTI-ZONE EC WINDOWS)》之國際 PCT 申請案第 PCT/US14/71314 號中，所述申請案在此被以引用的方式全部併入。

【0248】 又，可存在某些實施例之控制邏輯之某些自適應組件。舉例而言，所述控制邏輯可判定最終使用者（例如居住者）如何嘗試在一天中之特定時間更動演算法及以更為預測性之方式使用此資訊判定所要之色調等級。在一種情況下，最終使用者可使用壁開關將由控制邏輯在每日某一時間提供之色調等級更動至一更動值。所述控制邏輯可接收關於此等實例之資訊，且改變所述控制邏輯以在彼當日時間將色調等級改變至更動值。

【0249】 圖 17 為展示來自圖 16 之區塊 1620 之一特定實施之圖。此圖展示依序執行所有三個模組 A、B 及 C 以計算在一單一時刻 t_i 的一特定電致變色窗之最終色調等級之方法。在預測性邏輯之情況下，基於判定在未來一時間之最終色調等級來執行模組 A、B 及 C。最終色調等級可為考慮中之窗之最大容許透射率。圖 17 亦展示模組 A、B 及 C 之一些例示性輸入及輸出。模組 A、B 及 C 中之計算由本端窗控制器、網路控制器或主控制器之處理器執行。雖然某些實例描述使用所有三個模組 A、B 及 C，但其他實施可使用模組 A、B 及 C 中之一或多者或可使用額外/不同模組。

【0250】 在操作 1770，處理器使用模組 A 針對居住者舒適性判定一色調等級以防止來自陽光之直射眩光穿透至房間內。處理器使用模組 A 基於太陽在天空中之位置及來自組態檔案之窗組態計算直射陽光至房間內之穿透深度。太陽之位置係基於建築物之緯度及經度及當日時間與日期計算。佔有率查找表及空間類型為針對所述特定窗自一組態檔案之輸入。模組 A 將來自 A 之色調等級輸出至模組 B。模組 A 之目標通常為確保直射陽光或眩光不照射居住者或其工

作空間。判定來自模組 A 之色調等級實現此目的。模組 B 及 C 中的色調等級之後續計算可減少能量消耗且可需要甚至更大色調。然而，若基於能量消耗進行的色調等級之後續計算建議比避免干擾居住者所需之著色少的著色，則所述邏輯防止執行計算之較大等級之透射率以確保居住者舒適性。

【0251】 在操作 1780，在模組 A 中計算之色調等級經輸入至模組 B 內。通常，模組 B 判定一使在模組 B 中計算之色調等級變暗（或不改變）之色調等級。基於在晴朗的天空條件（晴空輻照度）下的輻照度之計算來計算色調等級。控制器之處理器使用模組 B 基於來自組態檔案之窗定向且基於建築物之緯度及經度計算針對所述電致變色窗之晴空輻照度。此等計算亦係基於當日時間及日期。諸如 RADIANCE 程式（其為一開放原始碼程式）之可公開獲得之軟體可提供用於計算晴空輻照度之計算。基準玻璃之 SHGC 亦自組態檔案輸入至模組 B 內。處理器使用模組 B 判定一比 A 中之色調等級暗且傳輸比基準玻璃少的熱量之色調等級經計算以在最大晴空輻照度下透射。最大晴空輻照度為針對晴朗的天空條件計算之所有時間內的最高輻照度等級。

【0252】 在操作 1790，來自模組 B 之色調等級及計算之晴空輻照度經輸入至模組 C 內。基於由紅外線感測器、環境溫度感測器及光感測器取得之量測結果將感測器讀數輸入至模組 C。處理器使用模組 C 基於感測器讀數及實際輻照度判定雲覆蓋條件。若在晴朗的天空條件下窗經著色至來自模組 B 之色調等級，則所述處理器亦使用模組 C 計算透射至房間內之輻照度。若基於來自感測器讀數的判定之雲覆蓋條件，經由具有適當色調等級之窗的實際輻照度小於或等於經由具有來自模組 B 之色調等級之窗的輻照度，則處理器使用模組 C 發現此適當色調等級。通常，模組 C 之操作將判定一使由模組 B 之操作判定之色調等級變亮（或不改變）之色調等級。在此實例中，在模組 C 中判定之所述色調等級為最終色調等級。

【0253】 輸入至控制邏輯之許多資訊係自關於緯度及經度、當日時間及日期之固定資訊判定。此資訊描述太陽相對於建築物、且更特定言之相對於正實施控制邏輯之窗的情況。太陽相對於窗之位置提供諸如直射陽光借助於窗至房間內之穿透深度的資訊。其亦提供經由窗到來的最大輻照度或太陽輻射能量通量之指示。此計算之輻照度等級可基於感測器輸入，所述感測器輸入可指示基於判定之雲覆蓋條件或窗與太陽之間的另一障礙物，存在減小。

【0254】 諸如開放原始碼程式輻射率之程式用以針對一單一時刻 t_i 及所有時間之最大值，基於窗定向及建築物之緯度及經度座標，判定晴空輻照度。基準玻璃 SHGC 及計算之最大晴空輻照度經輸入至模組 B 內。模組 B 按步驟增大模組 A 中計算之色調等級，且選取內部輻射小於或等於基準內部輻照度之一色調等級，其中：內部輻照度=色調等級 SHGC×晴空輻照度，且基準內部輻照度=基準 SHGC×最大晴空輻照度。然而，當模組 A 計算玻璃之最大色調時，模組 B 不改變所述色調以使其較亮。接著將在模組 B 中計算之色調等級輸入至模組 C 內。計算之晴空輻照度亦經輸入至模組 C 內。

【0255】 -用於使用具有一光感測器之紅外線雲偵測器系統作出著色決策的控制邏輯之實例

【0256】 圖 18 為根據一實施的描繪在圖 16 中展示的操作之控制邏輯之一特定實施之流程圖 1800。雖然此控制邏輯係關於一單一窗描述，但應理解，控制邏輯可用以控制多個窗或一或多個窗之一區帶。

【0257】 在操作 1810，所述控制邏輯判定當日時間是否在以下時間週期中之一者期間：(i) 開始於日出前不久之第一時間（例如，開始於日出前 45 分鐘、日出前 30 分鐘、日出前 20 或日出前之其他合適時間量之第一時間）與結束於日出後不久之第二時間（例如，結束於日出後 45 分鐘、日出後 30 分鐘、日出後 20 分鐘或日出後之其他合適時間量之第二時間）的時間週期；(ii) 開始於日

落前之一第三時間與結束於日落的時間週期；(iii) 開始於日出後之第二時間後與結束於日落前之第三時間或結束於日落（黃昏）（例如，結束於日落前 45 分鐘、日落前 30 分鐘、日落前 20 分鐘、日落前 0 分鐘（亦即，在日落時）或日落前之其他合適時間量之第三時間）的時間週期；及 (iv) 開始於第三時間與結束於日出前之第一時間的時間週期。在一種情況下，日出之時間可自由可見光波長光感測器取得之量測結果判定。舉例而言，第二時間可處於一可見光波長光感測器開始量測直射陽光之時點，亦即，可見光光感測器之強度讀數處於或高於一最小強度值之時點。此外或替代地，第三時間可經判定結束於來自可見光波長光感測器之強度讀數處於或低於一最小強度值之時點。在另一實例中，可使用太陽計算器及一年中之某天來計算日出之時間及/或日落之時間，且時間週期(i)至(iv)可藉由在日出/日落之計算時間前後的一定義之時間週期（例如，45 分鐘）計算。

【0258】 若在操作 **1810** 判定當日時間不在時間週期 (i)、(ii) 或 (iii) 中之一者期間，則控制邏輯判定所述當日時間在時間週期 (iii) 後且在時間週期 (i) 前之時間週期 (iv) 中。在此情況下，控制邏輯傳遞夜間色調狀態（例如，出於安全，「晴朗」色調狀態或暗色調狀態），且繼續進行至操作 **1870** 以判定是否存在一更動，例如，來自操作者或居住者的接收於信號中之一更動命令。若在操作 **1860** 判定存在一更動，則所述更動值為最終色調等級。若判定在適當位置不存在更動，則夜間色調狀態為最終色調等級。在操作 **1870**，經由一網路或直接將一控制命令發送至窗之電致變色裝置以將窗轉變至最終色調等級，更新當日時間，且方法返回至操作 **1810**。

【0259】 若取而代之在操作 **1810** 判定當日時間在時間週期 (i)、(ii) 或 (iii) 中之一者期間，則所述當日時間在緊接在日出前與緊接在日落前或在日落時之間，且所述控制邏輯在操作 **1820** 繼續判定太陽方位角是否在可著色窗之臨界角度之間。若控制邏輯在操作 **1820** 判定太陽方位角在臨界角度之外，則繞過

模組 A，且將一「晴朗」色調等級傳遞至模組 B，且模組 B 用以在操作 1840 處進行計算。若在操作 1820 判定太陽方位角在臨界角度之間，則模組 A 中之控制邏輯用以在操作 1830 計算穿透深度及基於穿透深度計算一適當色調等級。自模組 A 判定之色調等級接著經輸入至模組 B，且模組 B 用以進行在操作 1840 處之計算。

【0260】 在操作 1840，來自模組 B 之控制邏輯判定一將其自模組 A 接收之色調等級或來自操作 1820 之「晴朗」色調等級變暗（或不改變）之色調等級。基於在晴朗的天空條件下之輻照度（晴空輻照度）之計算在模組 B 中計算色調等級。模組 B 用以基於來自組態檔案之窗定向及基於建築物之緯度及經度計算窗之晴空輻照度。此等計算亦係基於當日時間及一年中之某天。諸如 RADIANCE 程式（其為一開放源程式）之可公開獲得之軟體可提供用於判定晴空輻照度之計算。基準玻璃之 SHGC 亦自組態檔案輸入至模組 B 內。處理器使用模組 B 之控制邏輯判定一比其接收之色調等級暗（或與之相同）且傳輸比基準玻璃少的熱量之色調等級經計算以在最大晴空輻照度下透射。最大晴空輻照度為針對晴朗的天空條件計算之所有時間內的最高輻照度等級。

【0261】 在操作 1850，將來自模組 B 之色調等級、計算之晴空輻照度及來自紅外線感測器、環境溫度感測器及光感測器之感測器讀數輸入至模組 C。模組 C 之控制邏輯基於感測器讀數判定雲覆蓋條件，且基於雲覆蓋條件判定實際輻照度。模組 C 之控制邏輯亦計算一幅照度等級，若在晴朗的天空條件下窗顯著色至來自模組 B 之色調等級，則所述輻照度等級將透射至房間內。若基於雲覆蓋條件的經由窗之判定之實際輻照度小於或等於當顯著色至來自模組 B 之色調等級的經由窗之計算之輻照度，則模組 C 中之控制邏輯降低色調等級。通常，模組 C 之操作將判定一使由模組 B 之操作判定之色調等級變亮（或不改變）之色調等級。

【0262】 在操作 **1850**，控制邏輯基於感測器讀數判定一來自模組 C 之色調等級，且接著繼續進行至操作 **1860** 以判定是否存在在適當位置之更動，例如，來自操作者的接收於一信號中之更動命令。若在操作 **1860** 判定存在一更動，則所述更動值為最終色調等級。若判定在適當位置不存在更動，則來自模組 C 之色調等級為最終色調等級。在操作 **1870**，一控制命令經由一網路發送至或引導至窗之電致變色裝置以將窗轉變至最終色調等級，更新當日時間，且方法返回至操作 **1810**。

【0263】 圖 19 為描繪如在圖 18 中展示的實施模組 C 之操作 **1850** 之控制邏輯之一特定實施之流程圖 **1900**。在操作 **1910**，在處理器處接收一或多個信號，具有一由一紅外線感測器在一特定樣本時間取得之溫度讀數 T_{IR} 、一由環境溫度感測器在樣本時間取得之溫度讀數 T_{amb} 及一由光感測器在樣本時間取得之強度讀數。以無線方式及/或經由有線電連接接收來自紅外線感測器、環境溫度感測器及光感測器之信號。紅外線感測器基於在其視野內接收之紅外線輻射取得溫度讀數。紅外線感測器通常朝向所關注之天空之一區域（例如，在具有窗之建築物上方的一區域）定向。環境溫度感測器經組態以曝露於在建築物外部之外環境以量測環境溫度。環境溫度感測器通常經定位且其感測表面經定向使得直射陽光受阻擋或擴散，而不照射感測表面。直射陽光通常在照射光感測器之感測表面前經擴散（例如，藉由一擴散器）。在一些情況下，光感測器之感測表面在與窗面對之相同方向上定向。若在操作 **1920** 判定當日時間在時間週期 (i) 或 (iii) 中之任一者期間，則所述處理器計算在一樣本時間由紅外線感測器取得之溫度讀數 T_{IR} 與由環境溫度感測器取得之溫度讀數 T_{amb} 之間的差--差量 (Δ)（操作 **1930**）。視情況（由點線表示），將校正因數應用於計算之差量 (Δ)（操作 **1930**）。可應用的校正因數之一些實例包含濕度、太陽角度/仰角及位點高程。

【0264】 在一個實施例中，所述處理器亦在操作 **1920** 判定紅外線讀數是

否以大於一第二定義之等級的頻率振盪。若處理器在操作 **1920** 判定當日時間在時間週期 (i) 或 (iii) 內且紅外線讀數以大於一第二定義之等級的頻率振盪，則處理器應用操作 **1990** 以使用光感測器讀數判定雲條件。舉例而言，若光感測器讀數高於某一最小強度等級，則處理器可判定一「晴朗」條件，且若光感測器讀數處於或低於最小強度等級，則判定一「多雲」條件。控制邏輯接著應用操作 **1995** 以基於判定之雲條件判定色調等級。若紅外線雲偵測器仍然正被實施且在操作中，則方法增至下一個樣本時間且返回至操作 **1910**。否則，方法返回至圖 **18** 中之操作 **1860**。

【0265】 在操作 **1934**，處理器判定計算之差量 (Δ) 值是否低於一下臨限值 (例如，攝氏-5 毫度、攝氏-2 毫度等)。若判定計算之差量 (Δ) 值低於下臨限值，則將雲覆蓋條件判定為「晴朗」條件 (操作 **1936**)。控制邏輯接著應用操作 **1995** 以基於判定之雲條件判定色調等級。在紅外線雲偵測器之操作/實施期間，所述方法接著增至下一個樣本時間且返回至操作 **1910**。若不在實施紅外線雲偵測器，則方法返回至圖 **18** 中之操作 **1860**。

【0266】 若判定計算之差量 (Δ) 高於下臨限值，則處理器在操作 **1940** 判定計算之差量 (Δ) 是否高於一上臨限值 (例如，攝氏 0 毫度、攝氏 2 毫度等)。若在操作 **1940** 判定計算之差量 (Δ) 高於上臨限值，則所述處理器判定雲覆蓋條件為「多雲」條件 (操作 **1942**) 且應用操作 **1995** 以基於判定之雲條件判定色調等級。在紅外線雲偵測器之操作/實施期間，所述方法接著增至下一個樣本時間且返回至操作 **1910**。若不在實施紅外線雲偵測器，則方法返回至圖 **18** 中之操作 **1860**。

【0267】 在操作 **1995**，控制邏輯基於雲覆蓋條件判定實際輻照度，且計算一若在晴朗的天空條件下窗經著色至來自模組 B 之色調等級則將透射至房間內的輻照度等級。若基於雲覆蓋條件之輻照度小於或等於當著色至來自模組 B

之色調等級時經由窗的計算之輻照度，則模組 C 中之控制邏輯通常降低來自模組 B 之色調等級。在紅外線雲偵測器之操作/實施期間，所述方法接著增至下一個樣本時間且返回至操作 1910。若仍然不在實施紅外線雲偵測器，則所述方法返回至圖 18 中之操作 1860。

【0268】 若在操作 1940 判定計算之差量 (Δ) 低於上臨限值，則所述處理器將雲覆蓋條件判定為「間歇性多雲」或另一中間條件（操作 1950）且繼續進行至操作 1995，如以上詳細地描述。

【0269】 若在操作 1920 判定當日時間不在時間週期 (i) 或 (iii) 中之任一者期間，則當日時間在時間週期 (ii)（亦即，「白天」）期間，且在操作 1970，所述處理器計算由紅外線感測器取得之溫度讀數 T_{IR} 與由光感測器取得之強度讀數之間的差。在操作 1980，處理器判定計算之差在一可接受極限內。若處理器在操作 1980 判定計算之差大於可接受極限，則處理器應用操作 1930 以計算差量 (Δ) 且使用計算之差量 (Δ) 判定雲覆蓋條件，如上所論述。

【0270】 在一個實施例中，所述處理器亦在操作 1960 判定紅外線讀數是否以大於一第二定義之等級的頻率振盪。若處理器在操作 1960 判定當日時間在時間週期 (ii) 內且紅外線讀數以大於一第二定義之等級的頻率振盪，則處理器應用操作 1990 以使用光感測器讀數判定雲條件。舉例而言，若光感測器讀數高於某一最小強度等級，則處理器可判定一「晴朗」條件，且若光感測器讀數處於或低於最小強度等級，則判定一「多雲」條件。所述控制邏輯接著繼續進行至以上詳細描述之操作 1995。

【0271】 若處理器在操作 1980 判定計算之差在可接受極限內，則光感測器讀數用以判定雲覆蓋條件（操作 1990）。舉例而言，若光感測器讀數高於某一最小強度等級，則處理器可判定一「晴朗」條件，且若光感測器讀數處於或低於最小強度等級，則判定一「多雲」條件。所述控制邏輯接著繼續進行至以上詳

細描述之操作 1995。

【0272】 在一個實施例中，處理器亦在操作 1910 判定光感測器讀數是否以大於一第一定義之等級的頻率振盪及紅外線讀數是否以大於一第二定義之等級的頻率振盪。若處理器在操作 1970 判定計算之差在可接受極限內且處理器判定光感測器讀數以大於第一定義之等級的頻率振盪，則處理器應用操作 1930 以計算差量 (Δ) 且使用計算之差量 (Δ) 判定雲覆蓋條件，如上所論述。若處理器在操作 1970 判定計算之差不在可接受極限內且處理器判定紅外線讀數以大於第二定義之等級的頻率振盪，則處理器應用操作 1990 以使用光感測器讀數判定雲條件。舉例而言，若光感測器讀數高於某一最小強度等級，則處理器可判定一「晴朗」條件，且若光感測器讀數處於或低於最小強度等級，則判定一「多雲」條件。控制邏輯接著繼續進行至以上更詳細地描述之操作 1995。

【0273】 -模組 C1 及 D 之實例

【0274】 例示性色調控制邏輯之一個實例包括四 (4) 個邏輯模組 A、B、C1 及 D。模組 C1 及 D 使用由各種感測器 (諸如，溫度感測器及可見光光感測器) 取得之感測器讀數判定色調等級。在一個實施例中，模組 C1 及 D 亦使用來自天氣饋入資料之環境溫度讀數。通常，此等感測器為紅外線雲偵測器系統之部分，諸如，呈多感測器裝置 (例如，圖 20A 至圖 20D 中展示之多感測器裝置 2030、圖 4A 至圖 4C 中展示之多感測器裝置 401 或圖 32A 至圖 32C 中展示之多感測器裝置 3201) 之形式中之一者。

【0275】 圖 20A 至圖 20D 包含描繪至邏輯模組 A、B、C1 及 D 之某一般輸入之示意圖。為了說明一般輸入，每一圖描繪一建築物之房間 2000 之示意性側視圖，所述房間具有一桌子 2001 及一位於建築物之外部與內部之間的電致變色窗 2005。所述圖亦描繪一本端窗控制器 2050 與電致變色窗 2005 通信以發送控制信號來控制施加至電致變色窗 2005 之電致變色裝置的電壓以控制其至不

同色調等級之轉變。所述圖亦描繪呈位於具有一或多個可著色窗之建築物之屋頂上的多感測器裝置 2030 之形式之紅外線雲偵測器系統。

【0276】 多感測器裝置 2030 以簡化形式說明於圖 20A 至圖 20D 中。多感測器裝置 2030 之組件類似於關於圖 32A 至圖 32C 更詳細地描述的多感測器裝置 3201 之組件。在圖 20A 至圖 20D 中展示之說明之實例中，多感測器裝置 2030 包含一外殼 2032，其具有由光擴散材料製成之殼內。多感測器裝置 2030 亦包含至少兩個冗餘紅外線感測器裝置 2034，例如，多個紅外線感測器裝置，以若一個紅外線感測器裝置出故障或不可用，則提供冗餘使用。紅外線感測器裝置 2034 中之每一者具有一機載環境溫度感測器及一紅外線感測器用於量測來自天空之熱輻射。此外，多感測器裝置 2030 包含位於殼之殼體內且在不同方向上面向外及/或面向上之多個可見光光感測器 2010。舉例而言，多感測器裝置 2030 可具有十三（13）個可見光光感測器 2010。多感測器裝置 2030 之每一紅外線感測器經組態以基於自其視野內的天空之區域接收之紅外線輻射取得天空之溫度讀數 T_{sky} 。每一機載環境溫度感測器經組態以取得環境空氣之環境溫度讀數 T_{amb} 。每一紅外線感測器裝置 2034 包含一假想軸線（未展示），其垂直於紅外線感測器之感測表面且大致穿過感測表面之中心。雖未展示，多感測器裝置 2030 亦包含將其組件固持於外殼 2032 內之一或多個結構。雖然參考來自多感測器裝置 2030 之感測器資料描述邏輯模組 A、B、C1 及 D，但為簡單起見，應理解，此等模組可使用自一或多個其他來源導出之資料，諸如，其他紅外線雲偵測器系統、天氣饋入資料、建築物中之其他感測器（諸如，在一或多個電致變色窗處可用之獨立式感測器）、使用者輸入等。

【0277】 多感測器裝置 2030 亦包含一處理器，其可執行儲存於記憶體（未展示）中用於實施邏輯之指令。舉例而言，在一個實施中，多感測器裝置 2030 之處理器使用模組 D 之邏輯（例如，參看圖 23 描述之模組 D' 之邏輯）過濾感測

器讀數。在此實例中，多感測器裝置 **2030** 之處理器接收來自多感測器裝置 **2030** 處之感測器的感測器讀數及/或經由一網路接收天氣饋入資料以隨著時間的過去過濾感測器讀數以判定作為至控制邏輯之輸入的經過濾感測器值。在此實施中，窗控制器 **2050** 接收具有經過濾感測器值之信號，且使用經過濾感測器值作為至模組 C1 及/或 D 之邏輯內的輸入。

【0278】 房間 **2000** 亦包含一具有一處理器（未展示）之本端窗控制器 **2050**，所述處理器可執行儲存於記憶體（未展示）中用於實施控制邏輯以控制電致變色窗 **2005** 之色調等級的指令。窗控制器 **2050** 與電致變色窗 **2005** 通信以發送控制信號。窗控制器 **2050** 亦與多感測器裝置 **2030** 通信（無線或有線）以接收具有（例如）經過濾感測器值或感測器讀數之信號。舉例而言，窗控制器 **2050** 可接收具有由紅外線感測器取得之紅外線感測器讀數（ T_{sky} ）及由紅外線感測器裝置 **2034** 之機載環境溫度感測器取得之環境溫度讀數（ T_{amb} ）及/或由多個光感測器 **2010** 取得之可見光讀數的信號。另外或替代地，窗控制器 **2050** 可接收具有基於由紅外線感測器 **2034** 取得之讀數的經過濾紅外線感測器值及/或由光感測器 **2010** 取得之讀數的經過濾光感測器值之信號。

【0279】 根據某些態樣，電力/通信線自建築物或另一結構延伸至多感測器裝置 **2030**。在一個實施中，多感測器裝置 **2030** 包含一網路介面，其可將多感測器裝置 **2030** 耦接至一合適纜線。多感測器裝置 **2030** 可經由網路介面將資料傳達至窗控制器 **2050** 或建築物之另一控制器（例如，網路控制器及/或主控制器）。在一些其他實施中，多感測器裝置 **2030** 可另外或替代地包含一實現與一或多個外部控制器之無線通信的無線網路介面。在一些態樣中，多感測器裝置 **2030** 亦可包含一在其外殼內或與外殼耦接之電池以對其內之感測器及電組件供電。作為來自電源供應器（例如，來自建築物電源供應器）之電力之代替或補充，所述電池可提供此電力。在一個態樣中，多感測器裝置 **2030** 進一步包含至少一

個光伏打電池，例如，在外殼之外表面上。作為由任一其他電源供應器提供之電力之代替或補充，此至少一個光伏打電池可提供電力。

【0280】 圖 20A 展示直射陽光經由在包含房間 2000 之建築物之外部與內部之間的電致變色窗 2005 至房間 2000 內之穿透深度。穿透深度為直射陽光可穿透至房間 2000 內多遠之一量測。如所展示，穿透深度係在遠離電致變色窗 2005 之窗台（底部）之水平方向上量測。通常，窗界定一提供用於直射陽光之受光角之孔隙。基於窗之幾何尺寸（例如，窗尺寸）、其在房間中之位置及定向、在窗外之任何散熱片或其他外部遮蔭及太陽之位置（例如在一天中之一特定時間及一特定日期的直射陽光之角度）計算穿透深度。至電致變色窗 2005 之外部遮蔭可歸因於可遮住窗的任何類型之結構，諸如，懸垂物、散熱片等。在圖 20A 中，在電致變色窗 2005 上方存在一懸垂物 2020，其阻擋直射陽光之一部分進入房間 2000，因此縮短穿透深度。

【0281】 模組 A1 可用以判定考慮來自直射陽光經由電致變色窗 2005 至居住者或其活動區域上的居住者舒適性之色調等級（在本文中亦被稱作「眩光條件」）。基於直射陽光至房間內的計算之穿透深度及在一特定時刻（當日時間及一年中之某天）房間中之空間類型（例如，在窗附近之桌子、門廳等）判定色調等級。在一些情況下，色調等級判定亦可基於將充分自然照明提供至房間內。在一些情況下，在未來之時間計算穿透深度以考量玻璃態化時間（窗著色所需之時間，例如，至所要之色調等級之 80%、90%或 100%）。在模組 A1 中解決之問題為，直射陽光可如此深地穿透至房間 2000 內，以致直接照在在房間中之桌子或其他工作表面處工作之居住者身上。可使用可公開獲得之程式計算太陽之位置，且允許穿透深度之容易計算。

【0282】 圖 20A 至圖 20D 亦展示在房間 2000 中之桌子 2001，作為具有與活動區域（亦即，桌子）相關聯之桌子及活動區域之位置（亦即，桌子之位置）

的一單一佔用辦公室之空間類型之一實例。為了居住者舒適性，每一空間類型與不同色調等級相關聯。舉例而言，若活動為諸如在桌子或電腦邊正進行的在辦公室中之工作之關鍵活動，且桌子位於窗附近，則所要的色調等級可比在桌子更遠離窗之情況下高。作為另一實例，若活動為非關鍵性的，諸如，在門廳中之活動，則所要的色調等級可比在對於辦公室中具有一桌子之同一空間低。

【0283】 圖 20B 展示根據一實施的在晴朗的天空條件下經由電致變色窗 2005 進入房間 2000 之直射陽光及輻射。輻射可來自由大氣中之分子及粒子散射之陽光。模組 B 基於流過考慮中之電致變色窗 2005 的在晴朗的天空條件下之輻照度之計算值來判定一色調等級。諸如開放原始碼 RADIANCE 程式之各種軟體可用以計算在某一緯度、經度、一年中之時間及當日時間及針對一給定窗定向的晴空輻照度。

【0284】 圖 20C 展示根據一實施的如可由諸如雲或其他建築物或結構之物體阻擋或自所述物體反射的來自天空之輻射光。在晴空輻射計算中，未考量此等障礙物及反射。基於來自多感測器裝置 2030 之多個光感測器 2010 的光感測器資料判定來自天空之輻射光。由模組 C1 之邏輯判定的色調等級係基於光感測器資料。所述色調等級係基於使用由多個光感測器 2010 取得之讀數判定的雲覆蓋條件。在一些情況下，雲覆蓋條件係基於一自隨著時間之過去取得的來自多個光感測器 2010 之讀數判定之經過濾光感測器值而判定。

【0285】 圖 20D 展示根據一實施的來自天空之紅外線輻射 2090 可自雲及其他障礙物輻射。如上參看圖 20C 所提到，在晴空輻射計算中並未考量此等障礙物。在可見光等級低且可見光之光感測器讀數低且可針對多雲條件給出錯誤肯定之上午及晚上期間，模組 D 之操作使用天空溫度及環境溫度資料判定雲覆蓋條件。

【0286】 在一個實施中，模組 D 之操作使用基於隨著時間的過去取得的

天空溫度讀數 (T_{sky}) 及環境溫度讀數 (T_{amb}) 判定之經過濾紅外線感測器值判定在每一時刻 t_i 之雲覆蓋條件。環境溫度讀數來自一或多個環境溫度感測器或來自天氣饋入資料。舉例而言，天空溫度讀數可基於由多感測器裝置 **2030** 之紅外線感測器取得之讀數來判定。色調等級係基於自經過濾紅外線感測器值判定之雲覆蓋條件判定。通常，模組 B 之操作將判定一使由模組 A1 判定之色調等級變暗（或不改變）之色調等級，且模組 C1 或 D 之操作將判定一使由模組 B 判定之色調等級變亮（或不改變）之色調等級。

【0287】 所述控制邏輯可實施用於建築物中之一或多個窗的邏輯模組 A1、B、C1 及 D 中之一或多者。每一電致變色窗可具有尺寸、定向（例如，豎直、水平、按一角度傾斜）、位置、相關聯之空間類型等之一唯一集合。可針對建築物中之每一電致變色窗或電致變色窗之區帶維護具有此資訊及其他資訊之一組態檔案。在一個實例中，所述組態檔案可儲存於電致變色窗 **2005** 之本端窗控制器 **2050** 之電腦可讀媒體中或建築物管理系統（BMS）中。組態檔案可包含諸如窗組態、佔有率查找表、關於相關聯之基準玻璃之資訊及/或由控制邏輯使用之其他資料的資訊。窗組態可包含諸如電致變色窗 **2005** 之尺寸、電致變色窗 **2005** 之定向、電致變色窗 **2005** 之位置等的資訊。佔有率查找表描述針對某些空間類型及穿透深度提供居住者舒適性之色調等級。亦即，佔有率查找表中之色調等級經設計以為可在房間 **2000** 中之居住者提供來自在居住者或其工作空間上之直射陽光的舒適性。空間類型為一量測，其判定將需要多少著色來針對一給定穿透深度解決居住者舒適性關注及/或提供房間中之舒適的自然照明。空間類型參數可考慮許多因素。在此等因素當中有正在一特定房間中進行的工作或其他活動之類型及活動之位置。關閉與需要大量注意力之詳細研究相關聯的工作可能在一個空間類型，而休息室或會議室可具有不同空間類型。另外，在房間中之桌子或其他工作表面相對於窗之位置為定義空間類型過程中之一考慮因素。舉例

而言，空間類型可與具有一位於電致變色窗 **2005** 附近之桌子或其他工作空間的單一居住者之辦公室相關聯。作為另一實例，空間類型可為一門廳。

【0288】 在某些實施例中，控制邏輯之一或多個模組可判定所要的色調等級，同時除了居住者舒適性之外，亦考量能量節省。此等模組可藉由比較在一特定色調等級處的電致變色窗與一基準玻璃或其他標準參考窗之效能來判定與彼色調等級相關聯之能量節省。使用此參考窗之目的可為確保控制邏輯遵守城市建築條例之要求或對在建築物場所中使用之參考窗之其他要求。市政當局常使用習知低發射率玻璃來定義參考窗以控制建築物中的空調負荷之量。作為參考窗 **2005** 適合控制邏輯之方式的一實例，所述邏輯可經設計使得經由一給定電致變色窗 **2005** 到來之輻照度從不大於經由如由各別市政當局指定之一參考窗到來之最大輻照度。在揭露之實施例中，控制邏輯可使用在一特定色調等級下的電致變色窗 **2005** 之太陽熱量增益係數（SHGC）值及參考窗之 SHGC 以判定使用所述色調等級之能量節省。通常，SHGC 之值為經由窗透射的所有波長之入射光之分率。雖然在許多實施例中描述一基準玻璃，但可使用其他標準參考窗。通常，參考窗（例如，基準玻璃）之 SHGC 為一變數，其可針對不同地理位置及窗定向而不同，且係基於由各別市政當局指定之條例要求。

【0289】 -包括模組 A、B、C1 及 D 的控制邏輯之實例

【0290】 圖 21 描繪展示根據實施例的用於控制在一建築物中之一或多個電致變色窗之方法之一般控制邏輯之流程圖 **2100**。舉例而言，此控制邏輯可經實施以控制一或多個電致變色窗之區帶。所述控制邏輯實施模組 A1、B、C1 及 D 中之一或多者以計算用於所述一或多個電致變色窗之色調等級，且發送指令以將所述一或多個電致變色窗之所述電致變色裝置（例如，在多區帶電致變色窗中之電致變色裝置或在一絕緣玻璃單元之多個電致變色鏡片上之電致變色裝置）轉變至所述色調等級。多區帶窗之一些實例可見於 2014 年 12 月 14 日提交

且題為《多區帶 EC 窗 (MULTI-ZONE EC WINDOWS)》之國際 PCT 申請案第 PCT/US14/71314 號中，所述申請案在此被以引用的方式全部併入。模組 A1 及 B 類似於關於圖 15A 及圖 15B 所描述之模組 A 及 B。

【0291】 控制邏輯中之計算按在**操作 2110** 由計時器計時之間隔執行。在一些情況下，可按恆定時間間隔進行邏輯計算。在一種情況下，每 2 至 5 分鐘進行邏輯計算。在其他情況下，可能需要以不太頻繁為基礎進行計算，諸如，每 30 分鐘或每 20 分鐘，諸如，針對可佔用 30 分鐘或更多時間轉變的對於大塊電致變色鏡片（例如，高達 6 呎×10 呎）之色調轉變。

【0292】 在**操作 2120**，邏輯模組 A1、B、C1 及 D 執行計算以判定在單一時刻 t_i 用於一或多個電致變色窗之色調等級。此等計算可由窗控制器及/或多感測器裝置之一或多個處理器執行。舉例而言，多感測器裝置之處理器可判定經過濾感測器值且將此等經過濾感測器值傳達至一基於經過濾感測器值判定色調等級之窗控制器。在另一實例中，窗控制器之一或多個處理器可基於自多感測器裝置接收之感測器讀數判定經過濾感測器值及對應之色調等級。

【0293】 在某些實施例中，控制邏輯為預測性邏輯，其計算在實際轉變之前窗應轉變之程度。在此等情況下，模組 A1、B、C1 及 D 中之計算係基於一未來時間（例如， t_i = 目前時間 + 諸如一或多個電致變色窗之轉變時間的持續時間）進行，例如，大約在轉變完成時或在轉變完成後。舉例而言，在計算中使用之未來時間可為未來足以允許在接收到色調指令後完成轉變之時間。在此等情況下，窗控制器可在實際轉變前在目前時間發送色調指令。在轉變完成時，窗將已轉變至一對於彼未來時間所要之色調等級。

【0294】 在**操作 2130**，控制邏輯允許各種類型之更動以脫離在模組 A1、B、C1 及 D 處之演算法，且在**操作 2140** 基於某一其他考慮因素定義更動色調等級。一個類型之更動為手動更動。此為由自佔據房間且判定一特定色調等級（更

動值)合乎需要之最終使用者實施的更動。可存在使用者之手動更動經自身更動之情形。更動之實例為高需求(或尖峰負荷)更動,其與建築物中之能量消耗減少的實用之要求相關聯。舉例而言,在大城區中之特定熱天,可能有必要減少整個市區之能量消耗,以便不過度加重市區之能量產生及遞送系統負擔。在此類情況下,建築物可更動來自控制邏輯之色調等級以確保所有窗具有一特別高之著色等級。此更動可更動使用者之手動更動。更動之另一實例為當在房間中不存在居住者時,例如,在週末時之商業辦公室建築物中。在此情況下,建築物可脫離關於居住者舒適性之一或多個模組,且所有窗在冷天可具有低著色等級,且在溫暖的天氣裏可具有高著色等級。

【0295】 在**操作 2150**,用於實施色調等級之控制信號在一網路上傳輸至與一或多個電致變色窗之電致變色裝置電連通之電源供應器以將窗轉變至所述色調等級。在某些實施例中,可牢記著效率來實施至建築物之窗之色調等級之透射。舉例而言,若色調等級之重新計算建議不需要自當前色調等級之色調之改變,則不存在具有經更新色調等級之指令的傳輸。作為另一實例,可基於建築物中之窗大小及/或位置將建築物劃分成窗之區帶。在一種情況下,控制邏輯對於具有較小窗之區帶比對於具有較大窗之區帶頻率地重新計算色調等級。

【0296】 在一種情況下,**圖 21**中之控制邏輯實施用於在一單一裝置上(例如,在一單一主窗控制器上)控制全部建築物之所有電致變色窗之色調等級的控制方法。此裝置可針對建築物中之每一個電致變色窗執行計算,及亦提供一介面用於將色調等級傳輸至個別電致變色窗中之電致變色裝置。

【0297】 又,可存在某些實施例之控制邏輯之某些自適應組件。舉例而言,所述控制邏輯可判定最終使用者(例如,居住者)如何嘗試在一天中之特定時間更動演算法及接著以更為預測性之方式使用此資訊判定一所要之色調等級。舉例而言,最終使用者可使用一壁開關將由控制邏輯在連續一連串天中之每一天

上之某一時間提供的色調等級更動至一更動值。控制邏輯可接收關於此等實例之資訊，且改變所述控制邏輯以在彼當日時間自最終使用者引入一更動值，所述更動值將色調等級改變至所述更動值。

【0298】 圖 22 為展示來自圖 21 之區塊 2020 之一特定實施之圖。此圖展示依序執行所有四個模組 A1、B、C1 及 D 以計算在一單一時刻 t_i 之一特定電致變色窗之最終色調等級之方法。在預測性邏輯之情況下，基於判定在未來一時間 t_i 之最終色調等級來執行模組 A1、B、C1 及 D。最終色調等級可為考慮中之窗之最大容許透射率。在一個實施例中，模組 A1、B、C1 及 D 之計算由本端窗控制器、網路控制器或主控制器之處理器執行。

【0299】 在操作 2270，處理器使用模組 A1 針對居住者舒適性判定一色調等級以防止來自陽光之直射眩光穿透至房間內。處理器使用模組 A1 基於太陽在天空中之位置及來自組態檔案之窗組態計算直射陽光至房間內之穿透深度。太陽之位置係基於建築物之緯度及經度及當日時間與日期計算。佔有率查找表及空間類型為針對所述特定窗自一組態檔案之輸入。模組 A1 將來自 A1 之色調等級輸出至模組 B。模組 A1 之目標通常為確保直射陽光或眩光不照射居住者或其工作空間。判定來自模組 A1 之色調等級實現此目的。模組 B、C1 及 D 中的色調等級之後續計算可減少能量消耗且可需要甚至更大色調。然而，若基於能量消耗進行的色調等級之後續計算建議比避免干擾居住者所需之著色少的著色，則所述邏輯防止執行計算之較大等級之透射率以確保居住者舒適性。

【0300】 在操作 2280，在模組 A1 中計算之色調等級經輸入至模組 B 內。通常，模組 B 判定一使在模組 B 中計算之色調等級變暗（或不改變）之色調等級。基於在晴朗的天空條件（晴空輻照度）下的輻照度之計算來計算色調等級。控制器之處理器使用模組 B 基於來自組態檔案之窗定向及基於建築物之緯度及經度座標計算一或多個電致變色窗之晴空輻照度。此等計算亦基於在時間 t_i 之當

日時間及/或針對所有時間之最大值。諸如 RADIANCE 程式（其為一開放原始碼程式）之可公開獲得之軟體可提供用於計算晴空輻照度之計算。基準玻璃之 SHGC 亦自組態檔案輸入至模組 B 內。處理器使用模組 B 判定一比 A1 中之色調等級暗且傳輸比基準玻璃少的熱量之色調等級經計算以在最大晴空輻照度下透射。最大晴空輻照度為針對晴朗的天空條件計算之所有時間內的最高輻照度等級。在一個實例中，模組 B 按步驟增大在模組 A1 中計算之色調等級，且選取內部輻射小於或等於基準內部輻照度之一色調等級，其中：內部輻照度 = 色調等級 SHGC × 晴空輻照度，且基準內部輻照度 = 基準 SHGC × 最大晴空輻照度。

【0301】 在操作 2290，將來自模組 B 之色調等級及光感測器讀數及/或經過濾光感測器值輸入至模組 C1。計算之晴空輻照度亦輸入至模組 C1 內。光感測器讀數係基於由例如多感測器裝置之多個光感測器取得的量測結果。所述處理器使用模組 C1 之邏輯藉由比較經過濾光感測器值與臨限值來判定一雲覆蓋條件。在一種情況下，模組 C1 基於原始光感測器讀數判定經過濾光感測器值。在另一情況下，模組 C1 接收經過濾光感測器值，作為輸入。處理器實施模組 C1 之邏輯以基於判定之雲覆蓋條件判定一色調等級。通常，模組 C1 之操作將判定一使由模組 B 之操作判定之色調等級變亮或不改變之色調等級。

【0302】 在操作 2295，將來自模組 C1 之色調等級輸入至模組 D。此外，將紅外線感測器讀數及環境溫度感測器讀數及/或其相關聯之經過濾紅外線感測器值輸入至模組 D。紅外線感測器讀數及環境溫度感測器讀數包含天空溫度讀數 (T_{sky})、來自建築物處之本端感測器之環境溫度讀數 (T_{amb}) 或來自天氣饋入之環境溫度讀數 ($T_{weather}$) 及/或 $T_{sky} - T_{amb}$ 之間的差。基於天空溫度讀數 (T_{sky}) 及來自本端感測器之環境溫度讀數 (T_{amb}) 或來自天氣饋入之環境溫度讀數 ($T_{weather}$) 判定經過濾紅外線感測器值。天空溫度讀數由一或多個紅外線感測器取得。

【0303】 環境溫度讀數可接收自各種來源。舉例而言，可自位於紅外線感測器板上之一或多個環境溫度感測器及/或自例如建築物處的一多感測器裝置之一獨立式溫度感測器傳達環境溫度讀數。作為另一實例，環境溫度讀數可接收自天氣饋入。模組 D 之邏輯藉由比較經過濾紅外線感測器值與臨限值來判定雲覆蓋條件。通常，模組 D 之操作將判定一使由模組 C1 之操作判定之色調等級變暗（或不改變）之色調等級。在此實例中，在模組 D 中判定之色調等級為最終色調等級。

【0304】 輸入至關於圖 22 所描述之控制邏輯的許多資訊係自關於建築物之緯度及經度之固定資訊及亦自當日時間及日期（一年中之某天）判定。此資訊描述太陽相對於建築物之位置，且更特定言之，相對於正實施控制邏輯的一或多個窗中之每一者之位置。太陽相對於窗之位置可用以計算諸如直射陽光經由每一窗至房間內之穿透深度的資訊。其亦提供在晴朗的天空條件期間經由窗到來的最大輻照度或太陽輻射能量通量之指示。

【0305】 在上午及晚上，陽光等級低且由在例如多感測器裝置中之外部可見光光感測器取得的讀數為低值，可將所述讀數考慮為與在白天期間在多雲條件期間取得之讀數一致。出於此原因，若孤立地考慮，則在上午及晚上期間取得之外部可見光光感測器讀數可錯誤地指示一多雲條件。此外，來自建築物或山/山脈之任何阻擋亦可基於單獨取得之可見光光感測器讀數而導致針對多雲條件之一錯誤肯定指示。此外，在日出前取得之外部可見光光感測器讀數若經單獨取得，則可導致一錯誤肯定多雲條件。在控制邏輯預測性地基於緊接在日出前單獨取得之可見光光感測器讀數預先判定日出時之色調等級之情況下，錯誤肯定多雲條件可導致在日出時將電致變色窗轉變至一晴朗狀態，從而使得房間中有眩光。

【0306】 在某些實施中，本文中描述之控制邏輯使用基於來自一或多個紅

外線感測器及來自環境溫度感測器之溫度讀數的經過濾感測器值判定在上午及晚上及/或在緊接在日出前之時間的雲條件。所述一或多個紅外線感測器通常獨立於陽光等級操作，從而允許著色控制邏輯判定日出前之雲條件，且隨著太陽落下，判定及維持在上午及晚上期間之恰當色調等級。此外，基於來自一或多個紅外線感測器之溫度讀數的經過濾感測器值可用以判定一雲條件，甚至在可見光感測器經遮住或另外受阻擋時。

【0307】 在一個實施中，關於圖 22 所描述之控制邏輯基於時間 t_i 在上午、白天還是晚上範圍中（如由太陽高度判定）來實施模組 C1 及/或模組 D。此實施之一實例關於圖 24 詳細地描述。

【0308】 -模組 D 及模組 D'之實例

【0309】 在某些實施中，模組 D 使用經過濾紅外線（IR）感測器值（例如，感測器讀數之移動平均值或中位值）判定用於一建築物中之一或多個電致變色窗的色調等級。經過濾 IR 感測器值可由邏輯計算且傳遞至模組 D，或模組 D 可查詢一資料庫以擷取儲存之經過濾 IR 感測器值。在一個態樣中，模組 D 包含邏輯以使用多雲偏差值及天空溫度讀數（ T_{sky} ）及來自本端感測器之環境溫度讀數（ T_{amb} ）或來自天氣饋入之環境溫度讀數（ $T_{weather}$ ）及/或天空溫度讀數與環境溫度讀數之間的差（差量（ Δ ））計算經過濾 IR 感測器值。多雲偏差值為一對應於臨限值之溫度偏差，所述臨限值將用以由模組 D 中之邏輯判定多雲條件。模組 D 之邏輯可由執行模組 D（諸如，本端窗控制器、網路控制器或主控制器）之邏輯的一或多個處理器執行。

【0310】 舉例而言，圖 22 中展示的控制邏輯之一替代性實施進一步包含一模組 D'，其接收來自感測器之紅外線感測器讀數及環境溫度讀數，計算經過濾紅外線感測器值，且將經過濾紅外線感測器值傳達至模組 D。替代地，模組 D' 之邏輯可由多感測器裝置之一或多個處理器執行。在一種情況下，將來自模組 D'

之計算的經過濾 IR 感測器值保存至一儲存於記憶體中之 IR 感測器量測結果資料庫內。在此情況下，執行模組 D 之計算的一或多個處理器自 IR 感測器量測結果資料庫擷取經過濾 IR 感測器值，作為輸入。

【0311】 圖 23 說明描繪根據某些實施之模組 D'的邏輯之流程圖 2300。模組 D'之邏輯可由本端窗控制器、網路控制器、主控制器或多感測器裝置之一或多個處理器執行。在操作 2310，執行模組 D'之操作的處理器接收當前時間之感測器讀數作為輸入。可經由建築物處之通信網路接收感測器讀數，例如，自屋頂多感測器裝置。接收之感測器讀數包含天空溫度讀數 (T_{sky}) 及來自建築物處之本端感測器的環境溫度讀數 (T_{amb}) 或來自天氣饋入之環境溫度讀數 ($T_{weather}$) 及/或 T_{sky} 與 T_{amb} 之間的差之讀數 (Δ)。來自建築物處之本端感測器的環境溫度讀數 (T_{amb}) 為由位於 IR 感測器裝置板上或與 IR 感測器裝置分開之環境溫度感測器取得的量測結果。環境溫度感測器讀數可替代地來自天氣饋入資料。

【0312】 在一個實施中，模組 D'之邏輯接收並使用由（例如，屋頂多感測器裝置之）在建築物處的兩個或更多個 IR 感測器裝置取得之量測結果之使用原始感測器讀數，每一 IR 感測器裝置具有一用於量測環境溫度 (T_{amb}) 之機載環境溫度感測器及一經引導向天空以用於基於在其視野內接收之紅外線輻射量測天空溫度 (T_{sky}) 之機載紅外線感測器。兩個或更多個 IR 感測器裝置通常用以提供冗餘。在一種情況下，每一紅外線感測器裝置輸出環境溫度之讀數 (T_{amb}) 及天空溫度之讀數 (T_{sky})。在另一情況下，每一紅外線感測器裝置輸出環境溫度之讀數 (T_{amb})、天空溫度之讀數 (T_{sky}) 及 T_{sky} 與 T_{amb} 之間的差（差量 Δ ）之讀數。在一種情況下，每一紅外線感測器裝置輸出 T_{sky} 與 T_{amb} 之間的差（差量 Δ ）之讀數。根據一個態樣，模組 D'之邏輯使用由建築物處之兩個 IR 感測器裝置取得的量測結果之原始感測器讀數。在另一態樣中，模組 D'之邏輯使用由建築物處之 1 至 10 個 IR 感測器裝置取得的量測結果之原始感測器讀數。

【0313】 在另一實施中，模組 D'之邏輯接收並使用由在建築物處且經引導向天空以接收在其視野內之紅外線輻射之紅外線感測器取得之原始天空溫度 (T_{sky}) 讀數及來自天氣饋入資料之環境溫度讀數 ($T_{weather}$)。天氣饋入資料經由一通信網路接收自一或多個天氣服務及/或其他資料源。天氣饋入資料通常包含與天氣條件（諸如，雲覆蓋百分比、能見度資料、風速資料、溫度資料、沈澱之百分比機率及/或濕度）相關聯之資料。通常天氣饋入資料由窗控制器經由一通信網路在一信號中接收。根據某些態樣，窗控制器可在通信網路上經由一通信介面將具有對天氣饋入資料之請求的信號發送至一或多個天氣服務。所述請求通常至少包含正控制的窗之位置之經度及緯度。作為回應，所述一或多個天氣服務經由一通信介面，經由通信網路將具有天氣饋入資料之信號發送至窗控制器。所述通信介面及網路可呈有線或無線形式。在一些情況下，天氣服務可經由天氣網站存取。天氣網站之一實例可見於 www.forecast.io。另一實例為國家天氣服務 (www.weather.gov)。天氣饋入資料可基於當前時間，或可在未來時間預報。關於使用天氣饋入資料之邏輯的更多細節可見於 2016 年 7 月 7 日提交且題為《用於可著色窗之控制方法 (CONTROL METHOD FOR TINTABLE WINDOWS)》之國際申請案 PCT/US16/41344 中，所述申請案在此被以引用的方式全部併入。

【0314】 返回至圖 23，在操作 2320，溫度值 (T_{calc}) 係基於來自一或多個紅外線感測器之天空溫度讀數、來自一或多個本端環境溫度感測器或來自天氣饋入之環境溫度讀數及多雲偏差值計算。多雲偏差值為一判定用以在模組 D 中判定雲條件之第一及第二臨限值值的溫度偏差。在一個實施中，多雲偏差值為攝氏-17 毫度。在一個實例中，攝氏-17 毫度之多雲偏差值對應於攝氏 0 毫度之第一臨限值。在一個實施中，多雲偏差值在攝氏-30 毫度至攝氏 0 毫度之範圍中。

【0315】 在一個實施中，溫度值 (T_{calc}) 係基於來自兩對或更多對之熱感測器之天空溫度讀數計算。每一對熱感測器具有一紅外線感測器及一環境溫度

感測器。在一種情況下，每一對之熱感測器為 IR 感測器裝置之整體組件。每一 IR 感測器裝置具有一機載紅外線感測器及一機載環境溫度感測器。兩個 IR 感測器裝置通常用以提供冗餘。在另一情況下，紅外線感測器與環境溫度感測器分開。

【0316】 在一個實施中，將溫度值計算為：

$$T_{calc} = \text{minimum}(T_{sky1}, T_{sky2}, \dots) - \text{minimum}(T_{amb1}, T_{amb2}, \dots) - \text{多雲偏差} \quad (\text{方程式 2})$$

其中 T_{sky1} 、 T_{sky2}為由多個紅外線感測器取得之溫度讀數，且 T_{amb1} 、 T_{amb2}為由多個環境溫度感測器取得之溫度讀數。若使用兩個紅外線感測器及兩個環境溫度感測器，則 $T_{calc} = \text{minimum}(T_{sky1}, T_{sky2}) - \text{minimum}(T_{amb1}, T_{amb2}) - \text{多雲偏差}$ 。來自相同類型之多個感測器的讀數中之最小值用以使結果朝向將指示較低雲覆蓋之低溫值偏置，且導致較高色調等級以便將結果朝向避開眩光偏置。

【0317】 在另一實施中，舉例而言，當環境溫度感測器讀數變得不可用或不準確時，模組 D'之邏輯可自使用本端環境溫度感測器切換至使用天氣饋入資料，其中環境溫度感測器正讀取來自一局部源（諸如，來自屋頂）之熱量輻射。在此實施中，基於天空溫度讀數及來自天氣饋入資料之環境溫度讀數（ $T_{weather}$ ）計算溫度值（ T_{calc} ）。在此實施中，將溫度值計算為：

$$T_{calc} = \text{minimum}(T_{sky1}, T_{sky2}, \dots) - T_{weather} - \text{多雲偏差} \quad (\text{方程式 3})$$

【0318】 在另一實施中，基於天空溫度與如由兩個或更多個 IR 感測器裝置量測之環境溫度之間的差 Δ 之讀數計算溫度值（ T_{calc} ），各 IR 感測器裝置具有一機載紅外線感測器量測及環境溫度感測器。在此實施中，將溫度值計算為：

$$T_{calc} = \text{minimum}(\Delta_1, \Delta_2, \dots) - \text{多雲偏差} \quad (\text{方程式 4})$$

其中 Δ_1 、 Δ_2為天空溫度與由多個 IR 感測器裝置量測之環境溫度之間的

差 Δ 之讀數。

【0319】 在使用方程式 1 及方程式 3 之實施中，控制邏輯使用天空溫度與環境溫度之間的差判定輸入至模組 D 之經過濾 IR 感測器值以判定雲條件。環境溫度讀數傾向於比天空溫度讀數小地波動。藉由將天空溫度與環境溫度之間的差用作輸入來判定色調狀態，隨著時間的過去判定之色調狀態可在較小程度上波動且提供窗之更穩定著色。

【0320】 在另一實施中，控制邏輯僅基於來自兩個或更多個紅外線感測器之天空溫度讀數計算 T_{calc} 。在此實施方案中，由模組 D'判定且輸入至模組 D 內之 IR 感測器值係基於天空溫度讀數且不基於環境溫度讀數。在此情況下，模組 D 基於天空溫度讀數判定雲條件。雖然用於判定 T_{calc} 之上述實施係基於每一類型之兩個或更多個冗餘感測器，但應理解，所述控制邏輯可藉由來自不同類型之單一感測器之讀數實施。

【0321】 在操作 2330，處理器藉由在操作 2320 判定之 T_{calc} 更新短期矩形窗及長期矩形窗。為了更新矩形窗，將最近之感測器讀數添加至矩形窗，且將最早之感測器讀數自矩形窗拿掉。對於模組 D 及本文中描述之其他控制邏輯，將經過濾感測器值用作作出著色決策之輸入。模組 D'及本文中描述之其他邏輯使用短期及長期矩形窗（過濾器）判定所述經過濾感測器值。短矩形窗（例如，使用在 10 分鐘、20 分鐘、5 分鐘等上取得之樣本值之矩形窗）係基於相對於長矩形窗（例如，使用在 1 小時、2 小時等上取得之樣本值之矩形窗）中的感測器樣本之較大數目（例如， $n=10、20、30、40$ 等）更少數目個感測器樣本（例如， $n=1、2、3，……10$ ）。矩形窗（照明）值可基於在矩形窗中的樣本值之平均值、平均數、中位值或其他代表值。在一個實例中，短矩形窗值為感測器樣本之中位值，且長矩形窗值為感測器樣本之中位值。模組 D'通常針對短矩形窗值及長矩形窗值中之每一者使用感測器樣本之一滾動中位值。在另一實例中，短矩形窗值

為感測器樣本之平均值，且長矩形窗值為感測器樣本之平均值。模組 C1 通常使用基於感測器樣本之平均值自短及/或長矩形窗值判定之經過濾光感測器值。

【0322】 由於短矩形窗值係基於較少數目個感測器樣本，因此短矩形窗值比長矩形窗值緊密遵循當前感測器讀數。因此，短矩形窗值比長矩形窗值快且在更大程度上回應迅速改變之條件。雖然計算之短及長矩形窗值皆滯後於感測器讀數，但短矩形窗值將比長矩形窗值滯後程度小。短矩形窗值傾向於比長矩形窗值快地對當前條件反應。長矩形窗可用以使窗控制器對頻繁之短持續時間天氣波動（如經過之雲）的回應平滑，而短矩形窗卻不也平滑化，但對迅速且顯著天氣改變（如陰天條件）更快地回應。在有雲經過之情況下，僅使用長矩形窗值之控制邏輯將不對當前有雲經過之條件快速反應。在此情況下，長矩形窗值可在著色決策中用以判定一適當高色調等級。在霧消散之情況下，在著色決策中使用短期矩形窗值可為更適合的。在此情況下，在霧消散之後，短期矩形窗更快速地對新的有太陽條件反應。藉由使用短期矩形窗值以作出著色決策，可著色窗可在霧迅速消散時快速地調整至有太陽條件且保持居住者舒適性。

【0323】 在操作 2340 處，處理器基於在操作 2330 處更新之矩形窗中的當前感測器讀數判定短矩形窗值（*Sboxcar* 值）及長矩形窗值（*Lboxcar* 值）。在此實例中，藉由在操作 2330 處進行的最後更新之後取得矩形窗中之感測器讀數之中位值來計算每一矩形窗值。在另一實施中，藉由獲取每一矩形窗中之當前感測器讀數的均值來計算每一矩形窗值。在其他實施中，可使用每一矩形窗中之感測器讀數的其他計算。

【0324】 在某些實施中，本文中所描述之控制邏輯評估短期矩形窗值與長期矩形窗值之間的差以判定在作出著色決策時實施哪一矩形窗值。舉例而言，當短期矩形窗值與長期矩形窗值之間的差之絕對值超過一臨限值時，可在著色決策中使用短期矩形窗值。在此情況下，短期中的感測器讀數之短矩形窗值比長期

感測器讀數之值大臨限值，此可指示足夠大顯著性之短期波動，例如，可建議至下部色調狀態之轉變之大片雲。若短與長矩形窗值之間的差之絕對值不超過臨限值，則使用長期矩形窗。返回對圖 23，在操作 2350，所述邏輯評估 Sboxcar 值與 Lboxcar 值之間的差之絕對值之值是否大於一差量臨限值($|Sboxcar \text{ 值} - Lboxcar \text{ 值}| > \text{差量臨限值}$)。在一些情況下，差量臨限值之值在攝氏 0 毫度至攝氏 10 毫度之範圍中。在一種情況下，差量臨限值之值為攝氏 0 毫度。

【0325】 若差之絕對值高於差量臨限值，則將 Sboxcar 值指派至 IR 感測器值，且將短期矩形窗重設以將其值清空（操作 2360）。若差之絕對值不高於差量臨限值，則將 Lboxcar 值指派至 IR 感測器值且重設長期矩形窗以將其值清空（操作 2370）。在操作 2380，將經過濾 IR 感測器值保存至 IR 感測器量測結果資料庫以由模組 D 擷取。替代地，經過濾 IR 感測器值可直接傳遞至模組 D。

【0326】 -用於取決於上午、白天、晚上、夜間範圍基於紅外線感測器及/或光感測器讀數作出著色決策的控制邏輯之實例

【0327】 在某些實施中，著色控制邏輯使用來自紅外線感測器之溫度讀數及環境溫度讀數之經過濾值判定在上午及晚上及/或在緊接在日出前之時間的雲條件。由於紅外線感測器通常獨立於陽光強度等級操作，因此此允許著色控制邏輯判定緊接在日出前之雲條件，且隨著太陽落下，維持在上午及晚上期間之恰當色調等級。此外，來自紅外線感測器之讀數可用以判定雲條件，甚至在可見光光感測器經遮住或另外受阻擋時。在啟用紅外線感測器之白天期間，著色控制邏輯基於紅外線感測器讀數及環境溫度讀數判定一第一色調等級，且基於光感測器讀數判定一第二色調等級，且接著使用第一及第二色調等級中之最大者。若不啟用 IR 感測器，則控制邏輯使用基於光感測器讀數之第二色調等級。

【0328】 在一個實施中，關於圖 22 所描述之控制邏輯取決於計算之時間 t_i 在上午、白天還是晚上範圍期間（如藉由太陽高度判定）實施模組 C1 及/或模

組 D。此控制邏輯之一實例關於圖 24 詳細地描述。

【0329】 圖 24 說明描繪根據實施的用於取決於計算之時間 t_i 在上午、白天還是晚上範圍期間而使用紅外線感測器及/或光感測器資料作出著色決策的控制邏輯之流程圖 2400。關於圖 24 中說明之流程圖所描述的控制邏輯之某些操作之實例係參考圖 26 至圖 28 中說明之流程圖描述。在一個態樣中，此控制邏輯為預測性邏輯，其預先計算窗應轉變至之色調等級。在此態樣中，進行模組 A1、B、C1 及 D 中之計算以判定在未來時間（亦即， t_i = 目前時間加諸如一或多個窗之轉變時間的持續時間）之一適當色調等級。舉例而言，在計算中使用之時間可為未來足以允許在接收到色調指令後完成轉變之時間。在此等情況下，窗控制器可在轉變之前發送色調指令。在轉變完成時，一或多個窗將已轉變至對於彼未來時間所要之色調等級。

【0330】 在圖 24 中說明之流程圖 2400 中，按由計時器在操作 2405 計時之間隔執行控制邏輯之計算。在一個實施中，按恆定時間間隔執行邏輯計算。在一個實例中，每 2 至 5 分鐘進行邏輯計算。在另一實例中，可能需要以不太頻繁為基礎（諸如，每 30 分鐘或每 20 分鐘）來進行計算，諸如，對於可佔用 30 分鐘或更多時間轉變之大面積電致變色窗之色調轉變。

【0331】 在操作 2412，模組 A1 之控制邏輯經實施以判定考慮來自直射陽光經由一或多個電致變色窗至居住者或其活動區上的居住者舒適性之色調等級。首先，所述控制邏輯用以判定太陽方位角是否在一或多個電致變色窗之臨界角度之外。模組 A1 之邏輯用以基於具有窗的建築物之緯度及經度及當日時間 t_i 及一年中之某天（日期）計算太陽在天空中的位置。太陽之位置包含太陽方位角度（亦被稱作太陽方位角）。公開可用之程式可提供用於判定太陽之位置之計算。臨界角度係自一或多個窗之組態檔案輸入。若判定太陽方位角在臨界角度外，則判定陽光按此角度照耀，使得直射陽光不進入具有一或多個窗之一或多個房間，

且控制邏輯繼續進行至在**操作 2414** 處之模組 B。在此情況下，模組 A1 將「晴朗」色調等級（亦即，最低色調狀態）作為輸入傳遞至模組 B。

【0332】 若，另一方面，判定太陽方位角在一或多個窗之臨界角度之間，則陽光按一角度照耀，使得直射陽光可經由所述一或多個窗進入所述房間。在此情況下，實施模組 A1 之邏輯以基於太陽的計算之位置及窗組態資訊計算在時間 t_i 之穿透深度，組態資訊包含窗之位置、窗之尺寸、窗之定向（亦即，面對之方向）及任何外部遮蔭之細節中之一或多者。接著實施模組 A1 之邏輯以藉由在佔有率查找表中發現對於與針對計算之穿透深度的窗相關聯之空間類型（例如，具有在窗、門廳、會議室等附近之桌子的辦公室）之所要的色調等級或對應於具有空間類型及穿透深度之不同色調等級的其他資料，基於房間之空間類型判定針對計算之穿透深度將提供居住者舒適性之色調等級。將空間類型及佔有率查找表或類似資料作為輸入自與一或多個窗相關聯之組態檔案提供至模組 A1。在一些情況下，色調等級亦可基於將充分之自然照明提供至具有一或多個窗之房間內。在此情況下，將針對空間類型及計算之穿透深度判定的色調等級作為輸入提供至模組 B。

【0333】 佔有率查找表之一實例提供於**圖 25** 中。表中之值係就色調等級及在括符中的相關聯之 SHGC 值而言。**圖 25** 展示針對計算之穿透值與空間類型之不同組合的不同色調等級（SHGC 值）。所述表係基於八個色調等級，包含 0（最亮）、5、10、15、20、25、30 及 35（最亮）。最亮色調等級 0 對應於 SHGC 值 0.80，色調等級 5 對應於 SHGC 值 0.70，色調等級 10 對應於 SHGC 值 0.60，色調等級 15 對應於 SHGC 值 0.50，色調等級 20 對應於 SHGC 值 0.40，色調等級 25 對應於 SHGC 值 0.30，色調等級 30 對應於 SHGC 值 0.20，且色調等級 35（最暗）對應於 SHGC 值 0.10。說明之實例包含三個空間類型：桌子 1、桌子 2 及門廳及六個穿透深度。

【0334】 在**操作 2415**，模組 B 之控制邏輯經實施以基於在晴朗的天空條件下之預測之輻照度（晴空輻照度）判定一色調等級。模組 B 用以預測在 t_i 在晴朗的天空條件下在一或多個窗處之輻照度，及在所有時間下之最大晴空輻照度。最大晴空輻照度為針對晴朗的天空條件預測之所有時間內的最高輻照度等級。晴空輻照度係基於建築物之緯度及經度座標、窗定向（亦即，窗面對之方向）及當日時間 t_i 及一年中之某天來計算。可使用開放原始碼軟體（例如，Radiance）計算晴空輻照度之經預測值。模組 B 通常判定比自模組 A1 輸入之色調等級暗之色調等級。由模組 B 判定之色調等級傳輸比預測基準玻璃在最大晴空輻照度下傳輸之熱量少的熱量。模組 B 之邏輯藉由按步驟增大自模組 A1 輸入之色調等級來判定色調等級，且選取基於在 t_i 之晴空輻照度的房間中之預測之內部輻射少於或等於基準內部輻照度之一色調等級，其中：內部輻照度=色調等級 SHGC×晴空輻照度，且基準內部輻照度=基準 SHGC×最大晴空輻照度。基準玻璃之 SHGC 經自組態檔案輸入至模組 B 內。將來自模組 B 之色調等級作為輸入提供至模組 C1 及 D。

【0335】 取決於時間 t_i 在上午、白天還是晚上範圍期間，控制邏輯使用紅外線感測器及/或光感測器資料作出著色決策。所述控制邏輯基於太陽仰角判定時間 t_i 在上午、白天、晚上還是夜間範圍期間。模組 A1 之邏輯判定在時間 t_i 的太陽位置，包含太陽仰角角度。太陽仰角角度經自模組 A1 傳遞至模組 C1 及 D。在**操作 2422**，控制邏輯判定在時間 t_i 的計算之太陽仰角是否小於 0。若判定在時間 t_i 之太陽仰角小於 0，則為夜間且控制邏輯在**操作 2424** 設定夜間色調狀態。夜間色調狀態之一實例係清透色調等級，其為最低色調狀態。清透色調等級可用作夜間色調狀態，例如，以藉由允許建築物外之安全人員經由清透窗看建築物之內部照亮之房間來提供安全性。夜間色調狀態之另一實例為最高色調等級，其亦可藉由在窗處於最暗色調狀態中時不允許其他人在夜間看建築物內部來提供私

密性及/或安全性。若判定在時間 t_i 之太陽仰角小於 0，則控制邏輯在**操作 2490** 判定在適當位置是否存在更動。若更動不在適當位置，則將最終色調等級設定至夜間色調等級。若更動在適當位置，則控制邏輯在**操作 2492** 處將最終色調等級設定為更動值。在**操作 2496**，控制邏輯經實施以傳達最終色調等級以將所述一或多個窗轉變至最終色調等級。所述控制邏輯接著繼續進行至在**操作 2405** 處之計時器以進行在下一個時間間隔之計算。

【0336】 若在**操作 2422** 判定在時間 t_i 的計算之太陽仰角大於或等於 0，則所述控制邏輯在**操作 2430** 判定太陽仰角是否小於一太陽仰角臨限值。若太陽仰角小於太陽仰角臨限值，則時間 t_i 在上午或晚上。在一個實例中，太陽仰角臨限值小於 10 度。在另一實例中，太陽仰角臨限值小於 15 度。在另一實例中，太陽仰角臨限值小於 20 度。若太陽仰角小於太陽仰角臨限值，則控制邏輯判定太陽仰角是否在增大。

【0337】 在**操作 2432**，控制邏輯用以基於太陽仰角在增大還是減小來判定是否在上午。所述控制邏輯藉由比較在 t_i 與另一時間取得的計算之太陽仰角值來判定太陽仰角在增大還是減小。若控制邏輯判定太陽仰角在增大，則判定為上午且控制邏輯在**操作 2434** 執行模組 D 之上午 IR 感測器演算法實施。關於圖 26 中之流程圖 2600 描述可使用之上午 IR 感測器演算法之一實例。模組 D 通常針對當前時間之經過濾 IR 感測器值查詢紅外線感測器量測結果資料庫，且基於經過濾 IR 感測器值判定一雲條件及相關聯之色調等級。若經過濾 IR 感測器值低於一下臨限值，則其為「有太陽」條件，且來自模組 D 之色調等級經設定至最高色調等級。若經過濾 IR 感測器值高於一上臨限值，則其為「多雲」條件，且來自模組 D 之色調等級經設定至最低色調等級。若經過濾 IR 感測器值小於或等於上臨限值且大於或等於下臨限值，則來自模組 D 之色調等級經設定至一中間色調等級。若控制邏輯在**操作 2432** 判定太陽仰角不增大（減小），則判定為晚

上且控制邏輯在**操作 2436** 執行模組 D 之晚上 IR 感測器演算法實施。關於圖 27 中說明之**流程圖 2700** 描述可使用的晚上 IR 感測器演算法之一實例。

【0338】 在執行模組 D 之上午或晚上 IR 感測器演算法以基於模組 D 判定一色調等級後，控制邏輯在**操作 2490** 判定在適當位置是否有更動。若更動不在適當位置，則將最終色調等級設定至由模組 D 判定之色調等級。若更動在適當位置，則控制邏輯在**操作 2492** 將最終色調等級設定至更動值。在**操作 2496**，所述控制邏輯經實施以傳達最終色調等級以將所述一或多個窗上之一或多個電致變色裝置轉變至最終色調等級。所述控制邏輯接著繼續進行至在**操作 2405** 處之計時器以進行在下一個時間間隔之計算。

【0339】 若在**操作 2430** 判定太陽仰角不小於（大於或等於）太陽仰角臨限值，則時間 t_i 在白天範圍期間且控制邏輯執行白天演算法，所述白天演算法實施模組 C1 及/或模組 D 以基於光感測器及/或紅外線感測器讀數判定一色調等級（**操作 2440**）。所述控制邏輯接著在**操作 2490** 判定更動是否在適當位置。若更動不在適當位置，則最終色調等級經設定至由模組 C1 及/或模組 D 之白天演算法判定之色調等級。關於圖 28 中說明之**流程圖 2800** 描述可使用的白天演算法之一實例。若更動在適當位置，則控制邏輯在**操作 2492** 處將最終色調等級設定為更動值。在**操作 2496**，控制邏輯經實施以傳達最終色調等級以將所述一或多個窗轉變至最終色調等級。所述控制邏輯接著繼續進行至在**操作 2405** 處之計時器以進行在下一個時間間隔之計算。

【0340】 在一個實施例中，替代執行在**操作 2434** 的模組 D 之上午 IR 感測器演算法、在**操作 2436** 的模組 D 之晚上 IR 感測器演算法及在**操作 2440** 的模組 C1 及/或模組 D 之白天演算法，在**操作 2434**，使用模組 C1 之上午光感測器演算法，在**操作 2436**，使用模組 C1 之晚上光感測器演算法，且在**操作 2440**，使用模組 C1 之白天演算法。

【0341】 -模組 D 之上午 IR 感測器演算法及晚上 IR 感測器演算法之實例

【0342】 模組 D 針對一經過濾 IR 感測器值查詢紅外線感測器量測結果資料庫（或直接自另一邏輯模組接收所述值），且接著基於經過濾 IR 感測器值判定一雲條件及相關聯之色調等級。若經過濾 IR 感測器值低於一下臨限值，則其為「有太陽」條件，且來自模組 D 之色調等級經設定至最高色調等級。若經過濾 IR 感測器值高於一上臨限值，則其為「多雲」條件，且來自模組 D 之色調等級經設定至最低色調等級。若經過濾 IR 感測器值小於或等於上臨限值且大於或等於下臨限值，則來自模組 D 之色調等級經設定至一中間色調等級。用於此等計算中之上臨限值及下臨限值係基於正在實施上午 IR 感測器演算法、晚上 IR 感測器演算法還是白天演算法。

【0343】 圖 29 展示在 24 小時週期期間按攝氏毫度對時間的經過濾 IR 感測器值之曲線圖。所述曲線圖展示經過濾 IR 感測器值之範圍的三個區域。高於上臨限值之上部區域為「多雲」區域。高於上臨限值之經過濾 IR 感測器值係在「多雲」區域中。介於上臨限值與下臨限值之間的中間區域為「間歇性多雲」或「部分多雲」區域。低於下臨限值之下部區域為亦被稱作「有太陽」區域之「晴朗」區域。低於上臨限值之經過濾 IR 感測器值在「晴朗」或「有太陽」區域中。所述曲線圖具有基於在兩個 24 小時週期上取得之讀數的計算之經過濾 IR 感測器值之兩個曲線。第一曲線 2930 展示在下午有雲之第一日期間取得的計算之經過濾 IR 感測器值。第二曲線 2932 展示在整日有太陽/晴朗之第二日期間取得的計算之經過濾 IR 感測器值。下臨限值描述中間區域與下部區域之間的下邊界。上臨限值描述中間區域與上部區域之間的上部邊界。在晚上期間使用的下臨限值及上臨限值（晚上下臨限值及晚上上臨限值）通常高於在上午期間使用的下臨限值及上臨限值（上午下臨限值及上午上臨限值）。

【0344】 圖 26 說明描繪模組 D 之上午 IR 感測器演算法實施之控制邏輯

之流程圖 **2600**。當著色控制邏輯判定當前時間在上午範圍期間時，可實施上午 IR 感測器演算法。上午 IR 感測器演算法為當控制邏輯判定太陽仰角角度小於一仰角臨限值且太陽仰角角度在增大時可在圖 **24** 中展示之流程圖之**操作 2434** 處實施的控制邏輯之一實例。

【0345】 流程圖 **2600** 之控制邏輯開始於**操作 2610**，且將經過濾 IR 感測器值與上午下臨限值比較以判定經過濾 IR 感測器值是否小於上午下臨限值。模組 D 之控制邏輯查詢紅外線感測器量測結果資料庫或其他資料庫以擷取經過濾 IR 感測器值。替代地，控制邏輯計算經過濾 IR 感測器值。可用以計算經過濾 IR 感測器值且將值儲存至紅外線感測器量測結果資料庫的控制邏輯之一實例為參考圖 **23** 中之流程圖所描述的模組 D 之控制邏輯。上午下臨限值為在上午範圍期間應用的在下部區域（「有太陽」或「晴朗」區域）與中間區域（「部分多雲區域」）之間的經過濾 IR 感測器值之下邊界處之溫度值。在某些實施中，上午下臨限值在攝氏-20 毫度與攝氏 20 毫度之範圍中。在一個實例中，上午下臨限值為攝氏 1 度。

【0346】 若在**操作 2610** 判定經過濾 IR 感測器值小於上午下臨限值，則判定經過濾 IR 感測器值處於為「晴朗」或「有太陽」區域之下部區域中。在此情況下，控制邏輯將來自模組 D 之色調等級設定至高色調狀態（例如，色調等級 4）且傳遞來自模組 D 之色調等級（**操作 2620**）。

【0347】 若在**操作 2610** 判定經過濾 IR 感測器值不小於上午下臨限值，則控制邏輯繼續進行以在**操作 2630** 判定經過濾 IR 感測器值是否小於或等於上午上臨限值且大於或等於上午下臨限值。上午上臨限值為在一天之上午範圍期間應用的在中間區域（「部分多雲區域」）與上部區域（「多雲」區域）之間的經過濾 IR 感測器值之上部邊界處之溫度。在某些實施中，上午上臨限值在攝氏-20 毫度與攝氏 20 毫度之範圍中。在一個實例中，上午上臨限值為攝氏 3 毫度。

【0348】 若在**操作 2630** 判定經過濾 IR 感測器值小於或等於上午上臨限值且大於或等於上午下臨限值，則將經過濾 IR 感測器值判定為在為「部分多雲」區域的中間區域中（**操作 2640**）。在此情況下，控制邏輯將模組 D 之色調等級設定至中間色調狀態（例如，色調等級 2 或 3）且傳遞來自模組 D 之色調等級。

【0349】 若在**操作 2630** 判定經過濾 IR 感測器值不小於或等於上午上臨限值及大於或等於上午下臨限值（亦即，經過濾感測器值大於上午上臨限值），則將經過濾 IR 感測器值判定為在為「多雲」的上部區域中（**操作 2650**）。在此情況下，控制邏輯將模組 D 之色調等級設定至低色調狀態（例如，色調等級 2 或較低色調等級）且傳遞來自模組 D 之色調等級。

【0350】 **圖 27** 說明描繪模組 D 之晚上 IR 感測器演算法實施之控制邏輯之流程圖 **2700**。當著色控制邏輯判定當前時間在晚上範圍期間時，可實施晚上 IR 感測器演算法。晚上 IR 感測器演算法為當控制邏輯判定太陽仰角角度小於一仰角臨限值且太陽仰角角度在減小時可在**圖 24** 中展示之流程圖之**操作 2436** 處實施的控制邏輯之一實例。

【0351】 流程圖 **2700** 之控制邏輯開始於**操作 2710**，且將經過濾 IR 感測器值與晚上下臨限值比較以判定經過濾 IR 感測器值是否小於晚上下臨限值。模組 D 之控制邏輯查詢紅外線感測器量測結果資料庫或其他資料庫以擷取經過濾 IR 感測器值。替代地，控制邏輯計算經過濾 IR 感測器值。可用以計算經過濾 IR 感測器值且將值儲存至紅外線感測器量測結果資料庫的控制邏輯之一實例為參考**圖 23** 中之流程圖所描述的模組 D 之控制邏輯。晚上下臨限值係在晚上範圍期間應用的在下部區（「晴朗」或「清透」區）與中間區（「部分多雲區」）之間的經過濾 IR 感測器值之下邊界處的溫度值。在某些實施中，晚上下臨限值在攝氏-20 毫度與攝氏 20 毫度之範圍中。在一個實例中，晚上下臨限值為攝氏 2 毫

度。

【0352】 若在**操作 2710** 判定經過濾 IR 感測器值小於晚上下臨限值，則經過濾 IR 感測器值處於為「晴朗」或「有太陽」區域之下部區域中。在此情況下，控制邏輯在**操作 2720** 將來自模組 D 之色調等級設定至高色調狀態（例如，色調等級 4）且傳遞來自模組 D 之色調等級。

【0353】 若在**操作 2710** 判定經過濾 IR 感測器值不小於晚上下臨限值，則控制邏輯繼續進行以在**操作 2730** 判定經過濾 IR 感測器值是否小於或等於晚上上臨限值且大於或等於晚上下臨限值。晚上上臨限值為在一天之晚上範圍期間應用的在中間區域（「部分多雲區域」）與上部區域（「多雲」區域）之間的經過濾 IR 感測器值之上部邊界處之溫度。在某些實施中，晚上上臨限值在攝氏 -20 毫度與攝氏 20 毫度之範圍中。在一個實例中，晚上上臨限值為攝氏 5 毫度。

【0354】 若在**操作 2730** 判定經過濾 IR 感測器值小於或等於晚上上臨限值且大於或等於晚上下臨限值，則將經過濾 IR 感測器值判定為處於為「部分多雲」區域之中間區域中（**操作 2740**）。在此情況下，控制邏輯將模組 D 之色調等級設定至中間色調狀態（例如，色調等級 2 或 3）且傳遞來自模組 D 之色調等級。

【0355】 若在**操作 2730** 判定經過濾 IR 感測器值不小於或等於晚上上臨限值及大於或等於晚上下臨限值（亦即，經過濾感測器值大於晚上上臨限值），則將經過濾 IR 感測器值判定為在係「多雲」之上部區域中（**操作 2750**）。在此情況下，控制邏輯將模組 D 之色調等級設定至低色調狀態（例如，色調等級 2 或較低色調等級）且傳遞來自模組 D 之此色調等級。

【0356】 -*模組 C1 及/或模組 D 之白天演算法之實例*

【0357】 在白天期間，若紅外線感測器周圍之局部區經加熱，則由紅外線感測器獲取之溫度讀數可傾向於波動。舉例而言，位於屋頂上之紅外線感測器可

在屋頂吸收來自中午太陽之熱量時由屋頂加熱。在某些實施中，白天演算法在某些情況下停用 IR 感測器讀數在其著色決策中之使用，且使用模組 C1 單獨地自光感測器讀數判定色調等級。在其他情況下，白天演算法使用模組 D 基於 IR 感測器讀數判定第一色調等級，使用模組 C1 基於光感測器讀數判定第二色調等級，且接著將色調等級設定為第一色調等級與第二色調等級中之最大值。

【0358】 圖 28 說明描繪可實施模組 C1 之白天 IR 感測器演算法及/或模組 D 之白天光感測器演算法的白天演算法之控制邏輯的流程圖 2800。當著色控制邏輯判定當前時間在白天範圍期間時，使用白天演算法。白天演算法係當太陽仰角角度大於或等於 0 且小於或等於仰角臨限值時可在圖 24 中所展示之流程圖之操作 2440 處實施的控制邏輯之一實例。

【0359】 在操作 2810，判定是否啟用使用 IR 感測器讀數。在一種狀況下，用於著色控制邏輯之預設設定係停用使用 IR 感測器讀數，除非光感測器讀數例如歸因於發生故障之光感測器而不可用。在另一情況下，若 IR 感測器資料例如歸因於發生故障之 IR 感測器而不可用，則控制邏輯停用使用 IR 感測器讀數。若在操作 2810 判定啟用使用 IR 感測器讀數，則控制邏輯執行模組 D 之白天 IR 感測器演算法及模組 C1 之白天光感測器演算法兩者（操作 2820）。若在操作 2810 判定不啟用使用 IR 感測器讀數，則控制邏輯執行模組 C1 之白天光感測器演算法（操作 2850）。

【0360】 在操作 2830，執行模組 D 之白天 IR 感測器演算法之邏輯以判定第一色調狀態。自紅外線感測器量測結果資料庫或其他資料庫擷取經過濾 IR 感測器值。替代地，白天 IR 感測器演算法之邏輯計算經過濾 IR 感測器值。可用以計算經過濾 IR 感測器值且將值儲存至紅外線感測器量測結果資料庫的邏輯之一實例為參考圖 23 中之流程圖所描述的模組 D'之控制邏輯。白天 IR 感測器演算法之邏輯將經過濾 IR 感測器值與白天下臨限值比較以判定經過濾 IR 感測器值

是否小於白天下臨限值、大於白天上臨限值或處於白天下臨限值與上臨限值之間。白天下臨限值係在白天範圍期間應用的在下部區域（「有太陽」或「晴朗」區域）與中間區域（「部分多雲」區域）之間的經過濾 IR 感測器值之下邊界處的溫度。在某些實施中，白天下臨限值在攝氏-20 毫度與攝氏 20 毫度之範圍中。在一個實例中，白天下臨限值為攝氏-1 毫度。白天上臨限值為在一天之晚上範圍期間應用的在中間區域（「部分多雲區域」）與上部區域（「多雲」區域）之間的經過濾 IR 感測器值之上部邊界處之溫度值。在某些實施中，白天上臨限值在攝氏-20 毫度與攝氏 20 毫度之範圍中。在一個實例中，白天上臨限值為攝氏 5 毫度。若判定經過濾 IR 感測器值小於白天下臨限值，則經過濾 IR 感測器值處於係「晴朗」或「有太陽」區域之下部區域中。在此情況下，控制邏輯將來自模組 D 之第一色調等級設定至高色調狀態（例如，色調等級 4）。若判定經過濾 IR 感測器值小於或等於白天上臨限值且大於或等於上白天臨限值，則經過濾 IR 感測器值經判定為處於為「部分多雲」區域之中間區域中。在此情況下，控制邏輯將第一色調等級設定至中間色調狀態（例如，色調等級 2 或 3）。若判定經過濾 IR 感測器值不小於或等於白天上臨限值及大於或等於白天下臨限值（亦即，經過濾感測器值大於白天上臨限值），則將經過濾 IR 感測器值判定為處於為「多雲」區域之上部區域中。在此狀況下，控制邏輯將模組 D 之第一色調等級設定為低色調狀態（例如，色調等級 2 或更低色調等級）。

【0361】 在**操作 2832**，執行模組 C1 之白天光感測器感測器演算法之邏輯以判定第二色調等級。模組 C1 使用光感測器讀數基於即時輻照度判定第二色調等級。可用以判定第二色調等級的模組 C1 之控制邏輯之一實例在以下章節中關於在圖 30 中展示之流程圖 3000 描述。

【0362】 在**操作 2840**，白天演算法之邏輯計算基於 IR 感測器讀數的使用模組 D 之第一色調等級及基於光感測器讀數的使用模組 C1 之第二色調等級中

之最大者。將來自白天演算法之色調等級設定至基於 IR 感測器讀數的計算之第一色調狀態及基於光感測器讀數的計算之第二色調等級中之最大者。返回來自模組 C1 或 D 之色調等級。

【0363】 若在**操作 2810**判定不啟用使用 IR 感測器讀數，則控制邏輯執行模組 C1 之白天光感測器演算法（**操作 2850**）。在**操作 2850**，執行模組 C1 之白天光感測器感測器演算法之邏輯以判定第二色調等級。在此情況下，基於光感測器讀數將來自白天演算法之色調狀態設定成第二色調等級，且返回來自模組 C1 之此色調等級。可用以判定第二色調等級的模組 C1 之控制邏輯之一實例關於圖 30 中展示之流程圖描述。

【0364】 -*模組 C1 之實例*

【0365】 如所展示，圖 30 包含描繪根據一個態樣的用於判定一或多個電致變色窗之色調等級的模組 C1 之一實例之控制邏輯之流程圖 3000。模組 C1 接收來自模組 B 之色調等級作為輸入。

【0366】 在**操作 3020**處，接收反映建築物外之條件的當前光感測器值，且實施定限以計算待應用的所建議之色調等級。在一個實例中，當前光感測器值為由多個光感測器（例如，多感測器裝置之 13 個光感測器）在一個樣本時間取得的量測結果之最大值。在另一實例中，光感測器值為在不同樣本時間取得的多個讀數之經過濾滾動平均值，其中每一讀數為由多個光感測器取得的量測結果之最大值。可用以計算當前光感測器值的控制邏輯之一實例描述於圖 31 中之流程圖 3100 中，所述圖描繪模組 C1'之控制邏輯。

【0367】 返回至圖 30，在**操作 3020**，定限用以藉由判定在一時間週期上當前經過濾光感測器值是否已越過一或多個臨限值來計算所建議之色調等級。舉例而言，時間週期可為當前時間與由光感測器取得之最後樣本時間之間或當前時間與先前所獲取之多個樣本讀數中的第一讀數之間的時間週期。光感測器

讀數可定期地取得，諸如，一分鐘一次、每隔 10 秒一次、每隔 10 分鐘一次等。在一個實施中，定限使用兩個臨限值：下光感測器臨限值及上光感測器臨限值。若判定光感測器值高於上光感測器臨限值，則光感測器值處於係「晴朗」或「有太陽」區域的較高區域中。在此情況下，控制邏輯將來自模組 C1 的建議之色調等級判定為高色調狀態（例如，色調等級 4）。若判定光感測器值小於或等上光感測器臨限值且大於或等於下光感測器臨限值，則光感測器值經判定為處於係「部分多雲」區域之中間區域中。在此情況下，控制邏輯將來自模組 C1 的建議之色調等級判定為中間色調狀態（例如，色調等級 2 或 3）。若判定光感測器值大於晚上上臨限值，則光感測器值經判定為處於係「多雲」區域的上部區域中。在此情況下，控制邏輯將來自模組 C1 的所建議之色調等級判定為低色調狀態（例如，色調位準 2 或更低色調位準）。

【0368】 若當前時間為鎖定週期已結束之後的時刻，則控制邏輯基於在鎖定週期期間監視之條件在**操作 3020**處計算所建議之色調等級。基於在鎖定週期期間監視之條件計算的所建議之色調位準係基於所監視輸入之統計評估。各種技術可用於在等待時間期間監視之輸入的統計評估。一個實例係在等待時間期間平均之色調等級。在等待時間期間，控制邏輯實施監視輸入及計算例如使用模組 A1、B 及 C1 中之一或多者判定之色調等級的操作。操作接著在等待時間內對所判定之色調等級求平均以判定針對一個色調區域轉變建議哪一方向。

【0369】 在**操作 3025**，判定當前時間是否在鎖定週期期間。若當前時間在鎖定週期期間，那麼模組 C1 不改變自模組 B 接收之色調等級。在鎖定週期期間，監視外部條件之光感測器值。此外，控制邏輯在鎖定週期期間監視藉由**操作 3020**判定的所建議之色調等級。若當前時間判定為不在鎖定週期期間，則控制邏輯繼續進行至**操作 3030**。

【0370】 在**操作 3030**，模組 C1 之邏輯繼續判定當前資訊是否建議色調轉

變。此操作 3030 比較在操作 3020 處判定的所建議之色調等級與應用於一或多個窗之當前色調等級，以判定色調等級是否不同。若所建議之色調等級與當前色調等級無不同，則色調等級不改變。

【0371】 在操作 3050，若所建議之色調等級不同於當前色調等級，則模組 C1 設定新色調等級，其為朝向在操作 3020 中判定的所建議之色調等級的一個色調等級（即使所建議之色調等級為來自當前色調等級之兩個或更多個色調等級）。舉例而言，若在操作 3020 中判定的所建議之色調區域係自第一色調等級至第三色調等級，則由模組 C1 返回之色調等級將一個色調等級轉變至第二色調等級。

【0372】 在操作 3070 處，將鎖定週期設定為在鎖定週期期間鎖定轉變至其他色調等級。在鎖定週期期間，監視外部條件之光感測器值。此外，控制邏輯在間隔期間基於在鎖定週期期間監視之條件計算所建議之色調區域。在操作 3050 中將自模組 C1 傳遞之新色調等級判定為朝向在操作 3020 中判定的所建議之色調等級的一個色調等級。

【0373】 -模組 C1'之實例

【0374】 圖 31 說明描繪根據某些實施的模組 C1'之邏輯之流程圖 3100。模組 C1'之邏輯可由本端窗控制器、網路控制器、主控制器或多感測器裝置之一或多個處理器執行。在操作 3110 處，執行模組 C1'之操作的處理器接收在當前時間之感測器讀數作為輸入。可經由建築物處之通信網路接收光感測器讀數，例如，自屋頂多感測器裝置。所接收之光感測器讀數為即時輻照度讀數。

【0375】 在一個實施中，模組 C1'之邏輯接收並使用由建築物處之（例如，屋頂多感測器裝置之）兩個或更多個光感測器取得的量測結果之原始光感測器讀數。兩個或更多個光感測器通常用以提供冗餘。根據一個態樣，模組 C1'之邏輯使用由建築物處之兩個光感測器裝置取得的量測結果之原始光感測器讀數。

在另一態樣中，模組 C1'之邏輯使用由在建築物處之 1 至 10 個光感測器取得的量測結果之原始光感測器讀數。在另一態樣中，模組 C1'之邏輯使用由建築物處之十三（13）個光感測器取得的量測結果之原始光感測器讀數。

【0376】 在操作 3120，基於由兩個或更多個光感測器取得之原始量測結果計算光感測器值。舉例而言，光感測器值可計算為在單一樣本時間由兩個或多於兩個光感測器獲取之量測結果的最大值。

【0377】 在操作 3130，處理器用在操作 3120 中判定之光感測器值更新短期矩形窗及長期矩形窗。在模組 C1'及本文中描述之其他控制邏輯中，將經過濾光感測器值用作作出著色決策之輸入。模組 C1'及本文中描述之其他邏輯使用短期及長期矩形窗（過濾器）判定所述經過濾感測器值。短矩形窗（例如，使用在 10 分鐘、20 分鐘、5 分鐘等上取得之樣本值之矩形窗）係基於相對於長矩形窗（例如，使用在 1 小時、2 小時等上取得之樣本值之矩形窗）中的感測器樣本之較大數目（例如， $n = 10、20、30、40$ 等）更少數目個感測器樣本（例如， $n = 1、2、3，……10$ 等）。矩形窗（照明）值可基於在矩形窗中的樣本值之平均值、平均數、中位值或其他代表值。在一個實例中，短矩形窗值為感測器樣本之平均值，且長矩形窗值為光感測器樣本之平均值。模組 D'通常針對短矩形窗值及長矩形窗值中之每一者使用感測器樣本之一滾動平均值。在另一實例中，短矩形窗值為感測器樣本之平均值，且長矩形窗值為感測器樣本之平均值。

【0378】 在操作 3140 處，處理器基於在操作 3130 處更新之矩形窗中的當前光感測器讀數判定短矩形窗值（*Sboxcar* 值）及長矩形窗值（*Lboxcar* 值）。在此實例中，藉由在操作 3130 處進行的最後更新之後取得矩形窗中之光感測器讀數之平均值來計算每一矩形窗值。在另一實例中，藉由在操作 3130 處進行的最後更新之後取得矩形窗中之光感測器讀數之中位值來計算每一矩形窗值。

【0379】 在操作 3150，所述邏輯評估 *Sboxcar* 值與 *Lboxcar* 值之間的差的

絕對值之值是否大於一差量臨限值（ $|\text{Sboxcar 值} - \text{Lboxcar 值}| > \text{差量臨限值}$ ）。在一些情況下，差量臨限值之值在攝氏 0 毫度至攝氏 10 毫度之範圍中。在一種情況下，差量臨限值之值為攝氏 0 毫度。

【0380】 若差高於差量臨限值，則將 Sboxcar 值指派給光感測器值且重設短期矩形窗以清空其值（操作 3160）。若差不高於差量臨限值，則將 Lboxcar 值指派給光感測器值且重設長期矩形窗以清空其值（操作 3170）。在操作 3180 處，將光感測器值保存至資料庫。

【0381】 雖然將單一紅外線感測器描述為包含於某些實施之紅外線雲偵測器中，但根據另一實施，倘若一個紅外線感測器出故障及/或由（例如）鳥糞或另一環境作用物遮蔽，則兩個或更多個紅外線感測器可供冗餘使用。在一個態樣中，可包含兩個或更多個紅外線感測器，其面向不同定向以捕獲來自不同視野及/或在距建築物/結構不同距離處之紅外線輻射。若兩個或更多個紅外線感測器位於紅外線雲偵測器之外殼內，則紅外線感測器通常相互偏移一段距離，所述距離足以減小遮蔽之作用物將影響所有紅外線感測器之可能性。舉例而言，紅外線感測器可分開至少約一寸或至少約兩吋。

【0382】 在本文中所描述之某些實施例中，控制邏輯基於很可能在未來時間出現之條件（在本文中亦被稱作「未來條件」）判定色調等級。舉例而言，可基於在未來時間（例如， $t_i = \text{目前時間} + \text{諸如一或多個電致變色窗之轉變時間的持續時間}$ ）的雲條件之出現之可能性判定一色調等級。可將此等邏輯運算中使用之未來時間設定為足以允許在接收到控制指令之後完成窗至在色調等級之轉變的未來時間。在此等情況下，控制器可在實際轉變前在目前時間發送指令。在轉變完成時，窗將已轉變至對於彼未來時間所要的色調等級。在其他實施例中，揭露的控制邏輯可用以基於在目前時間出現或有可能出現之條件判定色調等級，例如，藉由將持續時間設定至 0。舉例而言，在某些電致變色窗中，至新色調等級

(例如，至中間色調等級)之轉變時間可能很短，使得發送基於目前時間轉變至一色調等級的指令將為適當的。

【0383】 應理解，如上所述之本發明可以模組化或整合方式使用電腦軟體按控制邏輯之形式實施。基於本揭露內容及本文所提供之教示，一般熟習此項技術者將知曉及瞭解使用硬體及硬體與軟體之組合來實施本發明的其他方式及/或方法。

【0384】 本申請案中所描述之軟體組件或功能中之任一者可實施為軟體程式碼，以由處理器使用例如習知或物件導向式技術，使用諸如 Java、C++ 或 Perl 之任何合適電腦語言執行。軟體程式碼可儲存為在電腦可讀媒體上之一系列指令或命令，諸如，隨機存取記憶體 (RAM)、唯讀記憶體 (ROM)、諸如硬碟機或軟性磁碟之磁性媒體或諸如 CDROM 之光學媒體。任何此電腦可讀媒體可駐留於單一計算設備上或內，且可存在於系統或網路內之不同計算設備上或內。

【0385】 儘管已相當詳細地描述前述所揭示之實施例以促進理解，但所描述之實施例將被視為說明性而非限制性的。一般熟習此項技術者將顯而易見，可在所附申請專利範圍之範疇內實踐某些改變及修改。

【0386】 在不脫離本揭露內容之範疇的情況下，可將來自任一實施例之一或多個特徵與任一其他實施例之一或多個特徵組合。另外，在不脫離本揭露內容之範疇的情況下，可進行對任一實施例之修改、添加或省略。在不脫離本揭露內容之範疇的情況下，任一實施例之組件可根據特定需求整合或分離。

【符號說明】

【0387】

100：紅外線雲偵測器

- 101：外殼
- 102：蓋
- 104：孔隙或變薄之部分
- 106：第一表面
- 108：第二表面
- 110：IR 感測器
- 112：假想軸線
- 114：圓錐形視野
- 130：環境溫度感測器
- 140：處理器
- 220：第一曲線
- 222：第二曲線
- 230：第一曲線
- 232：第二曲線
- 300：紅外線雲偵測器系統
- 310：紅外線雲偵測器
- 312：外殼
- 314：紅外線感測器
- 315：圓錐形視野
- 316：環境溫度感測器
- 320：外部可見光光感測器
- 330：房間
- 332：可著色窗
- 334：桌子

340：控制器

400：紅外線雲偵測器系統

401：多感測器裝置

410：外殼

411：蓋

412：變薄之部分

414：基底部分

420：環境溫度感測器

440：可見光光感測器

442：定向軸線

452：第一紅外線感測器裝置

453：第一定向軸線

454：第二紅外線感測器裝置

455：第二定向軸線

510：曲線

520：曲線

610：曲線

620：高頻部分

630：低頻部分

640：曲線

710：曲線

720：曲線

800：流程圖

801：操作

810：操作

820：操作

830：操作

840：操作

850：操作

860：操作

870：操作

880：操作

900：流程圖

901：操作

910：操作

920：操作

930：操作

932：操作

934：操作

936：操作

940：操作

942：操作

950：操作

960：操作

962：操作

970：操作

980：操作

990：操作

1000：電致變色裝置
1002：基板
1004：第一傳導性層（CL）
1006：電致變色層（EC）
1008：離子傳導層（IC）
1010：相對電極層（CE）
1014：第二傳導性層（CL）
1016：電壓源
1020：電致變色堆疊
1100：電致變色裝置
1102：基板
1104：傳導性層（CL）
1106：氧化鎢電致變色層（EC）
1108：離子傳導層（IC）
1110：氧化鎢鎢相對電極層（CE）
1114：傳導性層（CL）
1116：電源
1120：電致變色堆疊
1200：電致變色裝置
1250：窗控制器
1255：微處理器
1260：脈衝寬度調變器
1265：信號調節模組
1270：電腦可讀媒體

- 1275：組態檔案
- 1280：網路
- 1300：建築物管理系統（BMS）
- 1301：建築物
- 1302：主窗控制器
- 1303：主網路控制器
- 1305a：中間網路控制器
- 1305b：中間網路控制器
- 1310：端部或葉控制器
- 1400：系統
- 1401：EC 裝置
- 1402：主窗控制器
- 1403：主網路控制器
- 1405：中間網路
- 1410：通信網路/葉或端部窗控制器
- 1412：多感測器裝置
- 1490：可選壁開關
- 1500：房間
- 1501：桌子
- 1502：紅外線雲偵測器系統
- 1505：電致變色窗
- 1510：光感測器
- 1520：懸垂物
- 1530：紅外線雲偵測器

1532：外殼
1534：紅外線感測器
1536：環境溫度感測器
1550：本端窗控制器
1600：流程圖
1610：操作
1620：操作
1630：操作
1640：操作
1650：操作
1770：操作
1780：操作
1790：操作
1800：流程圖
1810：操作
1820：操作
1830：操作
1840：操作
1850：操作
1860：操作
1870：操作
1900：流程圖
1910：操作
1920：操作

1930：操作
1932：操作
1934：操作
1936：操作
1940：操作
1942：操作
1950：操作
1970：操作
1980：操作
1990：操作
1995：操作
2000：房間
2001：桌子
2005：電致變色窗
2010：可見光光感測器
2020：懸垂物
2030：多感測器裝置
2032：外殼
2034：紅外線感測器裝置
2050：窗控制器
2090：紅外線輻射
2100：流程圖
2110：操作
2120：操作

2130：操作

2140：操作

2150：操作

2220：區塊

2270：操作

2280：操作

2290：操作

2295：操作

2300：流程圖

2310：操作

2320：操作

2330：操作

2340：操作

2350：操作

2360：操作

2370：操作

2380：操作

2400：流程圖

2405：操作

2412：操作

2414：操作

2422：操作

2424：操作

2430：操作

2432：操作

2434：操作

2436：操作

2440：操作

2490：操作

2492：操作

2496：操作

2600：流程圖

2610：操作

2620：操作

2630：操作

2640：操作

2650：操作

2700：流程圖

2710：操作

2720：操作

2730：操作

2740：操作

2750：操作

2800：流程圖

2810：操作

2820：操作

2830：操作

2832：操作

2840：操作

2850：操作

2930：第一曲線

2932：第二曲線

3000：流程圖

3020：操作

3025：操作

3030：操作

3050：操作

3070：操作

3100：流程圖

3110：操作

3120：操作

3130：操作

3140：操作

3150：操作

3160：操作

3170：操作

3180：操作

3200：紅外線雲偵測器系統

3201：多感測器裝置

3210：外殼

3211：蓋

3212：變薄之部分

- 3214：基底部分
- 3220：桅桿
- 3222：第一環境溫度感測器
- 3301：多感測器裝置
- 3302：外殼
- 3304：擴散器
- 3340：可見光光感測器
- 3342：可見光光感測器/軸線
- 3343：光敏性區
- 3360：第三紅外線感測器裝置
- 3361：假想軸線
- 3372：第一紅外線感測器裝置
- 3373：假想軸線
- 3374：第二紅外線感測器裝置
- 3375：假想軸線

【發明摘要】

【中文發明名稱】用於藉由雲偵測控制可著色窗之方法及系統

【英文發明名稱】METHODS AND SYSTEMS FOR CONTROLLING
TINTABLE WINDOWS WITH CLOUD DETECTION

【中文】

用於基於雲偵測控制可著色窗之方法及系統。

【英文】

Methods and systems for controlling tintable windows based on cloud detection.

【指定代表圖】圖3

【代表圖之符號簡單說明】

300：紅外線雲偵測器系統

310：紅外線雲偵測器

312：外殼

314：紅外線感測器

315：圓錐形視野

316：環境溫度感測器

320：外部可見光光感測器

330：房間

332：可著色窗

334：桌子

340：控制器

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種用於控制一建築物之一區帶中的一或多個可著色窗之色調之控制器，所述控制器包括：

一電腦可讀媒體，其具有經組態以根據基於光感測器讀數及紅外線感測器讀數中之一或兩者之一雲條件判定一或多個可著色窗之所述區帶之一色調等級；

一處理器，其與所述電腦可讀媒體通信且與所述一或多個可著色窗之一本端窗控制器通信，其中所述處理器經組態以：

基於所述光感測器讀數及所述紅外線感測器讀數中之一或兩者判定所述雲條件；

基於所述判定之雲條件計算用於一或多個可著色窗之所述區帶的所述色調等級；及

經由網路將色調指令發送至一本端窗控制器以將所述一或多個可著色窗之所述區帶之色調轉變至所述計算之色調等級。

【第2項】 如申請專利範圍第 1 項所述的控制器，其中所述色調等級係基於在一未來時間之一雲條件判定。

【第3項】 如申請專利範圍第 2 項所述的控制器，其中所述處理器經進一步組態以基於在所述未來時間之太陽仰角判定所述未來時間在一上午範圍、一白天範圍還是一晚上範圍期間。

【第4項】 如申請專利範圍第 2 項所述的控制器，其中所述處理器經進一步組態以基於所述未來時間在一上午範圍、一白天範圍還是一晚上範圍期間判定所述雲條件。

【第5項】 如申請專利範圍第 2 項所述的控制器，其中所述處理器經進一

步組態以若所述未來時間在一上午範圍期間或在一晚上範圍期間則基於紅外線感測器讀數之一經過濾值判定所述雲條件，及若所述未來時間在一白天範圍期間則基於光感測器感測器讀數之一經過濾值判定所述雲條件。

【第6項】如申請專利範圍第 5 項所述的控制器，其中紅外線感測器讀數之所述經過濾值為天空溫度讀數中之一最小者。

【第7項】如申請專利範圍第 5 項所述的控制器，其中紅外線感測器讀數之所述經過濾值係基於天空溫度讀數中之一最小者與環境溫度讀數中之一最小者之間的一差。

【第8項】如申請專利範圍第 5 項所述的控制器，其中紅外線感測器讀數之所述經過濾值係基於天空溫度讀數中之一最小者與來自天氣饋入資料之一環境溫度之間的一差。

【第9項】如申請專利範圍第 1 項所述的控制器，其中所述控制邏輯經組態以基於光感測器讀數、紅外線感測器讀數及環境溫度感測器讀數判定所述雲條件。

【第10項】如申請專利範圍第 4 項所述的控制器，其中所述處理器經組態以：

基於光感測器讀數判定一第一色調等級；

基於紅外線感測器讀數判定一第二色調等級；及

將所述色調等級計算為所述判定之第一及第二色調等級中之一最大者。

【第11項】如申請專利範圍第 2 項所述的控制器，其中所述處理器經組態以若所述未來時間在夜間期間，則將所述色調等級計算為一夜間色調等級。

【第12項】一種控制一建築物之一或多個可著色窗的一區帶之色調之方法，所述方法包括：

基於光感測器讀數及紅外線感測器讀數中之一或兩者判定一雲條件；

基於所述判定之雲條件計算用於一或多個可著色窗之所述區帶之一色調等級；及

經由一網路將色調指令發送至一本端窗控制器以將可著色窗之所述區帶之色調轉變至所述計算之色調等級。

【第13項】 如申請專利範圍第 12 項所述的方法，其中所述色調等級係基於在一未來時間之一雲條件計算。

【第14項】 如申請專利範圍第 13 項所述的方法，其進一步包括：
計算一太陽仰角；及

基於所述計算之太陽仰角判定所述未來時間在一白天範圍、一上午範圍還是一晚上範圍期間。

【第15項】 如申請專利範圍第 14 項所述的方法，其中：

若所述未來時間在所述上午範圍或所述晚上範圍期間，則基於紅外線感測器讀數判定所述雲條件；

若所述未來時間在所述白天範圍期間，則基於所述光感測器讀數及所述紅外線感測器讀數中之一或兩者判定所述雲條件；及

若所述未來時間在夜間期間，則將所述色調等級判定為一夜間色調等級。

【第16項】 如申請專利範圍第 13 項所述的方法，其進一步包括基於一當前時間及可著色窗之所述區帶之一代表性窗之一轉變時間計算所述未來時間。

【第17項】 如申請專利範圍第 14 項所述的方法，其中若所述未來時間在所述白天範圍期間，且啟用所述紅外線感測器讀數，則

基於光感測器讀數判定一第一色調等級；

基於紅外線感測器讀數判定一第二色調等級；及

將所述色調等級計算為所述第一及第二色調等級中之一最大者。

【第18項】 如申請專利範圍第 17 項所述的方法，其中若所述未來時間在

所述白天範圍期間且停用所述紅外線感測器讀數，則自一基於光感測器讀數判定之雲條件計算所述色調等級。

【第19項】 如申請專利範圍第 14 項所述的方法，其進一步包括：

過濾所述紅外線感測器讀數以判定一第一經過濾值；及

使用所述第一經過濾值判定在所述上午範圍或所述晚上範圍期間的所述雲條件。

【第20項】 如申請專利範圍第 19 項所述的方法，其進一步包括：

過濾所述光感測器讀數以判定一第二經過濾值；及

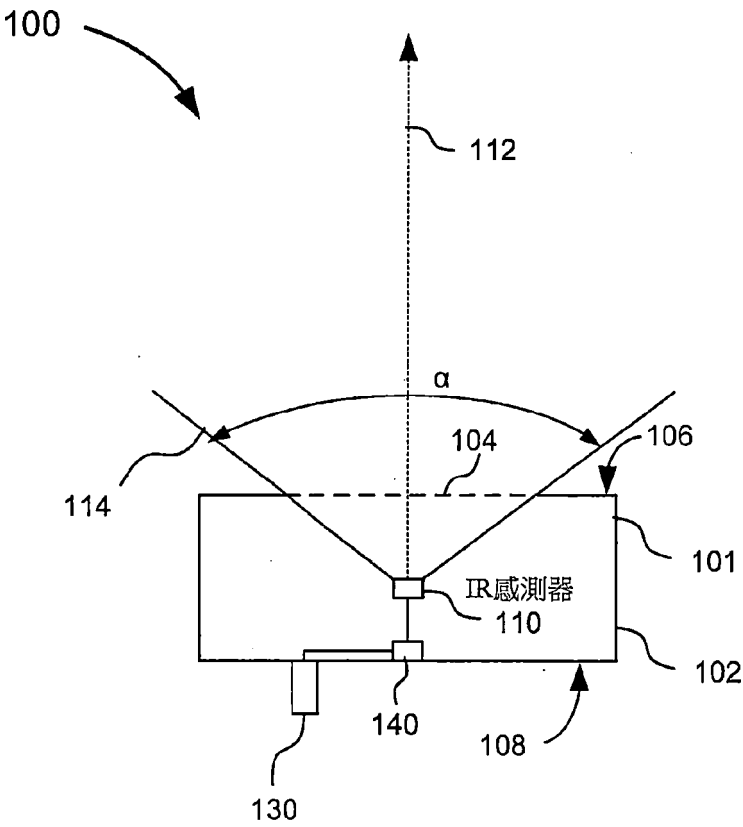
使用所述第二經過濾值判定在所述白天範圍期間之所述雲條件。

【第21項】 如申請專利範圍第 19 項所述的方法，其中過濾所述紅外線感測器讀數以判定所述第一經過濾值包括計算由多個紅外線感測器取得的天空溫度讀數中之一最小者。

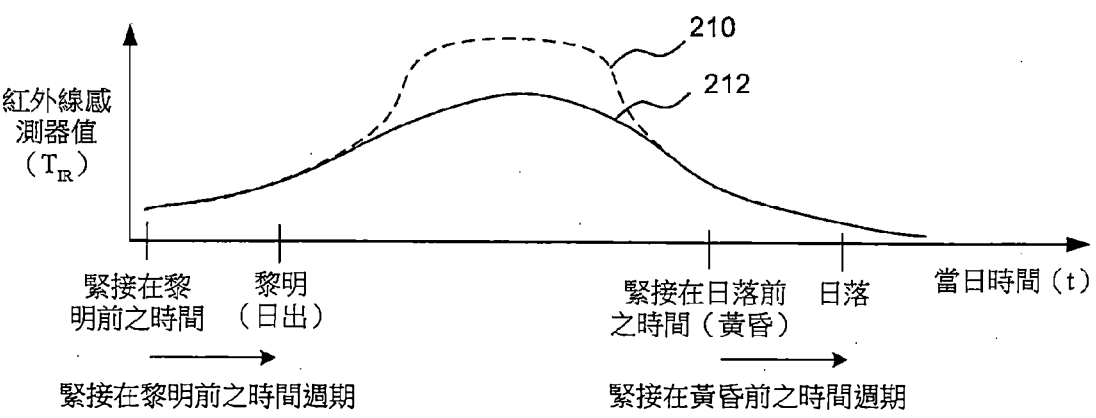
【第22項】 如申請專利範圍第 19 項所述的方法，其中所述第一經過濾值係基於天空溫度讀數之一最小值與環境溫度讀數之一最小值之間的一差而判定。

【第23項】 如申請專利範圍第 19 項所述的方法，其中所述第一經過濾值係基於天空溫度讀數之一最小值與來自天氣饋入資料之一環境溫度之間的一差而判定。

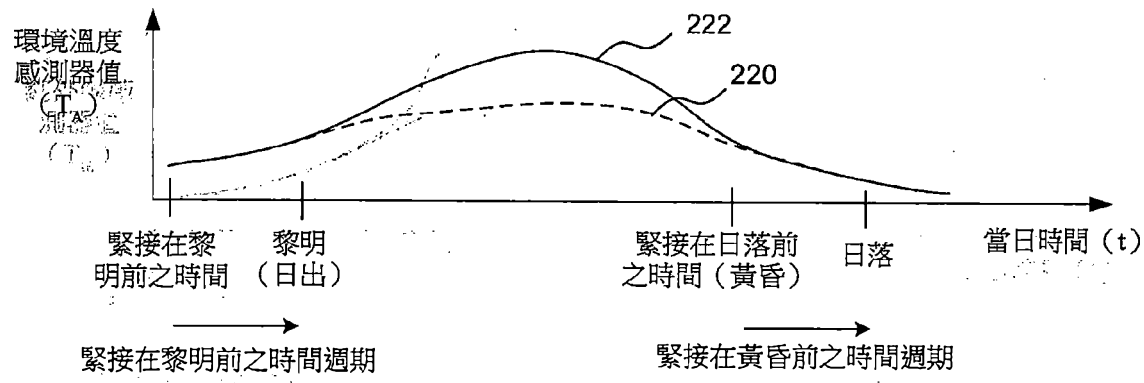
【發明圖式】



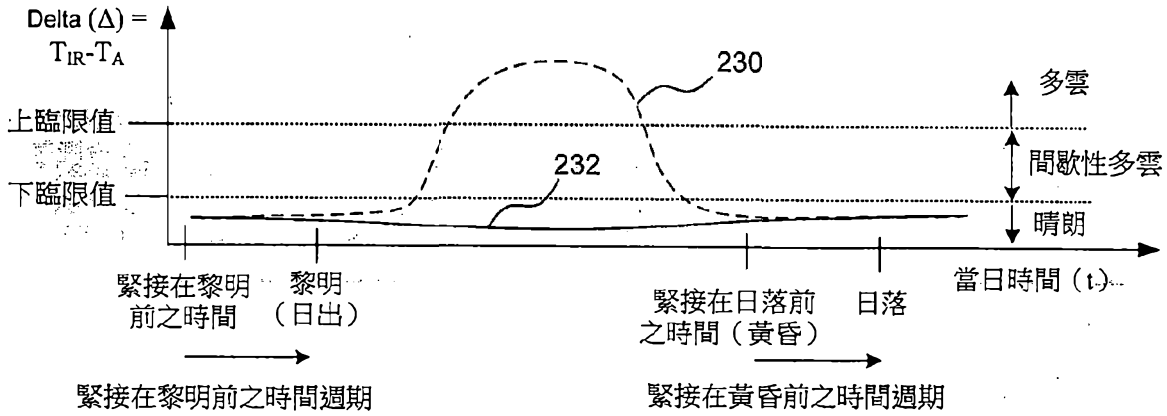
【圖1】



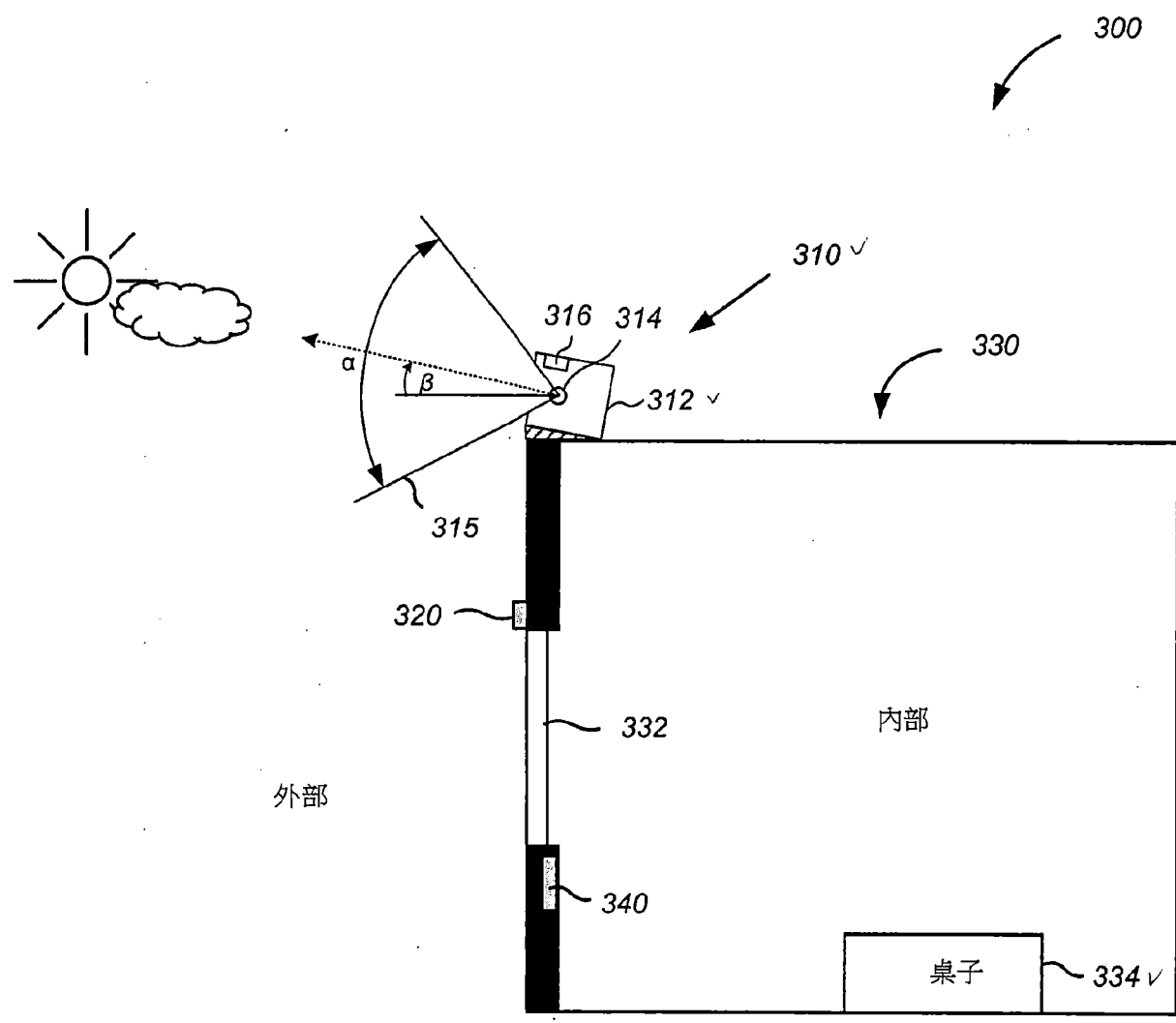
【圖2A】



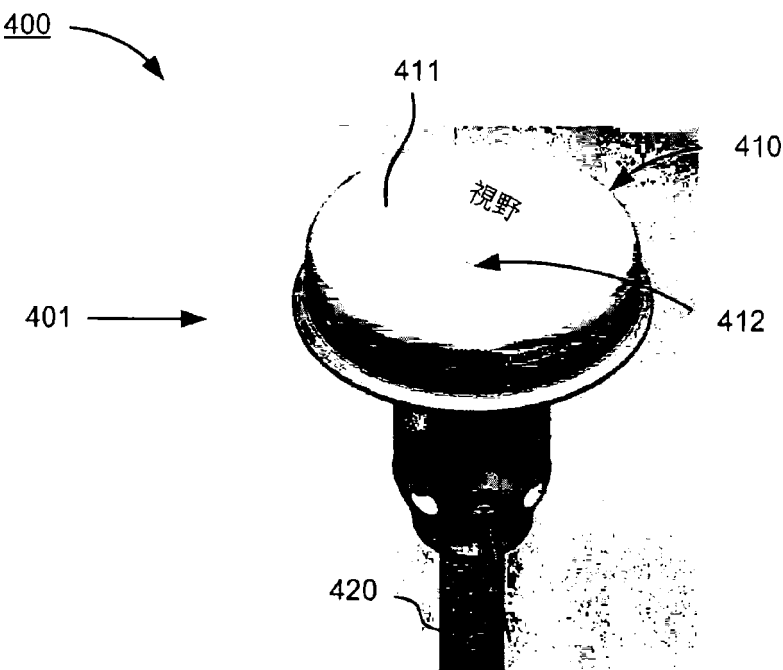
【圖2B】



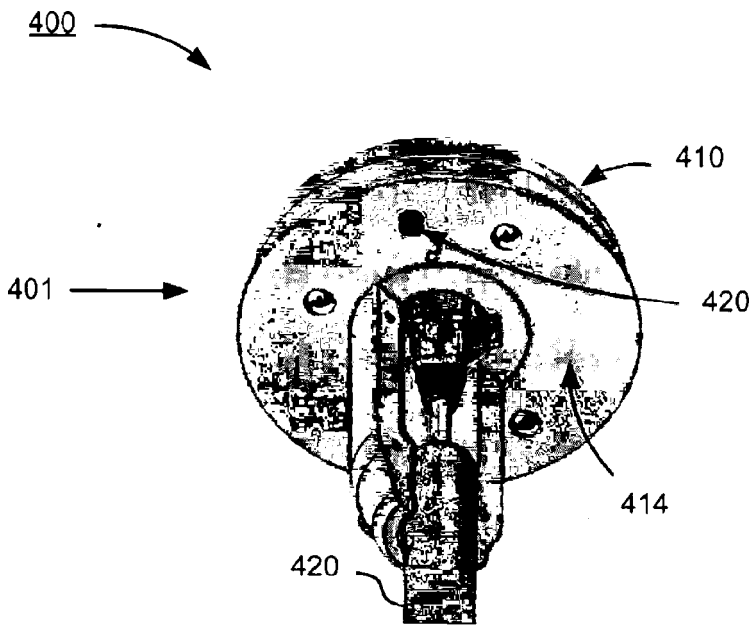
【圖2C】



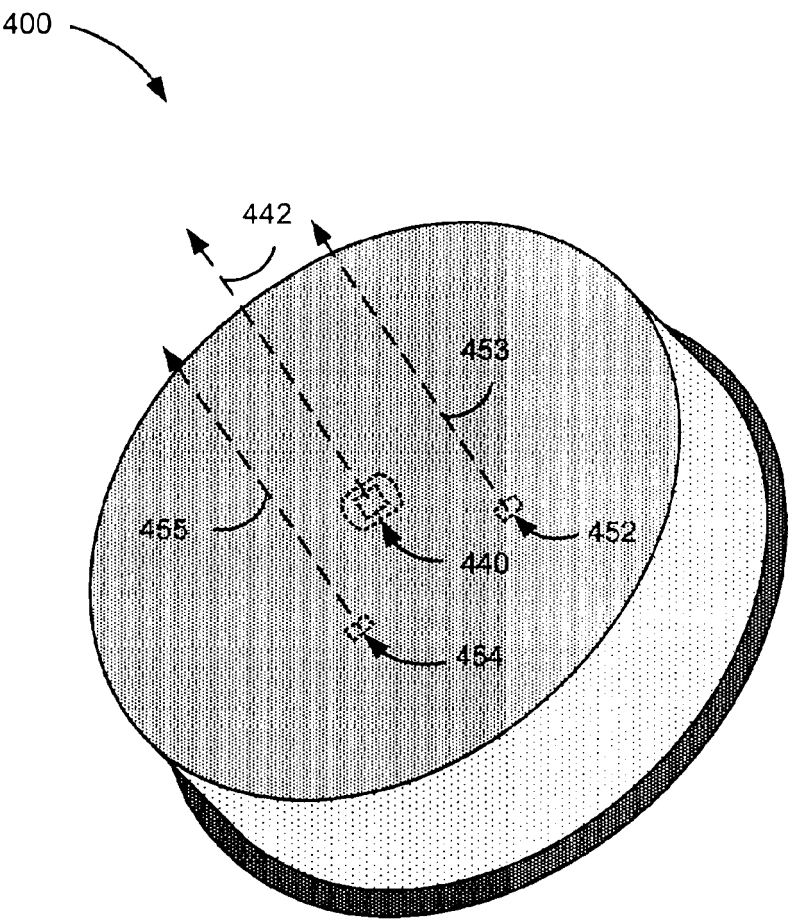
【圖3】



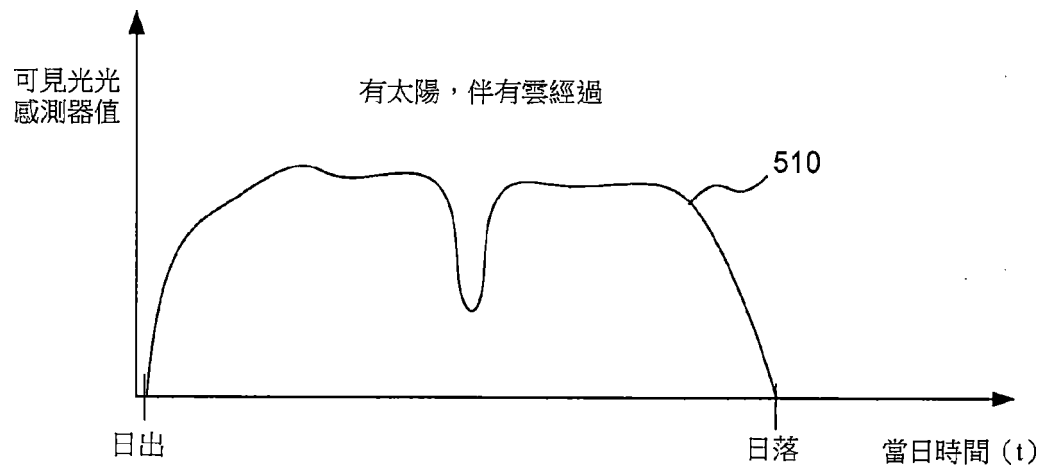
【圖4A】



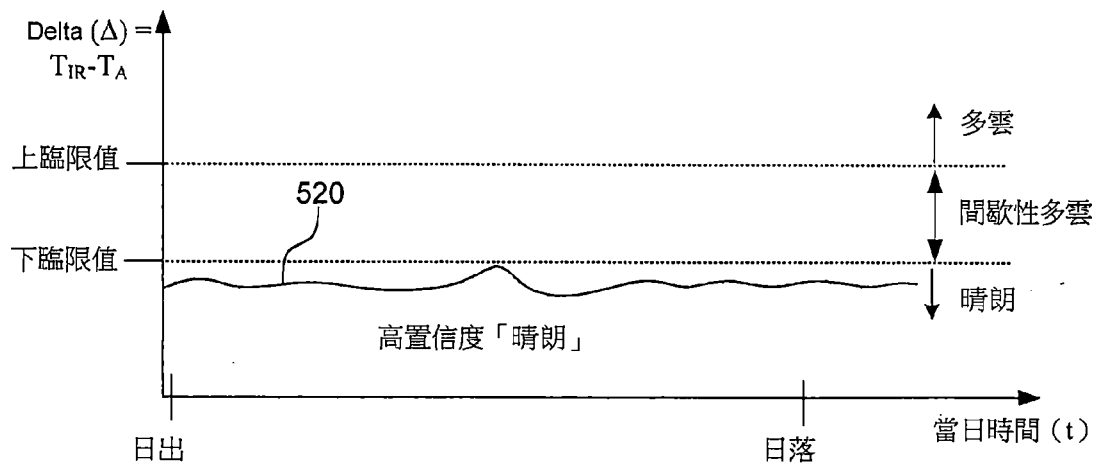
【圖4B】



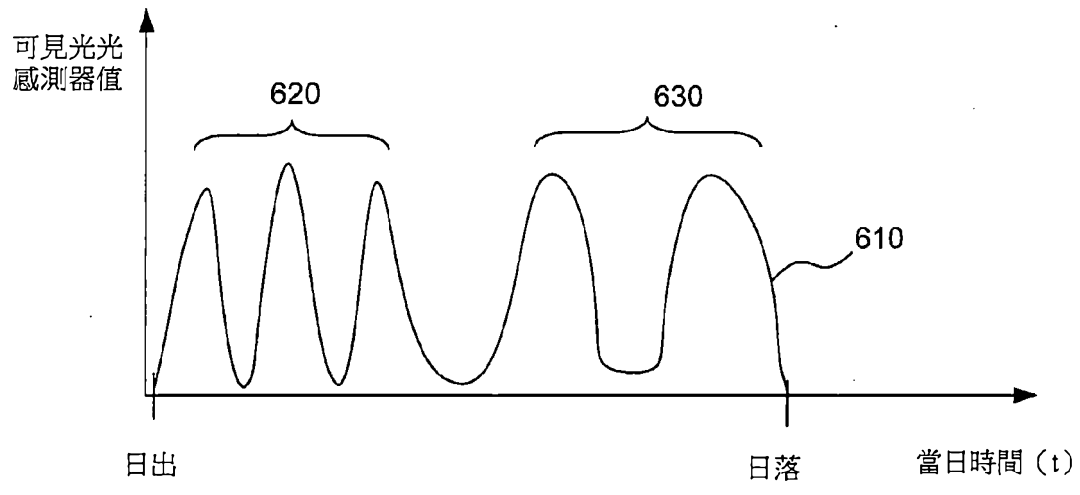
【圖4C】



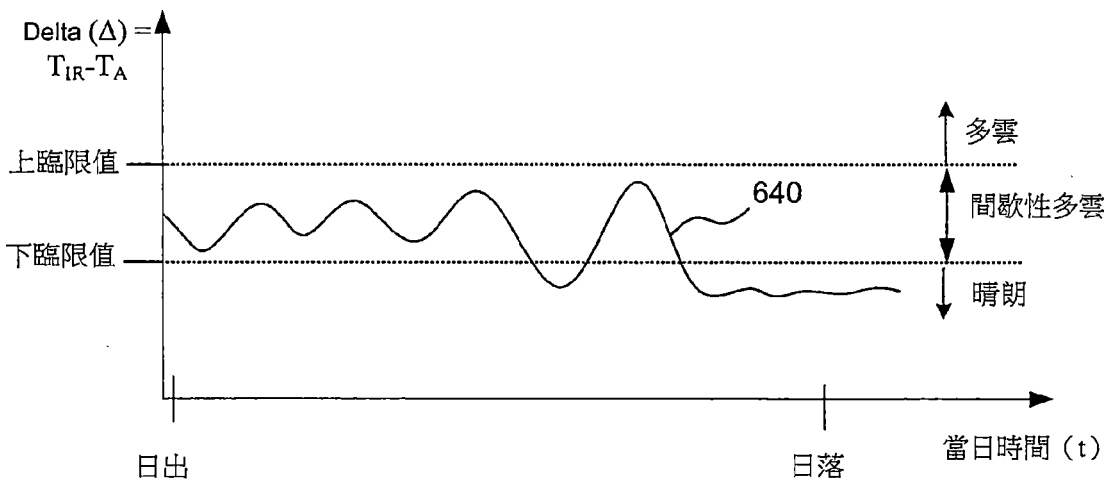
【圖5A】



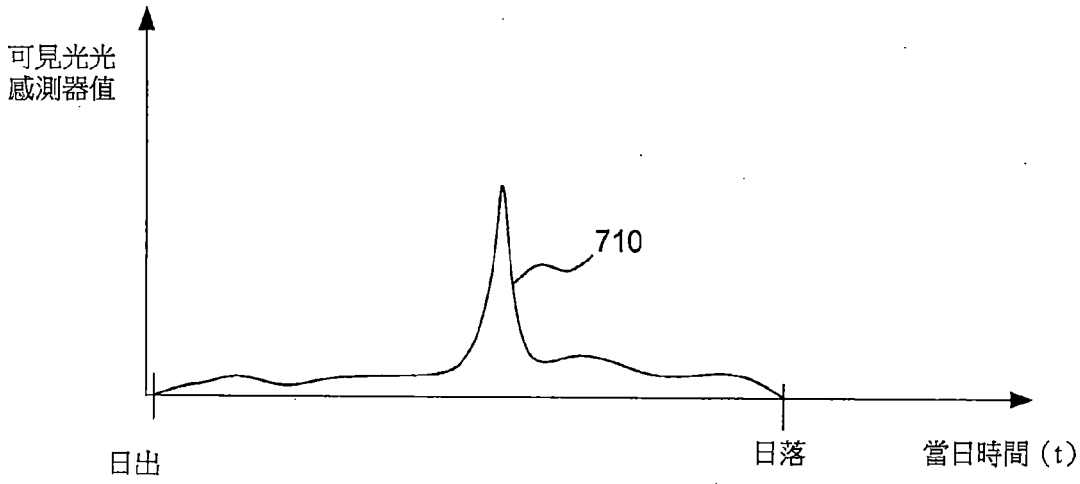
【圖5B】



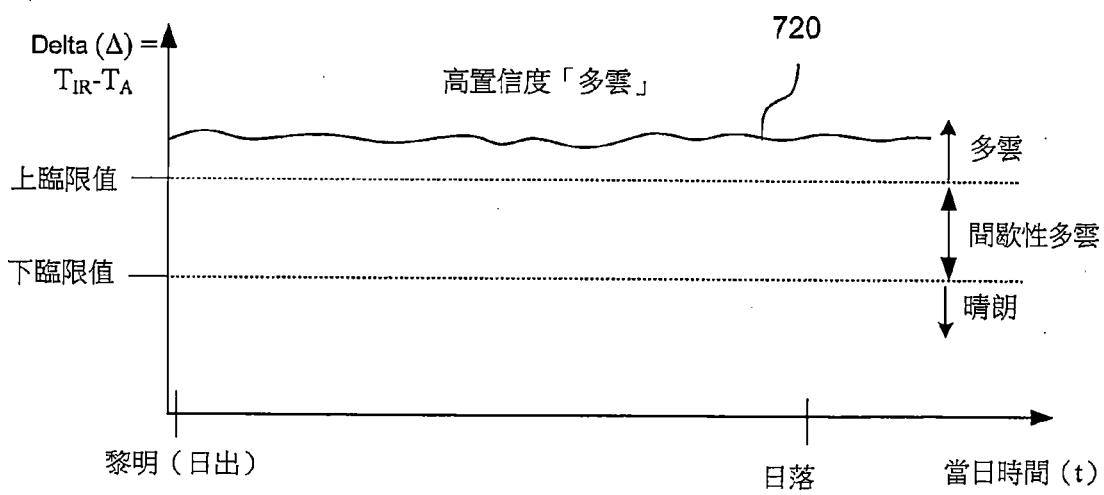
【圖6A】



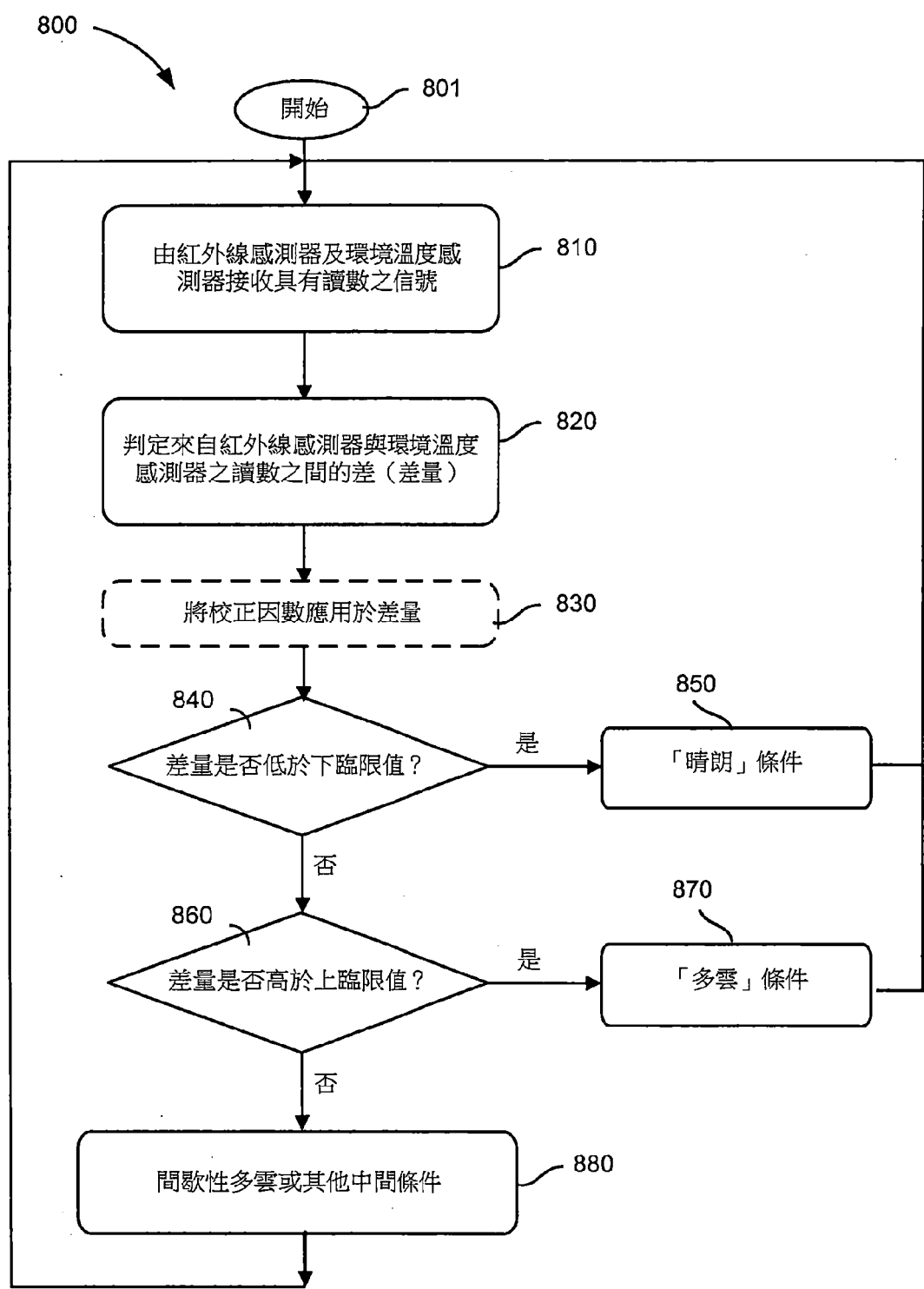
【圖6B】



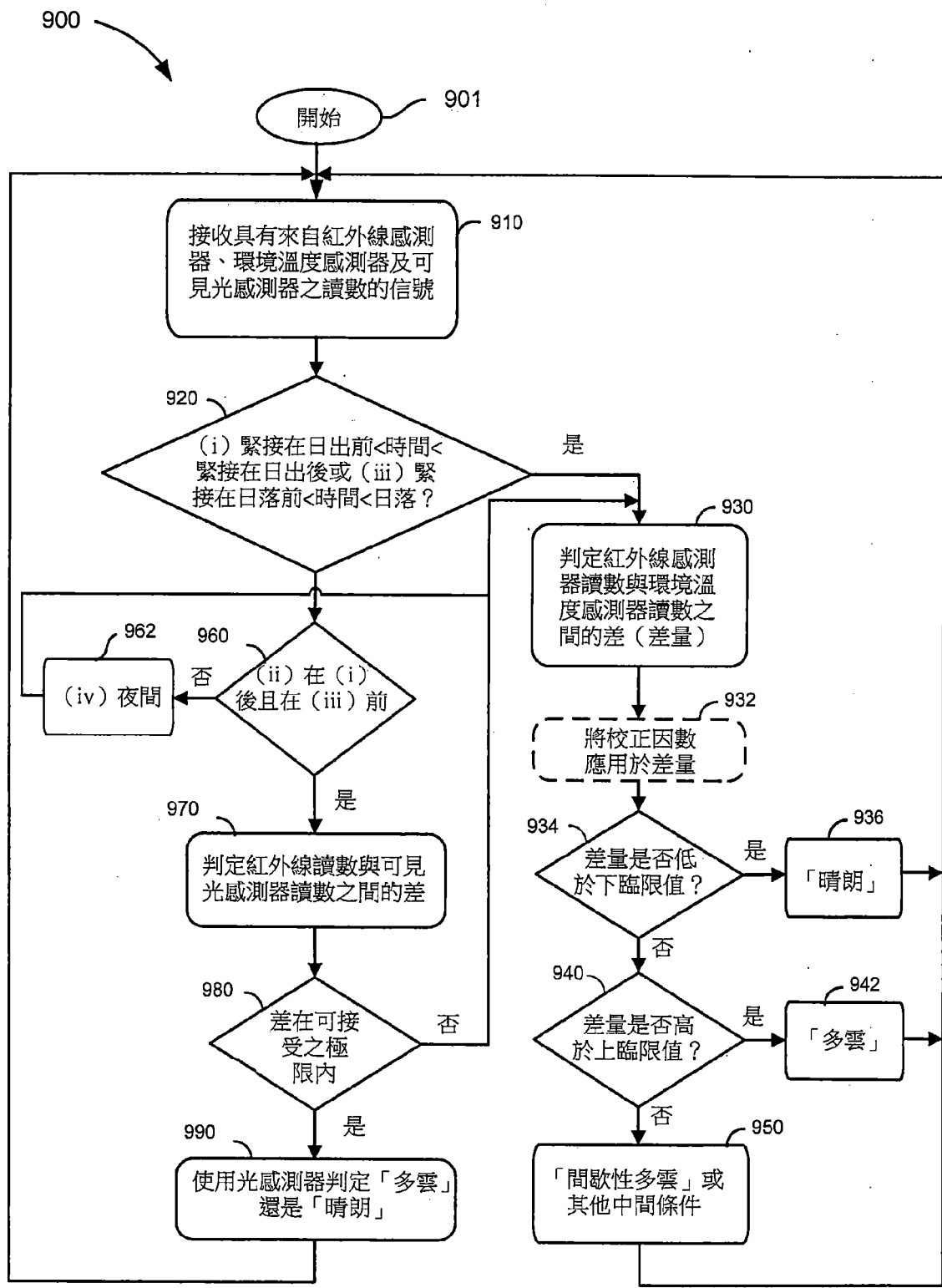
【圖7A】



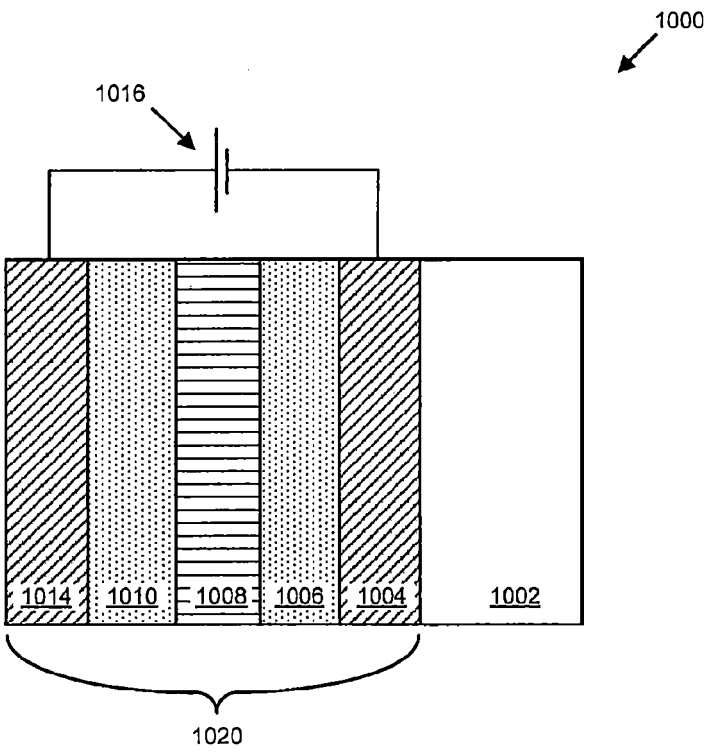
【圖7B】



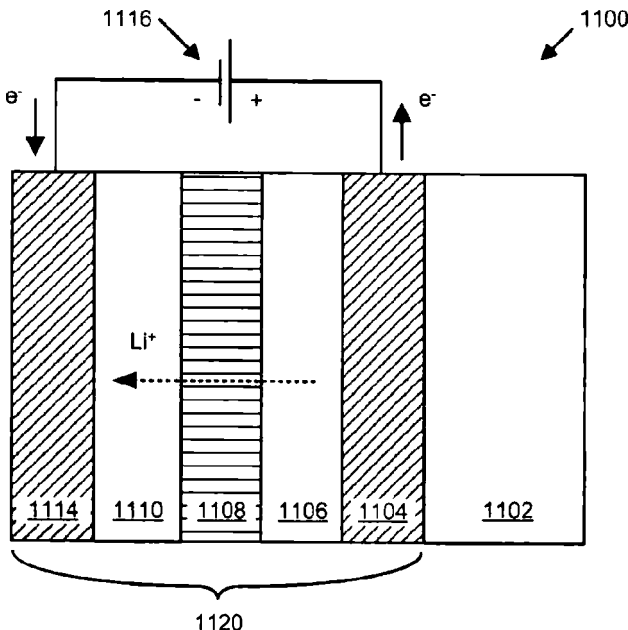
【圖8】



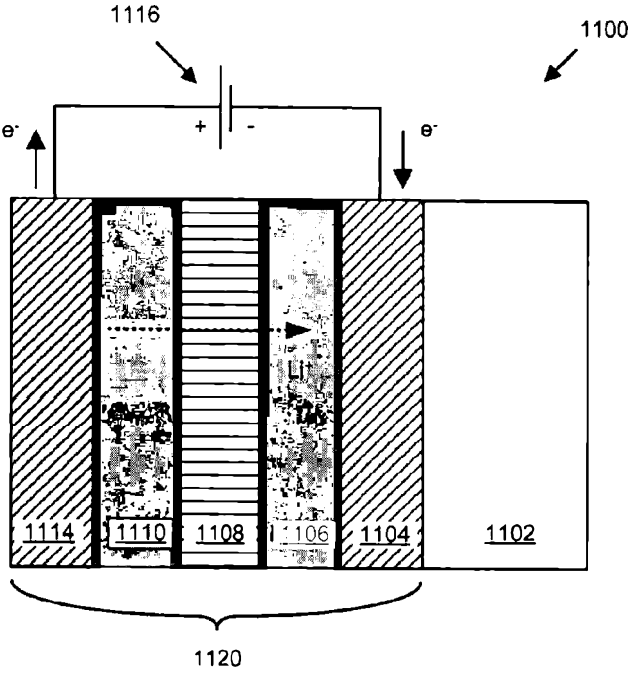
【圖9】



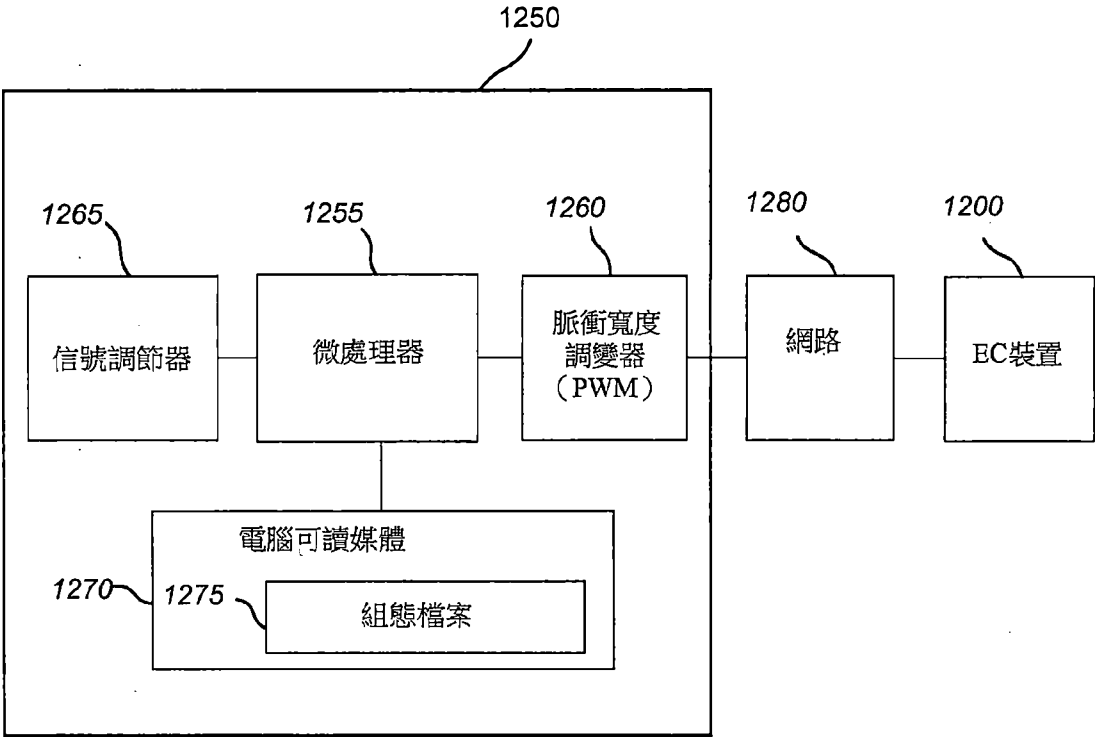
【圖10】



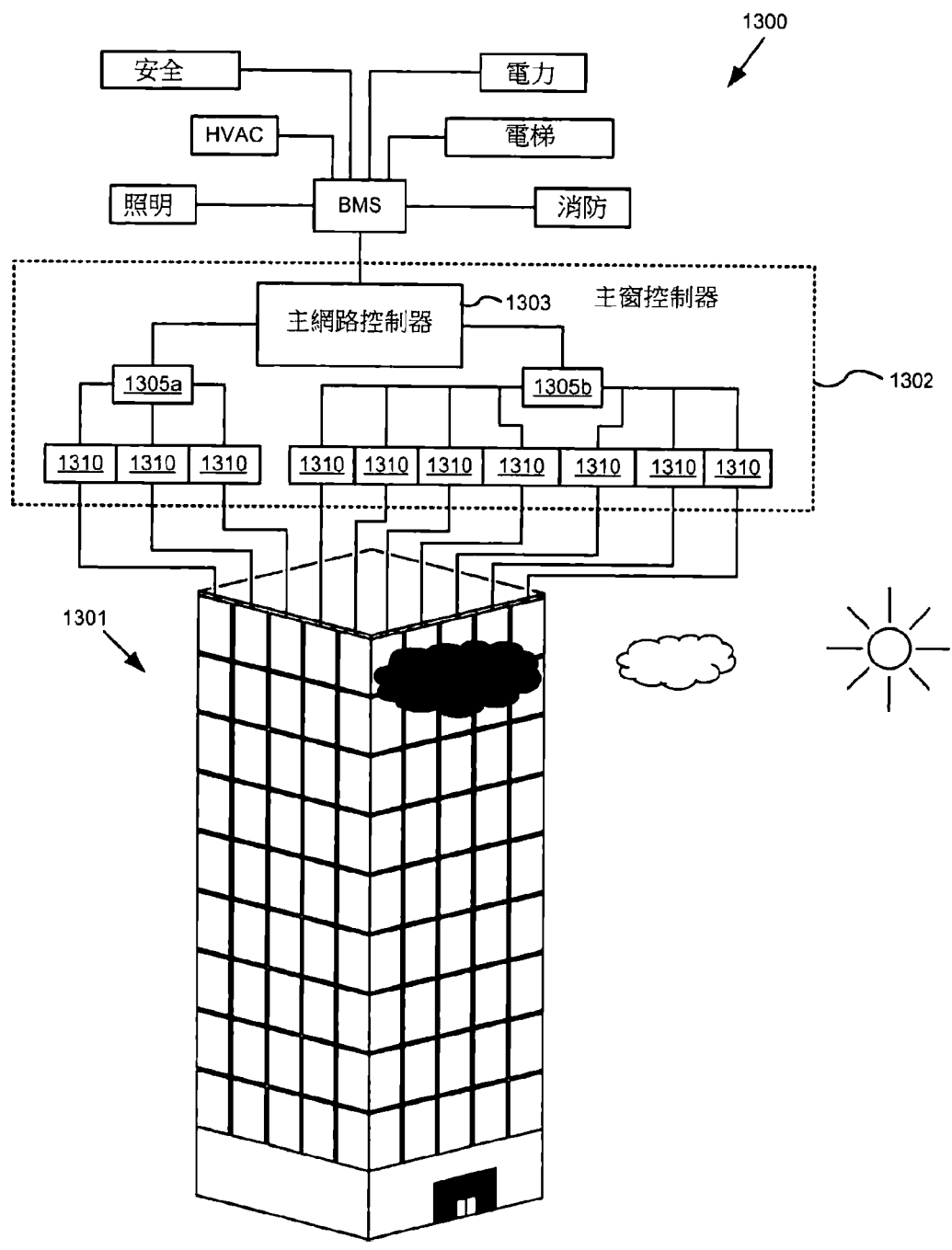
【圖11A】



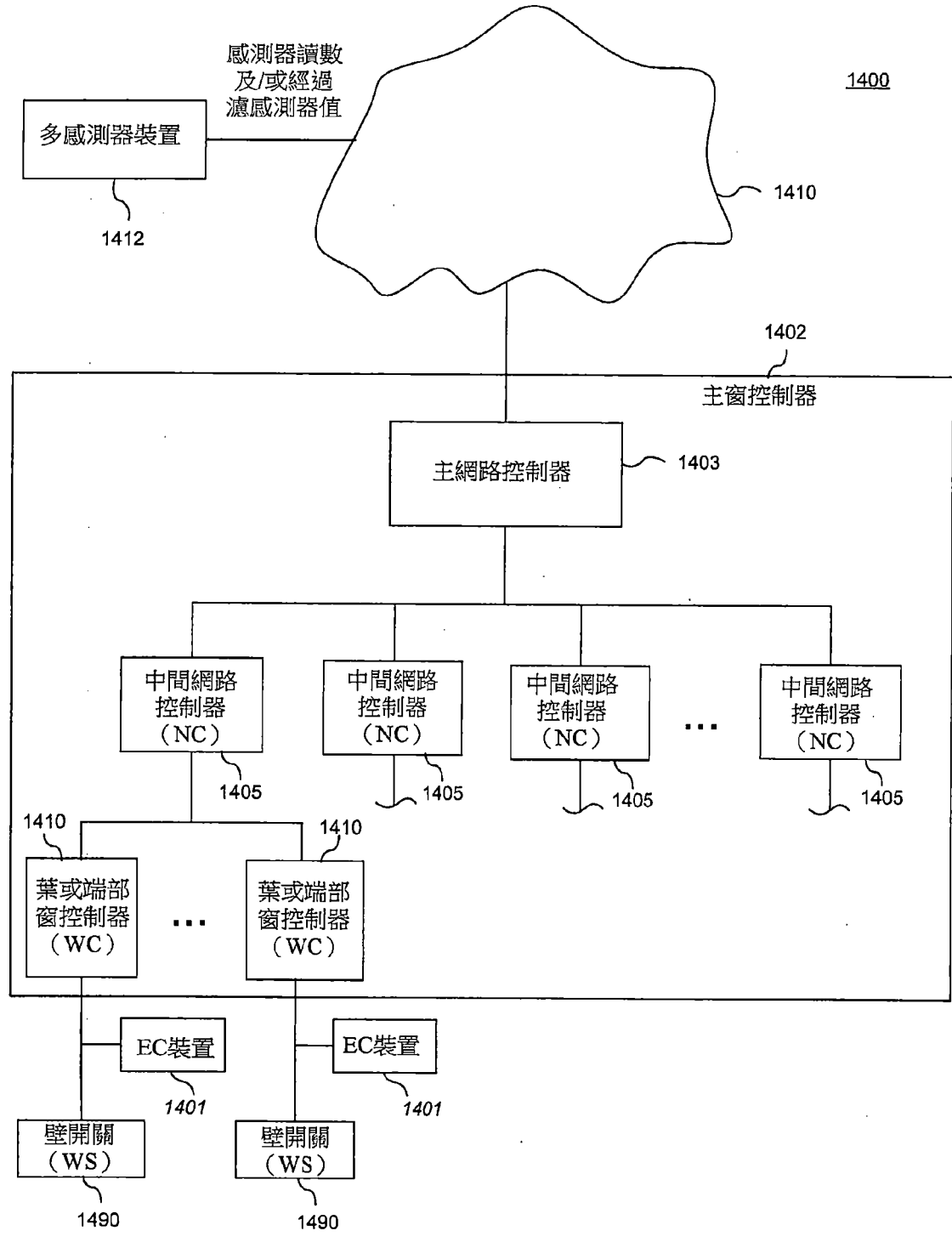
【圖11B】



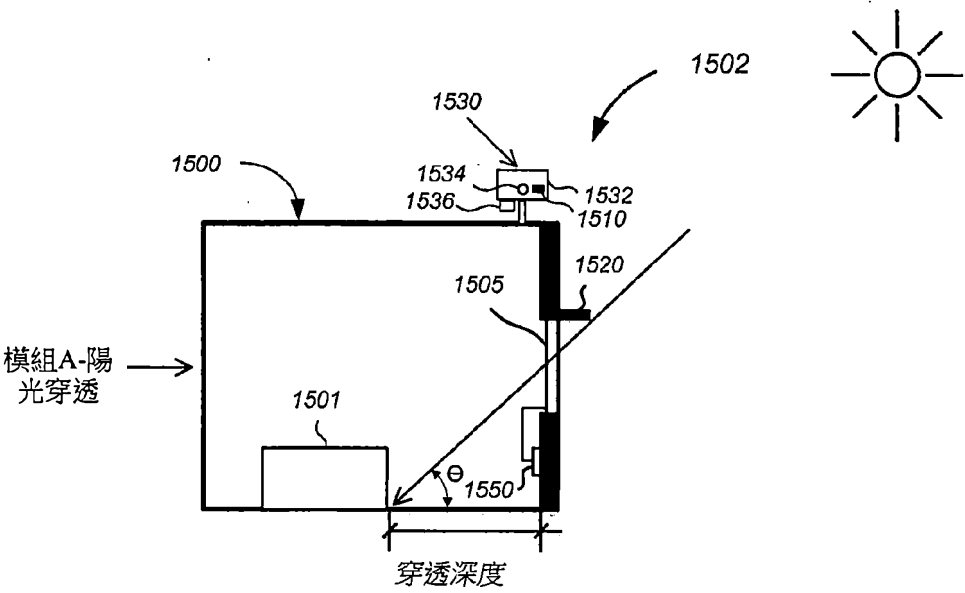
【圖12】



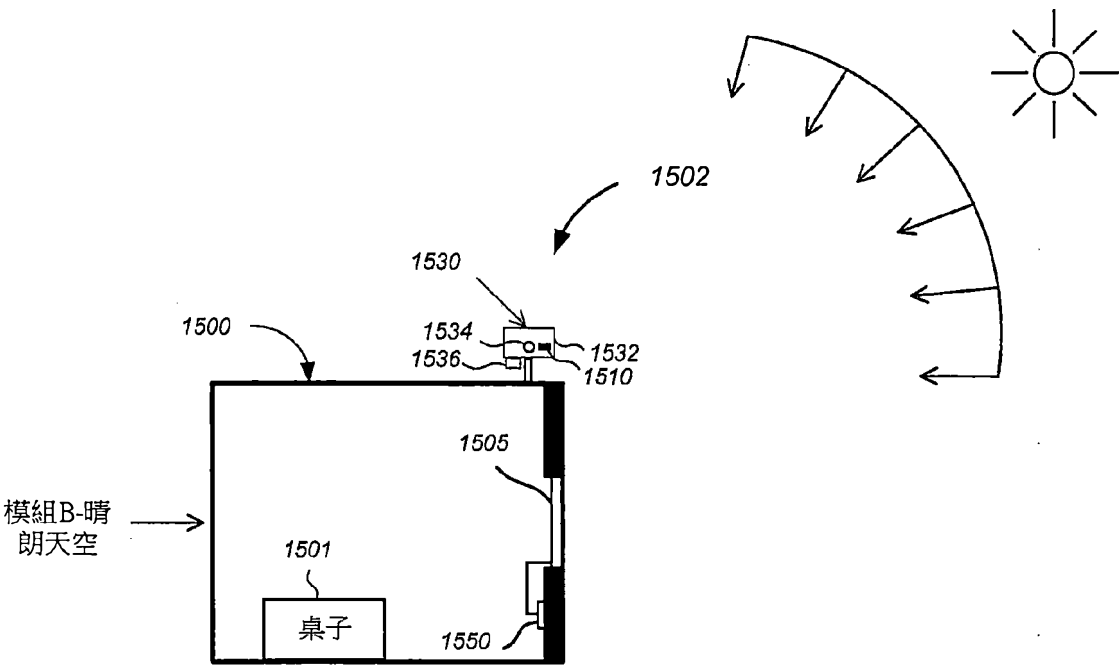
【圖13】



【圖14】

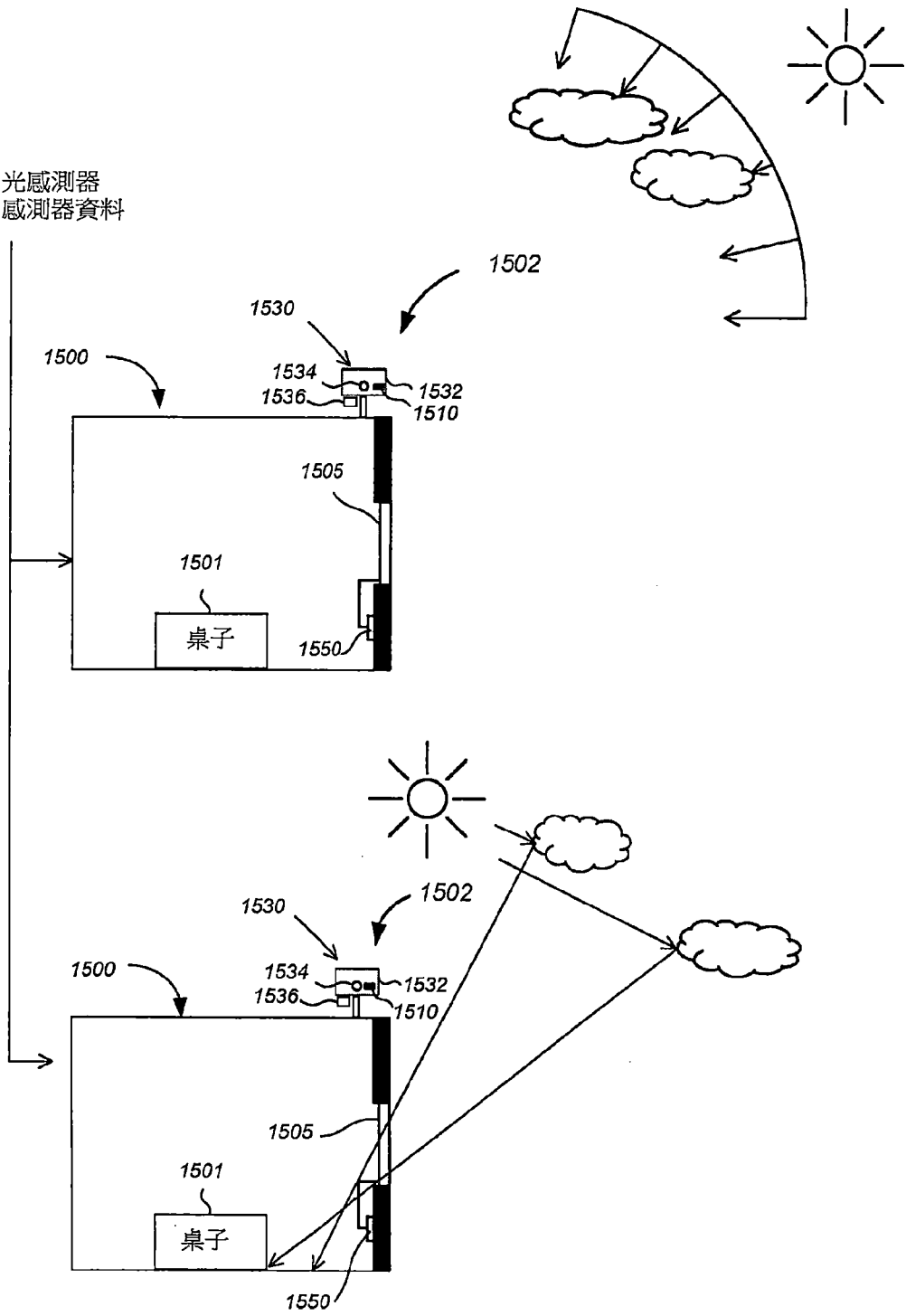


【圖15A】

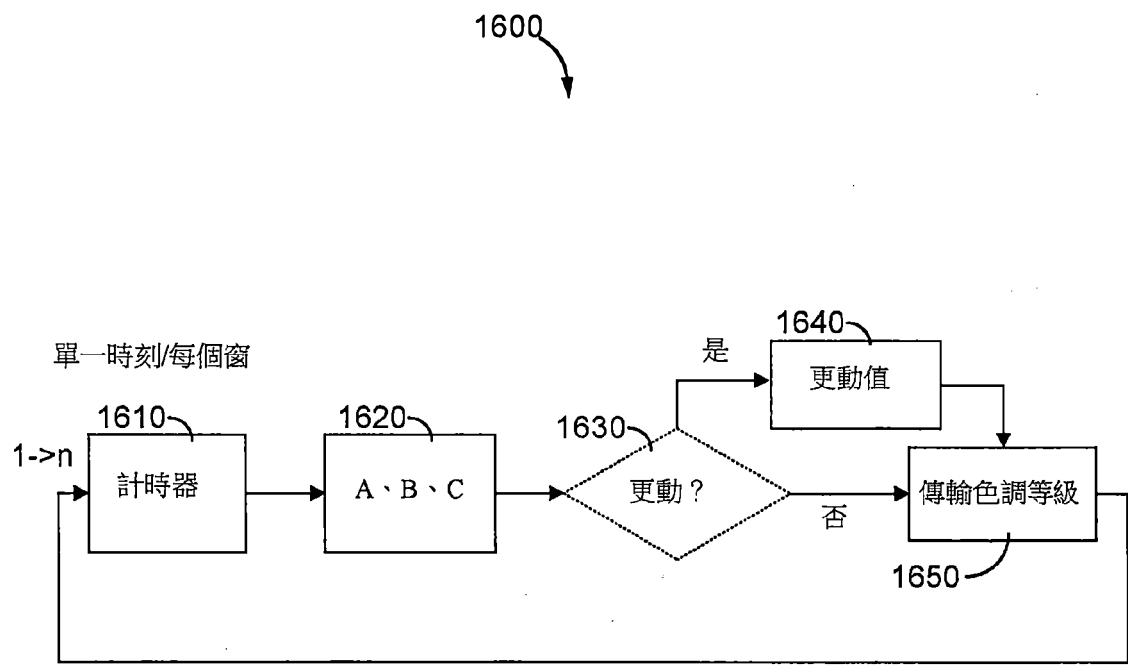


【圖15B】

模組C-光感測器
及紅外線感測器資料

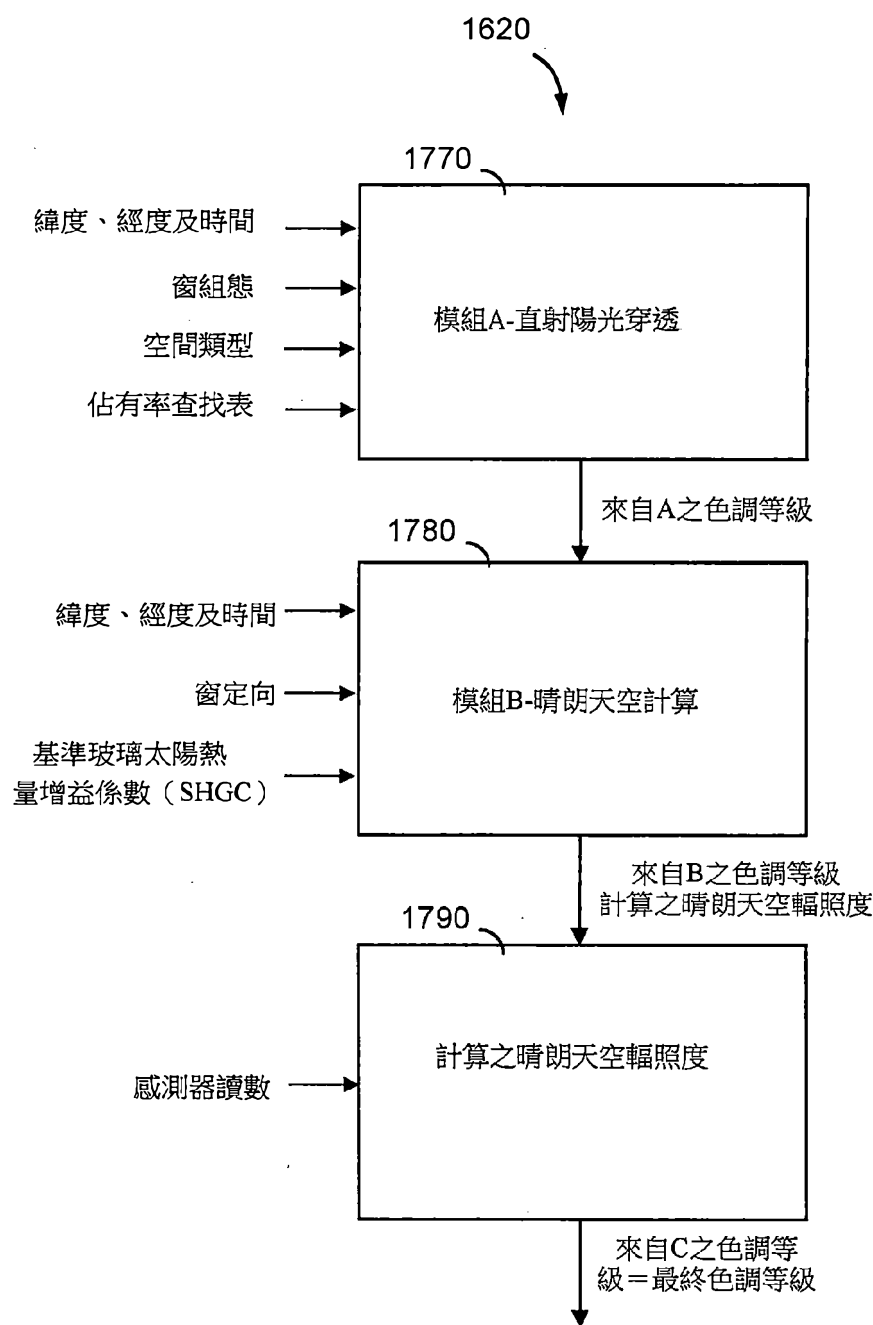


【圖15C】

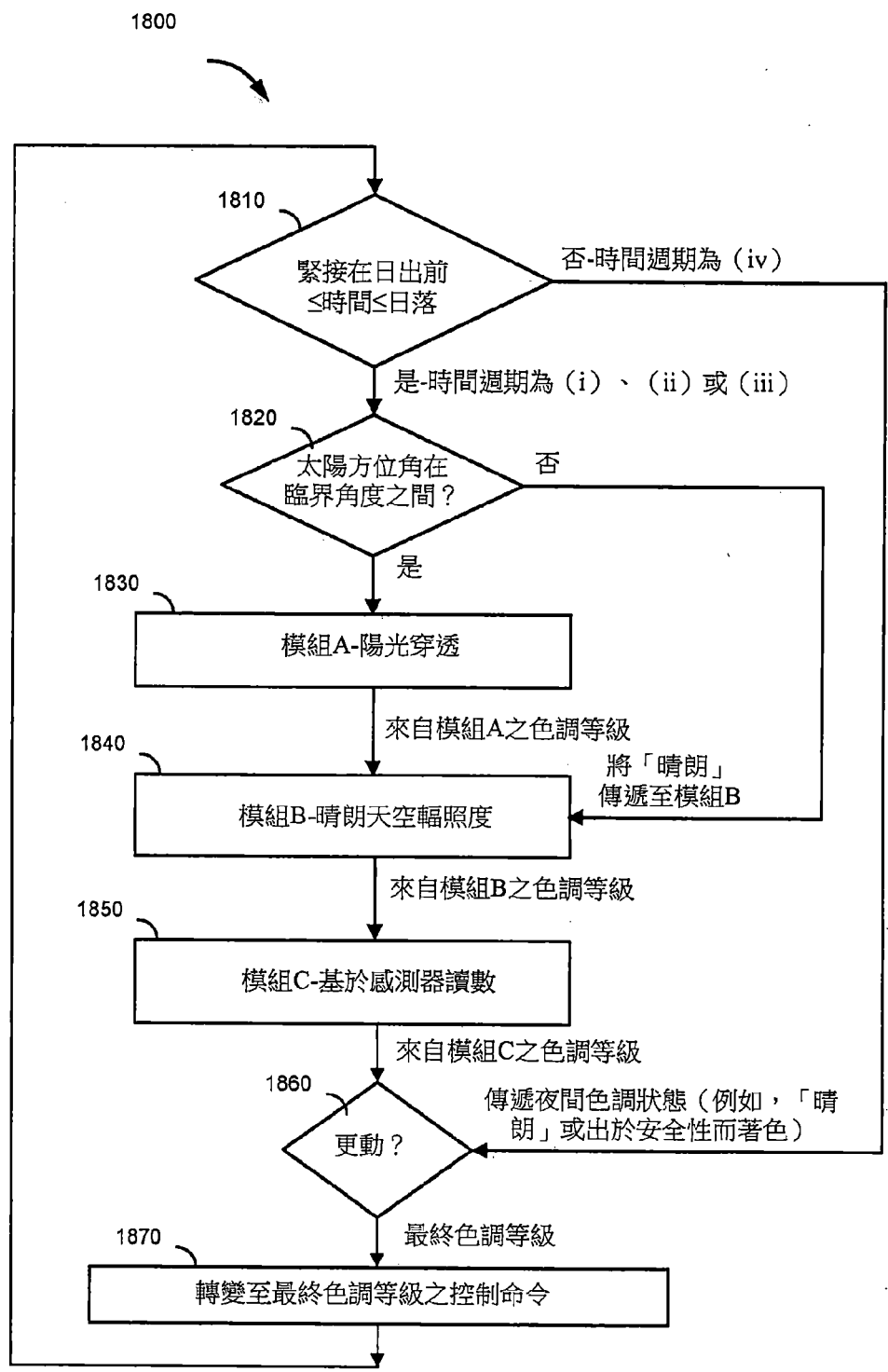


A-直射陽光穿透
B-晴朗天空預測
C-考量阻擋及反射之即時輻照度

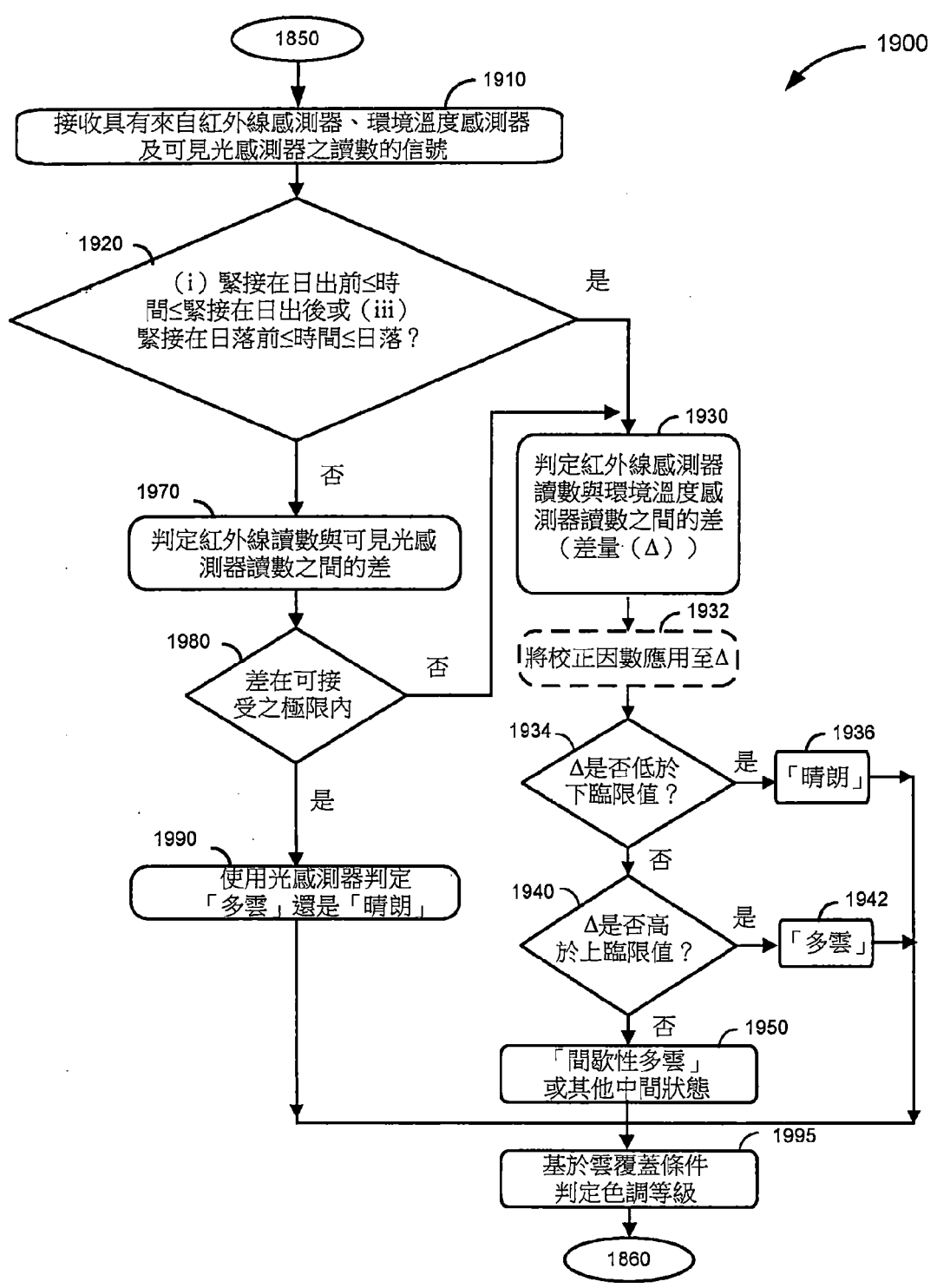
【圖16】



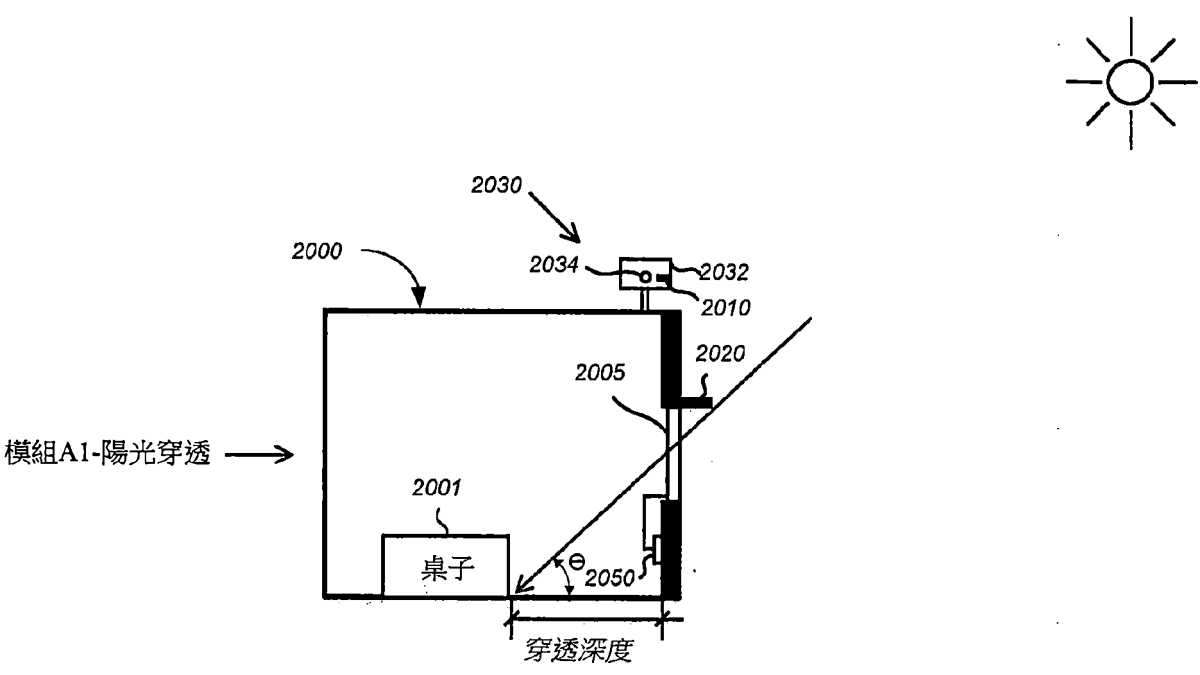
【圖17】



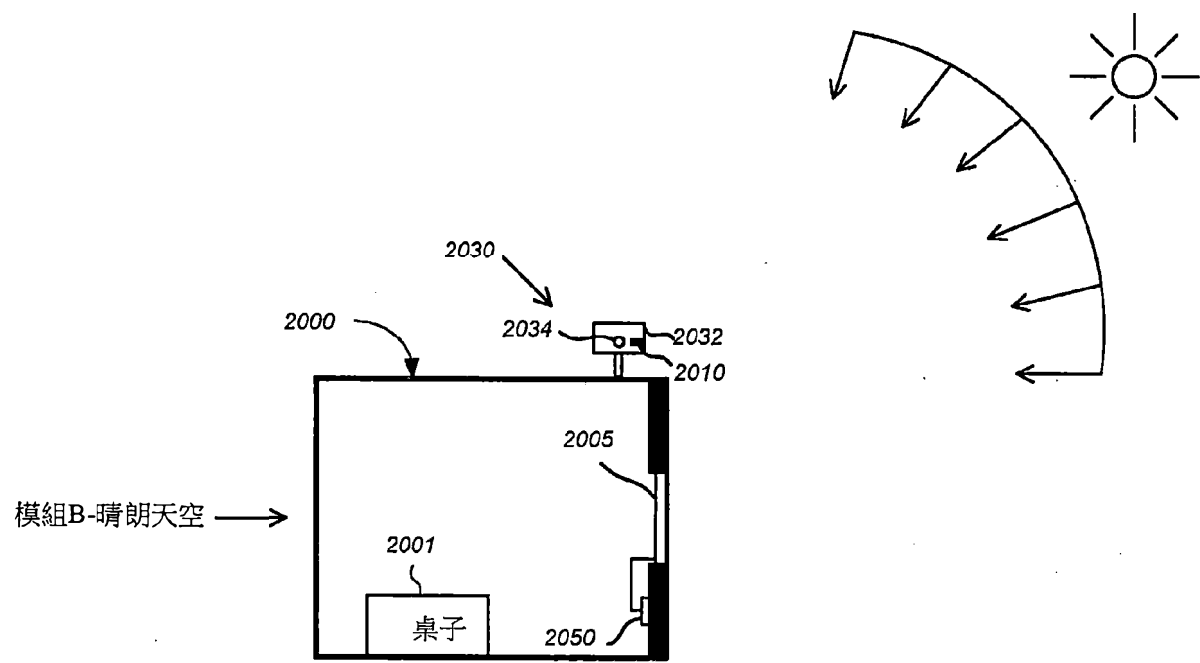
【圖18】



【圖19】

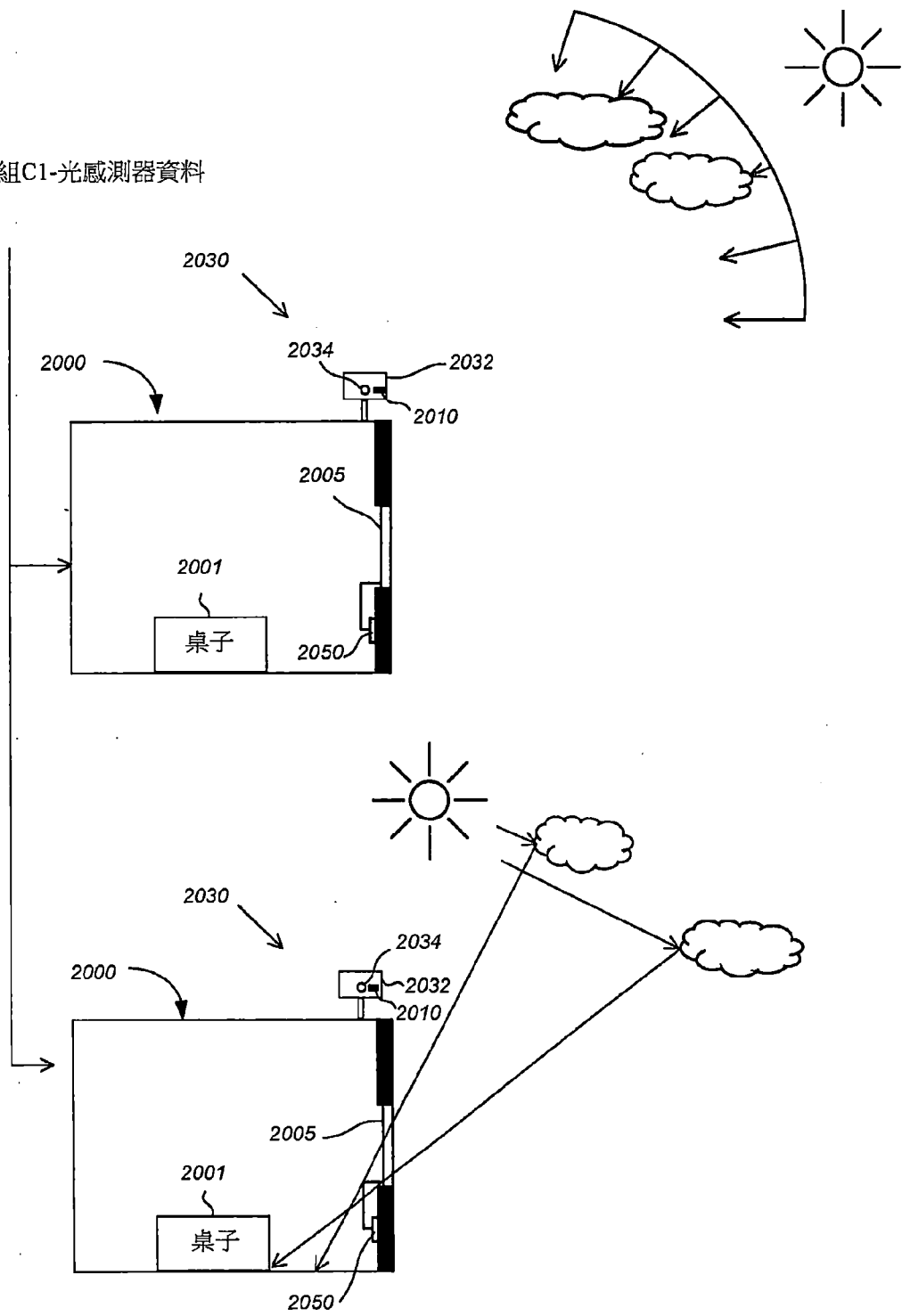


【圖20A】

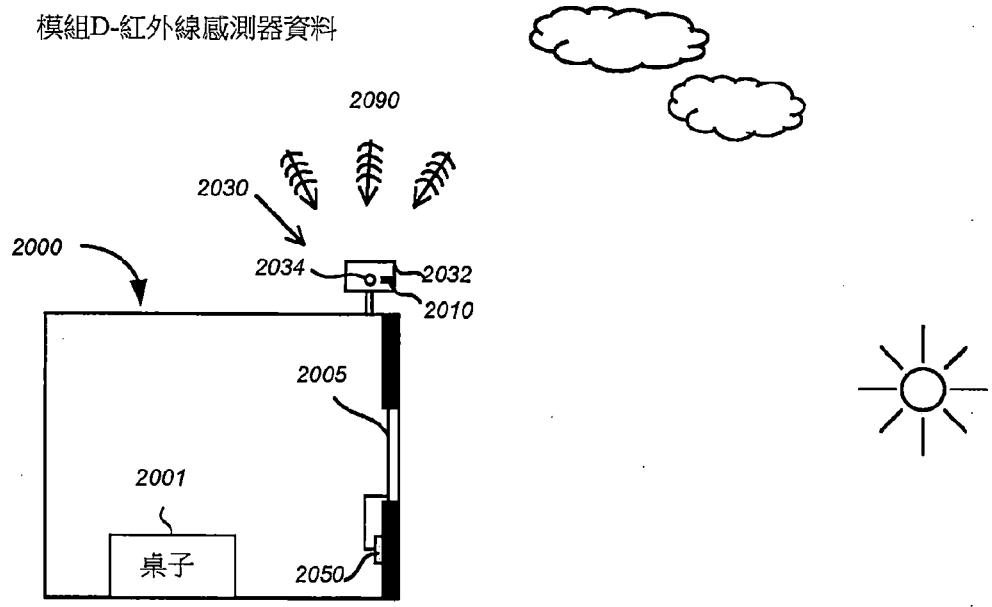


【圖20B】

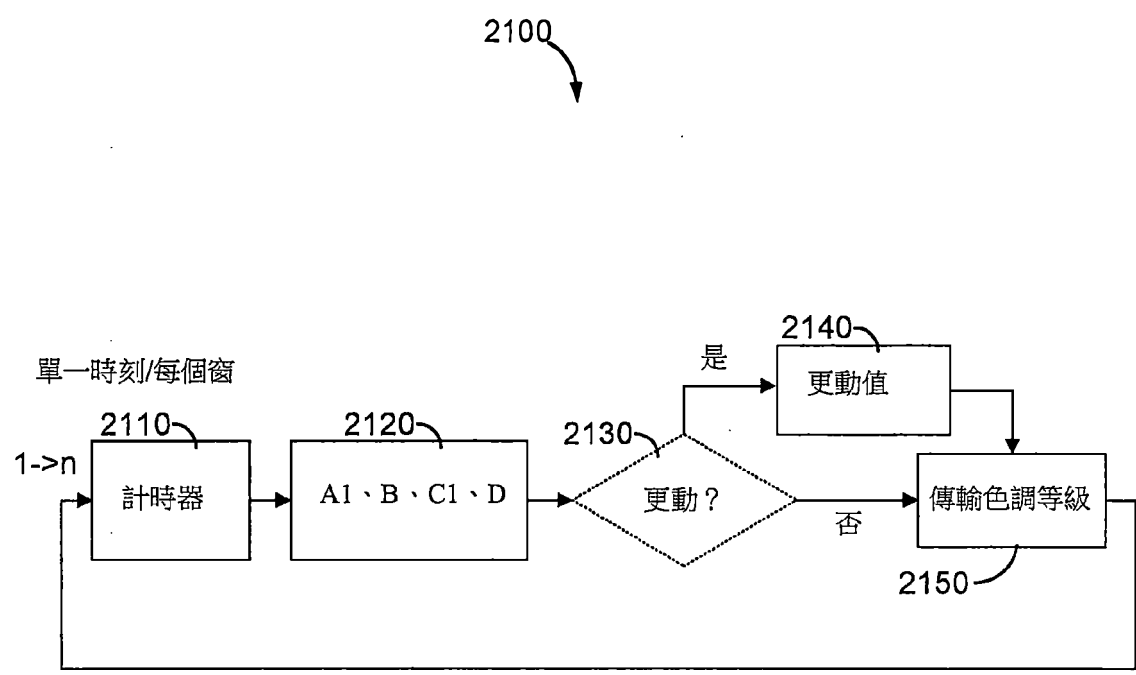
模組C1-光感測器資料



【圖20C】

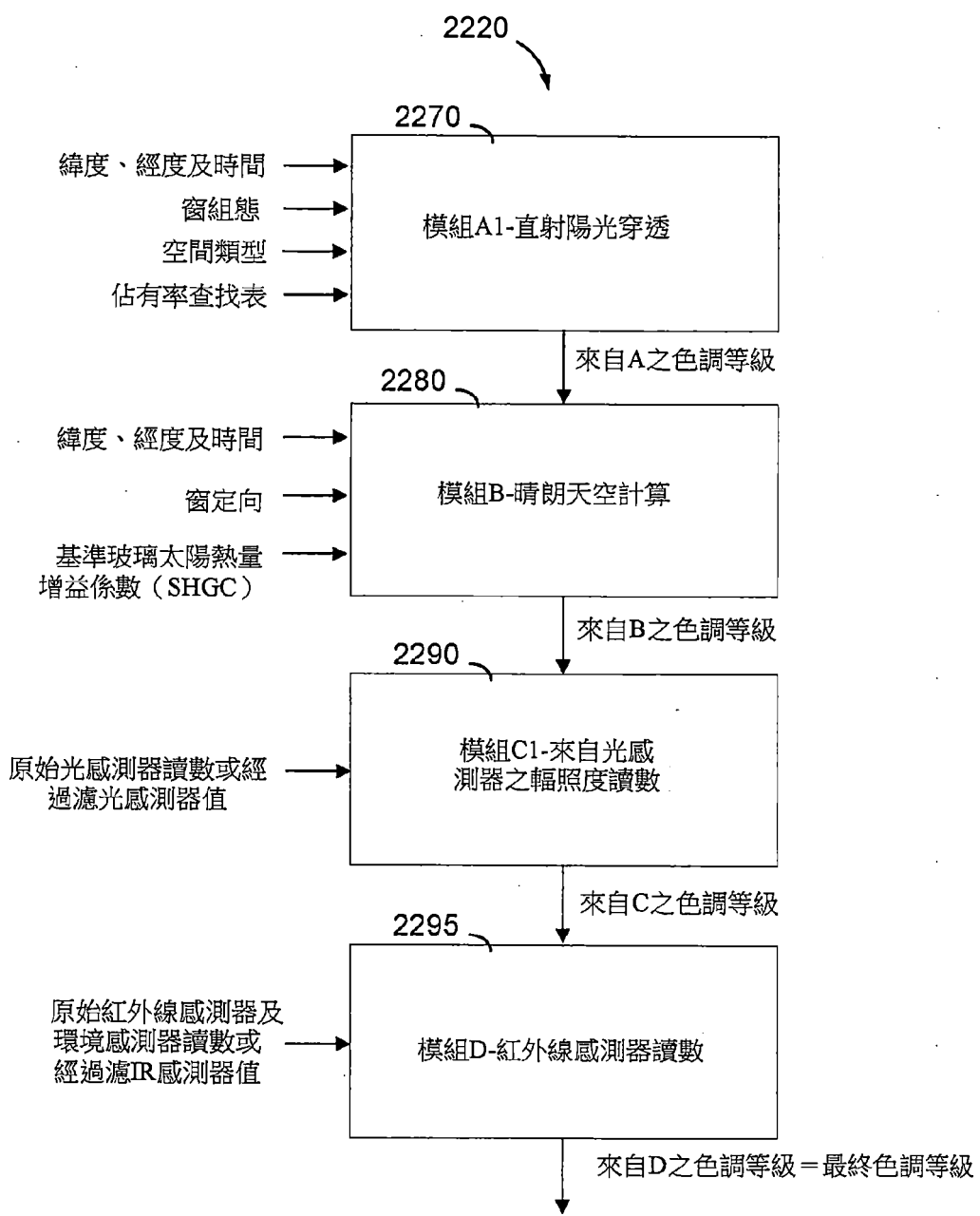


【圖20D】

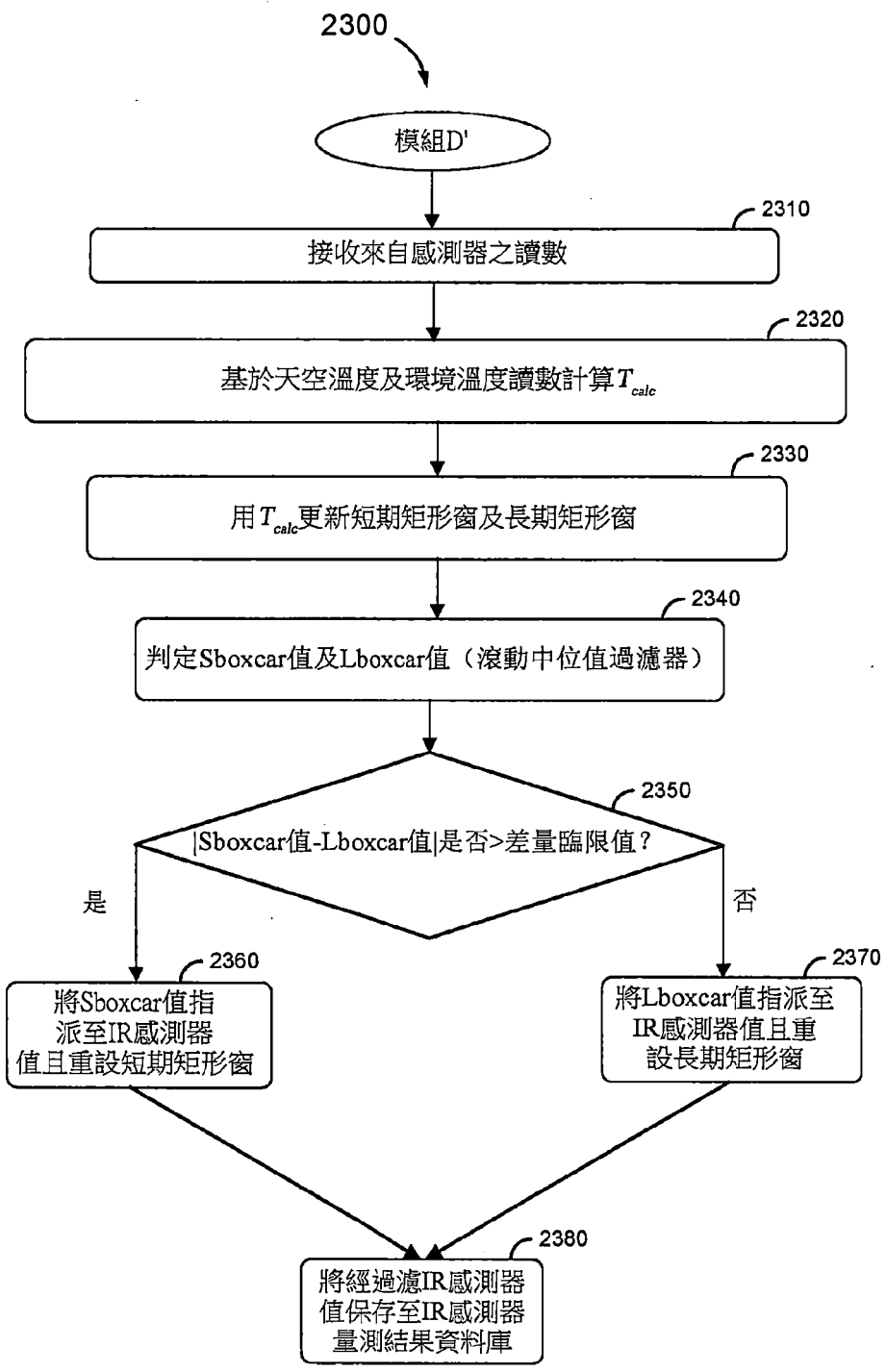


A1-直射陽光穿透（眩光控制）
B-晴朗天空預測
C1-輻照度光感測器值
D-紅外線感測器值

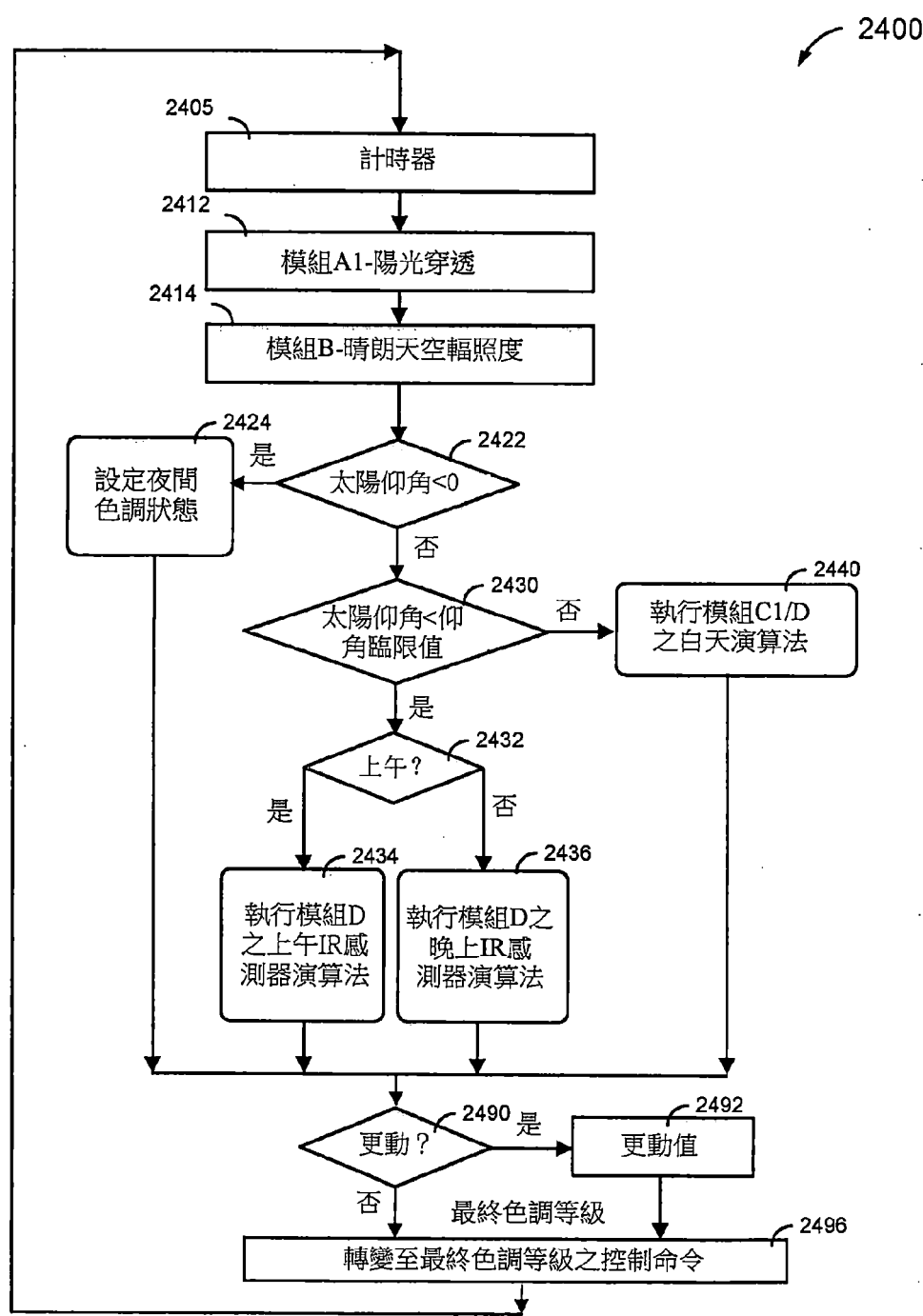
【圖21】



【圖22】



【圖23】

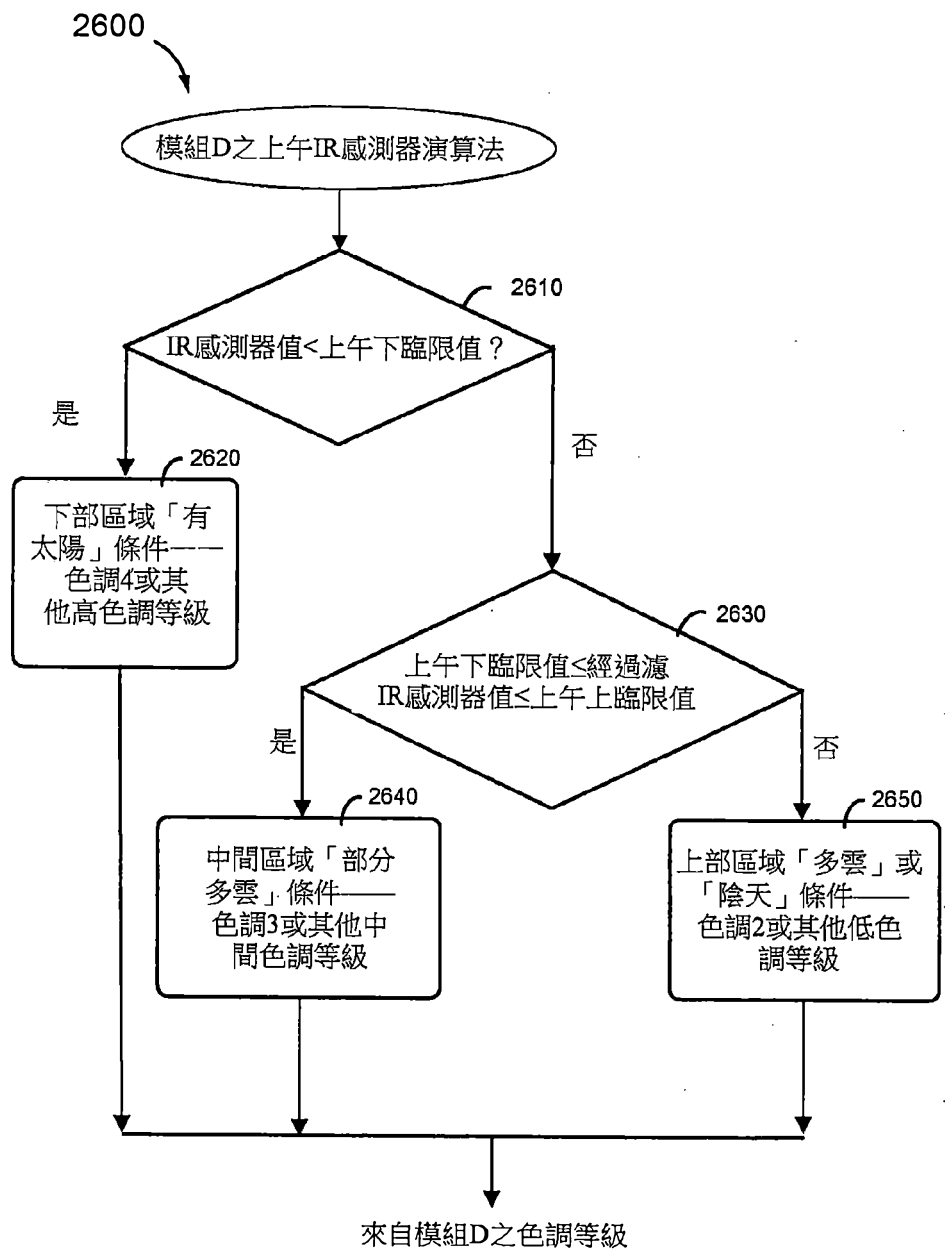


【圖24】

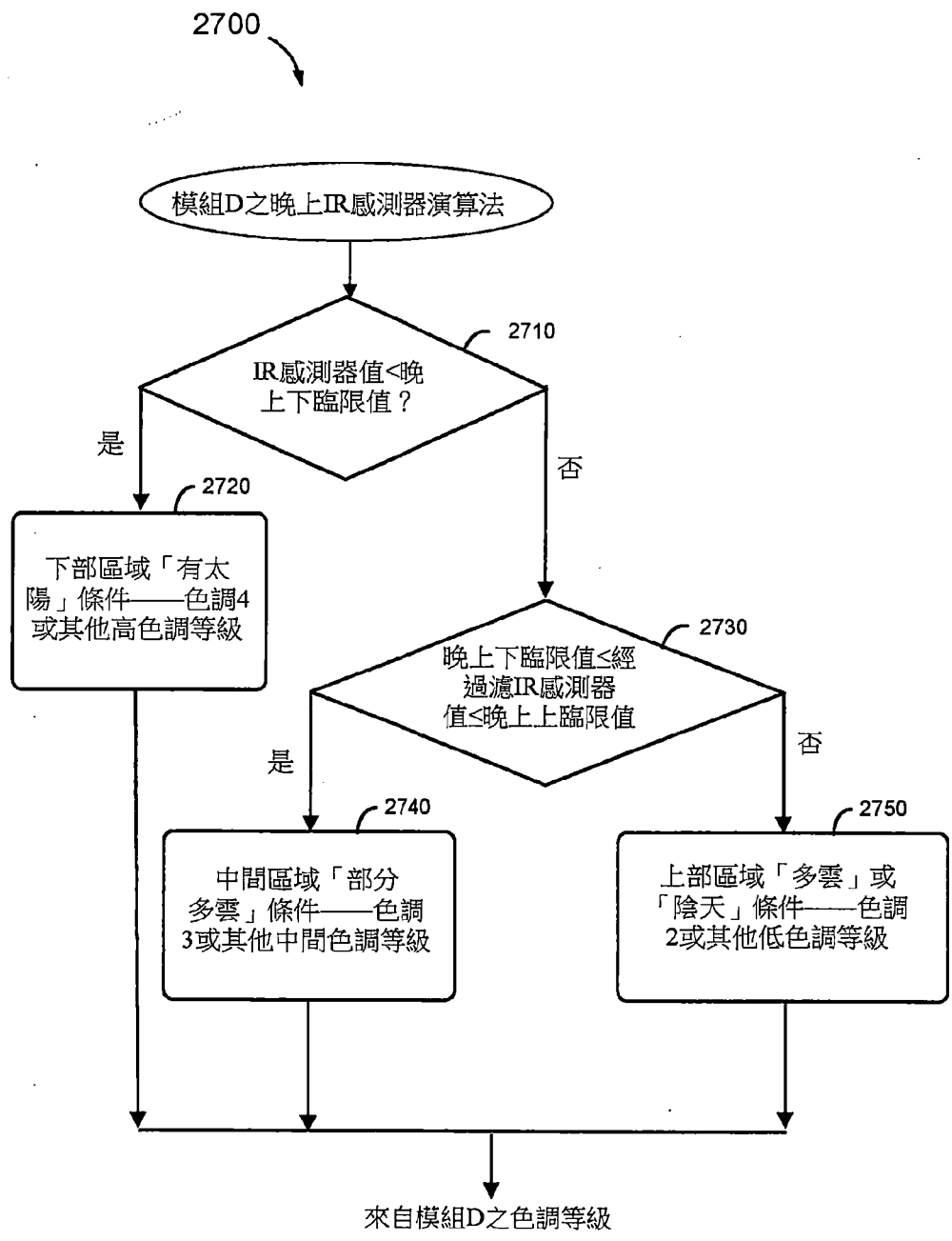
佔有率查找表
色調等級（SGHC值）

空間類型	桌子1	桌子2	門廳
2呎	10 (0.60)	0 (0.80)	0 (0.80)
4呎	20 (0.40)	5 (0.70)	0 (0.80)
6呎	30 (0.20)	10 (0.60)	5 (0.70)
8呎	35 (0.10)	20 (0.40)	10 (0.60)
10呎	35 (0.10)	35 (0.10)	10 (0.60)
12呎	35 (0.10)	35 (0.10)	15 (0.50)

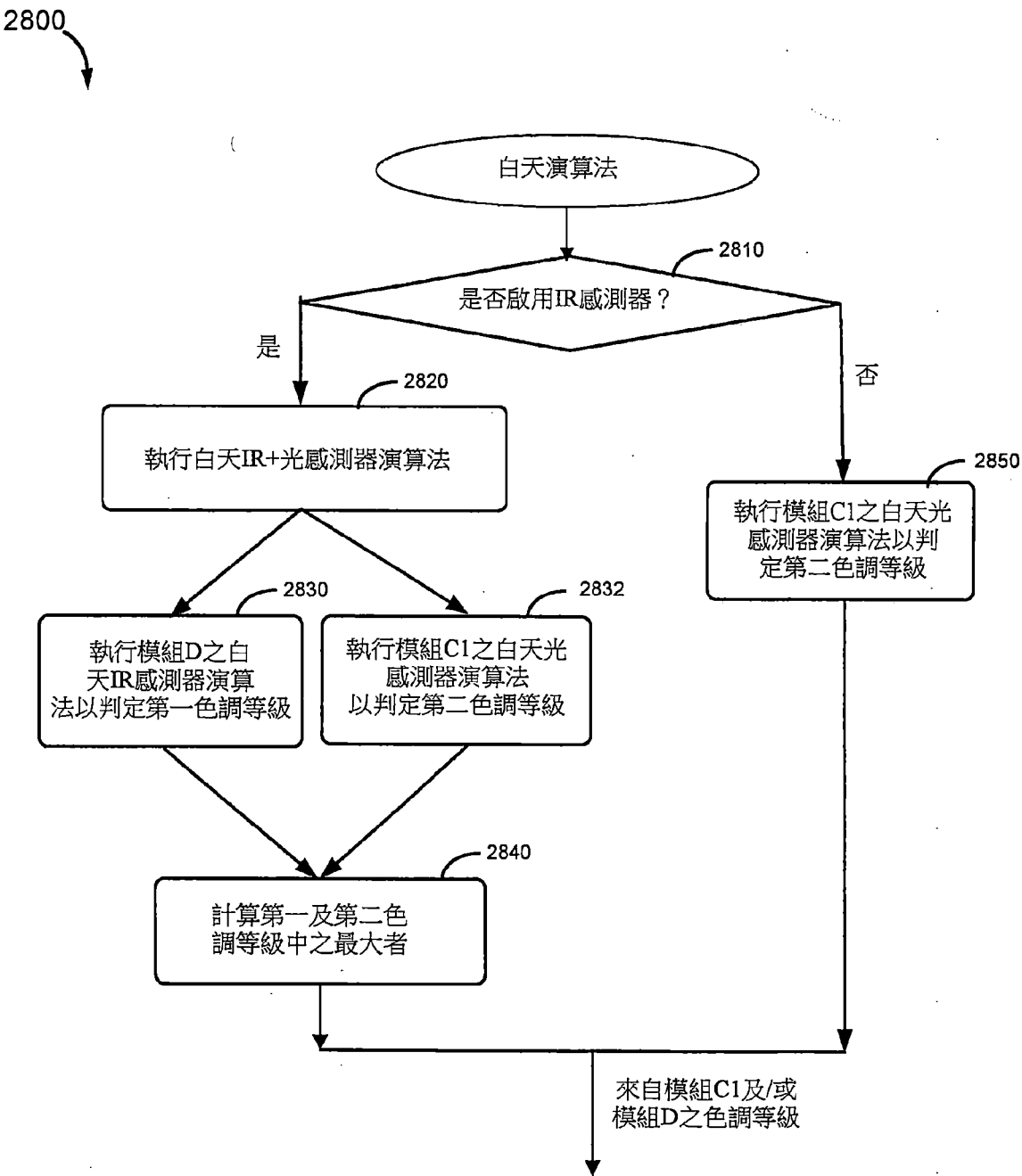
【圖25】



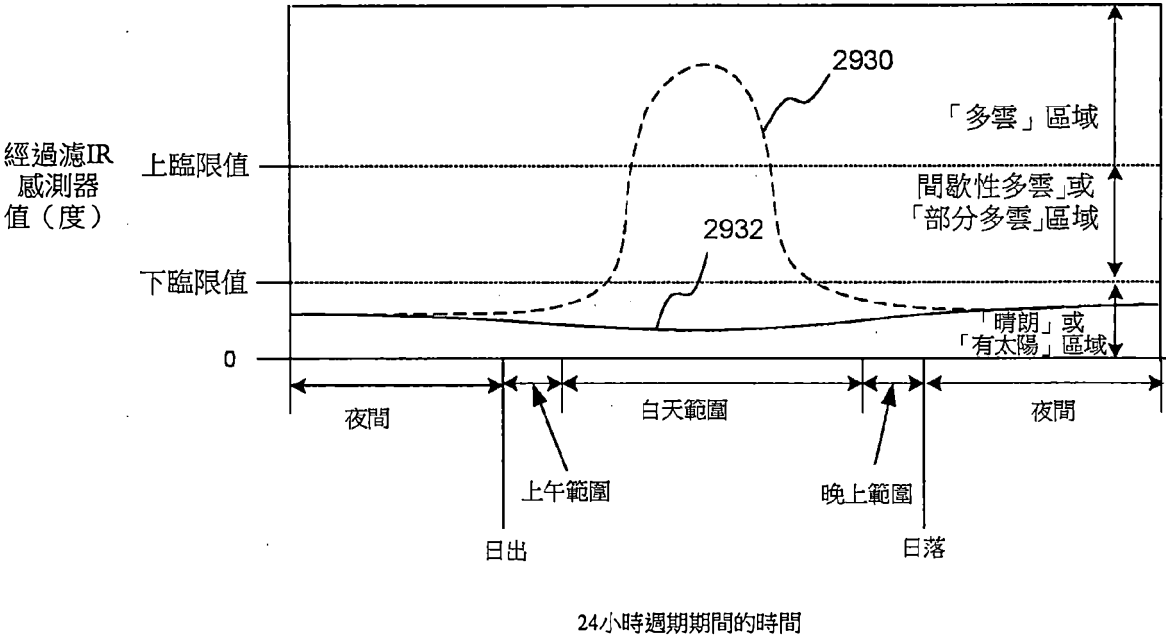
【圖26】



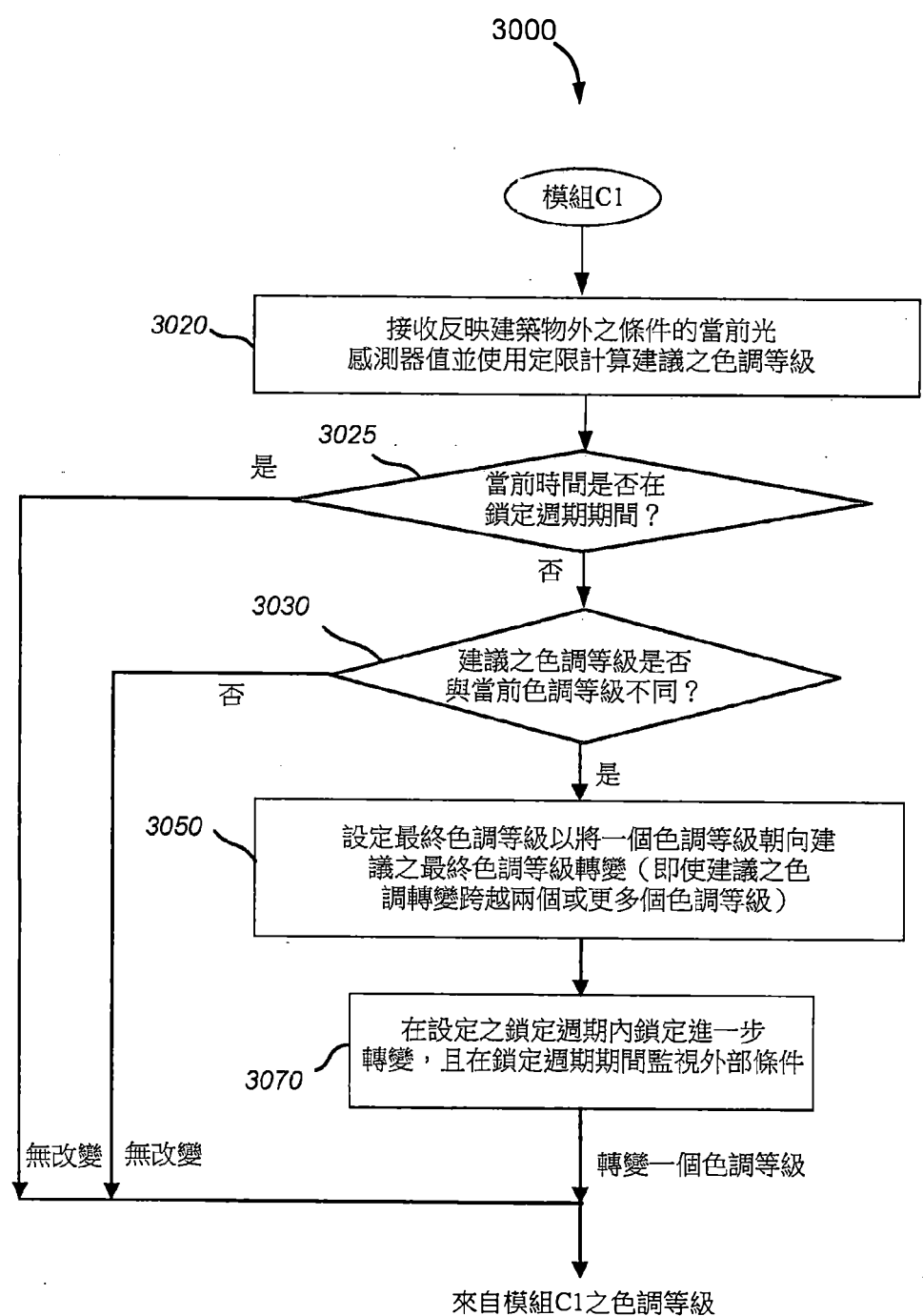
【圖27】



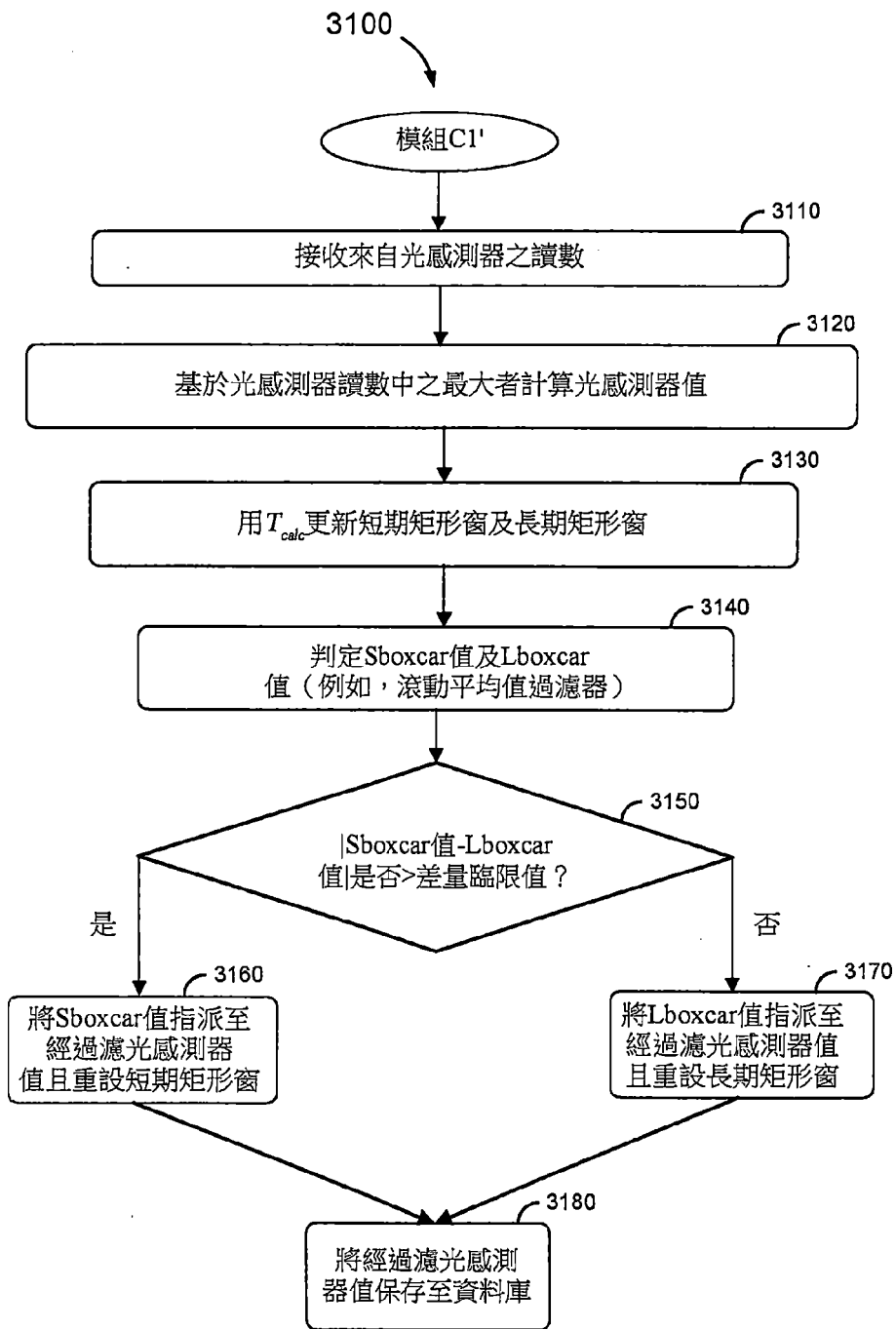
【圖28】



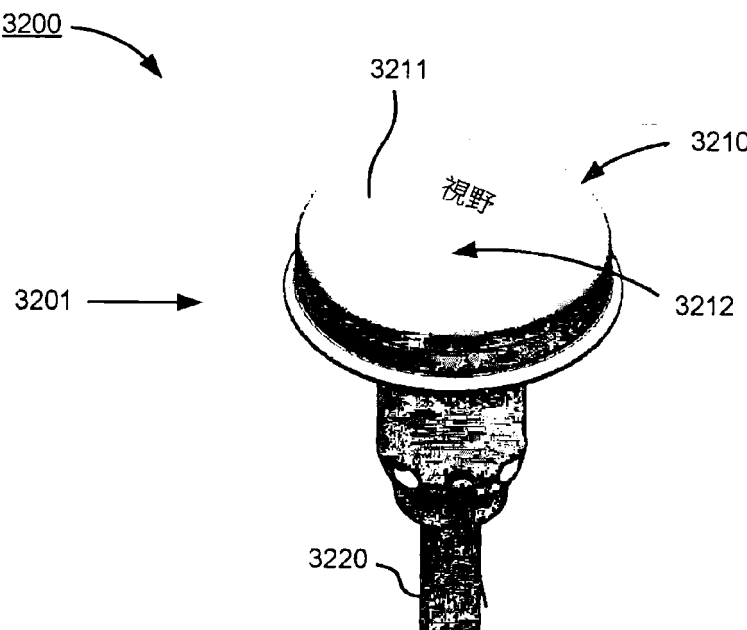
【圖29】



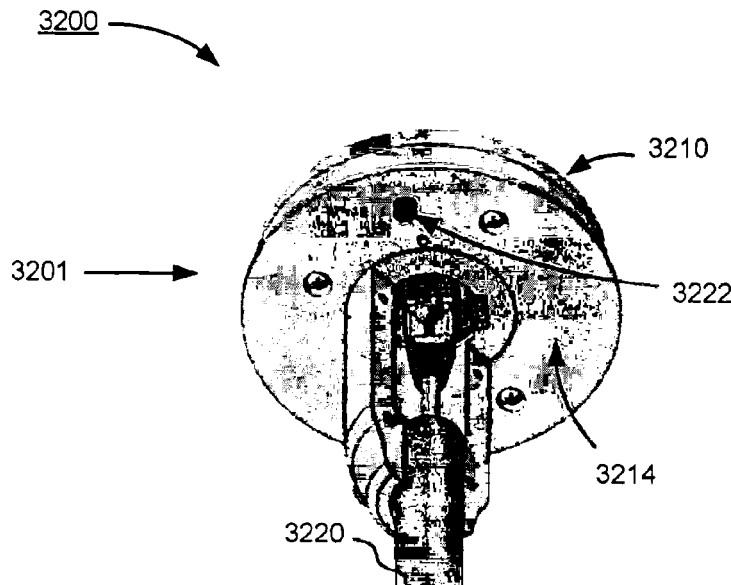
【圖30】



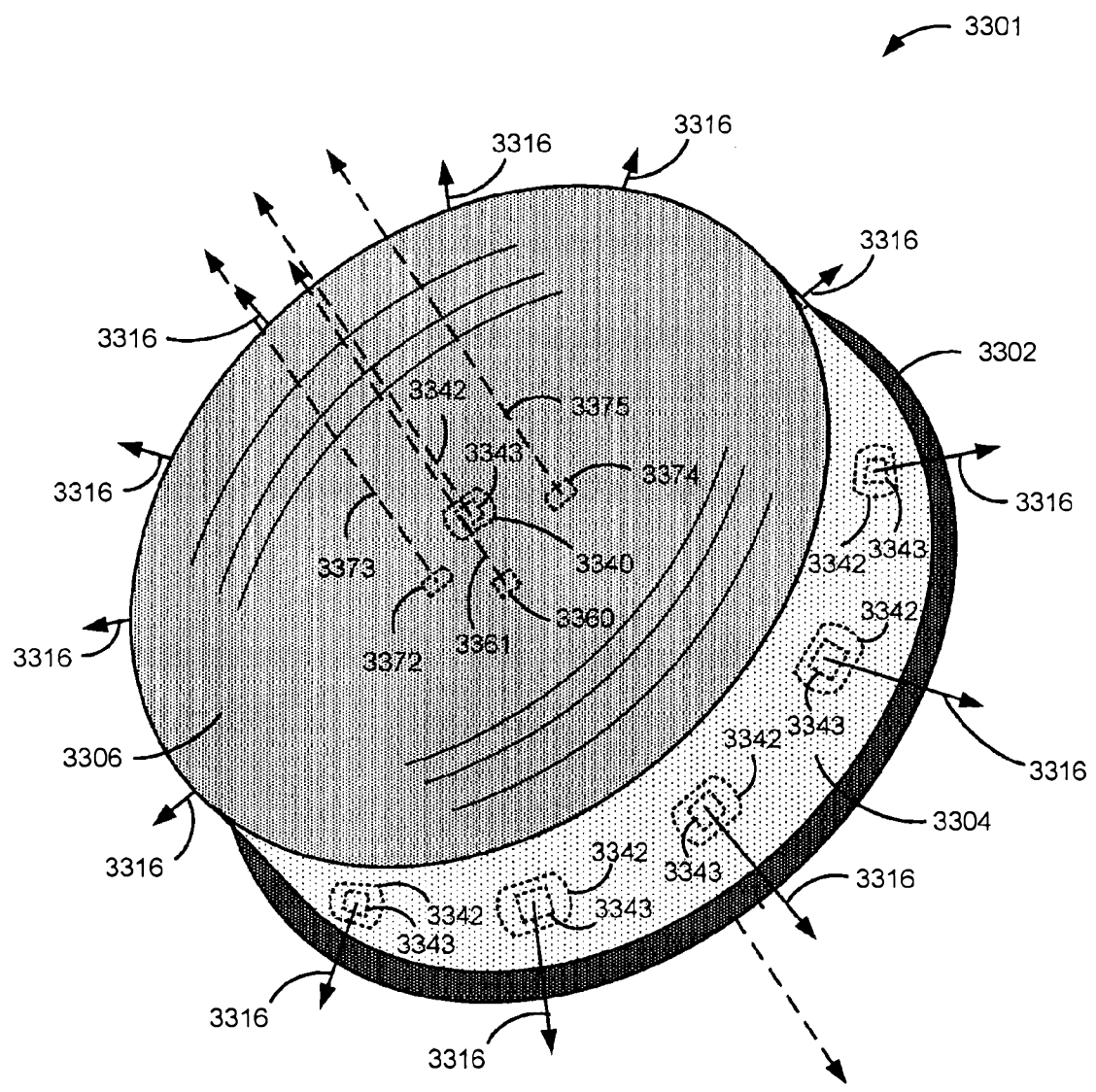
【圖31】



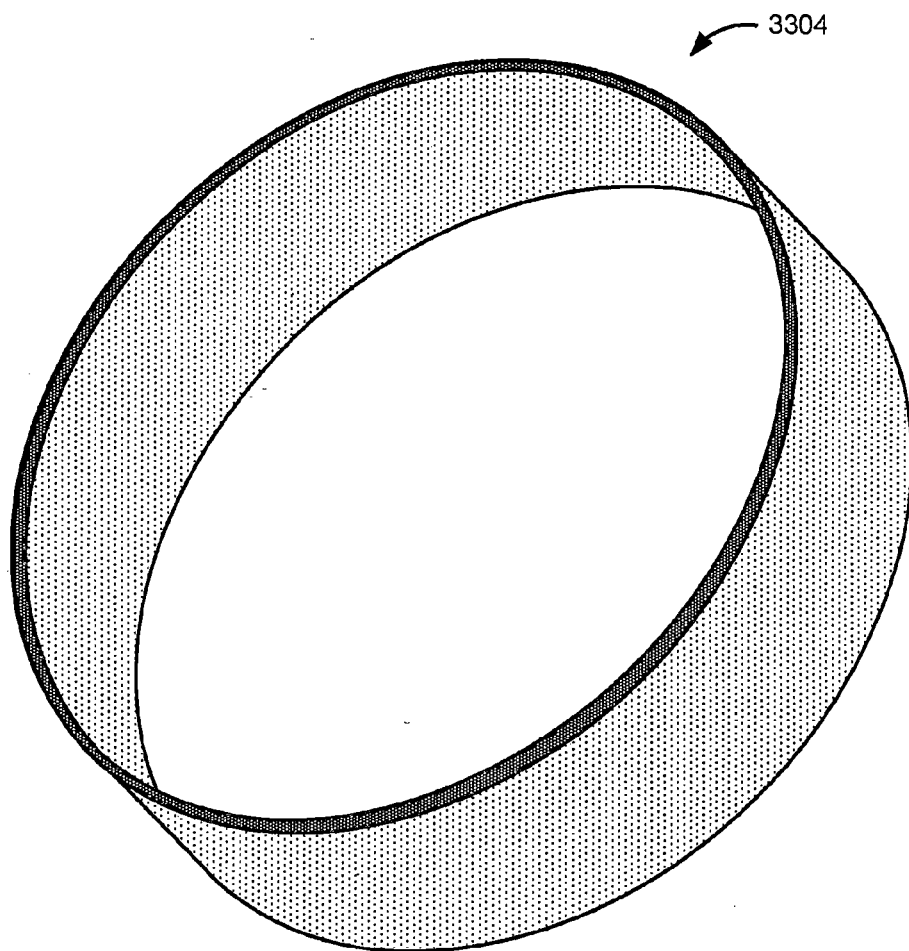
【圖32A】



【圖32B】



【圖33A】



【圖33B】