



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本 (11)證書號數：TW I559065 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 11 月 21 日

(21)申請案號：101108958

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 03 月 15 日

(51)Int. Cl. : G02F1/153 (2006.01)

H05B33/08 (2006.01)

(30)優先權：2011/03/16 美國

13/049,756

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

(72)發明人：雪利凡斯塔瓦 達爾雅 SHRIVASTAVA, DHAIRYA (US)；葛羅榭爾 大衛 瓦特 GROECHEL, DAVID WALTER (US)；布朗 史蒂芬 C BROWN, STEPHEN C. (US)；普拉達 安殊 PRADHAN, ANSHU (IN)；捷克 戈登 JACK, GORDON (US)；莫塔尼 迪夏 MEHTANI, DISHA (IN)；羅茲畢基 羅伯特 T ROZBICKI, ROBERT T. (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 200532346A1

TW 200920987A1

TW 201029838A1

US 2009/0296188A1

審查人員：吳傳瑞

申請專利範圍項數：23 項 圖式數：5 共 53 頁

(54)名稱

用於多狀態窗之多用途控制器

MULTIPURPOSE CONTROLLER FOR MULTISTATE WINDOWS

(57)摘要

本發明闡述用於具有可控制光學轉變之窗之「智慧」控制器。具有多個特徵之控制器可感測局部環境條件且根據局部環境條件調適。本文中所闡述之控制器可與一建築物管理系統(BMS)整合在一起以極大地增強該 BMS 在管理一建築物中之局部環境方面之有效性。該等控制器可具有一個、兩個、三個或三個以上功能，諸如供電給一智慧窗、判定一智慧窗之百分比透射率、大小及/或溫度、在該控制器與一單獨通信節點之間提供無線通信等。

"Smart" controllers for windows having controllable optical transitions are described. Controllers with multiple features can sense and adapt to local environmental conditions. Controllers described herein can be integrated with a building management system (BMS) to greatly enhance the BMS's effectiveness at managing local environments in a building. The controllers may have one, two, three or more functions such as powering a smart window, determining the percent transmittance, size, and/or temperature of a smart window, providing wireless communication between the controller and a separate communication node, etc.

指定代表圖：

符號簡單說明：

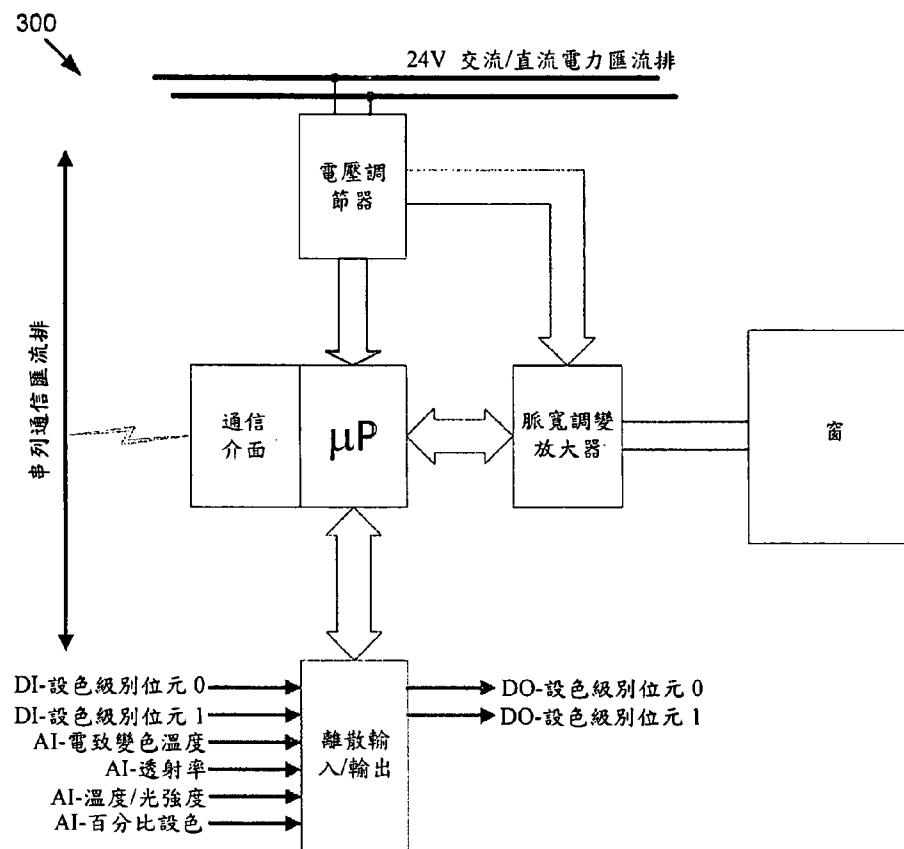
300 · · · 窗控制器組  
態 $\mu P$  · · · 微處理器

圖3

公告本

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：101108958

※ 申請日：101.3.15

※IPC 分類：G02F 1/53 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用於多狀態窗之多用途控制器

MULTIPURPOSE CONTROLLER FOR MULTISTATE WINDOWS

H05B 33/08 (2006.01)

## 二、中文發明摘要：

本發明闡述用於具有可控制光學轉變之窗之「智慧」控制器。具有多個特徵之控制器可感測局部環境條件且根據局部環境條件調適。本文中所闡述之控制器可與一建築物管理系統(BMS)整合在一起以極大地增強該BMS在管理一建築物中之局部環境方面之有效性。該等控制器可具有一個、兩個、三個或三個以上功能，諸如供電給一智慧窗、判定一智慧窗之百分比透射率、大小及/或溫度、在該控制器與一單獨通信節點之間提供無線通信等。

## 三、英文發明摘要：

"Smart" controllers for windows having controllable optical transitions are described. Controllers with multiple features can sense and adapt to local environmental conditions. Controllers described herein can be integrated with a building management system (BMS) to greatly enhance the BMS's effectiveness at managing local environments in a building. The controllers may have one, two, three or more functions such as powering a smart window, determining the percent transmittance, size, and/or temperature of a smart window, providing wireless communication between the controller and a separate communication node, etc.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（3）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

300 窗控制器組態

$\mu$ P 微處理器

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明一般而言係關於電致變色裝置，更特定而言，係關於用於電致變色窗之控制器。

此申請案主張2011年3月16日提出申請、標題為「Multipurpose Controller For Multistate Windows」之美國專利申請案第13/049,756號之權益且與以下美國專利申請案相關：標題為「Controlling Transitions In Optically Switchable Devices」且於2011年3月16日提出申請之美國專利申請案第13/049,623號、標題為「Controlling Transitions In Optically Switchable Devices」且於2011年12月2日提出申請之美國專利申請案第13/309,990號及標題為「Onboard Controller for Multistate Windows」且於2011年3月16日提出申請之美國專利申請案第13/049,750號，所有該等專利申請案以全文引用方式且出於所有目的併入本文中。

### 【先前技術】

電致變色性係一材料在被置於一不同電子狀態(通常係藉由使其經受一電壓改變)時展現出一光學性質之一可逆電化學調介之改變。光學性質通常係色彩、透射率、吸收率及反射率中之一或多者。一種眾所周知之電致變色材料係氧化鎢(WO<sub>3</sub>)。氧化鎢係其中藉由電化學還原而發生一著色轉變(透明至藍色)之一陰極電致變色材料。

舉例而言，電致變色材料可併入至家庭、商業及其他用

途之窗中。此等窗之色彩、透射率、吸收率及/或反射率可藉由誘發電致變色材料之一改變而改變，亦即，電致變色窗係可電子地調暗或調亮之窗。施加至窗之一電致變色裝置(EC)之一小電壓將致使其變暗；反轉該電壓致使其變亮。此能力允許控制通過窗之光之量，且為電致變色窗提供用作節能裝置之一機會。

雖然在20世紀60年代已發現電致變色性，但是遺憾地，EC裝置及特定而言EC窗仍遭受各種問題且尚未開始實現其全部商業潛力，儘管最近EC技術、設備以及製作及/或使用EC裝置之相關方法有了諸多進展。

### 【發明內容】

本發明闡述用於EC窗之「智慧」控制器。具有多個特徵之控制器可感測局部環境條件且根據局部環境條件調適。本文中所闡述之控制器可與一建築物管理系統(BMS)整合在一起以極大地增強BMS在管理一建築物中之局部環境方面之有效性。本文中所闡述之控制器可具有提供以下特徵中之一者、二者、三者或三者以上之功能性：(a)供電給一EC窗之一EC裝置；(b)判定一EC窗之百分比透射率；(c)判定一EC窗之大小；(d)判定一EC窗之一EC裝置之溫度；(e)判定對一EC窗之一EC裝置之損壞；(f)判定該EC窗控制器與一EC窗之間的導線長度；(g) EC窗控制器與一單獨通信節點之間的無線通信；(h)經由主動或被動供電之一RFID標籤儲存並傳輸與一EC窗相關之資料；(i)儲存由該EC窗之一EC裝置之一轉變產生之電荷及/或將此電荷引導

至一電力網；(j)修復一EC窗之一EC裝置之短路相關缺陷；及(k)加熱一EC窗之一EC裝置之一個或兩個電極。

在一個所揭示態樣中，用於控制能夠經歷可逆光學轉變之一或多個窗之一窗控制器經組態或設計以至少提供兩個功能。在某些實施方案中，可係以下各項中之任何兩者：(a)供電給該一或多個窗中之至少一者之一可逆光學轉變；(b)判定該一或多個窗中之至少一者之透射率；(c)判定該一或多個窗中之至少一者之一大小；(d)判定該一或多個窗中之至少一者之溫度；(e)判定對該一或多個窗中之至少一者之損壞；(f)判定該窗控制器與該一或多個窗中之至少一者之間的導線長度；(g)該窗控制器與一單獨通信節點之間的無線通信；(h)經由主動或被動供電之一RFID標籤儲存並傳輸與該一或多個窗中之至少一者相關之資料；(i)儲存由該一或多個窗中之至少一者之一轉變產生之電荷及/或將此電荷引導至一電力網；(j)修復該一或多個窗中之至少一者之短路相關缺陷；及(k)加熱該一或多個窗中之至少一者之一電致變色裝置之一個或兩個電極。在各種實施例中，該控制器經組態或設計以至少提供功能(b)、(c)、(d)及(e)。在其他實施例中，該控制器經組態或經設計以至少提供功能(a)、(b)、(c)、(d)及(e)。在又其他實施例中，該控制器經組態或設計以至少提供功能(a)、(b)、(d)、(g)及(h)。

某些所揭示態樣涉及如所闡述但係提供為元件系統之一較大組合之部分之一控制器，諸如含有所闡述之窗控制器

之一建築物管理系統。在另一實例中，一設備包含(i)一建築物管理系統(BMS)；(ii)如上文所闡述之窗控制器；及(iii)一多狀態電致變色窗。在又一實例中，一設備包含(i)如上文所闡述之窗控制器，及(ii)一電致變色窗。在各種實施例中，電致變色係完全固態且無機的。

其他所揭示態樣係關於管理一建築物之系統之方法。此等方法可利用由一窗控制器自該建築物中之能夠經歷可逆光學轉變之一或多個窗收集之資料。將此資料作為用於調整該建築物之至少一個其他系統之輸入，諸如HVAC、照明、安全、電力、滅火及電梯控制。在某些相關方法中，該控制器將電力提供至一或多個窗以驅動該等可逆光學轉變。在一特定實施例中，該方法包含以下操作：(a)供電給該一或多個窗中之至少一者之可逆光學轉變；(b)判定該一或多個窗中之至少一者之可逆光學轉變；(c)判定該一或多個窗中之至少一者之溫度；(d)該窗空曠感知器與一單獨通信節點之間的無線通信；及(e)經由主動或被動供電之一RFID標籤儲存並傳輸與該一或多個窗中之至少一者相關之資料。

在一特定實例中，該方法進一步涉及收集關於該一或多個窗之以下類型之資料中之一或多者：透射率、大小、溫度。在一不同實例中，該方法另外涉及將關於一或多個窗之資料儲存於控制器中。

又其他所揭示態樣係關於用於控制能夠經歷可逆光學轉變之一或多個窗之窗控制器，其中窗控制器經組態或設計

以提供以下功能：(a)供電給該一或多個窗中之至少一者之一可逆光學轉變；(b)判定該一或多個窗中之至少一者之透射率；(c)判定該一或多個窗中之至少一者之溫度；(d)該窗控制器與一單獨通信節點之間的通信；及(e)儲存並傳輸與該一或多個窗中之至少一者相關之資料。

在此等控制器中，判定該一或多個窗中之至少一者之溫度之該功能可係藉由來自該至少一個窗上之一或多個感測器之直接量測來實施。另一選擇為，判定該一或多個窗中之至少一者之溫度之該功能可係藉由根據來自該至少一個窗之電流及/或電壓資訊以演算法方式推斷溫度來實施。

在此等控制器中，供電給該可逆光學轉變之該功能可係藉助稱為一h橋接器或一降壓轉換器之脈寬放大器來實施。另外或另一選為，判定該一或多個窗中之至少一者之透射率之該功能係藉由來自該至少一個窗上之一或多個感測器之直接量測來實施。在某些實施例中，儲存並傳輸與該一或多個窗中之至少一者相關之資料之該功能可涉及自嵌入於該至少一個窗中之一控制器讀取資料。

下文將參考相關聯圖式進一步詳細地闡述此等及其他特徵及優點。

### 【實施方式】

當結合圖式考量時，可更全面地理解以下詳細說明。

習用EC窗控制器具有多個缺陷。舉例而言，其通常需要在工廠處針對一特定絕緣玻璃單元(IGU)大小及導線長度進行校準，安裝時之任何錯配皆可導致問題。此外，習

用窗控制器必須硬接線至一建築物管理系統且對該控制器之命令通常係用手在控制器處或經由一BMS鍵入。此等窗控制器上之感測器通常具有用於提供用於窗之控制之資料回饋及用於給一BMS供應資料之單獨感測器。習用EC窗控制器亦在其自EC窗環境收集之資料類型及其如何收集此資料方面受限。本文中所闡述之控制器不遭受此等問題。本文中所闡述之多用途EC窗控制器包含以下特徵：提供較簡便安裝、改良之使用者介面、無線通信及控制、變化條件下之較高且一致之效能及(舉例而言)在整合至一建築物管理系統中時增強環境條件之能力。

### EC裝置

本文中所闡述之控制器用於控制EC裝置，特定而言EC窗中之EC裝置。實質上，任何EC裝置將與本文中所闡述之多用途控制器合作。額外地，還有非電致變色光學可切換裝置，如液晶裝置及懸浮粒子裝置。對於上下文，下文關於完全固態且無機EC裝置(特定而言低缺陷率完全固態且無機EC裝置)闡述EC技術。參見與圖5相關聯之論述，由於其低缺陷率及穩健性質，此等裝置特別適於本文中所闡述之多用途控制器。一項實施例係本文中所闡述之任何控制器，其中控制器包含選自本文中所闡述之EC裝置之一或多個EC裝置。

### EC窗

電致變色窗可使用一或多個EC裝置，且對於使用一個以上EC裝置之電致變色窗，可在一窗單元(IGU加上框架

及/或隨附結構支撑件)中使用一種以上類型之EC裝置。一EC窗通常將具有導線或引線，該等導線或引線自EC裝置之匯流條延伸穿過IGU中之一密封。此等引線亦可穿過一窗框架。一窗控制器(舉例而言)在EC窗附近或不在EC窗附近接線至引線。在以引用方式併入本文中之專利申請案中闡述EC窗。儘管並不限於此類使用，但本文中所闡述之多用途控制器係特別用於多狀態EC窗，亦即，不僅可在著色及褪色之全異狀態之間轉變，而且亦可轉變至一或多個中間著色狀態之窗。具有兩個或兩個以上EC窗格之多狀態窗之特定實例係闡述於2010年8月5日提出申請且標題為「Multipane Electrochromic Windows」之美國專利申請案第12/851,514號中，該美國專利申請案出於所有目的以引用方式併入本文中。此類多窗格EC窗之一個優點係EC窗格中之每一者中之缺陷完全對準之可能性且因此可被終端使用者觀察到之可能性係相當小。當使用低缺陷率窗格時，此優點得到加強。本文中所闡述之控制器適於控制及協調(舉例而言)一單個窗中之一或多個EC裝置之功能。

當結合具有高級效能特性(舉例而言，短轉變時間、低缺陷率、長壽命、均勻轉變等)之EC窗(舉例而言，完全固態且無機EC窗)一起使用時，本文中所闡述之窗控制器顯著加強一建築物中之環境控制。當窗控制器與一BMS整合在一起時，尤為如此。下文更詳細地闡述窗效能、微氣候感測與環境控制之間的相互關係。

### 建築物管理系統

儘管並不限於此上下文，但本文中所闡述之多用途控制器適於與一BMS整合在一起。一BMS係安裝在一建築物中之一基於電腦之控制系統，該系統監視及控制建築物之機械及電設備，諸如通風設備、照明、電力系統、電梯、防火系統及包含自動門鎖、警報器、十字轉門等安全系統。一BMS由用於根據居住者及/或建築物管理員設定之偏好維持建築物中之條件之硬體及相關聯軟體組成。舉例而言，軟體可係基於網際網路協定及/或開放標準。

一BMS在一大建築物中係最常見，且通常至少用於控制該建築物內之環境。舉例而言，一BMS可控制一建築物內之溫度、二氧化碳含量及濕度。通常，存在由一BMS控制之眾多機械裝置，諸如加熱器、空調、吹風機、通風孔等。為了控制建築物環境，一BMS可在界定條件下打開及關閉此等各種裝置。一典型現代BMS之一核心功能係為建築物之居住者維持一舒適環境同時最小化加熱及冷卻損失。因此，一現代BMS不僅用於監視及控制而且還用於最佳化各種系統之間的協同，舉例而言，以節省能量且降低建築物操作成本。一項實施例係與一BMS整合在一起之如本文中所闡述之一多用途控制器，其中該多用途控制器經組態以控制一或多個EC窗。在一項實施例中，一或多個EC窗包含至少一個完全固態且無機EC裝置。在一項實施例中，一或多個EC窗僅包含完全固態且無機窗。在一項實施例中，EC窗係如2010年8月5日提出申請且標題為「Multipane Electrochromic Windows」之美國專利申請案

第 12/851,514 號中所闡述之多狀態 EC 窗。

圖 1 係一 BMS 100 之一示意圖，該 BMS 管理一建築物 101 之多個系統，包含安全系統、加熱/通風設備/空調 (HVAC)、建築物之照明、電力系統、電梯、防火系統等。安全系統可包含磁卡進入、十字轉門、電磁驅動門鎖、監視相機、竊盜警報器、金屬偵測器等。防火系統可包含火警、包含水管控制之滅火系統。照明系統可包含內部照明、外部照明、緊急警示燈、緊急出口標誌及緊急樓層出口照明。電力系統可包含主電源、備用發電機及不間斷電源 (UPS) 網。

此外，BMS 100 管理一窗控制器 102。在此實例中，將窗控制器 102 繪示為一分散式窗控制器網路，包含一主控制器 103、中間控制器 105 及終端或葉控制器 110。舉例而言，主控制器 103 可接近於 BMS，且建築物 101 之每一樓層可具有一或多個中間控制器 105，而建築物之每一窗具有其自己的終端控制器 110。在此實例中，控制器 110 中之每一者控制建築物 101 之一特定 EC 窗。

控制器 110 中之每一者可在與該控制器所控制之 EC 窗分離之一位置中或整合至該 EC 窗中。為簡便，僅將建築物 101 之 10 個 EC 窗繪示為受窗控制器 102 控制。在一典型設定中，在一建築物中可存在受窗控制器 102 控制之極大數目個 EC 窗。窗控制器 102 不需要係一分散式窗控制器網路，舉例而言，控制一單個 EC 窗之功能之一單個終端控制器亦歸屬於本發明之範疇內。下文適宜地更詳細地且關於圖 1

闡述將如本文中所闡述之多用途EC窗控制器與BMS合併之優點及特徵。

本發明之一個態樣係包含如本文中所闡述之一多用途EC窗控制器之一BMS。藉由併入有來自一多用途EC窗控制器之回饋，一BMS可提供(舉例而言)增強之以下各項：1)環境控制，2)能量節約，3)安全，4)控制選項之靈活性，5)由於對其他系統之較少依靠且因此對其之較少維護，其他系統之改良之可靠性及可用壽命，6)資訊可用性及診斷，7)職員之有效使用，及以上各項之各種組合，此乃因EC窗可被自動控制。下文在(舉例而言)整合至一BMS中之上文更詳細地闡述此類多用途控制器，然而，本發明並不限於此。本發明之多用途控制器可係獨立控制器，舉例而言，該等獨立控制器經組態以在不整合至一BMS中之情形下控制一單個窗或複數個EC窗之功能。

#### 用於EC窗之多用途控制器

本文中所闡述之窗控制器具有控制一EC窗之一或多個EC裝置之一或多個功能之一微處理器。在一項實例中，控制器調節施加至窗之EC裝置之電位且可視情況控制其他功能(單獨或與其他微處理器組合)，諸如給用於運行窗之一電池再充電、與一遠端控制件(諸如，一手持機(「遙控器」)及/或一BMS)無線通信。

由於電致變色窗不僅提供對進入一建築物內部之光之量之增強控制，而且可藉由提供一高級熱障而用於(舉例而言)將熱保持在一建築物內或外，因此EC窗之益處藉由本

文中所闡述之多用途控制器得到增強。當控制器與(舉例而言)具有眾多EC窗之一建築物中之一BMS整合在一起時，尤為如此。當多用途控制器不僅整合至一BMS中，而且還用於控制多狀態EC窗之功能時，益處更倍增。

在一項實施例中，EC窗控制器係一多用途控制器，亦即，其可控制及/或監視一或多個EC窗之多個功能及/或特性。增強將一EC窗控制器包含至BMS系統中之一BMS之能力之一種方式係具有提供回饋至BMS之具有此等增強能力之一窗控制器，特定而言其中該回饋包含多個參數且係在一更細粒之逐個窗之基礎上。在對EC窗之習用自動控制或不對EC窗之習用自動控制下，此等能力及/或功能允許對(舉例而言)一建築物之能量需求之協作控制，且因此可節約高於且超出在一建築物中安裝該等窗之資金。此一系統中所採用之EC窗越高效且多功能，則能量節約及環境控制越大。多狀態EC窗係組態有多用途控制器之BMS之一實例性選擇。

本文中所闡述之實施例包含可控制一EC窗之一或多個EC裝置且亦控制相關聯窗之每一EC裝置之一或多個功能之多用途控制器。本發明之一個態樣係包含以下功能中之一者、兩者、三者或三者以上之一EC窗控制器：(a)供電給EC窗之一EC裝置；(b)判定一EC窗之百分比透射率；(c)判定EC窗之大小；(d)判定EC窗之一EC裝置之溫度；(e)判定對EC窗之一EC裝置之損壞；(f)判定EC窗控制器與EC窗之間的導線長度；(g) EC窗控制器與一單獨通信節點之間

的無線通信；(h)經由主動或被動供電之一RFID標籤儲存及傳輸與一EC窗相關之資料；(i)儲存由EC窗之一EC裝置之一轉變產生之電荷及/或將此電荷引導至一電力網；(j)修復EC窗之一EC裝置之短路相關缺陷；及(k)加熱EC窗之一EC裝置之一或多個電極。下文更詳細地闡述此等能力及功能中之每一者。

### 供電給一EC裝置

在某些實施例中，多用途控制器可供電給一EC窗中之一或多個EC裝置。通常，控制器之此功能藉由下文更詳細闡述之一或多個其他功能得到加強。本文中所闡述之控制器並不限於具有供電給一EC裝置之功能之控制器，該控制器出於控制目的而與該EC裝置相關聯。亦即，EC窗之電源可與控制器分離，其中控制器具有其自己的電源且引導來自窗電源之電力施加至窗。然而，便捷地，將一電源包含至控制器且將該控制器組態成直接供電給窗，此乃因其消除了用於供電給EC窗之單獨佈線之需要。

一項實施例係具有本文中所闡述之一個、兩個、三個或三個以上能力之一窗控制器，其中該等能力中之至少一者係控制一EC窗之光學狀態。在各種實施例中，存在其中可個別地限制電流及電壓之某些條件，且存在一最佳序列，藉由該最佳序列用電流限制及/或電壓限制來控制窗以確保相當快速且不損壞之光學轉變(諸如，將一電致變色窗著色及褪色)。此等序列之實例揭示於指定Pradhan、Mehtani及Jack為發明者、標題為「Controlling Transitions

In Optically Switchable Devices」且於2011年3月16日提出申請之美國專利申請案第13/049,623號中，該美國專利申請案以其全文引用方式併入本文中。作為窗控制過程之部分，控制器可接收對一窗上之電流及/或電壓之量測。一旦進行此類量測，則「控制」功能可強加適當電流及/或電壓限制以允許窗可靠地改變狀態。

供電給一電致變色窗之一實例涉及使用具有一脈寬調變放大器(參見圖3)(稱為一「h橋接器」)之一控制器，該放大器允許負載浮動、接地或被設定為至控制器之輸入電壓與接地之間的任何電壓或極性。在其他實施例中，一EC控制器係使用一「降壓轉換器」及一單獨極性開關來實施，其允許將負載設定為至控制器之輸入電壓與接地之間的任何電壓或極性。控制亦可包含在自一個狀態至另一狀態之轉變之所有或部分期間之電流限制。

#### 百分比透射率(%T)

電致變色窗具有沈積在一玻璃或其他透明基板上之至少一個EC裝置且可具有係一窗單元中之一IGU之部分之其他塗層及窗格。一EC窗之百分比透射率(%T)(通常為一EC窗之一IGU之橫跨可見光譜之整合透射率)係一重要參數，此乃因其係對多少光正進入該窗安裝於其中之一房間之一量測。當使用具有多狀態能力之窗時，亦即，具有中間狀態以及著色及褪色之最終狀態，重要地可具有關於%T之回饋以便根據終端使用者之期望維持一特定轉變狀態及/或移動至一新色彩轉變。本文中所闡述之控制器可藉由使用

感測器及/或藉由使用電流/電壓(I/V)參數來計算%T來量測%T。

判定%T可係經演算法方式推斷或使用接線至一控制器之類比輸入(AI-透射率)之一感測器(例如，一光度計感測器，諸如一矽光電二極體)直接量測。參見下文所論述之圖3及圖4。另一可接受感測器係量測橫跨一較大太陽輻射光譜之太陽輻照度之一日射強度計。

在一項實施例中，控制器包含在建築物外側(或在安裝時將面向外側之窗側)上之一感測器(該感測器服務於一或多個EC窗且量測進入該或該等窗之太陽光譜)及量測透射穿過每一窗之IGU之窗之太陽輻照度之另一個內部感測器。在控制器內在邏輯上比較此等兩個能量值以提供對該窗之%T之一量測。當建築物之外側(或窗)上之一個感測器用於服務於一個以上窗時，控制器通常將對外部之太陽輻照度取樣以供在計算每一窗單元之(有效)%T中使用。舉例而言，當現場安裝或更換時，根據其各別IGU校準感測器。

在一項實施例中，該控制器針對每一窗之%T採用一外側及一內側感測器。此實施例特別適於獲得關於%T之更細粒回饋以用於相應地調整個別窗之透射率，或(舉例而言)當窗控制器整合至一BMS中時，用於調整一建築物之多個參數，諸如HVAC等。舉例而言，再次參考圖1，窗控制器102控制建築物101之側A上之5個EC窗及建築物101之側B上之5個窗。將此等窗繪示為位於建築物101之頂樓

上。在此實例中，中間控制器 105a 控制建築物 101 中之一個房間之三個窗，且中間控制器 105b 控制另一房間中之 7 個窗，兩個窗在建築物 101 之側 A 上且 5 個窗在建築物 101 之側 B 上。在此實例中，在建築物 101 之側 B 上存在一團雲之一陰影，此乃因，一團雲正遮擋太陽光線之部分。假定所有 EC 窗係相同大小及類型，則受中間控制器 105b 控制之位於建築物 101 之側 A 上之兩個窗中之每一者將具有相同近似 %T，而受中間控制器 105b 控制之位於建築物 101 之側 B 上之 5 個窗中之每一者將具有不同 %T 值，此乃因每一者具有由來自雲朵之陰影覆蓋之一不同百分比面積。

資料回饋中之此粒度在控制具有此等 7 個窗之房間中之環境(舉例而言光、熱等)方面係高度有價值的。中間控制器 105b 使用 %T 回饋來維持具有此等 7 個窗之房間中之所期望環境。主控制器 103 使用來自中間控制器 105a 及 105b 之資料來控制兩個房間之環境。舉例而言，若具有受中間控制器 105b 控制之 EC 窗之房間係具有眾多人之一會議室，則由於雲朵之陰影所致 %T 之下降將使該房間更容易冷卻，或舉例而言，減少用於在會議室中之一幻燈片演示期間使窗變暗之電力需求。

本文中所闡述之多用途控制器包含用於使用此類型之回饋來經由一 BMS 調整建築物之參數以最大化能量節約之邏輯。在此實例中，會議室中由於陰影之冷卻及變暗效應所節約之能量可用於轉變房間中受中間窗控制器 105a 控制之窗，或舉例而言，可儲存該能量以供稍後在會議室中之窗

中使用(參見下文之「電荷儲存」)。

在一項實施例中，自IGU之一EC裝置之I/V特性推斷%T。一IGU或一窗可由穿過該裝置發送之一電脈衝與該脈衝前後該裝置如何表現之間的關係來表徵。舉例而言，穿過一IGU之一EC裝置發送一直流(DC)脈衝，且作為一結果橫跨該裝置之電極(TCO)所量測之DC電壓提供該裝置之一I/V特性。環境因素(諸如，溫度)或裝置之材料特性可產生非線性I/V關係(且導致滯後)。因此，在變化溫度下測試EC裝置以便形成程式化至本發明之控制器之邏輯中以供在判定與該控制器一起安裝之IGU之各種特性時參考之資料。在一項實施例中，以此方式量測%T。舉例而言，在通電時，控制器將一預定信號發送至一窗之IGU且基於IGU對該信號之回應，藉由知曉該IGU之EC裝置之滯後曲線而計算%T。%T亦可依據「離子電流」來推斷，該離子電流可藉由量測所施加電流且減去洩漏電流來計算。

在一項實施例中，量測EC裝置之開路電壓( $V_{oc}$ )，然後施加一電脈衝，之後再次量測 $V_{oc}$ 。作為電脈衝之一結果之 $V_{oc}$ 之改變允許基於(舉例而言)該裝置之先前特徵來計算%T。在一項實例中，連同 $V_{oc}$ 量測裝置之溫度且基於EC裝置在先前特徵測試中對此等脈衝之表現計算%T。

### IGU之大小及溫度

一電致變色裝置之「溫度」可係經演算法方式推斷或使用一感測器直接量測(例如，一熱電偶、測溫電阻器或RTD(電阻性熱裝置))。在各種實施例中，此裝置接線或以其他

方式通信地耦合至一控制器類比輸入(AI-EC溫度)。參見圖3及圖4。

使用如上文所闡述之I/V量測連同IGU之特徵資料，可由本文中所闡述之控制器判定IGU之大小及溫度。舉例而言，針對 $-20\text{'} \times 20\text{'}$ 窗、 $-40\text{'} \times 40\text{'}$ 窗及 $-60\text{'} \times 60\text{'}$ 窗中之每一者，基於多個溫度下之I/V量測來收集資料。將此資料程式化至具有關於此等三個窗大小之相異能力及功能之一窗控制器中。在現場，在安裝期間，一安裝者將如此程式化之窗控制器與一EC窗連接。控制器穿過窗之IGU發送一電脈衝且根據電流回應且與所程式化資料相關地，控制器可判定該窗之大小及溫度。此資訊用於(舉例而言)根據適當窗大小來程式化控制器之邏輯以使得(舉例而言)在操作期間使用適當電力來轉變該窗。

### 對EC裝置之損壞

在一項實施例中，本文中所闡述之窗控制器使用I/V特性(諸如，上文所闡述之I/V特性)來判定對一EC之一IGU中之一EC裝置之損壞。舉例而言，假設EC裝置之特徵洩漏電流被程式化至控制器之邏輯中，則當控制器試通IGU以獲得I/V回饋時，可比較此資料與來自工廠及/或安裝時之彼IGU之資料。若洩漏電流大於安裝時之洩漏電流，則可能發生對IGU之損壞。I/V特性之改變越大，越可能已發生對IGU之EC裝置之損壞。舉例而言，若該窗被撞擊該窗之一物件損壞時，則本文中所闡述之控制器將如所闡述偵測該損壞(舉例而言，一大電短路)，且，舉例而言，經由一

BMS 警告適當修復或安全人員。在另一實例中，隨著時間，在一IGU之EC裝置中出現多個缺陷，此導致該窗之I/V特性之一改變。將此資料回饋至一終端使用者及/或一BMS以通知適當人員IGU需要更換或修復(參見下文之「現場短路相關缺陷修復」)。

#### 導線長度：測距

本文中所闡述之控制器可具有用以判定一窗與控制器之間的導線之長度之邏輯及相關聯硬體。舉例而言，控制器可將一電信號施加至通向其所控制之一或多個IGU之佈線且然後量測該信號之線傳輸中之頻率改變。此頻率改變用於判定控制器與IGU之間的佈線或「路程」之長度。知曉佈線之長度可係重要的，此乃因由電源提供之電力量係相依於電力必須穿越之佈線之長度，此乃因存在與導線中之電阻相關聯之一電力降。電源可需要根據導線之不同長度調整其所發送以供電給與其分離之窗之電力量。

通常在一終端控制器與一窗中之一相關聯IGU之間進行測距。可主動地或被動地進行測距。在主動測距中，IGU之EC裝置係主動的且可回覆來自控制器之一信號。在被動測距中，在執行測距時，將該EC裝置切換出該電路。

在某些實施方案中，在導線之IGU端(通常，嵌入於IGU次級密封中)處提供一中繼。控制器沿著IGU電力線發送一訊息(使用，例如，MAXIM之OneWire介面，參見[www.maxim-ic.com/products/1-wire/flash/overview/index.cfm](http://www.maxim-ic.com/products/1-wire/flash/overview/index.cfm)(以引用方式併入))，且IGU然後將其自身切換出該電路達

一有限時間段以允許控制器實行一測距測試。在某一預定義時間間隔處，IGU則將其自身切換回至電路中且允許恢復對IGU之正常控制。

在某些實施例中，控制器位於窗框架中或極靠近窗框架，且因此測距係不必要的，此乃因所有終端控制器在該等終端控制器與其各別IGU之間具有相同佈線長度。

### 無線或有線通信

在某些實施例中，本文中所闡述之窗控制器包含用於在窗控制器與單獨通信節點之間進行有線或無線通信之組件。無線或有線通信可係藉由直接與窗控制器介接之一通信介面來達成。此介面可係在微處理器本機上，或係經由實現此等功能之額外電路來提供。

舉例而言，無線通信之一單獨通信節點可係另一無線窗控制器、一終端、中間或主窗控制器、一遠端控制裝置或一BMS。在窗控制器中使用無線通信用於以下操作中之至少一者：程式化及/或操作EC窗、根據本文中所闡述之各種感測器及協定自EC窗收集資料及使用EC窗作為無線通信之一中繼點。自EC窗收集之資料亦可包含諸如一EC裝置已被啟動之次數之計數資料、EC裝置隨時間之效率等。下文更詳細地闡述此等無線通信特徵中之每一者。

在一項實施例中，無線通信用於(舉例而言)經由一紅外線(IR)及/或射頻(Rf)信號來操作相關聯EC窗。在某些實施例中，控制器將包含一無線協定晶片，諸如Bluetooth、EnOcean、WiFi、Zigbee等。窗控制器亦可具有經由一網

路之無線通信。至窗控制器之輸入可由一使用者直接或經由無線通信人工輸入，或該輸入可係來自該EC窗係其一組件之一建築物之一BMS。

在一項實施例中，當窗控制器係一分散式控制器網路之部分時，使用無線通信來經由該分散式控制器網路將資料傳送至複數個EC窗中之每一者且自複數個EC窗中之每一者傳送資料，每一控制器皆具有無線通信組件。舉例而言，再次參考圖1，主窗控制器103、以無線方式與中間控制器105中之每一者通信，該等中間控制器又以無線方式與終端控制器110通信，每一終端控制器與一EC窗相關聯。主控制器103亦可以無線方式與BMS通信。在一項實施例中，窗控制器中之至少一個層級之通信係以無線方式執行。

在某些實施例中，在窗控制器分散式網路中使用一個以上無線通信模式。舉例而言，一主窗控制器可經由WiFi或Zigbee以無線方式通信至中間控制器，而中間控制器經由Bluetooth、Zigbee、EnOcean或其他協定與終端控制器通信。在另一實例中，窗控制器具有冗餘無線通信系統以提供終端使用者對無線通信之選擇之靈活性。

舉例而言，主及/或中間窗控制器與終端窗控制器之間的無線通信提供消除安裝硬通信線之優點。對於窗控制器與BMS之間的無線通信亦係如此。在一個態樣中，此等角色中之無線通信可用於至EC窗及自EC窗之資料傳送以用於操作窗及提供資料至(舉例而言)BMS從而最佳化一建築

物中之環境及能量節約。協同加強窗位置資料以及來自感測器之回饋以達成此最佳化。舉例而言，將細粒級(逐個窗)微氣候資訊饋送至一BMS以便最佳化建築物之各種環境。

一BMS亦可收集關於一EC裝置被供電多少次等資料以用於至廠商之較高層級回饋，舉例而言，關於安裝在建築物中之窗之品質控制及可靠性之回饋。然而，存在此等無線通信之其他優點。舉例而言，由於EC窗控制及資料傳送不需要大量頻寬，因此具有以無線方式連結之窗及控制器之一分散式網路提供將該網路用於其他目的之一極有用機會。在一項實施例中，無線窗控制器網路用於中繼一建築物內之其他非EC窗相關資訊。舉例而言，Zigbee使用窗控制器與亦採用Zigbee之其他窗控制器或其他裝置(如，可調光鎮流器、警報系統等)構建一網狀網路。由於穿過窗控制器之此網路訊務可根本不與窗控制相關，因此窗控制器僅僅改良網可靠性。

### 射頻識別

射頻識別(RFID)涉及詢問器(或讀卡器)及標籤(或標記)。RFID標籤使用經由電磁波(通常射頻)之通信來在一終端機與一物件之間交換資料(舉例而言)以用於該物件之識別及追蹤目的。可自若干公尺遠且超出讀卡器之瞄準線讀取某些RFID標籤。

大部分RFID標籤含有至少兩個部分。一個部分係用於儲存及處理資訊、調變及解調變一射頻(Rf)信號以及其他

專門功能之一積體電路。另一部分係用於接收及傳輸信號之一天線。

存在三種類型之習用RFID標籤：被動RFID標籤，其不具有電源且需要一外部電磁場來起始一信號傳輸；主動RFID標籤，其含有一電池且一旦已成功識別一讀卡器便可傳輸信號；及電池輔助被動(BAP)RFID標籤，其需要一外部源來叫醒但具有明顯較高前向鏈路能力，從而提供較大射程。RFID具有眾多應用；舉例而言，其可用在企業供應鏈管理中以改良EC裝置庫存追蹤及管理之效率。

一項實施例係如本文中所闡述包含一RFID標籤之一窗控制器。在一項實施例中，該窗控制器係與一特定IGU相關聯之一終端控制器。在一項實施例中，RFID標籤可在安裝窗控制器之前安裝在IGU上，亦即，在IGU及窗控制器接線在一起之後，該RFID標籤被認為係窗控制器之部分。取決於控制器供電給RFID之能力，RFID標籤可係主動、被動或BAP。如本文中所闡述之一窗控制器中之一RFID標籤可含有以下資料類型中之至少一種：保證資訊、安裝資訊、廠商資訊、批次/庫存資訊、EC裝置/IGU特性、用戶資訊、製造日期、窗大小及針對一特定窗使用之特定參數。

此等RFID標籤消除對IGU或窗上具有此類資訊之黏簽之需要，且某些RFID具有基本的處理能力，諸如追蹤一相關聯EC裝置已被啟動多少次。一不精緻BMS可(舉例而言)基於依據使用而已知之EC裝置之效能來使用此資訊用於環境

控制。在另一實例中，一安裝者可使用一可攜式讀卡器來決定將哪個終端控制器安裝在一特定窗中及/或控制器自身可在接線至IGU之前或之時讀取RFID標籤且自身程式化。

在相關實施例中，一控制器亦可自具有一嵌入(例如，為一線束之部分或由次級密封囊封等)但實體上分離之RFID標籤、EEPROM或FLASH記憶體晶片之IGU讀取資料，該RFID標籤、EEPROM或FLASH記憶體晶片將允許由此等儲存裝置中之一者儲存窗之各種細節。可儲存在嵌入於IGU中之標籤或記憶體裝置上之資訊之實例包含保證資訊、安裝資訊、廠商資訊、批次/庫存資訊、EC裝置/IGU特性、一EC裝置循環計數、用戶資訊、製造日期及窗大小。

### 電荷儲存

在褪色狀態期間保持在反電極層中(且對應地在著色狀態期間保持在EC層中)且可用於驅動EC轉變之離子之量取決於層之組份以及層之厚度及製作方法。EC層及反電極層兩者能夠供應層表面面積之每平方公尺大約數十個毫庫倫之電荷(呈鋰離子及電子之形式)。一EC膜之電荷容量係藉由施加一外部電壓或電位該膜之每單位面積及單位厚度載入且可逆地轉儲之電荷量。在某些實施例中，窗控制器具有儲存在一相關聯EC裝置經歷產生一電荷之一轉變時產生之電荷的能力。在其他實施例中，使藉由EC窗轉變產生之電荷轉向一電力網。然後，將該電荷重新用於(舉例而言)

EC窗之其他轉變，或舉例而言在一BMS與窗控制器整合在一起之情形下，適當地用於一建築物中之其他需要。儘管藉由一EC窗之反向轉變所產生之電荷並不很大，但可將該電荷儲存在(舉例而言)一電池中或發送至在彼此將該電荷共同重新用於(舉例而言)包含轉變之其他窗操作之一電網。

圖2繪示一電路200，其中經由一源210供電給包含一EC裝置之一IGU 205。根據本文中所闡述之實施例，源210可係或不係窗控制器之部分。在此實例中，當將電力供應至IGU 205之EC裝置時，如圖2之頂部部分中所繪示，EC裝置轉變成一著色狀態。電路200亦包含一電荷儲存裝置215。舉例而言，裝置215可係一電容器或電池。如圖2之底部處所繪示，當在中止自源210施加電力後EC裝置旋即自著色轉變成褪色時，舉例而言，使用雙極開關重新組態該電路以將EC裝置形成之所得電荷發送至電荷儲存裝置215中。此所儲存電荷可用於供電給IGU 205中之EC裝置之其他轉變，或供電給窗控制器之其他態樣，諸如用於I/V量測之電脈衝、測程脈衝等。在一項實施例中，將來自一EC裝置之轉變之電荷發送至一電力網以與來自其他窗之轉變之其他電荷組合以供在EC窗系統中使用或用於其他目的。藉由重新使用自EC窗之轉變形成之電荷，窗之能量效率得到增強，此乃因此電荷並未藉由將其排放至陸地而簡單地浪費。

#### 現場短路相關缺陷修復(「AC Zap」)

如上文所論述，舉例而言，當一導電顆粒與兩個導電且

帶電荷層中之每一者接觸時，EC裝置可在帶相反電荷之導電層之間形成短路缺陷。當發生一短路時，電子而非離子在EC層與反電極之間遷移，通常導致在EC裝置原本處於著色狀態時在電短路處或其周圍之亮點或光暈。隨著時間，某些EC窗可形成眾多此類電短路且因此由於洩漏電流之一顯著增加及眾多此類亮點之出現效能降格。在某些實施例中，多用途窗控制器具有修復相關聯EC裝置中之短路相關缺陷之能力。此具有修復IGU而非更換IGU且在不將其自窗單元拆卸之情形下修復IGU之極大優點。

在一項實施例中，窗控制器藉由在一段時間內穿過EC裝置發送一高電壓交流(AC)來修復EC裝置中之短路相關缺陷。儘管不希望受理論約束，但據信此修復短路相關缺陷，此乃因在AC電流之施加期間，AC電流之頻率不允許離子跨越EC堆疊材料移動，但電流確實流動，特別穿過短路相關缺陷流動。該裝置在AC電流之施加期間不轉變且因此受保護不被損壞，而高AC電流使短路「超負荷」且將其燒斷，從而有效地密封短路相關缺陷區域以免於進一步電流洩漏。短路相關缺陷之原位修復之此方法係闡述於指定McMeeking等人為發明者且於2008年5月2日提出申請之美國專利申請案第12/336,455號中，該美國專利申請案以整體引用方式併入本文中。

### 窗(電阻)加熱

EC裝置之電極層可藉由(舉例而言)使一電流穿過電極中之一者且因此使用其作為一電阻加熱元件而用於電阻加

熱。在一項實施例中，窗控制器包含加熱EC窗之一EC裝置之一個或兩個電極以用於電阻加熱之功能。電阻加熱可用於控制IGU之溫度以用於熱障、解凍IGU及控制EC裝置之溫度進而幫助轉變。在一項實施例中，本文中所闡述之窗控制器可在轉變該裝置與加熱該裝置以幫助轉變之間交替。一項實施例係包含如本文中所闡述之一多用途EC窗控制器及一EC窗之一設備，其中該EC窗之一電致變色裝置之至少一個透明導電氧化物層經組態以不相依於EC裝置之操作而被加熱。

### 智慧控制器之實例

一智慧控制器之上文所闡述特徵可單獨或彼此結合使用。現在將闡述若干特定實施例。在一項實施例中，將以下功能組合在一單個智慧控制器中：(i)供電給一或多個智慧窗，(ii)判定一或多個智慧窗之一百分比透射率(在任何特定時間例項處)，(iii)判定一或多個智慧窗之溫度(在任何特定時間例項處)，(iv)提供用於與一或多個智慧窗通信之一通信介面，及(v)自嵌入與一或多個智慧窗相關聯之IGU中之實體上分離之記憶體裝置或標籤讀取資料。

在剛剛概述之實施例中，供電給一智慧窗可係使用脈寬調變放大器(舉例而言稱為一「h橋接器」)來達成，該放大器允許窗負載浮動、接地或被設定為至控制器之輸入電壓與接地之間的任何電壓或極性。供電功能亦可使用一「降壓轉換器」及一單獨極性開關來實現，其允許將負載設定為至控制器之輸入電壓與接地之間的任何電壓或極性。控

制亦可包含在自一個狀態至另一狀態之轉變之所有或部分期間之電流限制。

判定「百分比透射率」可係經演算法方式推斷或使用一感測器(例如，一矽光電二極體)直接量測，該感測器藉由一有線或無線介面連通至控制器之一類比輸入(AI-透射率)。舉例而言，參見圖3及圖4。判定「一電致變色裝置之溫度」可係以演算法方式推斷或使用一感測器(例如，一熱電偶、測溫電阻器或RTD)直接量測，該感測器藉由一無線或有線介面連通至控制器之一類比輸入(AI-EC溫度)。舉例而言，參見圖3及圖4。無線及/或有線通信可係使用一通信介面來達成，該通信介面與智慧控制器直接介接。該通信介面可在控制器之微處理器本機上或可係實現此等功能之額外電路。最後，實例性智慧控制器可自智慧窗中之一嵌入式記憶體裝置或標籤讀取資料。此類裝置或標籤可係一線束之部分、由次級密封囊封等，但與智慧控制器實體上分離。此等裝置或標籤之實例包含RFID標籤、EEPROM或FLASH記憶體晶片，其將允許關於該等窗之各種資訊之所有儲存，包含溫度、循環次數、製造日期等。

在另一實施例中，將以下功能組合在一單個智慧控制器中：(i)供電給一或多個智慧窗，(ii)判定一或多個智慧窗之一百分比透射率(在任何特定時間例項處)，(iii)判定一或多個窗之大小，(iv)量測一或多個智慧窗之溫度(在任何特定時間例項處)，(v)判定是否發生對窗之損壞(演進之缺陷)，(vi)提供用於與一或多個智慧窗通信之一通信介面，

及(vii)自嵌入於與一或多個智慧窗相關聯之IGU中之實體上分離記憶體裝置或標籤讀取資料。

在剛剛概述之實施例中，可使用如先前實施例中所概述但現在與用以同時量測遞送至EC窗之電流及電壓之感測器組合之脈寬調變放大器(或h橋接器或降壓轉換器)來達成供電給一智慧窗。可使用一單個光電感測器、窗轉變狀態時之即時電壓及電流值之知識且用與EC塗層直接接觸之一感測器量測實際EC窗溫度來以演算法方式判定透射率。此外，電壓及電流曲線之直接知識與EC窗溫度之量測一起允許以演算法方式判定窗尺寸。電壓及電流感測能力允許控制器比較當前讀數與儲存在控制器中或經由與BMS之通信傳達及擷取之歷史值，以判定是否已發生對EC塗層之損壞。

在又一實施例中，一控制器經設計或組態以執行以下功能：(i)供電給一或多個窗之一可逆光學轉變；(ii)判定一或多個窗之透射率；(iii)判定一或多個窗之溫度；及(iv)經由一RFID標籤或經由記憶體儲存並傳輸與一或多個窗相關之資料。一單獨實施方案提供經設計或組態以執行以下功能之一控制器：(i)供電給一或多個窗之一可逆光學轉變；(ii)判定一或多個窗之大小；(iii)判定一或多個窗之溫度；(iv)在控制器與一單獨通信節點之間進行通信；及(v)經由一RFID標籤或經由記憶體儲存並傳輸與一或多個窗相關之資料。又一控制器經設計或組態以執行以下功能組合：(i)供電給一或多個窗之一可逆光學轉變；(ii)判定一

或多個窗之透射率；(iii)判定一或多個窗之大小；(iv)判定一或多個窗之溫度；(v)判定對一或多個窗之損壞；(vi)判定窗控制器與一或多個窗之間的一導線長度；(vii)在窗控制器與一單獨通信節點之間進行通信；(viii)經由一RFID標籤或經由記憶體儲存並傳輸與一或多個窗相關之資料；及(ix)修復一或多個窗之短路相關缺陷。在此等以及本文中給出之其他實例中，當一控制器與一個以上窗介接時，所陳述功能可應用於所控制窗中之任一者或此等窗之任一組合或所有該等窗。

另一控制器經設計或組態以執行以下功能：(i)供電給一或多個窗之一可逆光學轉變；(ii)判定該一或多個窗之溫度；及(iii)加熱一或多個窗上之一裝置。經加熱裝置可係電致變色裝置自身或形成於該等窗上之一單獨裝置。當期望包含相對大之窗時，此實施例尤其適於寒冷天氣氣候。其准許該等窗在太陽輻射之通量係充分時以一相對解除調色狀態操作。由功能(iii)准許之額外加熱准許在其中通常預期絕緣壁之區域中使用較大窗格而非大窗。

### 控制器架構之實例

圖3係一窗控制器組態300之一示意性繪示，其包含用於將智慧窗整合至(舉例而言)一住宅系統或一建築物管理系統中之一介面。此控制器可充當本文中所闡述類型之一智慧控制器，或其可用於提供來自由一智慧控制器間接控制之一智慧窗之「局部」資訊。所揭示實施例可實施於嵌入於一IGU(舉例而言)中之一控制器中。此等控制器有時係

稱為「板上」控制器且更詳細地闡述於標題為「Onboard Controller for Multistate Windows」且於2011年3月16日提出申請之美國專利申請案第13/049,750號中，該美國專利申請案以整體引用方式併入本文中。

在圖3之繪示中，一電壓調節器接受來自一標準24v AC/DC源之電力。電壓調節器用於供電給一微處理器(μP)以及一脈寬調變(PWM)放大器，該脈寬調變(PWM)放大器可產生處於高及低輸出位準之電流(舉例而言)以供電給一相關聯智慧窗。舉例而言，一通信介面允許與控制器之微處理器之無線通信。在一項實施例中，通信介面係基於所建立之介面標準，舉例而言，在一項實施例中，控制器之通信介面使用一串列通信匯流排，該串列通信匯流排可係由Bosch引入且現今廣泛用在汽車及工業應用中之CAN 2.0實體層標準。「CAN」係允許每網路64個節點(窗控制器)之一線性匯流排拓撲，其中資料速率為10 kbps至1 Mbps且距離高達2500 m。其他硬接線實施例包含MODBUS、LonWorks™、經由乙太網路供電、BACnet MS/T等。匯流排亦可採用無線技術(例如，Zigbee、Bluetooth等)。

在所繪示實施例中，控制器包含一離散輸入/輸出(DIO)功能，其中接收多個數位及/或類比輸入，舉例而言，設色級別(tint level)、EC裝置之溫度、百分比透射率、裝置溫度(舉例而言，根據一熱敏電阻)、光強度(舉例而言，根據一LUX感測器)等。輸出包含EC裝置之設色級別。圖3中所繪示之組態可特別用於自動系統，舉例而言，其中一進

階BMS係結合具有本文中所闡述之EC控制器之EC窗一起使用之自動系統。舉例而言，該匯流排可用於在一BMS閘道器與EC窗控制器通信介面之間通信。BMS閘道器亦與一BMS伺服器通信。

現在將闡述離散I/O之功能中之某些功能。

DI-設色級別位元0及DI-設色級別位元1：此等兩個輸入一起組成一個二進制輸入(2位元或 $2^2 = 4$ 組合；00、01、10及11)以允許一外部裝置(開關或中繼觸點)針對一IGU之每一EC窗格選擇四個離散設色狀態中之一者。換言之，此實施例假定一窗格上之EC裝置具有可被設定之四個單獨設色狀態。對於含有兩個窗格之IGU，每一窗格具有其自己的四狀態設色級別，可存在八個之多之二進制輸入組合。參見於2010年8月5日提出申請且先前以引用方式併入之美國專利申請案第12/851,514號。在某些實施例中，此等輸入允許使用者更動控制BMS控制(例如，即使BMS期望一窗經調色以減小熱增益，但亦解除對其調色以獲得更多光)。

AI-EC溫度：此類比輸入允許一感測器(熱電偶、測溫電阻器、RTD)出於判定EC塗層之溫度之目的直接連接至控制器。因此，可在不量測窗處之電流及/或電壓之情形下直接判定溫度。此允許控制器將控制器輸出之電壓及電流參數設定為適於溫度。

AI透射率：此類比輸入允許控制器直接量測EC塗層之百分比透射率。此可用於匹配可毗鄰於彼此之多個窗以確

保一致之可見外觀之目的，或當控制演算法需要作出一校正或狀態改變時，其可用於判定窗之實際狀態。使用此類比輸入，可在不使用電壓及電流回饋推斷出透射率之情形下直接量測透射率。

AI溫度/光強度：此類比輸入係連接至一內部房間或外部(建築物外部)光位準或溫度感測器。此輸入可用於以包含以下各項之若干方式控制EC塗層之所期望狀態：使用外部光位準，對窗進行調色(例如，外部明亮，對窗進行調色或反之亦然)；使用外部溫度感測器，對窗進行調色(例如，明尼阿波利斯白天外部寒冷，解除對窗調色以將熱增益誘發至室中或反之亦然，菲尼克斯白天暖和，對窗進行調色以降低熱增益且減小空調負載)。

AI-%設色：此類比輸入可用於介接至舊型BMS或使用0伏至10伏發信來告知窗控制器其應採用哪個設色級別之其他裝置。控制器可選擇試圖對窗進行連續調色(設色之陰影與0伏至10伏信號成比例，零伏係完全解除調色，10伏係完全調色)或使信號量子化(0伏至0.99伏意指解除對窗調色，1伏至2.99伏意指對窗進行5%調色，3伏至4.99伏等於40%設色且高於5伏係完全調色)。當一信號存在於此介面上時，其仍可由串列通信匯流排上指示一不同值之一命令來更動控制。

DO-設色級別位元0及位元1：此類比輸入類似於DI-設色級別位元0及DI-設色級別位元1。上述此等係指示一窗處於四個設色狀態中之哪一者中或被命令至四個設色狀態中

之哪一者之數位輸出。舉例而言，若一窗係完全調色且一使用者走進一房屋中且期望其透明，則使用者可按下所提供之開關中之一者且致使控制器開始解除對窗調色。由於此轉變並不是瞬間的，因此此等數位輸出將交替地打開及關斷發信通知過程之一改變且然後當窗達到其被命令值時保持在一固定狀態下。

圖4繪示具有一使用者介面之一控制器組態402。舉例而言，在不需要自動化時，(舉例而言)如圖3中所繪示之EC窗控制器可經提供而不具有PWM組件且用作一終端使用者之I/O控制器，其中，舉例而言，該終端使用者可使用一鍵盤404或其他使用者控制之介面來控制EC窗功能。EC窗控制器及視情況I/O控制器可菊鏈鏈接在一起以形成EC窗網路以用於自動及非自動EC窗應用。

在某些實施例中，控制器402不直接控制一窗，但可間接地控制一或多個窗。該控制器可引導或協調一或多個其他控制器之操作，諸如圖1中之控制器103及/或105。

#### 固態且無機EC裝置

針對上下文提供對EC裝置之一說明，此乃因本文中所闡述之窗控制器包含使用EC裝置之特徵(舉例而言)以便量測參數(諸如，溫度、窗大小、百分比透射率等)以及在一非習用意義上使用EC裝置(舉例而言，使用一EC裝置之一電極用於電阻加熱)之功能。因此，EC裝置之結構及功能係在固態且無機EC裝置之上下文中闡述的，儘管本文中所闡述之控制器可控制任一EC裝置。此外，如上文所述，此

等控制器可與具有非電致變色光學可切換裝置一起使用，諸如液晶裝置及懸浮粒子裝置。

圖 5 繪示一 EC 裝置 500 之一示意性剖面圖。電致變色裝置 500 包含一基板 502、一導電層 (CL) 504、一 EC 層 (EC) 506、一離子導電層 (IC) 508、一反電極層 (CE) 510 及一導電層 (CL) 514。層 504、506、508、510 及 514 統稱為一 EC 堆疊 520。可操作以橫跨 EC 堆疊 520 施加一電位之一電壓源 516 實現自 (舉例而言) 一褪色狀態至一著色狀態 (所繪示) 之 EC 裝置之轉變。可相對於基板反轉層之次序。EC 裝置 500 可包含一或多個額外層 (未展示)，諸如一或多個被動層。用於改良某些光學特性之被動層可包含在 EC 裝置 500 中。用於提供水分或抗刮擦之被動層亦可包含在 EC 裝置 500 中。舉例而言，導電層可用抗反射或保護性氧化物或氮化物層處理。其他被動層可用於嚴密密封 EC 裝置 500。

此等完全固態且無機 EC 裝置、製作該等裝置之方法及缺陷率準則係更詳細地闡述於 2009 年 12 月 22 日提出申請且指定 Mark Kozlowski 等人為發明者、標題為「Fabrication of Low-Defectivity Electrochromic Devices」之美國專利申請案第 12/645,111 號及 2009 年 12 月 22 日提出申請且指定 Zhongchun Wang 等人為發明者、標題為「Electrochromic Devices」之美國專利申請案第 12/645,159 號中，該兩個美國專利申請案出於所有目的以引用方式併入本文中。根據某些實施例，其中反電極及 EC 電機在不單獨沈積一離子導電層之情形下彼此緊鄰 (有時直接接觸) 地形成之 EC 裝置係

與本文中所闡述之控制器一起使用。此等裝置及製作此等裝置之方法係闡述於各自在2010年4月30日提出申請之美國專利申請案第12/772,055號及第12/772,075號及各自於2010年6月11日提出申請之美國專利申請案第12/814,277號及第12/814,279號中，四個申請案中之每一者係標題為「Electrochromic Devices」，各自指定Zhongchun Wang等人為發明者，且各自以整體引用方式併入本文中。此等裝置本身不具有一IC層，但如同EC層一樣起作用。

應瞭解，對一褪色狀態與一著色狀態之間的一轉變之提及並非限制性且該提及僅尤其建議可實施之一EC轉變之一個實例。術語「褪色」係指一光學中性狀態，舉例而言，無色、透明或半透明。再進一步，除非本文中另外規定，否則一EC轉變之「色彩」並不限於任何特定波長或波長範圍。在褪色狀態中，將一電位施加至EC堆疊520以使得堆疊中可致使EC材料506處於著色狀態中之可用離子主要駐存在反電極510中。當反轉EC堆疊上之電位時，離子橫跨離子導電層508傳輸至EC材料506且致使該材料進入著色狀態。

在此實例中，組成EC堆疊520之材料既係無機的又係固態的。由於有機材料往往隨著時間降格，因此無機材料提供可在延伸之時間週期內起作用之一可靠EC堆疊之優點。處於固態之材料亦提供不具有封鎖及洩漏問題之優點，此乃因處於液態之材料經常具有該等問題。一項實施例係包含如本文中所闡述之一控制器及係完全固態且無機之一EC

裝置之一設備。

再次參考圖5，電壓源516通常係一低電壓電源且可組態於多用途控制器中以結合其他組件操作，諸如感測器、RFID標籤等。在某些實施例中，本文中所闡述之多用途控制器包含將電力供應至一EC裝置(舉例而言，如電壓源516)之能力。

一典型基板502係玻璃。適合玻璃包含透明或經調色鈉鈣玻璃，包含鈉鈣浮法玻璃。通常，在基板502與導電層504之間存在一鈉擴散障壁層(未展示)以防止鈉離子自玻璃擴散至導電層504中。

在基板502之頂部上係導電層504。導電層504及514可係由多種不同材料製成，包含導電氧化物、薄金屬塗層、導電金屬氮化物及合成導體。通常，導電層504及514至少在其中EC層展現出電致變色性之波長範圍中係透明的。透明導電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。由於氧化物通常用於此等層，因此有時將其稱為「透明導電氧化物」(TCO)層。

TCO層之功能係在EC堆疊520之表面上將由電壓源516提供之一電位散佈至該堆疊之內部區域，其中具有極小歐姆電位降。電位藉由至導電層之電連接被傳送至導電層。通常，匯流條(一個與導電層504接觸且一個與導電層514接觸)在電壓源516與導電層504及514之間提供電連接。通常，可採用導電材料之層之各種厚度，只要其提供必要電性質(舉例而言，導電率)及光學性質(舉例而言，透射

率)。通常，導電層 504 及 514 係盡可能薄以增加透明性且減小成本。較佳地，每一導電層 504 及 514 之厚度亦係實質上均勻的。

導電層之薄膜電阻 ( $R_s$ ) 亦係重要的，此乃因該等層在(舉例而言)該裝置係一電致變色窗之部分時所橫越之相對大面積。導電層 504 及 514 之薄膜電阻可係在約每平方 5 歐姆至約每平方 30 歐姆之間。通常，期望兩個導電層中之每一者之薄膜電阻係約相同。可採用該等導電層用於藉助其薄膜電阻來電阻加熱該裝置，而非運行該等導電層係其一部分之 EC 裝置。在一項實施例中，所闡述之多用途控制器包含使用一 EC 裝置之一或多個導電層來電阻加熱之功能。下文更詳細地闡述此電阻加熱。

上覆導電層 504 係 EC 層 506。EC 層可含有多種不同 EC 材料中之任一或多者，包含金屬氧化物。包含一金屬氧化物之一 EC 層 506 能夠接收自反電極層 510 傳送之離子。EC 層 506 之厚度取決於經選擇用於 EC 層之 EC 材料。EC 層 506 可係約 50 nm 至 2,000 nm 厚。

一離子導電層 508 上覆 EC 層 506。任何適合材料可用於離子導電層 508，只要其允許離子在反電極層 510 至 EC 層 506 之間通過，同時實質上防止電子通過。

在離子導電層 508 之頂部上係反電極層 510。反電極層可包含能夠在 EC 裝置處於褪色狀態時充當離子儲存槽之多種不同材料中之一或多者。在藉由(舉例而言)施加一適當電位而起始之一 EC 轉變期間，反電極層經由 IC 層將其保持之

某些或所有離子傳送至EC層，從而將EC層改變至著色狀態。同時，在氧化鎳鎢(NiWO)之情況下，反電極層在有離子損失之情形下著色。由於反電極層510含有用於當EC材料處於褪色狀態時在EC材料中產生EC現象之離子，因此該反電極較佳地在其保持大量此等離子時具有高透射率及一中性色彩。當自由NiWO製成之一反電極510移除電荷時(亦即，離子自反電極510傳輸至EC層506)，反電極層將自一透明狀態返回至一棕色著色狀態。因此，當將電位施加至一電致變色裝置時，發生一光學轉變。同樣，當一EC裝置在另一方向上轉變時，其表現如同一電池，且藉助在相反方向上穿越IC層之離子產生一電荷，電流自EC裝置流動。本文中所闡述之多用途控制器藉由捕獲及/或將此電荷轉向至一電力網以供重新使用來採用此現象。

儘管已在某一定程度上詳細地闡述前述發明以促進理解，但所闡述之實施例被認為係說明性而非限制性。熟習此項技術者將易知可在隨附申請專利範圍之範疇內實踐某些改變及修改。

### 【圖式簡單說明】

圖1繪示與一建築物管理系統介接之一EC窗控制器。

圖2係本文中所闡述之控制器之一電荷儲存機構之一示意圖。

圖3係一板上窗控制器之一示意圖。

圖4繪示一不同板上窗控制器及相關聯使用者介面。

圖5係一基板上之一完全固態且無機EC裝置之一剖面示

意圖。

**【主要元件符號說明】**

100	建築物管理系統
101	建築物
102	窗控制器
103	主控制器
105a	中間控制器
105b	中間控制器
110	終端控制器
200	電路
205	絕緣玻璃單元
210	源
215	電荷儲存裝置/裝置
300	窗控制器組態
402	控制器組態
404	鍵盤
500	電致變色裝置
502	基板
504	導電層
506	電致變色層
508	離子導電層
510	反電極層
514	導電層
516	電壓源

I559065

520

電致變色堆疊

$\mu$ P

微處理器

105年7月6日收件大

第 101108958 號專利申請案  
中文申請專利範圍替換本(105 年 7 月 6 日)

## 七、申請專利範圍：

1. 一種用於控制能夠經歷可逆光學轉變之一或多個窗之窗控制器，該窗控制器包括經組態或設計以控制該一或多個窗之功能的一或多個微處理器，該等功能包括：

測量該一或多個窗中之至少一者之透射率；

主動地且可逆地供電給該一或多個窗之至少一者之在一褪色之最終狀態及一著色之最終狀態之間的一可逆光學轉變，其中基於所測量之該至少一窗之該透射率而供電，其中該至少一窗包括一第一導電層、一第二導電層、及在該第一導電層及該第二導電層之間的一電致變色層，其中供電給該可逆光學轉變包括施加一直流電壓至該第一導電層及該第二導電層以提供橫跨該電致變色層之一電位，其中負載是浮動的；

該窗控制器與一單獨通信節點之間的通信。

2. 如請求項1之窗控制器，其進一步經組態或設計以至少提供：

判定該一或多個窗中之至少一者之溫度；及

經由主動或被動供電之一RFID標籤或經由記憶體儲存並傳輸與該一或多個窗中之至少一者相關之資料。

3. 如請求項1之窗控制器，其進一步經組態或設計以至少提供以下功能：

判定該一或多個窗中之至少一者之一大小；

判定該一或多個窗中之至少一者之溫度；

判定對該一或多個窗中之至少一者之損壞；

該窗控制器與一單獨通信節點之間的通信；及  
經由主動或被動供電之一RFID標籤或經由記憶體儲  
存並傳輸與該一或多個窗中之至少一者相關之資料。

4. 如請求項1之窗控制器，其進一步經組態或設計以至少  
提供以下功能：

判定該一或多個窗中之至少一者之一大小；  
判定該一或多個窗中之至少一者之溫度；  
該窗控制器與一單獨通信節點之間的通信；及  
經由主動或被動供電之一RFID標籤或經由記憶體儲  
存並傳輸與該一或多個窗中之至少一者相關之資料。

5. 如請求項1之窗控制器，其進一步經組態或設計以至少  
提供以下功能：

加熱該一或多個窗中之至少一者之一電致變色裝置之  
一個或兩個電極。

6. 如請求項1之窗控制器，其進一步經組態或設計以至少  
提供以下功能：

判定該一或多個窗中之至少一者之一大小；  
判定該一或多個窗中之至少一者之溫度；  
判定對該一或多個窗中之至少一者之損壞；  
判定該窗控制器與該一或多個窗中之至少一者之間的  
導線長度；  
該窗控制器與一單獨通信節點之間的通信；  
經由主動或被動供電之一RFID標籤或經由記憶體儲  
存並傳輸與該一或多個窗中之至少一者相關之資料；

修復該一或多個窗中之至少一者之短路相關缺陷。

7. 如請求項1之窗控制器，其中該控制器經組態或設計以引導或協調控制該等窗之操作之一或多個其他控制器之操作。
8. 一種建築物管理系統，其包括如請求項1之窗控制器。
9. 一種設備，其包括：
  - (i) 一建築物管理系統(BMS)；
  - (ii) 如請求項1之窗控制器；及
  - (iii) 一多狀態電致變色窗。
10. 一種設備，其包括：
  - (i) 如請求項1之窗控制器；及
  - (ii) 一電致變色窗。
11. 如請求項10之設備，其中該電致變色窗係完全固態且無機的。
12. 如請求項11之設備，其中該電致變色窗係一多狀態電致變色窗。
13. 一種管理一建築物之系統之方法，其包括：

使用由一窗控制器自該建築物中之能夠經歷在一褪色之最終狀態及一著色之最終狀態之間的可逆光學轉變之一或多個窗收集之資料，其中該資料用於調整該建築物之至少一個其他系統之輸入，該其他系統係選自由HVAC、照明、安全、電力、滅火及電梯控制組成之群組；及

主動地且可逆地供電給該一或多個窗之至少一者之在

一褪色之最終狀態及一著色之最終狀態之間的一可逆光學轉變，其中基於所量測之透射率資料而供電，其中該至少一或多個窗之每一者包括一第一導電層、一第二導電層、及在該第一導電層及該第二導電層之間的一電致變色層，其中供電給該可逆光學轉變包括施加一直流電壓至該第一導電層及該第二導電層以提供橫跨該電致變色層之一電位，其中負載是浮動的。

14. 如請求項13之方法，其進一步包括收集關於該一或多個窗之以下類型之資料中之一或多者：透射率、大小、溫度。
15. 如請求項13之方法，其進一步包括將關於該一或多個窗之資料儲存於該控制器中。
16. 如請求項13之方法，其進一步包括自該控制器提供電力至該一或多個窗，該電力驅動該等可逆光學轉變。
17. 如請求項13之方法，其進一步包括：

判定該一或多個窗中之至少一者之所量測之透射率；  
判定該一或多個窗中之至少一者之溫度；  
該窗控制器與一單獨通信節點之間的通信；及  
經由主動或被動供電之一RFID標籤儲存並傳輸與該一或多個窗中之至少一者相關之資料。
18. 一種用於控制能夠經歷可逆光學轉變之一或多個窗之窗控制器，該窗控制器經組態或設計以提供以下功能：

主動地且可逆地供電給該一或多個窗中之至少一者之在一褪色之最終狀態及一著色之最終狀態之間的一可逆

光學轉變，其中基於該一或多個窗中之該至少一者之所量測之透射率而供電，其中該一或多個窗之每一者包括一第一導電層、一第二導電層、及在該第一導電層及該第二導電層之間的一電致變色層，其中供電給該可逆光學轉變包括施加一直流電壓至該第一導電層及該第二導電層以提供橫跨該電致變色層之一電位，其中負載是浮動的；

判定該一或多個窗中之至少一者之所量測之透射率；

判定該一或多個窗中之至少一者之溫度；

於該窗控制器與一單獨通信節點之間通信；及

儲存並傳輸與該一或多個窗中之至少一者相關之資料。

19. 如請求項18之窗控制器，其中供電給該可逆光學轉變之該功能係用稱為一h橋接器或一降壓轉換器之脈寬放大器來實施。
20. 如請求項18之窗控制器，其中判定該一或多個窗中之至少一者之透射率之該功能係藉由來自該至少一個窗上之一或多個感測器之直接量測來實施。
21. 如請求項18之窗控制器，其中判定該一或多個窗中之至少一者之溫度之該功能係藉由來自該至少一個窗上之一或多個感測器之直接量測來實施。
22. 如請求項18之窗控制器，其中判定該一或多個窗中之至少一者之溫度之該功能係藉由根據來自該至少一個窗之電流及/或電壓資訊以演算法方式推斷溫度來實施。

23. 如請求項18之窗控制器，其中儲存並傳輸與該一或多個窗中之至少一者相關之資料之該功能包括自嵌入於該至少一個窗中之一控制器讀取資料。

## 八、圖式：

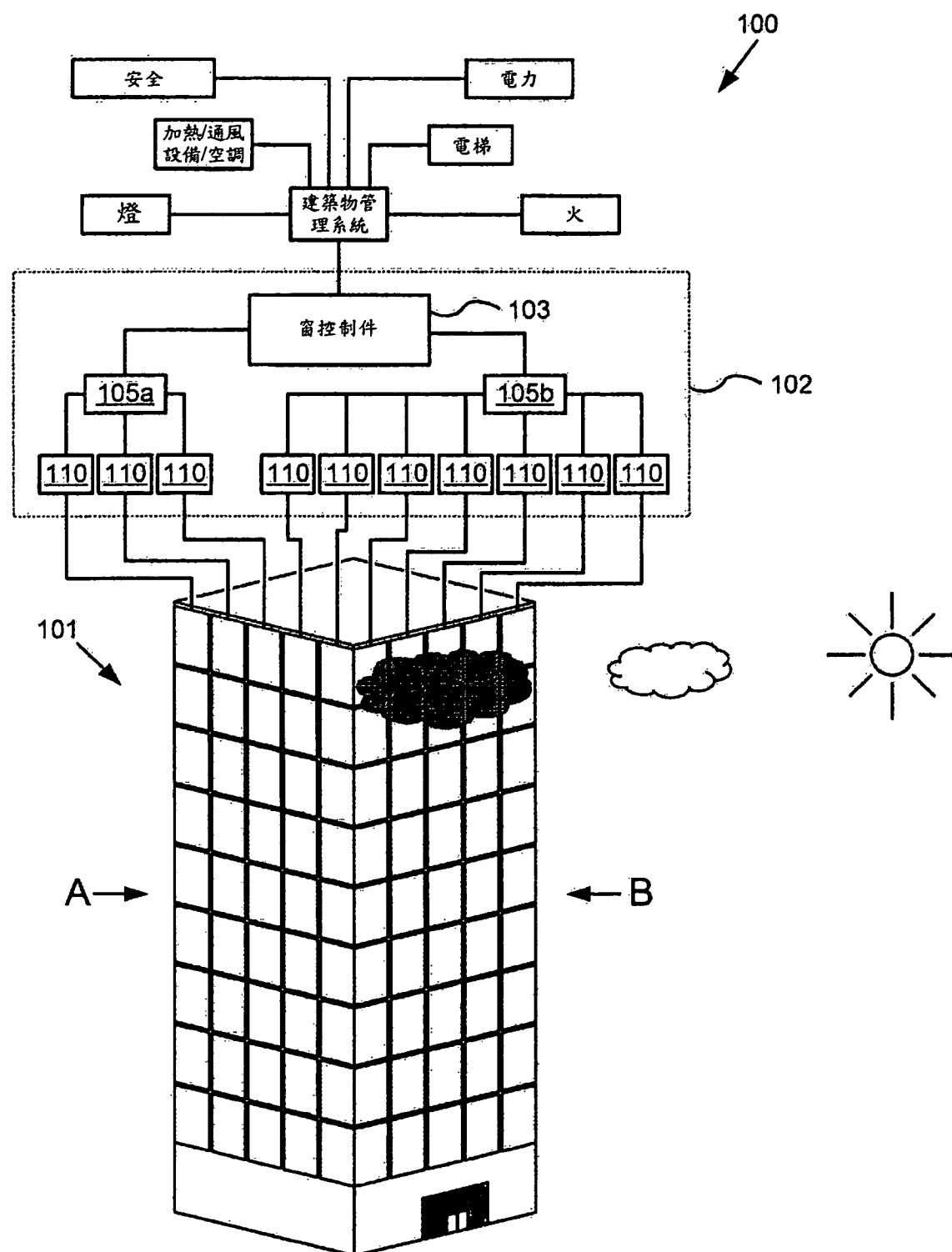


圖 1

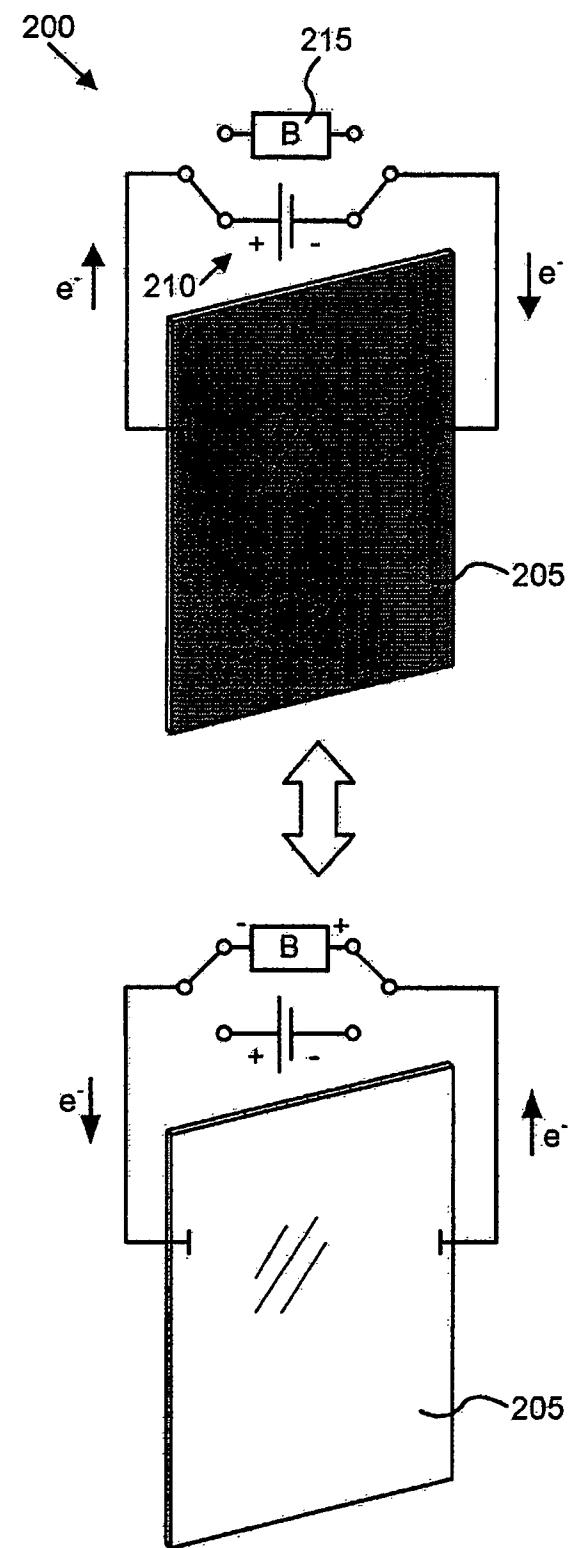


圖2

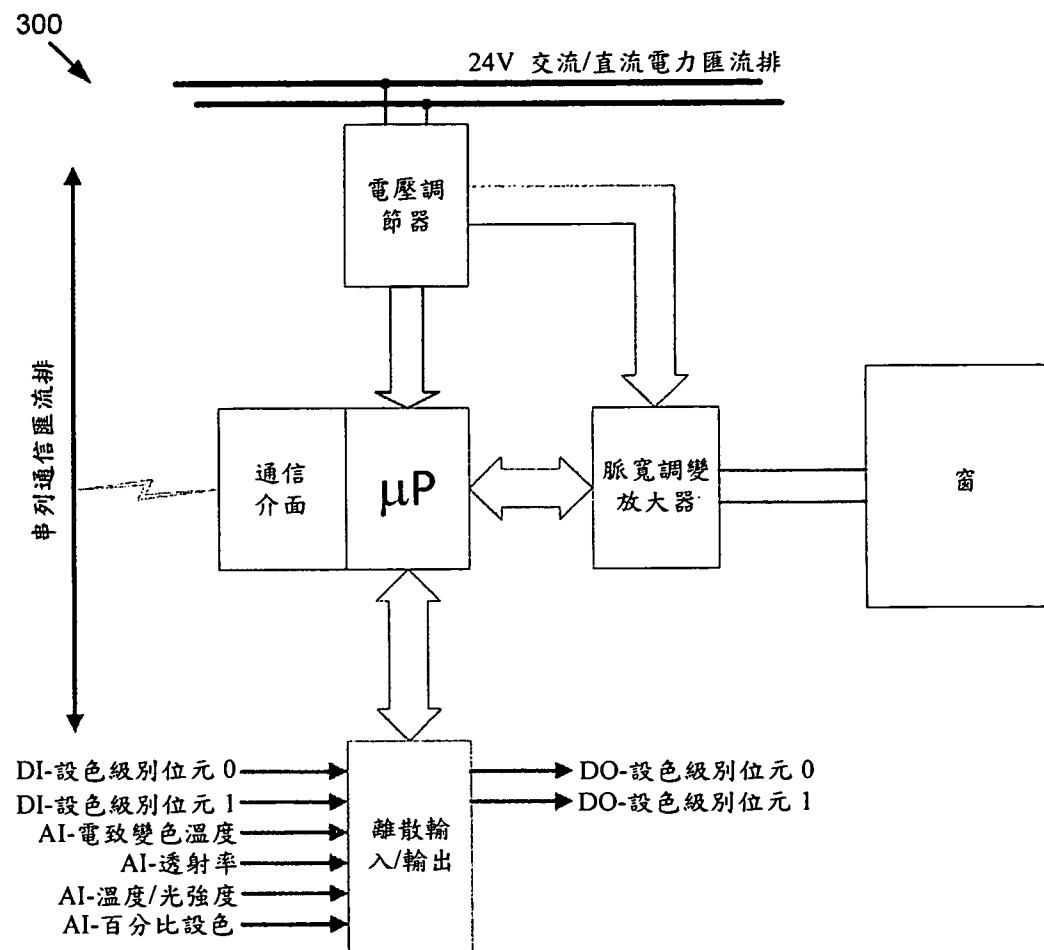


圖 3

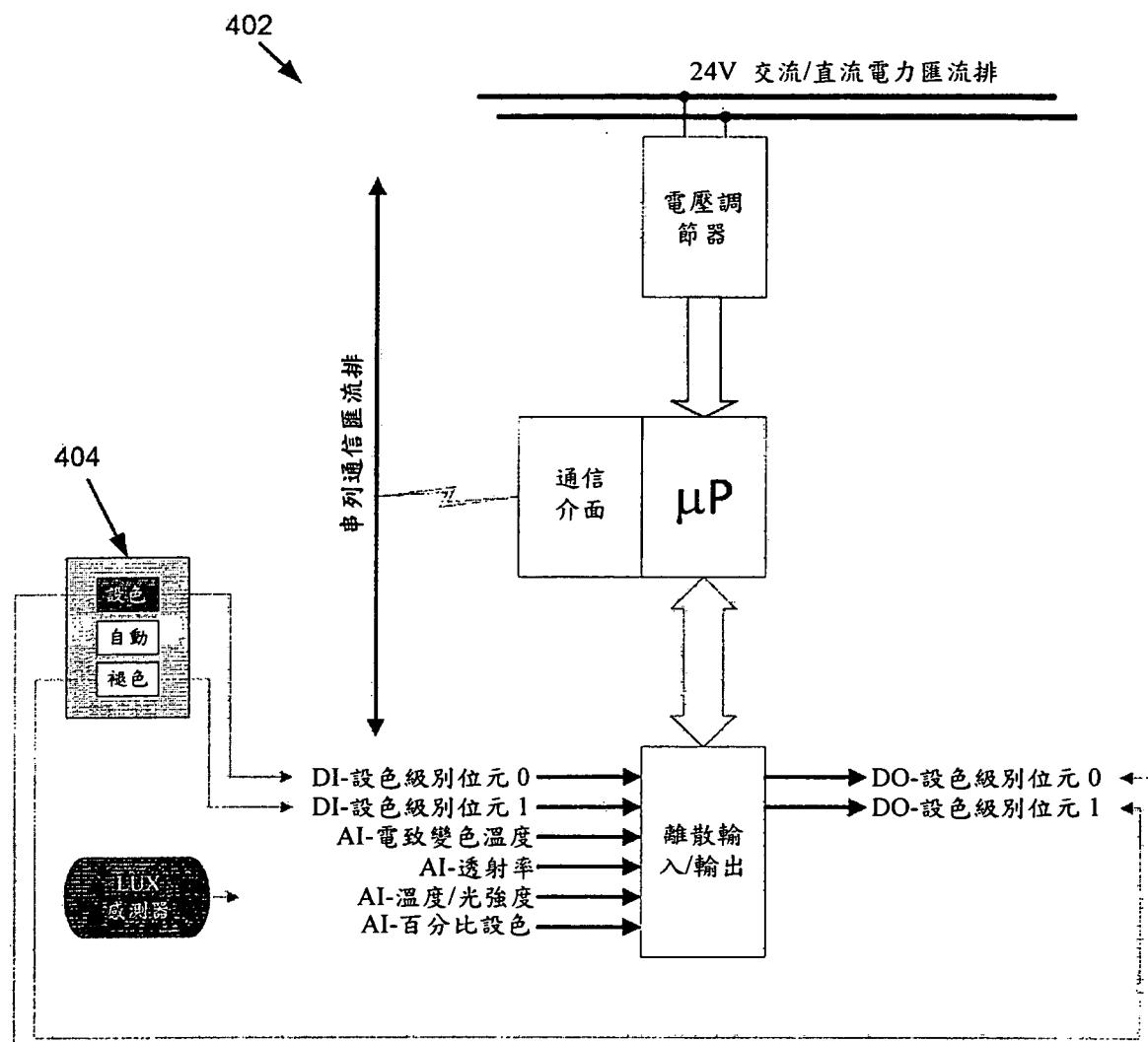


圖4

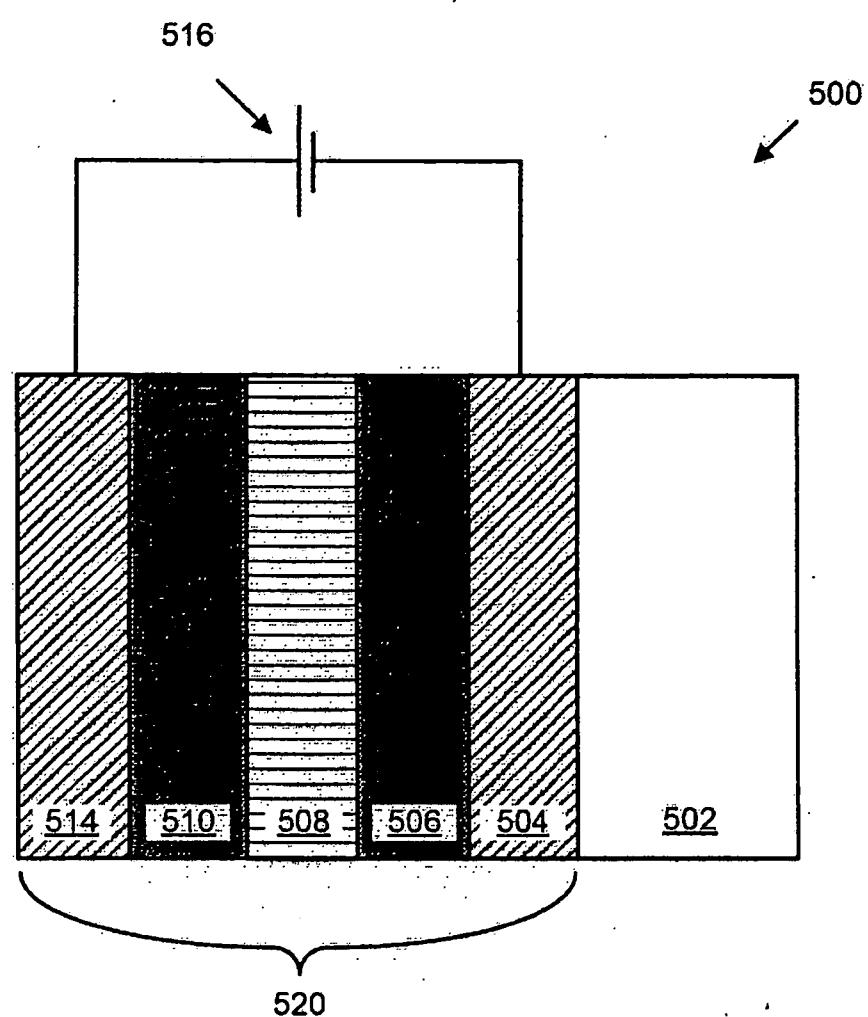


圖 5