



(21) 申請案號：105130239 (22) 申請日：中華民國 105 (2016) 年 09 月 19 日
 (51) Int. Cl. : *G02F1/163 (2006.01)* *E06B9/24 (2006.01)*
 (30) 優先權：2015/09/18 美國 62/220,514
 2016/09/16 美國 15/268,204
 (71) 申請人：唯景公司 (美國) VIEW, INC. (US)
 美國
 (72) 發明人：維加諾 喬司 VIGANO, JOSE (US)；布朗 史蒂芬 C BROWN, STEPHEN C.
 (US)；雪利凡斯塔瓦 達爾雅 SHRIVASTAVA, DHAIRYA (US)；金城 凱文
 和夫 KANESHIRO, KEVIN KAZUO (US)
 (74) 代理人：陳長文
 申請實體審查：無 申請專利範圍項數：40 項 圖式數：9 共 85 頁

(54) 名稱

用於電致變色裝置之電力分配網路

POWER DISTRIBUTION NETWORKS FOR ELECTROCHROMIC DEVICES

(57) 摘要

本文中之各種實施例係關於用於光學可切換窗之電力分配網路。提供了許多不同拓撲。在許多實施例中，一控制面板可與一幹線連接，該幹線連接至複數個光學可切換窗。該複數個光學可切換窗可由該共用幹線來供電。相對於每一光學可切換窗經由單獨個別線連接至該控制面板之拓撲，此拓撲提供實質性改良。此外，本文中之某些實施例係關於用以安裝用於光學可切換窗之電力分配網路之安裝套組。

Various embodiments herein relate to power distribution networks for optically switchable windows. A number of different topologies are provided. In many embodiments, a control panel may be connected with a trunk line, which is connected to a plurality of optically switchable windows. The plurality of optically switchable windows may be powered by the shared trunk line. This topology provides substantial improvements over topologies in which each optically switchable window is connected to the control panel via separate, individual lines. Further, certain embodiments herein relate to installation kits for installing power distribution networks for optically switchable windows.

指定代表圖：

符號簡單說明：

401 . . . 1 級控制面板

402 . . . 電纜

403 . . . 電纜

404 . . . 電纜

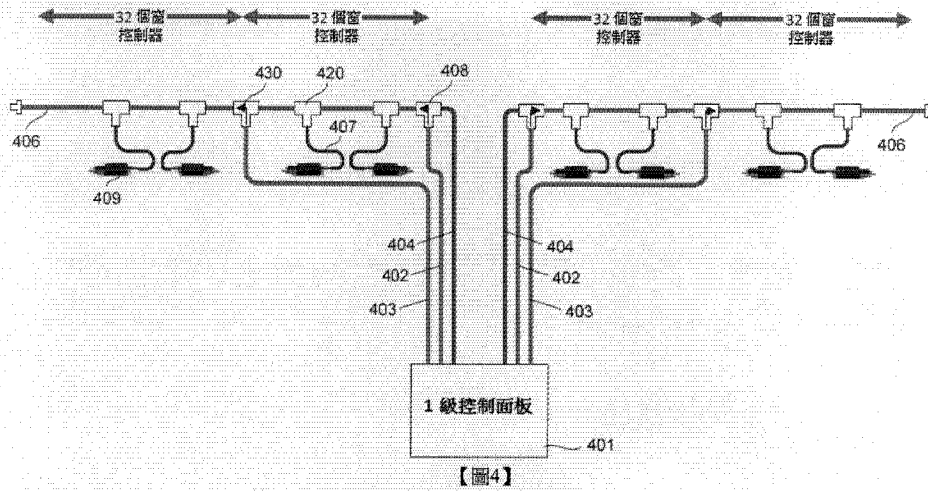
406 . . . 幹線

407 . . . 支線

408 . . . 電力/通信
整合連接器

409 . . . 窗控制器

420 . . . 支線連接器

430 . . . 電力插入連
接器

【圖4】



申請日: 105.9.19

IPC分類:

201734618

【發明摘要】

【中文發明名稱】

用於電致變色裝置之電力分配網路

G02P 1/163

E-68 9/14

【英文發明名稱】

POWER DISTRIBUTION NETWORKS FOR ELECTROCHROMIC DEVICES

【中文】

本文中之各種實施例係關於用於光學可切換窗之電力分配網路。提供了許多不同拓撲。在許多實施例中，一控制面板可與一幹線連接，該幹線連接至複數個光學可切換窗。該複數個光學可切換窗可由該共用幹線來供電。相對於每一光學可切換窗經由單獨個別線連接至該控制面板之拓撲，此拓撲提供實質性改良。此外，本文中之某些實施例係關於用以安裝用於光學可切換窗之電力分配網路之安裝套組。

【英文】

Various embodiments herein relate to power distribution networks for optically switchable windows. A number of different topologies are provided. In many embodiments, a control panel may be connected with a trunk line, which is connected to a plurality of optically switchable windows. The plurality of optically switchable windows may be powered by the shared trunk line. This topology provides substantial improvements over topologies in which each optically switchable window is connected to the control panel via separate, individual lines. Further, certain embodiments herein relate to installation kits for installing power

distribution networks for optically switchable windows.

【指定代表圖】

圖4

【代表圖之符號簡單說明】

- 401 1級控制面板
- 402 電纜
- 403 電纜
- 404 電纜
- 406 幹線
- 407 支線
- 408 電力/通信整合連接器
- 409 窗控制器
- 420 支線連接器
- 430 電力插入連接器

【發明說明書】

【中文發明名稱】

用於電致變色裝置之電力分配網路

【英文發明名稱】

POWER DISTRIBUTION NETWORKS FOR ELECTROCHROMIC
DEVICES

【技術領域】

光學可切換窗在處於不同狀態下時展現光學性質的可控且可逆之變化，變化可藉由諸如電壓變化之可控刺激來驅動。光學性質通常為色彩、透射率、吸收率及反射率中之一或多者。電致變色裝置有時被用於光學可切換窗中。舉例而言，一種熟知的電致變色材料為氧化錳(WO_3)。氧化錳為陰極電致變色材料，其中著色轉變(自透明至藍色)藉由電化學還原而發生。

電可切換之窗(電致變色或其他的)可在建築物中使用以控制太陽能之傳輸。可切換窗可手動地或自動地染色及透明化以減少加熱、空氣調節及/或照明系統之能量消耗，同時使居住者維持舒適。

僅在最近，設計者已開始開發用於具有許多電可染色窗之建築物的控制及電力系統。因此，在此等系統能夠可靠地操作且接近其目標之前需要許多發展。

【先前技術】

【發明內容】

本文中之實施例係關於電致變色窗或其他電致變色裝置之網路。舉例而言，用於為一建築物中之多個光學可切換窗提供電力之電力分配網路之

特性可在於以下元件：(a)一控制面板，其包括電連接至該建築物之一主電源供應器之一或多個電源供應器，及連接至該一或多個電源供應器之一或多個埠，以使得該等電源供應器向該一或多個埠提供電力，其中來自該等電源供應器之該電力適合該電力分配網路向該等光學可切換窗中之至少一些提供電力以及驅動彼等光學可切換窗之光學轉變；(b)至少一條電力插入線，該至少一條電力插入線連接至該控制面板之一埠且朝該多個光學可切換窗延伸，其中該電力插入線包括用於將電力供應至該多個光學可切換窗之一電纜；(c)一幹線，該幹線包括複數個導體且連接於該電力插入線與多條支線之間，其中每一支線經組態而將來自該幹線之電力提供至一或多個光學可切換窗；及(d)介於該多條支線與該幹線之間的複數個連接器，其中每一連接器以不會分開該幹線之該等導體之一方式在該幹線與其各別支線之間提供一電路徑。在一些實施例中，該等光學可切換窗為透明基板上之電致變色裝置。在某些實施例中，該控制面板之該一或多個電源供應器為DC電源供應器。

該幹線在該等連接器處可包括扁平電纜部分。該幹線可為一扁平電纜。該等連接器可為絕緣位移連接器。該電力分配網路可另外包括連接於該控制面板與該幹線之間的一二次電力插入線，其中該二次電力插入線在該至少一條電力插入線與該幹線連接所在之一位置與一終端光學可切換窗之位置之間的一位置與該幹線連接。在一些實施中，該網路具有比光學可切換窗少的電力插入線。

在某些實施例中，該電力分配網路另外包括耦接於該等光學可切換窗與該等支線之間的複數個窗控制器，其中該等窗控制器包括用於將電力傳遞至該等光學可切換窗以及驅動該等光學可切換窗之光學轉變的電路。該

等窗控制器可經設計或經組態而包括用於使傳至該等光學可切換窗之電力等變且保持該電力以驅動該等光學轉變的指令。

在一些實施中，由該電力分配網路傳遞之該電力為2級的。在一些實施中，該控制面板之該一或多個電源供應器為1級電源供應器。在某些實施中，該幹線位於豎框及/或橫梁之通道中。可選地，此幹線為在操作期間載運1級電力之2級電纜。

在各種實施例中，該電力分配網路另外包括一遠端電源面板，該遠端電源面板安置於與該控制面板之該位置相比較為接近該等光學可切換窗中之該一或多者的位置。

在某些實施例中，一種用於向複數個光學可切換窗供電的電力分配網路，該電力分配網路包括：(a)一控制面板，其包括電連接至一建築物之一主電源供應器之一或多個電源供應器，每一電源供應器包括用於經由而將電傳遞至該複數個可切換窗之一或多個電力埠；(b)一幹線，其經組態而將電自該一或多個電力埠供應至；(c)一或多條支線，每一支線經組態而將電供應至至少一個窗控制器，該至少一個窗控制器電連接至該複數個可切換窗中之一或多者；及(d)至少一條電力插入線，該至少一條電力插入線經組態而在介於兩個支線連接點之間或介於一支線連接點與一電力埠之間的一位置將輔助電力自該一或多個電力埠輸入至該幹線中。在一個實施例中，該控制面板包括一控制面板監視器。在一個實施例中，該幹線為一分段系統，其包括一或多個T型連接器、Y型連接器及電力分接頭。

本發明之一些態樣係關於用以安裝用於為一建築物中之多個光學可切換窗提供電力之一電力分配網路的套組。此等套組之特性可在於以下特徵：(a)一控制面板，其包括：(i)用於電連接至該建築物之一主電源供應器

之一或多個電源供應器，及(ii)連接至該一或多個電源供應器之一或多個埠，以使得該等電源供應器可向該一或多個埠提供電力；(b)至少一條電力插入線，該至少一條電力插入線用於連接至該控制面板之一埠且朝該多個光學可切換窗延伸，其中該電力插入線包括用於將電力供應至多個光學可切換窗之一電纜；(c)一幹線，其包括用於連接於該電力插入線與多條支線之間的複數個導體；(d)該多條支線，其中每一支線經組態而電連接至一光學可切換窗以將來自該幹線之電力提供至其光學可切換窗，從而用於驅動該光學可切換窗之轉變；及(e)複數個連接器，用於提供該幹線與該等支線之間的電路徑。一些套組另外包括一或多個光學可切換窗，光學可切換窗可為透明基板上之電致變色裝置。在一些實施例中，該幹線為2級電纜。

在一些套組中，該等連接器中之至少一些經組態而使得該等連接器以不會分開該幹線之該等導體之一方式在該幹線與該等支線之間提供該電路徑。在一些套組中，一幹線在該等連接器可進行附接之位置處包括扁平電纜部分。在一些套組中，至少一個幹線為一扁平電纜。在一些套組中，該等連接器中之一些為絕緣位移連接器。

一些套組另外包括用於連接該控制面板與該幹線之一二次電力插入線。在一些套組中，該控制面板不具有一尺寸大於約30吋之側面。在一些套組中，該等控制面板電源供應器為2級電源供應器。

一些套組包括經組態而耦接於該等光學可切換窗與該等支線之間的複數個窗控制器，該等窗控制器包括用於將電力傳遞至該等光學可切換窗以及驅動該等光學可切換窗之光學轉變的電路。該等窗控制器中之一或多者可包括用於使傳至該等光學可切換窗之電力等變且保持該電力以驅動該等光學轉變的指令。

一些套組另外包括一遠端電源面板，該遠端電源面板經組態而自該建築物之主電源供應器接收電力且將2級額定功率傳遞至該電力分配網路。在一些套組中，該控制面板之一或多個電源供應器為2級電源供應器。

所揭示實施例之此等及其他特徵及優點將參看相關圖式在下文加以更詳細地描述。

【圖式簡單說明】

以下詳細描述可在結合圖式考慮時得到更充分理解，在該等圖式中：

圖1說明根據某些實施例之電致變色裝置的橫截面圖。

圖2呈現用於控制建築物之一或多個可染色窗之功能之通信網路的組件的方塊圖。

圖3A、圖3B及圖3C說明電力分配網路之不同實施例中之上游組件及下游組件。

圖4描繪亦充當通信網路之1級電力分配網路之一個實施例的示意圖。

圖5A描繪可以或可不亦充當通信網路之2級電力分配網路之一個實施例的示意圖。

圖5B描繪利用許多二次電力插入線之2級電力分配網路之另一實施例的示意圖。

圖6A描繪根據一個實施例之5導體幹線。

圖6B及圖6C說明根據某些實施例之4導體扁平電纜幹線的橫截面圖。

圖6D描繪用於比較的幹線及支線。

圖6E說明根據某些實施例之控制面板的內部。

圖6F描繪圖6E中所示之控制面板的俯視圖。

圖6G說明根據某些實施例之遠端電源面板的內部。

圖6H描繪根據某些實施例之連接至幹線之遠端電源面板。

圖6I說明控制面板中所含之組件的實例，包括控制面板監視器。

圖6J說明可經部署以實施控制面板監視器之電路的實例。

圖6K描繪利用包括控制面板監視器之控制面板的電力分配網路之另一實施例的示意圖。

圖7A展示可用於本文中所描述之各種連接器的T形連接器。

圖7B展示可用於本文中所描述之各種連接器的Y形連接器。

圖7C及圖7D展示附接至扁平電纜幹線之支線絕緣位移連接器。

圖7E展示經由支線絕緣位移連接器連接至幹線之支線。

圖7F展示經由若干支線及支線絕緣位移連接器與幹線連接的若干窗控制器。

圖8A及圖8B描繪用於將電力插入線連接至扁平電纜幹線之不同方法。

圖9描繪扁平電纜幹線上之終端套管。

【實施方式】

電致變色裝置可以併入至窗中以形成電致變色窗。電致變色窗係用於控制經由窗進入建築物之光及熱的量，且可用以將用於為居住者將建築物維持在舒適溫度的能量之量減至最小。電致變色窗亦用於將建築物內之非所要照明條件(例如，眩光)減至最少。

在多個光學可切換窗(諸如電致變色窗)係一起安裝之情況下，此等窗可以一起形成網路連接。該網路可提供電力及/或通信資訊至該等窗中之每一者。(特別地，網路中之)光學可切換窗之安裝及維護帶來在安裝被動式窗時不會涉及之某些問題。舉例而言，電致變色窗經組態而接收電力以驅

動該等窗上之光學轉變。因而，電力分配網路可經組態而向該等窗中之每一者提供電力。類似地，一通信網路(其可以或可不共用電力分配網路之某些組件)可經組態而提供通信/控制資訊至該等窗中之每一者以控制每一窗何時及如何經歷光學轉變。相比而言，被動式窗不接收電力或控制資訊，且通常絕不一起形成網路連接。類似地，當建築物升級至包括額外窗時，在該等窗係電致變色窗之情況下，此等升級將更複雜。在電致變色窗之網路經安裝的各種習知情況下，歸因於所安裝網路中固有之限制，難以添加額外窗。此等限制可與(例如)功率/電壓/電流/安全性限制相關。

網路挑戰

光學可切換窗之網路可在各種情況下使用。網路在巨大建築物和具有大量光學可切換窗之建築物中特別有益。網路可傳遞電力及/或通信/控制資訊。傳遞電力之網路可被稱為電力分配網路。傳遞通信/控制資訊之網路可被稱為通信網路。在各種情況下，網路可為電力分配網路及通信網路兩者。在此等情況下，網路內之各種組件可操作以分配電力及/或通信。換言之，在網路分配電力及通信兩者之情況下，某些組件可僅分配電力，某些組件可僅分配通信資訊，且某些組件可分配電力及通信資訊兩者。在電力線通信(Power-line communications, PLC)中，電力及通信均在單一導體上傳輸。參見(例如) IEEE 1901及IEEE 1905。本文中提供了各種實例。雖然本文中之實例中之多者側重於電力分配網路，但應理解，此等網路亦可為通信網路，及/或可與通信網路共用某些組件。

就電力分配而言，電致變色窗之網路帶來若干設計挑戰。一個挑戰係關於傳遞足夠電力至每一窗，以使得每一窗可執行全部所要轉變，不管窗距離其電源有多遠。另一挑戰係關於將遍及建築物之電纜敷設減至最少。

通常較佳為使用較少電纜敷設，只要所有窗可接收足夠電力。使用較少電纜敷設不僅節省材料成本，而且節省安裝成本。相關挑戰為安裝之相對容易/困難。大部分典型(非電致變色)窗安裝者不習慣遍及建築物進行電纜敷設以使電力到達窗。因而，可使此安裝更容易及/或更靈活之任何改良係有益的。較少電力敷設之使用使安裝更容易，此係因為用來遍及建築物牽拉電纜的時間及精力更少。影響安裝電致變色窗之網路之難度的另一因素為電力分配網路之特別設計及網路(或其任何部分)是否必需由專業人員(諸如有照電工)進行安裝。安裝電致變色窗時的人工之大部分可由普通承包者處置。然而，可能存在必需由有照電工執行之某些步驟。與相對較多安裝工作係由普通承包者進行之情況相比，有照電工之使用可導致較高成本及/或延遲安裝。

可切換窗技術

通常，「光學可切換裝置」為回應於電輸入改變光學狀態的薄膜裝置。薄膜裝置通常由某一類基板(例如，玻璃或其他透明材料)支撐。該裝置在兩個或更多光學狀態之間可逆地循環。此等狀態之間的切換係藉由施加預定義電流及/或電壓至該裝置來控制。該裝置通常包括跨越至少一個光學活性層的兩個薄導電片。驅動光學狀態之變化的電輸入經施加至該等薄導電片。在某些實施中，該輸入由與該等導電片電通信之匯流排條提供。

儘管本發明強調電致變色裝置作為光學可切換裝置之實例，但本發明不限於此。其他類型之光學可切換裝置之實例包括某些電泳裝置、液晶裝置及其類似者。光學可切換裝置可設置於各種光學可切換產品(諸如光學可切換窗)上。然而，本文中所揭示之實施例不限於可切換窗。其他類型之光學可切換產品之實例包括鏡子、顯示器及其類似者。在本發明之情況下，

此等產品通常以非像素化格式設置。

圖1中展示了根據一些實施例之電致變色裝置100的示意橫截面。該電致變色裝置包括基板102、導電層(CL) 104、電致變色層(EC) 106 (有時亦被稱為陰極著色層或陰極染色層)、離子導電層或區(IC) 108、反電極層(CE) 110 (有時亦被稱為陽極著色層或陽極染色層)以及導電層(CL) 114。元件104、106、108、110以及114共同被稱為電致變色堆疊120。可操作以跨電致變色堆疊120施加電位之電壓源116實現電致變色裝置自(例如)透明狀態至染色狀態之轉變。在其他實施例中，該等層之次序相對於基板逆轉。亦即，該等層之次序如下：基板、導電層、反電極層、離子導電層、電致變色材料層、導電層。

在各種實施例中，離子導體區108可由EC層106之一部分及/或CE層110之一部分形成。在此等實施例中，電致變色堆疊120可經沈積以包括與陽極著色反電極材料(CE層)直接實體接觸之陰極著色電致變色材料(EC層)。離子導體區108 (有時被稱為界面區，或離子導電之實質上電絕緣層或區)可接著(例如)經由加熱及/或其他處理步驟來形成EC層106與CE層110的交匯處。在2012年5月2日申請且題為「電致變色裝置(ELECTROCHROMIC DEVICES)」之美國專利申請案第13/462,725號中進一步論述不用沈積相異離子導體材料而製造之電致變色裝置，該美國專利申請案係以全文引用方式併入本文中。

在各種實施例中，圖1中所示之該等層中之一或多者可經沈積以包括兩個或更多子層。在一個實例中，EC層106及/或CE層110可經沈積以包括兩個或更多子層。給定層內之子層可具有不同組成及/或形態。可包括子層以促進離子導電區108之形成及/或調諧電致變色裝置100之各種性質。

此外，電致變色裝置可包括圖1中未圖示之一或多個額外層。此等層可改良光學效能、耐久性、密封性及類似者。可使用之額外層之實例包括(但不限於)抗反射層、缺陷減少絕緣層(其可設置於圖1中所示之該等層中之任一者內或之間)及/或罩蓋層。本文中所揭示之技術適用於廣泛多種電致變色裝置設計。

在某些實施例中，電致變色裝置在透明狀態與染色狀態之間可逆地循環。在透明狀態下，將電位施加至電致變色堆疊120，以使得該堆疊中的可使電致變色材料106處於染色狀態下的可用離子主要駐留在反電極110中。當該電致變色堆疊上之電位反轉時，離子跨離子導電層108遷移至電致變色材料106且使該材料進入染色狀態。

應理解，所提及之透明狀態與染色狀態之間的轉變係非限制性的且僅暗示許多實例中的可實施之電致變色轉變之一個實例。除非本文中另有規定，否則每當提及透明-染色轉變時，對應裝置或程序涵蓋其他光學狀態轉變，諸如非反射-反射、透明-不透明等。此外，術語「透明(clear)」及「退色(bleached)」係指光學中性狀態，例如，未染色、透明或半透明。更另外，除非本文中另有規定，否則電致變色轉變之「色彩」或「染色」不限於任何特定波長或波長範圍。如熟習此項技術者所理解，對適當電致變色材料及反電極材料之選擇決定相關光學轉變。

在某些實施例中，組成電致變色堆疊120之所有材料係無機的、固體(亦即，為固體狀態)或無機且固體的。因為有機材料傾向於隨時間降級，所以無機材料提供可工作延長時間段之可靠電致變色堆疊的優點。固體狀態下之材料亦提供不具有圍阻及洩漏問題之優點，如液體狀態下之材料通常提供的。在下文詳細地論述電致變色裝置中之層中之每一者。應理解，

堆疊中之層中之任何一或多者可含有某一量之有機材料，但在許多實施中，層中之一或多者含有少量或不含有機物質。對於可少量存在於一或多個層中之液體可同樣如此。亦應理解，可藉由使用液體組份之製程(諸如使用溶膠-凝膠之某些製程，或化學氣相沈積)沈積或以其他方式形成固態材料。

電致變色裝置可以許多方式接收電力。在2014年6月6日申請且題為「用於智慧型窗之連接器(CONNECTORS FOR SMART WINDOWS)」之美國專利申請案第14/363,769號中進一步論述用於為電致變色裝置供電之接線及其他連接器，該美國專利申請案係以全文引用方式併入本文中。

電致變色裝置通常由窗控制器來控制，該窗控制器可區域地定位於由其供電之電致變色裝置/窗上或附近。在以下專利及專利申請案中進一步論述窗控制器，該等專利及該等美國專利申請案中之每一者係以全文引用方式併入本文中：2011年3月16日申請且題為「用於多狀態窗之多用途控制器(MULTIPURPOSE CONTROLLER FOR MULTISTATE WINDOWS)」之美國專利申請案第13/049,756號；美國專利第8,213,074號；及2015年5月7日申請且題為「用於可染色窗之控制方法(CONTROL METHOD FOR TINTABLE WINDOWS)」之P.C.T.專利申請案第PCT/US15/29675號。

通信網路

如上所述，電致變色窗之網路可為電力分配網路、通信網路或兩者。本文中之實施例中之多者側重於電力分配網路，電力分配網路可以或可不亦充當通信網路，及/或可與通信網路共用某些組件。在未規定通信/控制資訊如何分配之情況下，假定通信可經由任何合適方式發生。在一些情況下，此可意味通信經由電力分配網路所使用之相同電線、導管、懸垂形拉

線及/或其他組件而發生。在某些情況下，通信可經由與電力分配網路所使用之電線/組件相同的電線/組件中之一些而發生，並且在特定地點提供額外接線以用於通信。在一些情況下，通信可以無線方式發生。

圖2為根據某些實施例之用於控制建築物之一或多個可染色窗之功能(例如，轉變至不同染色位準)的通信網路系統200之組件的方塊圖。如本文中別處所解釋，該通信網路可以全部或部分地與電力分配網路共置。系統200可為由建築物管理系統(Building Management System, BMS)管理之系統中之一者或可獨立於BMS而操作。

系統200可包括主窗控制器202，其可發送控制信號至可染色窗以控制窗之功能。系統200亦包括與主窗控制器202電通信之網路組件210。用於控制可染色窗之功能的預測性控制邏輯、其他控制邏輯及指令及/或感測器資料可經由網路210傳達至主窗控制器202。網路210可為有線或無線網路。在一個實施例中，網路210與一BMS通信以允許該BMS經由網路210將用於控制可染色窗之指令發送至建築物中之可染色窗。

系統200亦包括均與主窗控制器202電通信之電致變色窗400及壁開關290。在此所說明實例中，主窗控制器202可將控制信號發送至EC窗400以控制可染色窗400之染色位準。每一壁開關290亦與EC窗400及主窗控制器202通信。最終使用者(例如，具有可染色窗之房間之居住者)可使用壁開關290來控制可染色電致變色窗400之染色位準及其他功能。

在圖2中，通信網路202繪示為窗控制器之分散式網路，其包括主網路控制器203、與主網路控制器203通信的複數個中間網路控制器205及多個末端(end)或葉端(leaf)窗控制器210。每一複數個末端或葉端窗控制器210與單一中間網路控制器205通信。圖2之分散式網路中的窗控制器中之每一

者可包括處理器(例如，微處理器)及與該處理器電通信之電腦可讀媒體。

在圖2中，每一葉端或末端窗控制器210與EC窗400通信以控制彼窗之染色位準。在IGU之情況下，葉端或末端窗控制器210可與IGU的多個玻璃片(lite)上的EC窗400通信，從而控制IGU的染色位準。在其他實施例中，每一葉端或末端窗控制器210可與複數個可染色窗通信。葉端或末端窗控制器210可整合至可染色窗中或可與該窗控制器控制之可染色窗分離。

每一壁開關290可由最終使用者(例如，房間之居住者)操作以控制與壁開關290通信之可染色窗之染色位準及其他功能。最終使用者可操作壁開關290以將控制信號傳達至EC窗400。在一些情況下，來自壁開關290之此等信號可超控來自主窗控制器202之信號。在其他情況(例如，高需求情況)下，來自主窗控制器202之控制信號可超控來自壁開關290之控制信號。每一壁開關290亦與葉端或末端窗控制器210通信以將關於發送自壁開關290之控制信號之資訊(例如時間、日期、所請求之染色位準等)發送回至主窗控制器202。在一些情況下，壁開關290可以手動地操作。在其他情況下，壁開關290可由最終使用者使用遠端裝置(例如，手機、平板電腦等)以無線方式進行控制，從而利用控制信號(例如，使用紅外線(IR)及/或射頻(RF)信號)發送無線通信。在一些情況下，壁開關290可包括無線協定晶片，諸如藍芽、EnOcean、WiFi、Zigbee及其類似者。雖然圖2中所描繪之壁開關290位於牆壁上，但系統200之其他實施例可具有位於房間中別處之開關。

1級及2級電力電路

國家電氣法規(National Electrical Code，NEC)提供針對美國中之電接線及設備之安全安裝的標準。NEC係由美國防火協會(National Fire Protection Association，NFPA)發布，美國防火協會為已發布一系列國家

防火規範之私人貿易協會。NEC經至少部分地起草以提供在全國均一之標準，但其在聯邦層級尚未通過。許多州及自治區已通過NEC，或其某一版本。NEC亦已由美國國家標準協會(American National Standards Institute, ANSI)批准為美國國家標準。該法規被正式稱為ANSI/NFPA 70。遵循NEC規則促進電力接線及設備之安全安裝及操作。

NEC將電路分類成各種類別(例如，1級、2級、3級)。此等電路經定義為包括(a)過電流保護裝置(overcurrent protection device, OCPD)或電力限制型供應器之負載側與(b)連接至電路之所有設備之間的接線系統之部分。該等電路係基於其用途及電功率及電壓限制而分類。在NEC中亦定義了各種子類，如下文進一步所論述。

一般而言，1級電路實現高電壓及高功率之傳輸。因此，1級電路可用以自單一電源或電力插入線(其可為至控制面板或例如建築物電源供應器之其他電源供應器的直接連接件)為更多窗供電。因此，1級電力分配網路通常需要比對照之2級電力分配網路少的總電纜敷設。由於1級電路所涉及之高電壓及高功率，特殊防護措施可用以確保安全操作。舉例而言，根據NEC，1級電路中之電纜敷設應(1)為1級額定電纜、(2)經由導管佈線及/或(3)經由適當之金屬槽板佈線。

NEC將1級電路劃分成兩個類型：(a)功率受限制電路，及(b)遙控及發信電路。功率受限制的1級電路通常限於30 V及1000 V·A，而1級遙控及發信電路限於600 V，且對電源之功率輸出無限制。1級的功率受限制電路包括供應電路之電源上的限流器。因此，在短路、超載或接地故障之情況下，OCPD會起作用以限制電路上之供應電流之量。1級功率受限制電路中之電源可為變壓器或其他類型之電源供應器。1級遙控及發信電路必需滿足針對

功率及光電路之相同佈線要求中之多者。1級遙控電路被頻繁地用於馬達控制器以操作機械方法、升降機、輸送機中，以及自遠端位置控制之另一設備中。1級發信電路經用於各種情形(包括醫院(例如，護士呼叫系統)、電子鐘、銀行警報及工廠呼叫系統)中。

關於2級電路，NEC基於電路是否固有地受限制(不需要過電流保護)或非固有地受限制(需要電源與過電流保護之組合)而強加限制。在許多情況下，2級電路可限於30 V及100 V·A。2級電路中之接線固有地比1級電路中之接線安全，且需要較少防護措施。舉例而言，分級為2級之電纜敷設可在沒有1級分級電纜敷設固有之保護的情況下提供，且無需設置於導管或金屬槽板中。

電力分配網路之設計且特別地此網路經設計為1級抑或2級電路將取決於許多因素，包括(但不限於)所安裝之窗之數目、安裝之窗的位置、建築物電源/控制面板/其他電源之位置、所安裝之窗的佈局、窗安裝所在之現有基礎架構等。通常，1級電路對於減少必須安裝之電纜敷設之量有益。此可減少用於電纜敷設之成本，此係因為需要設置較小總距離之電纜。此亦可減少用於安裝之成本，此係因為用來遍及建築物拉動電線之時間及努力較少。2級電路對於減少其他安裝成本有益。舉例而言，2級分級組件(例如，控制面板/電源供應器、電纜敷設等)可比1級分級組件便宜。類似地，可安裝2級電路而無需經由導管或金屬槽板(在1級電路中常見)將電纜佈線。2級電路之安裝亦可花費較少，此歸因於如下事實：大部分或全部2級電力分配網路可由不夠資格之人員進行安裝(與需要有照電工之1級電力分配網路相比)。基於此等競爭性成本，以及上文所列出之因素，1級或2級電路可用以針對特定應用實施電力分配網路。

組態為1級電路之電力分配網路在大型商業建築物、安裝有大量光學可切換窗之建築物以及光學可切換窗係安裝於簾牆中而非安裝於個別打孔開口中的建築物中可能更恰當。相比之下，組態為2級電路之電力分配網路在具有較少光學可切換窗的較小建築物、居住建築物以及缺少簾牆安裝之建築物中可能更恰當。然而，此等規則不欲為限制性的。

電力分配網路實體拓撲

許多拓撲可能用於實施電力分配網路以將電力傳遞至複數個電致變色窗。在本文中之各種實施例中，電力分配網路之特性可在於至少兩個組件：上游組件及下游組件。單一網路可包括多個上游組件及/或多個下游組件。

該等上游組件包括連接至建築物之電源供應器的一或多個一次電源供應器(例如，控制面板)，及連接至該等一次電源供應器之組件(例如，電纜)。該等上游組件將電力自控制面板或其他電源供應器傳遞至該等下游組件。該等一次電源供應器基本上為電力分配網路內之大部分上游組件。在許多實施例中，電致變色窗之數目遠高於用作為上游組件之電纜之數目。換言之，每一上游電纜通常向許多電致變色窗及窗控制器提供電力。在一些實施例中，上游電纜向至少3個可切換窗，或至少5個窗，或至少約10個窗提供電力。此拓撲表示對單獨電纜自一次電源供應器向每一個別窗控制器提供電力之網路拓撲的實質性改良。在此等情況下，電力插入線之數目等於窗控制器之數目。此等組態提出與需要加以容納以將電力供應至所有窗控制器/窗的電纜之巨大數目、長度及體積相關之嚴厲挑戰。舉例而言，此等拓撲中之一次電源供應器必須經設計以接受大量電纜，此在安裝許多電致變色窗時可具有挑戰性。此外，遍及建築物拉動此大數目/長度/體積

之電纜所涉及的勞力係巨大的。由於此等原因，使用較少上游電纜向許多電致變色窗提供電力之電力分配網路係有利的。

大部分下游組件自上游組件接收電力且將該電力傳遞至窗及窗控制器。在許多情況下，該等下游組件包括匯流排線、菊鏈或具有直接連接之窗控制器的類似實體拓撲。在一些情況下，該等下游組件包括將電力(且在一些情況下，通信資訊)直接傳遞至窗控制器的支線。通常，支線係匯流排線與個別窗控制器之間的電連接。除各種電力分配電纜(匯流排線、支線、菊鏈等)之外，該等下游組件通常包括電連接器。該等電連接器可為電力插入連接器、支線連接器或其他類型之連接器，如本文中所描述。一般而言，電力插入連接器可用以將上游電力分配電纜敷設(例如，連接至控制面板之電力插入線)連接至下游電力分配電纜敷設(例如，匯流排線)。支線連接器可用以將支線連接至匯流排線。在下文進一步論述此等連接器。在一些情況下，該等窗控制器可串聯地連接。在一些實施例中，該等下游組件可特性化為包括相異區段，如下文關於圖3C進一步所論述。用於該等上游組件之電纜敷設可以用於該等下游組件之電纜敷設相同或不同。在一些實施例中，可提供一或多個遠端電源面板以作為下游組件。遠端電源面板可自主要建築物供應器接收電力，且可經由遠端電力插入線將電力提供至匯流排線。通常，遠端電源面板在比一次電源供應器將電力傳遞至匯流排線所在之位置更下游的位置將電力傳遞至匯流排線，如下文進一步所解釋。

在某些實施中，下游及/或上游電纜敷設之至少一部分可設置於幹線中。簡單地說，幹線係由結構元件及位置元件界定。就結構而言，將幹線理解為包括用於載運電力之電線。在許多情況下，幹線亦包括用於載運通信資訊之電線，雖然情況並不總是如此。就位置而言，將幹線理解為功能

上定位於控制面板與個別支線(或窗控制器本身，在支線不存在之情況下)之間。支線可自幹線分出以接收電力及通信資訊。支線不被視為幹線之部分。在某些實施中，幹線可為5電線電纜(包括用於電力之一對電線，用於通信之一對電線，及一條接地線)。類似地，支線亦可為5電線電纜。在一些其他實施中，幹線及/或支線可為4電線電纜(包括用於電力之一對電線及用於通信之一對電線，不具有任何單獨接地線)。在各種實施例中，幹線可載運1級或2級電力。在下文呈現關於幹線及5電線電纜之其他細節。

在一些特定實施例中，下游電纜敷設(且視情況，上游電纜敷設)之至少一部分可為扁平電線電纜敷設，如下文進一步所論述。在使用扁平電線電纜敷設之情況下，支線連接器可為絕緣位移連接器，該等連接器亦在下文進一步論述。扁平電線電纜敷設實現在緊密空間中具有更高靈活性之接線系統，以及具有電纜處置及連接器之某些益處。

圖3A呈現用於傳遞電力至複數個電致變色窗之電力分配網路的簡化視圖。圖3A中之上游組件301包括控制面板302(其可自主要建築物電源供應器接收電力)，及一次電力插入線304。圖3A中之下游組件305包括幹線306、支線307及介於幹線306與支線307之間的連接器308。幹線306可為單一連續電纜，或其可為在連接器308彼此結合的若干相異電纜。在此實施例中，幹線306為線性匯流排，具有將每一個別窗控制器309連接至幹線306之支線307。每一窗控制器309控制一或多個窗311。在一次電力插入線304的類型與用於幹線306之電纜相同的情況下，一次電力插入線可被稱為幹線306之部分。經常地，電力分配網路包括多條電力插入線(如線304)及相關聯幹線，該等線全部連接至同一控制面板。因此，圖3A中所描繪之拓撲常常僅為藉由單一控制面板饋送的電力分配網路之一個部分。類似擴展在圖

3B及圖3C中所描繪之拓撲中係可能的。

圖3B呈現另一電力分配網路的簡化視圖。在此實例中，窗控制器係串聯地連接。此組態有時被稱為菊鏈。在此，上游組件321包括控制面板322及一次電力插入線324。下游組件325至少包括將窗控制器及/或電致變色窗彼此連接之中間電纜敷設333。為清楚起見，未展示窗。該等窗連接至窗控制器。

圖3C說明電力分配網路之額外實例，其類似於圖3A中所示之電力分配網路。出於簡潔起見，將僅論述不同之處。在此實例中，控制面板302經由兩條不同的上游電纜304及335而連接至幹線306。第一上游電纜可被稱為一次電力插入線304，而第二上游電纜可被稱為二次電力插入線335。一次電力插入線304與幹線306上之最上游位置連接，而二次電力插入線335在幹線306上之較下游位置與幹線306連接。每一幹線306僅具有單一一次電力插入線304，但可具有一或多條二次電力插入線335。二次電力插入線335可經設置以確保足夠電力自幹線306傳遞以視需要為所有窗控制器309及電致變色窗(未圖示)供電。舉例而言，對電流/電壓之限制以及線路損耗可限制藉由個別電力插入線可供電之窗控制器/窗之數目。為解決此限制，可使用複數條電力插入線將控制面板302與幹線306連接。連接至個別控制面板302之二次電力插入線335之最大數目可受控制面板302之可用功率輸出限制。與圖3A一樣，一次電力插入線304可被視為幹線306之部分，若該等線為相同類型之電纜。二次電力插入線335及遠端電力插入線337(在下文進一步論述)通常不被視為幹線306之部分。

電力插入線304、335或337與幹線306交匯之點可被稱為電力插入點。此等電力插入點可理解為將下游組件305劃分成多個區段。一般而言，

區段指連續地連接至網路之部分(例如,連接至鄰近電力插入點之間的幹線之跨距)的窗控制器之群組,及網路之相關聯部分。在圖3C中,展示三個區段,其中第一區段界定於一次電力插入線304與幹線306交匯之點與二次電力插入線335與幹線306交匯之點之間,第二區段界定於二次電力插入線335與幹線306交匯之點與遠端電力插入線337與幹線306交匯之點之間,且第三區段界定於遠端電力插入線337與幹線306交匯之點與幹線306的末端之間。在此實例中,下游組件305之每一區段包括三個連接器308、三條支線307、三個窗控制器309及三個電致變色窗(未圖示)。

雖然圖3C僅展示下游組件之每個區段三個電致變色窗控制器,但鄰近電力插入點之間的窗控制器/窗之數目可高得多。在一些情況下,定位於下游組件之每一區段上的窗控制器及電致變色窗之數目可在約10-20之間,或在約20-30之間,或在約30-40之間。在電力分配網路經實施為1級電路之某些情況下,至多約32個窗控制器/窗可安裝於鄰近電力插入點之間。在電力分配網路經實施為2級電路之某些情況下,至多約16個窗控制器/窗可安裝於鄰近電力插入點之間。在每一區段上可得到足夠供電之窗控制器/窗之數目取決於許多因素,包括:(i)每一窗控制器所汲取之電流或電力;(ii)上游組件電纜(電力插入線)所傳遞之電流或電力;(iii)鄰近窗控制器之間的電纜之長度;以及(iv)每一控制器可容納之窗之數目。舉例而言,窗控制器可控制一個至約二十個之間的窗,或至多約十五個窗,或至多約十個窗,或至多約五個窗。

就每一窗控制器所汲取之電流或電力而言,當窗控制器/窗汲取相對較少電力時,在下游組件之每一區段上可容納相對較多的窗控制器/窗。在某些實例中,該等窗控制器各自汲取約2瓦特或更少。就上游組件電纜/電力

插入線所傳遞之電流或電力而言，提供較多電流/電力之上游電纜可用以在下游組件之每個區段容納相對較多的窗控制器/窗。舉例而言，在上游組件傳遞1級額定功率(與2級電力相比)之情況下，相對較多的窗控制器/窗可定位於下游組件之每一區段上。就鄰近窗控制器之間的電纜之長度而言，較長長度可導致較高線路損耗，藉此導致每一區段上可容納之窗控制器/窗較少。

圖3C中所示之電力分配網路與圖3A中所示之電力分配網路之間的另一不同之處在於，圖3C中之網路包括遠端電源面板340。遠端電源面板340經由遠端電力插入線337向幹線306提供電力。遠端電源面板340可連接至主要建築物電源供應器。如同控制面板302，遠端電源面板340可包括電路或其他保護件以確保電力以適當電壓、電流等提供至幹線306。遠端電源面板與控制面板之間在各種情況下的一個不同之處在於，遠端電源面板僅充當電源，而控制面板可具有服務用於控制電致變色窗上之光學轉變之各種通信及控制功能的額外組件。比較(例如)圖6E與圖6G。另一不同之處在於，遠端電源面板340可定位於遠離控制面板302的位置。經常地，遠端電源面板340與由其供電之窗集合之間的距離比控制面板302與此同一窗集合之間的距離短。此可幫助最小化遠端電力插入線337之長度，藉此將線路損耗減至最小。遠端電源面板340及遠端電力插入線337均可被視為下游組件301之部分。

一次電力插入線304、二次電力插入線335及遠端電力插入線337各自向幹線306提供電力，且可共同稱為電力插入線。如所提及，在某些情況下，一次電力插入線304可被視為幹線之部分。所使用的電力插入線之數目受存在於電力分配網路上之電致變色窗之數目影響很大。影響可安裝於鄰近電

力插入點之間的窗控制器/窗之數目的因素在上文予以進一步論述。

因為窗控制器係接近(例如緊接著)光學可切換窗而設置，所以在拓撲之下游部分中，相對較少電纜需要來源於控制面板。每個窗少於一條電纜自控制面板發出。因此，安裝需要較少人工及基礎架構。舉例而言，需要較少J形鉤來支撐控制面板與拓撲之下游部分之間的電纜之重量。

雖然圖3A至圖3C之實施例僅展示單一控制面板及單一幹線，但該等實施例不限於此。在一些相關實施中，單一控制面板可與多條幹線連接，例如如下文進一步論述之圖4、圖5A及圖5B中所示。在一些此等情況下，上游電纜敷設組件可彼此平行地延伸控制面板至下游組件之間的距離之至少一部分。在各種實施例中，單獨之資料通信線亦可橫穿控制面板至下游組件之距離，但此並非必需的。在此等或其他實施中，多個控制面板可設置於建築物內，且每一控制面板可與一次建築物電源連接。該等控制面板可一起位於單一位置中或遍布建築物分散。類似地，遠端電源面板可視需要而遍布建築物設置。在一些實施例中，電力分配網路可包括單一控制面板及任何數目個遠端電源面板。

圖4呈現組合式電力分配網路與通信網路之一實例。在此實例中，電力分配網路經實施為1級電路。1級控制面板401連接至6條個別電纜402-404。電纜402為一次電力插入電纜，電纜403為二次電力插入電纜，且電纜404為通信電纜。該等一次電力插入電纜402及該等通信電纜404在電力/通信整合連接器408與幹線406連接。在此實例中，網路包括兩條幹線406，該等幹線類似於(例如)圖3A中之幹線306。該等幹線406可額定為約8 A或更小。支線407在支線連接器420與該等幹線406連接，藉此提供電力及控制資訊至個別窗控制器409。該等二次電力插入電纜403在電力插入連接

器430與該等幹線406連接。載運1級電力之一次電力插入電纜402及二次電力插入電纜403可各自具有特定長度，例如至多約200呎或至多約350呎。在特定情況下，比此長度長的電力插入電纜可導致大量的線路損耗。為清楚起見，在圖4中僅標出單一支線407、窗控制器409、電力/通信整合連接器408、支線連接器420及電力插入連接器430。

儘管在圖中未圖示，但應理解，窗控制器409中之每一者與至少一個電致變色窗連接。此外，儘管圖4僅展示幹線406之每個區段(該等區段界定於鄰近電力插入點之間)兩個窗控制器409，但許多額外窗控制器/窗可設置於每一區段中。在某些實施中，例如，1級電力分配網路上的每個區段之窗控制器/窗之數目可為至少約10、至少約20或至少約30。在各種情況下，1級電力分配網路在幹線之每一區段上可具有至多約32個窗控制器，每一者控制一或多個窗，如圖4中所暗示。

應考慮到特殊考量因素以確保1級電力分配網路之安全操作。舉例而言，載運1級電力之各種電力插入線、幹線及/或支線可設置於導管或金屬槽板中，及/或可設置該等線以作為1級額定電纜。在一些情況下，電力分配網路之不同部分以不同方式滿足1級安全措施，例如，網路之一個部分可使用1級額定電纜，而網路之另一部分可使用導管或槽板以保護非1級額定電纜。在某些實施中，1級電力分配網路中之電力插入線及/或幹線可額定在約15 A及600 V。在一些情況下，電力插入線及/或幹線可分級為TC-ER(托盤式電纜暴露敷設(tray cable-exposed run))。在某些情況下，功率限制型托盤式電纜(PLTC)可用於電力插入線及/或幹線。

實施為1級電路之電力分配網路由於各種原因而為有益的。舉例而言，1級電路可用以將應安裝以向網路上之所有窗提供足夠電力之佈線之總

長度減至最小。儘管實施為1級電路之電力分配網路應滿足NEC中所闡述之安全規範(例如，針對載運1級電力之電纜、使用1級額定電纜或使用導管或槽板來佈線非1級額定電纜)，但此等規範在一些實施例中可特別容易滿足。舉例而言，在將一組電致變色窗設置於簾牆中(其中鄰近窗由中空之豎框及/或橫梁分開)之情況下，此等豎框/橫梁可提供槽板或導管(非1級額定電纜可在其中安全地佈線)。換言之，簾牆基礎架構本身可用以提供NEC中所闡述的至少關於佈線在簾牆基礎架構內之電纜之安全標準。豎框及橫梁常常為鋁，但此並非必需的。用以框架化鄰近窗之其他材料及中空結構可以此相同方式使用。關於未定位於簾牆基礎架構內之電纜(例如，諸如電力插入電纜的上游電纜，幹線的不在簾牆內之部分等)，可使用其他1級保護件，諸如導管、槽板或1級額定電纜。

在一個實例中，幹線406可載運1級電力而不被分級為1級電纜。幹線406可藉由經由形成簾牆之金屬豎框/橫梁佈線幹線406而在非1級額定電纜上安全地載運1級電力。在此等實施例中，電力插入線402及403可分級為1級(在該情況下，不需要額外安全措施)，或該等線可分級為非1級(在該情況下，該等電力插入線可經由導管或金屬槽板來佈線以確保安全操作)。簾牆或類似結構(其中鄰近窗藉由中空結構分開)之存在使得1級電力分配網路之使用特別有益，此係因為非1級額定電纜可容易且安全地用以載運1級電力。1級額定電纜比類似非1級額定電纜昂貴、巨大且因此在安裝上更有挑戰性。

應注意，在專用通信線404與電力插入線402及403分開設置(以使得通信線404不載運電力)之情況下，通信線404不必具備特定安全措施。換言之，通信線404不必為1級額定電纜，該等通信線亦不必設置於導管或金屬

槽板中。此外，在各種實施中可省略通信線404。在此等情況下，通信信號可經由與一次電力插入線402相同之電纜(例如，PLC順應實施)，或經由另一有線通信網路(未圖示)，或以無線方式發送。

在電致變色窗安裝於一組打孔開口中(而非一起安裝於簾牆中)之另一實施中，1級額定電纜可用於電力插入線402及403，以及用於幹線406。在另一實施例中，電力插入線402及403及幹線406中之任一者可為設置於適當導管或槽板中之非1級額定電纜。在一特定實施例中，幹線406可為非1級額定電纜，但設置於用於安裝於鄰近打孔開口中之窗的鄰近窗控制器之間的導管或槽板中。

圖5A呈現亦充當通信網路之電力分配網路之一實施例。在此，電力分配網路經實施為2級電路。2級控制面板501連接至兩條幹線506。無單獨通信線經展示，且控制資訊可經由該等幹線506、經由單獨通信網路(未圖示)或以無線方式載運。窗控制器509經由支線507與該等幹線506連接。該等支線507在支線連接器520與該等幹線506連接。該等幹線506可為2級額定電纜。在一些情況下，該等幹線506可額定在約4 A或更小。歸因於圖5A中之電力分配網路之2級性質，可安裝於幹線506之每一區段上的窗控制器之數目比網路為1級之情況受更多限制。本文中在別處論述可包括於每一區段上的窗控制器/窗之數目。若窗控制器/窗之數目超過由該等幹線506本身可提供之電力，則可提供額外電力插入線，如圖5B中所示。在此實施例中，至多約16個窗控制器(每一者控制一或多個窗)可安裝於每一幹線上。

圖5B呈現亦可充當通信網路之電力分配網路之額外實施例。在此實施例中，該網路實施為2級電路。2級控制面板501連接至8條個別電纜，包括兩條幹線506及六條二次電力插入線503。此處，幹線506始終延伸至控制面

板501，且無分離通信線或一次電力插入線經設置。通信資訊可經由幹線506或經由無線方式或經由單獨通信網路(未圖示)進行傳送。因而，不需要電力/通信整合連接器，諸如圖4中之連接器408。在一類似實施例中，可設置單獨之一次電力插入電纜及通信電纜以使電力及通信資訊到達幹線，如圖4中所示。儘管圖4中無電纜被描述為一次電力插入線，但應理解，幹線506執行相同功能。支線507在支線連接器520將窗控制器509連接至幹線506。二次電力插入線503在電力插入連接器530與幹線506連接。

因為圖4中之電力分配網路係實施為2級電路，所以與實施為1級電路之類似電力分配網路相比，較少的窗控制器/窗可由網路之每一區段進行供電。雖然圖5B展示每一區段上之僅單個窗控制器509(區段係界定於鄰近電力插入點之間，或電力插入點與幹線506之末端之間)，但在各種情況下，每個區段可設置許多額外窗。在一些實例中，2級電力分配網路在每個區段可具有至少約10個或至少約15個窗控制器以及相關聯電致變色窗。在某些實施中，在網路之每個區段可安裝多達約16個窗控制器(WC)(各自控制一或多個相關聯光學可切換窗)，如圖5B中所暗示。

雖然每個區段之窗的數目可能有限，但出於其他原因，2級電力分配網路可為有利的。舉例而言，因為網路經實施為2級電路，所以電纜敷設無需滿足1級電路之安全要求。換言之，電纜可為非1級額定電纜，且可在不使用導管或金屬槽板之情況下延伸。此等2級電力分配網路在窗安裝於打孔開口構造(例如，與簾牆相比)中之情況下可特別有用。在典型之打孔開口構造中，個別窗(或在一些情況下，窗之小集合)經安裝於建築物構造之個別開口中。鄰近窗(或窗之小集合)通常由混凝土或建成建築物本身之其他材料分開。換言之，建築物構造包括大量單獨開口，窗(或窗之集合)經安

裝至該等開口中。相比之下，在簾牆之情況下，許多窗係一起安裝於建築物構造中之大開口中。視窗之佈局而定，鄰近窗由豎框及/或橫梁之框架系統分開。雖然豎框/橫梁可用以提供用於實施1級電力分配網路之1級安全措施(例如，豎框/橫梁提供金屬槽板，非1級額定電線可在金屬槽板中延伸，同時安全地載運1級電力，如上文關於圖4所描述)，但此便利之框架系統通常不存在於建築物中之鄰近打孔開口之間。因此，在許多電致變色窗安裝於若干個別打孔開口中之某些實施例中，將電力分配網路實施為2級電路可為有利的。

在一些實施例中，該等二次電力插入線503及該等幹線506可額定在約4 A或更小。在一些實施例中，載運2級電力之電力插入線可限於特定長度，例如不超過約350呎。

本文中所描述之電力分配網路中之任一者可進一步包括一或多個遠端電源面板及遠端電力插入線，如關於圖3C所示。此等特徵可併入至1級及2級電力分配網路兩者中。

此外，本文中所描述之電力分配網路中之任一者可進一步包括作為下游組件之部分而安裝於網路內的一或多個區域電力儲存單元(亦稱作能量井)。舉例而言，此等能量井可安裝於幹線或支線上，或該等能量井可作為窗控制器之部分而安裝。能量井可用以增加可定位於下游組件之每一區段上的電致變色窗之數目。舉例而言，在單個區段上安裝有20個窗之幹線可能不能夠同時為全部20個窗上之轉變供電。雖然網路使所有窗同時轉變相對少見，但網路應經設計而處置此事件。當接收到使所有20個窗轉變之命令時，大部分電力可由控制面板及/或遠端電源面板來提供。若控制面板/遠端電源面板僅可提供足以驅動15個窗上之轉變之電力，則使剩餘5個窗轉

變所需之電力可由一或多個能量井來提供。該等能量井可視需要放電以提供電力，且接著可在窗控制器/窗所要求之電力減少時經由電力分配網路充電。在下文提供關於能量井之其他細節。

電力分配網路內之組件

在此部分中，更詳細地描述電力分配網路之各種組件。

1. 電纜敷設

許多不同類型之電纜可用以實施電力分配網路。對於不同應用，電纜可為1級額定電纜或非1級額定電纜(例如，2級額定電纜)，如上文所進一步論述。在某些實施例中，電纜包括絕緣件，例如，額定至約150伏特或更高之絕緣件。可使用各種規格導體，例如，AWG18或AWG 22。其他實例及細節描述如下。

A. 幹線

一般而言，幹線經實施為可分接以向個別窗控制器提供電力之重負載電力載運線。幹線向許多個別窗控制器提供電力。幹線亦可載運通信信號，但情況未必如此。幹線將電力自上游組件(例如，控制面板或電力插入線)傳遞至支線。

在一些實例中，幹線可為5電線電纜，其包括電力分配線之雙絞線、通信線之雙絞線以及接地線。圖6A呈現5電線電纜之近視截面圖。電力分配線及通信線中之每一者係絕緣的。絕緣之電力分配線由於為兩條通信線而一起設置於屏蔽件/絕緣件中。所有5條線由編織金屬屏蔽件包圍，編織金屬屏蔽件由外部絕緣層包圍。

在1級分級幹線載運電力及通信信號兩者之一個實施例中，幹線之直徑可為約3/4吋，從而提供約1/8吋厚之套管絕緣件。在某些情況下，1級分

級幹線可分級為托盤式電纜暴露敷設(TC-ER)電纜。此等電纜可載運1級電力，而無需提供導管或槽板。實情為，此類型之電纜可以暴露敷設方式懸掛。在2級分級幹線載運電力及通信信號兩者之一個實施例中，幹線之直徑可為約5/8吋。

在一些其他實施中，幹線可為類似於上述之5電線電纜的4電線電纜，但缺少接地線。在一些實施例中，幹線可為具有4條電線(兩條電線用於電力分配，兩條電線用於通信，一條電線用於接地)或5電線(兩條電線用於電力分配，兩條電線用於通信)之扁平電纜。扁平電纜在安裝於電致變色窗中時可用作幹線，因為扁平電纜可極易分接以提供在需要之處支線，卻不必切割幹線。由於扁平電纜，支線及電力插入線可安裝在幹線上之任何位置，未必為預定的。此外，當部署新的或額外光學可切換窗時，扁平電纜准許先前安裝之電力分配網路之擴大或重新組態。

相比之下，可能更難以安裝具有由習知(例如，圓形)電纜製成之幹線的網路。難點係關於習知電纜通常在其結合連接器(例如，支線連接器及電力插入連接器)之處要切割之事實。電纜之末端經饋入至連接器中，連接器接著提供至其他電纜之連接。參看圖3A，在幹線306經實施為習知圓形電纜之情況下，在鄰近支線連接器308之間的幹線306之每一部分可能需要為單獨電纜。因而，此等電纜中之每一者應切割至適當長度。可難以量測/猜測將用於每一特定跨度之適當電纜長度如何，此成為絕緣挑戰。

在將扁平電纜用於幹線之情況下，可不經過切割幹線(使用例如支線絕緣位移連接器，諸如下文進一步描述之彼等連接器)而添加支線。電力插入線可類似地無需切斷幹線而藉由使用下文所描述之電力插入絕緣位移連接器連接至扁平電纜幹線。此情況係可能的，因為扁平電纜具有以固定幾

何形狀及格式分開且配置的內部電線。因此，連接器可經組態而選擇性地分接至內部電線中之一或多者。參看圖3A及圖3C，整個幹線306以及一次電力插入線304可為單一的連續電纜(其尚未被切斷)。當然，支線及/或電力插入線亦可藉由切斷幹線及使用更多傳統連接器而與幹線連接。扁平電纜允許(例如)下引電纜沿著連續扁平電纜組態於任何位置，而無需切割並續接至電纜；絕緣位移連接器允許在不切割扁平電纜之情況下分接至扁平電纜中。

圖6B展示根據某些實施例之包括4條電線之扁平電纜的截面圖。電纜之截面具有窄尺寸(在圖6B中水平定向)及長尺寸(在圖6B垂直定向)。電纜之長度延伸入/出頁面。在一個實例中，扁平電纜幹線具有約1"乘以約3/16"之截面。在許多情況下，扁平電纜可捲起以用於儲存/運輸。

圖6C為說明如圖6B所示之扁平電纜之截面的圖片。展示了扁平電纜之截面。電纜內之個別電線可分別藉由其紅色(頂部)、白色(緊接頂部)、藍色(緊接底部)以及黑色(底部)絕緣體來識別。扁平電纜具有不對稱元件605，在此實例中為短側中之一者(如所描繪，底部側)上之頸部或肩部。此不對稱元件允許電纜每次均以相同方式與連接器接合，因此內部電線之組態係固定的，且可使用適當之絕緣位移連接器來選擇性地分接電線。

其他形式之幹線電纜可安裝於網路中而不需要導體中之斷裂以與另一線(例如，支線或電力插入線)形成連接。一個實例為具有圓形區段及扁平區段之「混合式」電纜。連接可在扁平區段處進行，且圓形區段提供比扁平區段更大之可撓性。混合式電纜可具有比連接所需之扁平區段更多的扁平區段。在另一實例中，幹線電纜為習知圓形電纜或略微有修改之圓形電纜，其可供用於在連接器之安裝期間將導體重組態成扁平格式。以此方

式，可在不斷裂導體之情況下安裝連接器，因為該等導體已在安裝連接器不久前自其圓形配置重新定向成扁平配置。在一些實例中，重新定向藉由以下操作來完成：自圓形電纜之連接位置剝去套管，繼而將導體按壓成扁平配置，接著安裝絕緣位移連接器。一或多個工具可用以促進套管剝離及導體重新定向。

圖6D說明幹線606及支線607兩者之一個實例以用於比較。在此實例中，電纜為DeviceNet™ CPE電纜。幹線具有比支線寬的直徑。

B. 電力插入線

電力插入線最少具有兩條電線用於傳遞電力。亦可提供接地線。電力分配電線中之每一者內的導體可經絕緣體塗佈，且在外部絕緣體內扭曲在一起。電力插入線將電力自上游組件(例如，控制面板或遠端電源面板)傳遞至諸如幹線之下游組件。電力插入線不直接連接至支線(幹線亦充當電力插入線之情況除外)。

如關於圖3C所論述，電力插入線可分類為三個主要類型：一次電力插入線304、二次電力插入線335以及遠端電力插入線337。一次電力插入線304將電力自控制面板302傳遞至幹線306之最上游部分。通常，僅單一次電力插入線連接至每一幹線。二次電力插入線335將電力自控制面板302傳遞至幹線306上的比一次電力插入線304結合幹線306所在之位置更下游的位置。多條二次電力插入線335可提供於單一幹線306上。遠端電力插入線337將電力自遠端電源面板340傳遞至幹線306上的比一次電力插入線304結合幹線306所在之位置更下游的位置。遠端電力插入線337結合幹線306所在之點亦可在二次電力插入線335結合幹線306所在之點的下游(如圖3C中所示)，或其可在此點上游。在幹線始終延伸至控制面板之情況下，

幹線的在任何支線上游之部分可被視為幹線之一次電力插入部分。

C. 支線

支線將電力自幹線傳遞至窗控制器。通常，每一窗控制器經由其自身專用支線而連接至幹線。支線最少包括用於傳遞電力之兩個導體。接地線亦可提供於支線中。在許多(但非全部)情況下，支線可具有用於將通信資訊自幹線傳遞至窗控制器之電線。在通信經由(a)單獨有線通信網路(例如，與用於電力分配之幹線分離)或(b)以無線方式傳送之情況下，將通信電線包括於支線中可能益處很少或無益處。

支線在支線連接器處與幹線連接。此等連接器常常為如下所述之T形、Y形或特殊絕緣位移連接器。因為支線通常僅傳遞電力至單一窗控制器，所以支線可比該等支線連接至的幹線薄。

圖6D說明支線607之一個實例，該支線在其可連接至之幹線606旁邊呈現。

1級電纜必須額定在600V。級別不允許載運電壓標記。因此該等級別不會與1級混淆。大部分夾層電纜卻具有標籤。但不欲為產品之特性。

2. 控制面板

可提供控制面板以容納用於為電力分配網路上之電致變色窗供電(且在許多情況下，控制該等電致變色窗)相關的各種組件。控制面板通常為電力分配網路之最上游組件。控制面板自建築物電源供應器接收電力，電力常常以例如120 V、220 V、230 V、240 V等提供，視網路安裝所在之國家而定。控制面板包括用於操縱電力以將電力轉換為對於為電致變色窗/控制器供電更有用之形式的組件。舉例而言，控制面板可包括用於將電力自AC轉換成DC的轉換器。此外，控制面板可包括用於使電壓逐步下降之電壓轉

換器。電壓轉換器可提供大致約10-30 V之電壓輸出。在一個實例中，電壓轉換器提供約24 V之輸出。

在許多實施例中，控制面板通常包括限制由控制面板輸出之電壓及/或電流的保護模組。由保護模組支配之極限可基於NEC中闡述之準則，以確保實施為1級或2級電路之電力分配網路的安全操作。控制面板可為1級或2級組件。本文中或NEC中所闡述的關於1級及2級電路/電源供應器之規則中之任一者可適用於所揭示實施例之控制面板。

控制面板亦可包括一或多個輸出埠。該等輸出埠可用於電力分配，且在一些情況下亦可用來分配通信/控制資訊。該等輸出埠可連接至電力分配網路中之各種線，諸如幹線、一次或二次電力插入線及通信線。

圖6E呈現用於亦充當通信網路之電力分配網路的2級控制面板602之內側的視圖。在其他組件中，控制面板602包括斷路器671、電源插座672、DC電源供應器674 (在此實施例中，24 V DC電源供應器)、保護模組675、網路控制器676及主控制器673。

在電力分配網路之某些實施例中，可省略此等組件中之一些。舉例而言，當使用2級電源供應器時，可省略保護模組。此外，雖然網路控制器676及主控制器673對分配通信/控制資訊有用，但此等控制器並非實施僅分配電力之網路所必需的。一般而言，網路控制器676協調且控制許多電致變色窗上之光學轉變，每一窗使其自身的窗控制器位於控制面板外。雖然在圖6E中僅展示了單一網路控制器676，但應理解，可包括複數個此等網路控制器676。該等網路控制器676又可由主控制器673來控制。在一些情況下，控制面板將包括網路控制器，而不包括主控制器。

在某些實施例中，控制面板相對小，例如，尺寸不大於約40吋，或尺

寸不大於約26吋。在一個實例中，控制面板具有高約20-30吋、寬約15-25吋及深約5-10吋之尺寸。

圖6F呈現圖6E中所示之控制面板602的俯視圖。在此圖中，展示了許多輸出埠。控制面板602在此實例中包括用於連接至幹線的兩個輸出埠J1及J2、用於連接至電力插入線(一次或二次)的六個輸出埠J3-J8、用於連接至乙太網路LAN線的一個輸出埠J9及用於光學感測器/乙太網路電纜的埠J10。一般熟習此項技術者將理解，控制面板可經製造以包括用於附接許多幹線、電力插入線、通信線等的各種埠，用於適合特定應用。在某些實例中，控制面板接收約100-240 V之間的輸入功率(單相AC，50/60 Hz)且輸出約24 V之標稱電壓(DC)及約4.0 A之標稱電流的電力(每條已連接之電力分配線)。殼體可為不銹鋼或另一適當材料。在一個實例中，控制面板具有在約400-600 BTU/小時之間(例如，在約450-550 BTU/小時之間)的估計BTU輸出。

在某些實施例中，控制面板包括控制面板監視器(CPM)，該控制面板監視器經組態而感測直接連接至控制面板之幹線及/或電力插入線中的導體上之電流及電壓。此感測電路允許對電力分配網路之態樣的監控、分析、回饋及/或校正。

在某些實施例中，CPM經組態而偵測控制面板處的電力插入電纜或幹線電纜之輸入導體及輸出導體上的電壓差及/或電流差。任何此差異可指示導體中之一者上之短路或其他問題。在控制面板處讀取之電壓差或電流差亦可指示：在輸入及輸出線及電纜中之一者或兩者上存在至接地之寄生路徑。

另外，量測控制面板處之電纜導體上之電壓值允許與在電路上之其他

位置處所量測之電壓值的比較，該等位置包括在控制面板下游之各種位置處由電纜服務之個別窗控制器。

對於電纜上的在控制面板下游之每一位置，歸因於傳輸損耗及窗控制器或電路上之其他負載處之功率消耗，存在與控制面板處之電壓之預期差異。藉由量測CPM處(亦即，控制面板處)及控制面板下游之特定位置處的電壓，實際電壓差可與預期電壓差進行比較。若實際電壓差與預期電壓差偏差不超過一小量，在量測誤差之容限內，則用於電力分配系統之控制邏輯可判定所考慮之電纜中存在問題。舉例而言，若預期電壓差顯著大於或顯著小於安裝時所預期的，則此情況可指示電纜之長度不恰當。舉例而言，安裝者可能已將過長的電纜(例如，電力插入線)用於窗控制器之群組。又，此非預期電壓差可由安裝具有錯誤規格之電纜引起。在另一實例中，若實際量測到之電壓明顯偏離預期電壓，且此偏離在安裝很久以後最近才偵測到，則該情況可指示諸如電纜線路上之短路或寄生路徑的新問題。

在一些情況下，問題會發展，且問題存在於電力分配網路上的何處將不會立即清楚。用以解決此問題之一種方法為經由判定電纜或電路上之各種點處之電壓。舉例而言，可經由CPM在電路上之各種窗控制器處以及在控制面板處量測電壓。具有預期電壓或電壓差之電纜區段並非問題之核心。然而，呈現非預期電壓差之電纜區段(或電路之另一部分)可包括問題之核心。藉由逐個區段地考慮電壓降，CPM及相關聯邏輯可識別不連續性(例如，電壓中之非預期下降或跳躍)且關聯不連續性之位置與問題之核心。以此方式，系統可隔離電力分配網路上之問題且起始校正動作，例如發送更多電力至特定線路中以補償線路損耗、繞過幹線區段以避免短接問題、起始關於電力分配系統中之問題之警報信號，及類似者。在一個實施

例中，CPM之邏輯自動地進行校正動作；此校正可附帶關於問題正產生之報告、所進行之動作及系統之當前狀態。

儘管電壓值及電流值係在CPM板及在窗控制器上之適當感測電路或位於控制面板下游之其他組件處進行量測，但用於解譯此等電壓值及電流值之邏輯可位於單獨模組(諸如網路控制器及/或主控制器)。如所解釋，網路控制器、主控制器以及其他控制器駐留於通信網路(有時被稱為窗網路)上。在一些實施例中，CPM經由通信網路及適當通信介面(諸如乙太網路或CAN匯流排介面)而將感測到之電壓值及/或電流值直接傳達至解譯邏輯。該等下游組件(諸如報告感測到之電壓或電流之窗控制器)可經由用於通信之CAN匯流排或其他適當網路介面在窗控制器間提供此等值。由窗控制器或其他組件向其區域通信介面報告之電壓值及電流值最終引導至進行電流值及電壓值是否需要動作加標記的判定之邏輯。

圖6I呈現包括CPM板之控制面板中所含之組件的實例。如圖中所示，控制面板641包括一或多個DC電源供應器。在圖6I中所描繪之特定實施例中，控制面板641包括兩個高功率DC供應器643及低功率DC供應器645。儘管此等電源供應器可傳遞廣泛範圍之功率值，但在一個實例中，高功率DC供應器643各自在24 V下提供960 W。此外，在一實例中，低功率DC供應器645提供12V之180 W。

在所描繪實例中，來自此等DC電源供應器之電力經提供至一或多個保護模組647。在圖6I中展示了兩個保護模組。在某些實例中，每一保護模組在單一線路上接收電力且將電力劃分至多條輸出線。在一些實例中，輸出線路上之功率係特定級(諸如2級)。在一個實例中，控制面板641中之保護模組647具有八個輸出埠，每一輸出埠供應2級電力。換言之，保護模組

中之每一者經由一個輸入來接收電力且經由八個輸出提供電力。作為一實例，八個輸出中之每一者可提供24 V及4 A下之電功率。

在所描繪實施例中，向控制面板監視器(CPM) 649提供自保護模組647輸出之電力，如上所述。控制面板監視器649包括用於用於判定來自保護模組647之輸出線中之每一者的輸入及輸出導體中之每一者上之電壓及電流的感測電路。此等線為最終向連接至控制面板641之幹線及或電力插入線提供電力的相同線。應理解，提供控制面板監視器之概念可擴展至任何控制面板架構，其可包括任何數目個電源供應器、保護膜、用於電纜連接之埠等。

關於受控制面板監視器649監視之導體之一或多個電壓值、電流值及/或其他資訊經提供至適當分析邏輯，諸如控制器642。控制器642可組態為網路控制器、主控制器、其兩者，或適合於供本文中所描述之窗網路使用的其他適當邏輯組件。為提供控制面板監視器649與控制器642之間的通信，控制面板監視器649配備一適當通信介面，諸如USB/CAN匯流排配接器640。

控制面板641亦包括在裝置外部的用於連接至幹線及/或電力插入線之多個埠646，如本文中所述。另外，控制面板641經描繪具有斷路器644。

圖6I中所描繪之控制面板641可以本文中所示之電力分配網路拓撲中之任一者來部署。舉例而言，該控制面板可用作為圖4中之1級控制面板401，用作為圖5A及圖5B中之2級控制面板501以及類似物。如所解釋，控制面板監視器649感測將電力傳遞至本文中所述之電力分配網路之電力插入線或幹線中之任何一或多者上的電流及/或電壓。舉例而言，監視器649可感測圖5B中之線503中之每一者中的導體中之每一者上之電壓。監視器

亦可感測圖5B中之幹線506 (處於幹線連接至控制面板501之位置)上之電壓。

圖6J呈現可經部署以實施諸如CPM 642之控制面板監視器的電路之實例。該圖描繪控制面板651及由該控制面板服務之幹線及/或電力插入電纜上的下游位置。該等下游位置包括作為等效電路653之導體線及多個窗控制器655。

在所描繪實施例中，窗控制器655中之每一者配備用於量測各別窗控制器處所接收到之區域電壓的放大器656。可將電壓值報告回至分析來自CPM之電壓值或電流值的上述邏輯。

在所描繪實施例中，控制面板651包括電源供應器649 (其可為例如圖6I之控制面板中所示之電源供應器中之一者)、保護模組657 (其可為描繪控制面板之圖中之任一者中所示的保護模組中之一或多者)以及控制面板監視器652。如所示，電源供應器649以定義之DC電壓及電流量(在此實例中，24 V及40 A)向電路提供電力。最後，電力被供應至連接至各種窗控制器656之幹線電纜(或電力插入電纜)上的輸入及輸出導體。電源供應器649亦連接至接地。電源供應器之一個導體經提供至保護模組657，其使電流量於在幹線電纜或電力插入電纜上傳遞之前逐步下降。如上文所解釋，保護模組可將來自電源供應器之電力分散至多條輸出線中。

在所描繪實施例中，控制面板監視器652位於電源供應器及保護模組之電纜側。控制面板監視器652經組態而監視在給定電纜上供應電力之導體中之每一者上的電壓以及此等兩個導體之間在控制面板監視器之位置處的所有差。為此目的，差分放大器654經組態而感測兩個導體之間的電壓差。另外，在每一導體上，存在標記為R301之高精度小電阻器。在一個實例中，

電阻器具有 0.010 歐姆 ± 100 ppm之標稱電阻。在與放大器U301結合使用時，該等電阻器R301允許控制面板監視器獲得給定電纜之導體中之每一者上的電壓之量值。

圖6K呈現電力分配網路之額外實施例，其中控制面板中所含之組件包括CPM板。如在圖5B中，電力分配網路包括控制面板501'，在此情況下以控制面板監視器660展示。在此實施例中，8條個別電纜(包括兩條幹線506及六條二次電力插入線503)連接至控制面板501'及控制面板監視器660。請注意，幹線506始終連接至控制面板監視器660。幹線視情況承載專用於通信傳輸之一或多個導體；幹線另外承載傳輸電力之導體。控制面板監視器660經組態而感測控制面板501'處的此等幹線506及電力插入線503中(或直接附接至該等線)之導體上的電流及電壓。如所解釋，此感測電路允許對電力分配網路之態樣之監視、分析、回饋及/或校正。通信資訊可經由幹線506或經由無線構件或經由單獨通信網路(未圖示)來傳送。

3. 遠端電源面板

電力分配網路可包括一或多個遠端電源面板。該等遠端電源面板通常連接至建築物之主電源供應器，視網路安裝所在之國家而定，主電源供應器可以(例如) 120 V、220 V、230 V、240 V等提供。如同控制面板，該等遠端電源面板可包括將建築物電力轉換成對為電致變色窗及窗控制器供電更有用之形式的組件。舉例而言，可包括AC/DC電力轉換器。此外，該等遠端電源面板(如同控制面板)可包括限制面板所輸出之電流及/或電壓的組件。

視電力分配網路如何組態而定，遠端電源面板可輸出1級或2級電力。若網路經組態而不能安全地處置1級電力，則遠端電源面板應受限制，以使

得遠端電源面板不傳遞1級電力。在一個實例中，遠端電源面板不包括任何1級電路且為2級組件。本文中關於1級或2級電路/電源供應器所闡述的特徵/特性中之任一者可適用於遠端電源面板。

與控制面板相比，遠端電源面板可在幾個方面不同。首先，控制面板幹線之最上游部分(以及視情況，經由二次電力插入線在較下游位置)連接至幹線。相比而言，遠端電源面板通常在下游位置連接至幹線。以此方式，控制面板可向在幹線的更上游部分上之窗控制器及窗提供電力，且遠端電源面板可向定位於幹線上的更下游位置之窗控制器及窗提供電力。然而，在一些情況下，遠端電力插入線可在比二次電力插入線結合幹線之位置更上游的位置與幹線連接。另一不同之處在於，控制面板常常包括用於分配用於窗控制器之控制資訊的組件。此等組件可包括主控制器及網路控制器，如上文所論述。此等通信相關組件在遠端電源面板中可以省略。歸因於此等不同之處，就幾何形狀而言，遠端電源面板可比同一電力分配網路上之控制面板小。

遠端電源面板可定位於遠離控制面板之位置。在各種情況下，遠端電源面板與其結合幹線所在之點之間的距離比控制面板與此同一點之間的距離短。在許多情況下，此意味著，遠端電源面板更接近由遠端電源面板供電之電致變色窗(與控制面板相比)。

圖6G描繪遠端電源面板682之內側。此圖中所標記之組件包括斷路器683及DC電源供應器684。在此實例中，提供24 V DC電源供應器684。在某些情況下，遠端電源面板接收約100-240 V之間的輸入功率(單相AC，50/60 Hz)，且輸出約24 V之標稱電壓及約4.0 A之標稱電流的功率(每條已連接之電力分配線)。殼體之材料可適當地為不銹鋼或另一材料。

圖6H展示連接至遠端電力插入線637之遠端電源面板682的視圖，遠端電力插入線經由電力插入連接器630連接至幹線606。

4. 連接器

已結合所揭示電力分配網路描述各種類型之連接器。一般而言，連接器可分類為三個不同類型：支線連接器、電力插入連接器以及電力/通信整合連接器。在各種情況下，連接器中之一或多者可使用T形(如圖7A中所示)、Y形(如圖7B中所示)及/或絕緣位移連接器(如圖7C至圖7F中所示)來實施。連接器可用以使用線性匯流排技術、菊鏈等來實施電力分配網路。

A. 支線連接器

支線連接器可用以將支線連接至幹線。至少，支線連接器經組態而連接至幹線中之電力導體且分配電力至已連接支線。在一些情況下，該等支線連接器可為T形或Y形，如圖7A及圖7B中分別所示。在一些其他情況下，該等支線連接器可為絕緣位移連接器，如關於圖7C所描述。

圖7A說明在一些實施例中可用作為支線連接器之T形連接器。連接器包括三個主要部分：左部分、右部分及下部部分(如圖7A中所示)。此等部分中之每一者可藉由適當電纜而連接。左部分及右部分各自水平地伸出，且下部部分垂直於左部分及右部分而向下延伸。在一個實例中，幹線連接至左部分及右部分，且支線連接至下部部分。若需要，連接器亦可經組態，以使得支線連接至左部分及右部分，且幹線與剩餘部分連接。連接器視特定實施需要而包括陽末端及/或陰末端。

圖7B說明在一些實施例中可用作為支線連接器之Y形連接器。在此，連接器包括可連接至的三個部分：左部分、右上部分及左上部分。此等部分中之每一者水平地向外延伸。換言之，該等部分以平行方式向外延伸，

以使得連接至該連接器的線路中之每一者可平行於連接至該連接器的其他線路而延伸。在一個實例中，支線連接至上部或右下部分，且幹線連接至剩餘部分。視特定應用所需要，該等部分中之每一者包括陽末端/陰末端。T形及Y形在形狀上不同，但執行相同功能。Y形在用於連接支線的空間有限時特別利於使用。情況可能如此之一個實例實施例係支線貫穿窗框架系統(例如，在一些情況下，簾牆之橫梁及/或豎框)或另一相對狹窄之中空空間的情況。因為所有電纜可以並聯組態連接至Y形件(就幾何形狀而言)，所以此類型之硬體在安裝於狹窄空間中時導致體積不那麼龐大的安裝。

在一些實施例中，Y形連接器之不同部分可成角度伸出，而非使該等部分中之每一者完全平行。舉例而言，參看圖7B，右上部分可右上地延伸，且左下部分可右下地延伸。雖然Y形的不同部分在此實施例中不在平行方向上伸出，但與T形相比，Y形將仍節省空間，T形包括在垂直於其他部分的方向上延伸的一個部分。

在幹線經實施為扁平電纜(例如，如圖6B及圖6C中所示)之某些情況下，該等支線連接器可為支線絕緣位移連接器，如圖7C至圖7F中所示。絕緣位移連接器經設計以藉由將鋒利刀片刺穿扁平電纜上之絕緣件而連接至絕緣電纜內的導體。電連接因此可建立，而無需在進行連接之前剝去絕緣件之導體。導體刀片可冷焊至扁平電纜幹線中之導體，此產生可靠的環境連接。絕緣位移連接器能特別容易且快速地安裝至扁平電纜幹線上，通常至多需要螺絲起子。連接器可在(例如) 1至2分鐘內安裝。此外，絕緣位移連接器可沿著幹線置放於任何位置，藉此消除或減少對具有預定長度的多條電纜的需要。此應與在習知圓形電纜中進行連接相比較，進行連接可需要切割電纜及其導體，接著扭曲經切割末端以進行新連接。此程序在難以

接近諸如天花板之位置時可特別有挑戰性。

在各種實例中，絕緣位移連接器至少包括用以刺穿幹線上之絕緣件且建立可用以將電力分配至支線之電連接的組件。在許多情況下，絕緣位移連接器亦經組態而建立可用以將通信資訊自幹線分配至支線之連接。在一些情況下，支線絕緣位移連接器包括4個插腳(兩個插腳用於分配電力且兩個插腳用於分配通信資訊)，或5個插腳(彼等插腳關於4個插腳實例來列舉且一額外插腳用於接地)。支線可直接地或經由支線自身上之連接器(其與幹線上之絕緣位移連接器介接)而連接至絕緣位移連接器。在一個實例中，絕緣位移連接器可具備已附接之支線。

圖7C呈現支線絕緣位移連接器720經安裝之扁平電纜幹線706之實例。支線絕緣位移連接器720包括經由扁平電纜幹線706而夾在一起的前部分及後部分。螺釘766將前部分及後部分固持在一起。支線絕緣位移連接器720包括具有用於連接至線之陰或陽連接器的埠768，如給定應用所需要。

圖7D展示圖7C中所示之支線絕緣位移連接器720及幹線706的背面部分之背面。

圖7E展示圖7C及圖7D中所示之幹線706及支線絕緣位移連接器720。此處，支線707經展示而經由埠768連接至支線絕緣位移連接器720。

圖7F說明三條單獨幹線706，每一幹線具有連接至其之支線絕緣位移連接器720及支線707。支線707中之每一者經連接有窗控制器709。三條幹線706可與一或多個控制面板(未圖示)連接。此等連接可以直接地或間接地(例如，經由一或多條電力插入線)作出。在特定實例中，扁平電纜幹線706及支線707均載運電力及通信資訊兩者。在另一實例中，線路可經組態而分配電力，但不分配通信資訊。

B. 電力插入連接器

電力插入連接器提供電力插入線與幹線之間的電連接。電力插入線可為一次電力插入線、二次電力插入線或遠端電力插入線。類似於支線連接器，多種不同設計可用以實施電力插入連接器。在一些情況下，電力插入連接器可為T形或Y形，如關於圖7A及圖7B中所示之連接器所說明。儘管此等圖在上文關於支線連接器進行描述，但電力插入連接器亦可採用此等相同形狀。圖7A及圖7B中所示之連接器均包括三個部分。在支線連接器之情況下，此等部分中之一者經組態而接收電力(且視情況接收通信資訊)，且剩餘兩個部分經組態而傳遞電力(且視情況傳遞通信資訊)。相比之下，在電力插入連接器之情況下，該等部分中僅一者經組態而傳遞電力(且視情況傳遞通信資訊，其中電力/通信經傳遞至幹線之下游部分)，而剩餘兩個部分經組態而接收電力及/或通信。如上所述之類似幾何形狀考量可影響對所使用之連接器的選擇。

在幹線經實施為扁平電纜之某些情況下，特定組態可用以連接電力插入線。圖8A說明安裝T形電力插入連接器之一種方法，其中幹線經實施為扁平電纜。在此實例中，幹線806之上游部分被切斷且終止於具有5個插腳(兩個插腳用於電力，兩個插腳用於通信，1個插腳用於接地)之第一絕緣位移連接器855。第一絕緣位移連接器855連接至第一中間線845，第一中間線饋入至電力插入連接器830之一部分中。電力插入連接器830包括與第二中間線846連接之另一部分。第二中間線846與第二絕緣位移連接器856連接，第二絕緣位移連接器安裝於幹線806之下游部分上。在此實例中，第二絕緣位移連接器856亦為5插腳連接器。絕緣位移連接器855及856可類似於關於上文所論述之支線連接器所描述的絕緣位移連接器。舉例而言，此等

連接器可包括裝配在幹線上且刺穿幹線上之絕緣件以藉此建立可靠電連接之前部分及後部分。

電力插入連接器830亦連接至電力插入線803，該電力插入線藉此可將電力傳遞至幹線806之下游部分。第一絕緣位移連接器855及第二絕緣位移連接器866可相對較大，例如具有約7/8吋之直徑。第一中間線845及第二中間線846可為圓形電纜，其中具有5個導體(兩個導體用於電力，兩個導體用於通信，一個導體用於接地)。

圖8B說明將電力插入線803連接至幹線806之另一方法。圖8B之頂部部分展示電力插入線803經連接之前的幹線806，且圖8B之底部部分展示連接如何進行。利用此方法，電力插入絕緣位移連接器833部分地切斷幹線806以將電力插入線803連接至幹線806。更具體言之，電力插入絕緣位移連接器833切斷在裝置內部之V+線，藉此提供與電力插入線之電連接。然而，電力插入連接器經實施，使得其可包括二極體，如圖8B中所示。該等二極體可起作用以對兩個V+導體進行「或」，以高效地倍增有效導體規(2倍的有效銅面積，及減半的電壓降)。該等二極體亦可提供反極性保護，以使得錯誤連接之電源供應器將不供應電力。

C. 電力/通信整合連接器

在一些實施例中，電力/通信整合連接器可用以組合兩條單獨電纜，一條電纜載運電力，一條電纜載運通信資訊，以使得電力及通信資訊兩者可沿著幹線向下游傳遞。一般而言，電力/通信整合連接器包括三個部分：接收電力之部分，接收通信資訊之部分，及輸出電力及通信兩者之部分。舉例而言，參看圖4，可提供單獨電纜404及402以分別用於控制面板401與幹線406之最上游部分之間的通信及電力分配。換言之，通信電纜404可僅分

配通信/控制資訊(不分配電力)，且一次電力插入電纜402可僅分配電力(不分配通信)。在許多情況下，幹線經設計以分配電力及通信資訊兩者。因而，個別線路402及404可在電力/通信整合連接器408與幹線406連接。電力及通信資訊接著可沿著幹線406向下游分配。雖然電力/通信整合連接器僅在1級電力分配網路之情況下展示，但此等連接器亦可視需要而在2級電力分配網路中提供。

電力/通信整合連接器可具有各種形式。在一些情況下，該等連接器為T形或Y形，如圖7A及圖7B中所說明。雖然此等圖最初係關於支線連接器進行描述，但電力/通信整合連接器亦可採用此等相同形狀。亦可使用其他形狀及連接器組態。

5. 終端套管

在電力分配網路亦充當通信網路之情況下，終端套管(亦被稱為終端電阻器或端接電阻器)可安裝於每一幹線之末端以將通信反射減至最少。終端套管可安裝於幹線電纜之CAN H線與CAN L線之間。

圖9呈現扁平電纜幹線906，其上安裝有終端套管970。在此實例中，終端套管包括裝配在幹線上的前部分及後部分，類似於上文所描述之絕緣位移連接器。終端套管亦可安裝於實施為更一般圓形電纜之幹線。

本文中所揭示之電力分配網路中之任一者可包括在每一幹線之末端上的終端套管。終端套管在使用幹線來分配通信資訊之情況下特別有用。

6. 能量井

本文中所描述之電力分配網路中之任一者可進一步包括一或多個能量井。能量井為作為電力分配網路之一部分而安裝之區域電力儲存單元。能量井可用以增大能量/電力可經由電力分配網路傳遞的最大速率。舉例而

言，在電力分配網路不包括任何能量井之情況下，能量/電力可經由網路傳遞的最大速率可受各種因素限制，該等因素包括控制面板之功率輸出、線路距離及相關線路損耗等。此等及其他因素限制在網路之每一區段上可予以供電之電致變色窗及窗控制器的數目。然而，在網路經設計以包括能量井之情況下，網路之最大功率輸出不再嚴格受限於此等因素，因為能量井可視需要放電以提供額外電力。

使用能量井允許以在能量井未被考慮時看上去「大小不足」之方式來設計電力分配網路。換言之，在一些實施例中，網路可包括(a)控制面板，及以不足以為網路上的所有電致變色窗之同時光學轉變供電之方式組態的電力插入線/幹線，及(b)能量井，該等能量井與控制面板及電力插入線/幹線一起提供足夠能量以驅動網路上的所有電致變色窗之同時光學轉變。能量井應具有足以彌補由控制面板(及遠端電源面板，若存在)提供之電力之虧欠的容量及放電率。此容量及速率將取決於與網路之設計相關的許多因素，包括由能量井進行供電之窗的數目、窗及窗控制器之電力需要、所提供之能量井的數目、距離及線路損耗、1級與2級設計等。

能量井可安裝於電力分配網路上(包括例如幹線上、支線上、電力插入線上、連接至幹線之另一線路上等)之各種位置中。在一些實施例中，該等窗控制器中之一或多者(在一些情況下全部)經組態而包括能量井。在一些此等情況下，每一能量井可具有足夠高以為相關聯電致變色窗上之至少單一光學轉變供電的容量及放電率。

任何類型之區域能量儲存器可用於能量井。實例包括(但不限於)超級電容器及電池組，無論呈不斷電電源供應器(uninterruptible power supply, UPS)之形式或其他形式。在許多情況下，能量井可經組態而以約

24 V之電壓放電，但視情況可使用其他值。在許多情況下，能量井提供DC電力。能量井可為1級或2級裝置。

能量井及遠端電源面板均可用以向幹線提供能量。一個不同之處在於，能量井為能量儲存單元，而遠端電源面板通常並非能量儲存單元。當網路上之窗及窗控制器共同所需之電力小於藉由控制面板及遠端電源面板(若存在)可傳遞至窗及窗控制器之電力時，能量井可經由電力分配網路充電。萬一窗及窗控制器共同所需之電力超過藉由控制面板及遠端電源面板可傳遞至窗及窗控制器之電力的量，則能量井可開始放電以彌補差。接著，當電力需求共同減小至在藉由控制面板及遠端電源面板可提供之位準下的位準時，能量井可開始經由電力分配網路再充電。

能量井與遠端電源面板之間的另一不同之處在於，遠端電源面板直接自主要建築物電源供應器接收電力，而能量井通常接收已經轉換為更有用形式之電力(例如，較低電壓DC電力)。

能量井係在2015年7月13日申請且題為「用於電致變色窗網路之電力管理 (POWER MANAGEMENT FOR ELECTROCHROMIC WINDOW NETWORKS)」的美國臨時專利申請案第62/191,975號中進行進一步描述，該案係以全文引用方式併入本文中。

安裝套組

如所解釋，本文中所描述之電力分配網路之各種特徵允許易於安裝。易於安裝之系統適合於居民及小規模商業(非大型辦公建築)窗市場。能夠使安裝容易的一個特徵為扁平電纜幹線。如上所述，扁平電纜幹線由於若干原因而有利。舉例而言，支線及電力插入線可在不完全切斷幹線之情況下連接。此允許安裝單一的連續幹線。因此，不需要預先量測或估計幹線

之每一部分(例如，在鄰近的支線連接器及/或電力插入連接器之間)之相關長度，亦不需要將幹線預先切割至此等距離。此情況極大地簡化安裝且減少作出高成本安裝錯誤之可能性。扁平電纜幹線之另一益處在於，各種連接器的安裝非常快速且容易，通常至多需要螺絲起子。

在一些實施例中，可提供安裝套組。此等套組提供許多或全部的用於實施用於電致變色窗之電力分配網路的可互換組件。在一些情況下，該等安裝套組可在零售商(例如家庭改善商店)處銷售。家庭或商業所有者或承包商可在家庭或商業中安裝網路，在一些情況下，修整或擴展現有的窗網路。安裝套組包括用於電力分配網路(其亦可充當通信網路)中之各種組件。此等組件可包括一或多個控制面板、一或多條幹線(例如，扁平電纜幹線)、一或多個支線連接器(例如，絕緣位移連接器)、一或多條支線(支線可以或可不預先連接至支線絕緣位移連接器)、一或多個窗控制器、一或多個終端套管(在幹線用以分配電力及通信資訊兩者之情況下)，及用於組態網路之指令集。在一些實施中，將套組或某些組件封裝以利於銷售及/或運輸。舉例而言，連接器、控制面板及/或電纜可以用氣泡膜覆蓋。

套組亦可包括光學可切換窗，例如電致變色窗(例如，安裝於電致變色IGU或玻璃片中)，但在各種情況下，此等窗可單獨提供，例如以確保該等窗具有適當大小以用於特定應用。在一些情況下，具備套組之該等窗中之一或多者為「填補(in-fill)」窗，該等窗經組態而安裝於現有的非光學可切換窗存在之空腔中。參見2015年7月17日申請之美國臨時專利申請案第62/194,107號，該案以全文引用方式併入本文中。

在一些情況下，套組可進一步包括例如絕緣位移連接器之電力插入連接器，以及能夠用作為電力插入線之電纜。此電纜可與幹線電纜相同，或

此電纜可以不同。在此等電纜不同之一個實例中，電力插入線電纜可能夠僅傳遞電力，而幹線電纜可能夠傳遞電力及通信兩者。

幹線電纜、支線電纜及電力插入電纜中之任何一或多者可經設計或經組態以准許連接而不斷開電纜。如所提及，此電纜包括扁平電纜、混合式電纜(部分圓形及部分扁平之電纜)，及能夠經操縱以在連接形成之位置以扁平格式提供導體的圓形電纜。

包括於套組中之控制面板可具有如上文關於圖6E及圖6F所描述之各種特徵。在一些情況下，控制面板可以更簡單，包括(例如)：(a)用於將傳入之AC建築物電力轉換成用於沿電力分配網路分配之更有用DC形式的AC/DC電力轉換器，(b)電壓及/或電流限制器，其用於確保經由網路分配之電力不超過某些安全標準，及(c)用於連接至幹線及/或電力插入線之一或多個連接點。提供於套組中之控制面板可進一步具有上文關於控制面板所描述之額外特徵中之任何一或多者。在某些實施例中，控制面板相對較小，例如，控制面板不具有大於約30吋之尺寸。在某些實施例中，控制面板含有2級電源供應器，且有時含有僅一個此電源供應器。在使用2級電源供應器之某些實施例中，控制面板不包括保護模組。在一個實例中，控制面板進一步包括一或多個網路控制器及可選的主控制器。在一些實例中，控制面板包括伺服器鑰(dongle)，其實施CAN匯流排介面以組合主控制器及網路控制器之功能。在各種實施例中，控制面板不含有任何窗控制器。

電纜(幹線、電力插入線及支線)的數目及長度以及套組中之連接器的數目及類型經設定以滿足特定市場區隔(例如，單一家居對公寓建築或小型商業建築)。在一個實施例中，該套組包括至少約100或200呎之扁平電纜幹線，至少約X個支線絕緣位移連接器，至少約X條支線(視情況預先附接至

該等支線絕緣位移連接器)，及至少約X個窗控制器。X可為任何整數，且在一些實施例中為1、約4、約8、約10、約15或約20。在另一實施例中，該套組可包括此等相同組件，惟以下除外：該等支線可一起提供於針對個別支線能夠切割至適當長度的單一線路中。不同大小之套組可具有不同長度之幹線，其中較大套組(例如，經設計以容納相對較大數目個電致變色窗的套組)被提供較長幹線。

視特定應用所需要，該等套組可經補充可單獨購買之個別組件。

【符號說明】

- 100 電致變色裝置
- 102 基板
- 104 導電層(CL)
- 106 電致變色層(EC)
- 108 離子導電層或區(IC)
- 110 反電極層(CE)
- 114 導電層(CL)
- 116 電壓源
- 120 電致變色堆疊
- 200 通信網路系統
- 202 主窗控制器
- 203 主網路控制器
- 205 中間網路控制器
- 210 網路組件；末端(end)或葉端(leaf)窗控制器
- 290 壁開關

- 301 上游組件
- 302 控制面板
- 304 一次電力插入線
- 305 下游組件
- 306 幹線
- 307 支線
- 308 連接器
- 309 窗控制器
- 311 窗
- 321 上游組件
- 322 控制面板
- 324 一次電力插入線
- 325 下游組件
- 333 中間電纜敷設
- 337 電力插入線
- 340 遠端電源面板
- 400 電致變色窗
- 401 1級控制面板
- 402 電纜
- 403 電纜
- 404 電纜
- 406 幹線
- 407 支線

- 408 電力/通信整合連接器
- 409 窗控制器
- 420 支線連接器
- 430 電力插入連接器
- 501 2級控制面板
- 501' 控制面板
- 503 二次電力插入線
- 506 幹線
- 507 支線
- 509 窗控制器
- 520 支線連接器
- 530 電力插入連接器
- 602 控制面板
- 605 不對稱元件
- 606 幹線
- 607 支線
- 630 電力插入連接器
- 637 遠端電力插入線
- 640 USB/CAN匯流排配接器
- 641 控制面板
- 642 控制器
- 643 高功率DC供應器
- 644 斷路器

- 645 低功率DC供應器
- 646 埠
- 647 保護模組
- 649 控制面板監視器(CPM)
- 651 控制面板
- 652 控制面板監視器
- 653 等效電路
- 654 差分放大器
- 655 窗控制器
- 656 放大器；窗控制器
- 657 保護模組
- 660 控制面板監視器
- 671 斷路器
- 672 電源插座
- 673 主控制器
- 674 DC電源供應器
- 675 保護模組
- 676 網路控制器
- 682 遠端電源面板
- 683 斷路器
- 684 DC電源供應器
- 706 扁平電纜幹線
- 707 支線

- 709 窗控制器
- 720 支線絕緣位移連接器
- 766 螺釘
- 768 埠
- 803 電力插入線
- 806 幹線
- 830 電力插入連接器
- 833 電力插入絕緣位移連接器
- 845 第一中間線
- 846 第二中間線
- 855 第一絕緣位移連接器
- 856 第二絕緣位移連接器
- 906 扁平電纜幹線
- 970 終端套管
- R301 電阻器
- U301 放大器

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種用於為一建築物中之多個光學可切換窗提供電力之電力分配網路，該電力分配網路包括：

一控制面板，其包括：電連接至該建築物之一主電源供應器之一或多個電源供應器，及連接至該一或多個電源供應器之一或多個埠，以使得該等電源供應器向該一或多個埠提供電力，其中來自該等電源供應器之該電力適合於該電力分配網路提供電力至該等光學可切換窗中之至少一些以及驅動彼等光學可切換窗之光學轉變；

至少一條電力插入線或幹線，該至少一條電力插入線或幹線連接至該控制面板之一埠且朝該多個光學可切換窗延伸，其中該電力插入線或幹線包括用於將電力供應至該多個光學可切換窗之一電纜，

其中該幹線包括複數個導體且連接至多條支線，其中每一支線經組態而將來自該幹線之電力提供至一或多個光學可切換窗；及

介於該多條支線與該幹線之間的複數個連接器，其中每一連接器以不會分開該幹線之該等導體之一方式在該幹線與其各別支線之間提供一電路徑。

【第2項】

如請求項1之電力分配網路，其中該幹線在該等連接器處包括扁平電纜部分。

【第3項】

如請求項1之電力分配網路，其中該幹線為一扁平電纜。

【第4項】

如請求項1之電力分配網路，其中該等連接器包括絕緣位移連接器。

【第5項】

如請求項1之電力分配網路，其進一步包括連接於該控制面板與該幹線之間的一二次電力插入線，其中該二次電力插入線在該至少一條電力插入線與該幹線連接所在之一位置與一終端光學可切換窗之位置之間的一位置與該幹線連接。

【第6項】

如請求項5之電力分配網路，其中該網路具有比光學可切換窗少之電力插入線。

【第7項】

如請求項1之電力分配網路，其進一步包括耦接於該等光學可切換窗與該等支線之間的複數個窗控制器，其中該等窗控制器包括用於將電力傳遞至該等光學可切換窗以及驅動該等光學可切換窗之光學轉變的電路。

【第8項】

如請求項7之電力分配網路，其中該等窗控制器進一步包括用於使傳至該等光學可切換窗之電力等變且保持該電力以驅動該等光學轉變的指令。

【第9項】

如請求項1之電力分配網路，其中該等光學可切換窗包括透明基板上之電致變色裝置。

【第10項】

如請求項1之電力分配網路，其中由該電力分配網路傳遞之該電力為2級的。

【第11項】

如請求項1之電力分配網路，其中該控制面板之該一或多個電源供應器為1級電源供應器。

【第12項】

如請求項1之電力分配網路，其中該幹線位於豎框及/或橫樑之通道中。

【第13項】

如請求項12之電力分配網路，其中該幹線為在操作期間載運1級電力之2級電纜。

【第14項】

如請求項1之電力分配網路，其進一步包括一遠端電源面板，該遠端電源面板安置於與該控制面板之位置相比較為接近該等光學可切換窗中之一或多者的位置。

【第15項】

如請求項1之電力分配網路，其中該控制面板之該一或多個電源供應器為DC電源供應器。

【第16項】

如請求項1之電力分配網路，其中該控制面板包括一控制面板監視器，該控制面板監視器經組態而感測該控制面板中之一或多個導體中之電壓及/或電流且連接至該至少一條電力插入線及/或該幹線。

【第17項】

如請求項1之電力分配網路，其中該控制面板監視器經組態而偵測該至少一條電力插入線及/或該幹線中之一輸入導體與一輸出導體之間在該控制面板處之一電壓差。

【第18項】

如請求項16之電力分配網路，其中該控制面板監視器經組態而偵測該幹線之一輸入導體與該幹線之一輸出導體之間在該控制面板處之一電流差。

【第19項】

如請求項16之電力分配網路，其中該控制面板監視器包括一匯流排配接器，該匯流排配接器經組態而與包括一網路控制器及/或一主控制器之一通信網路通信。

【第20項】

如請求項1之電力分配網路，其中該控制面板包括一保護模組，該保護模組經組態而限制由該控制面板輸出之電流。

【第21項】

一種用以安裝用於為一建築物中之多個光學可切換窗提供電力之一電力分配網路的套組，該套組包括：

一控制面板，其包括：用於電連接至該建築物之一主電源供應器之一或多個電源供應器，及連接至該一或多個電源供應器之一或多個埠，以使得該等電源供應器可向該一或多個埠提供電力；

至少一條電力插入線或幹線，該至少一條電力插入線或幹線用於連接至該控制面板之一埠且朝該多個光學可切換窗延伸，其中該電力插入線或幹線包括用於將電力供應至多個光學可切換窗之一電纜，

其中該幹線包括用於連接於該電力插入線與多條支線之間的複數個導體；

該多條支線，其中每一支線經組態而電連接至一光學可切換窗以將來

自該幹線之電力提供至其光學可切換窗，從而用於驅動該光學可切換窗之轉變；及

複數個連接器，用於提供該幹線與該多條支線之間的電路徑。

【第22項】

如請求項21之套組，其中該等連接器經組態而使得該等連接器以不會分開該幹線之該等導體之一方式在該幹線與該等支線之間提供該電路徑。

【第23項】

如請求項21之套組，其中該幹線在可附接該等連接器之位置處包括扁平電纜部分。

【第24項】

如請求項21之套組，其中該幹線為一扁平電纜。

【第25項】

如請求項21之套組，其中該等連接器包括絕緣位移連接器。

【第26項】

如請求項21之套組，其進一步包括用於連接該控制面板與該幹線之一二次電力插入線。

【第27項】

如請求項21之套組，其中該控制面板不具有一尺寸大於約30吋之側面。

【第28項】

如請求項21之套組，其中該等控制面板電源供應器為2級電源供應器。

【第29項】

如請求項21之套組，其進一步包括一或多個光學可切換窗。

【第30項】

如請求項29之套組，其中該一或多個光學可切換窗包括透明基板上之電致變色裝置。

【第31項】

如請求項21之套組，其進一步包括經組態而耦接於該等光學可切換窗與該等支線之間的複數個窗控制器，其中該等窗控制器包括用於將電力傳遞至該等光學可切換窗以及驅動該等光學可切換窗之光學轉變的電路。

【第32項】

如請求項31之套組，其中該等窗控制器進一步包括用於使傳至該等光學可切換窗之電力等變且保持該電力以驅動該等光學轉變的指令。

【第33項】

如請求項21之套組，其進一步包括一遠端電源面板，該遠端電源面板經組態而自該建築物之主電源供應器接收電力且將2級額定功率傳遞至該電力分配網路。

【第34項】

如請求項21之套組，其中該控制面板之該一或多個電源供應器為2級電源供應器。

【第35項】

如請求項21之套組，其中該幹線為2級電纜。

【第36項】

如請求項21之套組，其中該控制面板包括一控制面板監視器，該控制面板監視器經組態而感測該控制面板中之一或多個導體中之電壓及/或電流且連接至該至少一條電力插入線及/或該幹線。

【第37項】

如請求項21之套組，其中該控制面板監視器經組態而偵測該至少一條電力插入線及/或該幹線中之一輸入導體與一輸出導體之間在該控制面板處之一電壓差。

【第38項】

如請求項21之套組，其中該控制面板監視器經組態而偵測該幹線之一輸入導體與該幹線之一輸出導體之間在該控制面板處之一電流差。

【第39項】

如請求項21之套組，其中該控制面板監視器包括一匯流排配接器，該匯流排配接器經組態而與包括一網路控制器及/或一主控制器之一通信網路通信。

【第40項】

如請求項21之套組，其中該控制面板包括一保護模組，該保護模組經組態而限制由該控制面板輸出之電流。