



(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 201830115 A

(43) 公開日：中華民國 107 (2018) 年 08 月 16 日

(21) 申請案號：106146406 (22) 申請日：中華民國 101 (2012) 年 12 月 11 日

(51) Int. Cl. : **G02F1/153 (2006.01)** **H01L27/01 (2006.01)**

(30) 優先權：2011/12/12 美國 61/569,716  
 2012/06/26 美國 61/664,638  
 2012/10/02 美國 61/709,046

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

(72) 發明人：斯壯法畢安 STRONG, FABIAN (US)；巴坦格爾葉許拉杰 BHATNAGAR, YASHRAJ (US)；迪克斯特艾柏希斯科 安恩特 DIXIT, ABHISHEK ANANT (IN)；馬丁陶德 MARTIN, TODD (US)；羅茲畢基羅伯特 ROZBICKI, ROBERT (US)

(74) 代理人：陳長文

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：37 項 圖式數：10 共 92 頁

(54) 名稱

薄膜裝置及製造

THIN-FILM DEVICES AND FABRICATION

(57) 摘要

本發明揭示薄膜裝置(例如用於窗戶之電致變色裝置)及其製造方法。特別關注圖案化光學裝置之方法。執行各種邊緣去除及隔離劃線以(例如)確保該光學裝置與任何邊緣缺陷適當地隔離。本文描述之方法適用於具有夾置在兩個薄膜電導體層之間之一或多個材料層之任何薄膜裝置。該等所描述之方法產生新穎的光學裝置組態。

Thin-film devices, for example electrochromic devices for windows, and methods of manufacturing are described. Particular focus is given to methods of patterning optical devices. Various edge deletion and isolation scribes are performed, for example, to ensure the optical device has appropriate isolation from any edge defects. Methods described herein apply to any thin-film device having one or more material layers sandwiched between two thin film electrical conductor layers. The described methods create novel optical device configurations.

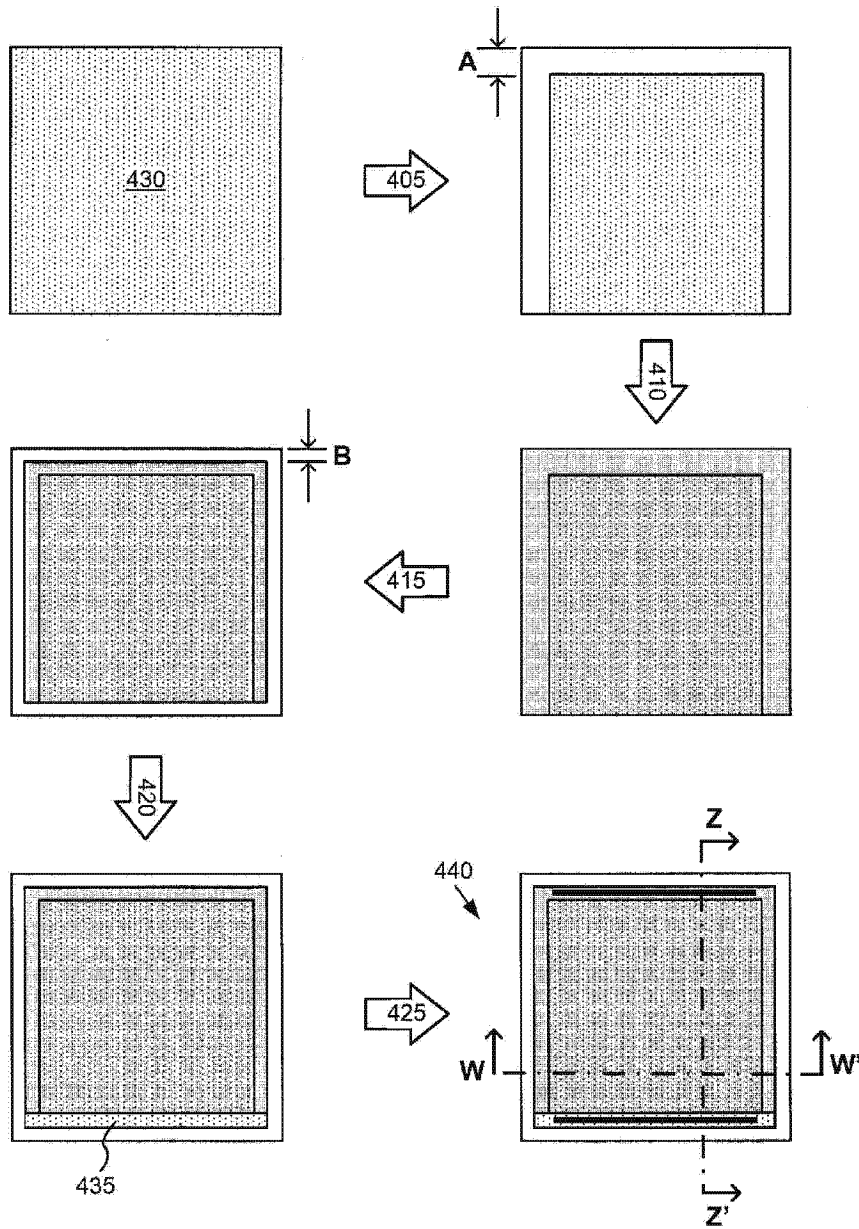
指定代表圖：

符號簡單說明：

430 . . . 基板

435 . . . 匯流排條襯  
墊暴露(BPE)

440 . . . 裝置



【圖 4B】

## 【發明說明書】

### 【中文發明名稱】

薄膜裝置及製造

### 【英文發明名稱】

THIN-FILM DEVICES AND FABRICATION

### 【技術領域】

本文揭示之實施例大體上係關於光學裝置，且更特定言之係關於製造光學裝置之方法。

### 【先前技術】

電致變色係其中一材料在通常藉由遭遇一電壓變化而置於一種不同的電子狀態時展現一光學性質之一可逆電化學調解變化之一種現象。光學性質通常係色彩、透射比、吸光率及反射比之一或多者。例如，一種熟悉的電致變色材料係氧化鎢( $\text{WO}_3$ )。氧化鎢係其中由於電化學還原而發生一著色轉變(褪色(未著色)至藍色)之一陰極著色電致變色材料。當發生電化學氧化時，氧化鎢自藍色轉變為一褪色狀態。

電致變色材料可併入(例如)家用、商用及其他用途的窗戶。可藉由在電致變色材料中引入一變化而改變此等窗戶之色彩、透射比、吸光率及/或反射比，即，電致變色窗戶係可經由施加一電荷而可逆地變暗且變亮之窗戶。施加於窗戶之一電致變色裝置之一小電壓將會導致該窗戶變暗；使該電壓反向導致該窗戶變亮。此能力容許控制穿過窗戶之光量且使電致變色窗戶有機會用作節能裝置。

雖然在1960年代就發現電致變色，但是儘管電致變色技術、設備及製造及/或使用電致變色裝置之相關方法近年來進展良多，電致變色裝置及尤其電致變色窗戶仍不幸地遭遇各種問題，且其等所有的

商業潛力仍無法付諸實現。

### 【發明內容】

本發明描述薄膜裝置(例如用於窗戶之電致變色裝置)及其製造方法。特別關注圖案化及製造光學裝置之方法。執行各種邊緣去除及隔離劃線以(例如)不僅確保該光學裝置與任何邊緣缺陷適當地隔離，而且解決該裝置之區域中之非想要著色及電荷累積。在製造期間，於光學裝置之一或多層中應用邊緣處理。本文描述之方法適用於具有夾置在兩個薄膜電導體層之間之一或多個材料層之任何薄膜裝置。該等所描述之方法產生新穎的光學裝置組態。

一實施例係一光學裝置，其包含：(i)一基板上之一第一導體層，該第一導體層包含小於該基板之區域之一區域，該第一導體層由該基板之一周長區域包圍，該周長區域實質上並無該第一導體層；(ii)包含至少一可光學切換材料之一或多個材料層，該一或多個材料層經組態位於該基板之該周長區域內且與除該第一導體層之至少一暴露區域以外之該第一導體層共同延伸，該第一導體層之該至少一暴露區域並無該一或多個材料層；及(iii)該一或多個材料層上之一第二導體層，該第二導體層透明且與該一或多個材料層共同延伸，其中該一或多個材料層及該第二導體層懸垂在除該第一導體層之該至少一暴露區域以外之該第一導體層上。該光學裝置可進一步包含與該第二導體層共同延伸之一蒸氣障壁層。該光學裝置可包含該第一導體層與該基板之間之一擴散障壁。在一些實施例中，該光學裝置並不包含一隔離劃線，即，該裝置不存在藉由一劃線隔離之非作用部分。

在某些實施例中，該至少一可光學切換材料係一電致變色材料。該第一導體層及該第二導體層可皆透明，但至少一者係透明的。

在某些實施例中，該光學裝置係全固態且係無機。該基板可為經回火或未經回火之浮法玻璃。

某些實施例包含一絕緣玻璃單元(IGU)，其包含本文描述之光學裝置。在某些實施例中，該第一導電層之任何暴露區域經組態位於該IGU之初級密封內。在某些實施例中，任何匯流排條亦經組態位於該IGU之初級密封內。在某些實施例中，任何隔離或其他劃線亦係在該IGU之初級密封內。本文描述之光學裝置可為任何形狀，例如規則的多邊形，諸如矩形、圓形或橢圓形、三角形、梯形等等或不規則形狀。

一些實施例係製造如本文描述之光學裝置之方法。一實施例係製造包含夾置在一第一導電層與一第二導電層之間之一或多個材料層之一光學裝置之一方法，該方法包含：(i)接收一基板，該基板在其工作表面上(例如，具有或不具有一擴散障壁之一下伏玻璃層)包含該第一導電層；(ii)自該基板之約10%與約90%之間的周長移除該第一導電層之一第一寬度；(iii)沈積該光學裝置之該一或多個材料層及該第二導電層使得其等覆蓋該第一導電層，且若有可能(唯其中未移除該第一導電層之基板之部分以外)，在該第一導電層周圍延伸超出該第一導電層；(iv)在實質上該基板之整個周長周圍移除所有該等層之比該第一寬度窄之一第二寬度，其中移除深度至少足以移除該第一導電層；(v)移除該第二透明導電層及該光學裝置在該第二透明導電層下方之該一或多層之至少一部分，藉此露出該第一導電層之至少一暴露部分；及(vi)塗敷一電連接件(例如，一匯流排條)於該第一透明導電層之該至少一暴露部分；其中該第一導電層及該第二導電層之至少一者係透明的。

在一實施例中，(ii)包含自該基板之約50%與約75%之間的周長周圍移除該第一導電層之第一寬度。在一實施例中，沿該光學裝置靠近在(ii)中未移除該第一導電層之基板之(諸)側之周長部分製造所暴露之該第一導電層之該至少一暴露部分。方法可進一步包含塗敷至少一額外的電連接件(例如，一第二匯流排條)於該第二導電層。本文描述之方法之態樣可在一全真空整合沈積設備中執行。方法可進一步包含使用如本文描述之光學裝置製造一IGU。

某些實施例包含製造方法及具有產生更穩固且更佳執行裝置之特定邊緣處理之所得裝置。例如，可錐形化一(或若干)電致變色裝置層之邊緣以避免該裝置構造之上覆層之應力及破裂。在另一實施例中，實行用於匯流排條塗敷的下部導體暴露以確保電致變色裝置之良好的電接觸及均勻著色正面。在某些實施例中，使用可變深度雷射劃線執行裝置邊緣處理、隔離劃線及下部導體層暴露。

下文將參考相關聯之圖式更詳細地描述此等及其他特徵及優點。

#### 【圖式簡單說明】

圖1A、圖1B及圖1C分別係製造於一玻璃基板上之一電致變色裝置之橫截面、側視圖及俯視圖。

圖1D係圖1A中所示之橫截面之一詳細部分。

圖2A根據所揭示實施例係一基板上之一改良之電致變色裝置架構之一部分橫截面。

圖2B至圖2C分別係類似於關於圖2A描述之一改良之裝置架構之橫截面及側視圖。

圖2D至圖2E分別係具有類似於關於圖2A至圖2C描述之一架構之一裝置之部分橫截面及俯視圖。

圖3係展示其中與下部導電層一起移除擴散障壁之一改良之裝置架構之一部分橫截面。

圖4A根據實施例係描述製造一電致變色裝置之一方法之態樣之一程序流程之一流程圖。

圖4B係描繪關於圖4A描述之程序流程中之步驟之俯視圖。

圖4C描繪關於圖4B描述之電致變色玻璃薄片之橫截面。

圖4D係描繪一圓形基板上之製造期間之步驟之一俯視圖。

圖4E係描繪一電致變色裝置之製造期間之步驟之一俯視圖。

圖4F係描繪具有一光學裝置之一IGU之製造之透視圖中之一示意圖。

圖4G係類似於關於圖4B描述之裝置之俯視圖之一示意圖。

圖4H及圖4I係描繪類似於關於圖4A描述且隨著應用於塗佈切割方法而對一大面積基板實行之一程序流程之步驟之示意圖。

圖4J係描繪用於形成其中疊層使用一撓性配對玻璃薄片之電致變色裝置之疊層之捲輪式薄膜輸送處理之一圖式。

圖5A係描述在第一導體層及第二導體層之各者上製造具有相對匯流排條之一光學裝置之一方法之態樣之一程序流程之一流程圖。

圖5B係描繪關於圖5A描述之程序流程中之步驟之俯視圖之一示意圖。

圖5C展示關於圖5B描述之電致變色玻璃薄片之橫截面。

圖5D及圖5E係電致變色裝置之俯視示意圖。

圖5F及圖5G係根據實施例描繪類似於關於圖5A描述且隨著應用於塗佈切割方法而對一大面積基板實行之一程序流程中之步驟之示意圖。

圖6A係描繪撓性基板上且視需要與剛性基板疊層之電致變色裝置之捲輪式薄膜輸送製造之一示意圖。

圖6B係描繪撓性玻璃基板上之電致變色裝置之疊層及與撓性基板之疊層之一示意圖。

圖7包含類似於關於圖4C描述之裝置之一電致變色裝置之橫截面視圖，詳述藉由本文描述之某些實施例克服之疑難問題。

圖8A及圖8B分別係一電致變色裝置之一橫截面及俯視圖，描述錐形化下部導體層之邊緣以避免後續沈積上覆層之應力。

圖9A及圖9B係描繪關於匯流排條塗敷而暴露一下部導體之疑難問題之圖式。

圖10A至圖10F係描繪用於改良之匯流排條襯墊暴露之實施例之圖式。

### 【實施方式】

結合該等圖式考慮時可更完全地理解下列詳細描述。

為簡潔之目的，就電致變色裝置描述實施例；然而，本發明之範疇並未因此受到限制。一般技術者將明白，所描述之方法可用以製造其中一或多層夾置在兩個薄膜導體層之間之幾乎任何薄膜裝置。某些實施例係針對光學裝置，即，具有至少一透明導體層之薄膜裝置。以最簡單的形式，一光學裝置包含一基板及夾置在兩個導體層之間之一或多個材料層，該兩個導體層之一者係透明的。在一實施例中，一光學裝置包含一透明基板及兩個透明導體層。在另一實施例中，一光學裝置包含其上沈積一透明導體層(下部導體層)且另一(上)導體層並不透明之一透明基板。在另一實施例中，該基板並不透明，且該等導體層之一或二者係透明的。光學裝置之一些實例包含電致變色裝置、



平板顯示器、光伏打裝置、懸浮粒子裝置(SPD)、液晶裝置(LCD)等等。對於來龍去脈，下文呈現電致變色裝置之一描述。為方便起見，描述全固態且無機電致變色裝置，然而，並不以此方式限制實施例。

參考圖1A至圖1D描述一電致變色玻璃薄片(lite)之一特定實例，以圖解說明本文描述之實施例。該電致變色玻璃薄片包含製造於一基板上之一電致變色裝置。圖1A係一電致變色玻璃薄片100之一橫截面表示(參見圖1C之切割線X-X')，其製造開始於一玻璃板105。圖1B展示電致變色玻璃薄片100之一側視圖(參見圖1C之視角Y-Y')，且圖1C展示電致變色玻璃薄片100之一俯視圖。

圖1A展示製造於玻璃板105上之後之電致變色玻璃薄片100且已去除邊緣以在該玻璃薄片之周長周圍產生區域140。邊緣去除指代在該基板之一定的周長部分周圍自該裝置移除一或多個材料層。通常(但並非必須)，邊緣去除向下移除材料至下部導體層(例如，圖1A至圖1D中描繪之實例中之層115)且移除包含該下部導體層之材料，且邊緣去除可包含向下移除任何擴散障壁層至該基板本身。在圖1A至圖1B中，亦已雷射劃線該電致變色玻璃薄片100且已附接匯流排條。該玻璃板105具有一擴散障壁110及該擴散障壁上之一第一透明導電氧化物(TCO)115。

在此實例中，該邊緣去除程序移除TCO 115及擴散障壁110，但是在其他實施例中，僅移除該TCO，使得該擴散障壁完整無缺。該TCO層115係用以形成製造於該玻璃板上之電致變色裝置之電極之兩個導電層之第一層。在一些實例中，該玻璃板可預製有形成於下伏玻璃上方之擴散障壁。因此，形成該擴散障壁，且接著形成該第一TCO 115、一電致變色(EC)堆疊125(例如，具有電致變色、離子導體及反

電極層之堆疊)及一第二TCO 130。在其他實例中，該玻璃板可預製有形成於下伏玻璃上之擴散障壁及該第一TCO 115二者。

在某些實施例中，可在一整合沈積系統中之一基板(例如，玻璃板)上形成一或多層，其中該基板在製造該(該等)層期間之任何時間皆未離開該整合沈積系統。在一實施例中，可在該整合沈積系統中製造包含一EC堆疊及一第二TCO之一電致變色裝置，其中該玻璃板在製造該等層期間之任何時間皆未離開該整合沈積系統。在一情況中，亦可使用該整合沈積系統形成該第一TCO層，其中該玻璃板在沈積該EC堆疊及該(該等)TCO層期間未離開該整合沈積系統。在一實施例中，在整合沈積系統中沈積所有該等層(例如，擴散障壁、第一TCO、EC堆疊及第二TCO)，其中該玻璃板在沈積期間未離開該整合沈積系統。在此實例中，在沈積EC堆疊125之前，可切割一隔離溝渠120穿過第一TCO 115及擴散障壁110。鑑於電隔離在完成製造之後將會駐留在匯流排條1下方之第一TCO 115之一區域製造該溝渠120(參見圖1A)。溝渠120有時候被稱為「L1」劃線，因為其係某些程序中之第一雷射劃線。進行此劃線以避免該匯流排條下方之EC裝置之電荷累積及著色，電荷累積及著色可能係非所要的。此非所要結果在下文加以更詳細解釋且推動本文描述之某些實施例的動機。即，某些實施例係針對消除隔離溝渠(諸如溝渠120)之需要以(例如)不但避免在一匯流排條下方之電荷累積，而且藉由減小或甚至消除雷射隔離劃線步驟來簡化該裝置之製造。

在形成該EC裝置之後，執行邊緣去除程序及額外的雷射劃線。圖1A及圖1B描繪其中(在此實例中)已自包圍雷射劃線溝渠150、155、160及165之一周長區域移除該EC裝置之區域140。雷射劃線150、160

及165有時候被稱為「L2」劃線，因為其等係某些程序中之第二劃線。雷射劃線155有時候被稱為「L3」劃線，因為其等係某些程序中之第三劃線。該L3劃線穿過第二TCO 130且在此實例中(但並非必須)穿過該EC堆疊125，但未穿過該第一TCO 115。做出雷射劃線溝渠150、155、160及165使在邊緣去除程序期間潛在地損壞之EC裝置之部分135、145、170及175與可操作EC裝置隔離。在一實施例中，雷射劃線溝渠150、160及165穿過該第一TCO以輔助隔離該裝置(雷射劃線溝渠155並未穿過該第一TCO，否則其將切斷匯流排條2與該第一TCO及因此該EC堆疊之電連通)。在諸如圖1A至圖1D中描繪之一些實施例中，雷射劃線溝渠150、160及165亦可穿過一擴散障壁。

用於雷射劃線程序之雷射通常(但並非必須)係脈衝型雷射，例如二極體幫浦固態雷射。例如，可使用一適當的雷射執行該等雷射劃線程序。可提供適當的雷射之供應商之一些實例包含IPG Photonics公司(馬薩諸塞州，牛津)、Ekspla(立陶宛，維爾紐斯)、TRUMPF公司(康涅狄格州，法明頓)、SPI Lasers LLC(加利福尼亞州，聖克拉拉)、Spectra-Physics公司(加利福尼亞州，聖克拉拉)、nLIGHT公司(華盛頓，溫哥華)及Fianium公司(俄勒岡州，尤金)。亦可藉由(例如)一鑽石尖端劃線器機械地執行某些劃線步驟；然而，某些實施例描述劃線或以雷射精確控制之其他材料移除處理期間之深度控制。例如，在一實施例中，執行邊緣去除至該第一TCO之深度，在另一實施例中，執行邊緣去除至一擴散障壁之深度(移除該第一TCO)，在又另一實施例中，執行邊緣去除至該基板之深度(向下移除所有材料層至該基板)。在某些實施例中，描述可變深度劃線。

在完成雷射劃線之後，附接匯流排條。塗敷非穿透匯流排條(1)

於該第二TCO。塗敷非穿透匯流排條(2)於其中未(例如，自保護該第一TCO免於裝置沈積之一遮罩)沈積包含一EC堆疊及一第二TCO之裝置或(在此實例中)其中使用一邊緣去除程序(例如，使用具有如一XY或XYZ檢流計之一設備之雷射燒蝕)以向下移除材料至該第一TCO之一區域。在此實例中，匯流排條1及匯流排條2二者皆係非穿透匯流排條。一穿透匯流排條係通常按壓進入(或焊接)且穿過一或多層以接觸一下部導體(例如，位於該EC堆疊之一或多層之底部或下方之TCO)之一匯流排條。一非穿透匯流排條係並未穿透進入該等層但反而在一導電層(例如，一TCO)之表面上進行電接觸及實體接觸之一匯流排條。一非穿透匯流排條之一典型的實例係塗敷於適當的導電表面之一導電油墨，例如基於銀之油墨。

TCO層可使用一非傳統匯流排條(例如，用網版及微影術圖案化方法製造之一匯流排條)而電連接。在一實施例中，經由絲網印製(或使用另一圖案化方法)一導電油墨，後續接著熱硬化或燒結該油墨，與裝置之透明導電層建立電連通。使用上述裝置組態之優點包含(例如)製造比使用穿透匯流排條之習知技術更簡單且雷射劃線更少。

在製造匯流排條或將匯流排條塗敷於一或多個導電層之後，可將電致變色玻璃薄片整合於一絕緣玻璃單元(IGU)中，該絕緣玻璃單元(IGU)包含(例如)用於匯流排條之接線等等。在一些實施例中，該等匯流排條之一或二者係在成品IGU內部。在特定的實施例中，該兩個匯流排條係組態於該IGU之間隔件與玻璃之間(通常稱為IGU之初級密封)；即，使該等匯流排條配準於用以分離一IGU之玻璃薄片之間隔件。區域140至少部分係用以與用以形成該IGU之間隔件之一面進行密封。因此，該等匯流排條之導線或其他連接件在該間隔件與該玻璃

之間延伸。由於許多間隔件係由導電之金屬(例如，不鏽鋼)製成，需要採取步驟以避免歸因於該匯流排條及該匯流排條之連接器與該金屬間隔件之間之電連通而引起的短路。在2011年12月6日申請且標題為「Improved Spacers for Insulated Glass Unit」之美國專利申請案第13/312,057號中描述用於達成此目的之特定方法及設備，該案係以引用方式全部併入本文。在本文描述之某些實施例中，方法及所得IGU包含使EC裝置之周長邊緣、匯流排條及任何隔離劃線全部在該IGU之初級密封內。

圖1D描繪圖1A中之橫截面之一部分，其中展開該描繪之一部分以圖解說明本文揭示之某些實施例可能克服之一問題。在該TCO 115上製造EC堆疊125之前，穿過TCO 115及擴散障壁110形成一隔離溝渠120以隔離該115/110堆疊之一部分與一較大區域。此隔離溝渠旨在切斷最終與匯流排條2電連通之下TCO 115與直接位於匯流排條1(其位於TCO 130上並對TCO 130供應電能)下方之TCO 115之一區段之電連通。例如，在EC裝置之著色期間，給匯流排條1及匯流排條2供能以跨EC裝置施加一電位；例如，TCO 115具有一負電荷且TCO 130具有一正電荷，或反之亦然。

可由於數種原因而需要隔離溝渠120。有時候希望EC裝置在匯流排條1下不著色，因為使用者觀看不到此區域(窗戶框架通常延伸超出該等匯流排條且該隔離溝渠及/或此等特徵部係在如上所述之間隔件下方)。還有，有時候區域140包含該下TCO及該擴散障壁，且在此等例項中並不需要該下TCO將電荷載送至玻璃邊緣，因為使用者看不到的區域中可能存在短路問題及非所要的電荷損失。還有，因為EC裝置直接在該匯流排條下之部分經歷最多電荷通量，所以該裝置之此區

域存在形成缺陷(例如，分層、粒子變位(瞬動缺陷)等等)之一誘因，其可導致異常或可視區域中看不見著色區域及/或負面影響裝置效能。隔離溝渠120經設計以解決此等問題。儘管產生此等所要結果，但是亦發現該第一匯流排條下方仍發生著色。關於裝置100在圖1D之下方部分中之展開截面解釋此現象。

當在第一TCO 115上沈積EC堆疊125時，構成EC堆疊125之電致變色材料填充隔離溝渠120。雖然第一TCO 115之電路徑藉由溝渠120切斷，但是該溝渠已填充(雖然導電性不如TCO)能夠載送電荷且可滲透離子之材料。在EC玻璃薄片100之操作期間(例如，當第一TCO 115具有一負電荷時(如圖1D中所繪))，少量電荷橫跨溝渠120且進入第一TCO 115之隔離部分。此電荷累積可發生在使EC玻璃薄片100著色及褪色之若干循環內。一旦TCO 115之隔離區域具有電荷累積，其即容許在區域180中匯流排條1下方之EC堆疊125的著色。還有，第一TCO 115之此部分中之電荷一旦累積，其排放並無法像TCO 115之剩餘部分中的電荷平常排放般(例如，當施加一相反電荷於匯流排條2時)有效率。隔離溝渠120之另一問題係：可折損在該溝渠之基底處的擴散障壁。此可容許鈉離子自玻璃基板擴散進入該EC堆疊125。此等鈉離子可用作電荷載體且增強第一TCO 115之隔離部分上的電荷累積。又另一問題係：該匯流排條下方的電荷累積將在該等材料層上強加過多應力且促進此區域中之缺陷形成。最後，在該基板上之導體層中製造一隔離劃線給處理步驟進一步添加複雜度。本文描述之實施例可克服此等問題及其他問題。

圖2A係展示一EC裝置200之一改良之架構之一部分橫截面。在此圖解說明之實施例中，在製造EC堆疊125之前移除將在匯流排條1下

方延伸之第一TCO 115之部分。在此實施例中，擴散障壁110延伸至匯流排條1下方且延伸至該EC裝置之邊緣。在一些實施例中，該擴散障壁延伸至玻璃105之邊緣，即其覆蓋區域140。在其他實施例中，亦可在該匯流排條1下方移除該擴散障壁之一部分。在前述實施例中，在製造EC堆疊125之前在匯流排條1下方執行選擇性TCO移除。可在裝置製造之前或之後執行(例如，在間隔件與玻璃形成一密封之玻璃之周長周圍)形成區域140之邊緣去除程序。在某些實施例中，若形成140之邊緣去除程序歸因於(例如)短路問題而產生一粗糙邊緣或不可接受的邊緣，則形成一隔離劃線溝渠150a，因此隔離材料之一部分135a與該EC裝置之剩餘部分。如圖2A中描繪之EC裝置200之展開部分中例證，因為匯流排條1下方不存在TCO 115之部分，所以可避免諸如非所要著色及電荷累積之前述問題。還有，因為擴散障壁110保持完整無缺，至少與EC堆疊125共同延伸，所以可防止鈉離子擴散進入該EC堆疊125且導致非所要導電或其他問題。

在某些實施例中，一旦完成製造，立即在匯流排條1將會駐留之位置下方之區域中選擇性地移除一段TCO 115。即，該擴散障壁110及第一TCO 115可保留在該區域140上，但是該第一TCO 115在匯流排條1下方之一寬度經選擇性移除。在一實施例中，一旦完成裝置製造，所移除的該段TCO 115之寬度可大於該匯流排條1駐留在所移除的該段TCO上方之寬度。本文描述之實施例包含具有如關於圖2A描繪且描述之具有經選擇性移除的該段TCO 115之組態之一EC裝置。在一實施例中，該裝置之剩餘部分係如關於圖1A至圖1C描繪且描述。

圖2B及圖2C中描繪類似於裝置200之一裝置，展示包含雷射隔離溝渠等等之裝置架構。圖2B及圖2C係所揭示實施例之一改良之裝置

架構之圖式。在某些實施例中，存在較少或不存在該裝置之製造期間製成之雷射隔離溝渠。下文更詳細地描述此等實施例。

圖2D及圖2E描繪一電致變色裝置205，其具有極為類似於裝置200之架構，但是其不具備一雷射隔離劃線150a，亦不具備非功能裝置之一隔離區域135a。某些雷射邊緣去除程序使該裝置之一邊緣足夠乾淨使得不需要如150a之雷射劃線。一實施例係如圖2D及圖2E中描繪但是不具備隔離劃線160及165亦不具備隔離部分170及175之一光學裝置。一實施例係如圖2D及圖2E中描繪但是不具備隔離劃線155亦不具備隔離部分145之一光學裝置。一實施例係如圖2D及圖2E中描繪但是不具備隔離劃線160、165或155亦不具備隔離部分145、170及175之一光學裝置。在某些實施例中，製造方法並不包含任何雷射隔離劃線且因此生產不具備該裝置之實體隔離的非功能部分之光學裝置。

如下文更詳細描述，某些實施例包含若干裝置，其中該裝置之一或多個材料層及第二(上)導體層未與第一(下)導體層共同延伸；具體言之，此等部分在該第一導體層之區域之周長之一定部分周圍懸垂在該第一導體層上。此等懸垂部分可包含或不包含一匯流排條。作為一實例，如關於圖2A或圖3描述之懸垂部分在該第二導體層上確實具有一匯流排條。

圖3係展示所揭示實施例之一改良之電致變色裝置架構300之一部分橫截面。在此圖解說明之實施例中，在製造EC堆疊125之前移除TCO 115及擴散障壁110將會在匯流排條1下方延伸之部分。即，在製造EC堆疊125之前在匯流排條1下方執行該第一TCO及該擴散障壁移除。形成區域140之邊緣去除程序(例如，在其中間隔件與玻璃形成一密封之玻璃之周長周圍)可執行於裝置製造之前(例如，移除該擴散障



壁及使用下文的遮罩)或裝置製造之後(向下移除所有材料至玻璃)。在某些實施例中，若形成140之邊緣去除程序產生一粗糙邊緣，則形成類似於圖2A中之150a之一隔離劃線溝渠，因此隔離材料之一部分135a(參見圖2A)與該EC裝置之剩餘部分。

再次參考圖3，如裝置300之展開部分中例證，因為匯流排條1下方不存在TCO 115之部分，因此可避免諸如非所要著色及電荷累積之前述問題。在此實例中，因為擴散障壁110亦被移除，所以鈉離子可擴散進入匯流排條1下方區域之EC堆疊中；然而，因為不存在得到且保持電荷之TCO 115之對應部分，所以著色及其他問題的問題不大。在某些實施例中，在其中匯流排條1將會駐留之位置下方之區域中選擇性地移除一段TCO 115及擴散障壁110；即，該擴散障壁及該TCO可保留在該區域140上，但是選擇性地移除TCO 115及擴散障壁110在匯流排條1下方且至少與匯流排條1共同延伸之一寬度。在一實施例中，一旦完成裝置裝置，所移除的該段TCO及擴散障壁之寬度大於該匯流排條駐留在所移除段上方之寬度。本文描述之實施例包含具有如關於圖3描繪且描述之組態之一EC裝置。在一實施例中，該裝置之剩餘部分係如關於圖1A至圖1C描繪且描述。在某些實施例中，存在較少或不存在該裝置之製造期間製成之雷射隔離溝渠。

實施例包含如關於圖3描述之一光學裝置，其中剩餘部分係如關於圖2D及圖2E描述之一裝置205。一實施例係如圖3中描繪但是不具備如圖2D及圖2E中描繪之隔離劃線160及165亦不具備如圖2D及圖2E中描繪之隔離部分170及175之一光學裝置。一實施例係如圖3中描繪但是不具備如圖2D及圖2E中描繪之隔離劃線155亦不具備如圖2D及圖2E中描繪之隔離部分145之一光學裝置。一實施例係如圖3中描繪但是

不具備如圖2D及圖2E中描繪之隔離劃線160、165或155亦不具備如圖2D及圖2E中描繪之隔離部分145、170及175之一光學裝置。該等前述實施例之任一者亦可包含類似於如關於圖1A至圖1D描述之劃線150之一隔離劃線，但是並不包含類似於劃線120之一隔離劃線。本文描述之所有實施例消除對類似於如關於圖1A至圖1D描述之劃線120之一雷射隔離劃線之需要。此外，目的係減小所需雷射隔離劃線之數目，但是取決於用於實例之裝置材料或雷射，可需要或可不需要除劃線120以外的劃線。

如上所述，在某些實施例中，在未使用雷射隔離劃線之情況下製造裝置，即，最後的裝置不具備非功能之隔離部分。下文就不具備隔離劃線描述例示性製造方法；然而，應瞭解，一實施例係如下文所述之任何裝置，其中該裝置具有如關於圖1A至圖1D描述之隔離劃線(但並非隔離劃線120)之功能等效物(取決於其幾何形狀)。更具體言之，一實施例係如下文所述但是不具備如圖2D及圖2E中描繪之隔離劃線160及165之一光學裝置。一實施例係如下文所述但是不具備如圖2D及圖2E中描繪之隔離劃線155之一光學裝置。一實施例係如下文所述但是不具備如圖2D及圖2E中描繪之隔離劃線160、165或155之一光學裝置。該等前述實施例之任一者亦可包含類似於如關於圖1A至圖1D描繪之劃線150之一隔離劃線。

一實施例係製造包含夾置在一第一導電層(例如，第一TCO 115)與一第二導電層(例如，第二TCO 130)之間之一或多個材料層之一光學裝置之一方法。該方法包含：(i)接收一基板，該基板在其工作表面上包含該第一導電層；(ii)自基板之約10%與約90%之間之周長移除該第一導電層之一第一寬度；(iii)沈積該光學裝置之該一或多個材料層

及該第二導電層使得其等覆蓋該第一導電層，且若有可能，在該第一導電層之周長周圍延伸超出該第一導電層；(iv)在實質上該基板之整個周長周圍移除所有該等層之比該第一寬度窄之一第二寬度，其中移除深度至少足以移除該第一導電層；(v)移除該第二透明導電層及該光學裝置在該第二透明導電層下方之該一或多層之至少一部分，藉此露出該第一導電層之至少一暴露部分；及(vi)塗敷一匯流排條於該第一透明導電層之該至少一暴露部分；其中該第一導電層及該第二導電層之至少一者係透明的。在一實施例中，(ii)包含自基板之約50%與約75%之間之周長周圍移除該第一導電層之該第一寬度。

在一實施例中，如下文更詳細描述般，錐形化在(ii)之後剩餘之第一導電層之邊緣之一部分。若在(ii)之後透明導體係一多邊形，則該邊緣之錐形部分可包含一側、兩個或更多側。在一些情況中，在(ii)之前拋光該第一導電層且接著視需要使邊緣錐形化。在其他情況中，在(ii)之後在邊緣錐形化或在未邊緣錐形化之情況下拋光該第一導電層。在後一情況中，可在拋光之前或之後錐形化。

在一實施例中，沿光學裝置靠近其中在(ii)中未移除該第一導電層之基板之(諸)側之周長部分製造所暴露之第一導電層之該至少一暴露部分。在某些實施例中，該第一導電層之暴露部分並非穿過該一或多個材料層及該第二導電層之一孔隙或孔，反而該暴露部分係自功能裝置堆疊層之一邊緣部分突出之一區域。此在下文參考特定實例予以更詳細地解釋。

該方法可進一步包含塗敷至少一第二匯流排條於該第二導電層，尤其係塗敷至少一第二匯流排條於並未覆蓋該第一導電層之一部分上。在一實施例中，光學裝置係一電致變色裝置且可為全固態且無

機。該基板可為浮法玻璃，且該第一導電層可包含氧化錫(例如，經氟化之氧化錫)。在一實施例中，在一全真空整合沈積設備中執行(iii)。在某些實施例中，該方法進一步包含在(iv)之前在該第二導電層上沈積一蒸氣障壁層。

在一實施例中，沿該光學裝置之一側之長度(在一實施例中沿該光學裝置靠近其中在(ii)中未移除該第一導電層之基板之側之側的長度)製造該第一導電層之該至少一暴露部分。在一實施例中，塗敷該至少一第二匯流排條於靠近該光學裝置與該第一導電層之該至少一暴露部分相對之側之第二導電層。若塗敷一蒸氣障壁，則移除一部分以暴露該第二導體層以塗敷該至少一第二匯流排條。下文關於與圖4A至圖4D相關的特定實施例描述此等方法。

圖4A係描述製造具有相對匯流排條之一電致變色裝置或其他光學裝置之一方法之態樣之一程序流程400，每一匯流排條塗敷於該光學裝置之導體層之一者。虛線標示該程序流程中之可選步驟。如關於圖4B至圖4C描述之一例示性裝置440係用以圖解說明該程序流程。圖4B提供描繪製造包含如關於圖4A描述之程序流程400之數字指示符之裝置440之俯視圖。圖4C展示包含關於圖4B描述之裝置440之玻璃薄片之橫截面。裝置440係一矩形裝置，但是程序流程400適用於具有各自在該等導體層之一者上之相對匯流排條之任何形狀的光學裝置。下文關於(例如)圖4D(圖解說明程序流程400，因為其係關於製造一圓形電致變色裝置)更詳細地描述此態樣。

參考圖4A及圖4B，在接收其上具有一第一導體層之一基板之後，程序流程400開始於該第一導體層之一可選拋光，參見401。在某些實施例中，已發現拋光下部透明導體層會增強製造於其上之EC裝

置之光學性質及效能。在2012年9月27日申請之標題為「Optical Device Fabrication」之專利申請案第PCT/US12/57606號中描述在透明導電層上製造電致變色裝置之前拋光透明導電層，該案係以引用方式全部併入本文。可在該程序流程中之一邊緣去除(參見405)之前或之後完成拋光(若執行)。在某些實施例中，可在邊緣去除之前及之後拋光該下部導體層。通常，該下部導體層僅拋光一次。

再次參考圖4A，若未執行拋光401，則程序400開始於在該基板之周長之一部分周圍邊緣去除一第一寬度，參見405。該邊緣去除可僅移除該第一導體層或若存在一擴散障壁時亦可移除該擴散障壁。在一實施例中，該基板係玻璃且包含該玻璃上之一鈉擴散障壁及一透明導電層(例如，基於氧化錫之透明金屬氧化物導電層)。該基板可為矩形(例如，圖4B描繪之正方形基板)。圖4B中之虛線區域標示該第一導體層。因此，在根據程序405之邊緣去除之後，自基板430之周長之三側移除一寬度A。此寬度通常(但並非必須)係一均勻寬度。下文描述一第二寬度B。若寬度A及/或寬度B並不均勻，則其等相對於彼此之相對量值係依據其等平均寬度。

由於在405處移除該第一寬度A，所以該下部導體層存在一最新暴露的邊緣。在某些實施例中，參見407及409，可視需要錐形化該第一導電層之此邊緣之至少一部分。亦可錐形化下伏擴散障壁層。發明者已發現，在一或多個裝置層上製造後續層之前錐形化一或多個裝置層之邊緣使裝置結構及效能具有意料之外的優點。關於圖8A及圖8B更詳細地描述邊緣錐形化程序。

在某些實施例中，參見408，在邊緣錐形化之後視需要拋光該下部導體層。已發現，運用某些裝置材料，可有利地在邊緣錐形化之後

拋光該下部導體層，因為拋光可對邊緣錐形化以及可改良裝置效能之塊體導體表面具有意料之外的有利影響(如上所述)。在某些實施例中，參見409，在拋光408之後執行邊緣錐形化。雖然在圖4A中之407及409二者處展示邊緣錐形化(若執行)，但是邊緣錐形化通常將會執行一次(例如，在407或409處)。

在移除該第一寬度A及如上所述之可選拋光及/或可選邊緣錐形化之後，在基板430之表面上方沈積該EC裝置，參見410。此沈積包含該光學裝置之一或多個材料層及該第二導電層，例如(諸如)銦錫氧化物(ITO)之一透明導電層。所描繪之涵蓋範圍係整個基板，但是歸因於必須將玻璃固持在適當位置之一托架可存在一定的遮罩。在一實施例中，覆蓋該第一導體層之剩餘部分之整個區域，包含在先前移除之第一寬度A周圍重疊該第一導體。此容許重疊如下文更詳細地解釋之最後裝置架構中之區域。

在特定實施例中，使用電磁輻射以執行邊緣去除且提供該基板之一周邊區域以(例如)取決於程序步驟移除透明導體層或更多層(直到且包含該頂部導體層及塗敷於該頂部導體層之任何蒸氣障壁)。在一實施例中，執行該邊緣去除以至少移除包含該基板上之透明導體層之材料，且視需要若存在一擴散障壁時亦移除該擴散障壁。在某些實施例中，使用邊緣去除以移除該基板之一表面部分(例如，浮法玻璃)且可達到不超過壓縮區之厚度之一深度。執行邊緣去除以(例如)產生一良好的表面以供IGU之初級密封及二次密封之至少一部分進行密封之用。例如，儘管存在二次密封，當一透明導體層橫跨該基板之整個區域且因此具有一暴露邊緣時，該導體層有時候亦可損失黏附性。還有，據信當金屬氧化物及其他功能層具有此等暴露邊緣時，其等可用

作水分進入塊體裝置之一通路且因此折損該初級密封及該二次密封。

本文將邊緣去除描述為對經切割為所需大小之一基板執行之邊緣去除。然而，在其他所揭示實施例中，可在自一塊體玻璃板切割一基板之前進行邊緣去除。例如，可在未經回火之浮法玻璃上圖案化一EC裝置之後將未經回火之浮法玻璃切割為個別玻璃薄片。可對一塊體玻璃板執行本文描述之方法且接著將該玻璃板切割成個別EC玻璃薄片。在某些實施例中，可在切割該等EC玻璃薄片之前對一些邊緣區域實行邊緣去除，且在自該塊體玻璃板切割該等EC玻璃薄片之後再次對一些邊緣區域實行邊緣去除。在某些實施例中，在自該塊體玻璃板切除該等玻璃薄片之前執行所有邊緣去除。在切割該等窗格之前採用「邊緣去除」之實施例中，可在預期將有新近形成之EC玻璃薄片之切割線(及因此邊緣)之處移除該玻璃板上之塗層之部分。換言之，尚未存在實際的基板邊緣，僅存在將使一切割線產生一邊緣之一界定區域。因此，「邊緣去除」意謂包含移除其中預期存在一基板邊緣之區域中之一或多個材料層。各自標題為「**Electrochromic Window Fabrication Methods**」之2010年11月8日申請之美國專利申請案第12/941,882號(現在係美國專利第8,164,818號)及2012年4月25日申請之美國專利申請案第13/456,056號中描述在一塊體玻璃板上製造EC裝置之後由該塊體玻璃板切割而成之EC玻璃薄片之製造方法，該等案之各者係以引用方式全部併入本文。一般技術者將明白，若欲對一塊體玻璃板實行本文描述之方法且接著自該塊體玻璃板切割個別玻璃薄片，則在某些實施例中必須使用遮罩，而當對所要最終大小之一玻璃薄片執行本文描述之方法時，遮罩係可選的。

例示性電磁輻射包含UV、雷射等等。例如，可用波長248 nm、

355 nm(UV)、1030 nm(IR，例如盤形雷射)、1064 nm(例如，Nd:YAG雷射)及532 nm(例如，綠色雷射)之一者之引導及聚焦能量移除材料。使用(例如)光纖或開口式光束路徑將雷射輻照傳遞至該基板。取決於基板處置裝備及組態參數之選取可自基板側或或EC膜側執行燒蝕。藉由使雷射光束穿過一光學透鏡達成燒蝕該膜厚度所需能量密度。該透鏡將該雷射光束聚焦為所要形狀及大小。在一實施例中，使用「頂帽」光束組態，例如具有介於約 $0.005 \text{ mm}^2$ 至約 $2 \text{ mm}^2$ 之間之一聚焦區域。在一實施例中，光束之聚焦位準係用以達成燒蝕EC膜堆疊之所需能量密度。在一實施例中，用於燒蝕之能量密度係介於約 $2 \text{ J/cm}^2$ 與約 $6 \text{ J/cm}^2$ 之間。

在一雷射邊緣去除程序期間，沿周邊在該EC裝置之表面上方掃描一雷射光點。在一實施例中，使用一平場掃描聚焦(F theta)透鏡掃描該雷射光點。例如，在掃描期間藉由重疊該等光點之區域達成對該EC膜之均齊移除。在一實施例中，該重疊係介於約5%與約100%之間，在另一實施例中介於約10%與約90%之間，在又另一實施例中約10%與約80%之間。可使用各種掃描圖案(例如以直線、曲線掃描)，且可掃描各種圖案(例如，掃描共同地產生周邊邊緣去除區域之矩形或其他形狀截面)。在一實施例中，在上文針對光點重疊描述之位準下重疊該等掃描線(或「圍欄」，即藉由相鄰或重疊雷射光點(例如，正方形、圓形等等)產生之線)。即，藉由先前掃描之線之路徑界定之燒蝕材料之區域與後續掃描線重疊使得其中存在重疊。即，將藉由重疊或相鄰雷射光點燒蝕之一圖案區域與一後續燒蝕圖案之區域重疊。對於其中使用重疊之實施例，可使用光點、線或圖案、(例如)在約11 HKz與約500 KHz之間之範圍中之一較高頻率的雷射。為在暴露邊緣



處最小化對EC裝置之熱相關損壞(一熱影響區或「HAZ」)，使用較短的脈衝持續時間雷射。在一實施例中，該脈衝持續時間係介於約100 fs(飛秒)與約100 ns(奈秒)之間，在另一實施例中，該脈衝持續時間係介於約1 ps(皮秒)與約50 ns之間，在又另一實施例中，該脈衝持續時間係介於約20 ps與約30 ns之間。在其他實施例中可使用其他範圍的脈衝持續時間。

再次參考圖4A及圖4B，參見415，程序流程400繼續在實質上該基板之整個周長周圍移除一第二寬度B，其比該第一寬度A狹窄。此可包含向下移除材料至該玻璃或若存在一擴散障壁時至該擴散障壁。在程序流程400完成直到415之後，(例如)在如圖4B中描繪之一矩形基板上存在具有寬度B之一周長區域，其中不存在該第一透明導體、該裝置之該一或多個材料層、或第二導體層，移除寬度B已暴露擴散障壁或基板。該裝置堆疊係在此周長區域內，該裝置堆疊包含三側上藉由重疊一或多個材料層及該第二導體層包圍之該第一透明導體。在剩餘側(例如，圖4B中之底側)上，該一或多個材料層及該第二導體層不存在重疊部分。參見420，靠近此剩餘側(例如，圖4B中之底側)，移除該一或多個材料層及該第二導體層以暴露該第一導體層之一部分(匯流排條襯墊暴露或「BPE」)435。該BPE 435無需延伸達該側之整個長度，其僅需延伸足夠長以容納該匯流排條並在該匯流排條與該第二導體層之間保留一定空間以免在該第二導體層上短路。在一實施例中，該BPE 435橫跨該第一導體層在該側上之長度。

如上所述，在各種實施例中，一BPE係在向下移除材料層之一部分至下電極或其他導體層(例如，一透明導電氧化物層)之位置處，以產生塗敷一匯流排條之一表面且因此電接觸該電極。所塗敷之匯流排

條可為一焊接匯流排條及油墨匯流排條等等。一BPE通常具有一矩形區域，但並非必須；該BPE可為任何幾何形狀或一不規則形狀。例如，取決於需要，一BPE可為環形、三角形、橢圓形、梯形及其他多邊形。形狀可取決於EC裝置之組態、承載該EC裝置之基板(例如，一不規則形狀窗戶)或甚至(例如)用以產生該EC裝置之(例如，在材料移除、時間等等方面)一更有效率的雷射燒蝕圖案。在一實施例中，該BPE橫跨一EC裝置之一側之長度之至少約50%。在一實施例中，該BPE橫跨一EC裝置之一側之長度之至少約80%。通常但並非必須，該BPE足夠寬以容納該匯流排條，但是應容許至少在該主動EC裝置堆疊與該匯流排條之間存在一定空間。在一實施例中，該BPE實質上係矩形，靠近該EC裝置之一側之長度及該寬度係介於約5 mm與約15 mm之間，在另一實施例中介於約5 mm與約10 mm之間，且在又另一實施例中介於約7 mm與約9 mm之間。如上提及，一匯流排條之寬度可介於約1 mm與約5 mm之間，通常約3 mm寬。

如上提及，將該BPE製造得足夠寬以容納該匯流排條之寬度且亦在該匯流排條與該EC裝置之間保留空間(因為僅設想該匯流排條能觸摸下導電層)。只要該匯流排條與該EC裝置之間存在空間(在其中存在一L3隔離劃線之實施例中，該匯流排條可接觸被撤銷作用的部分(例如，參見圖1A中之145)，該匯流排條寬度便可超過該BPE之寬度(且因此區域140上存在觸摸該下部導體及玻璃(及/或擴散障壁)之匯流排條材料)。在其中該BPE完全容納該匯流排條寬度(即，該匯流排條完整在該下部導體頂部上)之實施例中，沿該匯流排條之長度之外邊緣可與該BPE之外邊緣對齊或內凹約1 mm至約3 mm。同樣地，該匯流排條與該EC裝置之間之空間係介於約1 mm與約3 mm之間，在另一實

施例中介於約1 mm與約2 mm之間，且在另一實施例中為約1.5 mm。下文關於具有係一TCO之一下電極之一EC裝置更詳細地描述BPE之形成。僅僅為方便起見，該電極可為用於(透明或不透明之)一光學裝置之任何適當的電極。

為製造一BPE，對底部TCO(例如，第一TCO)之一區域清除沈積材料，使得可在該TCO上製造一匯流排條。在一實施例中，此係藉由選擇性地移除沈積膜層同時使該底部TCO暴露於一界定位置處之一界定區域中之雷射處理予以達成。在一實施例中，善用該底部電極及沈積層之吸收特性以在雷射燒蝕期間達成選擇性，即，使得選擇性地移除該TCO上之EC材料並同時使該TCO材料完整無缺。在某些實施例中，亦移除該TCO層之一上方部分(深度)以藉由(例如)移除在沈積期間可產生的TCO與EC材料之任何混合物，確保該匯流排條之良好的電接觸。在某些實施例中，當雷射加工該等BPE邊緣以最小化對此等邊緣之損壞時，可避免需要限制洩漏電流之一L3隔離劃線，此消除一程序步驟，同時達成所要裝置效能結果。

在某些實施例中，用以製造一BPE之電磁輻射與上述用於執行邊緣去除之電磁輻射相同。使用光纖或開口式光束路徑將(雷射)輻射傳遞至基板。可取決於電磁輻射波長之選取由玻璃側或膜側執行燒蝕。藉由使該雷射光束穿過一光學透鏡達成燒蝕膜厚度所需能量密度。該透鏡將該雷射光束聚焦為所要形狀及大小，例如具有上述尺寸之一「頂帽」，在一實施例中具有介於約 $0.5 \text{ J/cm}^2$ 與約 $4 \text{ J/cm}^2$ 之間之一能量密度。在一實施例中，如上文針對雷射邊緣去除描述般進行用於BPE之雷射掃描重疊。在某些實施例中，BPE製造使用可變深度燒蝕。此在下文予以更詳細地描述。

在某些實施例中，例如歸因於一EC膜中之吸收之選擇性本質，對焦平面處之雷射處理使下部導體之暴露區域上剩餘一定量(介於約10 nm與約100 nm之間)的殘留物，例如氧化鎢。因為許多EC材料並非如下伏導體層一樣導電，所以製造於此殘留物上之匯流排條並未與該下伏導體完全接觸，進而導致跨該匯流排至下部導體介面的電壓降。該電壓降影響裝置之著色且影響該匯流排條至該下部導體之黏附性。一種克服此問題之方式係增加用於膜移除之能量，然而，此方法導致在光點重疊處形成一溝渠，進而不可接受地耗盡該下部導體。為克服此問題，在焦平面上執行雷射燒蝕，即，散焦該雷射光束。在一實施例中，該雷射光束之散焦輪廓係一經修改之頂帽或「類頂帽」。藉由使用一散焦雷射輪廓，可增加傳遞至表面之通量而不損壞光點重疊區域處之下伏TCO。此方法最小化所暴露之下部導體層上保留之殘留物量且因此容許該匯流排條更好地接觸該下部導體層。

再次參考圖4A及圖4B，參見425，在形成該BPE之後，塗敷匯流排條於該裝置，一匯流排條在該第一導體層(例如，第一TCO)之暴露區域435上且一匯流排條在該裝置之相對側上，在該第二導體層(例如，第二TCO)上，在該第二導體層並未在該第一導體層上之一部分上。該第二導體層上之匯流排條1之此放置避免在該匯流排條(類似於圖2A或圖3中之匯流排條1)下方著色及在此匯流排條下方具有一功能裝置之其他相關聯問題。在此實例中，製造該裝置無需雷射隔離劃線，此與習知製造方法明顯不同，其中一或多個隔離劃線使非功能裝置部分保留在最後的構造中。

圖4B指示裝置440之橫截面切割線Z-Z'及W-W'。圖4C中展示裝置440在Z-Z'及W-W'處之橫截面視圖。所描繪層及尺寸並未按比例繪

製，但是意謂表示在功能性上的組態。在此實例中，當製造寬度A及寬度B時移除擴散障壁。具體言之，周長區域140並無第一導體層及擴散障壁；但是在一實施例中該擴散障壁對基板在一或多個側上之周長周圍之邊緣保持完整無缺。在另一實施例中，該擴散障壁係與該一或多個材料層及該第二導體層共同延伸(因此在至該擴散障壁之一深度處製造寬度A，且製造寬度B達足以移除該擴散障壁之一深度)。在此實例中，該功能裝置之三側周圍存在該一或多個材料層之一重疊部分445。在此等重疊部分之一者上，在該第二TCO上製造匯流排條1。在一實施例中，製造與該第二導體層共同延伸之一蒸氣障壁層。一蒸氣障壁通常高度透明，例如，氧化鋅鋁、氧化錫、二氧化矽及其等混合物、非結晶、結晶或混合非結晶-結晶。在此實施例中，移除該蒸氣障壁之一部分以暴露該第二導體層用於匯流排條1。此暴露部分類似於區域435(匯流排條2之BPE)。在某些實施例中，該蒸氣障壁層亦導電，且無需對該第二導體層執行暴露，即，可在該蒸氣障壁層上製造該匯流排條。例如，該蒸氣障壁層可為ITO(例如非結晶ITO)，且因此為此目的足夠導電。該蒸氣障壁層之非結晶形態可提供比一結晶形態更好的氣密性。

圖4C描繪上覆該第一TCO之裝置層，尤其係該重疊部分445。雖然未按比例繪製，但是例如橫截面Z-Z'描繪遵循包含該重疊部分445之第一TCO之形狀及輪廓線之該EC堆疊之層及第二TCO之保形本質。在圖7中重現橫截面Z-Z'且為闡釋性目的修改該橫截面Z-Z'以展示此等重疊組態有時面臨之一問題之細節。參考圖7，轉變至重疊445(其中上部裝置層取決於(例如)裝置材料及該等層之厚度重疊該第一TCO之邊緣)可形成如展開部分(左側)中描述之裂縫700。據信，此等裂縫係

歸因於與(此實例中之)該第一TCO之邊緣上方必須遵循一陡峭轉變之上部裝置層有關的應力。裂縫700可沿其中上覆層覆蓋此等陡峭邊緣之該裝置之邊緣形成。此等裂縫可導致電短路，因為該第一TCO與該第二TCO之間存在一暴露路徑且離子可隨著離子導電層(或功能等效物)在該裂縫處遭到破壞而使該裝置短路。此等短路導致電致變色裝置之著色色差及效能不良。本文之實施例藉由在其等邊緣之至少一部分周圍錐形化(傾斜或修改)下部裝置層(尤其係該下部透明導電層)來克服此問題，使得該等上覆層將不會面臨此等應力。此在本文中被稱為「邊緣錐形化」。雖然某些實施例中描述邊緣錐形化，但是可使用其他應力減緩拓撲，諸如邊緣修圓、階梯化及斜切。還有，可使用應力減緩拓撲之組合。

參考圖8A，藉由(例如)雷射燒蝕錐形化該第一TCO(未描繪擴散障壁)之邊緣部分800。因此800係一邊緣錐形化之一實例。在此實施例中藉由一散焦雷射(如上述)形成錐形形貌，使得形成光滑輪廓線而非陡峭邊緣。在此實例中，錐形係一階梯輪廓線，但是此並非必須。在一典型但非限制性實例中，一第一TCO的厚度可介於約0.25  $\mu\text{m}$ 與約1  $\mu\text{m}$ 之間。具有該錐形輪廓之邊緣部分800的寬度可介於約0.25  $\mu\text{m}$ 與約1000  $\mu\text{m}$ 之間，在另一實施例中介於約0.5  $\mu\text{m}$ 與約100  $\mu\text{m}$ 之間，在另一實施例中介於約1  $\mu\text{m}$ 與約10  $\mu\text{m}$ 之間。如關於圖4A及圖4B描繪，可在拋光該下部導體之前或之後在該下部導體層中形成邊緣錐形化。

再次參考圖8A且亦參考圖8B，在裝置製造(如藉由指向下箭頭指示)之後，如上所述之一所得電致變色裝置在三側周圍具有該一或多個材料層與頂部導體層之重疊部分。該等上層之部分805重疊邊緣部

分800。由於邊緣部分800之傾斜本質，據信部分805中之上覆裝置層不再經歷當其等下方存在一陡峭邊緣部分時所面臨之一應力位準。部分805逐漸轉變為位於該玻璃基板(或未展示之擴散障壁)上之部分810，部分810類似於圖4C中之部分445。在此實例中，雖然根據本文描述之製造方法在該第一TCO之三側上製造邊緣錐形化800，但是其可沿在邊緣去除之後剩餘之TCO之周長之任何分率(包含該TCO沿該基板邊緣之邊緣部分，即未藉由邊緣去除移除的邊緣部分)而進行。在一實施例中，僅在藉由邊緣去除形成之TCO之周長邊緣周圍執行邊緣錐形化。在一實施例中，僅沿藉由邊緣去除形成之TCO之周長邊緣之部分及該裝置作為該BPE之相對側執行邊緣錐形化。

雖然圖8A將下部導體層描繪為錐形化，但是下部導體層不一定要錐形化。例如，只要總體結果係降低後續沈積層之應力，便可(例如)在下部導體層上沈積一或多個其他層之後進行邊緣錐形化。一實施例係最上層下方之一或多層在其等周長邊緣之至少一部分上具有一邊緣錐形化之一電致變色裝置。一實施例係最上層下方之一或多個層在其等周長邊緣之至少一部分上具有一應力減緩拓撲之一電致變色裝置。該應力減緩拓撲可包含邊緣錐形化、邊緣修圓、階梯化及/或斜切。

一實施例係製造一光學裝置之一方法，該方法包含在一下伏材料層上製造重疊層之前錐形化該下伏材料層之一或多個邊緣。在一實施例中，該下伏材料層係該下部導體層。在一實施例，錐形化該下部導體層之一或多個邊緣包含雷射燒蝕。在一實施例中，散焦該雷射以在錐形邊緣部分中產生光滑輪廓線。在一實施例中，在該邊緣錐形化之前拋光該下部導體層。在一實施例中，在該邊緣錐形化之後拋光該

下部導體層。

如上所述，可取決於設計容差、材料選取等等，需要一或多個雷射隔離劃線。圖4G描繪三個裝置440a、440b及440c之俯視圖，其等之各者係如圖4B及圖4C中描繪之裝置440上之變動。裝置440a類似於裝置440，但是包含沿正交於具有匯流排條之側之諸側隔離該EC裝置之第一部分之L2劃線(參見上文)。裝置440b類似於裝置440，但是包含使該裝置介於該第一(下)導體層上之匯流排條與該裝置之作用區域之間之一第二部分隔離並撤銷作用之一L3劃線。裝置440c類似於裝置440，但是包含該等L2劃線及該L3劃線。雖然參考裝置440a、440b及440c描述圖4G中之劃線變動，但是此等變動可用於本文描述之實施例之該等光學裝置及玻璃薄片之任一者。例如，一實施例係類似於裝置440c之一裝置，但是其中邊緣去除並不橫跨三側，而是僅橫跨承載頂部TCO上之匯流排條之側(或足夠長以容納該匯流排條之一部分)。在此實施例中，因為正交於該等匯流排條之兩側(如描繪之440c之右側及左側)上不存在邊緣去除部分，所以該等L2劃線可比較靠近此等邊緣以最大化可視區域。取決於裝置材料、程序條件、在製造之後發現的變異缺陷等等，可添加此等劃線之一或多者以確保電極及因此裝置功能之適當電隔離。此等裝置之任一者可具有在此等劃線之一者或所有者之前或之後塗覆之一蒸氣障壁。若在之後塗覆，則該蒸氣障壁實質上不導電，否則當填充該等雷射劃線溝渠時將使裝置之電極短路。上述邊緣錐形化可消除對此等劃線之需要。

再次返回參考圖7，圖7之右側包含橫截面Z-Z'之一詳細部分，圖解說明BPE形成有時面臨之一問題。具體言之，匯流排條2在此圖式中在其上駐留之匯流排條襯墊暴露區域之雷射燒蝕期間，該雷射不一



定燒蝕頂層或均勻地燒蝕下部導體層(此例項中之第一TCO)。因此，區域705中之匯流排條與下部導體層之間之適當電連接性可存在不確定的問題。參見圖9A及圖9B更詳細地描述此等問題。

參考圖9A，一電致變色裝置900之一橫截面具有一頂部透明導體層905、一裝置堆疊910及一下部透明導體層915。一匯流排條920(例如，一銀油墨匯流排條)係在下部導體層915之一BPE上。在圖9A之下方部分中，詳細展示層915之BPE部分之一問題。取決於裝置材料、雷射設定、裝置狀態等等，該BPE不一定具有均勻厚度。在此實例中，該雷射燒蝕不均勻，留下其中完全移除導體層915之區域930及其中層915保留之區域925。區域930歸因於切斷該下部TCO中之電連接性而防止導電至該裝置堆疊。區域930通常橫跨該BPE之一定部分(即使並非全部)，且因此可成問題。圖9B展示可發生之另一問題。若該雷射在此實例中並未燒蝕穿過該裝置堆疊足夠深度，則下部導體915與匯流排條920之間可存在不良電連接性。在此實例中，區域935中之匯流排條920與導體層915之間存在電連接性，其中該裝置堆疊在BPE期間藉由該雷射穿透，但是該裝置堆疊之一大面積部分在區域940處保留在匯流排條920與導體層915之間。因此，如圖9A中圖解說明，該雷射可燒蝕過深，且如圖9B中圖解說明，該雷射不一定燒蝕足以遍及該BPE之整個區域。此可歸因於(例如)雷射燒蝕期間之膜吸收漂移而發生於裝置內及裝置間。本文描述之方法藉由在BPE製造期間沿(例如)個別劃線施加不同雷射燒蝕位準來克服此等問題。此關於圖10A至圖10F予以更詳細地描述。

圖10A描繪一電致變色裝置1000之一橫截面部分。在區域1005中沿一側燒蝕該下部TCO以形成一BPE 435。在此實例中，用一散焦雷

射燒蝕三個區域1005之各者，使得該橫截面為凹形。在此實例中，以相同的雷射通量位準製造該等劃線之各者。還有，未使用該等雷射燒蝕之重疊，使得相鄰燒蝕線之間剩餘該TCO之上升區域(在此情況中，脊部)。此係沿複數個個別劃線使用不同的雷射燒蝕位準對一上覆材料向下至一下伏導體層使用雷射燒蝕之一實例。本質上存在用於達成可變燒蝕深度之三個「旋鈕」：脈衝持續時間、通量位準及雷射光點及/或圖案之重疊(藉由定位個別光點形成之線、形狀)。在某些實施例中，使用100%重疊，例如一單一光點位置上之多次照射或跨相同區域之多個線。本文用於達成不同燒蝕深度之實施例使用此等之任一者或其等之任何組合。

一實施例係一種製造一BPE之方法，該方法包括在該BPE之製造期間沿複數個個別劃線使用不同雷射燒蝕位準對上覆材料向下至一下伏TCO之雷射燒蝕。在一實施例中，在相同的通量位準下使用一類頂帽劃線該複數個劃線之個別劃線之各者。只要存在不同燒蝕深度，便可使用除線以外的其他圖案。例如，可以一棋盤格圖案施加一雷射光點，使得相鄰光點重疊或不重疊，其中個別光點施加不同的脈衝時間以達成不同燒蝕深度。在某些實施例中，對每一線使用一不同的通量位準劃線該複數個劃線之至少兩個個別劃線。下文更詳細地描述此等實施例。

圖10B描繪一實施例之一電致變色裝置1010之一橫截面部分。該電致變色裝置1010沿該裝置之一邊緣具有經由沿複數個雷射燒蝕線1015、1020及1025使用不同燒蝕深度雷射燒蝕下部TCO形成之一BPE 435。在此實例中，該等線係藉由沿每一線重疊雷射光點而形成，但是其中每一線使用一不同的重疊百分比之個別光點。在此實例中，該

等線亦存在重疊；然而，在一些實施例中，一或多個線之間不存在重疊。圖10C展示由三個線1015、1020及1025製成之BPE 435(本文描述之任何裝置可具有如關於圖10A至圖10F描述之一BPE)之一俯視圖。此等線各自相對於其他線具有燒蝕進入TCO中之不同深度，但是在任何給定線內具有實質上相同燒蝕深度。藉由使用不同燒蝕深度(例如，使用不同通量位準之雷射光點、該等光點或線中之重疊、脈衝持續時間及其等之組合)，該BPE具有多個深度輪廓且考量與雷射燒蝕期間膜吸收之變動相關聯之問題。即，若該雷射並未燒蝕足夠深或燒蝕過深，則仍存在足夠多的暴露TCO以在該裝置之操作期間沿該裝置邊緣良好地電接觸匯流排條且因此效能及著色良好。在此實例中，隨著該雷射自每一線移動至下一個線，該TCO經燒蝕逐漸愈來愈深，使得該BPE在外邊緣處逐漸變薄且在裝置堆疊附近的最內部表面處逐漸變厚。圖10B中描繪之BPE展示諸線之間之平緩傾斜轉變，指示雷射燒蝕路徑部分重疊。最後的BPE係如所繪之三級構造。藉由使用不同燒蝕深度，確保匯流排條與該BPE之間之良好的電接觸，因為即使存在吸收變動，亦將會藉由燒蝕線之至少一者完全穿透至該下部TCO。

在一實施例中，使用雷射燒蝕以在一不同燒蝕深度下沿該EC裝置之邊緣、沿每一線自至少兩個線移除材料。在一實施例中，該燒蝕深度係選自至少該下部TCO之上部10%、至少該下部TCO之上部25%、至少該下部TCO之上部50%及至少該下部TCO之上部75%。

圖10D描繪一實施例之一電致變色裝置1030之一橫截面部分。參考圖10D，即使底部TCO上的材料在吸收時自計算值而改變(例如，歸因於某原因之吸收損失，雷射燒蝕並未如所計算一樣深地挖掘進入堆疊)，因為在不同的深度處存在多個線，所以該BPE程序亦係成功

的，即，達成與匯流排條920的良好電連接性。在圖10D中描繪之實例中，該雷射並未燒蝕如所計算一樣深，例如，線1015剩餘一定量的EC堆疊材料，進而將干擾該BPE與一匯流排條之間之電接觸。但是，線1020及1025確實向下穿透至該TCO且因此匯流排條920與該下部TCO良好地電接觸。圖10E描繪一實施例之一電致變色裝置1040之一橫截面部分。圖10E描繪其中(例如)當材料層之吸收漂移至高於預期之一增加狀態時雷射穿透比所計算更深之案例。在此實例中，線1025具有的TCO厚度不足以適當地傳導電力，但是剩餘的線1015及1020容許與匯流排條920良好地電連接。

圖10F描繪一實施例之一電致變色裝置1050之一橫截面部分。圖10F圖解說明雷射線之深度無需隨著其自BPE之內部部分移動至BPE之外部部分而自較少深度變化至較大深度。在此實例中，雷射燒蝕深度經組態使得該BPE在最遠離該EC裝置較厚且在最靠近該裝置邊緣最薄。例如當需要完全肯定在該BPE上製造匯流排條之處與該裝置堆疊之間不存在堆疊材料時，此圖案可具有優點。藉由在靠近該EC裝置之線(1015)上更深入地穿透進入該TCO，達成此優點。在一實施例中，該雷射經組態以逐漸地移除該複數個劃線之各者中之更多的下伏導體層，每一劃線之燒蝕區域至少部分與先前劃線之燒蝕區域重疊，且製造複數個劃線使得最靠近該裝置堆疊之下伏導體層之移除最多及最遠離該裝置堆疊之下伏導體層之移除最少。在一實施例中，該雷射經組態以逐漸地移除該複數個劃線之各者中之更多的下伏導體層，該至少兩個劃線之燒蝕區域係至少部分與該燒蝕區域重疊，且製造複數個劃線使得最靠近該裝置堆疊之下伏導體層之移除最少及最遠離該裝置堆疊之下伏導體層之移除最多。

雖然已參考BPE製造描述改變燒蝕深度之雷射燒蝕光點、線或圖案之不同的通量及/或重疊及/脈衝持續時間，但是其亦可用以產生如本文描述之邊緣錐形化。此等方法不限於該等實施例，例如，該等方法亦可用以產生隔離溝渠(例如，其中在不同的深度下燒蝕兩個或更多個線以確保一EC裝置之一區段與另一區段適當地電(及視需要離子)隔離)。在一實施例中，製造一L3劃線，其中使用兩個或更多個劃線以製造該L3劃線且至少兩個劃線各自具有一不同的燒蝕深度，使得該等線重疊或不重疊。

已就矩形光學裝置(例如，矩形EC裝置)描述上述製造方法。此並非必須，因為其等亦適用於其他規則或不規則形狀。還有，使裝置層重疊之配置以及BPE及其他特徵可取決於需要而沿該裝置之一或多個側。為更完全地描述該等實施例之範疇，下文關於其他形狀及組態更詳細描述此等特徵。如關於圖4A及圖4B所述，下文描述之製造亦可包含其他特徵，諸如下部透明導體層之拋光、邊緣錐形化、多深度燒蝕BPE等等。未描述此等特徵以避免重複，但是一實施例係下文描述之具有關於圖4A及圖4B描述之特徵之一或多者之裝置組態之任一者。

圖4D係根據一實施例描繪類似於關於圖4B中之矩形基板描述但係一圓形基板上之製造步驟之一俯視示意圖。該基板亦可為橢圓形。因此如先前所述，參見405，移除一第一寬度A。參見410，在該基板上方塗敷該一或多個材料層及第二導體層(及視需要一蒸氣障壁)。參見415，自該基板之整個周長移除一第二寬度B(140a類似於140)。參見420，如本文描述般製造一BPE 435a。參見425，塗敷匯流排條以製造裝置440d(因此，例如，根據上述方法，塗敷該至少一第二匯流排

條於靠近該光學裝置與該第一導電層之該至少一暴露部分相對之側之第二導電層)。

圖4E係描繪除一實施例之有角匯流排條塗敷以外類似於關於圖4B中之矩形基板描述之製造之一俯視示意圖。因此如先前所述，參見405，在此實例中自兩個正交側移除一第一寬度A(該下部TCO之所得邊緣之一或二者可具有邊緣錐形化)。參見410，在該基板上方塗敷該一或多個材料層及第二導體層(及視需要一蒸氣障壁)。參見415，自該基板之整個周長移除一第二寬度B。參見420，在此實例中沿與移除第一寬度A之正交側相對之正交側如本文描述般製造一BPE 435b。參見425，塗敷匯流排條以製造裝置440e(因此，例如，根據上述方法，塗敷該至少一第二匯流排條於靠近該光學裝置與該第一導電層之該至少一暴露部分相對之側之第二導電層)。2012年4月20日申請且標題為「Angled Bus Bar」之美國專利申請案第13/452,032號中描述有角匯流排條，該案係以引用方式全部併入本文。有角匯流排條具有降低裝置中之切換速度及局部電流「熱點」以及更均勻的轉變之優點。

無論該裝置之形狀為何，其皆可併入一絕緣玻璃單元中。較佳地，該裝置係經組態位於該IGU內部以保護該裝置不受水分及環境影響。圖4F描繪IGU製造，其中在該IGU內密封光學裝置(例如，一電致變色裝置)。IGU 460包含一第一實質上透明基板445、一間隔件450及一第二實質上透明基板455。基板445具有製造於其上之一電致變色裝置(匯流排條展示為基板445上黑色垂直線)。當組合該三個組件時，若間隔件450夾置在基板445與455之間且配準基板445與455，則形成IGU 460。該IGU具有藉由該等基板接觸該等基板與該間隔件之內表

面之間之黏附密封劑之面界定之一相關聯之內部空間，以氣密密封該內部區域且因此保護該內部不受水分及環境影響。此通常被稱為一IGU之初級密封。二次密封包含在該間隔件周圍及玻璃窗格之間塗敷之一黏附密封劑(該間隔件具有小於該等基板之長度及寬度以在該等玻璃基板之間自外邊緣至該間隔件保留一定的空間；此空間係用密封劑填充以形成該二次密封)。在某些實施例中，該第一導體層之任何暴露區域經組態位於該IGU之初級密封內。在一實施例中，任何匯流排條亦經組態位於該IGU之初級密封內。在一實施例中，該第二導體層並未在該第一導體層上方之區域亦經組態位於該IGU之初級密封內。習知的電致變色IGU將該等匯流排條組態於該IGU之可視區域中之間隔件外部(該二次密封中)或該間隔件內部(該IGU之內部容積中)(有時候一匯流排條在該二次密封中，另一匯流排條在該可視區域中)。習知電致變色IGU亦組態EC裝置邊緣使其等延伸至基板邊緣或該間隔件內部(該IGU之內部容積內)。發明者已發現，有利的是，將匯流排條、雷射劃線等等組態位於該間隔件下方以使其等避開該可視區域且(例如)空出該二次密封使得其中的電組件不干擾前述特徵。

2012年4月25日申請之標題為「**Electrochromic Window Fabrication Methods**」之美國專利申請案第13/456,056號中描述此等IGU組態，該案係以引用方式全部併入本文。2011年3月16日申請之標題為「**Onboard Controllers for Multistate Windows**」之美國專利第8,213,074號中描述裝配進入該二次密封中之控制器，該案係以引用方式全部併入本文。本文描述之方法包含將該第一導體層之任何暴露區域、該裝置之邊緣、或該一或多個材料層之重疊區域及第二導體層密封在該IGU之初級密封中。在具有或不具有諸如氧化矽、矽鋁氧化

物、氮氧化矽等等之一蒸氣障壁層之情況下，此密封協定提供優越的防潮性以保護該電致變色裝置並同時最大化可視區域。

在某些實施例中，使用大面積浮法玻璃基板執行本文描述之製造方法，其中在一單片基板上製造複數個EC玻璃薄片且接著將該基板切割為個別EC玻璃薄片。類似地，2010年11月8日申請且標題為「Electrochromic Window Fabrication Methods」之美國專利第8,164,818號中描述「塗佈切割(coat then cut)」方法，該案係以引用方式全部併入本文。在一些實施例中，此等製造原理適用於本文(例如)關於圖4A至圖4G描述之方法。

圖4H及圖4I根據實施例描繪一EC玻璃薄片製造程序流程，其類似於關於圖4A描述之程序流程，但是其係隨著應用於塗佈切割方法對一大面積基板實行。可使用此等製造方法以(例如)如本文所述般製造不同形狀的EC玻璃薄片，但是在此實例中描述矩形EC玻璃薄片。在此實例中，基板430(例如，如關於圖4A所述，塗佈有一透明導電氧化層)係一大面積基板，諸如浮法玻璃(例如，5英尺乘以10英尺之一玻璃板)。類似於如關於圖4A描述之操作405，在一第一寬度A下執行邊緣去除。亦可執行邊緣錐形化及/或拋光。在此實例中，因為在一大型基板上製造複數個EC裝置(在此實例中，12個裝置)，所以該第一寬度A可具有一或多個分量。在此實例中，寬度A存在兩個分量 $A_1$ 及 $A_2$ 。首先，沿基板之垂直(如所繪)邊緣存在一寬度 $A_1$ 。因為存在相鄰EC裝置，以兩倍於該寬度 $A_1$ 之一塗佈移除反映該寬度 $A_1$ 。換言之，當個別裝置係由塊體玻璃板切割而成時，相鄰裝置之間沿垂直(如所繪)尺寸之切割線將會均勻地使其中移除該塗層之區域分為兩部分。因此，此等區域中之「邊緣去除」考量在切割玻璃之後將會最終存在



玻璃邊緣之位置(例如參見圖4I)。其次，沿水平尺寸，使用一第二A寬度分量 $A_2$ 。注意，在某些實施例中，對該基板之整個周長使用寬度 $A_1$ ；然而，在此實例中，提供更大寬度以容納將會製造於頂部透明導體層上之匯流排條(例如，參見圖4C，匯流排條1)。在此實例中，寬度 $A_2$ 在該基板之頂部邊緣及底部邊緣二者處及相鄰EC裝置之間均相同。此係因為該製造類似於關於圖4B描述之製造，即，其中該等EC裝置係沿每一裝置之透明導體區域之邊緣底部(參見圖4G)由該基板切割而成。

接著，在操作410中，在整個基板表面上方沈積該EC裝置之剩餘層(例如，除了其中夾具可將玻璃固持在一托架中之任何區域)。可在操作410之前清洗該基板以(例如)由邊緣去除移除污染物。亦可對TCO區域之各者執行邊緣錐形化。該EC裝置之剩餘層囊封該透明導體在該基板上之隔離區域，因為其等包圍透明導體之此等區域(唯抵著該基板或中間離子障壁層而駐留之背面以外)。在一實施例中，在一受控制環境的全PVD程序中執行操作410，其中該基板在沈積所有該等層後才離開塗佈設備或破除真空。

在操作415中，在窄於該第一寬度A之一第二寬度B下執行邊緣去除。在此實例中，第二寬度B係均勻的。在相鄰裝置之間，第二寬度B加倍以考量沿均勻地介於兩個裝置之間之線切割該基板，使得最後的裝置在其等周圍具有一均勻邊緣去除，以在由每一EC裝置製成一IGU時使間隔件密封至玻璃。如圖4H中圖解說明，此第二邊緣去除隔離該基板上之個別EC玻璃薄片。在某些實施例中，該第二寬度B可遠小於容納IGU製造之一間隔件所需的寬度。即，可將該EC玻璃薄片疊層至另一基板且因此僅在寬度B下進行少量邊緣去除，或在一些實施

例中無需在该第二寬度B下進行邊緣去除。

參考圖4I，操作420包含製造一BPE 435，其中移除EC裝置層之一部分以暴露靠近基板之下部導體層。在此實例中，沿每一EC裝置之底部(如所繪)邊緣移除該部分。接著，在操作425期間，對每一裝置添加匯流排條。在某些實施例中，在塗敷匯流排條之前自該基板切除EC玻璃薄片。該基板現在具有完整的EC裝置。接著，在操作470，切割該基板以產生複數個EC玻璃薄片440(在此實例中，12個玻璃薄片)。此與習知的塗佈切割方法明顯不同，其中此處可製造功能完全的EC裝置，包含一大面積格式玻璃板上之匯流排條。在某些實施例中，在切割該大格式玻璃板之前，測試個別EC玻璃薄片且視需要減緩任何缺陷。

塗佈切割方法容許高產量製造，因為可在一單一大面積基板上製造複數個EC裝置，且在將該大格式玻璃板切割為個別玻璃薄片之前測試EC裝置並減緩缺陷。在一實施例中，在切割該大格式玻璃板之前，用配準每一EC裝置之個別強化窗格疊層大格式玻璃窗格。在疊層之前可附接或不附接匯流排條；例如，配合玻璃薄片可與容許頂部及底部TCO之一些暴露部分用於後續匯流排條附接之一區域共同延伸。在另一實例中，該配合玻璃薄片係一薄的撓性材料，諸如下文描述之一薄的撓性玻璃，該配合玻璃薄片實質上與該EC裝置或整個大格式玻璃板共同延伸。將該薄的撓性配合玻璃薄片(及疊層黏附劑(若存在於此等區域中))向下燒蝕至第一導體層及第二導體層使得匯流排條可如本文所述般附接至第一導體層及第二導體層。在又另一實施例中，該薄的撓性配合玻璃薄片無論係與整個大格式玻璃板或個別EC裝置共同延伸，其皆組態有在疊層期間配準頂部導體層及BPE之孔

隙。匯流排條係在與配合玻璃薄片疊層之前或之後附接，因為該等孔隙容許任一操作順序。可在切割大玻璃板之前或之後分開執行疊層及匯流排條附接。

在某些實施例中，當疊層時，可在疊層之前塗敷匯流排條油墨，其中塗敷該油墨於BPE及上部TCO，接著在疊層時將其自此等區域之間按壓出來至(例如)配合玻璃薄片中之一空隙或繼續在疊層之邊緣周圍以容許在位於疊層區域外部之一點處附接引線。在另一實施例中，塗敷一平坦箔帶於頂部導體及BPE，該箔帶延伸超出疊層區域，使得可在疊層之後將導線焊接至該箔帶。在此等實施例中，切割必須在疊層之前，除非(例如)疊層配合玻璃薄片並未覆蓋大格式基板之整個表面(例如，如關於本文中的捲輪式薄膜輸送實施例描述)。

經疊層或未經疊層之玻璃薄片440可併入(例如)如圖4F中描繪之一IGU中。在一實施例中，個別EC玻璃薄片併入一IGU中且接著用如本文或美國專利第8,164,818號中描述之一強化窗格(配合玻璃薄片)疊層該IGU之EC玻璃薄片之一或多者。在(例如)如本文所述之其他實施例中，疊層可包含一撓性基板，例如其中配合玻璃薄片係一撓性基板之一IGU之前述疊層或例如直接至一撓性基板之EC玻璃薄片之疊層。關於圖4J進一步描述此等實施例。

圖4J描繪形成電致變色裝置之疊層之捲輪式薄膜輸送處理475，其中該疊層使用一撓性配合玻璃薄片。將一基板476饋送進入一疊層線中，在此實例中該疊層線包含一傳送帶477。基板476可為併有至少一EC玻璃薄片之一IGU，或基板476可為(例如)如本文描述之一單片EC裝置，或基板476可為其上製造複數個EC玻璃薄片之一大格式基板。在此實例中，一薄的且撓性基板478(在此實例中係一玻璃基板)

自一滾筒饋送進入該疊層線中。在一實施例中，平行施覆一或多捲撓性基板於包含複數個EC裝置之一大格式玻璃板(例如關於圖4I描述)。例如，三捲分離且平行的撓性基板饋送進入縱向或橫向疊層該大格式玻璃基板之一疊層線，使得三行或三列之EC裝置(參見圖4I，上部)各自與該撓性基板疊層。因此，使用捲輪式薄膜輸送處理，大格式玻璃板可與撓性配合玻璃薄片材料疊層且切割為個別EC玻璃薄片。隨著疊層每一列或在疊層整個玻璃板之後可切割該大格式玻璃板。在某些實施例中，用捲輪式薄膜輸送處理疊層個別EC玻璃薄片或含有個別EC玻璃薄片之IGU。下文描述捲輪式薄膜輸送處理之更多細節。

例示性撓性基板包含薄的且耐用玻璃材料，諸如由紐約州康寧市的康寧公司市售之Gorilla<sup>®</sup>玻璃(例如，厚度介於約0.5 mm與約2.0 mm之間)及Willow<sup>™</sup>玻璃。在一實施例中，該撓性基板小於0.3 mm厚，在另一實施例中，該撓性基板小於0.2 mm厚，且在另一實施例中，該撓性基板小於約0.1 mm厚。此等基板可用於捲輪式薄膜輸送處理。再次參考圖4J，塗敷黏附劑於基板476、撓性基板478或其二者。滾筒479施加足夠大的壓力以確保基板476與撓性基板478之間進行良好的接合。使用(例如)一雷射480切割撓性基板478以匹配其疊層配對體476。形成最後疊層結構481。使用此捲輪式薄膜輸送方法，可用一薄的撓性強化窗格強化單片EC裝置、IGU或承載複數個EC玻璃薄片之大格式玻璃板。此等方法適用於本文或其他處描述之任何EC基板。在一實施例中，如圖4I中所繪之(例如)由該大面積基板切割而成之單片EC玻璃薄片饋送進入該疊層線中以與該撓性基板疊層。在另一實施例中，其上製造複數個EC裝置之大面積基板係與對應寬度之一撓性基板疊層，且在疊層之後，個別現在疊層之EC裝置至此係(例

如)隨著疊層完成或在疊層整個大格式玻璃板之後由該大面積疊層逐列地切割而成。在另一實施例中，其上製造複數個EC裝置之大面積基板係與個別EC玻璃薄片之對應寬度或長度之複數個撓性基板疊層，且在疊層之後，現在疊層之EC裝置係(例如)個別地或逐列地(或逐行地)由該大面積疊層切割而成。

如(例如)關於圖4A至圖4E描述，EC裝置可具有兩個匯流排條，每一透明導電層具有一匯流排條。然而，本文中的方法亦包含製造每一透明導電層具有一個以上的匯流排條(特別係第一導體層及第二導體層之各者之相對側上之匯流排條)之裝置。當製造將會歸因於玻璃板電阻及具有大面積裝置而需要較長的切換時間之較大EC裝置時，此可能特別重要。

圖5A根據實施例描述用於製造在第一導體層及第二導體層之各者上具有相對匯流排條之一光學裝置之一程序流程500之態樣。為圖解說明，圖5B包含描繪關於圖5A描述之程序流程之俯視圖，因為該程序流程係關於一矩形電致變色裝置之製造。圖5C展示關於圖5B描述之電致變色玻璃薄片之橫截面。

參考圖5A及圖5B，程序流程500開始於自基板之周長處之兩個相對側移除第一導電層之第一寬度A(參見505)。如上所述，此可包含或不包含一擴散障壁之移除。描繪具有一第一導體層530之一基板。在步驟505之後，暴露該基板(或擴散障壁)之兩個相對邊緣部分。可如關於圖4A及圖4B描述般執行邊緣錐形化及拋光步驟。參見510，塗敷該裝置之該一或多個材料層及該第二導體層(及視需要一防潮障壁)於該基板。參見515，自該基板之整個周長移除一第二寬度B。在此實施例中，參見520，製造兩個BPE 435。因此根據上述方法，該第一導電

層之該至少一暴露部分包含沿在505中未移除該第一寬度之光學裝置之相對側之長度製造之一對暴露部分。參見525，塗敷匯流排條以製造裝置540(因此，例如，根據上述方法塗敷該至少一第二匯流排條於該第二導體層包含塗敷一對第二匯流排，該對第二匯流排之各者在該第二導體層之相對長度上且在其中在505中移除該第一導體層之區域上方)。圖5B指示裝置540之橫截面C-C'及D-D'。圖5C中更詳細地展示C-C'及D-D'處裝置540之橫截面之圖式。

圖5C展示裝置540之橫截面C-C'及D-D'。在此實例中，當移除寬度A及寬度B時移除該擴散障壁。具體言之，周長區域140並無第一導體層及擴散障壁；但是在一實施例中，該擴散障壁對該基板在一或多個側上之周長周圍之邊緣保持完整無缺。在另一實施例中，該擴散障壁與該一或多個材料層及該第二導體層共同延伸(因此，在至該擴散障壁之一深度下製造寬度A，且製造寬度B達足以移除該擴散障壁之一深度)。在此實例中，僅在功能裝置之相對側上存在該一或多個材料層之一重疊部分545。在此等重疊部分、該第二TCO上，製造匯流排條1。在一實施例中，一蒸氣障壁層經製造與該第二導體層共同延伸。在此實施例中，移除該蒸氣障壁之兩部分以暴露該第二導體層用於匯流排條1。此等暴露部分類似於區域435(匯流排條2之BPE)。

圖5D描繪類似於矩形裝置540之一電致變色裝置540a。匯流排條550係在該第一導體層上且匯流排條555係在該第二導體層上。因此，在環形區域之相對側上製造該等BPE 435且塗敷類似相對匯流排條於該第二導體層。

圖5E描繪一電致變色裝置540b，在此實例中該電致變色裝置540b係三角形裝置。在此實例中，區域140b類似於先前描述之裝置中

之區域140及140a。裝置540b具有一有角匯流排條570及一線性匯流排條580。在此實例中，有角匯流排條570係在並非在該第一導體層上方之第二導體層之區域565上，且線性匯流排條580係在該BPE 435上。三角形光學裝置不限於此特定組態，例如該BPE可沿兩個正交側且具有該有角匯流排條，且該線性匯流排條可在該第二導體層上。重點是可使用本文描述之方法以製造幾乎任何形狀之光學裝置。還有，可使用各種遮罩步驟以製造如本文所述之裝置，但是遮罩添加另外的步驟。其他實施例包含光學裝置。

一實施例係一種光學裝置，其包含：(i)一基板上之一第一導體層，該第一導體層包含小於該基板之區域之一區域，該第一導體層由該基板之一周長區域包圍，該周長區域實質上並無該第一導體層；(ii)包含至少一可光學切換材料之一或多個材料層，該一或多個材料層經組態位於該基板之該周長區域內且與除該第一導體層之至少一暴露區域以外之該第一導體層共同延伸，該第一導體層之該至少一暴露區域並無該一或多個材料層；及(iii)該一或多個材料層上之一第二導體層，該第二導體層透明且與該一或多個材料層共同延伸，其中該一或多個材料層及該第二導體層懸垂在除該第一導體層之該至少一暴露區域以外之該第一導體層上。在一實施例中，該光學裝置進一步包含與該第二導體層共同延伸之一蒸氣障壁層。該基板與該第一導體層之間可存在一擴散障壁。該基板之該周長區域可包含離子擴散障壁。在一實施例中，該至少一可光學切換材料係一電致變色材料。在一實施例中，該基板及該第一導體層亦係透明的。在一實施例中，該第一導體層之該至少一暴露區域包含靠近該基板之該周長區域之一帶狀物。該裝置可包含該帶狀物之區域上及該帶狀物之區域內之一第一匯流排

條。該裝置亦可包含該第二導體層上之一第二匯流排條，該第二匯流排條經組態位於或安置於並未覆蓋該第一導電層之該第二導電層之一部分上，該部分靠近該周長區域且與該第一匯流排條相對。在一實施例中，該第一導體層及該第二導體層及該一或多個材料層係全固態且無機。在一實施例中，該基板係經回火或未經回火之浮法玻璃且該第一導電層包含氧化錫(例如經氟化之氧化錫)。在一實施例中，使該基板配準於一IGU中之一第二基板。在一實施例中，該第一導電層之任何暴露區域經組態位於該IGU之該初級密封內，該等匯流排條以及並非在該第一導體層上方之該第二導體層之區域亦可組態於該IGU之該初級密封內。該光學裝置可為矩形、圓形、橢圓形等等。

在某些實施例中，在每一導體層上使用相對匯流排條。在一實施例中，該第一導體層之該至少一暴露區域包含一對帶狀物，該對帶狀物之每一帶狀物在該第一導體層靠近該透明基板之該周長區域之相對側上。例如，取決於該裝置之形狀，該等條狀物可為線性或彎曲。該等條狀物可包含一第一對匯流排條，該第一對匯流排條之各者在該對帶狀物之每一帶狀物之區域上及該對帶狀物之每一帶狀物之區域內。可包含該第二導體層上之一第二對匯流排條，該第二對匯流排條之各者經組態位於或安置於並未覆蓋該第一導電層之該第二導電層之兩個部分之各者上，該兩個部分之各者靠近該周長區域且在該第二導電層之相對側上。

本文描述之光學裝置之第一導體層及第二導體層及一或多個材料層可為全固態且無機。在一實施例中，該基板係經回火或未經回火之浮法玻璃且該第一導電層包含氧化錫(例如經氟化之氧化錫)。該基板可在一IGU中配準於或未配準於一額外的EC裝置。如所述，該等匯



流排條、任何雷射劃線、裝置邊緣及/或該第一導體層之暴露部分可密封在該IGU之初級密封中。2010年8月5日申請且標題為「Multi-pane Electrochromic Windows」之美國專利申請案第12/851,514號(現在係美國專利第8,270,059號)中描述雙EC裝置IGU，該案係以引用方式全部併入本文。一實施例係如該申請案中描述之一多窗格窗戶，其具有如本文描述之一或多個EC裝置。一實施例係本文描述之不包含一雷射隔離劃線之任何光學裝置。一實施例係本文描述之不包含該光學裝置之一非作用部分之任何光學裝置。

如上文關於圖4H及圖4I所述，一些實施例包含塗佈切割製造。圖5F及圖5G描繪類似於關於圖5A描述且隨著應用於所揭示實施例之塗佈切割方法而對一大面積基板實行之一程序流程。此係在每一透明導電層上製造具有兩個相對匯流排條之EC裝置之一實例。上述疊層實施例亦適用於下文描述之塗佈切割實施例。

參考圖5F，一大面積基板530在其上具有一透明導電層(如藉由虛線圖案指示)。在操作505期間，在一第一寬度A下執行一邊緣去除。在將為相鄰EC裝置之間的邊緣去除係A的兩倍，使得每一EC裝置具有一相等邊緣去除寬度A。在操作510中，塗敷剩餘EC裝置層。接著，參見515，在窄於寬度A之寬度B下執行邊緣去除。在此實例中，經隔離之EC裝置母體係類似於圖5B中在操作515之後描述之EC裝置母體。

參考圖5G，操作520產生匯流排條襯墊暴露區域435，在此實例中，每一EC裝置具有兩個匯流排條襯墊暴露區域435。操作525包含塗敷匯流排條，透明導體層之各者塗敷兩個匯流排條。在操作570中，切割大面積基板以產生(在此實例中)12個EC裝置540。如上文關

於圖4H至圖4J描述，此等EC裝置可併入IGU中或使用(例如)一薄的撓性基板而直接疊層。

如上所述，薄的撓性基板可被用作EC玻璃薄片(例如，如本文所述般製造之EC玻璃薄片)之強化窗格(配合玻璃薄片)。在某些實施例中，薄的撓性基板被用作EC玻璃薄片製造程序之基板。例如，一實施例包含在本文描述之一薄的撓性基板(例如，Gorilla<sup>®</sup>玻璃或Willow<sup>™</sup>玻璃)上執行本文所述EC裝置製造方法之任一者。在一些實施例中，使用一卷輪式薄膜輸送製造方法執行製造。下文關於圖6A及圖6B描述此實施例之實例。

圖6A描繪薄的撓性基板上且視需要與剛性基板疊層之電致變色裝置之捲輪式薄膜輸送製造600。圖6A係圖表型程序流程與包含設備及裝置特徵之功能描述之方塊圖之一融合。用於執行所述製造之實際設備可為任何定向，但是在一實施例中，該撓性基板較佳為垂直。在另一實施例中，該基板垂直且以一「由上至下」模式執行程序操作，其中該基板自一第一高度饋送進入該線、向下通過該製造程序且結束於小於該第一高度之一第二高度。在此實例中，一薄的撓性基板478a(如上所述)包含一透明導電氧化層。此基板之一實例係由紐約州康寧市之康寧公司市售之具有一ITO塗層之Willow<sup>™</sup>玻璃。圖6A中之粗的虛線箭頭指示該撓性基板穿過各種模組之移動方向。

首先，該撓性基板饋送進入一邊緣去除模組605中。在此模組中，對該透明導體層執行一第一寬度之邊緣去除(如上所述)。可視需要對該基板清除由該第一邊緣去除所致之任何污染物(圖6A中未描繪)。還有，根據本文描述之實施例(例如，關於圖4A及圖4B)，該透明導電層可被施予一邊緣錐形化及/或拋光程序(未描繪)。接著，該薄

的撓性基板進入其中在此實例中使用一真空沈積全PVD濺鍍設備沈積EC裝置之剩餘層之一塗佈機610。2011年5月11日申請之標題為「Fabrication of Low Defectivity Electrochromic Devices」之美國專利第8,243,357號中描述此等設備，該案係以引用方式全部併入本文。在用該EC裝置塗佈該撓性基板之後，在此實例中在一模組615中實行一第二邊緣去除(如本文所述)。邊緣去除可視需要後續接著邊緣錐形化(未展示)。接著係BPE製造620，其後續接著塗敷匯流排條，參見625。參見630，視需要，用一配合玻璃薄片(例如)如關於圖4J所述般疊層該撓性基板。該配合玻璃薄片可如該基板為撓性或為一剛性基板，諸如退火玻璃或聚合物基板。在此實例中，用退火玻璃疊層該撓性基板。接著切割該撓性基板以匹配其所疊層(如所繪)之剛性基板且產生疊層EC裝置640、或切割為一單片撓性EC裝置(未展示)。在後一實施例中，可在由塊體材料切割之前或之後用一蒸氣障壁及/或囊封層塗佈該撓性EC裝置。

取決於該撓性基板之寬度，隨著該撓性基板穿過模組/程序流程605至635可沿該撓性基板之寬度製造一或多個EC裝置。例如，若該撓性基板與如本文所述之一大面積浮法玻璃基板一樣寬，則與該大面積基板之疊層將會產生一對應的大面積疊層。個別EC玻璃薄片疊層可由(例如如上所述之)該大面積疊層切割而成。

在一些實施例中，需要一撓性EC裝置疊層。在一實施例中，承載該複數個EC裝置之撓性基板本身係與另一撓性基板疊層。圖6B描繪撓性玻璃基板上且隨後與撓性基板疊層之電致變色裝置之製造650。在此實例中，如關於圖6A描述般透過生產線程序605至625饋送其上具有一透明導體層之撓性基板478a(如上所述)。接著其上具有複

數個EC裝置之撓性基板係經由適當地塗敷疊層黏附劑及施加滾筒630，與另一撓性基板(在此實例中為如上所述之基板478)疊層。參見635，經由(例如)雷射切割最新形成的疊層以形成(例如)可沿傳送帶477傳遞之個別撓性EC疊層665以供進一步處理。如上所述，可用孔隙圖案化該撓性基板「配合玻璃薄片」以容納匯流排條，或燒蝕該撓性基板「配合玻璃薄片」以露出在疊層之後、切割為個別疊層EC玻璃薄片之前或之後添加之TCO及匯流排條(程序625)。

雖然已在一定細節上描述前述實施例以促進理解，但是該等所描述之實施例被視為闡釋性且非限制性。一般技術者將明白，可在上述描述及隨附申請專利範圍之範疇內實踐某些改變及修改。

#### 【符號說明】

|      |                    |
|------|--------------------|
| 100  | 電致變色玻璃薄片           |
| 105  | 玻璃板                |
| 110  | 擴散障壁               |
| 115  | 層/第一透明導電氧化物(TCO)   |
| 120  | 隔離溝渠               |
| 125  | 電致變色(EC)堆疊         |
| 130  | 第二透明導電氧化物(TCO)     |
| 135  | 電致變色(EC)裝置之部分/隔離部分 |
| 135a | 隔離材料之部分/隔離區域       |
| 140  | 周長區域               |
| 140a | 區域                 |
| 140b | 區域                 |
| 145  | 電致變色(EC)裝置之部分/隔離部分 |

- 150 雷射劃線溝渠
- 150a 隔離劃線溝渠
- 155 雷射劃線溝渠
- 160 雷射劃線溝渠
- 165 雷射劃線溝渠
- 170 電致變色(EC)裝置之部分/隔離部分
- 175 電致變色(EC)裝置之部分/隔離部分
- 180 區域
- 200 電致變色(EC)裝置
- 205 電致變色裝置
- 300 電致變色裝置架構
- 430 基板
- 435 匯流排條襯墊暴露(BPE)/第一導體層之暴露區域/匯流  
排條襯墊暴露區域
- 435a 匯流排條襯墊暴露(BPE)
- 435b 匯流排條襯墊暴露(BPE)
- 440 裝置/電致變色(EC)玻璃薄片
- 440a 裝置
- 440b 裝置
- 440c 裝置
- 440d 裝置
- 440e 裝置
- 445 重疊部分/第一實質上透明基板
- 450 間隔件

|      |              |
|------|--------------|
| 455  | 第二實質上透明基板    |
| 460  | 絕緣玻璃單元(IGU)  |
| 476  | 基板/疊層配對體     |
| 477  | 傳送帶          |
| 478  | 撓性基板         |
| 478a | 撓性基板         |
| 479  | 滾筒           |
| 480  | 雷射           |
| 481  | 疊層結構         |
| 530  | 第一導體層/大面積基板  |
| 540  | 電致變色(EC)裝置   |
| 540a | 電致變色裝置       |
| 540b | 電致變色裝置       |
| 545  | 重疊部分         |
| 550  | 匯流排條         |
| 555  | 匯流排條         |
| 565  | 第二導體層之區域     |
| 570  | 有角匯流排條       |
| 580  | 線性匯流排條       |
| 605  | 邊緣去除模組       |
| 610  | 塗佈機          |
| 615  | 模組           |
| 630  | 滾筒           |
| 640  | 疊層電致變色(EC)裝置 |

- 665 撓性電致變色(EC)疊層
- 700 裂縫
- 705 區域
- 800 第一透明導電氧化物(TCO)之邊緣部分/邊緣錐形化
- 805 上層之部分
- 810 部分
- 900 電致變色裝置
- 905 頂部透明導體層
- 910 裝置堆疊
- 915 下部透明導體層
- 920 匯流排條
- 925 區域
- 930 區域
- 935 區域
- 940 區域
- 1000 電致變色裝置
- 1005 區域
- 1010 電致變色裝置
- 1015 雷射燒蝕線
- 1020 雷射燒蝕線
- 1025 雷射燒蝕線
- 1030 電致變色裝置
- 1040 電致變色裝置
- 1050 電致變色裝置

|    |      |
|----|------|
| A  | 第一寬度 |
| A1 | 寬度   |
| A2 | 寬度   |
| B  | 第二寬度 |
| L2 | 劃線   |
| L3 | 劃線   |



## 【發明摘要】

### 【中文發明名稱】

薄膜裝置及製造

### 【英文發明名稱】

THIN-FILM DEVICES AND FABRICATION

### 【中文】

本發明揭示薄膜裝置(例如用於窗戶之電致變色裝置)及其製造方法。特別關注圖案化光學裝置之方法。執行各種邊緣去除及隔離劃線以(例如)確保該光學裝置與任何邊緣缺陷適當地隔離。本文描述之方法適用於具有夾置在兩個薄膜電導體層之間之一或多個材料層之任何薄膜裝置。該等所描述之方法產生新穎的光學裝置組態。

### 【英文】

Thin-film devices, for example electrochromic devices for windows, and methods of manufacturing are described. Particular focus is given to methods of patterning optical devices. Various edge deletion and isolation scribes are performed, for example, to ensure the optical device has appropriate isolation from any edge defects. Methods described herein apply to any thin-film device having one or more material layers sandwiched between two thin film electrical conductor layers. The described methods create novel optical device configurations.

### 【指定代表圖】

圖4B

### 【代表圖之符號簡單說明】

430 基板

- 435 匯流排條襯墊暴露(BPE)
- 440 裝置

## 【發明申請專利範圍】

### 【第1項】

一種電致變色(electrochromic)裝置，其包括：

一或多個材料層，其夾置在一第一導電層與一第二導電層之間；及

一錐形化物(taper)，其在該電致變色裝置之至少一下伏層上，其中該錐形化物係經由雷射燒蝕(laser ablation)而形成，且其中該錐形化物橫跨該至少一下伏層之一個以上邊緣。

### 【第2項】

如請求項1之電致變色裝置，其中該雷射燒蝕包括自一透明基板之與製造該電致變色裝置之側相同之側傳遞雷射輻射或自一透明基板之與製造該電致變色裝置之側相對之側傳遞雷射輻射。

### 【第3項】

如請求項2之電致變色裝置，其中該雷射燒蝕包括使用具有介於約100飛秒與約100奈秒間之一脈衝持續時間之一雷射。

### 【第4項】

如請求項2之電致變色裝置，其中該雷射燒蝕包括使用具有介於約1皮秒與約50奈秒間之一脈衝持續時間之一雷射。

### 【第5項】

如請求項2之電致變色裝置，其中該雷射燒蝕包括使用具有介於約20皮秒與約30奈秒間之一脈衝持續時間之一雷射。

### 【第6項】

如請求項1之電致變色裝置，其中該第一導電層係與於其上製造該電致變色裝置之一透明基板靠近之一透明導電氧化物層，其中該錐

形化係在至少該第一導電層上。

**【第7項】**

如請求項6之電致變色裝置，其中在形成該錐形化物之前拋光該第一導電層或在形成該錐形化物之後拋光該第一導電層。

**【第8項】**

如請求項6之電致變色裝置，其中該第一導電層係介於約0.25  $\mu\text{m}$ 與約1  $\mu\text{m}$ 厚。

**【第9項】**

如請求項8之電致變色裝置，其中該第一導電層係介於約0.25  $\mu\text{m}$ 與約1000  $\mu\text{m}$ 寬。

**【第10項】**

如請求項8之電致變色裝置，其中該第一導電層係介於約0.5  $\mu\text{m}$ 與約100  $\mu\text{m}$ 寬。

**【第11項】**

如請求項8之電致變色裝置，其中該第一導電層係介於約1  $\mu\text{m}$ 與約10  $\mu\text{m}$ 寬。

**【第12項】**

如請求項6之電致變色裝置，其中該錐形化物係該第一導電層中之一隔離溝渠之一部分，其中該隔離溝渠提供該電致變色裝置之一區段與該電致變色裝置之另一區段之電隔離。

**【第13項】**

如請求項1之電致變色裝置，

其中具有該錐形化物之該至少一下伏層包含該第一導電層，該第一導電層係與於其上設置該電致變色裝置之一透明基板靠

近之一透明導電氧化物層；且

其中上覆具有該錐形化物之該至少一下伏層之該電致變色裝置之該等層具有延伸超出該錐形化物之一重疊部分。

**【第14項】**

如請求項2之電致變色裝置，其進一步包括在該透明基板與該電致變色裝置之間之一擴散障壁。

**【第15項】**

如請求項1之電致變色裝置，其中該錐形化物係經階梯化(steped)或斜切(beveled)。

**【第16項】**

一種製造包括夾置在一第一導電層與一第二導電層之間之一或多個材料層之一電致變色裝置之方法，該方法包括：

(a)接收一透明基板，該透明基板具有製造於其上之該電致變色裝置之至少一層；

(b)使用一雷射燒蝕錐形化該電致變色裝置之該至少一層之兩個或更多之邊緣；及

(c)在該至少一層上方製造該電致變色裝置之一或多個額外層，其延伸超出在(b)中錐形化之該兩個或更多之邊緣。

**【第17項】**

如請求項16之方法，其中該雷射燒蝕包含使用一散焦雷射以移除材料以在該兩個或更多之邊緣產生一光滑輪廓線。

**【第18項】**

如請求項16之方法，其進一步包括在(b)之前或之後拋光該至少一層。

**【第19項】**

如請求項16之方法，其進一步包括自該透明基板之與製造該電致變色裝置之側相同之側傳遞雷射輻射或自該透明基板之與製造該電致變色裝置之側相對之側傳遞雷射輻射。

**【第20項】**

如請求項16之方法，其中該雷射燒蝕包括使用具有介於約100飛秒與約100奈秒間之一脈衝持續時間之一雷射。

**【第21項】**

如請求項16之方法，其中該雷射燒蝕包括使用具有介於約1皮秒與約50奈秒間之一脈衝持續時間之一雷射。

**【第22項】**

如請求項16之方法，其中該雷射燒蝕包括使用具有介於約20皮秒與約30奈秒間之一脈衝持續時間之一雷射。

**【第23項】**

如請求項16之方法，其中在(b)中錐形化之該至少一層包含該第一導電層；且

其中該第一導電層係與於其上製造該電致變色裝置之該透明基板靠近之一透明導電氧化物層。

**【第24項】**

如請求項23之方法，其中該第一導電層係介於約0.25  $\mu\text{m}$ 與約1  $\mu\text{m}$ 厚。

**【第25項】**

如請求項23之方法，其中(b)形成介於約0.25  $\mu\text{m}$ 與約1000  $\mu\text{m}$ 寬之一錐形化物。

**【第26項】**

如請求項23之方法，其中(b)形成介於約0.5  $\mu\text{m}$ 與約100  $\mu\text{m}$ 寬之一錐形化物。

**【第27項】**

如請求項23之方法，其中(b)形成介於約1  $\mu\text{m}$ 與約10  $\mu\text{m}$ 寬之一錐形化物。

**【第28項】**

如請求項23之方法，其中(b)形成該第一導電層中之一隔離溝渠，其中該隔離溝渠提供該電致變色裝置之一區段與該電致變色裝置之另一區段之電隔離。

**【第29項】**

一種電致變色裝置，其包括：

一或多個材料層，其夾置在一第一導電層與一第二導電層之間；及

一隔離溝渠，其將該電致變色裝置之一或多個層分隔為分離區段，其中該一或多個層包括該第一導電層，該第一導電層係與於其上製造該電致變色裝置之一透明基板靠近；及

一邊緣錐形化物，其係於該隔離溝渠上。

**【第30項】**

如請求項29之電致變色裝置，其中該第一導電層係一透明導電氧化物層。

**【第31項】**

如請求項30之電致變色裝置，其中該邊緣錐形化物係經階梯化或斜切。

**【第32項】**

一種製造包括夾置在一第一導電層與一第二導電層之間之一或多個材料層之一電致變色裝置之方法，該方法包括：

(i)於該電致變色裝置之至少一下伏層中一製造隔離溝渠，該隔離溝渠使該電致變色裝置之一第一區段與一第二區段分離，其中該第一及第二區段之每一者包括沿著該隔離溝渠之一錐形邊緣；及

(ii)在該至少一下伏層上方製造該電致變色裝置之上覆層。

**【第33項】**

如請求項32之方法，其中該至少一下伏層包含靠近於其上製造該電致變色裝置之該透明基板而設置之該第一導電層。

**【第34項】**

如請求項33之方法，其中該第一導電層係靠近該透明基板之一透明導電氧化物層且使用一雷射燒蝕步驟執行(i)。

**【第35項】**

如請求項34之方法，其中該雷射燒蝕步驟包含使用一散焦雷射以在該錐形邊緣產生一光滑輪廓線。

**【第36項】**

如請求項35之方法，其進一步包括在(i)之前或之後拋光該第一導電層。

**【第37項】**

如請求項34之方法，其中該雷射燒蝕步驟包括自該透明基板之與製造該電致變色裝置之側相同之側傳遞雷射輻射或自該透明基板之與製造該電致變色裝置之側相對之側傳遞雷射輻射。



































































