I805949

(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 I805949 B**

(45)公告日： 中華民國 112 (2023) 年 06 月 21 日

(21)申請案號：109134283 (22)申請日： 中華民國 104 (2015) 年 11 月 25 日

(51)Int. Cl.： ***H01Q1/12 (2006.01)*** ***H01Q1/44 (2006.01)***

(30)優先權：2014/11/25 美國 62/084,502

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

(72)發明人：胡格斯 哈洛德 HUGHES, HAROLD (US)；布朗 史蒂芬 C BROWN, STEPHEN C. (US)；雪利凡斯塔瓦 達爾雅 SHRIVASTAVA, DHAIRYA (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

US	5959586	US	2007/0126637A1
US	2011/0148218A1	US	2011/0248901A1
US	2013/0243120A1		

審查人員：林育弘

申請專利範圍項數：45 項 圖式數：14 共 167 頁

(54)名稱

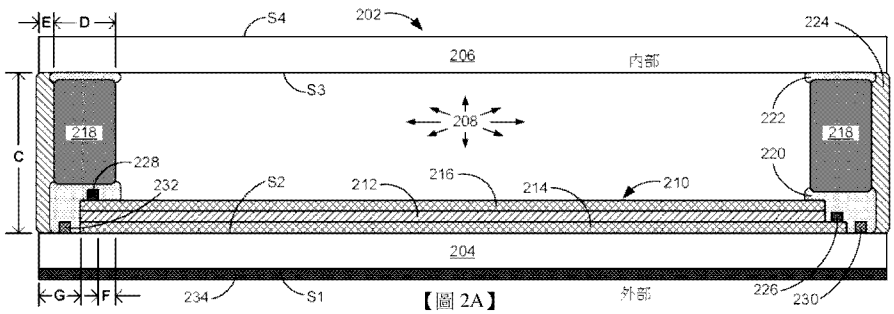
窗天線

(57)摘要

在一個態樣中，描述了一種設備，該設備包括一具有一第一表面及一第二表面之透明窗片。一電致變色裝置(ECD)配置於該第二表面上，該電致變色裝置包括一與該第二表面相鄰之第一導電層、一第二導電層及一在該第一導電層與該第二導電層之間的電致變色層。該設備進一步包括配置於該第二表面上之至少一個導電天線結構。

In one aspect, an apparatus is described that includes a transparent pane having a first surface and a second surface. An electrochromic device (ECD) is arranged over the second surface that includes a first conductive layer adjacent the second surface, a second conductive layer, and an electrochromic layer between the first and the second conductive layers. The apparatus further includes at least one conductive antenna structure arranged over the second surface.

指定代表圖：



【圖 2A】

符號簡單說明：

202:電致變色窗

204:第一窗片

206:第二窗片

208:內部體積

210:電致變色(EC)裝置(ECD)

212:EC 堆疊

214:第一 TCO 層

216:第二 TCO 層

218:間隔物

220:第一主密封件

222:第二主密封件

224:輔密封件

226:第一匯流條

228:第二匯流條

230:第一天線結構

232:第二天線結構

234:接地平面

C:第一及第二窗片之間的間距

D:間隔物之寬度

E:間隔物自第一及第二窗片之邊緣插入之距離

F:第一及第二匯流條中之每一者自各別間隔物之內邊緣插入之距離

G:距離

S1:第一表面

S2:第二表面

S3:第一表面

S4:第二表面

專利案號：109134283
原申請案號：104139297
公告本
I805949

【發明摘要】

【中文發明名稱】

窗天線

【英文發明名稱】

WINDOW ANTENNAS

【中文】

在一個態樣中，描述了一種設備，該設備包括一具有一第一表面及一第二表面之透明窗片。一電致變色裝置(ECD)配置於該第二表面上，該電致變色裝置包括一與該第二表面相鄰之第一導電層、一第二導電層及一在該第一導電層與該第二導電層之間的電致變色層。該設備進一步包括配置於該第二表面上之至少一個導電天線結構。

【英文】

In one aspect, an apparatus is described that includes a transparent pane having a first surface and a second surface. An electrochromic device (ECD) is arranged over the second surface that includes a first conductive layer adjacent the second surface, a second conductive layer, and an electrochromic layer between the first and the second conductive layers. The apparatus further includes at least one conductive antenna structure arranged over the second surface.

【指定代表圖】

圖2A

【代表圖之符號簡單說明】

202:電致變色窗

204:第一窗片

206:第二窗片

208:內部體積

210:電致變色(EC)裝置(ECD)

212:EC堆疊

214:第一TCO層

216:第二TCO層

218:間隔物

220:第一主密封件

222:第二主密封件

224:輔密封件

226:第一匯流條

228:第二匯流條

230:第一天線結構

232:第二天線結構

234:接地平面

C:第一及第二窗片之間的間距

D:間隔物之寬度

E:間隔物自第一及第二窗片之邊緣插入之距離

F:第一及第二匯流條中之每一者自各別間隔物之內邊緣插入之距離

G:距離

S1:第一表面

S2:第二表面

S3:第一表面

S4:第二表面

【發明說明書】

【中文發明名稱】

窗天線

【英文發明名稱】

WINDOW ANTENNAS

【技術領域】

本揭示案大體而言係關於電致變色裝置，該等電致變色裝置可在用於建築物或其他結構之電致變色窗中使用。

【先前技術】

電致變色係材料在被激勵至不同電子狀態時在一或多個光學性質上展現出可逆之電化學介導變化的現象。電致變色材料及由其製成之裝置可合併至(例如)用於家庭、商業或其他用途之窗中。可藉由在電致變色材料中引致變化(例如，藉由在電致變色材料上施加電壓)而改變此類電致變色窗之顏色、透射率、吸收率或反射率。此類能力可允許對可穿過窗之各種波長的光的強度進行控制。舉例而言，施加於窗之電致變色裝置之第一電壓可使窗變暗，而第二電壓可使窗變亮。

電致變色裝置，如大多數可控之光學可切換裝置，含有用於控制電刺激(例如，呈受控之外加電壓及/或電流的形式)之施加以驅動光學轉變及/或維持光學狀態的電連接。電致變色裝置常常實施為非常薄之層，該等層覆蓋表面之面，例如窗表面。此類裝置通常包括透明導體，該等導體通常呈一或多個層之形式，該一或多個層覆蓋電致變色電極且分配該裝置之面上的外加電壓以實現完整且有效之光學傳輸。

【發明內容】

本揭示案之一個態樣係關於一種窗天線，該窗天線特徵在於以下特徵：(a)具有一或多個窗板之一窗，該等窗板各自包括至少兩個表面，該等表面具有經組態以透過該窗進行察看之區；(b)一電致變色裝置，該電致變色裝置安置於該窗之一第一表面上；(c)一天線結構，該天線結構安置於該第一表面或該窗之一第二表面上；及(d)一接地平面，該接地平面安置於該窗之該第一表面、該窗之該第二表面、該窗之一第三表面或連接至該窗之一結構上。在某些實施例中，該窗板具有至少約60吋之長度或寬度。在某些實施例中，該電致變色裝置不具有沈積於電致變色層與相對電極層之間的離子導體。

該天線結構可具有各種組態，例如帶狀線或貼片。在某些實施例中，該帶狀線或貼片結構可充當單極天線之部分。在一個此類實施例中，帶狀線具有沿著其長度之軸，且該接地平面基本上垂直於該帶狀線之軸。此類接地平面安置於與該天線結構相同之表面上或安置於連接至該窗之結構上。在某些實施例中，帶狀線具有沿著其長度之軸，且該接地平面基本上平行於該帶狀線之軸。該接地平面可設置於與該帶狀線不同之平面上，例如，在窗之窗板的不同表面上。在某些實施例中，該天線結構包括兩個帶狀線，其中該等帶狀線被組態為偶極天線。在一些實施例中，該兩個帶狀線基本上平行。除非本文中另外指明，否則對帶狀線之所有提及皆可用對貼片之提及來替換。

在某些實施例中，該天線結構包括分形結構。在一個實例中，該分形結構安置於一平面上，且其中該接地平面基本上垂直於該分形結構之該平面。在一些此類實例中，該接地平面安置於與該天線結構相同之表面上。在一些此類實例中，該接地平面安置於連接至該窗之結構上。在某些

實施例中，該分形結構安置於一平面上，且該接地平面基本上平行於該分形結構之該平面(例如，位於單獨之表面上)。

在某些實施例中，該天線結構被組態為偶極天線，例如八木天線或對數週期天線。

在一些實施方案中，該窗天線另外包括天線控制器。在一些情況中，該天線控制器安置於該窗上。在某些實施例中，該天線控制器包括用於該天線結構之發射器及/或接收器。在一些實施方案中，該窗天線另外包括經組態以控制該電致變色裝置之光學轉變的窗控制器。在一些情況中，該窗控制器及該天線控制器安置於單個載具及/或殼體中。

本揭示案之另一態樣係關於一種系統，該系統包括：(i)如本文呈現之任一實施例中描述的複數個窗天線；(ii)複數個控制器，其各自經組態以：(A)驅動該等電致變色裝置，及(B)驅動該等窗天線中之每一者中的該至少一個天線結構；及(iii)一網路控制器，用於向該複數個控制器提供指令。

本揭示案之另一態樣係關於一種絕緣玻璃單元(IGU)，該絕緣玻璃單元特徵可在於以下特徵：(a)兩個或兩個以上窗板，其各自具有至少兩個表面，該等表面具有經組態以便透過該IGU進行察看之區；(b)一間隔物，該間隔物將該等窗板彼此隔開，其中該間隔物設置於該等窗板之周界區附近；(c)一天線結構，該天線結構安置於一窗板之一表面、該間隔物或該IGU上之一電連接器上；及(d)一接地平面，該接地平面安置於該IGU或該IGU安裝於其中之一框架結構上。在某些實施例中，該IGU之至少一個窗板具有至少約60吋之長度或寬度。

在該IGU中，該天線結構可具有各種組態，例如帶狀線或貼片。在某

些實施例中，該帶狀線或貼片結構可充當單極天線之部分。在一個此類實施例中，帶狀線具有沿著其長度之軸，且該接地平面基本上垂直於該帶狀線之軸。此類接地平面安置於與該天線結構相同之表面上或安置於連接至該窗之結構上(例如，在該間隔物上或在框架結構、豎框或橫框上)。在某些實施例中，帶狀線具有沿著其長度之軸，且該接地平面基本上平行於該帶狀線之軸。該接地平面可設置於與該帶狀線不同之平面上，例如，在窗之窗板之不同表面上。在某些實施例中，該天線結構包括兩個帶狀線，其中該等帶狀線被組態為偶極天線。在一些實施例中，該兩個帶狀線基本上平行。

在某些IGU實施例中，該天線結構包括分形結構。在一個實例中，該分形結構安置於一平面上，且其中該接地平面基本上垂直於該分形結構之該平面。在一些此類實例中，該接地平面安置於與該天線結構相同之表面上。在一些此類實例中，該接地平面安置於連接至該窗之結構上(例如，在該間隔物上或在框架結構、豎框或橫框上)。在某些實施例中，該分形結構安置於一平面上，且該接地平面基本上平行於該分形結構之該平面(例如，位於單獨之表面上)。

在某些實施例中，該天線結構被組態為偶極天線，例如八木天線或對數週期天線。

在一些實施方案中，該窗天線另外包括天線控制器。在一些情況中，該天線控制器安置於該窗上。在某些實施例中，該天線控制器包括用於該天線結構之發射器及/或接收器。在一些實施方案中，該窗天線另外包括經組態以控制該電致變色裝置之光學轉變的窗控制器。在一些情況中，該窗控制器及該天線控制器安置於單個載具及/或殼體上。

在某些實施例中，該IGU之一窗板包括安置於第一表面上之電致變色裝置。在某些實施例中，該電致變色裝置不具有沈積於電致變色層與相對電極層之間的離子導體。

本揭示案之另一態樣係關於一種系統，該系統包括：(i)如本文呈現之任一實施例中描述的複數個IGU；(ii)複數個控制器，其各自經組態以：(A)驅動安置於該等IGU中之電致變色裝置，及(B)驅動該等IGU中之至少一者中的該至少一個天線結構；及(iii)網路控制器，用於向該複數個控制器提供指令。

本揭示案之另一態樣係關於一種建築物，該建築物特徵可在於以下特徵：(a)複數個窗，其各自具有一或多個窗板；(b)複數個天線，該等天線安置於該複數個窗上；及(c)控制邏輯，該控制邏輯經組態以將該建築物之天線當作蜂巢式基地台或蜂巢式中繼器來操作。

在一些態樣中，該建築物包括以下特徵：(a)一控制器網路，該控制器網路包括用於產生一或多個控制信號之控制邏輯；(b)複數個發射器，其各自經組態以基於該等控制信號中之一或多者而產生一發射信號；(c)複數個窗；及(d)該等窗中或上之複數個天線，每一天線經組態以自至少一個對應之發射器輻射至少一個發射信號。

在某些實施例中，該等發射器包括(i)一載波信號產生器，用於產生具有一載波振幅及一載波頻率之一載波信號；及(ii)一調變器，用於調變該載波信號以提供該發射信號。在某些實施例中，該調變器經組態以執行該載波信號之振幅調變、頻率調變及相位調變中之一或多者以便提供該發射信號。在某些實施例中，該調變器經組態以執行該載波信號之分碼多重存取(CDMA)調變以便提供該發射信號。

在一些實施方案中，該建築物另外包括用於對自該等天線接收到之信號解調的複數個接收器。在一些實施方案中，該控制器網路包括複數個分散式天線控制器及至少一個主或網路控制器。在一些實例中，該至少一個主或網路控制器包括用於與基地台控制器(BSC)通信之控制邏輯。該控制邏輯可至少部分分散在該主控制器與該分散式天線控制器之間。在某些實施例中，該控制邏輯包括用於基於空間濾波產生該等控制信號之空間濾波邏輯，該等所輻射之發射信號共同地具有基於該空間濾波之波前。在某些實施例中，該控制器網路進一步經組態以控制該等窗之光學狀態。

在一些實施方案中，該建築物另外包括(i)複數個接收器，用於自該等天線接收信號；及(ii)複數個放大器，用於放大該等所接收信號，其中該等發射信號係基於該等放大之信號。

在一些實施方案中，該建築物另外包括(i)複數個接收器，用於自該等天線接收信號，該等所接收信號與一第一無線通信協定相關聯；及(ii)複數個協定轉換器，用於將該等所接收信號自該第一無線通信協定轉換至一第二無線通信協定，其中該等發射信號爲該等經轉換信號。

本揭示案之另一態樣係關於一種窗天線，該窗天線特徵可在於以下特徵：(a)一窗，該窗具有一或多個窗板，該等窗板各自包括：(i)具有經組態以便透過該窗進行察看之區的兩個表面，及(ii)將該兩個表面隔開之一周界邊緣；(b)一天線，該天線安置於該窗上；(c)一控制器，該控制器包括一天線發射器及/或接收器；及(d)在該控制器與該天線之間的一電互連，其中該電互連自該等窗板中之至少一者上面經過且接觸該等窗板中之至少一者的該周界邊緣。在某些實施例中，該窗天線之至少一個窗板具有至少約60吋之長度或寬度。

在某些實施例中，該天線包括一天線結構及一接地平面。該電互連可包括一纜線，該纜線具有連接至該接地平面之一接地導體及連接至該天線結構之一通電導體，其中該接地導體及該通電導體在該至少一個窗板之該周界邊緣附近分開。

在某些實施例中，該電互連包括一膠帶，該膠帶包括一黏合材料及一導體。在一些實例中，該膠帶包括三個平行導體：用於在一天線結構與該控制器之間載運信號之一中心導線及接地之兩個外部導線。在一些實例中，該窗天線進一步包括安置於該至少一個窗板之該周界邊緣上或附近之一連接器，其中該膠帶將該天線電連接至該連接器且其中一單獨之導體將該控制器電連接至該連接器。

在某些實施例中，該窗包括至少兩個窗板，該等窗板藉由將該等窗板彼此隔開之間隔物隔開，其中該間隔物設置於該等窗板之周界區附近，且其中該電互連穿過該間隔物。

在某些實施例中，本態樣之天線包括一天線結構及一接地平面。與上文描述之態樣一樣，該天線結構可具有各種組態，例如帶狀線或貼片。在某些實施例中，該帶狀線或貼片結構可充當單極天線之部分。在一個此類實施例中，帶狀線具有沿著其長度之軸，且該接地平面基本上垂直於該帶狀線之軸。此類接地平面安置於與該天線結構相同之表面上或安置於連接至該窗之結構上。在某些實施例中，帶狀線具有沿著其長度之軸，且該接地平面基本上平行於該帶狀線之軸。該接地平面可設置於與該帶狀線不同之平面上，例如，在窗之窗板之不同表面上。在某些實施例中，該天線結構包括兩個帶狀線，其中該等帶狀線被組態為偶極天線。在一些實施例中，該兩個帶狀線基本上平行。

在本揭示案之本態樣之某些實施例中，該天線結構包括分形結構。在一個實例中，該分形結構安置於一平面上，且其中該接地平面基本上垂直於該分形結構之該平面。在一些此類實例中，該接地平面安置於與該天線結構相同之表面上。在一些此類實例中，該接地平面安置於連接至該窗之結構上。在某些實施例中，該分形結構安置於一平面上，且該接地平面基本上平行於該分形結構之該平面(例如，位於單獨之表面上)。

在某些實施例中，該天線結構被組態為偶極天線，例如八木天線或對數週期天線。

在本揭示案之本態樣之一些實施方案中，該窗天線之該控制器安置於該窗上。在某些實施例中，該天線控制器包括用於該天線結構之發射器及/或接收器。在一些實施方案中，該窗天線另外包括經組態以控制電致變色裝置之光學轉變的窗控制器。在一些情況中，該窗控制器及該天線控制器安置於單個載具及/或殼體中。

在某些實施例中，該窗天線之一窗板的一表面包括安置於第一表面上之電致變色裝置。在某些實施例中，該電致變色裝置不具有沈積於電致變色層與相對電極層之間的離子導體。

本揭示案之本態樣之另一實施例係關於一種系統，該系統包括：(i)如本文呈現之任一實施例中描述的複數個窗天線；(ii)複數個控制器，其各自經組態以：(A)驅動該等電致變色裝置，及(B)驅動該等窗天線中之每一者中的該至少一個天線結構；及(iii)網路控制器，用於向該複數個控制器提供指令。

本揭示案之某些態樣係關於一建築物之一區之個性化設置，其中針對特定使用者界定設置。一種用於進行個性化設置之方法可包括以下操

作：(a)在由一使用者攜帶之一行動裝置與該建築物之該區中的一窗天線之間建立一通信鏈路，其中可僅在該行動裝置處於該區內或附近時建立該通信鏈路；(b)經由該通信鏈路接收使用者識別資訊；(c)在該建築物之該區中針對該使用者識別來判定一或多個設置；及(d)在該建築物之該區中應用該(等)所判定之設置。

在某些實施例中，該等個性化方法採用選自由以下組成之群的一或多個設置：(i)該建築物之該區中的一或多個窗之染色水準；(ii)在該建築物之該區中准許通信屏蔽；(iii)在該建築物之該區中基於該行動裝置之位置的許可通知；(iv)在該建築物之該區中准許一或多個設置傳送至一或多個非窗系統；(v)在該建築物之該區中准許一或多個電池供電之裝置(例如，行動裝置)的無線充電；及(vi)其組合。在某些實施例中，該一或多個設置包括該建築物之該區中的窗之染色水準。

在某些實施例中，該一或多個非窗系統係選自由用於該建築物之該區的溫度控制系統、用於該建築物之該區的照明系統及用於該建築物之該區的鎖系統組成之群。

將參看相關聯之圖式在具體實施方式中進一步描述窗天線之此等及其他特徵。

【圖式簡單說明】

圖1A示出了用於控制及驅動複數個電致變色窗之示例性系統的描繪。

圖1B示出了用於控制及驅動複數個電致變色窗之另一示例性系統的描繪。

圖1C示出了根據一些實施方案的可操作以控制複數個IGU之示例性

網路系統120之方塊圖。

圖1D為EC窗控制器之示意圖。

圖2A－2J示出了根據一些實施方案的具有能夠將信號發射至內部環境中或自內部環境接收信號之整合式天線的示例性電致變色窗結構之橫截面圖。

圖3A-3J示出了根據一些實施方案的具有能夠將信號向外發射至外部環境或自外部環境接收信號之整合式天線的示例性電致變色窗結構之橫截面圖。

圖4A及圖4B示出了根據一些實施方案的具有能夠將信號發射至內部及外部環境及自內部及外部環境接收信號之整合式天線的示例性電致變色窗結構之橫截面圖。

圖5A及圖5B示出了根據一些實施方案的具有整合式天線之示例性電致變色窗結構之橫截面圖。

圖6A及圖6B示出了根據一些實施方案的具有整合式天線之示例性電致變色窗結構之平面圖。平面圖係自窗之正面視角截取的，如(例如)站在牆壁或外立面中安裝有窗之房間裏的建築物現住者所看到的。

圖7A及圖7B示出了根據一些實施方案的具有整合式多結構天線之示例性電致變色窗結構之俯視圖。

圖8A-C示出了關於Sierpinski分形窗天線之實例及資訊。

圖8D及圖8E示出了根據一些實施方案的具有整合式分形天線之示例性電致變色窗結構之俯視圖。

圖9A示出了用於窗之示例性單極天線的簡化視圖。

圖9B-C示出了其中多個天線設置於窗板及/或其他窗結構上之示例性

實施例。

圖9D示出了安置於窗板之同一表面上的貼片天線及接地平面條帶的實例。

圖10A-F示出了用於提供至天線結構及接地平面之獨立連接的各種互連結構。

圖11A-H示出了多個設計，其中天線控制器(接收器及/或發射器邏輯)設置於窗上(在一些情況中與窗控制器一起)且經配置以遞送信號以與窗上之天線元件通信。

圖12示出了根據一些實施方案的具有整合式天線之電致變色窗結構之示例性陣列。

圖13A及圖13B分別描繪了習知蜂巢塔網路及蜂巢式網路，其中裝配有天線玻璃之建築物充當蜂巢塔。

圖14A-G描繪了用於使用窗天線來調試建築物或其他設施中之可切換窗的某些實施例之態樣。

相同之參考數字及標號在各個圖式中表示相同之元件。

【實施方式】

以下詳細描述針對某些實施例或實施方案，以便描述所揭示之態樣。然而，可以多種不同方式來應用及實施本文中之教示。在以下詳細描述中，參看附圖。雖然十分詳細地描述了所揭示之實施方案以使熟習此項技術者能夠實踐該等實施方案，但應瞭解，此等實例並非限制性的；在不脫離其精神及範疇之情況下，可使用其他實施方案，且可對所揭示之實施方案進行改變。此外，雖然所揭示之實施例集中於電致變色窗(亦被稱作智慧窗)，但本文中揭示之概念可應用於其他類型之可切換光學裝置，包

括(例如)液晶裝置及懸浮粒子裝置以及其他。舉例而言，液晶裝置或懸浮粒子裝置，而非電致變色裝置，可合并至一些或全部的所揭示實施方案中。另外，連詞「或」在本文中希望在適當之情況下採取包括性意義，除非另有指明；舉例而言，短語「A、B或C」希望包括以下可能性：「A」、「B」、「C」、「A及B」、「B及C」、「A及C」及「A、B及C」。

窗控制器網路

圖1A示出了用於控制及驅動複數個電致變色窗102之示例性系統100的描繪。如本文中別處所描述，其亦可用於控制一或多個窗天線之操作。系統100可適於用於建築物104，例如商務辦公建築物或居住建築物。在一些實施方案中，系統100被設計成(下文中，「被設計成」、「適於」、「經組態以」、「經程式化以」、「可操作以」及「能夠」在適當時可互換使用)與現代的加熱、通風及空調(HVAC)系統106、內部照明系統107、安全系統108及電力系統109結合作為用於整個建築物104或建築物104之隔間的單個整體及高效的能量控制系統來起作用。系統100之一些實施方案特別適合於與建築物管理系統(BMS) 110整合。BMS 110爲基於電腦之控制系統，其可安裝於建築物中以監測及控制建築物之機械及電力設備，例如HVAC系統、照明系統、電力系統、電梯、消防系統及安全系統。BMS 110可包括用於根據由現住者或由建築物管理者或其他管理員設定之偏好來維持建築物104中之條件的硬體及相關聯之韌體或軟體。該軟體可基於(例如)內部協定或開放標準。

BMS通常可用於大型建築物中，其中其用以控制建築物內之環境。舉例而言， BMS 110可控制建築物104內之照明、溫度、二氧化碳含量及

濕度。可存在藉由BMS 110控制之眾多機械或電力裝置，包括(例如)爐子或其他加熱器、空調、吹風機及通風孔。為了控制建築物之環境，BMS 110可根據規定或回應於條件來打開及關閉此等各種裝置。此類規定及條件可由(例如)建築物管理者或管理員選擇或指定。BMS 110的一個主要功能係為建築物104之現住者維持舒適之環境，同時最小化加熱及冷卻能量損失及成本。在一些實施方案中，BMS 110不僅可經組態以監測及控制各種系統而且亦經組態以最佳化各種系統之間的配合，例如，以節約能源且降低建築物運營成本。

另外或其他，一些實施方案被設計成基於經由(例如)熱、光學或其他感測器感測到之回饋或經由來自(例如) HVAC或內部照明系統之輸入或來自使用者控制之輸入來回應性地或反應性地起作用。其他資訊可見於2014年4月22日發佈之美國專利第8,705,162號中，該專利以全文引用之方式併入本文中。一些實施方案亦可用於具有傳統或習知之HVAC或內部照明系統的現有結構中，包括商業及居住結構。一些實施方案亦可經過翻新而用在較舊之住宅中。

系統100包括經組態以控制複數個窗控制器114之網路控制器112。舉例而言，網路控制器112可控制幾十個、上百個或甚至上千個窗控制器114。每一窗控制器114又可控制及驅動一或多個電致變色窗102。在一些實施方案中，網路控制器112發出高級指令，例如電致變色窗之最終色彩狀態，且窗控制器接收此等命令且藉由施加電刺激以適當地驅動色彩狀態轉變及/或維持色彩狀態來直接控制其窗。每一窗控制器114可驅動之電致變色窗102的數目及尺寸通常受限於控制各別電致變色窗102的窗控制器114上之負載之電壓及電流特性。在一些實施方案中，每一窗控制器114

可驅動之最大窗尺寸受限於在所要時限內在電致變色窗102中引起所要光學轉變的電壓、電流或功率要求。此類要求又隨窗之表面積而變。在一些實施方案中，此關係為非線性的。舉例而言，該等電壓、電流或功率要求可隨電致變色窗102之表面積非線性地增加。舉例而言，在一些情況中，該關係為非線性的，至少部分因為第一及第二導電層214及216 (例如參見圖2A)之薄膜電阻隨橫跨第一或第二導電層之長度及寬度的距離非線性地增加。然而，在一些實施方案中，驅動相同尺寸及形狀之多個電致變色窗102所需的電壓、電流或功率要求之間的關係與被驅動之電致變色窗102的數目成正比。

圖1B示出了用於控制及驅動複數個電致變色窗102之另一示例性系統100的描繪。圖1B中所示之系統100與參看圖1A示出及描述之系統100類似。與圖1A之系統大不相同，圖1B中所示之系統100包括主控制器111。主控制器111與多個網路控制器112通信以及結合多個網路控制器112來起作用，該等網路控制器112中之每一者能夠對如參看圖1A所描述之複數個窗控制器114進行定址。在一些實施方案中，主控制器111向網路控制器112發出高級指令(例如電致變色窗之最終色彩狀態)，且網路控制器112接著將該等指令傳送至對應之窗控制器114。

在一些實施方案中，建築物或其他結構之各種電致變色窗102及/或天線有利地被分組至多個區或區之群組中，該等區或區之群組中的每一者包括電致變色窗102之子集。舉例而言，每一區可對應於在建築物之特定位置或區域中的一組電致變色窗102，該等電致變色窗將基於其位置而染色(或以其他方式轉變)至相同或類似之光學狀態。作為更具體之實例，考慮具有四個面或側之建築物：北面、南面、東面及西面。亦考慮該建築物

具有十層。在此類教示性實例中，每一區可對應於在特定樓層上及在四個面中之特定面上的該組電致變色窗102。在一些此類實施方案中，每一網路控制器112可對一或多個區或區之群組進行定址。舉例而言，主控制器111可向網路控制器112中之各別一者或多者發出針對特定區或區之群組的最終色彩狀態命令。舉例而言，該最終色彩狀態命令可包括目標區中之每一者的抽象識別。接收最終色彩狀態命令之指定網路控制器112接著可將該(等)區之抽象識別映射至各別窗控制器114之特定網路位址，該各別窗控制器控制將施加於該(等)區中之電致變色窗102的電壓或電流分佈。

在電致變色窗可能具有(例如)為了一或多個目的而組態之天線的額外態樣中，用於染色目的之窗的區可對應於或可不對應於用於天線相關功能之區。舉例而言，主控制器及/或網路控制器可識別用於染色目的之窗的兩個不同之區，例如，在建築物之單個側的兩個樓層的窗，其中每一樓層具有基於顧客偏好之不同染色演算法。同時，此兩個染色區可爲用於天線發射及/或接收目的之單個區，或者該「天線區」可包括其他窗，無論單獨地抑或以區之形式。天線-EC玻璃藉由提供可染色塗層及天線之不同功能而實現各種各樣之功能性。如本文中更詳細地描述，天線不僅可起到可染色塗層之作用且亦起到其他作用。

用於光學可切換窗及相關聯天線之網路系統的態樣進一步描述於2015年10月29日提交之美國臨時專利申請案第62/248,181號中，該申請案以全文引用之方式併入本文中。

在許多情況中，光學可切換窗可形成或佔用建築物圍護結構之大部分。舉例而言，光學可切換窗可形成公司辦公建築物、其他商業建築物或居住建築物之牆壁、外立面及甚至屋頂的大部分。在各種實施方案中，可

使用控制器之分散式網路來控制光學可切換窗。圖1C示出了根據一些實施方案的可操作以控制具有窗天線之複數個IGU 302的示例性網路系統300之方塊圖。舉例而言，IGU 302中之每一者可與上文參看圖1所描述之IGU 100相同或類似。網路系統300之一個主要功能爲控制ECD (或其他光學可切換裝置)之光學狀態及/或IGU 302內之窗天線的發射及/或接收特性。在一些實施方案中，窗302中之一或多者可爲多分區窗，舉例而言，其中每一窗包括兩個或兩個以上可獨立控制之ECD或區。在各種實施方案中，網路系統300可操作以控制提供給IGU 302之電力信號的電氣特性。舉例而言，網路系統300可產生及傳送染色指令(本文中亦被稱作「染色命令」)以控制施加於IGU 302內之ECD的電壓。

在一些實施方案中，網路系統300之另一功能爲自IGU 302採集狀態資訊(下文中，「資訊」與「資料」可互換使用)。舉例而言，給定IGU之狀態資訊可包括該IGU內之ECD的當前色彩狀態之識別或關於該IGU內之ECD的當前色彩狀態的資訊。網路系統300亦可操作以自各種感測器(例如溫度感測器、光感測器(本文中亦被稱作光線感測器)、濕度感測器、氣流感測器或佔用感測器)、天線採集資料，無論該等感測器、天線是整合於IGU 302上或內抑或位於建築物中、上或四周之各種其他位置處。

網路系統300可包括具有各種能力或功能的任何合適數目之分散式控制器。在一些實施方案中，分層級地界定各種控制器之功能及配置。舉例而言，網路系統300包括複數個分散式窗控制器(WC) 304、複數個網路控制器(NC) 306及主控制器(MC) 308。在一些實施方案中，MC 308可與幾十個或上百個NC 306通信且控制幾十個或上百個NC 306。在各種實施方案中，MC 308經由一或多個有線或無線鏈路316 (下文中被統稱為「鏈路

316」)來向NC 306發出高級指令。該等指令可包括(例如)用於使由各別NC 306控制之IGU 302的光學狀態發生轉變的染色命令。每一NC 306又可經由一或多個有線或無線鏈路314 (下文中被統稱為「鏈路314」)與許多WC 304通信且控制許多WC 304。舉例而言，每一NC 306可控制幾十個或上百個WC 304。每一WC 304又可經由一或多個有線或無線鏈路312(下文中被統稱為「鏈路312」)與一或多個各別IGU 302通信、驅動或以其他方式控制一或多個各別IGU 302。

MC 308可發出包括染色命令、狀態請求命令、資料(例如感測器資料)請求命令或其他指令之通信。在一些實施方案中，MC 308可週期性地、在一天中之某些預定時間(該等時間可基於一周或一年中的日子而改變)或基於對特定事件、條件或事件或條件之組合的偵測(例如，如藉由所採集之感測器資料或基於對由使用者或應用程式起始之請求的接收或此類感測器資料與此類請求之組合來判定)來發出此類通信。在一些實施方案中，當MC 308判定在一組一或多個IGU 302中引起色彩狀態改變時，MC 308產生或選擇對應於所要色彩狀態之染色值。在一些實施方案中，該組IGU 302與第一協定識別符(ID) (例如，BACnet ID)相關聯。MC 308接著產生包括染色值及第一協定ID之通信(本文中被稱作「主染色命令」)且經由第一通信協定(例如，BACnet兼容協定)經由鏈路316傳輸該通信。在一些實施方案中，MC 308將主染色命令發往控制特定之一或多個WC 304的特定NC 306，該一或多個WC 304又控制將發生轉變之該組IGU 302。NC 306接收包括染色值及第一協定ID之主染色命令且將第一協定ID映射至一或多個第二協定ID。在一些實施方案中，第二協定ID中之每一者識別該等WC 304中之對應者。NC 306隨後經由第二通信協定經由鏈路314將包

括染色值之輔染色命令傳輸至所識別之WC 304中的每一者。在一些實施方案中，該等WC 304中接收輔染色命令之每一者接著基於該染色值自內部記憶體選擇電壓或電流分佈以將其分別連接之IGU 302驅動至與該染色值一致的色彩狀態。該等WC 304中之每一者接著產生電壓或電流信號且經由鏈路312將該等電壓或電流信號提供至其分別連接之IGU 302以施加該電壓或電流分佈。

在一些實施方案中，各種IGU 302可有利地被分組至EC窗之區中，該等區中之每一者包括IGU 302之子集。在一些實施方案中，IGU 302之每一區由一或多個各別NC 306控制，且一或多個各別WC 304由此等NC 306控制。在一些更具體之實施方案中，每一區可由單個NC 306控制，且兩個或兩個以上WC 304由該單個NC 306控制。換言之，區可代表IGU 302之邏輯分組。舉例而言，每一區可對應於在建築物之特定位置或區域中的一組IGU 302，該組IGU 302基於其位置而被一起驅動。作為更具體之實例，考慮具有四個面或側之建築物：北面、南面、東面及西面。亦考慮該建築物具有十層。在此類教示性實例中，每一區可對應於在特定樓層上及在四個面中之特定面上的一組電致變色窗100。另外或其他，每一區可對應於共用一或多個實體特性(例如，裝置參數，例如大小或年齡)的一組IGU 302。在一些其他實施方案中，可基於一或多個非實體特性來對IGU 302之區進行分組，例如安全指定或商業層級(例如，綁定管理人員辦公室之IGU 302可被分組在一或多個區中，而綁定非管理人員辦公室之IGU 302可被分組在一或多個不同之區中)。

在一些此類實施方案中，每一NC 306可對一或多個各別區中之每一者中的所有IGU 302進行定址。舉例而言，MC 308可向控制目標區之NC

306發出主染色命令。該主染色命令可包括目標區之抽象識別(在下文中亦被稱作「區ID」)。在一些此類實施方案中，區ID可爲例如剛剛在上文之實例中描述之第一協定ID。在此類情況中，NC 306接收包括染色值及區ID的主染色命令且將區ID映射至與該區內之WC 304相關聯的第二協定ID。在一些其他實施方案中，區ID可爲比第一協定ID高級之抽象。在此類情況中，NC 306可首先將區ID映射至一或多個第一協定ID，且隨後將第一協定ID映射至第二協定ID。雖然本文中呈現之網路實例涉及用於控制光學可染色窗之染色命令，但應應瞭，該等實例亦涉及用於控制與IGU相關聯之窗天線中之天線操作的命令。

使用者或第三方與網路之交互

在一些實施方案中，MC 308經由一或多個有線或無線鏈路318 (下文中為「鏈路318」)耦接至一或多個面向外之網路310 (在下文中被統稱為「面向外之網路310」)。在一些此類實施方案中，MC 308可將所採集之狀態資訊或感測器資料傳送至在面向外之網路310中或可由面向外之網路310存取的遠端電腦、行動裝置、伺服器、資料庫。在一些實施方案中，在此類遠端裝置內執行之各種應用程式(包括第三方應用程式或基於雲之應用程式)可自MC 308存取資料或將資料提供至MC 308。在一些實施方案中，授權之使用者或應用程式可經由網路310將修改各種IGU 302之色彩狀態的請求傳送至MC 308。在一些實施方案中，MC 308可在發出色彩或天線控制命令之前首先判定是否准許該請求(例如，基於功率因素或基於使用者是否具有適當之授權)。MC 308接著可計算、判定、選擇或以其他方式產生染色值且在主色彩或其他命令中傳輸該染色值以在相關聯之IGU 302中引起色彩狀態轉變。

舉例而言，使用者可自計算裝置(例如桌上型電腦、膝上型電腦、平板電腦或行動裝置(例如智慧電話))提交此類請求。在一些此類實施方案中，使用者之計算裝置可執行用戶端應用程式，該用戶端應用程式能夠與MC 308以及在一些情況中與在MC 308內執行之主控制器應用程式通信。在一些其他實施方案中，該用戶端應用程式可與在與MC 308相同或不同之實體裝置或系統中的獨立應用程式通信，該應用程式接著與主控制器應用程式通信以實現所要之色彩狀態修改。在一些實施方案中，可使用主控制器應用程式或其他獨立應用程式來驗證使用者以批准由使用者提交之請求。在一些實施方案中，使用者可藉由經由用戶端應用程式輸入房間號來選擇將染色或使其天線以特定方式進行控制(例如，以啟動Wi-Fi服務)之IGU 302且將等該選擇告知MC 308。

另外或其他，在一些實施方案中，使用者之行動裝置或其他計算裝置可無線地與各種WC 304通信。舉例而言，在使用者之行動裝置內執行的用戶端應用程式可將包括色彩狀態控制信號之無線通信傳輸至WC 304以控制連接至WC 304的各別IGU 302之色彩或其他狀態。舉例而言，使用者可使用用戶端應用程式來維持或修改鄰近使用者所佔用(或在未來之某個時間由使用者或其他人佔用)之房間的IGU 302之色彩或其他狀態。可使用各種無線網路拓撲及協定來產生、格式化或傳輸此類無線通信(在下文參考圖6之WC 600更詳細地描述)。

在一些此類實施方案中，自使用者之行動裝置(或其他計算裝置)發送至各別WC 304的控制信號可覆寫先前由WC 304自各別NC 306接收到的色彩或其他值。換言之，WC 304可基於來自使用者之計算裝置的控制信號而非基於染色值來將外加電壓提供至IGU 302。舉例而言，儲存於WC

304中且藉由WC 304執行之控制演算法或規則集合可指示來自授權使用者之計算裝置的一或多個控制信號優先於自NC 306接收到之染色值。在一些其他情況中，例如在高需求情況中，控制信號(例如來自NC 306之染色值)可優先於由WC 304自使用者之計算裝置接收到的任何控制信號。在一些其他情況中，控制演算法或規則集合可指示僅來自某些使用者或使用者群組或類別之染色值可基於授予此類使用者之許可以及在一些情況中基於包括一天中之時間或IGU 302之位置的其他因素而佔先。

在一些實施方案中，基於自授權使用者之計算裝置接收到控制信號，MC 308可使用關於已知參數之組合的資訊來計算、判定、選擇或以其他方式產生提供一般使用者所要之照明條件的染色值，而在一些情況中亦要考慮功率因素。在一些其他實施方案中，MC 308可基於藉由或針對經由計算裝置請求色彩或其他狀態改變的特定使用者界定的預置偏好來判定色彩或其他值。舉例而言，使用者可能需要輸入密碼或以其他方式登錄或獲得授權以請求色彩或其他狀態改變。在此類情況中，MC 308可基於密碼、安全符記或基於特定行動裝置或其他計算裝置之標識符來判定使用者之身份。在判定使用者之身份之後，MC 308接著可擷取該使用者之預置偏好，且單獨地使用該等預置偏好或與其他參數(例如功率因素或來自各種感測器之資訊)結合來產生及傳輸染色值以便用於使各別IGU 302染色或以其他方式控制該等各別IGU 302。

牆壁裝置

在一些實施方案中，網路系統300亦可包括牆壁開關、調光器或其他色彩狀態控制裝置。此類裝置在下文中亦被統稱為「牆壁裝置」，但此類裝置無需限於壁裝式實施方案(例如，此類裝置亦可位於天花板或地板上

或整合在臺面或會議桌上或內)。舉例而言，建築物之一些或全部的辦公室、會議室或其他房間可包括此類牆壁裝置以用於控制鄰近IGU 302之色彩狀態。舉例而言，鄰近特定房間之IGU 302可被分組至一區中。該等牆壁裝置中之每一者可由終端使用者(例如，各別房間之現住者)操作以控制鄰近該房間之IGU 302的色彩狀態或其他功能或參數。舉例而言，在一天中之某些時間，鄰近IGU 302可染色至暗狀態以減少自外面進入房間之光能的量(例如以降低AC冷卻要求)。現在假設使用者想要使用房間。在各種實施方案中，使用者可操作牆壁裝置以傳送控制信號以引起自暗狀態至較亮之色彩狀態的色彩狀態轉變。

在一些實施方案中，每一牆壁裝置可包括使使用者能夠選擇特定色彩狀態或者增加或減小鄰近該房間之IGU 302的當前染色水準的一或多個開關、按鈕、調光器、標度盤或其他實體使用者介面控件。另外或其他，牆壁裝置可包括具有觸控螢幕介面之顯示器，該觸控螢幕介面使使用者能夠選擇特定色彩狀態(例如，藉由選擇虛擬按鈕、自下拉選單中選擇或藉由輸入染色水準或染色百分比)或修改色彩狀態(例如，藉由選擇「變暗」虛擬按鈕、「變亮」虛擬按鈕，或藉由轉動虛擬標度盤或滑動虛擬條)。在一些其他實施方案中，牆壁裝置可包括對接介面，該對接介面使使用者能夠在實體上且通信地對接可攜式裝置，例如智慧電話、多媒體裝置、平板電腦或其他可攜式計算裝置(例如，由加利福尼亞庫比提諾之蘋果公司生產的IPHONE、IPOD或IPAD)。在此類實施方案中，使用者可經由至可攜式裝置之輸入來控制染色水準，該輸入接著經由對接介面由牆壁裝置接收且隨後傳送至MC 308、NC 306或WC 304。在此類實施方案中，該可攜式裝置可包括用於與由牆壁裝置呈現之API通信的應用程式。

舉例而言，牆壁裝置可向MC 308傳輸對色彩狀態改變之請求。在一些實施方案中，MC 308可首先判定是否准許該請求(例如，基於功率因素或基於使用者是否具有適當之授權/許可)。MC 308接著可計算、判定、選擇或以其他方式產生染色值且在主染色命令中傳輸該染色值以在鄰近IGU 302中引起色彩狀態轉變。在一些此類實施方案中，每一牆壁裝置可經由一或多個有線鏈路(例如，經由通信鏈路如符合CAN或乙太網路之線路，或使用電力線路通信技術經由電力線路)與MC 308連接。在一些其他實施方案中，每一牆壁裝置可經由一或多個無線鏈路與MC 308連接。在一些其他實施方案中，牆壁裝置可與面向外之網路310 (例如面向顧客之網路)連接(經由一或多個有線或無線連接)，該面向外之網路接著經由鏈路318與MC 308通信。牆壁裝置可單獨地或與組態有天線之電致變色窗一起充當蜂巢式信號中繼器。

在一些實施方案中，MC 308可基於將牆壁裝置與IGU 302相關聯之先前程式化或發現之資訊來識別與牆壁裝置相關聯之IGU 302。在一些實施方案中，儲存於MC 308中且由MC 308執行的控制演算法或規則集合可指示來自牆壁裝置之一或多個控制信號優先於先前由MC 308產生之染色值。在一些其他情況中，例如在高需求(例如，高功率需求)的時候，儲存於MC 308中且由MC 308執行的控制演算法或規則集合可指示先前由MC 308產生之染色值優先於自牆壁裝置接收到的任何控制信號。

在一些其他實施方案或情況中，基於自牆壁裝置接收到色彩狀態改變請求或控制信號，MC 308可使用關於已知參數之組合的資訊來產生提供一般使用者所要之照明條件的染色值，而在一些情況中亦要考慮功率因素。在一些其他實施方案中，MC 308可基於由或針對經由牆壁裝置請求

色彩狀態改變之特定使用者界定的預置偏好來產生染色值。舉例而言，使用者可能需要將密碼輸入至牆壁裝置中或使用安全符記或安全鏈帶(例如IBUTTON或其他單線裝置)來獲得接近牆壁裝置的機會。在此類情況中，MC 308可基於密碼、安全符記或安全鏈帶來判定使用者之身份，擷取該使用者之預置偏好，且單獨地使用該等預置偏好或與其他參數(例如功率因素或來自各種感測器之資訊)結合來計算、判定、選擇或以其他方式產生用於各別IGU 302之染色值。

在一些其他實施方案中，牆壁裝置可將色彩狀態改變請求傳輸至適當的NC 306，該NC 306接著將該請求或基於該請求之通信傳送至MC 308。舉例而言，每一牆壁裝置可經由一或多個有線鏈路(例如剛剛針對MC 308描述之有線鏈路)或經由無線鏈路(例如下文描述之無線鏈路)與對應之NC 306連接。在一些其他實施方案中，牆壁裝置可將請求傳輸至適當的NC 306，該NC 306接著自己判定是否覆寫先前自MC 308接收到之主染色命令或先前由NC 306產生之主或輔染色命令(如下文所描述，NC 306在一些實施方案中可產生染色命令而無需首先自MC 308接收染色命令)。在一些其他實施方案中，牆壁裝置可將請求或控制信號直接傳送至控制鄰近IGU 302之WC 304。舉例而言，每一牆壁裝置可經由一或多個有線鏈路(例如剛剛針對MC 308描述之有線鏈路)或經由無線鏈路(例如下文參考圖6之WC 600描述的無線鏈路)與對應之WC 304連接。

在一些特定實施方案中，NC 306判定來自牆壁裝置之控制信號是否將優先於先前由NC 306產生之染色值。如上文所描述，在一些實施方案中，牆壁裝置可與NC 306直接通信。然而，在一些其他實施方案中，牆壁裝置可將請求直接傳送至MC 308或直接傳送至WC 304，MC 308或

WC 304接著將該請求傳送至NC 306。在其他實施方案中，牆壁裝置可將請求傳送至面向顧客之網路(例如由建築物之擁有者或運營者管理之網路)，該面向顧客之網路接著將該等請求(或以此為依據之請求)直接地或藉助MC 308間接地傳遞至NC 306。在一些實施方案中，儲存於NC 306中且由NC 306執行的控制演算法或規則集合可指示來自牆壁裝置之一或多個控制信號優先於先前由NC 306產生之染色值。在一些其他情況中，例如在高需求(例如，高功率需求)的時候，儲存於NC 306中且由NC 306執行的控制演算法或規則集合可指示先前由NC 306產生之染色值優先於自牆壁裝置接收到之任何控制信號。

如上文參考MC 308所描述，在一些其他實施方案中，基於自牆壁裝置接收到色彩狀態改變請求或控制信號，NC 306可使用關於已知參數之組合的資訊來產生提供一般使用者所要之照明條件的染色值，而在一些情況中亦要考慮功率因素。在一些其他實施方案中，NC 306可基於由或針對經由牆壁裝置請求色彩狀態改變之特定使用者界定的預置偏好來產生染色值。如上文參考MC 308所描述，使用者可能需要將密碼輸入至牆壁裝置中或使用安全符記或安全鏈帶(例如IBUTTON或其他單線裝置)來獲得接近牆壁裝置的機會。在此類情況中，NC 306可與MC 308通信以基於密碼、安全符記或安全鏈帶來判定使用者之身份，擷取該使用者之預置偏好，且單獨地使用該等預置偏好或與其他參數(例如功率因素或來自各種感測器之資訊)結合來計算、判定、選擇或以其他方式產生用於各別IGU 302之染色值。

在一些實施方案中，MC 308耦接至外部資料庫(或「資料儲存裝置」或「資料倉庫」) 320。在一些實施方案中，資料庫320可爲經由有線

硬體鏈路322與MC 308耦接的本機資料庫。在一些其他實施方案中，資料庫320可爲MC 308可經由內部專用網路或經由面向外之網路310存取的遠端資料庫或基於雲之資料庫。在一些實施方案中，其他計算裝置、系統或伺服器亦可能夠(例如)經由面向外之網路310來讀取儲存於資料庫320中之資料。另外，在一些實施方案中，一或多個控制應用程式或第三方應用程式亦可能夠經由面向外之網路310來讀取儲存於資料庫中之資料。在一些情況中，MC 308將所有染色命令(包括由MC 308發出之染色值)的記錄儲存於資料庫320中。MC 308亦可收集狀態及感測器資料且將其儲存於資料庫320中。在此類情況中，WC 304可自IGU 302收集感測器資料及狀態資料且經由鏈路314將該感測器資料及狀態資料傳送至各別NC 306以便經由鏈路316傳送至MC 308。另外或其他，NC 306或MC 308自己亦可連接至各種感測器，例如建築物內之光線、溫度或佔用感測器以及位於建築物上、四周或者外部(例如，在建築物之屋頂上)的光線或溫度感測器。在一些實施方案中，NC 306或WC 304亦可將狀態或感測器資料直接傳輸至資料庫320以便儲存。

與其他系統或服務之整合

在一些實施方案中，網路系統300亦可被設計成與現代之加熱、通風及空調(HVAC)系統、內部照明系統、安全系統或電力系統結合作為用於整個建築物或建築物之隔間的整合且高效之能量控制系統來起作用。網路系統300之一些實施方案適合於與建築物管理系統(BMS) 324整合。BMS廣義上爲基於電腦之控制系統，其可安裝在建築物中以監測及控制建築物之機械及電力設備，例如HVAC系統(包括爐子或其他加熱器、空調、吹風機及通風孔)、照明系統、電力系統、電梯、消防系統及安全系統。

BMS可包括用於根據由現住者或由建築物管理者或其他管理員設定之偏好來維持建築物中之條件的硬體及相關聯之韌體或軟體。該軟體可基於(例如)內部協定或開放標準。BMS通常可用在大型建築物中，其中其用以控制建築物內之環境。舉例而言，BMS可控制建築物內之照明、溫度、二氧化碳含量及濕度。為了控制建築物之環境，BMS可根據規定或回應於條件來打開及關閉各種機械及電氣裝置。此類規定及條件可由(例如)建築物管理者或管理員選擇或指定。BMS之一個功能可為爲建築物之現住者維持舒適的環境，同時最小化加熱及冷卻能量損失及成本。在一些實施方案中，BMS不僅可經組態以監測及控制各種系統而且亦經組態以最佳化各種系統之間的配合，例如，以節能源且降低建築物運營成本。

另外或其他，網路系統300之一些實施方案適合於與智慧調溫服務、警報服務(例如，火災偵測)、安全服務或其他家電自動化服務整合。家庭自動化服務之一個實例爲由加利福尼亞帕洛阿爾托的Nest實驗室製造的NEST® (NEST®加利福尼亞山景城的Google公司的注冊商標)。如本文所使用，對BMS之提及在一些實施方案中亦可包含此類其他自動化服務或用此類其他自動化服務替代。

在一些實施方案中，MC 308及單獨之自動化服務(例如BMS 324)可經由應用程式設計介面(API)來通信。舉例而言，API可與MC 308內之主控制器應用程式(或平臺)結合或與BMS 324內之建築物管理應用程式(或平臺)結合來執行。MC 308及BMS 324可經由一或多個有線鏈路326或經由面向外之網路310來通信。在一些情況中，BMS 324可將用於控制IGU 302之指令傳送至MC 308，MC 308接著產生主染色命令且將該等主染色命令傳輸至適當的NC 306。在一些實施方案中，NC 306或WC 304亦可

與BMS 324直接通信(無論是經由有線/硬體鏈路抑或經由無線資料鏈路無線地)。在一些實施方案中，BMS 324亦可接收藉由MC 308、NC 306及WC 304中之一或多者收集的資料，例如感測器資料、狀態資料及相關聯之時間戳資料。舉例而言，MC 308可經由網路310發佈此類資料。在其中此類資料儲存於資料庫320中的一些其他實施方案中，BMS 324可使用儲存於資料庫320中的一些或全部之資料。

窗控制器

用於控制窗之控制器描述於View公司的各種專利及申請案中。此類申請案之實例包括2015年10月29日提交之美國臨時專利申請案第62/248,181號、2014年11月24日提交之美國臨時專利申請案第62/085,179號、2012年4月17日提交之美國專利申請案第13/449,248號及2012年4月17日提交之美國專利申請案第13/449,251號，其中每一者以全文引用之方式併入本文中。

圖1D描繪了示例性窗控制器199，該窗控制器可包括用於控制天線(例如，將電磁輻射信號發射至天線及/或自天線接收電磁輻射信號)的邏輯及其他特徵。控制器199包括電力轉換器，該電力轉換器經組態以將低電壓轉換爲(1) IGU之EC窗板的EC裝置及/或(2)窗天線之電力要求。此電力通常經由驅動器電路(電力驅動器)饋給EC裝置。在一個實施例中，控制器199具有冗餘之電力驅動器，使得在一個電力驅動器發生故障之情況中，存在備用之電力驅動器且無需更換或修理控制器。收發器邏輯可包括在控制器199中，該收發器邏輯可包括用於窗天線之電力驅動器。雖然未明確地示出，但所描繪之電力驅動器中之一者可經組態以驅動窗天線之電極以發射指定信號。

控制器199亦包括用於自遠端控制器(在圖1D中描繪為「主控制器」)接收命令及將命令發送至遠端控制器之通信電路(在圖1D中標為「通信」)。該通信電路亦用以自本機邏輯裝置(例如微控制器)接收輸入及將輸入發送至本機邏輯裝置。在一個實施例中，亦使用電力線路(例如)經由例如乙太網路等協定來發送及接收通信。該微控制器包括用於基於(例如)自一或多個感測器及/或使用者接收到之輸入來控制至少一個EC窗板的邏輯。在此實例中，感測器1-3 (例如)在控制器199外部，例如在窗框架中或在窗框架附近。或者，該等感測器(若存在)位於遠處，例如，在建築物的屋頂上。在一個實施例中，該控制器具有至少一個或多個內部感測器。舉例而言，控制器199亦可具有或作為替代方案具有「內置」感測器4及5。在一個實施例中，例如，藉由使用自經由EC裝置發送一或多個電脈衝及分析回饋而獲得的電流-電壓(I/V)資料，該控制器使用*EC裝置*作為感測器。此種類型之感測能力描述於署名Brown等人為發明人的發明名稱為「Multipurpose Controller for Multistate Windows」之美國專利申請案第13/049,756號中，該申請案出於所有目的以引用方式併入本文中。窗總成亦可包括PV電池，且控制器不僅可使用PV電池來產生電力，而且亦可用作光感測器。該微控制器亦可具有用於控制窗天線功能之邏輯。

在一個實施例中，該控制器包括晶片、卡或板，該晶片、卡或板包括用於執行一或多個控制功能的經程式化及/或硬編碼之適當邏輯。控制器199之電力及通信功能可組合於單個晶片中，例如，可程式化邏輯裝置(PLD)晶片、現場可程式閘陣列(FPGA)或類似裝置。此類積體電路可將邏輯、控制及電力功能組合於單個可程式化晶片中。在一个实施例中，在EC窗(或IGU)具有两个EC窗片之情況下，邏輯經組態以獨立地控制該兩

個EC窗片中之每一者。邏輯亦可控制安置於IGU上之一或多個天線之發射及/或接收。在一個實施例中，以協同方式來控制該兩個EC窗片中之每一者及視情況選用之窗天線的功能，即，使得控制每一裝置以便對另一裝置進行補充。舉例而言，經由個別裝置及/或天線中之每一者的狀態的組合來控制光傳輸、隔熱效應、天線信號傳輸及/或其他性質之所要水準。舉例而言，一個EC裝置可具有著色狀態，而另一EC裝置用於電阻加熱，例如，經由該裝置之透明電極。在另一實例中，控制該兩個EC裝置之著色狀態，使得組合之透射率爲所要之結果。

控制器199亦可具有無線能力，例如控制及供電功能。舉例而言，無線控制(例如RF及/或IR)可與無線通信(例如藍芽、WiFi、紫蜂、EnOcean及類似者)一樣良好地使用，以將指令發送至微控制器及使微控制器將資料發出至(例如)其他窗控制器及/或建築物管理系統(BMS)。可採用窗天線來發送及/或接收控制通信及/或電力。可在適當時使用各種無線協定。最佳之無線協定可視窗如何組態來接收電力而定。舉例而言，若窗經由產生相對較少電力之構件來自供電，則可使用使用相對較少電力之通信協定。類似地，若窗永久接有導線，例如具有24V電力，則較少關心節省電力之問題，且可使用需要相對較多電力之無線協定。紫蜂爲使用相對較多電力之協定的實例。WiFi及藍芽低功耗爲使用相對較少電力之協定的實例。在間歇地對窗供電之情況下，使用相對較少電力之協定亦可爲有益的。

無線通信可在窗控制器中用於進行以下至少一者：對EC窗及視情況地對窗天線進行程式設計及/或操作、自感測器自EC窗收集資料以及使用EC窗作為用於無線通信之中繼點。自EC窗收集之資料亦可包括計數資料，例如EC裝置已被啟動(循環)之次數、EC裝置隨時間過去之效率及類

似者。此等無線通信特徵中之每一者描述於署名Brown等人為發明人的發明名稱為「Multipurpose Controller for Multistate Windows」的先前在上文引用之美國專利申請案第13/049,756號中。

在某些實施例中，使用光線來與窗/天線控制器通信及/或對窗/天線控制器供電。即，在遠處由(例如)二極體雷射產生之光經由適當之光傳輸介質(例如光纜或自由空間)將電力及/或控制信號傳輸至窗控制器。用於窗控制器的合適之光子傳輸方法的實例描述於2013年8月23日提交且發明名稱為「PHOTONIC-POWERED EC DEVICES」之PCT申請案第PCT/US13/56506號中，該申請案以全文引用之方式併入本文中。在特定實施例中，經由光子方法來提供電力，而經由圖案化至電致變色窗之窗板或相關聯之IGU組件上的一或多個窗天線來提供通信。在另一實施例中，經由光子方法來提供電力，而經由Wi-Fi或使用天線之另一無線通信方法來提供通信。

回到圖1D之實施例，控制器199亦可包括RFID標簽及/或記憶體，例如固態串行記憶體(例如，I2C或SPI)，該記憶體可視情況地為可程式化記憶體。射頻識別(RFID)涉及*詢問器*(或讀取器)及*標簽*(或標記)。RFID標簽使用經由電磁波進行之通信來在終端機與物件之間交換資料，例如，以便識別及追蹤該物件。一些RFID標簽可自幾米之外且在讀取器之視距之外來讀取。

大多數RFID標簽含有至少兩個部分。一個部分爲用於儲存及處理資訊、調變及解調變射頻(RF)信號及用於其他專用功能之積體電路。另一部分爲用於接收及發射信號之天線。

有三種類型之RFID標簽：被動RFID標簽，其無電源且需要外部電磁

場來開始信號發射；主動RFID標簽，其含有電池且可在讀取器已成功地識別後發射信號；及電池輔助被動(BAP) RFID標簽，其需要外部源來喚醒但具有明顯較高之前向鏈路能力，藉此提供較大之範圍。

在一個實施例中，RFID標簽或其他記憶體被程式化有以下資料類型中之至少一者：保證資訊、安裝資訊(例如，窗的絕對及相對的位置及定向)、供應商資訊、批次/庫存資訊、EC裝置/IGU特性、天線特性(例如，IGU上之天線的數目、天線類型(單極、帶狀線、貼片、偶極、分形等)、頻率範圍、輻射場型(全向、半圓柱形波束等)及天線尺寸)、EC裝置循環資訊及顧客資訊。EC裝置特性及IGU特性之實例包括(例如)窗電壓(V_W)、窗電流(I_W)、EC塗層溫度(T_{EC})、玻璃可見光透射($\%T_{vis}$)、%染色命令(來自BMS之外部類比輸入)、數位輸入狀態及控制器狀態。此等資料中之每一者代表可自控制器提供至BMS或窗管理系統或其他建築物裝置之上游資訊。窗電壓、窗電流、窗溫度及/或可見光透射水準可自窗上之感測器直接偵測到。可將%染色命令提供至BMS或其他建築物裝置來表明控制器實際上已採取行動來實施色彩改變，該改變可能已藉由建築物裝置發出請求。此可能係重要的，因為其他建築物系統例如HVAC系統可能未辨識到正在採取色彩行動，因為在開始色彩行動之後，窗可能需要幾分鐘(例如，10分鐘)來改變狀態。因此，HVAC行動可被推遲適當之一段時間以確保染色行動具有足夠的時間來影響建築物環境。數位輸入狀態資訊可告知BMS或其他系統已採取了與智慧窗/天線相關的手動行動。最後，控制器狀態可告知BMS或其他系統所述之控制器爲可操作的或不可操作的或具有與其總體功能相關之某一其他狀態。

來自BMS或其他建築物系統的、可提供至控制器的下游資料之實例

包括窗驅動組態參數、區成員資格(例如，建築物內之哪個區爲此控制器之部分)、%染色值、數位輸出狀態及數位控制(染色、漂白、自動、重新啟動等)。窗驅動參數可界定用於改變窗狀態之控制序列(實際上爲演算法)。窗驅動組態參數之實例包括漂白至顏色轉變斜坡速率、漂白至顏色轉變電壓、初始著色斜坡速率、初始著色電壓、初始著色電流限制、著色保持電壓、著色保持電流限制、顏色至漂白轉變斜坡速率、顏色至漂白轉變電壓、初始漂白斜坡速率、初始漂白電壓、初始漂白電流限制、漂白保持電壓、漂白保持電流限制。此類窗驅動參數之應用的實例呈現於2011年3月16日提交且發明名稱為「Controlling Transitions In Optically Switchable Devices」的美國專利申請案第13/049,623號及2012年4月17日提交且發明名稱為「Controller for Optically-Switchable Windows」的美國專利申請案第13/449,251號中，該等申請案均以全文引用之方式併入本文中。

如所提到，窗控制器可包括用於控制窗天線之邏輯(例如，硬體及/或軟體)。該邏輯可包括用於控制一或多個窗天線之一或多個收發器，該等窗天線可位於一或多個窗上。對於用在相對較低電力應用(例如，藍芽(或藍芽低功耗))中之窗天線，收發器可與窗控制器同處一處，有時在同一個殼體(例如圖11A-C中所描繪之載具)中。對於此類應用，特別係在天線通信僅消耗低或中等帶寬之情況下，天線收發器可經由窗網路(例如上文描述的窗網路中之一者)來進行通信。當然，即便對於例如藍芽等此類低電力應用，天線邏輯仍無需安置於窗控制器上。另外，可使用平行網路來與窗天線進行通信。

對於例如Wi-Fi服務(例如Wi-Fi熱點)等其他應用，天線控制邏輯亦

可部署於窗控制器殼體中。若天線應用消耗相對較少之帶寬，則可採用窗網路來進行與天線控制器之通信。舉例而言，窗網路之CAN匯流排可用於與天線收發器介接。在其他情況中，例如在天線應用消耗比窗網路可容納之帶寬多的帶寬的情況下，可為了天線應用在建築物中部署單獨的網路。在此類情況中且在天線控制邏輯設置於窗控制器中的情況下，該控制器可包括網路適配器如RJ45插口(連接器)以將天線收發器連接至天線網路。

在需要相對較高電力、高帶寬及/或由電信運營商(例如AT&T、Verizon、Sprint及T-Mobile)之控制的天線應用中，可完全獨立於窗控制系統(窗網路及控制器)來提供該天線控制邏輯及網路。通常，當天線為電信運營商提供服務時，運營商要求網路及收發器爲其自己的。此類服務包括(例如)蜂巢式中繼。舉例而言，窗天線可部署在蜂巢式中繼器(例如本機基地台)中。在此類情況中，窗天線收發器無需與本機窗控制器同處一處。然而，一般希望將天線控制邏輯設置於窗天線附近，例如在大約30呎之內。

IGU結構，概述

在以下描述中，每一電致變色窗202將被稱作「整合式玻璃單元(IGU)」202，亦被稱作「絕緣玻璃單元(IGU)」。採用此慣例，例如，係因為其爲普遍的且可能希望使IGU用作用於固持電致變色窗片或窗板的基礎構造。另外，IGU，尤其係具有雙或三窗片之窗組態的IGU，提供比單窗片組態好之隔熱性。然而，此慣例僅為方便起見且不意欲爲限制性的。實際上，如下文所描述，在一些實施方案中，可認為電致變色窗之基本單元包括透明材料之窗片或基板，在該窗片或基板上形成電致變色塗層、堆

疊或裝置，且相關聯之電連接耦接至該窗片或基板以驅動電致變色裝置。電致變色IGU描述於各種參考案中，包括2014年3月4日提交之美國專利申請案第14/196,895號；2014年11月26日提交之美國臨時專利申請案第62/085,179號；及2015年7月17日提交之美國臨時專利申請案第62/194,107號，該等申請案中之每一者以全文引用之方式併入本文中。當然，本文中揭示之天線結構及功能不限於IGU，且可擴展至任何其他窗結構，在一些情況中包括並非IGU或類似結構之部分的單電致變色窗板。除非另外指出，否則IGU實施例之描述可擴展至非IGU情形。甚至可在非IGU情形中實施需要兩個或兩個以上窗板的一些實施例；例如，採用並非IGU之部分的兩個平行窗板的實施例及採用電致變色窗板及平行結構的實施例，該平行結構不會遮擋該電致變色窗板之很多或任何可視區域。

IGU中之天線

各種實施方案大體上係關於包括一或多個天線之電致變色IGU。可實施本揭示案中所描述之標的的特定實施方案以實現以下潛在優點中之一或多者。一些實施方案係關於包括電致變色裝置(或其他可切換光學裝置)與一或多個天線的IGU。在一些實施方案中，本文中描述之各種天線結構可形成於電致變色裝置自身之上、之下、之中或以其他方式與電致變色裝置自身整合。在一些其他實施方案中，各種天線結構可形成於與電致變色裝置相同之窗片上，但在與電致變色裝置在上面形成之表面相對的表面上。在一些其他實施方案中，各種天線結構可形成於與電致變色裝置不同之窗片上，例如，在包括兩個或兩個以上窗片之IGU中。在一些情況中，一或多個天線或天線組件(例如接地平面)形成於自身並非窗之窗板之部分的結構或特徵上。舉例而言，天線或天線組件可安置於以下各者上：IGU間隔

物、窗控制器、網路控制器、主控制器、電連接器(例如窗控制器與電致變色裝置之間的連接器)、窗框架元件、橫框、豎框等。

在說明書中使用以下術語來呈現窗天線之態樣。

天線組件

天線具有用於將電信號提供至天線或自天線接收電信號的相關聯之發射器及/或接收器(有時組合成「收發器」)。發射器及接收器通常實施為電路板或積體電路上之電路。在一些實施例中，發射器及/或接收器部署於光學可切換之窗網路的窗控制器或其他控制元件中。

天線具有至少兩個天線電極，其中至少一個在本文中被稱作天線結構，該天線結構可起到以下兩個作用中之任一個或兩個：發射(其自發射電路接收電信號且將電磁信號輻射至周圍空間中)及接收(其自周圍空間接收電磁信號且將該信號之電表示轉發至接收電路)。

第二電極接地或通電。在兩個電極均通電之天線中，其可接收互補之信號。此通常爲偶極天線中發生的情況。當第二電極接地時，其可實施為接地平面。

接地平面通常位於天線結構電極附近且阻止天線結構將輻射發射到接地平面之位置之外及/或阻止天線結構接收來自接地平面之方向的朝天線結構而來之輻射。當然，天線結構與接地平面必須不能彼此接觸。在許多設計中，其藉由介電質層(例如窗之窗板或可爲固體、液體或氣體之其他絕緣結構)而隔開。在一些實施例中，其藉由自由空間(例如IGU之內部)而隔開。在各種實施例中，接地平面實施為窗板(例如電致變色窗板或作為具有電致變色窗板之IGU的部分的另一窗板)上的層或部分層。當實施於窗板上時，接地平面可被設為窗板之大面積的面上或窗板之一或多個邊

緣上的層。在一些情況中，接地平面實施於與電致變色窗板或IGU相關聯的非窗板結構上。此類非窗結構之實例包括窗控制器、IGU間隔物及例如豎框及橫框等框架或結構部件。

每一電極連接至發射器或接收器之端子。藉由互連或傳輸線路(該等術語在本文中可互換使用)來進行所有連接。

被動天線元件有時與主天線結構結合使用及用於調好由該天線結構發出(或接收)之輻射分佈的目的。被動天線元件未電連接至天線電路。被動天線元件用在一些作為八木天線而眾所周知之天線結構中，八木天線可以與主動天線元件(例如天線結構及接地平面)類似方式安置於窗結構上，除了其未電連接至天線電路之外。

如現在顯而易見的，IGU可包括經組態以將射頻(RF)信號廣播(或更一般言之發射)至內部環境中(例如在建築物或建築物內之房間內)的一或多個天線。在一些實施方案中，IGU可包括經組態以自外部環境(例如自室外或否則在建築物或建築物內之房間外面)接收RF信號的一或多個天線。在一些實施方案中，IGU可包括經組態以將RF信號向外廣播至外部環境(例如自建築物或建築物內之房間向外)的一或多個天線。在一些實施方案中，IGU可包括經組態以自內部環境(例如自建築物或建築物內之房間內部)接收RF信號的一或多個天線。另外，在一些實施方案中，IGU可包括將RF信號廣播至內部環境與外部環境或自內部環境與外部環境接收RF信號的能力。此外，在一些實施方案中，IGU可包括用於阻止RF信號自IGU之一側經IGU自IGU之相對側發射出的能力。

電致變色IGU及電致變色裝置

圖2A－2J示出了根據一些實施方案的具有能夠將信號發射至內部環

境中或自內部環境接收信號之整合式天線的示例性電致變色窗結構202的橫截面圖。此等實例呈現了在本揭示案之範疇內的可用電致變色IGU及電致變色窗板結構的小子集，因此其決不應被視為限制性的。就此等及以下圖式示出及描述的示例性電致變色窗結構202中之每一者可經組態為IGU且在下文將被稱作IGU 202。圖2A更特別地示出IGU 202之示例性實施方案，該IGU 202包括具有第一表面S1及第二表面S2之第一窗片(本文中亦被稱作「窗板」) 204。在一些實施方案中，第一窗片204之第一表面S1面向外部環境，例如戶外或外部環境。IGU 202亦包括具有第一表面S3及第二表面S4之第二窗片206。在一些實施方案中，第二窗片206之第二表面S4面向內部環境，例如家庭、建築物或車輛、或家庭、建築物或車輛內之房間或隔間的內部環境。

在一些實施方案中，第一及第二窗片204及206中之每一者至少能透過或漫射地透過可見光譜中之光。舉例而言，窗片204及206中之每一者可由玻璃材料且尤其係建築玻璃或其他防碎玻璃材料(例如氧化矽(SO_x)基玻璃材料)形成。作為更具體之實例，第一及第二窗片204及206中之每一者可爲鈉鈣玻璃基板或浮法玻璃基板。此類玻璃基板可包括(例如)約75%之矽石(SiO_2)以及Na_2O、CaO及幾種較少之添加物。然而，第一及第二窗片204及206中之每一者可由具有合適之光學、電、熱及機械性質的任何材料形成。舉例而言，可用作第一及第二窗片204及206中之一者或兩者的其他合適基板可包括其他玻璃材料以及塑膠、半塑膠及熱塑性材料(例如，聚甲基丙烯酸甲酯、聚苯乙烯、聚碳酸酯、烯丙基二甘醇碳酸酯、SAN (苯乙烯丙烯腈共聚物)、聚(4-甲基-1-戊烯)、聚酯、聚醯胺)或鏡面材料。在一些實施方案中，可(例如)藉由回火、加熱或化學地增強來增強

第一及第二窗片204及206中之每一者。

一般地，第一及第二窗片204及206中之每一者與IGU 202一起作為整體來看爲矩形固體。然而，在一些其他實施方案中，其他形狀(例如，圓形、橢圓形、三角形、曲線的、凸形的、凹形的)爲可能的且可能爲所要的。在一些特定實施方案中，第一及第二窗片204及206中之每一者的長度「L」可在約20吋(in.)至約10英呎(ft.)之範圍中，第一及第二窗片204及206中之每一者的寬度「W」可在約20吋至約10英呎之範圍中，以及第一及第二窗片204及206中之每一者的厚度「T」可在約1毫米(mm)至約10 mm之範圍中(但基於特定使用者、管理者、管理員、建造者、建築師或擁有者之需要，更小與更大的其他長度、寬度或厚度爲可能的且可能爲所要的)。另外，雖然IGU 202包括兩個窗片(204及206)，但在一些其他實施方案中，IGU可包括三個或三個以上窗片。此外，在一些實施方案中，該等窗片中之一者或多者自身可爲兩個、三個或更多個層或子窗片之積層結構。

第一及第二窗片204及206藉由間隔物218而彼此隔開以形成內部體積208。在一些實施方案中，該內部體積充滿了氬(Ar)，但在一些其他實施方案中，內部體積208可充滿另一氣體，例如另一惰性氣體(例如，氪(Kr)或氙(Xn))、另一(非惰性)氣體、或氣體之混合物(例如空氣)。用例如Ar、Kr或Xn等氣體填充內部體積208可因為此等氣體之低導熱性而減少經由IGU 202進行之傳導熱傳遞以及由於其增加之原子量而提高隔音效果。在一些其他實施方案中，內部體積208可排空空氣或其他氣體。間隔物218一般決定內部體積208之厚度；即，第一及第二窗片204及206之間的間距。在一些實施方案中，第一及第二窗片204及206之間的間距「C」在約

6 mm至約30 mm之範圍中。間隔物218之寬度「D」可在約5 mm至約15 mm之範圍中(但其他寬度爲可能的且可能爲所要的)。

雖然橫截面圖中未示出，但間隔物218可圍繞IGU 202之所有側(例如，IGU 202之頂部、底部、左及右側)形成。舉例而言，間隔物218可由發泡體或塑膠材料形成。然而，在一些其他實施方案中，例如圖5B中所示之示例性IGU，間隔物可由金屬或其他導電材料(例如金屬管結構)形成。第一主密封件220將間隔物218中之每一者與第一窗片204之第二表面S2黏合且緊密密封。第二主密封件222將間隔物218中之每一者與第二窗片206之第一表面S3黏合且緊密密封。在一些實施方案中，主密封件220及222中之每一者可由黏合密封膠(例如聚異丁烯(PIB))形成。在一些實施方案中，IGU 202進一步包括在間隔物218外部圍繞整個IGU 204來緊密密封邊界的輔密封件224。為此，間隔物218可自第一及第二窗片204及206之邊緣插入達距離「E」。該距離「E」可在約4 mm至約8 mm之範圍中(但其他距離爲可能的且可能爲所要的)。在一些實施方案中，輔密封件224可由黏合密封膠(例如防水且增加對總成之結構支撐的聚合材料)形成。

在圖2A中所示之實施方案中，在第一窗片204之第二表面S2上形成電致變色(EC)裝置(ECD) 210。如將在下文中描述，在一些其他實施方案中，ECD 210可形成在另一合適表面上，例如第一窗片之第一表面S1、第二窗片206之第一表面S3或第二窗片206之第二表面S4。電致變色裝置之實例呈現於(例如) 2011年5月11日提交之美國專利第8,243,357號、2010年6月11日提交之美國專利第8,764,951號及2013年2月8日提交之美國專利第9,007,674號中，各案以全文引用之方式併入本文中。在圖2A中，

ECD 210包括EC堆疊212，該EC堆疊自身包括許多層。舉例而言，EC堆疊212可包括電致變色層、離子傳導層及相對電極層。在一些實施方案中，電致變色層由無機固體材料形成。電致變色層可包括許多種電致變色材料中之一或多者或由許多種電致變色材料中之一或多者形成，包括電化學陰極或電化學陽極材料。舉例而言，適合於用作電致變色層之金屬氧化物可包括氧化鎢(WO_3)、氧化鉬(MoO_3)、氧化鈮(Nb_2O_5)、氧化鈦(TiO_2)、氧化銅(CuO)、氧化銥(Ir_2O_3)、氧化鉻(Cr_2O_3)、氧化錳(Mn_2O_3)、氧化釩(V_2O_5)、氧化鎳(Ni_2O_3)及氧化鈷(Co_2O_3)以及其他材料。在一些實施方案中，電致變色層可具有在約0.05 μm至約1 μm之範圍中的厚度。

在一些實施方案中，相對電極層由無機固體材料形成。相對電極層通常可包括在EC裝置210處於(例如)透明狀態時可充當離子之貯存器的許多材料或材料層中之一或多者。舉例而言，用於相對電極層之合適材料可包括氧化鎳(NiO)、氧化鎳鎢(NiWO)、氧化鎳釩、氧化鎳鉻、氧化鎳鋁、氧化鎳錳、氧化鎳鎂、氧化鉻(Cr_2O_3)、氧化錳(MnO_2)及普魯士藍。在一些實施方案中，相對電極層爲與上述第一電致變色層極性相反之第二電致變色層。舉例而言，當第一電致變色層由電化學陰極材料形成時，相對電極層可由電化學陽極材料形成。在一些實施方案中，相對電極層可具有在約0.05 μm至約1 μm之範圍中的厚度。

在一些實施方案中，離子傳導層充當在EC堆疊212在光學狀態之間轉變時輸送離子(例如，以電解質之方式)的介質。在一些實施方案中，離子傳導層對電致變色層及相對電極層之相關離子爲高傳導的，而且亦具有十分低之電子傳導性使得在正常工作期間發生可忽略不計之電子轉移。具

有高的離子傳導性的薄離子傳導層實現快速的離子傳導且因此實現快速切換以達成高性能之EC裝置210。在一些實施方案中，離子傳導層可具有在約0.01 μm至約1 μm之範圍中的厚度。在一些實施方案中，離子傳導層亦爲無機固體。舉例而言，離子傳導層可由一種或多種矽酸鹽、氧化矽(包括氧化矽鋁)、氧化鎢(包括鎢酸鋰)、氧化鉭、氧化鈮及硼酸鹽形成。此等材料亦可摻有不同之摻雜物，包括鋰；舉例而言，摻鋰氧化矽，包括氧化鋰矽鋁。

在一些其他實施方案中，電致變色層及相對電極層緊鄰彼此形成，有時直接接觸，無離子傳導層在中間。舉例而言，在一些實施方案中，可利用電致變色層與相對電極層之間的界面區，而非合併不同之離子傳導層。合適裝置之進一步描述見於2012年10月30日發佈的美國專利8,300,298及2012年5月2日提交之美國專利申請案第13/462,725號中，各案以全文引用之方式併入本文中。在一些實施方案中，EC堆疊212亦可包括一或多個額外層，例如一或多個被動層。舉例而言，被動層可用於改良某些光學性質，以提供防濕性或提供防刮擦性。在一些實施方案中，可用抗反射或保護性氧化物或氮化物層對第一及第二TCO層214及216進行處理。另外，其他被動層亦可用於緊密密封EC堆疊212。

在一些實施方案中，適當的電致變色材料及相對電極材料之選擇支配相關之光學轉變。在操作期間，回應於跨電致變色層之厚度產生的電壓，電致變色層向或自相對電極層傳遞或交換離子，藉此在電致變色層中導致所要的光學轉變，且在一些實施方案中，亦在相對電極層中導致光學轉變。在一個更具體之實例中，回應於跨EC堆疊212之厚度施加適當的電位，相對電極層將其保持的全部或一部分的離子傳遞至電致變色層，藉此

在電致變色層中引起光學轉變。在一些此類實施方案中，舉例而言，當相對電極層由NiWO形成時，相對電極層亦因為失去了其已傳遞至電致變色層的離子而發生光學轉變。當電荷自由NiWO製成之相對電極層移除(即，離子自相對電極層輸送至電致變色層)時，相對電極層將在相反方向上轉變。

亦要瞭解，漂白或透明狀態與著色或不透明狀態之間的轉變僅爲可實施之光學或電致變色轉變的許多實例中的一些實例。此類轉變包括反射率、偏振狀態、散射密度及類似者的改變。除非本文中(包括前文論述)另外指明，否則只要提到漂白至不透明轉變(或至及自之間的中間狀態)，所描述之對應裝置或方法便包含其他光學狀態轉變，例如中間狀態轉變，例如百分數透射(% T)至% T轉變、非反射至反射轉變(或至及自之間的中間狀態)、漂白至著色轉變(或至及自之間的中間狀態)及彩色至彩色轉變(或至及自之間的中間狀態)。另外，術語「漂白」可係指光學中性狀態，例如無色、透明或半透明。此外，除非本文中另外指明，否則電致變色轉變之「顏色」不限於任何特定的波長或波長範圍。

一般地，電致變色層中的電致變色材料之著色或其他光學轉變由至材料中的可逆離子插入(例如，嵌入)及電荷平衡電子的對應注入引起。通常，負責光學轉變的一部分離子被不可逆地束縛在電致變色材料中。可使用一些或全部的被不可逆地束縛之離子來補償材料中的「盲電荷」。在一些實施方案中，合適的離子包括鋰離子(Li+)及氫離子(H+) (亦即，質子)。在一些其他實施方案中，其他離子可爲合適的。鋰離子(例如)至氧化鎢(WO_{3-y} ($0 < y \leq \sim 0.3$))中的嵌入使氧化鎢自透明狀態變為藍色狀態。

在一些實施方案中，EC堆疊212在透明狀態與不透明或染色狀態之

間不可逆地循環。在一些實施方案中，當EC堆疊212處於透明狀態時，跨EC堆疊212施加電位，使得該堆疊中的可用離子主要駐留在相對電極層中。當跨EC堆疊212的電位之大小減小時或當電位的極性反轉時，離子穿過離子傳導層輸送回至電致變色層，使電致變色材料轉變至不透明、染色或較暗的狀態。在一些實施方案中，電致變色層與相對電極層爲互補的著色層。作為互補實施方案之一個實例，在離子傳遞至相對電極層中時或之後，相對電極層變亮或透明，且類似地，在離子傳遞出電致變色層外時或之後，電致變色層變亮或透明。相反地，當切換極性或降低電位且離子自相對電極層傳遞至電致變色層中時，相對電極層與電致變色層變暗或變成有色的。

在一些其他實施方案中，當EC堆疊212處於不透明狀態時，對EC堆疊212施加電位，使得該堆疊中的可用離子主要駐留在相對電極層中。在此類實施方案中，當跨EC堆疊212的電位之大小減小或其極性反轉時，離子穿過離子傳導層輸送回至電致變色層，使電致變色材料轉變至透明或較亮的狀態。電致變色層與離子傳導層亦可爲互補的著色層。

ECD 210亦包括與EC堆疊212之第一表面相鄰的第一透明導電氧化物(TCO)層214及與EC堆疊212之第二表面相鄰的第二TCO層216。舉例而言，第一TCO層214可形成於第二表面S2上，EC堆疊212可形成於第一TCO層214上，以及第二TCO層216可形成於EC堆疊212上。在一些實施方案中，第一及第二TCO層214及216可由一種或多種金屬氧化物及摻有一種或多種金屬的金屬氧化物形成。舉例而言，一些合適的金屬氧化物及摻雜金屬氧化物可包括氧化銦、氧化銦錫(ITO)、摻雜氧化銦、氧化錫、摻雜氧化錫、含氟氧化錫、氧化鋅、氧化鋁鋅、摻雜氧化鋅、氧化釕及摻

雜氧化釔以及其他氧化物。雖然此類材料在本文中被稱作TCO，但該術語包含透明且導電的非氧化物以及氧化物，例如某些薄金屬及某些非金屬材料，例如導電金屬氮化物及複合導體以及其他合適材料。在一些實施方案中，第一及第二TCO層214及216至少在EC堆疊212展現出電致變色的波長範圍中爲基本上透光的。在一些實施方案中，第一及第二TCO層214及216可各自藉由物理氣相沈積(PVD)製程(包括(例如)濺射)來沈積。在一些實施方案中，第一及第二TCO層214及216可各自具有在約0.01微米(μm)至約1 μm之範圍中的厚度。透明導電材料通常具有明顯大於電致變色材料或相對電極材料之電子傳導性的電子傳導性。

第一及第二TCO層214及216用於分配EC堆疊212的各別之第一及第二表面上的電荷以跨EC堆疊212之厚度施加電位(電壓)以便修改EC堆疊212或EC堆疊212內之層的一或多個光學性質(例如，透射率、吸收率或反射率)。理想地，第一及第二TCO層214及216用於將電荷自EC堆疊212之外表面區均勻地分散至EC堆疊212之內表面區，其中自外區至內區有相對較少的歐姆電位降。因而，一般希望最小化第一及第二TCO層214及216的薄膜電阻。換言之，一般希望第一及第二TCO層214及216中之每一者表現為在各別之層214及216的所有部分上基本上等電位的層。以此方式，第一及第二TCO層214及216可跨EC堆疊212之厚度均勻地施加電位以實現EC堆疊212自漂白的或較亮的狀態(例如，透明、不完全透明或半透明狀態)至著色或較暗狀態(例如，染色、較不透明或較不半透明狀態)且反之亦然的轉變。

第一匯流條226將第一電(例如電壓)信號分送至第一TCO層214。第二匯流條228將第二電(例如電壓)信號分送至第一TCO層214。在一些其他

實施方案中，第一及第二匯流條226及228中之一者可使第一及第二TCO層214及216中的各別者接地。在所示之實施方案中，第一及第二匯流條226及228中之每一者被印刷、圖案化或以其他方式形成，使得其沿著EC堆疊212之邊界沿著第一窗片204的各別長度而定向。在一些實施方案中，第一及第二匯流條226及228中之每一者藉由以線之形式沈積導電墨水(例如銀墨水)來形成。在一些實施方案中，第一及第二匯流條226及228中之每一者沿著第一窗片204的整個長度(或幾乎整個長度)而延伸。

在所示之實施方案中，第一TCO層214、EC堆疊212及第二TCO層216未延伸至第一窗片204的絕對邊緣。舉例而言，在一些實施方案中，可使用雷射邊緣去除(LED)或其他操作來移除第一TCO層214、EC堆疊212及第二TCO層216的部分，使得此等層與第一窗片204之各別邊緣隔開距離「G」或自第一窗片204之各別邊緣插入達距離「G」，該距離可在約8 mm至約10 mm之範圍中(但其他距離為可能的且可能為所要的)。另外，在一些實施方案中，移除EC堆疊212及第二TCO層216沿著第一窗片2014的一側的邊緣部分以使第一匯流條226能夠形成於第一TCO層214上以實現第一匯流條226與第一TCO層214之間的導電耦接。第二匯流條228形成於第二TCO層216上以實現第二匯流條228與第二TCO層216之間的導電耦接。在一些實施方案中，如圖2A中所示，第一及第二匯流條226及228形成在各別間隔物218與第一窗片204之間的區中。舉例而言，第一及第二匯流條226及228中之每一者可自各別間隔物218之內邊緣插入達至少距離「F」，該距離可在約2 mm至約3 mm之範圍中(但其他距離為可能的且可能為所要的)。如此配置之一個原因係為了隱藏匯流條使之看不見。匯流條定位及LED的進一步描述見於2014年1月2日提交之美國專利申請案第

61/923,171號中，該申請案以全文引用之方式併入本文中。

IGU及窗板上之示例性帶狀線天線

在圖2A中所示之實施方案中，第一及第二天線結構230及232形成於由距離G界定的嵌入區內。在一些實施方案中，第一及第二天線結構230及232中之每一者經組態為帶狀線天線。在一些實施方案中，第一及第二天線結構230及232中之每一者藉由以線之形式沈積導電墨水(例如銀墨水)來形成。在一些其他實施方案中，第一及第二天線結構230及232中之每一者可藉由施加或黏合導電(例如銅)箔或使用合適之PVD或其他沈積製程來形成。在一些其他實施方案中，第一及第二天線結構230及232中之每一者係藉由圖案化第一TCO層214以電隔離導電帶狀線來形成。在一些實施方案中，第一及第二天線結構230及232中之每一者沿著第一窗片204的長度之一部分延伸。第一及第二天線結構230及232中之每一者的長度一般由該天線結構被設計成發射或接收的各別信號之波長決定。舉例而言，第一及第二天線結構230及232中之每一者的長度可等於相關信號的四分之一波長的整數倍。在一些實施方案中，第一及第二天線結構230及232中之每一者具有適合於載運所要頻率之信號的寬度及適合於載運所要頻率之信號的厚度。在一些實施方案中，第一及第二天線結構230及232中之每一者的寬度及厚度可對應於將藉由該天線結構載運的信號之波長(或其部分)的整數倍。在其中天線結構佔用窗之窗板的可視區之至少一部分的實施例中，界定該天線結構之線可製成十分薄的使得其係盯著IGU看之人基本上不可見的。圖2A-J、圖3A-J、圖4A-B及圖5A-B中之實例呈現了在本揭示案之範疇內的可用窗天線設計之小子集，因此其決不應被視為限制性的。

在一些實施方案中，第一及第二天線結構230及232中之每一者可爲可個別定址或獨立地驅動的，如例如在每一天線爲單極天線時。舉例而言，第一及第二天線結構230及232中之每一者可經由導電匯流條、線路或互連(在下文中在適當時可互換使用)電連接至對應的窗控制器或另一控制器或裝置，以便將信號發射至第一及第二天線結構230及232或自第一及第二天線結構230及232接收信號。另外，在一些實施方案中，第一及第二天線結構230及232中之每一者可具有與另一者不同的參數集合(例如，視將發射或接收之相關信號而不同的長度、寬度或厚度)。在一些其他實施方案中，IGU 202可包括天線結構230及232中的僅一者或不止該兩個天線結構230及232。在一些實施方案中，該等天線中之一者被設置為接收信號而另一者被設置為發射信號。在一些實施方案中，該兩個天線結構以互補的受控方式來驅動，如在該兩個天線結構爲偶極天線之部分時。

在一些實施例中，在與電致變色裝置相同之表面上製作接地平面及/或天線結構。在一個實例中，組合的接地平面與電致變色裝置堆疊包括緊挨著玻璃基板的平坦之連續接地平面、緊挨著該接地平面之絕緣層、在該絕緣體之頂部上的該電致變色堆疊之第一透明導電層及在該透明導電層之頂部上的該電致變色裝置的其餘部分。該電致變色裝置堆疊可按照習知的製作程序來製作。在此種方法中，下部之接地平面可爲由某些玻璃製造商施加之TEC (含氟氧化錫)層，或其可由電致變色裝置製造商施加，或其可爲該兩種情況之組合。舉例而言，現有TEC可由玻璃製造商修改以變成較厚的或包括來自該製造商之TEC與放置於TEC頂部上之透明導體的薄的額外層的組合。

在一些實施方案中，圖2A之IGU 202進一步包括在第一窗片204之第

一表面S1上的接地平面234。接地平面234可用以使天線結構230及232爲定向的。舉例而言，如上文所描述，圖2A－2J示出了根據一些實施方案的具有能夠將信號發射至內部環境中或自內部環境接收信號之整合式天線的示例性IGU 202的橫截面圖。因而，藉由在第一及第二天線結構230及232與外部環境之間形成或以其他方式包括接地平面234，第一及第二天線結構230及232中之每一者可相對於內部環境爲定向的；即，能夠僅將信號發射至內部環境中或自內部環境接收信號。若此類方向性並非必需的或並非所要的，則不包括接地平面234。在一些實施方案中，如所示，接地平面234可跨越基本上整個表面S1而延伸。在一些其他實施方案中，接地平面234可僅沿著及跨越表面S1的在各別的第一及第二天線結構230及232附近之區來延伸。在一些實施方案中，接地平面234可由導電材料形成，例如上文描述之導電材料中的任一者，包括薄膜金屬或金屬合金以及導電氧化物。通常，當接地平面處於IGU之可視窗區域中時，該接地平面具有不會明顯降低現住者看透處於清透狀態時之窗的能力的光學透射率。

圖2B示出了根據一些實施方案的具有能夠將信號發射至內部環境中或自內部環境接收信號之整合式天線的另一示例性IGU 202的橫截面圖。參看圖2B示出及描述之IGU 202與參看圖2A示出及描述之IGU 202類似，除了至少存在第一及第二天線結構230及232形成於第一TCO層214之各別邊緣區上的差別之外。為了使第一及第二天線結構230及232與第一TCO層214電絕緣，在第一TCO層214上在第一及第二天線結構230及232下面設置介電質或其他絕緣材料層236。在一些實施例中，該兩個天線中之僅一者設置於第一TCO層214上。舉例而言，天線結構232可直接設置於基板204上。

圖2C示出了根據一些實施方案的具有能夠將信號發射至內部環境中或自內部環境接收信號之整合式天線的另一示例性IGU 202之橫截面圖。參看圖2C示出及描述之IGU 202與參看圖2A示出及描述之IGU 202類似，除了至少存在第一及第二天線結構230及232形成於第二TCO層216之各別邊緣區上的差別之外。為了使第一及第二天線結構230及232與第二TCO層216電絕緣，在第二TCO層216上在第一及第二天線結構230及232下面設置介電質或其他絕緣材料層236。在一些實施例中，該兩個天線中之僅一者設置於第二TCO層216上。舉例而言，天線結構230可直接設置於基板204上或在第一TCO層214上(但藉由絕緣層236與之隔開)。

圖2D示出了根據一些實施方案的具有能夠將信號發射至內部環境中或自內部環境接收信號之整合式天線的另一示例性IGU 202之橫截面圖。參看圖2D示出及描述之IGU 202與參看圖2A示出及描述之IGU 202類似，除了至少存在第一及第二天線結構230及232藉由圖案化第二TCO層216而形成的差別之外。舉例而言，可使用一或多個雷射刻寫、雷射燒蝕或蝕刻製程來圖案化第一及第二天線結構230及232及使第一及第二天線結構230及232與第二TCO層216之周圍部分電絕緣。在所描繪之實施例中，天線結構230包括兩條帶狀線。

圖2E示出了根據一些實施方案的具有能夠將信號發射至內部環境中或自內部環境接收信號之整合式天線的另一示例性IGU 202之橫截面圖。參看圖2E示出及描述之IGU 202與參看圖2C示出及描述之IGU 202類似，除了至少存在第一及第二天線結構230及232形成於接地平面234上的差別之外，該接地平面又形成於第二TCO層216上。為了使接地平面234與第二TCO層216電絕緣，在第二TCO層216上且在接地平面234下面設置介電

質或其他絕緣材料層238。絕緣條帶236將天線結構230及232與接地平面234隔離。

圖2F示出了根據一些實施方案的具有能夠將信號發射至內部環境中或自內部環境接收信號之整合式天線的另一示例性IGU 202之橫截面圖。參看圖2F示出及描述之IGU 202與參看圖2E示出及描述之IGU 202類似，除了至少存在接地平面234形成於第一窗片204之第二表面S2與EC裝置210之間的差別之外。為了使接地平面234與第一TCO層214電絕緣，在形成第一TCO層214之前先在接地平面234上形成介電質或其他絕緣材料層238。在所描繪之實施例中，天線結構230及232與絕緣條帶236一起駐留在第二TCO 216上。在其他實施例中，該等天線結構中之一者或兩者駐留在第一TCO 214上。

圖2G示出了根據一些實施方案的具有能夠將信號發射至內部環境中或自內部環境接收信號之整合式天線的另一示例性IGU 202之橫截面圖。參看圖2G示出及描述之IGU 202與參看圖2A示出及描述之IGU 202類似，除了至少存在第一及第二天線結構230及232形成在第二窗片206之第一表面S3的各別邊緣區上的差別之外。在一些情況中，該等天線結構藉由印刷導電材料(例如銀墨水)而形成。在一些實施方案中，圖2G之IGU 202進一步包括安置於第一及第二天線結構230及234上的接地平面234。為了使接地平面234與第一及第二天線結構230及232電絕緣，在形成接地平面234之前先在第一及第二天線結構230及232上形成介電質或其他絕緣材料層236。在一些其他實施方案中，接地平面234可安置於第一窗片204之第一表面S1上或在第一窗片204之第二表面S2上在EC裝置210下面或上面。

圖2H示出了根據一些實施方案的具有能夠將信號發射至內部環境中

或自內部環境接收信號之整合式天線的另一示例性IGU 202之橫截面圖。參看圖2H示出及描述之IGU 202與參看圖2G示出及描述之IGU 202類似，除了至少存在第一及第二天線結構230及232係自導電氧化物層(例如，例如與第一及第二TCO層214及216相同之材料)圖案化而成的差別之外。

圖2I示出了根據一些實施方案的具有能夠將信號發射至內部環境中或自內部環境接收信號之整合式天線的另一示例性IGU 202之橫截面圖。參看圖2I示出及描述之IGU 202與參看圖2G示出及描述之IGU 202類似，除了至少存在第一及第二天線結構230及232形成在第一窗片204之第一表面S1的各別邊緣區上的差別之外。在一些情況中，該等天線結構爲導電條帶，例如銀墨水條帶。在一些實施方案中，圖2I之IGU 202進一步包括形成在第一及第二天線結構230及234上的接地平面234。為了使接地平面234與第一及第二天線結構230及232電絕緣，在形成接地平面234之前先在第一及第二天線結構230及232上形成介電質或其他絕緣材料層236。

圖2J示出了根據一些實施方案的具有能夠將信號發射至內部環境中或自內部環境接收信號之整合式天線的另一示例性IGU 202之橫截面圖。參看圖2J示出及描述之IGU 202與參看圖2I示出及描述之IGU 202類似，除了至少存在第一及第二天線結構230及232係自導電氧化物層(例如，例如與第一及第二TCO層214及216相同之材料)圖案化而成的差別之外。

圖3A-3J示出了根據一些實施方案的具有能夠將信號向外發射至外部環境或自外部環境接收信號之整合式天線的示例性IGU 202之橫截面圖。參看圖2A-2J示出及描述之特徵中的許多適用於圖3A-3J之實施例，但接地平面與天線結構之相對位置顛倒。參看圖3A示出及描述之IGU 202與參看圖2A示出及描述之IGU 202類似，除了至少存在接地平面234形成於第

二窗片206之第一表面S3上的差別之外。在一些其他實施方案中，接地平面234可形成於第二平面206之第二表面S4上。

圖3B示出了根據一些實施方案的具有能夠將信號向外發射至外部環境或自外部環境接收信號之整合式天線的另一示例性IGU 202之橫截面圖。參看圖3B示出及描述之IGU 202與參看圖3A示出及描述之IGU 202類似，除了至少存在第一及第二天線結構230及232形成於第一TCO層214之各別邊緣區上的差別之外。為了使第一及第二天線結構230及232與第一TCO層214電絕緣，在形成第一及第二天線結構230及232之前，先在第一TCO層214上形成介電質或其他絕緣材料層236。

圖3C示出了根據一些實施方案的具有能夠將信號向外發射至外部環境或自外部環境接收信號之整合式天線的另一示例性IGU 202之橫截面圖。參看圖3C示出及描述之IGU 202與參看圖3A示出及描述之IGU 202類似，除了至少存在第一及第二天線結構230及232形成於第二TCO層216之各別邊緣區上的差別之外。為了使第一及第二天線結構230及232與第二TCO層216電絕緣，在形成第一及第二天線結構230及232之前，先在第二TCO層216上形成介電質或其他絕緣材料層236。

圖3D示出了根據一些實施方案的具有能夠將信號向外發射至外部環境或自外部環境接收信號之整合式天線的另一示例性IGU 202之橫截面圖。參看圖3D示出及描述之IGU 202與參看圖3A示出及描述之IGU 202類似，除了至少存在第一及第二天線結構230及232藉由圖案化第二TCO層216而形成的差別之外。舉例而言，可使用雷射刻寫或蝕刻製程來圖案化第一及第二天線結構230及232及使第一及第二天線結構230及232與第二TCO層216之周圍部分電絕緣。

圖3E示出了根據一些實施方案的具有能夠將信號向外發射至外部環境或自外部環境接收信號之整合式天線的另一示例性IGU 202之橫截面圖。參看圖3E示出及描述之IGU 202與參看圖3C示出及描述之IGU 202類似，除了至少存在接地平面形成在第一及第二天線結構230及232上的差別之外。為了使接地平面234與第一及第二天線結構230及232電絕緣，在形成接地平面234之前先在第一及第二天線結構230及232上形成介電質或其他絕緣材料層238。

圖3F示出了根據一些實施方案的具有能夠將信號向外發射至外部環境或自外部環境接收信號之整合式天線的另一示例性IGU 202之橫截面圖。參看圖3F示出及描述之IGU 202與參看圖3E示出及描述之IGU 202類似，除了至少存在在EC裝置210下面且在形成EC裝置210之前在第一窗片204之第二表面S2上形成第一及第二天線結構230及232、絕緣層236及接地平面234的差別之外。

圖3G示出了根據一些實施方案的具有能夠將信號向外發射至外部環境或自外部環境接收信號之整合式天線的另一示例性IGU 202之橫截面圖。參看圖3G示出及描述之IGU 202與參看圖3A示出及描述之IGU 202類似，除了至少存在第一及第二天線結構230及232形成在第二窗片206之第一表面S3的各別邊緣區上的差別之外。在一些實施方案中，圖3G之IGU 202進一步包括形成在第一及第二天線結構230及234與表面S3之間的接地平面234。為了使接地平面234與第一及第二天線結構230及232電絕緣，在形成第一及第二天線結構230及232之前先在接地平面234上形成介電質或其他絕緣材料層236。在一些其他實施方案中，接地平面234可形成在第二窗片206之第二表面S4上。

圖3H示出了根據一些實施方案的具有能夠將信號向外發射至外部環境或自外部環境接收信號之整合式天線的另一示例性IGU 202之橫截面圖。參看圖3H示出及描述之IGU 202與參看圖3G示出及描述之IGU 202類似，除了至少存在第一及第二天線結構230及232係自導電氧化物層(例如，例如與第一及第二TCO層214及216相同之材料)圖案化而成的差別之外。

圖3I示出了根據一些實施方案的具有能夠將信號向外發射至外部環境或自外部環境接收信號之整合式天線的另一示例性IGU 202之橫截面圖。參看圖3I示出及描述之IGU 202與參看圖3G示出及描述之IGU 202類似，除了至少存在第一及第二天線結構230及232形成在第一窗片204之第一表面S1的各別邊緣區上的差別之外。在一些實施方案中，圖2I之IGU 202進一步包括形成在表面S1上在第一及第二天線結構230及234下面的接地平面234。為了使接地平面234與第一及第二天線結構230及232電絕緣，在形成第一及第二天線結構230及232之前先在接地平面234上形成介電質或其他絕緣材料層236。

圖3J示出了根據一些實施方案的具有能夠將信號發射至內部環境中或自內部環境接收信號之整合式天線的另一示例性IGU 202之橫截面圖。參看圖3J示出及描述之IGU 202與參看圖3I示出及描述之IGU 202類似，除了至少存在第一及第二天線結構230及232係自導電氧化物層(例如，例如與第一及第二TCO層214及216相同之材料)圖案化而成的差別之外。

圖4A及圖4B示出了根據一些實施方案的具有能夠將信號發射至內部及外部環境及自內部及外部環境接收信號之整合式天線的示例性IGU 202之橫截面圖。在具有此類功能性之各種實施例中，至少一個接地平面安置

於接地平面內側之一個天線結構與接地平面外側之另一天線結構之間。面向內部之天線結構不會被該天線結構內側之另一接地平面遮擋。類似地，面向外部之天線結構不會被該天線結構外側之另一接地平面遮擋。在一些實施方案中，多個接地平面安置於面向內部與面向外部之天線結構之間。

某些實施例涉及貼片天線，該等貼片天線具有(i)在窗上的用以形成天線結構之一片導電材料及(ii)可與該等貼片天線結構平行或垂直(或之間的任何角度)之接地平面。該貼片天線可組態為與本文中別處描述之帶狀線天線類似的單極天線。雖然帶狀線通常相對較細(在平行於其所形成於之表面的維度上)，但貼片相對較寬，例如在其最窄之維度(亦即，平行於其所形成於之表面的維度)上至少約0.5吋。在其他實施例中，貼片在其最窄之維度上至少約1吋、或約至少約2吋、或至少約3吋。在某些實施例中，貼片天線結構爲具有適合於本文中揭示之帶狀線天線結構的厚度(完全垂直於其所形成於之表面)的一片連續的、未經圖案化的導電材料。在一些實施例中，貼片天線結構被圖案化；例如，一些分形天線結構。除非另外指明，否則帶狀線天線結構之任何論述同樣適用於貼片天線結構。

同一平面上之接地平面及天線結構

圖2A-4B之實施例示出了在不同層上之接地平面及天線結構。情況無需如此。在一些實施方案中，接地平面與天線結構佔用單個層之不同區。舉例而言，TCO層可被圖案化及電連接，使得TCO之接地部分充當接地平面而一或多個單獨連接之線充當天線結構。當(例如)在例如間隔物或窗框架結構等窗板外結構上設置平坦接地平面爲不方便時，此類設計可爲適當的。視一層上之接地平面與天線結構之相對大小、位置及定向而定，如熟習此項技術者所瞭解，分散用於發射或接收之輻射。舉例而言，

如上文所闡釋，自窗天線發射之輻射可被引導遠離接地平面。圖9D呈現了部署在窗板之同一窗片上的分形貼片天線995及帶狀接地平面993的實例。其他實例採用其他形狀及大小之接地平面，包括覆蓋窗板之一側的全部或一部分的矩形。其他實例採用其他天線結構，例如其他形式之貼片天線、帶狀線天線等。

用於窗天線之天線設計的類別

天線結構相對於電致變色裝置之位置

各種IGU天線設計通常落在一或多個類別中。在一個類別中，電致變色裝置自身經修改以包括天線或其部分。在此類實施例中，天線可被製作在該裝置之透明導體層中或上，例如與玻璃基板相鄰安置之透明導體層(例如，含氟氧化錫或「TEC」層)或設置於電致變色堆疊的與玻璃表面對置之頂部處的上部透明導體層(例如，氧化銦錫或「ITO」層)。在電致變色裝置中，兩個透明導體層中之每一者連接至其自己的匯流條，該匯流條在電致變色裝置之切換期間將該等透明導電層驅動至相反極性。當天線設置於此等層中之一者中或上時，天線必須與導電層之周圍部分電隔離，且必須為天線傳輸線設置額外電連接。舉例而言，天線設計圖案實際上可藉由雷射刻寫或蝕刻來繪出且與周圍之導電層電隔離。在一些實施例中，對匯流條分段，使得一或多個區段給電致變色裝置轉變供電，而不同之區段將電信號發射至天線或自天線接收電信號。

在另一類別中，天線結構被製作在與電致變色裝置成一體的堆疊之層中，但該層不直接起到與電致變色裝置之染色或切換相關聯的作用。在一個實例中，導電材料之單獨層沈積於含有電致變色裝置堆疊之基板上。在一些實施例中，在基板(玻璃)之一側上沈積額外層，其中該電致變色裝

置堆疊製作在該側上，且此層之形成可整合在電致變色裝置堆疊之層的沈積中。舉例而言，在電致變色裝置之頂部上(在背對玻璃基板之側上)，該天線結構可實施為上部透明導體層上面之絕緣層及該絕緣層上面的印刷圖案或經圖案化之導電層，其中該圖案界定該天線結構。在一些實施例中，專用於天線結構之單獨的導電層隨基板一起提供且不需要在電致變色裝置之製作期間單獨地沈積。不管該專用天線結構層如何製作，其將包括在該層中或上的用於天線結構之單獨電連接。分別地，用以驅動電致變色裝置之切換的兩個透明導電層將具有標準的匯流條或其他連接來用於施加所需極性之電壓以驅動光學切換。

在另一類別中，自下伏基板剝去電致變色裝置堆疊的透明導電層中之一者的一部分，且隨後，在暴露之區域上形成天線結構(例如，藉由CVD、軋製遮罩光微影或導電墨水印刷技術)。在某些實施例中，TCO之所移除部分位於電致變色窗板之邊緣處或附近。

在另一類別中，該天線結構安置於除了具有電致變色裝置之IGU表面之外的IGU表面上。此類其他表面可爲與電致變色裝置堆疊所駐留在之窗板表面對置的表面。在一些此類實施例中，電致變色窗板包括積層結構(包括該天線結構)，該積層結構包括當前ECD設計中未包括的額外層或窗片。在其他實施例中，天線結構形成於IGU的單獨窗板之表面上。

間隔物上之天線

圖5A及圖5B示出了根據一些實施方案的具有整合式天線之其他示例性IGU 202的橫截面圖。在參看圖5A示出及描述之IGU 202中，一或多個第一天線結構540形成在間隔物218中之第一者的內側表面上，而一或多個第二天線結構542形成在間隔物218中之第二者的內側表面上。第一及

第二天線結構540及542可分別使用黏合層544及546來黏合至間隔物218。舉例而言，第一及第二天線結構542及544可由安裝在或以其他方式沈積或形成在邁拉或其他黏合膠帶上之導電箔形成。參看圖5B示出及描述之IGU 202與參看圖5A示出及描述之IGU 202類似，除了至少存在圖5B之IGU 202包括金屬間隔物548而非發泡體或其他絕緣間隔物218的差別之外。在此類實施方案中，間隔物548自身可充當接地平面。或者，若間隔物或其部分經適當組態(大小、形狀、位置、導體材料)，則該間隔物可被當作輻射天線電極來驅動。

如藉由電極結構及輻射性質表徵之窗天線設計

示例性單極天線

單極天線具有爲單個極、線或貼片之天線結構，但其可包括其他形狀，例如用在一些分形天線(例如圖8A及圖8B中所示之分形天線)中的三角形形狀。通常，在窗實施方案中，天線結構被設置為窗表面上之帶狀線或貼片(例如，為TCO、銅金屬或銀墨水之細線)。第二電極爲垂直於形成該天線結構之線的軸定向的接地平面。術語垂直意欲包括電極正好隔開90度之定向以及電極並未正好隔開90度(例如，其成約85至90度、或約75至90度、或至少約60至90度)之定向。接地平面安置於天線結構的一端之外，使得氣體(例如，空氣或填充IGU內部之氣體)或其他介電質將天線結構之該端與接地平面隔開。當天線結構安置於窗上時，接地平面可設置於相鄰結構上，例如窗框架、建築物框架組件(例如豎框或橫框)、IGU之間隔物、或貼附至窗或前述元件中之任一者的單獨的導電、基本上平面的結構。應用於窗天線中的單極天線之基本結構描繪於圖9A中，該結構包括：窗板950，在該窗板上設有導電材料之條帶(天線結構952)；及基本上

垂直於天線結構而定向的單獨之接地平面954。圖9D亦描繪了單極天線，此時分形貼片作為天線結構，而共面導電條帶作為接地平面。

單極天線以單個頻率或窄範圍之頻率來發射(及/或接收)輻射。針對應用而選擇頻率展幅。通常，展幅愈窄，天線使用功率愈高效。然而，一些傳輸協定例如Wi-Fi採用一頻率展幅(例如，2.40 GHz至2.49 GHz)且可能希望天線在相當之範圍內進行發射或接收。單極天線之長度由其用於之RF波的波長決定。舉例而言，四分之一波單極的長度爲無線電波之波長的約1/4。

單極天線通常全向地發射(及/或接收)輻射；例如，圍繞天線結構之線的軸約360度。信號強度可圍繞單極軸均勻地或幾乎均勻地分佈。若任何信號超出接地平面外，則其很少輻射(或接收)。另外，其輻射(或接收)在單極軸之方向上、遠離接地平面的僅有限信號。當單極天線結構安置於平坦表面(例如窗板)上時，其向該結構之左及右輻射以及輻射入及輻射出窗板之平面。此方向性允許單極設計用於其中全向方位發射或接收爲所要的許多應用。

實施在窗上之單極天線相對易於製作。其可藉由在玻璃窗之平面上的導電材料之條帶及被定位成與窗上的導電材料之該條帶或貼片的軸垂直的接地平面來實施。可用許多不同方式來實施接地平面。舉例而言，其可爲導電框架結構(例如鋁制橫框或豎框)的部分。其亦可爲特別被製作成接地平面之導電板，例如貼附至窗板且與單極天線結構之端點隔開的一片金屬或導電材料。其亦可爲形成在或貼附至窗框架或隔熱玻璃窗單元或圍繞具有單極結構之玻璃窗片之外周的其他結構上的導電材料之此類平坦部分。在一些實施方案中，接地平面安置於與單極電極天線結構相同之窗板

上。與其他單極天線實施例一樣，接地平面偏離天線結構之軸向端點，但在此種情況中接地平面形成在窗板之平坦面上，天線結構所駐留之表面(參見圖9D)或平行表面。在其他實施例中，接地平面安置於窗板之邊緣上。舉例而言，接地平面可爲導電條帶，例如安置於窗板之邊緣上與單極電極結構之端點相鄰的金屬條帶。在一些情況中，此類接地平面安置於窗板之兩個或兩個以上邊緣上，在適當時約束天線之輻射場型。

單極天線在電致變色窗之情形中具有各種應用。舉例而言，單極天線可用於向建築物之內部或外部廣播信號。單極天線亦可自建築物之內部或外部接收信號。可採用全向單極天線來產生藍芽信標(IEEE 802.15.1；2.4 – 2.485 GHz)、Wi-Fi中繼器(IEEE 802.11；主要爲2.4吉赫及5吉赫)、紫蜂網路通信(IEEE 802.15.4；在美國915 MHz)等。

變型單極天線具有與全向單極天線設計類似的設計,因為該天線之天線結構爲單個極、貼片或線。且像全向單極天線一樣，此單極天線具有接地平面，但該接地平面平行於單極天線結構之軸來定向。術語平行意欲包括電極正好隔開0度之定向以及電極並未正好隔開0度(例如，其成約0至5度、或約0至15度、或約0至30度)之定向。當天線結構安置於窗上時，接地平面可設置於與天線結構相同之表面上或在平行表面(例如窗的具有天線結構之對置表面)上，或在IGU或多個窗窗片之其他總成的單獨之窗的表面中之一者上。作為實例，圖2A-4B中所示之結構可實施為具有平行接地平面之單極天線。

與全向單極天線一樣，具有平行接地平面之單極天線以單個頻率或窄範圍之頻率來發射(及/或接收)輻射。

與全向單極天線不同，具有平行接地平面之單極天線通常定向地發

射(及/或接收)輻射；例如，圍繞天線結構之線的軸的一側約180度。信號強度可圍繞180度均勻地或幾乎均勻地分佈。若任何信號超出接地平面外，則其很少輻射(或接收)。輻射分佈可爲瓣，其中最強之信號在與接地平面相反之方向上。在一些情況中，輻射分佈形成沿著天線結構之軸的長度切出的約半個圓柱形。

具有平行接地平面之單極天線在電致變色窗的情形中具有各種應用。舉例而言，可採用具有平行接地平面之單極天線來產生藍芽信標(IEEE 802.15.1；2.4 – 2.485 GHz)、Wi-Fi中繼器(IEEE 802.11；主要爲2.4吉赫及5吉赫)、紫蜂網路通信(IEEE 802.15.4；在美國爲915 MHz)等。

示例性偶極天線

偶極天線包括兩個電極，該等電極均爲輻射(或接收)電磁能量之天線結構。與單極一樣，每一此類電極爲單個極、貼片或線。此外，與窗實施方案中之單極天線一樣，偶極電極可被設置為窗表面上之帶狀線(例如，為TCO、銅金屬或銀墨水之細線)。通常，偶極天線之線或貼片爲平行的。術語平行意欲包括電極正好隔開0度之定向以及電極並未正好隔開0度(例如，其成約0至5度、或約0至15度、或約0至30度)之定向。偶極天線可被設計成有或無接地平面。當存在時，接地平面可爲第三電極且可垂直於或平行於偶極天線之極來定向，其方式類似於全向及有限方向的單極天線中的配置。個別偶極電極可共用單個接地平面。在偶極設計中，如上文針對單極天線所描述，接地平面可設置於導電框架結構或其他特別設計之結構上。

當電極長度相同或基本上相同時，偶極天線通常以單個頻率或窄範

圍之頻率來工作。在此類情況中，波長可爲偶極天線結構長度之長度的約2倍。當天線結構具有不同的長度時，天線結構輻射(或接收)不同頻率之輻射，該等頻率各自與不同極(電極)相關聯。

偶極天線定向地工作，其中在基本上平行於天線之兩個極的兩個瓣上具有最大輻射強度(或信號接收效率)且在位於該兩個極之間的平面上具有相對較高的強度。偶極窗天線之應用包括單極天線之應用，但在一些情況中具有更多方向性或需要較強信號(例如城市中高樓之較低樓層)。此類位置可能會經歷來自多個RF源的嚴重雜訊及干擾。

圖6A示出了IGU 202 (例如參看圖2A或圖2B示出及描述之IGU)的俯視圖或平面圖。在圖6A之IGU 202中，第一及第二天線結構230及232中心連接為偶極天線。在一些實施方案中，圖6A之IGU 202進一步包括用於為第一及第二天線結構230及232提供阻抗匹配或濾波的匹配電路650及652。舉例而言，匹配電路650及652中之每一者可包括一或多個被動電路元件，例如一或多個電感器、電容器、電阻器及/或變壓器。參看圖6B示出及描述之IGU 202與參看圖6A示出及描述之IGU 202類似，除了至少存在第一及第二天線結構230及232電連接為單極天線的差別之外。

參看圖6B，若第一及第二天線結構230及232具有相同的參數(尤其係長度)且以相同頻率之信號同相地進行驅動，則其之間將存在相長干涉。然而，若第一及第二天線結構230及232具有相同的參數(尤其係長度)且以相同頻率之信號180度異相地進行驅動，則第一及第二天線結構230及232之組合將充當折合偶極子，其中第一及第二天線結構230及232中之每一者充當半偶極子。另外，若第一及第二天線結構230及232的參數不同或若施加於第一及第二天線結構230及232中之每一者的信號的頻率或相位

不同，則將存在相長及相消干涉，此可用於在整體上調整第一及第二天線結構230及232之組合的方向性。一般地，在包括多個天線設計圖案(例如，用於以不同頻率進行發射)之實施方案中，窗經組態，使得該多個設計圖案可單獨地藉由(例如)網路控制器定址。在一些情況中，窗及/或控制器可經組態以動態地選擇使用哪個天線及應用哪個功率及相位。另外，在其中使用分形天線之實施方案中，亦可使用控制器來調整分形天線的頻率工作範圍。

在一些實施例中，天線結構230及232或其他天線結構(例如圖8B之天線結構)位於IGU中之一或多個窗板的邊緣附近，使得其被IGU間隔物遮掩且因此在窗板之可視區中不可見。因而，該等天線結構可具有若其未被間隔物隱藏起來則原本會使其可見之線寬及其他尺寸及光學性質。應指出，在一些實施例中，當IGU間隔物遮掩了天線結構時，該間隔物由非導電材料製成。

圖7A及圖7B示出了根據一些其他實施方案的不同之示例性天線結構及图案。參看圖7A示出及描述之IGU 202與參看圖6A示出及描述之IGU 202類似，除了至少存在第一及第二偶極連接之天線結構230及232各自包括藉由相同信號驅動的多個偶極連接之天線結構的差別之外。在所示實施方案中，該等天線結構中之每一者的長度等於相關信號之四分之一波長的不同整數倍。在一些類似實施方案中，一或多個天線結構可實施為八木或對數週期天線。參看圖7B示出及描述之IGU 202與參看圖7A示出及描述之IGU 202類似，除了至少存在第一及第二偶極連接之天線結構230及232各自包括藉由相同信號驅動的偶極連接之天線結構的陣列的差別之外。

八木天線包括沿著一條線分佈之多個平行元件。該等平行元件可附

接至橫杆。此等元件中之至少一對被當作偶極對來驅動且藉由傳輸線路連接至天線電路(發射器或接收器)。參見圖7A至圖7B。該等平行元件中有至少一個寄生元件，該寄生元件未電連接至發射器或接收器，且充當輻射無線電波以修改輻射場型的共振器。該等平行元件中之另一者爲位於受驅動元件之一側的反射器。元件之間的一般間距視特定設計而自波長之約1/10至1/4變動。主導元件之長度稍短於受驅動元件之長度，而反射器稍長。

八木天線具有與偶極天線相同之頻率特性。當電極長度相同或基本上相同時，八木天線具有單個頻率或窄範圍之頻率。在此類情況中，波長可爲偶極天線結構長度之長度的約2倍。當天線結構具有不同的長度時，天線結構輻射(或接收)不同頻率之輻射，該等頻率各自與不同極(電極)相關聯。輻射場型爲基本上單向的，具有在該等元件之平面中沿著垂直於該等元件之軸的主瓣。對窗之應用包括其中需要強定向組件的應用。應指出，八木天線發射及接收在天線結構之平面之方向上極化的輻射。在其中廣播輻射在水平方向上極化的情況中，安置於天窗或其他水平定向之窗上的八木天線可能爲適當的。

對數週期天線具有一天線結構，該天線結構具有長度漸增之多個偶極受驅動元件。參見(例如)圖7A至圖7B。每一偶極受驅動元件含有一對平行的導電條帶或線，該等導電條帶或線可形成在窗表面上。該等偶極元件沿著一條線緊密地安置在一起、併聯連接至來自發射器或接收器之饋線。偶極元件以按照頻率之sigma函數的間隔來隔開。偶極元件中之線的長度對應於天線之總頻寬的不同頻率處的諧振。對數週期天線之每個線狀元件爲主動的，即，電連接至饋線。當存在時，接地平面可垂直於或平行

於對數週期天線之偶極元件來定向，其方式類似於單極天線中之配置。

對數週期天線發射及/或接收部分藉由受驅動之偶極元件的長度決定的寬範圍之頻率。對數週期天線爲高度定向的，通常具有窄之波束輻射場型。該輻射場型在對數週期天線之頻率範圍內爲幾乎恒定的。對窗天線之應用包括適合其他偶極天線(例如八木天線)之應用。

示例性分形天線

分形天線之天線結構具有分形形狀。合適形狀之一個實例爲Sierpinski分形形狀。其他實例包括科赫曲線及希爾伯特-皮亞諾曲線。參見(例如)圖8A至圖8B。分形天線由包括西班牙巴塞羅那的Fractus公司在內的各種公司設計及製造。通常，在窗實施方案中，其被設置為窗表面上之分形設計(例如，為TCO、銅金屬或銀墨水之細圖案)。在一些實施方案中，如上文針對單極天線所描述，第二電極爲垂直於形成天線結構之線的軸來定向的接地平面。在一些實施方案中，與具有平行接地平面之單極天線一樣，接地平面平行於分形天線結構之軸來定向。被分形天線佔用的窗區域可相對較小；例如，在最長維度上約4吋或更小(例如，約20 mm乘30 mm)。

分形天線可視分形結構而具有單個或多個頻率。分形天線可被設計成具有單極天線或單極天線群組的特性。因為分形天線可被設計成具有單極天線或單極天線群組的特性，所以其可視接地平面所處之位置而具有全向單極天線或具有平行接地平面之單極天線(均在上文進行了描述)的方向特性。分形天線之好處爲其可以多個頻率有效地工作同時在窗上佔用相對較少的空間。如圖8A中所示，Sierpinski分形之重複結構提供了各自具有不同頻率的單極天線的多個反復。在一些實施方案中，不同的頻率可為窗

天線提供不同的應用，或其可為單個應用提供不同的工作頻帶。

圖8B示出了具有垂直於接地平面802來定向之Sierpinski分形天線結構801的單極窗天線。在某些實施方案中，Sierpinski分形天線結構801製作在窗板表面上，而接地平面802實施在間隔物或窗框將元件(例如豎框或橫框)上。

圖8C示出了實施為貼片天線(圖8B中之「分形貼片」)的Sierpinski分形天線結構及平行之接地平面，其一起夾住基板，例如窗板。在圖中提供了示例性尺寸。一般地，Sierpinski分形天線可實施在小尺寸之貼片中，例如，具有約5吋或更小或約2吋或更小的基座至頂點尺寸。

參看圖8D及圖8E示出及描述之IGU 202與參看圖6A示出及描述之IGU 202類似，除了至少存在第一及第二天線結構230及232被圖案化或以其他方式形成為分形天線的差別之外。更具體言之，在圖8D之IGU 202中，第一及第二天線結構230及232中之每一者被圖案化為科赫曲線。在圖8E之IGU 202中，第一及第二天線結構230及232中之每一者被圖案化為希爾伯特-皮亞諾曲線。在一些此類實施方案中(及甚至在上文描述之其他實施方案中)，可有利地使用銀或其他導電材料奈米印刷、軋製遮罩光微影或其他技術來圖案化天線結構230及232。在此等及其他實施方案中，一般希望天線結構十分窄或否則爲透明的以免人眼可輕易地或容易地看到。在一些其他實施方案中，第一及第二天線結構230及232可被圖案化以形成其他類型之天線，包括希臘鍵紋天線。

在單個窗、IGU或窗及相關聯之結構(例如框架、豎框、橫框等)上之多個天線

在某些實施例中，窗及/或窗之相關聯組件含有多個天線。考慮到許

多天線結構的小尺寸及不顯眼之構造，可在單個窗(窗板)及/或相關聯之窗組件上設置多個天線。分形天線(例如)可爲每維度約2吋。除了窗總成之窗板之外，天線亦可安置於一或多個窗及/或天線控制器、IGU間隔物、窗框架(包括豎框及橫框)等上。在一些情況中，天線設置於窗控制器之電路板上。在一些情況中，天線設置於黏合條帶上，該黏合條帶用於提供將兩個或兩個以上元件(例如電致變色窗、天線結構、接地平面及控制器)相連接的導體。此類黏合條帶之實例提供於圖11D、圖11G及圖11H中。如顯而易見的，某些設計採用兩個或兩個以上天線，其各自具有其自己之輻射場型。在此類實施例中，該設計可解決出現干擾及/或空區之可能性。

圖9B呈現了一實例，其中窗板909 (像本文中描述之許多窗板一樣其可爲電致變色窗板)含有分形天線913及一般的貼片天線915，該分形天線及貼片天線各自獨立地進行控制，但共用單個接地平面911。在某些實施例中，該兩個天線採用不同之接地平面。在一些實施方案中，該兩個天線以互補方式進行驅動以充當偶極天線。在其他實施方案中，該等天線不在一起工作，而是提供單獨之應用，例如提供藍芽信標及提供Wi-Fi服務。在所描繪之組態中，接地平面911基本上垂直於窗板909及相關聯之天線913及915。

圖9C呈現了一實例，其中窗板970具有安置於窗板之表面上的三個Sierpinski分形天線980、982及984。雖然未示出，但一或多個相關聯之接地平面可設置於窗板970之平行表面或平行窗板上，該平行窗板可爲具有窗板970之IGU的部分。控制器975可設置於窗板970上或附近。在一個實例中，如結合圖11A-F論述，使用窗附接之載具來實施控制器975。在所描繪之實例中，通信介面974設置於控制器975內。介面974可提供窗板

970之天線與主控制器或用於操作天線之指令的其他源之間的通信。在一些實施方案中，介面974經組態以與CAN匯流排介接。當然，可使用其他通信協定。控制器975亦包括用於控制天線之邏輯。此類邏輯可服務於用於個別天線的接收/發射邏輯。如所示，邏輯塊978控制天線984，而邏輯塊976控制天線980及982。在一些實施方案中，天線980及982一起用作偶極天線。

用於將天線組件連接至發射器/接收器邏輯的互連

如所闡釋，天線結構可實施為(例如)在窗表面之平面上的導電材料之線(例如透明導電氧化物之線)，但藉由介電質與接地平面隔開。如所描述，至少該天線結構必須各自電耦接至發射器及/或接收器邏輯，該邏輯可實施於天線控制器中。另外，接地平面(若存在)必須連接至接地。可使用各種類型之電連接(或「互連」)來達成此等目的，其中類型視天線組件及控制器駐留於之窗的部分而變。

圍繞一或多個窗板之邊緣的互連

在其中天線電極位於不同表面(例如，其未位於窗板之同一表面上)的天線設計中，可能需要在窗或IGU之各部分之間經過或圍繞窗或IGU之各部分的電連接。舉例而言，在IGU表面S4與S3之間、在表面S4與S2之間、在表面S4與S1之間、在表面S3與S2之間、在表面S3與S1之間、在表面S2與S1之間、在間隔物表面與任何IGU窗板表面之間、或在窗框架元件(包括豎框或橫框)與任一窗板表面之間可能需要電連接。該電連接可採取適當地鋪設以進行必需連接之導線、纜線、膠帶、導電塊等的形式。在一些情況中，該互連自IGU間隔物之內部或下面穿過。在一些情況中，互連符合窗板、間隔物或需要連接的天線電極之間的其他表面之邊緣的形狀/

表面。在下文呈現少許實例。此等實例中之任一者可擴展為採用本文中描述的其他類型之互連。

在各種實施例中，兩個互連自IGU或其他相關聯之窗結構上的連接器發出。該連接器連接至位於IGU上之別處或位於遠處位置處的天線控制器(接收器及/或發射器邏輯)。圖10A-F呈現了位於窗或IGU上或附近且將延伸至接地平面及天線結構之電連接隔開的連接器之實例。

圖10A示出了窗板1001之橫截面，其中纜線1003 (例如屏蔽同軸纜線)附接至窗板之邊緣。纜線1003與天線接收器及/或發射器(未圖示)電通信。纜線1003之接地護套1005連接至窗板1001上之接地平面1007，而纜線1003之中心導體1009連接至窗板1001上的帶狀線或貼片天線1011。接地平面1007及天線結構1011處於窗板1001之對置面上。在此實施例中，纜線1003自天線發射器/接收器起保持其完整性(接地護套1005環繞中心導體1009)，直到其接觸窗板1001為止，其中護套1005與導體1009隔開以觸及接地平面1007及天線結構1011之不同位置。在所描繪之實施例中，纜線1003附接至窗板1001之邊緣，且自此處分裂成接地連接器及信號/電力連接器。在替代實施例中，纜線1003附接至窗板1001之面或接地平面及天線結構附近的其他位置。

圖10B示出了相關實施例，其中纜線1003附接至窗板1001之面而非邊緣。在此實例中，窗板1001形成絕緣玻璃單元之部分，該絕緣玻璃單元包括平行窗板1013及間隔物1015。天線結構1011正好位於間隔物1015之外邊緣外。若間隔物1015爲不導電的或(例如)塗布有非導電材料，則天線結構1011可完全地或部分地設置於間隔物下面。

圖10C呈現了類似實例，但依賴於小連接器1017，例如標準MCX連

接器，將來自天線接收器/發射器之線1019連接至天線結構1011及接地平面1007。多種類型之小(例如，無尺寸大於約1吋)連接器可用於進行必需的連接。由於連接器1017不包括纜線1003之接地護套，因此使用單獨之導電線1021來將接地平面1007連接至連接器1017之接地端子。有各種選擇可用於實施導電線1021。此等選擇中之一者示出於圖10D及圖10E中。如此處所示，導電線1021爲在其自連接器1017延伸至接地平面1007時符合窗板1001之邊緣的條帶。導電線1021可爲可鍛材料(例如，金屬箔，例如銅箔)的條帶。或者，導電線1021可爲含有導體之可撓性膠帶，與圖11D及圖11G中描繪之膠帶類似，但不一定需要不止單個導電線。在圖10E中示出之細節中，線1021經由焊料1025連接至接地平面1007。當然，可使用摩擦接頭、導電墨水等來替代焊料。如圖10D及圖10E中所示，導電線1023跨過自連接器1017至天線元件1011之距離。在某些實施例中，線1023爲透明導電材料或導電墨水之條帶。將在下文描述在窗板表面上之載流導電線。

圖10F示出了用於經由導電線1023提供至貼片天線1011之電連接的實施例。在此實施例中，導線1029或其他獨立的導電線自包括窗板1001之IGU的間隔物1027中穿過。導線1029可經由焊料或其他連接而附接至導電線1023。

在窗板表面上之互連

在接地平面及天線結構位於同一平面上之情況中，合適之互連設計的一個實例提供於圖9D中。如此處所示，分形貼片天線995及接地平面條帶993安置於窗板991之單個表面(例如S2)上。收發器經由纜線997連接至接地平面及貼片天線結構，該纜線具有中心導體998及環繞中心導體之接

地護套。接地平面條帶993經由短連接器999電連接至纜線護套，該等短連接器可(例如)焊接至條帶993。天線結構995經由焊料或其他適當連接電連接至中心導體998。

當傳輸線設置於天線結構與另一元件(例如接地平面或發射器)之間的窗表面上時，該傳輸線將被設計成使得其不會輻射。為此，傳輸線可實現為三條平行線，中間那條爲信號載運線而周圍之兩條爲接地線。

當天線結構位於窗的離窗板之邊緣相對較遠的區上時，可能需要此類設計，其中接地平面、發射器或接收器連接至該邊緣。舉例而言，天線結構可需要與導電框架結構(例如豎框或橫框)相距某一距離。

在習知纜線(例如同軸纜線)中，藉由圍繞纜線內部中之導體的接地護套來完成保護。在此處描述之窗實施方案中，在傳輸線在窗板之表面上跨過某一距離之情況下，可藉由將接地導電條帶放置在中心信號傳導線的任一側來提供類似保護結構。當採用可撓性膠帶來提供電連接(例如圖11G中所示之膠帶)時，可採用類似的三導體結構，但在平坦表面上。

控制器與天線組件之間的互連

在一些實施方案中，可用電致變色窗控制器或其他邏輯來實施之天線控制器(例如，接收器及/或發射器控制邏輯)可位於IGU之窗片上，例如在可自建築物之內部接近的表面上。在IGU具有兩個窗片之情況中，舉例而言，控制器可設置於表面S4上。圖11A-11C描繪了其中各種控制器組件設置在可安裝於基座1107上之載具1108中的實施例，該基座可經由壓敏黏合劑(例如雙面膠帶及類似者，未圖示)或不同的黏合劑(例如環氧樹脂或其他黏合劑)附接至內側窗板1100b之表面S4。在各種情況中，載具1108可容納通常見於天線中及視情況地見於窗控制器中的所有組件。

在圖11A中，IGU包括外側窗板1100a及內側窗板1100b，如所示具有表面S1-S4。窗板1100a及1100b藉由間隔物1101隔開，該間隔物經由主密封材料(未圖示)緊緊地密封至窗板1100a及1100b。匯流條1102在間隔物1101下面(例如)沿著其長度延伸（入及出頁面之平面），具有在週邊向外延伸經過間隔物1101之邊緣的匯流條引線1103。載具1108與基座1107對齊且裝配至基座1107上。在此實例中，基座1107經由纜線1127連接至連接器1117。在一些情況中，連接器1117可爲M8連接器。纜線1127可將電力及/或通信資訊遞送至IGU。電力及/或通信資訊可經由任何可用連接自基座1107傳遞至載具1108。在圖11A中，電力及/或通信資訊可經由分別在基座1107及載具1108上之一或多個連接1125及1126自基座1107傳遞至載具1108。

載具1108包括印刷電路板(PCB) 1109，其上安裝有各種組件1111a、1111b及1111c。組件1111a-c可爲一般熟習此項技術者通常使用且(例如)就圖2E描述之許多不同組件。在一些情況中，電路板上之各種組件可全設置於電路板之單個面上，而在其他情況中，組件可設置於電路板之兩個面上。控制器可具有一個以上電路板，例如呈堆疊形式或在同一平面中併排。

一連串電連接結構，例如裝有彈簧之彈簧頂針(pogo pin) 1110a、1110b及1110c，可將電力自載具1108經由基座1107提供至位於基座1107下面之組件。該等電連接結構可提供永久或暫時之電連接。該等電連接結構可藉由黏合、冶金結合、摩擦等來提供牢固之附接。在一些情況中，可藉由彈簧壓緊(例如，在彈簧頂針之情況中)、來自載具1108/基座1107/窗板1100b之間的總體連接之壓力等來提供摩擦。雖然以下實例呈現了彈簧

頂針，但此僅為實例。該等連接可經鍍金以(例如)增加可靠性及防腐蝕。

舉例而言，彈簧頂針1110a將電力提供至電連接1106，該電連接將電力自S4投送至S2，EC膜(未圖示)及匯流條1102設置於S2上。電連接1106可將電力提供至匯流條引線1103。電連接1106可為圖案化有導電線(例如銅墨水、銀墨水等)之細膠帶、帶狀纜線、另一類型之纜線、上面或其中圖案化有導電線之夾子或不同類型之電連接。可提供至天線組件之類似連接。

在一些情況中，密封材料1105可設置於內側窗板1100b與電連接1106之間，此可幫助確保IGU之內部保持緊密密封。在一些此類情況(未圖示)中，此密封材料1105 (或另一密封材料)可沿著間隔物1101之外周界延伸以幫助使電連接1106緊挨著間隔物1101保持在位。密封材料1105可為壓敏密封材料或另一種密封材料。輔密封材料1104沿外周位於間隔物1101及電連接1106外部。或者，連接器1106並非繞著內窗片之邊緣經過而是可自貫穿內窗片之孔隙中穿過，例如，其中1106在基座處發出且因此終端使用者看不見。在此種情況中，可使用密封材料(如1105)來圍繞1106 (例如，導線)進行密封以在1106與1106從中穿過之內窗板中的孔隙之間進行密封。

第二彈簧頂針1110b可提供載具1108與組件1115之間的電連接，而第三彈簧頂針1110c可提供載具1108與組件1116之間的電連接。在各種實施例中，組件1115及1116可形成圖案化至表面S4上之天線的部分。舉例而言，組件1115可提供用於該天線之接地平面的接地連接，而組件1116可為天線結構(例如，帶狀線、分形元件、對數週期元件等)之部分。在一些實施例中，接地平面及/或天線結構可設置於S1-S4中之任一者或全部

上、在IGU之間隔物上、在窗/天線控制器自身上、在框架、豎框或橫框上、或在與IGU或窗相關聯之另一組件上。視在玻璃表面上或在窗片之間(例如，在間隔物表面中或上)之組件的位置而適當地組態至天線之電連接。

雖然在圖11A-11C中僅示出三個彈簧頂針，但可在需要時設置任何數目之彈簧頂針以對不同組件供電或接收來自天線及類似者之輸入。在一個實例中，設置額外彈簧頂針(未圖示)，該彈簧頂針將電力提供至與電連接器1106類似之PV連接器。該PV連接器可具有與電連接器1106相同之形狀/性質，但替代將電力遞送至匯流條，PV連接器將電力自位於表面S2上之PV膜遞送至載具1108。在其中PV膜位於表面S3上之情況中，PV連接器可僅將電力自表面S3上之PV膜遞送至表面S4上的基座及/或載具，與圖11B中所示之電連接器1120類似。如所描述，PV連接器可將來自PV電池之電力供應給內置電池或超級電容器。本文中描述的用於在(a)載具及/或基座與(b)匯流條(或與匯流條電連接之導體)之間投送電力的任何機構及硬體亦可用於建立(a)載具及/或基座與(b)位於IGU之一個窗板上的PV膜之間的電連接。

載具1108可牢固地裝配於基座1107上，且在一些情況中，可鎖定在位(例如，以防被盜及最小化任何可能之損壞)。可在載具1108中設置小鼠洞、細縫隙或其他開口，纜線1127可延伸通過該小鼠洞、細縫隙或其他開口。纜線1127可因為載具被定位成十分接近窗之框架以便遮掩纜線1127 (該纜線進入框架中，例如，連接器1117在框架內且在此處進行電連接)而被隱藏起來。

圖11B呈現了與圖11A中所示之實施例類似的實施例，且將僅描述兩

個主要差別。在圖11B中，纜線1127直接連接至載具1108而非連接至基座1107 (但在替代實施例中，纜線可如圖11A中所示進行組態)。因此，不需要用於將電力及/或通信資訊自基座1107帶到載具1108之任何連接(例如圖11A之1125及1126)。在此實例中，基座1107可爲未通電的，其中電力經由彈簧頂針1110a-c自載具1108直接傳遞至電連接1120 (及至組件1115及1116)。在另一實施例中，彈簧頂針1110a-c中之一或多者可終止於基座1107之頂部上而未穿過基座1107。基座1107接著可經由任何可用之電連接將電力傳遞至基座1107下面之組件。在一個實例中，基座1107包括導電跡線，每一跡線將(a)彈簧頂針1110a-c與基座1107接觸之點與(b)基座1107下面的藉由相關聯之彈簧頂針供電的組件(例如，組件1115及1116以及電連接1106或1120)電連接。另外或其他，基座可包括穿過基座而非僅設置於基座之表面上的電連接。

圖11B中與圖11A相比之另一差別爲電連接1106被不同之電連接1120及塊1121替換。電連接1120圍繞內側窗板1100b之邊緣將電力自S4帶到S3。塊1121將電力自S3帶到S2，其中其可將電力遞送至匯流條引線1103及/或天線組件。塊1121可爲導電的或其上或其中具有導體以達成此目的。在一個實例中，塊1121由易於牢固地插入於窗板1100a與1100b之間的材料製成。示例性材料包括發泡體、橡膠、矽酮等。在一些情況中，導電線可印刷於該塊上以電連接S2與S3，在一些實施例中，該塊與背面有黏合劑之帶狀纜線或可撓性印刷電路配合以在S2與S3之間進行連接。

電連接1120可爲就電連接1106描述之連接類型中的任一者。密封材料(未圖示)可設置於間隔物1101與塊1121之間以確保緊密密封。

圖11C呈現了與圖11B中所示之實施例類似的實施例，且將僅描述主

要差別。在圖11C中，塊1121被導線1122 (或一連串導線)替換，該導線將電力自S3帶到S2。在類似實施例中，可設置塊或薄片(未圖示)以將導線1122 (或其他電連接)緊固至間隔物1101上。此種技術可確保在形成輔密封件1104時導線1122或其他電連接不會礙事。在替代組態中，導線1122可經由孔隙自窗片1100b中穿過，且視情況地，可使用密封膠材料以形成緊密密封，使得濕氣亦無法通過孔隙。

在圖11A-11C中之每一者中，示出了將電力自S4提供至S2之一組電連接。然而，應瞭解，每一電致變色窗具有兩個(或兩個以上)匯流條，且電連接應經組態以將適當之電力連接帶至每一匯流條。另外，可使用任一電連接設計將電力及/或資料帶到天線元件及/或自天線元件帶來電力及/或資料。

雖然圖11A-11C中未明確地示出，但基座1107及載具1108中之任一者或兩者可包括可程式化晶片，該晶片包括與相關聯IGU有關之資訊，例如關於IGU中之天線及/或電致變色窗板的資訊。此類資訊可涉及以下任何一或多者：天線組態(例如，單極、偶極、帶狀線、分形等)、天線之頻率特性、輻射強度分佈(例如，全向)、所發射或接收之輻射的極化狀態、天線之驅動參數、窗之尺寸、窗及相關聯之電致變色裝置的材料、電致變色裝置特定之電流及電壓限制、電致變色裝置特定之控制演算法或其他控制參數(例如所需之驅動及保持電壓及斜率)、循環及其他壽命資訊等。將該晶片包括在基座1107中以消除晶片因為錯誤地安裝於不同之窗上而失配的風險可能爲特別有益的。此此方式，載具1108可爲基本上通用的/可替換的，使得哪個載具與哪個IGU配對均無關緊要。此特徵可明顯地減少安裝複雜性及錯誤。類似地，在需要時，通常見於控制器中之其他組件中

的一些可設置於基座或其他對接塊中(例如，與設置於載具中相反)。如別處所提到，在對接塊自身包括通常見於控制器中之組件的情況中，術語「控制器」可指對接塊、載具或兩者。圖11A-11C中亦未示出的係，基座1107或載具1108中之任一者或兩者可包括埠(例如，USB埠、迷你USB埠、微型USB埠等)。在各種實施例中，埠可經定向，使得與埠介接之裝置(例如，USB驅動器)在與IGU之窗板平行的方向上插入。在一些其他實施例中，埠可經定向，使得與埠介接之裝置在與IGU之窗板正交的方向上插入。其他選擇爲可能的，例如在對接塊及/或載具並非矩形形狀之情況下。

圖11D呈現了具有導電線之一片可撓性膠帶的實例；其在某種意義上可被視為可撓性印刷電路。該導電膠帶以其在用於圖11A中所示之電連接1106時應該具有之形狀示出。該膠帶包繞內側窗板1100b、在間隔物1101之外周上延伸且擱置於外側窗板1100a之S2上，其中該膠帶可提供至匯流條/匯流條引線(未圖示)之通電連接，其中每一匯流條有一個引線。類似地，可使用可撓性膠帶來提供至天線組件(例如接地平面及一或多個天線結構)之電連接。在一些實施例中，當用於與天線結構連接時，膠帶可包括三個導體，而非圖11D中所示之兩個。舉例而言，如圖11G中所描繪，中心導體1191用於信號傳送，而外部導體1193接地以防止中心導體輻射。一般地，膠帶可在IGU的任何表面之間(例如，S4-S3、S4-S2、S4-S1、S3-S1、S2-S1及S3-S2)遞送電力及/或通信。個別天線元件經由連接而連接至天線控制器(接收器及/或發射器)。在某些實施例中，可撓性膠帶包括允許其黏合至其橫過之IGU結構的黏合表面。

圖11E呈現了如就圖11A描述之IGU之一部分的視圖。基座1107如圖

所示安裝於內側窗板1100b上。電連接1106將電力自S4遞送至S2，藉此將電力帶到第一匯流條引線1125a及第二匯流條引線1125b。第一匯流條引線1125a可將電力遞送至第一匯流條，而第二匯流條引線1125b可將電力遞送至第二匯流條。在其中設置額外匯流條(例如，以在單個EC窗板內界定不同區)之實施例中，可提供在導電膠帶上之額外線及連接至此類膠帶之額外匯流條引線。同樣地，若窗總成之其他電組件駐留在S1、S2、S3及/或S4上(例如天線組件)，則可撓性膠帶電路可經組態以進行至此等額外組件之電連接。基座1107如圖11E中所示包括許多特徵1119。此等特徵可爲各種不同組件，包括但不限於經設置以容納感測器(例如光線感測器)之孔、用以容納至窗元件之連接(例如彈簧頂針)的孔、用於在基座與載具之間傳遞電力及/或通信資訊之連接、用於確保載具除非適當否則不會離開基座之鎖定機構等等。雖然基座被描繪為具有(例如)延伸至基座之一側的單個可撓性電路膠帶形連接器，但可存在延伸至基座之其他可撓性膠帶電路。舉例而言，一個膠帶可如所描繪般延伸而另一膠帶延伸至基座之另一側。此實施例可便於使(例如) S2、S3上之觸點用於其上之塗層、天線組件等且不必使單個電路膠帶進行所有連接。但在某些實施例中，為了便於製作，單個電路膠帶爲所要的，例如，其中使用單個位置(可撓性電路)來進行窗板之間的所有電連接之收斂製作。在一些實施例中，膠帶連接器可包括兩個以上導電線。其亦可包括用於將一些導電線引導至一個位置及將一或多個其他導電線引導至一或多個其他位置的一或多個分支。

圖11F示出了載具1108安裝於基座(未圖示)上的圖11E之實施例。纜線1127將電力及/或通信資訊提供至IGU，且可連接至基座1107 (如圖11A中所示)或載具1108 (如圖11B及圖11C中所示)。連接器1117可與另一連

接器1130配合，該連接器可經由纜線1128提供電力及/或通信。連接器1117及1130可爲M8連接器，而纜線1128可爲引入線，如本文中所描述，該引入線可直接連接至幹線。纜線1127可爲窗纜線，亦被稱作IGU纜線。圖11F示出了自載具1108 (及/或基座1107)之不同側發出的纜線1127及電連接1106，但在其他實施例中，此兩個連接可自載具1108 (及/或基座1107)之同一側發出。即使在此實施例中呈現了用硬連線連接來供電，但仍具有控制器在(例如) IGU之S4上可容易地接近及控制器可爲可移除的(例如呈模組化之匣形形式)的優點。

一個實施例爲電致變色窗，該窗具有安裝於窗之窗片上的天線控制器，其中該天線控制器具有基座及載具。在一個實施例中，天線控制器具有匣形形式，其中基座與載具以可逆之互鎖方式彼此對接。在一個實施例中，該控制器包括電池。在一個實施例中，該電池可自控制器移除。在一個實施例中，該電池爲基座之部分。在另一實施例中，該電池爲載具之部分。在一個實施例中，該電池爲扁電池。在一個實施例中，該電池爲可再充電的。在一個實施例中，該電池爲基於鋰離子之電池。在一個實施例中，載具及基座具有防篡改機構以將載具自基座拆下。在一個實施例中，基座可黏合地附接至窗片。在一個實施例中，基座與電致變色窗之電致變色裝置經由電路膠帶或帶狀纜線電通信。在一個實施例中，基座與電致變色窗之天線經由電路膠帶或帶狀纜線電通信。在一個實施例中，基座與電致變色窗之一或多個天線組件經由電路膠帶或帶狀纜線電通信。在一個實施例中，基座與電致變色窗之匯流條或感測器經由電路膠帶或帶狀纜線電通信。在一個實施例中，基座之頂(面對窗片在最外面)面距其附接至的窗片之表面約1/2吋或更小，例如距窗片之表面約3/8吋或更小，例如距窗片

之表面1/8吋或更小。在一個實施例中，在與基座對接時，載具之頂(面對窗片在最外面)面距其附接至的窗片之表面約1吋或更小，例如距窗片之表面約3/4吋或更小，例如距窗片之表面1/2吋或更小。在一個實施例中，基座爲矩形的。在一個實施例中，基座之形狀具有至少一個直角，使得其可裝配至支撐電致變色窗之框架的拐角中。在一個實施例中，控制器包括至少一個顯示器。該顯示器可爲(例如) LCD顯示器及LED顯示器或類似者。該顯示器可指示電致變色窗之染色水準或天線設置。在一個實施例中，控制器包括控制開關，例如按鈕及/或小鍵盤。該等控制開關可(例如)對應於色彩狀態及/或天線設置。該控制器可包括一或多個指示燈，例如LED，以指示染色水準改變、天線狀態、無線通信連接性、電力狀態及類似者；此等功能亦可經由具有或不具有單獨之指示燈的前述顯示器來顯示。在一個實施例中，該控制器包括USB埠。在一個實施例中，該控制器包括光纖通信埠。在一個實施例中，該控制器包括同軸連接埠。在一個實施例中，該控制器包括天線。在一個實施例中，該控制器具有無線通信，例如藍芽。

IGU通常安裝於用於支撐之框架或框架系統中。個別IGU可安裝於個別框架中，而大量之IGU可安裝於幕牆或類似結構中，其中豎框及橫框將相鄰之窗隔開。可認為所有此等組件形成IGU之框架。在許多實施例中，可在環繞IGU之框架中設置孔、縫隙或其他穿孔，且可經由該穿孔來饋送一或多個導線/纜線。舉例而言，在圖11F之情形中，纜線1127可鋪設通過環繞IGU之框架中的此類孔隙。在類似實施例中，纜線1127與電連接1106自載具1108 (或其下面之對接塊)之同一側發出，且IGU安裝於其中之框架包括在附近的孔，其中電連接1106包繞內側窗板1100b之邊緣。此孔可被

載具1108 (在另一實施例中或被對接塊)之邊緣隱藏起來，該邊緣可緊靠框架之內邊緣。在一些情況中，載具1108之外殼套可由具有某一程度之彈性的材料(例如，橡膠、柔韌之塑膠等)製成，使得易於將載具緊靠框架且其間無任何空間。在其他實施例中，雖然載具之殼套爲剛性的，但將可撓性材料(例如發泡體或橡膠)施加至該殼套及/或圍繞孔之框架的一側，使得當載具與基座對接時，該可撓性材料遮掩連接1106及/或纜線1127。類似地，載具的緊靠框架之邊緣的部分可由此類材料製成，而載具之其餘部分由不同材料製成。纜線1127可鋪設通過框架中之孔且與經由纜線1128遞送之電力及/或通信連接。以此方式，玻璃上之控制器具有非常乾淨之外觀，無至控制器之接線或電連接可被終端使用者看到；且由於控制器之占地面積較小(例如，小於4平方吋、小於3平方吋或小於2平方吋)，因此其佔用了窗之可視區域的很少一點。

圖11F亦可用於說明另一實施例。舉例而言，勝於1108爲用於載具(控制器)之對接塊，其可爲使用者介面，例如，控制板，例如觸控板、小鍵盤或觸控螢幕顯示器(且因此(例如)爲薄的)，且使用接線1106將該使用者介面連接至輔密封件中之控制器。此類似於其中載具含有控制器電路及使用者控制介面之實施例，但在玻璃之間(例如，在輔密封件中)移動該控制器電路且使該使用者介面保持在玻璃上。因此，接線1106將如上文所描述在窗片之間的匯流條、天線及其他特徵且亦將控制器電路(該控制器電路在此實例中亦在窗片之間)連接至控制板。使用者介面可(例如)藉由黏合劑來貼附且可爲可移除/可更換的。使用者介面可非常薄，具有(例如)至可撓性電路1106之僅小鍵盤連接，或控制板可爲數位顯示器(其亦可爲薄的及(例如)可撓性的)。控制介面可爲至少部分透明的。在一個實施例

中，使用者控制介面及電路1106爲單個組件。舉例而言，在1106之背面上的黏合密封膠1105 (如上文所描述)亦可在使用者控制介面的具有(例如)用於「即剝即貼」外形尺寸之保護性背襯的背面上。舉例而言，在製作期間，在適當時對S2及/或S3上之局部區域進行至窗片之間的匯流條、天線、控制器及其他組件的適當電接觸。當在IGU形成期間將窗板帶到一起時，該等局部區域(若一個(例如)在S2與S3上)對齊。接著，將使用者介面即剝即貼至玻璃上，例如自S3開始、跨越間隔物、至S2上、圍繞窗板1100b之邊緣且接著至S4上。以此方式，實現了收斂(且因此爲高效的)製作過程。

圖11H描繪了可撓性膠帶形互連1150，該可撓性膠帶形互連具有用於將信號提供至天線結構/自天線結構提供信號的第一部分1152及用於將電力提供至電致變色裝置之匯流條的第二部分1154。在第一部分1152內，中心導體1164被提供用來將信號載運至與窗相關聯之天線結構/自該天線結構載運信號，而外部導體1160及1162接地且阻止輻射通過。在第二部分1154內，導體1156及1158被提供用來對電致變色裝置上的相反極性之電極供電。所描繪之互連包括允許該第一部分及第二部分隔開且將其導體引導向不同位置的分支，其中該等匯流條及天線元件可駐留在該等位置處。在某些實施例中，用於控制電致變色裝置及天線組件的所有邏輯設置於單個位置處，例如如本文中別處描述的混合之窗/天線控制器。雖然該圖中未描繪，但互連1150通常延伸出此處所示之頂部及底部端點外。

窗天線之陣列

圖12示出了例如參考上文示出或描述之任一實施方案來描述的IGU 202之陣列。舉例而言，此類陣列可配置於建築物之側面或外立面上。可

用不同之信號或不同之相位獨立地控制(例如，藉由上文描述之網路控制器及對應之窗控制器)各別IGU中之每一者內的每一天線結構以選擇性地提供相長及相消干涉且最終提供所發射信號之粒狀方向性。另外，此類配置可用於繪製外部環境或內部環境之地圖。另外，天線之此類配置或陣列可提供所需的增益以共同充當廣播塔或接收塔，藉此避免需要其他廣播(例如，蜂巢式塔)。

天線之相控陣列可有利於沿著某一方向引導信號之傳輸以到達特定區以及縮窄其中接收爲所要之區。此類定向發射或接收亦被稱作波束成形或空間濾波。使用相控陣列之空間濾波通常藉由將相控陣列中之元件組合使得處於特定角度之信號經歷相長干涉而處於其他角度之信號經歷相消干涉來完成。如上文所指出，波束成形可用在發射端與接收端處以便達成空間選擇性。為了在發射時改變該陣列之方向性，控制器控制提供給發射天線元件中之每一者的信號的相位及相對振幅以在由相控陣列共同產生之波前中產生相長及相消干涉之場型。類似地，在接收時，對來自不同天線元件之資訊進行組合及以其他方式進行處理以優先觀測或以其他方式提供在特定空間區內或沿著特定方向的資訊。在一些實施方案中，可使發送至(或接收自)每一天線之每一信號放大不同之「權重」。可使用不同之加權模式(例如道夫-切比雪夫)來達成所要的敏感性模式。舉例而言，可與空值及具有受控之位置、方向或寬度的旁瓣一起產生具有受控之寬度的主瓣(「波束」)。圖13A示出了(例如)具有四個蜂巢式塔之習知蜂巢塔網路，該等蜂巢式塔在必要時被定位成用於達成適當重疊以便維持對理論城區及鄉村區的基本上完全之地理覆蓋。圖13B描繪了藉由在三棟建築物中之每一者中使用裝設有天線之玻璃(例如，如本文所描述的裝設有天線之電致

變色玻璃)來使用該三棟建築物作為蜂巢塔代替物。以此方式，可移除習知之蜂巢塔，且(例如)可達成較廣闊之地理覆蓋，同時維持完整之覆蓋及清除許多不想要的習知蜂巢塔之景象。此外，可使用EC天線玻璃來增強每一建築物內部之信號及/或視需要而使蜂巢式訊務為單向的或雙向的。天線窗可避免對蜂巢塔的一些需要。

在適當之控制下，具有天線之IGU的陣列協同工作。在某一時刻，一些窗天線可被選擇來進行啟動而其他窗天線爲靜止的，且啟動之天線具有以指定功率、頻率及/或相位施加之輻射。作為一實例，配置成一直線之相鄰窗上的天線可被選擇性地啟動且供電以產生定向之輻射場型。亦可控制遞送至外立面中之一些或全部窗之信號以調好個別窗的發射及/或接收性質。另外，在其中一些窗包括多個天線結構圖案(例如用於發射或接收不同頻率)之實施方案中，控制器，例如上文參看圖1A及圖1B描述之主控制器111或網路控制器112，可經組態以動態地選擇使用哪個天線。在採用分形天線之實施方案中，控制器可微調個別天線之工作頻率。

另外，在一些實施方案中，可使用本文中描述之天線結構及天線來在各別IGU 102與窗控制器114、網路控制器112或主控制器111之間傳送信號。舉例而言，在一些實施方案中，窗控制器112可經由本文中描述之天線結構將電壓或電流驅動參數傳送至IGU 102內或以其他方式與IGU 102相關聯的驅動器。該驅動器可連接至一或多個電源及接地且使用自窗控制器114接收到之參數來對IGU 102內之ECD供電。作為另一實例，在其中每一IGU 102包括一或多個感測器(例如，溫度感測器、電流感測器、電壓感測器、光線感測器或其他環境感測器)之實施方案中，窗控制器114可經由本文中描述之天線結構來無線請求及/或接收來自該等感測器

之感測器資料。在一些其他實施方案中，窗控制器114可經由本文中描述之天線結構與網路控制器112或主控制器111通信，且反之亦然。

在各種實施方案中，本文中描述之天線結構中的一些或全部經組態以在所選頻率範圍中工作，例如但不限於ISM頻帶，且特別係包括藍芽無線技術標準使用之該等頻率的用於蜂巢式通信(例如，700 MHz、800 MHz、850 MHz、900 MHz、1800 MHz、PCS、 AWS及BRS/EBS頻帶)及Wi-Fi (例如，2.4 GHz UHF及5 GHz SHF頻帶)的ISM頻帶。此類天線結構亦可充當微信標、微微小區及毫微微小區。

在向4G及5G無線行動電信標準邁進時，蜂巢式服務運營商自依賴於大的高功率蜂巢塔之模型移向依賴於多個較小功率之發射器的模型。部分動機爲用覆蓋將區域覆蓋起來且維持辨識到對接收器之供電隨距蜂巢發射器之距離的平方而跌落的能力。控制建築物或可能甚至多棟建築物之多個窗的所揭示之方法可能與4G/5G模型融合，其中該等窗可各自被調至特定之發射功率及頻率。

用於接地平面及/或天線結構之透明導電層的性質

所論述之實施例中的一些採用為具有適當性質之一片透明導電材料的接地平面及經印刷或圖案化的天線結構。在許多實施例中，接地平面存在於IGU之可視區域中，因而，接地平面材料在提供其功能所需之厚度下應爲基本上透明的。

作為一實例，由氧化銦錫製作之接地平面可具有約1700 nm或更大的厚度以便發射或接收2.54 GHz之信號。一些摻有金屬離子之TCO材料可具有增加的導電性且藉此准許較薄之接地平面區域。金屬離子摻雜物之實例包括銀及銅。

在某些實施例中，藉由沈積於電致變色裝置堆疊之層上的細導電線來界定天線場型。可藉由印刷導電墨水或鋪設金屬絲(例如金屬絲網)等來提供薄之導體層。無論是印刷抑或藉由網或以其他方式提供，導電線均應十分細，使得其不會影響到現住者透過窗觀看。當使用金屬絲網時，其可被提供為預製網，該預製網接著層壓或以其他方式貼附至適當之導電或絕緣層，該導電或絕緣層用作電致變色裝置堆疊之部分或與電致變色裝置堆疊整合。或者，可使用軋製遮罩微影技術來沈積金屬絲網。可藉由選擇性地移除部分金屬絲網區域或全部金屬絲來產生界定天線之圖案。

窗天線結構之製作

如本文中別處所指示，可採用各種技術來在窗上製作天線。如熟習此項技術者清楚瞭解的，此類技術包括印刷天線結構、接地平面之席狀沈積、蝕刻導電層以形成天線結構或接地平面、掩蔽、光微影等。可採用各種材料來形成天線結構及接地平面，且此等材料中之一些在本文中之別處指出。在一些實施例中，該材料爲導電墨水，例如銀墨水。在一些實施例中，該材料爲導電透明材料，例如透明導電氧化物(例如，氧化銦錫)。

在某些實施例中，電致變色窗之基板的一或多個表面上之一個天線或多個天線包括藉由溶膠-凝膠製程沈積之材料。在某些實施例中，溶膠-凝膠製程涉及按與所要天線對應之圖案將膠化前驅體材料以薄膜形式施加至基板。在視情況選用之烘乾製程之後，對該薄膜加熱以形成天線。可對基板加熱(局部地或整個基板)以實現對薄膜之加熱。該熱處理可(例如)在100℃至400℃之範圍中，例如，150℃至350℃，在另一實例中，爲200℃至300℃。該加熱可進行約30分鐘至5個小時，例如約1個小時與約3個小時之間。

溶膠-凝膠製程爲用於由膠體溶液產生固體材料之方法。該方法用於製作金屬氧化物，例如ITO及用於本文中描述之天線的其他氧化物。該膠體溶液形成離散微粒或網路聚合物之整合網路，該整合網路爲膠化前驅體。典型之膠化前驅體包括一或多種金屬氧化物及/或金屬醇氧化物，例如氧化銦錫，且可含有氧化矽，例如二氧化矽。在一個實施例中，該一或多種金屬氧化物及/或金屬醇氧化物係基於以下金屬中之一或多者：鋁、銻、鉻、鈷、銅、鎵、鍺、金、銦、銥、鐵、鉬、鎳、鈀、鉑、銠、釕、鉭、錫、鈦、鎢、銀、鋅及鋯。

可(例如)藉由噴墨印刷、絲網印刷、在使用遮罩之同時進行噴射及類似者來將薄膜圖案施加至基板。在某些實施例中，該薄膜圖案爲窗基板上之區域化區域，其中該區域不進行任何特定圖案化。該區域化區域具有用於圖案化出一或多個天線(例如天線套件)之足夠尺寸。在對薄膜進行熱處理之後，例如藉由雷射切除對其進行圖案化以形成如本文中所描述之天線。

可採用各種其他沈積製程。實例包括化學氣相沈積及物理氣相沈積。此等技術可與圖案化(例如窗板上之遮罩)一起採用。在一個實例中，物理或化學沈積製程與傳統之剝離製程一起採用，其中該製程將光阻劑施加至窗板且接著圖案化該光阻劑以顯露所要之天線圖案。在沈積之後，該製程剝離光阻劑而留下窗板，除了其中沈積TCO或其他導體之區之外。可採用其他製程，例如噴墨或絲網印刷，該等製程可(例如) 在上面無任何其他東西之窗板上進行或在電致變色窗板上在該窗板帶著(例如)保護性之絕緣頂塗層離開其塗布設備之後進行。

窗網路之應用

窗天線可用於有益於光學可切換之窗及/或相關聯系統的各種應用。此類應用之實例包括個性化服務及無線網路通信。

對於內部之建築物通信節點/硬體，窗天線可替代習知天線(例如Wi-Fi天線)、小型基地台、內部中繼器、網路介面等中之一些或全部。窗天線之此類應用可藉由清除自牆壁/天花板懸掛下來的用於內部小區、電腦及其他裝置連接性的習知內部天線而提高內部美觀性。另外，窗天線可避免對蜂巢塔的一些需要。

個性化服務

一般地，個性化服務提供適用於使用建築物之區(例如，房間及大廳)的特定人之窗或天線條件。不同之人可能具有不同的相關聯之窗參數。舉例而言，第一個人可能偏好不具有Wi-Fi服務及具有阻止傳入及外出之無線信號的安全特徵的相對較暗之房間。第二個人可能偏好具有Wi-Fi服務的亮得多之房間。建築物可具有用於所有房間之默認設置，該默認設置不匹配任一個人的偏好。舉例而言，該默認設置可爲基於日時及當前之天氣條件的無Wi-Fi或安全服務及窗色彩狀態設置。使用個性化服務，當現住者進入建築物之區時，窗/天線系統判定該現住者存在且判定現住者之個人設置及調整窗及/或天線設置以符合現住者之偏好。個性化之一些可藉由推斷現住者之方向性移動(亦即，穿過建築物之大廳向辦公室走去)來在現住者到達一區域之前執行。

在一個實例中，在建築物之相關區中的窗天線判定現住者已進入或正在進入。此判定可經由與現住者之智慧電話或其他無線通信裝置之通信來進行。藍芽爲用於在使用者與本地窗天線之間進行通信的合適協定之一個實例。可使用其他鏈路協定。在實施方案中，現住者之智慧電話(或其

他裝置)傳送藉由窗天線接收之使用者ID。天線及網路邏輯接著藉由在現住者參數之資料庫或其他源中對現住者參數進行查找來判定該等現住者參數。在另一實施方案中，現住者之智慧電話或其他通信裝置儲存該等參數且將其傳輸至窗天線。

現住者可獲得之個性化服務的實例包括以下之任何一或多者：

1.在現住者附近之光學可切換窗的染色水準

2.通信屏蔽開/關。舉例而言，可將天線、接地平面等置於阻止電磁通信穿過含有天線、接地平面等之窗或其他結構的狀態。

3.用於零售應用的基於使用者位置之通知。在一些實施方案中，建築物之網路判定特定顧客處於建築物中之特定位置處。此可藉由偵測顧客之行動裝置與該位置處之天線之間的通信來完成。基於經由天線傳送之使用者ID，建築物/零售邏輯向使用者發送通知(例如，經由行動裝置應用程式)。該通知可含有關於顧客及天線附近之商品的資訊。此類資訊可包括促銷(例如，打折價)、商品規格、供應商資訊、其他顧客之評論、專業評論人之評論等。顧客可對零售建築物參數進行個性化設置，使得顧客接收可用資訊中之一些、全部或不接收資訊。

4.在附近偵測到現住者後，經由BMS或其他建築物系統/網路將個性化設置傳送至非窗系統，例如恒溫器、照明系統、門鎖等。現住者可對此等裝置進行個性化設置以允許設置傳送至非窗裝置中之一些、全部或不傳送至非窗裝置。

5.當在無線充電電路(例如，電感耦合之電路)附近偵測到使用者時對小型裝置(例如現住者之行動裝置)進行無線充電。

個人之個性化參數(例如，較佳之染色水準及較佳之通信屏蔽)中之任

何一或多者可儲存於作為建築物之窗及/或天線網路之部分的儲存裝置上。在一些情況中，該儲存裝置不在建築物之窗及/或天線網路上，但該裝置爲該建築物之網路可存取的。舉例而言，該儲存裝置可駐留於具有與窗/天線網路之通信鏈路的遠端位置中。用於該儲存裝置之遠端位置的實例包括不同之建築物、公眾可獲得之資料儲存媒介(例如，雲)、用於多棟建築物之中央控制中心(例如，參見2014年12月8日提交且以全文引用之方式併入本文中的美國專利申請案第62/088,943號)等。在一些實施例中，個人之個性化參數儲存在本機，在使用者之行動裝置上或在本機之窗或天線控制器(亦即，在可藉由個人之個性化參數調整的光學可切換窗或窗裝置之位置處的控制器)上。在一些情況中，個人之行動裝置不會將參數儲存在本機，但可經由蜂巢式或其他網路來存取該等參數，該蜂巢式或其他網路與用於建築物之窗或天線網路隔開。在此類情況中，可在需要時將該等參數下載至行動裝置，或自遠端儲存位置經由行動裝置供應至本機之窗及/或天線控制器。在建築物之窗及/或天線網路變成不可用(例如，網路連接被暫時切斷)的情況中且在網路不存在於建築物中的情況中，對個性化參數之本機儲存或本機存取爲有用的。

窗控制網路可向第三方(包括其他建築物)提供服務，例如天氣服務。此類資訊可由發起建築物/網路用來進行本機色彩決策及由可能不具有感測器、天氣饋送等之第三方使用。發起建築物可包括經組態以向其他建築物廣播此類資訊之窗天線。另外或其他，其他建築物可經組態以經由窗天線自發起建築物接收此類資訊及將該資訊發射至另外之其他建築物。

窗/天線網路可經組態以提供安全服務，例如偵測建築物周邊、附近或內部的闖入者(假如闖入者攜帶行動電話或其他類型之無線電)。該網路

亦可經組態以藉由(例如)偵測自電致變色窗讀取之電流及/或電壓的改變而偵測任何窗何時被破壞。

建築物特定之個性化服務可用在辦公共用、旅館住宿及/或季節性或重複的住宅及商業租賃應用中。在一個實例中，多房間建築物內之天線判定拜訪者在任一時間所處之位置且將此位置資訊供應至在使用者之行動裝置上顯示建築物之地圖的行動應用程式。用藉由天線判定的拜訪者之當前位置來更新此地圖。在一個實例中，藍芽或藍芽低功耗(BTLE)爲窗天線用來與拜訪者之行動裝置通信及判定使用者ID且提供針對該使用者ID之當前位置的協定。此類應用程式可包括在緊急情形中尤其係在其中存在多個拜訪者或學生之建築物中啟動的特徵。例如火災或地震等災難及例如劫持或恐怖情形等安全事件可觸發行動應用程式，且天線啟動地圖及指令藉此撤離或到達內部之安全位置。

在一些實施例中，一或多個窗天線可用於向該等窗天線安裝於其中的建築物之一部分或全部中的現住者及/或房客提供Wi-Fi或其他服務。若現住者/房客為該服務付款，則啟動該等天線及相關聯之控制器以使該服務可用。若現住者/房客拒絕該服務，則不會為了該服務而啟動該等天線/控制器。當然，該等天線/控制器可爲可用的且用於其他服務，甚至在現住者/房客拒絕該服務時。

無線通信

窗網路可爲有線或無線的。對於無線窗網路，天線發射及接收關於窗色彩狀態、故障、使用模式等之通信。窗天線(例如本文中描述之窗天線)可用於發射及接收必要之通信。無線窗網路設計之實例呈現於View公司的2014年11月24日提交之美國臨時專利申請案第62/085,179號中，該

申請案以全文引用之方式併入本文中。在某些實施例中，無線窗網路被提供在其中用於控制窗之電力係在本機提供而非來自中央之建築物電源的情形中。舉例而言，在其中窗之電力來自經由天窗或其他本機位置接收光線之光伏源或甚至來自安置於窗上之光伏源的情況下，通信網路可與電力分配網路之基礎設施隔開。在此類情況中，使用無線通信網路變成划算的。

調試及位點監測

用於窗或IGU (在本情形中將使用IGU來指代兩者)之調試過程(自動地或非自動地)可涉及讀取及傳輸該IGU及/或其相關聯之窗控制器的ID。與調試/組態電致變色窗之網路有關的其他資訊呈現於2014年10月7日提交且發明名稱為「APPLICATIONS FOR CONTROLLING OPTICALLY SWITCHABLE DEVICES」的美國專利申請案第14/391,122號中，該申請案以全文引用之方式併入本文中。

在一些情況中，使用與待組態之IGU相關聯的天線的通信來識別該IGU。經由該網路將此資訊(例如)分享至網路控制器及/或至其他窗控制器。如下文所論述，此識別過程可爲產生該網路上之所有電致變色窗的地圖或其他目錄的過程中之一個步驟。在各種實施例中，IGU識別/組態過程可涉及單獨地觸發或偵測每一IGU控制器以使該IGU的相關聯之控制器將信號發送至該網路。該信號可包括IGU之識別號及/或與該IGU相關聯之控制器的識別號。舉例而言，安裝工將IGU安裝於其在建築物中之實體位置中。IGU將具有晶片或記憶體，該晶片或記憶體含有該IGU之ID及該IGU之某些實體特性/參數等。

觸發可經由各種機制而發生。在一個實例中，待調試之一些或全部IGU包括天線相關聯之天線邏輯，該天線邏輯經組態以在天線自使用者之

行動裝置或IGU附近之其他使用者通信裝置接收通信時觸發IGU發送其ID。使用者可將通信裝置調到一調試模式，藉以其向在接收範圍中的窗天線(例如，使用者到訪之房間中的所有IGU)發射觸發信號。因為使用者或與該使用者之行動裝置相關聯的調試應用程式知道該行動裝置位於何處，所以接收範圍中之IGU可與其實體位置相關聯。在一些實施例中，當與IGU之窗天線的通信發生時，使用者可輸入行動裝置之位置。此亦允許接收範圍內之IGU與其實體位置相關聯。

在一個實例中，電致變色窗之網路包括10個窗，其中在五個房間中之每一者中設置兩個窗。在實際上安裝IGU之後，使用者/安裝工可調試窗以識別每一IGU且將其與其在該網路中的實體位置相關聯。安裝工可使用電子裝置，例如電話、平板電腦、電腦等，來幫助調試該等窗。該電子裝置上(或可由該裝置存取)之程式可包括該網路上之所有電致變色窗的清單、目錄及/或地圖。當安裝工進入第一房間時，她可藉由走近第一電致變色窗而觸發該第一電致變色窗，藉此使相關聯之窗/天線控制器經由該網路將信號與該窗(及/或控制器)之標識一起發送。由於此信號，所觸發之窗的標識可出現於該電子裝置上。使用者接著可將該標識與其觸發之窗的實體位置相關聯。在其中電子裝置上之程式產生(或以其他方式利用)窗之地圖的一個實例中，可在圖形使用者介面(GUI)中(例如)藉由將所觸發之識別號拖拽至地圖上的適當位置處或藉由回應於所觸發之標識出現而點擊地圖上的適當位置來進行此關聯。在將第一窗與其實體位置相關聯之後，安裝工可藉由走近第一房間中之第二窗(或以其他方式將發射引導向其天線)來觸發該第二窗且藉此將第二IGU/控制器之標識與其實體位置相關聯。接著可針對其中安裝了電致變色窗之其他房間中的每一者重複此過

程。在一些情況中，僅識別該等房間或多個IGU周圍就足夠了。在此類情況中，來自使用者之裝置的電磁信號之發射可被附近之多個IGU同時接收。其中每一者可將其各別ID傳輸至調試程式，藉此判定IGU之大體位置。在一些情況中，使用者自一個房間移動至下一個房間或自一個區移動至另一個區，其中使用者之位置係已知的或在移動期間判定。個別IGU在處於使用者之發射範圍中時可回應多次。以此方式，可辨清個別IGU，儘管其中之多個可同時對來自使用者之裝置的發射信號作出回應。

在另一實例中，每一電致變色IGU可包括傳輸與該IGU有關之資訊(例如該IGU及/或相關聯之控制器的標識)的信標。在一些情況中，可使用藍芽低功耗(BLE)信標。安裝工可具有接收器以允許其讀取該信標。電話及其他電子裝置通常具有可用於達成此目的之藍芽接收器。可使用任何適當之接收器。安裝工可在調試期間讀取信標上之資訊以將每一IGU/控制器之標識與該IGU之實體位置相關聯。可使用地圖或目錄來完成此關聯。

在類似實施例中，可經由該網路來觸發每一IGU，此可使該IGU上之組件向安裝工/使用者通知其已被觸發。在一個實例中，每一IGU經組態以自其窗天線發射特定調試信號(例如，特定頻率、脈衝序列等)。可經由該網路發送信號以觸發相關IGU或窗控制器，該控制器觸發該IGU以發射其調試信號。使用者之裝置接著可藉由接收IGU特定信號來識別相關IGU。基於此過程及資訊，安裝工/使用者可將每一IGU/控制器與其實體位置及標識相關聯。

圖14A爲描繪了根據某些實施例的調試電致變色窗之網路之方法1400的流程圖。舉例而言，在所有IGU具有相關聯之控制器之後，在操作1402處，產生所有窗控制器ID之清單。在下文參看圖14C-14E來進一步闡

釋此步驟。窗控制器ID可包括關於每一窗之許多個別識別因素。此資訊儲存於(例如)每一窗總成中(例如，在對接塊(或線束))之晶片中。在一個實例中，窗ID包括CAN ID及窗板ID。CAN ID可能涉及窗/窗控制器在CAN匯流排系統上之唯一位址，而窗板ID可能涉及電致變色IGU及/或其相關聯之窗控制器的唯一序列號。窗板ID (或所使用之其他ID)亦可包括關於窗之資訊，例如其尺寸、電致變色裝置之性質、在對電致變色裝置進行轉變時所使用之參數等。在產生了窗控制器之清單之後，在操作1404中觸發個別窗控制器。該觸發可經由本文中描述之任何方法而發生。此觸發使相關窗控制器發送具有窗控制器之ID的信號。作為回應，在操作1406中，經由網路存取IGU所發射之資料的使用者或程式可將所觸發之窗控制器的ID與窗之實體位置相關聯。在圖14F及圖14G之情形中進一步闡釋操作1404及1406。在操作1420處，判定是否有額外之窗要調試。若有額外之窗要調試，則該方法自操作1404起重複。該方法在調試完所有窗時完成。

圖14B呈現了安裝於建築物之東牆上的五個電致變色窗之實體位置的表示。「位置ID」係指相關窗之位置，在此種情況中被任意地標為東1至東5。另外之電致變色窗可設置於建築物中之別處。例如如就圖14C-14G所闡釋，可對圖14B中所示之一組窗執行圖14A之方法。

圖14C示出了可在圖14A之操作1404期間採取的某些步驟。在此實例中，電致變色窗之網路包括主控制器(MC)、兩個或兩個以上網路控制器(NC_1-NC_n)及幾個窗控制器(WC_1-WC_m)。為清楚起見，僅示出與在第一網路控制器(NC_1)下操作之窗控制器有關的資訊。點線表示可存在許多其他網路控制器及窗控制器。首先，使用者可經由使用者應用程式/程式/等發

起使窗控制器被發現之命令。該使用者應用程式/程式將此命令轉發至主控制器。主控制器指示網路控制器發現窗控制器，且網路控制器指示窗控制器識別自身。作為回應，窗控制器向網路控制器報告其ID，該等網路控制器接著向主控制器報告窗控制器ID，該主控制器向使用者應用程式/程式報告窗控制器ID。主控制器及/或使用者應用程式/程式可將此資訊聚合以產生所有窗控制器之清單。此清單可包括詳細說明每一網路控制器控制哪些窗控制器之資訊。如圖14D中所示，該清單亦可以圖表之形式提供，該圖表示出了在該網路上之所有相關控制器的組態。在一些情況中，圖14D中所示之網路表示可出現在圖形使用者介面上。

圖14E描繪了在操作1404完成且產生窗控制器ID之清單之後可向使用者呈現的使用者介面特徵之實例。在圖14E之上部部分上，示出了相關窗之地圖。此地圖可藉由可用之任何方式產生，且在一些情況中可針對每一安裝而特別地程式化。在操作1404之後，仍未知每一窗位於何處。因此，該地圖仍未示出任一窗之CAN ID或窗板ID，而是具有將在調試過程期間用此資訊充填之空欄位。在圖14E之底部部分上，提供窗控制器ID之清單。在操作1404之後，大體上知道了所有之窗ID (CAN ID及窗板ID)，但其仍未與其實體位置(位置ID)相關聯。由於此原因，圖14E之底部部分將CAN ID及窗板ID示出為已充填的，而位置ID仍爲空白的。可為不同之網路控制器中之每一者提供類似清單。

圖14F爲更詳細地呈現了根據一個實施例的用於執行圖14A中之操作1404及1406的方法的流程圖。在圖14F中，該方法開始於操作1404，其中使用者觸發窗控制器(例如藉由將EM發射引導向IGU之窗天線)，藉此使其將窗控制器ID發送至其相關聯之網路控制器。在操作1410處，網路控

制器接收具有窗控制器ID之信號，且將該窗控制器ID發送至主控制器。接下來，在操作1412處，主控制器接收具有窗控制器ID之信號，且將該窗控制器ID發送至使用者應用程式/程式/等。在操作1414處，該使用者應用程式/程式顯示所觸發之窗的窗控制器ID。接下來，在操作1418處，使用者可將所觸發之窗的窗ID與被觸發之窗的實體位置相關聯。在一個實例中，使用者將在操作1414中顯示之窗ID拖拽至如在窗之地圖上表示的所觸發之窗的實體位置上。參看圖14E，舉例而言，回應於窗控制器被觸發，特定之窗ID (例如，CAN ID及窗板ID)在使用者應用程式/程式中可變成粗體或以其他方式令人注意到。使用者可看到粗體之窗ID，接著將其拖拽至地圖上之適當位置處。相反地，使用者可將相關窗自地圖拖拽至所觸發窗之ID上。類似地，使用者可點擊所觸發窗之ID且自地圖點擊相關窗以將該兩者相關聯。可使用各種方法。

圖14G描繪了在已識別出位於東5處之窗且將該窗與其相關之窗ID/位置相關聯之後的與圖14E中所示之圖形使用者介面類似的示例性圖形使用者介面。如圖14B中所示，東5處之窗有WC_1安裝於其上。因此，在東5位置處之窗下面顯示WC_1之CAN ID (XXXX1)及WC_1之窗板ID (YYYY1)。類似地，如圖14G之底部部分中所示，窗控制器ID之清單現在包括WC_1之位置ID。可重複觸發及位置/ID關聯步驟，直至識別出所有之窗且將其與其在建築物內之位置相關聯為止。在圖中僅為清楚起見而選擇首先觸發WC_1之實際情況。可按任何次序來觸發窗控制器。

回到圖14F，在操作1420處，判定是否有任何額外之窗要調試。若無，則該方法完成。若有額外之窗要調試，則該方法在操作1404處開始對不同之窗重複。

習知天線有時候需要基於變動之環境條件來進行調整或調好，該等環境條件包括樹葉之季節性變化、城市或住宅環境中的新建築物、天氣模式等。此類調整修改了天線輻射場型以慮及變動之條件。另外，當多個天線輻射至同一區時，可能會出現空區。需要仔細調好天線以去除掉空區。

就習知天線而言，藉由在實體上改變所安裝之天線的位置及/或定向來進行調整。如本文中描述之窗天線允許經由來自窗控制器或控制系統的命令來調整或調好所發出輻射之場型，該控制器或控制系統提供用於選擇窗且對窗供電以應對當前之要求及環境條件的適當指令。有時，控制器選擇對哪些天線供電且藉此界定活動天線之特定場型或陣列。在另一種方法中，該控制器改變對發射天線供電之電信號的頻率、功率、極化或其他性質。

此類調整可與電致變色窗調試程式相聯繫。在一些方法中，當安裝程式設置其電致變色窗時，該安裝程式對該等電致變色窗進行調試以設定光學切換參數。當電致變色窗包括如所揭示之天線時，調試可慮及被調試的建築物之窗中的個別天線的選擇及/或供電特性。校準及/或調好為窗之部分的天線係作為調試之部分。另外，可進行監測或週期性調試以慮及變動之環境條件，該等環境條件可能會對結構中的天線之發射特性有強烈影響。含有電致變色窗之建築物的調試及監測進一步描述於2013年4月12日提交之國際專利申請案第PCT/US13/36456號及2014年4月3日提交之美國臨時專利申請案第61/974,677號中，該等申請案中之每一者以全文引用之方式併入本文中。此等申請案描述了基於在安裝時及/或在之後之評估期間判定的本機條件來設定及/或調整可切換之光學窗控制器的設置，例如驅動電壓，以引致光學切換。

在一些情況中，具有天線之一棟建築物或多棟建築物與彼此及/或與習知之發射天線交互，其中該等天線在相同的或重疊的頻帶中發射信號。在此實例中，此多棟建築物中之至少一者自建築物之窗上的天線發射輻射。其他建築物可經由窗或較習知之蜂巢塔結構來進行發射。

非窗網路應用

如自前文描述中顯而易見的，視特定天線之應用而定，天線可經設計、組裝及以其他方式組態以具有各種用途。在一些應用中，上文描述之天線中的一或多者可經組態以用在中繼器或「信號增強器」系統中。在一個示例性中繼器實施方案中，IGU 202包括一或多個第一天線及一或多個第二天線。該等第一天線可經組態以自建築物(或建築物內之房間)外部的外部環境接收信號。舉例而言，所接收信號可爲自基地台、蜂巢或其他廣播塔、衛星或無線存取點或「熱點」發射之蜂巢式、無線廣域網(WWAN)、無線區域網路(WLAN)或無線個域網路(WPAN)信號。該等第二天線可經組態以將信號發射至建築物(或建築物內之房間)內部之內部環境中。舉例而言，所發射信號可爲蜂巢式、WLAN或WPAN信號。在一些此類實施方案中，用於天線之控制器(無論是在窗色彩狀態控制器內抑或在單獨之天線控制器中)可包括放大器電路或級以及一或多個被動或主動硬體或軟體濾波組件或電路，例如類比濾波器或數位濾波器。在一些此類實施方案中，所發射信號爲所接收信號的放大版本。另外，所接收信號在放大之前可進行濾波及經受各種信號處理技術及處理，使得任何雜訊或其他不想要之信號分量在所發射信號中未被放大(或至少沒有到所要之頻率分量在所發射信號中被放大的程度)。將瞭解，亦可對自內部環境接收到之信號進行處理及放大以便向外部環境發射。

在一些應用中，上文描述之天線中的一或多者可經組態以用在協定轉換器系統中。在一個示例性轉換器實施方案中，IGU 202包括一或多個第一天線及一或多個第二天線。該等第一天線可經組態以根據第一無線協定自外部環境接收信號，例如自基地台、蜂巢或其他廣播塔、衛星或無線存取點或熱點發射的蜂巢式、WWAN、無線區域網路WLAN或無線個域網路WPAN信號。該等第二天線可經組態以根據第二無線協定將信號發射至建築物內部之內部環境中。舉例而言，所發射信號可爲蜂巢式、WLAN或WPAN信號。在一些此類實施方案中，用於天線之控制器(無論是在窗色彩狀態控制器內抑或在單獨之天線控制器中)可包括用於在經由第二天線發射之前將所接收信號自第一無線協定轉換至第二無線協定的轉換器電路或級。該控制器亦可包括用於在發射之前放大所轉換信號的放大器。舉例而言，可自外部環境接收蜂巢式信號、將該信號轉換成Wi-Fi信號、且接著發射至內部環境中。將瞭解，亦可對自內部環境接收到之信號進行轉換以便向外部環境發射。

在一些應用中，一或多個天線可經組態以(例如)自廣播塔抑或自衛星來接收廣播電視信號。在一些此類應用中，接著可按相同或不同之協定將所接收之電視信號重新廣播至房間中以便被機上匣或電視自身接收。類似地，一或多個天線可經組態以(例如)自廣播塔抑或自衛星接收無線電信號。在一些此類應用中，接著可按相同或不同之協定將所接收的無線電信號重新廣播至房間中以便被收音機、立體音響系統、電腦、電視或衛星收音機接收。

在一些應用中，多個天線可充當蜂巢式、電視或其他廣播信號的廣播設備。在一個此類實例中，大型建築物之一些或全部的窗內的一些或全

部之天線可經組態以充當用於基地台之GSM或DCS蜂巢式廣播塔。此類實施方案可避免使用傳統之廣播塔。

在一些應用中，一或多個天線之分組或區可充當WLAN或WPAN基地台、存取點或熱點。舉例而言，如上文所描述的天線分組可起到毫微微小區(例如，用於4G及5G蜂巢)或微微小區的作用。在一些此類實施方案中，用於該天線分組之控制器可經由寬頻(例如DSL或纜線)連接至服務提供商之網路。毫微微小區允許服務提供商擴展室內或「小區邊緣」處之服務覆蓋，在室內或小區邊緣處，存取可能由於基礎設施限制或衰減(例如因為建築物之材料或因為阻擋所要信號之其他建築物)而爲有限的或爲不可用的。

在一些應用中，可使用上文描述之天線中之一或多者來進行掩蓋。舉例而言，建築物之一個窗內或多個窗內的一或多個天線可經組態以往回輻射消除來自物件(例如同一棟建築物之另一結構、其他建築物、或建築物外部之其他結構)之反射的場。

在一些應用中，上文描述之天線中的一或多者可用在麥克風系統中。舉例而言，IGU可包括在窗板之表面上的一或多個聲-電變換器或此類變換器之陣列。舉例而言，該等變換器可爲將聲信號轉換成電信號的電磁變換器(例如MEMS麥克風變換器)，該電信號接著可被窗控制器或單獨之控制器接收及進行處理。舉例而言，在揚聲器電話實施方案中，該等變換器可拾取來自鄰近房間之一或多個現住者的聲信號且將該等聲信號轉換成電信號以便藉由控制器進行信號處理。在一些實施方案中，可將未經處理之或已處理之電信號無線地發送至與電話系統介接之裝置以便發射至(例如)電話會議裏的第三方。另外，在一些實施方案中，電磁變換器可自

背景雜訊 (例如來自房間外之外部環境(無論室外抑或室內，例如在走廊或相鄰房間中)之雜訊)中偵測聲信號。來自雜訊之該等電信號接著可藉由控制器或單獨之裝置進行處理以自與來自房間內之現住者的聲音相關聯之頻率分量移除與該雜訊相關聯之頻率分量。在一些其他實施方案中，建築物內之使用者可佩戴將音訊信號轉換成電信號的麥克風(例如無線頭戴式耳機)，該等電信號接著廣播且隨後被附近窗內的天線感測到。此類實施方案將使使用者能夠在不使用電話之情況下參與電話會議，甚至在使用者在建築物之一間或多間房間或走廊裏到處走動時。舉例而言，使用者亦可佩戴頭戴式受話器或其他音訊耳塞，其將接收自各種附近窗中之天線發射的電信號且將此等所接收之電信號轉換成代表會議電話裏的其他使用者之聲音的音訊信號。此類所接收之電信號可經由電話系統接收且隨後藉由各種附近窗中之控制器及天線經由有線或無線連接接收。

在一些實施方案中，一或多個窗內之一或多個天線亦可經組態以將信號發射至房間內之各種揚聲器。在一些實施方案中，一或多個窗內之一或多個天線亦可經組態以對房間內之各種揚聲器無線地供電。在一些實施方案中，一或多個窗內之一或多個天線亦可經組態以對房間內之各種照明設備無線地供電。舉例而言，此類實施方案可提供「無電極燈」，例如，在IGU或其他窗結構中或附近的一或多個熒光燈管，該等熒光燈管在藉由自天線發射之射頻發射激發時產生光。

在一些應用中，一或多個窗中之一或多個天線可經組態以發射及接收無線電波以判定在房間或建築物之外部及/或內部的物件的範圍、角度或速度。更具體地，該等天線可發射自其之路徑上之任何物件反射的無線電波或微波。窗內之相同或不同的天線接收且處理此等反射波以判定該

(等)物件之性質。舉例而言，此類雷達實施方案可用於測繪外部或內部環境。此測繪資訊可用於更好地指引天線來更好地接收相關信號或更好地將所發射信號聚集至目標(例如典型之基地台而且亦聚集至其他建築物，可使用此天線技術將該等建築物自身組態為基地台)。此類雷達實施方案對於安全應用亦可爲有利的。舉例而言，此類雷達實施方案可偵測闖入者/入侵者的在場、接近度及甚至行動。實際上，圍繞建築物配置之多個窗中的多個天線可協同工作來追蹤入侵者在建築物四周的移動。

雷達實施方案亦可經組態以偵測天氣。舉例而言，氣象臺已使用多普勒效應來偵測、分類及預報天氣。此類天氣資訊可用作至主控制器或網路控制器之另一輸入以判定色彩狀態以及觸發其他系統(包括照明、HVAC及甚至警報系統)中的改變。

在窗上或窗內之天線亦可用在其他識別、個性化、授權或安全應用中。舉例而言，房間內之天線可用於偵測來自RFID標簽、藍芽發射器或由房間之現住者佩戴或以其他方式攜帶的其他發射器的信號以判定現住者之身份以及判定與該等身份相關聯的授權、許可或安全調查。

結論

在一或多個態樣中，所描述之功能中的一或多者可用硬體、數位電子電路、類比電子電路、電腦軟體、韌體(包括本說明書中揭示之結構及其結構等效物)或用其任何組合來實施。本文所描述之標的之某些實施方案亦可實施為一或多個控制器、電腦程式或實體結構，例如編碼在電腦儲存媒介上以便由窗控制器、網路控制器及/或天線控制器執行或用於控制窗控制器、網路控制器及/或天線控制器之操作的電腦程式指令之一或多個模組。作為或針對電致變色窗而呈現的任何所揭示之實施方案更為一般

地可作為或針對可切換光學裝置(包括窗、鏡子等)來實施。

對本揭示案中所描述之實施例的各種修改可為熟習此項技術者易於顯而易見的，且本文中界定之一般原理可應用於其他實施方案而不會脫離本揭示案之精神或範疇。因此，申請專利範圍不意欲限於本文中所示之實施方案，而是將符合與本文中揭示之本揭示案、原理及新穎特徵一致的最廣範疇。另外，一般熟習此項技術者將易於瞭解，有時使用術語「上部」及「下部」以便於描述圖式，且指示與適當定向之頁面上的圖之定向對應的相對位置，且可能不反映該等裝置在實施時的恰當定向。

在本說明書中在單獨之實施方案之情形中描述的某些特徵可組合起來在單個實施方案中實施。相反地，在單個實施方案之情形中描述之各種特徵亦可單獨地或以任何合適之子組合在多個實施方案中實施。此外，雖然在上文中可將特徵描述為按某些組合來起作用且甚至最初如此要求權利保護，但來自要求權利保護之組合的一或多個特徵在一些情況中可自該組合去除，且要求權利保護之組合可針對子組合或子組合之變型。

類似地，雖然在圖中按特定次序來描繪操作，但此不一定意謂需要按所示之特定次序或按順序次序來執行該等操作，或要執行所有所示之操作，以達成所要結果。另外，該等圖可以流程圖之形式示意性地描繪了一多個示例性過程。然而，未描繪之其他操作可合併於示意性地示出之示例性過程中。舉例而言，可在所示操作中之任一者之前、之後、同時地或之間執行一或多個額外操作。在某些情形中，多任務及並列處理可為有利的。此外，在上文描述之實施方案中的各種系統組件之隔開不應被理解為在所有實施方案中要求此類隔開，且應瞭解，所描述之程式組件及系統通常可一起整合在單個軟體產品中或封裝至多個軟體產品中。另外，其他實

施方案屬於以下申請專利範圍之範疇內。在一些情況中，在申請專利範圍中敍述之動作可按不同次序執行且仍達成所要結果。

【符號說明】

100:系統

102:電致變色窗

104:建築物

106:加熱、通風及空調(HVAC)系統

107:內部照明系統

108:安全系統

109:電力系統

110:建築物管理系統(BMS)

111:主控制器

112:網路控制器

114:窗控制器

199:控制器

202:電致變色窗

204:第一窗片

206:第二窗片

208:內部體積

210:電致變色(EC)裝置(ECD)

212:EC堆疊

214:第一TCO層

216:第二TCO層

218:間隔物

220:第一主密封件

222:第二主密封件

224:輔密封件

226:第一匯流條

228:第二匯流條

230:第一天線結構

232:第二天線結構

234:接地平面

236:介電質或其他絕緣材料層/絕緣層

238:介電質或其他絕緣材料層

300:網路系統

302 :IGU

304:分散式窗控制器(WC)

306:網路控制器(NC)

308:主控制器(MC)

310:面向外之網路

312:鏈路

314:鏈路

316:鏈路

318:鏈路

320:資料庫

322:有線硬體鏈路

324:建築物管理系統(BMS)

326:有線鏈路

540:第一天線結構

542:第二天線結構

544:黏合層

546:黏合層

548:金屬間隔物

650:匹配電路

652:匹配電路

801:Sierpinski分形天線結構

802:接地平面

909:窗板

911:接地平面

913:分形天線

915:貼片天線

950:窗板

952:天線結構

954:接地平面

970:窗板

974:通信介面

975:控制器

976:邏輯塊

978:邏輯塊

980:天線

982:天線

984:天線

991:窗板

993:接地平面條帶

995:天線結構

997:纜線

998:中心導體

999:短連接器

1001:窗板

1003:纜線

1005:接地護套

1007:接地平面

1009:中心導體

1011:帶狀線/貼片天線/天線結構

1013:平行窗板

1015:間隔物

1017:連接器

1019:天線接收器/發射器之線

1021:導電線

1023:導電線

1025:焊料

1027:間隔物

1029:導線

1100a:外側窗板

1100b:內側窗板

1101:間隔物

1102:匯流條

1103:匯流條引線

1104:輔密封材料

1105:密封材料/密封膠

1106:電連接

1107:基座

1108:載具

1109:印刷電路板(PCB)

1110a:彈簧頂針

1110b:彈簧頂針

1110c:彈簧頂針

1111a::組件

1111b:組件

1111c::組件

1115:組件

1116:組件

1117:連接器

1119:特徵

1120:電連接器

1121:塊

1122:導線

1125:連接

1125a:第一匯流條引線

1125b:第二匯流條引線

1126:連接

1127:纜線

1128:纜線

1130:連接器

1150:可撓性膠帶形互連

1152:第一部分

1154:第二部分

1156:導體

1158:導體

1160:外部導體

1162:外部導體

1164:中心導體

1191:中心導體

1193:外部導體

1402:步驟

1404:步驟

1406:步驟

1410:步驟

1412:步驟

1418:步驟

1420:步驟

C:第一及第二窗片之間的間距

D:間隔物之寬度

E:間隔物自第一及第二窗片之邊緣插入之距離

F:第一及第二匯流條中之每一者自各別間隔物之內邊緣插入之距離

G:距離

S1:第一表面

S2:第二表面

S3:第一表面

S4:第二表面

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種窗天線設備，其包括：

(a) 具有一或多個窗板(lites)之一窗，該一或多個窗板各自包括至少兩個表面，該等表面具有經組態以供透過該窗進行察看(viewing)之區；

(b) 一電致變色(electrochromic)裝置，該電致變色裝置安置於該窗之一第一表面上，該電致變色裝置具有一導電層，該導電層經組態以阻擋來自該窗安置於其中之一建築物的外部的一或多個區的無線信號的接收；

(c) 一或多個匯流條，其與該電致變色裝置電連接；

(d) 一天線結構，該天線結構安置於該窗之該第一表面或一第二表面上，該天線結構與該一或多個匯流條中的至少一個分隔開且形成在一不同層，其中該天線結構利用該電致變色裝置之該導電層；及

(e) 一接地平面，其基本上對光學波長透光，安置於該窗之該第一表面、該窗之該第二表面、該窗之一第三表面或連接至該窗之一結構上。

【請求項2】

如申請專利範圍第1項之窗天線設備，其中該天線結構包括一帶狀線或一貼片。

【請求項3】

如申請專利範圍第2項之窗天線設備，其中該天線結構被組態為一單極天線。

【請求項4】

如申請專利範圍第2項之窗天線設備，其中該天線結構進一步包括一第二帶狀線或貼片，且其中該等帶狀線或該等貼片被組態為一偶極天線。

【請求項5】

如申請專利範圍第1項之窗天線設備，其中該天線結構包括一分形結構。

【請求項6】

如申請專利範圍第5項之窗天線設備，其中該分形結構安置於一平面上，且其中該接地平面基本上平行於或垂直於該分形結構之該平面。

【請求項7】

如申請專利範圍第1項之窗天線設備，其中該天線結構經組態作為一八木天線(Yagi antenna)或一對數週期天線(log periodic antenna)。

【請求項8】

如申請專利範圍第1項之窗天線設備，進一步包括一天線控制器，其包括用於該天線結構之一發射器及/或一接收器及經組態以控制該電致變色裝置之光學轉變的一窗控制器。

【請求項9】

如申請專利範圍第1項之窗天線設備，其中該接地平面包括至少約1700nm的一厚度。

【請求項10】

一種窗天線結構，其包括：

(a) 具有一或多個窗板之一窗，該一或多個窗板各自包括至少兩個表面，該等表面基本上對光學波長透明；

(b) 一電致變色裝置，該電致變色裝置安置於該窗之一第一表面上，該電致變色裝置具有一導電層，該導電層經組態以阻擋來自該窗安置於其中之一建築物的外部的一或多個區的無線信號的接收；

(c)一或多個匯流條，其與該電致變色裝置電連接；及

(d) 一偶極(dipole)天線結構，其基本上對光學波長透光，該偶極天線結構與該一或多個匯流條中的至少一個分開形成且分隔開，該偶極天線結構安置於該窗之該第一表面或該窗之一第二表面上，該偶極天線結構藉由該窗的一或多個豎框(mullions)至少部分地支撐，且其中該偶極天線結構利用該電致變色裝置之該導電層。

【請求項11】

如申請專利範圍第10項之窗天線結構，其中該偶極天線結構經組態作為一相位陣列(phased array)天線的一元件而操作。

【請求項12】

如申請專利範圍第11項之窗天線結構，其中該相位陣列天線經組態以對支撐該窗天線結構的一建築物的外部的區提供5G行動電話(cellular telephone)覆蓋。

【請求項13】

如申請專利範圍第10項之窗天線結構，更包括一波束成型器(beamformer)，其操作以掃描一天線波束(antenna beam)的一主瓣(main lobe)。

【請求項14】

如申請專利範圍第10項之窗天線結構，其中該偶極天線結構經組態以對支撐該窗天線結構的一建築物的內部的區提供Wi-Fi及/或行動電話服

務。

【請求項15】

如申請專利範圍第10項之窗天線結構，更包括一接地平面，其中該接地平面被提供在該窗的一框架組件上或被提供作為該窗的該框架組件的部分。

【請求項16】

一種用於一蜂巢式信號中繼器(cellular signal repeater)的窗天線系統，其包括：

一或多個窗板，該一或多個窗板之每一者具有適合用於透過該一或多個窗板進行察看之區；

一電致變色裝置，該電致變色裝置安置於該一或多個窗板中之一者上，該電致變色裝置具有一導電層，該導電層經組態以阻擋來自該窗天線系統安置於其中之一建築物的外部的一或多個區的無線信號的接收；

一第一天線結構，其安置在該一或多個窗板的一第一表面、一間隔物、一框架、一豎框或一橫框上，以與該蜂巢式信號中繼器操作，其中該第一天線結構利用該電致變色裝置之該導電層；及

一第二天線結構，其安置在該一或多個窗板的一第二表面、一間隔物、一框架、一豎框或一橫框上，以與該蜂巢式信號中繼器操作。

【請求項17】

如申請專利範圍第16項之窗天線系統，其中該等適合用於透過該一或多個窗板進行察看之區包括基本上至少在光學波長處透光的一材料。

【請求項18】

如申請專利範圍第16項之窗天線系統，更包括一電致變色裝置，其安置在該第一表面與該第二表面之間。

【請求項19】

如申請專利範圍第18項之窗天線系統，其中該第一窗天線結構經放置以發射及/或接收來自一建築物的外部的一或多個區的通信信號，其中該一或多個窗板安裝在該建築物上。

【請求項20】

如申請專利範圍第19項之窗天線系統，其中該第一窗天線結構被放置於面向該建築物的外部的該一或多個區的一表面上，且其中該電致變色裝置安置於面向該建築物的內部的一或多個區之一表面上。

【請求項21】

如申請專利範圍第16項之窗天線系統，其中該第二窗天線結構經放置以發射及/或接收來自一建築物的內部的區的通信信號，其中該一或多個窗板安裝在該建築物上。

【請求項22】

如申請專利範圍第16項之窗天線系統，其中該蜂巢式信號中繼器執行一信號處理技術，以過濾出存在於一接收蜂巢信號的至少一些雜訊。

【請求項23】

如申請專利範圍第16項之窗天線系統，其中該蜂巢式信號中繼器操作以重複信號，該等信號符合一蜂巢通信標準(cellular communications standard)、一無線廣域網(WWAN)標準或一無線區域網路(WLAN)標準。

【請求項24】

如申請專利範圍第16項之窗天線系統，其中該第一窗天線結構及該第二窗天線結構的至少一者包括一偶極。

【請求項25】

如申請專利範圍第16項之窗天線系統，其中該第一窗天線結構及該第二窗天線結構的至少一者包括一貼片天線。

【請求項26】

如申請專利範圍第16項之窗天線系統，其中該蜂巢式信號中繼器依據4G蜂巢通信標準或5G蜂巢通信標準的一修訂版本操作。

【請求項27】

如申請專利範圍第16項之窗天線系統，其中耦合至該第一天線結構的一信號的權重不同於耦合至該第二天線結構的一信號。

【請求項28】

如申請專利範圍第16項之窗天線系統，其中耦合至該第一天線結構的一信號的一相位不同於耦合至該第二天線結構的該信號的一相位。

【請求項29】

一種窗，其包括：

第一及第二窗板；

一電致變色裝置，該電致變色裝置安置於該第一窗板或該第二窗板上，該電致變色裝置具有一導電層，該導電層經組態以阻擋來自該窗安置於其中之一建築物的外部的一或多個區的無線信號的接收；

一第一天線結構，該第一天線結構安置於該第一窗板及該第二窗板的一第一表面、一間隔物、一框架、一豎框(mullion)或一橫框

(transom)上，其中該第一天線結構利用該電致變色裝置之該導電層；及

一收發器，電耦合至該第一天線結構且經組態以接收及/或發射經由藍芽、Wi-Fi、紫蜂(Zigbee)及EnOcean標準之一或多者通信之信號，或經組態以發射及/或接收符合一蜂巢通信標準的信號。

【請求項30】

如申請專利範圍第29項之窗，更包括一電致變色裝置，其安置在該第一及第二窗板的一第二表面上，其中該第一窗天線結構與該電致變色裝置分隔開。

【請求項31】

如申請專利範圍第29項之窗，其中該收發器與用於控制該窗的一光學轉變的一控制器同處一處。

【請求項32】

如申請專利範圍第29項之窗，其中該收發器利用一網路通信，該網路用於控制光學可切換窗。

【請求項33】

如申請專利範圍第29項之窗，其中該第一窗天線結構包括一偶極。

【請求項34】

如申請專利範圍第29項之窗，其中該第一窗天線結構包括一貼片天線。

【請求項35】

如申請專利範圍第29項之窗，其中該收發器經組態以發射及/或接收經由一蜂巢通信標準通信的信號，且其中該蜂巢通信標準符合一4G或一

5G蜂巢通信標準。

【請求項36】

如申請專利範圍第35項之窗，其中該蜂巢通信標準包括該5G蜂巢通信標準，且其中該窗包括至少一第二天線結構，該第一天線結構及該第二天線結構安置於該第一及第二窗板的該第一表面上，且與一波束成型器協作以提供該經接收或經發射信號的波束成型(beamforming)。

【請求項37】

如申請專利範圍第36項之窗，其中該波束成型器提供該經接收或經發射信號的振幅及相位的控制。

【請求項38】

如申請專利範圍第36項之窗，其中該收發器經組態以耦合至一4G或一5G蜂巢通信基地台。

【請求項39】

如申請專利範圍第36項之窗，其中該收發器經組態以耦合至一4G或一5G蜂巢通信重複器。

【請求項40】

一種建築通信網路，其包括：

一內部通信網路，其安置於一建築物內；

一電致變色裝置，該電致變色裝置安置於該建築物中之一窗之一表面上，該電致變色裝置具有一導電層，該導電層經組態以阻擋來自該建築物的外部的一或多個區的無線信號的接收；

一第一天線結構，其安置於該窗的一組件上，其中該窗包括一或多個窗板，該一或多個窗板之每一者具有對光學波長至少部分透光

的區，其中該第一天線結構利用該電致變色裝置之該導電層；及

一存取點，其耦合至該第一天線結構且經組態以將信號發射至安置於該建築物內的該內部通信網路且自該內部通信網路接收信號。

【請求項41】

如申請專利範圍第40項之建築通信網路，其中耦合至該第一天線結構的該電致變色裝置及一收發器的兩者藉由一控制器區域網路(CAN)匯流條控制。

【請求項42】

如申請專利範圍第40項之建築通信網路，其中該第一天線結構與該存取點協作，以發射或接收信號，該等信號依據一或多個的藍芽、Wi-Fi、紫蜂、EnOcean及藍芽微信標標準操作。

【請求項43】

如申請專利範圍第40項之建築通信網路，其中該第一天線結構耦合至一Wi-Fi重複器。

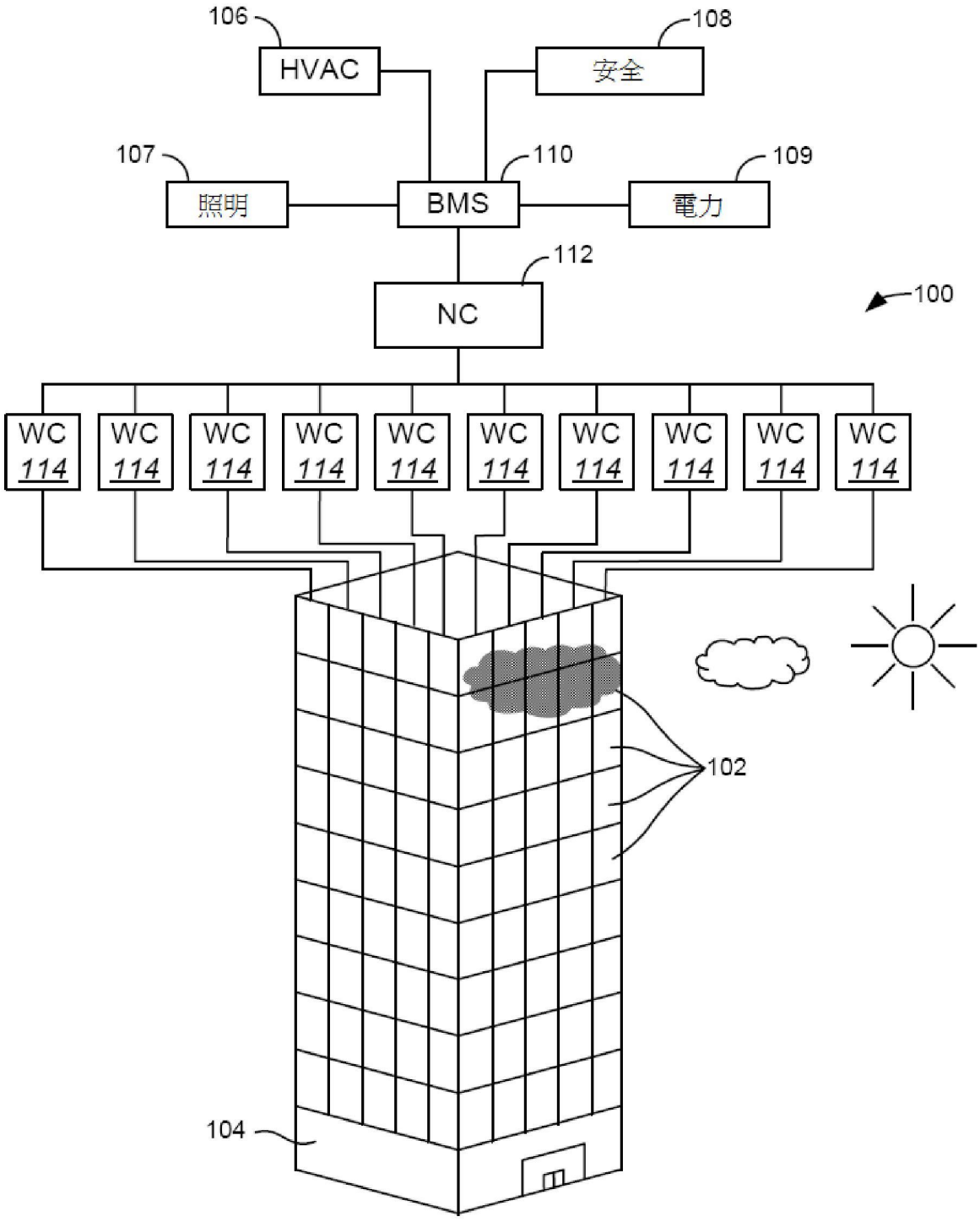
【請求項44】

如申請專利範圍第40項之建築通信網路，其中該第一天線結構耦合至一蜂巢信號中繼器。

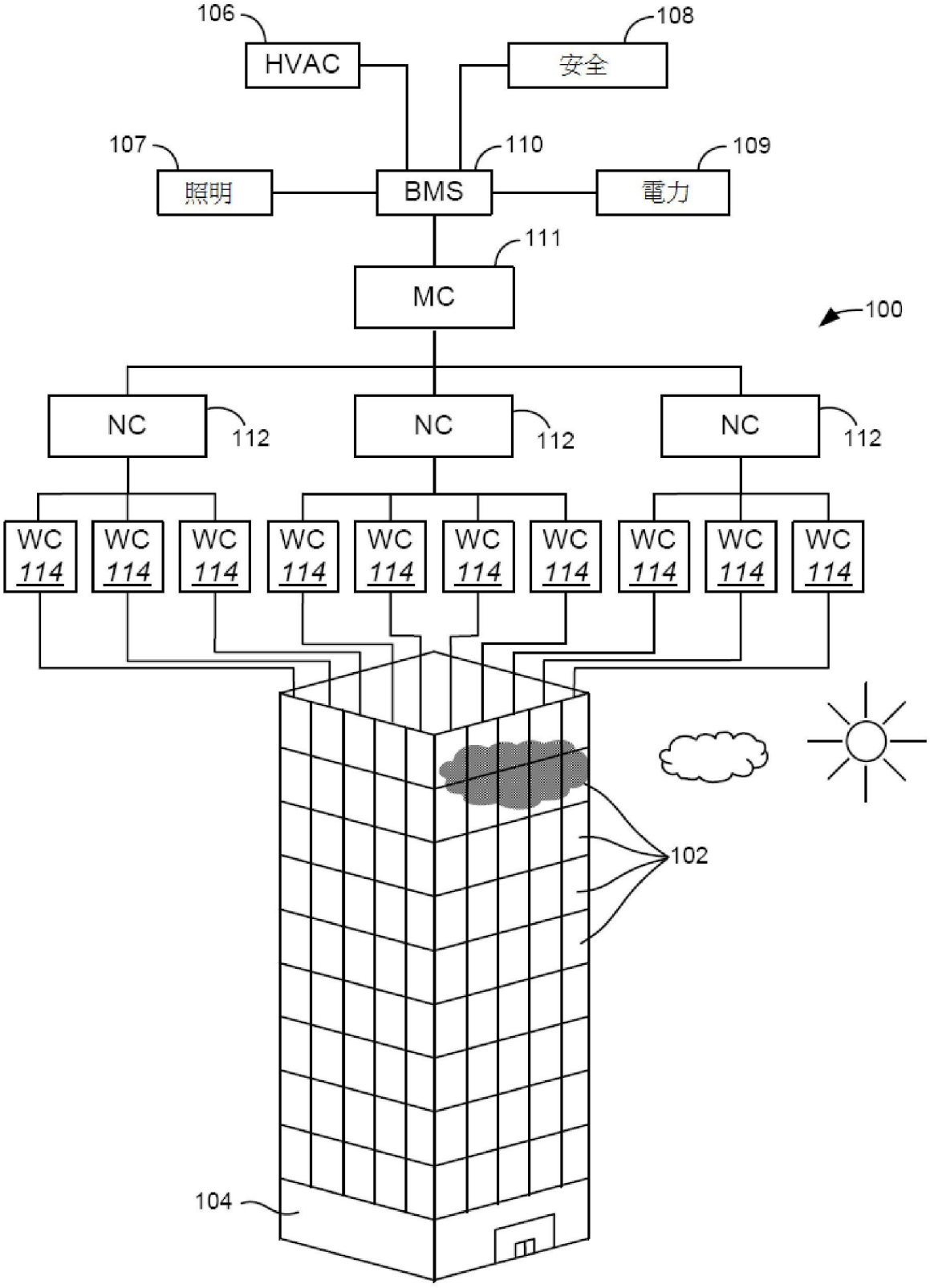
【請求項45】

如申請專利範圍第44項之建築通信網路，其中該蜂巢信號中繼器依據一4G標準或一5G標準的一修訂版本操作。

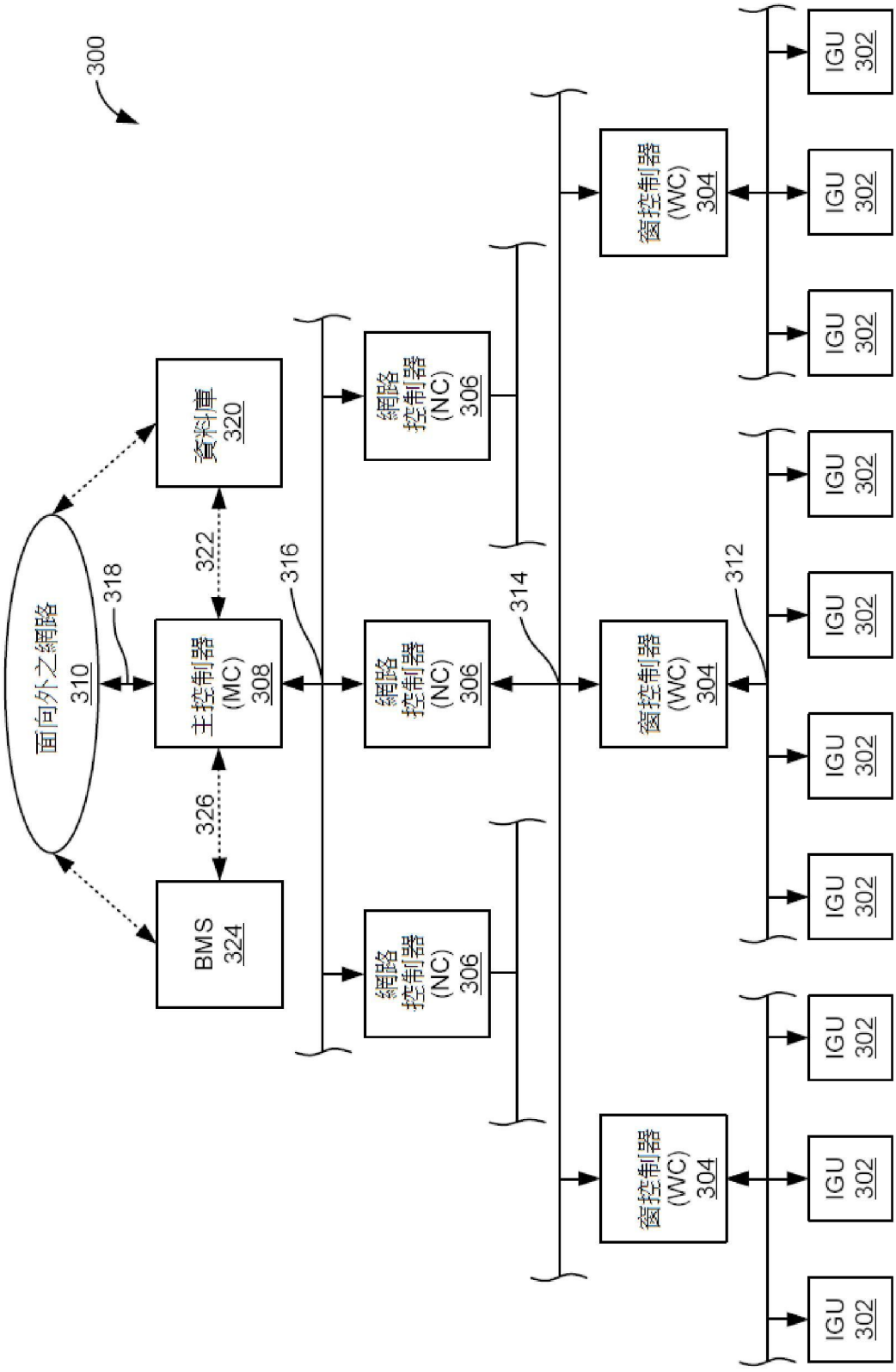
【發明圖式】


106
HVAC
108
安全
107
照明
110
BMS
109
電力
112
NC
100
WC 114
WC 114
WC 114
WC 114
WC 114
WC 114
WC 114
WC 114
WC 114
WC 114
102
104

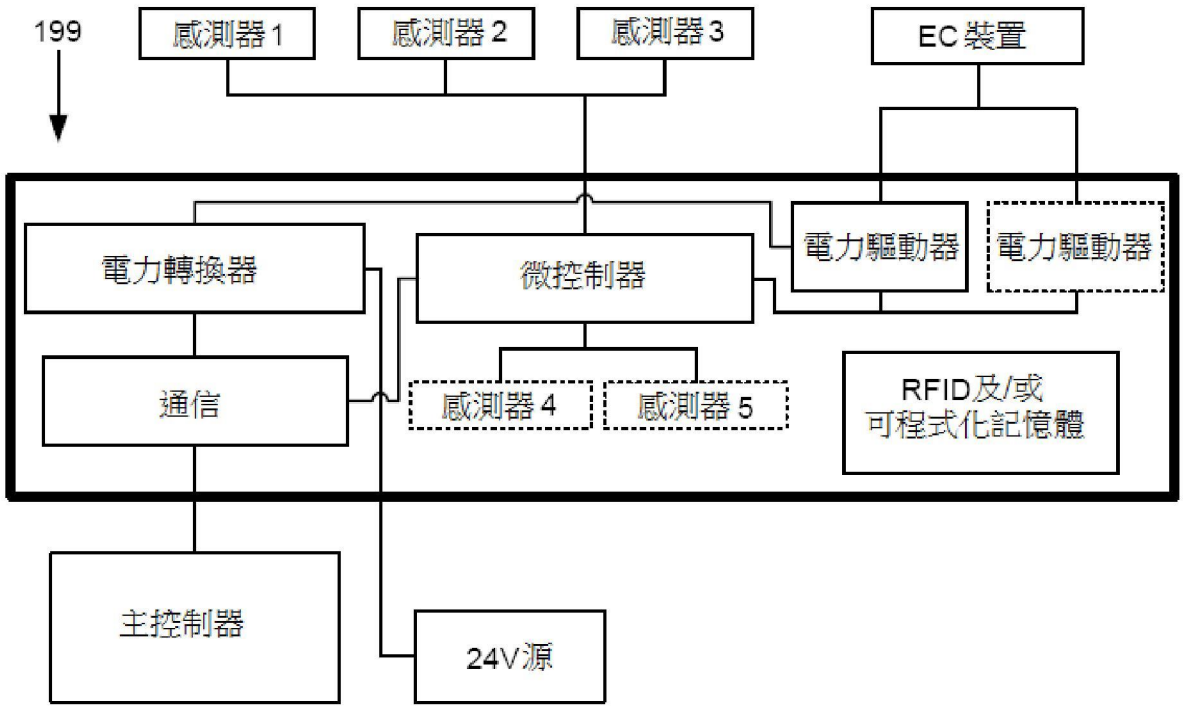
【圖 1A】


106
HVAC
108
安全
107
照明
110
BMS
109
電力
111
MC
100
NC
112
NC
112
NC
112
WC
114
102
104

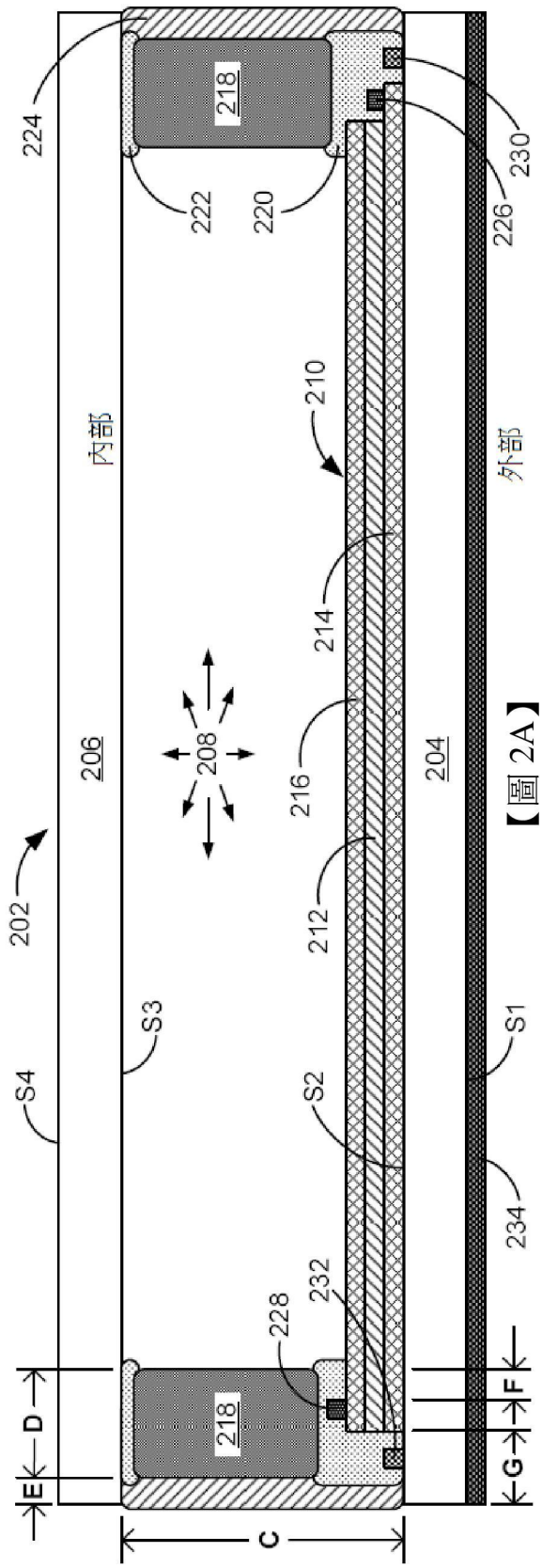
【圖 1B】


300
面向外之網路
310
318
主控制器
(MC)
308
322
326
資料庫
320
BMS
324
316
網路
控制器
(NC)
306
314
窗控制器
(WC)
304
312
IGU
302

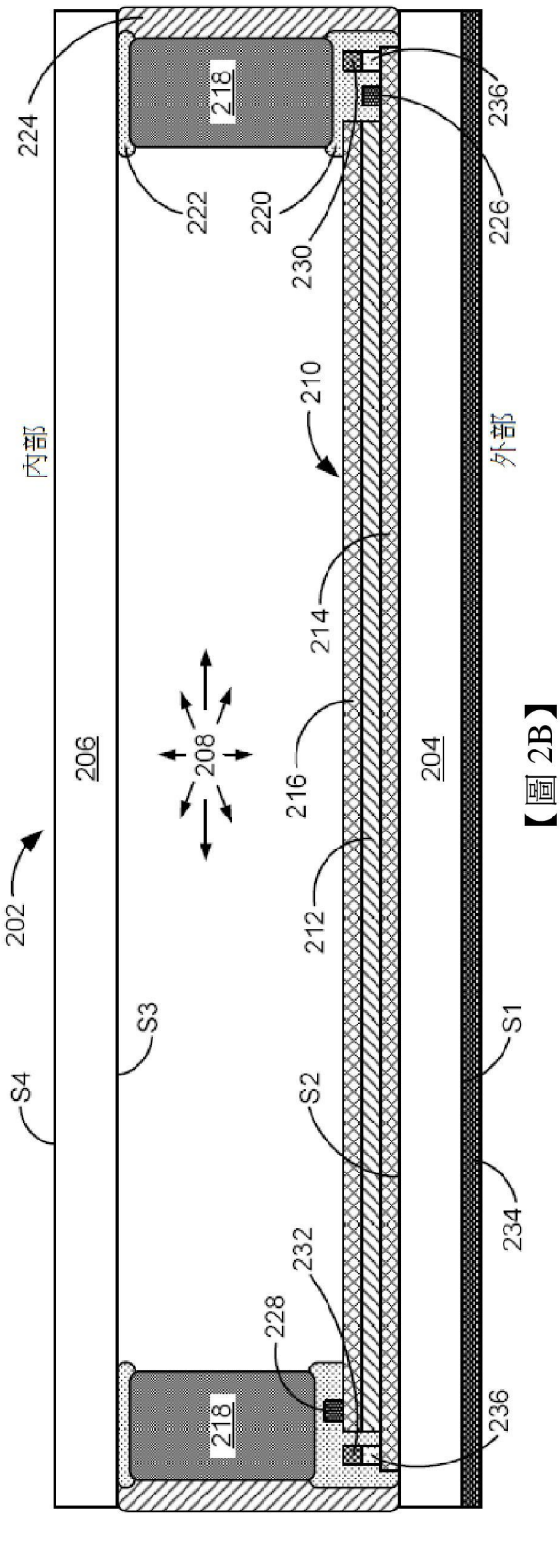
【圖 1C】


199
感測器 1
感測器 2
感測器 3
EC 裝置
電力轉換器
微控制器
電力驅動器
電力驅動器
通信
感測器 4
感測器 5
RFID及/或
可程式化記憶體
主控制器
24V源

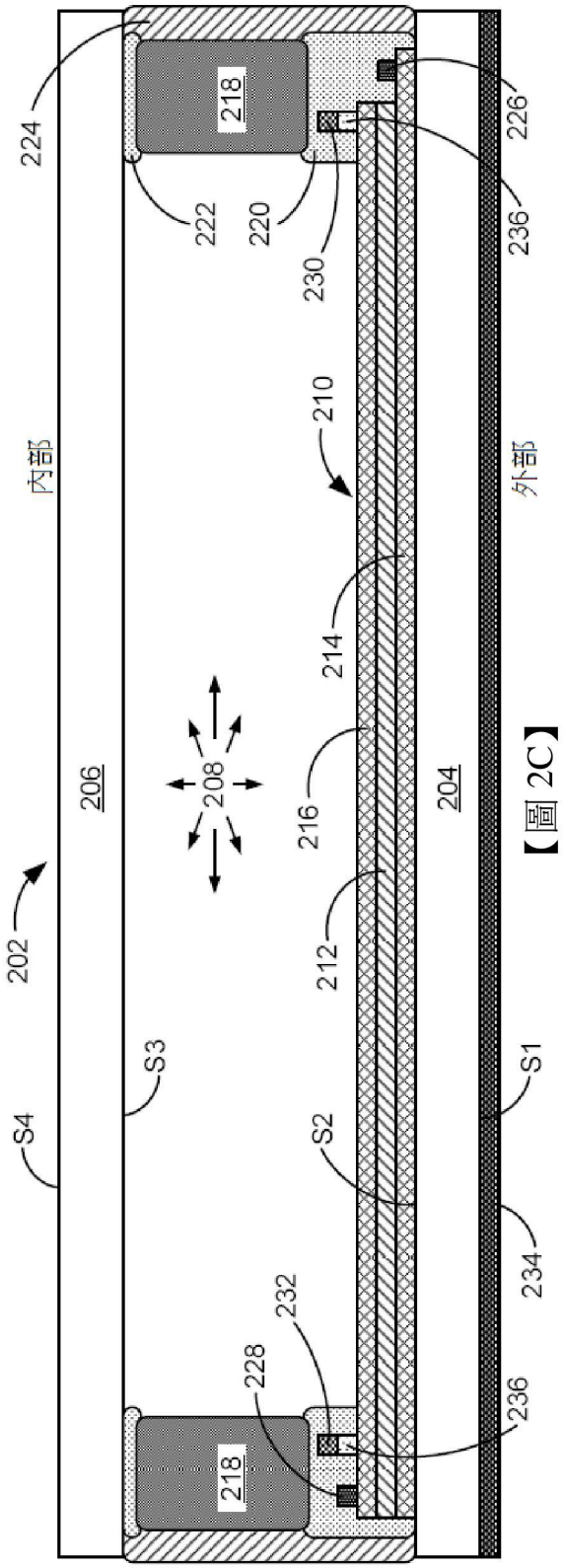
【圖 1D】


224
218
222
220
230
226
210
內部
外部
214
216
208
206
204
212
202
S3
S1
S4
S2
234
232
228
218
D
E
F
G
C

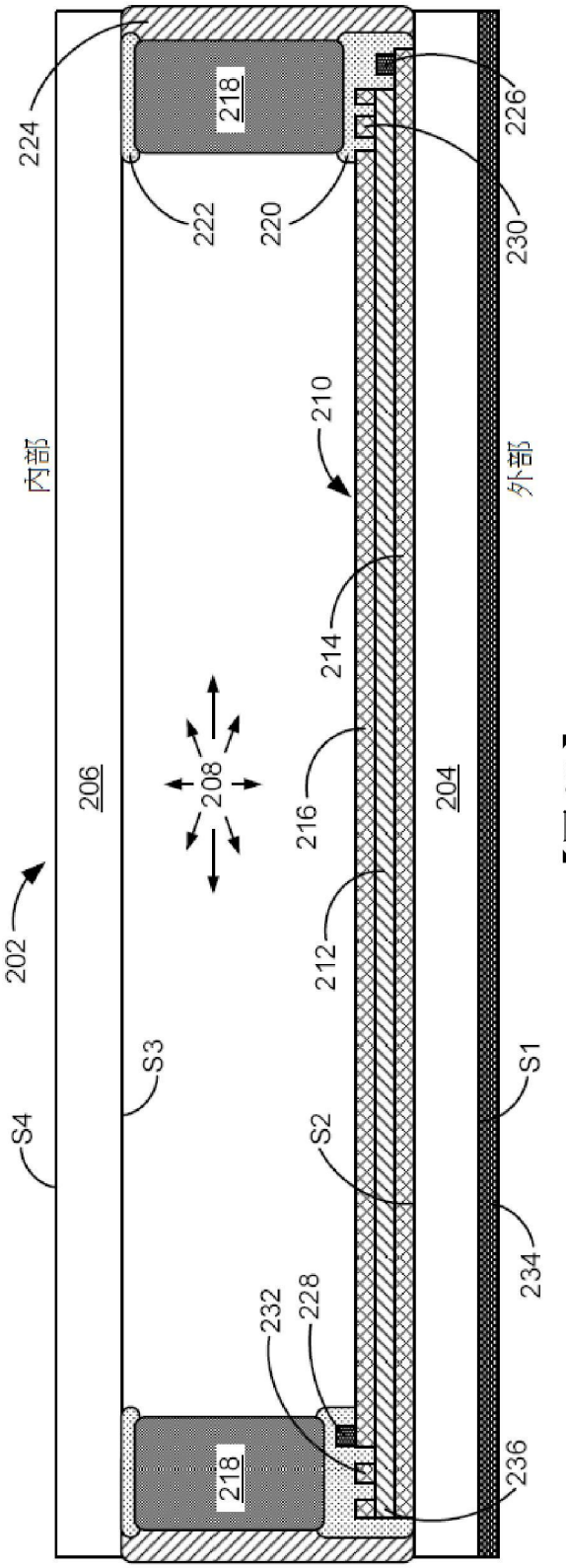
【圖 2A】


224
218
222
220
230
236
226
210
內部
外部
214
216
208
206
204
212
202
S3
S1
S4
S2
234
232
228
218
236

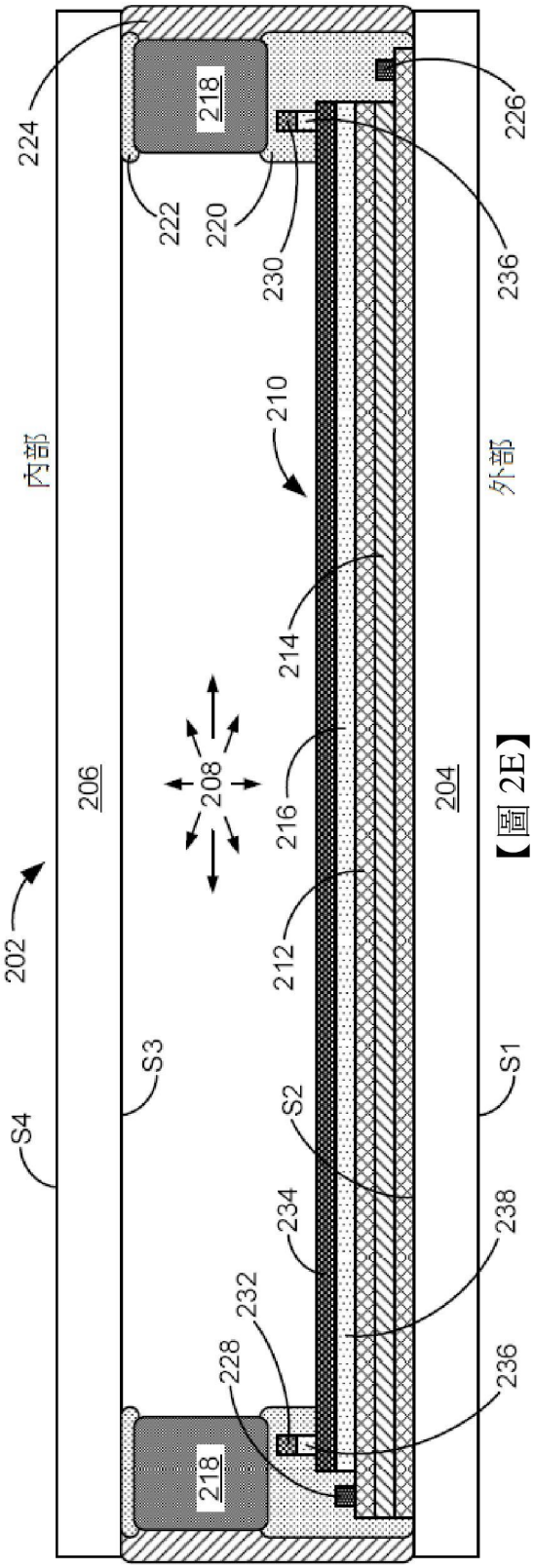
【圖 2B】


224
218
222
220
230
226
236
210
內部
外部
214
216
208
206
204
212
202
S3
S1
S4
S2
234
232
228
218
236

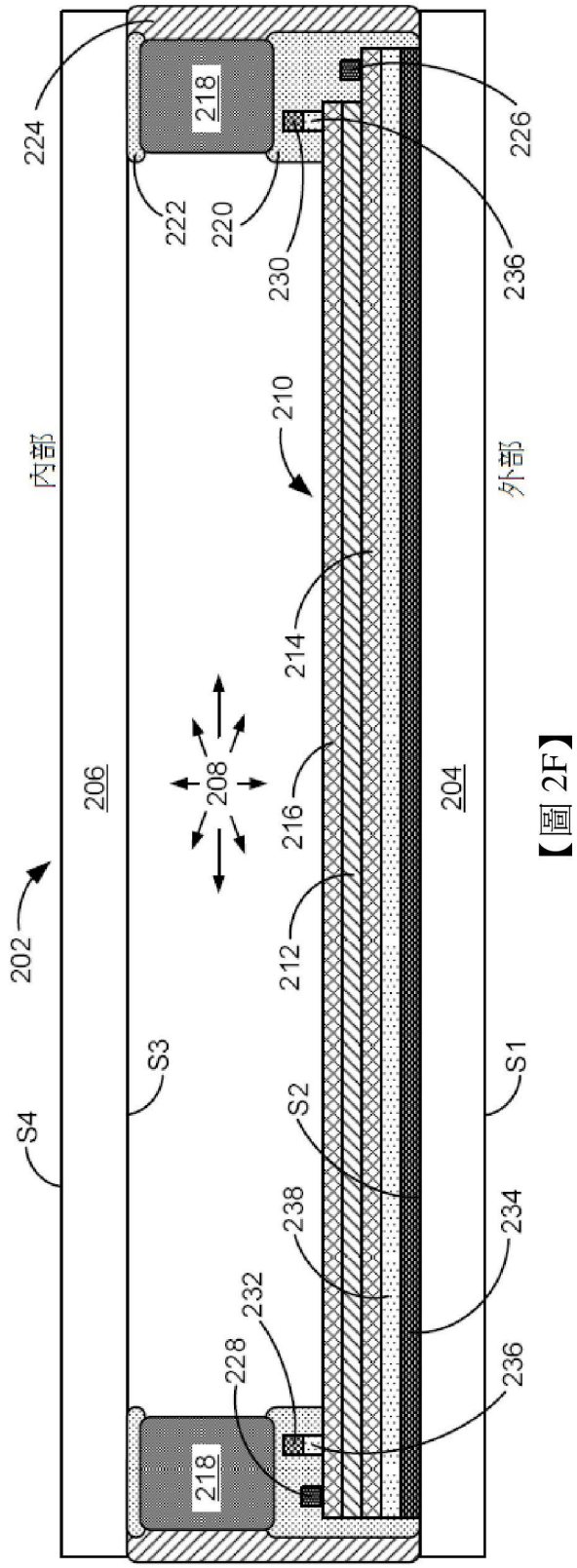
【圖 2C】


224
218
222
220
230
226
210
內部
外部
214
216
208
206
204
212
202
S3
S1
S4
S2
234
232
228
218
236

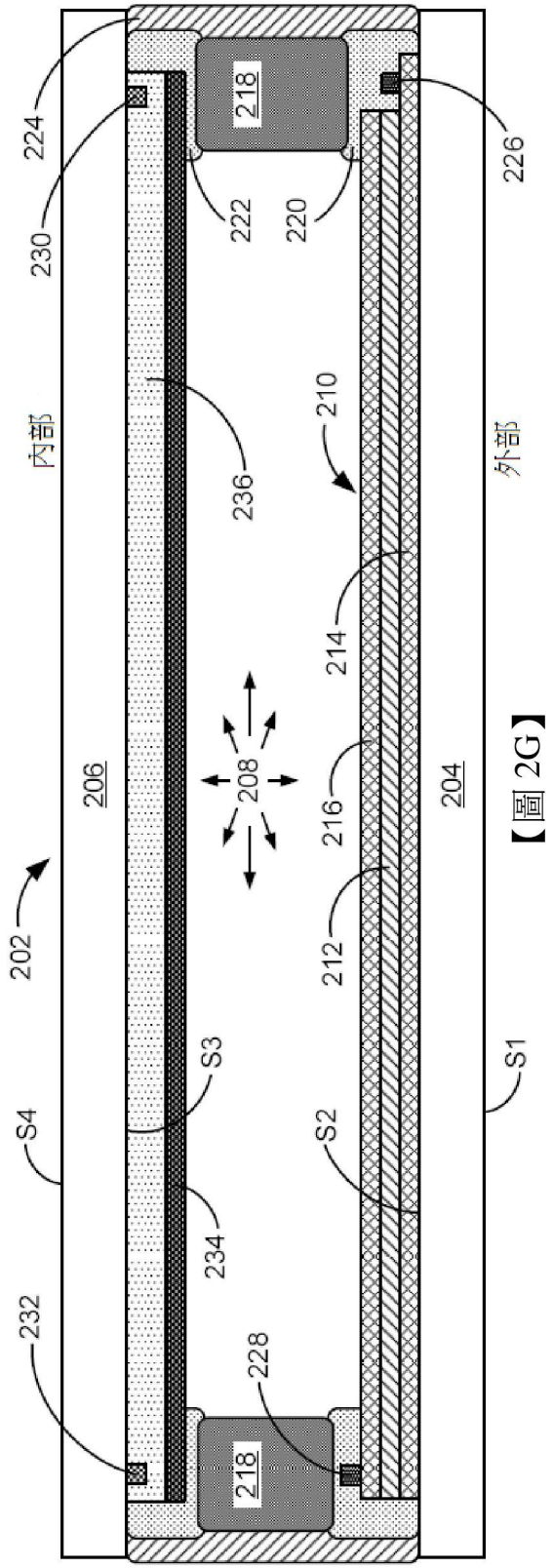
【圖 2D】


224
218
222
220
230
226
236
210
內部
外部
214
208
216
206
204
212
202
S3
S1
S4
S2
234
238
232
228
236
218

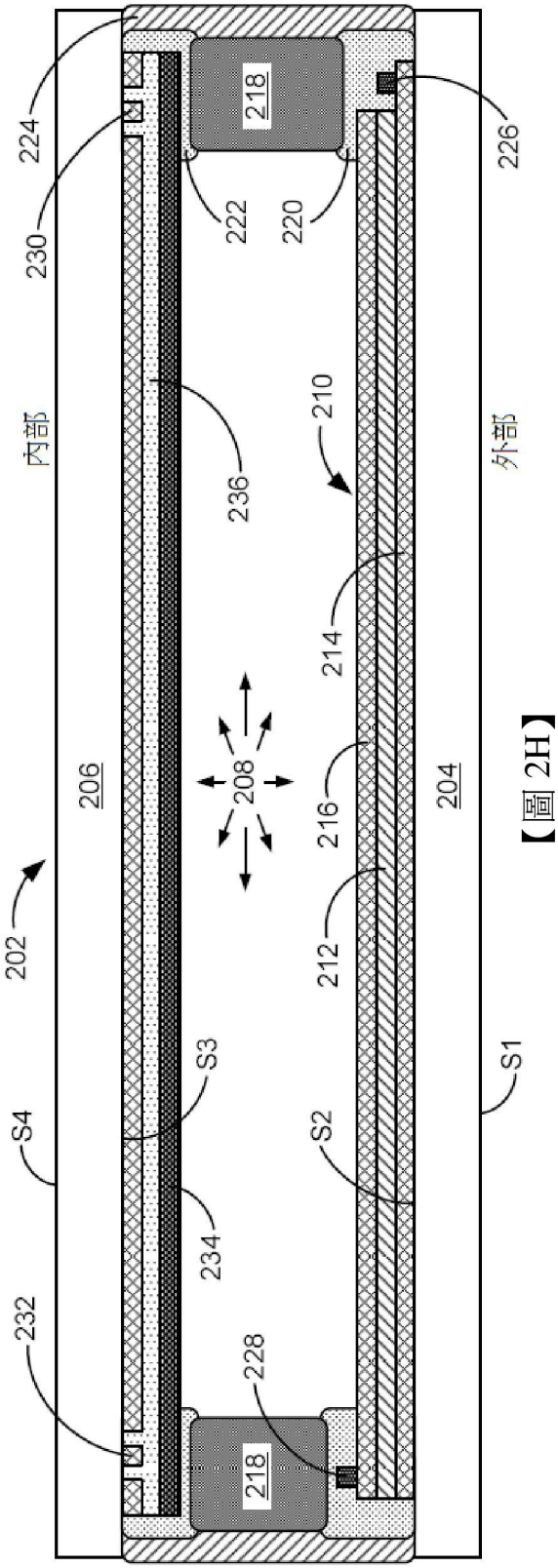
【圖 2E】


224
218
222
220
230
226
236
210
內部
外部
214
208
216
206
204
212
202
S3
S1
S4
S2
238
234
232
228
236
218

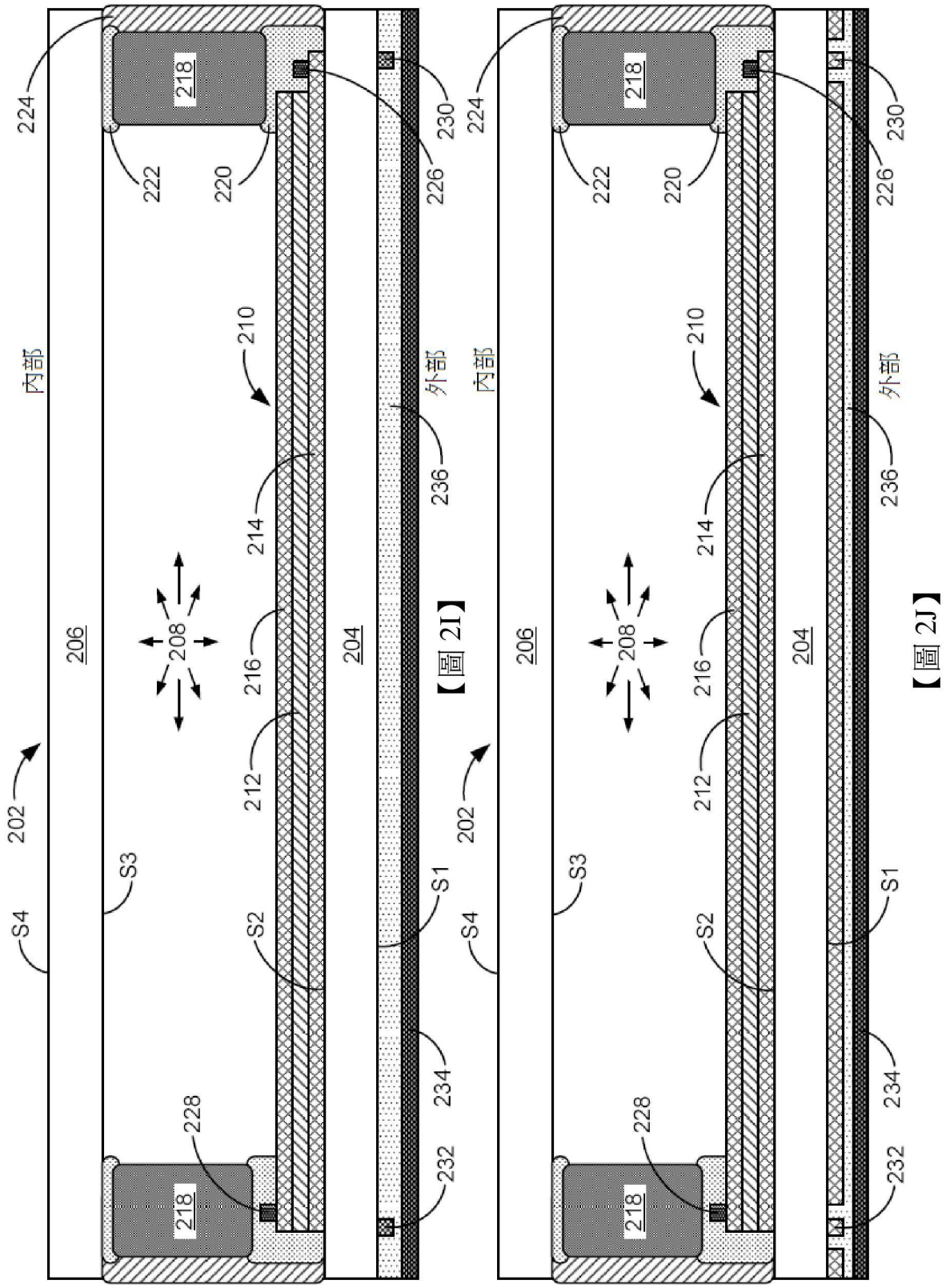
【圖 2F】


224
230
218
222
220
226
內部
外部
236
210
214
206
208
216
204
202
212
S1
S4
S3
S2
234
232
228
218

【圖 2G】

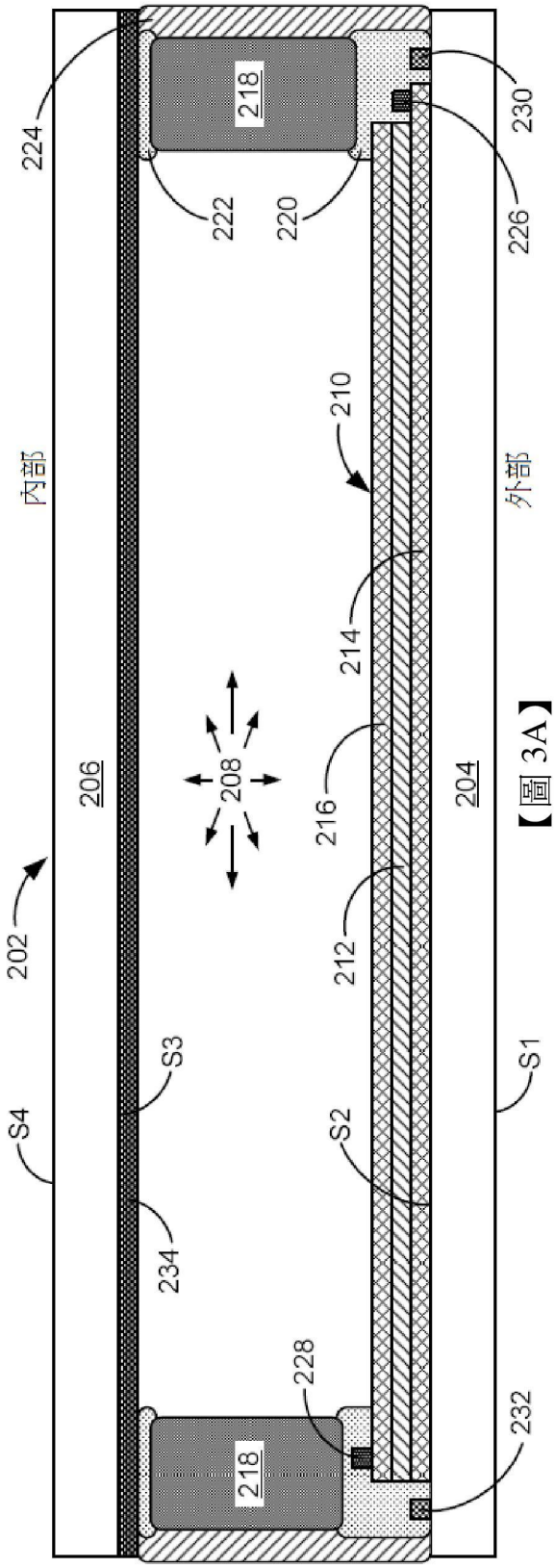

224
230
218
222
220
226
內部
外部
236
210
214
206
208
216
204
202
212
S1
S4
S3
S2
234
232
228
218

【圖 2H】

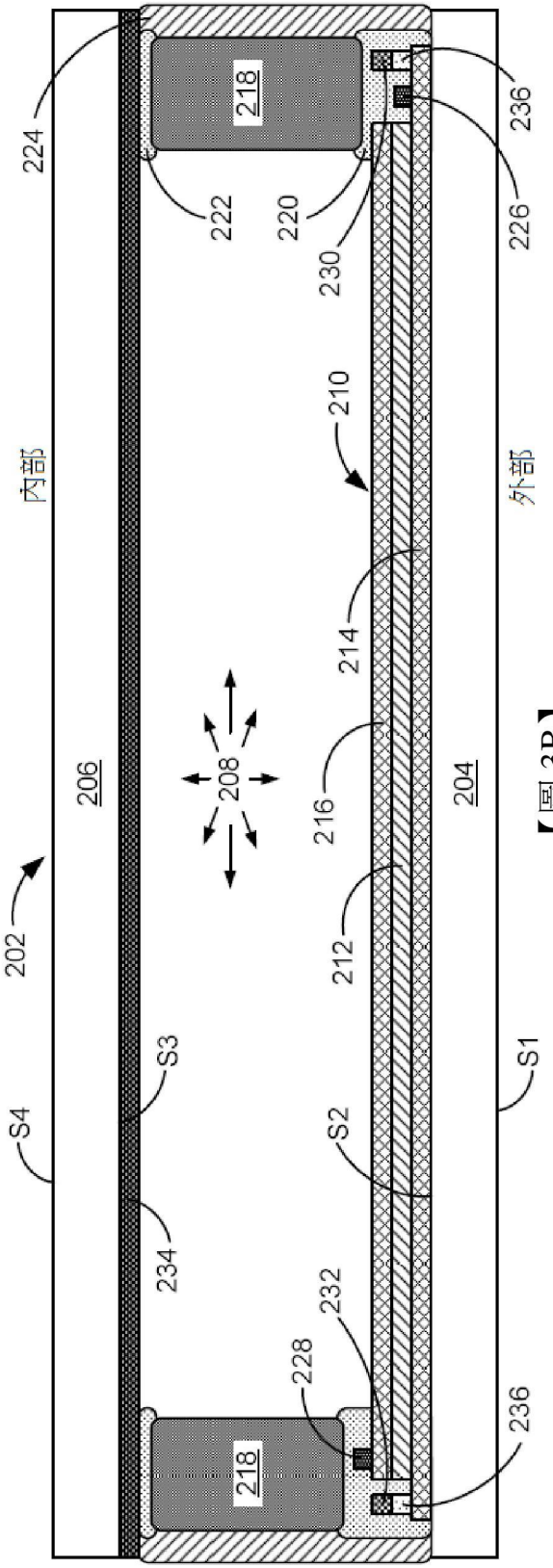

224
218
222
220
230
226
210
內部
外部
236
214
206
208
216
204
212
202
S3
S1
S4
S2
234
228
232

【圖 2I】

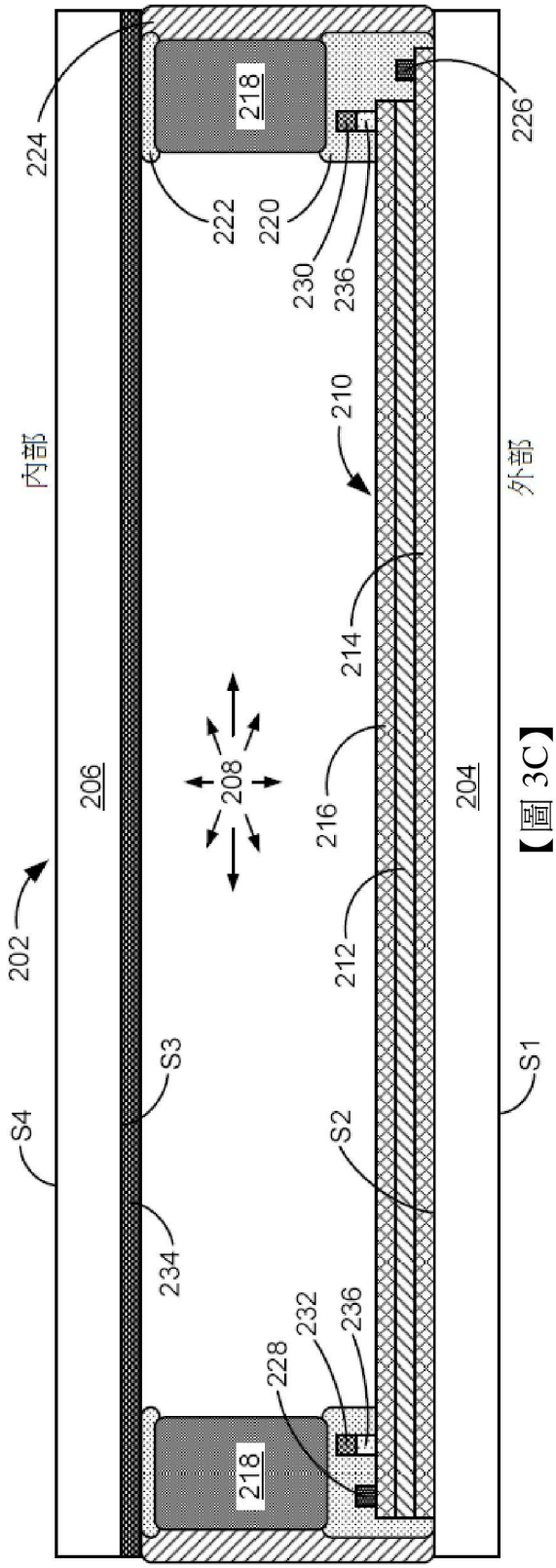
【圖 2J】


224
218
222
220
230
226
210
內部
外部
214
206
208
216
204
212
202
S3
S1
S4
S2
234
228
232
218

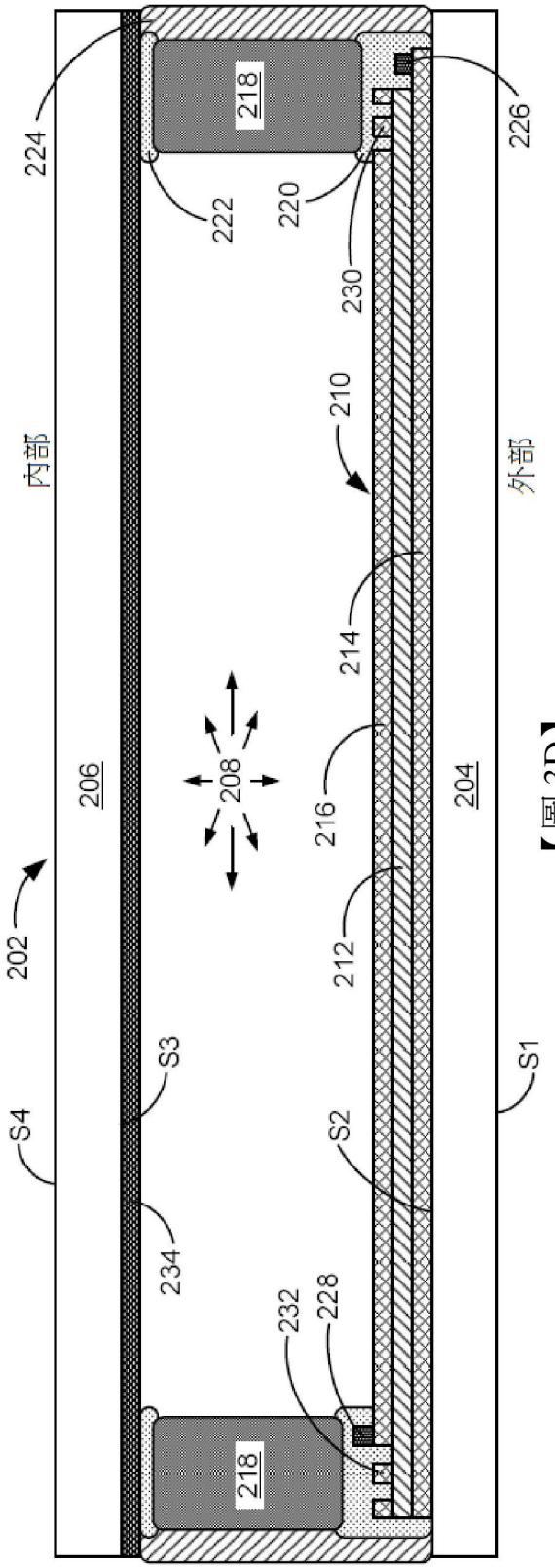
【圖 3A】


224
218
222
220
230
236
226
210
內部
外部
214
206
208
216
204
212
202
S3
S1
S4
S2
234
232
228
236
218

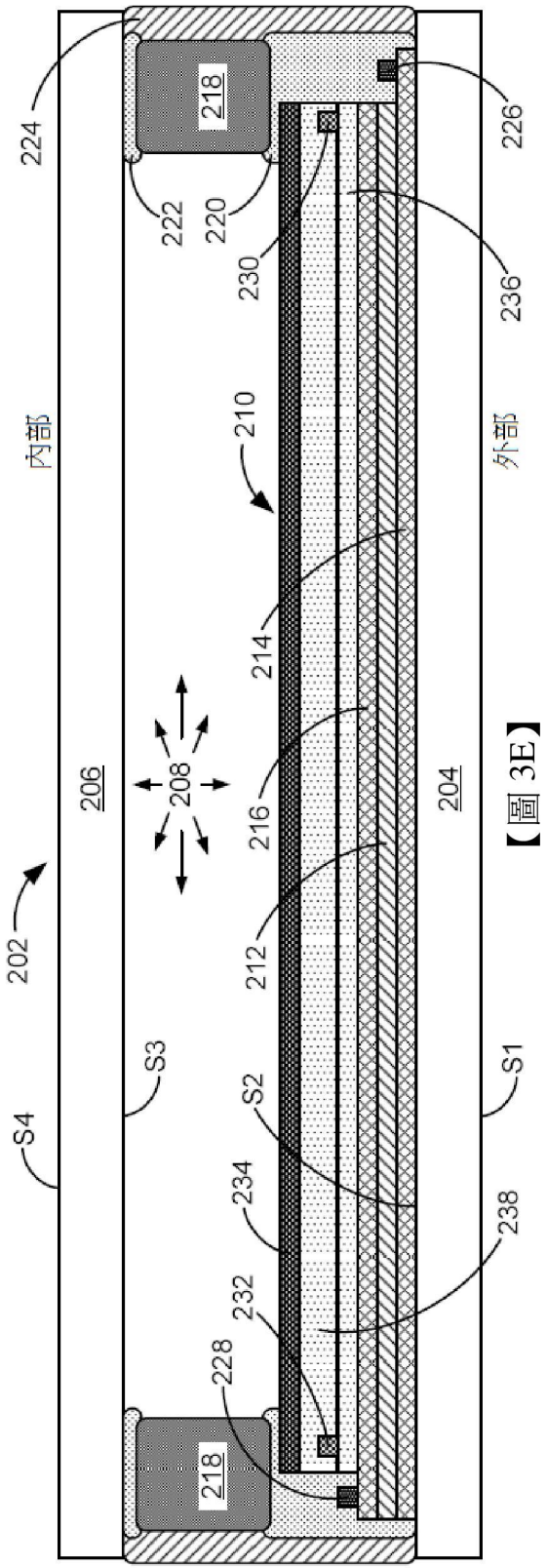
【圖 3B】


224
218
226
222
220
230
236
210
內部
外部
214
206
208
216
204
212
202
S1
S3
S4
S2
234
232
228
218

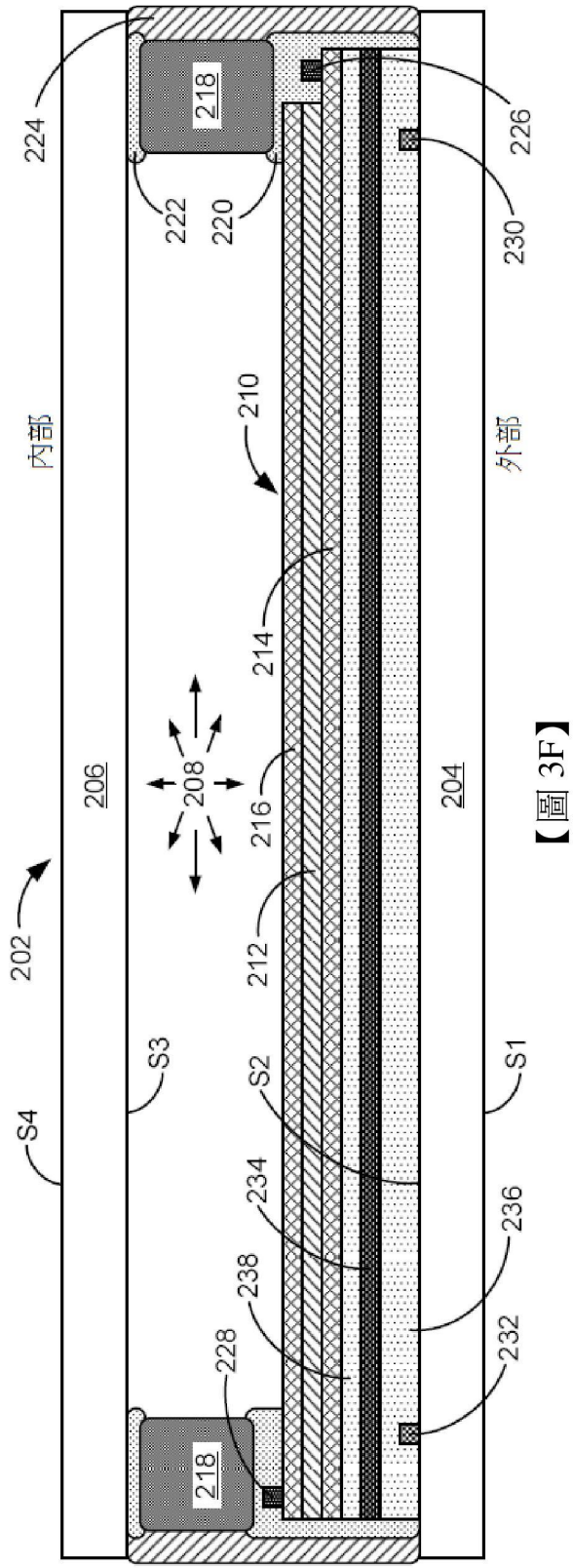
【圖 3C】


224
218
226
222
220
230
210
內部
外部
214
206
208
216
204
212
202
S1
S3
S4
S2
234
232
228
218

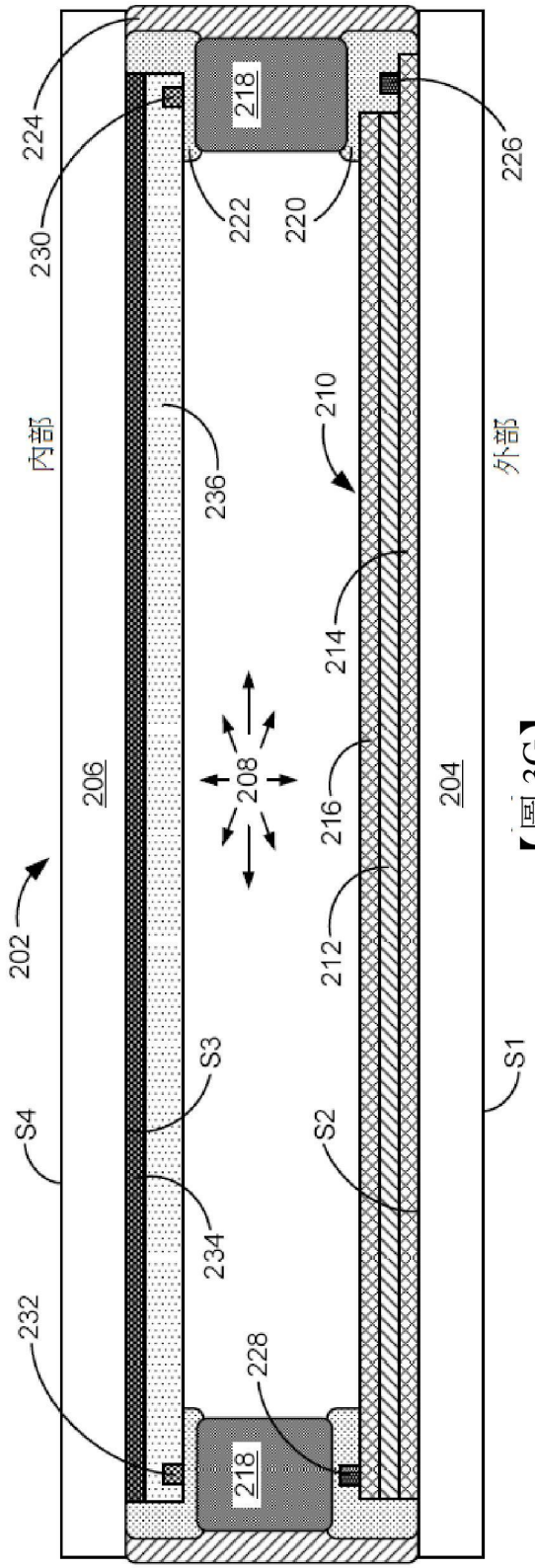
【圖 3D】


224
218
226
222
220
230
236
內部
210
外部
214
208
206
204
216
212
202
S3
S2
S1
S4
234
238
232
228
218

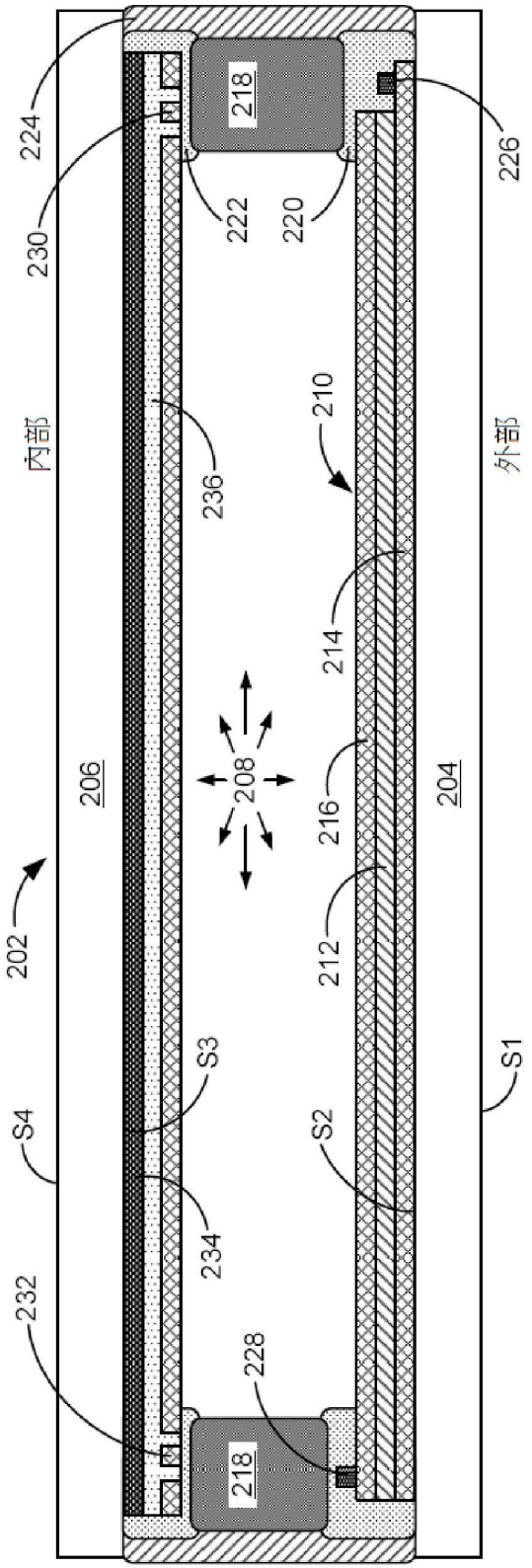
【圖 3E】


224
218
226
222
220
230
內部
210
外部
214
208
206
204
216
212
202
S3
S2
S1
S4
234
236
238
228
232
218

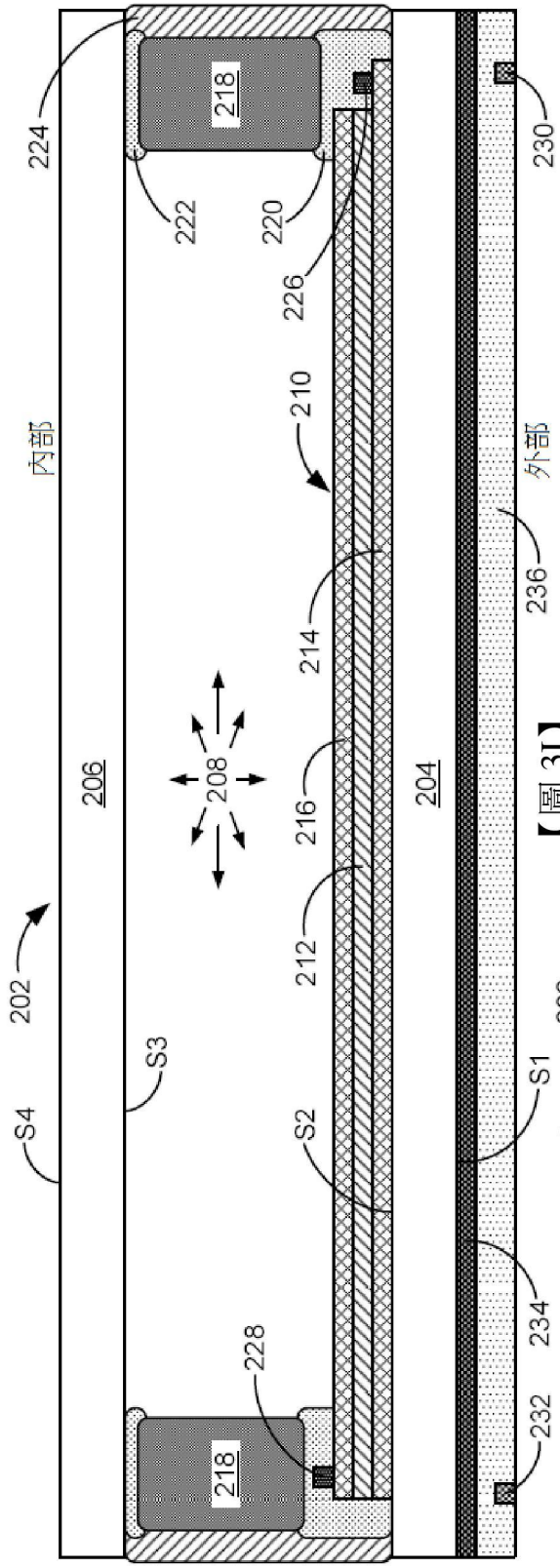
【圖 3F】


224
230
218
222
220
226
內部
236
210
外部
214
208
206
204
216
202
212
S4
S3
S2
S1
234
232
228
218

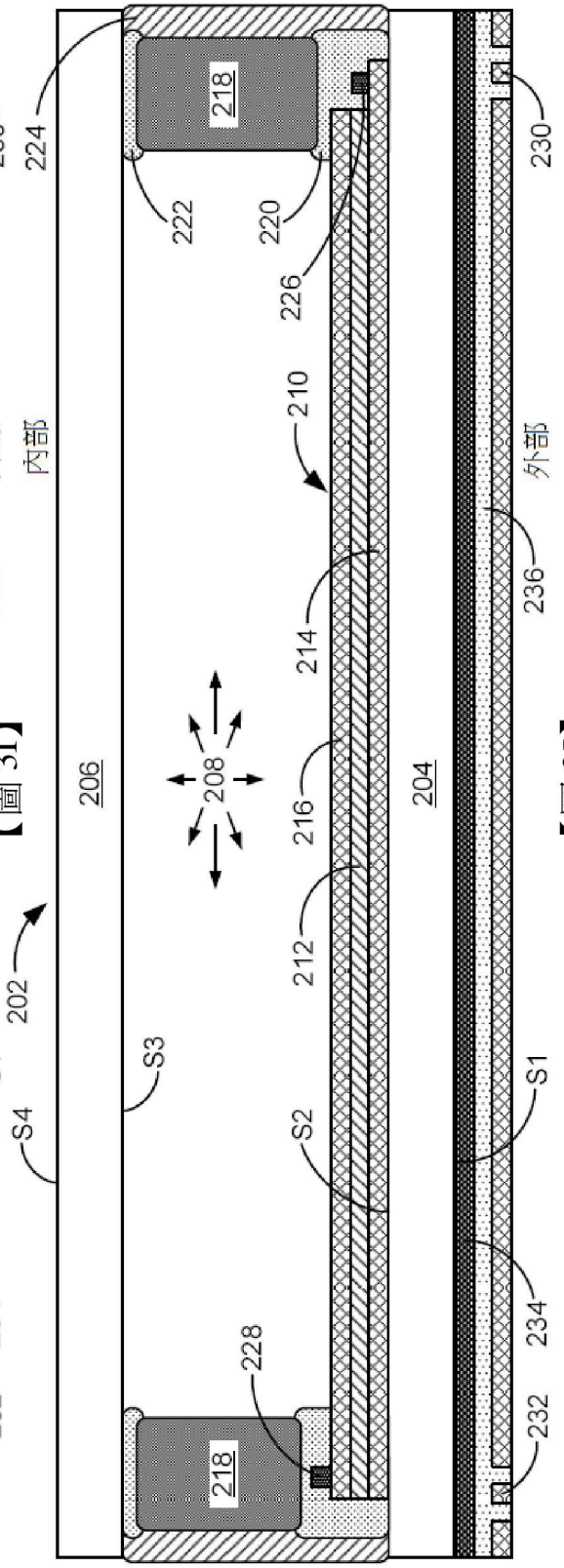
【圖 3G】


224
230
218
222
220
226
內部
236
210
外部
214
208
206
204
216
202
212
S4
S3
S2
S1
234
232
228
218

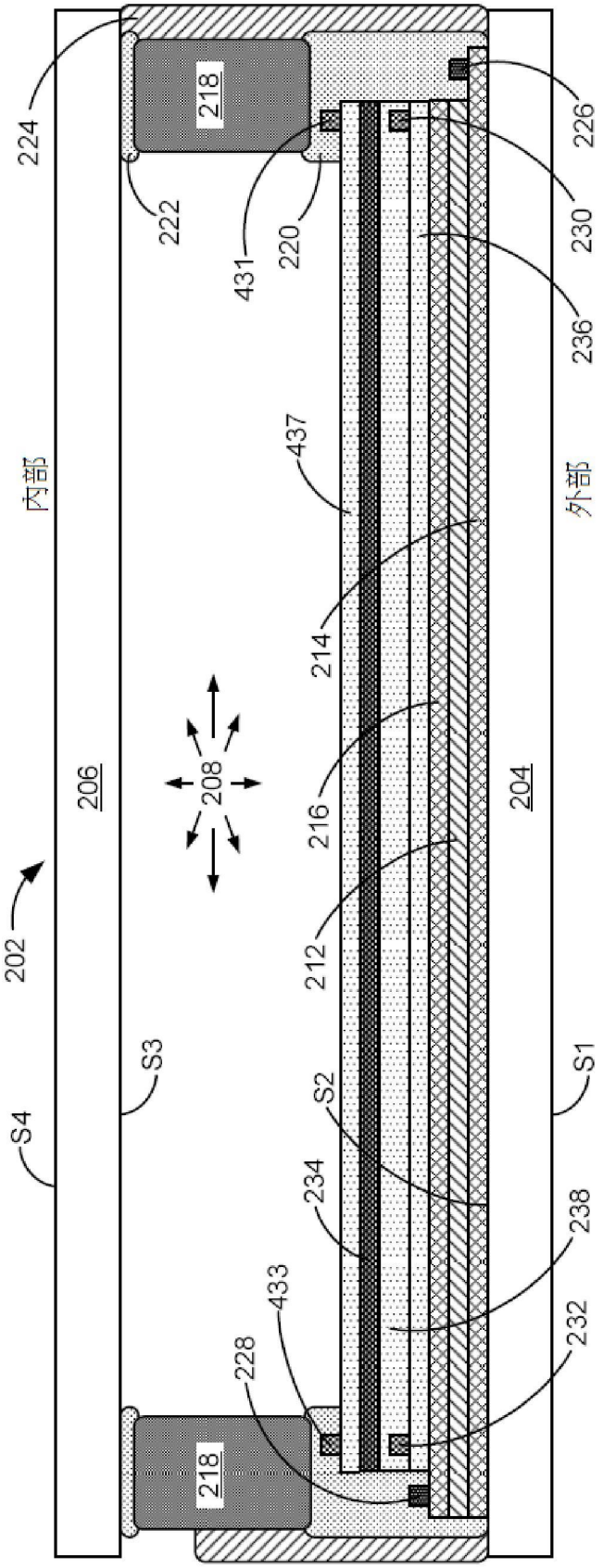
【圖 3H】


224
218
222
220
226
210
230
內部
外部
214
236
206
208
216
204
212
202
S3
S1
S4
S2
234
228
232

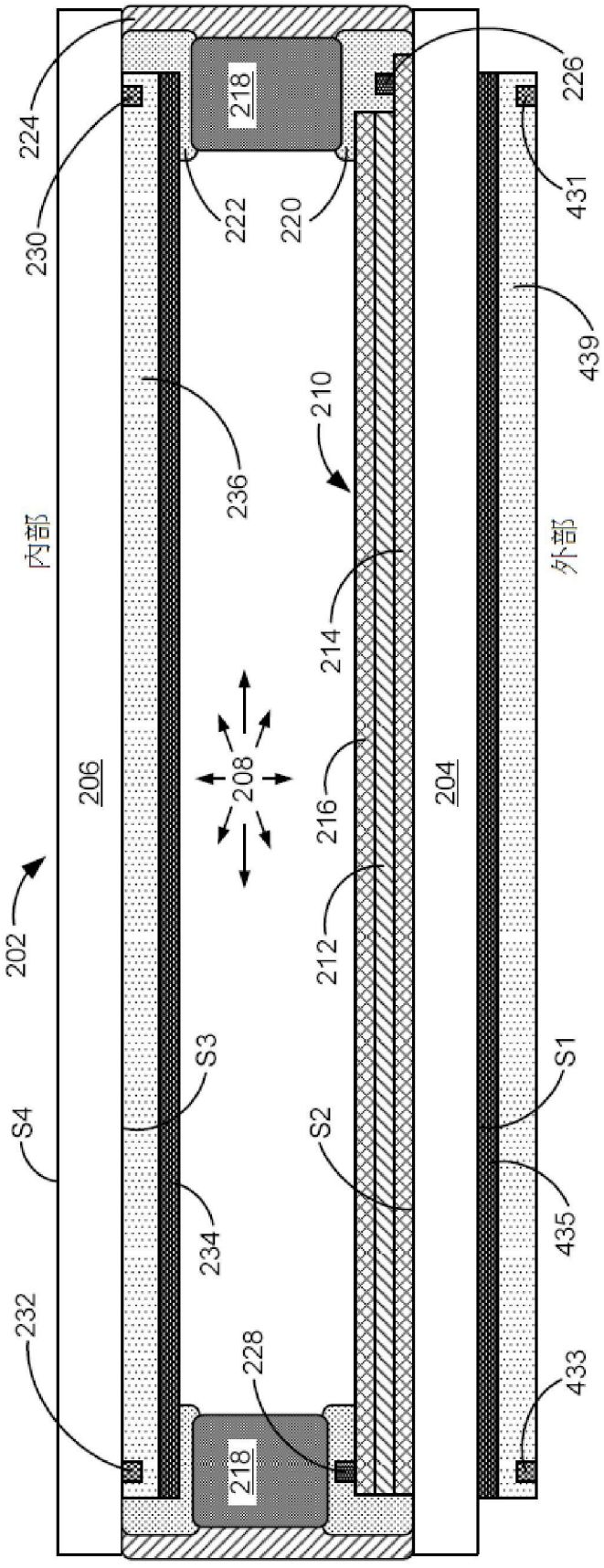
【圖 3I】


224
218
222
220
226
210
230
內部
外部
214
236
206
208
216
204
212
202
S3
S1
S4
S2
234
228
232

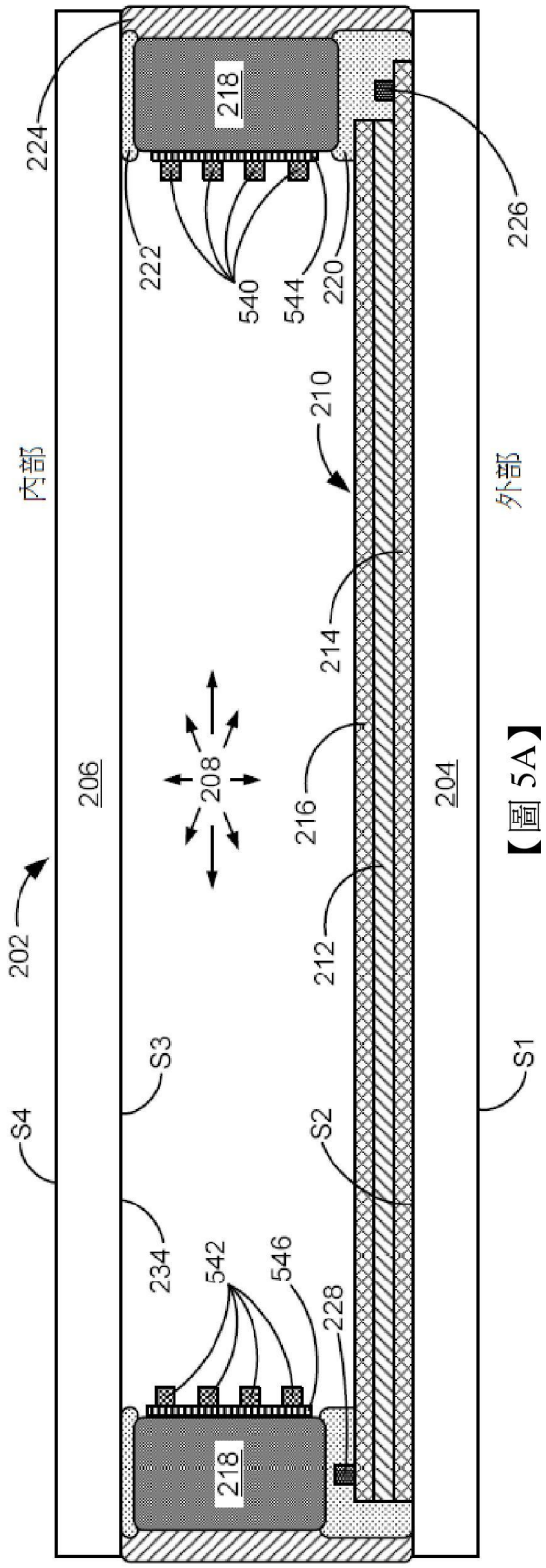
【圖 3J】


224
218
222
220
431
226
230
236
437
內部
外部
214
216
212
206
208
204
202
S3
S1
S4
S2
234
238
433
232
228
218

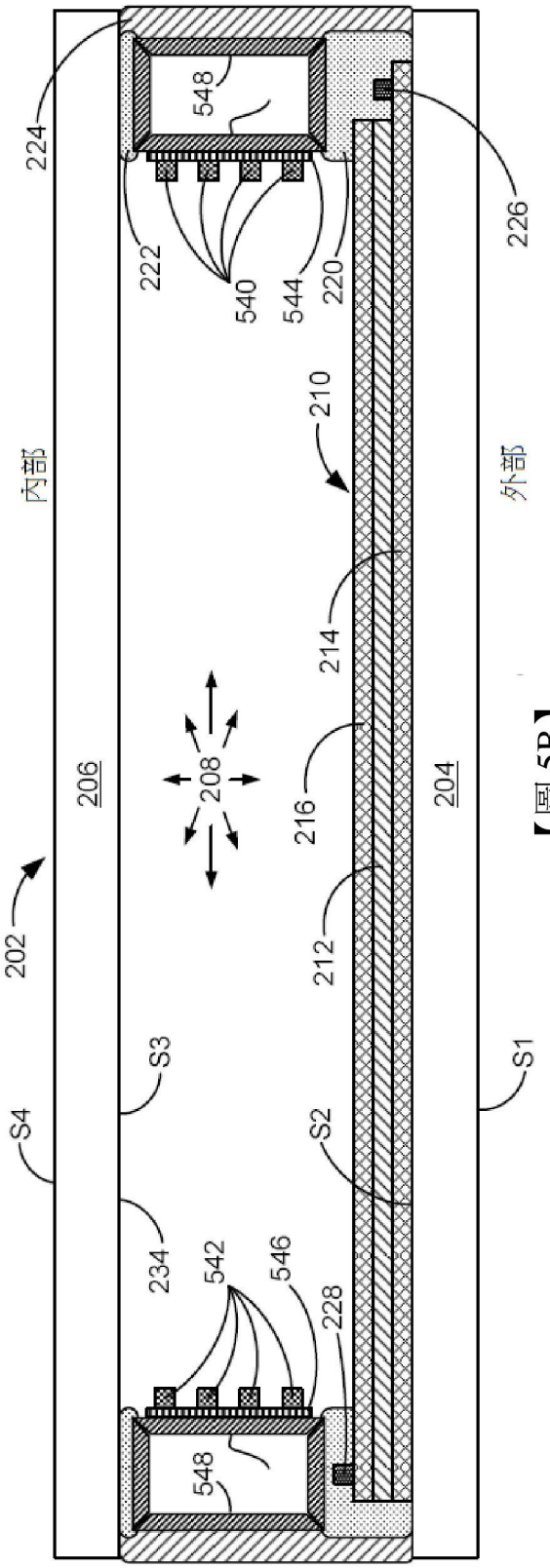
【圖 4A】


224
230
218
222
220
226
431
439
210
236
內部
外部
214
208
216
206
204
202
212
S3
S1
S4
S2
234
435
232
228
433
218

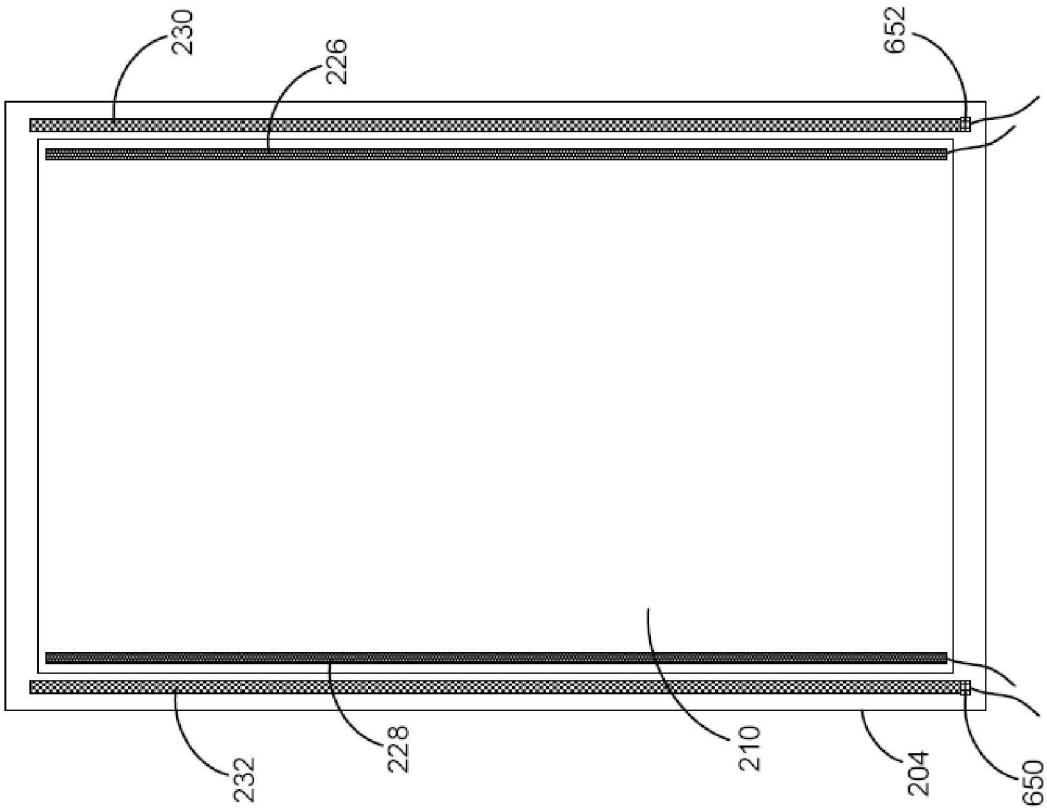
【圖 4B】


224
218
222
540
544
220
226
210
內部
外部
214
206
208
216
204
202
212
S1
S3
S4
S2
234
542
546
228
218

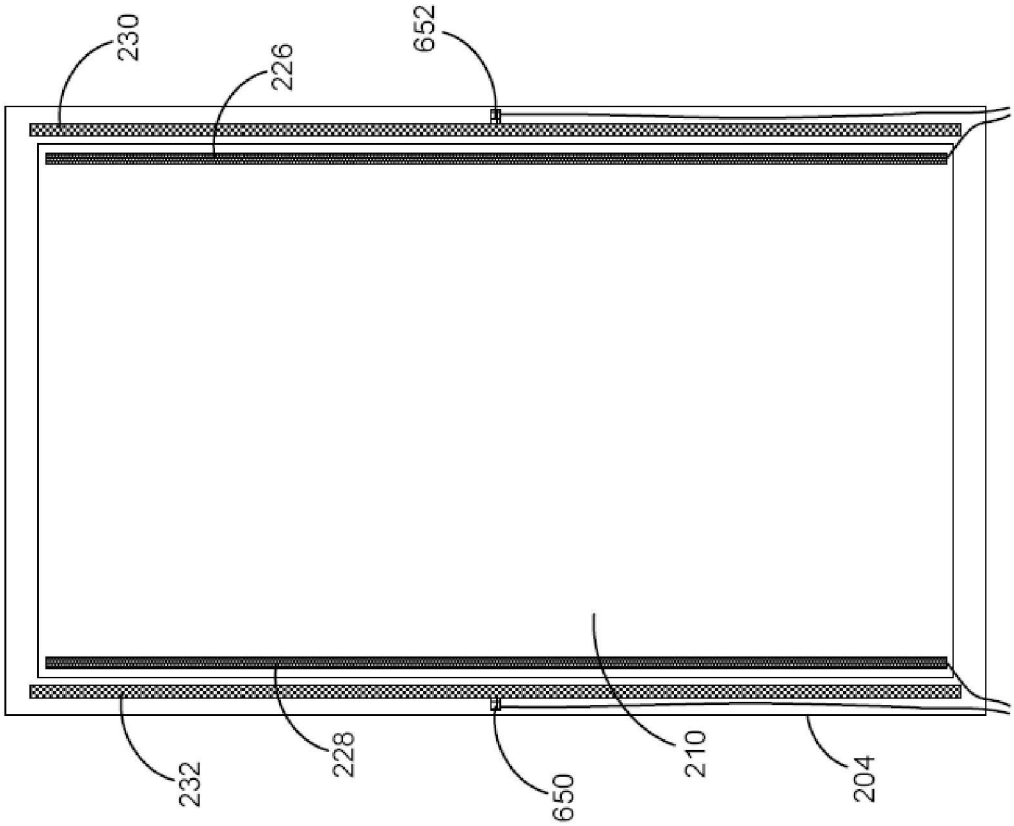
【圖 5A】


224
548
222
540
544
220
226
210
內部
外部
214
206
208
216
204
202
212
S1
S3
S4
S2
234
542
546
228
548

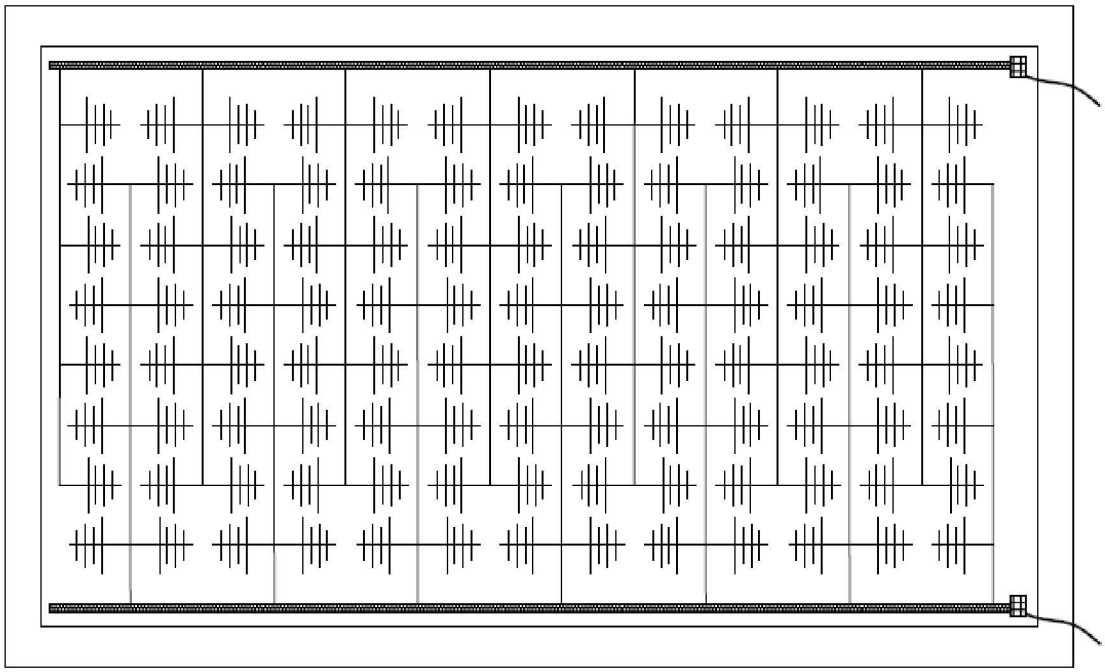
【圖 5B】



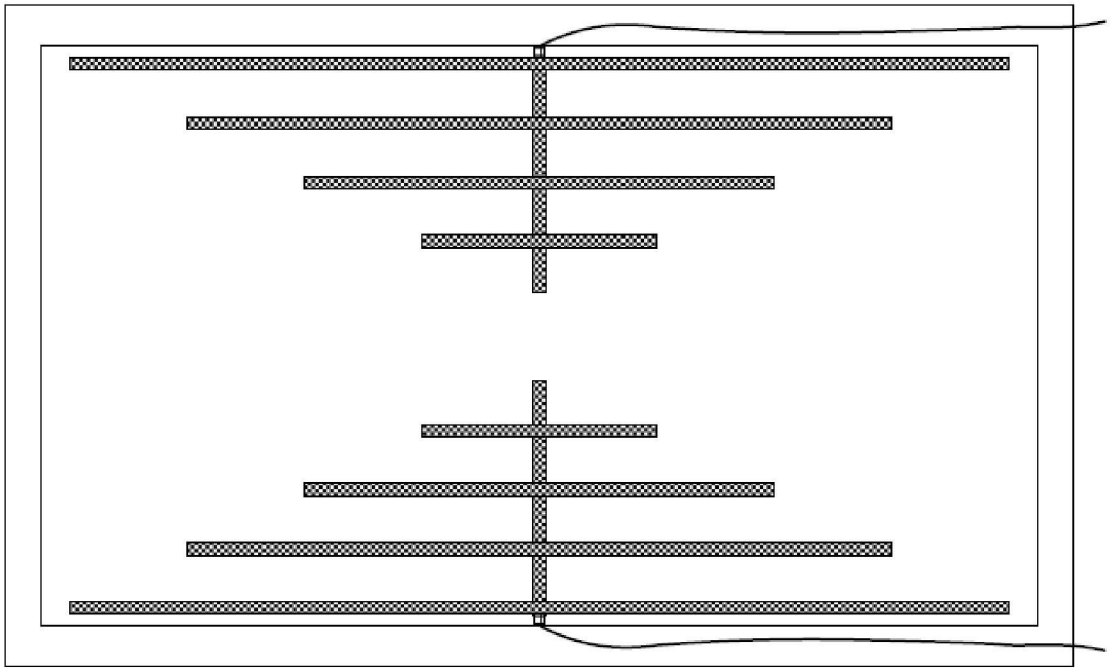
【圖 6B】



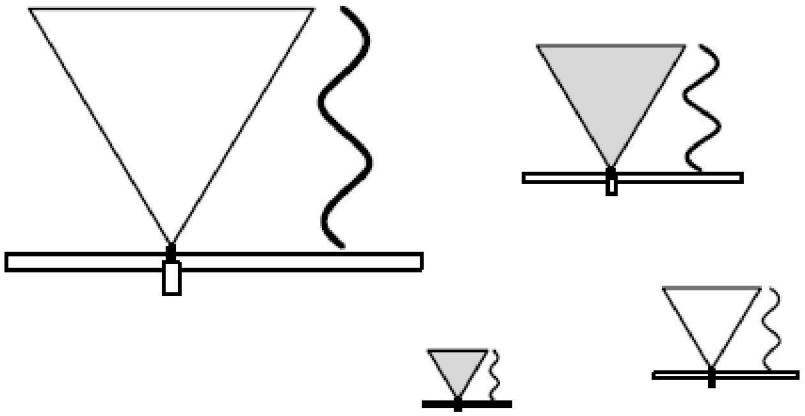
【圖 6A】



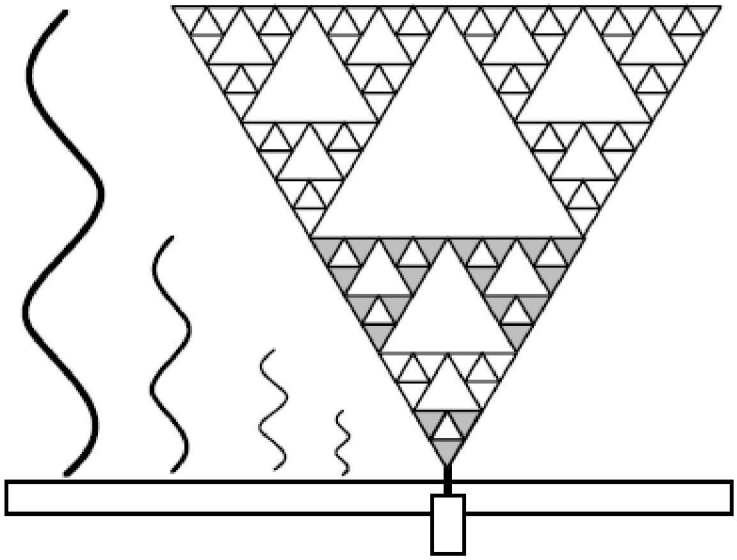
【圖 7B】



【圖 7A】

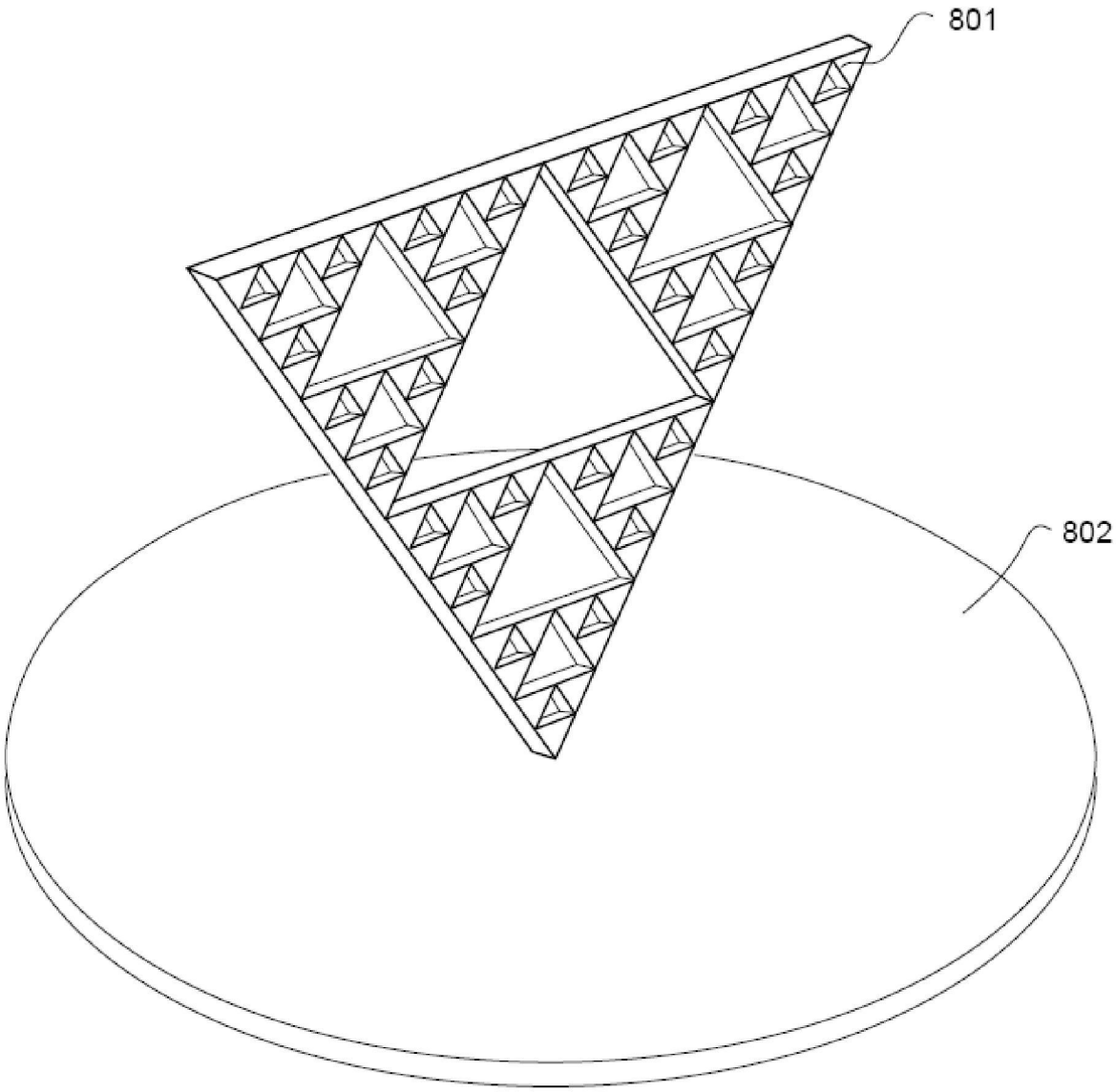


四個天線，四個頻帶

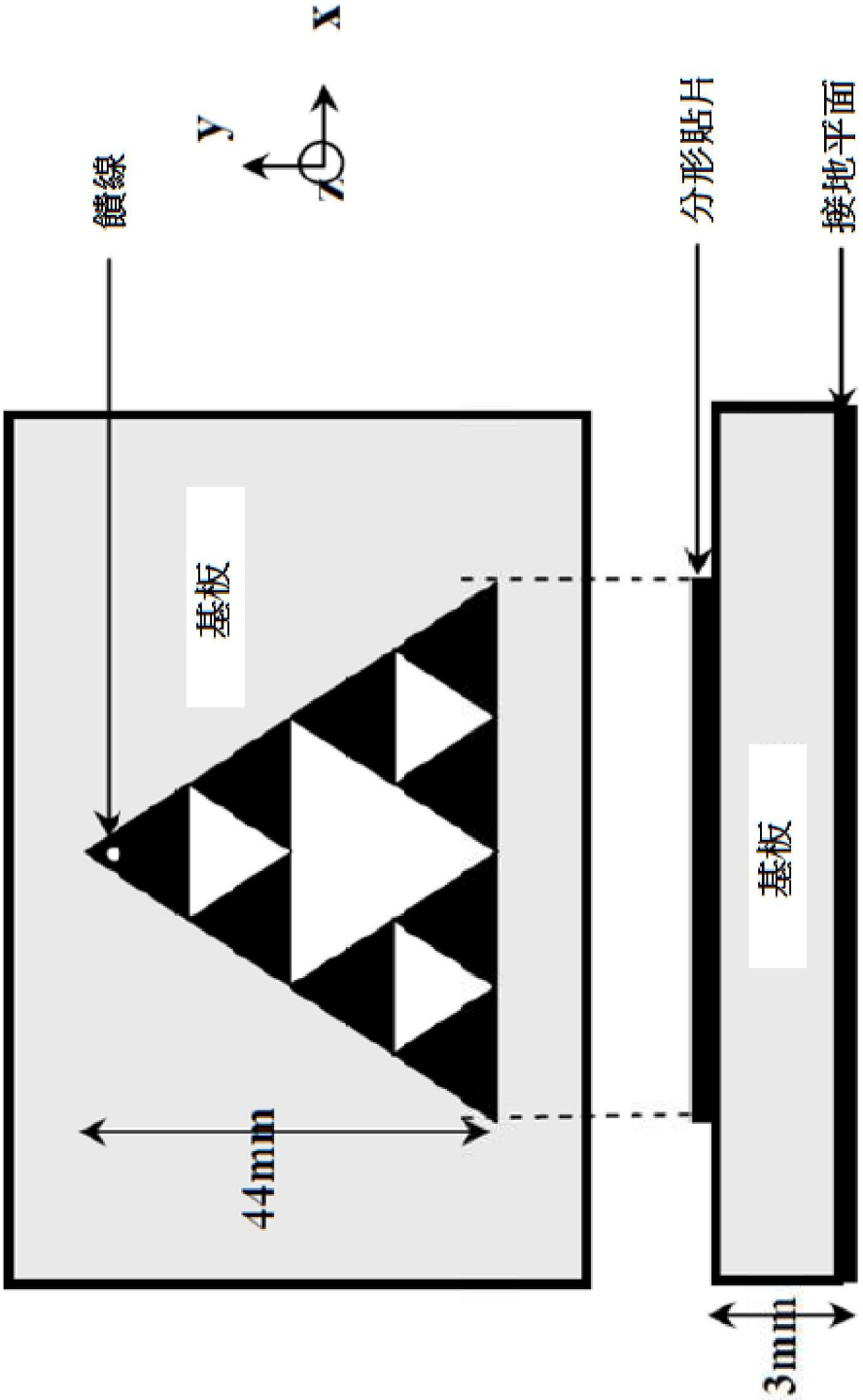


一個天線，四個頻帶

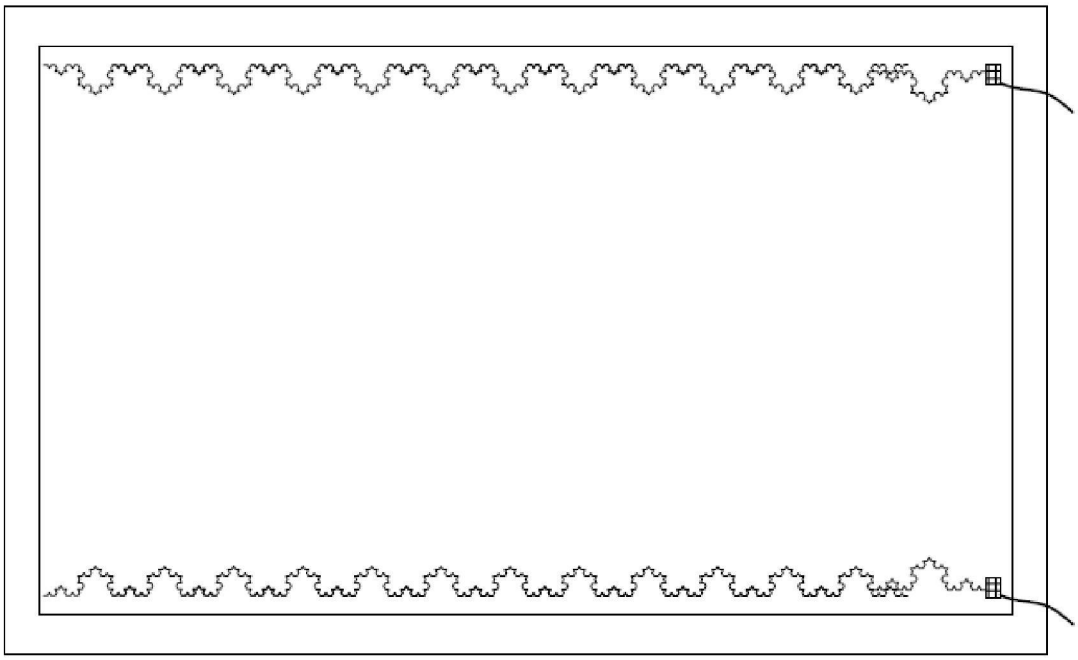
【圖 8A】



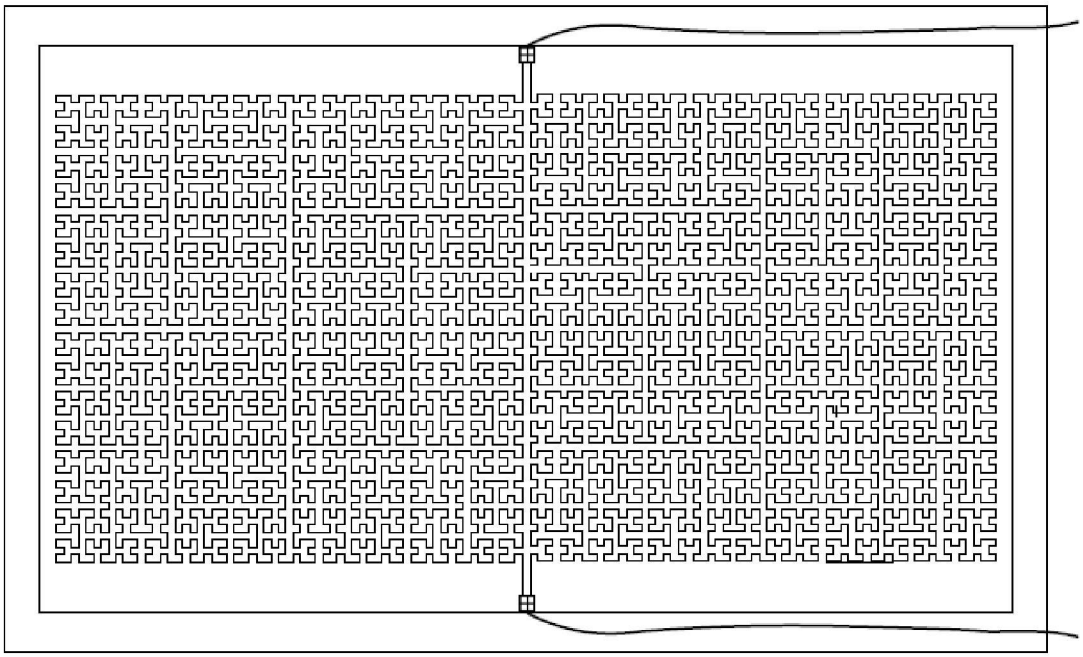
【圖 8B】



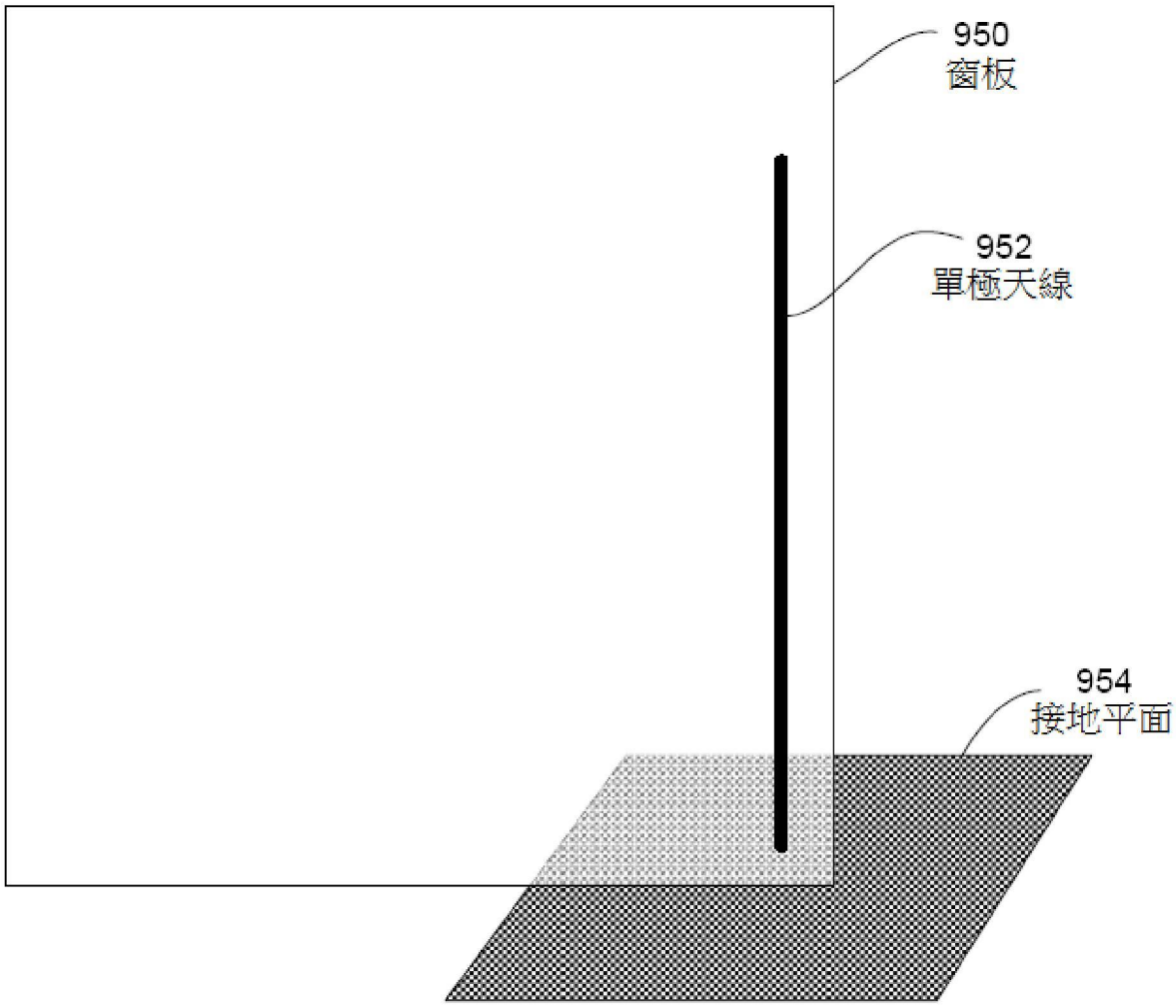
【圖 8C】



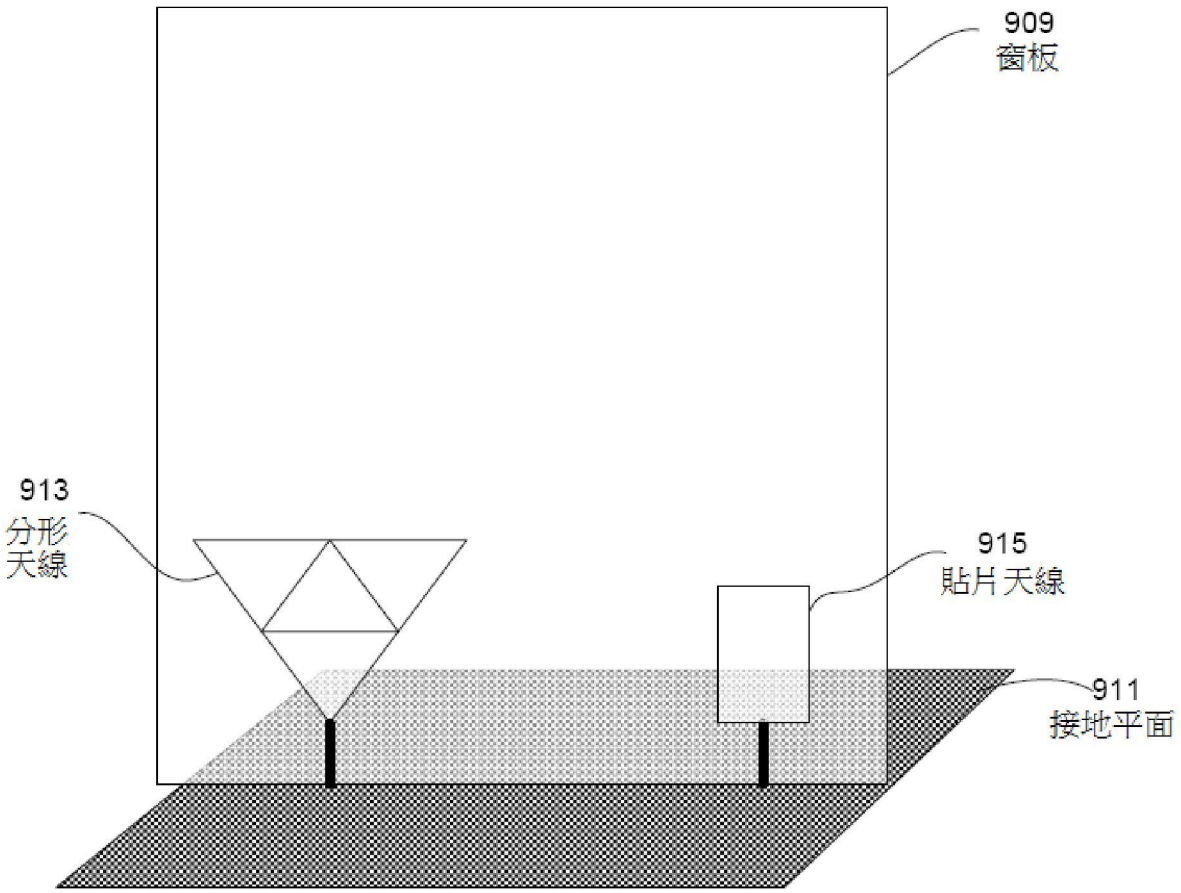
【圖 8E】



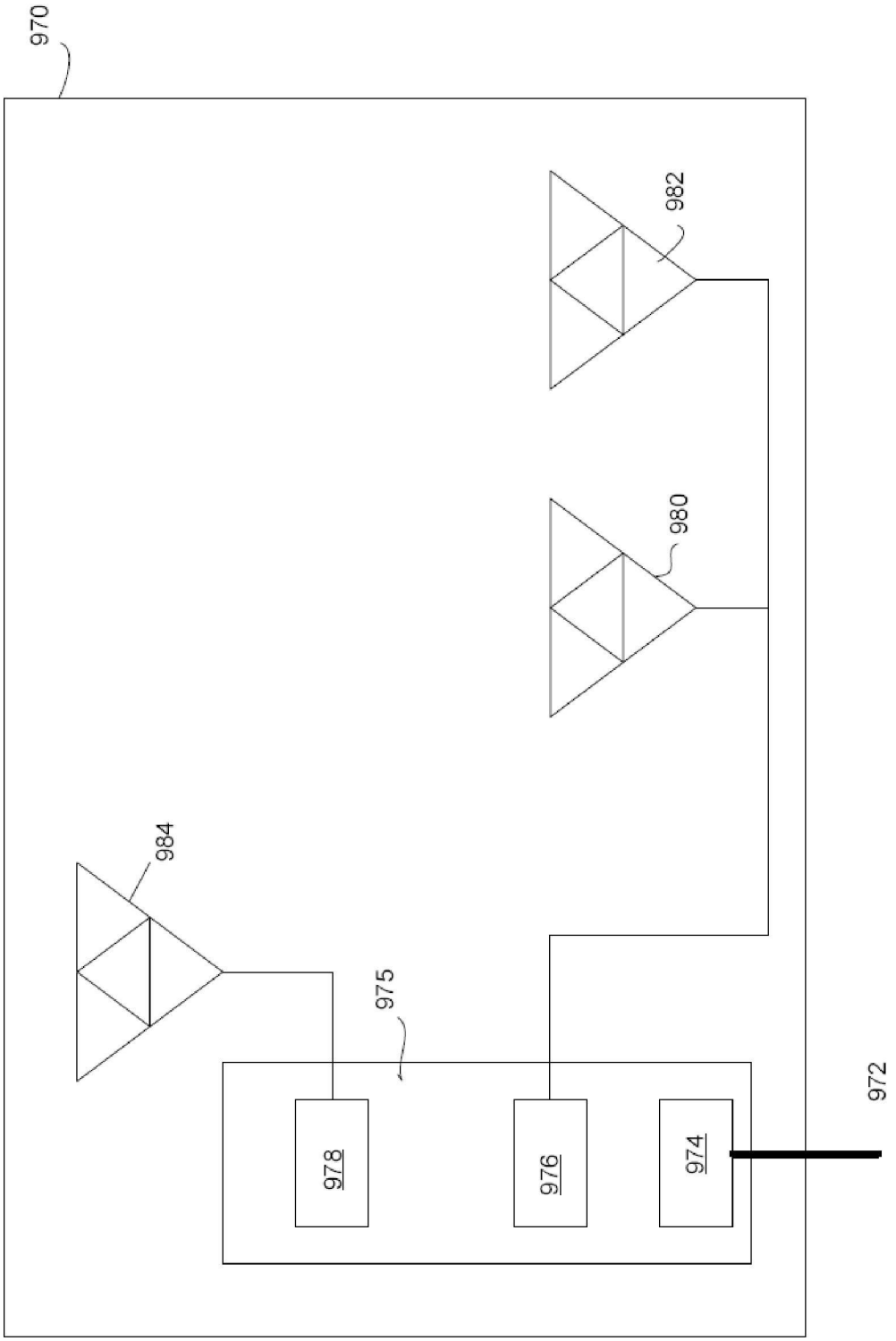
【圖 8D】



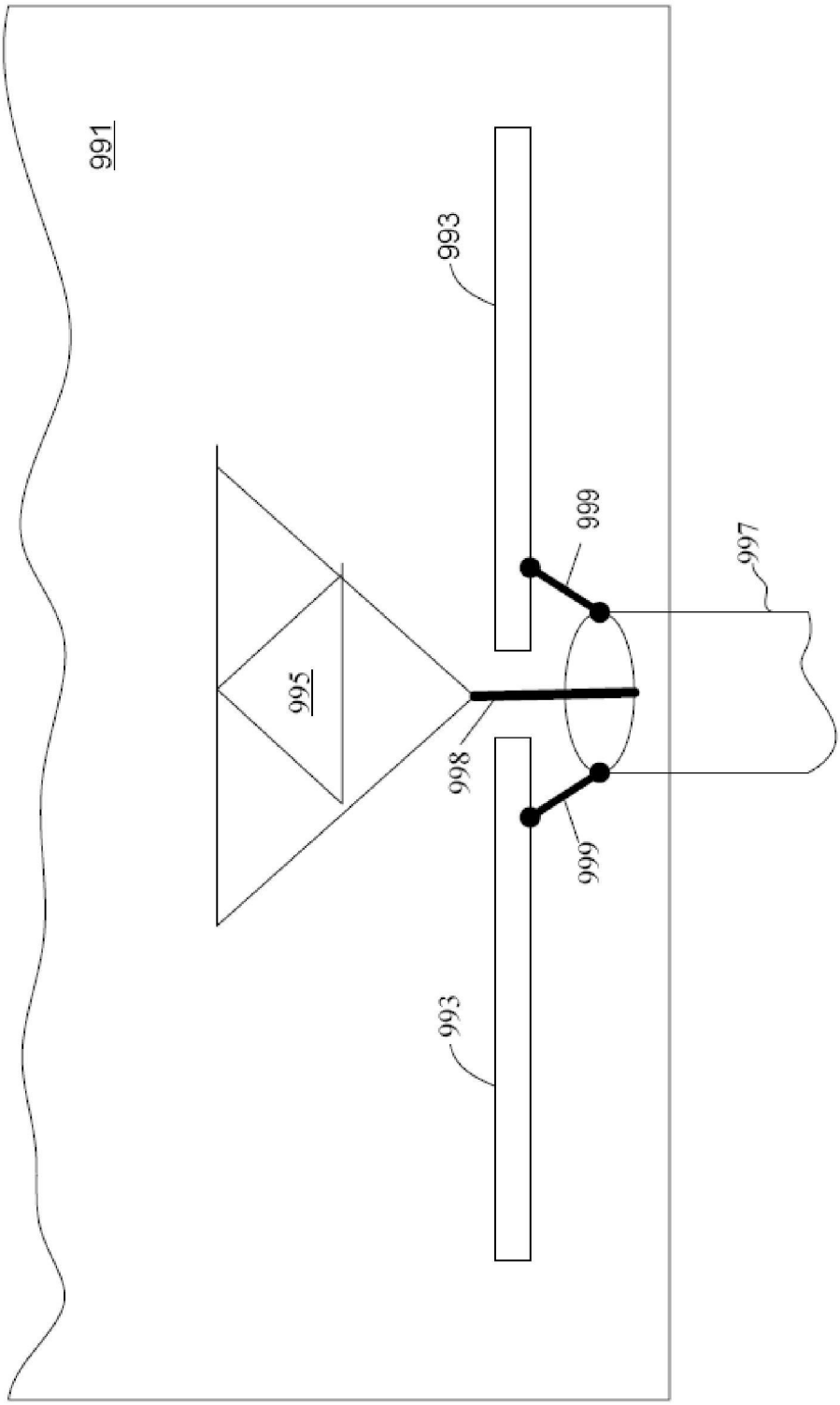
【圖 9A】



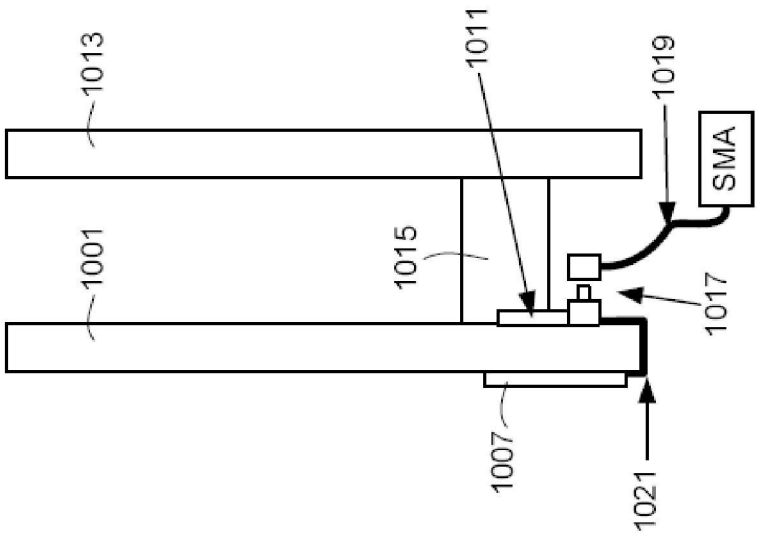
【圖 9B】



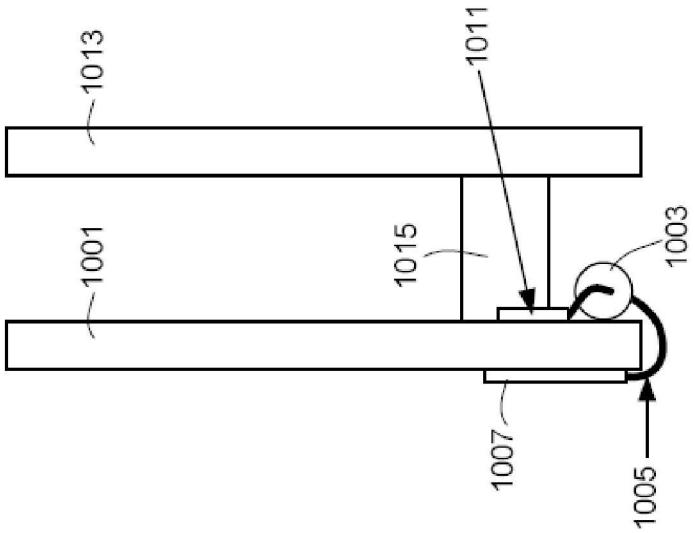
【圖 9C】



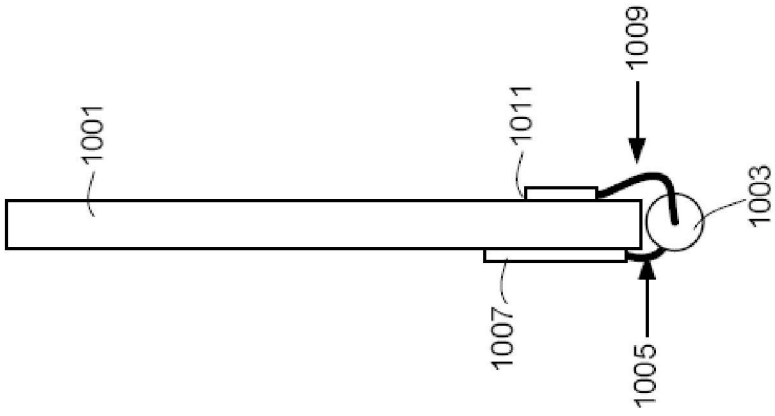
【圖 9D】



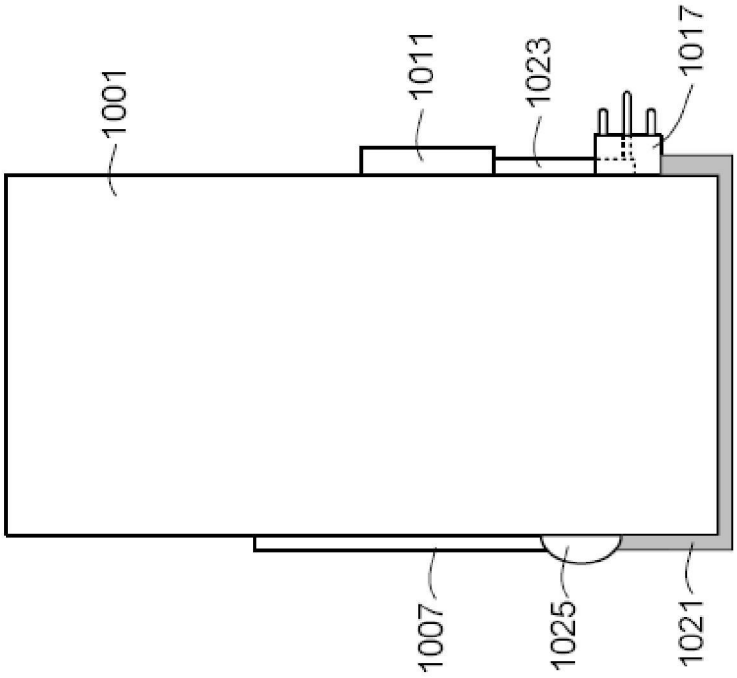
【圖 10C】



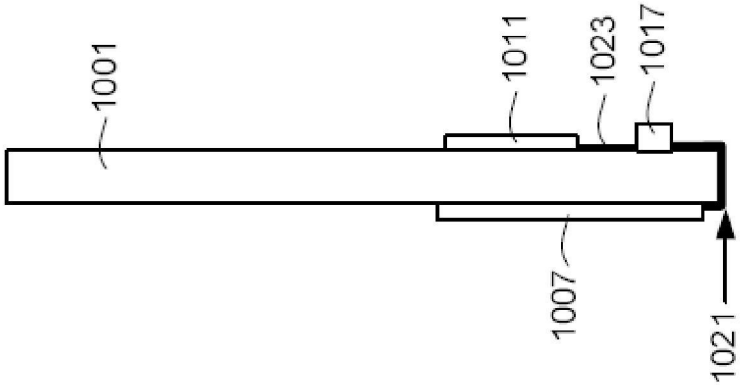
【圖 10B】



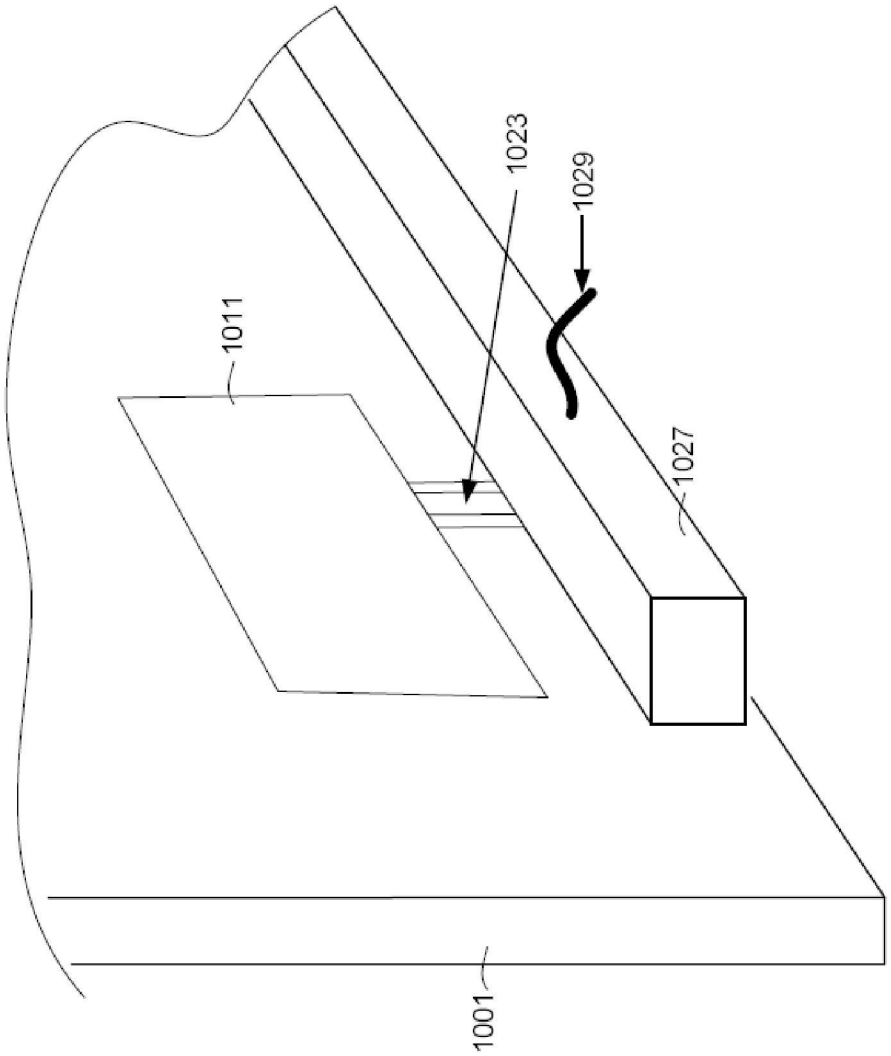
【圖 10A】


1001
1011
1023
1017
1007
1025
1021

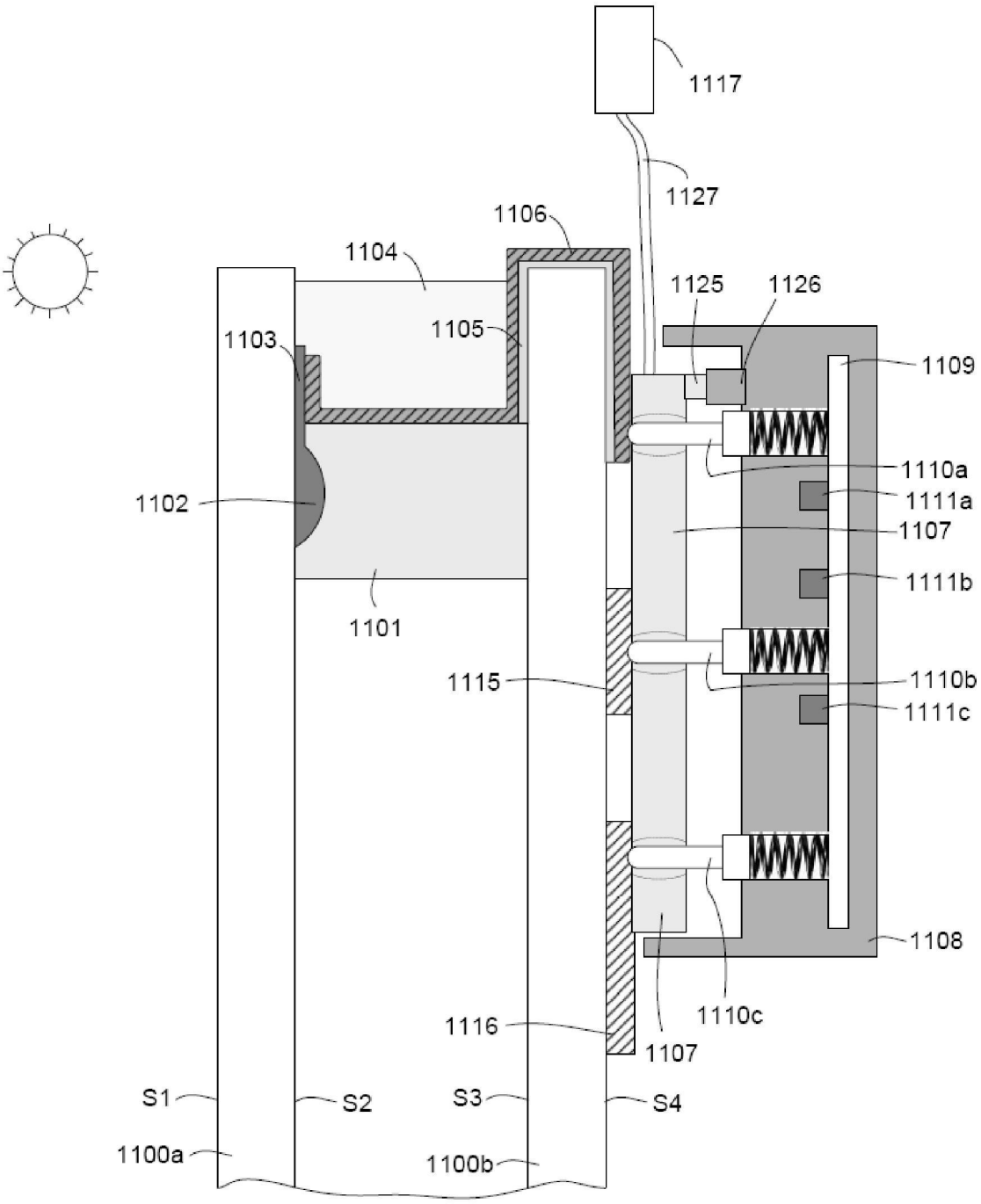
【圖 10E】


1001
1011
1023
1017
1007
1021

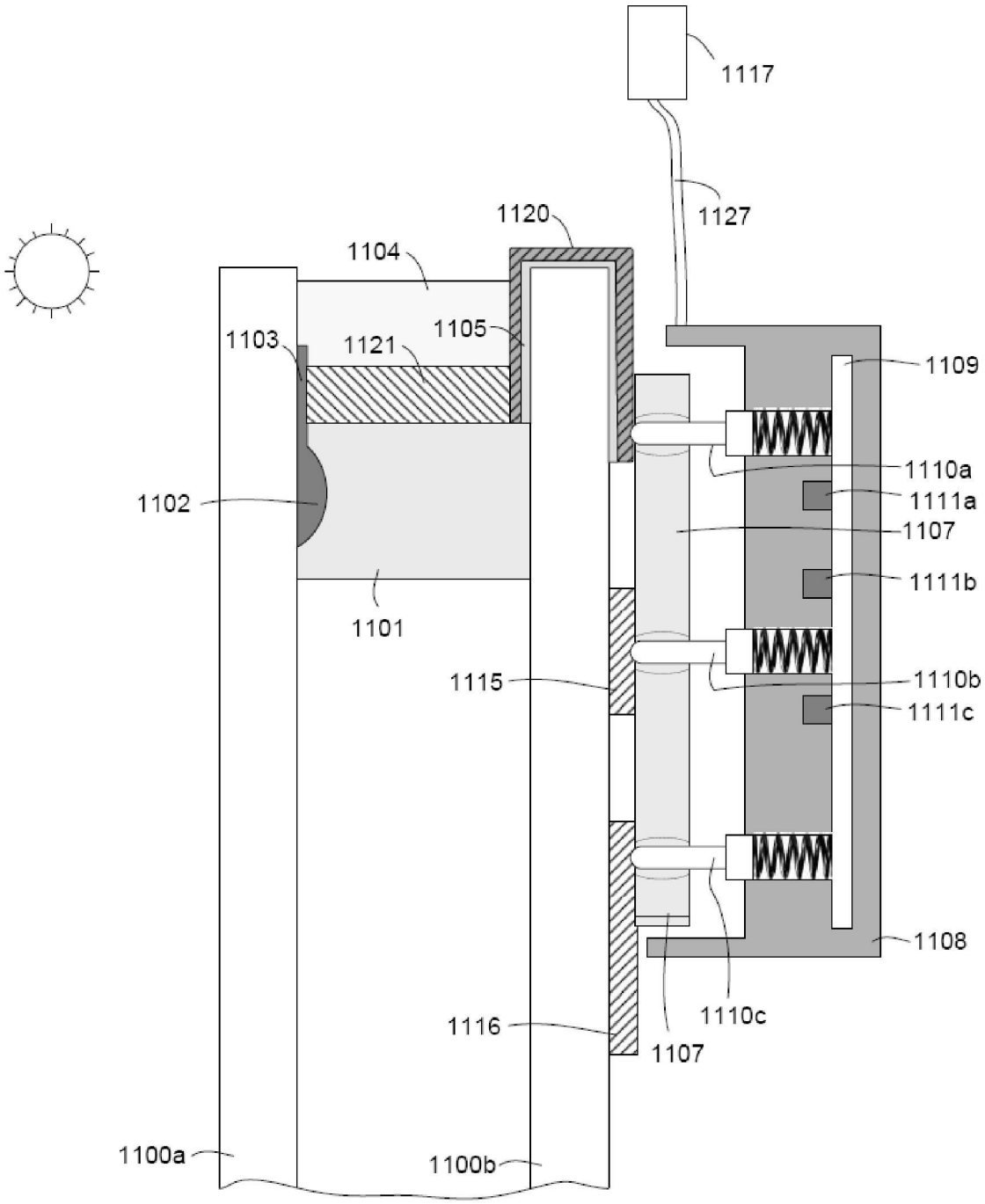
【圖 10D】



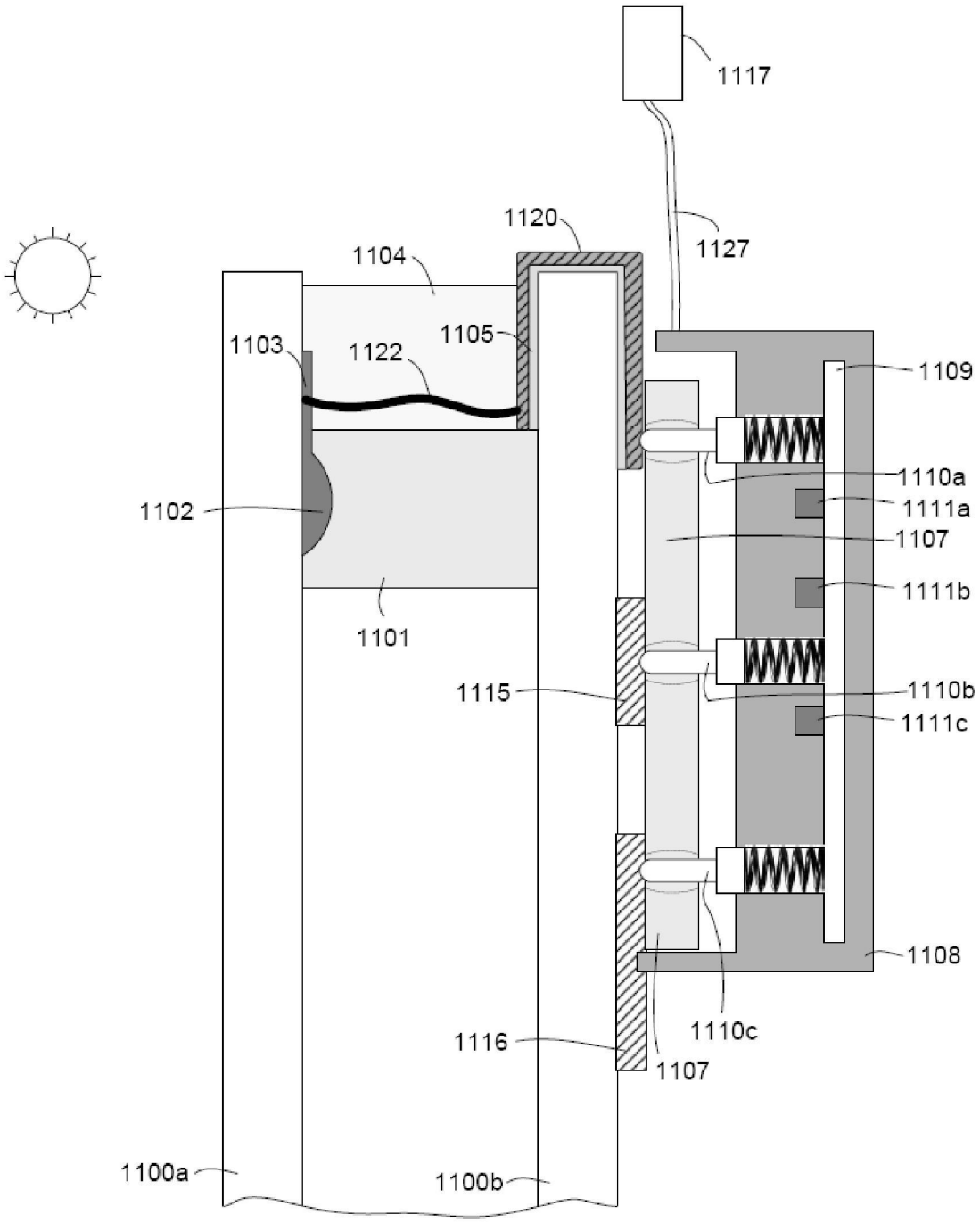
【圖 10F】


1117
1127
1106
1104
1125
1126
1105
1103
1109
1110a
1111a
1102
1107
1111b
1101
1115
1110b
1111c
1108
1110c
1116
1107
S1
S2
S3
S4
1100a
1100b

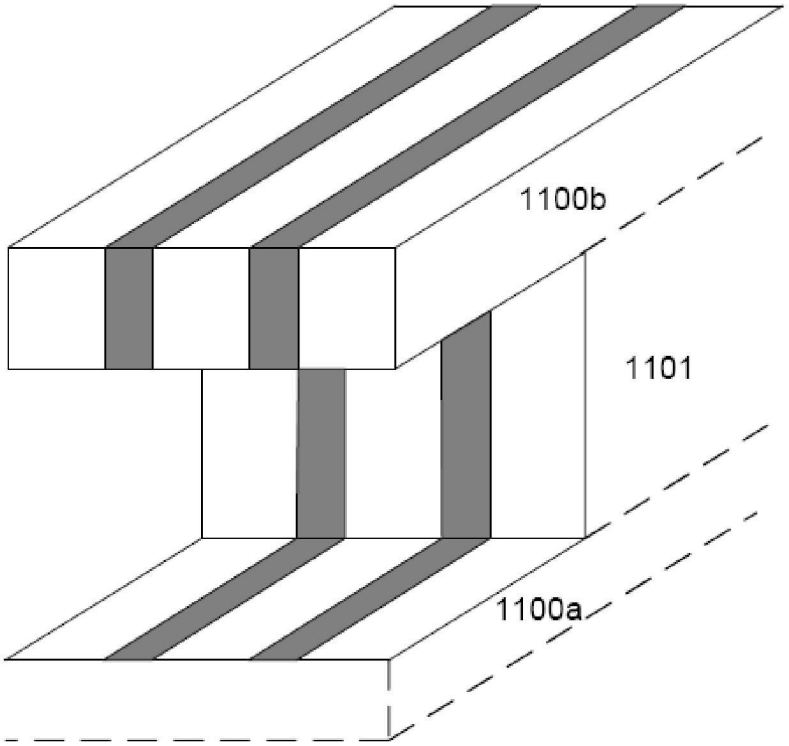
【圖 11A】


1117
1127
1120
1104
1105
1103
1121
1109
1110a
1111a
1107
1102
1111b
1101
1115
1110b
1111c
1108
1116
1110c
1107
1100a
1100b

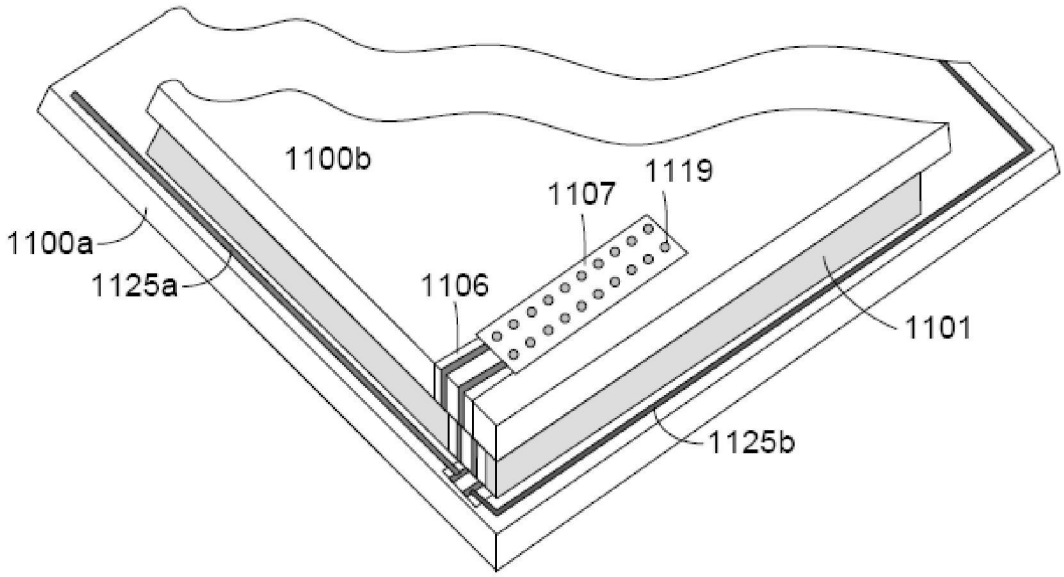
【圖 11B】


1117
1127
1120
1104
1105
1103
1122
1109
1110a
1111a
1107
1102
1111b
1101
1115
1110b
1111c
1108
1110c
1116
1107
1100a
1100b

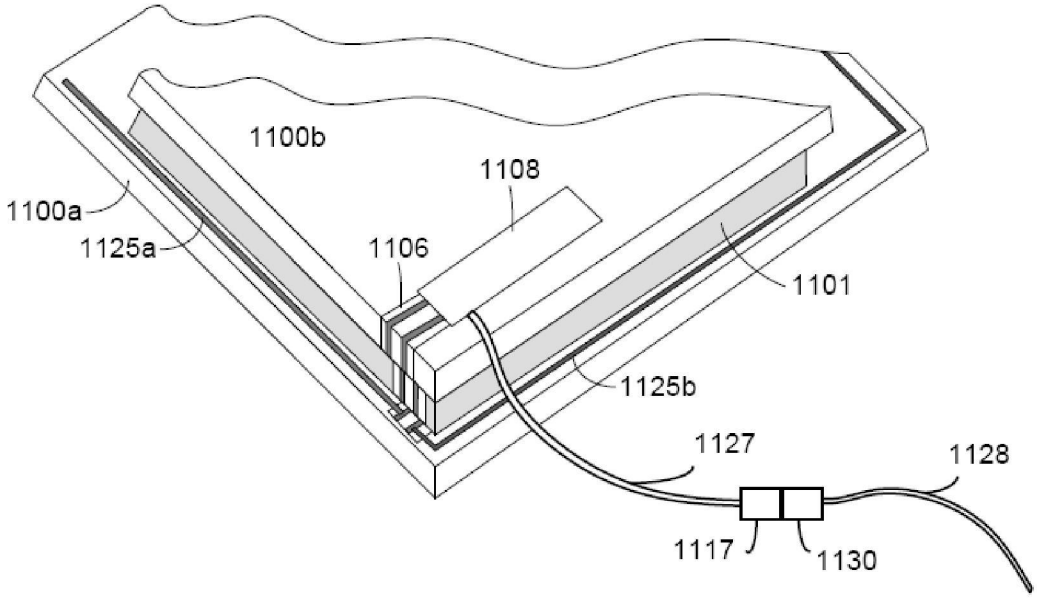
【圖 11C】


1100b
1101
1100a

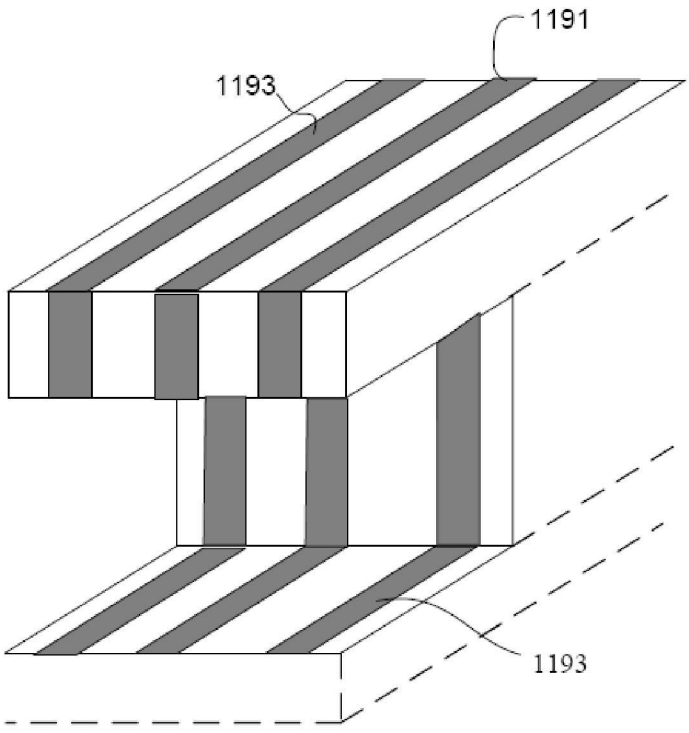
【圖 11D】


1100b
1119
1107
1100a
1125a
1106
1101
1125b

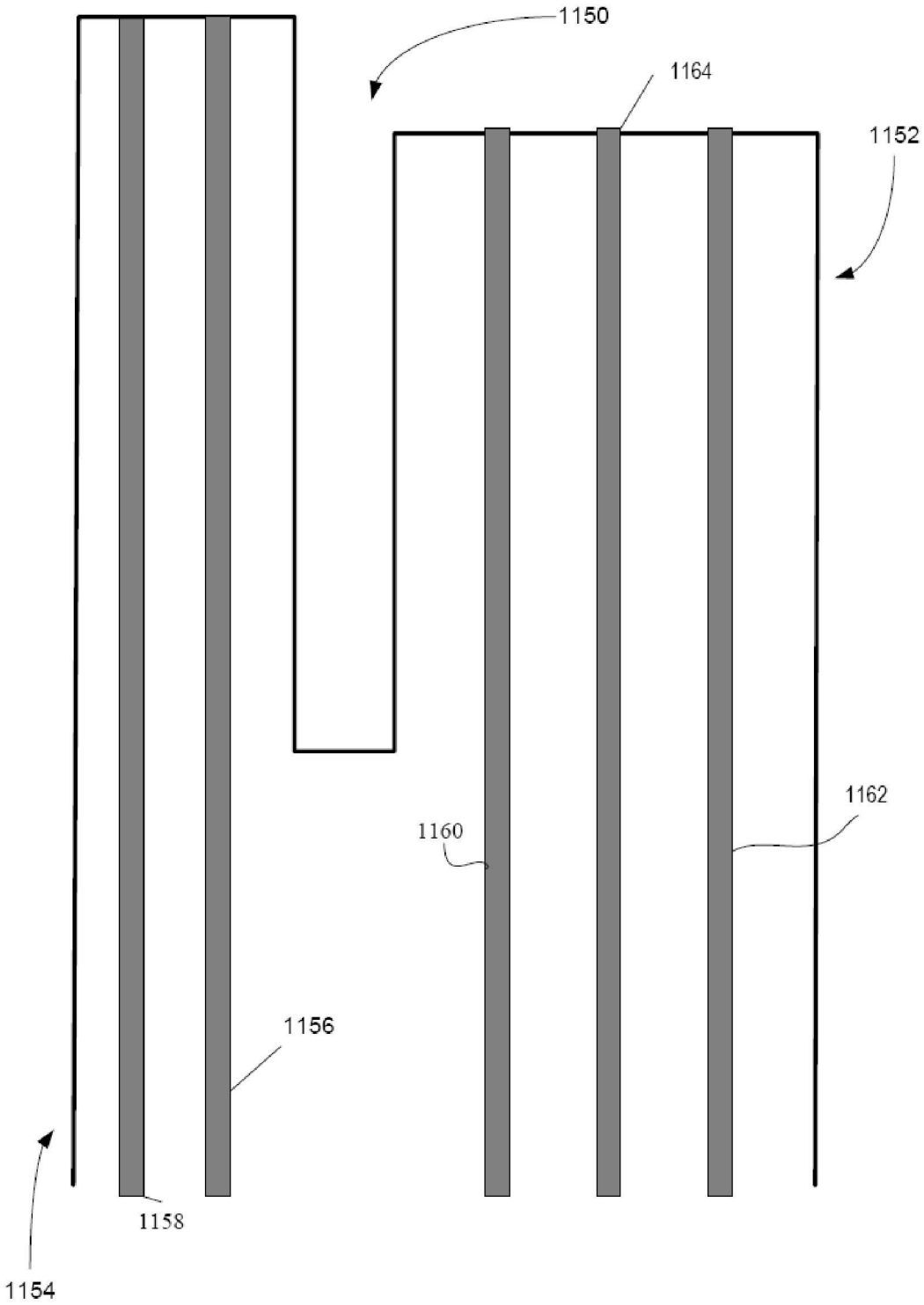
【圖 11E】


1100b
1108
1100a
1125a
1106
1101
1125b
1127
1128
1117
1130

【圖 11F】


1191
1193
1193

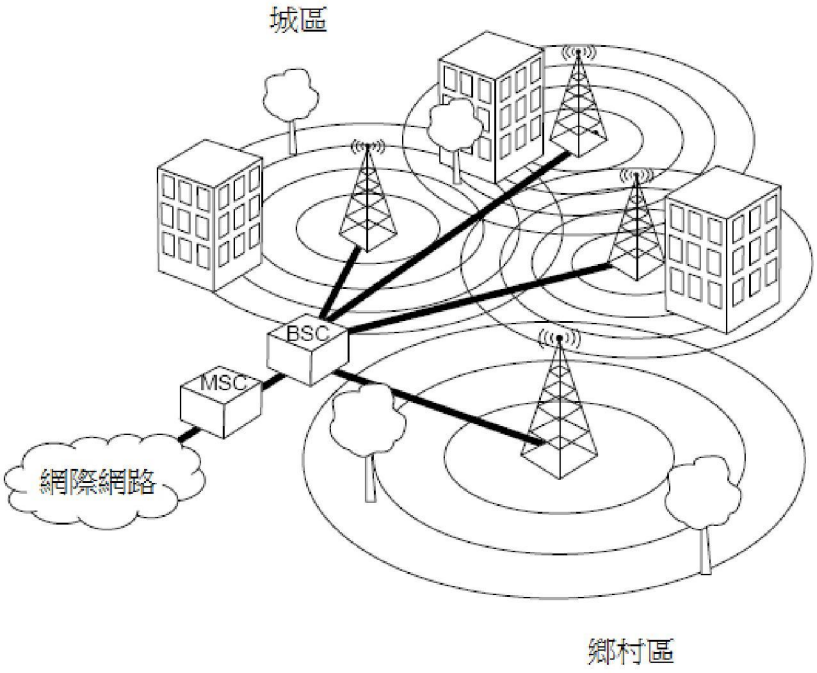
【圖 11G】



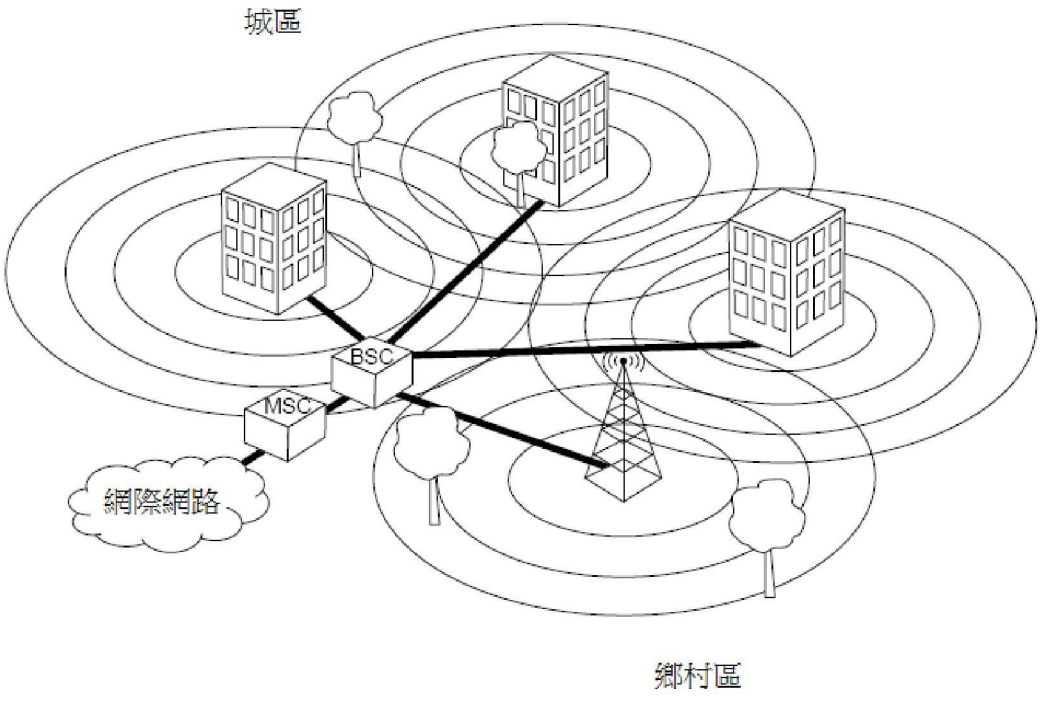
【圖 11H】



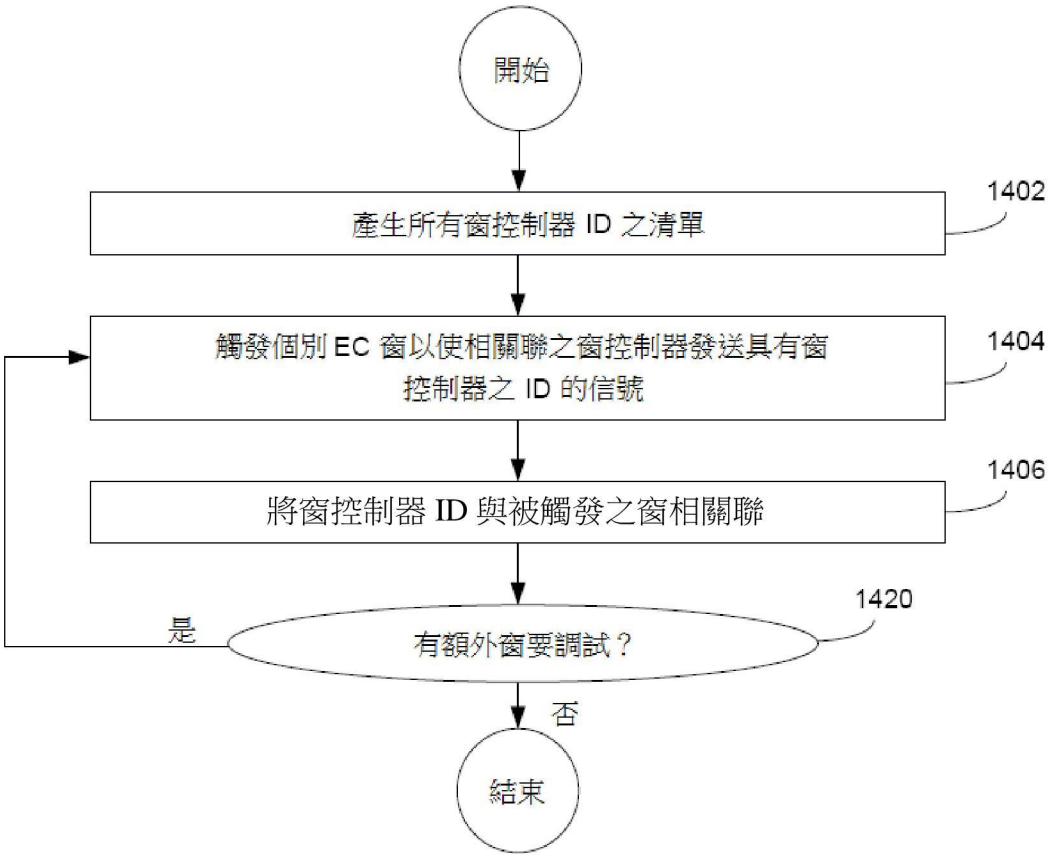
【圖 12】



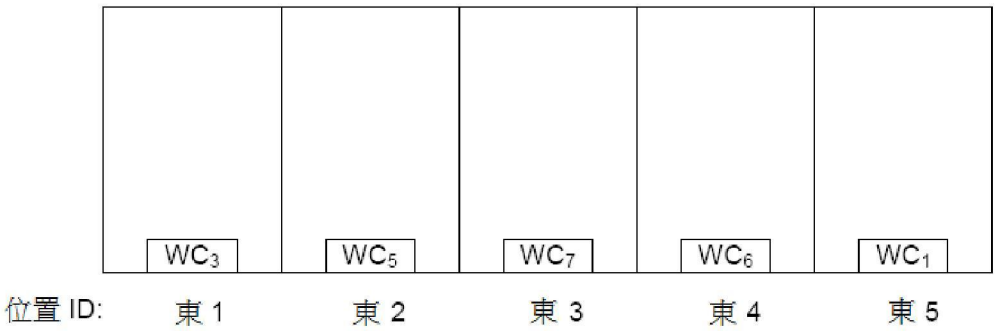
【圖 13A】



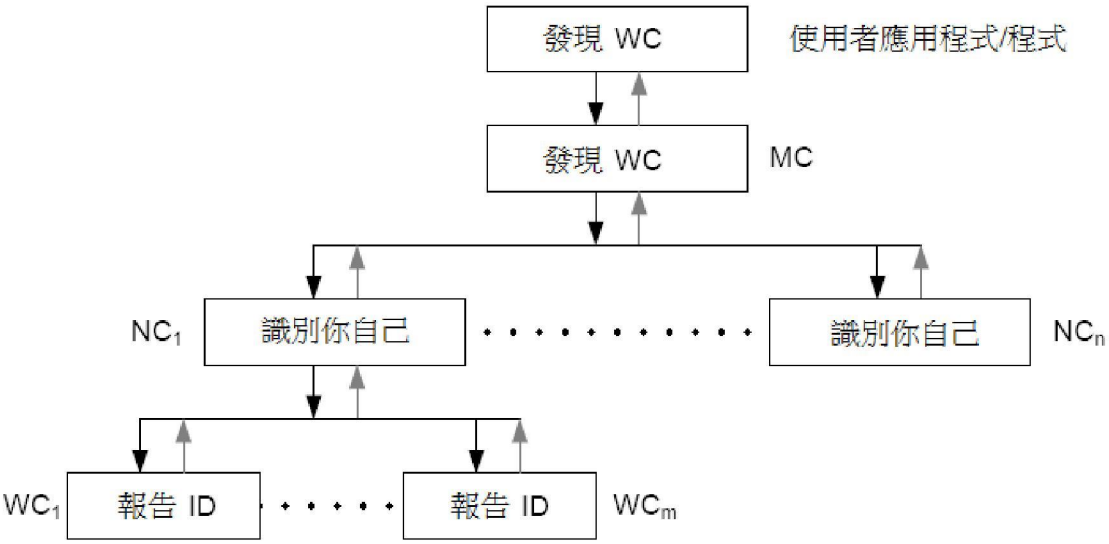
【圖 13B】


開始
產生所有窗控制器 ID 之清單
1402
觸發個別 EC 窗以使相關聯之窗控制器發送具有窗控制器之 ID 的信號
1404
將窗控制器 ID 與被觸發之窗相關聯
1406
有額外窗要調試？
1420
是
否
結束

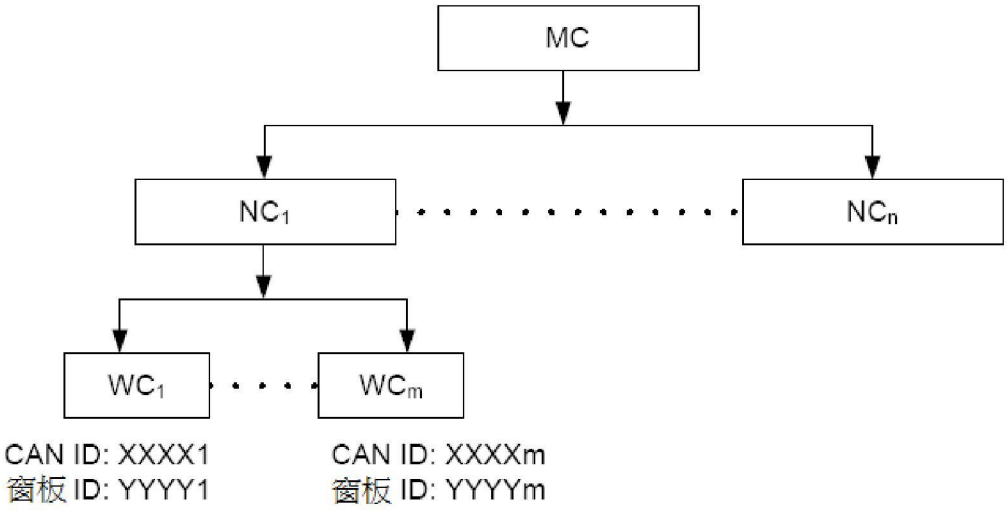
【圖 14A】


WC3
WC5
WC7
WC6
WC1
位置 ID:
東 1
東 2
東 3
東 4
東 5

【圖 14B】

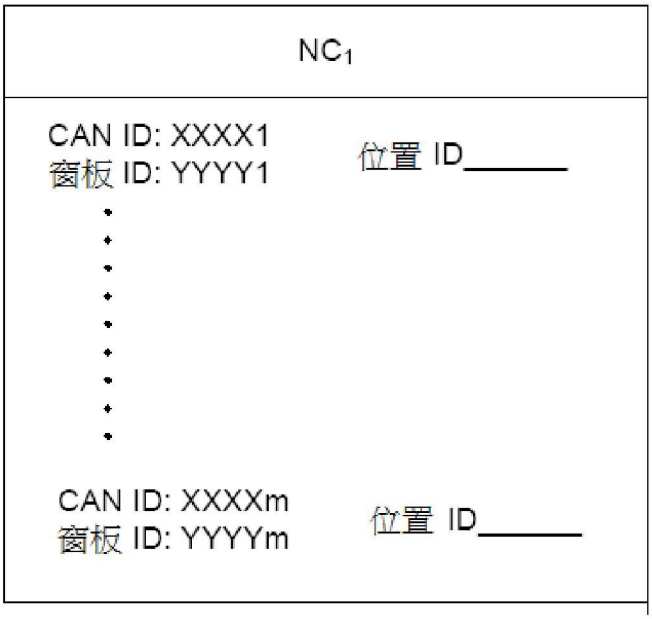

發現 WC
使用者應用程式/程式
發現 WC
MC
NC1
識別你自己
識別你自己
NCn
WC1
報告 ID
報告 ID
WCm

【圖 14C】

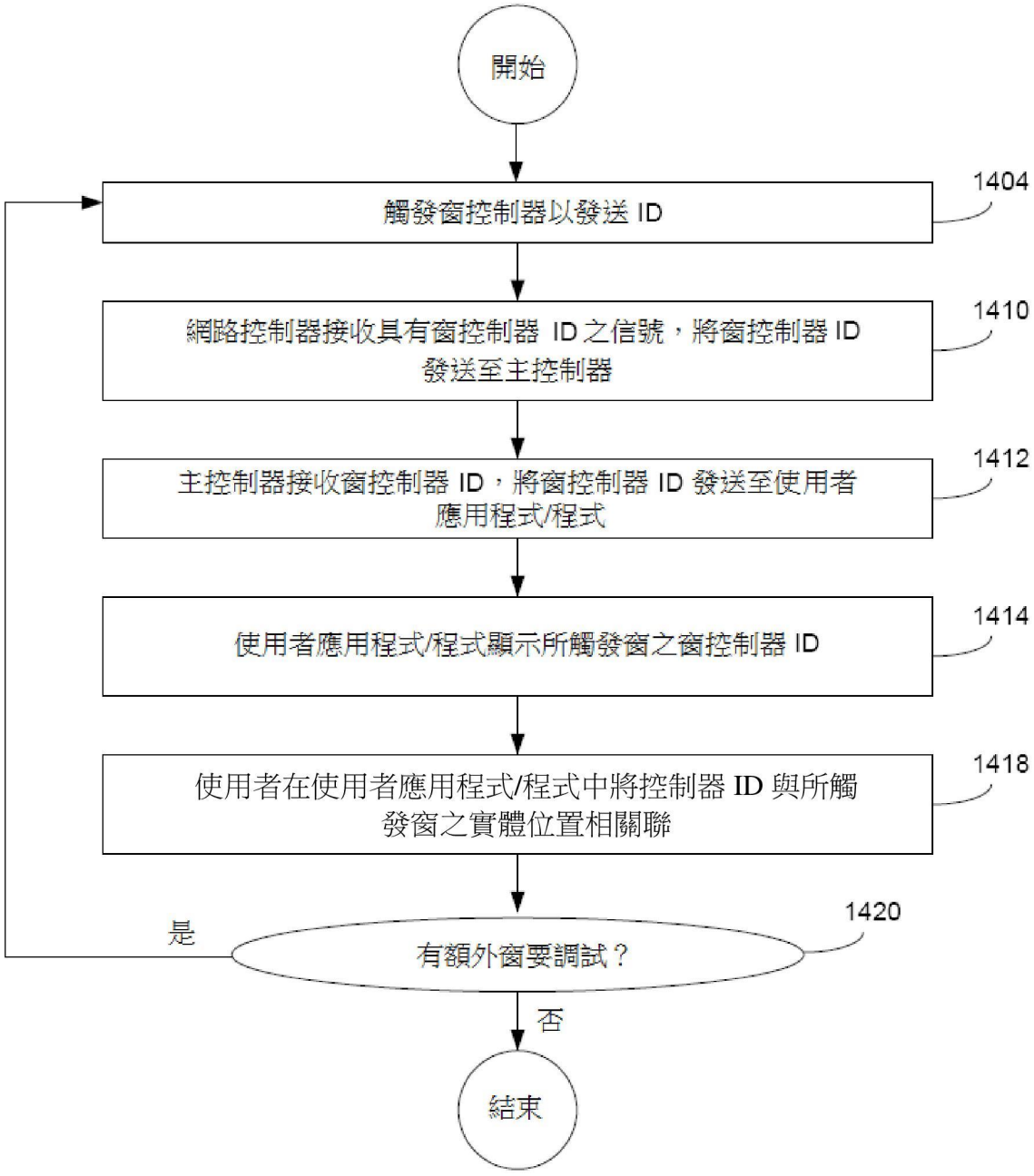

MC
NC1
NCn
WC1
WCm
CAN ID: XXXX1
窗板 ID: YYYY1
CAN ID: XXXXm
窗板 ID: YYYYm

【圖 14D】

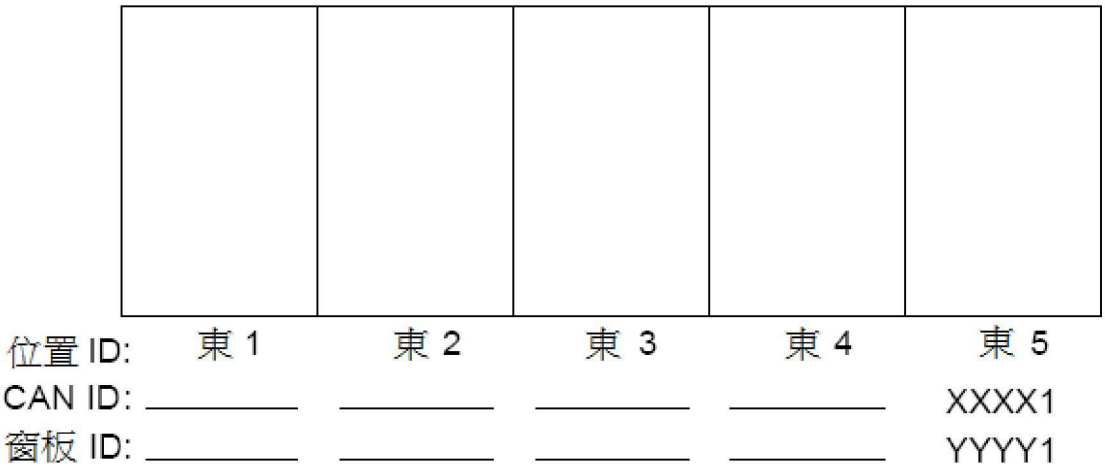

位置 ID:
東 1
東 2
東 3
東 4
東 5
CAN ID:
窗板 ID:

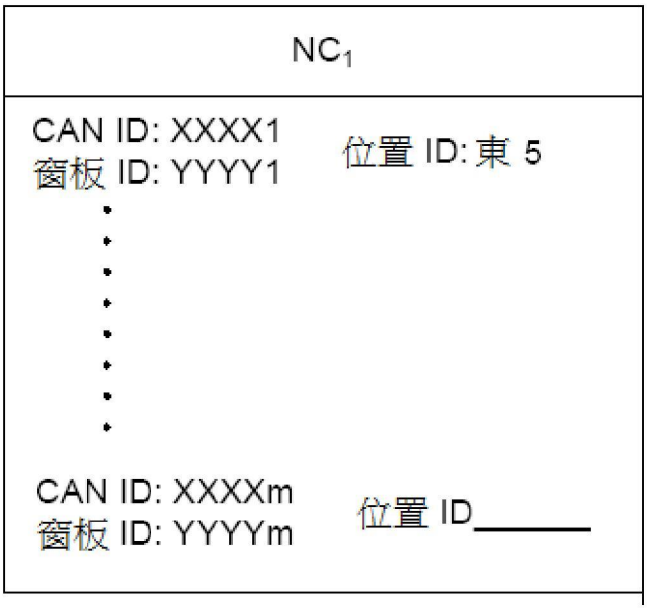

NC1
CAN ID: XXXX1
窗板 ID: YYYY1
位置 ID_____
CAN ID: XXXXm
窗板 ID: YYYYm
位置 ID_____

【圖 14E】


開始
1404
觸發窗控制器以發送 ID
1410
網路控制器接收具有窗控制器 ID 之信號，將窗控制器 ID 發送至主控制器
1412
主控制器接收窗控制器 ID，將窗控制器 ID 發送至使用者應用程式/程式
1414
使用者應用程式/程式顯示所觸發窗之窗控制器 ID
1418
使用者在使用者應用程式/程式中將控制器 ID 與所觸發窗之實體位置相關聯
1420
是
有額外窗要調試？
否
結束

【圖 14F】


位置 ID:
東 1
東 2
東 3
東 4
東 5
CAN ID: _____ _____ _____ _____ XXXX1
窗板 ID: _____ _____ _____ _____ YYYY1


NC1
CAN ID: XXXX1
窗板 ID: YYYY1
位置 ID: 東 5
CAN ID: XXXXm
窗板 ID: YYYYm
位置 ID_____

【圖 14G】