



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201327862 A1

(43)公開日：中華民國 102 (2013) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：100149271

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 12 月 28 日

(51)Int. Cl. : **H01L31/042 (2006.01)**

(71)申請人：財團法人工業技術研究院 (中華民國) INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE (TW)

新竹縣竹東鎮中興路 4 段 195 號

北儒精密股份有限公司 (中華民國) BAY ZU PRECISION CO., LTD. (TW)

臺南市善化區台南科學園區環東路 2 段 23 號

(72)發明人：張加強 CHANG, CHIA CHIANG (TW)；吳清吉 WU, CHIN JYI (TW)；蘇濬賢 SU, CHUN HSIEN (TW)；黃導陽 HUANG, DAO YANG (TW)

(74)代理人：詹銘文；葉璟宗

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：18 項 圖式數：7 共 35 頁

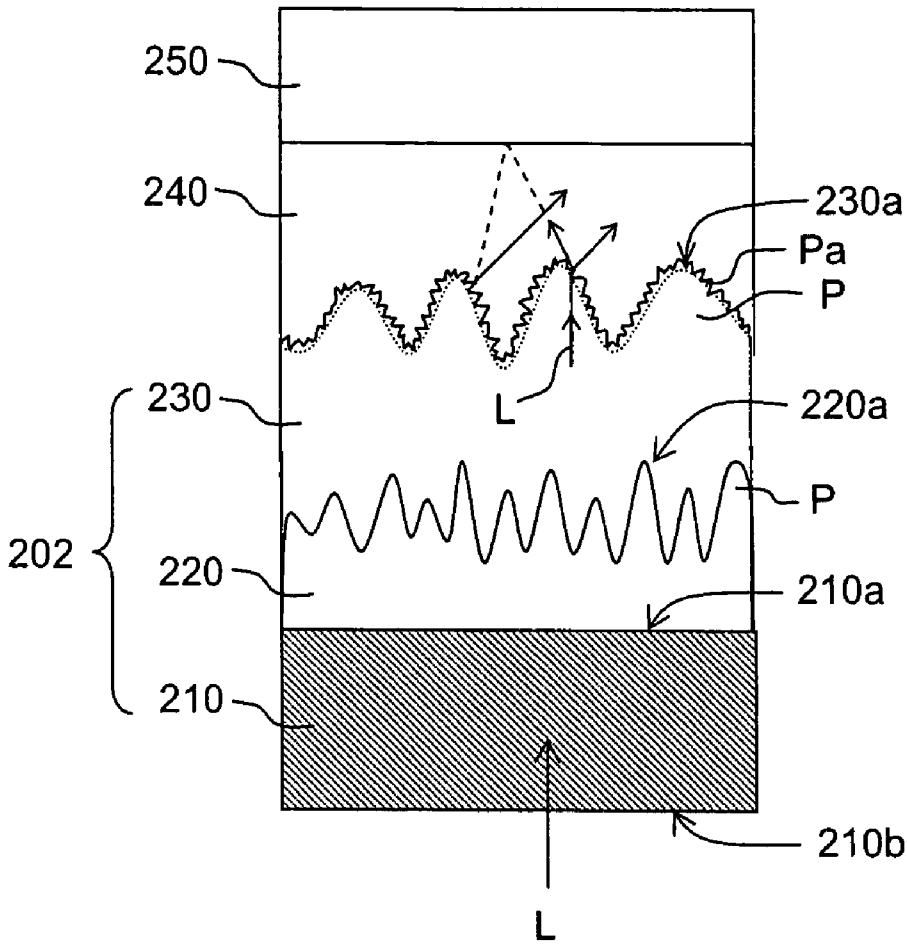
(54)名稱

導電基板及其製造方法，以及太陽能電池

CONDUCTIVE SUBSTRATE AND FABRICATING METHOD THEREOF, AND SOLAR CELL

(57)摘要

一種導電基板的製造方法，其包括下列步驟。提供一基板。以一常壓電漿製程於基板上形成具有一第一粗化表面的一阻障層，其中以常壓電漿製程所形成的第一粗化表面的表面粗糙度(Ra)介於 10 奈米至 100 奈米之間。以一真空濺鍍製程於阻障層之第一粗化表面上形成一第一電極層，第一電極層的表面係具有一第二粗化表面，該第二粗化表面的表面粗糙度(Ra)介於 10 奈米至 100 奈米之間。此外，更可於第一電極層之第二粗化表面上形成一光電轉換層。於光電轉換層上形成一第二電極層。本發明另提供一種太陽能電池及導電基板。



- 200 : 太陽能電池
- 202 : 導電基板
- 210 : 基板
- 210a : 第一表面
- 210b : 第二表面
- 220 : 阻障層
- 220a : 第一粗化表面
- 230 : 第一電極層
- 230a : 第二粗化表面
- 240 : 光電轉換層
- 250 : 第二電極層
- L : 光線
- P : 突起
- Pa : 微突起

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：100149271

※申請日：101.12.28 ※IPC 分類：H01L 31/042 (2006.01)

一、發明名稱：

導電基板及其製造方法，以及太陽能電池
/CONDUCTIVE SUBSTRATE AND FABRICATING
METHOD THEREOF, AND SOLAR CELL

二、中文發明摘要：

一種導電基板的製造方法，其包括下列步驟。提供一基板。以一常壓電漿製程於基板上形成具有一第一粗化表面的一阻障層，其中以常壓電壓製程所形成的第一粗化表面的表面粗糙度(Ra)介於10奈米至100奈米之間。以一真空濺鍍製程於阻障層之第一粗化表面上形成一第一電極層，第一電極層的表面係具有一第二粗化表面，該第二粗化表面的表面粗糙度(Ra)介於10奈米至100奈米之間。此外，更可於第一電極層之第二粗化表面上形成一光電轉換層。於光電轉換層上形成一第二電極層。本發明另提供一種太陽能電池及導電基板。

三、英文發明摘要：

A fabricating method of conductive substrate including the following steps is provided. A substrate is provided. A barrier

layer having a first roughened surface is formed on the substrate by an atmospheric pressure plasma process, wherein the surface roughness(Ra) of the first roughened surface formed by the atmospheric pressure plasma process is between 10 nanometers and 100 nanometers. A first electrode layer is formed on the first roughened surface of the barrier layer by a vacuum sputter process, wherein a second roughened surface with surface roughness(Ra) between 10 nanometers and 100 nanometers is formed on the surface of the first electrode layer. Furthermore, a photoelectric conversion layer is formed on the second roughened surface of the first electrode layer. A second electrode layer is formed on the photoelectric conversion layer. A solar cell and a conductive substrate are also provided.

四、指定代表圖：

(一) 本案之指定代表圖：圖 1

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

200：太陽能電池

202：導電基板

210：基板

210a：第一表面

210b：第二表面

220：阻障層

220a：第一粗化表面

layer having a first roughened surface is formed on the substrate by an atmospheric pressure plasma process, wherein the surface roughness(Ra) of the first roughened surface formed by the atmospheric pressure plasma process is between 10 nanometers and 100 nanometers. A first electrode layer is formed on the first roughened surface of the barrier layer by a vacuum sputter process, wherein a second roughened surface with surface roughness(Ra) between 10 nanometers and 100 nanometers is formed on the surface of the first electrode layer. Furthermore, a photoelectric conversion layer is formed on the second roughened surface of the first electrode layer. A second electrode layer is formed on the photoelectric conversion layer. A solar cell and a conductive substrate are also provided.

四、指定代表圖：

(一) 本案之指定代表圖：圖 1

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

200：太陽能電池

202：導電基板

210：基板

210a：第一表面

210b：第二表面

220：阻障層

220a：第一粗化表面

230：第一電極層

230a：第二粗化表面

240：光電轉換層

250：第二電極層

L：光線

P：突起

Pa：微突起

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種導電基板及其製造方法以及太陽能電池，且特別是有關於一種具有粗化表面之阻障層的導電玻璃基板及其製造方法以及太陽能電池。

【先前技術】

『能源』已成為現今人們積極發展與解決的重要課題之一，然而目前所仰賴的石化能源除日益耗竭外，過度地使用石化能源亦帶來嚴重的污染問題。因此，低污染之可再生（renewable）能源的開發與運用將成為人類尋求永續發展的唯一途徑。目前，可再生能源的來源約略可分為：太陽能、風力、水力、潮汐、地熱與生質能等。在諸多的能源種類中，以太陽能部分最受重視，其原因除該類能源含量最為豐富且開發與應用較不受地貌、地貌等因素之限制外，更可以藉由適當之設備或裝置將太陽能直接轉換為常用之電能；其設備或裝置即為所謂的『太陽能電池』。

近年，為了提升太陽能電池的光電轉換效率。一種習知的太陽能電池技術是使用熱裂解的方式來粗化透明導電氧化物（transparent conductive oxide, TCO）玻璃，在玻璃出融爐之時進行噴塗作業，由於使用熔爐的廢熱進行處理，對於生產成本可以降至最低，但是噴塗材料會產生強酸使得後續處理成本與設備維護成本相對偏高，並且此一製程無法進行結構的細部調整。

另一種習知的太陽能電池技術則是先使用真空濺鍍形成電極膜後再利用稀鹽酸等進行濕蝕刻，濕蝕刻後電極膜表面會形成坑洞狀結構，利用此一結構將可以取得擴散光的功能。然而，這樣的製程不但繁瑣、量產成本高，且以上述濕蝕刻方式亦不易控制大面積化後的表面蝕刻均勻度。

因此，尋求製程更為簡化、省能、環保的太陽能電池並藉此使太陽能電池達到更高的光電轉換效率，已成為目前太陽能電池相關領域中相當重要的開發方向之一。

【發明內容】

本發明提供一種導電基板，其在製程簡易的前提下達到高光電轉換效率的效能。

本發明提供一種導電基板之製造方法，其無須使用濕蝕刻即可直接在電極層成膜的同時形成粗化表面，可以用較簡易的製程來提升導電基板的光電轉換效率。

本發明提供一種導電玻璃基板，其可應用於太陽能電池中，可簡化太陽能電池的製程並提升太陽能電池的光電轉換效率。

本發明提供一種導電基板的製造方法，其包括下列步驟。提供一基板。以一常壓電漿製程於基板上形成具有一第一粗化表面的一阻障層，其中以常壓電壓製程所形成的第一粗化表面的表面粗糙度(Ra)介於10奈米至100奈米之間。以一真空濺鍍製程於阻障層之第一粗化表面上形成一

第一電極層，第一電極層的表面係具有一第二粗化表面，該第二粗化表面的表面粗糙度(Ra)介於10奈米至100奈米之間。更進一步而言，第一電極層在真空濺鍍製程中係依據第一粗化表面的地貌而形成該第二粗化表面。

在本發明之一實施例中，上述之在真空濺鍍製程中，第一粗化表面的不同區域作為第一電極層成膜時不同晶粒成長速度的晶種，以使第一電極層成膜後直接於表面形成第二粗化表面。

在本發明之一實施例中，上述之導電基板的製造方法更包括在以常壓電漿製程於基板上形成阻障層之前，以第一加熱溫度加熱基板，其中第一加熱溫度例如介於室溫至100°C之間，第一加熱溫度較佳的是介於40°C至100°C之間。

在本發明之一實施例中，上述之較佳的是更包括在以真空濺鍍製程於阻障層上形成第一電極層之前，以第二加熱溫度加熱基板與阻障層，其中第二加熱溫度例如介於250°C至450°C之間，第二加熱溫度較佳的是介於300°C至400°C之間。

在本發明之一實施例中，上述之常壓電漿製程中使用的氣體包括氮氣、氧氣、乾淨壓縮空氣(CDA)、及氮氧氣混合氣體中的至少一種。

在本發明之一實施例中，上述之導電基板的製造方法更包括於第一電極層之第二粗化表面上形成一光電轉換層。於光電轉換層上形成一第二電極層。

本發明另提供一種導電基板，其包括一基板、一阻障層以及一第一電極層。阻障層位於基板上，阻障層具有一第一粗化表面，且第一粗化表面的表面粗糙度(Ra)介於 10 奈米至 100 奈米之間。第一電極層覆蓋於阻障層之第一粗化表面，第一電極層具有一第二粗化表面，且第二粗化表面的表面粗糙度(Ra)介於 10 奈米至 100 奈米之間。更進一步而言，該第二粗化表面是依據該第一粗化表面的地貌而形成的。

在本發明之一實施例中，上述之阻障層是由彼此相鄰的多個介電顆粒串接所構成的。

在本發明之一實施例中，上述之阻障層與基板相接的面為一平滑表面。

在本發明之一實施例中，上述之導電基板的霧度介於 10%至 40%之間。

在本發明之一實施例中，上述之導電基板的電阻值小於 $10\Omega/\square$ 。

本發明另提供一種太陽能電池，其包括一基板、一阻障層、一第一電極層、一光電轉換層以及一第二電極層。一阻障層位於基板上，阻障層具有一第一粗化表面，且第一粗化表面的表面粗糙度(Ra)介於 10 奈米至 100 奈米之間。第一電極層覆蓋於阻障層之第一粗化表面，第一電極具有一第二粗化表面，第二粗化表面的表面粗糙度(Ra)介於 10 奈米至 100 奈米之間。更進一步而言，且第二粗化表面是依據該第一粗化表面的地貌而形成的。光電轉換層位

於導電玻璃的第二粗化表面上。第二電極層位於光電轉換層上。

在本發明之一實施例中，上述之阻障層是由彼此相鄰的多個介電顆粒串接所構成的。

在本發明之一實施例中，上述之阻障層的兩相對表面分別為第一粗化表面與一未粗化表面，其中阻障層以未粗化表面與基板相接。

在本發明之一實施例中，上述之阻障層的厚度介於 10 奈米至 50 奈米之間。

在本發明之一實施例中，上述之第一粗化表面上具有多個突起，突起的高度介於 50nm 至 250nm。

在本發明之一實施例中，上述之第二粗化表面上具有多個突起，且各突起上具有多個微突起。

在本發明之一實施例中，上述之第一電極層與第二電極之材質為摻鋁氧化鋅 AZO(ZnO:Al)、摻鎵氧化鋅 GZO(ZnO:Ga)或摻鎵鋁氧化鋅 GAZO(ZnO:Ga,Al)。

基於上述，本發明之導電基板的製造方法藉由常壓電漿在基板上形成阻障層之時，直接於阻障層的表面形成具有特定粗糙度的第一粗化表面，藉此，可以使得後續沈積於其上的第一電極層，在成膜的過程中即依據阻障層之第一粗化表面的地貌，而在第一電極層成膜時及呈現出第二粗化表面。如此，無須在阻障層及/或第一電極層的形成步驟外額外再執行蝕刻製程來獲取具有粗化表面的第一電極層，當應用於太陽太陽能電池時，所製作出來具有粗化表

面的第一電極層具有將光線限制於光電轉換層中的效果，藉此可大幅增加光線在光電轉換層中的路徑長，以提升光電轉換效率。

為讓本發明之上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

【實施方式】

圖 1 為本發明之一實施例所製備之太陽能電池的剖面圖，太陽能電池 200 包括本發明實施例之導電基板 202，包括一基板 210、一阻障層 220、一第一電極層 230，而在太陽能電池的應用範例中，其可進一步與一光電轉換層 240 以及一第二電極層 250 共同形成一太陽能電池 200。如圖 1 所示，基板 210 具有第一表面 210a 與第二表面 210b，阻障層 220、第一電極層 230、光電轉換層 240 以及第二電極層 250 是依序地疊層於基板 210 的第一表面 210a 上，本實施例之光電轉換層 240 包括在第一電極層 230 上依序為 PIN 結構的疊層或是 NIP 結構的疊層。特別的是，在本實施例之太陽能電池 200 中，導電基板 202 的阻障層 220 與光電轉換層 240 鄰接的一面是直接於阻障層 220 成膜時形成具有特定粗糙度的第一粗化表面 220a，藉此，可讓第一電極層 230 在後續成膜時直接以第一粗化表面 220a 作為晶粒成長的基底，換言之，第一電極層 230 之第二粗化表面 230a 的地貌(形貌)是依據阻障層 220 之第一粗化表面 220a 的地貌(形貌)而形成的，使得第一電極層 230 在成膜後於表面直接形成具有粗糙度的第二粗化表面 230a。

並且，如圖 1 所示，在第一電極層 230 的第二粗化表面 230a 上除了具有多個突起 P (如圖 1 中所繪示之虛線輪廓)。特別的是，由於第一電極層 230 的第二粗化表面 230a 是依據阻障層 220 的第一粗化表面 220a 的地貌而形成的，不是經由蝕刻製程來形成的，因此在第二粗化表面 230a 的各突起 P 上更進一步具有多個微突起 Pa (如圖 1 中位於虛線輪廓外的鋸齒狀微突起 Pa)。如此一來，當光線 L (例如太陽光) 自基板 210 的第二表面 210b 往太陽能電池 200 的內部入射時，第一電極層 230 之具有突起 P 的第二粗化表面 230a 可以讓光線 L 順利進入光電轉換層 240，降低反射損失(reflection losses)並使光線 L 在光電轉換層 240 中進行多次的折射及反射，藉此增加光線 L 在光電轉換層 240 中的吸收路徑，形成光捕捉 (light-trapping) 效果，進而提升太陽能電池 200 的光電轉換效率。此外，第二粗化表面 230a 之各突起 P 上的微突起 Pa 更可進一步對光捕捉 (light-trapping) 效果提供相當程度的貢獻。

以下將針對利用本發明之導電基板 202 製作成上述太陽能電池 200 的製造方法作詳細介紹。

圖 2A 至圖 2E 為本發明之一實施例中一種導電基板與太陽能電池的製造方法的流程示意圖。請先參照圖 2A，首先提供一基板 210，其中該基板 210 可為透明基板 210，其材料例如是玻璃、透明樹脂或其他合適之透明材質。上述透明樹脂例如是聚對苯二甲酸乙二酯 (polyethylene terephthalate, PET)、聚萘二甲酸乙二酯 (polyethylene

naphthalate, PEN)、聚碳酸酯(polycarbonate, PC)、聚醚(polyethersulfone, PES)、聚醯亞胺(polyimide, PI)等。基板 210 的第一表面 210a 並未經蝕刻等粗化處理，而呈現出平坦的未粗化表面。

接著，以一常壓電漿製程於基板 210 的第一表面 210a 上形成具有一阻障層 220，在本發明中常壓電漿製程例如為常壓電漿增強型化學氣相沈積法(Atmospheric Pressure Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition, APPECVD)，而「常壓電漿製程」中是使用「接近常壓之壓力」表示 650 Torr 至 800 Torr 之範圍。雖然可使用諸如大氣之混合氣體作為在產生常壓電漿製程時所用的放電氣體，但較佳使用諸如氮氣、氧氣、乾淨壓縮空氣(CDA)、及氮氧氣混合氣體中的至少一種。阻障層 220 的材質例如為二氧化矽 (SiO_x , x 約為 2)。

本發明利用常壓電漿製程容易形成厚度薄且粗糙度高的膜層的製程特性，而於基板 210 上形成阻障層 220 時，可在成膜製程後獲得厚度薄且具有相當粗糙度的第一粗化表面 220a。具體而言，在本實施例中，利用常壓電漿製程所形成之阻障層 220 的厚度例如為 10 奈米至 50 奈米之間，且具有 10 奈米至 100 奈米之間的表面粗糙度 Ra。換言之，如圖 2B 所示，藉由常壓電漿製程所形成之第一粗化表面 220a 上的突起 P 的最大高度 H 可能大於阻障層 220 連續相部分的厚度 D。並且，如圖 2B 所示，阻障層 220 相對於第一粗化表面 220a 之另一面係為一平坦表面，即，

阻障層 220 與基板 210 鄰接的表面型態與基板 210 的第一表面 210a 型態相同，都為未粗化的平坦表面。

此外，阻障層 220 在利用常壓電漿製程的成膜過程中，是於基板 210 上先形成彼此分離的多個介電微粒，各介電微粒在常壓電漿製程中漸漸成長成介電顆粒，直到這些介電顆粒彼此相鄰地串接成一整層的阻障層 220，因此本案具有第一粗化表面 220a 的阻障層 220 是由彼此相鄰的多個介電顆粒串接所構成的，而非先成膜完再利用蝕刻製程進行粗化的。

值得一提的是，在以常壓電漿製程於基板 210 上形成阻障層 220 之前，更可先對基板 210 進行加熱製程，以增進阻障層 220 的成膜品質。例如，可以用第一加熱溫度加熱基板 210 使基板 210 溫度上升至第一加熱溫度，而使基板 210 在第一加熱溫度下進行常壓電漿製程，以於具有第一加熱溫度的基板 210 上沈積阻障層 220。此第一加熱溫度的範圍例如大於室溫至小於 100°C，較佳的是介於 40°C 至 70°C 之間。

之後，如圖 2C 所示，以一真空濺鍍製程於阻障層 220 之第一粗化表面 220a 上形成一第一電極層 230，其中第一電極層 230 的材料可以是透明導電氧化物 (transparent conductive oxide, TCO)，其例如是銦錫氧化物 (indium tin oxide, ITO)、銦鋅氧化物 (indium zinc oxide, IZO)、氧化鋁鋅 (Al doped ZnO, AZO) (ZnO:Al)、摻鎵氧化鋅 (Ga doped zinc oxide, GZO) (ZnO:Ga) 或摻鎵鋁氧化鋅

GAZO(ZnO:Ga,Al)或是其他透明導電材質。特別的是，第一電極層 230 的表面在真空濺鍍製程中依據第一粗化表面 220a 的地貌(形貌)而形成一第二粗化表面 230a，即得到一導電基板 202。在本實施例之在真空濺鍍製程中，第一粗化表面 220a 的不同區域作為第一電極層 230 成膜時不同晶粒成長速度的晶種，以使第一電極層 230 成膜後直接於表面形成第二粗化表面 230a，與習知太陽能電池在形成電極膜後再利用濕蝕刻來形成坑洞狀結構不同，與習知相較，本發明之太陽能電池 200 可省略濕蝕刻製程，並可避免濕蝕刻不易控制表面蝕刻均勻度的問題。

易言之，本發明利用真空濺鍍製程容易形成較高覆蓋率的膜層的製程特性，可使第一電極層 230 利用真空濺鍍製程成膜時，在成膜後直接獲取具有第二粗化表面 230a 的第一電極層 230。因此，本發明結合常壓電漿製程可形成具有上述第一粗化表面 220a 特性的阻障層 220 之特性，搭配真空濺鍍製程可基於第一粗化表面 220a 特性而於其上直接形成具有第二粗化表面 230a 的第一電極層 230 的特性，因此藉由上述製程所獲得之第一電極層 230 的第二粗化表面 230a，可以產生光擴散的特性。如此一來，如前述，當光線 L (例如太陽光) 自基板 210 的第二表面 210b 往太陽能電池 200 的內部入射時，第一電極層 230 之具有突起 P 的第二粗化表面 230a 可以讓光線 L 順利進入光電轉換層 240，降低反射損失(reflection losses)並使光線 L 在光電轉換層 240 中進行多次的折射及反射，藉此增加光線 L 吸收

路徑，形成光捕捉（light-trapping）效果，進而提升太陽能電池 200 的光電轉換效率。

此外，由於第一電極層 230 的第二粗化表面 230a 在真空濺鍍製程中是依據第一粗化表面 220a 的地貌(形貌)而形成的，不經任何蝕刻製程。因此，在第二粗化表面 230a 的各突起 P 上可以保留成膜時因介電顆粒成長彼此推擠而進一步於各突起 P 上所長出的微突起 Pa（如圖 2A 中位於虛線輪廓外的鋸齒狀微突起 Pa），不會因蝕刻製程而被去除，因此藉由本發明的製造方法所形成的導電基板 202 之第一電極層 230 表面的粗化微結構，與習知之太陽能電池所使用的透明導電基板係在形成電極膜後再利用濕蝕刻來形成坑洞狀結構的有所不同。值得一提的是，這些位於第二粗化表面 230a 之各突起 P 上的微突起 Pa 因具有更小的尺度（scale），因此可進一步減少光的反射量，提高光線 L 在太陽能電池 200 中散射的機率，以增加入射光在光電轉換層 240 中之行進距離，提升太陽能電池 200 的光捕捉（light-trapping）效果。

值得一提的是，在以真空濺鍍製程於阻障層 220 上形成第一電極層 230 之前，更可先對基板 210 進行加熱製程，以增進第一電極層 230 的成膜品質。例如，可以用第二加熱溫度加熱基板 210 使基板 210 溫度上升至第二加熱溫度，而使基板 210 在第二加熱溫度下進行真空濺鍍製程，以於具有第二加熱溫度的基板 210 上沈積第一電極層 230。此第二加熱溫度的範圍例如大於 250°C 至 450°C 之

間，較佳的是介於 300°C 至 400°C 之間（將於後文說明）。

利用前述的常壓電漿製程可以控制藉此形成之阻障層 220 的第一粗化表面 220a 特性，藉此控制形成第一電極層 230 時的基底，並利用真空濺鍍製程可以控制藉此形成之第一電極層 230 的第二粗化表面 230a 的結構特徵，進而獲得具有不同表面特性的第一電極層 230，藉此可產生具有特定特性的導電基板 202（將於後文說明），並且當該導電基板 202 結合後續光電轉換層 240 以及第二電極後，即可提升的發電效率。

繼之，將本發明之導電基板應用於太陽能電池，如圖 2D 所示，於第一電極層 230 之第二粗化表面 230a 上形成一光電轉換層 240，光電轉換層 240 配置在第一電極層上，以作為主動層。光電轉換層 240 可以是單層結構或堆疊層 (tandem) 結構。在一實施例中，係以矽基太陽電池為例，但不限於此，光電轉換層 240 的材質例如是非晶矽其中 (α -Si 層)、微晶矽或上述材料堆疊之多層結構。在一實施例中，光電轉換層 240 可以是具有 P 型半導體層、N 型半導體層及本質層的 PIN 半導體堆疊結構，或是不具有本質層的 PN 半導體堆疊結構。本發明並不限制光電轉換層 240 中所使用光電轉換材料層的數目或結構，本領域具通常知識者當可視需要而加以調整。

接著，如圖 2E 所示，於光電轉換層 240 上形成一第二電極層 250。第二電極層 250 配置在光電轉換層 240 上，以作為相對於第一電極層 230 的另一電極。第二電極層 250

的材質與形成方式可與前述的第一電極層 230 相同，例如二者皆可用摻雜其它材質之氧化鋅等材質所製成的透明電極例如氧化鋅鋁(Al doped ZnO, AZO)、氧化鋅鎵(Ga doped ZnO, GZO)等，當然，第二電極層 250 的材質也可以採用不透光的金屬材質來形成不透光電極，本發明並不以此為限，端視產品需求而定。

圖 3A 與圖 3B 分別為利用本發明之導電基板的太陽能電池中於基板上形成阻障層、以及在阻障層上形成第一電極層的掃描式電子顯微鏡 SEM 量測圖，具體來說，圖 3A 為於基板 210 上利用常壓電漿增強型化學氣相沈積法所形成的阻障層 220 表面呈現出前述圖 2B 中所述的圓滑突起 P，進而構成了具有第一粗化表面 220a。圖 3B 為進一步於具有第一粗化表面 220a 之阻障層 220 上利用真空濺鍍製程所成長出來的第一電極層 230，藉此所成形的第一電極層 230 上形成了具有突起 P 的第二粗化表面 230a，並且，在各突起 P 上更形成了多個微突起 Pa。藉由第一電極層 230 之第二粗化表面 230a 上的突起 P 更甚是微突起 Pa 可進一步提升太陽能電池 200 的光電轉換效率。

此外，圖 4A 為習知太陽能電池在形成電極膜後再利用濕蝕刻所形成之具有坑洞狀結構表面的電極層的掃描式電子顯微鏡量測圖，而圖 4B 為利用本發明之導電基板的太陽能電池中直接於第一電極層成膜後未經蝕刻所形成之第二粗化表面的掃描式電子顯微鏡量測圖。由圖 4A 與圖 4B 可知，利用本發明導電基板的製造方法所製作出來的第

一電極層 230 的第二粗化表面 230a 如圖 4B 所示，其具有較密的突起密度，相對於此，習知利用濕蝕刻將已成膜的電極層 10 表面粗化後的結構如圖 4A 所示，其具有較疏的凹坑 C 密度。換言之，相較於習知技術所製作出來的電極層表面，利用本發明之導電基板的製造方法所製作出來的第一電極層 230 的第二粗化表面 230a 具有較密的突起密度，較高的粗糙度。因此，利用本發明之導電基板的太陽能電池 200 的製造方法可利用較簡化的製程，製作出較高光電轉換效率的太陽能電池 200。

圖 5 為本發明之導電基板中一種實施例的示意圖。如圖 5 所示，導電基板 202 包括前述之基板 210、前述之阻障層 220 以及前述之第一電極層 230，相同構件以相同符號表示，且如前述之說明。換言之，本發明之導電基板 202 為前述太陽能電池 200 尚未形成光電轉換層 240 以及第二電極層 250 的構成。當然，本發明之導電基板 202 除了如前述可應用於太陽能電池 200 外，亦可應用於平面顯示器 (FPD)，本發明並不限定導電基板 202 的應用範圍，其可視市場需求而定。

在本實施例中，本案之第一電極層 230 為透明導電氧化物。另外，由於導電基板 202 中第一電極層 230 的第二粗化表面 230a 的地貌是依據阻障層 220 之第一粗化表面 220a 的地貌而形成的。因此，導電基板 202 的霧度可藉此加以調變。

具體而言，表 1 中記載了利用本案之前述的製程所製

作出來的具有前述結構的阻障層 220 以及第一電極層 230 的霧度以及電阻值，並且記載了習知多種利用較繁瑣製程所製作出來的具有疊層結構的導電基板 202 的霧度以及電阻，其中本發明與習知之導電基板的疊層關係皆為於基板 210 上依序形成二氧化矽層作為阻障層 220 以及透明導電氧化物作為電極層，但由於各膜層的形成技術不同，因此習知之導電基板在各膜層的微結構上可能與本發明之導電基板 202 在各膜層的微結構不同。

此外，圖 6 為本發明之導電基板中阻障層與在第一粗化表面 220a 沈積第一電極層的霧度 (%) 與表面粗糙度 (R_{max}) 的關係圖，其中阻障層 220 上具有不同粗糙度的第一粗化表面 220a，且第一電極層 230 上亦具有不同粗糙度的第二粗化表面 230a。

表 1

膜層形成方式比較	以習知技術 1 形成導電基板 202 的比較例 1	習知技術 2 形成導電基板 202 的比較例 2	習知技術 3 形成導電基板 202 的比較例 3	本發明之導電基板 202
用於形成粗化表面時的主要運用技術手段	將素基板 210(bare glass) 進行蝕刻而於表面形成粗化表面，使得沈積於其上的電極層因此具有粗化表面	在以真空濺鍍製程形成電極膜後再利用濕蝕刻所形成之具有坑洞狀結構表面的電極層	在素基板 210 上以塗佈的方式形成粗化表面，並於粗化表面上方沈積透明導電材料	以常壓電漿製程於基板 210 上形成具有第一粗化表面 220a 的阻障層 220，並以真空濺鍍製程於第一粗化表面 220a 上形成電極層
電阻值	10~20 Ω /□	小於 10 Ω /□	小於 10 Ω /□	小於 10 Ω /□
穿透度	~75%	~80%	~80%	~80%
霧度	~20%	~15%	10~20%	10%~40%

由表 1 與圖 6 可知，利用本案上述製程所製作出來的導電基板 202 具有與比較例 1~3 類似的電阻值與穿透度，換言之，本案之導電基板 202 具有簡化製程的效果，並且本案之導電基板 202 的霧度可藉由調變第一電極層 230 之第二粗化表面 230a 的粗糙度來控制，適於因應各種應用產品來作適當的調整。

表 2 為在本發明一實施例之導電基板中，在以常壓電漿製程於基板上形成阻障層之前，以不同的第一加熱溫度加熱基板來製作阻障層時，所製得之導電基板 202 的粗糙度以及霧度與第一加熱溫度之間的關係。

表 2

實驗	基板溫度(°C)	表面粗糙度 Rrms (nm)	霧度(%)
1	室溫	75.556	1.90
2	50	89.651	1.70
3	75	137.730	1.81
4	100	148.910	2.35
5	125	73.791	0.42

由表 2 與圖 6 可知，可藉由調變第一加熱溫度來控制導電基板上阻障層的表面特性，藉此導電基板 202 的霧度亦可藉由調變第一電極層 230 之第二粗化表面 230a 的粗糙度來控制，適於因應各種應用產品來作適當的調整。

此外，圖 7 為在本發明一實施例之導電基板 202，在以真空濺鍍製程於阻障層上形成第一電極層之前，以不同

的第二加熱溫度加熱基板與阻障層時，所製得之導電基板的電阻率與第二加熱溫度之間的關係。由圖 7 中的電阻率 ρ 與第二加熱溫度之間的關係可以發現在第二加熱溫度高於 250°C 之後，導電基板 202 可以得到較佳的電阻率 ρ 。此外，圖 7 中之符號 μ 、 n 分別代表霍耳遷移率 (hall mobility) 及載子濃度 (carrier concentration)，可藉由 μ 、 n 換算出電阻率 ρ 。

綜上所述，本發明之太陽電池的製造方法藉由常壓電漿在基板上形成阻障層之時，直接於阻障層的表面形成具有特定粗糙度的第一粗化表面，藉此，可以使得後續沈積於其上的第一電極層，在成膜的過程中即依據阻障層之第一粗化表面的地貌，而在第一電極層成膜時及呈現出第二粗化表面。如此，無須在阻障層及/或第一電極層的形成步驟外額外再執行蝕刻製程來獲取具有粗化表面的第一電極層，所製作出來具有粗化表面的第一電極層具有將光線限制於光電轉換層中的效果，藉此可大幅增加光線在光電轉換層中的路徑長，以提升光電轉換效率。也就是說，本發明之導電基板藉由具有第一粗化表面之阻障層以及具有第二粗化表面的第一電極層可提高光線在第一電極層的穿透度，並增加光線在光電轉換層中的光學路徑，使光線在光電轉換層中充分地被利用，藉此提升導電基板的光電轉換效率表現。

此外，本發明之導電基板可以適用於導電基板，提升導電基板的光電轉換效率表現。

雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，故本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

圖 1 為本發明之一實施例之導電基板的剖面圖。

圖 2A 至圖 2E 為本發明之一實施例中一種導電基板的製造方法的流程示意圖。

圖 3A 與圖 3B 為本發明之導電基板中於基板上形成阻障層與第一電極層的掃描式電子顯微鏡量測圖。

圖 4A 為習知導電基板在形成電極膜後再利用濕蝕刻所形成之具有坑洞狀結構表面的電極層的掃描式電子顯微鏡量測圖。

圖 4B 為本發明之導電基板中直接於第一電極層成膜後未經蝕刻所形成之第二粗化表面的掃描式電子顯微鏡量測圖。

圖 5 為本發明之導電基板中一種實施例的示意圖。

圖 6 為本發明之導電基板的霧度與第一電極層表面粗糙度的關係圖。

圖 7 為在本發明一實施例之導電基板中，以不同的第二加熱溫度加熱基板與阻障層時，所製得之導電基板的電阻率與第二加熱溫度之間的關係。

【主要元件符號說明】

10：習知電極層

200：太陽能電池

202：導電基板

210：基板

210a：第一表面

210b：第二表面

220：阻障層

220a：第一粗化表面

230：第一電極層

230a：第二粗化表面

240：光電轉換層

250：第二電極層

C：凹坑

D：阻障層連續相部分的厚度

H：突起的最大高度

L：光線

P：突起

Pa：微突起

七、申請專利範圍：

1. 一種導電基板的製造方法，包括：

提供一基板；

以一常壓電漿製程於該基板上形成具有一第一粗化表面的一阻障層，其中以該常壓電壓製程所形成的該第一粗化表面的表面粗糙度 Ra 介於 10 奈米至 100 奈米之間；以及

以一真空濺鍍製程於該阻障層之該第一粗化表面上形成一第一電極層，該第一電極層的表面係具有一第二粗化表面，該第二粗化表面的表面粗糙度 Ra 介於 10 奈米至 100 奈米之間。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之導電基板的製造方法，更包括在以常壓電漿製程於基板上形成該阻障層之前，以一第一加熱溫度加熱該基板，其中該第一加熱溫度介於室溫至 100°C 之間。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之導電基板的製造方法，其中該第一加熱溫度介於 40°C 至 70°C 之間。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之導電基板的製造方法，更包括在以真空濺鍍製程於該阻障層上形成該第一電極層之前，以一第二加熱溫度加熱該基板與該阻障層，其中該第二加熱溫度介於 250°C 至 450°C 之間。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述之導電基板的製造方法，其中該第二加熱溫度介於 300°C 至 400°C 之間。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之導電基板的製造方

法，其中該常壓電漿製程中使用的氣體包括氮氣、氧氣、乾淨壓縮空氣(CDA)、及氮氧氣混合氣體中的至少一種。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述之導電基板的製造方法，其中該阻障層的材質為二氧化矽，該第一電極層的材質包括摻鋁氧化鋅 AZO(ZnO:Al)、摻鎵氧化鋅 GZO(ZnO:Ga)或摻鎵鋁氧化鋅 GAZO(ZnO:Ga,Al)。

8. 如申請專利範圍第 1 項所述之導電基板的製造方法，更包括：

於該第一電極層之該第二粗化表面上形成一光電轉換層；以及

於該光電轉換層上形成一第二電極層，以獲得一太陽能電池。

9. 一種導電基板，包括：

一基板；

一阻障層，位於該基板上，該阻障層具有一第一粗化表面，且該第一粗化表面的表面粗糙度 Ra 介於 10 奈米至 100 奈米之間；以及

一第一電極層，覆蓋於該阻障層之該第一粗化表面，該第一電極層具有一第二粗化表面，且該第二粗化表面的表面粗糙度 Ra 介於 10 奈米至 100 奈米之間。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述之導電基板，其中該阻障層的材質為二氧化矽。

11. 如申請專利範圍第 9 項所述之導電基板，其中該第一粗化表面上具有多個突起，該些突起的高度介於 50nm

至 250nm

12. 如申請專利範圍第 9 項所述之導電基板，其中該第二粗化表面上具有多個突起，且各該突起上具有多個微突起。

13. 一種太陽能電池，包括：

一基板；

一阻障層，位於該基板上，該阻障層具有一第一粗化表面，且該第一粗化表面的表面粗糙度 Ra 介於 10 奈米至 100 奈米之間；

一第一電極層，覆蓋於該阻障層之該第一粗化表面，該第一電極層具有一第二粗化表面，且該第二粗化表面的表面粗糙度 Ra 介於 10 奈米至 100 奈米之間；

一光電轉換層，位於該導電玻璃的該第二粗化表面上；以及

一第二電極層，位於該光電轉換層上。

14. 如申請專利範圍第 13 項所述之太陽能電池，其中該阻障層的材質為二氧化矽。

15. 如申請專利範圍第 13 項所述之太陽能電池，其中該阻障層的厚度介於 10 奈米至 50 奈米之間。

16. 如申請專利範圍第 13 項所述之太陽能電池，其中該第一粗化表面上具有多個突起，該些突起的高度介於 50nm 至 250nm。

17. 如申請專利範圍第 13 項所述之太陽能電池，其中該第二粗化表面上具有多個突起，且各該突起上具有多個

微突起。

18. 如申請專利範圍第 13 項所述之太陽能電池，其中該第一電極層與第二電極之材質為摻鋁氧化鋅 AZO(ZnO:Al)、摻鎵氧化鋅 GZO(ZnO:Ga)或摻鎵鋁氧化鋅 GAZO(ZnO:Ga,Al)。

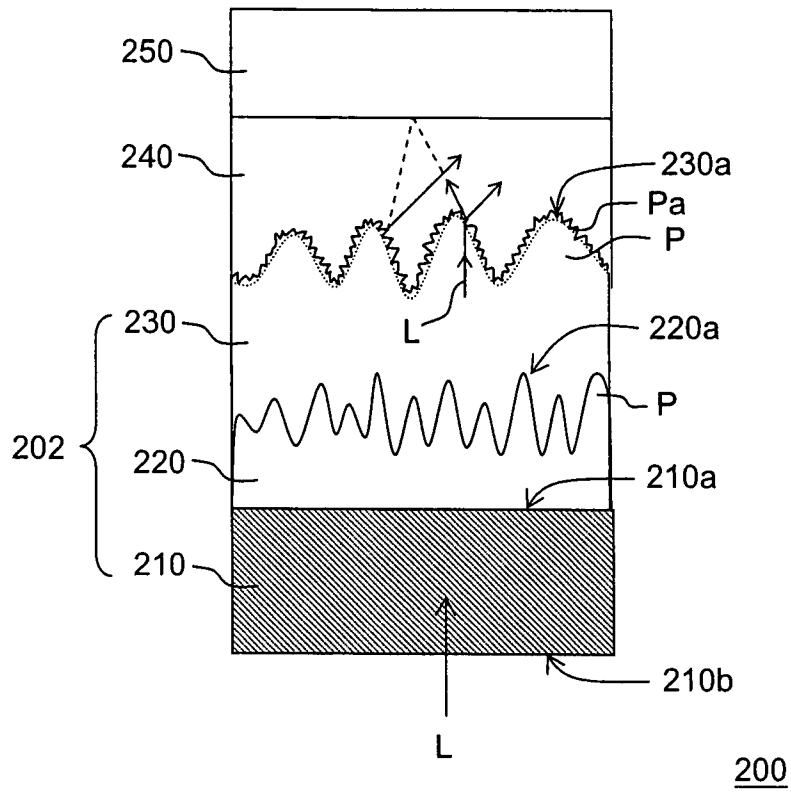


圖 1

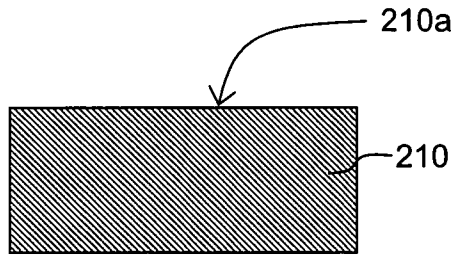


圖 2A

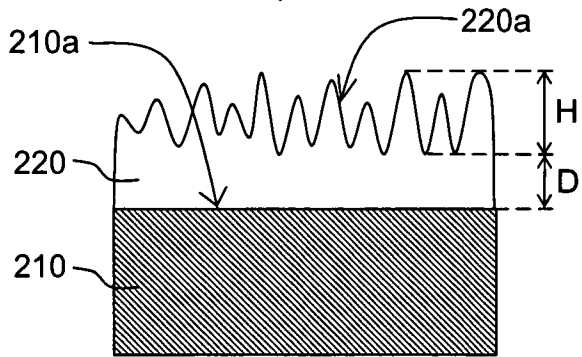


圖 2B

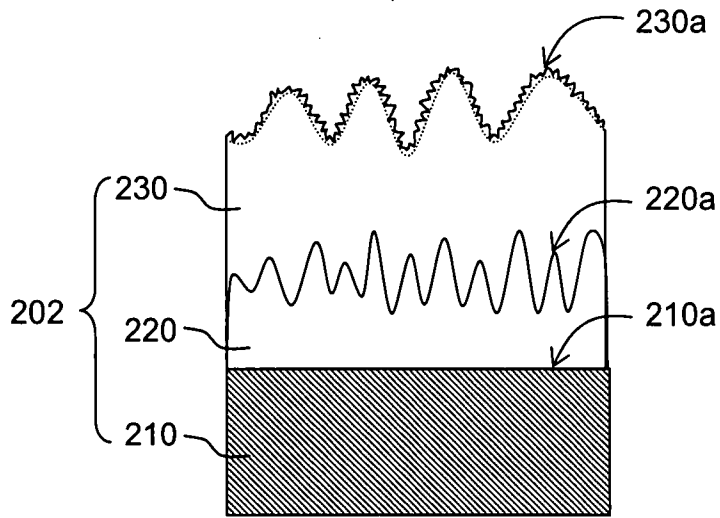


圖 2C

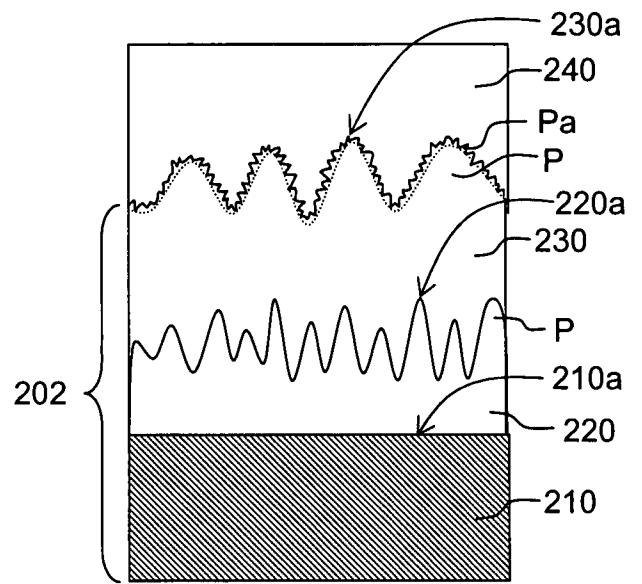


圖 2D

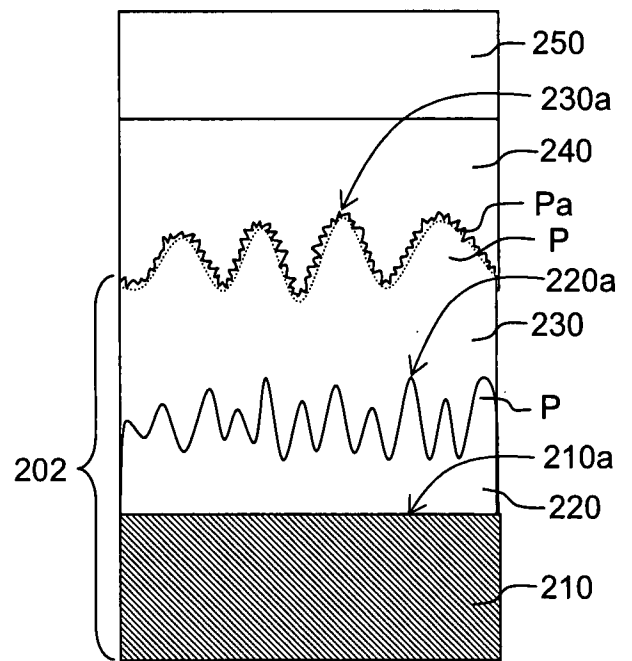


圖 2E

200

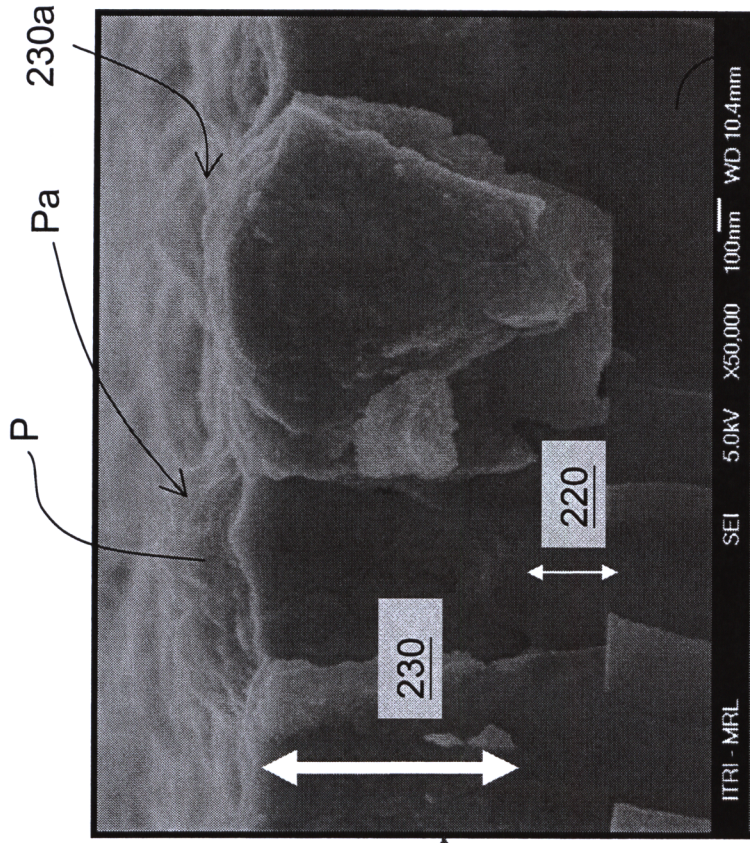
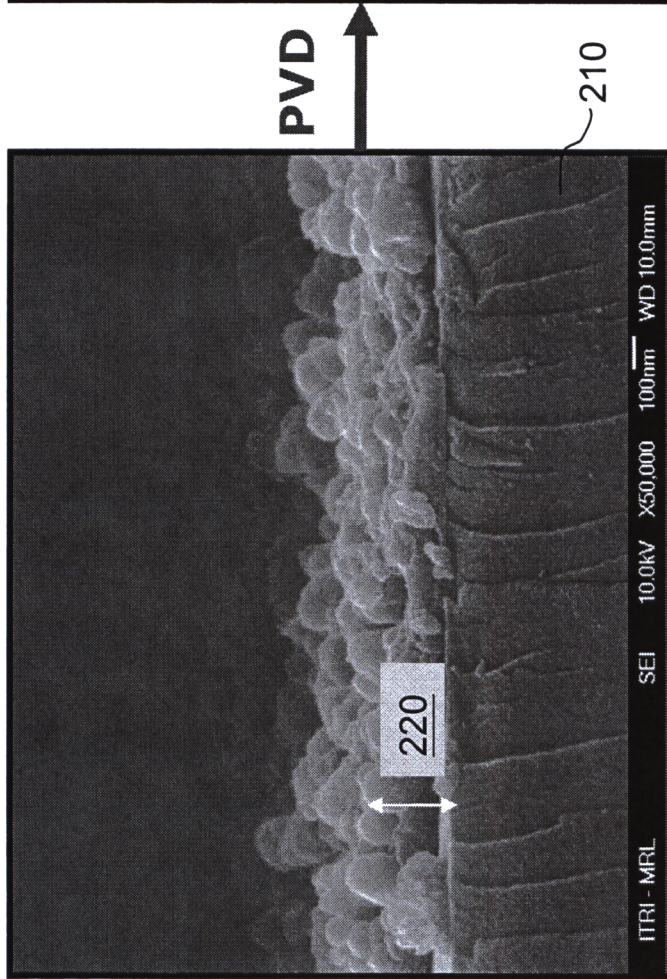


圖3B

圖3A



PVD



210

210

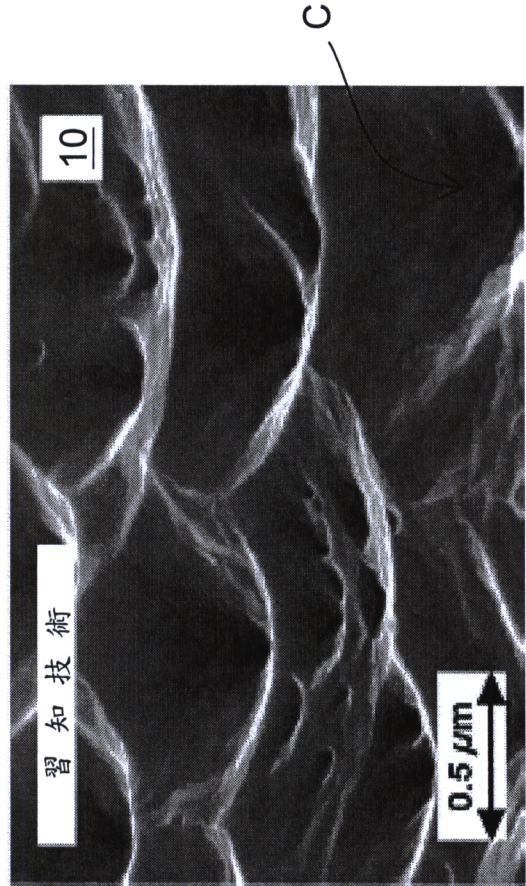


圖4A

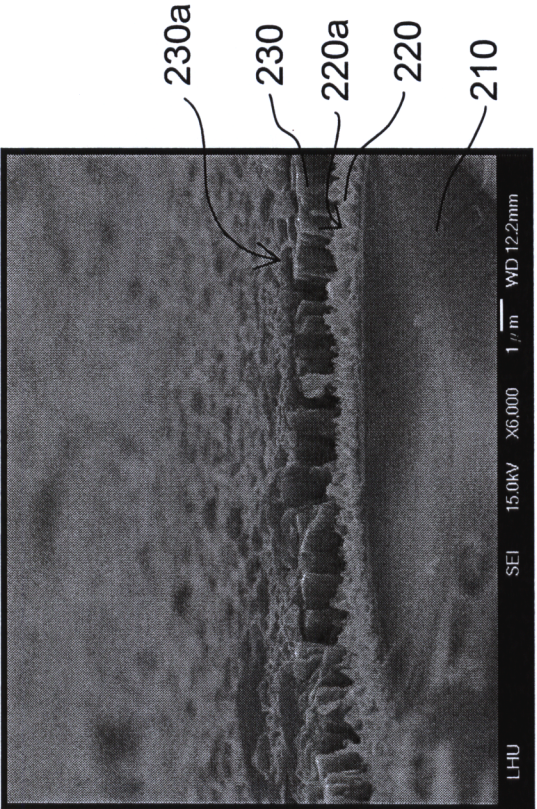


圖4B

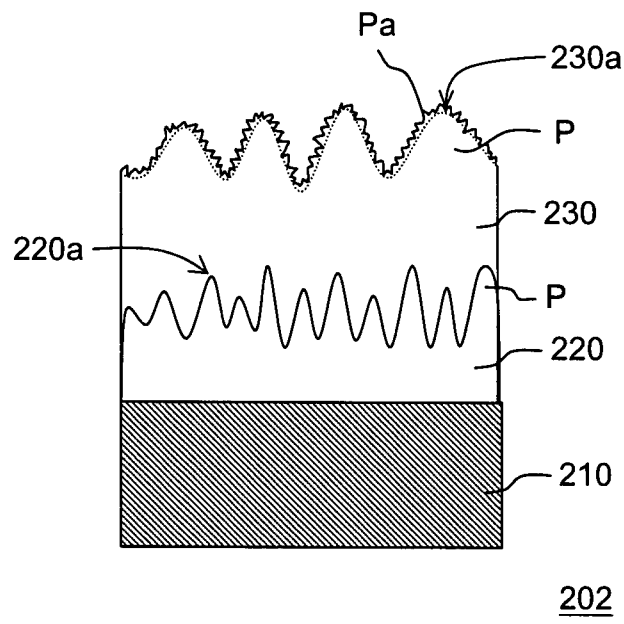


圖5

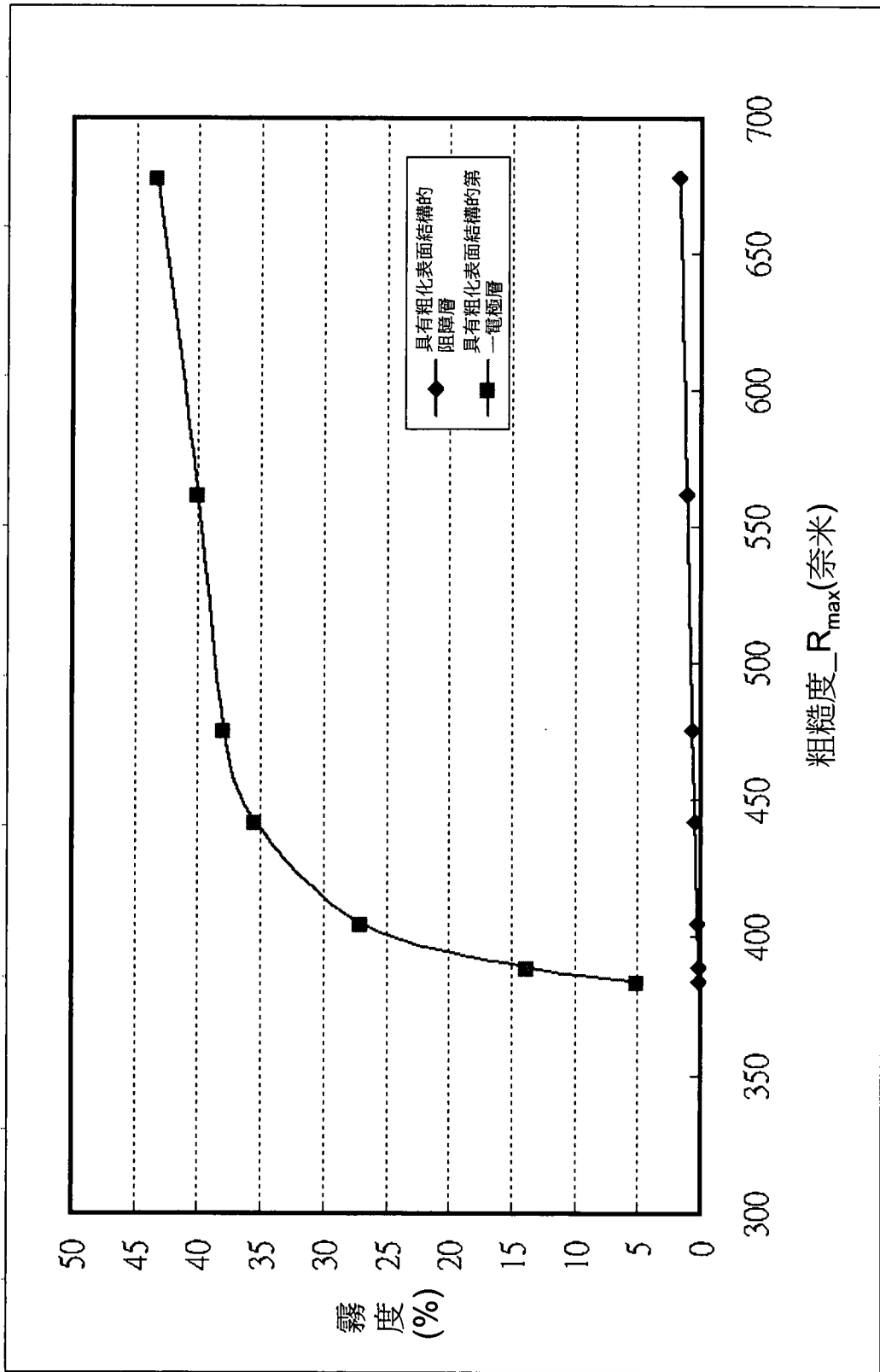


圖6

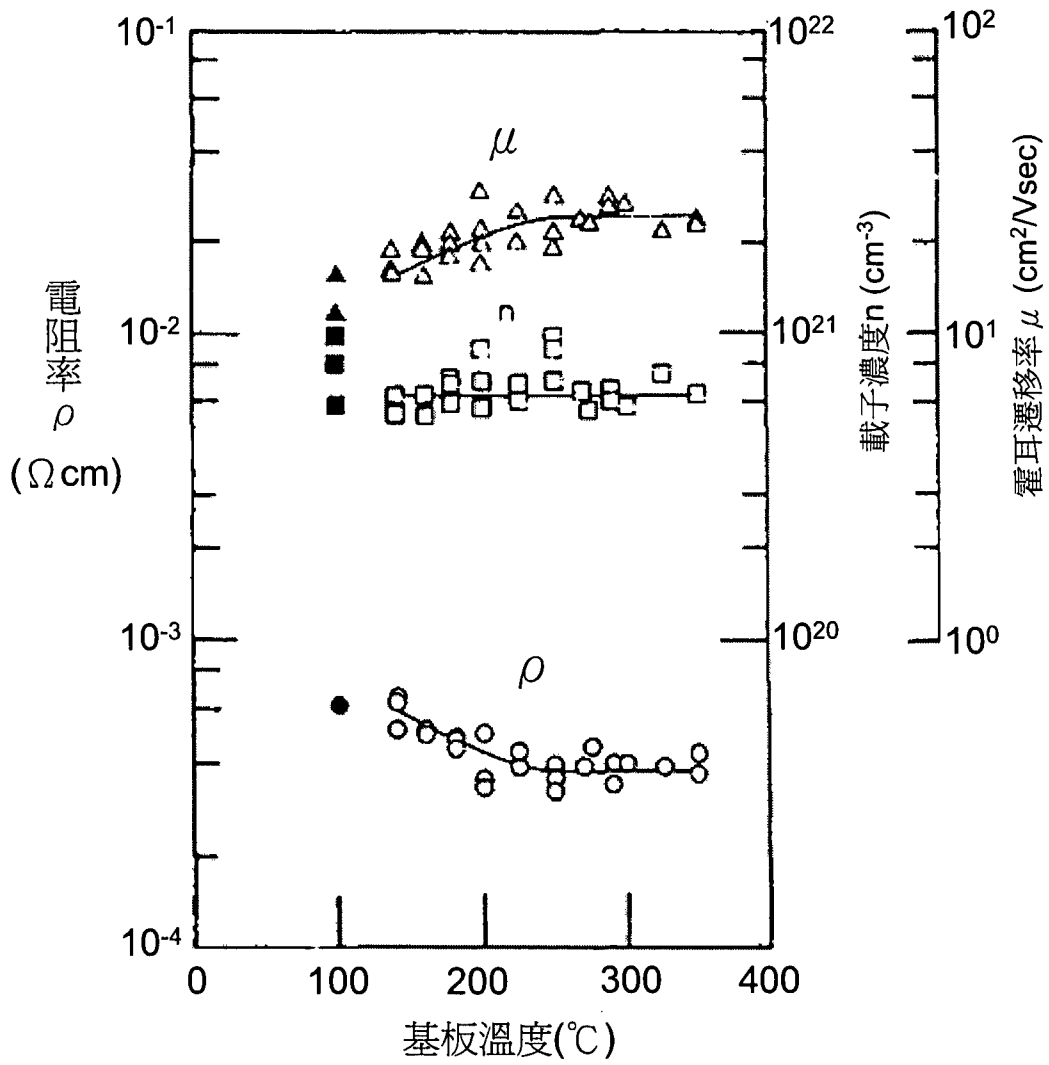


圖7