

(21) 申請案號：107104680

(22) 申請日：中華民國 107 (2018) 年 02 月 09 日

(51) Int. Cl. : H01L31/18 (2006.01)

C25F3/12 (2006.01)

(30) 優先權：2017/02/09 德國

10 2017 102 632.0

(71) 申請人：德商雷納科技有限公司 (德國) RENA TECHNOLOGIES GMBH (DE)  
德國

(72) 發明人：史卓本 班奈迪 STRAUB, BENEDIKT (DE)；伯爾斯西克 約翰 BURSCHIK, JOHN (DE)；多姆佩弗德 沃夫岡 DUEMPELFELD, WOLFGANG (DE)；庫恩蘭 霍格 KUEHNLEIN, HOLGER (DE)

(74) 代理人：吳冠賜；蘇建太；蘇清澤

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：6 共 25 頁

## (54) 名稱

形成一半導體材料表面上紋理之方法及實施該方法之裝置

METHOD OF FORMING A TEXTURE ON THE SURFACE OF A SEMICONDUCTOR MATERIAL AND APPARATUS FOR SUCH

## (57) 摘要

將半導體材料(2)表面上之至少一部分(4)形成紋理之方法，其中，該表面之至少一部分(4)與蝕刻溶液接觸；該表面之至少一部分(4)係與電源(8)之正極(9)導電連接以作為一正極電極(16)使用；於蝕刻溶液(6)內配置之一負極電極(14)與電源(18)之負極(10)連接，以及，電流係自正極(9)流入負極(10)中，並透過此方法而將表面上之至少一部分(4)進行電化學蝕刻；以及，執行本方法之裝置(1; 30; 70)

指定代表圖：

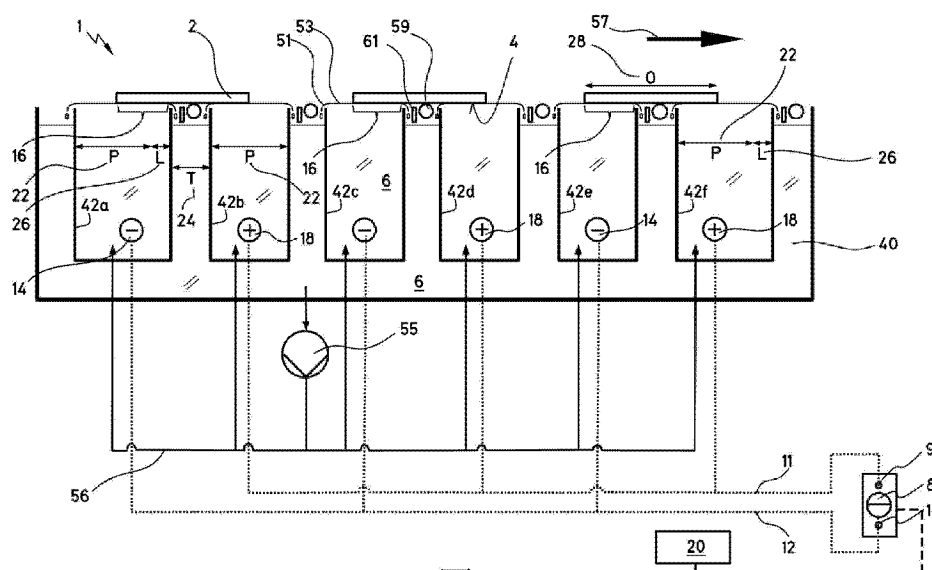


圖 1

符號簡單說明：

1 . . . 連續式裝置

2 . . . 矽太陽能電池  
載板

4 . . . 下側側面

6 . . . 蝕刻溶液

8 . . . 電源

9 . . . 正極

10 . . . 負極

11 . . . 正極引線

12 . . . 負極引線

14 . . . 負極電極

16 . . . 作為正極電  
極之一部份

- 18 . . . 正極電極
- 20 . . . 控制裝置
- 22 . . . 內徑開口長度 P
- 24 . . . 水槽間距 T
- 26 . . . 長度差 L
- 28 . . . 矽太陽能電池載板之長度 O
- 30 . . . 連續式裝置
- 32a . . . 位置檢測裝置
- 32f . . . 位置檢測裝置
- 40 . . . 集水池
- 42a-42f . . . 水槽
- 51 . . . 溢出之蝕刻溶液
- 53 . . . 液位
- 55 . . . 流體泵
- 56 . . . 管道
- 57 . . . 輸送方向
- 59 . . . 輸送輓
- 61 . . . 風刀

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】形成一半導體材料表面上紋理之方法及實施該方法之裝置

【英文發明名稱】 Method of forming a texture on the surface of a semiconductor material and apparatus for such

### 【技術領域】

【0001】 根據請求項 1，本發明係關於半導體材料於其至少一部份之表面上進行紋理處理之方法，以及根據獨立請求項具體執行此方法之裝置。

【0002】 對於半導體材料之應用而得到之半導體元件之成品係較常採用濕蝕刻製程，透過該濕蝕刻製程而紋理處理該些半導體材料。在其他實施例中，尤指太陽能電池之製造，透過半導體材料之紋理處理而降低表面入射光之反射率。透過前述之方法而使太陽能電池之光耦合提高並提高太陽能電池之效能。

### 【先前技術】

【0003】 用於製造半導體元件之半導體材料通常係作為半導體基板，即具有二大面積之平面之扁平體。基板中，一部分為半導體晶片，通常被稱為晶圓。此種基板不一定需全由實心填充材料(Vollmaterial)組成，以矽晶圓為例可說明之。在現有情況下，基板可理解為其上設置半導體層之載體基板。如果半導體材料是基板的形式，這些基板通常具有鋸切表面。此類型的基板通常由實心填充材料組成，例如：以前述的矽晶片或矽晶圓為例，通常是由一塊半導體材料削切形成。就算該半導體材料具有不同之成形，則通常有一個切割的表面。

【0004】 鋸切半導體材料通常係使用金屬線鋸。作為金屬線鋸可使用一金屬線，於一脫模劑懸浮液(Trennmittelsuspension)或泥漿(slurry)中加工處理，或為經由金剛石製成之金屬線。使用金剛石製成之線，可稱之為金剛石線或金剛石線鋸。經金屬線鋸之半導體材料於其切面具有一定程度之粗糙度。金屬線鋸切割時，該半導體材料的一部份被磨碎，導致半導體材料的損失。相較於前述以一金屬線於脫模劑懸浮液(Trennmittelsuspension)中加工處理之分離研磨方法(Trennläppverfahren)的損失，使用金剛石線鋸之損失較小。因而，使用金剛石線鋸之比例逐漸升高。

【0005】 在太陽能電池的工業生產中，尤其是矽太陽能電池，在矽太陽能電池上進行紋理處理，該處理係透過含水紋理蝕刻溶液以濕蝕刻進行，該含水紋理蝕刻溶液包含氟化氫及硝酸。在此，經金屬線鋸後之粗糙表面，又稱鋸切損傷(Sägeschaden)，轉換為具有減少反射的特徵之表面結構。經由前述之分離研磨方法，可使經鋸切後之半導體材料透過此分離研磨方法具有極佳之紋理。然而，事實證明，經由金剛石線鋸之半導體材料以分離研磨方法未能導致理想的結果。鋸切損傷對於金剛石線鋸半導體材料而言顯著較不明顯，因而未能形成較佳之紋理。對於多晶材料而言，使用鹼性之紋理蝕刻溶液未能達到期望效果，因此，至少對於此種類型的材料而言並無其他替代方案。

#### 【發明內容】

【0006】 基於前述之背景，本發明之目的即提供一種方法，透過此方法可使半導體材料具有較不粗糙的表面並具有確實且充分的紋理之技術特徵。

【0007】 此目標係透過請求項 1 提供之方法而得達成。

【0008】此外，本發明亦揭示執行前述方法之裝置。透過本發明其餘獨立項所揭示之裝置中的技術特徵，可有效解決前述之問題。

【0009】附屬項係各自揭示其他有利之改進方案。

【0010】本發明揭示將半導體表面上之至少一部份進行紋理處理之方法，其中該表面上之至少一部分與蝕刻溶液相接觸。此外，該表面上之至少一部份與電源的正極電性連接以作為正極電極應用。一配置於蝕刻溶液中之負極電極則與電源的負極電性連接。透過流通於自正極至負極之電流，使該半導體材料表面上之至少一部分進行電化學蝕刻。

【0011】在本發明之方法中，該蝕刻溶液亦為電解液，因而，透過該蝕刻溶液電流得以流通。借助電流使電洞於半導體表面上附著，而流通之電流可使包含於紋理蝕刻溶液中之氧化劑被還原(該氧化劑常見為硝酸)。這使得與蝕刻溶液反應成為可能，並於半導體材料之表面進行紋理處理。

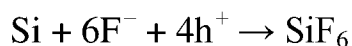
【0012】該蝕刻溶液較佳係為酸蝕刻溶液。更佳地，係為含水之溶液，該溶液包含氫氟酸。

【0013】本發明所揭示之方法特指使矽進行紋理處理。因而，該半導體材料較佳為矽，更佳係為多晶矽，由於針對此類材料不能使用鹼性蝕刻溶液。

【0014】特定而言，本發明之方法已被證明適用於針對矽進行紋理處理。因而較佳地係使用矽，更佳地係使用多晶矽。

【0015】以下將透過具體之實施例來進一步說明電化學蝕刻之過程，其中以矽作為半導體材料，具有含水之氫氟酸做為蝕刻溶液。如前所述，透過與電源之正極電性連接之表面一部分而使該表面之一部分形成電洞。此現象以 $h^+$ 表

示。蝕刻溶液中之氫氟酸則以氟離子 $F^-$ 表示。該表面上至少一部分則進行下列反應：



以此表示電化學蝕刻之過程。電流不均勻地分布於該表面上之至少一部分上。因而形成了蝕刻尖端和蝕刻谷部，這又導致形成孔隙。

【0016】較佳地，基本上僅就該半導體材料下側之一面進行紋理處理。基於此目的，基本上僅該些下側面(以下簡稱為底部)與蝕刻溶液接觸。換言之，前述之該些下側面係指該半導體材料朝向下的表面。透過前述之程序可使該半導體材料之單面達到紋理處理的功效。相對於該半導體全部表面或雙面紋理處理而言，本發明之方法使用較低的化學與電力消耗量，故可降低紋理處理之工作量。此外，此程序可應用針對單面紋理處理之不同類型的半導體元件製造方法，特別指太陽能電池的製造方法。

【0017】較佳地使基板表面的至少一部分，較佳地為太陽能基板，進行紋理處理。本發明所使用之基板並不限於全由實心填充材料組成之基板，可為具有半導體層於其上之載體基板，如前文所述。本發明所提供的方法已證明可適用於在此基板類型上的紋理處理。

【0018】較佳地，透過電化學之蝕刻而形成具有大孔隙的半導體結構。該些孔的尺寸係介於0.2至0.3  $\mu m$ 之間。藉由形成大孔隙，該結構可實現較低的反射率值。基本上，只要在各自的應用程序上具有此功效，則亦可以形成微孔或中孔結構等手段作為替代方案。

【0019】本發明中，較佳地可使用具有至少一表面活性劑之蝕刻溶液。例如：可使用商品名稱Suract C125之表面活性劑。藉由蝕刻溶液中的表面活性劑的含量，可以影響在電化學蝕刻中形成的結構的形式。特別是形成的孔隙的大小會受到影響。

【0020】較佳地，藉由金屬線切割半導體材料體得到半導體材料而後將該半導體材料之切口進行紋理處理。該些切口具有較好且可靠的紋理處理。更佳地，該金屬線鋸係以金剛石線鋸執行之。結合前述技術，可使本發明所揭示之方法具有許多優異的功效。實施金剛石線鋸的切面可降低其粗糙度，因而得到可靠且較好的紋理處理。前言已明確說明所謂的金剛線鋸。

【0021】在一較佳的替代實施例中，在連續式裝置中的該半導體材料係沿運送方向藉由複數個連續排列之裝有蝕刻溶液之水槽而運送。輸送的方式可為，將該半導體材料全部浸入具有蝕刻溶液的複數個水槽內，抑或為，僅將半導體材料表面上的一部分與水槽內的蝕刻溶液接觸。而後，可達成半導體材料之單面紋理處理。在透過複數個水槽而運送該些半導體材料的過程中，該半導體材料表面的至少一部份係同時地與二個於輸送方向排列水槽內的蝕刻溶液接觸。在同時與二個水槽內的蝕刻溶液接觸期間，至少該二水槽中之第一水槽內的蝕刻溶液中配置一正極電極，該正極電極係與電源的正極呈電性連接，此外，該二水槽中之第二水槽內的蝕刻溶液則配置負極電極，該負極電極則與電源的負極電性連接，因而，電流則自於第一水槽內配置之正極電極流出經由該半導體材料而後流入於第二水槽內配置之負極電極中。

【0022】藉由此種方式可使連續式裝置以工業的規模執行之。在前面所描述的同時性與兩個水槽連接的期間，透過與第一水槽中的蝕刻溶液接觸，與第二水槽中的蝕刻溶液接觸的部分則形成正電極。是以，則在第二水槽中，則會發生前述的電化學蝕刻。半導體材料表面的至少一部分的接觸發生在沒有配置移動部件之第一水槽內的蝕刻溶液上。可降低其接觸設備的維護費用。此外，亦可有效避免經由蝕刻溶液產生的腐蝕性的蒸汽(例如：氟化氫蒸汽)而腐蝕常規的接觸設備(例如：滑動觸件等諸如此類)。經由執行本發明之方法而可有效降低停工及維修所需的時間。

【0023】進一步的設置係於輸送方向設置之連續式裝置中複數個水槽作為起始水槽，以及，於輸送方向設置之連續式裝置中複數個水槽之末端水槽之間的電流供應關係，係依半導體材料位置之調整而決定此電流供應配置於該些水槽之電極係為流出或者流入。是以，於連續式裝置內配置之起始水槽以及於連續式裝置內配置之末端水槽之電流方向，係依半導體材料位置而決定開啟或關閉。透過此種方式，可避免形成不均勻的表面紋理，前述不均勻係肇因於該半導體材料或基板的首部位置通過連續式裝置之起始水槽，並達到第二個水槽之起始端之前，並在此製程中進行電化學蝕刻。此種配置於連續式裝置內之起始水槽之位置關係，可使該半導體材料或基板的尾部接面進行紋理處理，然而，其首部位置則依然未進行紋理處理。這使得當達到連續式裝置內配置複數個水槽之末端水槽時，需處理首部及尾部接口不均勻之現象。通過前述連續式裝置後，半導體材料或基板之中間區域之電蝕刻程度相異於首部和尾端之蝕刻程度，但依據前述半導體材料之位置切換起始水槽和末端水槽內所提供之電流，可補償前述不均勻之現象。

【0024】另一使不均勻的現象得到補償之解決方式係將前述配置之複數個水槽中之每一水槽內之蝕刻溶液與該半導體材料表面上之至少一部分表面接觸並使流通於該各個水槽內之電流恆定地流通。此恆定條件可使在各個含有蝕刻溶液之水槽與該表面上之至少一部分表面不間斷地接觸。對於各個單獨的水槽而言，意味著：當各個單獨的水槽內的蝕刻溶液與該半導體材料表面之至少一部分接觸時，則會滿足於前述之恆定條件。此外，各個水槽的恆定條件意味著以下關係：將半導體材料表面的至少一部分與各個單獨的水槽內的蝕刻溶液接觸，導致使電流不間斷的流通於各單獨水槽內。

【0025】如前面所闡述的，不同長度的電化學蝕刻時間為了簡單起見，可將複數個水槽中之每個水槽內的蝕刻溶液同時地與半導體材料之表面一部分接

觸的狀況，視為含有蝕刻溶液的複數個相鄰水槽聯合為一。雖非必要，但可提供一相對簡單和低成本之實施方法。

【0026】存在的相鄰的水槽成對數越多，與該些成對水槽內的蝕刻溶液接觸並同時進行電化學蝕刻，則越能減少電化學蝕刻之不均勻的現象。此外，透過提高輸送速度，意指透過連續式裝置而將該半導體材料以輸送方向輸送的輸送速度，亦可減少前述提及之不均勻現象。透過以力求較短之工序時間以使該半導體材料表面之一部分達到高密度電流並無助於前述不均勻之現象。作為補償前述之不均勻現象的替代實施方法可為調整複數個水槽中之該連續式裝置之起始端以及末端的水槽長度。長度的概念係指所述於輸送方向配置水槽之長度。此方案亦將於下文詳加敘述。

【0027】作為一替代實施方法，可將配置於連續式裝置內之半導體材料透過內含有負極電極以及蝕刻溶液之複數個水槽輸送之。因而，該半導體材料表面之至少一部分則與蝕刻溶液接觸。同時地，至少暫時性地，該表面之至少一部分係電性連接至電源的正極，電流則會自正極流自負極。正極以及半導體材料表面之一部分電性連接之手段基本上可應用任何已知之技術，例如透過滑動觸件或者在連續式裝置中夾帶之接觸臂。

【0028】本發明所揭示之方法中的電化學蝕刻製程之進行與習知的應用含有氟化氫和硝酸之濕化學紋理方法相對較慢，較佳地，需多於8分鐘的電化學蝕刻時間。

【0029】在此背景下，可根據本發明的方法進一步研發較佳實施方式，透過本方法該半導體材料表面上之至少一部分先進行電化學蝕刻。而後，則會透過含水紋理蝕刻溶液將該半導體材料表面上之至少一部分進行蝕刻，該含水紋理蝕刻溶液含有氟化氫和硝酸。特定而言，透過此種方式可以使經金剛石線鋸

之半導體材料在減低執行時間的方法下產生具有較佳的紋理結構。1至2分鐘的蝕刻時間在此最初的電化學蝕刻的狀況下已被證明為有利的。

【0030】更佳地，在蝕刻後再次以前述的含水紋理蝕刻溶液進行電化學蝕刻。此電化學蝕刻以1至2分鐘進行亦被證明為有益的。事實證明，透過新的電化學蝕刻，可有效降低照射至該半導體材料表面上之一部分的折射率。

【0031】於本發明另一替代實施例所揭示之方法，該半導體材料表面之一部分在進行電化學蝕刻前，透過含水紋理蝕刻溶液進行蝕刻，該含水紋理蝕刻溶液包含氟化氫和硝酸。事實證明，透過此方式在適當的應用中，亦可得到較短的執行時間以及具有令人滿意的紋理結構，尤其是可結合至在經由金剛石線鋸之半導體材料上。於此替代實施例中，較佳地係進行1至2分鐘的電化學蝕刻。

【0032】此外，事實亦證明，在個別應用中可為有利的，電化學蝕刻製程中可透過前述的含水紋理蝕刻溶液與前述的任一方法結合，以確保完全移除半導體材料上現有之線鋸損傷(Saegeschaden)。

【0033】本發明所揭示的裝置係一輸送裝置，透過該輸送裝置而可以將目標物於輸送方向輸送之。另外，亦揭示複數個於輸送方向上排列設置之水槽，該各個水槽係含有處理液，在該處理液內則配置一電極。

【0034】透過此裝置之配置則可實施本發明之方法，該處理液可為蝕刻溶液，較佳為一酸性蝕刻溶液，以及更佳地為含有氫氟酸之蝕刻溶液。

【0035】另一個實施例可為於輸送方向上複數個水槽之二個相鄰排列的水槽，其中該二個相鄰的水槽之第一水槽中具有至少第一極性之一第一電極，以及該二個相鄰的水槽之第二水槽中則具有至少與該第一極性相反之一第二電極。複數個水槽之二個相鄰排列的水槽可理解為，在該二個相鄰排列的水槽之間並無其他水槽配置其間。其餘之元件例如輸送輪，可設置於該二個相鄰排列

的水槽之間。此配置方式可使目標物之接面於電化學蝕刻時作為電極使用之。傳統上使用的接觸裝置例如滑動觸件，則可以省略。

【0036】較佳地，於輸送方向上連續排列之複數個水槽之第一水槽，以及於輸送方向上連續排列之複數個水槽之末端水槽，相較於於輸送方向上連續排列之複數個水槽之其餘水槽，具有一延伸長度。較佳地，該第一及末端水槽的長度較為延伸。透過此種方式則可實現前面所述之功效，即不同長度的目標物的不同部位皆可進行電化學處理，並耗費較少的成本而得到補償。除了於輸送方向上複數個連續排列的水槽中的第一及末端水槽外，其餘於輸送方向上複數個連續排列的水槽較佳地具有一致性的長度。此種方式可以降低生產成本。

【0037】在一較佳的實施例中，除了第一及末端水槽，其餘於輸送方向上連續排列設置之水槽們具有沿運輸方向上之相同長度，以及沿輸送方向上延伸之相同的內徑開口長度P。該複數個水槽中之二個相鄰連續排列之水槽具有等距間隔開的間距T。第一水槽與末端水槽之內徑，相對於其他之水槽具有長度上的差異L。此長度上的差異以欲進行處理的目標物的長度O予以估算：

$$L=O-2T-P-C$$

C指依製程及/或材料之種類而選擇之參數，待處理的基板表面的每個點具有相同的處理時間。事實證明，透過此裝置，前述所提及之處理過程，或電化學蝕刻期間之不均勻的狀況可得到補償。參數C可為0或者2，尤其是在矽基板以及矽太陽能基板之處理狀況下。

【0038】以下以圖式進一步地描述本發明。在此，相同作用的元件適當地標以相同的符號。本發明並不限於圖式所提供的實施方式及功能特性。前述說明和圖式中揭示多項技術特徵，其部份地組合並提供於相關附屬請求項中，。習知技術者可辨識前述特徵以及所有此前和此後的圖例所提到的特徵，並組建

出其他的可能之實施方式。特定而言，前述所有技術特徵可單獨地或經組合後，用於本發明之獨立請求項之方法和/或裝置。

### 【圖式簡單說明】

#### 【0039】

圖1 依據本發明所揭示之方法及裝置之第一實施例示意圖。

圖2 依據本發明所揭示之方法及裝置之第二實施例示意圖。

圖3 依據本發明所揭示之方法之第三實施例示意圖。

圖4 依據本發明所揭示之方法之第四實施例的示意圖。

圖5 依據本發明所揭示之方法之第五實施例的示意圖。

圖6 依據本發明所揭示之方法之第六實施例的示意圖。

### 【實施方式】

【0040】 圖1係依據本發明所揭示之方法以及執行所揭示方法之裝置之第一實施例示意圖。所揭示之連續式裝置1具有一輸送裝置，該輸送裝置以主要構件，即其輸送輥59揭示之，於其上則為目標物，於本實施例中係矽太陽能電池載板2，透過連續式裝置1沿輸送方向57輸送之。為了清楚起見，圖式未揭示運輸裝置之其餘已知構件。於輸送方向57係依次地揭示複數個水槽42a至42f。該些水槽係各自含有處理溶液，在本實施例係以含有氟化氫之蝕刻溶液6揭示之，在該蝕刻溶液6中係配置複數個電極14, 18。在此，每二相鄰之水槽係各自揭示不同的電極14, 18。於水槽42a內裝置負極電極14，其鄰接之水槽42b內裝置正極電極18。相同方式實施於其他水槽42c至42f。負極電極14係經由引線12連接至電源8的負極10。與此相應，正極電極係經由引線11連接至電源8的正極9。根據不同

之應用狀況與程序之進行，可使引線11、12分別連接到電極14, 18，抑或是，相同極性之複數個電極14, 18透過共同的引線供應電流。電源係透過與電源8連接的控制裝置20予以供應，此控制裝置20也可以作為調整裝置予以使用。

【0041】 連續式裝置1係用於矽太陽能電池載板2的單面處理，即單面的紋理處理而設置。將該矽太陽能電池載板2之下側側面4，或簡言之，該板的下面，接觸水槽42a至42f內之蝕刻溶液6。基於此目的，則需自流體泵55經由管道56由集水池40連續地泵送蝕刻溶液至水槽42a至42f。因此，水槽42a至42f相較於集水池40具有較高之液位53，該液位係與矽太陽能電池載板2之下側側面4接觸。溢出之蝕刻溶液51自水槽42a至42f流入集水池40，然後由集水池40再度注入水槽42a至42f。

【0042】 在水槽42a至42f內之蝕刻溶液作為電解液，並作為介於該矽太陽能電池載板2之下側側面4與配置於水槽42a至42f的電極14, 18間之電性連接，從而使其最終連接至電源8之正極9或負極10。若在輸送方向57上的矽太陽能電池載板透過連續式裝置1輸送之，那麼該矽太陽能電池載板2之下側側面4係同時與沿輸送方向57依序配置之水槽42a至42f其中二者之蝕刻溶液6相接觸，圖式1係闡釋此情況。矽太陽能電池載板2之下側側面4之右側接面係與水槽42b、42d及42f內之蝕刻溶液接觸，同時地，左側接面則與水槽42a、42c及42e內之蝕刻溶液接觸。下側側面4之右側接面經由蝕刻溶液6使矽太陽能電池載板與正極電極18並因此與電源8之正極9產生電性連接。因而，於水槽42a、42c及42e內，下側側面之左側接面係做為正極電極16產生作用。電流乃由電源8之正極9流經矽太陽能電池載板2流入電源8之負極10，下側側面4在作為正極電極之接面16上進行電化學蝕刻。與此同時，則形成巨孔之半導體結構。原則上，也可以形成微孔或中孔結構。該些結構形成一紋理，使該矽太陽能電池載板2之下側側面4進行紋理處理。

【0043】若圖式1之矽太陽能電池載板2係由連續式裝置1之左側送入，那麼矽太陽能電池載板之下側側面4首先僅與水槽42a內之蝕刻溶液6接觸。只要該矽太陽能電池載板2並無與電源8的正極9電性連接，則不會發生電化學蝕刻之狀況。當矽太陽能電池載板2之右側到達水槽42b，電流自正極9通過水槽42a流入負極10中，並開始進行電化學蝕刻。於是，矽太陽能電池載板之右側，相當於前置位，在水槽42a並不會發生電化學蝕刻之狀況。此種不同接面之下側側面4的蝕刻之不均勻之現象亦發生於末端之水槽42f。為了彌補不均勻之狀況，圖式1所揭示之實施例中，則使第一水槽42a與末端水槽42f，相對於其他之水槽42b至42e(該些水槽具有相同之長度及內徑開口長度P)具有長度上的差異L26。此長度上的差異以欲進行處理的、即進行紋理處理的矽太陽能電池載板的長度O28、水槽42a至42f等距間隔開的間距T24以及內徑開口長度P22予以估算：

$$L=O-2T-P-C$$

C指依上述情況而選擇之適當的參數，在圖式1所揭示之實施例1中該值係為0。

【0044】彼此鄰近之水槽具有水槽間距T，位於水槽42a至42f間之二個水槽間之區域中，該矽太陽能電池載板2之下側側面4不會與蝕刻溶液6接觸。藉由此設置，可以避免發生於水槽42a至42f之相鄰二水槽間的短路現象。為了增加避免短路之安全性，可在圖式1所揭示的實施例中，選擇性地於水槽42a至42f的後置位設置風刀61，透過該風刀之設置則可吹除剩餘之蝕刻溶液。

【0045】圖式2係依本發明所揭示之方法以及執行所揭示方法之裝置之另一實施例。此連續式裝置30與圖1所揭示之連續式裝置1之不同點在於，水槽62a至62f具有相同之長度。此外，並具有位置檢測裝置32a,32f，該些裝置透過控制裝置20連接起來。為了清楚起見，於圖式中省略前述之連結關係。透過位置檢測裝置32a, 32f之設置可偵測矽太陽能電池載板2之位置，並根據它們的位置，透過控制裝置20將電流接通置水槽62a至62f。在這樣的情況下，則可使之前描述之

電蝕刻(或紋理處理)不均勻之狀況，即矽太陽能電池載板的左側、中間、及右側，於水槽62a及62f中得到補償。

【0046】圖式3係根據本發明所揭示之方法之另一實施例。不同於圖1及2，在此實施例僅見一水槽72。該槽係再次藉由自集水池74之流體泵而得到供給，因此亦可見溢出之蝕刻溶液51。為了清楚起見，省略圖3中關於流體泵及其相關管線之示意。圖式3揭示一連續式裝置，在該裝置中，矽太陽能電池載板2及其下側側面4透過引線11與連接至電源之正極9。然而，不同於圖1及2所揭示之連續式裝置，於此應設置一接觸裝置，用於各矽太陽能電池載板。為此，可採用多種已知技術，因而不詳加描繪圖3中的接觸裝置。例如，可為與矽太陽能電池載板2接觸的同步移動的接觸臂或者滑動觸件。在圖3所揭示的實施例中，若電源8開啟，當至少一矽太陽能電池載板部分位於水槽72上方時，電流則可從正極電極9流向負極電極。

【0047】圖式4係根據本發明所揭示之方法之另一實施例。在本實施例中首先先藉由金剛線石而切割矽體(諸如一矽塊)得到矽太陽能電池載板80，而後將矽太陽能電池載板進行電化學紋理處理82。此紋理處理之方法可經由圖式1至3所揭示之任一方法予以進行。在此，可應用實施例所述之連續式裝置1, 30, 70。本發明所揭示之方法及裝置，已經由金剛石線鋸所切割的半導體材料的紋理處理作業得到展示，特別是針對矽太陽能電池載板材料能較佳地得到應用。

【0048】如同前面所述，根據本發明所執行之電化學蝕刻率相對較低。根據圖5所揭示之實施例可知，起初係以電化學進行1至2分鐘之蝕刻84。此蝕刻可透過圖1至3所揭示之方法或設備為例而實現。另外，紋理處理蝕刻86接通一含水的蝕刻溶液，此蝕刻溶液含有氫氟酸和硝酸。透過此種替代實施方式可以可靠地在金剛石線鋸之半導體材料上產生具有低反射性之紋理。為了進一步減少反射，在圖5所揭示之實施例中可選擇性地設置一新的電化學蝕刻88，作業時間

1至2分鐘。類似於最初說明的電化學蝕刻，此方法步驟可依圖1至3已揭示之方法及裝置執行之。

【0049】圖6係進一步揭示本發明揭示之方法之實施例。與圖式5所揭示之不同之處在於，在電化學蝕刻至2分鐘92之前，首先使用含水紋理蝕刻溶液進行紋理蝕刻90。同樣地，此方步驟可依圖1至3所揭示之方法及設備而實施。

### 【符號說明】

1 連續式裝置	2 矽太陽能電池載板	4 下側側面
6 蝕刻溶液	8 電源	9 正極
10 負極	11 正極引線	12 負極引線
14 負極電極	16 作為正極電極之一部份	18 正極電極
20 控制裝置	22 內徑開口長度 P	24 水槽間距 T
26 長度差 L	28 矽太陽能電池載板之長度 O	30 連續式裝置
32a 位置檢測裝置	32f 位置檢測裝置	40 集水池
42a- 42f 水槽	51 溢出之蝕刻溶液	53 液位
55 流體泵	56 管道	57 輸送方向
59 輸送輥	61 風刀	62a-62f 水槽
70 連續式裝置	72 水槽	74 集水池
80 矽太陽能電池載板經由金剛石線鋸而切割矽體		
82 將切割面進行電化學紋理處理		
84 1至2分鐘之電化學蝕刻		
86 用含水紋理蝕刻溶液進行紋理蝕刻		
88 1至2分鐘之電化學蝕刻		

90 用含水紋理蝕刻溶液進行紋理蝕刻

92 1至2分鐘之電化學蝕刻

201841381

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】形成一半導體材料表面上紋理之方法及實施該方法之裝置

【英文發明名稱】 Method of forming a texture on the surface of a semiconductor material and apparatus for such

### 【中文】

將半導體材料(2)表面上之至少一部分(4)形成紋理之方法，其中，該表面之至少一部分(4)與蝕刻溶液接觸；該表面之至少一部分(4)係與電源(8)之正極(9)導電連接以作為一正極電極(16)使用；於蝕刻溶液(6)內配置之一負極電極(14)與電源(18)之負極(10)連接，以及，電流係自正極(9)流入負極(10)中，並透過此方法而將表面上之至少一部分(4)進行電化學蝕刻；以及，執行本方法之裝置(1; 30; 70)

### 【指定代表圖】 1

### 【代表圖之符號簡單說明】

1 連續式裝置	2 矽太陽能電池載板	4 下側側面
6 蝕刻溶液	8 電源	9 正極
10 負極	11 正極引線	12 負極引線
14 負極電極	16 作為正極電極之一部份	18 正極電極
20 控制裝置	22 內徑開口長度 P	24 水槽間距 T
26 長度差 L	28 矽太陽能電池載板之長度 O	30 連續式裝置
32a 位置檢測裝置	32f 位置檢測裝置	40 集水池
42a- 42f 水槽	51 溢出之蝕刻溶液	53 液位

55 流體泵

56 管道

57 輸送方向

59 輸送輓

61 風刀

【特徵化學式】 無

## 【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種於一半導體材料(2)表面上之至少一部分(4)形成一結構之方法，其中

-該表面上之至少一部份(4)係與一蝕刻溶液(6)接觸；

其特徵在於，

-該表面上之至少一部份(4)係與一電源(8)的正極(9)電性連接，以作為一正電極(16)；

-於該蝕刻溶液(6)內配置之負極電極(14)電性連接至一電源(18)的負極(10)；

-電流係經由正極(9)流出並流入負極(10)中，藉此電化學蝕刻該表面上之至少一部分(4)。

【第2項】 如請求項1所述之方法，其特徵在於，實質上係僅將半導體材料(2)之一下側側面(4)紋理處理並針對此目的實質上僅就該下側側面(4)接觸該蝕刻溶液。

【第3項】 如前述任一請求項所述之方法，其特徵在於，實質上係僅將一載板表面上(2)之一部分(4)，較佳地係為一太陽能電池載板(2)，進行紋理處理。

【第4項】 如前述任一請求項所述之方法，其特徵在於，經由電化學蝕刻而形成一巨孔之半導體材料結構，其尺寸係介於 0.2 至 0.3 $\mu\text{m}$  之間。

【第5項】 如前述任一請求項所述之方法，其特徵在於，所使用之蝕刻溶液(6)係包含至少一介面活性劑。

【第6項】 如前述任一請求項所述之方法，其特徵在於，該半導體材料(2)係藉由一金屬線鋸(80)切割該半導體材料體，之後使該半導體材料之一切割面(4)進行紋理處理(82)，其中作為該金屬線鋸較佳地為使用金剛石線鋸(80)。

【第7項】如前述任一請求項所述之方法，其特徵在於，

-該半導體材料(2)係配置於連續式裝置(1; 30)內並經由沿輸送方向(57)設置並含有該蝕刻溶液(6)之複數個水槽(42a-42f; 62a-62f)輸送；

-該半導體材料表面上(2)之一部分(4)係同時與沿輸送方向(57)上依序配置之二水槽(42a, 42b; 42C, 42d; 42e, 42f)內之蝕刻溶液(6)接觸；

-同時與沿輸送方向(57)配置二個水槽(42a, 42b; 42C, 42d; 42e, 42f)內的蝕刻溶液(6)接觸期間，其中，該二水槽(42a, 42b; 42C, 42d; 42e, 42f)之至少一第一水槽(42b, 42d, 42f)內的蝕刻溶液(6)中設置複數個正極電極(18)，該些複數個正極電極(18)係與電源之正極(9)電性連接，以及，該二水槽(42a, 42b; 42C, 42d; 42e, 42f)之至少一第二水槽(42a、42c、42e)內之蝕刻溶液(6)中配置複數個負極電極(14)並與電源(8)之負極(10)電性連接，因此電流自該些第一水槽(42b, 42d, 42f)內配置之該些正極電極(18)經由半導體材料(2)流入配置於該第二水槽(42a, 42c, 42e)內之該些負極電極(14)。

【第8項】如請求項 7 所述之方法，其特徵在於，於該輸送方向(57)上設置該連續式裝置(30)之該複數個水槽(62a-62f)具有起始水槽(62a)，及於該輸送方向(57)設置於該連續式裝置(30)之該複數個水槽(62a-62f)具有末端水槽(62f)，該些水槽(62a, 62f)內設置複數個電極(14, 16)，流出或流入該些電極之電流方向係取決於該半導體材料(2)位置之調節。

【第9項】如前述請求項 1 至 6 任一項所述之方法，其特徵在於，

-於連續式裝置(70)中之該半導體材料係透過含有該蝕刻溶液(6)之水槽(72)輸送，該水槽內配置一負極電極(14)，該半導體材料表面上(2)之一部分(4)係與該蝕刻溶液(6)接觸；

-與此同時，該表面之至少一部份(4)係與電源之正極(9)電性連接，且電流係自該正極(9)流入該負極(10)。

【第10項】 如前述請求項任一項所述之方法，其特徵在於，

-該半導體材料表面上(2)之一部分(4)最初係經由電化學蝕刻之(84)；

-而後，該半導體材料表面上(2)之一部分(4)係經由含水紋理蝕刻溶液進行紋理蝕刻(86)，其中該含水紋理蝕刻溶液係包含氫氟酸及硝酸；

-較佳地，而後再度以電化學蝕刻之(88)。

【第11項】 如前述請求項 1-9 任一項所述之方法，其特徵在於，於電化學蝕刻(92)之前，該半導體材料表面上(2)之一部分(4)係經由含水紋理蝕刻溶液進行蝕刻(90)，其中該含水紋理蝕刻溶液係包含氫氟酸及硝酸。

【第12項】 一種可執行前述任一請求項所述之方法之設備，包括：

-一輸送裝置(59)，透過該輸送裝置而使一目標物(2)於一輸送方向(57)輸送；其特徵在於，

-該些水槽(42a-42f; 62a-62f)係依序沿一輸送方向(57)設置其中該各水槽係各自包含一處理液(6)，且該各個水槽內係配置至少一電極(14, 16)。

【第13項】 如請求項 12 所述之設備(1;30)，其特徵在於，該些於輸送方向(57)依序配置之複數個水槽(42a-42f; 62a-62f)具有二個彼此緊鄰且依序排列之水槽(42a, 42b; 62a, 62b)，該二個彼此緊鄰且依序排列水槽(42a, 42b; 62a, 62b)之第一水槽(42a; 62a)包含至少一電極(14)以具有一第一極性，以及，該二個彼此緊鄰且依序排列水槽(42a, 42b; 62a, 62b)之第二水槽(42b; 62b)包含至少一電極(18)以及具有與第一極性相反之第二極性。

【第14項】 如請求項 12 和 13 所述之設備(1)，其特徵在於，該些於輸送方向(57)上依序配置之複數個水槽(42a-42f)之該第一水槽(42a)、以及該些於輸送方向(57)依序配置之複數個水槽(42a-42f)之末端水槽(42f)，係沿輸送方向(57)具有一延伸長度，該延伸長度係不同於其餘沿輸送方向(57)依序配置之複數個水槽(42b-42e)之長度，較佳地係為較長之長度。

【第15項】 如請求項 14 所述之設備，其特徵在於，

-除了第一水槽(42a)及末端水槽(42f)之外，其他沿輸送方向(57)連續配置之水槽(42b-42e)其係一致地沿輸送方向(57)具有相同的延伸長度，以及於輸送方向(57)上具有相同的內徑開口長度 P；

-所述之該些水槽(42a-42f)之該些二個依序緊鄰配置之水槽(42a, 42b; 42c, 42d; 42e, 42f)係以一長度 T(24)作為間隔長度；

-該些水槽(42a-42f)之第一水槽及末端水槽(42a, 42f)之內徑相較於其餘水槽(42b-42e)具有較長之一長度差 L(26)，該長度差係基於輸送方向(57)上之目標物(2)之延伸長度 O 以下式計算得出： $L=O-2T-P-C$ ；

-C 指依製程及/或材料之種類而選擇之參數，待處理的基板表面的每個點具有相同的處理時間。







