



(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 I538043 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 06 月 11 日

(21)申請案號：102118843

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 05 月 28 日

(51)Int. Cl. : *H01L21/306 (2006.01)*

(71)申請人：國立中央大學(中華民國) NATIONAL CENTRAL UNIVERSITY (TW)

桃園市中壢區中大路 300 號

(72)發明人：鄭紹良 CHENG, SHAO LIANG (TW)；鍾承軒 CHUNG, CHENG HSUAN (TW)

(74)代理人：林尚儒

(56)參考文獻：

US 6156968

審查人員：林士淵

申請專利範圍項數：6 項 圖式數：6 共 18 頁

(54)名稱

單晶矽基板碗狀凹槽結構之製造方法及具有碗狀凹槽結構之單晶矽基板

METHOD FOR MANUFACTURING BOWL SHAPE SURFACE STRUCTURES OF SINGLE-CRYSTALLINE SILICON SUBSTRATES AND A SINGLE-CRYSTALLINE SILICON SUBSTRATE WITH BOWL SHAPE SURFACE STRUCTURES

(57)摘要

本發明為一種單晶矽基板碗狀凹槽結構之製造方法及具有碗狀凹槽結構之單晶矽基板，製造方法係結合噴砂法在單晶矽基板上表面之全平面產生粗糙化結構，再利用化學溶液蝕刻技術將粗糙化結構蝕刻成為碗狀凹槽結構，藉此製造具有抗反射功效之碗狀凹槽結構，以有效降低單晶矽基板對光線之反射率，達到極低反射之效果，因此完全不需再鍍製抗反射膜，即可使波長為 400-800 奈米之可見光範圍的光線對單晶矽基板之平均反射率降至小於 2%，在高效能矽基(silicon based)太陽能電池之製造具有非常大的應用潛力。

The present invention discloses a single-crystalline silicon substrate with bowl shape surface structures and a manufacturing method of the same. The manufacturing method combines a sandblasting treatment for forming a textured structure on one surface of the single-crystalline silicon substrate and an etching process for etching the textured structure into plural bowl shape structures, thereby to manufacture the bowl shape structures with anti-reflection effect and to lower the reflection ratio of the single-crystalline silicon substrate. Without the need of coating an anti-reflection material layer, the single-crystalline silicon substrate with bowl shape textured surface structures has a very low reflection ratio of less than 2% in the 400-800nm wavelength visible light region, and can be used as efficient silicon based solar cell substrate.

指定代表圖：

符號簡單說明：

S100 . . . 單晶矽基板碗狀凹槽結構之製造方法

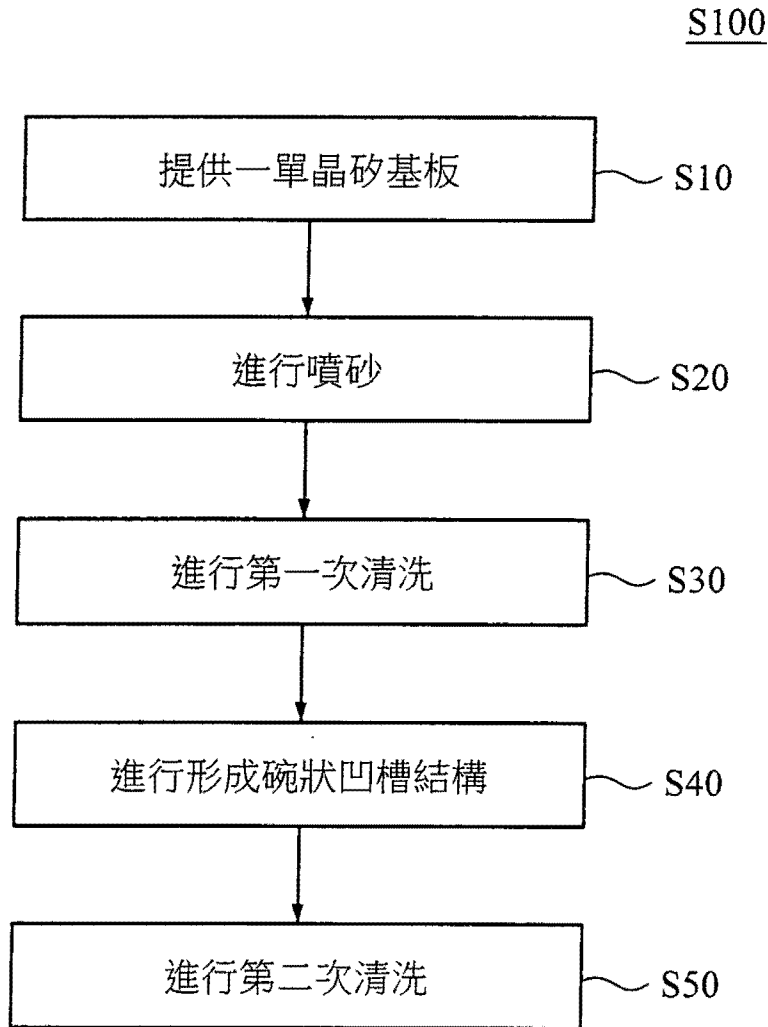
S10 . . . 提供一單晶矽基板

S20 . . . 進行噴砂

S30 . . . 進行第一次清洗

S40 . . . 進行形成碗狀凹槽結構

S50 . . . 進行第二次清洗



第 1 圖

發明摘要

公告本

※ 申請案號： 102118843

※ 申請日： 102.5.28

※IPC 分類：

H01L21/26 2006.01

【發明名稱】

單晶矽基板碗狀凹槽結構之製造方法及具有碗狀凹槽結構之單晶矽基板

METHOD FOR MANUFACTURING BOWL SHAPE SURFACE
STRUCTURES OF SINGLE-CRYSTALLINE SILICON
SUBSTRATES AND A SINGLE-CRYSTALLINE SILICON
SUBSTRATE WITH BOWL SHAPE SURFACE STRUCTURES

【中文】

本發明為一種單晶矽基板碗狀凹槽結構之製造方法及具有碗狀凹槽結構之單晶矽基板，製造方法係結合噴砂法在單晶矽基板上表面之全平面產生粗糙化結構，再利用化學溶液蝕刻技術將粗糙化結構蝕刻成為碗狀凹槽結構，藉此製造具有抗反射功效之碗狀凹槽結構，以有效降低單晶矽基板對光線之反射率，達到極低反射之效果，因此完全不需再鍍製抗反射膜，即可使波長為400-800 奈米之可見光範圍的光線對單晶矽基板之平均反射率降至小於 2%，在高效能矽基(silicon based)太陽能電池之製造具有非常大的應用潛力。

【英文】

The present invention discloses a single-crystalline silicon substrate with bowl shape surface structures and a manufacturing method of the same. The manufacturing method combines a sandblasting treatment for forming a textured structure on one surface of the single-crystalline silicon substrate and an etching process for etching the textured structure into plural bowl shape structures, thereby to manufacture the bowl shape structures with anti-reflection effect and to lower the reflection ratio of the single-crystalline silicon substrate. Without the need of coating an anti-reflection material layer, the single-crystalline silicon substrate with bowl shape textured surface structures has a very low reflection ratio of less than 2% in the 400-800nm wavelength visible light region, and can be used as efficient silicon based solar cell substrate.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

S100..... 單晶矽基板碗狀凹槽結構之製造方法

S10..... 提供一單晶矽基板

S20..... 進行噴砂

S30..... 進行第一次清洗

S40..... 進行形成碗狀凹槽結構

S50..... 進行第二次清洗

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

發明專利說明書

【發明名稱】

單晶矽基板碗狀凹槽結構之製造方法及具有碗狀凹槽結構之單晶矽基板

METHOD FOR MANUFACTURING BOWL SHAPE SURFACE
STRUCTURES OF SINGLE-CRYSTALLINE SILICON
SUBSTRATES AND A SINGLE-CRYSTALLINE SILICON
SUBSTRATE WITH BOWL SHAPE SURFACE STRUCTURES

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種單晶矽基板表面粗糙化結構之製造方法及以此方法製造之單晶矽基板，特別是關於一種單晶矽基板碗狀凹槽結構之製造方法及具有碗狀凹槽結構之單晶矽基板。

【先前技術】

【0002】 在現今各式各樣的太陽能電池基板中，單晶矽基板因其穩定及耐熱的特性獲得廣泛的應用與青睞。然而經過多年的研發及改良，現行的太陽能電池用單晶矽基板對於可見光範圍(波長約 400-800 奈米)的光線，其反射率(reflection ratio)仍高達十幾個百分比。

【0003】 為了解決此問題，在使用反射率仍高達十幾個百分比的單晶矽基板時，通常需要先在其受光表面鍍上一層抗反射膜，以降低單晶矽基板對可見光波長之光線的反射率。但鍍抗反

射膜的步驟除了厚度的控制須以精密製程來進行之外，更需耗費更多工時及儀器與材料的額外花費。

【0004】 因此期待能有兼具易製作簡便、節省開支、又可具有良好的抗反射率之單晶矽基板及其製造方法，相信不但可符合眾多製造廠商的廣泛應用需求，並被大多數的使用者所喜愛而樂見，更是節能減碳的環保能源可以進入大量推廣的一個重要發明與創新。

【發明內容】

【0005】 本發明為一種單晶矽基板碗狀凹槽結構之製造方法及具有碗狀凹槽結構之單晶矽基板，其製造方法係結合噴砂法及化學溶液蝕刻技術，可簡單、快速且低成本的在單晶矽基板表面製造具有抗反射功效之表面粗糙化結構，以有效降低單晶矽基板對光線之反射率，達到極低反射之效果，而且還不需再鍍製抗反射膜，即可使波長為 400-800 奈米之可見光範圍的光線，對單晶矽基板之平均反射率降至小於 2%，可應用於高效能矽基太陽能電池(silicon based solar cells)之製造。

【0006】 本發明係提供一種單晶矽基板碗狀凹槽結構之製造方法，其包括下列步驟：提供一單晶矽基板，其中單晶矽基板可分離的固設於堅硬材質所製成之一底板上；進行噴砂，其係對單晶矽基板進行噴砂，以使單晶矽基板具有佈滿複數個表面粗糙化結構之一粗糙化表面；進行第一次清洗，其係自底板取下具有粗糙化表面之單晶矽基板並對單晶矽基板進行超音波震動清洗以除去噴砂步驟所殘留之雜質；進行形成碗狀凹槽結構，其係以一蝕

刻溶液對粗糙化表面進行蝕刻，並使每一表面粗糙化結構皆形成為一碗狀凹槽結構；以及進行第二次清洗，其係對具有該些碗狀凹槽結構之單晶矽基板進行超音波震動清洗並除去表面殘留之蝕刻液。

【0007】 本發明又提供一種具有碗狀凹槽結構之單晶矽基板，其係由如前段所述之製造方法所製造，並具有一粗糙化表面，且粗糙化表面係佈滿複數個碗狀凹槽結構。

【0008】 藉由本發明之實施，至少可以達到下列進步功效：

- 一、可快速、簡單又低成本的製造低反射率的單晶矽基板；
- 二、完全不需再鍍製抗反射膜於單晶矽基板之受光表面；及
- 三、對可見光範圍波長為 400-800 奈米之光線，平均反射率可大幅降至小於 2%，可應用於高效能矽基太陽能電池(silicon based solar cells)之製造。

【0009】 為了使任何熟習相關技藝者了解本發明之技術內容並據以實施，且根據本說明書所揭露之內容、申請專利範圍及圖式，任何熟習相關技藝者可輕易地理解本發明相關之目的及優點，因此將在實施方式中詳細敘述本發明之詳細特徵以及優點。

【圖式簡單說明】

【0010】

第 1 圖係為本發明實施例之一種單晶矽基板碗狀凹槽結構之製造方法步驟流程圖；

第 2 圖係為本發明實施例之一種單晶矽基板固設於一底板之上視圖；

第 3 圖係為本發明實施例之一種對單晶矽基板進行噴砂之剖視示意圖；

第 4 圖係為本發明實施例之一種經噴砂處理後單晶矽基板具有佈滿複數個表面粗糙化結構之一粗糙化表面之剖視示意圖；

第 5 圖係為本發明實施例之一種以蝕刻溶液對單晶矽基板之粗糙化表面進行蝕刻示意圖；及

第 6 圖係為本發明實施例之一種具有碗狀凹槽結構之單晶矽基板之剖視圖。

【實施方式】

【0011】 如第 1 圖所示，本實施例為一種單晶矽基板碗狀凹槽結構之製造方法 S100，其包括下列步驟：提供一單晶矽基板(步驟 S10)、進行噴砂(步驟 S20)、進行第一次清洗(步驟 S30)、進行形成碗狀凹槽結構(步驟 S40)及進行第二次清洗(步驟 S50)。

【0012】 如第 1 圖及第 2 圖所示，提供一單晶矽基板(步驟 S10)係將一單晶矽基板 10(single-crystalline silicon substrate)可分離的固設於諸如鋼板等堅硬材質所製成之一底板 20 上，底板 20 主要用以承載單晶矽基板 10，並在進行噴砂(步驟 S20)時可以擋住打在單晶矽基板 10 外的砂粒。

【0013】 如第 1 圖及第 3 圖所示，進行噴砂(步驟 S20)係使用一噴砂機對單晶矽基板 10 之一表面噴砂，噴砂機的噴砂速率可以選擇為固定值且噴砂機之一噴砂口 30 與單晶矽基板 10 之表面(即受光表面)間之距離 D 可以為一個定值，使得步驟 S20 具有再現性，並且噴砂機的噴砂力道可以控制在使單晶矽基板 10 不被打裂。

【0014】 如第 4 圖所示，經過步驟 S20 後，單晶矽基板 10 便具有佈滿複數個表面粗糙化結構 40 之一粗糙化表面 50，表面粗糙化結構 40 可以為不規則分佈且大小亦不一致之表面粗糙化結構 40。

【0015】 如第 1 圖所示，步驟 S20 後進行第一次清洗(步驟 S30)係自底板取下具有粗糙化表面 50 之單晶矽基板 10 並對單晶矽基板 10 進行超音波震動清洗。

【0016】 由於單晶矽基板 10 除了形成具有佈滿複數個表面粗糙化結構 40 之一粗糙化表面 50 外，還會殘留有或多或少的砂粒在單晶矽基板 10 及/或粗糙化表面 50 上，因此需要透過步驟 S30 除去砂粒。執行步驟 S30 時，係先將具有粗糙化表面 50 的單晶矽基板 10 自底板取下(圖未示)，並再對單晶矽基板 10 進行超音波震動清洗。例如，可先以丙酮進行超音波震動清洗，再以去離子水(DI water, De-Ionized water)進行超音波震動清洗，去除殘留的砂粒。

【0017】 如第 1 圖、第 5 圖及第 6 圖所示，接著進行形成碗狀凹槽結構(步驟 S40)，其係以一蝕刻溶液 60 對單晶矽基板 10 之粗糙化表面 50 進行蝕刻，並使每一表面粗糙化結構 40 皆形成為一碗狀凹槽結構 70。本實施例使用之蝕刻溶液 60 為氫氟酸(HF)、硝酸(HNO_3)及水(H_2O)所混和之水溶液，且氫氟酸、硝酸及水之混和比例為 5:1:5。

【0018】 如第 1 圖、第 5 圖及第 6 圖所示，本實施例形成碗狀凹槽結構(步驟 S40)中之蝕刻為濕式蝕刻(wet etching)，且蝕刻的時間可以隨噴砂處理結果的不同進行調整，直到每一表面粗糙

化結構 40 皆形成為一碗狀凹槽結構 70，本實施例中蝕刻使用的時間為 10-15 分鐘。

【0019】 如第 1 圖及第 6 圖所示，步驟 S40 形成於單晶矽基板 10 的碗狀凹槽結構 70 係可以為微米等級之碗狀凹槽結構 70。

【0020】 如第 1 圖及第 6 圖所示，接著進行第二次清洗(步驟 S50)，由於在步驟 S40 後，單晶矽基板 10 及碗狀凹槽結構 70 表面上均會殘留有蝕刻溶液，因此需執行步驟 S50 以對具有碗狀凹槽結構 70 之單晶矽基板 10 進行超音波震動清洗，例如先以丙酮進行超音波震動清洗，再以去離子水進行超音波震動清洗，以去除殘留的蝕刻溶液 60。

【0021】 如第 6 圖所示，其為由前述之製造方法 S100 所製造之一種具有碗狀凹槽結構 70 之單晶矽基板 10，並且單晶矽基板 10 之一表面(即作為太陽能電池之基板之受光表面)佈滿複數個碗狀凹槽結構 70。此具有碗狀凹槽結構 70 之單晶矽基板 10 對波長為 400-800 奈米之可見光範圍的光線之反射率小於 2%，可以作為良好的矽基(silicon based)太陽能電池之基板，增加矽基太陽能電池的光電轉換效率。

【0022】 此種具碗狀凹槽結構基材可降低其表面反射率之機制可歸因於二：一是此碗狀凹槽結構會使入射光產生多重散射(multiple scattering)，增強其光捕捉(light trapping)效應；二是由於此碗狀凹槽結構可在空氣與矽晶基材表面提供漸變的折射率，即形成一層所謂具漸變折射率(graded-refractive index)之表面結構，可有效抑制可見光之反射。

【0023】 惟上述各實施例係用以說明本發明之特點，其目的

在使熟習該技術者能瞭解本發明之內容並據以實施，而非限定本發明之專利範圍，故凡其他未脫離本發明所揭示之精神而完成之等效修飾或修改，仍應包含在以下所述之申請專利範圍中。

【符號說明】

【0024】

- 10.....單晶矽基板
- 20.....底板
- 30.....噴砂口
- 40.....表面粗糙化結構
- 50.....粗糙化表面
- 60.....蝕刻溶液
- 70.....碗狀凹槽結構
- D.....距離

申請專利範圍

104年12月15日 修正 第(本)

1. 一種單晶矽基板碗狀凹槽結構之製造方法，其包括下列步驟：

提供一單晶矽基板，其中該單晶矽基板可分離的固設於堅硬材質所製成之一底板上；

進行噴砂，其係對該單晶矽基板進行噴砂，以使該單晶矽基板具有佈滿複數個表面粗糙化結構之一粗糙化表面；

進行第一次清洗，其係自該底板取下具有該粗糙化表面之該單晶矽基板並對該單晶矽基板進行超音波震動清洗並除去噴砂步驟所殘留之雜質；

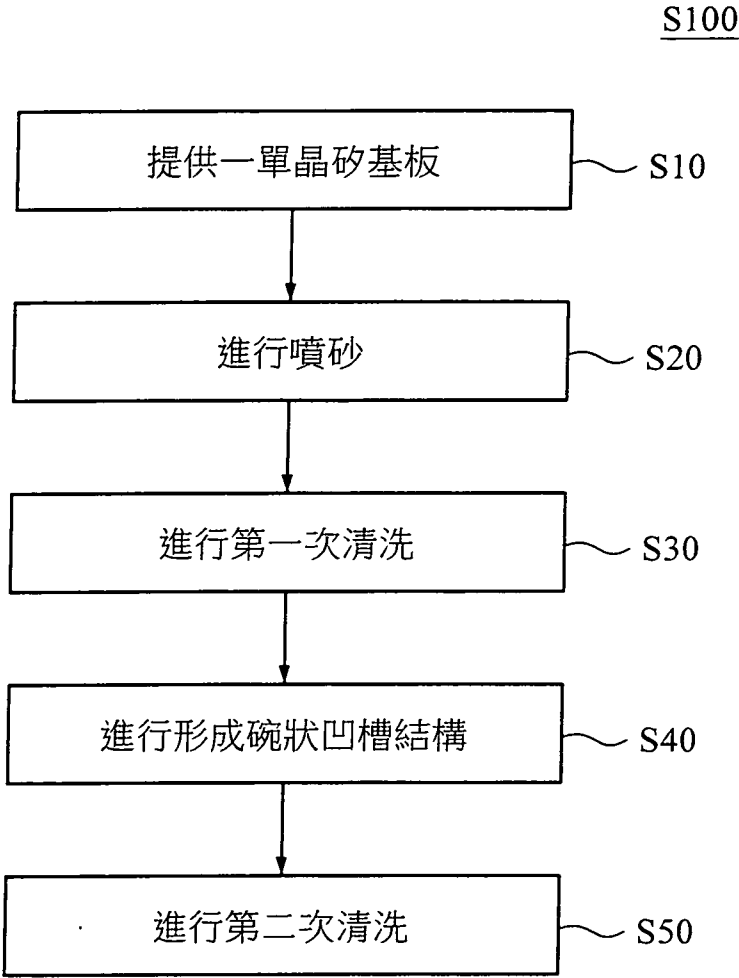
進行形成碗狀凹槽結構，其係以一蝕刻溶液對該粗糙化表面進行蝕刻，並使每一該表面粗糙化結構皆形成為一碗狀凹槽結構；以及

進行第二次清洗，其係對具有該些碗狀凹槽結構之該單晶矽基板進行超音波震動清洗並除去表面殘留之蝕刻液。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之製造方法，其中該噴砂處理係使用一噴砂機，其噴砂速率為固定值，且該噴砂機之一噴砂口與該單晶矽基板之距離為一定值。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之製造方法，其中該第一次清洗係先以丙酮進行超音波震動清洗，再以去離子水進行超音波震動清洗。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之製造方法，其中該第二次清洗係先以丙酮進行超音波震動清洗，再以去離子水進行超音波震動清洗。
5. 如申請專利範圍第 1 項所述之製造方法，其中該蝕刻溶液為氫

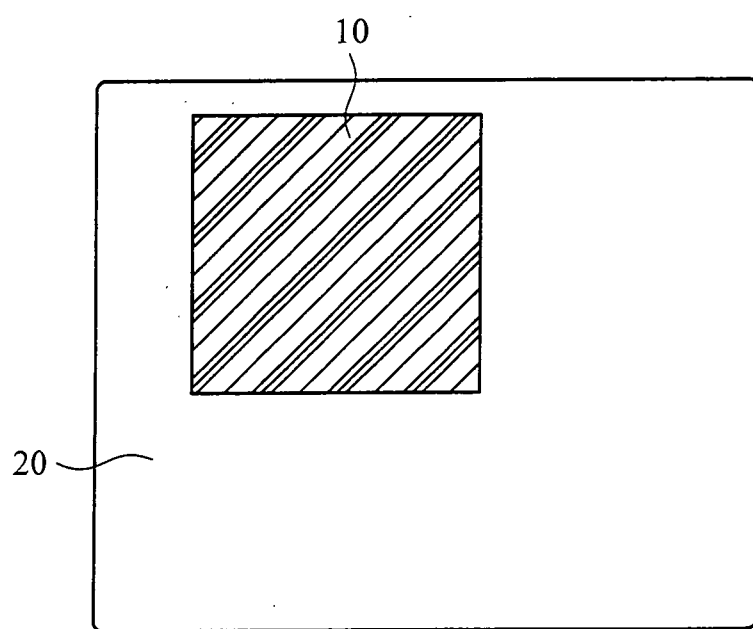
氟酸、硝酸及水之水溶液，且該氫氟酸、該硝酸及該水之比例為 5:1:5。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之製造方法，其中該些碗狀凹槽結構係為微米等級之碗狀凹槽結構。

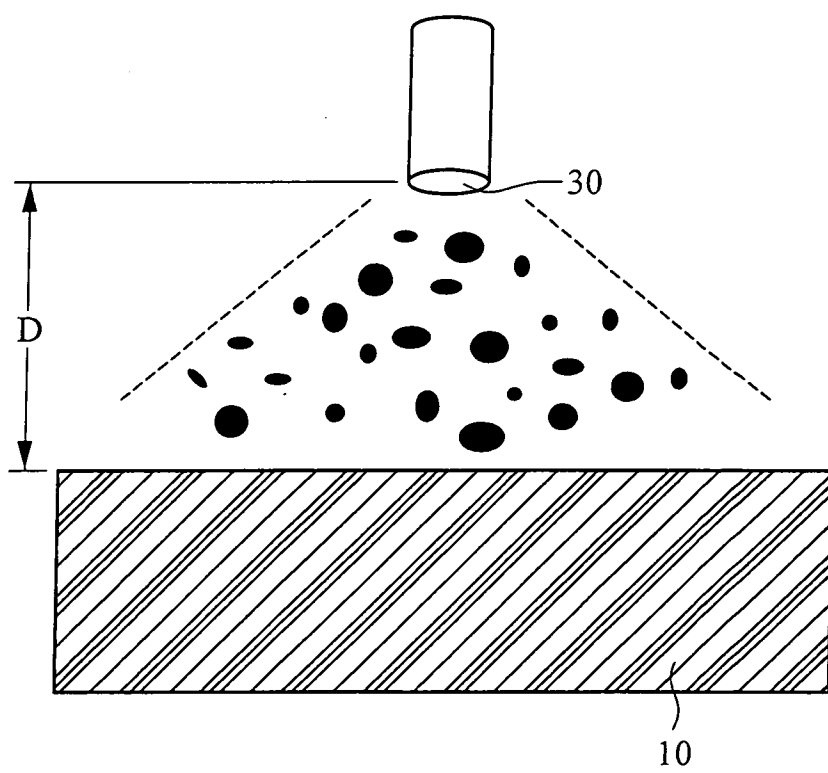
圖式



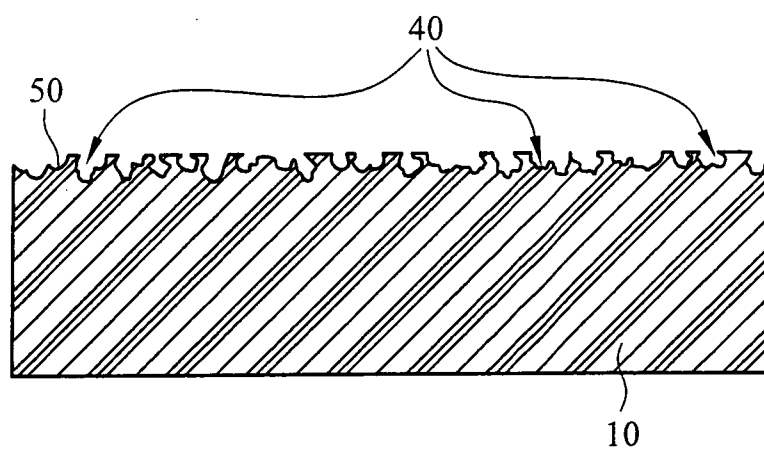
第 1 圖



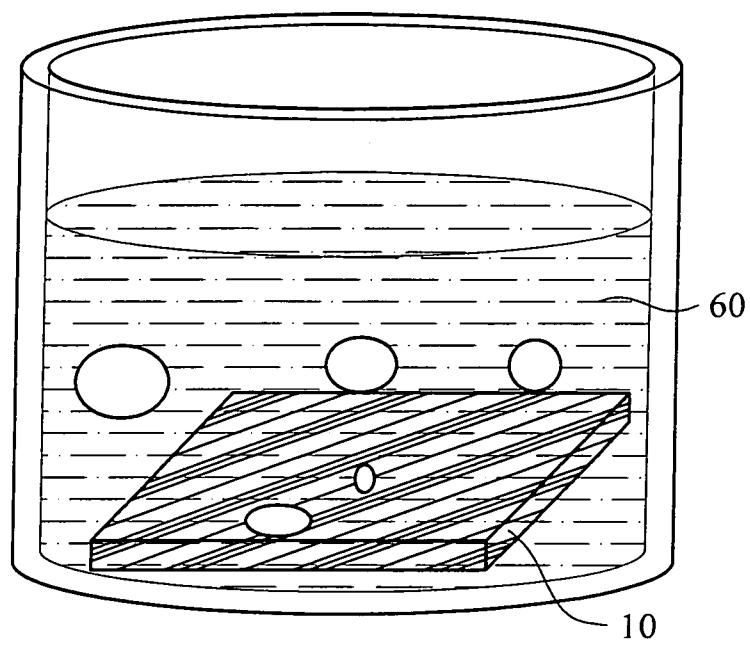
第 2 圖



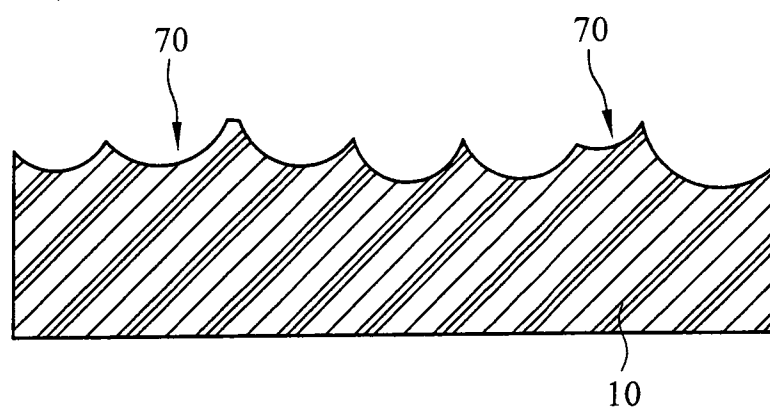
第 3 圖



第 4 圖



第 5 圖



第 6 圖