



(21)申請案號：106125786

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 07 月 31 日

(51)Int. Cl. : **B81B7/00 (2006.01)**(71)申請人：國立交通大學(中華民國) NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY (TW)  
新竹市東區大學路 1001 號

(72)發明人：呂明璋 LU, MING-CHANG (TW)；羅景文 LO, CHING-WEN (TW)

(74)代理人：楊長峯

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：11 項 圖式數：5 共 26 頁

## (54)名稱

以微溝槽結構來控制霜成核的位置之用途與其方法

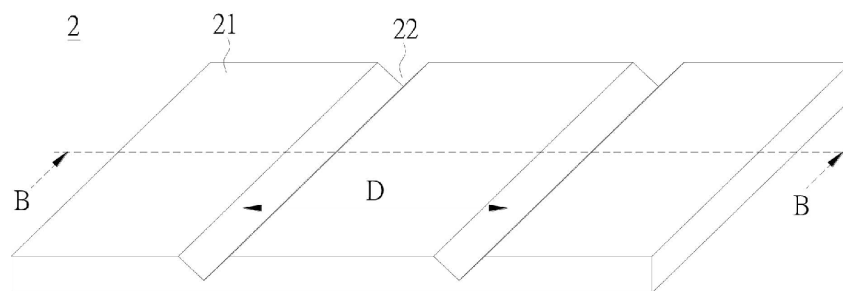
USE OF MICROGROOVE STRUCTURE FOR CONTROLLING LOCATION OF FORST FORMATION AND WETHOD THEREOF

## (57)摘要

本發明實施例提供一種用以控制霜成核的微溝槽結構，其包括基板。基板具有非粗糙的表面，其中表面具有沿著第一方向延伸的一個或多個微溝槽。所述用以控制霜成核的微溝槽結構具有良好的抗冰與去冰效果。

The present disclosure illustrates a microgroove structure for controlling frost formation, and the microgroove structure has a substrate which has a surface not being rough. The surface has one or more microgrooves extending along with a first axis. The microgroove structure for controlling frost formation has nice anti-icing and deicing performances.

指定代表圖：



第 2A 圖

符號簡單說明：

2 . . . 微溝槽結構

21 . . . 基板

22 . . . 微溝槽

D . . . 間隔距離

BB . . . 剖面線



## 【發明摘要】

【中文發明名稱】用以控制霜成核的微溝槽結構與其製造方法

【英文發明名稱】MICROGROOVE STRUCTURE FOR CONTROLLING FROST

FORMATION AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

### 【中文】

本發明實施例提供一種用以控制霜成核的微溝槽結構，其包括基板。基板具有非粗糙的表面，其中表面具有沿著第一方向延伸的一個或多個微溝槽。所述用以控制霜成核的微溝槽結構具有良好的抗冰與去冰效果。

### 【英文】

The present disclosure illustrates a microgroove structure for controlling frost formation, and the microgroove structure has a substrate which has a surface not being rough. The surface has one or more microgrooves extending along with a first axis. The microgroove structure for controlling frost formation has nice anti-icing and deicing performances.

【指定代表圖】第2A圖

【代表圖之符號簡單說明】

2：微溝槽結構

21：基板

22：微溝槽

D：間隔距離

BB：剖面線

**【特徵化學式】**

無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】用以控制霜成核的微溝槽結構與其製造方法

【英文發明名稱】 MICROGROOVE STRUCTURE FOR CONTROLLING FROST FORMATION AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

### 【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種用以控制霜成核的微溝槽結構與其製造方法，且特別是一種具有較佳之抗冰與去冰能力的微溝槽結構與其製造方法。

### 【先前技術】

【0002】 地球上有些地方在某些時刻時，其溫度可能是攝氏零下數度，因此，不免地會有結冰或結霜現象發生。結冰或結霜現象可能會對公共設施，諸如電力設施、公路與機場等造成損害，從而造成安全問題或其他重大損失。另外，針對冰箱或空調設備，結霜現象可能導致冰箱或空調設備的運轉產生問題。再者，結冰或結霜現象還會對植物與農業造成重大的影響。

【0003】 爲了避免結冰或結霜現象造成重大損失與安全性問題，現有技術透過各種化學方法、機械方法、電熱加溫方法或鍍膜方法來控制結冰或結霜現象。舉例來說，可以在雪地上噴灑鹽類，控制結冰現象，但鹽類可能造成環境污染；對於已經產生的冰或霜，可以機械物理性的刨除，但此作法可能會損傷結冰或結霜之裝置或物品；電熱加溫方法雖然能夠控制結冰或結霜現象，但需要額外的能量與設置電熱設備；而鍍膜方法是在物品或裝置的表面上鍍上一層疏水或超疏水材質，以達到控制結冰現象，但此作法無法控制結霜現象。

【0004】另外，現有技術中，有改變物體之表面的親疏水性質來控制冰晶成核，從而達到控制結冰位置的效果。然而，親水表面的部份導致冰與固體之間的附著強度增加，導致難以去除結冰。再者，超疏水表面在結霜後，會失去了抗冰特性。除此之外，US 2008/0317704 A1則揭露一種霜晶格排列方法，但其未揭露一種能夠同時控制結霜位置與具有良好抗冰及去冰效果的方法。

### 【發明內容】

【0005】本發明實施例提供一種用以控制霜成核的微溝槽結構與其製造方法。透過所述用以控制霜成核的微溝槽結構，成霜的位置可以被控制，且透過設計微溝槽的形狀為V形，霜的晶格排列方式更可以進一步被控制。如此一來，所述用以控制霜成核的微溝槽結構具有良好的抗冰與去冰效果。

【0006】本發明實施例提供一種用以控制霜成核的微溝槽結構，其包括基板。基板具有非粗糙的表面，其中表面具有沿著第一方向延伸的一個或多個微溝槽。

【0007】較佳地，相鄰的兩微溝槽沿著第二方向上具有間隔距離，其中第二方向垂直於第一方向。

【0008】較佳地，微溝槽的寬度為7微米。

【0009】較佳地，間隔距離可以為125微米、165微米或250微米。

【0010】較佳地，基板之表面的液滴接觸角約135度至145度

【0011】較佳地，微溝槽為V形微溝槽或梯形微溝槽。

【0012】較佳地，基板的表面更鍍有疏水層。

【0013】較佳地，基板可以為矽基板，且疏水層可以為鐵氟龍層。

【0014】本發明實施例提供一種用以控制霜成核的微溝槽結構之製造方法，其步驟包括如下。提供基板，其中基板具有非粗糙的表面。於基板的表面上形成沿著第一方向延伸的一個或多個微溝槽。

【0015】較佳地，形成基板之表面上形成沿著第一方向延伸的一個或多個微溝槽的步驟包括如下。形成薄膜層於表面上與形成光阻層於薄膜層上，其中光阻層具有開口，以暴露部分的薄膜層，從而定義一個或多個微溝槽的位置。透過蝕刻製程，去除開口處暴露之薄膜層，以暴露部分的基板之表面。去除光阻層與蝕刻暴露部分的基板之表面，從而形成一個或多個微溝槽。然後，去除殘留的薄膜層。

【0016】較佳地，前述之用以控制霜成核的微溝槽結構之製造方法更包括下述步驟。於基板的表面上形成沿著第一方向延伸的一個或多個微溝槽後，接著形成疏水層以覆蓋基板的表面。

【0017】據此，相較於先前技術，本發明實施例提供的用以控制霜成核的微溝槽結構具有以下優點：

【0018】（1）可以控制成霜的位置於微溝槽內，且進一步地在微溝槽被設計為V形時，更能夠控制霜的晶格排列方式；

【0019】（2）具有良好的抗冰與去冰效果；

【0020】（3）非以化學方法、機械方法、電熱加溫方法或鍍膜方法來達到抗冰與去冰效果，故具有環保性，無須額外的能源消耗與鍍膜，且在去冰時，不會破壞到基板本身；

【0021】（4）易於整合至空調系統、冰箱、冷凍設備、飛機機翼或水冷扇等需要良好抗冰與去冰效果之裝置或物品。

**【圖式簡單說明】**

【0022】 第1A圖是本發明實施例之用以控制霜成核的微溝槽結構的立體圖。

【0023】 第1B圖是第1A圖之微溝槽結構沿著剖面線AA的剖視圖。

【0024】 第2A圖是本發明另一實施例之用以控制霜成核的微溝槽結構的立體圖。

【0025】 第2B圖是第2A圖之微溝槽結構沿著剖面線BB的剖視圖。

【0026】 第3A圖是第1A圖與第2A圖之微溝槽結構結霜的示意圖。

【0027】 第3B圖是於電子顯微鏡下之第1A圖與第2A圖之微溝槽結構結霜的示意圖。

【0028】 第4A圖是於電子顯微鏡下之各種結構之結霜情況的示意圖。

【0029】 第4B圖是於電子顯微鏡下之各種結構之抗冰效果的示意圖。

【0030】 第4C圖是於電子顯微鏡下之各種結構之去冰效果的示意圖。

【0031】 第5圖是本發明實施例之用以控制霜成核的微溝槽結構的製作方法之示意圖。

**【實施方式】**

【0032】 本發明將參閱其中顯示本發明之例示性實施例的附圖而於下文中更完整地描述。熟悉此領域之技術者將理解，所描述之實施例可在未脫離本發明的精神或範疇下以各種不同方式修改。

【0033】爲了清楚地描述本發明，與本描述不相關的部分係省略，且於整份說明書中相似之參考符號代表相似之元件。此外，爲了說明方便，圖式中所示的個別結構構件之尺寸與厚度係爲任意繪示，而本發明毋需受限於所繪示之圖式。

【0034】本發明實施例提供一種用以控制霜成核的微溝槽結構與其製造方法。透過所述用以控制霜成核的微溝槽結構，成霜的位置可以被控制於微溝槽內。如此一來，將可以使得微溝槽結構可以具有良好的抗冰與去冰效果。再者，上述微溝槽結構即使表面鍍有疏水層，成霜的位置仍可以被控制於微溝槽內。另外，在一個實施例中，當微溝槽形狀爲V形時，微溝槽內的霜之晶格排列更可以有效地被控制，從而加強抗冰與去冰效果。

【0035】本發明實施例提供的微溝槽結構之製造方法簡單且易於實施，且本發明實施例的微溝槽結構易於整合至對抗冰與去冰效果有需求之裝置與物品，例如空調系統、冰箱、冷凍設備、飛機機翼或水冷扇，因此，本發明實施例之用以控制霜成核的微溝槽結構與其製造方法具有產業利用性與龐大的商業利益。

【0036】首先，請參照第1A圖與第1B圖，第1A圖是本發明實施例之用以控制霜成核的微溝槽結構的立體圖，而第1B圖是第1A圖之微溝槽結構沿著剖面線AA的剖視圖。用以控制霜成核的微溝槽結構1包括基板11。基板11具有非粗糙的表面，其中表面具有沿著第一方向延伸的一個或多個微溝槽12。前述非粗糙的表面是指平整的表面，其表面不具有多個孔洞或突起，因此，基板11可以例如是矽基板、金屬基板或塑膠基板等。



【0037】相鄰的兩微溝槽12沿著第二方向上具有間隔距離D，其中第二方向垂直於第一方向。於此實施例中，基板11的表面可以視為一個XY平面，而第一方向與第二方向可以分別是Y軸方向與X軸方向。微溝槽12的形狀於此實施例中雖然是梯形微溝槽，但其形狀非用以限制本發明。微溝槽12的寬度為梯形的上底，例如，較佳地為7微米。間隔距離D可以是125微米、165微米或250微米，較佳地為250微米，且本發明不以此為限制。

【0038】另外，雖然第1A圖與第1B圖未繪示，但基板11的表面更鍍有疏水層，例如鐵氟龍層。然而，本發明不以基板11的表面是否鍍有疏水層為限制。當鍍上疏水層時，若基板11之表面的微溝槽11有水滴，則其液滴接觸角大約為135至145度之間，例如140度。前述液滴接觸角的定義與現有技術之液滴接觸角的定義相同，係指水滴與表面的切線角。

【0039】接著，請參照第2A圖與第2B圖，第2A圖是本發明另一實施例之用以控制霜成核的微溝槽結構的立體圖，且第2B圖是第2A圖之微溝槽結構沿著剖面線BB的剖視圖。用以控制霜成核的微溝槽結構2包括基板11。基板21具有非粗糙的表面，其中表面具有沿著第一方向延伸的一個或多個微溝槽22。相較於第1A圖與第1B圖之實施例，此實施例之微溝槽22的形狀為V形，且微溝槽22的寬度為V形開口之兩頂點的距離。當鍍上疏水層時，若基板21之表面的微溝槽21有水滴，則其液滴接觸角大約為135至145度之間，例如140或142度。

【0040】請接著參照第3A圖，第3A圖是第1A圖與第2A圖之微溝槽結構結霜的示意圖。霜3的結晶如同第3A圖左邊所示，其可以定義出幾個軸向，垂直於六角形晶面的第一軸向C\_AX與由六角形晶面之六個角往外的第二軸向A\_AX。第1A圖的微溝槽結構1之微溝槽12為梯形，成霜3的位置雖然被限制在微溝槽12中，但霜3的晶格排列方式係為散亂的，第一軸向C\_AX非指向同一方向。第2A圖的微溝槽結構2之微溝槽22為V形，成霜3的位置被限制在微溝槽22中，且霜3

的晶格排列方式係整齊的，第一軸向C\_AX大致上指向同一方向，故微溝槽結構2的抗冰與去冰效果會比微溝槽結構1抗冰與去冰效果更好。

【0041】 接著，請參照第3B圖，第3B圖是於電子顯微鏡下之第1A圖與第2A圖之微溝槽結構結霜的示意圖。當空氣中的溫度急速下降時，水蒸氣會直接結成霜。第3B圖左邊是霜3優先形成於第1A圖的微溝槽結構1之微溝槽12的情況，而第3B圖右邊是霜3優先形成於第2A圖的微溝槽結構2之微溝槽22的情況。由此可以知悉，霜3於微溝槽22的晶格排列方式係整齊劃一的，亦即將微溝槽22設計為V形，將可以使得霜3的晶格排列方式被控制。

【0042】 接著，請參照第4A圖，第4A圖是於電子顯微鏡下之各種結構之結霜情況的示意圖。於第4A圖中，A~F列分別表示光滑矽基板、矽奈米線陣列基板、第一實例之微溝槽結構、第二實例之微溝槽結構、第三實例之微溝槽結構與第四實例之微溝槽結構的結霜情況，其中每一列最下面的白色矩形是比例尺，其長度代表20微米的長度。

【0043】 光滑矽基板的表面不具有任何微溝槽、凹陷或突起等；矽奈米線陣列基板的表面上有陣列排列的多個孔洞；第一實例之微溝槽結構的間隔距離為125微米且微溝槽為梯形；以及第二實例之微溝槽結構、第三實例之微溝槽結構與第四實例之微溝槽結構的微溝槽皆為V形，且其間隔距離分別為125微米、165微米與250微米。

【0044】 光滑矽基板、矽奈米線陣列基板、第一實例之微溝槽結構、第二實例之微溝槽結構、第三實例之微溝槽結構與第四實例之微溝槽結構的表面鍍有疏水層，且其液滴接觸角分別為100度、150度、140度、140度、142度與142度。

【0045】 於第4A圖中，以每步0.1托（torr）之步進慢慢增加環境掃描式電子顯微鏡之壓力從0.6托至約1.2與2.1托之間（所對應之過飽和度（supersaturation）

為1.1至1.76)。原則上，由於固體表面的成核能障是隨機分布的，故霜在一普通表面上的成核位置也應為隨機的。霜的成核速率( $J$ )是與成核能障( $\Delta G$ )呈指數反比。由於光滑矽基板的表面及矽奈米線陣列基板的表面其粗糙度的隨機性，故霜之胚胎在這兩種表面呈隨機分佈。相比於光滑矽基板的表面，在矽奈米線陣列基板的表面上之大量孔洞可大幅增加呈核密度(參考第4A圖的B列)。另一方面，在微溝槽結構的表面之微溝槽可局部降低成核自由能障，而使霜成核在微溝槽處(第4A圖的C列至F列)。另外，如第4A圖的C列至F列所示，成核密度可藉由改變微溝槽的數目而調整。

**【0046】** 如前所述，於第4A圖的A列與B列中，霜隨機地成核在光滑矽基板的表面及矽奈米線陣列基板的表面上，且分別在8秒與5秒左右，光滑矽基板的表面及矽奈米線陣列基板的表面便佈滿了霜。於第4A圖的C列至F列中，霜則被控制成核在微溝槽處，且分別在9秒、9秒、9秒與8秒左右，其僅有微溝槽佈滿了霜，其基板的表面仍未佈滿了霜。由第4A圖的C列至F列可以知悉，第四實例之微溝槽結構抵抗結霜的能力較好。簡單地說，V形溝槽與較大的間隔距離之設計可以使微溝槽結構具有較佳的抵抗結霜能力。

**【0047】** 接著，請參照第4B圖，第4B圖是於電子顯微鏡下之各種結構之抗冰效果的示意圖。於第4B圖中，A~F列分別表示光滑矽基板、矽奈米線陣列基板、第一實例之微溝槽結構、第二實例之微溝槽結構、第三實例之微溝槽結構與第四實例之微溝槽結構的結冰情況，其中每一列最下面的白色矩形是比例尺，其長度代表20微米的長度。

**【0048】** 於溫度非急速下降，而使得水滴逐漸結冰時，光滑矽基板、矽奈米線陣列基板、第一實例之微溝槽結構、第二實例之微溝槽結構、第三實例之微溝槽結構與第四實例之微溝槽結構的抗冰效果如第4B圖所示，其表面分別在20秒、2秒、20秒、20秒、40秒與60秒才佈滿了冰。由第4B圖的C列至F列可以知

悉，第四實例之微溝槽結構的抗冰效果較好。簡單地說，V形溝槽與較大的間隔距離之設計可以使微溝槽結構具有較佳的抗冰效果。

【0049】 接著，請參照第4C圖，第4C圖是於電子顯微鏡下之各種結構之去冰效果的示意圖。於第4C圖中，A~F列分別表示光滑矽基板、矽奈米線陣列基板、第一實例之微溝槽結構、第二實例之微溝槽結構、第三實例之微溝槽結構與第四實例之微溝槽結構的融冰情況，其中每一列最下面的白色矩形是比例尺，其長度代表20微米的長度。

【0050】 於溫度非急速上升，而使得表面的冰逐漸融化時，光滑矽基板、矽奈米線陣列基板、第一實例之微溝槽結構、第二實例之微溝槽結構、第三實例之微溝槽結構與第四實例之微溝槽結構的去冰效果如第4CB圖所示，其表面的冰分別在120秒、104秒、100秒、100秒、100秒與100秒才完全融化。另外，由第4C圖的C列至F列可以知悉，第四實例之微溝槽結構的去冰效果較好。簡單地說，V形溝槽與較大的間隔距離之設計可以使微溝槽結構具有較佳的去冰效果。

【0051】 接著，請參照第5圖，第5圖是本發明實施例之用以控制霜成核的微溝槽結構的製作方法之示意圖。首先，在步驟S51中，提供基板51，形成薄膜層52於基板51的表面上，以及形成光阻層53於薄膜層52上，其中基板51之表面為非粗糙的表面，光阻層53具有開口，以暴露部分的薄膜層52，從而定義微溝槽54'的位置。基板51可以是矽基板，且薄膜層52可以是氮化矽層。於步驟S51中，接著透過蝕刻製程，去除開口處暴露之薄膜層52，以暴露部分的基板51之表面。

【0052】 然後，在步驟S52中，去除光阻層53與蝕刻暴露於開口54處部分的基板51之表面，從而形成微溝槽54'。然後，在步驟S53中，基板51'上仍有殘留的薄膜層52'，故需要去除殘留的薄膜層52'。最後，在步驟S54中，在基板51'的表面上形成疏水層55，例如鐵氟龍層。

【0053】 綜合以上所述，本發明實施例提供的用以控制霜成核的微溝槽結構可以控制成霜的位置於微溝槽內，且進一步地在微溝槽被設計為V形時，更能夠控制霜的晶格排列方式，從而具有良好的抗冰與去冰效果。另外，前述微溝槽結構非以化學方法、機械方法、電熱加溫方法或鍍膜方法來達到抗冰與去冰效果，故具有環保性，無須額外的能源消耗與鍍膜，且在去冰時，不會破壞到基板本身。除此之外，前述微溝槽結構易於整合至空調系統、冰箱、冷凍設備、飛機機翼或水冷扇等需要良好抗冰與去冰效果之裝置或物品。

【0054】 雖然本揭露配合現行考量可實用的例示性實施例而描述，應瞭解的是，本揭露不限於所揭露之實施例，相反的，其旨在涵蓋包含於附加的申請專利範圍之精神與範圍內之各種修改以及等效配置。

#### 【符號說明】

【0055】 1、2：微溝槽結構

11、21、51、51'：基板

12、22、54'：微溝槽

3：霜

52、52'：薄膜層

53：光阻層

55：疏水層

AA、BB：剖面線

A\_AX：第二軸向

C\_AX：第一軸向

D：間隔距離

S51～S54：步驟

【生物材料寄存】

【0056】 無

【序列表】

無

## 【發明申請專利範圍】

- 【第1項】一種用以控制霜成核的微溝槽結構，包括：  
一基板，具有非粗糙的一表面，其中該表面具有沿著一第一方向延伸的一個或多個微溝槽。
- 【第2項】如申請專利範圍第1項所述之用以控制霜成核的微溝槽結構，其中相鄰的該等微溝槽沿著一第二方向上具有一間隔距離，其中該第二方向垂直於該第一方向。
- 【第3項】如申請專利範圍第1項所述之用以控制霜成核的微溝槽結構，其中該微溝槽為一V形微溝槽或一梯形微溝槽。
- 【第4項】如申請專利範圍第1項所述之用以控制霜成核的微溝槽結構，其中該表面更鍍有一疏水層。
- 【第5項】如申請專利範圍第2項所述之用以控制霜成核的微溝槽結構，其中該間隔距離為125微米、165微米或250微米。
- 【第6項】如申請專利範圍第1項所述之用以控制霜成核的微溝槽結構，其中該微溝槽的一寬度為7微米。
- 【第7項】如申請專利範圍第4項所述之用以控制霜成核的微溝槽結構，其中該基板為一矽基板，且該疏水層為一鐵氟龍層。
- 【第8項】如申請專利範圍第1項所述之用以控制霜成核的微溝槽結構，其中該表面的一液滴接觸角約135度至145度。
- 【第9項】一種用以控制霜成核的微溝槽結構之製造方法，包括：  
提供一基板，其中該基板具有非粗糙的一表面；以及  
於該表面上形成沿著一第一方向延伸的一個或多個微溝槽。



**【第10項】** 如申請專利範圍第9項所述之用以控制霜成核的微溝槽結構之製造方法，其中於該表面上形成沿著該第一方向延伸的該微溝槽或該等微溝槽的步驟包括：

形成一薄膜層於該表面上與形成一光阻層於該薄膜層上，其中該光阻層具有一開口，以暴露部分的該薄膜層，從而定義該微溝槽或該等微溝槽的位置；

透過一蝕刻製程，去除該開口處暴露之該薄膜層，以暴露部分的該基板之該表面；

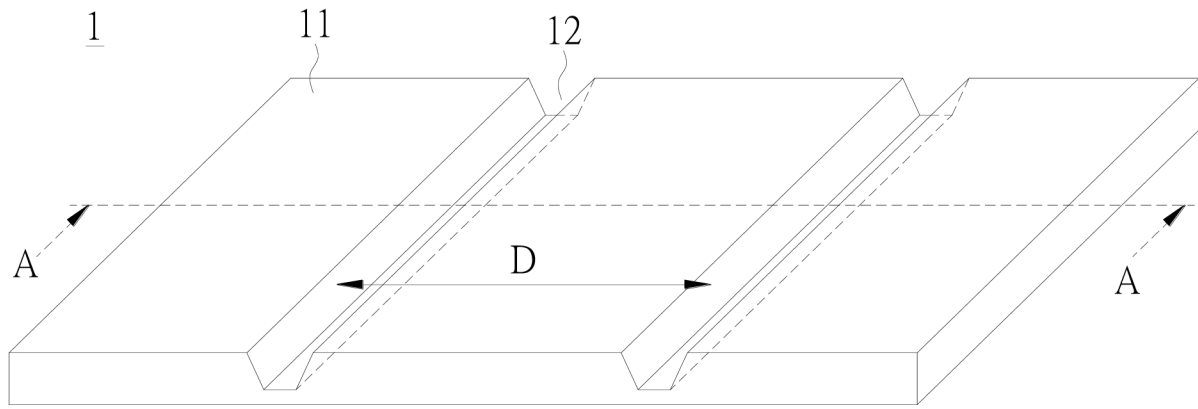
去除該光阻層與蝕刻暴露部分的該基板之該表面，從而形成該微溝槽或該等微溝槽；以及

去除殘留的該薄膜層。

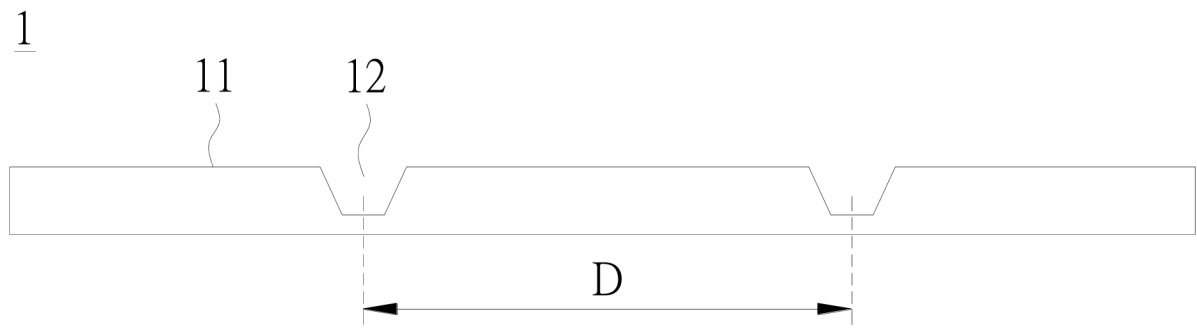
**【第11項】** 如申請專利範圍第9項所述之用以控制霜成核的微溝槽結構之製造方法，更包括：

於該表面上形成沿著該第一方向延伸的該微溝槽或該等微溝槽後，形成一疏水層覆蓋以該表面。

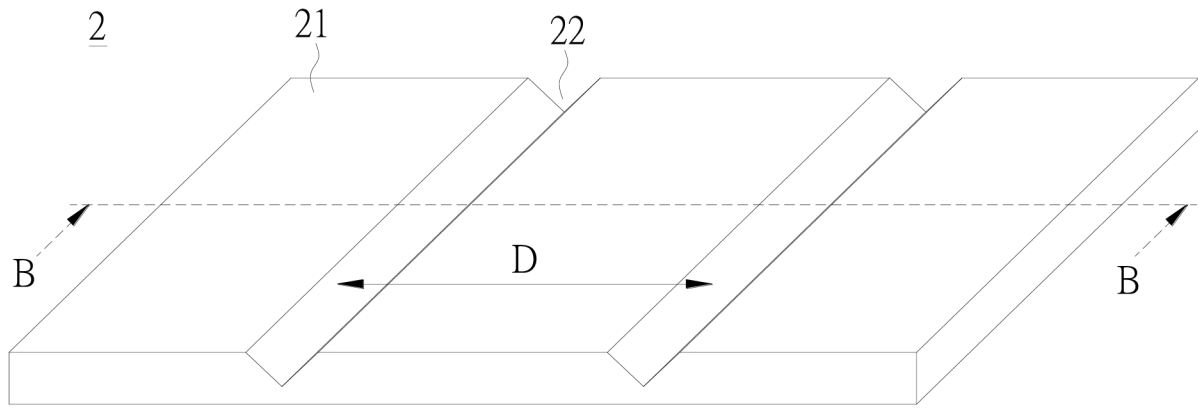
【發明圖式】



第 1A 圖



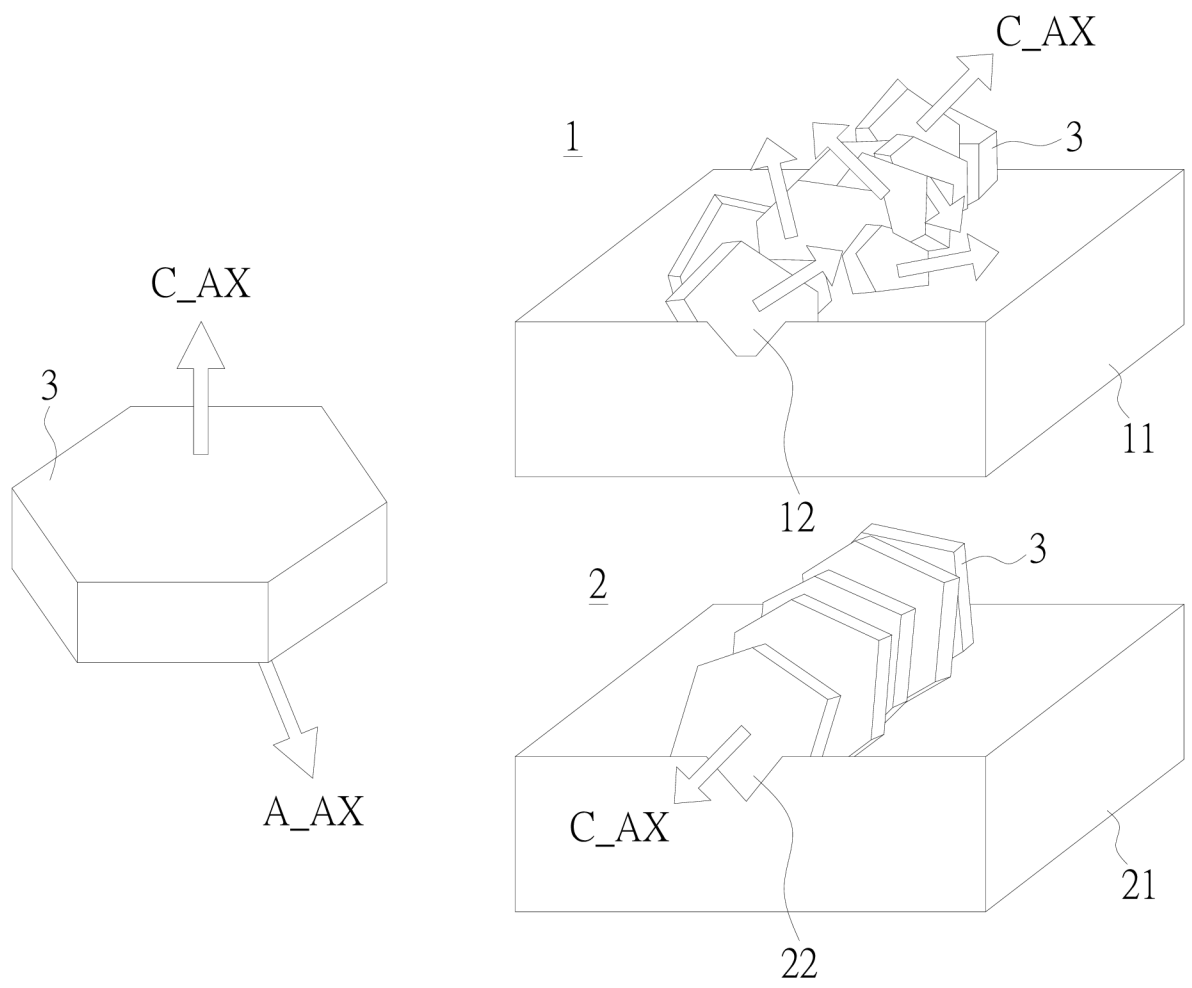
第 1B 圖



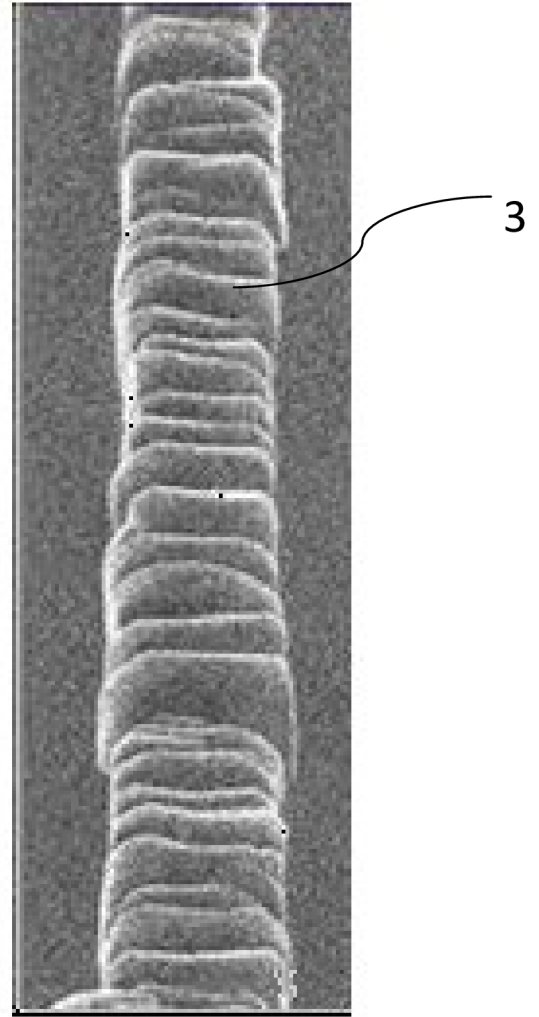
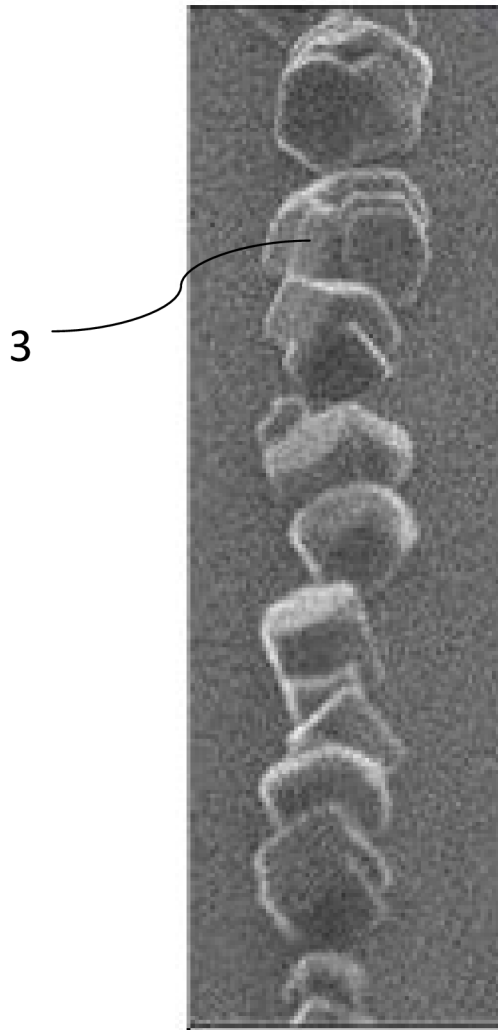
第 2A 圖



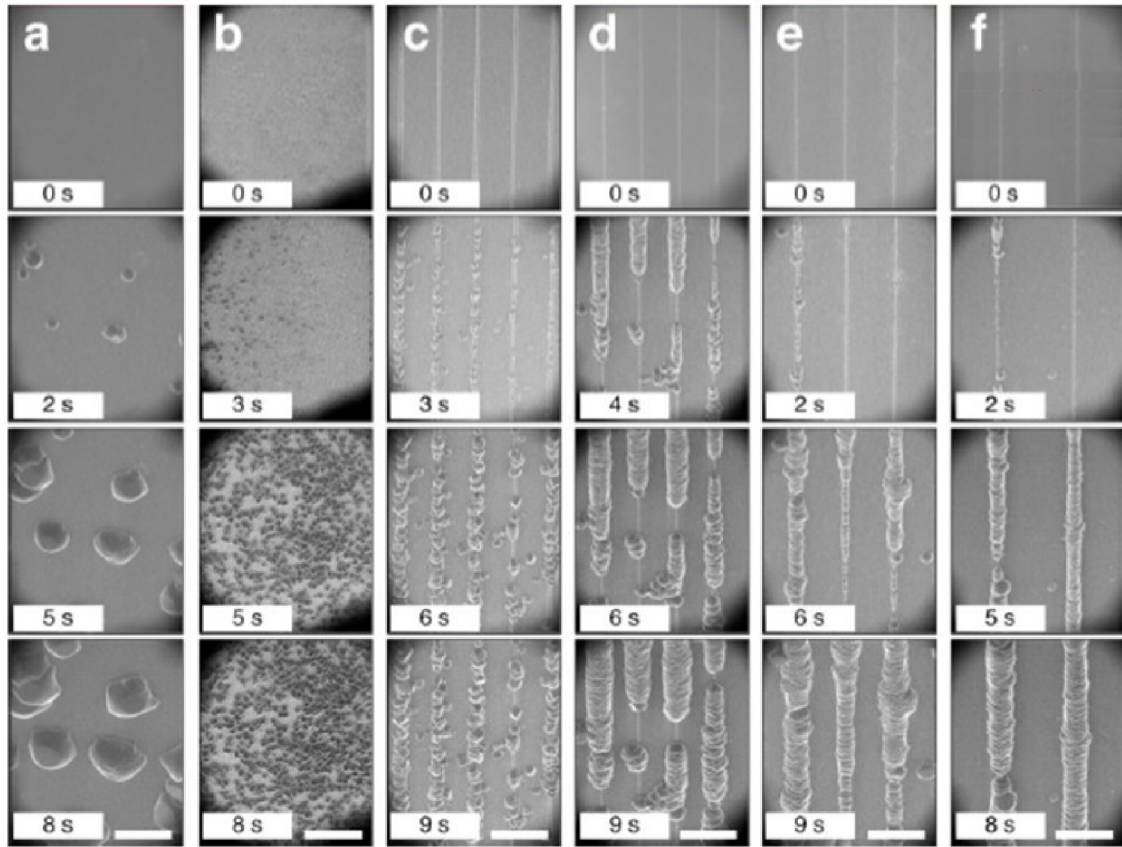
第 2B 圖



第 3A 圖

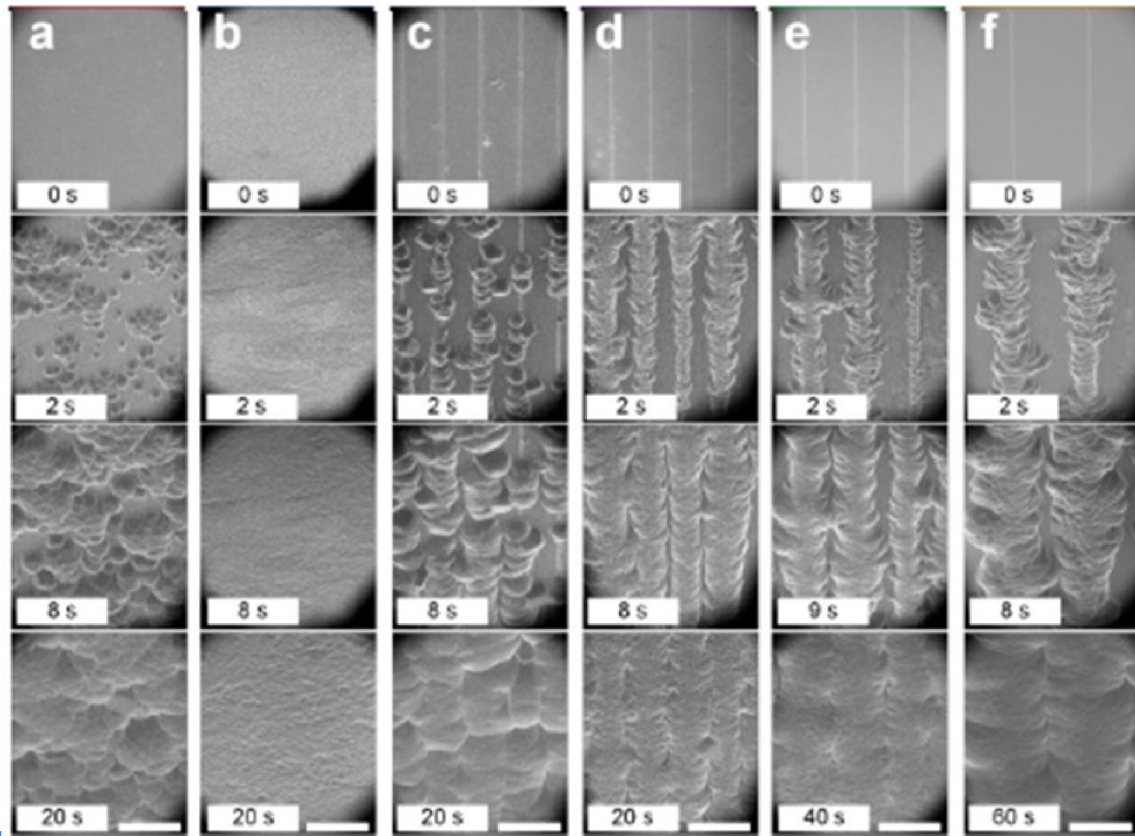


第 3B 圖

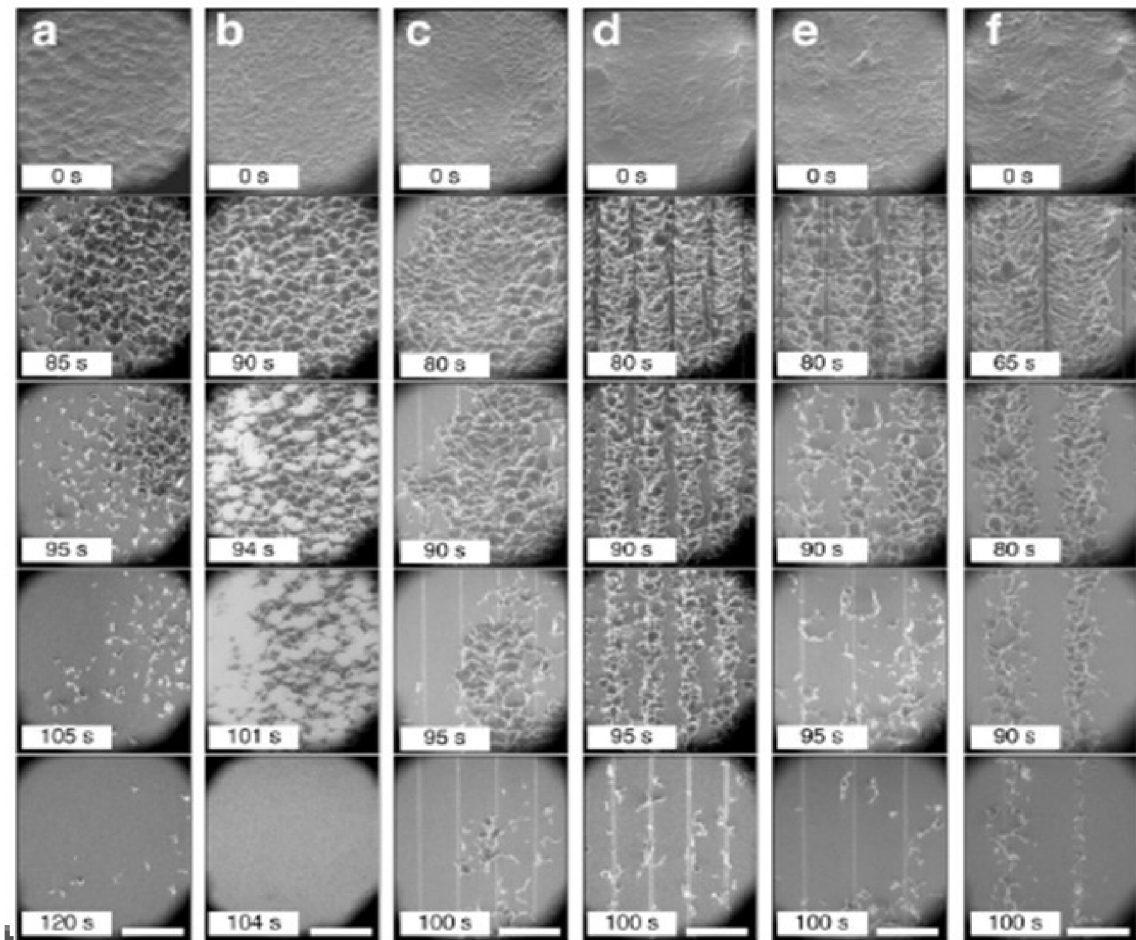


第4A圖

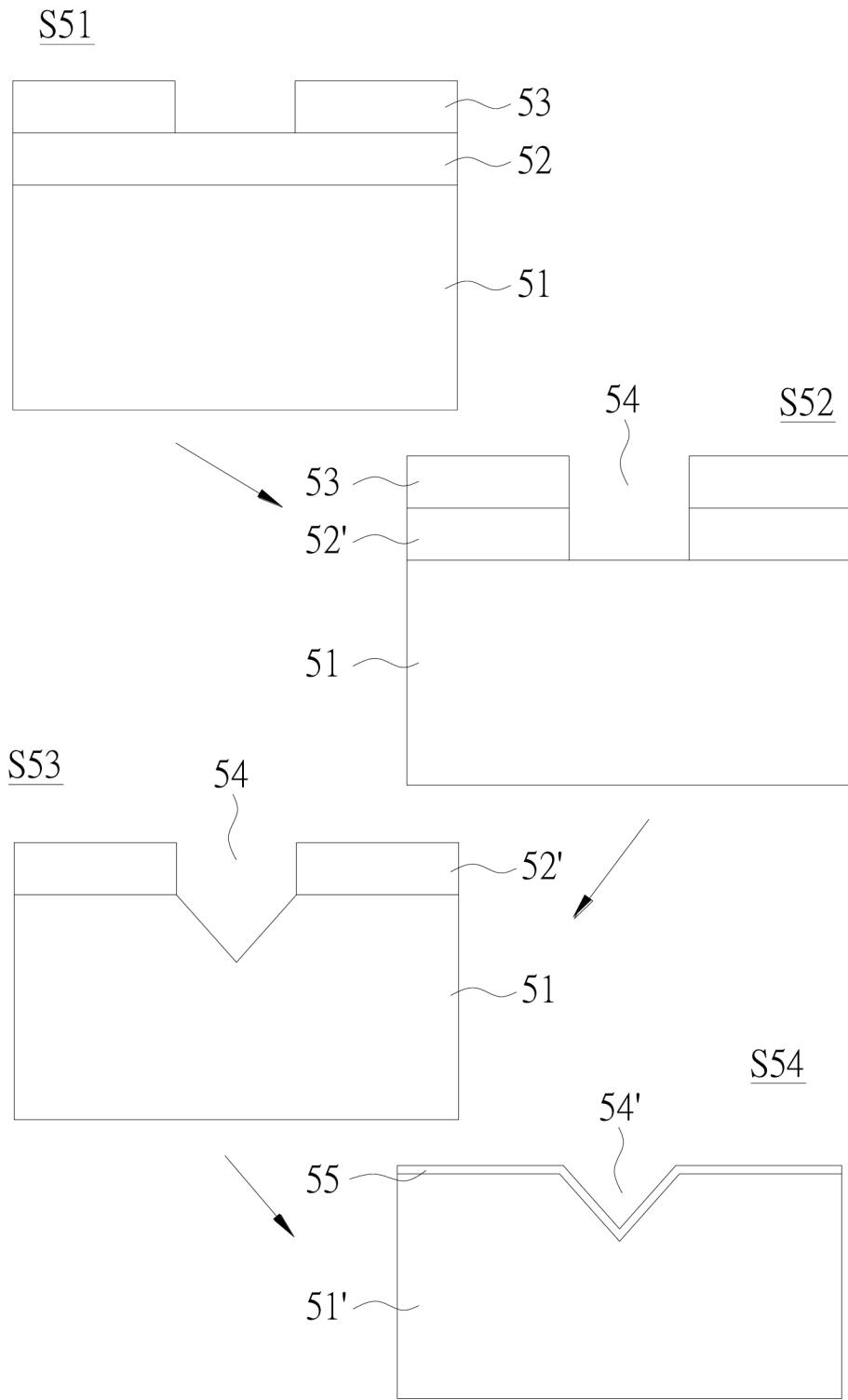




第4B圖



第4C圖



第 5 圖



## 【發明摘要】

【中文發明名稱】以微溝槽結構來控制霜成核的位置之用途與其方法

【英文發明名稱】USE OF MICROGROOVE STRUCTURE FOR CONTROLLING

LOCATION OF FROST FORMATION AND METHOD THEREOF

### 【中文】

本發明實施例提供一種用以控制霜成核的微溝槽結構，其包括基板。基板具有非粗糙的表面，其中表面具有沿著第一方向延伸的一個或多個微溝槽。所述用以控制霜成核的微溝槽結構具有良好的抗冰與去冰效果。

### 【英文】

The present disclosure illustrates a microgroove structure for controlling frost formation, and the microgroove structure has a substrate which has a surface not being rough. The surface has one or more microgrooves extending along with a first axis. The microgroove structure for controlling frost formation has nice anti-icing and deicing performances.

【指定代表圖】第2A圖

【代表圖之符號簡單說明】

2：微溝槽結構

21：基板

22：微溝槽

D：間隔距離

BB：剖面線

【特徵化學式】

無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】以微溝槽結構來控制霜成核的位置之用途與其方法

【英文發明名稱】USE OF MICROGROOVE STRUCTURE FOR CONTROLLING  
LOCATION OF FROST FORMATION AND METHOD THEREOF

### 【技術領域】

【0001】本發明是有關於一種用以控制霜成核的微溝槽結構與其製造方法，且特別是一種具有較佳之抗冰與去冰能力的微溝槽結構與其製造方法。

### 【先前技術】

【0002】地球上有些地方在某些時刻時，其溫度可能是攝氏零下數度，因此，不免地會有結冰或結霜現象發生。結冰或結霜現象可能會對公共設施，諸如電力設施、公路與機場等造成損害，從而造成安全問題或其他重大損失。另外，針對冰箱或空調設備，結霜現象可能導致冰箱或空調設備的運轉產生問題。再者，結冰或結霜現象還會對植物與農業造成重大的影響。

【0003】為了避免結冰或結霜現象造成重大損失與安全性問題，現有技術透過各種化學方法、機械方法、電熱加溫方法或鍍膜方法來控制結冰或結霜現象。舉例來說，可以在雪地上噴灑鹽類，控制結冰現象，但鹽類可能造成環境污染；對於已經產生的冰或霜，可以機械物理性的刨除，但此作法可能會損傷結冰或結霜之裝置或物品；電熱加溫方法雖然能夠控制結冰或結霜現象，但需要額外的能量與設置電熱設備；而鍍膜方法是在物品或裝置的表面上鍍上一層疏水或超疏水材質，以達到控制結冰現象，但此作法無法控制結霜現象。

【0004】另外，現有技術中，有改變物體之表面的親疏水性質來控制冰晶成核，從而達到控制結冰位置的效果。然而，親水表面的部份導致冰與固體之間的附著強度增加，導致難以去除結冰。再者，超疏水表面在結霜後，會失去了抗冰特性。除此之外，US 2008/0317704 A1則揭露一種霜晶格排列方法，但其未揭露一種能夠同時控制結霜位置與具有良好抗冰及去冰效果的方法。

### 【發明內容】

【0005】本發明實施例提供一種用以控制霜成核的微溝槽結構與其製造方法。透過所述用以控制霜成核的微溝槽結構，成霜的位置可以被控制，且透過設計微溝槽的形狀為V形，霜的晶格排列方式更可以進一步被控制。如此一來，所述用以控制霜成核的微溝槽結構具有良好的抗冰與去冰效果。

【0006】本發明實施例提供一種用以控制霜成核的微溝槽結構，其包括基板。基板具有非粗糙的表面，其中表面具有沿著第一方向延伸的一個或多個微溝槽。

【0007】較佳地，相鄰的兩微溝槽沿著第二方向上具有間隔距離，其中第二方向垂直於第一方向。

【0008】較佳地，微溝槽的寬度為7微米。

【0009】較佳地，間隔距離可以為125微米、165微米或250微米。

【0010】較佳地，基板之表面的液滴接觸角約135度至145度

【0011】較佳地，微溝槽為V形微溝槽或梯形微溝槽。

【0012】較佳地，基板的表面更鍍有疏水層。

【0013】較佳地，基板可以為矽基板，且疏水層可以為鐵氟龍層。

【0014】本發明實施例提供一種用以控制霜成核的微溝槽結構之製造方法，其步驟包括如下。提供基板，其中基板具有非粗糙的表面。於基板的表面上形成沿著第一方向延伸的一個或多個微溝槽。

【0015】較佳地，形成基板之表面上形成沿著第一方向延伸的一個或多個微溝槽的步驟包括如下。形成薄膜層於表面上與形成光阻層於薄膜層上，其中光阻層具有開口，以暴露部分的薄膜層，從而定義一個或多個微溝槽的位置。透過蝕刻製程，去除開口處暴露之薄膜層，以暴露部分的基板之表面。去除光阻層與蝕刻暴露部分的基板之表面，從而形成一個或多個微溝槽。然後，去除殘留的薄膜層。

【0016】較佳地，前述之用以控制霜成核的微溝槽結構之製造方法更包括下述步驟。於基板的表面上形成沿著第一方向延伸的一個或多個微溝槽後，接著形成疏水層以覆蓋基板的表面。

【0017】據此，相較於先前技術，本發明實施例提供的用以控制霜成核的微溝槽結構具有以下優點：

【0018】（1）可以控制成霜的位置於微溝槽內，且進一步地在微溝槽被設計為V形時，更能夠控制霜的晶格排列方式；

【0019】（2）具有良好的抗冰與去冰效果；

【0020】（3）非以化學方法、機械方法、電熱加溫方法或鍍膜方法來達到抗冰與去冰效果，故具有環保性，無須額外的能源消耗與鍍膜，且在去冰時，不會破壞到基板本身；

【0021】（4）易於整合至空調系統、冰箱、冷凍設備、飛機機翼或水冷扇等需要良好抗冰與去冰效果之裝置或物品。



**【圖式簡單說明】**

【0022】 第1A圖是本發明實施例之用以控制霜成核的微溝槽結構的立體圖。

【0023】 第1B圖是第1A圖之微溝槽結構沿著剖面線AA的剖視圖。

【0024】 第2A圖是本發明另一實施例之用以控制霜成核的微溝槽結構的立體圖。

【0025】 第2B圖是第2A圖之微溝槽結構沿著剖面線BB的剖視圖。

【0026】 第3A圖是第1A圖與第2A圖之微溝槽結構結霜的示意圖。

【0027】 第3B圖是於電子顯微鏡下之第1A圖與第2A圖之微溝槽結構結霜的示意圖。

【0028】 第4A圖是於電子顯微鏡下之各種結構之結霜情況的示意圖。

【0029】 第4B圖是於電子顯微鏡下之各種結構之抗冰效果的示意圖。

【0030】 第4C圖是於電子顯微鏡下之各種結構之去冰效果的示意圖。

【0031】 第5圖是本發明實施例之用以控制霜成核的微溝槽結構的製作方法之示意圖。

**【實施方式】**

【0032】 本發明將參閱其中顯示本發明之例示性實施例的附圖而於下文更完整地描述。熟悉此領域之技術者將理解，所描述之實施例可在未脫離本發明的精神或範疇下以各種不同方式修改。

【0033】為了清楚地描述本發明，與本描述不相關的部分係省略，且於整份說明書中相似之參考符號代表相似之元件。此外，為了說明方便，圖式中所示的個別結構構件之尺寸與厚度係為任意繪示，而本發明毋需受限於所繪示之圖式。

【0034】本發明實施例提供一種用以控制霜成核的微溝槽結構與其製造方法。透過所述用以控制霜成核的微溝槽結構，成霜的位置可以被控制於微溝槽內。如此一來，將可以使得微溝槽結構可以具有良好的抗冰與去冰效果。再者，上述微溝槽結構即使表面鍍有疏水層，成霜的位置仍可以被控制於微溝槽內。另外，在一個實施例中，當微溝槽形狀為V形時，微溝槽內的霜之晶格排列更可以有效地被控制，從而加強抗冰與去冰效果。

【0035】本發明實施例提供的微溝槽結構之製造方法簡單且易於實施，且本發明實施例的微溝槽結構易於整合至對抗冰與去冰效果有需求之裝置與物品，例如空調系統、冰箱、冷凍設備、飛機機翼或水冷扇，因此，本發明實施例之用以控制霜成核的微溝槽結構與其製造方法具有產業利用性與龐大的商業利益。

【0036】首先，請參照第1A圖與第1B圖，第1A圖是本發明實施例之用以控制霜成核的微溝槽結構的立體圖，而第1B圖是第1A圖之微溝槽結構沿著剖面線AA的剖視圖。用以控制霜成核的微溝槽結構1包括基板11。基板11具有非粗糙的表面，其中表面具有沿著第一方向延伸的一個或多個微溝槽12。前述非粗糙的表面是指平整的表面，其表面不具有多個孔洞或突起，因此，基板11可以例如是矽基板、金屬基板或塑膠基板等。

【0037】相鄰的兩微溝槽12沿著第二方向上具有間隔距離D，其中第二方向垂直於第一方向。於此實施例中，基板11的表面可以視為一個XY平面，而第一方向與第二方向可以分別是Y軸方向與X軸方向。微溝槽12的形狀於此實施例中雖然是梯形微溝槽，但其形狀非用以限制本發明。微溝槽12的寬度為梯形的上底，例如，較佳地為7微米。間隔距離D可以是125微米、165微米或250微米，較佳地為250微米，且本發明不以此為限制。

【0038】另外，雖然第1A圖與第1B圖未繪示，但基板11的表面更鍍有疏水層，例如鐵氟龍層。然而，本發明不以基板11的表面是否鍍有疏水層為限制。當鍍上疏水層時，若基板11之表面的微溝槽11有水滴，則其液滴接觸角大約為135至145度之間，例如140度。前述液滴接觸角的定義與現有技術之液滴接觸角的定義相同，係指水滴與表面的切線角。

【0039】接著，請參照第2A圖與第2B圖，第2A圖是本發明另一實施例之用以控制霜成核的微溝槽結構的立體圖，且第2B圖是第2A圖之微溝槽結構沿著剖面線BB的剖視圖。用以控制霜成核的微溝槽結構2包括基板11。基板21具有非粗糙的表面，其中表面具有沿著第一方向延伸的一個或多個微溝槽22。相較於第1A圖與第1B圖之實施例，此實施例之微溝槽22的形狀為V形，且微溝槽22的寬度為V形開口之兩頂點的距離。當鍍上疏水層時，若基板21之表面的微溝槽21有水滴，則其液滴接觸角大約為135至145度之間，例如140或142度。

【0040】請接著參照第3A圖，第3A圖是第1A圖與第2A圖之微溝槽結構結霜的示意圖。霜3的結晶如同第3A圖左邊所示，其可以定義出幾個軸向，垂直於六角形晶面的第一軸向C\_AX與由六角形晶面之六個角往外的第二軸向A\_AX。第1A圖的微溝槽結構1之微溝槽12為梯形，成霜3的位置雖然被限制在微溝槽12中，但霜3的晶格排列方式係為散亂的，第一軸向C\_AX非指向同一方向。第2A圖的微溝槽結構2之微溝槽22為V形，成霜3的位置被限制在微溝槽22中，且霜3

的晶格排列方式係整齊的，第一軸向C\_AX大致上指向同一方向，故微溝槽結構2的抗冰與去冰效果會比微溝槽結構1抗冰與去冰效果更好。

【0041】 接著，請參照第3B圖，第3B圖是於電子顯微鏡下之第1A圖與第2A圖之微溝槽結構結霜的示意圖。當空氣中的溫度急速下降時，水蒸氣會直接結成霜。第3B圖左邊是霜3優先形成於第1A圖的微溝槽結構1之微溝槽12的情況，而第3B圖右邊是霜3優先形成於第2A圖的微溝槽結構2之微溝槽22的情況。由此可以知悉，霜3於微溝槽22的晶格排列方式係整齊劃一的，亦即將微溝槽22設計為V形，將可以使得霜3的晶格排列方式被控制。

【0042】 接著，請參照第4A圖，第4A圖是於電子顯微鏡下之各種結構之結霜情況的示意圖。於第4A圖中，A~F列分別表示光滑矽基板、矽奈米線陣列基板、第一實例之微溝槽結構、第二實例之微溝槽結構、第三實例之微溝槽結構與第四實例之微溝槽結構的結霜情況，其中每一列最下面的白色矩形是比例尺，其長度代表20微米的長度。

【0043】 光滑矽基板的表面不具有任何微溝槽、凹陷或突起等；矽奈米線陣列基板的表面上有陣列排列的多個孔洞；第一實例之微溝槽結構的間隔距離為125微米且微溝槽為梯形；以及第二實例之微溝槽結構、第三實例之微溝槽結構與第四實例之微溝槽結構的微溝槽皆為V形，且其間隔距離分別為125微米、165微米與250微米。

【0044】 光滑矽基板、矽奈米線陣列基板、第一實例之微溝槽結構、第二實例之微溝槽結構、第三實例之微溝槽結構與第四實例之微溝槽結構的表面鍍有疏水層，且其液滴接觸角分別為100度、150度、140度、140度、142度與142度。

【0045】 於第4A圖中，以每步0.1托（torr）之步進慢慢增加環境掃描式電子顯微鏡之壓力從0.6托至約1.2與2.1托之間（所對應之過飽和度（supersaturation）

為1.1至1.76)。原則上，由於固體表面的成核能障是隨機分布的，故霜在一普通表面上的成核位置也應為隨機的。霜的成核速率( $J$ )是與成核能障( $\Delta G$ )呈指數反比。由於光滑矽基板的表面及矽奈米線陣列基板的表面其粗糙度的隨機性，故霜之胚胎在這兩種表面呈隨機分佈。相比於光滑矽基板的表面，在矽奈米線陣列基板的表面上之大量孔洞可大幅增加呈核密度(參考第4A圖的B列)。另一方面，在微溝槽結構的表面之微溝槽可局部降低成核自由能障，而使霜成核在微溝槽處(第4A圖的C列至F列)。另外，如第4A圖的C列至F列所示，成核密度可藉由改變微溝槽的數目而調整。

【0046】如前所述，於第4A圖的A列與B列中，霜隨機地成核在光滑矽基板的表面及矽奈米線陣列基板的表面上，且分別在8秒與5秒左右，光滑矽基板的表面及矽奈米線陣列基板的表面便佈滿了霜。於第4A圖的C列至F列中，霜則被控制成核在微溝槽處，且分別在9秒、9秒、9秒與8秒左右，其僅有微溝槽佈滿了霜，其基板的表面仍未佈滿了霜。由第4A圖的C列至F列可以知悉，第四實例之微溝槽結構抵抗結霜的能力較好。簡單地說，V形溝槽與較大的間隔距離之設計可以使微溝槽結構具有較佳的抵抗結霜能力。

【0047】接著，請參照第4B圖，第4B圖是於電子顯微鏡下之各種結構之抗冰效果的示意圖。於第4B圖中，A~F列分別表示光滑矽基板、矽奈米線陣列基板、第一實例之微溝槽結構、第二實例之微溝槽結構、第三實例之微溝槽結構與第四實例之微溝槽結構的結冰情況，其中每一列最下面的白色矩形是比例尺，其長度代表20微米的長度。

【0048】於溫度非急速下降，而使得水滴逐漸結冰時，光滑矽基板、矽奈米線陣列基板、第一實例之微溝槽結構、第二實例之微溝槽結構、第三實例之微溝槽結構與第四實例之微溝槽結構的抗冰效果如第4B圖所示，其表面分別在20秒、2秒、20秒、20秒、40秒與60秒才佈滿了冰。由第4B圖的C列至F列可以知

悉，第四實例之微溝槽結構的抗冰效果較好。簡單地說，V形溝槽與較大的間隔距離之設計可以使微溝槽結構具有較佳的抗冰效果。

【0049】 接著，請參照第4C圖，第4C圖是於電子顯微鏡下之各種結構之去冰效果的示意圖。於第4C圖中，A~F列分別表示光滑矽基板、矽奈米線陣列基板、第一實例之微溝槽結構、第二實例之微溝槽結構、第三實例之微溝槽結構與第四實例之微溝槽結構的融冰情況，其中每一列最下面的白色矩形是比例尺，其長度代表20微米的長度。

【0050】 於溫度非急速上升，而使得表面的冰逐漸融化時，光滑矽基板、矽奈米線陣列基板、第一實例之微溝槽結構、第二實例之微溝槽結構、第三實例之微溝槽結構與第四實例之微溝槽結構的去冰效果如第4CB圖所示，其表面的冰分別在120秒、104秒、100秒、100秒、100秒與100秒才完全融化。另外，由第4C圖的C列至F列可以知悉，第四實例之微溝槽結構的去冰效果較好。簡單地說，V形溝槽與較大的間隔距離之設計可以使微溝槽結構具有較佳的去冰效果。

【0051】 接著，請參照第5圖，第5圖是本發明實施例之用以控制霜成核的微溝槽結構的製作方法之示意圖。首先，在步驟S51中，提供基板51，形成薄膜層52於基板51的表面上，以及形成光阻層53於薄膜層52上，其中基板51之表面為非粗糙的表面，光阻層53具有開口，以暴露部分的薄膜層52，從而定義微溝槽54'的位置。基板51可以是矽基板，且薄膜層52可以是氮化矽層。於步驟S51中，接著透過蝕刻製程，去除開口處暴露之薄膜層52，以暴露部分的基板51之表面。

【0052】 然後，在步驟S52中，去除光阻層53與蝕刻暴露於開口54處部分的基板51之表面，從而形成微溝槽54'。然後，在步驟S53中，基板51'上仍有殘留的薄膜層52'，故需要去除殘留的薄膜層52'。最後，在步驟S54中，在基板51'的表面上形成疏水層55，例如鐵氟龍層。

【0053】 綜合以上所述，本發明實施例提供的用以控制霜成核的微溝槽結構可以控制成霜的位置於微溝槽內，且進一步地在微溝槽被設計為V形時，更能夠控制霜的晶格排列方式，從而具有良好的抗冰與去冰效果。另外，前述微溝槽結構非以化學方法、機械方法、電熱加溫方法或鍍膜方法來達到抗冰與去冰效果，故具有環保性，無須額外的能源消耗與鍍膜，且在去冰時，不會破壞到基板本身。除此之外，前述微溝槽結構易於整合至空調系統、冰箱、冷凍設備、飛機機翼或水冷扇等需要良好抗冰與去冰效果之裝置或物品。

【0054】 雖然本揭露配合現行考量可實用的例示性實施例而描述，應瞭解的是，本揭露不限於所揭露之實施例，相反的，其旨在涵蓋包含於附加的申請專利範圍之精神與範圍內之各種修改以及等效配置。

#### 【符號說明】

【0055】 1、2：微溝槽結構

11、21、51、51'：基板

12、22、54'：微溝槽

3：霜

52、52'：薄膜層

53：光阻層

55：疏水層

AA、BB：剖面線

A\_AX：第二軸向

C\_AX：第一軸向

D：間隔距離

S51~S54：步驟

【生物材料寄存】

【0056】 無



【序列表】

無

## 【發明申請專利範圍】

- 【第1項】一種以微溝槽結構來控制霜成核的位置之用途，其中係於一基板非粗糙的一表面上，沿著一第一方向延伸設置一個或多個微溝槽。
- 【第2項】如申請專利範圍第1項所述之以微溝槽結構來控制霜成核的位置之用途，其中相鄰的該等微溝槽沿著一第二方向上具有一間隔距離，其中該第二方向垂直於該第一方向。
- 【第3項】如申請專利範圍第1項所述之以微溝槽結構來控制霜成核的位置之用途，其中該微溝槽為一V形微溝槽或一梯形微溝槽。
- 【第4項】如申請專利範圍第1項所述之以微溝槽結構來控制霜成核的位置之用途，其中該表面更鍍有一疏水層。
- 【第5項】如申請專利範圍第2項所述之以微溝槽結構來控制霜成核的位置之用途，其中該間隔距離為125微米、165微米或250微米。
- 【第6項】如申請專利範圍第1項所述之以微溝槽結構來控制霜成核的位置之用途，其中該微溝槽的一寬度為7微米。
- 【第7項】如申請專利範圍第4項所述之以微溝槽結構來控制霜成核的位置之用途，其中該基板為一矽基板，且該疏水層為一鐵氟龍層。
- 【第8項】如申請專利範圍第1項所述之以微溝槽結構來控制霜成核的位置之用途，其中該表面的一液滴接觸角約135度至145度。
- 【第9項】一種以微溝槽結構來控制霜成核的位置之用途之方法，包括：  
提供一基板，其中該基板具有非粗糙的一表面；以及

於該表面上形成一個或多個微溝槽，以使成霜於該微溝槽或該等微溝槽內。

**【第10項】** 如申請專利範圍第9項所述之以微溝槽結構來控制霜成核的位置之用途之方法，其中於該表面上形成沿著該第一方向延伸的該微溝槽或該等微溝槽的步驟包括：

形成一薄膜層於該表面上與形成一光阻層於該薄膜層上，其中該光阻層具有一開口，以暴露部分的該薄膜層，從而定義該微溝槽或該等微溝槽的位置；

透過一蝕刻製程，去除該開口處暴露之該薄膜層，以暴露部分的該基板之該表面；

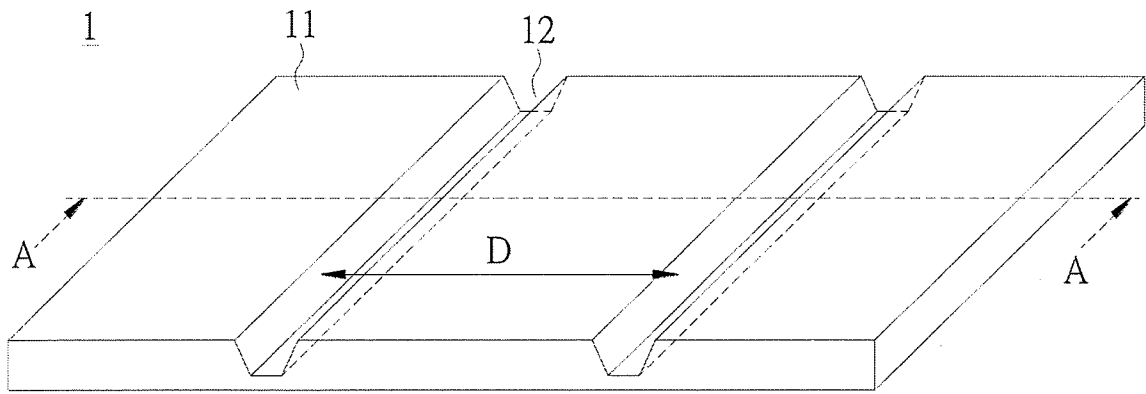
去除該光阻層與蝕刻暴露部分的該基板之該表面，從而形成該微溝槽或該等微溝槽；以及

去除殘留的該薄膜層。

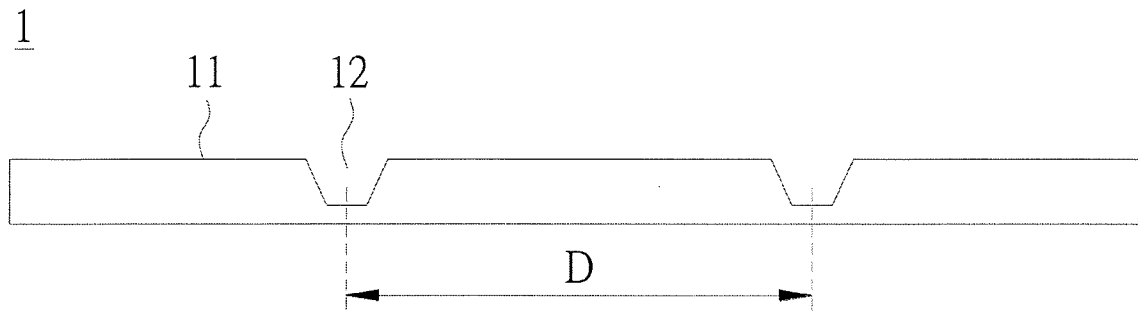
**【第11項】** 如申請專利範圍第9項所述之以微溝槽結構來控制霜成核的位置之用途之方法，更包括：

於該表面上形成沿著該第一方向延伸的該微溝槽或該等微溝槽後，形成一疏水層覆蓋以該表面。

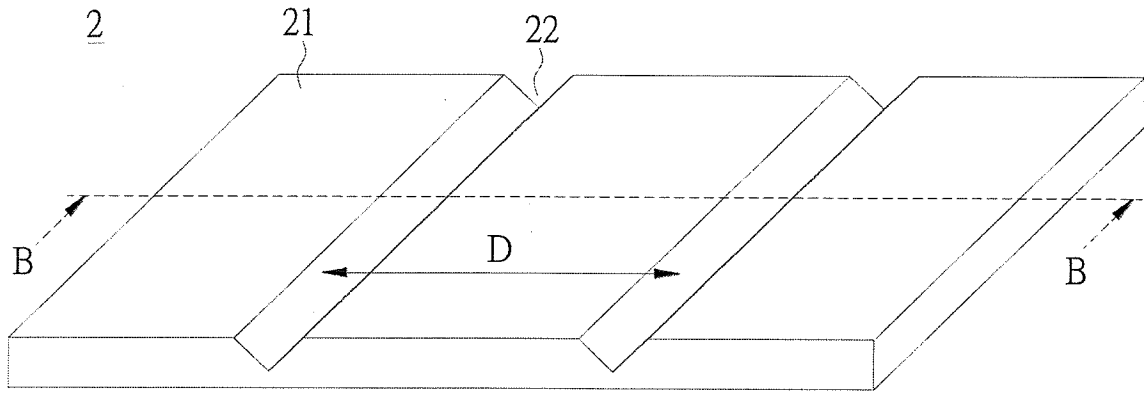
【發明圖式】



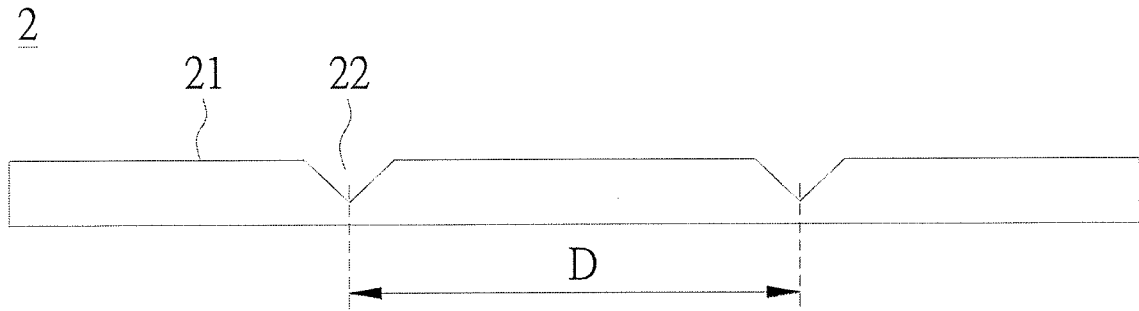
第 1A 圖



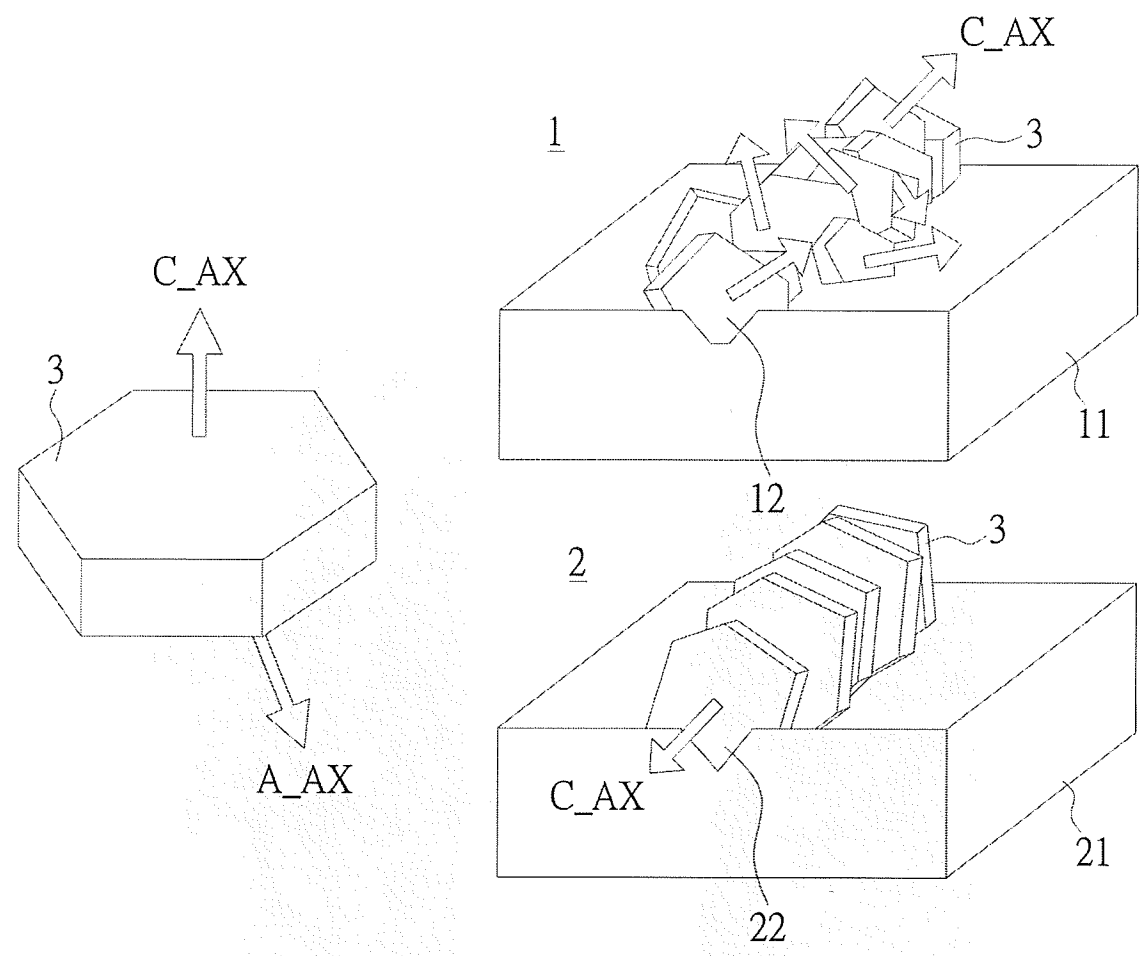
第 1B 圖



第 2A 圖

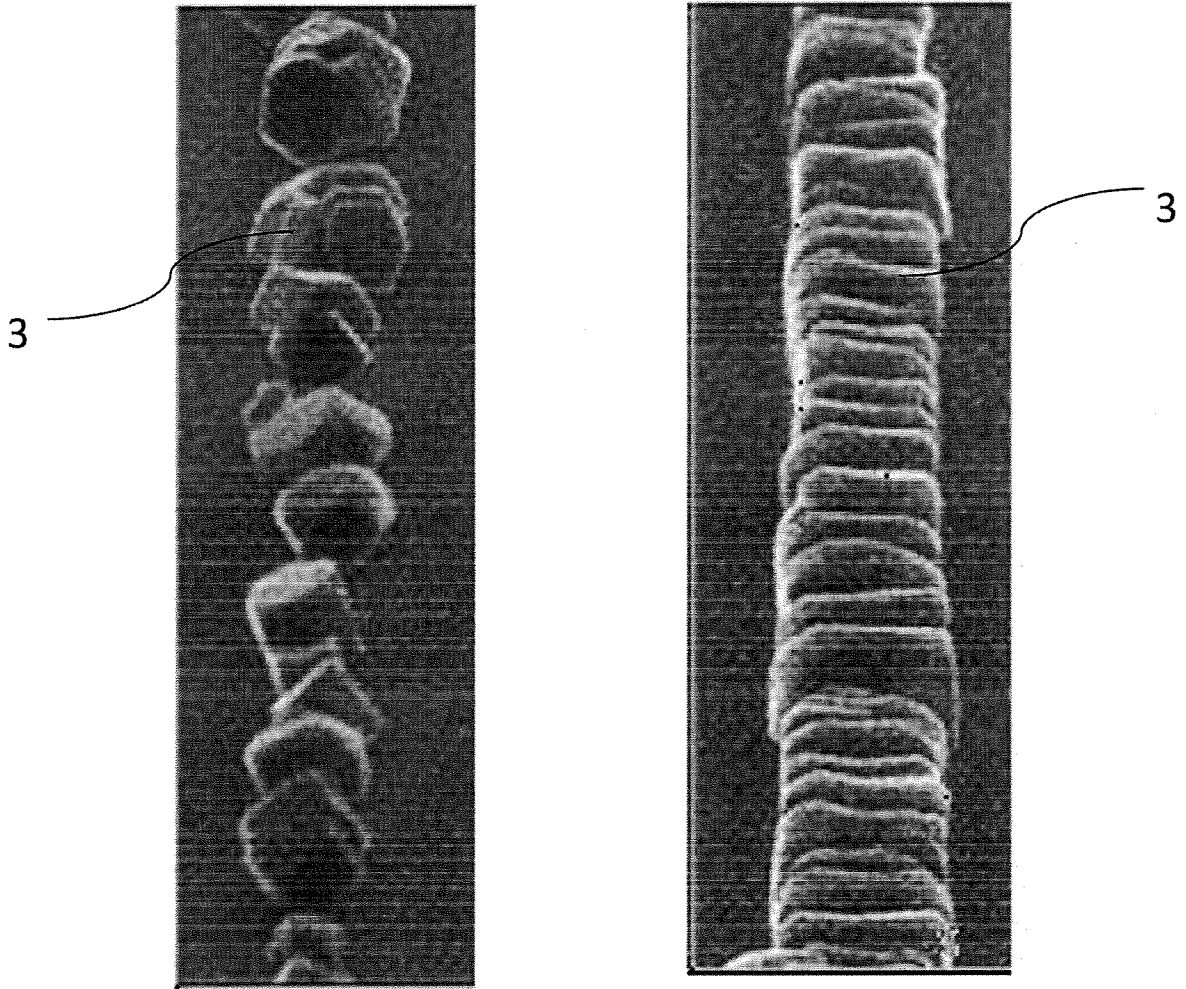


第 2B 圖

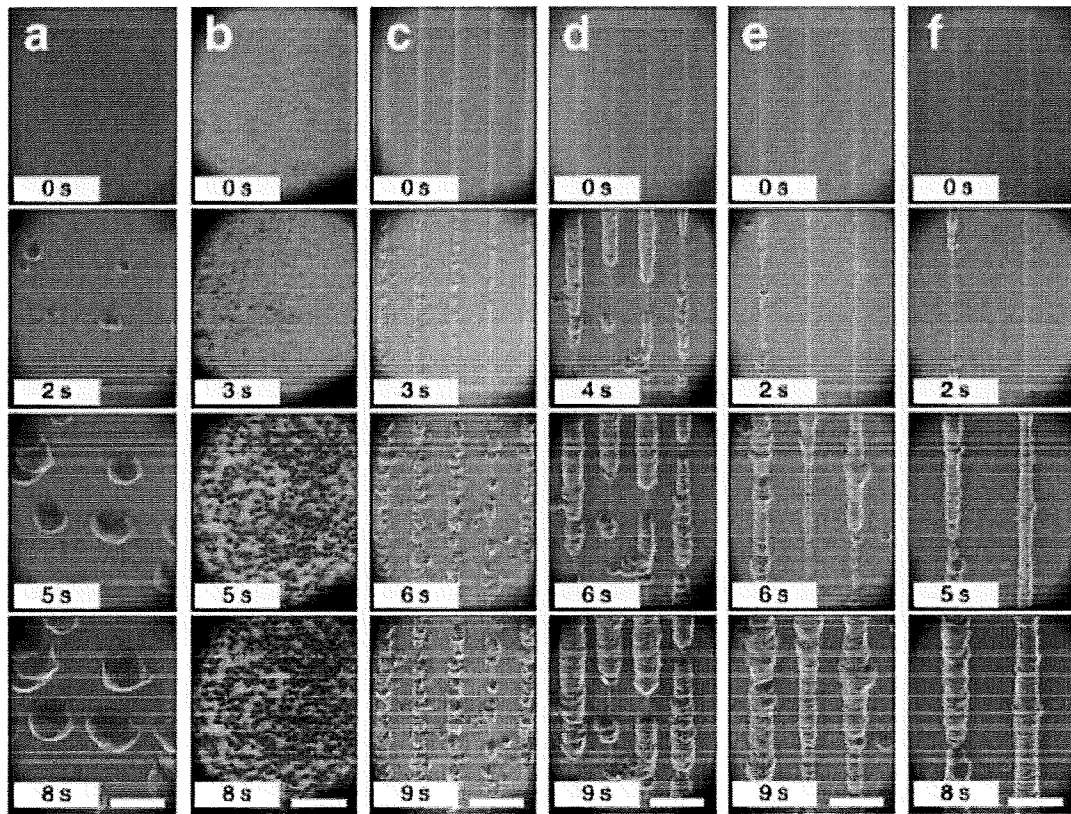


第3A圖

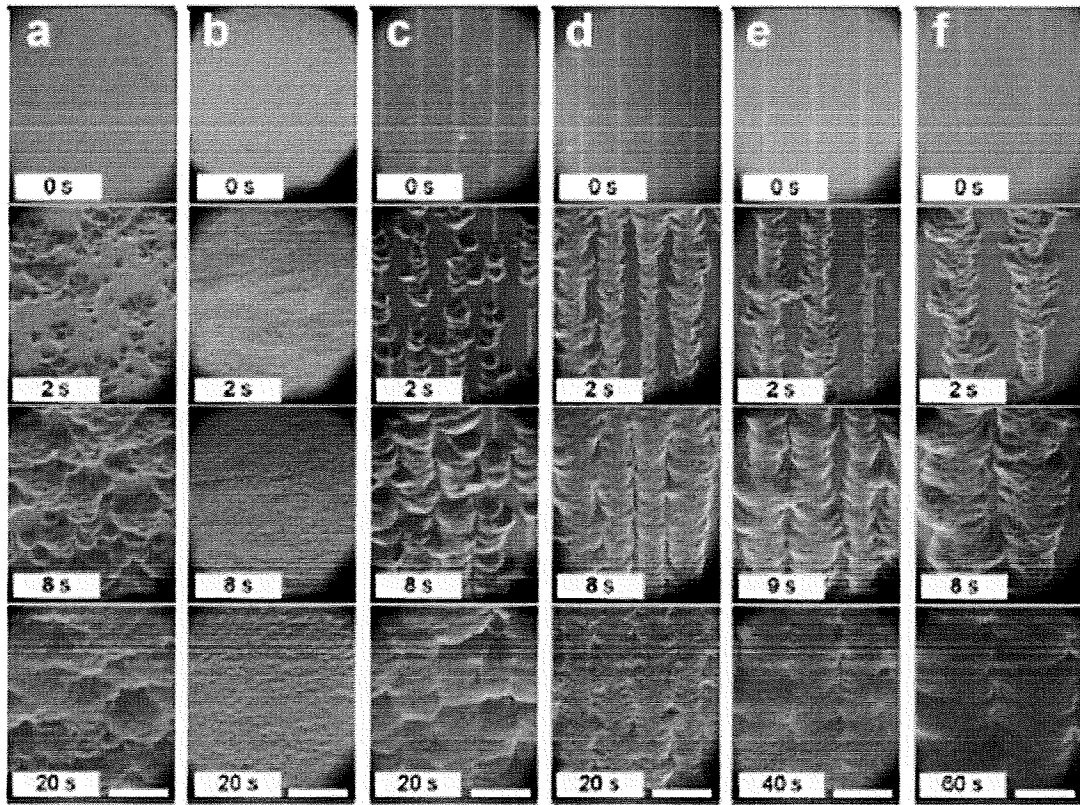




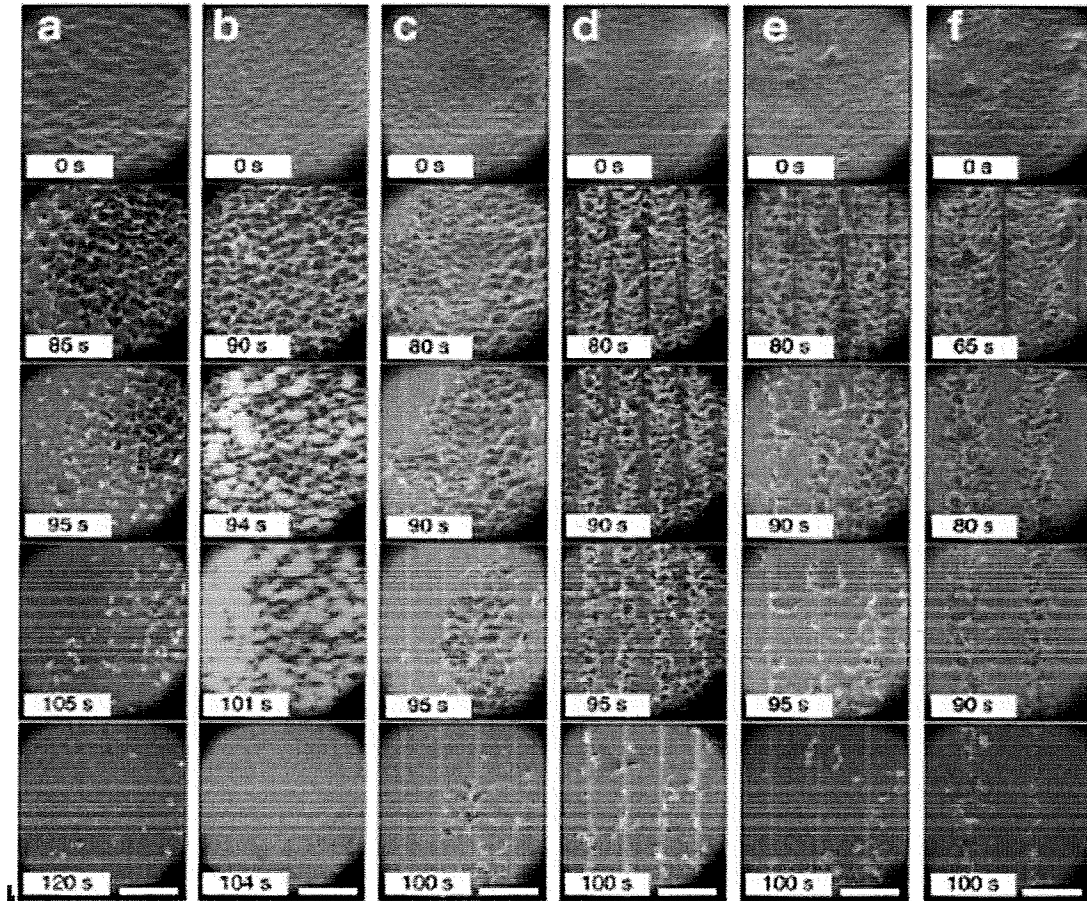
第 3B 圖



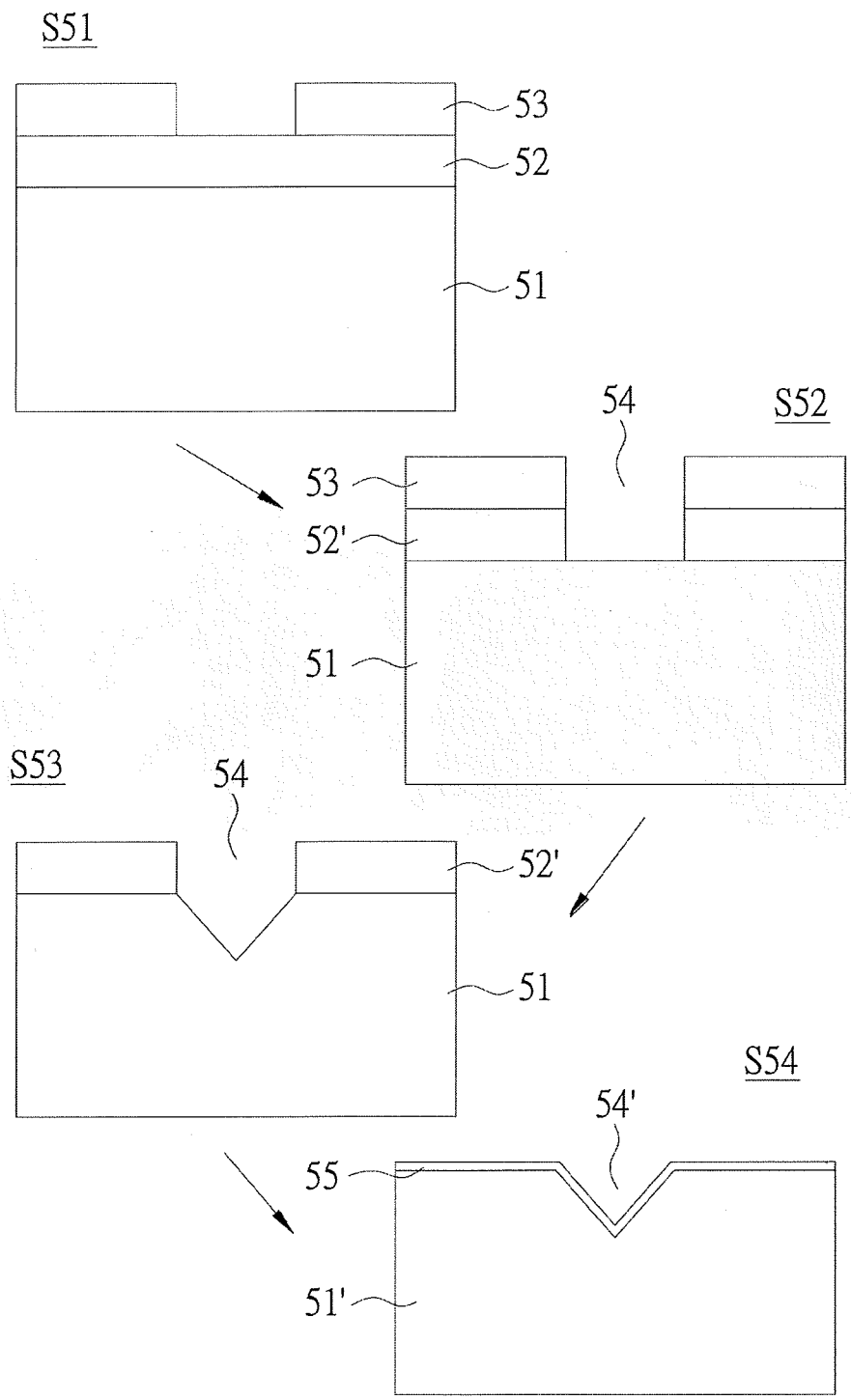
第4A圖



第4B圖



第4C圖



第 5 圖