

103年2月7日	修正 補充
----------	----------

## 發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：97114554

※申請日期：97.4.21

※IPC 分類：H01L 31/18, 31/042,  
31/042 (2006.01)

### 一、發明名稱：(中文/英文)

具有抗反射表面的太陽電池的製造方法/Solar battery with an anti-reflect surface and the manufacturing method thereof

### 二、申請人：(共1人)

姓名或名稱：(中文/英文)

國立臺灣師範大學/National Taiwan Normal University

代表人：(中文/英文) 張國恩 /Kuo-en Chang

住居所或營業所地址：(中文/英文)

106 台北市和平東路一段 162 號/No.162, HePing East Road, Section 1, Taipei, Taiwan  
(106)

國 籍：(中文/英文) 中華民國/Taiwan, R.O.C.

### 三、發明人：(共6人)

發明人(1)

姓 名：(中文/英文)楊啟榮/Chii-Rong Yang

國 籍：(中文/英文)中華民國/R.O.C.

發明人(2)

姓 名：(中文/英文)張淑芳/Shu-Fang Chang

國 籍：(中文/英文)中華民國/R.O.C.

發明人(3)

姓 名：(中文/英文)黃茂榕/Mao-Jung Huang

國 籍：(中文/英文)中華民國/R.O.C.

發明人(4)

姓名：(中文/英文)李幸憲/Hsing-Shian Lee

國籍：(中文/英文)中華民國/R.O.C.

發明人(5)

姓名：(中文/英文)邱源成/Yuang-Cherng Chiou

國籍：(中文/英文)中華民國/R.O.C.

發明人(6)

姓名：(中文/英文)李榮宗/Rong-Tsong Lee

國籍：(中文/英文)中華民國/R.O.C.

#### 四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項  第一款或  第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家(地區)申請專利：

【格式請依：受理國家(地區)、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

### 五、中文發明摘要：

一種具有抗反射表面的太陽電池的製造方法，包括下列步驟：(1)提供一矽基板，該矽基板具有正面與背面；(2)形成一第一氮化矽層於該正面上；(3)鋪設奈米球於該氮化矽層上，以奈米球為第一蝕刻遮罩；(4)以反應式離子蝕刻技術蝕刻該氮化矽層，形成蝕刻窗於該氮化矽層上；(5)移除該奈米球；(6)蝕刻該矽基板用以形成深凹型結構；以及(7)在該矽基板的該正面形成一正面電極，而在該背面形成一背面電極。

### 六、英文發明摘要：

A manufacturing method of solar battery with an anti-reflect is provided. The manufacturing method includes the following steps. Step one is providing a silicon substrate with a front surface and a back surface. Step two is forming a SiN layer on the front surface. Step three is distributing nano-balls on the SiN layer as an etching mask. Step four is etching the SiN layer by the RIE process. Step five is removing the nano-balls. Step six is etching the silicon substrate to form a deep-concave structure. And step seven is forming a front electrode on the front surface and a back electrode on the back surface.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 2。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1：矽基板

10：深凹形結構

2：第一氮化矽層

20：蝕刻窗

3：奈米球

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

## 九、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係與太陽電池製作有關，尤指具有抗反射表面的太陽電池。

### 【先前技術】

太陽能電池製作技術現在已大致完備，而為了追求更高的光電轉換效率，其中一種方法就是盡量避免光線被反射，而使表面粗糙化即為避免光線反射的其中一種方式，因此就發展出了將太陽電池的表面予以粗化的製造方法，以及具有粗糙表面的太陽電池。

這種傳統、典型的太陽電池的製造大致上就是在矽基板上進行粗糙化的製程，之後便是形成N型矽層，接著再上一層抗反射膜，然後再以如印刷的方式定義電極，如此太陽電池即告完成。然而，目前的在太陽電池表面(通常就是在矽基板上)所進行的粗糙化，即使是以濕式蝕刻的方式所製造者，其所達到的抗反射的效果有限，原因在於粗糙的程度不足，致使仍有大部分的光線被反射而離開太陽電池，因而造成浪費。

這個技術已行之有年，但是對於這個技術中關於抗反射的關鍵技術，即在矽基板表面作粗製化的動作，並無根本性的改革，也就是說習用技術的粗製化動作並不能達到高深寬比的需求，而也唯有高深寬比的表面才能夠使太陽電池具有較佳的抗反射性能。此外，太陽電池在使用時會因為陽光的照射而使本身的溫度上升，導致輸出電壓與最大輸出功率的下降，而習用的太陽電池

卻未考慮散熱問題。因此唯有在製作太陽能電池技術上作到重大的革新，才能在大幅提昇光電轉換的效率。

因此，在現行的太陽電池技術領域中，迫切的需要一種可以解決表面粗糙程度不足、以及因散熱不良而導致的功率下降等問題的技術。

### 【發明內容】

有鑑於以傳統的太陽電池的製作方法對於抗反射效能的提昇極為有限，本發明在矽基表面上作高深寬比的結構，透過高深寬比的結構來達到抗反射的效果並進而提昇光電轉換的效率。

為了達到上述之目的，本發明提供一種具有抗反射表面的太陽電池的製造方法，包括下列步驟：(1)提供一矽基板，該矽基板具有正面與背面；(2)形成一第一氮化矽層於該正面上；(3)鋪設奈米球於該氮化矽層上，以奈米球為第一蝕刻遮罩；(4)以反應式離子蝕刻技術蝕刻該氮化矽層，形成蝕刻窗於該氮化矽層上；(5)移除該奈米球；(6)蝕刻該矽基板用以形成深凹型結構；以及(7)在該矽基板的該正面形成一正面電極，而在該背面形成一背面電極。

如上所述的方法，其中步驟(2)的該氮化矽層是以射頻濺鍍的方式製造。

如上所述的方法，其中步驟(1)更包含一步驟(1-1)：在該矽基板的正面摻雜五價元素做氮離子擴散。

如上所述的方法，其中步驟(5)更包括步驟(5-1)：於該矽基板的背面形成一導電層。

如上所述的方法，其中步驟(5-1)的該導電層係用來作為光輔助電化學蝕刻產生電場之用。

如上所述的方法，其中步驟(6)更包含一步驟(6-1)：於該矽基板上形成一第二氮化矽層，並於該第二氮化矽層形成裸露處使該矽基板露出於該第二氮化矽外。

如上所述的方法，其中在步驟(7)之前更包括一步驟：在該矽基板背面形成一矽薄膜。

如上所述的方法，其中步驟(7)所述的正面電極，是設於該裸露處而與該矽基板電連接。

如上所述的方法，其中步驟(6)更包含下列步驟：(6-1')：於該矽基板上形成一重摻雜矽薄膜；以及(6-2')：於該重摻雜矽薄膜上形成一第二氮化矽層，並於該重摻雜矽薄膜與該第二氮化矽層上形成裸露處使該矽基板露出於該重摻雜矽薄膜與該第二氮化矽外。

如上所述的方法，其中步驟(7)所述的正面電極，是位於該裸露處因而穿過該重摻雜矽薄膜與該第二氮化矽層而與該矽基板電連接。

如上所述的方法，其中步驟(6)是以光輔助電化學蝕刻的方式，蝕刻該矽基板。

如上所述的方法，其中在步驟(6)之前，更包含一步驟：在該矽基板上預蝕出凹坑。

如上所述的方法，其中該凹坑係以非等向性濕式蝕刻來製造。

為了達到上述之目的，本發明又提供一種具有抗反射表面的太陽電池的製造方法，包括下列步驟：(1)提供一矽基板，該矽基板具有正面與背面；(2)鋪設奈米球於該正面上，並以該奈米球為

蝕刻遮罩；(4)蝕刻該矽基板用以形成深凹型結構；(5)移除該奈米球；以及(6)在該矽基板的該正面形成一正面電極，而在該背面形成一背面電極。

如前所述的方法，其中步驟(4)是以高密度電漿反應式離子蝕刻(ICP-RIE)技術蝕刻該矽基板。

如前所述的方法，其中步驟(6)更包含下列步驟：(6-a)於該矽基板上形成一第二氮化矽層；(6-b)於該第二氮化矽層形成裸露處使該矽基板露出於該第二氮化矽外；(6-c)於該矽基板的正面形成該正面電極，其中該正面電極通過該裸露處而與該矽基板電連接；(6-d)於該矽基板的背面形成一矽薄膜；以及(6-e)在該矽薄膜下形成該背面電極。

如前所述的方法，其中該矽基板為N型矽，則該矽薄膜則為重摻雜的P型矽。

如前所述的方法，其中該矽基板為P型矽，則該矽薄膜則為重摻雜的N型矽。

如申請專利範圍第1項所述的方法，其中步驟(6)更包含下列步驟：(6-a')：於該矽基板上形成一重摻雜矽薄膜；(6-b')：於該重摻雜矽薄膜上形成一第二氮化矽層，並於該重摻雜矽薄膜與該第二氮化矽層上形成裸露處使該矽基板曝露於該重摻雜矽薄膜與該第二氮化矽外；(6-c')於該矽基板的正面形成該正面電極，其中該正面電極通過該裸露處而與該矽基板電連接；以及(6-d')於該矽基板的背面形成該背面電極。

如前所述的方法，其中該矽基板為N型矽，則該重摻雜矽薄膜則為P型矽。

如前所述的方法，其中該矽基板為P型矽，則該重摻雜矽薄膜則為N型矽。



**【實施方式】**

請參見圖 1 至 4，為本發明製造方法中，以氮化矽作為製造深凹型結構之蝕刻遮罩(蝕刻窗)的步驟示意圖。首先，請參閱圖 1，其中揭示在一矽基板 1 上形成第一氮化矽層 2。一般而言會自物理氣相沉積(PVD)或化學氣相沉積(CVD)中選擇一種作為第一氮化矽層 2 的形成方式。在第一氮化矽層 2 形成之後，便是將奈米球 3 設置於第一氮化矽層 2 上，至於設置的方法則以旋轉塗佈或是浸泡，使奈米球 3 附著於第一氮化矽層 2 上。由於是要以第一氮化矽層 2 作為蝕刻矽基板 1 的遮罩，故第一氮化矽層 2 本身也需要被定義出哪個部分要鏤空、哪個部分要保留，因此，奈米球 3 就是作為決定第一氮化矽層 2 成為某一種遮罩型態的另一個遮罩，可以說是一個預備遮罩，這裡則稱作第一遮罩。由於是以呈球狀的奈米球 3 作為遮罩，可見球與球之間的空隙即是可以被穿透的部分而成為了所謂的蝕刻窗，因此，為了避免不規則的蝕刻圖樣、即空隙有大有小，或是有空隙的上方被其他的球擋住，因此奈米球 3 的最佳排列是單層最密排列使球與球之間留下近似正三角形的空隙，以利蝕刻物穿過空隙抵達第一氮化矽層 2。

請參見圖 2，其中揭示了奈米球 3 間的空隙圖案已轉到第一氮化矽層 2 上，並在第一氮化矽層 2 上形成了蝕刻窗 20，至此便可將奈米球 3 去除。

請參見圖 3，其中揭示了在已去除奈米球 3 之後，在矽基板 1 的背面形成一導電層 4，此導

電層 4 是作為一背表面電場，係用於光輔助電化學蝕刻產生電場。又，此導電層 4 通常透過、網印、蒸鍍、濺鍍等方式，將金、銅、鉑等金屬形成在矽基板 1 的背面。

請參見圖 4，其中揭示了以光輔助電化學蝕刻的方式，在矽基板 1 上蝕刻出深凹型結構 10、也就是深凹孔狀、深凹槽狀的結構。一般而言，此深凹型結構 10 是具有高深寬比的，也就是說深度要比寬度多很多，通常，為了達到有效的抗反射的效果，其寬度要小於入射光的波長，而深度要大於入射光的波長。至此，一太陽電池的抗反射結構的部分大致上已經完成。

請參見圖 5 至 6，為本發明製造方法中，直接以奈米球作為製造深凹型結構之蝕刻遮罩(蝕刻窗)的步驟示意圖。請先參閱圖 5，其中揭示了在矽基板 1 上設置有奈米球 3，且一如之前所述，通常是利用旋轉塗佈或是浸泡，使奈米球 3 附著於矽基板 1 上。而奈米球 3 較佳的排列方式是讓奈米球 3 以單層最密堆積的方式排列在矽基板 1 上。

請參閱圖 6，在奈米球 3 堆積完成後，便以奈米球 3 為蝕刻遮罩，透過乾式蝕刻的方式，蝕刻矽基板 1，其中，在各種的乾式蝕刻方法中，通常以高密度電漿反應式離子蝕刻(ICP-RIE)技術來蝕刻矽基板 1。此外，以上所述的奈米球 3 得以聚苯乙烯為材質。

圖 7，為本發明減薄矽基板的示意圖，其中若以圖 1 至圖 4 的實施例而言，首先要去除第一氮化矽層 2 以及背表面的導電層 4，之後才再對

矽基板 1 背面全體進行蝕刻，以求減薄矽基板 1 的厚度。若以圖 5 至圖 6 的實施例而言，則是在移除奈米球 3 之後就可以對矽基板 1 背面全體進行蝕刻。至於圖 7 中用以減薄矽基板 1 的蝕刻液，則可以選用 KOH 或是 TMAH；又，或是利用高密度電漿反應式離子蝕刻 (ICP-RIE) 技術來減薄矽基板 1。

圖 8 至圖 10，為本發明太陽電池的矽材料形成方式與上下電極配置的實施例示意圖。請先參閱圖 8，為了使抗反射的效果更好，通常在矽基板 1 的表面上會再設置一抗反射膜，在圖 8 中則是以第二氮化矽層 5 作為抗反射膜，並且再第二氮化矽層 5 上更形成一裸露處 50，使矽基板 1 可以暴露在第二氮化矽層 5 外。所述裸露處 50 是將矽基板 1 裸露出來的意思，一般上是在氮化矽層 5 上以微影蝕刻製程或是精密切割機製造出通孔、凹槽、孔穴之類的結構，使其下的材料得以裸露出來。

請接著參閱圖 9，其中揭露在矽基板 1 的背面形成了一第一矽薄膜 6，由於本發明是太陽電池，因此第一矽薄膜 6 與矽基板 1 的矽是不同型態的矽，如矽基板 1 是 P 型矽，則第一矽薄膜 6 就是 N 型矽，反之若矽基板 1 是 N 型矽，則第一矽薄膜 6 就是 P 型矽，此外，通常此第一矽薄膜 6 的材料是重摻雜的矽。在第一矽薄膜 6 成形之後，即於其上設置下電極 7a。之後請參閱圖 10，此時在矽基板 1 的正面，即氮化矽層 5 的裸露處 50 設置上電極 7b，而上電極 7b 即穿過裸露處 50 與矽基板 1 電連接。至此，一具有抗反射結構的

太陽電池即告完成。

圖 11 至圖 12，為本發明太陽電池的矽材料形成方式與上下電極配置的另一實施例示意圖。請先參閱圖 11，是在矽基板 1 的正面設置一重摻雜的第二矽薄膜 6'，其中，若矽基板 1 是 P 型矽，則第二矽薄膜 6' 就是 N 型矽，反之若矽基板 1 是 N 型矽，則第二矽薄膜 6' 就是 P 型矽，在第二矽薄膜 6' 形成之後，則再於其上形成一第三氮化矽層 5' 作為抗反射膜。為了使矽基板 1 裸露而出，在第三氮化矽層 5' 與第二矽薄膜 6' 上以黃光微影蝕刻或是晶圓精密切割機製造出裸露處 50。

請參閱圖 12，其中在第三氮化矽層 5' 的裸露處 50 上形成一上電極 7b，而上電極 7b 的材料穿過裸露處 50 抵達矽基板 1 並與矽基板 1 電連接。此外，並再矽基板 1 的背面形成一下電極 7a。至此，一具有抗反射結構的太陽電池即告完成。

此外，前述的抗反射膜亦可以多層膜的方式設置抗反射膜，通常具有兩層，一個第一層抗反射膜、一個第二層抗反射膜。其中第一層抗反射膜，其材料選自二氧化矽 ( $\text{SiO}_2$ )、類鑽碳 (DLC)、二氧化鈾 ( $\text{CeO}_2$ )、三氧化二鋁 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )、以及氮化矽 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) 中的一種；而第二層抗反射膜，其材料選自二氧化鈦 ( $\text{TiO}$ ) 及氧化鉭 ( $\text{TaO}_5$ ) 中的一種，且第二層所選的材料之折射率大於該第一層所選擇的材料。

至於上述的抗反射膜則以選自物理氣相沉積 (PVD)、化學氣相沉積 (CVD)、旋轉塗覆 (spin-on deposition)、噴射沉積 (spray deposition) 與浸鍍 (dip coating) 中的一種方法，形成於矽基板 1 (請

配合圖 8)或第二矽薄膜 6'(請配合圖 11)上。之後，更可再進行一個加熱步驟，通常比較方便的是將太陽電池送回用來形成抗反射膜的機台內。這個加熱步驟可使得位於該凸出部 12 邊緣的抗反射膜材料收縮，而相對的位於該凸出部 12 中間位置的抗反射膜材料則相對的凸起，形成有如微透鏡(micro lens)結構，而能達到聚焦的效果。

總體而言，本發明為了達到更好的抗反射效果，利用深蝕刻的方式在太陽電池的表面形成深凹形結構，使得射入的光線極不易自當中反射回大氣中，而利用的深蝕刻方式則有光輔助電化學蝕刻或是高密度電漿反應式離子蝕刻，至於蝕刻時所需要的遮罩，若以高密度的電漿反應式離子蝕刻，則本發明直接以奈米化的聚苯乙烯球，簡稱奈米球來作為遮罩，當奈米球以單層最密的型態排列於矽基板上時，奈米球之間的空隙即可作為蝕刻窗，使其下方的矽基板被蝕刻，也就是說奈米球之間的孔洞圖案被轉移到矽基板上。又，若是以光輔助電化學蝕刻，則就必須以氮化矽作為蝕刻遮罩，而此氮化矽遮罩的蝕刻窗，則不同於習用技術以微影蝕刻製造，但卻是以奈米球來製造蝕刻窗，亦即透過奈米球間的空隙作為蝕刻氮化矽的蝕刻窗，亦稱為奈米球蝕刻窗，並透過反應式離子蝕刻技術將奈米球間的孔洞圖案轉移到氮化矽層上，如此一來，氮化矽層上的蝕刻窗即是奈米球間的孔洞圖案，之後移除掉奈米球後，氮化矽層即作為使用光輔助電化學技術蝕刻矽基板時的蝕刻遮罩。此外，為了使光輔助電化學蝕刻得以順利進行，在進行之前先利用非等向性蝕刻在矽

基板上型成漸縮狀的坑，以便形成一內凹狀的尖點，而其立體結構則有如倒金字塔形。

以球狀物來作為蝕刻遮罩的好處在於當其以最密集堆積的方式排列時，各個球體會以其自身的形狀排列出最密集的狀態，因此以球狀物而言即會排列成三顆球之間有個類似正三角形但三邊往內凹的三角狀的圖案，以此作為蝕刻遮罩，就不需要如同以往的微影蝕刻技術的光罩、感光劑、顯影藥水、曝光等等的材料與製程，因此就某種程度上而言是有其方便性的。再者，由於本發明所要製造的深凹形結構本身僅僅是作為一種粗糙表面的效果，因此並不需要複雜的圖形。此外，由於本發明所使用的是奈米化的球體，除了使深凹形結構更加密集、更加微小之外，還使得真球度提高，真球度提高即代表奈米球在最密集單層排列的時候其圖案更加的整齊劃一，可以降低那些不規則的、大小不一的蝕刻窗圖案出現的頻率降低。因此，對於要在太陽電池上製造出深凹形結構用以增加表面粗糙度以達到抗反射效果之目的，以奈米球作為製造此凹形結構的蝕刻遮罩可以說是最理想、最方便、最便宜的製造方法。

本發明遭熟習技術領域之人所任為匠思之修飾，皆不脫本發明申請專利範圍之保護。

### 【圖式簡單說明】

圖 1 至 4，為本發明製造方法中，以氮化矽作為製造深凹型結構之蝕刻遮罩(蝕刻窗)的步驟示意圖；

圖 5 至 6，為本發明製造方法中，直接以奈

米球作為製造深凹型結構之蝕刻遮罩(蝕刻窗)的步驟示意圖；

圖 7，為本發明減薄矽基板的示意圖；

圖 8 至圖 10，為本發明太陽電池的矽材料形成方式與上下電極配置的實施例示意圖；以及

圖 11 至圖 12，為本發明太陽電池的矽材料形成方式與上下電極配置的另一實施例示意圖。

### 【主要元件符號說明】

1：矽基板

10：深凹形結構

2：第一氮化矽層

20：蝕刻窗

3：奈米球

4：背表面電極

5：第二氮化矽層

5'：第三氮化矽層

50：裸露處

6：蝕刻導電層

6：第一矽薄膜

6'：第二矽薄膜

7a：下電極

7b：上電極

## 十、申請專利範圍：

1. 一種具有抗反射表面的太陽電池的製造方法，包括下列步驟：

- (1)提供一矽基板，該矽基板具有正面與背面；
- (2)形成一第一氮化矽層於該正面上；
- (3)鋪設奈米球於該氮化矽層上，以奈米球為第一蝕刻遮罩；
- (4)以反應式離子蝕刻技術蝕刻該氮化矽層，形成蝕刻窗於該氮化矽層上；
- (5)移除該奈米球；
- (6)蝕刻該矽基板用以形成深凹型結構，其中步驟(6)接著更包含下列步驟：

(6-1')於該矽基板上形成一重摻雜矽薄膜；以及

(6-2')於該重摻雜矽薄膜上形成一第二氮化矽層，並於該重摻雜矽薄膜與該第二氮化矽層上形成裸露處使該矽基板露出於該重摻雜矽薄膜與該第二氮化矽外；以及

(7)在該矽基板的該正面形成一正面電極，而在該背面形成一背面電極。

2. 如申請專利範圍第1項所述的方法，其中步驟(2)的該氮化矽層是以射頻濺鍍的方式製造。

3. 如申請專利範圍第1項所述的方法，其中步驟(1)更包含一步驟(1-1)：在該矽基板的正面摻雜五價元素做氮離子擴散。

4. 如申請專利範圍第1項所述的方法，其中步驟(5)更包括步驟(5-1)：於該矽基板的背面形成一導電層。

5. 如申請專利範圍第4項所述的方法，其中步驟



(5-1)的該導電層係用來作為光輔助電化學蝕刻產生電場之用。

6. 如申請專利範圍第1項所述的方法，其中步驟(7)所述的正面電極，是位於該裸露處因而穿過該重摻雜矽薄膜與該第二氮化矽層而與該矽基板電連接。

7. 如申請專利範圍第1項所述的方法，其中步驟(6)是以光輔助電化學蝕刻的方式，蝕刻該矽基板。

8. 如申請專利範圍第7項所述的方法，其中在步驟(6)之前，更包含一步驟：在該矽基板上預蝕出凹坑。

9. 如申請專利範圍第8項所述的方法，其中該凹坑係以非等向性濕式蝕刻來製造。

10. 一種具有抗反射表面的太陽電池的製造方法，包括下列步驟：

(1)提供一矽基板，該矽基板具有正面與背面；

(2)鋪設奈米球於該正面上，並以該奈米球為蝕刻遮罩；

(3)蝕刻該矽基板用以形成深凹型結構；

(4)移除該奈米球；

(5-a')於該矽基板上形成一重摻雜矽薄膜；

(5-b')於該重摻雜矽薄膜上形成一第二氮化矽層，並於該重摻雜矽薄膜與該第二氮化矽層上形成裸露處使該矽基板曝露於該重摻雜矽薄膜與該第二氮化矽外；

(5-c')於該矽基板的正面形成一正面電極，其中該正面電極通過該裸露處而與該矽基板電連接；以及

(5-d')於該矽基板的背面形成一背面電極。

11. 如申請專利範圍第10項所述的方法，其中步驟(3)是以高密度電漿反應式離子蝕刻(ICP-RIE)技術蝕刻該矽基板。

12. 如申請專利範圍第10項所述的方法，其中該矽基板為N型矽，則該重摻雜矽薄膜則為P型矽。

13. 如申請專利範圍第10項所述的方法，其中該矽基板為P型矽，則該重摻雜矽薄膜則為N型矽。

十一、圖式：

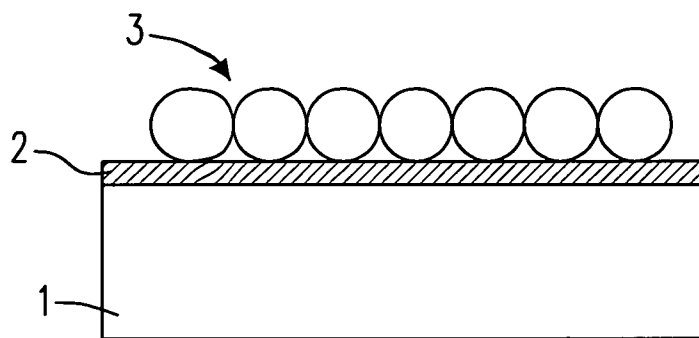


圖 1

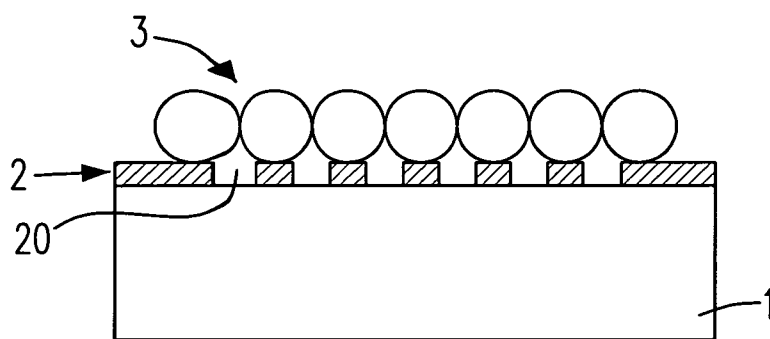


圖 2

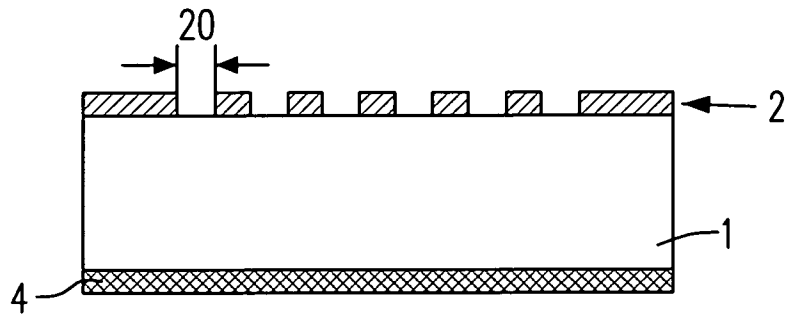


圖 3

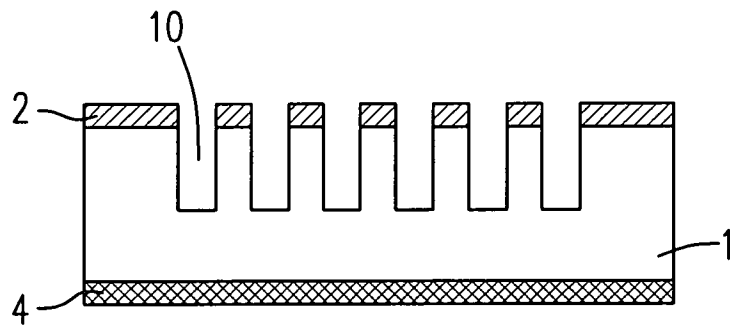


圖 4

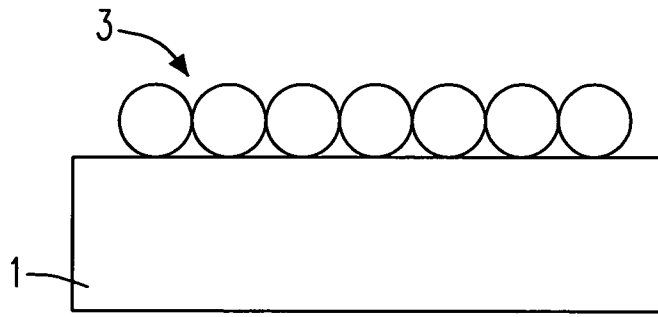


圖 5

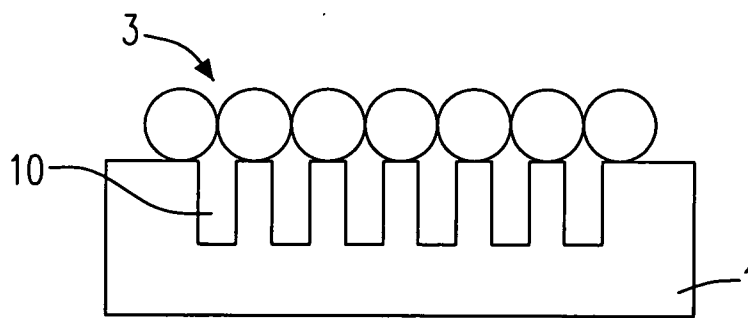


圖 6

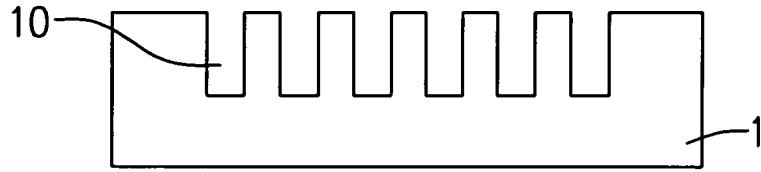


圖 7

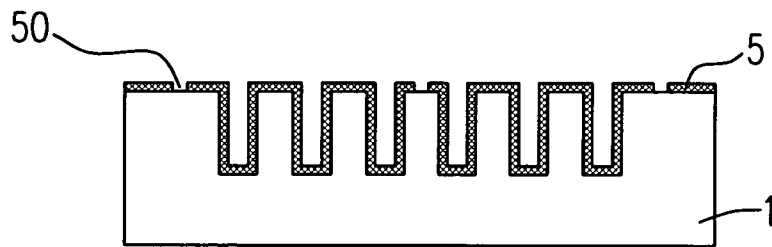


圖 8

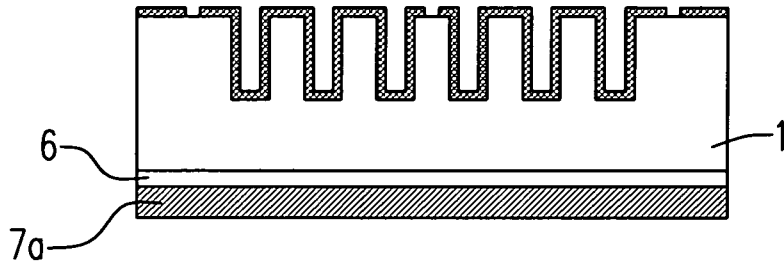


圖 9

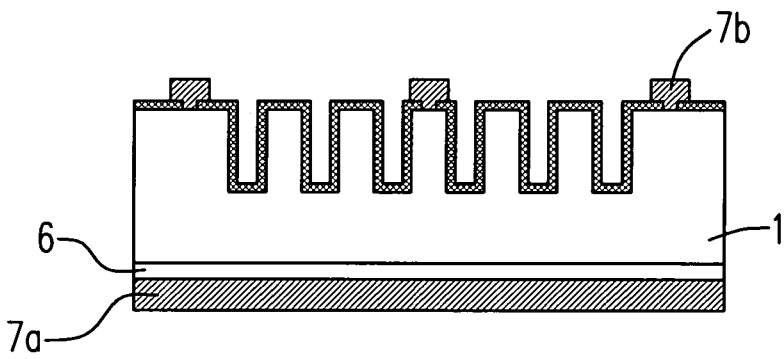


圖 10

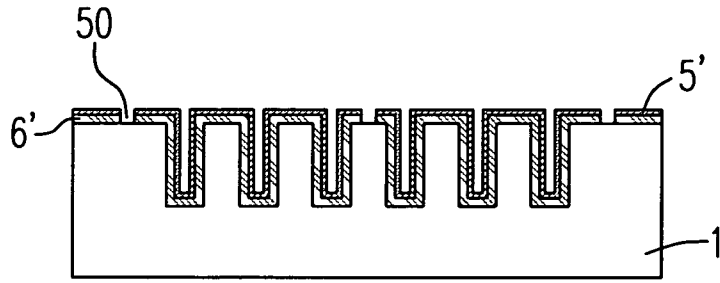


圖 11

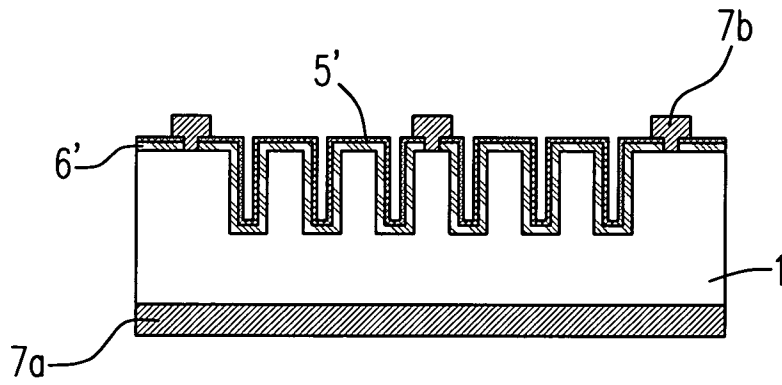


圖 12