

I287628

公告本

# 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：95131973

G01J 1/02, 1/42

※申請日期：95.8.30

※IPC 分類：

一、發明名稱：(中文/英文)

紫外-可見光偵測器

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

財團法人國家實驗研究院 / National Applied Research Laboratories

代表人：(中文/英文)

莊哲男 / Juang, Jer-nan

住居所或營業所地址：(中文/英文)

台北市 106 大安區和平東路二段 106 號 3 樓 /

3 Fl., No.106, Sec. 2, Heping E. Rd., Daan Chiu, Taipei City, Taiwan 106

國籍：(中文/英文)

中華民國 / R.O.C.

三、發明人：(共 4 人)

姓名：(中文/英文)

1. 謝嘉民 / Shieh, Jia-Min

2. 卓恩宗 / Cho, An-Thung

3. 賴一凡 / Lai, Yi-Fan

4. 戴寶通 / Dai, Bau-Tong

國籍：(中文/英文)

1-4. 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。

## 九、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於一種紫外-可見光光偵測器，尤其係有關於一種矽奈米量子點紫外-可見光光偵測器，其具有極佳的效能穩定性。

### 【先前技術】

紫外光(Ultraviolet, UV)偵測器目前已廣泛地被應用於火災監測、污染分析、天文觀測、醫療儀器，甚至於軍事用途上，而近來更是希望能利用紫外光偵測器搭配氮化銦鎵(InGaN)等發光二極體(LED)或是雷射，以形成紫外-藍光資料存取系統。然而，習知的紫外光偵測器在紫外光偵測的過程中，其對紫外線的吸收容易造成偵測器中元件的溫度上升，致使元件的效能受到影響，甚至造成該元件的損害。因此紫外光偵測器除了需要有一定的訊號/雜訊比外，其穩定度也是非常重要的。

目前被應用於製備紫外光偵測器的材料，仍以三五族(III-V)金屬之半導體材料為主，例如氮化鎵(GaN)、氮化鋁鎵(AlGaIn)等。由於這些材料的價格不低，致使其製造本仍無法有效的降低。為解決此一問題，目前已有許多研究團隊試著以矽基材料取代三五族金屬之半導體材料，以達到節省資源與降低成本的目的。然而，目前除了能階稍大的碳化矽有較完整的研究外，其餘的矽基材料仍有很大的進步空間。先前由美國科學基金會(U.S. NSF)所支持的一研究

計畫中提出了一種矽奈米量子點紫外光偵測器，其係利用陽極處理方式形成尺寸為 1 奈米的矽奈米顆粒後，再利用電泳方式將此奈米顆粒沉積於事先蝕刻好的圖案中，而後進行偵測器中之元件的製備。此種光偵測器之元件的製程極為繁瑣，致使其應用性不高。

習知，良好之矽奈米量子點紫外光偵測器需具備以下的幾個特點：(1)均勻的奈米量子點尺寸；(2)量子點堆疊良好(亦即，具備高品質的界面)；(3)含量子點之薄膜的品質高。但目前仍未有可符合此三種條件之矽奈米量子點紫外光偵測器的設計，或是製備此種偵測器的製程被提出，因此積極尋找一種能符合此三種特性之矽奈米量子點紫外光偵測器便成為一件極為重要的事。

#### 【發明內容】

為解決前述習知紫外光偵測器所存在的缺點，本發明之目的即在於提供一種以矽基(silicon-base)為基礎的紫外-可見光光偵測器，其除可用於偵測紫外光外亦可用於偵測可見光，且可相容於現有的半導體製程中。

為達成本發明之目的，根據本發明所指出之紫外-可見光光偵測器，其特徵在於具有一感測層，且該感測層係由一奈米孔洞二氧化矽(mesoporous silica, MS)與一形成於該奈米孔洞二氧化矽中之孔道中的奈米微晶(nanocrystal, NC)矽(或鍺)之量子點陣列所構成。該感測層於紫外光與可見光之波長範圍的光源照射下具有極佳的光電響應。

本發明之紫外-可見光光偵測器，可進一步包含：

一矽基板；

一形成於該矽基板上的感測層；以及

一形成於該感測層上的氧化銦錫(indium tin oxide, ITO)層；

其中，該感測層係由一奈米孔洞二氧化矽(mesoporous silica, MS)與一形成於該奈米孔洞二氧化矽中之孔道內壁上的奈米微晶(nanocrystal, NC)矽(或鍺)之量子點陣列所構成，且該感測層於吸收紫外光及/或可見光波長範圍的光源後會產生一光電響應。

本發明紫外-可見光光偵測器由於係以矽(Si)與氧(O)所組成之奈米微結構所構成的矽基材料來製備其感測層，因此本發明紫外-可見光光偵測器的製備可完全相容於現有的半導體製程中，且由於感測層僅係由矽、鍺與氧所構成，故而不會發生製程上交叉污染的問題。

本發明將藉由下述的詳細說明及實施例做進一步的說明，這些實施例並不限制本發明前面所揭示之內容。熟習本發明之技藝者，可做些許之改良與修飾，但仍不脫離本發明之範疇。

#### 【實施方式】

根據本發明所指出之紫外-可見光光偵測器，其特徵為包含一感測層，且該感測層係由一奈米孔洞二氧化矽(MS)與一形成於該奈米孔洞二氧化矽中之孔道內壁上的奈米微

晶矽(以下簡稱 nc-Si)或鍺(以下簡稱 nc-Ge)之高密度量子點陣列所構成。

習知奈米孔洞二氧化矽具有高達 75%的高孔隙率 (porosity)、極大的表面積(約  $1000\text{m}^2/\text{g}$ )，以及可調整的孔洞尺寸大小(2~10 nm)，亦即其孔洞大小係可依需要，以不同製備條件進行製備。因此本發明的感測層即可藉由習知技術於此奈米孔洞二氧化矽的孔道表面上形成高密度三維 nc-Si (或 nc-Ge)的量子點陣列來製得。

前述量子點陣列中之 nc-Si (或 nc-Ge)的尺寸於本發明中並沒有特別的限制，但基於考量奈米孔洞二氧化矽中孔道直徑的大小，其較佳為 2~5 nm。另外，前述 nc-Si (或 nc-Ge)的密度於本發明中亦沒有特別的限制，但為使本發明感測層有較佳之光電響應，其密度較佳為  $1\times 10^{17}\sim 5\times 10^{18}\text{cm}^3$ 。

前述於奈米孔洞二氧化矽中形成矽(或鍺)量子點陣列的方法，於本發明中並沒有特別的限制，習知技藝者經由閱讀本發明說明書所揭示之內容，可選用任何適合的習知技術來執行，在此可舉出例子，包含離子佈植 (implantation)、氧化析出、傳統化學沉積法(CVD)、高密度感應耦合電漿(inductively coupled plasma, ICP)化學氣相沉積(CVD)法、電漿加強化學氣相沉積法(plasma enhanced CVD, PECVD)、脈衝式高密度電漿輔助原子層化學氣相沉積法(plasma assistant atomic layer chemical vapor deposition, PAALD)等，但並不僅限於此。其中，以 PAALD 來製備 nc-Si

(或 nc-Ge)之量子點陣列的效果最佳，此係由於此技術除了能讓所形成之奈米量子點的密度大幅提昇外，同時亦可克服其他技術製程時間過長、溫度過高與界面劣化等問題。

以 PAALD 為例，本發明感測層可藉由使用奈米孔洞二氧化矽做為奈米模板(nanotemplate)，並利用 PAALD，以氫搭配矽(鍺)烷電漿，反覆的進行量子點成核揭露與量子點合成等兩步驟，於低溫下(低於 400°C)在此奈米模板中的孔道表面上形成表面態(surface-state)及量子侷限(quantum-confinement, QC)特性可調控之均勻分布的高密度三維 nc-Si (或 nc-Ge)的量子點陣列所製成。

參閱第一圖，為本發明利用 PAALD 在奈米孔洞二氧化矽中形成 nc-Si (或 nc-Ge)的量子點之步驟的示意圖。PAALD 製程的單一週期可分為步驟 A 與步驟 B 兩個部分，步驟 A 部分的主要功能為進行奈米量子點成核點的揭露，步驟 B 部分則為進行量子點的合成。於此方法的步驟 A 中，係利用 PAALD 將氫(H<sub>2</sub>)電漿 16 施加於奈米孔洞二氧化矽 10 的孔道 12 中，藉由氫電漿的能量裂解部份奈米孔洞二氧化矽 10 的孔道 12 內壁 14 表面的分子，以開啟反應分子的擴散通道並露出量子點成核位置 18 (即，成核點)，於步驟 B 中，繼續利用 PAALD 將矽烷(SiH<sub>4</sub>) 20 與氫電漿 16 施加於奈米孔洞二氧化矽 10 的孔道 12 中，以使量子點 22 得以於量子點成核位置 18 上合成，亦即於孔道 12 的內壁 14 上沉積奈米量子點 22。接著。反覆的進行步驟 A 與步驟 B 所構成的製程週期，重複的進行成核點的揭露與

量子點的合成，最後即可於奈米孔洞二氧化矽 10 的孔道 12 內形成均勻分布的高密度三維 nc-Si (或 nc-Ge) 的量子點陣列 24。

此種以 PAALD 於奈米孔洞二氧化矽孔洞中形成量子點之奈米團簇(nanoclusters)的方法，包含數個反應。首先，經電漿溶解的  $\text{SiH}_n$  (或  $\text{GeH}_n$ ) 會以奈米級團簇的形式擴散至奈米孔洞中，之後被吸收且包埋於奈米孔洞二氧化矽中。奈米孔洞二氧化矽孔洞內壁上大量的 Si-OH 基可經由脫氫反應(hydrogen-elimination reaction, HER)  $[\text{Si-OH} + \text{SiH}_n(\text{GeH}_n) \rightarrow \text{Si-O-SiH}_m(\text{GeH}_m) + \text{H}_2]$  活化，以供作為  $\text{SiH}_n$  (或  $\text{GeH}_n$ ) 的固著點(anchoring sites)。接著，進一步的脫氫反應  $[\text{Si-O-SiH}_m(\text{GeH}_m) \rightarrow \text{Si-O-Si}_n(\text{Ge})_n + \text{H}_2]$  會將  $\text{Si-O-SiH}_m(\text{GeH}_m)$  轉換為在奈米孔洞二氧化矽中的  $\text{Si}_n(\text{Ge})_n$  團簇，進而形成量子點。

前述以 PAALD 製備本發明紫外-可見光光偵測器中的感測層時，由於其係利用高動能的解離粒子，配合適當之成核點揭露/量子點合成之週期進行製備，因此此製程同時具有低溫(低於  $400^\circ\text{C}$ )、快速(少於 2 分鐘)，以及可進行大面積製備等優點，且可與超大型積體電路(very large scale integration, VLSI)的製程相容。

前述習知奈米孔洞二氧化矽的製備方法於本發明中並沒有特別的限制，習知技藝者均了解其可藉由參閱先前已公開之文獻加以製備。例如，藉由將一用以製備奈米孔洞二氧化矽的先導物溶液(precursor solution)以旋轉塗佈法形



成於 P 型矽基板上，但並不僅限於此。前述之先導物溶液，例如可藉由將三團聯共聚物(例如，Pluronic P-123，簡稱 P123)的乙醇溶液加入酸催化(acid-catalyzed)的二氧化矽溶膠-凝膠(sol-gel)來製得，但並不僅限於此。前述之酸催化二氧化矽溶膠-凝膠，例如藉由將四乙基矽(tetraethyl orthosilicate, TEOS)、水、氯化氫與乙醇的混合物於 60~80 °C 下回流(refluxing) 60~120 分鐘來加以製備，但並不僅限於此。前述混合物的莫耳比率為 1 : 0.008~0.03 : 3.5~5.0 : 0.003~0.03 : 40 (TEOS/P123/水/氯化氫/乙醇)。前述之先導物溶液於調配完成後較佳係於室溫下先熟成(age) 3~6 小時，之後再以 3,000 rpm 轉速旋轉塗佈於矽基板上。最後，於 40~60 °C 下乾燥 4~6 小時，再於 100~120 °C 下烘烤 3 小時，即可完成奈米孔洞二氧化矽的製備。

請先參閱第二圖(B)，為以本發明感測層所製成之金氧半(metal-oxide-silicon, MOS)結構之一實施例的剖面示意圖。此 MOS 結構係由一 P 型(*p*-type)矽基板 26、一形成於 P 型矽基板 26 上之奈米孔洞二氧化矽層 28，以及一形成於奈米孔洞二氧化矽層 28 上之氧化銻錫(indium tin oxide, ITO)層 30 所構成。P 型矽基板 26 與氧化銻錫(ITO)層 30 表面上可分別設置一電性連接點 32, 34。再參閱第二圖(A)，為第二圖(B) MOS 結構中奈米孔洞二氧化矽層 28 的細部結構立體示意圖。由圖中可以看出 nc-Si 的量子點 36 係形成於奈米孔洞二氧化矽層 28 的孔道內壁 38 的底部，並向上沉積。

由於根據本發明所指出之感測層中的奈米量子點陣列具有大量之表面態，故於室溫下在藍光與可見光波段範圍內具有一肉眼可見與極佳之發光效能( $>1\%$ )，此表示其具有極佳且數量龐大之激子(exciton)(電子電洞對)。此外，由於本發明感測層具有利於載子穿遂之極薄的二氧化矽孔壁，因此本發明感測層可以在不需進一步縮小奈米量子點的條件下(例如，縮小至 1nm)，即可於藍光與可見光波段範圍內具有極高的光電響應，例如對 400nm 的光於 3V 偏壓下有 0.4A/W 之光電響應。前述之藍光與可見光波段範圍係指 320-700 nm 的光線。

本發明感測層具有極佳的效能穩定性，其可於長時間的 10mW 雷射照射下，仍具有一定之效能。當將本發明感測層所製得之紫外-可見光光偵測器的樣品與習知紫外光偵測器比較時，可發現本發明感測層具有良好的光電響應(responsivity)。

#### 實施例一

製備具有本發明記憶特性層之 MOS 結構

首先，於一 P 型矽基板上旋轉塗佈一 300 nm 厚之奈米孔洞二氧化矽層。

前述奈米孔洞二氧化矽層的製備，可藉由將三團聯共聚物(Pluronic P-123, P123)的乙醇溶液加入酸催化(acid-catalyzed)的二氧化矽溶膠-凝膠(sol-gel)中，藉以製備出先導物溶液(precursor solution)。前述的酸催化的二氧化

矽溶膠-凝膠係藉由將四乙基矽 (tetraethyl orthosilicate, TEOS)、水、氯化氫與乙醇的混合物於 60~80°C 下回流 (refluxing) 60~120 分鐘所製備。前述混合物的莫耳比率為 1 : 0.008~0.03 : 3.5~5.0 : 0.003~0.03 : 40 (TEOS/P123/水/氯化氫/乙醇)。將先導物溶液於室溫下熟成 (age) 3~6 小時後，以 3,000 rpm、30 秒旋轉塗佈於矽基板上。最後，於 40~60°C 下乾燥 4~6 小時，隨後再於 100~120°C 下烘烤 3 小時。藉此即可製得供做用以生長 nc-Si (或 nc-Ge) 之奈米模板的奈米孔洞二氧化矽層。此奈米孔洞二氧化矽層係經由一液體-結晶反應機制所合成，於此反應機制中此奈米結構係藉由分子自組裝 (self-assembly) 聚集所形成。

接著，藉由 PAALD 技術 (以 1 秒 / 3 秒的工作週期 (duty cycle) 脈衝氫化矽 (1 sccm) 與氫 (200 sccm) / 脈衝氫 (200 sccm))，於奈米孔洞二氧化矽層的孔道 (pore-channels) 內部表面上形成 nc-Si。經此製程後，即可於奈米孔洞二氧化矽層的孔道 (pore-channels) 內部表面上形成 nc-Si，如第二圖 (A) 所示。藉此可於前述奈米孔洞二氧化矽層中合成高密度的 nc-Si 的量子點陣列。

最後，於奈米孔洞二氧化矽層上沉積一氧化銦錫 (indium tin oxide, ITO) 層，且隨後分別於 P 型矽基板與氧化銦錫 (ITO) 層的表面上設置一電性連接點，以完成一 MOS 結構的紫外光偵測器，如第二圖 (B) 所示。

由於所有的製程皆依序於高真空環境下執行，因此 nc-Si/SiO<sub>2</sub> 界面的品質與特性將得以被控制與製作。

將此 MOS 結構以穿透式電子顯微鏡(TEM)分析其奈米孔洞二氧化矽層之截面，所得之穿透式電子顯微鏡影像如第三圖所示。

參閱第三圖，其係顯示一具有 nc-Si 之奈米孔洞二氧化矽層截面的穿透式電子顯微鏡影像圖。第三圖左上角的插圖顯示出明顯的晶格像(lattice fringes)，此表示此 nc-Si 具有高的結晶品質，且 nc-Si 所形成之量子點的尺寸約為 2~5 nm，其密度可達  $2.5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 。

### 實施例二

以相同於實施例一中之方法，但將奈米孔洞二氧化矽層中改合成 nc-Ge，藉以製備出相似的 MOS 結構。以二次離子質譜儀(secondary ion mass spectroscopy, SIMS)對實施例一所製得之 MOS 結構的奈米孔洞二氧化矽層進行成分縱深分析(depth profiling measurement)，所得結果示於第四圖。參閱第四圖，根據 SIMS 的分析結果，並搭配穿透式電子顯微鏡影像圖進行分析，可測得 nc-Ge 亦可形成尺寸為 2~5 nm 的量子點，且其密度可達  $2.0 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 。此一結果顯示，在奈米孔洞二氧化矽層中的矽與鍺具有相似的成長機制。

### 實施例三

將實施例一中所製得之紫外光偵測器，以 420 nm 與 632 nm 雷射的光照射，以檢測其於有/無 420 nm 與 632 nm

雷射的光照射下之電流電壓特性表現，所得結果示於第五圖中。

由第五圖所得結果顯示，在未照光時，由於元件在逆向偏壓下感受到一能量阻障，其電流小於順向偏壓之電流，表現出二極體的特性。在照光後，由於能隙結構，光感應層極易捕捉正電荷造成一正內建電場，使得在逆向偏壓下，累積在矽基材/奈米孔洞二氧化矽中之大量電子，得以經由高密度之量子點穿遂至正極，造成明顯之電流增益，使的電流大於順偏壓下之電流。

由此結果可得知，本發明感測層確實可於藍光與可見光波段下具有極高的光電響應，與極高之訊噪比。

#### 實施例四

實施例一中所製得之 MOS 結構中的奈米孔洞二氧化矽層，於室溫下對應不同波長之激發光，所得光電響應結果示於第六圖中。

圖中顯示光電響應圖譜涵蓋了紫外光至可見光波段，習知，此一複合材料由於奈米量子點與奈米孔洞二氧化矽層之鍵結結構複雜，因此具有極寬（350-700nm）之放光頻帶，而光電響應圖譜之所以涵蓋紫外光至可見光波段即是因為有藍光波段的能隙所致，圖中顯示元件於 590nm 光波照射下有 0.9A/W 的光激發電流，於紫外光波段約有 0.2-0.4A/W 的光激發電流，頻譜圖中之光激發電流差異主要來自於元件對光波的吸收效率大小與光照射時載子之再

回覆率(recombination)有關，此外，無論在任何波長的光線照射下，元件均表現出強烈的整流特性。

## 實施例五

將實施例一中所製得之紫外光偵測器，以不同波長(420 nm、540nm、580 nm 與 640 nm)之脈衝雷射光照射，以檢測其對各種波長之光電響應速度，所得結果示於第七圖中。

由第七圖所得結果顯示，此紫外光檢測器對紫外-藍光波段之光照射均有極快之光電響應速度。

## 實施例六

將實施例一中所製得之紫外光偵測器於 2mW，420nm 光線照射與 5V 偏壓下檢測其電流-時間曲線，所得結果示於第八圖中。

由第八圖所得結果顯示，此紫外光檢測器並不會因長時間的強光照射而造成其訊號有任何明顯的改變。

## 【圖式簡單說明】

第一圖 係為本發明利用 PAALD 在奈米孔洞二氧化矽中形成 nc-Si (或 nc-Ge)的量子點之步驟的示意圖；

第二圖 (A)係為第二圖(B) MOS 結構中奈米孔洞二氧化矽層的細部結構立體示意圖；

(B)係為以本發明感測層所製成之 MOS 結構之一

實施例的剖面示意圖；

第三圖 係顯示具有 nc-Si 之奈米孔洞二氧化矽層截面的穿透式電子顯微鏡(TEM)影像圖，其中左上角插圖為進一步經放大後的影像圖；

第四圖 係為成長鍺量子點後，奈米孔洞二氧化矽層針對鍺成分之 SIMS 分析結果圖；

第五圖 為本發明紫外-可見光光檢測器於 632nm 與 420nm 雷射光照射下之電流-電壓特性分析圖；

第六圖 為室溫下對應不同波長之激發光，其光電響應量測結果圖；

第七圖 為本發明紫外-可見光光檢測器不同波長脈衝雷射光照射下之光電響應速度結果分析圖

第八圖 為本發明紫外-可見光光檢測器於 2mW，420nm 雷射光照射與 5V 偏壓下之電流-時間特性分析曲線圖。

**【主要元件符號說明】**

- 10 奈米孔洞二氧化矽
- 12 孔道
- 14 內壁
- 16 氫電漿
- 18 量子點成核位置
- 20 矽烷
- 22 量子點
- 24 量子點陣列

# I287628

- 26 P 型矽基板
- 28 奈米孔洞二氧化矽層
- 30 氧化銦錫(ITO)層
- 32 電性連接點
- 34 電性連接點
- 36 量子點
- 38 孔道內壁



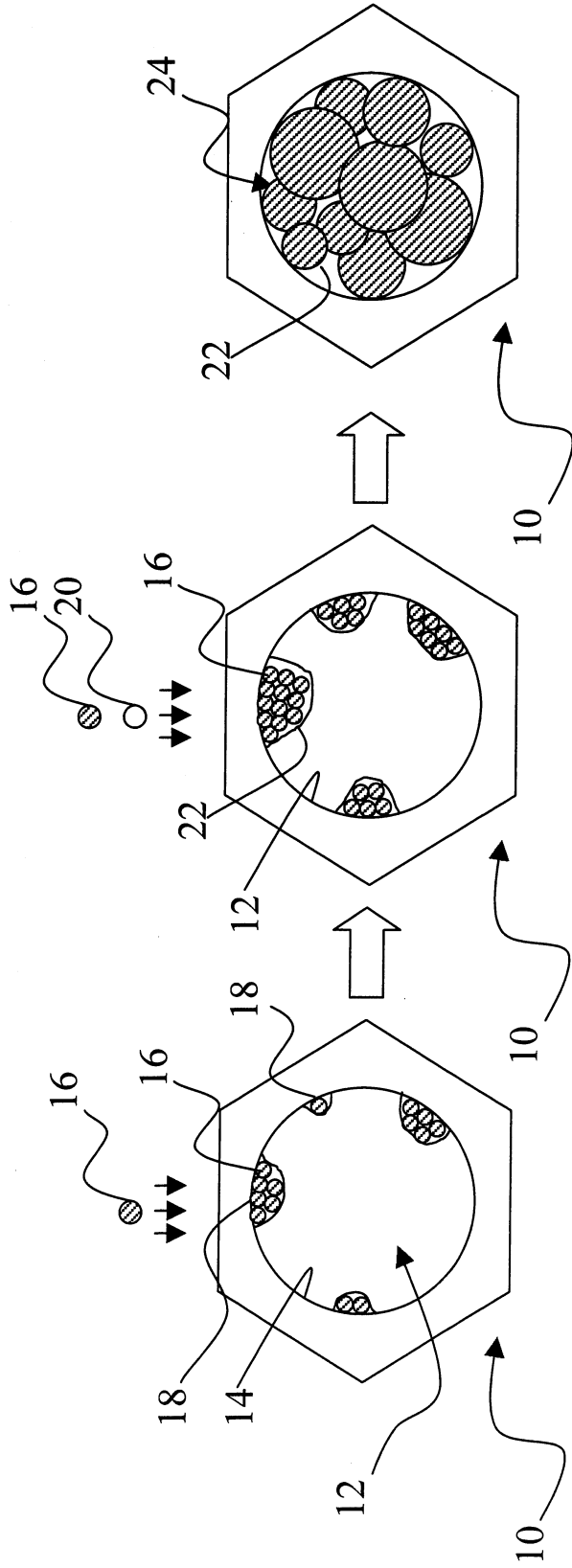
五、中文發明摘要：

一種紫外-可見光光偵測器，其特徵在於具有一感測層，且該感測層係由一奈米孔洞二氧化矽(mesoporous silica, MS)與一形成於該奈米孔洞二氧化矽中之孔道中的奈米微晶(nanocrystal, NC)矽(或鍺)之量子點陣列所構成。本發明紫外-可見光光偵測器具有極佳的效能穩定性。

六、英文發明摘要：

7. 如申請專利範圍第 1 項所述之紫外-可見光光偵測器，其中使該高密度量子點陣列形成於該奈米孔洞二氧化矽中之孔道內壁上的方法，係為脈衝式高密度電漿輔助原子層化學氣相沉積法。
8. 如申請專利範圍第 1 項所述之紫外-可見光光偵測器，其中該紫外光與可見光波長範圍係指 320-700nm 的光波長。
9. 一種紫外-可見光光偵測器，其包含：
  - 一矽基板；
  - 一形成於該矽基板上的感測層；以及
  - 一形成於該感測層上的氧化銦錫(indium tin oxide, ITO)層；其中，該感測層係由一奈米孔洞二氧化矽與一形成於該奈米孔洞二氧化矽中之孔道內壁上的奈米微晶之高密度量子點陣列所構成，且該奈米微晶為奈米微晶矽或奈米微晶鍺，且該感測層於吸收紫外光與可見光波長範圍的光源後會產生一光電響應。
10. 如申請專利範圍第 9 項所述之紫外-可見光光偵測器，其中該奈米微晶的密度為  $1 \times 10^{17} \sim 5 \times 10^{18} \text{ cm}^3$ 。
11. 如申請專利範圍第 9 項所述之紫外-可見光光偵測器，其中該奈米微晶的直徑大小為 2~5 nm。
12. 如申請專利範圍第 9 項所述之紫外-可見光光偵測器，其中該量子點陣列係由該奈米微晶以三維方式堆積而成。
13. 如申請專利範圍第 9 項所述之紫外-可見光光偵測器，其中該奈米孔洞二氧化矽的該孔道直徑為 2~10 nm。

14. 如申請專利範圍第 9 項所述之紫外-可見光光偵測器，其中使該高密度量子點陣列形成於該奈米孔洞二氧化矽中之孔道內壁上的方法係為離子佈植(implantation)、氧化析出、傳統化學沉積法(CVD)、高密度感應耦合電漿(inductively coupled plasma, ICP)化學氣相沉積(CVD)法、電漿加強化學氣相沉積法(plasma enhanced CVD, PECVD)或脈衝式高密度電漿輔助原子層化學氣相沉積法(plasma assistant atomic layer chemical vapor deposition, PAALD)。
15. 如申請專利範圍第 9 項所述之紫外-可見光光偵測器，其中使該高密度量子點陣列形成於該奈米孔洞二氧化矽中之孔道內壁上的方法，係為脈衝式高密度電漿輔助原子層化學氣相沉積法。
16. 如申請專利範圍第 9 項所述之紫外-可見光光偵測器，其中該紫外光與可見光波長範圍係指 320-700nm 的光波長。

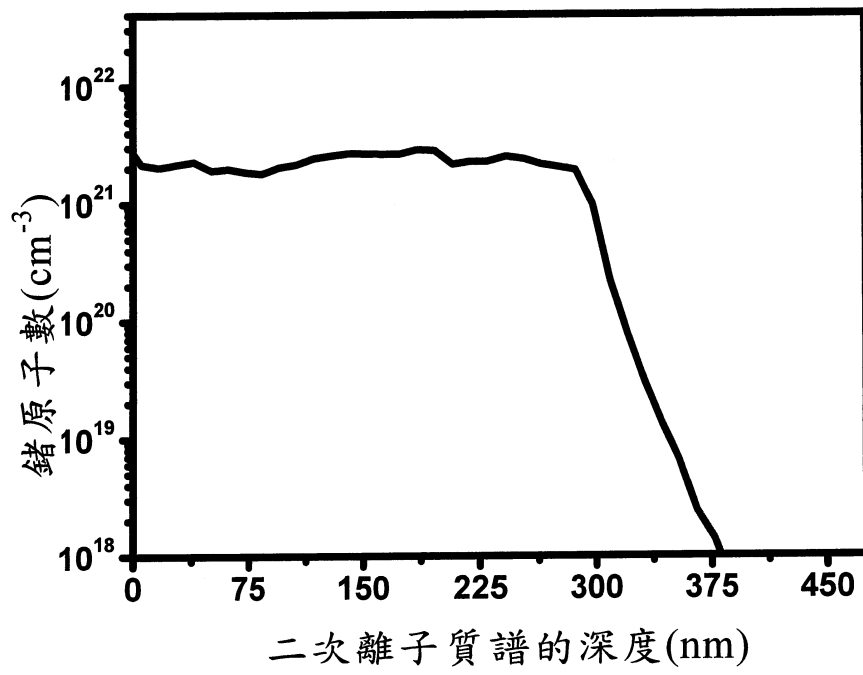


步驟 A

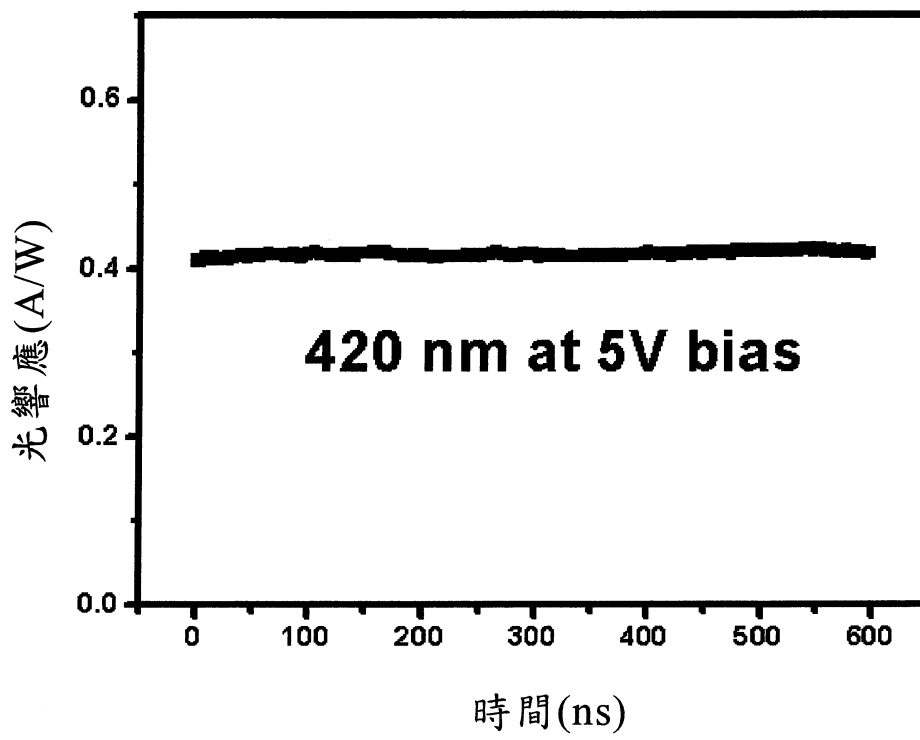
步驟 B



第一圖



第四圖



第八圖

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(一)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10 奈米孔洞二氧化矽

12 孔道

14 內壁

16 氫電漿

18 量子點成核位置

20 矽烷

22 量子點

24 量子點陣列

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

## 十、申請專利範圍：

1. 一種紫外-可見光光偵測器，其特徵為包含一感測層，且該感測層係由一奈米孔洞二氧化矽與一形成於該奈米孔洞二氧化矽中之孔道內壁上的奈米微晶之高密度量子點陣列所構成，其中該奈米微晶為奈米微晶矽或奈米微晶鍺，且該感測層於吸收紫外光與可見光波長範圍的光源後會產生一光電響應。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之紫外-可見光光偵測器，其中該奈米微晶的密度為  $1 \times 10^{17} \sim 5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之紫外-可見光光偵測器，其中該奈米微晶的直徑大小為 2~5 nm。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之紫外-可見光光偵測器，其中該量子點陣列係由該奈米微晶以三維方式堆積而成。
5. 如申請專利範圍第 1 項所述之紫外-可見光光偵測器，其中該奈米孔洞二氧化矽的該孔道直徑為 2~10 nm。
6. 如申請專利範圍第 1 項所述之紫外光-可見光偵測器，其中使該高密度量子點陣列形成於該奈米孔洞二氧化矽中之孔道內壁上的方法係為離子佈植(implantation)、氧化析出、傳統化學沉積法(CVD)、高密度感應偶合電漿(inductively coupled plasma, ICP)化學氣相沉積(CVD)法、電漿加強化學氣相沉積法(plasma enhanced CVD, PECVD)或脈衝式高密度電漿輔助原子層化學氣相沉積法(plasma assistant atomic layer chemical vapor deposition, PAALD)。