



(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 I725583 B

(45) 公告日：中華民國 110 (2021) 年 04 月 21 日

(21) 申請案號：108138070

(22) 申請日：中華民國 108 (2019) 年 10 月 22 日

(51) Int. Cl. : **B82Y15/00 (2011.01)****B82Y20/00 (2011.01)****H01L31/0256(2006.01)****H01L31/147 (2006.01)**

(71) 申請人：國立勤益科技大學 (中華民國) NATIONAL CHIN-YI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TW)

臺中市太平區坪林里中山路二段 57 號

(72) 發明人：游信強 YOU, HSIN-CHIANG (TW)；吳承炎 WU, CHENG-YEN (TW)

(74) 代理人：何崇民

(56) 參考文獻：

TW I632146

TW 201203320A

TW 201909430A

TW 201911423A

US 9368667B1

審查人員：陳融詳

申請專利範圍項數：5 項 圖式數：6 共 17 頁

(54) 名稱

可撓式可見光檢測器

(57) 摘要

一種可撓式可見光檢測器，包含一輕薄具可撓性基板、其於表面形成金字塔結構、一二氧化鈣薄膜介電層、一鏈結於介電層之金奈米粒子層、一氧化鋅薄膜之通道層形成在其表面，於該通道層表面形成源極與汲極，在該基板相反於金字塔結構的表面形成閘極，該可撓式光檢測器利用該金奈米粒子的異質結構結合在半導體通道層以及介電層之間，使光穿透介電層打在金奈米粒子產生表面電漿效應，金奈米粒子吸收光能量產生熱載子進入通道層後會使半導體材料改變原特性，達到電壓、電流訊號的改變，可克服氧化鋅薄膜只能檢測紫外光波段之限制。

Present invention provides a flexible visible light detector having a flexible thin film as a substrate and a hafnium dioxide thin film as a dielectric layer. A surface of the substrate has a pyramid structure formed thereon. A gold nano particles layer is linked on the dielectric layer. A zinc oxide film as a channel layer is formed on a surface of the gold nano particles layer. A surface of the channel layer forms a source and a drain. A gate is formed on an opposite side of the pyramid structure. Using heterogeneous gold nano particles layer to attach between the channel layer and the dielectric layer, the present invention is able to have light successfully penetrating the dielectric layer and striking the gold nano particles layer to produce surface plasma effect. After gold nano particles layer absorb light energy and produce heat carriers that enter the channel layer, the present invention can change an original characteristics of the semiconductor material to change its voltage and current signals. This may overcome the limitation of conventional zinc oxide thin film which can only detect by using UV light.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 10:基板
- 11:金字塔結構
- 12:介電層
- 13:通道層
- 14:金奈米粒子層
- 141:金奈米粒子
- 15:源極
- 16:汲極
- 17:閘極

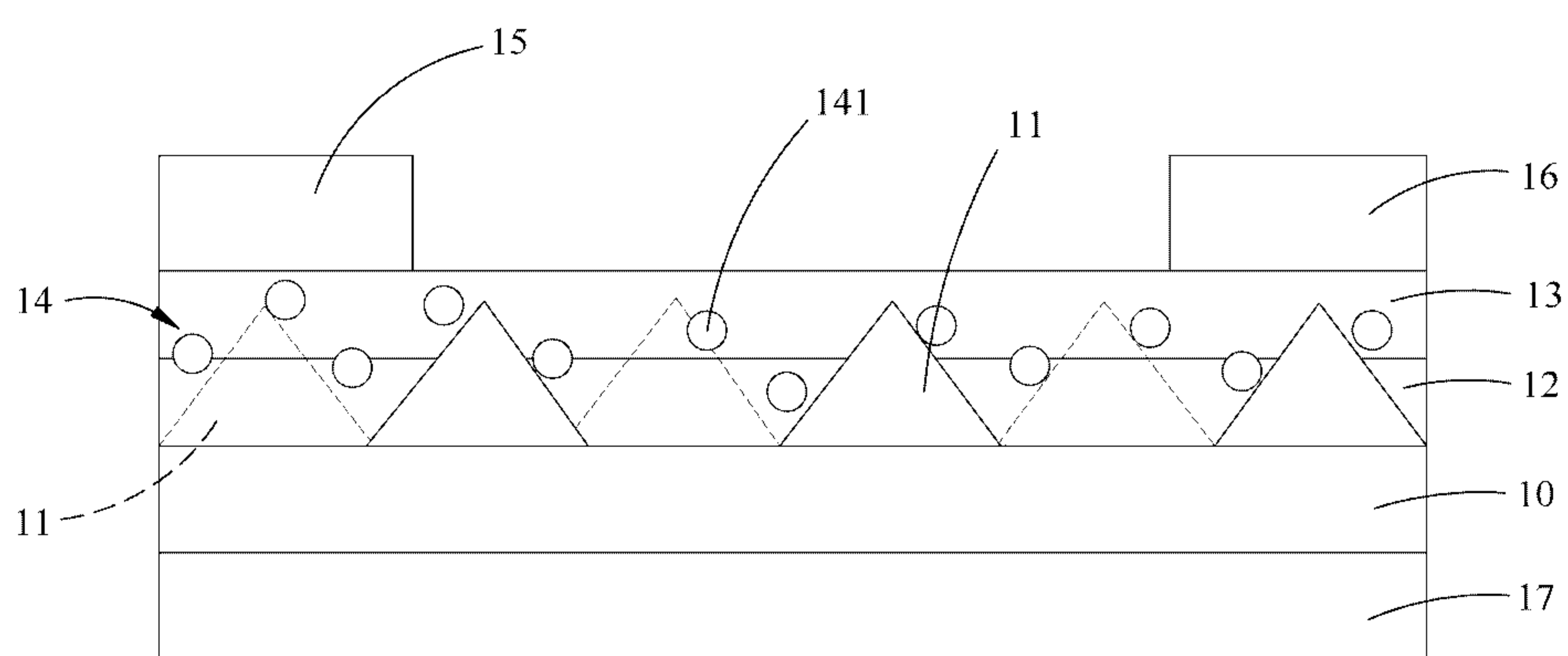


圖 1



## 公告本

I725583

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】 可撓式可見光檢測器

【英文發明名稱】 Flexible visible light detector

## 【中文】

一種可撓式可見光檢測器，包含一輕薄具可撓性基板、其於表面形成金字塔結構、一二氧化鈣薄膜介電層、一鏈結於介電層之金奈米粒子層、一氧化鋅薄膜之通道層形成在其表面，於該通道層表面形成源極與汲極，在該基板相反於金字塔結構的表面形成閘極，該可撓式光檢測器利用該金奈米粒子的異質結構結合在半導體通道層以及介電層之間，使光穿透介電層打在金奈米粒子產生表面電漿效應，金奈米粒子吸收光能量產生熱載子進入通道層後會使半導體材料改變原特性，達到電壓、電流訊號的改變，可克服氧化鋅薄膜只能檢測紫外光波段之限制。

## 【英文】

Present invention provides a flexible visible light detector having a flexible thin film as a substrate and a hafnium dioxide thin film as a dielectric layer. A surface of the substrate has a pyramid structure formed thereon. A gold nano particles layer is linked on the dielectric layer. A zinc oxide film as a channel layer is formed on a surface of the gold nano particles layer. A surface of the channel layer forms a source and a drain. A gate is formed on an opposite side of the pyramid structure. Using heterogeneous gold nano particles layer to attach between the channel layer and the dielectric layer, the present invention is able to have light successfully penetrating the dielectric layer and striking the gold nano particles layer to produce surface plasma

effect. After gold nano particles layer absorb light energy and produce heat carriers that enter the channel layer, the present invention can change an original characteristics of the semiconductor material to change its voltage and current signals. This may overcome the limitation of conventional zinc oxide thin film which can only detect by using UV light.

【指定代表圖】 圖1。

【代表圖之符號簡單說明】

10基板

11金字塔結構

12介電層

13通道層

14金奈米粒子層

141金奈米粒子

15源極

16汲極

17閘極

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 可撓式可見光檢測器

【英文發明名稱】 Flexible visible light detector

### 【技術領域】

【0001】 本發明涉及一種光檢測器，特別是具有可撓性及檢測可見光波段的光檢測器。

### 【先前技術】

【0002】 光學感測在日常生活中應用非常廣泛，例如智慧行動裝置、穿戴式裝置、安全防護設備中皆是應用的範疇，其中原理是藉由光敏感原件在接受到不同的光反應後並轉換成電訊號以供判讀，從感測光的波長可分為可見光、紫外光、紅外光波等，其中影像感測器主要接收的光波段為可見光，可將接受到的光訊號傳送到影像處理器進行數位轉換及顏色調整等處理後，成為數位化的影像資訊，影像感測器是目前光感測器中製程最複雜也最先進的主流產品，是在是數位影像設備中關鍵的零組件。

【0003】 光學元件的感測搭配在許多不同的感測元件，例如大樓中的煙霧感測器，是利用一道光會不斷地打在一個光感測器上，當光感測器因為煙霧的遮蔽而無法接收到光訊號時，它就會發出警報提醒眾人逃生、水位感測器則是在光打到水平面後反射，並由光感測器接收，不同的水位會使光感測器接收到的反射光強度不同，進而判斷出目前的水位高低等，因為光學技術具有高精確度及使用壽命長等優點，尤其氧化鋅材料是常見的感光材料，具有無毒、熱穩定性佳以及便宜等優點，但有著只限於紫外光的檢測的缺點，因此開發低成本、結合新的製程以及拓其可見光的應用範圍是必要之發展趨勢。

**【發明內容】**

**【0004】** 由於光學檢測器的應用日見廣泛，為了解決氧化鋅材料只限於紫外光之檢測的缺點，本發明提供一種光感測器，主要是檢測於可見光波段，採用低溫製程且低成本的方式製備。

**【0005】** 為達到上述目的，本發明提供一種可撓式可見光檢測器，包括，其中：

**【0006】** 一基板，該基板厚度小於 $30\mu\text{m}$ ，在該基板表面形成一金字塔結構，該基板具可撓性。

**【0007】** 一介電層形成於該基板之表面，該介電層為二氧化鉛薄膜，具有高介電係數以及高透光性。

**【0008】** 一金奈米粒子層鏈結於該介電層之表面。

**【0009】** 一通道層形成在該介電層與該金奈米粒子層之表面，該通道層為氧化鋅薄膜，具有高透光性。

**【0010】** 一源極與一汲極以間隔排列的方式形成在該通道層之表面，一閘極形成在該基板底面，該源極、該汲極以及該閘極是金屬鋁。

**【0011】** 進一步，所述的金字塔結構是將該基板浸泡在由5wt%氫氧化鈉(NaOH)和5%v/v之異丙醇(IPA)組成的蝕刻劑溶液，並在恆溫的攝氏70度加熱30分鐘。

**【0012】** 進一步，以水溶液技術溶膠-凝膠法製備所述的介電層。

**【0013】** 進一步，所述的通道層係用旋轉塗佈法以及噴霧法在所述的介電層表面。

**【0014】** 更進一步，所述的金奈米粒子層中的一金奈米粒子是由比例1：38.8(mM)的四氯化金酸( $\text{HAuCl}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ )以及檸檬酸鈉( $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ )所合成，其該

金奈米粒子的粒徑為13nm。

**【0015】** 本發明利用金奈米粒子表面電漿共振效應將光檢測波段由紫外光波段擴增到可見光波段，該金字塔結構可增加光之繞射，可有效的抑制光反射的光學損失，可大幅提升光響應性之效果，其中高介電係數的該介電層可以大幅提升光檢測器的靈敏度以及降低使用時的操作電壓。

### **【圖式簡單說明】**

#### **【0016】**

圖1為本發明較佳實施例之截面示意圖。

圖2為本發明較佳實施例之示意圖。

圖3a為本發明較佳實施例之金字塔結構的SEM立體圖。

圖3b為本發明較佳實施例之金字塔結構的SEM俯視圖。

圖4a為本發明較佳實施例之二氧化鉛薄膜之電壓-電流特性曲線圖。

圖4b為本發明較佳實施例之二氧化鉛薄膜之電壓-電容特性曲線圖。

圖5為本發明較佳實施例之二氧化鉛薄膜之電晶體之電壓-漏電流開關特性曲線圖。

圖6a為本發明較佳實施例之金奈米粒子的表面電漿共振強度曲線圖。

圖6b為本發明較佳實施例之金奈米粒子的SEM圖。

### **【實施方式】**

**【0017】** 為能詳細瞭解本發明的技術特徵及實用功效，並可依照說明書的內容來實施，進一步以如圖式所示的較佳實施例，詳細說明如下。

**【0018】** 如圖1到圖6b所示較佳實施例，本發明是一種可撓式可見光檢測器，其中包括：

【0019】 一基板10，該基板10是厚度小於30 $\mu\text{m}$ 之具有可撓性矽基板，該基板10的頂面形成一金字塔結構11，在該基板10具有該金字塔結構11的表面形成一二氧化鈣薄膜介電層12，該介電層12具有高介電係數以及高透光性，一具有高透光性的氧化鋅薄膜通道層13形成在該介電層12表面，在該介電層12以及該通道層13之間鏈結一金奈米粒子層14，該金奈米粒子層14中的金奈米粒子141的粒徑為13nm，一源極15與一汲極16以間隔排列的方式形成在該通道層13之表面，一閘極17形成在該基板10的底面，該源極15、該汲極16以及該閘極17是鋁。

【0020】 其中該基板10浸泡在濃度40%wt的氫氧化鈉(NaOH)溶液中約6到10小時並在過程中將氫氧化鈉水溶液加熱至恆溫攝氏70度，將其厚度從675 $\mu\text{m}$ 濕式蝕刻至厚度小於30 $\mu\text{m}$ ，其濕式蝕刻的化學反應為：  
$$\text{Si} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{SiO}_2(\text{OH})_2^{2-} + 2\text{H}_2。$$

【0021】 該金字塔結構11是將該基板10浸泡在由5wt%氫氧化鈉(NaOH)和5%v/v之異丙醇(IPA)組成的蝕刻劑溶液中，恆溫的攝氏70度加熱30分鐘所得的異相性結構。

【0022】 製備一二氧化鈣水溶液，以1.6g(0.005mol)的四氯化鈣，與50ml的去離子水在常溫常壓的條件下反應24小時生成濃度0.1M的一二氧化鈣水溶液，利用熔膠-凝膠法將該二氧化鈣水溶液製備成一二氧化鈣介電層薄膜12，該介電層12塗佈在該基板10的該金字塔結構11，其中烤軟溫度與時間是328K-1min，退火溫度與時間是528K-1hr，其中二氧化鈣具有高介電係數之材料，於電性操作上只需很小的操作電壓，用於檢測系統中具有高靈敏度、高感測性等優點，其用於製備成半導體電晶體的製程可於低溫之下完成不僅具高透光性且具有良好的電性。請參考圖4a、圖4b、圖5所示為本發明量測該二氧化鈣介電層12的漏電流特性、電壓-電容特性曲線、電壓-電流開關特性曲線，以凝膠-熔膠法製備的二氧化鈣介電層具有良好的電流開關特性，其電流開關比高達



$10^5$ ，相較於氮化矽薄膜的元件的操作電壓下降了 $\pm 3$ 伏特，證實二氧化鉛薄膜具有較佳的電性操作之感應電容。

【0023】 該金奈米粒子層14係以比例1mM:38mM的四氯化金酸(HAuCl<sub>4</sub>)溶液搭配檸檬酸鈉(Na<sub>3</sub>C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>O<sub>7</sub>)還原劑腳加熱並攪拌合成該金奈米粒子溶液(AuNPs)，該金奈米粒子溶液包含複數個粒徑13nm的金奈米粒子141，利用自組裝的方式(MPTES)將複數個金奈米粒子141鏈結於該二氧化鉛介電層薄膜12上，該金奈米粒子在吸收光譜中有一特性吸收帶，系稱表面電漿子共振波帶，其與奈米粒子的形狀及大小相關，請參考圖6a與6b所式，以光譜儀分析鑑定金奈米粒子大小觀察到其粒子表面電漿共振波長在518nm以及以SEM分析金奈米粒子大小為13nm，此數據證實本發明之金奈米粒子層對於特定可見光波段產生特定的表面電漿共振，因此可將氧化鋅材料延伸至檢測可見光波段。

【0024】 其中該通道層13是先將一溶質醋酸鋅Zn(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O加入一溶劑乙醇形成一氧化鋅水溶液半成品，該氧化鋅水溶液半成品之莫耳濃度為0.05M，將該氧化鋅水溶液半成品中加入磁石，放置在恆溫攝氏55度的電磁攪拌加熱器上攪拌加熱一小時，得到透明均勻之該氧化鋅水溶液，再利用旋轉塗佈法及噴霧法將氧化鋅水溶液塗佈在該介電層12之上形成氧化鋅薄膜。

【0025】 本發明的該金字塔結構11可以使光通過該介電層12打在該基板10的該金字塔結構11時增加光的繞射，減少光能的損耗，提升光響應性，鏈結於該介電層12與該通道層13之間複數個金奈米粒子141提供吸收光能量產生熱載子進入通道層後會使半導體材料改變原特性，達到電壓、電流訊號的改變，可克服氧化鋅薄膜只能檢測紫外光波段之限制。

【0026】 以上所述僅為本發明的較佳實施例而已，並非用以限定本發明主張的權利範圍，凡其它未脫離本發明所揭示的精神所完成的等效改變或修飾，均應包括在本發明的申請專利範圍內。

## 【符號說明】

## 【0027】

10基板

12介電層

14金奈米粒子層

15源極

17閘極

11金字塔結構

13通道層

141金奈米粒子

16汲極

## 【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種可撓式可見光檢測器，其中包含：

一基板，該基板厚度小於 $30\mu\text{m}$ 之矽基板，在該基板表面形成一金字塔結構，該基板具可撓性；

一介電層形成於該基板之表面，該介電層為二氧化鈣薄膜，具有高介電係數以及高透光性；

一金奈米粒子層鏈結於該介電層之表面；

一通道層形成在該介電層與該金奈米粒子層之表面，該通道層為氧化鋅薄膜，具有高透光性；

一源極與一汲極以間隔排列的方式形成在該通道層之表面，一閘極形成在該基板底面，該源極、該汲極以及該閘極是金屬鋁。

【第2項】 如請求項1之可撓式可見光感測器，其中所述的金字塔結構是將該基板浸泡在由5wt%氫氧化鈉(NaOH)和5%v/v之異丙醇(IPA)組成的蝕刻劑溶液，並在恆溫的攝氏70度加熱30分鐘。

【第3項】 如請求項2之可撓式可見光感測器，其中以水溶液技術溶膠-凝膠法製備所述的介電層。

【第4項】 如請求項3之可撓式可見光感測器，其中所述的通道層係用旋轉塗佈法以及噴霧法在所述的介電層表面。

【第5項】 如請求項4之可撓式可見光感測器，其中所述的金奈米粒子層中的一金奈米粒子是由比例1：38.8(mM)的四氯化金酸( $\text{HAuCl}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ )以及檸檬酸鈉( $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ )所合成，其該金奈米粒子的粒徑為13nm。

【發明圖式】

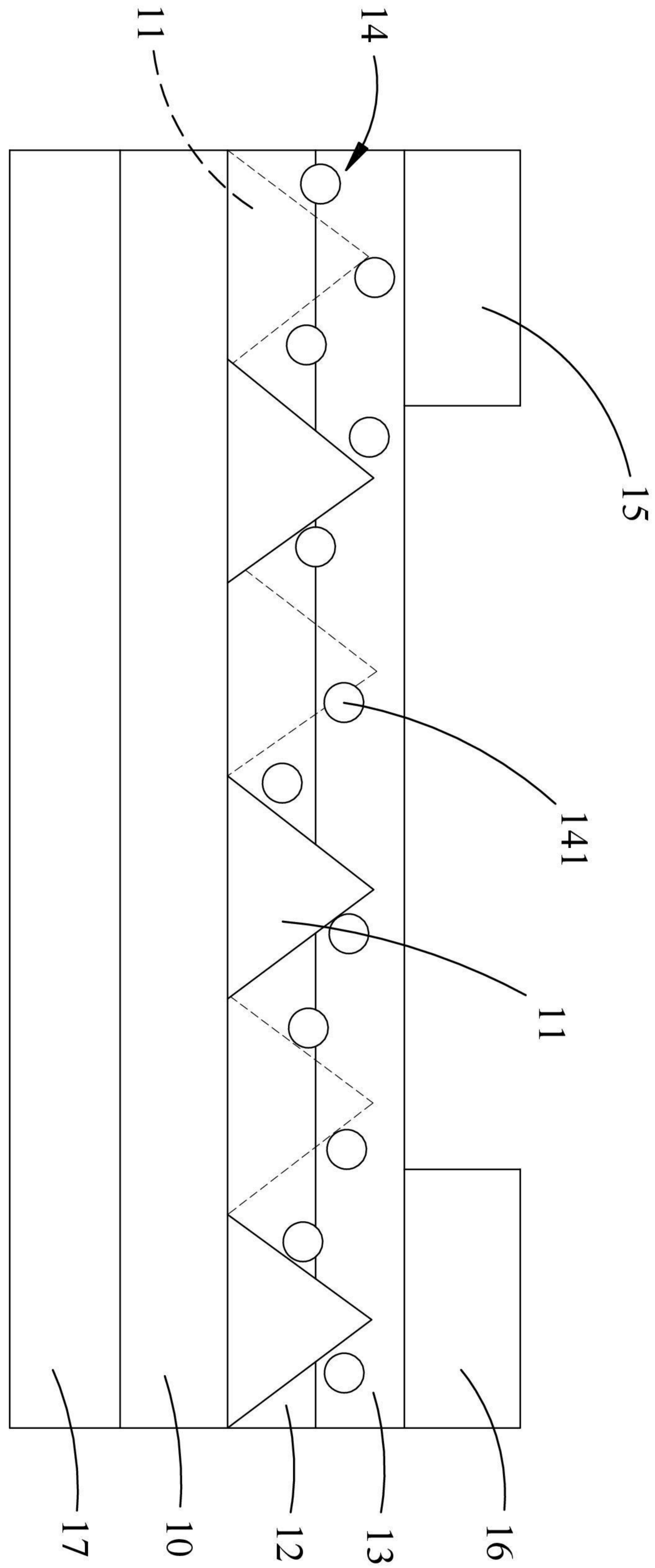


圖 1

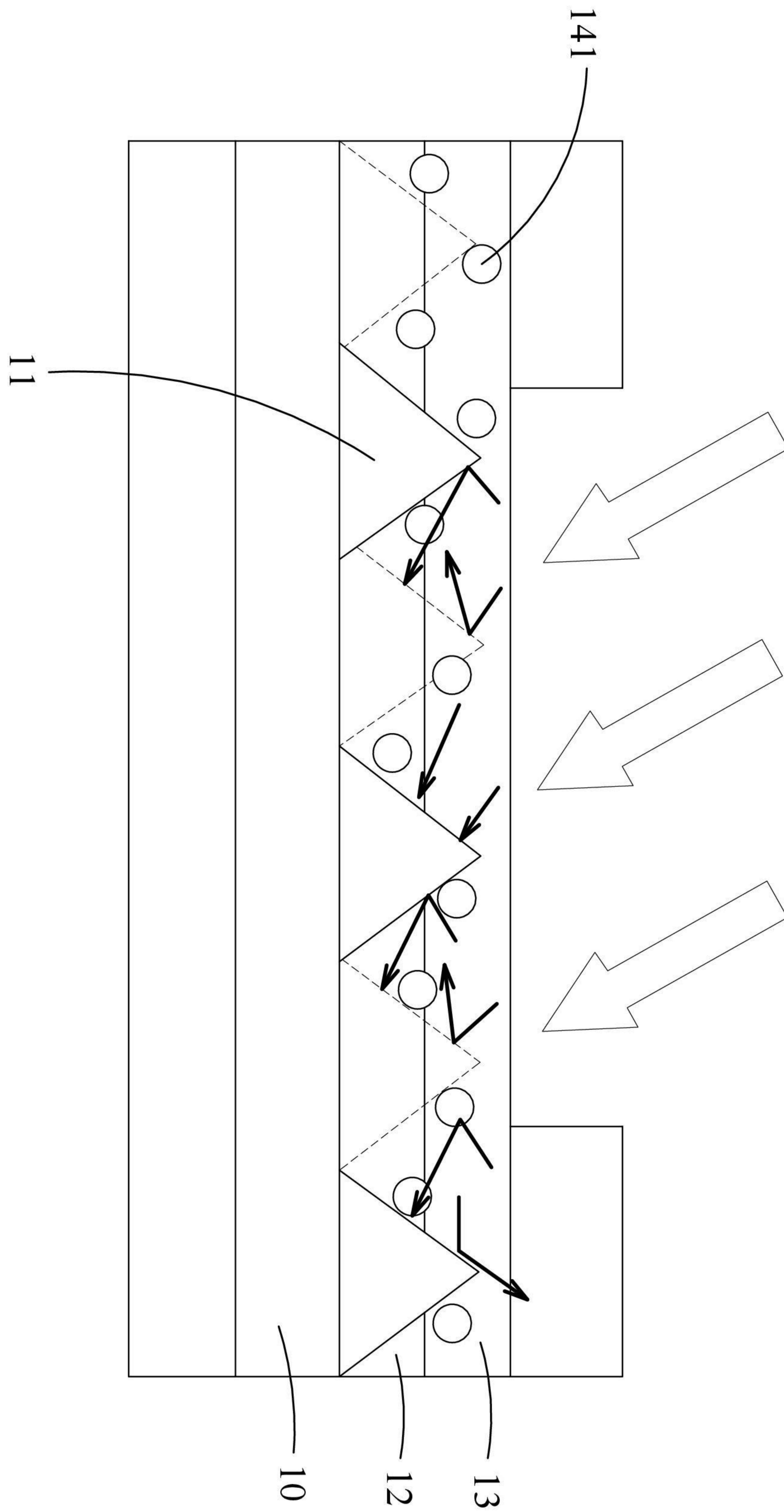


圖 2

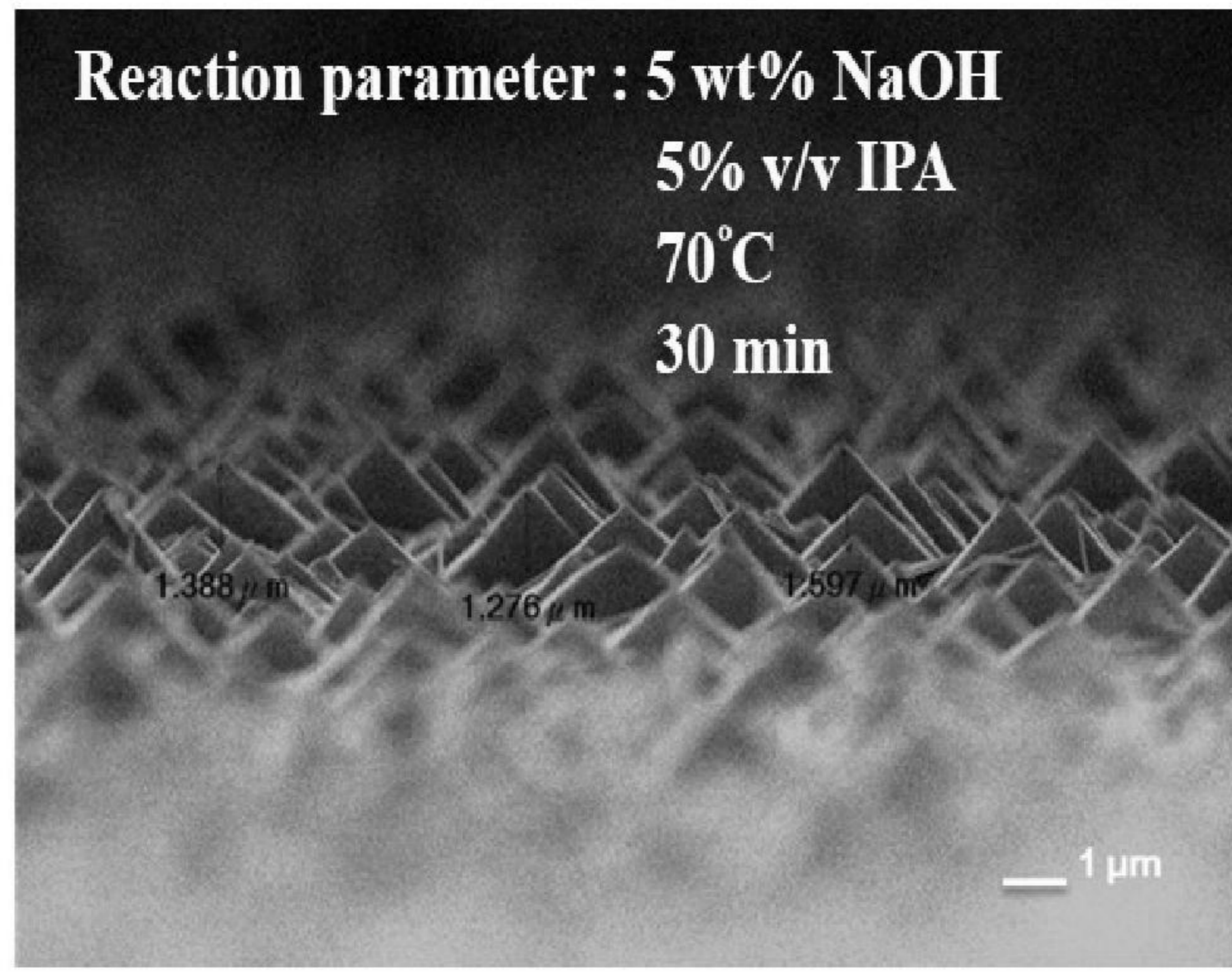


圖 3a

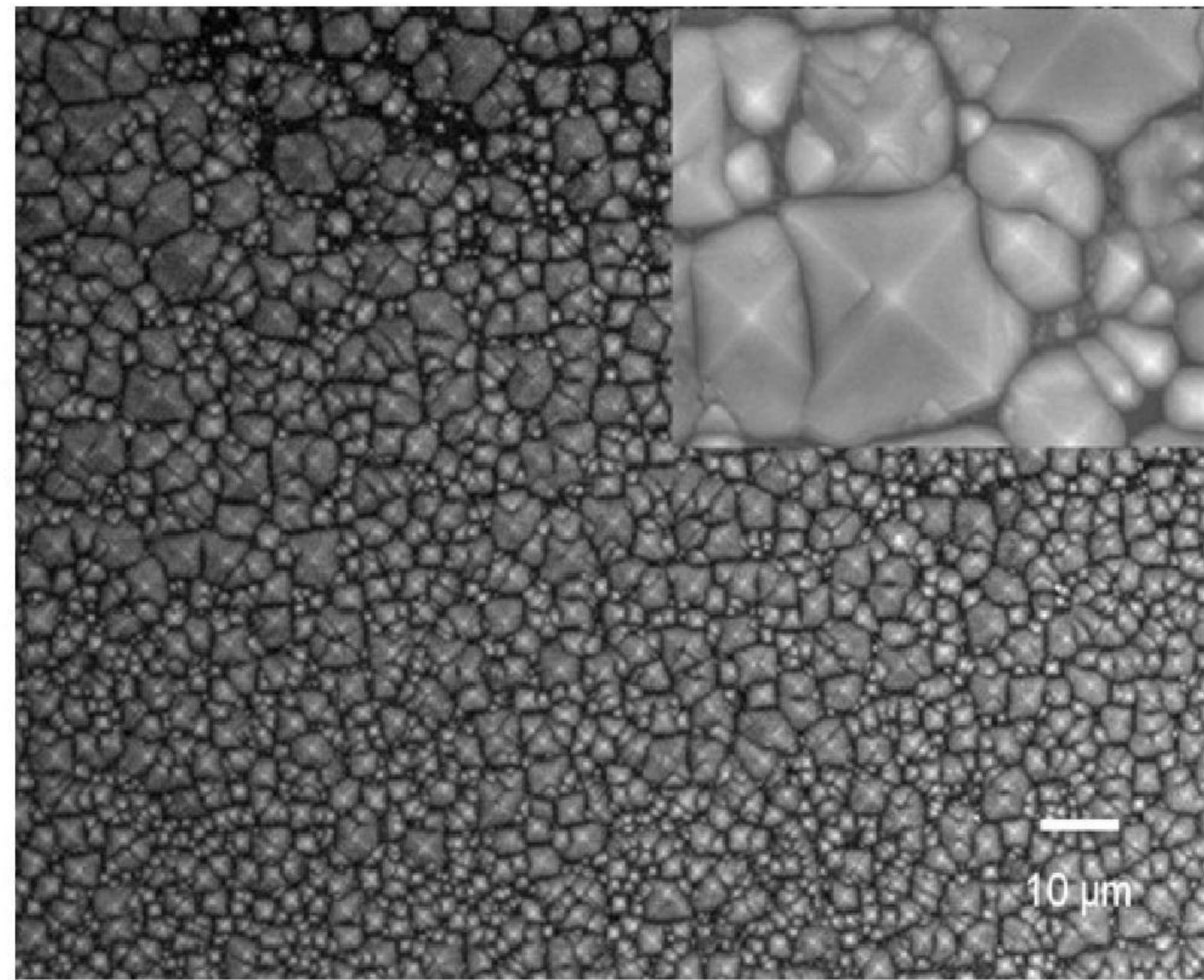


圖 3b

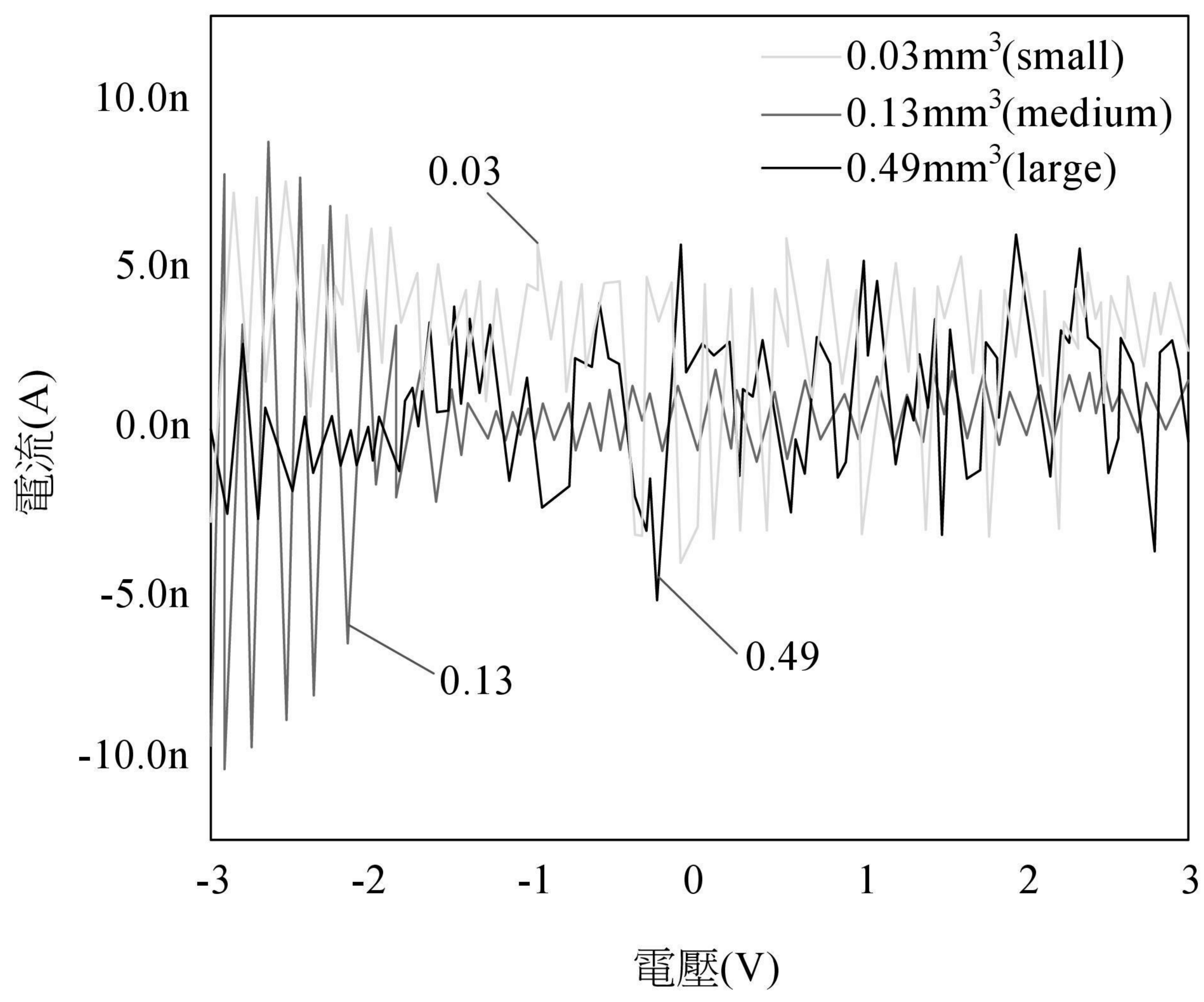


圖 4a

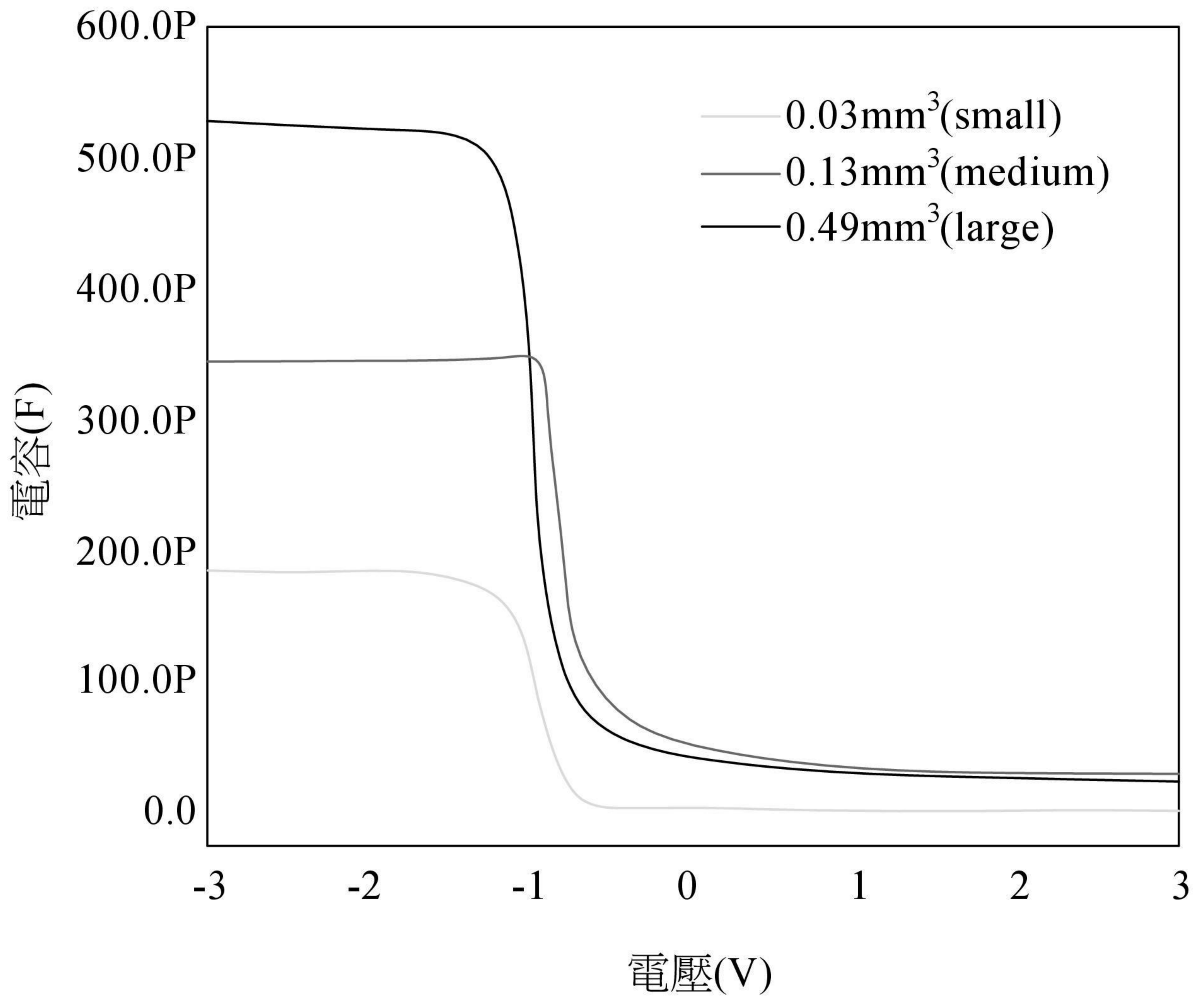


圖 4b



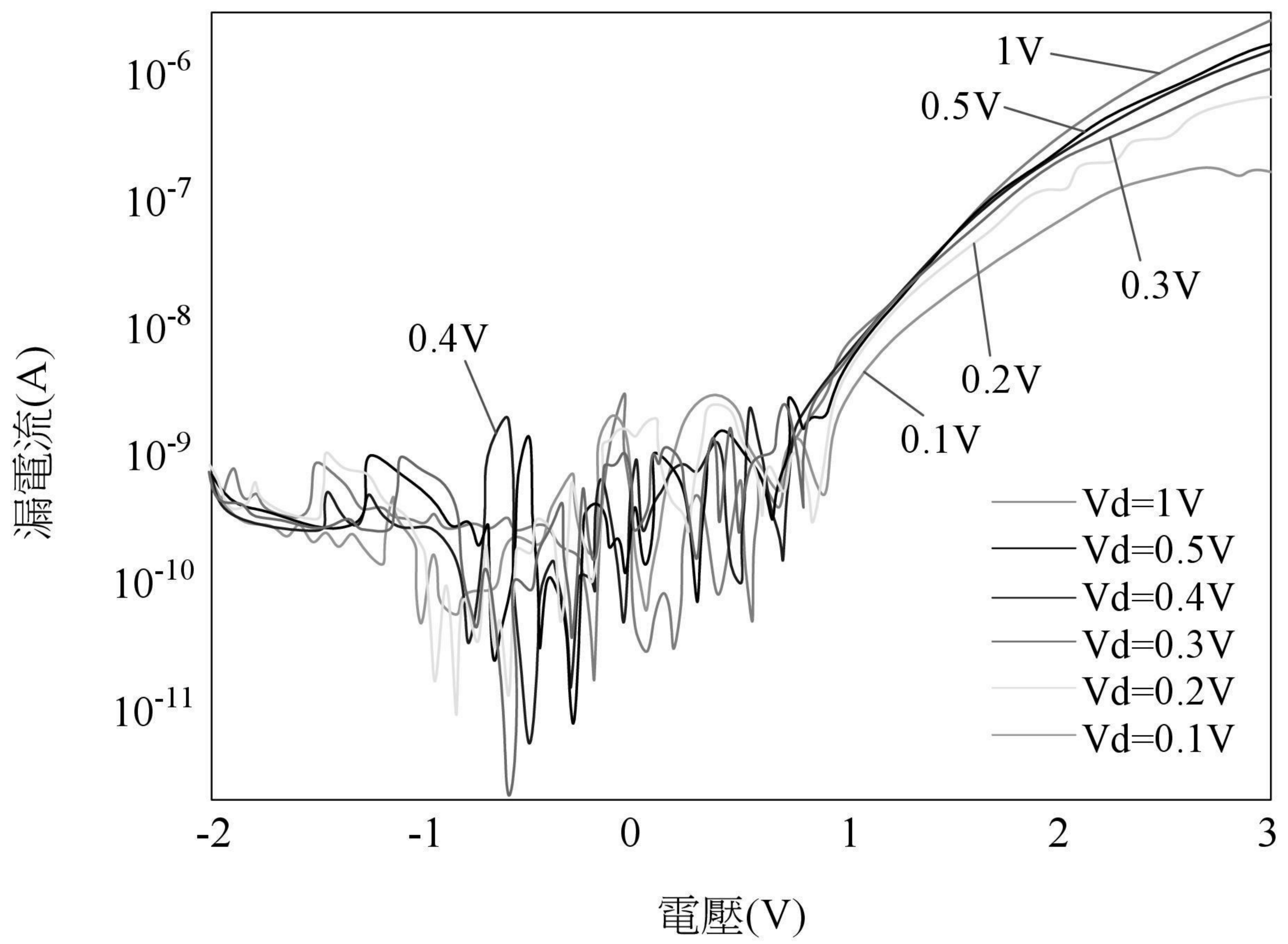


圖 5

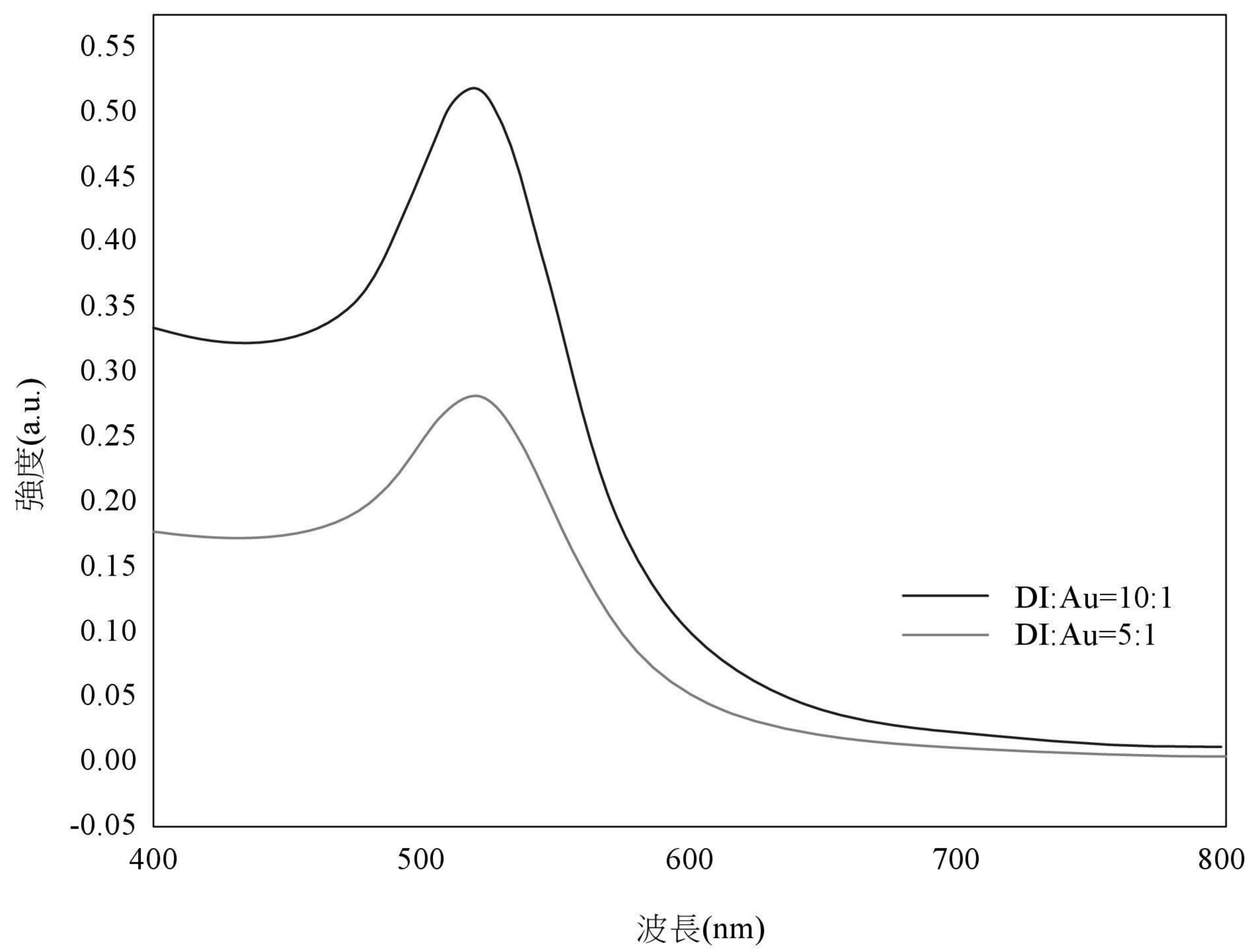


圖 6a

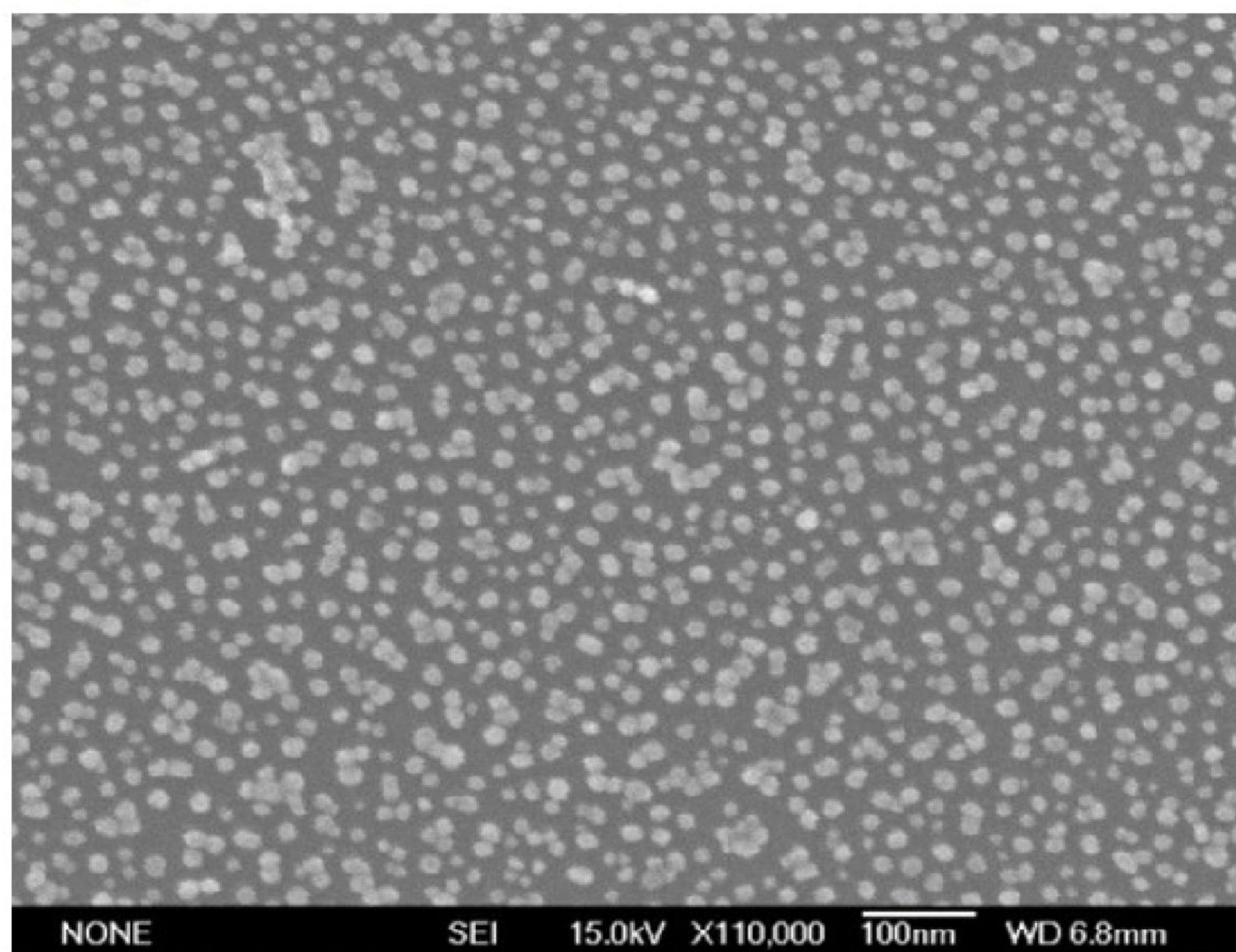


圖 6b