

(21)申請案號：101101168

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 01 月 12 日

(51)Int. Cl. : **G01N21/65 (2006.01)**

(71)申請人：汎錫科藝股份有限公司 (中華民國) PHANSCO CORP. (TW)

桃園縣桃園市三民路 3 段 170 之 4 號 5 樓

國立臺北科技大學 (中華民國) NATIONAL TAIPEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TW)

臺北市大安區忠孝東路 3 段 1 號

(72)發明人：任貽均 JEN, YI JUN (TW)；游竟維 YU, CHING WEI (TW)

(74)代理人：王至勤

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：14 項 圖式數：11 共 24 頁

(54)名稱

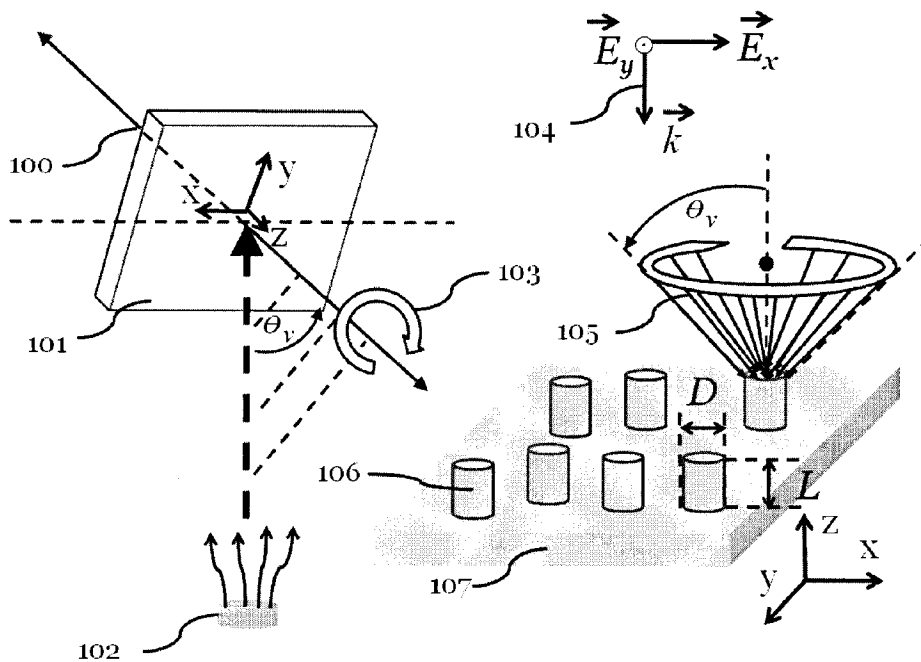
表面增強拉曼光譜 (SERS) 感測基板及其製造方法

METAL NANOPILLARS FOR SURFACE-ENHANCED RAMAN SPECTROSCOPY (SERS)

SUBSTRATE AND METHOD FOR PREPARING SAME

(57)摘要

表面增強拉曼光譜(SERS)感測基板第一實施例包含：一基板；成長於基板上的多層金屬/介電質材料搭配的奈米直柱結構，奈米直柱結構具有一組態，奈米直柱結構成長完成後是大約平行於基板法線方向。



100：基板旋轉中心軸

101：基板(具週期性圖騰或平整基板)

102：電子槍蒸鍍源

103：基板旋轉方向

104：入射光波向量

105：蒸鍍流(Flux)入射方向

106：奈米直柱結構

107：基板(具週期性圖騰或平整基板)

D：奈米直柱結構直徑

E_x ：x 方向偏極入射光

E_y ：y 方向偏極入射光

L：奈米直柱結構高
(厚)度

θ_0 ：基板傾斜角、蒸
鍍流沉積角度

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明相關於表面增強拉曼光譜(surface enhanced Raman spectroscopy, SERS)感測基板及其製法，為了解決增強待測物拉曼訊號的技術問題。

【先前技術】

拉曼(Raman)在 1928 年發現拉曼散射(Raman scattering)法，這是屬於利用光的散射行為來測定分子的振動光譜訊號(拉曼光譜)。但由於分子束截面非常小，造成拉曼訊號測定困難，而逐漸被紅外光吸收光譜取代。

在 1960 年雷射被發明後，雷射在 1964 年開始應用於拉曼光譜作為激發源，使得訊號得以放大，但拉曼光譜儀還是比紅外光譜儀昂貴許多，而限制其發展。在 1974 年，M. Fleischmann 等人發現粗糙的金屬表面可以大幅提高拉曼光譜訊號(M. Fleischmann, P. J. Hendra, and A. J. McQuillan, "Raman spectra of pyridine adsorbed at a silver electrode" Chem. Phys. Lett. 26, 123 (1974))，而發展出表面增強拉曼光譜(surface enhanced Raman spectroscopy, SERS)，此研究將為拉曼光譜帶來巨大的潛在應用。表面增強拉曼光譜增進在化學及生物系統中的分子振動識別標誌的鑑別度。近來的研究顯示，單分子拉曼散射的導入進一步增強拉曼的偵測靈敏度，因此擴大了涉及表面增強拉曼光譜的感應器應用的範圍。

現有的拉曼儀器包括(a)輻射源；(b)拉曼感應器；及(c)偵測器，其中該拉曼感應器係包括表面增強拉曼光譜感測基板，基板受該輻射源照射而產生近場電漿場，該近場電漿場與分析物分子耦合後，產生拉曼光子，該拉曼光子再藉由該偵測器偵測。拉曼光譜儀，其涉及一種化學成份之光子的非彈性散射，已經廣泛作為多種化學物質(例如鑽石、藥品、生物分子等)的鑑別工具，亦可作為研究表面上的吸收分子的工具。

表面增強拉曼光譜的應用範圍廣泛，例如生醫快速感測、蛋白質研究、化學製藥、科學鑑識、生技藥品開發、醫學檢測、健康監控、單分子偵測、

水質安全、農產品檢驗、有機物偵測、環境監控、奈米碳管結構驗證、特用化學、化妝品檢驗等。在現有的檢測方式中，SERS 也被期待去取代氣相色譜法(Gas chromatography)及高效液相色譜法(High performance liquid chromatography, HPLC)等。

在奈米結構激發電漿共振模態的研究，雕刻技術的發展已可利用大面積、簡單的氣相沉積製程方式達成，如銀奈米斜柱陣列(nanorod array, NRA)結構(Yi-Jun Jen, Ching-Wei Yu, Yu-Hsiung Wang, and Jheng-Jie Zhou, “Shape effect on the real parts of equivalent permeability of chevron thin films of silver” J. Nanophoton. 5, (2011))及銀鋸齒結構(Yi-Jun Jen, A. Lakhtakia, Ching-Wei Yu, and Chin-Te Lin, “Vapor-deposited thin films with negative real refractive index in the visible regime,” Opt. Express 17, 7784 (2009))。台灣的相關前案專利有 I325956(用於增強表面拉曼光譜之基板，SERS 感應器及其製造方法)。

由於在奈米結構近場的局部電場強度可有效增強拉曼訊號，銀奈米斜柱陣列(US 7,658,991 B2)與銀鋸齒狀介電質雙層結構(US 7,956,995 B2)已被證明可應用於 SERS。

【發明內容】

本發明欲解決的技術問題之一，是為了實質增強奈米直柱結構的局部電場(localized electric field)效應，增強一待測物之拉曼訊號。

本發明欲解決的技術問題之二，是提供表面增強拉曼光譜感測基板，在可見光與紅外光波段，具廣波域、高吸收及無偏極態相關的光譜特性。

本發明所提供的技術手段為利用斜向角度沉積法(oblique angle deposition, OAD)搭配基板自我旋轉速率調控，製作具各種非周期性、不規則的直徑分佈範圍的單層金屬奈米直柱(nanopillar)或多層金屬/介電質奈米直柱堆疊結構。

所提供一種表面增強拉曼光譜(SERS)感測基板第一實施例包含：一基板；成長於基板上的多層金屬/介電質材料搭配的奈米直柱結構，奈米直柱

結構具有一組態，奈米直柱結構成長完成後是大約平行於基板法線方向。

所提供一種表面增強拉曼光譜(SERS)感測基板第二實施例包含：一基板；成長於基板上的至少單層金屬奈米直柱結構，奈米直柱結構具有一組態，奈米直柱結構成長完成後是大約平行於基板法線方向。

【實施方式】

為解決上述的技術問題，本發明提供一種至少具有金屬奈米直柱結構的表面增強拉曼光譜(SERS)基板之製造方法，包含：以斜向角度沉積法搭配基板的旋轉，在基板上製作金屬奈米直柱結構及/或介電質奈米直柱結構，奈米直柱結構具有一組態，奈米直柱結構成長完成後是大約平行於基板法線方向。

在電子槍腔體內系統裡，如圖 1 所示，本發明係利用斜向角度沉積法(oblique angle deposition)搭配基板(自我)旋轉技術，在矽晶圓(silicon wafer)基板 101(或 107)或玻璃基板 101(或 107)上，製作多個銀奈米直柱(nanopillar)結構 106，結構直徑為 D 、高(或稱厚)度為 L 。

斜向角度沉積技術為一種物理氣相沉積法，在薄膜的沉積過程中，基板 101 在電子槍腔體內被傾斜一沉積角度 θ_v ，如圖 1 所示。由於遮蔽效應(shadowing effect)的影響，蒸鍍源 102 在各個方向會均勻分佈地斜向入射，使奈米結構在成長的過程中會朝著基板法線方向 Z 成長，而形成奈米直柱 106(D, L)。

基板自我旋轉技術是於斜向角度沉積之際，讓基板 101 沿其旋轉中心軸 100 轉動，旋轉方向標示為 103，此時蒸鍍流(Flux)沿入射方向 105 進入，沉積角度為 θ_v 。

製作參數範圍為(a)沉積角度於 $0\sim 90$ 度間，(b)沉積速率於 $0.01\text{ nm/s}\sim 100\text{ nm/s}$ 間，(c)基板轉速為 $0.01\text{ rpm}\sim 1000\text{ rpm}$ 間。

如圖 3(a)、圖 3(b)、圖 3(c)、圖 3(d)、圖 3(e)、圖 3(f)所示，組態可以是(a)金屬奈米直柱 301/基板 302，或(b)金屬奈米直柱 303/介電質奈米直

柱 304/基板 305，或(c)金屬奈米直柱 308/介電質奈米直柱 307/金屬奈米直柱 306/基板 309，或(d)金屬材料一奈米直柱 310/金屬材料二奈米直柱 311/基板 312，或(e)金屬奈米直柱 313/介電質奈米直柱 314/金屬奈米直柱 315/介電質奈米直柱 316/基板 317，或(f)金屬奈米直柱 318/金屬奈米直柱 319/週期性結構的種子層 320/基板 321，或是(g)金屬奈米直柱/介電質奈米直柱/週期性結構的種子層/基板(未繪示)。金屬奈米直柱 318、319 可以是相同或者是不同的金屬材料的奈米直柱。

金屬材料選自可增強拉曼訊號材料所組成的群組，群組包含 gold (Au), silver (Ag), copper (Cu), or aluminum (Al), lithium (Li), palladium (Pd), platinum (Pt)。

上述的奈米直柱結構是製作在具有週期性、非週期性結構的基板之上或週期性結構的種子層/基板之上。故基板 101、107、302、305、309、312、317、321 可以是具週期性的圖騰或是平整基板。

種子層 320 可選自介電質或光阻材料，基板 101、107、302、305、309、312、317、321 可選自與所製作金屬/介電質黏著性佳的材料，例如矽晶圓 (silicon wafer), 壓克力 (PMMA), 玻璃 (glass), PET, Al_2O_3 , PC 等等。

上述金屬或介電質奈米直柱結構的(a)奈米直柱直徑： $10\text{nm}\sim 1.5\mu\text{m}$, (b)兩相鄰奈米直柱的中心點至中心點之距離： $10\text{nm}\sim 1.5\mu\text{m}$, (c)直柱總高度： $10\text{nm}\sim 5\mu\text{m}$ 。

藉由上述方法所製作的一種表面增強拉曼光譜 (SERS) 感測基板，包含：一基板；成長於基板上的至少單層金屬奈米直柱結構，奈米直柱結構具有一組態，奈米直柱結構成長完成後是大約平行於基板法線方向。其組態如同以上所述以及如圖 3(a)、圖 3(b)、圖 3(c)、圖 3(d)、圖 3(e)、圖 3(f)所示。

藉由上述方法所製作的一種拉曼儀器，包括 (a) 輻射源；(b) 拉曼感應器，拉曼感應器包含以上所述之感測基板如圖 3(a)、圖 3(b)、圖 3(c)、圖 3(d)、圖 3(e)、圖 3(f)所示；及(c)偵測器，其中該拉曼感應器係受該輻射源照射而產生局部電漿場，該電漿場能增強分析物之拉曼位移訊號供該偵

測器偵測。

上述的拉曼儀器可選擇可激發單模態波長的雷射裝置做為輻射源，可激發單模態波長的雷射裝置包含固態雷射(solid state-laser)、半導體(diode)雷射、氦氖雷射(He-Ne Laser)、氣態雷射(gas laser)。

實例說明

以第 3 圖 3(a)所述組態說明實施例。在製作的過程中，使用直徑 3 mm、純度 99.999%的銀顆粒做為蒸鍍源 102，電子槍體保持在壓力 4×10^{-6} Pa 下。藉由調控基板 101(或 107)自轉速率、製作速率比值(石英振盪晶片偵測到的)及奈米直柱結構高度 L，可以得到奈米直柱結構直徑 D 的不同分佈狀態。

圖 2(a), (c), (e), (g)分別是在沉積速率=1.2 nm/s、 $\theta_v=89$ 度時，搭配四種基板轉速 20 rpm, 10 rpm, 1 rpm 及 0.1 rpm 的掃描式電子顯微鏡(scanning electron microscope, SEM)上視圖，其中圖 2(a),(c),(e) 中調控奈米直柱高度 L=120 nm，圖 2(g)中調控奈米直柱高度 L=250 nm。

圖 2(b), (d), (f), (h)分別顯示在沉積速率=1.2 nm/s、 $\theta_v=89$ 度時，搭配四種基板轉速 20 rpm, 10 rpm, 1 rpm 及 0.1 rpm，其奈米直柱直徑 D 的分佈範圍。由圖 2(b), (d), (f)，可發現在沉積速率不變時，降低基板的旋轉速度會導致奈米直柱的直徑 D 分佈往較大尺度移動。此外，奈米直柱高度 L 增加(圖 2(g))也會導致奈米直柱直徑 D 變大。

除了單層金屬奈米直柱外，不同材料的直柱可以在同一製程做堆疊。如第 3 圖與上述說明，其中基板 302(或 305, 309, 312, 317, 321)也可為具有週期性的結構圖騰，種子層 320 及具週期性結構基板的尺度均為奈米尺度等級。除了基板以外，此組態可再包含將上述組態往上再做週期性地堆疊所構成的組態。

以下將以圖 3(a)組態，進行實施例解說。

圖 4(a)是在沉積速率 1.2 nm/s、 $\theta_v=89$ 度時搭配基板轉速 10 rpm，單層銀奈米直柱高度為 L=230nm，所得單層銀奈米直柱的掃描式電子顯微鏡上

視圖。圖 4(b)是單層銀奈米直柱直徑 D 分佈圖。

圖 5 及圖 6 是由第 4 圖結構分別所量測之 x 偏極入射光與 y 偏極入射光的穿透率(T)、反射率(R)與吸收率(A)光譜圖;由圖 5 及圖 6 可知,此單層銀奈米直柱結構具有非偏極相關(即,與偏極態無關)的光譜特性,其吸收率(A)在波長 400nm~850nm 範圍下皆超過 78%。

圖 7 為利用圖 3(a)組態奈米結構做為 SERS 基板,利用功率 100mW 之 532nm 雷射為激發光源,量測 10^{-4} M 濃度若丹明(Rhodamine, R6G)在銀奈米直柱表面的不同位置(p0,p1,p2,p3)之拉曼光譜圖。其中激發光源雷射在奈米結構上之光點大小為 $1\mu\text{m}$,若丹明可經由去離子水稀釋調配所需濃度 10^{-4} M 之溶液。p0 分布圖為參考點之拉曼光譜圖, p1 分布圖為距離參考點 po 100 μm 之拉曼光譜圖, p2 分布圖為距離參考點 po 200 μm 之拉曼光譜圖, p3 分布圖為距離參考點 po 2000 μm 之拉曼光譜圖。由圖 7 可知,相對於銀奈米斜柱陣列結構的拉曼光譜圖 no(亦請參考 US 7,658,991 B2),本發明圖 3(a)組態的奈米直柱結構可提供一增強且穩定之 SERS 訊號。

以下將以圖 3 (c) 金屬 306/介電質 307/金屬 308/基板 309 三層奈米直柱結構組態,進行實施例解說。

圖 8(a)是在沉積速率 1.2 nm/s、 $\theta_v=89$ 度時,搭配基板轉速 10 rpm,所得銀奈米直柱/二氧化矽奈米直柱/銀奈米直柱的掃描式電子顯微鏡上視圖。圖 8(b)是所得銀奈米直柱直徑 D 分佈圖,單層銀奈米直柱高度 $L=250\text{nm}$ 。

圖 9 及圖 10 是由圖 8(a)結構所分別量測之 x 與 y 偏極入射光的穿透率(T)、反射率(R)與吸收率(A)的光譜圖;由圖 9 及圖 10 可知,此銀奈米直柱結構具有非偏極相關(即,與偏極態無關)的光譜特性,其吸收率在波長 400nm~850nm 範圍下皆超過 57%。

圖 11 為利用銀奈米直柱/二氧化矽奈米直柱/銀奈米直柱多層奈米直柱結構做為 SERS 基板,利用功率 100mW 之 532nm 雷射為激發光源,測濃度 10^{-4} M(若丹明 Rhodamine, R6G)在銀奈米直柱表面的不同位置(s0,s1,s2)之拉曼光譜圖;其中雷射激發光源在奈米結構上之光點大小為 $1\mu\text{m}$ 。s0 分布圖為參考點之拉曼光譜圖,s1 分布圖為距離參考點 so 100 μm 之拉曼光譜圖, s2

分布圖為距離參考點 so 200 μm 之拉曼光譜圖，由圖 11 可知，圖 3 (c) 的多層奈米直柱結構亦可提供增強且穩定之 SERS 訊號。

【圖式簡單說明】

圖 1 是本發明 SERS 感測基板的直柱奈米結構製作方式示意圖。

圖 2(a)、圖 2(b)、圖 2(c)、圖 2(d)、圖 2(e)、圖 2(f)、圖 2(g)、圖 2(h) 是根據本發明之製作方式，相同的沉積速率、不同的基板(自我)旋轉角度下之銀奈米直柱俯視圖及其直徑 D 分佈統計圖。

圖 3(a)、圖 3(b)、圖 3(c)、圖 3(d)、圖 3(e)、圖 3(f) 分別舉例單層奈米直柱與多層奈米直柱結構組態。

圖 4(a)、圖 4(b) 是厚(高)度為 230nm 之銀奈米直柱之 SEM 俯視圖及其直徑 D 分佈統計圖。

圖 5 是圖 4 結構之透射率、反射率及吸收率光譜圖；其中的入射光為 x 偏極方向。

圖 6 是圖 4 結構之透射率、反射率及吸收率光譜圖；其中的入射光為 y 偏極方向。

圖 7 是利用單層銀奈米直柱之 SERS 基板感測 10^{-4}M 濃度 R6G 之拉曼光譜圖。

圖 8(a)、圖 8(b) 是厚度為 250nm 之銀奈米直柱/二氧化矽奈米直柱/銀奈米直柱多層組態的 SEM 俯視圖及其直徑 D 分佈圖。

圖 9 圖是圖 8(a) 結構之透射、反射及吸收光譜圖；其中的入射光為 x 偏極方向。

圖 10 是圖 8(a) 結構之透射、反射及吸收光譜圖；其中的入射光為 y 偏極方向。

圖 11 是利用銀奈米直柱/二氧化矽奈米直柱/銀奈米直柱多層奈米直柱

結構之 SERS 基板感測 10^{-4} M 濃度 R6G 的拉曼光譜圖。

【主要元件符號說明】

100...基板旋轉中心軸

101, 107...基板(具週期性圖騰或平整基板)

102...電子槍蒸鍍源

103...基板旋轉方向

104...入射光波向量

105...蒸鍍流(Flux)入射方向

106...奈米直柱結構

D ...奈米直柱結構直徑, L ...奈米直柱結構高(厚)度

Θ_v ...基板傾斜角、蒸鍍流沉積角度

E_x ...x 方向偏極入射光

E_y ...y 方向偏極入射光

302、305、309、312、317、321...具週期性圖騰或平整基板

301、303、306、308、310、311、313、315...金屬奈米直柱

304、307、314、316...介電質奈米直柱

318、319...相同或者是不同金屬材料奈米直柱

320...具週期性種子層結構

R ...反射率

T ...透射率

A ...吸收率

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號： 101/01168

※ 申請日： 101. 1. 12 ※IPC 分類： G01N 21/65 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

表面增強拉曼光譜(SERS)感測基板、及其製造方法/ Metal nanopillars for surface-enhanced Raman spectroscopy (SERS) substrate and method for preparing same

二、中文發明摘要：

表面增強拉曼光譜(SERS)感測基板第一實施例包含：一基板；成長於基板上的多層金屬/介電質材料搭配的奈米直柱結構，奈米直柱結構具有一組態，奈米直柱結構成長完成後是大約平行於基板法線方向。

三、英文發明摘要：

Disclosed herein describes an SERS sensing substrate comprising upright metal nanostructures made by using oblique angle deposition (OAD) together with self-rotation substrate, wherein said upright nanostructures include individual upright nanopillars and metal/dielectric multilayered upright pillar stacks. The SERS sensing substrate exhibits high and enhanced absorption spectra for unpolarized incident rays in the visible and infrared wavelength regimes.

七、申請專利範圍：

1. 一種至少具有金屬奈米直柱結構的表面增強拉曼光譜(SERS)基板之製造方法，包含：

以斜向角度沉積法搭配基板的旋轉，在基板上製作金屬奈米直柱結構，奈米直柱結構具有一組態，奈米直柱結構成長完成後是大約平行於基板法線方向。

2. 如請求項第 1 項所述的方法，組態選自包含：

(a)金屬/基板，

(b)金屬/介電質/基板，

(c)金屬/介電質/金屬/基板，

(d)金屬材料一/金屬材料二/基板，

(e)金屬/介電質/金屬/介電質/基板，

(f)金屬/金屬/週期性結構的種子層/基板，與

(g)金屬/介電質/週期性結構的種子層/基板，

以上各項所構成的群組。

3. 如請求項第 1 項所述的方法，製作參數範圍為(a)沉積角度於 0~90 deg 間，(b)沉積速率於 0.01 nm/s~100 nm/s 間，(c)基板轉速為 0.01 rpm~1000 rpm 間。

4. 如請求項第 1 項所述的方法，該金屬材料選自可增強拉曼訊號材料所組成的群組，包含 gold (Au), silver (Ag), copper (Cu), or aluminum (Al), lithium (Li), palladium (Pd), platinum (Pt)。

5. 如請求項第 4 項所述的方法，奈米直柱結構製作在具有週期性、非週期性結構的基板之上或週期性結構的種子層/基板之上。

6. 如請求項第 2 項所述的方法，其中金屬或介電質奈米直柱結構的

- (a) 奈米直柱直徑：10nm~1.5 μ m,
- (b) 兩相鄰奈米直柱的中心點至中心點之距離：10nm~1.5 μ m,
- (c) 直柱總高度：10nm~5 μ m。

7. 如請求項第 2 項所述的方法，種子層可選自介電質或光阻材料，基板可選自與所製作金屬/介電質黏著性佳的材料，包含矽晶圓 (silicon wafer)，壓克力 (PMMA)，玻璃 (glass)，PET, Al_2O_3 , PC。

8. 一種表面增強拉曼光譜 (SERS) 感測基板，包含：

一基板；

成長於基板上的至少單層金屬奈米直柱結構，奈米直柱結構具有一組態，奈米直柱結構成長完成後是大約平行於基板法線方向。

9. 如請求項第 8 項所述的表面增強拉曼光譜感測基板，組態選自包含：

- (a) 金屬/基板,
- (b) 金屬/介電質/基板,
- (c) 金屬/介電質/金屬/基板,
- (d) 金屬材料一/金屬材料二/基板,
- (e) 金屬/介電質/金屬/介電質/基板,
- (f) 金屬/金屬/週期性結構的種子層/基板，與
- (g) 金屬/介電質/週期性結構的種子層/基板，

以上各項所構成的群組。

10. 一種具有金屬搭配介電質奈米直柱結構的表面增強拉曼光譜 (SERS) 基板之製造方法，包含：

以斜向角度沉積法搭配基板的旋轉，在基板上製作金屬/介電材料堆疊的多層奈米直柱結構，奈米直柱結構具有一組態，奈米直柱結構成長完成後是大約平行於基板法線方向。

11. 如請求項第 10 項所述的方法，該金屬材料選自可增強拉曼訊號材料

所組成的群組，包含 gold (Au), silver (Ag), copper (Cu), or aluminum (Al), lithium (Li), palladium (Pd), platinum (Pt)，介電質材料可選自與金屬材料連接性佳之高穿透率材料，包含 SiO₂, Ta₂O₅, ZnS, TiO₂, Al₂O₅, MgF₂。

12. 如請求項第 10 項所述的方法，組態選自包含：

- (a) 金屬/介電質/基板，
 - (b) 金屬/介電質/金屬/基板，
 - (c) 金屬材料一/金屬材料二/基板，
 - (d) 金屬/介電質/金屬/介電質/基板，
 - (e) 金屬/金屬/週期性結構的種子層/基板，與
 - (f) 金屬/介電質/週期性結構的種子層/基板，
- 以上各項所構成的群組。

13. 一種表面增強拉曼光譜(SERS)感測基板，包含：

一基板；

成長於基板上的多層金屬/介電質材料搭配的奈米直柱結構，奈米直柱結構具有一組態，奈米直柱結構成長完成後是大約平行於基板法線方向。

14. 如請求項第 13 項所述的表面增強拉曼光譜感測基板，組態選自包含：

- (a) 金屬/介電質/基板，
 - (b) 金屬/介電質/金屬/基板，
 - (c) 金屬材料一/金屬材料二/基板，
 - (d) 金屬/介電質/金屬/介電質/基板，與
 - (e) 金屬(或介電質)/金屬(或介電質)/週期性結構的種子層/基板，與
 - (f) 金屬/介電質/週期性結構的種子層/基板，
- 以上各項所構成的群組。

八、圖式：

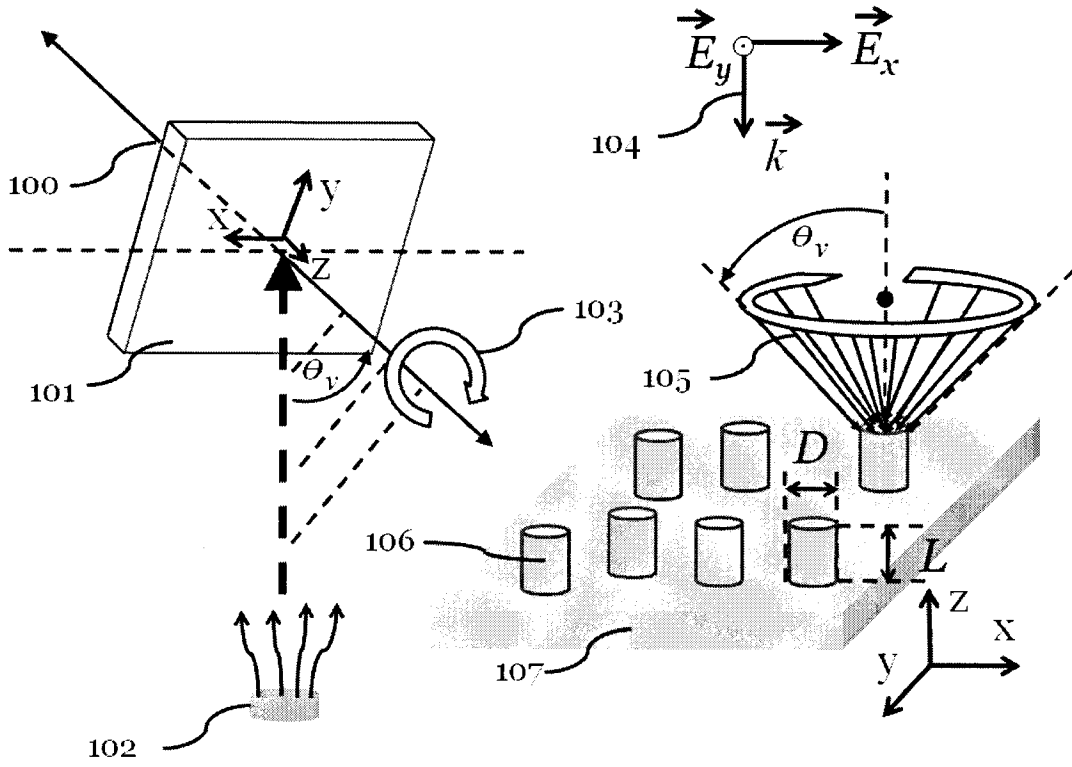


圖 1

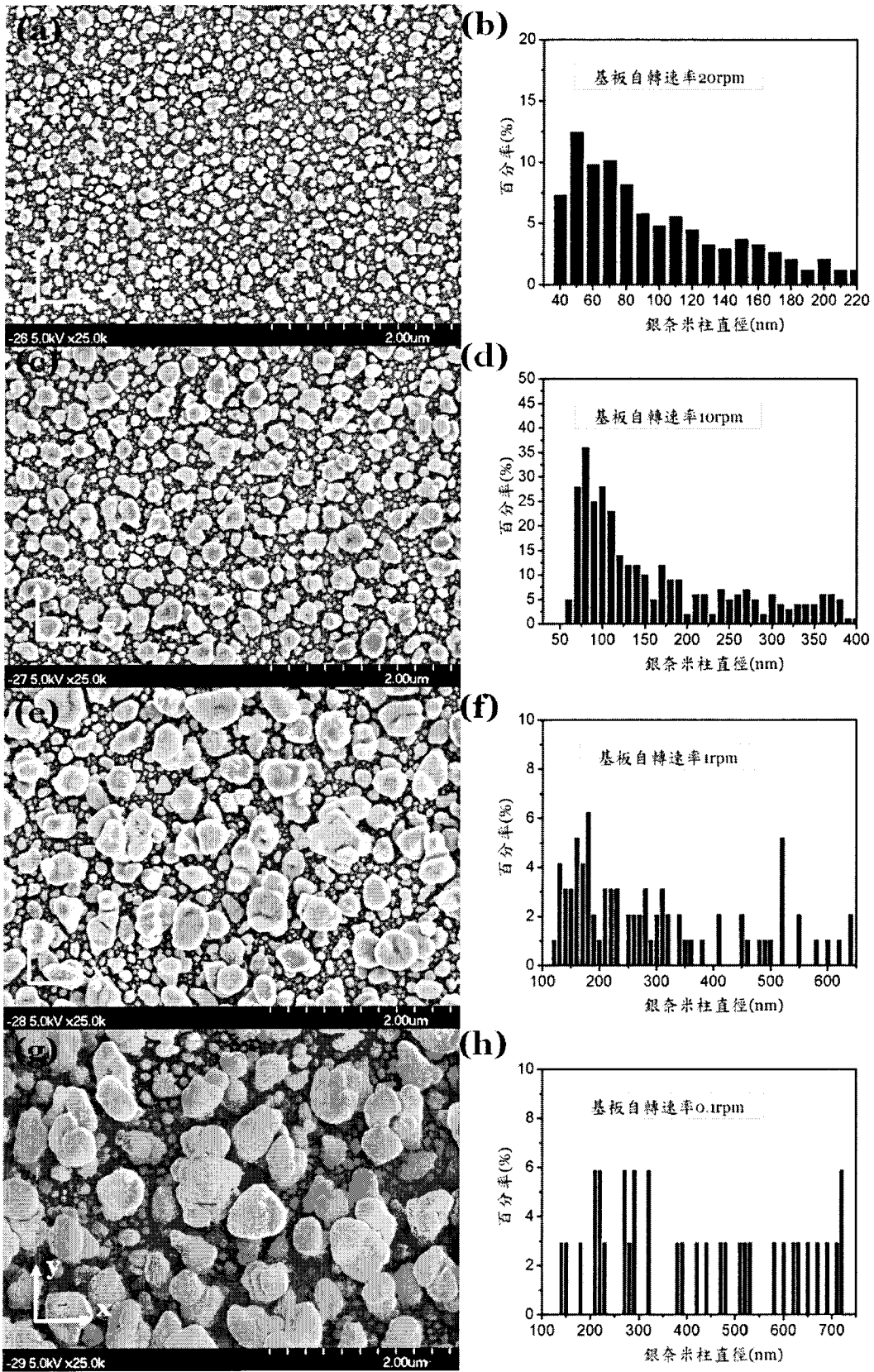


圖 2

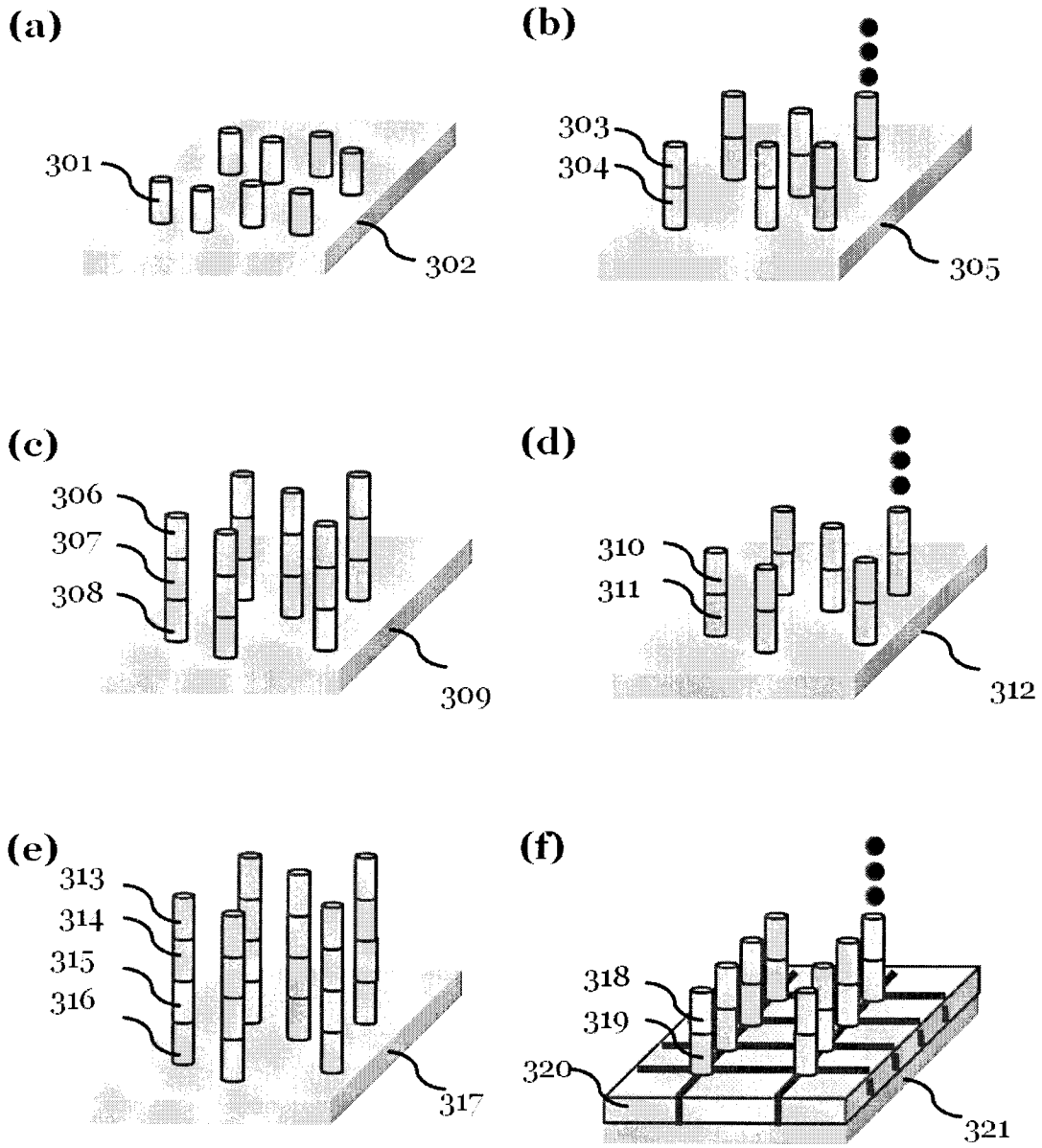


圖 3

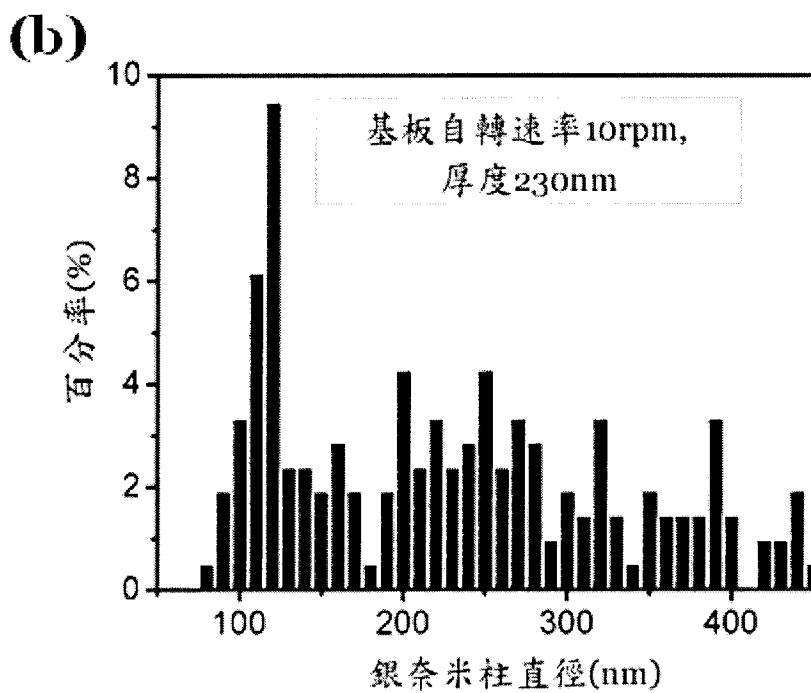
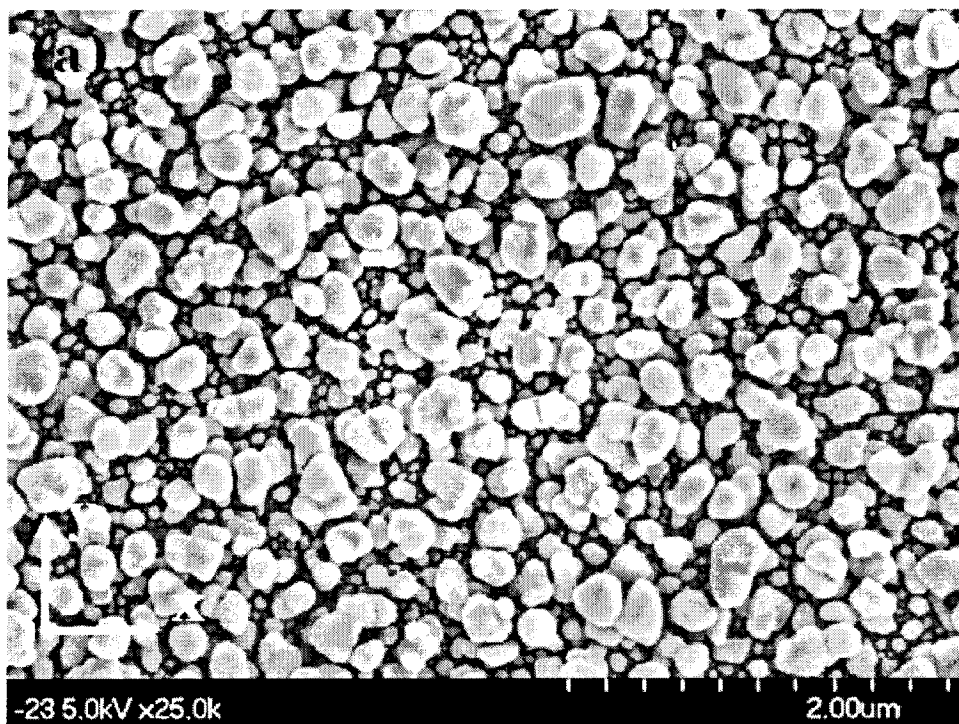


圖 4

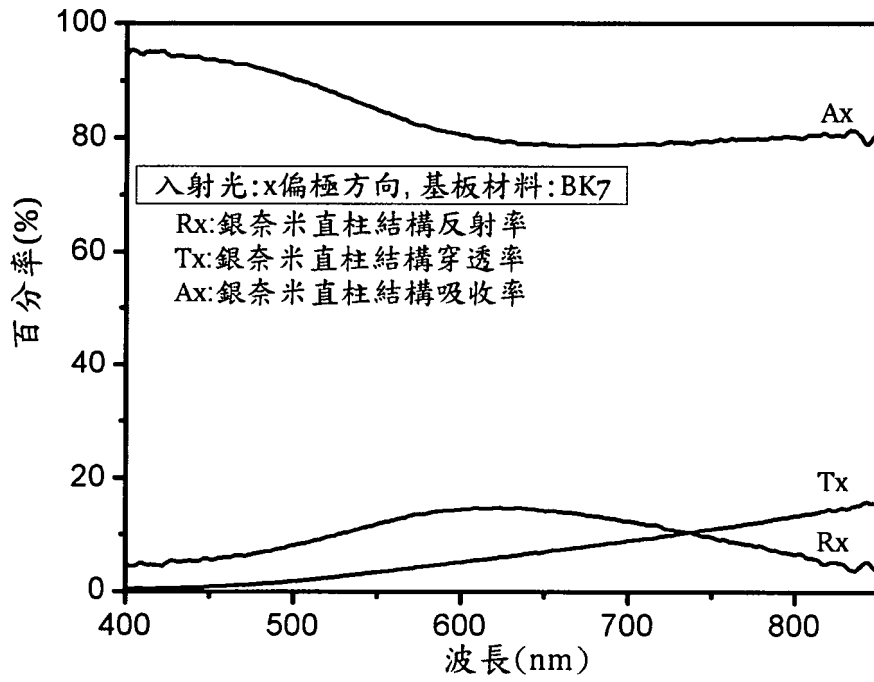


圖 5

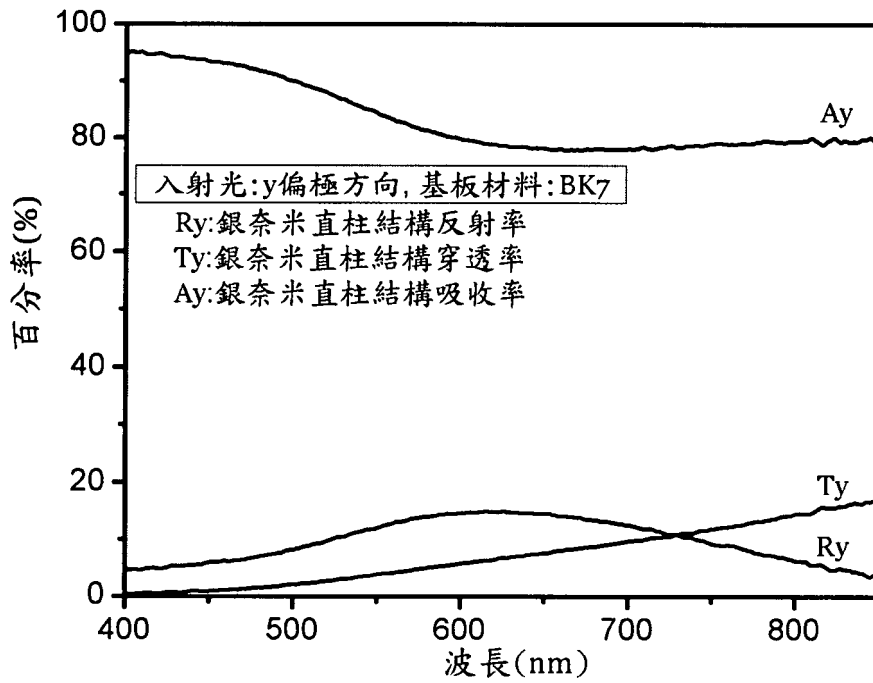


圖 6

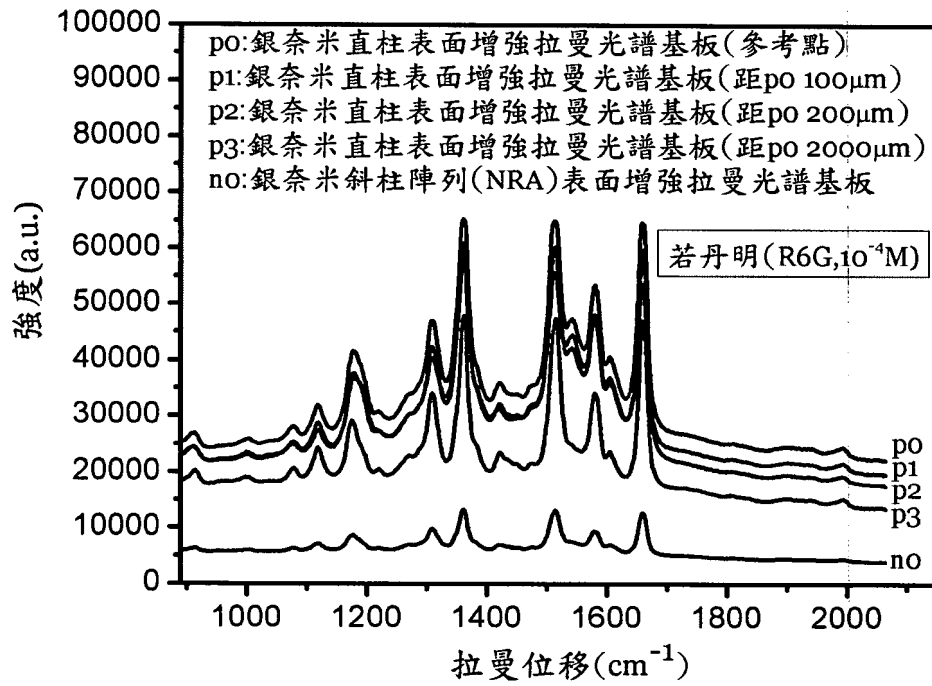


圖 7

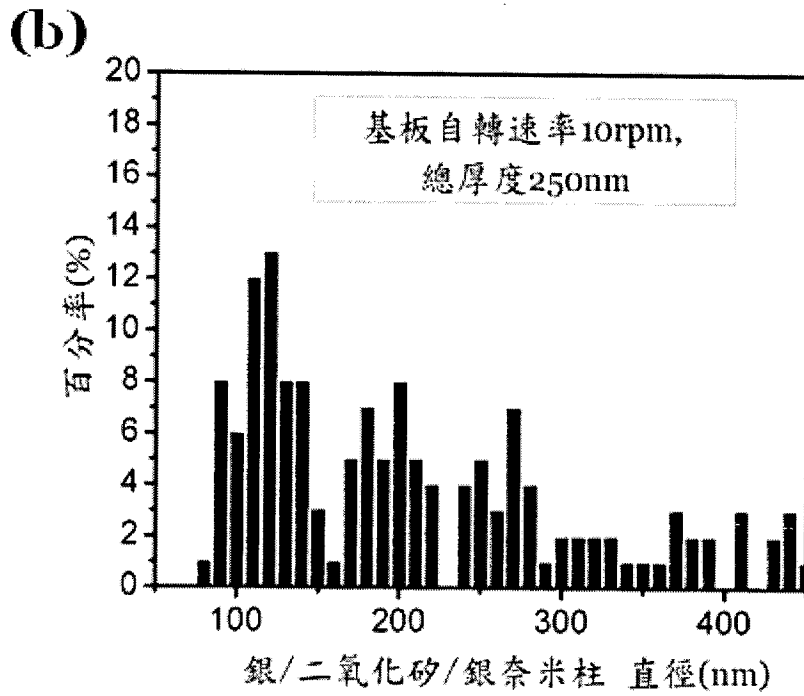
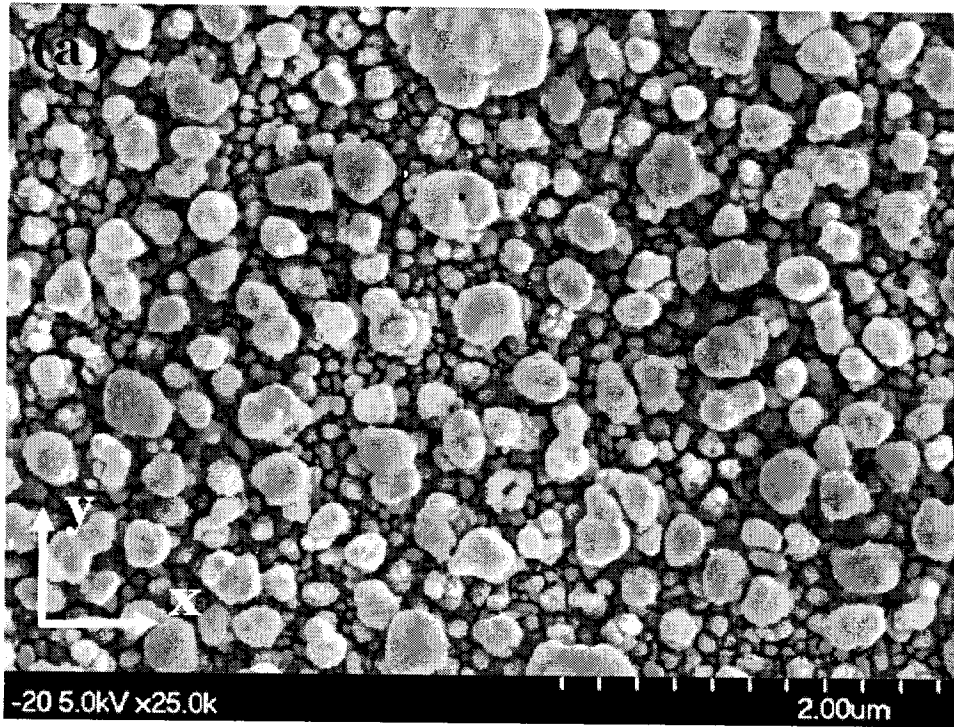


圖 8

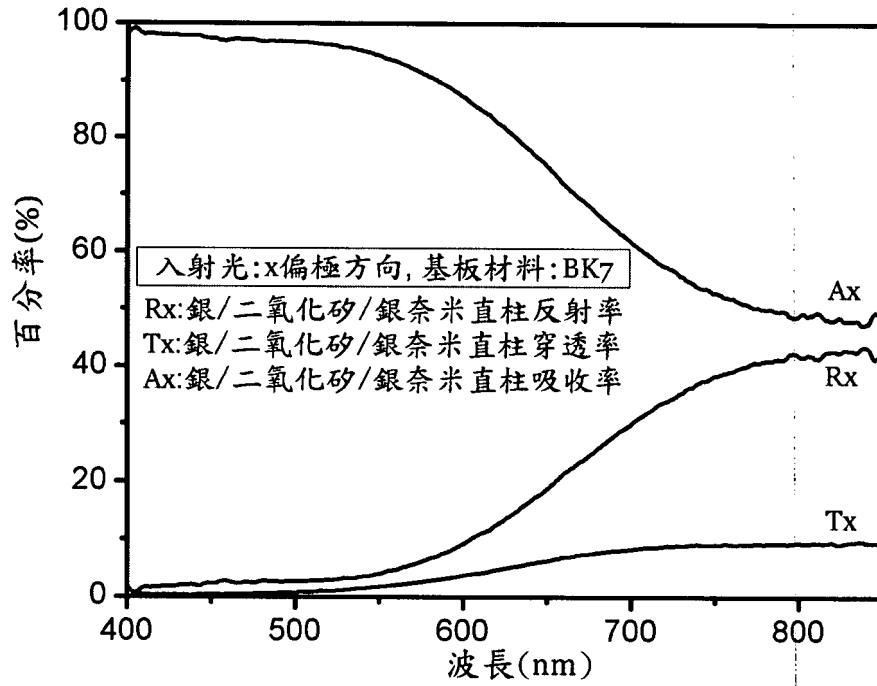


圖 9

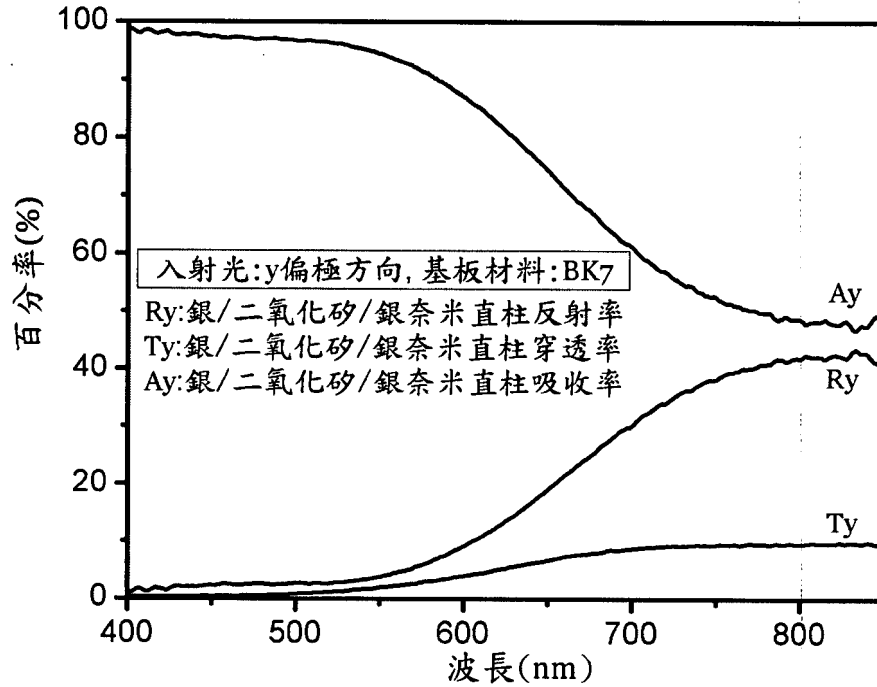


圖 10

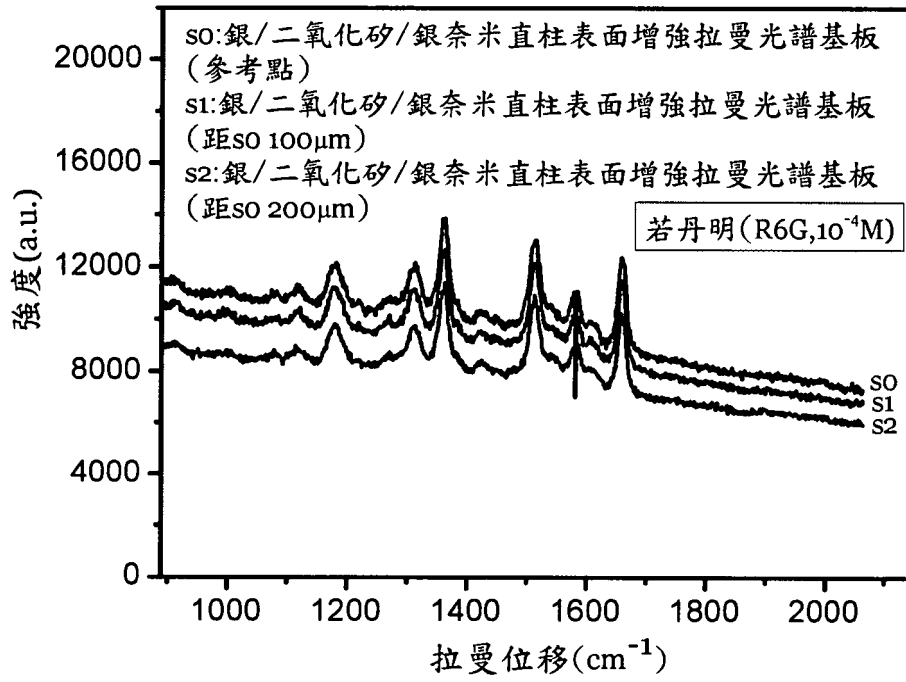


圖 11

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100...基板旋轉中心軸

101, 107...基板(具週期性圖騰或平整基板)

102...電子槍蒸鍍源

103...基板旋轉方向

104...入射光波向量

105...蒸鍍流(Flux)入射方向

106...奈米直柱結構

D ...奈米直柱結構直徑， L ...奈米直柱結構高(厚)度

θ_v ...基板傾斜角、蒸鍍流沉積角度

E_x ... x 方向偏極入射光

E_y ... y 方向偏極入射光

五、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

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：101161168

※ 申請日：

※IPC 分類：G01N 21/65 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

表面增強拉曼光譜(SERS)感測基板及其製造方法/ Metal nanopillars for surface-enhanced Raman spectroscopy (SERS) substrate and method for preparing same

二、中文發明摘要：

表面增強拉曼光譜(SERS)感測基板第一實施例包含：一基板；成長於基板上的多層金屬/介電質材料搭配的奈米直柱結構，奈米直柱結構具有一組態，奈米直柱結構成長完成後是大約平行於基板法線方向。

三、英文發明摘要：

Disclosed herein describes an SERS sensing substrate comprising upright metal nanostructures made by using oblique angle deposition (OAD) together with self-rotation substrate, wherein said upright nanostructures include individual upright nanopillars and metal/dielectric multilayered upright pillar stacks. The SERS sensing substrate exhibits high and enhanced absorption spectra for unpolarized incident rays in the visible and infrared wavelength regimes.

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：101161168

※ 申請日：

※IPC 分類：G01N 21/65 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

表面增強拉曼光譜(SERS)感測基板及其製造方法/ Metal nanopillars for surface-enhanced Raman spectroscopy (SERS) substrate and method for preparing same

二、中文發明摘要：

表面增強拉曼光譜(SERS)感測基板第一實施例包含：一基板；成長於基板上的多層金屬/介電質材料搭配的奈米直柱結構，奈米直柱結構具有一組態，奈米直柱結構成長完成後是大約平行於基板法線方向。

三、英文發明摘要：

Disclosed herein describes an SERS sensing substrate comprising upright metal nanostructures made by using oblique angle deposition (OAD) together with self-rotation substrate, wherein said upright nanostructures include individual upright nanopillars and metal/dielectric multilayered upright pillar stacks. The SERS sensing substrate exhibits high and enhanced absorption spectra for unpolarized incident rays in the visible and infrared wavelength regimes.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100...基板旋轉中心軸

101, 107...基板(具週期性圖騰或平整基板)

102...電子槍蒸鍍源

103...基板旋轉方向

104...入射光波向量

105...蒸鍍流(Flux)入射方向

106...奈米直柱結構

D ...奈米直柱結構直徑， L ...奈米直柱結構高(厚)度

θ_v ...基板傾斜角、蒸鍍流沉積角度

E_x ... x 方向偏極入射光

E_y ... y 方向偏極入射光

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)