



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201224435 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 06 月 16 日

(21)申請案號：099142607

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 12 月 07 日

(51)Int. Cl. : **G01N21/55 (2006.01)**

G02B6/42 (2006.01)

(71)申請人：福華電子股份有限公司 (中華民國) FORWARD ELECTRONICS CO., LTD. (TW)
臺北市中山區中山北路 3 段 22 號

(72)發明人：李鍾沛 LEE, CHUNG PEI (TW)；曹育嘉 TSAO, YU CHIA (TW)；張榮監 CHANG, JUNG CHIEN (TW)

(74)代理人：蘇建太；陳聰浩；蘇清澤

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：12 項 圖式數：4 共 20 頁

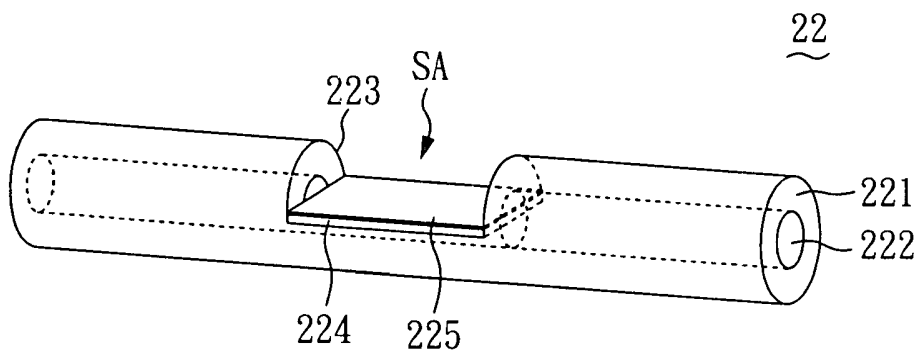
(54)名稱

表面電漿共振光纖感測元件以及使用其之表面電漿共振感測裝置

SPR OPTICAL FIBER SENSOR AND SPR SENSING DEVICE USING THE SAME

(57)摘要

本發明係有關於一種表面電漿共振光纖感測元件以及使用其之表面電漿共振感測裝置，該表面電漿共振光纖感測元件，包括：一光纖基材，其具有一感測區；一第一金屬層，其設置於該光纖基材之該感測區上；以及一第二金屬層，其係一金層且設置於該第一金屬層上。本發明透過於感測區域上堆疊兩層以上的不同金屬材料，增加表面電漿共振量測範圍，進而提升靈敏度及化學穩定性。



22：表面電漿共振光
纖感測元件

221：披覆層

222：核心層

223：凹槽

224：第一金屬層

225：第二金屬層

SA：感測區

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種表面電漿共振光纖感測元件、以及使用其之表面電漿共振感測裝置，尤指一種表面具有多層堆疊金屬層之表面電漿共振光纖感測元件、以及使用其之表面電漿共振感測裝置。

【先前技術】

對於醫療檢測或環境檢測的應用而言，迅速且精確地檢測出生物分子的種類及濃度是非常重要的。尤其在環境毒害的場合中，處理人員必須先檢測出災害現場之有害物質的種類及濃度，他們才能依據檢測結果決定後續相關的處理程序，以減低處理的風險。所以，分析儀器的精確度、靈敏度、操作流程的簡易度及可攜帶性均非常重要。

目前，業界已使用一種表面電漿共振感測儀檢測微量之生物分子的種類及濃度，其係利用表面電漿共振效應(Surface Plasmon Resonance Effect)原理進行檢測。此種表面電漿共振效應感測儀具有：(1)偵測所需時間短；(2)不需事先對待測物進行標記(lable-free)；(3)所需樣本量少；(4)可線上即時偵測待測物與其配位體(ligand)間的交互作用；及(5)偵測靈敏度高等優點。

習知表面電漿共振感測儀通常包含雷射光源、入射光處理單元、稜鏡、金屬層、光偵測器、待測物承載單元及光譜儀，其中，金屬層係位於稜鏡之背面。當進行檢測時，雷射光源產生之光線先通過入射光處理單元後，由稜鏡之

一側入射，而後光被金屬層反射，而自稜鏡另一側射出，再進入光偵測器，光偵測器將其所接收之光訊號對應轉換為電訊號並將其提供給光譜儀以分析光譜的變化。

但是，此種表面電漿共振感測儀的體積龐大，且其各元件之間的相對位置必須精確地維持，否則從其入射光處理單元所出射的光便無法正確地被位於其稜鏡背面之金屬層反射，便無法順利到達其光偵測器，且於稜鏡上濺鍍之金屬膜層大多為金或銀膜，容易限制表面電漿共振響應範圍，且除金以外的材料所構成之金屬膜層，化學穩定性不佳，在量測靈敏度上易受到待測物質的影響。此外，上述結構為增加靈敏度，常常需要進行表面改質，造成製作流程繁雜不簡便。

因此，業界亟需一種靈敏度高、適用性廣且製作方便之表面電漿共振光纖感測元件及表面電漿共振感測裝置，以加速相關檢測。

【發明內容】

本發明之主要目的係在提供一種表面電漿共振光纖感測元件，其中透過於感測區域上堆疊兩層以上的不同金屬材料，結合不同金屬材料對於表面電漿共振之光譜反應，增加表面電漿共振量測範圍，進而提升靈敏度及化學穩定性。

本發明之另一目的係在提供一種使用本發明表面電漿共振光纖感測元件之表面電漿共振感測裝置，俾能可增加可檢測物之種類，同時拓展可檢測環境。

為達成上述目的，本發明之一態樣提供一種表面電漿共振光纖感測元件，包括：一光纖基材，其具有一感測區；一第一金屬層，其設置於該光纖基材之該感測區上；以及一第二金屬層，其係一金層且設置於該第一金屬層上。

本發明之另一態樣提供一種表面電漿共振感測裝置，係包括：一光源單元，係用以提供一光源；一表面電漿共振光纖感測元件，其包括：一光纖基材，其具有一感測區；一第一金屬層，其設置於該光纖基材之該感測區上；以及一第二金屬層，其係一金層且設置於該第一金屬層上，其中該光源並通過該表面電漿共振光纖感測元件而產生一光訊號；一光感測器，係用以感測通過該表面電漿共振光纖感測元件之該光訊號並對應轉換為一電訊號；複數條光纖，係分別連接該光源單元、該光纖感測單元及該光感測器；以及一連接該光感測器之運算顯示單元，該運算顯示單元接受來自該光感測器之該電訊號並顯示運算所得之結果。

於本發明上述表面電漿共振光纖感測元件中，該第一金屬層所使用之材料，可選自由銀、鋁、銅及其合金所組群組之其中一者，其中較佳者為鋁。此外，該第二金屬層之厚度可介於1 nm至10 nm的範圍，較佳介於3 nm至7 nm的範圍；該第一金屬層之厚度可介於20 nm至100 nm的範圍，較佳介於30 nm至50 nm的範圍。另外，該光纖基材可為一側拋型光纖基材，該側拋型光纖基材的製作方式如下：首先，提供一光纖基材，該光纖基材具有一核心層及一包覆

該核心層之披覆層，而後對該光纖基材經側邊研磨製程形成一凹槽且該凹槽暴露該核心層後，即可得該側拋型光纖基材。

於本發明上述表面電漿共振感測裝置中，該光源單元可為雷射二極體，該光感測器可為光二極體感測器，此外該些光纖可為多模光纖或單模光纖。

一般而言，不同的金屬材料具有不同的化學穩定性以及不同的表面電漿共振反應光譜，其中，化學穩定性會影響表面電漿共振檢測之檢測種類及檢測環境，表面電漿共振反應光譜決定檢測光譜之反應範圍大小及靈敏度。

本發明將兩種以上的金屬材料薄膜堆疊於光纖基材的感測區，其中可於單一腔體中搭配多源蒸/濺鍍設備，透過簡易製程便可形成雙層或多層金屬層結構，以提升表面電漿共振光纖感測元件的化學穩定性及靈敏度。此外，利用上述表面電漿共振光纖感測元件之表面電漿共振感測裝置，便可拓展可適用的檢測物種類、可檢測範圍。

【實施方式】

以下係藉由特定的具體實施例說明本發明之實施方式，熟習此技藝之人士可由本說明書所揭示之內容輕易地了解本發明之其他優點與功效。本發明亦可藉由其他不同的具體實施例加以施行或應用，本說明書中的各項細節亦可基於不同觀點與應用，在不悖離本發明之精神下進行各種修飾與變更。

本發明之實施例中該等圖式均為簡化之示意圖。惟該等圖示僅顯示與本發明有關之元件，其所顯示之元件非為實際實施時之態樣，其實際實施時之元件數目、形狀等比例為一選擇性之設計，且其元件佈局型態可能更複雜。

實施例一

請參閱圖1A，其為表面電漿共振光纖感測元件22之放大示意圖。

如圖1A所示，表面電漿共振光纖感測元件22包括一核心層222、一包覆該核心層222之披覆層221、一暴露該核心層222之凹槽223、一位於該凹槽223中核心層222表面之第一金屬層224、以及一堆疊於該第一金屬層表面之第二金屬層225。

上述表面電漿共振光纖感測元件22中，該凹槽223可利用側邊研磨（side polish）製程或蝕刻製程而形成，其長度可約為5 mm，深度可約為62.5 μ m，但凹槽223的長度及深度並非以此為限，其可依據所需要檢測之樣本的種類及檢測環境（如溶液之折射率）而有所變化；該第一金屬層224與該第二金屬層225可利用直流濺鍍（DC sputter deposition）、射頻濺鍍（RF sputter deposition）、蒸鍍（evaporation deposition）或其他的方法於該凹槽223的表面沈積而得，而該凹槽223便是做為感測區SA。

該第一金屬層224所使用材料可選自由銀、鋁、銅及其合金所組群組之其中一者，其厚度大致可為30 nm至50 nm的範圍，於本實施例中使用鋁膜層做為該第一金屬層224，

而鋁膜層的厚度為35 nm，使用金膜層做為該第二金屬層225，而金膜層的厚度為5 nm。雖然本實施例之第一金屬層224僅為單層結構，但此第一金屬層亦可為選自上述材料之多層金屬結構。

實施例二

請參閱圖1B，其為表面電漿共振感測裝置2之示意圖。

如圖1B所示，本發明之表面電漿共振感測裝置2具有一外殼21、一光源單元24、一樣本槽23、一表面電漿共振光纖感測元件22、一光感測器25、一樣本儲存槽26、一運算顯示單元27、複數條光纖281與282、以及一電源單元29。其中，該表面電漿共振光纖感測元件22係使用實施例一所述之表面電漿共振光纖感測元件，且其位於樣本槽23內。

在本實施中，該光源單元24係為雷射二極體，且光源單元24所產生的光源係藉由多模光纖281傳遞至位於樣本槽23內的表面電漿共振光纖感測元件22。之後，通過表面電漿共振光纖感測元件22並帶有待測樣本相關資訊的光訊號則藉由另一多模光纖282被傳遞至光感測器25。接著，光感測器25便將此光訊號對應轉換為一電訊號，且將此電訊號傳遞至運算顯示單元27，以進行進一步的計算。

在本實施例中，運算顯示單元27係用以控制本發明一實施例之表面電漿共振感測裝置2的運作並藉由位於外殼21表面之按鍵組271接受來自外界的控制指令。此外，運算顯示單元27並將其運算之結果顯示於位於外殼21表面之顯示幕272中。至於本發明一實施例之表面電漿共振感測裝置

2運作時所需的電力，則由電源單元29提供，其可為一配合一變壓器之插頭或一電池組(應用於無法使用市電的場所，如室外之檢測場合)。

此外，樣本儲存槽26容納有一可提供適當檢測環境之溶液，此溶液並經由導管261及導管262分別流入及流出樣本槽23，以使樣本槽23內處於一穩定狀態(如處於特定溫度、特定pH值或特定折射率的狀態)。此溶液可經由位於外殼21表面之注入口263被注入至樣本儲存槽26中。除此之外，樣本儲存槽26更可具有一多管閥(圖中未示)，以控制此溶液之流動。

位於樣本槽23中之表面電漿共振光纖感測元件22，於其兩端可利用光纖連接器，分別與多模光纖281及多模光纖282連接，如此，光源單元24所產生的光源便可經由多模光纖281進入位於樣本槽23中的表面電漿共振光纖感測元件22，最後通過表面電漿共振光纖感測元件22而到達光感測器25。

此時，由於位於表面電漿共振光纖感測元件22之第二金屬層245表面的待測樣本的緣故，此表面電漿共振光纖感測元件22便發生表面電漿共振效應(Surface Plasmon Resonance effect)，即當此光源通過表面電漿共振光纖感測元件22後，其光譜分佈(spectrum distribution)會因為待測樣本的種類、濃度、折射率等因素，或樣本與第二金屬層245之間的作用力的不同而產生對應的變化，所產生之訊號則經由多模光纖282而到達光感測器25。光感測器25便將其所

接收之光訊號對應轉換為一電訊號，且將此電訊號提供給與其連接之運算顯示單元27。當經過適當的運算程序之後，運算顯示單元27便可依照使用者事先所設定的模式，顯示光譜分佈圖形於顯示幕272中。或經過與事先儲存於其記憶體之資料比較之後，直接顯示此一待測樣本的種類或濃度於顯示幕272中。

比較例一

本比較例之表面電漿共振光纖感測元件，大致上相似實施例一之表面電漿共振光纖感測元件，唯一不同點在於本比較例之表面電漿共振光纖感測元件的感測區上，僅有厚度為40 nm金膜層之單金屬層結構。

測試例一

利用實施例二所述之表面電漿共振感測裝置，測試實施例一與比較例一之表面電漿共振光纖感測元件的表面電漿共振波長，其結果如圖2所示。

圖2之光譜圖結果顯示，比較例一之表面電漿共振光纖感測元件的單金屬層結構，其半峰全幅值(full width at half maximum, FWHM)對應波長範圍為100 nm；另一方面，實施例一之表面電漿共振光纖感測元件的雙金屬層結構，其半峰全幅值對應波長範圍為250 nm。

由半峰全幅值對應波長範圍自100 nm增加至250 nm可知，雙金屬層結構可增加表面電漿共振波長反應範圍。

測試例二

利用實施例二所述之表面電漿共振感測裝置，測試實施例一之表面電漿共振光纖感測元件對於不同折射油(折射率分別為1.3、1.33、1.36、1.39、1.42、1.45、1.48)之反應，其結果如圖3所示。

圖3之光譜圖結果顯示，實施例一之表面電漿共振光纖感測元件的雙金屬層結構對不同折射油具有良好辨識效果，即使折射率差僅為0.03之兩種折射油，本發明之表面電漿共振光纖感測元件仍可清楚區別。

測試例三

利用實施例二所述之表面電漿共振感測裝置，測試實施例一及比較例一之表面電漿共振光纖感測元件對於不同折射油(折射率分別為1.3、1.33、1.36)之反應，其結果如圖4所示。

圖4之雷射功率量測圖結果顯示，相較於比較例一之表面電漿共振光纖感測元件，使用實施例一之表面電漿共振光纖感測元件檢測折射油時，雷射功率衰減量明顯較高，此表示實施例一具有雙金屬層結構之表面電漿共振光纖感測元件，具有更佳的靈敏度。

綜上所述，習知技術中使用稜鏡做為全反射之光學元件，通常對於響應不同波長之各種樣本，只要調整其入射光波長，便可適用不同樣本之檢測，不過使用稜鏡則會由前述體積龐大、各件的相對位置必須精確、表面電漿共振響應範圍受限、靈敏度不佳等缺陷。

反觀，本發明使用光纖做為全反射之光學元件，雖然要達到光纖全反射效果之入射光波長範圍會有所限制，而且不同樣本通常有對應的波長響應範圍，導致使用一般光纖元件時產生靈敏度不高或波長響應範圍不適用的問題，但由於本發明於光纖基材的感測區上堆疊兩種以上的金屬材料薄膜，因此拓展光纖的表面電漿共振量測範圍，而可以解決上述靈敏度不高及波長響應範圍不適用的問題，同時克服習知技術使用稜鏡之缺點。

此外，於製作本發明表面電漿共振光纖感測元件之過程中，可於單一腔體中搭配多源蒸/濺鍍設備，透過簡易製程便可形成雙層或多層金屬層結構，因此所製得之表面電漿共振光纖感測元件，具有更佳的化學穩定性及靈敏度，因此可以適用於更廣的可檢測物種類及可檢測範圍。

上述實施例僅係為了方便說明而舉例而已，本發明所主張之權利範圍自應以申請專利範圍所述為準，而非僅限於上述實施例。

【圖式簡單說明】

圖1A係本發明實施例一之表面電漿共振光纖感測元件的示意圖。

圖1B係本發明實施例二之表面電漿共振感測裝置的示意圖。

圖2係本發明實施例一及比較例一之表面電漿共振光纖感測元件的表面電漿共振波長光譜圖。

圖3係本發明實施例一之表面電漿共振光纖感測元件檢測不同折射油之光譜圖。

圖4係本發明實施例一及比較例一之表面電漿共振光纖感測元件檢測不同折射油之雷射功率變化圖。

【主要元件符號說明】

2 表面電漿共振感測裝置	21 外殼
24 光源單元	23 樣本槽
22 表面電漿共振光纖感測元件	223 凹槽
221 披覆層	222 核心層
224 第一金屬層	225 第二金屬層
25 光感測器	26 樣本儲存槽
261、262 導管	263 注入口
27 運算顯示單元	271 按鍵組
272 顯示幕	281、282 光纖
29 電源單元	

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： 99142607

※ 申請日： 99.12.7.

※IPC 分類：

G01N21/55 (2006.01)

G02B 6/42 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

表面電漿共振光纖感測元件以及使用其之表面電漿
共振感測裝置

SPR Optical Fiber Sensor and SPR Sensing Device

Using the Same

二、中文發明摘要：

本發明係有關於一種表面電漿共振光纖感測元件以及使用其之表面電漿共振感測裝置，該表面電漿共振光纖感測元件，包括：一光纖基材，其具有一感測區；一第一金屬層，其設置於該光纖基材之該感測區上；以及一第二金屬層，其係一金層且設置於該第一金屬層上。本發明透過於感測區域上堆疊兩層以上的不同金屬材料，增加表面電漿共振量測範圍，進而提升靈敏度及化學穩定性。

三、英文發明摘要：

An SPR optical fiber sensor and an SPR sensing device using the same are disclosed. The SPR optical fiber sensor includes: a fiber substrate having a sensing region; a first metal layer disposed on the sensing region of the fiber substrate; and a second metal layer which is a gold layer and disposed on the first metal layer. In the present invention, two or more layers of different metals are stacked on the sensing region and thus the SPR measurable range can be promoted so as to improve the sensitivity and chemical stability of the SPR optical fiber sensor.

七、申請專利範圍：

1. 一種表面電漿共振光纖感測元件，包括：
 - 一光纖基材，其具有一感測區；
 - 一第一金屬層，其設置於該光纖基材之該感測區上；以及
 - 一第二金屬層，其係一金層且設置於該第一金屬層上。
2. 如申請專利範圍第1項所述之表面電漿共振光纖感測元件，其中，該第一金屬層係選自由銀、鋁、銅及其合金所組群組之其中一者所構成之金屬層。
3. 如申請專利範圍第2項所述之表面電漿共振光纖感測元件，其中，該第一金屬層係一鋁層。
4. 如申請專利範圍第3項所述之表面電漿共振光纖感測元件，其中，該第二金屬層之厚度係介於1 nm至10 nm的範圍。
5. 如申請專利範圍第4項所述之表面電漿共振光纖感測元件，其中，該第一金屬層之厚度係介於20 nm至100 nm的範圍。
6. 如申請專利範圍第1項所述之表面電漿共振光纖感測元件，其中，該光纖基材係一側拋型光纖基材。
7. 一種表面電漿共振感測裝置，係包括：
 - 一光源單元，係用以提供一光源；
 - 一表面電漿共振光纖感測元件，其包括：一光纖基材，其具有一感測區；一第一金屬層，其設置於該光纖基材之該感測區上；以及一第二金屬層，其係一金層且設置於該

第一金屬層上，其中該光源並通過該表面電漿共振光纖感測元件而產生一光訊號；

一光感測器，係用以感測通過該表面電漿共振光纖感測元件之該光訊號並對應轉換為一電訊號；

複數條光纖，係分別連接該光源單元、該光纖感測單元及該光感測器；以及

一連接該光感測器之運算顯示單元，該運算顯示單元接受來自該光感測器之該電訊號並顯示運算所得之結果。

8. 如申請專利範圍第7項所述之表面電漿共振感測裝置，其中，該第一金屬層係選自由銀、鋁、銅及其合金所組群組之其中一者所構成之金屬層。

9. 如申請專利範圍第8項所述之表面電漿共振感測裝置，其中，該第一金屬層係一銅層。

10. 如申請專利範圍第9項所述之表面電漿共振感測裝置，其中，該第二金屬層之厚度係介於1 nm至10 nm的範圍。

11. 如申請專利範圍第10項所述之表面電漿共振感測裝置，其中，該第一金屬層之厚度係介於20 nm至100 nm的範圍。

12. 如申請專利範圍第7項所述之表面電漿共振光纖感測元件，其中，該光纖基材係一側拋型光纖基材。

八、圖式 (請見下頁)：

第一金屬層上，其中該光源並通過該表面電漿共振光纖感測元件而產生一光訊號；

一光感測器，係用以感測通過該表面電漿共振光纖感測元件之該光訊號並對應轉換為一電訊號；

複數條光纖，係分別連接該光源單元、該光纖感測單元及該光感測器；以及

一連接該光感測器之運算顯示單元，該運算顯示單元接受來自該光感測器之該電訊號並顯示運算所得之結果。

8. 如申請專利範圍第7項所述之表面電漿共振感測裝置，其中，該第一金屬層係選自由銀、鋁、銅及其合金所組群組之其中一者所構成之金屬層。

9. 如申請專利範圍第8項所述之表面電漿共振感測裝置，其中，該第一金屬層係一銅層。

10. 如申請專利範圍第9項所述之表面電漿共振感測裝置，其中，該第二金屬層之厚度係介於1 nm至10 nm的範圍。

11. 如申請專利範圍第10項所述之表面電漿共振感測裝置，其中，該第一金屬層之厚度係介於20 nm至100 nm的範圍。

12. 如申請專利範圍第7項所述之表面電漿共振光纖感測元件，其中，該光纖基材係一側拋型光纖基材。

八、圖式 (請見下頁)：

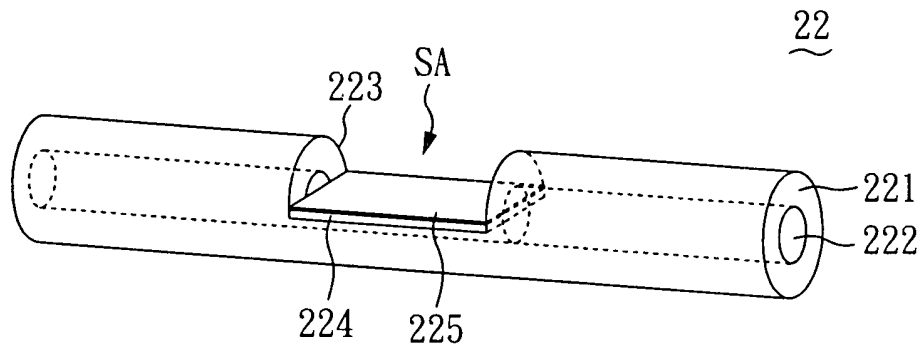


圖 1A

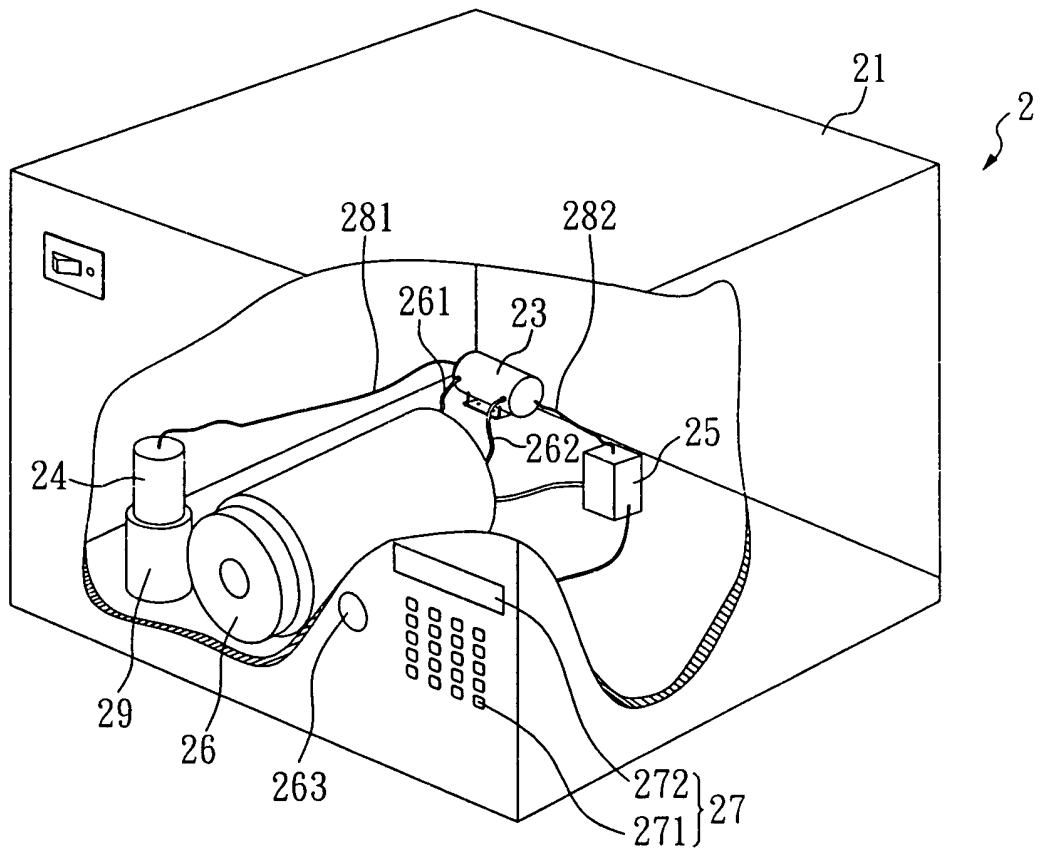


圖 1B

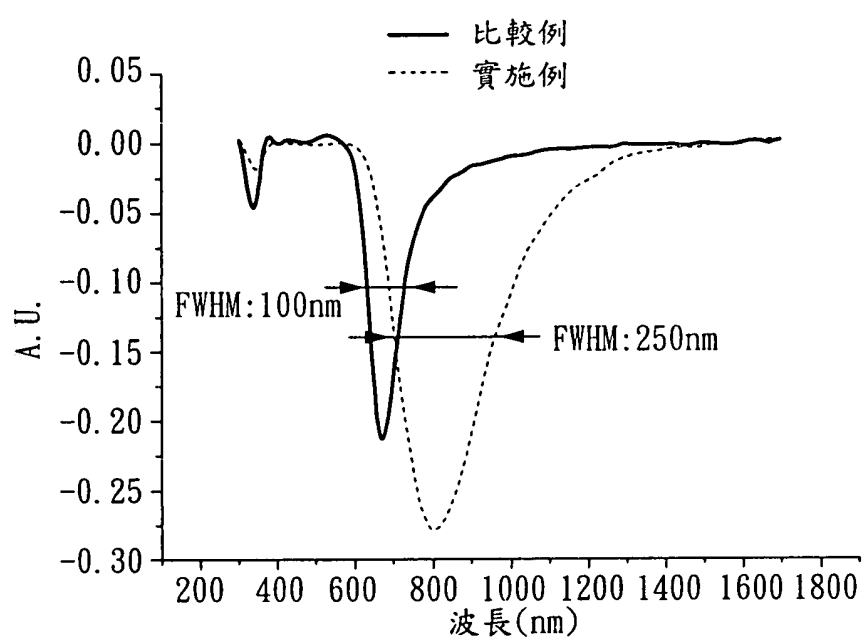


圖2

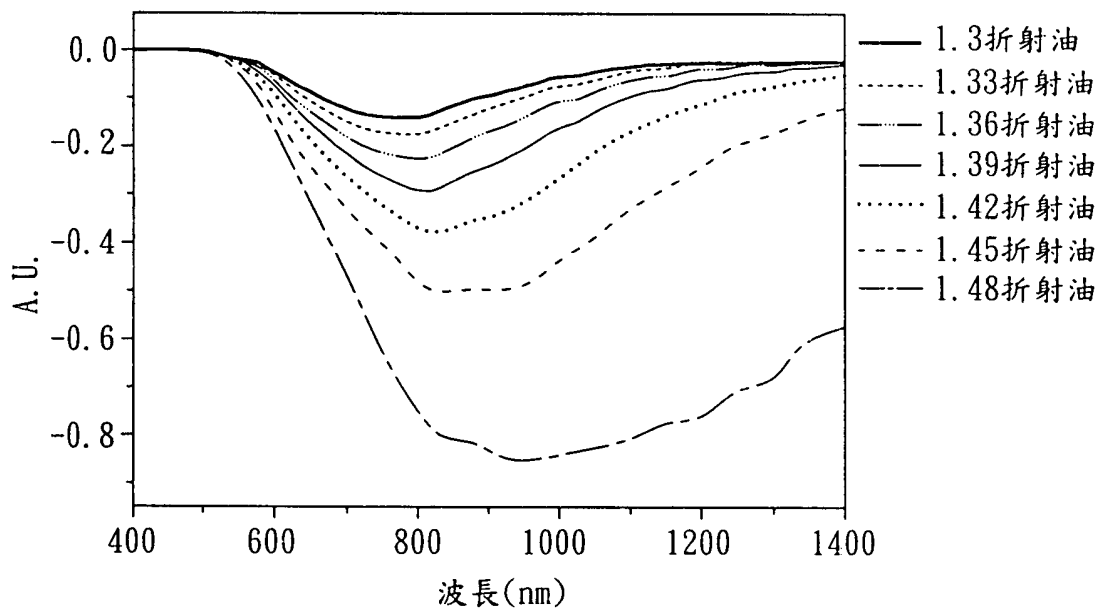


圖3

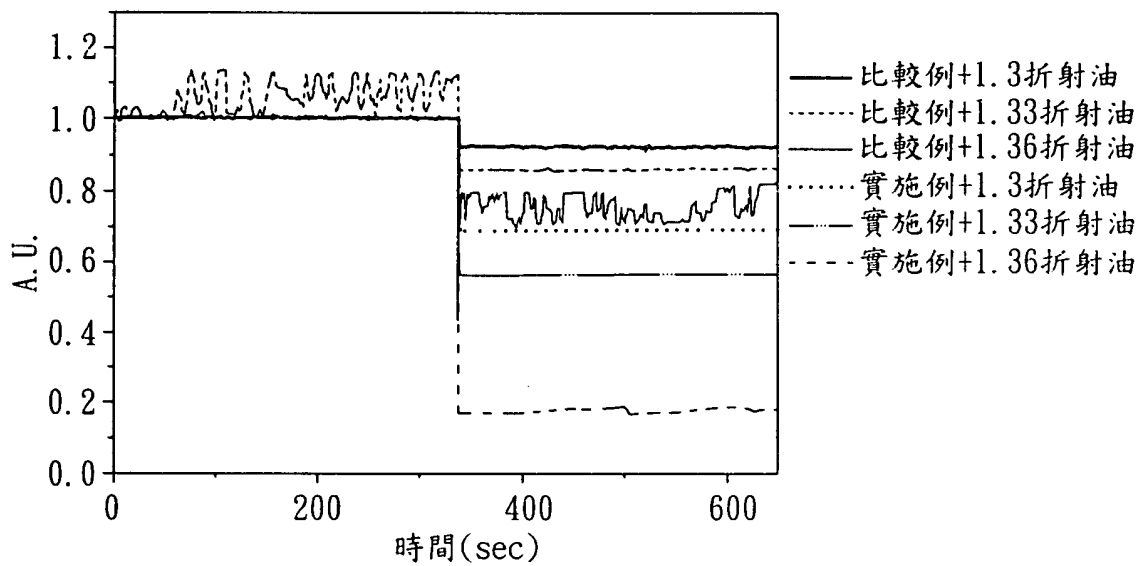


圖4

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖（1A）。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

22 表面電漿共振光纖感測元件 223 凹槽

221 披覆層 222 核心層

224 第一金屬層 225 第二金屬層

SA 感測區

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」