



(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 I500920 B

(45) 公告日：中華民國 104 (2015) 年 09 月 21 日

(21) 申請案號：101136652

(22) 申請日：中華民國 101 (2012) 年 10 月 04 日

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

B82Y15/00 (2011.01)

(30) 優先權：2011/10/26 世界智慧財產權組織 PCT/US11/57884

(71) 申請人：惠普研發公司 (美國) HEWLETT-PACKARD DEVELOPMENT COMPANY, L.P.  
(US)

美國

(72) 發明人：李志勇 LI, ZHIYONG (CN) ; 馮德朗 小蓋瑞 L VONDRAN JR., GARY L. (US)

(74) 代理人：閻啟泰；林景郁

(56) 參考文獻：

TW 586005

TW 201043960A

TW 201116819A

US 2005/0028595A1

US 2007/0086001A1

審查人員：張耕誌

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：5 共 32 頁

(54) 名稱

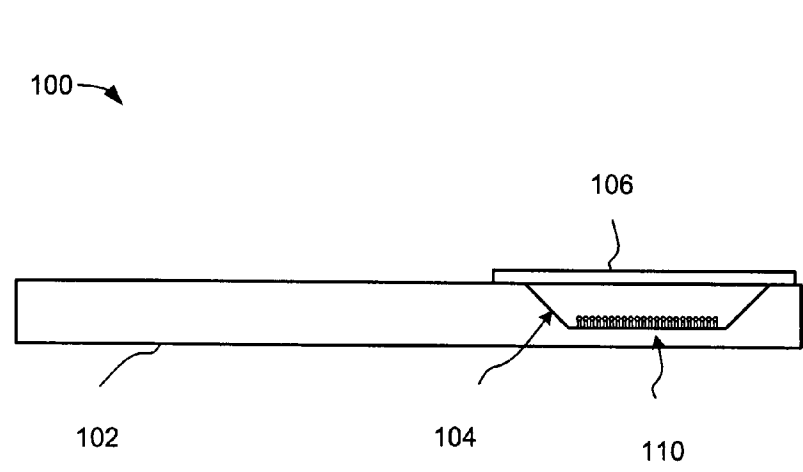
用於具有可破壞性遮蓋之感測應用的裝置及方法

APPARATUS AND METHOD FOR USE IN A SENSING APPLICATION HAVING A DESTRUCTIBLE COVER

(57) 摘要

一種使用於感測應用之裝置，其包括一主體，其所具有一腔包含一開口。該裝置亦包括：複數個奈米指，設置在該腔中；以及一可破壞性遮蓋，其覆蓋該腔中之開口，以保護該等複數個奈米指。其中，將該可破壞性遮蓋破壞，以使得能夠進接該等複數個奈米指。

An apparatus for use in a sensing application includes a body having a cavity containing an opening. The apparatus also includes a plurality of nano-fingers positioned in the cavity and a destructible cover covering the opening in the cavity to protect the plurality of nano-fingers, wherein the destructible cover is to be destroyed to enable access to the plurality of nano-fingers.



- 100 . . . 裝置
- 102 . . . 主體
- 104 . . . 腔
- 106 . . . 可破壞性遮蓋
- 110 . . . 奈米

圖1A

# 發明專利說明書

## 公告本

(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：101136652

※申請日：101.10.4

※IPC 分類：G01N 21/65 (2006.01)  
B82Y 15/00 (2011.01)

### 一、發明名稱：(中文/英文)

用於具有可破壞性遮蓋之感測應用的裝置及方法

APPARATUS AND METHOD FOR USE IN A SENSING  
APPLICATION HAVING A DESTRUCTIBLE COVER

### 二、中文發明摘要：

一種使用於感測應用之裝置，其包括一主體，其所具有一腔包含一開口。該裝置亦包括：複數個奈米指，設置在該腔中；以及一可破壞性遮蓋，其覆蓋該腔中之開口，以保護該等複數個奈米指。其中，將該可破壞性遮蓋破壞，以使得能夠進接該等複數個奈米指。

### 三、英文發明摘要：

An apparatus for use in a sensing application includes a body having a cavity containing an opening. The apparatus also includes a plurality of nano-fingers positioned in the cavity and a destructible cover covering the opening in the cavity to protect the plurality of nano-fingers, wherein the destructible cover is to be destroyed to enable access to the plurality of nano-fingers.

#### 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：

100	裝置
102	主體
104	腔
106	可破壞性遮蓋
110	奈米

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

## 六、發明說明：

### 【發明所屬技術領域】

本發明有關於一種用於具有可破壞性遮蓋之感測應用的裝置。

### 【先前技術】

拉曼(Raman)散射光譜學使用一種由被照射材料之內部結構之光子非彈性散射所產生之發射光譜或光譜成份。此等包含於響應信號(例如，拉曼信號)中之光譜成份，用於方便判斷此包括分析物辨識之分析物種之材料特徵。

然而，經常可以藉由使用拉曼活性材料(例如，拉曼活性表面)而大幅加強拉曼信號位準或強度。例如，由在結構化金屬表面之數個奈米上或中吸收複合物(或離子)所產生拉曼散射光線為由在溶液或氣相中相同複合物所產生拉曼散射光線之  $10^3$ - $10^{12}$  倍。此種分析複合物之過程稱為表面加強拉曼光譜學(SERS)。近年來，SERS 成為例行使用且強而有力之工具，用於研究分子結構、以及特徵介面與薄膜系統，且甚至使得能夠作單分子偵測。目前，工程師、物理學家、化學家繼續尋求用於實施 SERS 之系統與方法之改善。

### 【發明內容】

在一實施例中揭示一種使用於感測應用之裝置，該裝置包括：一主體，其所具有一腔包含一開口；複數個奈米指，設置在該腔中；以及一可破壞性遮蓋，覆蓋該腔中之

開口，以保護該等複數個奈米指，其中將該可破壞性遮蓋破壞，以使得能夠進接該等複數個奈米指。

在另一實施例中揭示一種製造如前述裝置之方法，其包括以下步驟：獲得具有一腔之主體；在設置於該腔中該主體與基板之至少一表面上形成複數個奈米指；以及以一可破壞性遮蓋將該腔中之開口覆蓋。

在又另一實施例中揭示一種使用如前述裝置以實施感測應用之方法，其中該可破壞性遮蓋包含一種材料，其在預定長度時間內在該待測試物質中溶解，該方法包括以下步驟：將該裝置之至少一部份插入於該待測試物質中，其中，該待測試物質造成該可破壞性遮蓋溶解，因此將該待測試物質曝露於該等複數個拉曼活性材料奈米粒子；將該感測裝置從該物質移除；以及在該等拉曼活性材料奈米粒子上或靠近之所剩餘物質之部份上實施感測應用。

### 【實施方式】

為了簡單與說明目的，本發明主要藉由參考舉例而說明。在以下說明中，說明各種特定細節，以提供本發明徹底瞭解。然而，應為明顯本發明可以不受限於此等特定細節而實施。在其他例中，並未詳細說明一些方法與結構，以免不必要地模糊本發明之重點。

在整個說明書中，此用語「一」（“a”或“an”）之用意為表示至少一個特定元件。當在此使用時，此用語「包括」（“include”）之意義為包括但並不受限於此，以及此用語「包

含」(“including”)之意義為包含但並不受限於此。此用語「根據」(“based on”)之意義為至少部份地根據。此外，此用語「光線」(“light”)是指電磁幅射，其具有在電磁頻譜中可見光與不可見光部份中之波長，此包括在電磁頻譜中紅外線與紫外線部份之波長。

在此所揭示裝置使用於感測應用，例如：SERS、加強發光、加強發螢光等。在此亦揭示一種方法用於製造此裝置，以及一種方法其使用此裝置以實施感測應用。此裝置包括一主體，其所具有之腔包括一開口，將複數個奈米指設置於此腔中，且此可破壞性遮蓋覆蓋此腔中之開口。此可破壞性遮蓋用於保護例如製造後之奈米指。在此方面可以將此可破壞性遮蓋破壞，以使得能夠進接此複數個奈米指。在一例中，當被導入一特定介質中、此介質例如包括待測試物質時，可以將此可破壞性遮蓋溶解。在此方面，此奈米指在製造之後受到保護，一直至將待測試物質導入至奈米指上為止。

根據一例，此可破壞性遮蓋附接於此包含奈米指之腔上，而此裝置是在相當乾淨的環境中。換句話說，在污染物可能導入於奈米指上、且更尤其在附接於此奈米指之拉曼活性材料奈米粒子上之前，以此可破壞性遮蓋覆蓋將腔關閉。此可破壞性遮蓋亦實質上保護此奈米指防止其受到可能發生的實體損壞，此損害例如在此裝置運送或此裝置其他處理期間可能會發生。此外，根據各種例子，將奈米指與可破壞性遮蓋間腔中間隙填滿填料，以防止拉曼活性

材料奈米粒子受到任何實質上非所欲之物理或化學變化。無論如何，此可破壞性遮蓋保護拉曼活性材料奈米粒子防止其受到來自空氣或其他機構之污染，此會降低拉曼活性材料奈米粒子用於感測應用之性能表現，以延長裝置之使用年限與提高其可靠度。

如同在此所揭示，使用此等尖端附接具有拉曼活性材料奈米粒子之多個奈米指，通常可以加強所產生電磁場，以及因此從所測試物質所產生之拉曼散射光線。換句話說，相較於此僅設置於成份層上拉曼活性材料奈米粒子，此在奈米指上緊密設置之奈米粒子會使得熱點具有較強電場強度，這是因為例如使用奈米指使得可以形成良好控制奈米粒子配置，其具有相鄰奈米粒子間相當小(小於大約10nm寬)的間隙。

圖 1A 與 1B 各顯示根據本發明實施例之使用於感測應用之裝置 100 與 100' 之側視橫截面圖。此等裝置 100 與 100' 各包括：一主體 102；一腔 104；一可破壞性遮蓋 106；以及複數個奈米指 110。應瞭解，此在圖 1A 與 1B 中所描述裝置 100 與 100' 可以包括其他元件，且去除及/或修正在此所說明之一些元件，而不會偏離此等裝置 100 與 100' 之範圍。亦應瞭解，在圖 1A 與 1B 中所描述元件並未依比例繪製，以及因此此等元件可以具有較圖中所顯示相對於彼此不同相對尺寸。

根據一例，使用此等裝置 100 與 100' 之感測應用包括：表面加強拉曼光譜學(SERS)、加強發光、加強發螢光

等。在此例中，使用此等裝置 100 與 100' 以實施感測應用，以相當高位準之靈敏度偵測分析樣本之分子。更特別的是，此等裝置 100 與 100' 各包括複數個奈米指 110，其包括用於實施 SERS 之拉曼活性材料奈米粒子(圖 1A 與 1B 中未顯示)。在以下參考圖 2C-2C 更詳細說明奈米指 110 與拉曼活性材料奈米粒子，以及在圖 3 中更詳細說明用於實施 SERS 之感測裝置。

如同在圖 1A 與 1B 中亦顯示，此可破壞性遮蓋 106 覆蓋此腔 104 之開口。雖然在圖 1A 與 1B 中並未明確顯示，此腔 104 與可破壞性遮蓋 106 形成一室，於其中可以容納奈米指 110。因此實質上保護奈米指 110 防止受到外部環境之污染。換句話說，此等奈米指 110、更特別的是，在此等奈米指 110 尖端上所形成之拉曼活性材料奈米粒子受到保護，以防止受到各種成份包括濕氣、空氣、污染物等之污染。此外，主體 102 與此可破壞性遮蓋 106 實質上保護奈米指 110 防止受到實體損害。此外，當將待測試物質置於拉曼活性材料奈米粒子上時，會將此可破壞性遮蓋 106 破壞。以下將更詳細討論將此可破壞性遮蓋 106 破壞之各種方式。

在此等裝置 100 與 100' 中，此主體 102 可以具有任何適當橫截面形狀，例如：圓形、矩形、三角形等，且其厚度範圍為大約  $50\ \mu\text{m}$  至大約  $10\text{mm}$ ，其寬度與長度至少為毫米範圍。在一例中，此主體 102 具有足夠大尺寸，例如根據形成主體 102 之材料型式，可以握在使用者手指之間。

換句話說，可以將裝置 100 與 100' 定尺寸以作用為測試條 (strip)。此用於主體 102 之適當材料之例包括：紙、矽、矽氮化物、玻璃、塑膠、聚合物、 $\text{Si}_2\text{O}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、鋁等、或此等材料之組合等。

圖 1A 中說明在主體 102 中形成腔 104。此腔 104 可以藉由各種製造技術形成於主體 102 中等。例如，可以將腔 104 模製於主體 102 中，或將腔 104 從主體 102 中切割出等。作為另一個例子，腔 104 包括附接於主體 102 之個別區段 (section)。

圖 1B 中說明腔 104 藉由至少一支持壁 108、形成於主體 102 之頂表面上。此至少一支持壁 108 藉由任何適當橫截面組態形成，以形成腔 104。根據一例，以與主體 102 相同材料形成此至少一支持壁 108。然而，以替代方式，此支持壁 108 可以與主體 102 不同材料形成。無論如何，例如，此至少一支持壁 108 是由紙、矽、矽氮化物、玻璃、塑膠、聚合物、 $\text{Si}_2\text{O}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、鋁等、或此等材料之組合等所形成。

此外，雖然說明此腔 104 設置在主體上或主體中，但應清楚地瞭解，在其他例中，此腔 104 可以部份地形成於主體 102 中、及/或設置於主體 102 之下。

在各以上例中說明，此腔 104 之開口是由各可破壞性遮蓋 106 覆蓋。此可破壞性遮蓋 106 在正常周圍情況例如溫度、光線等下為穩定。根據一例，可以藉由施加機械力將此可破壞性遮蓋 106 破壞。因此，可破壞性遮蓋 106 例如由相當脆材料形成，例如玻璃薄片或其他相當容易破壞

之材料。在此例中，將機械力例如為：彎曲、扭曲、或其他力施加至此等裝置 100 與 100'，以破壞此可破壞性遮蓋 106，因此曝露奈米指 110。

根據另一例，當此可破壞性遮蓋 106 遭遇各種情況時，其可以於預定長度時間內溶解。此等各種情況包括：浸入於某種液體中、或與某種液體接觸。在此方面，此可破壞性遮蓋 106 是由被設計及/或已知在預定長度時間內會在某種流體中溶解之材料所形成，其例如為糖，蠟等。作為例子，此某種流體包括水，且此可破壞性遮蓋 106 包括水溶解材料，例如：水溶解聚合物、自然發生或合成聚合物、多醣類、聚乙烯氧化物等。作為另一個例子，此某種流體包括汽油，且此可破壞性遮蓋 106 包含可以在汽油中溶解之材料。此用於此可破壞性遮蓋 106 材料之例包括石油可溶解材料，例如：聚丙烯酸脂、聚苯乙烯、聚酰胺等之同聚物或異聚物等。此外，此預定長度時間可以例如為大約一分鐘、大約十分鐘、大約一小時、大約一天等。此預定長度時間可以小於大約 1 年、大約一個月、大約一星期等。

根據一特殊例子，此可破壞性遮蓋 106 是由在設計及/或已知在流體中會溶解之材料形成，此流體包含在拉曼活性材料奈米粒子上待測試物質。作為例子，此受測試物質包括汽油或汽油類似燃料製品，且在奈米指 110 周圍汽油分子上實施感測應用，以測試在燃料製品中特定標記(marker)。例如，實施感測應用以偵測辛烷、雜質、或污染物等位準之至少之一。因此，在各方面，此可破壞性遮蓋

106 匹配於特定待測試物質，以致於此拉曼活性材料奈米粒子維持在保護容器中，一直至此待測試物質準備好被塗佈在拉曼活性材料奈米粒子上之時為止。

根據另一個特定例，此可破壞性遮蓋 106 是由至少不會大幅影響在拉曼活性材料奈米粒子上所實施之感測應用之材料所構成。換句話說，在此例中，此可破壞性遮蓋 106 例如是由當此可破壞性遮蓋 106 被沉浸於待測試物質時、實質上不會影響待測試物質之材料所構成。更特定而言，此可破壞性遮蓋 106 例如是由對待測試物質惰性之材料所構成。

如同在圖 1A 與 1B 中顯示，此可破壞性遮蓋 106 與奈米指 110 之頂部分開。在各種例中，此在奈米指 110 與可破壞性遮蓋 106 間之間隙填以填料，其與奈米指 110 之間實質上不會交互作用，且更特定而言，與奈米指 110 尖端上所形成之拉曼活性材料奈米粒子實質上不會交互作用。在此方面，例如，在此腔 104 中之間隙填以填料，以實質上防止拉曼活性材料奈米粒子產生非所欲之物理或化學變化。作為例子，此填料包括惰性氣體，其例如為氮、氫、乾燥空氣等。

在替代例中，此主體 102 包括：多個腔 104，其包含奈米指 110；以及/或在此腔 104 中多個開口。在一例中，定位此多個可破壞性遮蓋 106，以覆蓋多個腔 104 及/或一個腔 104 之開口。在另一例中，定位此單個可破壞性遮蓋 106，以覆蓋多個腔 104 及/或一個腔 104 之開口。

現在參考圖 1C，其顯示根據一實施例於圖 1A 中所描述裝置 100 之陣列 150 之頂視圖。在一例中，可將各此等裝置 100 從陣列 150 去除而個別使用。根據另一例，此在不同裝置 100 上之兩個可破壞性遮蓋 106 是由不同材料形成。在此例中，可以將陣列 150 插入於不同物質中，以致於可以將不同之可破壞性遮蓋 106 溶解於各不同物質中。可以形成類似型式之陣列，其具有在圖 1B 中所描述之多個裝置 100'。

現在參考圖 2A，其顯示根據一實施例使用於感測應用之奈米指 110 陣列 200 之等距圖。如同於圖 2A 中顯示，此陣列 200 包括基板 202，奈米指 110 在其上延伸。更特定而言，奈米指 104 附接於基板 202 之表面上延伸。根據一例，基板 202 包括主體 102 之一部份。在此例中，基板 202 包括主體 102 上腔 104 之底部部份。根據另一例，基板 202 包括與主體 102 分開之組件。在此例中，基板 202 包括基底，在其上形成奈米指 110，將其定位且附接於腔 104 中之主體 102。此外，基板 202 可以關於主體 102 上述討論之任何材料形成。

根據一例，奈米指 110 是由相當撓性材料所形成，以使得此奈米指 110 可以橫向彎曲，例如使得此奈米指 110 之尖端可朝彼此移動，如同以下將更詳細討論。此用於奈米指 110 之適當材料之例包括聚合物材料，例如：紫外線固化材料或熱固化印刷阻抗，聚烷基丙烯酸酯銨、聚矽氧烷、二羥基聚二甲基矽氧烷 (PDMS) 彈性體、聚亞醯胺、

聚乙烯、聚丙烯、含氟聚合物等或其組合，金屬材料，例如金、銀、鋁等，半導體材料等以及其組合。

藉由任何適當附接機構，將奈米指 110 附接於基板 202 之表面上。例如，藉由使用各種適當奈米結構成長技術，在基板 202 之表面上直接成長奈米指 110。作為另一例，奈米指 110 與基板 202 形成為一體。在此例中，例如將所製成基板 202 材料之一部份蝕刻或以其他方式處理，以形成奈米指 110。在另一例中，將各別材料層黏附於基板 202 之表面，且將此各別材料層材料蝕刻或以其他方式處理，以形成奈米指 110。在各種例中，藉由奈米印刷或壓花 (embossing) 過程製成奈米指 110，其中使用相當堅硬柱之模板，於多個步驟印刷過程中在聚合物矩陣上形成奈米指 110。亦可以使用各種其他過程例如蝕刻，以及使用於製造微機電系統 (MEMS) 與奈米機電系統 (NEMS) 之各種技術，以製造奈米指 110。

將奈米指 110 定義為例如延長奈米尺寸結構，其長度 (或高度) 超過以垂直於長度之平面中橫截面奈米尺寸 (例如寬度) 數倍 (例如，長度  $> 3 \times$  寬度)。通常，長度大於寬度或橫截面尺寸許多，以方便將奈米指 110 橫向彎曲至一或更多個相鄰奈米指 110 上。在一些例中，長度大於橫截面尺寸 (或寬度) 超過大約 5 至 10 倍。例如，其寬度可以為大約 100nm，其高度可以為大約 500nm。在另一例中，奈米指 110 底部之寬度範圍為大約 10nm 至大約  $1 \mu\text{m}$ ，其長度範圍為大約 50nm 至大約  $2 \mu\text{m}$ 。在其他例中，奈米指 110 是根

據形成其之材料形式以定尺寸，以形成奈米指 110。因此，例如可以使用更堅硬材料以形成奈米指 110。奈米指 110 較小之寬度可以使其可以橫向傾倒。在其他例中，奈米指 110 可以形成脊，其中三個尺寸中之兩個(例如，長度與寬度)超過橫截面奈米尺寸(例如寬度)數倍。奈米指 110 可以等同地稱為奈米桿或奈米柱，而不會偏離此裝置 100、100' 之範圍。

在此將奈米指 110 描述為具有實質上圓柱形橫截面。然而，應瞭解，奈米指 110 可以具有其他形狀橫截面，例如矩形、正方形、三角形等。此外，以替代方式，奈米指 110 可以形成具有一或更多個特徵，例如凹槽或突起等，以造成此等奈米指 110 實質上在特定方向中傾斜而傾倒。因此，例如，兩個或更多個相鄰奈米指 110 可以包括一或更多個特徵，以增加此等奈米指 110 朝彼此彎折之可能性。以下更詳細說明奈米指 110 可以被彎折之各種方式。

陣列 200 包括：奈米指 110 實質上隨機分佈、或奈米指 110 之預定組態。無論如何，根據一例，奈米指 110 可以相對於彼此配置，以致於當奈米指 110 是在彎曲情況中時，至少兩個相鄰奈米指 110 之尖端可以彼此接觸。作為特別例子，相鄰奈米指 110 被定位彼此分開大約不到 100 奈米。此外，雖然圖 2A 說明，此陣列具有沿著各列配置之相當大數目奈米指 110，應瞭解，此陣列可以在各列中包括任何數目奈米指 110，而不會偏離此裝置 100 與 100' 之範圍。在此方面，此裝置 100 與 100' 包括相當大數目奈米指

110，以一般性地加強補捉待測試物質分子之可能性。

如同在圖 2A 中亦顯示，在奈米指 110 尖端上設有奈米粒子 210，其通常包括拉曼活性材料奈米粒子。此拉曼活性材料奈米粒子 210 包括金屬，例如：金、銀、銅、鉑、鋁等、此等金屬組合之合金、或其他合適材料，其可以支持表面電漿子用於加強拉曼散射之場。此外，拉曼活性材料奈米粒子 210 可以為多層結構，例如 10 至 100nm 銀層，其具有 1 至 50nm 金之覆蓋，或反之亦然。藉由在此之定義，拉曼活性材料方便在拉曼光譜學期間，來自設置靠近拉曼活性材料樣本之拉曼散射。

現在參考圖 2B，其顯示根據一實施例於圖 2A 中所示沿著陣列 200 之 A-A 線之橫截面圖。此外，奈米指 110 之自由端 208 被放大成放大部分 220，其顯示此拉曼活性材料奈米粒子 210 設置在奈米指 110 之靠近尖端或自由端 208 之外表面上。其他奈米指 110 亦包括拉曼活性材料奈米粒子 210，其由奈米指 110 之頂端或自由端 208 之圓圈表示。雖然此放大部分 220 說明拉曼活性材料奈米粒子 210 覆蓋奈米指 110 之整個尖端 208，應瞭解，可以執行此等裝置 100 與 100' 之例，而具有在一些奈米指 110 間之間隙。亦應注意，此等裝置 100 與 100' 之例並不受限於設置在奈米指 110 正好尖端上之奈米粒子 210。在其他例中，此等奈米粒子 210 設置在奈米指 110 整個表面之一部份上或幾乎整個表面上。

無論如何，可以藉由金屬材料之例如物理氣相沉積

(PVD)、化學氣相沉積(CVD)、濺鍍等，或預先合成奈米粒子之自行組裝，將拉曼活性材料奈米粒子 210 沉積在奈米指 110 之至少自由端 208 上。作為例子，可以控制將奈米粒子 210 沉積在奈米指 110 之自由端 208 上之角度，以實質上控制奈米粒子 210 之沉積。

此外，拉曼活性材料奈米粒子 210 可以為拉曼散射與方便分析物吸收之一或兩者。例如，拉曼活性材料奈米粒子 210 包括拉曼活性材料，其例如但不受限於：金(Au)、銀(Ag)、以及銅(Cu)，而具有奈米尺寸表面粗糙度。此奈米尺寸表面粗糙度之一般特徵為在層表面上奈米尺寸表面特性，且可以在拉曼活性材料層沉積期間自發性地產生。藉由在此定義，拉曼活性材料為一種材料，其方便在拉曼光譜學期間，來自材料中或表面層上所吸收分析物之拉曼散射、以及產生或發射拉曼信號。

雖然，在圖 2A 與 2B 中說明，此等奈米指 110 相對於彼此以相同高度各垂直延伸，應瞭解，一些或所有奈米指 110 可以相對於彼此以各種角度與高度延伸。此等奈米指 110 間角度及/或高度之差異可以根據例如：在製造奈米指 110 期間、與將奈米粒子 210 沉積在奈米指 110 上期間等之製造或成長差異。

如同於圖 2B 中顯示，奈米指 110 是在第 1 位置，其中，自由端 208 相對於彼此實質上間隔配置。此等自由端 208 間之間隙 204 尺寸可以足夠地大，以使得分析物或其他液體可以設置在間隙 204 中。此外，間隙 204 尺寸可以足夠

地小，以使得當此分析物或其他液體蒸發時，至少一些奈米指 210 之自由端 208 可以朝彼此移動。此移動例如為當此分析物或液體乾燥時，於自由端 208 上所施加毛細管力所造成。

現在參考圖 2C，其顯示根據另一實施例於圖 2A 中所示沿著陣列 200 之 A-A 線之橫截面圖。在圖 2C 中所示內容與圖 2B 者相同，所不同者為，奈米指 110 是在第二位置，其中，一些奈米指 110 之自由端 208 彼此實質上接觸。根據一例，由於在自由端 208 之間間隙 204 中液體蒸發期間以及其後於自由端 208 上所施加毛細管力，一些奈米指 110 之自由端 208 可以彼此保持實質上接觸一段時間期間。在其他例中，藉由例如去除在自由端 208 上之靜電電荷，可以將一些奈米指 110 之自由端 208 保持在第二位置。在此等例中，可以將奈米指 110 製成在正常情況中具有圖 2C 中之第二位置，且當將靜電電荷施加至奈米指 110 之自由端 208 上時，具有圖 2B 中之第一位置。

無論如何，在一方面，造成奈米指 110 之自由端 208 彼此接觸，如同圖 2C 中所示，以導致待測試分析物分子實質上捕捉介於相接觸之自由端 208 之間。藉由將待測試分析物分子實質上捕捉介於相接觸之自由端 208 之間，由於在自由端 208 之間非常小的間隙會產生具有相當大電場強度之“熱點”，可以加強在分析物分子上之 SERS。在此處實質上捕捉分析物分子之用意為顯示，此分析物分子可以被捕捉介於兩個自由端 208 之間，或被吸引至相鄰自由端

208 之一上。

現在參考圖 3，其顯示根據一實施例用於感測應用之感測裝置 300 之方塊圖。如同於圖 3 中顯示，感測裝置 300 包括圖 1A 中所顯示裝置 100，雖然，亦可以等同地提供在圖 1B 中所顯示裝置 100'。在此方面，在此待測試物質 310 之奈米指 110 上收集之後，可以使用感測裝置 300。換句話說，在將可破壞性遮蓋去除且將奈米指 110 導入於此待測試物質中後，將裝置 100 插入於感測裝置 300 中。

此感測裝置 300 包括一照射源 302 與一偵測器 304。此待測試物質 310 之分子設置非常靠近且接觸拉曼活性材料奈米粒子 210。根據一實施例，可以修正此裝置 100、照射源 302、以及偵測器 304 之相對位置，以使得可以在拉曼活性材料奈米指 110 之各個部位上實施測試。在此例中，裝置 100 可以相對於感測裝置 300 移動，感測裝置 300 可以相對於裝置 100 移動，或以上兩者皆可。

此照射源 302 發射由箭頭 306 所代表電磁幅射，其包括例如光線。作為例子，此照射源 302 包括雷射，其照射物質 310 與拉曼活性材料奈米粒子 210。此拉曼活性材料奈米粒子 210 之照射會產生相當大電場強度之“熱點”。此等拉曼活性材料奈米粒子 210 彼此接觸之處(未圖示)，熱點會增加。此在拉曼活性材料奈米粒子 210 間之接觸位置所產生電場，通常會加強在或接近接觸位置之物質 310 拉曼光線散射之比例。此拉曼散射光線由箭頭 308 代表，其頻率位移數量為物質 310 特定振動模式之特徵。此偵測器 304

收集拉曼散射光線 308，且在拉曼散射光線 308 上實施光譜分析。

此等拉曼活性材料奈米粒子 210 靠近或接近物質 310，藉由將在物質 310 中或周圍之電磁場集中或加強，以增強由物質 310 所產生之拉曼散射光線 308。在此方面，此物質 310 可能會產生足夠強之拉曼散射光線 308，而由偵測器 304 偵測到，且因此亦增加其處理。

雖然，說明此拉曼散射光線 308 朝向此偵測器 304，此拉曼散射光線 308 是在多個方向中發射。在此方面，一些此拉曼散射光線 308 可以朝向主體 102 中，其在此例中包括光學波導。更特定而言，例如，此拉曼散射光線 308 可以由於將物質 310 耦接至波導模式之暫時場，而在主體 102 中產生。在這些例中，可以將偵測器 304 定位，以偵測由拉曼散射光線 308 在主體 102 中所產生之波。無論如何，拉曼散射光線 308 可以包括濾波器，例如藉由使用以光柵為主之單色儀或干涉濾波器，以濾除由照射源 302 所發出光線。以替代方式，可以將偵測器 304 設置在相對於奈米指 110 之其他位置，例如在圖 3 主體 102 下之位置。

無論如何，偵測器 304 通常可以將由物質 310 所發射拉曼散射光線 308 轉換成電氣信號。在一些例中，偵測器 304 將電氣信號輸出至用於處理電氣信號之其他組件(未圖示)，其例如為計算裝置。在其他例中，偵測器 304 可以具有處理能力。

參考圖 4，其顯示根據一實施例製造使用於感測應用之

裝置 100 與 100' 之方法 400 之流程圖。應瞭解，此方法 400 包括其他製程，且可以將在此說明之一些製程去除及/或修正，而不會偏離本方法 400 之範圍。

在方塊 402，可以製成具有腔 104 之主體 102。如同以上說明，此主體 102 之尺寸使得此主體 102 可以使用作為測試條。此外，此主體 102 是由各種形式材料構成，且可與腔 104 一起形成、或將腔 104 形成於主體 102 中。此外，如同於圖 1C 中所示，此主體 102 可以形成作為主體 102 陣列之一部份，以致於可以同時製造多個裝置 100 與 100'。

在方塊 404，可以將複數個奈米指 110 設置在腔 104 中。根據一例，奈米指 110 直接形成於腔 104 之主體 102 部份之表面上。在另一例中，奈米指 110 形成於基板 202 上，且基板 202 設置在腔 104 之主體 102 部份之表面中，且附接於此表面。

根據一例，可以使用微印刷技術或捲裝進出(roll-to-roll)過程，在主體 102 或基板 202 之表面上形成奈米指 110。在此例中，可以藉由微影術或其他進階微影術形成模板，其具有所想要圖案將奈米指 110 配置成預定配置。更特別的是，可以藉由 E-射線微影術、微影術、雷射干涉微影術、聚焦離子射束(FIB)、自行組裝球體等在模型上設計所想要圖案。此外，可以將圖案移轉至例如矽、玻璃、或聚合物(二羥基聚二甲基矽氧烷(PDMS)、聚亞醯胺、聚碳酸酯等)基板上。在其他例中，奈米指 110 可以藉由執行任何適當製程形成於預定配置中。此外，如同以上討論，可以藉由

任何適當附接機構，將奈米指 110 設置在主體 102 或基板 202 之表面上。

在方塊 406，將拉曼活性材料奈米粒子 210 附接於奈米指 110 之尖端。更特定而言，如同以上參考圖 2B 所討論，將拉曼活性材料奈米粒子 210 附接於奈米指 110 之尖端 208。可以藉由例如金屬材料或預合成奈米粒子之自行組裝之物理氣相沉積(PVD)、化學氣相沉積(CVD)、濺鍍等，將拉曼活性材料奈米粒子 210 之原子或原子叢集沉積在奈米指 110 之尖端上。

在方塊 406，將在腔 104 中之開口以可破壞性遮蓋 106 覆蓋，以保護奈米指 110。藉由例如使用至少一種黏著物、熱、機械固定件等，將此可破壞性遮蓋 106 附接於主體 102(圖 1A)或支持壁 108(圖 1B)之表面上。根據一例，此可破壞性遮蓋 106 被氣密密封至主體 102 或支持壁 108。除此之外或以替代方式，將此奈米指 110 與此可破壞性遮蓋 106 間之間隙以填充材料填入，其並不會與奈米指 110、且更特別是在奈米指 110 尖端上所形成奈米粒子 210 實質上交互作用。因此，選擇此填充材料，以致於此填充材料並不會大幅降低此等拉曼活性材料奈米粒子 210 之性能表現。

在某些例中，在方塊 408，在以此可破壞性遮蓋 106 將腔 104 覆蓋之前，此等奈米指 110 朝向彼此彎折，以致於奈米指 110 之尖端 208 實質上彼此接觸。根據一例，此等奈米指 110 最初是在第一位置，其中其尖端 208 是在實質上相對於彼此間隔地配置。此外，奈米指 110 之尖端間之

間隙足夠大，以使得可以將液體供應至間隙中。再者，此等間隙足夠小，以致於藉由例如當液體乾時在尖端所施加毛細管力，在當液體蒸發時，使得奈米指 110 之尖端 208 朝向彼此移動。其他非限制之例為，亦可以或替代使用例如電子射束、離子射束、磁力、機械力、熱效應、或電荷效應，以造成奈米指 110 之尖端 208 朝向彼此移動。無論如何，此等拉曼活性材料奈米粒子 210 可以經由例如在此等接觸奈米粒子 210 間之凡德瓦交互作用彼此接觸，且保持彼此接觸。

在其他例中，在將此腔 104 以可破壞性遮蓋 106 覆蓋之前，此等奈米指 110 之尖端 208 保持在實質上分開之配置中。在此等例中，在將可破壞性遮蓋 106 移除之後，可以使得此等奈米指 110 之尖端 208 彼此實質上接觸。例如，可以將待測試物質導入於此等奈米指 110 之間且使其乾燥，這會造成此等奈米指 110 之尖端 208 朝向彼此移動，且捕捉待測試物質之分子。

現在參考圖 5，其顯示根據一實施例使用在圖 1A-1B 中所說明裝置 100 與 100' 以實施感測應用之方法 500 之流程圖。應瞭解，此方法 500 可以包括額外過程，且可以將在此說明之一些過程去除及/或修正，而不會偏離此方法 500 之範圍。

在方塊 502，將此裝置 100 與 100' 之至少一部份插入於此待測試物質中，此被插入待測試物質中裝置 100 與 100' 之部份包括：此裝置 100 與 100' 之部份，其包括此可

破壞性遮蓋 106 與此等奈米指 110，雖然亦可以插入此整個裝置 100 與 100'。如同以上討論，在一些例中，此可破壞性遮蓋 106 包括一種材料其會在預定長度時間內溶解於此待測試物質中。此預定長度時間可以包括例如小於大約一分鐘、小於大約一小時等。因此，將此包含可破壞性遮蓋 106 之裝置 100 與 100' 之區段插入會造成此可破壞性遮蓋 106 溶解，因此，將此待測試物質曝露於包含於此腔 104 中之拉曼活性材料奈米粒子 210。此外，在將此可破壞性遮蓋 106 移除之前，將此可破壞性遮蓋 106 直接插入於此待測試物質中，可以防止將污染物導入至拉曼活性材料奈米粒子 210 上，因此導致更正確的感測應用結果。

在方塊 504，將裝置 100 與 100' 從此待測試物質移除，在將裝置 100 與 100' 去除期間，此待測試物質之一些部份保持在拉曼活性材料奈米粒子 210 上。

在方塊 506，在此拉曼活性材料奈米粒子 210 上所殘留物質上實施感測應用。此感測裝置 300 可以實施以上參考圖 3 所討論之感測應用。

根據一例，在將此裝置 100 與 100' 從此待測試物質移除之後，使得此等奈米指 110 之尖端 208 實質上彼此接觸。例如，可以將此待測試物質導入於等奈米指 110 之間且乾燥，這會造成此等奈米指 110 之尖端朝向彼此移動，且捕捉待測試物質之分子。

雖然在整個說明書中特別說明，其實施例具有廣泛應用範圍，且以上說明之用意不應被認為限制，而僅提供作

為本發明觀點之說明。

以上說明本發明之實施例與其一些變化，在此所使用術語、說明、以及圖式僅用於說明，且其用意不在於限制。在本發明之標的之精神與範圍中可以有許多變化，其由以下申請專利範圍與其等同物所界定，其中除非另外說明，所有術語之用意為其最廣泛且合理之意義。

### 【圖式簡單說明】

本發明之特性藉由舉例說明，且並不限於以下圖式中，且相同數字代表相同元件。

圖 1A 與 1B 為根據本發明實施例之使用於感測應用之裝置之側視圖；

圖 1C 為根據本發明實施例之於圖 1A 中所描述裝置陣列之頂視圖；

圖 2A 為根據本發明實施例之使用於感測應用之奈米指之陣列之等距圖

圖 2B 與 2C 為根據本發明實施例之於圖 2A 中所顯示陣列沿著 A-A 線之橫截面圖；

圖 3 為根據本發明實施例之使用於感測應用之感測裝置之方塊圖；

圖 4 為根據本發明實施例之方法之流程圖，用於製造在圖 1A 與 1B 之一中所描述裝置；以及

圖 5 為根據本發明實施例之方法之流程圖，用於實施在圖 1A 與 1B 之一中所描述裝置之感測應用。

## 【主要元件符號說明】

100	裝置
100'	裝置
102	主體
104	腔
106	可破壞性遮蓋
108	支持壁
110	奈米指
150	陣列
200	陣列
202	基板
204	間隙
208	自由端或尖端
210	奈米粒子
220	放大部份
300	感測裝置
302	照射源
304	偵測器
306	表示發射電磁輻射之箭頭
308	表示拉曼散射光線之箭頭
310	物質
400	方法
402、404、406、408	步驟

500 方法

502、504、506 步驟

## 七、申請專利範圍：

1.一種使用於感測應用之裝置，該裝置包括：

一主體，其所具有包含一開口之一腔；

複數個奈米指，設置在該腔中；以及

一可破壞性遮蓋，覆蓋該腔中之該開口，以保護該等複數個奈米指，其中將該可破壞性遮蓋破壞，以使得能夠進接該等複數個奈米指。

2.如申請專利範圍第1項之裝置，其中該等複數個奈米指各包括個別的底部與尖端，該裝置更包括：

拉曼活性材料奈米粒子，附接於該等複數個奈米指之個別的尖端。

3.如申請專利範圍第1項之裝置，其中該等複數個奈米指直接形成於該主體之表面上，以及該腔中所設置一基板上。

4.如申請專利範圍第1項之裝置，其中該可破壞性遮蓋附接於該腔之開口之周圍區域，將該腔氣密密封。

5.如申請專利範圍第1項之裝置，其中在該等複數個奈米指與該可破壞性遮蓋之間設有間隙，其中該間隙以不會與該等複數個奈米指實質上交互作用之填料填充。

6.如申請專利範圍第1項之裝置，其中該主體之一部份包含該腔，且將該可破壞性遮蓋沉積在待測試物質中，以及其中該可破壞性遮蓋包含一種材料，其在預定長度時間內在該待測試物質中分解。

7.如申請專利範圍第6項之裝置，其中該待測試物質包

含燃料製品。

8.如申請專利範圍第6項之裝置，其中在該等複數個奈米指與該可破壞性遮蓋之間設有一間隙，其中該間隙以不會與該等複數個奈米指實質上交互作用之填料填充。

9.如申請專利範圍第1項之裝置，其中該等複數個奈米指之各者是由撓性材料構成，以及其中該等複數個奈米指朝彼此傾倒，以致於該等複數個奈米指之尖端實質上彼此接觸。

10.一種製造如申請專利範圍第1項之裝置之方法，其包括以下步驟：

獲得具有該腔之該主體；

在設置於該腔中該主體與基板之至少一者上形成該等複數個奈米指；以及

以該可破壞性遮蓋將該腔中之該開口覆蓋。

11.如申請專利範圍第10項之方法，更包括：

在以該可破壞性遮蓋將該腔中之該開口覆蓋之前，將拉曼活性材料奈米粒子附接於該等複數個奈米指之該等尖端上。

12.如申請專利範圍第10項之方法，其中以該可破壞性遮蓋將該腔中之該開口覆蓋更包括，以該可破壞性遮蓋將該腔氣密密封。

13.如申請專利範圍第10項之方法，其中以該可破壞性遮蓋將該腔中之該開口覆蓋更包括：將該腔覆蓋，以致於該等複數個奈米指與該可破壞性遮蓋之間設有間隙，該方

法更包括以下步驟：

以不會與該等複數個奈米指實質上交互作用之填料填充該間隙。

14.一種使用如申請專利範圍第 2 項之裝置以實施感測應用之方法，其中

該可破壞性遮蓋包含一種材料，其在預定長度時間內在該待測試物質中溶解，該方法包括以下步驟：

將該裝置之至少一部份插入於該待測試物質中，其中，該待測試物質

造成該可破壞性遮蓋溶解，因此將該待測試物質曝露於該等複數個拉曼活性材料奈米粒子；

將該裝置從該物質移除；以及

在該等拉曼活性材料奈米粒子上或靠近之所剩餘物質之部份上實施感測應用。

15.如申請專利範圍第 14 項之方法，其中該待測試物質包括流體

該方法更包括：

在實施該感測應用之前，將該待測試物質從該等拉曼活性材料奈米粒子實質地乾燥出，其中，將該待測試物質乾燥造成該等拉曼活性材料奈米粒子朝向彼此傾倒。

八、圖式：

(如次頁)

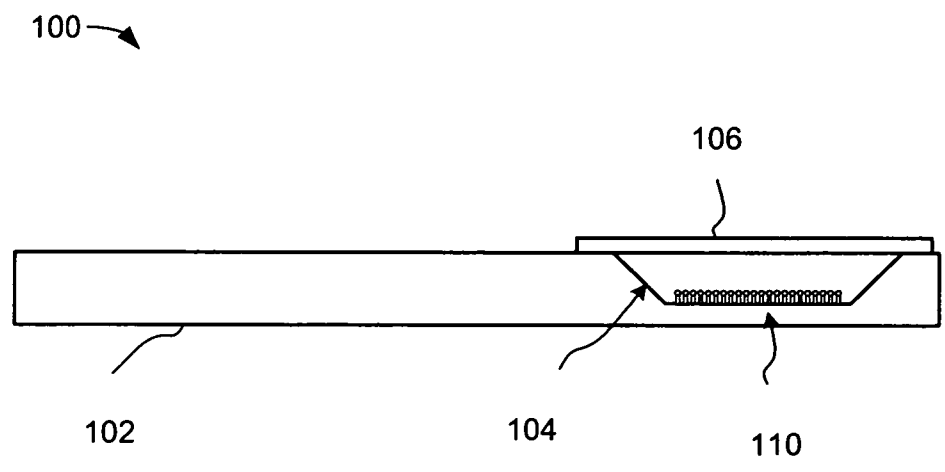


圖 1A

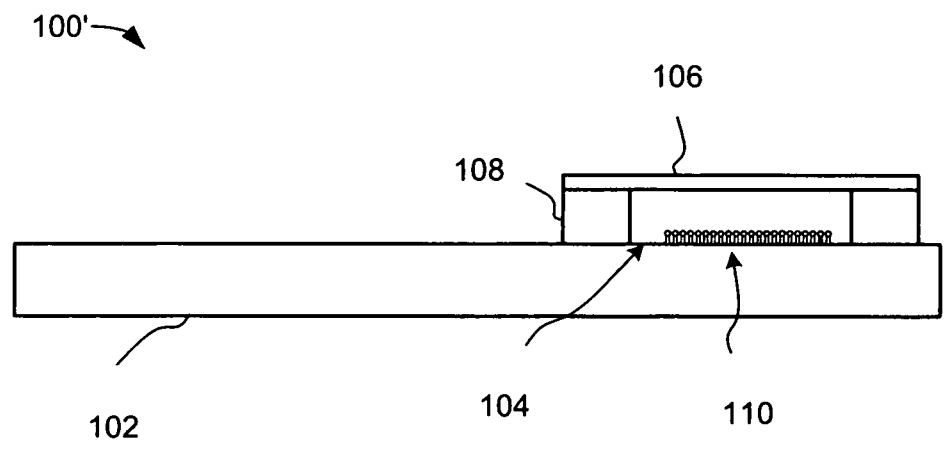


圖 1B

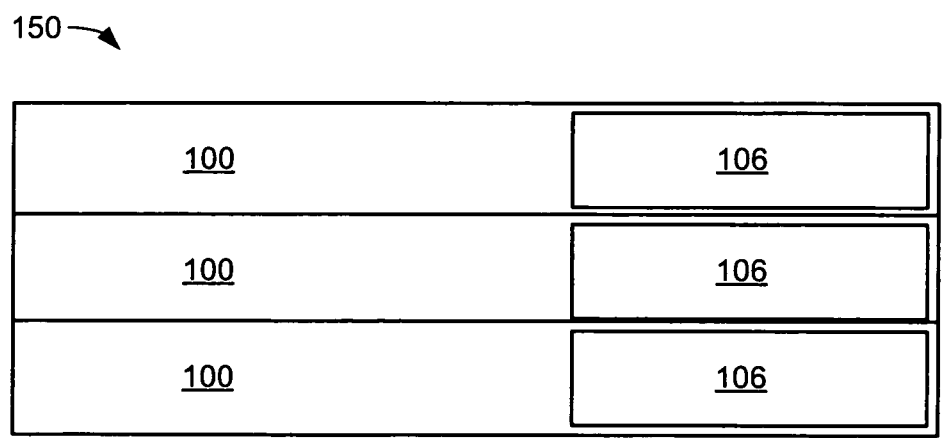


圖 1C

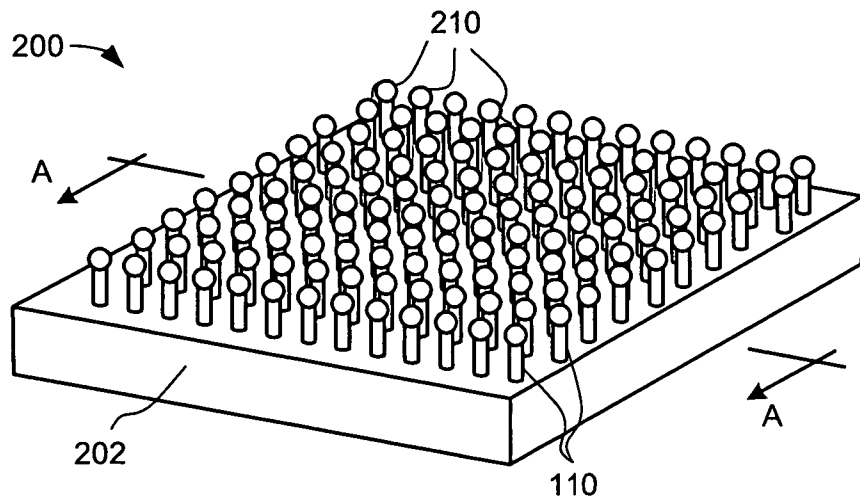


圖 2A

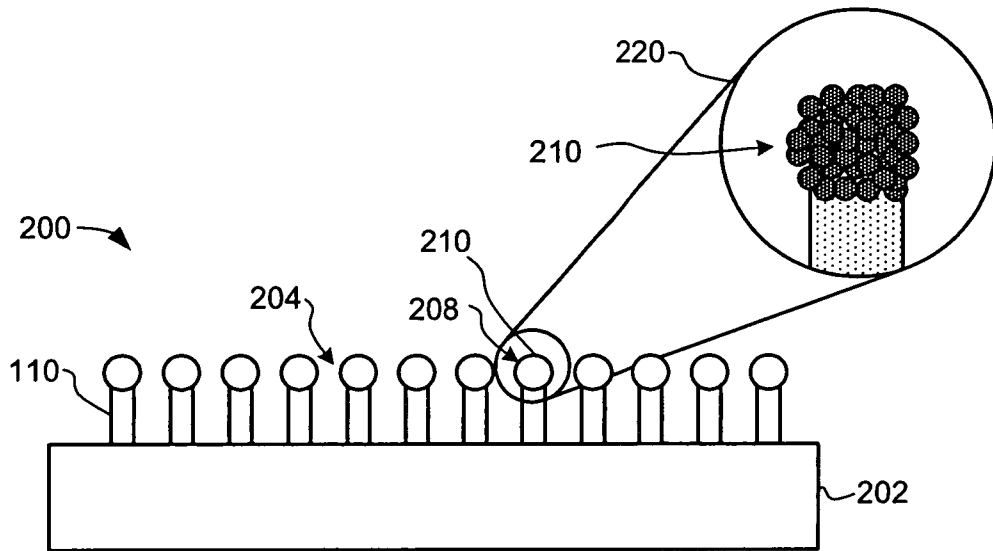


圖 2B

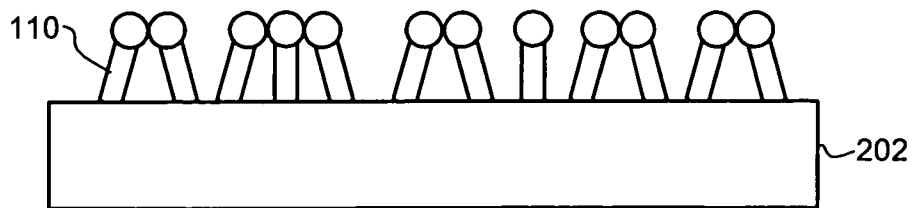


圖 2C

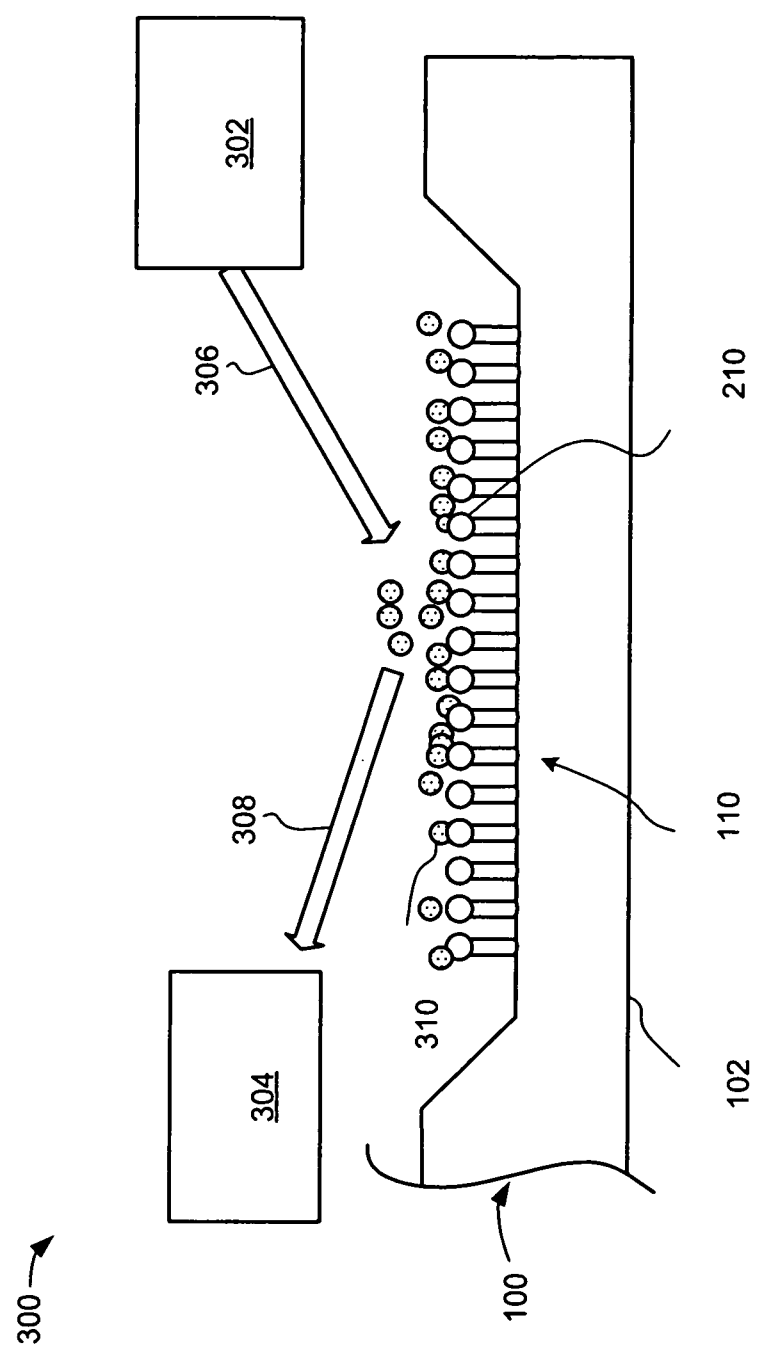


圖3

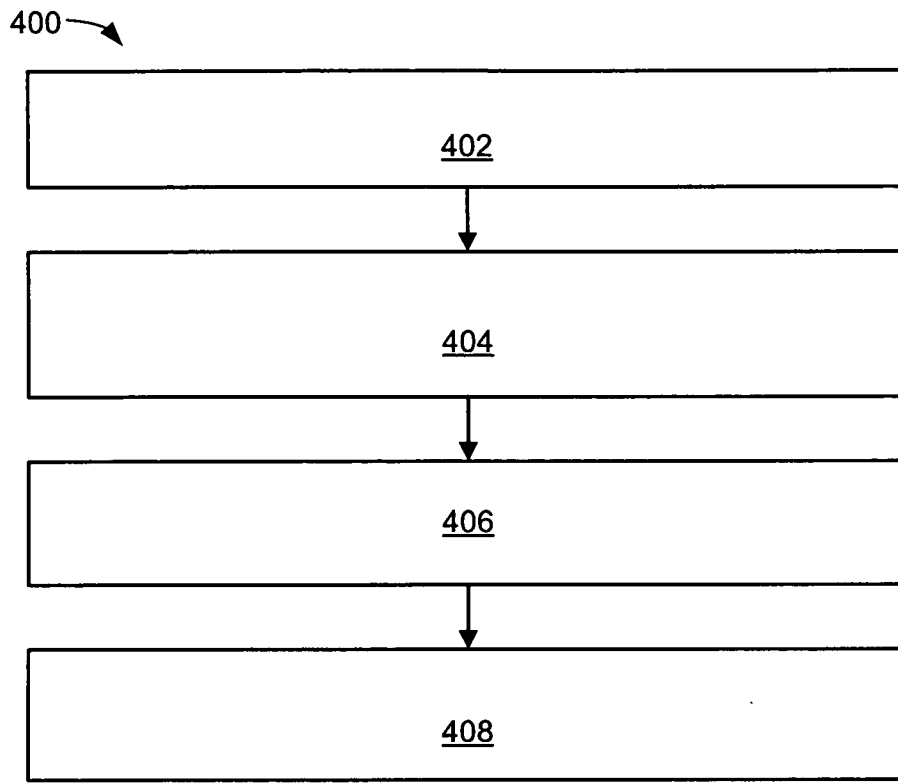


圖 4

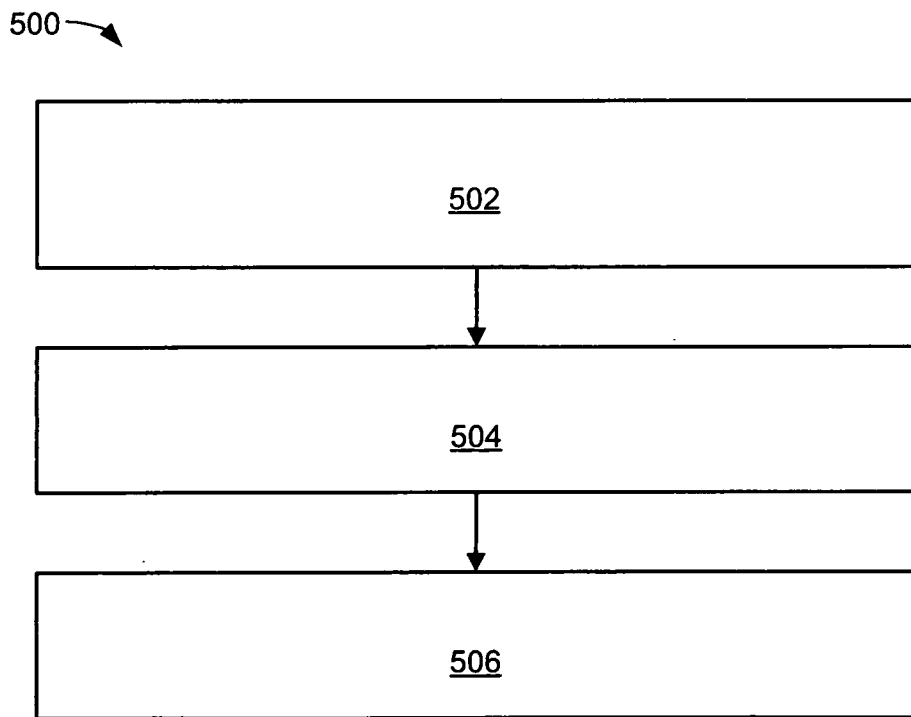


圖 5