

發明專利說明書 200427978

(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： P2129557

※ 申請日期： P2-10-24 ※IPC 分類： G01N 21/63

壹、發明名稱：(中文/英文)

偵測之方法與裝置

DETECTION METHOD AND APPARATUS

貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商AOTI營運公司

AOTI OPERATING COMPANY INC

代表人：(中文/英文)

格洛格利 A. 凱瑟

GREGORY A. KAISER

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國奧勒崗州般德市西北哈西尼街131號

SUITE 207 131 N. W. HAWTHORNE AVENUE, BEND, OR 97701,
U.S.A.

國 籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

參、發明人：(共 1 人)

姓 名：(中文/英文)

維克特 錫革

VICTOR HIGGS

住居所地址：(中文/英文)

英國賀特福特郡海蒙爾市馬里蘭路222號

222 MAYLANDS AVENUE, HEMEL HEMPSTEAD, HERTFORDSHIRE HP2
7DF U.K.

國 籍：(中文/英文)

英國 UNITED KINGDOM

肆、聲明事項：

☐ 本案係符合專利法第二十條第一項 ☐ 第一款但書或 ☐ 第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

☒ 本案申請前已向下列國家（地區）申請專利：

1. 英國；2002年07月19日；0216815.1

2.

3.

4.

5.

☒ 主張國際優先權(專利法第二十四條)：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 英國；2002年07月19日；0216815.1

2.

3.

4.

5.

☐ 主張國內優先權(專利法第二十五條之一)：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

1.

2.

☐ 主張專利法第二十六條微生物：

☐ 國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種供偵測矽鍺半導體結構中之表面層體金屬污染及缺陷用之非破壞性方法及裝置。本發明尤其為基於矽鍺之元件的處理及製造提供一改良之品質控制度量。

【先前技術】

對藉由有線及無線通信進行之多媒體傳送的與日俱增之需要導致了對更高運行頻率及帶寬之需求。矽鍺(SiGe)具有的固有電特性可產生超過矽之優點，諸如更高之頻率運行及改良之訊號接收及更大之功率效能。可使用帶隙工程創造就一給定元件應用中優化了速度或功率之SiGe結構。

於Si基板之上製造SiGe IC；然後將少量Ge添加至電晶體結構以延展元件效能。於現存Si製造線上處理SiGe意味SiGe晶片可自每個晶片下降的成本中受益。亦可將互補金氧半導體元件(CMOS)之優點與SiGe混雜接合雙極技術直接混合成一個新的製程(BiCMOS)。

可藉由磊晶方法，譬如使用一化學氣體沈積(CVD)磊晶反應器，於一Si基板之上生長一SiGe薄層。若保持SiGe層較薄(<10奈米)，且該組合物含量較低(<15%)，則該SiGe層將會採用底層Si之晶格間距。於SiGe層中產生之壓縮應力改善了空穴遷移率及發射極-基極帶偏移，從而大大提高了基於SiGe之元件的運行頻率。在無應力(relaxed) SiGe層上生長之有應變Si層促進了電子遷移率的增加，從而提高了CMOS元件之頻率。

當在矽基板上生長鍺(Ge之晶格常數比Si大4.2%)或合金SiGe之磊晶薄膜時，存在一最大厚度，若超過該最大厚度就會難以將應變層體與底層Si晶格間距維持一致。接著就會產生缺陷，在該種狀況下產生錯配位錯，其導致磊晶薄膜中之應變(strain)解除。磊晶層因此稱其為無應力(relax)，且缺陷大大降低了材料之遷移率及電子品質。歸因於不完全的表面清潔或生長過程中之污染，異質缺陷形成可發生於應變層體中。同樣地，可自加熱皿(用以加熱晶圓)，或生長之前的不佳表面清潔發生SiGe污染。

缺陷分析通常使用濕式化學蝕刻在SiGe晶圓上進行；該技術具有破壞性且非常緩慢。該方法亦包括危險化學物質之處理，其意味需要一有經驗之操作者，且帶來化學廢料處理之高成本。有時亦施用供偵測表面顆粒用之雷射表面掃描方法(其使用散射光成像)以偵測SiGe晶圓之缺陷。SiGe中的一些缺陷在表面構形中造成變化，且由於該等缺陷散射光因此可被偵測到。但是該方法對用於元件製造之圖案化晶圓則不起作用。

供量測表面金屬污染用之標準方法係全反射x光螢光分析(TXRF)。該技術可測定污染之類型及其濃度。但是，該技術無晶圓映射能力且對1平方公分之面積作出量測需花約一小時。同時該技術通常基於清潔室區域之外，且歸因於加強的需要，獲得結果很耗時。

存在對整個晶圓映射之計量需要以量測SiGe晶圓中之缺陷及污染。藉由快速量測可迅速獲取層體品質之指示，且

可使用該資訊優化生長條件及鑒別反應器中之任何污染源。常規晶圓掃描將給出晶圓品質之快速反饋，且可消除歸因於誤處理(misprocesssing)而損失之晶圓數量，並提高元件良率。此外，可藉由使用晶圓掃描較早地偵測缺陷以更高成本效率的進行預防性維修計劃。

【發明內容】

本發明之一目的係提供一種供量測SiGe晶圓中之缺陷及污染用之方法及裝置，該方法及裝置減少了一些或全部的上述缺點。

本發明之一特定目的係提供一種以更高產出率產生精確的磊晶層品質指示之方法及裝置。

本發明之一特定目的係提供一種可產生精確磊晶層品質掃描之方法及裝置，可在整個測試樣品中空間解析該掃描。

因此，根據本發明之第一態樣，一種藉由量測其中之缺陷與污染來品質篩選矽鍺磊晶層之方法包括以下步驟：

(譬如)藉由化學氣體沈積法於一合適基板(譬如半導體結構(諸如矽晶圓))之上磊晶生長一矽鍺層；

將該矽鍺層之表面曝露於來自一適當光源(較佳為雷射，尤其為高強度雷射)之至少一個高強度光束下，且收集藉由光束激勵矽鍺層而產生之光致發光(PL)；

對所收集之光致發光訊號做出分析，且將該分析用作半導體適用性之品質分級的基礎以供進一步處理之用。

品質分級步驟包括：執行對所收集之光致發光訊號的數值分析；將該數值分析之結果與一預定的可接受光致發光

規格，諸如，吾人已知具有良好品質之光致發光的預定範圍進行比較；且基於該比較做出對該半導體結構之品質分級。

在一簡單的替代方法中，數值分析可包括簡單的缺陷計算，其中將總計結果與預定之界限進行比較。通常較佳使用自一個或多個區域進行代表性量測之方法。(譬如)該方法包括測定在整個區域或一系列子區域上之平均光致發光強度，將該平均值與光致發光之預定的可接受規格範圍進行比較，且如上所述基於該比較做出對該半導體結構之品質分級。

該平均值可為基於整個結構區域所發射之平均光致發光強度的整個區域平均值，或可為局部區域平均值，其中將該結構之區域分成二維陣列之子區域，為各子區域測定一平均光致發光強度，將各子區域之該平均值與一預定的可接受光致發光規格進行比較，且如上所述之品質分級係以該比較為基礎。局部區域平均值是有利的，因在一整個區域平均值中，對一單獨缺陷之回應可能被埋沒，縱使該缺陷已嚴重到足以確定一品質不良品。於一適當子區域尺寸下，則可確保仍能偵測到該回應。

基於該平均值的一預定光致發光規格之使用僅為一實例。於該替代方法中，尤其當使用子區域方法時，可將其他數值參數，諸如標準差、區域極大值及/或極小值、自一預定之基線的偏差或其他數值分析方法施用至光致發光訊號之分析中，以在局部或整個區域基礎上測定該光致發光回

應與預定之參數之間的偏差，吾人已知該等預定之參數係關於一具有良好品質之半導體結構。其中下文提及基於平均發光之數值分析時，應瞭解其僅作為示例，且為比較所觀察之回應與預定之可接受回應而選擇的精確數值參數對本發明並非關鍵。

可使用光致發光技術偵測磊晶層中之兩種缺陷，諸如可能出現的結構缺陷(如錯配位錯)，或歸因於生長之前或生長過程中之不完全表面清潔或污染的應變層體中之異質缺陷。這個極佳的技術可偵測到許多可能對SiGe元件效能具有不利影響的缺陷。

光致發光技術較之先前技術之TXRF技術可產生快速許多之回應。在其上述較佳基礎形態中，其貫穿整個晶圓區域進行取樣，且基於該整個晶圓產生一平均結果。吾人驚奇地發現該平均結果可產生一有效且具有代表性的品質控制度量，該度量允許了作為生產過程之一部份的對連續產出之結構的快速測試。該技術之速度及精確度使其成為比先前技術更為有效且實用的品質控制方法。

因此在另一較佳態樣中，本發明包括對欲用於元件製造之矽鍺磊晶層的品質控制度量，該度量包括：以上述方式連續監測連續的一系列生長層體；將展示在光致發光之該預定的可接受規格範圍內的光致發光回應之層體傳遞至下一元件製造階段；將展示在光致發光之該預定的可接受規格範圍外的光致發光回應之層體排除於該下一元件製造階段之外，(譬如)傳遞該結構以進行矯正處理或廢棄該結構。

根據該較佳態樣，可在元件製造之前測試及品質篩選所有生長層體。在昂貴的製造過程之前，潛在的問題被較早地鑒別出來。由於本發明之方法能夠以快速且便利之方式在元件製造之前產生精確的診斷，及排除具有不良品質之層體結構，則於製造結束時不可避免的不良品數量應該大大減少。

在由高強度光束之特性所決定之解析度下，光致發光技術產生一空間解析PL映射。可藉由本方法之另外較佳特徵(feature)利用該特點，但是對於作為對一生長磊晶層之簡單且快速品質測試的本發明之基礎目的而言，獲得了在整個層體區域之上的平均PL強度結果。可將該平均PL強度結果與結合使用較慢分析方法(如TXRF)之研究所開發之預定的可接受規格範圍相聯繫。吾人驚奇地發現，如下詳述，在使用本發明之PL技術與傳統上所用之先前技術方法自層體獲取之缺陷資料之間可顯示密切的相互關係。

如此控制光束，且尤其如此控制光束功率及/或波長及/或光斑尺寸，以在該半導體結構中於一選擇深度下鑒別缺陷及污染，以自一適當近表面深度(如自該半導體結構之上部12微米處)收集PL資訊。對於某些材料與元件而言，較小之深度，如下至5微米或1微米可能比較適當。

本發明係一缺陷及污染監測工具，可使用該工具監測污染及其他結構缺陷，諸如生長層體中之錯配位錯。由於該技術量測表面區域，其將在磊晶層內精確地偵測缺陷及污染。該等缺陷在對元件品質及效能之影響方面非常具有決

定性。此進一步增強了該技術之精確度及可靠性。此外，存在一些重要的雷射表面掃描方法偵測不到的缺陷類型（諸如穿透位錯或表面下缺陷），但可為本發明所偵測。本發明還具有一額外益處，即可使用其偵測圖案化晶圓上之缺陷。

根據本發明之較佳基礎實施例，首先測定平均光致發光之預定的可接受規格範圍，且然後使用其作為任何給定的清潔狀態中晶圓之結果的基準以達到品質控制之目的。該預定之規格範圍將包含一極小及/或極大光致發光值。特定言之，吾人已知視雜質中所包含之特定化學物類，光致發光訊號可按不同方式受到影響。因此，該規格範圍將較佳包含一極小及一極大光致發光值。

視所量測之結果是否在該預定之規格範圍之內做出品質控制判定，若在該範圍之內，則接受結構以進行元件製造；而若在該範圍外，則排除之。排除出之產品可被丟棄或經受矯正措施。譬如可回收再利用該基礎結構且於其上生長另一磊晶層，並然後如上測試該結構。該預定之可接受PL範圍根據所涉及之特定材料及製程將有所變化，且藉由使根據本發明所產生之PL回應與根據現存先前技術中量測技術所產生之回應相聯繫，最初可自現存品質規格範圍測定該預定之可接受PL範圍。

一旦建立該規格範圍，本發明即可提供相對於先前技術方法為非常高之產出。譬如，對一12英寸(300毫米)晶圓均等物而言，五分鐘左右即可獲取結果，而採用現存方法則

約需一小時。

光致發光(PL)光譜技術係一供觀測半導體中雜質與缺陷上之內部及外部電子躍遷用之非常靈敏的技術。當以高於材料的帶隙之雷射輻射於低溫之下激勵半導體時，產生電子空穴對。該等載體可按各種不同方式重組，一些重組方式導致發光。可將於低溫下形成之電子空穴對截留於層中的雜質上，且該等電子空穴對發射具有該相互作用之特徵的光子，藉此在光致發光光譜中給出雜質特定資訊。現有大量應用於半導體之PL光譜技術，其包括於不同處理步驟之後材料之特徵描述、元件製造(譬如，植入、氧化、電漿蝕刻、點缺陷錯合物之偵測及錯位之存在)之特徵。最重要的應用之一包括對淺施體及受體(諸如砷、硼及磷)之非破壞性量測。特別地，該技術能夠對該等淺施體及受體之濃度進行量測。但是，在習知應用中為獲取光學中心之該光譜資訊及明確化學鑒別，需於液氮溫度下執行量測。在整個業界皆知於室溫下，PL訊號明顯變弱且可獲取極少有用之光譜資訊。

因此較佳採用室溫技術，尤其諸如由國際專利申請案 WO 98/11425 描述之一非破壞性技術，該技術使基於室溫之 PL 半導體結構中電活性缺陷之偵測成為現實。該專利申請案揭示了一具有工業應用之 PL 技術，於其應用中，該技術使能夠於數分鐘之內產生影像，且該技術在產生尤其是靠近晶圓表面(元件於其中被製造)之較小個別缺陷的微成像中，具有另一額外優點。該技術以一適合工業應用之速率提

供關於一半導體或矽結構中之缺陷的資訊，且尤其使吾人能夠目測半導體或矽結構之上層區域中且特別是在該結構表面附近之缺陷。

該技術利用在一半導體或矽結構中於缺陷處電子空穴對之增強的非輻射重組，以增強該半導體或矽結構之一PL影像中的對比度以增強對該影像中缺陷之觀測。因此將WO98/11425中之較佳PL技術以引用的方式併入本文。

在V. Higgs, Mar. Res. Soc. Symp. Proc. Vol. 588, 129, 2000中已大致考慮了該技術表徵矽鍺磊晶層中某些缺陷之用途。但是，本發明遵從以下事實：並無必要詳細表徵結構中雜質之類型或位置。相反地，可藉由本發明之方法獲取控制及監測SiGe生長過程之簡單、快速但令人驚奇地有效的品質計量方法。

其中所揭示之室溫PL方法的成功係部份地歸功於藉由較小、空間解析度較佳0.1至20微米、較理想係2至5微米且具有 10^4 至 10^9 瓦特/平方公分之間的峰值或平均功率密度之雷射探測的探測容量，因此局部缺陷對所量測之PL強度具有更大影響，且吾人亦相信，該方法之成功部份是由於自聚焦激勵後，所注入之載體密度較高。此大大增加了於缺陷處非輻射重組之可能性且因此增強了缺陷之物理定位。在某些較佳實施例中，本發明藉由製備具有代表性PL回應的缺陷之一空間映射，且更佳為一空間影像以利用該方法。

此處對高強度雷射之參考意味包含(而非限制)高功率密度雷射，意即不管雷射功率有多大，該輻射被聚焦。

在本發明之一較佳實施例中，使用一脈衝雷射激勵源，且較理想地，發光資料被量測及/或收集發光影像為時間函數。其意即深度與空間解析度皆被改善，且可被用以獲取在缺陷之載體俘獲截面上之資訊。亦可使用時間解析量測以量測有效載體壽命且獲取壽命映射。

本發明之PL技術於整個晶圓區域生成一空間解析PL映射。在本發明之主要方法中，其後處理該資料映射以在整個晶圓提供一平均PL水平，將該平均PL水平與參考標準相比較以作出品質控制判定。若使用該方法進行簡單的接受/排除及再清潔品質控制判定，以作為在將結構傳遞至下一製造階段之前的測試，則僅需考慮平均PL水平，而藉由該方法產生之映射的解析度則不重要。2-7毫米之解析度足矣。於該水平之解析度下，處理時間被縮短，且測試產出速率被最大化。舉例而言，自一12英寸(300毫米)之晶圓獲取一令人滿意之接受/排除結果可只需五分鐘。

然而，本發明之較佳光致發光技術的一個特定優點為：另外可使用該技術生成貫穿在測試中之半導體結構表面的PL訊號之空間解析映射，且尤其可使用其生成該等訊號之空間解析影像。該空間解析映射在先前技術中TXRF技術之實際時間度量上完全不可實現。因此，在一較佳實施例中，該方法進一步包括生成該映射及/或該影像之步驟。在該等環境中，以0.5毫米或以下之映射/成像解析度作業可能較為適當。

便利地，該方法進一步包括將空間解析PL映射儲存於適

當資料儲存構件上，及/或藉由適當處理構件傳送自空間解析映射獲得之數位化資料以供前向處理之用，及/或將空間解析影像顯示於適當顯示構件上。

該基礎技術鑒別一平均PL強度，接受/排除或再清潔判定即基於該平均PL強度。當與被排除之結構相關時，空間解析資訊尤其有用。一較佳的更先進之品質控制策略可能因此將使用該更快速、基礎之技術處理各單元，且僅生成被排除之結構的空間解析資料。在一實施例中，為完全地利用該技術產生關於測試中半導體結構之PL回應的空間解析資料之能力，(如所指示)以更高解析度作業可能較為適當。因此，較之僅使用該技術為基礎接受/排除品質控制判定之基礎，產出將更為緩慢。一較佳的更先進之品質控制策略可能因此將使用該更快速、基礎之技術處理各單元，且使用藉由收集空間解析資料提供之額外功能性以更高解析度再處理所排除之結構。

生成映射或影像之能力使得可大致鑒別缺陷之位置。本發明之一較佳實施例中利用該特點，使用如前所述之方法以快速篩選層體結構(一300毫米之晶圓只需5分鐘)且鑒別樣品以進行完全缺陷分析。該方法之實施例包括使一矽鍍層經受如前所述之測試以生成貫穿該層體結構表面之PL訊號的空間解析映射，且至少在被排除結構之狀況下，使用空間解析映射以鑒別缺陷之大致位置，且使用能夠表徵該缺陷之特定分析技術在所鑒別之位置進一步分析該層體。譬如，可在該層體上進行微觀掃描以揭示個別疊層缺陷及

類似結構缺陷。

根據本發明之另一態樣，藉由量測其中之缺陷與污染來品質篩選矽鍺磊晶層之裝置包括一包含一高強度光源(較佳為雷射，且尤其為高強度雷射)之測試裝置；將來自該光源之高強度光束聚焦至測試中之矽鍺層的一表面上之構件；收集構件，其自測試中之層體的整個表面收集藉由光束激勵半導體結構產生的光致發光資料；分析構件，其處理及數值分析所收集之資料；一比較器，其將分析結果與預定之可接受規格參數進行比較，且根據該光致發光訊號是否在該預定之可接受規格範圍之內而決定接受或排除該結構。

更佳地，該裝置包括在一適當基板上生長磊晶矽鍺層之構件，諸如一化學氣體沈積磊晶反應器，該構件結合一如上之測試裝置以測試生長狀態中之矽鍺層。可提供傳輸構件作為製程控制系統之一部份，以相繼的自該反應器傳輸所生長層體至該測試裝置。

該裝置可形成生產線之一部份，且包括可將結構傳輸至特定的下一處理階段之傳輸構件，其中根據該光致發光訊號是否在該預定之可接受規格範圍之內而決定傳輸與否。

特定言之，該傳輸構件可將展示在該光致發光之預定的可接受規格範圍內之光致發光回應的結構傳輸至下一元件製造階段，且排除出展示在該光致發光之預定的可接受規格範圍外之光致發光回應的結構。

執行該基礎方法之裝置生成以該PL回應之數值分析為基

礎的資料，舉例而言，如所描述之貫穿整個區域的平均PL訊號或局部區域資料之集合。將該資料與預定之可接受規格參數進行比較。

但是，為執行上述該方法之改進的替代方法，該裝置較佳需另外包括將所收集之PL資料解析為一貫穿半導體結構區域之空間解析PL映射的構件，且視需要另外包括將所解析之資料轉換為一PL影像之構件，及/或儲存該映射/影像，且尤其儲存連續映射/影像供將來比較用之影像/資料儲存構件，及/或將該映射/影像傳送至一適當遠端資料處理器之構件，及/或將一影像及/或相關資料顯示給一使用者之諸如一視覺顯示幕的影像顯示構件。該裝置可另外具有一微觀掃描器以表徵藉由PL映射空間鑒別之缺陷。可藉由類比該方法瞭解其他較佳裝置特徵(feature)。

在本發明之另一態樣中，提供一電腦程式及/或一適當程式化之電腦以執行本文前述方法之一些或所有步驟，且尤其在所收集之PL資料上執行資料處理步驟，舉例而言，測定整個晶圓區域之平均PL，及/或自所收集之PL資料空間解析一PL映射，及/或將該平均值與一預定之可接受規格範圍進行比較。

【實施方式】

圖1中所展示之裝置主要包括一PL成像顯微鏡，其中：朝右手面，包括一組雷射(3-8)；朝底部，包括一樣品臺，諸如一X-Y臺或R臺；朝左手面，包括一微處理器(40)及一顯示幕(39)，且圖中心部位展示了供偵測通過該系統之光用

的各種光學元件。

在圖1所展示之實施例中，提供六束雷射以探測樣品中之不同深度。但是，僅使用一個雷射，或確切使用更多數量之雷射都在本發明之範疇之內。無論如何，該等雷射中的至少一束為高強度雷射，且較理想地具有0.1毫米至0.5微米之間的光斑尺寸，及 10^4 至 10^9 瓦特/平方公分之間的功率密度。提供一與該組雷射相耦接之雷射選擇器(16)以選擇一束或多束雷射以供使用，且另外亦選擇該等雷射之頻率與波長。

使用習知光學裝置，諸如光學纖維(9)以指引光朝向準直儀(10)及雷射束擴展器(11)。將一切趾板(12)置於雷射束擴展器(11)與光束分離器(31)之間。光束分離器(31)藉由物鏡(34)指引來自前述雷射之一部份光朝向樣品(2)。

提供一自動聚焦控制器(30)，且將其耦接至一壓電驅動聚焦臺(33)。顯微鏡裝備有一習知轉臺(36)，該轉臺分別具有供微觀檢查用之至少一個高數值孔徑物鏡及一供宏觀檢查用之低數值孔徑物鏡(34，35)。此外，亦提供一光學位移量測系統(38)。

提供電纜敷設以將自動聚焦控制器(30)連接至微處理器(40)，且亦將一顯微鏡物鏡分度裝置(32)連接至微處理器(40)。

於光束分離器(31)之下游具有雷射缺口濾光器之濾光輪(13)，在濾光輪(13)之下游具有一向旁邊搖擺之折疊鏡(14)，將於下文描述其功能。與該鏡(14)排列成行的係一供波

長選擇用之濾光輪(27)，且在濾光輪(27)之後係一與一適當 CCD 2-D陣列偵測器(29)相連之變焦透鏡。

在冷鏡(17)最前面之光學路徑中具有無限系統補償透鏡(37)，其將光反射向供波長選擇用之另一濾光輪(23)及一聚焦透鏡(24)，該聚焦透鏡在一UV及可視光之偵測器(25)的最前面。將偵測器(25)耦接至鎖定放大器(26)。其用以獲取該等表面之一反射影像。

在冷鏡(17)的最後面具有仍供波長選擇用之另一濾光輪(18)，且在濾光輪(18)之最後面具有一聚焦透鏡(22)及供針孔選擇用之另一孔徑輪(19)，孔徑輪(19)在供偵測發光用之偵測器(21)的最前面。

UV及可視區域偵測器(25)及紅外線偵測器(21)皆被耦接至鎖定放大器(26)。

下文說明該系統之運行。

藉由若干束雷射(3-8)提供波長之範圍以探測樣品中之不同平面。可藉由頻率產生器(16)調變該等雷射以使得可藉由偵測器自背景輻射分離自樣品(2)發射之訊號，藉由鎖定放大器(26)使該等偵測器與雷射調變頻率同步。在另一實施例中，可藉由使用一束可調諧雷射及/或一光學參數振盪器產生波長之該範圍。將各束雷射連接至一多分支光學纖維(9)且與其排列成行以使得任何或所有該等雷射皆可照射樣品(2)。該多分支光學纖維之共同末端終止於一使所出現之光準直的光學系統(10)中。該光學系統與一光束擴展器(11)排列成行，光束擴展器(11)使雷射束直徑與樣品(2)

之上的顯微鏡物鏡(34, 35)所要求之直徑相匹配。擴展之光束然後穿過一將光學能量均勻分配於光束區域之上的切趾板(12)。

藉由一光束分離器(31)反射該經擴展及切趾的光束，且該光束傳到顯微鏡物鏡(34及35)。藉由一顯微鏡物鏡(34或35)將該光束聚焦於樣品上。於微觀模式中，選擇該物鏡以將該光束聚焦至一繞射有限光斑尺寸。藉由一分度裝置(32)運行之轉臺(36)允許該物鏡可被轉變為宏觀模式，其中可照射到樣品之更廣區域。在另一實施例中可移除切趾板(12)，如此可將微觀模式之光斑變小以允許更高之注入量。

一光學位移感應器(38)量測到樣品之距離，且藉由一通過自動聚焦控制器(30)之反饋迴路，維持藉由壓電致動之聚焦臺(33)產生的正確間隔。

藉由顯微鏡物鏡(34)(其處於微觀模式)收集來自樣品之光致發光訊號，且藉由光束分離器(31)及濾光輪(13)中之缺口濾光器傳輸回該訊號，濾光輪(13)含有與雷射波長範圍相匹配之缺口濾光器。缺口濾光器移除任何所反射之雷射光，僅讓光致發光訊號通過。

將折疊鏡(14)轉到光束外以允許訊號傳到鏡筒透鏡(37)且傳到冷鏡(17)上，其中可將鏡筒透鏡(37)併入以補償可使用之任何無限顯微鏡物鏡。冷鏡(17)將在所選截止點(約700奈米)之下的該等波長反射至將訊號聚焦到偵測器(25)中之聚焦透鏡(24)。在偵測器聚焦透鏡(24)前面之一濾光輪(23)包含濾光器以分離所選之波長帶。

位於在截止點之上的波長範圍中之部份光致發光訊號穿過冷鏡(17)，且藉由透鏡(22)被相似地聚焦到偵測器(21)中。該訊號亦穿過一含有濾光器以分離所選之波長帶的濾光輪(18)。

於一被置於偵測器(21)之前的孔徑輪(19)中包含一系列不同直徑之針孔。可藉由壓電致動器(20)軸向移動該孔徑輪，如此可放置該等針孔以使其與所要之影像平面共焦。藉由該種方式，可將樣品(2)中位於不同深度之平面成像以提供精確深度資訊。

將來自偵測器(21，25)之電訊號供給鎖定放大器(26)，在鎖定放大器(26)中藉由來自頻率產生器(15)之一參考訊號使該電訊號與雷射(3-8)之調變頻率同步。然後將該電訊號供給中央處理器(40)以供分析用。藉由光柵掃描樣品臺以獲取PL影像。或者亦可運用使用檢流計鏡之光學掃描。

在另一運行微觀模式中，將折疊鏡(14)轉到光致發光訊號之光束內。該轉向訊號穿過一濾光輪(27)，且進入變焦透鏡(28)中，其中濾光輪(27)包括濾光器以分離所選之波長帶。變焦透鏡允許使用不同放大率將樣品(2)上之受照射之光斑成像於CCD二維陣列(29)上。其允許了可於不同解析度下使樣品(2)之受照射區域成像。將來自CCD陣列之電訊號供給中央處理器(40)以供分析之用。

圖2中圖解展示了資料之處理。藉由操縱臂(102)將樣品(101)傳輸至一取樣基座(103)以待圖1之裝置進行測試以生成一PL訊號，其中該樣品包括一適當基板，在該基板上已

於化學氣體沈積磊晶反應器(100)中生長了一矽鍺磊晶層。藉由圖1之收集裝置(以簡圖形態展示作裝置105)收集生成之PL訊號。

該圖式進一步展示資料之處理。於一第一處理路徑中，根據本發明之主要態樣，將PL映射資料傳至處理器(107)，其處理該資料以測定貫穿樣品(101)之整個區域的平均PL強度。

將所得之平均值傳至比較器(108)，其使該平均PL強度資料與在資料記憶體(109)之內的一預定儲存規格範圍相關聯，且基於該比較將一品質控制判定傳到控制單元(110)上。在該實施例中，控制單元(110)直接在操縱臂(102)上作業，該操縱臂然後將樣品(101)傳輸至一元件製造處理線或傳輸至一排除線以採取矯正措施或丟棄該樣品。於一替代運行模式中，控制單元(110)可(譬如)為一向操作者給出指示之顯示構件，該操作者然後可藉由獨立控制構件(譬如)來操縱臂(102)以做出可接受/排除選擇，以將測試中之樣品轉移至矯正處理等。

虛線展示一第二處理路徑，其反映了本發明之可選擇的第二態樣。於此項可選擇之態樣中，同樣將與貫穿樣品(101)表面之PL強度映射相對應之資料傳至一第二處理單元(111)，處理單元(111)可將該資料解析為一貫穿樣品(101)表面之數位化空間解析強度映射。將所得之映射傳至資料記憶體(112)及視覺顯示幕(113)。可使用所解析之資料鑒別缺陷位置。以此方式，可使用該基礎裝置快速篩選晶圓。可自該

晶圓映射鑒別污染之位置，且然後可使用微觀掃描或其他技術進一步分析該晶圓以表徵該等缺陷。

為展示可使用該技術監測SiGe晶圓品質及優化生長條件，量測於不同條件下生長的所選之不同200毫米晶圓。在分析該等晶圓及觀測晶圓映射之後，顯而易見某些晶圓呈現一共同特徵。圖3a中展示了該類型污染之一實例。在該晶圓上存在具有比平均背景水平(background level)高出許多之PL訊號值的區域(圖3a中之白色標記)。使用TXRF量測該區域，且顯示該高PL訊號值係歸因於Cu污染。如此證明一觀點：可使用平均PL作為根據污染測定晶圓品質之度量。於該位置記錄一微觀掃描，且該PL掃描呈現較小疊層缺陷，該點藉由使用光學顯微法觀測該相同位置而被證實。

在該晶圓映射中呈現一第二共同缺陷特徵，且亦分析了該區域，相應晶圓映射如圖4a所示。該晶圓包含具有低於該晶圓平均值之降低的PL值之局部區域(展示作晶圓映射中之黑斑)。使用高解析度微觀掃描進一步觀測該等黑色區域。圖4b展示了自掃描該等位置中之一處所獲取之影像。該特徵係一導致錯配位錯凝核之缺陷(表面污染顆粒)。所示獲取之結果清晰地表明可使用該等晶圓映射測定污染或缺陷之存在。然後可在更高解析度下再掃描吾人所關心之區域以呈現該缺陷類型之特性。

為進一步觀測如何使用該技術監測SiGe生長過程，於相同溫度下生長大量200毫米晶圓，但是該等晶圓生長前之清潔退火溫度不同。該生長前之退火係用以移除污染及任何

殘留之表面氧化物。使用微觀掃描量測各晶圓及測定缺陷品質。亦使用雷射表面掃描方法量測該等晶圓。下表即展示藉由該兩種技術測定之缺陷密度。

生長前清潔溫度	SiPHER缺陷密度 (缺陷/平方公分)	雷射表面掃描器 (缺陷/平方公分)
低	3000	2000
中	10-20	10-20
高	<1	1.5

其中在缺陷密度方面存在一良好的相互關係，且結果表明缺陷密度隨著生長前退火溫度的上升而下降。該結果與缺陷蝕刻研究結果一致，意即低溫退火可有效清潔表面，且在SiGe層生長過程中有更多缺陷形成。

該等結果證明一觀點：可使用圖1之室溫PL裝置偵測SiGe中之缺陷，且可根據圖2之程序處理該等結果並使用該等結果進行製程優化。該裝置可偵測到雷射表面掃描方法未能偵測之一些重要缺陷類型(諸如穿透位錯或表面下缺陷)。亦可使用該裝置偵測圖案化晶圓上之缺陷。

該技術可進行之額外功能係檢測晶圓兩側以復查正面污染源。背面污染或SiGe生長之前的損傷可產生正面污染。在SiGe生長後，缺陷可傳播至正面或污染擴散至正面。圖5及6展示了該類型問題之一實例。該晶圓映射包含於圖5a中標注為"A"及"B"之缺陷區域(低於平均PL強度之區域)。微觀掃描更清晰地展示位置A處之缺陷(如圖5b所示)。

在晶圓之正面與背面更詳細地觀測了該區域。圖6a呈現

在晶圓背面上之缺陷圖案，其與正面上之圖案(圖 6b)明顯相同。在該種狀況下，晶圓背面上之污染已擴散至正面。當分析於相同反應器中生長但處理溫度較低之另一晶圓(圖 6c及 6d)時，該點得到了證實。在晶圓背面，而非晶圓正面觀察到與先前圖 6a所示圖案相同的污染圖案(由於在較低溫度處理過程中雜質擴散了較短之距離使得光斑更加明顯(more defined))係歸因於較低處理溫度。

缺陷及污染分析對在SiGe無應力基板上生長之應變Si層亦同樣重要。在該等結構中，由於穿透錯配位錯可導致元件效能之降級，因此對其密度之量測很重要。在含有生長於無應力基板上之應變Si層的晶圓上執行微觀掃描。微觀掃描展示按正交方向排列之黑斑(見圖 7)。具有降低訊號之該等區域處於 $\langle 110 \rangle$ 方向，且該等特徵係歸因於穿透位錯(藉由圖 7中之參考 201指示若干穿透缺陷)。該等模糊水平及垂直線係歸因於下面的SiGe緩衝層中之介面錯配位錯。缺陷蝕刻結果證實藉由本發明偵測之穿透缺陷密度與使用濕式化學蝕刻量測之穿透缺陷密度相關聯。

將處理PL映射，且計算出平均PL值，且然後將該值與一預定之值進行比較。將使用該特定範圍測定晶圓品質，且因此產生一合格/不合格製程控制程序。圖 8以圖表展示該程序。

藉由設定該特定範圍，接著可以使該範圍與任何色彩或灰階圖案相關聯，且製備一相應影像。圖 9展示了一實例。在該實例中，晶圓映射中之黑色區域展示在該特定範圍之

外的區域。可使用該簡單編碼來展示晶圓品質中之變化。

在使用平均PL訊號水平觀測晶圓品質後，可於未達到該規格之晶圓上以更高解析度記錄進一步之量測。此將允許吾人更詳細地檢測空間變化，從而可以給出關於污染源(譬如不佳表面研磨或不完全清潔)之更清晰的指示。同時亦可(譬如)使用TXRF鑒別任何雜質以進一步分析晶圓來測定所存在缺陷之類型。

為鑒別污染源，可同時記錄晶圓之正面與反面。藉由比較該等晶圓映射，可明確知道污染是否源自晶圓背面。然後可採取進一步措施以防止對其他計量工具製程儀器之交叉污染。

因此根據本發明，可將光致發光工具用作一快速製程控制工具以測定晶圓品質。獲取晶圓映射且數值分析所量測之PL回應以提供一品質度量，其中光致發光回應與吾人已知與具有良好品質之半導體結構相關之預定參數之間的偏差被用作品質控制判定之基礎。

在所給之基礎實例中，其可僅為在整個區域之上的平均回應之比較。但是一般而言，污染可非常具有局部性，且平均PL訊號(在晶圓映射中之所有所量測之像素上所求之平均值)可能未必為該污染之可靠指示。若使用一2D網格細分晶圓映射，則使用平均PL分析可偵測到非常具有局部性之訊號。

於記錄一晶圓映射之後，可施用一虛擬網格，且使用適當軟體將其顯示於晶圓映射之頂部。可使用該虛擬網格執

行分析。同時局部區域分析亦允許對結構中問題位置之更優定位。舉例而言，可指示出不合格之網格元件；可於與該網格元件相同的位置啟動微觀掃描以允許更詳細地檢測所關心之區域；且可用適當格式輸出晶圓映射分析中不合格元件之記錄。

局部網格方法並不局限於基於平均值之數值分析。可使用任何適當之預先規定的參數(包括平均強度、PL極小值、極大值、標準差及基線)，以測定污染區域。由於貫穿晶圓之訊號的變化不均勻，PL訊號基線方法可為一更為有用之參數。以下將解釋該技術。

圖 7a 展示一典型晶圓映射，而圖 7b 展示相關的 PL 強度之直方圖。

在晶圓映射中藉由與基線值之偏差偵測污染，且可設定界限。但是，可藉由污染修正該晶圓映射中之 PL 平均值。而所用之值應代表一未被污染的晶圓之訊號水平。圖 8 所示之峰值代表一未被污染晶圓之真實 PL 值。修正基線函數以具有一峰值將允許用戶準確追蹤污染且具有更高靈敏度。

一適當演算法包括以下步驟：

1. 界定峰值為直方圖中之極大值，且將其用於基線。
2. 搜索峰值之資料。
3. 然後計算極大值之 $\pm 70\%$ (其由使用者界定)，接著重新界定峰值極大值為該等點之中心位置。
4. 然後計算峰值極大值之精確值，且接著界定 PL 水平。
5. 同樣允許使用者輸入來自未被污染晶圓之典型基線值

，若存在相等強度之兩個峰值，其將有所幫助。

晶圓之基線係對應於點之最大數量的PL值。

藉由下列關係式界定基線偏差：

基線偏差 = PL值 - 基線

PL值係網格各元件之AVG PL。必須對各元件量測基線偏差。

【圖式簡單說明】

以上僅參考所附圖式1至11藉由實例之方式描述本發明，其中：

圖1係對用以獲取PL資料之適當裝置的圖解說明；

圖2係一展示如何處理資料之示意圖；

圖3a係一呈現污染區域之晶圓映射(其PL值高於平均值)，及圖3b係呈現個別疊層缺陷之晶圓的微觀掃描(掃描面積 3×6 毫米)；

圖4a係呈現污染區域之另一晶圓映射(其PL值高於平均值)，及圖4b係呈現個別疊層缺陷之晶圓的微觀掃描(掃描面積 9×11 毫米)；

圖5a係呈現錯配位錯之另一晶圓映射，及圖5b係更清晰的展示缺陷之晶圓的微觀掃描(4×3 毫米)；

圖6a-d係晶圓正面與背面之間的比較；

圖7係一呈現歸因於穿透位錯之特徵的微觀映射(0.35×0.29 毫米)；

圖8展示PL資料與一基礎品質控制接受/排除判定之間的相互關係；

圖9展示一晶圓之空間解析PL影像；

圖10及11展示根據本發明之一種可能的數值分析技術。

【圖式代表符號說明】

1	樣品臺
2	樣品
3-8	雷射
9	光學纖維
10	準直儀
11	雷射束擴展器
12	變迹板
13，18，23，27	濾光輪
14	折疊鏡
15	頻率產生器
16	雷射選擇器
17	冷鏡
19	孔徑輪
20	壓電致動器
21	紅外線偵測器
22，24	聚焦透鏡
25	UV及可視區域偵測器
26	鎖定放大器
28	變焦透鏡
29	CCD二維陣列
30	自動聚集控制器

31	光 束 分 離 器
32	物 鏡 分 度 裝 置
33	壓 電 驅 動 聚 焦 臺
34 , 35	顯 微 鏡 物 鏡
36	轉 臺
37	鏡 筒 透 鏡
38	光 學 位 移 量 測 系 統
39	顯 示 幕
40	微 處 理 器
100	化 學 氣 體 沉 積 磊 晶 反 應 器
101	樣 品
102	操 縱 臂
103	取 樣 基 座
105	收 集 裝 置
107	處 理 器
108	比 較 器
109	資 料 記 憶 體
110	控 制 單 元
111	第 二 處 理 單 元
112	資 料 記 憶 體
113	視 覺 顯 示 幕

伍、中文發明摘要：

一種藉由量測其中之缺陷與污染來品質篩選矽鍺磊晶層之方法，其包括以下步驟：(譬如)藉由化學氣體沈積法於一合適基板(譬如半導體結構(諸如矽晶圓))之上磊晶生長一矽鍺層；將該矽鍺層之表面曝露於來自一適當光源(較佳為雷射，尤其為高強度雷射)之至少一個高強度光束下，且收集藉由光束激勵矽鍺層而產生之光致發光(PL)；數值分析自該結構之整個區域發射之光致發光；將該結果與光致發光之一預定的可接受規格範圍進行比較；基於該比較做出對該矽鍺層結構之品質分級，且尤其排除或選擇展示一在該預定的可接受規格範圍之外的光致發光回應之所生長矽鍺層以採取矯正措施。本文亦描述了一種用於執行該方法之裝置及一種併入SiGe生長反應器之該裝置。

陸、英文發明摘要：

A method of quality screening silicon germanium epilayers by measuring defects and contamination therein comprises the growing a silicon germanium layer epitaxially, for example by chemical vapour deposition, on a suitable substrate, for example a semiconductor structure such as a silicon wafer; exposing the surface of the silicon germanium layer to at least one high-intensity beam of light from a suitable light source, preferably a laser, and in particular a high-intensity laser, and collecting photoluminescence (PL) produced by excitation of the silicon germanium layer by the light beam; numerically analysing the photoluminescence emitted across the area of the structure; comparing the result with a predetermined acceptable specification range of photoluminescence; making a quality classification of the silicon germanium layer structure based thereon, and in particular rejecting or selecting for remedial action grown silicon germanium layers exhibiting a photoluminescence response outside the said predetermined acceptable specification range. An apparatus for performing the method, and such an apparatus incorporated into a SiGe growth reactor, are also described.

拾、申請專利範圍：

1. 一種藉由量測矽鍺磊晶層內之缺陷與污染來品質篩選矽鍺磊晶層之方法，其包括以下步驟：

於一適當基板上磊晶生長一矽鍺層；

將該矽鍺層之表面曝露於來自一適當光源之至少一個高強度光束下，且收集藉由該光束激勵該矽鍺層而產生之光致發光(PL)；

對所收集之該光致發光訊號做出分析，且將該分析用作該半導體對進一步處理之適合性的品質分級之該基礎。

2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該品質分級步驟包括：

測定貫穿該結構區域或其子區域發射之一平均光致發光強度；

將該平均值與光致發光之一預定的可接受規格範圍進行比較；

基於該比較對該半導體結構做出一品質分級。

3. 如申請專利範圍第1或2項之方法，其中該品質分級步驟包括排除或選擇一展示在一預定的可接受規格範圍之外的一光致發光回應之所生長矽鍺層以採取矯正措施。
4. 如申請專利範圍第1或2項之方法，該方法被施用作一對欲用於元件製造之矽鍺層的品質控制度量，包括以上述方式連續監測一連續系列之所生長層體；將一展示在一預定的可接受規格內之一光致發光回應之層體傳遞至

該下一元件製造階段；將一展示在一預定的可接受規格外之一光致發光回應之層體排除出該下一元件製造階段。

5. 如申請專利範圍第1或2項之方法，其中將該光束之光束功率及/或波長及/或光斑尺寸控制為自該半導體結構之上部12微米處收集近表面PL資訊。
6. 如申請專利範圍第5項之方法，其中將該光束控制為自該半導體結構之上部1微米處收集近表面PL資訊。
7. 如申請專利範圍第1或2項之方法，其中大約於室溫下獲取該PL回應。
8. 如申請專利範圍第1或2項之方法，其中該光源係一高強度雷射。
9. 如申請專利範圍第8項之方法，其中該雷射具有光斑尺寸為0.1至20微米，較理想為2至5微米，且峰值或平均功率密度在 10^4 至 10^9 瓦特/平方公分之間的較小探測容量。
10. 如申請專利範圍第9項之方法，其中使用一脈衝雷射激勵源，且量測發光資料，及/或收集該等發光影像作為一時間函數。
11. 如申請專利範圍第1或2項之方法，其另外包括使用該等所收集之PL訊號以生成貫穿該測試中之SiGe層表面的PL訊號之一空間解析映射，且尤其生成該等訊號之一空間解析影像的步驟。
12. 如申請專利範圍第11項之方法，其另外包括將該空間解

- 析PL映射儲存於適當資料儲存構件上，及/或藉由適當處理構件傳送自該空間解析映射取得之數位化資料以供前向處理用之步驟。
13. 如申請專利範圍第12項之方法，其另外包括將任何生成之PL影像顯示於適當顯示構件上之步驟。
 14. 如申請專利範圍第12或13項之方法，其進一步包括該等步驟：使用該空間解析映射鑒別在該SiGe層中一缺陷之該大致位置；且使用一能夠表徵任何缺陷之特定分析技術進一步分析於該所鑑別位置之層體結構。
 15. 如申請專利範圍第14項之方法，其中該特定分析步驟包括執行一微觀掃描以呈現個別疊層缺陷及類似結構缺陷。
 16. 一種藉由量測矽鍺磊晶層內之缺陷與污染來品質篩選矽鍺磊晶層之裝置，其包括一包含一高強度光源之測試裝置；將一來自該光源之高強度光束聚焦至測試中之該矽鍺層的一表面上之構件；收集構件，其自測試中之該層體的整個表面收集藉由該光束激勵該半導體結構產生的光致發光資料；分析構件，其處理及數值分析該所收集之資料；一比較器，其將該分析結果與預定之可接受規格參數進行比較，且根據該光致發光訊號是否在該預定之可接受規格之內而決定接受或排除該結構。
 17. 如申請專利範圍第16項之裝置，其另外包括一在一適當基板上生長一磊晶矽鍺層之構件，諸如一化學氣體沈積磊晶反應器，該構件結合一如上之測試裝置以測試該生

長狀態中之矽鍺層。

18. 如申請專利範圍第16或17項之裝置，其另外包括作為一製程控制系統之一部份相繼將所生長層體自該反應器傳輸至該測試裝置之傳輸構件。
19. 如申請專利範圍第16或17項之裝置，其作為一生產線之一部份而被併入且包括可將該結構傳輸至特定的下一處理階段之傳輸構件，其中根據該光致發光訊號是否在該預定之可接受規格範圍之內而決定傳輸與否。
20. 如申請專利範圍第19項之裝置，其中該傳輸構件可將一展示一在該光致發光之預定的可接受規格範圍內之光致發光回應的結構傳輸至該下一元件製造階段，且排除一展示一在該光致發光之預定的可接受規格範圍外之光致發光回應的結構。
21. 如申請專利範圍第16或17項之裝置，其中該光束之光束功率及/或波長及/或光斑尺寸受控為使得該裝置可自該半導體結構之上部12微米處生成及收集近表面PL資訊。
22. 如申請專利範圍第16或17項之裝置，其中該光束之光束功率及/或波長及/或光斑尺寸受控為使得該裝置可自該半導體結構之上部1微米處生成及收集近表面PL資訊。
23. 如申請專利範圍第16或17項之裝置，其中該光源係一高強度雷射。
24. 如申請專利範圍第23項之方法，其中該雷射具有光斑尺

寸為0.1至20微米，較理想為2至5微米，且峰值或平均功率密度在 10^4 至 10^9 瓦特/平方公分之間的較小探測容量。

25. 如申請專利範圍第16或17項之裝置，其另外包括將該所收集之PL資料解析為一貫穿該半導體結構之區域的空間解析PL映射之構件。
26. 如申請專利範圍第25項之裝置，其另外包括一將所解析之資料轉換為一PL影像之構件，及/或儲存該映射/影像，且尤其儲存連續映射/影像供將來比較用之影像/資料儲存構件，及/或將該映射/影像傳送至一適當遠端資料處理器之構件，及/或將一影像及/或相關資料顯示給一使用者之諸如一視覺顯示幕的影像顯示構件。
27. 如申請專利範圍第25項之裝置，其另外包括一表徵藉由該PL映射空間鑑別之缺陷的微觀掃描器。

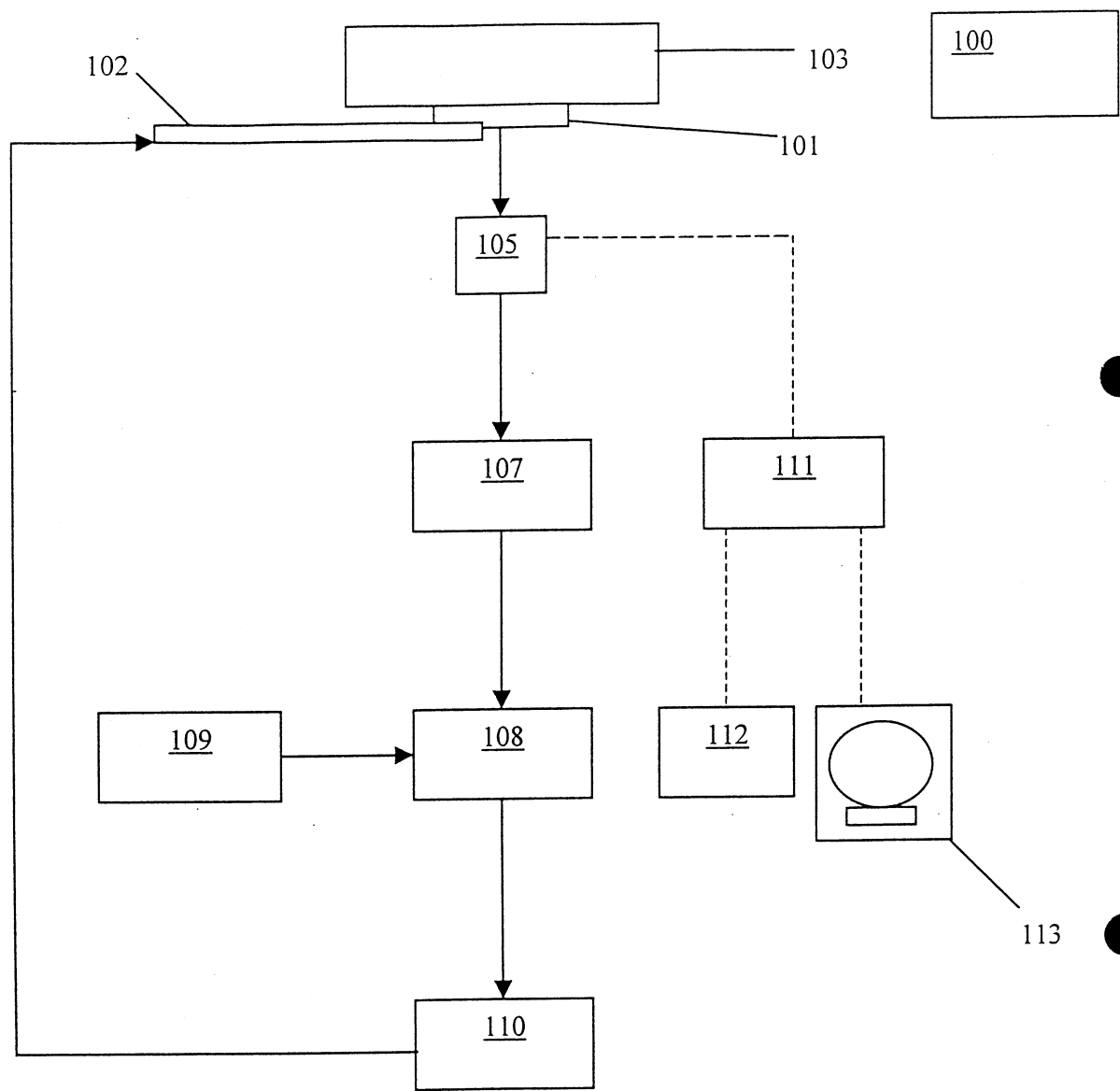


圖 2

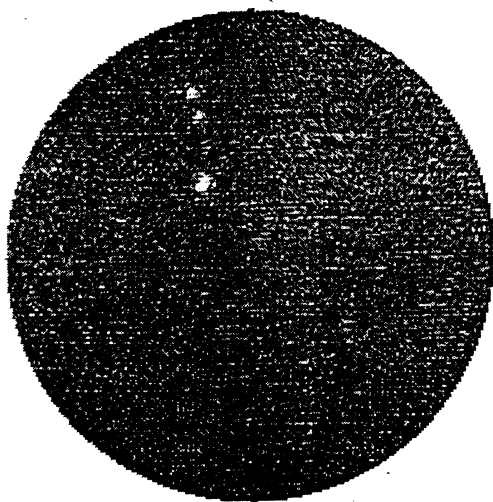


圖 3a

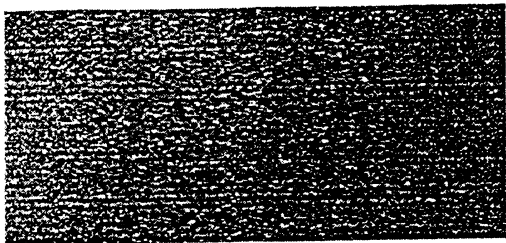


圖 3b

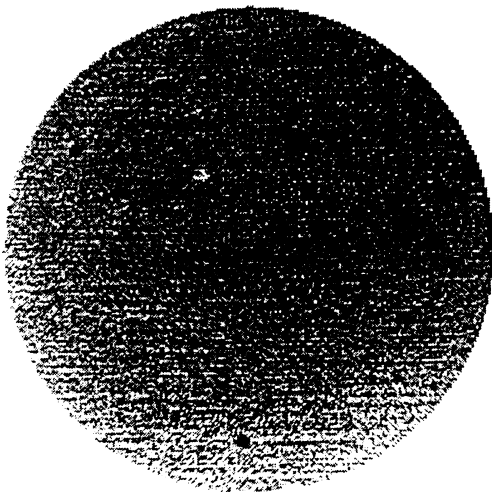


圖 4a

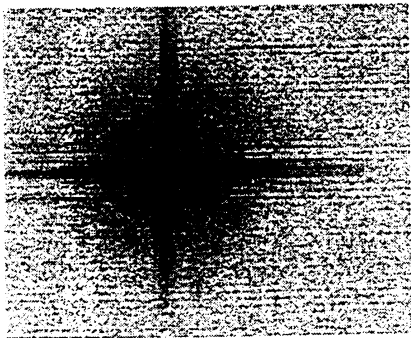


圖 4b

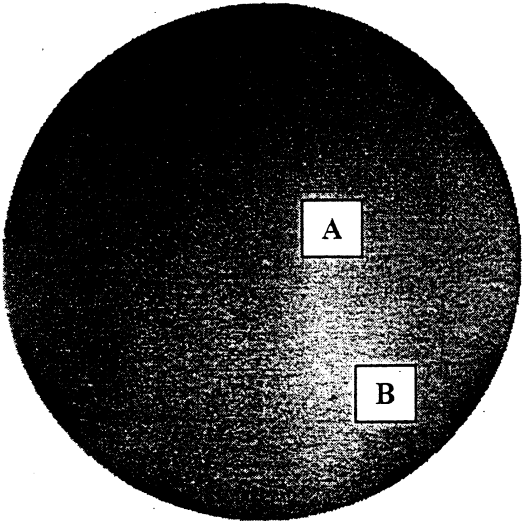


圖 5a

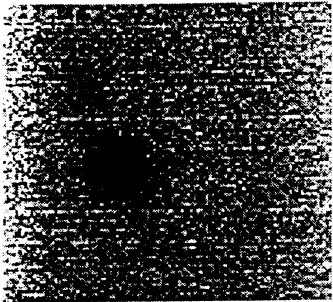


圖 5b

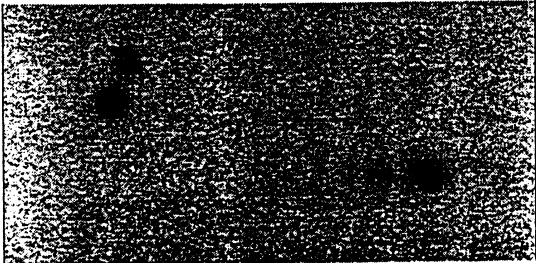


圖 6a

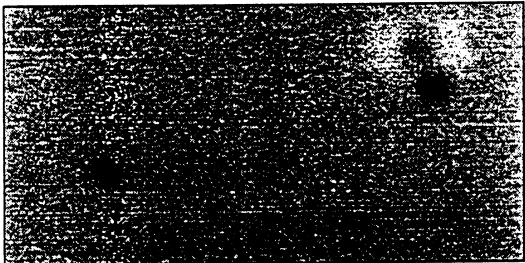


圖 6b

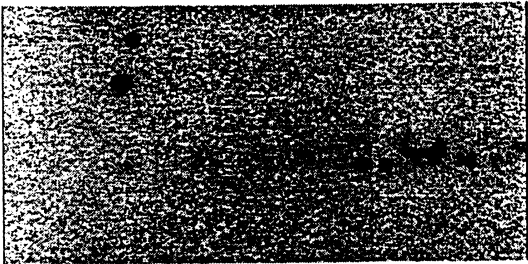


圖 6c

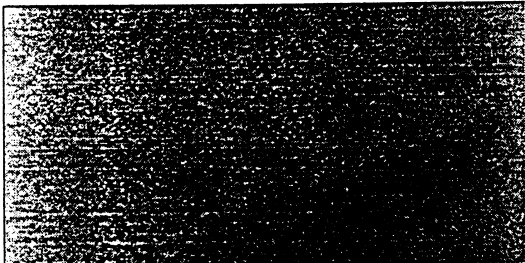


圖 6d

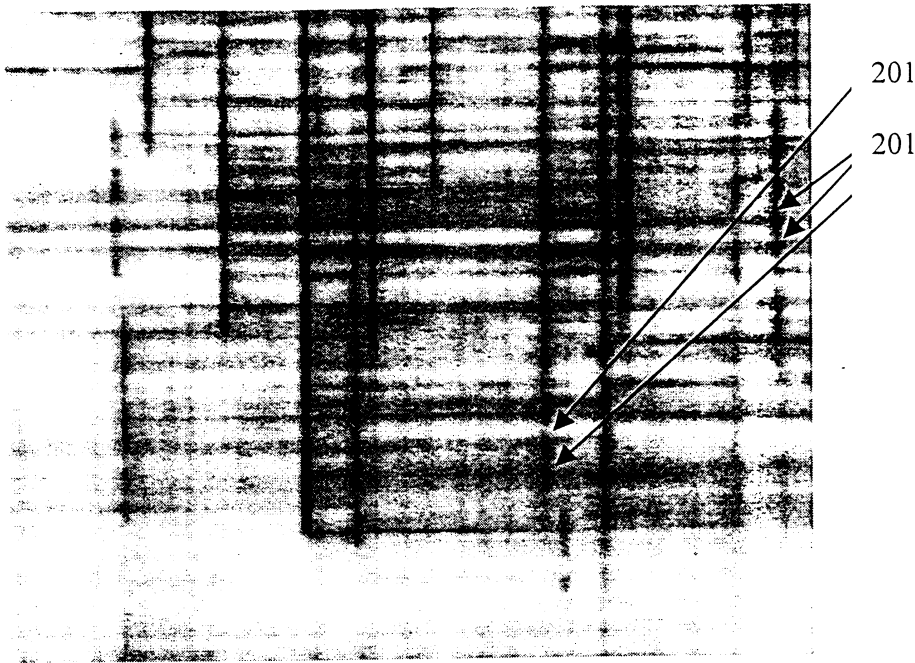


圖 7

圖 8

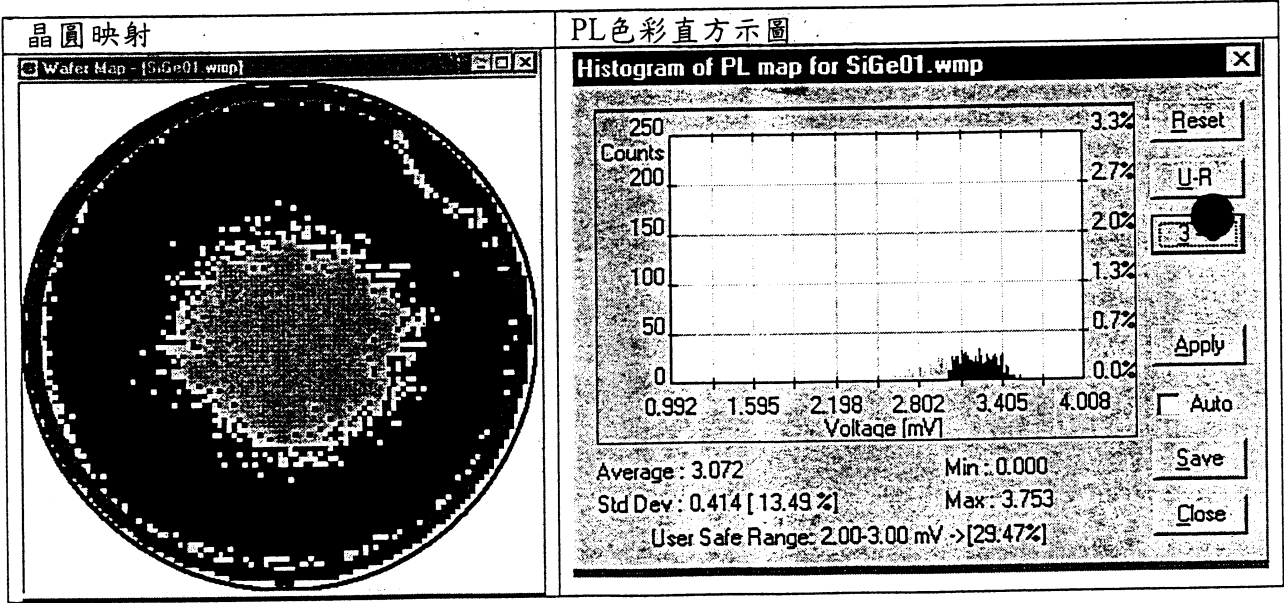
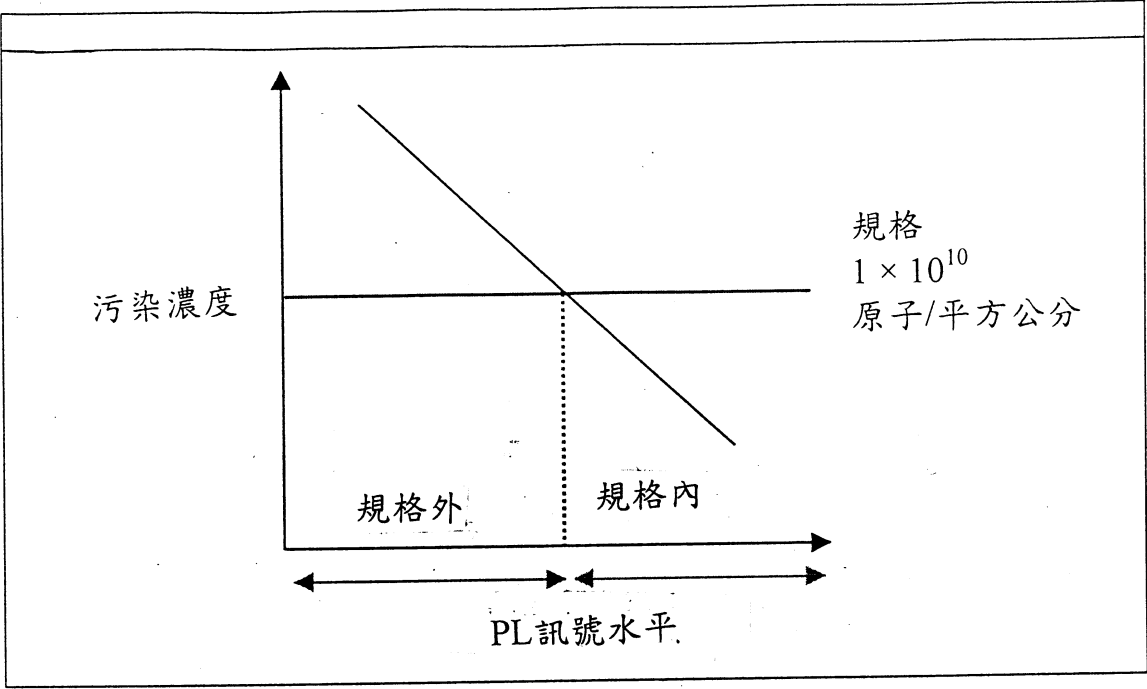


圖 9

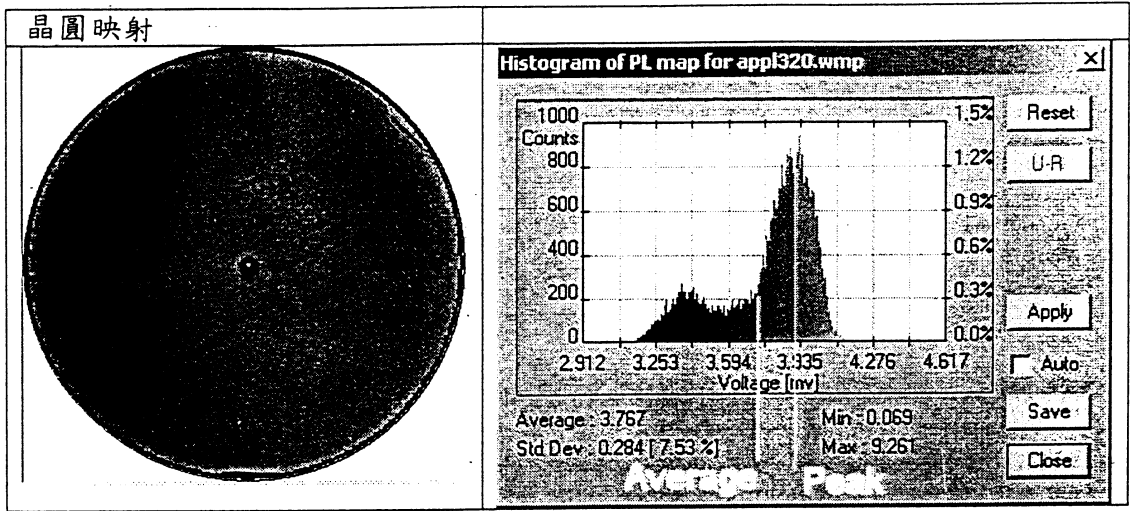


圖 10a

圖 10b

PL強度直方圖

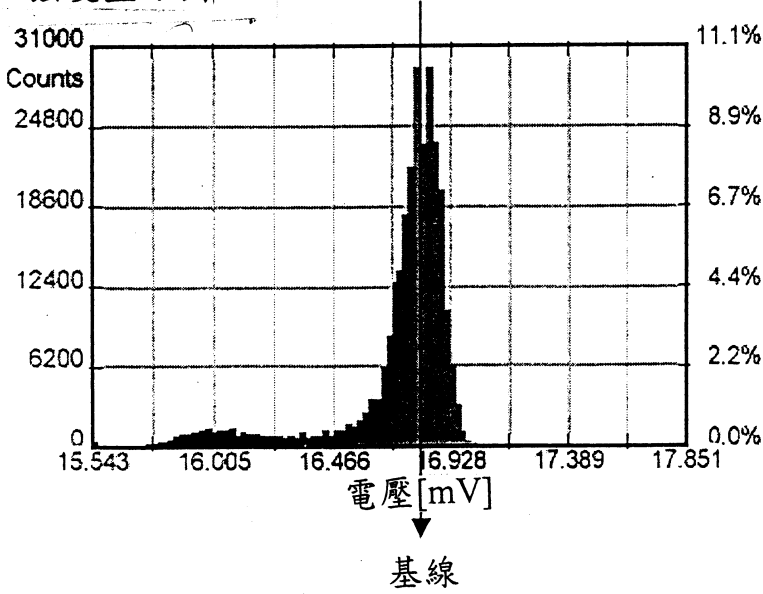


圖 11

柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

1	樣品臺
2	樣品
3-8	雷射
9	光學纖維
10	準直儀
11	雷射束擴展器
12	變迹板
13, 18, 23, 27	濾光輪
14	折疊鏡
15	頻率產生器
16	雷射選擇器
17	冷鏡
19	孔徑輪
20	壓電致動器
21	紅外線偵測器
22, 24	聚焦透鏡
25	UV及可視區域偵測器
26	鎖定放大器
28	變焦透鏡
29	CCD二維陣列
30	自動聚集控制器
31	光束分離器
32	物鏡分度裝置
33	壓電驅動聚焦臺
34, 35	顯微鏡物鏡
36	轉臺
37	鏡筒透鏡
38	光學位移量測系統
39	顯示幕
40	微處理器

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：