

申請日期：92-7-21	IPC分類 G01B 11/02
申請案號：92119811	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

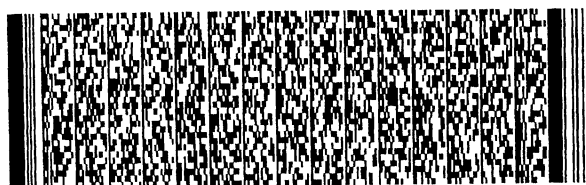
一、 發明名稱	中文	光學量測用之模型及參數選擇技術
	英文	MODEL AND PARAMETER SELECTION FOR OPTICAL METROLOGY
二、 發明人 (共6人)	姓名 (中文)	1. 王威 2. 艾曼紐·道奇 3. 鮑君威
	姓名 (英文)	1. Vuong, Vi 2. Drege, Emmanuel 3. Bao, Junwei
	國籍 (中英文)	1. 美國 US 2. 法國本土 FX 3. 中國大陸 CN
	住居所 (中文)	1. 美國加州94555佛雷蒙市丹斯莫爾公共地5048號 2. 美國加州95134聖荷西市戴斯坎索道60號3308室 3. 美國加州95051聖塔克拉市瓦伯勒大道3661號
	住居所 (英文)	1. 5048 Dunsmuir Common, Fremont, CA 94555, U.S.A. 2. 60 Descanso Drive, #3308, San Jose, California 95134, U.S.A. 3. 3661 Warbler Avenue, Santa Clara, CA 95051, U.S.A.
三、 申請人 (共1人)	名稱或姓名 (中文)	1. 迪伯技術股份有限公司
	名稱或姓名 (英文)	1. Timbre Technologies, Inc.
	國籍 (中英文)	1. 美國 US
	住居所 (營業所) (中文)	1. 美國加州95054聖塔克拉市邦克丘巷2953號301室 (本地地址與前向貴局申請者相同)
	住居所 (營業所) (英文)	1. Suite 301, 2953 Bunker Hill Lane, Santa Clara, CA 95054, USA
	代表人 (中文)	1. 艾倫·諾雷
	代表人 (英文)	1. Nolet, Alan

申請日期：	IPC分類
申請案號：	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中 文	
	英 文	
二、 發明人 (共6人)	姓 名 (中文)	4. 斯里尼凡斯·多迪 5. 牛辛惠 6. 尼可·傑克達
	姓 名 (英文)	4. Doddi, Srinivas 5. Niu, Xinhui 6. Jakatdar, Nickhil
	國 籍 (中英文)	4. 印度 IN 5. 中國大陸 CN 6. 印度 IN
	住居所 (中 文)	4. 美國加州95035米爾皮塔市維多利亞南方公園543號613公寓 5. 美國加州94022洛杉托市西波多拉大道493號 6. 美國加州94022洛杉托市瑞可那達巷425號
	住居所 (英 文)	4. 543 South Park Victoria, Apt. 613, Milpitas, CA 95035 U.S.A. 5. 493 W. Portola Avenue, Los Altos, CA 94022 U.S.A. 6. 425 Rinconada Court, Los Altos, CA 94022, U.S.A.
三、 申請人 (共1人)	名稱或 姓 名 (中文)	
	名稱或 姓 名 (英文)	
	國 籍 (中英文)	
	住居所 (營業所) (中 文)	
	住居所 (營業所) (英 文)	
	代表人 (中文)	
	代表人 (英文)	



一、本案已向

國家(地區)申請專利

申請日期

案號

主張專利法第二十四條第一項優先權

美國 US

2002/07/25

10/206,491

有

二、☐主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

申請案號：

無

日期：

三、主張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

日期：

四、☐有關微生物已寄存於國外：

寄存國家：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

☐有關微生物已寄存於國內(本局所指定之寄存機構)：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

☐熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

五、發明說明 (1)

一、【發明所屬之技術領域】

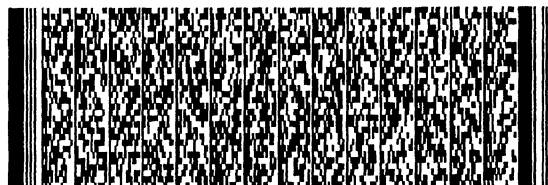
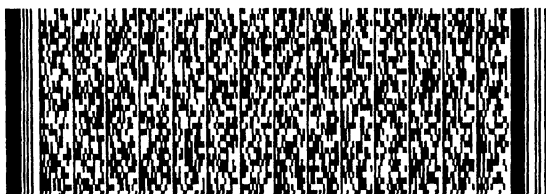
本發明與一積體電路 (IC) 量測有關，更特別地與光學量測用之一結構模型及參數選擇技術有關。

【相關申請案之交互參照】

本申請案與下列有關：共同申請中之美國專利申請序號09/727,530，其標題為「用於接枝形體之即時程式庫產生之系統及方法」，由Jakatdar等人所發明，而於西元2000年11月28日提出申請；共同申請中之美國專利申請序號09/907,488，其標題為「週期性接枝散射訊號程式庫之產生」，由Niu等人所發明，而於西元2001年7月16日提出申請；共同申請中之美國專利申請序號09/737,705，其標題為「用於接枝形體分類之系統及方法」，由Doddi等人所發明，而於西元2000年12月14日提出申請；共同申請中之美國專利申請序號09/770,997，其標題為「用於快速精確耦合波分析之層內計算高速存取」，由Niu等人所發明，而於西元2000年1月26日提出申請；共同申請中之美國專利申請序號（待分派），其標題為「積體電路光學量測用波長之選擇」，由Doddi等人所發明，而於西元2002年6月3日提出申請；以上均為此申請案之受讓人所有，並於此處將其納入以為參考。

二、【先前技術】

以目前針對較小幾何形狀之IC裝置所設計之驅動機而言，當IC裝置之形體尺寸變小之際，IC裝置形體之測量亦日益困難。測量該形體之一方法包括使用接枝或形成於一



五、發明說明 (2)

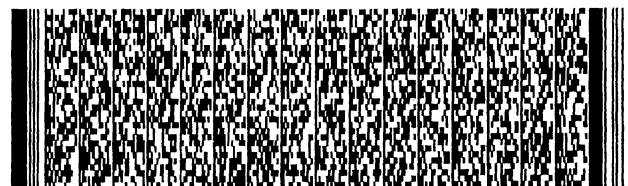
接近於或在該裝置或晶圓上電路內之晶圓測試區上之週期性結構，為決定該結構之尺寸是否在可接受範圍內，及例如一特殊製造程序是否將導致該形體之側壁成削尖、垂直、T形頂、下切除或具基腳狀，故對該接枝或週期性結構之尺寸知識便不可或缺。

週期性結構之形體測量可藉掃描式電子顯微鏡 (SEM) 或類似裝置完成，其中該樣品須經切割及檢驗，而截面 SEM 法典型上緩慢、昂貴、具破壞性，且僅提供自該形體頂端可見之一測量數字。

另一測量技術則使用散射計量法。在散射計量法中，光譜反射及橢圓對稱、多角度入射 (MAI) 裝置及混合設計系統典型上用來投射光於該結構上與測量該反射光。經驗散射計量法基本上利用一策略，即測量一已知結構形體寬度之繞射訊號，而繞射訊號與結構寬度對則用以建立一程式庫，即使對於一結構尺寸及其相關繞射訊號之有限程式庫，為建立一程式庫所用之該經驗散射計量法其實既耗時且昂貴。隨著該結構尺寸之解析度增加，該程式庫大小亦增加，而建立及使用該程式庫之時間便巨幅增加。

在另一測量技術中，吾人不採用繞射訊號及形體資料之程式庫，而以迴歸法自測量出之該繞射訊號中決定該形體資料；在使用迴歸法時，可藉一或更多最適化技術而自測量出之該繞射訊號中決定該形體資料。

建立一程式庫或使一迴歸結果收斂所需之時間長度隨形體模式及該繞射訊號計算中代表該形體模式所用之參數



五、發明說明 (3)

數目而異。典型上，若所用之該形體模式愈複雜且參數愈多，則自量測結果中讀取所欲資訊所需之時間及/或計算資源愈多。

三、【發明內容】

在一示範實施例中，吾人選擇一晶圓中光學量測用之結構形體模式，其中該形體模式具備一組幾何參數及該結構之尺寸。利用一或更多輸入繞射訊號及一或更多參數選擇準則，以選擇該形體模式之一組最適化參數，將該選擇出之形體模式及該組最適化參數針對一或更多終止準則進行測試，吾人須持續進行選擇一形體模式、選擇一組最適化參數、及測試該選擇出之形體模式與該組最適化參數等程序，直至滿足一或更多終止準則為止。

四、【實施方式】

為便於說明本發明，將以一橢圓偏光計或反射計光學量測系統說明某些觀念及原理。吾人將以利用一橢圓偏光計之晶圓結構之散射訊號圖如 $\cos(\Delta)$ 及 $\tan(\Psi)$ 說明某些示範實施例，而反射計之反射率圖將用以說明其餘實施例，應了解相同觀念及原理可同樣應用於橢圓偏光計、反射計、或其餘光學量測系統。

圖1為說明利用光學量測以測量於晶圓上所製作圖案之結構之繞射訊號的架構圖。該光學量測系統40包含一投射一束束43於一晶圓47之目標結構59之量測射束源41，該量測射束43係以入射角 θ_i 投射於該目標結構59並以一散射角 θ_d 散射開，該散射束59係以一量測射束接收器51測量

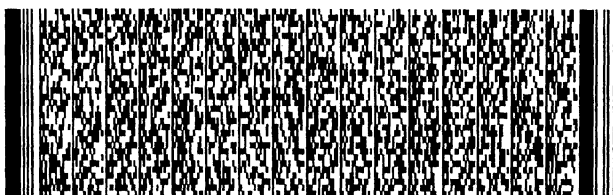


五、發明說明 (4)

之，該散射束數據57則傳送至一形體應用伺服器53；該形體應用伺服器53將對照計算所得之散射束數據之一程式庫54，其代表該目標結構臨界尺寸及該臨界尺寸解析度的各種不同組合，而與測量所得之該散射束數據57進行比較。在一示範實施例中，吾人將選擇程式庫54中最吻合該測量所得之散射束數據57之程式庫例，而所選擇之該程式庫例之形體及其相關臨界尺寸可提供該接枝結構之二維或三維代表。該光學量測系統40可利用一反射計、一橢圓偏光計、或其餘光學量測裝置，以測量該散射束或訊號，一光學量測系統說明於共同申請中之美國專利申請序號09/727530，其標題為「用於接枝形體之即時程式庫產生之系統及方法」，由Jakatdar等人所發明，而於西元2000年11月28日提出申請，於此將其整體納入以作為參考。

圖2為晶圓結構光學量測用之模式及參數選擇整體程序之示範流程圖。在步驟310中，將決定用以選擇一結構形體模式之一或多個終止準則，一終止準則為對照測量而得之選擇程序結果之判斷標準；該終止準則可包含一成本函數值、一適合度 (goodness of fit; GOF) 值、及/或其餘曲線擬合法、與所測量參數之信賴區間。

例如，利用相對於一測量訊號之該形體結構參數之該結構所產生之一模擬訊號，其彼此間之一成本函數即可作為一終止準則。一成本函數比較將以下列方程式說明之，其中 V_1 及 V_2 係大小為 n 之兩向量，且 V_1 關於 V_2 之該成本函數為：



五、發明說明 (5)

$$\text{Cost}(V_1, V_2) = \left(\sum_{i=1}^n (V_{1i} - V_{2i})^p \right)^{1/p} \quad (1.00)$$

其中 i 表該向量之第 i 個元素，而 p 為與該式有關之一任意數，該第一向量為所用該量測裝置之測量點上之訊號值組，而該第二向量為在相同點上相對應之模擬訊號組。一成本函數終止準則可設成一特定數目，如 0.25；另一終止準則可為該測量圖與該模擬訊號值間之適合度 (GOF)，而該 GOF 為兩組值之近似度量。例如：當使用橢圓偏光計量測時，GOF 係根據 $\tan \Psi$ 及 $\cos \Delta$ 值，其中 $\tan \Psi$ 及 $\cos \Delta$ 以一 n 次元之單一向量表示：

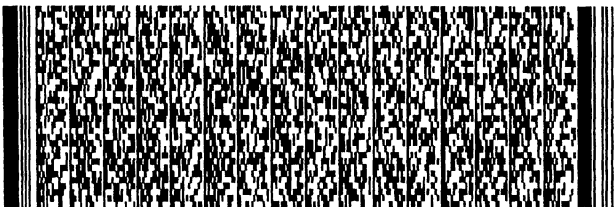
$$S = [\tan \psi_1 \tan \psi_2 \wedge \tan \psi_{n2} \cos \Delta_1 \cos \Delta_2 \wedge \cos \Delta_n] \quad (1.10)$$

常用於一測量訊號 S_m 與一模擬訊號 S_s 間之一 GOF 公式為：

$$\text{GOF} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (S_s(i) - S_m(i))^2}{\sum_{i=1}^n (S_m(i) - \bar{S}_m)^2} \quad (2.00)$$

$$\text{其中 } \bar{S}_m = \frac{\sum_{i=1}^n S_m(i)}{n} \quad (2.10)$$

其中 i 表一光學量測裝置之第 i 個測量點，而 n 表該光學量



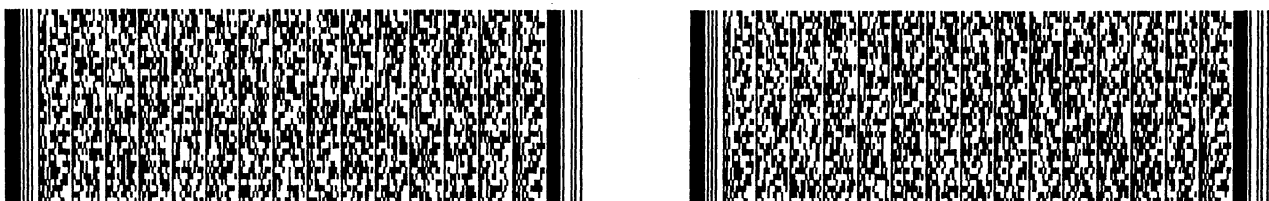
五、發明說明 (6)

測裝置之測量總次數。

另一終止準則為最適化參數之一信賴區間截斷值，最適化參數及信賴區間將更詳述於下。與一形體模式有關者為一組幾何參數，最適化參數係得自該形體模式之該幾何參數，至於由該幾何參數中得出該最適化參數之程序，亦將於圖4中詳加討論之。信賴區間為最適化參數值之範圍，吾人預期真確值將具一特定機率落於其內，例如：20 nm之一最適化參數 x_1 之 $3-\Sigma$ 信賴區間意指 x_1 之該真確值有99.7%機率位於+或-20 nm範圍內，該信賴區間量可設定為自一最適化參數名義值之改變量，其中散射訊號之改變大於目前值；該目前值可能是系統雜訊水平或人為雜訊水平值，典型上以奈米表之，例如：吾人可指定一結構之中段CD的信賴區間截斷值為2.0 nm，而CD底部參數為2.5 nm。該形體模式之選擇將持續至CD中段及底部兩者之信賴區間截斷值相等為止。

在步驟320中，吾人將決定選擇形體模式參數之一或多個準則。形體選擇準則可包含一特殊相關係數或一形體參數之靈敏度，例如：截斷值為0.99之關係可用以選擇參數；或者，形體參數之各增量變化（ ΔP ）可能需要在訊號上有特殊變化（ ΔS ），其中 $\Delta S / \Delta P$ 為該參數靈敏度之度量。參數選擇準則將於圖5中更詳細討論之。

仍參照圖2，在步驟330中可得到該晶圓結構之特徵化。得自一參考量測儀器之結構影像如一橫截面-SEM或X-SEM影像，可用作將該結構形體特徵化之基礎。例如：

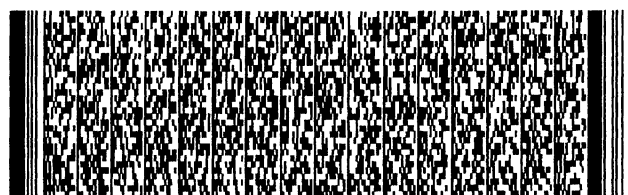


五、發明說明 (7)

吾人可獲得頂部圓化、底部切削、T形頂、基腳、刻痕、凹度、凸度、及該結構之類似特徵等指示，亦可使用晶圓製造程序設計資料；而關於名義CD及高度與結構影像資料可用以將該結構形體特徵化；至於與獲得該晶圓結構特徵化之一示範程序中之步驟有關的說明，請參照圖3。

在步驟340中，吾人將該結構特徵化轉換成一形體模式，一形體模式可為具兩表示其高與寬之參數的矩形。在圖9A中可見一矩形920及分別代表寬與高之兩參數 a_0 、 a_1 ；另一形體模式可為一梯形，其具有代表例如底部CD、頂部CD、及高度之三參數。圖9B表具兩梯形925之一模式，其中一梯形在另一者頂端，該兩梯形形體模式925可以五參數描述之： a_0 表上梯形之頂部CD； a_1 表上下梯形之共用CD； a_2 表下梯形之底部CD； a_3 表上下梯形之總厚度； a_4 表上梯形之厚度。有一較複雜之形體模式見於圖9C，其中具兩個矩形方塊942及944，其代表兩不同薄膜；一梯形940代表圖案化結構之底部，該圖案化結構具有一基腳、以不同材料製成之兩矩形方塊938及936、代表該結構中一刻痕之一薄矩形方塊、以及代表該結構頂部之某種圓化水平的頂端梯形932。

如圖9C所示，為取得該結構確實形體之良好近似，一形體模式可包含許多不同幾何形狀；通常模式愈複雜，所需要代表該模式的參數就愈多，而愈多參數將增加完成該結構之光學量測模擬的時程與複雜度。對於說明模擬一假設結構所發出之散射訊號而言，請參考共同申請中之美國



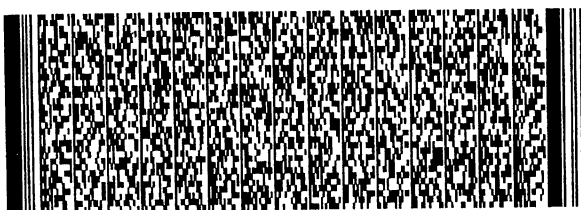
五、發明說明 (8)

專利申請序號09/770,997，其標題為「用於快速精確耦合波分析之層內計算高速存取」，由Niu等人所發明，而於西元2000年1月26日提出申請，於此將其整體納入以作為參考。如吾人將於圖5中說明者，對於一已知形體模式，為選擇最少但仍滿足終止準則之參數數目，可作參數數目之最適化。

在圖2之步驟350中，選擇該形體模式最適化參數係根據一或更多選擇準則，如吾人將於圖5中更詳細討論者，一最適化參數之選擇係依據其與其他參數間之關係、該模擬所得之訊號對該最適化參數變化之靈敏度、可偵測之參數變化信賴區間、及其餘考量。於此以另一方式陳述，並可作為一例外規則之實施例：若參數A與另一參數B呈高度相關，且該模擬所得之訊號對參數A之變化並不敏感，即可排除考慮最適化參數A。

在步驟360中，吾人係以平衡模擬計算速度與計算所得訊號之準確度兩者而達成該模擬計算之最適化。例如：將如所使用之散射波長數目或範圍及所考慮之散射等變數最適化，以產生最少數目之模擬變數及最高準確度之計算所得訊號。

在步驟370中，吾人進行一測試以觀察是否滿足該終止準則。例如：若其中一終止準則為小於或等於2.50之一成本函數值，則將利用所選擇模式之所選擇參數所產生之一模擬訊號的成本函數值與一相對應測量出之訊號相比較，若該成本函數值為2.20，則滿足此準則；此外，一第

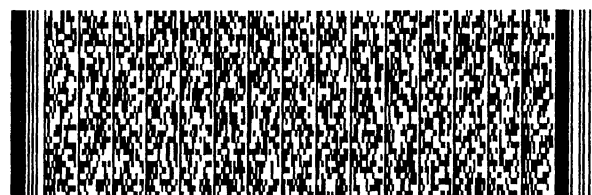
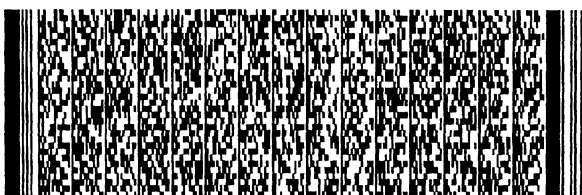


五、發明說明 (9)

二終止準則可為GOF等於0.9990或更大值。參照圖11B，其係顯示Y軸上之反射度圖982，而以X軸上之波長為函數，將測量所得之反射度曲線984與模擬所得者986相比較，其中該模擬係利用一如圖11A所示之雙梯形輪廓，若利用該GOF公式，計算出之GOF為0.9994，如圖11C所示；然而，在相同之圖11C表988中，x1中最適化參數之最高3- Σ 信賴區間為17.92 nm。如上所述，該信賴區間為該最適化參數值之範圍，吾人預期真確值將有一特定機率落入其內，例如：x1中最適化參數20 nm之3- Σ 信賴區間意指x1之真確值將有99.7%機率在+或-20 nm內。

參照圖10B，其係顯示Y軸上之反射度圖960，而以X軸上之波長為函數，將測量所得之反射度曲線962與模擬所得者964相比較，其中該模擬係利用一如圖10A所示之雙梯形輪廓，若利用該GOF公式，計算出之GOF為0.9990，如圖10C所示；須注意在圖11C之表965中，x0中最適化參數之最高3- Σ 信賴區間為1.99 nm。如以下將更詳述者，圖10A單一梯形模式與上圖11A該雙梯形模式相較下具有較低3- Σ 信賴區間，意指吾人將選擇圖10A之單一梯形模式，已知其亦滿足0.9990之GOF準則。

現參照圖2，當不能滿足該終止準則時，程序進行至步驟375，在此將調整該參數選擇準則及/或該形體模式，並重複步驟350、360及370。參數選擇準則之變化例可為調整用以選擇或排除一參數之相關性截斷；或者，可調整靈敏度截斷，如將其表為誤差平方和。另一形體模式調整



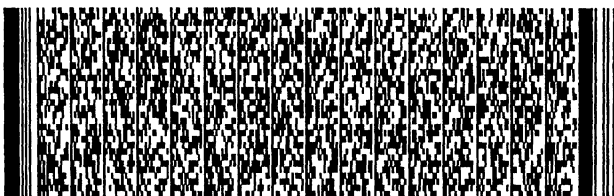
五、發明說明 (10)

例為利用三梯形取代兩梯形以表示該結構形體；或利用一梯形取代兩梯形以表示該結構之圖案化區域。在一例中，吾人可將該形體模式修改成包含較多或不同幾何形狀，以求更接近該結構之光學顯微鏡影像；在另一例中，該形體模式可更形簡化，例如僅利用一梯形取代數個梯形。

在步驟380中，當滿足終止準則時，該形體模式、所選擇之形體參數、參數選擇準則、終止準則及資料確認等與製造、晶圓部位、及量測用裝置有關者均將儲存於一程式庫中。

模式及參數選擇結果可以數種方式利用之。在步驟390中，吾人將利用所選擇模式之所選定參數的範圍與解析度，以建立模擬出的散射訊號及相關形體程式庫。對說明如何建立一利用參數範圍與解析度之程式庫的程序，請參考共同申請中之美國專利申請序號09/727,530，其標題為「用於接枝形體之即時程式庫產生之系統及方法」，由Jakatdar等人所發明，而於西元2000年11月28日提出申請，於此將其整體納入以作為參考。或者，於步驟395中將顯示模式及參數選擇之結果，在一實施例中，一旦滿足一或更多終止準則，該臨界尺寸值、形體形狀及薄膜厚度等即變成可利用者；在另一實施例中，將會顯示部分或全部於步驟390中所儲存之資料；仍有另一實施例，在步驟398中，形體模式及參數選擇之結果將用以製造叢集前饋或回饋控制迴路。此方面將於圖6C中詳細討論。

如上所述，圖3提供了關於獲取及處理該晶圓結構特



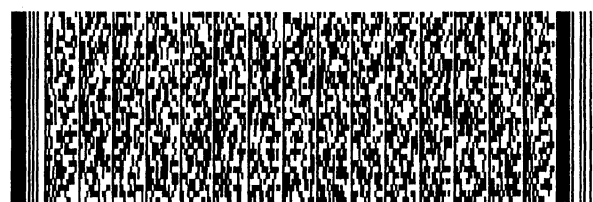
五、發明說明 (11)

微化之整體流程圖步驟。須了解下列步驟中所述之程序僅為獲取該晶圓結構特徵化其中一種技術，其餘技術可包含自一積體電路製造程序或積體電路裝置模擬軟體所獲得之結構特徵化。

參照圖3，在步驟410中，須設定一或更多資料收集準則；資料收集準則係用以測試是否有足夠與結構有關之資料，可利用以進行模式與參數選擇。資料收集準則實施例可為一成本函數值或類似模式及參數選擇用之終止準則的GOF；然而，該成本函數或GOF可能與該些特定之終止準則不同，典型上會較低。其餘資料收集準則可包含所測出散射訊號之可接受變化範圍，例如晶圓中相同部位之測出散射訊號之 $3-\Sigma$ 寬度。

再參照圖3，在步驟420中，將獲取關於該層堆疊、未圖案化層之厚度、折射率 n 、消耗係數 k 、及其他層性質之特徵化；特徵化包含用於各層中之材料類型。在步驟430中，將獲取該圖案化結構之傾斜度、線一空間比、該圖案化結構之光學特性、以及該圖案化結構形體之其他特徵化；該圖案化結構形體之其他特徵化包括與頂部圓化、底部切削、基腳、刻痕或其餘形體中預期之不規則等有關的資料。

在步驟440中，將所測得之光學量測散射訊號自所測得之輸入散射訊號中選出，資料類型與數量隨所使用的裝置為橢圓儀、反射計、或為其他散射計而異，且與該裝置之製造業者有關。選擇所測得之散射訊號包含設計以測試



五、發明說明 (12)

少量利用選擇技術如叢集化、相關性等所得具代表性散射訊號之數個步驟，將所測得之該散射訊號以上述所列其中一或更多選擇技術分類；而關於光學量測法中叢集化之說明，請參照共同申請中之美國專利申請序號09/737,705，其標題為「用於接枝形體分類之系統及方法」，由Doddi等人所發明，而於西元2000年12月14日提出申請，於此將其整體納入以作為參考。吾人將確認並選擇出與所測得散射訊號高度相關之各叢集或群體之代表，以用於模式及參數選擇處理上。

在步驟450中，利用由該形體特徵化所發展出之層堆疊及結構形體，以模擬一結構所發出之訊號。為說明如何模擬一假設結構所發出之散射訊號，請參考共同申請之美國專利申請序號09/770,997，其標題為「用於快速耦合波分析之層內計算高速存取」，由Niu等人所發明，而於西元2000年1月26日提出申請，於此將其整體納入以作為參考。

在圖3之步驟460中，將進行一測試以觀察是否滿足一或更多資料收集準則。例如：若模擬訊號與所測得散射間之GOF為0.950，且資料收集準則為GOF等於0.950或更低值，則可滿足該資料收集準則。在另一例中，資料收集準則為該堆疊各層之一模擬厚度，其係與使用者所提供之一定百分率之該特徵化資料相同或包含於其內；假設該堆疊層之厚度為100 nm且該層之模擬厚度為102 nm，又假設層厚度上之一資料收集準則為2%或更低之變異數，則可滿足



五、發明說明 (13)

該資料收集準則。

仍參照圖3，在步驟480中，將儲存資料收集準則、晶圓及結構特徵化、與量測裝置確認資料，若在步驟470中未能滿足該資料收集準則，則須取得額外之特徵化資料或調整該資料收集準則。例如：若一資料收集準則為一模擬訊號之成本函數值且所測得之訊號為3.50或更強，又所計算之成本函數為值為7.00，則無法滿足該資料收集準則，一基本特徵化資料可能產生偏離。例如：若該結構之傾斜度被錯誤指定或該形體特徵化極不正確，則該成本函數值可能極高。特徵化資料之再檢查及此些輸入系統之特徵化之準確性可用以確認問題成因；或者，若發現資料收集準則設定錯誤，可調整之。

如上所述，遵循圖4之說明將更詳細地提供有關將該晶圓結構特徵化轉換成一模式及其相關參數之整體流程圖步驟。在步驟510中，將決定各堆疊材料之幾何形狀類型，例如：當堆疊內僅有一種材料時，即可選定一種幾何形狀以代表整個形體模式。在圖8中，假設結構900由一種材料所形成，多樣化尺寸之矩形組（如矩形902、904、906、908、及910）係用以代表結構900之形體模式；在圖9A中，一矩形用於一未圖案化薄膜中，然在圖9B中則使用兩梯形；圖9C中之形體為矩形與梯形。

參照圖4，在步驟520中，產生該結構之堆疊之該幾何形狀及參數。例如：若未圖案化堆疊之第一層係以圖9A中之矩形代表之，則因散射模擬故，一未圖案化層之寬度可



五、發明說明 (14)

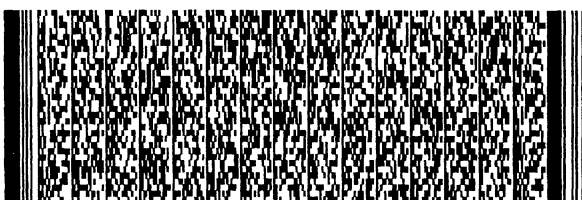
假設為無限大，故該幾何參數為第一層 a_1 之厚度。

若一層之幾何形狀為梯形，可使用三個幾何參數，亦即頂寬、底寬、及梯形高。若使用如圖9B之雙梯形925，則可採用五個幾何參數，亦即上梯形之頂寬 a_0 、上梯形之底寬 a_1 （此亦為下梯形之頂寬）、下梯形之底寬 a_2 、該結構模式之總厚度 a_3 、及上梯形之厚度 a_4 。

圖9C之形體模式930表示一複雜形體模式，其中該模式包含矩形936、938、942、及944、一用以說明結構934中刻痕之矩形、分別說明該結構頂部圓化及該結構底腳之梯形932及940；而該幾何參數為個別幾何形狀之個別幾何參數之和。就圖9C之複雜形體模式930而言，其幾何參數數目很多；典型上，幾何形狀愈多，幾何參數數目即愈多；此外，一形體模式之幾何參數數目愈多，將導致決定模擬散射訊號之模擬程序費時較長。如前所述，較長之散射模擬程序將導致可觀之程式庫建立時間及迴歸時間。

在圖4步驟530中，可得到該幾何參數之名義值及範圍，這些值典型上係得自製造程序或方法之歷史或測試資料，例如：頂寬或頂部CD可能具有名義值200 nm及120至280 nm之範圍。

在步驟540中，將定義該幾何參數之相依性，又該幾何參數之相依性係根據特別的製造程序或方法之歷史或測試結果。例如：在具有一氮化矽蓋及一矽渠溝之一淺渠溝隔離（STI）中，該氮化物蓋典型上決定了該矽渠溝之頂寬之CD；在此例中，獨立幾何參數為該氮化物蓋底部CD，



五、發明說明 (15)

而該氮化物蓋之頂部CD及該矽渠溝之頂寬可固定至該氮化物蓋之底部CD。

利用圖9B之雙梯形模式925為例，該上梯形之頂寬 a_0 可為該上梯形之底寬 a_1 之函數， a_0 與 a_1 可具一線性關係；例如： a_0 可等於 a_1 加一常數或 a_0 可等於 a_1 乘以一常數。一幾何參數與另一幾何參數間之關係可藉一簡單線性函數、二次函數、多項式函數等進行特徵化，該形體模式之幾何參數相依性係根據一幾何參數是否為一獨立參數、對其他參數具有一固定補償、對其他參數具有一可變補償、或具有一固定值而定義。為說明故，考慮圖9B中具有五個幾何參數之雙梯形。由設計或先前經驗與製造方法可知 a_0 為一獨立參數，又由先前製造資料可知 a_1 對10 nm之 a_0 具有一固定補償， a_2 對 a_1 具有一可變補償， a_3 為常數，且 a_4 為 a_0 的兩倍。

仍參照圖4，在步驟550中，該幾何參數將被轉換成最適化參數 x ，將幾何參數轉換成最適化參數的理由包含縮減迴歸搜尋空間以決定該最適模擬散射訊號（稍後於圖5中討論之）；將幾何參數轉換成最適化參數的另一理由為簡化一參數與其餘參數間之關係式。

轉換的結果為一以該最適化參數 x_i 表示之方程式。例如圖9B中所示雙梯形之各幾何參數 a_i 之方程式具有如下所述之相依性：

$$a_0 = x_0$$

$$a_1 = x_0 + 10$$



五、發明說明 (16)

$$a2 = x0 + x1$$

$$a3 = 50$$

$$a4 = 2x0$$

其中 $a0$ 、 $a1$ 、 $a2$ 、 $a3$ 、 $a4$ 為如上所定義該形體模式之幾何參數，單位為 nm，且 $x0$ 及 $x1$ 為該形體模式之最適化參數，注意五個幾何參數已轉換成兩最適化參數。須注意愈複雜之形體模式典型上需要愈多幾何參數，通常亦需要相對應較多數目之最適化參數；吾人須了解可利用技術中之知識，即表示幾何參數對最適化參數相依性之其餘同義方式。

如上所述，遵循圖5之說明將更詳細地提供根據一或更多選擇準則以選擇模式參數之整體流程圖步驟。參照圖5，在步驟810中，將選取所選擇形體模式之光學波長或波長範圍。為說明選擇波長之程序，請參照共同申請之美國專利申請序號10/162,516，其標題為「積體電路光學量測用之波長選擇」，由Doddi等人所發明，而於西元2002年6月3日提出申請，於此將其整體納入以作為參考。數樣工作須同時或連續地進行，以提供關於一最適化參數是否應被選取或排除之資訊。

在步驟820中將決定各最適化參數間之關係式。典型上，兩最適化參數間之一關係係數 r 係以此公式計算之：

$$r = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_i (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_i (y_i - \bar{y})^2}} \quad (2.60)$$

五、發明說明 (17)

其中 x_i 及 y_i 為一對最適化參數， $\bar{x}$ 為 x_i 之平均而 $\bar{y}$ 為 y_i 之平均， r 值位於-1與+1之間並包含此兩端點，+1之相關係數值相當於完全正相關且-1相當於完全負相關，接近0之 r 值相當於彼此不相關之 x 與 y 最適化參數。

參照圖12A，相關係數表996顯示五個最適化參數，亦即代表抗蝕劑頂端CD之 x_0 、代表抗蝕劑底端CD之 x_1 、代表抗蝕劑厚度之 x_2 、代表抗反射塗佈厚度之 x_3 、以及代表二氧化矽厚度之 x_4 ；相關係數表996係配置以使Y軸及X軸顯示參數編號，交點或格子表示一參數與另一不同配對參數間的相關係數。例如：在參數 x_0 及 x_4 之交點即格子997，相關係數為0.47。該相關係數係將上述方程式2.60中之 x_i 代入輸入測量值 x_0 ，而以 x_4 代入式中 y_i 計算而得，低相關係數值意謂參數 x_0 與 x_4 並非高度相關；反之，在參數 x_3 及 x_4 之交點即格子998，相關係數為1.00，意謂 x_3 及 x_4 間為完全正相關。如圖12B所示，參數 x_3 之反射度差對波長作圖即曲線992，與參數 x_4 之反射度差對波長作圖即曲線994呈完全正相關，故以最適化參數選擇而言，僅須考慮參數 x_3 、 x_4 其中之一即可，因為由 x_3 或 x_4 所引起之散射訊號變異數均可由其餘參數之變異數決定。

在圖5之步驟830中，將決定各最適化參數之信賴區間。如先前所述，該信賴區間可設定為自一最適化參數名義值之變化量，其中散射訊號之變化大於雜訊水平，該散射訊號之雜訊可能由系統雜訊例如自量測裝置發出之雜訊

五、發明說明 (18)

所引起，或者可模擬產生雜訊。該信賴區間通常表示為該最適化參數標準差 s 的倍數，一最適化參數標準差係利用下列公式自該最適化參數之測量值計算得來：

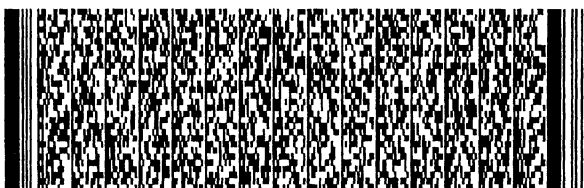
$$\sigma = \sqrt{\left(\frac{1}{N-1}\right) \sum (x_i - x_{av})^2} \quad (2.70)$$

其中 N 為量測數目， x_i 為該最適化參數 x 的第 i 個值，且 x_{av} 為該最適化參數 x 之平均值。

該信賴區間典型上係自代表該晶圓結構所發出之真確量測值之一已知樣品輸入數據組計算而來；該信賴區間亦可利用該最適化參數用之量測數據所採用之模擬無規雜訊以計算之。

參照圖10A，以一單一梯形951置於代表具一單一層下方薄膜結構之一矩形953頂端上之該結構形體模式950有四個最適化參數，亦即代表該結構頂端CD之 x_0 、代表該結構底端CD之 x_1 、代表該結構寬度之 x_2 、代表該下方薄膜寬度之 x_3 ；參照圖10C，表965顯示該四最適化參數之 $3-\Sigma$ 信賴區間。例如：若最適化參數 x_0 之信賴區間為1.99 nm，意謂在1.99 nm範圍內，將有99.7%機率可見 x_0 之量測訊號或表現其敏感性；或者說若 x_0 之變化小於1.99 nm，則該變化將有99.7%機率無法顯示訊號；同理， x_1 具有1.95 nm之 $3-\Sigma$ 信賴區間等。須注意 x_3 之 $3-\Sigma$ 信賴區間為0.30，意謂參數 x_3 對大於0.3 nm之變化方具敏感性。

假設將如圖10A所討論之相同結構以在一矩形974頂端置放兩梯形972之狀況建立其模式，如同圖11A中所示之形

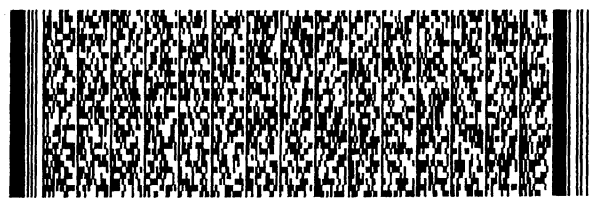


五、發明說明 (19)

體模式970。該雙梯形形體模式970有六個最適化參數，亦即代表該上梯形976頂端CD之 x_0 、代表該下梯形978中段CD之 x_1 、代表該下梯形978底端CD之 x_2 、代表該雙梯形972寬度之 x_3 、代表於轉折點處該上梯形976寬度 h_1 除以該雙梯形972寬度之比例之 x_4 、以及代表該下方薄膜寬度之 x_5 ；參照圖11C，表988顯示該六個最適化參數之 $3-\Sigma$ 信賴區間。例如：若最適化參數 x_0 之信賴區間為6.81 nm，意謂在6.81 nm範圍內，將有99.7%機率可見 x_0 之量測訊號或表現其敏感性；或者說若 x_0 之變化小於6.81 nm，則該變化將有99.7%機率無法顯示訊號。如稍後步驟870中將討論者：整個計算各最適化參數資料之收集可整合成有關一最適化參數是否應包含或排除之一決定步驟。

在圖5之步驟840中，將決定在一或更多最適化參數中模擬訊號對變化之靈敏度。典型上，此決定係藉微量改變一最適化參數且固定其餘最適化參數而達成。例如：在圖10A利用一梯形之該形體模式中，參數 x_0 之靈敏度可藉將其名義值調高1 nm但將 x_1 、 x_2 、 x_3 保持於其名義值並模擬其訊號之方式進行測試，若在訊號矩陣或「 x_0 在名義值加1 nm」之曲線圖上並未出現顯著變化，則 x_0 具低零敏度；至於其他最適化參數可在固定其餘參數下以相同方法改變之，以測試個最適化參數之靈敏度。

一最適化參數之靈敏度可藉計算與名義值訊號相較之變化訊號之平方和差(SSE)以定量表示之，該SSE公式如下：



五、發明說明 (20)

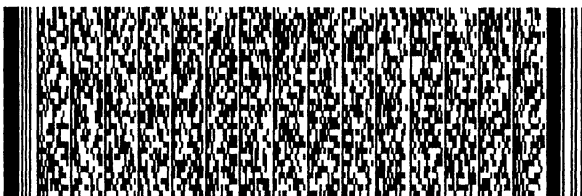
$$SSE = \sum_{i=1}^n (S_0(i) - S_i(i))^2 \quad (3.00)$$

其中i為訊號模擬點，典型上在目前波長；n為訊號模擬點數目； S_0 為利用最適化參數名義值之模擬訊號； S_i 為利用其中之一最適化參數之名義正變化的模擬訊號值。

在圖5之步驟870中，最最適化參數之最終選擇係依據一或更多選擇準則。例如：一參數選擇準則可為相關係數上之截斷點，吾人可選擇相關係數關於所有其他參數低於0.5之參數；或者，吾人可進一步測試相關係數為0.98之一對參數的靈敏度，以決定應選擇或排除哪一參數。SSE閾值可用以選擇最適化參數，例如：SSE閾值為0.01者可用以過濾對參數變化極不敏感之最適化參數；3- Σ 信賴區間之截斷值亦可用以篩選出未能滿足此些準則之最適化參數，或標明無法對IC設計上關鍵性之重要參數產生適當靈敏度之形體模式；吾人可綜合以上準則而利用之，須了解吾人可利用在此技術中已知知識之其他同義準則。若未選擇出一最適化參數，則該最適化參數即設定為一定值，該定值係由製造資料或先前方法之使用經驗而決定。

在步驟890中，將進行一程序以決定量測訊號之最適化模擬散射訊號，其須利用所選擇形體模式之所選出最適化參數。一實施例利用一迴歸技術取得該最適化模擬訊號，吾人可利用一或更多類型之迴歸引擎。

參照圖7，一形體模式測試器1400接收該選擇出之形



五、發明說明 (21)

體模式、該選擇出之最適化參數、以及量測散射訊號1402，該形體模式測試器1400處理輸入資料並啟動一或更多最適化引擎，如分支定界技術1420、模擬退火1430、遺傳演算法1440、其餘總體最適化技術1450、或混合總體及局部最適化技術1460。該最適化引擎達到模擬訊號與量測訊號間差值之一全局極小值，對應於該全局極小值下之該模擬訊號依序對應於一組所選出形體模式之最適化參數值，而該形體模式測試器則建立一輸出1404。

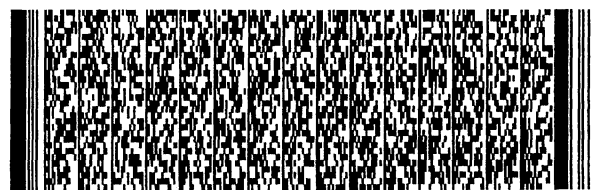
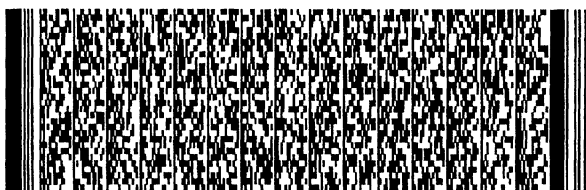
圖6A為說明於一實施例中一系統模式及參數選擇之架構圖。在本實施例中，終端機1800係用以輸入晶圓製造程序設計資料包含堆疊、 n 及 k 值、名義形體參數值及其範圍、名義寬度值及其範圍、晶圓中數個部位所發出之量測散射訊號、以及將該結構形體特徵化之結構影像資料。終端機及最適化參數選擇準則之各種選擇可輸入終端機1800，並以輸入1801之形式傳送至一形體編譯器1810，該形體編譯器1810編輯該輸入資料1801並召喚一光學量測模擬器1860，以該形體模式2000之幾何參數之特定名義值來模擬該訊號；該光學量測模擬器1860將該模擬散射訊號2001傳送至該形體編譯器1810。如上所述，關於一假設結構所發出之模擬散射訊號之說明，請參考共同申請之美國專利申請序號09/770,997，其標題為「用於快速耦合波分析之層內計算高速存取」，由Niu等人所發明，而於西元2000年1月26日提出申請，於此將其整體納入以作為參考。該形體編譯器1810將該模擬訊號2001與得自該輸入

五、發明說明 (22)

1801 之該量測訊號進行比較，接著傳送關於該輸入1801之品質及適當性資料至終端機1800；該形體編譯器1810亦可處理來自一形體模式測試器1840之已調整形體模式資料2012。

參照圖6A，該形體編譯器1810傳送已編輯之特徵化資料及量測散射訊號1811至一模式產生器1820；該模式產生器1820建立包含幾何形狀之該結構之形體模式；而該幾何形狀係以幾何參數表示之並經轉換成傳送至一參數選擇器1830之最適化參數1821。該參數選擇器1830利用最適化參數選擇準則以選取哪一個最適化參數滿足相關係數截斷值、靈敏度閾值、及/或來自客戶之信賴區間要求；該參數選擇器1830召喚該光學量測模擬器1860，以形體參數資料2004進行散射訊號之模擬。依次，該光學量測模擬器1860進行散射訊號之模擬，並將模擬散射訊號2005傳送至該參數選擇器1830。

該參數選擇器1830之部分功能為進行一程序以決定各量測訊號之最適化模擬訊號、召喚一或更多圖7中所討論之最適化引擎。於該最適化程序後，包含形體、CD、及薄膜厚度之最適化形體資料即以輸出2006之形式傳送至臨界尺寸伺服器1870。該參數選擇器1830傳送所選出之該最適化參數至該形體模式測試器1840，於此測試該終止準則如成本函數值、GOF、及/或其餘終止準則；若未能滿足該終止準則，形體模式測試器1840即調整該形體模式，例如：自一雙梯形模式切換至一單一梯形模式，或自一簡單幾何

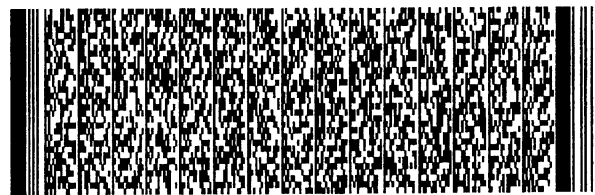
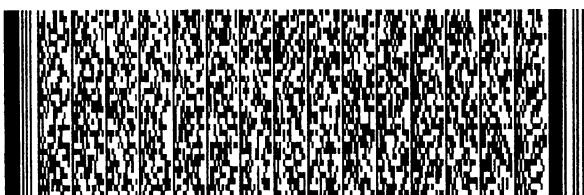


五、發明說明 (23)

模式切換至利用較多幾何形狀以更近似該形體模式者，該經調整之形體模式2012即被傳送至該形體編譯器1810；或者，若滿足該終止準則，該形體模式測試器1840即儲存該形體模式終止準則、最適化參數選擇準則、製造程序、晶圓部位、光學量測裝置確認資料、以及在資料儲存區1850中所選擇之最適化參數。該形體模式測試器1840將該最適化參數1841傳送至一程式庫產生器1880，其係利用所選擇之最適化參數之範圍及解析度，而建立一包含散射訊號及其相關形體資料之程式庫1890。

圖6B為說明於一示範實施例中一系統模式及參數選擇之架構圖。量測模式最適化器1900自一形體器工作站1910接收臨界尺寸、形體、以及量測散射訊號之薄膜厚度等之要求1902，根據此要求1902及其餘記載晶圓上主體結構特徵之輸入資料（未顯示），量測模式最適化器1900選擇一程序中的一模式及參數，與圖6A中所述者相似。該量測模式最適化器1900產生所要求之臨界尺寸、形體、及與一量測散射訊號有關之薄膜厚度，並將此些結果1901傳回該形體器工作站1910，該形體器工作站1910可位於一遠距使用者站，欲接近該量測模式最適化器1900可經由一私有網路或一公共網路如網際網路。

圖6C為一示範實施例中一量測模式最適化器之架構圖，其系統配置與圖6B中者相似，除了取代僅自該形體器工作站1925獲取臨界尺寸資料1924之處理要求外。相同資料之線上要求1931係自一光學量測系統1930傳送出，該光

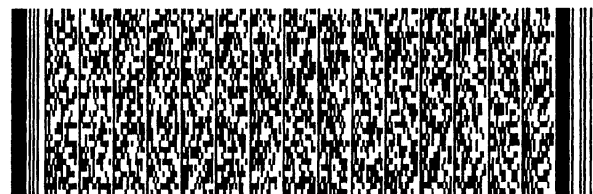
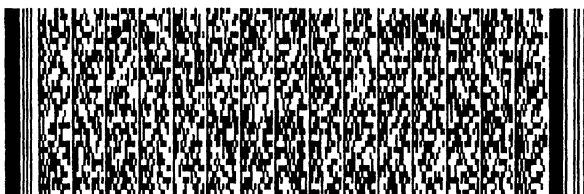


五、發明說明 (24)

學量測系統1930連結至一製造叢集1940，其可為一清潔軌道單元、平板印刷機、蝕刻機或平板印刷蝕刻聯合單元。當一晶圓（未顯示）完成一製造程序步驟時，晶圓上之結構將藉建立可傳送至該量測模式最適化器1920之量測散射訊號之該光學量測系統1930而測量之。除了傳送至該形體器工作站1925之該臨界尺寸資料1924外，相同資料亦傳送至該製造叢集1940，以為進階程序控制用，該臨界尺寸資料1924可為該製造叢集1940所用，以調整該製造程序之程序變數。該形體器工作站1925送出臨界尺寸、形體、及量測散射訊號之薄膜厚度、以及其他記載晶圓上或儲存於該量測模式最適化器1920之相似資料處之結構特徵等輸入資料，該光學量測系統1930接收自該製造叢集1940傳來之資料1941，其與一或更多程序之完成有關。完成測量晶圓上之結構後，該光學量測系統傳送訊號1941至該製造叢集1940，以指示該光學量測之測量已臻完成。

圖13A、13B、13C及13D為利用不同形體模式之示範結構形體。圖13A說明以一單一梯形T1為模式之結構；而圖13B說明以兩梯形T1及T2為模式之相同結構；相同地，圖13C說明以三梯形T1、T2及T3為模式之相同結構；而圖13D說明以四梯形T1、T2、T3及T4為模式之相同結構。

如圖13A及13B所示，圖13A中之結構形狀與模式並不接近，但具兩梯形之圖13B卻顯示模式與結構形狀間之匹配程度巨幅提升；但當所用之梯形數目增至3及4時，模式與結構形狀間之匹配程度有進一步增加但提升較少製造叢

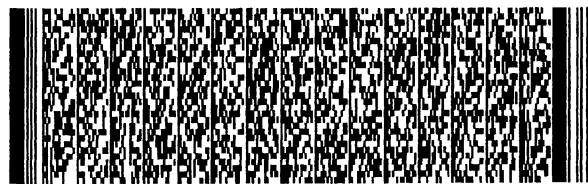


五、發明說明 (25)

集1940 該臨界尺寸資料1924 該製造叢集1940 該形體器工作站1925 臨界尺寸、形體、及與一量測散射訊號有關之薄膜厚度結構特徵該光學量測系統1930 該製造叢集1940 圖13A 說明以一單一梯形T1 為模式之結構圖13B 說明以兩梯形T1 及T2 為模式之相同結構圖13C 說明以三梯形T1、T2 及T3 為模式之相同結構模式與結構形狀間之匹配程度。

圖13E 為說明該形體模式中以幾何形狀數目為函數之模擬散射訊號之成本函數及GOF 對該量測訊號之示範圖。曲線1000 說明該形體模式中之該成本函數及GOF 如何隨所使用之梯形數目增加而改變。如成本函數曲線1004 所示，若以一梯形模擬圖13A 中所示之結構，其成本函數值為相當高值3.0，顯示於左Y 軸之該成本函數曲線1004，於使用兩梯形時急速下降至約1.5，此值較梯形數目由二增加至三及由三增加至四時者為大；顯示於右Y 軸之該GOF 曲線1002，當梯形數目由一增加至二時，其自GOF 約0.920 急速增加至0.97，此值亦較梯形數目由二增加至三及由三增加至四時者為大。如先前所討論者，該形體模式選擇決定在該形體模式中滿足或超過該終止準則之最簡易幾何形狀組合，其可唯一成本函數值及/ 或一GOF 值；亦如上述者，該形體模式可為不同類型幾何形狀之組合，其中梯形僅為吾人可使用之一種可能形狀。

圖14 為該形體模式中以參數數目為函數之模擬散射訊號之該成本函數及GOF 對該測量訊號之示範圖。曲線1100 說明該成本函數及GOF 如何隨形體模式中所使用之參數數

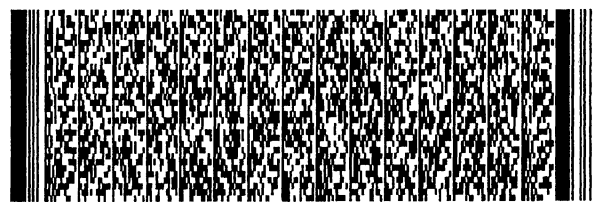


五、發明說明 (26)

目增加而改變。如該成本函數曲線1104所示，以三個參數模擬一假設結構之該成本為相當高值2.9，顯示於左Y軸之該成本函數曲線1104，於使用五參數時急遽下降至約1.6，當參數數目由五增加至六及由六增加至七時，下降幅度較趨緩；而顯示於右Y軸之該成本函數曲線1104，當其參數數目由三增至五時，其GOF自0.915急遽增加至0.965，當參數數目由五增加至六及由六增加至七時，增加幅度較趨緩。

如前所討論者，該最適化參數選擇係選擇不相關、具有高靈敏度、且可偵測此應用所需之參數尺寸變化之參數，所選出之該形體模式之最適化參數係用以模擬不同形體尺寸之散射訊號，而所模擬出之散射訊號將與相對應之量測訊號相比較，以計算其成本函數及GOF；一旦所選擇之形體模式及其所選出之最適化參數所提供之散射訊號結果滿足或超過該終止準則，則完成選擇程序。如上所述，如CD、薄膜厚度、及圖6A之參數選擇器1830之形體等的迴歸結果，系統使用者可將之用於微調其方法或製造程序；或者，該迴歸結果可用於調整變數及/或該製造程序之物理控制。亦如上述，所選擇之該形體模式及最適化參數可用以建立模擬訊號及相關形體資料之程式庫。

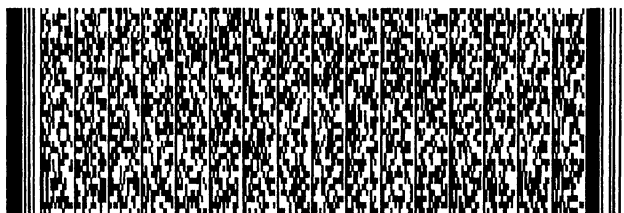
圖15為一示範實施例中資料儲存佈局之一資料儲存規劃。所選擇模式及參數之該資料儲存形式1200包含製造程序、晶圓部位、結構、及光學量測裝置確認資料1210，該資料儲存形式1200可包含一或更多資料片段，各資料片段



五、發明說明 (27)

包含終止準則1220、所選擇之模式確認1230及最適化參數選擇準則1240、與所選擇之最適化參數 $1, 2, \dots, n$, 1250。例如：該模式確認可為淺渠溝隔離、單一梯形模式；終止準則可包含一成本函數1.5及GOF0.995；最適化參數選擇準則可為一相關係數0.5及靈敏度0.01 SSE；且所選擇之最適化參數可為抗蝕劑頂部CD、抗蝕劑底部CD、抗蝕劑厚度、抗反射塗佈厚度、以及二氧化矽厚度。

須考慮完成此處所述該示範實施例之功能的方式，可同理應用於硬體、軟體、韌體、及/或其餘可用之功能組成或基本材料，其餘變化及實施例亦可根據上述講解完成，因此吾人期盼本發明之範圍並不限於此詳述中，而是由下列申請專利範圍所規範。



圖式簡單說明

五、【圖式簡單說明】

圖1為說明利用光學量測以測量晶圓週期性結構之繞射訊號之架構圖。

圖2為積體電路結構中光學量測用之模式及參數選擇整體程序之示範流程圖。

圖3為該晶圓結構處理特徵之示範流程圖。

圖4為將該晶圓結構特徵轉換成一模式及其相關參數之示範流程圖。

圖5為根據一或更多選擇準則而選擇該模式參數之示範流程圖。

圖6A係說明在一示範實施例中一系統之模式及參數選擇架構圖。

圖6B為在一示範實施例中一量測模式最適化器之架構圖。

圖6C為納入一晶圓製造量測模式之最適化器架構圖。

圖7係說明在一示範實施例中最適化引擎之使用架構圖。

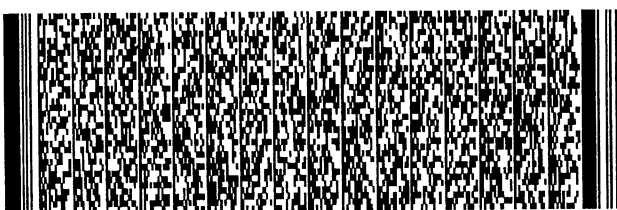
圖8為一晶圓結構形體之幾何模式示範架構圖。

圖9A為用以建立該晶圓結構形體之示範幾何形狀。

圖9B為用以建立該晶圓結構形體之幾何形狀之示範組合。

圖9C為利用幾何形狀組合以作為該晶圓結構之形體模式之示範複合結構。

圖10A為利用一矩形及一梯形之晶圓結構模式示範



圖式簡單說明

圖。

圖10B為利用一矩形及一梯形之晶圓結構模式的兩高度相關參數之反射度示範圖。

圖10C為說明利用一矩形及一梯形之該模式中各參數之適合度(GOF)及信賴區間表。

圖11A為利用一矩形及兩梯形之晶圓結構模式示範圖。

圖11B為利用一矩形及兩梯形之晶圓結構模式的兩高度相關參數之反射度示範圖。

圖11C為說明利用一矩形及兩梯形之該模式中各參數之適合度(GOF)及信賴區間表。

圖12A為一晶圓結構形體模式之參數相關係數示範表。

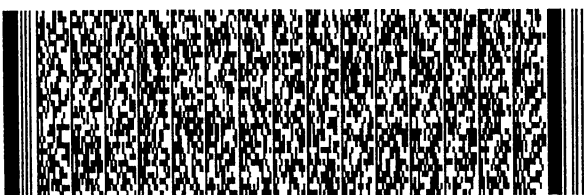
圖12B為完全相關之一形體模式兩參數反射度差異示範圖。

圖13A至13D為利用一至四梯形以建立一晶圓結構之示範形體模式。

圖13E為該形體模式中以梯形數目為函數之模擬訊號之成本函數及GOF對該量測訊號之示範圖。

圖14為該形體模式中以參數數目為函數之成本函數及模擬訊號GOF對該測量訊號之示範圖。

圖15為一示範實施例中之一模式及參數選擇之資料儲存佈局。



圖式簡單說明

元 件 符 號 說 明 :

1400	形體模式測試器
1402	量測散射訊號
1404	輸出
1420	分支定界技術
1430	模擬退火
1440	遺傳演算法
1450	其餘總體最適化技術
1460	混合總體及局部最適化技術
1800	終端機
1801	輸入
1810	形體編譯器
1811	傳送已編輯之特徵化資料及量測散射訊號
1820	模式產生器
1821	最適化參數
1830	參數選擇器
1840	形體模式測試器
1841	最適化參數
1850	資料儲存區
1860	光學量測模擬器
1870	臨界尺寸伺服器
1880	程式庫產生器
1890	程式庫
1900	量測模式最適化器



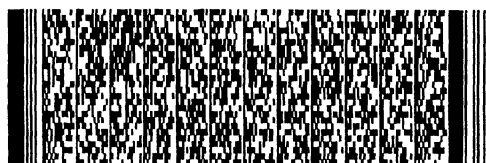
圖式簡單說明

- 1901 結 果
- 1902 要 求
- 1910 形 體 器 工 作 站
- 1920 量 測 模 式 最 適 化 器
- 1924 臨 界 尺 寸 資 料
- 1925 該 形 體 器 工 作 站
- 1930 光 學 量 測 系 統
- 1931 線 上 要 求
- 1940 製 造 叢 集
- 1941 訊 號
- 1941 資 料
- 2000 形 體 模 式
- 2001 訊 號
- 2004 形 體 參 數 資 料
- 2005 模 擬 散 射 訊 號
- 2006 輸 出
- 2012 經 調 整 之 形 體 模 式
- 2012 已 調 整 形 體 模 式 資 料
- 40 光 學 量 測 系 統
- 41 量 測 射 束 源
- 43 射 束
- 47 晶 圓
- 51 量 測 射 束 接 收 器
- 54 程 式 庫



圖式簡單說明

- 57 散 射 束 數 據
- 59 目 標 結 構
- 902、904、906、908、910 矩 形
- 920 矩 形
- 925 模 式
- 925 梯 形
- 930 形 體 模 式
- 932 梯 形
- 934 結 構
- 936 矩 形
- 938 矩 形
- 940 梯 形
- 940 梯 形
- 942 矩 形
- 950 結 構 形 體 模 式
- 951 梯 形
- 953 矩 形
- 962 反 射 度 曲 線
- 964 模 擬 所 得 者
- 965 表
- 970 形 體 模 式
- 972 梯 形
- 974 矩 形
- 976 上 梯 形



圖式簡單說明

978 下 梯 形

984 反 射 度 曲 線

986 模 擬 所 得 者

988 表

992 曲 線

994 曲 線

996 相 關 係 數 表

997 格 子

998 格 子

T1 、 T2 、 T3 、 T4 梯 形

V_1 向 量

V_2 向 量

a0 頂 寬

a1 底 寬

a2 底 寬

a3 厚 度

a4 厚 度

h1 寬 度

x0 、 x1 、 x2 、 x3 、 x4 、 x5 參 數

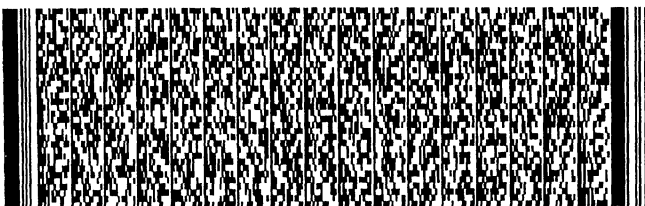


四、中文發明摘要 (發明名稱：光學量測用之模型及參數選擇技術)

選擇一晶圓結構光學量測用之一形體模式，該形體模式具有與該結構尺寸有關之一組幾何參數；利用一或更多輸入散射訊號及一或更多參數選擇準則以選擇該形體模式之一組最適化參數，所選擇之形體模式及該組最適化參數將針對一或更多終止準則進行測試，選擇一形體模式、選擇一組最適化參數、及測試所選擇之該形體模式及該組最適化參數等程序將持續進行，直至滿足一或更多終止準則為止。

五、英文發明摘要 (發明名稱：MODEL AND PARAMETER SELECTION FOR OPTICAL METROLOGY)

A profile model for use in optical metrology of structures in a wafer is selected, the profile model having a set of geometric parameters associated with the dimensions of the structure. A set of optimization parameters is selected for the profile model using one or more input diffraction signals and one or more parameter selection criteria. The selected profile model and the set of optimization



四、中文發明摘要 (發明名稱：光學量測用之模型及參數選擇技術)

五、英文發明摘要 (發明名稱：MODEL AND PARAMETER SELECTION FOR OPTICAL METROLOGY)

parameters are tested against one or more termination criteria. The process of selecting a profile model, selecting a set of optimization parameters, and testing the selected profile model and set of optimization parameters is performed until the one or more termination criteria are met.



六、指定代表圖

(一)、本案代表圖為：第___2___圖

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

無



六、申請專利範圍

1. 一種用於晶圓結構之光學量測之選擇一形體模式與選擇該形體模式之參數的方法，包含：

- a) 設定一或更多終止準則；
- b) 設定一或更多參數選擇準則；
- c) 選擇一晶圓結構光學量測用之一形體模式，該形體模式具有一組與該結構之尺寸有關之幾何參數；
- d) 利用一或更多輸入散射訊號及一或更多參數選擇準則以選擇一組該形體模式之最適化參數，其中該組最適化參數係自該組幾何參數轉換而來；
- e) 針對一或更多終止準則以測試所選擇之該形體模式及該組最適化參數；以及
- f) 進行步驟c、d、e直至滿足一或更多終止準則。

2. 申請專利範圍第1項之用於晶圓結構之光學量測之選擇一形體模式與選擇該形體模式之參數的方法，其中針對一或更多終止準則以測試所選擇之該形體模式及該組最適化參數包含：

若一模擬散射訊號成本函數值小於或等於一目前成本函數值，則進行測試，其中該模擬散射成本函數值係將一最適化模擬散射訊號與一量測散射訊號相比較計算而得。

3. 申請專利範圍第1項之用於晶圓結構之光學量測之選擇一形體模式與選擇該形體模式之參數的方法，其中針對一或更多終止準則以測試所選擇之該形體模式及該組最適化參數包含：

若一模擬散射訊號適合度值大於或等於一目前適合度



六、申請專利範圍

值，則進行測試，其中該模擬散射訊號適合度值係將一最適化模擬散射訊號與一量測散射訊號相比較計算而得。

4. 申請專利範圍第1項之用於晶圓結構之光學量測之選擇一形體模式與選擇該形體模式之參數的方法，其中針對一或更多終止準則以測試所選擇之該形體模式及該組最適化參數包含：

若一或更多計算而得之信賴區間值小於或等於其相對應之目前信賴區間值，則進行測試，其中該信賴區間為一最適化參數值之範圍，吾人預期真確值將有一特定機率落於其內。

5. 申請專利範圍第1項之用於晶圓結構之光學量測之選擇一形體模式與選擇該形體模式之參數的方法，其中針對一或更多終止準則以測試所選擇之該形體模式及該組最適化參數包含：

若一模擬散射訊號成本函數值小於或等於一目前成本函數值，則進行測試，其中該模擬散射成本函數值係將一最適化模擬散射訊號與一量測散射訊號相比較計算而得；且若一模擬散射訊號適合度值大於或等於一目前適合度值，則進行測試，其中該模擬散射訊號適合度值係將一最適化模擬散射訊號與一量測散射訊號相比較計算而得。

6. 申請專利範圍第5項之用於晶圓結構之光學量測之選擇一形體模式與選擇該形體模式之參數的方法，其中針對一或更多終止準則以測試所選擇之該形體模式及該組最適化參數更包含：



六、申請專利範圍

若一或更多計算而得之信賴區間值小於或等於其相對應之目前信賴區間值，則進行測試，其中該信賴區間為一最適化參數值之範圍，吾人預期真確值將有一特定機率落於其內。

7. 申請專利範圍第1項之用於晶圓結構之光學量測之選擇一形體模式與選擇該形體模式之參數的方法，其中一或更多參數選擇準則包含：

一相關性截斷值，該相關性截斷值為該形體最適化參數與另一最適化參數間之一相關係數。

8. 申請專利範圍第1項之用於晶圓結構之光學量測之選擇一形體模式與選擇該形體模式之參數的方法，其中一或更多參數選擇準則包含：

一最適化參數之一靈敏度閾值，該靈敏度閾值為利用全部最適化參數名義值所計算出之一第一模擬散射訊號，與利用一該最適化參數之調整值及其他全部最適化參數名義值所計算出之一第二模擬散射訊號相比較之平方和差，該參數之該調整值為該名義值加或減一增量。

9. 申請專利範圍第1項之用於晶圓結構之光學量測之選擇一形體模式與選擇該形體模式之參數的方法，其中一或更多參數選擇準則包含：

一最適化參數之一信賴區間閾值，該信賴區間閾值為自一最適化參數名義值之變化量，其導致在該最適化參數中該模擬訊號之變化大於一量測或模擬雜訊水平，其餘最適化參數則固定維持於個別名義值。

六、申請專利範圍

10. 申請專利範圍第1項之用於晶圓結構之光學量測之選擇一形體模式與選擇該形體模式之參數的方法，其中一或更多參數選擇準則包含：

一相關性截斷值，該相關性截斷值為該形體最適化參數與另一最適化參數間之一相關係數；

一最適化參數之一靈敏度閾值，該靈敏度閾值為為利用全部最適化參數名義值所計算出之一第一模擬散射訊號，與利用該最適化參數之一調整值及其他全部最適化參數名義值所計算出之一第二模擬散射訊號相比較之平方和差，該參數之該調整值為該名義值加或減一增量；以及

一最適化參數之一信賴區間閾值，該信賴區間閾值為自一最適化參數名義值之變化量，其導致在該最適化參數中該模擬訊號之變化大於一量測或模擬雜訊水平，其餘最適化參數則固定維持於個別名義值。

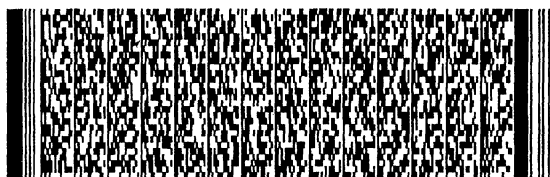
11. 申請專利範圍第1項之用於晶圓結構之光學量測之選擇一形體模式與選擇該形體模式之參數的方法，其中選擇該晶圓結構光學量測用之該形體模式更包含：

獲取結構特徵化；

選擇形體結構及參數處理之量測散射訊號；

利用該結構特徵化以建立該結構之一形體模式；

其中該結構具有一層堆疊，該層堆疊具有一或更多層，而結構特徵化包含與該結構層堆疊有關之資訊，各層堆疊資訊包含層材料、重複結構之傾斜度、重複結構之線一空間比、及光學顯微鏡數據。



六、申請專利範圍

12. 申請專利範圍第11項之用於晶圓結構之光學量測之選擇一形體模式與選擇該形體模式之參數的方法，其中選擇形體模式及參數處理之量測散射訊號包含：

將輸入量測散射訊號分類；以及

自各群已分類之輸入量測散射訊號中選擇一具代表性之量測散射訊號。

13. 申請專利範圍第12項之用於晶圓結構之光學量測之選擇一形體模式與選擇該形體模式之參數的方法，其中將輸入量測散射訊號分類包含叢集化及/或相關性技術。

14. 申請專利範圍第11項之用於晶圓結構之光學量測之選擇一形體模式與選擇該形體模式之參數的方法，其中利用該結構特徵化以建立該結構之該形體模式更包含：

決定在該層堆疊中各材料之一或更多幾何形狀類型；

產生該層堆疊所有層之各幾何形狀之該幾何形狀類型及相關幾何參數；

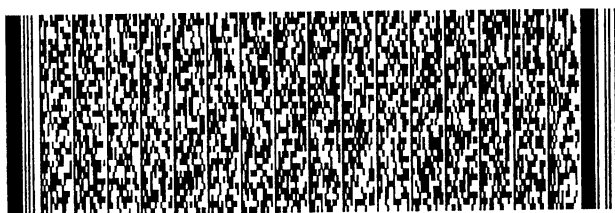
獲取該幾何參數之名義值及範圍，該幾何參數之該範圍為該幾何參數之可能低及高值；

定義該幾何參數之相依性；以及

將該幾何參數轉換成最適化參數。

15. 申請專利範圍第14項之用於晶圓結構之光學量測之選擇一形體模式與選擇該形體模式之參數的方法，其中該幾何形狀包含矩形及/或梯形。

16. 申請專利範圍第14項之用於晶圓結構之光學量測之選擇一形體模式與選擇該形體模式之參數的方法，其中



六、申請專利範圍

定義該幾何參數之相依性包含：

將一幾何參數表示為另一幾何參數之函數、一變數之函數、一常數、或另一幾何參數及/或一變數加或減一補償之函數，

其中該補償可為一常數或另一變數。

17. 申請專利範圍第14項之用於晶圓結構之光學量測之選擇一形體模式與選擇該形體模式之參數的方法，其中將該幾何參數轉換成最適化參數包含：

將該幾何參數之相依性轉譯為方程式；以及

對該方程式進行數學運算以降低獨立變數數目，該獨立變數為該參數選擇程序所用之最適化參數。

18. 申請專利範圍第1項之用於晶圓結構之光學量測之選擇一形體模式與選擇該形體模式之參數的方法，其中利用一或更多輸入散射訊號及一或更多參數選擇準則以選擇該形體模式之該組參數更包含：

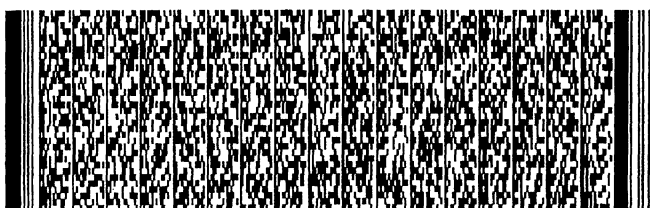
選擇光學量測用之波長；

計算一或更多參數選擇準則之值；

選擇滿足該一或更多參數選擇準則之最適化參數；以及

利用所選擇之該形體模式之最適化參數，以進行決定對應於一量測散射訊號之一最適化模擬散射訊號之一程序。

19. 申請專利範圍第18項之用於晶圓結構之光學量測之選擇一形體模式與選擇該形體模式之參數的方法，其中



六、申請專利範圍

選擇光學量測用之波長包含：

選擇滿足一雜訊水平準則之波長，該雜訊水平為一晶圓中相同部位所發出之散射訊號之標準差；以及

選擇較其餘波長之散射訊號具有低散射訊號相關性之波長。

20. 申請專利範圍第18項之用於晶圓結構之光學量測之選擇一形體模式與選擇該形體模式之參數的方法，其中選擇滿足一或更多參數選擇準則之最適化參數包含：

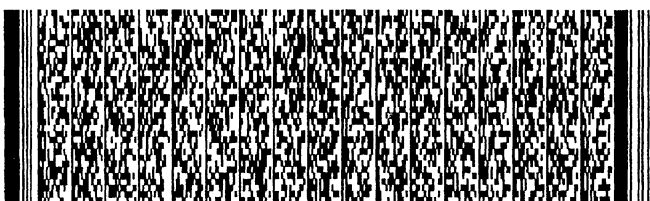
選擇滿足一相關性截斷值之最適化參數，該相關性截斷值為該形體模式之一最適化參數與另一最適化參數間之模擬散射訊號之一目前相關係數值。

21. 申請專利範圍第18項之用於晶圓結構之光學量測之選擇一形體模式與選擇該形體模式之參數的方法，其中選擇滿足一或更多參數選擇準則之最適化參數包含：

選擇滿足一最適化參數之一靈敏度閾值之最適化參數，該靈敏度閾值為利用全部最適化參數名義值所計算出之一第一模擬散射訊號，與利用該最適化參數之一調整值及其他全部最適化參數名義值所計算出之一第二模擬散射訊號相比較之平方和差，該參數之該調整值為該名義值加或減一增量。

22. 申請專利範圍第18項之用於晶圓結構之光學量測之選擇一形體模式與選擇該形體模式之參數的方法，其中選擇滿足一或更多參數選擇準則之最適化參數包含：

選擇滿足一信賴區間閾值之最適化參數，該信賴區間



六、申請專利範圍

閾值為自一最適化參數名義值之變化量，其導致在該最適化參數中該模擬訊號之變化大於一量測或模擬雜訊水平，其餘最適化參數則固定維持於個別名義值。

23. 申請專利範圍第18項之用於晶圓結構之光學量測之選擇一形體模式與選擇該形體模式之參數的方法，其中利用該形體模式所選擇之最適化參數以進行決定對應於該量測散射訊號之該最適化模擬散射訊號之該程序更包含：

利用一最適化程序以求得相較於該量測散射訊號而產生最小誤差之該模擬散射訊號。

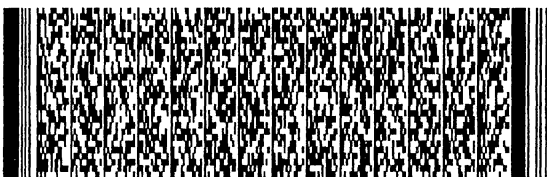
24. 申請專利範圍第23項之用於晶圓結構之光學量測之選擇一形體模式與選擇該形體模式之參數的方法，其中該最適化程序利用一或更多總體最適化技術包括分支定界技術、模擬退火、遺傳演算法、其餘總體最適化技術或混合總體及局部最適化技術。

25. 申請專利範圍第1項之用於晶圓結構之光學量測之選擇一形體模式與選擇該形體模式之參數的方法更包含：

存成與該結構、該晶圓、及所選擇之該模式及關於該終止準則之資料、該一或更多參數選擇準則、以及所選擇之該最適化參數有關之一資料儲存確認資料檔。

26. 一種利用光學量測技術以決定具臨界尺寸、形體形狀、以及薄膜厚度之晶圓結構的方法，該方法包含：

- a) 設定一或更多終止準則；
- b) 設定一或更多參數選擇準則；
- c) 選擇一晶圓結構之光學量測用之一形體模式，該



六、申請專利範圍

形體模式具有一組幾何參數與該結構之尺寸，且該形體結構具有臨界尺寸、形體形狀、以及薄膜厚度；

d) 利用一或更多輸入散射訊號及一或更多參數選擇準則以選擇一組該形體模式之最適化參數，其中該組最適化參數係自該組幾何參數轉換而來；

e) 針對該一或更多終止準則以測試所選擇之該形體模式及該組最適化參數；

f) 進行步驟c、d、e直至滿足一或更多終止準則；以及

g) 確定與所選擇之該形體模式及所選擇之該最適化參數有關之臨界尺寸、形體形狀、及薄膜厚度。

27. 申請專利範圍第26項之利用光學量測技術以決定具臨界尺寸、形體形狀、以及薄膜厚度之晶圓結構的方法更包含：

顯示與該一或更多散射訊號有關之臨界尺寸、形體形狀、及薄膜厚度。

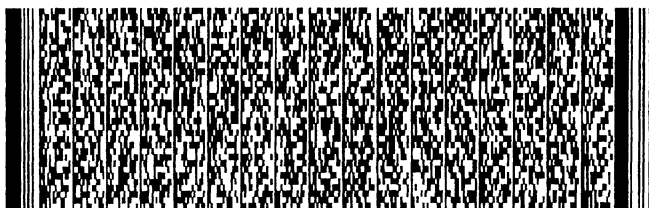
28. 一種建立一光學量測訊號程式庫及相關晶圓結構形體之方法，該方法包含：

a) 設定一或更多終止準則；

b) 設定一或更多參數選擇準則；

c) 選擇一晶圓結構之光學量測用之一形體模式，該形體模式具有一組幾何參數與該結構之尺寸，且該形體結構具有臨界尺寸、形體形狀、以及薄膜厚度；

d) 利用一或更多輸入散射訊號及一或更多參數選擇



六、申請專利範圍

準則以選擇一組該形體模式之最適化參數，其中該組最適化參數係自該組幾何參數轉換而來；

e) 針對該一或更多終止準則以測試所選擇之該形體模式及該組最適化參數；

f) 進行步驟c、d、e直至滿足一或更多終止準則；

g) 確定與所選擇之該形體模式及所選擇之該最適化參數有關之臨界尺寸、形體形狀、及薄膜厚度；以及

h) 利用所選擇該形體模式之所選擇該最適化參數，以建立一散射訊號程式庫及相關形體資料。

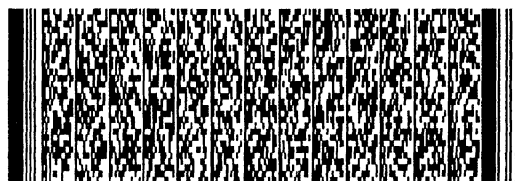
29. 一種處理晶圓結構之光學量測資料之系統，該系統包含：

一模式產生器，其係配置以利用該結構特徵而產生一晶圓結構之一形體模式，並處理一或更多終止準則及一或更多參數選擇準則；

一光學量測模擬器，其係配置以利用該形體模式及所選擇之該最適化參數值，而計算一模擬散射訊號；

一參數選擇器，其結合該模式產生器與該光學量測模擬器，係配置以進行一或更多參數選擇準則值之計算，並將所計算出之該一或更多參數選擇準則值與該一或更多參數選擇準則相比較，選擇滿足一或更多參數選擇準則之最適化參數；以及

一形體模式測試器，其結合該參數選擇器，係配置以進行終止值之計算，並將所計算出之該終止值與該一或更多終止準則相比較，若未能滿足該一或更多終止準則時，



六、申請專利範圍

則調整該形體模式。

30. 申請專利範圍第29項之處理晶圓結構之光學量測資料之系統更包含：

一形體編譯器，其與該光學量測模擬器、該模式產生器、該形體模式測試器結合，係配置以處理輸入資料，包括該晶圓結構特徵化、晶圓製造程序、晶圓層堆疊、晶圓結構之設計名義尺寸、及該晶圓結構尺寸之預期範圍。

31. 申請專利範圍第29項之處理晶圓結構之光學量測資料之系統更包含：

一資料儲存器，其結合該形體模式測試器，係配置以儲存與該結構、該晶圓、所選擇之該模式、及關於該終止準則資料、該一或更多參數選擇準則、及所選擇之最適化參數有關之確認資料。

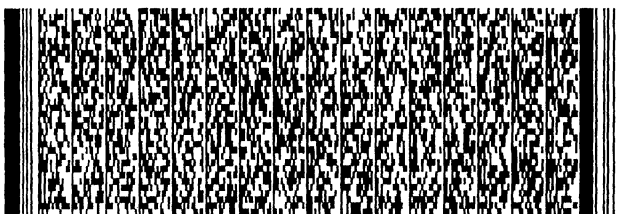
32. 申請專利範圍第29項之處理晶圓結構之光學量測資料之系統更包含：

一程式庫產生器，其結合該形體模式測試器及該光學量測模擬器、係配置以利用該形體模式測試器中之結構形體資料並啟動該光學量測模擬器，以計算模擬散射訊號。

33. 申請專利範圍第29項之處理晶圓結構之光學量測資料之系統更包含：

一結合該程式庫產生器之程式庫，其係配置以容納散射訊號及相關結構形體資料。

34. 申請專利範圍第29項之處理晶圓結構之光學量測資料之系統，其中該形體模式測試器更包含：



六、申請專利範圍

一或更多最適化引擎，其係配置以利用一或更多總體最適化演算法，包括分支定界技術、模擬退火、遺傳演算法、其餘總體最適化技術或混合總體及局部最適化技術。

35. 申請專利範圍第29項之處理晶圓結構之光學量測資料之系統，其中該形體模式測試器更包含：

一終端機，其結合該形體模式測試器及該模式產生器，係配置以：

接受輸入資料，包括該晶圓結構之特徵化、晶圓製造程序、晶圓層堆疊、晶圓結構之設計名義尺寸、及該晶圓結構尺寸之預期範圍；以及

接受形體模式之幾何形狀與該幾何形狀之參數相依性。

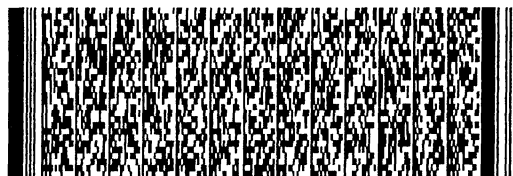
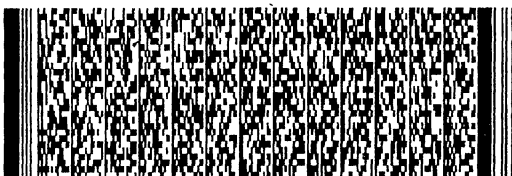
36. 申請專利範圍第35項之處理晶圓結構之光學量測資料之系統更包含：

一臨界尺寸伺服器，其結合該參數選擇器，係配置以顯示結構資料包括臨界尺寸、結構形體、及對應於量測散射訊號之薄膜厚度。

37. 申請專利範圍第36項之處理晶圓結構之光學量測資料之系統，其中該臨界尺寸伺服器包括一或更多遠端電腦裝置。

38. 申請專利範圍第36項之處理晶圓結構之光學量測資料之系統，其中該終端機及該臨界尺寸伺服器屬於一單一遠端電腦系統。

39. 一種晶圓結構臨界尺寸伺服器系統，包含：



六、申請專利範圍

一量測模式最適化器，其係配置以：

a) 設定一或更多終止準則；

b) 設定一或更多參數選擇準則；

c) 選擇一晶圓結構之光學量測用之一形體模式，該形體模式具有一組與該結構之尺寸有關之幾何參數；

d) 利用一或更多輸入散射訊號及一或更多參數選擇準則以選擇一組該形體模式之最適化參數，其中該組最適化參數係自該組幾何參數轉換而來；

e) 針對該一或更多終止準則以測試所選擇之該形體模式及該組最適化參數；以及

f) 進行步驟c、d、e直至滿足一或更多終止準則；以及

一形體器工作站，其結合該量測模式最適化器，係配置以：

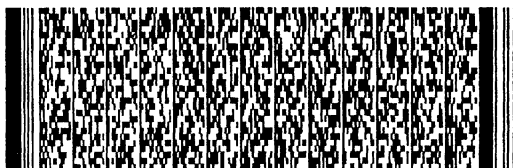
a) 接收關於晶圓結構形體之輸入、該量測模式規格、該一或更多終止準則、及該一或更多參數選擇準則；以及

b) 顯示包括該晶圓結構之臨界尺寸、形體形狀、及薄膜厚度。

40. 申請專利範圍第39項之晶圓結構臨界尺寸伺服器系統，其中該形體器工作站包括一或更多遠端電腦系統。

41. 申請專利範圍第39項之晶圓結構臨界尺寸伺服器系統，其中該量測模式最適化器更配置以：

g) 利用所選擇該形體模式之所選擇該最適化參數，



六、申請專利範圍

以建立一散射訊號及相關形體資料之程式庫。

42. 一種晶圓結構形體資料之即時決定系統，該系統包含：

一光學量測系統，其係配置以測量晶圓結構所發出之散射訊號；

一量測模式最適化器，其結合該光學量測系統，係配置以：

處理晶圓結構形體特徵化、量測模式規格、一或更多終止準則、以及一或更多參數選擇準則；

產生一或更多該晶圓結構之形體模式，該形體模式具相關參數；

選擇該形體模式參數，所選擇之該參數滿足該一或更多選擇準則；以及

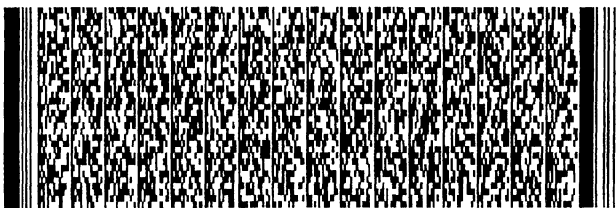
進行產生一或更多形體模式、選擇該模式參數、選擇滿足該一或更多參數選擇準則之該參數，直至滿足一或更多終止準則為止；

一形體器工作站，其結合該量測模式最適化器，係配置以：

接收關於晶圓結構形體之輸入、該量測模式規格、該一或更多終止準則、及該一或更多參數選擇準則；以及

顯示包括該晶圓結構之臨界尺寸、形體形狀、及薄膜厚度；以及

一資料儲存器，其結合該形體模式測試器，係配置以：



六、申請專利範圍

儲存與該結構、該晶圓、所選擇之該模式、及關於該終止準則之資料、該一或更多參數選擇準則、及所選擇之最適化參數有關之確認資料。

43. 申請專利範圍第42項之晶圓結構形體資料之即時決定系統更包含：

一製造叢集，其結合該光學量測系統及該量測模式最適化器，係配置以：

進行一或更多晶圓及晶圓結構製造程序。

44. 一種含有積體電路光學量測上用以選擇一形體模式之電腦可執行碼之電腦可讀取儲存媒體，電腦係依指示操作如下：

a) 設定一或更多終止準則；

b) 設定一或更多參數選擇準則；

c) 選擇一晶圓結構之光學量測用之一形體模式，該形體模式具有一組與該結構之尺寸有關之幾何參數；

d) 利用一或更多輸入散射訊號及一或更多參數選擇準則以選擇一組該形體模式之最適化參數，其中該組最適化參數係自該組幾何參數轉換而來；

e) 針對該一或更多終止準則以測試所選擇之該形體模式及該組最適化參數；以及

f) 進行步驟c、d、e直至滿足一或更多終止準則。

45. 申請專利範圍第44項之含有積體電路光學量測上用以選擇一形體模式之電腦可執行碼之電腦可讀取儲存媒體，其中選擇該晶圓結構光學量測用之該形體模式技術更



六、申請專利範圍

包含：

獲取結構特徵化；

利用該結構特徵化以建立該結構之一形體模式；

其中該結構特徵化包括與該結構層堆疊有關之資訊，各層層堆疊係由一材料、重複結構之傾斜度、重複結構之線－空間比、及光學顯微鏡數據所組成。

46. 申請專利範圍第44項之含有積體電路光學量測上用以選擇一形體模式之電腦可執行碼之電腦可讀取儲存媒體，其中利用該結構特徵化以建立該結構之一形體模式技術更包含：

決定在該層堆疊中各材料之一或更多幾何形狀類型；

產生該層堆疊所有層之各幾何形狀之該幾何形狀類型及相關幾何參數；

獲取該幾何參數之名義值及範圍，該幾何參數之該範圍為該幾何參數之可能低及高值；

定義該幾何參數之相依性；以及

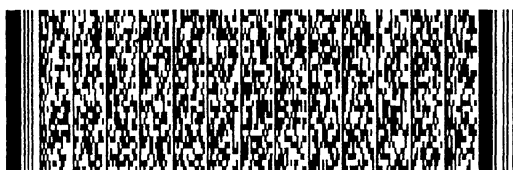
將該幾何參數轉換成最適化參數。

47. 申請專利範圍第44項之含有積體電路光學量測上用以選擇一形體模式之電腦可執行碼之電腦可讀取儲存媒體，其中利用一或更多輸入散射訊號及一或更多參數選擇準則以選擇該形體模式之該組參數更包含：

選擇光學量測用之波長；

計算一或更多參數選擇準則之值；

選擇滿足該一或更多參數選擇準則之最適化參數；以



六、申請專利範圍

及

利用所選擇之該形體模式之最適化參數，以進行決定對應於一量測散射訊號之一最適化模擬散射訊號之一程序。

48. 申請專利範圍第47項之含有積體電路光學量測上用以選擇一形體模式之電腦可執行碼之電腦可讀取儲存媒體，其中利用該形體模式所選擇之參數以進行決定對一量測散射訊號之一最適化模擬散射訊號之該程序更包含：

利用一最適化程序以求得相較於該量測散射訊號而產生最小誤差之該模擬散射訊號。

49. 申請專利範圍第44項之含有積體電路光學量測上用以選擇一形體模式之電腦可執行碼之電腦可讀取儲存媒體更包含：

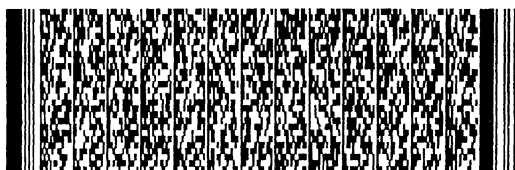
存成與該結構、該晶圓、及所選擇之該模式及關於該終止準則之資料、該一或更多參數選擇準則、以及所選擇之該最適化參數有關之一資料儲存確認資料檔。

50. 一種含有積體電路光學量測上用以選擇一形體模式之電腦可執行碼之電腦可讀取儲存媒體，電腦係依指示操作如下：

a) 設定一或更多終止準則；

b) 設定一或更多參數選擇準則；

c) 選擇一晶圓結構之光學量測用之一形體模式，該形體模式具有一組幾何參數與該結構之尺寸，且該形體結構具有臨界尺寸、形體形狀、以及薄膜厚度；



六、申請專利範圍

d) 利用一或更多輸入散射訊號及一或更多參數選擇準則以選擇一組該形體模式之最適化參數，其中該組最適化參數係自該組幾何參數轉換而來；

e) 針對該一或更多終止準則以測試所選擇之該形體模式及該組最適化參數；

f) 進行步驟c、d、e直至滿足一或更多終止準則；以及

g) 確定與所選擇之該形體模式及所選擇之該最適化參數有關之臨界尺寸、形體形狀、及薄膜厚度。

51. 一種含有積體電路光學量測上用以選擇一形體模式之電腦可執行碼之電腦可讀取儲存媒體，電腦係依指示操作如下：

a) 設定一或更多終止準則；

b) 設定一或更多參數選擇準則；

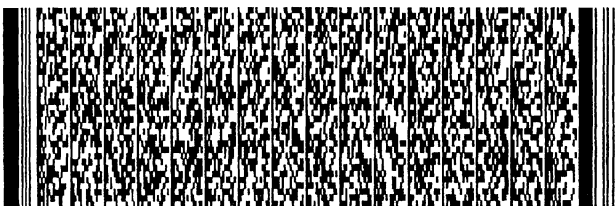
c) 選擇一晶圓結構之光學量測用之一形體模式，該形體模式具有一組幾何參數與該結構之尺寸，且該形體結構具有臨界尺寸、形體形狀、以及薄膜厚度；

d) 利用一或更多輸入散射訊號及一或更多參數選擇準則以選擇一組該形體模式之最適化參數，其中該組最適化參數係自該組幾何參數轉換而來；

e) 針對該一或更多終止準則以測試所選擇之該形體模式及該組最適化參數；

f) 進行步驟c、d、e直至滿足一或更多終止準則；

g) 確定與所選擇之該形體模式及所選擇之該最適化



六、申請專利範圍

參數有關之臨界尺寸、形體形狀、及薄膜厚度；以及

h) 利用所選擇該形體模式之所選擇該最適化參數，以建立一散射訊號程式庫及相關形體資料。

52. 一種含有儲存資料之電腦可讀取儲存媒體，該儲存資料包括：

與一結構、一晶圓、一形體模式有關之確認資料；

終止準則資料；

一或更多參數選擇準則；以及

一系統之一所選擇之最適化參數，其係用以在一晶圓結構光學量測上選擇一形體模式及選擇該形體模式之參數。



圖式

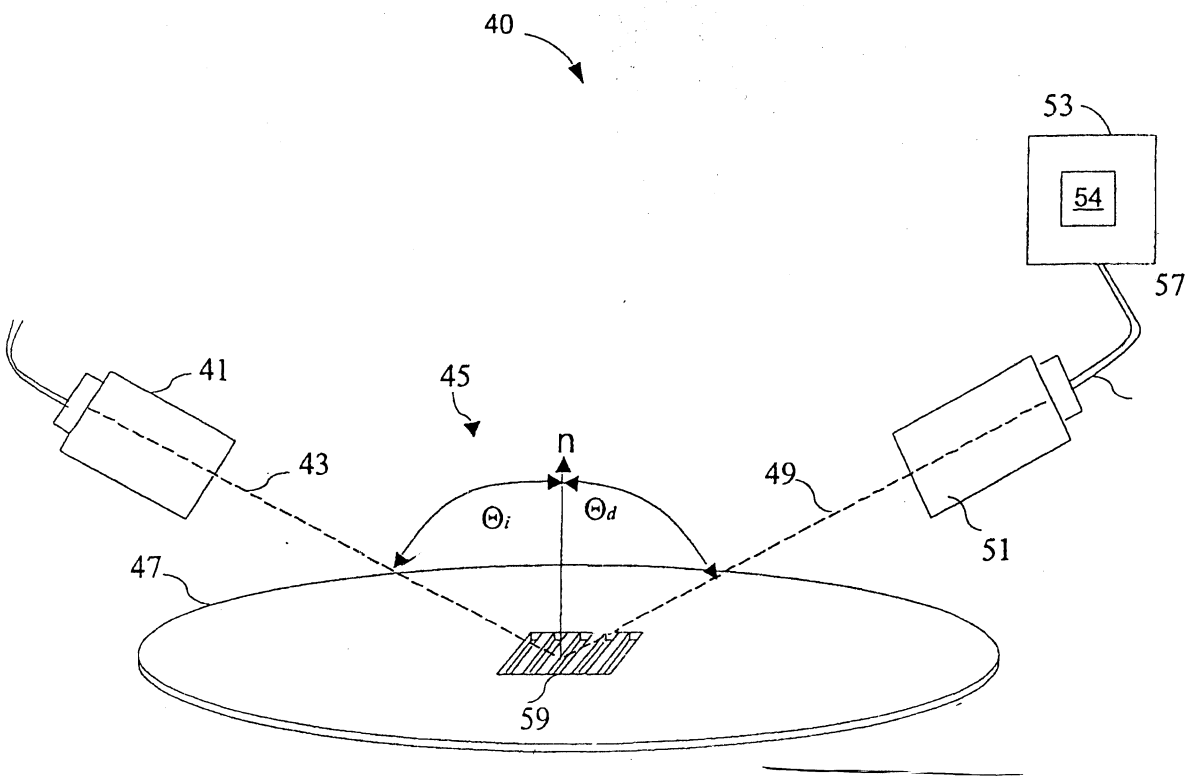
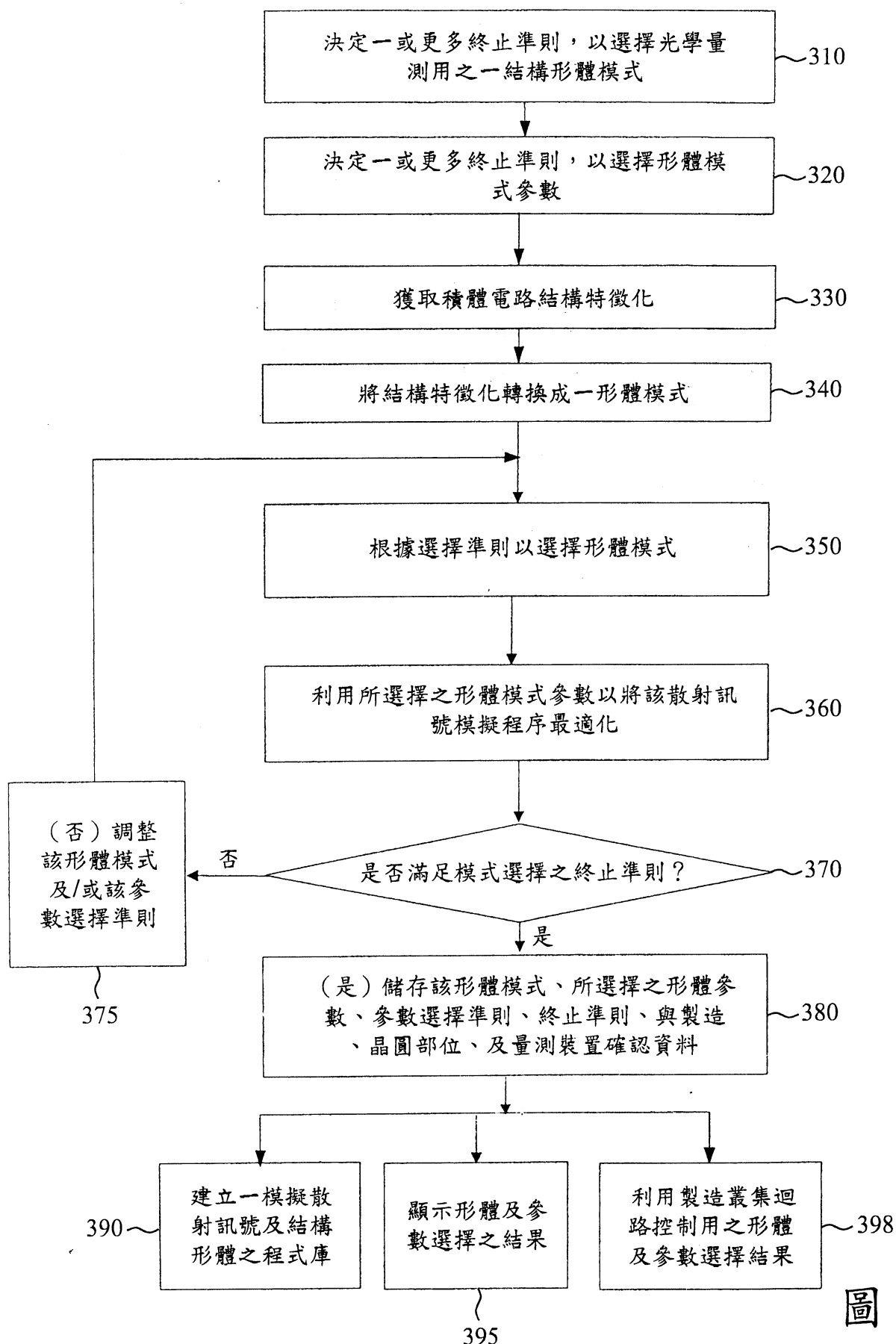


圖 1

圖式



圖式

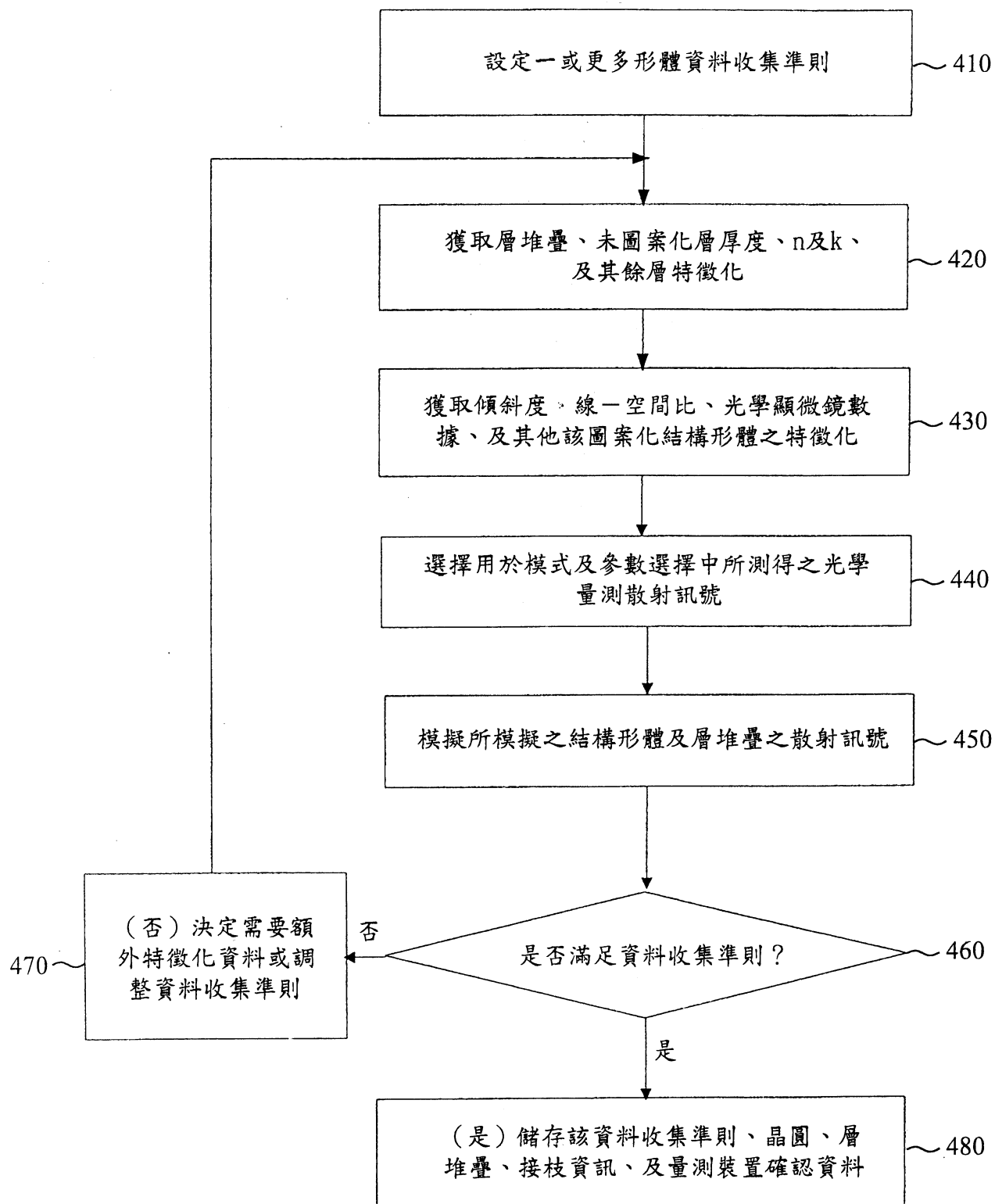


圖 3

圖式

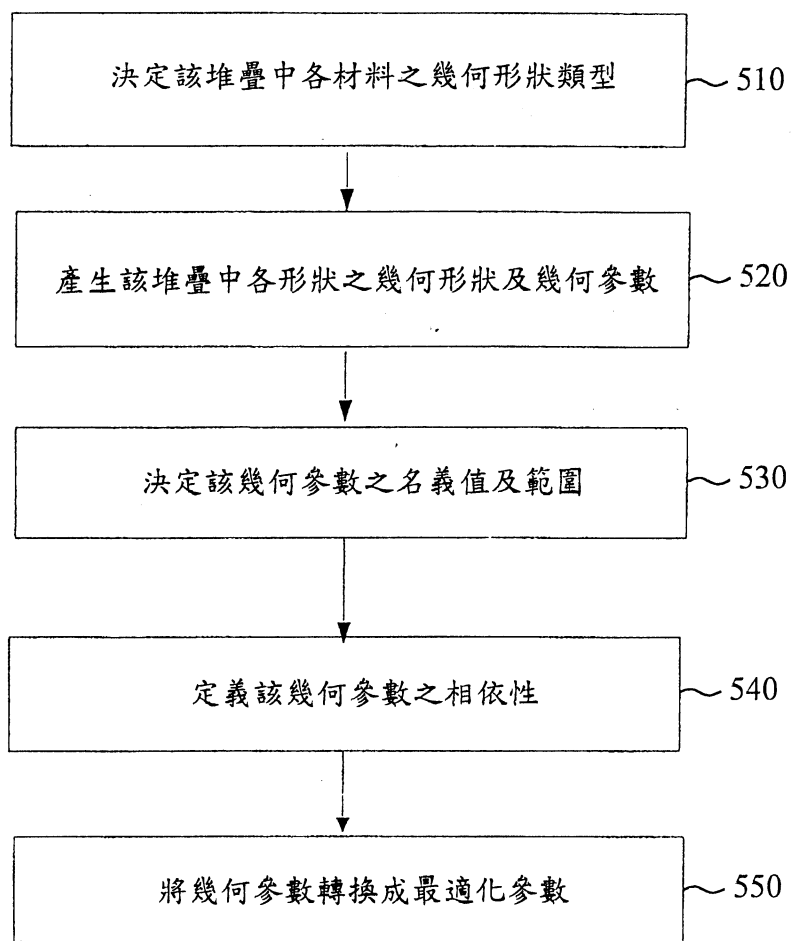


圖 4

圖式

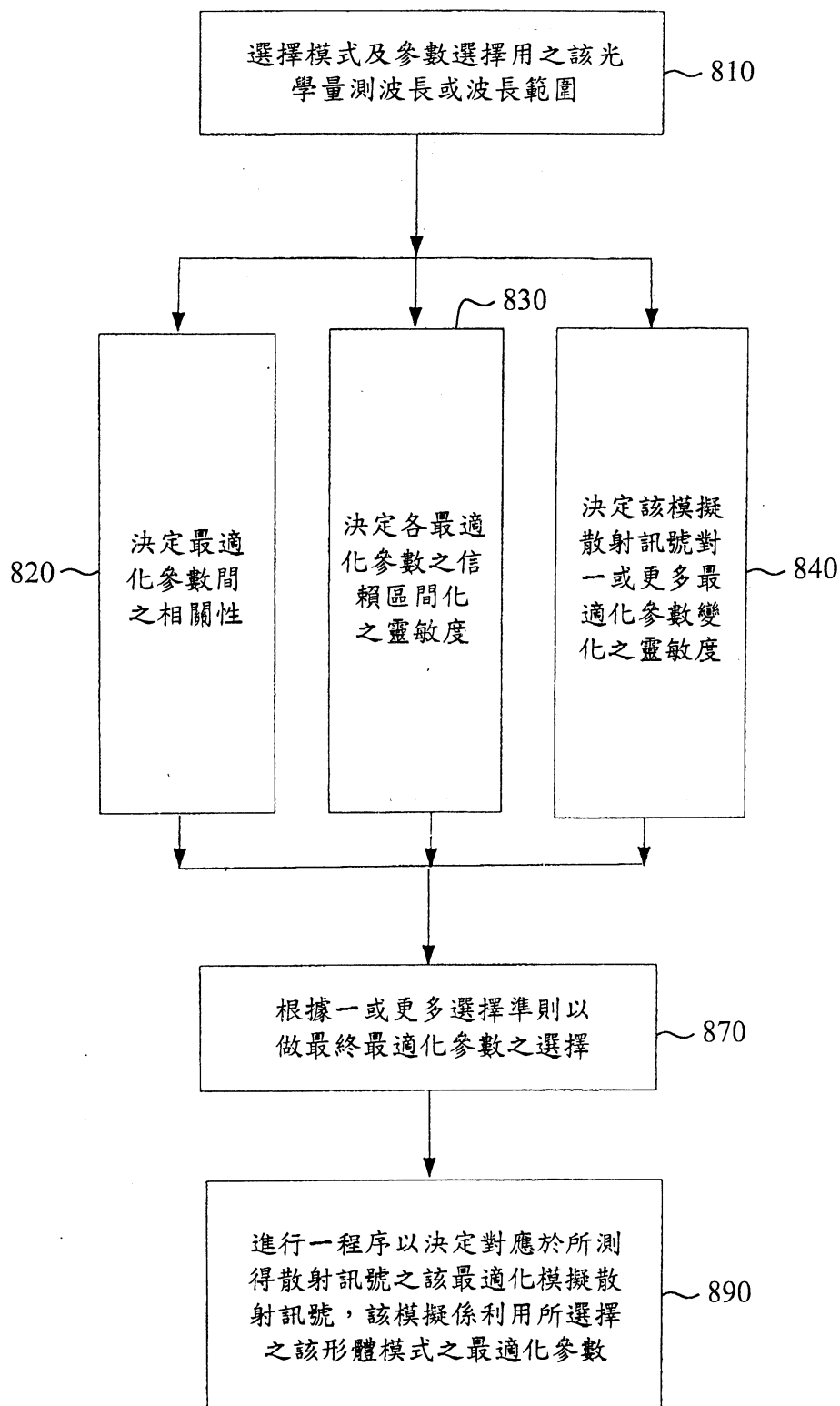


圖 5

圖式

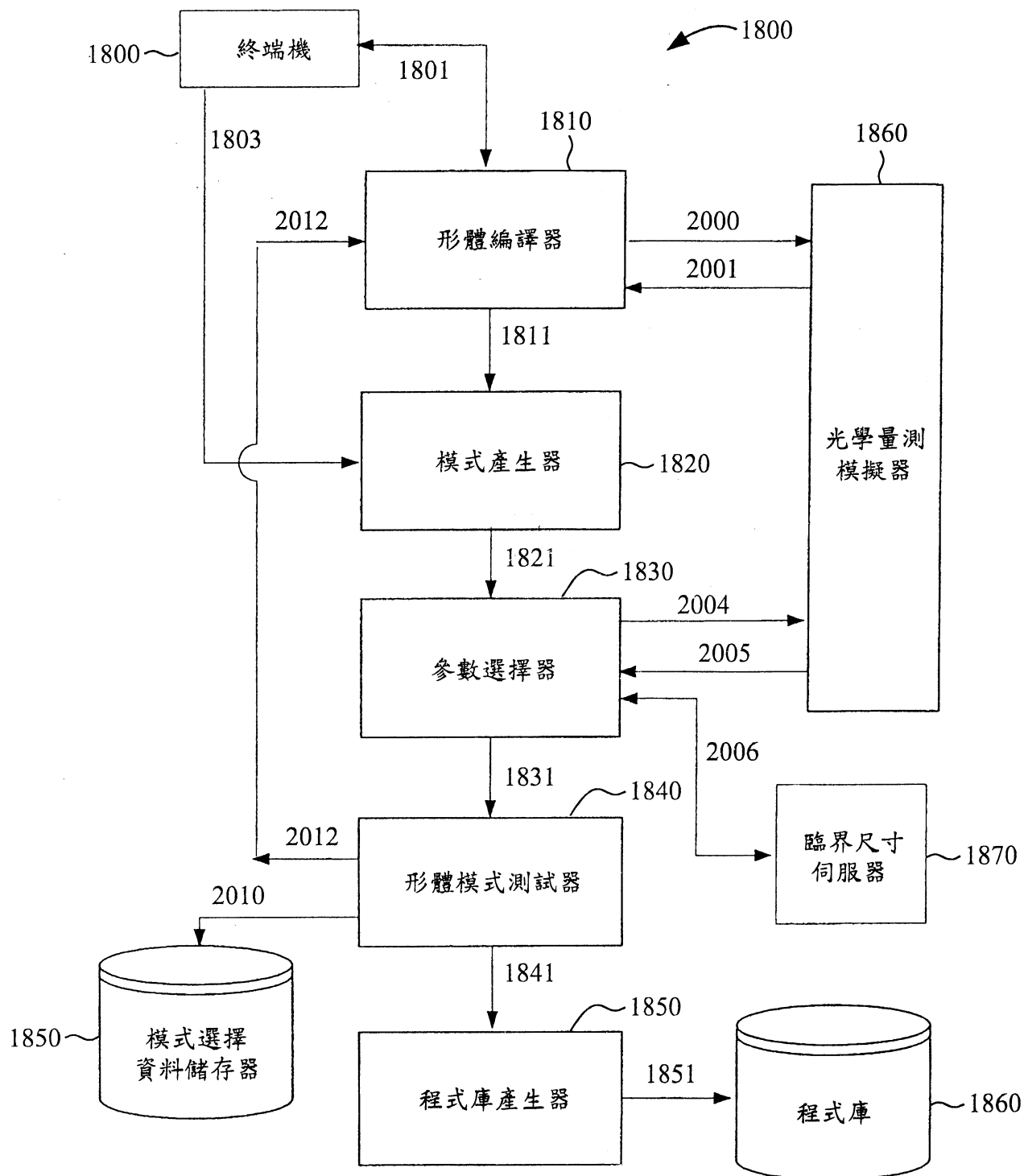


圖 6A

圖式

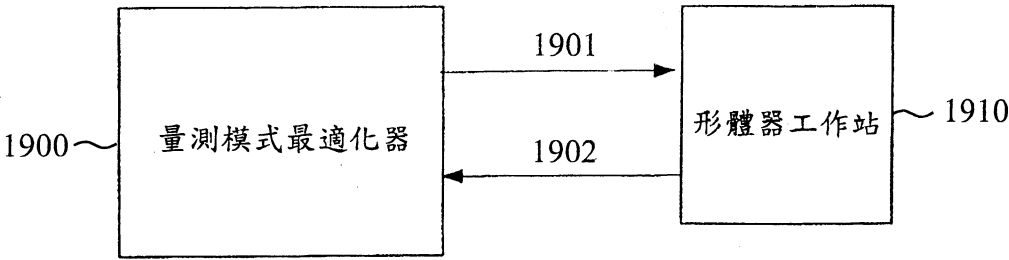


圖 6B

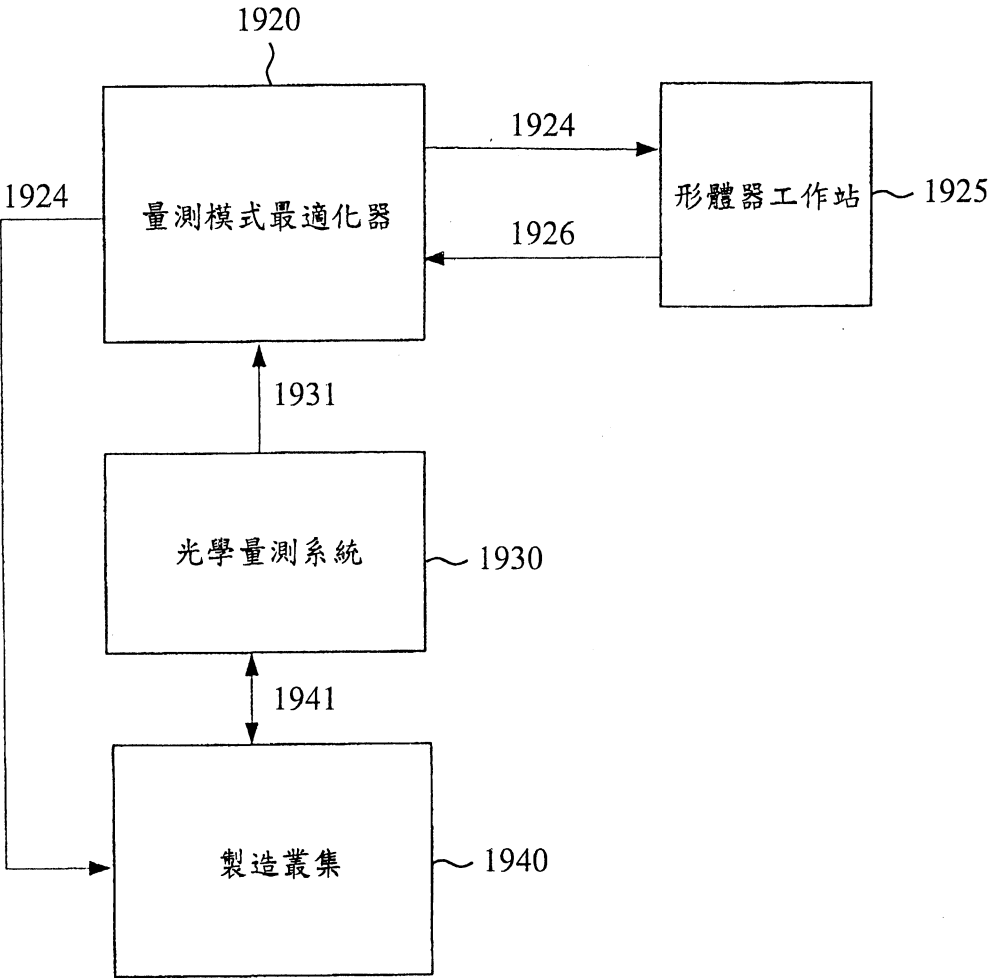


圖 6C

圖式

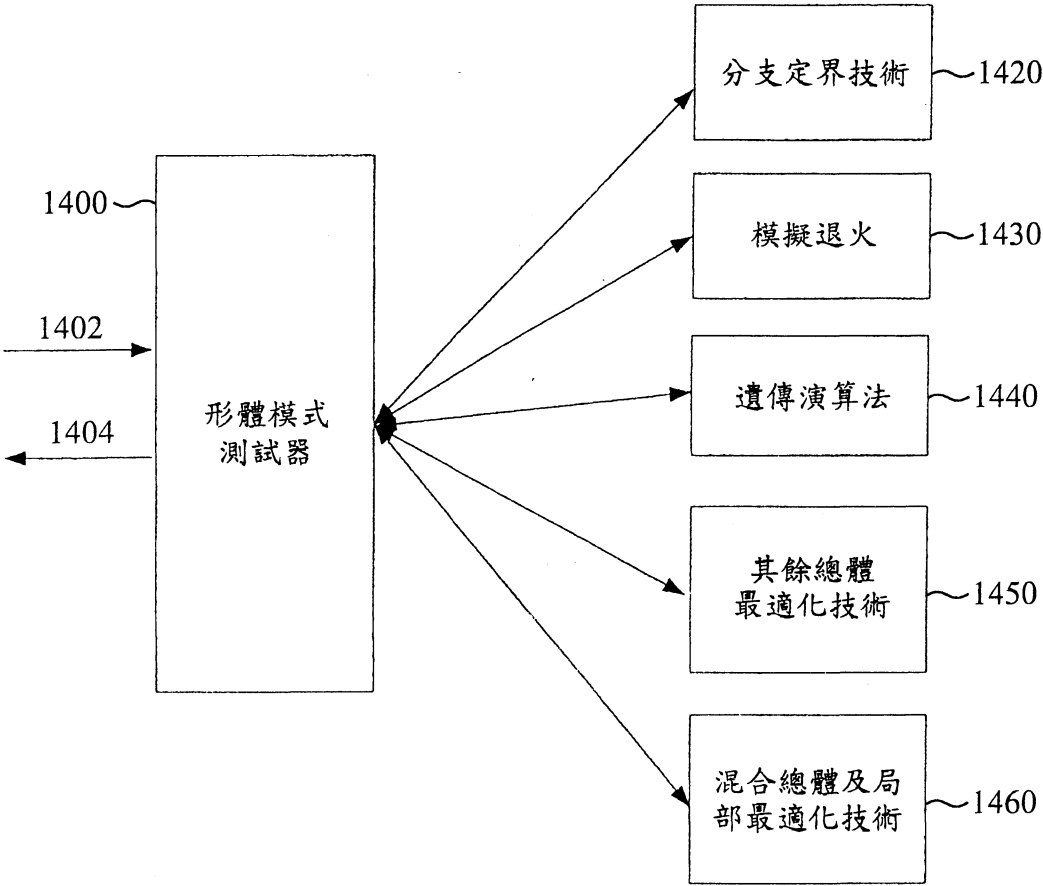


圖 7

圖式

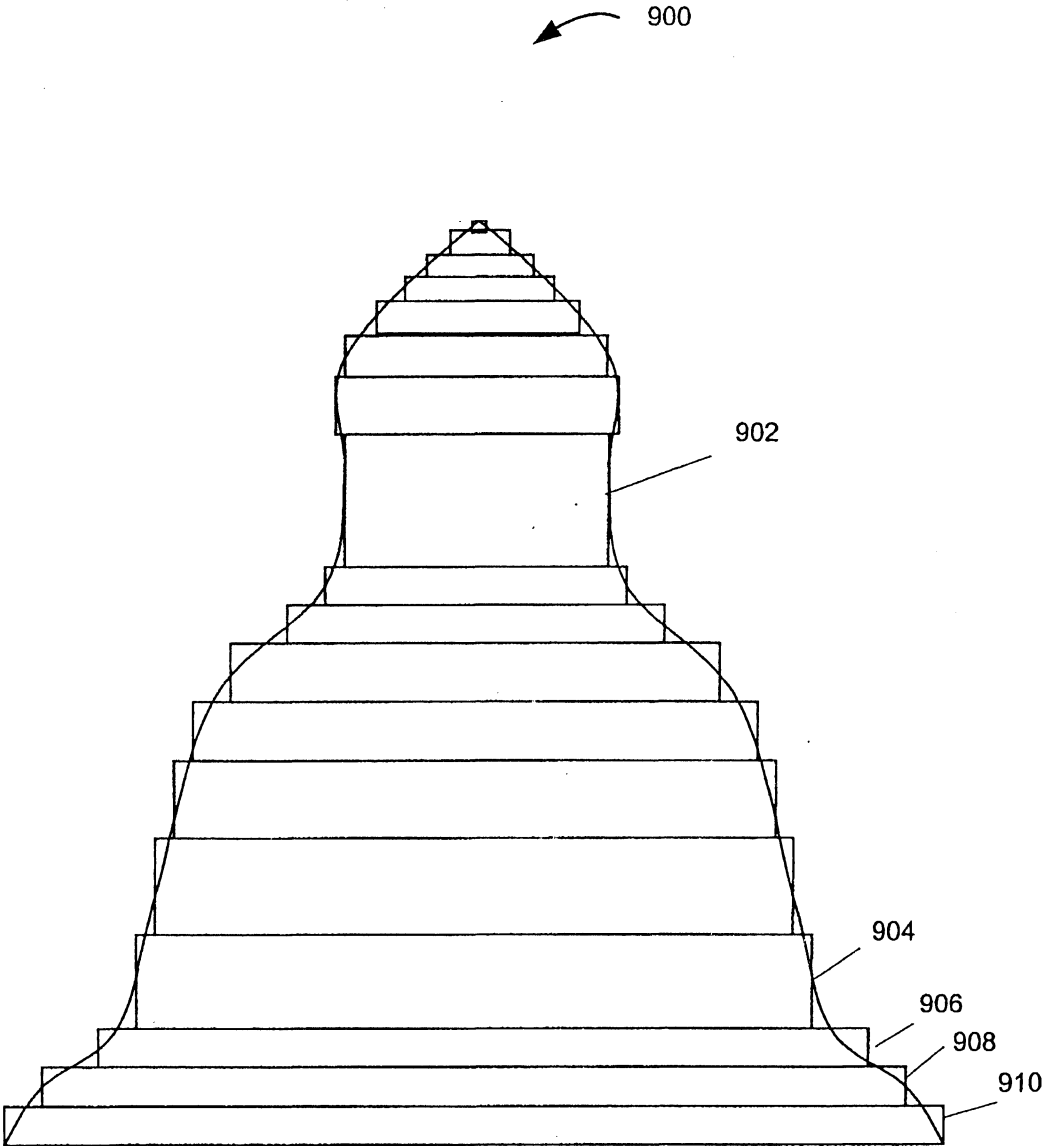


圖 8

圖式

圖 9A

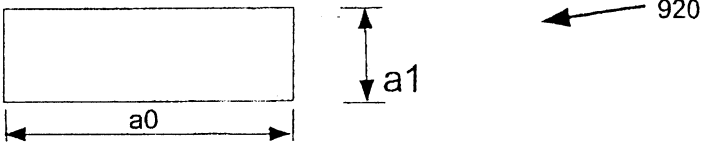


圖 9B

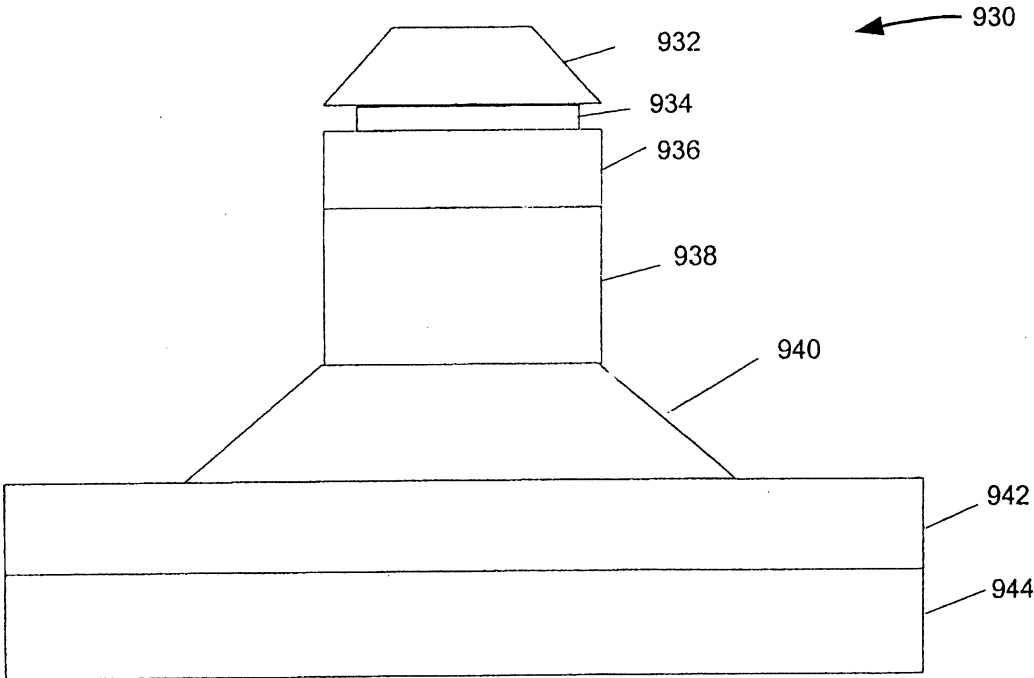
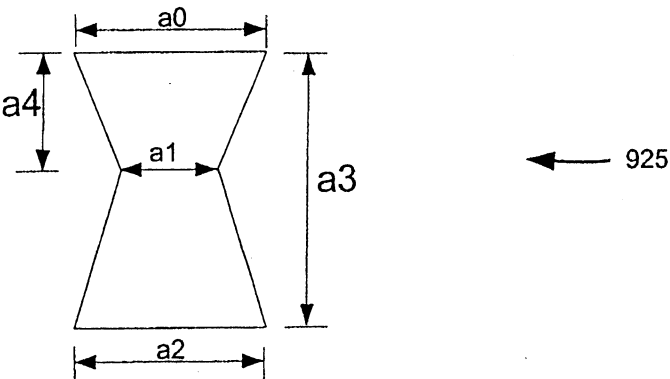
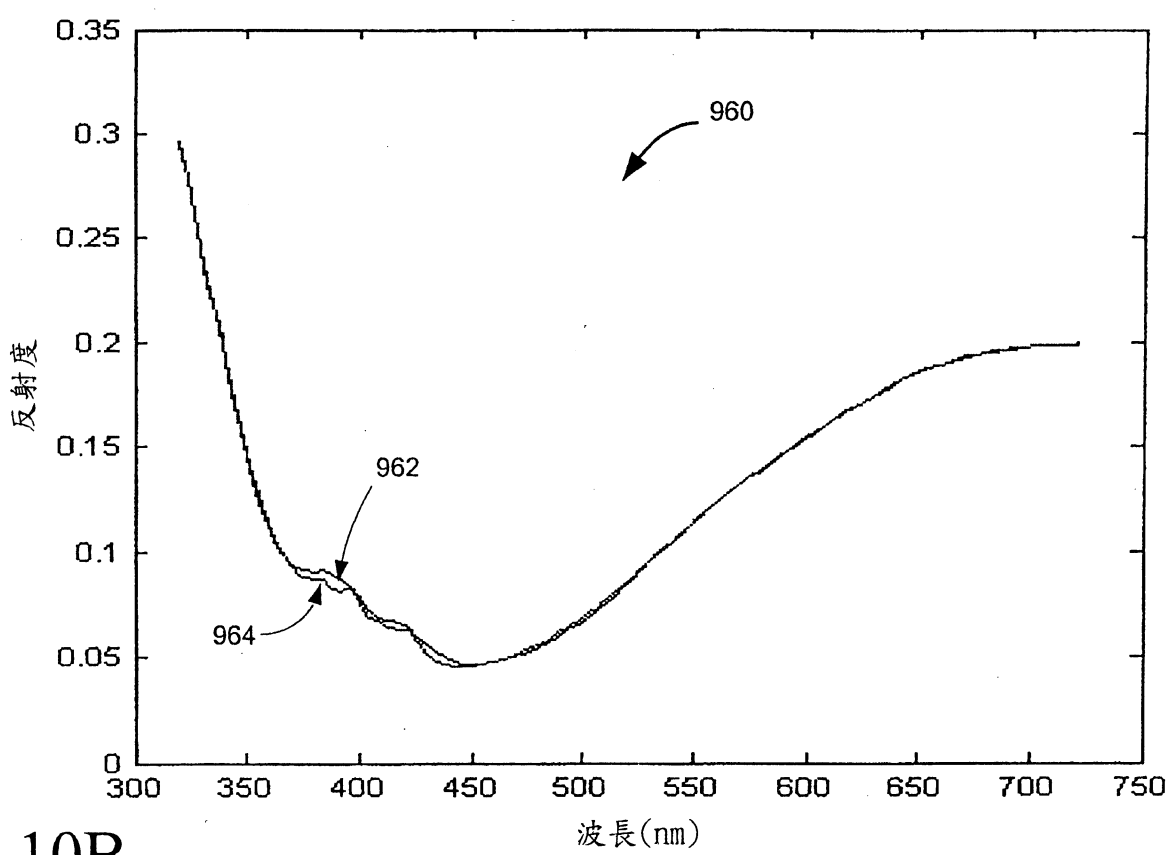
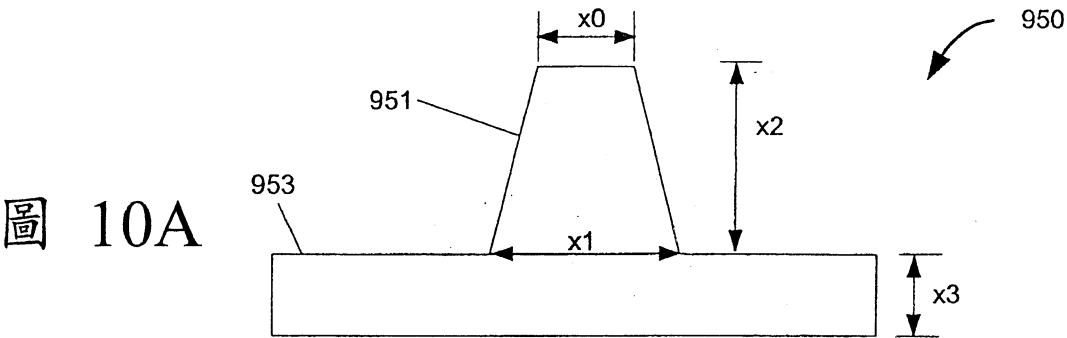


圖 9C

圖式



965

3 Σ 信賴區間			
X0	X1	X2	X3
1.99	1.95	0.89	0.30
GOF = 0.9990			

圖 10C

圖式

圖 11A

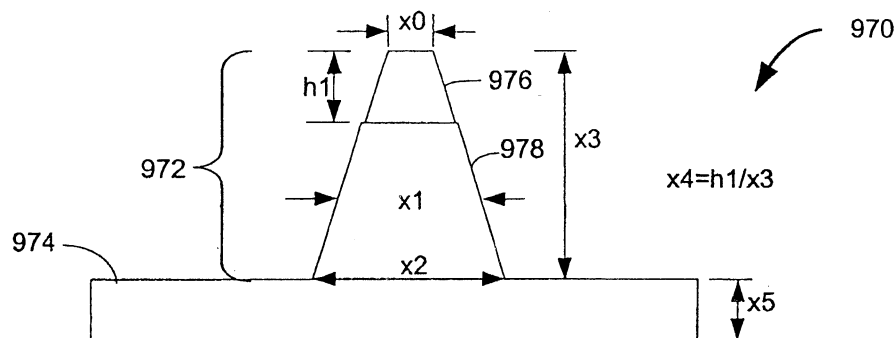


圖 11B

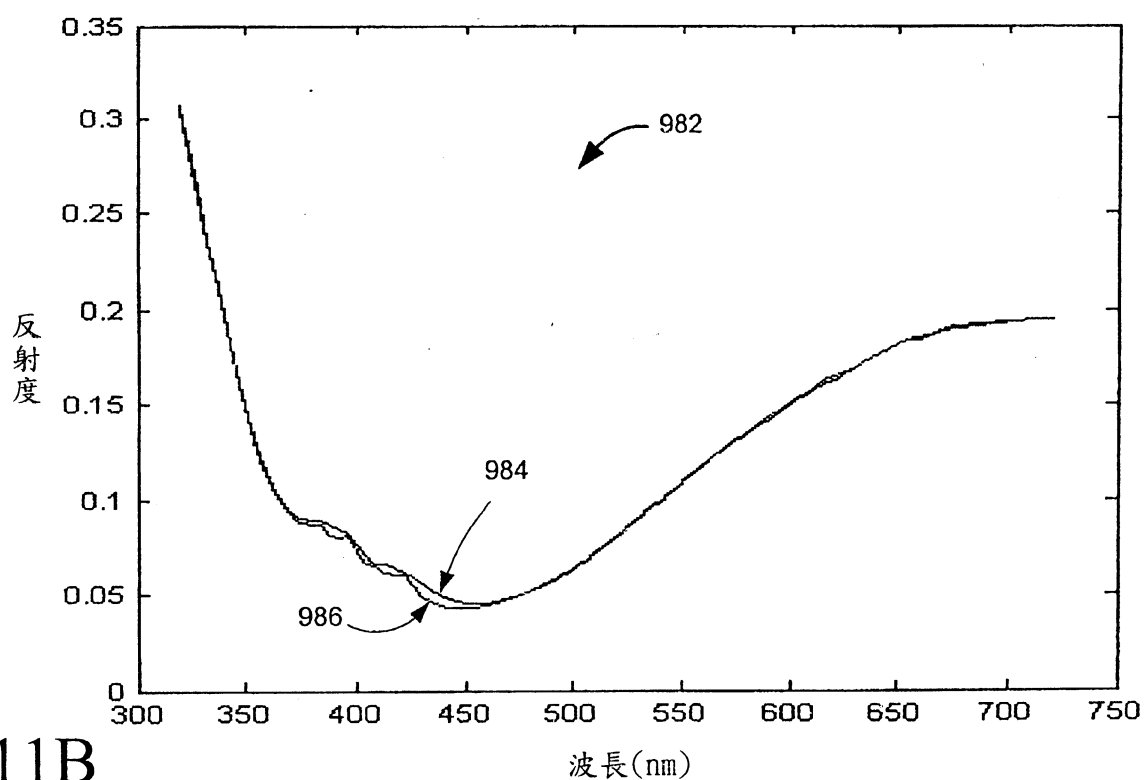


圖 11C

3 Σ 信賴區間

X0	X1	X2	X3	X4	X5
6.81	17.92	2.54	0.55	17.26	0.09

GOF = 0.9994

圖式

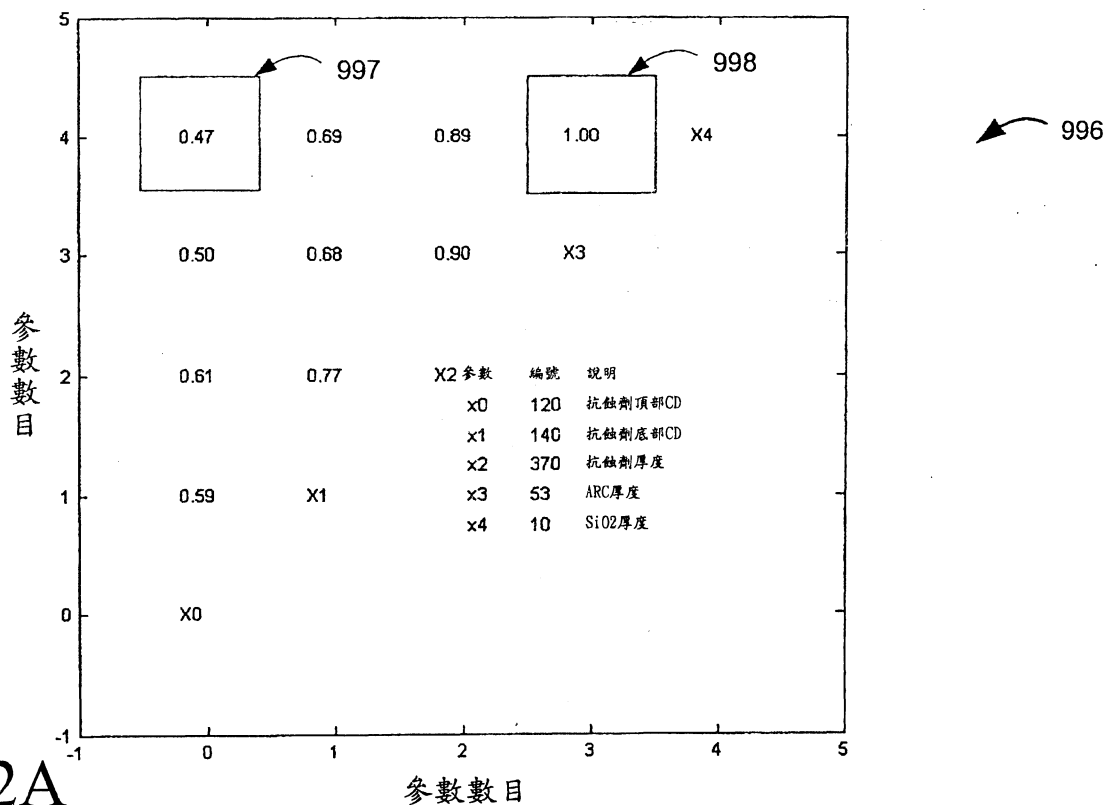


圖 12A

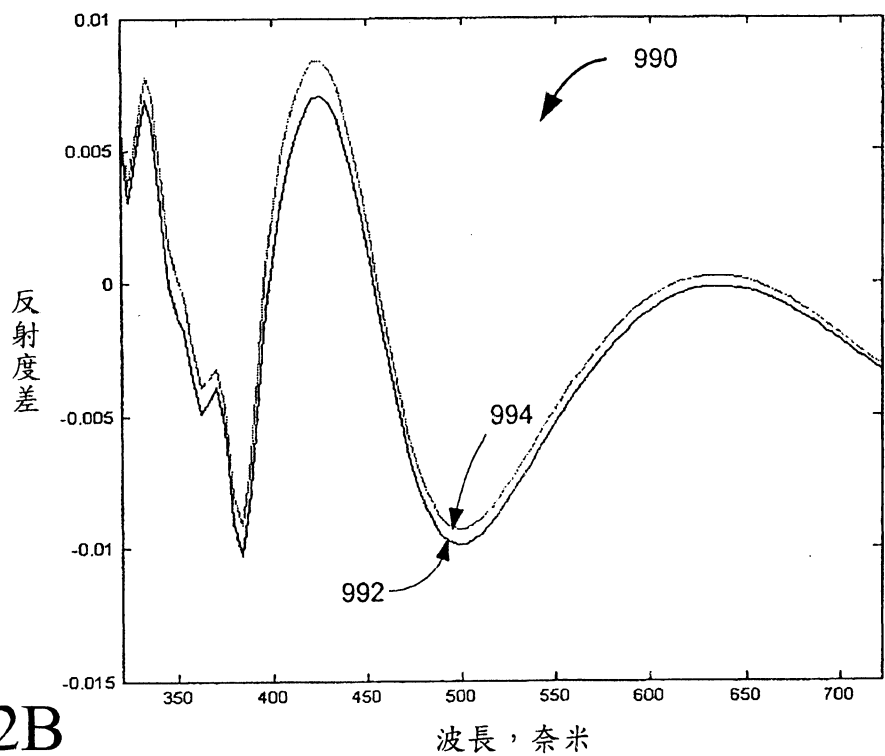


圖 12B

圖式

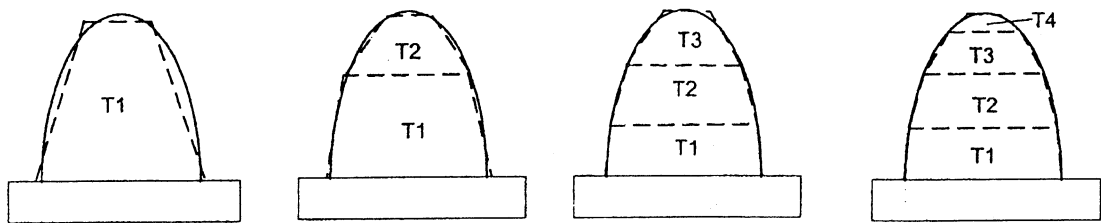


圖 13A 圖 13B 圖 13C 圖 13D

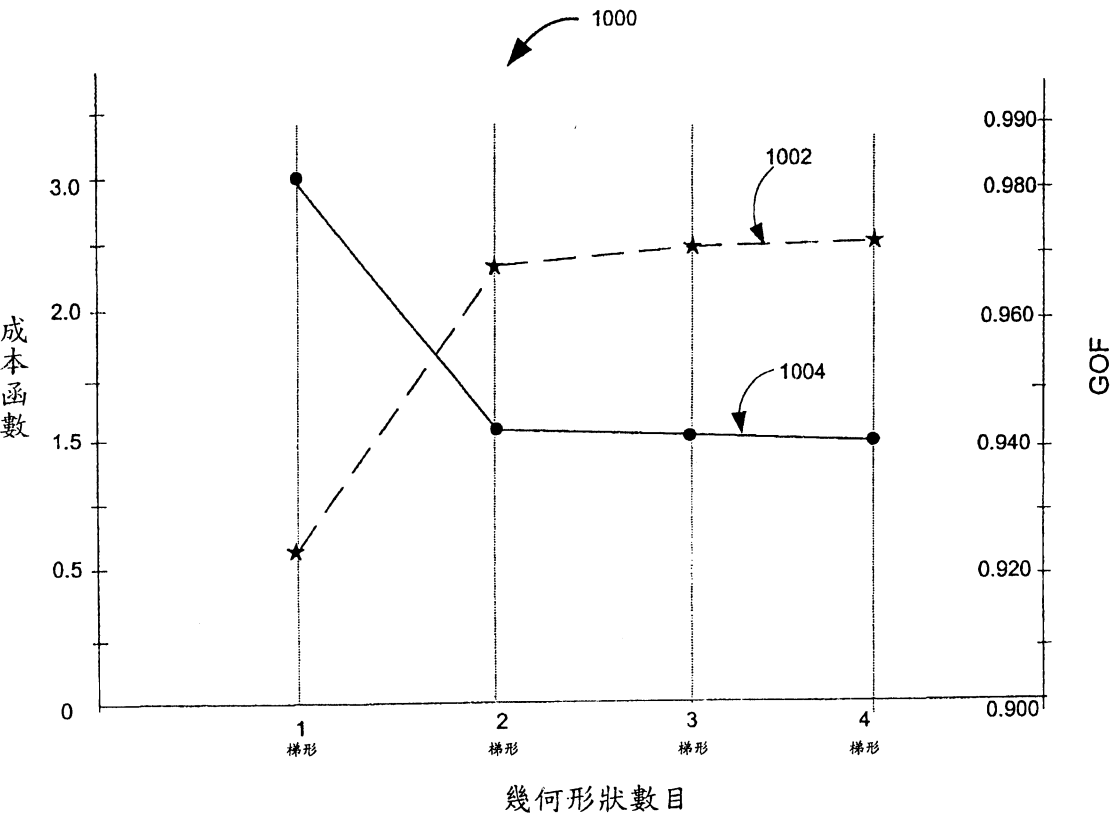


圖 13E

圖式

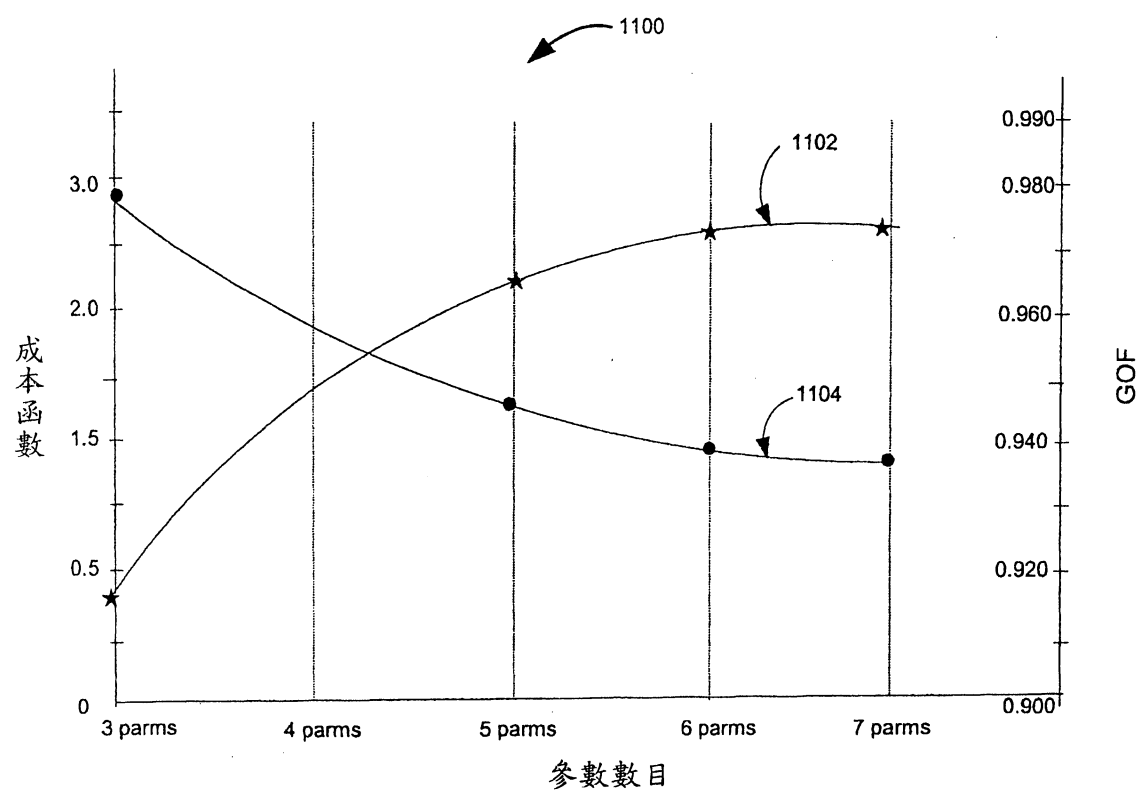


圖 14

圖式

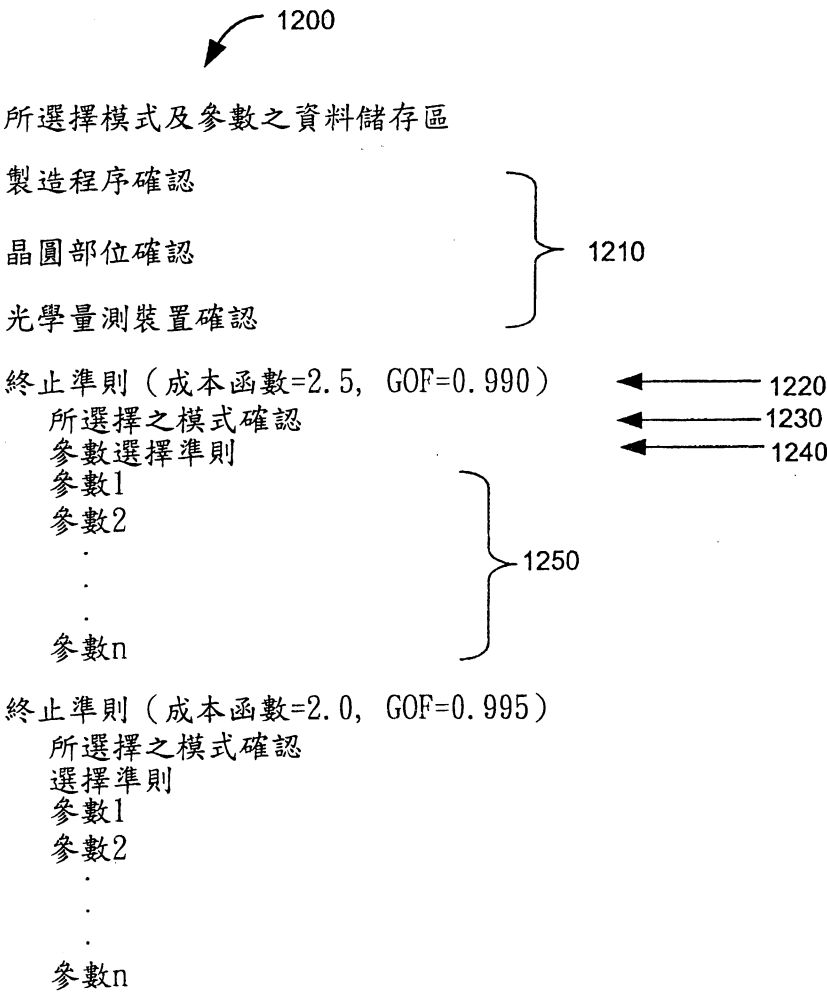


圖 15