

公告本

申請日期	88. 3. 26
案 號	88103151
類 別	H01L 21/00

A4
C4

452827

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	用於預測電漿處理之表面輪廓的 方法及裝置
	英 文	METHOD AND APPARATUS FOR PREDICTING PLASMA-PROCESS SURFACE PROFILES
二、發明 人 創作	姓 名	1. 瑪莉亞 E. 巴隆 (Maria E. Barone) 2. 理查 A. 考特斯喬 (Richard A. Gottscho) 3. 伐西德伐亨迪 (Vahid Vahedi)
	國 籍	1. 美國 2. 美國 3. 美國
	住、居所	1. 美國加州 94087 陽光谷羅彬道 953 號 2. 美國加州 94566 布雷森頓拉皮斯道 4990 號 3. 美國加州 94706 阿爾班尼波森道 1503 號
三、申請人	姓 名 (名稱)	LAM 研究股份有限公司 LAM Research Corporation
	國 籍	美國
	住、居所 (事務所)	美國加州 94538-6470 菲爾莫特卡遜公園路 4650 號
	代 表 人 姓 名	理查羅夫爵 Richard Lovgren

裝

訂

線

452827

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
IPC分類：

A6

B6

本案已向：

美 國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： ☒有 ☐無主張優先權

1998年3月3日 09/033,997

有關微生物已寄存於： 寄存日期： 寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

-2a-

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS)A4規格(210×297公釐)

五、發明說明(一)

發明領域：

本發明係關於半導體裝置之電漿處理程序。特別是，本發明提供用於預測一特定電漿處理將會產生之表面輪廓的方法及裝置。

發明背景

半導體裝置之製造通常包含一系列的程序，其中一基質係曝露於部分離子化氣體之介質中，以便將該材料澱積於基質上或將該材料自基質上移除。此種電漿處理係由數個宏觀輸入參數之集合來界定，這些參數包括，如，電力、溫度、壓力、輸入氣體組成成份、基質材料、曝露時間，而每一個參數皆影響基質輪廓的結果。過去，用來產生一組特定的裝置特徵之適當的輸入參數值係由嘗試錯誤法來決定，由此種簡單方式來發展單一處理程序是昂貴而費時的，並需要數個圖案化之晶圓的處理以及其後由電子顯微鏡之掃瞄來研究所形成之輪廓，由於一個輸入之微小變化對輪廓之影響方式係不確定的，任何布局上之變化，例如裝置之尺寸、晶圓上之圖案密度、所有開口區之改變，自一應用至另一應用常常需要重新開發電漿處理程序，且需要額外之資源支出。

近來在裝置製作技術上的進步使得這個方式更加麻煩。減小特徵大小需要在特徵尺寸及形態上有更小之容許度(tolerance)，因而增加了需要用來最佳化一特定處理程序之試驗數目。晶圓直徑的加速成長以及含有微量改變直徑之程序的完全重新設計使得此種簡化程序重複

五、發明說明(>)

實行的數目必須增加。對為特定應用特製之裝置之使用的增加亦增加了所需之發展及最佳化活動之量。

或者，以計算方式自一電漿處理程序之完全的物理描述導得輸入參數。此方式包含一電漿模式，用於描述在宏觀之輸入參數及宏觀之通量，及電漿中各種種類之濃度及能量散佈；及一輪廓模擬器，用於自宏觀之通量原子式地決定沿晶圓表面所需之蝕刻及澱積速率，並且自其上計算輪廓之衍生。理想狀況下，此種電漿蝕刻及澱積程序之物理描述將能夠在開始時即選擇適於在基質上產生所需輪廓之宏觀的輸入參數，而減除了使用昂貴及耗時之測試序列之需要。

在此領域之研究已做了很多對電漿處理程序中各種機制的闡明，也因此輔助了能夠形成一物理性描述之調整法則。然而，儘管計算機構基於已知之調整法則是足以執行必要之計算，但是此種初始方式仍被資料的決定所限制。例如，這些法則中之某些係數對一特定程序中特徵之依賴方式仍不確定。在過去的研究中，這些與由一特定組之輸入參數界定之電漿處理程序一致調整係數值的決定，通常是由比較一由應用該程序而產生的完成輪廓與含有一個或更多個此種係數作為可調變參數之模擬輪廓來決定。此種後來的衡量可以幫助了解一特定係數在一調整法則中之角色，但是並未能預測由一與在實驗程序中使用用於導得係數值之輸入參數組不同之輸入參數組界定之程序之輪廓的形成。

五、發明說明(3)

發明概述

本發明能夠預測一電漿處理程序會在處理基質上產生之處理表面輪廓，係由一組輸入參數之處理值來界定，包含輸入變數。預測係基於一測試表面輪廓，被界定成一測試處理之實驗輸出，測試處理係由一組輸入參數之測試值來界定，包含輸入變數，使得至少一界定測試處理之輸入參數值與對應之界定欲處理之輸入參數值不同。(在此，"輸入參數"係指一輸入參數，其值對於電漿處理之發明應用是可自由變化的。)另一方面來說，本發明提供一用於利用一測試表面輪廓來決定將產生所要表面輪廓之輸入變數處理值的技術。在此一方面，測試表面輪廓與所要之輪廓不同，或是說界定測試處理之某些固定輸入參數之值與界定用於產生所要輪廓之處理之對應參數值不同。

在相關方面上，本發明亦提供用於預測一處理表面輪廓及決定處理值之裝置；一種設定電漿反應器之方法；一種用於製造要求有限之簡化校驗的半導體裝置，及一種根據此種方法製造之裝置。

本發明之半簡化方式包含一操作如下之校驗程序。一初始數學表面輪廓模型，以固定輸入參數，輸入變數及數個未知之係數來形成，係在輸入變數之測試值被衡量以產生由測試處理所產生之量的估計預測。然後將這些未知係數之值最佳化以最小化測試表面輪廓及估計輪廓預測之間之差，如由一量性比較所決定者。藉由以這些

五、發明說明(4)

最佳值來取代在初始表面輪廓模型中之未知係數，此校驗提供一具有輸入變數為未知之最終數學模型。

所校驗之最終數學模型可以用在本發明之任何一個方面上。插入想要之處理值進入最終數學模型能夠預測將被產生之處理表面的輪廓，這個處理表面輪廓係由施予一處理基質由處理值界定之電漿處理序列所產生。用於此種預測功能之處理值可以是恆定的，而對應一單一靜態處理，或是可以隨時間改變，例如代表一多步驟之處理程序。或者，適於產生一所要之表面輪廓之處理值係由最終數學輪廓模型及所要之輪廓來導得。

校驗之最終數學模型亦可用來形成一新的電漿處理序列，此電漿處理序列使用一與用來產生可得之測試表面輪廓不同之反應器，或具有一或多個與對應測試值大大不同之處理值以便置放新序列於一測試處理具有有限之預測能力之系統中；在此情況下，利用校驗係數導得之輸入變數處理值可以作為用於簡化最佳化之適當的起始點，因而減少了用來發現最終處理序列所需之晶圓數目。

因此，藉由使用自有限數目之實驗室產生之微結構之直接量測中得到之資料，本發明提供用於電漿處理裝置製造之有力技術，需要較完全簡化方法較少之實驗，然而不需要用於完全計算模擬所需之基本資料之實體。

本發明之半簡化方式並不限於表面輪廓之任何特定的宏觀之物理描述，或其下之電漿模型或輪廓模擬器。數學模型可能包含自基礎電漿物理及化學，數值模擬或實

五、發明說明(5)

驗導得之調整法則。一般而言，電漿模型係基於與反應器功能相關之參數，設定成用來給予抵達所要種類之基質表面處之通量、能量、以及角度分布。電漿模型可能包含一完全電漿模擬工作，具有所有用於氣相化學及電漿表面交互作用之所有的已知橫切面，或是只是一個由實驗測得之通量及所觀察趨勢形成之查找表。在任一方式中，模型通常包含至少一由校驗所滿足之未知值之係數。在電漿模型中之未知值之個別係數提供了參考之數值大小，或是特性化輸入參數及電漿行為方面之間的耦合，進而集合性地描述由電漿處理所產生之媒介之物理性質。或者，電漿模型可以如一個別模組般的完全被剪除，而輪廓模擬器則處理通量如同將由校驗決定之未知值之可調變係數。

輪廓模擬器為了精確度及多元性，最好是計算基質表面每一點之移動量。一適當之輪廓模擬器通常包含一當地傳輸模組，用於計算抵達基質表面之每一點之當地通量；一位置平衡模型，用於計算蝕刻及澱積之當地速率；及一表面促進程序(演算法)，用於將這些機制演譯成為淨表面移動量。在一較佳實施例中，輪廓模擬器自宏觀參數導得當地通量，宏觀參數係藉由使用蒙地卡羅法之電漿模型提供；一Langmuir型模型描述了位置平衡，及表面促進程序(演算法)包含一衝擊波前追蹤方式(shock-front-tracking)。一般來說，這三個段落的每一個皆對未知值之係數有所貢獻，而係數將由校驗而得。在輪

五、發明說明(6)

廓模擬器中未知值之係數特性化了在處理媒介及基質表面行為之間之耦合，並進而集合式地描述基質表面之演進。

在一較佳實施例中，校驗的量性比較比較了測試表面輪廓及沿基質表面每一點上之估計預測，而當地之差異形成一剩餘函數(residual function)。一多維非線性最小平方(least squares)技術，如一改良之Levenberg-Marguandt演算法，係用來決定每一個未知係數如何影響剩餘函數，然後調整未知係數以便最佳化某些特性並提供可接受之曲線配合適度(goodness of fit)。

在此，"測試輪廓"一詞代表了用於一特定校驗之實驗輪廓資料，而且可能包括數個即時攝影(snapshot)，每一個皆是在不同的處理時間長度後所攝影，但是其他的處理條件則與輪廓中其他即時攝影者相同。或者，更一般而言，在一特定測試輪廓中之即時攝影可以利用測試處理，變化非處理時間之方面而產生。又，本發明之描述強調電漿處理之一般情況藉由數個輸入變數及包含數個未知值之係數的數學表面輪廓所界定。然而，本發明亦包含處理序列之應用，具有只有一個自由輸入變數及／或數學模型，其中只有一個係數為未知。

圖式之簡單說明：

本發明係參考下列圖式來描述，其中：

第1圖係一流程圖，顯示了用於本發明之校驗序列。

第2圖概略顯示根據Langmuir模型之表面運動學。

五、發明說明(7)

第3圖概略顯示用於本發明之代表性硬體環境。

較佳實施例之詳細描述

用於根據一特定之簡化測試程序來執行本發明校驗之一般程序係於第1圖中顯示。在前兩百個步驟中，選擇了輸入參數之測試值。輸入參數包含了基質之預先處理狀態之描述器("基質參數")及用來界定在測試處理期間一特定電漿反應器之操作("反應參數")。基質參數可能包含，例如，基質之尺寸，在表面上任何特徵之分布及尺寸，及基質之組成成份。反應參數可以包括任何電力位準、溫度、壓力、輸入氣體組成及由電漿處理程序處理基質之時間長。

反應變數之測試值及固定反應參數係用在步驟210中，其中電漿模型包含以反應參數之型式用於反應器之電漿之數學描述，以及未知值之係數，操作來決定由測試處理產生之電漿之宏觀性質。在步驟210中之估計的執行係基於由步驟215提供之未知值之電漿模型係數之約略值。

在步驟220中，輪廓模擬器，包含由基質參數表示之基質表面輪廓之時間演進之數學模型，宏觀電漿性質及未知值之係數，使用了步驟210之結果及步驟200所提供之基質參數以估計預測測試處理對基質表面輪廓之影響。在步驟220中執行之估計係基於由步驟220所提供之未知值之輪廓模擬係數之約略值。因此，自步驟200至220之累積輸出，特別是步驟210中電漿模型之操作輸出及

五、發明說明(8)

步驟220中之輪廓模擬器之輸出，一起組成一初始數學表面輪廓模型，係一量性但是為測試處理所產生之輪廓之約略預測。

在步驟230中，由步驟200所提供之輸入參數之測試值係用來提供一測試表面輪廓，藉由對測試基質施予一測試處理而在所要之反應器中實驗性地產生，由輸入參數之測試值未界定。這個測試表面輪廓係於步驟240中量性地與從步驟220獲得之量性估計預測比較。在測試表面輪廓及估計預測之間的差異係根據步驟240中某些重要標準來衡量。一般而言，在第一通時，其中估計預測係由未知係數之約略值來計算，其剩餘係未小到能滿足所要求之標準，而校驗程序則進前至步驟250，其中未知係數之值係調整成減小剩餘。然後經由步驟215及／或225將調整值送至電漿模型及／或輪廓模擬器，以便用於再次重複估計輪廓預測之步驟及步驟240中之比較。步驟重複一直持續直到在測試表面輪廓及約略估計之間的不一致性達到最小化。

因此，步驟240之重複比較及步驟250之係數調整能夠計算未知值係數之最佳值，這些未知值係在初始數學表面輪廓模型。在本發明之校驗決定了適於數學表面輪廓模型之係數值時，其結果之最終數學模型可以用來解釋電漿處理序列在基質上之影響，其如何在一或更多個處理變數直中與測試處理不同，而只要半簡化模型能適當地詮釋如負載及長短比例上之依賴關係即可：

五、發明說明(9)

最好的是，由輪廓模擬器產生之估計輪廓預測包含了一系列之框，每一個皆在步驟220中對應一規則性時間遞增，而比較步驟230只比較估計輪廓預測之框，其對應與在測試表面輪廓中之即時攝影時間大約相等之累計曝露時間。假使測試輪廓包括數個在不同曝露時間之即時攝影，及／或在除時間外一或更多個輸入參數之不同測試值時之即時攝影，步驟240比較每一個測試即時攝影與適當之輪廓預測框，而系統之運作則為了最小化在整個一對對比較中之剩餘。

對熟習此領域之技藝人士是顯而易見的係很多與第1圖中之處理程序不同之組態亦在本發明之範圍中。例如，整個初始數學表面輪廓模型可以安置在一單一模組中而非被分割成二個部分210及220來分別處理在不同長度之尺寸比例上作用之現象。或者，根據初始數學表面輪廓模型之性質及所使用之比較方法，可以延遲測試值及基本係數對初始數學表面輪廓模型之插入直到比較步驟。

在一較佳實施例中，電漿模型將所用之種類分類成屬於一種一般種類之作用者，例如，一種帶電粒子，因而可由任何施加之偏壓吸引至基質，或是如氣體分子及受激自由基等之中性種類。物理模型，例如，Maxwell及Boltzmann方程式決定了在支配如電漿描述器(如粒子通量，能量，及角度分布)之實驗輸入參數上之功能依附性。(參閱，如由Lieberman及Lichtenberg所著之Principles of Plasma Discharges and Materials

五、發明說明(10)

100 建構為噴嘴而被達成，如此在容室50內部之該流體流動開口係具有一個較在容室50外部之開口為大的直徑。在一個更進一步之結構中，一個旋轉閥體元件係可以連同複數個出口100而使用。該閥體元件，例如是一個帶有相應於該出口100位置之開口的環，其將被安置鄰近該開口100，並且在傳送期間其將被旋轉以密封該出口100。該閥體元件將被旋轉至一個出口100在處理期間係為打開之位置。例如氮氣之惰性氣體係可以就在外殼傳送至一個順序工具或是處理站之前經由供應管件115與125而被噴入該容室50中。其他用於密封該出口100以及進口70與85之不同機構亦可以被使用。

第二圖係為一個更進一步之反應器結構，其中該反應器係安置在一個固定的處理站並且係可以打開及關閉以幫助工件之插入與抽出。大體上以元件符號200所標示之反應器係分別由可分離之上方容室元件以及下方容室元件205與210所構成者。如同在先前的實施例中，該上方容室元件205係包括有一個大體上平面容室表面215，而該表面215係具有一個中央安置之進口200。雖然並未顯示在第二圖中，該下方容室元件210同樣地具有一個大體上平面的內部容室表面225，其係具有一個安置穿過其間之中央進口230。該上方容室元件205係包括有一個向下延伸之側壁235，其例如可以由一密封聚合物材料所形成或是可以與該元件205之其他部分一體成型。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

裝

五、發明說明 (11)

除禁制劑。將這些假設及機制都列入考慮，對兩種型式之被佔位置 (occupied site) 在穩定狀態下之位置平衡可分別被表示成：

$$\sigma_s \frac{d\theta_s}{dt} = \Gamma_s S_s (1 - \theta_s - \theta_i) - \theta_s k_{s1} \Gamma_{is} - \theta_i k_{s1} \Gamma_{is} - k_{th,s} \theta_s \approx 0 \quad \text{和}$$

$$\sigma_i \frac{d\theta_i}{dt} = \Gamma_i S_i (1 - \theta_i - \theta_s) - \theta_i k_{i1} \Gamma_{is} \approx 0,$$

其中 k_{el} , k_{sl} , 及 $k_{th,e}$ 係係數，通常為未知值，並分別與離子強化、物理噴射及熱蝕刻機制相關。參數 Γ_{ie} 及 Γ_{is} 分別是離子強化蝕刻及物理噴射產量之乘積，而離子通量，係在大於各個臨界值能量之入射離子能量上積分，分別以 $E_{th,i}$ 及 $E_{th,s}$ 來表示，並且係掃過所有的角度，

$$\Gamma_{is} = \iint_{E > E_{th,s}} Y_s(\phi, E) \Gamma_i(\phi, E) d\phi dE = \int_{E > E_{th,s}} dE \left(E^{\frac{1}{2}} - E_{th,s}^{\frac{1}{2}} \right) \int d\phi Y_s(\phi, E) \Gamma_i(\phi, E) \quad \text{和}$$

$$\Gamma_{ie} = \iint_{E > E_{th,i}} Y_i(\phi, E) \Gamma_e(\phi, E) d\phi dE = \int_{E > E_{th,i}} dE \left(E^{\frac{1}{2}} - E_{th,i}^{\frac{1}{2}} \right) \int d\phi Y_i(\phi, E) \Gamma_e(\phi, E).$$

已假設蝕刻產量係角度函數及離子能量的平方根之乘積，這個關係已經由實驗證明。然而亦可使用其他之調變法則。產量函數只代表函數關係，而絕對值大小則和其他常數一起放入 k 's 中。

θ_o 及 θ_d 之表示法可自穩定狀態位置平衡方程式在基質表面之每一種類上導得，例如，基質上側及溝渠底部及邊側。在表面的每一點上，蝕刻速率可以被寫成

五、發明說明 (12)

$$ER = k_{e2} \Gamma_e + \theta_e k_{s2} \Gamma_{ie} + k_a \Gamma_i - k_d \Gamma_d S_d (1 - \theta_e).$$

係數 k_{e2} , k_{s2} , k_d 及 k_{th} 係分別與物理噴濺，離子強化蝕刻，熱蝕刻及離子感應澱積相關之產量常數。加入 θ_e ， θ_d ， Γ_{is} 及 Γ_{ie} 之表示法能夠得到以電漿特性及係數 k 表示之蝕刻速率，而其中之每一個皆是可由校驗決定之可調變參數。

最好是能夠使用分析計畫於表面進步上使得細微特徵可以更精確地被分析出來。一種已知之方法且能模型化細微特徵，如銳角，係特性化之方法，亦稱為"衝擊波前追蹤方式"(shock-front-tracking algorithm)(參閱，例如 S. Hamaguchi 所著之 "Modeling of Film Deposition for Microelectronic Applications", Thin Films, vol. 22, p.81, S. Rosnagel, ed., Academic Press, San Diego, 1996)。另一個方法係位準設定方法。(參閱，如 J.A. Sethian, Level Set Methods: Evolving Interfaces in Geometry, Fluid Mechanics, Computer Vision, and Materials Science, Cambridge University Press 1996。)衝擊波前追蹤方式將表面模型化成為一組一段段連續之線段，每一線段皆對其計算了移動速率。每一區段沿其法線前進或退後而不管其他區段移動之可能性能使所得表面具有數個可能之解決方法。為了能避免數個解決方案，這些分析方式將線區段之間之點模型化成為衝擊(即斜率上之斷續)，並且適當地追蹤衝擊之移動。

五、發明說明(13)

參閱第3圖，其以方塊圖之方式表示了含有本發明之硬體系統。如在此顯示者，系統包括了一個系統匯流排355，系統中所有組件係透過這個系統匯流排來溝通，一個大量儲存裝置(例如硬碟或光式儲存單元)357以及一主系統記憶體360。

所顯示系統之操作係由一中央處理單元(CPU)370來主導。使用者係利用鍵盤380及一位置感測裝置(例如滑鼠)382而與系統交談。此二裝置之任一輸出可以用來指定資訊或選擇螢幕顯示384之特定區域以指定將由系統執行之功能。

主記憶體360包含一組模組，可控制CPU370之操作以及CPU370與其他硬體組件之交互作用。作業系統390主導了低階，基本系統功能之執行，例如記憶配置，檔案管理及大量儲存裝置357之運作。在一較高之階段，一分析模組392，以一系列之儲存指令來實現，主導了由本發明執行之主要功能之實行，如下所討論。界定使用者界面394之指令允許在螢幕顯示384上之直接的交互作用。使用者界面394在顯示器384上產生字元或圖形影像以要求使用者動作，並自鍵盤380及/或位置-感知裝置382接受使用者之指令。主記憶體360亦包含一或更多資料庫396，通常包含任何輸入參數之測試或程序值，輸入參數包括輸入變數，所要之輪廓，測試表面輪廓及在電漿模型及輪廓模擬器中未知值之係數之約略初始值。

應了解的是，雖然主記憶體360之模組係被分開描述

五、發明說明(14)

，但是這是為了清楚的表示對其之描述；只要系統執行了所有之相關功能，功能模組如何分布於系統中及其程式化之結構是無關緊要的。

測試表面輪廓係實驗性的產生，如本領域已熟知，其係藉由將一或更多個測試基質置於一電漿反應器中接受一測試程序，並且使用例如掃描電子顯微鏡測量所得之表面輪廓。可以將所要的及測試表面輪廓以電子形式或圖像硬式拷貝施加至硬體系統中，在此情況下，影像係在與估計預測之數值比較前由一數位器398所處理。數位化之輪廓係以位元流形式在匯流排355上傳送至主記憶體360之資料庫396。測試表面輪廓可以儲存於大量存裝置357及資料庫396中。

如上所述，與本發明相關之主要功能之執行係由分析模組392所主導，其管理了CPU370之運作並控制了其在執行為提供最終數學表面模型所需之步驟時與主記憶體單元360間之交互作用，包括在初始表面輪廓模型中之未知係數之校驗最佳值；及藉由更進一步之處理，此乃基於最終輪廓模型及一所要之表面輪廓，來決定一或更多個輸入變數之程序值，這些輸入變數管理了適於在程序基質上產生所要輪廓之電漿程序序列；或是，藉由將輸入變數之程序值插入最終數學模型來預測式地計算一處理表面輪廓，此輪廓係將由程序值界定之電漿處理序列產生於處理基質上。

更特別的是，顯示於第3圖之硬體系統可以用來實施

五、發明說明(15)

由第1圖所示之校驗程序，如下所述。對資料庫396提供在步驟200中選擇之輸入變數測試值，任何固定輸入參數之測試值，在步驟215中提供之未知電漿模型係數之約略初始值，及在步驟230中產生之測試表面輪廓，以及如有需要，所要之表面輪廓及／或程序（處理）值，使這些值對分析模組392來說是可獲得的。或者，模組392可以回應一使用者指令自大量儲存裝置357或使用者介面394取回任一測試值，約略初始值及測試表面輪廓資料。或是，可由模組392，根據一預定之運算法，基於輸入變數測試值來決定約略初始值。

藉由分別執行步驟210及220之電漿模型化及輪廓模擬，模組392建立了初始數學表面模型，其可預測由測試處理產生之輪廓。在步驟240中，模組392接達測試表面輪廓並且將其與初始數學表面輪廓模型比較，並且根據一些預設之標準來評估剩餘。假使剩餘不夠小的話，分析模組392將使用比較之結果來調整未知電漿模型之值及步驟250中輪廓模擬器之係數。資料庫396中保存了新值以用於模型化／模擬及比較步驟之再計算。當測試表面輪廓及估計預測係很相似時，則在最終計算中使用之係數即儲存於資料庫396中，作為最佳值。

分析模組使用輸入參數之最佳值以用於程序值之計算，程序值可以被載入一電漿反應器中以製作一裝置，包含所要之輪廓，或是用於如上述之輪廓預測。

可見的是上述代表了一可高度延展並且有利之半導體

五、發明說明(16)

裝置之電漿處理。在此使用之術語及表示方法只是用來描述而不是用來限制。而在使用這些術語及表示方法時，不會排除任何所示特徵之相等表示法，但可了解的是可以在本發明所申請之範圍內有各種變化例。例如，本發明之各個模型可以使用適當的軟體指令在一一般的電腦上實施，或者可以是硬體電路，或是硬體及軟體之混合組合（其中，例如，電漿模型化及輪廓模擬可由專門之硬體組件來執行）。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

分

四、中文發明摘要（發明之名稱：

用於預測電漿處理之表面輪廓的方法及裝置

本發明提供一方法，用於預測一將由一特定電漿處理產生於處理基質上之處理表面輪廓。預測係基於測試表面輪廓，與所要之電漿處理不同之測試處理之實驗輸出。在另一方面中，本發明提供一用於界定電漿處理之技術，以產生所要之表面輪廓。因此，在相關的方面上，本發明亦提供用於預測處理表面輪廓及決定處理值之裝置，一種設定電漿反應器之方法，一種製造需要有限簡化校驗之半導體裝置之方法，及根據此方法所製成之裝置。

英文發明摘要（發明之名稱：

METHOD AND APPARATUS FOR PREDICTING
PLASMA-PROCESS SURFACE PROFILES

The invention provides a method for predicting a process surface profile that a given plasma process will create on a process substrate. The prediction is based on a test surface profile, the experimental outcome of a test process which is in general different from the plasma process of interest. In another aspect, the invention provides a technique for defining a plasma process that will produce a desired surface profile. Thus, in related aspects, the invention also provides apparatus for predicting a process surface profile and determining process values, a method of configuring a plasma reactor, a method of making semiconductor devices requiring limited empirical calibration, and a device made according to the method.

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄）

裝

訂

線

六、申請專利範圍

第 88103151 號「用於預測電漿處理之表面輪廓的方法及裝置」專利案
(90 年 5 月修正)

六 申請專利範圍：

1. 一種用於預測電漿處理之表面輪廓的方法，其係藉決定在一處理基質上產生所要之表面輪廓而控制電漿處理序列之至少一輸入變數之各別處理(程序)值，該方法包括下列之步驟：
 - a. 選擇至少一輸入變數之各別測試值；
 - b. 對一測試基質施予一由各別測試值界定之測試處理，藉以產生一測試表面輪廓；
 - c. 提供一以至少一輸入變數及至少一未知係數來表示之初始表面輪廓；
 - d. 從初始表面輪廓模型及至少一輸入變數之各別測試值產生一估計輪廓預測；
 - e. 產生在測試表面輪廓及估計輪廓預測之間之差異指示；
 - f. 產生最小化差異指示之至少一未知係數之對應最佳值；
 - g. 改變初始表面輪廓模型以包含至少一最佳值，藉以提供以至少一輸入變數表示之最終模型；及
 - h. 產生最終模型及所要表面輪廓之至少一輸入變數之各別處理值。
2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中至少一未知係數包

六、申請專利範圍

含複數個未知係數。

3. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中至少一輸入變數包含複數個輸入變數，而估計輪廓預測係由初始表面輪廓及每一個輸入變數之對應測試值所產生。
4. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中測試表面輪廓包含數個即時攝影，估計輪廓預測包含對應每一個即時攝影之框，產生測試表面輪廓及估計輪廓預測之間之差異指示之步驟包含一對對的比較每一個即時攝影及與對應之框。
5. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中估計輪廓預測之產生包括使用至少一未知係數之對應之約略初始值。
6. 如申請專利範圍第 3 或 5 項之方法，其中至少一未知係數之對應最佳值之產生包括改變至少一未知係數之至少一對應約略初始值中之至少一個，並且比較測試表面輪廓及包括至少一個改變值之估計輪廓預測。
7. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中差異指示係由一多維非線性之最小平方技術所產生。
8. 一種處理基質以在其上產生所要之表面輪廓之方法，該處理包含向處理基質施予電漿處理之步驟，電漿處理係由申請專利範圍第 1 項之方法所決定之至少一輸入變數之對應處理值來界定。
9. 一種用於預測電漿處理之表面輪廓的方法，其係藉預測式地計算將於處理基質產生之處理基質輪廓，處理表面輪廓的產生係由至少一輸入變數之對應處理值所界定電漿處理序列所形成，該方法包括下列之步驟：
 - a. 選擇至少一輸入變數之對應測試值，該至少一個對應測試值中之至少一個等於該至少一個對應處理值之至

六、申請專利範圍

少一個；

b.對一個測試基質施予一測試處理，此測試處理乃是由對應之測試值所界定，藉以產生一測試表面輪廓；

c.以至少一輸入變數及至少一未知係數來提供一初始表面輪廓；

d.自初始表面輪廓模型及至少一輸入變數之對應測試值產生一估計之輪廓預測；

e.產生測試表面輪廓及估計輪廓預測之間之差異指示；

f.產生一最小化差異指示之至少一未知係數之對應最佳值；

g.改變初始表面輪廓模型以包含至少一最佳值，藉此提供以至少一輸入變數表示之最佳模型；及

h.引導至少一輸入變數之對應處理值進入最終模型；藉以形成處理表面輪廓之描述。

10.如申請專利範圍第9項之方法，其中至少一未知係數包含複數個未知係數。

11.如申請專利範圍第9項之方法，其中至少一個輸入變數包含複數個輸入變數，而估計輪廓預測係由初始表面輪廓模型以及複數輸入變數中之每一個之對應測試值所產生。

12.如申請專利範圍第9項之方法，其中測試表面輪廓包含複數個即時攝影，估計輪廓描述包含一對應每一即時攝

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

六、申請專利範圍

影之框，而產生測試表面輪廓及估計輪廓描述之間之差異指示包括一對對的比較每一個即時攝影與對應之框。

13. 如申請專利範圍第 9 項之方法，其中估計輪廓描述之產生包含使用至少一未知係數之對應約略初始值。
14. 如申請專利範圍第 13 項之方法，其中至少一未知係數之對應最佳值之產生包含改變至少一未知係數之至少一對應約略初始值中之至少一個，並且比較測試表面輪廓及含有至少一改變值之估計輪廓預測。
15. 如申請專利範圍第 9 項之方法，其中差異指示係由多維非線性之最小平方技術所產生。
16. 如申請專利範圍第 9 項之方法，其中至少一輸入變數之對應處理值隨時間變化。
17. 一種用於設定處理一處理基質之裝置的方法，基質之處理係根據由至少一輸入變數之對應處理值界定之電漿處理序列來實行，裝置包括一電漿反應器，至少一輸入變化包括至少一反應變數，該方法包含下列步驟：
 - a. 選擇至少一輸入變數之對應測試值；
 - b. 將一測試處理施予一測試基質，測試處理係由對應之測試值所界定，藉此產生一測試表面輪廓；
 - c. 提供一由至少一輸入變化及至少一未知係數所表示之初始表面模型；
 - d. 自初始表面輪廓模型及至少一輸入變數之對應測試值產生一估計輪廓預測；

六、申請專利範圍

e.在測試表面輪廓及估計輪廓預測之間產生一差異指示；

f.產生可最小化差異指示之至少一未知係數之對應最佳值；

g.改變初始表面輪廓模型以包含至少一最佳值，藉此提供一以至少一輸入變數表示之最終模型；

h.自最終模型及所要之表面輪廓產生對應之處理值；
及

i.根據導得之至少一反應變數之對應處理值設定反應器來處理基質。

18.一種用於決定至少一輸入變數之對應處理值之裝置，其中至少一輸入變數管理一電漿處理序列用於處理基質上產生所要之表面輪廓，該裝置包含：

a.用於儲存所要表面輪廓之電腦記憶體；

b.用於儲存測試表面輪廓之電腦記憶體，測試表面輪廓係由對一測試基質施予一測試處理而產生，此測試處理係由至少一輸入變數之對應測試值所界定；

c.用於產生初始表面輪廓模型之機構，此初始表面輪廓係由至少一輸入變數及至少一未知係數來表示；

d.用於自初始表面輪廓模型及至少一輸入變數之對應測試值來產生估計輪廓描述之機構；

e.用於產生在測試表面輪廓及估計輪廓預測之間之差異指示之機構；

六、申請專利範圍

f.用於產生可最小化差異指示之至少一未知係數之對應最佳值之機構；

g.用於改變初始表面輪廓模型以包括至少一最佳值之機構，藉以提供以至少一輸入變數表示之最終模型；及

h.用於自最終模型及所要之表面輪廓產生至少一輸入變數之對應處理值之機構。

19. 如申請專利範圍第18項之裝置，其中測試表面輪廓包含複數個即時攝影，而估計輪廓預測包括對應每一個即時攝影之框，用於產生測試表面輪廓及估計輪廓預測之間之差異指示之機構被設定成用來比較每一個即時攝影及對應之框。
20. 如申請專利範圍第18項之裝置，尚包含一電腦記憶體，用於儲存至少一未知係數之對應的約略初始值；一機構，用於自初始表面輪廓模型及使用對應約略初始值之至少一輸入變數之對應測試值中產生一估計輪廓描述。
21. 如申請專利範圍第20項之裝置，其中用於產生至少一未知係數之對應最佳值之機構被設定成改變至少一未知係數之該至少一對應約略初始值中之至少一個，並且用來比較測試表面輪廓及含有至少一個改變值之估計輪廓預測。
22. 如申請專利範圍第18項之裝置，其中用於產生在測試表面輪廓及估計輪廓預測間之差異指示之機構使用一多維非線性之最小平方技術。

六、申請專利範圍

23. 一種用於預測性地計算一處理表面輪廓之裝置，該處理表面輪廓係藉由由至少一輸入變數之對應處理值界定之電漿處理序列產生於一處理基質上，該裝置包含：

a. 一電腦記憶體，用於儲存對應之處理值；

b. 一電腦記憶體，用於儲存至少一測試表面輪廓，此測試表面輪廓係由對一測試基質施予一測試處理而產生，而測試處理則是由至少一輸入變數之對應測試值來界定；

c. 用於產生一初始表面輪廓模型之機構，此一初始表面輪廓模型係由至少一輸入變數及至少一未知係數來產生；

d. 用於自初始模型及至少一輸入變數之對應測試值產生之一估計輪廓預測之機構；

e. 用於產生在測試表面輪廓及估計輪廓預測之間之差異指示之機構；

f. 用於產生會最佳化至少一未知係數之對應最佳值之機構；

g. 用於改變初始表面輪廓模型以包括至少一最佳值之機構，藉此提供以至少一輸入變數來表示之最終模型；
及

h. 用於將至少一輸入變數之對應處理值引入最終模型之機構，藉此形成處理表面輪廓之描述。

24. 如申請專利範圍第23項之裝置，其中測試表面輪廓包含

六、申請專利範圍

複數個即時攝影，估計輪廓預測包括一對應每一個即時攝影之預測，而用於產生測試表面輪廓及估計輪廓預測之間之差異指示之機構係設定成比較每一個即時攝影及各個對應之預測。

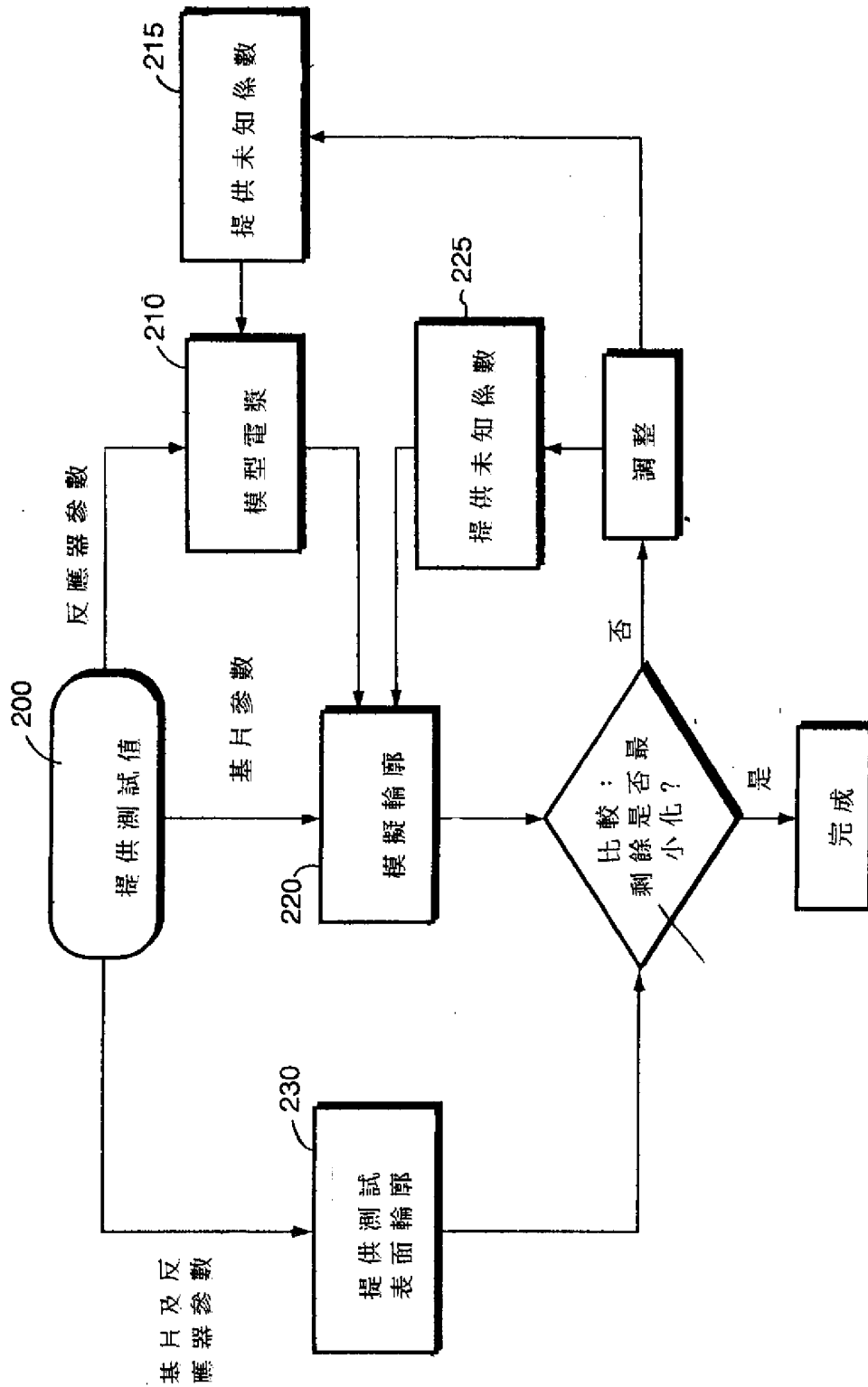
25. 如申請專利範圍第 23 項之裝置，更包含一電腦記憶體，用於儲存至少一未知係數之一對應約略初始值，用於利用對應約略初始值產生一估計輪廓預測之機構。
26. 如申請專利範圍第 25 項之裝置，其中用於產生至少一未知係數之對應最佳值之機構被設定成用來改變至少一未知係數之該至少一對應約略初始值中之至少一個，並且比較測試表面輪廓及含有至少一改變值之估計輪廓預測。
27. 如申請專利範圍第 23 項之裝置，其中用於產生在測試表面輪廓及估計輪廓預測之間之差異指示之機構使用一多維非線性之最小平方技術。
28. 如申請專利範圍第 1 項之方法，尚包含對處理基質施加電漿處理之步驟，而電漿處理係由至少一輸入變數之對應處理來界定。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

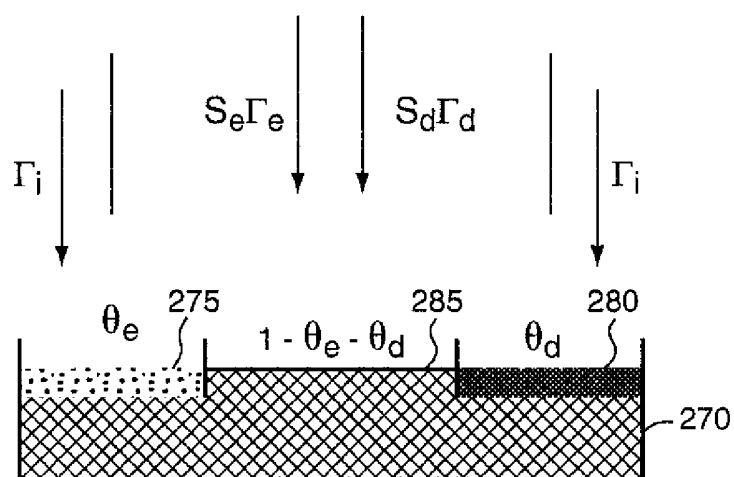
裝

訂

線

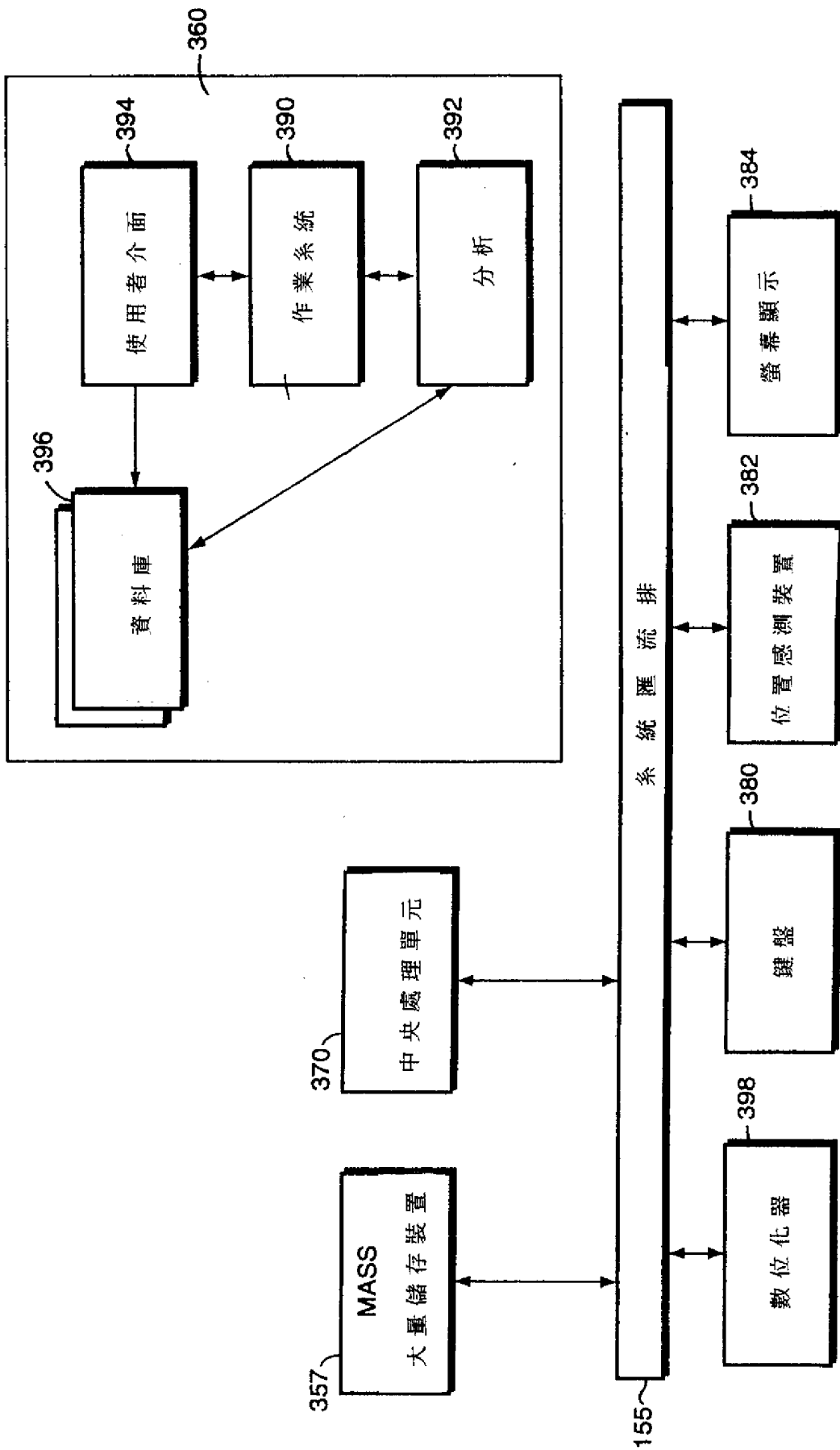


第1圖



第2圖

+



第3圖

六、申請專利範圍

第 88103151 號「用於預測電漿處理之表面輪廓的方法及裝置」專利案
(90 年 5 月修正)

六 申請專利範圍：

1. 一種用於預測電漿處理之表面輪廓的方法，其係藉決定在一處理基質上產生所要之表面輪廓而控制電漿處理序列之至少一輸入變數之各別處理(程序)值，該方法包括下列之步驟：
 - a. 選擇至少一輸入變數之各別測試值；
 - b. 對一測試基質施予一由各別測試值界定之測試處理，藉以產生一測試表面輪廓；
 - c. 提供一以至少一輸入變數及至少一未知係數來表示之初始表面輪廓；
 - d. 從初始表面輪廓模型及至少一輸入變數之各別測試值產生一估計輪廓預測；
 - e. 產生在測試表面輪廓及估計輪廓預測之間之差異指示；
 - f. 產生最小化差異指示之至少一未知係數之對應最佳值；
 - g. 改變初始表面輪廓模型以包含至少一最佳值，藉以提供以至少一輸入變數表示之最終模型；及
 - h. 產生最終模型及所要表面輪廓之至少一輸入變數之各別處理值。
2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中至少一未知係數包