

公告本

申請日期： 92. 3. 28

IPC分類

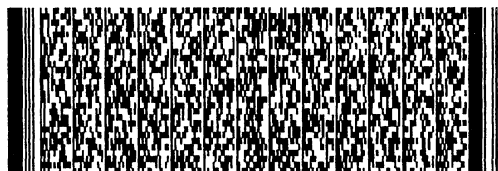
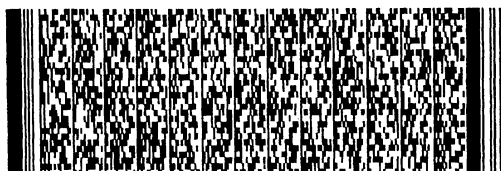
申請案號： 92107218

G01J 3/00, B24B 49/00, 37/04 588154

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中文	供指示膜層變化用之寬頻帶光學終點量測系統與方法
	英文	SYSTEM AND METHOD OF BROAD BAND OPTICAL END POINT DETECTION FOR FILM CHANGE INDICATION
二、 發明人 (共2人)	姓名 (中文)	1. 夫拉地米爾·凱茲 2. 貝拉·密特歇爾
	姓名 (英文)	1. Katz, Vladimir 2. Mitchell, Bella
	國籍 (中英文)	1. 以色列 IL 2. 美國 US
	住居所 (中文)	1. 美國加州94538弗雷蒙市紅鷹圓環1401號#N-207室 2. 美國加州94509安提奧奇市菲洛路4557號
	住居所 (英文)	1. 1401 Red Hawk Circle, #N-207, Fremont, CA 94538, U.S.A. 2. 4557 Fallow Way, Antioch, CA 94509, U.S.A.
三、 申請人 (共1人)	名稱或 姓名 (中文)	1. 蘭姆研究公司
	名稱或 姓名 (英文)	1. Lam Research Corporation
	國籍 (中英文)	1. 美國 US
	住居所 (營業所) (中文)	1. 美國加州94538弗雷蒙可訊公園道4650號 (本地址與前向貴局申請者相同)
	住居所 (營業所) (英文)	1. 4650 Cushing Parkway, Fremont, CA 94538, U.S.A.
	代表人 (中文)	1. 傑弗瑞·J·布魯克斯
	代表人 (英文)	1. Brooks, Jeffrey J.



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

2002/03/29

10/112,425

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】

本發明係關於一種於化學機械研磨製程中終點量測，更具體而言為使用寬頻反射光譜之光學干涉的終點量測。

二、【先前技術】

於積體電路的製造中，典型地積體電路具有多層結構。於基板層形成具有擴散區的電晶體元件。於隨後的層，圖型化內接金屬線，且該內接金屬線與電晶體元件電性連接，限定為所欲功能之元件。習知圖型化導體層，藉由如二氧化矽的介電材料，與其他導體層絕緣。當形成更多的金屬層以及與其相關聯之介電層時，平坦化介電層的需求增加。若不進行平坦化，因為表面狀態差異大，製造更多的金屬層變得相當地困難。在其他應用，金屬線的圖形是形成於介電層上，然後進行化學機械研磨 (CMP) 操作，以除去多餘之金屬。

於習知技術中，典型的CMP系統具有帶台、軌道式台、或刷台，其中，帶子、墊子、或刷子是用於搓、衝擊、研磨晶圓之一面或2面。並使用研漿以促進、加強CMP操作。通常加入研漿於一移動準備表面，例如帶子、墊子、刷子或其類似物，將研漿分布於移動準備表面與所欲衝擊、研磨或其他準備進行CMP製程的半導體晶圓表面。分布方式通常藉由準備表面的移動、半導體晶圓的移動、結合半導體晶圓與準備表面間的摩擦力而達成。

圖1A是一橫截面圖，表示介電層102於一般形成鑲嵌

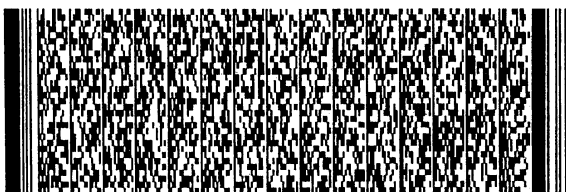


五、發明說明 (2)

及雙鑲嵌內接金屬線的製造過程。介電層102具有擴散阻障層104，該擴散阻障層104沈積於介電層102的蝕刻圖型表面。習知擴散阻障層係由氮化鈦 (TiN)、鈮 (Ta)、氮化鈮 (Ta₂N₃) 或組合氮化鈮 (Ta₂N₃) 與鈮 (Ta) 而構成。當擴散阻障層104沈積至所欲厚度時，銅層106以填滿介電層102的蝕刻圖型的方式，形成於擴散阻障層上。某些多餘之擴散阻障層與金屬材料，無可避免的沈積超出場區上。為除去這些超出填充材料以及限定所欲得之內接金屬線與其相關聯之介層洞 (未標示)，需施行CMP操作。

如上述，CMP操作是用以除去介電層102上的頂部金屬材料。例如圖1B所示，移除銅層106的超出填充部分及擴散阻障層104。如同一般CMP操作，CMP操作必須持續到將所有銅層106的超出填充部分及擴散阻障層104自介電層102上移除為止。然而，為確保移除所有擴散阻障層104，於CMP製程中，必須監視製程進行狀態以及晶圓表面狀態。也就是指終點量測。因銅無法以計時的方式完成研磨，因此需進行銅的終點量測。計時方式無法應用於銅的原因是CMP製程的移除速率不夠穩定，無法將銅層以一定時間研磨。CMP製程中銅的移除速率變化很大。因此，必須進行監視，以得知何時達到終點。在多步驟CMP操作中，必須確定多個終點：(1) 確定銅已從擴散阻障層移除；(2) 確定擴散阻障層已從介電層移除。因此，終點量測技術，用以確定移除所有超出填充材料。

CMP中金屬的終點量測，已提出許多方法。一般習知



五、發明說明 (3)

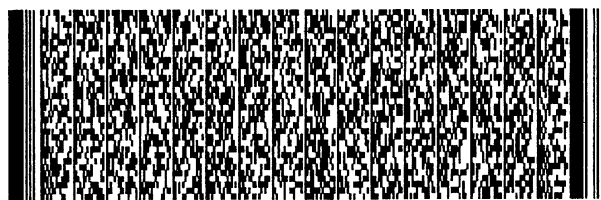
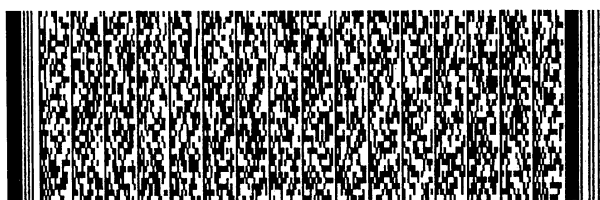
方法可分為直接或間接量測研磨的物理狀態。直接方法，使用明確的外部信號源或化學助劑，來偵測晶圓研磨時的狀態。另一方面，間接方法，監視因研磨製程中自然發生的物理或化學變化於裝置內部產生的信號。

間接終點量測方法，包含監視：研磨墊/晶圓的溫度、研磨裝置的擺動、研磨墊與研磨頭間的摩擦力、研漿的電化學電位、聲能放射。溫度法，當研磨研漿選擇性的與所研磨之金屬反應時，利用該放熱製程反應。美國專利第5,643,050號即是使用該法之一例。美國專利第

5,643,050號與第5,308,438號揭露基於摩擦的方法，其中，監視馬達電流的改變作為研磨不同金屬層的指示。

另一終點量測方法揭露於歐洲申請專利EP0739687A2中，由解調因研磨製程產生之聲能放射，而得研磨製程的資訊。聲能放射的監視通常用於量測金屬的終點。該方法監視研磨時的研磨動作。一麥克風，置於距晶圓有一預定距離，以感知產生的聲波，當移除之材料深度到達自界面有一確定可決定的距離從而產生輸出量測信號。該等方法提供一研磨狀態的整體量測，與製程參數設定及所選之耗材有強烈相依存之關係。然而，以上方法除摩擦感測法外，皆無法於業界達到商業應用價值。

直接終點量測法，藉由聲波速率、光學反射及干涉、阻抗/導電度、加入特定化學助劑時的電化學電位，監視晶圓狀態。美國專利第5,399,234號及第5,271,274號揭露使用聲波之金屬的終點量測法。該等專利描述透過監視傳

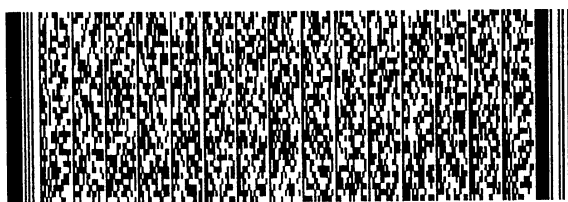


五、發明說明 (4)

導於晶圓/研漿的聲波速率，以量測金屬終點。當由一金屬層轉變為另一層時，聲波速率會改變，以此用於終點量測。另外，美國專利第6,186,865號揭露一終點量測法，使用感應器監視位於研磨墊下方的流體軸承的流體壓力。感應器用於偵測研磨時流體壓力的變化，該變化對應於研磨之金屬層轉變時剪力的變化。不幸地，該方法與製程變化並不確實牢靠。此外，該量測之終點是整體的，因此該方法無法量測於晶圓上特定點之局部終點。而且，美國專利第6,186,865號的方法，限於需有空氣軸承之線性研磨機。

已有許多提案使用自晶圓表面的光學反射，來量測終點。該等提案可分為2類：藉由雷射光源或者涵蓋全部可見光電磁光譜範圍的寬頻帶光源，監視單一波長之反射光學信號。美國專利第5,433,651號揭露一使用單一波長的終點量測方法，其中，一來自雷射的光學信號照射晶圓表面，監視反射之信號作為終點量測。當金屬研磨轉移時，反射率會有變化，於是該變化用以偵測該轉變。

寬頻帶方法，需仰賴使用多波長之電磁波光譜的資訊。美國專利第6,106,662號揭露使用光譜儀，以獲得於可見光範圍的光譜中反射光的強度光譜。於光譜中選擇2個頻帶的波長，提供當金屬研磨轉移時，對於反射率變化具有高靈敏度。量測信號是由計算2個頻帶的平均強度的比所定義。當量測信號有明顯變動時，表示有金屬之轉移。



五、發明說明 (5)

目前終點量測技術中，有一共同問題，就是需要某種程度的過度研磨，以確保完全自介電層102移除所有導電材料（例如，金屬材料或擴散阻障層104），以防止不注意的金屬線間的電性連接。不恰當終點量測或過度研磨的副作用會產生碟狀108於欲保留於介電層102中的金屬層。碟狀效應，移除超過所欲程度的金屬材料，留下一碟狀特徵於金屬線上。形成碟狀已知會對金屬層的性能產生負面影響，形成過多的碟狀會造成積體電路失去其原來所欲得之作用。

一般習知方法，只是大約預測真實終點而無法真正量測真實的終點。習知方法量測於一些波長的強度改變，例如當材料變成半透明（即材料於某些波長變成透明但並非於全部波長）。當材料變成半透明，於某些波長的強度會改變，因剛移除的材料下方的層反射這些波長。

因為習知製程實際量測得該事件是當被移除的層（例如金屬層）變成半透明而非消失（即完全移除），習知製程因此需預測真正終點（即移除全部所欲移除之材料）。於一例中，量測得該事件發生時，半透明點是當材料厚度為500埃。由先前製程，已知CMP製程移除材料之速率為每分鐘3000埃。因此，利用以下方程式1，預測真正終點。

$$\text{方程式1： (半透明材料厚度) / (材料移除速率) = 預測之終點延遲時間}$$

$$\text{於本例： (500 埃) / (3000 埃 / 分) = 10 秒}$$

因此，習知CMP製程，量測到事件發生後，再持續10



五、發明說明 (6)

秒的CMP移除之製程。此外，該延遲時間是基於先前經驗計算而得，而且假設移除速率是固定。

綜上所述，需要一終點量測系統以及方法，以改善終點量測的準確性。

三、【發明內容】

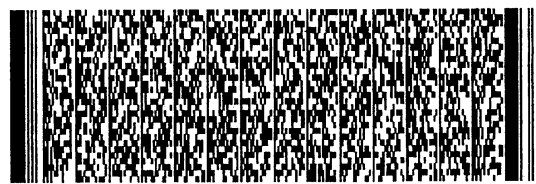
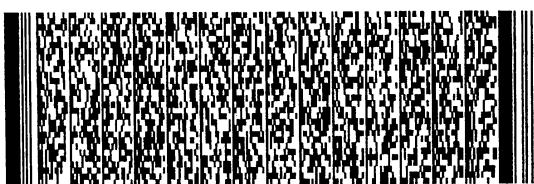
廣泛而言，本發明為符合上述需求，提供一利用寬頻帶光學終點量測系統與方法。應感謝本發明可以多種形態施行，包括一製程、一裝置、一系統、一電腦可讀取媒體、或一元件。本發明的幾個實施例將敘述於下。

揭露用於化學機械研磨製程的終點量測系統與方法，其包含以第1寬光束，照射晶圓表面的第1部分。接收第1反射光譜數據。第1反射光譜數據對應於自晶圓表面的第1照射之部分反射的第1光譜的光。以第2寬光束，照射晶圓表面的第2部分。接收第2反射光譜數據。第2反射光譜數據對應於自晶圓表面的第2照射之部分反射的第2光譜的光。將第1反射光譜數據與第2反射光譜數據標準化。決定終點基於標準化之第1光譜數據與第2光譜數據兩者的差。

於一實施例，第1光譜數據包含一強度程度，對應於第1光譜中的各複數波長。於一實施例，第2光譜數據包含一強度程度，對應於第2光譜中的各複數波長。

於一實施例，第1光譜與第2光譜的波長範圍，可包含約300nm至720nm。

於一實施例，第1光譜與第2光譜，可包含約200至520



五、發明說明 (7)

的獨立數據點。

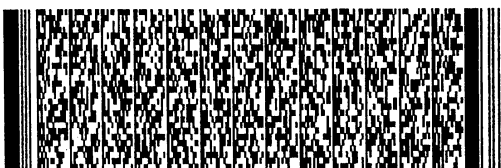
於一實施例，標準化第1光譜數據，可包含實質地移除與製程相關的強度變動，該移除方式是藉由實質的移除與該強度變動對應之強度值。於一實施例，標準化第2光譜數據，可包含實質的移除與製程相關的強度變動，該移除方式是藉由實質的移除與該強度變動對應之強度值。

於一實施例，實質的移除對應之強度值，可包含調整各複數之波長的強度值，使各該複數之波長的強度值的總和等於零，以及各該複數之波長的強度值的平方的總和等於1。

於一實施例，終點的決定是基於標準化之第1光譜數據與第2光譜數據兩者的差，可包含決定一於第1與第2光譜中至少複數波長之一部分的標準化強度比率的變化。

於一實施例，決定一於第1與第2光譜中至少複數波長之一部分的標準化強度比率的改變，可包含變換標準化之第1光譜數據為第1向量，及變換標準化之第2光譜數據為第2向量。可計算第1向量與第2向量間的距離。第1向量與第2向量間的距離可與一臨界距離比較，若第1向量與第2向量間的距離大於或等於該臨界距離時，可識別於第1與第2光譜中至少複數波長之一部分的標準化強度比率的有變化。

本發明其他之實施例及其優點，可由以下參照圖示、實施例更詳細之敘述，使之更為顯著。



五、發明說明 (8)

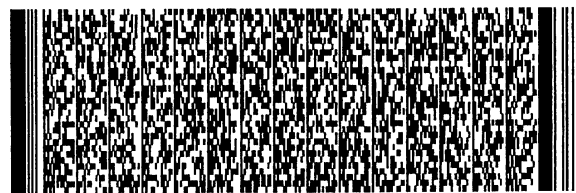
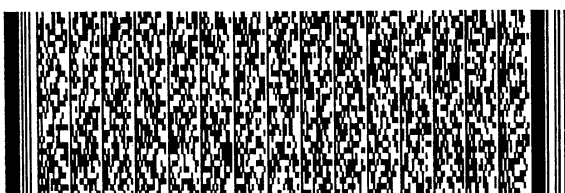
四、【實施方式】

以下說明光學式決定終點的幾個實施例。對於熟悉本技藝者，可實施本發明而無需本說明書中之部分或全部的特定細節。

CMP系統的一重要控制實施形態是決定何時製程終了，亦即何時終止CMP製程。上述習知系統，一般預測終點是基於多種量測得之數據點，但不能準確量測如以下將詳述之真正終點。

圖2A表示本發明的實施例之CMP系統，其中研磨墊250，會隨捲軸251轉動。平台254位於研磨墊250下方，提供一用載具252置放晶圓的表面。終點量測是利用光學偵測器260，其中光照射於平台254上，經由研磨墊250至欲研磨之晶圓200的表面上，如圖2B所示。為達成終點量測，研磨墊狹長孔250a形成於研磨墊250上。於某些實施例，研磨墊250包含複數之研磨墊狹長孔250a，策略性地置於研磨墊250的不同位置。典型之研磨墊狹長孔250a設計為足夠小，使其對研磨操作的影響減至最低。除研磨墊狹長孔250a外，平台狹長孔254a限定於平台254。平台狹長孔254a之設計使寬頻帶光束可通過平台254，經由研磨墊250至欲研磨之晶圓200的表面上。

藉由光學偵測器260，可確定自晶圓表面上移除某一程度之某一膜。該量測技術設計為檢查自光學偵測器260獲得之干涉圖型以量測膜厚。此外，平台254設計為策略性地施加某種程度背壓至研磨墊250上，以求獲得自晶圓



五、發明說明 (10)

光318的波長的強度會改變的一原因，是各膜302-306有一相對應之反射參數。反射參數影響自該膜反射光之強度。

當完全移除銅時，由視面301c所示，銅層306已不復存在，無法反射或阻擋任何光322的行進。因此，所有光322的波長照射位於銅層306下方的膜304。實質上自膜304反射之所有光324的波長，與自銅層306反射且與其相同波長的強度比較時，會有強度上的變化。

光學偵測器260量測反射之光308、314、318、324。因此，於本發明的一實施例，終點是決定於當實質上反射光的所有波長有強度的變化。

因此，當銅層306厚度厚時，光308的波長的強度不會改變。然而，多種干擾源，例如，研漿厚度、帶子干擾、及其他會造成強度干擾源而使反射光之所有波長的強度改變。因此，終點必須與這些強度干擾源區別。於一實施例，本發明可量測真正終點，而可區別終點與這些強度干擾源。

圖4A是一流程圖，說明本發明一實施例中，於CMP製程決定終點的操作方法。步驟402中，以第1寬頻帶光束，照射晶圓表面的第1部分。步驟404中，接收第1反射光譜數據（即第1觸發）。第1觸發對應於自晶圓表面的照射部分反射的第1組光譜的光。於一實施例，第1觸發包含一強度程度，對應於對應之第1光譜中的各複數之波長。於一實施例，第1光譜在約200nm至720nm波長範圍。可量測之



五、發明說明 (11)

獨立波長數目只受限於光學偵測器260的能力。於一實施例，量測512個獨立波長，然而，可量測更多或更少數量之獨立波長。

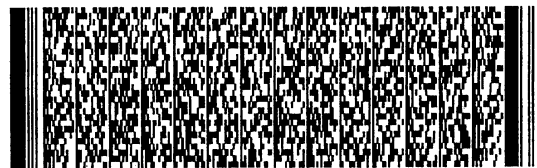
步驟406中，以第2寬頻帶光束，照射晶圓表面的第2部分。步驟408中，接收第2反射光譜數據（即第2觸發）。第2觸發對應於自晶圓表面的照射部分反射的第2組光譜的光。

圖5A表示本發明一實施例中接收之反射光譜數據（即觸發），例如，上述圖4A的步驟404接收之第1觸發。X軸表示512個獨立波長。Y軸表示其強度。

再參照圖4A，步驟410與412中，標準化第1觸發與第2觸發。根據一實施例，標準化第1觸發與第2觸發包含自觸發中實質地移除強度點。於一實施例，實質地移除強度，藉由調整各複數之波長的強度，使所有量測之波長的強度的總和等於零，以及所有量測之波長的強度的平方的總和等於1。

圖5B表示本發明一實施例中標準化之反射光譜數據（即標準化觸發），例如，上述圖4A的步驟410標準化第1觸發。X軸表示512個獨立波長。Y軸表示其強度。所有量測之波長的強度的總和等於零，以及所有量測之波長的強度的平方的總和等於1。標準化一觸發的操作方法，以下將更詳細敘述之。

再參照圖4A，步驟414中，決定標準化第1觸發與標準化第2觸發的差，用來決定CMP製程的終點。於一實施例，

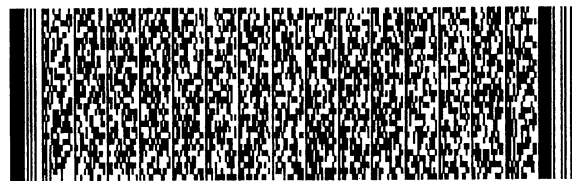


五、發明說明 (12)

決定標準化第1觸發與標準化第2觸發的差，包含決定一於第1與第2光譜中至少複數波長之一部分的強度比率的變化。

圖4B是本發明一實施例中步驟450的流程圖，計算於第1與第2光譜中至少複數波長之一部分的強度比率的變化。步驟452中，將標準化第1光譜轉換為第1向量。步驟454中，將標準化第2光譜轉換為第2向量。步驟456中，計算第1向量與第2向量間的距離。步驟458中，第1向量與第2向量間的距離，與一臨界距離比較，以決定是否第1向量與第2向量間的距離大於或等於臨界距離。步驟460中，若第1向量與第2向量的距離大於或等於臨界距離，於是確認於第1與第2光譜中至少複數波長之一部分的強度比率的有變化。此時操作方法結束。

圖5C是一立體圖，表示本發明一實施例中數個未標準化觸發。波長以nm為單位，範圍自約200nm至Z軸原點處約800nm。Y軸表示強度。X軸表示觸發的數目，約表示有13個觸發（觸發3-15）。表示之觸發的數目可對應CMP製程的時間（即研磨時間）。於一實施例，取樣速率是研磨帶速率與於研磨帶上終點量測窗口的量的函數。沿X軸上畫一線連接第1觸發某一給定波長的強度至下一觸發相同波長的強度。例如，指標551識別觸發3波長約在310nm的強度（觸發1-2未表示）。指標552識別觸發4相同約在310nm波長的對應強度。觸發與觸發間各個量測波長的強度改變，但該變化實質上同時與所有波長往前或往後移動的強



五、發明說明 (13)

度程比率。這表示強度上的雜訊，並不表示真正表面材料反射該觸發的改變。

於第13觸發（指標555）在所有波長的強度，開始有明顯下降趨勢，如其後之第14與第15觸發。下降趨勢表示指標555有材料反射該觸發之變化。

圖6與7是本發明一實施例中圖5C中的數據圖。圖6中，反射數據包含無用資訊，例如，因各該觸發反射光強度的劇烈變化的絕對強度的變化。

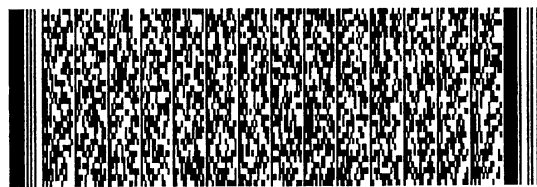
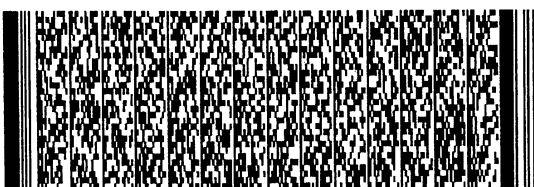
相反地，圖7表示經標準化之相同反射數據。標準化使各該觸發反射光強度的變化縮小。

增加反射數據之解析度。反射參數變化可利用以下方程式2產生。

$$\text{方程式2： 變化} = \{\bar{R}_i - \bar{R}_1\}$$

反射參數變化可象徵一終點（即所欲移除之膜已完全移除）。

圖8與9表示本發明一實施例中圖5C增強的二維數據圖。圖8表示對波長與時間的反射參數的絕對值。圖9表示對波長的反射參數隨時間的變化。該步驟提供膜（反射光的材料）的特性識別與干涉效應相依。透明膜的特性（即兩表面相遇），會反射光。銅製程中，反射數據變化從銅可見光譜的不透明變成銅層下方之透明膜。以如上述數量化取得反射數據後，可處理數據基於該變化，以建立終點量測。



五、發明說明 (15)

步驟1225中，目前 R'_i 與預選方式參數 R'_k 的向量距離平方（VD）是由以下方程式6計算而得。

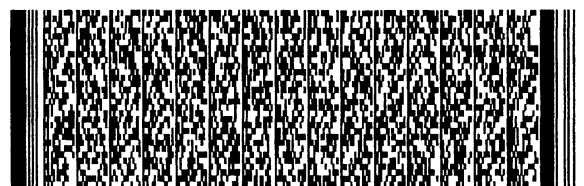
$$VD = \sum_{j=1}^{512} \left\{ \vec{R}'_i(\lambda_j) - \vec{R}'_k(\lambda_j) \right\}^2, j=1, \dots, 512$$

方程式6：

步驟1230中，將計算之向量距離，與臨界向量距離比較。臨界VD可以是由實施例之先前已移除所欲移除膜並暴露其下膜的經驗的已知向量距離變化。或者，臨界VD可以是一預先選擇之數，顯示方向的變化（例如，標準化之反射參數的向上或向下趨勢）。若計算之VD小於臨界VD，輸入 $I_{wi}(\lambda)$ 與 $I_{Li}(\lambda)$ 至上述步驟1210，重複步驟1210-1230。但若於步驟1230中，計算之VD大於或等於臨界VD，於是終點決定，CMP製程立刻終止。

圖13是本發明一實施例中材料移除製程的向量距離平方（VD）圖。Y軸表示VD。X軸表示時間或更精確地觸發的數目。從原點至第12觸發，圖形顯示VD大約維持一常數值。介於第12觸發與第13觸發間的VD值如圖示變得更大。於第12觸發的VD變化表示測得終點。

關於移除銅時決定終點的多種實施例及實施例，已說明如上述，而這些方法及系統可應用於移除其他材料。上述方法及系統可應用於移除其他不透明或透明材料覆蓋於與其相異的不透明或透明材料。藉由實施例，上述方法及系統可用於移除銅層（不透明層）上的氧化層（不透明層）。類似的方式，終點決定於移除氧化層（不透明層），



五、發明說明 (16)

而其覆蓋於與其相異的不透明材料層上。

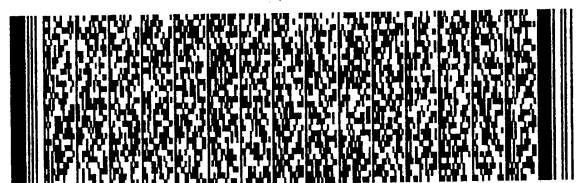
上述多種實施例及實施例於終點決定時，使用512分別的數據點（例如，波長）於反射寬頻帶光之光譜（例如，方程式6中 $j=1-512$ ）。

然而，本發明不限於只有512分別的數據點，可使用任何數目的數據點。使用之數據點數目相當於所接收數據個數。數據的解析度更高，需接收與使用越多獨立的數據點的數目。然而，接收越多獨立的數據點的數目，同時增加計算負擔。512獨立的數據點用於表示製程數目的程度。亦可使用例如約200或更少數據點。亦可使用額外的波長，例如多於520數據點。

如上述使用2種不同尺度之寬頻帶光。第1種尺度是波長包含寬頻帶光的光譜。於一實施例，寬頻帶光的光譜範圍約300nm至720nm。然而，寬頻帶光的光譜可擴充至包含更短或更長波長的光。於一實施例，選擇寬頻帶光的光譜以對應用於CMP的材料。於一實施例，可使用更寬之光譜，於更多種材料。

第2種尺度用於量測寬頻帶光是以數據點數目分佈於寬頻帶光的光譜。於一實施例，若有512個數據點及光譜範圍約300nm至720nm，第1數據點對應於波長約298.6nm，第512數據點對應於波長約719.3nm。寬頻光譜的數據點數目與分佈取決於光學偵測器的特定製造商。一般，數據點是平均分佈於光譜。而數據點亦指一圖素。

上述實施例中，本發明可利用多種電腦執行之操作，



五、發明說明 (17)

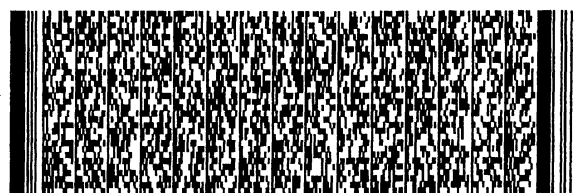
包括儲存數據於電腦。此等操作需實質數量的實質運作。通常，但不一定必需，這些數量以電或磁的形式儲存、轉移、組合、比較、或他種運作。更進一步，所執行之運作通常是指例如產生、識別、決定、比較。

上述任何本發明之操作係有用之機器操作。本發明關於執行這些操作之裝置或設備。該裝置可為特定目的而建造，或可選用一般用途之電腦安裝電腦程式於其上。具體地，可用各種一般用途之電腦安裝根據上述所教方式寫成的電腦程式於其上，或建造特定裝置執行所需操作，以方便使用。

本發明可具體化成電腦可讀之程式碼於電腦可讀之媒體上。電腦可讀之媒體是可儲存電腦可讀之數據的任何數據儲存裝置。電腦可讀之媒體，例如是硬碟、網路連接儲存裝置 (NAS)、唯讀記憶體、隨機存取記憶體、光碟唯讀記憶體 (CD-ROM)、光碟可讀寫記憶體 (CD-R)、光碟可重複讀寫記憶體 (CD-RW)、磁帶、或其他光學、非光學數據儲存裝置。電腦可讀之媒體，可分散於網路相連之電腦，使電腦可讀之程式碼儲存及以分散式執行。

更進一步，察知本發明圖4A、4B、以及12中的操作，無需依所說明的順序執行，實施本發明時，亦無需執行所有操作中的步驟。此外，圖4A、4B、以及12中的步驟可植入軟體，儲存於任一或組合的電腦可讀之媒體。

雖然前述本發明為使清楚瞭解，做更詳細具體敘述，明顯地，本發明某些變化及修改是可在隨附之申請專利範



五、發明說明 (18)

圍內具體實施。本具體例應被視為舉例而不應被認為其係限制性者，本發明不限於上述，可於隨附之申請專利範圍內作修改。



圖式簡單說明

五、【圖式簡單說明】

圖1A與圖1B是橫截面圖，表示介電層於一般形成鑲嵌及雙鑲嵌內接金屬線的製造過程。

圖2A表示本發明的實施例之CMP系統，其中研磨墊會隨捲軸轉動。

圖2B表示本發明的實施例之終點量測系統。

圖3表示本發明一實施例，於CMP製程中，受寬頻帶光源照射的晶圓的一部分。

圖4A是一流程圖，說明本發明一實施例中，於CMP製程決定終點的操作方法。

圖4B是本發明一實施例中步驟450的流程圖，計算於第1與第2光譜中至少複數波長之一部分的強度比率的變化。

圖5A表示本發明一實施例中接收之反射光譜數據（即觸發）。

圖5B表示本發明一實施例中標準化之反射光譜數據（即標準化觸發）。

圖5C是一立體圖，表示本發明一實施例中數個未標準化觸發。

圖6與圖7是本發明一實施例中圖5C中的數據圖。

圖8與圖9表示本發明一實施例中圖5C增強的二維數據圖。

圖10表示本發明一實施例中反射數據圖，其中隨時間對波長的反射參數有變化，但相對於強度尚未標準化。



圖式簡單說明

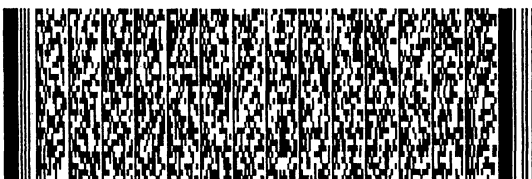
圖11表示本發明一實施例中反射數據圖，其中強度標準化之反射參數有變化。

圖12是本發明一實施例中用以決定終點的操作方法的流程圖。

圖13是本發明一實施例中材料移除製程的向量距離平方（VD）圖。

元件符號說明：

- 102～介電層
- 104～擴散阻障層
- 106～銅層
- 108～碟狀
- 200～晶圓
- 250～研磨墊
- 250a～研磨墊狹長孔
- 251～捲軸
- 252～載具
- 254～平台
- 254a～平台狹長孔
- 260～光學偵測器
- 300～晶圓
- 301a～視面
- 301b～視面
- 301c～視面



圖式簡單說明

302 ～ 矽 基 板

304 ～ 氧 化 層

306 ～ 銅 層

308 ～ 光

312 ～ 光

314 ～ 光

318 ～ 光

322 ～ 光

324 ～ 光

551 ～ 指 標 / 第 3 觸 發

552 ～ 指 標 / 第 4 觸 發

555 ～ 指 標 / 第 13 觸 發



四、中文發明摘要 (發明名稱：供指示膜層變化用之寬頻帶光學終點量測系統與方法)

本發明係提供一種供指示膜層變化用之寬頻帶光學終點量測系統與方法。於化學機械研磨製程用於量測終點的系統與方法，包含以第1寬頻帶光束，照射晶圓表面的第1部分。接收第1反射光譜數據。第1反射光譜數據對應於自晶圓表面的第1照射之部分反射的第1光譜的光。以第2寬頻帶光束，照射晶圓表面的第2部分。接收第2反射光譜數據。第2反射光譜數據對應於自晶圓表面的第2照射之部分反射的第2光譜的光。將第1反射光譜數據與第2反射光譜數據標準化。決定終點基於標準化之第1光譜數據與第2光譜數據兩者的差。

五、(一)、本案代表圖為：第 4A 圖

六、英文發明摘要 (發明名稱：SYSTEM AND METHOD OF BROAD BAND OPTICAL END POINT DETECTION FOR FILM CHANGE INDICATION)

A system and method for detecting an endpoint during a chemical mechanical polishing process is disclosed that includes illuminating a first portion of a surface of a wafer with a first broad beam of light. A fast reflected spectrum data is received. The first reflected spectrum of data corresponds to a first spectra of light reflected from the first illuminated portion of the surface



四、中文發明摘要 (發明名稱：供指示膜層變化用之寬頻帶光學終點量測系統與方法)

六、英文發明摘要 (發明名稱：SYSTEM AND METHOD OF BROAD BAND OPTICAL END POINT DETECTION FOR FILM CHANGE INDICATION)

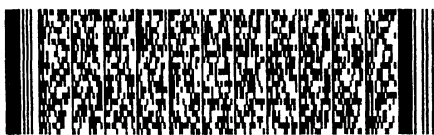
of the wafer. A second portion of the surface of the wafer is illuminated with a second broad beam of light. A second reflected spectrum data is received. The second reflected spectrum of data corresponds to a second spectra of light reflected from the second illuminated portion of the surface of the wafer. The first reflected spectrum data is normalized and the second reflected spectrum data



四、中文發明摘要 (發明名稱：供指示膜層變化用之寬頻帶光學終點量測系統與方法)

六、英文發明摘要 (發明名稱：SYSTEM AND METHOD OF BROAD BAND OPTICAL END POINT DETECTION FOR FILM CHANGE INDICATION)

is normalized. An endpoint is determined based on a difference between the normalized first spectrum data and the normalized second spectrum data.



六、申請專利範圍

1、一種於化學機械研磨製程之終點量測方法，包含：

以第1寬頻帶光束，照射晶圓表面的第1部分；

接收第1反射光譜數據，對應於自晶圓表面的第1照射部分反射的第1複數之光譜的光；

以第2寬頻帶光束，照射晶圓表面的第2部分；

接收第2反射光譜數據，對應於自晶圓表面的第2照射部分反射的第2複數之光譜的光；

標準化該第1反射光譜數據；

標準化該第2反射光譜數據；以及

決定終點，基於標準化之第1光譜數據與第2光譜數據兩者的差。

2、如申請專利範圍第1項之於化學機械研磨製程之終點量測方法，其中，該第1光譜數據包含對應各複數之波長的一強度程度。

3、如申請專利範圍第2項之於化學機械研磨製程之終點量測方法，其中，對應第1光譜的該複數之波長，包含範圍約300nm至720nm。

4、如申請專利範圍第3項之於化學機械研磨製程之終點量測方法，其中，對應第1光譜的該複數之波長，包含範圍約200至520個數據點。

5、如申請專利範圍第1項之於化學機械研磨製程之終點量測方法，其中，標準化該第1反射光譜數據，包含實質地移除對應之強度值。

6、如申請專利範圍第5項之於化學機械研磨製程之終點量



六、申請專利範圍

測方法，其中，實質地移除對應之強度值，包含調整各複數之波長的強度值，使各複數之波長的強度值的總和等於零，以及各複數之波長的強度值的平方的總和等於1。

7、如申請專利範圍第1項之於化學機械研磨製程之終點量測方法，其中，決定終點，基於標準化之第1光譜數據與第2光譜數據兩者的差，包含決定一於第1與第2光譜中至少複數波長之一部分的標準化強度比率的變化。

8、如申請專利範圍第7項之於化學機械研磨製程之終點量測方法，其中，包含決定一於第1與第2光譜中至少複數波長之一部分的標準化強度比率的變化，包含：

變換標準化之第1光譜數據為第1向量；

變換標準化之第2光譜數據為第2向量；

計算第1向量與第2向量間的距離；

決定是否第1向量與第2向量間的距離大於或等於一臨界距離；以及

若第1向量與第2向量間的距離大於或等於該臨界距離時，判定於第1與第2光譜中至少複數波長之一部分的標準化強度比率有變化。

9、一種化學機械研磨製程裝置，包含：

一研磨墊，具有一研磨墊狹長孔；

一平台，具有一平台狹長孔，在化學機械研磨製程的特定點，該平台狹長孔可與該研磨墊狹長孔對準；

一寬頻帶光源，經由該平台狹長孔與研磨墊狹長孔，以複數觸發，照射晶圓表面的一部分；



六、申請專利範圍

一 光學偵測器，接收反射光譜，對應於各該複數之觸發，晶圓表面照射部分反射之複數光譜的光；

標準化第1反射光譜數據的邏輯，對應於第1觸發；

標準化第2反射光譜數據的邏輯，對應於第2觸發；以及

決定終點的邏輯，基於標準化之第1反射光譜數據與標準化之第2反射光譜數據的差。

10、如申請專利範圍第9項之化學機械研磨製程裝置，其中，基於標準化之第1反射光譜數據與標準化之第2反射光譜數據的差的決定終點的邏輯，包含決定第1與第2光譜中至少複數波長之一部分的標準化強度比率有變化的邏輯。

11、如申請專利範圍第10項之化學機械研磨製程裝置，其中，決定第1與第2光譜中至少複數波長之一部分的標準化強度比率有變化，包含：

變換標準化之第1光譜數據為第1向量的邏輯；

變換標準化之第2光譜數據為第2向量的邏輯；

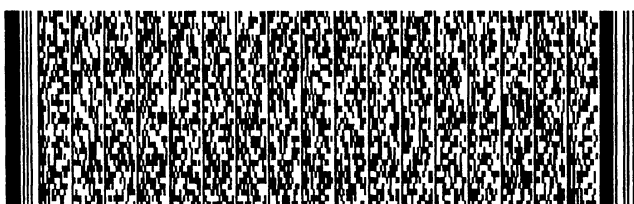
計算第1向量與第2向量間的距離的邏輯；

決定是否第1向量與第2向量間的距離大於或等於一臨界距離的邏輯；以及

若第1向量與第2向量間的距離大於或等於該臨界距離時，判定於第1與第2光譜中至少複數波長之一部分的標準化強度比率有變化的邏輯。

12、一種終點量測系統，包含：

一寬頻帶光源，經由該平台狹長孔與研磨墊狹長孔，



六、申請專利範圍

以複數觸發，照射晶圓表面的一部分；

一光學偵測器，接收反射光譜，對應於各該複數之觸發，晶圓表面照射部分反射之複數光譜的光；

標準化第1反射光譜數據的邏輯，對應於第1觸發；

標準化第2反射光譜數據的邏輯，對應於第2觸發；以及

決定終點的邏輯，基於標準化之第1反射光譜數據與標準化之第2反射光譜數據的差。

13、如申請專利範圍第12項之終點量測系統，其中，基於標準化之第1反射光譜數據與標準化之第2反射光譜數據的差的決定終點的邏輯，包含決定第1與第2光譜中至少複數波長之一部分的標準化強度比率有變化的邏輯。

14、如申請專利範圍第13項之終點量測系統，其中，決定第1與第2光譜中至少複數波長之一部分的標準化強度比率有變化，包含：

變換標準化之第1光譜數據為第1向量的邏輯；

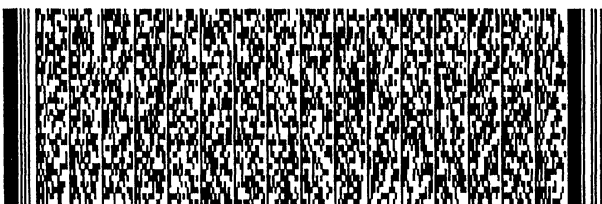
變換標準化之第2光譜數據為第2向量的邏輯；

計算第1向量與第2向量間的距離的邏輯；

決定是否第1向量與第2向量間的距離大於或等於一臨界距離的邏輯；以及

若第1向量與第2向量間的距離大於或等於該臨界距離時，判定於第1與第2光譜中至少複數波長之一部分的標準化強度比率有變化的邏輯。

15、如申請專利範圍第12項之終點量測系統，其中，該第



六、申請專利範圍

1 光譜數據包含對應各複數之波長的一強度程度。

16、如申請專利範圍第15項之終點量測系統，其中，對應第1光譜的該複數之波長，包含範圍約300nm至720nm。

17、如申請專利範圍第16項之終點量測系統，其中，對應第1光譜的該複數之波長，包含範圍約200至520個數據點。

18、如申請專利範圍第12項之終點量測系統，其中，標準化該第1反射光譜數據的邏輯，包含實質地移除對應之強度值的邏輯。

19、如申請專利範圍第18項之終點量測系統，其中，實質地移除對應之強度值的邏輯，包含調整各複數之波長的強度值，使各複數之波長的強度值的總和等於零，以及各複數之波長的強度值的平方的總和等於1的邏輯。



圖式

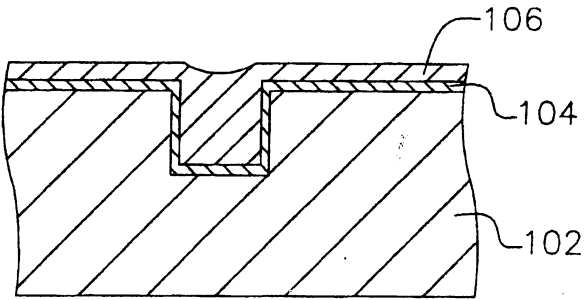


圖 1A

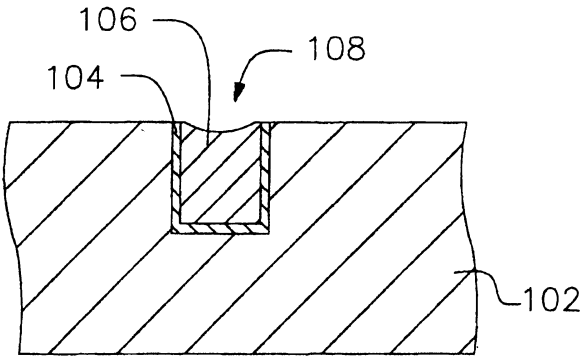


圖 1B

圖式

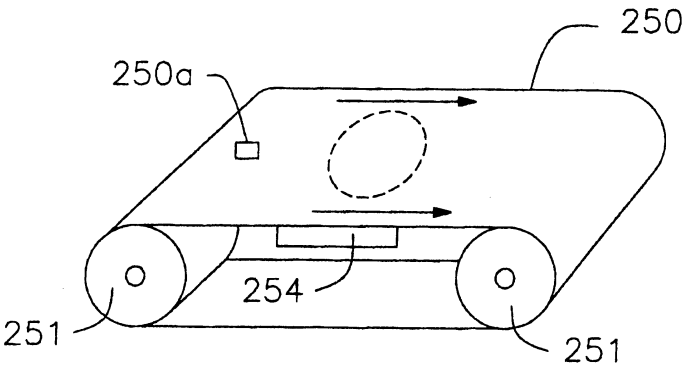


圖 2A

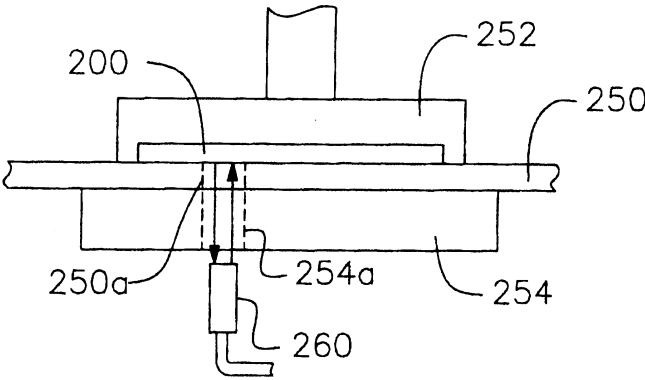


圖 2B

圖式

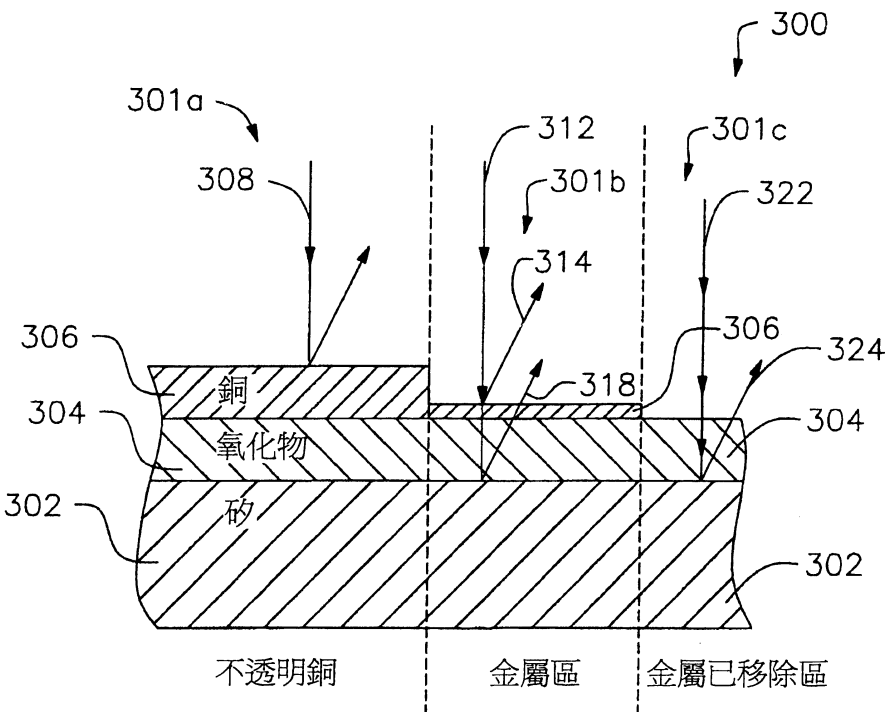


圖 3

圖式

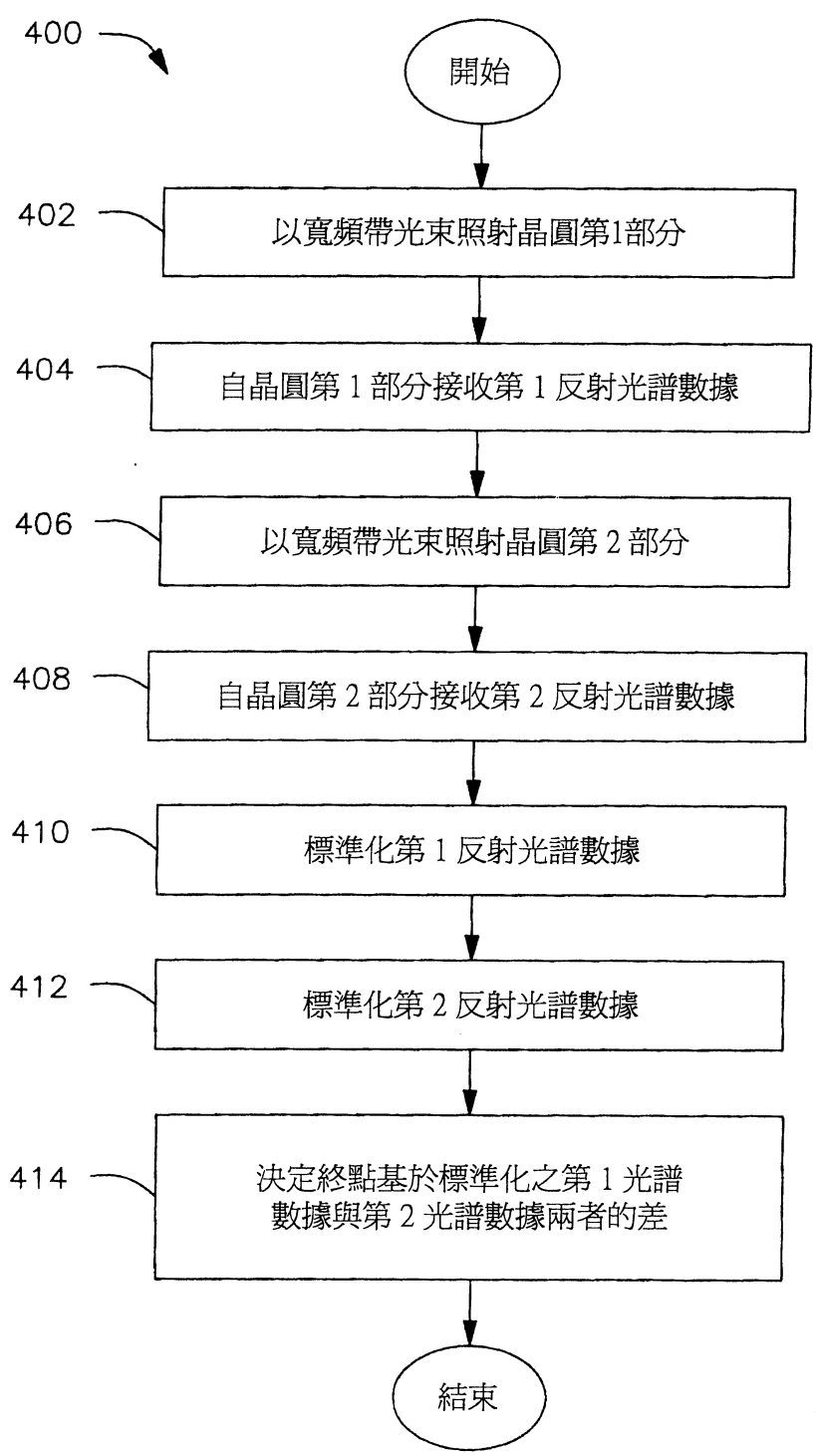


圖 4A

圖式

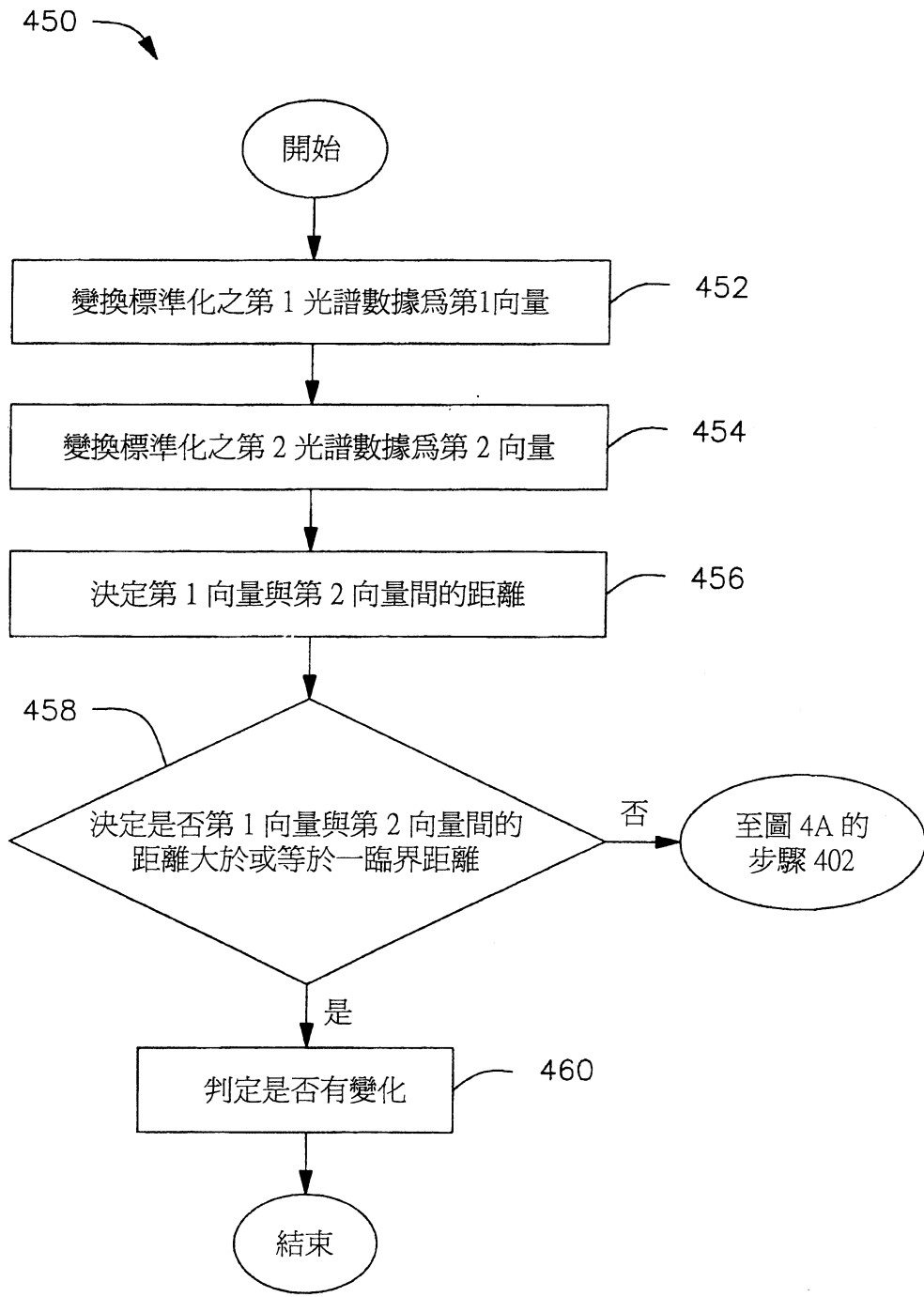


圖 4B

圖式

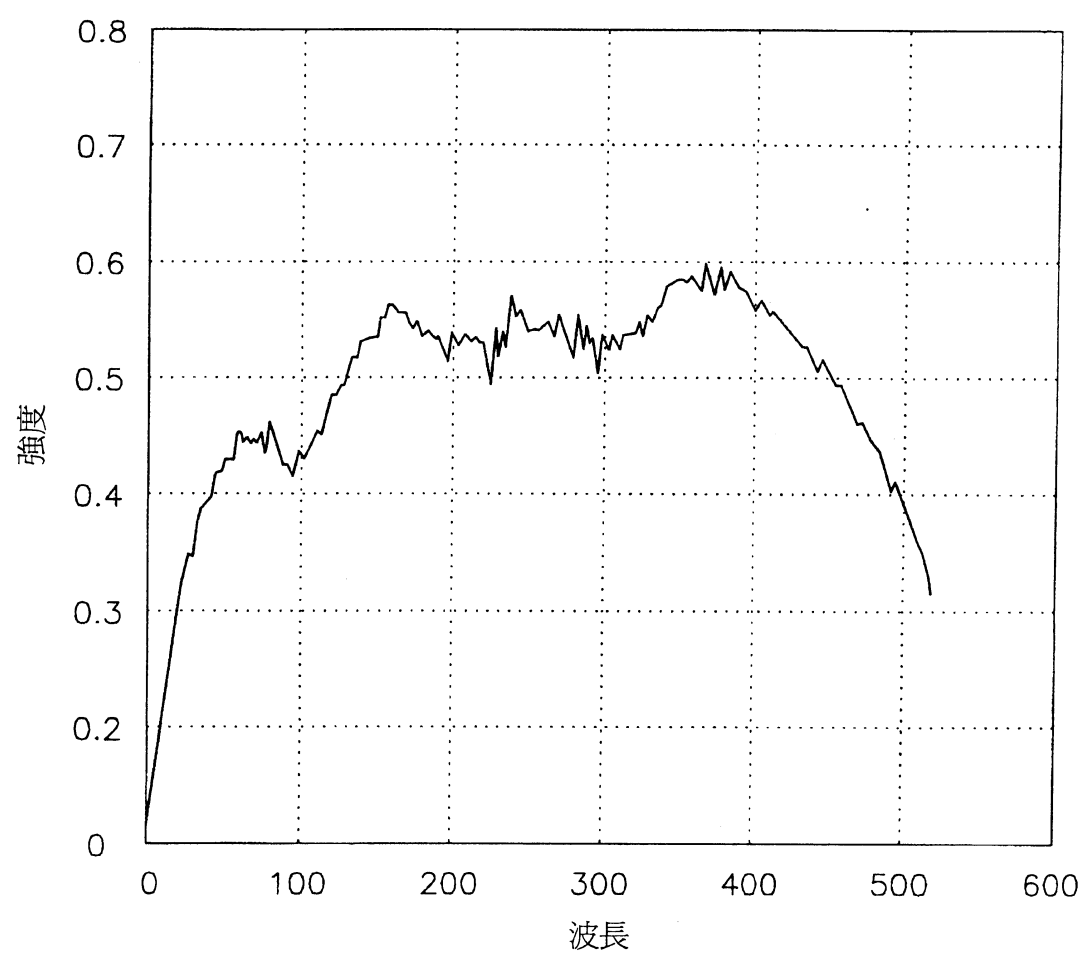


圖 5A

圖式

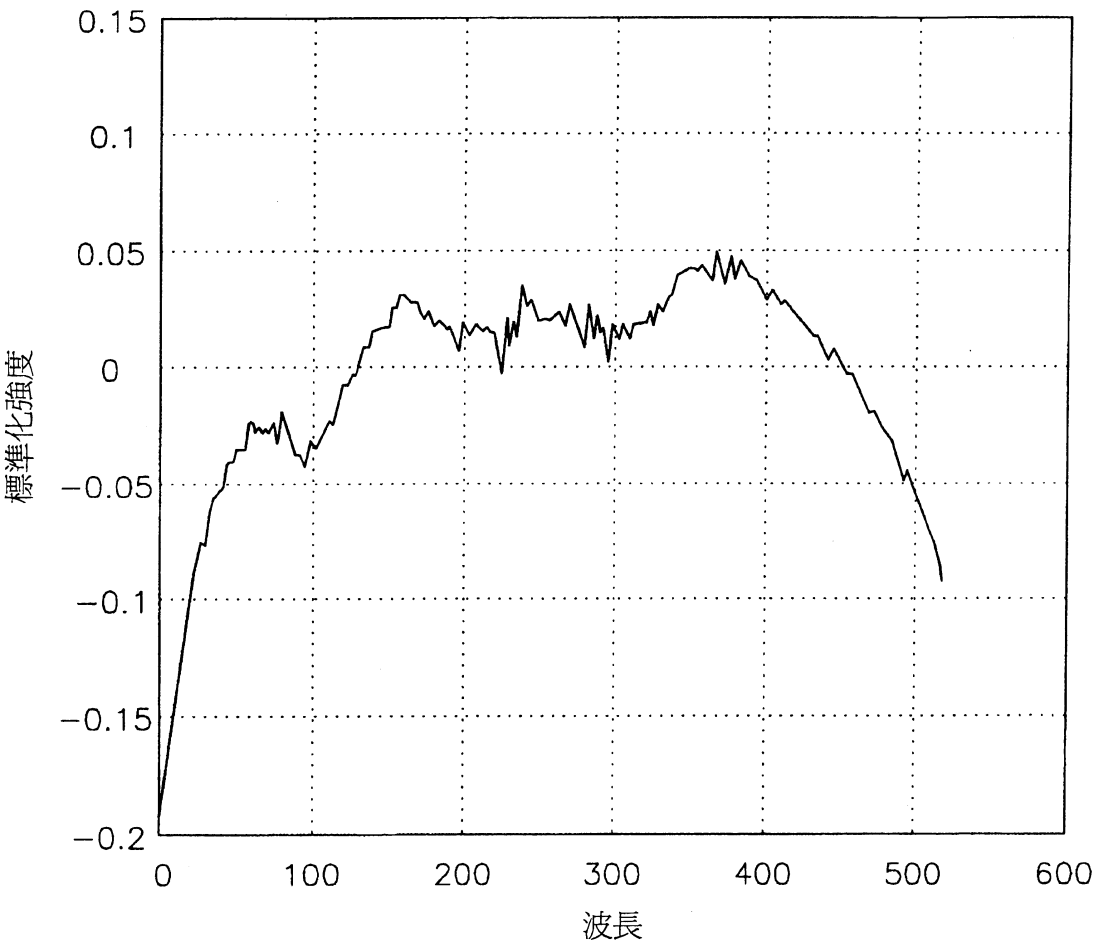


圖 5B

圖式

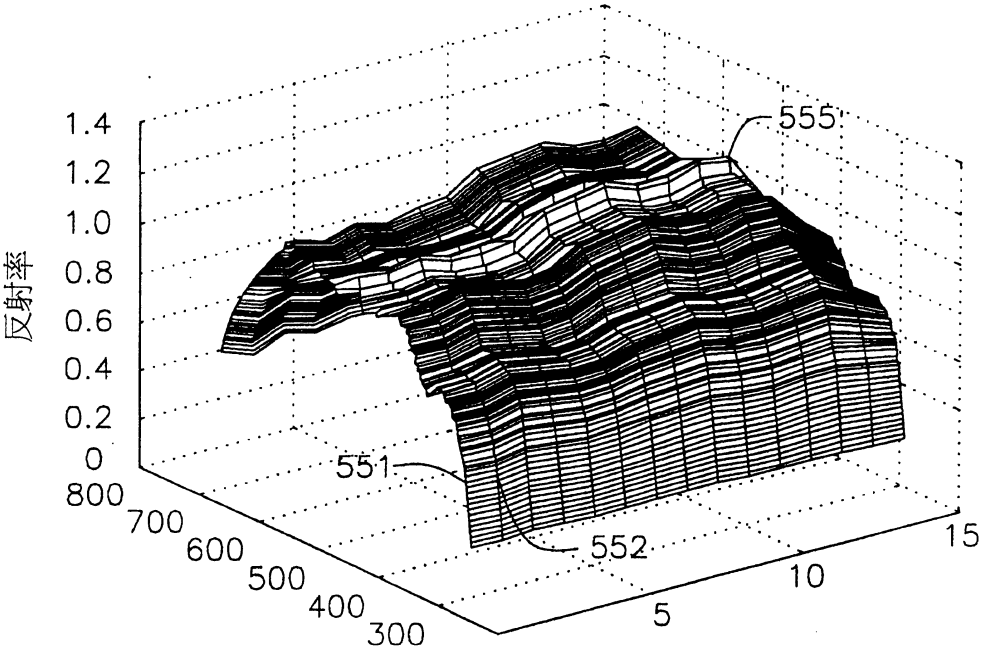


圖 5C

圖式

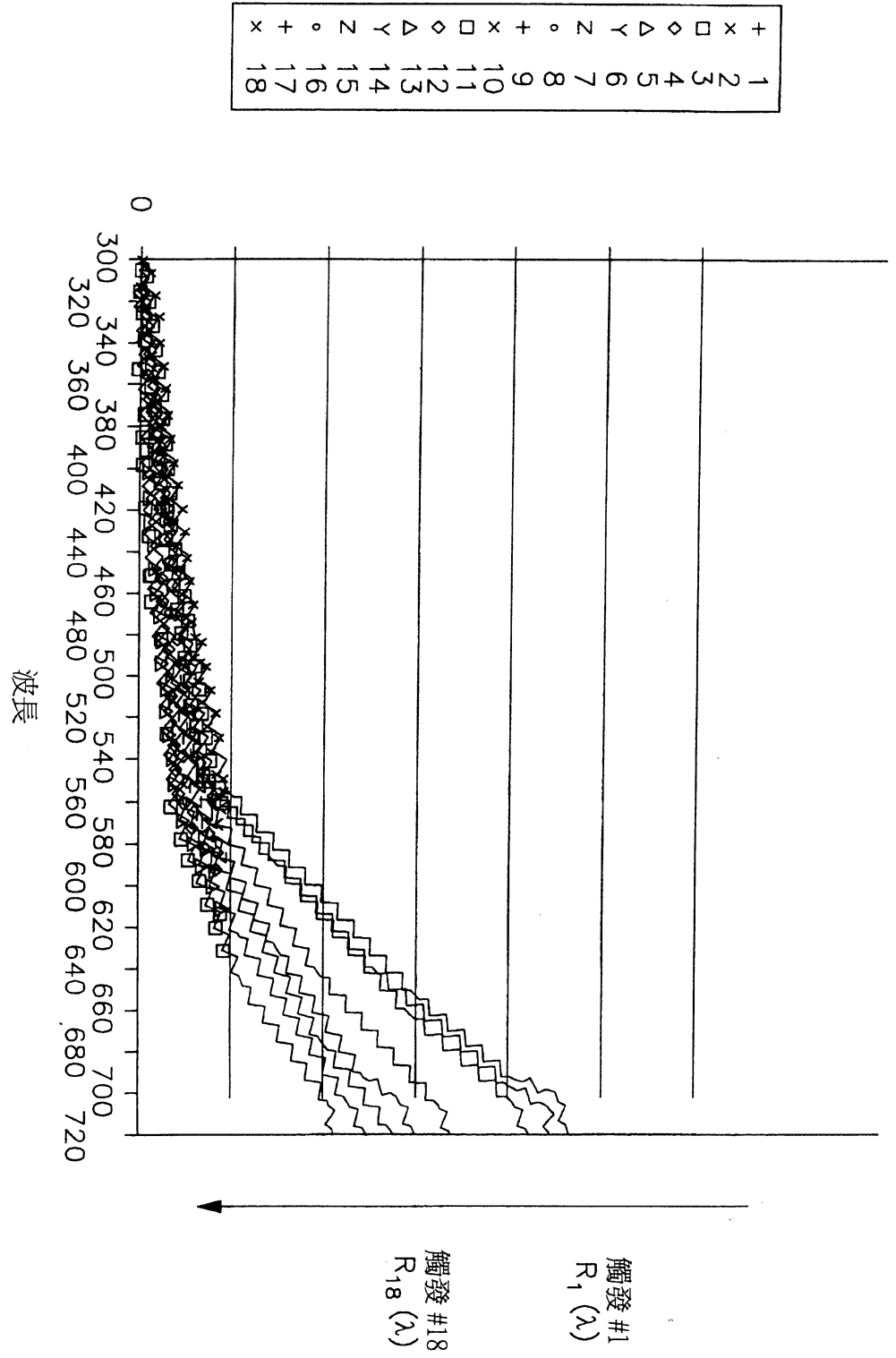


圖 6

圖式

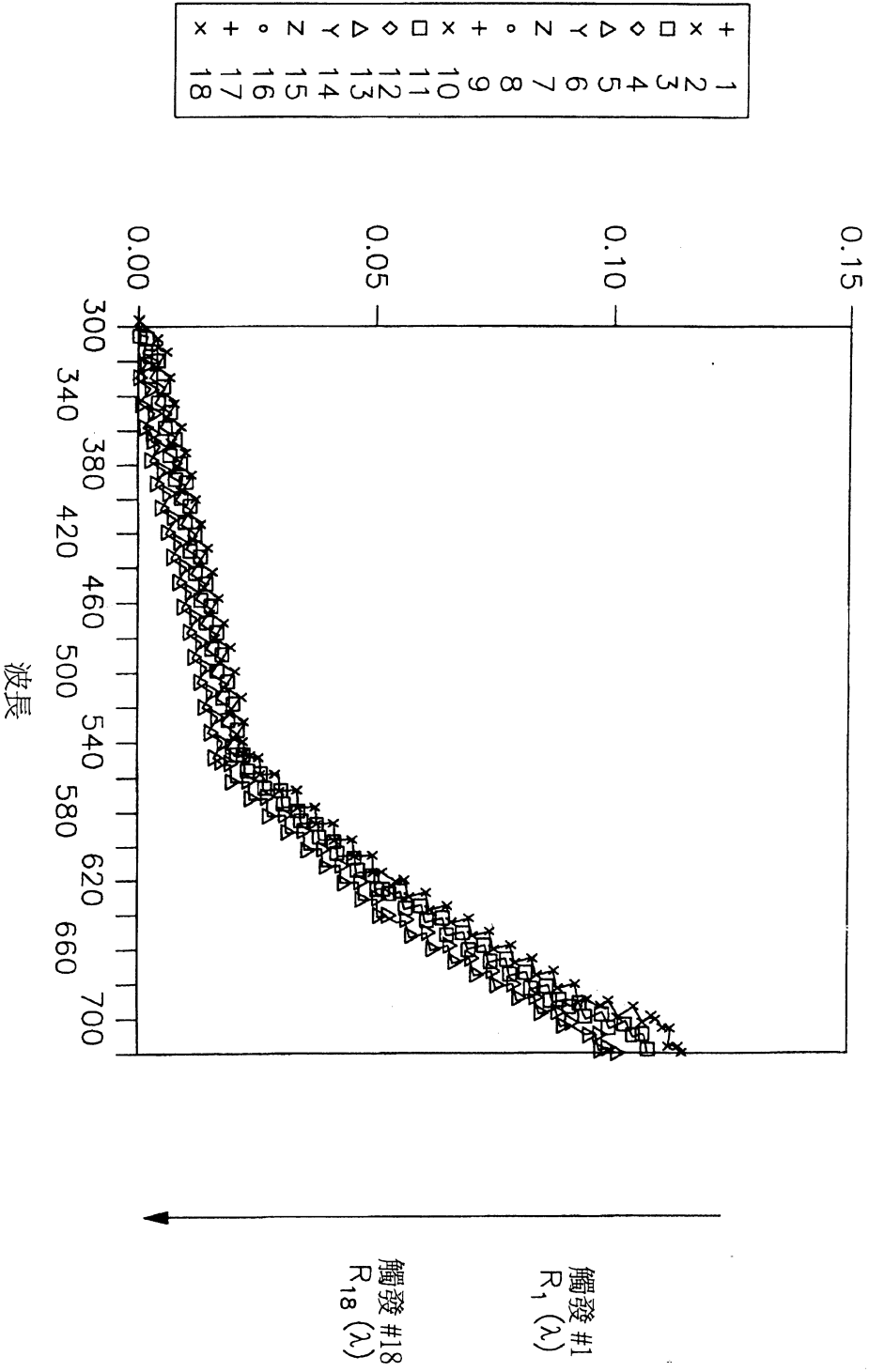


圖 7

圖式

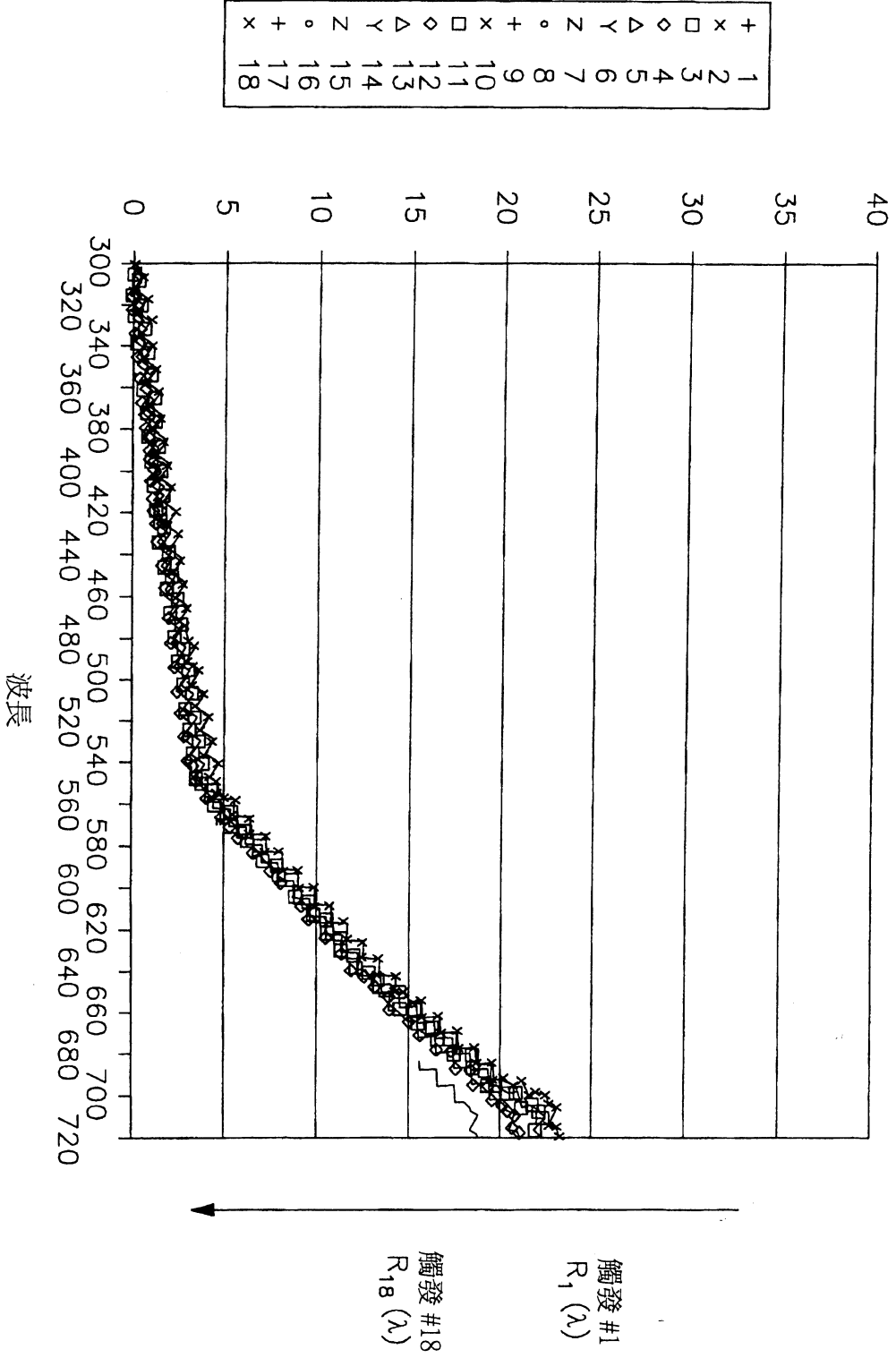


圖 8

圖式

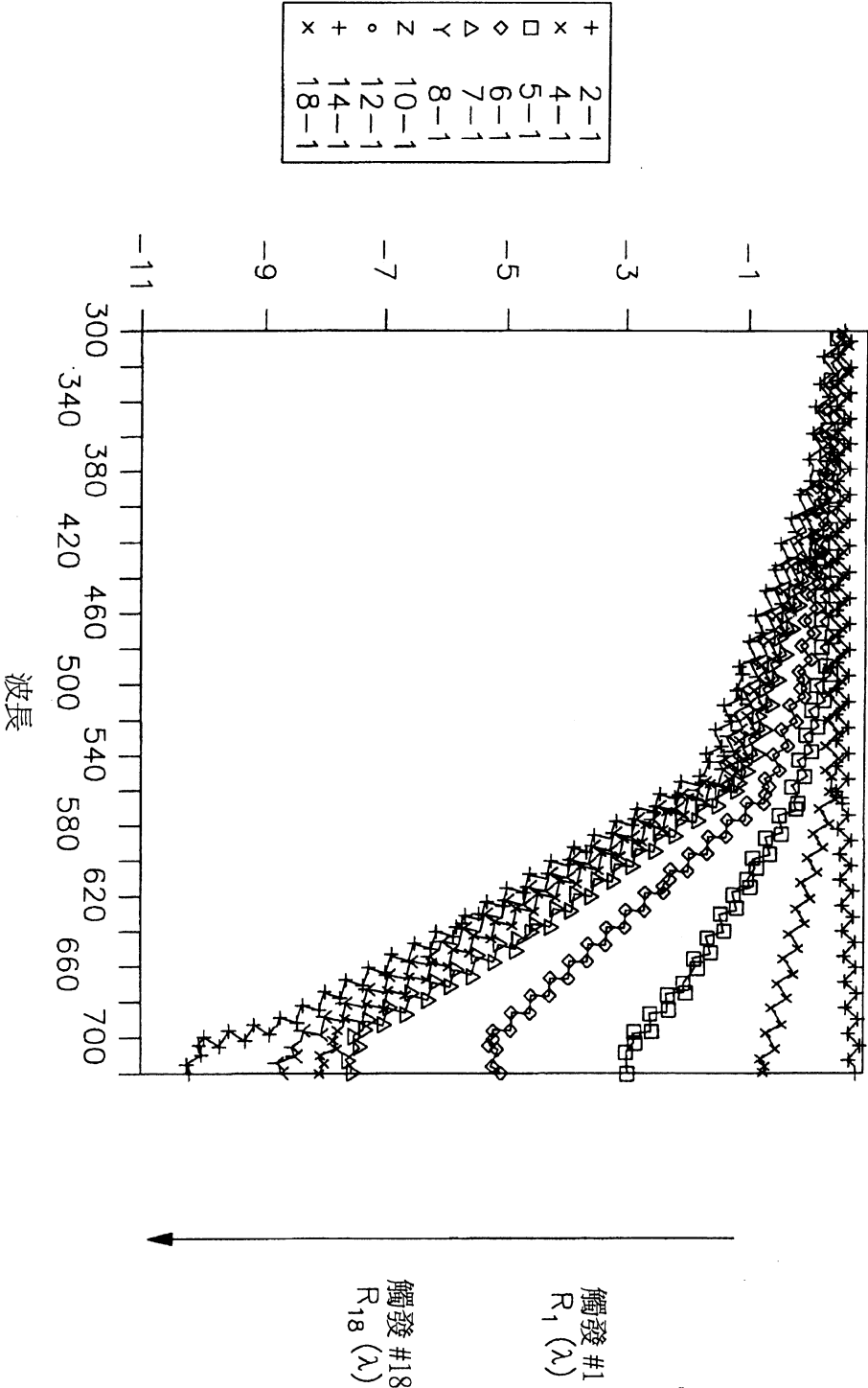


圖 9

圖式

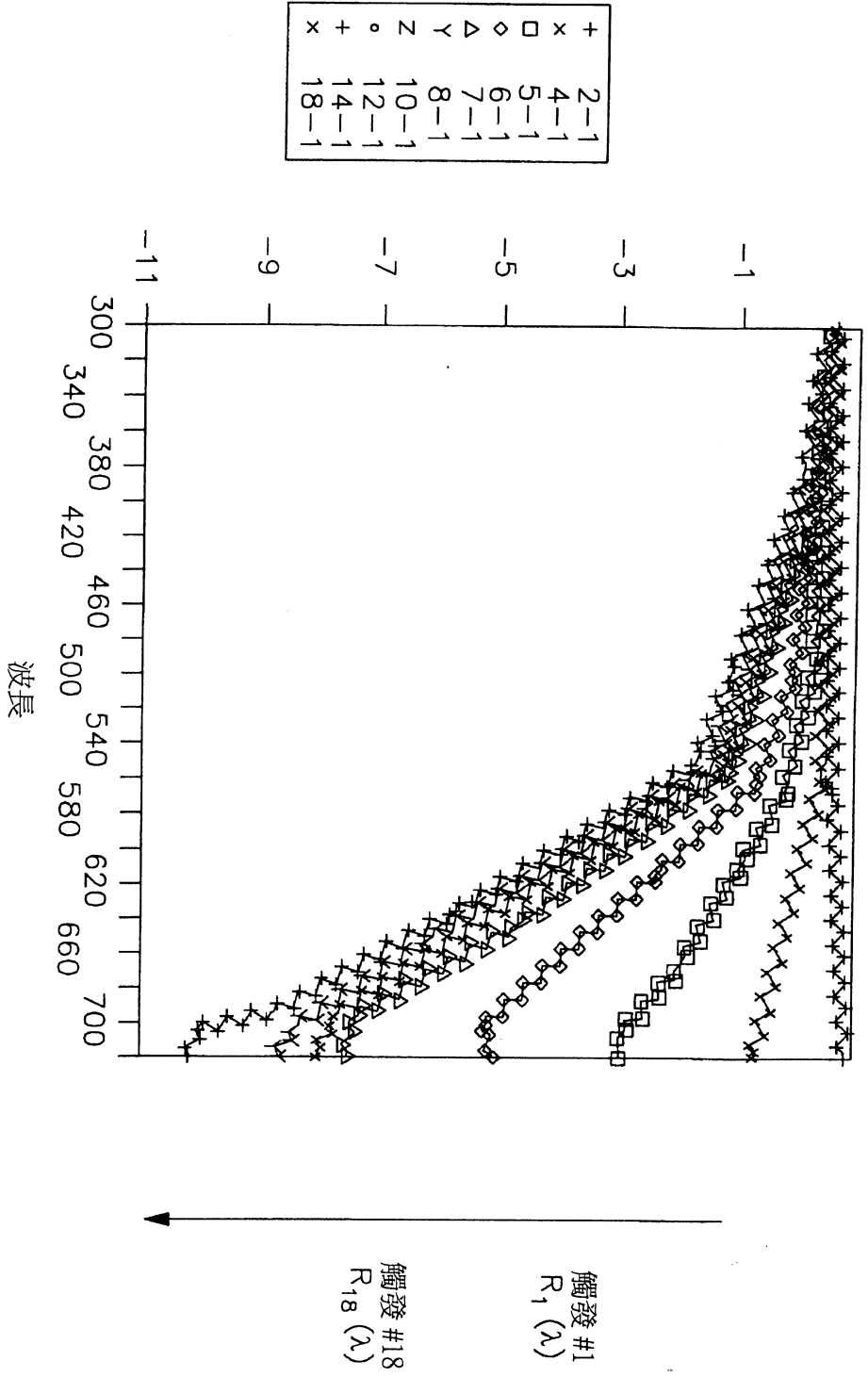


圖 10

圖式

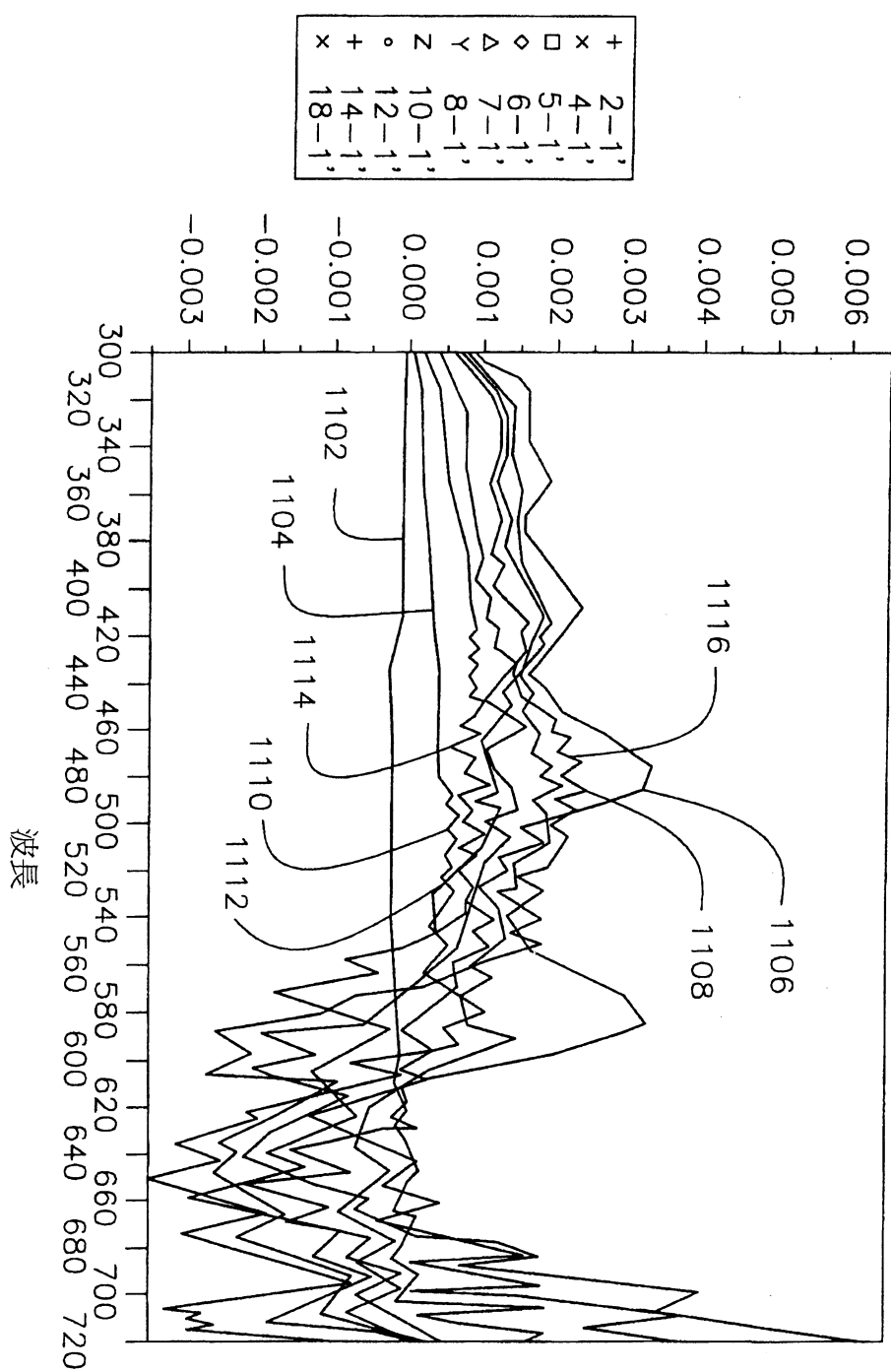


圖 11

圖式

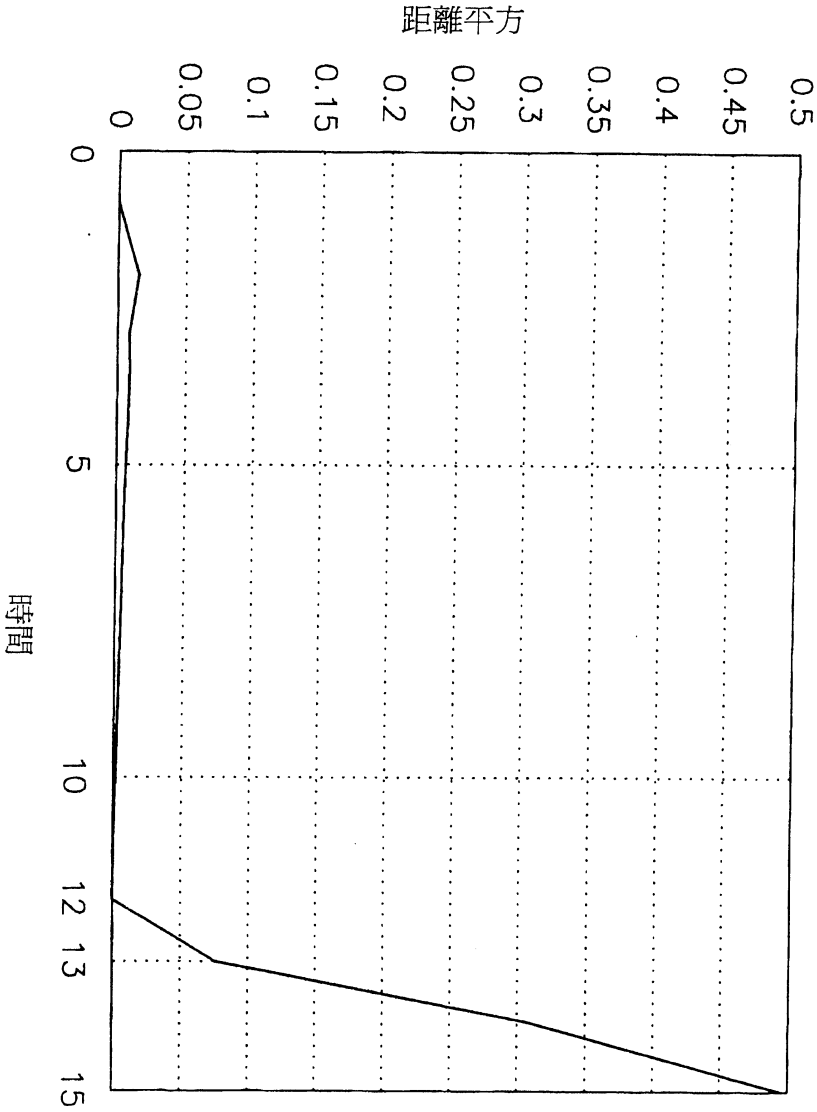


圖 13

附件一

案號 92107218

93年 3 月 30 日

修正

93.03.30

五、發明說明 (9)

200 精確地移除膜。

圖3表示本發明一實施例，於CMP製程中，受寬頻帶光源照射的晶圓300的一部分。晶圓300包含矽基板302、置於矽基板302上的氧化層304、形成於氧化層304上的銅層306。銅層306表示鑲嵌CMP製程形成之超出填充銅。一般，銅層306沈積於氧化層304上，而該氧化層304於先前步驟蝕刻形成作為銅內連線的渠溝。藉由研磨移除超出填充銅，曝露氧化層304，因此只留下渠溝內之導體線。雙鑲嵌亦以類似模式產生，可同時形成金屬插塞及內連線。

於研磨製程中，光學終點量測系統利用光學干涉，決定何時銅層306已移除。最初，由視面301a所示，銅層306相對地厚（即約10,000埃），因此呈不透明。此時，照射晶圓300表面的光308，極少或無干涉的反射回來。進一步研磨該銅時，銅層306變成薄金屬（即厚度約300-400埃）。已知為薄金屬區。此時，由視面301b所示，銅層306對於至少某些波長的光312而言變成透明，而那些可透過銅層306的波長照射該銅層306以下的層。

當某些波長的光312開始照射氧化層304時，其他波長的光312繼續自薄金屬區銅層306的表面反射回來。光318的自氧化層304與矽基板302界面（位於銅層306下方）反射波長的強度，不同於光314自銅層306反射且與其相同波長的強度。然而，只有自氧化層304與矽基板302界面（位於銅層306下方）反射波長的強度會改變。光314自銅層306反射的其餘波長的強度不會改變。



五、發明說明 (14)

圖10表示本發明一實施例中反射數據圖，其中隨時間對波長的反射參數有變化，但相對於強度尚未標準化。圖11表示本發明一實施例中反射數據圖，其中強度標準化之反射參數有變化。圖11顯示量測值變化由具有某高頻振盪的直線1102、1104至一定義清楚之正弦干涉有關的振盪1106、1108、1110、1112，以及過渡狀態1114、1116的線。

透明膜的第2特性及厚度與折射率的函數（未表示）亦可影響反射數據。例如，不同頻率之正弦函數與膜轉變有關。

圖12是本發明一實施例中用以決定終點的操作方法1200的流程圖。步驟1210中，對晶圓第1觸發的反射參數是根據以下方程式3計算而得。

$$\text{方程式3: } R_i(\lambda_j) = I_{wi}(\lambda_j) / I_{Li}(\lambda_j), j = 1, \dots, 512.$$

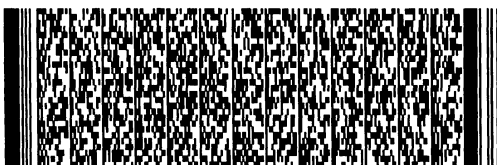
步驟1215中，標準化反射參數，根據以下方程式4，以相對強度單位表示。

方程式4：

$$R'_i(\lambda_j) = R_i(\lambda_j) / \sqrt{S}, \quad \text{其中 } S = \sum R_i^2(\lambda_j), j = 1, \dots, 512$$

步驟1220中，標準化之反射參數的變化（即材料變化）是根據以下方程式5計算而得。

$$\text{方程式5: } \text{該變化} = \{\bar{R}'_i - \bar{R}'_k\}$$



附件 =

93 03 30

圖式

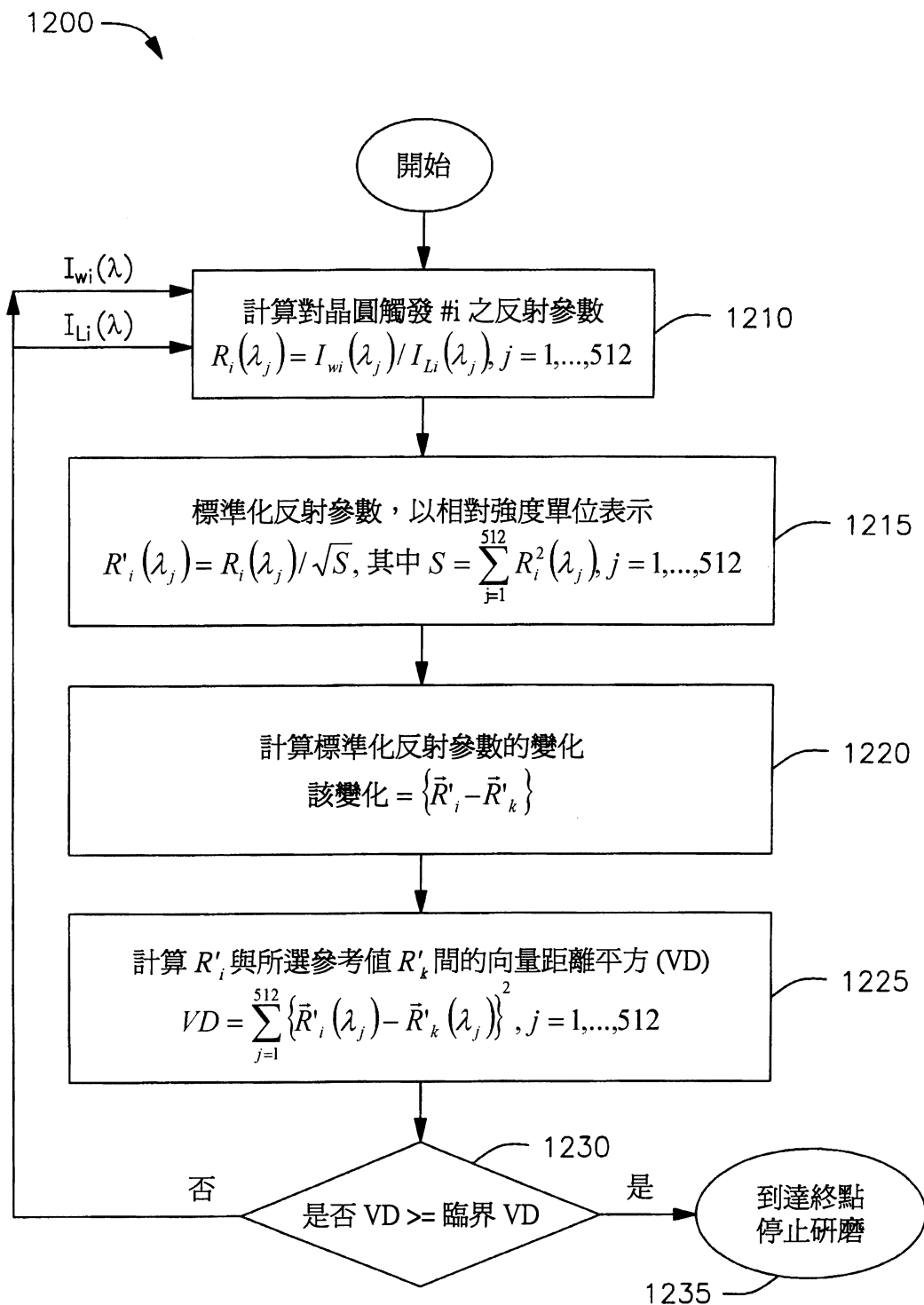


圖 12