

公告本

申請日期	P0.1.30
案 號	P0101772
類 別	H01L 27/04

A4
C4

483060

(以上各欄由本局填註)

發 明 專 利 說 明 書

一、發明 名稱	中 文	使用樣本跳過演算法之控制晶圓研磨時間之方法及使用其之晶圓研磨方法
	英 文	METHOD OF CONTROLLING WAFER POLISHING TIME USING SAMPLE-SKIP ALGORITHM AND WAFER POLISHING USING THE SAME
二、發明 創作人	姓 名	1.李在東 2.尹普彥 3.梁敬模 4.河商錄
	國 籍	1.2.3.4.韓國
	住、居所	1.韓國漢城市江南區開浦洞住公 1 次公寓 17 棟 304 號 2.韓國漢城市永登浦區汝矣島洞大橋公寓 2 棟 702 號 3.韓國京畿道水原市勸善區九雲洞 LD 柯隆公寓 105 棟 1803 號 4.韓國漢城市江南區新沙洞 565-19 番地韓州大廈 5 階
三、申請人	姓 名 (名稱)	三星電子股份有限公司
	國 籍	韓國
	住、居所 (事務所)	韓國京畿道水原市八達區梅灘洞 416 番地
	代 表 人 姓 名	尹鍾龍

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大 類：
I P C 分類：

A6
B6

本案已向：

韓 國 (地 區) 申請專利，申請日期 :2000.09.20. 案號：00-55205 ， ☐有 ☒無主張優先權

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

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (1)

發明背景

發明領域

本發明係有關於一種利用化學機械研磨(CMP)來研磨晶圓的方法，特別是關於一種利用樣本跳過演算法來控制晶圓研磨時間的方法，以及一種利用該樣本跳過演算法的晶圓研磨方法。

發明背景

近來，半導體元件在高積集度上的進展已導向超微型及大的階層差距。化學機械研磨(CMP)係做為一種實作半導體元件之微型結構的方法，其具備微小設計的原則；除了微影、蝕刻及化學氣相沉積(CVD)製程之外，CMP 已逐漸呈現其重要性，且 CMP 製程的使用次數正逐漸增加中。進行化學機械研磨的時間長短係由將晶圓上被研磨之層的起始厚度研磨成標的厚度的研磨量，以及研磨設備的磨除速率來決定。

根據典型的化學機械研磨製程(CMP)，磨除速率係藉由在毯覆式晶圓上進行一段預定時間的 CMP 製程而測得。在如高產能生產線上的大量生產中，由於實際上無法在 CMP 製程當中頻繁地監測被研磨的厚度，因此每當於其中一個由複數片晶圓所組成的晶袋(lot)上進行 CMP 製程時，在一樣本品圓上進行 CMP 製程以測量研磨速率之後，CMP 的時間係根據在主晶袋上進行 CMP 製程所取得的資料來決定。然而，傳統的 CMP 製程不僅由於需檢查每一晶袋的樣

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明 (ㄚ)

本而耗費時間，且會受到操作者觀點的影響而使得 CMP 時間的測量不準確。因此，吾人非常希望發展一種多用途之樣本跳過型式的 CMP 製程，以用於省略樣本的檢查步驟，使得製程能夠以有效率的方式進行而縮短處理時間。

再者，由於進行化學機械研磨製程之前在各片晶圓上被研磨之層的厚度差異，以及由於研磨設備本身在結構上的限制所造成的磨除速率差異，使得典型的 CMP 製程難於預估精確的 CMP 時間。爲了以上的理由，目前正在進行利用終點偵測 (EPD) 或高等製程控制 (APC) 的研究，以期提昇 CMP 製程的性能。

採用 EPD 的處理方式之代表性方法係包括利用光學原理，例如光學干涉技術和反射，以及檢查由各層之間的摩擦變化所決定的馬達電流變化。然而，採用 EPD 的方法僅適用於淺溝絕緣層 (STI) 以及第一內絕緣層與金屬層的研磨，且由於下方各層的複雜度，使其難於應用在其它絕緣層或內金屬絕緣層的 CMP 製程。

此外，在採用 APC 的方法中，製程控制係應用於半導體製程，用以解讀各個單元製程，並以組織結構的方式結合各個單元而將真實執行的資料以回饋或前送的方式加以傳遞，以便在即時監測設備及製程變數時，同時進行運作中的控制。若在化學機械研磨製程中採用 APC，則其要求 CMP 機制的模式化，並且需要建立閉合迴路控制 (CLC) 系統。最近，CMP 製程的精確模式化及其與生產線上之測量設備結合的研究正在進行，其係藉由 APC 進行 CMP 的運

五、發明說明 (7)

作中控制。然而，上述研究忽略了多頭研磨設備中各個研磨頭之間的差異，因而上述之研究結果不適用於目前應用在大量生產的研磨設備上。

發明概要

為了解決以上所描述的問題，本發明之一目的係提供一種控制下一批晶圓之研磨時間的方法，其係使用一種利用前一批實際圖案化晶圓之化學機械研磨(CMP)製程資料之關係方程式的演算法，以及為了預估毯覆式晶圓上被研磨層的 CMP 時間所必須得到的磨除速率來測定磨除速率變數，以便達成樣本跳過型式的 CMP 製程。

本發明之另一目的係提供一種控制晶圓研磨時間的方法，利用此種方法，下一批晶圓之 CMP 時間能夠藉由運用有效反映被研磨層之磨除速率的演算法而精確地被預估，其中被研磨層之磨除速率在研磨過程中隨著設備的特性而持續改變。

本發明之另一目的係提供一種縮小晶袋間之差異範圍的方法，其中該差異範圍可以由於使用多研磨頭類型的 CMP 設備之複數個研磨頭而變寬。

本發明之另一目的係提供一種利用樣本跳過演算法來研磨晶圓的方法，其中樣本的測試步驟已被省略。

總之，為了達到上述目的，本發明提供一種控制晶圓之研磨時間的方法。根據本發明之方法，在第 n 個晶袋中的複數片晶圓上將會進行化學機械研磨(CMP)製程，各個

五、發明說明 (4)

晶袋係由複數片晶圓組成，並且在時間 $\Delta t(n)$ 中計算從晶圓之被研磨層上被磨除的磨除量 $\Delta ToxP(n)$ 。毯覆式晶圓上之層的磨除速率 $RR_b(n)$ 係從磨除量 $\Delta ToxP(n)$ 計算而得。CMP 時間 $\Delta t(n+1)$ 係利用關係方程式 $\Delta t(n+1) = \{ \Delta ToxT(n+1) + A \} / RR_b(n)$ 而為第 $n+1$ 個晶袋所計算的時間，其中 A 為從第 $n+1$ 個晶袋中之晶圓上被研磨層的磨除標的量 $\Delta ToxT(n+1)$ 所得的常數。

毯覆式晶圓上之層的磨除速率 $RR_b(n)$ 係利用關係方程式 $RR_b(n) = \{ \Delta ToxP(n) + A \} / \Delta t(n)$ 計算而得，其中 A 為一常數。常數 A 係由 $\Delta ToxB = a * \Delta ToxP + A$ 來決定，此方程式為複數個晶袋中之晶圓上的被研磨層的研磨前後變化量 $\Delta ToxP$ 與在毯覆式晶圓上之層被研磨後之厚度變化量 $\Delta ToxB$ 之間的關係方程式。若複數個晶袋中之晶圓上的所有被研磨層係由相同的材料形成，則“ a ”實質上等於 1。

毯覆式晶圓上之層的磨除速率 $RR_b(n)$ 係由選自 $RR_b(1)$ 、 $RR_b(2)$ 、...、 $RR_b(n)$ 之一或多個磨除速率資料的加權平均值而取得。

CMP 製程會於時間 $\Delta t(s)$ 中在第一個晶袋當中所選取的晶圓上執行，以便在所選定的晶圓之被研磨層上得到磨除量 $\Delta ToxP(s)$ ，其中 $n = 1$ 。被選定晶圓上被研磨層的磨除速率 $RR_b(n)$ 係利用關係方程式 $RR_b(s) = \{ \Delta ToxP(s) + A \} / \Delta t(s)$ 而從磨除量 $\Delta ToxP(s)$ 計算而得，其中 A 為一常數。第一個晶袋中之晶圓的 CMP 時間 $\Delta t(1)$ 係由第一個晶袋中之晶圓磨除一層之標的量 $\Delta ToxT(1)$ 來決定，並利用關係

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (5)

方程式 $\Delta t(1) = \{ \Delta ToxT(1) + A \} / RR_b(s)$ 計算而得，其中 A 爲一常數。

本發明亦提供一種研磨晶圓的方法。根據本發明之研磨方法，毯覆式晶圓上之層的磨除速率 $RR_b(n)$ 係由計算複數個晶袋中的第 n 個晶袋之複數片晶圓的化學機械研磨 (CMP) 製程資料而得，其中各個晶袋係由複數片晶圓所組成。第 n+1 個晶袋中之晶圓的 CMP 時間 $\Delta t(n+1)$ 係利用關係方程式 $\Delta t(n+1) = \{ \Delta ToxT(n+1) + A \} / RR_b(n)$ 而從第 n+1 個晶袋中之晶圓上被研磨層的磨除標的量 $\Delta ToxT(n+1)$ 來決定，其中 A 爲一常數。CMP 製程將會在第 n+1 個晶袋之複數片晶圓上進行時間長度 $\Delta t(n+1)$ 的研磨。

計算毯覆式晶圓上之層的磨除速率 $RR_b(n)$ 的步驟包括在第 n 個晶袋之晶圓上進行時間長度 $\Delta t(n)$ 的研磨，以便計算在晶圓之被研磨層上的磨除量 $\Delta ToxP(n)$ ，以及由磨除量 $\Delta ToxP(n)$ 計算磨除速率 $RR_b(n)$ 。

本發明之晶圓研磨的方法包含利用擁有兩個或多個研磨頭之 CMP 設備而在複數片晶圓上依序進行 CMP 製程，且各個晶袋係由兩片或多片晶圓所組成。

本發明可讓 CMP 製程在現場以樣本跳過的方式利用閉合迴路控制 (CLC) 系統來控制後續晶袋的 CMP 時間，其係利用用於計算設定加權因子之磨除速率變數的演算法而達成，同時可縮小晶袋間之差異範圍，而該差異範圍可能會由於使用多研磨頭類型設備之複數個研磨頭而變寬，藉以有效地減少各研磨頭間磨除速率的變動量。此外，不論先

五、發明說明 (6)

前運作中被研磨之晶圓的產品類型為何，本發明能夠在各種不同類型的產品上執行 CMP 製程。

圖式簡單說明

本發明之上述目的及優點，將經由以下的詳細說明及參照所附圖式而更能得以彰顯，其中：

圖 1 為一說明根據本發明之研磨晶圓的方法之流程圖；

圖 2A-2C 為剖面圖，其圖示當化學機械研磨(CMP)製程在圖案化晶圓上進行時，以及在相同時間與相同情況下針對毯覆式晶圓進行 CMP 製程時，從進行 CMP 製程之前直到 CMP 製程完成之後，沉積於整個晶圓表面之絕緣層的輪廓改變量；

圖 3 係顯示圖案化晶圓與毯覆式晶圓上被研磨層之厚度變化間的關係圖；

圖 4A 及圖 4B 為表示毯覆式晶圓上被研磨層之磨除量的變化量之圖，此變化量係在不同製程條件下研磨圖案化晶圓之磨除量的函數；

圖 5A-5C 係描繪被研磨層之研磨速率的變化量，其係利用典型的 CMP 設備而獲得；

圖 6 係描繪 CMP 製程之後所得到的最終厚度變化量，其係從各個晶袋獲得，其中後續運作的 CMP 時間係根據本發明之晶圓研磨方法，利用設定加權因子之磨除速率變數，並以樣本跳過的方式計算而得；

五、發明說明 (7)

圖 7A-7C 係顯示當根據本發明之晶圓研磨方法，利用設定加權因子之磨除速率變數，並以樣本跳過的方式在各種產品上進行 CMP 製程之後所得到之改善的厚度分布情形之圖；

圖 8 為一顯示根據本發明在混合兩種類型之產品上進行 CMP 製程所得到的結果之圖；

圖 9 為一顯示根據本發明在混合三種類型之產品上進行 CMP 製程所得到的結果之圖。

元件符號說明

- 10 晶圓
- 12 圖案
- 14 絕緣層
- 20 晶圓
- 24 絕緣層

較佳實施例之詳細說明

爲了決定化學機械研磨(CMP)製程當中的研磨時間，必須先得到被研磨層在進行 CMP 之前的研磨前(pre-Tox)厚度資料及被研磨層的磨除速率；在此種情況下，磨除速率的資料係從研磨設備取得。然而，由於研磨前資料係利用一般的測量工具而取得，但磨除速率的資料卻利用毯覆式晶圓並經由監測而獲得，因此在進行 CMP 的過程當中，很難在即時的情況下得知 CMP 設備所呈現的精確值。本發明

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (8)

涉及發展一種演算法，其用於以 CMP 設備所使用的實際運作資料來現場計算磨除速率資料，以及縮小起因於研磨設備中複數個研磨頭之個別特性所造成的磨除速率差異。此外，本發明提出一種控制晶圓之研磨時間的方法，以及一種利用該演算法的晶圓研磨方法，其中該方法係利用樣本跳過演算法以進行 CMP 運作中的控制，且該演算法係與閉合迴路(CLC)系統一同建構。

首先參照圖 1，在複數個晶袋中，各個晶袋包含複數片晶圓，CMP 製程在第 n 個晶袋中的複數片晶圓上進行時間 $\Delta t(n)$ 的研磨。接著，在步驟 200，晶圓上之被研磨層由於進行 CMP 所產生的磨除量 $\Delta ToxP(n)$ 將會被計算。而後，在步驟 300，由晶圓上之被研磨層的磨除量 $\Delta ToxP(n)$ 計算毯覆式晶圓上之層的磨除速率 $RR_b(n)$ 。在此，毯覆式晶圓上之被研磨層的磨除速率 $RR_b(n)$ 係利用關係方程式 $RR_b(n) = \{ \Delta ToxP(n) + A \} / \Delta t(n)$ 計算而得，其中 A 為一常數。常數 A 係由 $\Delta ToxB = a * \Delta ToxP + A$ 來決定，此方程式為複數個晶袋中之晶圓上的被研磨層的研磨前後變化量 $\Delta ToxP$ 與在毯覆式晶圓上之層被研磨後之厚度變化量 $\Delta ToxB$ 之間的關係方程式。在此，若複數個晶袋中之晶圓上的所有被研磨層係由相同的材料形成，則”a”實質上等於 1；然而，若被研磨的兩層並不相同，則”a”係由該兩層之磨除速率的比值來表示。

毯覆式晶圓上之層的磨除速率 $RR_b(n)$ 係由選自 $RR_b(1)$ 、 $RR_b(2)$ 、...、 $RR_b(n)$ 之一或多個磨除速率資料的加權平

五、發明說明 (9)

均值而取得。加權平均值可取自 $RR_b(1)$ 、 $RR_b(2)$ 、...、 $RR_b(n)$ 當中的磨除速率資料，其中各個磨除速率資料可設定相同或不同的加權因子。

在步驟 400，第 $n+1$ 個晶袋之晶圓的 CMP 時間 $\Delta t(n+1)$ 係利用關係方程式 $\Delta t(n+1) = \{ \Delta ToxT(n+1) + A \} / RR_b(n)$ 來決定，其中 $\Delta ToxT(n+1)$ 為第 $n+1$ 個晶袋中之晶圓上被研磨層的磨除標的量。在此，常數 A 的定義如上所述。在步驟 500，CMP 製程將會在第 $n+1$ 個晶袋之複數片晶圓上進行時間長度 $\Delta t(n+1)$ 的研磨。在步驟 600， $n+1$ 替代 n 以重複進行步驟 200 至步驟 500 之利用 CLC 系統的演算法，藉以完成所有被研磨之晶袋的 CMP 製程。

根據圖 1 所示之演算法，其中 $n=1$ ，CMP 製程將會在第 1 個晶袋之晶圓上進行時間長度 $\Delta t(s)$ 的研磨，以便得到被選取之晶圓上被研磨層的磨除量 $\Delta ToxP(s)$ 。接著，利用關係方程式 $RR_b(s) = \{ \Delta ToxP(s) + A \} / \Delta t(s)$ 而得到被選取晶圓上之層的磨除速率 $RR_b(s)$ ，其中 A 為常數。而後，第一個晶袋中之晶圓的 CMP 時間 $\Delta t(1)$ 係由第一個晶袋中之晶圓的被研磨層之磨除標的量 $\Delta ToxT(1)$ 來決定，其利用關係方程式 $\Delta t(1) = \{ \Delta ToxT(1) + A \} / RR_b(s)$ 計算而得，其中 A 為一常數。除了被選取的晶圓進行 $\Delta t(1)$ 的研磨之外，接著在第一個晶袋中的其餘晶圓上進行 CMP。

$\Delta ToxP(1)$ 係在進行 $\Delta t(1)$ 時間的 CMP 製程之後取得，而 $RR_b(1)$ 則是利用 $RR_b(1) = \{ \Delta ToxP(1) + A \} / \Delta t(1)$ 計算第一個晶袋之毯覆式晶圓的磨除速率而得。磨除速率

五、發明說明 (10)

RR_b(1)係用於決定第二個晶袋的 CMP 時間。

當利用圖 1 所示之演算法而在各個晶袋中的晶圓上進行 CMP 時，CMP 製程能夠依序在兩個或兩個以上的晶圓上進行研磨，例如使用具有兩個或兩個以上(例如四個)之研磨頭的 CMP 設備在例如四片晶圓上進行研磨。

在圖案化晶圓上進行 CMP 製程時，為了能夠以樣本跳過的方式執行運作中的控制，必須在實際處理當中即時地從設備取得被研磨層的磨除速率資料。根據習知技術，可透過監測毯覆式晶圓而獲得被研磨層的磨除速率，但此種方式不易即時地從 CMP 設備取得精確資料。為了解決此問題，本發明運用 CMP 平坦化機制並建立新的模式，以確保利用平坦化機制進行實際的 CMP 製程之後所得到的實際磨除速率資料與由毯覆式晶圓所得到的磨除速率資料之間的關係。

在典型的 CMP 平坦化機制中，直到晶圓的圖案因被磨除而在被研磨層的表面呈現階層差異之前，在 CMP 製程的第一個階段中，圖案化晶圓的磨除速率不同於毯覆式晶圓的磨除速率，而一旦表面經過平坦化之後，圖案化晶圓的磨除速率變化則與毯覆式晶圓的磨除速率變化相同。

圖 2A 至 2C 為剖面圖，其圖示當化學機械研磨(CMP)製程在圖案化晶圓上進行時，以及在相同時間與相同情況下針對毯覆式晶圓進行 CMP 製程時，從進行 CMP 製程之前直到 CMP 製程完成之後，沉積於整個晶圓表面之絕緣層的輪廓改變量。特別是，如圖 2A 所示，其中圖案 12 形成

五、發明說明 (11)

於晶圓上，由於圖案 12 的緣故，階層差異 S1 出現於絕緣層上，而在毯覆式晶圓上則有平坦表面的絕緣層 24。

圖 2B 顯示在各片晶圓 10 及 20 之絕緣層 14 及 24 上進行 CMP，直到具有圖案 12 的晶圓 10 上之絕緣層 14 上的階層差異 S1 被磨除之後，在任意監測位置 M1 及 M2 上的厚度變化。在此，圖案化晶圓 10 之絕緣層 14 的磨除量 $\Delta Tox1$ 與毯覆式晶圓 20 之絕緣層 24 的磨除量 $\Delta Tox2$ 之間為非線性關係。

圖 2C 顯示完成 CMP 平坦化製程之後，在監測位置 M1 及 M2 上的厚度變化。在此，如圖 2B 所示，當絕緣層 14 被平坦化之後，對應於圖案化晶圓 10 之絕緣層 14 之厚度變化的磨除量 $\Delta Tox1'$ 與對應於毯覆式晶圓 20 之絕緣層 24 之厚度變化的磨除量 $\Delta Tox2'$ 之間具有線性關係。特別是，若絕緣層 14 及 24 係由相同材料形成，則斜率約等於 1。

如以上參照圖 2A 至圖 2C 所描述者，當圖案化晶圓上的被研磨層經過平坦化之後(其中階層差異係由於圖案所造成)，被研磨層的厚度變化大致等同於毯覆式晶圓之被研磨層的厚度變化。

圖 3 係顯示圖案化晶圓與毯覆式晶圓上被研磨層之厚度在圖案化晶圓之被研磨層經過平坦化的時間點前後的厚度變化關係圖。在圖案化晶圓之被研磨層經過平坦化之後的厚度變化關係的斜率約等於 1。

根據上述原理，圖案化晶圓之被研磨層的厚度變化 Δ

五、發明說明 (12)

ToxP 與毯覆式晶圓之被研磨層的厚度變化 $\Delta ToxB$ 之間的關係係由方程式(1)來表示：

$$\Delta ToxB = \Delta ToxP + A \tag{1}$$

在方程式(1)中，在從圖 2A 所示之狀態研磨成圖 2B 所示之狀態當中，圖案化晶圓之被研磨層的厚度變化與毯覆式晶圓之被研磨層的厚度變化之間的非線性關係會受到實際形成於晶圓上之圖案的影響，其可由”A”所代表的特徵值來表示。方程式(1)中的”A”值在實質上係代表毯覆式晶圓之被研磨層在特定圖案經過平坦化之前的厚度變化，而據報告指出”A”值係取決於各種產品或 CMP 製程條件而改變。

在實際形成圖案之晶圓上完成 CMP 之後，將晶圓之被研磨層的厚度變化代入方程式(1)中即可獲得毯覆式晶圓之被研磨層的厚度變化。

圖 4A 及 4B 係標繪圖，其表示毯覆式晶圓上被研磨層之磨除量的變化量，此變化量係在不同製程條件下研磨圖案化晶圓之磨除量的函數。更具體而言，當利用 Recipe 1(圖 4A)及 Recipe 2(圖 4B)所代表的製程條件來研磨兩個具有相同圖案之晶圓的被研磨層時，厚度變化會在圖案化晶圓上的厚度測量位置上被測量，在此同時，在 Recipe 1(圖 4A)及 Recipe 2(圖 4B)製程條件下，毯覆式晶圓上被研磨層之厚度變化會在相同的測量位置被測量，並將圖案化晶圓

五、發明說明 (14)

之被磨除量的變化與毯覆式晶圓之被磨除量的變化的關係以標繪圖來表示。

由圖 4A 及 4B 顯然可知，若圖案化晶圓之被磨除量的變化很小，則其與同時被研磨的毯覆式晶圓之厚度變化的關係為非線性；然而，當圖案化晶圓之被研磨層經過平坦化之後，亦即磨除預定的厚度之後，圖案化晶圓之被磨除量的變化與毯覆式晶圓之被磨除量的變化具有線性關係，即如方程式(1)所表示者。再者，特徵值”A”會在各個製程條件下被測定。

若圖案化晶圓與毯覆式晶圓之厚度變化的關係方程式係由方程式(1)來表示，且根據圖案化晶圓的實際 CMP 製程資料，則在毯覆式晶圓上之相同材料的被研磨層的厚度變化即可被預估，而且預估的厚度變化將除以時間，以計算在特定設備上特定層之磨除速率。換言之，在不用執行單獨的監測步驟的情況下，可由在圖案化晶圓之實際 CMP 製程所取得的資料來計算 CMP 設備的 CMP 磨除速率。關係方程式可以相同的方式應用於任何類型的圖案，在此情況下，僅”A”值將取決於應用的情況而有所改變。

特徵值”A”取決於若干因素而改變，例如施加於晶圓的壓力、平台的旋轉速率，以及在形成相同圖案之製程下的 CMP 製程條件等，並且會受到形成於晶圓上之圖案的影響。無論如何，可以確定的是，特徵值”A”係代表在相同的研磨製程條件下，在具有特定圖案之晶圓上進行 CMP 製程的相同狀況。在 CMP 設備上，被研磨層的磨除速率 RR

五、發明說明 (15)

係由如方程式(2)之關係方程式來決定：

$$RR = \Delta ToxB / \Delta t \tag{2}$$

其中 Δt 代表 CMP 時間。

根據方程式(1)及方程式(2)，用於實地計算 CMP 設備可使用之毯覆式晶圓上之被研磨層的磨除速率的關係方程式係由方程式(3)來表示，其中磨除速率係利用第 n 次運作中的圖案化晶圓之被研磨層的厚度變化 $\Delta ToxP(n)$ 、CMP 時間 $\Delta t(n)$ 以及特徵值”A”進行計算而得：

$$RR_b(n) = \{ \Delta ToxP(n) + A \} / \Delta t(n) \tag{3}$$

利用方程式(3)，在不需使用毯覆式晶圓執行單獨的監測步驟的情況下，CMP 設備可使用之毯覆式晶圓上之被研磨層的磨除速率可由形成實際圖案之晶圓的 CMP 資料得到 CMP 磨除速率。特別是，由於利用先前製程運作的特徵值”A”而實地取得的磨除速率資料係來自不會受到產品類型影響的毯覆式晶圓，因此磨除速率資料可應用於任何一種具有不同圖案的產品。

若毯覆式晶圓上之被研磨層的磨除速率係以上述方式由圖案化晶圓的實際 CMP 資料所獲得，則後續晶袋的 CMP 時間 $\Delta t(n+1)$ 由方程式(4)來決定：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (5)

$$\Delta t(n+1) = \{ \Delta ToxT(n+1) + A \} / RR_b(n) \tag{4}$$

其中 $\Delta ToxT(n+1)$ 代表第 $n+1$ 個晶袋中之晶圓的被研磨層之磨除標的量，且此標的量等於進行 CMP 之前的厚度 $pre-Tox(n+1)$ 減去標的厚度 $T_{target}(n+1)$ 。

利用方程式(4)，第 $n+1$ 次運作中之晶袋的 CMP 時間即可計算得到，並且由於不需要使用樣本晶圓進行單獨的監測，因此可執行 CMP 之樣本跳過製程。再者，若利用電腦來處理上述實地取得的資料，則可讓後續的晶袋以連續方式被處理，並藉由閉合迴路控制演算法來測定 CMP 時間，且不需要在各個晶袋中使用樣本來監測製程。

在此同時，即使在相同的材料層上進行 CMP 製程，CMP 設備可使用的磨除速率亦可隨著晶圓或晶袋的不同而有所差異。此磨除速率的改變顯著地出現在晶圓以多研磨頭系統載入晶圓的 CMP 設備之情況。此係由於各個研磨頭本身之特性造成研磨頭之間的磨除速率差異使然。舉例而言，若 CMP 設備具有四個研磨頭，即如同 Applied Materail Co.(應用材料股份有限公司)所製造的 MIRRA 設備，則由於單獨的研磨頭本身或各個研磨頭之間的顯著磨除速率差異，使其難於在整個運作當中設定所需的標的磨除速率。另一方面，可確定的是，在 CMP 製程當中所取得的磨除速率變化量會傾向不規則，但磨除速率並不會在預定的範圍內有大幅的變化。

圖 5A 至 5C 係描繪被研磨層之研磨速率的變化量，其

五、發明說明 (16)

係利用 MIRRA 設備而獲得。圖 5A 顯示一個研磨頭出現在各個循環中的磨除速率變化量，圖 5B 顯示四個研磨頭出現在各個循環中的磨除速率變化量，而圖 5C 則顯示四個研磨頭在各個循環中所取得之研磨速率資料平均值的變化。

如圖 5B 所示，由四個不同研磨頭所得到的磨除速率係隨機且不規則地分布，其變化範圍的數量級是平均值的 $\pm 1.85\%$ 。另一方面，如圖 5C 明顯表示，從各個研磨頭得到的磨除速率之平均值係分布於較小的變化範圍數量級 $\pm 0.55\%$ 。根據此項事實即可決定 CMP 設備所得到之磨除速率最佳化的因子。換言之，若計算在 CMP 製程當中從各個研磨頭實地得到的磨除速率之後，將上述事實應用在用於決定樣本跳過 CMP 製程當中的 CMP 時間之演算法，則從該等磨除速率所得到的平均磨除速率可用於取代方程式(4)當中的 $RR_b(n)$ ，因而能夠減少各個研磨頭之間的磨除速率差異所伴隨的效應，並可提升達到標的磨除速率的效能。

最佳化的方法包括藉由考量在各次運作中 MIRRA 設備所提供的四個研磨頭來測量各個研磨頭所對應的晶圓，以及計算從上述過程所得到的磨除速率之平均值，其中在 CMP 當中所得到的平均磨除速率係根據上述事實。然而，目前用於大量生產的厚度測量設備係獨立運作的型式，而且產量很低。因此，若將目前大量生產中僅檢查各次運作之一片晶圓的事實列入考慮，則難於運用上述方法而在各次運作中檢查四片晶圓。另一方面，從各次運作所取得的

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (7)

磨除速率資料係隨機地代表從四個不同的研磨頭所得到的磨除速率。因此，該磨除速率的平均值被視為接近四個不同的研磨頭所呈現的磨除速率之平均值。

使用磨除速率平均值的典型處理方式包含一種利用磨除速率之線性平均值的方法，以及一種將適當的加權因子設定於過去數次運作所得到之值的方法。無論利用何種方法，除了 CMP 設備本身所造成的磨除速率變化以外，在 CMP 當中所得到的磨除速率另隨著消耗品(如研磨墊)的使用期而改變。為此緣故，選擇性地在所得到的資料中設定加權因子可能比使用線性平均值更佳。因此，本發明包括利用下列關係方程式(5)來計算具有加權因子的最佳化磨除速率設定組：

$$RR_w(n) = RR_b(n)*f_1 + RR_b(n-1)* f_2 + RR_b(n-2)* f_3 +... \quad (5)$$

其中，RR_b(n)、RR_b(n-1)及 RR_b(n-2)係分別代表從第 n、第 n-1 及第 n-2 個晶袋所得到在毯覆式晶圓之各個被研磨層的磨除速率，而 f₁、f₂ 及 f₃ 則分別代表第 n、第 n-1 及第 n-2 個晶袋所對應的加權因子。

根據本發明，一種控制晶圓之研磨時間的方法包含利用演算法來計算具有方程式(5)所代表之加權因子的磨除速率變數，以計算毯覆式晶圓的磨除速率。因此，根據本發明之方法，其能夠有效地應用於具有高磨除速率變動的 CMP 設備，或應用於多研磨頭類型的 CMP 設備；特別是

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (18)

，該方法可使利用複數個研磨頭來研磨被研磨層所得到之 CMP 結果的磨除速率分布於接近標的值的的最小範圍內。

計算範例 1

爲了能夠在實際的 CMP 製程中利用樣本跳過方法來控制晶圓的研磨時間，此計算範例包含利用以上所描述之演算法，藉由從實際的 CMP 製程所取得的資料來計算毯覆式晶圓的磨除速率，而後將毯覆式晶圓上實際進行 CMP 製程所得到的磨除速率和計算得到的磨除速率加以比較，以確認其有效性。

在此測試中所使用的圖案化晶圓係動態隨機存取記憶體(DRAM)產品之晶圓，而被研磨層則爲做爲內絕緣層的硼磷矽玻璃(BPSG)層。由於經由 CMP 進行研磨的 BPSG 層會在實際製程中進行回火處理，形成於毯覆式晶圓上的 BPSG 層會在相同的製程條件下經過回火處理後再進行化學機械研磨。在此測試中所使用的 CMP 設備爲具有四個研磨頭的 MIRRA 設備，而且將會在相同的研磨頭進行化學機械研磨，以便縮小測試中的誤差。CMP 製程的條件如表 1 所示：

表 1

	製程條件 1	製程條件 2
薄膜壓力	5.6 psi	5.7 psi
平台速率	36 rpm	47 rpm

五、發明說明 (9)

在表 1 所示之個別的製程條件下進行 CMP 而將圖案化晶圓平坦化之後，毯覆式晶圓與圖案化晶圓之 BPSG 層磨除量之間的關係利用方程式(1)表示如下：

製程條件 1： $\Delta\text{ToxB}_1 = 0.977 * \Delta\text{ToxP}_1 + 3526 \text{ (R}^2 = 0.999\text{)}$

製程條件 2： $\Delta\text{ToxB}_2 = 0.999 * \Delta\text{ToxP}_2 + 3138 \text{ (R}^2 = 0.997\text{)}$

在此，R² 表示所得到之關係方程式的可靠度，且製程條件 1 及製程條件 2 可利用方程式(1)來表示。從上述兩關係方程式所得到的毯覆式晶圓之 BPSG 層的磨除量將代入方程式(3)，以便計算毯覆式晶圓之 BPSG 層的磨除速率。此外，在製程條件 1 及製程條件 2 之下，將會測量同一研磨頭在同時進行化學機械研磨的毯覆式晶圓及圖案化晶圓上各 BPSG 層之磨除量，而後將測量到的磨除量除以 CMP 時間，以計算毯覆式晶圓之 BPSG 層的磨除速率。表 2 顯示計算得到的毯覆式晶圓之磨除速率和實際測量的磨除速率的比較結果。

表 2

毯覆式晶圓上的磨除速率 (Å/min)	製程條件 1		製程條件 2	
	樣本 1	樣本 2	樣本 3	樣本 4
由圖案化晶圓之資料所計算而得的磨除速率	4036	3718	4515	4491
實際測量到的磨除速率	4068	3716	4606	4606
誤差比率	0.8 %	0.05 %	1.9 %	2.4 %

五、發明說明 (ㄞ)

表 2 明顯表示，在各種 CMP 製程條件下，測試當中由圖案化晶圓之資料所計算得到的毯覆式晶圓上之磨除速率與實際在毯覆式晶圓上測量到的磨除速率之間的差異極小。因此，在不需要執行個別的測試並利用毯覆式晶圓來計算磨除速率的情況下，毯覆式晶圓在 CMP 設備上可得到的磨除速率能夠輕易地藉由將從圖案化晶圓所取得的資料代入由以上所定義的關係方程式，並根據用於本發明的演算法來計算磨除速率變數。

計算範例 2

在此計算範例中，其係利用具有四個研磨頭的 MIRRA 設備來執行 CMP 製程，並且利用關係方程式(5)計算設定加權因子的磨除速率變數。在此範例中，各晶袋中的毯覆式晶圓的磨除速率係利用計算範例 1 中的製程條件 1 之關係方程式而得到，亦即 $\Delta ToxB_1 = 0.977 * \Delta ToxP_1 + 3526$ 。

用於測試的 DRAM 產品之圖案化晶圓運用 CMP 製程來研磨做為內絕緣層的 BPSG 層。在此範例中，MIRRA 設備所包含的所有四個研磨頭皆用於進行 CMP 製程。首先，在第一個晶袋之樣本晶圓上持續進行預定的 CMP 時間的研磨之後，測量被研磨層的厚度變化。接著，利用範例 1 中的製程條件 1 所得到的關係方程式來決定毯覆式晶圓上的磨除速率 $RR_b(1)$ ，而後再利用所得到的 $RR_b(1)$ 來計算研磨

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (7)

下一個晶袋所需的 CMP 時間。CMP 製程將利用閉合迴路控制(CLC)演算法而持續進行，以便從方程式(5)所得到的第 n 個晶袋之毯覆式晶圓上的磨除速率 $RR_w(n)$ 來決定第 n+1 個晶袋的 CMP 時間。在起始厚度 T_0 的 BPSG 層上進行化學機械研磨之後，想要得到的厚度將皆為 $8,500\text{\AA}$ ，而 CMP 製程完成之後的最終厚度以 T_L 來表示。表 3 顯示繼續對後續的晶袋進行時間長度 Δt 的化學機械研磨所得到的結果，其中 CMP 時間 Δt 係根據利用方程式(5)所取得之設定加權因子的磨除速率變數來決定。

表 3

晶袋 編號	晶圓 號碼	T_0 (Å)	T_{target} (Å)	Δt (秒)	T_L (Å)	磨除速率 $RR_b(n)$ (Å/秒)	取得 Δt 的磨除速率 $RR_w(n)$ 方程 式
1(樣 本)	1	11,561	8,500	105 (預設)	8,253	64.83	利用製程條件 A 的干係方程式
1	24	11,561	8,500	101	8,660	63.38	64.83
2	25	11,443	8,500	101	8,763	61.19	$63.38*0.7+64.83*0.3$
3	25	11,545	8,500	103	8,637	62.21	$63.38*0.7+64.83*0.3$
4	25	11,542	8,500	105	8,585	61.50	$61.19*0.5+63.38*0.3+64.83*0.2$
5	25	11,606	8,500	106	8,426	63.04	$62.21*0.5+61.19*0.3+63.38*0.2$
6	25	11,379	8,500	103	8,491	62.03	$61.50*0.5+62.21*0.3+61.19*0.2$

表 3 所顯示的結果係將從上一個晶袋所得到的磨除速率代入關係方程式方程式(4)中而得到，除了選自第一個晶

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (2)

袋的樣本品圓之外，其可決定 CMP 時間。以上述方法所得到的結果可由其比傳統上以操作人員觀察所決定的 CMP 時間更接近標的厚度而獲得確認。根據上述事實，可確定的是，利用用於計算設定加權因子之磨除速率變數的演算法來進行 CMP 製程，並以樣本跳過的方式利用閉合迴路控制 (CLC)系統來控制 CMP 時間係可行的製程。此外，可觀察到的是，在 CMP 設備(如 MIRRA 設備)中各研磨頭間的磨除速率變動能夠有效的降低。

在多研磨頭型式的 CMP 設備中，很難在厚度測量下得知哪一個研磨頭將要在晶圓上進行化學機械研磨。因此，舉例而言，當利用方程式(5)計算各個研磨頭所呈現的磨除速率平均值之後，CMP 時間即可根據此值來決定，藉以儘可能降低各研磨頭之間的變動。

計算範例 3

此範例包含利用設定加權因子之磨除速率變數，並以樣本跳過的方式計算後續運作的 CMP 時間，以評估從實際運作中所得到的實際成效。為達此目的，以樣本跳過的方式完成 CMP 製程後，即如計算範例 2 所描述者，由四個不同的研磨頭研磨一個晶袋中四片晶圓之後所得到的最終厚度會加以比較。在此範例中，完成 CMP 製程後的 BPSG 層之期望厚度(標的厚度 T_{target})皆為 8,500Å。以上的比較結果如表 4 所示：

五、發明說明 (3)

表 4

晶袋編號	T _L (研磨頭 1)	T _L (研磨頭 2)	T _L (研磨頭 3)	T _L (研磨頭 4)
1	8,318	8,450	8,254	8,093
2	8,382	8,560	8,491	8,644
3	8,432	8,575	8,503	8,538
4	8,568	8,499	8,493	8,444
5	8,384	8,357	8,394	8,437
6	8,354	8,453	8,556	8,392

表 4 的結果圖示於圖 6。從表 4 及圖 6 可明顯觀察到，所有接受四個研磨頭進行 CMP 製程的晶圓皆呈現接近標的厚度 T_{target} 的數值。亦即，根據本發明，利用設定加權因子之磨除速率變數的演算法可將磨除速率最佳化，使其能夠近似於標的磨除速率，以依序將最佳化的磨除速率代入下一個晶袋的研磨製程。因此，若 CMP 製程係根據本發明之演算法來進行，則樣本檢查完成前兩次運作的 CMP 製程之後，其所涵蓋之晶圓上的被研磨層厚度約 $8,500\text{\AA}$ ，此為標的厚度 T_{target} 。此外，利用設定加權因子之磨除速率變數的演算法係反映各研磨頭所呈現之磨除速率的平均值，因而能夠從所有其它研磨頭得到接近標的厚度 T_{target} 的極佳效果，並且在 CMP 被監測之後從特定研磨頭得到被研磨層之厚度。

因此，以樣本跳過的處理方式並採用利用設定加權因子的磨除速率變數之演算法進行 CMP 能夠提升產量，並且

五、發明說明 (24)

減少處理時間或減少無效的製造工作，同時能夠有效地抑制晶袋之間的厚度散佈，以及抑制同一晶袋中各晶圓的厚度變動。

另一方面，一般在各晶袋所進行之 CMP 製程的主要運作完成檢查樣本之後，無法確知 CMP 時間。再者，不僅由於操作人員的觀察會造成額外的誤差，且此誤差將使所得到的 CMP 結果不符合標的值，而且過度或不足的化學機械研磨將使額外的 CMP 製程成為必要，而最壞的情況是造成裝置的缺陷。

圖 7A-7C 為標繪圖，其顯示當根據利用設定加權因子之磨除速率變數的演算法，並以本跳過的方式進行 CMP 的製程可提供比傳統 CMP 製程更佳的結果。更具體而言，圖 7A 顯示製造 64 百萬位元延伸資料輸出(EDO)DRAM 產品(以下稱為”U”產品)的過程中，在被研磨層上完成 CMP 製程之後的 CMP 厚度分布，後 CMP 的厚度係分別根據本發明利用設定加權因子之磨除速率變數的演算法，以及根據習知技術以晶袋接著晶袋的方式檢查樣本之後進行主要 CMP 而取得。圖 7B 顯示製造 128 百萬位元同步 DRAM 產品(以下稱為”Y”產品)的過程中，在被研磨層上完成 CMP 製程之後的 CMP 厚度分布，後 CMP 的厚度係分別根據本發明利用設定加權因子之磨除速率變數的演算法，以及根據習知技術以晶袋接著晶袋的方式檢查樣本之後進行主要 CMP 而取得。圖 7C 顯示製造 64 百萬位元同步 DRAM 產品(以下稱為”V”產品)的過程中，在被研磨層上完成 CMP 製程之後

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (2)

的 CMP 厚度分布，後 CMP 的厚度係分別根據本發明利用設定加權因子之磨除速率變數的演算法，以及根據習知技術以晶袋接著晶袋的方式檢查樣本之後進行主要 CMP 而取得。由圖 7A-7C 中可看出，根據本發明利用設定加權因子之磨除速率變數的演算法進行 CMP 之後，上述被計算的三種產品之厚度變動已顯著減少。此表示在運用本發明之演算法的情況下，CMP 設備的磨除速率變化可有效地即時反映。因此，本發明之演算法可提升後 CMP 製程之厚度與樣本跳過 CMP 製程的產量及散佈。

在此同時，由於不同圖案的緣故，不易使用相同的 CMP 設備在各種不同產品上進行 CMP 製程。因此，在被研磨層具有不同圖案的產品上進行 CMP 製程的過程中，必須以不同的 CMP 時間來趨近標的厚度，即使各層的厚度皆相同時亦然。另一方面，若執行樣本跳過製程的演算法運用於大量生產的 CMP 製程，則有可能混合且使用不同的產品。因此，不論何時在 CMP 製程中變換被研磨的產品，其皆不需進行新的樣本跳過製程，並且能夠在各種不同種類的產品上進行 CMP 製程時，維持大量生產製程的有效性。根據本發明利用設定加權因子之磨除速率變數的演算法所進行的 CMP 製程適用於由運作中的資料來計算毯覆式晶圓上的磨除速率，並且在此計算過程中，進行 CMP 的產品之特徵值“A”將會列入考慮。因此，根據本發明設定加權因子之演算法所使用的磨除速率變數資料係代表毯覆式晶圓上的磨除速率，且與產品的類型無關。此外，當毯覆式晶

五、發明說明 (56)

圓上的磨除速率運用在接續的運作時，各產品所獨有的特徵值”A”將會在預估 CMP 時間的過程中列入考慮，因而能夠混合不同的產品。舉例而言，圖 7A-7C 所示之計算所使用之產品 U、Y 及 V 的特徵值 A 分別為 4,049、4,367 及 3,536。在此，反映各產品所包含之圖案特徵的不同”A”值係表示不同類型的產品需要不同的 CMP 時間以得到標的厚度。

圖 8 為一標繪圖，其顯示根據本發明在混合兩種類型之產品上進行 CMP 製程所得到的結果。對於圖 8 所示之計算而言，在完成樣本 CMP 製程及用於產品 V 之晶圓的三次主要運作製程之後，接著針對產品”U”之晶圓進行一次主要運作製程、針對產品”V”之晶圓進行一次主要運作製程，以及針對產品”U”之晶圓進行兩次主要運作製程。如圖 8 所示之結果，當使用兩種不同的產品時，由其取得的後 CMP 厚度趨近標的厚度 8,500Å，而從晶圓間同時接受不同研磨頭進行 CMP 所得到的資料分布已經提昇，因而得到非常接近標的厚度的資料。

圖 9 為一標繪圖，其顯示根據本發明在混合三種類型之產品上進行 CMP 製程所得到的結果。圖 9 之結果顯示，當完成包含”U”、”Y”及”V”等三種混合產品的 CMP 之後，可得到趨近標的厚度的資料。此表示，根據本發明用於 CMP 方法的演算法可應用於任何類型的產品。亦即，由於從前一次運作不論何種類型之產品所得到被研磨晶圓的磨除速率資料係毯覆式晶圓的資料，因此可將得到的資料應

五、發明說明 (1)

用於混合不同類型的產品。

爲了實現樣本跳過 CMP 製程，本發明適於利用演算法而從前一晶袋之圖案化晶圓的 CMP 製程資料以及毯覆式晶圓之被研磨層的磨除速率的關係方程式來決定磨除速率變數，此係用於預估 CMP 時間的關鍵，以控制後續晶袋之晶圓的研磨時間。本發明提供下一晶袋之高精確度的 CMP 時間預估值，其係根據有效反映被研磨層之磨除速率的演算法，其中磨除速率會隨著研磨當中之設備的特性而持續變化。此外，根據本發明，毯覆式晶圓上的磨除速率係利用取得設定加權因子之磨除速率變數的演算法並經過計算而得。因此，本發明之晶圓研磨的方法能夠有效地應用在困擾於磨除速率之大量變動的 CMP 設備或多研磨頭型式的 CMP 設備，因而可讓使用複數個研磨頭進行 CMP 的被研磨層之磨除速率能夠趨近標的值。

本發明可讓 CMP 製程在現場以樣本跳過的方式利用閉合迴路控制(CLC)系統來控制後續晶袋的 CMP 時間，其係利用用於計算設定加權因子之磨除速率變數的演算法而達成，同時縮小晶袋間之差異範圍，而該差異範圍可能會由於使用多研磨頭類型設備之複數個研磨頭而變寬，藉以有效地減少各研磨頭間磨除速率的變動量。此外，不論先前運作中被研磨之晶圓的產品類型爲何，利用本發明之方法能夠在混合各種不同類型的產品上執行 CMP 製程。

本發明已參照特定實施例而詳細說明如上。顯然可知，本發明可進行各種不同的修飾及變更，但仍不脫離後附

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (28)

申請專利範圍所界定之本發明的精神及範圍。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

四、中文發明摘要 (發明之名稱：)

使用樣本跳過演算法之控制晶圓研磨時間之方法及使用其之晶圓研磨方法

一種利用樣本跳過演算法控制晶圓研磨時間的方法以及一種使用其之晶圓研磨的方法。根據控制晶圓之研磨時間的方法，在複數個晶袋之第 n 個晶袋中的複數片晶圓上將會進行化學機械研磨(CMP)製程，各個晶袋係由複數片晶圓組成，並且在時間 $\Delta t(n)$ 中計算從晶圓之被研磨層上被磨除的磨除量 $\Delta ToxP(n)$ 。毯覆式晶圓上之層的磨除速率 $RR_b(n)$ 係從磨除量 $\Delta ToxP(n)$ 計算而得。CMP 時間 $\Delta t(n+1)$ 係利用關係方程式 $\Delta t(n+1) = \{ \Delta ToxT(n+1) + A \} / RR_b(n)$ 而為第 n+1 個晶袋所計算的時間，其中 A 為從第 n+1 個晶

英文發明摘要 (發明之名稱： METHOD OF CONTROLLING WAFER POLISHING TIME USING SAMPLE-SKIP ALGORITHM AND WAFER POLISHING USING THE SAME)

A method of controlling a wafer polishing time using a sample-skip algorithm and a method of polishing a wafer using the same are provided. According to the method of controlling a wafer polishing time, a chemical mechanical polishing (CMP) process is performed on a plurality of wafers of an n-th lot among a plurality of lots, each lot consisting of a plurality of wafers, for a time $\Delta t(n)$, to calculate the amount removed $\Delta ToxP(n)$ from a polished layer on the wafer. The removal rate $RR_b(n)$ of a layer on a blanket wafer is calculated from the amount removed $\Delta ToxP(n)$. A CMP time $\Delta t(n+1)$ is determined for wafers of an n+1-th lot using the relationship equation $\Delta t(n+1) = \{ \Delta ToxT(n+1) + A \} / RR_b(n)$ where A is a constant from the target amount $\Delta ToxT(n+1)$ of a layer to be removed from a wafer of an n+1-th lot.

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

四、中文發明摘要（發明之名稱：_____）

袋中之晶圓上被研磨層移除標的量 $\Delta ToxT(n+1)$ 所得的常數
。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄）

裝

訂

線

英文發明摘要（發明之名稱：_____）

(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

1.一種控制晶圓之研磨時間的方法，該方法包含下列步驟：

在第 n 個晶袋中的複數片晶圓上進行化學機械研磨 (CMP)製程，各晶袋係由複數片晶圓組成，並且在時間 $\Delta t(n)$ 中計算從該晶圓之被研磨層上被磨除的磨除量 $\Delta ToxP(n)$ ；

從該磨除量 $\Delta ToxP(n)$ 計算一毯覆式晶圓上之層的磨除速率 $RR_b(n)$ ；以及

利用關係方程式 $\Delta t(n+1) = \{ \Delta ToxT(n+1) + A \} / RR_b(n)$ ，決定第 n+1 個晶袋的 CMP 時間 $\Delta t(n+1)$ ，其中 A 為從第 n+1 個晶袋中之晶圓上被研磨層的磨除標的量 $\Delta ToxT(n+1)$ 所得的常數。

2.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該毯覆式晶圓上之層的磨除速率 $RR_b(n)$ 係利用關係方程式 $RR_b(n) = \{ \Delta ToxP(n) + A \} / \Delta t(n)$ 計算而得，其中 A 為一常數。

3.如申請專利範圍第 2 項之方法，其中該毯覆式晶圓上之層的磨除速率 $RR_b(n)$ 係由選自 $RR_b(1)$ 、 $RR_b(2)$ 、 $RR_b(3)$ 、...、 $RR_b(n)$ 之一或多個磨除速率資料的加權平均值而取得。

4.如申請專利範圍第 3 項之方法，其中該毯覆式晶圓上之層的磨除速率 $RR_b(n)$ 係由選自 $RR_b(1)$ 、 $RR_b(2)$ 、 $RR_b(3)$ 、...、 $RR_b(n)$ 之一或多個磨除速率資料的加權平均值而取得，且各磨除速率資料被設定相同的加權因子。

5.如申請專利範圍第 3 項之方法，其中該毯覆式晶圓

六、申請專利範圍

上之層的磨除速率 $RR_b(n)$ 係由選自 $RR_b(1)$ 、 $RR_b(2)$ 、 $RR_b(3)$ 、...、 $RR_b(n)$ 之一或多個磨除速率資料的加權平均值而取得，且各磨除速率資料被設定不同的加權因子。

6.如申請專利範圍第 4 項或第 5 項之方法，其中該毯覆式晶圓上之層的磨除速率 $RR_b(n)$ 係取自複數個磨除速率資料，且該等磨除速率資料係依序且連續地選自 $RR_b(1)$ 、 $RR_b(2)$ 、 $RR_b(3)$ 、...、 $RR_b(n)$ 。

7.如申請專利範圍第 4 項或第 5 項之方法，其中該毯覆式晶圓上之層的磨除速率 $RR_b(n)$ 係取自複數個磨除速率資料，且該等磨除速率資料係不連續地選自 $RR_b(1)$ 、 $RR_b(2)$ 、 $RR_b(3)$ 、...、 $RR_b(n)$ 。

8.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該常數 A 係由 $\Delta ToxB = a * \Delta ToxP + A$ 來決定，該方程式為複數個晶袋中之晶圓上的被研磨層的研磨前後變化量 $\Delta ToxP$ 與在一毯覆式晶圓上之層被研磨後之厚度變化量 $\Delta ToxB$ 之間的關係方程式。

9.如申請專利範圍第 8 項之方法，其中該複數個晶袋中之晶圓上的所有被研磨層係由相同的材料形成，且 "a" 實質上等於 1。

10.如申請專利範圍第 1 項之方法，其更包含下列步驟：

在第一個晶袋當中所選取之一晶圓上執行時間 $\Delta t(s)$ 的 CMP 製程，以從所選定的晶圓之被研磨層上得到磨除量 $\Delta ToxP(s)$ ，其中 $n = 1$ ；

(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

利用關係方程式 $RR_b(s) = \{\Delta ToxP(s) + A\} / \Delta t(s)$ ，
從該磨除量 $\Delta ToxP(s)$ 計算被選定晶圓上被研磨層的磨除速率 $RR_b(n)$ ，其中 A 為一常數；以及

由該第一個晶袋中之晶圓磨除一層之標的量 $\Delta ToxT(1)$
決定該第一個晶袋中之晶圓的 CMP 時間 $\Delta t(1)$ ，並利用關係方程式 $\Delta t(1) = \{\Delta ToxT(1) + A\} / RR_b(s)$ ，其中 A 為一常數。

11.一種研磨晶圓之方法，該方法包含下列步驟：

由複數個晶袋中的第 n 個晶袋之複數片晶圓的化學機械研磨(CMP)製程資料計算毯覆式晶圓上之層的磨除速率 $RR_b(n)$ ，各晶袋係由複數片晶圓所組成；

利用關係方程式 $\Delta t(n+1) = \{\Delta ToxT(n+1) + A\} / RR_b(n)$ ，而從第 $n+1$ 個晶袋中之晶圓上被研磨層的磨除標的量 $\Delta ToxT(n+1)$ 決定該第 $n+1$ 個晶袋中之晶圓的 CMP 時間 $\Delta t(n+1)$ ，其中 A 為一常數；以及

在該第 $n+1$ 個晶袋之複數片晶圓上進行時間長度為 $\Delta t(n+1)$ 的 CMP 製程。

12.如申請專利範圍第 11 項之方法，其中計算毯覆式晶圓上之層的磨除速率 $RR_b(n)$ 的步驟包含下列步驟：

在該第 n 個晶袋中的複數片晶圓上進行時間 $\Delta t(n)$ 的化學機械研磨(CMP)製程，以計算從該晶圓之被研磨層上被磨除的磨除量 $\Delta ToxP(n)$ ；以及

由該磨除量 $\Delta ToxP(n)$ 計算該磨除速率 $RR_b(n)$ 。

13.如申請專利範圍第 12 項之方法，其中該毯覆式晶

(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

圓上之層的磨除速率 $RR_b(n)$ 係利用關係方程式 $RR_b(n) = \{ \Delta ToxP(n) + A \} / \Delta t(n)$ 計算而得，其中 A 為一常數。

14.如申請專利範圍第 13 項之方法，其中該毯覆式晶圓上之層的磨除速率 $RR_b(n)$ 係由選自 $RR_b(1)$ 、 $RR_b(2)$ 、 $RR_b(3)$ 、...、 $RR_b(n)$ 之一或多個磨除速率資料的加權平均值而取得。

15.如申請專利範圍第 14 項之方法，其中該毯覆式晶圓上之層的磨除速率 $RR_b(n)$ 係由選自 $RR_b(1)$ 、 $RR_b(2)$ 、 $RR_b(3)$ 、...、 $RR_b(n)$ 之一或多個磨除速率資料的加權平均值而取得，且各磨除速率資料被設定相同的加權因子。

16.如申請專利範圍第 14 項之方法，其中該毯覆式晶圓上之層的磨除速率 $RR_b(n)$ 係由選自 $RR_b(1)$ 、 $RR_b(2)$ 、 $RR_b(3)$ 、...、 $RR_b(n)$ 之一或多個磨除速率資料的加權平均值而取得，且各磨除速率資料被設定不同的加權因子。

17.如申請專利範圍第 11 項之方法，其中該常數 A 係由 $\Delta ToxB = a * \Delta ToxP + A$ 來決定，該方程式為複數個晶袋中之晶圓上的被研磨層的研磨前後變化量 $\Delta ToxP$ 與在一毯覆式晶圓上之層被研磨後之厚度變化量 $\Delta ToxB$ 之間的關係方程式。

18.如申請專利範圍第 17 項之方法，其中該複數個晶袋中之晶圓上的所有被研磨層係由相同的材料形成，且 "a" 實質上等於 1。

19.如申請專利範圍第 11 項之方法，其更包含下列步驟：

六、申請專利範圍

在第一個晶袋當中所選取之一晶圓上執行時間 $\Delta t(s)$ 的 CMP 製程，以從所選定的晶圓之被研磨層上得到磨除量 $\Delta ToxP(s)$ ，其中 $n = 1$ ；

利用關係方程式 $RR_b(s) = \{\Delta ToxP(s) + A\} / \Delta t(s)$ 計算被選定晶圓上被研磨層的磨除速率 $RR_b(n)$ ，其中 A 為一常數；

由該第一個晶袋中之晶圓磨除一層之標的量 $\Delta ToxT(1)$ 決定該第一個晶袋中之晶圓的 CMP 時間 $\Delta t(1)$ ，並利用關係方程式 $\Delta t(1) = \{\Delta ToxT(1) + A\} / RR_b(s)$ ，其中 A 為一常數；以及

除了被選取的晶圓進行 $\Delta t(1)$ 的研磨之外，在該第一個晶袋中的其餘晶圓上進行 CMP 製程。

20.如申請專利範圍第 19 項之方法，其更包含下列步驟：

計算已經進行時間 $\Delta t(1)$ 之 CMP 製程的該第一個晶袋中之晶圓上被研磨層的磨除量 $\Delta ToxP(1)$ ；以及

利用關係方程式 $\Delta t(1) = \{\Delta ToxT(1) + A\} / RR_b(s)$ 計算該第一個晶袋中之晶圓上被研磨層的磨除速率 $RR_b(1)$ ，其中 A 為一常數。

21.如申請專利範圍第 20 項之方法，其中該磨除量 $\Delta ToxP(1)$ 係從其餘的晶圓之一取得。

22.如申請專利範圍第 11 項之方法，其中該 CMP 製程係依序利用擁有兩或多個研磨頭之 CMP 設備而在由兩或多片晶圓所組成的晶袋之複數片晶圓上進行。

六、申請專利範圍

23.如申請專利範圍第 22 項之方法，其中該 CMP 製程係依序利用擁有四個研磨頭之 CMP 設備而在由四片晶圓所組成的晶袋之複數片晶圓上進行。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

圖 1

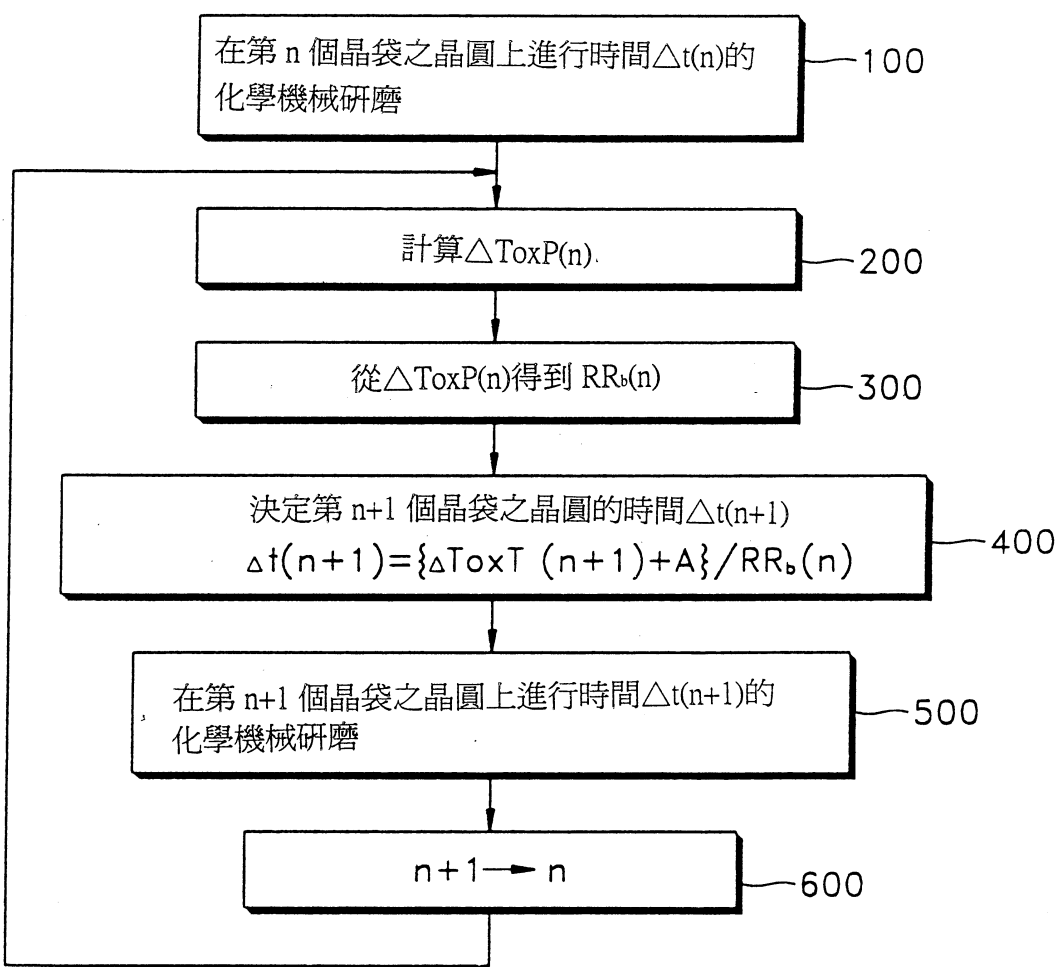


圖 2A

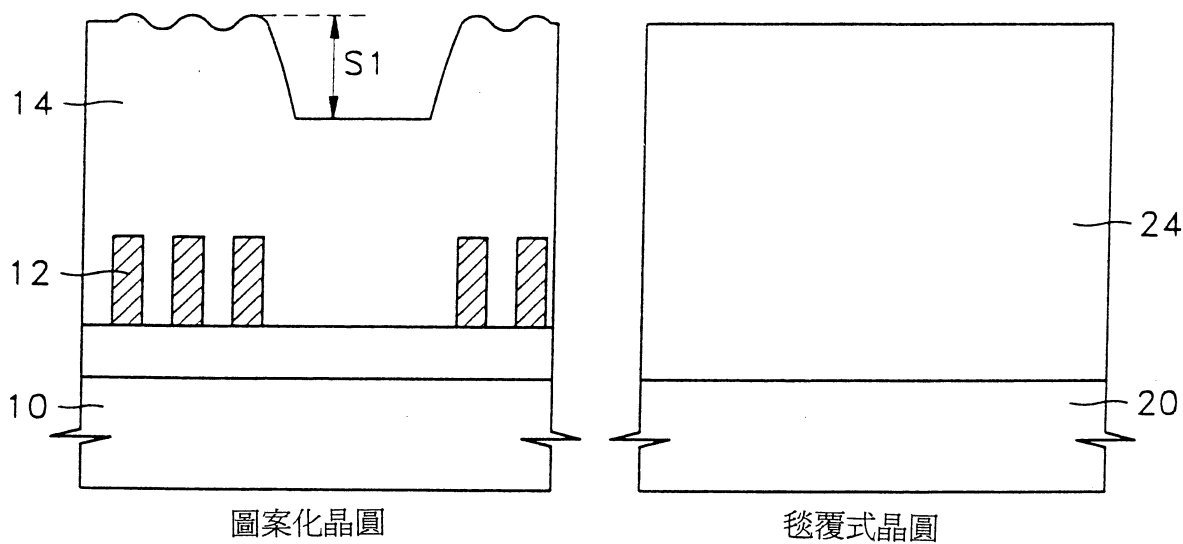


圖 2B

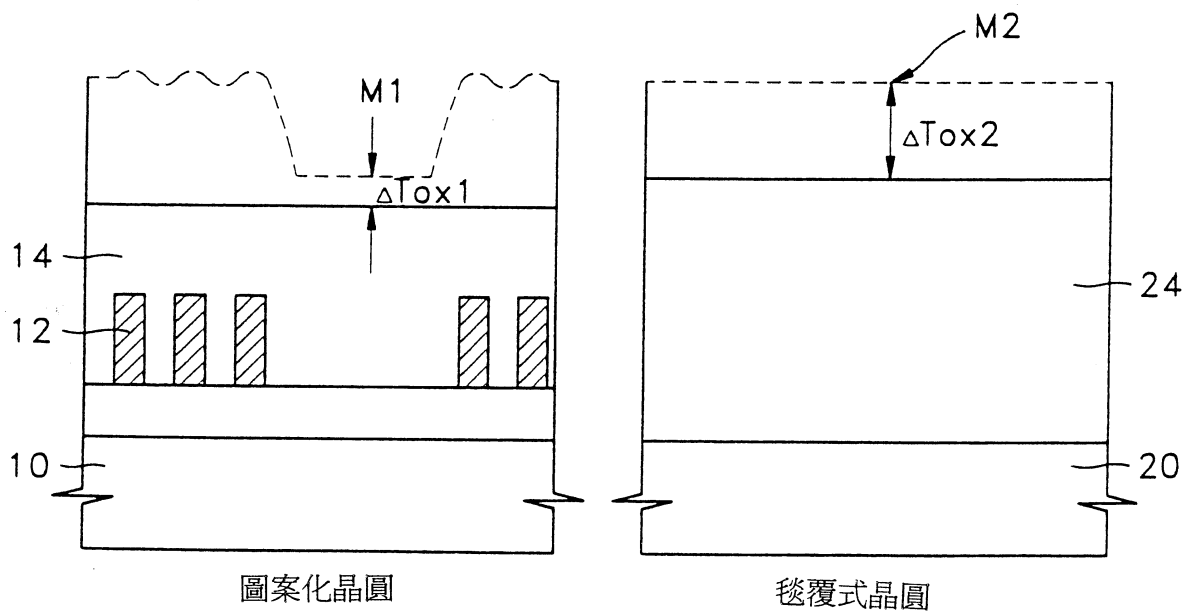


圖 2C

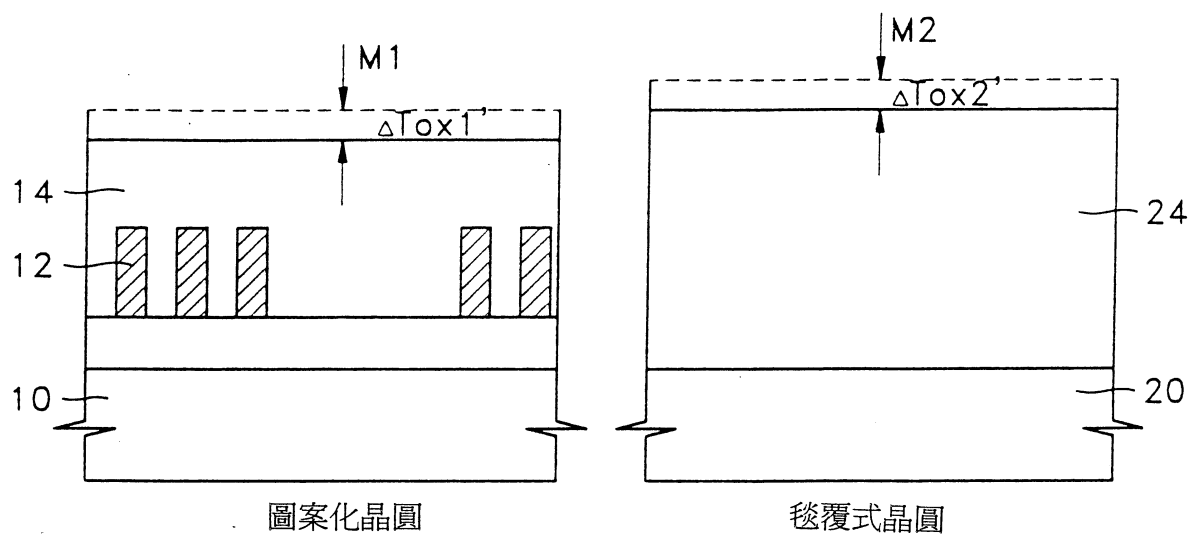


圖 3

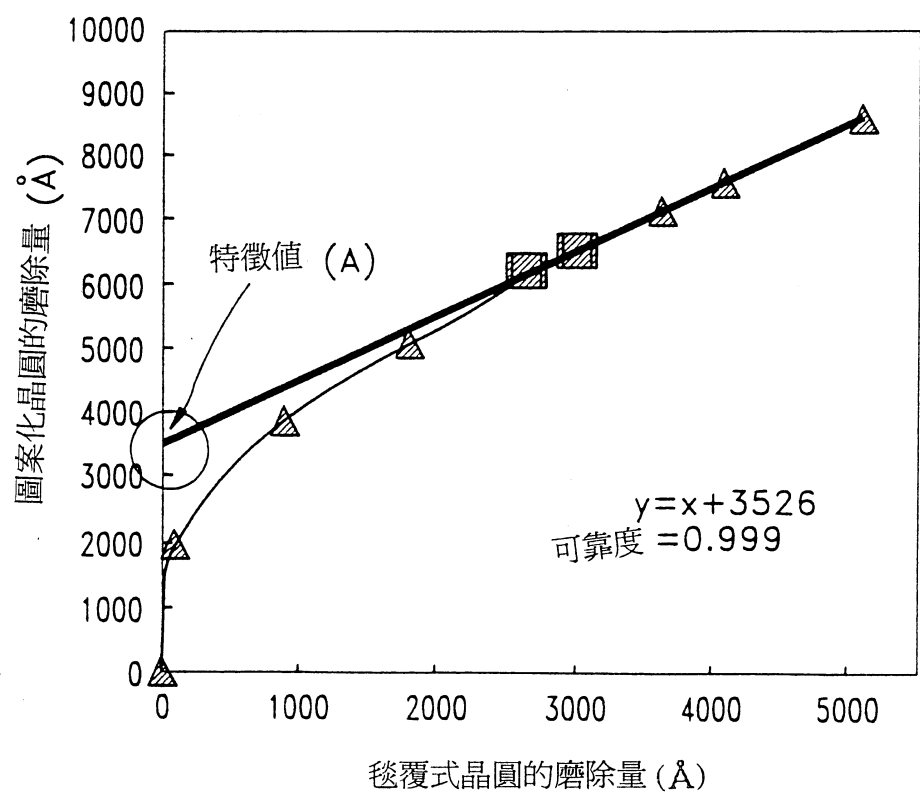


圖 4A

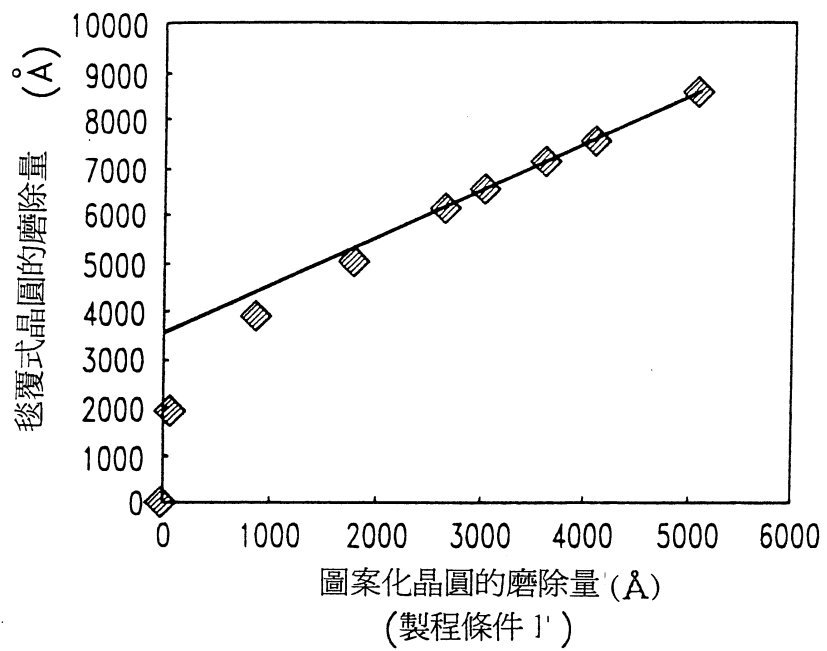


圖 4B

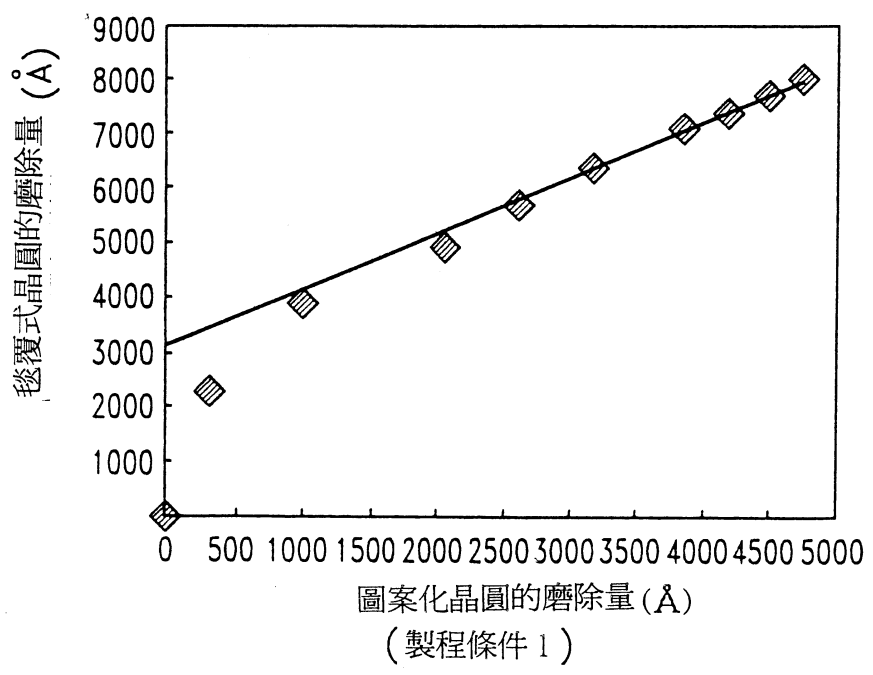


圖 5A

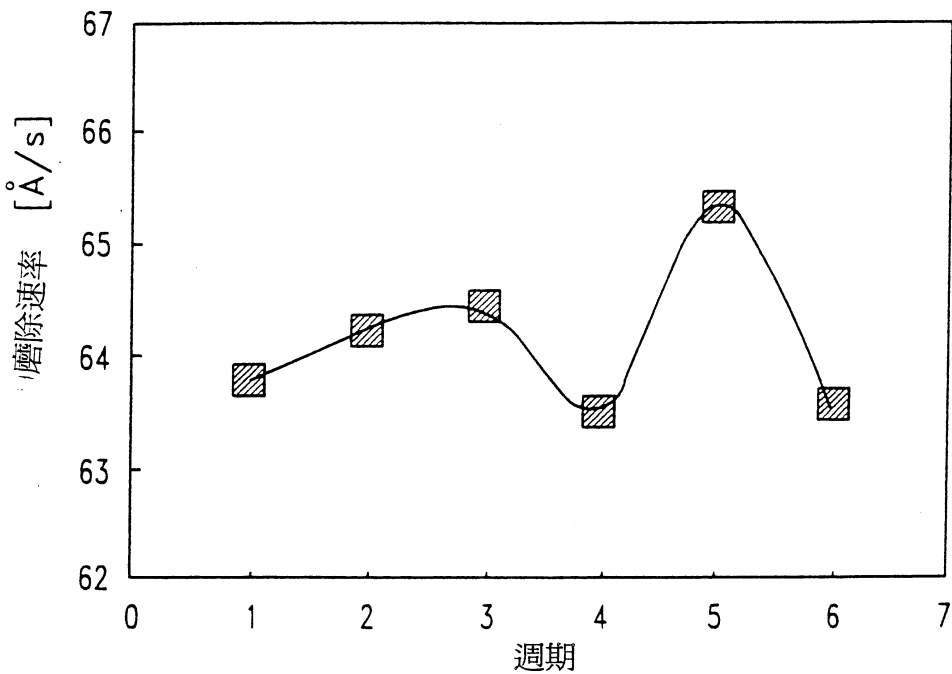


圖 5B

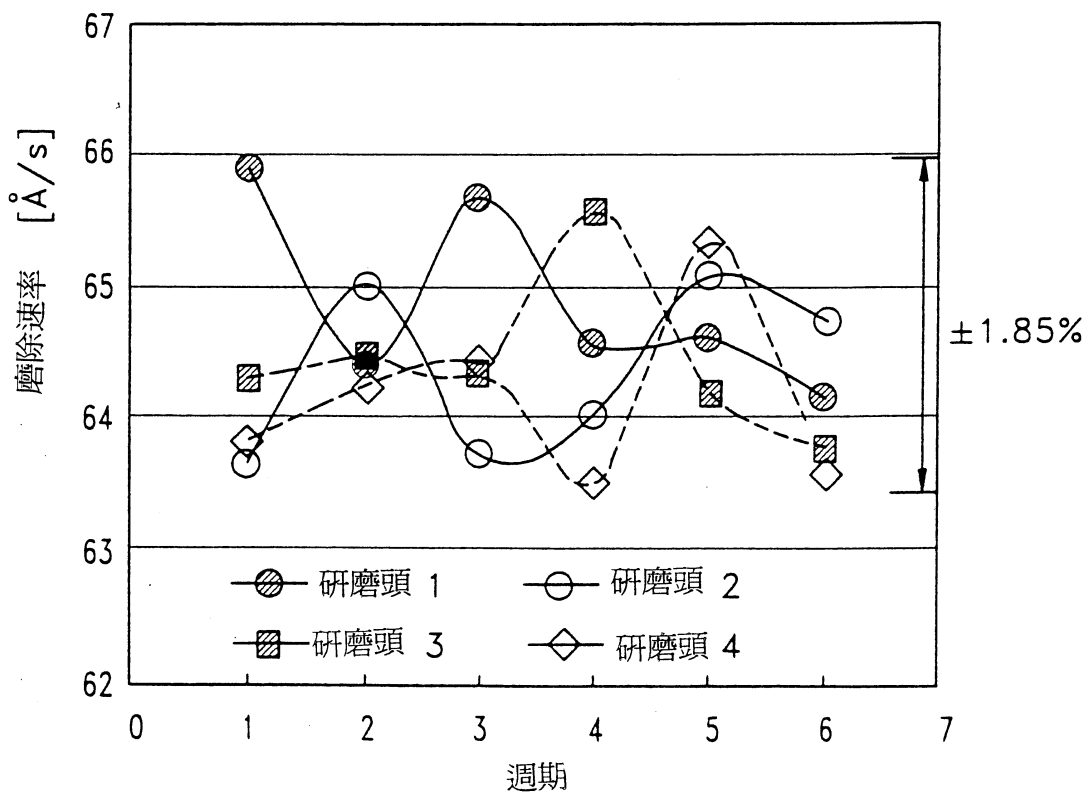


圖 5C

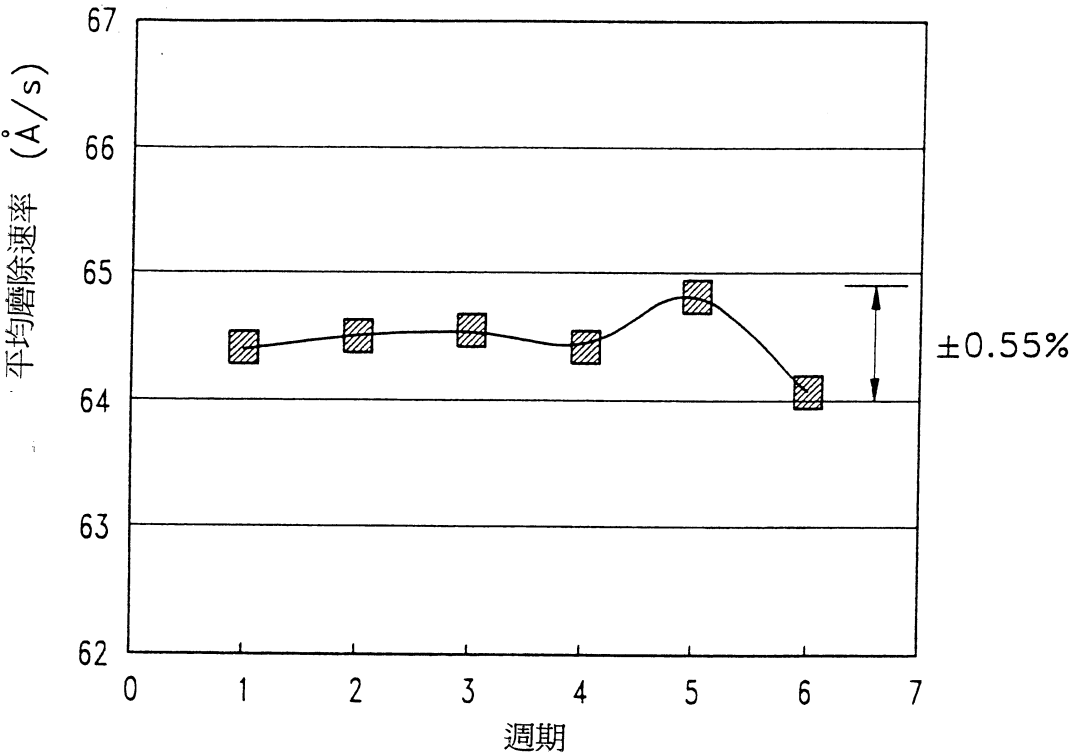


圖 6

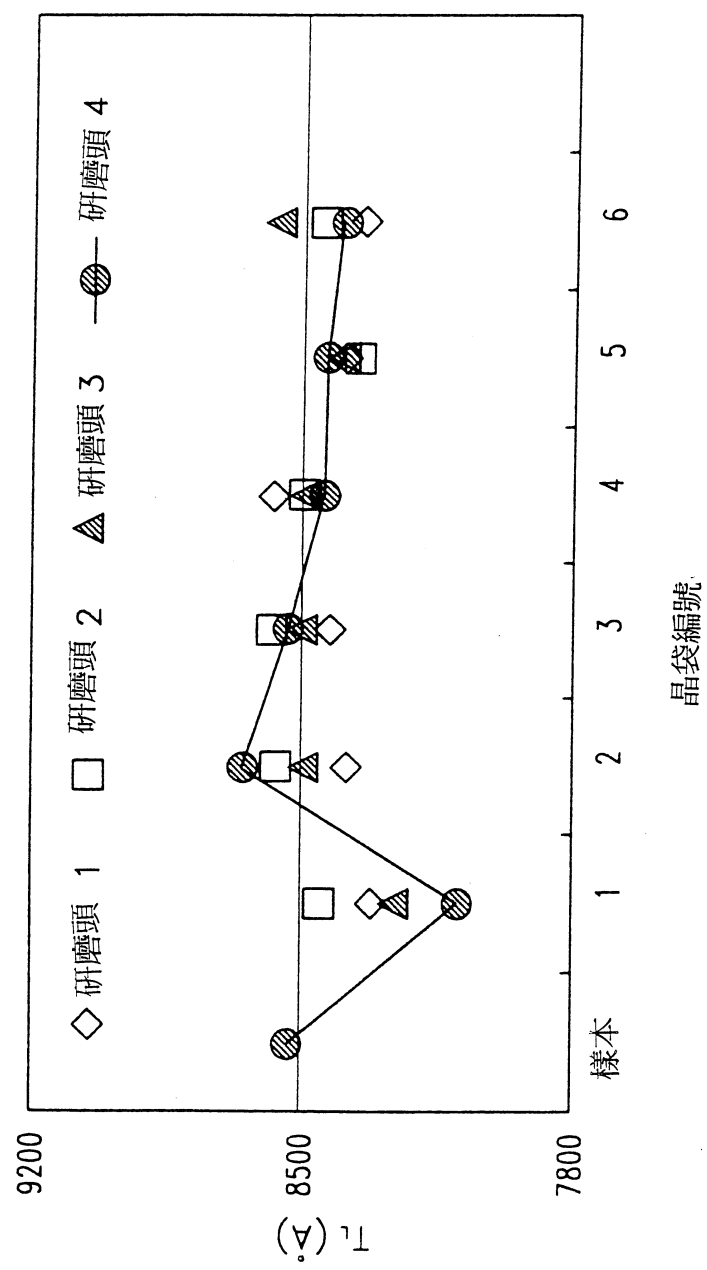


圖 7A

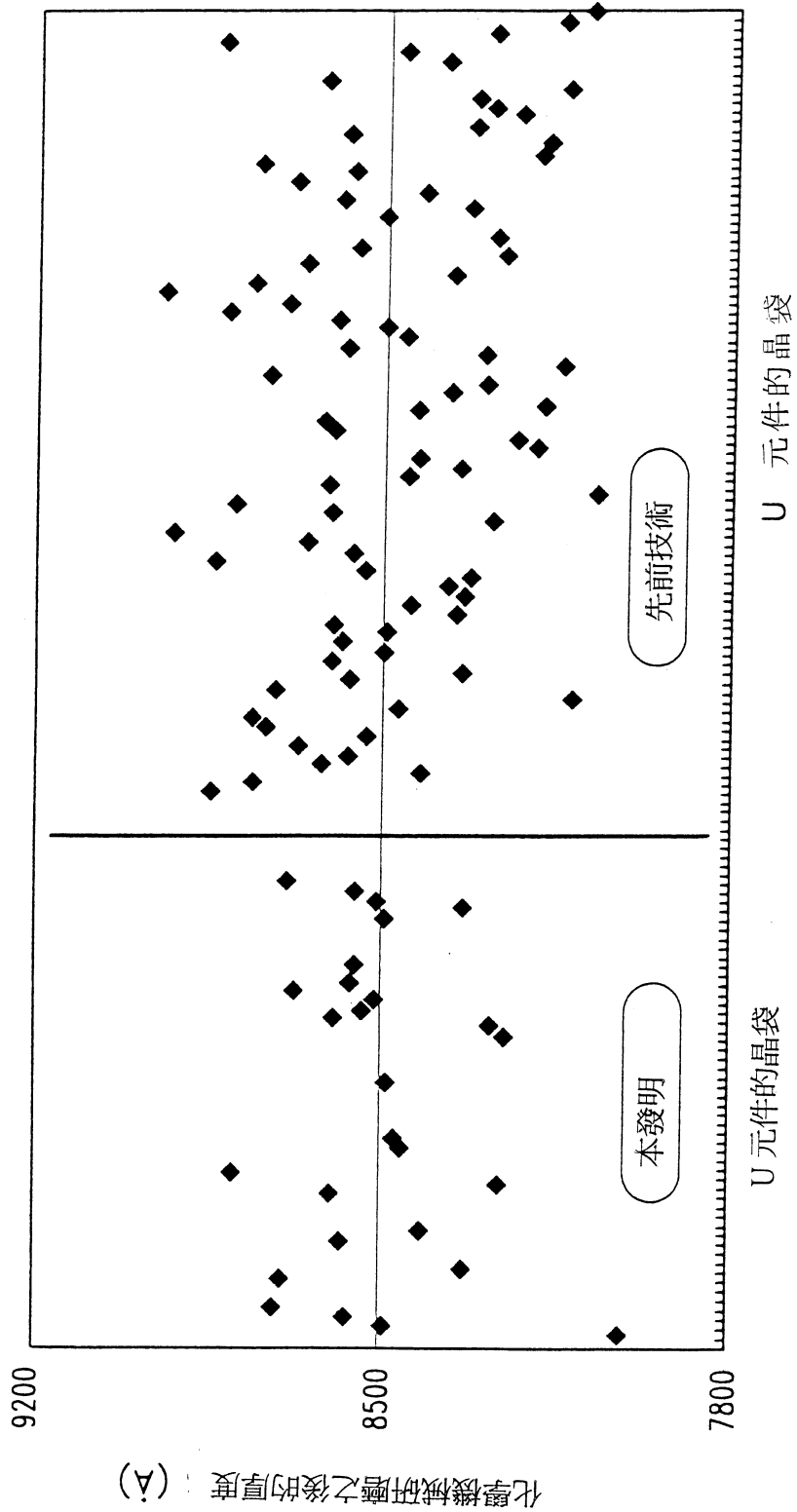


圖 7B

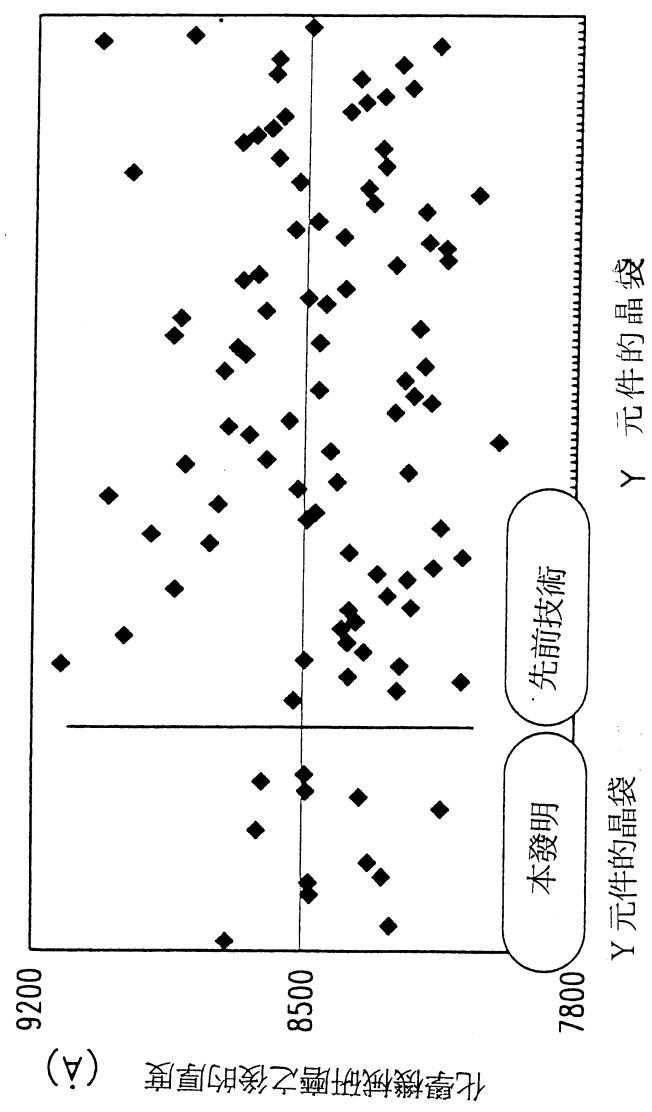


圖 7C

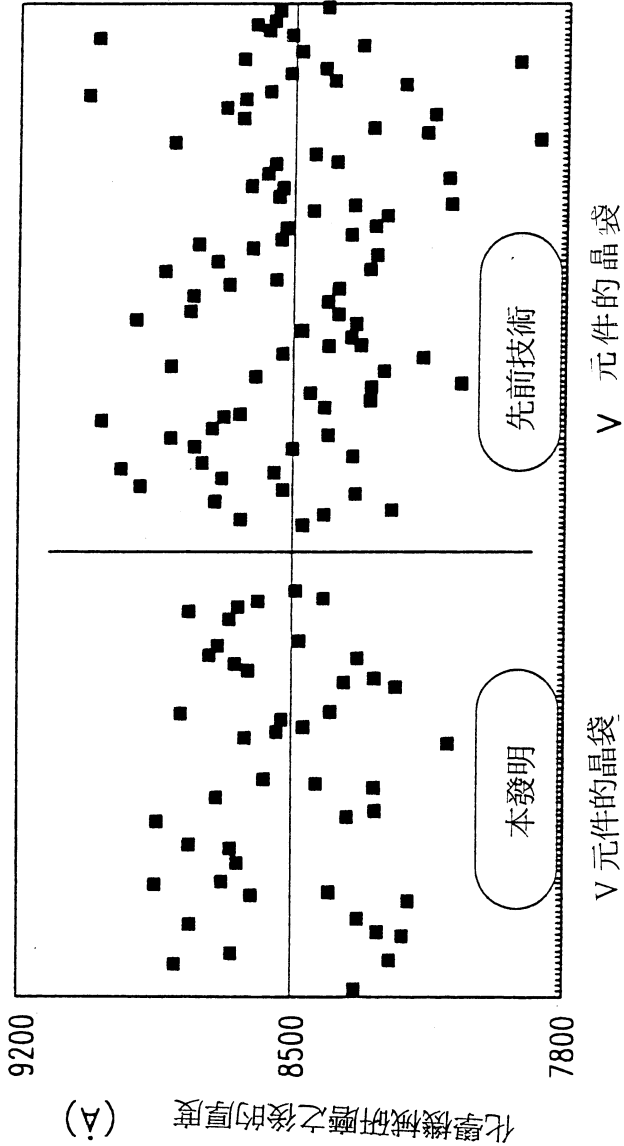


圖 8

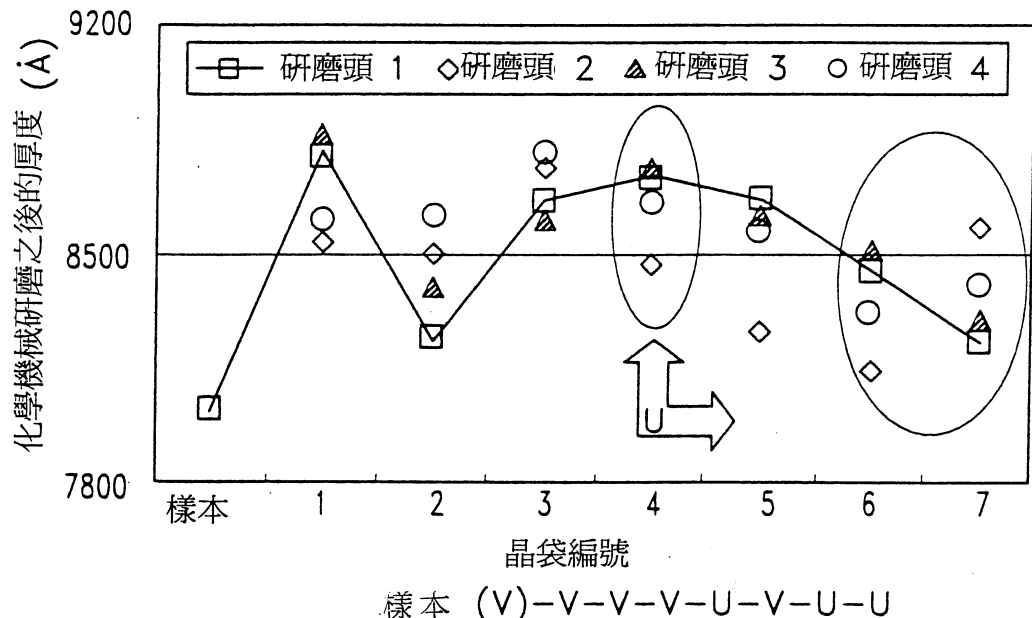


圖 9

