

公告本

申請日期	87.4.2
案 號	87105021
類 別	H01L 21/30

A4
C4

432518

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	半導體晶圓之平坦化方法
	英 文	FLATTENING PROCESS FOR SEMICONDUCTOR WAFERS
二、發明 人	姓 名	1.安可 H. 迪塞 2.大衛 L. 芳那斯
	國 籍	1-2均美國
三、申請人	住、居所	1.美國米蘇里州聖彼得斯市伊斯托園路811號 2.美國米蘇里州聖查爾斯市北主路219號
	姓 名 (名稱)	美商MEMC電子材料公司
代 表 人 姓 名	國 籍	美國
	住、居所 (事務所)	美國米蘇里州聖彼得斯市珍珠大道501號
	代 表 人 姓 名	海倫 F. 罕尼利

裝

訂

線

432518

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
IPC分類：

A6
B6

本案已向：

國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： ， 有 無主張優先權

美國 1997年4月3日 60/043,917 有 無主張優先權

美國 1998年2月26日 09/030,912 有 無主張優先權

本案優先權之主張應不予受理

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

五、發明說明(1)

發明背景

本發明有關於一用來平坦化半導體晶圓的製程。特別是，本發明提供一種改善半導體晶圓全體平坦度及/或局部平坦度的製程。它也提供以此製程所得之半導體晶圓的集團。

用做積體電路製造之起始物質的半導體晶圓必須符合確實的表面平坦度需求。這種晶圓必須藉由如電子束顯影(electron beam-lithographic)或微影(photolithographic)製程而被磨光至特別地平坦以印刷電路於其上(或在沉積於其上的半導體層上)。在該電子束描繪器(delineator)或光學印表機的焦點處之晶圓平坦度對於電子束顯影(electron beam-lithographic)或微影(photolithographic)製程中一制的影像來說是很重要的。晶圓表面的平坦度直接影響到裝置線寬度能力，製程水準，良率以及產量。在裝置大小上的持續降低和越來越嚴格的裝置製造規格正迫使半導體製造廠準備越來越平坦的晶圓。

晶圓在平坦度上可以用整體平坦變動參數(例如，總厚度變動("TTV")或總指示讀數("TIR"))或者用局部位置平坦變動參數(例如，位置總指示讀數("STIR")或位置焦點平面偏差("SFPD"))來表示。晶圓平坦度特性描述更詳細的討論可在 F. Shimura, Semiconductor Silicon Crystal Technology (Academic Press 1989), pp191-195 中找到。

常常使用於測量整體平坦度變動的TTV，是晶圓最大和最小厚度間的差異。晶圓中之TTV是晶圓磨光品質的一項

五、發明說明(2)

重要指標。常常使用於測量局部位置平坦度變動的STIR(背參考中央焦距),是自一平行於該晶圓背表面並在該局部位置與前表面相交的參考平面起之晶圓的小區域表面最大正與負變動的和。一傳統磨光之半導體晶圓對任何25 mm × 30 mm的局部位置典型地會具有超過大約0.7 μm的TTV和超過大約0.5 μm的STIR(背參考中央焦距)。然而,這樣的數值視實施製程條件而定且通常比0.7 μm或0.5 μm要大得多。除非特別註明,此處所討論的所有STIR數值都是基於背參考中央焦距參考表面。

傳統上來說,磨光的半導體晶圓準備是自一單晶金屬塊經過修整,碾磨和在切片前的定位標籤而成為個別的晶圓。晶圓的邊緣被修整圓化以防止在進一步製程中晶圓的破壞。該晶圓接著被覆蓋(以研磨漿處理)以移除由切片製程引起的表面破壞並使各晶圓的相對表面平坦且平行。在該覆蓋製程之後,該晶圓受化學蝕刻以移除由前面造型步驟所產生的機械性破壞。最後,各晶圓的至少一個表面從事一化學/機械磨光製程,諸如以一膠質砂石漿和一化學蝕刻劑磨光該晶圓,以保證該晶圓具有高反射,無破壞的表面。這些晶圓接著在包裝之前被揀選並清潔。平坦度超過一最大規格值(根據TTV, STIR, 等)的晶圓通常被丟棄。

傳統磨光技術,特別是化學/機械磨光技術,受限於他們所能達到之晶圓平坦度和良率的水準。因此,能夠進一步改善半導體晶圓平坦度及/或超越傳統數值之生產良率的方法是有所需求的。另外,能夠降低整體製程需求和傳統磨光

五、發明說明(3)

製程的缺點而不降低晶圓平坦度的方法也是有需要的。

本發明的製程使用一物質移除工具，最好是一電漿輔助化學蝕刻移除工具，與傳統磨光技術組合並正確地接續，以降低平坦度變動及/或改善半導體晶圓的良率。

Poultney, U.S. Patent No. 5,563,709, 討論了測量學機構，特別是使用Hartmann-Shack感測器組態的機構，來測量晶圓的總厚度變動。該測量學機構是位於一平坦化機構，諸如電漿輔助化學蝕刻工具之上。在平坦化機構之上的配置容許該測量學步驟和物質移除步驟能在一個單一的工作站中發生並消去了對用於重疊測量學圖進入造形站等之複雜的相互登記技巧的需要。

Zarowin 等, U.S. Patent No. 5,254,830, 討論了使用一厚度測量機構以產生表示半導體晶圓點對點厚度，特別是絕緣體上矽(SOI)基體的矽薄膜的厚度，之輪廓資料的方法。該輪廓資料被處理以產生對整個測量表面之停留時間對位置的對映圖。這對映圖接著被使用來控制物質移除工具最表面上的運動以局部地自表面移除多餘原料而產生一具有一致厚度之半導體層的SOI晶圓。

發明摘要

因此，在本發明的幾個目的之中，可以記述為用來改善半導體晶圓平坦度的製程準備；一種用於具有大約小於 $1.0\ \mu\text{m}$ 之總厚度變動的半導體晶圓準備的製程；一種用於具有大約小於 $1.0\ \mu\text{m}$ 之局部位置指示讀數的半導體晶圓準備的製程；一種用來準備一半導體晶圓表面用於隨後在該表面

五、發明說明(4)

薄膜或半導體層之配置的製程；一種用來在相對低之成本下改善半導體晶圓生產良率的製程；一種用來在救回已丟棄之半導體晶圓的製程；一種用來改善傳統上超過最大平坦度規格之已平坦化之半導體晶圓的平坦度的製程；一種用來消去半導體晶圓平坦度揀選的製程；一種用來在磨光這種晶圓之前造形半導體晶圓的製程。

因此，簡短地說，本發明被導向一種具有大約小於 $1.0\mu\text{m}$ 之TTV和/或STIR的半導體晶圓之準備的製程。該晶圓使用傳統技術而被第一次平坦化以降低該晶圓的TTV和/或STIR至一中間值。在該晶圓前表面各離散位置之前後表面的距離接著被測量以產生厚度輪廓資料，最好使用ADE 9700電容探棒。另一方面，其他使用其他參考平面的測量方法(諸如能夠測量自晶圓表面反射回來的光或聲波的測量機構)也可被使用來產生厚度輪廓資料。

然後多餘的原料在第二製程步驟中在該晶圓的前表面被移除，以降低在該晶圓各離散點的厚度至一目標厚度 T_1 ，在各離散位置應被移除的原料量是在考慮厚度輪廓資料和 T_1 之後決定的。該晶圓也可能經過一額外的完成磨光步驟。另外，該製程可以包括在製程中任何地方序列的一個或多個傳統清潔步驟，最好是直接接著電漿輔助化學蝕刻。這序列以及多餘物質原料移除步驟造成了晶圓的準備在平坦度數值和/或良率上優於目前傳統製程所能得到的。

本發明也導向一種用來平坦化根據傳統技術準備，而其平坦度數值超過最大值的半導體晶圓的製程。根據本製程

五、發明說明 ()

，半導體晶圓初始以傳統方式準備。然後晶圓的平坦度，而未滿足最小可接受之平坦度數值的晶圓從事額外的製程以進一步將其平坦化。

被篩選掉之晶圓的厚度輪廓資料依與以上所討論並用於本發明第一具體實施例的類似方式而產生。接著多餘原料，最好是經由電漿輔助化學蝕刻，而從晶圓的前表面被移除，以降低該晶圓在各離散點之厚度至一目標厚度， T_t 。在各個離散位置處要移除的原料量是在考慮厚度輪廓資料和 T_t 之後被決定。

另一方面，傳統準備之晶圓並未被揀選。取代的是，所有晶圓要從事額外原料移除步驟。這額外的步驟可以消除各別平坦度揀選步驟的需求，該處所需對各晶圓的總厚度變動和/或位置總指示讀數分別可大於大約 $0.5 \mu m$ 和大約 $0.3 \mu m$ 。

本發明也導向一包含至少10個晶圓的晶圓集團，其晶圓具有不超過大約 $1.0 \mu m$ 的平均總厚度變動和/或平均位置總指示讀數，最好是大約 $0.7 \mu m$ ，更希望是大約 $0.5 \mu m$ ，而最理想的是大約 $0.2 \mu m$ 。

其他的目的及特性一部份是顯而易見的，而一部份將在此處以後指出。

圖形之簡單說明

圖1(a)是許多傳統平坦化晶圓之初始TIR分佈和許多相同晶圓在根據本發明一具體實施例之電漿輔助化學蝕刻之後的TIR分佈的圖形說明。

五、發明說明(6)

圖1(b)是許多傳統平坦化晶圓之初始TTV分佈和許多相同晶圓在根據本發明一具體實施例之電漿輔助化學蝕刻之後的TTV分佈的圖形說明。

圖1(c)是許多傳統平坦化晶圓之初始STIR分佈和許多相同晶圓在根據本發明一具體實施例之電漿輔助化學蝕刻之後的STIR分佈的圖形說明。

圖2(a)和2(b)是一群傳統平坦化晶圓之初始STIR分佈(背參考中央焦距)和相同晶圓分別在根據本發明一具體實施例之電漿輔助化學蝕刻之後的STIR分佈(背參考中央焦距)的圖形說明。

圖3(a)和3(b)是一群選自圖2(a)和2(b)所示晶圓之傳統平坦化晶圓之初始STIR分佈(位置最適參考平面)和相同晶圓分別在根據本發明一具體實施例之電漿輔助化學蝕刻之後的STIR分佈(位置最適參考平面)的圖形說明。

圖4(a)是根據本發明一具體實施例之許多傳統平坦化晶圓之初始SFPD分佈的圖形說明。

圖4(d)和4(b)和4(c)是一群選自圖4(a)所示晶圓之傳統平坦化晶圓而在三個不同位置大小之電漿輔助化學蝕刻之後的SFPD分佈的圖形說明。

圖5(a)和5(b)是許多傳統平坦化及完成磨光之晶圓的初始STIR分佈和相同晶圓分別在根據本發明一具體實施例之電漿輔助化學蝕刻之後的STIR分佈的圖形說明。

圖6是許多傳統平坦化晶圓的初始STIR分佈和相同晶圓在根據本發明一具體實施例之電漿輔助化學蝕刻之後的

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明(7)

STIR分佈的圖形說明。

建議具體實施例之詳細說明

根據本發明，已發現一半導體晶圓的整體及/或局部位置平坦度以及一給定之生產之良率，可以藉著對一半導體晶圓組合並正確地排列一額外之物質移除步驟，最好是一電漿輔助化學蝕刻步驟，與傳統平坦化製程而提高。具有相比於目前透過傳統製程所得者有改善之整體及局部位置平坦度變動數值可以根據本應用的製程來準備。

另外，該額外之物質移除步驟在傳統平坦化製程中的組合可以造成正常地加入於平坦化製程中之一個或多個製程壓迫的鬆弛。該晶圓在傳統製程中的物質移除速率和得到之平坦度視各種操作因子，諸如溫度，壓力，接點物質及處理技術，旋轉率和漿化合物。舉例來說，一較慢的磨光速率通常造成一較平坦的表面。這些變數典型地必須被嚴格地控制以準備具有一致最小平坦度的晶圓。在為達到目標晶圓平坦度而對這些變數數值的選擇方面，較大的範圍較可能組合額外之物質移除步驟進入傳統製程中。

本發明的製程使用切片自一單晶金屬塊的半導體晶圓為起始物質。矽是用於該晶圓較好的物質，因其傳導型式及電阻率都非關鍵重要。該晶圓可能具有任何適用於一半導體應用的直徑和目標厚度。舉例來說，直徑可能是4到8英寸(100到200 mm)或者更大，而厚度可能是475到725 μ m或者更大，厚度通常隨著直徑增加而增加。該晶圓也可能具有任何晶體本性(orientation)。然而，通常該晶圓具有

五、發明說明(8)

<100>或<111>晶體本性。

該晶圓在兩端被覆蓋以移除因切片製程引起的不一致破壞，並改善該晶圓的平行度和平坦度。該覆蓋研磨漿典型上是碳化鋁或矽與甘油的混合物，雖然其他適合的覆蓋漿也已商品化。因此由於切片和覆蓋所致的機械性破壞實質上可以藉著化學蝕刻而移除。酸蝕刻藥劑和鹼蝕刻藥劑都已商品化。

傳統化學/機械磨光製程通常可被使用來降低一晶圓的總厚度變動("TTV")及/或位置總指示讀數("STIR")至，最好分別是大約 $0.7\mu\text{m}$ 或 $0.5\mu\text{m}$ 。然而，根據本發明準備之半導體晶圓僅需要初始傳統製程步驟平坦化該晶圓至一個可能通常超過傳統粗磨光步驟可達到的中間值。較好的情況下，該晶圓的中間值TTV及/或STIR大約小於 $5\mu\text{m}$ ；較佳地是大約小於 $4\mu\text{m}$ 而最好是大約小於 $3\mu\text{m}$ ；而最理想情況是大約小於 $2\mu\text{m}$ 。

另外，雖然不需要，希望平坦化之晶圓具有在 $1\text{mm}\times 1\text{mm}$ 的面積上大約小於 1.0nm 的粗糙度(RMS)， R_a 。最好是 R_a 在 $1\text{mm}\times 1\text{mm}$ 的面積上大約小於 0.5nm 。對本發明的目的來說，該晶圓的平坦度和粗糙度在初使平坦化步驟之後可以選擇性地用任何適合的測量機構來測量以確認該晶圓已達到所要的中間平坦度及/或粗糙度數值。

在一說明的初始平坦化步驟中，一矽晶圓被臘固到一陶瓷磨光區塊上，而它接著會被固接到一粗磨光器的臂上。當粗磨光開始時，該磨光器臂降低至它與磨光器的陶瓷轉盤上的硬墊相接觸。然後該轉盤旋轉而安定鈉膠質矽漿和

五、發明說明(9)

一鹼蝕刻劑被分配到該墊子表面。對一p型晶圓來說，該晶圓的表面在大約9 lb/in²及大約50-55°C下大約400至600秒而被磨光。此磨光自該晶圓的表面移除大約16到18 μm的矽(Si<100>)並降低了該晶圓之低頻表面粗糙度至不超過2.0 nm R_a。最好是，該低頻表面粗糙度在此磨光步驟中被降低至大約1.2 nm R_a到2.0 nm R_a。對本發明的目的來說，以Nomarski顯微鏡在50x倍率下或以Wykō-2D顯微鏡裝備10x倍率鏡頭所觀察到的低頻表面粗糙度是在從100 μm到1 mm的側面頻寬中垂直峰對谷測量不超過15 nm。高頻表面粗糙度是如由光散射儀器或AFM在從1 μm到10 μm的側面頻寬中垂直峰對谷測量不超過3 nm下所測量的一般模糊不清。

安定鈉膠質矽漿(Sodium stabilized colloidal silica slurries)在此技藝中是廣為人知的，並已被描述於U.S. Patent No. 3,170,273中。Syton HT-50，一種建議的，並已由E.I. du Pont de Nemours & Company在商業上應用的安定鈉膠質矽漿，具有49.2-50.5%的二氧化矽含量及35-50 μm的分子大小。該安定鈉膠質矽漿在從大約50到80 ml/min的流動速率下分配。

該鹼性蝕刻劑最好是一具有pH值範圍從11到14的月安強化腐蝕溶劑。一適合的蝕刻溶劑可以包含從大約1.0到1.5 wt.%的氫氧化鉀，從大約0.5到1.3 wt.%的二氯乙烯和剩餘為蒸餾水。該鹼性蝕刻劑流通常在膠質矽漿流啓動12秒後開始，並在膠質矽漿流停止後繼續大約60秒。鹼性蝕刻

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明(10)

劑被提供在從大約80到120 ml/min範圍的流動速率下。雖然一鹼性蝕刻劑的使用在原料移除後並不必要，在不用鹼性蝕刻劑的相同粗磨光中被磨光之晶圓間的原料移除中仍有高度的差異。

該安定鈉膠質砂漿和鹼性蝕刻劑最好是分配至一 Polyurethane impregnated felt 墊，諸如由 Rodel of Scottsdale, Arizona 在商業上應用的 Suba H2 墊。使用於粗磨光或完成磨光中正確的磨光墊在此技藝中是廣為人知的。

接著該晶圓被以酸中止劑處理大約10到40秒以中和應用在該晶圓的鹼性蝕刻劑和溶漿。該晶圓也在從大約100到1000 ml/min的流動速率下以水漂洗大約10到30秒。該酸中止劑及水之漂洗可以同時或依序地實施。該磨光臂接著被舉起而陶瓷塊被解固並以水漂洗。

該酸中止劑包含一具有大約100,000到1,000,000之平均分子量的多元醚(polyether)多烷(polyol)和一有機或無機酸或其混合物。一代表性的中止劑是由在蒸餾水中大約0.01到0.1 wt.%的多元醚(polyether) polyol，大約0.2到0.5 wt.%的異丙烷(isopropanol)，大約0.5到5.0 wt.%的過氧化氫(hydrogen peroxide)所組成，以醋酸或硫酸調整至pH值3.4到3.6。一適合的多元醚(polyether)多烷(polyol)是Polyox WSR N-3000，由Union Carbide商業化應用的水溶樹脂，並具有大約400,000的分子量。該酸中止劑在大約400到800 ml/min的速率下分配。

五、發明說明(11)

在初始平坦化步驟之後，該晶圓的點對點厚度輪廓資料被產生並對應該晶圓前表面位置與在足夠數目之離散位置處產生的資料以保證對該晶圓全部表面的覆蓋。因此，離散位置的數目至少為2，最好至少10，更希望至少大約100，再更好至少大約1000，而對某些應用來說，最好的情況是至少5,000。

使用來產生這資料的厚度測量工具可以是一個電容，光干涉，FTIR，或機械(如微距儀)厚度測量工具。然而最好是，由具有至少大約 $0.5\ \mu\text{m}$ ，更希望是至少大約 $0.1\ \mu\text{m}$ 的解析度之電容厚度測量工具。一具有大約 0.1 到 $0.2\ \mu\text{m}$ 的解析度之電容厚度測量工具已由ADE Corporation (Newton, MA)使用ADE 7200之商標而在商業上應用。然而最好使用ADE 9700電容厚度測量工具。在操作上，在這些工具的平行板電容器中矽晶圓的使用導致電容的改變。該電容改變可能有關於該晶圓之厚度及其有效介電常數。其餘的討論集中在電容測量工具對說明目的的使用。一個精於此技藝者可以修正在此揭示的具體實施例，以其他在此技藝中熟知，且可測量基於參考平面之平坦度，而與電容測量工具所使用的不同的測量機構來取代這電容測量工具。

值得注意的，該晶圓TTV及/或STIR的降低可以使用對厚度輪廓資料和該晶圓目標厚度 T_t 做運算的演算法來計算。舉例來說，要被移除的量可以藉由從在各離散位置上的厚度輪廓資料減去目標厚度 T_t 所得兩數值的差而決定，其

五、發明說明(12)

建立了在晶圓前表面各離散位置上要達到目標厚度 T_t ，所必須被移除的原料量，並因此最小化TTV及/或STIR。

一旦要從該晶圓各離散位置上移除的物質被決定了，這資訊就被處理而轉換為一停留時間對位置的對應圖，其被使用在原料移除步驟中控制原料移除工具。這原料移除步驟可以使用任何能夠局部精準地從該晶圓前表面的小區域移除原料的工具來執行。舉例來說，這工具可以是一個具有微磨光頭的化學/機械磨光工具。然而，最好它是一個在 U.S. Patent Nos. 4,668,366, 5,254,830, 5,291,415, 5,375,064, 5,376,224及5,491,571中描述之型式的PACE移除工具，其已由IPEC/Precision, Inc.以PWS-200商標在商業上應用了。

在該原料移除步驟之後，該晶圓具有小於 $1\mu\text{m}$ 的TTV，最好是具有大約小於 $0.7\mu\text{m}$ 的TTV，再更好是具有大約小於 $0.5\mu\text{m}$ 的TTV，再更好是具有大約小於 $0.4\mu\text{m}$ 的TTV，再更好是具有大約小於 $0.2\mu\text{m}$ 的TTV，而最理想化是具有大約小於 $0.1\mu\text{m}$ 的TTV。另一方面或更進一步說，該晶圓具有小於 $1\mu\text{m}$ 的STIR，最好是具有大約小於 $0.7\mu\text{m}$ 的STIR，再更好是具有大約小於 $0.5\mu\text{m}$ 的STIR，再更好是具有大約小於 $0.3\mu\text{m}$ 的STIR，再更好是具有大約小於 $0.2\mu\text{m}$ 的STIR，而最理想化是具有大約小於 $0.1\mu\text{m}$ 的STIR。該晶圓最終的TTV及/或STIR值藉由精確地映射該晶圓的厚度並使用該映射圖在原料移除步驟中精準薄化該晶圓。在該原料移除步驟期間，最好是有至少 $1.0\mu\text{m}$ 的原料自

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明 (13)

該晶圓移除，更好是有至少 $2.0\ \mu\text{m}$ ，再更好是有至少大約 $4.0\ \mu\text{m}$ 的原料在原料移除步驟中自該晶圓移除。

在原料移除之前及/或之後，該晶圓可依意思清潔以移除諸如溶漿粒子和在初始平坦化步驟中引入的金屬及在原料移除期間藉由電漿而沉澱在晶圓表面的硫等等的雜質。該晶圓可能使用任何適合而不會實質上影響該晶圓厚度輪廓的清潔程序來清潔。這種清潔程序在此技藝中為人所熟知，舉例來說，包括RCA方法（描述於F. Shimura, Semiconductor Silicon Crystal Technology (Academic Press 1989), pp. 189-191），或一正確的水漂洗。

在原料移除之後，該晶圓可依意思實施一“吻觸”（或完成）磨光以降低表面粗糙度(rms)， R_a 。電漿晶圓薄化製程通常會留下帶有高度表面粗糙度(rms)的矽晶圓表面，例如以一原子力顯微鏡(AFM)所測得的一般。因此，最好電漿蝕刻之晶圓表面的粗糙度被降低至一小於該粗糙程度的值。最好，該粗糙度 R_a ，被降低至 $1\ \text{mm} \times 1\ \text{mm}$ 面積上大約 $1.0\ \text{nm}$ 的數值，更好些，是該粗糙度 R_a ，被降低至 $1\ \text{mm} \times 1\ \text{mm}$ 面積上大約 $0.5\ \text{nm}$ 的數值，而最佳的情況，該粗糙度 R_a ，被降低至 $1\ \text{mm} \times 1\ \text{mm}$ 面積上大約 $1.0\ \text{nm}$ 的數值。

吻觸磨光並非如鏡般地降低反射光(模糊)而加強該晶圓表面的鏡射性。一未磨光之晶圓在其表面上包括高及低頻粗糙度組成。高頻粗糙度由於模糊而導致表面高度光散射。該“吻觸”磨光最小化了高和低頻粗糙度並降低了模糊。決定移除量的演算法如下：(1)決定電漿蝕刻之表面的峰

五、發明說明 (14)

("p")對谷("v")粗糙度， $r(p-v)$ ；(2)使用一完成型溶(如稀釋 Glanzox)而設計一磨光製程以移除大約 $3r(p-v)$ 到 $4r(p-v)$ ；以及(3)傳統RCA型式清潔。移除這小量的砂通常不會損傷該晶圓的平坦度。

通常，在這磨光步驟中會移除大約1到300 nanometers的砂。這磨光可以在一使用如稀釋氨水安定膠質砂漿及傳統磨光設備的化學/機械磨光製程中被實施。建議的氨水安定膠質砂漿是 Glanzox 3900，它已由 Fujimi Incorporated of Aichi Pref. 452, Japan在商業上應用。Glanzox 3900具有大約8到10%的砂含量及大約 $0.025 \mu m$ 到 $0.035 \mu m$ 的分子大小。如果氨水安定膠質砂漿沒有在使用前稀釋，該磨光之晶圓不會像以稀釋溶漿處理的一般平坦。大約一份砂漿到十份去離子水的稀釋法是較建議的。

P^+ 型晶圓通常做完成磨光大約300秒，然後是停止狀態。對 P^- 型晶圓來說傳統完成磨光時間是大約240秒。在磨光之後，該基體可隨意思實施適當的清潔程序，諸如一標準清潔溶劑如 $H_2O-H_2O_2-NH_4OH$ 的使用。

本發明的這一具體實施例在具有分別小於 $0.7 \mu m$ 和 $0.5 \mu m$ 的TTV及/或STIR之超平坦晶圓的準備上提供了特別的優點。另一方面，對平坦度規格低至 $0.7 \mu m$ TTV和 $0.5 \mu m$ STIR來說，接近100%的良率是可能的。因此，本具體實施例消除了平坦度規格只需要分別大於 $0.7 \mu m$ 和 $0.5 \mu m$ 的TTV及/或STIR的晶圓之平坦度揀選的需要。傳統晶圓

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明(15)

準備製程需要這種平坦度揀選。另外，本發明的製程在傳統平坦化和磨光步驟的處理上也提供了特別的優點。這些優點出現在選擇初始平坦化及磨光變數值時額外的靈活性上，藉由額外物質移除步驟之組合而使得數值的選擇變得可能。

圖1(a), 1(b), 2(a), 2(b), 3(a), 3(b), 4(a), 4(b), 4(c), 4(d)和6說明了根據本發明具體實施例在平坦度上的改善。

在一第二具體實施例中，該原料移除步驟可被組合到晶圓準備製程中而在傳統晶圓準備之後。通常，已經由傳統製程準備的晶圓，亦即平坦化後完成磨光者，被使用厚度測量工具(諸如前面討論的ADE 7200電容測量工具)測量以決定它們的TTV及/和STIR數值，並揀選進一群超過一明確平坦度數值的晶圓，和一第二群的滿足該明定平坦度數值的晶圓。這些晶圓可能被測量並基於整體平坦度及/或局部位置平坦度來揀選。那些具有超過最大明定值之TTV及/和STIR的晶圓通常就被丟棄。丟棄的晶圓量通常的範圍，舉例來說，高到一給定之200 mm直徑晶圓生產的3%。然而，對較緊的平坦度規格來說，這數值可能增加到給定生產的10%到30%。

然而，已經發現這樣的被丟棄之晶圓可以被經濟地處理以改善其平坦度至一可接受的程度。在本發明的這個具體實施例中，傳統上準備的晶圓基於其整體平坦度及/或局部位置平坦度而被揀選成一群或多群。在那些群中具有超過一最大明定值之TTV及/和STIR的晶圓被測量以產生厚度

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明 (16)

輪廓資料。然後這些晶圓被實施一額外的原料移除步驟，最好是一電漿輔助化學蝕刻步驟，和選擇的再次完成磨光以移除任何多餘的表面粗糙度並修復該晶圓的可反射表面。這些額外的步驟以實際上與先前所揭示本發明第一具體實施例相同的方式操作。

最好是，該丟棄晶圓的TTV及/和STIR被降低至大約小於 $0.7\mu\text{m}$ ；更好是至大約小於 $0.4\mu\text{m}$ ；再更好是至大約小於 $0.3\mu\text{m}$ ；再更好是至大約小於 $0.2\mu\text{m}$ ；而最理想是，至大約小於 $0.1\mu\text{m}$ 。另外，雖然不需要，仍希望在這樣的額外原料移除步驟之後，該丟棄晶圓具有在 $1\text{mm}\times 1\text{mm}$ 面積上大約小於 1.0nm 的表面粗糙度(RMS)， R_a 。較希望是 R_a 為在 $1\text{mm}\times 1\text{mm}$ 面積上大約小於 0.5nm 。對本發明的目的來說，該晶圓在粗磨光步驟之後的平坦度和粗糙度可隨意思使用任何適合的測量機構來測量以確認該晶圓已達到目標平坦度及/和目標粗糙度。

另一方面，該測量機構可被使用來對所有傳統準備之晶圓測量並產生厚度輪廓資料。然後所有的晶圓基於這厚度輪廓資料而實施一原料移除步驟，用實際上與先前所揭示相同的方式來做。圖5(a)和5(b)說明了根據本發明這一具體實施例對已丟棄晶圓在平坦度上的改善。這些平坦化之晶圓可隨意思實施"吻觸"磨光。

本發明的這些具體實施例藉由提供一種復原未滿足目標厚度之晶圓的方法，有利地改善了給定半導體晶圓生產的良率。另一處理所有晶圓的具體實施例進一步降低或消去

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

五、發明說明(17)

了有關平坦度揀選，諸如增加晶圓準備之週期時間，複雜的材料流程，以及增加晶圓製造成本的缺點。

本發明的晶圓平坦化製程也能夠做為具有嚴格TTV及/和STIR數值分佈的半導體晶圓集團的準備。也就是指，至少大約10個基體的集團，最好是至少大約25個基體，可以被準備而具有不超過大約 $1.0\mu\text{m}$ 的晶圓平均TTV及/和STIR，最好是大約 $0.7\mu\text{m}$ ，更好是大約 $0.5\mu\text{m}$ ，再更好是大約 $0.3\mu\text{m}$ ，最理想是大約 $0.2\mu\text{m}$ 。

在本發明的又另一具體實施例中，該額外原料移除步驟可以組合在該晶圓的初始化學/機械磨光，或粗磨光之前。該原料移除步驟可以用來造形該晶圓以彌補任何由於隨後之粗磨光步驟所致的平坦度下降。舉例來說，某些粗磨光製程可能給予該晶圓凸的外形。該額外原料移除步驟可以被使用來修補由於移除原料所致的這個問題，在粗磨光之前給予該晶圓凹的外形。於是該晶圓隨後的粗磨光造成了沒有凸出的晶圓。因此，該晶圓在粗磨光之前原料移除步驟的組合，相對於傳統上在粗磨光之後所得的平坦度，其改善了該晶圓在粗磨光之後的晶圓平坦度。該晶圓隨後的完成磨光通常不會使該晶圓的平坦度下降。

在以上各個具體實施例中，可能希望在原料移除之前及/或之後選擇性的清潔該晶圓以移除諸如溶漿粒子和在初始或中間步驟中引入的金屬及在原料移除期間藉由電漿而沉澱在晶圓表面的硫等等的雜質。該晶圓可以使用任何不會實質上影響該晶圓厚度輪廓的適當的清潔程序來清潔。這

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明 (18)

種清潔程序在此技藝中為人所熟知，舉例來說包括，RCA方法（描述於F. Shimura, Semiconductor Silicon Crystal Technology (Academic Press 1989), pp. 189-191)，或者一正確的水漂洗。相類似地，在“吻觸”磨光之後，可能希望選擇性地對晶圓實施適當的清潔程序，諸如以上與原料移除步驟一起討論的傳統程序。

儘管本發明被描述於半導體晶圓的上下文中，它仍可應用於一般對任何需要超平坦表面的半導體基體上，特別是需要超平坦晶圓基體的磊晶層生長。另外，儘管以上討論的具體實施例集中在平坦化晶圓以使TTV及/和STIR數值達到此處所討論希望的範圍，一個精於此技藝者仍可修正該具體實施例來準備具有較大TTV及/和STIR數值的晶圓，如果應用在較低限制的平坦度規格的話，特別是大約小於 $5\mu\text{m}$ 的TTV及/和STIR數值。

從以上的觀點來說，我們看到本發明的幾個目的和其他有利的結果會得到。

由於以上的結構和製程可以在不離開本發明的範圍下做各種改變，我們企圖使所有包含於以上說明或所附圖形者將能被如說明而被演繹而不只為有限的了解。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

四、中文發明摘要(發明之名稱: 半導體晶圓之平坦化方法)

具有總厚度變動大約小於 $1.0 \mu\text{m}$ 的晶圓之準備製程。該晶圓在各前表面上離散位置處之前表面和後表面間的距離用來產生厚度輪廓資料。額外的原料在原料移除步驟中從晶圓的前表面被移除以降低該晶圓的厚度至目標厚度, T_t , 移除量為考慮厚度輪廓資料和 T_t 後針對各離散位置而決定。

英文發明摘要(發明之名稱: FLATTENING PROCESS FOR SEMICONDUCTOR WAFERS)

Process for the preparation of a wafer having a total thickness variation of less than about $1.0 \mu\text{m}$. The distance between the front and back surfaces of the wafer at discrete positions on the front surface is measured to generate thickness profile data. Additional stock is removed from the front surface of the wafer in a stock removal step to reduce the thickness of the wafer to the target thickness, T_t , with the amount of stock being removed at each of said discrete positions being determined after taking into account the thickness profile data and T_t .

六、申請專利範圍

1. 一種用來平坦化一半導體晶圓的製程，該製程包括：

平坦化該晶圓以降低該晶圓的平坦度變動至一不超過大約 $5.0 \mu\text{m}$ 的數值，該平坦化之晶圓具有前表面和後表面；

產生在該晶圓離散位置處的厚度輪廓資料，該晶圓具有前表面和後表面；

決定在各個離散位置處要被移除的原料量以降低該晶圓的平坦度變動，決定包括使用一運算厚度輪廓資料和一目標厚度 T_1 的演算法；以及

從該晶圓的前表面移除原料以降低晶圓的平坦度變動至大約小於 $1.0 \mu\text{m}$ ，在各個離散位置處被移除的原料量是基於該決定；

該平坦度變動對應於該晶圓的總厚度變動或局部總指示讀數。

2. 根據申請專利範圍第1項的製程，其中厚度輪廓資料是藉由測量晶圓在離散位置的電容來產生，而原料是藉著以電漿蝕刻該晶圓的前表面來移除。

3. 一種用來降低一已完成磨光之半導體晶圓超過一規格平坦度變動數值的平坦度變動的製程，該製程包括：

產生在該晶圓離散位置處的厚度輪廓資料，該晶圓具有前表面和後表面；

決定在各個離散位置處要被移除的原料量以降低該晶圓的平坦度變動，該決定包括使用一運算厚度輪廓資料和一目標厚度 T_1 的演算法；以及

(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

從該晶圓的前表面移除原料以降低晶圓的平坦度變動至大約小於 $1.0\ \mu\text{m}$ ，在各個離散位置處被移除的原料量是基於該決定；

該平坦度變動對應於該晶圓的總厚度變動或局部總指示讀數。

4. 根據申請專利範圍第3項的製程，其中厚度輪廓資料是藉由測量晶圓在離散位置的電容來產生，而原料是藉著以電漿蝕刻該晶圓的前表面來移除。
5. 根據申請專利範圍第1、2、3或4項的製程，其中該晶圓在原料移除步驟之後具有大約小於 $0.7\ \mu\text{m}$ 的平坦度變動。
6. 根據申請專利範圍第1、2、3或4項的製程，其中該晶圓在原料移除步驟之後具有大約小於 $0.5\ \mu\text{m}$ 的平坦度變動。
7. 根據申請專利範圍第1、2、3或4項的製程，其中該晶圓在原料移除步驟之後具有大約小於 $0.2\ \mu\text{m}$ 的平坦度變動。
8. 根據申請專利範圍第1、2、3或4項的製程，其中該晶圓在原料移除步驟之後具有大約小於 $1.0\ \mu\text{m}$ 的平坦度變動。
9. 根據申請專利範圍第1、2、3或4項的製程，其中該晶圓是在原料移除步驟之後被磨光。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

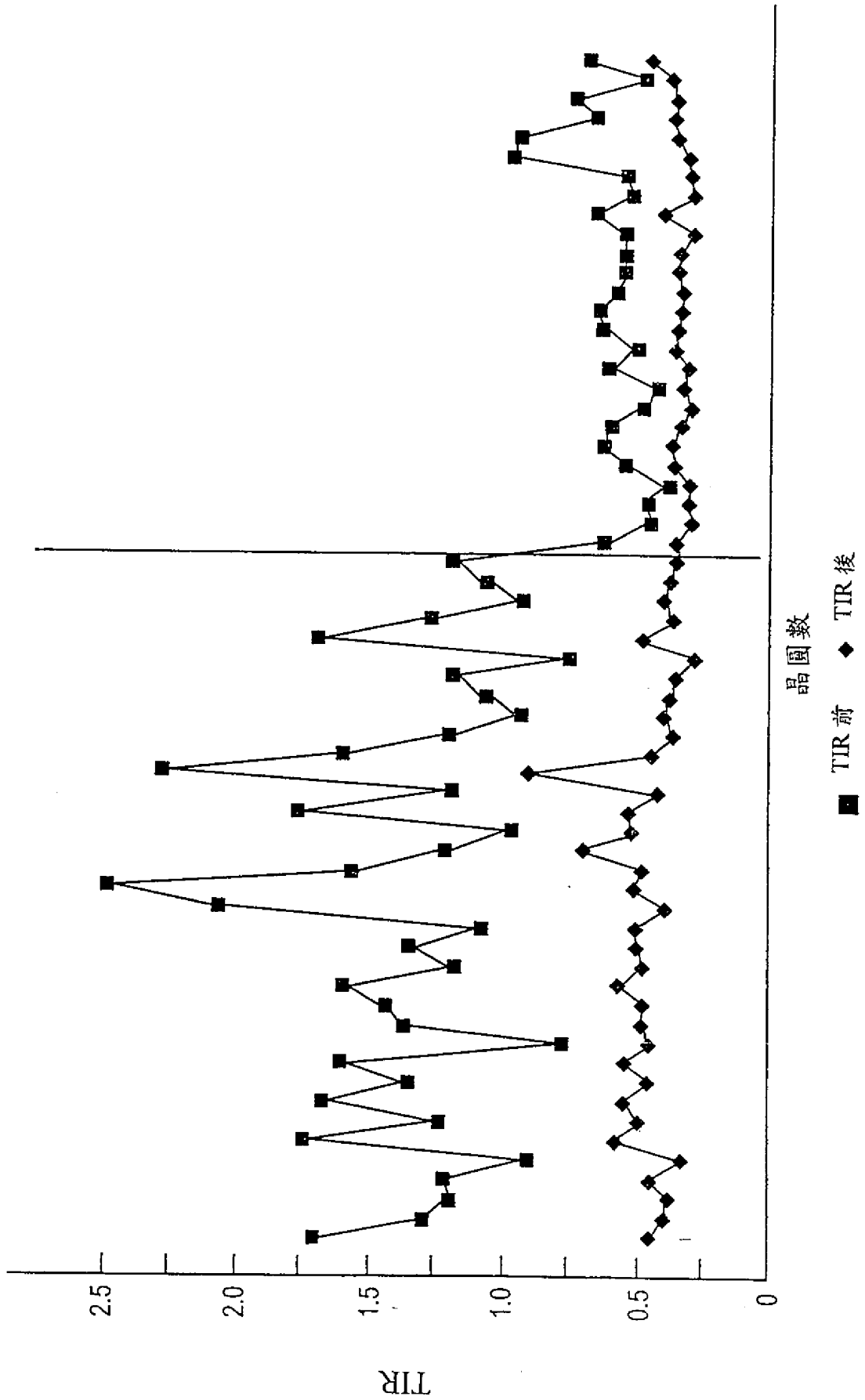
訂

結

89.7.21 修正
年 月 日
補充

第87105021號專利申請案
中文圖式修正本(89年7月)

圖 1a



晶圓數

■ TIR 前 ◆ TIR 後

圖 1b

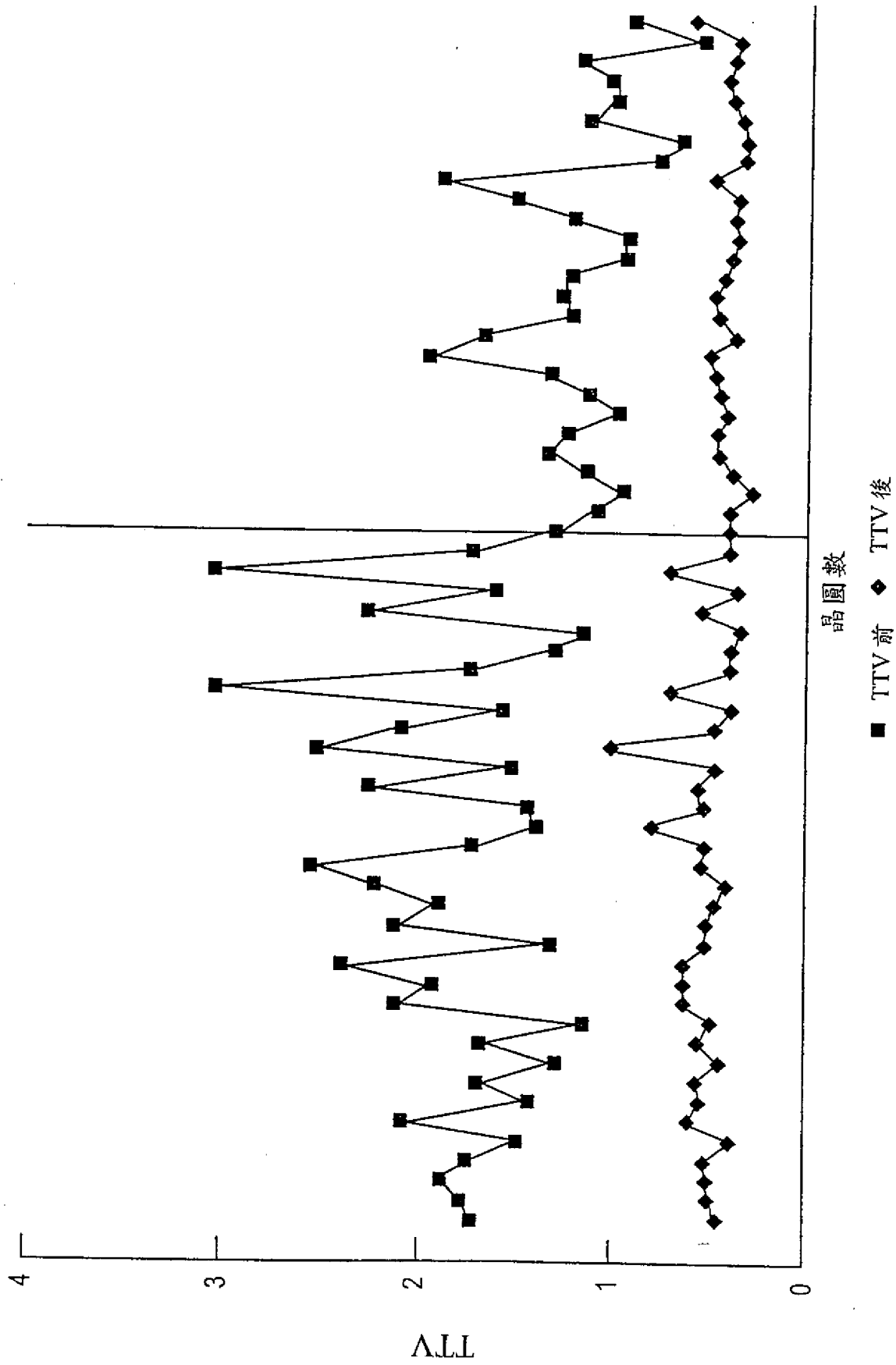


圖 1c

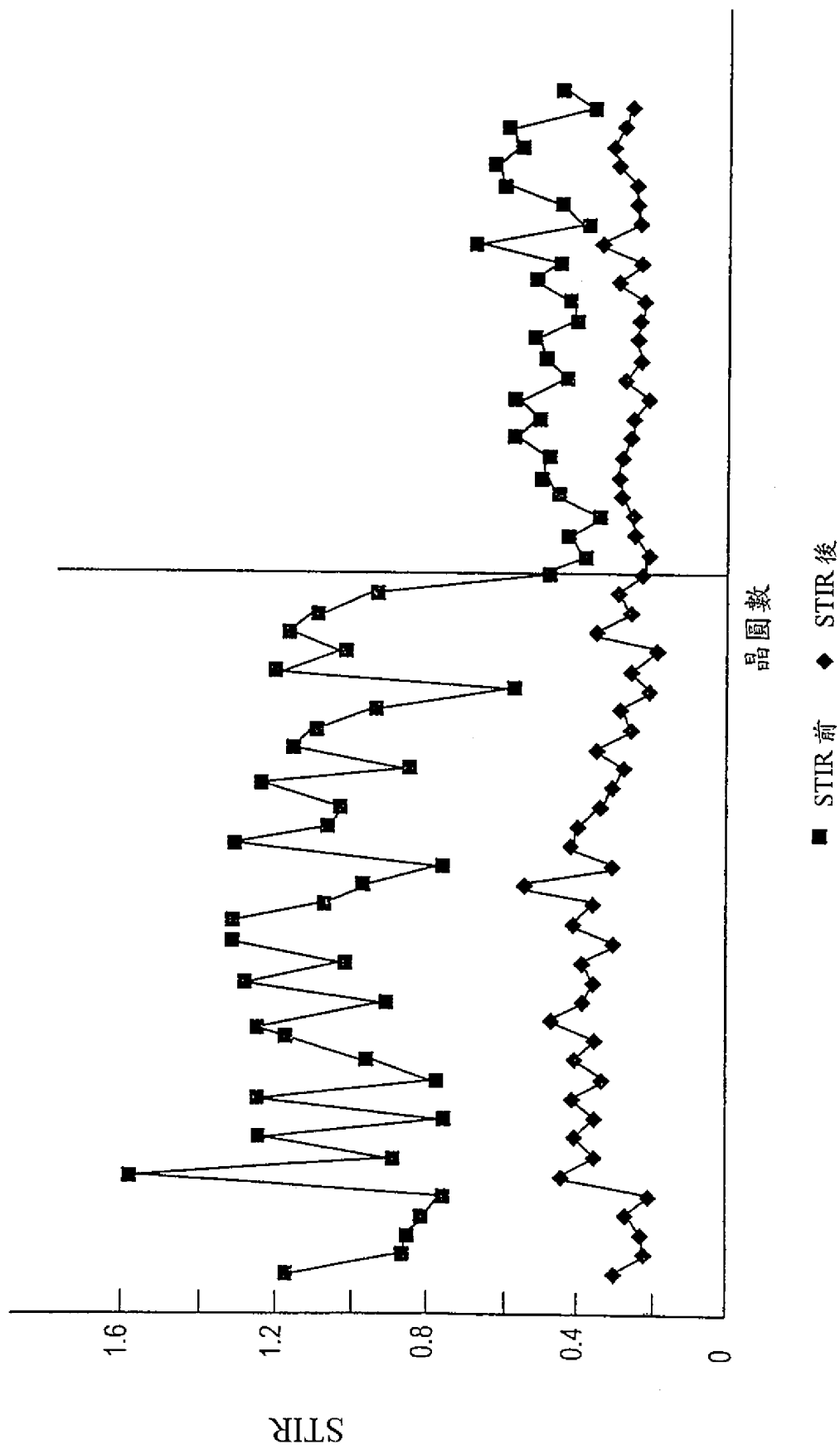


圖 2a

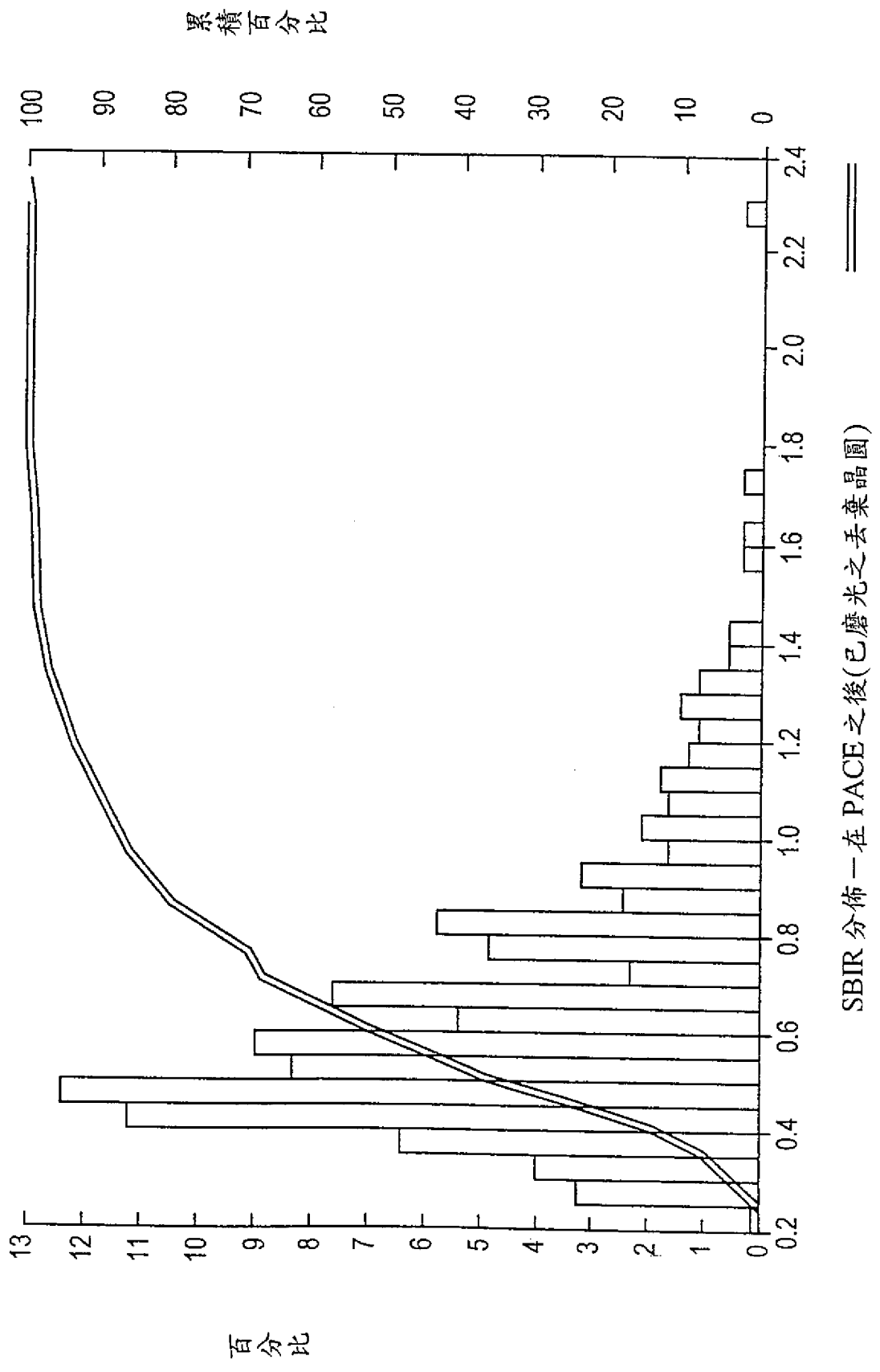
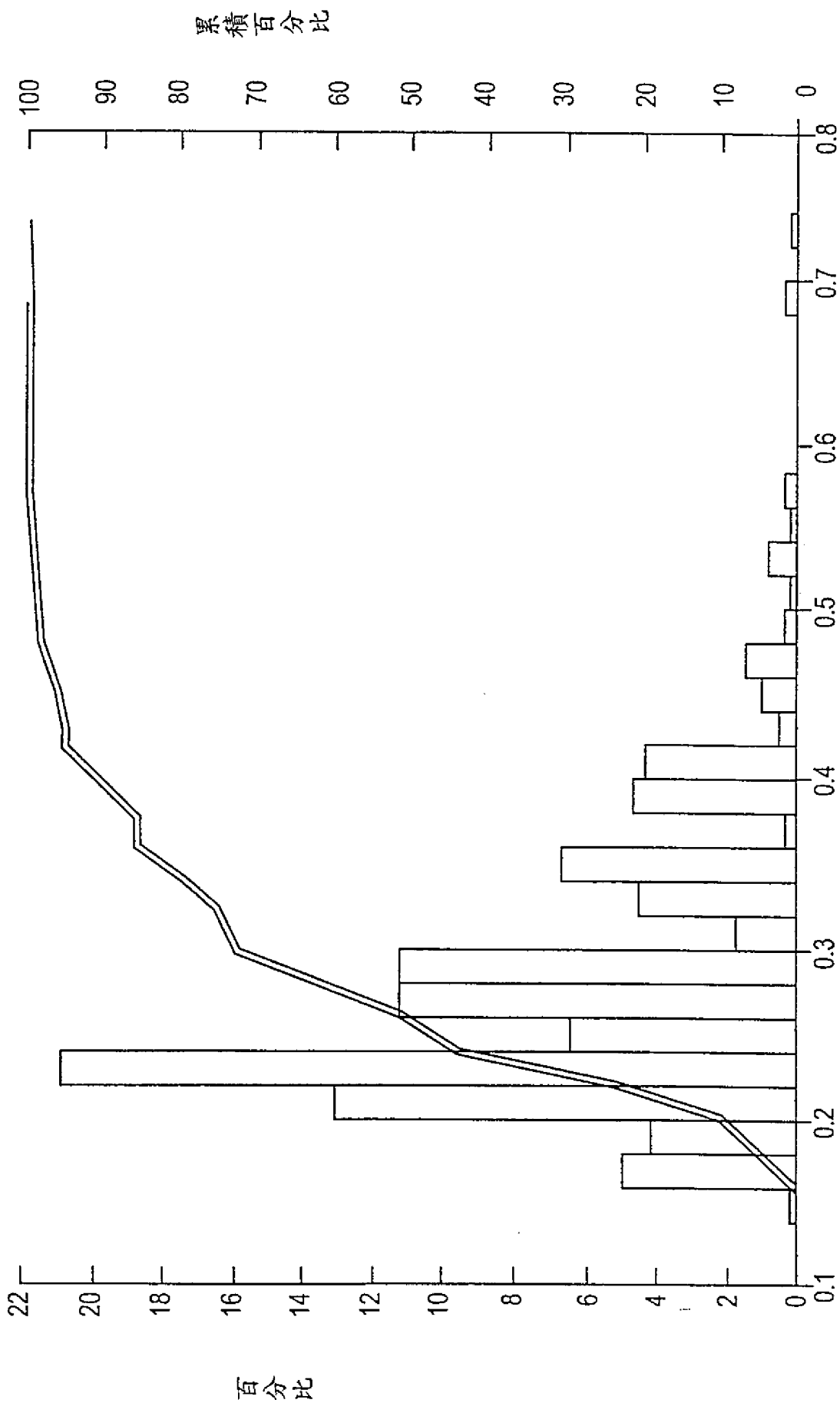


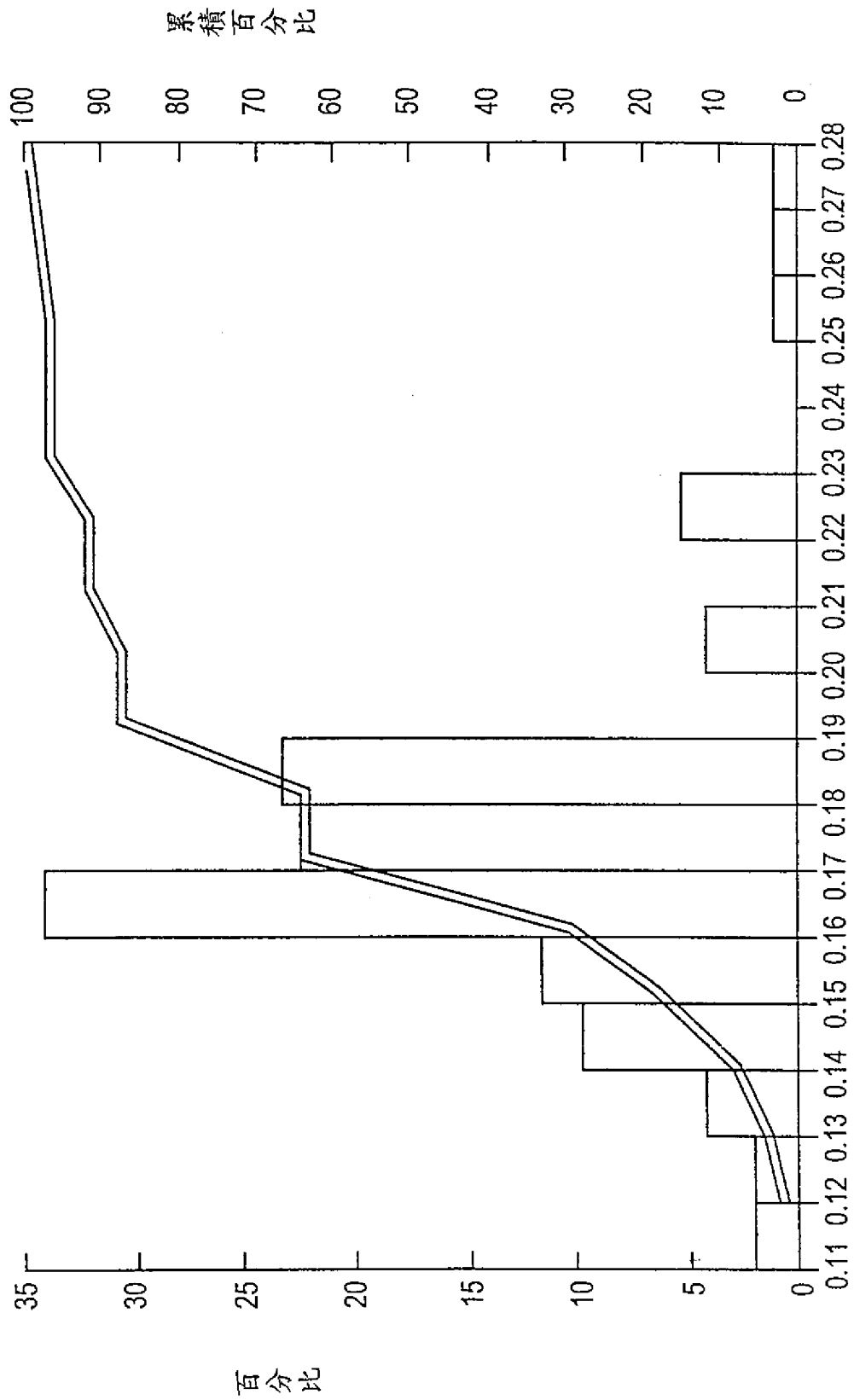
圖 2b ✓



STIR(SBIR)分佈— 在 PACE 之後 (已磨光之丟棄晶圓)



圖 3a ✓



STIR(SFQR)分佈—在 PACE 之後



圖 3b

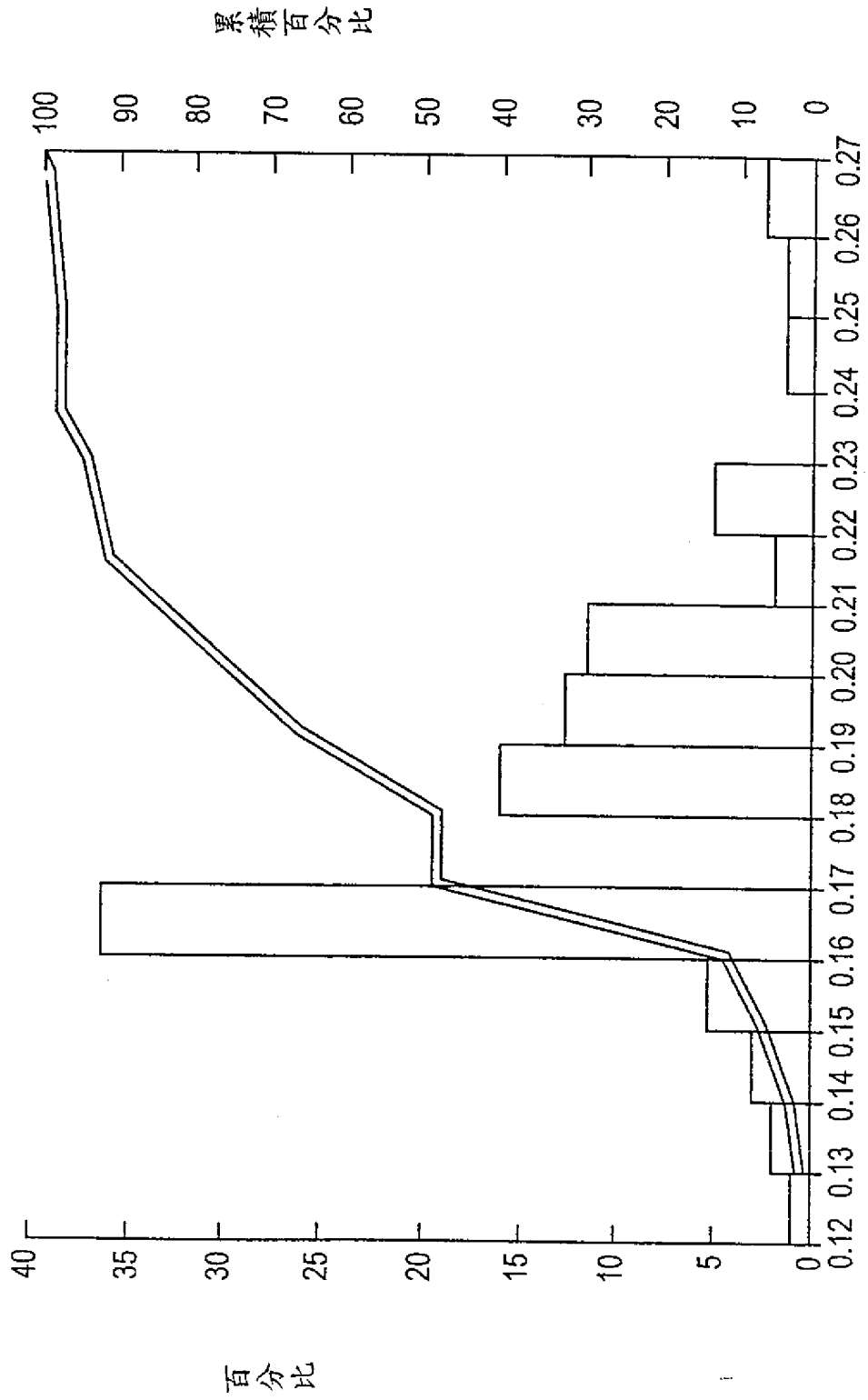
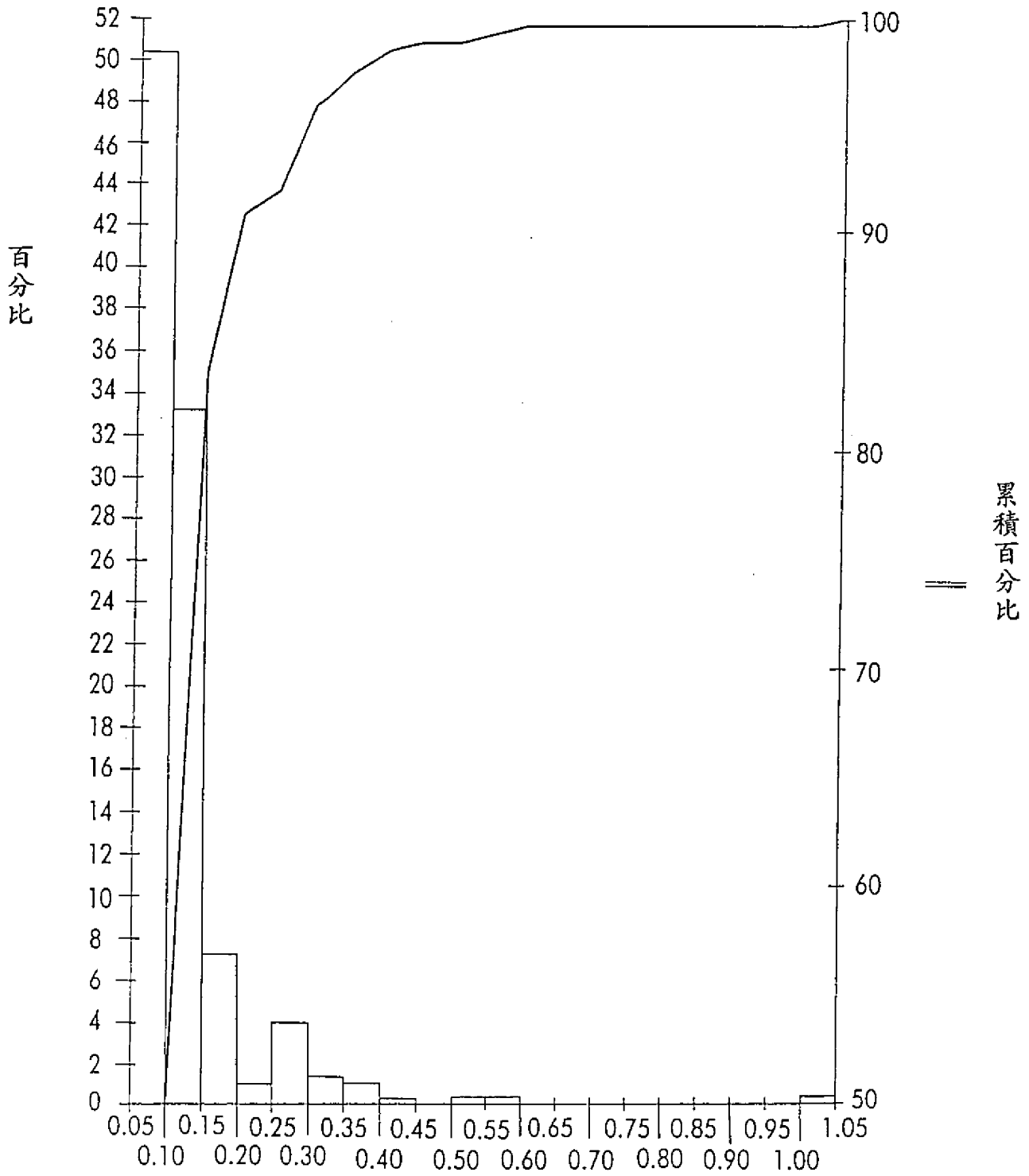
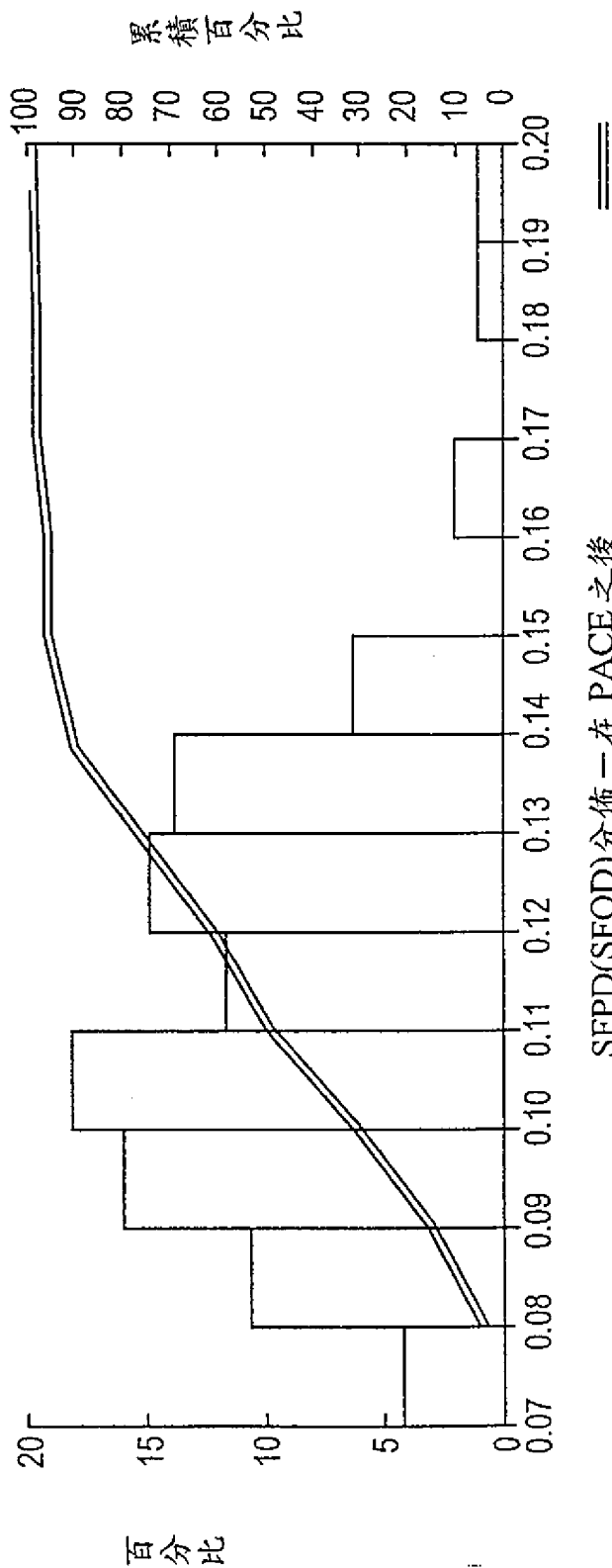


圖 4a ✓



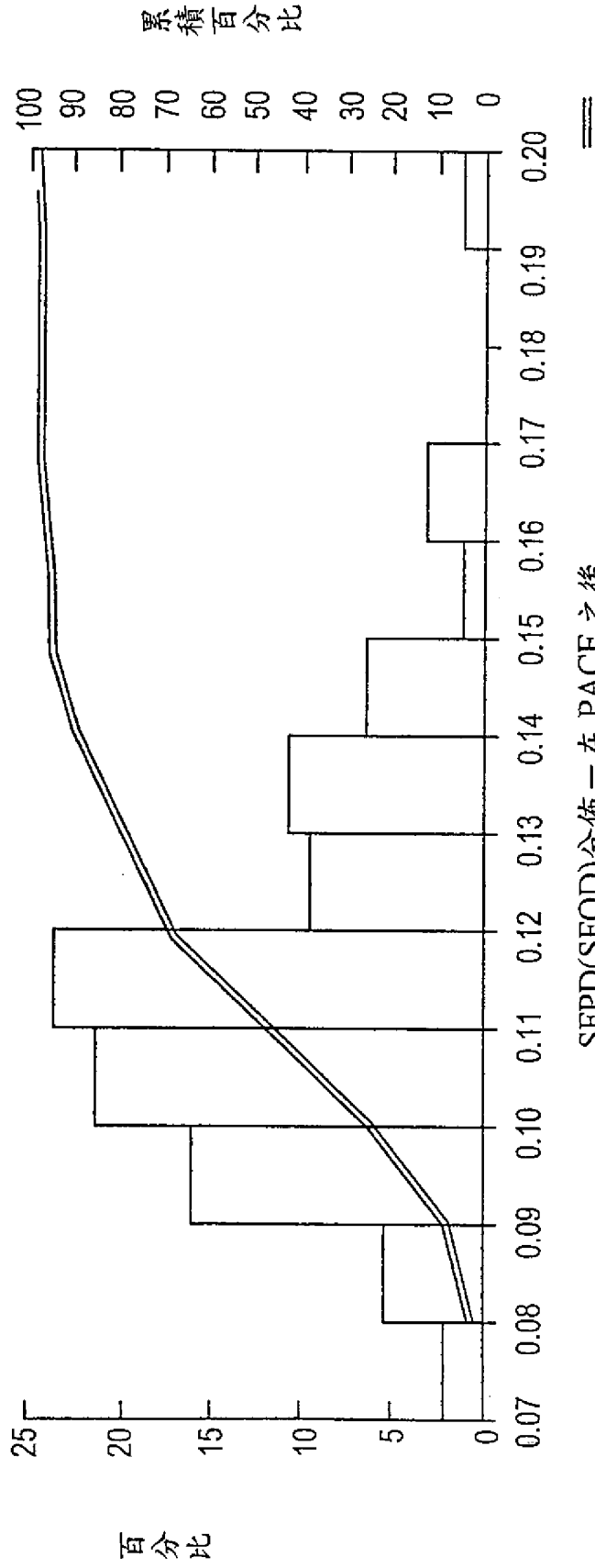
SFPD 分佈 - 已磨光之晶圓

圖 4b ✓



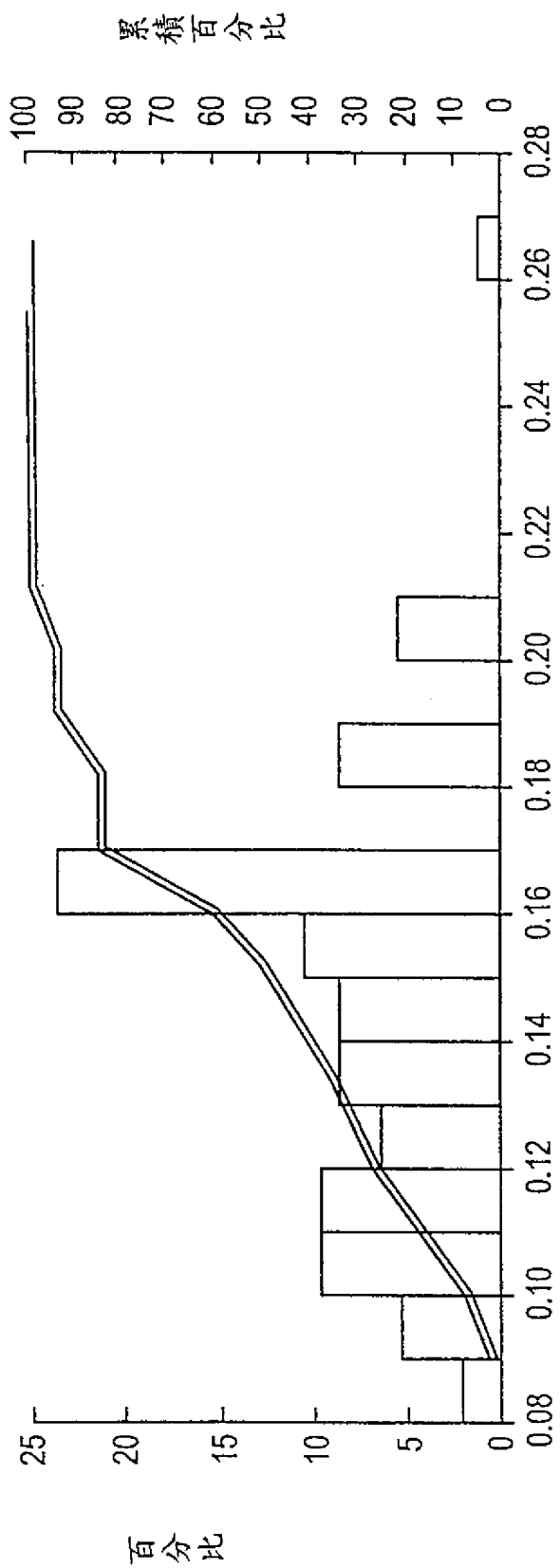
SFPD(SFQD)分佈— 在 PACE 之後
20×20，最符合位置，部份主動

圖 4C ✓



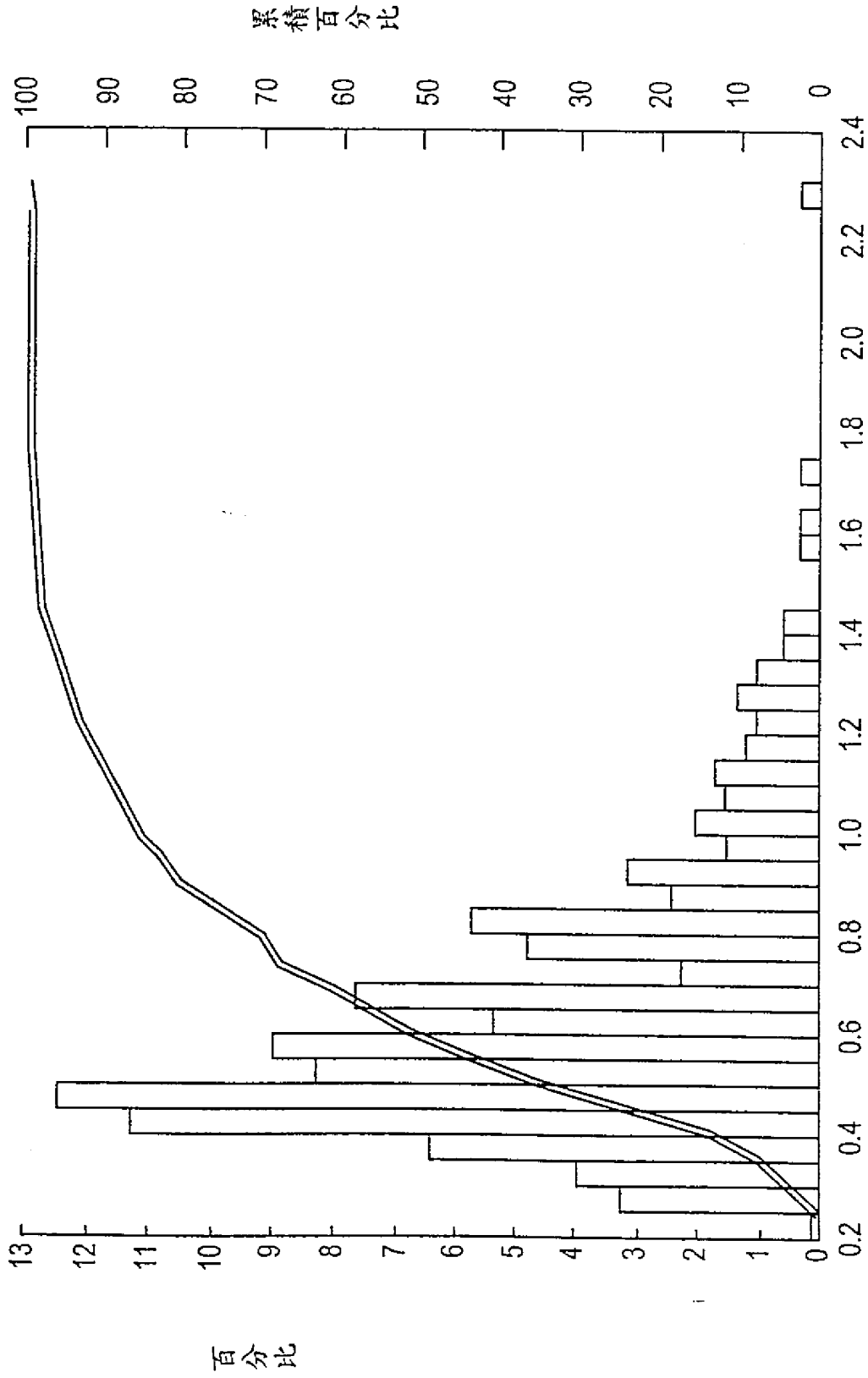
SFPD(SFQD)分佈—在 PACE 之後
25×25，最符合位置，部份主動

圖 4d



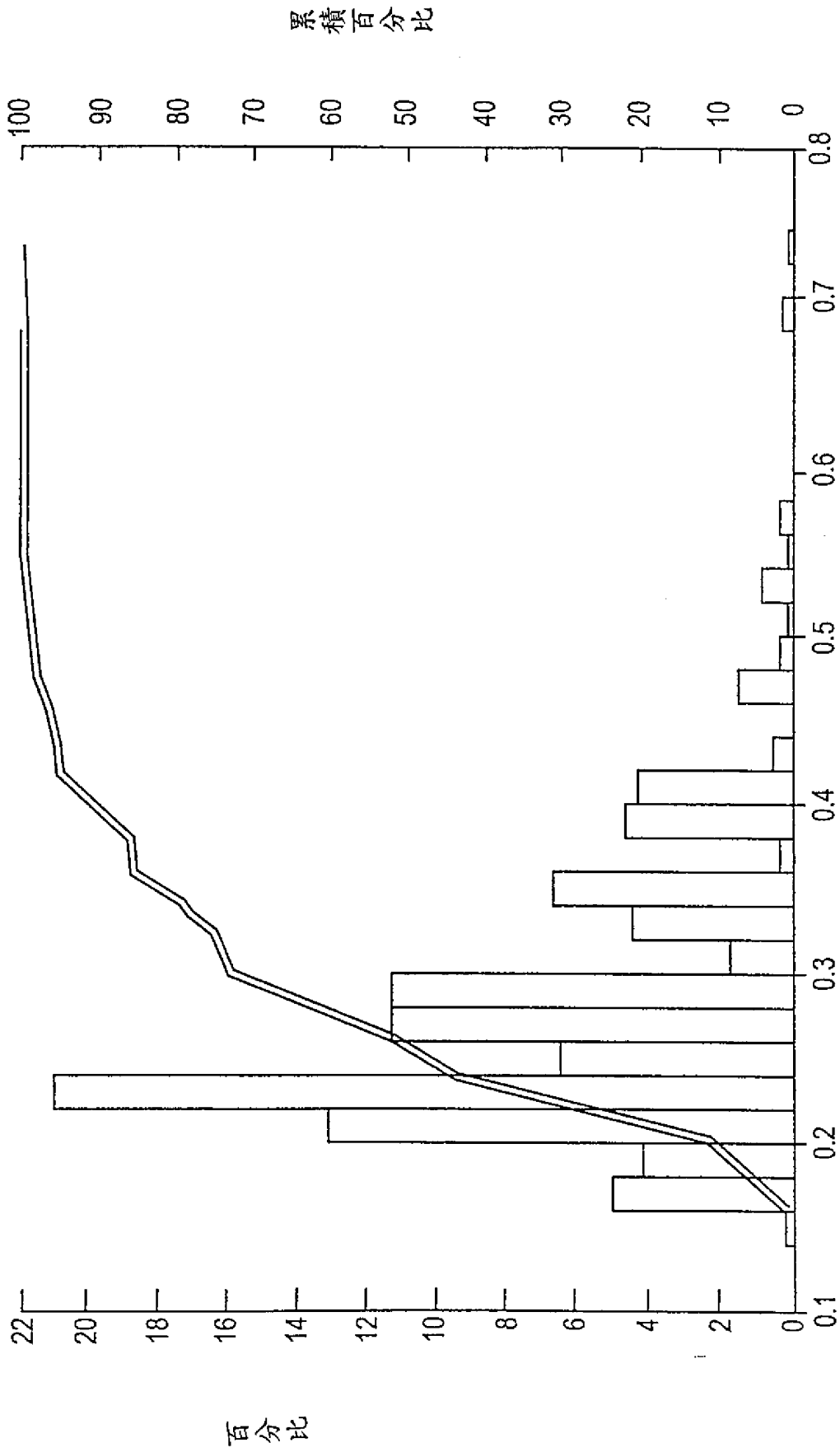
SFPD(SFQD)分佈— 在 PACE 之後
25×30，最符合位置，部份主動

圖 5a



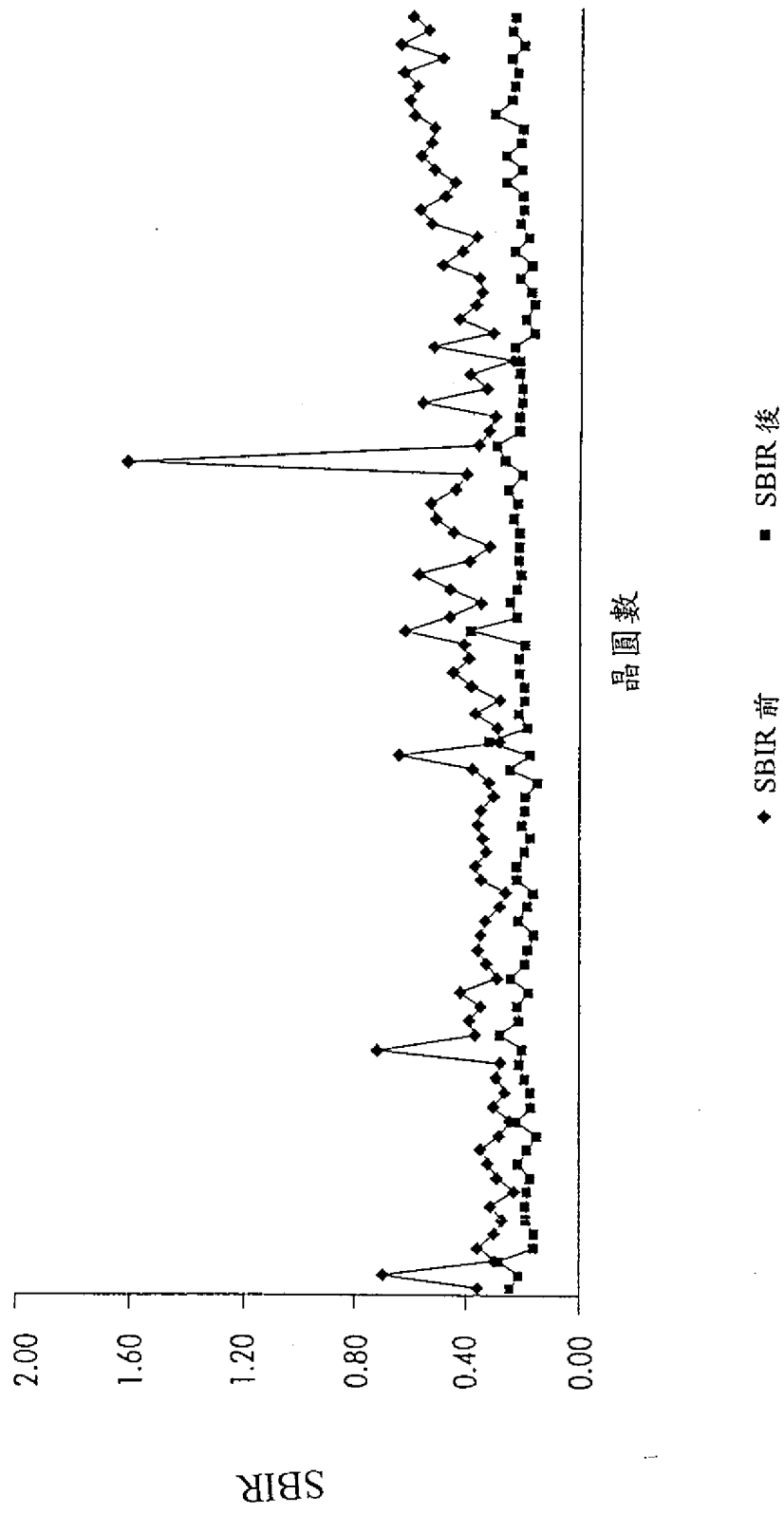
STIR(SBIR)分佈—在 PACE 之前(已磨光之晶圓)
25×30, 背參考中央焦距, 部份主動

圖 5b



STIR(SBIR)分佈一在 PACE 之後(已磨光之晶圓)
25×30, 背參考中央焦距, 部份主動

圖 6



在 PACE 之前及之後，SBIR(25×30，背參考中央焦距)

六、申請專利範圍

1. 一種用來平坦化一半導體晶圓的製程，該製程包括：

平坦化該晶圓以降低該晶圓的平坦度變動至一不超過大約 $5.0 \mu\text{m}$ 的數值，該平坦化之晶圓具有前表面和後表面；

產生在該晶圓離散位置處的厚度輪廓資料，該晶圓具有前表面和後表面；

決定在各個離散位置處要被移除的原料量以降低該晶圓的平坦度變動，決定包括使用一運算厚度輪廓資料和一目標厚度 T_1 的演算法；以及

從該晶圓的前表面移除原料以降低晶圓的平坦度變動至大約小於 $1.0 \mu\text{m}$ ，在各個離散位置處被移除的原料量是基於該決定；

該平坦度變動對應於該晶圓的總厚度變動或局部總指示讀數。

2. 根據申請專利範圍第1項的製程，其中厚度輪廓資料是藉由測量晶圓在離散位置的電容來產生，而原料是藉著以電漿蝕刻該晶圓的前表面來移除。

3. 一種用來降低一已完成磨光之半導體晶圓超過一規格平坦度變動數值的平坦度變動的製程，該製程包括：

產生在該晶圓離散位置處的厚度輪廓資料，該晶圓具有前表面和後表面；

決定在各個離散位置處要被移除的原料量以降低該晶圓的平坦度變動，該決定包括使用一運算厚度輪廓資料和一目標厚度 T_1 的演算法；以及

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

89.7.21 修正
年 月 日
補充

第87105021號專利申請案
中文圖式修正本(89年7月)

圖 1a

