

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號： 96149004

※ 申請日期： 96.12.24

※IPC 分類：H01L 21/302(2006.01)
C30B 33/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

製造平滑晶圓之方法

METHODS FOR PRODUCING SMOOTH WAFERS

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商MEMC電子材料公司

MEMC ELECTRONIC MATERIALS, INC.

代表人：(中文/英文)

葛瑞翰 R 費雪

FISHER, GRAHAM R.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國米蘇里州聖彼得斯市珍珠大道501號

501 PEARL DRIVE, P.O. BOX 8, ST. PETERS, MISSOURI 63376, U.S.A.

國 籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 賴瑞 W 雪夫
SHIVE, LARRY W.
2. 布萊恩 L 吉爾莫爾
GILMORE, BRIAN L.

國 籍：(中文/英文)

1. 美國 U.S.A.
2. 美國 U.S.A.

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項☐第一款或☐第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家(地區)申請專利：

【格式請依：受理國家(地區)、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國；2006年12月28日；60/882,398

2. 美國；2007年12月19日；11/960,236

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

本發明係關於一種經由結合半導體晶圓之粗略研磨與熱退火而降低該晶圓之表面粗糙度的方法。

六、英文發明摘要：

Methods for reducing the surface roughness of semiconductor wafers through a combination of rough polishing and thermally annealing the wafer.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

(無元件符號說明)

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於矽晶圓之處理，且更特定言之，係關於用於藉由對晶圓之研磨與熱退火之組合而降低矽晶圓之表面粗糙度的過程。

【先前技術】

幾乎所有微電子裝置係建置於矽基板或半導體"晶片"上。裝置廠商藉由自矽晶圓切割晶片而製造基板。矽晶圓供應商最通常藉由自由丘克拉斯基法(Czochralski method)製備之單一品體矽錠切出晶圓而製備晶圓。丘克拉斯基法涉及藉由抽引與熔融多晶矽接觸之晶種而自熔融多晶矽拉製單晶矽。

為製造愈加複雜之半導體裝置，裝置廠商需要較平滑之晶圓。許多應用要求"1級"晶圓。1級晶圓通常擁有小於1.5 Å之表面粗糙度(以藉由1 μm × 約1 μm之掃描大小量測)及少於100個的定域光散射體(每晶圓大小大於65 nm)。

表面粗糙度通常藉由原子力顯微鏡來量測。原子力顯微鏡藉由量測探針與樣本之間的吸引或拒斥並使其與距離相關而操作。表面粗糙度通常表達為一統計參數，通常為高度與平均線之偏差的算術平均值(Ra)或均方根(RMS或Rq)。於本文中所使用時，除非另有指示，否則表面粗糙度表達為均方根(RMS)。表面粗糙度量測之顯著性隨原子力顯微鏡之掃描大小而變化。約1 μm × 約1 μm或更小之掃描大小通常對應於較短波長粗糙度，而約10 μm × 約10

μm 或更大之掃描大小通常對應於較長波長粗糙度。

為達成1級表面粗糙度規格，許多矽晶圓廠商"粗略"研磨晶圓，且接著在晶圓上執行"拋光"研磨(同義於"鏡面"研磨)。如自圖1及圖2中參考為"粗略研磨"之線可見，粗略研磨將晶圓之表面粗糙度(如藉由約 $1\ \mu\text{m} \times$ 約 $1\ \mu\text{m}$ 至約 $100\ \mu\text{m} \times$ 約 $100\ \mu\text{m}$ 之掃描大小來量測)降低至低至約 $1.5\ \text{\AA}$ ，且更通常低至約 $1.9\ \text{\AA}$ 。在較短波長下，粗略研磨可將表面粗糙度降低至小於約 $2\ \text{\AA}$ ，如藉由約 $0.1\ \mu\text{m} \times$ 約 $0.1\ \mu\text{m}$ 至約 $1\ \mu\text{m} \times$ 約 $1\ \mu\text{m}$ 之掃描大小來量測。粗略研磨與拋光研磨相比使用更強效的化學物，且導致自晶圓表面移除約 $1\ \mu\text{m}$ 至約 $20\ \mu\text{m}$ ，且更通常自約 $5\ \mu\text{m}$ 至約 $15\ \mu\text{m}$ 的材料。

如自圖1及圖2可見，拋光研磨將晶圓之表面粗糙度自藉由粗略研磨獲得之程度降低至約 $1.7\ \text{\AA}$ 至約 $1.0\ \text{\AA}$ ，如藉由約 $1\ \mu\text{m} \times$ 約 $1\ \mu\text{m}$ 至約 $30\ \mu\text{m} \times$ 約 $30\ \mu\text{m}$ 之掃描大小來量測。拋光研磨比粗略研磨使用更稀之化學物，且自表面層移除僅約 $0.5\ \mu\text{m}$ 或更少之材料。

拋光研磨通常成本高，且需要大量處理時間。存在對減少或消除拋光研磨，但導致晶圓具有滿意的短波長及長波長表面粗糙度的方法之需要。

【發明內容】

本發明之一態樣係針對一種用於降低具有前表面及後表面之半導體晶圓之表面粗糙度的方法。該方法包含研磨晶圓之前表面，但該研磨步驟並不將晶圓之前表面的粗糙度降低至低於約 $1.5\ \text{\AA}$ ，如藉由約 $1\ \mu\text{m} \times$ 約 $1\ \mu\text{m}$ 至約 $100\ \mu\text{m}$

× 約 100 μm 之掃描大小所量測。在包含惰性氣體、氫氣或其混合物之氛圍中，在至少約 1050°C 之溫度下對經研磨晶圓進行熱退火歷時至少約 5 分鐘之時段。

另一態樣係針對一種用於降低具有前表面及後表面之半導體晶圓之表面粗糙度的方法。該方法包含研磨晶圓之前表面，但該研磨步驟並不將晶圓之前表面的粗糙度降低至低於約 1.3 Å，如藉由約 10 μm × 約 10 μm 之掃描大小所量測。在包含惰性氣體、氫氣或其混合物之氛圍中，在至少約 1050°C 之溫度下對經研磨晶圓進行熱退火歷時至少約 5 分鐘之時段。

另一態樣係針對一種用於降低半導體晶圓之表面粗糙度之方法。該方法包含研磨晶圓之前表面，但該研磨步驟並不將晶圓之前表面的粗糙度降低至低於約 1.5 Å，如藉由約 1 μm × 約 1 μm 至約 100 μm × 約 100 μm 之掃描大小所量測。熱退火該經研磨晶圓以將晶圓之前表面的粗糙度降低至低於約 1.5 Å，如藉由約 1 μm × 約 1 μm 至約 30 μm × 約 30 μm 之掃描大小所量測。

本發明之另一態樣係針對一種用於降低半導體晶圓之表面粗糙度的方法。該晶圓在晶圓之前表面處含有厚度為至少約 10 μm 之大體無空隙區域。該方法包含研磨晶圓之前表面，但該研磨步驟並不將晶圓之前表面的粗糙度降低至低於約 1.5 Å，如藉由約 1 μm × 約 1 μm 至約 100 μm × 約 100 μm 之掃描大小所量測。在包含惰性氣體、氫氣或其混合物之氛圍中，在至少約 1150°C 之溫度下對經研磨晶圓進

行熱退火歷時至少約10分鐘之時段。

關於本發明之上述態樣而指出的特徵存在各種改進。其他特徵亦可併入於本發明之上述態樣中。此等改進及額外特徵可個別地或以任何組合而存在。舉例而言，下文關於本發明之所說明實施例中之任一者而論述之各種特徵可單獨或以任何組合併入於本發明之上述態樣中的任一者中。

【實施方式】

根據本發明之某些實施例，對半導體晶圓之表面進行粗略研磨及熱退火以在無需對晶圓進行拋光研磨之情況下製造1級品質晶圓。根據某些實施例且參看圖1及圖2，研磨半導體晶圓之表面，但並不將其研磨至低於如"粗略研磨"所示之粗糙度。接著熱退火晶圓以將表面粗糙度降低至(例如且非限制)圖1中展示之"粗略研磨及退火"及圖2中展示之"粗略研磨及1200C/Ar"及/或"粗略研磨及1200C/25% H₂"。

如圖1及圖2中標記為"粗略研磨"之線所示，粗略研磨並不將晶圓之粗糙度降低至低於約1.5 Å，且通常不低於約1.9 Å，如藉由約1 μm × 約1 μm至約100 μm × 約100 μm之掃描大小來量測。經粗略研磨之晶圓的表面粗糙度在約10 μm × 約10 μm之掃描大小下並不降低至低於約1.3 Å。

通常，粗略研磨導致較短波長下的晶圓之表面粗糙度小於約2 Å，如藉由約0.1 μm × 約0.1 μm至約1 μm × 約1 μm之掃描大小來量測。粗略研磨通常自晶圓之表面移除表面厚度在約1 μm與約20 μm之間，且更通常自約5 μm至約15

μm 之間的材料。

如圖1中標記為"粗略研磨及退火"之線及圖2中標記為"粗略研磨及1200C/Ar"以及"粗略研磨及1200C/25% H₂"之線可見，熱退火允許將粗糙度(如藉由約1 μm $\times$ 約1 μm 至約30 μm $\times$ 約30 μm 之掃描大小來量測)降低至小於約1.9 Å。在其他實施例中，相同波長下之表面粗糙度降低至小於約1.5 Å，降低至約0.6 Å與約1.9 Å之間，降低至約0.6 Å與約1.5 Å之間，降低至約0.7 Å與約1.5 Å之間，且在其他實施例中，降低至約0.9 Å。

通常，在已研磨晶圓之後執行熱退火。若研磨經熱退火之晶圓，則研磨步驟可能會移除由熱退火而重新建構之原子層，且視研磨條件而導致在某些波長下之表面粗糙度的增加。

根據本發明之一實施例，在包含惰性氣體、氫氣或其組合之氛圍中，於自約1050°C至約1350°C之溫度下對晶圓進行粗略研磨及熱退火。根據另一實施例，在包含惰性氣體、氫氣或其混合物之氛圍中，於自約1150°C至約1250°C，且在一實施例中自約1200°C至約1250°C之溫度下對晶圓進行粗略研磨及熱退火。

如本文中所使用之"惰性氣體"為相對於矽為非反應性之氣體。適當之惰性氣體包括(但不限於)稀有氣體。針對本說明書之目的，並不將氫氣視為惰性氣體，因為其可能造成晶圓表面上之輕微蝕刻。然而，氫氣為本發明實施例的退火過程所用之適當氛圍。該氛圍可包括根據氫氣及/或

情性氣體之任何體積百分比的氫氣與情性氣體之混合物，或僅情性氣體之混合物。舉例而言，退火氛圍可包括25體積百分比之氫氣及75體積百分比之氫氣。

通常但非限制，係在包含氫氣之氛圍中對晶圓進行退火以使操作成本最小化，然而，可在其他氛圍中對晶圓進行退火而不偏離此實施例之範疇。為將晶圓之表面粗糙度降低至低於約1.9 Å(以約1 μm × 約1 μm至約30 μm × 約30 μm之掃描大小量測)，將晶圓維持於至少約1050°C之溫度下歷時至少約5分鐘。在其他實施例中，將晶圓維持於至少1050°C之溫度下歷時至少約10分鐘。

可在包含情性氣體、氫氣或其混合物之氛圍中將晶圓之溫度維持於1150°C之溫度下歷時至少10分鐘，以降低晶圓之表面粗糙度並在晶圓表面處建立厚度至少約10 μm之大體上無空隙之區域。根據另一實施例，將晶圓之溫度維持於1200°C之溫度下歷時至少約10分鐘，以在晶圓表面處建立厚度至少約10 μm之大體上無空隙之區域。根據另一實施例，將晶圓之溫度維持於1200°C之溫度下歷時至少約1小時，以在晶圓表面處建立厚度至少約10 μm之大體上無空隙之區域。適用於建立無空隙區域之過程中的"情性氣體"包括上述之氣體，亦即，相對於矽為非反應性的氣體，包括例如稀有氣體。

熱退火將晶圓表面處之由刮痕、粗糙度及表面疵點引起且直徑大於約45 nm之定域光散射體(LLS)減少至每晶圓不多於約25個。定域光散射體可由晶圓上之粒子、由晶體疵

點、由表面粗糙度及由刮痕引起。晶體疵點包括凹坑及氧沈澱物。本發明之一些實施例減少晶圓表面處之由刮痕、粗糙度及表面疵點引起的定域光散射體。具體言之，藉由將晶圓加熱至高於約 1050°C 之溫度歷時至少約5分鐘，可將晶圓表面處之由刮痕、粗糙度及表面疵點引起且大於約45 nm的定域光散射體減少至每晶圓不多於約25個。由粒子引起的LLS並未顯著減少。

根據本發明之實施例，對晶圓之研磨可使用熟習此項技術者所知之用於降低粗糙度之任何研磨方法來達成，且可(例如)藉由化學機械研磨(CMP)來達成。CMP通常涉及將晶圓浸沒於研磨漿中並藉由聚合襯墊來研磨晶圓。藉由化學與機械方法之組合，晶圓之表面得以平滑。通常，執行研磨直至達成化學及熱穩定狀態且直至晶圓已達成其目標形狀及平坦度。可在雙面研磨器上執行粗略研磨，該雙面研磨器可購自Peter Wolters(例如，AC2000研磨器；Rendsburg, Germany)、Fujikoshi (Tokyo, Japan)或Speedfam (Kanagawa, Japan)。用於矽磨之切削襯墊可購自Psiloquest (Orlando, Florida)或Rohm & Hass(Philadelphia, Pennsylvania)，且基於矽石之研磨漿可購自Rohm & Hass, Cabot (Boston, Massachusetts)、Nalco (Naperville, Illinois)、Bayer MaterialScience (Leverkusen, Germany)或DA NanoMaterials (Tempe, Arizona)。

與本發明尤其有關之高溫退火過程可根據熟習此項技術者所知之任何退火方法且藉由熟習此項技術者所知之任何

加熱設備(包括，例如，箱式爐、管式爐、直立爐及水平爐)來執行。

根據本發明之一實施例，在直立爐中進行高溫退火過程。在晶圓通過爐中時，可將晶圓支撐於直立晶舟上。適當晶舟包括描述於美國專利第7,033,168號(該專利之內容以引用的方式併入本文中)中之晶舟，且可由高純石英或碳化矽材料製成。在晶舟由石英製成之應用中，通常在低於約1175°C之溫度下進行高溫退火，因為高於約1175°C之溫度可能引起由石英製成的晶舟之變形。

本發明之方法可應用於晶圓之一個表面，或者應用於晶圓之前表面及後表面。舉例而言，上文所描述之粗略研磨可經由雙面研磨(DSP)而應用於晶圓之兩個表面。當對晶圓進行雙面研磨及熱退火時，晶圓對於晶圓之前表面與後表面具有類似的表面粗糙度特徵。舉例而言，對經雙面研磨之晶圓的熱退火導致晶圓之前表面及後表面的表面粗糙度降低至低於約1.9 Å，如藉由約1 μm × 約1 μm至約30 μm × 約30 μm之掃描大小所量測。

實例

實例1：經粗略研磨、粗略研磨及熱退火、粗略研磨及拋光研磨與經粗略研磨、拋光研磨及熱退火之晶圓的表面粗糙度比較

對自由丘克拉斯基法製備之單晶錠切出之45個晶圓進行雙面研磨(Peter Wolters AC 2000P2；Rendsburg, Germany)，並將其劃分為子群。對22個經雙面研磨之晶圓

在氫氣中於 1200°C 下進行退火歷時 1 小時 (ASM Model A412 ; Bilthoven, The Netherlands)。對 23 個經雙面研磨之晶圓進行拋光研磨 (Lapmaster LGP-708XJ ; Mt. Prospect, Illinois)。對所有 23 個經拋光研磨之晶圓在氫氣下於 1200°C 下進行退火歷時 1 小時 (ASM Model A412 ; Bilthoven, The Netherlands)。

使用 AFM (Veeco NANOSCOPE III ; Woodbury, New York) 來分析晶圓在各階段處理後的表面粗糙度。所分析晶圓包括僅經粗略研磨 ("粗略研磨")、僅粗略研磨及拋光研磨 ("粗略研磨及拋光")、粗略及拋光研磨及退火 ("粗略研磨及拋光及退火") 以及僅粗略研磨及退火 ("粗略研磨及退火") 之晶圓。AFM (atomic force microscope) 在輕敲模式下操作，其具有矽尖端 (所應用之奈米結構)。在 6 個視域中 ($0.1\ \mu\text{m} \times 0.1\ \mu\text{m}$ 、 $0.3\ \mu\text{m} \times 0.3\ \mu\text{m}$ 、 $1\ \mu\text{m} \times 1\ \mu\text{m}$ 、 $10\ \mu\text{m} \times 10\ \mu\text{m}$ 、 $30\ \mu\text{m} \times 30\ \mu\text{m}$ 及 $100\ \mu\text{m} \times 100\ \mu\text{m}$) 擷取晶圓中心之影像。使用 256 像素之線條解析度及每線條 1.0 Hz (每 $100\ \mu\text{m} \times 100\ \mu\text{m}$ 掃描為 0.5 Hz) 之掃描速率。平坦化每一影像，且在標準溫度及壓力下量測粗糙度。

實例 2：經粗略研磨、粗略研磨及熱退火與經粗略及拋光研磨之晶圓的表面粗糙度比較

對自由丘克拉斯基法製備之單晶錠切出之晶圓進行雙面研磨 (Peter Wolters AC2000 研磨器 ; Rendsburg, Germany)，並將其劃分為子群。對 2 個晶圓在 75 體積百分比之氫氣、25 體積百分比之氫氣氛圍中於 1200°C 下進行退

火歷時1小時(ASM Model A412 ; Bilthoven, The Netherlands)，且對2個晶圓在100體積百分比之氬氣氛圍中於1200℃下進行退火歷時1小時(ASM Model A412 ; Bilthoven, The Netherlands)。未對晶圓中之一者進行熱退火。參看圖2，每一晶圓之表面粗糙度(RMS)在兩個位置處藉由6個不同掃描大小來量測，且針對子群(在氬氣氛圍中粗略研磨及熱退火("粗略研磨及1200C/Ar")、在75%氬氣、25%氬氣氛圍中粗略研磨及熱退火("粗略研磨及1200C/25% H₂")、粗略研磨而無熱退火("粗略研磨"))中的每一者求平均值。圖2亦包括先前自經粗略研磨及拋光研磨但未進行熱退火("拋光")之晶圓產生之表面粗糙度資料。

如自圖1及圖2可見，與拋光研磨晶圓相比，粗略研磨晶圓通常並未降低較長波長表面粗糙度。熱退火經粗略研磨之晶圓大大減小了在此較長波長粗糙度下之表面粗糙度，藉此使晶圓在此等波長下平滑。

如自圖2可見，退火氛圍之選擇並未顯著影響經粗略研磨及退火之晶圓的表面粗糙度。

實例3：經拋光研磨與未經拋光研磨之經粗略研磨及熱退火晶圓的表面粗糙度比較

對自由丘克拉斯基法製備之單晶錠切出之晶圓進行雙面研磨(Peter Wolters AC2000 研磨器 ; Rendsburg, Germany)。對自由丘克拉斯基法製備之單晶錠切出之第二晶圓進行雙面研磨及拋光研磨(Lapmaster ; Mt. Prospect,

Illinois)。在拋光研磨期間自表面層移除了大於0.1 μm 之材料。

在直立爐中對兩種晶圓進行退火(ASM Model A412 ; Bilthoven, The Netherlands)。退火過程之循環時間為9小時，其中溫度維持於1200°C歷時約1小時。在100%氫氣氛圍中對該等晶圓進行退火。

兩種晶圓皆具有偏離<110>方向0.10度與1.0度之間的表面定向。此定向對於退火係較佳的，使得可在清潔後檢查晶圓之粒子。然而，可使用任何表面定向。

使用 AFM(Veeco NANOSCOPE III ; Woodbury, New York)來分析表面粗糙度。AFM在輕敲模式下操作，其具有點測(POINTPROBE)矽尖端。在3個視域中(0.1 $\mu\text{m} \times 0.1 \mu\text{m}$ 、10 $\mu\text{m} \times 10 \mu\text{m}$ 及100 $\mu\text{m} \times 100 \mu\text{m}$)擷取晶圓中心之影像。使用256像素之線條解析度及每線條1.0 Hz(每100 $\mu\text{m} \times 100 \mu\text{m}$ 掃描為0.5 Hz)之掃描速率。使各影像平坦化，且在標準溫度及壓力下量測粗糙度。

圖3描繪經粗略研磨、拋光研磨及熱退火之晶圓之以三種不同掃描大小量測的平均表面粗糙度(RMS及Ra)。圖4描繪經粗略研磨及熱退火之晶圓以三種不同掃描大小量測的平均表面粗糙度(RMS及Ra)。比較圖3與圖4可發現，與經粗略研磨、拋光研磨及熱退火之晶圓相比，經粗略研磨及熱退火但未經拋光研磨之晶圓在每一掃描大小下擁有類似的表面粗糙度。

實例4：經拋光研磨與未經拋光研磨之經粗略研磨及熱退

火之晶圓的LLS及奈米拓撲比較

對若干組晶圓進行粗略研磨(Peter Wolters AC2000P2研磨器；Rendsburg, Germany)，且對若干組進行粗略研磨及拋光研磨(Lapmaster LGP-708XJ；Mt. Prospect, Illinois)。

對所有晶圓進行熱退火(ASM Model A412；Bilthoven, The Netherlands)。退火過程之循環時間為9小時，其中溫度維持於1200℃歷時約1小時。在100%氫氣氛圍中對該等晶圓進行退火。

表面疵點經偵測為表面檢測臺上之光點疵點(lpdc)(Tencor 6220或Tencor SP-1；San Jose, California)。藉由白光、相移干涉計(ADE Nanomapper；Westwood, Massachusetts)量測奈米拓撲。

下文表1展示經拋光研磨與未經拋光研磨之經粗略研磨、熱退火之晶圓在減少定域光散射體方面的效能。

每晶圓 LLS > 65 nm	經粗略研磨、拋光研磨及熱退火之晶圓	經粗略研磨及熱退火之晶圓
LLS 之平均數	42.4	38.9
標準差	107.7	13.3
受測試晶圓之數目	903	10

表1.經拋光研磨與未經拋光研磨之經粗略研磨及熱退火之晶圓的LLS效能之比較

如自表1可見，與經粗略研磨、拋光研磨及熱退火之晶圓相比，經粗略研磨及熱退火之晶圓在晶圓表面處含有類似數目的LLS。

下文表2展示經拋光研磨與未經拋光研磨之經粗略研

磨、熱退火之晶圓的奈米拓撲效能。

THA (nm)	經粗略研磨、拋光研磨及熱退火之晶圓	經粗略研磨及熱退火之晶圓
平均奈米拓撲	23.9	22.8
標準差	3.41	0.77
受測試晶圓之數目	12	6

表 2. 經拋光研磨與未經拋光研磨之經粗略研磨及熱退火之晶圓的奈米拓撲比較

如自表 2 可見，與經粗略研磨、拋光研磨及熱退火之晶圓相比，經粗略研磨、熱退火之晶圓具有極佳的奈米拓撲效能。

當引入本發明之元件或其較佳實施例時，冠詞 "一 (a/an)"、"該" 意欲意謂存在該等元件之一或多者。術語 "包含"、"包括" 及 "具有" 意欲為包括性的，且意謂除所列元件外可存在額外元件。

鑒於上文可見，可達成本發明之若干目標且可獲得其他有利結果。

由於可在不偏離本發明之範疇的情況下對上述方法進行各種改變，因此希望上文描述中所含有的及附圖中所展示的所有內容應解釋為說明性的，而不應以限制性意義來加以解釋。

【圖式簡單說明】

圖 1 為根據實例 1 之方法處理之若干組晶圓藉由六個不同掃描長度量測的平均表面粗糙度 (RMS) 之圖形描繪；

圖 2 為根據實例 2 之方法處理之若干組晶圓藉由六個不同

掃描長度量測的平均表面粗糙度(RMS)之圖形描繪；

圖 3 為經粗略研磨、拋光研磨及熱退火之晶圓的藉由三個不同掃描大小而量測的平均表面粗糙度(RMS及Ra)的圖形描繪；及

圖 4 為經粗略研磨及熱退火之晶圓的藉由三個不同掃描大小而量測的平均表面粗糙度(RMS及Ra)的圖形描繪。

十、申請專利範圍：

102年8月2日修正本

1. 一種用於降低具有前表面及後表面之半導體晶圓表面粗糙度的方法，該方法包含：

粗略研磨該晶圓之該前表面及後表面，其中該研磨步驟並不將該晶圓之該前表面及後表面之粗糙度降低至低於約1.3 Å，該粗糙度係藉由約10 μm×約10 μm之掃描大小所測量；及

在包含惰性氣體、氫氣或其混合物之氛圍中，於至少約1050°C之溫度下對該經粗略研磨晶圓進行熱退火歷時至少約5分鐘，其中在該粗略研磨步驟之後該晶圓並未經拋光研磨。

2. 如請求項1之方法，其中該研磨粗略步驟並不將該晶圓之該前表面粗糙度降低至低於約1.5 Å，該粗糙度係藉由約1 μm×約1 μm至約100 μm×約100 μm之掃描大小所測量。
3. 如請求項1或2之方法，其中該晶圓係在不大於約1350°C之溫度下進行熱退火。
4. 如請求項1或2之方法，其中該晶圓係在至少約1150°C之溫度下進行熱退火歷時至少約10分鐘，以在該晶圓之前表面處建立一厚度至少約10 μm之大體上無空隙之區域。
5. 如請求項1或2之方法，其中該晶圓係在至少約1200°C之溫度下進行熱退火歷時至少約1小時，以在該晶圓之前表面處建立一厚度至少約10 μm之大體上無空隙之區

域。

6. 如請求項1或2之方法，其中該熱退火將該晶圓之該前表面上的由刮痕、粗糙度及表面疵點引起且直徑大於約45 nm之定域光散射體減少至不多於約25個。
7. 如請求項1或2之方法，其中該晶圓係在至少約1050°C之溫度下對該晶圓進行熱退火歷時至少約10分鐘。
8. 如請求項1或2之方法，其中該熱退火使該晶圓之前表面粗糙度降低至低於約1.9 Å，該粗糙度係藉由約1 μm×約1 μm至約30 μm×約30 μm之掃描大小所測量。
9. 如請求項1或2之方法，其中該熱退火使該晶圓之前表面的粗糙度降低至低於約1.5 Å，該粗糙度係藉由約1 μm×約1 μm至約30 μm×約30 μm之掃描大小所測量。
10. 如請求項1或2之方法，其中該熱退火使該晶圓之前表面的粗糙度降低至約0.6 Å與約1.9 Å之間，該粗糙度係藉由約1 μm×約1 μm至約30 μm×約30 μm之掃描大小所測量。
11. 如請求項1或2之方法，其中該熱退火使該晶圓之前表面的粗糙度降低至約0.6 Å與約1.5 Å之間，該粗糙度係藉由約1 μm×約1 μm至約30 μm×約30 μm之掃描大小所測量。
12. 如請求項1或2之方法，其中該熱退火使該晶圓之前表面的粗糙度降低至約0.7 Å與約1.5 Å之間，該粗糙度係藉由約1 μm×約1 μm至約30 μm×約30 μm之掃描大小所測量。

13. 如請求項1或2之方法，其中該粗略研磨步驟並不使該晶圓之前表面的粗糙度降低至低於約1.9 Å，該粗糙度係藉由約1 μm×約1 μm至約100 μm×約100 μm之掃描大小所測量。
14. 如請求項1或2之方法，其中該粗略研磨步驟在該晶圓之前表面上移除約1 μm至約20 μm之間的表面厚度。
15. 如請求項1或2之方法，其中該熱退火使該晶圓之後表面的粗糙度降低至低於約1.9 Å，該粗糙度係藉由約1 μm×約1 μm至約30 μm×約30 μm之掃描大小所測量。

十一、圖式：

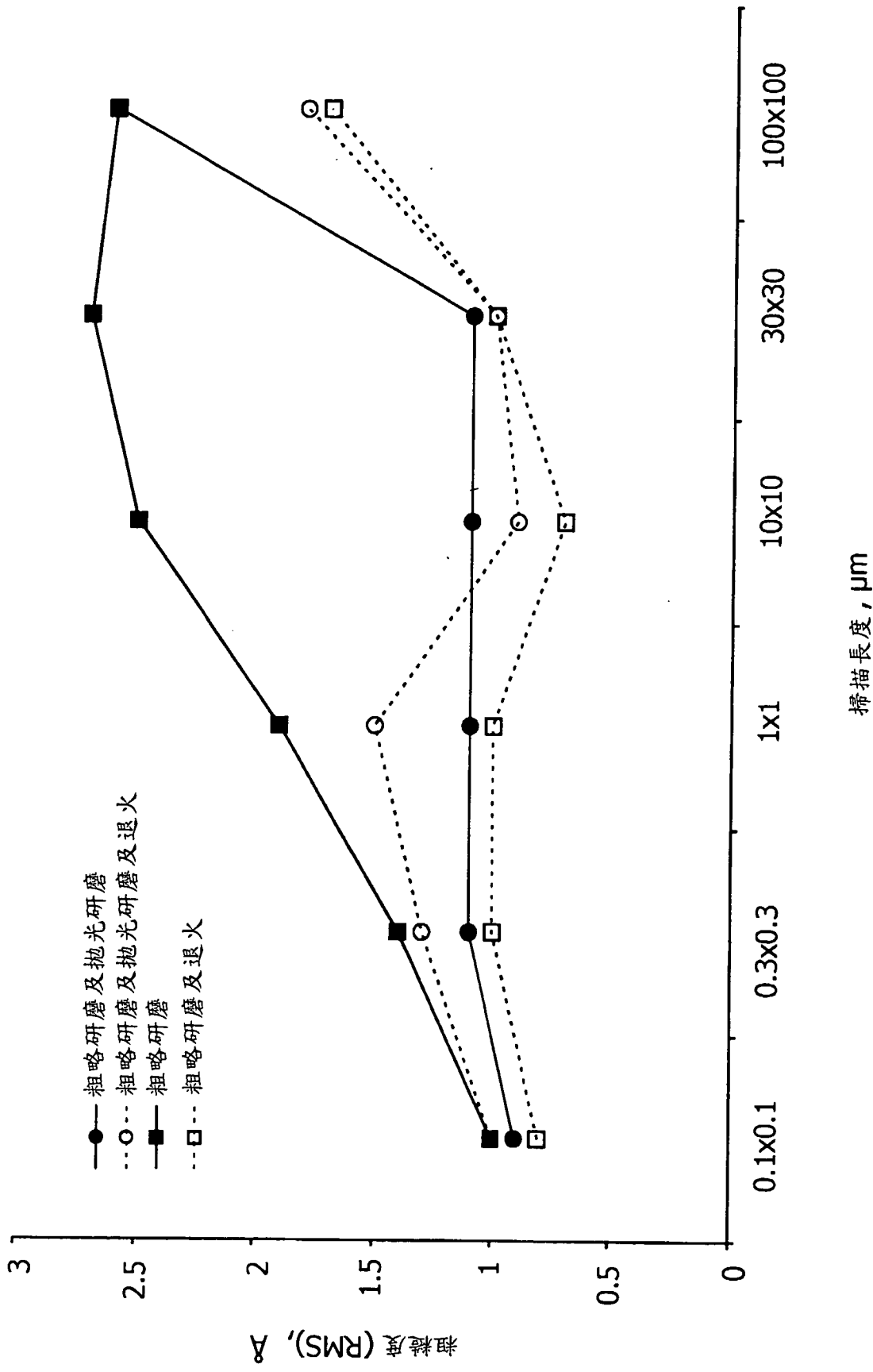


圖1

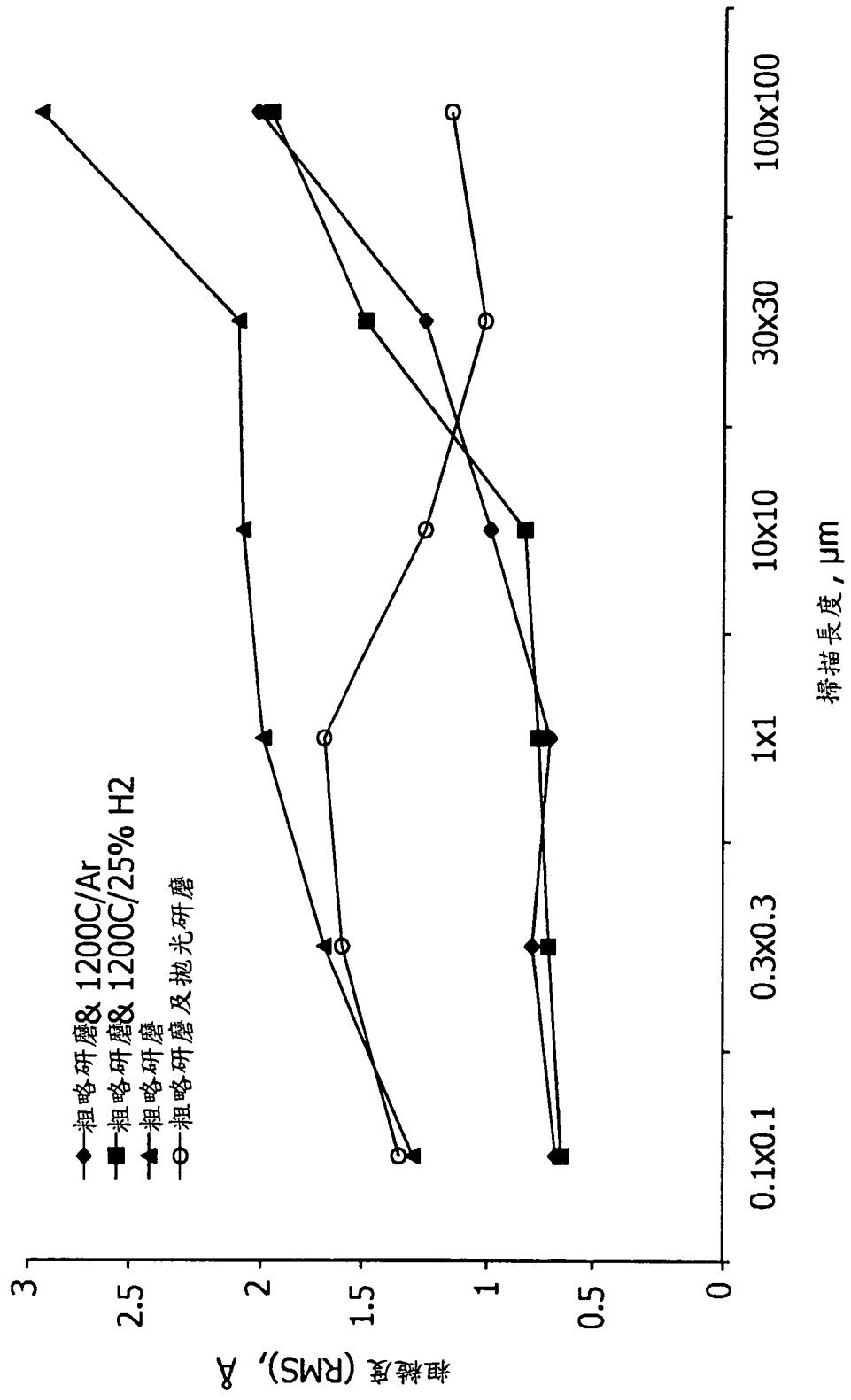


圖2

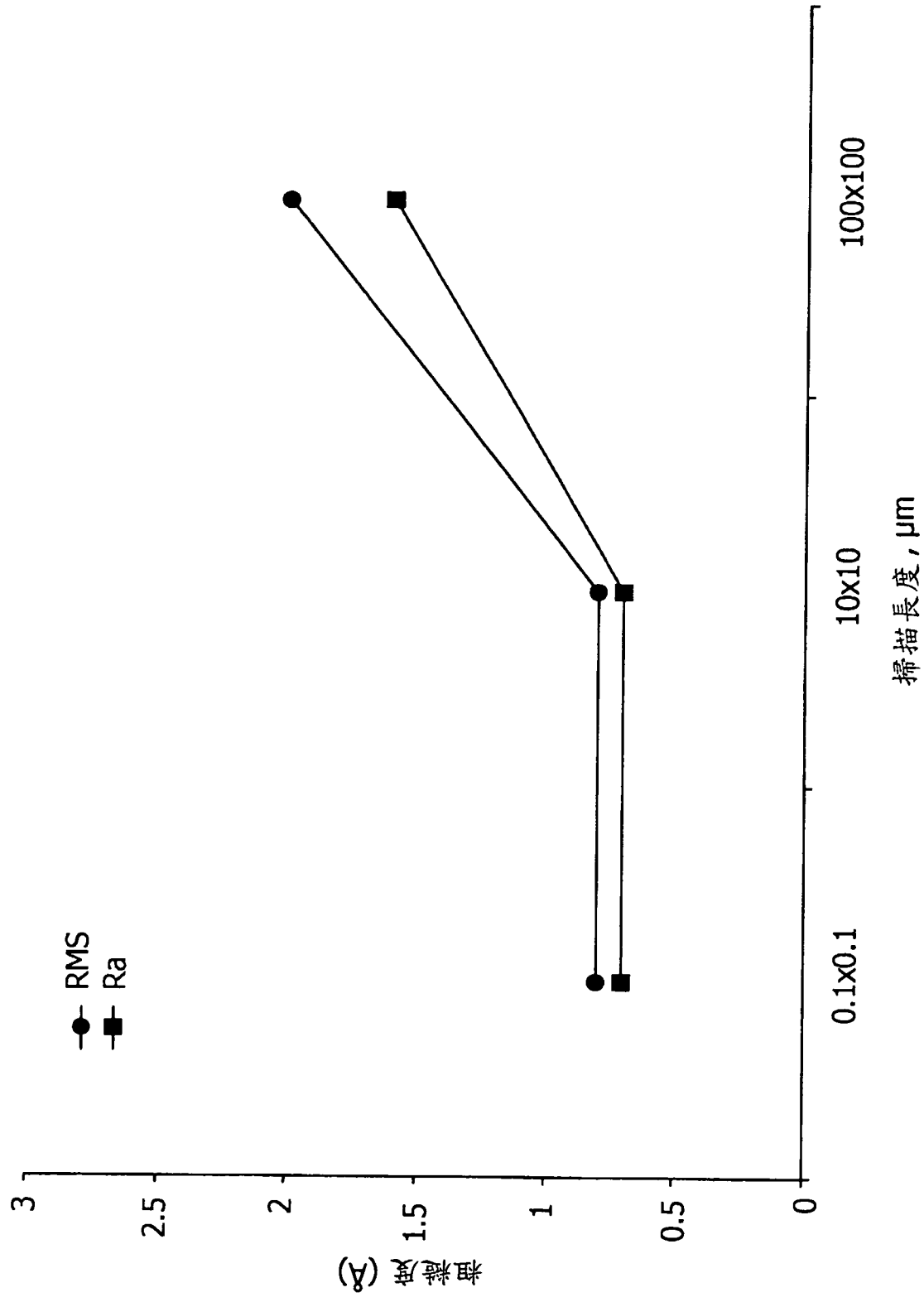


圖3

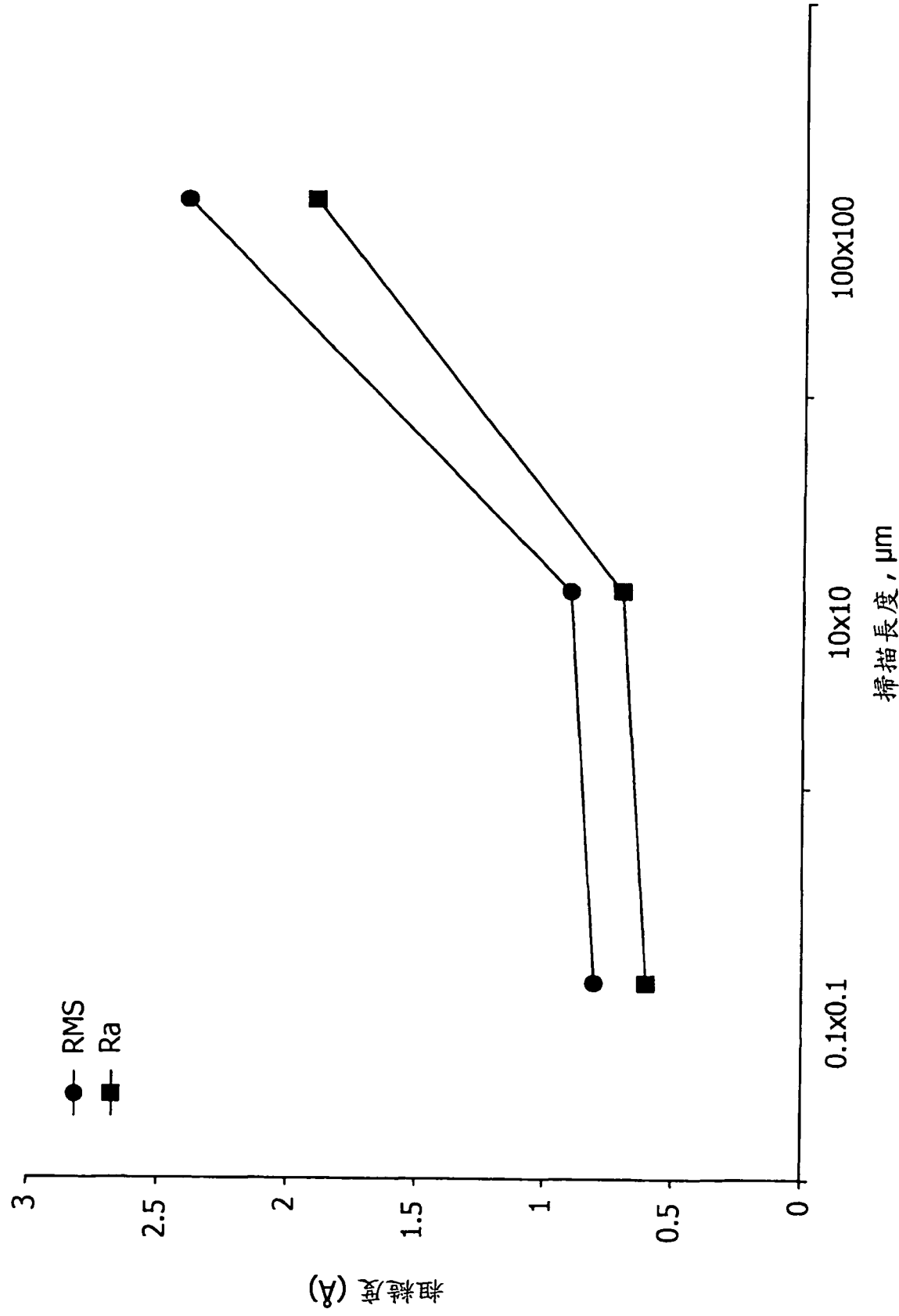


圖4