

公告本

申請日期	91.8.27.
案 號	91119393
類 別	He/L > 1/CP

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

571335

發明專利說明書

一、發明名稱	中 文	測量掃描電子顯微鏡之性能的方法
	英 文	METHOD OF MEASURING THE PERFORMANCE OF A SCANNING ELECTRON MICROSCOPE
二、發明人	姓 名	1. 彼德 德克森 PETER DIRKSEN 2. 林內 約翰 吉利特 艾福林克 RENE JOHAN GERRIT ELFRINK 3. 凱斯培洛斯 安東尼奧斯 亨利克斯 朱佛曼斯 CASPARUS ANTHONIUS HENRICUS JUFFERMANS
	國 籍	1.-3. 皆荷蘭 THE NETHERLANDS
三、申請人	住、居所	1. 3. 皆比利時魯文市凱培爾迪利夫路75號 KAPELDREEF 75, LEUVEN B-3001, BELGIUM 2. 荷蘭愛因和文市普羅何斯蘭路6號 PROF. HOLSTLAAN 6, 5656 AA EINDHOVEN, THE NETHERLANDS
	姓 名 (名 稱)	荷蘭商皇家飛利浦電子股份有限公司 KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N. V.
三、申請人	國 籍	荷蘭 THE NETHERLANDS
	住、居所 (事務所)	荷蘭愛因和文市格羅尼渥街1號 GROENEWOUDSEWEG 1, 5621 BA EINDHOVEN, THE NETHERLANDS
三、申請人	代 表 人 姓 名	J.L. 凡 德 渥 J.L. VAN DER VEER

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大 類：
I P C 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
歐洲專利機構 2001年07月26日 01202856.9 ☐有 ☒無 主張優先權

有關微生物已寄存於： 寄存日期： ，寄存號碼：

裝

訂

線

五、發明說明(1)

本發明關於一種使用於測量依據在裝置之製造時之一基板層建構之裝置特性之尺寸，用於決定一掃描電子顯微鏡之影像品質之方法，該方法包含步驟：

- 提供多孔矽表面區域；
- 藉由掃描電子顯微鏡掃描表面區域；
- 藉由一快速傅立葉轉換技術，分析藉由掃描電子顯微鏡取得之影像，以取得掃描電子顯微鏡之解析度之一入射。

本發明也關於一種用於使用本方法之測試基板，一種製造測試基板之方法，一種使用決定之方法之大量製造裝置之程序，及一自我測試掃描電子顯微鏡。

使用微影蝕刻方法完成之用於該裝置之製造，其包含大量光罩、蝕刻，插入及其它步驟。在蝕刻技術中，一蝕刻投影裝置係一重要裝置。藉由此一裝置，用於各建構之裝置層，一光罩圖樣包含在執行映像步驟之前，轉換相應於在該層中建構之裝置特性之圖樣特性，成為覆蓋在該層上之一光敏底片。光敏層尤其係敏感於使用於映像之光，例如在投影光之區域中改變其之特性。這一層係一光阻層之實施例，其之項目也涵蓋其係敏感於一充電特定波束，例如一電解液波束之一層。瞭解轉換一圖樣係意謂在一光阻層中映像一圖樣，及寫入一圖樣於這一層中，例如藉由一電解液波束二者。在裝置製造程序時，轉換各個個用於另外基板層之連續光罩圖樣到基板上之相同目標，例如在一IC區域中。

在除IC類似裝置外之裝置之製造中也可以使用微影方法

五、發明說明(2)

及裝置，例如整合或平面光學裝置、磁頭或液晶顯示面板。

瞭解一基板係意謂一種材料板，例如矽，進入一完整裝置，例如一IC，藉由處理步驟之一些連續設定層經過層組成。這些設定之各個設定包含如主要處理步驟：在覆蓋一光敏、或電阻，底片於基板上，利用一光罩配置基板，映像光罩圖樣於電阻底片中，顯像電阻底片，通過電阻底片蝕刻基板，及進一步清理，及其它處理步驟。項目基板涵蓋在製造程序中在不同階段之基板，即不具有或僅一層之已經建構裝置特性之一基板，及具有全部但是一層之已經建構裝置特性之一基板二者，及所有中間基板。

在時脈之定期點控制設定，例如焦距、及投影裝置之性能，例如在一工作日之開始，或在曝露一組相同基板之開始。映像使用於該組晶片之曝露之一測試光罩或產生光罩於不同位置，及盡可能利用在一測試基板上，在光阻層中之不同焦距設定。在已經映像電阻之後，藉由一電子顯微鏡(SEM)掃描測試基板之表面，以決定在光阻層中建構之圖樣之品質。通常，決定最小特性尺寸之品質，也稱為必要域(CD)。依據本方式，可以決定最佳焦距設定，及是否取得需要之影像品質。可以使用從測試曝光性能取得之資料，修正投影裝置之設定。

為穩定增加一裝置之操作速度，及/或增加在一IC裝置中之電子元件之數量，想要穩定減少在一基板中建構之裝置特性之寬度。結果，應該映像具有增加較小圖樣特性，及在這些特性之間之較小距離之光罩圖樣。這意謂必須在CD

五、發明說明(3)

上利用增加較精確需求在裝置產生環境中控制，及減少或消除其可以影響本控制之誤差源。一重要誤差源係廣泛使用度量衡工具之不穩定，SEM。

習知，藉由使用一標準測試取樣穩定及校正一CD-SEM，即藉由SEM監視利用特性之一特定光罩圖樣，及空間，及特性寬度，及週期提供之一校正晶片。如果測量之特性寬度係不同於標準數值，必須調整SEM直到測量之數值相應於標準數值。在本校正方式中固有之一問題係使用於分析SEM輸出資料之線寬度測量演算法，不適用於偵測小焦距誤差或氣孔誤差，以使可以保留而不注意這種誤差。這可以導致壞裝置層通過SEM測試，其將持續直到注意到已停止裝置產生程序之產生。同時，已經浪費一些裝置。並且，本校正方式係堅定耦合於一特定測試取樣。如果需要藉由一新測試取樣代替一測試取樣，例如因為第一取樣係中斷或污染，為說明新測試取樣，及關於分別利用新及第一測試取樣，互相利用完成之測量結果，第一需要測量新測試取樣。

如藉由G.L.Fanget等人在1997年，SPIE Vol.3050，第80到第92頁中，在文件"使用定量解析度評估之掃描電子顯微鏡"概述中指出，一SEM之解析度提供SEM之能力之一良好影像，以執行CD測量或程序評估。藉由掃描關於SEM之一特定取樣決定解析度，及利用頻率域轉換處理藉由SEM接受之影像資料。這允許解析度之更多於其係難處理，及主觀性之人眼檢查之一物件決定。使用之取樣係具有利用直徑

五、發明說明(4)

，及多孔之位置之一隨機配置之一微多孔表面之一矽層。具有從5到50 nm之直徑範圍之深多孔，幾乎垂直於表面，及具有薄牆，導致高反差影像。藉由在一氟氫酸電解液中蝕刻一矽晶片取得取樣。在取樣之掃描之後，執行一二維傅立葉轉換(2D FFT)影像分析程序，導致具有隨機配置於頻率域(FD)之小波峰之一雜訊頻譜。為改進測量，藉由具有稱為一二維通道函數之一迴旋消除頻譜。這提供相同結果，如在頻率域之各個方向中之圖素之一移動平均值。然後檢查大量，例如頻率域之六十個方向，及在它們之各個方向上決定一截止頻率(COF)。在一解析度輪廓圖中說明這些COFs之數值。

在本解析度測量方法中，數次測量相同取樣配置，及藉由相同配置影響測量數值。因此，該方法係依據取樣配置及需要校正。這在SPIE Vol.3332，第71到第80頁中，在一第二文件"對掃描電子顯微鏡解析度之評估之一貢獻"中係已知。根據本文件，影像處理係設計於從取樣影像摘取SEM之轉換函數，及分析本函數。這將較少在最後取樣上之取樣參數之影響，及提供比一取樣說明更精確之關於SEM本身之資訊。而且在第二方法中，數次測量相同取樣配置。

如在開始章節中定義，提供一種決定一SEM之影像品質之快速方法係本發明之一目的，測量之解析度係獨立於表面配置。本方法之特徵在於掃描表面區域之步驟，及取得解析度之步驟，分別包含：

五、發明說明(5)

- 取得一些具有不同平均孔尺寸之表面配置之影像；
- 計算這些影像之各個影像之傅立葉頻譜；及
- 藉由推斷屬於來自所有之該影像之傅立葉頻譜之寬度，信號振幅及雜訊補償之一零之信號對雜訊比率之解析度，決定掃描電子顯微鏡之解析度。

本發明係根據藉由取得具有明顯不同平均孔尺寸之一明顯數量之表面區域之影像，其映像各個表面具有一特定傅立葉頻譜之瞭解，可以取得明顯影像資料，從這些推斷用於一零之信號對雜訊比率之頻譜寬度之數值。稍後數值相應於SEM之解析度。依據本方式，取得之解析度係獨立於使用之測試取樣。

方法之一第一實施例，其特徵在於取得影像之步驟，包含一些分離基板之多孔矽表面區域之掃描，各個基板具有一不同平均孔尺寸。

方法之一發明及較佳實施例，其特徵在於取得影像之步驟，包含利用具有其依據一方向，從一小尺寸連續增加到一較大尺寸之一平均孔尺寸之一多孔矽表面區域提供之一單一基板之掃描。

本發明實施例係根據可以在一單一測試基板上提供具有不同平均孔尺寸之多孔配置之瞭解，以使可以藉由僅掃描本單一基板，決定SEM之解析度，產生實質時間節約。

為允許初始聚焦在測試取樣，及/或導航及圖樣識別上，第二實施例較佳係進一步特徵在於，使用係一基板產生，利用具有實質係較大於孔尺寸之域之一額外圖樣之特性，

五、發明說明(6)

提供基板之多孔表面。

額外圖樣之特性之域係在 μms 之範圍中，其允許一初始聚焦及一極限，SEM 在多孔配置上之逐步，聚焦。各個額外圖樣可以包含關於相關基板表面區域之位置之資訊，其允許任何在 SEM 之物件域中之給定區域之配置。

本發明也關於一種使用於新方法中之新及發明測試基板。本基板特徵在於具有其依據一方向，從一小尺寸連續增加到一較大尺寸之一平均孔尺寸之一多孔矽表面區域。

基板之優點係允許用於決定 SEM 之解析度需要之時間之一可考慮減少，在其中使用 SEM 之一裝置產生環境中係非常重要。

測試基板之一較佳實施例，其特徵在於利用具有實質係較大於孔尺寸之域之一額外圖樣之特性，提供多孔矽表面區域。

測試基板允許 SEM 在測試取樣，及/或導航及圖樣識別上之一初始聚焦。

測試基板較佳係特徵在於額外圖樣包含具有它們之長度方向在增加平均孔尺寸之方向中之延長特性。

測試基板進一步特徵在藉由一非矽材料之一圖樣層建構額外圖樣。

圖樣之特性揭示關於它們週圍之明顯反差。

測試基板之一實施例，其特徵在於圖樣層包含鎢、鈦、鋳、鉛、鈷、鈮、鎳、白金，鈮及鋁中之一種材料。

這些使用於在石板技術中之其它用途之材料，係對 HF 蝕

五、發明說明(7)

刻之良好抵抗。

測試基板之一變換實施例，其特徵在於圖樣層包含鋁氮化物、矽氮化物及矽碳化物中之一種材料。

尤其，一具有大量矽之氮化物合成物係非常適用於本層。

本發明進一步關於一種利用一多孔矽，其之一平均孔尺寸依據一方向，從一小尺寸連續增加到一較大尺寸，製造一測試基板之方法。本方法特徵在於連續步驟：

- 配置一 P^+ 液狀矽基板於充滿一鹽溶液之一電池中；
- 沈浸電池於充滿一電解液溶液之一容器中；
- 連接一電流源之極中之一極到配置於容器中之一陰極，及其它極到電池組成一陽極，以使一電流從基板流動到陽極；
- 依據一方向，連續減少曝露於電解液之基板表面區域，及
- 在基板表面離開電解液溶液時，切斷電流。

這係取得執行上面說明之方法需要之組成多孔表面之一簡單及快速方法，其中可以利用簡單裝置執行方法。

本方法可以進一步特徵在於藉由具有實質係較大於孔尺寸之域之組成一額外圖樣之特性之額外步驟。

可以第一組成額外圖樣，及然後蝕刻孔。用於圖樣層，上面提到之一種材料係非常適用，因為它們具有一良好HF蝕刻抵抗。

製造方法較佳係特徵在於在已經利用一多孔配置提供基板表面之後，組成額外圖樣。

用於決定一SEM在製造裝置之一程序之一環境中，例如

五、發明說明(8)

ICs之影像品質之方法及裝置之使用，允許改進本程序之產生。因此，本發明也關於大量製造裝置之一程序，包含在裝置基板之至少一基板層中之裝置特性，其中程序包含至少一組下面之連續步驟：

- 提供包含相應於在該層中建構之裝置特性之一光罩圖樣；
- 映像光罩圖樣於覆蓋在基板上之一光阻層中，及延長本層，藉此組成相應於光罩圖樣之一圖樣覆蓋；
- 從基板層之區域去除材料，或增加材料到基板層，其中藉由圖樣覆蓋之圖樣說明區域；
- 在一組之製造開始時，藉由一掃描電子顯微鏡取得基板之影像，控制利用一圖樣覆蓋提供之一基板，及分析影像以控制圖樣覆蓋特性之域。本程序，其特徵在於藉由如其中上面說明之方法，定期檢查電子顯微鏡之影像品質。

也可以在具有一掃描電子單元、用於夾住藉由顯微鏡檢查之一物件之一物件座，及利用一程式提供，分析藉由掃描單元提供之資料之一信號處理單元之一掃描電子顯微鏡中執行本發明。本顯微鏡，其特徵在於利用在一小多孔矽表面之格式中之一測試取樣，固定提供一小部分之物件座表面面對掃描裝置，多孔矽表面之平均孔尺寸依據掃描單元之掃描方向連續增加，及其中係利用一額外程式提供處理單元，在測試取樣之掃描時，分析藉由掃描單元提供之資料。

藉由依據此一測試取樣係在物件域中之方式配置物件座，在掃描取樣，及處理藉由掃描單元提供之資料時，可以

五、發明說明(9)

決定顯微鏡之即時性能。在本方式中，取得一自我檢查電子顯微鏡。

本發明之這些及其它觀念將藉由參考於下面說明之實施例之非限制性實例以說明之。

在圖式中：

圖1揭示一習知測試基板之表面；

圖2揭示此一表面之傅立葉頻譜；

圖3揭示在本發明之方法中使用之一多孔矽表面之一實施例之一傅立葉頻譜；

圖4揭示一種用於產生根據本發明之一測試矽基板之裝置；

圖5揭示如HF濃度，及電流密度之一函數之測試基板之孔尺寸之改變；

圖6a及6b揭示藉由本發明之測試基板產生方法取得之多孔表面之二個部分；

圖7揭示在掃描本表面時，取得之傅立葉頻譜之 $1/e$ 寬度及信號對雜訊比率之數值，及用於這些數值之一最適合曲線；

圖8a及8b分別揭示利用一額外圖樣提供之一多孔表面之部分之在不同倍率之影像；

圖9揭示從在不同方向中之測量，及用於最佳焦距狀態產生之最適合曲線；

圖10揭示其中執行本發明之一SEM之一第一實施例；及

圖11揭示其中執行本發明之一SEM之一第二實施例。

用於一SEM之品質之主要參數係其之解析度。通常，決定解析度係一重要程序。通常，如在圖1中所示，檢查之

五、發明說明(10)

SEM掃描利用金粒子提供之一碳取樣。在本圖式中，藉由參考數字2入射光亮、金粒子，及藉由參考數字4入射黑暗、碳背景。一操作者檢查藉由SEM提供之影像，以決定最小粒子及/或在其仍然係可見之粒子之間之最小空間。最小空間係稱為解析度。在本方式中決定解析度係一主要程序，及需要操作者之技巧。藉由通常係檢查一單一影像之事實增加一誤差決定之機會，以使沒有取得測量消除或減少雜訊補償。

類似在圖1中所示，SEM之映像品質，因此，在頻率中，即傅立葉，域，可以更容易評估一顯微照像之品質。已經可以使用用於此一評估之電腦程式。此一程式減少評估之主觀性，及提供用於在時間上監視解析度、散光、影像品質，及用於比較不同SEM之性能之一定量框架。也可以使用測量資料調整一SEM，以取得一最佳性能。

在藉由熟知快速傅立葉轉換分析SEM方面，取得在頻率域中之一頻譜。藉由一高斯形狀充分說明本頻譜。圖2揭示此一傅立葉頻譜之一實例。藉由其第一最佳於計算數值之高斯曲線 F_c ，代表如在掃描取樣上粒子之密度之一函數之快速傅立葉轉換(FFT)數值 F_s 。沿著圖2之水平線，繪製在取樣上沿著一XY共同座標系統之Y軸之粒子之密度 d_y 。不僅藉由SEM之解析度，但是也藉由取樣之配置決定傅立葉頻譜，以使藉由取樣配置影響解析度測量。

已證明具有一微多孔表面配置之一矽基板係一用於高解析度測量之明顯取樣。如果SEM係設定在高解析度，可以

五、發明說明(11)

觀察非常細詳細之多孔配置。如下面將說明，可以藉由一矽基板在一濃縮氟氫酸(HF)中之陽極分解取得微多孔配置。配置之孔係垂直於表面，及具有陡牆，以使取得一高反差。

在利用一SEM掃描此一多孔矽表面配置，及分析影像時，取得類似圖2之一傅立葉頻譜。本頻譜之曲線係類似於在上面提到之文件："對掃描電子顯微鏡解析度之評估之一貢獻"中所示之一理論曲線。傅立葉頻譜包含關於SEM使用於掃描多孔配置之解析度之資訊，以使原則上可以從本頻譜取得解析度。然而，根據該文件取得之傅立葉數值係再次不僅根據SEM之解析度，但是也根據多孔基板之配置。測量解析度包含依據基板配置項目，其意謂必須執行一校正程序。並且，雜訊補償也影響測量解析度。

為取得其之孔具有一給定平均尺寸之一多孔矽表面配置，在一給定時間週期時，在一給定電流密度下，在包含一給定百分比之HF之一溶液中陽極化一矽晶片。藉由使用不同電流密度，及HF之不同濃度，取得具有不同平均孔尺寸之多孔配置。如果增加電流密度，及減少HF之濃度，平均孔尺寸將增加。如果減少電流密度，及增加HF之濃度，平均孔尺寸將減少。在一HF溶液中沈浸矽基板時，強迫一電流從基板流動到配置於HF溶液中之一陰極。因為 F^- 離子之攻擊，產生矽之分解，及組成矽氟原子，其中係涉及電荷。如果基板係 P^+ 液狀矽，從材料之主體傳送電洞到表面。表面孔之組成係根據從矽主體到組成之孔之孔之限制散佈

五、發明說明(12)

傳送。因為分解長度根據電流密度及濃液位準，孔之尺寸及它們之配置係這些二個參數之一函數。

本發明之方法依據上述簡便方式而產生控制平均孔尺寸之可能性之有利使用。根據本發明，產生一些不同多孔配置，各個配置藉由一不同電流密度及一不同HF濃度。測量之SEM掃描這些配置之各個配置，及計算它們之傅立葉頻譜。雜訊補償係也納入考慮取得一相應數量之傅立葉頻譜，在圖3中揭示其中一。本頻譜係藉由分析在10% HF中之一矽晶片，在一 7.5 mA/cm^2 之固定電流密度下，用於5分鐘，取得之一多孔配置之頻譜。

圖3揭示大量之分離傅立葉數值 F_d 。虛線曲線 F_c 係一高斯曲線，其第一最佳於分離數值 F_d 。傅立葉頻譜，或曲線 F_c 具有一信號振幅 S_a ，及揭示一固定補償，其代表一實質相同背景或固定雜訊位準 NL ，其係獨立於取樣。雜訊位準 NL 係關於SEM，及其之實體原因可以係SEM之偵測器之熱或短雜訊，其中雜訊具有一白雜訊頻譜，及/或取樣座之裝置變化。

一用於新方法之重要參數係曲線 F_c 之 $1/e$ 寬度，藉由圖3中之 $W(1/e)$ 入射，即在一信號振幅之高斯曲線之寬度，其係最大數值 S_a 之 $1/e$ 。藉由使用一已知最小平方安裝程序，即一種安裝一曲線到非理論資料之方法，可以從影像資料計算 $1/e$ 寬度、信號振幅 S_a 及雜訊位準 NL 。使用 $1/e$ 寬度決定SEM之解析度。本寬度係也根據測試基板之多孔配置，以使藉由具有一給定配置之一單一取樣測量之SEM解析度，

五、發明說明 (13)

將仍然包含一依據基板配置項目。根據本發明，掃描具有不同平均孔尺寸之多孔矽配置，組合它們之傅立葉頻譜資料，及藉由來自這些資料之外插，決定一獨立於多孔配置之SEM解析度。

可以依據這種關於不同基板，連續放入測量、掃描之SEM之物件域中，及從物件域移開之配置之格式，提供用於本方法需要之不同多孔配置。如果這些配置可以穿上一單一基板之分離表面區域，可以實質減少用於測量不同多孔配置需要之時間。然後，藉由掃描一基板，收集所有必要資訊。

本發明之一實質部分，屬於用於產生此一具有不同多孔配置之基板之方法及裝置。在圖4中揭示本方法及裝置。

圖4之蝕刻裝置包含一蝕刻浸盆座 H_{Eb} ，其充滿包含氟氫酸之一電解液。一陰極Ka，例如由白金製成，係配置於座 H_{Eb} 中。在座 H_{Eb} 中，用於調整沈浸於電解液E1中之一基板Su之一電池Ce。電池包含一陽極AN，例如由白金An製成，其係連接於一電流源Cs之一第一極，Cs之其它極係連接於陰極Ka。在蝕刻程序時，電流源強迫一固定電流從陽極流動到陰極。電池Ce係充滿一鹽類溶液，例如具有一22g/l之濃度之 K_2SO_4 ，其在陽極及基板Su之間提供一電連接。因此，在蝕刻程序時，基板性能如一陽極。蝕刻之基板係一 P^+ 矽晶片，其係利用硼沈重塗上，及具有一低電阻，例如，0.01-0.02 ohm.cm。此一低電阻之優點係可以簡單沈浸晶片於電池中，及不需要硼插入之後側接點及鋁蒸氣。電解液

五、發明說明 (14)

E1較佳包含乙醇，例如，50%。增加到HF溶液之乙醇確保蝕刻程序之結果係可複製。如一進一步改進，為降低表面電壓，可以增加一少量之三重氫核X，例如，依據一10 ml/6 l之濃度，到溶液。

在蝕刻程序之開始，基板Su係完全沈浸於電解液中，及在全部基板表面上配置電流，以使電流密度係相對低。然後，減少接觸於電解液之基板表面區域。如電流係固定，電流密度將持續遞增，導致組成之孔之平均尺寸之一持續遞增。在接觸於電解液之表面區域用於最長時間，本尺寸將係最大。在本方式中，組成一多孔矽表面，其具有一平均孔尺寸傾斜度。在蝕刻浸盆中HF之總數係可以指定10%，及電流密度可以係從少量到數十mA/cm²之範圍。

為減少接觸於電解液之基板表面區域，基板可以拉出電解液，即在圖4之裝置中，向上慢速移動基板。較佳係僅藉由在蝕刻浸盆座H_{EB}中開啟一閥Va，連續減少電解液之位準。

在一容器Co中收集離開閥之電解液，及可以在一隨後蝕刻程序中清洗及重新使用。

圖5揭示如濃度HF(¹⁰Log(HF沿著水平軸)，及電流(電鍍)I(10Log(I)沿著垂直軸)之一函數之孔半徑之改變。圖5揭示孔配置係偏向於較高HF濃度及較低電流密度，即在圖中之區域PF。在較低HF濃度及較高電流密度，即在圖5中之區域EP，將電磨光表面。在區域PF及EP之間具有一轉換區域TA。在PF區域中之虛線代表在試驗中使用之設定，及在這些虛線上之數字依據nm入射一般孔尺寸，在使用這些設定

五、發明說明 (15)

時組成。例如，利用 10% HF 濃度及 -7.5 mA/cm^2 之電流密度，組成具有一 13 到 5 nm 之範圍之半徑之孔。圖 5 證明可以藉由改變 HF 濃度及電流密度調整孔尺寸之事實。如一實用方法，一較大電流密度導致較大孔及一較大範圍之孔尺寸，及一較高 HF 濃度導致較小孔及一較小範圍之孔尺寸。

藉由在圖 4 中說明之方法及裝置取得之多孔配置，揭示在一方向之平均孔尺寸中之一傾斜度，即減少其中接觸於電解液之表面區域之方向。在基板之上方側 Su_t 之平均孔尺寸係最小，及在下方側 Su_b 係最大。可以依據此一平均孔尺寸範圍從非常細之指定 1 nm 到相對粗之指定 25 nm 之方式，設定蝕刻狀態。利用多孔配置提供之基板可以係一目前 8 吋矽晶片。

圖 6a 藉由說明揭示基板上方側細多孔配置 PS_F 之一部分，及圖 6b 揭示基板下方側粗多孔配置 PS_C 之一部分。已經利用設定在一 300,000X 之倍率之一 SEM 取得二張照片。

根據本發明，藉由利用依據在 SEM 之物件域中之平均孔尺寸之傾斜度配置多孔矽表面，及依據傾斜度之方向掃描其，決定一 SEM 之解析度。SEM 取得連續表面區域部分之影像，其中分析影像。依據類似圖 3 之傅立葉頻譜轉換各個影像。決定 $1/e$ 寬度 ($W(1/e)$) 及各個頻譜之信號對雜訊比率 (SNR)。圖 7 揭示這些用於所有影像之參數之數值，如同最適合於這些數值之一理論曲線 CF。

本方法具有下面實體背景。用於具有相對大孔之多孔配置，在基板下方側之 PS_C ，以在圖 3 中之線 /nm Dy 代表之每

五、發明說明 (16)

一長度單元之孔之數量係相對小。孔直徑正好係在SEM之解析度限制內，以使藉由多孔配置決定傅立葉頻譜之 $1/e$ 寬度。此一相對粗配置之頻譜揭示相對高光譜倍率。用於具有相對小孔之多孔配置，在基板上方側之 PS_F ，每一長度單元之孔之數量係相對大，及 $1/e$ 寬度係相對大，及達到SEM之解析度。不可能解決其之光譜頻率係在SEM之解析度之外之多孔配置。一細孔配置之光譜倍率係相對小。圖3也揭示一根據頻率之雜訊貢獻，或雜訊位準NL。本雜訊係相關於SEM本身，及藉由，例如SEM偵測器之短雜訊，或藉由基板座之裝置改變產生。雜訊位準係固定，及獨立於多孔配置。如一較細多孔配置提供較小光譜倍率，其之傅立葉頻譜揭示較小於一較粗多孔配置之一信號對雜訊比率SNR。在一非常細多孔配置之限制內，SNR達到零，及頻譜之 $1/e$ 寬度達到SEM之解析度。在下列情況下可發現到此項限制，將具有(例如)1到25 nm範圍內之平均孔尺寸之多孔矽取樣供應至SEM，決定每個取樣的 $W(1/e)$ 及SNR之數值，符合如具有這些數值之曲線CF，及決定曲線CF之交叉點。藉由在圖7中之實線箭頭入射之本點R，代表檢查之SEM之解析度。

上面說明關於具有依據在一方向中之平均孔尺寸之一傾斜度之一單一取樣之方法，也可以在具有一些取樣，各個取樣具有不同於其它取樣之一給定平均孔尺寸之組合中使用。可以藉由在一HF溶液中，每次利用另外電流密度及/或另外HF濃度，電鍍一相應數量之矽基板取得分離取樣。圖4

五、發明說明(17)

之裝置可以完成使用。在一基板之蝕刻時，閥Va保持關閉。

圖7之圖CF係用於在一方向中之 $1/e$ 寬度之最適合曲線，例如相同之一座標系統之X方向，從曲線可以決定一SEM在那個方向中之解析度。可以藉由SEM準備，及掃描具有在Y方向中之平均孔尺寸之一傾斜度之一第二測試取樣。然後，取得用於在Y方向中之 $1/e$ 寬度之一最適合曲線。這係在圖9中說明，其中藉由CF(x)入射用於X方向之一任意最適合曲線，及藉由CF(y)入射用於Y方向之一任意最適合曲線。在其係等於零之一信號對雜訊比率(SNR)之 $1/e$ 寬度，相應於SEM之解析度，分別藉由R(x)及R(y)在X及Y方向中入射。如在圖9中說明，如果在Y方向中之解析度係不同於在Y方向中之解析度，測量之SEM揭示散光。藉由以二倍增加本發明對測量之方法，較佳互相直角方向，可以測量一SEM之散光。本散光係相稱於R(y)-R(x)。可以使用本測量之結果，以控制SEM之散光，以使可以消除SEM之散光，或減少到一可接受位準。

另外其重要於一SEM之性能之參數係焦距。每次可以執行根據本發明之測量用於不同焦距設定，其係稱為通過焦距掃描。可以處理從此一增加測量產生之偵測器信號成為一傅立葉轉換項目，及可以決定用於最佳焦距數值之一最適合曲線。在圖9中藉由CF(bf)入射這最適合曲線。屬於本曲線之解析度R(bf)係真實、或最佳，SEM之解析度，即用於最佳焦距及沒有增加之解析度。

可以使用上面說明之方法及裝置，以決定一SEM之解析

五、發明說明(18)

度，例如在其之產生之最後級，或在藉由SEM之使用者之一容納測試時。也可以在一IC生產環境中，其中在ICs之製造時，SEM係使用於測量必要域(CD)，使用該方法及裝置。執行此一測量，例如，在已經利用一光罩圖樣曝露一光阻層，及顯影電阻之後，及在轉換電阻圖樣到IC基板之一適當層之前。藉由以定期時間週期檢查使用於這些測量之SEM，確保測量之結果係可信賴。可以觀察製造之ICs之品質之一減少，及可以在一早級修正製造程序，以使可以保持製造之產生於一高位準。在大量生產之ICs之觀點中，這在IC生產中係最重要。在一IC生產環境中，一些SEM可以使用於在ICs之生產程序中之不同級，即用於IC基板之不同層執行測量。用於具有較細配置之IC層，即較小CDs，更精確測量，及因此，需要具有一較高於用於具有較粗配置之IC層之解析度之SEM。也可以使用本方法及裝置，根據它們之解析度排序SEMs，以使在一最佳裝置中使用這些SEM。

僅如果SEM係設定於一高倍率，檢查之SEM可以觀察具有指定nm之孔尺寸之多孔配置，例如已經以一300.000X之倍率取得在圖6a及6b所示之影像。其係相當困難於以此一高倍率聚焦一SEM組於具有指定nm之特性域之一配置上。其係也困難於確定定期掃描多孔配置之那個部分，或引導SEM於配置之一需要部分。根據本發明之另一觀念，提供其允許需要之聚焦及引導之裝置。藉由關於取樣及基板之特性之一額外圖樣組成這些裝置，其中特性具有在具有SEM之一較低倍率之組合中，實質大於孔尺寸之域。

五、發明說明(19)

圖 8a 揭示利用包含特性之一配置，例如不同長度及寬度之條之一額外，或焦距及引導圖樣提供之一多孔矽基板之一小部分之一影像。額外特性之縱向較佳係其中平均孔尺寸之傾斜度產生之方向。額外特性之域係指定 nm。在額外配置中，可以編碼在基板上之一位置。以一 1000X 之倍率取得圖 8a 之影像。以 SEM 之此一倍率，不可以看見孔。圖 8b 揭示在圖 8a 之一條之一邊緣之位置之一小部分，利用一 100.000X 之 SEM 倍率之取得之一影像，在本影像中個別孔係可以看見。在開始測試基板之檢查時，SEM 之倍率係設定於一低位準，及聚焦 SEM 於一額外圖樣配置。然後，讀取聚焦之基板區域及，如果必要，移動基板到在 SEM 之範圍中之另外基板區域之位置。增加 SEM 之倍率直到孔變成可以看見。在可以使用額外圖樣配置之不同域時，可以逐步增加倍率。

額外圖樣配置可以係藉由一習知平版印刷程序組成之一圖樣層，其使用，例如也已知如晶片步進器/掃描器之一光學平版印刷投影裝置。層之材料可以係任何一種其係允許於"前端平版印刷"技術中使用之材料，其係一平版印刷程序之最主要部分，及係非常敏感於污染。材料可以抵抗 HF 蝕刻及可以係一金屬，例如鎢(W)、鈦(Ti)、鋯(Zr)、鈦(Hf)、鈷(Co)、釔(Y)、鐳(La)、白金(Pa)、鈾(Pa)及鋁(Al)。圖樣層之材料也可以係一非金屬材料，例如具有氮之組合，類似鋯氮化物(ZrN)、矽氮化物(SiN)及矽碳化物(SiC)。參考係給定於鋁、鎢及氮化物組合，類似一般之矽氮化物

五、發明說明(20)

(Si_3N_4)及矽高氮化物。可以藉由第一提供具有圖樣之基板，及然後在一HF溶液中蝕刻基板，產生具有引導及聚焦圖樣之一多孔矽基板。然而，參考係給定於第一蝕刻基板，及提供具有圖樣層之基板之多孔表面。然後，避免額外圖樣之蝕刻，允許用於圖樣層之材料之一較廣泛選擇。

在半導體工業中使用一SEM如一元件，以控制平版印刷程序之品質，及因此，裝置映像一光罩圖樣到利用一光阻層提供之一基板，或晶片上。在光阻層中組成之影像說明其中必須執行在材料方面之改變之基板之表面區域。一大量製造裝置之程序包含在裝置基板之至少一基板層中之裝置特性，其中程序包含至少一組下面連續步驟：

- 提供包含相應於在該層中建構之裝置特性之一光罩圖樣；
- 映像光罩圖樣於覆蓋在基板上之一光阻層中，及延長本層，藉此組成相應於光罩圖樣之一圖樣覆蓋；
- 從基板層之區域去除材料，或增加材料到基板層之區域，其中藉由圖樣覆蓋之圖樣說明區域；

在一組之製造之開始時，藉由一掃描電子顯微鏡取得基板之影像，控制利用一圖樣覆蓋提供之一基板，及分析影像以控制圖樣覆蓋特性之域。

在藉由如上面說明之方法定期檢查電子顯微鏡之影像品質時，其係確保控制係可信賴。在製造裝置之平版印刷程序中產生之誤差或錯誤，例如在一早級偵測之ICs，以使可以取得修正測量，及保持製造之產生於一高位準。因此，本發明具有關於大量製造裝置之程序之一效能，以使考慮

五、發明說明(21)

此一程序，如本發明之一執行。

本發明之另一觀念關於利用自我檢查動能提供之一掃描電子顯微鏡。此一SEM可以不僅使用於在一平版印刷程序中之檢查，但是也用於一般測量及檢查。圖10概略揭示一SEM之一實施例。SEM10包含一抽空封罩11，其容納一電子槍12、一控制電極13，藉由其組成及加速一電子波束，及一陽極14。來自槍之電子波束(未揭示)連續通過一第一電磁聚焦鏡16、偏向盤17及18，及一第二電磁聚焦鏡19，及實質入射在一檢查之取樣21上。配置本取樣於一載片或級23上，其係可以在x及y方向中移動。如果想要，可以使用電磁偏向線圈代替偏向盤17及18，其中可以依據它們產生較小於偏向盤之收差之方式配置線圈。根據在取樣上之電子波束之電子(初級)之入射，從取樣饋送次級電子，材料依據根據取樣之配置之關聯，例如其之表面配置或其它方法。藉由一偵測器25捕捉次級電子，其轉換入射次級電子之流量成為一偵測器信號Sd，信號包含關於取樣之配置之資訊。可以提供信號Sd到一陰極射線管(CRT)26，以產生操作者可以看見之取樣配置。另外，或同時，可以提供信號Sd到一處理單元或個人電腦28。利用一專用程式或演算法提供本電腦，其允許減低來自信號Sd之有關資訊。可以輸出本資訊，如分別局部或遠端依據印刷及視覺之一資料位元流，或一CRT信號之格式之一有關資訊信號Si。

根據本發明，利用具有如前面說明之一多孔表面之一測試取樣，或測試基板30提供SEM級23，及利用一專用測試

五、發明說明(22)

分析程式提供電腦，以分析藉由測試取樣之SEM取得之影像。本取樣可以係小，例如 $1 \times 1 \text{ cm}^2$ ，及可以包含具有依據一方向連續減少之一平均孔尺寸之一多孔表面。藉由配置測試取樣於掃描電子單元(12、13、14、16、17、18、19)之物件域中，依據減少平均孔尺寸之方向掃描取樣，及分析藉由測試分析程式因此取得之偵測器信號Sd，取得其包含關於SEM之性能(解析度)之資訊之一測試信號St。在本方式中，利用藉由讀取簡單裝置之一自我測試能力增加一SEM。

可以提供測試信號一進一步處理器32，其組成用於來自測試信號之一或更多執行裝置之一或更多控制信號。可以藉由控制信號設定電子掃描裝置之一或更多元件，以使取得需要之SEM性能。在本方式中，利用遍布SEM之使用期可以保持一良好性能之一自我測試能力增加SEM。在圖9中之信號Sc及區塊34概略代表該控制信號，或信號及執行裝置。在圖9中所示之SEM係一般用途SEM，其可以使用於一些測量及檢查。

圖11概略揭示一SEM之另一實施例，其中實施例尤其係適用於控制具有較大直徑之IC晶片，例如30 cm。如果係水平配置具有此一直徑之一晶片，SEM之真空室之尺寸將必須係可以考慮增加。為限制SEM之尺寸，相關於電子波束之軸傾斜晶片。在圖11中，參考數字32入射SEM之一部分之行。一電源(在圖11中未揭示)產生沿著光學軸34運作之一電子波束(初級波束)。本電子波束可以通過一或更多電磁鏡，例如聚光鏡36到最後到達一物件鏡38。在本實施例中，

五、發明說明(23)

本鏡片係一單極鏡片，組成取樣之牆40之一磁性電路之部分，或準備，室42也組成部分。物件鏡38攜帶一初級電子波束到具有檢查之一取樣，或物件48之一焦距，及配置於掃描之物件鏡下。藉由依據二個互相直角之方向，藉由掃描線圈44調整物件鏡38之孔，移動初級電子波束通過物件，物件48之掃描係有效。物件係配置於一物件載體50中，其組成一物件級53之部分。可以依據二個互相直角之方向置換物件載體，以使可以選擇物件之一想要區域用於檢查。除此之外，可以相對於物件級53傾斜物件載體50。

影像係有效，其中來自初級波束之電子入射於損失來自物件之次級電子之物件上，次級電子傳播前向物件鏡38。藉由容納於本鏡片之孔中之一偵測器46偵測這些次級電子。本偵測器係連接於一處理單元(未揭示)，其致能偵測器，以轉換偵測器電子之力量成為可以使用於組成物件之一影像之一影像信號，例如藉由一陰極射線管。

根據本發明，利用一測試取樣30提供物件載體48，及在掃描取樣30時，利用一程式提供處理單元，以處理取得之偵測器信號。這允許，依據如參考於圖10之SEM說明之相同方式，利用一自我測試及一自我控制能力增加本SEM。

不僅在一製造ICs之程序中，同時也在製造其它裝置，類似整合及平面光學系統、液晶顯示面板、薄片磁頭等等之程序中使用藉由本發明方法定期控制之一SEM。再者，此一SEM，及因此本發明，可以在本製造範圍之外使用，用於精細結構及物件之一般測量及檢查。

四、中文發明摘要(發明之名稱：測量掃描電子顯微鏡之性能的方法)

藉由使用一掃描電子顯微鏡(SEM)(10)掃描多孔矽表面區域(PS_F 、 PS_C)，每一多孔矽表面區域具有一不同平均孔尺寸、計算表面區域之影像之傅立葉轉換光譜(F_C)以及以來自寬度($W(1/e)$)之一零信號對雜訊比率(SNR)、光譜之信號振幅(S_a)及雜訊補償(NL)推斷解析度(R)來決定掃描電子顯微鏡之性能。在連續減少曝露於蝕刻電解液(E1)之基板區域時，藉由以一固定電流電鍍一矽基板(Su)，取得利用不同表面區域提供之一測試取樣。

英文發明摘要(發明之名稱：METHOD OF MEASURING THE PERFORMANCE OF A SCANNING ELECTRON MICROSCOPE)

The performance of a scanning electron microscope (SEM) (10) is determined by scanning, with this SEM, porous silicon surface areas (PS_F , PS_C) each having a different average pore size, calculating the Fourier transform spectra (F_C) of the images of the surface areas and extrapolating the resolution (R) at a zero signal-to-noise ratio (SNR) from the width ($W(1/e)$), the signal amplitude (S_a) and the noise offset (NL) of the spectra. A test sample provided with the different surface areas is obtained by anodizing a silicon substrate (Su) at a constant electric current, while continuously decreasing the substrate area exposed to the etching electrolyte (E1).

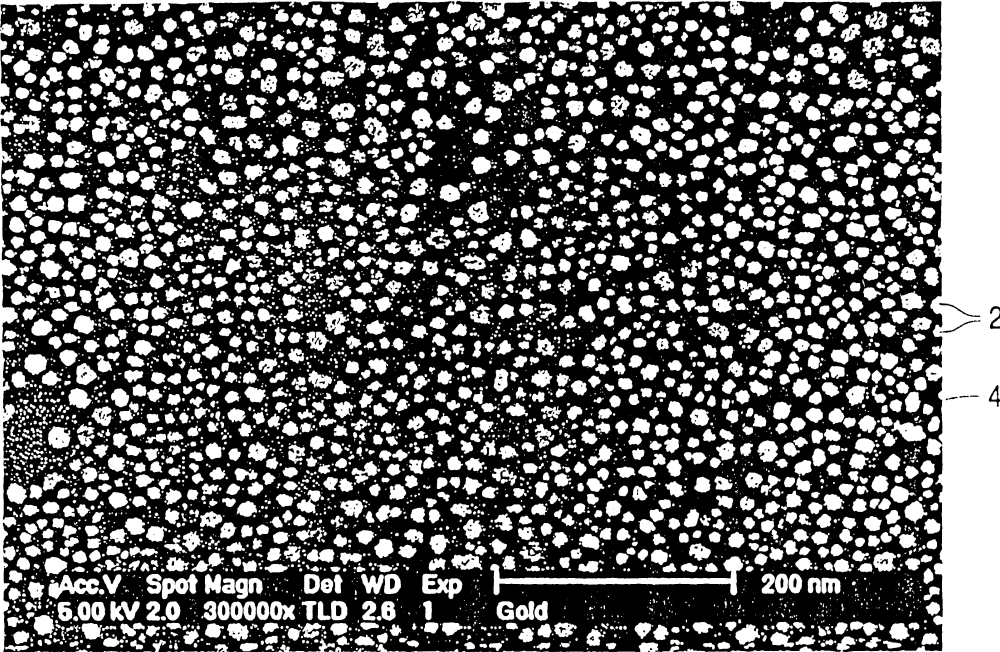


圖 1

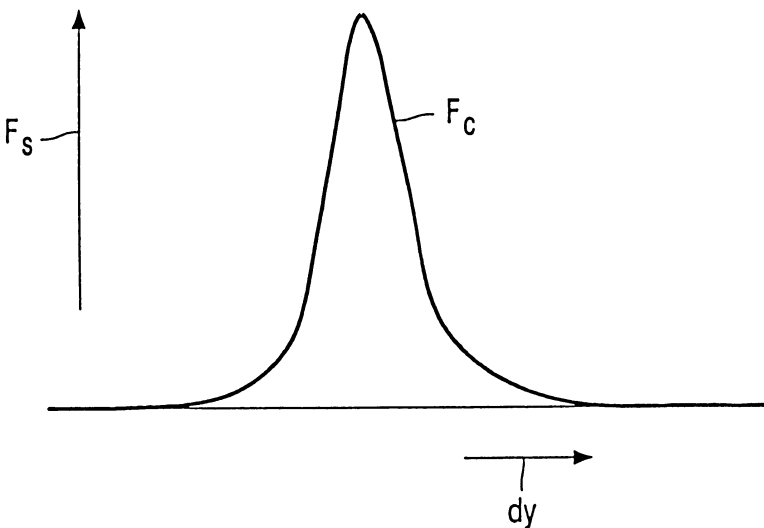


圖 2

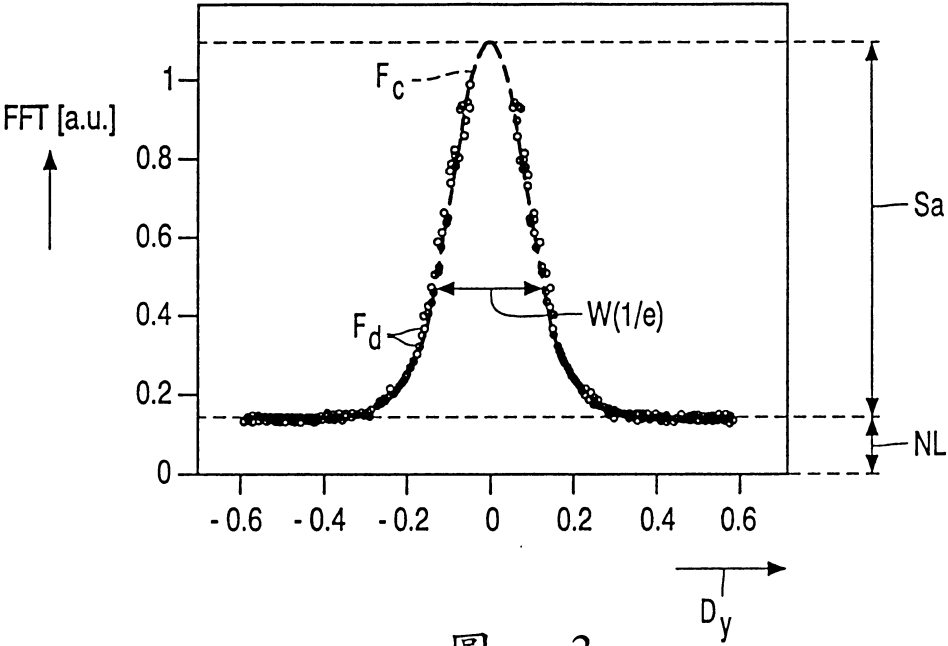


圖 3

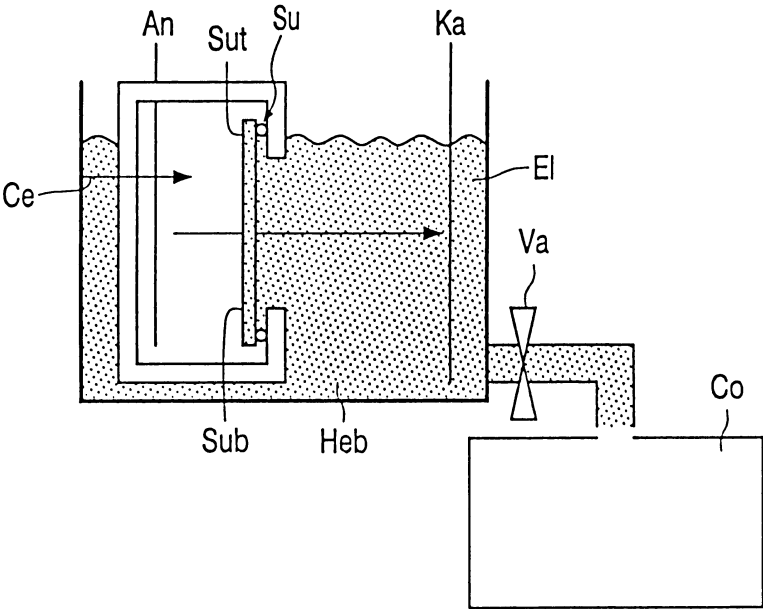


圖 4

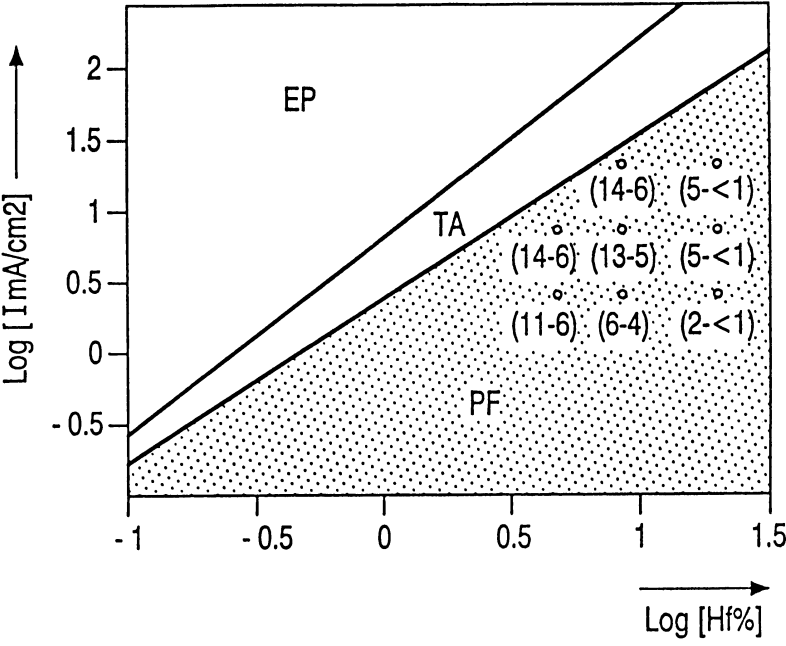


圖 5

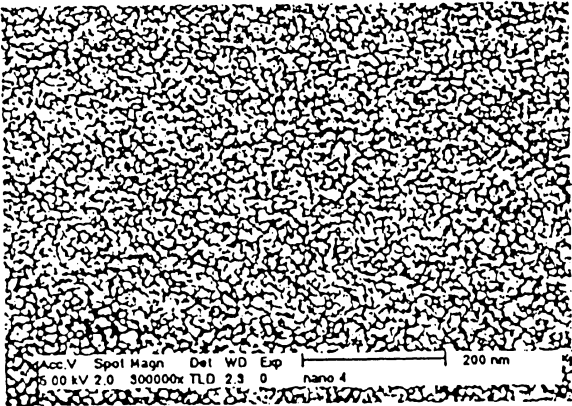


圖 6a

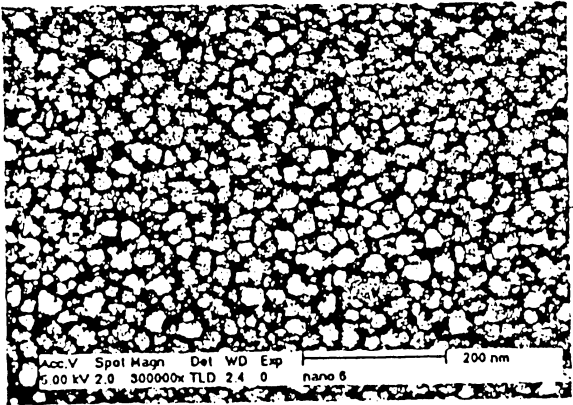


圖 6b

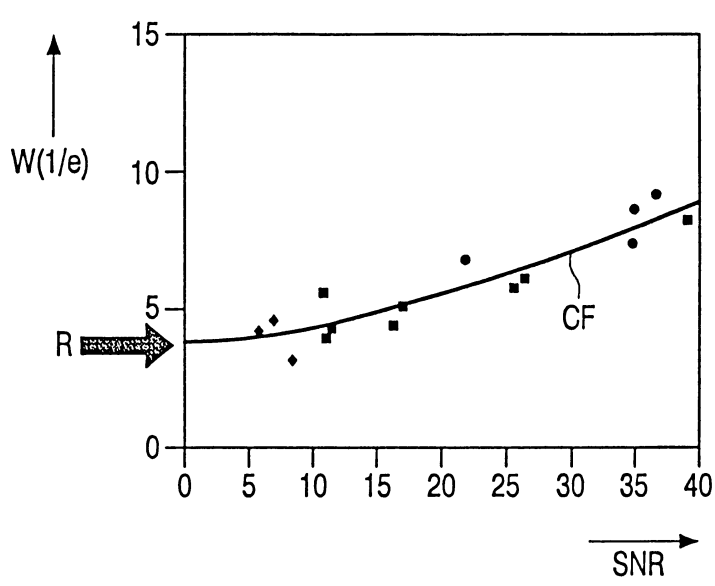


圖 7

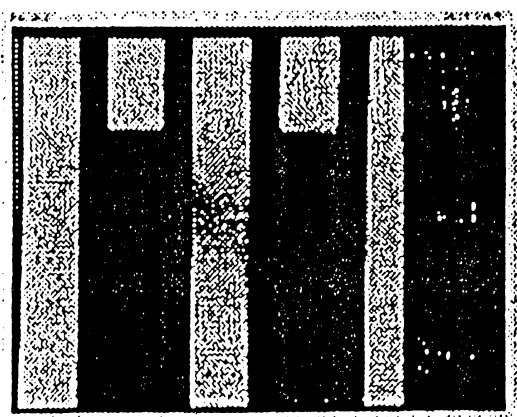


圖 8a

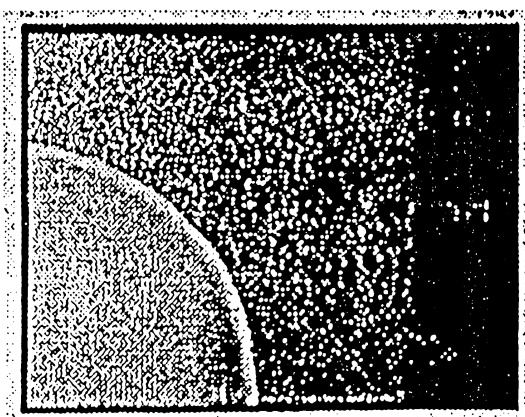


圖 8b

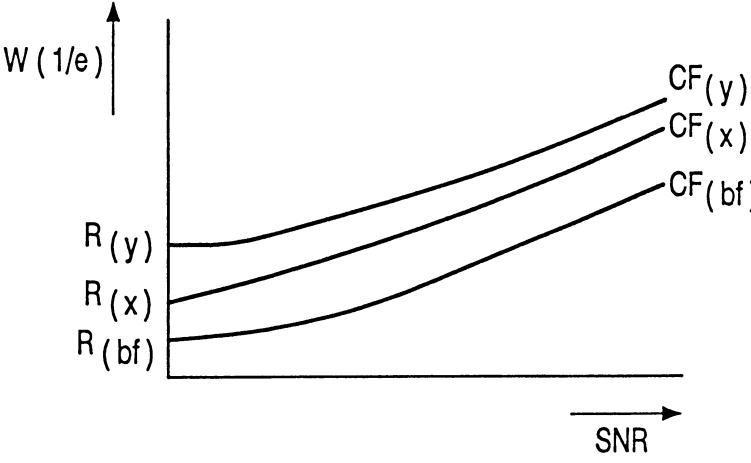


圖 9

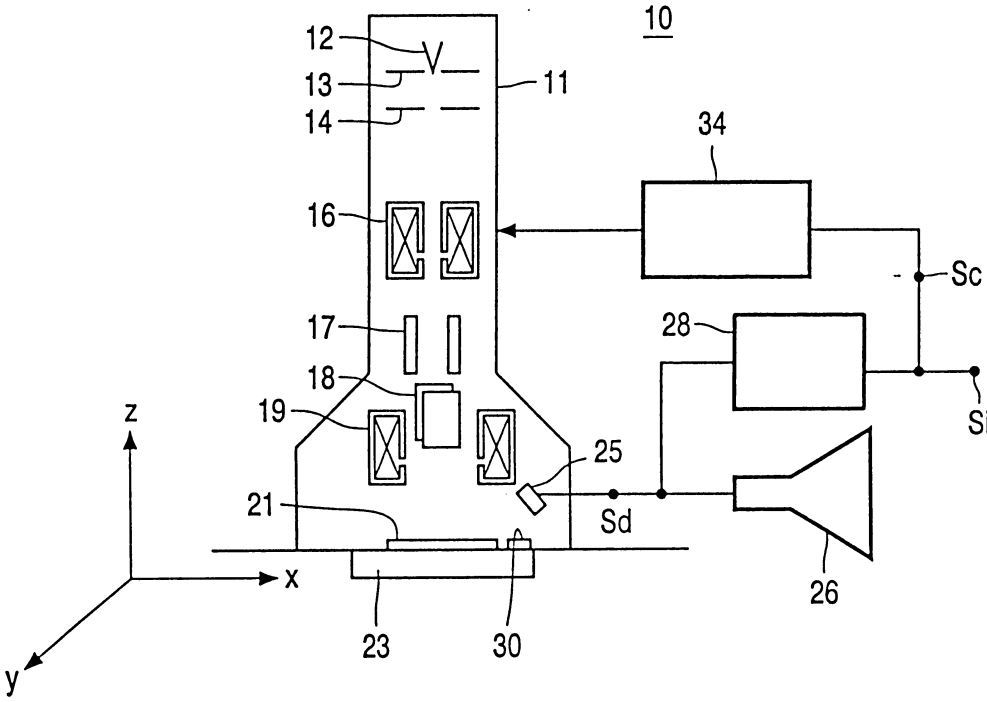


圖 10

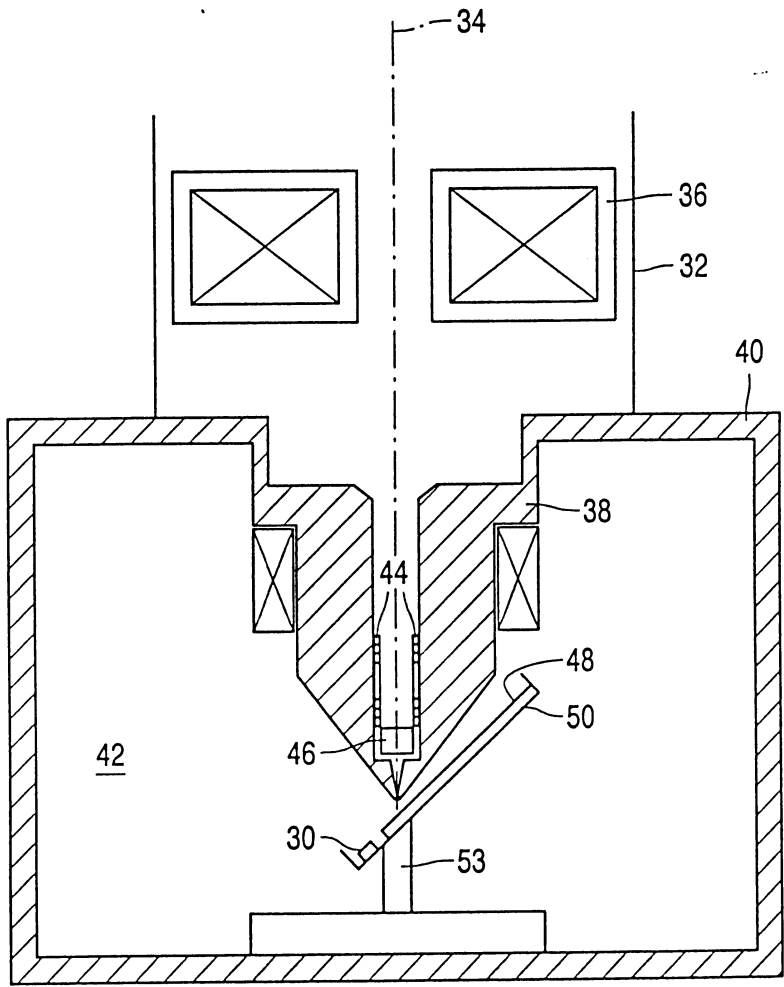


圖 11

五、發明說明 (24)

圖式元件符號說明

2	金粒子	36	聚光鏡
4	碳背景	38	物件鏡
10	掃描電子顯微鏡	40	牆
11	抽空封罩	42	室
12	電子槍	44	掃描線圈
13	控制陽極	46	偵測器
14	陽極	48	物件
16	第一電磁聚焦鏡	50	物件載體
17	偏向盤	53	物件級
18	偏向盤	AN	陽極
19	第二電磁聚焦鏡	CD	必要域
21	取樣	Ce	細胞
23	級	Cf	合適曲線
25	偵測器	COF	截止頻率
26	陰極射線管	Co	容器
28	個人電腦	dy	粒子之密度
30	測試基體	EL	電解液
32	SEM段	E1	電解液
34	光學軸	EP	區域

五、發明說明 (25)

Fc 傅立葉轉換光譜	R SEM 解析度
FD 頻率域	Sa 信號振幅
Fd 分離傅立葉數值	Sd 偵測器信號
FFT 快速傅立葉轉換	Si 有關資訊信號
Fs 快速傅立葉轉換數值	SNR 信號對雜訊比率
HEB 蝕刻浴缸座	St 測試信號
HF 氟氫酸	Su 矽基體
KA 陰極	Sub 基底之下方側
NL 雜訊強度	Sut 基底之上上方側
PF 區域	TA 轉換區域
PSF 細多孔結構	Va 閥
PSC 粗多孔結構	W 寬度

六、申請專利範圍

1. 一種在裝置製造期間決定用於測量在一基板層中建構之裝置特性尺寸之一掃描電子顯微鏡之該影像品質之方法，該方法包含以下步驟：
提供多孔矽表面區域；
藉由掃描電子顯微鏡掃描該表面區域；
藉由一快速傅立葉轉換技術，分析藉由該掃描電子顯微鏡取得之該影像，以取得該掃描電子顯微鏡之解析度之一入射，其特徵在於掃描該表面區域之步驟，及取得該解析度之步驟分別包含：
取得一些具有不同平均孔尺寸之表面配置之影像；
計算該等影像之各個影像之該傅立葉頻譜；及藉由來自所有之影像之傅立葉頻譜之寬度、該信號振幅及該雜訊補償推斷屬於一零之信號對雜訊比率之該解析度，決定該掃描電子顯微鏡之解析度。
2. 如申請專利範圍第1項之方法，其特徵在取得該解析度之步驟包含一些分離基板之多孔矽表面區域之掃描，各個多孔矽表面區域具有一不同平均孔尺寸。
3. 如申請專利範圍第1項之方法，其特徵在取得該解析度之步驟包含一具有一多孔矽表面之單一基板之掃描，該多孔矽表面其有一在一方向上從一小尺寸連續增加到一較大尺寸之平均孔尺寸。
4. 如申請專利範圍第3項之方法，其特徵在使用一基板，該基板之該多孔表面具有一額外圖樣之特徵，該特徵具有大致上大於該多孔尺寸之大小。

六、申請專利範圍

5. 一種用於申請專利範圍第1項之方法中之測試基板，其特徵在一多孔矽表面，其具有在一方向從一小尺寸連續增加到一較大尺寸之一平均孔尺寸。
6. 如申請專利範圍第5項之測試基板，其特徵在利用一額外圖樣之特性提供該多孔表面，其具有實質係大於該孔尺寸之大小。
7. 如申請專利範圍第6項之測試基板，其特徵在該額外圖樣包含具有在該增加平均孔尺寸之方向上之長度方向之延長特性。
8. 如申請專利範圍第6或7項之測試基板，其特徵在該額外圖樣係藉由一非矽材料之一圖樣層建構。
9. 如申請專利範圍第8項之測試基板，其特徵在該圖樣層包含一種材料：鎢、鈦、鋳、鉛、鈷、鉕、鎳、白金、鈹及鋁。
10. 如申請專利範圍第8項之測試基板，其特徵在該圖樣層包含一種材料：鋳氮化物、矽氮化物及矽碳化物。
11. 一種製造如申請專利範圍第5項之測試基板之方法，其特徵在以下連續步驟：

配置一 P^+ 液狀矽基板於充滿一鹽溶液之一電池中；

沈浸該電池於充滿一電解液溶液之一容器中；

連接一電流源之極中之一到配置於該容器中之一陰極，及其它極到該電池組成一陽極，以使一電流從該基板流動到該陽極；

在一方向上連續減少曝露於該電解液之該基板表面區

六、申請專利範圍

域，及

在該基板表面離開該電解液溶液時，切斷該電流。

12. 如申請專利範圍第11項之方法，其特徵在組成特性之一額外圖樣之該額外步驟，具有其實質係較大於該孔尺寸之大小。
13. 如申請專利範圍第12項之方法，其特徵在已經利用一多孔配置提供該基板表面之後，組成該額外圖樣。
14. 一種大量製造經微影處理的裝置之方法，包含在裝置基板之至少一基板層中之裝置特性，其中該程序包含至少一組該下面之連續步驟：

提供包含相應於在該層中建構之裝置特性之一光罩圖樣；

映像該光罩圖樣於覆蓋在該基板上之一光阻層中，及延長本層，藉此組成相應於該光罩圖樣之一圖樣覆蓋；

從該基板層之區域去除材料，或增加材料到該基板層之區域，其中藉由該圖樣覆蓋之圖樣說明區域；

在一組之製造之開始時，藉由一掃描電子顯微鏡取得該基板之影像，控制利用一圖樣覆蓋提供之一基板，及分析該影像，以控制該圖樣覆蓋特性之域，其特徵在於藉由如在申請專利範圍第1項中所述之方法，定期檢查該電子顯微鏡之影像品質。

15. 一種掃描電子顯微鏡，其包含具有一掃描電子單元、用於夾住藉由該顯微鏡檢查之一物件之一物件座及利用一程式提供，分析藉由該掃描單元提供之資料之一信號處

六、申請專利範圍

理單元，其特徵在於利用在一小多孔矽表面之格式中之一測試取樣，固定提供一小部分之該物件座表面面對掃描裝置，該多孔矽表面之平均孔尺寸在該掃描單元之該掃描方向上連續增加，及其中係利用一額外程式提供該處理單元，在該測試取樣之掃描時，分析藉由該掃描單元提供之該資料。

16. 如申請專利範圍第15項之掃描電子顯微鏡，其特徵在該額外程式係埋藏於一伺服系統中，以控制該掃描電子單元之至少一該元件之一設定。