

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：94110233

※申請日期：94.7.7

※IPC 分類：H01L21/027

一、發明名稱：(中文/英文)

光罩之蝕刻系統及方法 / SYSTEM AND METHOD FOR ETCHING A MASK

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

東京威力科創股份有限公司 / TOKYO ELECTRON LIMITED

代表人：(中文/英文) 佐藤 潔 / SATO, KIYOSHI

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本國 107 東京都港區赤坂五丁目 3 番 6 號 TBS 放送中心 / TBS
Broadcast Center, 3-6 Akasaka 5-chome, Minato-ku, Tokyo 107,
JAPAN

國 籍：(中文/英文) 日本 / JP

三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文) ID :

(1) 岳紅宇 / YUE, HONGYU

(2) 山下 朝夫 / YAMASHITA, ASAO

國 籍：(中文/英文)

(1) 中國 / CN

(2) 日本 / JP

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 US 2004/03/31 10/813,570

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

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。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於光罩之蝕刻系統及方法，尤有關於在藉由蝕刻來橫向修整光罩上之圖案時，將圖案自一上層轉送進入光罩層之系統及方法。

【先前技術】

在半導體處理期間，(乾)電漿蝕刻製程可用以沿細線或在圖案化於矽基板上之通孔或接點內去除或蝕刻材料。電漿蝕刻製程通常與利用處理室中之一上方圖案化保護層(例如光阻層)來設置半導體基板有關，一旦基板設置於處理室內，吾人即可在調節真空泵來達到周圍處理壓力時，利用一預定流速將一可離子化、解離性氣體混合物通入處理室內；之後，當所存在之部分氣體物種經透過感應式或電容式無線電(RF)電源或例如電子迴旋共振(ECR)之微波電源轉換來進行加熱之電子離子化時，即形成電漿；再者，經加熱之電子即具有解離周圍氣體物種之某些物種以及建立適合曝露表面蝕刻化學之反應物物種的功能。

一旦形成電漿，基板之選擇表面即被電漿蝕刻，吾人須調整製程以達適當條件，包含所期望反應物之濃度及離子數目，以蝕刻在基板之選擇區域中之各種不同特徵部(例如渠溝、通孔、接點、閘等)。需要經過蝕刻之此種基板材料包含二氧化矽(SiO_2)、低介電常數介電材料、多晶矽、以及氮化矽。

在材料處理期間，蝕刻此特徵部通常包含形成於上層內之圖案被轉印至其內部形成有個別特徵部之下層。上層可包含例如感光材料如(負或正)光阻，一旦圖案自上層轉印至下層，下層本身或連同上層即可作為蝕刻下層膜之光罩。

【發明內容】

在本發明之一實施態樣中，施行單一步驟(one-step)光罩開

啟製程之方法包含：在基板上形成一第一層；在該第一層上形成一第二層；在該第二層上形成一圖案，其中該圖案包含在該第二層上之具有一第一臨界尺寸之一特徵部；設定將該第一臨界尺寸縮減至一第二臨界尺寸之目標修整量；利用該目標修整量以及令修整量資料與可變參數產生關聯之一製程模式，來決定製程處方之該可變參數；以及當該第一層中之特徵部達到第二臨界尺寸時，利用該製程處方以將該圖案自該第二層轉印至該第一層。

在本發明之另一實施態樣中，一處理模式之製備方法包含：定義一名義製程處方，以將具有一第一特徵尺寸之圖案自基板上之一上層轉印至一下層，其中該名義製程處方包含一可變製程參數以及至少一固定製程參數；藉由測量該可變參數之一或更多值之修整量，累積以該可變參數為函數之修整量資料；以及對以該可變參數為函數之修整量資料進行曲線擬合 (curve-fitting)。

又在本發明之另一實施態樣中，一蝕刻系統包含：一處理室；一基板支座，耦合至該處理室並用以支撐基板；一電漿源，耦合至該處理室並用以在該處理室中形成電漿；一氣體注射系統，耦合至該處理室並用以將處理氣體通入至該處理室；以及一控制器，耦合至該處理室、該基板支座、該電漿源、以及該氣體注射系統至少其中之一，該控制器並用於執行製程處方，以期在吾人利用由處理模式所設定之目標修整量而將第一臨界尺寸縮減為第二臨界尺寸時，將在基板上層中之具有一第一臨界尺寸之特徵部之圖案轉印至下層。

【實施方式】

在材料處理方法中，圖案蝕刻包含施加一感光材料薄層（例如光阻）至基板上表面，接著將該感光材料薄層圖案化以便提供光罩，而將此圖案於蝕刻期間轉印至下方薄層。感光材料之圖案化通常涉及利用例如微影系統而透過感光材料之初縮光罩（及相關光學裝置）並採用輻射源之曝光，接著利用顯影劑去除感光材

料之輻照區域（如同在正光阻之案例中）或者非輻照區域（如同在負光阻之案例中）。

此外，多層光罩可用來蝕刻薄膜中之特徵部。例如當利用雙層光罩來蝕刻薄膜中之特徵部時，上方光罩層中之光罩圖案（例如感光材料層）即利用薄膜之主要蝕刻步驟前之獨立蝕刻步驟來轉印至下方光罩層；下方光罩層可包含有機薄膜如有機抗反射塗層（ARC 或底部 ARC (BARC)）、無機薄膜、或有機—無機混成薄膜。

為降低形成於薄膜中之特徵部尺寸，當形成於上方光罩層之光罩圖案轉印至下方光罩層中時，下方光罩層可作橫向修整。例如圖 1A 顯示包含基板 10 之膜堆疊 11，其中有一薄膜 12 沈積於該基板 10 上，膜堆疊 11 更包含形成於薄膜 12 上之第一層 14，緊接著為形成於第一層 14 上之第二層 16；第一層 14 及第二層 16 可利用旋塗沈積（SOD）技術、及／或蒸氣沈積技術如化學蒸氣沈積（CVD），此兩種技術均為熟習材料沈積技術者所熟知。

第二層 16 可包含感光材料層如光阻，其可利用軌道系統來形成；軌道系統可用來處理 248 nm 光阻、193 nm 光阻、157 nm 光阻、EUC 光阻（頂部／底部）抗反射塗層（TARC/BARC）、及頂部塗層。例如軌道系統可包含東京威力科創股份有限公司（Tokyo Electron Limited (TEL)）已商業化之 Clean Track ACT 8 或 ACT 12 光阻塗層及顯影系統；熟悉旋塗光阻技術者應熟知其他在基板上形成光阻膜之系統及方法。一旦已形成第二層 16，圖案 19 可利用微影技術而形成於第二層 16 上；在顯影輻照（曝光）第二層 16 後，特徵部 21 仍維持第一臨界尺寸（CD）22，如圖 1A 所示。

今參照圖 1B，圖案 19 藉由蝕刻（如乾電漿蝕刻）而轉印至第一層 14。在蝕刻製程期間，縱向蝕刻（如參考數字 24 所指）完成圖案轉印，而橫向蝕刻（如參考數字 26 所指）則修整在橫向尺寸上之特徵部 21，俾使第一臨界尺寸 22 變成第二臨界尺寸 28。

施行縱向及橫向蝕刻兩者之蝕刻製程包含一單一步驟製程，

該單一步驟化學作用之製程化學品包括含 C_xF_y 氣體（其中 x, y 為大於或等於 1 之整數）以及含氧氣體，例如含 C_xF_y 氣體可包含 CF_4 , C_2F_6 , C_3F_6 , C_4F_6 , C_4H_8 , 或 C_5F_8 或以上任兩種或更多氣體之組合；此外，含氧氣體可包含例如 O_2 , CO , CO_2 , NO , NO_2 , 或 N_2O 或以上任兩種或更多氣體之組合；或者，單一步驟製程化學品可更包含惰性氣體如高貴氣體（例如 He , Ar , Kr , Xe , 或 Ne 或以上任兩種或更多氣體之組合）以及／或 N_2 。

根據一實施例，施行單一步驟蝕刻製程之電漿處理系統 1 係說明於圖 2，其中圖 2 包含一電漿處理室 10；一診斷系統 12，其耦合至電漿處理室 10；以及一控制器 14，其耦合至診斷系統 12 及電漿處理室 10。控制器 14 係用以執行包含至少其中一種上述化學品（亦即含 C_xF_y 氣體以及含氧氣體等）之製程處方，以蝕刻第一光罩層；此外，控制器 14 用以接收來自診斷系統 12 之至少一端點訊號，並將該至少一端點訊號傳送至後面製程，以準確地決定製程端點。在所例示之實施例中，圖 2 所示之電漿處理系統 1 係利用電漿來處理材料。

根據圖 3 所示之實施例，電漿處理系統 1a 可包含電漿處理室 10、基板支座 20（其上固定有一基板 25）、以及真空抽吸系統 30。基板 25 可為例如半導體基板、晶圓、或液晶顯示板；電漿處理室 10 可用來例如在基板 25 表面旁之處理區域中輔助產生電漿。吾人透過氣體注射系統（未圖示）以通入可離子化氣體或氣體混合物並調整處理壓力，例如可利用一控制機構來調節真空抽吸系統 30；電漿可用以建立特殊預定材料處理所用之材料，並／或有助於自基板 25 之曝露表面移除材料；電漿處理系統 1a 可用以處理 200 mm 基板、300 mm 基板或任意尺寸之基板。

基板 25 可透過例如靜電夾持系統而固定至基板支座 20 上；再者，基板支座 20 可更包含一冷卻系統，該冷卻系統包含自基板支座 20 接收熱量並將熱量傳送至熱交換系統（未圖示）、或者在加熱時傳輸來自熱交換系統之熱量的再循環冷劑流；另外，氣體

可透過背側氣體系統而運送至基板 25 之背側，以提升基板 25 與基板支座 20 間之氣體—間隙熱傳導，在溫度上升或下降而需要進行基板溫控時可利用此一系統，例如背側氣體系統可包含一兩區氣體分散系統，其中氬氣間隙壓力可在基板中央與邊緣間作獨立變化。在其他實施例中，加熱／冷卻元件（例如耐加熱元件或熱電加熱器／冷卻器）可包含於基板支座 20、電漿處理室 10 之處理室壁、以及電漿處理系統 1a 內部之任何其他組件中。

在圖 3 所示之例示實施例中，基板支座 20 可包含一電極，RF 電源透過該電極而耦合至處理空間 15 中之處理電漿。例如基板支座 20 可透過阻抗匹配網路 50，藉由自 RF 產生器 40 所發射出之 RF 電源而在 RF 電壓下產生電偏壓，該 RF 偏壓具有加熱電子以形成並維持電漿之功用。在此配置中，系統可以反應性離子蝕刻（RIE）反應器來操作，其中處理室與上部氣體注射電極係作為接地面。RF 偏壓的頻率範圍係自約 0.1 MHz 至約 100 MHz；電漿處理之 RF 系統已為熟習此技術者所熟知。

或者，RF 電源可在多個頻率下施加至基板支座；再者，阻抗匹配網路 50 之功用為藉由減少反射電源以於電漿處理室 10 中促進 RF 電源轉換成電漿。匹配網路拓撲學（例如 L 型、 π 型、T 型等）以及自動控制方法已為熟習此技術者所熟知。

真空抽吸系統 30 可包含例如抽吸速率高達（及超過）每秒約 5000 公升之渦輪分子真空泵浦（TMP）以及調節處理室壓力之閘閥；在乾電漿蝕刻所用之習知電漿處理裝置中，通常採用每秒約 1000 至 3000 公升之 TMP。TMP 典型上用於小於約 50 mTorr 之低壓處理上，但對高壓處理（亦即大於約 100 mTorr）而言，則可採用機械升壓泵浦及低真空泵浦（roughing pump）。再者，監測處理室壓力之裝置（未圖示）可被耦合至電漿處理室 10；壓力量測裝置可為例如 MKS Instruments, Inc.（Andover，麻州）之商業化產品—628B 型 Baratron 絕對電容式壓力計。

控制器 14 包含一微處理器、記憶體、以及一數位 I/O 埠，該

數位 I/O 埠可產生足以傳播並活化輸入至電漿處理系統 1a 且監測來自電漿處理系統 1a 之控制電壓；再者，控制器 14 可耦合至 RF 產生器 40、阻抗匹配網路 50、氣體注射系統（未圖示）、真空抽吸系統 30、以及背側氣體傳送系統（未圖示）、基板／基板支座溫度測量系統（未圖示）、以及／或靜電夾持系統（未圖示）並與其交換資訊。例如儲存於記憶體中之程式可用以根據製程處方而將輸入活化至上述電漿處理系統 1a 之組件，以實施光罩層之蝕刻方法；控制器 14 之一範例為位於美國德州奧斯汀（Austin）之戴爾（Dell）公司之商業化產品—DELL PRECISION WORKSTATION 610™。

診斷系統 12 可包含光學診斷系統（未圖示），光學診斷子系統可包含偵測器，如測量由電漿所發出之光強度的（矽）光電二極體或光電倍增管（PMT）；診斷系統 12 可更包含光學濾波器如窄頻干涉濾光片。在另一實施例中，診斷系統 12 可包含直線 CCD（電荷耦合裝置）、CID（電荷注射裝置）陣列、以及光分散裝置如光柵或稜鏡至少其中之一；此外，診斷系統 12 可包含測量一已知波長光之單光儀（例如光柵／偵測器系統）或測量光譜之分光儀（如具有旋轉光柵者），例如美國專利編號 5,888,337 中所述之裝置。

診斷系統 12 可包含高解析度光發射光譜（OES）感測器，例如來自 Peak Sensor Systems 或 Verity Instruments, Inc. 者，此一 OES 感測器具有橫跨紫外（UV）、可見（VIS）、及近紅外（NIR）光譜之寬光譜，解析度約為 1.4 埃，亦即感測器可收集自 240 至 1000 nm 的 5550 種波長。例如 OES 感測器可配備有高敏感度微型光纖 UV-VIS-NIR 光譜儀，其係依序整合入 2048 個像素線性 CCD 陣列。

光譜儀接收到透過單一及捆束光纖傳輸而來的光，其中來自光纖的光輸出係利用固定光柵而分散穿越直線 CCD 陣列。以與上述配置相同之方式，發射通過光學真空視窗的光經由球面凸面鏡而被聚焦於光纖的輸入端上，三種光譜儀每一種均特別調整至一

已知光譜範圍 (UV, VIS, 及 NIR)，而形成一處理室的感測器，每一光譜儀均包含獨立 A/D 轉換器；最後，根據感測器使用方式，每 0.1 至 1.0 秒可記錄一次全發射光譜。

在圖 4 所示之實施例中，電漿處理系統 1b 可例如與圖 2 或 3 之實施例相似，且其除了參照圖 2 及圖 3 所述的組成元件外，更包含靜止或機械或電力旋轉磁場系統 60，以期有可能增加電漿密度及／或改善電漿處理均勻性；再者，控制器 14 可耦合至磁場系統 60，以調節轉速及磁場強度。熟悉此項技術者應熟知旋轉磁場的設計及實施。

在圖 5 所示之實施例中，電漿處理系統 1c 可例如與圖 2 或 3 之實施例相似，且可更包含上部電極 70，其中 RF 電源可透過阻抗匹配網路 74 而自 RF 產生器 72 耦合至該上部電極 70。施加 RF 電源至上部電極的頻率範圍可自約 0.1 MHz 至約 200 MHz；另外，施加電源至下部電極的頻率範圍可自約 0.1 MHz 至約 100 MHz；再者，控制器 14 可耦合至 RF 產生器 72 及阻抗匹配網路 74，以控制將 RF 電源施加至上部電極 70。熟悉此項技術者應熟知上部電極的設計及實施。

在圖 6 所示之實施例中，電漿處理系統 1d 可例如與圖 2 或 3 之實施例相似，且可更包含感應線圈 80，其中 RF 電源可透過阻抗匹配網路 84 而自 RF 產生器 82 耦合至該感應線圈 80；RF 電源係透過介電視窗（未圖示）而自感應線圈 80 耦合至電漿處理區域 15。施加 RF 電源至感應線圈 80 的頻率範圍可自約 10 MHz 至約 100 MHz；同理，施加電源至夾盤電極的頻率範圍可自約 0.1 MHz 至約 100 MHz；此外，吾人可利用槽孔法拉第屏蔽（slotted Faraday shield）（未圖示）來降低感應線圈 80 與電漿間之電容耦合；再者，控制器 14 可耦合至 RF 產生器 82 及阻抗匹配網路 84，以控制將 RF 電源施加至感應線圈 80。在另一實施例中，感應線圈 80 可為與上述電漿處理區域 15 相連通之「螺旋」線圈或「盤形」線圈，如同在變壓器耦合電漿（TCP）反應器中一般。熟悉此項技術

者應熟知感應耦合電漿 (ICP) 電源、或變壓器耦合電漿 (TCP) 電源的設計及實施。

或者，電漿可利用電子迴旋共振 (ECR) 來形成；又在另一實施例中，電漿係由發射螺旋波來形成；又在另一實施例中，電漿係由傳遞表面波來形成。熟悉此項技術者應熟知上述每一種電漿來源。

在一實施例中，吾人施行單一步驟蝕刻製程，藉此縱向蝕刻完成了將圖案自第二層轉送至第一層，且橫向蝕刻達到了遵循蝕刻製程所形成之特徵部之目標臨界尺寸 (CD)。舉例而言，電漿處理裝置可包含各種不同元件，如圖 2 至圖 6 中任一圖或其組合所述者。

在一實施例中，蝕刻方法包括含 C_xF_y 氣體之處理化學品以及含氧氣體，例如處理化學品可包含 CF_4 及 O_2 ；製程參數空間可包含約 1~1000 mTorr 之處理室壓、範圍自約 5 至約 1000 sccm 之 CF_4 處理氣體流速、範圍自約 5 至約 1000 sccm 之 O_2 處理氣體流速、範圍自約 200 至 2500 W 之上部電極 RF 偏壓、以及範圍自約 10 至 2500 W 之下部電極 RF 偏壓。又，上部電極偏壓頻率之範圍可自約 0.1 MHz 至約 200 MHz (例如 60 MHz)；此外，下部電極偏壓頻率範圍可自約 0.1 MHz 至約 100 MHz (例如 2 MHz)。

在第一範例中，建立一製程模式以形成修整量 (例如第一 CD 22 與第二 CD 28 間之差值；見圖 1A 及 1B) 與氣體量間之關係式。例如定義一製程處方，如此，當 O_2 比值變化時，全體處理氣體流速 (亦即 CF_4 及 O_2)、處理室壓力、上部電極上之 RF 偏壓、下部電極上之 RF 偏壓、基板支座溫度、以及處理室溫度係維持固定； O_2 比值為 O_2 量比處理氣體總量 (例如 O_2 之莫耳流速及 CF_4 之莫耳流速)。

圖 7 顯示以氣體比值為函數之縱向 (或垂直) 蝕刻速率資料。橫向蝕刻速率可藉由採用第一層 14 之已知厚度與蝕刻第一層 14 時達到蝕刻終點的時間兩者之比值來決定；圖中星號 (*) 代表資

料，實線代表資料之曲線擬合（例如多項式擬合、乘冪律擬合、或指數擬合），而虛線表示預測之 95%信賴界限（confidence limit）。圖 7 資料之曲線擬合係由 $ER1(\text{蝕刻速率}) = 3.328x + 0.976$ （其中 x 代表橫坐標）來表示。

圖 8 顯示另一以 O_2 比值為函數之橫向蝕刻速率。縱向蝕刻速率可藉由採用所測量之修整量與蝕刻第一層 14 時達到蝕刻終點的時間兩者之比值來決定；圖中星號 (*) 代表資料，實線代表資料之曲線擬合（例如多項式擬合、乘冪律擬合、或指數擬合），而虛線表示預測之 95%信賴界限（confidence limit）。圖 8 資料之曲線擬合係由 $ER2(\text{蝕刻速率}) = 1.233x + 0.056$ （其中 x 代表橫坐標）來表示。

圖 9 顯示橫向蝕刻速率與縱向蝕刻速率之比值；圖中星號 (*) 代表資料（亦即來自原始資料），實線代表資料之曲線擬合（例如多項式擬合、乘冪律擬合、或指數擬合），而虛線表示預測之 95%信賴界限（confidence limit）。圖 9 資料之曲線擬合係由 $ERR(\text{蝕刻速率比值}) = (x + 0.035)/(2.999x + 0.685)$ 來表示。來自縱向蝕刻速率資料（圖 7）及橫向蝕刻速率資料（圖 8）之曲線擬合之蝕刻速率比值表示式為 $(x + 0.044)/(2.699x + 0.791)$ （亦即 $ERR \sim ER2/ER1$ ）。

圖 10 顯示圖 9 之資料，包含原始資料、蝕刻速率比値之曲線擬合（亦即資料模式）以及縱向與橫向蝕刻速率比値之曲線擬合（亦即 ER 模式）。

於單一步驟蝕刻製程期間之修整量 (TA)（亦即第一 CD 22 與第二 CD 28 間之差值）可以下列表示式表之：

$$TA = 2 OE ER_{\text{橫向}} (\tau / ER_{\text{縱向}}) \quad (1)$$

其中 OE 表示過蝕刻量（例如 $OE = 1.1$ 為 10%過蝕刻）， $ER_{\text{橫向}}$ 表橫向蝕刻速率， $ER_{\text{縱向}}$ 表縱向蝕刻速率，且 τ 表第一層 14 之厚度；檢視方程式 (1) 可知修整量直接正比於蝕刻速率比値 (ERR)。今參照圖 11，修整量資料係表成以 O_2 比値為函數者；

星號 (*) 代表資料 (亦即來自原始資料), 實線代表資料之曲線擬合 (例如多項式擬合、乘冪律擬合、或指數擬合), 而虛線表示預測之 95% 信賴界限。曲線擬合之形式為

$$TA = (x+a)/(bx+c) \quad (2)$$

其中 a, b, c 為常數。如圖 12 所示, 在模式之原始邊界外 (例如 $0.25 < O_2 \text{ 比值} < 0.4$) 施行製程模式外插顯示較多項式擬合為佳之效果。例如表 1 說明一二次多項式、三次多項式、方程式(2)中之表示形式 (亦即以 ER 為基礎之模式) 之曲線擬合統計; 曲線擬合統計包含 R^2 預測值、誤差之均方根、最大預測誤差、平均預測誤差、及預測 RMSE。

如表 1 及圖 13 所示, 與三次多項式相較, 以 ER 為基礎之模式較佳; 然而, 其未顯現如三次多項式般之過量擬合 (overfitting) 情形。

圖 14 顯示根據本發明一實施例之利用流程圖 100 來施行單一步驟蝕刻製程之方法。流程圖 100 由在基板上形成第一層之 110 開始, 第一層可包括例如一有機層。

表 1

	二次模式	三次模式	以 ER 為基礎之模式
R^2	0.9802	0.9953	0.9888
RMSE	1.1641	0.6331	0.8752
最大預測誤差	1.0988	0.7455	0.8987
平均預測誤差	0.4972	0.4439	0.4023
預測 RMSE	0.3812	0.2468	0.2369

在 120 中, 第二層係形成於第一層上方, 第二層可包含例如一感光材料; 在 130 中, 圖案係形成於第二層上, 其中該圖案包含在

第二層中具有第一臨界尺寸之一特徵部，該第二層；該圖案可利用如微影技術來形成。

在 140 中，設定靶材之修整量，以將其自第一臨界尺寸修整至第二臨界尺寸；在 150 中，利用靶材修整量及令修整量資料與一可變參數產生關聯之製程模式，來決定製程處方之可變參數，例如可變參數可包含處理氣體量、處理室壓力、RF 電力、溫度等；此外，例如氣體量可包含質量、莫耳數、質量流速、莫耳流速、質量分率、莫耳分率、分壓或濃度；另外，例如處理模式可使修整量與莫耳分率產生關聯，如圖 11 至 13 所示。

在 160 中，利用根據製程處方之蝕刻製程，將圖案自第二層（或上層）轉印至第一層（或下層），當吾人將圖案轉印進入並穿越第一層時，形成於第二層中之特徵部之第一臨界尺寸即在該特徵部形成於第一層中時被減少至第二臨界尺寸。

在另一實施例中，於將圖案轉印至第一層後，測量第二臨界尺寸，並決定第一臨界尺寸與第二臨界尺寸間的差，將該差值與靶材修整量相較，由此比較結果決定補償值（或誤差）；此後，於先前已執行之基板後，當選擇另一基板之新靶材修整量時，利用此補償值來調整新靶材修整量。例如可利用一過濾器加以調整，如

$$x_{\text{new, a}} = (1 - \lambda)x_{\text{new}} + \lambda y$$

其中 $x_{\text{new, a}}$ 為已調整新靶材修整量， x_{new} 為新靶材修整量， y 為補償值，而 λ 為過濾器常數（ $0 < \lambda < 1$ ）。

今參照圖 15，其係說明製程模式之建立方法。該方法包含由 210 開始的流程圖 200，210 定義將具有一第一特徵尺寸之圖案自一基板上層轉印至下層之一名義製程處方，其中該名義製程處方包含至少一可變參數及至少一固定參數。

在 220 中，藉由測量一或更多可變參數值之修整量，即可以至少一可變參數為函數而累積修整量資料；在 230 中，將以至少一可變參數為函數之修整量資料加以曲線擬合，例如曲線擬合可

包含形式為 $y=(x+a)/(bx+c)$ 之表示式，其中 $a, b,$ 及 c 為常數， x 為至少一可變參數，而 y 為修整量。

以上雖僅詳述本發明某些實施例，然熟悉此項技藝者將極易明瞭：在實際上不偏離本發明新穎教示及優勢的情況下，實施例可作許多變化；因此，所有此種變化均應包含於本發明之範疇內。

【圖式簡單說明】

圖 1A 及 1B 顯示膜堆疊之示意圖；

圖 2 顯示根據本發明一實施例之電漿處理系統之簡化示意圖；

圖 3 顯示根據本發明另一實施例之電漿處理系統之示意圖；

圖 4 顯示根據本發明另一實施例之電漿處理系統之示意圖；

圖 5 顯示根據本發明另一實施例之電漿處理系統之示意圖；

圖 6 顯示根據本發明另一實施例之電漿處理系統之示意圖；

圖 7 顯示以氣體比值為函數之蝕刻速率資料；

圖 8 顯示另一以氣體比值為函數之蝕刻速率資料；

圖 9 顯示圖 7 與圖 8 中所示之以氣體比值為函數之蝕刻速率資料比值；

圖 10 顯示蝕刻速率比值以及以氣體比值為函數之兩製程模式；

圖 11 顯示以氣體比值為函數之修整量資料；

圖 12 顯示使修整量資料與氣體比值相關聯之製程模式；

圖 13 係將圖 12 之製程模式與修整量資料之二次多項式擬合及三次多項式擬合相比較；

圖 14 顯示根據本發明一實施例之施行單一步驟光罩開啟製程之方法；以及

圖 15 顯示根據本發明一實施例之製程模式之建立方法。

【主要元件符號說明】

1~1d 電漿處理系統

- 10 基板
- 11 膜堆疊
- 12 薄膜
- 14 第一層
- 15 處理空間
- 16 第二層
- 20 基板支座
- 21 特徵部
- 22 第一臨界尺寸
- 24 縱向蝕刻
- 25 基板
- 26 橫向蝕刻
- 28 第二臨界尺寸
- 30 真空抽吸系統
- 40 RF 產生器
- 45 電漿處理區域
- 50 阻抗匹配網路
- 60 磁場系統
- 70 上部電極
- 72 RF 產生器
- 74 阻抗匹配網路
- 80 感應線圈
- 82 RF 產生器
- 84 阻抗匹配網路

五、中文發明摘要：

一種在橫向修整存在於圖案內之特徵部時，將該圖案自上層轉印至下層之系統及方法。施行圖案轉印係利用根據一製程處方之蝕刻製程，其中該製程處方內之至少一可變參數係根據一靶材修整量來調整，該可變參數之調整係利用一製程模式來完成，該製程模式係為使該修整量資料與該可變參數相關聯而建立。

六、英文發明摘要：

A system and method for transferring a pattern from an overlying layer into an underlying layer, while laterally trimming a feature present within the pattern is described. The pattern transfer is performed using an etch process according to a process recipe, wherein at least one variable parameter within the process recipe is adjusted given a target trim amount. The adjustment of the variable parameter is achieved using a process model established for relating trim amount data with the variable parameter.

十、申請專利範圍：

1. 一種單一步驟光罩開啟製程之實施方法，包含：
在一基板上形成一第一層；
在該第一層中形成一第二層；
在該第二層中形成一圖案，其中該圖案在該第二層中包含具有一第一臨界尺寸之一特徵部；
設定一靶材修整量，以將該第一臨界尺寸減少至一第二臨界尺寸；
利用該靶材修整量以及一製程模式來決定一製程處方之一可變參數，該製程模式係令修整量資料與該可變參數相關聯；以及
當在該第一層中之該特徵部達到該第二臨界尺寸時，利用該製程處方而將該圖案自該第二層轉印至該第一層。
2. 如申請專利範圍第1項之單一步驟光罩開啟製程之實施方法，其中該設定該靶材修整量包含決定該第一臨界尺寸與該第二臨界尺寸間之差值。
3. 如申請專利範圍第1項之單一步驟光罩開啟製程之實施方法，其中該決定該可變參數包含設定第一處理氣體的量、第二處理氣體的量、該第一處理氣體與該第二處理氣體的總量、處理室壓力、或至少一 RF 電力、或其兩種或兩種以上之組合。
4. 如申請專利範圍第3項之單一步驟光罩開啟製程之實施方法，其中該決定該可變參數包含設定 CF_4 之流速、 O_2 之流速、處理室壓力、至一上部電極之 RF 電力、或至一下部電極之 RF 電力、或或其兩種或兩種以上之組合。
5. 如申請專利範圍第3項之單一步驟光罩開啟製程之實施方法，其中該決定該可變參數包含自該處理模式來決定該第一處理氣體的該量、自該第一處理氣體的該量以及該第一處理氣體與該第二處理氣體的該總量來決定該第二處理氣體的該量。
6. 如申請專利範圍第1項之單一步驟光罩開啟製程之實施方法，其中該決定該可變參數包含利用令修整量資料(y)與該可變參

數(x)相關聯之具有 $y=(x+a)/(bx+c)$ 形式之一製程模式，其中 a, b, 及 c 為常數。

7. 如申請專利範圍第 1 項之單一步驟光罩開啟製程之實施方法，其中該形成該第一層包含利用一旋塗沈積以及／或蒸氣沈積。

8. 如申請專利範圍第 1 項之單一步驟光罩開啟製程之實施方法，其中該形成該第一層包含形成一有機層。

9. 如申請專利範圍第 1 項之單一步驟光罩開啟製程之實施方法，其中該形成該第二層包含利用一旋塗沈積以及／或蒸氣沈積。

10. 如申請專利範圍第 1 項之單一步驟光罩開啟製程之實施方法，其中該形成該第二層包含形成一感光材料層。

11. 如申請專利範圍第 1 項之單一步驟光罩開啟製程之實施方法，其中該在該第二層中形成該圖案包含利用微影技術。

12. 如申請專利範圍第 1 項之單一步驟光罩開啟製程之實施方法，其中該將該圖案自該第二層轉印至該第一層包含根據該製程處方來利用電漿蝕刻。

13. 如申請專利範圍第 1 項之單一步驟光罩開啟製程之實施方法，其中該將該圖案自該第二層轉印至該第一層係透過縱向蝕刻來完成，且自該第一臨界尺寸達到該第二臨界尺寸係透過橫向蝕刻來完成。

14. 如申請專利範圍第 1 項之單一步驟光罩開啟製程之實施方法，其中該縱向蝕刻及該橫向蝕刻係同時發生。

15. 如申請專利範圍第 1 項之單一步驟光罩開啟製程之實施方法，更包含：

於該將該圖案轉印之後，測量該第二特徵部之該第二臨界尺寸；

比較該靶材修整量與該第一臨界尺寸與該第二臨界尺寸間之差值；

由該比較決定一補償值；

設定另一基板之一新靶材修整量；以及

圖式

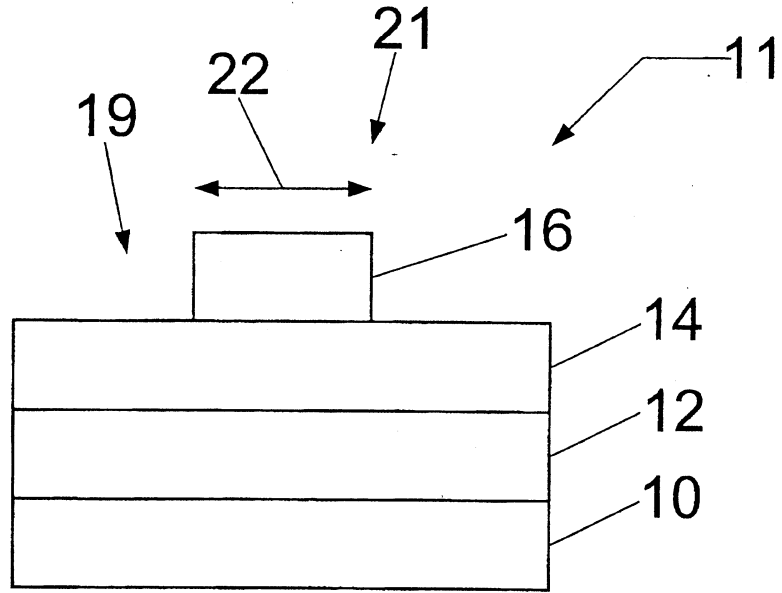


圖 1A

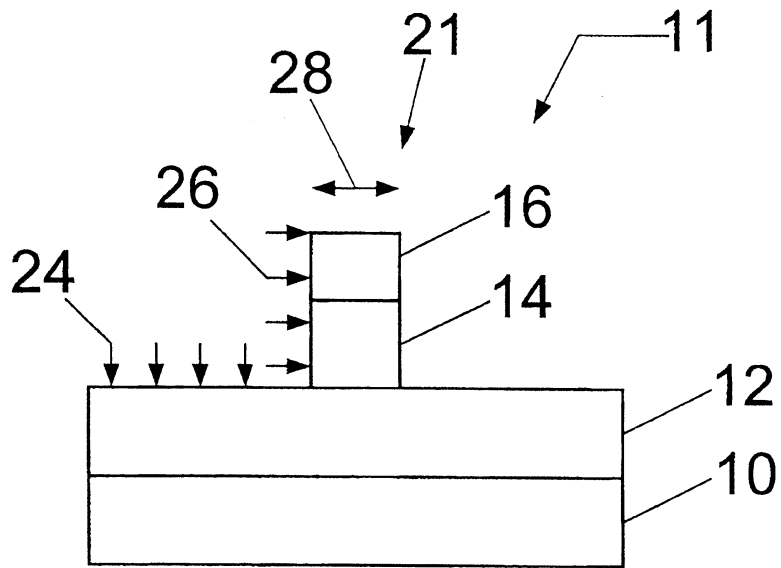


圖 1B

圖式

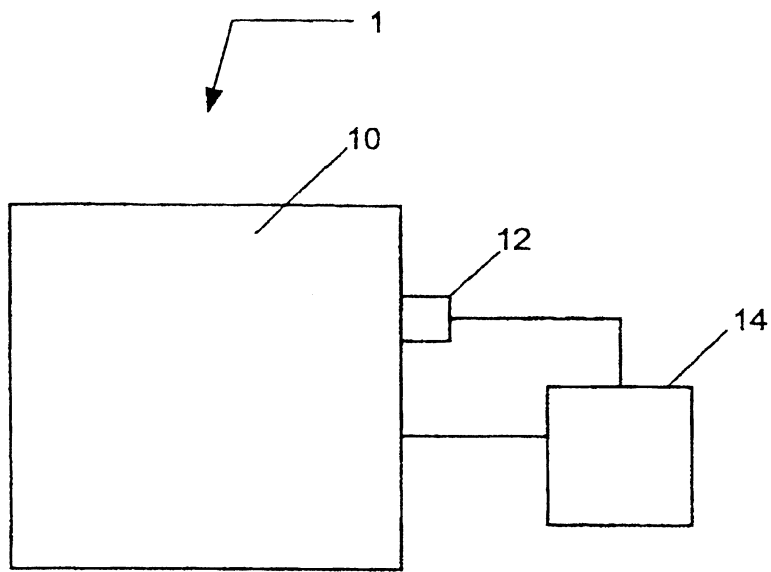


圖 2

圖式

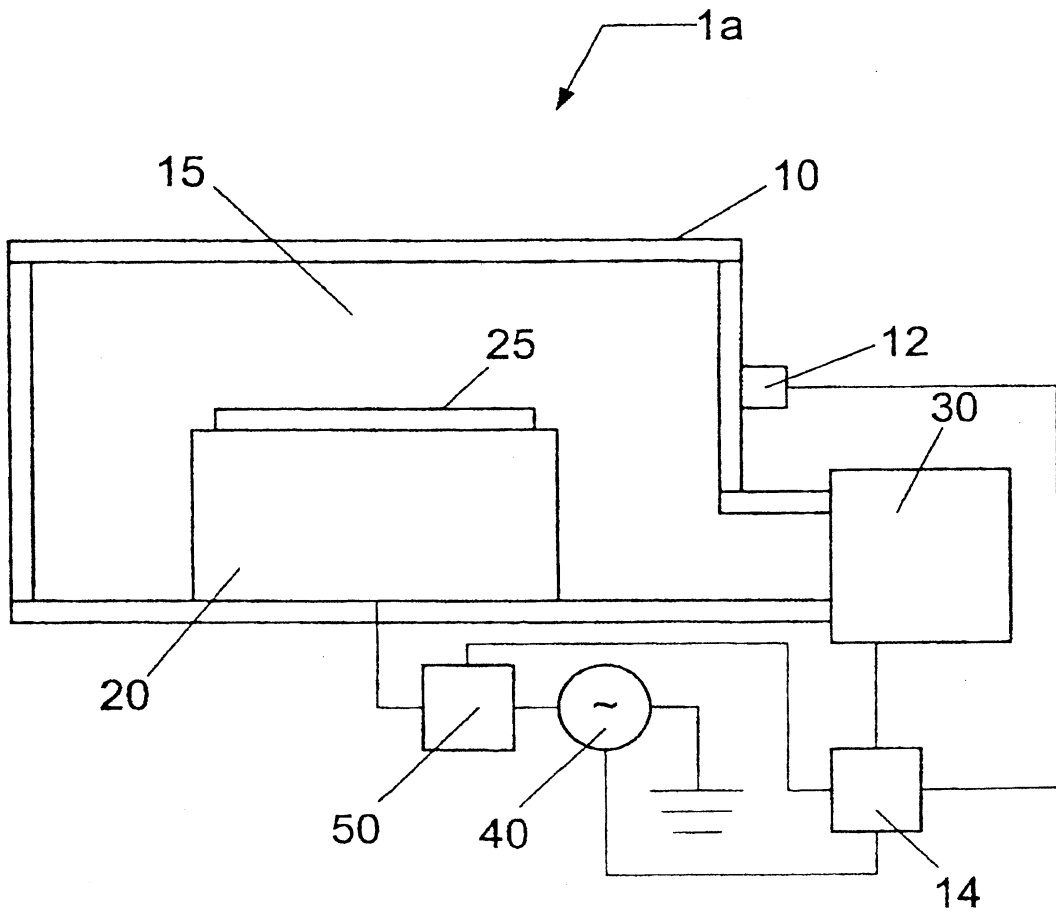


圖 3

圖式

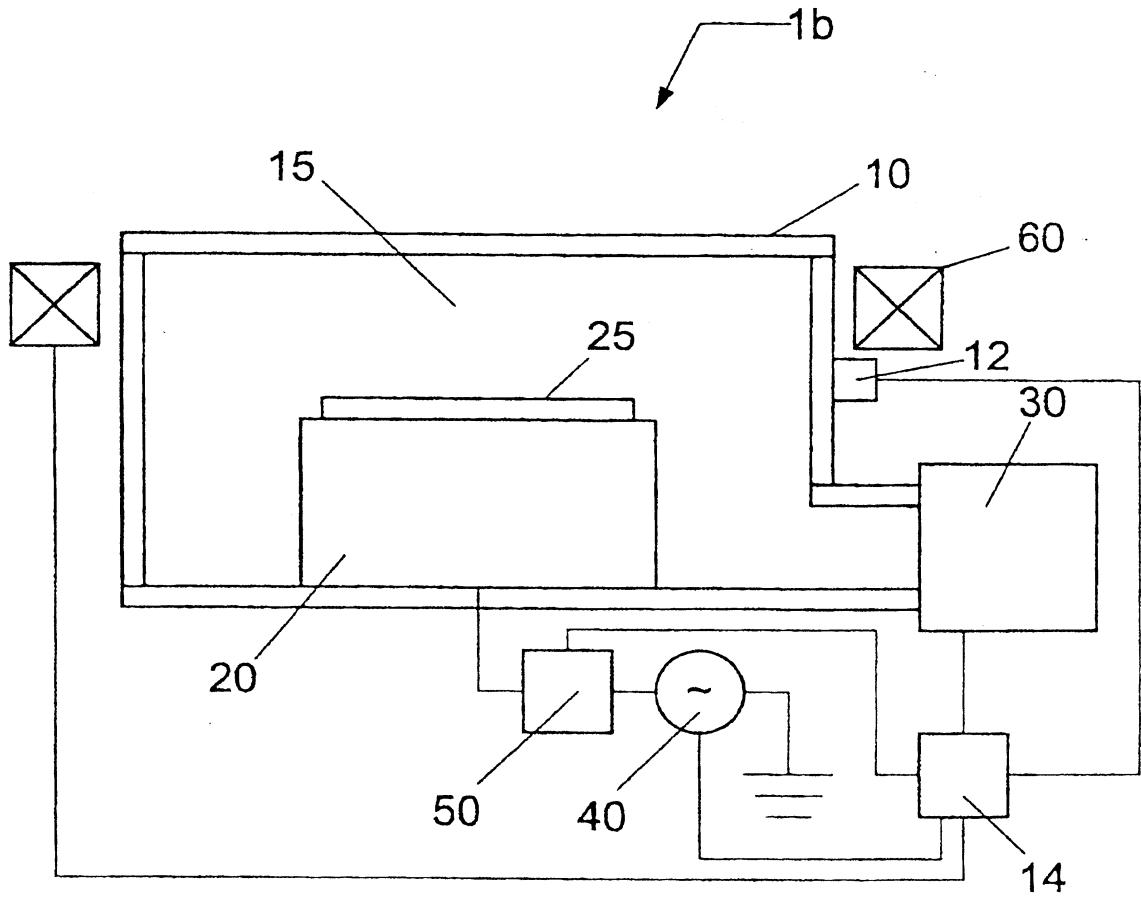


圖 4

圖式

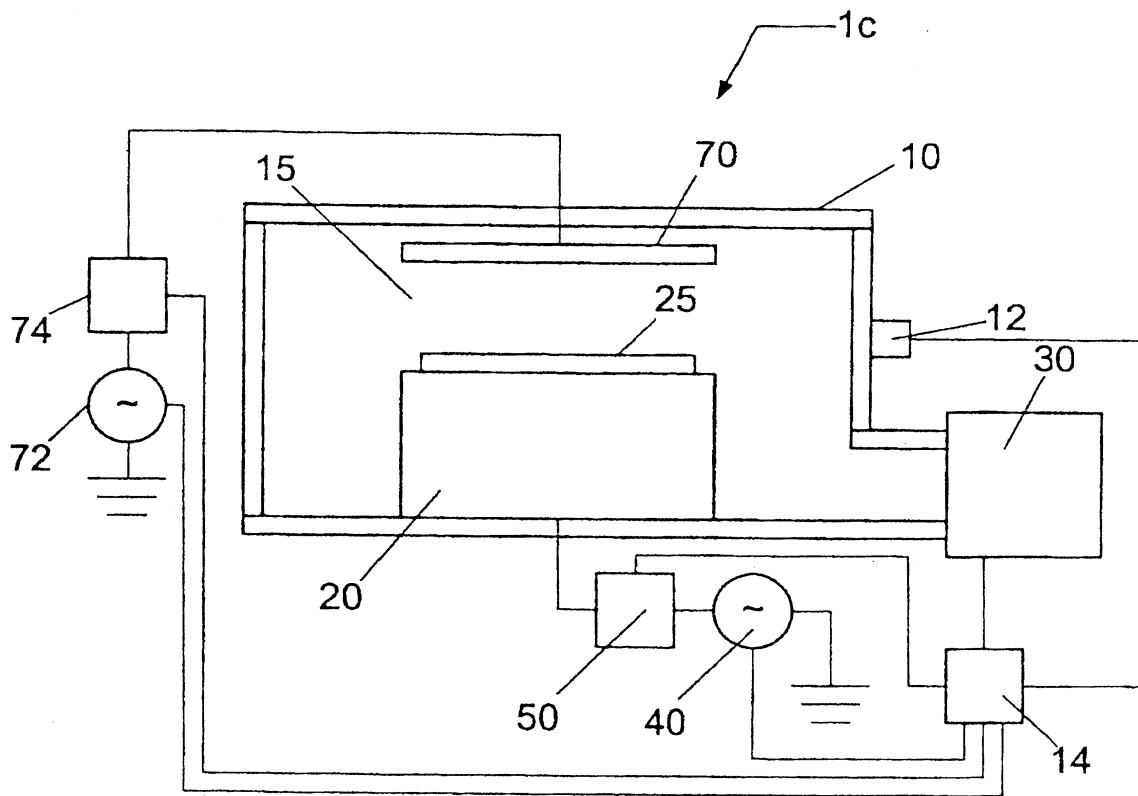


圖 5

圖式

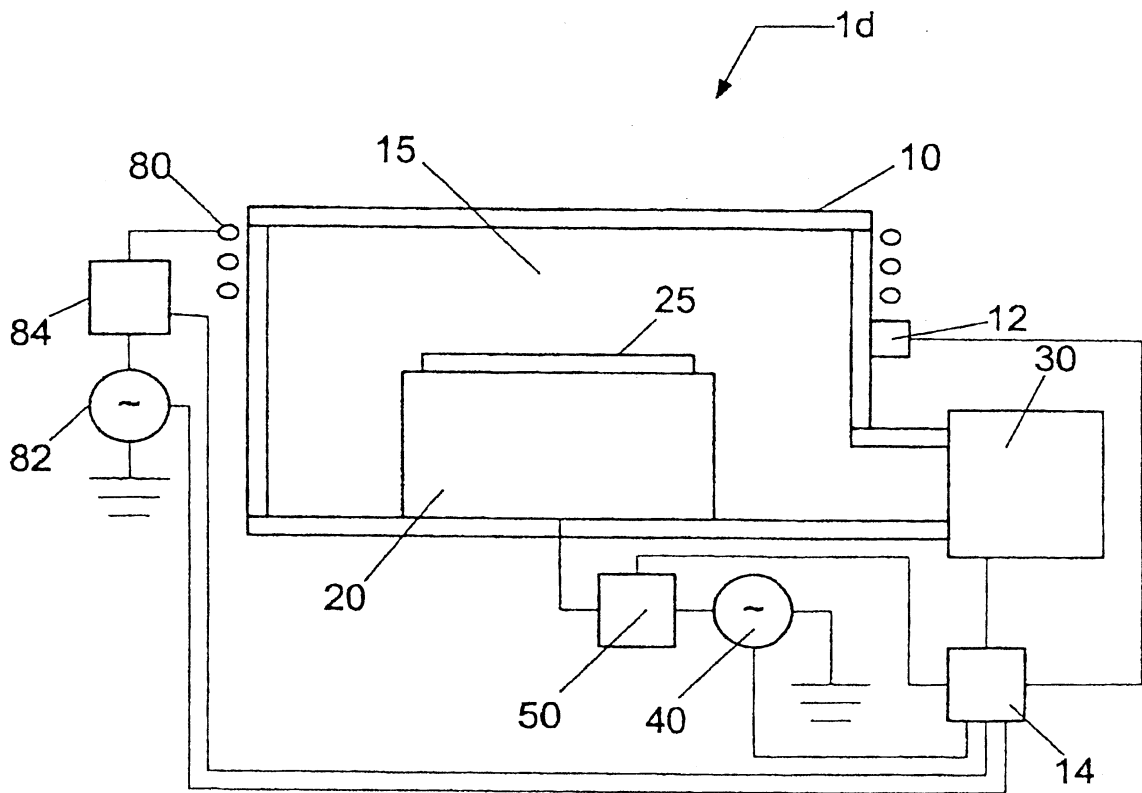


圖 6

圖式

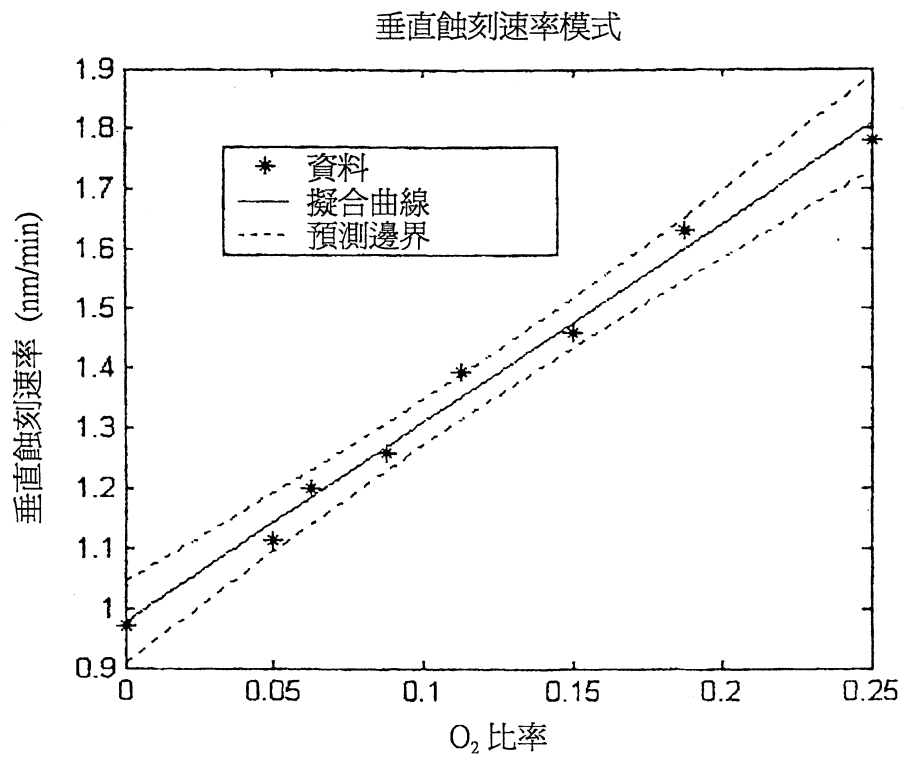


圖 7

圖式

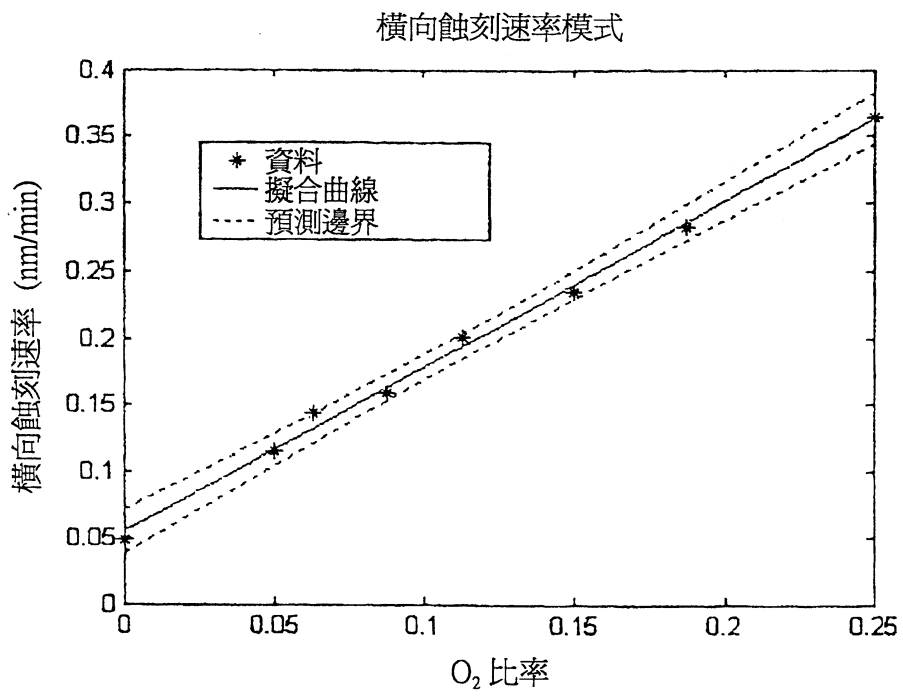


圖 8

圖式

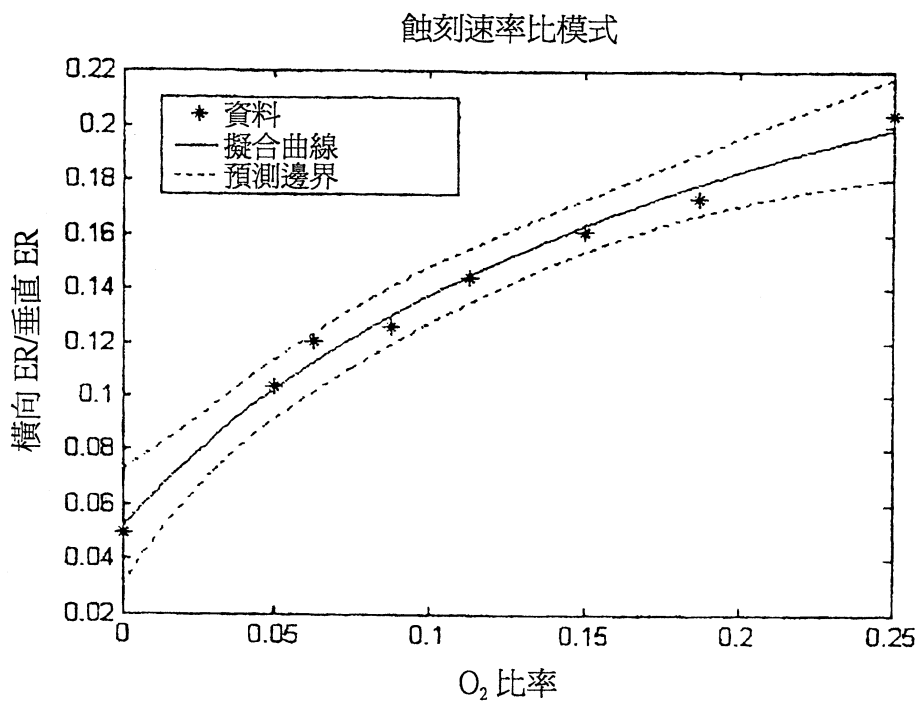


圖 9

圖式

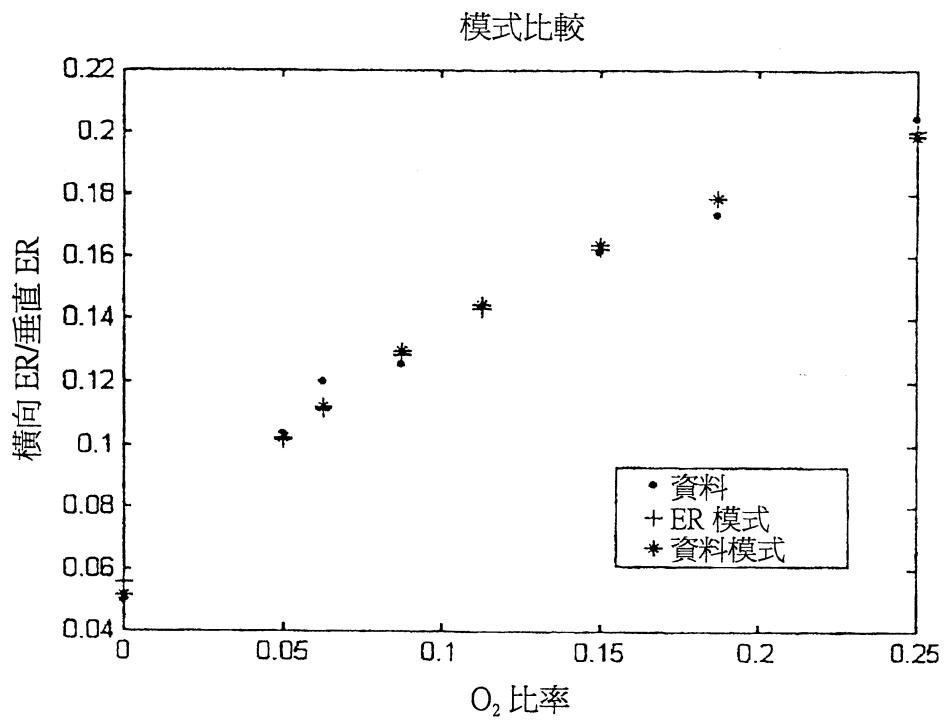


圖 10

圖式

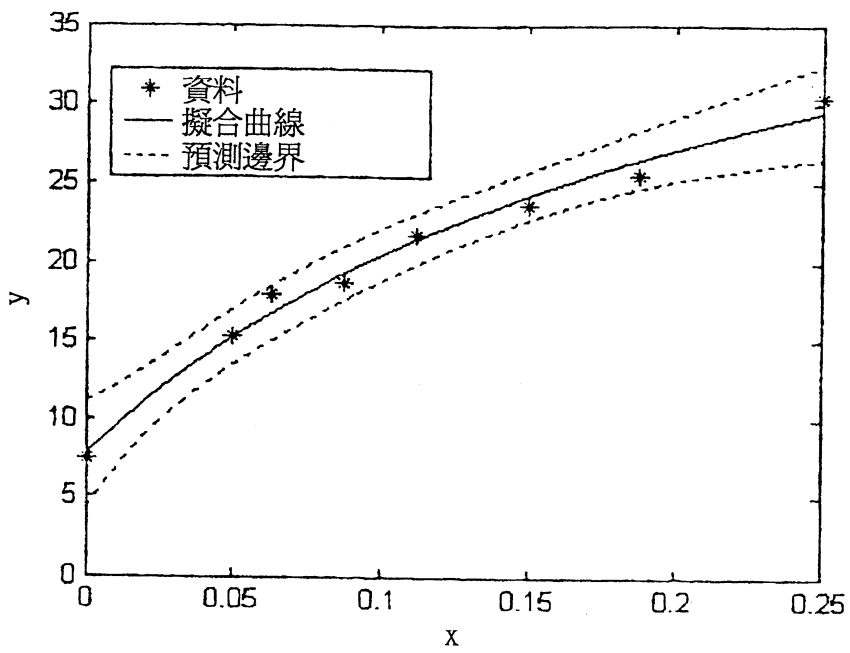


圖 11

圖式

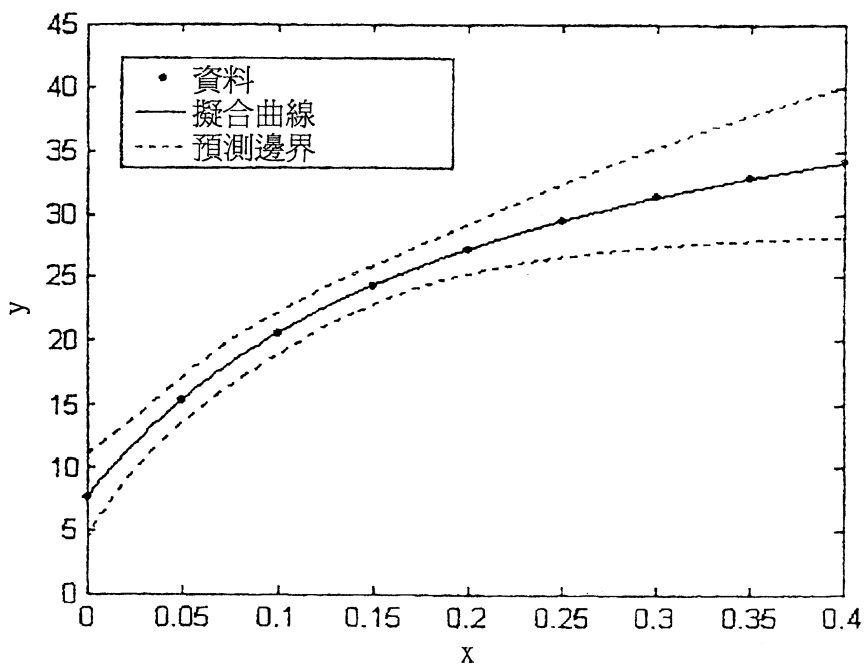


圖 12

圖式

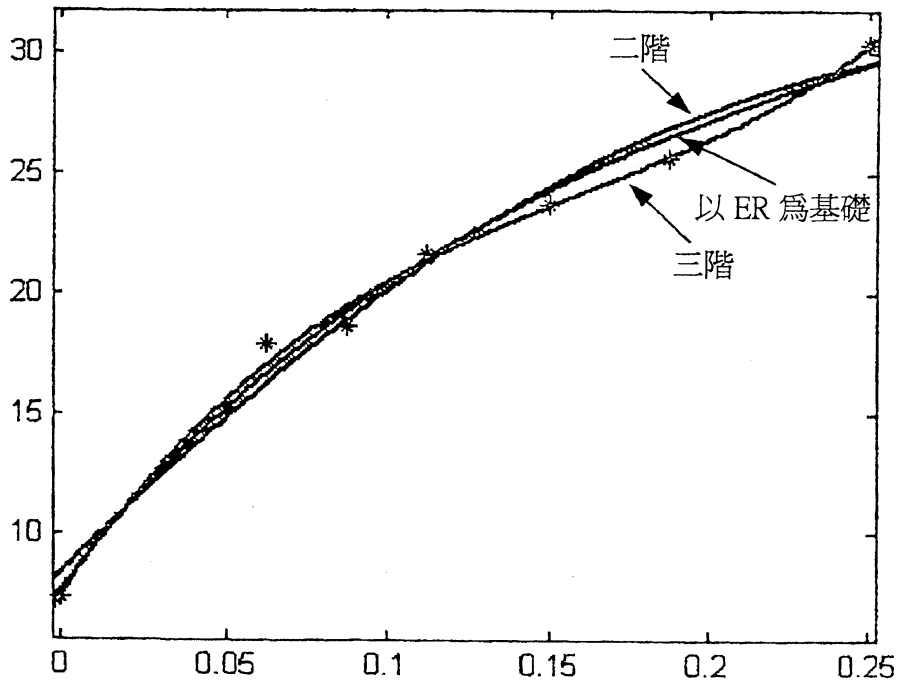


圖 13

圖式

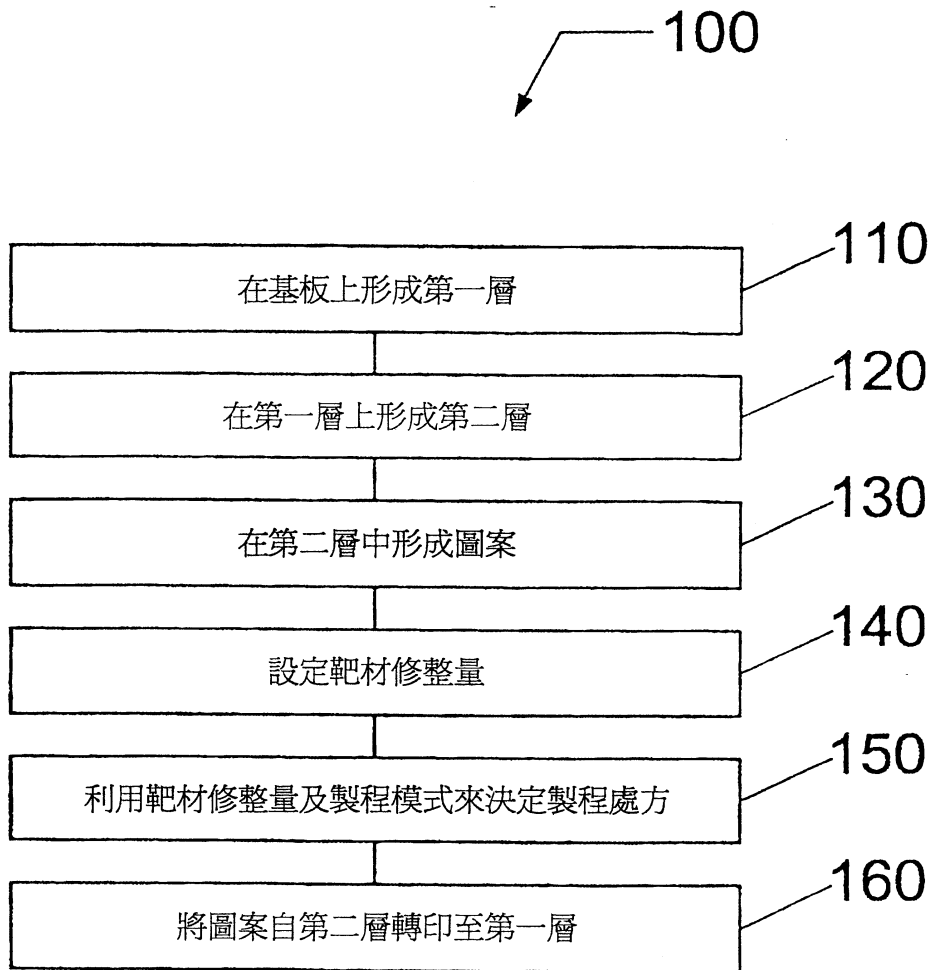


圖 14

圖式

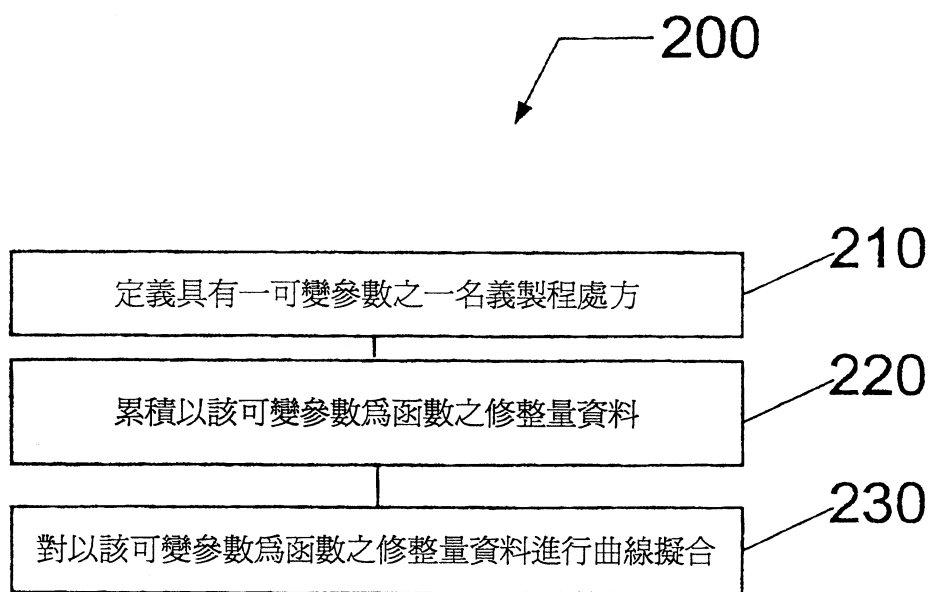


圖 15

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (2) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1 電漿處理系統

10 基板

12 薄膜

14 第一層

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。

利用該補償值來調整該新靶材修整量。

16. 如申請專利範圍第 15 項之單一步驟光罩開啟製程之實施方法，其中該調整該新靶材修整量包含利用一過濾器。

17. 如申請專利範圍第 15 項之單一步驟光罩開啟製程之實施方法，其中該利用該過濾器包含利用一具有 $x_{new,a} = (1-\lambda)x_{new} + \lambda y$ 之形式的過濾器，其中 $x_{new,a}$ 為該已調整新修整量， x_{new} 為該新靶材修整量， λ 為過濾器常數，且 y 為補償值。

18. 一種製程模式之建立方法，包含：

定義一名義製程處方，以將具有一第一特徵尺寸之圖案自基板上之一上層轉印至一下層，其中該名義製程處方包含至少一可變參數以及至少一固定參數；

藉由測量該至少一可變參數之一或更多值之修整量，累積以該至少一可變參數為函數之該修整量資料；以及

對以該至少一可變參數為函數之該修整量資料進行曲線擬合。

19. 如申請專利範圍第 18 項之製程模式之建立方法，其中該曲線擬合包含利用形式為 $y = (x+a)/(bx+c)$ 之表示式，將以該至少一可變參數為函數之該修整量資料加以擬合，其中 a , b , 及 c 為常數，且其中 x 為該至少一可變參數， y 為該修整量。

20. 一種蝕刻系統，包含：

一處理室；

一基板支座，其耦合至該處理室，並用以支撐一基板；

一電漿源，其耦合至該處理室，並用以在該處理室中形成電漿；

一氣體注射系統，

一控制器，其耦合至該處理室、該基板支座、該電漿源、或該氣體注射系統、或其兩種或兩種以上之任意組合，且用以執行一製程處方，以期於藉由一製程模式所設定之一靶材修整量來將一第一臨界尺寸減少至一第二臨界尺寸時，將在一上層中具有該

第一臨界尺寸之一特徵部之一圖案轉印至該基板上之一下層。

十一、圖式：