



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I323011B1

(43)公告日：中華民國 99 (2010) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：095107311

(22)申請日：中華民國 95 (2006) 年 03 月 03 日

(51)Int. Cl. : **H01L21/3065(2006.01)**

(30)優先權：2005/03/03 美國 60/658,698

2005/10/07 美國 11/246,012

(71)申請人：應用材料股份有限公司(美國) APPLIED MATERIALS, INC. (US)
美國

(72)發明人：柯潘尼基湯瑪士 J KROPEWNICKI, THOMAS J. (US)；索多洛斯帕納葛波洛斯 PANAGOPOULOS, THEODOROS (DE)；賈尼尼可拉斯 GANI, NICOLAS (ID)；包衛佛瑞德 PAU, WILFRED (US)；沈美華 SHEN, MEIHUA (US)；荷倫約翰 P HOLLAND, JOHN P. (US)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

(56)參考文獻：

TW 582050

TW I224634

TW I225896

JP 10-209257A

US 2002/0050246A1

US 2004/0187787A1

US 2004/0261721A1

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：19 共 81 頁

(54)名稱

用於蝕刻具有經控制之製程結果分配的方法

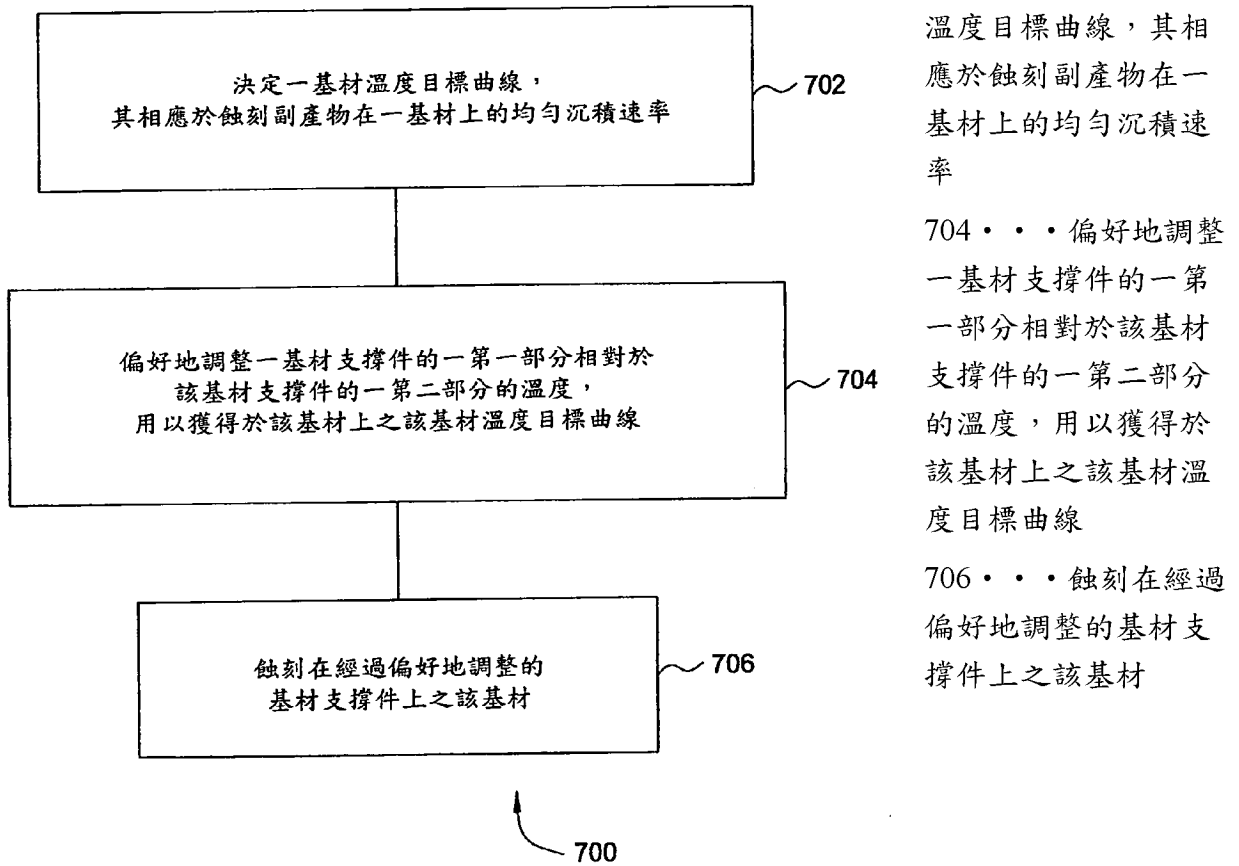
METHOD FOR ETCHING HAVING A CONTROLLED DISTRIBUTION OF PROCESS RESULTS

(57)摘要

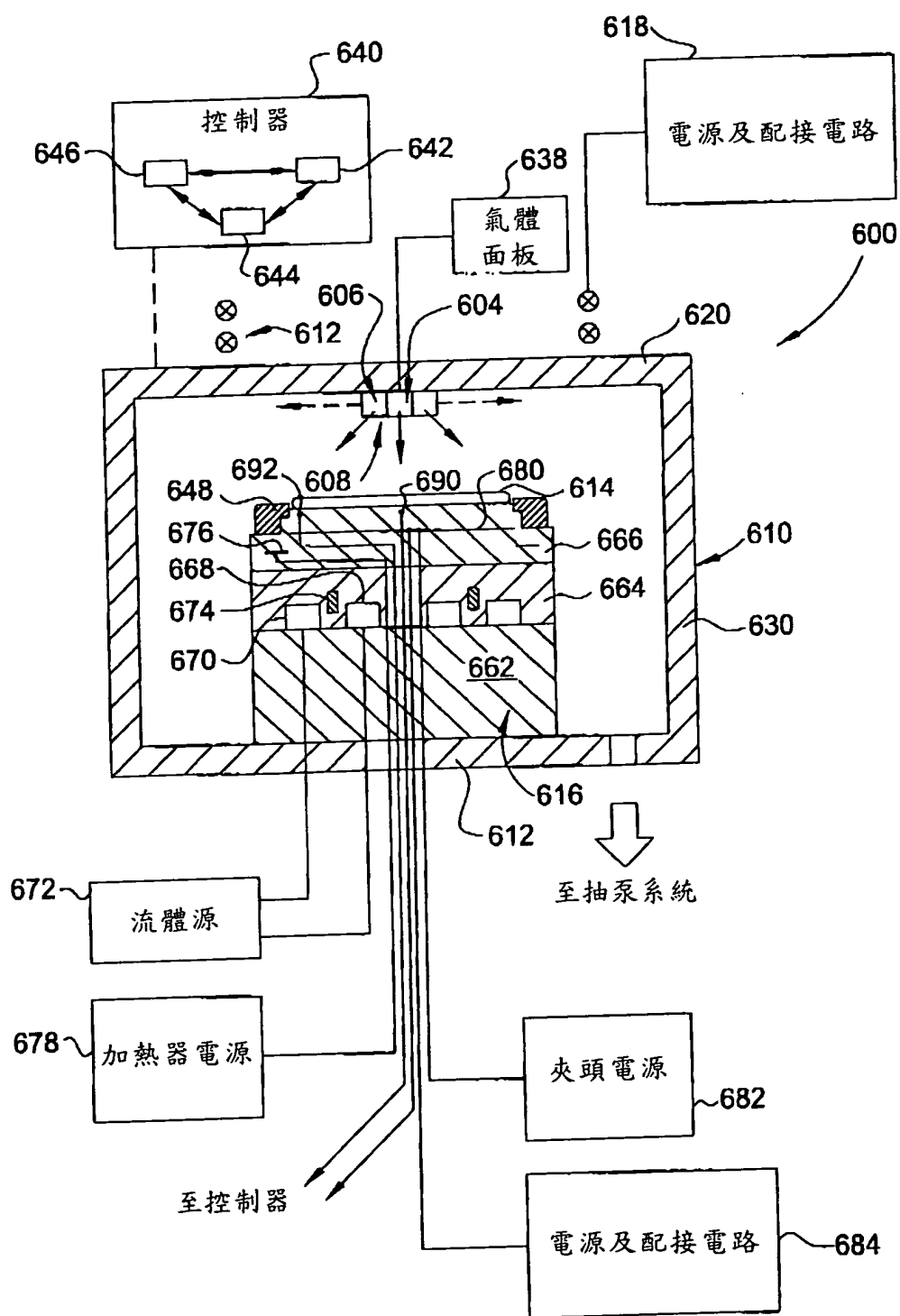
本發明的實施例大體上提供用來蝕刻一基材的方法。在一實施例中，該方法包括決定一基材溫度目標曲線(profile)，其對應在一基材上之蝕刻副產物的一均勻的沉積速率；偏好地調節一基材支撐件的一第一部分相對於該基材支撐件的一第二部分之溫度用以獲得在該基材上的該基材溫度目標曲線；及蝕刻在被偏好地調節之基材支撐件上的該基材。在另一實施例中，該方法包括提供一基材於一處理室中，該處理室具有一可選擇的物種分配於該處理室內，及一具有橫向溫度控制之基材支撐件，其中一由該基材支撐件所引起的溫度曲線及一物種分配選擇包含一控制參數組；用不同的控制參數組來分別蝕刻一第一物質層及蝕刻一第二物質層。

Embodiments of the present invention generally provide methods for etching a substrate. In one embodiment, the method includes determining a substrate temperature target profile that corresponds to a uniform deposition rate of etch byproduct on a substrate, preferentially regulating a temperature of a first portion of a substrate relative to a second portion of the substrate support to obtain the substrate temperature target profile on the substrate, and etching the substrate on the preferentially regulated substrate support. In another embodiment, the method includes providing a substrate in a processing chamber having a selectable distribution of species within in the processing chamber and a substrate support with lateral temperature control, wherein a temperature profile induced by the substrate support and a selection of species distribution

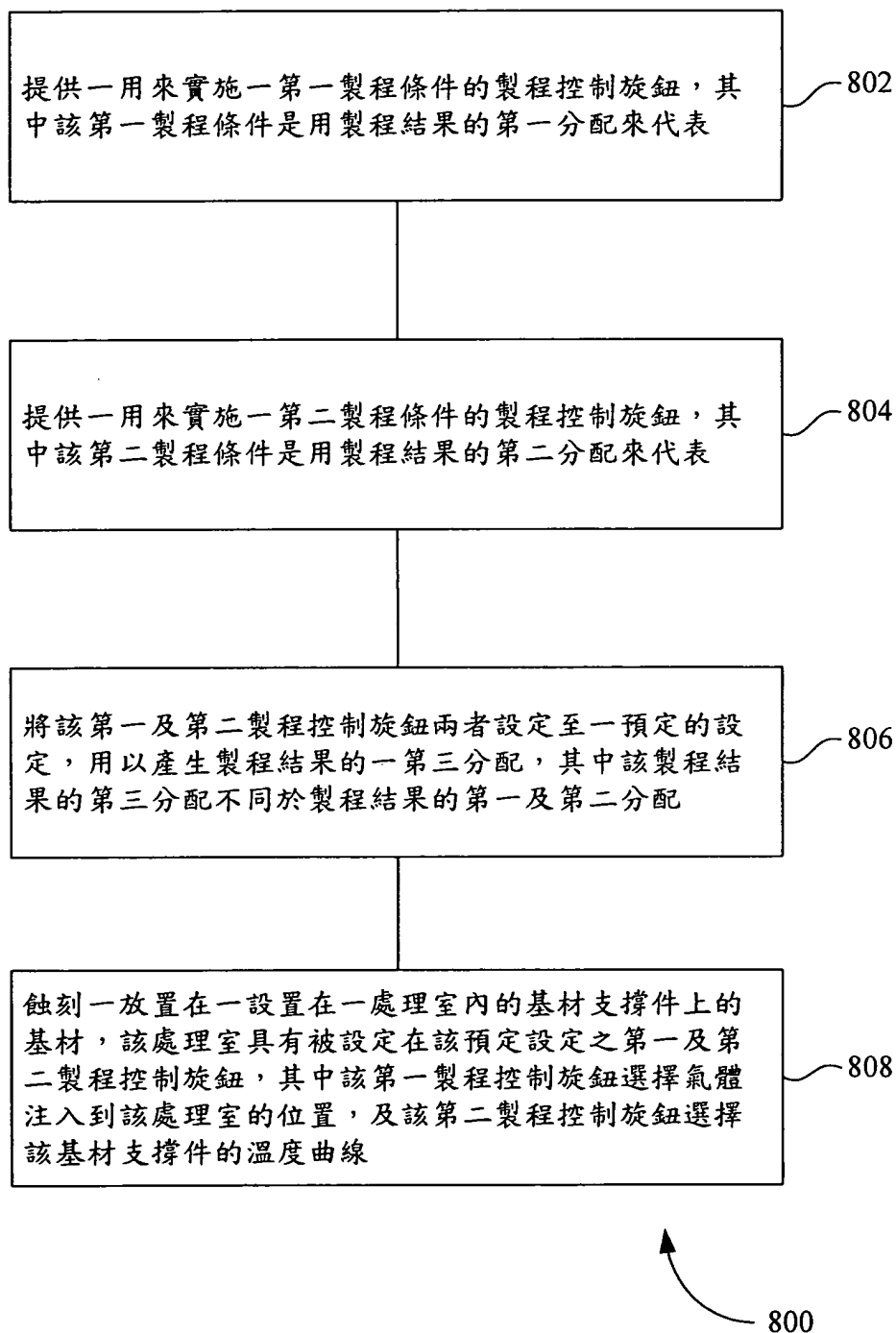
comprises a control parameter set, etching a first layer of material and etch a second layer of material respectively different control parameter sets.



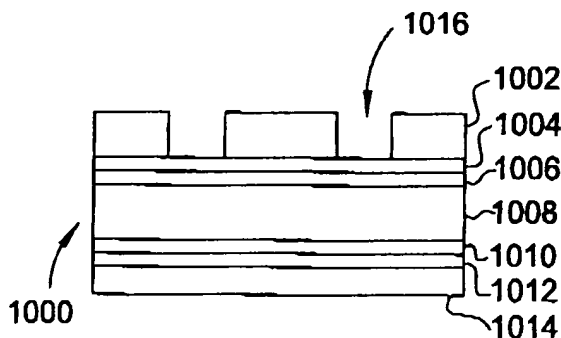
第7圖



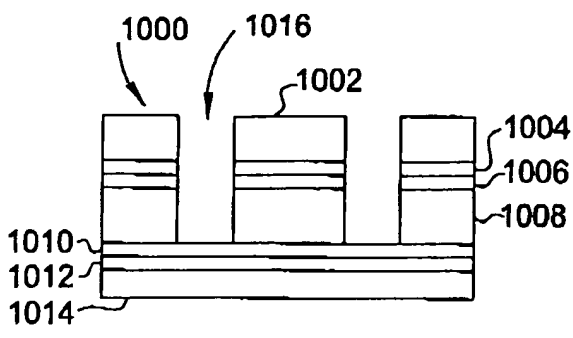
第 6 圖



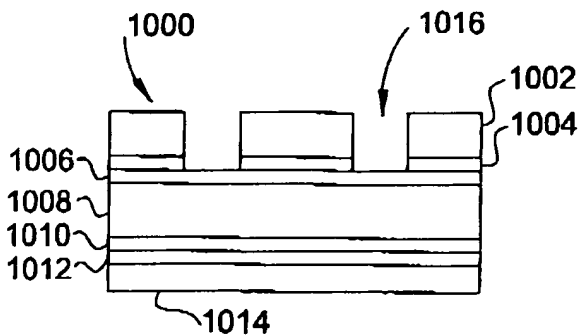
第 8 圖



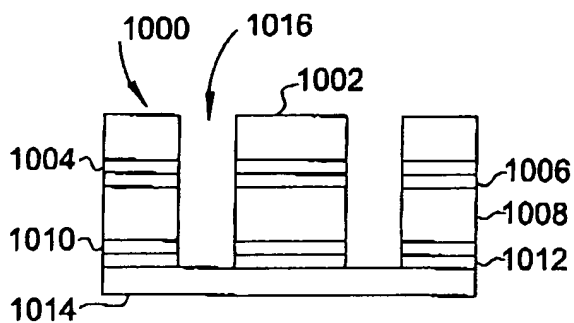
第 10A 圖



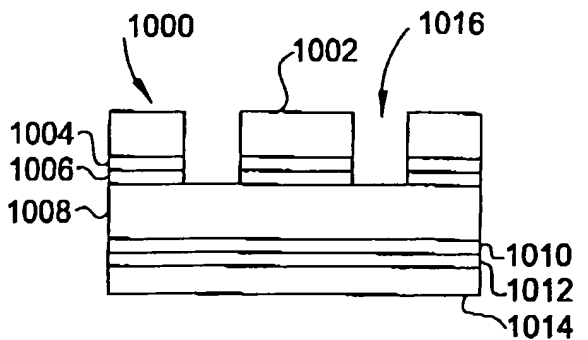
第 10D 圖



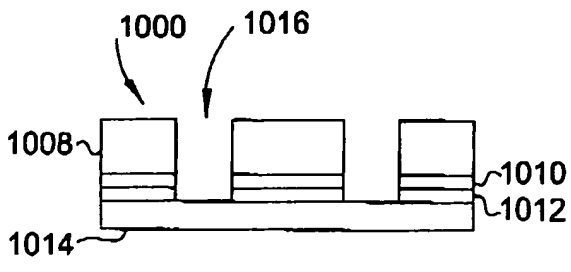
第 10B 圖



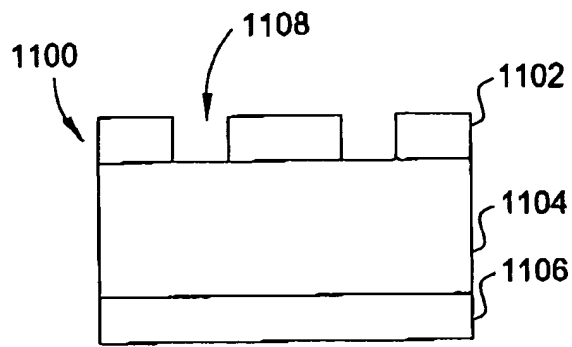
第 10E 圖



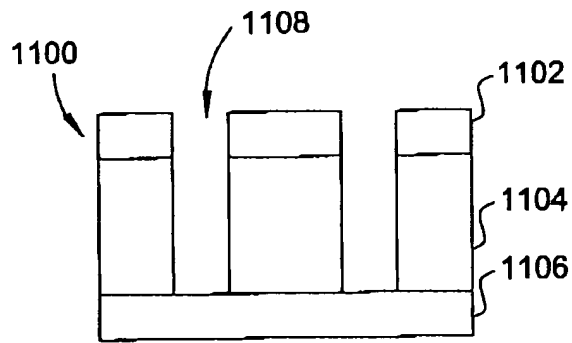
第 10C 圖



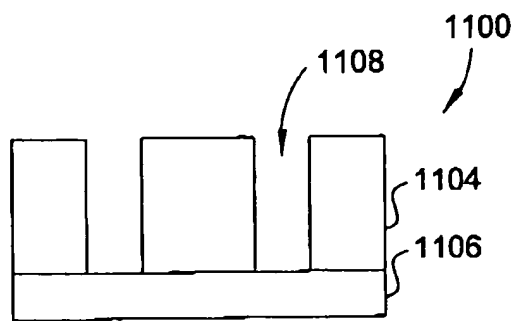
第 10F 圖



第 11A 圖



第 11B 圖



第 11C 圖

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明的實施例大體上係有關於一種蝕刻方法。詳言之，本發明係有關於用於蝕刻具有受控制的製程結果分配的方法。

【先前技術】

在積體電路的製造中，各式製程參數的精準控制是在一基材內達到一致的結果，以及達到基材到下一基材之間可重復的結果所必需的。在製程期間，在溫度及整個基材的溫度梯度上的變動對於物質沉積，蝕刻率，級階覆蓋，特徵結構錐形角，及半導體元件的其它參數而言是不利的。因此，在產生在該基材上的一預定的溫度分佈圖樣是達到高產量的關鍵要求之一。

2003 年版的 International Technology Roadmap for Semiconductors 記載了在電晶體閘極關鍵尺寸(CD)上的減小對於未來的蝕刻技術而言將會是一項重要的挑戰。因此，有許多工作已被完成，用以研究閘極蝕刻製程參數在控制 CD 的能力上的影響，因為閘極 CD 對於一元件的最終效能有著重大的影響。已有數種關於閘極 CD 控制之不同的策略被發表，包括有光阻整剪及閘極硬光罩蝕刻化學物的控制。前者的方法可將光阻尺寸減小到低於光阻的橫向蝕刻可微影地達到的尺寸，而後者的方

法則依賴蝕刻在硬光罩蝕刻期間被再沉積到側壁上之副產物來控制橫向蝕刻相對於垂直蝕刻的量並使橫向蝕刻鈍化。蝕刻副產物造成的側壁鈍化並不單單侷限在硬光罩蝕刻步驟上，其亦會在開極主蝕刻，軟著陸，及所有蝕刻步驟期間發生。

蝕刻副產物的沉積速率被預期可遵守副產物的氣相濃度及副產物的黏著係數。黏著係數已被使用在氣體-表面反應機構中用以描述一入射的氣相物種被吸收到一表面中的可能性，且此係數典型地被近似為被反應性地吸收到一表面上的物種數對總入射物種數的比例。

然而，傳統的基材托盤並不具有足夠的機構來控制在該基材上之基材溫度分佈。不能控制基材溫度均勻性對於在一單一基材內及在基材與基材之間的製程均勻性，元件良率及經過處理的基材的整體品質具有一不利的影響。

因此，在此技藝中對於一種用於蝕刻一基材之改良的方法存在著需求。

【發明內容】

本發明的實施例大體上提供用來蝕刻一基材的方法。在一實施例中，該方法包括決定一基材溫度目標曲線(profile)，其對應在一基材上之蝕刻副產物的一均勻的沉積速率，優先地調節一基材支撐件的一第一部分相對於

該基材支撐件的一第二部分的溫度用以獲得在該基材上的該基材溫度目標曲線，及蝕刻在該被優先地調節之基材支撐件上的該基材。

在另一實施例中，該方法包括提供一第一製程控制旋鈕用來實施一第一製程條件，其中該第一製程條件是由製程結果的一第一分配來代表；提供一第二製程控制旋鈕用來實施一第二製程條件，其中該第二製程條件是由製程結果的一第二分配來代表；將該第一及第二製程控制旋鈕兩者設定至一預定的設定，其中該第一製程控制旋鈕選擇氣體注入該處理室的位置，及該第二製程控制旋鈕選擇該基材支撐件的溫度曲線。

在另一實施例中，該方法包括提供一基材至一處理室中，該處理室具有一可選擇的物種分配於該處理室內，及一具有橫向溫度控制之基材支撐件，其中一由該基材支撐件所引起的溫度曲線及物種分配選擇包含一控制參數組，用一第一控制參數組蝕刻一第一物質層，及用第二控制參數組蝕刻第二物質層，其中該第一及第二參數組不相同。

【實施方式】

該閘極蝕刻製程的一示意圖被示於第 1A-B 圖中。吾人已在實驗中觀察到閘極蝕刻 CD 偏移與基材溫度有一很強的關連性，現將揭示此一關係，且展示該閘極蝕刻副

產物黏著係數與基材溫度的相依性，這讓在整個基材上的製程結果分配的控制成為可能。

蝕刻副產物的此一再沉積速率被預期會遵循副產物的氣相濃度及這些副產物的黏著係數。黏著係數已被使用在氣體-表面反應機構中用以描述一入射的氣相物種 102 被吸收到一表面(被顯示為一閘極結構 100)中的可能性，且此係數典型地被近似為被反應性地吸收到一表面上的物種數對總入射物種數的比例。該黏著係數與表面溫度的相依性的分析已被用來描述在矽膜的取向附生的生長期間的雜質等級及二氧化矽在基材上之級階覆蓋沉積行為。這兩個模型使該黏著係數和吸收，去吸附，及氣相物種在該表面上的反應速率之間的競爭產生關聯性。因此，負值的黏著係數可被解讀為蝕刻良率。使用 Bennet 等人的方程式結合 Langmuir 的去吸附理論，溫度相依性 S^* 可被表示為：

$$s^*(T) = \frac{R_{ads(eff)} \sqrt{2\pi MRT}}{PN_A \exp\left(-\frac{E_{eff}}{kT}\right)} \quad (1)$$

其中 P 為該副產物的分壓， N_A 為 Avogadro 數， M 為該吸附物種的分子重量， R 為理想氣體常數， T 為溫度，及 E_{eff} 為用於沉積的能量與用於表面反應的能量兩者間的差異。假設不論早先的情況為何，該蝕刻副產物均勻

地再沉積到任何表面位置上，所以表面覆蓋率可被忽略。此假設是合理的，因為在閘極蝕刻期間鈍化層被觀察到的厚度典型地大於一單一的單層 (monolayer) 的厚度。

可直接從公式(1)中被擷取出來的兩個重要的蝕刻製程參數為到達該表面的物種通量及基材溫度。這兩個可調諧的配方 (recipe) 參數對於鈍化物種在閘極側壁上的黏著係數有重大的影響，因此該閘極 CD 偏移在蝕刻之後。在公式(1)中之顯然的複雜性在於 R_{ads} 一項，其不易被決定且本身具有一些溫度的相依性。為了此分析，項將被用作為一配適參數 (fitting parameter) 起將於下文中作進一步說明。

為了要測試物種通量及基材溫度對於閘極蝕刻製程的影響，具有一多晶矽閘極堆之圖案化的基材被製造出來。用來將基材形成圖案之光罩被設計為用在 90nm 技術節點上。蝕刻實驗是在由 Applied Materials 公司所製造之設有 DPS II 矽蝕刻室的 Centura® DPS 蝕刻系統中實施的。基材係在一標準的閘極蝕刻室中使用一個四步驟製程 (突破，主蝕刻，軟著陸，及過度蝕刻) 來蝕刻。預蝕刻及後蝕刻的 CD 在一由 Applied Materials 公司製造的 VeraSEM® 度量系統上被測量。

基材溫度對於平均 CD 偏移的影響 (CD 偏移被界定為後蝕刻 CD 減預蝕刻 CD) 可在第 2 圖中被清楚地看出。該資料顯示提高基材溫度造成平均閘極線寬變窄，這與

在較高的溫度下在閘側壁上的鈍化物種較少的理論吻合。第 2 圖中之黏著係數的最配適曲線緊緊地跟隨著平均 CD 偏移資料且使用公式(1)來加以計算，其中 E_{eff} 被假定為 0.250eV 及 $R_{\text{ads}}=9\text{E}13\text{ atoms/cm}^2\text{s}$ 。為了要確保此配適參數的值， R_{ads} ，是合理的， R_{ads} 的一獨立的計算可使用下面的公式(2)的 CD 偏移資料來實施：

$$R_{\text{ads}} = \frac{(CDBias)\rho N_A}{2Mt} \quad (2)$$

當然，公式(2)所得到之 R_{ads} 的平均值與在所考量的溫度範圍內經由配適程序所獲得的數值相符。介於這三個測試(runs)的平均 CD 偏移與基材溫度之間的關係顯示 $-0.8607\text{nm}/^\circ\text{C}$ 的一平均變化率。在黏著係數上的相應百分比變化， S^* ，為 $-0.2\%/^\circ\text{C}$ 。示於第 2 圖中之黏著係數的計算範圍亦與 CF_2 基團入射到一被充能的矽基電極上所獲得的數值相符。

第 2 圖的 CD 偏移平均值上的一標準差棒為在基材 CD 偏移不均勻性內的測量。不均勻性的程度對於所有三個基材溫度都是一致的，在邊緣區域被觀察到的線寬比在中心區域的線寬小。在條件與這參個測試類似的情況下，於基材溫度均勻性內之測量顯示出，該基材溫度範圍小於 $\pm 1^\circ\text{C}$ ，這意謂著，這些例子中於基材線寬不均勻性內被觀察到的係導因於除了基材溫度以外的其它東西。

以前的工作顯示，在基材邊緣處的 CD 偏移上的減小可以是藉由降低在此基材範圍內之副產物濃度來造成。此濃度梯度是因為在基材邊緣處相對於基材中心處的一更有效率之蝕刻副產物去除所產生的。其結果為，對於一給定的基材溫度而言，在基材邊緣處之局部(local)的吸附率在吸附地點的緊鄰周圍處，即，閘極側壁，被降低。鈍化物種之局部分壓可藉由饋入氣體注入到該室中之位置來加以部分地控制。第 3 圖顯示模擬的結果，其顯示三種不同的氣體注入設計。當氣體在室的頂部以一垂直該基材表面的方向上被注入到室中(在第 3 圖中被標註為中心氣體饋入)，因為對流流動的增加所造成之氣體速度的增加而使得在中心處之先驅物種的密度實際上被降低。相反地，當氣體在室頂端處於一平行於該基材表面的方向上被注入到室中時(在第 3 圖中被標註為側邊氣體饋入)，流至基材表面的氣流是更為擴散性的，且可獲得一更均勻的先驅物種的分配結果。

藉由利用基材溫度與黏著係數之間的關係以及蝕刻副產物在該蝕刻室內的知識，基材 CD 偏移均勻性可藉由引入多溫度區於該靜電夾頭(ESC)內被最佳化。一典型的閘極蝕刻製程之蝕刻副產物的徑向分配及黏著係數的一相應的徑向要求被示於第 4 圖中。因為黏著係數隨著溫度的改變在小的溫度範圍內幾乎是線性的，所以預測的溫度曲線能夠非常接近地反映局部氣相物種分配。因此，對於基材的邊緣區域而言，所想要的基材溫度必需

要比較低，用以補償因為抽泵所造成之鈍化物種的減少。實際上，此局部的基材表面溫度降低可提高鈍化物種的黏著係數，用以保持一固定且均勻之到達到該基材表面之被吸附物種的通量，及均勻的閘極線寬。

第 5 圖顯示三個例子：一處於均勻溫度的基材，一具有雙區 ESC 之佳化的狀態，及一被故意不當調整的製程用以突顯控制在整個基材上的 CD 偏移的能力。均勻基材溫度條件之在基材邊緣處之較小閘極線寬在第 5 圖被觀察到，當 ESC 的溫度被分為兩個區域(其中外區的溫度低於內區的溫度)時可達到中心對邊緣偏移均勻性上的一顯著的改善。ESC 在均勻溫度的 CD 偏移範圍為 15.3nm，及雙區 ESC 的 CD 偏移範圍為 9.5nm，其改善率達 37.9%。第三個例子顯示的是中心對邊緣基材溫度差的一誇大的情形，其結果為該 CD 偏移被故意朝向正值調整用以突顯出隨著基材溫度控制 CD 偏移的能力。在最低的基材溫度時，有更多的副產物在側壁被吸收且造成的一反逆的效果為邊緣線寬變得比基材中的線寬還要寬。

綜言之，平衡吸附理論可被用來解釋在 CD 偏移均勻性於電晶體閘極蝕刻製程期間被觀察到的趨勢。詳言之，蝕刻副產物的黏著係數的溫度相依性是很顯著的。因此，一具有多個可獨立地控制的溫度區之 ESC(如，在 DPS II 矽蝕刻室中所設置者)對於關鍵蝕刻應用(如，閘極蝕刻)而言是最佳的。相同的現象亦很可能發生在側壁

鈍化對於 CD 效能而言是很關鍵的其它應用上，譬如鋁線的蝕刻或接點或介層孔的介電蝕刻。

本文中所描述的蝕刻製程可被使用在電漿蝕刻室中，譬如，一 HART 蝕刻反應器，一 HART TS 蝕刻反應器，一解耦合的電漿源(DPS)，DPS II，或 DPS Plus，或 CENTURA®蝕刻系統的 DPS DT 蝕刻反應器，所有這些設備都可向設在美國加州 Santa Clara 市的 Applied Materials 公司購得。其它製造廠商的電漿蝕刻室亦可被用來實施本發明。該 DPS 反應器使用 13.56MHz 的感應電漿源來產生及維持一高密度電漿及一 13.56MHz 源偏壓功率來將一基材偏壓。該電漿及偏壓源的解耦合(decoupled)本質讓離子能量及離子密度可被獨立地控制。該 DPS 反應器在來源及駢壓功率，壓力，及蝕刻氣體化學物上的改變提供一寬闊的製程窗口且使用一終點系統來決定該製程的終點。

第 6 圖顯示一可被用來實施本發明示範性蝕刻反應器 600 的示意圖。示於本文中之該蝕刻反應器 600 的特定實施例是為了舉例的目地而被提供的，其不應被用來限制本發明的範圍。

蝕刻反應器 600 大體上包括一處理室 610，一氣體面板 638 及一控制器 640。該處理室 610 包括一導電本體(壁)630 及一天花板 620，它們圍起一處理空間。處理氣體從該氣體面板 638 被提供至該室 610 的處理空間。

控制器 640 包括一中央處理單元(CPU)644，一記憶體

642，及支援電路 646。控制器 640 被耦接至該蝕刻反應器 600 的控制構件並控制它們，製程在該室 610 中被實施，以及可促進與積體電路代工廠的資料庫之間的一非必要的資料交換。

在所描述的實施例中，天花板 620 是一大致平的構件。處理室 610 的其它實施例可具有其它種類的天花板，如圓頂型天花板。在天花板 610 上方設置有一天線其包含一或多個感應線圈元件(在圖中示出的是兩個同軸線圈元件)。天線 612 被耦接至一配接網絡及射頻電漿電源 618。電力被供應至天線 612 且在處理期間感應地耦接至形成在該室 100 內之電漿。或者，室 100 可藉由使用一電源 684 而利用電容電漿耦接，這將於下文中詳細說明。

該氣體面板 638 被耦接至一或多個噴嘴，使得經過該等噴嘴進入到該室中的氣流可被控制，藉以控制在該室中之物種分配。該一或多個噴嘴被建構及/或安排成可實施製程氣體流位置，製程氣體流的流動方向或在該室內之物種分配等功能中的至少一者。

在一實施例中，一具有至少兩個出口埠 604，606 之噴嘴 608 被提供用以耦接至該室本體 610 的天花板 620。出口埠 604，606 被建構來分別引起一直接及一間接的氣流方向至該室中。例如，該第一出口埠 604 可提供一直接氣流方向，即，產生一大致垂直於該基材表面之氣流進入到該室中。該第二出口埠 606 可提供一間接的氣流

方向，即產生一大致平行於該基材表面之氣流進入到該室中，或在另一實施例中，被導引在一相對於該基材的表面小於或等於 60 度的入射角度的方向上。一或多個出口埠 604，606 可被設置在分開的噴嘴 608 上(即，每個噴嘴一個出口埠)。

一托盤組件 616 被設置在該處理室 600 的內部空間 606 內之在噴嘴 608 底下的位置處。該托盤組件 616 在處理期間固持該基材 614。該托盤組件 616 大體上包括複數個舉升銷(未示出)被設置成穿過該托盤組件，它們被建構將基材從托盤組件 616 上舉起，方便以一傳統的方式與一機器人(未示出)交換該基材 614。

在一實施例中，該托盤組件 616 包括一安裝板 662，一基座 664 及一靜電夾頭 666。該安裝板 662 被耦接至該室本體 630 的底部 612 且包括用來安排管路的通道，譬如流體管線，電力線及感應器導線等等，通至該基座 664 及夾頭 668。

靜電夾頭 666 或基座 664 中的至少一者包括至少一非必要的嵌埋式加熱器 676，至少一非必要的嵌埋式絕緣體 674，及複數根導管它們流體地耦接至一提供一溫度調節流體的流體源 672。在一示於第 6 圖的實施例中，一加熱器 676 被示範性地顯示在耦接到一電源供應器 678 的該靜電夾頭 666 中，而被一環形絕緣體 674 分隔開的兩個導管 668，670 則被顯示在該基座 664 中。導管 668，670 及加熱器 676 可被用來控制該托盤組件 616 的

溫度，藉以加熱及/或冷卻該靜電夾頭 666，藉以至少部分地控制放置在該靜電夾頭 666 上的基材 614 的溫度。

形成在該基座 664 內的兩個分離的冷卻導管 668，670 界定至少兩個可獨立地控制的溫度區域。額外的冷卻導管及/或導管布局亦可被安排用以界定額外的溫度控制區域。在一實施例中，第一冷卻導管 668 被安排在該第二冷卻導管 670 的徑向內側，使得溫度控制區域是同心圓的區域。導管 668，670 可以是被徑向定向，或具有其它形狀的結構。冷卻導管 668，670 可被耦接至一溫控的熱傳流體的單一來源，或可被分別地耦接至一分離的熱傳流體源。

該絕緣體 674 是用一物質製成的，該物質具有的導熱係數不同於與其相鄰之該基座 664 的區域的物質的導熱係數。在一實施例中，該絕緣體 674 具有的導熱係數小於該基座 664 導熱係數。在第 6 圖所示的實施例中，該基座 664 是用鋁或其它金屬物質所製成的。在一進一步的實施例中，絕緣體 674 可用一具有一非等方向性(即，導熱係數是與方向有關)的物質製成。該絕緣體 674 是用來局部地改變托盤組件 616 經由該基座 664 到達導管 668，670 的熱傳速率，相對於經由該基底 664 之不具有一絕緣體於熱傳路徑上的鄰近部分的熱傳速率。一絕緣體 674 被橫向地設置在該第一及第二冷卻導管 668，670 之間，用以在該托盤組件 616 的該等溫度控制區域之間提供加強的熱絕緣。

在示於第 6 圖的實施例中，該絕緣體 674 被設置在導管 668，670 之間，藉以阻礙橫向熱傳遞及促成該托盤組件 616 的橫向溫度控制區域。因此，藉由控制插入件的數量，形狀，大小，位置及熱傳係數，則靜電夾頭 666 及放在其上的基材 614 的溫度曲線就可被控制。雖然示於第 6 圖中的該絕緣體 674 是一環形的圓環，但該絕緣體 674 的形狀可以有許多不同的形狀。

一非必要的導熱膏或黏膠(未示出)可被施用在該基座 664 與靜電夾頭 666 之間。該導電膏有助於靜電夾頭 666 與該基座 64 之間的熱交換。在一示範性的實施例中，該黏膠機械性地將該靜電夾頭 666 黏結到該基座 664 上。或者，該托盤組件 616 可包括一硬體(如，夾子，螺釘，及類此者)其被設計來將該靜電夾頭 666 固定到基座 664 上。

該靜電夾頭 666 與該基座 64 的溫度係使用複數個感應器來監測。在示於第 6 圖的實施例中，一第一溫度感應器 690 及一第二溫度感應器 692 被徑向間隔地設置，使得第一溫度感應器 690 可將該托盤組件 616 的一中心區域的一公制的溫度表示提供給該控制器 650，而該第二溫度感應器 692 可將該托盤組件 616 的一周邊區域的一公制的溫度表示提供給該控制器 650。

該靜電夾頭 666 被設置在該基座 664 上且被一蓋環 648 所圍。該靜電夾頭 666 可用鋁，陶瓷，或其它適合在製程期間支撐該基材 614 的材質製成。在一實施例中，該

靜電夾頭 666 是陶瓷。或者，該靜電夾頭 666 可用一真空夾頭，機械式夾頭或其它適當的基材支撐件來取代。

該靜電夾頭 666 大體上是用陶瓷或類似的介電材質製成且包含至少一用一夾頭電源 682 來控制的夾持電極 680。該電極 680(或設置在該夾頭 666 或該基座 664 內的其它電極)可非必要地被耦接至一或多個 RF 電源用以維持一用製程氣體及/或其它氣體形成的電漿於該室 600 內。在示於第 6 圖的實施例中，電極 680 被耦接至一 RF 電源及配接電路 684，它能夠產生一用來維持一用製程氣體形成的電漿於該室 600 內之 RF 訊號。

靜電夾頭 666 亦可包括複數個通道(未示出)，如溝槽，它們被形成在夾頭的基材支撐表面上且被流體地耦接至一熱傳氣體(或背側氣體)的來源(未示出)。在操作時，背側氣體(如，氦氣(He))在控制的壓力下被提供至該通道中，用以加強介於該靜電夾頭 666 與該基材 614 之間的熱傳遞。傳統地，至少該靜電夾頭的基材支撐表面被提供可抵抗基材製程期間所使用之化學物及溫度的塗層。

第 7-9 圖為可在室 100 或其它適當的處理室中實施之蝕刻製程 700，800，900 的實施例的流程圖。每一製程都可被用來製造示於第 10A-F 及 11A-C 圖中的結構。雖然製程 700，800，900 是用來製造第 10A-F 圖中的閘極結構及在第 11A-C 圖中的淺溝渠隔離(STI)結構，但該等製程亦可被有利地用來蝕刻其它結構。製程 700，800，900 可被用來控制每一製程結果的橫向分配。例如，製

程 700，800，900 可被用來產生蝕刻製程結果的一大致均勻的中心至邊緣分配，其中製程結果包括蝕刻深度、CD 偏移、微負載(microlading)、側壁輪廓、鈍化、蝕刻率、步階覆蓋性、特徵結構錐度角及底切(undercutting)中的至少一者。

第 7 圖的製程 700 開始於步驟 702，決定一基材溫度目標曲線其相應於蝕刻副產物在一基材上的均勻沉積速率。在步驟 704，一基材支撐件的一第一部分的溫度相對於該基材支撐件的一第二部分被偏好地調整，用以獲得該基材溫度目標曲線於該基材上。在步驟 706，該基材在該經過偏好地調整的基材溫度上被蝕刻。

第 8 圖的製程 800 開始於步驟 802，一用來實施一第一製程條件製程控制旋鈕被提供，其中該第一製程條件是用製程結果的第一分配來代表。在步驟 804，一用來實施一第二製程條件製程控制旋鈕被提供，其中該第二製程條件是用製程結果的第二分配來代表。在步驟 806，該第一及第二製程控制旋鈕兩者都被設定在一預定的設定位置，用以產生製程結果的一第三分配，其中該製程結果的第三分配不同於製程結果的第一及第二分配。在步驟 808，一放置在一設置在一處理室內的基材支撐件上的基材被蝕刻，該處理室具有被設定在該預定的設定位置之第一及第二製程控制旋鈕，其中該第一製程控制旋鈕選擇氣體注入到該處理室的位置，及該第二製程控制旋鈕選擇該基材支撐件的溫度曲線。

第 9 圖的製程 900 在步驟 902 開始，其提供一基材至一處理室中，該處理室具有一可選擇的物種分配於該處理室內及一具有橫向溫度控制之基材支撐件，其中一由該基材支撐件所引發的溫度曲線及一物種分配的選擇包含了一控制參數組。在步驟 904，使用第一控制參數組來蝕刻一第一物質層。在步驟 906，使用一第二控制參數組來蝕刻一第二物質層，其中該第一與第二控制參數組是不相同的。方法 900 可在一單一層的遞增蝕刻期間實施，其中每一遞增蝕刻步驟都如一層的蝕刻步驟般地被對待。

蝕刻方法 700，800，900 可被用來製造一值極結構，如第 10A-F 圖所示的順序。控制旋鈕的設定及/或調整，物種分配，製程氣體流的方向，製程氣體的注入位置及基材及/或基材支撐件的溫度曲線可在該薄膜堆 100 的任何一層的蝕刻期間或在各層的蝕刻之間被實施。

首先參照第 10A 圖，一薄膜堆 100 被提供，它包括一光阻層 1002，一 BARC 層 1004，一硬罩層 1006，一閘極電極層 1008 及一設置在一基材 1014 上的閘極介電層。該閘極介電層可包括一高 k 層 1010 及一非必要的底下多晶矽層 1012。該基材 1014 可以是半導體基材，矽基材，玻璃基材及類此者中的任何一種。包含該薄膜堆 1000 在內的層可用一或多種適當的傳統沉積技術，譬如，原子層沉積 (ALD)，物理氣相沉積 (PVD)，化學氣相沉積 (CVD)，電漿強化的 CVD (PECVD)，及類此者來製

造。該薄膜堆 1000 可由設在美國加州 Santa Clara 市的 Applied Materials 公司所製造的 CENTURA®，PRODUCER®，ENDURA®及其它半導體基材製程系統用來沉積。在示於第 10A 圖的實施例中，BARC 層 1004 的一部分透過形成在該光阻層 1002 上的一或多個孔洞 1016 而被露出來。該薄膜堆經由這些孔洞 1016 而被蝕刻。

薄膜堆 1000 的蝕刻包括首先蝕刻該 BARC 層 1004。該 BARC 層 1004 典型地為一有機材質，以方便光阻層 1002 被形成圖樣。在 BARC 層 1004 的蝕刻期間，流入到該處理室中的製程氣體流被大致相等的分到第一出口埠 604 及第二出口埠 606，用以控制在處理室內的物種分配。在其它實施例中，蝕刻該 BARC 層 1004 可在從出口埠 604 提供 100% 的流體到從出口埠 606 提供 100% 的流體之間變動，包括了界定於它們之間之埠 604 至埠 606 的整個流體比例。在 BARC 層 1004 如第 10B 圖所示地已被蝕刻之後，孔洞 1016 被用來蝕刻硬罩層 1006，如第 10C 圖所示。

硬罩層 1006 可以是 SiO_2 ， SiO_3 ， SiON 或其它適當的物質。在蝕刻硬罩層 1006 期間，進入到該處理室內的製程氣體的至少 50% 會是從出口埠 606 被提供的。在其它實施例中，該硬罩層蝕刻使用的氣體流分配在出口埠 604，606 之間是大致相等的，或者是在出口埠 604，606 之間的比例是約 25：75。在另一實施例中，該製程氣體

流最好是從出口埠 606 被提供。當該硬罩層 1006 被蝕刻之後，該閘極電極層 1008 即被蝕刻，如第 10D 圖所示。

該閘極電極層 1008 可包含一多晶矽層或一沉積在一多晶矽層上的金屬層。該多晶矽層可以是 α -Si 或 c-Si。適合使用在該閘極電極層 1008 上的金屬層包括有鎢 (W)，氮化鎢 (WSi)，多晶矽鎢 (W/poly)，鎢合金，鉭 (Ta)，氮化鉭 (TaN)，矽化鉭氮化物 (TaSiN)，氮化鈦 (TiN)，或它們的組合。

閘極電極層 1008 的蝕刻可分段為主蝕刻步驟，軟著陸 (soft landing) 蝕刻步驟及過度蝕刻 (over etch) 步驟。每一個步驟都具有一或多個製程參數依據本發明被不同地設定。例如，在主蝕刻及軟著陸蝕刻步驟時，最好是讓製程氣體流經出口埠 604，而在過度蝕刻步驟時則平均地從出口埠 604，606 提供。在其它實施例中，該過度蝕刻步驟最好是讓製程氣體流經出口埠 606。適用來蝕刻閘極電極層 1008 的製程氣體包括 HBr，BCl₃，HCl，氯氣 (Cl₂)，三氟化氮 (NF₃)，六氟化硫氣體 (SF₆)，及含碳與氟氣體，如，CF₄，CHF₃，C₄F₈，中的至少一者。

數種製程參數在蝕刻期間會被調整。在一實施例中，該室壓被調整於約 2mTorr 至約 100mTorr 之間。一介於約 100 瓦至約 1500 瓦之間的 RF 源功率可被施加用以維持一由製程氣體形成的電漿。

在蝕刻該閘極電極層 1008 之間，該閘極介電層被蝕刻。適合的閘極介電層的物質包括，但不侷限於，氧化

物層，一含氮層，一氧化物與含氮層的混合層，至少一或多層氧化物層夾住一含氮層，等等。在一實施例中，該閘極介電層物質為一高 k 物質(高 k 物質具有大於 4.0 的介電常數)。高 k 物質的例子包括二氧化鈪(HfO_2)，二氧化鋯(ZrO_2)，矽氧化鈪(HfSiO_2)，矽氧化鋯(ZrSiO_2)，二氧化鉭(TaO_2)，氧化鋁，摻雜了二氧化鈪的鋁，鈹鋇鈦(BST)，及鈷鋯鈦(PZT)，等等。

在示於第 10A-E 圖的實施例中，該閘極介電層被顯示為一高 K 層 1010 及一多晶矽層 1012。該多晶矽層 1012 可如上文所述地被蝕刻。該高 K 層 1010 可藉由將該層 1010 曝露在一含一氧化碳的電漿及一含鹵素的氣體中來被蝕刻。在蝕刻閘極介電層之後，該光阻層 1002 可藉由使用一剝除製程，譬如藉由曝露到一含氧電漿中，而被去除掉，如第 10F 圖所示。

蝕刻方法 700，800，900 可被用來製造一淺溝渠隔離(STI)結構，如第 11A-C 圖所示的順序。控制旋鈕，物種分配，製程氣體流的方向，製程氣體注入位置及基材及/或基材支撐件的溫度曲線的設定及/或調整可在蝕刻該薄膜堆的任何一層期間或蝕刻各層之間被實施。

首先參照第 11A 圖，該薄膜堆 1100 包括一光阻層 1102 及一沉積在一基材 1106 上的多晶矽層 1104。該基材 1106 可以是半導體基材，矽基材，玻璃基材及類此者中的任何一者。在示於第 11A 圖的實施例中，部分的多晶矽層 1104 透過一或多個形成在該圖樣化的光阻層 1102 上的

孔洞 1108 而被外露。該薄膜堆 1100 係透過該等孔洞 1108 被蝕刻，用以形成該淺溝渠隔離 (STI) 結構。

該多晶矽層 1104 係使用一含鹵素氣體，譬如 Cl_2 ， BCl_3 ， HCl ， HBr ， CF_4 及類此者，而被蝕刻，如第 11B 圖中所示。該多晶矽層的蝕刻可用鈍化沉積步驟被圓柱形地實施。多晶矽層的蝕刻可包括主蝕刻步驟，軟著陸 (soft landing) 蝕刻步驟及過度蝕刻 (over etch) 步驟，其中方法 700，800，900 可如上文所述地在這些蝕刻步驟中的至少一個步驟中被實施。在蝕刻該多晶矽層 1104 之後，該光阻層 1102 可藉由使用一剝除製程，譬如藉由曝露到一含氧電漿中，而被去除掉，如第 11C 圖所示。

因此，一蝕刻製程已被提供，其可控制製程結果橫向地跨越一基材的表面之分配。有利地，本發明的製程可透過可調整的製程控制來獲得中心至邊緣之蝕刻深度、CD 偏移、微負載、側壁輪廓、鈍化、蝕刻率、步階覆蓋性、特徵結構錐度角及底切的實質上均勻分佈。

雖然以上所述係有關於本發明的實施例，但本發明的其它及進一步實施例可在不偏離本發明的基本範圍下被達成，且本發明的範圍更由下面的申請專利範圍來界定的。

【圖式簡單說明】

本發明之一更為特定的描述可藉由參照顯示於附圖中

之實施例而被作成，使得本發明之上述特徵，優點及目的地可被詳細地瞭解。然而，應注意的是，附圖中所示者為本發明之典型的實施例，因此不應被認為是本發明範圍的限制，因為本發明可以有其它等效的實施例。

第 1A-B 圖為閘極蝕刻製程的示意圖；

第 2 圖為一圖表，其顯示平均 CD 偏移，基材溫度及經過計算的黏著係數之間的關係；

第 3 圖為一圖表，其顯示產物質量分數 (mass fraction) 與經過標準化的距離之間的關係；

第 4 圖為一圖表，其顯示蝕刻副產物通量與基材板徑之間的關係；

第 5 圖為一圖表，其顯示 CD 偏移與基材半徑之間的關係；

第 6 圖為一依據本發明的實施例之示範性半導體基材製程室的示意圖；

第 7-9 圖為可第 6 圖的製程室或其它製程室中實施之蝕刻製程的實施例的流程圖；

第 10A-F 圖顯示用來製造一結構的一連串順序的實施例，該結構可使用第 7 圖，第 8 圖的方法，及/或第 9 圖的方法來蝕刻；及

第 11A-C 圖顯示用來製造一結構的一連串順序的實施例，該結構可使用第 7 圖，第 8 圖的方法，及/或第 9 圖的方法來蝕刻。

為了便於瞭解，相同的標號被用來代表在所有圖中之

相同的元件。而且，一個實施例的元件及特徵可在沒有進一步的詳述之下被包含到其它的實施例中。

【主要元件符號說明】

100	閘極結構	102	氣相物種
600	蝕刻反應器	610	處理室
620	天花板	630	導電本體(側壁)
638	氣體面板	640	控制器
644	中央處理單元	646	支援電路
618	配接網絡及射頻電漿電源		
612	天線	684	電源
604	第一出口埠	606	第二出口埠
608	噴嘴	614	基材
616	托盤組件	662	安裝板
664	基座	668	夾頭
666	靜電夾頭	676	嵌埋式加熱器
674	嵌埋式絕緣體	672	流體源
668,670	導管	690	第一溫度感應器
692	第二溫度感應器	650	控制器
648	環蓋	682	夾頭電源
680	夾持電極	684	RF 電源及配接電路
702	決定一基材溫度目標曲線，其相應於蝕刻副產物在一基材上的均勻沉積速率		

704 偏好地調整一基材支撐件的一第一部分相對於該基材支撐件的一第二部分的溫度，用以獲得於該基材上之該基材溫度目標曲線

706 蝕刻在經過偏好地調整的基材支撐件上之該基材

802 提供一用來實施一第一製程條件的製程控制旋鈕，其中該第一製程條件是用製程結果的第一分配來代表

804 提供一用來實施一第二製程條件的製程控制旋鈕，其中該第二製程條件是用製程結果的第二分配來代表

806 將該第一及第二製程控制旋鈕兩者設定至一預定的設定，用以產生製程結果的一第三分配，其中該製程結果的第三分配不同於製程結果的第一及第二分配

808 蝕刻一放置在一設置在一處理室內的基材支撐件上的基材，該處理室具有被設定在該預定設定之第一及第二製程控制旋鈕，其中該第一製程控制旋鈕選擇氣體注入到該處理室的位置，及該第二製程控制旋鈕選擇該基材支撐件的溫度曲線

902 提供一基材至一處理室中，該處理室具有一可選擇的物種分配於該處理室內及一具有橫向溫度控制之基材支撐件，其中一由該基材支撐件所引發的溫度曲線及一物種分配選擇包含了一控制參數組

904 使用第一控制參數組來蝕刻一第一物質層

906 使用一第二控制參數組來蝕刻一第二物質層，其中該第一與第二控制參數組是不相同的

發明專利說明書

公告本

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫；惟已有申請案號者請填寫)

※申請案號：95107311

※申請日期：2006年3月3日

※IPC分類：H01L²¹/2005

一、發明名稱：(中文/英文)

用於蝕刻具有經控制之製程結果分配的方法

METHOD FOR ETCHING HAVING A CONTROLLED DISTRIBUTION OF
PROCESS RESULTS

二、中文發明摘要：

本發明的實施例大體上提供用來蝕刻一基材的方法。在一實施例中，該方法包括決定一基材溫度目標曲線(profile)，其對應在一基材上之蝕刻副產物的一均勻的沉積速率；偏好地調節一基材支撐件的一第一部分相對於該基材支撐件的一第二部分的溫度用以獲得在該基材上的該基材溫度目標曲線；及蝕刻在被偏好地調節之基材支撐件上的該基材。在另一實施例中，該方法包括提供一基材於一處理室中，該處理室具有一可選擇的物種分配於該處理室內，及一具有橫向溫度控制之基材支撐件，其中一由該基材支撐件所引起的溫度曲線及一物種分配選擇包含一控制參數組；用不同的控制參數組來分別蝕刻一第一物質層及蝕刻一第二物質層。

三、英文發明摘要：

Embodiments of the present invention generally provide methods for etching a substrate. In one embodiment, the method includes determining a substrate temperature target

profile that corresponds to a uniform deposition rate of etch byproduct on a substrate, preferentially regulating a temperature of a first portion of a substrate relative to a second portion of the substrate support to obtain the substrate temperature target profile on the substrate, and etching the substrate on the preferentially regulated substrate support. In another embodiment, the method includes providing a substrate in a processing chamber having a selectable distribution of species within in the processing chamber and a substrate support with lateral temperature control, wherein a temperature profile induced by the substrate support and a selection of species distribution comprises a control parameter set, etching a first layer of material and etch a second layer of material respectively different control parameter sets.

98年1月18日修正本

七、申請專利範圍：

1. 一種用於在一處理室中蝕刻一基材的方法，包含：

分別以實質垂直於該基材之一表面的一方向與實質平行於該基材之該表面的一方向而由該處理室之一頂部注入一處理氣體；

藉由證實到達該基材的該表面之物種 (species) 的一通量 (flux) 而決定蝕刻副產物橫跨該基材的該表面之一分配；

決定一基材溫度目標曲線，其對應於該些蝕刻副產物在該基材上的一均勻沉積速率；

使得該些蝕刻副產物橫跨該基材的該表面之該分配與該基材溫度目標曲線產生關聯性；

偏好地調整一基材支撐件的一第一部分相對於該基材支撐件的一第二部分的一溫度，用以獲得在該基材上之該基材溫度目標曲線；及

在該經過偏好地調整的基材支撐件上蝕刻該基材。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該決定該些蝕刻副產物的該分配之步驟更包含：

決定該基材的該表面的一黏著係數。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之方法，其中該決定該基材溫度目標曲線之步驟更包含：

將該些蝕刻副產物的黏著與基材溫度之間的一關係模型化；及

由此模型產生該基材溫度目標曲線。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該決定該基材溫度目標曲線之步驟更包含：

使用經驗數據 (empirical data) 來產生該基材溫度目標曲線。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該注入該處理氣體之步驟更包括：

將佔大多數的該處理氣體以實質垂直於該基材之該表面的該方向而流入該處理室。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該蝕刻該基材的步驟更包括：

以一第一預定的設定而蝕刻一第一材料層，且該第一預定的設定係使用製程結果的一第一分配；以及

以一第二預定的設定而蝕刻一第二材料層，且該第二預定的設定係使用製程結果的一第二分配，其中該第一預定的設定與該第二預定的設定為不相同。

7. 一種用於蝕刻一基材的方法，包含：

提供一第一製程控制旋鈕 (control knob) 來實施一

第一製程條件，其中該第一製程條件是由製程結果的第一分配來代表；

提供一第二製程控制旋鈕來實施一第二製程條件，其中該第二製程條件是由製程結果的一第二分配來代表；

設定該第一與第二製程控制旋鈕至一預定的設定以產生製程結果的一第三分配，其中製程結果的該第三分配是不同於製程結果的該第一與第二分配；及

蝕刻一基材，該基材係設置於一處理室內之一基材支撐件上，該處理室具有該第一及第二製程控制旋鈕，且使該第一及第二製程控制旋鈕設定至該預定的設定，其中該第一製程控制旋鈕選擇流入該處理室之直接定向 (orientation) 氣體與間接定向氣體的一比例，且直接與間接定向氣體係分別以實質垂直於該基材之一平面的一方向與實質平行於該基材之該平面的一方向而由該處理室的一頂部注入，及其中該第二製程控制旋鈕選擇橫跨該基材支撐件之一表面的一溫度曲線。

8. 如申請專利範圍第 7 項所述之方法，其中該設定該第一製程控制旋鈕之步驟更包含：

將佔大多數的氣體以實質垂直於該基材的該平面的一定向而流入該處理室。

9. 如申請專利範圍第 7 項所述之方法，其中該設定該第

一製程控制旋鈕之步驟更包含：

將佔大多數的氣體以實質平行該基材的該平面的一定向而流入該處理室。

10. 如申請專利範圍第 7 項所述之方法，其中該設定該第一製程控制旋鈕之步驟更包含：

控制在該處理室內的鈍化物種的一局部分壓。

11. 如申請專利範圍第 7 項所述之方法，其中該設定該第二製程控制旋鈕之步驟更包含：

偏好地將該基材支撐件的一周邊部分相對於一中心部分加熱。

12. 如申請專利範圍第 7 項所述之方法，其中該設定該第二製程控制旋鈕之步驟更包含：

偏好地將該基材支撐件的一第一部分相對於一第二部分冷卻。

13. 如申請專利範圍第 7 項所述之方法，其中該蝕刻該基材之步驟更包含：

a) 蝕刻一 BARC 層；

b) 蝕刻一硬罩層；及

c) 蝕刻一閘極電極層，其中蝕刻步驟 a-c 中的至少兩個步驟對於該第一及第二製程控制旋鈕的至少一者是

在不同的設定下實施的。

14. 如申請專利範圍第 13 項所述之方法，其中該蝕刻該閘極電極層之步驟更包含：

蝕刻一多晶矽層。

15. 如申請專利範圍第 14 項所述之方法，其中該蝕刻該閘極電極層之步驟更包含：

蝕刻一在該多晶矽層上方的一金屬物質。

16. 如申請專利範圍第 7 項所述之方法，其中該蝕刻該基材之步驟更包含：

蝕刻一多晶矽層或是設置在一多晶矽層上的一金屬層，以形成一高深寬比的特徵結構。

17. 如申請專利範圍第 7 項所述之方法，其中直接定向氣體與間接定向氣體的該比例介於約 50:50 至約 0:100 之間。

18. 如申請專利範圍第 7 項所述之方法，更包含：

選擇該第一及第二製程控制旋鈕，用以產生製程結果的一實質均勻的中心至邊緣分佈，其中該些製程結果包括蝕刻深度、CD 偏移、微負載、側壁輪廓、鈍化 (passivation)、蝕刻率、步階覆蓋性 (step coverage)、

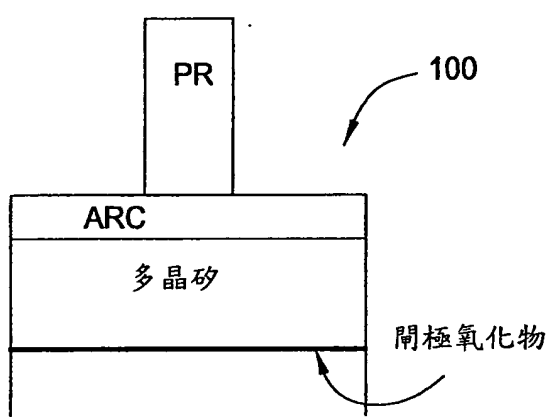
特徵結構之錐度角 (taper angle) 及底切 (undercutting) 中的至少一者。

19. 如申請專利範圍第 7 項所述之方法，其中該設定該第二製程控制旋鈕之步驟更包含：

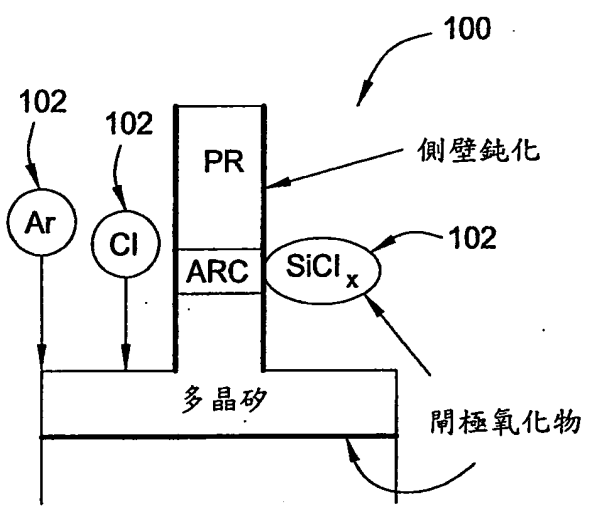
 偏好地將該基材支撐件之一中心部分相對於一周邊部分加熱。

20. 如申請專利範圍第 7 項所述之方法，其中該間接定向氣體係以相對於該基材的該平面小於或等於約 60 度的一入射角度而注入該處理室。

88年11月18日修正替換頁

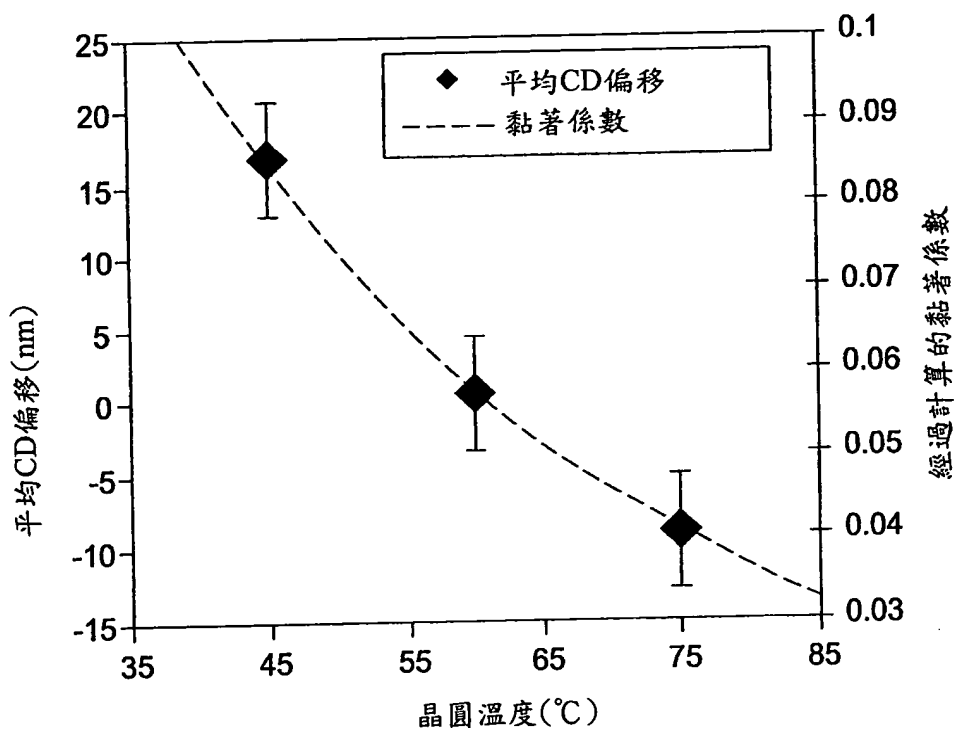


第1A圖

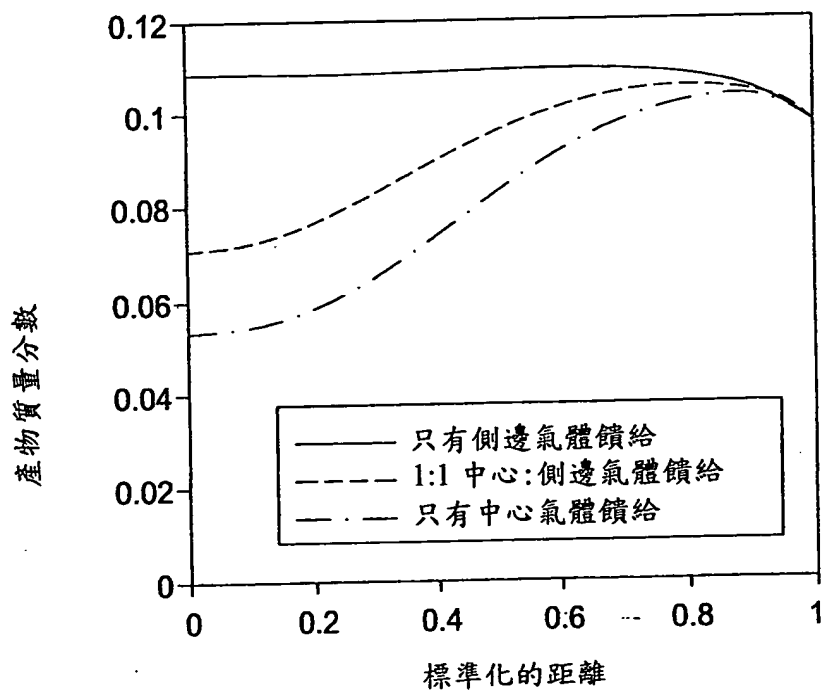


第1B圖

98年11月18日修正替換頁

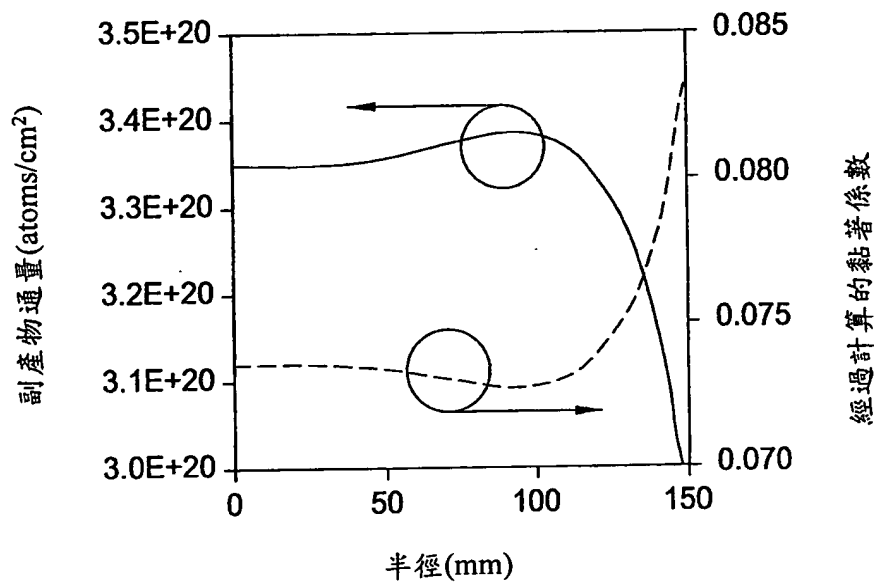


第2圖

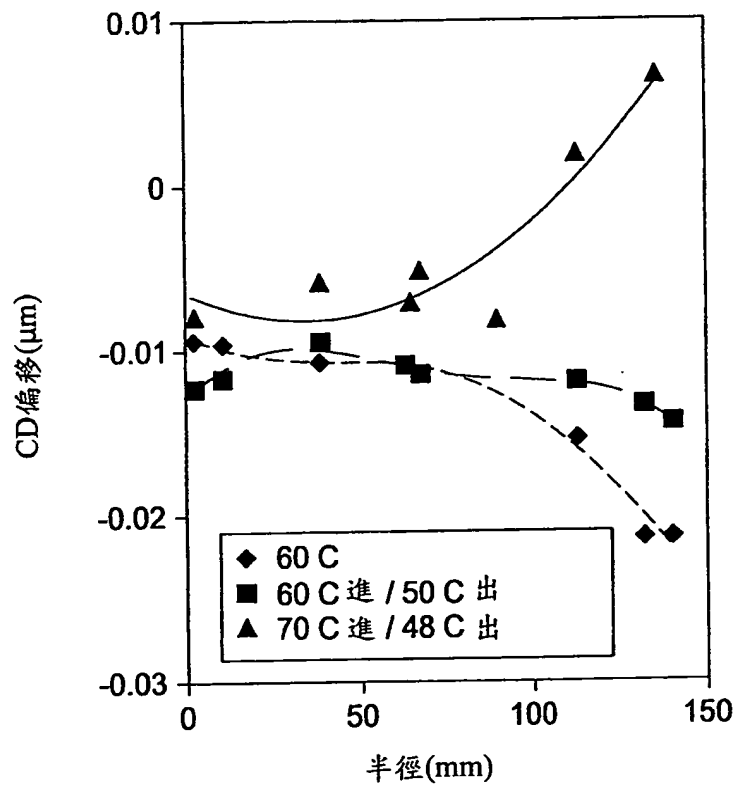


第3圖

88年1月18日修正換頁

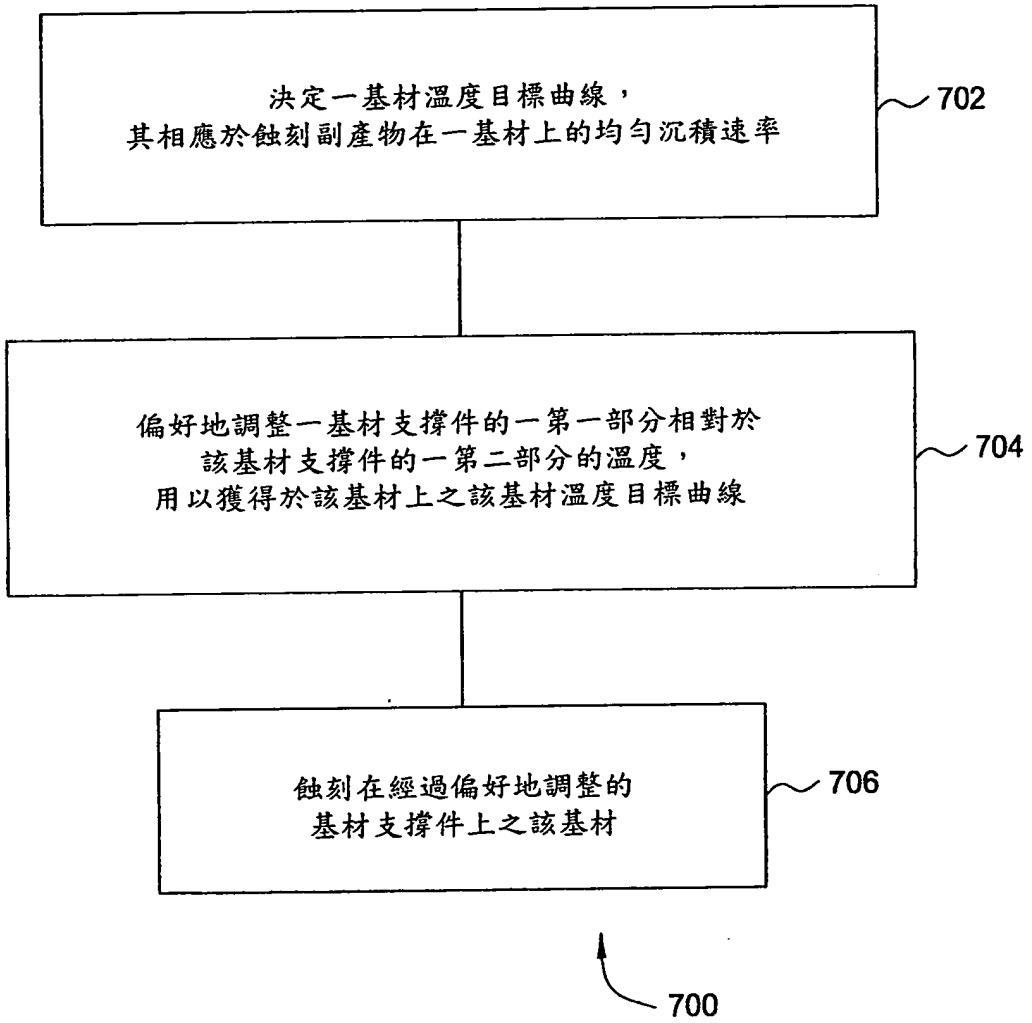


第4圖

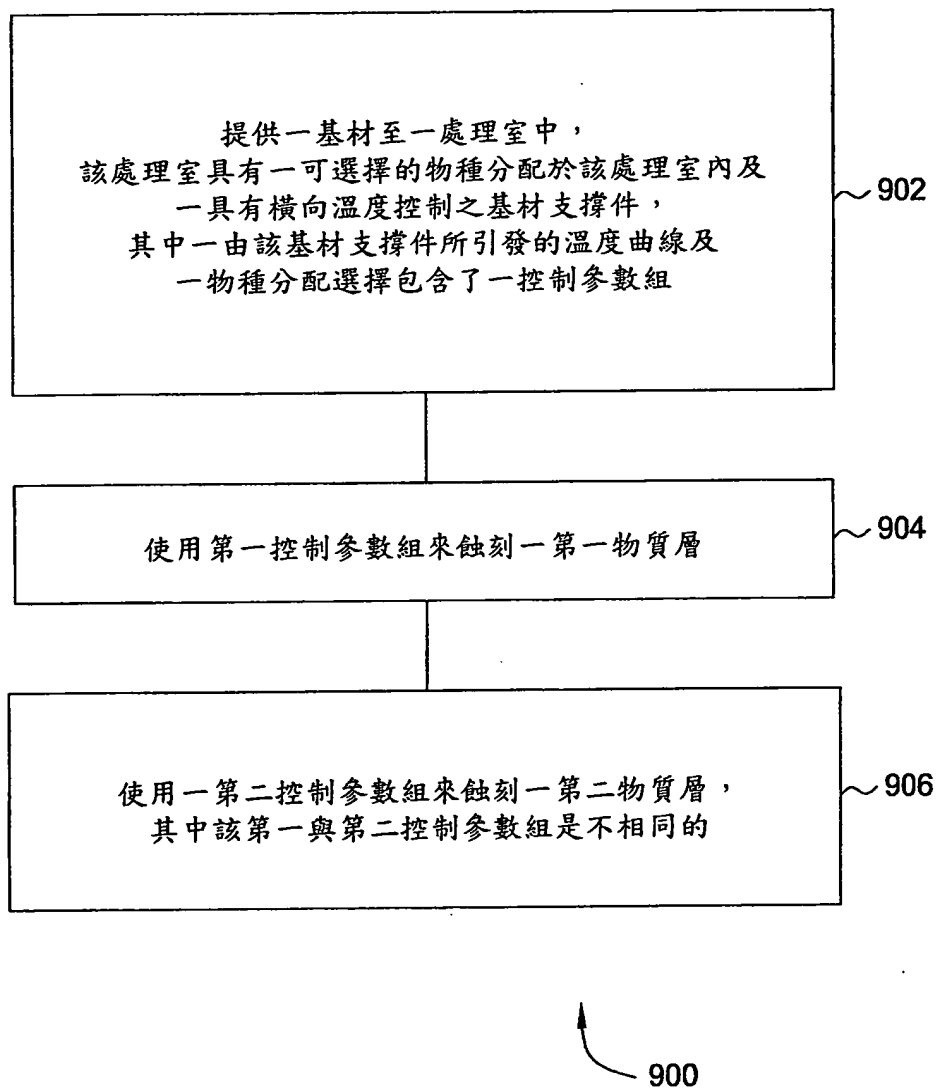


第5圖

8年11月18日 換頁



第7圖



第9圖

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(7)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

702 決定一基材溫度目標曲線，其相應於蝕刻副產物在一
基材上的均勻沉積速率

704 偏好地調整一基材支撐件的一第一部分相對於該基材
支撐件的一第二部分的溫度，用以獲得於該基材上之該基材
溫度目標曲線

706 蝕刻在經過偏好地調整的基材支撐件上之該基材

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無