



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201216331 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 04 月 16 日

(21)申請案號：100135321

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 09 月 29 日

(51)Int. Cl. : **H01L21/205 (2006.01)**

(30)優先權：2010/10/05 美國 61/390,087

(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：西蒙斯馬丁傑 SEAMONS, MARTIN JAY (US)；拉提蘇哈 RATHI, SUDHA (US)；
李光德道格拉斯 LEE, KWANGDUK DOUGLAS (KR)；帕奇迪尼斯 PADHI,
DEENESH (IN)；金柏涵 KIM, BOK HOEN (US)；程秋 CHAN, CHIU (US)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：25 項 圖式數：7 共 44 頁

(54)名稱

超高選擇性之摻雜非晶碳可剝除硬罩幕的發展與整合

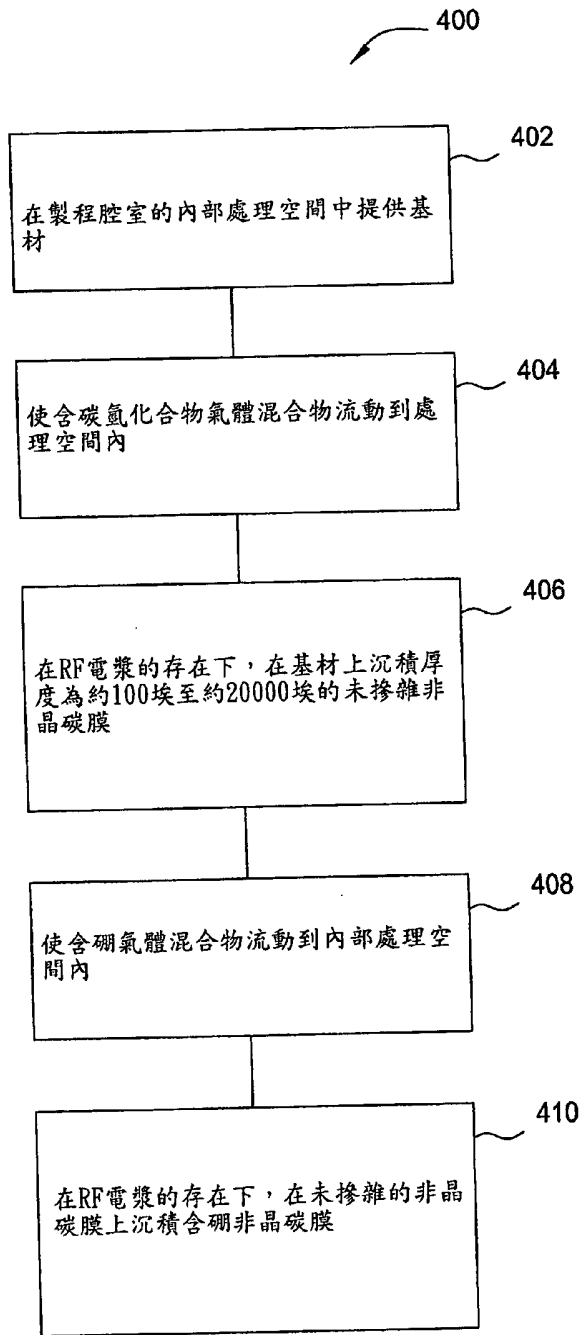
ULTRA HIGH SELECTIVITY DOPED AMORPHOUS CARBON STRIPPABLE HARDMASK
DEVELOPMENT AND INTEGRATION

(57)摘要

本發明的實施例大體上關於積體電路的製造，並且尤其關於含硼非晶碳層在半導體基材上的沉積，特別是關於含硼非晶碳層的沉積。在一實施例中，提供一種在製程腔室中處理基材的方法。此方法包含以下步驟：在處理空間中提供基材；使含碳氫化合物氣體混物流動到處理空間內；藉由從 RF 源施加功率來產生含碳氫化合物氣體混合物的電漿；使含硼氣體混物流動到處理空間內；及在電漿的存在下，在基材上沉積含硼非晶碳膜，其中含硼非晶碳膜含有原子百分比為約 10 至約 60 的硼。

400：方法

402-410：方塊





(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201216331 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 04 月 16 日

(21)申請案號：100135321

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 09 月 29 日

(51)Int. Cl. : **H01L21/205 (2006.01)**

(30)優先權：2010/10/05 美國 61/390,087

(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：西蒙斯馬丁傑 SEAMONS, MARTIN JAY (US)；拉提蘇哈 RATHI, SUDHA (US)；
李光德道格拉斯 LEE, KWANGDUK DOUGLAS (KR)；帕奇迪尼斯 PADHI,
DEENESH (IN)；金柏涵 KIM, BOK HOEN (US)；程秋 CHAN, CHIU (US)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：25 項 圖式數：7 共 44 頁

(54)名稱

超高選擇性之摻雜非晶碳可剝除硬罩幕的發展與整合

ULTRA HIGH SELECTIVITY DOPED AMORPHOUS CARBON STRIPPABLE HARDMASK
DEVELOPMENT AND INTEGRATION

(57)摘要

本發明的實施例大體上關於積體電路的製造，並且尤其關於含硼非晶碳層在半導體基材上的沉積，特別是關於含硼非晶碳層的沉積。在一實施例中，提供一種在製程腔室中處理基材的方法。此方法包含以下步驟：在處理空間中提供基材；使含碳氫化合物氣體混物流動到處理空間內；藉由從 RF 源施加功率來產生含碳氫化合物氣體混合物的電漿；使含硼氣體混物流動到處理空間內；及在電漿的存在下，在基材上沉積含硼非晶碳膜，其中含硼非晶碳膜含有原子百分比為約 10 至約 60 的硼。

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明的實施例大體上關於積體電路的製造，並且尤其關於含硼非晶碳層在半導體基材上的沉積。

【先前技術】

積體電路已經發展成可在單一晶片上包括數百萬個電晶體、電容器與電阻器的複雜元件。晶片設計的發展持續地需要更快速的電路以及更高的電路密度。對於具有更高電路密度的更快速電路的需求產生了對於用來製造此種積體電路的材料的相應需求。尤其，隨著積體電路部件的尺寸縮小到次微米尺度，現在必須使用低電阻率導電材料以及低介電常數絕緣材料來從此種部件獲得適當的電性效能。

對於更高積體電路密度的需求亦產生了對於用在積體電路部件的製造的製程順序的需求。舉例而言，在使用傳統光微影技術的製程順序中，能量敏感阻劑層形成在多個材料層的堆疊上方，其中該多個材料層的堆疊設置在基材上。使能量敏感阻劑層暴露於一圖案圖像，以形成光阻劑罩幕。然後，使用蝕刻製程將罩幕圖案轉移到堆疊的一或更多個材料層。用在蝕刻製程的化學蝕刻劑是經選擇成對堆疊的材料層比對能量敏感阻劑罩幕具有更大的蝕刻選擇性。也就是說，化學蝕刻劑會以比蝕

刻能量敏感阻劑更快的速率來蝕刻材料堆疊的一或更多個層。堆疊的一或更多個材料層相對於阻劑的蝕刻選擇性可避免在完成圖案轉移之前使能量敏感阻劑被耗盡。因此，高選擇性蝕刻劑能提升精確的圖案轉移。

隨著圖案尺寸縮小，能量敏感阻劑的厚度必須相應地縮小，以為了控制圖案解析度。由於會遭受化學蝕刻劑的攻擊，此種薄阻劑層在圖案轉移步驟期間不足以罩幕住下方的材料層。常常在能量敏感阻劑層與下方的材料層之間使用中間層(例如氮氧化矽、碳化矽或碳膜)，以因中間層對化學蝕刻劑具有更大的阻抗能力而促進圖案轉移，其中該中間層稱為硬罩幕。期望具有薄硬罩幕，該薄硬罩幕具有高蝕刻選擇性且在蝕刻製程完成後容易移除。隨著臨界尺寸減小，目前的硬罩幕材料缺乏相對於下方材料的期望蝕刻選擇性且常常難以移除。

所以，此技術領域中需要一種改善的硬罩幕層與用於沉積改善的硬罩幕層的方法。

【發明內容】

本發明的實施例大體上關於積體電路的製造，並且尤其關於含硼非晶碳層在半導體基材上的沉積。在一實施例中，提供一種在製程腔室中處理基材的方法。此方法包含以下步驟：在處理空間中提供基材；使含碳氫化合物氣體混物流動到處理空間內；藉由從 RF 源施加功率

來產生含碳氫化合物氣體混合物的電漿；使含硼氣體混合物流動到處理空間內；及在電漿的存在下，在基材上沉積含硼非晶碳膜，其中含硼非晶碳膜含有原子百分比為約 10 至約 60 的硼。

在另一實施例中，提供一種在製程腔室中處理基材的方法。此方法包含以下步驟：在 RF 功率的存在下，使基材暴露於含碳氫化合物氣體的流動，以在基材上沉積不含硼的非晶碳膜；關閉 RF 功率，同時使含碳氫化合物氣體持續流動；及在 RF 功率的存在下，使基材暴露於含硼氣體的流動與含碳氫化合物氣體的流動，以在不含硼的非晶碳膜上沉積含硼非晶碳膜，其中含硼非晶碳膜含有原子百分比為約 30 至 60 的硼。在一實例中，不含硼的非晶碳膜可具有約 50Å 至約 1000Å 的厚度，而含硼非晶碳膜可具有約 300Å 至約 5000Å 的厚度。含硼非晶碳膜可含有原子百分比為約 20 至約 50 的碳以及原子百分比為約 10 至約 25 的氫。此方法可更包含以下步驟：蝕刻含硼非晶碳膜，以形成一圖案化含硼非晶碳膜；及在基材中形成相應於圖案化含硼非晶碳膜的特徵定義。

在另一實施例中，提供一種在製程腔室中處理基材的方法。此方法包含以下步驟：在處理空間中提供基材；使含碳氫化合物氣體混合物流動到處理空間內；藉由從 RF 源施加功率來產生含碳氫化合物氣體混合物的電漿；在電漿的存在下，在基材上沉積不含硼的非晶碳膜；使含硼氣體混合物流動到處理空間內；及在電漿的存在

下，在不含硼的非晶碳膜上沉積含硼非晶碳膜，其中含硼非晶碳膜含有原子百分比為約 10 至約 60 的硼。

在一另一實施例中，提供一種在製程腔室中處理基材的方法。此方法包含以下步驟：在製程腔室中提供基材；使含碳氫化合物氣體混合物流動到製程腔室內；從含碳氫化合物氣體混合物產生第一電漿，以在基材上沉積不含硼的非晶碳膜，不含硼的非晶碳膜具有約 300Å 至約 5000Å 的厚度；藉由關閉第一電漿來穩定化製程腔室內的處理條件，同時使含碳氫化合物氣體混合物持續流動到製程腔室內；使含硼氣體混合物流動到製程腔室內；及從含碳氫化合物氣體混合物與含硼氣體混合物產生第二電漿，以在不含硼的非晶碳膜上沉積含硼非晶碳膜，含硼非晶碳膜具有約 300Å 至約 5000Å 的厚度。在一實施例中，含硼非晶碳膜可含有原子百分比為約 10 至約 60 的硼。此方法可更包含以下步驟：使用含有過氧化氫與硫酸的溶液來移除含硼非晶碳膜；及使用含氫電漿、含氧電漿或它們的組合來移除不含硼的非晶碳膜。

在又另一實施例中，提供一種含硼非晶碳膜。含硼非晶碳膜含有原子百分比為約 10 至約 60 的硼、原子百分比為約 20 至約 50 的碳與原子百分比為約 10 至約 30 的氫。

在又一另一實施例中，提供一種半導體元件。此元件包含：不含硼的非晶碳膜，不含硼的非晶碳膜沉積在基材上方，不含硼的非晶碳膜具有約 50Å 至約 5000Å 的厚

度；含硼非晶碳膜，含硼非晶碳膜沉積在不含硼的非晶碳膜上，其中含硼非晶碳膜具有約 300Å 至約 5000Å 的厚度且含有原子百分比為約 10 至 60 的硼；抗反射塗覆膜，抗反射塗覆膜沉積在含硼非晶碳膜上；及光阻劑膜，光阻劑膜沉積在抗反射塗覆膜上。

在一另一實施例中，提供一種在製程腔室中處理基材的方法。此方法包含以下步驟：在 RF 功率的存在下，使基材暴露於氣體混合物的流動，以在基材上方沉積含硼非晶碳膜，氣體混合物包含含碳氫化合物氣體與含硼氣體；蝕刻含硼非晶碳膜，以形成圖案化含硼非晶碳膜，其中含硼非晶碳膜含有原子百分比為約 35 至約 60 的硼且具有約 300Å 至約 5000Å 的厚度；及在基材中形成相應於圖案化含硼非晶碳膜的特徵定義。在一實施例中，含硼非晶碳膜可含有原子百分比為約 20 至約 50 的碳與原子百分比為約 10 至約 25 的氫。

【實施方式】

本發明的實施例大體上關於積體電路的製造，並且尤其關於含硼非晶碳層在半導體基材上的沉積，特別是關於含硼非晶碳層的沉積。在邏輯與記憶體元件結構中，供深接觸所用的高深寬比蝕刻可具有 10-75:1 的深寬比，其中硬罩幕佔總堆疊厚度的 10-40%。在一實施例中，提供改善蝕刻選擇性 40-80% 的含硼非晶碳膜，含硼

非晶碳膜能容許減少硬罩幕厚度類似相應的量。在另一實施例中，提供含硼膜，含硼膜的蝕刻阻抗性是目前已知的未摻雜非晶碳膜的蝕刻阻抗性的 2-20 倍，此能容許硬罩幕厚度與結構深寬比的減少。在此所述的特定實施例改善硬罩幕輪廓、臨界尺寸控制與臨界尺寸均勻性。在各種實施例中，可使用含碳氫化合物氣體、含硼氣體與惰性/載體氣體(諸如氫、氮與氬)來沉積含硼非晶碳層。有利地，已經發現可使用工業接受的濕式蝕刻化學方式將含硼非晶碳膜從下方材料輕易地剝除，而不會損壞下方的介電質膜。

本發明的實施例亦提供多層硬罩幕，多層硬罩幕包含非晶碳層與沉積在非晶碳層上的含硼非晶碳層。在一實施例中，含硼非晶碳膜含有原子百分比為約 10 至約 60 的硼。非晶碳層的厚度可為約 50Å 至約 5000Å。含硼非晶碳膜可具有約 300Å 至約 5000Å 的厚度。在非晶碳層具有約 50Å 至約 1000Å 的厚度的情況中，下方的非晶碳層可作為基材與含硼非晶碳層之間的過渡層，以在使用含硼氣體(諸如二硼烷)的後續的含硼非晶碳沉積期間避免非晶硼會直接地形成在基材上，其中非晶硼難以移除。除了作為過渡膜，在非晶碳層具有約 300Å 至約 5000Å 的厚度的特定實施例中，含硼非晶碳層可在具有良好的硬罩幕效能(例如良好的 CD 控制與特徵輪廓)的主要蝕刻製程期間被耗盡，同時具有足夠厚的非晶碳層，其中可使用傳統的氧電漿將該足夠厚的非晶碳層容

易地灰化，以致下方的層能完成圖案化而不會損壞下方的層。熟習此技術領域的人士應瞭解，說明書中所使用的詞語「含硼非晶碳」大體上涵蓋硼碳材料，無論是碳化硼的形式或非化學計量混合物的硼與碳或摻雜有硼的非晶碳皆可。亦應瞭解，儘管材料在此稱為「非晶」，吾等沒有意圖將此詞語意指膜中完全不含有結晶結構，而僅是表示目前可取得的技術無法識別出結晶結構。

第 1 圖圖示基材製程系統 132 的示意圖，基材製程系統 132 可用於根據在此所述的實施例執行非晶碳層沉積。可用於實施本發明的基材製程系統 132 的一實例的細節被描述在共同受讓的美國專利 US6,364,954，美國專利 US6,364,954 在西元 2002 年 4 月 2 日被授予 Salvador 等人且在此以引用方式被併入到本文內。適當的系統的實例包括能從美國加州聖大克勞拉市的應用材料公司商業上取得的可使用 DxZ™ 製程腔室的 CENTURA® 系統、PRECISION 5000® 系統、PRODUCER™ 系統、PRODUCER GT™ 與 PRODUCER SE™ 製程腔室。可瞭解，其他製程系統(包括能從其他製造業者取得的製程系統)可適於實施在此所述的實施例。

製程系統 132 包括製程腔室 100，製程腔室 100 耦接到氣體面板 130 與控制器 110。大體上，製程腔室 100 包括頂壁 124、側壁 101 與底壁 122，頂壁 124、側壁 101 與底壁 122 界定內部處理空間 126。支撐載座 150 被提供在腔室 100 的內部處理空間 126 中。載座 150 由桿 160

來支撐，並且載座 150 可典型地由鋁、陶瓷與其他適當材料製成。可使用位移機構(未圖示)在腔室 100 內將載座 150 移動於垂直方向。

載座 150 可包括嵌設加熱器構件 170，嵌設加熱器構件 170 適於控制被支撐在載座 150 的表面 192 上的基材 190 的溫度。可藉由施加來自功率供應器 106 的電流到加熱器構件 170，以將載座 150 電阻式加熱。加熱器構件 170 可由鎳-鉻導線製成，其中鎳-鉻導線被封裝在鎳-鐵-鉻合金(例如 INCOLOY[®])的鞘管中。從功率供應器 106 供應的電流是由控制器 110 來調節，以控制加熱器構件 170 產生的熱，藉此在膜沉積期間維持基材 190 與載座 150 於實質上恆定的溫度。可調整所供應的電流，以選擇性地控制載座 150 的溫度於約 100°C 至約 700°C 之間。

溫度感測器 172(諸如熱電偶)可被嵌設在支撐載座 150 中，以利用傳統方式來監控載座 150 的溫度。控制器 110 使用測量的溫度來控制供應到加熱構件 170 的功率，以維持基材於期望的溫度。

真空泵 102 耦接到形成在腔室 100 的底部中的埠。真空泵 102 用於維持製程腔室 100 中的期望的氣體壓力。真空泵 102 亦可將後處理氣體與製程副產物從腔室 100 排空。

製程系統 132 還可包括用於控制腔室壓力的額外設備，例如設置在製程腔室 100 與真空泵 102 之間而用於控制腔室壓力的閥(例如節流閥與隔離閥)。

噴頭 120 具有複數個穿孔 128，噴頭 120 設置在製程腔室 100 的頂部上而位在基材支撐載座 150 上方。噴頭 120 的穿孔 128 用於將製程氣體引進到腔室 100 內。穿孔 128 可具有不同的尺寸、數量、分佈、形狀、設計與直徑，以促進針對不同製程要求的各種製程氣體流動。噴頭 120 連接到氣體面板 130，氣體面板 130 容許各種氣體在製程期間供應到內部處理空間 126。電漿從離開噴頭 120 的製程氣體混合物而形成，以提升製程氣體的熱分解，使得材料能沉積在基材 190 的表面 191 上。

噴頭 120 與基材支撐載座 150 可在內部處理空間 126 中形成一對相隔電極。一或更多個 RF 功率源 140 經由匹配網路 138 提供偏電位到噴頭 120，以促進噴頭 120 與載座 150 之間的電漿的產生。或者，RF 功率源 140 與匹配網路 138 可耦接到噴頭 120、基材載座 150，或耦接到噴頭 120 與基材載座 150 兩者，或耦接到設置在腔室 100 外面的天線(未圖示)。在一實施例中，RF 功率源 140 可在約 50 kHz 至約 13.6 MHz 的頻率下提供約 100 Watts 與約 3000 Watts 之間。在另一實施例中，RF 功率源 140 可在約 50 kHz 至約 13.6 MHz 的頻率下提供約 500 Watts 與約 1800 Watts 之間。

控制器 110 包括中央處理單元(CPU)112、記憶體 116 與支援電路 114，而用以控制製程順序與調節來自氣體面板 130 的氣體流動。CPU 112 可以是用在工業設備中的任何形式的通用目的電腦處理器。軟體常式可儲存在

記憶體 116 中，記憶體係諸如隨機存取記憶體、唯讀記憶體、軟碟或硬碟機，或任何形式的數位儲存器。支援電路 114 係以傳統方式耦接到 CPU 112 且可包括快取、時脈電路、輸入/輸出系統、功率供應器與諸如此類者。控制器 110 與製程系統 132 的各種部件之間的雙向溝通是透過多個訊號纜線來操縱，該等訊號纜線共同地稱為訊號匯流排 118，一些訊號匯流排 118 被圖示在第 1 圖中。

其他沉積腔室亦可受益自本發明，並且上述所列的參數可根據用於形成非晶碳層的特定沉積腔室而改變。舉例而言，其他沉積腔室可具有更大或更小的容積，使得氣體流速大於或小於能從應用材料公司取得的沉積腔室的氣體流速。在一實施例中，可使用能從美國加州聖大克勞拉市的應用材料公司商業上取得的 PRODUCER SE™ 或 PRODUCER GT™ 製程腔室而利用表一所揭示的參數來沉積含硼非晶碳層。

所沉積的含硼非晶碳膜中的硼的量/百分比可根據應用而改變。在本發明的各種實施例中，含硼非晶碳膜可含有原子百分比為至少 8、10、15、20、25、30、35、40、45、50 或 55 的硼。含硼非晶碳膜可含有原子百分比高達 15、20、25、30、35、40、45、50、55 或 60 的硼。含硼非晶碳膜可含有原子百分比為約 10 至約 60 的硼。含硼非晶碳膜可含有原子百分比為約 30 至約 60 的硼。含硼非晶碳膜可含有原子百分比為至少 15、20、25、30、35、40、45、50、55 或 60 的碳。含硼非晶碳膜可

含有原子百分比高達 25、30、35、40、45、50、55、60 或 65 的碳。含硼非晶碳膜可含有原子百分比為約 20 至約 65 的碳，例如原子百分比為約 35 至約 50 的碳。含硼非晶碳膜可含有原子百分比為至少 10、15、20、25 的氫。含硼非晶碳膜可含有原子百分比高達 15、20、25、30 或 40 的氫。含硼非晶碳膜可含有原子百分比為約 10 至約 25 的氫。在氮作為前驅物的特定實施例中，含硼非晶碳膜可含有原子百分比為至少 5、10 或 15 的氮。含硼非晶碳膜可含有原子百分比高達 10、15 或 20 的氮。

大體上，下述的示範性沉積製程參數可用於形成含硼非晶碳層。製程參數可以是晶圓溫度可為約 100°C 至約 700°C，例如在約 200°C 與約 500°C 之間。腔室壓力可為約 1 Torr 至約 20 Torr，例如在約 2 Torr 與約 10 Torr 之間。含碳氫化合物氣體的流速可為約 200 sccm 至約 5000 sccm，例如在約 400 sccm 與約 2000 sccm 之間。稀釋氣體的流速可獨立地為約 0 sccm 至約 20000 sccm，例如約 2000 sccm 至約 10000 sccm。惰性氣體的流速可獨立地為約 0 sccm 至約 20000 sccm，例如約 200 sccm 至約 2000 sccm。含硼氣體混合物的流速可為約 1000 sccm 至約 15000 sccm，例如在約 5000 sccm 與約 13000 sccm 之間。RF 功率為在約 1 W/in² 與約 100 W/in² 之間，諸如在約 3 W/in² 與約 20 W/in² 之間，並且基材的頂表面與噴頭之間的板間隔為在約 200 mils 與約 600 mils 之間。含硼非晶碳層可沉積成厚度為在約 100Å 與約 20000Å 之間，諸如

在約 300Å 與約 5000Å 之間。上述的製程參數提供含硼非晶碳層在約 100Å/min 至約 10000Å/min 的典型沉積速率，並且可被實施在能從美國加州聖大克勞拉市的應用材料公司取得的沉積腔室中的 300 mm 基材上。

表一

沉積參數	示範性範圍	
溫度(°C)	200-550 °C	400 °C
壓力(Torr)	2.0-10.0 Torr	7.0 Torr
RF 功率(13.56MHz)	100-3,000 Watts	1,200 Watts
間隔	200-600 mils	320 mils
C ₂ H ₂ 流動	200-2,000 sccm	500 sccm
He 流動	0-10,000 sccm	400 sccm
B ₂ H ₆ 混和物流動	1,000-15,000 sccm	13,000 sccm
Ar 流動	0-10,000 sccm	3,000 sccm

所沉積的含硼非晶碳膜可具有小於 2.0% 的均勻性 (R/2%)。所沉積的含硼非晶碳膜可具有大於 1.8 的折射率 (RI(633 nm))，例如約 2.32。所沉積的含硼非晶碳膜可具有小於 0.1 的 k 值 (K(在 633 nm))，例如約 0.02。所沉積的含硼非晶碳膜可具有約 0 至約 -500 MPa 的應力 (MPa)，例如 -50 MPa。所沉積的含硼非晶碳膜可具有大於 1.5 g/cc 的密度 (g/cc)，例如約 1.86 g/cc 或更高 (諸如 1.95 g/cc)。

第 2 圖是製程流程圖，該製程流程圖圖示用於根據在

此所述的實施例沉積含硼非晶碳膜的方法 200 的一實施例。方法 200 開始於方塊 202，方塊 202 是在製程腔室的內部空間中提供基材。製程腔室可以是第 1 圖所圖示的製程腔室 100。基材 190(如第 3 圖所示)具有實質上平坦的表面 191。或者，基材 190 可具有圖案化結構，即具有溝槽、孔洞或介層洞形成在其中的表面。基材 190 亦可具有實質上平坦的表面，該實質上平坦的表面具有於期望高度處形成在其上或在其中的結構。儘管基材 190 被圖示成單一本體，可瞭解的是基材 190 可含有用於形成半導體元件(諸如金屬接觸、溝槽隔離、閘極、位元線或任何其他內連線特徵)的一或更多個材料。基材 190 可包含用於製造半導體元件的一或更多個金屬層、一或更多個介電材料、半導體材料與上述的組合。舉例而言，基材 190 可包括氧化物材料、氮化物材料、多晶矽材料或諸如此類者，取決於應用。在期望記憶體應用的一實施例中，基材 190 可包括矽基材材料、氧化物材料與氮化物材料，無論具有或不具有多晶矽夾置在該等材料之間皆可。在另一實施例中，基材 190 可包括沉積在基材的表面上的複數個交替的氧化物與氮化物材料(即氧化物-氮化物-氧化物(ONO))(未圖示)。在各種實施例中，基材 190 可包括複數個交替的氧化物與氮化物材料、一或更多個氧化物或氮化物材料、多晶矽或非晶矽材料、和非晶矽交替的氧化物、和多晶矽交替的氧化物、和摻雜矽交替的未摻雜矽、和摻雜多晶矽交替的未摻雜多晶

矽、或和摻雜非晶矽交替的未摻雜非晶矽。基材可以是任何基材或材料表面，膜處理被執行在基材或材料表面上。舉例而言，基材 190 可以是諸如結晶矽、氧化矽、氮氧化矽、氮化矽、伸張矽、矽鍺、鎢、氮化鈦、摻雜或未摻雜多晶矽、摻雜或未摻雜矽晶圓與圖案化或未圖案化晶圓、絕緣體覆矽(SOI)、摻雜碳的氧化矽、氮化矽、摻雜矽、鍺、砷化鎵、玻璃、藍寶石(sapphire)、低 k 介電質與上述的組合的材料。

在方塊 204 中，使含碳氫化合物氣體混物流動到處理空間 126 內。可使含碳氫化合物氣體混合物從氣體面板 130 經由噴頭 120 流動到處理空間 126 內。氣體混合物可包括至少一碳氫化合物與惰性氣體。儘管較佳的前驅物是在室溫下的蒸氣以能將到腔室的材料計量、控制與輸送予以簡單化，碳氫化合物可以是任何液體或氣體。較佳地，碳源是氣態碳氫化合物，諸如線性碳氫化合物。在一實施例中，碳氫化合物具有 C_xH_y 的通式，其中 x 為在 1 與 20 之間且 y 為在 1 與 20 之間。適當的碳氫化合物包括一或更多個下述的化合物，例如烷類甲烷(CH_4)、乙烷(C_2H_6)、丙烯(C_3H_6)、丙烷(C_3H_8)、丁烷(C_4H_{10})及其異構物異丁烷、戊烷(C_5H_{12})及其異構物異戊烷和新戊烷、己烷(C_6H_{14})及其異構物 2-甲基戊烷、3-甲基戊烷、2,3-二甲基丁烷和 2,2-二甲基丁烷與諸如此類者。額外的適當的碳氫化合物可包括烯類(諸如乙烯、丙烯、丁烯及其異構物、戊烯及其異構物與諸如此類者)、二烯類(諸

如丁二烯、異戊烯、戊二烯、己二烯與諸如此類者)、與鹵化烷類(包括一氟乙烯、二氟乙烯、三氟乙烯、四氟乙烯、一氯乙烯、二氯乙烯、三氯乙烯、四氯乙烯與諸如此類者)。此外，炔類(諸如乙炔(C_2H_2)、丙炔(C_3H_4)、丁烯(C_4H_8)、乙烯基乙炔與上述的衍生物)可作為碳前驅物。可使用額外的芳香族碳氫化合物(諸如苯、苯乙烯、甲苯、二甲苯、乙苯、苯乙酮、苯甲酸甲酯、乙酸苯酯、酚、甲酚、呋喃與諸如此類者)、松油烯、異丙基甲苯、1,1,3,3-四甲基丁基苯、第三丁基醚、第三丁基乙烯、甲基丙烯酸甲酯與第三丁基糠基醚、具有化學式 C_3H_2 與 C_5H_4 的化合物、鹵化芳香族化合物(包括一氟化苯、二氟化苯、四氟化苯、六氟化苯與諸如此類者)。在一實施例中， C_2H_2 是較佳的，此是因為能形成更穩定的中間物種，更穩定的中間物種能容許更大的表面移動性。

若希望的話，可添加適當的稀釋氣體(諸如氦(He)、氬(Ar)、氫(H_2)、氮(N_2)、氨(NH_3)、或上述的組合、與諸如此類者)到氣體混合物。Ar、He 與 N_2 是用來控制非晶碳層的密度與沉積速率。在一些情況中， N_2 與/或 NH_3 的添加可用來控制非晶碳層的氫比例，如下文所討論。或者，在沉積期間可不使用稀釋氣體。

可隨同含碳氫化合物氣體混合物供應惰性氣體(諸如氬(Ar)與/或氦(He))到製程腔室 100 內。亦可使用其他惰性氣體(諸如氮(N_2)與一氧化氮(NO))來控制非晶碳層的密度與沉積速率。此外，可添加各種其他製程氣體到氣

體混合物，以改變非晶碳材料的性質。在一實施例中，製程氣體可以是反應性氣體，諸如氫(H_2)、氮(NH_3)、氫(H_2)與氮(N_2)的混合物或上述的組合。 H_2 與/或 NH_3 的添加可用來控制所沉積的非晶碳層的氫比例(例如碳對氫的比例)。存在於非晶碳膜中的氫比例係提供對層性質(諸如反射率)的控制。

在方塊 206 中，使含硼氣體混物流動到內部處理空間 126 內。可使含硼氣體混合物從氣體面板 130 經由噴頭 120 流動到處理空間 126 內。在一實施例中，含硼氣體混合物包含含硼化合物與惰性氣體。含硼化合物的實例包括二硼烷(B_2H_6)、三甲基硼烷(TMB 或 $B(CH_3)_3$)、三乙基硼烷(TEB)、甲基硼烷、二甲基硼烷、乙基硼烷、二乙基硼烷與類似的化合物。在一實施例中，含硼化合物在總含硼氣體混合物中的百分比為約 2%至約 20%。在另一實施例中，含硼化合物在總含硼氣體混合物中的百分比為約 5%至約 10%。示範的含硼氣體混合物可包括 5% B_2H_6 /95% N_2 、5% B_2H_6 /95% He、10% B_2H_6 /90% He、5% B_2H_6 /95% Ar、10% B_2H_6 /90% Ar、或 5% B_2H_6 /95% H_2 。不被理論受限但發明人已經發現到，氫的使用(而非氮的使用)可達到改善的機械膜性質(諸如模數與硬度)。可設想出的是當使用了不同濃度的含硼氣體混合物時，需要達到特定膜性質的流速可相應地改變。舉例而言，在使用 5%二硼烷作為含硼氣體源的情況中，含硼氣體混合物的流速可為約 5000 sccm 至約 15000 sccm，例如約 13000

sccm。在使用 10%二硼烷作為含硼氣體源的另一實例中，含硼氣體混合物的流速可為約 4000 sccm 至約 10000 sccm，例如約 6000 sccm 至約 7000 sccm。

在方塊 208 中，在內部處理空間 126 中產生 RF 電漿，以在基材 190 上沉積含硼非晶碳膜 304。第 2 圖在此顯示一實施例，其中在啟動 RF 電漿之前將含碳氫化合物氣體混合物與含硼氣體混合物引進到內部處理空間 126 內。在此情況中，可將含碳氫化合物氣體混合物引進到處理空間 126 內長達較長的時間，諸如約 5 秒與約 30 秒之間，例如約 15 秒，時間可取決於基材的尺寸。威信，在引進含硼氣體之前的含碳氫化合物氣體混合物的流動能提供處理空間 126 的連續的熱與壓力穩定性。儘管使含碳氫化合物氣體混物流動，含硼氣體混合物接著在引發 RF 電漿之前流動到處理空間 126 內長達約 0.5 秒至約 5 秒，例如約 1 秒至約 2 秒(只要流動恰好能長到足以使含硼氣體混合物開始抵達處理空間 126，流動時間可改變)。含碳氫化合物氣體混合物與含硼氣體混合物可持續流動，直到達到期望厚度的含硼非晶碳膜 304。或者，可在將含硼氣體混合物引進到內部處理空間 126 內之前產生 RF 電漿。

含硼非晶碳膜 304 的厚度是取決於處理階段而可改變的。在一實施例中，含硼非晶碳膜 304 可具有約 100Å 至約 20000Å 的厚度，例如約 300Å 至約 5000Å。可使用標準光阻劑圖案化技術將含硼非晶碳膜 304 予以圖案

化。可使用含有過氧化氫與硫酸的溶液將含硼非晶碳膜 304 移除。一含有過氧化氫與硫酸的示範性溶液稱為柏瀾哈溶液 (Piranha solution) 或柏瀾哈蝕刻劑 (Piranha etch)。亦可使用含有氧與鹵素(例如氟或氯)的蝕刻化學試劑(例如 Cl_2/O_2 、 CF_4/O_2 、 $\text{Cl}_2/\text{O}_2/\text{CF}_4$)將含硼非晶碳膜 304 移除。

第 4 圖是製程流程圖，該製程流程圖圖示用於根據在此所述的實施例沉積含硼非晶碳膜的方法 400 的另一實施例。第 5 圖圖示根據在此所述的實施例的基材結構的示意剖視圖，該基材結構在未摻雜非晶碳膜 502 上具有作為硬罩幕層的含硼非晶碳膜 304。第 4 圖所圖示的方法 400 類似於第 2 圖所圖示的方法 200，除了在含硼非晶碳膜 304 沉積在未摻雜非晶碳膜 502 之前使未摻雜非晶碳膜 502 沉積在基材 190 的表面 191 上。

在方塊 402 中，基材 190 定位在製程腔室 100 的內部處理空間 126 中。

在方塊 404 中，使含碳氫化合物氣體混物流動到內部處理空間 126 內。含碳氫化合物氣體混合物可類似於方法 200 中所使用的含碳氫化合物氣體混合物。

在方塊 406 中，在內部處理空間 126 中產生 RF 電漿，以在基材 190 的表面 191 上沉積未摻雜非晶碳(不含硼)膜。可使用前述的處理條件在沒有含硼氣體混合的流動下來沉積未摻雜非晶碳膜 502。在一實施例中，未摻雜非晶碳膜 502 可具有約 50\AA 至約 1000\AA 的厚度，未摻雜

非晶碳膜 502 可作為基材 190 與後續沉積的含硼非晶碳膜 304 之間的過渡層(第 5 圖)。已經觀察到，在後續的含硼非晶碳膜 304 的沉積期間，作為碳源的含硼氣體(諸如二硼烷)被分解且在加熱的基材上形成非晶硼膜(即使沒有啟動電漿)，其中非晶硼膜難以移除。所沉積的未摻雜非晶碳膜 502 可在後續的含硼非晶碳沉積期間避免非晶硼會直接地形成在基材上。

在另一實施例中，未摻雜非晶碳層 502 可具有約 300\AA 至約 5000\AA 的較厚厚度，例如約 2000\AA 至約 3000\AA ，以致待沉積在未摻雜非晶碳層 502 上的後續含硼非晶碳膜 304(第 5 圖)能在具有良好的硬罩幕效能(例如良好的 CD 控制與特徵輪廓)的主要蝕刻製程期間被耗盡，同時具有足夠厚的非晶碳層，其中可使用傳統的氧電漿將該足夠厚的非晶碳層輕易地灰化，以致下方的層能完成圖案化而不會損壞下方的層。此多層硬罩幕方式可被應用到各種應用，諸如深氧化物接觸蝕刻、DRAM 電容器模鑄蝕刻、及線與/或空間蝕刻。在線與空間蝕刻應用(諸如淺溝槽隔離蝕刻硬罩幕、閘極蝕刻硬罩幕與位元線蝕刻硬罩幕)的情況中，膜堆疊可具有約 300\AA 至約 1000\AA 的未摻雜非晶碳膜 502 與約 300\AA 至約 1000\AA 的含硼非晶碳膜 304。取決於緻密與稀疏區域的蝕刻選擇性，可調節該等層的厚度。

一旦在基材 190 上沉積了期望厚度的未摻雜非晶碳膜 502，可藉由關閉 RF 電漿將製程腔室予以穩定化，同時

使含碳氫化合物氣體混合物持續流動到處理空間 126 內。在將含硼氣體混合物引進到處理空間 126 內之後，可繼續 RF 電漿。在一實例中，含硼氣體混合物在引發 RF 電漿之前流動到處理空間 126 內長達約 0.5 秒至約 5 秒，例如約 1 秒至約 2 秒(只要流動恰好能長到足以使含硼氣體混合物開始抵達處理空間 126，流動時間可改變)。

在沉積未摻雜非晶碳膜 502 之後，在方塊 408 中，使含硼氣體混合物(類似於方法 200 中所使用的含硼氣體混合物)流動到製程腔室的內部處理空間 126 內。在一實施例中，可維持用於沉積未摻雜非晶碳膜 502 的處理條件，同時使含硼氣體混物流動到製程腔室 100 的內部處理空間 126 內。或者，如上所述，在將含硼氣體混合物引進到內部處理空間 126 內之前，可關閉 RF 電漿，同時使含碳氫化合物氣體混合物持續流動到處理空間 126 內。

在方塊 410 中，在 RF 電漿的存在下，含硼非晶碳膜 304 沉積在未摻雜非晶碳膜 502 上。在一實施例中，含硼非晶碳膜 304 可具有約 100Å 至約 20000Å 的厚度，例如約 300Å 至約 5000Å。所沉積的含硼非晶碳膜 304 可提供對罩幕琢面(mask faceting)較好的阻抗性(此對於在主要蝕刻製程期間維持 CD 控制與特徵輪廓是重要的)以及比傳統非晶碳硬罩幕更佳的良好蝕刻選擇性(此是根據高達 7X 毯覆膜測試)。可使用含有過氧化氫與硫酸的溶液將含硼非晶碳膜 304 移除。一含有過氧化氫與硫酸的

示範性溶液稱為柏瀾哈溶液(Piranha solution)或柏瀾哈蝕刻劑(Piranha etch)。可使用含氫電漿、含氧電漿或它們的組合將未摻雜(不含硼)非晶碳膜 502 移除。亦可使用含有氧與鹵素(例如氟或氯)的蝕刻化學試劑(例如 Cl_2/O_2 、 CF_4/O_2 、 $\text{Cl}_2/\text{O}_2/\text{CF}_4$)將含硼非晶碳膜 304 移除。

提供以下的非限制實例，以進一步說明在此所述的實施例。然而，不意圖使實例皆為專有的且不意圖使實例會限制在此所述的實施例的範疇。使用能從美國加州聖大克勞拉市的應用材料公司商業上取得的 PRODUCER SE™製程腔室來沉積表二與表四的示範性膜。表二圖示根據在此所述的實施例的用於含硼非晶碳膜(樣品 2-9)的處理條件與機械性質。樣品 1 是不含有硼的控制。表三圖示對於表二的樣品 1-9 而言碳、氫、硼與氮在所沉積的膜中的百分比。原子百分比(at. %)對於各個元素各自具有以下不確定性(at. %)與偵測限制(at. %)：O(± 3 , 3)、N(± 3 , 3)、C(± 4 , 4)、B(± 5 , 4)與 H(± 4 , 4)。應力的單位是 MPa，密度的單位是 g/cc，流速的單位是 sccm，間隔的單位是 mils，壓力的單位是 Torr，厚度的單位是 Å，沉積速率的單位是 Å/minutes，並且溫度的單位是 °C。

表二

樣品#	溫度	HF	壓力	間隔	C_2H_2	He	B_2H_6	Ar	在 633 的 k	密度	應力
1	400	1400	3.5	310	600	400	0	14000	0.3171	1.6103	-414

2	400	1400	3.5	310	600	400	1400	14000	0.5026	1.6103	-207
3	400	1400	3.5	310	600	400	2500	14000	0.4714	1.6811	-230
4	400	1400	3.5	310	600	400	4500	14000	0.2855	1.8272	-333
5	400	1680	5	320	500	400	5000	0	0.174	1.717	-103
6	400	1680	5	320	500	400	9000	0	0.0401	1.9408	-162
7	400	1400	3.5	310	600	400	1400	14000	0.3239	1.604	-330
8	400	1400	3.5	310	600	400	2500	14000	0.1601	1.6103	-263
9	400	1400	3.5	310	600	400	4500	14000	0.1033	1.6103	-205

表三

樣品#	% C	% H	% B	% N
1	64.5	35.5		
2	71.2	28.8		
3	66.6	25.4	8	
4	50.5	27.5	22	
5	50	31	19	
6	40.2	23.5	36.3	
7	65	26.5	8.5	
8	44.5	28.4	15.1	12
9	36.8	26.2	22	15

表四圖示根據在此所述的實施例的用於含硼非晶碳膜(樣品 10-16)的處理條件與機械性質。表五圖示對於表四的樣品 10-16 而言碳、氫、硼與氮在所沉積的膜中的百分比。原子百分比(at. %)對於各個元素各自具有以下不確定性(at. %)與偵測限制(at. %)：O(± 3 , 3)、N(± 3 , 3)、C(± 4 , 4)、B(± 5 , 4)、與 H(± 5 , 0.3)。

表四

樣品#	溫度	HF	壓力	間隔	C ₃ H ₆	C ₂ H ₂	H ₂	B ₂ H ₆	Ar	時間	厚度	DR	n 633	k 633	應力	密度
10	400	1400	7	320	0	500	400	5000	3000	30	1650	3301	2.35	0.123	-342	1.8183
11	400	1400	7	320	0	500	400	9000	3000	30	1959	3919	2.37	0.017	-313	1.9025
12	400	1400	7	320	0	500	400	13000	3000	30	2200	4400			-187	1.869
13	400	1400	7	320	0	500	400	3000	3000	30	1496	2992	2.37	0.469	-311	1.8647
14	400	1400	7	320	0	500	400	7000	3000	30	1587	3175	2.48	0.057	-592	2.0184
15	400	1400	7	320	0	500	400	13000	3000	30	2074	4148	2.46	0.012	-90	1.9794
16	400	1680	5	320	0	500	400	9000	0	25	1516	3639	2.32	0.04	-162	1.9408

表五

樣品#	% C	% H	% B
10	46.1	24	29.9
11	31.8	23.5	44.7
12	27.5	22	50.5
13	63	19	18
14	36.5	19.5	44
15	29.5	17.5	53
16	35.5	23	41.5

第 6 圖是一圖表 600，該圖表圖示已知的未摻雜非晶碳膜對根據在此所述的實施例所沉積的含硼非晶碳膜的蝕刻選擇性。y 軸圖示沉積在氧化物上方的各個膜的毯覆蝕刻選擇性。如第 6 圖所示，B:a-c 對於毯覆蝕刻選擇

性相較於比較實例具有兩倍改善。

第 7 圖是一圖表 700，該圖表圖示已知的未摻雜非晶碳膜對根據在此所述的實施例所沉積的含硼非晶碳膜的毯覆蝕刻選擇性。y 軸圖示已知的未摻雜非晶碳膜對含硼非晶碳膜的毯覆蝕刻選擇性。x 軸圖示待蝕刻的材料。如第 7 圖所示，B:a-c 對於下方材料(包括摻雜硼的矽、氧化矽、氮化矽與非晶矽(a-Si))的毯覆蝕刻選擇性相較於比較實例具有約兩倍改善。

儘管上述說明是導向本發明的實施例，可在不悖離本發明的基本範疇下設想出本發明的其他與進一步實施例，並且本發明的範疇是由隨附的申請專利範圍來決定。

【圖式簡單說明】

因此，可詳細理解本發明之上述特徵結構之方式，即上文簡要概述之本發明之更特定描述可參照實施例進行，其中一些實施例圖示在附圖中。但是應注意的是，附圖僅圖示本發明的典型實施例，因此附圖不應被視為會對本發明範疇構成限制，此是因為本發明可允許其他等效實施例。

第 1 圖圖示設備的示意圖，該設備可用於實施在此所述的實施例；

第 2 圖是製程流程圖，該製程流程圖圖示用於根據在此所述的實施例沉積含硼非晶碳膜的方法的一實施例；

第 3 圖圖示根據在此所述的實施例的基材結構的示意剖視圖，該基材結構具有作為硬罩幕層的含硼非晶碳層；

第 4 圖是製程流程圖，該製程流程圖圖示用於根據在此所述的實施例沉積含硼非晶碳膜的方法的一實施例；

第 5 圖圖示根據在此所述的實施例的基材結構的示意剖視圖，該基材結構在未摻雜非晶碳膜上方具有作為硬罩幕層的含硼非晶碳層；

第 6 圖是一圖表，該圖表圖示已知的未摻雜非晶碳膜對根據在此所述的實施例所沉積的含硼非晶碳膜的毯覆蝕刻選擇性；及

第 7 圖是一圖表，該圖表圖示已知的未摻雜非晶碳膜對根據在此所述的實施例所沉積的含硼非晶碳膜的毯覆蝕刻選擇性。

然而，應瞭解，附圖僅圖示本發明的示範性實施例，因此附圖不應被視為會對本發明範疇構成限制，此是因為本發明可允許其他等效實施例。

【主要元件符號說明】

100	製程腔室	101	側壁
102	真空泵	106	功率供應器
110	控制器	112	CPU
114	支援電路	116	記憶體
118	訊號匯流排	120	噴頭

122	底壁	124	頂壁
126	處理空間	128	穿孔
130	氣體面板	132	製程系統
138	匹配網路	140	RF 功率源
150	載座	160	桿
170	加熱構件	172	溫度感測器
190	基材	191	表面
192	表面	200	方法
202-208	方塊	304	含硼非晶碳膜
400	方法	402-410	方塊
502	未摻雜非晶碳層	600	圖表
700	圖表		

發明專利說明書

(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：100135321

※申請日期：2011年9月29日

※IPC分類：

H01L 21/205 . 2006.01

一、發明名稱：(中文/英文)

超高選擇性之摻雜非晶碳可剝除硬罩幕的發展與整合

ULTRA HIGH SELECTIVITY DOPED AMORPHOUS CARBON STRIPPABLE HARDMASK DEVELOPMENT AND INTEGRATION

二、中文發明摘要：

本發明的實施例大體上關於積體電路的製造，並且尤其關於含硼非晶碳層在半導體基材上的沉積，特別是關於含硼非晶碳層的沉積。在一實施例中，提供一種在製程腔室中處理基材的方法。此方法包含以下步驟：在處理空間中提供基材；使含碳氫化合物氣體混合物流動到處理空間內；藉由從 RF 源施加功率來產生含碳氫化合物氣體混合物的電漿；使含硼氣體混合物流動到處理空間內；及在電漿的存在下，在基材上沉積含硼非晶碳膜，其中含硼非晶碳膜含有原子百分比為約 10 至約 60 的硼。

三、英文發明摘要：

Embodiments of the present invention generally relate to the fabrication of integrated circuits and particularly to the deposition of a boron containing amorphous carbon layer on a semiconductor substrate. In one embodiment, a method of processing a substrate in a processing chamber is provided. The method comprises providing a substrate in a processing volume, flowing a hydrocarbon containing gas

201216331

mixture into the processing volume, generating a plasma of the hydrocarbon containing gas mixture by applying power from an RF source, flowing a boron containing gas mixture into the processing volume, and depositing a boron containing amorphous carbon film on the substrate in the presence of the plasma, wherein the boron containing amorphous carbon film contains from about 30 to about 60 atomic percentage of boron.

七、申請專利範圍：

1. 一種在一製程腔室中處理一基材的方法，該方法包含以下步驟：

在 RF 功率的存在下，使一基材暴露於一含碳氫化合物氣體的流動，以在該基材上沉積一不含硼的非晶碳膜；

關閉該 RF 功率，同時使該含碳氫化合物氣體持續流動；及

在 RF 功率的存在下，使該基材暴露於一含硼氣體的流動與該含碳氫化合物氣體的流動，以在該不含硼的非晶碳膜上沉積一含硼非晶碳膜，其中該含硼非晶碳膜含有原子百分比為約 30 至 60 的硼。

2. 如請求項 1 的方法，其中該不含硼的非晶碳膜具有約 50Å 至約 1000Å 的一厚度。
3. 如請求項 1 的方法，其中該含硼非晶碳膜具有約 300Å 至約 5000Å 的一厚度。
4. 如請求項 1 的方法，其中該含硼非晶碳膜含有原子百分比為約 20 至約 50 的碳。
5. 如請求項 1 的方法，其中該含硼非晶碳膜含有原子百

分比為約 10 至約 25 的氫。

6. 如請求項 1 的方法，其中該含碳氫化合物氣體混合物包含至少一碳氫化合物，該至少一碳氫化合物具有 C_xH_y 的一通式，其中 x 為在 1 與 4 之間且 y 為在 2 與 10 之間。
7. 如請求項 6 的方法，其中該含碳氫化合物氣體混合物更包含一惰性與/或載體氣體，該惰性與/或載體氣體選自包含氫、氮與氬的群組。
8. 如請求項 7 的方法，其中該含硼氣體混合物包含二硼烷(B_2H_6)、三甲基硼烷(TMB 或 $B(CH_3)_3$)、三乙基硼烷(TEB)、甲基硼烷、二甲基硼烷、乙基硼烷、二乙基硼烷或上述的組合。
9. 如請求項 8 的方法，其中該碳氫化合物選自包含甲烷(CH_4)、乙烷(C_2H_6)、乙烯(C_2H_4)、丙烯(C_3H_6)、丙炔(C_3H_4)、丙烷(C_3H_8)、丁烷(C_4H_{10})、丁烯(C_4H_8)及丁烯的異構物、丁二烯(C_4H_6)、乙炔(C_2H_2)與上述的組合的群組。
10. 如請求項 9 的方法，其中該碳氫化合物是乙炔或丙烯，並且該惰性氣體是氮與/或氬。

11. 如請求項 1 的方法，其中該基材包含複數個交替的氧化物與氮化物材料、和非晶矽交替的氧化物、和多晶矽交替的氧化物、和摻雜矽交替的未摻雜矽、和摻雜多晶矽交替的未摻雜多晶矽、和摻雜非晶矽交替的未摻雜非晶矽、鋁、鎢、氮化鈦、銅、氧化矽、氮氧化矽、氮化矽與上述的組合。

12. 如請求項 1 的方法，該方法更包含以下步驟：

蝕刻該含硼非晶碳膜，以形成一圖案化含硼非晶碳膜；及

在該基材中形成相應於該圖案化含硼非晶碳膜的特徵定義。

13. 一種在一製程腔室中處理一基材的方法，該方法包含以下步驟：

在一製程腔室中提供一基材；

使一含碳氮化合物氣體混物流動到該製程腔室內；

從該含碳氮化合物氣體混合物產生一第一電漿，以在該基材上沉積一不含硼的非晶碳膜，該不含硼的非晶碳膜具有約 300Å 至約 5000Å 的一厚度；

藉由關閉該第一電漿來穩定化該製程腔室內的一處理條件，同時使該含碳氮化合物氣體混合物持續

流動到該製程腔室內；

使一含硼氣體混合物流動到該製程腔室內；及

從該含碳氫化合物氣體混合物與該含硼氣體混合物產生一第二電漿，以在該不含硼的非晶碳膜上沉積一含硼非晶碳膜，該含硼非晶碳膜具有約 300Å 至約 5000Å 的一厚度。

14. 如請求項 13 的方法，其中該含硼非晶碳膜含有原子百分比為約 10 至約 60 的硼。

15. 如請求項 13 的方法，該方法更包含以下步驟：

使用一含有過氧化氫與硫酸的溶液來移除該含硼非晶碳膜；及

使用一含氫電漿、一含氧電漿或它們的組合來移除該不含硼的非晶碳膜。

16. 如請求項 13 的方法，其中該含硼非晶碳膜含有原子百分比為約 20 至約 50 的碳。

17. 如請求項 13 的方法，其中該含硼非晶碳膜含有原子百分比為約 10 至約 25 的氫。

18. 一種含硼非晶碳膜，含有原子百分比為約 10 至 60 的硼、原子百分比為約 20 至約 50 的碳、與原子百分比

為約 10 至約 30 的氫。

19. 如請求項 18 的含硼膜，含有原子百分比為約 40 至 45 的硼、原子百分比為約 30 至約 35 的碳、與原子百分比為約 20 至約 30 的氫。

20. 如請求項 19 的含硼膜，含有原子百分比為約 40 至 45 的碳、原子百分比為約 30 至約 35 的硼、與原子百分比為約 20 至約 30 的氫。

21. 一種半導體元件，包含：

一不含硼的非晶碳膜，該不含硼的非晶碳膜沉積在一基材上方，該不含硼的非晶碳膜具有約 50Å 至約 5000Å 的一厚度；

一含硼非晶碳膜，該含硼非晶碳膜沉積在該不含硼的非晶碳膜上，其中該含硼非晶碳膜具有約 300Å 至約 5000Å 的一厚度且含有原子百分比為約 10 至 60 的硼；

一抗反射塗覆膜，該抗反射塗覆膜沉積在該含硼非晶碳膜上；及

一光阻劑膜，該光阻劑膜沉積在該抗反射塗覆膜上。

22. 一種在一製程腔室中處理一基材的方法，該方法包含

以下步驟：

在 RF 功率的存在下，使一基材暴露於一氣體混合物的流動，以在該基材上方沉積一含硼非晶碳膜，該氣體混合物包含一含碳氫化合物氣體與一含硼氣體；

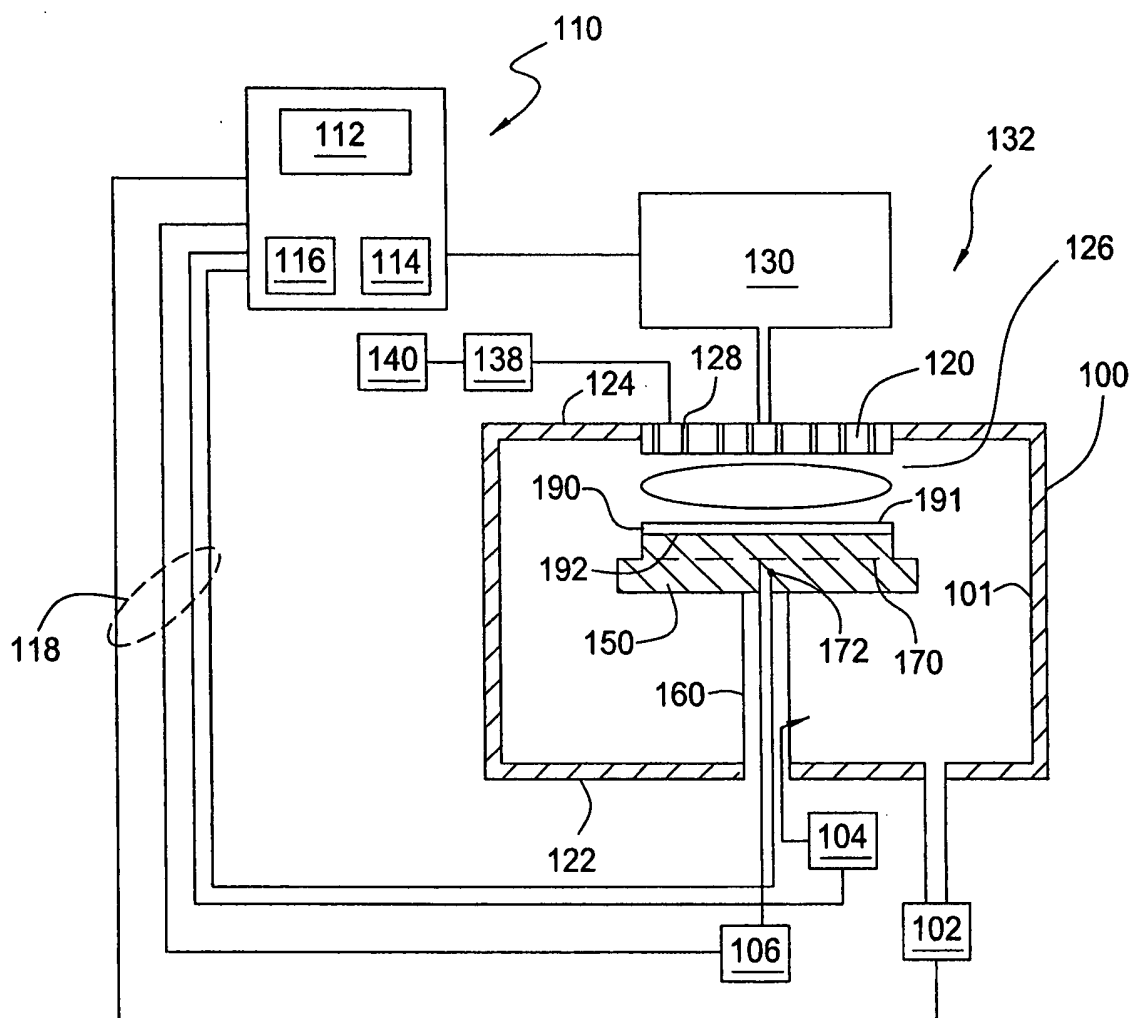
蝕刻該含硼非晶碳膜，以形成一圖案化含硼非晶碳膜，其中該含硼非晶碳膜含有原子百分比為約 35 至約 60 的硼且具有約 300Å 至約 5000Å 的一厚度；及

在該基材中形成相應於該圖案化含硼非晶碳膜的特徵定義。

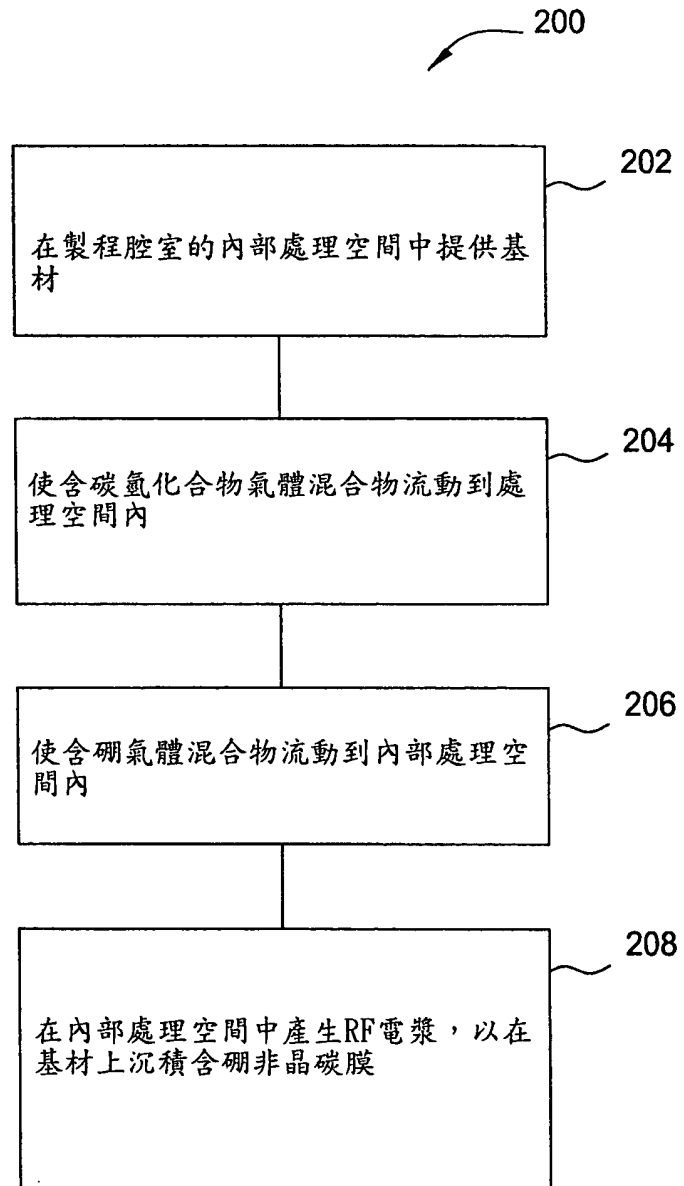
23. 如請求項 22 的方法，其中該含硼非晶碳膜含有原子百分比為約 20 至約 50 的碳。

24. 如請求項 23 的方法，其中該含硼非晶碳膜含有原子百分比為約 10 至約 25 的氫。

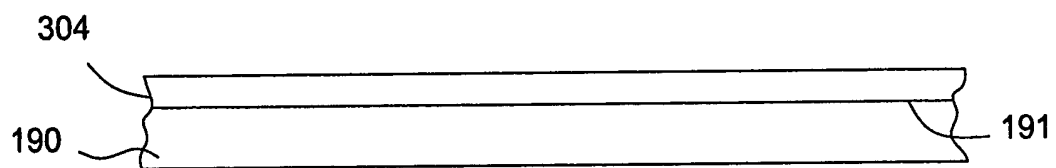
25. 如請求項 22 的方法，其中該包含複數個交替的氧化物與氮化物材料、和非晶矽交替的氧化物、和多晶矽交替的氧化物、和摻雜矽交替的未摻雜矽、和摻雜多晶矽交替的未摻雜多晶矽、和摻雜非晶矽交替的未摻雜非晶矽、鋁、鎢、氮化鈦、銅、氧化矽、氮氧化矽、氮化矽、與上述的組合。



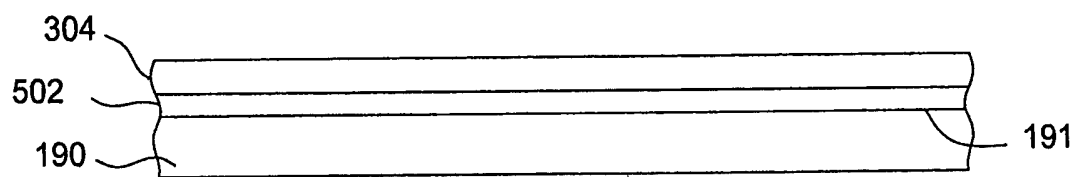
第1圖



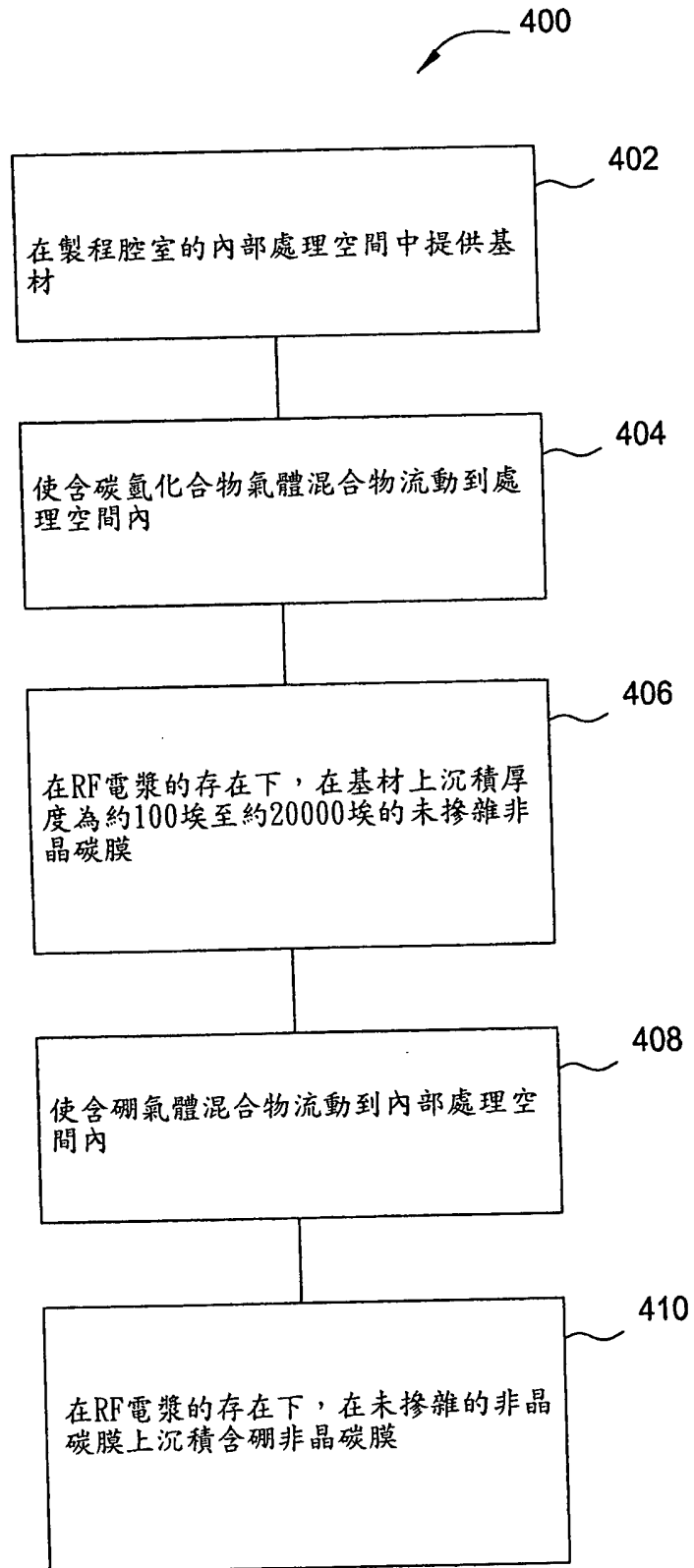
第2圖



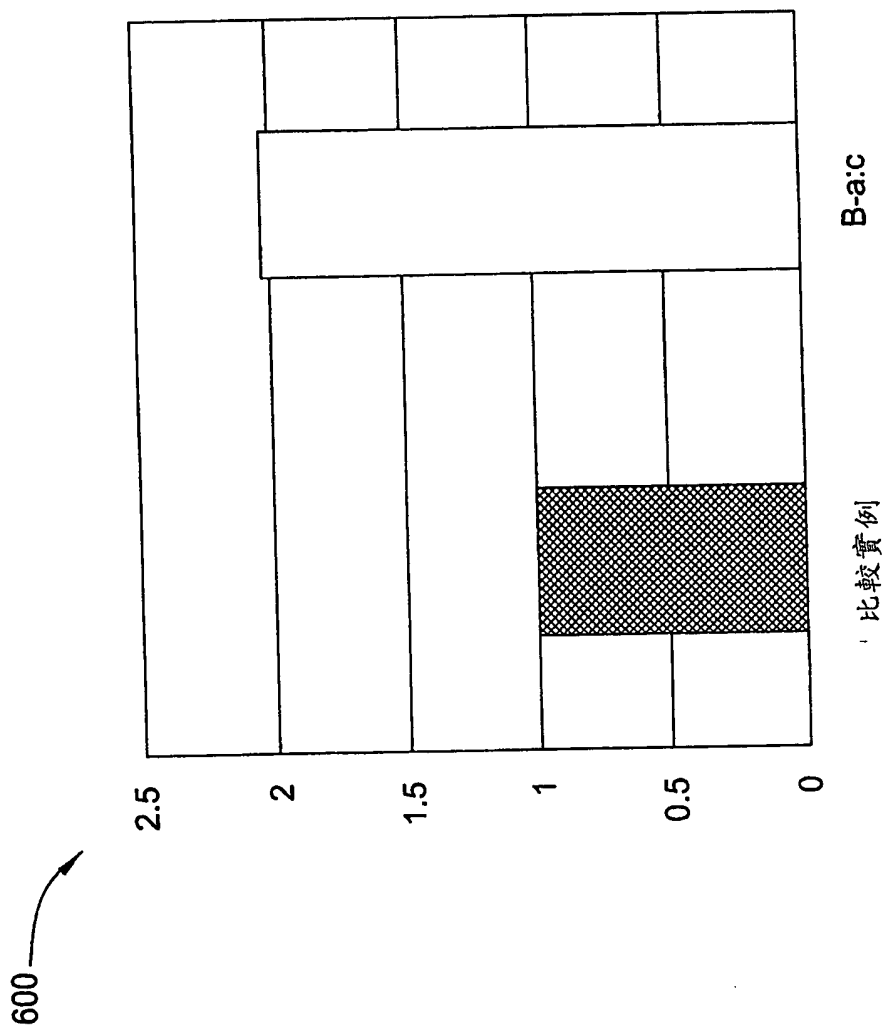
第3圖



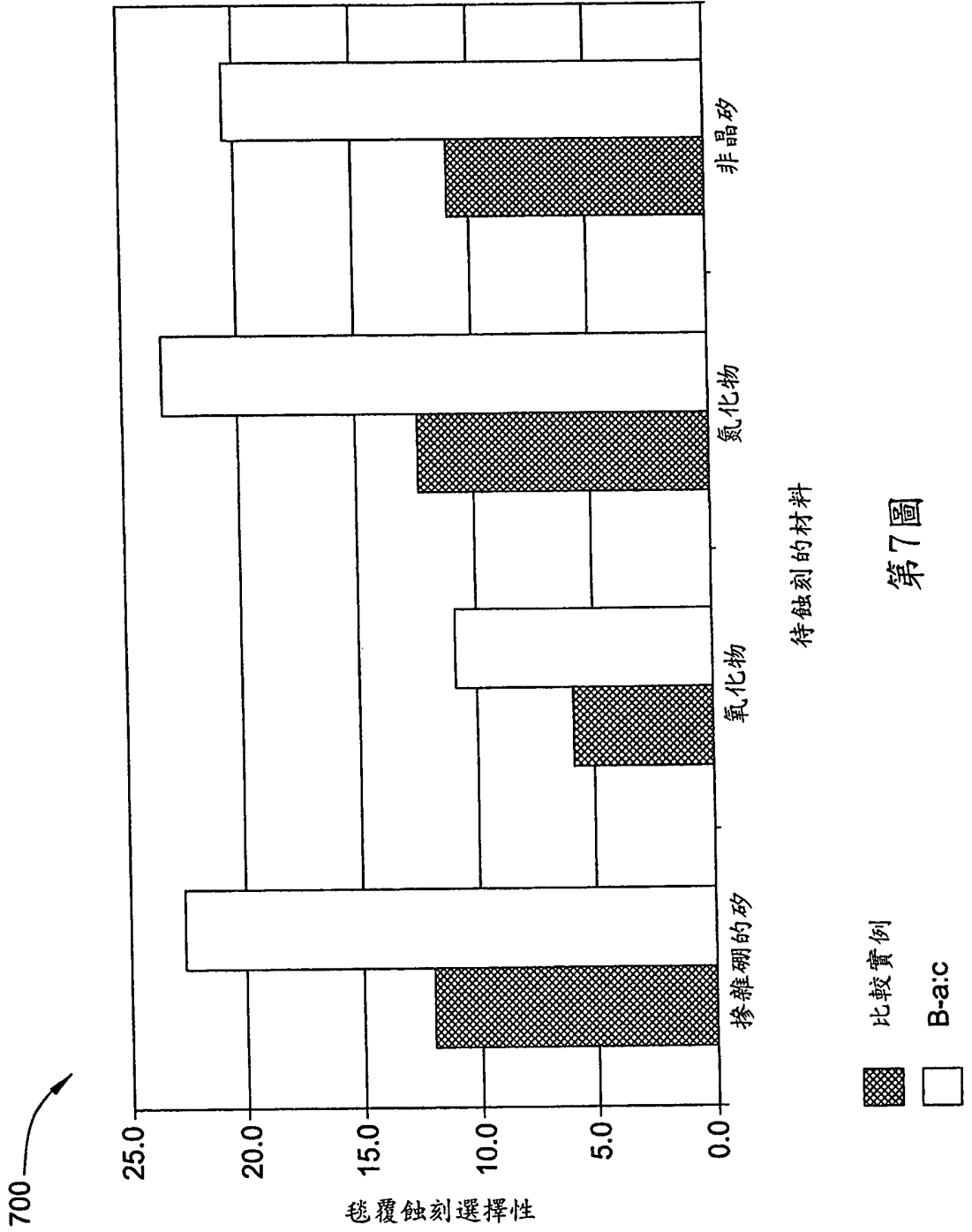
第5圖



第4圖



第6圖



第7圖

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(4)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

400 方法

402-410 方塊

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