



(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 201445629 A

(43)公開日：中華民國 103 (2014) 年 12 月 01 日

(21)申請案號：103107752

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 03 月 06 日

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

(30)優先權：2013/03/08 中國大陸 201310073717.4

(71)申請人：中微半導體設備（上海）有限公司（中國大陸）（CN）
中國大陸

(72)發明人：楊平 (CN)；黃智林 (CN)；周旭升 (CN)

(74)代理人：林志青

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：11 項 圖式數：3 共 24 頁

(54)名稱

一種等離子體刻蝕工藝的處理裝置及方法

(57)摘要

本發明提供一種等離子體刻蝕工藝的處理裝置及其方法。該方法包括交替迴圈的沉積和刻蝕工藝子過程，在每個子過程進行中，時間控制模組控制第一或第二輸氣閥的啟閉，使該子過程的氣體輸送到工藝腔內，同時檢測模組的檢測單元檢測工藝腔內氣體濃度所形成的特徵值，通過特徵值確定氣體的種類和濃度，檢測模組的切換單元判斷所述特徵值是否達到預定的閾值，如果達到預定的閾值，則切換偏壓電源輸出滿足該子過程的偏壓功率。本發明將氣體輸送和偏壓功率切換分別由時間控制模組和檢測模組控制，通過檢測模組監控，可以更精確地控制偏壓功率切換時間，克服了氣體輸送和偏壓功率切換時延遲時間不同造成的不同步，提高了整個工藝的穩定性和控制性。

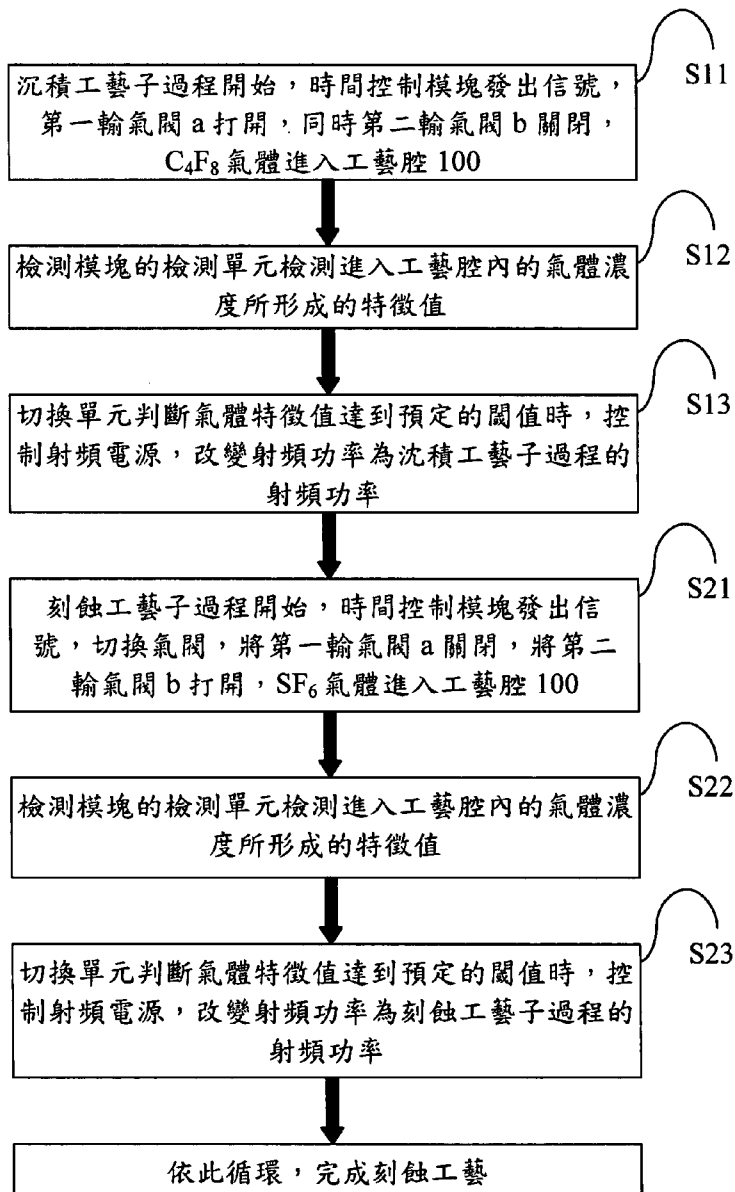


圖 3



(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 201445629 A

(43)公開日：中華民國 103 (2014) 年 12 月 01 日

(21)申請案號：103107752

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 03 月 06 日

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

(30)優先權：2013/03/08 中國大陸 201310073717.4

(71)申請人：中微半導體設備（上海）有限公司（中國大陸）（CN）
中國大陸

(72)發明人：楊平 (CN)；黃智林 (CN)；周旭升 (CN)

(74)代理人：林志青

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：11 項 圖式數：3 共 24 頁

(54)名稱

一種等離子體刻蝕工藝的處理裝置及方法

(57)摘要

本發明提供一種等離子體刻蝕工藝的處理裝置及其方法。該方法包括交替迴圈的沉積和刻蝕工藝子過程，在每個子過程進行中，時間控制模組控制第一或第二輸氣閥的啟閉，使該子過程的氣體輸送到工藝腔內，同時檢測模組的檢測單元檢測工藝腔內氣體濃度所形成的特徵值，通過特徵值確定氣體的種類和濃度，檢測模組的切換單元判斷所述特徵值是否達到預定的閾值，如果達到預定的閾值，則切換偏壓電源輸出滿足該子過程的偏壓功率。本發明將氣體輸送和偏壓功率切換分別由時間控制模組和檢測模組控制，通過檢測模組監控，可以更精確地控制偏壓功率切換時間，克服了氣體輸送和偏壓功率切換時延遲時間不同造成的不同步，提高了整個工藝的穩定性和控制性。

發明摘要

※ 申請案號：103107752

※ 申請日：103.3.6.

※IPC 分類：

【發明名稱】(中文/英文)

IPC 21/3525 E2006.01

一種等離子體刻蝕工藝的處理裝置及方法

【中文】

本發明提供一種等離子體刻蝕工藝的處理裝置及其方法。該方法包括交替迴圈的沉積和刻蝕工藝子過程，在每個子過程進行中，時間控制模組控制第一或第二輸氣閥的啟閉，使該子過程的氣體輸送到工藝腔內，同時檢測模組的檢測單元檢測工藝腔內氣體濃度所形成的特徵值，通過特徵值確定氣體的種類和濃度，檢測模組的切換單元判斷所述特徵值是否達到預定的閾值，如果達到預定的閾值，則切換偏壓電源輸出滿足該子過程的偏壓功率。本發明將氣體輸送和偏壓功率切換分別由時間控制模組和檢測模組控制，通過檢測模組監控，可以更精確地控制偏壓功率切換時間，克服了氣體輸送和偏壓功率切換時延遲時間不同造成的不同步，提高了整個工藝的穩定性和控制性。

【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（3）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

一種等離子體刻蝕工藝的處理裝置及方法

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種半導體技術領域，特別是關於一種用於補償氣體輸送和偏壓功率快速切換時不同步的等離子體刻蝕工藝的處理裝置及方法，其中，該等離子體刻蝕工藝包括兩個相互交替迴圈執行的沉積和刻蝕工藝子過程。

【先前技術】

【0002】 近年來，汽車電子、航空航天、通訊、電腦等領域對微電子技術要求提高，要求其更趨向於小型化、超輕超薄、性能可靠、功耗低、多功能和低成本方向發展，從而對刻蝕工藝的要求越來越高。

【0003】 刻蝕工藝包括乾法刻蝕和濕法刻蝕。乾法刻蝕常採用的為等離子體刻蝕工藝。等離子體是指被電離的氣體，主要由電子、離子、原子、分子或自由基等粒子組成的集合體。等離子體刻蝕是採用高頻輝光放電反應，使反應氣體啟動成活性離子，如原子或游離基，這些活性離子擴散到許可時的部位，在哪裡與被刻蝕材料反應，形成揮發性反應物而被去除。

【0004】 等離子體刻蝕工藝已成為半導體未加工領域的一個重要技術，並且隨著對刻蝕工藝的要求越來越高，迴圈刻蝕成為一大趨勢，比如用於矽通孔刻蝕工藝。矽通孔刻蝕工藝是一種採用等離子體乾法刻蝕的深矽刻蝕工藝，深矽刻蝕工藝一般採用 Bosch 工藝。Bosch 工藝是一種改進的等離子體刻蝕工藝。Bosch 工藝是在反應離子刻蝕過程中，反復在側壁上沉積抗蝕層和鈍化側壁，在保護側壁的條件下，形成高深寬比的溝槽。在沉積過程

中，含碳氟等離子體氣體通入反應腔中，能夠形成氟化碳類高分子聚合物，沉積在側壁上和底部，起到側壁鈍化的作用。在刻蝕過程中，含氟的氣體進入反應腔中，形成等離子體，由於各向異性刻蝕，將底部的保護膜去除，並進一步刻蝕槽底部，而側壁上的聚合物保護膜在消失殆盡之前又堆積一層保護膜，反復交替進行這一過程，從而實現高深寬比的刻蝕。

【0005】 等離子體光譜檢測技術(OES)是目前使用最廣泛的終點檢測手段。其原理是利用檢測等離子體中某種反應性化學基團或揮發性基團所發射波長的光強的變化，來實現終點檢測。等離子體中的原子或分子被電子激發到激發態後，在返回到另一個能態時，伴隨著這一過程所發射出來的光線。光線強度變化可以從反應腔室側壁上的觀測孔進行觀測。不同原子或分子所激發的光波波長各不相同，光線強度的變化反應出等離子體中原子或分子濃度的變化。在預期的刻蝕終點處可檢測到發射光譜的改變，就是檢測到的刻蝕終點。根據被檢測得到的光線強度變強或變弱的改變，從而對工藝步驟的終點即時監控。

【0006】 通常的等離子體刻蝕工藝的處理裝置中，利用等離子體光譜檢測技術形成的等離子體光譜檢測儀來進行終點檢測，等離子體光譜檢測儀通常包含上千個 CCD 單元的線性陣列，所監控的波長範圍從 200nm 到 1100nm，在等離子體光譜檢測儀內，經光電轉換、電信號的 A/D 轉換及複雜的數位信號處理後得到資料，再將這些資料送到相應的應用軟體處理後就可即時觀測等離子體變化的等離子體光譜譜圖。

【0007】 例如，在博世工藝中，利用時間控制模組控制沉積或刻蝕過程，利用等離子體光譜檢測儀對工藝過程進行終點檢測。在刻蝕或沉積過程交替進行過程中，由時間控制模組同時控制輸氣閥和偏壓電源的開啟，然而，由於射頻功率切換和氣體輸送的延遲時間不同，分別為幾百毫秒和 0.4-0.8 秒，較大的延遲時

間差造成在射頻電源開啟和氣體輸送之間產生較大的異相位，由於氣體進入到等離子腔中的濃度，不可能在開始就達到所要求的值，如果這時候施加了滿足要求的偏壓功率，則不能很好地形成所需的等離子體，導致沉積或刻蝕工藝子過程的工藝品質和穩定性下降，影響到整個工藝的品質和穩定性，比如對圖案的刻蝕控制和 ER 控制等變得困難。

【0008】 此外，在其他包含快速轉換的迴圈刻蝕工藝中，也會存在氣體輸送和所施加的偏壓電源切換不同步的現象。

【0009】 因此，需要一種方法能夠補償迴圈刻蝕工藝中氣體輸送和偏壓功率切換的不同步現象，從而促進氣體輸送和偏壓功率切換達到同步，進一步提高整個工藝的穩定性和可控性。

【發明內容】

【0001】 鑑於以上所述，本發明的目的在於提供一種補償迴圈等離子體刻蝕工藝中氣體輸送和射頻功率在快速切換時不同步的裝置及其方法，提高整個工藝的穩定性和可控性。

【0002】 本發明為解決習知技術之問題所採用之技術手段係提供一種等離子體刻蝕工藝的處理裝置，所述刻蝕工藝包括兩個相互交替迴圈執行的沉積和刻蝕工藝子過程，所述裝置包含等離子工藝腔和工藝條件輔助單元，所述輔助單元包括第一輸氣閥、第二輸氣閥、偏壓電源、時間控制模組和檢測模組。第一輸氣閥用於向所述等離子工藝腔輸送沉積步驟中的氣體；第二輸氣閥用於向所述等離子工藝腔輸送刻蝕步驟中的氣體；偏壓電源用於提供所述沉積工藝子過程中的偏壓功率或提供所述刻蝕工藝子過程中的偏壓功率；時間控制模組，用於控制所述沉積或刻蝕工藝子過程的時間，以及第一、第二輸氣閥的啟閉切換；檢測模組包括檢測單元和切換單元，檢測單元用於檢測在所述沉積步驟或刻蝕工藝子過程中進入所述等離子工藝腔內氣體濃度所形成的特徵值；切換單元通過所述特徵值判斷所述沉積或刻蝕工藝子過程中

進入所述等離子工藝腔內氣體種類和濃度，並根據氣體種類和濃度，切換所述偏壓電源輸出滿足所述沉積或刻蝕工藝子過程的偏壓功率。

【0003】 優選地，所述檢測模組中的檢測單元包括等離子體光譜檢測儀，所述等離子工藝腔的側壁上具有一個石英窗，所述等離子體光譜檢測儀透過所述石英窗檢測輸送進工藝腔內氣體的特徵值，其中，所述特徵值為進入所述工藝腔內的所述氣體的特徵譜中特徵峰的強度。

【0004】 本發明還提供一種等離子體刻蝕的方法，應用於包括相互交替迴圈執行的沉積和刻蝕工藝子過程，所述沉積和刻蝕工藝子過程具體包括如下步驟：

【0005】 在所述沉積工藝子過程中：

步驟 S11：所述時間控制模組控制開啟所述第一輸氣閥輸入在所述沉積工藝子過程中所需氣體，同時關閉所述第二輸氣閥；

步驟 S12：所述檢測模組的檢測單元檢測在所述等離子體工藝腔內的氣體濃度所形成的特徵值；

步驟 S13：所述切換單元，根據所述特徵值判斷進入等離子體工藝腔內氣體種類和濃度，當所述特徵值達到預定的閾值時，切換所述偏壓電源輸出所述沉積工藝子過程的偏壓功率；以及

在所述刻蝕工藝子過程中：

步驟 S21：所述時間控制模組控制開啟所述第二輸氣閥輸入在所述刻蝕工藝子過程中所需氣體，同時關閉所述第一輸氣閥；

步驟 S22：所述檢測模組的檢測單元檢測在所述等離子體工藝腔內氣體濃度所形成的特徵值；

步驟 S23：所述切換單元，根據所述特徵值判斷進入等離子體工藝腔內氣體種類和濃度，當所述特徵值達到預定的閾值時，切換所述偏壓電源輸出所述刻蝕工藝子過程的偏壓功率。

【0006】 優選地，所述的特徵值為進入所述工藝腔內所述氣

體的特徵譜中的特徵峰的強度。

【0007】 優選地，所述沉積工藝子過程氣體包括含碳氟氣體，所述刻蝕工藝子過程氣體包括含氟氣體。

【0008】 優選地，所述含碳氟氣體為 C_4F_8 ，所述含氟氣體為 SF_6 。

【0009】 優選地，所述特徵值為輸入氣體的等離子體光譜的特徵譜中特徵峰的強度。

【0010】 優選地，所述刻蝕工藝為矽通孔刻蝕工藝。

【0011】 優選地，所述矽通孔刻蝕工藝為博世工藝。

【0012】 優選地，所述偏壓電源為射頻電源。

【0013】 優選地，所述沉積工藝子過程的射頻電源的功率為 0-100W，所述刻蝕工藝子過程的射頻電源的射頻功率為 30-1500W。

【0014】 從上述技術方案可以看出，本發明提供的補償迴圈刻蝕工藝中氣體輸送和偏壓功率切換不同步的等離子體刻蝕處理裝置及其方法，將氣體輸送和偏壓功率切換分別由時間控制模組和檢測模組控制，通過檢測模組監控通入工藝腔內氣體的變化狀態，即氣體的種類和濃度，可以更加精確的控制偏壓功率切換時間，從而克服了氣體輸送和偏壓功率切換的延遲時間不同所造成的不同步現象，提高了整個工藝的穩定性和控制性。

【0015】 本發明所採用的具體實施例，將藉由以下之實施例及附呈圖式作進一步之說明。

【圖式簡單說明】

【0016】

圖 1 是本發明的一個較佳實施例的等離子體處理腔室的示意圖，其使用是根據本發明的一個較佳實施例的補償方法。

圖 2 是本發明的補償迴圈等離子體刻蝕工藝中氣體輸送和偏壓功率切換不同步的等離子體刻蝕裝置的輔助單元的一個較佳實

施例的示意圖。

圖 3 是本發明的上述較佳實施例補償迴圈等離子體刻蝕工藝中氣體輸送和偏壓功率切換不同步的方法的流程示意圖。

【實施方式】

【0017】 體現本發明特徵與優點的實施例將在後段的說明中詳細敘述。應理解的是本發明能夠在不同的示例上具有各種的變化，其皆不脫離本發明的範圍，且其中的說明及圖示在本質上當做說明之用，而非用以限制本發明。

【0018】 通常情況下，刻蝕工藝包括兩個相互交替迴圈執行的沉積和刻蝕工藝子過程，本發明的等離子體刻蝕工藝的處理裝置，用於補償迴圈刻蝕工藝中氣體輸送和偏壓功率切換不同步的問題，該裝置包含等離子工藝腔和工藝條件輔助單元。在本發明中，等離子工藝腔可以採用任何種類的，不做任何限定。

【0019】 請參閱圖 1，圖 1 為本實施例中的一個等離子體工藝腔室的結構示意圖。如圖所示，等離子體工藝腔室 100 具有一個處理腔體 102，工藝腔體 102 基本上為柱形，且處理腔體 102 側壁基本上垂直，處理腔體 102 內具有相互平行設置的上電極 109 和下電極 110。通常，在上電極 109 與下電極 110 之間的區域為處理區域 P，該區域 P 將形成高頻能量以點燃和維持等離子體。靜電夾盤 106 和下電極 110 設置於基座 111 內。在靜電夾盤 106 上方放置待要加工的基片 W，該基片 W 可以是待要刻蝕或加工的半導體基片或者待要加工成平板顯示器的玻璃平板。其中，所述靜電夾盤 106 用於夾持基片 W。等離子體限制環 107 位於靜電夾盤 106 兩側，用於將等離子體約束在支撐區域內，通過接地器件 108 將等離子體限制環接地。

【0020】 上述圖 1 所示為本實施例中的等離子體刻蝕裝置示意圖，僅為解釋本實施例，不用於限制本發明的範圍。

【0021】 現結合附圖 2、3，通過具體實施例對本發明的補償

刻蝕工藝中氣體輸送和偏壓功率切換不同步的等離子體刻蝕裝置的輔助單元和方法作進一步詳細說明。需說明的是，附圖均採用非常簡化的形式、使用非精准的比例，且僅用以方便、明晰地達到輔助說明本發明實施例的目的。

【0022】 本發明中，採用的刻蝕工藝可以但不限於是矽通孔刻蝕工藝，採用的刻蝕矽通孔的方法可以但不限於是博世工藝。本實施例中，採用博世工藝用以進一步詳細解釋說明本發明，其它不一一贅述。

【0023】 本實施例的博世工藝中，採用的偏壓電源為射頻電源為例進行解釋說明，包括沉積和刻蝕工藝兩個工藝子過程，但這不用於限制本發明的範圍。

【0024】 請參見圖 2，圖 2 是用於上述等離子體刻蝕處理裝置中的輔助單元方塊示意圖。其中，輔助單元包括第一輸氣閥、第二輸氣閥、偏壓電源、時間控制模組和檢測模組。本實施例中，a 為第一輸氣閥，b 為第二輸氣閥，a 和 b 的具體位置不作限定，檢測模組的檢測單元可以是等離子體光譜檢測儀，本實施例中以等離子體檢測儀進行解釋說明，這不用於限制本發明的範圍。反應氣體包括沉積工藝子過程中的氣體和刻蝕工藝子過程中的氣體。通常情況下，沉積工藝子過程氣體包括含碳氟氣體，刻蝕工藝子過程氣體包括含氟氣體。在本實施例中，含碳氟氣體為 C_4F_8 ，含氟氣體為 SF_6 。

【0025】 沉積工藝子過程中所需的工藝氣體和刻蝕工藝子過程中所需的工藝氣體分別從氣體源 103-1 和 103-2 中被輸入至處理腔體 102 內。在本實施例中，第一輸氣閥 a 用於向處理腔體 102 內輸送沉積工藝子過程中的氣體；第二輸氣閥 b 用於向處理腔體 102 內輸送刻蝕工藝子過程中的氣體。

【0026】 偏壓電源用於提供沉積工藝子過程中的偏壓功率或提供刻蝕工藝子過程中的偏壓功率。本發明實施例中，偏壓電源

可以是射頻電源，本實施例中，以射頻電源為例進行解釋說明，但這不用於限制本發明的範圍。

【0027】 如圖 1 所示，射頻電源 104 可以施加在上電極 109 與下電極 110 上，用以將射頻電源，從而在處理腔體 102 內部產生大的電場。眾所周知，大多數電場線被包含在上電極 109 和下電極 110 之間的處理區域 P 內，此電場對少量存在於處理腔體 102 內部的電子進行加速，使之與輸入的反應氣體的氣體分子碰撞。這些碰撞導致反應氣體的離子化和等離子體的激發，從而在處理腔體 102 內產生等離子體。反應氣體的中性氣體分子在經受這些強電場時失去了電子，留下帶正電的離子。帶正電的離子向著下電極方向加速，與被處理的基片中的中性物質結合，激發基片加工，即刻蝕、沉積工藝子過程等。

【0028】 在等離子體工藝腔室 100 的合適的某個位置處設置有排氣區域，排氣區域與外置的排氣裝置（例如真空泵 105）相連接，用以在處理過程中將用過的反應氣體及副產品氣體抽出工藝腔室 100。聚焦環 101 位於靜電夾盤 106 上，將基片 W 包圍。聚焦環 101 用於在基片 W 的周圍提供一個相對封閉的環境，改善基片 W 面上的等離子體的均一性。同時還可以避免基片 W 的邊緣的背側一面受到處理工藝的影響。

【0029】 我們知道，沉積或刻蝕工藝子過程的時間是不同的，且沉積或刻蝕工藝子過程中所輸入的氣體也是不同的，時間控制模組用於控制沉積或刻蝕工藝子過程的時間切換，並且，在時間切換的同時，進行第一輸氣閥 a、第二輸氣閥 b 的啟閉切換。也就是說，當時間控制模組控制從沉積工藝子過程轉換到刻蝕工藝子過程轉換的同時，關閉了第一輸氣閥 a，停止輸入沉積工藝子過程中所輸入的氣體，開啟了第二輸氣閥 b，向處理腔體 102 內部輸入刻蝕工藝子過程中所輸入的氣體。

【0030】 在通常情況下，由於沉積工藝子過程中的偏壓功率

或提供所述刻蝕工藝子過程中的偏壓功率是不同的，在本實施例中，沉積工藝子過程的射頻電源的功率可以為 0-100W，刻蝕工藝子過程的射頻電源的射頻功率可以為 30-1500W。

【0031】 時間控制模組也控制了沉積工藝子過程中的偏壓功率或提供所述刻蝕工藝子過程中的偏壓功率的切換。如背景技術中所述，時間控制模組受控於終點檢測手段，由於氣體輸入存在延遲，而且射頻功率的延遲時間小於氣體輸入的延遲時間，氣體進入到等離子腔中的濃度，不可能在開始就達到所要求的值，如果這時候施加了滿足要求的偏壓功率，不能很好地形成所需的等離子體，導致沉積或刻蝕工藝子過程的工藝品質和穩定性下降。

【0032】 為了很好地解決上述問題，在本發明的實施例中，增加了檢測模組，該模組包括檢測單元和切換單元，檢測單元用於檢測在沉積步驟或刻蝕工藝子過程中進入所述處理腔體 102 內部氣體所形成的等離子體光譜的特徵值；切換單元通過所述特徵值判斷沉積或刻蝕工藝子過程中進入處理腔體 102 內部氣體種類和濃度，並根據氣體種類和濃度，切換所述偏壓電源輸出滿足所述沉積或刻蝕工藝子過程的偏壓功率。在本發明中，任何一種可以檢測出輸入處理腔體 102 內部氣體的種類和濃度的檢測設備，均可適用於本發明，在本實施例中，採用了等離子體光譜檢測技術。

【0033】 等離子體光譜檢測技術原理是利用檢測等離子體中某種反應性化學基團或揮發性基團所發射波長的光強的變化，來實現氣體性能的檢測，例如，氣體的種類和濃度。等離子體中的原子或分子被電子激發到激發態後，在返回到另一個態時，不同原子或分子所激發的光波波長各不相同。

【0034】 等離子體光譜檢測儀通常包含上千個 CCD 單元的線性陣列，在等離子體光譜檢測儀內，經光電轉換、電信號的 A/D 轉換及複雜的數位信號處理後得到資料，再將這些資料送到相應

的應用軟體處理後就可即時觀測等離子體變化的等離子體光譜譜圖，等離子體光譜譜圖中的光線強度等特徵值的變化能反應出等離子體中原子或分子濃度的變化。

【0035】 在實際使用中，等離子工藝腔 100 的側壁上可以具有一個石英窗，等離子體光譜檢測儀可以包括一台等離子光譜發射儀，其放置於等離子工藝腔 100 外，透過所述石英窗檢測輸送進處理腔體 102 內部氣體的特徵值，其中，特徵值為特徵譜中特徵峰的強度。需要說明的是，如果本實施例中終點檢測手段採用的是等離子體光譜檢測技術，那麼，本實施例中的檢測模組中的檢測單元可以合併採用終點檢測手段中的等離子光譜發射儀，所不同的是，後續處理等離子體光譜譜圖中的資料方式不同，產生的觸發信號和方式不同。

【0036】 以下結合附圖 3，對本發明的本實施例的補償迴圈刻蝕工藝中氣體輸送和偏壓功率切換不同步的補償方法做詳細說明。

【0037】 首先，在博世工藝開始時，可以但不限於先進行沉積工藝子過程。沉積工藝子過程中時間控制模組控制氣體的輸送，檢測模組控制沉積過程的射頻功率，此時的氣體可以但不限於是 C_4F_8 。

【0038】 步驟 S11：時間控制模組發出信號，第一輸氣閥 a 打開，同時第二輸氣閥 b 關閉， C_4F_8 氣體進入處理腔體 102 內。

【0039】 步驟 S12：檢測模組的檢測單元檢測處理腔體 102 內部氣體濃度所形成的特徵值，本發明中的特徵值可以輸入氣體的特徵峰的強度等，根據特徵值的峰值強度，可以判斷出輸入氣體的種類和濃度。在本實施例中該特徵值為輸入氣體的等離子體光譜的特徵峰的強度。

【0040】 步驟 S13：當判斷氣體的特徵譜中的特徵值達到預定的閾值時，例如，處理腔體 102 內部 C_4F_8 的濃度達到了 80%，切

換單元控制射頻電源，改變射頻功率為沉積工藝子過程的射頻功率。在本實施例中當切換單元判斷等離子體光譜的特徵譜中顯示的特徵峰強度達到預定閾值時，將通過控制射頻電源來改變射頻功率為沉積過程的射頻功率；需要說明的是，這裡的預定閾值根據實際工藝中氣體達到工藝腔內時等離子體光譜的特徵譜線的強度（即氣體濃度達到了預定的閾值），本實施例的沉積工藝子過程中，選用 F 的 703nm 的特徵譜線。

【0041】 本實施例中，沉積工藝子過程的射頻功率可以但不限於為 0-100W，射頻功率變為沉積工藝子過程的射頻功率後，氣體中的等離子體的穩定時間可以但不限於為 0.2-0.4 秒，這不用於限制本發明的範圍。

【0042】 然後，可以但不限於進行刻蝕工藝子過程。刻蝕工藝子過程中時間控制模組控制氣體的輸送，檢測模組控制刻蝕工藝子過程的射頻功率切換，此時的氣體可以但不限於是 SF₆。

【0043】 步驟 S21:時間控制模組分別向沉積工藝子過程和刻蝕工藝子過程的第一輸氣閥 a 和第二輸氣閥 b 發出信號，然後沉積過程的第一輸氣閥 a 關閉，而刻蝕過程的第二輸氣閥 b 打開，此時，SF₆ 氣體進入處理腔體 102 內部。

【0044】 步驟 S22:檢測模組的等離子體光譜檢測儀監控工藝腔內氣體濃度所形成的特徵值，本發明中的特徵值可以是輸入氣體的特徵峰的強度等。在本實施例中該特徵值為輸入氣體的等離子體光譜的特徵峰的強度，這樣就可以通過檢測氣體的特徵值來判斷處理腔體 102 內部氣體的種類和濃度。

【0045】 步驟 S23:當判斷氣體的特徵譜中的特徵值達到預定的閾值時，例如，處理腔體 102 內部 SF₆ 的濃度達到了 80%，切換單元控制射頻電源，改變射頻功率為刻蝕工藝子過程的射頻功率。

【0046】 在本實施例中當切換單元判斷等離子體光譜的特徵

譜中顯示的特徵峰強度達到預定閾值時，將通過控制射頻電源來改變射頻功率為刻蝕過程的射頻功率。需要說明的是，這裡的預定閾值根據實際工藝中氣體達到工藝腔內時等離子體光譜的特徵譜線的強度（即氣體濃度達到了預定的閾值），本實施例的沉積工藝子過程中，選用 F 的 703nm 的特徵譜線。

【0047】 本實施例中，刻蝕工藝子過程的射頻功率可以但不限於為 30-1500W，射頻功率變為刻蝕工藝子過程的射頻功率後，氣體中的等離子體的穩定時間可以但不限於為 0.2-0.4 秒，這不用於限制本發明的範圍。

【0048】 在本實施例中，依此反復進行上述沉積和刻蝕工藝子過程，直至形成矽通孔。但這不用於限制本發明的範圍。

【0049】 綜上所述，本發明提供的補償刻蝕工藝中氣體輸送和偏壓功率不同步的等離子體刻蝕工藝的處理裝置及刻蝕方法，利用檢測模組控制偏壓功率的改變，時間控制模組控制氣體的輸送，從而促進了氣體輸送和偏壓功率切換達到同步，提高了整個工藝的穩定性和可控性。

【0050】 以上之敘述僅為本發明之較佳實施例說明，凡精於此項技藝者當可依據上述之說明而作其它種種之改良，惟這些改變仍屬於本發明之發明精神及以下所界定之專利範圍中。

【符號說明】

【0051】

- 100 等離子體工藝腔室
- 101 聚焦環
- 102 處理腔體
- 103-1、103-2 氣體源
- 104 射頻電源

105	真空泵泵
106	靜電夾盤
107	等離子體限制環
108	接地器件
109	上電極
110	下電極
111	基座
a	第一輸氣閥
b	第二輸氣閥
P	處理區域
W	基片

申請專利範圍

1、一種等離子體刻蝕工藝的處理裝置，所述刻蝕工藝包括兩個相互交替迴圈執行的沉積和刻蝕工藝子過程，所述裝置包含等離子工藝腔和工藝條件輔助單元，其特徵在於，所述輔助單元包括：

第一輸氣閥，用於向所述等離子工藝腔輸送沉積步驟中的氣體；

第二輸氣閥，用於向所述等離子工藝腔輸送刻蝕步驟中的氣體；

偏壓電源，用於提供所述沉積工藝子過程中的偏壓功率或提供所述刻蝕工藝子過程中的偏壓功率；

時間控制模組，用於控制所述沉積或刻蝕工藝子過程的時間，以及第一、第二輸氣閥的啟閉切換；

檢測模組，包括：

檢測單元，用於檢測在所述沉積步驟或刻蝕工藝子過程中進入所述等離子工藝腔內氣體濃度所形成的特徵值；

切換單元，通過所述特徵值判斷所述沉積或刻蝕工藝子過程中進入所述等離子工藝腔內氣體種類和濃度，並根據氣體種類和濃度，切換所述偏壓電源輸出滿足所述沉積或刻蝕工藝子過程的偏壓功率。

2、如請求項 1 所述的等離子體刻蝕工藝的處理裝置，其特徵在於，所述檢測模組中的檢測單元包括等離子體光譜檢測儀，所述等離子工藝腔的側壁上具有一個石英窗，所述等離子體光譜檢測儀透過所述石英窗檢測輸送進工藝腔內氣體的特徵值，其中，所述特徵值為進入所述工藝腔內所述氣體的特徵譜中特徵峰的強度。

3、應用於權利要求 1 所述的裝置中，其包括相互交替迴圈執行

的沉積和刻蝕工藝子過程，其中所述沉積和刻蝕工藝子過程具體包括如下步驟：

在所述沉積工藝子過程中：

步驟 S11：所述時間控制模組控制開啟所述第一輸氣閥輸入在所述沉積工藝子過程中所需氣體，同時關閉所述第二輸氣閥；

步驟 S12：所述檢測模組的檢測單元檢測在所述等離子體工藝腔內的氣體的濃度所形成的特徵值；

步驟 S13：所述切換單元，根據所述特徵值判斷進入等離子體工藝腔內氣體種類和濃度，當所述特徵值達到預定的閾值時，切換所述偏壓電源輸出所述沉積工藝子過程的偏壓功率；以及

在所述刻蝕工藝子過程中：

步驟 S21：所述時間控制模組控制開啟所述第二輸氣閥輸入在所述刻蝕工藝子過程中所需氣體，同時關閉所述第一輸氣閥；

步驟 S22：所述檢測模組的檢測單元檢測在所述等離子體工藝腔內氣體濃度所形成的特徵值；

步驟 S23：所述切換單元，根據所述特徵值判斷進入等離子體工藝腔內氣體種類和濃度，當所述特徵值達到預定的閾值時，切換所述偏壓電源輸出所述刻蝕工藝子過程的偏壓功率。

4、如請求項 3 所述的等離子體刻蝕的方法，其中所述的特徵值為進入所述工藝腔內所述氣體的特徵譜中的特徵峰的強度。

5、如請求項 3 所述的等離子體刻蝕的方法，其中所述沉積工藝子過程氣體包括含碳氟氣體，所述刻蝕工藝子過程氣體包括含氟氣體。

6、如請求項 5 所述的等離子體刻蝕的方法，其中所述含碳氟氣體為 C_4F_8 ，所述含氟氣體為 SF_6 。

7、如請求項 3 所述的等離子體刻蝕的方法，其中所述特徵值為輸入氣體的等離子體光譜的特徵譜中特徵峰的強度。

8、如請求項 3 所述的等離子體刻蝕的方法，其中所述刻蝕工藝為矽通孔刻蝕工藝。

9、如請求項 8 所述的等離子體刻蝕的方法，其中所述矽通孔工藝為博世工藝。

10、如請求項 3 所述的等離子體刻蝕的方法，其中所述偏壓電源為射頻電源。

11、如請求項 10 所述的等離子體刻蝕的方法，其中所述沉積工藝子過程的射頻電源的功率為 0-100W，所述刻蝕工藝子過程的射頻電源的射頻功率為 30-1500W。

圖式

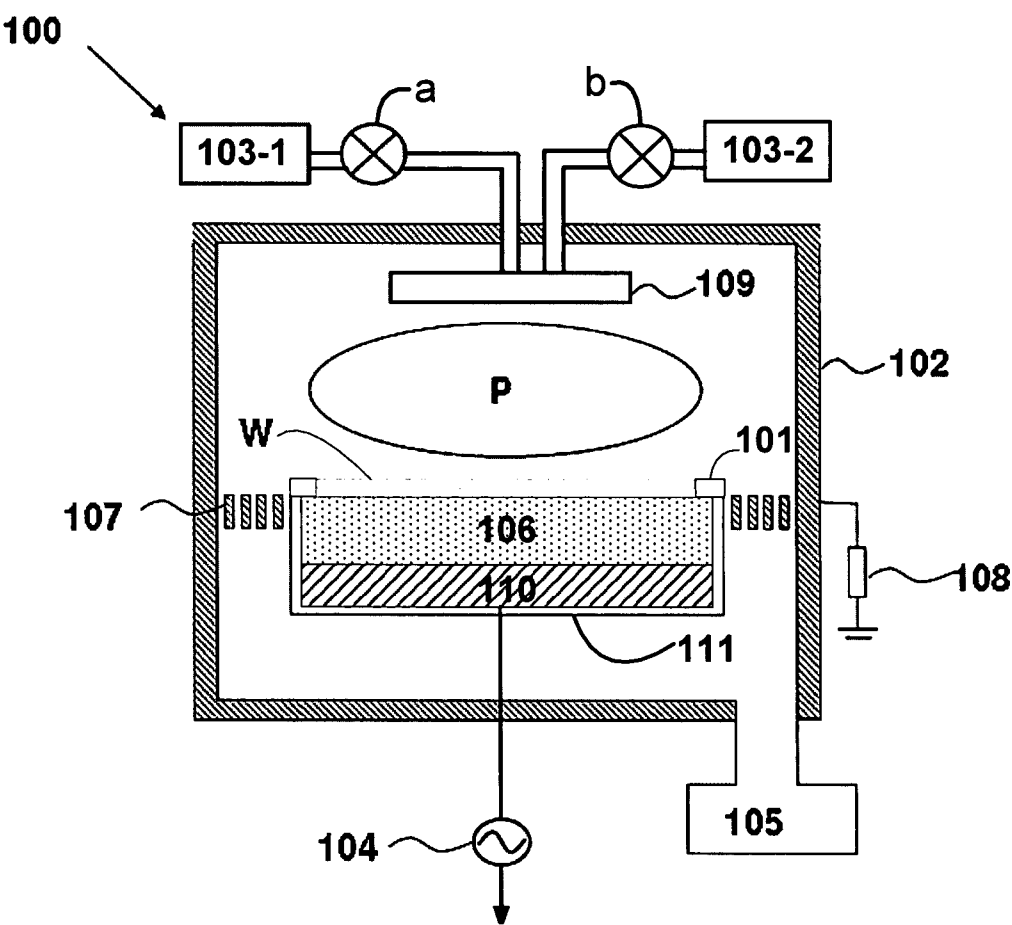


圖 1

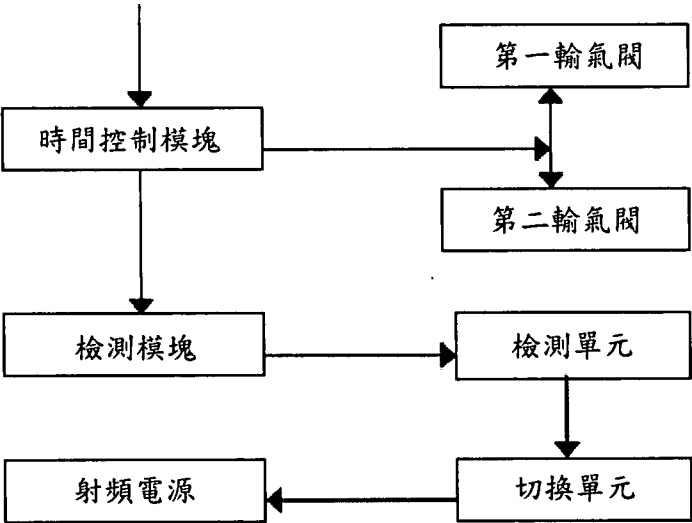


圖 2

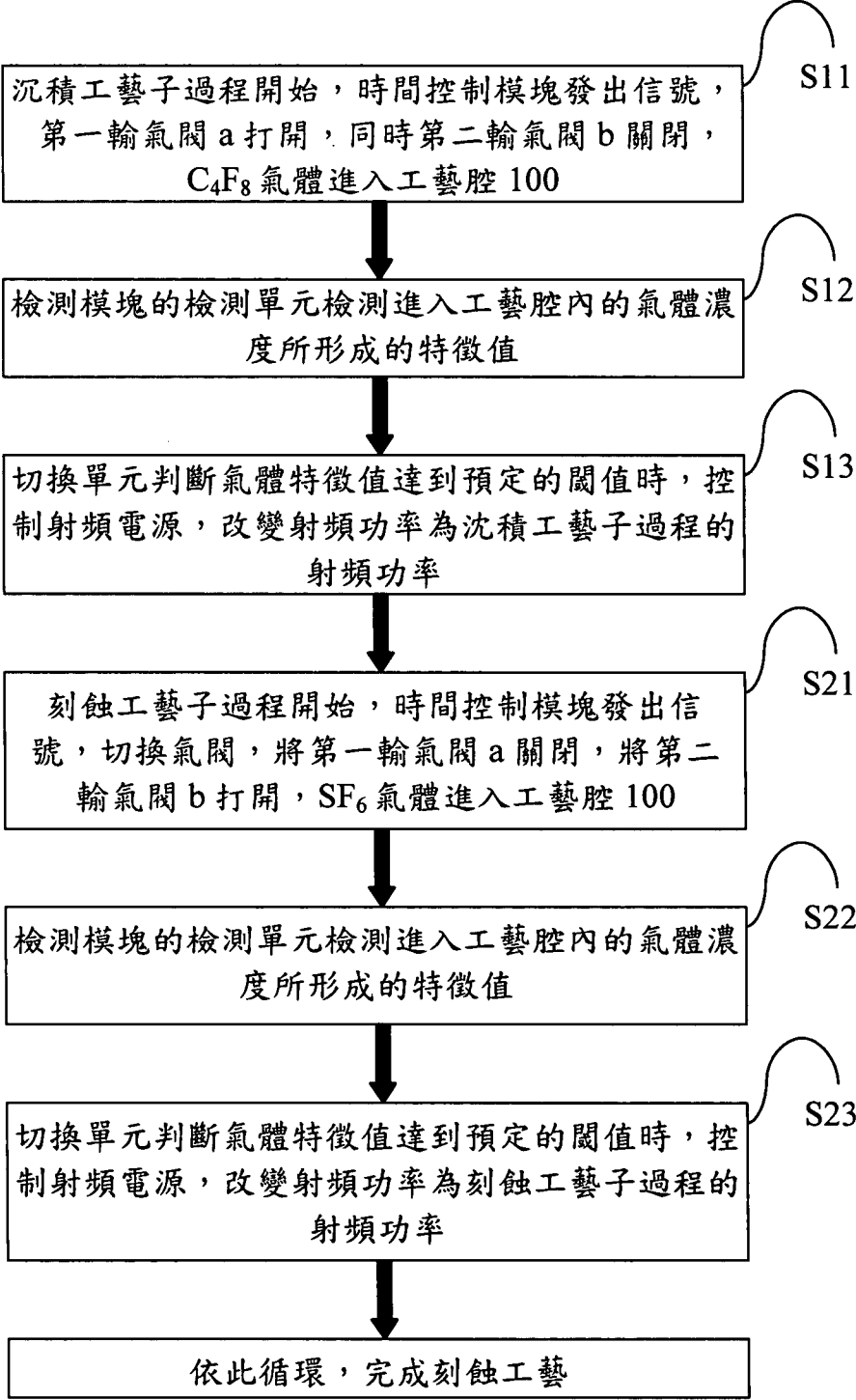


圖 3