

發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：94121496

※申請日期：94年06月27日

※IPC分類：H01L 21/3065, H05H 1/03

一、發明名稱：

(中) 減少電漿起動之壓力

(英) Reducing plasma ignition pressure

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 泛林股份有限公司

(英) LAM RESEARCH CORPORATION

代表人：(中) 1. 傑弗瑞 布魯克斯

(英) 1. BROOKS, JEFFREY J.

地 址：(中) 美國加州·費蒙特·顧盛公園路四六五〇號

(英) 4650 Cushing Parkway, Fremont, CA 94538- 6470, USA

國籍：(中英) 美國 U.S.A.

三、發明人：(共 4 人)

1. 姓 名：(中) 馬克 威普京

(英) WIEPKING, MARK

國 籍：(中) 美國

(英) U.S.A.

2. 姓 名：(中) 布瑞福 林達柯爾

(英) LYNDAKER, BRADFORD J.

國 籍：(中) 美國

(英) U.S.A.

3. 姓 名：(中) 安德拉斯 庫希

(英) KUTHI, ANDRAS

國 籍：(中) 美國

(英) U.S.A.

4. 姓 名：(中) 安德利斯 費契爾

(英) FISCHER, ANDREAS

國 籍：(中) 德國

(英) GERMANY

四、聲明事項：◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 美國 ; 2004/06/30 ; 10/883,583 ☒ 有主張優先權

(英) GERMANY

四、聲明事項：◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 美國 ; 2004/06/30 ; 10/883,583 ☒ 有主張優先權

(1)

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種一電漿處理系統中用於處理一半導體基板之方法。

【先前技術】

電漿已被使用在電漿處理設備中用以將基板（例如，半導體基板、平板基板、奈米機器基板等等）處理成有用的裝置（例如，積體電路，平板、奈米機器等等）。至目前為止，電漿起動係在較高腔室壓力下發生，例如，針對可從加州佛雷蒙市之 Lam Research 公司購得之 2300 Exelan®系列電漿處理系統而言係 120 毫托（mTorr）。

需要高腔室壓力來進行電漿起動之一理由在於，在低壓下的電漿起動會不穩定。這是由於低反應器間隙、使用較低射頻頻率來產生電漿以及射頻能量會被電容式地耦合至電漿所造成。然而，在習知技術中，電漿被起動之高腔室壓力會產生某些加工處理的問題。例如，一高腔室壓力可能會降低蝕刻方向性且會促使高階聚合物形成在基板表面上，造成蝕刻的不連貫性，諸如蝕刻中斷及異常的射頻電漿結構。

隨著科技進步驟及蝕刻條件變得更為準確，降低的蝕刻方向性及更高階的聚合物形成已變成嚴重的問題。此陳述對於在電漿步驟期間需要低製程壓力之製程（例如在某些例子中係低於 50 毫托）尤其為真。在一加工步驟期

(2)

間，該壓力會被降低（例如，降低壓大約 60 毫托），但一高壓起動步驟之條件仍會對於整體蝕刻製程添加一額外的步驟，這會不利地增加整體蝕刻時間。再者，較高壓力的起動步驟可能需要一具有挑戰性的過渡階段，其中該製程壓力將需要被降低至其目標值。此外，在高壓階段期間，過多的聚合物可能會形成在表面上，而這會導致諸如在晶圓上之蝕刻中止或異常的電漿結構等問題。

【發明內容】

在一實施例中，本發明係關於一種在一電漿處理系統中用以處理一半導體基板之方法。該電漿處理系統具有一電漿處理腔室及一耦接至一偏壓補償電路之靜電夾頭。該方法包含一電漿起動步驟，用為起動一電漿。該電漿起動步驟係在一藉由該偏壓補償電路提供至該夾頭之第一偏壓補償電壓係實質為零且同時在該電漿處理腔室中之第一腔室壓力低於大約 90 毫托（mTorr）的情況下被執行。該方法進一步包括一基板處理步驟，用為在該電漿被起動之後，處理該基板。該基板處理步驟係利用一由該偏壓補償電路所提供且高於該第一偏壓補償電壓之第二偏壓補償電壓及一實質相等於該第一腔室壓力之第二腔室壓力。

在另一實施例中，本發明係關於一種在一電漿處理系統中用以處理一基板之方法，該電漿處理系統具有一電漿處理腔室及一耦接至一偏壓補償電路之靜電夾頭。該方法包含在一藉由該偏壓補償電路提供至該夾頭之第一偏壓補

(3)

償電壓係實質爲零的情況下起動一電漿。該方法亦包括在該電漿被起動之後，利用一高於該第一偏壓補償電壓之第二偏壓補償電壓來處理該基板。

本發明之這些及其他特徵將在下文本發明之詳細說明並配合附圖來加以詳述。

【實施方式】

本發明將參考顯示在附圖中之少數較佳實施例來予以詳細說明。在以下說明中，數個特定細節被闡述，以提供對本發明之全盤瞭解。然而，習於此技者應可瞭解，在不需要某些或全部的該等特定細節的情況下仍可實施本發明。在其他情況下，已知的製程步驟及/或結構將不會詳細說明，以避免不必要地混淆本發明。本發明之特徵及優點可以參考附圖及以下討論而獲得更深入之瞭解。

依照本發明之一態樣，吾人已發現若偏壓補償電壓在電漿起動步驟期間被保持爲零或接近零（“實質爲零”），則可在較低腔室壓力下可靠地達成電漿起動。因此，本發明係與任何多極靜電夾配合使用，該多極靜電夾係與一偏壓補償電路耦接在一起。本發明亦可以與一單極靜電夾配合使用。一旦發生起動，該偏壓補償電壓會改變爲一取決於特定電漿條件的值，且該值大大地不同於零。由於電漿起動可發生在一低壓力且甚至爲蝕刻步驟期間所需要之相同壓力設定值，因此不需要花費時間來將該高起動壓力降低至較低的蝕刻壓力。因此，整體蝕刻時間可被實質地降

(4)

低。在一非顯而易見的类型中，在較低壓力設定點來起動電漿且同時保持偏壓補償電壓為零或實質為零，亦可降低用以起動電漿所需要的時間，進而更進一步地降低整體蝕刻時間。

本發明之優點及特徵可藉由參考附圖及以下的討論而獲得更深入之瞭解。圖 1 顯示一典型習知技術的電漿處理系統 100，其包括一電漿處理腔室 102 及一於其上放置有一基板 106 之夾頭 104。設置一噴灑頭 108 以提供蝕刻氣體至該腔室內部 110。一射頻 (RF) 功率供應系統 112 (通常包括射頻產生器及對應的匹配網路) 提供射頻功率至夾頭 104。已起動之電漿係藉由一組箍縮環圈 114 所箍縮。

圖 1 亦顯示用於靜電夾頭 120 之電源供應器，其包括一電流供應器及一偏壓補償電路。在圖 1 之例子中，夾頭 104 係一雙極靜電夾頭 (ESC)，其具有一正極及一負極。如為人所熟知的靜電夾頭，正及負電壓 (例如 +300V 及 -300V) 被供應至這些電極，以提供一可將該基板 106 夾固至夾頭 104 之靜電夾持力。一導體 130 係提供正電壓至該靜電夾頭之一電極，而一第二導體 132 則提供負電壓至該靜電夾頭的另一電極。該偏壓補償電路輔助藉由在電漿處理期間提供一偏壓補償電壓來維持橫越該基板之一致性的夾持力。詳言之，不同的製程在基板上之偏壓電壓會有不同的影響。舉例來說，某些製程可能會造成在基板上之偏壓電壓變得更為正向性，而其他製程可能會造成在基

(6)

是取決於氣流及壓力變化量。在壓力降低步驟之後，便可以在製程方法所規定之低腔室壓力下來進行蝕刻步驟 208（從時間 T3A 開始）。

圖 2B 係一簡化示意圖，其中顯示依照本發明之一實施例當電漿可以在一較低壓力被起動時處理一基板所需要的相關步驟。步驟 252（在時間 T0B 與 T1B 之間）係一壓力平衡步驟，其將蝕刻劑氣體導入至電漿處理腔室中。應瞭解，該壓力平衡步驟目前係牽涉到一較低壓力設定值，且在某些情況下可以花費較少的時間來達成。

在步驟 254 中（介於時間 T1B 與 T2B 之間），該電漿係在較低的腔室壓力下被起動。在此電漿起動步驟 254 期間，被提供至 ESC 夾頭之電極的偏壓補償電壓為零或實質為零。相較於在習知技術中已實行之基板在高偏壓條件下用以起動電漿所需要花費的時間而言，在許多例子中，已發現用以起動該電漿所需花費的時間亦較少（例如，在一實例中係大約為 2 秒對大約 5 秒）。

在大部分例子中，電漿被起動之壓力係實質相同於用於蝕刻步驟所需要的腔室壓力，藉此避免任何後續的壓力降低步驟。即使該較低的電漿起動壓力係不同於用於蝕刻步驟所需要之腔室壓力，該電漿起動發生於一較低腔室壓力的事實亦會降低用以將壓力降低至用於蝕刻步驟所需要之壓力設定值所需花費的時間。

在步驟 256 中（在時間 T2B 之後），便執行蝕刻。該蝕刻步驟係類似於圖 2A 之蝕刻步驟 208。一為零或實質

(7)

爲零之偏壓電壓係僅被提供直到初始起動。一旦電漿被點燃，該功率供應之偏壓補償電路將會驅動該偏壓電壓至一接近實際偏壓電壓的值，該實際偏壓電壓係藉由晶圓從電漿鞘所感測到。因此，該製程方法並未改變，且仍針對該蝕刻步驟期間來補償該偏壓。再者，已發現高壓起動步驟之消除會擴大製程窗口，使得製程工程師可以擴寬自由度以針對一所需要的蝕刻來設計一適當的製程方法。

圖 3 以一簡化流程圖格式顯示依照本發明之一實施例之用於在一電漿處理系統中進行蝕刻的步驟，其不需要一高壓起動步驟。在步驟 302 中，執行該平衡步驟。該平衡步驟係類似於針對圖 2B 之元件符號 252 所討論者。在平衡之後，在一起動步驟 304 中以較低壓力設定值來起動電漿，同時該偏壓補償電壓被保持爲零或實質爲零。在一實施例中，該起動壓力係介於大約 40 毫托及大約 90 毫托之間。在另一實施例中，該起動壓力係介於大約 50 毫托及大約 80 毫托之間。在又另一實施例中，該起動壓力係介於大約 60 毫托及大約 70 毫托之間。

在步驟 306 中，該蝕刻步驟起始於藉由該靜電夾頭功率供應器之偏壓補償電路來將該偏壓補償電壓控制爲一（極不同於零）的數值。若該起動壓力係略高於用於蝕刻步驟所需要之腔室壓力，則如前所述，在蝕刻步驟之前可視情況來執行一短暫的壓力降低步驟。

由以上說明可知，本發明之實施例係可免除高壓起動步驟及其伴隨的缺點，諸如過多聚合物形成及低蝕刻方向

(8)

性。藉由將 ESC 之偏壓補償電路之偏壓補償電壓設定為零或接近零且同時地使晶圓亦接近零伏特，電漿便能夠可靠地在一較低壓力下被起動。由於不需要將腔室壓力從高起動壓力降低至較低的蝕刻壓力，因此對於整體蝕刻製程僅需要較少時間。這些有助於一能夠具有一較寬廣的製程窗口的蝕刻製程，且可降低整體蝕刻時間，此兩者對於業界而言都極具優點。

雖然本發明已針對數個較佳實施例來予以說明，然而在本發明範圍內仍具有替代件、變更件及等效件。舉例來說，雖然已針對蝕刻作為基板處理步驟來予以討論特定的實施方式，然而本發明亦可應用於需要電漿起動的其他基板處理技術（例如，沉積、清潔、聚合化或任何其他的處理）。再者，在說明內容中所示之特定實例係 2300 Exelan®-系列的電漿處理系統，然而本發明亦可被使用在其他的電漿處理系統中，包括採用感應耦合式電漿、電容耦合式電漿、ECR 產生的（電子迴旋加速共振）電漿及/或其他電漿產生技術者。亦應瞭解，亦有許多替代性方案來實現本發明之裝置。因此，吾人意欲以下所附之申請專利範圍可被解釋為將此等替代件、變更件及等效件涵蓋於本發明之真正精神及範疇內。

【圖式簡單說明】

本發明在隨附圖式中係以實例方式而非限制方式被顯示，且其中相同的元件符號係表示相同的元件，其中：

(9)

圖 1 係顯示一典型的習知技術之電漿處理系統，其包括一電漿處理腔室及一於其上放置一基板之夾頭。

圖 2A 係一簡化的示意圖，其中顯示當需要一高壓起動步驟時用以處理一基板所需要之較為相關的步驟。

圖 2B 係一簡化示意圖，其中顯示依照本發明之一實施例當電漿可以在一較低壓力被起動時處理一基板所需要的相關步驟。

圖 3 以一簡化流程圖格式顯示依照本發明之一實施例之用於在一電漿處理系統中進行蝕刻的步驟，其不需要一高壓起動步驟。

【主要元件符號說明】

100：電漿處理系統

102：電漿處理腔室

104：夾頭

106：基板

108：噴灑頭

110：腔室內部

112：射頻（RF）功率供應系統

114：箍縮環圈

120：靜電夾頭

130：導體

132：第二導體

202：平衡步驟

(10)

204：起動步驟

206：壓力降低步驟

208：主蝕刻步驟

252：平衡步驟

254：起動步驟

256：主蝕刻步驟

300-308：流程圖之步驟

五、中文發明摘要

發明之名稱：減少電漿起動之壓力

本發明揭示一種在一電漿處理系統中用以處理一半導體基板之方法。該電漿處理系統具有一電漿處理腔室及一耦接至一偏壓補償電路之靜電夾頭。該方法包含在一電漿起動步驟中起動一電漿。該電漿起動步驟係在一藉由該偏壓補償電路提供至該夾頭之第一偏壓補償電壓係實質為零且同時在該電漿處理腔室中之第一腔室壓力低於大約 90 毫托 (mTorr) 的情況下被執行。該方法進一步包括在該電漿被起動之後，在一基板處理步驟中處理該基板。該基板處理步驟係利用一藉由該偏壓補償電路所提供且高於該第一偏壓補償電壓之第二偏壓補償電壓及一實質相等於該第一腔室壓力之第二腔室壓力。

六、英文發明摘要

發明之名稱：

REDUCING PLASMA IGNITION PRESSURE

ABSTRACT

A method in a plasma processing system for processing a semiconductor substrate is disclosed. The plasma processing system includes a plasma processing chamber and an electrostatic chuck coupled to a bias compensation circuit. The method includes igniting a plasma in a plasma ignition step. Plasma ignition step is performed while a first bias compensation voltage provided by the bias compensation circuit to the chuck is substantially zero and while a first chamber pressure within the plasma processing chamber is below about 90 mTorr. The method further includes processing the substrate in a substrate-processing step after the plasma is ignited. The substrate-processing step employs a second bias compensation voltage provided by the bias compensation circuit that is higher than the first bias compensation voltage and a second chamber pressure substantially equal to the first chamber pressure.

圖2A

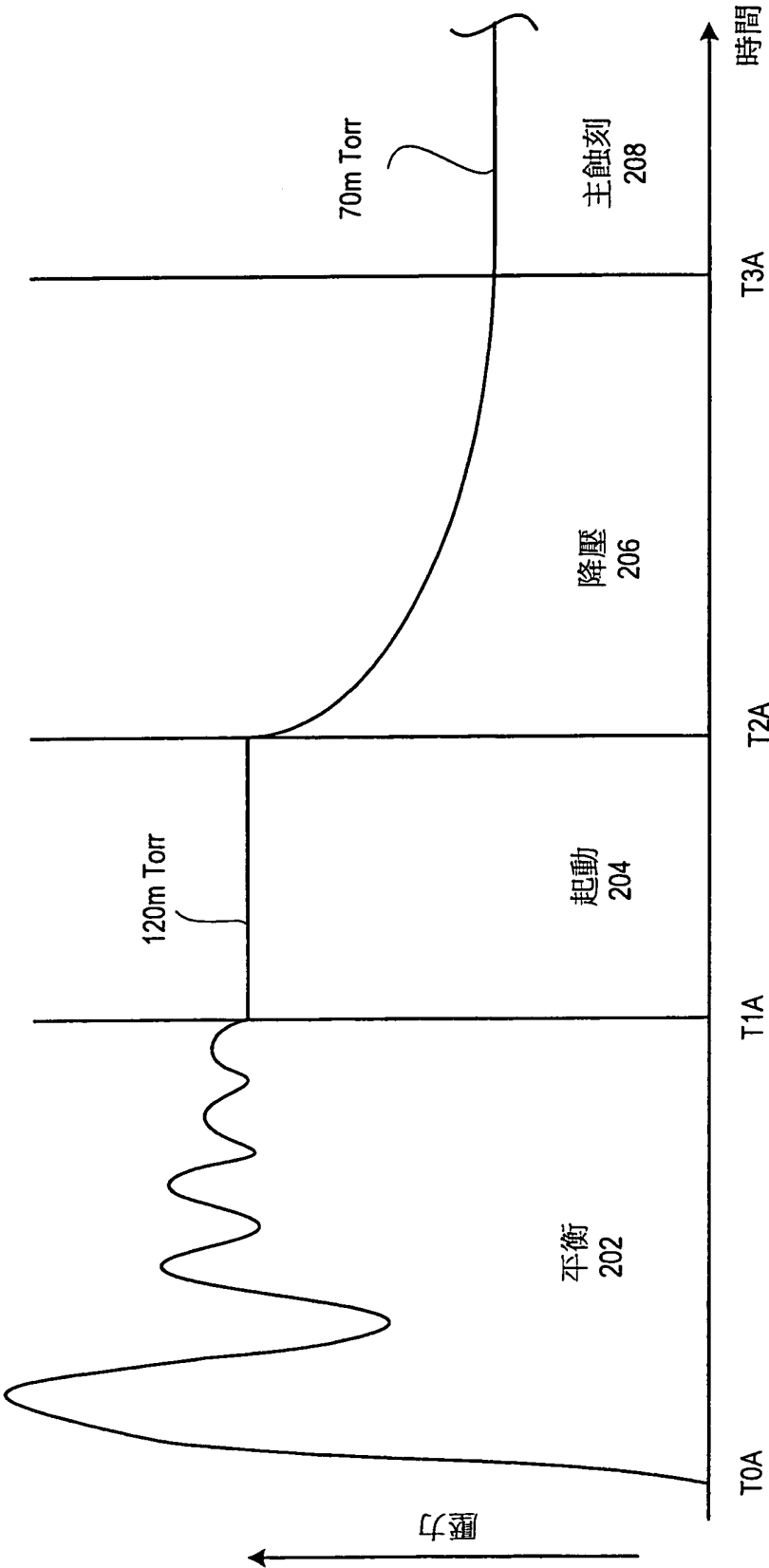


圖2B

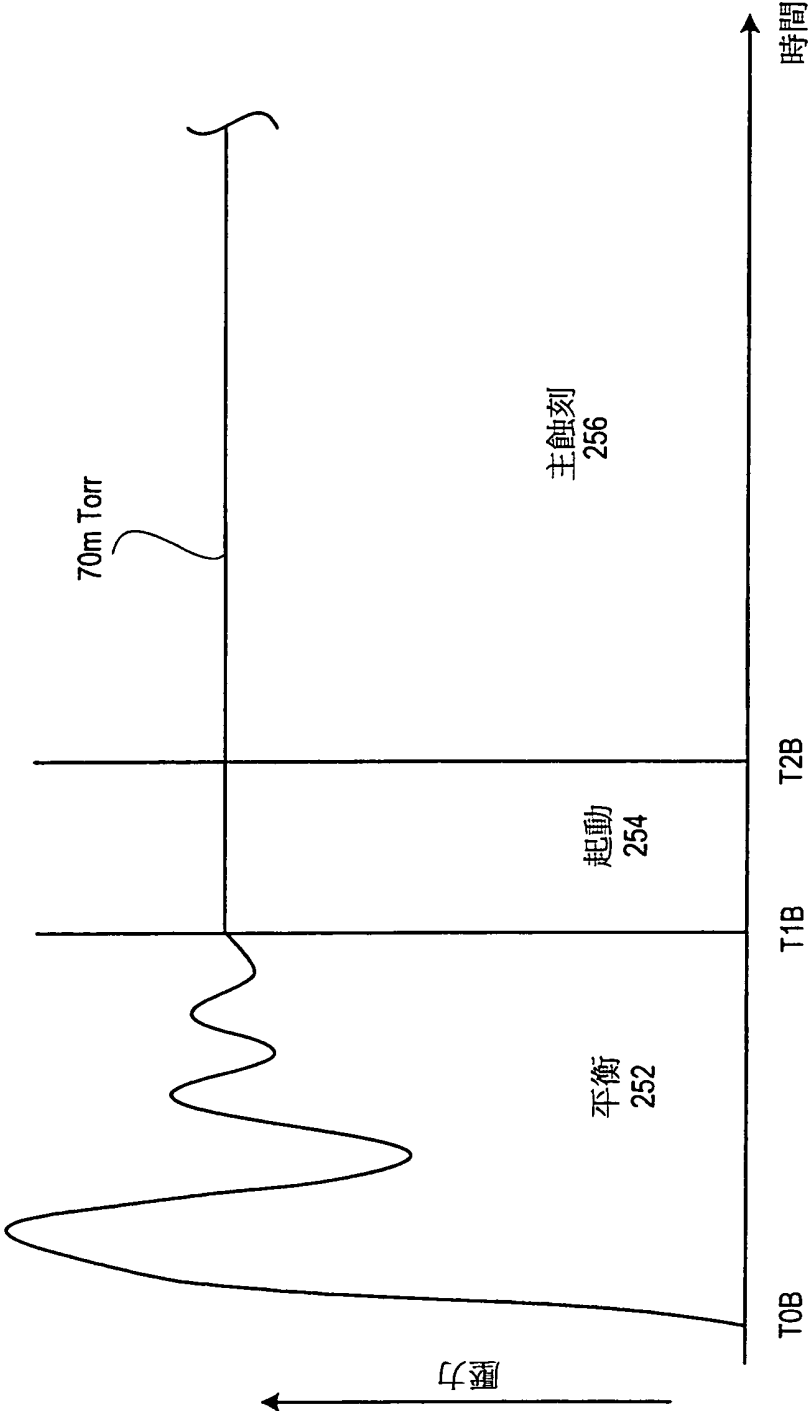
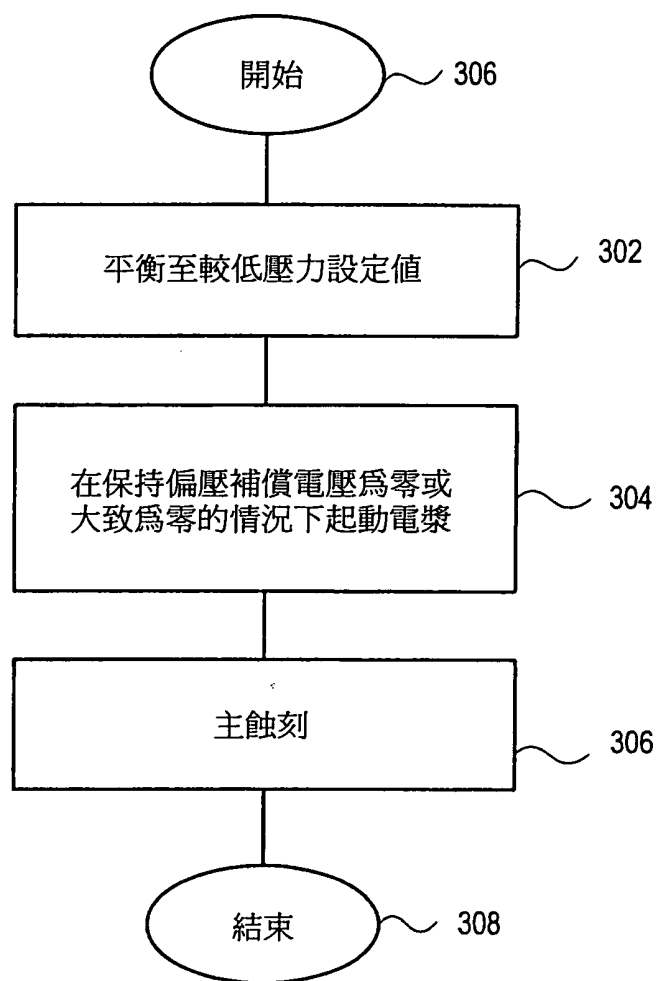


圖3



七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第(2B)圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

252：平衡步驟

254：起動步驟

256：主蝕刻步驟

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

板上之偏壓電壓變得更為負向性。由於在 ESC 夾頭之電極與疊置之基板區域之間的夾持力係取決於其各電壓值的差異，除非在基板上之偏壓電壓的差異被考慮，否則在 ESC 之正極與基板之間的夾持力可能會低於或高於在 ESC 之負極與基板之間的夾持力。橫越 ESC 夾頭之不同電極的夾持力中的差異可能會造成該基板被不均衡地夾持。這可能會導致該基板被不均勻地冷卻，因而造成從該基板之一區域至另一區域的製程結果不相同。藉由提供偏壓補償電壓，該偏壓補償電路基本上會迫使橫越該基板之夾持力係相等的。偏壓補償電路已在業界及專利文獻中為人所習知。

圖 2A 係一簡化視圖，其中顯示當需要一高壓起動步驟時用以處理一基板之更為相關的步驟。該蝕刻起始於一平衡步驟 202（在時間 T0A 與 T1A 之間），在此步驟期間，蝕刻劑源氣體被導入且被平衡至用於可靠的電漿起動所需要的較高壓力設定值（例如，120 毫托）。此平衡步驟通常花費大約 10 至 13 秒，這是習知技術中之壓力控制機構將氣體平衡至用於起動所需要之高壓力設定值所需要的時間。

在步驟 204 中（介於時間 T1A 及 T2A 之間），該電漿被起動。此高壓起動步驟通常花費大約 5 秒左右。之後，該壓力被降低至製程方法所需要之較低的腔室壓力，在此實例中係諸如為 70 毫托。此壓力降低步驟 206（介於時間 T2A 及 T3A 之間）可能花費例如 5 至 8 秒之間，這

十、申請專利範圍

1.一種在一電漿處理系統中用以處理一半導體基板之方法，該電漿處理系統具有一電漿處理腔室及一耦接至一偏壓補償電路之靜電夾頭，該方法包含：

一電漿起動步驟，用為起動一電漿，該電漿起動步驟係在一由該偏壓補償電路所提供至該夾頭之第一偏壓補償電壓係實質為零且同時在該電漿處理腔室中之第一腔室壓力介於大約 40 毫托及大約 90 毫托（mTorr）之間的情況下被執行；

一基板處理步驟，用為在該電漿被起動之後，處理該基板，該基板處理步驟係利用一藉由該偏壓補償電路所提供且高於該第一偏壓補償電壓之第二偏壓補償電壓及一實質相等於該第一腔室壓力之第二腔室壓力。

2.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該第一偏壓補償電壓被使用的時間僅長到足以製備用於該基板處理步驟之該電漿。

3.如申請專利範圍第 2 項之方法，其中該電漿起動步驟的期間係大約 2 秒。

4.如申請專利範圍第 2 項之方法，其中該電漿起動步驟的期間係低於大約 5 秒。

5.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中起動該電漿係在該第一偏壓補償電壓為零的情況下被執行。

6.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中起動該電漿係在該第一腔室壓力介於大約 40 毫托及大約 90 毫托之間的

情況下被執行。

7.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中起動該電漿係在該第一腔室壓力介於大約 50 毫托及大約 80 毫托之間的情況下被執行。

8.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中起動該電漿係在該第一腔室壓力介於大約 60 毫托及大約 70 毫托之間的情況下被執行。

9.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中起動該電漿係在該第一腔室壓力在介於 40 毫托和 60 毫托之間的情況下被執行。

10.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中起動該電漿係在該第一腔室壓力在介於 40 毫托和 50 毫托之間的情況下被執行。

11.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該電漿處理系統係代表一感應耦合式電漿處理系統。

12.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該電漿處理系統係代表一電容耦合式電漿處理系統。

13.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該電漿處理系統係代表一電子迴旋加速共振（ECR）電漿處理系統。

14.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該靜電夾頭係一多極靜電夾頭。

15.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該靜電夾頭係一雙極靜電夾頭。

16.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該靜電夾頭係

一單極靜電夾頭。

17.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該處理係代表一蝕刻應用。

18.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該基板係代表一用以製造積體電路之半導體晶圓。

19.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該基板係代表一用以製造至少一平板顯示器產品之平板基板。

20.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該基板係代表一用以製造奈米機器之奈米機器基板。

21.一種在一電漿處理系統中用以處理一基板之方法，該電漿處理系統具有一電漿處理腔室及一耦接至一偏壓補償電路之靜電夾頭，該方法包含：

在一藉由該偏壓補償電路提供至該夾頭之第一偏壓補償電壓係實質為零的情況下起動一電漿；

在該電漿被起動之後，利用一高於該第一偏壓補償電壓之第二偏壓補償電壓來處理該基板。

22.如申請專利範圍第 21 項之方法，其中該第一偏壓補償電壓被使用的時間僅長到足以起動該電漿。

23.如申請專利範圍第 21 項之方法，其中起動該電漿係在該第一偏壓補償電壓為零的情況下被執行。

24.如申請專利範圍第 21 項之方法，其中起動該電漿係在該電漿處理腔室中之一腔室壓力介於大約 40 毫托及大約 90 毫托之間的情況下被執行。

25.如申請專利範圍第 21 項之方法，其中起動該電漿

係在該電漿處理腔室中之一腔室壓力介於大約 50 毫托及大約 80 毫托之間的情況下被執行。

26.如申請專利範圍第 21 項之方法，其中起動該電漿係在該電漿處理腔室中之一腔室壓力介於大約 60 毫托及大約 70 毫托之間的情況下被執行。

27.如申請專利範圍第 21 項之方法，其中起動該電漿係在該電漿處理腔室中之一腔室壓力在介於 40 毫托和 60 毫托之間的情況下被執行。

28.如申請專利範圍第 21 項之方法，其中起動該電漿係在該電漿處理腔室中之一腔室壓力在介於 50 毫托和 60 毫托之間的情況下被執行。

29.如申請專利範圍第 21 項之方法，其中處理該基板係在該腔室壓力實質相同於在起動該電漿期間存在之腔室壓力的情況下被執行。

30.如申請專利範圍第 21 項之方法，其中該電漿處理系統係代表一感應耦合式電漿處理系統。

31.如申請專利範圍第 21 項之方法，其中該電漿處理系統係代表一電容耦合式電漿處理系統。

32.如申請專利範圍第 21 項之方法，其中該電漿處理系統係代表一電子迴旋加速共振（ECR）電漿處理系統。

33.如申請專利範圍第 21 項之方法，其中該靜電夾頭係一多極靜電夾頭。

34.如申請專利範圍第 21 項之方法，其中該靜電夾頭係一雙極靜電夾頭。

35.如申請專利範圍第 21 項之方法，其中該靜電夾頭係一單極靜電夾頭。

36.如申請專利範圍第 21 項之方法，其中該處理係代表一蝕刻應用。

37.如申請專利範圍第 21 項之方法，其中該基板係代表一用以製造積體電路之半導體晶圓。

38.如申請專利範圍第 21 項之方法，其中該基板係代表一用以製造至少一平板顯示器產品之平板基板。

39.如申請專利範圍第 21 項之方法，其中該基板係代表一用以製造奈米機器之奈米機器基板。

圖 1

