202516568

(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 202516568 A

(43)公開日： 中華民國 114 (2025) 年 04 月 16 日

(21)申請案號：112150591 (22)申請日： 中華民國 112 (2023) 年 12 月 25 日

(51)Int. Cl.： *H01J37/32 (2006.01)* *H01L21/683 (2006.01)*
H01L21/67 (2006.01) *H02N13/00 (2006.01)*
H01L21/3065(2006.01)

(30)優先權：2023/06/30 英國 2310034.0

(71)申請人：英商ＳＰＴＳ科技公司 (英國) SPTS TECHNOLOGIES LIMITED (GB)
英國

(72)發明人：比奇 亞當 S BEACHEY, ADAM S. (GB)

(74)代理人：陳長文；呂光；邵而康

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：4 共 24 頁

(54)名稱

電漿蝕刻方法及設備

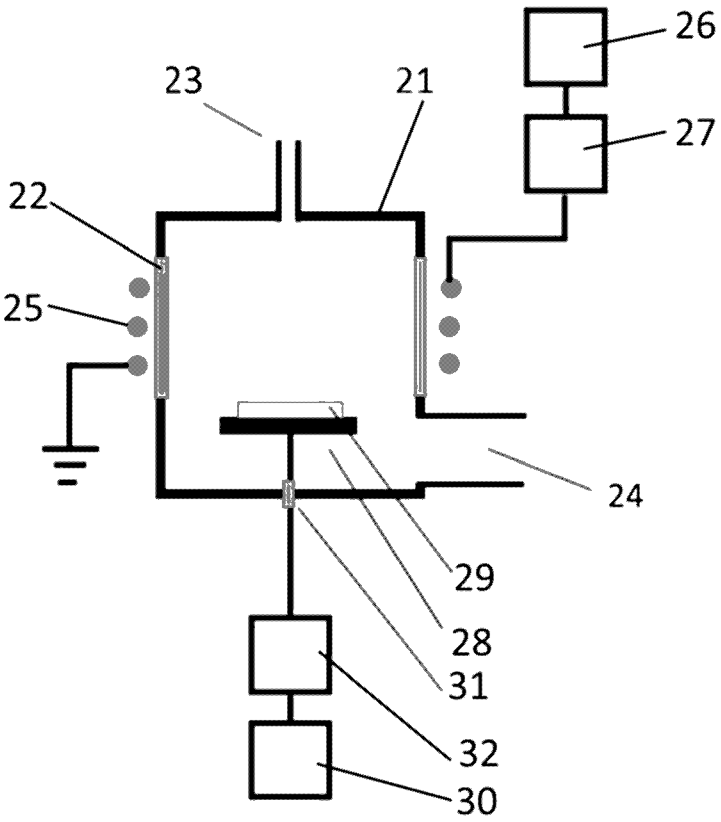
(57)摘要

根據本發明，提供一種電漿蝕刻一半導體基板之方法，其包括以下步驟：
將一半導體基板定位於一腔室內之一基板支撐件上，使得該半導體基板之一上表面可曝露於該電漿蝕刻且該半導體基板之一下表面由該基板支撐件支撐，其中該基板支撐件包括一雙極靜電卡盤(「ESC」)及用於在一相關聯壓力下向該下表面供應一冷卻氣體之一冷卻氣體系統，且其中該 ESC 包括至少一第一電極及一第二電極；
電漿蝕刻該半導體基板；及
在該電漿蝕刻步驟完成之後，自該基板支撐件移除該半導體基板；
其中在該電漿蝕刻步驟期間：在一相關聯壓力下將一冷卻氣體供應至該半導體基板之該下表面；該 ESC 在其中將一正電壓施加至該第一電極且將一負電壓施加至該第二電極之一第一雙極操作模式與其中將一負電壓施加至該第一電極且將一正電壓施加至該第二電極之一第二雙極操作模式之間切換；且當該 ESC 在該等第一與第二雙極操作模式之間切換時，該冷卻氣體之該壓力相對於該電漿蝕刻步驟期間其他時間之該壓力降低，使得該半導體基板保持定位於該基板支撐件上。

According to the invention there is provided a method of plasma etching a semiconductor substrate comprising the steps of:
positioning a semiconductor substrate on a substrate support within a chamber so that an upper surface of the semiconductor substrate can be exposed to the plasma etching and a lower surface of the semiconductor substrate is supported by the substrate support, wherein the substrate support comprises a bipolar electrostatic chuck (“ESC”) and a cooling gas system for supplying a cooling gas to the lower surface at an associated pressure, and wherein the ESC comprises at least a first electrode and a second electrode;
plasma etching the semiconductor substrate; and
removing the semiconductor substrate from the substrate support after the plasma etching step is completed;
in which, during the plasma etching step: a cooling gas is supplied to the lower surface of the semiconductor substrate at an associated pressure; the ESC is switched between a first bipolar mode of operation in which a positive voltage is applied to the first electrode and a negative voltage is applied to the second electrode,

and a second bipolar mode of operation in which a negative voltage is applied to the first electrode and a positive voltage is applied to the second electrode; and the pressure of the cooling gas is reduced when the ESC is switched between the first and second bipolar modes of operation with respect to the pressure at other times during the plasma etching step so that the semiconductor substrate remains positioned on the substrate support.

指定代表圖：



【圖2】

符號簡單說明：

21:腔室

22:介電圓柱壁部分

23:氣體入口

24:氣體出口

25:線圈

26:RF 電源

27:阻抗匹配網路

28:基板支撐件

29:半導體基板

30:RF 電源

31:陶瓷斷路器

32:阻抗匹配網路

【發明摘要】

【中文發明名稱】

電漿蝕刻方法及設備

【英文發明名稱】

PLASMA ETCHING METHOD AND APPARATUS

【中文】

根據本發明，提供一種電漿蝕刻一半導體基板之方法，其包括以下步驟：

將一半導體基板定位於一腔室內之一基板支撐件上，使得該半導體基板之一上表面可曝露於該電漿蝕刻且該半導體基板之一下表面由該基板支撐件支撐，其中該基板支撐件包括一雙極靜電卡盤(「ESC」)及用於在一相關聯壓力下向該下表面供應一冷卻氣體之一冷卻氣體系統，且其中該ESC包括至少一第一電極及一第二電極；

電漿蝕刻該半導體基板；及

在該電漿蝕刻步驟完成之後，自該基板支撐件移除該半導體基板；

其中在該電漿蝕刻步驟期間：在一相關聯壓力下將一冷卻氣體供應至該半導體基板之該下表面；該ESC在其中將一正電壓施加至該第一電極且將一負電壓施加至該第二電極之一第一雙極操作模式與其中將一負電壓施加至該第一電極且將一正電壓施加至該第二電極之一第二雙極操作模式之間切換；且當該ESC在該等第一與第二雙極操作模式之間切換時，該冷卻氣體之該壓力相對於該電漿蝕刻步驟期間其他時間之該壓力降低，使得該半導體基板保持定位於該基板支撐件上。

【英文】

According to the invention there is provided a method of plasma etching a semiconductor substrate comprising the steps of:

positioning a semiconductor substrate on a substrate support within a chamber so that an upper surface of the semiconductor substrate can be exposed to the plasma etching and a lower surface of the semiconductor substrate is supported by the substrate support, wherein the substrate support comprises a bipolar electrostatic chuck (“ESC”) and a cooling gas system for supplying a cooling gas to the lower surface at an associated pressure, and wherein the ESC comprises at least a first electrode and a second electrode;

plasma etching the semiconductor substrate; and

removing the semiconductor substrate from the substrate support after the plasma etching step is completed;

in which, during the plasma etching step: a cooling gas is supplied to the lower surface of the semiconductor substrate at an associated pressure; the ESC is switched between a first bipolar mode of operation in which a positive voltage is applied to the first electrode and a negative voltage is applied to the second electrode, and a second bipolar mode of operation in which a negative voltage is applied to the first electrode and a positive voltage is applied to the second electrode; and the pressure of the cooling gas is reduced when the ESC is switched between the first and second bipolar modes of operation with respect to the pressure at other times during the plasma etching step so that the

semiconductor substrate remains positioned on the substrate support.

【指定代表圖】

圖2

【代表圖之符號簡單說明】

21: 腔室

22: 介電圓柱壁部分

23: 氣體入口

24: 氣體出口

25: 線圈

26: RF電源

27: 阻抗匹配網路

28: 基板支撐件

29: 半導體基板

30: RF電源

31: 陶瓷斷路器

32: 阻抗匹配網路

【發明說明書】

【中文發明名稱】

電漿蝕刻方法及設備

【英文發明名稱】

PLASMA ETCHING METHOD AND APPARATUS

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種電漿蝕刻一半導體基板之方法。本發明亦係關於一種用於電漿蝕刻一半導體基板之相關聯設備。

【先前技術】

【0002】 在半導體製造工業中基於真空之電漿蝕刻及沈積工具中，歸因於處理腔室中低於大氣壓之壓力，避免晶圓移動且自一晶圓或基板移除由一電漿或放熱程序產生之熱係具有挑戰性的。歸因於自基板至基板支撐件之不良熱對流及直接傳導，降低壓力限制熱傳遞。為了達成基板溫度之最佳控制，靜電卡盤或「ESC」用於控制一真空系統中之一基板之溫度。ESC與基板之間之靜電吸引容許用一惰性氣體(諸如He)在一足夠高壓力下對基板與ESC表面之間之空腔或通道加壓以促進基板與熱控ESC之間之良好熱傳導。此程序被稱為背面加壓。即使處理腔室在比ESC與基板之間之壓力低得多之壓力下操作，仍可維持基板之靜電夾持且繼而嚴格溫度控制。

【0003】 通常具有兩種不同ESC用於在真空系統中夾持基板，即，雙極(「庫侖(Coloumb)」)及單極(「約翰森-拉貝克(Johnsen-Rahbek)」)ESC。在兩種類型中，一金屬電極或多個電極囊封於一介電結構中，該介電結構接著附接至一金屬基板支撐件，如圖1中所展示。一基板支撐件2

(其通常由鋁或不銹鋼製成)連接至一RF電源4且靜電卡盤ESC 6附接至基板支撐件2之一上表面。ESC 6具有夾置於兩層介電材料之間之金屬電極。電極附接至高電壓DC電源8，對於厚度大於0.5 mm之相對較厚陶瓷層，高電壓DC電源8可供應高達+/-9 kV。對於較薄聚合物層(諸如聚醯亞胺)，層厚度可小於0.1 mm，且DC電源通常以小於+/-2 kV供應。製冷劑氣體(通常為He或Ar)之背面氣體入口由基板支撐件2中之一管道20提供且容許氣體注入於基板12與ESC 6之表面之間。冷卻劑通道10使一製冷劑流能夠自基板支撐件2移除熱，同時電阻加熱器(未展示)可促進高溫操作。使用一升降總成18來達成基板12與塗層14之裝載及卸載。一屏蔽環16 (通常由陶瓷形成)保護基板支撐件2免受電漿且幫助在基板12附近電漿成形。

【0004】 在一雙極ESC中，存在至少兩個相反極性之電極，該等電極在基板之背面處產生一靜電場。此需要基板支援電荷移動，即，基板必須由一半導體或金屬材料形成。由於半導體及光電產業中處理之大多數基板本身係半導體，故雙極ESC被廣泛使用。

【0005】 單極ESC具有維持在一單一電位之一或若干電極且依賴一外部電子源來產生靜電場。用電漿腔室產生一電漿通常提供一電流接地路徑且繼而使單極ESC能夠將基板夾持至基板支撐件。為了支援此類型之操作，透過用於ESC中之絕緣陶瓷層產生非常少量洩漏電流。

【0006】 然而，當蝕刻程序完成時，歸因於靜電電荷留在基板及晶圓支撐件中，用一ESC夾持可產生問題。已積聚之電荷可需要相當多時間量來消散(可能幾分鐘)且因而增加在程序模組中之停留時間，因為基板有效附著至ESC表面。由於生產率之原因，此係高度不期望的，因為其降低工具之產量。電漿蝕刻程序結束與基板可自基板升起之點之間之時間被稱

為釋放時間。需要改良既定方法以減少釋放時間。

【發明內容】

【0007】 本發明在其實施例之至少一些者中尋求解決上述問題及需要之至少一些者。

【0008】 根據本發明之一第一態樣，提供一種電漿蝕刻一半導體基板之方法，其包括以下步驟：

將一半導體基板定位於一腔室內之一基板支撐件上，使得該半導體基板之一上表面可曝露於該電漿蝕刻且該半導體基板之一下表面由該基板支撐件支撐，其中該基板支撐件包括一雙極靜電卡盤(「ESC」)及用於在一相關聯壓力下向該下表面供應一冷卻氣體之一冷卻氣體系統，且其中該ESC包括至少一第一電極及一第二電極；

電漿蝕刻該半導體基板；及

在該電漿蝕刻步驟完成之後，自該基板支撐件移除該半導體基板；

其中在該電漿蝕刻步驟期間：在一相關聯壓力下將一冷卻氣體供應至該半導體基板之該下表面；該ESC在其中將一正電壓施加至該第一電極且將一負電壓施加至該第二電極之一第一雙極操作模式與其中將一負電壓施加至該第一電極且將一正電壓施加至該第二電極之一第二雙極操作模式之間切換；且當該ESC在該等第一與第二雙極操作模式之間切換時，該冷卻氣體之該壓力相對於該電漿蝕刻步驟期間其他時間之該壓力降低，使得該半導體基板保持定位於該基板支撐件上。

【0009】 當該ESC在該等第一與第二雙極操作模式之間切換時，該冷卻氣體之該壓力可降至小於1托之一壓力。當該ESC在該等第一與第二雙極操作模式之間切換時，該冷卻氣體之該壓力可降至小於0.1托之一壓

力。仍可採用較低壓力且實務上可方便地抽空將該冷卻氣體供應至該ESC之該下表面之一氣體管線。目的係防止在該ESC在該等第一與第二雙極操作模式之間切換時該冷卻氣體升起該半導體基板，因為在此等時間，由該ESC提供之夾持顯著減弱。

【0010】 在該電漿蝕刻步驟期間，該ESC可在該等第一與第二雙極操作模式之間切換複數次。在該電漿蝕刻步驟期間，該ESC可在該等第一與第二雙極操作模式之間切換至少三次。原則上，為了在任何給定實際應用中提供一有利結果，該ESC可在該等第一與第二雙極操作模式之間以任何所要切換頻率切換任何次數。該ESC可切換偶數或奇數次。該ESC可在該第一或第二雙極模式下操作30秒或更長(視情況60秒或更長，視情況180秒或更短)之後切換。

【0011】 在該電漿蝕刻步驟期間，該半導體基板可達到至少140°C之一溫度。在該電漿蝕刻步驟期間，該半導體基板可達到至少150°C之一溫度。在該電漿蝕刻步驟期間，該半導體基板可達到300°C或更低之一溫度，視情況250°C或更低。令人驚訝地，本發明人已發現，可藉由在其中該半導體基板在相對較高溫度下電漿蝕刻之應用中實施本發明來實現釋放時間顯著減少。

【0012】 電漿蝕刻該半導體基板之該步驟可使用一電漿產生裝置(諸如電感耦合電漿(ICP)裝置)來執行。本發明不受所執行之電漿蝕刻類型限制，且可使用非ICP電漿蝕刻技術。

【0013】 在電漿蝕刻該半導體基板之該步驟期間及/或之後，可向該基板支撐件施加一RF偏壓信號。

【0014】 該方法可包括以下進一步步驟：將該半導體基板曝露於在

一惰性氣體或惰性氣體混合物中形成之一電漿，其中該進一步步驟在電漿蝕刻該半導體基板與自該基板支撐件移除該半導體基板之步驟之間執行。此電漿係惰性的，通常為低能的，其可藉由提供一電流接地路徑來說明「釋放」該半導體基板。依此方式，可自該半導體基板及ESC表面移除任何剩餘電荷。該惰性氣體或惰性氣體混合物可包括He及/或Ar。該電漿產生裝置及/或施加至該基板支撐件之該RF偏壓信號可用於在該惰性氣體或惰性氣體混合物中形成該電漿。

【0015】 在該方法期間使用之條件可使得若該ESC在該等第一與第二雙極操作模式之間切換而不降低該冷卻氣體之該壓力，則該半導體基板將由該冷卻氣體移動。

【0016】 該半導體基板可為一InP半導體基板。InP半導體基板之電漿蝕刻通常在相對較高溫度下執行以移除揮發性物種。然而，本發明不限於任何特定半導體基板。預計本發明將特別適合於需要相對較高處理溫度之其他半導體基板之該電漿蝕刻。

【0017】 該ESC可包括一介電材料。在該ESC在該等第一與第二雙極操作模式之間切換期間，該介電材料之電阻率可在10^{12}至10^{13} ohm-cm之範圍內。

【0018】 根據本發明之一第二態樣，提供一種用於電漿蝕刻一半導體基板之設備，其包括：

一腔室；

一基板支撐件，其安置於該腔室內，其中該基板支撐件包括一雙極靜電卡盤(「ESC」)及用於在一相關聯壓力下將一冷卻氣體供應至下表面之一冷卻氣體系統，且其中該ESC包括至少一第一電極及一第二電極；

一電漿產生裝置，其用於在該腔室內維持用於蝕刻該半導體基板之一電漿；

用於自該基板支撐件移除該半導體基板之一機構；及

一控制器，其經組態以控制該設備執行電漿蝕刻該半導體基板之一步驟，其中該ESC在其中將一正電壓施加至該第一電極且將一負電壓施加至該第二電極之一第一雙極操作模式與其中將一負電壓施加至該第一電極且將一正電壓施加至該第二電極之一第二雙極操作模式之間切換；且當該ESC在該等第一與第二雙極操作模式之間切換時，該冷卻氣體之該壓力相對於該電漿蝕刻步驟期間其他時間之該壓力降低，使得該半導體基板保持定位於該基板支撐件上。

【0019】 該設備使用根據本發明之第一態樣之一方法來電漿蝕刻該半導體基板。

【0020】 該電漿產生裝置可為一電感耦合電漿(ICP)裝置。可使用其他類型之電漿產生裝置。

【0021】 該設備可進一步包括與該冷卻氣體系統及一氣泵流體連通之一旁通閥，其中該控制器經組態以打開及關閉該旁通閥，使得當該ESC在該等第一與第二雙極操作模式之間切換時，藉由打開該旁通閥以藉由該氣泵排出冷卻氣體來降低該冷卻氣體之該壓力。

【0022】 該ESC之該電極可為非指叉的。例如，該電極可為半圓形電極。

【0023】 該ESC可包括Al_2O_3。

【0024】 用於自該基板支撐件移除該半導體基板之該機構可為任何適合機構，其可採用諸如升降銷或另一基板升降配置及一機械臂之元件。

此等機構係熟練讀者所熟知的。

【0025】 為免生疑問，每當本文中提及「包括」或「包含」及類似術語時，本發明亦被理解為包含更具限制性術語，諸如「由…組成」及「基本上由…組成」。

【0026】 雖然上文已描述本發明，但其擴展至上文或以下描述、圖式或發明申請專利範圍中闡述之特徵之任何發明組合。例如，關於本發明之第一態樣揭示之任何特徵可與關於本發明之第二態樣揭示之任何特徵組合。

【圖式簡單說明】

【0027】 現將參考附圖、僅藉由實例來描述本發明之實施例，其中：

圖1係一已知基板支撐件之一示意圖；

圖2係一電感耦合電漿設備之一半示意性橫截面圖；

圖3展示根據本發明之一程序序列；及

圖4係一ESC及一冷卻氣體系統之一示意圖。

【實施方式】

【0028】 圖2係根據本發明之適合於電漿蝕刻一半導體基板之一設備20之一半示意圖。適合於執行本發明之方法之設備包含一經調適SPTS歐米茄(Omega)(RTM) ICP蝕刻系統，其可自位於英國新南威爾士(South Wales)紐波特(Newport)之SPTS技術有限公司商業上購得。下文描述之所有例示性實施例及比較實例使用此設備執行。

【0029】 設備20包括腔室21及用於在腔室內維持一電漿之一電漿產生裝置。腔室21包括一介電圓柱壁部分22、適合氣體可透過其引入至腔

室21中之一氣體入口23及氣體可透過其使用一適合泵自腔室移除之一氣體出口24。電漿產生裝置包括一線圈25，線圈25可由一RF電源26經由一阻抗匹配網路27電驅動。線圈25圍繞介電壁22安置。RF電源26通常以2至20 MHz之一頻率向線圈25提供一RF功率，但可採用更低頻率(例如380 kHz)。設備20進一步包括半導體基板29可定位至其上用於處理之一基板支撐件28。基板支撐件28包括一靜電卡盤(ESC)，該ESC在蝕刻期間使用一冷卻氣體之一背壓。基板支撐件28經由一陶瓷斷路器31及一阻抗匹配網路32連接至一RF電源30。電源30向基板支撐件28提供一RF電偏壓。RF電源30通常以2至20 MHz之一頻率(視情況，13.56 MHz)提供一RF功率，但可採用更低頻率(例如375 kHz)。一控制器(未展示)經組態以控制設備，包含ESC之操作及冷卻氣體之供應。ESC係具有由嵌入於Al_2O_3陶瓷層中之約2 mm之一小間隙間隔之兩個半圓形金屬電極之一雙極ESC。亦可使用替代陶瓷，諸如AlN或薄膜聚合物介電膜。

【0030】 本發明利用施加至ESC之雙極電極之電壓極性之切換。特定言之，ESC在其中將一正電壓施加至第一電極且將一負電壓施加至第二電極之一第一雙極操作模式與其中將一負電壓施加至第一電極且將一正電壓施加至第二電極之一第二雙極操作模式之間切換。在發生極性切換時，冷卻氣體之背壓降低以防止半導體基板自基板支撐件升離。若背壓不降低，則將發生晶圓移動。接著，當ESC處於第一或第二雙極操作模式中時，背壓升高至一「穩態」背壓。依此方式，可實現釋放時間顯著減少，特別係對於相對高溫電漿蝕刻程序。

【0031】 在圖3中，呈現根據本發明之一程序序列。SPTS歐米茄(RTM)系統係一叢集工具且在正常操作期間在真空下維持處理模組。在步

驟300，一機器人自一卡式盒或FOUP拾取一晶圓且將其放置至ICP蝕刻腔室中之ESC上之升降銷上。將晶圓降至ESC之表面上且在302藉由向嵌入於ESC之陶瓷層中之兩個雙極電極施加一高電壓(相等且相反)來靜電夾持晶圓。在304，將一合適冷卻氣體(諸如He)之一背壓施加至晶圓之背面且電漿蝕刻程序開始將程序氣體供應至腔室且產生一電漿。一背壓通常為3至30托，但此將取決於特定應用。在此電漿蝕刻步驟(306)期間，雙極電極之極性切換及冷卻氣體壓力之循環開始。一旦電漿蝕刻程序完成(例如，如由時間或終點判定)，最終極性/冷卻氣體循環步驟將在步驟308完成且程序氣體由一惰性氣體(諸如Ar)替換。接著產生一釋放電漿(310)，釋放電漿持續一段固定時間，通常為10至60秒。在釋放電漿步驟完成之後，由升降銷自ESC升起晶圓以由機器人拾取且自腔室移除(312)。

【0032】 圖4係一ESC及一冷卻氣體系統之一示意圖。此ESC及冷卻氣體系統經改裝成一商用歐米茄(RTM)系統以提供適用于本文中所描述之實驗之歐米茄(RTM)系統。圖4展示ESC 41、真空腔室42、RF匹配箱43、氮氣淨化管線44、一He閥45、一背壓單元46、一He旁通閥47及一泵48。圖4中所展示之配置係方便的，因為其實現快速氣體切換。特定言之，He旁通閥47之存在使至ESC 41之背面之管線能夠在He旁通閥47及He閥45打開時被直接泵抽。此實現快速(幾秒)控制半導體基板後面之He壓力。依此方式，He之背壓可快速降低且接著快速升回至平常穩態He背壓。He壓力之此快速切換可易於與一極性切換事件同步。

比較實例

【0033】 使用在一高溫及一低溫下操作之一雙極ESC，在SPTS歐米茄ICP蝕刻工具中在150 mm Si晶圓上進行實驗。隨後進行一習知蝕刻及

釋放程序。ICP源以13.56 MHz操作且ESC在13.下進行RF偏壓。

溫度(°C)	ESC電壓(+/-kV)	釋放時間(秒)
30	5	10
180	5	900
180	2	300

表1-依據ESC溫度及電壓而變化之釋放時間

【0034】 如表1中可見，在+/-5 kV之一箝位電壓之低溫操作條件下，釋放可在約10秒內發生。當使用相同箝位電壓升高ESC之溫度時，釋放時間急劇增加至約900秒。表1表明，可藉由將箝位電壓降至+/-2 kV來將釋放時間減少至300秒。然而，一300秒釋放步驟仍不係一可行解決方案。在釋放步驟期間，在Ar或He中形成之一惰性電漿用於幫助自基板移除電荷。

【0035】 在不希望受任何特定理論或猜想約束之情況下，可推測，在高溫下，覆蓋導電電極之Al_2O_3陶瓷層之電阻變小，自ρ約10^{15} ohm-cm下降至ρ約10^{12}至10^{13} ohm-cm。此被認為導致對夾持靜電力之一約翰森-拉貝克(J-R)貢獻。通常，當ρ>10^{13} ohm-cm時，庫侖力將強於J-R力，而當ρ<10^{10} ohm-cm時，J-R力將占主導地位。陶瓷之此額外充電被認為導致一更長釋放時間。此等比較實例表明，習知蝕刻及釋放技術可導致釋放時間過長，即使一釋放電漿用於幫助自基板移除電荷。

實例

【0036】 根據本發明在180°C之一ESC溫度下進行一系列實驗。在實驗中，施加至ESC電極之高電壓之極性在蝕刻步驟期間之一段時間內交替，同時控制He背壓。當相關J-R夾持力減小時，在各電壓切換之前之幾秒降低He冷卻氣體之背壓以避免晶圓移動。藉由在施加ESC電壓之極性之各切換期間減少He流，可維持電漿蝕刻且僅產生基板之最小充電，從

而實現一相對快速釋放循環。在蝕刻步驟之後，產生一惰性釋放電漿。表2描述所使用之釋放電漿條件。通常，以13.56 MHz、在約5毫托之一腔室壓力下、以約100 sccm之一Ar流量將約500 W RF功率施加至ICP線圈。實驗之持續時間固定在30秒。電漿蝕刻步驟使用常規程序條件(ESC之切換及冷卻氣體背壓除外)且因此無需提供此步驟之詳細程序細節。

時間(秒)	30
RF功率(瓦特)	500
壓力(毫托)	5
Ar流量(sccm)	100

表2. 釋放電漿條件

【0037】 表3描述使用He背壓、He關閉時間、各極性切換之間之間隔時間及釋放時間之各種組合之三個實例。在各情況中，在晶圓成功地自ESC升起且處理出處理腔室之前，使用一預設30秒釋放電漿。此等實例表明，30秒或更少之一商業上可行釋放時間係容易達成的。維持可接受基板保持及冷卻。

處理時間(秒)	He壓力(托)	He關閉時間(秒)	ESC電壓(+/-kV)	極性切換時間(秒)	釋放時間(秒)
300	8	10	2.5	60	30
300	5	5	2	60	30
480	5	10	2	120	30

表3. 減少釋放時間之循環極性條件

【0038】 儘管使用Al_2O_3雙極ESC在180°C下實施測試，但相同原理將適用於一廣範圍之溫度，其中在不存在電漿時使用雙極庫侖夾持且其中在一電漿或替代電荷源引入至處理腔室中時J-R力顯著。對於Al_2O_3，預期此係至少在140至300°C一之溫度範圍內之情況。關於其他ESC材料，可觀察到釋放時間顯著減少之溫度範圍可不同。本發明不限於任何特定操作溫度。本發明亦不限於任何一種電漿蝕刻技術。本文中所描述之參數及操作條件可變化以適合任何給定應用。例如，ESC在第一與第二雙極操作模

式之間切換之次數、在切換之前在各操作模式中花費之時段及冷卻氣體之背壓降低之時序及持續時間可由熟練讀者使用本文中所描述之原理來判定。

【符號說明】

【0039】

2: 基板支撐件

4: RF電源

6: 靜電卡盤(ESC)

8: 高電壓DC電源

10: 冷卻劑通道

12: 基板

14: 塗層

16: 屏蔽環

18: 升降總成

20: 管道/設備

21: 腔室

22: 介電圓柱壁部分

23: 氣體入口

24: 氣體出口

25: 線圈

26: RF電源

27: 阻抗匹配網路

28: 基板支撐件

29: 半導體基板

30: RF電源

31: 陶瓷斷路器

32: 阻抗匹配網路

41: ESC

42: 真空腔室

43: RF匹配箱

44: 氮氣淨化管線

45: He閥

46: 背壓單元

47: He旁通閥

48: 泵

300: 步驟

302: 步驟

304: 步驟

306: 步驟

308: 步驟

310: 步驟

312: 步驟

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種電漿蝕刻一半導體基板之方法，其包括以下步驟：

將一半導體基板定位於一腔室內之一基板支撐件上，使得該半導體基板之一上表面能夠曝露於該電漿蝕刻且該半導體基板之一下表面由該基板支撐件支撐，其中該基板支撐件包括一雙極靜電卡盤(「ESC」)及用於在一相關聯壓力下向該下表面供應一冷卻氣體之一冷卻氣體系統，且其中該ESC包括至少一第一電極及一第二電極；

電漿蝕刻該半導體基板；及

在該電漿蝕刻步驟完成之後，自該基板支撐件移除該半導體基板；

其中在該電漿蝕刻步驟期間：在一相關聯壓力下將一冷卻氣體供應至該半導體基板之該下表面；該ESC在其中將一正電壓施加至該第一電極且將一負電壓施加至該第二電極之一第一雙極操作模式與其中將一負電壓施加至該第一電極且將一正電壓施加至該第二電極之一第二雙極操作模式之間切換；且當該ESC在該等第一與第二雙極操作模式之間切換時，該冷卻氣體之該壓力相對於該電漿蝕刻步驟期間其他時間之該壓力降低，使得該半導體基板保持定位於該基板支撐件上。

【請求項2】

如請求項1之方法，其中當該ESC在該等第一與第二雙極操作模式之間切換時，該冷卻氣體之該壓力降至小於1托之一壓力。

【請求項3】

如請求項1或請求項2之方法，其中在該電漿蝕刻步驟期間，該ESC在該等第一與第二雙極操作模式之間切換複數次。

【請求項4】

如請求項3之方法，其中在該電漿蝕刻步驟期間，該ESC在該等第一與第二雙極操作模式之間切換至少三次。

【請求項5】

如請求項1或請求項2之方法，其中在該電漿蝕刻步驟期間，該半導體基板達到至少140°C之一溫度。

【請求項6】

如請求項1或請求項2之方法，其包括以下進一步步驟：將該半導體基板曝露於在一惰性氣體或惰性氣體混合物中形成之一電漿，其中該進一步步驟在電漿蝕刻該半導體基板與自該基板支撐件移除該半導體基板之步驟之間執行。

【請求項7】

如請求項6之方法，其中該惰性氣體或惰性氣體混合物包括He及/或Ar。

【請求項8】

如請求項1或請求項2之方法，其中若該ESC在該等第一與第二雙極操作模式之間切換而不降低該冷卻氣體之該壓力，則該半導體基板將由該冷卻氣體移動。

【請求項9】

如請求項1或請求項2之方法，其中該半導體基板係一InP半導體基板。

【請求項10】

如請求項1或請求項2之方法，其中該ESC包括一介電材料且在該

ESC在該等第一與第二雙極操作模式之間切換期間，該介電材料之電阻率在10^{12}至10^{13} ohm-cm之範圍內。

【請求項11】

一種使用如前述請求項中任一項之方法來電漿蝕刻一半導體基板之設備，該設備包括：

一腔室；

一基板支撐件，其安置於該腔室內，其中該基板支撐件包括一雙極靜電卡盤(「ESC」)及用於在一相關聯壓力下將一冷卻氣體供應至該下表面之一冷卻氣體系統，且其中該ESC包括至少一第一電極及一第二電極；

一電漿產生裝置，其用於在該腔室內維持用於蝕刻該半導體基板之一電漿；

用於自該基板支撐件移除該半導體基板之一機構；及

一控制器，其經組態以控制該設備執行電漿蝕刻該半導體基板之一步驟，其中該ESC在其中將一正電壓施加至該第一電極且將一負電壓施加至該第二電極之一第一雙極操作模式與其中將一負電壓施加至該第一電極且將一正電壓施加至該第二電極之一第二雙極操作模式之間切換；且當該ESC在該等第一與第二雙極操作模式之間切換時，該冷卻氣體之該壓力相對於該電漿蝕刻步驟期間其他時間之該壓力降低，使得該半導體基板保持定位於該基板支撐件上。

【請求項12】

如請求項11之設備，其中該電漿產生裝置係一電感耦合電漿(ICP)裝置。

【請求項13】

如請求項11或請求項12之設備，其進一步包括與該冷卻氣體系統及一氣泵流體連通之一旁通閥，其中該控制器經組態以打開及關閉該旁通閥，使得當該ESC在該等第一與第二雙極操作模式之間切換時，藉由打開該旁通閥以藉由該氣泵排出冷卻氣體來降低該冷卻氣體之該壓力。

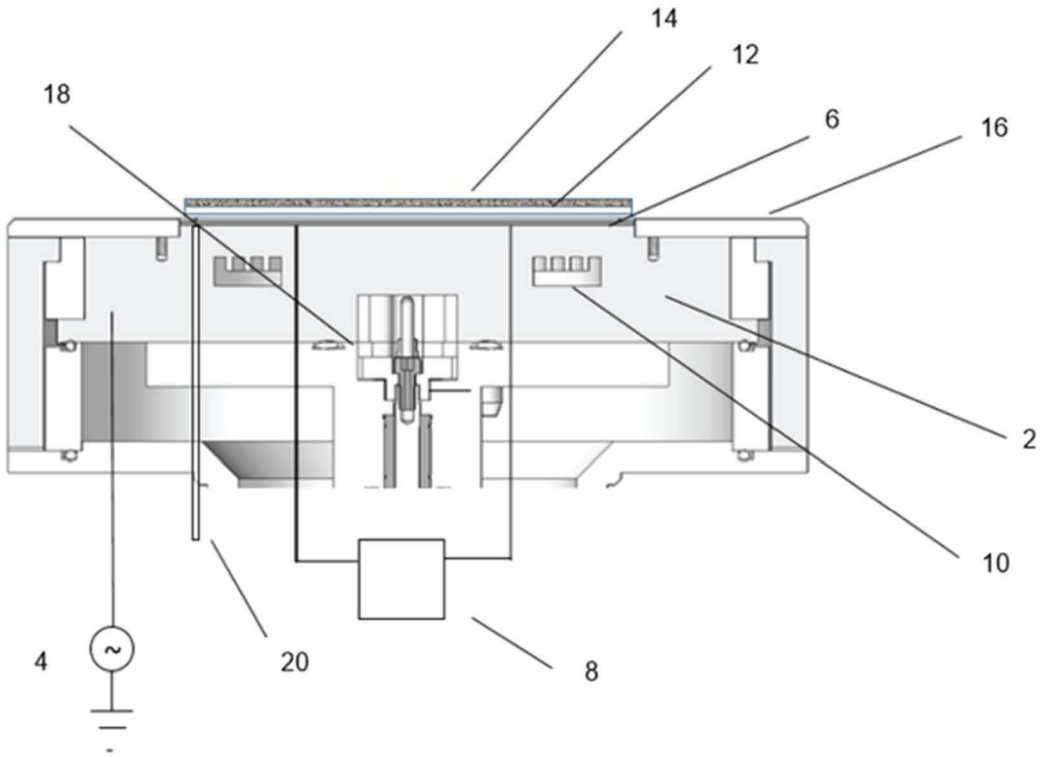
【請求項14】

如請求項11或請求項12之設備，其中該ESC之該電極係非指叉的。

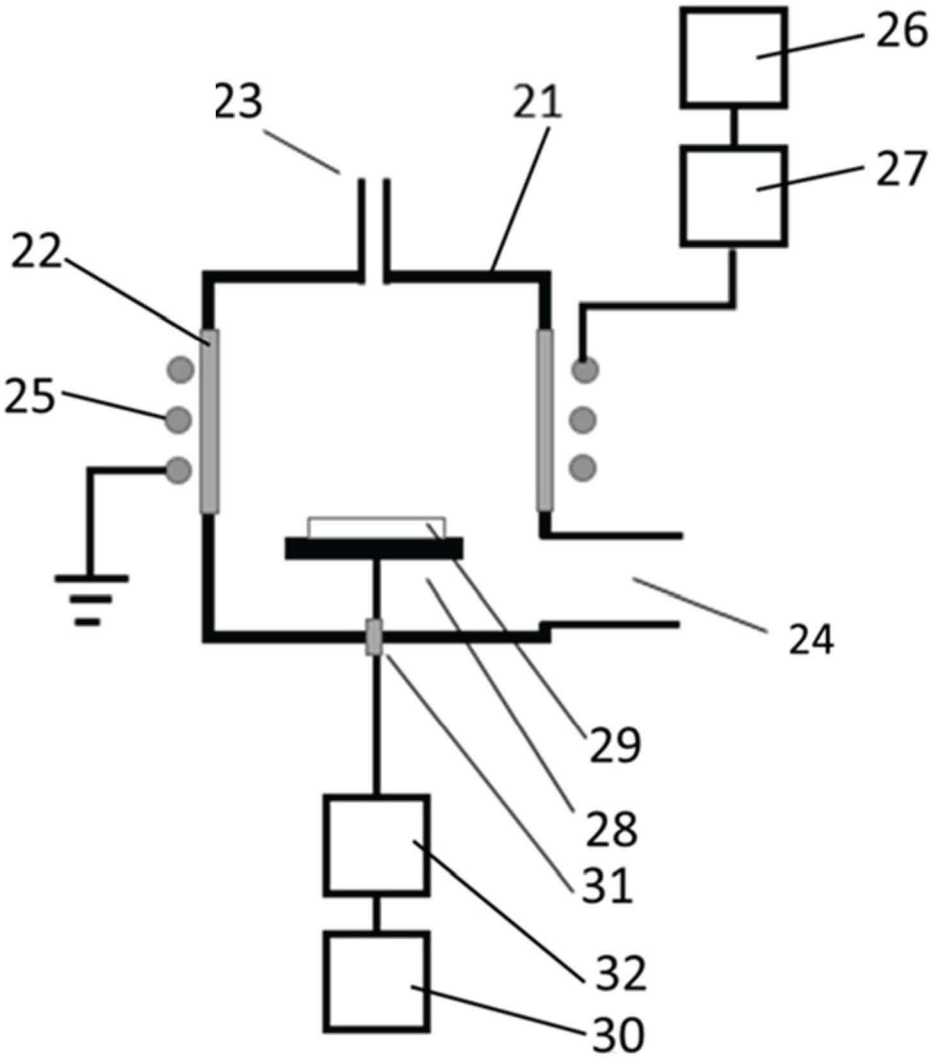
【請求項15】

如請求項11或請求項12之設備，其中該ESC包括Al_2O_3。

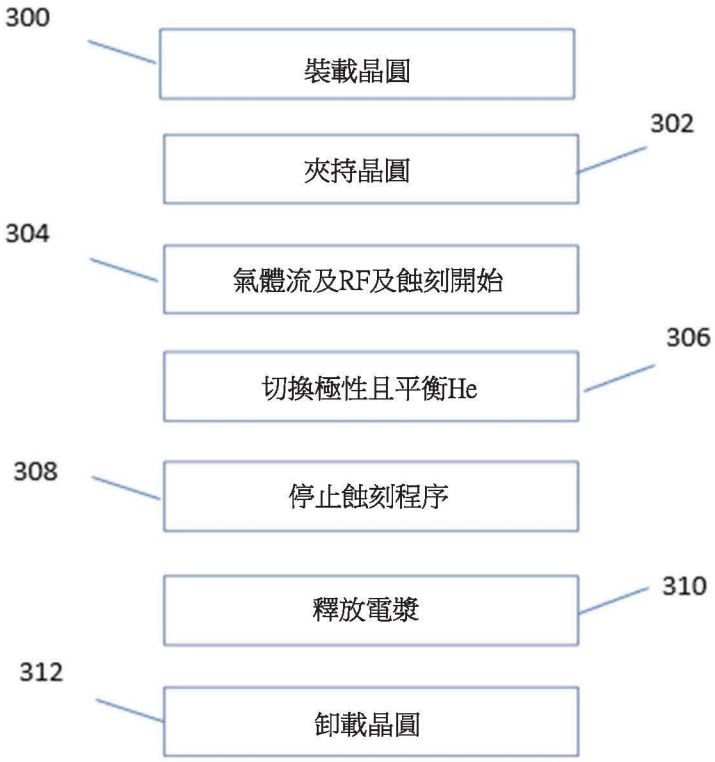
【發明圖式】



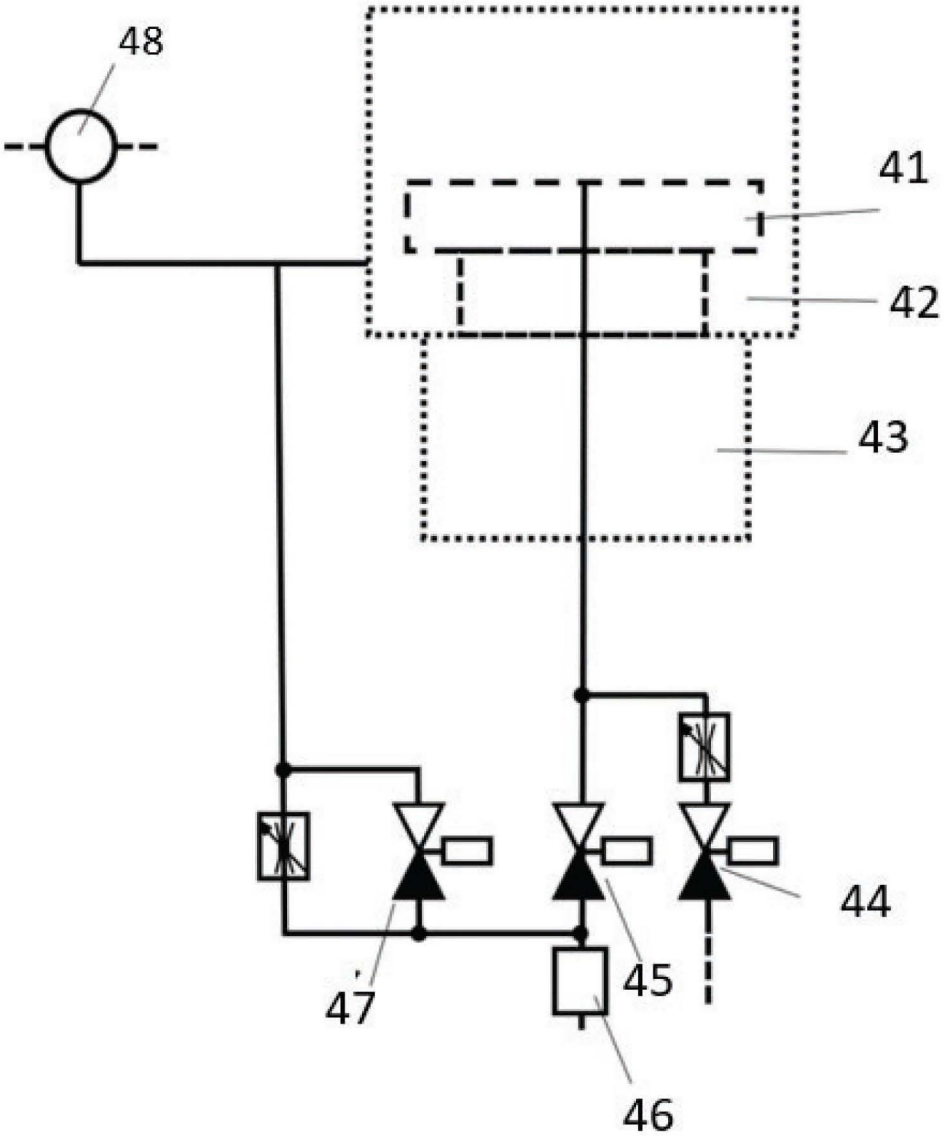
【圖1】



【圖2】


300
裝載晶圓
302
夾持晶圓
304
氣體流及RF及蝕刻開始
306
切換極性且平衡He
308
停止蝕刻程序
310
釋放電漿
312
卸載晶圓

【圖3】



【圖4】