



(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 I656556 B

(45)公告日：中華民國 108 (2019) 年 04 月 11 日

(21)申請案號：103144433

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 12 月 19 日

(51)Int. Cl. : H01J37/32 (2006.01)

H01L21/3065(2006.01)

(30)優先權：2013/12/20 美國

14/136,953

(71)申請人：美商蘭姆研究公司(美國) LAM RESEARCH CORPORATION (US)
美國(72)發明人：察翠 安伯瑞許 CHHATRE, AMBARISH (US)；史蓋佛 大衛 SCHAEFER, DAVID
(US)；高夫 凱伊斯 GAFF, KEITH (AU)

(74)代理人：許峻榮

(56)參考文獻：

TW 200423212A

TW 200947494A

TW 201031277A

CN 202651058U

US 2008/0072823A1

US 2013/0097840A1

審查人員：曾宏仁

申請專利範圍項數：23 項 圖式數：6 共 34 頁

(54)名稱

電漿處理室中具有能延伸彈性密封件的使用壽命之適當尺寸的邊緣環、下電極組件、以及蝕刻半導體基板的方法

EDGE RING DIMENSIONED TO EXTEND LIFETIME OF ELASTOMER SEAL IN A PLASMA PROCESSING CHAMBER, LOWER ELECTRODE ASSEMBLY, AND METHOD OF ETCHING SEMICONDUCTOR SUBSTRATE

(57)摘要

本發明揭露設為在電漿處理腔室中圍繞基板支架外周的邊緣環，電漿係產生於該電漿處理腔室中並用於處理基板，該基板支架包含底板、頂板、在底板與頂板之間的彈性密封組件、以及設為圍繞該彈性密封組件的彈性密封墊。邊緣環包括：具有邊緣階的上內表面，其中該邊緣階朝向邊緣環的內部並布置為從頂板的頂表面外周延伸至底板的頂表面外周；下內表面；外表面；從下內表面延伸至外表面的下表面；以及從外表面延伸至上內表面的頂表面。

An edge ring configured to surround an outer periphery of a substrate support in a plasma processing chamber wherein plasma is generated and used to process a substrate is disclosed, the substrate support comprising a base plate, a top plate, an elastomer seal assembly between the base plate and the top plate, and an elastomer seal configured to surround the elastomer seal assembly. The edge ring includes an upper inner surface having an edge step directed towards an interior portion of the edge ring and arranged to extend from an outer periphery of a top surface of the top plate to an outer periphery of an upper surface of the base plate, a lower inner surface, an outer surface, a lower surface extending from the lower inner surface to the outer surface, and a top surface extending from the outer surface to the upper inner surface.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 100 . . . 電漿處理腔室
- 110 . . . 噴淋頭電極組件
- 112 . . . 頂電極
- 114 . . . 支撐構件
- 116 . . . 熱控板
- 120 . . . 基板
- 122 . . . 基板邊緣
- 150 . . . 下電極組件
- 200 . . . 邊緣環
- 300 . . . 基板支架
- 364 . . . 基板支撐面
- 400 . . . 支撐環

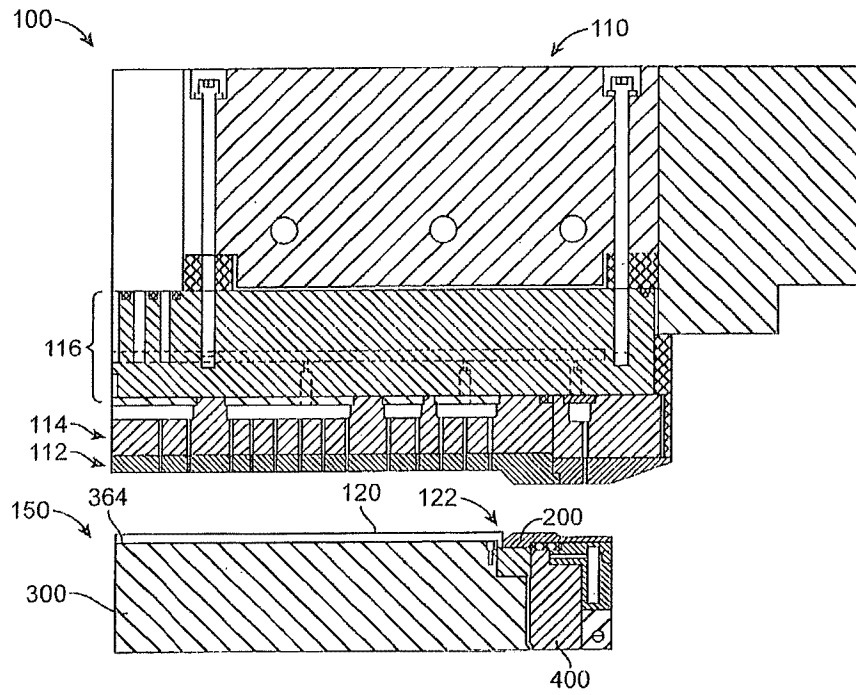


圖 1

【發明圖式】

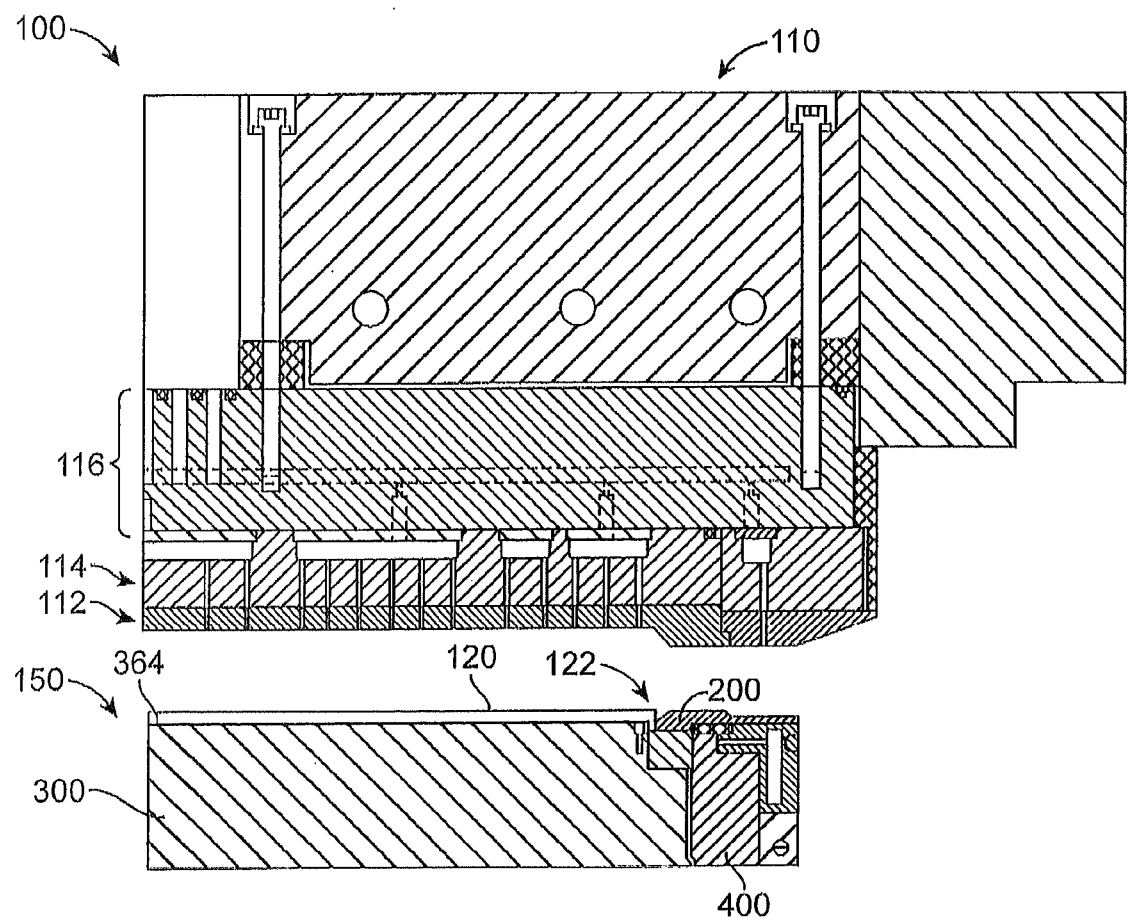


圖 1

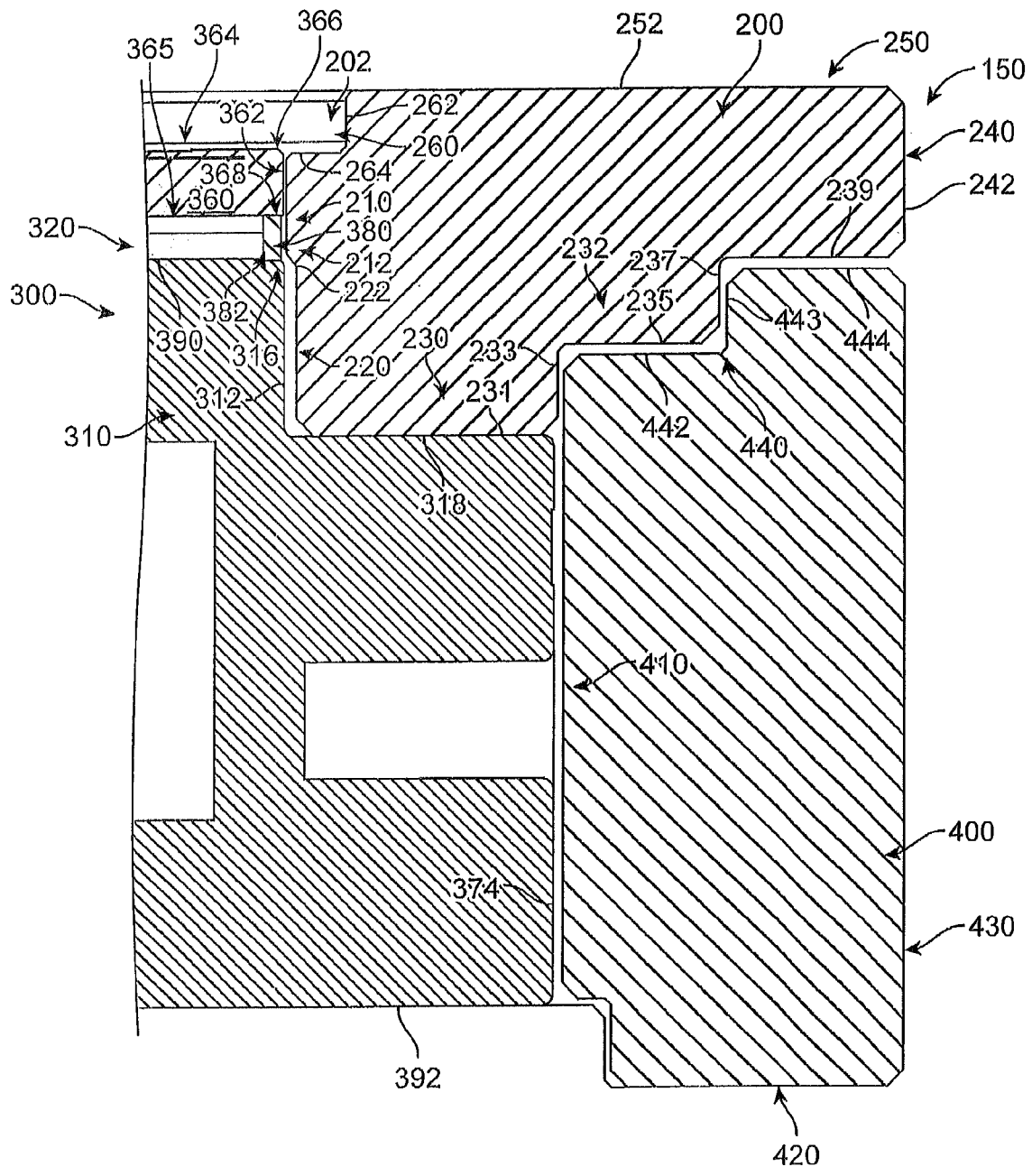


圖 2

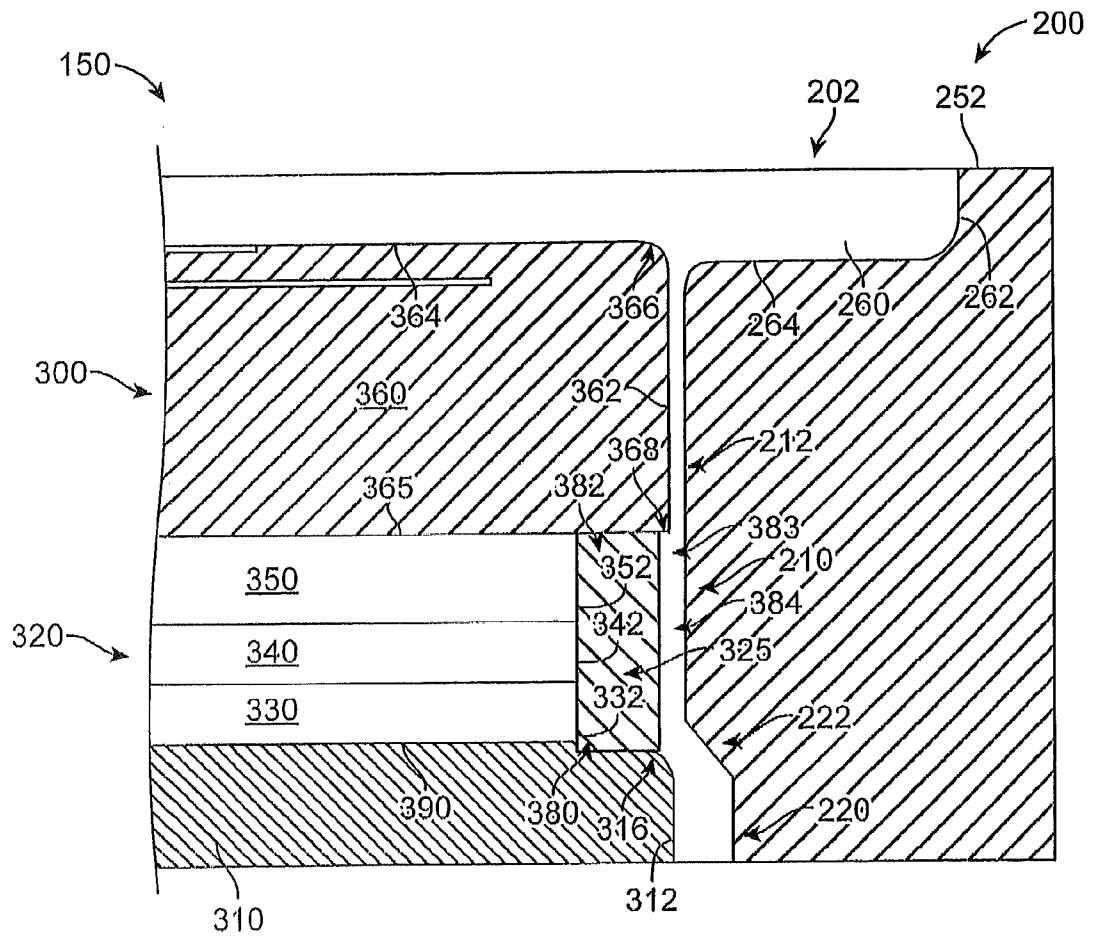


圖 3

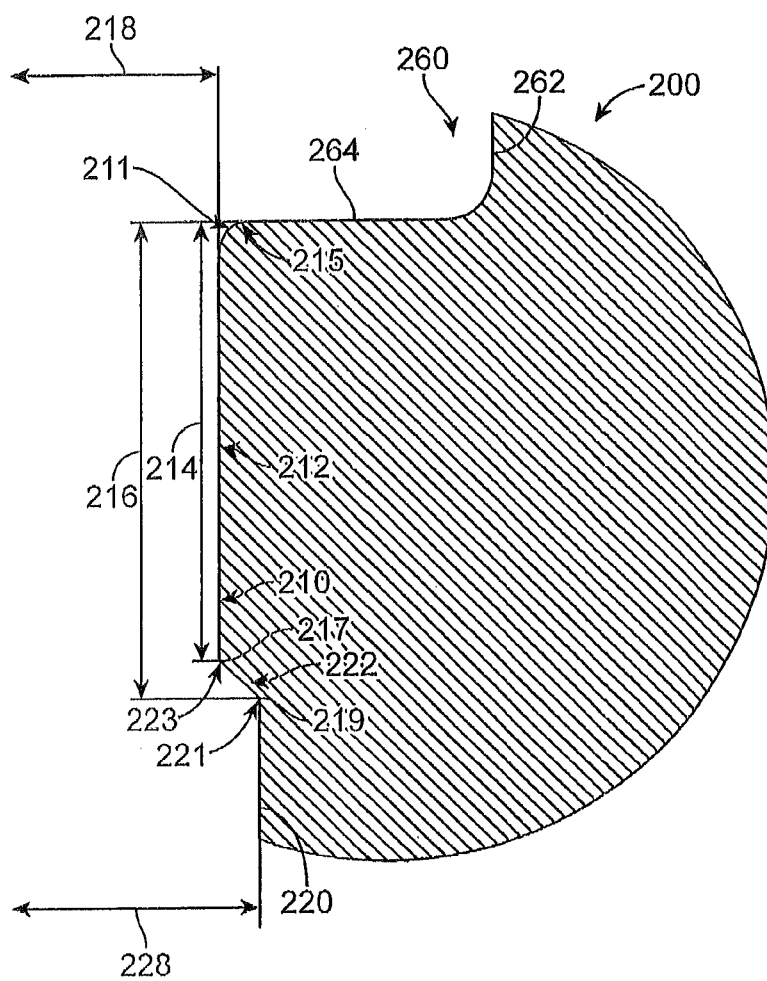


圖 4

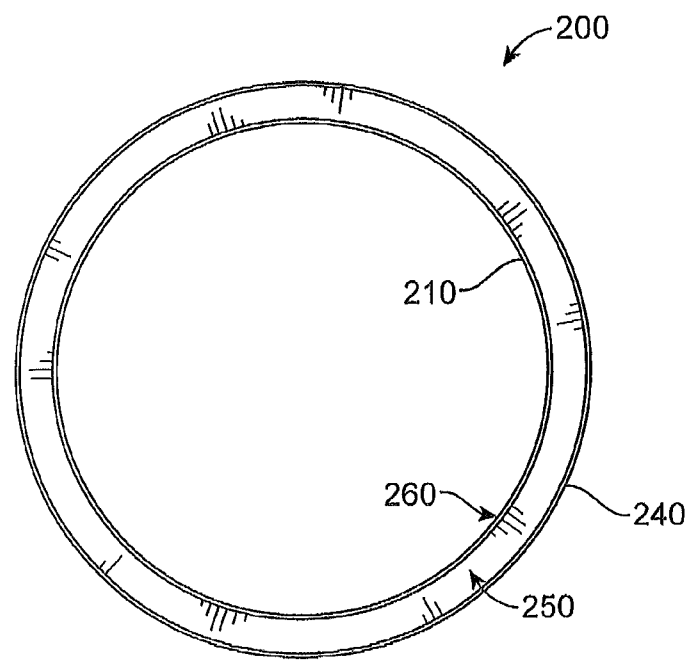


圖 5

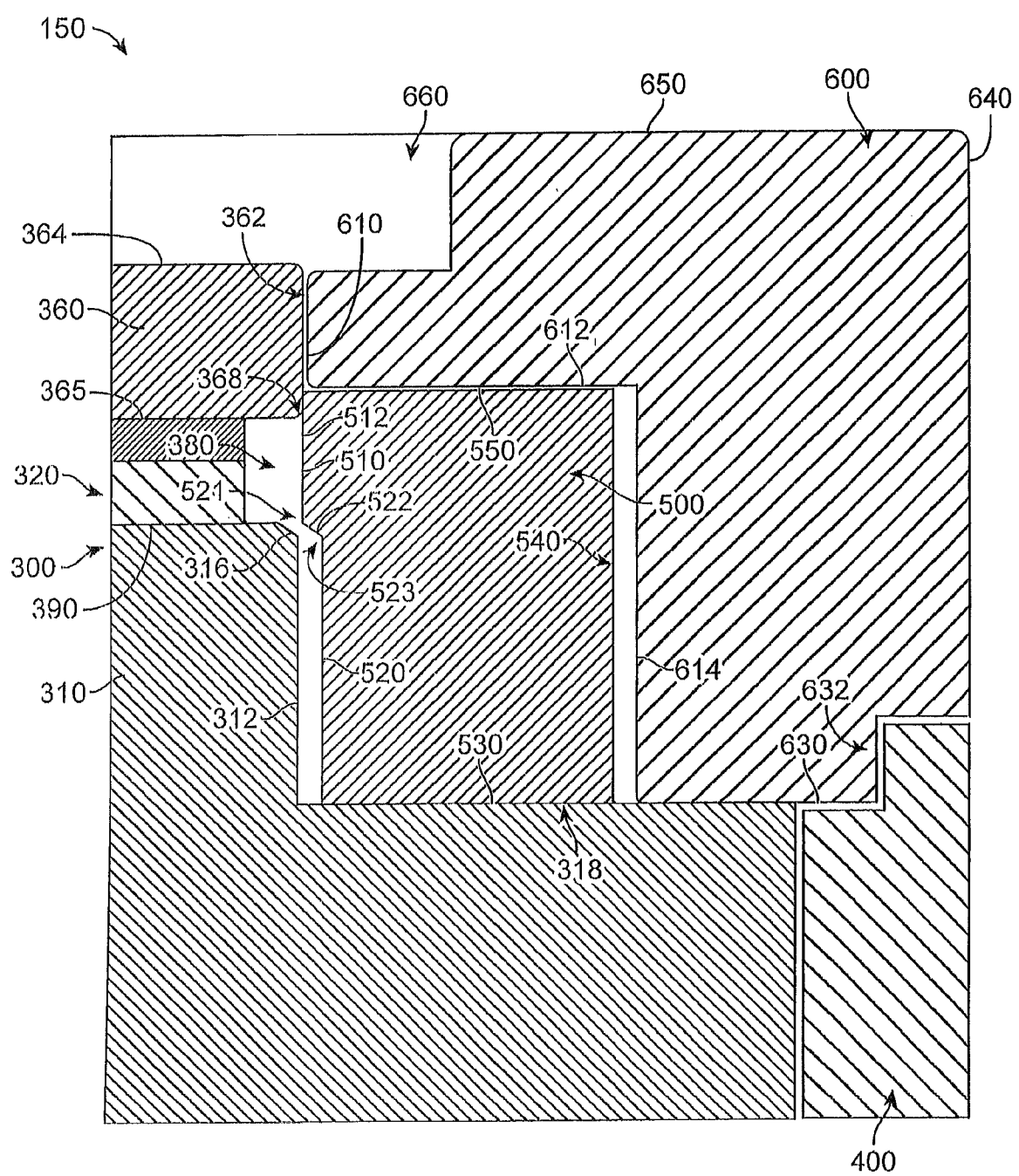


圖 6

【發明說明書】

【中文發明名稱】電漿處理室中具有能延伸彈性密封件的使用壽命之適當尺寸的邊緣環、下電極組件、以及蝕刻半導體基板的方法

【英文發明名稱】EDGE RING DIMENSIONED TO EXTEND LIFETIME OF ELASTOMER SEAL IN A PLASMA PROCESSING CHAMBER, LOWER ELECTRODE ASSEMBLY, AND METHOD OF ETCHING SEMICONDUCTOR SUBSTRATE

【技術領域】

本發明係關於電漿處理室中的邊緣環，尤其是具有能延伸彈性密封件的使用壽命之適當尺寸的邊緣環。

【先前技術】

【0001】電漿處理設備係以包括蝕刻、物理氣相沉積(PVD)、化學氣相沉積(CVD)以及光阻移除的技術而用於處理半導體基板。用於電漿處理的其中一種電漿處理設備包括含有頂電極與底電極的反應腔室。射頻(RF)電力施加在電極之間以激發程序氣體轉變為用於在反應腔室處理半導體基板的電漿。電漿可包含離子、自由基以及具有高動能的中性物種。藉由調節基板電位，可導引電漿中的帶電物種撞擊基板表面，從而自該處移除材料(例如原子)。

【0002】蝕刻過程中，基板係支撐於腔室內的基板支架面上。基板支架可包括位於基板支架周圍(例如在基板周圍)以用於將電漿局限於基板上方的體積及/或用於保護通常包括夾持機構的基板支架免於電漿腐蝕的邊緣環。邊緣環(有

時稱為聚焦環)可為犧牲性(例如消耗性)的部件。導電及非導電的邊緣環說明在共同轉讓的美國專利第5805408、5998932、6013984、6039836以及6383931號。

【發明內容】

【0003】 根據範例實施例，揭露設為在電漿處理腔室中環繞基板支架外周的邊緣環，電漿在該電漿處理腔室中產生並用於處理基板，該基板支架包含底板、頂板以及在底板與頂板之間的彈性密封組件，該基板支架具有延伸於頂板上表面外周與頂板下表面外周之間的上垂直側壁、延伸於底板上表面外周與底板之向外延伸的環型支撐面之間的下垂直側壁，該邊緣環包含：具有邊緣階的上內表面，其中該邊緣階朝向邊緣環內部並布置為從頂板上表面外周延伸至底板上表面外周；下內表面；外表面；從下內表面延伸至外表面的下表面；以及從外表面延伸至上內表面的頂表面。

【0004】 根據範例實施例，揭露設為在電漿處理腔室中支托基板的下電極組件，電漿係產生在電漿處理腔室中並用於處理基板，該下電極組件包括：含有底板、頂板、以及在底板於頂板間之彈性密封組件的基板支架，該基板支架具有延伸在頂板上表面外周與頂板下表面外周之間的上垂直側壁、以及延伸在底板上表面外周與底板之向外延伸的環型支撐面之間的下垂直側壁；一邊緣環，該邊緣環包括具有邊緣階的上內表面，該邊緣階係朝向邊緣環內部並布置為從頂板上表面外周延伸至底板上表面外周、下內表面、外表面、從該下內表面延伸至該外表面的下表面、以及從該外表面延伸至該上內表面的頂表面；以及設為在基板支架周圍受到支撐的支撐環，且其中該邊緣環至少部分地支撐在該支撐環的上方。

【0005】 根據範例實施例，下電極組件包含設為安裝於環繞彈性密封組件之環型溝槽內的彈性密封墊。

【0006】 根據範例實施例，揭露在具有如本文所述之下電極組件的電漿處理腔室中蝕刻半導體基板的方法，這包括將半導體基板置於頂板的上表面；以及在電漿處理腔室中蝕刻該半導體基板。

【0007】 按照範例實施例，揭露中設為在電漿處理腔室中支托基板的下電極組件，其中電漿產生在該電漿處理腔室並用於處理基板，該下電極組件包含：包括有底板、頂板、以及在底板與頂板間之彈性密封組件的基板支架，該基板支架具有延伸在頂板上表面外周與頂板下表面外周之間的上垂直側壁、以及延伸在底板上表面外周與底板之向外延伸環型支撐面間的下垂直側壁；一邊緣環，該邊緣環包括朝向邊緣環內部並布置為從頂板上表面外周延伸至底板下表面外周的上內表面、下內表面、從上內表面延伸至下內表面的上下表面、外表面、從下內表面延伸至外表面的下表面、以及從外表面延伸至上內表面的頂表面；設為支撐於底板之向外延伸環型支撐面之至少一部份的內邊緣階環、該內邊緣階環包括具有邊緣階的上內表面，該邊緣階朝向內邊緣階環內部並布置為從頂板下表面外周延伸至底板上表面外周、下內表面、外表面、從下內表面延伸至外表面的下表面、以及從外表面延伸至上內表面的頂表面；以及設為支撐在基板支架周圍的支撐環，且其中邊緣環至少部分地支撐於支撐環的上方。

【圖式簡單說明】

【0008】 圖1說明可實施本文所呈現之實施例的電漿處理設備的噴淋頭電極組件與下電極組件實施例的一部份。

- 【0009】 根據範例實施例，圖2為下電極組件剖面圖。
- 【0010】 根據範例實施例，圖3為另一下電極組件剖面圖。
- 【0011】 根據範例實施例，圖4為範例邊緣環之一部分的剖面圖。
- 【0012】 根據範例實施例，圖5為範例邊緣環俯視圖。
- 【0013】 根據範例實施例，圖6為下電極組件之一部分的剖面圖。

【實施方式】

【0014】 隨著積體電路元件持續在其實體尺寸及其操作電壓上縮減，與之相關的生產良率變得更易受粒子與金屬雜質污染物的影響。因此製造更小實體尺寸的積體電路元件需要比先前視為可接受的微粒與金屬物染物程度還更低的程度。

【0015】 積體電路元件的製造包括電漿處理腔室的使用。電漿處理腔室可設為蝕刻半導體基板的選定層體。此處理腔室設為在RF電力施加於處理腔室的一或更多電極時接收程序氣體。處理腔室內的壓力亦為了特定程序而加以控制。一旦將所需的RF電力施加至電極，腔室內的程序氣體即受到能量供給而使電漿產生。電漿因此產生以進行半導體基板之選定層體的所需蝕刻。

【0016】 電漿處理腔室設計者所面臨的挑戰在於電漿蝕刻條件會在曝露於電漿的處理腔室表面產生顯著的離子撞擊。結合電漿化學物及/或蝕刻副產物的離子撞擊可在處理腔室之曝於電漿的表面產生明顯的侵蝕、腐蝕及腐蝕-侵蝕。因此，表面材料由物理及/或化學侵襲(包括侵蝕、腐蝕及腐蝕-侵蝕)所移除。此侵襲引起包括短暫的部件使用壽命、增加的部件成本、微粒污染、基板上的

金屬汙染物轉變與程序飄移等問題。具有相對較短之使用壽命的部件通稱為消耗品。消耗品的短暫使用壽命增加了擁有成本。

【0017】 另一挑戰在於控制半導體基板(例如矽基板)各處的蝕刻率均勻性，尤其是要使基板中心的蝕刻率相同於邊緣的蝕刻率。因此，基板的邊界條件宜以達到基板各處之均勻性而設計關於像是程序氣體組成、程序氣體壓力、基板溫度、RF電力與電漿密度的參數。

【0018】 某些電漿處理腔室係設計為使RF電力施加於靜電夾持電極下之受有電力的電極，此二者電極均包括在支撐著接受電漿處理之半導體基板的基板支架內。然而因為基板外緣可能突出於底電極、及/或從受有電力之電極穿過靜電夾持電極與基板而至電漿的RF阻抗路徑會有別於從受有電力之電極外部至電漿的RF阻抗路徑，故不均勻的電漿密度會導致基板的不均勻處理。

【0019】 為了減輕此不均勻性，已經將邊緣環與下方的支撐環、耦合環及/或接地環以安裝於基板支架周圍所實施。可藉由在接受電漿處理之基板的中心與邊緣提供相似的RF阻抗路徑而達到改善的電漿均勻性。RF阻抗路徑可藉由材料的選擇及/或支撐環、耦合環及/或接地環的尺寸而巧妙安排之。支撐環、耦合環及/或接地環可由導體、半導體或介電材料所形成。一實施例中的支撐環、耦合環及/或接地環可由石英或氧化鋁所形成。

【0020】 電漿腔室通常藉由將包含一或更多氣體的蝕刻氣體供應至腔室並施加能量至蝕刻氣體以激發該氣體轉變為電漿態，而用於蝕刻基板材料層。已知有各種電漿腔室設計，並在其腔室內有RF能量、微波能量及/或磁場可用於產生及維持介質密度或高密度的電漿。在此等電漿處理腔室中，程序氣體

係經由像是噴淋頭電極或氣體注射系統的適當裝置所提供，且支撐在下電極上的半導體基板係以由供應至程序氣體的RF能量所產生的電漿而受到電漿蝕刻。

【0021】對金屬蝕刻程序而言，下電極組件可包含於變壓器耦合電漿(transformer coupled plasma (TCPTM))反應器中。變壓器耦合電漿反應器(其中有RF能量電感耦合入反應器)可購自Fremont，Calif.的Lam Research Corporation。可提供高密度電漿的高流量電漿反應器範例係揭露在共同轉讓的美國專利第5948704號，該案的揭露內容在此全文併入作為參考文獻。

【0022】圖1說明其內有半導體基板(如矽基板)受到處理之電漿處理腔室100的噴淋頭電極組件110與下電極組件150的範例實施例，其中可使用本文所論述之邊緣環200的實施例。噴淋頭電極組件110包括頂電極112、固定於頂電極112的支撐構件114、以及熱控板116。此等裝置的細節可於此處併入作為參考文獻之共同轉讓的美國專利第7854820號與7862682號中得到。包括基板支架300(僅其一部分顯示於圖1)的下電極組件150可包括底電極(或底板)310(圖2)與位於電漿處理腔室100頂電極112下的靜電夾持電極(或頂板)360(例如靜電夾頭)。受到電漿處理的基板120係靜電夾持於基板支架300(例如靜電夾頭)的基板支撐面364上。

【0023】在電容耦合式電漿處理腔室中，也可使用接地電極以外的第二接地電極。例如，基板支架300可包括提供一或更多頻率之RF能量的底電極，而程序氣體可經由噴淋頭電極112(接地的上電極)而供至腔室內部。位於基板支架300之底電極外表上的第二接地電極可包括通常延伸在含有受處理之基板120的平面上但以邊緣環200與基板120分隔的電接地部分。邊緣環200可以是在電漿產生期間變熱的導體或半導體材料。為了減少受處理之基板的汙染，邊緣環200可用像是熱噴氧化鈮或氣溶沉積氧化鈮的塗層塗佈。

【0024】 為控制基板120之蝕刻率均勻性並使基板120中心的蝕刻率匹配於基板邊緣122的蝕刻率，基板的邊界條件宜針對確保基板各處的連續性來設計關於基板邊緣122的化學曝露、程序壓力、以及RF場強度。為使基板的污染降到最低，邊緣環200係由可相容於基板本身的材料製造。例如，邊緣環200的材料可由石英、矽、碳化矽、氧化鋁及/或上述材料之複合物所形成。

【0025】 根據範例實施例，圖2為下電極組件150的剖面圖。如圖2所示，下電極組件150包括邊緣環200、基板支架300與支撐環400。下電極組件150係設為在電漿處理腔室110中支托基板120，其中電漿產生於電漿處理腔室110並用於處理基板120。

【0026】 根據範例實施例，邊緣環200包括具有邊緣階212的上內表面210，其中邊緣階212朝向邊緣環200的內部並布置為從頂板360之基板支撐面(或上表面)364的外周366延伸至底板310之上表面390的外周316。根據範例實施例，邊緣階212在彈性密封組件320的外周325(圖3)周圍延伸。邊緣環200也包括下內表面220、外表面240、從下內表面220延伸至外表面240的下表面230、以及從外表面240延伸至上內表面210的頂表面250。根據範例實施例，邊緣環200具有從上內表面210向外延伸至下內表面220的斜角內表面222。斜角內表面222具有一對邊緣221、223(圖4)，該等邊緣分別從上內表面210銜接至斜角內表面222及/或從斜角內表面222銜接至下內表面220。

【0027】 如圖2所示，邊緣環200亦宜包括在邊緣環200的上內部202沿著上表面250的環型階260，並設為在位於基板支撐面364之基板120(圖1)的外緣122之下。根據範例實施例，邊緣環200的下表面230可具有沿著下內表面220向上延伸

的一或更多階232。根據範例實施例，向上延伸的一或更多階232可設為至少部分地支撐在支撐環400之對應部分的支撐環400上方。

【0028】 例如根據範例實施例，一或更多階232包含第一下水平面231、第一垂直面233、第二下水平面235、第二垂直面237、以及第三水平面239。第一下水平面231向外延伸至第一垂直面233。第一垂直面233向上延伸至第二下水平面235。第二下水平面235向外延伸至第二垂直面237。第二垂直面237向上延伸至第三水平面239。第三水平面向外延伸至外表面240。根據範例實施例，第一下水平面231係支撐在底板310之環型支撐面318的上方。第二下水平面235及第三水平面239係支撐在支撐環400之上表面440的第一水平面442及第二水平面444的上方。第一垂直面443從第一水平面442向上延伸至第二水平面444。第一水平面442從支撐環400的內表面410向外徑向延伸。第二水平面444向外延伸至支撐環400的外表面430。支撐環400亦具有下表面420。

【0029】 根據範例實施例，邊緣環200的外表面240具有垂直外壁242。頂表面250宜具有向內延伸至環型階260的實質平坦或水平面252。環型階260包括垂直側壁262及水平面264。根據範例實施例，水平面264向內延伸至上內表面210。根據範例實施例，從一表面至相鄰表面的轉角或銜接宜具有向該處的圓弧邊緣或表面。

【0030】 根據範例實施例，邊緣環200的整體形狀宜為圓形並在基板支架300之圓周或外部周圍同心地放置。根據範例實施例，邊緣環200可由石英所形成或至少部份由石英製成。邊緣環200可選擇由或部分地由氧化鋁(Al_2O_3 ，「礬土」)、氮化鋁、其他種類的陶瓷、矽、碳化矽、二氧化矽(例如結晶或非晶的(SiO_x))、像是固態鈮、氧化鋯、氧化鈾及/或部分穩態之氧化鋯的過渡金屬所形

成或至少部分地由上述材料形成。邊緣環200也可具有包護外塗層(圖未示)。例如，保護外塗層可以是氧化鈮層。替代實施例中的外塗層可由SiC、Si、SiO₂、ZrO₂、或Si₃N₄所組成。

【0031】 根據範例實施例，基板支架300可包括電鍍的鋁質底板310、陶瓷頂台座或頂板360、以及在底板310與頂板360之間的彈性密封組件320。根據範例實施例，彈性密封組件320可包括下(或第一)搭接層330、加熱器及加熱器板340、以及上(或第二)搭接層350(圖3)。根據範例實施例，基板支架300可具有延伸在頂板360之頂表面外周366至頂板360之下表面365之外周368之間的上垂直側壁362、以及延伸在底板310之上表面390之外周316至底板310之向外延伸環形支撐面318之間的下垂直側壁312。

【0032】 根據範例實施例，下搭接層330、加熱器與加熱器板340、及上搭接層350係自底板310的垂直側壁312及/或頂板360的垂直側壁360(或外表面)凹陷，分別形成圍繞下搭接層330、加熱器與加熱器板340、及上搭接層350之外周332、342、352的環型溝槽380。根據範例實施例，彈性帶形式的彈性密封墊382可置入圍繞下搭接層、加熱器與加熱器板340與上搭接層350的環型溝槽380，以形成防止半導體電漿處理反應器之腐蝕性氣體穿透的無縫密封墊。例如，見共同轉讓的美國專利第7884925、7952694、8454027號以及美國專利公開案第2013/0097840號。

【0033】 下搭接層330通常由充滿矽(例如非晶SiO_x)的矽層體所組成。根據一實施例，加熱板340可由鋁製成。陶瓷(例如氧化鋁(Al₂O₃))填充的矽樹脂材料可用於上搭接層350。頂板360可由像是陶瓷或聚合物的材料製成，這些材料係通用於內嵌的ESC電極，例如受摻雜的陶瓷材料(像是以鈦氧化物或鉻氧化物摻

雜的氧化鋁)或受摻雜的氮化硼(BN)、及/或燒結的氮化鋁(AlN)。根據範例實施例，頂板360係設為使基板120(如矽晶圓)得以固持安置在頂板360的頂表面364上以用於處理。

【0034】 根據範例實施例，基板支架300可設為將半導體基板120支撐在基板支撐面364上。基板120可具有延伸至基板支架300之上垂直側壁362以外並進入邊緣環200之上內部202中之環型階260內的突出邊緣(或外緣)122。根據一實施例，可將邊緣環200支撐在與支撐環400之上表面440結合的基板支架300的環型支撐面318上。一實施例中，支撐環400圍繞基板支架300的外表面374。根據範例實施例，係將支撐環400設為支撐在基板支架300周圍，且其中邊緣環200係至少部分地支撐在支撐環400的上方。

【0035】 底板310宜為具有上表面390及下表面392的圓板。一實施例中，底板310可藉由包含在其內貫穿的流體通道(圖未示)而設為提供溫度控制，其中溫度控制液體可流通至下電極組件150。下電極組件150中，底板310通常是作用為電漿腔室之下RF電極的金屬底板。底板310宜包含受電鍍的鋁或鋁合金。然而，可察知包括金屬、陶瓷、導電及介電材料的任意適當材料均可使用。一實施例中，底板310由陽極加工鋁塊形成。替代地，底板310可以是具有位於其中及/或在其上表面的一或更多電極的陶瓷材料。

【0036】 根據範例實施例，圖3是下電極組件150的另一剖面圖。如圖2及3所示，底板310與頂板360的外周可延伸超過加熱板340與搭接層330、350的外周，從而在下電極組件150形成環型溝槽380。搭接層330、350的材料通常無法抵抗半導體電漿處理反應器的反應蝕刻化學物，而因此應當予以保護以完成有效的操作壽命。

【0037】 根據範例實施例，頂板360宜為陶瓷材料的靜電夾持層及由金屬材料(像是W、Mo等等)所組成的至少一內嵌電極。此外，頂板360從中心至其外表面或外周362宜具有均勻厚度。頂板360宜為適於支撐200mm、300mm或450mm直徑之晶圓的薄圓板。包含頂板360及具有在空間上分布之一或更多加熱器之彈性密封組件320的下電極組件150、將底板310連接至加熱板340的第一搭接層330、以及將加熱板340連接至頂板360的第二搭接層350的細節係揭露在共同轉讓的美國專利第8038796號，其中頂板360具有約0.04吋的厚度、上搭接層350有約0.004吋的厚度、加熱板340包括約0.04吋厚的金屬或陶瓷板，並有0.01吋厚的加熱器膜，而下搭接層330有約0.013至0.04吋的厚度。

【0038】 根據範例實施例，頂板360與底板310之間的環形溝槽380具有至少約0.05至0.14吋的高度及約0.030至約0.060吋的寬度。處理300mm晶圓的較佳實施例中，環形溝槽380可具有至少約0.07吋的高度及約0.035吋的寬度。

【0039】 根據範例實施例，設置在環型溝槽380內的彈性密封墊382宜具有大體為矩形的剖面形狀。如同揭露於共同轉讓之美國專利公開案第2013/0097840號，彈性密封墊382可具有凹形的內及/或外表面以在帶狀物軸向壓縮於溝槽380時減少凸出。根據一實施例，彈性密封墊382可以由任何相容於半導體處理的材料構成。例如可使用能受固化以形成氟基彈性體的可固化氟基彈性氟基聚合物(FKM)或可固化之全氟彈性全氟基聚合物(FFKM)。

【0040】 加熱器板340可包括聯結於頂板360之下表面的薄板。例如，加熱器板340可為具有耦接至金屬或陶瓷板底部之膜層加熱器的金屬或陶瓷板形式。膜層加熱器可以是包含第一絕緣層(例如介電層)、加熱層(例如一或更多電阻性材料條)以及第二絕緣層(例如介電層)的金屬薄片(圖未示)。絕緣層宜由在廣

範圍溫度下具有能維持其物理、電子與機械性質之能力並包含可抵抗電漿環境中之腐蝕性氣體的材料(像是Kapton或其他適當的聚亞醯胺膜)組成。加熱器元件宜由像是Inconel或其他抗腐蝕及電阻加熱材料之適當合金的電阻加熱合金組成。例如膜層加熱器係為具有總厚度0.005至約0.009吋且較宜約為0.007吋厚的Kapton、Inconel與Kapton之疊層的形式。

【0041】如圖3所示，上內表面210的邊緣階212係朝向邊緣環200的內部並布置為從頂板360之基板支撐面364外周延伸至彈性密封組件320之外周的下表面326。根據範例實施例，邊緣階212減少了在彈性密封墊382之外周383與邊緣環200之上內表面210間間隙384尺寸。此外，藉由減少間隙384的尺寸，邊緣階212在彈性密封墊382欲突出到環型溝槽380以外時對彈性密封墊382提供約束作用。邊緣環200與彈性密封381間之關鍵間隙384的尺寸縮減也有助於防止彈性密封墊382的電漿腐蝕。

【0042】根據範例實施例，圖4是範例邊緣環200的部分剖面圖。如圖4所示，邊緣環200的上內表面210在上內表面210的上轉角215具有圓弧邊緣211。根據一實施例，圓弧邊緣211有約0.010吋的半徑。根據範例實施例，從上內表面210的上緣215至上內表面210的下緣217的邊緣階212具有約為0.160吋至約0.170吋的高度214(例如0.162吋正負約0.004吋)。根據範例實施例，從上內表面210之上緣215至下內表面220之上緣219的邊緣階212具有約0.170吋至約0.19吋的高度216(例如0.180吋正負0.004吋)。根據一實施例，下內表面220的上緣219可以是具有半徑約0.006吋至約0.020吋的圓弧形。

【0043】根據範例實施例，邊緣環200具有離上內表面210約11.65至約11.66吋(例如約11.657吋)的內直徑218，以及離下內表面220約11.68至11.69吋(例

如約11.686吋)的內直徑228。根據範例實施例，邊緣階212從邊緣環200的下內表面220向內徑向延伸約0.014至約0.15吋(例如約0.0145吋)。

【0044】 根據範例實施例，圖5是範例邊緣環200的俯視圖。如圖5所示，邊緣環200的整體形狀為圓形並圍繞基板支架300的外周同心地設置。在使用中，邊緣環200圍繞基板支架，而相對平坦頂表面250為實質水平並與置於基板支架300上的基板120平行。

【0045】 根據範例實施例，圖6是下電極組件150的部分剖面圖。如圖6所示，下電極組件150包括基板支架300、支撐環400、內邊緣階環500及邊緣環600。如圖6所示，基板支架300可包括陽極化鋁質底板310、陶瓷頂台座或頂板360、以及在底板310與頂板360之間的彈性密封組件320。如圖3所示，彈性密封組件320包括下(或第一)搭接層330、加熱器與加熱器板340、以及上(或第二)搭接層350。基板支架300可具有延伸在頂板360之頂表面364的外周366至頂板360之下表面365的外周368間的上垂直側壁362、以及延伸在底板310之上表面390的外周316至底板310之向外延伸環形支撐面318之間的下垂直側壁312。

【0046】 根據範例實施例，彈性密封組件320係自底板310的垂直側壁312及/或頂板360的垂直側壁362或外表面凹陷，形成圍繞彈性密封組件320之外周的環形溝槽380。根據範例實施例，彈性帶形式的彈性密封墊382(圖2)可置入圍繞彈性密封組件320的環型溝槽380內以形成防止半導體電漿處理反應器之腐蝕性氣體穿透的無縫密封。

【0047】 內邊緣階環500可以是具有上內表面510、下內表面520、下表面530、外表面540與上表面550的圓形環。下表面530宜從下內表面的下緣向外延

伸至外表面540的下緣。外表面540向外延伸至上表面550。上表面550向內延伸至上內表面510的上緣。

【0048】 根據範例實施例，上內表面510宜包括邊緣階512。上內表面510的邊緣階512係朝向內邊緣階環500的內部，並布置為從頂板360之下部及/或下表面365的外周368延伸至底板310之上表面390的外周316。根據範例實施例，邊緣階512從底板310之上表面390的外周316向上延伸到頂板360的外周。例如如圖6所示，邊緣階512可向上延伸至頂板360之下表面365的外周368，或另一可選的是，邊緣階512可向上延伸至上表面364與下表面365之間的頂板360的外周。

【0049】 根據範例實施例，邊緣階512縮減了彈性密封墊382的外周383與內邊緣階環500的上內表面510之間間隙384尺寸(圖3)。此外，藉由縮減間隙384的尺寸，邊緣階512在彈性密封墊382欲突出至環狀溝槽380外的時候對彈性密封墊382提供約束作用。在邊緣環200與彈性密封墊382間之關鍵間隙384的尺寸縮減也可有助於防止彈性密封墊382的電漿腐蝕。

【0050】 根據範例實施例，內邊緣階環500具有從上內表面510向外延伸至下內表面520的斜角內表面522。斜角內表面522可具有分別將上內表面510銜接至斜角內表面522及/或將斜角內表面522銜接至下內表面520的一對邊緣521、523。下內表面520向下延伸至下表面530。根據一實施例，內邊緣階環500可具有大體為矩形的剖面。例如，下表面530可替代地具有向上延伸的一或更多階(圖未示)。例如按照範例實施例，向上延伸的一或更多階可設為於支撐環400上方至少部分地支撐在支撐環400之對應部分上。

【0051】 根據範例實施例，內邊緣階環500可由不受含鹵素物種(如F、Cl及/或Br)的電漿所蝕刻的材料製成。例如，內邊緣階環500可由陽極化鋁、氧化鋁、鋁及/或碳化矽(SiC)所製成。

【0052】 如圖6所示，下電極組件150也可包括具有上內表面610的邊緣環600，其中上內表面610朝向邊緣環600的內部並布置為從頂板360之基板支撐面(或上表面)364的外周366延伸至頂板360之下表面365的外周368。根據範例實施例，邊緣環600包括從上內表面610延伸至下內表面614的上下表面612。邊緣環600亦可包括外表面640、從下內表面614延伸至外表面640的下表面630、以及從外表面640延伸至內表面610的頂表面650。

【0053】 根據範例實施例，下表面630可包括向外延伸的一或更多階632。向外延伸的一或更多階632可設為於支撐環400上方至少部分地支撐在支撐環400之對應部分上。如圖6所示，邊緣環600亦宜包括在邊緣環600之上內部602沿著上表面650的環型階660，並設為在位於基板支撐面364之基板120的外緣122下(圖1)。

【0054】 當詞語「約」在本說明書用於關聯數值時，係意指相關的數值包括所述數值約 $\pm 10\%$ 的允差。

【0055】 此外，當詞語「大體是」、「相對」以及「實質上」用於與幾何形狀有關時，係意欲表示不要求精準的幾何形狀而是該形狀的可變範圍係在本揭露書的範疇中。與幾何詞語一起使用時，詞語「大體是」、「相對」以及「實質上」係意指不僅包含達到嚴謹定義的特徵還包含極接近於該嚴謹定義的特徵。

【0056】 將可了解，列舉出的本發明形式僅為較佳實施例。可做出部件的各種功能與裝置的改變；等價的手段可替換所說明及所描述者；且某些特徵可

在不偏離用以下專利申請範圍所定義之本發明的精神與範疇的情況下獨立於其他者使用。

【符號說明】

- 100 電漿處理腔室
- 110 噴淋頭電極組件
- 112 頂電極
- 114 支撐構件
- 116 熱控板
- 120 基板
- 122 基板邊緣
- 150 下電極組件
- 200 邊緣環
- 202 上內部
- 210 上內表面
- 211 圓弧邊緣
- 212 邊緣階
- 214 高度
- 215 上轉角
- 216 高度
- 217 下緣
- 218 內直徑

- 219 上緣
- 220 下內表面
- 221、223 邊緣
- 222 斜角內表面
- 230 下表面
- 231 第一下水平面
- 232 向外延伸階
- 233 第一垂直面
- 235 第二下水平面
- 237 第二垂直面
- 239 第三水平面
- 240 外表面
- 242 垂直外壁
- 250 頂表面
- 252 水平面
- 250 頂表面
- 260 環型階
- 262 垂直側壁
- 264 水平面
- 300 基板支架
- 310 底電極(或底板)
- 312 下垂直側壁

- 316 外周
- 318 環型支撐面
- 320 彈性密封組件
- 325 外周
- 330 下(或第一)搭接層
- 332 外周
- 340 加熱器板
- 342 外周
- 350 上(或第二)搭接層
- 352 外周
- 360 靜電夾持電極(或頂板)
- 362 上垂直側壁
- 364 基板支撐面
- 365 下表面
- 366 外周
- 368 外周
- 374 外表面
- 380 溝槽
- 382 彈性密封墊
- 384 間隙
- 390 上表面
- 392 下表面

400 支撐環
410 內表面
420 下表面
430 外表面
440 上表面
442 第一水平面
443 第一垂直面
444 第二水平面
500 內邊緣階環
510 上內表面
512 邊緣階
520 下內表面
521、523 邊緣
522 斜角內表面
530 下表面
540 外表面
550 上表面
600 邊緣環
602 上內部
610 上內表面
612 上下表面
614 下內表面

630 下表面

632 階

640 外表面

650 頂表面

660 環型階



I656556

【發明摘要】

【中文發明名稱】電漿處理室中具有能延伸彈性密封件的使用壽命之適當尺寸的邊緣環、下電極組件、以及蝕刻半導體基板的方法

【英文發明名稱】EDGE RING DIMENSIONED TO EXTEND LIFETIME OF ELASTOMER SEAL IN A PLASMA PROCESSING CHAMBER, LOWER ELECTRODE ASSEMBLY, AND METHOD OF ETCHING SEMICONDUCTOR SUBSTRATE

【中文】

本發明揭露設為在電漿處理腔室中圍繞基板支架外周的邊緣環，電漿係產生於該電漿處理腔室中並用於處理基板，該基板支架包含底板、頂板、在底板與頂板之間的彈性密封組件、以及設為圍繞該彈性密封組件的彈性密封墊。邊緣環包括：具有邊緣階的上內表面，其中該邊緣階朝向邊緣環的內部並布置為從頂板的頂表面外周延伸至底板上表面外周；下內表面；外表面；從下內表面延伸至外表面的下表面；以及從外表面延伸至上內表面的頂表面。

【英文】

An edge ring configured to surround an outer periphery of a substrate support in a plasma processing chamber wherein plasma is generated and used to process a substrate is disclosed, the substrate support comprising a base plate, a top plate, an elastomer seal assembly between the base plate and the top plate, and an elastomer seal configured to surround the elastomer seal assembly. The edge ring includes an upper inner surface having an edge step directed towards an interior portion of the edge ring and arranged to extend from an outer periphery of a top surface of the top plate to an

outer periphery of an upper surface of the base plate, a lower inner surface, an outer surface, a lower surface extending from the lower inner surface to the outer surface, and a top surface extending from the outer surface to the upper inner surface.

【指定代表圖】 第1圖

【代表圖之符號簡單說明】

100 電漿處理腔室

110 噴淋頭電極組件

112 頂電極

114 支撐構件

116 熱控板

120 基板

122 基板邊緣

150 下電極組件

200 邊緣環

300 基板支架

364 基板支撐面

400 支撐環

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種邊緣環，其係設為在電漿處理腔室中圍繞基板支架之外周，電漿在該電漿處理腔室中產生並用於處理一基板，其中該基板支架包含一底板、一頂板、以及在該底板與該頂板之間的一彈性密封組件，其中該基板支架具有延伸在該頂板之一上表面的外周與該頂板的一下表面的外周之間的一上垂直側壁，以及其中一下垂直側壁延伸在該底板之一上表面的外周與該底板之一向外延伸環形支撐面之間，該邊緣環包括：

一下內表面；

一邊緣階，傾斜設置以定義該邊緣環的一內部，並且包含：

一上內表面，以及

一斜角內表面，以一角度從該下內表面延伸至該上內表面，俾縮小該彈性密封組件與該邊緣環之間的一間隙之一水平寬度，以使該水平寬度在該斜角內表面與該彈性密封組件之間沿著該彈性密封組件而減少，

其中該邊緣階係布置成從位在該頂板之該上表面的一周圍外且與該周圍相對的一點向下延伸至位在該底板外且與該底板相對的一點，以及

其中該上內表面達到下列其中至少一者：對該彈性密封組件的一彈性密封墊提供約束作用或助於防止該彈性密封墊的電漿腐蝕；

一外表面；

一下表面，從該下內表面延伸至該外表面；以及

一頂表面，從該外表面延伸至該上內表面。

【第2項】 如申請專利範圍第1項所述之邊緣環，更包括：

在該邊緣環之一上內部的一環型階，其中該環型階設為在位於一基板支撐面上的該基板的一外表面之下。

【第3項】如申請專利範圍第1項所述之邊緣環，其中該下表面具有向上延伸的一或更多階。

【第4項】如申請專利範圍第1項所述之邊緣環，其中該外表面為一實質上垂直的外壁。

【第5項】如申請專利範圍第2項所述之邊緣環，其中該邊緣環的該頂表面包括從該環型階向外延伸的一水平面。

【第6項】如申請專利範圍第2項所述之邊緣環，其中該上內表面係藉由一圓弧邊緣連接至該環型階的一水平面。

【第7項】如申請專利範圍第1項所述之邊緣環，其中該邊緣階具有0.16吋至0.17吋的一高度，並從該邊緣環的該下內表面向內徑向延伸0.014至0.015吋。

【第8項】如申請專利範圍第1項所述之邊緣環，其中該邊緣環具有離該上內表面11.65至11.66吋的一內直徑、以及離該下內表面11.68至11.69吋的一內直徑。

【第9項】如申請專利範圍第1項所述之邊緣環，其中該邊緣環由石英、矽碳化物、矽或氧化鋁形成。

【第10項】一種下電極組件，設為在一電漿處理腔室中支托一基板，其中電漿產生在該電漿處理腔室中並用於處理該基板，該下電極組件包括：

一基板支架，包括一底板、一頂板以及在該底板與該頂板之間的一彈性密封組件，其中該基板支架具有延伸在該頂板之一上表面的外周至該頂板之一下表面的外周之間的一上垂直側壁，以及其中一下垂直側壁延伸在該底板的一上表面的外周與該底板的一向外延伸環形支撐面之間；

一邊緣環，包括：

一下內表面；

一邊緣階，朝向該邊緣環的一內部，並且包含：

一上內表面，以及

一斜角內表面，以一角度從該下內表面延伸至該上內表面，俾縮小

該彈性密封組件與該邊緣環之間的一間隙之一水平寬度，以使該水平寬度在該斜角內表面與該彈性密封組件之間沿著該彈性密封組件而減少，

其中該邊緣階係布置成從位在該頂板之該上表面的一周圍外且與該周圍相對的一點向下延伸至位在該底板外且與該底板相對的一點，以及

其中該上內表面達到下列其中至少一者：對該彈性密封組件的一彈性密封墊提供約束作用或助於防止該彈性密封墊的電漿腐蝕；

一外表面；

一下表面，從該下內表面延伸至該外表面；以及

一頂表面，從該外表面延伸至該上內表面；以及

一支撐環，設為支撐在該基板支架周圍，其中該邊緣環至少部分地支撐於該支撐環的上方。

【第11項】 如申請專利範圍第10項所述之下電極組件，其中該彈性密封組件包括：

一加熱板，包括具有空間上分布之一或更多加熱器的一金屬或陶瓷板；

一第一搭接層，將該底板連結至該加熱板；及

一第二搭接層，將該加熱板連結至該頂板。

【第12項】如申請專利範圍第10項所述之下電極組件，其中該邊緣環具有在該邊緣環之一上內部且設為在位於該頂板之該上表面上之該基板之一外表面下的一環型階。

【第13項】如申請專利範圍第10項所述之下電極組件，其中：
該下表面具有向上延伸的一或更多階；以及
向上延伸之該一或更多階設為支撐在該支撐環之一上表面的對應階上。

【第14項】如申請專利範圍第10項所述之下電極組件，其中該邊緣環的該邊緣階具有0.16吋至0.17吋的一高度，並從該邊緣環的該下內表面向內徑向延伸0.014至0.015吋。

【第15項】如申請專利範圍第10項所述之下電極組件，其中該邊緣環具有離該上內表面11.65至11.66吋的一內直徑、以及離該下內表面11.68至11.69吋的一內直徑。

【第16項】如申請專利範圍第10項所述之下電極組件，其中該彈性密封墊設為安裝在圍繞該彈性密封組件之一加熱板的一環型溝槽內。

【第17項】一種在電漿處理腔室蝕刻半導體基板的方法，其中該電漿處理腔室具有申請專利範圍第10項所述的下電極組件，該方法包含：

將該半導體基板置於該頂板的該上表面；以及
在該電漿處理腔室蝕刻該半導體基板。

【第18項】一種下電極組件，設為在一電漿處理腔室中支托一基板，其中電漿產生於該電漿處理腔室中並用於處理該基板，該下電極組件包含：

一基板支架，包括一底板、一頂板、以及在該底板與該頂板之間的一彈性密封組件，其中該基板支架具有延伸在該頂板之一上表面的外周與該頂板之一下

表面的外周之間的一上垂直側壁，以及其中一下垂直側壁延伸在該底板之一上表面的外周與該底板的一向外延伸環形支撐面之間；

一第一邊緣環，其中該第一邊緣環包括：

一上內表面，該上內表面朝向該第一邊緣環的一內部並布置為從該頂板的該上表面的該外周延伸至該底板的該向外延伸環形支撐面的外周；

一下內表面；

一上下表面，從該上內表面延伸至該下內表面；

一外表面；

一下表面，從該下內表面延伸至該外表面；及

一頂表面，從該外表面延伸至該上內表面；

一第二邊緣環，設為支撐在該底板之該向外延伸環形支撐面的至少一部份上，其中該第二邊緣環係設置在該第一邊緣環的一部份下方，且其中該第二邊緣環包括：

一上內表面，具有一邊緣階，該邊緣階朝向該第二邊緣環的一內部並布置為從該頂板的該下表面的該外周延伸至該底板的該上表面的該外周，其中該上內表面係與該彈性密封組件相對；

一下內表面；

一外表面；

一下表面，從該第二邊緣環的該下內表面延伸至該第二邊緣環的該外表面；以及

一頂表面，從該第二邊緣環的該外表面延伸至該第二邊緣環的該上內表面；以及

一支撐環，設為支撐在該基板支架的周圍，其中該第一邊緣環至少部分地支撐在該支撐環上方。

【第19項】如申請專利範圍第18項所述之下電極組件，其中該彈性密封組件包括：

一加熱板，包含具有空間上分布之一或更多加熱器的一金屬或陶瓷板；

一第一搭接層，將該底板連結至該加熱板；以及

一第二搭接層，將該加熱板連結至該頂板。

【第20項】如申請專利範圍第18項所述之下電極組件，其中該第二邊緣環具有從該上內表面向外延伸至該下內表面的一斜角內表面。

【第21項】如申請專利範圍第18項所述之下電極組件，其中該第一邊緣環具有一環型階，該環型階在該第二邊緣環的一上內部上，並設為當該基板置於該頂板的該上表面上時位在該基板的一外表面之下。

【第22項】如申請專利範圍第18項所述之下電極組件，其中該第二邊緣環係由電鍍的鋁、氧化鋁、鋁及/或碳化矽(SiC)所製成。

【第23項】如申請專利範圍第18項所述之下電極組件，其中該第二邊緣環係由氧化釷、氧化鋯、氧化鈾、部分穩態之氧化鋯或氮化鋁其中至少一者所製成。