

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：97120515

※ 申請日期：97.6.2

※IPC 分類：H01J 37/32 (2006.01)
H01L 21/00 (2006.01)
C23C 16/51 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

電漿或自由基之製造裝置 / Device for Producing Plasma or Radicals

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

崔克斯邁 烏瑞奇 / TRAXLMAYR, ULRICH

代表人：(中文/英文)

住居所或營業所地址：(中文/英文)

奧地利拉克森堡 A-2361 約瑟夫藍道巷 7 號 / Josef Rendl-Gasse 7, A-2361

Laxenburg, Austria

國 籍：(中文/英文) 奧地利 / AT

三、發明人：(共 1 人)

姓 名：(中文/英文)

崔克斯邁 烏瑞奇 / TRAXLMAYR, ULRICH

國 籍：(中文/英文)

奧地利 / AT

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

【奧地利】【2007/06/13】【A 919/2007】

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

本發明係關於一種電漿或自由基之製造裝置，以應用於半導體領域中之蝕刻或沈積程序，其包含一波導 2、一磁電管 3 及一以介電材料製成並用以導引一加工氣體之反應管 1，該兩端封閉且總長為 L 之波導 2 具有一內長為 a 且內寬為 b 之矩形截面，該磁電管 3 用以提供該波導 2 微波能量，進而於該波導 2 內產生一波長為 λ 之固定微波場；該反應管 1 以該截面長度 a 之方向穿過該波導 2，並連接於一供應該工作氣體之供應導管 7，且該反應管 1 之末端與一工作室相連接；其中該反應管 1 於該波導 2 之區域內，該微波場激發該工作氣體。為了得到較高之功率產額 (power yield)，該反應管 1 以該波導 2 之縱向設置於該微波場中磁場強度最強，而電場強度最弱之區域；該磁電管 3 與一單元 4 相連結，且該單元 4 用以提供一脈衝供應電壓 (pulsed voltage supply)，該工作氣體之壓力介於 50 至 500 帕 (Pa) 之間。

六、英文發明摘要：

The invention relates to a device for producing plasma or radicals for etching and deposition processes in the field of semi-conductor technology, comprising a waveguide (2) which is closed at both ends and has a total length (L), a rectangular cross-section with an inside length (a) and an inside width (b), comprising a magnetron (3) for supplying microwave

energy into the waveguide (2) to create a standing microwave field with a wavelength (λ) in the waveguide (2), and comprising a reaction tube (1) made of dielectric material for guiding a process gas, said reaction tube (1) passing through the waveguide (2) in the direction of the cross-sectional length (a) and being connected with a supply duct (7) provided for the process gas and ending in a process chamber (8), wherein in the region of the reaction tube (1) in the wave guide (2) the process gas is excited by the microwave field. In order to obtain a higher power yield, it is provided that the reaction tube (1) is positioned in the longitudinal direction of the waveguide (2) in the region of maximum magnetic and minimum electric field strength of the microwave field, that the magnetron (3) is connected with a unit (4) for providing a pulsed voltage supply, and that the process gas has a pressure of between 50Pa and 500Pa.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1	反應管	2	波導
3	磁電管	4	單元
5	控制閥	6	導管
7	供應導管	8	工作室
9	交互作用區	a	內長
b	內寬	D _a	外徑
D _i	內徑	L	總長

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種電漿或自由基之製造裝置，以應用於半導體領域中之蝕刻或沈積程序，其包含一波導、一磁電管及一以介電材料製成且用以導引一加工氣體之反應管，該兩端封閉之波導具有一總長，且該波導具有一矩形截面，該矩形截面具有一內長及內寬，該磁電管用以提供該波導微波能量，進而於該波導內產生一具有一波長之固定微波場；該反應管以該內長之方向穿過該波導，並連接於一供應該工作氣體之供應導管，且該反應管之末端與一工作室相連接；其中該反應管於該波導中之區域內，該微波場激發該工作氣體。

【先前技術】

習知電漿或自由基之產生方法係透過微波能量使一工作氣體分解為離子及中性自由基。一般而言，係以一設有一桿型天線（rod antenna）之磁電管作為一微波源，該磁電管之微波能量供應至一波導內。該波導之末端係以短線路板（short-circuit plate）封閉，透過該波導內部之調諧（tuning），該微波場即可產生一固定波，且該固定波之波長取決於該波導之尺寸及所供應之微波的頻率。

於一由介電材料組成之反應管內，該工作氣體被導引穿過該波導。該反應管及波導彼此交叉之區域稱為交互作用區（interaction volume）。該交互作用區內所出現之離子及自由基被引入一反應室，以便於該反應室內進行所欲之

化學蝕刻或沈積程序。

通常，該反應管以該矩形截面之寬的方向穿過該波導，且該波導位於該微波場之波腹（antinode）區域內，由於該反應管之方向平行於該電場之方向，因而使該微波可與該交互作用區內所產生之電漿產生最佳耦合。因此，便可達到所使用之微波功率的高效率。此類設置如德國專利第 DE4132558C1 號中所述。

該具有較小交互作用區及高能量密度之緊密配置，其所具有之缺點為該介電反應管之管壁的高熱，因而使得該配置所產生之功率及/或使用期限將確實地受到限制。

為了增加該反應管之使用期限，例如日本專利第 JP11162937 號所述，其係將該反應管沿著該截面長度穿過該波長，因而增加該交互作用區。

歐盟專利第 EP0863536A2 所述係關於一種產生電漿之裝置，其中該微波係由一波導耦合入一分離共振器（separate resonator），一反應管穿過該分離共振器。該結構相當複雜。

美國專利第 US4935661A 號所述係關於一種電漿產生裝置，其中係以脈衝方式提供該工作氣體。該結構及該裝置之使用與本發明不同。

美國專利公開第 US2002/011214A1 號所述係為一種電漿產生器，其中該反應管係穿過最大磁場之區域。

最後，美國專利第 US5,262,610A 號表述一脈衝式微波產生器之使用。

【發明內容】

本發明之目的係透過一手段以提供上述裝置之一，且該手段可於相同或更低的能量密度下改善電漿或自由基之產生。該裝置之元件的使用期限將會儘可能的延長，且該裝置將仍然具有儘可能簡單之結構特徵。先前技術之缺點將可被避免或至少被降低。

本發明之目的係透過下述方式達成：該反應管係以該波導之縱向方向設置，該波導係於該微波場之最大磁場強度及最小電場強度之區域；該磁電管連接於一單元，且該單元係用以提供一脈衝供應電壓；及該工作氣體之壓力介於 50 至 500 帕。相較之下，該反應管目前大多穿過該波導之橫切面，並設置於一具有最大電場強度之位置。透過本裝置，可具有較大體積之交互作用區，藉此，該反應管之熱應力被降低，且/或可使用更高功率之微波源。該配置的進一步優點係位於該交互作用區內之反應氣體具有更長之停滯時間 (residence time)，因而增加自由基及離子的產量。儘管該交互作用區之暫時能量密度 (temporary power densities) 高，由於使用該時脈觸發式微波源 (clocked or pulsed microwave source)，使該反應管抵抗所釋放之暫時熱平均值 (temporal mean of the heat)。該微波源之時脈係透過一單元實行，且該單元係設有一用以提供該磁電管之一脈衝供應電壓，特別是透過供給該磁電管一半波整流高電壓 (half-wave rectified high-voltage) 而實行。透過該時脈觸發式微波源結合該增大之交互作用區，可降低甚至抑

制該工作氣體中未與該微波作用而未活化之部分。最後，藉由本發明之方法，該工作氣體具有介於 50 至 500 帕之間的壓力，可激發一非常穩定的電漿。以本發明之裝置，透過改善所供應之該微波能量之耦合，或者使該交互作用區最大化，且同時於恆定或較低之能量密度之該交互作用區內，使該交互作用區內之工作氣體的滯留時間最大化，而增加自由基，進而增進電漿或自由基之產量。

根據本發明之特徵，該工作氣體之供應導管設有一閥，可藉由一單元控制該閥，該單元提供一脈衝供應電壓，使得於時脈中斷（clocking breaks）時，降低供應至該反應管之工作氣體。透過此法，可避免未激發工作氣體之殘留。藉由將該工作氣體之供應與該微波源之時脈同步化，該未激發工作氣體於該時脈中斷時之入料可被避免或確實被調整。

該波導之總長較佳係以一比例 $(n/2 + 0.75 \pm 0.03)$ 大於該波導中所生成之微波場的波長，亦即總長/波長 = $n/2 + 0.75 \pm 0.03$ ，其中 n 係為一自然整數（natural integer）。當透過一設有一桿型天線之磁電管提供該微波能量時，根據該些數值去推斷該波導之總長是有利的。

較佳地，該反應管之內徑相對該波導內微波場的波長的比例係為 0.2 ± 0.04 。透過使該內徑之尺寸略低於該波長之四分之一，使該場強度（field-strength）之最大值可充分的被涵蓋。

為冷卻該反應管，該波導之末端可與導引冷卻氣體之

導管相連接，且該導管係位於該波導之縱向。因此，透過使該冷卻氣體以該波導之縱向流動，便可達成該反應管之高效率冷卻。

與該磁電管之連接區域中，該波導沿著寬度方向，亦可與該導引冷卻氣體之導管連接，以冷卻該磁電管之一桿型天線。

根據本發明之另一特徵，該反應管之外徑小於該波導之矩形截面的內寬，且差距最多為 5 公釐 (mm)。若該反應管之二側與該波導之內牆之間的氣隙係分別低於 2.5mm，由於流經該波導之冷卻氣體於該窄道中加速，因而實質增進冷卻作用。

該具有矩形截面之波導之長寬比較佳係介於 2.05 至 2.2 之間。

【實施方式】

為讓本發明之上述及其他目的、特徵及優點能更明顯易懂，下文特舉本發明之較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

請參照第 1 圖所示，一波導 2 (waveguide) 具有一矩形截面，且該矩形截面具有內長 a 及內寬 b 。該波導 2 具有一總長 L ，且該波導 2 之末端封閉以形成一波導共振器 (waveguide resonator)。當透過該波導 2 之總長 L 及矩形截面長 a 及寬 b 調整所提供之微波能量的波長 (λ) 時，便可於該波導 2 內形成一固定波。根據本發明，一反應管 1 係設置於該波導 2 之 z 軸方向上之一位置，且該位置之

電場係為一最小值，磁場係為一最大值，其中，該反應管 1 係沿著該波導 2 之截面長 a (x 軸方向)，並用以導引一工作氣體。該反應管係以介電材料製成，且具有一內徑 D_i 及一外徑 D_a 。透過該磁電管 3 提供一適量之微波能量至該波導 2 內。為了提供該磁電管 3 脈衝式能量，本發明設置一單元 4 以提供一脈衝供應電壓 (pulsed voltage supply)。透過一相對應之供應導管 7，該反應管 1 與一工作氣體源 (未繪示) 相連接。該反應管 1 另一側的末端設有一工作室 8。該反應管 1 穿過該波導 2 之各個區域稱為交互作用區 9，於該交互作用區 9 內，利用該微波場激發該工作氣體，因而產生電漿或自由基。

本發明中，該交互作用區 9 係特別具有較大體積，藉此，便可延長該工作氣體於該交互作用區 9 內之滯留時間 (residence time)，因而表現出更有效率的工作氣體激發。

為了冷卻該反應管 1，一冷卻氣體較佳係透過對應的導管 6，而於該波導 2 之端緣輸入及排出，該氣體以縱向 (z 軸方向) 流過該波導 2。於此背景下，該反應管 1 之外徑 D_a 較佳係僅略小於該波導 2 之內寬 b 。例如，該反應管 1 之外徑 D_a 較佳係小於該波導 2 之內寬 b ，且差距最多為 5mm。因此，該反應管 1 之兩側與該波導 2 之內牆之間所形成之氣隙低於 2.5mm，該冷卻氣體於該氣隙處形成加速，藉此實質增進冷卻作用。該磁電管 3 之桿型天線亦可透過相對應提供之冷卻氣體 (未繪示) 進行冷卻。

再者，當以時脈激發該微波能量時將具有一缺點，該

缺點為時脈中斷時，未激發之工作氣體將不受阻礙地到達該工作室 8，而造成於時脈中斷時，流經該反應管 1 之該工作氣體的體積大於該交互作用區 9 之體積。因此，當有大量的工作氣體待激發（通常為 1 至 2 標準升/分鐘）時，或為形成高功率峰值（high power peaks）而維持短脈衝期（short pulse duration）時，將發生上述情形。在這些情形下，大抵上，僅有對應該能量供應器之時脈比（clocking ratio）的部分工作氣體可被激發。因此，於能量提供期間，工作氣體完全激發之情況下，被導引入該工作室 8 之氣流中，亦包含激發粒子及未激發工作氣體分子之混合物。該些未激發成分影響反應動力學，使得欲產生之程序通常將被減緩。再者，反應平衡受到影響，使得可能造成最終狀態定性上的變化。為了避免未反應工作氣體於時脈中斷時到達該工作室 8，該工作氣體之供應導管 7 可設置一閥 5，該閥 5 與該單元 4 同步化，且該單元 4 係用以提供該磁電管 3 一脈衝供應電壓。該閥 5 亦可為一機械式或電子式切換閥，以便於於時脈中斷期間，避免或明顯地降低透過該供應導管 7 輸入該反應管 1 之工作氣體。於該同步化期間，一時序位移（time shift）需要對應一流動時間進行調整，使得未激發氣體之部分降至最低，其中，該流動時間係為該工作氣體由該閥 5 流至該交互作用區 9 所需之時間。

為了完整的緣故，應進一步提及結構上之元件，例如：調頻器（pin tuner）、水循環器（water-loaded circulators

)、測量定向耦合器 (measuring directional couplers) 或電位探棒 (potential probes)，皆為微波技術之習知技術，為了達成保護磁電管 3 不受到反射能量影響之裝配目的及/或量測及控制之目的，上述元件可增設於該磁電管 3 及反應管 1 之間。

雖然本發明已利用上述較佳實施例揭示，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者在不脫離本發明之精神和範圍之內，相對上述實施例進行各種更動與修改仍屬本發明所保護之技術範疇，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

第 1 圖：本發明之電漿或自由基之製造裝置之立體圖。

【主要元件符號說明】

1	反應管	2	波導
3	磁電管	4	單元
5	閥	6	導管
7	供應導管	8	工作室
9	交互作用區	a	內長
b	內寬	D_a	外徑
D_i	內徑	L	總長

十、申請專利範圍：

1、一種電漿或自由基之製造裝置，其應用於半導體領域中之蝕刻或沈積程序，其包含：

一波導，其兩端封閉且具有一總長及一矩形截面，該矩形截面具有一內長及內寬；

一磁電管，其供應微波能量至該波導內，以於該波導內產生具有一波長之固定微波場；及

一反應管，其係以介電材質製成，以導引一工作氣體，該反應管以該內長之方向穿過該波導，該反應管與一用以提供該工作氣體之一供應導管相連接，且該反應管終止於一反應室；

其中，於一區域中，該微波場激發該工作氣體，且該區域係該反應管位於該波導內之部分，而該區域係為交互作用區，該反應管以該波導之縱向位於該微波場之最大磁場及最小電場的區域，該磁電管與一單元連接，且該單元係用以提供一脈衝供應電壓，該工作氣體之壓力係介於 50 至 500 帕之間。

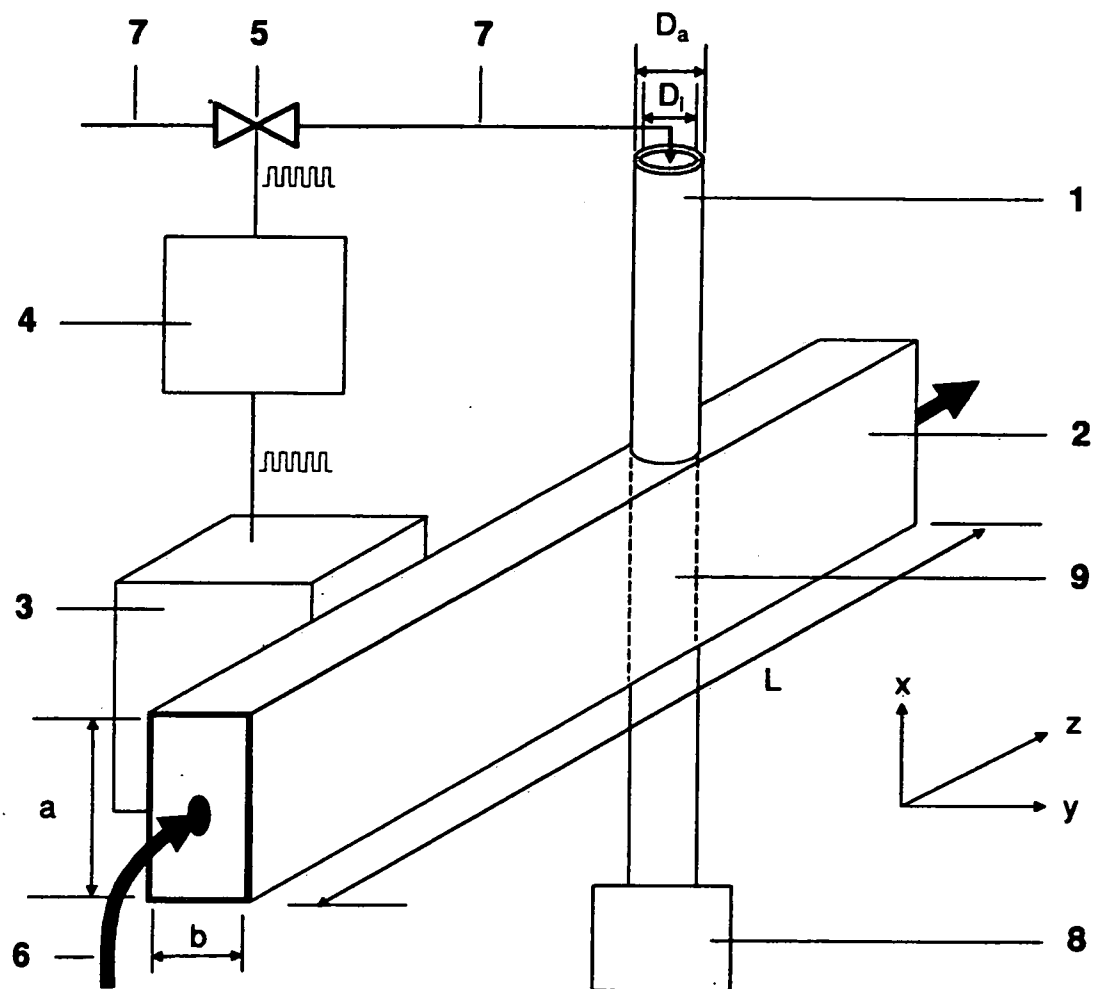
2、依申請專利範圍第 1 項所述之電漿或自由基之製造裝置，其中一時脈觸發式微波源係受該磁電管之脈衝供應電壓控制，該供應導管內設有該工作氣體之一控制閥，該控制閥受提供脈衝供應電壓之單元控制，使得於該時脈中斷時，僅少部分之工作氣體可被供應至該反應管內。

3、依申請專利範圍第 1 或 2 項所述之電漿或自由基之製造裝置，其中該波導之總長/波長 $=n/2+0.75\pm0.03$ ，且該

波長係為該波導內所產生之微波場的波長， n 為自然整數。

- 4、依申請專利範圍第 1 項所述之電漿或自由基之製造裝置，其中該反應管之內徑對該波長之比例係為 0.2 ± 0.04 ，且該波長係為該波導內所產生之微波場的波長。
- 5、依申請專利範圍第 1 項所述之電漿或自由基之製造裝置，其中該波導之末端與導管連接，該導管係以該波導之縱向導引一冷卻氣體。
- 6、依申請專利範圍第 1 項所述之電漿或自由基之製造裝置，其中該波導與該磁電管連接之區域內，該波導沿著內寬與導管連接，且該導管係用以導引一冷卻氣體以冷卻該磁電管之桿型天線。
- 7、依申請專利範圍第 1 項所述之電漿或自由基之製造裝置，其中該反應管之外徑小於該波導之矩形截面之內寬，且差距最多為 5mm。
- 8、依申請專利範圍第 1 項所述之電漿或自由基之製造裝置，其中該波導之矩形截面的長寬比係介於 2.05 至 2.2 之間。

十一、圖式：



第 1 圖