

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5123446号
(P5123446)

(45) 発行日 平成25年1月23日 (2013. 1. 23)

(24) 登録日 平成24年11月2日 (2012. 11. 2)

(51) Int. Cl.

F I

H05H 1/46 (2006.01)

H05H 1/46 L

H01L 21/3065 (2006.01)

H01L 21/302 I O I

請求項の数 17 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-600289 (P2000-600289)
 (86) (22) 出願日 平成12年1月27日 (2000. 1. 27)
 (65) 公表番号 特表2002-537648 (P2002-537648A)
 (43) 公表日 平成14年11月5日 (2002. 11. 5)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2000/002032
 (87) 国際公開番号 W02000/049638
 (87) 国際公開日 平成12年8月24日 (2000. 8. 24)
 審査請求日 平成19年1月16日 (2007. 1. 16)
 審判番号 不服2012-3784 (P2012-3784/J1)
 審判請求日 平成24年2月28日 (2012. 2. 28)
 (31) 優先権主張番号 09/255, 613
 (32) 優先日 平成11年2月19日 (1999. 2. 19)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 000219967
 東京エレクトロン株式会社
 東京都港区赤坂五丁目3番1号
 (73) 特許権者 510207287
 トーヨー エレクトロン ユーエス ホ
 ールディングス、 インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 19808-1645
 デラウェア、ウィルミントン、 センター
 ヴィル ロード 2711、ナンバー40
 O
 (74) 代理人 100066692
 弁理士 浅村 皓
 (74) 代理人 100072040
 弁理士 浅村 肇

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 誘導結合RFプラズマ源を静電遮蔽し、プラズマの点火を促進する装置および方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板をプラズマ処理する装置であって、
 壁(13)を有する真空室(15)と、
 前記真空室(15)の外側で前記壁(13)の近傍に配置された誘導器(20)と、
 前記誘導器(20)に接続されたRF発電機(21)と、
 前記誘導器と前記壁(13)との間に配置されたファラデー遮蔽物(30)とを備え、
 前記ファラデー遮蔽物(30)は、対向する端部、および前記ファラデー遮蔽物の対向す
 る端部と境を接する前記ファラデー遮蔽物(30)の全高さまで延在するギャップ(31
)によって中断された周とを有するループの形状であり、これにより前記ファラデー遮蔽
 物(30)の対向端部は前記ギャップを介して相互に近接し、

前記ファラデー遮蔽物(30)は、前記周の1つの位置(34)のみで接地され、それ
 により前記真空室(15)内にRFプラズマがない場合に、前記ループの対向端部間の前
 記ギャップ(31)を超えて前記ファラデー遮蔽物(30)中に10³ Vのオーダーの大き
 さの一時的ピーク間電圧を生成することができ、前記真空室(15)の前記壁(13)
 の内側で前記ギャップ(31)に隣接してプラズマを点火する電界を生成し、該電界によ
 りプラズマを前記室(15)の内側周囲に形成し、それにより前記ギャップ(31)を超
 える電圧は名目電圧まで低下するようになっている、装置。

【請求項2】

前記名目電圧は10～20ボルトである、請求項1に記載の装置。

10

20

【請求項 3】

前記誘導器 (20) は前記真空室 (15) を取り囲んでいる、請求項 1 または 2 に記載の装置。

【請求項 4】

前記ギャップ (31) が、1.6 ~ 3.2 mm の幅である、請求項 1 から 3 までのいずれか一項に記載の装置。

【請求項 5】

前記ギャップ (31) が 3.2 mm の幅である、請求項 4 に記載の装置。

【請求項 6】

前記ファラデー遮蔽物 (30) は前記壁 (13) の外側と接触している、請求項 1 から 5 までのいずれか一項に記載の装置。 10

【請求項 7】

前記真空室 (15) の前記壁 (13) は円筒形であり且つ対称軸線を規定し、
前記誘導器 (20) は、円筒形の前記壁 (13) を囲む螺旋形のコイルであり、
前記ファラデー遮蔽物 (30) は円筒形で、少なくとも前記コイルの高さと同じ高さを有し、前記ギャップ (31) は前記ファラデー遮蔽物 (30) の高さだけ延在して、円筒形の前記壁 (13) の対称軸線に平行に配置される、請求項 1 から 6 までのいずれか一項に記載の装置。

【請求項 8】

前記ファラデー遮蔽物 (30) は、前記ファラデー遮蔽物 (30) の高さよりも低く延在し且つ周方向に隔置された複数のスリット (32) を有する、請求項 1 から 7 までのいずれか一項に記載の装置。 20

【請求項 9】

前記複数のスリット (32) は、円筒形の前記壁 (13) の対称軸線の方に配置されている、請求項 8 に記載の装置。

【請求項 10】

前記ファラデー遮蔽物 (30) は、前記ループの端部間の中間に位置する 1 つの位置 (34) で接地される、請求項 1 から 9 までのいずれか一項に記載の装置。

【請求項 11】

前記一時的なピーク間電圧は 5000 ボルトである、請求項 10 に記載の装置。 30

【請求項 12】

誘導結合した RF 発電機を静電遮蔽し且つ真空室 (15) 内でプラズマに点火する方法であって、

前記真空室 (15) の壁 (13) の外側で、通電されると RF エネルギーを前記真空室 (15) 内のプラズマに誘導結合する位置に誘導器 (20) を設ける段階と、

前記誘導器 (20) と前記壁 (13) の間に、ファラデー遮蔽物 (30) を設ける段階とを有し、前記ファラデー遮蔽物 (30) は、前記壁 (13) を囲み且つ前記ファラデー遮蔽物 (30) の全高さまで延在するギャップ (31) により遮断されているループ形状であり、

前記ファラデー遮蔽物 (30) は、前記ファラデー遮蔽物 (30) に前記ギャップ (31) を越えて一時的なピーク間 RF 電圧を生成できるように、前記ループの 1 つの位置 (34) のみで接地されており、 40

RF エネルギーを前記誘導器 (20) に通電して前記ファラデー遮蔽物 (30) に瞬間的に RF 電流を誘導することにより、前記ファラデー遮蔽物 (30) の前記ギャップ (31) を介して 10^3 V のオーダーの大きさの一時的ピーク間電圧を生成し、前記真空室 (15) の内側に前記ギャップ (30) に隣接して電界を生成して、前記真空室 (15) の内側周囲にプラズマを点火して形成し、プラズマが前記真空室 (15) 内で形成された後は前記ギャップ (31) を介した電圧が名目電圧に下がる、上記方法。

【請求項 13】

前記名目電圧は 10 ~ 20 ボルトである、請求項 12 に記載された方法。 50

【請求項 14】

前記誘導器(20)が、前記壁(13)の外側で前記真空室(15)を囲む螺旋形のコイルであり、

前記ファラデー遮蔽物(30)は、前記コイルと前記壁(13)との間に位置して前記壁(13)と接触して、前記真空室(15)の一方側に沿って延在する前記ギャップ(31)を有する円筒形状を有する、請求項12あるいは13に記載の方法。

【請求項 15】

螺旋形の前記コイルは、前記壁(13)から1.6~6.4mmだけ離れて設けられる、請求項12から14までのいずれか一項に記載の方法。

【請求項 16】

前記ファラデー遮蔽物(30)に複数のスリット(32)を設け、前記スリット(32)の長さは前記ファラデー遮蔽物(30)の高さよりもわずかに短く、前記スリット(32)は、前記ギャップ(31)と同じ幅であり、前記スリット(32)間に前記ギャップ(32)と同じ幅の間隔を有する、請求項12から15までのいずれか一項に記載の方法。

【請求項 17】

前記真空室(15)内にウェーハを設け、前記誘導器(20)に通電する前に前記真空室(15)を密封し、プラズマに点火した後、前記誘導器(20)から誘導結合されたエネルギーで引き続きプラズマに通電し、プラズマからのイオンを前記ウェーハの表面に電氣的に引きつけ、それにより前記ウェーハをエッチングすることを特徴とする、請求項12から16までのいずれか一項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

本発明はプラズマ処理に関し、特に誘導結合プラズマによるプラズマ・エッチングに関する。

【0002】

(発明の背景)

半導体ウェーハ処理では、半導体ウェーハ基板のプラズマ処理、特にプラズマ・エッチングに誘導結合されたプラズマ(ICP)が成功裏に使用されている。ICPで半導体ウェーハをエッチングするための処理装置の一つが、Bayerその他の米国特許第5,569,363号で開示され、これは参照により本明細書に組み込まれる。Bayerその他の特許では、クォーツ即ち石英で作成した室壁の外側で真空室を囲むコイルに、RFエネルギー即ち無線周波数エネルギーを加える。コイルは室内に磁界を生成し、これが電子を励起してプラズマを生成する。磁界は大部分が誘導結合であるが、コイルに高いピーク間電圧即ちピークピーク電圧が発生すると、室内に多少のエネルギーの容量結合を引き起こす。このような電圧は、状況によっては例えば900から1000ボルトのシースを引き起こし、これはプラズマ内のイオンにかなりのエネルギーを与える。このようなエネルギーは、室内に望ましくない程度のスパッタリングを引き起こすのに十分であり、シースはプラズマの有用なボリューム即ち容量を減少させる。

【0003】

室外側の周囲でコイルと室壁との間に、金属のファラデー遮蔽物を追加するよう提案されている。提案された遮蔽物は、軸線方向に延在するが、遮蔽物の各縁の周囲に完全な周方向の帯を残すスリットを有する。遮蔽物は、室への電圧の容量結合を防止するために接地され、一方スリットは、プラズマに電圧を印加するのに必要な磁気エネルギーの誘導遮蔽を防止する。このような提案された遮蔽物は、残念ながら、コイルによるプラズマの初期点火を防止する効果を有し、プラズマを開始するために別個の電極または放電エレメントを必要とする。

【0004】

したがって、室内へのエネルギーを誘導結合するためにコイルを使用する場合、プラズマの点火を妨害することなく、容量結合効果からの室の遮蔽を提供する必要がある。

【 0 0 0 5 】

(発 明 の 概 要)

本発明の目的は、容量結合からの室の遮蔽即ちシールドを提供することである。本発明の特定の目的は、R F エネルギー即ち無線周波数エネルギーを室内のプラズマに誘導結合するため、室の周囲に設けたR F コイル即ち無線周波数コイルから、効率的な遮蔽を提供することである。プラズマの点火を促進しながら、室と外部コイル間との容量結合を防止する遮蔽を提供することが、本発明のさらなる目的である。

【 0 0 0 6 】

本発明の原理によると、外部のループ形のR F 誘導器即ち無線周波数インダクタを有するプラズマ処理室、特にエッチング室が提供される。誘導器即ちインダクタは、R F エネルギーを室に誘導結合し、室内にプラズマを形成する螺旋形コイルであることが好ましい。また、室の外側で壁と誘導器との間に、ファラデー遮蔽物を設ける。遮蔽物は、コイルから室内のプラズマへの電圧の容量結合を効果的に遮蔽するよう接地され、R F エネルギーの室内への誘導結合を可能にするため、スリットを設ける。R F 電流を誘導器から最初に遮蔽物に誘導する時に、ギャップ (g a p) にピーク間電圧即ちピークピーク電圧が発生できるよう、接地接続は誘導器の制限された区間に局所化される。

10

【 0 0 0 7 】

本発明の好ましい実施形態では、クォーツ室壁即ち石英の室壁の外側で壁と、壁を囲んで壁からわずかに隔置された螺旋形コイルとの間に、円筒形遮蔽物を配置する。遮蔽物は、間隔が狭く、ほぼ遮蔽物の高さだけ軸線方向に延在するが、遮蔽物の全高さよりは短い複数の内部スリットを有し、少なくとも1つの遮蔽物の縁をスリットとは非干渉状態に残し、それによって室のほぼ全周にわたって、干渉されない金属誘導器の少なくとも1つの周方向路を残す。周の1点で、十分な高さのスリットまたはギャップが遮蔽物の全高さとは干渉し、それによって室の周囲に遮蔽物によって連続的な360°の周方向導電路が形成されるのを防止する。

20

【 0 0 0 8 】

好ましい実施形態では、遮蔽物の外側で室を囲むコイルが、R F エネルギーを室に誘導結合して、プラズマに電圧を印加する。遮蔽物は、周の1点のみ、例えば十分な高さのギャップから180°正反対にある点で、接地されることが好ましい。ギャップ、さらに内部スリットは、約1/8インチ(3.2mm)の幅であり、遮蔽物の金属室部分の細片は、スリットとギャップの間で約1/8インチ(3.2mm)の幅であることが好ましい。

30

【 0 0 0 9 】

コイルにR F エネルギーで最初に電圧を印加した場合、室内にプラズマが存在する前に、コイルにピーク間電圧即ちピークピーク電圧が生じる。コイルの電圧印加は、R F 電圧を遮蔽物に結合し、その結果、狭く十分な高さのギャップにピーク間電圧が生じる。遮蔽物をギャップと対角線上反対側で接地すると、ギャップと境を接する遮蔽物の対向縁は、接地電位と等しく、反対である。このピーク間電圧は、ピーク間数千ボルト、例えば5000ボルトR F になることがある。この電圧は、1または数ミリ秒のオーダーの間隔内で、クォーツの室壁を通して延在して室に入る強力なR F 電界を生成し、これは室内でギャップの反対側でプラズマを点火する。プラズマは、いったん点火されると、これも1ミリ秒のオーダーの間隔で、室壁の内部およびその近傍で室の周囲に伝搬して、ここでプラズマは室内で室の周方向に導電性の電離気体のベルトを形成する。このプラズマ・ベルトが形成されると、遮蔽物のギャップを横切る電圧が、10から20ボルト、例えば14ボルトのピーク間電圧のオーダーで名目電圧まで急速に低下する。

40

【 0 0 1 0 】

本発明では、コイルからプラズマへの非常に小さい容量結合の電圧で室を充填するプラズマが形成され、その結果、プラズマと室の周囲のクォーツ側壁との間に低いプラズマ電位および小さいプラズマ・シースが生じる。それと同時に、遮蔽物はコイルからのエネルギーと結合して、コイルへ初期電圧が印加されると、迅速にプラズマを点火する。

【 0 0 1 1 】

50

本発明の以上およびその他の目的は、本発明に関する以下の詳細な説明から、容易に明白になる。

【0012】

(好ましい実施形態の詳細な説明)

図1は、周方向の側壁13および一体の頂部14とを有するクォーツ即ち石英のベル型ジャーを封止したベース即ち基部11を有するプラズマ・エッチング装置10を示す。側壁13は通常、直径が約1.5から1.6インチ(38.1~40.7.4mm)、厚さが約3/8インチ(9.5mm)である。ベル型ジャー12は、ベース11に封止されて、基板支持体17上に支持されたウェーハ16などの、処理される基板を入れる真空の気密室15を提供するリップ13aを有する。RF発電機18, 好ましくは高周波発電機が、例えば13.56MHzで、基板支持体17に接続され、基板をエッチングするため、基板16にマイナスのバイアスを生成して、室12内のプラズマからのプラス・イオンのエネルギーを制御する。ベル型ジャー12および支持体は、室145および側壁13の対称軸線19の中心に位置決めされる。

【0013】

ベル型ジャー12の円筒形側壁13を囲み、側壁13の外側から1/16ないし1/4インチ(1.6~6.4mm)の短い距離に隔置されているのは、螺旋形コイル20である。コイル20は、RF発電機21を介して接続され、これは好ましくは460KHzなどの中波のRFエネルギーでコイルに通電するよう作動する。図示された実施形態のコイル20は、その中心22で接地される。コイル20は、通電されると、RFエネルギーを室15に結合して、支持体17上の基板16をエッチングするため、プラズマを支持する。

【0014】

これもベル型ジャー12の円筒形側壁13を囲み、好ましくは壁13の外面に近接するか、これと接触しているのは、ファラデー遮蔽物30である。遮蔽物30は、導電性薄板金属材料で形成され、円筒形のスペース29によって遮蔽物30から隔置されたコイル20の内側で、壁13を囲むループを形成する。遮蔽物30は、ほぼ壁13を囲むが、壁13の一方側に沿って幅約1/8インチ(3.2mm)の狭いギャップ31がある。ギャップ31は、ベル型ジャー12の円筒形側壁13の軸線19と平行に配置される。ギャップ31は、ギャップ31を介する少量のRFエネルギーの容量結合を除き、遮蔽物の周で電流路を完全に遮断する。遮蔽物30には、それぞれ約120個でほぼ等しい幅の導電性細片33によって分離された複数のスリット32を設ける。スリット32は、ギャップ31に平行、および室15の軸線19に平行に配置される。スリット32はそれぞれ、遮蔽物30の高さより約1/4インチ(6.4mm)短い長さを有し、これはコイル20の高さより大きいことが好ましい。導電性細片33はそれぞれ、その上端で水平の帯33aに、下端で水平の帯33bに接続され、これらの帯はそれぞれ、ギャップ31の上端および下端で遮断されている箇所を除き、ベル型ジャーを完全に囲む。遮蔽物30は、周の1つの角度位置34で、好ましくはギャップ31の対角線上反対側で接地される。

【0015】

コイル20をRF発電機21からのエネルギーで最初に通電すると、周方向のRF電流が遮蔽物30に誘導され、これは接地点34では中性であるが、ギャップ31を介して10³のオーダーの大きさのボルト(V)のピーク間電圧が付随する。このピーク間電圧は、さらに、壁13を通して延在するギャップ31において、ギャップ31の近傍で室12内に入るRF電界35も付随する。例えば1mトルから10トルの圧力のアルゴンガスなどの不活性ガスを含む室12の真空内では、コイルに最初に通電した後、1ミリ秒以内に、室壁12の内側においてギャップ31を介する電界35が、ギャップ31の近傍でプラズマに点火する。その結果、このプラズマは、プラズマ点火から1ミリ秒程度以内に、幅が約2cmで室12を囲み、RFエネルギーの周波数で振動する電子のシースを円筒形側壁13のすぐ内側に生成し、その後、ギャップ31での電圧が10から20ボルトの範囲の電圧に低下する。シースが形成された後、プラズマは迅速に室12を充填する。

【0016】

遮蔽物 30 は、室 12 のプラズマに高い電位、およびそれに対応する大きい周囲のプラズマ・シースを与えるような、コイル 20 から室 12 内のプラズマへのエネルギーの容量結合を効果的に減少させるか、ほぼ除去する。その結果、クォーツのベル型ジャー 12 のプラズマ・エッチングが最小になる。遮蔽物 30 は、プラズマの点火を妨害せずにこれを実施し、むしろコイル 20 に通電されると、室 12 内のプラズマに迅速かつ効率的に点火する機能を果たす。

【0017】

本発明および好ましい実施形態に関する以上の説明から、当業者には、本発明の原理から逸脱することなく記載されたプロセスおよび機器に変更および追加を行えることが理解される。

10

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の原理を実現するスパッタ・エッチング装置の部分破断側面図である。

【図 2】 図 1 の装置の上部分断面図である。

【図 1】

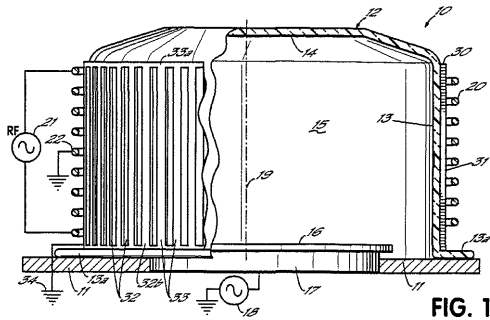


FIG. 1

【図 2】

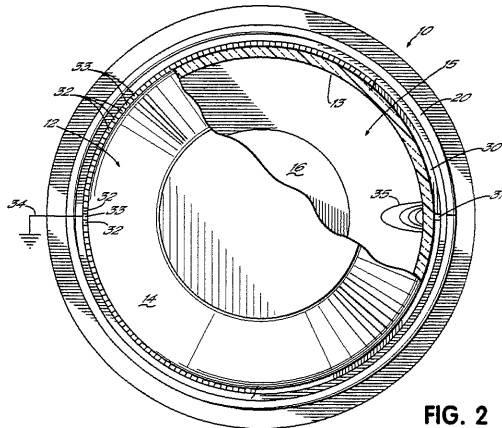


FIG. 2

フロントページの続き

(74)代理人 100123180

弁理士 白江 克則

(74)代理人 100160266

弁理士 橋本 裕之

(72)発明者 シル、エドワード、エル

アメリカ合衆国 アリゾナ、フェニックス、 イースト ロックリッジ ロード 2 2 2 8

合議体

審判長 新海 岳

審判官 加藤 友也

審判官 鈴木 正紀

(56)参考文献 特表平 1 0 - 5 0 8 9 8 5 (J P , A)

特開平 8 - 8 8 2 2 0 (J P , A)

特開平 1 1 - 7 4 0 9 8 (J P , A)

特開平 8 - 5 0 9 9 6 (J P , A)

特開平 9 - 3 0 6 8 9 1 (J P , A)

特開平 1 1 - 1 8 5 9 9 5 (J P , A)

特公昭 4 9 - 2 9 8 1 8 (J P , B 1)

米国特許第 5 2 3 4 5 2 9 (U S , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H01L21/302

H05H1/46