

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-111396

(P2004-111396A)

(43) 公開日 平成16年4月8日(2004.4.8)

(51) Int.Cl.⁷

H05H 1/46

C23C 14/32

H01J 27/16

H01J 37/08

F I

H05H 1/46

H05H 1/46

C23C 14/32

H01J 27/16

H01J 37/08

テーマコード (参考)

4K029

5C030

審査請求 未請求 請求項の数 23 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2003-324054 (P2003-324054)

(22) 出願日 平成15年9月17日 (2003.9.17)

(31) 優先権主張番号 10243406.9

(32) 優先日 平成14年9月18日 (2002.9.18)

(33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(71) 出願人 503040468

レイボルド オプティクス ゲーエムベー
ハードイツ D-63755 アルツェナウ
ジーマンスシュトラッセ 88

(74) 代理人 100077827

弁理士 鈴木 弘男

(72) 発明者 ベックマン・ルドルフ

ドイツ D-64546 ハンマースバッ
ハ アム カツェングラーベン 35

(72) 発明者 フール・マークス

ドイツ D-65817 エップシュタイ
ン アム カム 1

最終頁に続く

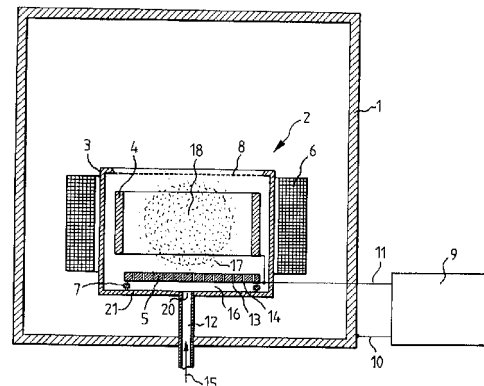
(54) 【発明の名称】 プラズマ源

(57) 【要約】

【課題】 プラズマ本体内の圧力を有意に増大しなくても、信頼性の高い点火が行われ、全プラズマ本体にわたって点火が均等に行われるプラズマ源を提供すること。

【解決手段】 比較的低い電圧で点火を行うことができるように、孔部（13，14）を含むプレート（5）が、プラズマ・チャンバ（3）の壁部（21）上に位置するプラズマ本体（17）の下に設置されている。このプレート（5）を通して、プラズマが最初に点火するプラズマ本体（17）内より高い圧力でプラズマ本体（17）の下に点火本体（16）が形成される。その後で、点火は、プレート（5）の孔部を通してプラズマ本体（17）内に伝搬する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プラズマが発生するチャンバ（３）と、
前記チャンバ（３）の壁部（２１）から離れた位置にあるプレート（５）とを備え、
貫通孔（１３，１４）を備えるこのプレート（５）によりプラズマ本体（１７）内にガスが流入することができ、

それにより、このプレート（５）が、前記チャンバ（３）の壁部（２１）と一緒に密封本体（１６）を形成し、この壁部（２１）内にガス入口（１２）が供給されるプラズマ源であって、

前記プレート（５）が、電気絶縁体（７）を通して前記壁部（２１）と接続していることと、電圧源（９）が、前記プレート（５）と前記壁部（２１）との間に供給されることを特徴とするプラズマ源。 10

【請求項 2】

前記電圧源（９）が、高周波電圧源であることを特徴とする、請求項 1 に記載のプラズマ源。

【請求項 3】

前記チャンバ内に、前記プレート（５）上に設置される誘導ループ（４）が位置することを特徴とする、請求項 1 に記載のプラズマ源。

【請求項 4】

前記誘導ループ（４）により囲まれている空間内に静磁界を発生するデバイス（６）が設置されていることを特徴とする、請求項 3 に記載のプラズマ源。 20

【請求項 5】

前記デバイス（６）がコイルであることを特徴とする、請求項 4 に記載のプラズマ源。

【請求項 6】

前記電気絶縁体（７）もシーリングであることを特徴とする、請求項 1 に記載のプラズマ源。

【請求項 7】

前記プレートが、等間隔で配置されている直径約 1 mm の約 52 の貫通孔を備えることを特徴とする、請求項 1 に記載のプラズマ源。

【請求項 8】

前記誘導ループ（４）が、前記高周波電圧源（９）と電氣的に接続していることを特徴とする、請求項 2 および 3 に記載のプラズマ源。 30

【請求項 9】

前記プレート（５）および前記誘導ループ（４）が、前記高周波電圧源（９）の一方の極に接続していて、一方、前記チャンバ（３）が、前記高周波電圧源（９）の他方の極に接続していることを特徴とする、請求項 1、2、3 に記載のプラズマ源。

【請求項 10】

前記プレート（５）が、頂部から見た場合、円錐形をしていることを特徴とする、請求項 1 に記載のプラズマ源。

【請求項 11】

真空ハウジング（１）内に位置していることを特徴とする、請求項 1 に記載のプラズマ源。 40

【請求項 12】

前記チャンバ（３）内に 1 Pa を超えない圧力 p が発生することを特徴とする、請求項 1 に記載のプラズマ源。

【請求項 13】

前記発生したプラズマが、本質的にイオン・ビームであることを特徴とする、請求項 1 に記載のプラズマ源。

【請求項 14】

前記チャンバ（３）の壁部が底部であることを特徴とする、請求項 1 に記載のプラズマ 50

源。

【請求項 15】

前記チャンバ（3）の壁部が側壁部であることを特徴とする、請求項 1 に記載のプラズマ源。

【請求項 16】

前記誘導ループ（4）が、1つの巻線しか備えていないで、湾曲した金属シートからなることを特徴とする、請求項 3 に記載のプラズマ源。

【請求項 17】

前記誘導ループ（4）が、前記プレート（5）の機能を有し、貫通孔を備えることを特徴とする、請求項 15 および 16 に記載のプラズマ源。

10

【請求項 18】

前記プレート（5）がディスクの周囲に位置することを特徴とする、請求項 1 に記載のプラズマ源。

【請求項 19】

前記本体（16）が、前記プレート（5）と前記壁部（21）との間に点火チャンバを形成し、該点火チャンバが、前記プレート（5）上に位置する前記プラズマ本体（18）より小さいことを特徴とする、請求項 1 に記載のプラズマ源。

【請求項 20】

前記点火チャンバ（16）内の圧力が、前記プラズマ本体（18）内の圧力より高いことを特徴とする、請求項 19 に記載のプラズマ源。

20

【請求項 21】

前記点火チャンバ（16）内の圧力が、通常的气体流で、圧力がパッシェン曲線の最小範囲内にあるように選択されることを特徴とする、請求項 20 に記載のプラズマ源。

【請求項 22】

前記最小範囲が、0.1～1 ミリバールであることを特徴とする、請求項 21 に記載のプラズマ源。

【請求項 23】

前記圧力が、前記プレート（5）内の貫通孔の断面および数により調整することができることを特徴とする、請求項 21 に記載のプラズマ源。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、請求項 1 の前文に記載するプラズマ源に関する。

【背景技術】

【0002】

プラズマは、一般的に、3つの成分、すなわち、自由電子、陽イオンおよび中性原子または分子の混合物からなる。プラズマ状態は、非常に高温に加熱された任意の物質の自然な状態である。

【0003】

基板を特定の材料でコーティングしたり、または基板をエッチングしたり、洗浄するために、一般にプラズマから基板上への電界および／または磁界により陽イオンが加速されるプラズマが使用される。

40

【0004】

プラズマは、プラズマ源またはリアクタにより発生する。これらのプラズマ源は、そのもともとは電氣的に中性なガスまたはガスの混合物から上記3つの成分によりプラズマが発生するという点では共通している。

【0005】

正の粒子、負の粒子および中性粒子を発生し、基板上に移動させることができる粒子源はすでに周知である（DE 38 03 355 A1）。この周知の粒子源は、イオン化されるガスまたはガスの混合物を含むコンテナを備える。このコンテナ内には、好適に

50

は、マイクロ波であることが好ましい電磁波が放射される。永久磁石または電磁石の助けを借りて発生するトロイダル磁界が、同時にコンテナ内に放射する。電子に対するマイクロ波と磁界との同時作用により、いわゆる電子サイクロトロン共鳴が起こり、それにより強いイオン化が行われる。特殊な制御グリッド構成により、正の粒子、負の粒子、および中性粒子をコンテナから外へ取り出すことができる。

【0006】

磁界コイル構成、ガス供給システム、およびプラズマ・ビームを抽出するための装置が配置されている、キャリア素子を備える高周波プラズマ源はさらによく知られている（WO 01/63981）。プラズマ本体内に位置する励起電極とプラズマ本体の外側に位置する13.56MHzの高周波ゼネレータとの間には、プラズマ本体内に位置する整合回路が設置されている。キャリア電極の方を向いているガス供給源は、ガス導入チャンネルを備え、2つの真空の流れの通路からの空間内に位置していて、プレートを通して作用する。

【特許文献1】DE 38 03 355 A1

【特許文献2】WO 01/63981

【特許文献3】SU特許1402 185

【特許文献4】RU 1 745 080

【特許文献5】RU 2 030 015

【特許文献6】JP 61 124029 A

【特許文献7】US 2002/0047536 A1

【非特許文献1】1984年発行の、Rut s c h e r / D e u t s c h の、「P l a s m a t e c h n i k , G r u n d l a g e n u n d A n w e n d u n g」の論文

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

このプラズマ源の欠点は、圧力パルスでしか点火しないことである。すなわち、プラズマ源を点火するために、プラズマ本体内の $p = 0.02 \text{ Pa}$ の圧力を 1 Pa を超える圧力 p に上げてやらなければならない。そのため、 0.02 Pa の元のプロセス圧力に再び戻るのに非常に長い時間が掛かる。ガス・ギャップのところの点火電圧は、ガス圧力 p と電極空間 d の積（いわゆる、パッシェン曲線（Paschen curve）：1984年発行の、Rut s c h e r / D e u t s c h の、「P l a s m a t e c h n i k , G r u n d l a g e n u n d A n w e n d u n g」の52～53ページ参照）に依存する。例えば、 2 Pa を超えない低い圧力で、例えば、 $d < 100 \text{ cm}$ の典型的な電極空間の場合には、プラズマを点火するには、 10 kV を超える点火電圧が必要である。対照的に、例えば、もっと高い圧力で動作する蛍光灯の場合には、点火電圧が極度に高いために、プラズマを点火するために高電圧を使用することは実際には不可能であるか、または少なくとも非常に困難である。しかし、プラズマの圧力が増大すると、低い点火電圧でも容易に点火することができる。動作がパッシェン曲線の左側で行われる場合には、すなわち、圧力 p が 1 Pa より低い場合には、低い点火電圧でも容易に点火することができる。約 0.05 Pa より高い圧力の場合には、イオンの自由行程の長さは約 1 cm より短くなる。それにより、イオンは、処理対象の基板の途中で頻繁にガス分子と衝突し、非常に大きなエネルギーを失うので必要な効果は得られない。すなわち、実際には、イオンは発生しない。

【0008】

補助凹部内の圧力が、中空のカソード内の圧力の2倍である補助凹部を備えるイオン源も周知である（SU特許1402 185）。しかし、この補助凹部は、点火の働きをしない。他の周知のイオン源も同じである（RU 1 745 080, RU 2 030 015）。

【0009】

いわゆる点火補助装置を使用しても、プラズマを容易に点火することができる。点火補

助装置は、例えば、高温カソード、放射性物質または古典的火花プラグの働きをする。しかし、これらの点火補助装置の保守にはお金がかかり、コストが高いものにつく。電源電圧だけの保守コストは安く、コスト・パフォーマンスがよい点火手段と見なすことができる。

【0010】

しかし、主放電チャンバよりも高い圧力を有するサブ放電チャンバの形をした点火補助装置も周知である（JP 61 124029 A）。これにより、サブ放電チャンバのプラズマは、主放電チャンバに不均質な状態で到着する。

【0011】

さらに、ガスが、オリフィス・プレートを通してプラズマ本体内に入るガス分散本体を備えるプラズマ生成デバイスも周知である（US 2002/0047536 A1）。これにより、プラズマ分散本体が、オリフィス・プレートとプラズマ本体の壁部により形成され、それにより、オリフィス・プレートと壁部が電氣的に接続される。

【0012】

本発明は、プラズマ本体内の圧力を有意に増大しなくても、信頼性の高い点火が行われ、全プラズマ本体にわたって点火が均等に行われるプラズマ源供給の問題を解決する。

【課題を解決するための手段】

【0013】

この問題は、請求項1の特徴により解決される。

【0014】

それ故、本発明は、そのプラズマが電圧により点火されるプラズマ源に関する。比較的低い電圧で点火を行うことができるように、穿孔を有するプレートが、プラズマ・チャンバの壁の上に位置するプラズマ本体の下に設置されている。プラズマ本体の下に位置するこのプレートを通して、供給電圧によりプラズマが最初に点火するプラズマ本体より高い圧力で点火本体が形成される。その後で、点火は、プレートの穿孔を通してプラズマ本体に伝搬する。

【0015】

本発明の重要な利点は、プラズマ本体内の圧力を増大しなくても、または圧力を最小限度増大するだけで、また、単に高周波電圧を掛けるだけでプラズマを点火することができることである。さらに、アーク放電をかなり低減することができることである。

【0016】

図面は本発明の例示として一実施形態を示しているが、この実施形態について以下にさらに詳細に説明する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

図1は、基板をコーティングまたはエッチングすることができる真空ハウジング1である。これらの基板は略図には示していない。これらの基板は、真空ハウジング1内に位置するプラズマ源2に対向して位置している。プラズマ源2は、誘導ループ4およびカソード・プレート5を収容しているチャンバ3を備える。誘導ループは、1つまたはいくつかの巻線を有するコイルから作ることができる。1つの巻線からできている場合には、プラズマを囲む円形の湾曲した金属シートの形に形成される。チャンバ3の周囲には、図1では垂直方向に延びる磁界を発生することができるコイル6が設置されている。カソード・プレート5は、誘導ループ4の下に位置していて、電氣的絶縁密閉リング7を通してチャンバ3の底部21に接続している。チャンバ3は、制御グリッド8のところまで上方に延びていて、例えば、真空ハウジング1の電位になっている。イオン・エネルギーは、カソード・プレート5の電位により調整される。制御グリッド8は、図示していない調整できる電圧源に接続している。1つの制御グリッドの代わりに、あるグリッドの後ろに他のグリッドを置くという方法で、いくつかの制御グリッドを設置することができる。好適には、金属シートとして形成することが好ましい誘導ループ4は、その中心軸が垂直な状態でこの制御グリッド8まで延びる。

【0018】

高周波電圧源9は、真空ハウジング1の外側に位置していて、その1つの極10で真空ハウジング1に接続していて、他の電極11でカソード・プレート5および誘導ループ4に接続している。チャンバ3の底部21の中心には、開口部20が位置していて、これにガス入口チューブ12が接続している。ガス入口チューブ12は、また、極10の電位にある。

【0019】

本発明で最も重要なことは、カソード・プレート5がいくつかの貫通孔13, 14を備えていることであり、そうでない場合、スペースのところ、チャンバ3の底部21と、不浸透状態で、しかし電氣的に絶縁状態で接続していることである。ガス入口チューブ12を通して、ガス15は、最初、チャンバ3の底部21とカソード・プレート5の間の領域16に流入する。ガスは、徐々にだが、貫通孔13, 14を通してカソード・プレート5上の領域17、すなわち、プラズマ本体に到着する。これにより、領域16内に領域17より高い圧力が発生する。それ故、領域17内の圧力を増大しないでも、領域17内で点火することができる。プラズマが領域16内で点火すると、誘導コイル内でイオン化されたプラズマ18が形成されるように、点火が低い圧力で領域17に一気に広がる。領域16は、カソード・プレート5上の領域17よりかなり小さい点火チャンバを形成する。カソード・プレート5と底部21の間のスペースは、パッシェン曲線の電極スペースに対応する。実際には、このスペースは、例えば、5mmにしか過ぎない。何故なら、スペースがもっと広いと、領域16内の容積が大きくなりすぎるからである。点火チャンバを形成する領域16の面積は、カソード・プレート5の最大部分にガス流が供給されるようにできるだけ広くなければならない。それ故、点火チャンバ面積を狭くしても点火チャンバの容積を最小にすることはできない。点火チャンバの容積を最小にするには、スペースを狭くするしかない。点火チャンバの容積が大きすぎると、高周波電圧源9のエネルギーの大部分が、点火チャンバのプラズマ内に導入され、それにより、領域17内のプラズマが大きく減衰し、それによりイオン・ビームが大きく減衰する恐れがある。

【0020】

カソード・プレート5をガス・シャワー・ヘッドとしてレイアウトすることにより、領域17に入るガス流は、また、明らかに、カソード・プレートが絶縁層でコーティングされるのを防止し、その結果、いったん点火した場合、プラズマはより安定して燃焼し、アーク放電を起こさない。試験が示しているように、プラズマ源は、0.05Paの圧力パルスでうまく点火するが、従来は5Paの圧力パルスが必要であった。

【0021】

点火チャンバ、すなわち、領域16内の圧力は、例えば、50sccmのような通常使用するガス流の場合、パッシェン曲線の最小値付近に達する。この最小値は10Paと100Paとの間である。圧力は、カソード・プレート5の断面積およびその孔部13, 14の数により調整することもできるし、ガス流を変化させて調整することもできる。点火プロセス中に必要な若干の圧力増大は、ガス流を増大することにより行われる。

【0022】

図1においては、カソード・プレート5は、半径方向に対称的に形成される。すなわち、約52の穿孔を有する丸いプレートである。図1には加工する基板は示されていない。基板は、真空ハウジング1の上部壁部の下に接近して設置される。真空ハウジング1内のプラズマ源2の隣に、SiO₂の気化が行われる気化器（図示せず）を設置することができる。それ故、SiO₂も、設置中残りのガス分子により、また、気化したシリコン分子の分散により間接的にイオン源に到着する。プラズマ源により発生したイオン・ビームは、基板上で蒸着した層を濃縮する働きをする。

【0023】

好適には、酸素およびアルゴンをガス15として使用することが好ましい。酸素は、基板上に塗布された層を後酸化するのに必要であり、アルゴンは、プラズマ源の点火を容易にする。図1の例の場合には、点火本体16は、チャンバ3の底部21とカソード・プレ

ート5との間に形成される。しかし、チャンバ3の側壁部上に点火本体を設置することもできる。凹部が側壁部内にミリングされ、誘導ループ4により密閉された場合には、多くの小さな孔が、金属シートとして形成された誘導ループ内に開けられ、点火補助装置としての働きをする側部チャンバも形成される。誘導ループ4は、この場合、カソード・プレート5と同じ電位を有する。

【0024】

図1の場合には、プラズマ源2は誘導により結合している。しかし、DE 100 08 485 A1が開示しているように、追加の静電結合も行うことができるし、または、電磁波による任意の必要な放射を行うこともできることを理解されたい。

【0025】

10

しかし、図2に示すように、カソード・プレートは、また、パイの形にすることもできるし、52の穿孔を有することもできる。

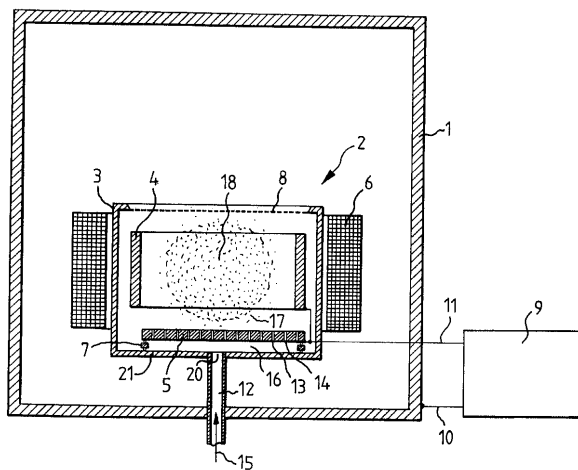
【図面の簡単な説明】

【0026】

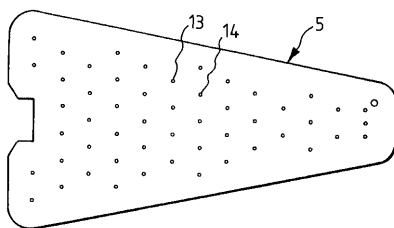
【図1】 真空チャンバ内に位置するプラズマ源である。

【図2】 プラズマ源で使用するプレートである。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 ツェルツケ・ヴァルター

ドイツ D-63477 マイントール ブルックナーシュトラッセ 10

(72)発明者 ヴァインリッヒ・ヴェルナー

ドイツ D-63505 ランゲンセルボルト シュペスアルトシュトラッセ 22

Fターム(参考) 4K029 DD02

5C030 DD01 DE01