

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5068458号
(P5068458)

(45) 発行日 平成24年11月7日(2012.11.7)

(24) 登録日 平成24年8月24日(2012.8.24)

(51) Int.Cl. F I
H O 1 L 21/205 (2006.01) H O 1 L 21/205

請求項の数 20 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2006-10131 (P2006-10131)	(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
(22) 出願日	平成18年1月18日(2006.1.18)	(74) 代理人	100101557 弁理士 萩原 康司
(65) 公開番号	特開2007-194355 (P2007-194355A)	(74) 代理人	100096389 弁理士 金本 哲男
(43) 公開日	平成19年8月2日(2007.8.2)	(74) 代理人	100095957 弁理士 亀谷 美明
審査請求日	平成20年11月27日(2008.11.27)	(72) 発明者	堀口 貴弘 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内
		審査官	宮本 靖史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置およびプラズマ処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

導波管を伝播してスロットに通したマイクロ波を透過させる誘電体と、
前記誘電体を支持する梁の所定位置に設けられた第1の噴射孔を有する複数の第1のガス噴射部材と、

被処理体上へのプラズマの流れを妨げないように前記梁の所定位置に取り付けられ、第1の噴射孔より下方に位置する第2の噴射孔を有する複数の第2のガス噴射部材と、

前記各第1のガス噴射部材の第1の噴射孔から処理室内の所望の位置に第1の処理ガスを噴射する第1のガス供給部と、

前記各第2のガス噴射部材の第2の噴射孔から、第1の処理ガスが噴射された位置より
10
下方の位置に第2の処理ガスを噴射する第2のガス供給部と、

前記マイクロ波により前記第1の処理ガスおよび前記第2の処理ガスをプラズマ化させて被処理体をプラズマ処理する処理室とを備え、

前記各第2のガス噴射部材は、互いに平行に前記梁から氷柱状に垂れ下がるように前記梁に固定されるプラズマ処理装置。

【請求項2】

前記各第1のガス噴射部材は、前記梁の外部に取り付けられるか、または、前記梁の内部に設けられる請求項1に記載されたプラズマ処理装置。

【請求項3】

前記各第2のガス噴射部材は、金属により形成される請求項1または請求項2のいずれ 20

かに記載されたプラズマ処理装置。

【請求項 4】

前記各第 2 のガス噴射部材は、棒状または板状に形成される請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載されたプラズマ処理装置。

【請求項 5】

前記各第 2 のガス噴射部材は、被処理体上にプラズマが拡散される際の障壁とならない位置に設けられる請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載されたプラズマ処理装置。

【請求項 6】

前記各第 2 のガス噴射部材は、前記梁から突出した長手方向の長さが 30 mm 以下である請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載されたプラズマ処理装置。

10

【請求項 7】

前記各第 2 の噴射孔は、第 2 の処理ガスが過剰に解離されない位置に噴射されるように位置付けられる請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載されたプラズマ処理装置。

【請求項 8】

前記各第 1 の噴射孔は、前記誘電体近傍にて被処理体に水平な向きに開口している請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載されたプラズマ処理装置。

【請求項 9】

前記各第 1 の噴射孔は、前記誘電体近傍にて被処理体に垂直な向きに開口している請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載されたプラズマ処理装置。

【請求項 10】

前記各第 2 の噴射孔は、被処理体に垂直な向きに開口している請求項 1 ~ 9 のいずれかに記載されたプラズマ処理装置。

20

【請求項 11】

前記各第 2 のガス噴射部材の一部は、多孔質体により形成され、
 前記第 2 のガス供給部は、
前記第 2 の処理ガスを前記各第 2 のガス噴射部材に形成された多孔質体に通すことにより、その多孔質体に設けられた複数の開口を上記第 2 の噴射孔として、前記複数の開口から前記処理ガスを前記処理室内に吹き出す請求項 1 ~ 10 のいずれかに記載されたプラズマ処理装置。

【請求項 12】

前記多孔質体は、前記各第 2 のガス噴射部材の先端にて球状に形成される請求項 11 に記載されたプラズマ処理装置。

30

【請求項 13】

前記各第 2 のガス噴射部材は、その先端が球状に形成され、
 前記各第 2 の噴射孔は、前記先端の球状部分に放射状に設けられ、
 前記第 2 のガス供給部は、
前記第 2 の処理ガスを前記各第 2 の噴射孔から前記処理室内に放射状に吹き出す請求項 1 ~ 10 のいずれかに記載されたプラズマ処理装置。

【請求項 14】

前記第 1 の処理ガスまたは前記第 2 の処理ガスの少なくともいずれかは、複数の処理ガスを混合した混合ガスであって、前記混合ガスが過剰反応する場合を除き、
 前記第 1 の処理ガスは、前記第 2 の処理ガスよりも結合エネルギーが大きいガスである請求項 1 ~ 13 のいずれかに記載されたプラズマ処理装置。

40

【請求項 15】

前記第 1 のガス供給部は、前記第 1 の噴射孔に連通する第 1 のガス導入管を備え、
 前記第 2 のガス供給部は、前記第 2 の噴射孔に連通する第 2 のガス導入管を備え、
 前記第 1 のガス導入管および前記第 2 のガス導入管は、前記梁の内部を貫通している請求項 1 ~ 14 のいずれかに記載されたプラズマ処理装置。

【請求項 16】

前記誘電体は、前記梁に支持される複数の誘電体から構成され、

50

前記梁が格子状に形成されている請求項 1 ~ 15 のいずれかに記載されたプラズマ処理装置。

【請求項 17】

前記誘電体は、被処理体と対向する面にて凹部または凸部の少なくともいずれかが形成される請求項 1 ~ 16 のいずれかに記載されたプラズマ処理装置。

【請求項 18】

前記各第 1 の噴射部材および前記各第 2 の噴射部材は、前記梁に交互に配置されている請求項 1 ~ 17 のいずれかに記載されたプラズマ処理装置。

【請求項 19】

導波管を伝播してスロットに通したマイクロ波を誘電体に透過させ、

前記誘電体を支持する梁の所定位置に取り付けられた複数の第 1 のガス噴射部材の第 1 の噴射孔から処理室内の所望の位置に第 1 の処理ガスを噴射し、

被処理体上へのプラズマの流れを妨げないように前記梁の所定位置に取り付けられた複数の第 2 のガス噴射部材の第 2 の噴射孔であって、第 1 の噴射孔より下方に位置する第 2 の噴射孔から第 1 の処理ガスが噴射された位置より下方の位置に第 2 の処理ガスを噴射し

前記各第 2 のガス噴射部材は、互いに平行に前記梁から氷柱状に垂れ下がるように前記梁に固定され、

前記マイクロ波により前記噴射された第 1 の処理ガスと前記噴射された第 2 の処理ガスをプラズマ化させて被処理体をプラズマ処理するプラズマ処理方法。

【請求項 20】

金属により形成された前記第 2 のガス噴射部材に加わる熱を冷却水配管に供給された冷却水により冷却する請求項 19 に記載されたプラズマ処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プラズマを生成して被処理体をプラズマ処理するプラズマ処理装置およびプラズマ処理方法に関する。特に、本発明は、プラズマを生成するための処理ガスの供給に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、処理容器内の上段および下段にそれぞれ設けられた 2 系統のガス供給機構（たとえば、ガスシャワーヘッド）から複数種類の異なる処理ガスを供給するプラズマ処理装置が提案されている（たとえば、特許文献 1 を参照。）。このプラズマ処理装置では、上段のガスシャワーヘッドは、下段のガスシャワーヘッドの上方に位置し、たとえば、アルゴンガスなどの非堆積性ガスを噴射する。

【0003】

一方、下段のガスシャワーヘッドは、基板に平行して基板の上方に位置し、シランガスなどの処理ガスを噴射する。このようにして異なるガスが処理容器内の所定の位置にそれぞれ噴射されることにより、所望のプラズマが生成され、生成されたプラズマを用いて基板に良好なプラズマ処理が施される。

【0004】

【特許文献 1】特開平 7 - 3 1 2 3 4 8 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、このように下段のガスシャワーヘッドを基板に平行に設けると、プラズマに含まれるイオンや電子の多くが下段のガスシャワーヘッドに衝突することとなり、下段のガスシャワーヘッドが過度に加熱されるとともに、多くの反応生成物が下段のガスシャワーヘッドに付着する。この結果、下段のガスシャワーヘッドに堆積した堆積物がある厚さを

10

20

30

40

50

越え、下段のガスシャワーヘッドからはがれ落ちてパーティクルとして基板に付着するまでの時間が短くなる。

【0006】

特に、プロセス処理中に加熱された下段のガスシャワーヘッドは、ロードロック室へ/から基板が搬送される際に冷却される。一方、下段のガスシャワーヘッドは、誘電体により形成されているので、熱を伝えにくい。よって、イオンや電子の衝突により下段のガスシャワーヘッドに加わった熱は外部に伝わりにくい。このため、多くのイオンや電子が下段のガスシャワーヘッドに衝突すると、下段のガスシャワーヘッドは、プロセス処理中に過度に加熱され、搬送中に急激に冷却される。この加熱と冷却の繰り返しに伴って下段のガスシャワーヘッドの温度は、高くなったり低くなったりと、非常に変動する。

10

【0007】

そうすると、堆積物（反応生成物）と下段のガスシャワーヘッドとの熱膨張率の差が大きく影響することになり、堆積物が、より一層下段のガスシャワーヘッドからはがれ易くなる。これにより、堆積物がパーティクルとして基板に付着するまでの時間がさらに短くなる。このパーティクルの問題を回避するために、速いサイクルで処理容器内をクリーニングすることも考えられる。しかし、そうすると、スループットが低下して生産性が下がるという問題が生じる。

【0008】

また、基板に向かって拡散していくプラズマの流れが、下段のガスシャワーヘッドにより妨げられ、多くのイオンや電子が下段のガスシャワーヘッドに衝突すると、衝突により生じるエネルギー損失が大きくなってプラズマが減衰するため、基板上の反応速度（たとえば、成膜速度）が低下するという問題が生じる。

20

【0009】

上記問題を解消するために、本発明は、被処理体上へのプラズマの流れを妨げない位置にガス噴射部材を設けたプラズマ処理装置およびプラズマ処理方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0010】

すなわち、上記課題を解決するために、本発明のある観点によれば、導波管を伝播してスロットに通したマイクロ波を透過させる誘電体と、前記誘電体を支持する梁の所定位置に設けられた第1の噴射孔を有する複数の第1のガス噴射部材と、被処理体上へのプラズマの流れを妨げないように前記梁の所定位置に取り付けられ、第1の噴射孔より下方に位置する第2の噴射孔を有する複数の第2のガス噴射部材と、前記各第1のガス噴射部材の第1の噴射孔から処理室内の所望の位置に第1の処理ガスを噴射する第1のガス供給部と、前記各第2のガス噴射部材の第2の噴射孔から、第1の処理ガスが噴射された位置より下方の位置に第2の処理ガスを噴射する第2のガス供給部と、前記マイクロ波により前記第1の処理ガスおよび前記第2の処理ガスをプラズマ化させて被処理体をプラズマ処理する処理室とを備え、前記各第2のガス噴射部材は、互いに平行に前記梁から氷柱状に垂れ下がるように前記梁に固定されるプラズマ処理装置が提供される。

30

【0011】

これによれば、梁には、複数の第1のガス噴射部材と複数の第2のガス噴射部材とが取り付けられる。そして、第1のガス供給部は、第1のガス噴射部材に設けられた第1の噴射孔から第1の処理ガスを噴射し、第2のガス供給部は、第2のガス噴射部材に設けられた第2の噴射孔（第1の噴射孔より下方に位置）から第2の処理ガスを噴射する。

40

【0012】

このとき、各第2のガス噴射部材は、被処理体上へのプラズマの流れを妨げないように梁の所定位置に取り付けられている。よって、第1の処理ガスおよび第2の処理ガスから生成されたプラズマ中のイオンや電子は、第2のガス噴射部材に衝突しにくい。この結果、第2のガス噴射部材に堆積する反応生成物の量は少なくなる。これにより、堆積物がある厚さを越え、第2のガス噴射部材からはがれ落ちてパーティクルとして基板に付着しにくくなる。この結果、処理室内をクリーニングするサイクル（間隔）を長くすることがで

50

き、スルーブットを向上させることができる。

【0013】

また、イオンや電子が第2のガス噴射部材に衝突しにくいので、衝突によるエネルギー損失が発生しにくい。この結果、プラズマの減衰がほとんどなくなり、基板上の反応速度を一定以上に維持することができるとともに、第2のガス噴射部材が過度に加熱されることを防ぐことができる。

【0014】

上記各第1のガス噴射部材は、上記梁の外部に取り付けられるか、または、上記梁の内部に設けられていてもよい。たとえば、第1のガス噴射部材は、梁の下面に取り付けられたガスノズルであってもよく、梁を貫通したガス導入管自身であってもよい。前者の場合、ガスノズルに設けられたガス通路の端部開口が第1の噴射孔となる。後者の場合、梁を貫通するガス導入管の端部開口が第1の噴射孔となる。

10

【0015】

第2のガス噴射部材は、金属により形成されていてもよい。これによれば、第2のガス噴射部材の熱伝導がよくなり、イオンや電子の衝突により第2のガス噴射部材に加わった熱は、処理室外の冷却水配管の近傍まで伝わって冷却水配管内を循環する冷却水により冷される。このため、プロセス処理中であっても、第2のガス噴射部材は過度に加熱されない。この結果、プロセス処理および搬送を繰り返す際に発生する第2のガス噴射部材の温度変動は小さくなる。そうすると、堆積物と第2のガス噴射部材との熱膨張率の差による影響が少なくなり、堆積物が、第2のガス噴射部材からはがれにくくなる。この結果、処理容器内をクリーニングするサイクルをさらに長くすることができる。

20

【0016】

上記第2のガス噴射部材は棒状または板状に形成されてもよい。このとき、上記各第2のガス噴射部材は、上記梁と垂直な方向の長さが30mm以下になるように梁から氷柱状に下がっていてもよい。

【0017】

これによれば、上記複数の第2のガス噴射部材は、棒状または板状に形成され、処理容器の天井部に設けられた梁から互いに平行に氷柱状に垂れ下がっている。よって、第2のガス噴射部材は、その長手方向が被処理体上へのプラズマの流れに平行であり、その形状も棒状または板状の簡単な構造であるため、被処理体上へのプラズマの流れを妨げにくい。また、第2のガス噴射部材の取り付け位置も、処理容器の天井部に設けられた梁から氷柱状に30mmほど垂れ下がるような位置であるため、第1の処理ガスおよび第2の処理ガスから生成された被処理体上へのプラズマの流れを妨げにくい。このように、各第2のガス噴射部材が、被処理体上にプラズマが拡散される際の障壁とならない位置に設けられているため、プラズマに含まれるイオンや電子の大部分は第2のガス噴射部材に衝突しない。この結果、第2のガス噴射部材に付着する反応生成物の量を減らし、パーティクルの発生を抑えることができる。

30

【0018】

また、上記各第2の噴射孔は、第2の処理ガスが過剰に解離されない位置に噴射されるように位置付けられていてもよい。このとき、上記各第1の噴射孔は、上記誘電体近傍にて被処理体に水平な向きに開口していてもよい。また、上記各第2の噴射孔は、被処理体に垂直な向きに開口していてもよい。また、上記第1の処理ガスは、上記第2の処理ガスよりも結合エネルギーが大きいガスであることが好ましい。

40

【0019】

これによれば、結合エネルギーが大きい第1のガスは、処理室に入射された直後の強いマイクロ波の電界エネルギーによってプラズマ化される。一方、第2の処理ガスは、第1のガスが噴射された位置より後方であって、ガスが過剰に解離されないような位置に噴射され、第1の処理ガスのプラズマ化にある程度のエネルギーを消費して弱められた電界エネルギーによって、たとえば、良質な膜を形成するためのプリカーサー（前駆体）まで解離される。

50

【 0 0 2 0 】

一例としては、被処理体に水平な向きに開口した第1の噴射孔から、誘電体の下面近傍に、たとえば、アルゴンガス等のプラズマ励起ガスが噴射され、均一なプラズマが発生した後、被処理体に垂直な向きに開口した第2の噴射孔から、ガスが過剰に解離されないような位置（アルゴンガスの噴射位置の後方）にシランガスおよび水素ガスが噴射された場合である。この場合、噴射されたシラン（ SiH_4 ）ガスが SiH_3 ラジカルまで解離し、 SiH_2 ラジカルまでは過剰解離されない。このようにして、 SiH_3 ラジカルまで解離されたプリカーサーによって、被処理体上に良質な膜を形成することができる。

【 0 0 2 1 】

ただし、上記第1の処理ガスまたは上記第2の処理ガスの少なくともいずれかが、複数の処理ガスを混合した混合ガスであって、その混合ガスが過剰反応する場合などの特殊な場合には、第1の処理ガスおよび第2の処理ガスの結合エネルギーの大小関係に関わらず、過剰反応が起きないように各処理ガスの噴射位置が決定される。

10

【 0 0 2 2 】

また、上記第1のガス供給部は、上記第1の噴射孔に連通する第1のガス導入管を備え、上記第2のガス供給部は、上記第2の噴射孔に連通する第2のガス導入管を備え、第1のガス導入管および第2のガス導入管は、上記梁の内部を貫通していてもよい。また、上記誘電体は、前記梁に支持される複数の誘電体から構成され、上記梁が格子状に形成されていてもよい。また、上記誘電体は、被処理体と対向する面にて凹部または凸部の少なくともいずれかが形成されていてもよい。

20

【 0 0 2 3 】

これによれば、各誘電体パーツに形成された凹部または凸部により、各誘電体パーツ下面にて表面波が伝播する際の電界エネルギーの損失を増加させることができる。これにより、表面波の伝播を抑え、定在波の発生を抑制し、均一なプラズマを生成することができる。

【 0 0 2 4 】

また、上記各第2のガス噴射部材の一部は、多孔質体により形成され、上記ガス供給部は、上記処理ガスを上記各第2のガス噴射部材に形成された多孔質体に通すことにより、その多孔質体に設けられた複数の開口を上記第2の噴射孔として、前記複数の開口から上記処理ガスを上記処理室内に吹き出すようにしてもよい。このとき、上記多孔質体は、上記各第2のガス噴射部材の先端にて球状に形成されていてもよい。

30

【 0 0 2 5 】

これによれば、処理ガスは、多孔質体の多数の開口を通過して処理室内に供給される。処理ガスが多孔質体内部にて連通された多数の気孔を通過するとき、処理ガスの流速は減速しながら多孔質体全体に均一に広がり、減速した状態で多孔質体の表面全体に設けられた開口から処理室内に均一に吹き出される。このように、処理ガスを減速させながら広範囲に均一に供給することにより、供給される処理ガスの過剰な攪拌を抑制して、所望のプラズマを均一に生成することができる。特に、多孔質体が第2のガス噴射部材の先端にて球状に形成されていれば、多孔質体の球面に設けられた無数の開口から処理ガスをより広範囲に均一に供給することができる。

40

【 0 0 2 6 】

さらに、上記各第2のガス噴射部材は、その先端が球状に形成され、上記各第2の噴射孔は、上記先端の球状部分に放射状に設けられ、上記ガス供給部は、上記処理ガスを上記各第2の噴射孔から上記処理室内に吹き出すようにしてもよい。これによれば、球面に設けられた各第2の噴射孔から処理ガスを放射状に均一に吹き出すことができる。

【 0 0 2 7 】

また、上記課題を解決するために、本発明の別の観点によれば、導波管を伝播してスロットに通したマイクロ波を誘電体に透過させ、前記誘電体を支持する梁の所定位置に取り付けられた複数の第1のガス噴射部材の第1の噴射孔から処理室内の所望の位置に第1の処理ガスを噴射し、被処理体上へのプラズマの流れを妨げないように前記梁の所定位置に

50

取り付けられた複数の第2のガス噴射部材の第2の噴射孔であって、第1の噴射孔より下方に位置する第2の噴射孔から第1の処理ガスが噴射された位置より下方の位置に第2の処理ガスを噴射し、前記各第2のガス噴射部材は、互いに平行に前記梁から氷柱状に垂れ下がるように前記梁に固定され、前記マイクロ波により前記噴射された第1の処理ガスと前記噴射された第2の処理ガスとをプラズマ化させて被処理体をプラズマ処理するプラズマ処理方法が提供される。

【0028】

これによれば、第2のガス噴射部材は、被処理体上へのプラズマの流れを妨げないように上記梁の所定位置に取り付けられる。よって、プラズマに含まれるイオンや電子の多くは、各第2のガス噴射部材に衝突しない。これにより、反応生成物が第2のガス噴射部材に付着しにくくなり、堆積物がパーティクルとして基板に付着するまでの時間が長くなる。この結果、処理容器内をクリーニングする間隔を長くすることができ、スループットを向上させることができる。

10

【0029】

また、金属により形成された上記第2のガス噴射部材にて発生する熱を外部に伝播させ、冷却水配管に供給された冷却水により冷却してもよい。これによれば、第2のガス噴射部材の加熱を効果的に冷却することができる。このため、プロセス処理中であっても、第2のガス噴射部材は過度に加熱されない。この結果、プロセス処理および搬送を繰り返す際に発生する第2のガス噴射部材の温度変動は小さくなる。そうすると、堆積物と第2のガス噴射部材との熱膨張率の差による影響が少なくなり、堆積物が、第2のガス噴射部材からはがれにくくなる。この結果、処理容器内をクリーニングするサイクルをさらに長くすることができる。

20

【発明の効果】

【0030】

以上に説明したように、本発明によれば、被処理体上へのプラズマの流れを妨げない位置にガス噴射部材を設けたプラズマ処理装置およびプラズマ処理方法を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0031】

以下に添付図面を参照しながら、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、以下の説明及び添付図面において、同一の構成及び機能を有する構成要素については、同一符号を付することにより、重複説明を省略する。

30

【0032】

また、本明細書中、 1 m Torr は $(10^{-3} \times 101325 / 760)\text{ Pa}$ 、 1 sccm は $(10^{-6} / 60)\text{ m}^3 / \text{sec}$ とする。

【0033】

まず、本発明の一実施形態にかかるマイクロ波プラズマ処理装置の構成について、本装置を縦方向（y軸に垂直な方向）に切断した断面図である図1、および、処理室の天井面を示した図2を参照しながら説明する。また、以下の説明では、本実施形態にかかるマイクロ波プラズマ処理装置（プラズマ処理装置に相当）を用いたアモルファスシリコンCVD（Chemical Vapor Deposition：化学蒸着薄膜成膜法）プロセスを例に挙げて説明する。

40

【0034】

（マイクロ波プラズマ処理装置の構成）

マイクロ波プラズマ処理装置100は、処理容器10と蓋体20とを備えている。処理容器10は、その上部が開口された有底立方体形状を有している。処理容器10と蓋体20とは、蓋体20（蓋本体21）の下面外周部と処理容器10の上面外周部との間に配設されたリング32により密閉されていて、これにより、プラズマ処理を行う処理室Uが形成される。処理容器10および蓋体20は、たとえば、アルミニウム等の金属からなり、電氣的に接地されている。

50

【 0 0 3 5 】

処理容器 1 0 には、その内部にてガラス基板（以下「基板」という）G を載置するためのサセプタ 1 1（載置台）が設けられている。サセプタ 1 1 は、たとえば窒化アルミニウムからなり、その内部には、給電部 1 1 a およびヒータ 1 1 b が設けられている。

【 0 0 3 6 】

給電部 1 1 a には、整合器 1 2 a（たとえば、コンデンサ）を介して高周波電源 1 2 b が接続されている。また、給電部 1 1 a には、コイル 1 3 a を介して高圧直流電源 1 3 b が接続されている。整合器 1 2 a、高周波電源 1 2 b、コイル 1 3 a および高圧直流電源 1 3 b は、処理容器 1 0 の外部に設けられている。また、高周波電源 1 2 b および高圧直流電源 1 3 b は、接地されている。

10

【 0 0 3 7 】

給電部 1 1 a は、高周波電源 1 2 b から出力された高周波電力により処理容器 1 0 の内部に所定のバイアス電圧を印加するようになっている。また、給電部 1 1 a は、高圧直流電源 1 3 b から出力された直流電圧により基板 G を静電吸着するようになっている。

【 0 0 3 8 】

ヒータ 1 1 b には、処理容器 1 0 の外部に設けられた交流電源 1 4 が接続されていて、交流電源 1 4 から出力された交流電圧により基板 G を所定の温度に保持するようになっている。

【 0 0 3 9 】

処理容器 1 0 の底面は筒状に開口され、その底面周縁にはベローズ 1 5 の一端が装着されている。また、ベローズ 1 5 の他端は昇降プレート 1 6 に固着されている。このようにして、処理容器 1 0 底面の開口部分は、ベローズ 1 5 および昇降プレート 1 6 により密閉されている。

20

【 0 0 4 0 】

サセプタ 1 1 は、昇降プレート 1 6 上に配置された筒体 1 7 に支持されていて、昇降プレート 1 6 および筒体 1 7 と一体となって昇降し、これにより、サセプタ 1 1 は、処理プロセスに応じた高さに調整されるようになっている。また、サセプタ 1 1 の周囲には、処理室 U のガスの流れを好ましい状態に制御するためのパツフル板 1 8 が設けられている。

【 0 0 4 1 】

処理容器 1 0 の底部には、処理容器 1 0 の外部に設けられた真空ポンプ（図示せず）が備えられている。真空ポンプは、ガス排出管 1 9 を介して処理容器 1 0 内からガスを排出することにより、処理室 U を所望の真空度まで減圧するようになっている。

30

【 0 0 4 2 】

蓋体 2 0 には、蓋本体 2 1、6 本の方形導波管 3 3、スロットアンテナ 3 0、および、複数枚の誘電体パーツ 3 1 a から構成された誘電体 3 1 が設けられている。

【 0 0 4 3 】

6 本の方形導波管 3 3（導波管に相当）は、その断面形状が矩形状であり、蓋本体 2 1 の内部にて平行に並んで設けられている。その内部は、フッ素樹脂（たとえばテフロン（登録商標））、アルミナ（ Al_2O_3 ）、石英などの誘電部材 3 4 で充填されていて、その誘電部材 3 4 により、 $g_1 = c / (\epsilon_1)^{1/2}$ の式に従って各方形導波管 3 3 の管内波長 g_1 が制御される。ここで、 c は自由空間の波長、 ϵ_1 は誘電部材 3 4 の誘電率である。

40

【 0 0 4 4 】

各方形導波管 3 3 は、上部にて開口し、その開口には、可動部 3 5 が昇降自在に挿入されている。可動部 3 5 は、アルミニウムなどの非磁性体である導電性材料から形成されている。

【 0 0 4 5 】

蓋本体 2 1 の外部であって、各可動部 3 5 の上面には、昇降機構 3 6 がそれぞれ設けられていて、可動部 3 5 を昇降移動させるようになっている。かかる構成により、誘電部材 3 4 の上面を限度として、可動部 3 5 を昇降移動させるにより、方形導波管 3 3 は、その

50

高さを任意に変えることができる。

【0046】

スロットアンテナ30は、蓋本体21の下方にて蓋本体21と一体的に形成されている。スロットアンテナ30は、アルミニウムなどの非磁性体である金属から形成されている。スロットアンテナ30には、各方形導波管33の下面にて、図2に示した13個のスロット37（開口）が、それぞれ直列に並べて設けられている。各スロット37の内部には、フッ素樹脂、アルミナ（ Al_2O_3 ）、石英などの誘電部材が充填されていて、その誘電部材により、 $g_2 = c / (\epsilon_2)^{1/2}$ の式に従って各スロット37の管内波長 g_2 が制御される。ここで、 c は自由空間の波長、 ϵ_2 はスロット37内部の誘電部材の誘電率である。

10

【0047】

（誘電体31）

図2に示したように、誘電体31は、39枚の誘電体パーツ31aから構成されている。各誘電体パーツ31aはタイル状に形成され、13枚の誘電体パーツ31aが、1つのマイクロ波発生器40にY分岐管41を介して接続された2本の方形導波管33を跨ぐように、処理容器10の天井面にて3列に設けられている。

【0048】

各誘電体パーツ31aは、互いに隣接する2本の方形導波管33（すなわち、Y分岐管41を介して同じマイクロ波発生器40に接続された2本の方形導波管33）の下面に設けられた26個（=13個×2列）のスロット37のうち、y座標が同一となる2つのスロットを跨ぐようにそれぞれ取り付けられている。

20

【0049】

以上の構成により、スロットアンテナ30の下面には、全部で39枚（=13枚×3列）の誘電体パーツ31aが取り付けられる。なお、各方形導波管33の下面に形成されるスロット37の個数は任意であり、たとえば、各方形導波管33の下面にそれぞれ12個ずつのスロット37を設け、スロットアンテナ30の下面に全部で36枚（=12枚×3列）の誘電体パーツ31aを配設させてもよい。また、各誘電体パーツ31aの上面に設けるスロット37の個数も2つに限られず、1つ、または、3つ以上であってもよい。

【0050】

各誘電体パーツ31aには、図1および図3に示したように基板Gと対向する面にて凹凸が形成されている。このように、各誘電体パーツ31aに凹部または凸部の少なくともいずれかを設けることによって、表面波が、各誘電体パーツ31aの表面を伝播する際、電界エネルギーの損失が増加し、これにより、表面波の伝播を抑制することができる。この結果、定在波の発生を抑制して、均一なプラズマを生成することができる。

30

【0051】

スロットアンテナ30の下面には、図1および図2に示したように、39枚の誘電体パーツ31aを、13枚×3列に配列させた状態で支持するために、格子状に形成された梁26が設けられている。梁26は、アルミニウムなどの非磁性体にて形成されている。

【0052】

（横吹きガスノズル27および氷柱ガスノズル28）

40

図3に示したように、横吹きガスノズル27および氷柱ガスノズル28は、梁26の下面にて互いに平行に梁26から垂れ下がる状態で梁26に固定されている。

【0053】

図4に示したように、横吹きガスノズル27は、外形がキノコ型のねじであって、金属により形成されている。横吹きガスノズル27の内部には、横吹きガスノズル27の底部から長手方向（軸S1方向）に中空のガス通路27aが設けられ、そのガス通路27aは、軸S1に垂直な向き（横向き）に8方向に（放射状に）分岐しながら、横吹きガスノズル27を貫通している。その8つの開口を、以下、噴射孔Aという。なお、横吹きガスノズル27は第1のガス噴射部材に相当し、噴射孔Aは第1の噴射孔に相当する。

【0054】

50

氷柱ガスノズル 28 は、外形が棒状（筒状）のねじであって、金属により形成されている。氷柱ガスノズル 28 の内部には、氷柱ガスノズル 28 の底部から長手方向（軸 S 2 方向）に中空のガス通路 28 a が貫通している。氷柱ガスノズル 28 の先端の開口を、以下、噴射孔 B という。なお、氷柱ガスノズル 28 は第 2 のガス噴射部材に相当し、噴射孔 B は第 2 の噴射孔に相当する。

【 0 0 5 5 】

氷柱ガスノズル 28 の長手方向（軸 S 2 方向）の長さは、横吹きガスノズル 27 より長く、その下限値は、シランガスおよび水素ガスが過剰に解離されない位置にシランガスおよび水素ガスを吹き出すことができる長さであり、上限値は、基板 G 上へのプラズマの拡散を妨げない位置、すなわち、基板 G 上にプラズマが拡散される際の障壁とならない位置

10

【 0 0 5 6 】

各ガスノズルの固定の方法としては、たとえば、梁 26 の下面に内面がねじ切り加工された挿入穴を多数設け、その挿入穴に横吹きガスノズル 27 または氷柱ガスノズル 28 を挿入し、互いのねじ切り部分を螺合することにより固定する方法が挙げられる。その他、接着剤により梁 26 に固着してもよいし、取り付け器具により梁 26 に取り付けでもよい。このように各ガスノズルを梁 26 に固定することにより、噴射孔 A は、誘電体パーツ 31 a 近傍にて基板 G に水平な向きに開口し、噴射孔 B は、基板 G に垂直な向きに開口する。以上のようにして、図 2 に示したように、一列に 14 個の横吹きガスノズル 27 および一列に 14 個の氷柱ガスノズル 28 が、梁 26 の下面にて交互に 2 列ずつ均等に配置される。

20

【 0 0 5 7 】

再び図 1 に戻って、処理ガス供給源 43 は、複数のバルブ（バルブ 43 a 1, 43 a 3, 43 b 1, 43 b 3, 43 b 5, 43 b 7）、複数のマスフローコントローラ（マスフローコントローラ 43 a 2, 43 b 2, 43 b 6）、アルゴンガス供給源 43 a 4、シランガス供給源 43 b 4 および水素ガス供給源 43 b 8 から構成されている。

【 0 0 5 8 】

処理ガス供給源 43 は、各バルブ（バルブ 43 a 1, 43 a 3, 43 b 1, 43 b 3, 43 b 5, 43 b 7）の開閉および各マスフローコントローラ（マスフローコントローラ 43 a 2, 43 b 2, 43 b 6）の開度をそれぞれ制御することにより、所望の濃度のアルゴンガス、シランガスおよび水素ガスを処理容器 10 内にそれぞれ供給する。

30

【 0 0 5 9 】

第 1 のガス導入管 29 a は、梁 26 の内部を貫通し、横吹きガスノズル 27 のガス通路 27 a と連結される。これにより、アルゴンガス供給源 43 a 4 から噴射孔 A まで一本の管で連通した状態となる。第 2 のガス導入管 29 b もまた、梁 26 の内部を貫通し、氷柱ガスノズル 28 のガス通路 28 a と連結される。これにより、シランガス供給源 43 b 4 および水素ガス供給源 43 b 8 から噴射孔 B まで一本の管で連通した状態となる。

【 0 0 6 0 】

図 1 の冷却水配管 44 には、マイクロ波プラズマ処理装置 100 の外部に配置された冷却水供給源 45 が接続されていて、冷却水供給源 45 から供給された冷却水が冷却水配管 44 内を循環して冷却水供給源 45 に戻ることににより、蓋本体 21 は、所望の温度に保たれるようになっている。

40

【 0 0 6 1 】

以上に説明した構成により、図 2 に示した 3 つのマイクロ波発生器 40 から出力された、たとえば、2.45 GHz x 3 のマイクロ波により各処理ガスがプラズマ化され、これにより、基板 G 上にアモルファスシリコン膜が形成される。

【 0 0 6 2 】

（アモルファスシリコン膜形成）

つぎに、本実施形態にかかるマイクロ波プラズマ処理装置 100 を用いたアモルファス

50

シリコン膜の形成について、図 1 および図 3 を参照しながら詳細に説明する。

【 0 0 6 3 】

まず、第 1 のガス供給部および第 2 のガス供給部の動作について説明する。図 1 に示し、さらに、図 3 に一部拡大して示したように、第 1 のガス供給部は、アルゴンガス供給源 4 3 a 4 から第 1 の流路 4 2 a および第 1 のガス導入管 2 9 a を介して、梁 2 6 の所定位置に固定された複数の横吹きガスノズル 2 7 (図 2 参照) にアルゴンガス (第 1 の処理ガスに相当) を供給する。これにより、アルゴンガスは、誘電体パーツ 3 1 の近傍にて基板 G に略水平な向きに開口された噴射孔 A から各誘電体パーツ 3 1 a の下面近傍に横向きに噴射される。

【 0 0 6 4 】

たとえば、図 2 に示したように、マイクロ波は、方形導波管 3 3 a 1 および方形導波管 3 3 a 2 を伝播し、スロット 3 7 a 1 およびスロット 3 7 a 2 から漏れ出して、誘電体パーツ 3 1 a を透過することにより、処理室 U に入射される。アルゴンガスは、誘電体パーツ 3 1 a の下面近傍にのみ噴射されているので、入射直後の強いマイクロ波の電界エネルギーにより効率的に解離し、各誘電体パーツ 3 1 a の下面近傍にてプラズマ化される。

【 0 0 6 5 】

(シランガスおよび水素ガスの供給)

一方、第 2 のガス供給部は、アルゴンガスがプラズマ着火した後、シランガス供給源 4 3 b 4 および水素ガス供給源 4 3 b 8 から第 2 の流路 4 2 b および第 2 のガス導入管 2 9 b を介して、梁 2 6 の所定位置に固定された複数の氷柱ガスノズル 2 8 (図 2 参照) にシランガスおよび水素ガスの混合ガス (第 2 の処理ガスに相当) を供給する。シランガスおよび水素ガスの混合ガスは、基板 G に略垂直な向き (下向き) に開口された噴射孔 B から下向きに噴射される。これにより、混合ガスは、アルゴンガスが吹き出される位置より下方であって、混合ガスが過剰に解離されない位置に噴射される。

【 0 0 6 6 】

このようにして噴射された混合ガスは、アルゴンガスのプラズマ化にある程度のエネルギーを消費して弱められた電界エネルギーにより、良質の膜を形成するためのプリカーサー (前駆体) である SiH_3 ラジカルまで解離し、 SiH_2 ラジカルまでは解離されない。

【 0 0 6 7 】

(プラズマの拡散)

このとき、各氷柱ガスノズル 2 8 の長手方向は、基板 G 上へのプラズマの流れに平行であり、その形状も棒状または板状の簡単な構造なため、基板 G 上へのプラズマの流れを妨げにくい。また、氷柱ガスノズル 2 8 の取り付け位置も、処理容器 1 0 の天井部に設けられた梁 2 6 から氷柱状に下がった位置なので、生成された基板 G 上へのプラズマの流れを妨げにくい。

【 0 0 6 8 】

このため、プラズマに含まれるイオンや電子の大部分は氷柱ガスノズル 2 8 に衝突することなく基板 G 上まで達するため、衝突によるエネルギー損失もほとんど発生しない。この結果、プラズマの減衰が少なくなり、基板 G 上の反応速度を一定以上に維持することができる。この結果、良質の膜を形成するためのプリカーサー (前駆体) まで解離した SiH_3 ラジカルにより、基板 G 上に非常に良質なアモルファスシリコン膜を形成することができる。

【 0 0 6 9 】

また、氷柱ガスノズル 2 8 に衝突するイオンや電子が減れば減るほど、氷柱ガスノズル 2 8 に付着する反応生成物の量は少なくなる。これにより、堆積物がある厚さを越えて、氷柱ガスノズル 2 8 と堆積物との熱膨張係数の違いにより氷柱ガスノズル 2 8 からはがれ落ちてパーティクルとして基板 G に付着するまでの時間を長くすることができる。この結果、処理室 U 内をクリーニングするまでのサイクル (間隔) を長くすることができ、スループットを向上させ、生産性を上げることができる。

10

20

30

40

50

【0070】

また、氷柱ガスノズル28に衝突するイオンや電子が少ないので、氷柱ガスノズル28は、過度に加熱されない。さらに、氷柱ガスノズル28は、金属により形成されているので熱伝導がよい。よって、イオンなどの衝突により氷柱ガスノズル28が加熱されても、氷柱ガスノズル28に加わった熱の多くは、処理室U外の冷却水配管44の近傍まで伝わって冷却水配管44を循環する冷却水により冷される。このため、氷柱ガスノズル28に熱がたまらない。

【0071】

このように、プロセス処理中に氷柱ガスノズル28に加わる熱が少なく、さらに、加わった熱は、逐次、外部に放出されるため、氷柱ガスノズル28の温度は過度に上昇しない。この結果、プロセス処理および搬送を繰り返す際に発生する氷柱ガスノズル28の温度変動は小さくなる。そうすると、堆積物と氷柱ガスノズル28との熱膨張率の差による影響が少なくなり、堆積物が、氷柱ガスノズル28からよりはがれにくくなる。この結果、処理容器10内をクリーニングするサイクルをさらに長くすることができ、スループットを向上させ、生産性をより高めることができる。

【0072】

(実験結果)

発明者は、上述した理由により生産性を高めることができる本実施形態にかかるマイクロ波プラズマ処理装置100を設計し、実際に、これを用いてアモルファスシリコンCVDプロセスを実行した。

【0073】

このときのプロセス条件は、処理室Uの圧力が400mTorr、マイクロ波のパワーが1.8kW~2.6kW(3つのマイクロ波発生器40を使用)であった。

【0074】

また、ガス種は、アルゴンガス、シランガスおよび水素ガスを用い、そのガス量は、アルゴンガスが1520sccm、シランガスが140sccm、水素ガスが140sccmであった。また、サセプタ11(ステージ)の温度は370℃、基板Gの温度は300℃、冷却水供給源45の温度は80℃、導波管幅は78mmであった。なお、ガラス基板のサイズは、730mm×920mm以上であればよく、たとえば、G4.5基板サイズで730mm×920mm(チャンバ内の径:1000mm×1190mm)、G5基板サイズで1100mm×1300mm(チャンバ内の径:1470mm×1590mm)が適用可能である。

【0075】

この実験では、発明者は、図5の右下に実施例として示したように、前述したガス供給方法と同様に、上段(横吹きガスノズル27)からアルゴンガスを噴射させ、下段(氷柱ガスノズル28)からシランガスおよび水素ガスを噴射させた。また、発明者は、図5の右上に比較例として示したように、上段(横吹きガスノズル27)のみを有するマイクロ波プラズマ処理装置を用いて、アルゴンガスとシランガスおよび水素ガスとを交互に噴射させる実験も行った。

【0076】

その結果、図5の左の表にて示したように、比較例のマイクロ波プラズマ処理装置では、マイクロ波のパワーが1.8kW~2.3kWのときシランガスがSiH₂ラジカルまで過剰解離される割合が10%強であったのに対し、マイクロ波のパワーを2.3kWから2.6kWまで上昇させる間に、シランガスがSiH₂ラジカルまで過剰解離される割合が10%から24%へ急激に上昇した。

【0077】

これに対して、本実施形態にかかるマイクロ波プラズマ処理装置100では、マイクロ波のパワーを1.8kWから2.6kWまで上昇させても、シランガスがSiH₂ラジカルまで過剰解離される割合が10%弱と変動しなかった。

【0078】

よって、発明者は、本実施形態にかかるマイクロ波プラズマ処理装置100によれば、マイクロ波のパワーを大きくしても、プラズマは、良質の膜を形成するためのプリカーサーである SiH_3 ラジカルまで解離しているが、 SiH_2 ラジカルまでは解離しない良好な状態を保つことができることを確認した。

【0079】

特に、本実施形態にかかるマイクロ波プラズマ処理装置100では、イオンや電子が氷柱ガスノズル28に衝突しにくいので、衝突によるエネルギー損失が発生しにくい。この結果、プラズマの減衰が少なくなり、基板G上の反応速度を一定以上に維持しながら、基板G上に良質なアモルファスシリコン膜が形成することができる。したがって、本実施形態にかかるマイクロ波プラズマ処理装置100によれば、マイクロ波のパワーを大きくすることにより成膜速度を高めることにより高い生産性を保持したまま、良質な膜を生産することができる。

10

【0080】

また、本実施形態にかかるマイクロ波プラズマ処理装置100によれば、氷柱ガスノズル28に堆積する反応生成物の量が少なくなり、氷柱ガスノズル28の過度な加熱が抑えられた。よって、堆積物がある厚さを越え、氷柱ガスノズル28からはがれ落ちてパーティクルとして基板に付着するまでの時間を長くすることができた。このため、処理室内をクリーニングするまでのサイクルを長くすることができ、これによっても高い生産性を達成することができた。

【0081】

20

なお、本実施形態にかかるマイクロ波プラズマ処理装置100に設けられた氷柱ガスノズル28の変形例としては、たとえば、図6～図8に示した形状のガスノズルが挙げられる。

【0082】

(変形例1)

図6に示した氷柱ガスノズル28は、ポラス28P(多孔質体)とバルク28B(緻密質体)とから形成されている。具体的には、氷柱ガスノズル28のうち、第2のガス導入管29bと連結した配管部分は、バルク28Bから形成されていて、その内部には、ポラス28Pが充填されている。また、氷柱ガスノズル28の下部では、バルク28Bからポラス28Pが突出し、ポラス28Pの一部が処理室Uに露出している。なお、梁26の下面であって、氷柱ガスノズル28の上部外周部には、リング52が装着され、これにより、処理室Uの気密性が保たれている。

30

【0083】

第2のガス供給部は、シランガスおよび水素ガスを氷柱ガスノズル28に形成されたポラス28Pに通すことにより、ポラス28Pに設けられた複数の開口(ポラス28P内部にて連通した気孔)を噴射孔Aとして、多数の開口から処理室U内に吹き出す。

【0084】

ここで、ポラス28Pの平均気孔径は $10 \sim 150 \mu\text{m}$ 、気孔率は $20 \sim 40\%$ 程度である。したがって、シランガスおよび水素ガスは、ポラス28P内部にて連通された気孔を通過する際に減速しながらポラス28Pに均一に広がる。これにより、シランガスおよび水素ガスは、 0.3 m/s 程度まで減速された状態でポラス28Pの表面全体から処理室U内に均一に吹き出される。この結果、供給される各処理ガスの過剰な攪拌を抑制して、良質な膜を形成するためのプリカーサー(前駆体)である SiH_3 ラジカルまで解離され、 SiH_2 ラジカルまでは解離されないようにプラズマの生成を制御することができる。

40

【0085】

(変形例2)

また、図7に示した氷柱ガスノズル28では、その先端が球状に形成されていて、噴射孔Bが、球状の先端部28Sに放射状に設けられている。第2のガス供給部は、シランガスおよび水素ガスを各噴射孔Bから処理室U内に放射状に吹き出す。これにより、シラン

50

ガスおよび水素ガスを広範囲に均一に供給することができる。

【0086】

(変形例3)

また、図8に示した氷柱ガスノズル28では、その先端が球状に形成されていて、かつ、球状に形成された先端部はポラス28Pにより形成されている。これによれば、シランガスおよび水素ガスは、ポラス28Pを通過して処理室U内に供給される。この結果、シランガスおよび水素ガスを、減速させながら広範囲に均一に供給することができる。

【0087】

さらに、図示していないが、横吹きガスノズル27を梁26の下面に取り付けることなく、梁26を貫通した第1のガス導入管29aの端部開口から、第1の処理ガスを処理室U内に下向き(基板Gに垂直な方向)に噴射するようにしてもよい。この場合には、第1のガス導入管29aの端部開口が第1の噴射孔に相当し、第1のガス導入管29aが第1のガス噴射部材に相当する。

10

【0088】

(ガス供給位置)

なお、一般的には、上段の噴射孔Aから噴射される処理ガス(第1の処理ガス)は、下段の(すなわち、噴射孔Aより下方に位置する)噴射孔Bから噴射される処理ガスよりも結合エネルギーが大きいガス(第2の処理ガス)であることが好ましい。

【0089】

これによれば、前述したように、まず、結合エネルギーの大きい第1の処理ガスが、比較的強いマイクロ波の電界エネルギーによってプラズマ化される。第1の処理ガスがプラズマ着火した後、第1の処理ガスより結合エネルギーの小さい第2の処理ガスが、噴射孔Aの位置および梁26が突出した位置より下方に設置された噴射孔Bから噴射される。これにより、第2の処理ガスは、第1の処理ガスをプラズマ化するためにパワーを消費して弱められたマイクロ波の電界エネルギーによって、良質の膜を形成するためのプリカーサー(前駆体)まで解離する。この結果、アモルファスシリコン膜を形成することができる。

20

【0090】

この原則に基づけば、Arのイオン化エネルギーは、15.759(eV)であり、SiとHとの分子結合エネルギーは、3.2(eV)であり、HとHとの分子結合エネルギーは、4.48(eV)であることから、アモルファスシリコンCVDプロセスでは、シランや水素より分子結合エネルギーが大きいアルゴンが、第1の処理ガスとして処理容器の上方に供給され、シランガスや水素ガスは、第2の処理ガスとして下方に供給される方がよい。

30

【0091】

しかし、たとえば、シランガスと酸素ガスを混合する場合のように、混合ガスが過剰反応する場合には、これらのガスを混合して供給することができない。このような特殊な場合には、第1の処理ガスおよび第2の処理ガスの結合エネルギーの大小関係に関わらず、過剰反応が起きないように各処理ガスの噴射位置が決定される。

【0092】

上記実施形態において、各部の動作はお互いに関連しており、互いの関連を考慮しながら、一連の動作として置き換えることができる。そして、このように置き換えることにより、プラズマ処理装置の発明の実施形態をプラズマ処理方法の実施形態とすることができる。

40

【0093】

以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は係る例に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【0094】

50

たとえば、本発明にかかるプラズマ処理装置により実行されるプラズマ処理は、CVD処理に限られず、アッシング処理、エッチング処理などのあらゆるプラズマ処理が可能である。

【産業上の利用可能性】

【0095】

本発明は、被処理体上へのプラズマの流れを妨げない位置にガス噴射部材を設けたプラズマ処理装置に適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0096】

【図1】本発明の一実施形態にかかるマイクロ波プラズマ処理装置の断面図である。 10

【図2】同実施形態にかかる処理容器の天井面を示した図である。

【図3】図1のガスノズル近傍を拡大した図である。

【図4】横吹きガスノズルおよび氷柱ガスノズルの構成を示した図である。

【図5】マイクロ波のパワーとSiH₂ラジカルの発生割合との関係を示した図である。

【図6】氷柱ガスノズルの他の構成例を示した図である。

【図7】氷柱ガスノズルの他の構成例を示した図である。

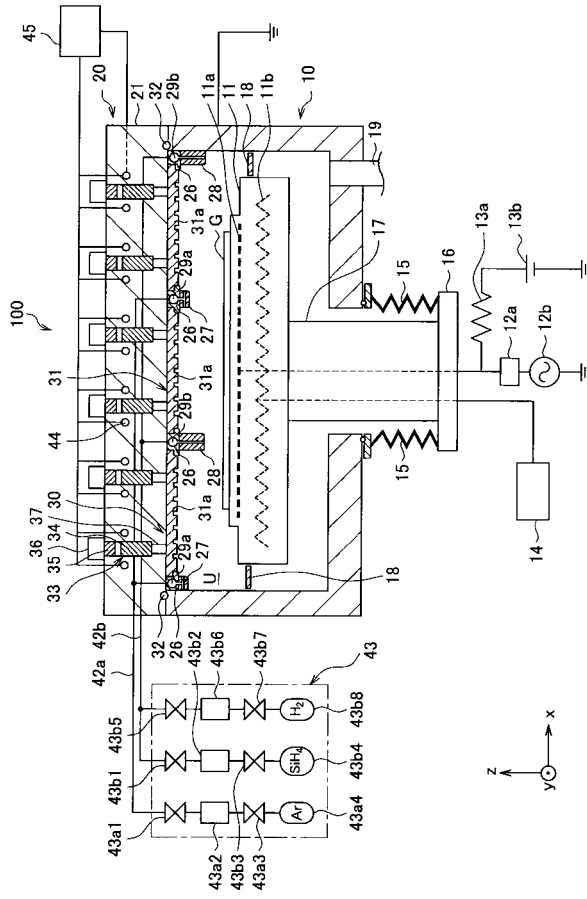
【図8】氷柱ガスノズルの他の構成例を示した図である。

【符号の説明】

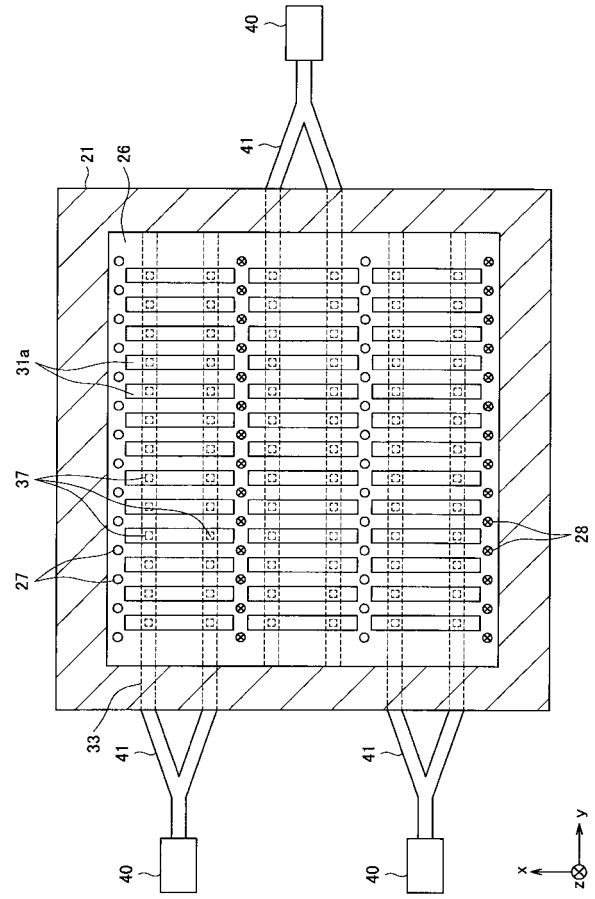
【0097】

10	処理容器	20
11	サセプタ	
20	蓋体	
21	蓋本体	
26	梁	
27	横吹きガスノズル	
28	氷柱ガスノズル	
28P	ポラス	
28B	バルク	
29a	第1のガス導入管	
29b	第2のガス導入管	30
30	スロットアンテナ	
31	誘電体	
31a	誘電体パーツ	
32, 52	リング	
33	方形導波管	
37	スロット	
40	マイクロ波発生器	
43	ガス供給源	
43a4	アルゴンガス供給源	
43b4	シランガス供給源	40
43b8	水素ガス供給源	
100	マイクロ波プラズマ処理装置	
U	処理室	
G	基板	

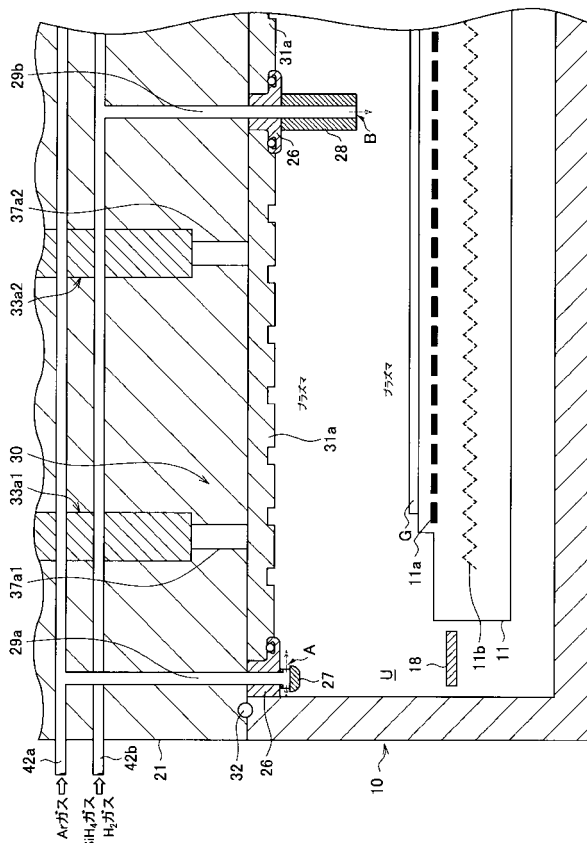
【図1】



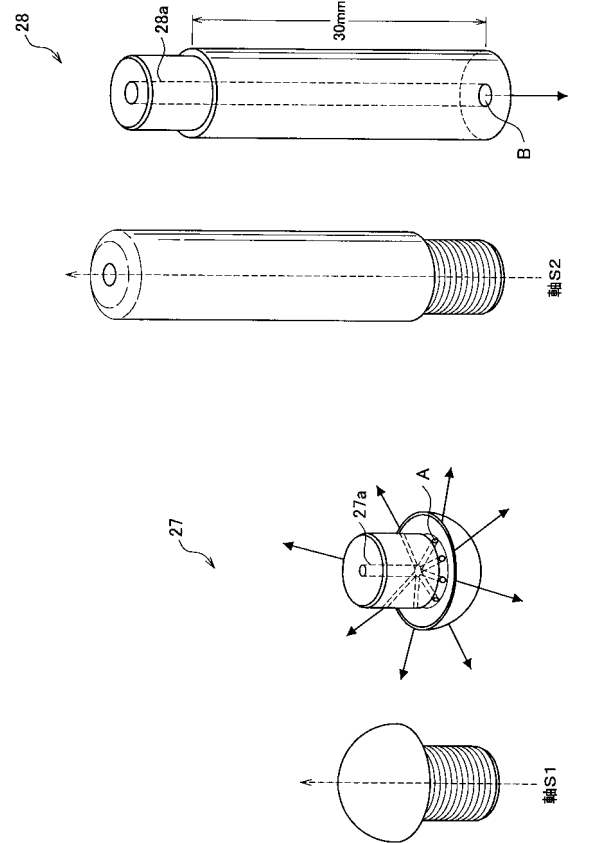
【図2】



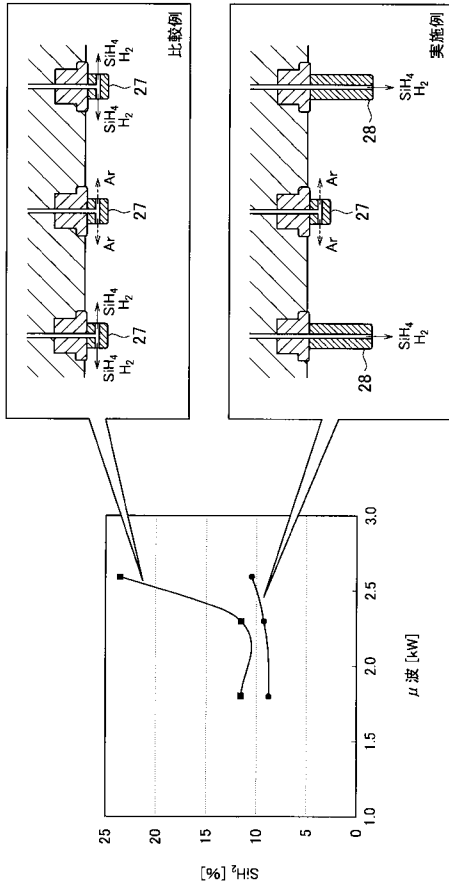
【図3】



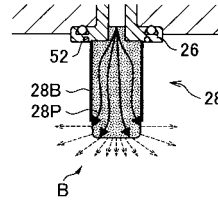
【図4】



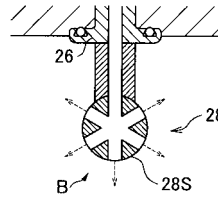
【図5】



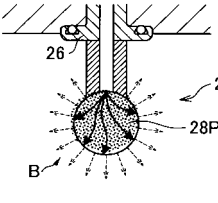
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第00/074127(WO, A1)
特表2000-514136(JP, A)
特開2000-058530(JP, A)
特開平08-250477(JP, A)
特開2005-268651(JP, A)
特開平03-094422(JP, A)
特開2005-123213(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/205
C23C 16/00-16/56