

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4393844号
(P4393844)

(45) 発行日 平成22年1月6日(2010.1.6)

(24) 登録日 平成21年10月23日(2009.10.23)

(51) Int.Cl.	F I
H O 1 L 21/31 (2006.01)	H O 1 L 21/31 C
C 2 3 C 16/511 (2006.01)	C 2 3 C 16/511
H O 1 L 21/205 (2006.01)	H O 1 L 21/205

請求項の数 12 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2003-389469 (P2003-389469)
 (22) 出願日 平成15年11月19日(2003.11.19)
 (65) 公開番号 特開2005-150612 (P2005-150612A)
 (43) 公開日 平成17年6月9日(2005.6.9)
 審査請求日 平成18年10月10日(2006.10.10)

(出願人による申告)「国等の委託研究の成果に係る特許出願(平成15年度新エネルギー・産業技術総合開発機構「マイクロ波励起高密度プラズマ技術を用いた半導体製造装置の技術開発」委託研究、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受けるもの)」

(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
 (74) 代理人 100096389
 弁理士 金本 哲男
 (74) 代理人 100095957
 弁理士 亀谷 美明
 (74) 代理人 100101557
 弁理士 萩原 康司
 (72) 発明者 石川 拓
 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 大塚 徹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ成膜装置及びプラズマ成膜方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板上にプラズマを用いて成膜するプラズマ成膜装置であって、
 基板を収容し処理する処理容器と、
 前記処理容器内において基板を載置する載置部と、
 前記載置部に載置された基板に対向する位置に設けられ、前記処理容器内にプラズマ生成用の高周波を供給する高周波供給部と、
 前記高周波供給部と前記載置部との間に設けられ、前記処理容器内を、前記高周波供給部側の領域と前記載置部側の領域に区画する平板状の構造体と、
 前記高周波供給部側の領域に対し、少なくとも前記高周波供給部の中央部下方からプラズマ励起用ガスを供給するプラズマ励起用ガス供給口と、を備え、
 前記構造体には、前記載置部側の領域に膜の原料ガスを供給する原料ガス供給口と、前記高周波供給部側の領域で生成されたプラズマを前記載置部側の領域に通過させる開口部が形成されていることを特徴とする、プラズマ成膜装置。

【請求項2】

前記プラズマ励起用ガス供給口は、複数形成されていることを特徴とする、請求項1に記載のプラズマ成膜装置。

【請求項3】

前記プラズマ励起用ガス供給口は、前記高周波供給部側の領域に対し均等にプラズマ励起用ガスを供給できるように配置されていることを特徴とする、請求項2に記載のプラズマ

10

20

成膜装置。

【請求項 4】

前記高周波供給部側の領域に側方からプラズマ励起用ガスを供給する他のプラズマ励起用ガス供給口をさらに備えたことを特徴とする、請求項 1 又は 2 のいずれかに記載のプラズマ成膜装置。

【請求項 5】

前記プラズマ励起用ガス供給口は、平面から見て前記高周波供給部側の領域の中央部に形成されていることを特徴とする、請求項 4 に記載のプラズマ成膜装置。

【請求項 6】

前記プラズマ励起用ガス供給口は、前記高周波供給部側の領域の下側から上方に向けて形成されていることを特徴とする、請求項 1, 2, 3, 4 又は 5 のいずれかに記載のプラズマ成膜装置。

【請求項 7】

前記構造体の上面には、プラズマ励起用ガスが通流するプラズマ励起用ガス供給管が前記構造体の上面に沿って配置されており、

前記プラズマ励起用ガス供給口は、前記プラズマ励起用ガス供給管に形成されていることを特徴とする、請求項 1, 2, 3, 4, 5 又は 6 のいずれかに記載のプラズマ成膜装置。

【請求項 8】

前記プラズマ励起用ガス供給管は、前記構造体の上面において平面から見て格子状に配置されていることを特徴とする、請求項 7 に記載のプラズマ成膜装置。

【請求項 9】

前記構造体には、原料ガスの供給源に連通するガス供給管が平面から見て格子状に配置され、

前記原料ガス供給口は、前記ガス供給管に複数形成されており、

前記ガス供給管は、プラズマ励起用ガスの供給源にも連通しており、

前記原料ガス供給口は、前記プラズマ励起用ガス供給口としての機能を有することを特徴とする、請求項 1, 2, 3, 4, 5 又は 6 のいずれかに記載のプラズマ成膜装置。

【請求項 10】

前記高周波供給部側の領域内のプラズマ励起用ガスの濃度分布を検出するためのセンサをさらに備えたことを特徴とする、請求項 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 又は 9 のいずれかに記載のプラズマ成膜装置。

【請求項 11】

基板を収容し処理する処理容器と、前記処理容器内において基板を載置する載置部と、前記載置部に載置された基板に対向する位置に設けられ、前記処理容器内にプラズマ生成用の高周波を供給する高周波供給部と、前記高周波供給部と前記載置部との間に設けられ、前記処理容器内を、前記高周波供給部側の領域と前記載置部側の領域に区画し、前記載置部側の領域に膜の原料ガスを供給する原料ガス供給口と、前記高周波供給部側の領域で生成されたプラズマを前記載置部側の領域に通過させる開口部が形成された平板状の構造体と、を備え、前記高周波供給部側の領域がプラズマ励起用ガスからプラズマを生成するプラズマ生成領域であるプラズマ成膜装置を用いたプラズマ成膜方法であって、

前記プラズマ生成領域に対し少なくとも前記高周波供給部の中央部下方からプラズマ励起用ガスを供給し、前記中央部下方からのプラズマ励起用ガスの供給流量を調整することによって、前記プラズマ生成領域内のプラズマ励起用ガスの濃度を均一に制御することを特徴とする、プラズマ成膜方法。

【請求項 12】

前記プラズマ生成領域内のプラズマ励起用ガスの濃度を均一に制御する際に、前記プラズマ生成領域に対し側方からプラズマ励起用ガスをさらに供給し、前記側方からのプラズマ励起用ガスの供給流量をさらに調整することを特徴とする、請求項 11 に記載のプラズマ成膜方法。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板上に成膜するプラズマ成膜装置及びプラズマ成膜方法に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば半導体装置や液晶表示装置の製造プロセスにおいては、例えば基板の表面に導電性の膜や絶縁膜を形成する成膜処理が行われている。この成膜処理には、基板上にプラズマを用いて成膜するプラズマ成膜処理が採用されている。

【0003】

上記プラズマ成膜処理は、通常プラズマ成膜装置で行われ、このプラズマ処理装置には、従来より、マイクロ波電界によりプラズマを発生させて成膜するプラズマ成膜装置が多用されている。このマイクロ波によるプラズマ成膜装置によれば、高密度のプラズマにより、基板への成膜処理を短時間で効率的に行うことができる。

【0004】

上述のプラズマ成膜装置は、通常処理容器内の底部に、基板を載置する載置台を備え、処理容器の天井部に、処理容器内にマイクロ波を供給するラジアルラインスロットアンテナを備えている。そして、基板に成膜処理を施す際には、天井部のラジアルラインスロットアンテナから処理容器内に供給されたマイクロ波によって、処理容器内のプラズマ励起用ガスをプラズマ化し、そのプラズマ中の荷電粒子により例えば処理容器内の原料ガスを解離させ、当該解離されて生成されたラジカルなどにより基板上に所定の膜を堆積させている。

【0005】

ところで、近年、マイクロ波によるプラズマ成膜装置には、ラジアルラインスロットアンテナと載置台との間に、処理容器内を上側のプラズマ生成領域と下側の原料ガス解離領域とに分割する格子状の構造体が設けられたものが提案されている（例えば、特許文献1参照。）。このプラズマ成膜装置では、プラズマ生成領域にプラズマ励起用ガスを供給する供給口がラジアルラインスロットアンテナと同じ処理容器の天井部に設けられている。当該プラズマ励起用ガスの供給口に通じる通路は、ラジアルラインスロットアンテナの下部を通過している。また、原料ガス解離領域に原料ガスを供給する供給口は、前記構造体の下面に設けられている。そして、成膜時には、処理容器の天井部からプラズマ生成領域内に供給されたマイクロ波によって、同じく天井部からプラズマ生成領域内に供給されたプラズマ励起用ガスがプラズマ化する。当該プラズマ中の荷電粒子が格子状の構造体を通過し、原料ガス解離領域において原料ガスを解離させて、基板上に膜が形成される。このプラズマ成膜装置によれば、プラズマ生成領域と原料ガス解離領域とが分けられているので、例えば解離したラジカルが処理容器上部のラジアルラインスロットアンテナなどに付着してマイクロ波が減衰することを抑制することができ、またプラズマ中の多量の荷電粒子が直接基板に衝突して基板や基板上の膜を破壊することを抑制できる。

【0006】

しかしながら、上述のプラズマ成膜装置では、プラズマ励起用ガスの供給口やその供給口に通じるプラズマ励起用ガスの通路がラジアルラインスロットアンテナの直下に配置されているため、その供給口や通路内の供給前のプラズマ励起用ガスにマイクロ波が照射され、一部のプラズマ励起用ガスが通路内でプラズマ化する。このため、高エネルギーの荷電粒子がプラズマ励起用ガスの通路内や供給口付近の内壁に衝突し、その内壁が破損することがあった。それ故、上述のプラズマ成膜装置では、メンテナンスや部品の取り替えを頻繁に行う必要が生じ、装置稼働率の低下やコストの増大を招いていた。また、プラズマ励起用ガスが通路内等でプラズマ化した結果、プラズマ生成領域に供給されるプラズマ励起用ガスの量が不十分になり、プラズマ生成領域において適正にプラズマが生成されず、基板上の成膜に影響を及ぼすことがあった。

【0007】

【特許文献1】特開2002-399330号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、プラズマ励起用ガスが処理容器内に供給される前にプラズマ化することを防止し、プラズマ生成領域である高周波供給部側の領域内でプラズマを適正に生成させるプラズマ成膜装置とプラズマ成膜方法を提供することをその目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するために、本発明は、基板上にプラズマを用いて成膜するプラズマ成膜装置であって、基板を収容し処理する処理容器と、前記処理容器内において基板を載置する載置部と、前記載置部に載置された基板に対向する位置に設けられ、前記処理容器内にプラズマ生成用の高周波を供給する高周波供給部と、前記高周波供給部と前記載置部との間に設けられ、前記処理容器内を、前記高周波供給部側の領域と前記載置部側の領域に区画する平板状の構造体と、前記高周波供給部側の領域に対し、少なくとも前記高周波供給部の中央部下方からプラズマ励起用ガスを供給するプラズマ励起用ガス供給口と、を備え、前記構造体には、前記載置部側の領域に膜の原料ガスを供給する原料ガス供給口と、前記高周波供給部側の領域で生成されたプラズマを前記載置部側の領域に通過させる開口部が形成されていることを特徴とする。

【0010】

本発明によれば、処理容器内でプラズマが生成される高周波供給部側の領域に対し下方からプラズマ励起用ガスを供給することができる。こうすることにより、処理容器内に供給される前のプラズマ励起用ガスが高周波供給部による上方からの高周波によってプラズマ化することが防止できる。この結果、荷電粒子によってプラズマ励起用ガス供給口付近やそれに連通する供給通路内が破損することが防止できる。また、高周波供給部側の領域に十分な量のプラズマ励起用ガスを供給することができ、載置部上の基板が適正に成膜される。

【0011】

前記プラズマ励起用ガス供給口は、複数形成されていてもよく、前記プラズマ励起用ガス供給口は、前記高周波供給部側の領域に対し均等にプラズマ励起用ガスを供給できるように配置されていてもよい。高周波供給部側の領域内にプラズマ励起用ガスが不均一に供給された場合、プラズマ励起用ガス濃度が不均一になり、生成されるプラズマの分布が偏る。高周波供給部側の領域内のプラズマの分布が偏ると、構造体を通過したプラズマによって解離させられるラジカルの濃度も載置部側の領域内において不均一になる。この結果、載置台上の基板面内における成膜速度がばらつき、基板面内の成膜が不均一に行われてしまう。本発明によれば、プラズマ励起用ガスを高周波供給部側の領域に均等に供給できるので、基板上の成膜を基板面内において均一に行うことができる。なお、ここで言う「プラズマ励起用ガス」は、プラズマを生成するために用いられるガスを示す。また、

【0012】

上記プラズマ成膜装置は、前記高周波供給部側の領域に側方からプラズマ励起用ガスを供給する他のプラズマ励起用ガス供給口をさらに備えていてもよい。かかる場合、高周波供給部側の領域に対し側方からもプラズマ励起用ガスを供給できるので、例えば側方からのプラズマ励起用ガスの供給流量と下方からのプラズマ励起用ガスの供給流量を調整して、高周波供給部側の領域内のプラズマ励起用ガスの濃度を均一にすることができる。この結果、高周波供給部側の領域内に均等にプラズマが生成され、当該プラズマによって載置部側の領域に原料ガスのラジカルが均等に生成される。そして、当該ラジカルによって載置部の基板上に基板面内において均一な膜を形成できる。

【0013】

前記プラズマ励起用ガス供給口は、平面から見て前記高周波供給部側の領域の中央部に

10

20

30

40

50

形成されていてもよく、かかる場合、上記他のプラズマ励起用ガス供給口による側方からの供給では届きにくい高周波供給部側の領域の中央部にも十分にプラズマ励起用ガスが供給され、プラズマ励起用ガスの濃度を均一にできる。なお、前記「高周波供給部側の領域の中央部」には、高周波供給部側の領域の中心部のみならず、中心部から所定距離の範囲内にある中心部付近の領域も含まれる。

【0014】

前記プラズマ励起用ガス供給口は、前記高周波供給部側の領域の下側から上方に向けて形成されていてもよい。また、前記構造体の上面には、プラズマ励起用ガスが通流するプラズマ励起用ガス供給管が前記構造体の上面に沿って配置されており、前記プラズマ励起用ガス供給口は、前記プラズマ励起用ガス供給管に形成されていてもよい。かかる場合、前記構造体の上面に配置されたプラズマ励起用ガス供給管から前記高周波供給部側の領域に向けてプラズマ励起用ガスを供給することができる。また、前記プラズマ励起用ガス供給管は、前記構造体の上面において平面から見て格子状に配置されていてもよい。

10

【0015】

前記構造体には、原料ガスの供給源に連通するガス供給管が平面から見て格子状に配置され、前記原料ガス供給口は、前記ガス供給管に複数形成されており、前記ガス供給管は、プラズマ励起用ガスの供給源にも連通しており、前記原料ガス供給口は、前記プラズマ励起用ガス供給口としての機能を有していてもよい。かかる場合、プラズマ励起用ガス供給口から供給されるプラズマ励起用ガスの供給系と原料ガスの供給系とが併用されるので、ガスの供給系を簡素化することができる。

20

【0016】

前記プラズマ成膜装置は、前記高周波供給部側の領域内のプラズマ励起用ガスの濃度分布を検出するためのセンサをさらに備えていてもよい。かかる場合、このセンサによる検出結果に基づいて、高周波供給部側の領域内のプラズマ励起用ガスの濃度が均一になるように、前記プラズマ励起用ガス供給口からの供給流量を調節することができる。したがって、高周波供給部側の領域のプラズマ励起用ガス濃度をより正確かつ迅速に均一にすることができる。

【0017】

本発明は、基板を収容し処理する処理容器と、前記処理容器内において基板を載置する載置部と、前記載置部に載置された基板に対向する位置に設けられ、前記処理容器内にプラズマ生成用の高周波を供給する高周波供給部と、前記高周波供給部と前記載置部との間に設けられ、前記処理容器内を、前記高周波供給部側の領域と前記載置部側の領域に区画し、前記載置部側の領域に膜の原料ガスを供給する原料ガス供給口と、前記高周波供給部側の領域で生成されたプラズマを前記載置部側の領域に通過させる開口部が形成された平板状の構造体と、を備え、前記高周波供給部側の領域がプラズマ励起用ガスからプラズマを生成するプラズマ生成領域であるプラズマ成膜装置を用いたプラズマ成膜方法であって、前記プラズマ生成領域に対し少なくとも前記高周波供給部の中央部下方からプラズマ励起用ガスを供給し、前記中央部下方からのプラズマ励起用ガスの供給流量を調整することによって、前記プラズマ生成領域内のプラズマ励起用ガスの濃度を均一に制御することを特徴とする。

30

なお、前記プラズマ生成領域内のプラズマ励起用ガスの濃度を均一に制御する際に、前記プラズマ生成領域に対し側方からプラズマ励起用ガスをさらに供給し、前記側方からのプラズマ励起用ガスの供給流量をさらに調整してもよい。

40

【0018】

かかる場合、高周波供給部側の領域に対し側方と下方からプラズマ励起用ガスが供給されるので、上方からの高周波によってプラズマ励起用ガスが供給前にプラズマ化することがなく、プラズマ生成領域に十分な量のプラズマ励起用ガスを供給することができる。また、側方からのプラズマ励起用ガスの供給流量と下方からのプラズマ励起用ガスの供給流量の調整し、プラズマ生成領域内のプラズマ励起用ガスの濃度を均一に制御できるので、その後プラズマ生成領域内に偏り無くプラズマを生成させ、プラズマ生成領域に対向する

50

載置部上の基板に対し、基板面内において均等に成膜することができる。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、基板面内における成膜を均一かつ適正に行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下、本発明の実施の形態について説明する。図1は、本発明の実施の形態にかかるプラズマ成膜装置1の縦断面の様子を模式的に示している。このプラズマ成膜装置1は、ラジアルラインスロットアンテナを用いてプラズマを発生させるCVD(chemical vapor deposition)装置である。

10

【0021】

プラズマ成膜装置1は、例えば上面が開口した有底円筒状の処理容器2を備えている。処理容器2は、例えばアルミニウム合金により形成されている。処理容器2は、接地されている。処理容器2の底部のほぼ中央部には、例えば基板Wを載置するための載置部としての載置台3が設けられている。

【0022】

載置台3には、例えば電極板4が内蔵されており、電極板4は、処理容器2の外部に設けられた直流電源5に接続されている。この直流電源5により載置台3の表面に静電気を生じさせて、基板Wを載置台3上に静電吸着することができる。なお、電極板4には、例えば図示しないバイアス用高周波電源に接続されていてもよい。

20

【0023】

処理容器2の上部開口には、例えば気密性を確保するためのOリングなどのシール材10を介して、石英ガラスなどからなる誘電体窓11が設けられている。この誘電体窓11によって処理容器2内が閉鎖されている。誘電体窓11の上部には、プラズマ生成用のマイクロ波を供給する高周波供給部としてのラジアルラインスロットアンテナ12が設けられている。

【0024】

ラジアルラインスロットアンテナ12は、下面が開口した略円筒状のアンテナ本体20を備えている。アンテナ本体20の下面の開口部には、多数のスロットが形成された円盤状のスロット板21が設けられている。アンテナ本体20内のスロット板21の上部には、低損失誘電体材料により形成された遅相板22が設けられている。アンテナ本体20の上面には、マイクロ波発振装置23に通じる同軸導波管24が接続されている。マイクロ波発振装置23は、処理容器2の外部に設置されており、ラジアルラインスロットアンテナ12に対し、所定周波数、例えば2.45GHzのマイクロ波を発振できる。かかる構成により、マイクロ波発振装置23から発振されたマイクロ波は、ラジアルラインスロットアンテナ12内に伝搬され、遅相板22で圧縮され短波長化された後、スロット板21で円偏波を発生させ、誘電体窓11から処理容器2内に向けて放射される。

30

【0025】

処理容器2内の載置台3とラジアルラインスロットアンテナ12との間には、例えば略平板形状の構造体としての原料ガス供給構造体30が設けられている。原料ガス供給構造体30は、外形が平面から見て少なくとも基板Wの直径よりも大きい円形状に形成されている。この原料ガス供給構造体30によって、処理容器2内は、ラジアルラインスロットアンテナ12側のプラズマ生成領域R1と、載置台3側の原料ガス解離領域R2とに区画されている。

40

【0026】

原料ガス供給構造体30は、図2に示すように同一平面上で略格子状に配置された一続きの原料ガス供給管31により構成されている。原料ガス供給管31は、軸方向から見て縦断面が方形に形成されている。原料ガス供給管31同士の隙間には、多数の開口部32が形成されている。原料ガス供給構造体30の上側のプラズマ生成領域R1で生成されたプラズマは、この開口部32を通過して載置台3側の原料ガス解離領域R2に進入できる

50

。

【 0 0 2 7 】

原料ガス供給構造体 3 0 の原料ガス供給管 3 1 の下面には、図 1 に示すように多数の原料ガス供給口 3 3 が形成されている。これらの原料ガス供給口 3 3 は、原料ガス供給構造体 3 0 面内において均等に配置されている。原料ガス供給管 3 1 には、処理容器 2 の外部に設置された原料ガス供給源 3 4 に連通するガス管 3 5 が接続されている。原料ガス供給源 3 4 には、例えば原料ガスとしてのフッ素添加カーボン系のガス、例えば C_5F_8 ガスが封入されている。原料ガス供給源 3 4 からガス管 3 5 を通じて原料ガス供給管 3 1 に導入された原料ガスは、各原料ガス供給口 3 3 から下方の原料ガス解離領域 R 2 に向けて供給される。

10

【 0 0 2 8 】

プラズマ生成領域 R 1 の外周面を覆う処理容器 2 の内周面には、プラズマの原料となるプラズマ励起用ガスを供給する他のプラズマ励起用ガス供給口としての第 1 のプラズマ励起用ガス供給口 4 0 が形成されている。第 1 のプラズマ励起用ガス供給口 4 0 は、例えば処理容器 2 の内周面に沿って複数箇所に形成されている。第 1 のプラズマ励起用ガス供給口 4 0 には、例えば処理容器 2 の側壁部を貫通し、処理容器 2 の外部に設置された第 1 のプラズマ励起用ガス供給源 4 1 に通じる第 1 のプラズマ励起用ガス供給管 4 2 が接続されている。第 1 のプラズマ励起用ガス供給管 4 2 には、バルブ 4 3、マスフローコントローラ 4 4 が設けられている。かかる構成によって、処理容器 2 内のプラズマ生成領域 R 1 内には、側方から所定流量のプラズマ励起用ガスを供給することができる。本実施の形態においては、第 1 のプラズマ励起用ガス供給源 4 1 に、プラズマ励起用ガスとしての希ガスである、例えばアルゴン (Ar) ガスが封入されている。

20

【 0 0 2 9 】

原料ガス供給構造体 3 0 の上面には、例えば当該原料ガス供給構造体 3 0 と同様の構成を有する略平板形状のプラズマ励起用ガス供給構造体 5 0 が積層され配置されている。プラズマ励起用ガス供給構造体 5 0 は、例えば図 3 に示すように格子状に配置された第 2 のプラズマ励起用ガス供給管 5 1 により構成されている。第 2 のプラズマ励起用ガス供給管 5 1 の上面には、図 1 に示すように複数の第 2 のプラズマ励起用ガス供給口 5 2 が形成されている。これらの複数の第 2 のプラズマ励起用ガス供給口 5 2 は、プラズマ励起用ガス供給構造体 5 0 面内において均等に配置されている。これにより、プラズマ生成領域 R 1 に対し下側から上方に向けてプラズマ励起用ガスを供給できる。

30

【 0 0 3 0 】

格子状のプラズマ励起用ガス供給管 5 1 同士の隙間には、開口部 5 3 が形成されており、プラズマ生成領域 R 1 で生成されたプラズマは、プラズマ励起用ガス供給構造体 5 0 と原料ガス供給構造体 3 0 を通過して下方の原料ガス解離領域 R 2 に進入できる。

【 0 0 3 1 】

第 2 のプラズマ励起用ガス供給管 5 1 には、処理容器 2 の外部に設置された第 2 のプラズマ励起用ガス供給源 5 4 に連通するガス管 5 5 が接続されている。ガス管 5 5 には、バルブ 5 6、マスフローコントローラ 5 7 が設けられており、第 2 のプラズマ励起用ガス供給口 5 2 からプラズマ生成領域 R 1 に対し、所定流量のプラズマ励起用ガスを供給できる。本実施の形態において、第 2 のプラズマ励起用ガス供給源 5 4 には、前記第 1 のプラズマ励起用ガス供給源 4 1 と同じアルゴンガスが封入されている。

40

【 0 0 3 2 】

処理容器 2 の底部の載置台 3 を挟んだ両側には、処理容器 2 内の雰囲気気を排気するための排気口 6 0 が設けられている。排気口 6 0 には、ターボ分子ポンプなどの排気装置 6 1 に通じる排気管 6 2 が接続されている。この排気口 6 0 からの排気により、処理容器 2 内を所定の圧力に維持できる。

【 0 0 3 3 】

次に、以上のように構成されたプラズマ成膜装置 1 の作用について説明する。例えばプラズマ成膜装置 1 の立ち上げ時に、第 1 のプラズマ励起用ガス供給口 4 0 から供給される

50

プラズマ励起用ガスの流量と第2のプラズマ励起用ガス供給口53から供給されるプラズマ励起用ガスの流量が、プラズマ生成領域R内に供給されるプラズマ励起用ガスの濃度が均一になるように調整される。この流量調整では、例えば排気装置61を稼働させ、処理容器2内に実際の成膜処理時と同じような気流を形成した状態で、各プラズマ励起用ガス供給口40、53から適当な流量に設定されたプラズマ励起用ガスが供給される。そして、その流量設定で、実際に試験用の基板に成膜が施され、その成膜が基板面内で均一に行われたか否かが検査される。プラズマ生成領域R1内のプラズマ励起用ガスの濃度が均一の場合に、基板面内の成膜が均一に行われるので、検査の結果、成膜が基板面内において均一に行われていない場合には、各プラズマ励起用ガスの流量の設定が変更され、再度試験用の基板に成膜が施される。これを繰り返して、成膜が基板面内において均一に行われ
10 プラズマ生成領域R1内のプラズマ励起用ガスの濃度が均一になるように、各プラズマ励起用ガス供給口40、53からの流量が設定される。

【0034】

上述したように各プラズマ励起用ガス供給口40、53の流量が設定された後、プラズマ成膜装置1における基板Wの成膜処理が開始される。まず、基板Wが処理容器2内に搬入され、載置台3上に吸着保持される。続いて、排気装置61により処理容器2内の排気
が開始され、処理容器2内の圧力が所定の圧力、例えば13.3Pa(100mTorr)に減圧され、その状態が維持される。

【0035】

処理容器2内が減圧されると、プラズマ生成領域R1内に、側方の第1のプラズマ励起用ガス供給口40と下方の第2のプラズマ励起用ガス供給口53から、プラズマ励起用ガスであるアルゴンガスが供給される。このとき、プラズマ生成領域R1内のプラズマ励起用ガスの濃度は、プラズマ生成領域R1内において均等に維持される。ラジアルラインスロットアンテナ12からは、直下のプラズマ生成領域R1に向けて、例えば2.45GHzのマイクロ波が放射される。このマイクロ波の放射によって、プラズマ生成領域R1内においてプラズマ励起用ガスがプラズマ化される。このとき、プラズマは、プラズマ生成領域R1内において偏り無く生成される。
20

【0036】

プラズマ生成領域R1内で生成されたプラズマは、プラズマ励起用ガス供給構造体50と原料ガス供給構造体30を通過して下方の原料ガス解離領域R2内に進入する。原料ガス解離領域R2には、原料ガス供給構造体30の各原料ガス供給口33から、原料ガスであるC₅F₈ガスが供給されている。C₅F₈ガスは、上方から進入したプラズマ粒子により解離され、その解離されたラジカルによって、基板W上には、フッ素添加カーボン膜が堆積し成長する。
30

【0037】

その後、フッ素添加カーボン膜の成長が進んで、基板W上に所定厚さのフッ素カーボン膜が形成されると、マイクロ波の放射や、原料ガス、プラズマ励起用ガスの供給が停止され、その後基板Wは、処理容器2から搬出されて一連のプラズマ成膜処理が終了する。

【0038】

以上の実施の形態によれば、第1のプラズマ励起用ガス供給口40によりプラズマ生成領域R1の側方からプラズマ励起用ガスを供給できるので、従来のように上方からのマイクロ波によってプラズマ励起用ガスが例えばプラズマ励起用ガス供給管内でプラズマ化することがなく、プラズマ励起用ガス供給管内のプラズマ粒子による破損を防止できる。また、第1のプラズマ励起用ガス供給管42を通るプラズマ励起用ガスがプラズマ生成領域R1内に適正に供給されるので、プラズマ生成領域R1内に十分な量のプラズマを生成できる。また、原料ガス供給構造体30の上面に、プラズマ励起用ガス供給構造体50を設けて、プラズマ生成領域R1に対し下方からもプラズマ励起用ガスを供給できるようにしたので、側方と下方からのプラズマ励起用ガスの供給流量を調整して、プラズマ生成領域R1内のプラズマ励起用ガスの濃度を均一になるように制御することができる。この結果、プラズマ生成領域R1内において偏り無くプラズマが生成され、原料ガス解離領域R2
40
50

においても原料ガスが均等に解離し、基板W上に基板面内において均一な厚みの膜を形成できる。

【0039】

プラズマ励起用ガス供給構造体50には、格子状に第2のプラズマ励起用ガス供給管51が配置され、その第2のプラズマ励起用ガス供給管51の上面に第2のプラズマ励起用ガス供給口53が複数設けられたので、プラズマ生成領域R1に対し下方から十分なプラズマ励起用ガスを供給し、当該プラズマ励起用ガスの供給によってプラズマ生成領域R1内のプラズマ励起用ガスの濃度を均一にすることができる。

【0040】

以上の実施の形態では、複数の第2のプラズマ励起用ガス供給口53をプラズマ励起用ガス供給構造体50の全面に渡って形成していたが、第2のプラズマ励起用ガス供給口53をプラズマ励起用ガス供給構造体50の中央部にのみ形成してもよい。例えば第2のプラズマ励起用ガス供給口53を、プラズマ励起用ガス供給構造体50の図4の点線で囲まれた中央領域Hに形成してもよい。この中央領域Hは、例えばプラズマ励起用ガス供給構造体50の外周部よりも内側の領域である。かかる場合、側方の第1のプラズマ励起用ガス供給口40からでは届きにくいプラズマ生成領域R1の中央部にプラズマ励起用ガスを集中的に供給できるので、プラズマ生成領域R1内のプラズマ励起用ガスの濃度を容易に均一にすることができる。

【0041】

以上の実施の形態で記載したプラズマ成膜装置1は、プラズマ生成領域R1内のプラズマ励起用ガスの濃度分布を検出するセンサをさらに備えていてもよい。かかる場合、例えば図5に示すように処理容器2のプラズマ生成領域R1内に複数の濃度センサ70が設けられる。この濃度センサ70は、プラズマ励起用ガスの濃度を検出できる。濃度センサ70は、例えばプラズマ生成領域R1内の少なくとも中央部と外周部に設けられる。濃度センサ70の検出結果は、例えばマスフローコントローラ44、57を制御する制御部71に出力される。制御部71は、濃度センサ70の検出結果に基づいて、マスフローコントローラ44、57を制御して、第1のプラズマ励起用ガス供給口40と第2のプラズマ励起用ガス供給口53からのプラズマ励起用ガスの各供給流量を調整できる。そして、例えば第1のプラズマ励起用ガス供給口40と第2のプラズマ励起用ガス供給口53からの供給流量を調整する際には、各濃度センサ70によりプラズマ生成領域R1内のプラズマ励起用ガス濃度の分布が検出される。そして、当該検出結果に基づいて、制御部71により、プラズマ生成領域R1内のプラズマ励起用ガスの濃度が均一になるように各供給流量が変更される。かかる場合、第1のプラズマ励起用ガス供給口40と第2のプラズマ励起用ガス供給口53からのプラズマ励起用ガスの供給流量の調整が濃度センサ70によって行われるので、当該調整を迅速かつ正確に行うことができる。なお、この濃度センサ70を用いた流量調整は、プラズマ成膜装置1の立ち上げ時に行われる流量設定時に行ってもよいし、プラズマ成膜装置1の稼働中に行われてもよい。

【0042】

以上の実施の形態では、処理容器2内にプラズマ励起用ガス供給構造体50を設けて、プラズマ生成領域R1にプラズマ励起用ガスを供給していたが、このプラズマ励起用ガスの供給を原料ガス供給構造体30を利用して行ってもよい。

【0043】

図6は、かかる一例を示すものであり、原料ガス供給構造体30の原料ガス供給管31に通じるガス管35には、原料ガス供給源34に加えて、プラズマ励起用ガス供給源80が接続される。これによって、プラズマ励起用ガスと原料ガスの供給系が同一系統になり、原料ガス供給口33が第2のプラズマ励起用ガス供給口としての機能も有する。この場合、原料ガス供給管31を通じて原料ガス供給口33から吐出されたプラズマ励起用ガスがプラズマ生成領域R1に下から流入するので、当該原料ガス供給口33と第1のプラズマ励起用ガス供給口40からのプラズマ励起用ガスの各供給流量を調整することによって、プラズマ生成領域R1におけるプラズマ励起用ガスの濃度を均一に制御することができ

10

20

30

40

50

る。なお、この場合、図7に示すように原料ガス供給管31の上面と下面にガスの供給口90を設けるようにしてもよい。

【0044】

また、上記実施の形態では、プラズマ生成領域R1内に対し側方からプラズマ励起用ガスを供給する第1のプラズマ励起用ガス供給口40と、下方から供給する第2のプラズマ励起用ガス供給口53が処理容器2に設けられていたが、図8に示すように第2のプラズマ励起用ガス供給口53のみが設けられていてもよい。かかる場合、例えば第2のプラズマ励起用ガス供給口53は、プラズマ励起用ガス供給構造体50を構成する第2のプラズマ励起用ガス供給管51に複数形成され、プラズマ励起用ガス供給構造体50面内において均等に配置される。この場合においても、プラズマ励起用ガスが処理容器2内に供給される前にプラズマ化することがないので、プラズマ生成領域R1内において適正にプラズマが生成される。また、プラズマ励起用ガスがプラズマ生成領域R1に対して均等に供給されるので、プラズマ生成領域R1内においてプラズマを偏り無く生成できる。なお、排気口60の位置などに起因して処理容器2内に偏った気流が形成される場合には、プラズマ生成領域R1内に均等にプラズマ励起用ガスが供給されるように、複数の第2のプラズマ励起用ガス供給口53の配置を変更してもよい。

10

【0045】

以上、本発明の実施の形態の一例について説明したが、本発明はこの例に限らず種々の態様を採りうるものである。例えば以上の実施の形態では、基板W上にフッ素カーボン膜の絶縁膜を形成していたが、本発明は、他の種類の絶縁膜や電極膜などの他の膜を形成する場合にも適用できる。

20

【産業上の利用可能性】

【0046】

本発明は、プラズマを用いて基板上に成膜する際に有用である。

【図面の簡単な説明】

【0047】

【図1】本実施の形態にかかるプラズマ成膜装置の構成の概略を示す縦断面の説明図である。

【図2】原料ガス供給構造体の平面図である。

【図3】プラズマ励起用ガス供給構造体の平面図である。

30

【図4】第2のプラズマ励起用ガス供給口の形成される位置を説明するためのプラズマ励起用ガス供給構造体の平面図である。

【図5】濃度センサを設けたプラズマ成膜装置の構成の概略を示す縦断面の説明図である。

【図6】原料ガス供給管にプラズマ励起用ガス供給源を連通させた場合のプラズマ成膜装置の構成の概略を示す縦断面の説明図である。

【図7】上面と下面にガスの供給口を設けた原料ガス供給管を示す縦断面の説明図である。

【図8】第2のプラズマ励起用ガス供給口のみを備えたプラズマ成膜装置の構成の概略を示す縦断面の説明図である。

40

【符号の説明】

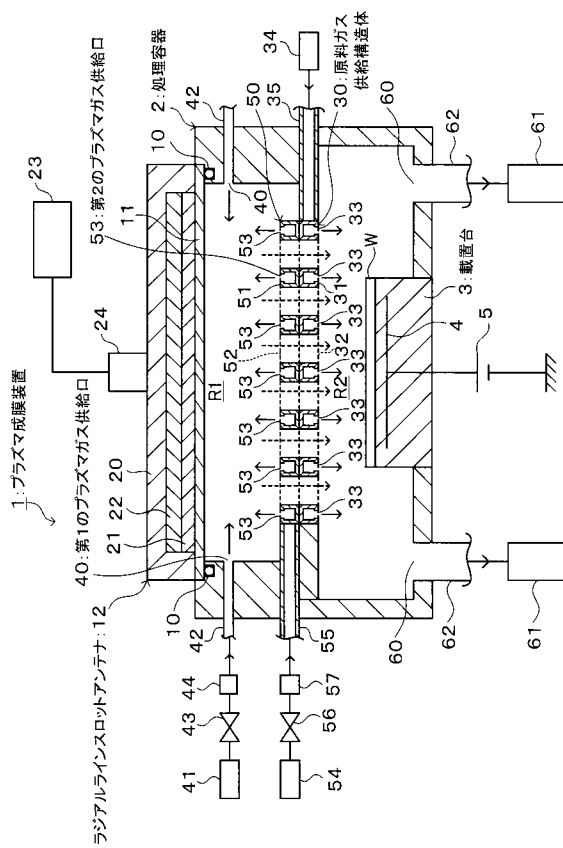
【0048】

- 1 プラズマ成膜装置
- 2 処理容器
- 3 載置台
- 12 ラジアルラインスロットアンテナ
- 30 原料ガス供給構造体
- 40 第1のプラズマ励起用ガス供給口
- 50 プラズマ励起用ガス供給構造体
- 53 第2のプラズマ励起用ガス供給口

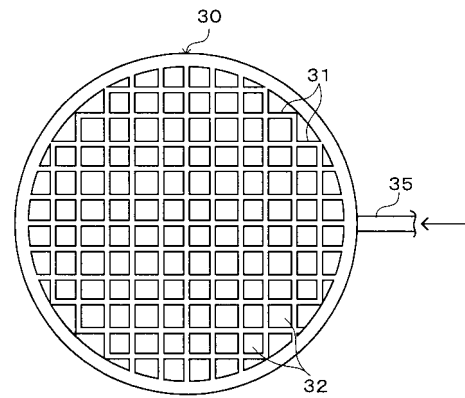
50

R 1 プラズマ生成領域
 R 2 原料ガス解離領域
 W 基板

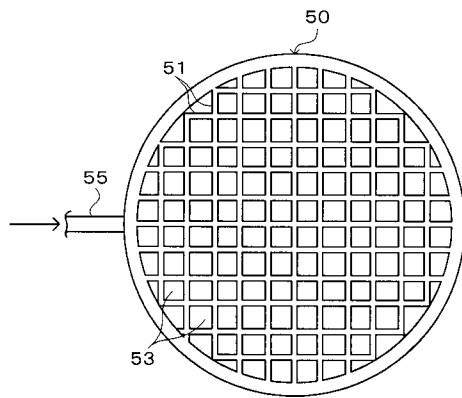
【図 1】



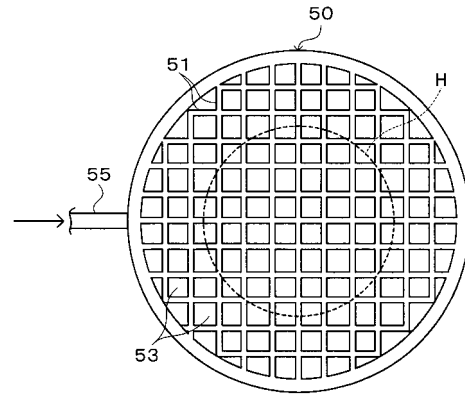
【図 2】



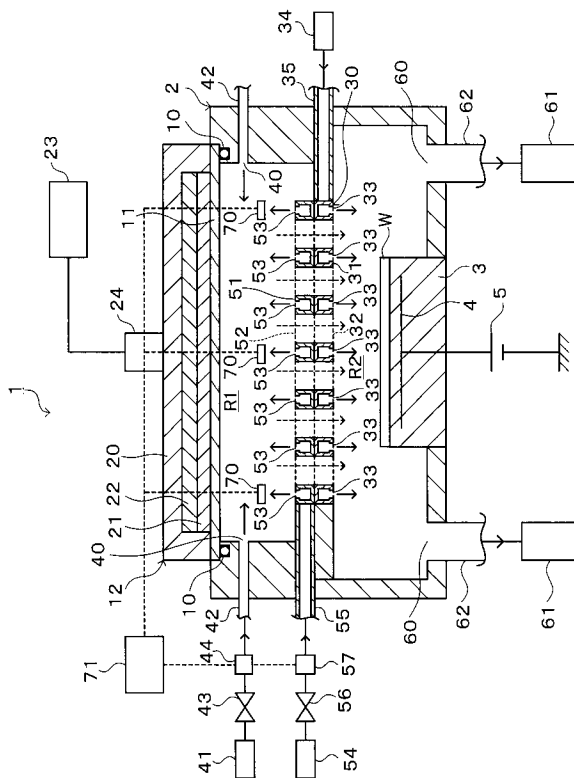
【図 3】



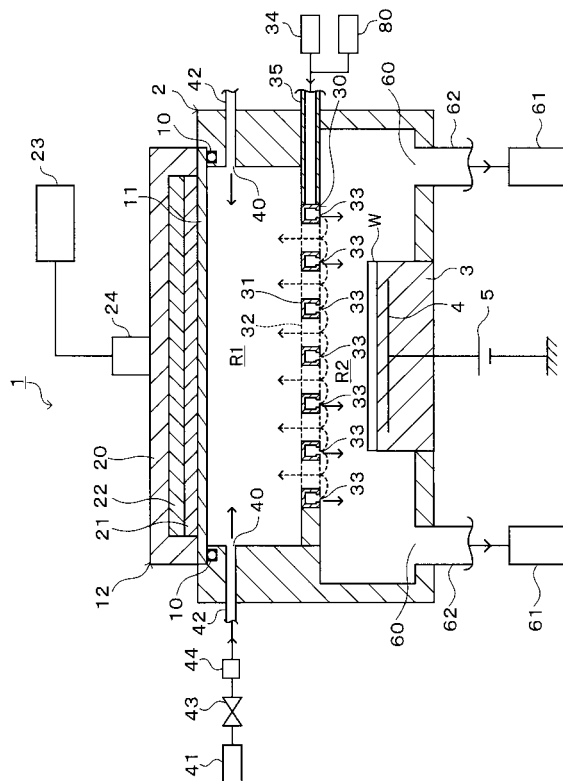
【図 4】



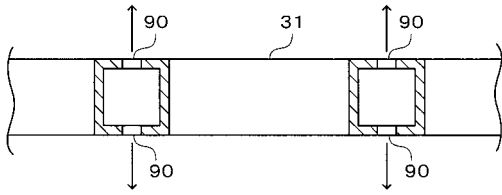
【図 5】



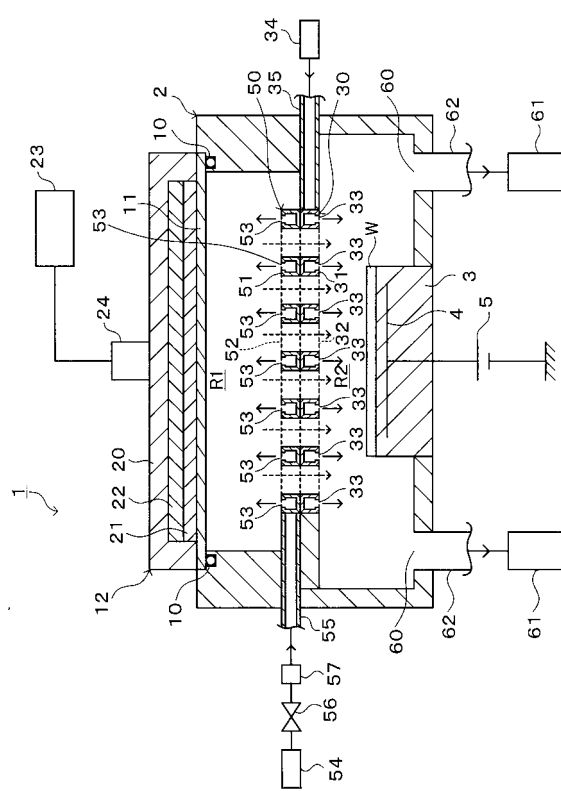
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2001-164371(JP,A)
特開平10-022279(JP,A)
特開平02-016733(JP,A)
特開平11-233502(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/31
C23C 16/511
H01L 21/205