

(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2004-186404  
(P2004-186404A)

(43) 公開日 平成16年7月2日(2004.7.2)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 21/3065	H O 1 L 21/302	4 G O 7 5
B O 1 J 19/08	B O 1 J 19/08	4 K O 3 0
C 2 3 C 16/44	C 2 3 C 16/44	5 F O O 4
C 2 3 C 16/503	C 2 3 C 16/503	
H O 5 H 1/46	H O 5 H 1/46	M
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)		

(21) 出願番号	特願2002-351257 (P2002-351257)	(71) 出願人	000227294 アネルバ株式会社 東京都府中市四谷5丁目8番1号
(22) 出願日	平成14年12月3日 (2002.12.3)	(74) 代理人	100111051 弁理士 中西 次郎
		(72) 発明者	野崎 芳和 東京都府中市四谷5丁目8番1号 アネルバ株式会社内
		(72) 発明者	金子 一秋 東京都府中市四谷5丁目8番1号 アネルバ株式会社内
		(72) 発明者	小河原 米一 東京都府中市四谷5丁目8番1号 アネルバ株式会社内

最終頁に続く

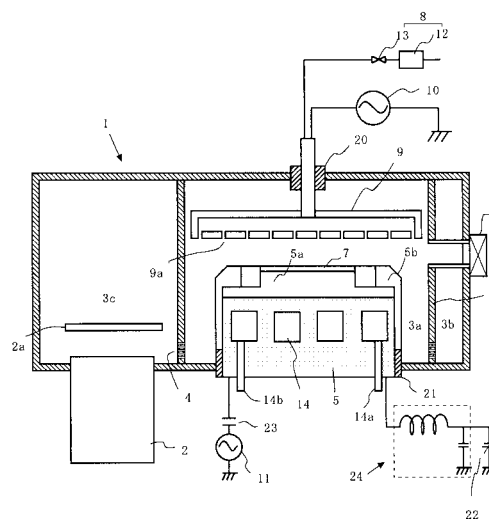
(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【課題】本発明は、処理室の形状等にかかわらず、基板上のガス圧及びプラズマ密度を対称とし、均一な表面処理を可能とするプラズマ処理装置を提供することを目的とする。

【解決手段】基板を載置する基板載置手段及びこれに対向して配置されたガス放出手段を内部に有する処理室と、処理室内部の排気手段と、からなり、前記ガス放出手段により前記処理室内部に導入されるガスをプラズマ化し、これにより基板を処理するプラズマ処理装置において、前記基板載置手段及び前記ガス放出手段を軸対称に囲むプラズマシールドを配置し、該プラズマシールドの前記基板載置手段の載置面より下方に該プラズマシールドを貫通する孔状又はスリット状のガス通路を複数設け、前記シールド板と前記処理室の壁との間に形成される排気路を介してガスを排気する構成としたことを特徴とする。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

基板を載置する基板載置手段及び該基板載置手段に対向して配置されたガス放出手段を内部に有する処理室と、該処理室内部を排気する排気手段と、からなり、前記ガス放出手段により前記処理室内部に導入されるガスをプラズマ化し、これにより前記基板を処理するプラズマ処理装置において、

前記基板載置手段及び前記ガス放出手段を軸対称に囲むプラズマシールドを配置し、該プラズマシールドの前記基板載置手段の載置面より下方に該プラズマシールドを貫通する孔状又はスリット状のガス通路を複数設け、前記シールド板と前記処理室の壁との間に形成される排気路を介してガスを排気する構成としたことを特徴とするプラズマ処理装置。

10

**【請求項 2】**

前記排気路の圧力差が基板周辺部での圧力の 30% 以下となるように、前記排気路のコンダクタンスを設定することを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマ処理装置。

**【請求項 3】**

前記ガス通路は、前記載置面の高さより 10 mm 以上下方に形成したことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のプラズマ処理装置。

**【請求項 4】**

前記プラズマシールドの内径又はノ及び外径を、前記載置面の高さより下方で変化させたことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理装置。

**【請求項 5】**

前記プラズマシールドが前記載置面と平行となる部分を設け、該平行となる部分に前記ガス通路を形成したことを特徴とする請求項 4 に記載のプラズマ処理装置。

20

**【請求項 6】**

前記孔の孔径又は前記スリットの短辺は、0.7 mm ~ 4 mm としたことを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理装置。

**【請求項 7】**

前記孔の孔径に対する長さの比、又は前記スリットの短辺に対する奥行きを 4 以下としたことを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理装置。

**【請求項 8】**

前記排気路の底壁に、排気口を全周に形成するか、若しくは軸対称に複数の排気口を設けたことを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理装置。

30

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、プラズマ処理装置に係り、特に、半導体素子の製造に用いられるエッチング装置、アッシング装置、プラズマ CVD 装置等のプラズマ処理装置に関する。

**【0002】****【従来の技術】**

半導体デバイスの高性能化及び高集積化は益々進み、これに伴い、より一層面内均一性優れ、信頼性の高い微細加工技術や高品質で膜厚均一性に優れた薄膜形成技術等が要求されている。プラズマ処理装置の場合、処理の面内均一性を高めるためには、基板面上でのガス圧及びプラズマ密度の均一化を図る必要があるため、このため、プラズマシールドやガス流制御板を配置したプラズマ処理装置等が種々の装置構成が提案されている。また高品質薄膜の形成、高精度のエッチング処理を行うためには、イオンエネルギーを制御でき、またガス流量やガス圧等の種々の処理条件で、面内均一性を達成できる装置が必要となる。

40

**【0003】**

このような事情を、エッチング装置を例に挙げて具体的に説明する。

例えば、 $C_4F_8$  等の処理ガスを用いてエッチングを行う場合、ガス圧が高くなると処理ガスがプラズマにより分解等して生じる活性種や基板との反応生成物が重合し易くなり、生じたポリマーが基板の上に付着してエッチング不良を生じる場合がある。また、処理ガス

50

流量が小さい場合には、フラジカル等のレジストと反応性の高い活性種が増加し、レジストパターンの細りが生じて所望のパターンが得られない場合がある。このため、サブミクロン領域のエッチングにおいては、例えば、200mm基板の場合、数Pa程度の低圧で、600sccm程度の流量が必要とされ、より大流量、低圧条件で、基板上でのガス圧及びプラズマ密度の均一化を図る必要がある。また、生産性を向上させるために、これら均一性を長期にわたり維持できる装置が必要となる。

#### 【0004】

図4は、プラズマシールドを備えたエッチング装置(特開2000-30896号公報)の一例であり、処理室100内には、上部電極101と基板104を載置する下部電極102とが配置され、それぞれ整合回路を107, 108を介して高周波電源105, 106に接続されている。集中リング(プラズマシールド)103は上部電極101と下部電極102との間のプラズマが発生する領域を取り囲むように設けられている。ガス導入口109から処理ガスを導入し、高周波電源105から上部電極101に高周波電力を供給してプラズマを発生させ、下部電極に異なる周波数の高周波電力を供給して、基板104に加わるDCバイアスを制御しつつ、基板のエッチング処理を行うことができる。ここで、集中リング103は、複数のドーナツ状薄板を積層し、薄板の間隔を適正化することにより、集中リング内部でのガス圧を例えば数Paの低圧とし、より微細パターンエッチングを可能とするとともに、プラズマを集中リング内部に閉じこめて、プラズマ密度の均一化を図っている。

#### 【0005】

また、図5に示したエッチング装置(特開平8-279399号公報)は、プラズマシールドを用いることにより、基板に生じるDCバイアスを低減させた装置である。処理室1の下側に基板104を載置する下部電極102が設けられ、高周波電源105に接続されている。また、下部電極102の上方には複数のガス放出口108が設けられ、処理室内部に導入されたガスは処理室100の下方の下部電極の周辺に設けられた領域109を通して、排気ポート110から排出される。下部電極の周りには多数のスリット103aを有するプラズマスクリーン103が処理室を水平に仕切るように配置されている。ここで、スリット103aの幅はプラズマが領域109側に漏れない大きさとされている。

下部電極102に高周波電力を供給してプラズマを発生させると、基板104のDCバイアス電位は、下部電極102の面積とプラズマの接する接地電位の面積との比で決まるため、プラズマスクリーン103を設けてプラズマが接する接地電位の面積を減少させることにより、下部電極上に載置された基板104上のシース電位(基板のDCバイアス電位)を減少させることができる。即ち、基板に入射するイオンのエネルギーを減少させて、基板のイオンによる損傷を低減することにより高性能デバイスの製造を可能としたものである。

#### 【0006】

##### 【発明が解決しようとしている課題】

しかしながら、上記エッチング装置を詳細に検討したところ、以下に示す問題があることが分かった。

図4に示した装置では、集中リング103内部のガス圧を低くするためには、薄板間の間隔をある程度以上大きくする必要があるので、集中リングの内部のガス流が処理室内部構造の非対称性(例えば、排気口位置に起因する非対称性)の影響を受け、基板面上でのガス圧は非対称となって、エッチング均一性が低下するという問題があった。

また、集中リングが基板上部に置かれるため、集中リングに付着した膜が応力により剥離して飛散すると基板に付着するため、パターンがさらに微細化するとエッチング不良はより顕著になる。また、集中リングの内部と外部とでガス圧力差が小さくなると、処理室内壁等に膜が付着するという問題が生じるとともに、一度外部に出たガスが処理室の壁で反応後、集中リング内部に戻る割合が増加するため、プラズマを構成するガスの成分が経時変化を起こしたり、基板面内の処理均一性が低下するという問題があった。

## 【 0 0 0 7 】

一方、図5に示した装置構成では、プラズマスクリーン103にあけられたスリットの孔径はシース厚さ0.5mm以下であるが、流量を上げるために、スリット径を大きくするとコンダクタンスが増し、処理室100内部形状に非対称性がある場合は、その非対称性によるコンダクタンスの差がガス圧の差を生じ、基板付近でのガス圧が不均一となり、エッチング均一性が低下するという問題があった。

また、プラズマスクリーンは基板近傍に置かれるため、図4の場合と同様にプラズマスクリーンに付着した膜が剥がれ、エッチング不良を生じやすいという問題がある。さらに、プラズマに接するスリットの膜が付着しやすいため、エッチング再現性を維持するためには、頻りにクリーニングを行う必要があった。また、図5の装置構成では、排気手段は処理室の真下に配置されることになるが、下部電極と冷却機構や整合回路との距離が大きくなるため、冷却の応答性が下がりエッチング性能が低下する等の問題がある。

10

## 【 0 0 0 8 】

以上のように、従来のエッチング装置には一長一短があり、上記した要求にできていないのが現状である。この事情は、エッチング装置に限らず、プラズマCVD装置やアッシング装置等、他のプラズマ処理装置でも同様である。

## 【 0 0 0 9 】

本発明は、以上の問題点を解決するために、ガス排気経路やプラズマシールドの構造及びその配置位置を詳細に検討することにより完成したものである。即ち、本発明は、処理室の内部形状等にかかわらず、基板上のガス圧及びプラズマ密度を対称とし、均一な表面処理を可能とするプラズマ処理装置を提供することを目的とする。また、プラズマシールド自身の孔等への膜付着を抑制し、コンダクタンスを長期にわたり一定に維持することにより、安定した表面処理を行えるプラズマ処理装置を提供することを目的とする。さらに、プラズマシールドや処理室内壁等への膜付着を抑え、クリーニング周期を大幅に延ばした生産性に優れたプラズマ処理装置さらには、付着膜が剥離しても基板に付着しない構成とし処理歩留まりの高いプラズマ処理装置を提供することを目的とする。

20

## 【 0 0 1 0 】

## 【課題を解決するための手段】

本発明のプラズマ処理装置は、基板を載置する基板載置手段及び該基板載置手段に対向して配置されたガス放出手段を内部に有する処理室と、該処理室内部を排気する排気手段と、からなり、前記ガス放出手段により前記処理室内部に導入されるガスをプラズマ化し、これにより前記基板を処理するプラズマ処理装置において、前記基板載置手段及び前記ガス放出手段を軸対称に囲むプラズマシールドを配置し、該プラズマシールドの前記基板載置手段の載置面より下方に該プラズマシールドを貫通する孔状又はスリット状のガス通路を複数設け、前記シールド板と前記処理室の壁との間に形成される排気路を介してガスを排気する構成としたことを特徴とする。

30

## 【 0 0 1 1 】

このように、処理室内部を基板中心軸のまわりに対称なプラズマシールドで仕切って分割し、ガスをプラズマシールドの下方に設けられた小孔又はスリットを通して外側の排気路に排出する構成としたため、ガスの流れは基板中心軸の周りに対称化し、基板上でのガス圧及びプラズマ密度を均一化することができる。

40

即ち、プラズマシールドの外側に形成される排気路のコンダクタンスは、多数のガス通路のコンダクタンスに比べて大きくなるため、プラズマシールド内の圧力は排気路に比べて高くなって、基板上でのガス圧均一性は向上する。ここで、前記排気路の圧力差を基板周辺部での圧力の30%以下とするのが好ましく、10%とするのがより好ましい。この範囲で、ガス圧均一性は更に向上し、処理の面内均一性は一層向上する。

## 【 0 0 1 2 】

また、ガス通路は、基板載置面よりも下方に設けられているため、ガス通路でのプラズマ密度は減少し、ガス通路内への膜付着量を大幅に減少させることができる。従って、長期にわたり、ガス通路のコンダクタンスを適正に保つことが可能となり、クリーニング周期

50

を延ばすことができる。この観点から、ガス通路の位置は、基板載置面より10mm以上下方に形成するのが好ましく、30mm以上、下方に形成するのがより好ましい。

また、プラズマシールドは、基板面上から離れた位置に取り付けることができるため、付着膜が剥離した場合でも基板上に付着することはなく、パーティクルに起因する欠陥を回避することができる。

#### 【0013】

前記プラズマシールドは円筒状に限ることはなく、その内径又はノ及び外径を基板載置面よりも下方で変化させても良い。さらに、前記プラズマシールドが前記載置面と平行となる部分を設け、該平行となる部分に前記ガス通路を形成しても良い。これらは、処理室の内部形状及び要求される排気路のコンダクタンスに応じて適時選択すればよい。

10

#### 【0014】

なお、本発明において、前記孔の孔径又は前記スリットの短辺は、0.7mm~4mmとするのが好ましく、1.5~2.5mmとするのがより好ましい。この範囲とすることにより、プラズマの排気通路側へのしみ出しを防止して、処理室内壁への膜付着を防止するとともに、長期にわたり所望のコンダクタンスを維持することができる。さらには、前記孔の孔径に対する長さの比、又は前記スリットの短辺に対する奥行きを4以下とするのが好ましい。

また、本発明のプラズマ処理装置は、前記排気通路の底壁に軸対称に複数の排気口、又は排気路全体に排気口を設けることもできる。

#### 【0015】

20

#### 【発明実施の形態】

本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

図1は、本発明のエッチング装置の一構成例を示す模式的縦断面図であり、図2は横断面図である。

図1に示すように、処理室1内には、多数のガス放出孔9aを有する上部電極9と、基板7を載置する下部電極5とが対向して配置され、それぞれ絶縁体20, 21を介して処理室に固定されている。上部電極9は、プラズマ発生用の第1の高周波電源10に連結されるとともに、バルブ13, マスフローコントローラ12等からなるガス供給系8に連結され、基板に向かって所定の流量のガスを供給できる構成となっている。一方、下部電極5は、その上部に基板を静電吸着する静電チャック5aが取り付けられ、内部には基板冷却用の冷媒通路14が形成されている。また、周囲は絶縁カバー5bで覆われている。この下部電極5は、基板のバイアス制御用の第2の高周波電源11及び基板静電吸着用の直流電源22に接続されている。なお、冷媒は導入管14aを通して供給され、排出管14bを介して排出される。また、第2の高周波電源11及び直流電源22と下部電極5の間には、ブロッキングコンデンサ23及び高周波カットフィルタ24が取り付けられ、相互の干渉を防止している。

30

処理室内の一端部に排気口が設けられ、ターボポンプ2が連結されている。

#### 【0016】

また、上部電極9と下部電極5とを囲み、基板のまわりに軸対称に円筒状のプラズマシールド3が取り付けられ、処理室内部は、プラズマシールド3により分割されている。プラズマシールド3の下方部分には、孔状又はスリット状の多数のガス通路4が形成され、このガス通路4の形状、数は、所定の流量のガスを流すことができ、かつプラズマを内部に閉じこめるとともに外側に対しガス圧が高くなるように定められる。

40

従って、上部電極の多数のガス放出孔9aから放出されるガスは、基板7に向かって流れ、下部電極5とプラズマシールド3との間の空間(内側排気路)3a、ガス通路4、プラズマシールド3と処理室内壁との間の空間(外側排気路)3b、ポンプ付近排気路3cを通して、ターボポンプ2により外部に排気される。上述したように、プラズマシールドのガス通路4は、プラズマを通さずかつコンダクタンスが小さい孔が開いているため、流量制限状態となり内部の圧力が高くなりプラズマシールド内部のガス圧が軸対称となるため、外側排気路(あるいは処理室)の形状にプラズマシールド内の圧力分布が影響されるこ

50

とはない。即ち、処理室内部形状の非対称性は打ち消されるため、ガス圧およびプラズマの諸特性の基板中心軸の周り対称性を高めることができ、面内均一性に優れたエッチングを行うことができる。

【0017】

なお、外側排気路3bは、処理室1の内部形状によりターボポンプにいたるコンダクタンスに差が生じるが、プラズマシールドのコンダクタンスがこれら外側排気路のコンダクタンスに比較して十分小さく設計されているためプラズマシールド内での圧力を軸対称とすることができる。ここで、排気路のコンダクタンスについては、外側排気路の圧力差が基板周辺圧力に対し、好ましくは30%以下、より好ましくは10%以下となるように定めればよい。このようにすることで、エッチング均一性はより向上し、またこのエッチング均一性を長期にわたり維持することができる。

10

【0018】

次に、図1のエッチング装置を用いたエッチング方法を説明する。ゲートバルブ6を介して基板を把持した口ポットハンドを挿入し、基板を下部電極の突き上げピン(不図示)上に載置する。続いて、突き上げピンを下降させ、基板7を静電チャック5aの上に載置し、これを直流電源22を用いて静電吸着する。次いで、バックポンプ(不図示)とターボポンプ2を用いて処理室1を所定の圧力まで減圧した後、ガス供給機構8を經由して上部電極9の下面からプロセスガスを処理室1内に供給して所定の圧力にする。その後、上部電極9に第1の高周波電源10からVHF帯(例えば60MHz)の高周波電力を、下部電極5には第2の高周波電源からHF帯(例えば1.6MHz)の高周波電力をそれぞれ印加する。VHF帯の高周波電力によって比較的高密度のプラズマが発生し、エッチャントが生成される。一方、HF帯の高周波電力を下部電極に印加することによりイオンエネルギーをプラズマ密度とは独立に制御することができ、目的とするエッチング処理が行なわれる。

20

【0019】

この時、プラズマシールド3によりプラズマは拡散を阻止されて外側排気路3bにまで漏れ出さない。また、プラズマシールドに付着した膜が、膜の応力により剥離し飛散しても、基板との距離が離れているため、基板に付着することはなく、エッチング不良等を回避できる。さらにプラズマからプラズマシールドのガス通路を遠ざけることができるため、プラズマシールドの孔につく膜の量を減少させることができ、孔の塞がりによるエッチング処理条件の変化を抑えることができる。

30

【0020】

以上のような装置構成とすることにより、処理装置内部のクリーニング周期は大幅に延び、例えば、図4に示した装置では、20時間程度のランニングごとにプラズマクリーニングを行う必要があったが、200時間以上の連続ランニングが可能になる。

【0021】

なお、ガス通路の位置は、基板面より10mm以下とするのが好ましく、30mm下とするのがより好ましい。10mm以下でプラズマ密度が低下し、孔へbの付着量は減少し、より長期にわたり安定してガス圧、プラズマ密度の均一性を維持することができる。

【0022】

また、孔の孔径は0.7~4mmとするのが好ましく、その長さはアスペクト比が4以下とするのが好ましい。孔の直径が4mm以下とすることによりプラズマのプラズマシールドを越えて拡散するのをより効果的に防止することができる。また、0.7mm以上とすることにより、孔への膜の付着や剥離によるコンダクタンスを変化を抑え、長期にわたり適正なコンダクタンスを維持することができる。孔の径が1.5mmから2.5mmでは、200時間以上装置の動作が可能である。

40

ここで、プラズマシールド3が厚くなりすぎると、コンダクタンスを確保するため孔の直径を大きくする必要があり、プラズマが漏れ出す場合がある。これを防ぐには孔の長さを孔の直径で割ったアスペクト比が4以下が望ましい。また、プラズマシールドが厚くなると、排気経路のボリュームを制約することになり、処理室内部形状によっては、排気路の

50

コンダクタンスを低下させる場合もある。

【0023】

次に、図1の装置構成を200mm基板のエッチング装置に適用する場合の、各部材の形状、配置及び構造を具体例を説明する。ここで、ガス流量を600sccm(Ar:C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>:O<sub>2</sub>=600:20:1)とし、基板上の圧力を3Paとする。

下部電極5を覆うカバー5bの外径は310mm、プラズマシールド3の内径は440mm、外径は444mm、外側排気路のターボポンプ2と反対側の処理室内壁の基板中心からの距離は322mmとする。従って、外側排気路3bの幅は100mmとなり、高さは100mmである。また、ガス通路形成部の高さは54mmである。

【0024】

以上の構造としたときの外側排気路における圧力差は、矩形排気管のコンダクタンスと形状との関係式を適用して、次のようにして求められる。

即ち、ターボポンプ2の反対側のプラズマシールド外側排気路3bから1/4周するコンダクタンスは約0.5m<sup>3</sup>/secである。

排気管のコンダクタンスCは

$$C = 309 \cdot k \cdot (a \cdot b)^2 / ((a + b) \cdot L) \quad (1)$$

で表され、ここで、aとbは排気管断面の縦、横の長さで、Lは長さである。外側排気路のポンプ反対側から1/4周の長さをLとして、コンダクタンスCを計算すると、k=1.115より、約0.5m<sup>3</sup>/secとなる。ガス流量Q(=600sccm=1Pa·m<sup>3</sup>/sec)のうち、1/4周の部分にガス通路を通して排出されるガス量は1/4であり、ガスは均一に各ガス通路を拡散するためこの外周部分を通る有効ガス流量は平均してその1/2と仮定できる。この結果、この1/4周を通る流量Q'は、全流量Qの1/8となる。

これから、外側排気路の圧力差Pは、

$$1/8 = C \cdot P = 0.5 \cdot P$$

より、P=0.25Paとなる。

従って、上記構造のプラズマシールドを配置することにより、外側排気路の圧力差を基板付近の圧力の1/10以下にすることができる。即ち、プラズマシールドのガス通路によるコンダクタンス制限と合わせて、基板上で高いガス圧均一性を得ることが可能となり、面内均一性に優れたエッチングが可能となる。

【0025】

次に、プラズマシールドに孔径1.5mmのガス通路を形成する場合のガス通路の数を試算する。

分子流領域での短い円筒のコンダクタンスCは次式で与えられ、

$$C = k \cdot 121 \cdot D^3 / L \quad (m^3 / sec)$$

ここで、Dは孔の直径(=1.5mm)、Lは長さ(=2mm)であり、kは、L、Dで決まる常数で、この場合0.43程度になる。

上式より、ガス通路一つのコンダクタンスCは、8.78×10<sup>-5</sup>m<sup>3</sup>/secとなる。流量600sccm(=1Pa·m<sup>3</sup>/sec)であるので、3Pa以下、余裕を見て2Paを得るには、5700個のガス通路をプラズマシールド3に開ければよいことになる。この時のプラズマシールド3での圧力差(約3Pa)は、外側排気路3bでの圧力差0.25Paよりはるかに大きくなり、基板4上で均一なガス圧が実現できる。このプラズマシールドで得られる2Paをもとにして、ターボポンプ2のメインバルブ2a又はバリアブルオリフィス(不図示)の開度を調整して基板上でのガス圧3Paを得ることができる。

以上、具体例を挙げて説明してきたように、どのような内部形状を有する処理室であっても、プラズマシールドを取り付け、プラズマシールドの形状及び配置、並びにガス通路の形状及び個数を適宜選択することにより、所望の流量及びガス圧に対して、基板上でのガス圧及びプラズマ密度の均一化することができる。

【0026】

10

20

30

40

50

次に、図1の装置において、ガス通路の位置及び形状とメンテナンス周期（膜が付いてランニングが不可能になるまでの時間）との関係について行った実験の一部を以下に示す。ガス通路の上端の位置は下部電極の基板載置面から35mmの場合である。プラズマシールド板の形状は図3(a)のように円筒形で、円形の孔を形成した場合においては、孔の直径が4mmを越えるとプラズマがプラズマシールドを越えて拡散してしまい、また、0.7mm程度だと100時間で膜が孔につき、これが剥がれてコンダクタンスが変化した。孔の径が1.5mmから2.5mmの範囲では、200時間以上の安定した処理が可能であった。

また、ガス通路の上端位置を基板載置面より30mm以下とすることで、ガス通路部のプラズマ密度が低下し、付着量が少なくなる。一方、基板載置面より10mm以内に近づけると付着量が増加し、2.5mmの孔径でも100時間程度でコンダクタンスが低下することが分かった。

10

#### 【0027】

なお、図1の装置では円筒状のプラズマシールドを用いたが、軸対称な形状であればこれに限定されるものではなく、内径、外径を変化させたもの等、種々の形状のものを用いることができる。また、ガス通路も同様に種々の形態、形状のものを用いることができる。これらの例を図3を用いて説明する。

図3(a)は、図1に示した円筒状のプラズマシールドの一部を拡大した模式的断面図であり、プラズマシールドの厚さ方向に孔31を形成した例である。(b)は円筒状のシールドに孔が斜め形成したものであり、孔の長手方向に傾斜をつけることにより孔の中に付着した膜が剥がれても外部に排出され、コンダクタンスの低下を抑えることができる。(c)及び(d)は、円筒状プラズマシールドのガス通路形成部を、下方に向かって半径を増加又は減少させたものである。図では、半径を直線状に変化させているが、曲率を持たせ例えば茶碗のような形状としても良い。(e)、(f)は、プラズマシールド板を、異なる半径の円筒を2つ連結した形状であり、底壁に水平な部分に、ガス通路を形成したものである。これらの場合は、剥離した膜が孔を塞ぎコンダクタンスを小さくするという問題は緩和される。また、(g)はガス通路部のプラズマシールド外径を大きくした例である。

20

#### 【0028】

また、ガス通路は、孔状、スリット状等どのような形状であってもよ。孔状とは、例えば断面が円、楕円その他、正方形、長方形、平行四辺形、台形等の矩形状のものも含まれる。またスリット状とは、断面が矩形状でその一辺が他辺に比べて大きいものをいう。このスリット状のガス通路は、例えば、板を所定の間隔を開けて横又は縦に積み重ねて形成される。また、ドーナツ状の円板を所定の間隔を開けて積み重ねる構成としても良い。

30

#### 【0029】

例えば、図3(g)に示したように、外径の異なるドーナツ型円板を重ねてスリット状のガス通路を形成した場合の具体的スリットの数、孔の場合と同様にして、次のようにして求めることができる。

即ち、スリットのコンダクタンスCは

$$C = k \cdot 309 \cdot a^2 \cdot b / L$$

40

で与えられ、aは円板の間隔、bは内周、Lは円板の幅（即ち、ガス通路部のプラズマシールドの厚さ）である。ここで、a = 2mm、b = 440mm、L = 6mmとすると、k = 0.52となる。従って、流量600sccm、ガス圧2Paを得るには、ギャップの個数は3個となる。なお、アスペクト比(=L/a)は、孔の場合と同じ理由で4以下が望ましい。

#### 【0030】

また、図1の装置では、内側排気路3aから排気されるガスは、外側排気路3bを通して排気される構成としたが、外側排気路の底壁に排気口を設け、ターボポンプを処理室の下部に配置する構成としても良い。この場合、排気口を軸対称に配置したり、プラズマシールドの外周全面に排気口を設けることもできる。

50

## 【 0 0 3 1 】

以上は、プラズマシールドの外側が非対称な処理室について説明してきたが、本発明はプラズマシールドの外側が対称の場合にも適用できることは言うまでもなく、本発明のプラズマシールドによりプラズマの拡散を防ぎ、シールド外側のガス圧が下がるため、外側排気路等への膜の付着を減らせ、膜剥がれによるダストの発生を抑制できる。

また、プラズマが消え去る部分でプラズマシールドを一部カットしたり、プラズマシールドと底壁との間に隙間を設けても良く、これにより、一層大流量のガスを流すことが可能となる。但し、隙間等の大きさによっては、基板上のガス圧均一性が低下する場合があります、これに対してはプラズマシールドと下部電極間距離を小さくすればよい。即ち、内部排気路のコンダクタンスを小さくするように、プラズマシールドの形状、配置を適正化すればよい。

10

なお、本発明のプラズマシールドの材質には、石英、弗化アルミニウム、窒化珪素、窒化アルミニウム等の絶縁物又は他の材質にこれらをコーティングしてプラズマ耐性を増したのものや、珪素や炭素およびそれら化合物からなるスカベンジャー材等が好適に用いられる。なお、プラズマシールドの表面をプラスト処理や溶射等の処理を施しても良く、表面が荒れて付着膜が剥離しにくくなる。

## 【 0 0 3 2 】

以上の実施の形態では、エッチング装置を例に挙げて説明したが、プラズマCVD装置やアッシング装置等、他のプラズマ処理装置の場合も、同様にプラズマシールド板を設けることによりガス圧及びプラズマ密度の均一性を向上させることが可能となり、より膜厚均一性に優れた薄膜の形成が可能となる。また、容量結合型に限らず誘導結合型のプラズマ装置に適用できるものである。さらには、マイクロ波等をプラズマ発生エネルギー源として用いても良い。

20

## 【 0 0 3 3 】

## 【 発明の効果 】

以上述べたように、本発明を用いると、処理室の内部形状に関係なく、プラズマとガスを基板中心に対し軸対称的に出来る。特に、ガス圧やガス種が基板中心に対して軸対称的でない場合プラズマは軸対称にはならない点から見て、この効果は重要である。また、プラズマシールドや処理室に膜が付きにくいためダストの発生を抑制出来るだけでなく、膜の付着によるコンダクタンスの経時変化を抑える事ができ、装置を長期間稼働させることができる。

30

## 【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明のプラズマ処理装置の一構成例を示す正面断面模式図である。

【 図 2 】 図 1 の横断面模式図である。

【 図 3 】 プラズマシールドの構造を示す断面模式図である。

【 図 4 】 従来のプラズマ処理装置を示す断面模式図である。

【 図 5 】 従来のプラズマ処理装置を示す断面模式図である。

## 【 符号の説明 】

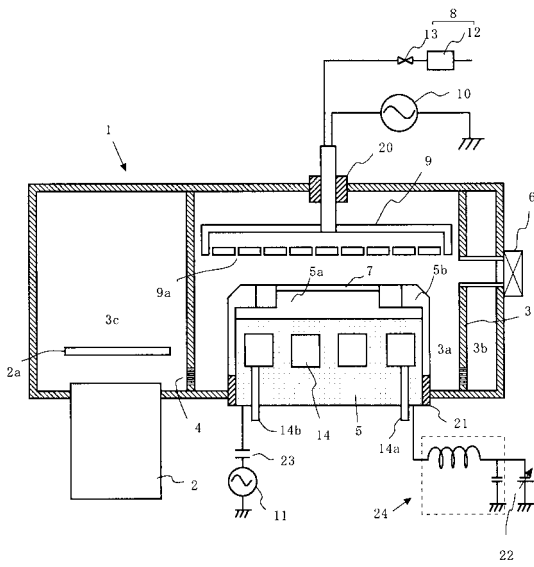
- 1、100 処理室、
- 2 ターボポンプ、
- 3、103 プラズマシールド、
- 4 ガス通路、
- 5、102 下部電極、
- 5a 静電チャック、
- 6 ゲートバルブ、
- 7、104 基板、
- 8 ガス供給系、
- 9a ガス放出孔、
- 9、101 上部電極、
- 10, 11, 105, 106 高周波電極、

40

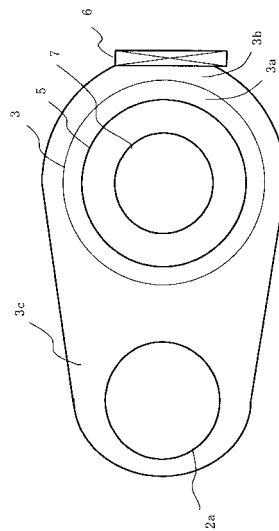
50

- 1 4 冷媒通路、
- 2 0 , 2 1 絶縁体、
- 2 2 直流電源。

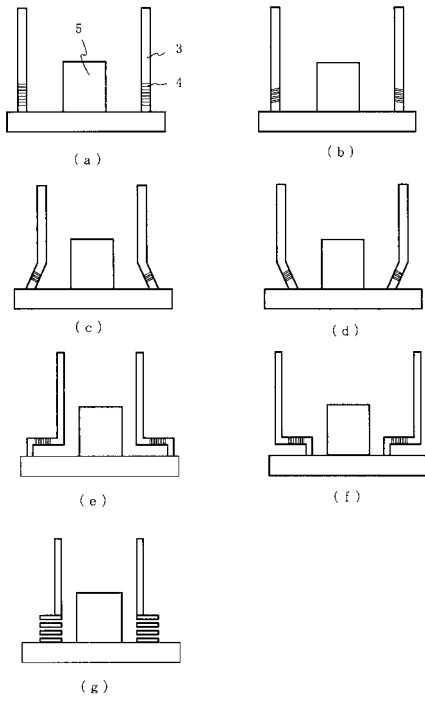
【図 1】



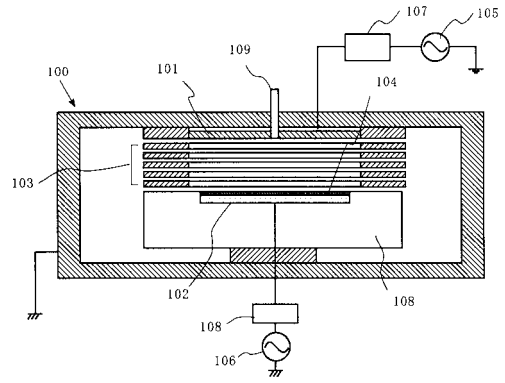
【図 2】



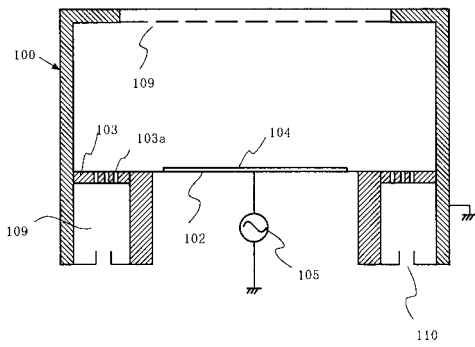
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



---

フロントページの続き

F ターム(参考) 4G075 AA24 AA30 AA51 BC04 BC06 BD14 CA25 CA47 DA02 EB01  
EB41 EC21 EE02 FA01 FB01 FB03 FB04 FB06 FC15  
4K030 EA05 EA11 FA03 JA03 KA09 KA10 KA12  
5F004 AA01 BA04 BB13 BB28 BC08