

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4885586号  
(P4885586)

(45) 発行日 平成24年2月29日(2012.2.29)

(24) 登録日 平成23年12月16日(2011.12.16)

(51) Int. Cl. F I  
 HO 1 L 21/3065 (2006.01) HO 1 L 21/302 I O 1 B  
 HO 5 H 1/46 (2006.01) HO 5 H 1/46 M

請求項の数 4 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2006-81352 (P2006-81352)	(73) 特許権者	000219967
(22) 出願日	平成18年3月23日 (2006. 3. 23)		東京エレクトロン株式会社
(65) 公開番号	特開2007-258471 (P2007-258471A)		東京都港区赤坂五丁目3番1号
(43) 公開日	平成19年10月4日 (2007. 10. 4)	(74) 代理人	100125254
審査請求日	平成21年2月17日 (2009. 2. 17)		弁理士 別役 重尚
		(74) 代理人	100118278
			弁理士 村松 聡
		(74) 代理人	100138922
			弁理士 後藤 夏紀
		(74) 代理人	100136858
			弁理士 池田 浩
		(74) 代理人	100135633
			弁理士 二宮 浩康

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板にプラズマ処理を施す処理空間を有する基板処理室と、前記処理空間に高周波電力を印加する高周波電極と、前記処理空間に直流電圧を印加する直流電極と、前記基板処理室内に少なくとも一部が露出する接地電極とを備えるプラズマ処理装置であって、

前記基板を載置する載置台と、

前記基板処理室の内側壁及び前記載置台の側面によって形成される排気流路に配置される排気プレートとを備え、

前記接地電極は前記載置台の側面及び前記排気プレートが交差して形成された隅部に配されることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 2】

前記基板処理室の断面において、前記接地電極の前記基板処理室内に露出する部分の断面形状は、前記載置台の側面及び前記排気プレートが交差する位置を中心にした半径 5 m m の円内に含まれることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 3】

前記接地電極は導電体からなり、該導電体は前記処理空間へ直接晒され、前記接地電極は前記排気プレート、前記基板処理室の壁部及び前記載置台とは別の部品からなることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 4】

前記接地電極は前記載置台の側面に配置された複数の導電体からなることを特徴とする

請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プラズマ処理装置に関し、特に、直流電源に接続された電極を有するプラズマ処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

基板としてのウエハが搬入される処理空間を有する基板処理室と、該基板処理室内に配置され且つ高周波電源に接続された下部電極と、該下部電極と対向するように配置された上部電極とを備える平行平板型のプラズマ処理装置が知られている。このプラズマ処理装置では、処理空間に処理ガスが導入され、上部電極及び下部電極の間の処理空間に高周波電力が印加される。また、ウエハが処理空間に搬入されて下部電極に載置されたときに、導入された処理ガスを高周波電力によってプラズマにしてイオン等を発生させ、該イオン等によってウエハにプラズマ処理、例えば、エッチング処理を施す。

10

【0003】

近年、プラズマ処理性能向上を目的として、上部電極を直流電源に接続して処理空間に直流電圧を印加するプラズマ処理装置が開発されている。処理空間に直流電圧を印加するためには、処理空間に表面が露出する接地電位の電極（以下、「接地電極」という）を設ける必要がある。ところが、反応性の処理ガスを用いてプラズマ処理を行う場合、接地電極の表面に反応生成物（デポ）が付着してデポ膜が形成されることがある。デポ膜は絶縁性であるため、上部電極から接地電極への直流電流が阻害されて処理空間に直流電圧を印加することが不可能となり、その結果、処理空間におけるプラズマが不安定な状態に陥り、若しくはプラズマの特性が変化することがある。したがって、接地電極からデポ膜を除去する必要がある。

20

【0004】

従来、電極表面のデポ膜の除去方法として、処理空間に酸素（ $O_2$ ）ガスを導入し、酸素ガスから酸素イオンや酸素ラジカルを発生させ、デポ膜を酸素イオンや酸素ラジカルと反応させて除去する方法が知られている（例えば、特許文献 1 参照。）。

【特許文献 1】特開昭 62 - 40728 号公報

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上述したデポ膜の除去方法はウエハのプラズマ処理とは別の処理を実行する必要があり、ウエハからの半導体デバイスの生産性が低下するという問題がある。すなわち、電極表面のデポ膜を除去することは生産性の観点から現実的でないという問題がある。

【0006】

本発明の目的は、接地電極の表面にデポ膜が形成されるのを防止することができるプラズマ処理装置を提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、請求項 1 記載のプラズマ処理装置は、基板にプラズマ処理を施す処理空間を有する基板処理室と、前記処理空間に高周波電力を印加する高周波電極と、前記処理空間に直流電圧を印加する直流電極と、前記基板処理室内に少なくとも一部が露出する接地電極とを備えるプラズマ処理装置であって、前記基板を載置する載置台と、前記基板処理室の内側壁及び前記載置台の側面によって形成される排気流路に配置される排気プレートとを備え、前記接地電極は前記載置台の側面及び前記排気プレートが交差して形成された隅部に配されることを特徴とする。

【0008】

50

請求項 2 記載のプラズマ処理装置は、請求項 1 記載のプラズマ処理装置において、前記基板処理室の断面において、前記接地電極の前記基板処理室内に露出する部分の断面形状は、前記載置台の側面及び前記排気プレートが交差する位置を中心にした半径 5 mm の円内に含まれることを特徴とする。

【0009】

請求項 3 記載のプラズマ処理装置は、請求項 1 又は 2 記載のプラズマ処理装置において、前記接地電極は導電体からなり、該導電体は前記処理空間へ直接晒され、前記接地電極は前記排気プレート、前記基板処理室の壁部及び前記載置台とは別の部品からなることを特徴とする。

【0010】

請求項 4 記載のプラズマ処理装置は、請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理装置において、前記接地電極は前記載置台の側面に配置された複数の導電体からなることを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

請求項 1 記載のプラズマ処理装置によれば、接地電極は、基板を載置する載置台の側面と、基板処理室の内側壁及び載置台の側面によって形成される排気流路に配置される排気プレートとが交差して形成された隅部に配される。デポ膜はイオンによって形成されるが、処理空間で生成されたプラズマの電子は基板処理室の各隅部に進入し難いため、基板処理室の内側壁及び排気プレートが交差して形成された隅部においてもイオンが少なくなる。したがって、イオンが接地電極に到達することがなく、もって、接地電極の表面にデポ膜が形成されるのを防止することができる。

【0013】

請求項 2 記載のプラズマ処理装置によれば、基板処理室の断面において、接地電極の基板処理室内に露出する部分の断面形状は、載置台の側面及び前記排気プレートが交差する位置を中心にした半径 5 mm の円内に含まれる。処理空間で生成されたプラズマのイオンは上記円内に進入することがない。したがって、接地電極の表面にデポ膜が形成されるのを確実に防止することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

【0018】

図 1 は、本実施の形態に係るプラズマ処理装置の概略構成を示す断面図である。このプラズマ処理装置は基板としての半導体ウエハ W に R I E (Reactive Ion Etching) 処理を施すように構成されている。

【0019】

図 1 において、プラズマ処理装置 10 は略円筒形状の基板処理室 11 を有し、該基板処理室 11 は内部上方に処理空間 P S を有する。処理空間 P S には後述するプラズマが発生する。また、基板処理室 11 内には、例えば、直径が 300 mm の半導体ウエハ W (以下、単に「ウエハ W」という。) を載置する載置台としての円柱状のサセプタ 12 が配置されている。基板処理室 11 の内壁側面は側壁部材 13 で覆われ、基板処理室 11 の内壁上面は上壁部材 14 で覆われる。側壁部材 13 及び上壁部材 14 はアルミニウムからなり、その処理空間 P S に面する面はイットリアや所定の厚さを有するアルマイトでコーティングされている。基板処理室 11 は電氣的に接地するため、側壁部材 13 及び上壁部材 14 の電位は接地電位である。また、サセプタ 12 は、導電性材料、例えば、アルミニウムからなる導電体部 15 と、該導電体部 15 の側面を覆う、絶縁性材料からなるサセプタ側面被覆部材 16 と、該サセプタ側面被覆部材 16 の上に載置される、クォーツ (Q z) からなるエンクロージャー部材 17 とを有する。

【0020】

プラズマ処理装置 10 では、基板処理室 11 の内側壁とサセプタ 12 の側面とによって

10

20

30

40

50

、サセプタ12上方のガスを基板処理室11の外へ排出する流路として機能する排気流路18が形成される。この排気流路18には、多数の通気穴を有する板状部材である排気プレート19が配置される。該排気プレート19は排気流路18及び基板処理室11の下部空間である排気空間ESを仕切る。ここで、排気流路18は排気空間ES及び処理空間PSを連通させる。また、排気空間ESには粗引き排気管20及び本排気管21が開口する。粗引き排気管20にはDP(Dry Pump)(図示しない)が接続され、本排気管21にはTMP(Turbo Molecular Pump)(図示しない)が接続される。

#### 【0021】

粗引き排気管20、本排気管21、DP及びTMP等は排気装置を構成し、粗引き排気管20及び本排気管21は処理空間PSのガスを、排気流路18及び排気空間ESを介して基板処理室11の外部へ排出する。具体的には、粗引き排気管20は基板処理室11内を大気圧から低真空状態まで減圧し、本排気管21は粗引き排気管20と協働して基板処理室11内を大気圧から低真空状態より低い圧力である高真空状態(例えば、133Pa(1Torr)以下)まで減圧する。

10

#### 【0022】

サセプタ12の導電体部15には高周波電源22が整合器(Matcher)23を介して接続されており、該高周波電源22は、比較的高い周波数、例えば、40MHzの高周波電力を導電体部15に供給する。これにより、サセプタ12の導電体部15は高周波電極として機能する。また、整合器23は、導電体部15からの高周波電力の反射を低減して高周波電力の導電体部15への供給効率を最大にする。また、導電体部15には、さらに他の高周波電源24が整合器25を介して接続されており、該他の高周波電源24は、高周波電源22が供給する高周波電力より低い周波数、例えば、2MHzの高周波電力を導電体部15に供給する。整合器25は整合器23と同様の機能を有する。以上より、サセプタ12は40MHzの高周波電力及び2MHzの高周波電力を処理空間PSに印加する。

20

#### 【0023】

サセプタ12の上方には、電極板26を内部に有する円板状の静電チャック27が配置されている。サセプタ12がウエハWを載置するとき、該ウエハWは静電チャック27上に配される。電極板26には直流電源28が電氣的に接続されている。電極板26に負の直流電圧が印加されると、ウエハWの裏面には正電位が発生するため、電極板26及びウエハWの裏面の間に電位差が生じ、該電位差に起因するクーロン力又はジョンソン・ラーベック(Johnsen-Rahbek)力によってウエハWは静電チャック27の上面に吸着保持される。

30

#### 【0024】

サセプタ12の上方には、サセプタ12の上面に吸着保持されたウエハWの周りを囲うように環状のフォーカスリング29が配設される。このフォーカスリング29はシリコン(Si)又はシリカ(SiO<sub>2</sub>)からなり、処理空間PSに露出し、該処理空間PSのプラズマをウエハWの表面に向けて収束し、RIE処理の効率を向上させる。また、フォーカスリング29の周りには、該フォーカスリング29の側面を保護する、クォーツからなる環状のカバーリング30が配置されている。

#### 【0025】

サセプタ12の内部には、例えば、円周方向に延在する環状の冷媒室31が設けられる。この冷媒室31には、チラーユニット(図示せず)から冷媒用配管32を介して所定温度の冷媒、例えば、冷却水やガルデン(登録商標)液が循環供給され、当該冷媒の温度によってサセプタ12上面に吸着保持されたウエハWの処理温度が制御される。

40

#### 【0026】

さらに、サセプタ12の上面のウエハWが吸着保持される部分(以下、「吸着面」という。)には、複数の伝熱ガス供給穴33が開口している。これら複数の伝熱ガス供給穴33は、サセプタ12内部に配置された伝熱ガス供給ライン34を介して伝熱ガス供給部(図示せず)に接続され、該伝熱ガス供給部は伝熱ガスとしてのヘリウム(He)ガスを、伝熱ガス供給穴33を介して吸着面及びウエハWの裏面の間隙に供給する。

50

## 【 0 0 2 7 】

また、サセプタ 1 2 の吸着面には、サセプタ 1 2 の上面から突出自在なリフトピンとしての複数のプッシャーピン 3 5 が配置されている。これらのプッシャーピン 3 5 は、モータ（図示せず）とボールねじ（図示せず）を介して接続され、ボールねじによって直線運動に変換されたモータの回転運動に起因して吸着面から自在に突出する。ウエハ W に R I E 処理を施すためにウエハ W を吸着面に吸着保持するときには、プッシャーピン 3 5 はサセプタ 1 2 に収容され、R I E 処理が施されたウエハ W を基板処理室 1 1 から搬出するときには、プッシャーピン 3 5 はサセプタ 1 2 の上面から突出してウエハ W をサセプタ 1 2 から離間させて上方へ持ち上げる。

## 【 0 0 2 8 】

基板処理室 1 1 の天井部には、サセプタ 1 2 と対向するようにガス導入シャワーヘッド 3 6 が配置されている。ガス導入シャワーヘッド 3 6 はバッファ室 3 7 が内部に形成された、絶縁性材料からなる電極板支持体 3 8 と、該電極板支持体 3 8 に釣支される上部電極板 3 9 とを備える。上部電極板 3 9 は処理空間 P S にその下面が露出する。また、上部電極板 3 9 は導電性材料、例えば、シリコンからなる円板状の部材である。上部電極板 3 9 の周縁部は絶縁性材料からなる環状のシールドリング 4 0 によって覆われる。すなわち、上部電極板 3 9 は、接地電位である基板処理室 1 1 の壁部から電極板支持体 3 8 及びシールドリング 4 0 によって電氣的に絶縁されている。

## 【 0 0 2 9 】

また、上部電極板 3 9 は直流電源 4 1 と電氣的に接続されており、上部電極板 3 9 には負の直流電圧が印加されている。したがって、上部電極板 3 9 は処理空間 P S に直流電圧を印加する。上部電極板 3 9 には直流電圧が印加されるため、上部電極板 3 9 及び直流電源 4 1 の間に整合器を配置する必要がなく、従来のプラズマ処理装置のように上部電極板に整合器を介して高周波電源を接続する場合に比べて、プラズマ処理装置 1 0 の構造を簡素化することができる。

## 【 0 0 3 0 】

電極板支持体 3 8 のバッファ室 3 7 には処理ガス供給部（図示せず）からの処理ガス導入管 4 2 が接続されている。また、ガス導入シャワーヘッド 3 6 は、バッファ室 3 7 を処理空間 P S に導通させる複数のガス穴 4 3 を有する。ガス導入シャワーヘッド 3 6 は、処理ガス導入管 4 2 からバッファ室 3 7 へ供給された処理ガスを、ガス穴 4 3 を経由して処理空間 P S へ供給する。

## 【 0 0 3 1 】

また、基板処理室 1 1 の側壁には、プッシャーピン 3 5 によってサセプタ 1 2 から上方へ持ち上げられたウエハ W の高さに対応する位置にウエハ W の搬出入口 4 4 が設けられ、搬出入口 4 4 には、該搬出入口 4 4 を開閉するゲートバルブ 4 5 が取り付けられている。

## 【 0 0 3 2 】

プラズマ処理装置 1 0 は、さらに、排気流路 1 8 に露出するように配置されている環状の接地リング 4 7（接地電極）を有する。該接地リング 4 7 は電氣的に接地されており、導電性材料、例えば、シリコンからなる。また、接地リング 4 7 はサセプタ 1 2 の側面を囲うように配置されている。プラズマ処理装置 1 0 では、上部電極板 3 9 が処理空間 P S に印加した直流電圧に起因して発生した電子が接地リング 4 7 に導入される。

## 【 0 0 3 3 】

このプラズマ処理装置 1 0 の基板処理室 1 1 内では、上述したように、サセプタ 1 2 の導電体部 1 5 がサセプタ 1 2 及び上部電極板 3 9 の間の空間である処理空間 P S に高周波電力を印加することにより、該処理空間 P S においてガス導入シャワーヘッド 3 6 から供給された処理ガスを高密度のプラズマにして陽イオンやラジカルを発生させ、さらに、上部電極板 3 9 が処理空間 P S に直流電圧を印加することによってプラズマを所望の状態に保ち、陽イオンやラジカルによってウエハ W に R I E 処理を施す。

## 【 0 0 3 4 】

ところで、本発明者は、本発明に先立ち、下記に示す従来のプラズマ処理装置 4 6 にお

10

20

30

40

50

いて基板処理室 11 内のデポ付着状況を観察した。

【0035】

図 2 は、従来のプラズマ処理装置の概略構成を示す断面図である。従来のプラズマ処理装置は、その構成や作用が上述したプラズマ処理装置 10 と基本的に同じであり、接地リングの配置位置がプラズマ処理装置 10 と異なるのみである。したがって、重複した構成、作用については説明を省略し、以下に異なる構成、作用についての説明を行う。

【0036】

図 2 において、プラズマ処理装置 46 は、排気流路 18 におけるエンクロージャー部材 17 の近傍に配置された接地リング 48 を有する。接地リング 48 の構成、機能はプラズマ処理装置 10 における接地リング 47 と同じである。

10

【0037】

本発明者は、プラズマ処理装置 46 において、処理空間 P S の圧力を  $6.67 \text{ Pa}$  ( $50 \text{ m Torr}$ ) に設定し、高周波電源 22 から  $40 \text{ MHz}$  の高周波電力を  $2100 \text{ W}$  で供給し、他の高周波電源 24 から  $2 \text{ MHz}$  の高周波電力を  $500 \text{ W}$  で供給し、直流電源 41 からは直流電圧を上部電極板 39 に印加せず、 $\text{C}_4\text{F}_8$  ガス及び  $\text{Ar}$  ガスをそれぞれの流量を  $10 \text{ sccm}$  及び  $1000 \text{ sccm}$  に設定して処理空間 P S に供給し、処理空間 P S にプラズマを生成した。そして、R I E 処理を 5 分間継続した場合における側壁部材 13、サセプタ側面被覆部材 16、エンクロージャー部材 17 及び排気プレート 19 の各表面におけるデポ付着速度 (デポレート) を計測した。

【0038】

図 3 は、従来のプラズマ処理装置の各構成部品におけるデポレートを示すグラフであり、図 3 (A) は側壁部材におけるデポレートを示し、図 3 (B) は排気プレートにおけるデポレートを示し、図 3 (C) はサセプタ側面被覆部材及びエンクロージャー部材におけるデポレートを示す。図 3 (A) 及び (C) における縦軸は排気プレート 19 からの位置を示し、図 3 (B) における横軸は側壁部材 13 及び排気プレート 19 の交差点からの位置を表す。また、図 3 (B) のグラフの横軸における  $60 \text{ mm}$  の点は排気プレート 19 及びサセプタ側面被覆部材 16 の交差点に対応する。なお、図 3 (A) ~ 図 3 (C) における矢印 A 及び矢印 B は図 2 における A 部及び B 部にそれぞれ対応する。

20

【0039】

図 3 (A) ~ 図 3 (C) のグラフに示すように、矢印 A 及び矢印 B ではデポレートが小さく、図 2 における A 部及び B 部 (隅部)、具体的には、基板処理室 11 の断面において、側壁部材 13 の表面及び排気プレート 19 の表面が交差する位置を中心にした半径  $5 \text{ mm}$  の円内、並びに、サセプタ側面被覆部材 16 の表面及び排気プレート 19 の表面が交差する位置を中心にした半径  $5 \text{ mm}$  の円内では、各表面にデポ膜がほとんど形成されることが分かった。

30

【0040】

そこで、本発明者は隅部にデポ膜がほとんど形成されない原因を探るべく、まず、側壁部材 13 等の表面にデポが付着する原因を検討した。通常、デポが付着する原因としては、C F 系のラジカルが各表面に衝突して付着する場合と、C F 系の低エネルギーのイオンが各表面に到達してそのまま付着する場合とが考えられる。

40

【0041】

まず、本発明者は、ラジカルと各表面との衝突の程度を調査すべく、プラズマ処理装置 46 において高周波電源 22 から  $40 \text{ MHz}$  の高周波電力を  $500 \text{ W}$  で供給し、他の高周波電源 24 からは  $2 \text{ MHz}$  の高周波電力を供給せず、 $\text{O}_2$  を含む処理ガスを処理空間 P S に供給して処理空間 P S に酸素ラジカルを発生させた。そして、該酸素ラジカルを用いてアッシング処理を行った場合における排気プレート 19 の表面におけるエッチレートを計測した。アッシング処理においてエッチレートは衝突するラジカルの入射量に依存する。

【0042】

図 4 は、アッシング処理時の排気プレートにおけるエッチレートを示すグラフである。図 4 における縦軸はエッチレート (E / R) を示し、同横軸は側壁部材 13 及び排気プレ

50

ート19の交差点からの位置を表す。また、図4のグラフの横軸における60mmの点は排気プレート19及びサセプタ側面被覆部材16の交差点に対応する。なお、図4における矢印A及び矢印Bは図2におけるA部及びB部にそれぞれ対応する。

【0043】

図4のグラフに示すように、エッチレートは、矢印Aの近傍、矢印Bの近傍、並びに矢印A及び矢印Bの間でほとんど変化しない。すなわち、ラジカルの入射量は排気プレート19の表面の全域においてほとんど変化しないことが分かった。一方、上述したように、排気プレート19の表面におけるA部及びB部に対応する部分にはデポ膜がほとんど形成されない。以上より、排気プレート19の表面において、ラジカルの入射量の分布とデポの付着量の分布が一致しないことが確認された。したがって、側壁部材13等の表面にデポが付着する原因はCF系の低エネルギーのイオンが各表面に到達してそのまま付着するためと分かった。

10

【0044】

隅部にデポ膜がほとんど形成されないメカニズムは、明りょうに説明するのが困難であるが、上述したデポ付着原因の検討の結果、本発明者は以下に説明する仮説を類推するに至った。

【0045】

すなわち、処理空間PSにおいてプラズマが生成された際に発生する電子は、自由運動によって基板処理室11内において拡散するが、基板処理室11の各構成部品(例えば、側壁部材13や排気プレート19)の表面が交差して形成された隅部は処理空間PSに対する間口が狭く、電子が進入し難いため、該隅部の電子密度が小さくなる。電子密度が小さい箇所では電子に対して作用するCF系のイオンのクーロン磁場が遮蔽される(デバイ遮蔽)ため、電子及びCF系のイオンが引き合うことがなく電子及びCF系のイオンが混在することがない。したがって、該隅部ではプラズマが存在しにくくなり、CF系のイオンが少なくなる。その結果、側壁部材13等の表面に到達するCF系の低エネルギーのイオンはほとんど存在せず、該隅部にデポ膜がほとんど形成されない。

20

【0046】

イオンのクーロン磁場が遮蔽された場合におけるイオンと該イオンのクーロン磁場が作用しない電子との最短距離をデバイ長というが、該デバイ長は、図5のグラフに示すように、電子密度が小さくなると長くなる。ここで、プラズマ処理装置46では、側壁部材13の表面及び排気プレート19の表面が交差する位置を中心にした半径5mmの円内、並びに、サセプタ側面被覆部材16の表面及び排気プレート19の表面が交差する位置を中心にした半径5mmの円内において、CF系のイオンのクーロン磁場が遮蔽されていると考えられる。したがって、A部及びB部におけるデバイ長は5mmであり、さらに、図5のグラフに基づいてA部及びB部の電子密度、少なくともサセプタ側面被覆部材16の表面及び排気プレート19の表面が交差する位置の電子密度は $10^7 \text{ cm}^{-3}$ 以下であることが分かった。

30

【0047】

また、基板処理室11内を拡散する電子は、基板処理室11の各構成部品の表面が交差して形成されたいずれの隅部にも進入し難いため、いずれの隅部においてもデポ膜がほとんど形成されないことが推察された。

40

【0048】

本実施の形態では、上記得られた知見に基づいて、接地リング47が、サセプタ側面被覆部材16の表面及び排気プレート19の表面が交差して形成された隅部、具体的には、基板処理室11の断面において、接地リング47の排気流路18に露出する部分の断面形状がサセプタ側面被覆部材16の表面及び排気プレート19の表面が交差する位置を中心にした半径5mmの円内に含まれるように、配される。

【0049】

プラズマ処理装置10によれば、接地リング47は、サセプタ側面被覆部材16の表面及び排気プレート19の表面が交差して形成された隅部、具体的には、基板処理室11の

50

断面において、該接地リング４７の排気流路１８に露出する部分の断面形状がサセプタ側面被覆部材１６の表面及び排気プレート１９の表面が交差する位置を中心とした半径５ｍｍの円内に含まれるように、配される。デポ膜はＣＦ系のイオンによって形成されるが、処理空間ＰＳで生成されたプラズマの電子は上記隅部には進入し難いため、該隅部においてＣＦ系のイオンが少なくなる。したがって、ＣＦ系のイオンが接地リング４７に到達することがなく、もって、接地リング４７の表面にデポ膜が形成されるのを防止することができる。

【００５０】

また、プラズマ処理装置１０では、接地リング４７は電子密度が $10^7 \text{ cm}^{-3}$ 以下である箇所、具体的には、基板処理室１１の断面において、該接地リング４７の排気流路１８に露出する部分の断面形状が、電子密度が $10^7 \text{ cm}^{-3}$ 以下である位置を中心とした半径５ｍｍの円内に含まれるように、配される。電子密度が小さい箇所では電子に対して作用するＣＦ系のイオンのクーロン電場が遮蔽される。すなわち、電子及びＣＦ系のイオンが引き合うことがなく、電子及びＣＦ系のイオンが混在することがないので、プラズマが存在しにくい。したがって、デポ膜を形成するＣＦ系のイオンが接地リング４７に到達することがなく、もって、接地リング４７の表面にデポ膜が形成されるのを防止することができる。

10

【００５１】

上述したプラズマ処理装置１０では、接地リング４７がサセプタ側面被覆部材１６の表面及び排気プレート１９の表面が交差して形成された隅部に配されたが、接地リング４７が配される隅部はこれに限られず、基板処理室１１の各構成部品の表面が交差して形成されたいずれの隅部（例えば、図６（Ａ）～図６（Ｄ）参照。）であってもよい。基板処理室１１内を拡散する電子はいずれの隅部にも進入し難いため、いずれの隅部においても接地リング４７の表面にデポ膜が形成されるのを防止することができる。

20

【００５２】

また、接地リング４７は上述した隅部に配される代わりに、処理空間ＰＳに対して凹んだ、基板処理室１１の凹部に収容されてもよい。該凹部も処理空間ＰＳに対する間口が狭く、電子が進入し難いため、収容された接地リング４７の表面にデポ膜が形成されるのを防止することができる。接地リング４７の断面形状も、図２に示すようなコの字状に限られず、Ｌ字状、横長の矩形状又は縦長の矩形状（図７（Ａ）～図７（Ｃ）参照。）であってもよい。

30

【００５３】

プラズマ処理装置１０では、接地電極として環状の接地リング４７を用いたが、接地電極が環状である必要はなく、例えば、接地電極を分割された複数の導電体で構成し、各導電体をサセプタ１２の側面等に分散して配置してもよい。

【００５４】

また、本発明を適用可能なプラズマ処理装置は、処理空間においてプラズマが発生するものであればよい。具体的には、上述したプラズマ処理装置１０のように高周波電極としてのサセプタ１２に互いに異なる２周波の高周波電力が供給されるものだけでなく、上部電極板及びサセプタのそれぞれに高周波電力が供給されるものやサセプタに１つの高周波電力が供給されるのもであってもよい。

40

【００５５】

なお、上述したプラズマ処理装置１０においてＲＩＥ処理等が施される基板は半導体デバイス用の半導体ウエハに限られず、ＬＣＤ（Liquid Crystal Display）やＦＰＤ（Flat Panel Display）等に用いる各種基板や、フォトマスク、ＣＤ基板、プリント基板等であってもよい。

【実施例】

【００５６】

次に、本発明の実施例を具体的に説明する。

【００５７】

50



## 実施例 1

上述したプラズマ処理装置 10 において、処理空間 P S の圧力を 6 . 6 7 P a ( 5 0 m T o r r ) に設定し、高周波電源 2 2 から 4 0 M H z の高周波電力を 1 0 0 0 W で供給し、他の高周波電源 2 4 からは 2 M H z の高周波電力を供給せず、直流電源 4 1 から - 6 0 0 V の直流電圧を上部電極板 3 9 に印加し、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub> ガス、A r ガス及び N<sub>2</sub> ガスをそれぞれの流量を 6 s c c m、1 0 0 0 s c c m 及び 1 2 0 s c c m に設定して処理空間 P S に供給し、処理空間 P S にプラズマを生成した。そして、R I E 処理を 5 分間継続した場合の接地リング 4 7 の表面におけるデポ膜の形成を観察した。

【 0 0 5 8 】

## 比較例 1

上述したプラズマ処理装置 4 6 において、R I E 処理の条件を実施例 1 と同様に設定し、該 R I E 処理を 5 分間継続した場合の接地リング 4 8 の表面におけるデポ膜の形成を観察した。

【 0 0 5 9 】

実施例 1 では接地リング 4 7 の表面にデポ膜はほとんど形成されなかったが、比較例 1 では接地リング 4 8 の全表面にデポ膜が形成された。以上より、接地リング 4 7 を基板処理室 1 1 の各構成部品の表面が交差して形成された隅部に配すると、接地リング 4 7 の表面にデポ膜が形成されるのを防止することができることが分かった。

【 0 0 6 0 】

次に、サセプタ 1 2 に供給される高周波電力の値、上部電極板 3 9 に印加される直流電圧の値及び接地リング 4 7 の表面に形成されるデポ膜の関係について考察を行った。

【 0 0 6 1 】

## 実施例 2

まず、プラズマ処理装置 10 において、他の高周波電源 2 4 から 2 M H z の高周波電力を 1 0 0 0 W で供給する点以外は R I E 処理の条件を実施例 1 と同様に設定し、該 R I E 処理を 5 分間継続した場合の接地リング 4 7 の表面におけるデポ膜の形成を観察した。

【 0 0 6 2 】

## 実施例 3

まず、プラズマ処理装置 10 において、高周波電源 2 2 から 4 0 M H z の高周波電力を 2 0 0 0 W で供給する点以外は R I E 処理の条件を実施例 1 と同様に設定し、該 R I E 処理を 5 分間継続した場合の接地リング 4 7 の表面におけるデポ膜の形成を観察した。

【 0 0 6 3 】

## 実施例 4

まず、プラズマ処理装置 10 において、直流電源 4 1 から - 1 2 0 0 V の直流電圧を上部電極板 3 9 に印加する点以外は R I E 処理の条件を実施例 1 と同様に設定し、該 R I E 処理を 5 分間継続した場合の接地リング 4 7 の表面におけるデポ膜の形成を観察した。

【 0 0 6 4 】

上記実施例 1 ~ 実施例 4 ではいずれも接地リング 4 7 の表面にデポ膜はほとんど形成されなかった。以上より、接地リング 4 7 を基板処理室 1 1 の各構成部品の表面が交差して形成された隅部に配すると、直流電圧の値や高周波電力の値に関係なく、接地リング 4 7 の表面にデポ膜が形成されるのを防止することができることが分かった。

【 0 0 6 5 】

また、上記実施例 1 ~ 実施例 4 ではいずれも接地リング 4 7 に所定の値の直流電流が流れることが確認された。したがって、デポ膜形成防止のために電子密度が  $1 0^7 \text{ cm}^{-3}$  以下である位置に接地リング 4 7 を配置しても、該接地リング 4 7 が上部電極板 3 9 の対向電極として機能し、処理空間 P S に直流電圧を印加することができるのが分かった。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 6 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態に係るプラズマ処理装置の概略構成を示す断面図である。

【 図 2 】 従来のプラズマ処理装置の概略構成を示す断面図である。

10

20

30

40

50

【図3】従来のプラズマ処理装置の各構成部品におけるデポレートを示すグラフであり、  
 図3(A)は側壁部材におけるデポレートを示し、図3(B)は排気プレートにおけるデポレートを示し、  
 図3(C)はサセプタ側面被覆部材及びエンクロージャー部材におけるデポレートを示す。

【図4】アッシング処理時の排気プレートにおけるエッチレートを示すグラフである。

【図5】デバイ長及び電子密度の関係を示すグラフである。

【図6】接地リングの配置場所の変形例を示す図である。

【図7】接地リングの断面形状の変形例を示す図である。

【符号の説明】

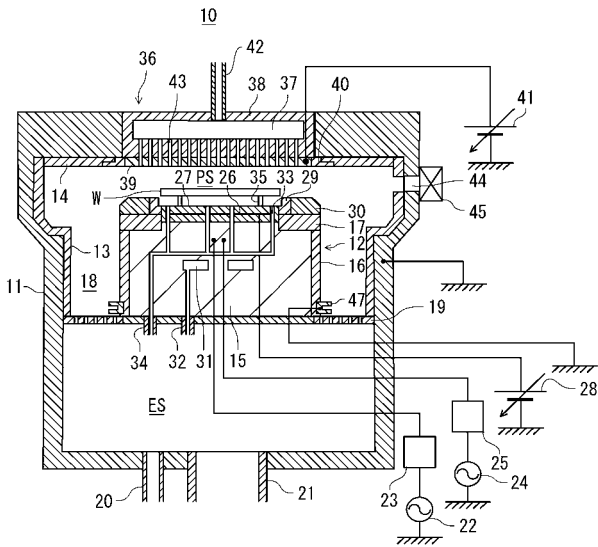
【0067】

- ES 排気空間
- PS 処理空間
- W 半導体ウエハ
- 10, 46 プラズマ処理装置
- 11 基板処理室
- 12 サセプタ
- 13 側壁部材
- 16 サセプタ側面被覆部材
- 18 排気流路
- 19 排気プレート
- 22 高周波電源
- 24 他の高周波電源
- 39 上部電極板
- 47, 48 接地リング

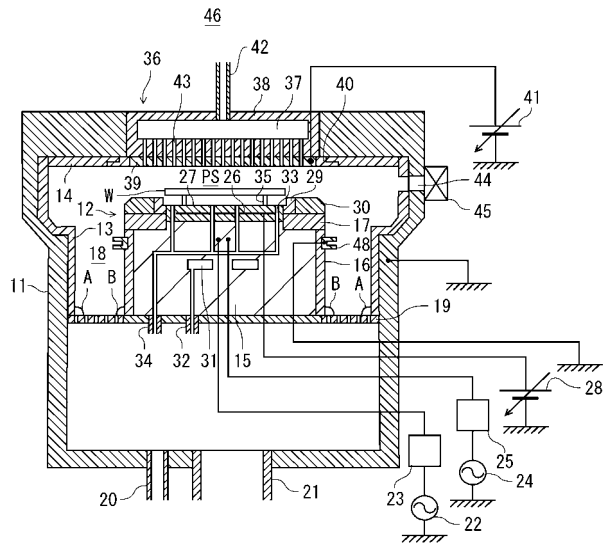
10

20

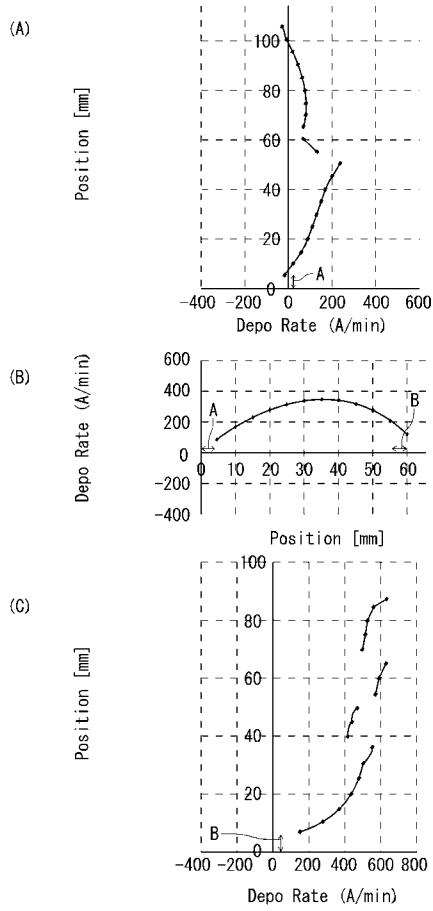
【図1】



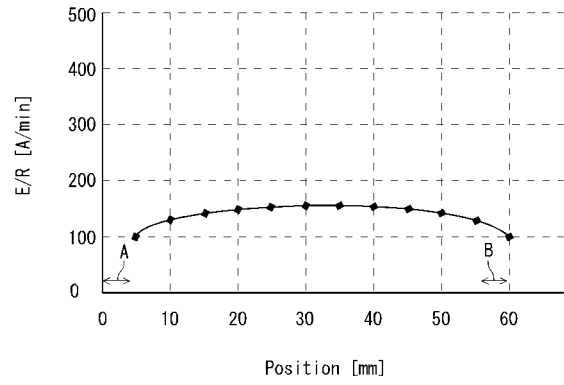
【図2】



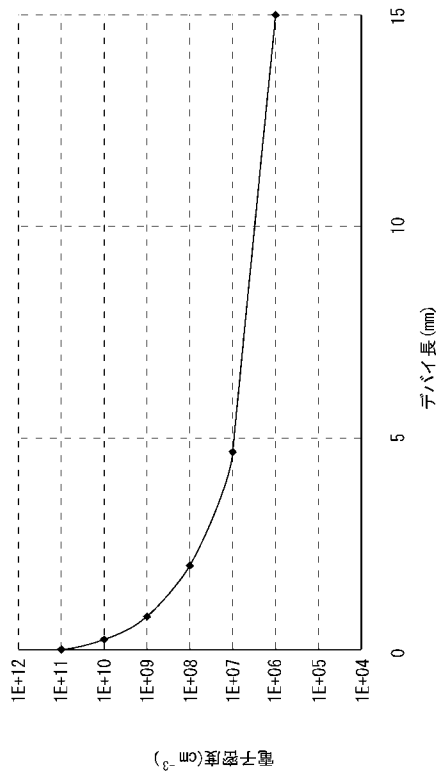
【 図 3 】



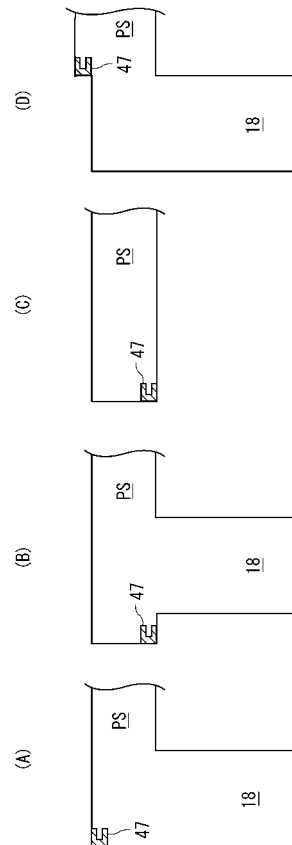
【 図 4 】



【 図 5 】

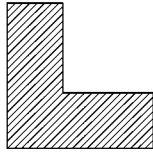


【 図 6 】

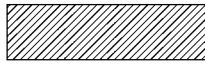


【 7 】

(A)



(B)



(C)



---

フロントページの続き

- (72)発明者 本田 昌伸  
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
- (72)発明者 兒玉 法明  
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 宮崎 園子

- (56)参考文献 国際公開第2005/124844(WO, A1)  
特開昭56-087672(JP, A)  
特開平08-319588(JP, A)  
特開2002-057110(JP, A)  
特開2002-151471(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L 21/3065