

(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2011-187881

(P2011-187881A)

(43) 公開日 平成23年9月22日(2011.9.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H O 1 L 21/3065 (2006.01)</b>	H O 1 L 21/302 1 O 1 G	5 F 0 0 4
<b>H O 5 H 1/46 (2006.01)</b>	H O 5 H 1/46 B	5 F 0 3 1
<b>H O 1 L 21/683 (2006.01)</b>	H O 1 L 21/302 1 O 1 D	
	H O 1 L 21/68 R	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2010-54408 (P2010-54408)  
 (22) 出願日 平成22年3月11日 (2010.3.11)

(71) 出願人 501387839  
 株式会社日立ハイテクノロジーズ  
 東京都港区西新橋一丁目24番14号  
 (74) 代理人 110000350  
 ポレール特許業務法人  
 (72) 発明者 金 正烈  
 山口県下松市大字東豊井794番地 株式  
 会社日立ハイテクノロジーズ笠戸事業所内  
 (72) 発明者 石村 裕昭  
 山口県下松市大字東豊井794番地 株式  
 会社日立ハイテクノロジーズ笠戸事業所内  
 (72) 発明者 坂口 正道  
 山口県下松市大字東豊井794番地 株式  
 会社日立ハイテクノロジーズ笠戸事業所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置および方法

## (57) 【要約】

## 【課題】

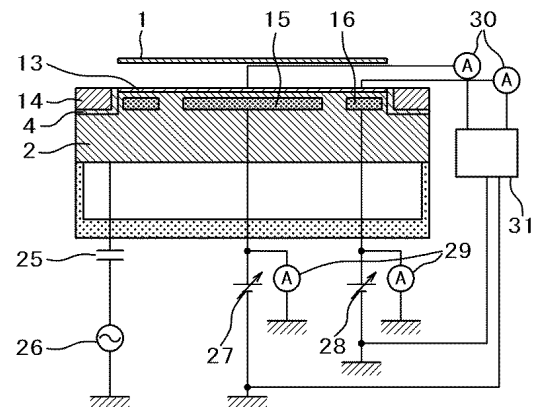
ダイポール式のJ-R電極を用い、安定な静電吸着の確保とプラズマ電位の上昇による異常放電の抑制が可能なプラズマ処理装置および方法を提供する。

## 【解決手段】

ダイポール式のJ-R電極(内側吸着電極15、外側吸着電極16)を備えた静電吸着装置2を有するプラズマ処理装置において、内側吸着電極15及び外側吸着電極16から流れるリーク電流をリーク電流検出計30で検出し、検出されたリーク電流の差が所定の範囲内となるように内側吸着電極15及び外側吸着電極16へ印加される電圧を制御部31で制御する。

【選択図】 図2

図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

真空処理室と、前記真空処理室内に配置され、被処理材が設置される、ダイポール式の内側吸着電極と外側吸着電極とを備えた静電吸着装置と、前記内側吸着電極及び外側吸着電極へそれぞれ異なった静電吸着電圧を印加する直流電源と、前記静電吸着装置へバイアス電圧を印加するバイアス用高周波電源と、前記被処理材を処理するプラズマを発生する手段とを有するプラズマ処理装置において、

前記内側吸着電極から前記プラズマを経由して流れる第 1 のリーク電流を検出する第 1 のリーク電流検出手段と、

前記外側吸着電極から前記プラズマを経由して流れる第 2 のリーク電流を検出する第 2 のリーク電流検出手段と、

検出された前記第 1 のリーク電流と前記第 2 のリーク電流との電流差が所定の範囲内となるように、前記内側吸着電極及び外側吸着電極へそれぞれ異なった静電吸着電圧を印加する前記直流電源を制御する制御部とを有することを特徴とするプラズマ処理装置。

## 【請求項 2】

請求項 1 記載のプラズマ処理装置において、

前記制御部は、前記内側吸着電極及び外側電極の吸着電圧の差を一定に保ちながら静電吸着電圧を印加する前記直流電源を制御するものであることを特徴とするプラズマ処理装置。

## 【請求項 3】

請求項 1 記載のプラズマ処理装置において、

前記電流差における前記所定の範囲は、 $\pm 0.7 \text{ mA}$  以内であることを特徴とするプラズマ処理装置。

## 【請求項 4】

請求項 1 記載のプラズマ処理装置において、

予め求められた適正な吸着を得るための可変ウェハ電位差を  $V_{dc}(P)$  としたとき

、  
前記制御部は、前記内側吸着電極及び前記外側吸着電極の電圧差を前記  $V_{dc}(P)$  の 2 倍となるように保ちつつ、前記第 1 のリーク電流と前記第 2 のリーク電流の電流差が  $0 \text{ mA}$  となるように前記直流電源を制御するものであることを特徴とするプラズマ処理装置。

## 【請求項 5】

真空処理室内に配置され、ダイポール式の内側吸着電極と外側吸着電極とを備えた静電吸着装置の前記内側吸着電極と外側吸着電極へ予め設定された静電吸着電圧をそれぞれ印加するステップと、

前記内側吸着電極と外側吸着電極を通して流れるリーク電流をそれぞれ検出するステップと、

検出されたそれぞれの前記リーク電流の差が所定の範囲となるように、前記内側吸着電極と外側吸着電極へ印加する吸着電圧の差を一定に保ちながら前記内側吸着電極と外側吸着電極へ吸着電圧を印加する吸着電源を制御するステップと、を有することを特徴とするプラズマ処理方法。

## 【請求項 6】

請求項 5 記載のプラズマ処理装置において、

前記電流差における前記所定の範囲は、 $\pm 0.7 \text{ mA}$  以内であることを特徴とするプラズマ処理方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、半導体素子等の電子部品の製造に用いられるプラズマ処理装置および方法に関する。

10

20

30

40

50

## 【背景技術】

## 【0002】

プラズマエッチング装置では、真空の処理容器内に被処理材（ウェハ）が設置される基板電極に高周波電力が印加される。高周波電力はコンデンサ（静電吸着膜）を介した電極（載置台）に印加されることから、ウェハを静電的に吸着させることができる。したがって、静電吸着膜にはウェハにクランプされた直流的な負の電位いわゆる自己バイアス電圧と基板電極に印加する高周波電圧の差分の電圧が印加される。

## 【0003】

上記自己バイアス電圧により、プラズマ中のイオン成分が加速されウェハに入射することで、エッチングの進行が促進される。そこで、従来の技術では（たとえば特許文献1）基板電極に可変の直流電圧を印加し、その値を変えながら被処理材と基板電極との間の直流漏れ電流を検出し、直流電圧の電圧値と直流漏れ電流の電流値の電圧電流特性に基づいて自己バイアス電圧を求めることにより、基板電極に所定の可変直流電圧を自動制御する方法を提示している。

10

## 【0004】

また、特許文献2では、異常放電の発生を未然に抑止するため電極に流れ込む静電吸着直流電流のリーク電流を検出して静電吸着電圧の絶対値を小さくする方法が報告されている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

20

## 【0005】

【特許文献1】特開2002-252276号公報

【特許文献2】特開2007-073309号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

前記の従来技術（特許文献1，2）では、次のような課題に対して十分な配慮がなされていない。近年被処理デバイスの高微細化に伴ってプラズマにさらされる真空処理室内の内壁表面は耐プラズマ性の高い絶縁体材料で覆われており、処理室内のプラズマは直流的にはほぼフローティングの状態となっている。ウェハを静電吸着するために高電圧を印加するモノポール方式を用いた場合にはこのフローティング状態にあるプラズマ電位へ及ぼす影響が大きいため、現在は比較的低電圧で大きな吸着圧力を安定して得ることができるダイポール方式が主流になっている。このような環境下でダイポール方式の場合は、たとえば電氣的に分離された2つの電極（ダイポール方式）にそれぞれ極性の異なる電圧（たとえば+500Vと-500V）を印加して静電吸着を行っており、モノポール方式ほど大きくはないが、正電圧側電極からプラズマへのリーク電流が発生する。このとき、モノポール方式の場合と同様にプラズマからの電子供給によりウェハ表面は負にチャージしており、プラズマからウェハ、静電吸着膜を経由して負側電極に流れ出るリーク電流値は、正側電極からプラズマに流れ込むリーク電流値よりも小さく、プラズマの正電位へのチャージアップが進行しプラズマ電位が上昇した結果、チャンバ内壁表面の絶縁体層の絶縁破壊等に至る。

30

40

## 【0007】

特許文献2では上記のプラズマ電位の上昇によるチャンバ内部品の破壊に着目し、異常放電を抑止するためリーク電流を検知し異常放電が起こらないように静電吸着電圧の絶対値を小さくする方法を示している。しかし、異常放電を抑制するため静電吸着電圧の絶対値を小さくする方法には以下の問題を引き起こす可能性がある。

## 【0008】

近年、静電吸着を用いたプラズマエッチング装置においては静電吸着に必要な電圧を印加することにより吸着されたウェハ表面上の温度が上昇するため、基板電極表面の薄い溝に冷却ガスを流して基板電極裏面への冷却ガスの流入量と漏れ量の比率を一定とする制御

50

方法が用いられており、この漏れ量は静電吸着力に依存して増減する。そこで、上記の特許文献2のように静電吸着電圧の絶対値を小さくすると静電吸着力が弱くなり、ウェハ裏面に流れている冷却ガスの流入量と漏れ量の比率が一定にならないため、ウェハが基板電極から飛んでしまい、安定な静電吸着の確保が困難である。

【0009】

最近のプラズマエッチング処理装置では処理プロセスの高速化を図り、プラズマ除電における被処理材と静電吸着膜間に残された残留吸着力による問題もある。

【0010】

本発明の目的は、ダイポール式のJ-R (Johnsen - Rahbek) 電極 (電極内側と外側) を用い、安定な静電吸着の確保とプラズマ電位の上昇による異常放電の抑制が可能でプラズマ処理装置および方法を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明は上記課題を解決するため、真空処理室と被処理材を吸着するための静電吸着膜を有する基板電極と、電極保護カバーおよびダイポール式のJ-R電極に接続された静電吸着用直流電源 (内側と外側) とカップリングコンデンサを有するバイアス用高周波電源と真空処理室内にプラズマを生成させるためのプラズマ生成手段からなるプラズマ処理室を用いた被処理材のプラズマ処理方法において、基板電極へ印加した静電吸着電圧と高周波電力に対して電極表面の静電吸着膜およびウェハを経由して流れ込むプラズマに直流の微少なリーク電流をモニターして、モニターされたリーク電流を元に電極内側と外側の静電吸着用直流電圧を制御する。

20

【発明の効果】

【0012】

ダイポール式のJ-R (Johnsen - Rahbek) 電極 (電極内側と外側) を用いても、安定な静電吸着の確保とプラズマ電位の上昇による異常放電の抑制が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】 発明を実施するための形態に係るプラズマ処理装置の概略断面図である。

【図2】 図1に示したプラズマ処理装置の要部概略横断面図である。

30

【図3】 本発明の第1の実施例に係るプラズマエッチング装置の内側吸着電極と外側吸着電極 (ダイポール式のJ-R電極) に流れ込むリーク電流の差とプラズマ電位との相関を示す図である。

【図4】 本発明の第1の実施例1に係るプラズマエッチング装置のダイポール式のJ-R電極を用いた、安定な静電吸着のためのウェハ表面電位 ( $V_{dc}$ ) と静電吸着電圧 (内側 / 外側) との相関を示す図である。

【図5】 本発明の第1の実施例に係るプラズマエッチング装置の静電吸着装置部における動作手順を示すフローチャート図である。

【図6】 本発明の第1の実施例に係るプラズマエッチング装置の基板電極 (静電吸着装置) からのリーク電流差 (内側 / 外側) と静電吸着電圧 (内側 / 外側) の相関を示す図である。

40

【図7】 本発明の第2の実施例に係るプラズマ処理装置において、ウェハ電位  $V_{dc}$  が約 - 200V になるように高周波バイアス電源の出力を上げた場合の基板電極 (静電吸着装置) からのリーク電流差 (内側 / 外側) と静電吸着電圧 (内側 / 外側) の相関を示す図である。

【図8】 本発明の第3の実施例に係るプラズマ処理装置の基板電極 (静電吸着装置) からのリーク電流差 (内側 / 外側) と静電吸着電圧 (内側 / 外側) の相関を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

図1は、本発明を適用するプラズマ処理装置のプラズマ生成部の詳細を示す。エッチン

50

グ処理は真空チャンバ内の静電吸着装置 2 の上にウェハ 1 を設置し、プラズマ 100 を発生させることで実行される。

【0015】

詳細に説明すると、真空処理室 6 内にはガス供給系 101 から一定流量に制御されたプロセスガスが流される。また、真空処理室 6 の上には円盤状のアンテナ 24 を設置する。アンテナ 24 にはマイクロ波電源 21 を、高周波をオン・オフするスイッチ 22、高周波印加の際にインピーダンスの整合をとるための整合器 23 を介して接続する。

【0016】

アンテナ 24 にマイクロ波電源 21 の電圧を印加して電磁波を生成し、生成した電磁波を真空処理室 6 に導入すると、真空チャンバ 5 の周囲に設置したコイル 7 によって生じる磁場との相互作用により、真空処理室 6 内には高密度なプラズマ 1 を生成することができる。なお、符号 3 は絶縁部材、符号 4 は保護カバー、符号 8 はシャワープレート、符号 9 は貫通孔、符号 10 は蓋、符号 25 はカップリングコンデンサ、符号 26 はバイアス用高周波電源を示す。

【0017】

図 2 は、本実施の形態を適用するダイポール式の J - R 電極の横断面図を示す。まず、真空チャンバ 5 の内周りは、セラミックス材もしくは陽極酸化アルミの円筒で覆い、その内側には表面に誘電体膜を溶射したセラミックス材のアース電極がある。ウェハ 1 が設置された静電吸着装置 2 では静電吸着膜 13 を介し、静電吸着装置 2 の外周部の表面に溶射によって形成したセラミックス層 14 を備える。さらに、静電吸着装置 2 の外周部には外周部の被処理材（被処理材、ウェハ）載置面よりも低い部分をプラズマから保護するために石英製の保護カバー 4 を配置している。また、電極部には内側 / 外側の面積のバラツキによる不具合を抑えるために内側吸着電極 15（円形状）と外側吸着電極 16（リング状）の面積比を 1 対 1 になるように加工して設置する。このダイポール式の J - R 電極にはそれぞれ静電吸着用電源を接続し、電圧を印加することによりウェハ 1 を静電吸着する。符号 27 は静電吸着用電源（内）、符号 28 は静電吸着用電源（外）、符号 29 は静電吸着用電流計、符号 30 はリーク電流検出計、符号 31 は制御部を示す。なお、静電吸着用電源（内）（外）は 2 つの電源を用いる必要はなく、1 つの電源を用いて分圧しても良い。

【0018】

本発明の実施の形態に係る、ダイポール式の J - R 電極を有するプラズマ処理装置において、基板電極（静電吸着装置）へ印加した静電吸着電圧と高周波電力に対して電極表面の静電吸着膜およびウェハを経由して流れ込むプラズマに直流の微少なリーク電流をモニターし、電極内側と外側の静電吸着電圧の差を、 $V_{dc}(P)$  の 2 倍に保ちつつ、内側と外側のリーク電流差を 0 mA 近傍になるように制御することから安定な静電吸着を得ながらプラズマ処理室中の異常放電を抑制することができる。

【0019】

また、静電吸着装置 2 の電極内側と外側の可変ウェハ電位差（ $V_{dc}$ ）を 2 倍に保ちつつ、内側と外側のリーク電流差を 0 mA 近傍になるように制御することで、異なる基板電極表面材料や電極構造、また、表面状態により変動する電気抵抗率においても安定な静電吸着を得ながらプラズマ処理室中の異常放電を抑制することができる。

【0020】

以下、実施例により詳細に説明する。

【実施例 1】

【0021】

第 1 の実施例について、図 3 ~ 図 6 を用いて説明する。なお、発明を実施するための形態に記載され本実施例に未記載の事項は特段の事情がない限り本実施例にも適用できる。

【0022】

図 3 は、本発明の第 1 の実施例に係るプラズマエッチング装置の内側吸着電極 15 と外側吸着電極 16（ダイポール式の J - R 電極）に流れ込むリーク電流の差とプラズマ電位（ $V_{plasma}$ ）の相関を示す。先に述べたようにリーク電流値はウェハ表面電位（V

10

20

30

40

50

d c) に依存するが、ウェハ表面の電位はピークトゥピーク電圧 ( $V_{pp}$ ) に大きく依存するため、ピークトゥピーク電圧が変わることによってリーク電流値、さらにはプラズマ電位が変わる。すなわち、従来ではピークトゥピーク電圧値 ( $V_{pp}$ ) をモニターし、適正な静電吸着電圧を印加することによるプラズマ電位の制御がなされてきた。しかし、ダイポール式の J - R 電極の場合は電極の内側 (+) と外側 (-) に印加される静電吸着用直流電流から流れ込むリーク電流差を制御することが可能である。したがって、本実施例では静電吸着をするために静電吸着用電源の内側 27 と外側 28 に印加する直流電圧 (たとえば内側: +900V ~ +100V、外側: -100V ~ -900V) によって、0.1mA ~ 1mA 程度の直流電流が流れるようにして、この直流電流からプラズマ表面を經由して流れるリーク電流をリーク電流検出計 30 で検出した。

10

#### 【0023】

測定の結果、電極内側と外側に流れるリーク電流の差が大きい程プラズマ電位が高くなり、プラズマ処理室の壁面を被覆する絶縁性材料表面付近で異常放電が発生することが判った。上記の現象は静電吸着をするために電極に印加する直流電位によって、0.1mA ~ 1mA 程度の直流電流が流れようとするが、プラズマ処理室内が絶縁性の容器で構成されている場合、その直流電流をアース側で十分吸収できず、プラズマ電位が上昇に至るためである。安定な静電吸着に必要なリーク電流はたとえば内側で約 0.2mA 以上、外側で約 -0.2mA 以下であるが、プラズマ電位の上昇による異常放電を制御するためには図 3 に示すように電極内側と外側からのリーク電流差を約 0.7mA 以下にする必要がある。

20

#### 【0024】

図 4 は本実施例に係るプラズマ処理装置 (プラズマエッチング装置) のダイポール式の J - R 電極を用いた安定な静電吸着のためのウェハ表面電位 ( $V_{dc}$ ) と静電吸着電圧 (内側 / 外側) との相関を示す。装置構成は上記の図 2 と同様である。ダイポール式電極の場合、静電吸着用電源 27, 28 から基板電極 (静電吸着装置) を通して流れるリーク電流値はウェハ電位 ( $V_{dc}$ ) に大きく依存するため、安定な静電吸着を得るためには、静電吸着電圧 (内 / 外) を適切に調整する必要がある。そのため、仮に内側と外側のリーク電流差が 0mA であったとすると、内側と外側の可変ウェハ電位差 ( $V_{dc}$ ) はつり合っていることから、 $V_{dc}(\text{内}) = V_{dc}(\text{外})$  となる。しかし、可変ウェハ電位差  $V_{dc}$  が異常に大きくなる場合、電極表面に残る残留吸着力が増加するため、除電の時、基板電極 (静電吸着装置) からウェハが剥がれ難くなる可能性がある。一方、 $V_{dc}$  が小さすぎるとウェハ 1 が基板電極 (静電吸着装置) に吸着できなくなるため、適切な  $V_{dc}$  の制御が必要である。

30

#### 【0025】

基板電極表面材料等によって、安定かつ適正なウェハの吸着力を得るための  $V_{dc}$  は異なるが、本実施例の基板電極においては  $V_{dc} = 500V$  程度 (450 ~ 550V) が適正であった。

#### 【0026】

したがって、異常放電を起こさない吸着力の安定性を維持しつつ残留吸着の問題を解決するためには、内側と外側のリーク電流差を 0mA 近傍に保ちつつ、静電吸着電圧 (内) - 静電吸着電圧 (外) = 1000V にすると、内側と外側の可変ウェハ電位差  $V_{dc}(\text{内 / 外}) = 500V$  となり最適な静電吸着が得られることが判った。

40

#### 【0027】

つまり、基板電極に対して適正な吸着を得るための  $V_{dc}$  を  $V_{dc}(P)$  とすると、安定な静電吸着を得ながらプラズマ処理室中の異常放電を抑制するためには、内側と外側の静電吸着電圧の差を、 $V_{dc}(P)$  の 2 倍に保ちつつ、内側と外側のリーク電流差を 0mA 近傍になるように制御することで実現可能であることが判明した。

#### 【0028】

図 5 は本実施例に係るプラズマ処理装置 (プラズマエッチング装置) の静電吸着装置部における動作手順を示すフローチャート図である。ステップ 1 において、静電吸着用電源 2

50

7、28は、内側吸着電極15および外側吸着電極16に静電吸着電圧（吸着スタート時に設定された吸着電圧値）を印加する。ステップ2において、内側吸着電極15および外側吸着電極16を通して流れるリーク電流値はリーク電流検出計30により検知する。ステップ3において、制御部31はリーク電流検出計で検知された内側と外側のリーク電流差を元に静電吸着用電源27、28が印加する内側と外側の静電吸着電圧を内側と外側の吸着電圧の差を一定（ $V_{dc}(P)$ の2倍）に保ちながら制御する。なお、図5では内側電極と外側電極の可変ウェハ電位差  $V_{dc}$ （内/外）= 500Vとしたが、この値は基板電極材料の電気特性により適正值は変わる。したがって、装置毎に  $V_{dc}$  を求めることが望ましい。

【0029】

10

図6は本実施例に係るプラズマ処理装置（プラズマエッチング装置）の基板電極（静電吸着装置）からのリーク電流差（内側/外側）と静電吸着電圧（内側/外側）の相関を示す図である。装置構成は図2と同様である。

【0030】

上記で述べたように内側と外側のリーク電流差が約0.7mA以上の領域ではプラズマ処理室壁面の絶縁材料表面で異常放電を起こすため、リーク電流差が0.7mA以上にならないように静電吸着電圧（内側/外側）を可変させる必要がある。また、この静電吸着電圧を可変させて安定な吸着力を得るためには、静電吸着電圧（内）- 静電吸着電圧（外）= 1000Vになる電圧でリーク電流差が0mAになる静電吸着電圧を探せばよい。

【0031】

20

したがって、図6のようにウェハ電位  $V_{dc}$  が0V、つまり、高周波バイアス電源がほぼ0Wに近い条件において、静電吸着電圧（内/外）を可変し、適正な静電吸着力およびプラズマ異常放電の抑制効果が得られる範囲の静電吸着電圧（内/外）を調べた。

【0032】

たとえば、図6の（1）は静電吸着電圧（内）- 静電吸着電圧（外）= 1000Vとなる直線を示す。まず、この直線上の（2）（+500V（内）、-500V（外））の場合、内側の静電吸着電圧と外側の静電吸着電圧が等しいことからリーク電流差が0mAとなり、異常放電を起こせず、さらに静電吸着力も安定であることが判明した。

【0033】

一方、図6の（3）（+700V（内）、-300V（外））の場合は、安定な静電吸着が得られるが、ウェハ電位  $V_{dc}$  = 0Vに対してリーク電流差が大きくなり、異常放電を起こす領域（0.7mA）の境界に位置することが判った。

30

【0034】

図6の（4）（+200V（内）、-200V（外））はリーク電流差が0mAであるが、静電吸着に必要な静電吸着電圧が弱いため、ウェハ裏面に流れている冷却ガスの流入量と漏れ量の比率が一定にならず、ウェハが基板電極から飛んでしまい異常放電以上の問題を引き起こす境界領域であることが判った。

【0035】

一方、図6の（5）（+800V（内）、-800V（外））の場合は、図6の（2）や（4）と同様に電極内側と外側のリーク電流差が0mAであるが、静電吸着に必要な以上の電圧が印加され、速やかに静電吸着力が除電できなくなる残留吸着の問題が発生する境界領域であることが判明した。

40

【0036】

以上述べたように、本実施例によれば、ダイポール式のJ-R電極を用い、内側電極と外側電極との電位差とリーク電流差とを制御することにより、安定な静電吸着の確保とプラズマ電位の上昇による異常放電の抑制が可能なプラズマ処理装置および方法を提供することができる。

【実施例2】

【0037】

次に、第2の実施例について図7を用いて説明する。なお、発明を実施するための形態

50

や実施例 1 に記載され本実施例に未記載の事項は特段の事情がない限り本実施例にも適用できる。

【0038】

図 7 は本実施例に係る、ダイポール式の J - R 電極を有するプラズマ処理装置において、ウェハ電位  $V_{dc}$  が約 - 200 V になるように高周波バイアス電源の出力を上げた場合の基板電極からのリーク電流差（内側 / 外側）と静電吸着電圧（内側 / 外側）の相関を示す図である。ウェハ電位  $V_{dc} = -200$  V では、実施例 1 で得られた最適な静電吸着電圧（+ 500 V（内）、- 500 V（外））を印加すると、リーク電流差が約 0.7 mA となり異常放電を起こす境界領域になることが判った。

【0039】

この結果から基板電極に直接印加する高周波バイアスパワーの増加によりウェハ電位が負（-）側にシフトするため、安定な吸着力およびプラズマ異常放電の抑制を得るためには、静電吸着電圧（内 / 外）を負（-）側にシフトさせる必要がある。すなわち、本実施例ではウェハ電位  $V_{dc}$  が 0 V から - 200 V と負（-）側に変動した分、適正な静電吸着電圧を + 500 V（内）、- 500 V（外）からそれぞれ負（-）側に 200 V シフトした + 300 V（内）、- 700 V の静電吸着電圧を印加すれば安定な静電吸着が確保でき、さらにプラズマ異常放電も防止できる。

【0040】

一般的に、誘電体膜を流れるリーク電流がウェハと誘電体膜間のギャップにチャージして吸着力が発生するダイポール式の J - R 電極は、比較的低電圧で大きな吸着圧力を安定して得ることができるためエッチング装置への適用がすすめられている。しかしながら J - R 型電極では、誘電体膜の抵抗率や表面状態が変わるとリーク電流が変化するため、吸着力と残留吸着力も変化することが知られている。さらに、J - R 型電極は電極材料が有する電気抵抗率により、電極の溶射膜とウェハ表面のギャップから発生する表面抵抗率で安定な吸着に必要な静電吸着電圧が決められる。さらに、基板電極の抵抗率は温度の変化にも影響を受けるため、安定な吸着力が得られる  $V_{dc}$  の値は変わる。

【0041】

以上述べたように、本実施例によれば、ダイポール式の J - R 電極を用い、被処理基板の電位を考慮し、内側電極と外側電極との電位差とリーク電流差とを制御することにより、安定な静電吸着の確保とプラズマ電位の上昇による異常放電の抑制が可能なプラズマ処理装置および方法を提供することができる。

【実施例 3】

【0042】

第 3 の実施例について図 8 を用いて説明する。なお、発明を実施するための形態や実施例 1、2 に記載され本実施例に未記載の事項は特段の事情がない限り本実施例にも適用できる。

【0043】

図 8 は本実施例に係るプラズマ処理装置の基板電極（静電吸着装置）からのリーク電流差（内側 / 外側）と静電吸着電圧（内側 / 外側）の相関を示す図である。

【0044】

本実施例においては、ダイポール式の J - R 電極において、上記のような適正な  $V_{dc}$  の値が異なる場合においても、安定な静電吸着を得ながらプラズマ処理室中の異常放電を抑制することができる手法を示す。たとえば、安定かつ適正なウェハの吸着力が得られるための  $V_{dc}(P)$  が 400 V とする。この値は予め求めることができる。この時、実施例 1 で説明したように、静電吸着電圧（内）の静電吸着電圧（外）の差を 800 V に保ちつつ、ウェハ電位  $V_{dc} = 0$  V での内側と外側のリーク電流差が 0 mA になるようにすると、可変ウェハ電位差（ $V_{dc}$ ）はつり合っていることから  $V_{dc}(内) = V_{dc}(外) = 400$  V となる。このように、内側と外側のリーク電流差を 0 mA 近傍に保ちつつ、静電吸着電圧（内）の静電吸着電圧（外）の差を 800 V にすると安定な静電吸着力および異常放電の抑制が得られることが判った。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 4 5 】

つまり、異なる電気抵抗による適正な吸着をえるための  $V_{dc}$  が変動しても、内側と外側の静電吸着電圧の差を、 $V_{dc}(P)$  の 2 倍に保ちつつ、内側と外側のリーク電流差を  $0\text{ mA}$  近傍になるように制御することで安定な静電吸着を得ながらプラズマ処理室中の異常放電を抑制が実現可能であることが判明した。

## 【 0 0 4 6 】

以上述べたように、本実施例によれば、ダイポール式の J - R 電極を用い、内側電極と外側電極との電位差とリーク電流差とを制御することにより、安定な静電吸着の確保とプラズマ電位の上昇による異常放電の抑制が可能なプラズマ処理装置および方法を提供することができる。

10

## 【 0 0 4 7 】

以上、本願発明を詳細に説明したが、以下に主な発明の形態を列挙する。

( 1 ) 真空処理室と、前記真空処理室内に配置され、被処理材が設置される、ダイポール式の内側吸着電極と外側吸着電極とを備えた静電吸着装置と、前記内側吸着電極及び外側吸着電極へそれぞれ異なった静電吸着電圧を印加する直流電源と、前記静電吸着装置へバイアス電圧を印加するバイアス用高周波電源と、前記被処理材を処理するプラズマを発生する手段とを有するプラズマ処理装置において、

前記内側吸着電極から前記プラズマを経由して流れる第 1 のリーク電流を検出する第 1 のリーク電流検出手段と、

前記外側吸着電極から前記プラズマを経由して流れる第 2 のリーク電流を検出する第 2 のリーク電流検出手段と、

20

検出された前記第 1 のリーク電流と前記第 2 のリーク電流との電流差が所定の範囲内となるように、前記内側吸着電極及び外側吸着電極へそれぞれ異なった静電吸着電圧を印加する前記直流電源を制御する制御部とを有することを特徴とするプラズマ処理装置。

( 2 ) 前項 ( 1 ) 記載のプラズマ処理装置において、

前記制御部は、前記内側吸着電極及び外側電極の吸着電圧の差を一定に保ちながら静電吸着電圧を印加する前記直流電源を制御するものであることを特徴とするプラズマ処理装置。

( 3 ) 前項 ( 1 ) 記載のプラズマ処理装置において、

前記電流差における前記所定の範囲は、 $\pm 0.7\text{ mA}$  以内であることを特徴とするプラズマ処理装置。

30

( 4 ) 前項 ( 1 ) 記載のプラズマ処理装置において、

予め求められた適正な吸着を得るための可変ウェハ電位差を  $V_{dc}(P)$  としたとき

、  
前記制御部は、前記内側吸着電極及び前記外側吸着電極の電圧差を前記  $V_{dc}(P)$  の 2 倍となるように保ちつつ、前記第 1 のリーク電流と前記第 2 のリーク電流の電流差が  $0\text{ mA}$  となるように前記直流電源を制御するものであることを特徴とするプラズマ処理装置。

( 5 ) 真空処理室内に配置され、ダイポール式の内側吸着電極と外側吸着電極とを備えた静電吸着装置の前記内側吸着電極と外側吸着電極へ予め設定された静電吸着電圧をそれぞれ印加するステップと、

40

前記内側吸着電極と外側吸着電極を通して流れるリーク電流をそれぞれ検出するステップと、

検出されたそれぞれの前記リーク電流の差が所定の範囲となるように、前記内側吸着電極と外側吸着電極へ印加する吸着電圧の差を一定に保ちながら前記内側吸着電極と外側吸着電極へ吸着電圧を印加する吸着電源を制御するステップと、を有することを特徴とするプラズマ処理方法。

( 6 ) 前項 ( 5 ) 記載のプラズマ処理方法において、

前記電流差における前記所定の範囲は、 $\pm 0.7\text{ mA}$  以内であることを特徴とするプラズマ処理方法。

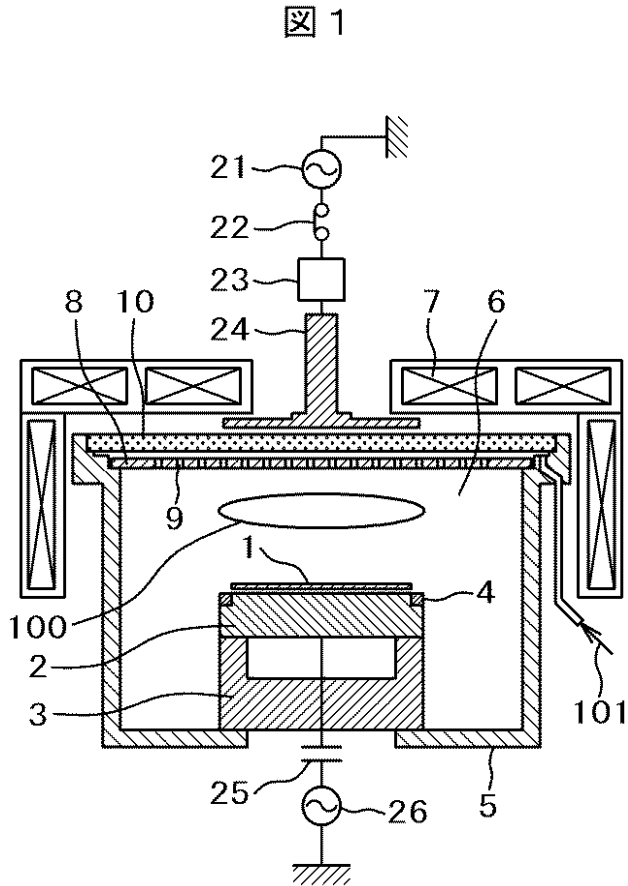
50

## 【符号の説明】

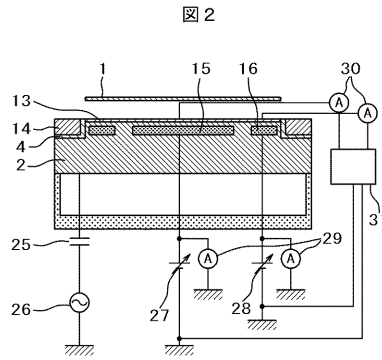
## 【 0 0 4 8 】

1 ... ウェハ、	
2 ... 静電吸着装置、	
3 ... 絶縁部材、	
4 ... 保護カバー、	
5 ... 真空チャンバ、	
6 ... 真空処理室、	
7 ... コイル、	
8 ... シャワープレート、	10
9 ... 貫通孔、	
1 0 ... 蓋、	
1 3 ... 静電吸着膜、	
1 4 ... セラミックス層、	
1 5 ... 内側吸着電極、	
1 6 ... 外側吸着電極、	
2 1 ... マイクロ波電源、	
2 2 ... スイッチ、	
2 3 ... 整合器、	
2 4 ... アンテナ、	20
2 5 ... カップリングコンデンサ、	
2 6 ... バイアス用高周波電源、	
2 7 ... 静電吸着用電源（内）、	
2 8 ... 静電吸着用電源（外）、	
2 9 ... 静電吸着用電流計、	
3 0 ... リーク電流検出計、	
3 1 ... 制御部、	
1 0 0 ... プラズマ、	
1 0 1 ... 処理ガス供給系。	

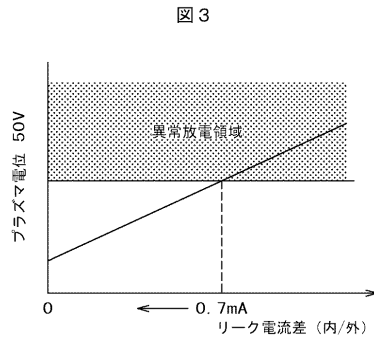
【 図 1 】



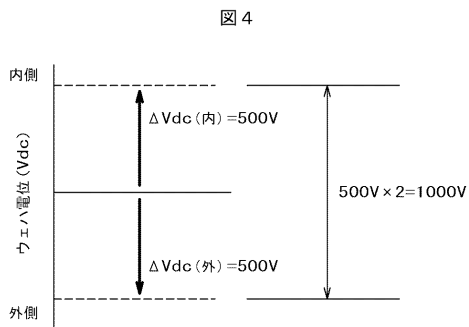
【 図 2 】



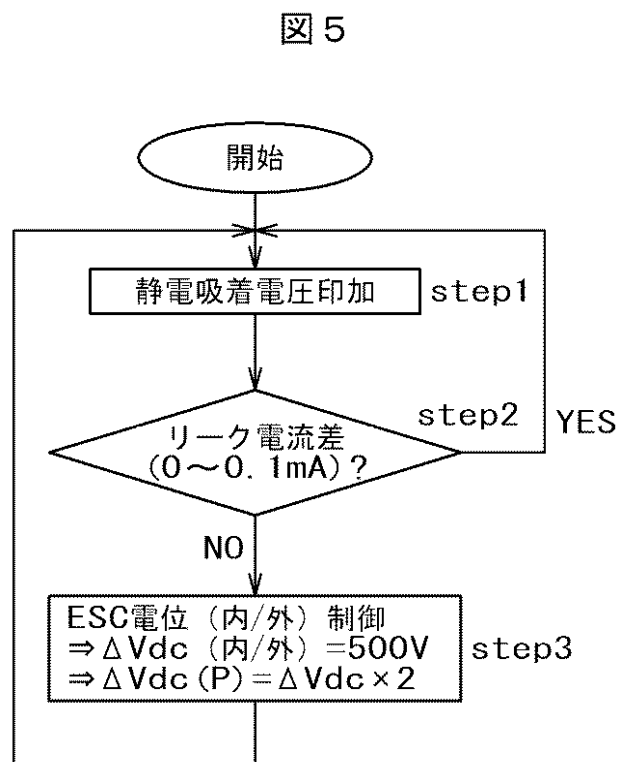
【 図 3 】



【圖 4】

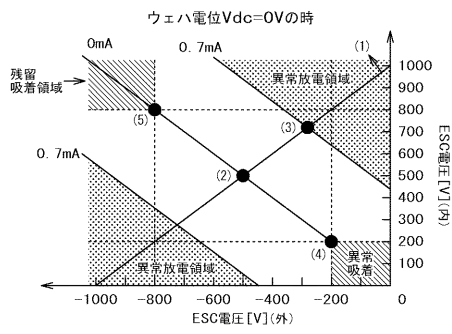


【 図 5 】



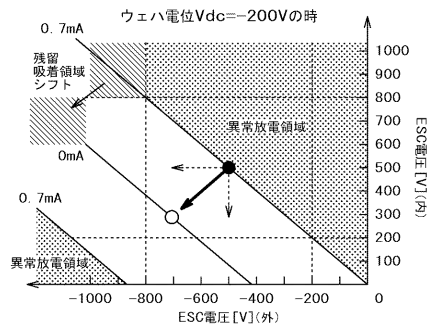
【図 6】

図 6



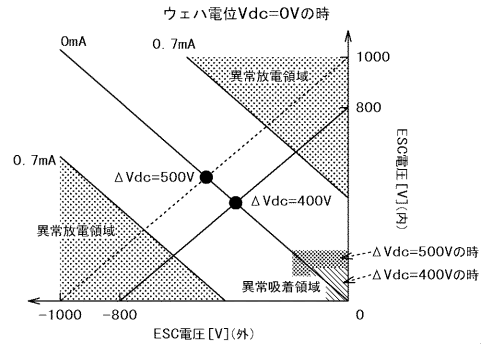
【図 7】

図 7



【図 8】

図 8



---

フロントページの続き

(72)発明者 古林 均

山口県下松市大字東豊井 7 9 4 番地 株式会社日立ハイテクノロジーズ笠戸事業所内

Fターム(参考) 5F004 AA16 BA13 BB13 BB22 CA06

5F031 CA02 HA02 HA19 MA32 NA05