

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7102252号  
(P7102252)

(45)発行日 令和4年7月19日(2022.7.19)

(24)登録日 令和4年7月8日(2022.7.8)

(51)国際特許分類		F I			
H 0 1 L	21/3065(2006.01)	H 0 1 L	21/302	1 0 1 D	
H 0 5 H	1/46 (2006.01)	H 0 5 H	1/46	C	

請求項の数 10 (全13頁)

(21)出願番号	特願2018-120444(P2018-120444)	(73)特許権者	501387839 株式会社日立ハイテク 東京都港区虎ノ門一丁目17番1号
(22)出願日	平成30年6月26日(2018.6.26)	(74)代理人	110000350ポレール弁理士法人
(65)公開番号	特開2020-4782(P2020-4782A)	(72)発明者	森 功 東京都港区西新橋一丁目24番14号 株式会社日立ハイテクノロジーズ内
(43)公開日	令和2年1月9日(2020.1.9)	(72)発明者	田中 基裕 東京都港区西新橋一丁目24番14号 株式会社日立ハイテクノロジーズ内
審査請求日	令和3年6月9日(2021.6.9)	(72)発明者	川那辺 哲雄 東京都港区西新橋一丁目24番14号 株式会社日立ハイテクノロジーズ内
		(72)発明者	安井 尚輝 東京都港区西新橋一丁目24番14号 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】

真空容器内部に配置され内側でプラズマが形成される処理室と、前記処理室内の下方に配置されその上面に処理対象のウエハが載せられる試料台と、前記処理室の前記試料台上面上方で前記試料台と対向して配置され前記処理室の前記内側に前記プラズマを形成するための電界が透過する少なくとも1つの誘電体製の窓部材と、前記真空容器の外側で前記処理室の外周を囲んで配置されて前記処理室の前記内側に磁界を形成するコイルと、前記処理室の前記内側で前記試料台と前記誘電体製の窓部材との間に配置されて前記試料台に向かって下向きに未広がり形状を有した誘電体製の筒状の部材と、前記筒状の部材の内側に前記誘電体製の窓部材と前記筒状の部材との間から処理用のガスを供給する複数のガス供給口と、前記筒状の部材の外側から前記プラズマが形成される前記処理室の前記内側に処理用のガスを供給する複数のガス供給口とを備え、前記筒状の部材の前記内側の空間上方の前記窓部材の下面と上面との間の厚さは、前記筒状の部材の外側の空間の厚さより大きくされたことを特徴とするプラズマ処理装置。

## 【請求項2】

真空容器内部に配置され内側でプラズマが形成される処理室と、前記処理室内の下方に配置されその上面に処理対象のウエハが載せられる試料台と、前記処理室の前記試料台上面上方で前記試料台と対向して配置され前記処理室の前記内側に前記プラズマを形成するための電界が透過する少なくとも1つの誘電体製の窓部材と、前記真空容器の外側で前記処理室の外周を囲んで配置されて前記処理室の前記内側に磁界を形成するコイルと、前記

処理室の前記内側で前記試料台の上方に配置されたシャワープレートと、前記処理室の前記内側であって前記シャワープレートから前記試料台に向かって下向きに末広りの形状を有した誘電体製の筒状の部材と、前記シャワープレートに配置され前記筒状の部材の内側に前記誘電体製の窓部材と前記筒状の部材との間から処理用のガスを供給する複数のガス供給口と、前記筒状の部材の外側から前記プラズマが形成される前記処理室の前記内側に処理用のガスを供給する複数のガス供給口とを備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載のプラズマ処理装置であって、  
前記筒状の部材は、前記筒状の部材の内側壁面が、前記コイルが形成する前記磁界の磁力線の向きに沿って、前記試料台に向かって下方に向かうに伴って外側に傾斜して末広りとなる形状を備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。

10

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 の何れかに記載のプラズマ処理装置であって、  
前記試料台上に載せられた前記ウエハは、前記筒状の部材の下端部から前記筒状の部材の内側壁面の前記磁界の磁力線の向きに沿った下向き末広りの方向に投影された範囲の内側に配置されたプラズマ処理装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 の何れかに記載のプラズマ処理装置であって、  
前記窓部材の外周側部分の下面下方で前記筒状の部材の外側を囲んで配置され当該筒状の部材の外側の空間に面して前記処理用のガスを前記処理室の中央側に向けて供給する前記ガス供給口を備えたリング状部材を備えたプラズマ処理装置。

20

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 の何れかに記載のプラズマ処理装置であって、  
前記筒状の部材の高さ方向上端と下端との間で前記内側と外側との空間を連通する開口を備え、この開口を通して前記電界と前記磁界とにより形成される電子サイクロトロン共鳴面が形成されるプラズマ処理装置。

【請求項 7】

真空容器と、  
前記真空容器の内部で被処理試料を載置する載置台と、  
前記真空容器の上部に前記載置台と対抗して配置されて誘電体材料で形成された誘電体窓と、  
前記真空容器の上部から前記誘電体窓を介して前記真空容器の内部に高周波電力を供給する電力供給部と、  
前記真空容器の外部に配置されて前記真空容器の内部に磁界を発生させる磁界発生部と

30

、  
前記真空容器の内部に処理ガスを供給するガス供給部と  
を備えたプラズマ処理装置であって、  
前記誘電体窓と前記載置台との間に配置されて前記ガス供給部から供給された前記処理ガスを前記真空容器の内部に供給する多数の細孔が形成されたシャワープレートと、  
前記ガス供給部から供給された前記処理ガスを前記真空容器の壁面に形成された多数の細孔を介して前記真空容器の内部に環状に供給する環状ガス供給部と、  
前記シャワープレートから供給された前記処理ガスと前記環状ガス供給部から供給された前記処理ガスを前記真空容器の内部で分離するガス分離部と  
を更に備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。

40

【請求項 8】

請求項 7 記載のプラズマ処理装置であって、前記ガス分離部は、前記シャワープレートに取り付けられており、前記シャワープレートに取り付けられた位置から前記載置台の方向に向かって末広りの円筒状の形状を有することを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 9】

50

請求項 8 記載のプラズマ処理装置であって、前記ガス分離部は、下端部の前記載置台に一番近い部分の外径が、前記載置台に載置された被処理試料の外径よりも小さいことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 10】

請求項 8 又は 9 に記載のプラズマ処理装置であって、前記ガス分離部は、前記末広りの円筒形状に内面に沿って前記載置台の方向に延長させた線が前記載置台の高さの部分において前記載置台に載置された被処理試料の外径よりも外側を通ることを特徴とするプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、真空容器内の処理室内部を減圧した処理室内部に処理ガスを導入しつつ、半導体ウエハ等の基板状の試料を処理するプラズマ処理装置に係り、処理室内に複数の導入孔から処理用ガスを導入して試料を処理するプラズマ処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

かねてより、半導体集積回路の製造ではプラズマエッチング処理装置が用いられてきた。プラズマエッチング処理では、所定の真空度まで減圧された処理室内部に導入されたガスを真空容器外部から供給された電界等によりプラズマ化し、プラズマ内に生じた反応性の高い粒子が被処理体であるウエハの表面と物理的、化学的に反応することにより加工が行われる。

20

【0003】

プラズマエッチング処理装置には、プラズマ生成方式により CCP (Capacitively Coupled Plasma)、ICP (Inductively Coupled Plasma)、ECR (Electron Cyclotron Resonance) 等に分類される。このうち ECR 方式のプラズマエッチング処理装置は低圧領域であっても高密度のプラズマが得られるといった特長を有する。

【0004】

プラズマエッチング処理においては、製造される半導体集積回路の歩留まり向上のため、ウエハを面内で均一にエッチングすることが求められる。特に近年では、集積回路内部のトランジスタの寸法の微細化、及び構造の複雑化により、求められる均一性のレベルが一層厳しくなっている。一方、ウエハの外縁部ではウエハ内外での材料の不連続性や電界集中などによりウエハ中心部とは環境が異なるため、均一なプラズマエッチング処理の実現には、エッチング反応のウエハ面内分布制御技術が不可欠である。

30

【0005】

従来におけるウエハ面内分布制御技術の一例（特開 2017-69540 号公報。以下特許文献 1）では、処理室上方に複数の区画を設け、各区画においてガス種、プラズマ電力等を各々独立に制御する技術が開示されている。前記技術では、処理室上方の複数の区画ごとにプラズマ電力等が異なるプラズマを発生させることで、ウエハの場所ごとに異なるエッチング結果をもたらす。これによりエッチング処理の面内分布を制御し、ウエハを面内で均一にエッチングすることができる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【文献】特開 2017-69540 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、特許文献 1 に記載されている従来技術では、次の点について十分な考慮がなされていなかった。すなわち、上記従来技術では処理室を区切る壁が設けられたことに

50

よって表面積が増えるため、処理室壁面がプラズマに晒されることにより発生するパーティクルが増加するという点である。発生したパーティクルはウエハ上に落下し、付着することにより当該箇所のプラズマエッチングを妨げるため、加工不良が発生してしまう。特に、上記従来技術においては壁面がウエハ直上に存在するため、前記加工不良の問題がより顕著に現れてしまうという問題があった。

【0008】

また特許文献1に記載されている従来技術はICP方式のプラズマエッチング処理装置に係るものであるが、ECR方式のプラズマエッチング処理装置で同様の手法を用いる場合、処理室内部に存在する磁力線に沿ってイオンが輸送されるため、区画壁内部を通る磁力線とウエハが交差する箇所と、それ以外の磁力線とウエハが交差する箇所では、ウエハ表面上に到達するイオンの数が異なることとなり、このようなイオンの密度の分布がウエハ表面の処理の結果に影響を与えてしまうという、所謂「転写」が生じてしまい、処理の歩留まりが損なわれてしまうという問題が生じていた点について、上記従来技術では十分に考慮されていなかった。

10

【0009】

本発明の目的は、従来技術の課題を解決して、処理室内に発生するパーティクルを低減しウエハの処理の歩留まりを向上させたプラズマ処理装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的は、真空容器内部に配置され内側でプラズマが形成される処理室と、この処理室内の下方に配置されその上面に処理対象のウエハが載せられる試料台と、処理室の試料台上面上方で試料台と対向して配置され処理室の内側にプラズマを形成するための電界が透過する少なくとも1つの誘電体製の窓部材と、真空容器の外側で処理室の外周を囲んで配置されて処理室の内側に磁界を形成するコイルと、試料室の内部で試料台と窓部材との間に配置されて試料台に向かって下向きに末広りの形状を有した誘電体製の筒状の部材と、この筒状の部材で内側に誘電体窓と筒状の部材との間から処理用のガスを供給する複数のガス供給口と、筒状の部材の外側からプラズマが形成される処理室の内側に処理用のガスを供給する複数のガス供給口とを備え、筒状の部材の内側の空間上方の窓部材の下面と上面との間の厚さは、筒状の部材の外側の空間の厚さより大きくされたプラズマ処理装置により達成される。また、上記課題を解決するために、本発明では、真空容器と、この真空容器の内部で被処理試料を載置する載置台と、真空容器の上部に試料台と対抗して配置されて誘電体材料で形成された誘電体窓と、真空容器の上部から誘電体窓を介して真空容器の内部に高周波電力を供給する電力供給部と、真空容器の外部に配置されて真空容器の内部に磁界を発生させる磁界発生部と、真空容器の内部に処理ガスを供給するガス供給部とを備えたプラズマ処理装置において、誘電体窓と載置台との間に配置されてガス供給部から供給された処理ガスを真空容器の内部に供給する多数の細孔が形成されたシャワープレートと、ガス供給部から供給された処理ガスを真空容器の壁面に形成された多数の細孔を介して真空容器の内部に環状に供給する環状ガス供給部と、シャワープレートから供給された処理ガスと環状ガス供給部から供給された処理ガスとを真空容器の内部で分離するガス分離部とを更に備えて構成した。

20

30

40

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、処理室内に分離壁を備えつつも、この分離壁から発生するパーティクルを低減することにより、ウエハの加工不良を抑制しつつ、プラズマエッチングにおけるウエハ面内分布制御性の向上した真空処理装置が提供できる。また真空処理装置がECR方式のプラズマエッチング装置であるときに、分離壁がウエハ上に転写しないウエハ面内分布制御性が向上した真空処理装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の実施例に係るプラズマ処理装置の構成の概略を模式的に示す縦断面図で

50

ある。

【図 2】図 1 に示した実施例に係るプラズマ処理装置の一部の断面図、及び前記真空処理室と接続されるガス供給機構の構成の概略を模式的に示す図である。

【図 3】図 1 に示した実施例に係るプラズマ処理装置の真空処理室内における真空処理室内の分離壁の部分の構成の概略を模式的に示した縦断面図である。

【図 4】図 1 に示した実施例の変形例に係るプラズマ処理装置における真空処理室内の分離壁の部分の構成の概略を模式的に示す縦断面図である。

【図 5】図 1 に示した実施例の別の変形例に係るプラズマ処理装置における真空処理室内の分離壁の部分の構成の概略を模式的に示す縦断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下に開示される実施の形態のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、次の通りである。

【0014】

真空容器内部に配置され内側でプラズマが形成される処理室と、この処理室内の下方に配置されその上面に処理対象のウエハが載せられる試料台と、処理室の試料台上面上方でこれと対向して配置され処理室内にプラズマを形成するための電界が透過する少なくとも一つの誘電体製の窓部材と、真空容器外側で処理室の外周を囲んで配置されて処理質の内側に磁界を形成するコイルと、試料室の内部で試料台と窓部材との間に配置されて試料台に向かって下向きに末広りの形状を有した誘電体製の筒状の部材と、この筒状の部材で内側に誘電体窓と筒状の部材との間から処理用のガスを供給する複数のガス供給口と、筒状の部材の外側からプラズマが形成される処理室内に処理用のガスを供給する複数のガス供給口と、を有する。

【0015】

さらに、筒状の部材は、その内側壁面が、コイルが形成する磁界の磁力線の向きに沿って、下方に向かうに伴って外側に傾斜して末広りとなっており、また試料台上に載せられた前記ウエハは、筒状の部材の下端部から内側壁面の磁界の磁力線の向きに沿った下向き末広りの方向に投影された範囲の内側に配置されている。

【0016】

以下、図面を用いて本願発明に係るプラズマ真空処理装置の実施の形態を説明する。

【実施例】

【0017】

図 1 乃至図 3 を用いて本発明の実施例を説明する。図 1 は本発明の実施の形態に関わるプラズマ処理装置の模式的な構成の一例を示す概略図である。

【0018】

図 1 に示すプラズマ処理装置 100 は、その一例であるマイクロ波 ECR プラズマエッチング装置である。ここでは、真空処理室 104 の内部に設置された電極、真空処理室 104 の外部に設置された電界及び磁界の発生装置、並びに電源等が模式的に示されている。

【0019】

図 1 に示す本発明の実施例に係るプラズマ処理装置 100 は、真空処理室 104 を備える。真空処理室 104 の内部には試料台である電極 125 が設置され、電極 125 の上部には被処理材であるウエハ 126 が載置されている。真空処理室 104 ではガス供給機構 105 から真空処理室 104 に供給されたガスが、真空処理室 104 の外部に設置された電界発生手段及び磁界発生手段により発生した電界及び磁界によってプラズマ化しており、それによりウエハ 126 がプラズマエッチング処理される。

【0020】

真空処理室 104 は、容器 101 の上部にシャワープレート 102、さらに上部に誘電体窓 103 が設置された構成となっており、容器 101 は誘電体窓 103 によって気密封止されている。

【0021】

10

20

30

40

50

真空処理室 104 の外部にはガス供給機構 105 があり、第一のガス配管 106 及び第二のガス配管 109 を備えている。第一のガス配管 106 は誘電体窓 103 とシャワープレート 102 との間に設けられた空間 107 に接続され、シャワープレート 102 に設けられた複数の細孔 108 を通じて真空処理室 104 と連通している。一方、第二のガス配管 109 は容器 101 の壁内部に設けられた環状空間 110 と接続され、この環状空間 110 と真空処理室 104 の間に設けられた複数の細孔 111 を通じて、真空処理室 104 と連通している。

#### 【0022】

真空処理室 104 の下部には可変コンダクタンスバルブ 112 を有し、この可変コンダクタンスバルブ 112 を通じて接続されたターボ分子ポンプ 113 により排気される。ターボ分子ポンプ 113 はさらに粗引きポンプ 114 と接続されている。可変コンダクタンスバルブ 112 とターボ分子ポンプ 113 及び粗引きポンプ 114 は、それぞれ制御部 150 と接続しており、制御部 150 によって制御される。

10

#### 【0023】

真空処理室 104 には圧力計 115 が接続されており、この圧力計 115 の値によって制御部 150 で可変コンダクタンスバルブ 112 の開度をフィードバック制御し、真空処理室 104 の圧力を所望の値に制御している。

#### 【0024】

プラズマ処理装置 100 の上部にはマイクロ波電源 116 が設けられており、このマイクロ波電源 116 の周波数は例えば 2.45 GHz である。マイクロ波電源 116 より発生したマイクロ波は、自動整合器 117、方形導波管 118、方形円形導波管変換器 119、円形導波管 120 を通じて、空洞共振器 121 へと伝搬する。自動整合器 117 は反射波を自動的に抑制する働きがあり、また空洞共振器 121 はマイクロ波電磁界分布をプラズマ処理に適した分布に調整する働きを持つ。マイクロ波電源 116 は、制御部 150 で制御される。

20

#### 【0025】

空洞共振器 121 の下部には、マイクロ波導入窓である誘電体窓 103、及びシャワープレート 102 を挟んで真空処理室 104 が設けられており、空洞共振器 121 で分布が調整されたマイクロ波は、誘電体窓 103 及びシャワープレート 102 を介して真空処理室 104 へ伝搬する。

30

#### 【0026】

真空処理室 104 及び空洞共振器 121 の周囲には電磁石を構成するソレノイドコイル 122、123、124 が配置されており、制御部 150 で制御されたコイル電源 140 により、各ソレノイドコイル 122、123、124 に電流を流すことで電磁石として作動し、真空処理室 104 内部に磁界が形成される。

#### 【0027】

以上のように真空処理室 104 の内部に高周波電界及び磁界が形成されると、電界及び磁界の強さが特定の関係となる領域（例えば 2.45 GHz の電界であれば磁界の強さが 0.0875 T となる領域）において、後述する電子サイクロトロン共鳴（ECR）によるプラズマが形成される。

40

#### 【0028】

以下に ECR について詳細に説明する。真空処理室 104 内部に存在する電子はローレンツ力により、ソレノイドコイル 122、123、124 によって発生した磁界の磁力線に沿って回転しながら移動する。このときマイクロ波電源 116 より伝搬したマイクロ波の周波数が前記回転の周波数と一致すると電子が共鳴的に加速され、プラズマが効果的に加熱される。これを ECR と呼ぶ。

#### 【0029】

ECR が発生する領域（ECR 面）は磁界分布により制御できるため、制御部 150 によりコイル電源 140 を介してソレノイドコイル 122、123、124 の各々に流れる電流を制御することで真空処理室 104 内部の磁界分布を制御し、真空処理室 104 の内部

50

におけるプラズマ発生領域を制御することができる。またプラズマ中の荷電粒子の拡散は磁力線に対して垂直な方向へは抑制されるため、磁界分布制御によりプラズマの拡散を制御し、プラズマの損失を低減することも可能である。これらの効果によりウエハ126の上方におけるプラズマの分布を制御し、プラズマ処理の均一性を向上することができる。

【0030】

電極125はECR面の下側に位置し、図示していない梁により真空処理室104に固定されている。電極125及び真空処理室104は略円筒形であり、各々の円筒の中心軸は同一である。プラズマ処理装置100にはロボットアーム等の搬送装置(図示せず)が備えられており、被処理材であるウエハ126は、前記搬送装置により電極125上部に搬送される。ウエハ126は電極125の上面に形成された静電吸着電極(図示せず)の静電吸着により電極125上に保持される。

10

【0031】

電極125にはバイアス用高周波電源127が整合器128を介して接続されており、バイアス用高周波電源127を通じてウエハ126にバイアス電圧が印加される。バイアス用高周波電源127からはマイクロ波電源116の周波数より低い、例えば周波数400kHzの高周波が印加される。

【0032】

プラズマ中のイオンがウエハ126の側に引き込まれる量はバイアス電圧に依存するため、制御部150でバイアス用高周波電源127を制御してウエハ126に発生させるバイアス電圧を調整することにより、プラズマ処理形状(エッチング形状の分布)を制御することができる。

20

【0033】

また電極125には温度制御機構129が搭載されており、電極125を通じてウエハ126の温度を制御することでもプラズマ処理形状の制御が可能である。

【0034】

以上の構成は、すべて制御部150の制御用コンピュータに接続され、適切なシーケンスで動作するよう、そのタイミング及び動作量が制御されている。動作シーケンスの詳細なパラメータはレシピと呼ばれ、制御は予め設定されたレシピに基づいて行われる。レシピは通常、複数のステップから構成されている。ステップ毎にガス供給機構105から真空処理室104に供給するガス種・ガス流量等の処理条件が設定されており、各ステップは予め設定された順序及び時間で実行される。

30

【0035】

図2は、図1に示した実施例に係る真空処理室104の一部、及び真空処理室104と接続されるガス供給機構105の詳細を示す断面図である。

【0036】

ガス供給機構105には複数のガス源130が接続されている。ガス供給機構105は前記各ガス源130に対応する複数のマスフローコントローラ131を備え、各々対応する前記各ガス源130と接続されている。前記各マスフローコントローラ131は各々第一のバルブ132及び第二のバルブ133を備え、第一のバルブ132は第一のガス配管106と、第二のバルブ133は第二のガス配管109と、それぞれ連通している。

40

【0037】

ガス源130から第一のガス配管106に供給されたガスは、誘電体窓103及びシャワープレート102で囲まれた空間107に導入され、シャワープレート102の細孔108を通じて、真空処理室104の中央付近から供給される。

【0038】

一方、ガス源130から第二のガス配管109に供給されたガスは、容器101の壁内部の環状空間110に導入され、容器101に形成された細孔111を通じて、真空処理室104の外縁部から供給される。細孔108および細孔111はコンダクタンスが小さくなるよう直径が小さくされており、第一のガス配管106及び第二のガス配管109の位置に寄らず、どの細孔108および111からも真空処理室104の内部に均等にガスが

50

供給される。

【 0 0 3 9 】

ガス供給機構 1 0 5 は、制御部 1 5 0 で予め設定されたレシピに従い、各マスフローコントローラ 1 3 1、各第一のバルブ 1 3 2、各及び第二のバルブ 1 3 3 が各々制御されることで、第一のガス配管 1 0 6 及び第二のガス配管 1 0 9 に供給するガスの種類、流量、及び供給時間が制御される。

【 0 0 4 0 】

シャワープレート 1 0 2 は下部に分離壁 1 3 4 を備える。分離壁 1 3 4 は、以下で説明するようにウエハ 1 2 6 に近づくにつれて直径が大きくなる、逆漏斗状の筒である。分離壁 1 3 4 の形状は略軸対称であり、対称の軸の位置は真空処理室 1 0 4 の中心軸の位置と一致している。また分離壁 1 3 4 は誘電体で構成されており、マイクロ波を遮蔽しない。

10

【 0 0 4 1 】

分離壁 1 3 4 により真空処理室 1 0 4 の内部において E C R が発生する領域 ( E C R 面 1 3 6 ) は、分離壁 1 3 4 の内側及び外側に分離される。細孔 1 0 8 は全て分離壁 1 3 4 の内側に配置され、また細孔 1 1 1 は全て分離壁 1 3 4 の外側に配置される。その結果、細孔 1 0 8 を通じて真空処理室 1 0 4 の内部に供給されるガスは分離壁 1 3 4 の内側で、細孔 1 1 1 を通じて真空処理室 1 0 4 の内部に供給されるガスは、分離壁 1 3 4 の外側で各々プラズマ化され、かつ、プラズマ化した各ガスは互いに混合することなく分離壁 1 3 4 のウエハ 1 2 6 側の端まで輸送される。

【 0 0 4 2 】

図 3 は、真空処理室 1 0 4 のうち、特にプラズマの生成及び輸送に係る部分の詳細を示した断面図である。なお、図 3 においては容器 1 0 1、ソレノイドコイル 1 2 2、1 2 3、1 2 4 等の表示を省略している。

20

【 0 0 4 3 】

制御部 1 5 0 でコイル電源 1 4 0 からソレノイドコイル 1 2 2、1 2 3、1 2 4 に流す電流を制御することにより、ソレノイドコイル 1 2 2、1 2 3、1 2 4 により磁場が形成される。このうち、真空処理室 1 0 4 には、磁力線 1 3 5 に沿った磁場が形成される。真空処理室 1 0 4 を囲うソレノイドコイル 1 2 2、1 2 3、1 2 4 ( 図 1 参照 ) の長さは有限であるため、ソレノイドコイル 1 2 2、1 2 3、1 2 4 の中心軸方向において考えると、磁力線 1 3 5 はソレノイドコイル 1 2 2、1 2 3、1 2 4 の中心で最も密であり、中心から離れるにつれて互いの間隔は広がっていく。そのため、磁力線 1 3 5 はシャワープレート 1 0 2 からウエハ 1 2 6 に向かうに従って広がった形状となる。

30

【 0 0 4 4 】

分離壁 1 3 4 は磁力線 1 3 5 に沿った形状をしている。ガスのプラズマ化により生じた真空処理室 1 0 4 内部のイオンは磁力線 1 3 5 に沿って移動するため、分離壁 1 3 4 を磁力線 1 3 5 に沿った形状にすることで、分離壁 1 3 4 に衝突する荷電粒子を減少させ、パーティクルの発生を抑制することができる。

【 0 0 4 5 】

分離壁 1 3 4 の内径は、ウエハ 1 2 6 の端部 1 2 6 a を通る磁力線によって形成される仮想的な逆漏斗状の筒よりも大きく形成されている。すなわち、図 3 に示した断面図において、分離壁 1 3 4 の内側の壁面に沿った線をウエハ 1 2 6 の側に伸ばしたとき、ウエハ 1 2 6 と同じ高さの部分において、ウエハ 1 2 6 の端部 1 2 6 a よりも外側でウエハ 1 2 6 と交わらない位置を通ることを示している。その結果、分離壁 1 3 4 の内部の壁面近傍を通る磁力線 1 3 5 a は、電極 1 2 5 に載置されたウエハ 1 2 6 の位置でウエハ 1 2 6 の端部 1 2 6 a よりも外側を通ることとなり、分離壁 1 3 4 の形状がウエハ 1 2 6 に転写されることを抑制できる。これにより、分離壁から発生するパーティクルを低減することにより、ウエハの加工不良を抑制しつつ、プラズマエッチングにおけるウエハ面内分布制御性の向上させることができるようになった。

40

【 0 0 4 6 】

また分離壁 1 3 4 の下端部の外径 D 2 は、ウエハ 1 2 6 の直径 D 1 よりも小さい。そのた

50

め、細孔 1 1 1 を介して分離壁 1 3 4 の外側から導入されるガスの効果を、効率的にウエハ 1 2 6 の端部 1 2 6 a 近傍の外縁部に及ぼすことが可能となる。

【 0 0 4 7 】

なお分離壁 1 3 4 の表面は、プラズマの浸食によるパーティクル発生を抑制するため、酸化イットリウム ( $Y_2O_3$ ) によってコーティングされていてもよい。

【 0 0 4 8 】

以上の構成により、分離壁 1 3 4 から発生するパーティクルを抑制しつつ、制御部 1 5 0 でガス供給機構 1 0 5 を制御して、マスフローコントローラ 1 3 1 から第一のバルブ 1 3 2 を介しシャワープレート 1 0 2 に形成された細孔 1 0 8 を通じて真空処理室 1 0 4 の中央付近から供給されるガス、及びマスフローコントローラ 1 3 1 から第二のバルブ 1 3 3 を介し容器 1 0 1 に形成された細孔 1 1 1 を通じて外縁部から供給されるガスを独立に制御することで、ウエハ 1 2 6 上におけるガス組成及び濃度の分布を効果的に制御し、エッチング形状の分布制御（プラズマ処理形状の制御）を行うことが可能である。

【 0 0 4 9 】

[変形例 1]

図 4 を用いて、本発明の実施例についての第一の変形例を説明する。なお、既に説明した図 1 乃至図 3 に示されたものと同じの符号が付された構成は、同一の機能を有する部分であるので、その構成については説明を省略する。

【 0 0 5 0 】

図 4 は本変形例に係る分離壁 2 3 4 の断面図を示す。本変形例と実施例との差異は、実施例が分離壁 1 3 4 とシャワープレート 1 0 2 が一体となった部品であるのに対し、本変形例では分離壁 2 3 4 が、シャワープレート 2 0 2 と分離した部品となっている点である。本変形例では分離壁 2 3 4 は真空処理室 1 0 4 を分離するための筒状部 2 3 4 a と、真空処理室 1 0 4 に固定するための鉤状部 2 3 4 b から構成されている。

【 0 0 5 1 】

分離壁 2 3 4 の上部にはシャワープレート 2 0 2 が配置されている。シャワープレート 2 0 2 は、中央部 2 0 2 a が周辺部 2 0 2 b より厚くなっている。中央部 2 0 2 a は分離壁 2 3 4 と嵌まり合う大きさであり、中央部 2 0 2 a の厚みは、分離壁 2 3 4 の鉤状部 2 3 4 b の厚みとシャワープレート 2 0 2 の周辺部 2 0 2 b の厚みの合計と略同一である。そのため、マイクロ波がシャワープレート 2 0 2 の中央部 2 0 2 a を伝播する距離と、シャワープレート 2 0 2 の周辺部 2 0 2 b と分離壁 2 3 4 の鉤状部 2 3 4 b とが重なり合った部分を伝搬するときの距離が略同一となり、分離壁 2 3 4 の筒状部 2 3 4 a の内側と外側での電界の差を抑制することが可能である。

【 0 0 5 2 】

誘電体部品はプラズマにより削れるため定期的に交換する必要があるが、本変形例では分離壁 2 3 4 とシャワープレート 2 0 2 が分離しているため、分離壁 2 3 4 とシャワープレート 2 0 2 を各々別の時期に交換することが可能である。そのため分離壁 2 3 4 の厚みとシャワープレート 2 0 2 の厚みを独立に設計することが可能である。

【 0 0 5 3 】

[変形例 2]

図 5 は、本発明の実施例についての第二の変形例である。なお、変形例 1 の場合と同様に、既に説明したものと同一の符号が付された構成は、同一の機能を有する部分であるので、その構成については説明を省略する。

【 0 0 5 4 】

図 5 は、本変形例に係る分離壁 3 3 4 の断面図である。分離壁 3 3 4 は、この分離壁 3 3 4 と E C R 面 1 3 6 が交わる領域の周辺に開口部 3 3 7 を備える。E C R 面 1 3 6 においては、プラズマ密度が高くプラズマの浸食がより顕著であるため、この領域の分離壁 3 3 4 を削減することにより、パーティクルの発生を抑制することが可能である。また、分離壁 3 3 4 に開口部 3 3 7 を設けたことにより分離壁 3 3 4 の内側と外側のガスが混合するものの、開口部 3 3 7 は E C R 面 1 3 6 の周辺部のみであるため全体に占める割合は小さ

10

20

30

40

50

く、内側と外側のガスを分離する分離壁 3 3 4 の効果の大部分は維持される。

【 0 0 5 5 】

以上、本発明者によってなされた発明を実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は上記した実施の形態に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施の形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。

【 0 0 5 6 】

また、ある実施の形態の構成の一部を他の実施の形態の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施の形態の構成に他の実施の形態の構成を加えることも可能である。また、各実施の形態の構成の一部について、他の構成の追加、削除、置換をすることが可能である。なお、図面に記載した各部材や相対的なサイズは、本発明を分かりやすく説明するため簡素化・理想化しており、実装上はより複雑な形状となる。

10

【 0 0 5 7 】

なお、上記実施の形態で説明した構造や方法については、上記実施の形態のものに限定されるものではなく、様々な応用例が含まれる。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 8 】

- 1 0 0 プラズマ処理装置
- 1 0 2、 2 0 2 シャワープレート
- 1 0 3 誘電体窓
- 1 0 4 真空処理室
- 1 0 5 ガス供給機構
- 1 1 2 可変コンダクタンスバルブ
- 1 1 3 ターボ分子ポンプ
- 1 1 4 粗引きポンプ
- 1 1 5 圧力計
- 1 1 6 マイクロ波電源
- 1 1 7 自動整合器
- 1 2 1 空洞共振器
- 1 2 2、 1 2 3、 1 2 4 ソレノイドコイル
- 1 2 5 電極
- 1 2 6 ウエハ
- 1 2 7 バイアス用高周波電源
- 1 2 9 温度制御機構
- 1 3 0 ガス源
- 1 3 1 マスフローコントローラ
- 1 3 4 , 2 3 4 , 3 3 4 分離壁
- 1 4 0 コイル電源
- 1 5 0 制御部。

20

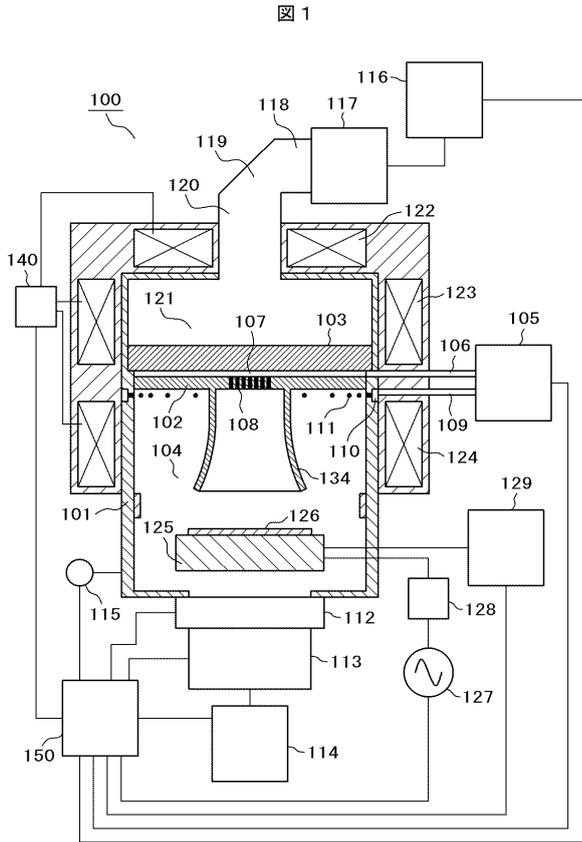
30

40

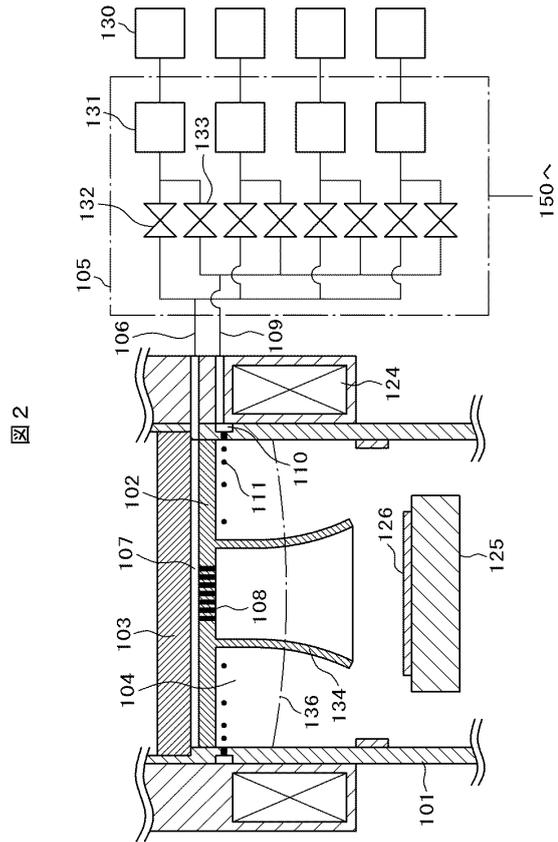
50

【図面】

【図 1】



【図 2】

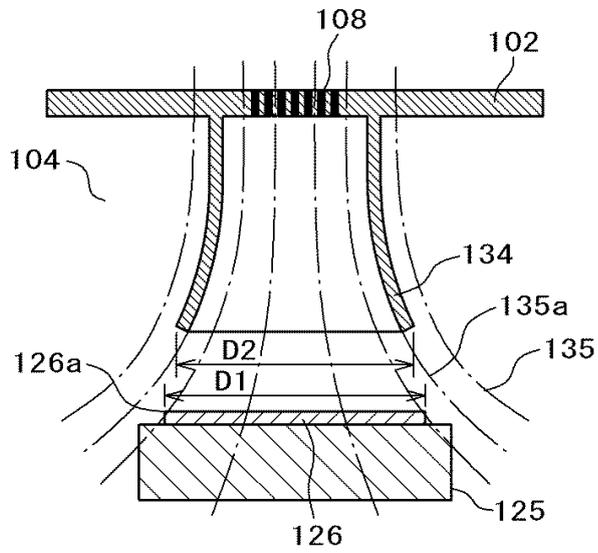


10

20

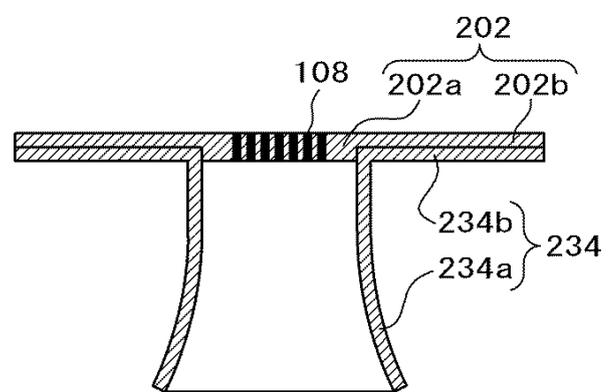
【図 3】

図 3



【図 4】

図 4



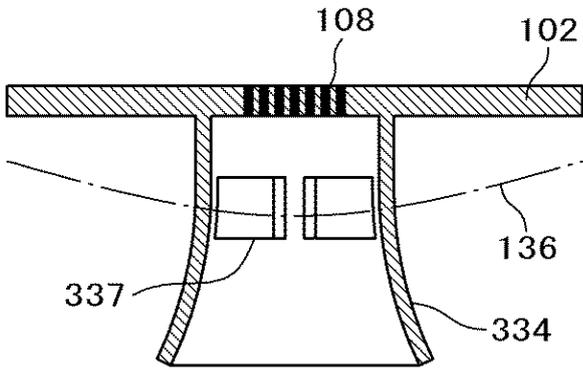
30

40

50

【図5】

図5



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

株式会社日立ハイテクノロジーズ内

審査官 加藤 芳健

- (56)参考文献 特開平06 - 101072 (JP, A)  
特開2008 - 124190 (JP, A)  
特開2008 - 187062 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- H01L 21/3065  
H05H 1/46  
H01L 21/205  
C23C 16/50