

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7296854号
(P7296854)

(45)発行日 令和5年6月23日(2023.6.23)

(24)登録日 令和5年6月15日(2023.6.15)

(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 G
 H 0 1 L 21/31 (2006.01) H 0 1 L 21/31 C
 C 2 3 C 16/455(2006.01) C 2 3 C 16/455

請求項の数 10 (全17頁)

(21)出願番号	特願2019-202605(P2019-202605)	(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
(22)出願日	令和1年11月7日(2019.11.7)	(74)代理人	100107766 弁理士 伊東 忠重
(65)公開番号	特開2021-77754(P2021-77754A)	(74)代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
(43)公開日	令和3年5月20日(2021.5.20)	(72)発明者	赤池 宗明 山梨県韮崎市藤井町北下条2381-1 東京エレクトロン テクノロジーソリュ ーションズ株式会社内
審査請求日	令和4年7月5日(2022.7.5)	(72)発明者	川手 学 山梨県韮崎市藤井町北下条2381-1 東京エレクトロン テクノロジーソリュ ーションズ株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ガス供給方法及び基板処理装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板を処理する処理容器にガスを供給するガス供給装置であって、ガス供給部から前記処理容器に通じているガス供給配管に設けられている少なくとも一つのガス流量制御装置と、前記ガス流量制御装置の二次側において分岐する二以上の分岐配管にそれぞれ設けられている、コンダクタンスを可変自在なコンダクタンス可変流路を備えたガス分流比制御要素と、二以上の前記ガス分流比制御要素により構成されるガス分流比制御部と、前記ガス流量制御装置の二次側であってかつ前記ガス分流比制御要素の一次側にある第一バルブ及び圧力センサと、前記ガス分流比制御要素の二次側にある第二バルブと、を有するガス供給装置において、

10

前記基板を処理するに当たり、前記第二バルブを閉じ、前記第一バルブを開いて、前記ガス流量制御装置の二次側にある前記ガス供給配管と前記分岐配管と前記ガス分流比制御要素に前記ガスを供給する工程と、

前記圧力センサにより、前記ガス流量制御装置の二次側の前記ガス供給配管もしくは前記分岐配管の圧力が設定圧力に達したことを検知する工程と、

前記第一バルブを閉じる工程と、

前記第一バルブと前記第二バルブを開いて、前記ガスを前記処理容器に供給する工程と、を有する、ガス供給方法。

【請求項2】

前記ガス分流比制御部は、複数の前記ガス分流比制御要素のそれぞれの前記コンダクタ

20

ンスを可変制御することにより、複数の前記分岐配管にそれぞれ供給するガス流量比を制御する、請求項 1 に記載のガス供給方法。

【請求項 3】

複数の前記分岐配管がそれぞれ、前記処理容器の対応する処理領域に連通しており、それぞれの前記分岐配管を流通する前記ガスに対応する前記処理領域に供給する、請求項 1 又は 2 に記載のガス供給方法。

【請求項 4】

前記ガスは、メインガスと、アシストガスとを有し、

前記ガス供給部は、メインガス供給部と、アシストガス供給部とを有し、

前記ガス流量制御装置は、メインガス用ガス流量制御装置と、アシストガス用ガス流量制御装置とを有し、

前記ガス供給配管は、前記メインガスが流通するメインガス用供給配管と、前記アシストガスが流通するアシストガス用供給配管とを有し、

前記分岐配管は、前記メインガスが流通するメインガス用分岐配管と、前記アシストガスが流通するアシストガス用分岐配管とを有し、

前記メインガス用分岐配管における前記第二バルブの二次側に、対応する前記アシストガス用分岐配管の前記第二バルブの二次側が連通しており、

前記メインガスに対して前記アシストガスを供給して二以上の処理ガスを生成し、二以上の前記処理ガスをそれぞれ前記処理容器の対応する前記処理領域に供給する、請求項 3 に記載のガス供給方法。

【請求項 5】

前記メインガス用ガス流量制御装置の二次側の前記メインガス用供給配管もしくは前記メインガス用分岐配管の圧力が、前記設定圧力に達したことを検知するとともに、前記アシストガス用ガス流量制御装置の二次側の前記アシストガス用供給配管もしくは前記アシストガス用分岐配管の圧力が、前記設定圧力に達したことを検知し、双方の前記圧力が前記設定圧力に達した後に、前記メインガス用ガス流量制御装置と前記アシストガス用ガス流量制御装置の二次側にあるそれぞれの前記第一バルブを閉じ、

双方の前記第一バルブと双方の前記第二バルブを開いて前記処理ガスを生成する、請求項 4 に記載のガス供給方法。

【請求項 6】

基板を処理する処理容器にガスを供給するガス供給装置を備えている、基板処理装置であって、

ガス供給部から前記処理容器に通じているガス供給配管に設けられている少なくとも一つのガス流量制御装置と、

前記ガス流量制御装置の二次側において分岐する二以上の分岐配管にそれぞれ設けられている、コンダクタンスを可変自在なコンダクタンス可変流路を備えたガス分流比制御要素により構成される、ガス分流比制御部と、

前記ガス流量制御装置の二次側であってかつ前記ガス分流比制御要素の一次側にある第一バルブ及び圧力センサと、

前記ガス分流比制御要素の二次側にある第二バルブと、

制御装置と、を有し、

前記制御装置は、

前記基板を処理するに当たり、前記第二バルブを閉じ、前記第一バルブを開いて、前記ガス流量制御装置の二次側にある前記ガス供給配管と前記分岐配管と前記ガス分流比制御要素に前記ガスを供給する制御を実行し、

前記圧力センサにより、前記ガス流量制御装置の二次側の前記ガス供給配管もしくは前記分岐配管の圧力が設定圧力に達したことが検知された後に、前記第一バルブを閉じる制御を実行し、

前記第一バルブと前記第二バルブを開いて、前記ガスを前記処理容器に供給する制御を実行する、基板処理装置。

10

20

30

40

50

【請求項 7】

前記制御装置は、前記ガス分流比制御部に対して、複数の前記ガス分流比制御要素のそれぞれの前記コンダクタンスを可変制御して、複数の前記分岐配管にそれぞれ供給するガス流量比を制御する、請求項 6 に記載の基板処理装置。

【請求項 8】

複数の前記分岐配管がそれぞれ、前記処理容器の対応する処理領域に連通しており、それぞれの前記分岐配管を流通する前記ガスが対応する前記処理領域に供給される、請求項 6 又は 7 に記載の基板処理装置。

【請求項 9】

前記ガスは、メインガスと、アシストガスとを有し、
前記ガス供給部は、メインガス供給部と、アシストガス供給部とを有し、
前記ガス流量制御装置は、メインガス用ガス流量制御装置と、アシストガス用ガス流量制御装置とを有し、
前記ガス供給配管は、前記メインガスが流通するメインガス用供給配管と、前記アシストガスが流通するアシストガス用供給配管とを有し、
前記分岐配管は、前記メインガスが流通するメインガス用分岐配管と、前記アシストガスが流通するアシストガス用分岐配管とを有し、
前記メインガス用分岐配管における前記第二バルブの二次側に、対応する前記アシストガス用分岐配管の前記第二バルブの二次側が連通しており、
前記メインガスに対して前記アシストガスが供給されて二以上の処理ガスが生成され、
二以上の前記処理ガスがそれぞれ前記処理容器の対応する前記処理領域に供給される、請求項 8 に記載の基板処理装置。

【請求項 10】

前記制御装置は、
前記圧力センサが、前記メインガス用ガス流量制御装置の二次側の前記メインガス用供給配管もしくは前記メインガス用分岐配管の圧力が、前記設定圧力に達したことを検知するとともに、前記アシストガス用ガス流量制御装置の二次側の前記アシストガス用供給配管もしくは前記アシストガス用分岐配管の圧力が、前記設定圧力に達したことを検知した後、前記メインガス用ガス流量制御装置と前記アシストガス用ガス流量制御装置の双方の前記第一バルブを閉じる制御を実行し、次いで、双方の前記第一バルブと双方の前記第二バルブを開いて前記処理ガスを生成する制御を実行する、請求項 9 に記載の基板処理装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本開示は、ガス供給方法及び基板処理装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

特許文献 1 には、分流量調整手段に対して各処理ガス用分岐流路内の圧力比が目標圧力比となるように分流量を調整する圧力比制御を実行し、処理ガス供給手段からの処理ガスを複数の分岐配管に分流する、ガス供給方法及び基板処理装置が開示されている。このガス供給方法では、各処理ガス用分岐流路内の圧力が安定すると、分流量調整手段に対する制御を、圧力安定時の一方の処理ガス用分岐流路内の圧力を保持するように分流量を調整する圧力一定制御に切り換え、付加ガス供給手段により付加ガスを他方の処理ガス用分岐配管に供給する。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【文献】特開 2007 - 207808 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】**

【 0 0 0 4 】

本開示は、複数の分岐配管に対して分流比に応じてガスを分流し、分流されたガスを処理容器に供給するに当たり、ガスを短時間で安定的に供給するのに有利な、ガス供給方法及び基板処理装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 5 】

本開示の一態様によるガス供給方法は、

基板を処理する処理容器にガスを供給するガス供給装置であって、ガス供給部から前記処理容器に通じているガス供給配管に設けられている少なくとも一つのガス流量制御装置と、前記ガス流量制御装置の二次側において分岐する二以上の分岐配管にそれぞれ設けら

10

れている、コンダクタンスを可変自在なコンダクタンス可変流路を備えたガス分流比制御要素と、二以上の前記ガス分流比制御要素により構成されるガス分流比制御部と、前記ガス流量制御装置の二次側であってかつ前記ガス分流比制御要素の一次側にある第一バルブ及び圧力センサと、前記ガス分流比制御要素の二次側にある第二バルブと、を有するガス供給装置において、

前記基板を処理するに当たり、前記第二バルブを閉じ、前記第一バルブを開いて、前記ガス流量制御装置の二次側にある前記ガス供給配管と前記分岐配管と前記ガス分流比制御要素に前記ガスを供給する工程と、

前記圧力センサにより、前記ガス流量制御装置の二次側の前記ガス供給配管もしくは前記分岐配管の圧力が設定圧力に達したことを検知する工程と、

20

前記第一バルブを閉じる工程と、

前記第一バルブと前記第二バルブを開いて、前記ガスを前記処理容器に供給する工程と、を有する。

【発明の効果】

【 0 0 0 6 】

本開示によれば、複数の分岐配管に対して分流比に応じてガスを分流し、分流されたガスを処理容器に供給するに当たり、ガスを短時間で安定的に供給するのに有利な、ガス供給方法及び基板処理装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 7 】

本開示によれば、複数の分岐配管に対して分流比に応じてガスを分流し、分流されたガスを処理容器に供給するに当たり、ガスを短時間で安定的に供給するのに有利な、ガス供給方法及び基板処理装置を提供することができる。

30

【 0 0 0 8 】

以下、本開示の実施形態に係る基板処理装置及びガス供給装置について、添付の図面を参照しながら説明する。尚、本明細書及び図面において、実質的に同一の構成要素については、同一の符号を付することにより重複した説明を省く場合がある。

【 0 0 0 9 】

[第 1 の実施形態に係る基板処理装置及びガス供給方法]

はじめに、図 1 及び図 2 を参照して、本開示の第 1 の実施形態に係る基板処理装置とガス供給装置の一例について説明する。ここで、図 1 は、第 1 の実施形態に係る基板処理装置の一例を示す縦断面図である。また、図 2 は、ガス供給装置の制御を説明する図であって、MFC 流量と FRC 流量の時刻歴グラフを示す図である。

40

【 0 0 1 0 】

図 1 に示す基板処理装置 100 は、フラットパネルディスプレイ (Flat Panel Display、以下、「FPD」という) 用の平面視矩形の基板 G (以下、単に「基板」という) に対して、各種の基板処理方法を実行する誘導結合型プラズマ (Inductive Coupled Plasma: ICP) 処理装置である。基板 G の材料としては、主にガラスが用いられ、用途によって

50

は透明の合成樹脂などが用いられることもある。ここで、基板処理には、エッチング処理や、CVD (Chemical Vapor Deposition) 法を用いた成膜処理等が含まれる。FPDとしては、液晶ディスプレイ (Liquid Crystal Display: LCD) やエレクトロルミネセンス (Electro Luminescence: EL)、プラズマディスプレイパネル (Plasma Display Panel; PDP) 等が例示される。基板Gは、その表面に回路がパターンニングされる形態の他、支持基板も含まれる。また、FPD用基板の平面寸法は世代の推移と共に大規模化しており、基板処理装置100によって処理される基板Gの平面寸法は、例えば、第6世代の1500mm×1800mm程度の寸法から、第10.5世代の3000mm×3400mm程度の寸法までを少なくとも含む。また、基板Gの厚みは0.2mm乃至数mm程度である。

10

【0011】

図1に示す基板処理装置100は、直方体状の箱型の処理容器20と、処理容器20内に配設されて基板Gが載置される平面視矩形の外形の基板載置台70と、制御部90とを有する。尚、処理容器は、円筒状の箱型や楕円筒状の箱型などの形状であってもよく、この形態では、基板載置台も円形もしくは楕円形となり、基板載置台に載置される基板も円形等になる。

【0012】

処理容器20は、金属窓50により上下2つの空間に区画されており、上方空間であるアンテナ室Aは上チャンバー13により形成され、下方空間である処理領域S (処理室) は下チャンバー17により形成される。処理容器20において、上チャンバー13と下チャンバー17の境界となる位置には矩形環状の支持枠14が処理容器20の内側に突設するようにして配設されており、支持枠14に金属窓50が取り付けられている。

20

【0013】

アンテナ室Aを形成する上チャンバー13は、側壁11と天板12とにより形成され、全体としてアルミニウムやアルミニウム合金等の金属により形成される。

【0014】

処理領域Sを内部に有する下チャンバー17は、側壁15と底板16とにより形成され、全体としてアルミニウムやアルミニウム合金等の金属により形成される。また、側壁15は、接地線21により接地されている。

【0015】

さらに、支持枠14は、導電性のアルミニウムやアルミニウム合金等の金属により形成されており、金属枠と称することもできる。

30

【0016】

下チャンバー17の側壁15の上端には、矩形環状 (無端状) のシール溝22が形成されており、シール溝22にリング等のシール部材23が嵌め込まれ、シール部材23を支持枠14の当接面が保持することにより、下チャンバー17と支持枠14とのシール構造が形成される。

【0017】

下チャンバー17の側壁15には、下チャンバー17に対して基板Gを搬出入するための搬出入口18が開設されており、搬出入口18はゲートバルブ24により開閉自在に構成されている。下チャンバー17には搬送機構を内包する搬送室 (いずれも図示せず) が隣接しており、ゲートバルブ24を開閉制御し、搬送機構にて搬出入口18を介して基板Gの搬出入が行われる。

40

【0018】

また、下チャンバー17の有する底板16には複数の排気口19が開設されており、各排気口19にはガス排気管25が接続され、ガス排気管25は開閉弁26を介して排気装置27に接続されている。ガス排気管25、開閉弁26及び排気装置27により、ガス排気部28が形成される。排気装置27はターボ分子ポンプ等の真空ポンプを有し、プロセス中に下チャンバー17内を所定の真空度まで真空引き自在に構成されている。尚、下チャンバー17の適所には圧力計 (図示せず) が設置されており、圧力計によるモニター情

50

報が制御部 90 に送信されるようになっている。

【0019】

基板載置台 70 は、基材 73 と、基材 73 の上面 73 a に形成されている静電チャック 76 とを有する。

【0020】

基材 73 は、上方基材 71 と下方基材 72 の積層体により形成される。上方基材 71 の平面視形状は矩形であり、基板載置台 70 に載置される FPD と同程度の平面寸法を有する。例えば、上方基材 71 は、載置される基板 G と同程度の平面寸法を有し、長辺の長さは 1800 mm 乃至 3400 mm 程度であり、短辺の長さは 1500 mm 乃至 3000 mm 程度の寸法に設定できる。この平面寸法に対して、上方基材 71 と下方基材 72 の厚みの

10

【0021】

下方基材 72 には、矩形平面の全領域をカバーするように蛇行した温調媒体流路 72 a が設けられており、ステンレス鋼やアルミニウム、アルミニウム合金等から形成される。一方、上方基材 71 も、ステンレス鋼やアルミニウム、アルミニウム合金等により形成される。尚、温調媒体流路 72 a は、例えば上方基材 71 や静電チャック 76 に設けられてもよい。また、基材 73 が、図示例のように二部材の積層体でなく、アルミニウムもしくはアルミニウム合金等による一部材から形成されてもよい。

【0022】

下チャンパー 17 の底板 16 の上には、絶縁材料により形成されて内側に段部を有する箱型の台座 78 が固定されており、台座 78 の段部の上に基板載置台 70 が載置される。

20

【0023】

上方基材 71 の上面には、基板 G が直接載置される静電チャック 76 が形成されている。静電チャック 76 は、アルミナ等のセラミックスを溶射して形成される誘電体被膜であるセラミックス層 74 と、セラミックス層 74 の内部に埋設されて静電吸着機能を有する導電層 75 (電極) とを有する。

【0024】

導電層 75 は、給電線 84 を介して直流電源 85 に接続されている。制御部 90 により、給電線 84 に介在するスイッチ (図示せず) がオンされると、直流電源 85 から導電層 75 に直流電圧が印加されることによりクーロン力が発生する。このクーロン力により、基板 G が静電チャック 76 の上面に静電吸着され、上方基材 71 の上面に載置された状態で保持される。

30

【0025】

基板載置台 70 を構成する下方基材 72 には、矩形平面の全領域をカバーするように蛇行した温調媒体流路 72 a が設けられている。温調媒体流路 72 a の両端には、温調媒体流路 72 a に対して温調媒体が供給される送り配管 72 b と、温調媒体流路 72 a を流通して昇温された温調媒体が排出される戻り配管 72 c とが連通している。

【0026】

図 1 に示すように、送り配管 72 b と戻り配管 72 c にはそれぞれ、送り流路 87 と戻り流路 88 が連通しており、送り流路 87 と戻り流路 88 はチラー 86 に連通している。チラー 86 は、温調媒体の温度や吐出流量を制御する本体部と、温調媒体を圧送するポンプとを有する (いずれも図示せず)。尚、温調媒体としては冷媒が適用され、この冷媒には、ガルデン (登録商標) やフロリナート (登録商標) 等が適用される。送り流路 87、戻り流路 88 及びチラー 86 により、温度制御装置 89 が構成される。図示例の温調形態は、下方基材 72 に温調媒体を流通させる形態であるが、下方基材 72 がヒータ等を内蔵し、ヒータにより温調する形態であってもよいし、温調媒体とヒータの双方により温調する形態であってもよい。また、ヒータの代わりに、高温の温調媒体を流通させることにより加熱を伴う温調を行ってもよい。尚、抵抗体であるヒータは、タングステンやモリブデン、もしくはこれらの金属のいずれか一種とアルミナやチタン等との化合物から形成される。また、図示例は、下方基材 72 に温調媒体流路 72 a が形成されているが、例えば上

40

50

方基材 7 1 や静電チャック 7 6 が温調媒体流路を有していてもよい。

【 0 0 2 7 】

上方基材 7 1 には熱電対等の温度センサが配設されており、温度センサによるモニター情報は、制御部 9 0 に随時送信される。そして、送信されたモニター情報に基づいて、上方基材 7 1 及び基板 G の温調制御が制御部 9 0 により実行される。より具体的には、制御部 9 0 により、チラー 8 6 から送り流路 8 7 に供給される温調媒体の温度や流量が調整される。そして、温度調整や流量調整が行われた温調媒体が温調媒体流路 7 2 a に循環されることにより、基板載置台 7 0 の温調制御が実行される。尚、熱電対等の温度センサは、例えば下方基材 7 2 や静電チャック 7 6 に配設されてもよい。

【 0 0 2 8 】

静電チャック 7 6 及び上方基材 7 1 の外周と、矩形部材 7 8 の上面とにより段部が形成され、この段部には、矩形棒状のフォーカスリング 7 9 が載置されている。段部にフォーカスリング 7 9 が設置された状態において、フォーカスリング 7 9 の上面の方が静電チャック 7 6 の上面よりも低くなるよう設定されている。フォーカスリング 7 9 は、アルミナ等のセラミックスもしくは石英等から形成される。

【 0 0 2 9 】

下方基材 7 2 の下面には、給電部材 8 0 が接続されている。給電部材 8 0 の下端には給電線 8 1 が接続されており、給電線 8 1 はインピーダンス整合を行う整合器 8 2 を介してバイアス電源である高周波電源 8 3 に接続されている。基板載置台 7 0 に対して高周波電源 8 3 から例えば 3 . 2 M H z の高周波電力が印加されることにより、RF バイアスを発生させ、以下で説明するプラズマ発生用のソース源である高周波電源 5 9 にて生成されたイオンを基板 G に引き付けることができる。従って、プラズマエッチング処理においては、エッチングレートとエッチング選択比を共に高めることが可能になる。尚、下方基材 7 2 に貫通孔（図示せず）が開設され、給電部材 8 0 が貫通孔を貫通して上方基材 7 1 の下面に接続されていてもよい。このように、基板載置台 7 0 は、基板 G を載置し RF バイアスを発生させるバイアス電極を形成する。この時、チャンバー内部の接地電位となる部位がバイアス電極の対向電極として機能し、高周波電力のリターン回路を構成する。尚、金属窓 5 0 を高周波電力のリターン回路の一部として構成してもよい。

【 0 0 3 0 】

金属窓 5 0 は、複数の分割金属窓 5 7 により形成される。金属窓 5 0 を形成する分割金属窓 5 7 の数（図 1 には断面方向に 4 個が示されている）は、1 2 個、2 4 個等、多様な個数が設定できる。

【 0 0 3 1 】

それぞれの分割金属窓 5 7 は、絶縁部材 5 6 により、支持棒 1 4 や隣接する分割金属窓 5 7 と絶縁されている。ここで、絶縁部材 5 6 は、P T F E (Polytetrafluoroethylene) 等のフッ素樹脂により形成される。

【 0 0 3 2 】

分割金属窓 5 7 は、導体プレート 3 0 と、シャワープレート 4 0 とを有する。導体プレート 3 0 とシャワープレート 4 0 はいずれも、非磁性で導電性を有し、さらに耐食性を有する金属もしくは耐食性の表面加工が施された金属である、アルミニウムやアルミニウム合金、ステンレス鋼等により形成されている。耐食性を有する表面加工は、例えば、陽極酸化処理やセラミックス溶射などである。また、処理領域 S に臨むシャワープレート 4 0 の下面には、陽極酸化処理やセラミックス溶射による耐プラズマコーティングが施されていてもよい。導体プレート 3 0 は接地線（図示せず）を介して接地されており、シャワープレート 4 0 も相互に接合される導体プレート 3 0 を介して接地されている。

【 0 0 3 3 】

図 1 に示すように、それぞれの分割金属窓 5 7 の上方には、絶縁部材により形成されるスペーサ（図示せず）が配設され、該スペーサにより導体プレート 3 0 から離間して高周波アンテナ 5 4 が配設されている。高周波アンテナ 5 4 は、銅等の良導電性の金属から形成されるアンテナ線を、環状もしくは渦巻き状に巻装することにより形成される。例えば

10

20

30

40

50

、環状のアンテナ線を多重に配設してもよい。

【 0 0 3 4 】

また、高周波アンテナ 5 4 には、上チャンバー 1 3 の上方に延設する給電部材 5 7 a が接続されており、給電部材 5 7 a の上端には給電線 5 7 b が接続され、給電線 5 7 b はインピーダンス整合を行う整合器 5 8 を介して高周波電源 5 9 に接続されている。高周波アンテナ 5 4 に対して高周波電源 5 9 から例えば 1 3 . 5 6 M H z の高周波電力が印加されることにより、下チャンバー 1 7 内に誘導電界が形成される。この誘導電界により、シャワープレート 4 0 から処理領域 S に供給された処理ガスがプラズマ化されて誘導結合型プラズマが生成され、プラズマ中のイオンが基板 G に提供される。尚、各分割金属窓 5 7 が固有の高周波アンテナを有し、各高周波アンテナに対して個別に高周波電力が印加される制御が実行されてもよい。

10

【 0 0 3 5 】

高周波電源 5 9 はプラズマ発生用のソース源であり、基板載置台 7 0 に接続されている高周波電源 8 3 は、発生したイオンを引き付けて運動エネルギーを付与するバイアス源となる。このように、イオンソース源には誘導結合を利用してプラズマを生成し、別電源であるバイアス源を基板載置台 7 0 に接続してイオンエネルギーの制御を行うことにより、プラズマの生成とイオンエネルギーの制御が独立して行われ、プロセスの自由度を高めることができる。高周波電源 5 9 から出力される高周波電力の周波数は、0 . 1 乃至 5 0 0 M H z の範囲内で設定されるのが好ましい。

【 0 0 3 6 】

金属窓 5 0 は、複数の分割金属窓 5 7 により形成され、各分割金属窓 5 7 は複数本のサスペンダ (図示せず) により、上チャンバー 1 3 の天板 1 2 から吊り下げられている。プラズマの生成に寄与する高周波アンテナ 5 4 は分割金属窓 5 7 の上面に配設されていることから、高周波アンテナ 5 4 は分割金属窓 5 7 を介して天板 1 2 から吊り下げられている。

20

【 0 0 3 7 】

導体プレート 3 0 を形成する導体プレート本体 3 1 の下面には、ガス拡散溝 3 2 が形成されている。尚、ガス拡散溝は、シャワープレートの上面に開設されてもよい。また、ガス拡散溝を構成する形状には、長尺状に形成された凹部形状のみならず、面状に形成された凹部形状も含む。

【 0 0 3 8 】

シャワープレート 4 0 を形成するシャワープレート本体 4 1 には、シャワープレート本体 4 1 を貫通して導体プレート 3 0 のガス拡散溝 3 2 と処理領域 S とに連通する、複数のガス吐出孔 4 2 が開設されている。

30

【 0 0 3 9 】

上チャンバー 1 3 の天板 1 2 には複数 (図示例は四つ) の供給口 1 2 a が開設されており、各供給口 1 2 a に対して、各分割金属窓 5 7 に固有のガス導入管 5 5 が気密に貫通している。各ガス導入管 5 5 には、以下で詳説するガス供給装置 6 0 を構成する分岐配管 6 9 が流体連通している。尚、図示例は、例えば四つの分岐配管 6 9 は、それぞれに固有のガス導入管 5 5 に流体連通し、四つのガス導入管 5 5 からそれぞれ四つの分割金属窓 5 7 に処理ガスが供給される。これに対して、分割金属窓 5 7 が三つ以下の場合や五つ以上の場合においては、四つのガス導入管 5 5 のいずれか二つが一つに纏められて一つの分割金属窓 5 7 に流体連通する形態であってもよい。さらに、四つのガス導入管 5 5 がそれぞれアンテナ室 A 内で複数に分岐して五つ以上の分割金属窓 5 7 に流体連通する形態であってもよい。

40

【 0 0 4 0 】

ガス供給装置 6 0 は、ガス供給部 6 1 と、ガス供給部 6 1 に連通するガス供給配管 6 8 と、ガス供給配管 6 8 から四つに分岐してそれぞれ対応するガス導入管 5 5 に連通する分岐配管 6 9 とを有する。ガス供給配管 6 8 や分岐配管 6 9 には、以下で説明するように種々のバルブやセンサ等が介在する。

【 0 0 4 1 】

50

プラズマ処理においては、ガス供給装置 6 0 から供給される処理ガスがガス導入管 5 5 を介して、各分割金属窓 5 7 の有する導体プレート 3 0 のガス拡散溝 3 2 に供給される。そして、各ガス拡散溝 3 2 から各シャワープレート 4 0 のガス吐出孔 4 2 を介して、処理領域 S に吐出される。

【 0 0 4 2 】

ガス供給部 6 1 のガス流れの下流側には、マスフローコントローラ (M F C : Mass Flow Controller) 等のガス流量制御装置 6 2 が配設されている。また、ガス流量制御装置 6 2 の二次側 (ガス流れの下流側のことであり、対象物に対して下流側を二次側と称す。以下においても同様。) には、下流側にあるガス供給配管 6 8 へのガス流れを遮断するための第一バルブ 6 3 が配設されている。さらに、第一バルブ 6 3 の二次側であって、分岐配管 6 9 の一次側 (ガス流れの上流側のことであり、対象物に対して上流側を一次側と称す。以下においても同様。) には、第三バルブ 6 5 が配設されている。尚、この第三バルブ 6 5 を具備しない形態であってもよい。

10

【 0 0 4 3 】

ガス供給配管 6 8 において、第一バルブ 6 3 と第三バルブ 6 5 の間には、圧力スイッチ等の圧力センサ 6 4 が配設されている。

【 0 0 4 4 】

四つの分岐配管 6 9 にはそれぞれ、 F R C (Flow Ratio Controller) 等のガス分流比制御要素 6 6 A、6 6 B、6 6 C、6 6 D が配設されている。ガス分流比制御要素 6 6 A、6 6 B、6 6 C、6 6 D はいずれも、コンダクタンスを可変自在なコンダクタンス可変流路 (図示せず) を備えている。より具体的には、内部に層流素子 (バイパス) や熱線式センサ、流量制御バルブ、及びオリフィス等を備えている (いずれも図示せず) 。そして、各ガス分流比制御要素 6 6 A、6 6 B、6 6 C、6 6 D が、固有のオリフィスの開度を調整することにより、各分岐配管に分流される処理ガスの分流量 (分流比) が調整されるようになっている。尚、各ガス分流比制御要素 6 6 A、6 6 B、6 6 C、6 6 D では、一次側と二次側の配管内の圧力差 (差圧) により、処理ガスが二次側に流される。

20

【 0 0 4 5 】

図示例では、四つのガス分流比制御要素 6 6 A、6 6 B、6 6 C、6 6 D により、ガス分流比制御部 6 6 が構成される。ガス分流比制御部 6 6 において、複数のガス分流比制御要素 6 6 A、6 6 B、6 6 C、6 6 D のそれぞれのコンダクタンスが可変制御されることにより、複数の分岐配管 6 9 にそれぞれ供給されるガス流量比が制御される。

30

【 0 0 4 6 】

各分岐配管 6 9 において、ガス分流比制御要素 6 6 A、6 6 B、6 6 C、6 6 D の二次側には、それぞれに固有の第二バルブ 6 7 A、6 7 B、6 7 C、6 7 D が配設されている。

【 0 0 4 7 】

四つのガス分流比制御要素 6 6 A、6 6 B、6 6 C、6 6 D が介在する各分岐配管 6 9 を介して、それぞれに固有の分割金属窓 5 7 に対して、予め設定されている分流比で分流された処理ガスが供給される。具体的には、例えば、中央処理領域、外周処理領域のうちの端辺中央部、外周処理領域のうちの隅角部、中央処理領域と外周処理領域の間の中間処理領域等である。上記の四つの領域のそれぞれに対し、四つのガス導入管 5 5 のそれぞれが対応する。尚、領域の数は四つに限らず、必要に応じて五つであってもよく、六つ、またはそれ以上であってもよい。その場合、対応するガス導入管 5 5 の数もそれに応じた数となる。即ち、領域が五つの場合は、ガス導入管 5 5 の数は五つとなり、領域が六つの場合はガス導入管 5 5 の数は六つ、等となる。このことは、ガス導入管 5 5 の上流側にあるガス分流比制御要素 6 6 や分岐配管 6 9 などについても同様である。尚、各領域を構成する分割金属窓 5 7 は複数あってもよい。その場合、各領域に対応するガス導入管 5 5 から分岐し、それぞれの複数の分割金属窓 5 7 に接続される。この場合に、各処理領域に供給される処理ガスの分流比が、レシピ (プロセスレシピ) に応じて予め設定されている。尚、図示例においては、説明の簡略のため、装置断面における四つの分割金属窓 5 7 が、処理領域 S の四つの領域に対応するとして説明している。

40

50

【 0 0 4 8 】

尚、図示例は、一つのガス供給部 6 1 からガス供給配管 6 8 が延設し、ガス供給配管 6 8 の途中で分岐して四つの分岐配管 6 9 が延設する形態を示しているが、その他の形態であってもよい。例えば、複数のガス供給部からそれぞれ固有のガス供給配管が延設し、各ガス供給配管が複数に分岐して複数の分岐配管を備えている形態が挙げられる。一つのガス供給部 6 1 からは、処理ガスとして、成膜処理やエッチング処理等の各種処理を行うための様々な処理ガスがガス供給配管 6 8 に供給される。また、複数のガス供給部を有する形態では、各ガス供給部から成膜処理やエッチング処理等を行うための複数種の処理ガスが供給される他、一つのガス供給部からは成膜処理等を行うための処理ガスが供給され、他のガス供給部からは希ガス等のキャリアガスが供給される形態などもある。これらに加えて、さらに他のガス供給部からは反応生成物のデポを制御する酸素ガス等が供給される形態などもあり、本明細書では、これら希ガスや酸素ガス等も処理ガスに含まれるものとする。

10

【 0 0 4 9 】

制御装置 9 0 は、基板処理装置 1 0 0 の各構成部、例えば、チラー 8 6 や、高周波電源 5 9 , 8 3、ガス供給装置 6 0、圧力計から送信されるモニター情報に基づくガス排気部 2 8 等の動作を制御する。制御装置 9 0 は、CPU (Central Processing Unit)、ROM (Read Only Memory) 及び RAM (Random Access Memory) を有する。CPU は、RAM や ROM の記憶領域に格納されたレシピに従い、所定の処理を実行する。レシピには、プロセス条件に対する基板処理装置 1 0 0 の制御情報が設定されている。制御情報には、例えば、ガス流量や処理容器 2 0 内の圧力、処理容器 2 0 内の温度や下方基材 7 2 の温度、プロセス時間等が含まれる。

20

【 0 0 5 0 】

レシピ及び制御装置 9 0 が適用するプログラムは、例えば、ハードディスクやコンパクトディスク、光磁気ディスク等に記憶されてもよい。また、レシピ等は、CD-ROM、DVD、メモリカード等の可搬性のコンピュータによる読み取りが可能な記憶媒体に収容された状態で制御部 9 0 にセットされ、読み出される形態であってもよい。制御部 9 0 はその他、コマンドの入力操作等を行うキーボードやマウス等の入力装置、基板処理装置 1 0 0 の稼働状況を可視化して表示するディスプレイ等の表示装置、及びプリンタ等の出力装置といったユーザーインターフェイスを有している。

30

【 0 0 5 1 】

次に、第 1 の実施形態に係るガス供給方法について説明する。

【 0 0 5 2 】

既述するように、処理領域 S の複数の領域 (中央領域、周辺領域等) に対応した各分割金属窓 5 7 に連通する各分岐配管 6 9 への処理ガスの分流比がレシピに応じて設定されており、レシピごとの分流比が制御装置 9 0 に格納されている。

【 0 0 5 3 】

あるレシピに基づき、ガス供給部 6 1 から処理ガスを供給して基板 G を処理するに当たり、制御装置 9 0 により、まず、各分岐配管 6 9 の第二バルブ 6 7 A , 6 7 B , 6 7 C , 6 7 D を閉じ、第一バルブ 6 3 及び第三バルブ 6 5 を開く制御が実行される。

40

【 0 0 5 4 】

この制御により、ガス流量制御装置 6 2 の二次側にある、ガス供給配管 6 8 と各分岐配管 6 9 と、ガス分流比制御要素 6 6 A , 6 6 B , 6 6 C , 6 6 D に処理ガスが供給される (ガス供給配管と分岐配管とガス分流比制御要素にガスを供給する工程)。すなわち、この工程により、ガス供給部 6 1 から、ガス流量制御装置 6 2 を介して各処理領域に処理ガスを供給するのに先行して、ガス分流比制御要素 6 6 A , 6 6 B , 6 6 C , 6 6 D の内部に処理ガスが予め供給される。

【 0 0 5 5 】

ここで、図 2 を参照して、この工程による効果を説明する。図 2 において、制御装置 9 0 より、時刻 0 秒にてガス流量制御装置 6 2 に対して処理ガスの供給開始制御を実行する

50

と、時刻 t_1 で処理ガスの供給が開始され (MFC のガス出し)、時刻 t_2 にて正規の MFC 流量: Q_1 となる。

【0056】

ところで、ガス供給配管の途中に分岐配管があり、各分岐配管に FRC が介在するガス供給装置において、MFC 流量が正規流量になっている場合であっても、FRC にある程度の流量の処理ガスが流れていないと、FRC を正常に制御することができず、各 FRC を正規流量の処理ガスが流れ難いという課題がある。このことを理由として、MFC のガス出しの開始から各 FRC を正規流量の処理ガスが流れるまでに、時間を要することになる。

【0057】

FRC 制御の開始は、FRC にある程度の流量のガスが流れる必要があるため、例えば図 2 に示すように、時刻 t_1 にて FRC を介して処理ガスが流れ始めるものの、FRC 流量 (全ての FRC 流量の総流量) は、徐々に正規の処理流量である Q_1 に漸近していくように増加する (点線グラフ参照)。これにより、FRC 流量が処理流量である Q_1 になる (もしくは Q_1 に近接する) までに時間を要し、個々の FRC の制御が可能となる流量に達するまでも時間を要する。そのため、FRC 制御の開始時刻が時刻 t_3 となり、時刻 0 秒から長時間の t_1 にかかる (二点鎖線グラフ参照)。その結果、処理領域 S に供給する処理ガスの流量比が安定するまでに時間を要することになる。

【0058】

そこで、本実施形態に係るガス供給方法では、上記する、ガス供給配管と分岐配管とガス分流比制御要素にガスを供給する工程において、MFC からのガス供給開始の時刻 0 秒の段階で、既に各分岐配管にある FRC に対して、ある程度の流量 Q_2 ($< Q_1$) の処理ガスを流通させおく。この工程により、FRC 流量 (全ての FRC 流量の総流量) が処理流量である Q_1 に近接するまでの時間が格段に短くなる (一点鎖線グラフ参照)。これにより、個々の FRC の制御が可能となる流量に達するまでの時間が短くなる。そのため、図 2 に示すように、FRC 制御の開始時刻は、時刻 t_3 から時刻 t_4 と格段に早くなる (三点鎖線グラフ参照)。その結果、処理領域 S に供給する処理ガスの流量比が早く安定することになる。

【0059】

上記する工程において、第一バルブ 63 と第三バルブ 65 の間にある圧力センサ 64 により、ガス流量制御装置 62 の二次側のガス供給配管 68 内の圧力、もしくは、分岐配管 69 (のガス分流比制御要素 66A, 66B, 66C, 66D の一次側) の圧力を常時計測する。計測された計測データは、随時、制御装置 90 に送信される。

【0060】

制御装置 90 には、設定圧力に関するデータが格納されている。この設定圧力は、FRC 制御の開始を可及的に早期にするのに好適な圧力であり、例えば、50 Torr 乃至 300 Torr ($1 \text{ Torr} = 133.4 \text{ Pa}$) の範囲内で設定圧力が設定できる。

【0061】

そして、制御装置 90 により、圧力センサ 64 による圧力が、設定圧力に達したことが検知される (設定圧力に達したことを検知する工程) と、次に、制御装置 90 により、第一バルブ 63 を閉じる制御が実行される (第一バルブを閉じる工程)。

【0062】

このようにして、第一バルブ 63 と、各分岐配管 69 における第二バルブ 67A, 67B, 67C, 67D を閉じることにより、ガス流量制御装置 62 の二次側のガス供給配管 68 内の圧力と、分岐配管 69 (のガス分流比制御要素 66A, 66B, 66C, 66D の一次側) 内の圧力が設定圧力に維持される。

【0063】

その後、制御装置 90 により、レシピに応じて予め設定されたタイミングで、第一バルブ 63 と第二バルブ 67A, 67B, 67C, 67D を開く制御が実行され、各分岐配管 69 を介して、処理ガスが処理領域 S における対応領域に供給される (ガスを処理容器に

10

20

30

40

50

供給する工程)。

【 0 0 6 4 】

本実施形態に係る基板処理装置 1 0 0 とガス供給方法によれば、基板 G を処理するに当たり、F R C の内部にある程度の流量のガスを予め供給しておくことにより、F R C が正規流量になるまでの時間を短縮することができる。そして、このことにより、処理ガスを短時間で安定的に処理領域 S に供給することができる。また、ガス供給配管や分岐配管の容積(長さや太さ等)を最適化することにより同様の効果を得ようとする、装置のアプリケーションごとに流したい処理ガスの流量が異なることから、装置ごとに各種配管を最適な容積となるように変更する必要があるが、このようなハードウェアの変更は不要となる。

10

【 0 0 6 5 】

[第 2 の実施形態に係る基板処理装置及びガス供給方法]

次に、図 3 を参照して、本開示の第 2 の実施形態に係る基板処理装置とガス供給方法の一例について説明する。ここで、図 3 は、第 2 の実施形態に係る基板処理装置の一例を示す縦断面図である。

【 0 0 6 6 】

基板処理装置 1 0 0 A は、メインガスを供給するメインガス供給系統と、アシストガスを供給するアシストガス供給系統を有するガス供給装置 6 0 A を有している点において、基板処理装置 1 0 0 と相違する。

【 0 0 6 7 】

ここで、メインガスとアシストガスは、同種もしくは異種の処理ガスであり、双方もしくはいずれか一方が、成膜処理やエッチング処理等の各種処理を行うための様々な処理ガス、希ガス等のキャリアガス、反応生成物のデポを制御する酸素ガス等である。本明細書では、いずれも処理ガスに含まれるものとし、メインガスとアシストガスが混合されたガスも処理ガスに含まれるものとする。

20

【 0 0 6 8 】

メインガス供給系統は、メインガス供給部 6 1 A (ガス供給部) と、メインガス供給部 6 1 A に連通するメインガス用供給配管 6 8 A (ガス供給配管の一例) を有する。メインガス供給系統はさらに、メインガス用供給配管 6 8 A から四つに分岐してそれぞれ対応するガス導入管 5 5 に連通する、メインガス用分岐配管 6 9 A (分岐配管の一例) を有する。

30

【 0 0 6 9 】

メインガス供給部 6 1 A の二次側にはメインガス用ガス流量制御装置 6 2 A (ガス流量制御装置) が配設され、メインガス用ガス流量制御装置 6 2 A の二次側には、第一バルブ 6 3 A が配設されている。また、第一バルブ 6 3 A の二次側であって、メインガス用分岐配管 6 9 A の一次側には、第三バルブ 6 5 A が配設されている。さらに、第一バルブ 6 3 A と第三バルブ 6 5 A の間には、圧力センサ 6 4 A が配設されている。

【 0 0 7 0 】

四つのメインガス用分岐配管 6 9 A にはそれぞれ、ガス分流比制御要素 6 6 A 、 6 6 B 、 6 6 C 、 6 6 D が配設されている。また、各分岐配管 6 9 A において、ガス分流比制御要素 6 6 A 、 6 6 B 、 6 6 C 、 6 6 D の二次側には、それぞれに固有の第二バルブ 6 7 A 、 6 7 B 、 6 7 C 、 6 7 D が配設されている。

40

【 0 0 7 1 】

一方、アシストガス供給系統は、アシストガス供給部 6 1 B (ガス供給部) と、アシストガス供給部 6 1 B に連通するアシストガス用供給配管 6 8 B (ガス供給配管の一例) を有する。アシストガス供給系統はさらに、アシストガス用供給配管 6 8 B から四つに分岐してそれぞれ対応するガス導入管 5 5 に連通する、アシストガス用分岐配管 6 9 B (分岐配管の一例) を有する。

【 0 0 7 2 】

アシストガス供給部 6 1 B の二次側には、アシストガス用ガス流量制御装置 6 2 B (ガス流量制御装置) が配設され、アシストガス用ガス流量制御装置 6 2 B の二次側には、第

50

一バルブ 6 3 B が配設されている。また、第一バルブ 6 3 B の二次側であって、アシストガス用分岐配管 6 9 B の一次側には、第三バルブ 6 5 B が配設されている。さらに、第一バルブ 6 3 B と第三バルブ 6 5 B の間には、圧力センサ 6 4 B が配設されている。

【 0 0 7 3 】

四つのアシストガス用分岐配管 6 9 B にはそれぞれ、ガス分流比制御要素 6 6 E、6 6 F、6 6 G、6 6 H が配設されている。また、各分岐配管 6 9 B において、ガス分流比制御要素 6 6 E、6 6 F、6 6 G、6 6 H の二次側には、それぞれに固有の第二バルブ 6 7 E、6 7 F、6 7 G、6 7 H が配設されている。

【 0 0 7 4 】

そして、八つのガス分流比制御要素 6 6 A、6 6 B、6 6 C、6 6 D、6 6 E、6 6 F、6 6 G、6 6 H により、ガス分流比制御部 6 6 が構成される。

10

【 0 0 7 5 】

メインガス供給システムを構成する各メインガス用分岐配管 6 9 A における第二バルブ 6 7 A、6 7 B、6 7 C、6 7 D の二次側において、アシストガス供給システムを構成する各アシストガス用分岐配管 6 9 B における第二バルブ 6 7 E、6 7 F、6 7 G、6 7 H の二次側が連通している。

【 0 0 7 6 】

第 2 の実施形態に係るガス供給方法では、メインガス供給システムにおける設定圧力と、アシストガス供給システムにおける設定圧力が、同じ圧力であってもよいし、異なる圧力であってもよく、双方のガス供給システムに対する制御装置 9 0 による制御内容は、第 1 の実施形態のガス供給方法と同様である。

20

【 0 0 7 7 】

すなわち、メインガス供給システム、アシストガス供給システムともに、ガス分流比制御要素 6 6 A ~ 6 6 H に対して予めある程度の流量の処理ガスを流しておき、圧力計 6 4 A、6 4 B がそれぞれ設定圧力となった際に第一バルブ 6 3 A、6 3 B を閉じる。そして、レシピに応じて、第一バルブ 6 3 A、6 3 B と第二バルブ 6 7 A ~ 6 7 H を開くことにより、第二バルブ 6 7 A ~ 6 7 D の二次側において、分流比に応じたメインガスとアシストガスが混合されて四種の処理ガスが生成される。生成された各処理ガスは、各分岐配管 6 9 A を介して処理領域 S における対応する四つの領域に供給される。尚、処理用域 S に対応する領域が四つに限られないことは第 1 の実施形態と同様であり、領域が五つ、六つ、またはそれ以上あってもよい。その場合、メインガス及びアシストガスの供給系も領域の数に応じて設定される。

30

【 0 0 7 8 】

[処理ガスの安定供給までの時間を検証した実験]

本発明者等は、図 3 に示す基板処理装置を製作し、メインガス供給システムとアシストガス供給システムの各設定圧力を種々変化させ、処理ガスの安定供給までの時間（最終収束時間）を測定する実験を行った。ここで、最終収束時間は、目標となるガス流量との差分比率が $\pm 2\%$ 以下となるまでの時間である。

【 0 0 7 9 】

本実験では、予め処理ガスをためておく領域を異ならせている。具体的には、図 3 において、第三バルブ 6 5 A、6 5 B を閉じ、第三バルブ 6 5 A、6 5 B の一次側まで処理ガスをためておく制御（FRC には処理ガスを予め供給していない）を比較例 1 乃至 5 とし、予め FRC に処理ガスを供給しておく制御を実施例 1 乃至 4 とした。尚、FRC に処理ガスを予め供給せず、各供給システムにおける圧力がゼロである、従来の制御方法を参考例とした。以下の表 1 に、参考例、各比較例、各実施例の各種条件と実験結果を示す。

40

【 0 0 8 0 】

【表 1】

	ため込み 圧力 (Torr)		O ₂ 流量 (sccm)		制御 開始時間 (秒)		Ratio 収束時間 (秒)		総流量 収束時間 (秒)		最終 収束時間 (秒)
	メイン	アシスト	メイン	アシスト	メイン	アシスト	メイン	アシスト	メイン	アシスト	
参考例	0	0	3503	1666	1.4	2.2	6.4	6.7	5.1	10.1	6.7
比較例1	0	50	3503	1666	1.3	1.0	5.5	5.9	5.1	9.7	5.9
比較例2	50	50	3503	1666	0.6	0.6	5.3	5.4	4.4	9.3	5.4
比較例3	50	0	3503	1666	0.7	1.4	5.3	8.1	4.5	10.0	8.1
比較例4	0	100	3503	1666	1.2	0.5	5.4	6.8	5.0	9.0	6.8
比較例5	0	200	3503	1666	1.3	0.7	5.7	5.4	5.1	8.3	5.7
実施例1	0	50	3503	1666	1.3	0.6	5.3	5.0	5.1	9.1	5.3
実施例2	0	100	3503	1666	1.5	0.9	5.7	5.7	5.3	8.7	5.7
実施例3	0	200	3503	1666	1.2	0.5	5.5	1.9	4.9	3.9	5.5
実施例4	200	200	3503	1666	0.4	0.3	1.1	1.2	0.8	2.2	1.2

【0081】

表 1 より、参考例に比べて、比較例 3 , 4 は、最終収束時間が長くなり、効果が得られていないことが分かる。

【0082】

これに対して、参考例に比べて、各実施例の最終収束時間はいずれも短縮されていることが分かる。中でも、メインガス供給システムとアシストガス供給システムの各設定圧力がともに同一の 200 Torr の実施例 4 では、最終収束時間が 20 % 以下と格段に短縮されており、双方の供給配管内の圧力を同程度で、200 Torr 程度に設定するのが望ましいことが実証されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 3 】

上記実施形態に挙げた構成等に対し、その他の構成要素が組み合わされるなどした他の実施形態であってもよく、また、本開示はここで示した構成に何等限定されるものではない。この点に関しては、本開示の趣旨を逸脱しない範囲で変更することが可能であり、その応用形態に応じて適切に定めることができる。

【 0 0 8 4 】

例えば、図示例の基板処理装置 1 0 0 , 1 0 0 A は金属窓を備えた誘導結合型のプラズマ処理装置として説明したが、処理容器内の複数の領域に予め設定された流量比でガスを供給するような構成であれば、金属窓の代わりに誘電体窓を備えた誘導結合型のプラズマ処理装置であってもよく、他の形態のプラズマ処理装置であってもよい。具体的には、電子サイクロトロン共鳴プラズマ (Electron Cyclotron resonance Plasma; E C P) やヘリコン波励起プラズマ (Helicon Wave Plasma; H W P)、平行平板プラズマ (Capacitively coupled Plasma; C C P) が挙げられる。また、マイクロ波励起表面波プラズマ (Surface Wave Plasma; S W P) が挙げられる。これらのプラズマ処理装置は、I C P を含めて、いずれもイオンフラックスとイオンエネルギーを独立に制御でき、エッチング形状や選択性を自由に制御できると共に、 $1 0^{11}$ 乃至 $1 0^{13} \text{ cm}^{-3}$ 程度と高い電子密度が得られる。

10

【符号の説明】

【 0 0 8 5 】

2 0 : 処理容器

20

6 0 , 6 0 A : ガス供給装置

6 1 , 6 1 A , 6 1 B : ガス供給部

6 2 , 6 2 A , 6 2 B : ガス流量制御装置

6 3 , 6 3 A , 6 3 B : 第一バルブ

6 6 : ガス分流比制御部

6 6 A ~ 6 6 H : ガス分流比制御要素

6 7 , 6 7 A ~ 6 7 H : 第二バルブ

6 8 , 6 8 A , 6 8 B : ガス供給配管

6 9 , 6 9 A , 6 9 B : 分岐配管

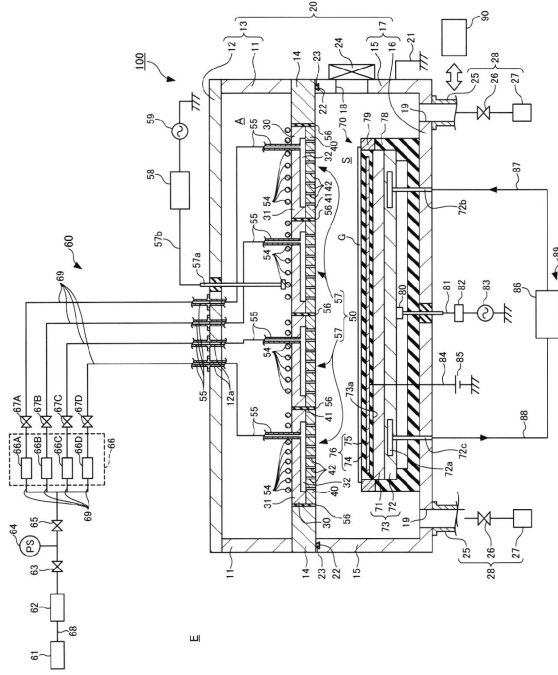
G : 基板

30

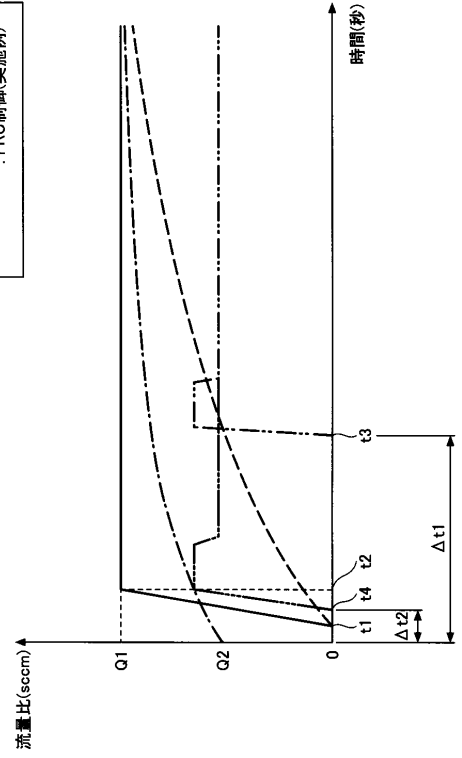
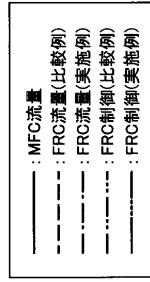
40

50

【図面】
【図 1】



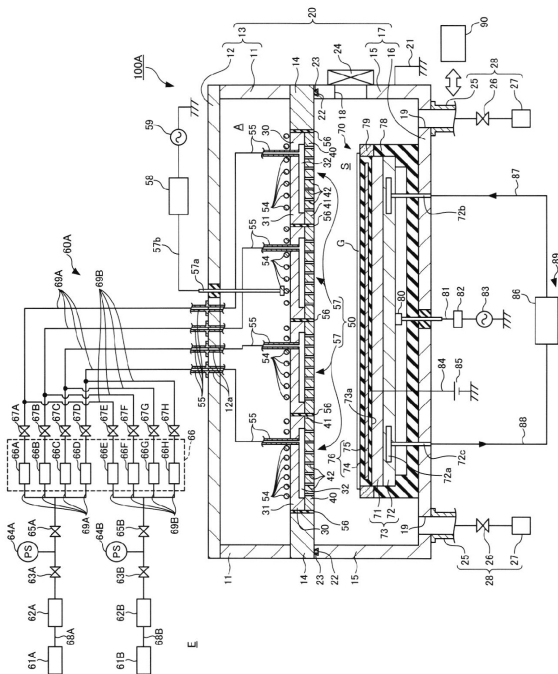
【図 2】



10

20

【図 3】



30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 相澤 高志

山梨県韮崎市藤井町北下条2381-1 東京エレクトロン テクノロジーソリューションズ株式会社内

審査官 小 高 孔頌

(56)参考文献 特開2018-121051(JP,A)
特開2015-012141(JP,A)
米国特許出願公開第2015/0000707(US,A1)
特開2017-011055(JP,A)
欧州特許出願公開第03106956(EP,A1)
特開2016-207409(JP,A)
特開2006-165399(JP,A)
米国特許出願公開第2006/0124169(US,A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H01L 21/3065
H01L 21/31
C23C 16/00-16/56
H01L 21/205
H01L 21/302
H01L 21/365
H01L 21/461
H01L 21/469
H01L 21/86