

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5367522号
(P5367522)

(45) 発行日 平成25年12月11日(2013.12.11)

(24) 登録日 平成25年9月20日(2013.9.20)

(51) Int. Cl.		F I		
HO 1 L	21/3065	(2006.01)	HO 1 L	21/302 I O 1 B
BO 1 J	19/08	(2006.01)	BO 1 J	19/08 E
HO 5 H	1/46	(2006.01)	HO 5 H	1/46 M

請求項の数 8 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2009-218726 (P2009-218726)	(73) 特許権者	000219967
(22) 出願日	平成21年9月24日 (2009.9.24)		東京エレクトロン株式会社
(65) 公開番号	特開2011-71168 (P2011-71168A)		東京都港区赤坂五丁目3番1号
(43) 公開日	平成23年4月7日 (2011.4.7)	(74) 代理人	100077849
審査請求日	平成24年9月14日 (2012.9.14)		弁理士 須山 佐一
		(74) 代理人	100134223
			弁理士 須山 英明
		(74) 代理人	100113871
			弁理士 川原 行雄
		(74) 代理人	100124073
			弁理士 山下 聡
		(74) 代理人	100153741
			弁理士 熊井 寛

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置及びシャワーヘッド

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内部で基板を処理する処理チャンパーに、前記基板を載置するための載置台と対向するように設けられ、前記載置台と対向する対向面に複数設けられたガス吐出孔から前記基板に向けてガスをシャワー状に供給するシャワーヘッドを備えたプラズマ処理装置であって、

前記シャワーヘッドの前記対向面と反対側の面とを貫通する複数の排気孔と、前記反対側の面側の前記排気孔と連通した排気空間内に、立設状態で設けられた複数の棒状の磁石柱と、

前記磁石柱の少なくとも一部を移動させて前記排気孔との距離を変更するための移動手段と、

を具備し、

前記磁石柱は、第1の磁石柱群と、前記第1の磁石柱群とは異なる第2の磁石柱群の少なくとも2つの異なる磁石柱群からなり、前記第1の磁石柱群と、前記第2の磁石柱群とは、独立に移動可能とされている

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であって、

前記対向面と前記反対側の面とを貫通し、前記対向面側から前記反対側の面側にプラズマの漏洩を許容する開閉可能なトリガー孔を具備する

ことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 3】

請求項 2 記載のプラズマ処理装置であって、
前記トリガー孔を複数具備し、夫々独立に開閉可能とされている
ことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 4】

請求項 2 又は 3 記載のプラズマ処理装置であって、
前記処理チャンバー内のプラズマの状態を計測する計測手段と、
前記計測手段による計測結果に基づいて、前記移動手段による前記磁石柱の移動及び前
記トリガー孔の開閉を制御する制御手段と
を具備したことを特徴とするプラズマ処理装置。

10

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 いずれか 1 項記載のプラズマ処理装置であって、
前記磁石柱の温度を調整するための温度調整手段を具備した
ことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 6】

内部で基板を処理する処理チャンバーに、前記基板を載置するための載置台と対向する
ように設けられ、前記載置台と対向する対向面に複数設けられたガス吐出孔から前記基板
に向けてガスをシャワー状に供給するシャワーヘッドであって、
前記対向面と反対側の面とを貫通する複数の排気孔と、
前記反対側の面側に立設状態で設けられた複数の棒状の磁石柱と、
を具備し、
前記磁石柱は、第 1 の磁石柱群と、前記第 1 の磁石柱群とは異なる第 2 の磁石柱群の少
なくとも 2 つの異なる磁石柱群からなり、前記第 1 の磁石柱群と、前記第 2 の磁石柱群と
は、独立に移動可能とされている
ことを特徴とするシャワーヘッド。

20

【請求項 7】

請求項 6 記載のシャワーヘッドであって、
前記対向面と前記反対側の面とを貫通し、前記対向面側から前記反対側の面側にプラズ
マの漏洩を許容する開閉可能なトリガー孔を具備する
ことを特徴とするシャワーヘッド。

30

【請求項 8】

請求項 7 記載のシャワーヘッドであって、
前記トリガー孔を複数具備し、夫々独立に開閉可能とされている
ことを特徴とするシャワーヘッド。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プラズマ処理装置及びシャワーヘッドに関する。

【背景技術】

40

【0002】

従来から、半導体装置の製造分野等においては、半導体ウエハ等の基板に向けてガスを
シャワー状に供給するためのシャワーヘッドが用いられている。すなわち、例えば半導体
ウエハ等の基板にプラズマエッチング処理等を施すプラズマ処理装置では、処理チャン
バー内に、基板を載置するための載置台が設けられており、この載置台と対向するよう
に、シャワーヘッドが設けられている。このシャワーヘッドには、載置台と対向する対
向面に、ガス吐出孔が複数設けられており、これらのガス吐出孔から基板に向けてガスをシャ
ワー状に供給する。

【0003】

このようなプラズマ処理装置では、処理チャンバーの周囲に設けた磁石によって処理空

50

間内に磁場を形成し、処理空間内のプラズマを制御することが知られている（例えば、特許文献1参照。）。また、処理チャンバーから排気する部位に磁石によって磁場を形成し、ガスの通過を可能としつつプラズマの通過を阻止してプラズマを処理空間内に閉じ込める技術が知られている（例えば、特許文献2参照。）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2003-86580号公報

【特許文献2】特表2003-514386号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上述したとおり、従来のプラズマ処理装置では、処理空間内に形成した磁場によってプラズマを制御したり、プラズマを閉じ込めることが行われている。しかしながら、このようなプラズマ処理装置では、半導体ウエハ等の基板の中央部と周縁部とで処理速度等が異なり、プラズマ処理の面内均一性が低下するという問題がある。

【0006】

本発明は、上記従来の事情に対処してなされたもので、処理空間内のプラズマ密度分布を制御することができ、プラズマ処理の面内均一性を向上させることのできるプラズマ処理装置及びシャワーヘッドを提供しようとするものである。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明に係るプラズマ処理装置は、内部で基板を処理する処理チャンバーに、前記基板を載置するための載置台と対向するように設けられ、前記載置台と対向する対向面に複数設けられたガス吐出孔から前記基板に向けてガスをシャワー状に供給するシャワーヘッドを備えたプラズマ処理装置であって、前記シャワーヘッドの前記対向面と反対側の面とを貫通する複数の排気孔と、前記反対側の面側の前記排気孔と連通した排気空間内に、立設状態で設けられた複数の棒状の磁石柱と、前記磁石柱の少なくとも一部を移動させて前記排気孔との距離を変更するための移動手段と、を具備し、前記磁石柱は、第1の磁石柱群と、前記第1の磁石柱群とは異なる第2の磁石柱群の少なくとも2つの異なる磁石柱群からなり、前記第1の磁石柱群と、前記第2の磁石柱群とは、独立に移動可能とされていることを特徴とする。

30

【0008】

本発明に係るシャワーヘッドは、内部で基板を処理する処理チャンバーに、前記基板を載置するための載置台と対向するように設けられ、前記載置台と対向する対向面に複数設けられたガス吐出孔から前記基板に向けてガスをシャワー状に供給するシャワーヘッドであって、前記対向面と反対側の面とを貫通する複数の排気孔と、前記反対側の面側に立設状態で設けられた複数の棒状の磁石柱と、を具備し、前記磁石柱は、第1の磁石柱群と、前記第1の磁石柱群とは異なる第2の磁石柱群の少なくとも2つの異なる磁石柱群からなり、前記第1の磁石柱群と、前記第2の磁石柱群とは、独立に移動可能とされていることを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、処理空間内のプラズマ密度分布を制御することができ、プラズマ処理の面内均一性を向上させることのできるプラズマ処理装置及びシャワーヘッドを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の一実施形態に係るプラズマ処理装置の構成を示す縦断面図。

【図2】本発明の一実施形態に係るシャワーヘッドの要部構成を示す縦断面図。

50

【図3】本発明の一実施形態に係るシャワーヘッドの斜視図。

【図4】本発明の一実施形態に係るシャワーヘッドの上面図。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の詳細を、図面を参照して実施形態について説明する。

【0012】

図1は、本発明のプラズマ処理装置の一実施形態に係るプラズマエッチング装置200の要部断面構成を示すものであり、図2は、図1のプラズマエッチング装置200に設けられたシャワーヘッド100の要部構成を示す断面図、図3はシャワーヘッド100の構成を示す斜視図、図4はシャワーヘッド100の上面図である。

10

【0013】

図2に示すように、シャワーヘッド100は、下側部材1と、この下側部材1の上側に配置された上側部材2の2枚の板状部材を積層させた積層体10から構成されている。これらの下側部材1及び上側部材2は、例えば、表面に陽極酸化処理を施したアルミニウム等から構成されている。このシャワーヘッド100は、図1に示すように、プラズマエッチング装置200の処理チャンパー201に、半導体ウエハ（基板）が載置される載置台202と対向するように配設される。すなわち、図2に示す下側部材1側が図1に示す載置台202と対向する対向面14を形成するように配設される。

【0014】

積層体10のうち、載置台202と対向する対向面14を形成する下側部材1には、ガス吐出孔11が多数（図2には1つのみ示す。）形成されており、下側部材1と上側部材2との間には、これらのガス吐出孔11に連通するガス流路12が形成されている。これらのガス吐出孔11は、図1中に矢印で示すように、基板（図1中下側）に向けてガスをシャワー状に供給するためのものである。なお、積層体10の周縁部には、ガス流路12内にガスを導入するためのガス導入部12aが設けられている。

20

【0015】

また、積層体10には、この積層体10、すなわち、下側部材1と上側部材2とを貫通して、排気孔13が多数（図2には1つのみ示す。）形成されている。これらの排気孔13は、図1、2中に点線の矢印で示すように、基板側（図中下側）から基板と反対側（図中上側）に向けてガスの流れが形成されるように排気を行う排気機構を構成している。排気孔13は、図2に示す下側部材1部分に形成された細径部分13aの直径が例えば0.5～1.5mm程度とされており、上側部材2部分に形成された大径部分13bの直径が例えば2.0～5.0mm程度とされている。

30

【0016】

排気孔13は、図4に示すように、シャワーヘッド100の周縁部（処理チャンパー201に固定するための固定部となる）を除き、その全領域に亘って略均等に設けられている。排気孔13の数は、例えば12インチ（300mm）径の半導体ウエハを処理するためのシャワーヘッド100の場合、2000～2500個程度である。なお、図4に示すように、本実施形態では、シャワーヘッド100の外形は、被処理基板である半導体ウエハの外形に合わせて円板状に構成されている。

40

【0017】

さらに、図1に示すように、積層体10の上側部材2側、すなわち、載置台202と対向する対向面14とは反対側の面（裏面）15側には、棒状に構成された複数の磁石柱16a、16bが立設状態で配設されている。

【0018】

磁石柱16a、16bは、シャワーヘッド100の周縁部に設けられた長さの短い磁石柱16aから構成された第1磁石柱群160aと、シャワーヘッド100の中央部に設けられた長さの長い磁石柱16bから構成された第2磁石柱群160bの2つの異なる磁石柱群に分けられている。

【0019】

50

第1磁石柱群160aに属する長さの短い磁石柱16aは、連結部材17aによって連結され、図1中左側に示される駆動機構161aに接続されている。そして、この駆動機構161aによって第2磁石柱群160bとは独立に上下動可能とされている。一方、第2磁石柱群160bに属する長さの長い磁石柱16bは、連結部材17bによって連結され、図1中右側に示される駆動機構161bに接続されている。そして、この駆動機構161bによって第1磁石柱群160aとは独立に上下動可能とされている。

【0020】

磁石柱16a, 16bは、例えば、図3に示すように、シャワーヘッド100の周縁部(処理チャンバー201に固定するための固定部となる)を除き、その全領域に亘って略均等に設けられている。なお、図3では、磁石柱16a同士を連結する連結部材17a及び磁石柱16b同士を連結する連結部材17bについては図示を省略している。

10

【0021】

磁石柱16a, 16bとしては、例えば、アルミニウム等の金属製の筒状体中に永久磁石を封入して構成したもの、例えば石英等の非金属材料からなる筒状体中に永久磁石を封入して構成したもの等を用いることができる。また、封入する磁石としては、例えば磁性体セラミックスや、磁性流体等の液体状の磁性体を封入してもよい。これらの磁石柱16a, 16bは、12インチ(300mm)径の半導体ウエハを処理するためのシャワーヘッド100の場合、例えば数十本から二百数十本程度設けることが好ましい。

【0022】

第1磁石柱群160a及び第2磁石柱群160bの上下動によって、これらの第1磁石柱群160a及び第2磁石柱群160bと、シャワーヘッド100の排気孔13との間の距離を調節できるようになっている。これは、処理チャンバー201内のシャワーヘッド100と載置台202との間の処理空間内から、シャワーヘッド100の裏面15側の排気空間へのプラズマのリーク状態を調整するための機構である。

20

【0023】

すなわち、例えば、第1磁石柱群160a及び第2磁石柱群160bを、図1中下方に位置させて排気孔13に近接させた際には、排気孔13からのプラズマのリークを抑制した状態となる。一方、第1磁石柱群160a及び第2磁石柱群160bを、図1中上方に位置させて排気孔13から離間させた際には、排気孔13からのプラズマのリークを許容した状態となる。また、第1磁石柱群160a及び第2磁石柱群160bと排気孔13との距離が離れるほど、プラズマのリーク領域が拡大するようにプラズマの状態を制御できる。

30

【0024】

さらに、例えば第1磁石柱群160aを図1中上方に位置させて排気孔13から離間させ、第2磁石柱群160bを図1中下方に位置させて排気孔13に近接させた際には、シャワーヘッド100の中央部ではプラズマのリークを抑制した状態となり、シャワーヘッド100の周縁部ではプラズマのリークを許容した状態となる。これによって、中央部と周縁部とで夫々部分的にプラズマ密度等のプラズマの状態を制御できる。

【0025】

ところで、上記のようなシャワーヘッド100の裏面15側へのプラズマのリークが多くなり過ぎると、プラズマ処理速度の低下を招く一因となる。このため、シャワーヘッド100の中央部では、常時プラズマのリークを抑制した状態とし、周縁部におけるプラズマのリーク状態のみ可変とすることも可能である。この場合、第2磁石柱群160bについては、駆動機構161bを設けずに、シャワーヘッド100に固定した状態とし、第1磁石柱群160aのみを駆動機構161aによって上下動可能として、シャワーヘッド100の周辺部のみでプラズマのリークの調整を行うようにしてもよい。

40

【0026】

さらにまた、本実施形態では、図2に示すように、シャワーヘッド100に、載置台202との対向面14と、反対側の面とを貫通し、対向面14側から裏面15側にプラズマのリークを許容する開閉可能なトリガー孔18が設けられている。このトリガー孔18は

50

、排気孔 13 の細径部分 13 a より大径（例えば直径 2 mm 程度）とされており、回転弁 19 等の開閉機構によって開閉自在とされている。なお、回転弁 19 は、トリガー孔 18 より大径の回転軸 19 a を、側部からトリガー孔 18 を貫通するように挿入して構成されており、回転軸 19 a を回転させて、回転軸 19 a に形成された貫通孔 19 b の位置を、トリガー孔 18 に合わせることによって開状態とし、貫通孔 19 b の位置をずらすことによって閉状態とすることができるようになっている。

【0027】

上記のように、トリガー孔 18 は排気孔 13 の細径部分 13 a より大径とされており、排気孔 13 よりプラズマを処理空間側から排気空間側にリークさせ易い性質を有している。したがって、排気孔 13 からプラズマが処理空間側から排気空間側にリークしていない状態において、このトリガー孔 18 を開くことによって、積極的にプラズマのリークを生じさせることができる。このトリガー孔 18 は、複数設けることが好ましく、主にシャワーヘッド 100 の周縁部に設けることが好ましい。例えば、処理空間における周縁部のプラズマ密度等は、中央部に比べて低下する傾向になる場合が多い。このような場合、例えば、周縁部におけるプラズマのリークを生じさせ、中央部におけるプラズマのリークを生じさせないようにすれば、処理空間内の中央部の電子やイオンが周縁部方向に移動し、処理空間内におけるプラズマ密度等の均一化を図ることができる。

10

【0028】

このようにプラズマをシャワーヘッド 100 の裏面 15 側にリークさせた場合、磁石柱 16 a , 16 b がプラズマに晒されて高温になり磁場性能が劣化する場合がある。このため、磁石柱 16 a , 16 b を冷却して磁場性能を維持するための温度調整手段を設けることが好ましい。この場合、例えば温調媒体を循環して冷却する温度調整手段等を用いることができる。

20

【0029】

図 1 に示すように、上記構成のシャワーヘッド 100 を具備した基板処理装置としてのプラズマエッチング装置 200 は、電極板が上下平行に対向し、プラズマ形成用電源（図示せず。）が接続された容量結合型平行平板プラズマエッチング装置として構成されている。

【0030】

プラズマエッチング装置 200 は、例えば表面が陽極酸化処理されたアルミニウム等からなり円筒形状に形成された処理チャンバー（処理容器）201 を有しており、この処理チャンバー 201 は接地されている。処理チャンバー 201 内には、被処理基板としての半導体ウエハを載置し、かつ、下部電極を構成する載置台 202 が設けられている。この載置台 202 には、図示しないプラズマ形成用電源が接続されている。

30

【0031】

載置台 202 の上側には、その上に半導体ウエハを静電吸着するための静電チャック 203 が設けられている。静電チャック 203 は、絶縁材の間に電極を配置して構成されており、この電極に直流電圧を印加することにより、クーロン力によって半導体ウエハを静電吸着する。また、載置台 202 には、温度調節媒体を循環させるための流路 204 が形成されており、静電チャック 203 上に吸着された半導体ウエハを所定の温度に温度調整できるようになっている。また、処理チャンバー 201 の側壁部には、半導体ウエハを処理チャンバー 201 内に搬入、搬出するための開口 205 が形成されており、ここには、開口 205 を気密に閉塞するための開閉機構 206 が設けられている。

40

【0032】

載置台 202 の上方に、載置台 202 と所定間隔を隔てて対向するように、シャワーヘッド 100 が配置されている。そして、シャワーヘッド 100 が上部電極となり、載置台 202 が下部電極となる一对の対向電極が形成されている。

【0033】

シャワーヘッド 100 のガス導入部 12 a は、処理チャンバー 201 に設けられたガス供給部 207 に接続されている。ガス供給部 207 には、図示しないガス供給機構から所

50

定の処理ガス（エッチングガス）が供給される。

【 0 0 3 4 】

また、シャワーヘッド 1 0 0 の上部には、筒状体 2 1 0 が設けられており、この筒状体 2 1 0 には、開閉制御弁及び開閉機構等を介してターボ分子ポンプ等の真空ポンプ（図示せず。）が接続されている。このように、筒状体 2 1 0 の内側が排気路となっており、磁石柱 1 6 a , 1 6 b は、筒状体 2 1 0 の内側の排気路内に配設されている。

【 0 0 3 5 】

プラズマエッチング装置 2 0 0 によって、半導体ウエハのプラズマエッチングを行う場合、まず、半導体ウエハは、開口 2 0 5 から処理チャンパー 2 0 1 内へと搬入され、静電チャック 2 0 3 上に載置される。そして、半導体ウエハが静電チャック 2 0 3 上に静電吸着される。次いで、開口 2 0 5 が閉じられ、真空ポンプ等によって、処理チャンパー 2 0 1 内が所定の真空度まで真空引きされる。

【 0 0 3 6 】

その後、所定流量の所定の処理ガス（エッチングガス）が、ガス供給部 2 0 7 からシャワーヘッド 1 0 0 のガス導入部 1 2 a に供給され、この処理ガスは、シャワーヘッド 1 0 0 のガス流路 1 2 を経てガス吐出孔 1 1 からシャワー状に載置台 2 0 2 上の半導体ウエハに供給される。

【 0 0 3 7 】

そして、処理チャンパー 2 0 1 内の圧力が、所定の圧力に維持された後、載置台 2 0 2 に所定の周波数、例えば 1 3 . 5 6 M H z の高周波電力が印加される。これにより、上部電極としてのシャワーヘッド 1 0 0 と下部電極としての載置台 2 0 2 との間に高周波電界が生じ、エッチングガスが解離してプラズマ化する。このプラズマによって、半導体ウエハに所定のエッチング処理が行われる。

【 0 0 3 8 】

上記エッチング処理において、シャワーヘッド 1 0 0 のガス吐出孔 1 1 からシャワー状に供給された処理ガスは、シャワーヘッド 1 0 0 に分散して多数形成された排気孔 1 3 から排気されるので、処理チャンパー 2 0 1 の下部から排気を行う場合のように、半導体ウエハの中央部から周辺部に向かうようなガスの流れが形成されることがない。このため、半導体ウエハに供給される処理ガスをより均一化することができる。

【 0 0 3 9 】

また、前述したとおり、第 1 磁石柱群 1 6 0 a 及び第 2 磁石柱群 1 6 0 b の位置の調整と、トリガー孔 1 8 の開閉によって、処理チャンパー 2 0 1 の処理空間内のプラズマを、筒状体 2 1 0 の内側の排気空間内にリークさせ、処理空間内のプラズマの状態を制御することができる。これによって、処理空間内のプラズマを均一化することができ、半導体ウエハの各部に均一なエッチング処理を施すことができる。すなわち、処理の面内均一性を向上させることができる。

【 0 0 4 0 】

このようなプラズマの制御は、処理チャンパー 2 0 1 内のプラズマの状態を計測する計測手段、例えば、プラズマの発光状態からプラズマの状態を検知するプラズマモニターによる計測結果に基づいて、駆動機構 1 6 1 a , 1 6 1 b による第 1 磁石柱群 1 6 0 a 及び第 2 磁石柱群 1 6 0 b の移動、及び回転弁 1 9 によるトリガー孔 1 8 の開閉を制御する制御機構を設けることによって、自動的に行うこともできる。

【 0 0 4 1 】

そして、所定のプラズマエッチング処理が終了すると、高周波電力の印加及び処理ガスの供給が停止され、上記した手順とは逆の手順で、半導体ウエハが処理チャンパー 2 0 1 内から搬出される。

【 0 0 4 2 】

以上説明したとおり、本実施形態のプラズマエッチング装置 2 0 0 によれば、処理空間内のプラズマの状態を均一化することができ、半導体ウエハの各部に均一なエッチング処理を施すことができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 3 】

また、上記のプラズマエッチング装置 2 0 0 では、シャワーヘッド 1 0 0 に設けた排気孔 1 3 から排気を行うので、従来の装置のように、載置台 2 0 2 の周囲又はシャワーヘッド 1 0 0 の周囲に排気経路を設ける必要がない。このため、処理チャンバー 2 0 1 の径をより被処理基板である半導体ウエハの外径に近づけることが可能となり、装置の小型化を図ることができる。また、真空ポンプを、処理チャンバー 2 0 1 の上方に設けており、処理チャンバー 2 0 1 の処理空間により近い部分から排気するので、効率良く排気することができ、真空ポンプの容量を少なくしてさらに小型化を図ることができる。

【 0 0 4 4 】

以上、本発明を、実施形態について説明したが、本発明はかかる実施形態に限定されるものではなく、各種の変形が可能であることは勿論である。

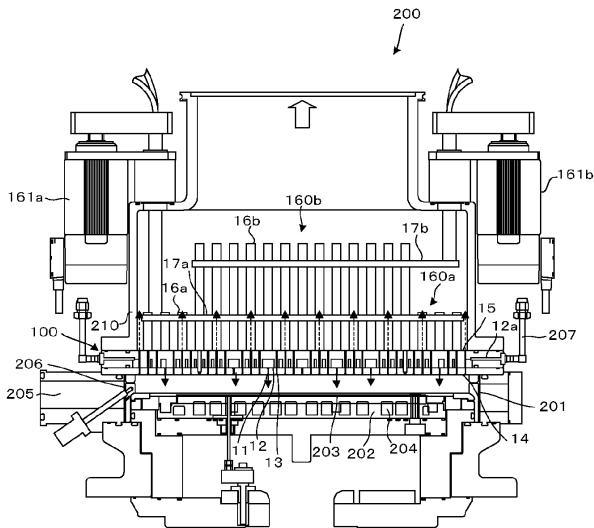
10

【 符号の説明 】

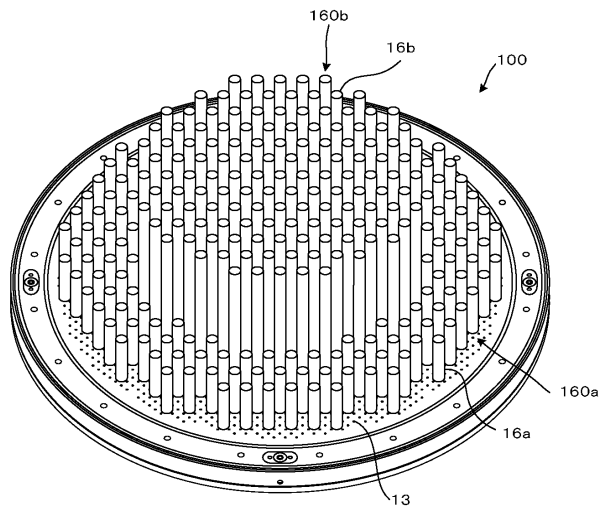
【 0 0 4 5 】

1 1 ガス吐出孔、 1 3 排気孔、 1 6 a , 1 6 b 磁石柱、 1 7 a , 1 7 b ... 連結部材、 1 8 トリガー孔、 1 0 0 シャワーヘッド、 1 6 1 a , 1 6 1 b 駆動機構、 2 0 0 プラズマエッチング装置、 2 0 1 処理チャンバー、 2 0 2 載置台。

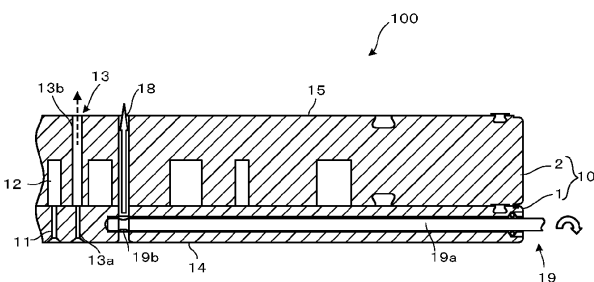
【 図 1 】



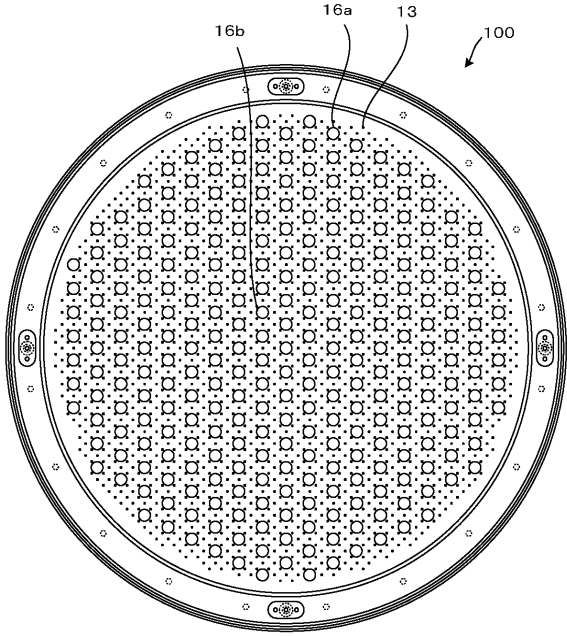
【 図 3 】



【 図 2 】



【 図 4 】



フロントページの続き

- (72)発明者 飯塚 八城
東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂Bizタワー 東京エレクトロン株式会社内
- (72)発明者 阿部 淳
東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂Bizタワー 東京エレクトロン株式会社内
- (72)発明者 望月 祐希
東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂Bizタワー 東京エレクトロン株式会社内

審査官 井上 由美子

- (56)参考文献 特開2004-335637(JP,A)
特表2007-525021(JP,A)
特開平11-149998(JP,A)
特開2006-165173(JP,A)
特開2004-228409(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/3065
H05H 1/46
B01J 19/08