

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5150217号  
(P5150217)

(45) 発行日 平成25年2月20日 (2013. 2. 20)

(24) 登録日 平成24年12月7日 (2012.12.7)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 L 21/3065 (2006.01)	HO 1 L 21/302 I O 1 B
HO 1 L 21/205 (2006.01)	HO 1 L 21/205
HO 1 L 21/31 (2006.01)	HO 1 L 21/31 C

請求項の数 6 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2007-291064 (P2007-291064)	(73) 特許権者	000219967
(22) 出願日	平成19年11月8日 (2007.11.8)		東京エレクトロン株式会社
(65) 公開番号	特開2009-117711 (P2009-117711A)		東京都港区赤坂五丁目3番1号
(43) 公開日	平成21年5月28日 (2009.5.28)	(74) 代理人	100125254
審査請求日	平成22年11月4日 (2010.11.4)		弁理士 別役 重尚
		(74) 代理人	100118278
			弁理士 村松 聡
		(72) 発明者	奥水 地塩
			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	傳賢 一樹
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 シャワープレート及び基板処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板処理装置の処理室に配されて該処理室内の処理空間に処理ガスを供給する処理ガス供給部が有するシャワープレートであって、

前記処理ガス供給部内に形成され且つ前記処理ガスが導入される処理ガス導入空間及び前記処理空間の間に介在し、

前記処理ガス導入空間及び前記処理空間を連通させる処理ガス供給経路を有し、

前記処理ガス供給経路は、前記処理ガス導入空間側に形成された複数のガス穴と、前記処理空間側に形成された複数のガス溝とを有し、前記複数のガス穴及び前記複数のガス溝は、前記複数のガス穴が、前記複数のガス溝の底部において該ガス溝の長さ方向に沿って均等に開口するようにして互いに連通し、

前記複数のガス溝の流路断面積の合計値は、前記複数のガス穴の流路断面積の合計値の1.75倍以上であり、前記ガス溝の深さは5mmよりも大きいことを特徴とするシャワープレート。

【請求項2】

前記複数のガス溝は、前記処理空間側の表面において直線状且つ互いに平行に形成されることを特徴とする請求項1記載のシャワープレート。

【請求項3】

厚さ方向に関して2分割された第1の部材及び第2の部材からなり、

前記第1の部材は前記ガス導入空間側に配され、且つ前記第2の部材は前記処理空間側

に配され、

前記複数のガス穴は前記第1の部材に形成されるとともに、前記複数のガス溝は前記第2の部材に形成されることを特徴とする請求項1又は2記載のシャワープレート。

【請求項4】

基板を収容して処理を施す処理室と、該処理室に配されて該処理室内の処理空間に処理ガスを供給する処理ガス供給部とを備える基板処理装置であって、

前記処理ガス供給部は、該処理ガス供給部内に形成され且つ前記処理ガスが導入される処理ガス導入空間及び前記処理空間の間に介在するシャワープレートを有し、

該シャワープレートは前記処理ガス導入空間及び前記処理空間を連通させる処理ガス供給経路を有し、

前記処理ガス供給経路は、前記シャワープレートの前記処理ガス導入空間側に形成された複数のガス穴と、前記シャワープレートの前記処理空間側に形成された複数のガス溝とを有し、前記複数のガス穴及び前記複数のガス溝は、前記複数のガス穴が、前記複数のガス溝の底部において該ガス溝の長さ方向に沿って均等に開口するようにして互いに連通し、

前記複数のガス溝の流路断面積の合計値は、前記複数のガス穴の流路断面積の合計値の1.75倍以上であり、前記ガス溝の深さは5mmよりも大きいことを特徴とする基板処理装置。

【請求項5】

前記処理ガス供給部は、前記処理ガス導入空間及び前記シャワープレートの間に介在し、且つ該シャワープレートを冷却するクーリングプレートを有し、

該クーリングプレートは、前記処理ガス導入空間及び前記処理ガス供給経路を連通させる複数の貫通穴を有することを特徴とする請求項4記載の基板処理装置。

【請求項6】

基板を収容して処理を施す処理室と、該処理室に配されて該処理室内の処理空間に処理ガスを供給する処理ガス供給部とを備える基板処理装置であって、

前記処理ガス供給部は、該処理ガス供給部内に形成され且つ前記処理ガスが導入される処理ガス導入空間及び前記処理空間の間に介在するシャワープレートと、前記処理ガス導入空間及び前記シャワープレートの間に介在し、且つ該シャワープレートを冷却するクーリングプレートとを有し、

前記シャワープレートは、厚さ方向に貫通し且つ前記処理空間に連通する複数のガス溝を有し、

前記クーリングプレートは、前記処理ガス導入空間及び前記複数のガス溝を連通させる複数のガス穴であって、前記複数のガス溝の底部において該ガス溝の長さ方向に沿って均等に開口するガス穴を有し、

前記複数のガス溝の流路断面積の合計値は、前記複数のガス穴の流路断面積の合計値の1.75倍以上であり、前記ガス溝の深さは5mmよりも大きいことを特徴とする基板処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、シャワープレート及び基板処理装置に関し、特に、基板処理装置が備えるチャンパ内の処理空間へ処理ガスを供給するシャワーヘッドが有するシャワープレートに関する。

【背景技術】

【0002】

通常、基板処理装置は、基板としてのウエハを収容するチャンパを備え、該チャンパ内の処理空間において処理ガスから発生したプラズマを用いてウエハにプラズマ処理を施す。処理ガスはチャンパの上部に配されたシャワーヘッドによって該チャンパ内の処理空間へ供給される。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 3 】

図 1 0 は、従来の基板処理装置が備えるシャワーヘッドの構造を概略的に示す図であり、図 1 0 ( A ) は従来のシャワーヘッドの断面図であり、図 1 0 ( B ) は従来のシャワーヘッドを下方から眺めた底面図である。なお、図 1 0 ( A ) は図 1 0 ( B ) における線 IX - IX に沿う断面図である。

## 【 0 0 0 4 】

図 1 0 ( A ) 及び図 1 0 ( B ) において、シャワーヘッド 9 0 は、円板状のシャワープレート 9 1 と、該シャワープレート 9 1 の上に配された円板状のクーリングプレート 9 2 と、シャワープレート 9 1 を保持するプレート保持体 9 3 とを有する。該プレート保持体 9 3 は円柱状の部材からなり、該円柱が下方から割り抜かれ、該割り抜かれた部分にシャワープレート 9 1 及びクーリングプレート 9 2 を収容する。収容されたクーリングプレート 9 2 はプレート保持体 9 3 とともに、該プレート保持体 9 3 内に空間 9 4 を形成する。該空間 9 4 へは処理ガス導入管 9 5 から処理ガスが導入される。また、収容されたシャワープレート 9 1 はチャンパ内の処理空間 ( 図示しない ) へ対向する。

10

## 【 0 0 0 5 】

シャワープレート 9 1 及びクーリングプレート 9 2 はそれぞれ厚さ方向に貫通する複数のガス穴 9 6 , 9 7 を有し、該ガス穴 9 6 , 9 7 を介して空間 9 4 及び処理空間が連通する。空間 9 4 へ導入された処理ガスはガス穴 9 6 , 9 7 を介して処理空間へ供給される。ここで、特に図 1 0 ( B ) に示すように、ガス穴 9 6 は分散して配されるため、処理ガスも分散して供給される。

20

## 【 0 0 0 6 】

ところで、従来から、処理空間のプラズマがガス穴 9 6 , 9 7 へ入り込み、ガス穴 9 6 , 9 7 内で異常放電が発生することが知られている。異常放電が発生するとクーリングプレート 9 2 を覆うアルマイトが剥がれてパーティクルが発生する。

## 【 0 0 0 7 】

そこで、シャワープレートやクーリングプレートのガス穴をラビリンズ状に形成し、各ガス穴にプラズマが侵入しにくくすることによってガス穴内の異常放電の発生を防止する等の対策が開発されている ( 例えば、特許文献 1 参照。 ) 。

【特許文献 1】特開 2 0 0 7 - 5 4 9 1 号公報

## 【 発明の開示 】

30

【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 0 8 】

しかしながら、例え、ガス穴をラビリンズ状に形成してもシャワープレートの使用時間がある程度経過するとやはりガス穴内で異常放電が発生するという問題がある。

## 【 0 0 0 9 】

ガス穴 9 6 内で異常放電が発生したシャワープレート 9 1 では、図 1 1 に示すように、処理空間側においてガス穴 9 6 が風船状に膨らんでいることから、ガス穴 9 6 内において局所的な放電 ( 局所放電 ) が発生し、該局所放電によってガス穴 9 6 が徐々に削られ、ガス穴 9 6 における膨らみが或る値を超えると、途端に異常放電が発生しているものと推察される。

40

## 【 0 0 1 0 】

本発明の目的は、使用時間が経過してもシャワープレートの寿命を延ばすために異常放電の発生を防止することができるシャワープレート及び基板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】

## 【 0 0 1 1 】

上記目的を達成するために、請求項 1 記載のシャワープレートは、基板処理装置の処理室に配されて該処理室内の処理空間に処理ガスを供給する処理ガス供給部が有するシャワープレートであって、前記処理ガス供給部内に形成され且つ前記処理ガスが導入される処理ガス導入空間及び前記処理空間の間に介在し、前記処理ガス導入空間及び前記処理空間

50

を連通させる処理ガス供給経路を有し、前記処理ガス供給経路は、前記処理ガス導入空間側に形成された複数のガス穴と、前記処理空間側に形成された複数のガス溝とを有し、前記複数のガス穴及び前記複数のガス溝は、前記複数のガス穴が、前記複数のガス溝の底部において該ガス溝の長さ方向に沿って均等に開口するようにして互いに連通し、前記複数のガス溝の流路断面積の合計値は、前記複数のガス穴の流路断面積の合計値の1.75倍以上であり、前記ガス溝の深さは5 mmよりも大きいことを特徴とする。

## 【0014】

請求項2記載のシャワープレートは、請求項1記載のシャワープレートにおいて、前記複数のガス溝は、前記処理空間側の表面において直線状且つ互いに平行に形成されることを特徴とする。

10

## 【0016】

請求項3記載のシャワープレートは、請求項1又は2記載のシャワープレートにおいて、厚さ方向に関して2分割された第1の部材及び第2の部材からなり、前記第1の部材は前記ガス導入空間側に配され、且つ前記第2の部材は前記処理空間側に配され、前記複数のガス穴は前記第1の部材に形成されるとともに、前記複数のガス溝は前記第2の部材に形成されることを特徴とする。

## 【0017】

上記目的を達成するために、請求項4記載の基板処理装置は、基板を収容して処理を施す処理室と、該処理室に配されて該処理室内の処理空間に処理ガスを供給する処理ガス供給部とを備える基板処理装置であって、前記処理ガス供給部は、該処理ガス供給部内に形成され且つ前記処理ガスが導入される処理ガス導入空間及び前記処理空間の間に介在するシャワープレートを有し、該シャワープレートは前記処理ガス導入空間及び前記処理空間を連通させる処理ガス供給経路を有し、前記処理ガス供給経路は、前記シャワープレートの前記処理ガス導入空間側に形成された複数のガス穴と、前記シャワープレートの前記処理空間側に形成された複数のガス溝とを有し、前記複数のガス穴及び前記複数のガス溝は、前記複数のガス穴が、前記複数のガス溝の底部において該ガス溝の長さ方向に沿って均等に開口するようにして互いに連通し、前記複数のガス溝の流路断面積の合計値は、前記複数のガス穴の流路断面積の合計値の1.75倍以上であり、前記ガス溝の深さは5 mmよりも大きいことを特徴とする。

20

## 【0018】

請求項5記載の基板処理装置は、請求項4記載の基板処理装置において、前記処理ガス供給部は、前記処理ガス導入空間及び前記シャワープレートの上に介在し、且つ該シャワープレートを冷却するクーリングプレートを有し、該クーリングプレートは、前記処理ガス導入空間及び前記処理ガス供給経路を連通させる複数の貫通穴を有することを特徴とする。

30

## 【0019】

上記目的を達成するために、請求項6記載の基板処理装置は、基板を収容して処理を施す処理室と、該処理室に配されて該処理室内の処理空間に処理ガスを供給する処理ガス供給部とを備える基板処理装置であって、前記処理ガス供給部は、該処理ガス供給部内に形成され且つ前記処理ガスが導入される処理ガス導入空間及び前記処理空間の間に介在するシャワープレートと、前記処理ガス導入空間及び前記シャワープレートの上に介在し、且つ該シャワープレートを冷却するクーリングプレートとを有し、前記シャワープレートは、厚さ方向に貫通し且つ前記処理空間に連通する複数のガス溝を有し、前記クーリングプレートは、前記処理ガス導入空間及び前記複数のガス溝を連通させる複数のガス穴であって、前記複数のガス溝の底部において該ガス溝の長さ方向に沿って均等に開口するガス穴を有し、前記複数のガス溝の流路断面積の合計値は、前記複数のガス穴の流路断面積の合計値の1.75倍以上であり、前記ガス溝の深さは5 mmよりも大きいことを特徴とする。

40

## 【発明の効果】

## 【0020】

50

請求項1記載のシャワープレート及び請求項4記載の基板処理装置によれば、処理ガス導入空間及び処理空間を連通させ、処理ガス導入空間側に形成された複数のガス穴と処理空間側に形成された複数のガス溝とを有する処理ガス供給経路において、全てのガス溝の流路断面積の合計値は、全てのガス穴の流路断面積の合計値よりも大きい。処理ガス導入空間から処理空間への処理ガスの供給の際に、該供給に応じて処理ガス供給経路内の処理ガスの圧力が高まると、処理ガス供給経路内において処理ガスから局所放電が発生するが、全てのガス溝の流路断面積の合計値は全てのガス穴の流路断面積の合計値よりも大きいので、処理ガスの供給の際にガス溝内の処理ガスの圧力が高まることなく、ガス溝内で局所放電が発生することがない。その結果、ガス溝が徐々に削れられるのを防止することができ、もって、使用時間が経過してもシャワープレートの寿命を延ばすために異常放電の発生を防止することができる。また、複数のガス穴は、複数のガス溝の底部において該ガス溝の長さ方向に沿って均等に開口するように配置されるので、各ガス溝内へ処理ガスをほぼ均等に分散させることができ、もって、シャワープレートから処理空間へ処理ガスを均等に供給することができる。

10

## 【0021】

また、請求項1記載のシャワープレート及び請求項4記載の基板処理装置によれば、全てのガス溝の流路断面積の合計値は、全てのガス穴の流路断面積の合計値の1.75倍以上であるので、処理ガスの供給の際にガス溝内の処理ガスの圧力が高まるのを確実に防止することができ、もって、使用時間が経過しても異常放電の発生を確実に防止することができる。

20

## 【0022】

更に、請求項1記載のシャワープレート及び請求項4記載の基板処理装置によれば、ガス溝の深さは5mmより大きい。処理空間から処理ガス供給経路へイオンが進入し、該イオンが処理ガス導入空間側の表面に到達した場合、該表面近傍にて異常放電を起こす可能性があるが、イオンは処理空間側の表面からせいぜい5mmの深さまでしか進入しないため、ガス溝の深さを5mmより大きくすれば、イオンが処理ガス導入空間側の表面に到達することがなく、これにより、イオンに起因する異常放電の発生を防止することができる。

## 【0023】

請求項2記載のシャワープレートによれば、複数のガス溝は処理空間側の表面において直線状且つ互いに平行に形成されるので、各ガス溝を容易に加工成形することができ、もって、シャワープレートのコストを低減することができる。

30

## 【0025】

請求項3記載のシャワープレートによれば、厚さ方向に関して2分割された第1の部材及び第2の部材からなり、第1の部材はガス導入空間側に配され、且つ第2の部材は処理空間側に配され、複数のガス穴は第1の部材に形成されるとともに、複数のガス溝は第2の部材に形成されるので、各ガス穴及び各ガス溝をより容易に加工成形することができる。

## 【0026】

請求項5記載の基板処理装置によれば、処理ガス導入空間及びシャワープレートの間介在するクーリングプレートは処理ガス導入空間及び処理ガス供給経路を連通させる複数の貫通穴を有するので、該クーリングプレートは処理ガスの供給を阻害することなく、該シャワープレートを冷却することができる。

40

## 【0027】

請求項6記載の基板処理装置によれば、シャワープレートにおいて厚さ方向に貫通する全てのガス溝の流路断面積の合計値は、クーリングプレートにおいて処理ガス導入空間及び複数のガス溝を連通させる全てのガス穴の流路断面積の合計値よりも大きい。処理ガス導入空間から処理空間への処理ガスの供給の際に、該供給に応じて処理空間に連通するガス溝の処理ガスの圧力が高まると、ガス溝において処理ガスから局所放電が発生するが、全てのガス溝の流路断面積の合計値は全てのガス穴の流路断面積の合計値よりも大きいので、

50

で、処理ガスの供給の際にガス溝内の処理ガスの圧力が高まることなく、ガス溝内で局所放電が発生することがない。その結果、ガス溝が徐々に削れられるのを防止することができ、もって、使用時間が経過してもシャワープレートの寿命を延ばすために異常放電の発生を防止することができる。また、複数のガス穴であって、複数のガス溝の底部において該ガス溝の長さ方向に沿って均等に開口するガス穴を有するので、各ガス溝内へ処理ガスをほぼ均等に分散させることができ、もって、シャワープレートから処理空間へ処理ガスを均等に供給することができる。

また、全てのガス溝の流路断面積の合計値は、全てのガス穴の流路断面積の合計値の1.75倍以上であるので、処理ガスの供給の際にガス溝内の処理ガスの圧力が高まるのを確実に防止することができ、もって、使用時間が経過しても異常放電の発生を確実に防止することができる。更に、ガス溝の深さは5mmより大きい。処理空間から処理ガス供給経路へイオンが進入し、該イオンが処理ガス導入空間側の表面に到達した場合、該表面近傍にて異常放電を起こす可能性があるが、イオンは処理空間側の表面からせいぜい5mmの深さまでしか進入しないため、ガス溝の深さを5mmより大きくすれば、イオンが処理ガス導入空間側の表面に到達することがなく、これにより、イオンに起因する異常放電の発生を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】

【0028】

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。

【0029】

図1は、本発明の実施の形態に係るシャワープレートを備える基板処理装置の構成を概略的に示す断面図である。この基板処理装置は基板としての半導体ウエハにプラズマ処理としてのエッチング処理を施すように構成されている。

【0030】

図1において、基板処理装置10は、例えば、直径が300mmの半導体ウエハ（以下、単に「ウエハ」という。）Wを収容するチャンバ11（処理室）を有し、該チャンバ11内にはウエハWを載置する円柱状のサセプタ12が配置されている。基板処理装置10では、チャンバ11の内側壁とサセプタ12の側面とによって、サセプタ12上方のガスをチャンバ11の外へ排出する流路として機能する側方排気路13が形成される。この側方排気路13の途中には排気プレート14が配置される。

【0031】

排気プレート14は多数の孔を有する板状部材であり、チャンバ11を上部と下部に仕切る仕切り板として機能する。排気プレート14によって仕切られたチャンバ11の上部（以下、「反応室」という。）17には、後述するプラズマが発生する。また、チャンバ11の下部（以下、「排気室（マニホールド）」という。）18にはチャンバ11内のガスを排出する粗引き排気管15及び本排気管16が開口する。粗引き排気管15にはDP（Dry Pump）（図示しない）が接続され、本排気管16にはTMP（Turbo Molecular Pump）（図示しない）が接続される。また、排気プレート14は反応室17における、サセプタ12及び後述するシャワーヘッド30の間の処理空間Sにおいて発生するイオンやラジカルを捕捉又は反射してこれらのマニホールド18への漏洩を防止する。

【0032】

粗引き排気管15及び本排気管16は反応室17のガスをマニホールド18を介してチャンバ11の外部へ排出する。具体的には、粗引き排気管15はチャンバ11内を大気圧から低真空状態まで減圧し、本排気管16は粗引き排気管15と協働してチャンバ11内を低真空状態より低い圧力である高真空状態（例えば、133Pa（1 Torr）以下）まで減圧する。

【0033】

サセプタ12には第1の高周波電源19が第1の整合器20を介して接続されており、該第1の高周波電源19は、比較的高い周波数、例えば、40MHzの高周波電力をサセプタ12に供給する。これにより、サセプタ12は高周波電極として機能して40MHz

10

20

30

40

50

の高周波電圧を処理空間 S に印加する。なお、第 1 の整合器 2 0 は、サセプタ 1 2 からの高周波電力の反射を低減して高周波電力のサセプタ 1 2 への供給効率を最大にする。

【 0 0 3 4 】

また、サセプタ 1 2 には、第 2 の高周波電源 2 1 も第 2 の整合器 2 2 を介して接続されており、該第 2 の高周波電源 2 1 は、第 1 の高周波電源 1 9 が供給する高周波電力より低い周波数、例えば、2 MHz の高周波電力をサセプタ 1 2 に供給する。

【 0 0 3 5 】

サセプタ 1 2 の上部には、静電電極板 2 3 を内部に有する静電チャック 2 4 が配置されている。静電チャック 2 4 は或る直径を有する下部円板状部材の上に、該下部円板状部材より直径の小さい上部円板状部材を重ねた形状を呈する。なお、静電チャック 2 4 はセラミックスからなり、サセプタ 1 2 にウエハ W を載置するとき、該ウエハ W は静電チャック 2 4 における上部円板状部材の上に配される。

10

【 0 0 3 6 】

また、静電チャック 2 4 では、静電電極板 2 3 に直流電源 2 5 が電氣的に接続されている。静電電極板 2 3 に正の直流高電圧が印加されると、ウエハ W における静電チャック 2 4 側の面（以下、「裏面」という。）には負電位が発生して静電電極板 2 3 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・ラーベック力により、ウエハ W は静電チャック 2 4 における上部円板状部材の上において吸着保持される。

【 0 0 3 7 】

20

また、静電チャック 2 4 には円環状のフォーカスリング 2 6 が載置される。フォーカスリング 2 6 は、導電性部材、例えば、シリコンからなり、静電チャック 2 4 における上部円板状部材の上に吸着保持されたウエハ W の周りを囲う。また、フォーカスリング 2 6 は、処理空間 S のプラズマをウエハ W の表面に向けて収束し、エッチング処理の効率を向上させる。

【 0 0 3 8 】

また、サセプタ 1 2 の内部には、例えば、円周方向に延在する環状の冷媒室 2 7 が設けられる。この冷媒室 2 7 には、チラーユニット（図示しない）から冷媒用配管 2 8 を介して低温の冷媒、例えば、冷却水やガルデン（登録商標）が循環供給される。該低温の冷媒によって冷却されたサセプタ 1 2 は静電チャック 2 4 を介してウエハ W 及びフォーカスリング 2 6 を冷却する。

30

【 0 0 3 9 】

静電チャック 2 4 における上部円板状部材の上のウエハ 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孔 2 9 が開口している。これら複数の伝熱ガス供給孔 2 9 は、伝熱ガス供給ライン 3 0 を介して伝熱ガス供給部（図示しない）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、伝熱ガス供給孔 2 9 を介して吸着面及びウエハ W の裏面の間に供給する。吸着面及びウエハ W の裏面の間に供給されたヘリウムガスはウエハ W の熱を静電チャック 2 4 に効果的に伝達する。

【 0 0 4 0 】

40

チャンバ 1 1 の天井部には、サセプタ 1 2 と対向するようにシャワーヘッド 3 0（処理ガス供給部）が配置されている。シャワーヘッド 3 0 は、円板状のシャワープレート 3 1 と、該シャワープレート 3 1 の上に配された円板状のクーリングプレート 3 2 と、シャワープレート 3 1 を保持するプレート保持体 3 3 とを有する。

【 0 0 4 1 】

プレート保持体 3 3 は下方から中央部が割り抜かれた円柱状の部材からなり、該割り抜かれた部分にシャワープレート 3 1 及びクーリングプレート 3 2 を収容する。収容されたクーリングプレート 3 2 はプレート保持体 3 3 とともに、該プレート保持体 3 3 内に空間 3 4（処理ガス導入空間）を形成し、該空間 3 4 へは処理ガス導入管 3 5 から処理ガスが導入される。また、シャワープレート 3 1 は処理空間 S へ対向するので、エッチング処理

50

の際、シャワープレート 3 1 は処理空間 S のプラズマからの入熱によって温度が上昇するが、クーリングプレート 3 2 はシャワープレート 3 1 を冷却してエッチング処理を安定化する。

【 0 0 4 2 】

シャワープレート 3 1 は厚さ方向に貫通する処理ガス供給経路 3 6 を有し、クーリングプレート 3 2 は厚さ方向に貫通する複数のガス穴 3 7 (貫通穴) を有する。空間 3 4 及び処理空間 S は処理ガス供給経路 3 6 及びガス穴 3 7 を介して連通し、空間 3 4 へ導入された処理ガスは処理ガス供給経路 3 6 及びガス穴 3 7 を介して処理空間 S へ供給される。

【 0 0 4 3 】

また、シャワーヘッド 3 0 では、シャワープレート 3 1 はシリコンからなり、クーリングプレート 3 2 は表面にアルマイト被膜が形成されたアルミからなる。なお、シャワープレート 3 1 の構成については後で詳述する。

10

【 0 0 4 4 】

この基板処理装置 1 0 では、サセプタ 1 2 に高周波電力を供給して、処理空間 S に高周波電圧を印加することにより、該処理空間 S においてシャワーヘッド 3 0 から供給された処理ガスを高密度のプラズマにしてイオンやラジカルを発生させ、該イオン等によってウエハ W にエッチング処理を施す。

【 0 0 4 5 】

なお、上述した基板処理装置 1 0 の各構成部品の動作は、基板処理装置 1 0 が備える制御部 (図示しない) の CPU がエッチング処理に対応するプログラムに応じて制御する。

20

【 0 0 4 6 】

ところで、上述した従来のシャワープレートのガス穴における局所放電の発生メカニズムについては、明瞭に説明するのが困難であるが、ガス穴 9 6 における膨らみの位置や、エッチング処理中におけるガス穴 9 6 近傍及び内部の環境を考慮し、本発明者は、以下に説明する仮説を類推するに至った。

( 1 ) エッチング処理中、空間 9 4 の圧力は 1 0 T o r r (  $1.3 \times 10^3$  P a ) であり且つ処理空間の圧力は 3 0 m T o r r ( 4 . 0 P a ) 程度であるため、空間 9 4 から処理空間への処理ガスの供給の際に、ガス穴 9 6 における処理ガスの処理空間側近傍の圧力は約 1 T o r r となる。1 T o r r は比較的高圧であり、ガス穴 9 6 における処理ガスの処理空間側近傍において処理ガスの分子が数多く存在することを示す。

30

( 2 ) そして、エッチング中にガス穴 9 6 に進入した電子が数多く存在する処理ガスの分子と衝突して電離反応を起こし、これにより、局所放電が発生する。なお、電離度合い (電離レート) は下記式で示される。

電離レート = 電離レート係数 × 電子密度 × 処理ガス密度

この仮説に基づけば、ガス穴 9 6 における処理ガスの圧力を低下させると処理ガスの分子が少なくなり (分子密度が低下し)、該処理ガスの分子と電子との衝突確率が低下するため、局所放電が発生しにくくなる。

【 0 0 4 7 】

そこで、本発明者は、上記仮説を立証すべく、まず、電子がガス穴 9 6 に進入するか否かの確認のために下記に示すコンピュータを用いたシミュレーションを行った。

40

【 0 0 4 8 】

図 3 は、エッチング処理中におけるシャワープレートのガス穴への電子の進入のシミュレーション結果を示すグラフであり、縦軸は電子の密度を示し、横軸はシャワープレートの処理空間側の表面 (以下、「底面」という。) からの距離を示す。横軸においてガス穴の深さは負の値で示される。

【 0 0 4 9 】

図 3 のグラフでは、ガス穴において底面から 0 m m 以下では電子の密度が 0 である。但し、図 3 のシミュレーション結果は高周波のある位相における結果であり、他の位相におけるシミュレーション結果では、ガス穴において底面から 0 m m 以下でも電子の密度が 0 以上であった。したがって、電子はガス穴に進入しており、該進入した電子が処理ガスの

50

分子と衝突することが確認された。

【 0 0 5 0 】

また、発明者は、処理ガスの圧力（処理ガス密度）と局所放電の発生との関係を探るべく、或るガス穴 9 6 における処理ガスの圧力を低下させてエッチング処理を行った。具体的には、図 2 に示すように、ガス穴 9 7 の空間 9 4 側の開口部を蓋 9 8 で閉塞し、ガス穴 9 6 , 9 7 への処理ガスの流入を防止してガス穴 9 6 , 9 7 の圧力を処理空間の圧力と同じ 3 0 m T o r r に設定し、エッチング処理を行った。

【 0 0 5 1 】

エッチング処理の間、ガス穴 9 6 において局所放電の発生は観測されず、エッチング処理後にガス穴 9 6 の形状を調査したところ、風船状の膨らみは発生していないことを確認した。すなわち、処理ガスの圧力（処理ガス密度）を低下させると局所放電は発生しないことが分かった。

10

【 0 0 5 2 】

以上より、本発明者は、上記シャワープレートのガス穴における局所放電の発生メカニズムの仮説が正しいことを立証した。

【 0 0 5 3 】

さらに、本発明者は、シャワープレート 3 1 における処理ガス供給経路 3 6 の詳細な形状を決定すべく、下記に説明する実験を行った。

【 0 0 5 4 】

処理ガス供給経路 3 6 における処理ガスの圧力を低下させるには、処理ガス供給経路 3 6 の流路断面積（処理ガスの流線に垂直な断面における断面積、以下同じ。）を大きくするのが簡便である。そこで、本発明者は、シャワープレートにおけるガス穴を増やし、該増やされた全ガス穴の流路断面積の合計値が、従来のシャワープレート（シャワープレート 9 1 ）における全ガス穴（ガス穴 9 6 ）の流路断面積の合計値の 1 . 7 5 倍となるシャワープレートを準備して基板処理装置においてエッチング処理を行ったところ、異常放電が発生しないことを確認した。これにより、シャワープレートにおける全ガス穴の流路断面積の合計値を従来のシャワープレートにおける全ガス穴の流路断面積の合計値の 1 . 7 5 倍以上にすれば確実に局所放電の発生を防止できることが分かった。

20

【 0 0 5 5 】

さらに、処理空間 S から処理ガス供給経路 3 6 のガス穴へ陽イオンが進入し、該陽イオンがシャワープレート 3 1 における空間 3 4 側の表面（以下、「頂面」という。）（より具体的には、シャワープレート 3 1 及びクーリングプレート 3 2 の境界）に到達した場合、該頂面近傍にて異常放電を起こす可能性があるため、本発明者は、コンピュータを用いてエッチング処理中にガス穴へ陽イオン（ $A r ^ +$ ）がどの程度進入するかをシミュレートした。

30

【 0 0 5 6 】

図 4 は、エッチング処理中におけるシャワープレートのガス穴への陽イオンの進入のシミュレーション結果を示すグラフであり、縦軸は陽イオンの密度を示し、横軸はシャワープレートの底面からの距離を示す。横軸においてガス穴の深さは負の値で示される。

【 0 0 5 7 】

図 4 のグラフから、ガス穴において陽イオンの密度は底面から 5 m m の深さまで 0 以上であること、すなわち、陽イオンはガス穴へ 5 m m ほど進入することが分かった。これにより、ガス穴の深さを 5 m m より大きくすると、陽イオンが処理ガス供給経路を通り抜けて頂面に到達することがなく、陽イオンに起因する異常放電の発生を防止できることが分かった。

40

【 0 0 5 8 】

本発明は、上述した知見に基づくものであり、本実施の形態では、シャワープレート 3 1 が以下に説明する形状を有する。

【 0 0 5 9 】

図 5 は、本実施の形態に係るシャワープレートの構成を概略的に示す図であり、図 5 (

50

A) は同シャワープレートを有するシャワーヘッドの拡大断面図であり、図5(B)は同シャワープレートを下方から眺めた底面図である。なお、図5(A)は図5(B)における線IV-IVに沿う断面図である。また、図6は、図5(B)における線V-Vに沿う断面図である。

【0060】

図5(A)、図5(B)及び図6において、シャワープレート31を厚さ方向に貫通する処理ガス供給経路36は、空間34側においてシャワープレート31の厚さ方向に沿って穿設された複数のガス穴40と、処理空間S側において同厚さ方向に沿って形成された複数のスリット状のガス溝41とを有する。

【0061】

各ガス溝41は、シャワープレート31の底面において直線状且つ互いに平行に形成され、隣接する2つのガス溝41のピッチは5mm以上、好ましくは10mm~20mmのいずれかに設定されるが、シャワープレート31強度確保の観点からはピッチが大きいことが好ましい。

【0062】

各ガス穴40は各ガス溝41と連通するが、各ガス穴40は各ガス溝41の配置場所に対応して配置される。具体的には、各ガス穴40は対応するガス溝41の底部において該ガス溝41の長さ方向に沿って均等に開口するように配置され、ガス穴40のピッチはいずれのガス溝41においても同じ値である。各ガス穴40の直径は0.3mm~5mmのいずれかであるが、加工性の観点からは大きい方が好ましい。各ガス溝41の幅は0.01mm~0.5mmのいずれかであり、ガス溝41への電子の進入を防止する観点からは小さい方が好ましく、少なくとも従来のシャワープレート91のガス穴96の直径である0.5mmよりは小さくする必要がある。なお、ガス溝41の幅の下限はレーザ加工やカッター加工の下限値によって決定される。

【0063】

各ガス溝41の深さ(図6中の「d」)は5mmより大きく、好ましくは8mmより大きく設定される。これにより、処理ガス供給経路36に陽イオンが進入しても、該陽イオンはガス穴40に進入することがなく、ましてや処理ガス供給経路36を通り抜けて頂面に到達することがない。

【0064】

また、シャワープレート31における全てのガス溝41の流路断面積の合計値は、全てのガス穴40の流路断面積の合計値よりも大きく設定され、具体的には、全てのガス溝41の流路断面積の合計値が、全てのガス穴40の流路断面積の合計値の1.75倍以上、好ましくは2.0倍以上となるように設定される。これにより、ガス溝41における処理ガスの圧力はガス穴40における処理ガスの圧力よりも確実に低くなる。一方、シャワーヘッド30では、全てのガス穴40の流路断面積の合計値は、従来のシャワープレート(シャワープレート91)における全ガス穴(ガス穴96)の流路断面積の合計値とほぼ同じとなるように設定される。したがって、全てのガス溝41の流路断面積の合計値は、従来のシャワープレートにおける全ガス穴の流路断面積の合計値の1.75倍以上となる。これにより、ガス溝41における処理ガスの圧力は従来のシャワープレートのガス穴における処理ガスの圧力よりも確実に低くなる。

【0065】

本実施の形態に係るシャワープレート31によれば、空間34及び処理空間Sを連通させ、空間34側に穿設された複数のガス穴40と処理空間S側に形成された複数のガス溝41とを有する処理ガス供給経路36において、全てのガス溝41の流路断面積の合計値は、全てのガス穴40の流路断面積の合計値よりも大きい。空間34から処理空間Sへの処理ガスの供給の際に、該供給に応じて処理ガス供給経路36内の処理ガスの圧力が高まると、処理ガス供給経路36内において処理ガスから局所放電が発生するが、全てのガス溝41の流路断面積の合計値は全てのガス穴40の流路断面積の合計値(従来のシャワープレートにおける全ガス穴の流路断面積の合計値)の1.75倍以上であるので、処理ガ

10

20

30

40

50

スの供給の際にガス溝41内の処理ガスの圧力が従来のシャワープレートのように高まることなく、ガス溝41内で局所放電が発生することがない。その結果、ガス溝41が徐々に削られるのを防止することができ、もって、使用時間が経過してもシャワープレート31の寿命を延ばすために異常放電の発生を確実に防止することができる。

【0066】

上述したシャワープレート31では、流路断面積の拡大のために、ガス穴の数の増加や各ガス穴の直径の拡大ではなく、ガス溝41を形成する。ガス溝41はレーザ加工やカッター加工によって容易に形成できるとともに狭幅を容易に実現できるので、シャワープレート31のコスト低減とガス溝41への処理空間Sからの電子の進入抑制とを同時に実現することができる。

10

【0067】

また、上述したシャワープレート31では、図5(B)に示すように、底面において各ガス溝41の両端がシャワープレート31の外縁に到達しないように各ガス溝41は形成される。これにより、シャワープレート31の剛性を確保することができ、もって、シャワープレート31が容易に破損するのを防止することができる。

【0068】

上述したシャワープレート31では、ガス溝41の深さは5mmより大きいので、陽イオンが処理ガス供給経路36を通り抜けて頂面に到達することがなく、これにより、陽イオンに起因する異常放電の発生を防止することができる。

【0069】

20

また、上述したシャワープレート31では、複数のガス溝41は底面において直線状且つ互いに平行に形成されるので、各ガス溝41を容易に加工成形することができ、もって、シャワープレート31のコストを低減することができる。

【0070】

さらに、上述したシャワープレート31では、複数のガス穴40は、対応するガス溝41の底部において該ガス溝41の長さ方向に沿って均等に開口するように配置されるので、各ガス溝41内へ処理ガスをほぼ均等に分散させることができ、もって、シャワープレート31から処理空間Sへ処理ガスを均等に供給することができる。また、処理ガスを均等に供給することができるので、底面におけるガス溝41の配置パターンには比較的自由度があり、これにより、シャワープレート31の設計を容易にすることができる。

30

【0071】

また、上述したシャワーヘッド30では、空間34及びシャワープレート31の間に介在するクーリングプレート32は空間34及び処理ガス供給経路36を連通させる複数のガス穴37を有するので、該クーリングプレート32は処理ガスの供給を阻害することなく、該シャワープレート31を冷却することができる。

【0072】

上述したシャワープレート31はシリコンによって構成されたが、シャワープレート31を構成する材料はシリコンに限られず、石英やアルミであってもよい。アルミで構成される場合には、表面に絶縁被膜が溶射される。

【0073】

40

また、上述したシャワープレート31は1枚の円板状部材によって構成されたが、シャワープレート31は複数の円板状部材を積層することによって構成してもよい。例えば、シャワープレートをその厚さ方向に関して2分割する、空間34側に配される上部部材(第1の部材)及び処理空間S側に配される下部部材(第2の部材)(いずれも図示しない)によって構成し、各ガス穴40を上部部材に形成するとともに、各ガス溝41を下部部材に形成してもよい。これにより、各ガス穴40、各ガス溝41はそれぞれ上部部材、下部部材を貫通することによって形成できるため、各ガス穴40及び各ガス溝41をより容易に加工成形することができる。

【0074】

上述したシャワープレート31では、各ガス溝41がシャワープレート31の底面にお

50

いて直線状且つ互いに平行に形成されたが、図7(A)に示すように各ガス溝42を格子状に形成してもよく、また、図7(B)に示すように各ガス溝43を放射状に形成してもよい。いずれの場合も、シャワープレートから処理空間Sへ処理ガスをより分散させて供給することができる。なお、上述したように、底面におけるガス溝41の配置パターンには比較的自由度がある。なお、図7(A)及び7(B)においてクーリングプレート32のガス穴37は図示が省略されている。

【0075】

また、上述したシャワープレート31では、処理ガス供給経路36をガス穴40及びガス溝41によって構成したが、図8(A)に示すように処理ガス供給経路36をスリット状のガス溝44のみで構成してもよい。この変形例では、クーリングプレート32の各ガス穴37は各ガス溝44の長さ方向に沿って均等に開口する。また、各ガス溝44は、シャワープレート31の剛性を確保するために、シャワープレート31のガス溝41よりも短く形成される(図8(B)参照。)。また、シャワープレート31における全てのガス溝44の流路断面積の合計値は、クーリングプレート32における全てのガス穴37の流路断面積の合計値よりも大きく設定される。なお、図8(B)においてクーリングプレート32のガス穴37は図示が省略されている。

10

【0076】

本変形例では、空間34から処理空間Sへの処理ガスの供給の際に、該供給に応じてガス溝44内の処理ガスの圧力が高まると、ガス溝44内において処理ガスから局所放電が発生する可能性があるが、全てのガス溝44の流路断面積の合計値は、(上述したように、従来のシャワープレートにおける全ガス穴の流路断面積の合計値とほぼ同じである)全てのガス穴37の流路断面積の合計値よりも大きいので、処理ガスの供給の際にガス溝44内の処理ガスの圧力が従来のシャワープレートのように高まることなく、ガス溝44内で局所放電が発生することがない。

20

【0077】

また、シャワーヘッド30が2種類の処理ガスを同時に処理空間Sに供給する場合には、空間34がリング45によってセンター部34aとエッジ部34bとに分割され、エッジ部34bには他の処理ガス導入管46から処理ガスが導入されるが(図9(A)参照。)、ガス溝41はセンター部34aやエッジ部34bに対応して分割されることはない(図9(B)参照。)。これにより、2種類のガスを処理空間Sに供給する前に、該2種類のガスをガス溝41内で混合することができ、処理空間Sにおいて各種ガスが偏在するのを防止することができる。なお、図9(B)においてクーリングプレート32のガス穴37は図示が省略されている。

30

【0078】

上述したシャワープレート31は半導体ウエハにエッチング処理を施す基板処理装置10に適用されたが、シャワープレート31と同様の構成を有するシャワープレートは、LCD(Liquid Crystal Display)やFPD(Flat Panel Display)等のガラス基板にプラズマ処理を施す基板処理装置にも適用することができる。

【0079】

また、上述した基板処理装置10では、サセプタ12に2種類の高周波電力が供給されたが、サセプタ12及びシャワーヘッド30のそれぞれに1種類の高周波電力が供給されてもよい。この場合、シャワープレート31及びクーリングプレート32の間に電極板が配され、該電極板に高周波電源が接続される。また、電極板には各ガス穴40及び各ガス溝41を連通させる複数のガス穴が形成されるが、電極板における全てのガス穴の流路断面積の合計値は、処理ガスの流れを妨げないように、少なくともクーリングプレート92における全てのガス穴40の流路断面積の合計値よりも大きく設定される。

40

【図面の簡単な説明】

【0080】

【図1】本発明の実施の形態に係るシャワープレートを備える基板処理装置の構成を概略的に示す断面図である。

50

【図 2】シャワープレートにおける異常放電が発生しなかったガス穴を示す拡大断面図である。

【図 3】エッチング処理中におけるシャワープレートのガス穴への電子の進入のシミュレーション結果を示すグラフである。

【図 4】エッチング処理中におけるシャワープレートのガス穴への陽イオンの進入のシミュレーション結果を示すグラフである。

【図 5】本実施の形態に係るシャワープレートの構成を概略的に示す図であり、図 5 ( A ) は同シャワープレートを有するシャワーヘッドの拡大断面図であり、図 5 ( B ) は同シャワープレートを下方から眺めた底面図である。

【図 6】図 5 ( B ) における線 V - V に沿う断面図である。

10

【図 7】本実施の形態に係るシャワープレートの変形例の構成を概略的に示す図であり、図 7 ( A ) は第 1 の変形例の底面図であり、図 7 ( B ) は第 2 の変形例の底面図である。

【図 8】本実施の形態に係るシャワープレートの第 3 の変形例の構成を概略的に示す図であり、図 8 ( A ) は同シャワープレートを有するシャワーヘッドの拡大断面図であり、図 8 ( B ) は同シャワープレートを下方から眺めた底面図である。

【図 9】本実施の形態に係るシャワープレートの第 4 の変形例の構成を概略的に示す図であり、図 9 ( A ) は同シャワープレートを有するシャワーヘッドの拡大断面図であり、図 9 ( B ) は同シャワープレートを下方から眺めた底面図である。

【図 10】従来の基板処理装置が備えるシャワーヘッドの構造を概略的に示す図であり、図 10 ( A ) は従来のシャワーヘッドの断面図であり、図 10 ( B ) は従来のシャワーヘッドを下方から眺めた底面図である。

20

【図 11】シャワープレートにおける異常放電が発生したガス穴を示す拡大断面図である。

【符号の説明】

【 0 0 8 1 】

W ウエハ

S 処理空間

1 0 基板処理装置

1 1 チャンバ

3 0 , 9 0 シャワーヘッド

3 1 , 9 1 シャワープレート

3 2 , 9 2 クーリングプレート

3 4 , 9 4 空間

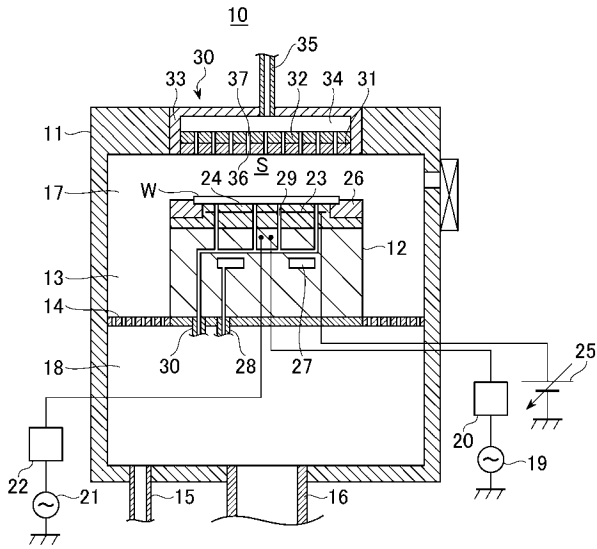
3 6 処理ガス供給経路

3 7 , 4 0 , 9 6 , 9 7 ガス穴

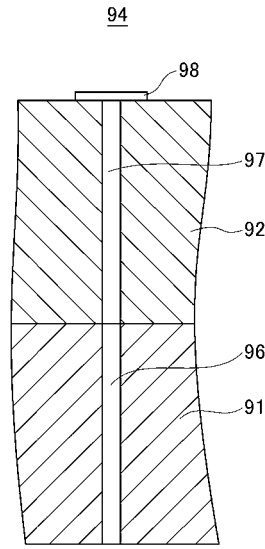
4 1 , 4 2 , 4 3 , 4 4 ガス溝

30

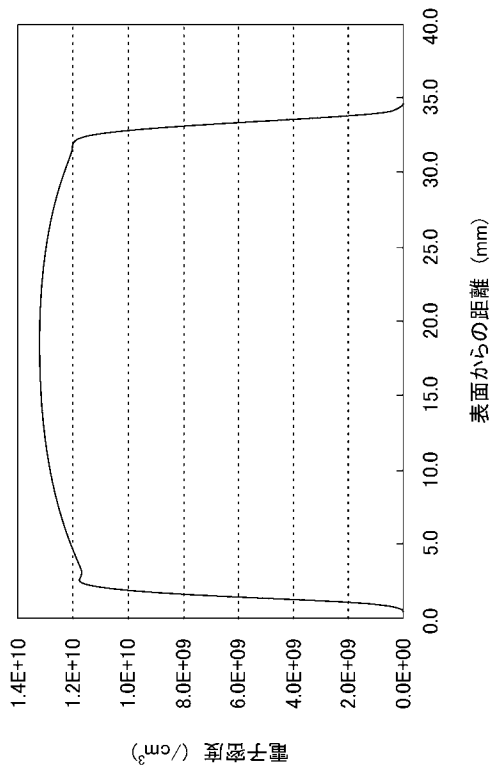
【図1】



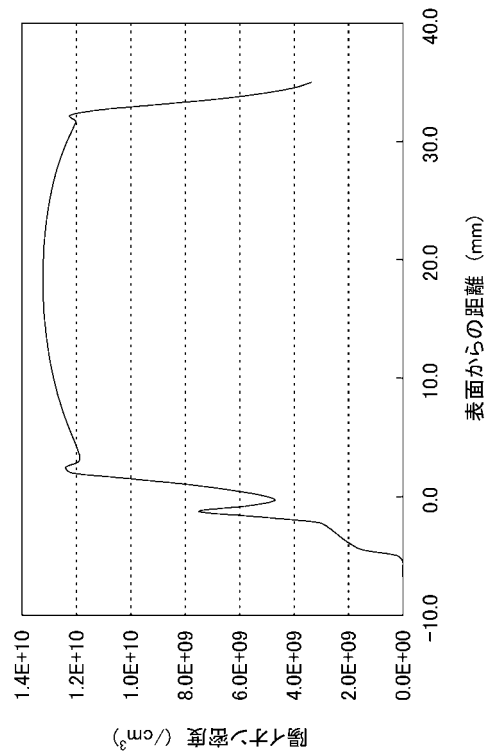
【図2】



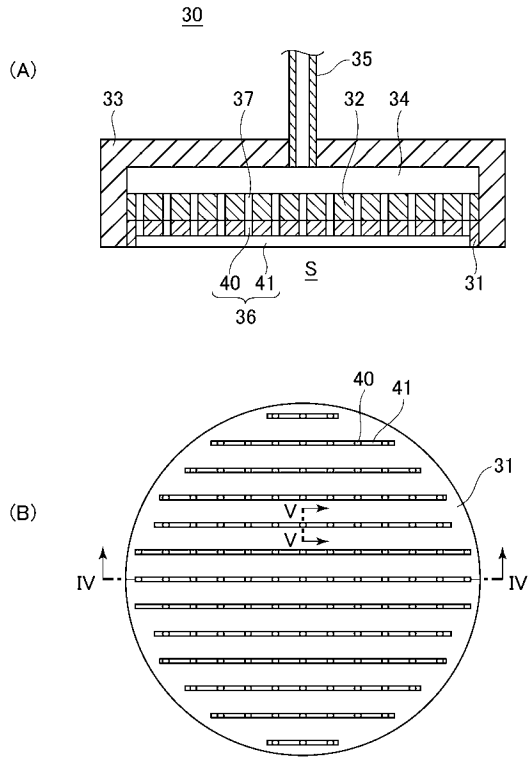
【図3】



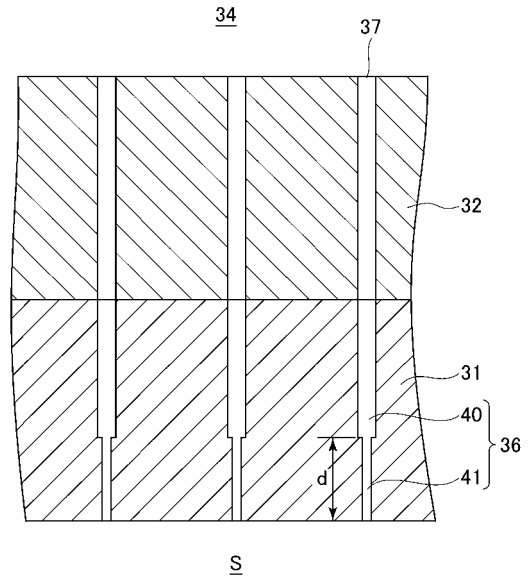
【図4】



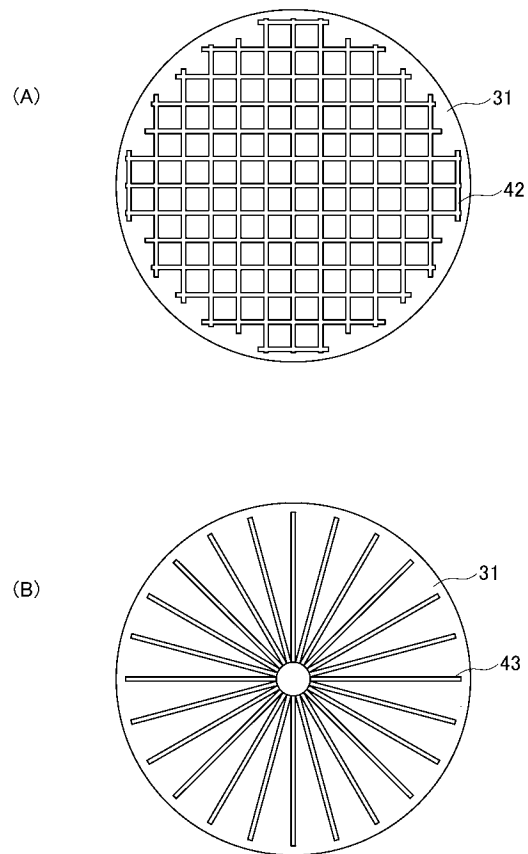
【 図 5 】



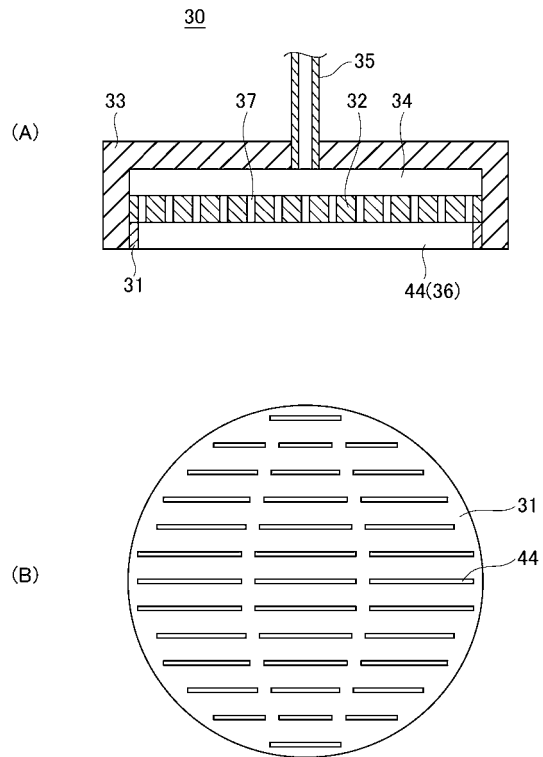
【 図 6 】



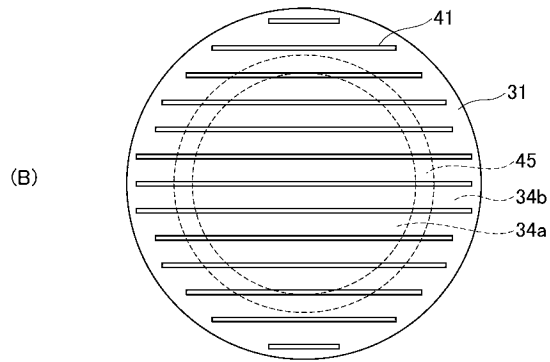
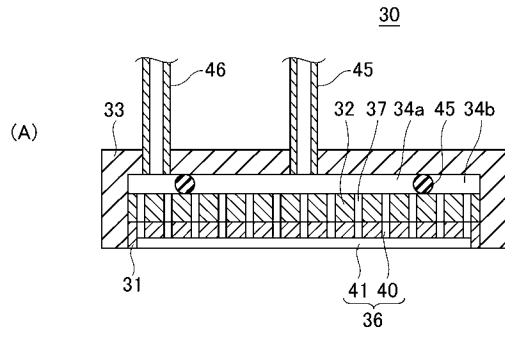
【 図 7 】



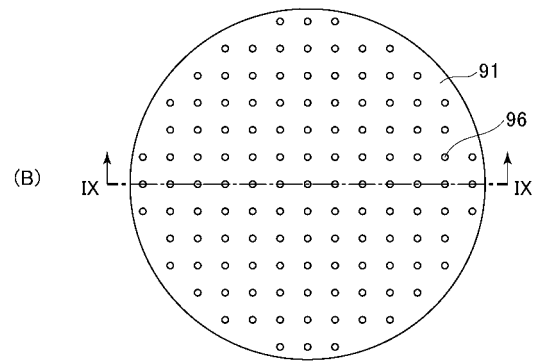
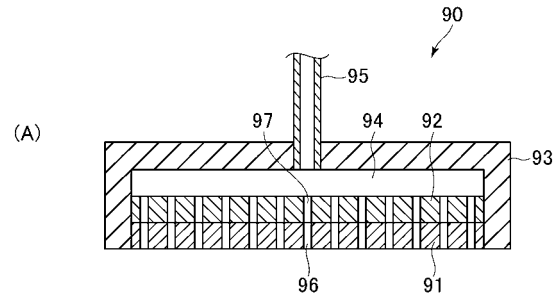
【 図 8 】



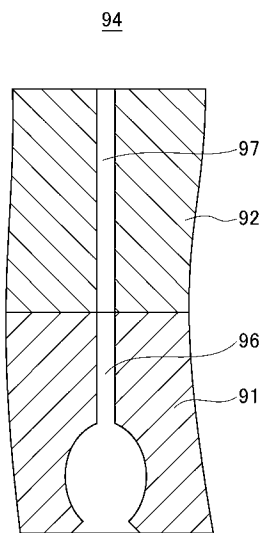
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 持木 宏政

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 栗野 正明

(56)参考文献 特開2002-025984(JP,A)

特開2007-250860(JP,A)

特開2004-296526(JP,A)

特開2005-347624(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/3065

H01L 21/205

H01L 21/31