

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4399452号
(P4399452)

(45) 発行日 平成22年1月13日(2010.1.13)

(24) 登録日 平成21年10月30日(2009.10.30)

(51) Int. Cl.	F I		
HO 1 L 21/205 (2006.01)	HO 1 L 21/205		
HO 1 L 21/316 (2006.01)	HO 1 L 21/316	X	
HO 1 L 21/31 (2006.01)	HO 1 L 21/31	B	
HO 1 L 21/318 (2006.01)	HO 1 L 21/31	C	
C 2 3 C 16/455 (2006.01)	HO 1 L 21/318	B	

請求項の数 17 (全 27 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2006-514761 (P2006-514761)	(73) 特許権者	000001122
(86) (22) 出願日	平成17年6月15日(2005.6.15)		株式会社日立国際電気
(86) 国際出願番号	PCT/JP2005/010954		東京都千代田区外神田四丁目14番1号
(87) 国際公開番号	W02005/124845	(74) 代理人	100090136
(87) 国際公開日	平成17年12月29日(2005.12.29)		弁理士 油井 透
審査請求日	平成18年10月13日(2006.10.13)	(74) 代理人	100091362
(31) 優先権主張番号	特願2004-176512 (P2004-176512)		弁理士 阿仁屋 節雄
(32) 優先日	平成16年6月15日(2004.6.15)	(74) 代理人	100105256
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 清野 仁
		(72) 発明者	板谷 秀治
			富山県富山市八尾町保内二丁目1番地 株
			株式会社日立国際電気内
		(72) 発明者	堀井 貞義
			富山県富山市八尾町保内二丁目1番地 株
			株式会社日立国際電気内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板処理装置及び半導体装置の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板を処理する処理室と、
前記処理室内で前記基板を保持する保持具と、
前記基板の周囲に設けられたプレートと、
前記基板の側方であって前記プレートよりも上方の空間に連通するよう設けられて、前記基板に対してガスを供給する供給口と、
前記プレートの少なくとも前記基板よりも上流側と下流側とに設けられて、前記ガスを前記プレートよりも下方の空間に排出する排出口と、
前記基板を挟んで前記供給口と反対側に設けられて前記プレートよりも下方の空間に連
通して前記処理室を排気する排気口とを有し、
前記排出口のコンダクタンスは上流側の方が下流側よりも大きくなるよう構成されてい
ることを特徴とする基板処理装置。

【請求項2】

前記基板よりも上流側の前記排出口は、前記供給口と前記基板との間に設けられること
を特徴とする請求項1に記載の基板処理装置。

【請求項3】

前記供給口は前記排気口とは反対側の前記プレートの外側に設けられることを特徴とす
る請求項1に記載の基板処理装置。

【請求項4】

10

20

前記排出口は前記プレートに設けられた開口により構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の基板処理装置。

【請求項 5】

前記排出口は前記プレートと前記処理室壁との間に形成される隙間により構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の基板処理装置。

【請求項 6】

前記排出口の開口面積は上流側の方が下流側よりも大きいことを特徴とする請求項 1 に記載の基板処理装置。

【請求項 7】

前記排出口の流路長さは上流側の方が下流側よりも短いことを特徴とする請求項 1 に記載の基板処理装置。

【請求項 8】

前記供給口より二種類以上の反応ガスを交互に複数回供給し、二種類以上の反応ガスを交互に供給する間にパージガスの供給を挟むよう制御する制御手段を有することを特徴とする請求項 1 に記載の基板処理装置。

【請求項 9】

前記プレートの少なくとも前記基板よりも下流側には前記排出口が少なくとも 2 つ以上設けられ、これら排出口はガス流方向に向かって間隔を空けて配列されていることを特徴とする請求項 1 に記載の基板処理装置。

【請求項 10】

前記プレートの少なくとも前記基板よりも下流側に設けられた前記排出口は少なくとも第 1 の排出口と、それよりも下流に設けられた第 2 の排出口とを有することを特徴とする請求項 1 に記載の基板処理装置。

【請求項 11】

基板を処理室内に搬入する工程と、

前記処理室に搬入された前記基板の側方から前記基板の周囲に設けられたプレートに沿って前記基板に対してガスを供給しつつ、前記プレートの少なくとも前記基板よりも上流側と下流側とに設けられた排出口から前記プレートよりも下方の空間にガスを排出して、前記プレートよりも下方の空間の前記基板を挟んで供給側と反対側より排気することにより前記基板を処理する工程と、

処理後の前記基板を前記処理室より搬出する工程とを有し、

前記基板処理工程では、前記排出口のコンダクタンスを上流側の方が下流側よりも大きくなるようにすることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 12】

前記基板処理工程では、前記基板に対して二種類以上の反応ガスを交互に複数回供給し、二種類以上の反応ガスを交互に供給する間にパージガスの供給を挟むようにすることを特徴とする請求項 11 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 13】

前記基板処理工程は、少なくとも 1 種類の反応ガスを前記基板上に吸着させる工程と、吸着させた反応ガスに対してそれとは異なる反応ガスを供給して成膜反応を生じさせる工程と、を含むことを特徴とする請求項 11 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 14】

前記基板処理工程は、前記基板に対して第 1 の反応ガスを供給して前記基板上に吸着させる工程と、その後パージを行う工程と、その後前記基板上に吸着させた前記第 1 の反応ガスに対して第 2 の反応ガスを供給して成膜反応を生じさせる工程と、その後パージを行う工程と、を複数回繰り返すことを特徴とする請求項 11 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 15】

前記基板処理工程は、少なくとも 1 種類の反応ガスを分解させて前記基板上に薄膜を堆積させる工程と、堆積させた前記薄膜に対して前記反応ガスとは異なる反応ガスを供給し

10

20

30

40

50

て前記薄膜の改質を行う工程と、を含むことを特徴とする請求項 1 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 1 6】

前記基板処理工程は、前記基板に対して第 1 の反応ガスを供給して前記基板上に薄膜を堆積させる工程と、その後パージを行う工程と、その後前記基板上に堆積させた前記薄膜に対して第 2 の反応ガスを供給して前記薄膜の改質を行う工程と、その後パージを行う工程と、を複数回繰り返すことを特徴とする請求項 1 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 1 7】

前記プレートの少なくとも基板よりも下流側には前記排出口が複数設けられ、これら複数の排出口はガス流方向に向かって間隔を空けて配列され、前記基板処理工程では、この複数の排出口よりガスを排出することを特徴とする請求項 1 1 に記載の半導体装置の製造方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板の周囲にプレートを設けて基板を処理する基板処理装置及び半導体装置の製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、半導体の微細化に伴い、高品質な半導体膜の要求が高まりつつあるなか、二種類の反応ガスを交互に供給して原子層レベルの堆積膜を形成する成膜方法が注目されている。反応ガスの材料としては、金属含有原料と酸素又は窒素を含有するガスとが用いられる。成膜方法としては、反応の形態から見て二種類ある。一つは A L D (Atomic Layer Deposition) であり、他の一つはサイクル手法を適用した M O C V D (Metal Organic Chemical Vapor Deposition) である。これらの方法は基本的なガス供給方法が共通するので、図 1 4 を共通に用いて説明する。図 1 4 (a) はフローチャート、図 1 4 (b) はガス供給のタイミング図である。図示例では、ガス化した金属含有原料を原料 A、酸素又は窒素を含有するガスを原料 B としている。

20

【0003】

A L D は、原料 A を基板へ供給して吸着させ (工程 1)、吸着後残留原料 A を排気し (工程 2)、排気後原料 B を基板へ供給して原料 A と反応させて成膜し (工程 3)、成膜後残留原料 B を排気する (工程 4) という 4 つの工程を 1 サイクルとして、これを複数回繰り返す方法である。ガス供給タイミングは、図 1 4 (b) に示すように、原料 A と原料 B とを交互に供給する間に、パージガスによる排気を挟むようになっている。

30

【0004】

サイクル手法を適用した M O C V D は、原料 A を基板へ供給し熱分解させて基板に成膜し (工程 1)、成膜後残留原料 A を排気し (工程 2)、排気後原料 B を基板へ供給して堆積膜の改質処理を行い (工程 3)、改質後残留原料 B を排気する (工程 4) という 4 つの工程を 1 サイクルとして、これを複数回繰り返す方法である。ガス供給タイミングは、図 1 4 (b) に示すように、原料 A と原料 B とを交互に供給する間に、パージガスによる排気を挟むようになっている。

40

【0005】

一般に、原料 A と原料 B は反応性が極めて高い場合が多く、これらの原料を同時に供給した場合、気相反応による異物の発生や膜質の劣る膜の堆積が生じ、歩留まりの低下を招くことになる。そのため、上述した工程 2、4 では、前の工程で供給した原料が残留しないように、真空引きや不活性ガスによるパージ (排気) を実施している。特に、基板上流部での原料の残留は、直接基板の成膜条件に影響を与えるので、十分なパージが必要であるが、パージに要する時間が長いと、スループットが低下する。

【0006】

他方、上述した工程 1、3 においては、A L D、サイクル手法を適用した M O C V D の

50

双方において、原料A、Bの基板上への供給量を均一にすることにより、基板上に形成された膜厚、膜質の均一性向上を図っている。ここで、原料の供給量は、一般に、原料の分圧（全圧×原料モル分率）の関数と考えられる。したがって、基板上を流れるガス流の上流側と下流側とで原料の分圧が異なると、吸着量は均一とはならず、均一性が得られない。

【0007】

上記成膜方法を実施するための半導体製造装置については、枚葉式装置が主流となっている。枚葉式装置を用いて、膜厚の高精度な制御や、高品質な膜を形成するには、上述した膜厚均一性及びスループットの観点から、ガス供給及び排気方法が重要となる。枚葉装置の基板へのガス供給・排気形態は、構成上から、次の二つに大別することができる。

10

【0008】

一つの形態（径方向流しタイプ）は、図15（a）に示すように、処理室50内の基板が保持されている基板保持領域41の上方のガス供給口42から基板面43の中心部に対してガスを垂直方向に供給し、基板面43上を径方向に流して、基板外周から排気口44に向けてガスを排気する方法である。

他の形態（片側流しタイプ）は、図15（b）に示すように、基板保持領域外45の片方の側に設けたガス供給口46から、基板面43に対してガスを平行な方向に供給し、基板面43上を一方方向に流して、ガス供給口46と反対側に設けた排気口47から排気する方法である。

【0009】

20

図15（a）の径方向流しタイプの場合、ガスが当たる基板中心部に膜厚が異常に厚く成膜される異常点が発生し膜厚均一性が悪化する。これを回避するために、この形態のものでは、図15（c）に示すように、ガス供給口42と基板面43との間に多孔板48を設置し、各孔からガスをシャワー状に流すように改良している。しかし、排気口44からの距離の違いにより、ウェハ上においてガス流に偏りができるため、基板面43内に対するガスの供給を均一にできず、膜厚の均一性を確保するのが難しい。

【0010】

そこで、径方向流しタイプでは、従来、ガス排気路のコンダクタンスを調整することにより、膜厚の均一性を改善しようとするものが種々考えられている。例えば、反応ガスの流れを基板全面にわたって均一化するために、バッフル板の排気孔に近い側の排気コンダクタンス調整孔の流路断面積を反対側よりも小さくしたもの（例えば、特許文献1参照）、バッフル板を備え、バッフル孔の間隔、バッフル孔径、バッフル板肉厚、スリット幅等を変化させるなどして、排ガスをウェハの全円周角にわたり偏りが無い均等な流量で半径方向に流出させるようにしたもの（例えば、特許文献2参照）、バッフル板を移動させて排気路の開口分布を変化させることにより、排気口とこれと反対側の排気コンダクタンスを変化させ、これにより処理空間内の圧力分布を調整したもの（例えば特許文献3参照）等が提案されている。

30

【特許文献1】特開平8-8239号公報

【特許文献2】特開2001-179078号公報

【特許文献3】特開2003-68711号公報

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

上述した特許文献1～3に記載された装置では、バッフル板により処理空間内の圧力分布を調整しているため、基板上の圧力を等しくして膜厚の均一性を改善することは可能である。

しかし、いずれも多孔板により処理ガスを供給する径方向流しタイプのものであるから、多孔板上流の領域は高圧となり、パージ工程において残留ガスの排気に時間を要することとなる。また、排気口と反対側のコンダクタンス調整用開口に対しては、排気口と反対の方向に向かってガスを流す必要があり、残留ガスを効率的に除去することができず、ガ

50

スがバッフル板よりも下方の空間に滞留したり、その空間の内壁に吸着したりして、それがパーティクル発生の原因となることが考えられる。すなわち、特許文献1～3に記載された装置は、素早い排気ができず、パーズ効率が悪くなるものと考えられる。

パーズ効率が悪いと、高いパーズ効率を要求される処理、例えば頻繁にパーズを行うALDやサイクル手法を適用したMOCVD等のサイクル処理では、上述した成膜方法の工程2、4における残留ガスの排気に時間を要するため、スループットが低下する要因となる。なお、排気時間の短縮のために多孔板とウェハとの間隔を狭くして、反応容積を縮小することも考えられているが、反応容積を縮小した場合、ウェハ上に多孔板の孔の跡が転写され、膜厚均一性を確保することが困難になる。

したがって、この径方向流しタイプは、サイクル処理への適用が困難であった。

10

【0012】

そこで、枚葉式装置のサイクル処理への適用については、径方向流しタイプよりもパーズ効率のよい片側流しタイプが選択される場合が多い。

しかしながら、片側流しタイプの場合であっても、基板上を一方向にガスが流れるとき、ガス流れの上流側が高圧となり、下流側が低圧となってしまう、基板処理の均一性が得られないという欠点があった。また、排気口がウェハより上方の空間に連通された場合、排気口からのパーティクルがウェハ上に逆流拡散する問題もあった。

【0013】

本発明の課題は、基板側方からガスを供給しつつ基板を挟んでガス供給側と反対側より排気するタイプの基板処理装置において、上述した従来技術の問題点を解消して、基板処理の均一性を確保しつつ、処理室内の残留ガスのパーズを行う際は、残留ガスを効率的に除去することが可能な基板処理装置を提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0014】

基板側方からガスを供給しつつ基板を挟んでガス供給側と反対側より排気するタイプの基板処理装置において、パーティクルの発生を抑制するために、反応ガスは、本来、基板上にのみ流すことが好ましい。しかし、基板上に一方向にガスを流すと、ガス流れの上流側が高圧となり、下流側が低圧となってしまう、基板処理の均一性が得られない。

そこで、本発明者は、基板の周囲にプレートを設け、基板上に流れるガスの一部を、プレートよりも下方の空間に排出するようにし、その排出口のコンダクタンスを上流側の方が下流側よりも大きくすると、基板上の上流側が高圧となり下流側が低圧となるのを緩和でき、しかも、残留ガスパーズを行う際、プレートよりも下方の空間のパーズ効率が大きくなるという知見を得て、本発明を創作するに至ったものである。

30

第1の発明は、基板を処理する処理室と、前記処理室内で前記基板を保持する保持具と、前記基板の周囲に設けられたプレートと、前記基板の側方であって前記プレートよりも上方の空間に連通するよう設けられて前記基板に対してガスを供給する供給口と、前記プレートの少なくとも前記基板よりも上流側と下流側とに設けられて、前記ガスを前記プレートよりも下方の空間に排出する排出口と、前記基板を挟んで前記供給口と反対側に設けられて前記プレートよりも下方の空間に連通して前記処理室を排気する排気口とを有し、前記排出口のコンダクタンスは上流側の方が下流側よりも大きくなるよう構成されていることを特徴とする基板処理装置である。

40

【0015】

基板の側方であってプレートよりも上方の空間に連通するよう設けられた供給口から、ガスが基板に対して供給される。排気口は基板を挟んで供給口と反対側であって、プレートよりも下方の空間に連通して設けられているので、プレートよりも上方の空間に供給されたガスは、プレートに沿って基板上を一方向に流れる。また、プレートの基板よりも上流側と下流側とに排出口が設けられているので、供給されたガスの一部は、基板上を流れないで上流側の排出口から、プレートよりも下方の空間に排出される。ガスの残部は、基板上を流れた後に下流側の排出口から、プレートよりも下方の空間に排出される。これらの排出されたガスは、プレートよりも下方の空間に連通する排気口より排気される。この

50

ように処理室にガスを供給しつつ排気することより基板が処理される。

【0016】

第1の発明では、排出口のコンダクタンスは、上流側の排出口の方が下流側の排出口よりも大きくなるよう構成されている。そのため、上流側の方が下流側よりも流路抵抗が小さくなり、上流側の排出口の方が下流側の排出口よりもガスが排出されやすくなる。これにより、上流側が高圧となり下流側が低圧となるのが緩和され、基板上の圧力分布が均一化されて、基板処理の均一性が向上する。

また、上流側の排出口の方が下流側の排出口よりもコンダクタンスが大きくなるよう構成したので、処理室内の残留ガスのパージを行う際には、下流側の排出口よりも大量のパージガスが上流側の排出口から、プレートよりも下方の空間へ排出される。したがって、パージガスがプレートよりも下方の空間全体に上流側から供給されるため、パージ効率が向上する。その結果、プレートよりも下方の空間に滞留したり、その空間の内壁に吸着したりする残留ガスを効率的に除去できる。

10

【0017】

基板としては、シリコン基板が挙げられる。基板を処理する方法としては、二種類以上のガスを交互に供給して膜を堆積させるALD又はサイクル手法を適用したMOCVDや、二種類以上のガスを同時に供給して膜を堆積させる通常のMOCVDなどが挙げられる。基板の処理内容としては金属酸化膜の成膜などが挙げられる。処理室としては、枚葉式が挙げられる。保持具としては、保持される基板を加熱するサセプタなどが挙げられる。基板の周囲に設けられたプレートとしては、排出口のコンダクタンスを調整するコンダクタンスプレートが挙げられる。ガスとしては、金属含有原料と酸素又は窒素を含有するガスが挙げられる。ガスを供給する供給口に多孔板を設ける必要はない。排出口は、プレートと処理室壁との間、プレートと基板との間、又はプレートの領域内のいずれかに設けるか、又はこれらを任意に組み合わせて設けることもできる。基板処理装置としては、枚葉式の処理室を有する半導体製造装置が挙げられる。

20

【0018】

第2の発明は、第1の発明において、前記基板よりも上流側の前記排出口は、前記供給口と前記基板との間に設けられることを特徴とする基板処理装置である。

基板よりも上流側の排出口が、供給口と基板との間、すなわち供給口よりも下流側であって、基板よりも上流側に設けられると、排気口と反対に向かってガスを流す部分がなくなり、プレートよりも下方の空間全体へスムーズに、より大量のパージガスを排出口から排出でき、パージ効率がより向上する。

30

【0019】

第3の発明は、第1の発明において、前記供給口は前記排気口とは反対側の前記プレートの外側に設けられることを特徴とする基板処理装置である。

供給口がプレートの外側に設けられると、上流側の排出口からプレートよりも下方の空間に排出されるガスを、その空間の最上流から流入させることができるので、パージ効率がより向上し、その空間に滞留したり、その空間の内壁に吸着したりする反応ガスをより効率的に除去できる。

【0020】

第4の発明は、第1の発明において、前記排出口は前記プレートに設けられた開口により構成されることを特徴とする基板処理装置である。

排出口をプレートに設けられた開口により構成すると、上流側の開口と下流側の開口面積を調整するだけで容易に排出口のコンダクタンスを調整することができる。すなわち、上流側の開口面積の方が下流側よりも大きくなるようにするだけで、排出口のコンダクタンスを上流側の方が下流側よりも大きくなるように構成することができる。

40

【0021】

第5の発明は、第1の発明において、前記排出口は前記プレートと前記処理室壁との間に形成される隙間により構成されることを特徴とする基板処理装置である。

排出口をプレートと処理室壁との間に形成される隙間により構成すると、上流側の隙間

50

が大きく下流側の隙間が小さくなるように、プレートの位置を偏倚させるだけで、排出口のコンダクタンスを上流側の方が下流側よりも大きくなるよう構成することができる。

【0022】

第6の発明は、第1の発明において、前記排出口の開口面積は上流側の方が下流側よりも大きいことを特徴とする基板処理装置である。

排出口の開口面積を上流側の方が下流側よりも大きくすることによって、排出口のコンダクタンスを上流側の方が下流側よりも大きくなるよう構成することができる。

【0023】

第7の発明は、第1の発明において、前記排出口の流路長さは上流側の方が下流側よりも短いことを特徴とする基板処理装置である。

排出口の流路長さを上流側の方が下流側よりも短くすることによって、排出口のコンダクタンスを上流側の方が下流側よりも大きくなるよう構成することができる。

【0024】

第8の発明は、第1の発明において、前記供給口より二種類以上の反応ガスを交互に複数回供給し、二種類以上の反応ガスを交互に供給する間にパージガスの供給を挟むよう制御する制御手段を有することを特徴とする基板処理装置である。

制御手段によって、供給口より二種類以上の反応ガスを交互に供給し、その間にパージガスの供給を挟んで、交互に複数回供給するよう制御するような高いパージ効率及要求される処理であっても、プレートよりも下方の空間に滞留したり、その空間の内壁に吸着したりする反応ガスを効率的に除去できる。

【0025】

第9の発明は、第1の発明において、前記プレートの少なくとも前記基板よりも下流側には前記排出口が少なくとも2つ以上設けられ、これら排出口はガス流方向に向かって間隔を空けて配列されていることを特徴とする基板処理装置である。

プレートの基板よりも下流側に排出口が少なくとも2つ以上設けられ、これら排出口がガス流方向に向かって間隔を空けて配列されていると、ガスの淀みが生じる部分に積極的にガス流を形成することができるので、プレート上のガス流速が小さくなる部分を解消することができる。

【0026】

第10の発明は、基板を処理する処理室と、前記処理室内で前記基板を保持する保持具と、前記基板の周囲に設けられたプレートと、前記基板の側方であって前記プレートよりも上方の空間に連通するよう設けられて前記基板に対してガスを供給する供給口と、前記プレートの少なくとも前記基板よりも上流側と下流側とに設けられて、前記ガスを前記プレートよりも下方の空間に排出する排出口と、前記基板を挟んで前記供給口と反対側に設けられて、前記プレートよりも下方の空間に連通して前記処理室を排気する排気口とを有し、前記プレートの少なくとも前記基板よりも下流側に設けられた前記排出口は少なくとも第1の排出口と、それよりも下流に設けられた第2の排出口とを有することを特徴とする基板処理装置である。

【0027】

基板の側方であってプレートよりも上方の空間に連通するよう設けられた供給口から、ガスが基板に対して供給される。排気口は基板を挟んで供給口と反対側であって、プレートよりも下方の空間に連通して設けられているので、プレートよりも上方の空間に供給されたガスは、プレートに沿って基板上を一方向に流れる。また、プレートの少なくとも基板よりも上流側と下流側とに排出口が設けられ、少なくとも基板よりも下流側の排出口は、第1の排出口と、それよりも下流に設けられた第2の排出口とを有するので、供給されたガスの一部は、基板上を流れないで上流側に設けられた排出口から、プレートよりも下方の空間に排出される。ガスの残部は、基板上を流れた後に下流側に設けられた第1の排出口と、第2の排出口から、プレートよりも下方の空間に排出される。これらの排出されたガスは、プレートよりも下方の空間に連通する排気口より排気される。このように処理室にガスを供給しつつ排気することにより基板が処理される。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 8 】

プレートの少なくとも基板よりも下流側に設けられた排出口は少なくとも第1の排出口と、それよりも下流に設けられた第2の排出口とを有するので、処理室内のプレートよりも上方の空間及びプレートよりも下方の空間の両方におけるガスの流れの範囲が広くなり、それぞれの空間における淀みがなくなるため、それぞれの空間のパーズ効率が増加する。その結果、反応ガスが、それぞれの空間に滞留したり、その空間の内壁に吸着したりするのを効率的に除去できる。

【 0 0 2 9 】

第11の発明は、基板を処理室内に搬入する工程と、前記処理室に搬入された前記基板の側方から前記基板の周囲に設けられたプレートに沿って前記基板に対してガスを供給しつつ、前記プレートの少なくとも前記基板よりも上流側と下流側とに設けられた排出口から前記プレートよりも下方の空間にガスを排出して、前記プレートよりも下方の空間の前記基板を挟んで供給側と反対側より排気することにより前記基板を処理する工程と、処理後の前記基板を前記処理室より搬出する工程とを有し、前記基板処理工程では、前記排出口のコンダクタンスを上流側の方が下流側よりも大きくなるようにすることを特徴とする半導体装置の製造方法である。

10

【 0 0 3 0 】

ガスは、基板の側方からプレートに沿って基板上を一方向に流れる。また、プレートの基板よりも上流側と下流側とに排出口が設けられているので、供給されたガスの一部は、基板上を流れずに上流側の排出口から、プレートよりも下方の空間に排出される。ガスの残部は、基板上を流れた後に下流側の排出口から、プレートよりも下方の空間に排出される。これらの排出されたガスは、プレートよりも下方の空間の基板を挟んで供給側と反対側より排気される。このように処理室にガスを供給しつつ排気することにより基板が処理される。

20

【 0 0 3 1 】

排出口のコンダクタンスは、上流側の排出口の方が下流側の排出口よりも大きくなるよう構成されている。そのため、上流側の方が下流側よりも流路抵抗が小さくなり、上流側の排出口の方が下流側の排出口よりもガスが排出されやすくなる。これにより、上流側が高圧となり下流側が低圧となるのが緩和され、基板上の圧力分布が均一化されて、基板処理の均一性が向上する。

30

また、上流側の排出口の方が下流側の排出口よりもコンダクタンスが大きくなるよう構成したので、処理室内の残留ガスのパーズを行う際には、下流側の排出口よりも大量のパーズガスが上流側の排出口から、プレートよりも下方の空間へ排出される。したがって、パーズガスがプレートよりも下方の空間全体に上流側から供給されるため、パーズ効率が向上する。その結果、プレートよりも下方の空間に滞留したり、その空間の内壁に吸着したりする残留ガスを効率的に除去できる。

【 0 0 3 2 】

第12の発明は、第11の発明において、前記基板処理工程では、前記基板に対して二種類以上の反応ガスを交互に複数回供給し、二種類以上の反応ガスを交互に供給する間にパーズガスの供給を挟むようにすることを特徴とする半導体装置の製造方法である。

40

二種類以上の反応ガスを、間にパーズガスの供給を挟んで、交互に複数回供給するような高いパーズ効率が要求される処理であっても、プレートよりも下方の空間に滞留したり、その空間の内壁に吸着したりする反応ガスを効率的に除去できる。

【 0 0 3 3 】

第13の発明は、第11の発明において、前記基板処理工程は、少なくとも1種類の反応ガスを前記基板上に吸着させる工程と、吸着させた前記反応ガスに対してそれとは異なる反応ガスを供給して成膜反応を生じさせる工程と、を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法である。

吸着工程で用いる反応ガスと成膜反応を生じさせる工程で用いる反応ガスを、間にパーズガスの供給を挟んで、交互に複数回供給するような高いパーズ効率が要求される処理

50

であっても、吸着工程で用いる反応ガス、及び成膜反応を生じさせる工程で用いた反応ガスを効率的に除去できる。

【 0 0 3 4 】

第 1 4 の発明は、第 1 1 の発明において、前記基板処理工程は、前記基板に対して第 1 の反応ガスを供給して前記基板上に吸着させる工程と、その後パージを行う工程と、その後前記基板上に吸着させた第 1 の反応ガスに対して第 2 の反応ガスを供給して成膜反応を生じさせる工程と、その後パージを行う工程と、を複数回繰り返すことを特徴とする半導体装置の製造方法である。

A L D のように頻繁にパージを行う処理であっても、吸着工程で用いた第 1 の反応ガス及び成膜工程で用いた第 2 の反応ガスを効率的に除去できる。

10

【 0 0 3 5 】

第 1 5 の発明は、第 1 1 の発明において、前記基板処理工程は、少なくとも 1 種類の反応ガスを分解させて前記基板上に薄膜を堆積させる工程と、堆積させた前記薄膜に対して前記反応ガスとは異なる反応ガスを供給して前記薄膜の改質を行う工程と、を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法である。

堆積工程で用いる反応ガスと改質工程で用いる反応ガスとを、間にパージガスの供給を挟んで、交互に複数回供給するような高いパージ効率が要求される処理であっても、堆積工程と改質工程とで用いた反応ガスを効率的に除去できる。

【 0 0 3 6 】

第 1 6 の発明は、第 1 1 の発明において、前記基板処理工程は、前記基板に対して第 1 の反応ガスを供給して前記基板上に薄膜を堆積させる工程と、その後パージを行う工程と、その後前記基板上に堆積させた前記薄膜に対して第 2 の反応ガスを供給して前記薄膜の改質を行う工程と、その後パージを行う工程と、を複数回繰り返すことを特徴とする半導体装置の製造方法である。

20

サイクル手法を適用した M O C V D のように頻繁にパージを行う処理であっても、堆積工程で用いた第 1 の反応ガス及び改質工程で用いた第 2 の反応ガスを効率的に除去できる。

【 0 0 3 7 】

第 1 7 の発明は、第 1 1 の発明において、前記プレートの少なくとも基板よりも下流側には前記排出口が複数設けられ、これら複数の排出口はガス流方向に向かって間隔を空けて配列され、前記基板処理工程では、この複数の排出口よりガスを排出することを特徴とする半導体装置の製造方法である。

30

プレートの基板よりも下流側に排出口が複数設けられ、これら複数の排出口がガス流方向に向かって間隔を空けて配列されていると、ガスの淀みが生じる部分に積極的にガス流を形成することができるので、プレート上のガス流速が小さくなる部分を解消することができる。

【発明の効果】

【 0 0 3 8 】

本発明によれば、基板処理の均一性を確保しつつ、処理室内の残留ガスのパージを行う際は、残留ガスがプレートよりも下方の空間に滞留せず、その空間の内壁に吸着しないので、残留ガスを効率的に除去できる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 3 9 】

以下に本発明の実施の形態を説明する。

図 1 は実施の形態による枚葉式の基板処理装置の縦断面図、図 2 は同じく基板処理装置を構成する処理室内を上から見た平断面図である。

【 0 0 4 0 】

図 1 に示すように基板処理装置は、例えば 1 枚のシリコン基板 8 を内部で略水平姿勢で処理する偏平な処理室 1 と、処理室 1 内の基板 8 に対してガスを供給するガス供給口 1 9、2 0 と、処理室 1 内を排気する排気口 1 6 と、基板 8 を略水平に保持する保持具として

50

のサセプタ 3 と、サセプタ 3 上に保持された基板 8 の周囲に略水平に支持されるコンダクタンスプレート 2 (以下、単にプレート 2 ということもある) と、コンダクタンスプレート 2 よりも下方の空間 3 3 にガスを排出する排出口 1 1 とを主に備える。ここでプレート 2 よりも下方の空間 3 3 には、基板下の空間、すなわちサセプタ 3 の裏側の空間も含まれる。

【 0 0 4 1 】

処理室 1 は、上容器 2 6 と下容器 2 7 とにより構成されて、密閉された内部空間で基板 8 を処理するように構成されている。

上容器 2 6 には、基板 8 に対してガスを供給する複数の供給口、例えば二つのガス供給口 1 9、2 0 が設けられる。ガス供給口 1 9、2 0 は、基板 8 が保持されている基板保持領域の上方ではなく、基板 8 が保持されている基板保持領域からはずれた基板 8 の側方であって、しかも基板 8 の周囲に設けられたプレート 2 の外側であって、プレート 2 の表面レベルよりも上方に設けられる。

10

【 0 0 4 2 】

ガス供給口 1 9、2 0 は、処理室 1 のプレート 2 よりも上方の空間 3 4 に連通している。ガス供給口 1 9 は処理室 1 内に第 1 の反応ガス又はパージガスを選択的に供給するように構成される。ガス供給口 2 0 は、ガス供給口 1 9 に隣接して設けられ処理室 1 内に第 2 の反応ガス又はパージガスを選択的に供給するように構成される。ガス供給口 1 9、2 0 には、ガスを供給するための 2 系統のラインがそれぞれ連結される。一方の系統は金属酸化膜、例えばアルミニウム酸化膜の有機液体原料である T M A ($Al(CH_3)_3$: トリメチルアルミニウム) を供給する T M A 供給ライン 4 であり、他方の系統は例えば原料と反応性の高いガスである水を供給する水供給ライン 5 である。

20

【 0 0 4 3 】

T M A 供給ライン 4 には、T M A 液体を流量制御する液体流量制御手段 2 2、流量制御された T M A 液体を気化する気化手段 2 3、及びライン 4 を開閉するバルブ 9 が設けられる。この T M A 供給ライン 4 の気化手段 2 3 とバルブ 9 との間には、A r 供給ライン 1 7 が接続されて、流量制御手段 2 1 で流量制御された A r ガスを、バルブ 1 2 を介して T M A 供給ライン 4 に供給できるように構成されている。

このように構成することによって、供給口 1 9 へのガス導入は次の 3 通りの選択が可能となる。(1) T M A 供給ライン 4 のバルブ 9 を開け、A r 供給ライン 1 7 のバルブ 1 2 を閉じることによって、気化手段 2 3 で気化した T M A ガスのみを、T M A 供給ライン 4 から単独で供給口 1 9 に導入する。(2) さらに A r 供給ライン 1 7 のバルブ 1 2 を開けることによって、T M A ガスと A r ガスとの混合ガスを、T M A 供給ライン 4 から供給口 1 9 に導入する。(3) 気化手段 2 3 からの T M A ガスを止めて、T M A 供給ライン 4 から A r ガスのみを単独で供給口 1 9 に導入する。

30

【 0 0 4 4 】

水供給ライン 5 には、水を流量制御する液体流量制御手段 2 4、流量制御された水を気化する気化手段 2 5、及びライン 5 を開閉するバルブ 1 0 が設けられる。この水供給ライン 5 の気化手段 2 5 とバルブ 1 0 との間には、前述した A r 供給ライン 1 7 が分岐ライン 1 7 a により分岐接続されて、流量制御手段 2 1 で流量制御された A r ガスをバルブ 1 3 を介して水供給ライン 5 に供給できるように構成されている。

40

このように構成することによって、供給口 2 0 へのガス導入は次の 3 通りの選択が可能となる。(1) 水供給ライン 5 のバルブ 1 0 を開け、分岐ラインのバルブ 1 3 を閉じることによって、気化手段 2 5 で気化した水蒸気のみを、水供給ライン 5 から単独で供給口 2 0 に導入する。(2) さらに、分岐ラインのバルブ 1 3 を開けることによって、水蒸気と A r ガスとの混合ガスを、水供給ライン 5 から供給口 2 0 に導入する。(3) 気化手段 2 5 からの水蒸気を止めて、水供給ライン 5 から A r ガスのみを単独で供給口 2 0 に導入する。

【 0 0 4 5 】

下容器 2 7 の一側壁には排気口 1 6 が設けられている。排気口 1 6 は、略水平に保持さ

50

れた基板 8 を略水平方向から挟んでガス供給口 19、20 と反対側であって、プレート 2 よりも下方の空間 33 に開口している。これにより、排気口 16 はプレート 2 よりも下方の空間 33 を介して排出口 11 と連通する。この排気口 16 は、圧力制御手段 15 及び真空ポンプ 37 を介した排気配管としてのガス排気ライン 6 に接続されて、処理室 1 内の雰囲気を出すようになっている。処理室 1 内は、圧力制御手段 15 によって所定の圧力に制御できるようになっている。なお、この圧力制御手段 15 は使用しなくても構わない。

【0046】

また、下容器 27 の一側壁と対向する他側壁には、基板搬入出口 30 が設けられている。この基板搬入出口 30 から外側に延出された延出部の開口にゲートバルブ 7 が設けられ、搬送手段としての搬送口ポット 38 により、ゲートバルブ 7 を介して基板搬入出口 30 から基板 8 を処理室 1 内外に搬送できるようになっている。

上容器 26 と下容器 27 とは、例えばアルミニウム、ステンレスなどの金属で構成される。

【0047】

サセプタ 3 は、処理室 1 内に設けられ、円板状をしており、その上に基板 8 を保持するように構成されている。サセプタ 3 は、セラミックヒータなどのヒータ 55 を内蔵して基板 8 を所定温度に加熱するとともに、保持された基板 8 の外周にプレート 2 を支持するように構成される。サセプタ 3 は支持軸 29 を備えている。支持軸 29 は、処理室 1 の下容器 27 の底部中央に設けられた貫通孔 28 より鉛直方向に挿入されて、サセプタ 3 を昇降機構 56 により上下動させるようになっている。サセプタ 3 が上方にある成膜位置（図示位置）で成膜処理がなされ、下方の待機位置で基板 8 の搬送が行われる。プレート 2 を支持したサセプタ 3 が前述した成膜位置にあるとき、処理室 1 内を上下に仕切るプレート 2、基板 8 及びサセプタ 3 によって、プレート 2 よりも上方の空間 34 と、プレート 2 よりも下方の空間 33 とが処理室 1 内の上下に形成される。

サセプタは、例えば、石英、カーボン、セラミックス、炭化ケイ素（SiC）、酸化アルミニウム（ Al_2O_3 ）、又は窒化アルミニウム（AlN）などで構成される。

【0048】

コンダクタンスプレート 2 は、基板 8 の周囲に設けられ、基板上に流れるガス流を制御するように構成される。ここでは、コンダクタンスプレート 2 は、サセプタ 3 から処理室内壁 32 に向かって張り出すように、サセプタ 3 の外周上に支持される。また、プレート 2 は、その表面と基板 8 の表面とが面一になるように設けられる。もしくは、プレート 2 は、上容器 26 に固定され、基板 8 がサセプタ 3 と共に上昇して、プレート 2 と基板 8 が面一になるように設けられる。これにより、反応ガス又はパージガス（以下、単にガスという場合もある）を基板面上に平行にまた均一に供給することができるようになっている。

また、コンダクタンスプレート 2 の外周に、コンダクタンスプレート 2 よりも下方の空間 33 にガスを排出する排出口 11 が設けられる。この排出口 11 の排気コンダクタンスは、プレート 2 の位置を偏倚させたり、プレート 2 の形状を変えたりすることによって調整できるようになっている。なお、プレート 2 の厚さは、図示例では基板 8 よりも若干厚くなっているが、基板 8 の厚さと同じか、又は基板 8 よりも薄くてもよい。プレート 2 は例えばセラミックスで構成される。

【0049】

排出口 11 は、コンダクタンス調整用開口であって、プレート 2 よりも上方の空間 34 から、この排出口 11 を介してプレート 2 よりも下方の空間 33 に排出されるガスの量を制御して、基板 8 上に供給されるガスのガス圧力を制御する。

排出口 11 は、プレート 2 の基板 8 よりも少なくともガス流れの上流側と下流側とに設けられ、プレート 2 よりも上方の空間 34 からプレート 2 よりも下方の空間 33 に上流側の排出口 11 A 及び下流側の排出口 11 B を介してガスを排出するようになっている。

【0050】

排出口 11 を、プレート 2 の上流側と下流側に設ける理由は、上流側、下流側それぞれの排出口のコンダクタンスを調整することによりガス流を制御し、基板 8 上の圧力分布を均一化するのに有効な手段だからである。

また、排出口 11 を、プレート 2 よりも下方の空間 33 にガスを排出するように設ける理由は、ガス供給口 19、20 から供給されるガスのうち、プレート 2 よりも上方の空間 34 に流れるガスに対して、プレート 2 よりも下方の空間 33 へ流れるガス量を変えることにより、基板上の圧力分布を制御することが可能で、プレート 2 よりも下方の空間 33 のパーシ効率を向上させることが可能となるからである。

【0051】

本実施の形態による排出口 11 は、プレート 2 の外周に連続して設けられる構成である。すなわち、排出口 11 は、処理室内壁 32 とプレート 2 の外周部との間にリング状の隙間として形成される。リング状の隙間を形成する処理室内壁 32、プレート 2、及び基板 8 の配置関係を図 2 に示す。

10

図 2 に示すように、処理室 1 を構成する処理室壁は断面円形をしている。その処理室壁の一側壁に基板搬入出口 30 が設けられ、外部に延出した基板搬入出口 30 の側部開口にゲートバルブ 7 が設けられる。基板搬入出口 30 が設けられた処理室 1 と反対側の処理室 1 の他側壁に排気口 16 が設けられ、この排気口 16 にガス排気ライン 6 が接続されている。前述した供給口 19、20 は、基板搬入出口 30 の略中央位置に対応する処理室上壁に互いに隣接して設けられている。

【0052】

20

処理室 1 内に設けられるプレート 2 はリング状となっており、そのリング状穴の中にセプタ 3 に保持される基板 8 がちょうど納まるようになっている。プレート 2 がリング状となっているため、排出口 11 は、上述したように、プレート 2 の外周部と処理室内壁 32 との間に形成されるリング状の隙間 G として構成される。したがって、リング状の隙間 G により構成される排出口 11 は、プレート 2 の基板 8 よりもガス流れの上流側と下流側とに止まらず、プレート 2 の全周にわたって設けられることになる。

ここで、基板 8 よりもガス流れの上流側とは、ガス流れと直交し且つ基板 8 の外周と供給口 19、20 側で接する仮想線 a よりも上流側をいい、基板 8 よりもガス流れの下流側とは、ガス流れと直交し且つ基板 8 の外周と排気口 16 側で接する仮想線 b よりも下流側をいう。したがって、プレート 2 の基板 8 よりも上流側とは、仮想線 a よりも上流側に存在するプレート部 2a をいう。また、プレート 2 の基板 8 よりも下流側とは、仮想線 b よりも下流側に存在するプレート部 2b をいう。また、プレート 2 の少なくとも基板 8 よりも上流側と下流側とは、二つの仮想線 a、b の間を中流側と称すれば、上流側と下流側のみならず中流側のプレート部 2c も含まれる。

30

【0053】

図示例では、基板 8 は、処理室 1 内に処理室内壁 32 と同心円状に配置されているが、プレート 2 はその同心円状の配置から外してある。プレート 2 の中心は、処理室内壁 32 の円の中心に対して、排気口 16 寄りに偏倚させている。これにより、リング状の排出口 11 の隙間の開口面積は、排気口 16 側からガス供給口 19、20 側に向かって漸次大きくなるように構成される。隙間 G の開口面積によって、排出口 11 のコンダクタンスが決まるから、プレート 2 よりも下方の空間 33 に通じる排出口 11 のコンダクタンスは、上流側の方が下流側よりも漸次大きくなるよう構成されることになる。

40

【0054】

ここで図 1 に戻って、処理室 1 内のガス流れについて説明する。図示するように、処理室内壁 32 のうち、ガス供給口 19、20 の直下部分の内壁 32 では、プレート面と面一となる箇所内方に突出した突出内壁 32a を設け、この突出内壁 32a とこの突出内壁に対向するプレート 2 の外周部との間に上流側の排出口 11A を設けるようにしている。ガス供給口 19、20 から、処理室 1 内のプレート 2 よりも上方の空間 34 に流れ込んだガスは、この突出内壁 32a にぶつかり、進路を変えられ、一部は上流側の排出口 11A から矢印で示すようにプレート 2 よりも下方の空間 33 に流れ込み、基板下を排気口 16

50

に向かって一方向に流れる。残りは上流側のプレート2に沿って矢印で示すように基板8上を排気口16に向かって一方向に流れる。

このようにガス供給口19、20の直下に、ガスを受け流す突出内壁32aを設けることによって、ガス供給口19、20が処理室1の上容器26の上部に設けられているにもかかわらず、プレート2よりも上方の空間34に供給されたガスが、プレート2に沿って基板8上に平行に流れることを可能にしている。

そして、基板8上を流れて下流側のプレート2を経て下流側の排出口11Bからプレート2よりも下方の空間33内に排出されてきたガスと、上流側の排出口11Aから下方の空間33内に排出されてサセプタ3の下側を流れてきたガスとが、排気口16で合流して、ガス排気ライン6から排気される。

以上述べたように実施の形態の基板処理装置が構成される。

【0055】

次に上述した基板処理装置を用いて半導体装置を製造する工程の一工程として基板を処理する方法を説明する。ここでは、シリコン基板にアルミニウム酸化膜の成膜を行うプロセスを例にとって説明する。成膜方法には、金属原料と酸素又は窒素を含有するガスとを交互に供給して、膜を堆積させるALDを用いる。また、金属原料には常温で液体のTMAを用い、酸素又は窒素を含有するガスには水を用いる。

【0056】

基板処理ではまず、サセプタ3を待機位置に下降させた上で、ゲートバルブ7を開放する。搬送ロボット38により、1枚のシリコン基板8を基板搬入出口30を介して処理室1内に搬入して、サセプタ3上に移載して保持する。ゲートバルブ7を閉じた後、昇降機構56により、サセプタ3を所定の成膜位置まで上昇させる。温度制御手段14によりヒータ55を制御しながらサセプタ3を加熱して、シリコン基板8を一定時間加熱する。処理室1内を真空ポンプ37で真空引きし、圧力制御手段15によって処理室1内を所定の圧力に制御する。基板が所定温度に加熱され、圧力が安定した後、基板上への成膜を開始する。成膜は次の4つの工程からなり、4つの工程を1サイクルとして、所望厚さの膜が形成されるまで複数サイクル繰り返される。

【0057】

工程1では、バルブ9が開かれて、液体流量制御手段22で流量制御された液体原料TMAが気化手段23へ供給されて、気化手段23により気化された第1の反応ガスとしてのTMAガスが、TMA供給ライン4から供給口19を介して処理室1内に供給される。TMAガスを希釈する場合は、さらにバルブ12を開いて、流量制御手段21で流量制御されたArガスを、Ar供給ライン17からTMA供給ライン4に流し、Arガスと混合されたTMAガスが、TMA供給ライン4から供給口19を介して処理室1内に供給される。TMAガスはシリコン基板8上に供給されて、その表面に吸着する。余剰ガスはプレート2の外周に設けた排出口11からプレート2よりも下方の空間33に排出され、この空間33を図中の矢印の方向に流れて排気口16から排気される。

【0058】

工程2では、バルブ9を開に保ったまま、気化手段23からのTMAガスの供給を停止する。このときバルブ12が閉のときはこれを開にする。流量制御手段21により流量制御されたArガスをAr供給ライン17からTMA供給ライン4に流し、供給口19を介して処理室1内に供給し、TMA供給ライン4及び、処理室1内に残留しているTMAガスをArガスで置換し、排気口16から排気する。

【0059】

工程3では、バルブ9、12をともに閉じ、代わりにバルブ10を開いて、液体流量制御手段24で流量制御された水が気化手段25へ供給されて、気化手段25により気化された水蒸気が水供給ライン5から供給口20を介して処理室1内に供給される。又は、バルブ13を開いて、流量制御手段21で流量制御されたキャリアガスArをAr供給ライン17から水供給ライン5に流して、Arガスと混合した水蒸気が、水供給ライン5から供給口20を介して処理室1内に供給される。シリコン基板8上には、工程1で吸着した

10

20

30

40

50

TMAと水蒸気とが反応し、アルミニウム酸化膜が形成される。余剰ガスは、プレート2の外周に設けた排出口11からプレート2よりも下方の空間33に排出され、この空間33を図中の矢印の方向に流れて排気口16から排気される。

【0060】

工程4では、バルブ10を開に保ったまま、気化手段25からの水蒸気の供給を停止する。バルブ13が閉のときはこれを開にする。流量制御手段21により流量制御されたArガスをAr供給ライン17から水供給ライン5に流し、供給口20を介して処理室1内に供給し、水供給ライン5、及び処理室1内に残留している水蒸気をArガスで置換し、排気口16から排気する。

【0061】

上述した工程1～4に要する時間は、スループット向上のために、各工程で1秒以下が望ましい。この4つの工程を1サイクルとして、これを複数回繰り返して、所望の膜厚を有するアルミニウム酸化膜を基板8上に成膜する。成膜終了後、サセプタ3は昇降機構56により待機位置まで降下する。成膜処理後のシリコン基板8は、搬送口ポット38によりゲートバルブ7を介して処理室1外に搬出される。

【0062】

上記処理条件の範囲として、基板温度：100～500、処理室内圧力：13.3～133Pa(0.1～1Torr)、キャリアガスと反応ガスを加えた総流量：0.1～2slm、膜厚：1～50nmが好ましい。

【0063】

なお、各工程における基板温度、処理室内圧力はそれぞれ、温度制御手段14、圧力制御手段15で制御される。また、この温度制御手段14、圧力制御手段15及び各バルブ9、10、12、13や気化手段23、25、流量制御手段21、22、24は、制御手段40により統合制御される。

【0064】

以下に、上述した実施の形態の作用について述べる。

【0065】

工程1～4において、ガス供給口19、20から供給されるガスは、プレート2よりも上方の空間34に流れる。流れたガスの一部は、基板8よりも上流側の排出口11A及び中流側の排出口11C(以下、単に上流側の排出口11A等という)からプレート2よりも下方の空間33へ排出され、サセプタ3の下を排気口16へ向かって流れて、排気口16から排気される。ガスの残りは、基板8の側方からプレート2に沿って基板8上を一方方向に流れ、中流側の排出口11C及び基板8よりも下流側の排出口11B(以下、単に下流側の排出口11B等という)に向かって流れる。そして、下流側の排出口11B等からプレート2よりも下方の空間33へ排出され、排気口16から排気される。このように処理室1内の空間34、33にガスを供給しつつ排出することにより基板8上に薄膜が成膜される。

【0066】

工程1、3では、上流側の排出口11A等の方が下流側の排出口11B等よりもコンダクタンスが大きくなるよう構成されているため、基板上に膜厚均一性の良好な膜を成膜できる。

すなわち、上流側の排出口11Aを介してプレート2よりも下方の空間33へ排出されるガスの流路抵抗が、下流側の排出口11Bを介して排出されるガスの流路抵抗よりも小さくなる。したがって、下流側よりも上流側の排出口11Aからのガスの方が、プレート2よりも下方の空間33へ排出されやすくなり、大量に排出される。その結果、上流側が高圧となり下流側が低圧となるのが緩和されて、基板8上に供給されるTMAガス及び水蒸気の圧力分布が均一になる。この均一化された圧力分布下の基板8上にTMAガス及び水蒸気が吸着する。

この吸着に関しては実験的及び理論的考察から、ある表面と気体分子との間において、温度が一定のとき、吸着量は気相の圧力によって表されることが分かっている。したがっ

10

20

30

40

50

て、工程 1、3 において、基板上の圧力分布が均一化されるので、基板上へのガスの吸着量が均一化され、基板上に膜厚均一性の良好な膜を成膜できる。また、半導体装置の歩留まりを向上できる。

【0067】

他方、工程 2、4 では、上流側の排出口 11A 等の方が下流側の排出口 11B 等よりもコンダクタンスが大きくなるよう構成されているため、素早い排気ができ、パーズ効率を向上できる。

すなわち、処理室 1 内のパーズを行う際、ガス供給口 19、20 から処理室 1 内にパーズガスを供給すると、下流側の排出口 11B 等よりも大量のパーズガスが上流側の排出口 11A 等から、プレート 2 よりも下方の空間 33 へ排出され、排気口 16 へ向かって流れる。したがって、パーズガスがプレート 2 よりも下方の空間 33 全体に素早く行き渡るため、パーズ効率が飛躍的に向上する。その結果、工程 1、3 において、プレート 2 よりも下方の空間 33 に滞留したり、その空間 33 の内壁である処理室内壁 32 に吸着したりした TMA ガスや水蒸気等の残留ガスや副生成物を効率的に除去できる。このように工程 1、3 で生じた残留ガス及び副生成物を効率よく、且つ短時間で処理室 1 から排気することができるので、スループットを向上することができる。

【0068】

上述した圧力分布の均一化の効果は、特に、基板 8 に対してガスを一方向に流す ALD により基板 8 上に薄膜を形成する場合に、有効に発揮される。基板 8 に供給する反応ガスの流量を多くすると基板 8 上に必然的に圧力差が生じるが、この圧力差を解消できるからである。

【0069】

また、上流側の排出口 11A が、供給口 19、20 よりも下流側であって、基板 8 よりも上流側に設けられているので、プレート 2 よりも下方の空間 33 全体へスムーズに、より大量のパーズガスを排出口 11A から排出でき、パーズ効率がより向上する。

また、供給口はプレートの外側に設けられているので、上流側の排出口 11A からプレート 2 よりも下方の空間 33 に排出されるガスを、その空間 33 の最上流から流入させることができるので、パーズ効率がより向上する。

【0070】

また、実施の形態のものは、基板 8 の側方から基板 8 に対して多孔板を用いずにガスを供給して供給側と反対側から排気するとともに、ガス供給口 19、20 よりも下流側であって基板 8 よりも上流側に、下流側の排出口 11B よりもコンダクタンスを大きくした排出口 11A を設け、基板を挟んでガス供給側と反対側より排気しているので、従来のように、基板の上方に設けた多孔板から基板に対してガスをシャワー状に供給するものに比べて、ガス供給口の上流側が高圧とならず、残留ガスを速やかに排気できる。また、片側流しにおいて、排気口からパーティクルの逆流拡散を防止し、ウェハ上の圧力分布を均一化することができる。

【0071】

また、実施の形態によれば、排出口 11 はプレート 2 と処理室内壁 32 との間に形成される隙間 G により構成されているので、プレート 2 の位置を、上流側の隙間 G_u が大きく、下流側の隙間 G_d が小さくなるように偏倚させることにより、上流側の方が下流側よりもコンダクタンスが大きい排出口 11 を容易に設けることができる。これにより基板上の圧力分布を均一化するとともに、プレート 2 よりも下方の空間 33 内の残留ガスを効率的に除去できる。

【0072】

なお、実施の形態では、ALD について説明したが、本発明は、サイクル手法を適用した MOCVD や二種類以上のガスを同時に供給して膜を堆積させる通常の MOCVD おいても利用できることはいうまでもない。

【0073】

次に、プレート形状ないしプレートの偏倚が基板上の圧力分布の均一化に与える影響を

10

20

30

40

50

解析し、上述したように排出口のコンダクタンスを上流側の方が下流側よりも大きくなるよう構成することで、基板上の分圧分布の均一性が向上することを検証する。

【0074】

本発明者らが行った基板上の圧力分布の解析方法を図3～6を参照して説明をする。図3、4は本解析で用いたコンダクタンスプレートの形状を示した図である。図3に示すものは後述する上流側隙間と下流側隙間が等間隔となっている。図4に示すものは上流側隙間が広く下流側隙間が狭くなっている。

図5に示す4種類のサンプルのコンダクタンスプレート形状について、フルーエント社製3次元熱流体解析ソフトを使用して、それぞれの基板上の圧力分布を求めた。4種類のコンダクタンスプレート形状No.1～No.4は、上流側の排出口11Aの隙間（以下、単に上流側隙間という） G_u を5mm、6mm、7mm、8mmと大きくなるように変化させ、下流側の排出口11Bの隙間（以下、単に下流側隙間という） G_d は逆に5mm、4mm、3mm、2mmと小さくなるように変化させたものである。形状No.1の場合は、図3に示す様に上流側隙間 G_u 、下流側隙間 G_d がともに5mmと等間隔となっている。形状No.2～No.4の場合は、図4に示す様に、上流側隙間 G_u が広く下流側隙間 G_d が狭くなっている。

解析の条件としては、基板径：300mm、基板温度：300、処理室内圧力：13Pa、Arガス流量：1slm、水蒸気モル分率：0.027、処理室内壁温度：100、コンダクタンスプレート温度：150とした。

【0075】

図6は、本解析で求めた基板上の圧力分布を示す図である。基板上での圧力分布は、図3中に示す実線上的の圧力値で代表できる。図6から、サンプルの全てにおいて、上流側が高く、下流側にかけて低くなる傾向となり、上流側隙間 G_u を広くし下流側隙間 G_d を狭くするにしたがって、基板上の圧力均一性が向上しており、サンプル形状No.4が最も圧力均一性がよいことが分かる。つまり、コンダクタンスプレートと処理室内壁との隙間、すなわち排出口の開口面積を変えて、上流側に流れるガス量を増やすことにより、ガス上流側の圧力が高くなる傾向を緩和することが可能となる。

【0076】

このことは、流れのコンダクタンスに注目すれば、次の様に換言できる。図4において、ガス供給口中心Aと排気口中心Bとを結ぶ直線35に、基板8の表面と平行な面内で直交しかつ基板8の中心を通る直線36を境界とする。ここでは、この境界よりもガス供給口側をガス上流側とし、その境界よりも排気口側をガス下流側とする。そのとき、ガス上流側の排出口11AAに流れる空間のコンダクタンスが、その境界よりもガス下流側の排出口11BBのそれより大きくすることにより、基板面内の圧力分布を向上させることができる。

排出口11は、前記境界よりも上流側の領域内のいずれかに、また境界よりも下流側の領域内のいずれかに、それぞれ設けられていればよく、プレート2の少なくとも基板8よりも上流側と下流側とに排出口11を設けるだけでも、基板面内の圧力分布を向上させることができる。

【0077】

排出口11のコンダクタンスの値は、ガスが流れ込むプレート2の高さが上流側と下流側とで同じ場合、隙間の面積（開口面積）が大きい方がコンダクタンスが大きくなる。したがって、排出口の開口面積を上流側の方が下流側よりも大きくなるようにすることによって、排出口11のコンダクタンスを上流側の方が下流側よりも大きくなるよう構成することができる。

解析結果より、プレート2の位置を排気側に偏倚させて、排出口のコンダクタンスを上流側の方が下流側よりも大きくなるよう構成することで、基板上の分圧分布の均一性が向上することが、検証できた。

【0078】

ところで、図7は、上流側と下流側のコンダクタンスが等しいサンプル形状No.1に

10

20

30

40

50

において、上記解析の条件のうち、処理室内圧力のみを13 Paから133 Paに変更した場合の、基板上の圧力分布を示す図である。同図から分かる様に、圧力が133 Paと高い場合、上流側と下流側のコンダクタンスを等しくしても、圧力均一性は良好となる。このことから、上流側を下流側のコンダクタンスよりも大きくするという本発明は、図6の基板上の圧力分布を求めたときのように、特に10 Pa付近もしくはそれ以下の処理室内圧力において有効な手段であるといえる。

【0079】

また、サンプル形状No.1において、排気圧力を13 Paとした場合において、排出口11のコンダクタンスを極力小さくすれば、すなわち、プレート2と処理室内壁32との間に形成される隙間Gを極力小さくすれば、基板上の圧力が上昇し、排気圧力が133 Paの場合と同様に、基板上の圧力分布特性の改善効果を十分に期待できる。しかし、そうすると工程2、4において残留ガス及び副生成物を排気する時間が長くなり、スルーペット低下を招くので、有効な手段とはいえない。

10

【0080】

なお、上述した実施の形態では、排出口をプレートと処理室内壁との間に形成するようにしたが、これに限定されず、例えば排出口をプレート自体に形成してもよい。また、排出口のコンダクタンスの大きさを、隙間の面積（開口面積）を変えることによって変えるようにしたが、これに限定されず、例えば排出口の流路長を変えることによって変えるようにしてもよい。また、上流側と下流側とにそれぞれ形成される排出口を、ガス流れに対して一つ排出口で構成したが、これに限定されず、例えばガス流れに対して複数の排出口で構成してもよい。以下に、これらの変形例について、それぞれ説明する。

20

【0081】

図8は、排出口をプレート自体に設けた実施の形態の一例を示したものである。プレート2よりも下方の空間33（図1参照）は、プレート2外径を処理室内壁32の内径と合致させてプレート2により塞いでいる。このプレート2の基板8の上流側と下流側とにそれぞれ開口51A、51Bを設け、これを上流側と下流側の排出口11A、11Bとする。開口51（51A、51B）は例えば、リング状のプレート形状に沿うように弧状に設けて、その弧状の開口面積を上流側の方が下流側よりも大きくなるようにすることによって、排出口11のコンダクタンスを上流側の方が下流側よりも大きくなるよう構成している。開口51は、図示例のように、プレート面内に納まるように開口がクローズするように形成してもよいが、プレート外周部を切り欠いて開口がオープンとなるように形成してもよい。

30

この実施の形態は、コンダクタンスプレート2の排出口11が上流側と下流側とで連続していない構成であるが、ガス上流側の開口51Aのコンダクタンスをガス下流側の開口51Bより大きくすることにより、基板8上の圧力分布を向上させつつ、残留ガスを効率的に除去することができる。

【0082】

また、図9は、排出口11の流路長を変えることによって、排出口11のコンダクタンスの大きさを変更するようにしたものである。

プレート2の外周にプレートの厚さよりも長いスカート（側板）18を垂下して、そのスカート18の丈を上流側から下流側に向かって漸次長くするように構成する（図9（c））。プレート2と処理室内壁32との間に形成される隙間Gはプレート2全周において等間隔になっているが（図9（a））、コンダクタンスプレート2のスカート18の長さは、上流側で短く下流側で長くなるように構成されている（図9（b）、（c））。

40

ガスが流れる排出口11の流路長の短い方がコンダクタンスは大きくなるので、図示例では、ガス上流側のコンダクタンスがガス下流側のそれより大きくなる。したがって、基板面内の圧力分布を向上させつつ、残留ガスを効率的に除去することができる。

【0083】

なお、図示例のものでは、流路が単純であるから、上流側の流路長を下流側よりも短くすることによって、排出口のコンダクタンスを上流側の方が下流側よりも大きく構成する

50

ことができる。流路が複雑な場合にも、このような構成とするには、流路のコンダクタンスを合成し、その合成コンダクタンスの大きさを判定することによって、上流側の合成コンダクタンスが下流側の合成コンダクタンスよりも大きくなるようにすればよい。

【 0 0 8 4 】

図 1 0 は、他の実施の形態を示すコンダクタンスプレートの平面図であって、(b) は上流側と下流側とに形成される排出口のそれぞれを、ガス流れに対して複数の排出口で構成した実施の形態を示し、(a) はガス流れに対して単数の排出口で構成した比較例を示す。この形態では、排出口のコンダクタンスは上流側と下流側とで等しく構成されている。

図 1 0 (b) に示すように、この実施の形態では、処理室内壁 3 2、プレート 2 0 1 及び基板 8 を全て同心円状に配置する。そして、リング状のプレート 2 0 1 の外径を処理室内壁 3 2 の内径よりも小さく、プレート 2 0 1 の内径を基板 8 の外径よりも大きく形成して、プレート 2 0 1 の外側と内側とのそれぞれに第 1 の排出口 1 1 1、第 2 の排出口 2 1 1 を設ける。すなわち、処理室内壁 3 2 とプレート 2 0 1 の外周との間と、プレート 2 0 1 の内周と基板 8 外周との間にリング状の隙間 G 1 (外側の隙間)、隙間 G 2 (内側の隙間) を設ける。このようなプレート形状とすることにより、ガス流れの上流側に形成される排出口 1 1 A を、上流側の第 1 の排出口 1 1 1 A とそれよりも下流側に設けられた第 2 の排出口 2 1 1 A とから構成している。また、下流側に形成される排出口 1 1 B を、上流側の第 2 の排出口 2 1 1 B と、それよりも下流側に設けられた第 1 の排出口 1 1 1 B とから構成している。

【 0 0 8 5 】

ここで、複数の排出口がパージに与える影響を解析し、内側と外側の両方に隙間を有するプレートの方が、パージ効率が高いことを検証する。サンプルとして内側 7 mm 且つ外側 2 mm の隙間を有するプレート 2 0 1 (図 1 0 (b)) と、比較のために内側 7 mm の隙間だけを有するプレート 2 0 2 (図 1 0 (a)) とを用意した。

【 0 0 8 6 】

図 1 1 は、解析で求めた基板 8 上の原料ガスモル分率のパージ時間依存を示す特性図である。これより、図 1 0 (b) の内側の排出口 2 1 1 に加えて、外側にも排出口 1 1 1 を持つ方が、原料ガスモル分率の減少が顕著であることがわかる。つまり、内側と外側との両方に排出口 1 1 1、2 1 1 を持つために、パージ効果が向上して、ガス置換が促進されたと考えられる。これは、内側の排出口 2 1 1 だけでは、処理室内壁 3 2 近傍のガスが滞留するのに対し、外側にも排出口 1 1 1 を設置することにより、これらの滞留ガスが、速やかに排気されたことによるものである。この解析結果から、内側と外側の両方に隙間を有するプレートの方が、パージ効率が向上することが検証できた。

したがって、内側の排出口 2 1 1 に加えて、外側にも排出口 1 1 1 を有すると、処理室 1 内のプレート 2 よりも上方の空間 3 4 及びプレート 2 よりも下方の空間 3 3 の両方におけるガスの流れの範囲が広くなり、それぞれの空間 3 3、3 4 における淀みがなくなるため、それぞれの空間 3 3、3 4 のパージ効率を向上させることができる。

【 0 0 8 7 】

ところで、上述したプレートの内側のみ排出口を持つタイプ (図 1 0 (a)) と、外側にも排出口を持つタイプ (図 1 0 (b)) とで、プレート上のガス流速分布を測定したところ、いずれのタイプにもガス流速が小さくなる部分 (ガスの淀みが生じる部分) があり、ガスの淀みはプレートの基板よりも下流側に発生していることがわかった。ガスの淀みが発生すると、ガスの淀みの近傍のプレート、及び処理室内壁に吸着する原料ガスの吸着量が増加し、パージ時間の増大、つまりスループットの低下を招く。また、ガスの淀みが生じる部分においてはパージが十分行われず、これがパーティクル発生の原因となり、歩留まりが低下する。

そこで、プレート上のガスの淀みの発生を防止することが好ましいが、いずれのタイプにおいてもプレート上のガスの淀み部に対応する位置に、更に排出口を設けることで、プレート上のガスの淀みを解消できることがわかった。

【 0 0 8 8 】

図 1 2 は、そのようなガスの淀み防止用の排出口を設けたプレートの変形例を示すものであって、(a)、(b) は前述した内側にのみ排出口 2 1 1 をもつタイプのプレートの変形例を示し、(c) は前述した外側にも排出口 1 1 1 をもつタイプのプレートの変形例を示す。図 1 2 (a) の変形例は、ガスの淀み防止用の排出口 1 1 2 を 1 つ設けるようにしたものであり、図 1 2 (b) の変形例は、ガスの淀み防止用の排出口を複数設け、これら複数の排出口 1 1 2、1 1 3 をプレート 2 0 2 の径方向に、すなわちガス流方向に向かって間隔を空けて配列するようにしたものである。これらの排出口 1 1 2、1 1 3 を設ける位置は、プレート 2 0 2 の基板 8 よりも下流側であって、処理室内壁 3 2 と排出口 2 1 1 との間のガスの淀みが生じる部分とする。すなわち、図 1 2 (a) の変形例の場合、基板 8 よりも上流側には 1 つの排出口 2 1 1 A が設けられ、基板 8 よりも下流側には 2 つの排出口 2 1 1 B、1 1 2 が設けられ、これら排出口はガス流方向に向かってこの順に配列されることとなる。また、図 1 2 (b) の変形例の場合、基板 8 よりも上流側には 1 つの排出口 2 1 1 A が設けられ、基板 8 よりも下流側には 3 つの排出口 2 1 1 B、1 1 3、1 1 2 が設けられ、これら排出口はガス流方向に向かってこの順に配列されることとなる。

10

図 1 2 (c) の変形例は、ガスの淀み防止用の排出口 2 1 2 を 1 つ設けるようにしたものであり、排出口 2 1 2 を設ける位置は、プレート 2 0 1 の基板 8 よりも下流側であって、第 1 の排出口 1 1 1 と第 2 の排出口 2 1 1 との間のガスの淀みが生じる部分とする。すなわち、図 1 2 (c) の変形例の場合、基板 8 よりも上流側には 2 つの排出口 1 1 1 A、2 1 1 A が設けられ、基板 8 よりも下流側には 3 つの排出口 2 1 1 B、2 1 2、1 1 1 B が設けられ、これら排出口はガス流方向に向かって、この順に配列されることとなる。

20

すなわち、これらの変形例では、プレートの少なくとも基板 8 よりも下流側に少なくとも 2 つ以上、すなわち、複数の排出口を設け、これら排出口をガス流方向に向かって一方に配列するようにしている。また、基板 8 よりも下流側の排出口の数の方が、基板 8 よりも上流側の排出口の数よりも多くなるようにしている。これらのガスの淀み防止用の排出口 1 1 2、1 1 3、2 1 2 の形状はいずれも、リング状のプレート 2 0 2、2 0 1 の形状に沿うような弧状とし、その弧の大きさ、すなわち、排出口 1 1 2、1 1 3、2 1 2 の開口面積は、ガスの淀みを解消できる程度の大きさであればよく、いずれも排出口 2 1 1 または排出口 1 1 1 の開口面積よりも小さくなるように形成されている。

30

【 0 0 8 9 】

このようにプレート上のガスの淀みが生じる部分に排出口 2 1 1 や排出口 1 1 1 とは異なる排出口を設けることにより、すなわちプレートの少なくとも基板より下流側に少なくとも 2 つ以上の排出口を設け、これら排出口をガス流方向に向かって配列することにより、ガスの淀みが生じていた部分に積極的にガス流を形成することができるので、プレート上のガスの淀みの発生を防止できる。したがって、ガスの淀みが発生していた部分のプレート、及び処理室内壁への原料ガスの吸着量を減少することができ、パージ時間の増大を抑え、スルーputが低下するのを有効に防止できる。また、ガスの淀みが生じていた部分においても十分なパージ効果が得られるので、パーティクル発生に起因した歩留まりの低下も防止できる。

なお、これら変形例におけるガスの淀み防止の思想を例えば、図 8 のようなタイプのプレートに適用し、図 1 3 のようにしてもよい。図 1 3 の変形例の場合、基板 8 よりも上流側のプレート 2 の外側に弧状の排出口 1 1 A を、基板 8 よりも下流側のプレート 2 の外側に弧状の排出口 1 1 B 及び 1 1 C をそれぞれ設け、さらにプレート 2 の内側にもリング状の排出口 2 1 1 を設けるようにしている。なお、排出口 1 1 B、1 1 C のそれぞれの開口面積は、排出口 1 1 A の開口面積よりも小さくなるように形成されている。すなわち、基板 8 よりも上流側には 2 つの排出口 1 1 A、2 1 1 A が設けられ、基板 8 よりも下流側には 3 つの排出口 2 1 1 B、1 1 B、1 1 C が設けられ、これらの排出口はガス流方向に向かってこの順に配列されることとなる。これによって、上流側、下流側それぞれの排出口のコンダクタンスを調整することができ、それにより基板上の圧力分布を向上させることができ、また残留ガスを効率的に除去できるという効果に加え、さらにガスの淀みを防止

40

50

でき、パーシ効率を向上させることができるという効果を奏する。

【0090】

なお、上述した実施の形態において、「反応ガス」は、第1原料としての金属含有原料と、これに反応することが可能な第2原料としての化合物及び要素である。具体的な金属含有原料(第1原料)としては、例示したAlを含むTMAガスの他に、Si、Ti、Sr、Y、Zr、Nb、Ru、Sn、Ba、La、Hf、Ta、Ir、Pt、W、Pb、Biのいずれかの金属を含むガスがある。

【0091】

また、化合物及び要素(第2原料)としては、適切な非金属反応物、すなわち通常、水、酸素、アンモニア等の酸素又は窒素を含有するガスでよいが、ときには何らかの方法で活性化されたラジカルやイオンの場合もある。また、実際には金属含有原料と反応を起こさないが、金属含有原料の自己分解反応にエネルギーを与えるものでもよい。例えば、プラズマなどで活性化された希ガスや不活性ガスの場合もある。酸素又は窒素を含有するガスとして、具体的には、例示したH₂Oの他に、O₂、O₃、NO、N₂O、H₂O₂、N₂、NH₃、N₂H₆のいずれかと、いずれかを活性化手段により活性化させることにより生成した、これらのラジカル種、又はイオン種がある。

【0092】

また、「パーシガス」は、処理室1に供給されて、基板8に吸着した反応物以外の不要な反応物を取り除く場合や、二つの異なった基の反応ガスが基板8の面内以外の場所で混ざり合い、反応するのを防ぐために用いられる。このパーシガスには、例示したArの他に、それ以外の希ガスや、窒素ガスなどの不活性ガスが用いられる。

【図面の簡単な説明】

【0093】

【図1】実施の形態による基板処理装置の処理室の縦断面図である。

【図2】実施の形態による基板処理装置の処理室内の平断面図である。

【図3】実施の形態によるコンダクタンスプレートの形状を示す平面図である。

【図4】実施の形態によるコンダクタンスプレートの形状を示す平面図である。

【図5】基板上的の圧力分布の解析に用いた4種類のコンダクタンスプレート形状の説明図である。

【図6】プレート形状による基板上的の解析で求めた圧力分布を示す特性図である。

【図7】サンプル形状No.1において、排気圧力のみを133Paに変更した場合の圧力分布を示す特性図である。

【図8】実施の形態の変形例によるコンダクタンスプレートの形状を示す平面図である。

【図9】実施の形態の変形例によるコンダクタンスプレートの形状を示す説明図であって、(a)は平面図、(b)は縦断面図、(c)は斜視図である。

【図10】実施の形態を示すコンダクタンスプレートの平面図であって、(a)は単数の排出口で構成した比較例、(b)は複数の排出口で構成した実施の形態を示す。

【図11】解析で求めた基板上的の原料ガスモル分率のパーシ時間依存を示すための特性図である。

【図12】他の実施の形態の変形例によるコンダクタンスプレートの平面図であって、(a)、(b)は内側にのみ排出口をもつタイプのプレートの変形例を示し、(c)は外側にも排出口を持つタイプのプレートの変形例を示す。

【図13】他の実施の形態の変形例による他のコンダクタンスプレートの平面図である。

【図14】ALDとサイクル手法を適用したMOCVDとの共通したガス供給方法の説明図であって、(a)はフローチャート、(b)はガス供給のタイミング図である。

【図15】一般的な枚葉装置の基板へのガス供給形態を示す説明図であって、(a)は径方向流しタイプ、(b)は片側流しタイプ、(c)は径方向流しタイプの改良例を示す。

【符号の説明】

【0094】

1 処理室

10

20

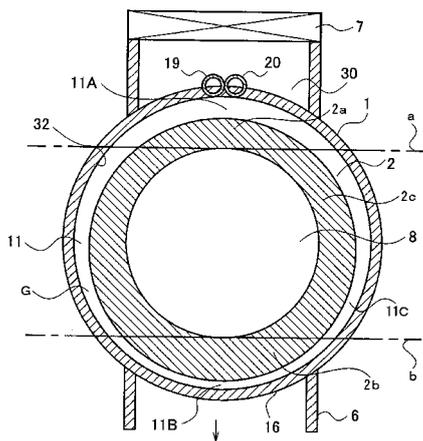
30

40

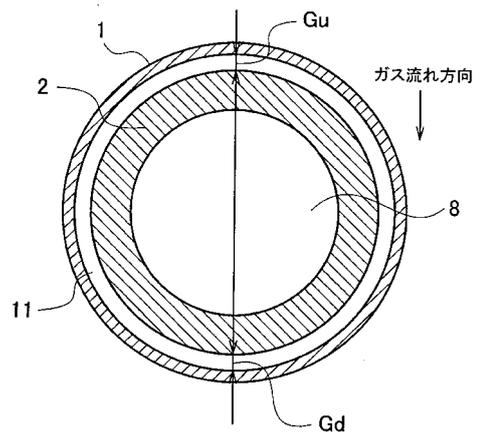
50

- 2 コンダクタンスプレート
- 3 サセプタ（保持具）
- 8 基板
- 11 排出口
- 16 排気口
- 18 スカート（側板）
- 19、20 供給口
- 33 プレートよりも下方の空間
- 34 プレートよりも上方の空間
- 38 搬送口ポット

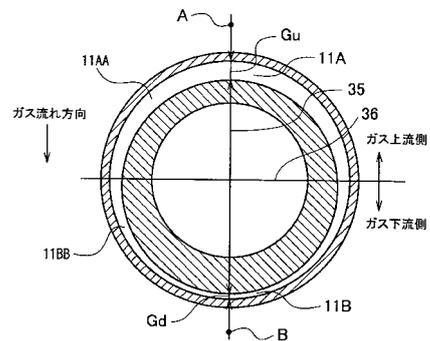
【図2】



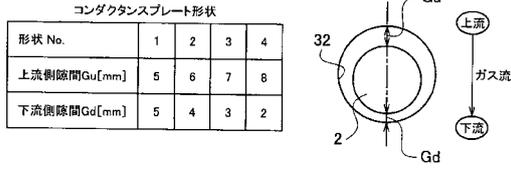
【図3】



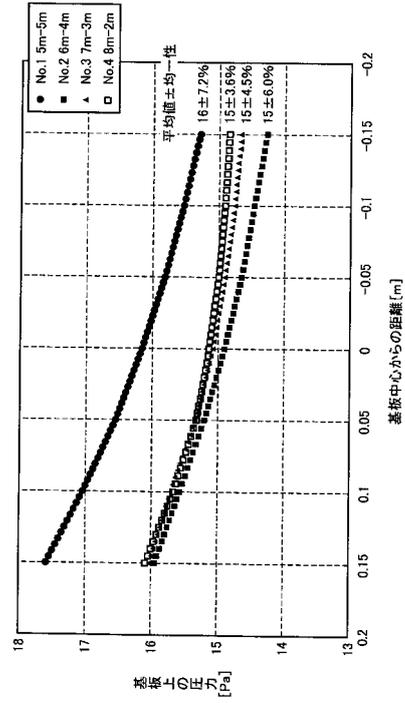
【図4】



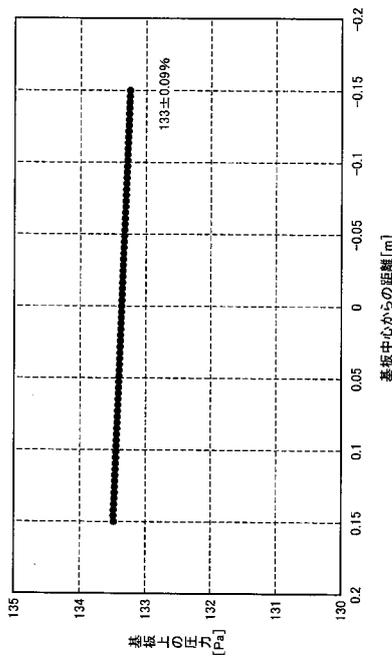
【図5】



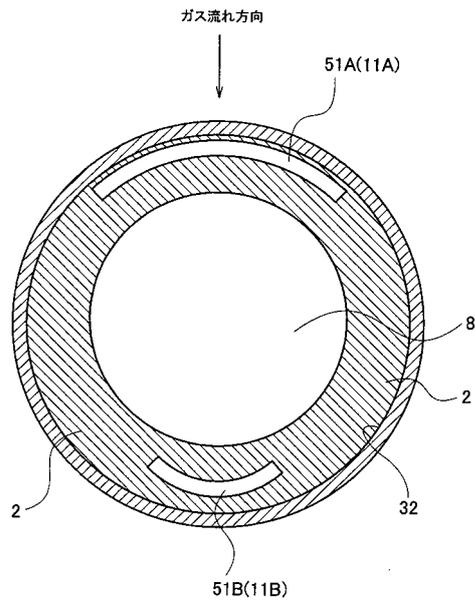
【図6】



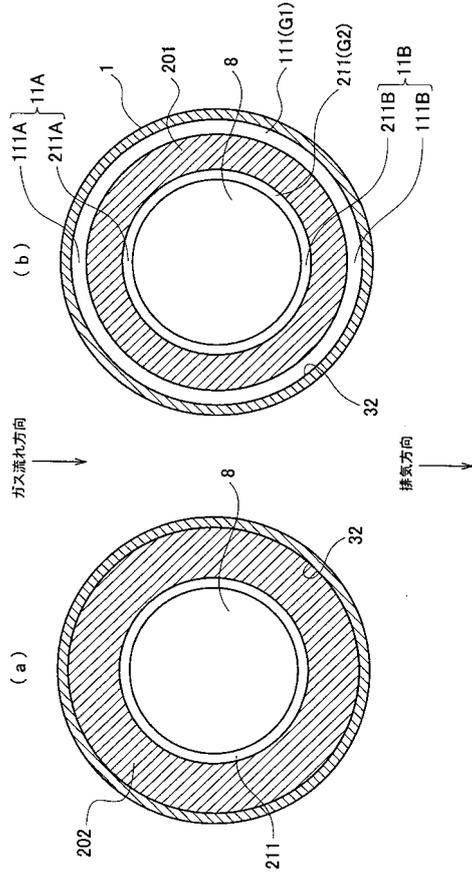
【図7】



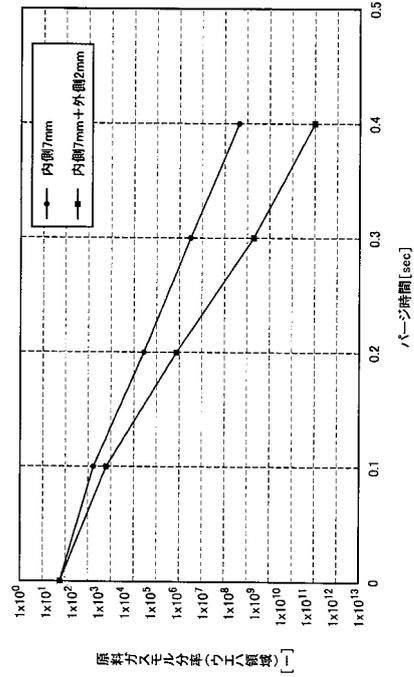
【図8】



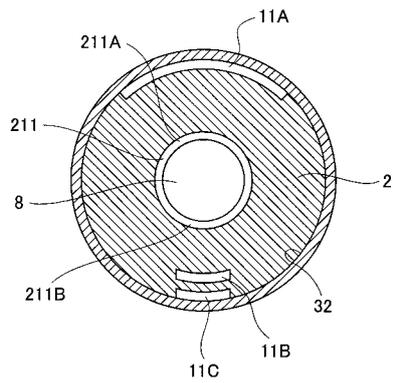
【図10】



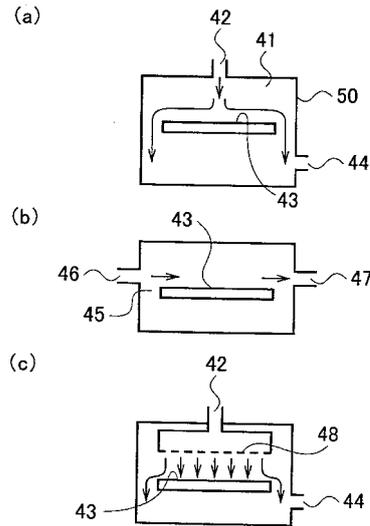
【図11】



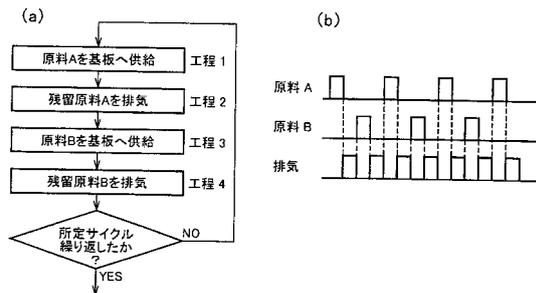
【図13】



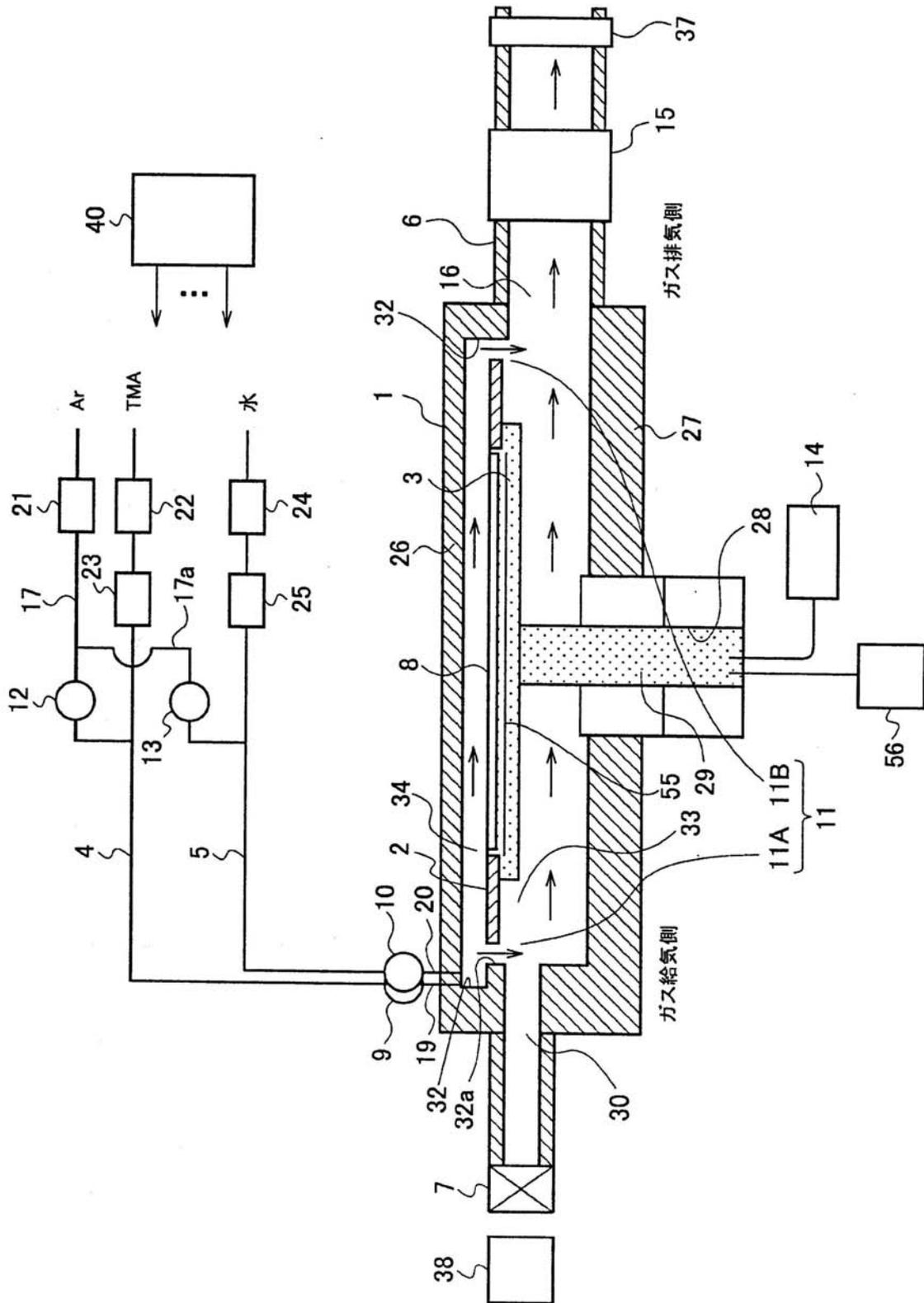
【図15】



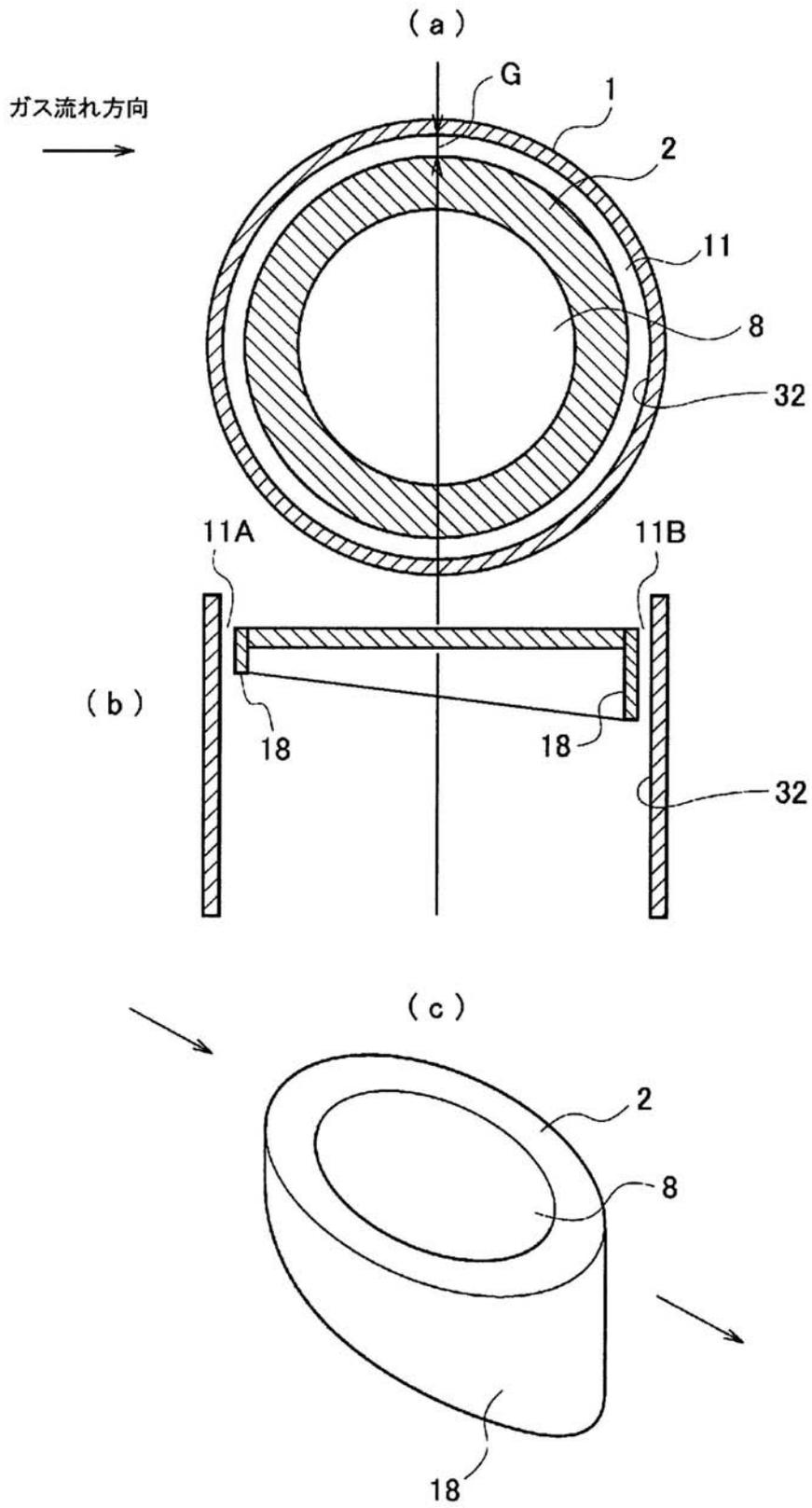
【図14】



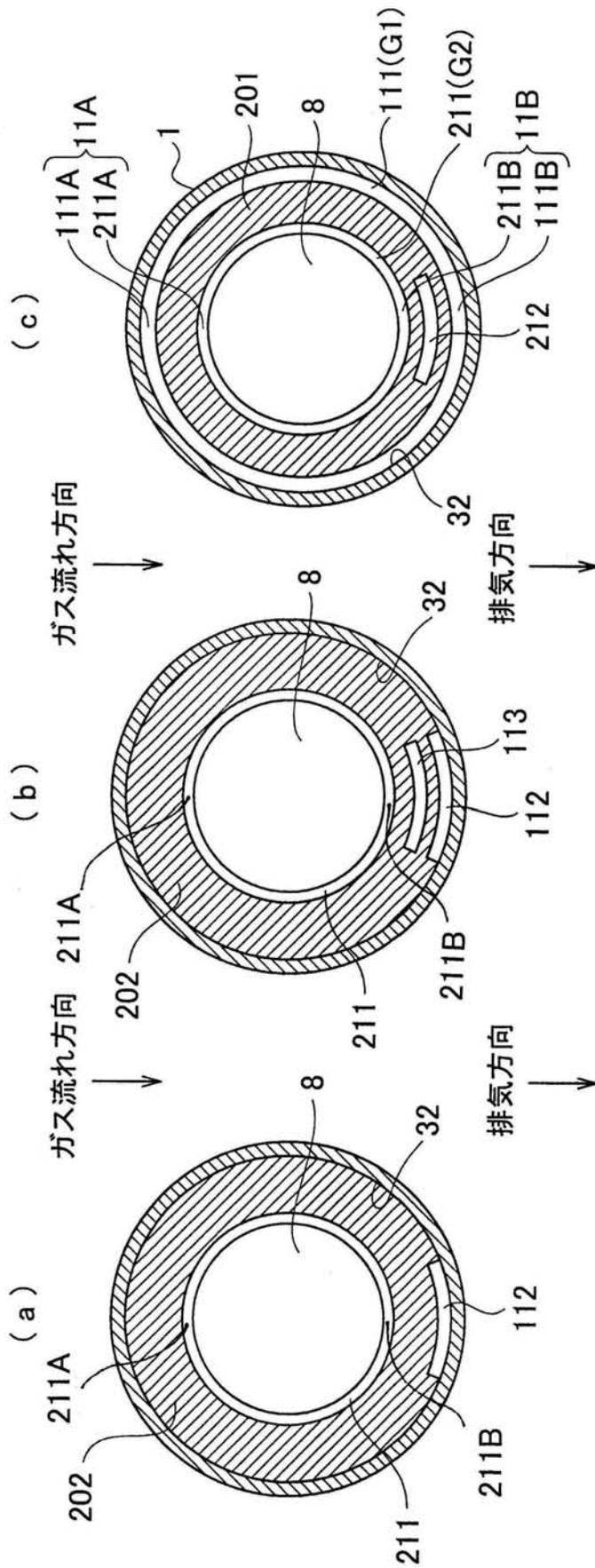
【図1】



【図9】



【図12】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
C 2 3 C 16/455

(72)発明者 野内 英博
富山県富山市八尾町保内二丁目1番地 株式会社日立国際電気内

審査官 今井 拓也

(56)参考文献 特開2001-035797(JP,A)
特開平11-045861(JP,A)
特開平08-008239(JP,A)
特開2001-179078(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/205
H01L 21/316
H01L 21/31
H01L 21/318
C23C 16/00-16/56