

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6629248号
(P6629248)

(45) 発行日 令和2年1月15日(2020.1.15)

(24) 登録日 令和1年12月13日(2019.12.13)

(51) Int.Cl.

H01L 21/205 (2006.01)
C23C 16/455 (2006.01)

F 1

H01L 21/205
C23C 16/455

請求項の数 11 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2016-574158 (P2016-574158)
 (86) (22) 出願日 平成27年5月21日 (2015.5.21)
 (65) 公表番号 特表2017-520120 (P2017-520120A)
 (43) 公表日 平成29年7月20日 (2017.7.20)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2015/031910
 (87) 國際公開番号 WO2015/195271
 (87) 國際公開日 平成27年12月23日 (2015.12.23)
 審査請求日 平成30年5月17日 (2018.5.17)
 (31) 優先権主張番号 62/014,741
 (32) 優先日 平成26年6月20日 (2014.6.20)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(73) 特許権者 390040660
アプライド マテリアルズ インコーポレ
イテッド
A P P L I E D M A T E R I A L S, I
N C O R P O R A T E D
アメリカ合衆国 カリフォルニア 950
54, サンタ クララ, パウアーズ
アヴェニュー 3050
(74) 代理人 110002077
園田・小林特許業務法人
(72) 発明者 リー, シュエピン
アメリカ合衆国 カリフォルニア 940
87, サニーベール, キャッストン
テラス 1030, アパートメント イ
—

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】エピタキシャルチャンバへのガス注入装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

注入ライナ装置であって、
第一の表面と、
前記第一の表面上に開口する第一の複数の排出口を有する、第一の複数の通路であって
、前記第一の複数の排出口は、前記第一の表面と交差する第一の平面内に配置されている
、第一の複数の通路と、

前記第一の複数の通路に第一のガスを供給する第一のガス源と、
前記第一の表面とは異なる第二の表面と、

前記第二の表面上に開口する第二の複数の排出口を有する、第二の複数の通路であって
、前記第二の複数の排出口は、前記第二の表面上において前記第一の平面内に配置されて
いる、第二の複数の通路と、

前記第二の複数の通路に、前記第一のガスとは異なる第二のガスを供給する第二のガス
源と、
を含み、

前記第一の複数の通路の、前記第一の複数の排出口の直近の第一の部分が、前記第一の
平面に対して第一の角度をつけて前記第一の表面へと延びており、それにより、前記第一
のガスが、前記第二のガスの流路から離れるように角度をつけて、前記注入ライナ装置か
ら噴出される、

注入ライナ装置。

10

20

【請求項 2】

注入ライナ装置であって、
第一の表面と、
前記第一の表面上に開口する第一の複数の排出口を有する、第一の複数の通路であって
、前記第一の複数の排出口は、前記第一の表面と交差する第一の平面内に配置されている
、第一の複数の通路と、

前記第一の複数の通路に第一のガスを供給する第一のガス源と、
前記第一の表面とは異なる第二の表面と、
前記第二の表面上に開口する第二の複数の排出口を有する、第二の複数の通路であって
、前記第二の複数の排出口は、前記第一の複数の排出口より下に配置されている、第二の
複数の通路と、

前記第二の複数の通路に、前記第一のガスとは異なる第二のガスを供給する第二のガス
源と、
を含み、

前記第一の複数の通路の、前記第一の複数の排出口の直近の第一の部分が、前記第一の
平面に対して第一の角度をつけて前記第一の表面へと延びており、それにより、前記第一
のガスが、前記第二のガスの流路から離れるように角度をつけて、前記注入ライナ装置か
ら噴出される、

注入ライナ装置。

【請求項 3】

前記第一のガスがエッティングガスであり、前記第二のガスが堆積ガスである、請求項 1
に記載の注入ライナ装置。

【請求項 4】

前記第一の表面が、前記第一の平面に垂直な軸から第一の半径の円周上に配置され、前
記第二の表面が、前記軸から第二の半径の円周上に配置され、前記第一の半径が、前記第
二の半径よりも小さい、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の注入ライナ装置。

【請求項 5】

前記第一の複数の通路の前記第一の部分が、上向きに 1° から 45° の間の角度をつ
けられている、請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の注入ライナ装置。

【請求項 6】

前記第一の複数の排出口の密度が、前記第一の表面の端領域におけるよりも、前記第一
の表面の中心領域において、より大きい、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の注入ラ
イナ装置。

【請求項 7】

前記第一の複数の通路が、前記第一の部分に接続する第二の部分であって、前記第一の
平面に平行に延びる第二の部分をさらに含む、請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の注
入ライナ装置。

【請求項 8】

前記第一の表面から延びる延在部の第三の表面と、
前記第三の表面上に開口する第三の複数の排出口を有する、第三の複数の通路であって
、前記第三の複数の排出口は、前記第三の表面上において前記第一の平面内に配置されて
いる、第三の複数の通路と、
をさらに含み、

前記第三の複数の通路は、前記第一のガス源から、前記第一のガスの供給を受けている
、
請求項 2 に記載の注入ライナ装置。

【請求項 9】

前記第一の表面が、前記第一の平面に垂直な軸から第一の半径の円周上に配置され、前
記第二の表面が、前記軸から、前記第一の半径と異なる第二の半径の円周上に配置され、
前記第三の表面が、前記軸から、前記第一の半径及び前記第二の半径と異なる第三の半径

10

20

30

40

50

の円周上に配置されている、請求項 8 に記載の注入ライナ装置。

【請求項 10】

前記第一の半径が、前記第二の半径よりも小さく、前記第三の半径が、前記第一の半径よりも小さい、請求項 9 に記載の注入ライナ装置。

【請求項 11】

前記第三の複数の排出口の密度が、前記第三の表面の端領域におけるよりも、前記第三の表面の中心領域において、より大きい、請求項 8 から 10 のいずれか 1 項に記載の注入ライナ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本開示の実施形態は、概して、半導体製造設備の分野に関し、より詳細には、エピタキシャルチャンバへのガス注入装置に関する。

【背景技術】

【0002】

金属酸化物半導体電界効果トランジスタ (MOSFETs) のサイズ縮小は、集積回路の速度、性能、密度及び単位機能当たりのコストにおける継続的な改善を可能にして来た。半導体産業はまた、多くの場合に平面である 2D トランジスタから、3 次元ゲート構造を用いる 3D トランジスタへの移行期にある。3D ゲート構造において、チャネル、ソース、及びドレインは、基板から持ち上げられており、その場合に、ゲートは、3 つの側でチャネルの周りに巻かれている。目的は、持ち上げられたチャネルのみに電流を制限し、電子がリークし得るいかなる経路も無くすことである。1 つのそのようなタイプの 3D トランジスタが、FinFET (fin 電界効果トランジスタ) として知られており、ソースとドレインを結ぶチャネルが、基板から延びている薄い「フィン」であり、それにより、電流をチャネルに制限する。その結果、電子が、リークしないようにされ得る。

20

【0003】

ケイ素含有材料のエピタキシャル層、隆起したソース / ドレイン構造、又は 3D トランジスタにおいて必要とされるソース / ドレインの延長部分を形成するために、選択エピタキシャル堆積プロセスが、当該産業によって用いられて来た。一般に、選択エピタキシャルプロセスは、堆積反応とエッチング反応を含む。誘電体上のアモルファス膜及び欠陥のあるエピタキシャル膜をエッチング除去して、プロセス選択性を達成するために、又はチャンバ洗浄プロセス中に、残っている堆積ガス若しくはチャンバ部品からの堆積された残留物を除去するために、塩素ガスが、選択エピタキシャルプロセスにおいてエッチング化学物質として使用され得る。塩素ガスは、一般に、高い反応度を示し、低温においてさえ、堆積プロセスガス（通常、水素と水素化物を含有する）と容易に反応することができる。しかしながら、従来のプロセスでは、塩素ガスと堆積プロセスガスは、膜の成長速度に影響するのを避けるために、堆積段階中に、通常は一緒に用いられない。膜の成長速度又は堆積プロセスガスの堆積効率が、堆積反応をエッチング反応と交互に実行することによって、又は制御された時間及びプロセス条件で、エッチング化学物質と堆積プロセスガスを反応チャンバの中に別々に導入することによって、制御又は操作され得るけれども、そのようなアプローチは、複雑で時間がかかり、処理システムのスループットと全体的な生産性に影響を及ぼす。

30

【0004】

それ故に、エッチング化学物質を堆積プロセスガスと反応させることができる同時プロセスを可能にすることができる改良されたガス注入装置が、必要とされる。

【発明の概要】

【0005】

一実施形態において、注入ライナを含むガス分配マニホールドライナ装置が、提供される。注入ライナは、第一の複数の排出口が形成されている第一の表面を含む。第一の複数の排出口のうちの 1 つ以上が、第一の複数の排出口に向かって軸に対して上向きに角度を

40

50

つけられ得る。第二の表面が、そこに形成された第二の複数の排出口を有し得る。第二の複数の排出口は、第一の複数の排出口と同一平面上に配置され得る。

【0006】

他の実施形態において、注入ライナを含むガス分配マニホールドライナ装置が、提供される。注入ライナは、第一の複数の排出口が形成されている第一の表面を含む。第一の複数の排出口のうちの1つ以上が、第一の複数の排出口に向かって軸に対して上向きに角度をつけられ得る。第二の表面が、そこに形成された第二の複数の排出口を有し得る。第二の複数の排出口は、第一の複数の排出口の下方に配置され得る。第三の表面が、そこに形成された第一の複数の排出口を有し得る。第三の表面が、第一の表面と同一平面上であり得る。第三の表面に形成された第一の複数の排出口のうちの1つ以上が、軸に対して上向きに角度をつけられ得る。

10

【0007】

更に他の実施形態において、注入ライナを含むガス分配マニホールドライナ装置が、提供される。注入ライナは、第一の複数の排出口が形成されている第一の表面を含み、第一の複数の排出口のうちの1つ以上が、第一の複数の排出口に向かって軸に対して上向きに角度をつけられ得る。第二の表面が、そこに形成された第二の複数の排出口を有し得る。第二の複数の排出口は、第一の複数の排出口の下方に配置され得る。

【0008】

本開示の上述の特徴が詳細に理解できるように、上記で簡単に要約した本開示のより詳細な説明が、実施形態を参照することによって得られ、実施形態の幾つかは添付の図面に示される。しかしながら、添付の図面は、本開示の代表的な実施形態のみを示しており、従って、その範囲を限定すると見なされるべきではなく、本開示は他の等しく有効な実施形態を許容しうることに、留意されたい。

20

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1A】本開示の種々の実施形態を実施するのに用いられ得る、例示的なプロセスチャンバの概略的な側面断面図である。

【図1B】90度回転した図1Aのチャンバの概略的な側面断面図である。

【図2】図1Aと図1Bに示された1つ以上のライナを含むガスプロセスキットの一実施形態の等角図である。

30

【図3】図1Aに示されたガス分配アセンブリの等角図である。

【図4A】図1Aのプロセスチャンバの中で利用され得るプロセスキットの一実施形態の部分等角図である。

【図4B】図4Aのプロセスキットの断面図である。

【図5】図1Aのプロセスチャンバの中で利用され得るプロセスキットの別の実施形態の部分等角図である。

【図6】図1Aのプロセスチャンバの中で利用され得るプロセスキットの別の実施形態の部分等角図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

40

理解を容易にするため、可能な場合には、図に共通する同一の要素を示すのに、同一の参照番号を使用した。一つの実施形態に開示される要素は、詳述がなくても、他の実施形態で有益に利用され得ることが意図される。

【0011】

本書に記載される実施形態は、概して、半導体デバイス上にシリコンエピタキシャル層を形成する装置に関する。堆積ガス及びエッティングガスが、エピタキシャル層堆積の特性を改善するために、連続して又は同時に供給され得る。ガス分配アセンブリが、堆積ガス源及びエッティングガス源に連結され得る。堆積ガス及びエッティングガスは、ガスがプロセスチャンバ内の処理容積に供給されるまで、分離されたままであり得る。ガス分配アセンブリの排出口は、様々な特徴とともに、堆積ガス及びエッティングガスを処理容積の中に供

50

給するように構成され得る。一実施形態において、エッティングガスを処理容積に供給するガス分配アセンブリの排出口は、基板の表面に対して上向きに角度をつけられ得る。

【0012】

図1Aは、例示的なプロセスチャンバ100の概略的な側面断面図である。チャンバ100は、エピタキシャル堆積プロセスなどの化学気相堆積を実施するために利用され得るが、チャンバ100は、エッティング又は他のプロセスのために利用されてもよい。適当なプロセスチャンバの非限定的な例は、カリフォルニア州サンタクララのAppled Materials, Inc. から商業的に入手可能なRPEPIリアクタを含み得る。プロセスチャンバ100が、本書に記載された様々な実施形態を実施するために利用され得るけれども、違う製造業者からの他の半導体プロセスチャンバが、本開示に記載された実施形態を実施するために用いられてもよい。プロセスチャンバ100は、カリフォルニア州サンタクララのAppled Materials, Inc. から同じく入手可能なCENTURA(登録商標)統合処理システムに加えられてもよい。10

【0013】

チャンバ100は、アルミニウム又はステンレス鋼などの、プロセス耐性のある材料で作られたハウジング構造102を含む。ハウジング構造102は、上部チャンバ106、及び下部チャンバ108を含み、その中に処理容積110が画定される、石英チャンバ104などの、プロセスチャンバ100の種々の機能エレメントを囲む。セラミック材料又は炭化ケイ素などのケイ素材料でコーティングしたグラファイト材料で作られ得る基板支持体112が、石英チャンバ104内で基板114を受け取るように適合される。前駆体反応物材料からの反応性種が、基板114の処理表面116に適用され、副生成物が、その後、処理表面116から除去され得る。基板114及び/又は処理容積110の加熱が、上部ランプモジュール118A及び下部ランプモジュール118Bなどの、放射源によって提供され得る。一実施形態において、上部ランプモジュール118A及び下部ランプモジュール118Bは、赤外線ランプである。ランプモジュール118A及び118Bからの放射は、上部チャンバ106の上部石英窓120を通って、及び下部チャンバ108の下部石英窓122を通って進む。必要に応じて、上部チャンバ106のための冷却ガスが、吸入口124を通って入り、排出口126を通って出る。20

【0014】

反応性種が、ガス分配アセンブリ128によって石英チャンバ104に供給される。処理副生成物が、真空源(図示せず)と通常、連通している排気アセンブリ130によって処理容積110から除去される。前駆体反応物材料、並びにチャンバ100のための希釈ガス、ページガス及び通風ガスが、ガス分配アセンブリ128を通って入り、排気アセンブリ130を通って出る。チャンバ100はまた、複数のライナ132A-132H(ライナ132A-132Gのみが、図1Aに示されている)を含む。ライナ132A-132Hは、処理容積110を囲む金属壁134から処理容積110を保護する。一実施形態において、ライナ132A-132Hは、処理容積110と連通し得る又は他の方法で処理容積110に曝され得る全ての金属部品を覆うプロセスキットを含む。30

【0015】

下部ライナ132Aが、下部チャンバ108内に配置される。上部ライナ132Bが、少なくとも部分的に下部チャンバ108内に配置され、下部ライナ132Aに隣接する。排気インサートライナアセンブリ132Cが、上部ライナ132Bに隣接して配置される。図1Aにおいて、排気インサートライナアセンブリ132Dが、排気インサートライナアセンブリ132Cに隣接して配置され、設置を容易にするために、上部ライナ132Bの一部を置き換える。注入器ライナ132Eが、排気インサートライナアセンブリ132C及び排気ライナ132Dの反対側の、処理容積110の側部に示されている。注入器ライナ132Eは、ガス又はガスのプラズマなどの1つ以上の流体を処理容積110に供給するマニホールドとして構成される。1つ以上の流体は、注入インサートライナアセンブリ132Fによって注入器ライナ132Eに供給される。バッフルライナ132Gが、注入インサートライナアセンブリ132Fに連結される。バッフルライナ132Gは、第一のガス源4050

135A及び任意選択の第二のガス源135Bに連結され、注入インサートライナアセンブリ132Fに、並びに注入器ライナ132Eに形成された開口136A及び136Bに、それぞれ第一の複数の通路190及び第二の複数の通路192を通って、ガスを供給する。

【0016】

1つ以上のガスが、第一のガス源135A及び第二のガス源135Bから処理容積110に供給される。第一のガス源135Aは、注入キャップ129を通る経路を通って処理容積110に供給され得、第二のガス源135Bは、バッフルライナ132Gを通って処理容積110に供給され得る。図示されていないが、第一のガスと第二のガスが、処理容積110に到達するまで、分離された状態に保たれている場合には、第一のガス源135Aが、第二のバッフルライナ又はバッフルライナ132Gを通って処理容積110に供給されてもよい。10

【0017】

1つ以上の第一のバルブ156Aが、第一のガス源135Aをチャンバ100に連結する1つ以上の第一の導管155Aに形成されてもよい。同様に、1つ以上の第二のバルブ156Bが、第二のガス源135Bをチャンバ100に連結する1つ以上の第二の導管155Bに形成されてもよい。バルブ156A、156Bは、ガス源135A、135Bからのガスの流れを制御するように適合され得る。バルブ156A、156Bは、ニードルバルブ又は空気圧バルブなどの任意のタイプの適当なガス制御バルブであってよい。バルブ156A、156Bは、所望の仕方でガス源135A、135Bからのガス流を制御し得る。一実施形態において、1つ以上の第一のバルブ156Aは、第一のガス源135Aからのガスのより大きな流れを、基板114の中心領域に供給するように構成され得る。バルブ156A、156Bの各々が、互いと独立に制御され得、バルブ156A、156Bの各々が、処理容積110内のガス流を決定することに対して少なくとも部分的に責任を有し得る。20

【0018】

第一のガス源135A及び第二のガス源135Bの両方からのガスが、注入器ライナ132Eに形成された1つ以上の開口136A及び136Bを通って進んでもよい。一実施形態において、第一のガス源135Aから供給されたガスが、開口136Aを通って進み、第二のガス源135Bから供給されたガスが、開口136Bを通って進んでもよい。他の実施形態において、第一のガス源135Aが、エッティングガスを供給し、第二のガス源135Bが、堆積ガスを供給してもよい。30

【0019】

注入器ライナ132Eに形成された1つ以上の開口136A及び136Bが、層流路133A又は噴流路133Bのために構成された排出口に連結される。開口136A及び136Bは、速度、密度、又は組成などの様々なパラメータを有する個別又は複数のガス流を供給するように構成され得る。複数の開口136A及び136Bが適合される一実施形態において、開口136A及び136Bは、基板の直径をほぼ覆うのに十分広いガス流を供給するために、ガス分配アセンブリ128（例えば、注入器ライナ132E）の一部に沿って、ほぼ直線の配列で分布されてもよい。例えば、開口136A及び136Bの各々が、基板の直径に概して一致するガス流を供給するために、可能な範囲で、少なくとも一つの直線的な集まりで配列されてもよい。代替的に、開口136A及び136Bは、図5に關して以下で論じられるように、ガス（複数可）を平面の層状に流すために、ほぼ同じ平面又は高さで配列されてもよい。開口136A及び136Bは、注入器ライナ132Eに沿って均等に間隔を空けられてもよいし、又は種々の密度で間隔を空けられてもよい。例えば、開口136A及び136Bのうちの1つ又は両方が、基板の中心に対応する注入器ライナ132Eの領域に、より多く集中されてもよい。40

【0020】

流路133A、133Bの各々が、軸Aを横切って層流状又は非層流状に排気ライナ132Dへ流れるように構成される。流路133A、133Bは、軸Aと概して同一平50

面上であってもよいし、又は軸 A に対して角度をつけられてもよい。例えば、流路 133A、133B は、軸 A に対して上向きに又は下向きに角度をつけられてもよい。軸 A は、チャンバ 100 の縦軸 A にほぼ垂直である。流路 133A、133B は、排気ライナ 132D に形成されたプレナム 137 の中に流れ、最後には排気流路 133C になる。プレナム 137 は、排気又は真空ポンプ（図示せず）に連結される。一実施形態において、プレナム 137 は、縦軸 A にほぼ平行な方向に排気流路 133C を向けるマニホールド 139 に連結される。少なくとも注入インサートライナアセンブリ 132F が、注入キャップ 129 を通って配置され、注入キャップ 129 によって部分的に支持され得る。

【0021】

図 1B は、90 度回転した図 1A のチャンバ 100 の概略的な側面断面図である。図 1A に記載されたチャンバ 100 と同様な全ての構成要素が、簡潔さのために、記載されない。図 1B において、スリットバルブライナ 132H が、チャンバ 100 の金属壁 134 を通って配置されるのが示される。加えて、図 1B に示される回転した図において、上部ライナ 132B が、図 1A に示される注入器ライナ 132E の代わりに、下部ライナ 132A に隣接して示される。図 1B に示される回転した図において、上部ライナ 132B は、図 1A に示される排気ライナ 132D の代わりに、スリットバルブライナ 132H の反対側の、チャンバ 100 の側部に下部ライナ 132A に隣接して示される。図 1B に示される回転した図において、上部ライナ 132B は、上部チャンバ 106 の金属壁 134 を覆う。上部ライナ 132B はまた、内側に延びるショルダー 138 を含む。内側に延びるショルダー 138 は、上部チャンバ 106 の中に前駆体ガスを閉じ込める環状予熱リング 140 を支持するリップを形成する。

【0022】

図 2 は、図 1A と図 1B に示されるような 1 つ以上のライナ 132A - 132H を備えるガスプロセスキット 200 の一実施形態の等角図である。ライナ 132A - 132H は、モジュール式であり、単独で又はまとめて置き換えられるように適合される。例えば、ライナ 132A - 132H のうちの 1 つ以上が、他のライナ 132A - 132H の置換なしに、異なるプロセスに適合される別のライナで置き換えられ得る。それ故、ライナ 132A - 132H は、ライナ 132A - 132H の全てを置き換えることなく、様々なプロセスに対してチャンバ 100 を構成するのを容易にする。プロセスキット 200 は、下部ライナ 132A と上部ライナ 132B を備える。下部ライナ 132A と上部ライナ 132B の両方が、図 1A 及び図 1B のチャンバ 100 の中に受け入れられるような大きさである概して円筒状の外径 201 を含む。ライナ 132A - 132H の各々が、重力及び/又はライナ 132A - 132H の幾つかの中に又は上に形成された突起及びかみ合わせ凹みなどの連結装置によって、チャンバ内部に支持されるように構成される。下部ライナ 132A と上部ライナ 132B の内側表面 203 が、処理容積 110 の一部を形成する。上部ライナ 132B は、図 1A の断面図に示される排気ライナ 132D 及び注入器ライナ 132E を受け入れるような大きさの切欠き部 202A 及び 202B を含む。切欠き部 202A、202B の各々が、内側に延びるショルダー 138 に隣接する上部ライナ 132B の凹んだ領域 204 を画定する。

【0023】

一実施形態において、注入インサートライナアセンブリ 132F と排気インサートライナアセンブリ 132C の各々が、2 つのセクションを備える。注入インサートライナアセンブリ 132F は、バッフルライナ 132G によって一方の端で連結されている第一のセクション 206A 及び第二のセクション 206B を含む。同様に、排気インサートライナアセンブリ 132C が、第一のセクション 208A 及び第二のセクション 208B を含む。注入インサートライナアセンブリ 132F のセクション 206A 及びセクション 206B の各々が、バッフルライナ 132G を通って、第一のガス源 135A 及び第二のガス源 135B からガスを受け取る。ガスは、第一の複数の通路 190 及び第二の複数の通路 192 を経由して注入インサートライナアセンブリ 132F を通って流され、注入器ライナ 132E の複数の第一の排出口 210A 及び複数の第二の排出口 210B に送られる。—

10

20

30

40

50

態様において、注入インサートライナアセンブリ 132F 及び注入器ライナ 132E は、ガス分配マニホールドライナを含む。従って、第一のガス源 135A 及び第二のガス源 135B からのガスは、別々に処理容積 110 の中に流される。一例において、第一のガス源 135A から供給されるガスは、複数の第一の排出口 210A を経由して処理容積 110 に供給され、第二のガス源 135B から供給されるガスは、複数の第二の排出口 210B を経由して処理容積 110 に供給される。各々のガスが、排出口 210A、210B を出る前に、出ている間に、又は出た後に解離され、基板上に堆積するために処理容積 110 を横切って流れ得る（図示せず）。堆積後に残っている解離された前駆体は、排気インサートライナアセンブリ 132C の中に流され、排気される。

【0024】

10

ライナ 132A - 132H は、上部チャンバ 106 と下部チャンバ 108 にアクセスするため、チャンバ 100 の金属壁 134 から上部石英窓 120 を取り除くことによって、図 1A のチャンバ 100 内に設置され、アクセスされ得る。一実施形態において、金属壁 134 の少なくとも一部が、ライナ 132A - 132H の交換を容易にするために取外し可能であってもよい。バッフルライナ 132G は、チャンバ 100 の外面に固定され得る注入キャップ 129 と連結される。基板支持体 112 の水平寸法より大きい内径を含む下部ライナ 132A が、下部チャンバ 108 内に設置される。下部ライナ 132A は、下部石英窓 122 の上に置かれててもよい。

【0025】

20

下部ライナ 132A が、下部石英窓 122 の上に配置された後に、排気インサートライナアセンブリ 132C、注入インサートライナアセンブリ 132F、及びスリットバルブルライナ 132H が、設置され得る。注入インサートライナアセンブリ 132F は、第一のガス源 135A 及び第二のガス源 135B からのガス流を促進するために、バッフルライナ 132G と連結され得る。排気インサートライナアセンブリ 132C、注入インサートライナアセンブリ 132F、及びスリットバルブルライナ 132H の設置後に、上部ライナ 132B が設置され得る。環状予熱リング 140 が、上部ライナ 132B の、内側に延びるショルダー 138 上に配置され得る。注入器ライナ 132E が、上部ライナ 132B に形成された開孔内に設置され、注入インサートライナアセンブリ 132F から注入器ライナ 132E へのガス流を促進するように、注入インサートライナアセンブリ 132F と連結され得る。排気ライナ 132D が、注入器ライナ 132E の反対側で上部ライナ 132B に形成された開孔内で排気インサートライナアセンブリ 132C より上に設置され得る。幾つかの実施形態において、注入器ライナ 132E が、異なるガス流スキーム用に構成された別の注入器ライナで置き換られ得る。同様に、排気インサートライナアセンブリ 132C が、異なる排気流スキーム用に構成された別の排気インサートライナアセンブリで置き換られ得る。

30

【0026】

図 3 は、図 2 の注入器ライナ 132E、注入インサートライナアセンブリ 132F、及びバッフルライナ 132G（まとめて、ガス分配マニホールドライナ 300 と呼ぶ）の実施形態を示す図 1A のガス分配アセンブリ 128 の等角図である。図 3 に示されるガス分配アセンブリ 128 及び図 4 ~ 図 6 に示される種々のプロセスキット 200 が、本開示で論じられる堆積プロセスの種々の実施形態を実施するために用いられ得る。図 3 に示される一実施形態において、注入器ライナ 132E が、注入インサートライナアセンブリ 132F に連結され、ガスを分配するように構成される。ガス分配マニホールドライナ 300 は、他のガス分配マニホールドライナと交換可能であるように構成され得る。

40

【0027】

第一のガス源 135A 及び第二のガス源 135B からのプロセスガスが、注入キャップ 129 を通って流される。注入キャップ 129 は、バッフルライナ 132G に形成されたポート（図示せず）に連結される複数のガス通路を含む。一実施形態において、ランプモジュール 305 が、注入キャップ 129 内の前駆体ガスを予熱するために、注入キャップ 129 に配置され得る。バッフルライナ 132G は、ガスを注入インサートライナアセン

50

ブリ 1 3 2 F の中に流す導管（図示せず）を含む。注入インサートライナアセンブリ 1 3 2 F は、ガス分配マニホールドライナ 3 0 0 の第一の排出口 2 1 0 A 及び第二の排出口 2 1 0 B にガスを送るポート（図示せず）を含む。一実施形態において、第一のガス源 1 3 5 A 及び第二のガス源 1 3 5 B からのガスが、それぞれ、第一の排出口 2 1 0 A 及び第二の排出口 2 1 0 B から出るまで、分離されたままである。

【 0 0 2 8 】

一態様において、ガスは、注入キャップ 1 2 9 の内部、並びにバッフルライナ 1 3 2 G 、注入インサートライナアセンブリ 1 3 2 F 、及びガス分配マニホールドライナ 3 0 0 のうちの 1 つ以上の内部で予熱される。ガスを予熱することは、注入キャップ 1 2 9 上のランプモジュール 3 0 5 、上部ランプモジュール 1 1 8 A 、及び下部ランプモジュール 1 1 8 B （両方とも図 1 A に示されている）のうちの 1 つ又は組合せによって提供され得る。一態様において、ガスは、注入キャップ 1 2 9 上のランプモジュール 3 0 5 、上部ランプモジュール 1 1 8 A 、及び／又は下部ランプモジュール 1 1 8 B からのエネルギーによって加熱され、ガスは、第一の排出口 2 1 0 A 及び第二の排出口 2 1 0 B を出る前に解離又はイオン化される。第一のガス源 1 3 5 A 及び第二のガス源 1 3 5 B で利用されるプロセスガスの解離温度に応じて、1 つのガスのみが、ガス分配マニホールドライナ 3 0 0 を出るときに、イオン化され得るが、その他のガスは、加熱されるが、ガス分配マニホールドライナ 3 0 0 を出るときに、ガス状のままである。

【 0 0 2 9 】

図 4 A は、図 1 A のチャンバ 1 0 0 で利用され得るプロセスキット 2 0 0 の一実施形態の部分等角図である。プロセスキット 2 0 0 は、注入インサートライナアセンブリ 1 3 2 F に連結され得る、ガス分配マニホールドライナ 4 0 0 として示される注入器ライナ 1 3 2 E の一実施形態を含み得る。バッフルライナ 1 3 2 G が、注入キャップ 1 2 9 と、注入インサートライナアセンブリ 1 3 2 F のセクション 2 0 6 A 及び 2 0 6 B との間に示される。ガス分配マニホールドライナ 4 0 0 は、各ゾーンが、異なるフロー特性、例えば速度、を提供するデュアルゾーン注入性能を含み得る。デュアルゾーン注入は、垂直に間隔を空けられている異なる平面に配置された第一の注入ゾーン 4 1 0 A 及び第二の注入ゾーン 4 1 0 B を備える。一実施形態において、注入ゾーン 4 1 0 A 及び 4 1 0 B の各々が、上部ゾーン及び下部ゾーンを形成するように、間隔を空けられている。代替的に、第一の排出口 2 1 0 A 及び第二の排出口が、図 5 に示されるように、ほぼ同じ平面又は高さに配置され得る。図 5 に示されるプロセスキット 2 0 0 は、ガス分配マニホールドライナ 5 0 0 として示される注入器ライナ 1 3 2 E の異なる実施形態を除いて、図 4 A に示されるプロセスキット 2 0 0 と同様である。

【 0 0 3 0 】

図 4 A に戻って、第一の注入ゾーン 4 1 0 A は、複数の第一の排出口 2 1 0 A を含み、第二の注入ゾーン 4 1 0 B は、複数の第二の排出口 2 1 0 B を含む。一実施形態において、第一の排出口 2 1 0 A の各々が、ガス分配マニホールドライナ 4 0 0 の第一の表面 4 2 0 A に配置され、他方、第二の排出口 2 1 0 B の各々が、第一の表面 4 2 0 A から凹んでいるガス分配マニホールドライナ 4 0 0 の第二の表面 4 2 0 B に配置される。例えば、第一の表面 4 2 0 A は、第二の表面 4 2 0 B を形成するのに利用される半径より小さい半径上に形成され得る。

【 0 0 3 1 】

図 4 B は、切断線 4 B - 4 B に沿って見たガス分配マニホールドライナ 4 0 0 の断面図である。第一の複数の通路 1 9 0 の各々が、軸 A' に対して上向きに角度をつけられ得る。例えば、第一の複数の通路 1 9 0 の各々の少なくとも一部が、軸 A' に対して上向きの角度 4 0 1 で配置され得る。一実施形態において、角度 4 0 1 は、約 1° と約 4 5° の間、例えば、約 5° と約 1 5° の間であり得る。第一のガス源 1 3 5 A から第一の複数の排出口 2 1 0 A を経由して処理容積 1 1 0 に供給されるガスが、基板 1 1 4 の中心に達する確率が高まるように、軸 A' に対して上向きに向けられ得るということが、企図される。流路 1 3 3 B は、第一の複数の排出口 2 1 0 A を出るガスの流れを示す。第一の複数の排

20

30

40

50

出口 210A を経由して供給されるガスを、第二の複数の排出口 210B を経由して供給されるガスの流路から離れるように角度をつけることによって、ガスとガスの間の相互作用の減少が達成され得ると思われる。従って、第一の複数の排出口 210A を通って供給されるガスは、基板 114 に達したときに、より大きな反応度を有し得る。

【0032】

図 4 A に戻って、注入ゾーン 410A 及び 410B は、流体速度などの流れの計量が異なり得る、異なる流体流路を提供するように適合され得る。例えば、第一の注入ゾーン 410A の第一の排出口 210A は、より高い速度で流体を供給して、噴流路 133B を形成し、他方、第二の注入ゾーン 410B の第二の排出口 210B は、層流路 133A を提供し得る。層流路 133A 及び噴流路 133B は、ガス圧力、排出口 210A、210B のサイズ、排出口 210A、210B とガス源 135A、135Bとの間に配置される導管（図示せず）のサイズ（例えば、断面寸法及び / 又は長さ）、並びに排出口 210A、210B とガス源 135A、135Bとの間に配置される導管のベンドの角度及び / 又は数のうちの 1つ又は組合せによって提供され得る。流体の速度は、流体が処理容積 110 に入るときの、前駆体ガスの断熱膨張によっても提供され得る。

【0033】

一態様において、第一の注入ゾーン 410A 及び第二の注入ゾーン 410B によって提供されるデュアルゾーン注入は、異なるガスに対する様々なレベルの注入を容易にする。一実施形態において、第一の注入ゾーン 410A 及び第二の注入ゾーン 410B は、異なる平面内に隔てられており、基板 114 の処理表面 116（両方とも図 1 A に示される）の上の異なる垂直距離で、前駆体を処理容積 110（図 1 A に示される）に供給する。この垂直間隔は、利用され得る幾つかのガスの断熱膨張の主要因となることによって、改善された堆積パラメータを提供し得る。幾つかの実施形態（図示せず）において、第一の注入ゾーン 410A の第一の排出口 210A は、第一の排出口 210A に連結された第一の複数の通路 190 のうちの 1つ以上が、基板 114 の処理表面、又は軸 A' に対して角度 401 であるように、配向され得る。図 4 B に関して記載されるように、角度 401 は、軸 A' から上向きに配向され得る。

【0034】

図 6 は、図 1 A のチャンバ 100 で利用され得るプロセスキット 200 の別の実施形態の部分等角図である。プロセスキット 200 は、ガス分配マニホールドライナ 600 として示される注入器ライナ 132E の異なる実施形態を除いて、図 4 A 又は図 5 に示されるプロセスキット 200 と同様である。この実施形態において、ガス分配マニホールドライナ 600 は、第一の表面 420A から内側に延びている延在部 605 を含む。延在部 605 は、ガス分配マニホールドライナ 600 の第一の表面 620A 及び第二の表面 620B の各々よりも、処理容積 110 の中にさらに延びる第三の表面 610 を含む。延在部 605 は、第一の表面 420A からある距離だけ半径方向内側に基板 114 の方に延び得る。一実施形態において、延在部 605 は、第一の表面 420A から、約 15 mm と約 45 m m の間だけ延び得る。延在部 605 は、第三の表面 610 が、基板 114 のエッジ上に配置されるように、半径方向内側に延び得る。延在部 605 は、基板 114 のエッジを越えて基板 114 の中心に向かって延びさえしてもよい。

【0035】

延在部 605 は、第一の排出口 210A のうちの一部を含み、一方、第一の排出口 210A のうちの残りは、ガス分配マニホールドライナ 600 の第一の表面 420A に配置される。一実施形態において、第一の表面 420A に配置された第一の複数の排出口 210A とは対照的に、より大きな密度の第一の排出口 210A が、延在部 605 に形成され得る。例えば、第三の表面 610 に配置された第一の排出口 210A の密度は、第一の表面 420A に配置された第一の排出口 210A の密度よりも、約 1.1 倍 ~ 約 5 倍大きくてもよい。従って、第三の表面 610 上の第一の排出口 210A と第一の排出口 210A との間の間隔は、第一の表面 420A 上の第一の排出口 210A と第一の排出口 210A との間の間隔よりも小さくてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 6 】

一実施形態において、第三の表面 610 上の第一の排出口 210A は、均等に間隔を空けられ得る。他の実施形態において、第三の表面 610 上の第一の排出口 210A は、可変的に間隔を空けられ得る。例えば、延在部 605 の中心領域 602 の近くの第一の排出口 210A の間隔は、延在部 605 の端領域 604 の近くの第一の排出口 210A の間隔より小さくてもよい。従って、より大きな密度の第一の排出口 210A が、延在部 605 の中心領域 602 に形成されてもよい。延在部 605 の第三の表面 610 上の第一の排出口 210A の密度を増加させることにより、基板 114 の中心領域へのガス供給が改良され得るということが、企図される。第一の排出口の密度の特徴が、それぞれ、図 3、図 4、及び図 5 に描かれたガス分配マニホールドライナ 300、400、500 のうちのいずれにも組み入れられ得るということが、企図される。10

【 0 0 3 7 】

第一の排出口 210A 及び第二の排出口 210B によって提供される流路の 1 つ又は組合せが、基板（図示せず）全体における堆積均一性及び均一な成長を可能にする。一実施形態において、延在部 605 の第一の排出口 210A は、第二の排出口 210B によって供給される前駆体よりも速く解離する傾向がある前駆体ガスを注入するために、利用される。例えば、塩素ガスの高い解離特性を考えると、C_{1,2} が、第一の排出口 210A によって供給され得る。これにより、流路が延びて、より速く解離する前駆体を、より遠い距離及び / 又は基板 114 の中心により近く、注入する。このようにして、第一の排出口 210A 及び第二の排出口 210B の両方からの前駆体の組合せが、基板 114 全体における均一な分布及び成長をもたらす。20

【 0 0 3 8 】

上記は本開示の実施形態を対象とするが、本開示の基本的な範囲から逸脱することなく、本開示の他の及びさらなる実施形態を考え出すこともでき、本開示の範囲は、以下の特許請求の範囲によって決定される。

【図1A】

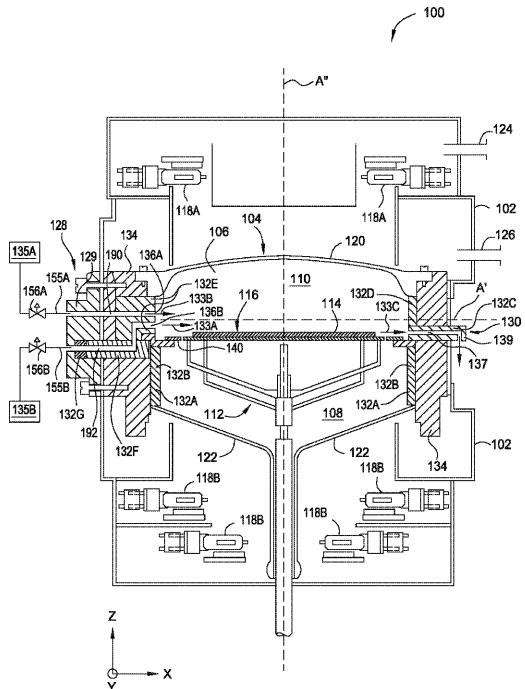


FIG. 1A

【図1B】

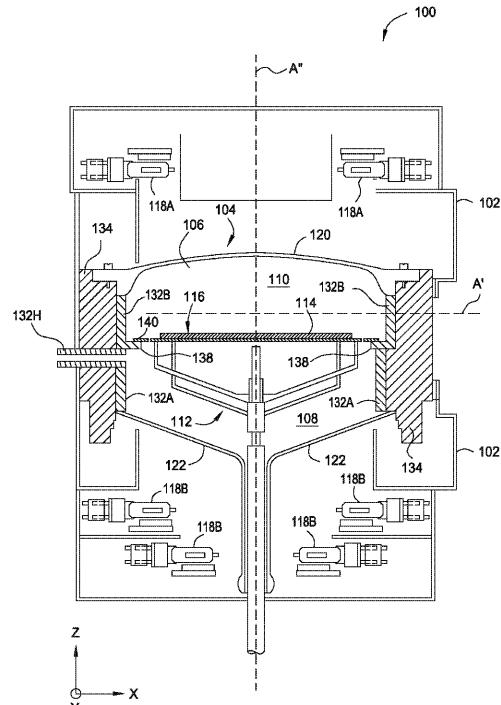


FIG. 1B

【 図 2 】

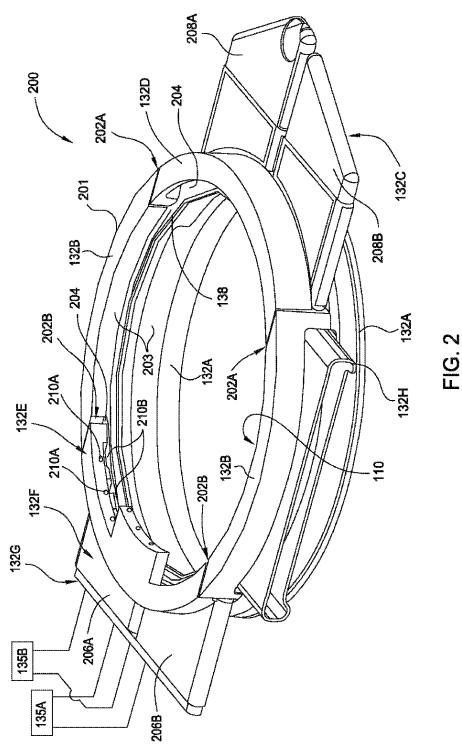


FIG. 2

【図3】

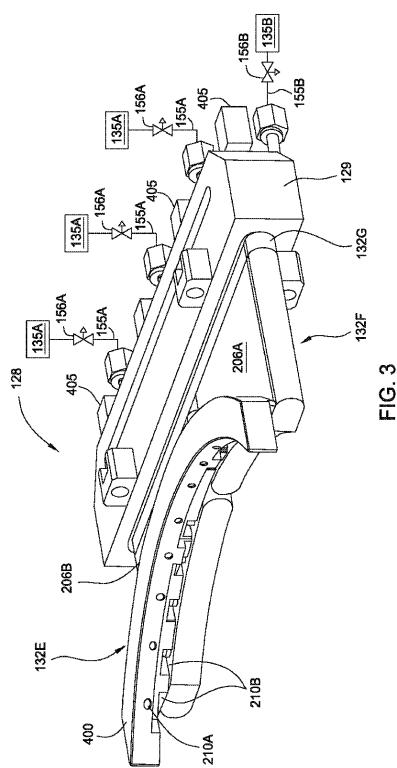


FIG. 3

【図4A】

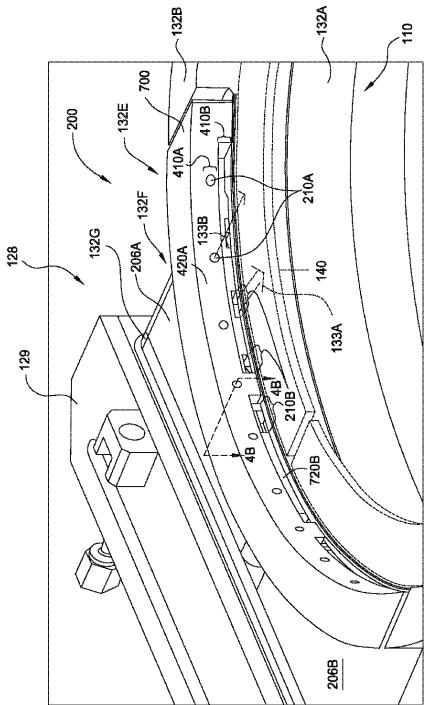


FIG. 4A

【図4B】

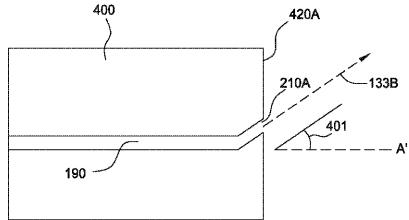


FIG. 4B

【図5】

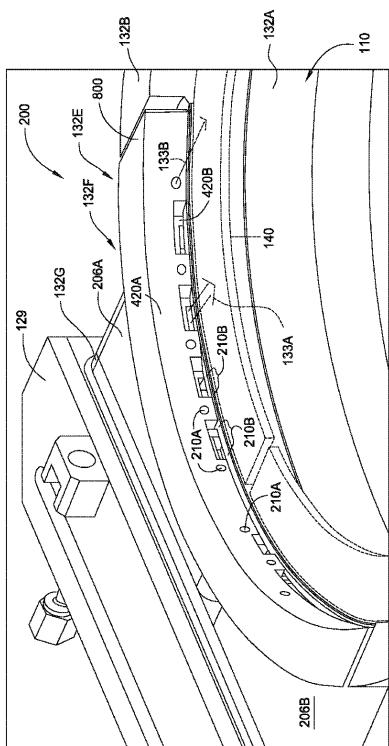


FIG. 5

【図6】

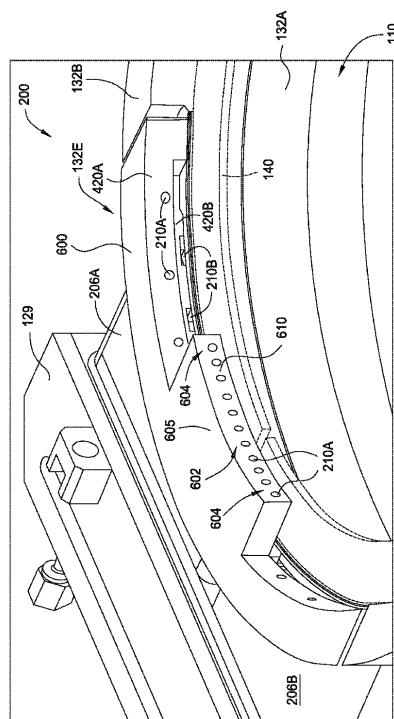


FIG. 6

フロントページの続き

- (72)発明者 バウティスタ， ケヴィン ジョセフ
アメリカ合衆国 カリフォルニア 95122， サンノゼ， クレメンス アヴェニュー 1
454
- (72)発明者 シエルヴェガー， アヴィナッシュ
インド国 マニパル 576104， カルナータカ， ウデュピ ディストリクト， アダッシ
ュ ナガー サード クロス， シャルヴァリ
- (72)発明者 キム， イワン
アメリカ合衆国 カリフォルニア 95129， サンノゼ， グレン ヘブン ドライブ 1
248
- (72)発明者 ミオ， ニイ オー。
アメリカ合衆国 カリフォルニア 95120， サンノゼ， ティンバービュー ドライブ
6547
- (72)発明者 デュベ， アビシェーク
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94002， ベルモント， オールド カントリー ロード
733， ジー番

審査官 長谷川 直也

- (56)参考文献 特表2014-514744(JP,A)
特開2011-066356(JP,A)
特表2002-517086(JP,A)
特開2004-200603(JP,A)
特開2010-263112(JP,A)
特表2013-507004(JP,A)
韓国公開実用新案第20-2011-0004332(KR,U)
特開2003-168650(JP,A)
特開2010-080824(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/02、21/205、21/302、21/3065、
21/31、21/365、21/461、21/469、
21/86、
C23C 16/00-16/56、
C30B 1/00-35/00