

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7125427号
(P7125427)

(45)発行日 令和4年8月24日(2022.8.24)

(24)登録日 令和4年8月16日(2022.8.16)

(51)国際特許分類

H 01 L 21/31 (2006.01)
H 01 L 21/316 (2006.01)

F I

H 01 L 21/31
H 01 L 21/31
H 01 L 21/316

C
E
A

請求項の数 14 (全21頁)

(21)出願番号 特願2019-564957(P2019-564957)
(86)(22)出願日 平成30年3月27日(2018.3.27)
(65)公表番号 特表2020-522132(P2020-522132
A)
(43)公表日 令和2年7月27日(2020.7.27)
(86)国際出願番号 PCT/US2018/024539
(87)国際公開番号 WO2018/222256
(87)国際公開日 平成30年12月6日(2018.12.6)
審査請求日 令和3年3月26日(2021.3.26)
(31)優先権主張番号 62/513,200
(32)優先日 平成29年5月31日(2017.5.31)
(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 9 5 0
5 4 , サンタ クララ , パウアーズ ア
ヴェニュー 3 0 5 0
(74)代理人 110002077園田・小林弁理士法人
オルセン, クリストファー エス.
(72)発明者 アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 4 5
3 6 , フリーモント , ムーア ドライブ
3 8 6 4 2
(72)発明者 ショウノ, エリック キハラ
アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 4 4
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 遠隔プラズマ酸化チャンバ

(57)【特許請求の範囲】**【請求項1】**

半導体処理チャンバのためのライナー部材であって、
第1の開口部を有する第1の端部と、前記第1の端部の反対側の第2の開口部を有する
第2の端部とを備えたノズルであって、前記ノズルの前記第1の開口部は円形の断面を有し、
前記ノズルの前記第2の開口部は、前記ノズルの前記第1の開口部よりも広く且つ浅い
橿円形の断面を有し、前記ノズルの前記第2の開口部は、前記ノズルの前記第1の開口
部の断面積と等しいかまたはそれより大きい断面積を有する、ノズルと、

第1の開口部を有する第1の端部と、前記第1の端部の反対側の第2の開口部を有する
第2の端部とを備えたライナーであって、前記ライナーの前記第1の端部は前記ノズルの
前記第2の端部に直接結合されており、前記ライナーの前記第2の開口部は、前記ライナ
ーの前記第1の開口部の断面より広い断面を有するが、実質的に高さは同じである、ライ
ナーと、

前記ライナー部材に形成され、前記ノズルの前記第1の端部から前記ライナーの前記第
2の端部まで延びるチャネルであって、前記ノズルの前記第1の端部におけるよりも前記
ライナーの前記第2の端部においてより広く、前記ノズルの前記第1の端部におけるよりも
前記ライナーの前記第2の端部においてより浅いチャネルと、
を備えるライナー部材。

【請求項2】

前記ライナー部材が石英を含む、請求項1に記載のライナー部材。

【請求項 3】

前記チャネル内に配置された突起部を、さらに備える、請求項 1 に記載のライナー部材。

【請求項 4】

前記チャネル内に配置された分流器をさらに備え、前記分流器は前記突起部によって前記ライナー部材に固定されており、前記分流器は前記ライナーの高さより低い高さを有する、請求項 3 に記載のライナー部材。

【請求項 5】

前記分流器が三角形の形状を有する、請求項 4 に記載のライナー部材。

【請求項 6】

ライナーアセンブリであって、

10

第 1 の開口部を有する第 1 の端部と、前記第 1 の端部の反対側の第 2 の開口部を有する第 2 の端部とを備えたコネクタであって、前記コネクタの第 2 の開口部は、前記コネクタの第 1 の開口部の断面積と等しいかまたはそれより大きい断面積を有し、前記コネクタの第 1 の端部はさらに、前記コネクタの前記第 1 の開口部から半径方向外側に延びる第 1 のフランジを備え、前記コネクタの第 2 の端部はさらに、前記コネクタの前記第 2 の開口部から半径方向外側に延びる第 2 のフランジを備える、コネクタと、

第 1 の開口部を有する第 1 の端部と、前記第 1 の端部の反対側の第 2 の開口部を有する第 2 の端部とを備えたノズルであって、前記ノズルの前記第 1 の端部は前記コネクタの前記第 2 の端部に直接結合されており、前記ノズルの前記第 1 の開口部は円形の断面を有し、前記ノズルの前記第 2 の開口部は、前記ノズルの前記第 1 の開口部よりも広く且つ浅い橜円形の断面を有し、前記ノズルの前記第 2 の開口部は、前記ノズルの前記第 1 の開口部の断面積と等しいかまたはそれより大きい断面積を有する、ノズルと、

20

第 1 の開口部を有する第 1 の端部と、前記第 1 の端部の反対側の第 2 の開口部を有する第 2 の端部とを備えたライナーであって、前記ライナーの前記第 1 の端部は前記ノズルの前記第 2 の端部に直接結合されており、前記ライナーの前記第 2 の開口部は、前記ライナーの前記第 1 の開口部の断面より広い断面を有するが、実質的に高さは同じである、ライナーと、

前記ライナーアセンブリを通じて形成され、前記コネクタの前記第 1 の端部から前記ライナーの前記第 2 の端部まで延びる導管であって、前記導管が、流体流路を画定し、前記流体流路は、前記流体流路の主軸に実質的に垂直な第 1 の方向に広がり、前記流体流路の主軸および前記第 1 の方向に実質的に垂直な第 2 の方向に狭くなる、導管と、を有する、ライナーアセンブリ。

30

【請求項 7】

前記コネクタの前記第 1 の開口部および前記第 2 の開口部が円形である、請求項 6 に記載のライナーアセンブリ。

【請求項 8】

前記ノズルの前記第 1 の開口部が、前記コネクタの前記第 2 の開口部より大きい直徑を有する、請求項 6 に記載のライナーアセンブリ。

【請求項 9】

処理チャンバ、並びに

40

コネクタによって前記処理チャンバに結合された遠隔プラズマ源、を備える処理システムであって、

前記処理チャンバは、

基板支持部、

前記基板支持部に結合されたチャンバ本体であって、前記チャンバ本体が、第 1 の側部および前記第 1 の側部の反対側の第 2 の側部を備え、前記チャンバ本体および前記基板支持部が、協働して処理容積部を画定する、チャンバ本体、

前記第 2 の側部に隣接して前記基板支持部に配置された分散ポンピング構造、および前記第 1 の側部に配置されたライナーアセンブリ、

を備え、前記ライナーアセンブリは、

50

第1の開口部を有する第1の端部と、前記第1の端部の反対側の第2の開口部を有する第2の端部とを備えたノズルであって、前記ノズルの前記第1の開口部は円形の断面を有し、前記ノズルの前記第2の開口部は、前記ノズルの前記第1の開口部よりも広く且つ浅い橜円形の断面を有し、前記ノズルの前記第2の開口部は、前記ノズルの前記第1の開口部の断面積と等しいかまたはそれより大きい断面積を有する、ノズル、および

第1の開口部を有する第1の端部と、前記第1の端部の反対側の第2の開口部を有する第2の端部とを備えたライナーであって、前記ライナーの前記第1の端部は前記ノズルの前記第2の端部に直接結合されており、前記ライナーの前記第2の開口部は、前記ライナーの前記第1の開口部の断面より広い断面を有するが、実質的に高さは同じである、ライナー、
を備え、

前記コネクタは、第1の開口部を有する第1の端部と、前記第1の端部の反対側の第2の開口部を有する第2の端部とを備え、前記コネクタの第2の開口部は、前記コネクタの第1の開口部の断面積と等しいかまたはそれより大きい断面積を有し、前記コネクタの前記第2の端部は、前記ライナーアセンブリの前記ノズルの前記第1の端部に接続されて、前記遠隔プラズマ源から前記処理容積部までの流体流路を形成し、前記流体流路は、前記流体流路の主軸に実質的に垂直な第1の方向に広がり、前記流体流路の主軸および前記第1の方向に実質的に垂直な第2の方向に狭くなる、処理システム。

【請求項 10】

前記分散ポンピング構造が、2つのポンピングポートを備える、請求項9に記載の処理システム。

【請求項 11】

前記2つのポンピングポートが、ガス流路に垂直な線に沿って離間している、請求項10に記載の処理システム。

【請求項 12】

前記2つのポンピングポートが、前記処理チャンバの中心軸に関して対称的に配置されている、請求項11に記載の処理システム。

【請求項 13】

2つのバルブをさらに備え、各バルブが、前記2つのポンピングポートのうちの対応するポンピングポートに接続されている、請求項10に記載の処理システム。

【請求項 14】

分流器が、前記ライナーに配置されており、前記分流器は前記ライナーの高さよりも低い高さを有する、請求項9に記載の処理システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[0001] 本開示の実施形態は、一般に、半導体デバイス製造に関し、特に、高アスペクト比構造の共形酸化のための処理チャンバに関する。

【背景技術】

【0002】

[0002] シリコン集積回路の生産は、チップ上の最小フィーチャサイズを小さくしながら、デバイスの数を増やすという困難な要求を、製造ステップに課して来た。これらの要求は、種々の材料の層を難しいトポロジー上に堆積し、それらの層内にさらなるフィーチャをエッチングすることを含む製造ステップにまで広がっている。次世代NANDフラッシュメモリの製造プロセスは、特に困難なデバイスジオメトリとスケールを含む。NANDは、データを保持するための電力を必要としない不揮発性ストレージテクノロジの一種である。同じ物理空間内でメモリ容量を増やすために、3次元NAND(3D NAND)設計が開発された。通常、そのような設計は、交互になっている酸化物層と窒化物層を導入し、それらは、基板上に堆積され、その後、エッチングされて、基板に対して実質的に垂直に延びる1つ以上の表面を有する構造を生成する。1つの構造は、100を超える

るこのような層を有し得る。このような設計は、アスペクト比が 30 : 1 以上の高アスペクト比 (HAR) 構造を含むことができる。

【0003】

【0003】HAR 構造は、多くの場合、窒化ケイ素 (SiN_x) 層でコーティングされている。そのような構造を共形酸化して均一な厚さの酸化物層を生成することは、困難である。単に間隙やトレンチを埋めるのではなく、HAR 構造上に共形に層を堆積するための、新しい製造ステップが必要である。

【0004】

【0004】したがって、改善された処理チャンバが、必要である。

【発明の概要】

【0005】

【0005】本開示の実施形態は、一般に、半導体デバイス製造に関し、特に、高アスペクト比構造の共形酸化のための処理チャンバに関する。一実施形態では、半導体処理チャンバのためのライナー部材が、第1の端部、第1の端部の反対側の第2の端部、およびライナー部材の表面に形成され第1の端部から第2の端部まで延びるチャネルを含む。チャネルは、第1の端部よりも第2の端部で広く、第1の端部よりも第2の端部で浅くなっている。

【0006】

【0006】別の実施形態では、ライナーアセンブリは、第1の端部、第1の端部の反対側の第2の端部、および本体を通じて形成され第1の端部から第2の端部まで延びる導管を有する本体を含む。導管は、流体流路を画定し、導管は、流体流路に実質的に垂直な第1の方向に広がり、流体流路および第1の方向に実質的に垂直な第2の方向に狭くなる。

【0007】

【0007】別の実施形態では、処理システムは、基板支持部と、基板支持部に結合されたチャンバ本体とを含む処理チャンバを含む。チャンバ本体は、第1の側部と、第1の側部の反対側の第2の側部とを含む。処理チャンバは、第1の側部に配置されたライナーアセンブリを、さらに含み、ライナーアセンブリは、分流器を含む。処理チャンバは、第2の側部に隣接して基板支持部に配置された分散ポンピング構造と、コネクタによって処理チャンバに結合された遠隔プラズマ源とを、さらに含み、コネクタは、ライナーアセンブリに接続されて、遠隔プラズマ源から処理容積部までの流体流路を形成する。

【0008】

【0008】本開示の上記の特徴を詳細に理解することができるように、上記で手短に要約され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、実施形態のいくつかが、添付の図面に示されている。ただし、添付の図面は、例示的な実施形態のみを示しており、したがって、その範囲を限定するものと見なされるべきではなく、他の同等に有効な実施形態を認め得ることに、留意されたい。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1A】本明細書に記載の実施形態による処理システムの断面図である。

【図1B】本明細書に記載の実施形態による処理システムの斜視図である。

【図1C】本明細書に記載の実施形態による処理システムの概略上面図である。

【図2A】本明細書に記載の実施形態によるチャンバ本体の斜視図である。

【図2B】本明細書に記載の実施形態によるライナーアセンブリを含むチャンバ本体の一部の断面斜視図である。

【図3】本明細書に記載の実施形態による図1A～図1Cの処理システムの一部の断面図である。

【図4A】本明細書に記載の実施形態によるライナーアセンブリの下部ライナーの斜視図である。

【図4B】本明細書に記載の実施形態による分流器の底面図である。

【図4C】本明細書に記載の実施形態によるライナーアセンブリの上部ライナーの斜視図

10

20

30

40

50

である。

【図5】本明細書に記載の実施形態による図1A～図1Cの処理システムの一部の断面側面図である。

【図6A】本明細書に記載の実施形態によるノズルの斜視図である。

【図6B】図6Aのノズルの断面図である。

【図7】本明細書に記載の実施形態によるライナーの斜視図である。

【図8】本明細書に記載の実施形態による図1A～図1Cの処理システムの一部の断面側面図である。

【図9A】本明細書に記載の実施形態によるライナーの斜視図である。

【図9B】本明細書に記載の実施形態による分流器の斜視図である。

【図9C】本明細書に記載の実施形態による留め具の斜視図である。

【図10】本明細書に記載の実施形態による、留め具によってライナーに固定された分流器の斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

[0028] 理解を容易にするために、可能な場合には、図面に共通の同一の要素を示すために、同一の参照番号が使用されている。1つの実施形態の要素および特徴は、さらに詳述することなく他の実施形態に有益に組み込むことができる事が、予期されている。

【0011】

[0029] 本開示の実施形態は、一般に、高アスペクト比構造の共形酸化のための処理チャンバに関する。処理チャンバは、チャンバ本体の第1の側部に配置されたライナーアセンブリと、第1の側部とは反対側のチャンバ本体の第2の側部に隣接して基板支持部に配置された2つのポンピングポートを含む。ライナーアセンブリは、処理チャンバの処理領域に配置された基板の中心から離れた方向に流体の流れを向かわせる分流器を含む。ライナーアセンブリは、ラジカルなどのプロセスガスとの相互作用を最小限に抑えるために、石英で製造することができる。ライナーアセンブリは、ラジカルの流れの狭窄を低減し、ラジカル濃度とフラックスが増加するように設計されている。2つのポンピングポートを個別に制御して、処理チャンバの処理領域を通るラジカルの流れを調整することができる。

【0012】

[0030] 図1Aは、本明細書に記載の実施形態による処理システム100の断面図である。処理システム100は、処理チャンバ102および遠隔プラズマ源104を含む。処理チャンバ102は、急速熱処理(RTP)チャンバであってもよい。遠隔プラズマ源104は、例えば約6kWの出力で動作することができる、マイクロ波結合プラズマ源などの任意の適切な遠隔プラズマ源とすることができる。遠隔プラズマ源104は、処理チャンバ102に結合され、遠隔プラズマ源104で形成されたプラズマを処理チャンバ102に向かって流す。遠隔プラズマ源104は、コネクタ106を介して処理チャンバ102に結合されている。明快にするため、図1Aではコネクタ106の構成要素は省略されており、コネクタ106は、図3に関連して詳しく説明される。遠隔プラズマ源104で形成されたラジカルが、基板の処理中にコネクタ106を通って処理チャンバ102に流入する。

【0013】

[0031] 遠隔プラズマ源104は、プラズマが生成される管110を囲む本体108を含む。管110は、石英またはサファイアから製造されてもよい。本体108は、入口112に結合された第1の端部114を含み、1つ以上のガス源118が、入口112に結合されて、1種以上のガスを遠隔プラズマ源104に導入することができる。一実施形態では、1つ以上のガス源118は、酸素含有ガス源を含み、1種以上のガスは、酸素含有ガスを含む。本体108は、第1の端部114の反対側の第2の端部116を含み、第2の端部116は、コネクタ106に結合されている。カップリングライナー(図示せず)が、第2の端部116で本体108内に配置されてもよい。カップリングライナーは、

10

20

30

40

50

図3に関連して詳しく説明される。電源120（例えば、RF電源）が、プラズマの形成を促進するために遠隔プラズマ源104に電力を供給するために、マッチネットワーク122を介して遠隔プラズマ源104に結合されてもよい。プラズマ中のラジカルが、コネクタ106を介して処理チャンバ102に流される。

【0014】

[0032] 処理チャンバ102は、チャンバ本体125、基板支持部128、および窓アセンブリ130を含む。チャンバ本体125は、第1の側部124と、第1の側部124の反対側の第2の側部126とを含む。いくつかの実施形態において、上部側壁134によって囲まれたランプアセンブリ132が、窓アセンブリ130の上に配置され、窓アセンブリ130に結合されている。ランプアセンブリ132は、複数のランプ136および複数の管138を含み、各ランプ136が、対応する管138内に配置され得る。窓アセンブリ130は、複数のライトパイプ140を含み、複数のランプ136によって生成された熱エネルギーが処理チャンバ102内に配置された基板に到達できるように、各ライトパイプ140は、対応する管138と位置合わせされ得る。いくつかの実施形態では、複数のライトパイプ140に流体的に結合された排気管144に真空をかけることにより、真空状態が、複数のライトパイプ140内に生成され得る。窓アセンブリ130は、窓アセンブリ130を通って冷却流体を循環させるために形成された導管143を有してもよい。

10

【0015】

[0033] 処理領域146が、チャンバ本体125、基板支持部128、および窓アセンブリ130によって画定され得る。基板142が、処理領域146に配置され、反射板150の上方の支持リング148によって支持される。支持リング148は、基板142の回転を容易にするために、回転可能なシリンドラ152を取り付けられてもよい。シリンドラ152は、磁気浮上システム（図示せず）によって浮揚および回転させることができる。反射板150は、エネルギーを基板142の裏側に反射して、基板142の均一な加熱を促進し、処理システム100のエネルギー効率を増進させる。基板142の温度の監視を容易にするために、複数の光ファイバプローブ154が、基板支持部128および反射板150を通って配置されてもよい。

20

【0016】

[0034] ラジカルが遠隔プラズマ源104から処理チャンバ102の処理領域146に流れるために、ライナーアセンブリ156が、チャンバ本体125の第1の側部124に配置される。ライナーアセンブリ156は、酸素ラジカルなどのプロセスガスとの相互作用を低減するために、石英などの耐酸化性の材料から製造されてもよい。ライナーアセンブリ156は、処理チャンバ102に流れるラジカルの流れの狭窄を低減するように設計されている。ライナーアセンブリ156は、以下に詳細に説明される。処理チャンバ102は、ライナーアセンブリ156からポンピングポートへのラジカルの流れを調整するために、チャンバ本体125の第2の側部126に隣接して基板支持部128に形成された分散ポンピング構造133を、さらに含む。分散ポンピング構造133は、チャンバ本体125の第2の側部126に隣接して配置される。分散ポンピング構造133は、図1Cに関連して詳細に説明される。

30

【0017】

[0035] コントローラ180が、処理チャンバ102および/または遠隔プラズマ源104などの処理システム100の様々な構成要素に結合されて、その動作を制御することができる。コントローラ180は、一般に、中央処理装置(CPU)182、メモリ186、およびCPU182のサポート回路184を含む。コントローラ180は、処理システム100を直接制御してもよいし、特定のサポートシステム構成要素に関連する他のコンピュータまたはコントローラ（図示せず）を介して制御してもよい。コントローラ180は、様々なチャンバおよびサブプロセッサを制御するために工業環境で使用できる任意の形態の汎用コンピュータプロセッサの1つであってよい。メモリ186、すなわちコンピュータ可読媒体は、ランダムアクセスメモリ(RAM)、読み取り専用メモリ(RO

40

50

M)、フロッピーディスク、ハードディスク、フラッシュドライブ、または他の任意の形態の、ローカルもしくはリモートのデジタルストレージ、などの容易に入手可能なメモリのうちの1つ以上であってよい。サポート回路184は、従来の方法でプロセッサをサポートするためにCPU182に結合されている。サポート回路184は、キャッシュ、電源、クロック回路、入力/出力回路、およびサブシステムなどを含む。コントローラ180を、処理システム100の動作を制御する特定用途コントローラに変えるために、実行する、または呼び出すことができるソフトウェアルーチン188として、処理ステップがメモリ186に格納され得る。コントローラ180は、本明細書で説明される任意の方法を実行するように構成され得る。

【0018】

[0036] 図1Bは、本明細書に記載の実施形態による処理システム100の斜視図である。図1Bに示されるように、処理チャンバ102は、第1の側部124と、第1の側部124の反対側の第2の側部126とを有するチャンバ本体125を含む。基板142が処理チャンバ102に出入りできるように、スリットバルブ開口部131が、チャンバ本体125の第2の側部126に形成されている。処理システム100は、明快にするために窓アセンブリ130とランプアセンブリ132が取り外されて、図1Bに示されている。処理チャンバ102は、支持体160によって支持されてもよく、遠隔プラズマ源104は、支持体162によって支持されてもよい。第1の導管164が、2つのポンピングポート(図1Bでは見えない)のうちの一方に結合され、バルブ170が、処理チャンバ102内のラジカルの流れを制御するために、第1の導管164に配置されてもよい。第2の導管166が、2つのポンピングポートのうちの他方のポンピングポート(図1Bでは見えない)に結合され、バルブ172が、処理チャンバ102内のラジカルの流れを制御するために、第2の導管166に配置されてもよい。第1および第2の導管164、166は、真空ポンプ(図示せず)に接続され得る第3の導管168に接続されてもよい。

10

【0019】

[0037] 図1Cは、本明細書に記載の実施形態による処理システム100の概略上面図である。図1Cに示すように、処理システム100は、コネクタ106を介して処理チャンバ102に結合された遠隔プラズマ源104を含む。処理システム100は、明快にするために窓アセンブリ130とランプアセンブリ132が取り外されて、図1Cに示されている。処理チャンバ102は、第1の側部124および第2の側部126を有するチャンバ本体125を含む。チャンバ本体125は、内縁部195および外縁部197を含むことができる。外縁部197は、第1の側部124および第2の側部126を含むことができる。内縁部195は、処理チャンバ102内で処理される基板の形状に類似した形状を有することができる。一実施形態では、チャンバ本体125の内縁部195は、円形である。外縁部197は、図1Cに示されるように長方形であってもよいし、または他の適切な形状であってもよい。一実施形態では、チャンバ本体125は、ベースリングである。ライナーアセンブリ156が、チャンバ本体125の第1の側部124に配置されている。ライナーアセンブリ156は、基板142の中心から流体の流れをそらせる分流器190を含む。分流器190がないと、基板142上に形成された酸化物層は、不均一な厚さを有し、基板の中心の酸化物層は、基板の縁部の酸化物層よりも最大40パーセント厚くなり得る。分流器190を利用することにより、基板上に形成された酸化物層は、5パーセント以下の厚さ均一性を有することができる。

20

30

【0020】

[0038] 処理チャンバ102は、2つ以上のポンピングポートを有する分散ポンピング構造133を含む(図1A)。2つ以上のポンピングポートは、1つ以上の真空源に接続され、独立して流れが制御される。一実施形態では、図1Cに示すように、2つのポンピングポート174、176が、チャンバ本体125の第2の側部126に隣接して基板支持部128に形成される。2つのポンピングポート174、176は、離間しており、独立して制御することができる。ポンピングポート174は、導管164(図1B)に接続されてもよく、ポンピングポート174からのポンピングは、バルブ170により制御

40

50

することができる。ポンピングポート 176 は、導管 166 (図 1B) に接続されてもよく、ポンピングポート 176 からのポンピングは、バルブ 172 により制御することができる。各ポンピングポート 174、176 からのポンピングを個別に制御することにより、酸化物層の厚さ均一性をさらに改善することができる。処理チャンバ 102 を通って第 1 の側部 124 から第 2 の側部 126 に流れる酸素ラジカルなどの流体は、バルブ 172 および / またはバルブ 170 を開くことにより増加させることができる。処理チャンバ 102 を通って流れる流体の増加は、酸素ラジカル密度などの流体密度を増加させ、基板 142 上の堆積をより速くすることができる。ポンピングポート 174 およびポンピングポート 176 は、離間しており、独立して制御されるので、基板 142 の異なる部分を流れる流体を増加または減少させることができ、これにより、基板 142 の異なる部分の堆積を、より速くまたはより遅くして、基板 142 の異なる部分の酸化物層の厚さ不均一性を補償することができる。

【0021】

[0039] 一実施形態では、2つのポンピングポート 174、176 は、チャンバ本体 125 の第 1 の側部 124 におけるガス流路に垂直な線 199 に沿って離間して配置される。図 1C に示すように、線 199 は、チャンバ本体 125 の第 2 の側部 126 に隣接していてもよく、線 199 は、基板支持リング 148 の外側にあってもよい。いくつかの実施形態では、線 199 は、基板支持リング 148 の一部と交差してもよい。いくつかの実施形態では、線 199 は、ガス流路に対して垂直ではなく、線 199 は、ガス流路に対して鋭角または鈍角を形成してもよい。ポンピングポート 174、176 は、図 1C に示されるように、基板支持部 128 内において処理チャンバ 102 の中心軸 198 に関して対称的に配置されてもよいし、または非対称的に配置されてもよい。いくつかの実施形態では、2つより多いポンピングポートが、基板支持部 128 に形成される。

【0022】

[0040] 図 2A は、本明細書に記載の実施形態によるチャンバ本体 125 の斜視図である。図 2A に示すように、チャンバ本体 125 は、第 1 の側部 124、第 1 の側部 124 の反対側の第 2 の側部 126、第 1 の側部 124 と第 2 の側部 126 の間の第 3 の側部 210、および第 3 の側部 210 の反対側の第 4 の側部 212 を含む。スロット 202 が、第 1 の側部 124 に形成され、ライナーアセンブリ 156 (図 1A) が、スロット 202 内に配置される。様々なセンサがプロセス状態を監視するために、開口部 208 が、第 3 の側部 210 に形成されている。基板トンネル 201 が、チャンバ本体 125 に形成され、基板トンネル 201 は、スリットバルブ開口部 131 (図 1B) に接続されている。基板トンネル 201 は、第 1 のガス通路 203 と第 2 のガス通路 205 に接続されている。第 1 のガス通路 203 および第 2 のガス通路 205 は、分散ポンピング構造 133 (図 1C) に接続されている。一実施形態では、第 1 のガス通路 203 および第 2 のガス通路 205 は、基板トンネル 201 の両側から伸び、第 1 のガス通路 203 および第 2 のガス通路 205 は、チャンバ本体 125 の第 1 の側部 124 から第 2 の側部 126 へのガス流路に実質的に垂直な軸に沿って配置される。一実施形態では、第 1 のガス通路 203 および第 2 のガス通路 205 のそれぞれが、チャンバ本体 125 に形成されたチャネルと、基板支持部 128 に向かって伸びる導管とを含む。一実施形態では、第 1 のガス通路 203 は、ポンピングポート 176 に接続され、第 2 のガス通路 205 は、ポンピングポート 174 に接続される。一実施形態では、ガス通路 203 は、導管 166 (図 1B) に接続され、ガス通路 205 は、導管 164 (図 1B) に接続される。チャンバ本体 125 は、上面 214 を有し、スロット 204 が、上面 214 に形成されてもよい。スロット 204 は、1種以上のガスを処理チャンバ 102 に導入するために利用されてもよい。1つ以上の締め具 (図示せず) がライナーアセンブリ 156 (図 1A) をチャンバ本体 125 に固定するために、1つ以上の開口部 206 が、上面 214 に形成されてもよい。

【0023】

[0041] 図 2B は、ライナーアセンブリ 156 を含むチャンバ本体 125 の一部の断面斜視図である。図 2B に示されるように、ライナーアセンブリ 156 が、チャンバ本体

125 内に配置され、締め具 220 が、1 つ以上の開口部 206 のうちの 1 つを通ってライナーアセンブリ 156 をチャンバ本体 125 に固定する。一実施形態では、締め具 220 は、ねじである。締め具カバー 222 が、締め具 220 を覆うために、開口部 206 に配置されてもよい。

【0024】

[0042] 図 3 は、図 1A ~ 図 1C の処理システム 100 の一部の断面図である。図 3 に示すように、処理システム 100 は、コネクタプレート 314 を介して処理チャンバ 102 のチャンバ本体 125 の第 1 の側部 124 に結合されたコネクタ 106 を含む。コネクタ 106 は、コネクタプレート 314 に結合された第 1 のフランジ 310 と、遠隔プラズマ源 104 (図 1A) に結合された第 2 のフランジ 312 とを含んでもよい。コネクタ 106 は、ステンレス鋼などの金属から製造されてもよい。ライナー 316 が、コネクタ 106 内に配置されてもよく、ライナー 316 は、石英などの耐酸化性の材料から製造されてもよい。ライナー 316 は、円筒形であってもよく、第 1 の端部 318、第 1 の端部 318 の反対側の第 2 の端部 320、および第 1 の端部 318 と第 2 の端部 320 との間の中央部 322 を含むことができる。いくつかの実施形態では、ライナー 316 は、円筒形ではなく、ライナー 316 は、第 1 の端部 318 から第 2 の端部 320 へ断面積が拡大してもよい。第 1 の端部 318 は、中央部 322 の壁厚よりも薄い壁厚を有してもよい。第 1 の端部 318 は、中央部 322 の外径と同じ外径と、中央部 322 の内径よりも大きい内径とを有してもよい。第 2 の端部 320 は、中央部 322 の壁厚よりも薄い壁厚を有してもよい。第 2 の端部 320 は、中央部 322 の外径よりも小さい外径と、中央部 322 の内径と同じ内径とを有してもよい。ライナー 316 は、1 個の石英を機械加工することにより、または 3D プリンティングにより製造されてもよい。

10

20

30

40

【0025】

[0043] カップリングライナー 302 が、ライナー 316 に結合されてもよく、カップリングライナー 302 は、遠隔プラズマ源 104 の出口カップリングの内側など、遠隔プラズマ源 104 (図 1A) 内に配置されてもよい。カップリングライナー 302 は、円筒形であってもよい。カップリングライナー 302 は、石英などの耐酸化性の材料から製造されてもよい。カップリングライナー 302 は、第 1 の端部 304、第 1 の端部 304 の反対側の第 2 の端部 306、および第 1 の端部 304 と第 2 の端部 306 との間の中央部 308 を含むことができる。第 1 の端部 304 は、中央部 308 の壁厚よりも薄い壁厚を有する。第 1 の端部 304 は、中央部 308 の外径よりも小さい外径と、中央部 308 の内径と同じ内径とを有する。第 2 の端部 306 は、中央部 308 の壁厚よりも薄い壁厚を有する。第 2 の端部 304 は、中央部 308 の外径よりも小さい外径と、中央部 308 の内径と同じ内径とを有する。カップリングライナー 302 の第 2 の端部 306 は、ライナー 316 の第 1 の端部 318 に結合されてもよく、ライナー 316 の第 1 の端部 318 は、カップリングライナー 302 の第 2 の端部 306 を囲んでもよい。カップリングライナー 302 の第 2 の端部 306 は、任意の適切な方法でライナー 316 の第 1 の端部 318 に結合されてよい。一実施形態では、カップリングライナー 302 の第 2 の端部 306 が、ライナー 316 の第 1 の端部 318 にしっかりと嵌り込むことができるよう、カップリングライナー 302 の第 2 の端部 306 の外径が、ライナー 316 の第 1 の端部 318 の内径よりわずかに小さくてもよい。別の実施形態では、ライナー 316 の第 1 の端部 318 が、カップリングライナー 302 の第 2 の端部 306 にしっかりと嵌り込むことができるよう、カップリングライナー 302 の第 2 の端部 306 の内径が、ライナー 316 の第 1 の端部 318 の外径よりわずかに大きくてもよい。別の実施形態では、カップリングライナー 302 の第 2 の端部 306 の壁厚は、ライナー 316 の第 1 の端部 318 の壁厚と同じである。第 1 の端部 318 および第 2 の端部 306 のうちの一方が、その上に形成された突起部を含み、第 1 の端部 318 および第 2 の端部 306 のうちの他方が、その中に形成された凹部を含む。第 1 の端部 318 が第 2 の端部 306 に結合されるとき、第 1 の端部 318 および第 2 の端部 306 のうちの一方の突起部は、第 1 の端部 318 および第 2 の端部 306 のうちの他方の凹部内にある。突起部は、第 1 の端部 318 および

50

第2の端部306のうちの一方に形成された1つ以上の個別の突起部または連続した突起部であってもよく、凹部は、第1の端部318および第2の端部306のうちの他方に形成された1つ以上の対応する凹部または連続した凹部であってもよい。別の実施形態では、第1の端部318および第2の端部306は、互いに結合されたときに重なっている交互の部分を含むことができる。カップリングライナー302は、1個の石英を機械加工することにより、または3Dプリントにより製造されてもよい。

【0026】

[0044] ライナー・アセンブリ156は、上部ライナー324および下部ライナー326を含むことができる。上部ライナー324および下部ライナー326は両方とも、石英などの耐酸化性の材料から製造されてもよい。上部ライナー324および下部ライナー326のそれぞれが、1個の石英を機械加工することにより、または3Dプリントにより製造されてもよい。下部ライナー326は、第1の部分336と第2の部分338を含む。第1の部分336が、スロット202(図2)内に配置されて、スロット202内の段344に対して押し付けられてもよい。この構成において、下部ライナー326が処理チャンバ102の処理領域146(図1A)の中に滑り込むことが、防止される。上部ライナー324が、下部ライナー326上に配置されている。上部ライナー324は、第1の部分340と第2の部分342を含む。第1の部分340が、スロット202内に配置されて、スロット202内の段346に対して押し付けられてもよい。この構成において、上部ライナー324が処理チャンバ102の処理領域146の中に滑り込むことが、防止される。下部ライナー326の第1の部分336は、端部330を含み、上部ライナー324の第1の部分340は、端部328を含む。端部330および端部328は、開口部332を形成してもよく、ライナー316の第2の端部320を囲んでもよい。一実施形態では、端部330および端部328によって形成される開口部332は、円形の断面を有し、ライナー316の第2の端部320は、円筒形である。ライナー316の第2の端部320が、端部330および端部328によって形成された開口部332にしっかりと嵌り込むことができるよう、ライナー316の第2の端部320の外径は、端部330および端部328によって形成された開口部332よりわずかに小さくてもよい。ライナー316の第2の端部320は、任意の適切な方法で端部330および端部328に結合されてよい。一実施形態では、ライナー316の第2の端部320は、カップリングライナー302の第2の端部306がライナー316の第1の端部318に結合されるのと同じ方法で、端部330および端部328に結合される。

【0027】

[0045] 下部ライナー326の第1の部分336および上部ライナー324の第1の部分340は、スロット202の開口部332から引っ込んだ別の開口部334を形成してもよい。一実施形態では、開口部334は、レーストラック形状を有する。開口部334は、開口部332の断面積と実質的に同じまたはそれより大きい断面積を有する。下部ライナー326および上部ライナー324は、協働して流体流路を画定する。ライナー・アセンブリ156は、本体339を含む。一実施形態では、本体339は、下部ライナー326および上部ライナー324を含む。導管343が、ライナー・アセンブリ156の本体339を通って形成され、本体339の第1の端部341から本体339の第2の端部345まで延びている。導管343は、流体流路に実質的に垂直な第1の方向に広がり、流体流路および第1の方向に実質的に垂直な第2の方向に狭くなる。動作中、遠隔プラズマ源104(図1A)で形成されたラジカルは、カップリングライナー302、ライナー316、およびライナー・アセンブリ156の導管343を通って、処理チャンバ102の処理領域146に流入する。ライナー302、316およびライナー・アセンブリ156は、石英などの耐酸化性材料から製造されているので、ラジカルは、ライナー302、316およびライナー・アセンブリ156の表面に接触した時に、再結合しない。加えて、開口部334の断面積は、開口部332の断面積と同じかそれより大きいので、ラジカルの流れは制限されず、処理領域146内のラジカル濃度とフラックスの増加につながる。

【0028】

10

20

30

40

50

[0046] 図4Aは、本明細書に記載の実施形態によるライナーアセンブリ156の下部ライナー326の斜視図である。図4Aに示されるように、下部ライナー326は、第1の端部330と、第1の端部330の反対側の第2の端部403とを含む。一実施形態では、図4Aに示すように、端部330は、半円形であってもよい。端部330および端部328(図3)は、急激な狭窄のない流体の流れを提供する任意の形状を形成してよい。拡大チャネル405が、第1の端部330から第2の端部403まで延びている。第2の端部403は、チャンバ本体125(図1A)の第1の側部124を越えて延びてもよい。第2の端部403は、円弧である部分420を含むことができ、部分420は、支持リング148(図1A)の一部と実質的に平行であってもよい。拡大チャネル405は、第1の端部330から第2の端部403への流体流路に実質的に垂直な寸法Dにおいて拡大することができる。拡大チャネル405は、第1の端部330よりも第2の端部403で広く、第1の端部330よりも第2の端部403で浅くなっている。流体は、酸素ラジカルであってもよく、拡大チャネル405が、ラジカルの流れの狭窄をさらに低減する。拡大チャネル405は、湾曲した断面を有してもよい。

【0029】

[0047] 下部ライナー326は、図4Aに示されるように、第2の部分338の拡大チャネル405に配置された突起部402を含むことができる。突起部402は、分流器190(図1C)を固定するために利用される。図4Bは、本明細書に記載の実施形態による分流器190の底面図である。図4Bに示されるように、分流器190は、底面408と、底面408に形成された凹部404とを含む。分流器190は、下部ライナー326の第2の部分338の拡大チャネル405上に配置され、拡大チャネル405上に形成された突起部402が、下部ライナー326上に分流器190を固定するために、凹部404の内部に嵌合する。分流器190は、ラジカルなどの流体の流れを分割することができる任意の適切な形状を有することができる。一実施形態では、図4Bに示されるように、分流器190は、三角形の形状を有する。別の実施形態では、分流器190は、橢円形の形状を有する。別の実施形態では、分流器190は、円形の形状を有する。分流器190の形状は、分流器190の上方からの見え方に基づいている。分流器190は、高さを有することができる。一実施形態では、分流器190は、シリンダである。別の実施形態では、分流器190は、橢円形のシリンダである。分流器190は、下部ライナー326の第1の部分336に面する第1の端部410と、第1の端部410の反対側の第2の端部412とを有する。第1の端部410は、第2の端部412の幅よりも小さい幅を有することができる。一実施形態では、第1の端部410は、鋭角のエッジである。第1の端部410および第2の端部412は、表面414、416によって接合され得る。一実施形態では、図4Bに示すように、表面414、416のそれぞれが、直線状である。他の実施形態では、表面414、416の1つ以上が、湾曲していてもよい。

【0030】

[0048] 図4Cは、本明細書に記載の実施形態によるライナーアセンブリ156の上部ライナー324の斜視図である。図4Cに示されるように、上部ライナー324は、第1の部分340と第2の部分342を含む。第1の部分340は、端部328を含む。一実施形態では、図4Cに示すように、端部328は、半円形であってもよい。端部330(図4A)および端部328は、急激な狭窄のない流体の流れを提供する任意の形状を形成してよい。第2の部分342は、拡大チャネル405と同様の拡大チャネル(図示せず)を含むことができる。一実施形態において、上部ライナー324は、突起部402を含まないことを除いて、下部ライナー326と同一である。分流器190は、下部ライナー326上に配置されたとき、上部ライナー324と接触してもよく、または、分流器190が下部ライナー326上に配置されたとき、間隙が、分流器190と上部ライナー324との間に形成されてもよい。

【0031】

[0049] 図5は、本明細書に記載の実施形態による図1A～図1Cの処理システム100の一部の断面図である。図5に示すように、処理システム100は、コネクタプレー

ト 3 1 4 を介して処理チャンバ 1 0 2 のチャンバ本体 1 2 5 の第 1 の側部 1 2 4 に結合されたコネクタ 1 0 6 を含む。コネクタ 1 0 6 は、コネクタプレート 3 1 4 に結合された第 1 のフランジ 3 1 0 と、遠隔プラズマ源 1 0 4 (図 1 A) に結合された第 2 のフランジ 3 1 2 とを含んでもよい。ライナー 5 0 2 が、コネクタ 1 0 6 内に配置され得る。ライナー 5 0 2 は、石英などの耐酸化性の材料から製造されている。ライナー 5 0 2 は、円筒形であってもよく、第 1 の端部 5 0 4 、第 1 の端部 5 0 4 の反対側の第 2 の端部 5 0 6 、および第 1 の端部 5 0 4 と第 2 の端部 5 0 6 との間の中央部 5 0 8 を含むことができる。いくつかの実施形態では、ライナー 5 0 2 は、円筒形ではなく、ライナー 5 0 2 は、第 1 の端部 5 0 4 から第 2 の端部 5 0 6 へ断面積が拡大してもよい。第 1 の端部 5 0 4 は、中央部 5 0 8 の壁厚よりも薄い壁厚を有してもよい。第 1 の端部 5 0 4 は、中央部 5 0 8 の外径よりも小さい外径と、中央部 5 0 8 の内径と同じ内径とを有してもよい。第 2 の端部 5 0 6 は、中央部 5 0 8 の壁厚よりも薄い壁厚を有してもよい。第 2 の端部 5 0 6 は、中央部 5 0 8 の外径よりも小さい外径と、中央部 5 0 8 の内径と同じ内径とを有してもよい。ライナー 5 0 2 は、1 個の石英を機械加工することにより、または 3 D プリンティングにより製造されてもよい。

【 0 0 3 2 】

[0 0 5 0] カップリングライナー 5 1 0 が、ライナー 5 0 2 に結合されてもよく、カップリングライナー 5 1 0 は、遠隔プラズマ源 1 0 4 の出口カップリングの内側など、遠隔プラズマ源 1 0 4 (図 1 A) 内に配置されてもよい。カップリングライナー 5 1 0 は、円筒形であってもよい。カップリングライナー 5 1 0 は、石英などの耐酸化性の材料から製造されてもよい。カップリングライナー 5 1 0 は、第 1 の端部 5 1 2 、第 1 の端部 5 1 2 の反対側の第 2 の端部 5 1 4 、および第 1 の端部 5 1 2 と第 2 の端部 5 1 4 との間の中央部 5 1 6 を含むことができる。第 1 の端部 5 1 2 は、中央部 5 1 6 の壁厚よりも薄い壁厚を有する。第 1 の端部 5 1 2 は、中央部 5 1 6 の外径よりも小さい外径と、中央部 5 1 6 の内径と同じ内径とを有する。第 2 の端部 5 1 4 は、中央部 5 1 6 の壁厚よりも薄い壁厚を有する。第 2 の端部 5 1 4 は、中央部 5 1 6 の外径よりも小さい外径と、中央部 5 1 6 の内径と同じ内径とを有する。ライナー 5 1 0 の第 2 の端部 5 1 4 の内径および外径は、それぞれ、ライナー 5 0 2 の第 1 の端部 5 0 4 の内径および外径と同じであってもよい。カップリングライナー 5 1 0 の第 2 の端部 5 1 4 は、外部の締め具 (図示せず) によってライナー 5 0 2 の第 1 の端部 5 0 4 に結合されてもよい。カップリングライナー 5 1 0 は、1 個の石英を機械加工することにより、または 3 D プリンティングにより製造されてもよい。

【 0 0 3 3 】

[0 0 5 1] ライナーアセンブリ 1 5 6 は、ノズル 5 2 0 、およびノズル 5 2 0 と接触しているライナー 5 2 2 を含むことができる。ノズル 5 2 0 およびライナー 5 2 2 は両方とも、石英などの耐酸化性の材料から製造されている。ノズル 5 2 0 およびライナー 5 2 2 のそれぞれが、1 個の石英を機械加工することにより、または 3 D プリンティングにより製造されてもよい。ノズル 5 2 0 は、チャンバ本体 1 2 5 のスロット 2 0 2 (図 2) 内に配置され得る。ノズル 5 2 0 は、ライナー 5 0 2 の第 2 の端部 5 0 6 に結合された端部 5 2 4 を含む。ノズル 5 2 0 の端部 5 2 4 の内径および外径は、それぞれ、ライナー 5 0 2 の第 2 の端部 5 0 6 の内径および外径と同じであってもよい。ノズル 5 2 0 は、ライナー 5 0 2 に面する第 1 の開口部 5 3 2 と、第 1 の開口部 5 3 2 の反対側の第 2 の開口部 5 3 4 とを含むことができる。第 1 の開口部 5 3 2 は、ライナー 5 0 2 の第 2 の端部 5 0 6 の形状に適合する形状を有する。一実施形態では、第 2 の端部 5 0 6 は、円筒形であり、第 1 の開口部 5 3 2 は、円形の断面積を有する。第 2 の開口部 5 3 4 は、ライナー 5 2 2 に形成された開口部の形状に適合する形状を有する。一実施形態では、第 2 の開口部 5 3 4 は、レーストラック形状を有する。第 2 の開口部 5 3 4 は、第 1 の開口部 5 3 2 の断面積と実質的に同じまたはそれより大きい断面積を有する。第 1 の開口部 5 3 2 および第 2 の開口部 5 3 4 は、表面 5 2 6 、 5 2 8 、 5 3 0 によって接続され得る。表面 5 2 6 、 5 2 8 、 5 3 0 は、拡大チャネル 5 3 1 を形成する連続的な曲面であってもよい。動作中、遠

10

20

30

40

50

隔プラズマ源 104 で形成されたラジカルは、ライナー 510、ライナー 502、およびライナーアセンブリ 156 を通って、処理チャンバ 102 の処理領域 146 に流入する。ライナー 510、502 およびライナーアセンブリ 156 は、石英から製造されているので、ラジカルは、ライナー 510、502 およびライナーアセンブリ 156 の表面に接触した時に、再結合しない。加えて、第 2 の開口部 534 の断面積は、第 1 の開口部 532 の断面積と同じかそれより大きいので、ラジカルの流れは制限されず、処理領域 146 内のラジカル濃度とフラックスの増加につながる。一実施形態において、ライナー 510、502 およびライナーアセンブリ 156 は、処理システム 100 で使用される。

【0034】

[0052] 図 6 A は、本明細書に記載の一実施形態によるノズル 520 の斜視図であり、図 6 B は、図 6 A のノズル 520 の断面図である。図 6 A および図 6 B に示されるように、ノズル 520 は、第 1 の表面 602 と、第 1 の表面 602 の反対側の第 2 の表面 604 とを含む。第 1 の表面 602 は、コネクタ 106 (図 5) のライナー 502 に面してもよく、第 2 の表面 604 は、ライナー 522 (図 5) に面してもよい。端部 524 が、第 1 の表面 602 に配置されてもよい。第 1 の開口部 532 が、第 1 の表面 602 に形成され、第 1 の開口部 532 は、図 6 A に示されるように、円形の形状を有してもよい。第 2 の開口部 534 が、第 2 の表面 604 に形成され、第 2 の開口部 534 は、レーストラック形状を有してもよい。第 2 の開口部 534 は、第 1 の開口部 532 の直径より大きい長い寸法と、第 1 の開口部 532 の直径より小さい短い寸法とを含むことができる。ノズル 520 は、第 1 の端部 601、第 1 の端部 601 の反対側の第 2 の端部 603、および第 1 の端部 601 と第 2 の端部 603 との間に位置する部分 605 を含むことができる。第 1 の表面 602 を見たとき、第 1 および第 2 の端部 601、603 は、それぞれ長方形の形状を有することができ、部分 605 は、橢円形の形状を有することができる。部分 605 は、図 6 A に示される橢円形とは異なる形状を有してもよい。

10

20

30

【0035】

[0053] 図 5、図 6 A および図 6 B に示すように、表面 526、528、530、608 は、第 1 の開口部 532 を第 2 の開口部 534 に接続する。第 2 の開口部 534 の断面積が、第 1 の開口部 532 の断面積と実質的に同じかそれより大きくなるように、表面 526、528、530、608 は、第 1 の開口部 532 の形状から第 2 の開口部 534 の形状への移行を容易にする。表面 526、528、530、608 は、拡大チャネル 531 を形成する連続的な曲面であってもよい。一実施形態では、拡大チャネル 531 は、第 2 の開口部 534 のレーストラック形状の長い寸法などの 1 つの寸法において拡大しており、他方、第 2 の開口部 534 のレーストラック形状の短い寸法などの別の寸法において減少していてもよい。いくつかの実施形態では、表面 526、528、530、608 は、異なる曲率を有する別個の表面であってもよい。

【0036】

[0054] 図 7 は、本明細書に記載の一実施形態によるライナー 522 の斜視図である。図 7 に示されるように、ライナー 522 は、第 1 の端部 702 と、第 1 の端部 702 の反対側の第 2 の端部 704 とを含む。第 1 の端部 702 は、コネクタ 106 および遠隔プラズマ源 104 (図 1 A) に面してもよく、第 2 の端部 704 は、処理チャンバ 102 の処理領域 146 (図 1 A) に面してもよい。凹部 706 が、ノズル 520 がその中に配置されるように第 1 の端部 702 に形成されてもよい。開口部 708 が、凹部 706 に形成され、ノズル 520 の第 2 の開口部 534 に結合する。開口部 708 は、ノズル 520 の第 2 の開口部 534 およびライナー 522 の開口部 708 は、両方ともレーストラック断面形状を有する。第 2 の端部 704 は、第 1 のチャンバ壁 124 (図 1 A) を越えて延びてもよい。第 2 の端部 704 は、部分 714 を含むことができる。一実施形態では、部分 714 は、円弧であり、支持リング 148 (図 1 A) の一部と実質的に平行である。拡大チャネル 712 が、ライナー 522 内に形成され、拡大チャネル 712 は、開口部 708 から第 2 の端部 704 への流体流路に実質的に垂直な寸法 D において拡大することができる。拡

40

50

大チャネル 712 は、ラジカルの流れの狭窄を低減する。1つ以上の締め具(図示せず)がライナー 522 をチャンバ本体 125 (図 5)に固定するために、1つ以上の開口部 710 が、ライナー 522 に形成されてもよい。

【0037】

[0055] 図 8 は、本明細書に記載の実施形態による図 1A ~ 図 1C の処理システム 100 の一部の断面側面図である。図 8 に示すように、処理システム 100 は、コネクタプレート 314 を介して処理チャンバ 102 のチャンバ本体 125 の第 1 の側部 124 に結合されたコネクタ 106 を含む。コネクタ 106 は、コネクタプレート 314 に結合された第 1 のフランジ 310 と、遠隔プラズマ源 104 (図 1A)に結合された第 2 のフランジ 312 とを含む。ライナー 316 が、コネクタ 106 内に配置されて、第 1 の端部 318 と、第 1 の端部 318 の反対側の第 2 の端部 320 とを含むことができる。カップリングライナー 302 が、ライナー 316 に結合されてもよく、カップリングライナー 302 は、遠隔プラズマ源 104 (図 1A)内に配置されてもよい。カップリングライナー 302 は、ライナー 316 の第 1 の端部 318 にしっかりと嵌合する第 2 の端部 306 を含むことができる。

10

【0038】

[0056] ライナーアセンブリ 156 は、ノズル 520 、およびノズル 520 と接触しているライナー 522 を含むことができる。ノズル 520 の端部 524 が、ライナー 316 の第 2 の端部 320 を囲むことができる。端部 524 は、ライナー 316 に面する第 1 の開口部 532 を形成する。ライナー 316 の第 2 の端部 320 が、第 1 の開口部 532 にしっかりと嵌り込むことができるよう、ライナー 316 の第 2 の端部 320 の外径は、開口部 532 よりわずかに小さくてもよい。第 2 の端部 320 は、任意の適切な方法で端部 524 に結合されてよい。第 2 の開口部 534 は、ライナー 522 に形成された開口部 708 (図 7)の形状に適合する形状を有する。動作中、遠隔プラズマ源 104 で形成されたラジカルは、カップリングライナー 302 、ライナー 316 、およびライナーアセンブリ 156 を通って、処理チャンバ 102 の処理領域 146 に流入する。ライナー 302 、316 およびライナーアセンブリ 156 は、石英などの耐酸化性の材料から製造されているので、ラジカルは、ライナー 302 、316 およびライナーアセンブリ 156 の表面に接触した時に、再結合しない。加えて、第 2 の開口部 534 の断面積は、第 1 の開口部 532 の断面積と同じかそれより大きいので、ラジカルの流れは制限されず、処理領域 146 内のラジカル濃度とフラックスの増加につながる。

20

【0039】

[0057] 図 9A は、本明細書に記載の実施形態によるライナー 522 の斜視図である。図 9A に示されるように、ライナー 522 は、第 1 の端部 702 と、第 1 の端部 702 の反対側の第 2 の端部 704 とを含む。第 1 の端部 702 は、コネクタ 106 および遠隔プラズマ源 104 (図 1A)に面してもよく、第 2 の端部 704 は、処理チャンバ 102 の処理領域 146 (図 1A)に面してもよい。ライナー 522 は、上面 902 と、上面 902 の反対側の底面 904 とを、さらに含む。拡大チャネル 712 が、ライナー 522 内に上面 902 と底面 904 との間に形成される。スロット 906 が、底面 904 に形成されてもよく、スロット 906 は、図 9A に示されるように、第 2 の部分 910 と第 3 の部分 912 との間に位置する第 1 の部分 908 を含む。スロット 906 の第 1 の部分 908 は、スロット 906 の第 2 の部分 910 および第 3 の部分 912 よりも大きい。

30

【0040】

[0058] 図 9B は、本明細書に記載の実施形態による分流器 190 の斜視図である。図 9B に示すように、分流器 190 は、第 1 の端部 410 、第 1 の端部 410 の反対側の第 2 の端部 412 、および第 1 の端部 410 と第 2 の端部 412 を接続する表面 414 、416 を有する。凹部 920 が、第 2 の端部 412 に形成されてもよい。凹部 920 は、留め具によってライナー 522 内に分流器 190 を固定するために利用される。図 9C は、本明細書に記載の実施形態による留め具 930 の斜視図である。留め具 930 は、第 1 の部分 932 と第 2 の部分 934 を含む。第 1 の部分 932 は、ライナー 522 の底面 9

40

50

04に形成されたスロット906の第1の部分908に嵌り込むことができる大きさを有する。第1の部分932が、スロット906に固定されるように、第1の部分932の大きさは、スロット906の第2の部分910および第3の部分912よりも大きい。留め具930がスロット906の第1の部分908を通って落下するのを防止するため、第2の部分934が、ライナー522の底面904に載るように、留め具930の第2の部分934は、第1の部分932よりも大きい。第2の部分934は、分流器190の凹部920に嵌り込む大きさである。

【0041】

[0059] 図10は、本明細書に記載の実施形態による、留め具930によってライナー522に固定された分流器190の斜視図である。図10に示されるように、第1の部分932(図9C)が、ライナー522の底面904に形成されたスロット906の第1の部分908(図9A)に固定されるので、留め具930の第2の部分934は、ライナー522の底面904に固定される。留め具930の第2の部分934が、分流器190の凹部920に嵌り込むので、分流器190は、ライナー522に固定される。図10に示すように、分流器190が処理チャンバ102内に落下するのが、留め具930によって防止されている。ライナー522内の拡大チャネル712が、高さH₁を有し、分流器190が、高さH₂を有する。分流器190が、ライナー522の拡大チャネル712にしっかりと嵌め込まれることができるように、高さH₂は、高さH₁よりわずかに小さくてもよい。いくつかの実施形態では、高さH₂は、高さH₁よりもはるかに小さく、例えば、H₁の75パーセント、H₁の50パーセント、またはH₁の25パーセントなどである。

10

20

【0042】

[0060] 上記は、本開示の実施形態に向けられているが、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。

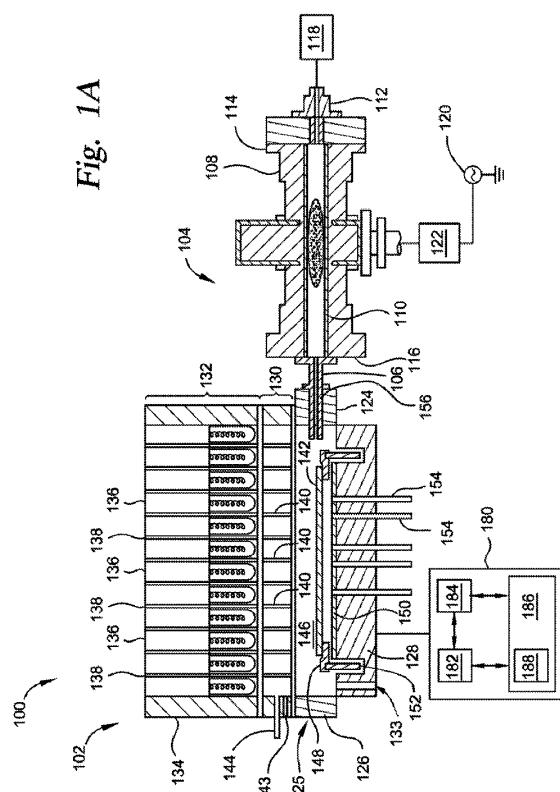
30

40

50

【図面】

【図 1 A】



【図1C】

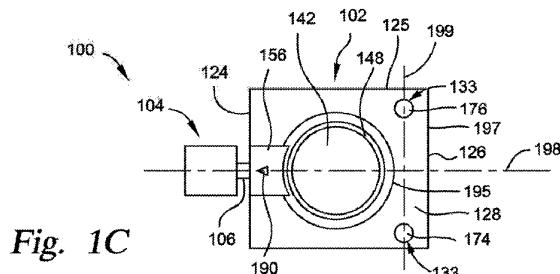


Fig. 1C

【図1B】

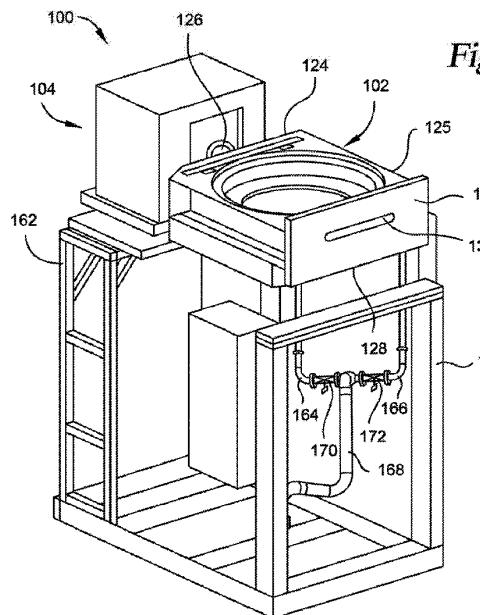


Fig. 1B

10

20

【図2A】

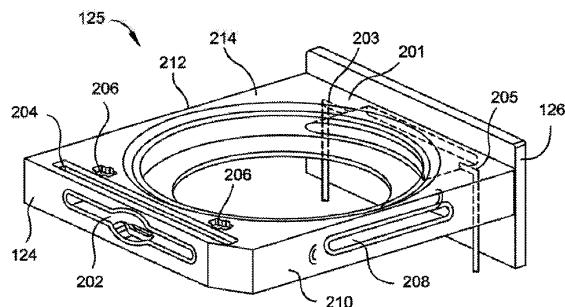


Fig. 2A

30

40

50

【図 2 B】

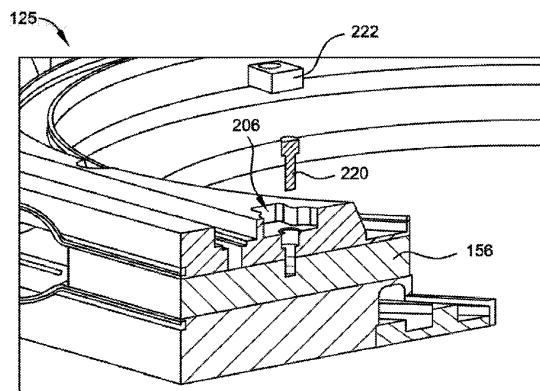


Fig. 2B

【図 3】

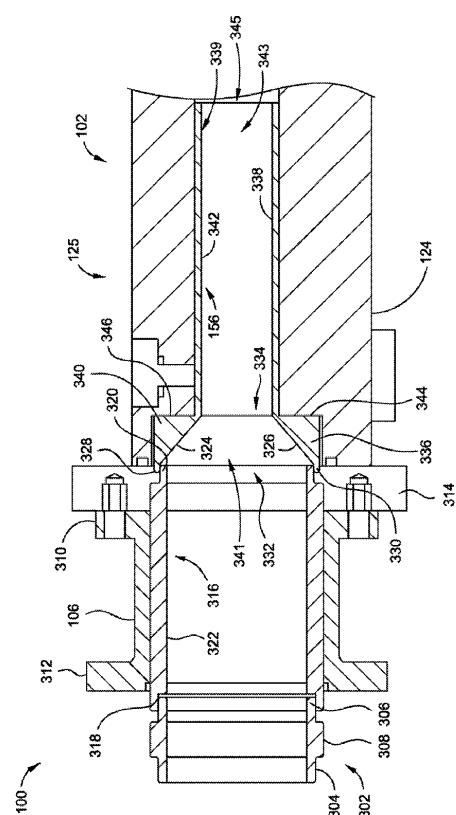


Fig. 3

10

20

30

40

【図 4 A】

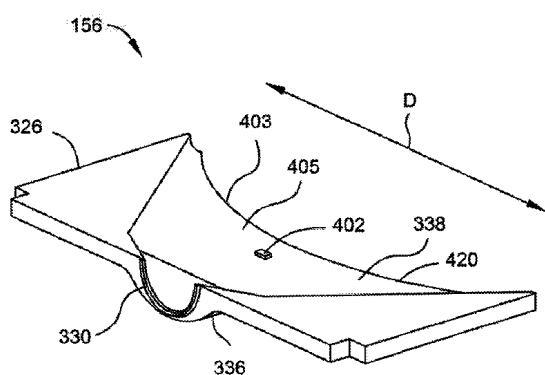


Fig. 4A

【図 4 B】

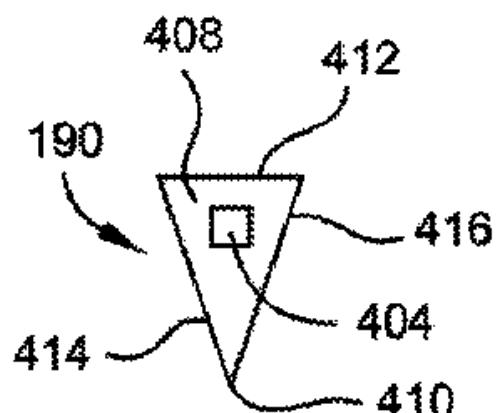


Fig. 4B

50

【図4C】

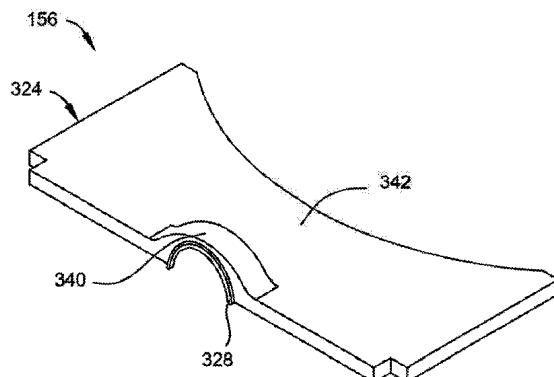


Fig. 4C

【図5】

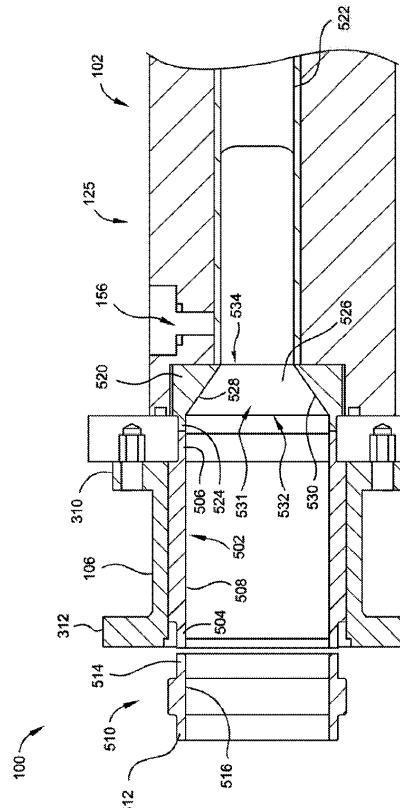


Fig. 5

【図 6 A】

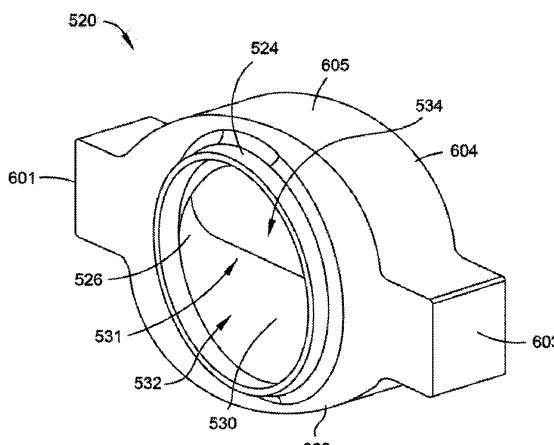


Fig. 6A

【図 6 B】

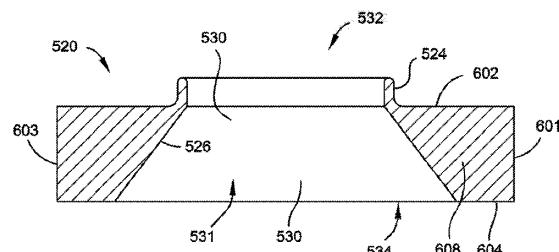


Fig. 6B

10

20

30

40

50

【図 7】

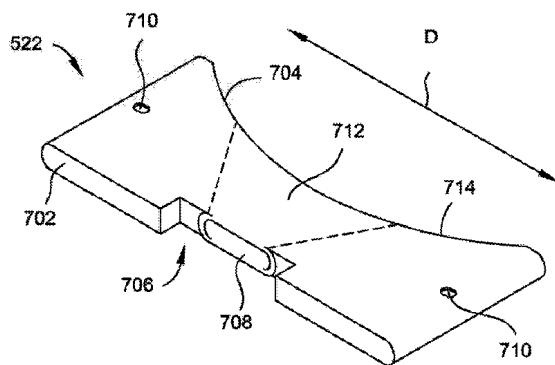


Fig. 7

【図 8】

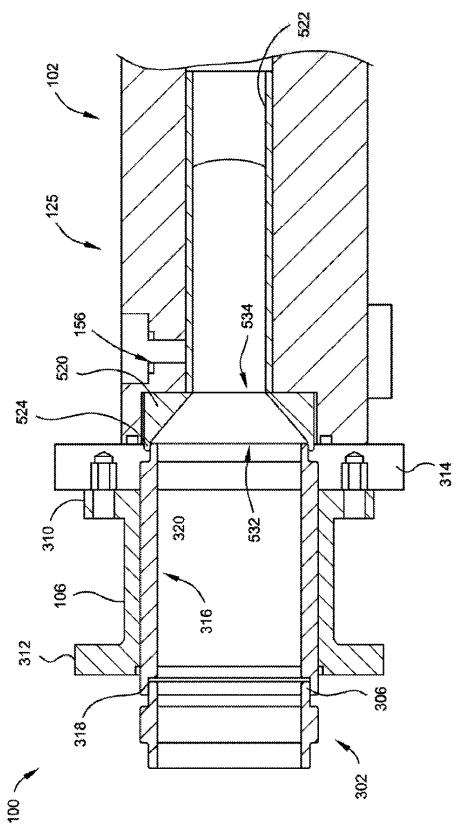


Fig. 8

10

20

30

40

【図 9 A】

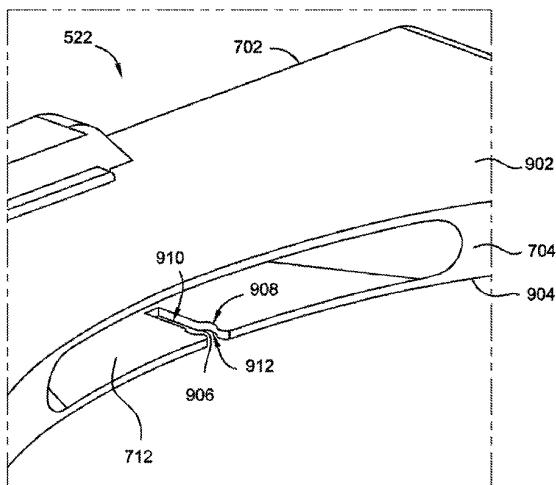


Fig. 9A

【図 9 B】

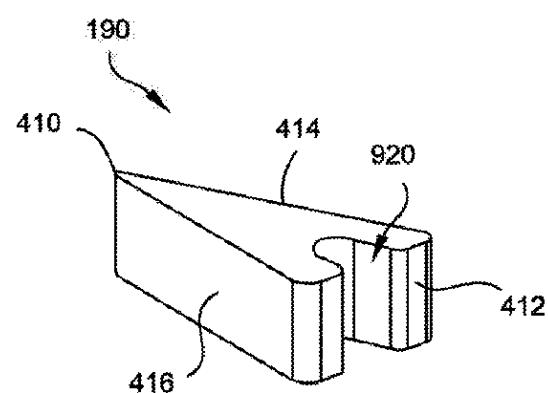
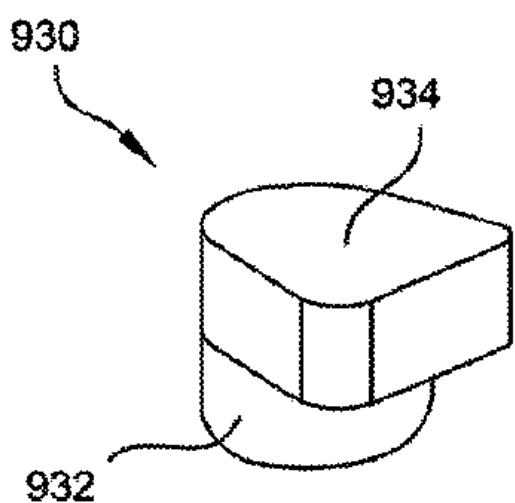


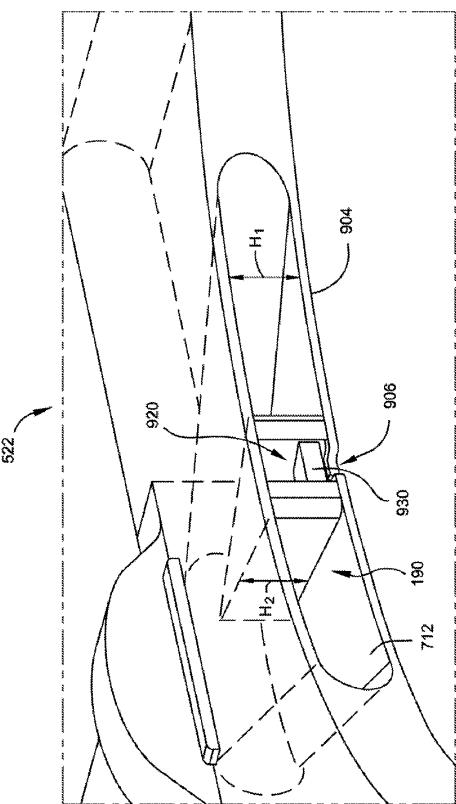
Fig. 9B

50

【図 9C】

*Fig. 9C*

【図 10】

*Fig. 10*

10

20

30

40

50

フロントページの続き

04, サン マテオ, ブリッジポイント パークウェイ 2205, アパートメント 217

(72)発明者 ハウリルチャック, ララ

アメリカ合衆国 カリフォルニア 95020, ギルロイ, チャーチ ストリート 7090

(72)発明者 チャンドラ, アグス ソフィアン

アメリカ合衆国 カリフォルニア 95035, ミルピタス, ヒドゥン クリーク レーン 1556

(72)発明者 プラサド, チャイタニヤ エー.

インド国 バンガロール - 560011, イースト ジャヤナガル, サード ブロック, エルア

イシー コロニー, フォース クロス, 4番

審査官 長谷川 直也

(56)参考文献 米国特許出願公開第2002/0073925(US, A1)

特開2004-091848(JP, A)

特開2007-157885(JP, A)

特開2012-089863(JP, A)

米国特許出願公開第2013/0168377(US, A1)

米国特許出願公開第2009/0110826(US, A1)

特開2002-151486(JP, A)

国際公開第2013/051248(WO, A1)

特開2001-118799(JP, A)

特開2002-217187(JP, A)

特開平07-029827(JP, A)

特開2008-091938(JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H01L 21/31

H01L 21/316