

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6514106号
(P6514106)

(45) 発行日 令和1年5月15日(2019.5.15)

(24) 登録日 平成31年4月19日(2019.4.19)

(51) Int.Cl.	F I
C 2 3 C 16/455 (2006.01)	C 2 3 C 16/455
H O 1 L 21/31 (2006.01)	H O 1 L 21/31 B
C 2 3 C 16/44 (2006.01)	C 2 3 C 16/44 J
H O 1 L 21/02 (2006.01)	H O 1 L 21/02 Z

請求項の数 5 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2015-539665 (P2015-539665)
(86) (22) 出願日 平成25年10月17日(2013.10.17)
(65) 公表番号 特表2016-502595 (P2016-502595A)
(43) 公表日 平成28年1月28日(2016.1.28)
(86) 国際出願番号 PCT/US2013/065354
(87) 国際公開番号 W02014/066123
(87) 国際公開日 平成26年5月1日(2014.5.1)
審査請求日 平成28年10月17日(2016.10.17)
(31) 優先権主張番号 61/718, 413
(32) 優先日 平成24年10月25日(2012.10.25)
(33) 優先権主張国 米国 (US)
(31) 優先権主張番号 14/052, 049
(32) 優先日 平成25年10月11日(2013.10.11)
(33) 優先権主張国 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
APPLIED MATERIALS, I
NCORPORATED
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95
054 サンタ クララ パウアーズ ア
ベニュー 3050
(74) 代理人 110002077
園田・小林特許業務法人
(72) 発明者 リプリー, マーティン ジェー.
アメリカ合衆国 カリフォルニア 951
34, サン ノゼ, ミラン ドライブ
475, アpartment 204

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 選択的なガス注入及び抽出のための装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガス注入抽出装置であって、
プレートであって、プレートの厚みを貫通する複数の開孔を有し、前記複数の開孔の各開孔は開孔壁を有する、プレートと、

複数のチューブであって、各チューブは前記複数の開孔のうちの1つの中に部分的に配置され、前記チューブの各々の配置された部分は、それが配置されている前記開孔の前記開孔壁の少なくとも一部から間隔を保ち、それによって、前記開孔壁の少なくとも一部と前記チューブの前記配置された部分との間に隙間を形成し、前記複数のチューブは、第1のチューブと第2のチューブとを含む、複数のチューブと、

前記第1のチューブの各々と流体結合された、第1のガスを供給する第1のガス供給と、

前記第2のチューブの各々と流体結合された、第1のガスとは異なる第2のガスを供給する第2のガス供給と、

前記隙間の各々と流体結合された真空源であって、前記真空源は、第1の真空源と第2の真空源とを含み、前記第1の真空源は、前記開孔壁と前記第1のチューブとの間に形成された隙間に流体結合され、前記第2の真空源は、前記開孔壁と前記第2のチューブとの間に形成された隙間に流体結合されている、真空源と、を含む、ガス注入抽出装置。

【請求項 2】

前記開孔は断面が六角形である、請求項 1 に記載のガス注入抽出装置。

【請求項 3】

前記チューブのうちの少なくともいくつかは、共通ガス供給に流体結合されているか、
前記隙間のうちの少なくともいくつかは、共通真空源に流体結合されている、のうちの少なくとも1つである、請求項1に記載のガス注入抽出装置。

【請求項 4】

処理チャンバであって、
処理容積を囲み、かつ、前記処理容積の中に配置された基板支持体を有するチャンバ本体と、
前記基板支持体に対向して配置された、請求項1から3のいずれか一項に記載の前記ガス注入抽出装置とを備える、処理チャンバ。

10

【請求項 5】

前記複数のチューブのうちの少なくともいくつかは、共通ガス供給に流体結合されているか、
前記隙間のうちの少なくともいくつかは、共通真空源に流体結合されている、のうちの少なくとも1つである、請求項4に記載の処理チャンバ。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明の実施形態は概して基板処理システムに関し、より具体的には、そのような基板処理システムにおいて使用するためのガス注入抽出装置に関する。

20

【背景技術】**【0002】**

基板処理において、例えば、基板処理チャンバに提供された処理ガスの反応から形成された反応副生成物は、典型的には、排気口を介して処理チャンバから排出される。排気口は、典型的には、処理チャンバの床或いは一又は複数の側面に、チャンバ内で処理される基板の平面の下方に、配置される。しかし、そのような状態で反応副生成物を排出することによって、反応副生成物が、基板の上面を横切って流れざるを得ないことがあると、発明者は信ずる。更に、反応副生成物が基板の上面を横切って流れる際に、基板全域の様々な点において、処理ガスの全体的な組成が、変化し、ゆえに、基板全域での後続反応の動力学を変化させ、それによって、プロセス不均一性を引き起こしうると、発明者は信ずる。またこの効果は、反応副生成物は基板を横切って流れる際に集積することから、基板のエッジで激化し、ゆえに、排気口に最も近い基板のエッジの近位に最高濃度の反応副生成物を提供しうるとも、発明者は信ずる。

30

【0003】

従って、発明者は、基板処理装置内で使用するための、改良版のガス分配装置を提供した。

【発明の概要】**【0004】**

基板処理チャンバ内で使用するための、選択的なガス注入及び抽出のための方法と装置が、本書で提供される。いくつかの実施形態では、ガス注入抽出装置は、プレートであって、プレートの厚みを貫通する複数の開孔を有し、複数の開孔の各開孔は開孔壁を有する、プレートと、複数のチューブであって、各チューブは複数の開孔のうちの1つの中に部分的に配置され、チューブの各々の配置された部分は、それが配置されている開孔の開孔壁の少なくとも一部から間隔を保ち、それによって、開孔壁の少なくとも一部とチューブの配置された部分との間に隙間を形成する、複数のチューブと、チューブの各々と流体結合されたガス供給と、隙間の各々と流体結合された真空源とを含む。

40

【0005】

いくつかの実施形態では処理チャンバが提供され、処理チャンバは、処理容積を囲み、かつ、処理容積の中に配置された基板支持体を有するチャンバ本体と、基板支持体に対向して配置された、本書で開示されるどの実施形態でも説明されているような、ガス注入抽

50

出装置とを含む。

【 0 0 0 6 】

いくつかの実施形態では、ガス注入抽出装置を有する処理チャンバは、処理容積を囲み、かつ、処理容積の中に配置された基板支持体を有するチャンバ本体と、基板支持体の支持面に対向してチャンバ本体の中に配置された、第 1 ガス注入抽出装置と、基板支持体の近位の領域に一又は複数のガスを提供するために、第 1 ガス注入導管に流体結合された第 1 ガス供給と、第 1 ガス抽出導管に流体結合された第 1 真空源とを含む。第 1 ガス注入抽出装置は、基板支持体の支持面の少なくとも一部の上方に延在する第 1 ガス注入導管と、第 1 ガス注入導管に隣接し、かつ、基板支持体の支持面の少なくとも一部の上方に延在する第 1 ガス抽出導管とを含む。

10

【 0 0 0 7 】

いくつかの実施形態では、処理チャンバの処理容積内の基板支持体上に配置された基板を処理する方法が提供され、方法は、基板の少なくとも一部の上方に延在するガス注入導管を介して、処理容積に第 1 ガスを提供することと、ガス注入導管に隣接して配置され、かつ、基板の少なくとも一部の上方に延在するガス抽出導管を介して、処理容積から、少なくともいくらかの余剰第 1 ガス、及び、あらゆる処理副生成物を除去することと、基板の少なくとも一部の上方に延在する第 2 ガス注入導管を介して、処理容積に第 2 ガスを提供することと、第 2 ガス注入導管に隣接して配置され、かつ、基板の少なくとも一部の上方に延在する第 2 ガス抽出導管を介して、処理容積から、少なくともいくらかの余剰第 2 ガス、及び、あらゆる処理副生成物を除去することを含む。

20

【 0 0 0 8 】

本発明の他の実施形態及び更なる実施形態について、下記に説明する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

上記で簡潔に要約され、下記でより詳細に論じられる本発明の実施形態は、添付の図面に示す本発明の例示的な実施形態を参照することにより理解可能である。しかし、本発明は他の等しく有効な実施形態も許容しうるため、添付の図面は、この発明の典型的な実施形態のみを示しており、従って、本発明の範囲を限定すると見なされるべきではないことに、留意されたい。

【図 1】本発明のいくつかの実施形態による、ガス注入抽出装置の一部の平面図を示す。

30

【図 2】線 I I - I I に沿った、図 1 の装置の拡大断面図を示す。

【図 3 A】本発明のいくつかの実施形態による、ガス注入抽出装置の断面図を示す。

【図 3 B】本発明のいくつかの実施形態による、ガス注入抽出装置の断面図を示す。

【図 4】本発明のいくつかの実施形態による、ガス注入抽出装置を備える処理チャンバの断面図を示す。

【図 5 A】基板支持体の上部に配置された、本発明の実施形態によるガス注入抽出装置の上面図を示す。

【図 5 B】基板支持体の上部に配置された、本発明の実施形態によるガス注入抽出装置の上面図を示す。

【図 5 C】基板支持体の上部に配置された、本発明の実施形態によるガス注入抽出装置の上面図を示す。

40

【図 5 D】基板支持体の上部に配置された、本発明の実施形態によるガス注入抽出装置の上面図を示す。

【図 5 E】基板支持体の上部に配置された、本発明の実施形態によるガス注入抽出装置の上面図を示す。

【 0 0 1 0 】

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ために同一の参照番号を使用した。図は縮尺どおりには描かれておらず、分かり易くするために簡略化されていることがある。一実施形態の要素及び特徴は、更なる記述がなくとも、他の実施形態内に有益に組み込まれうるものが、企図される。

50

【発明を実施するための形態】

【0011】

基板処理システム、例えば半導体基板処理システム内で使用するための選択的ガス注入抽出装置の実施形態が、本書で提供される。本書で開示されている発明の選択的ガス注入抽出装置の実施形態は、急速熱処理（RTP）、化学気相堆積（CVD）、エピタキシャル堆積、原子層堆積（ALD）などのようなプロセスに適合した処理チャンバを含むがそれらだけに限定されない、任意の適切な処理チャンバ内で使用されうる。適切な処理チャンバは、カリフォルニア州 Santa Clara の Applied Materials, Inc. により市販されている、RTP、CVD、ALD、エピタキシャル堆積など向けに構成された処理チャンバを含むが、それらだけに限定されない。他のプロセス向けに構成されたチャンバ、及び、他の製造者によって作られたチャンバを含む、他の処理チャンバも、本書の教示による発明の選択的ガス注入抽出装置から恩恵を受けうるものが、企図される。

10

【0012】

選択的ガス注入抽出装置の実施形態は概して、ガス注入口によって提供されたガスが近位のガス抽出口を介して抽出されうるように、一又は複数のガス注入口の近位に一又は複数のガス抽出口を提供し、それによって、従来型の処理チャンバで典型的に見られるような、基板の側部に位置する排気口への、基板の表面を横切る処理ガス及び／又は処理副生成物の流れを回避する。選択的ガス注入抽出装置の様々な実施形態が、下記でより詳細に論じられる。

20

【0013】

例えば図1は、本発明のいくつかの実施形態による選択的ガス注入抽出装置100内での使用に適する、プレート102の第1面102aの部分平面図を示す。いくつかの実施形態では、選択的ガス注入抽出装置100は、概して、第1面102aと、対向する第2面102bとを有するプレート102を備えうる（図2）。複数の孔又は開孔104が、所望のパターンで、第1と第2の面102aと102bとの間のプレート厚を貫通して設けられる。所望のパターンは、プレート102と、プレート102の第1面102aに対向して配置された基板との間の処理領域に送達され、処理領域から抽出されるガスの、所望の分配を提供するよう選択されうる。開孔104は、プレート102の厚みを貫通する開孔壁106を備える。開孔104は、図を分かり易くするためにのみ、円形断面を有するものとして図示されている。他の形状を有する開孔104が、一部の用途のために使用されうる。非限定的で例示的な開孔断面は、楕円形、三角形、四角形、六角形、又は、他の湾曲形状及び／又は多角形状を含みうる。開孔104は、その長さに沿って変わる断面を有しうる。開孔104のサイズ又は断面は、同一のプレートの中で相違しうる。

30

【0014】

いくつかの実施形態により、中空チューブ状構造物又はチューブ108が、開孔104の中に少なくとも部分的に配置され、かつ、開孔壁106の少なくとも一部から間隔を保つ。図を分かり易くするためにのみ、チューブ108は、円形断面を有するように図示されている。しかし、他の形状を有するチューブ108も使用されうる。非限定的で例示的なチューブ断面は、楕円形、三角形、四角形、六角形、又は、他の曲線形状及び／又は多角形状を含みうる。チューブ108は、その長さに沿って変わる断面を有することがあり、かつ、同一の実施形態においてサイズ又は断面が相違しうる。チューブ108の断面形状は開孔104と同一であるか、又はほぼ同一であり、或いは、チューブ108の断面形状は、開孔104の断面形状とは異なりうる。

40

【0015】

分かり易くするために、チューブ108は、チューブ108と開孔壁106との間にほぼ均一な遊隙又は隙間110を備えた開孔104の中の、ほぼ中心にある（例えば同軸配置である）ように図示されている。しかし、チューブ108は、開孔104の中心にある必要はなく、隙間110は均一である必要はない（例えば偏心配置）。チューブ108は部分的に開孔壁106に接近しており、それによって、チューブのその部分と、開孔壁1

50

06のチューブに隣接する部分との間の隙間110のサイズを減少させうる。チューブ108の一部は、開孔壁106の一部に接触して、チューブのその部分と開孔壁106との間の遊隙又は隙間110をなくすか、又はほぼなくしうる。開孔104に対するチューブ108の偏心位置により、遊隙又は隙間110が局所的に減少する場合、チューブ108の他の部分と開孔壁106との間の隙間110は増大しうる。

【0016】

プレート102とチューブ108は、プレート102又はチューブ108が中で使用される処理ガス及び/又は処理環境に対して非反応性の、任意の材料から製造されうる。例えば、いくつかの実施形態では、プレート102又はチューブ108は、金属（例えばステンレス鋼、アルミニウムなど）、又はセラミック（例えば窒化ケイ素（ SiN ）、アルミナ（ Al_2O_3 ）など）から製造されうる。代替的には、いくつかの実施形態では、プレート102又はチューブ108は、透明な材料、例えば、結晶石英（ SiO_2 ）、ガラス状酸化ケイ素（ SiO_2 ）、透明アルミナ（ Al_2O_3 ）（例えばサファイア）、透光性アルミナ（ Al_2O_3 ）、酸化イットリウム（ Y_2O_3 ）、又は、コーティングされた透明セラミックから製造されうる。本発明の選択的ガス注入抽出装置に適する材料の追加的な例は、David S. Balance氏等に1998年7月14日に付与され、本出願の譲受人に譲渡された、「上部及び下部の透明プレート、及びそれらの間のガス流を備えたRTPチャンバ向けのガス導入シャワーヘッド（Gas Introduction Showerhead For An RTP Chamber With Upper And Lower Transparent Plates And Gas Flow Therebetween）」と題された米国特許5,781,693号において、本発明の予期される環境と類似した環境で使用される透明シャワーヘッドに関連して、開示されている。

【0017】

図2は、本発明のいくつかの実施形態による、線II-IIに沿った、図1のガス注入抽出装置100の拡大断面図である。チューブ108は、ガス供給112、112aに流体結合されうる。図示するように、各チューブ108は、同一のガスを供給するための共通ガス供給であるか、又は、異なるガス供給でありうる、ガス供給112、112aに接続される。ガス供給112、112aが異なるガスを供給する実施形態では、ガスは、組成（例えば、異なるガス又は異なるガスの混合物）、構成要素の濃度、圧力、温度、流量、又は他の測定可能特性が違いうる。

【0018】

ガス供給112、112aによって供給された一又は複数のガスは、例えば半導体デバイス又は他の薄膜の製造技術における、基板の処理に適するガスでありうる。例えば、ガスは、（例えば、基板を処理すること、基板上に材料を堆積させること、基板をエッチングすることなどのための）反応性ガス、（例えば、基板を包含する処理容積をパージすることなどのための）非反応性ガス、又はそれらの組み合わせのうちの、一又は複数でありうる。

【0019】

図2に示されている実施形態では、チューブ108は、第2面102bから第1面102aまでプレート102を貫通する開孔104の中に配置され、第1面102aで終端する。他の実施形態では、チューブ108は、第2面102bから開孔104の中に配置され、第1面102aの上部で（すなわち、第1面102aから第2面102bの方向に間隔を保った一点で）終端することがあり、開孔104の一部にはチューブがないまとなる。他の実施形態では、チューブ108は、開孔104を貫通して第2面102bから延在し、第1面102aを超えた一点で終端しうる。

【0020】

開孔104は、真空源114、114aに流体結合されうる。図2に示すように、各開孔104は、共通真空源であるか、又は異なる真空源でありうる、真空源114、114aに接続される。開孔104に適用された真空源は、基板支持体の上部の領域からの、又は、基板が基板支持体に装着されている時には、基板の表面からの、ガス、及び、処理副

10

20

30

40

50

生成物などの他の物質の、急速かつ効率的な除去を促進しうる。

【 0 0 2 1 】

図 2 は、真空源 1 1 4、1 1 4 a が開孔 1 0 4 に結合されている、本発明の非限定的な実施形態を示す。開孔 1 0 4 の断面積は、開孔 1 0 4 の中に配置されたチューブ 1 0 8 の存在によって減少する。従って、真空源 1 1 4 は、実質的には、開孔壁 1 0 6 とチューブ 1 0 8 との間に形成された隙間 1 1 0 に流体接続される。

【 0 0 2 2 】

図示されている実施形態では、プレート 1 0 2 は、第 2 面 1 0 2 b の近位に、開孔 1 0 4 の断面積 1 1 6 が減少する区域を備える。減少した断面積 1 1 6 は、チューブ 1 0 8 の一部に当接して流体密封するよう構成されうる。代替的には又は組み合わせで、密封を提供するために、チューブ 1 0 8 の対応する領域では、断面積の増大が提供されうる。代替的には又は組み合わせで、ガスケット、又は、リングのような他の密封材料が、チューブ 1 0 8 とプレート 1 0 2 との間の密封の提供を促進するために、プレート 1 0 2 とチューブ 1 0 8 との間に設けられうる。真空ポート 1 1 5 が、開孔 1 0 4 (実質的には隙間 1 1 0) を真空源 1 1 4、1 1 4 a、例えば一又は複数の真空ポンプに流体結合させ、開孔 1 9 0 4 (実質的には隙間 1 1 0) と真空源との間に直接的なリンクを提供しうる。

【 0 0 2 3 】

図 2 に示す真空源 1 1 4 と開孔 1 0 4 との結合は、例示的な構成であり、限定と見なされるべきではない。真空源と開孔の結合の代替的な例示構成が、図 3 A から図 3 B に示されている。図 3 A に示すように、複数の開孔 1 0 4 はプレナム 2 0 0 に流体結合される。チューブ 1 0 8 はプレナムを通過し、プレナムは、チューブ 1 0 8 の周囲で、例えばチューブ 1 0 8 がプレナム 2 0 0 から出る区域 2 0 2 で、流体密封される。プレナム 2 0 0 が真空ポンプなどの真空源 1 1 4 と流体連通していることにより、プレナムの中の圧力は減少するプレナム 2 0 0 と開孔 1 0 4 とは流体結合していることから、真空源 1 1 4 は、プレナム 2 0 0 に接続された開孔 1 0 4 に、真空又は圧力減少を提供する。開孔を真空源に流体接続させるための他の構成も、企図される。

【 0 0 2 4 】

図 3 B に示すように、複数の開孔 1 0 4 は、上述のようにプレナム 2 0 0 (例えば第 1 プレナム) に流体結合され、かつ、複数のチューブ 1 0 8 は第 2 プレナム 3 0 2 に流体結合される。第 1 及び第 2 のプレナム (2 0 0、3 0 2) は、ガス注入抽出装置 1 0 0 の中で、互いに隔離されている。(チューブ 1 0 8 に類似する)一又は複数のチューブ 3 0 4 が、真空源 1 1 4 を第 1 プレナム 2 0 0 に結合するために、設けられうる。ガス供給 1 1 2 は、第 2 プレナム 3 0 2 を介してチューブ 1 0 8 に一又は複数の処理ガスを提供するために、第 2 プレナム 3 0 2 に結合されうる。

【 0 0 2 5 】

発明のガス注入抽出装置 1 0 0 は、図 4 に断面が概略的に示されている処理チャンバ 4 0 0 の構成要素を形成しうる。処理チャンバ 4 0 0 は、処理容積 4 0 4 を囲むチャンバ本体 4 0 2 と、ガス注入抽出装置 1 0 0 とを備える。処理チャンバ 4 0 0 は、上に基板を支持するための基板支持体 4 0 6 を含みうる。基板支持体 4 0 6 は、回転するように処理チャンバ 4 0 0 内に装着されるか、回転しないようにチャンバに装着されるか、又は、選択的に回転するように装着されうる。

【 0 0 2 6 】

図示するように、チューブ 1 0 8 は各々、ガス供給 1 1 2、1 1 2 a に接続される。上記のように、ガス供給 1 1 2、1 1 2 a は、同一の、又は異なるガスを提供しうるが、同一のガスを供給する場合には、共通ガス供給となりうる。

【 0 0 2 7 】

処理ガスが処理チャンバ 4 0 0 に導入される際、処理ガスは互いに、かつ/又は、基板、例えば、基板支持体 4 0 6 の基板支持体表面 4 0 8 に配置された基板 4 1 0 と、反応して、特に反応副生成物を形成する。反応副生成物は、開孔 1 0 4 とチューブ 1 0 8 との間に形成された隙間 1 1 0 を介して、処理チャンバ 4 0 0 の処理容積 4 0 4 から排出される

10

20

30

40

50

。隙間 110 は、チューブ 108 を取り巻いて、又は少なくとも部分的に取り巻いて、形成される。

【0028】

ゆえに、チューブ 108 及び関連する構成要素は、処理容積 404 に一又は複数のガスを提供して基板 410 を処理するための、開示されているガス注入抽出装置 100 のガス注入部分を備える。開孔 104 又は隙間 110、及び関連する構成要素は、ガス注入抽出装置 100 のガス抽出部分を備える、ガス抽出部分は、基板 410 の表面に対向する位置から、処理容積 404 から一又は複数のガス及び / 又は処理副生成物を除去し、それによって、有利には、基板 410 の表面を横切る処理ガス又は処理副生成物の流れを防ぎ、又は限定する。

10

【0029】

既知の処理チャンバでは、処理ガスが、基板の上部から基板に導入されて、基板と反応し、少なくとも処理副生成物を形成することがよくある。処理ガスと処理副生成物は、典型的には、チャンバ側壁に、又は、基板支持体の下方に位置する排気へと流れるようにされる。理論によって束縛されることは望まないが、既知のプロセスにおけるもののような、基板の上面からの反応副生成物の説明されている流れは、基板全域の様々な点において、ガスの全体的な組成に望ましくない変化を起こし、それによって、反応動力学及び基板全域の処理ガス反応に影響を与え、ゆえに、望ましくないプロセス不均一性を引き起こしうると、発明者は信ずる。更に、この効果は、反応副生成物は基板を横切って流れる際に集積することから、基板のエッジで激化し、排気に最も近い基板のエッジの近位に最高濃度の反応副生成物を提供しうると、発明者は信ずる。

20

【0030】

そのため、本発明の実施形態では、開示されているガス注入抽出装置 100 のガス抽出を提供する開孔 104 と隙間 110 は、ガス注入を提供するチューブ 108 に隣接して、基板 410 の上部に位置する。この構成において、より均一なプロセスが得られると発明者は信ずる。

【0031】

基板を処理するために処理チャンバにそのような状態で真空を提供することによって、反応副生成物が、処理容積から早急かつ効率的に除去され、それにより、基板 410 の近辺又は基板 410 上での後続反応に対する反応副生成物の上述の効果を低減させるか、又はなくしうることを、発明者は見出した。ガス注入抽出装置 100 は、所望のプロセスを実行し、かつ、処理ガス及び反応副生成物の流れの所望のパターンを提供して反応副生成物の上述の除去を促進するために、必要な数のガス注入抽出位置を提供するに適するよう、任意の様態で構成されうる。

30

【0032】

上記の説明及び図は、ガス供給 112、112a に結合されたチューブ 108 と、真空源 114、又は複数の真空源 114 及び 114a に結合された開孔 104 及び隙間 110 とを備えた、本ガス注入抽出装置 100 を示す。他の実施形態では、チューブ 108 は真空源 114、114a に流体結合され、開孔 104 と隙間 110 とはガス供給 112、112a に流体結合されうる。

40

【0033】

図 1 から図 4 に関連して上記に開示されている実施形態の代替的には、又は、それらとの組み合わせで、本選択的ガス注入抽出装置の実施形態は、処理チャンバ内で使用するためのガス注入導管、及び隣接するガス抽出導管を含みうる。本開示で使用する際、「導管」は、流体を運搬するために使用されるパイプ、チューブ又はダクトを意味するために使用される。導管は、流体を適正に運搬することに適する、任意の断面閉形状を有しうる。非限定的で例示的な断面形状は、円形、楕円形、又は他の曲線形状、並びに多角形断面形状を含む。図 5A から図 5D は、ガス注入導管と、隣接するガス抽出導管とを備える実施形態の概略図である。

【0034】

50

図5Aは、基板支持体上に配置された基板410を含むか又は含まない、基板支持体406の第1面に(例えば基板支持体406の上部に、又はそれに対向して)配置された、第1ガス注入抽出装置500を示す。基板支持体は、基板支持体表面上の一点、例えば中心点Cの周囲を回転するように装着されるか、又はそのように装着されない。基板支持体406と基板410は、図を分かり易くするためにのみ、円形状として図示されている。発明の装置は、他の形状の基板支持体及び/又は基板と共に使用されうる。第1ガス注入抽出装置500と基板支持体は、図5には図示されていないが、例えば図4に関して上述された処理チャンバ400に類似の、処理チャンバを備えうる。

【0035】

第1ガス注入抽出装置500は、細長い第1ガス注入導管502と、ガス注入導管に隣接する細長い第1ガス抽出導管504とを備える。導管502と504は、別個の構造物であるか、又は、流体的に分離した導管を備えた一体構造物でありうる。導管502と504は、図を分かり易くするためにのみ、類似のサイズの隣接するものとして図示されている。導管502と504は、都合に応じて、同一の又は異なる断面形状或いはサイズを有しうる。ガス注入導管502はまた、ガス抽出導管504よりも長く、又は短くなりうる。ガス注入導管の第1端部502aは、ガス抽出導管の第1端部504aからオフセットされて、ガス抽出導管の第1端部504aを超えて延在するか、又は、そこまで達しないことがある。ガス注入導管の第2端部502bとガス抽出導管の第2端部504bについて、類似の関連性が存在しうる。

【0036】

細長い第1ガス注入導管502は、ガス供給112に流体結合されうる。いくつかの実施形態では、ガス供給112は、基板410が存在する場合にはそれに一又は複数のガスを送達するために、例えば一又は複数の開口506を介して、基板支持体406の上部の区域に導入するようガス注入導管502に一又は複数のガスを供給する。一又は複数の開口506は、ガス流量、ガス分配位置、ガス流速などのような所望のガス分配特性を提供するために、(数、サイズ、パターン等の)所望に応じて、ガス注入導管502に沿って分布しうる。

【0037】

細長い第1ガス抽出導管504は、真空源114、例えば真空ポンプに流体結合されうる。真空源114は、例えば、ガス抽出導管504に配置された一又は複数の開口508を介して、ガス及び/又は処理副生成物の局所的除去を促進する。一又は複数の開口508は、一又は複数の開口506と類似でありうる。

【0038】

第1ガス注入抽出装置500の導管502と504は、基板支持体406の周縁部における、又は周縁部を超えた第1の点から、基板支持体406の周縁部の中の一点へと、基板支持体の上部に延在しうる。すなわち、第1ガス注入抽出装置500の一部は、基板支持体406の一部の上方に延在する。導管502と504は、基板支持体に対して任意の配向で、基板支持体406の上方に延在しうる。非限定的な一実施例としては、図5Aに示すように、第1ガス注入抽出装置500の導管502と504は、円形基板支持体406の弦に沿って延在する。導管502と504は、円形基板支持体の任意の弦、半径又は直径、或いはそれらの一部に沿って、延在しうる。同様に、第1ガス注入抽出装置500の導管502と504は、非円形基板支持体に対して、任意の配向で、任意の長さに、非円形基板支持体の上方に延在しうる。いくつかの実施形態では、導管502、504は、より均一な処理結果を提供するために、基板支持体406(及び基板410)の中心Cの近位の一点まで、少なくとも延在する。例えば、いくつかの実施形態では、導管502、504は、半径に沿って中心Cまで、又は中心Cよりも若干手前か或いは若干後ろの一点まで、又は、一又は複数の開口506、508のうちの末端開口が中心Cの上方に或いはその近辺に配置されるような一点まで、延在する。

【0039】

いくつかの実施形態では、図5Bから5Dに示すように、第2ガス注入導管512と第

10

20

30

40

50

2 ガス抽出導管 5 1 4 とを備える第 2 ガス注入抽出装置 5 1 0 が、第 1 ガス注入抽出装置 5 0 0 と併せて使用されうる。第 2 ガス注入抽出装置 5 1 0 は、第 1 ガス注入抽出装置 5 0 0 と同一の又は類似した構造のものでありうる。第 2 ガス注入抽出装置 5 1 0 は、上述の導管 5 0 2 及び 5 0 4 に類似する、第 2 ガス注入導管 5 1 2 と第 2 ガス抽出導管 5 1 4 とを備える。

【 0 0 4 0 】

第 2 ガス注入導管 5 1 2 と第 2 ガス抽出導管 5 1 4 は、ガス供給 1 1 2 a 及び真空源 1 1 4 a に流体結合されうる。第 2 ガス注入導管 5 1 2 に結合されたガス供給 1 1 2 a は、ガス供給 1 1 2 と同一のガスを提供するか、又は、異なるガスを提供しうる。例えば、ガス供給 1 1 2 は、第 1 ガス注入導管、導管 5 0 2 に、処理ガスを提供し、かつ、第 2 ガス供給 1 1 2 a は、第 2 ガス注入導管 5 1 4 に第 2 処理ガスを提供しうる。代替的には、一方のガス供給が結合された導管に処理ガスを提供し、かつ、他方のガス供給が、同様に結合された導管に、パージガス又は不活性ガスを提供しうる。ガス供給 1 1 2 は、ガス注入導管、導管 5 0 2 及び 5 1 2 に、同一のガスを提供するために、ガス供給 1 1 2 a に流体結合されうる。

10

【 0 0 4 1 】

真空源 1 1 4 a は、抽出導管、導管 5 0 4 と 5 1 4 に、共通真空源を提供するよう、真空源 1 1 4 と同一でありうる。代替的な実施形態では、真空源 1 1 4 は、真空源 1 1 4 a とは別個でありうる。

【 0 0 4 2 】

20

そのため、第 2 ガス注入導管 5 1 2 と第 2 ガス抽出導管 5 1 4 は、上述の、第 1 ガス注入導管、導管 5 0 2、及び、第 1 ガス抽出導管、導管 5 0 4 と、同一の、又はほぼ同一の機能を提供する。

【 0 0 4 3 】

2 つ以上のガス注入抽出装置、例えば、3 つ又は 4 つのガス注入抽出装置を備える実施形態が、企図される。2 つ以上のガス注入抽出装置を備える実施形態では、各装置は、1 つ又は 2 つのガス注入抽出装置を備える実施形態と、同一の、又はほぼ同一の様態で作動しうる。

【 0 0 4 4 】

図 5 B では、第 1 ガス注入抽出装置 5 0 0 の導管 5 0 2 と 5 0 4 は、基板支持体 4 0 6 の円周部における、又は周縁部を超えた第 1 の点から、基板支持体 4 0 6 の周縁部の中の第 1 の点へと、基板支持体の上部に延在する。第 2 ガス注入抽出装置 5 1 0 の導管 5 1 2 と 5 1 4 は、基板支持体 4 0 6 の円周部における、又は周縁部を超えた第 2 の点から、基板支持体 4 0 6 の周縁部の中の第 2 の点へと、基板支持体の上部に延在する。従って、各ガス注入抽出装置 5 0 0 及び 5 1 0 の導管 5 0 2、5 0 4 及び 5 1 2、5 1 4 のうちの一部はそれぞれ、基板支持体 4 0 6 の 0 一部の上方に延在する。図示されている実施形態では、導管 5 0 2、5 0 4 及び 5 1 2、5 1 4 は、概して平行な間隔を保つ線 L 1 と L 2 にそれぞれに沿って、延在する。導管 5 0 2、5 0 4、5 1 2 及び 5 1 4 は、基板支持体 4 0 6 の上部へと同一の距離を保って位置付けられるか、又は、基板支持体の上部へと異なる距離を保って位置付けられうる。L 1 と L 2 は、中心点 C の対向する両側部に位置付けられたものとして、図示されている。L 1 と L 2 は、中心点 C の同一の側部にも位置付けられうる。

30

40

【 0 0 4 5 】

図 5 C に示されている実施形態では、第 1 と第 2 のガス注入抽出装置 5 0 0、5 1 0 の導管 5 0 2、5 0 4 及び 5 1 2、5 1 4 はそれぞれ、上記のように、基板支持体 4 0 6 の周縁部における、又は周縁部を超えた点から、周縁部の中の点へと、延在する。図示されている実施形態では、第 1 と第 2 のガス注入抽出装置 5 0 0、5 1 0 は、概して、基板支持体 4 0 6 の上部の一点で交わる、線 L 1 と L 2 に沿って延在する。線 L 1 と L 2 の一方又は両方は、基板支持体 4 0 6 の上部で、容積の中心点を通過しうる。線 L 1 と L 2 は、0°から 180°までの範囲内で、任意の角度を形成しうる。いくつかの実施形態では、

50

L 1 と L 2 は約 90 度の角度を形成しうるが、他の実施形態では、角度 は約 120 度又は約 180 度でありうる。

【0046】

例えば図 5 D に示された、2 つのガス注入抽出装置 500 と 510 を用いる実施形態では、第 1 ガス注入導管 502、第 1 ガス抽出導管 504、第 2 ガス注入導管 512、及び、第 2 ガス抽出導管 514 が、図示するように配設されうる。図示するように、第 1 ガス注入導管 502 は第 2 ガス抽出導管 514 と概して共線であり、かつ、第 1 ガス抽出導管 504 は第 2 ガス注入導管 512 と概して共線である。この構成は、回転する基板支持体 406 と共に使用される時に、有益な結果を提供しうる。

【0047】

矢印 516 で例示的に示されるように回転する基板支持体 406 を備えた、図 5 D に示す構成では、基板 410 の一区域は、最初にガス注入導管 502 (又は 512) からのガス注入に曝露され、続いて、関連するガス抽出導管 504 (又は 514) からのガス抽出に曝露される。ガス注入及びガス抽出は、上述のように、基板支持体 406 の上部から提供される。

【0048】

いくつかの実施形態では、2 つ以上のガス注入抽出装置 500 が互いに連動して作動しうる。ガス注入導管 (502) とガス抽出導管 (504) とを備える複数のガス注入抽出装置は、基板支持体上面 408 の上部に、処理チャンバ内、処理容積内に、構成されうる。上述のように、2 つのガス注入抽出装置 500 と 510 を備える実施形態では、2 つ以上の装置が任意の構成で配設されうる。例えば、2 つ以上の装置は、基板支持体 406 の上部の容積の中で等間隔を保っているか、又は、基板支持体の上方の特定の区域の中に集中していることがある。

【0049】

2 つ以上のガス注入抽出装置 500 を備える実施形態の非限定的な一実施例が、図 5 E に示されている。図示するように、4 つのガス注入抽出装置 500 が、基板支持体 406 の、及び基板 410 が存在する場合にはその周囲に、ほぼ等しい間隔を保っている。上述のように、各装置は、ガス供給 112 に流体結合されたガス注入導管 502、及び、真空源 114 に流体結合されたガス抽出導管 504 を備える。導管 502 及び 504 は、概して 90 度の角度 を形成する線 L 1 及び L 2 と、概して一直線になる。基板支持体 406 は、矢印 516 で示すように回転するよう支持されうる。図示するように回転することで、基板支持体 406 の、又は、基板が存在する場合はその一区域が、最初にガス注入導管 502 に、続いてガス抽出導管 504 に遭遇して、上述のプロセス均一性から恩恵を受ける。

【0050】

図 5 E に示すような各ガス注入抽出装置 500 は、異なるガスを提供しうる。いくつかの実施形態では、少なくとも 1 つのガス注入導管 502 によって処理ガスが供給され、少なくとも 1 つのガス注入導管 502 によってパージガス、又は不活性ガスが提供される。一又は複数のガス抽出導管 504 が共通真空源に流体結合されるか、又は、各ガス抽出導管 504 が別個の真空源に流体結合されうる。

【0051】

複数のガス注入抽出装置 500 を備える実施形態では、装置は、異なる構成でありうる。例えば、導管、及び / 又はそれぞれの導管に設けられた一又は複数の開口は、上述のように、所望のガス分布特性を提供するために、特定の動作向きの異なるサイズ、形状又は材料でありうる。

【0052】

基板支持体の回転方向に従うガス抽出を伴うガス注入、例えば、処理ガス注入を提供することによって、処理容積から、及び、基板支持体上部の区域から、反応副生成物が早急かつ効率的に除去されうることを、発明者は見出した。そうすることで、処理ガスのようなガス、及び、処理副生成物のような他の物質の流れが、基板支持体表面 408 にほぼ垂

10

20

30

40

50

直になる。

【 0 0 5 3 】

発明のガス注入抽出装置 5 0 0 は、有利には、基板 4 1 0 が存在する場合にはその上での、後続反応に対する反応副生成物の上述の効果を低減するか、又はなくす。ガス注入抽出装置 5 0 0 は、所望のプロセスを実行し、かつ、処理ガス及び反応副生成物の流れの所望のパターンを提供して反応副生成物の上述の除去を促進するために、必要な数のガス注入抽出位置を提供するに適するよう、任意の適切な様態で構成されうる。

【 0 0 5 4 】

例示的な一動作モードでは、原子層堆積 (A L D) プロセスが、発明の装置を使用して実施されうる。例えば、一ガス注入抽出装置 (例えば 5 0 0) によって第 1 ガスが提供され、かつ、別のガス注入抽出装置 (例えば 5 1 0) によって第 2 ガスが提供されうる。第 1 ガスは、基板上に材料層を堆積させるための前駆体ガスであり、かつ、基板に吸着して、約 1 原子厚の前駆体の単一層又は層を形成しうる。第 2 ガスは、第 1 の処理ガス (例えば前駆体ガス) と反応して材料を含む所望の層を形成するための、還元体ガス又は他の反応剤でありうる。基板 4 1 0 が基板支持体 4 0 6 上で回転する際に、第 1 ガスと第 2 ガス (例えば前駆体ガスと還元体ガス) の相互作用の複数の反復が実行されて、所望の厚さまで材料層を堆積させうる。それぞれのガス注入抽出装置の排気部分は、余剰の第 1 ガス及び第 2 ガスを除去して、他のチャンバ構成要素上への望ましくない堆積を制限するか、又は防止する。いくつかの実施形態では、例えば図 5 E に示すように、ガス注入抽出装置 5 0 0 と第 2 ガス注入抽出装置 5 1 0 (例えば第 3 ガス注入抽出装置 5 2 0 と第 4 ガス注入抽出装置 5 3 0) との間に、追加的なガス注入抽出装置が提供されうる。第 3 と第 4 のガス注入抽出装置は、作業中に、パージガスを提供して、第 1 と第 2 のガスの間の望ましくない相互作用を更に制限するか、又は防止しうる。

【 0 0 5 5 】

ゆえに、処理システム内で使用するためのガス注入抽出装置の実施形態が、本書で提供された。いくつかの実施形態では、発明のガス注入抽出装置は、有利には、基板の表面からの、処理反応副生成物の早急かつ効率的な除去を提供し、それによって、後続のプロセス反応に対して反応副生成物が有する効果を低減するか、なくしうる。

【 0 0 5 6 】

上記は本発明の実施形態を対象とするが、本発明の基本的な範囲から逸脱することなく、本発明の他の実施形態及び更なる実施形態を考案することは可能である。

(付記 1)

ガス注入抽出装置を有する処理チャンバであって、

処理容積を囲み、かつ、前記処理容積の中に配置された基板支持体を有するチャンバ本体と、

前記基板支持体の支持面に対向して前記チャンバ本体の中に配置された、第 1 ガス注入抽出装置とを備え、前記第 1 ガス注入抽出装置は、

前記基板支持体の前記支持面の少なくとも一部の上方に延在する第 1 ガス注入導管、

前記第 1 ガス注入導管に隣接し、かつ、前記基板支持体の前記支持面の少なくとも一部の上方に延在する第 1 ガス抽出導管、

前記基板支持体の近位の領域に一又は複数のガスを提供するために、前記第 1 ガス注入導管に流体結合された第 1 ガス供給、及び、

前記第 1 ガス抽出導管に流体結合された第 1 真空源を備える、処理チャンバ。

(付記 2)

更に、

前記基板支持体の前記支持面に対向して前記チャンバ本体の中に配置された、第 2 ガス注入抽出装置を備え、前記第 2 ガス注入抽出装置は、

前記基板支持体の前記支持面の少なくとも一部の上方に延在する第 2 ガス注入導管、

前記第 2 ガス注入導管に隣接し、かつ、前記基板支持体の前記支持面の少なくとも一部の上方に延在する第 2 ガス抽出導管、

前記基板支持体の近位の第 2 領域に一又は複数のガスを提供するために、前記第 2 ガス注入導管に流体結合された第 2 ガス供給、及び、

前記第 2 ガス抽出導管と流体結合された第 2 真空源を備える、付記 1 に記載の処理チャンバ。

(付記 3)

前記第 1 ガス注入導管と抽出導管、及び、前記第 2 ガス注入導管と抽出導管は、共線である、付記 2 に記載の処理チャンバ。

(付記 4)

前記第 1 ガス注入導管は前記第 2 ガス抽出導管と共線であり、かつ、前記第 2 ガス注入導管は前記第 1 ガス抽出導管と共線である、付記 3 に記載の処理チャンバ。

(付記 5)

前記第 1 真空源と前記第 2 真空源とは共通真空源である、付記 2 から 4 のいずれか一項に記載の処理チャンバ。

(付記 6)

更に、

前記基板支持体の前記支持面に対向して、前記チャンバ本体の中に配置された第 3 と第 4 のガス注入抽出装置をさらに備え、前記第 3 と第 4 のガス注入抽出装置は、前記第 1 と第 2 のガス注入抽出装置の間に配置され、前記第 3 と第 4 のガス注入抽出装置はそれぞれ、

前記基板支持体の前記支持面の少なくとも一部の上方に延在する第 3 と第 4 のガス注入導管、

前記第 3 と第 4 のそれぞれのガス注入導管に隣接し、かつ、前記基板支持体の前記支持面の少なくとも一部の上方に延在する第 3 と第 4 のガス抽出導管、

前記基板支持体の近位の第 3 及び第 4 の領域に一又は複数のガスをそれぞれ提供するために、前記第 3 と第 4 のガス注入導管にそれぞれ流体結合された第 3 と第 4 のガス供給、及び、

前記第 3 と第 4 のガス抽出導管にそれぞれ流体結合された第 3 と第 4 の真空源を備える、付記 2 から 4 のいずれか一項に記載の処理チャンバ。

(付記 7)

前記第 1、第 2、第 3、及び第 4 の真空源は共通真空源である、付記 6 に記載の処理チャンバ。

(付記 8)

前記第 1 と第 2 のガス供給は、基板上に材料層を堆積させるための処理ガス供給であり、前記第 3 と第 4 のガス供給は不活性ガス供給である、付記 7 に記載の処理チャンバ。

(付記 9)

処理チャンバの処理容積内の基板支持体上に配置された基板を処理する方法であって、前記基板の少なくとも一部の上方に延在するガス注入導管を介して、前記処理容積に第 1 ガスを提供することと、

前記ガス注入導管に隣接して配置され、かつ、前記基板の少なくとも一部の上方に延在するガス抽出導管を介して、前記処理容積から、少なくともいくらかの余剰第 1 ガス、及び、あらゆる処理副生成物を除去することと、

前記基板の少なくとも一部の上方に延在する第 2 ガス注入導管を介して、前記処理容積に第 2 ガスを提供することと、

前記第 1 ガス注入導管に隣接して配置され、かつ、前記基板の少なくとも一部の上方に延在する第 2 ガス抽出導管を介して、前記処理容積から、少なくともいくらかの余剰第 2 ガス、及び、あらゆる処理副生成物を除去することを含む、方法。

(付記 10)

前記第 1 ガスは原子層堆積プロセスのための前駆体ガスを含み、前記第 2 ガスは、前記前駆体ガスと反応して前記基板上に材料層を形成するための、対応する還元体を含む、付記 9 に記載の方法。

10

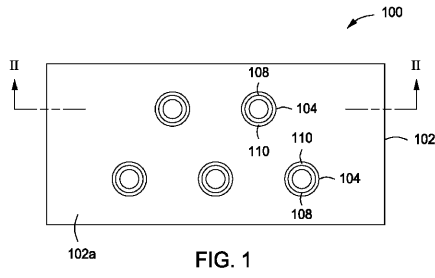
20

30

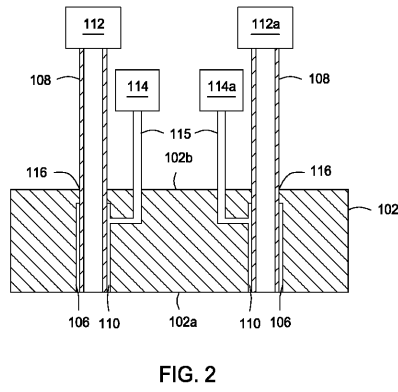
40

50

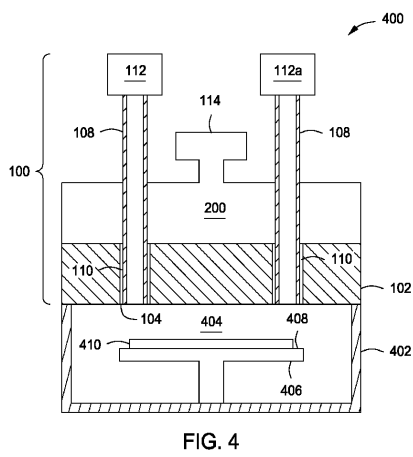
【図 1】



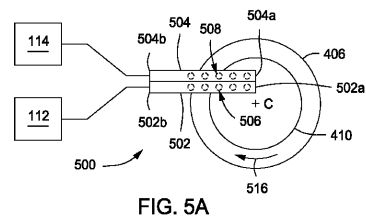
【図 2】



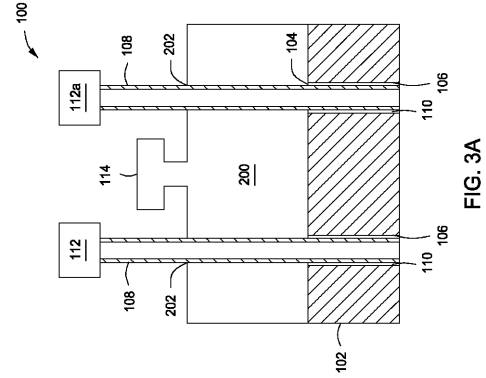
【図 4】



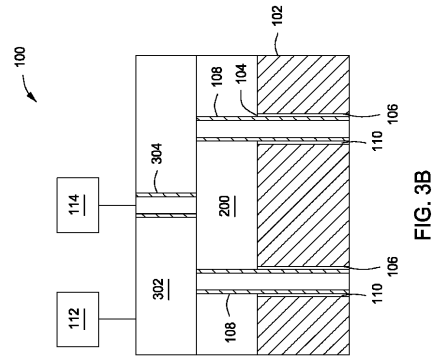
【図 5 A】



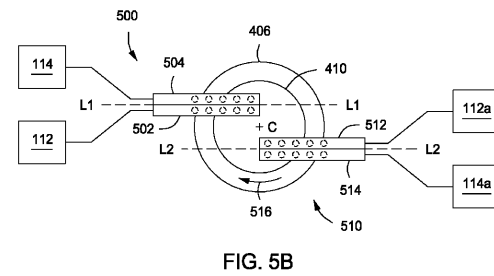
【図 3 A】



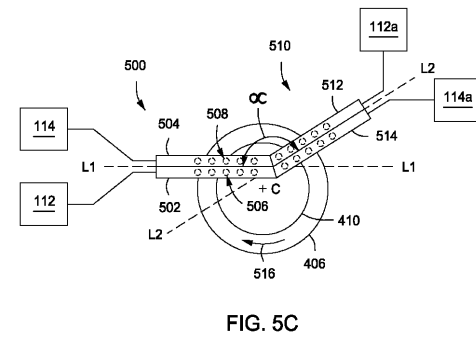
【図 3 B】



【図 5 B】



【図 5 C】



【図 5 D】

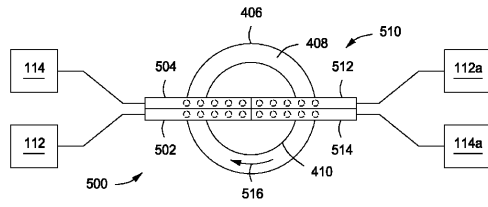


FIG. 5D

【図 5 E】

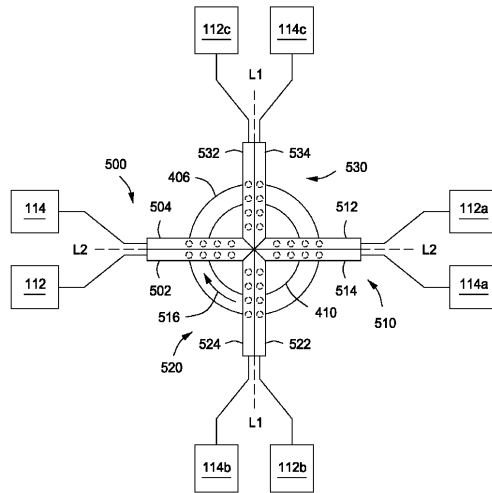


FIG. 5E

フロントページの続き

審査官 宮崎 園子

(56)参考文献 特開2001-262351(JP,A)
特開2000-114251(JP,A)
特開2008-013782(JP,A)
特開2011-222960(JP,A)
米国特許出願公開第2004/0067641(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C23C 16/455
C23C 16/44
H01L 21/02
H01L 21/31