

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7038505号

(P7038505)

(45)発行日 令和4年3月18日(2022.3.18)

(24)登録日 令和4年3月10日(2022.3.10)

(51)国際特許分類

F I

F 0 4 B 43/12 (2006.01)

F 0 4 B 43/12 C

B 0 5 C 5/00 (2006.01)

B 0 5 C 5/00 1 0 1

B 0 5 C 11/10 (2006.01)

B 0 5 C 11/10

H 0 1 L 21/027(2006.01)

H 0 1 L 21/30 5 6 4

H 0 1 L 21/30 5 6 9

請求項の数 18 外国語出願 (全22頁)

(21)出願番号 特願2017-156616(P2017-156616)

(22)出願日 平成29年8月14日(2017.8.14)

(65)公開番号 特開2018-40349(P2018-40349A)

(43)公開日 平成30年3月15日(2018.3.15)

審査請求日 令和2年3月17日(2020.3.17)

(31)優先権主張番号 62/373,729

(32)優先日 平成28年8月11日(2016.8.11)

(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(73)特許権者 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都港区赤坂五丁目3番1号

(74)代理人 100107766

弁理士 伊東 忠重

(74)代理人 100070150

弁理士 伊東 忠彦

(74)代理人 100091214

弁理士 大貫 進介

(72)発明者 アントン ジェイ・デヴィリアーズ

アメリカ合衆国 1 2 0 6 5 ニューヨー

ク州 クリフトン パーク タナー ロード

7 3 4

(72)発明者 ロドニー エル・ロビンソン

アメリカ合衆国 1 2 0 5 9 ニューヨー

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 高純度分配システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

流体を分配するための装置であって、

プロセス流体源入口から分配ノズルまで延びるプロセス流体導管であって、前記分配ノズルが前記プロセス流体源入口の下流にあるプロセス流体流れ方向として前記プロセス流体源入口から前記分配ノズルに向かってプロセス流体を推進するのに十分な圧力を有するプロセス流体を受け取るように構成されたプロセス流体導管と、

前記プロセス流体導管に沿って前記プロセス流体源入口の下流に配置されたプロセス流体弁であって、前記プロセス流体源入口から前記プロセス流体導管を通るプロセス流体の流れを選択的に許容および停止させるように構成されたプロセス流体弁と、

前記プロセス流体導管に沿って前記プロセス流体弁の下流であって、前記プロセス流体導管に沿って前記分配ノズルの上流に配置され、前記プロセス流体導管を通過するプロセス流体をろ過するように構成されたプロセス流体フィルタと、

前記プロセス流体フィルタの下流であって、前記プロセス流体導管に沿って前記分配ノズルの上流に配置された細長いブラダであって、該細長いブラダは、作動液ハウジングによって画定されたチャンバ内に配置され、チャンバ入口からチャンバ出口まで延び、前記チャンバ入口の開口部と前記チャンバ出口の開口部との間に直線流路を画定し、前記チャンバ内で横方向に膨張しおよび横方向に収縮するように構成され、その結果、前記細長いブラダ内のプロセス流体の体積は増大可能および減少可能である細長いブラダと、

前記細長いブラダの外面に作用する作動液圧力を増大することにより前記細長いブラダを

選択的に収縮させることによって前記分配ノズルからプロセス流体を分配させるように構成された制御器であって、前記細長いブラダの外面に作用する作動液圧力を低減することにより前記細長いブラダを選択的に膨張させることによって前記分配ノズルからのプロセス流体の分配を停止するように構成された制御器と、を含み、
前記プロセス流体導管は、前記プロセス流体弁から前記分配ノズルの出口開口端部まで、前記細長いブラダ以外に弁がなく、且つ前記プロセス流体源入口と前記プロセス流体弁との間にポンプがない、
装置。

【請求項 2】

前記装置は、前記プロセス流体弁が開放している間に、前記分配ノズルからの所与の分配動作を開始し、前記分配ノズルからの前記所与の分配動作を停止するように構成される、請求項 1 に記載の装置。

10

【請求項 3】

前記細長いブラダは、プロセス流体が前記分配ノズルから分配されていない間に、膨張して、プロセス流体のある充填量を収集するように構成される、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 4】

前記装置は、半導体ウェハ上に薄膜を堆積し現像するように構成されたコータ - デベロッパツール内に配置される、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 5】

前記作動液ハウジングはブラダ膨張抑制部分を含み、該ブラダ膨張抑制部分は、前記作動液ハウジング内に配置され、前記細長いブラダの所定の容量までの膨張を許容し、前記細長いブラダの所定の横方向膨張値を超える膨張を防止するようにサイズ決めされる、請求項 1 に記載の装置。

20

【請求項 6】

前記ブラダ膨張抑制部分は、作動液の流入および流出用の 1 つまたは複数の開口を画定する、請求項 5 に記載の装置。

【請求項 7】

作動液圧力を増大するために前記チャンバに挿入可能であり、作動液圧力を低減するために前記チャンバから後退可能である変位部材をさらに含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 8】

前記分配ノズルに配置され、前記分配ノズル内の前記プロセス流体のメニスカス位置を前記制御器に伝達するように構成されたメニスカスセンサをさらに含む、請求項 1 に記載の装置。

30

【請求項 9】

前記制御器は、メニスカス位置保持コマンドを受け取り、前記細長いブラダ内の容積を調整することによって、メニスカス位置を前記分配ノズル内の所定の許容範囲内に選択的に保持するようにさらに構成される、請求項 8 に記載の装置。

【請求項 10】

前記プロセス流体フィルタは、前記プロセス流体としてのフォトレジストから粒子をろ過するように構成され、前記プロセス流体導管は、前記細長いブラダの各端部において前記細長いブラダへのテーパ状接続部を有する、請求項 1 に記載の装置。

40

【請求項 11】

前記細長いブラダは、エラストマー材料から構成され、断面高さの 4 倍の長さを有する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 12】

前記分配ノズル内のプロセス流体と接触することなく前記分配ノズルを部分的に取り囲むまたは完全に取り囲む蒸発防止装置をさらに含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 13】

前記プロセス流体のメニスカスと接触するように溶媒を流すことができるように気相の前記溶媒を前記分配ノズルの開口領域に送達するように構成された溶媒送達ユニットをさら

50

に含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 1 4】

前記分配ノズルに配置され、前記分配ノズル内の前記プロセス流体のメニスカス位置を前記制御器に伝達するように構成されたメニスカスセンサをさらに含む、請求項 1 3 に記載の装置。

【請求項 1 5】

流体を分配するための装置であって、

プロセス流体源入口から分配ノズルまで延びるプロセス流体導管であって、該プロセス流体導管は、前記プロセス流体源入口からプロセス流体を受け取るように構成され、前記プロセス流体源入口は、ゼロ圧力から、前記分配ノズルが前記プロセス流体源入口の下流にあるプロセス流体の流れ方向として前記プロセス流体を前記プロセス流体源入口から前記分配ノズルに向けて推進するのに少なくとも十分な増大された圧力まで選択可能な供給圧力を有する、プロセス流体導管と、

10

前記プロセス流体導管に沿って前記プロセス流体源入口の下流であって、前記プロセス流体導管に沿って前記分配ノズルの上流に配置され、前記プロセス流体導管を通過するプロセス流体をろ過するように構成されたプロセス流体フィルタと、

前記プロセス流体フィルタの下流であって前記プロセス流体導管に沿って前記分配ノズルの上流に配置された細長いブラダであって、該細長いブラダは、作動液ハウジングによって画定されたチャンバ内に配置され、チャンバ入口からチャンバ出口まで延び、前記チャンバ入口の開口部と前記チャンバ出口の開口部との間に直線流路を画定し、前記チャンバ内で横方向に膨張しおよび横方向に収縮するように構成され、その結果、前記細長いブラダ内のプロセス流体の体積は増大可能および減少可能である細長いブラダと、

20

前記細長いブラダの外面に作用する作動液圧力を増大することにより前記細長いブラダを選択的に収縮させることによって前記分配ノズルからプロセス流体を分配させるように構成された制御器であって、前記細長いブラダの外面に作用する作動液圧力を低減することにより前記細長いブラダを選択的に膨張させることによって前記分配ノズルからのプロセス流体の分配を停止するように構成され、プロセス流体源の前記供給圧力を制御するようにさらに構成される制御器と、を含み、

前記プロセス流体導管は、前記プロセス流体フィルタから前記分配ノズルの出口開口端部まで、前記細長いブラダ以外に弁がなく、且つ前記プロセス流体源入口と前記プロセス流体フィルタとの間にポンプがない、

30

装置。

【請求項 1 6】

前記プロセス流体源入口はフォトレジストの容器に結合するように構成され、前記細長いブラダは、プロセス流体が前記分配ノズルから分配されていない間に、膨張し、プロセス流体の充填量を収集するように構成される、請求項 1 5 に記載の装置。

【請求項 1 7】

前記装置は、前記プロセス流体源からの前記供給圧力が、プロセス流体を前記分配ノズルに向けて推進するのに十分である間に、前記分配ノズルからの所与の分配動作を開始し、前記分配ノズルからの前記所与の分配動作を停止するように構成される、請求項 1 5 に記載の装置。

40

【請求項 1 8】

前記作動液ハウジングはブラダ膨張抑制部分を含み、該ブラダ膨張抑制部分は、前記作動液ハウジング内に配置され、前記細長いブラダの所定の容量までの膨張を許容し、前記細長いブラダの所定の横方向膨張値を超える膨張を防止するようにサイズ決めされる、請求項 1 5 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

50

本願は、2016年8月11日に出願された、“High-Purity Dispense System”と題される米国仮特許出願第62/373,729号の利益を主張する。前出の仮特許出願はその全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【背景技術】

【0002】

本開示は半導体の製造に関し、特に、薄膜を分配／コーティングし現像するプロセスおよびシステムに関する。

【0003】

コータ(coater)／デベロッパ(developer)ツールを使用する様々な微細加工プロセスは、特定の設計のために基板(ウェハ)上に分配される異なる化学薬品を特定する。例えば、様々なレジスト(フォトレジスト)コーティングを基板表面上に分配することができる。レジストコーティングは、化学線に対する反応の種類(陽性／陰性)によって、およびパターニングの異なる段階(線のフロントエンド、メタライゼーション等)の組成によっても変化し得る。さらに、様々な現像剤および溶媒が、ウェハ上に分配されるために選択されてもよい。しかしながら、様々な化学薬品をウェハ上に分配可能にする1つの課題は、分配された化学薬品の欠陥を回避することである。化学薬品中のいかなる少量の不純物または凝固も、ウェハ上に欠陥をもたらす可能性がある。半導体特徴部のサイズが減少し続けるにつれて、分配された化学薬品に由来する欠陥を回避し防止することは、ますます重要になっている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

基板上に分配される液体に由来する欠陥を回避する1つの選択肢は、コータ／デベロッパツールで使用するために予めろ過された化学物質を購入することである。しかしながら、このような予めろ過された化学物質は非常に高価であり得、事前のろ過にもかかわらず、輸送または使用中に化学物質に欠陥を発現させる可能性がある。欠陥を回避するための別の選択肢は、基板上に分配する直前に、半導体製造ツール(例えば、コータ／デベロッパ「トラック」ツール)で化学薬品をろ過することである。分配の直前のろ過(使用時点のろ過)に関する1つの複雑さは、流速の低下である。例えば、純度要件を満たすように十分にろ過された流体を送達するために、比較的微細なフィルタが必要とされる。このような微細なフィルタを使用することに関する課題は、流体化学物質がこれらの比較的微細なフィルタを通して押されているとき、これらのフィルタが所与の化学物質の流体流れの速度を減少させることである。多くの半導体製造プロセスでは、特定のパラメータに合致する特定の流速(または流速範囲)で化学物質を分配する必要がある。そのような所与の特定の流速を上回るまたは下回る流速を有することは、基板上の欠陥、不十分な被覆率、および／または過剰な被覆率をもたらす。換言すると、分配流れ要件を満たすのに十分に速く漸進的に微細なフィルタを通して流体を押し込むことは困難である。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本明細書に開示された技術は、比較的遅い流体ろ過速度を補償すると同時に、デジタル分配制御を用いて特定の分配流速を提供する流体送達システムを提供する。換言すると、本明細書のシステムは、ろ過速度よりも速い分配速度で、それにもかかわらず高純度で、ろ過された液体を基材上に分配することができる。

【0006】

このようなシステムは、流体分配のための装置を含むことができる。プロセス流体導管が、プロセス流体源入口から分配ノズルまで延びる。プロセス流体導管は、プロセス流体をプロセス流体の流れの方向としてプロセス流体源入口から分配ノズルに向かって推進するのに十分な圧力を有するプロセス流体を受け取るように構成される。したがって、プロセス流体源は上流にあり、分配ノズルは下流にある。プロセス流体弁は、プロセス流体源入口の下流にプロセス流体導管に沿って配置される。プロセス流体弁は、プロセス流体導管

10

20

30

40

50

を通るプロセス流体の流れを選択的に停止させ、プロセス流体導管を通るプロセス流体の流れを許容するように構成される。プロセス流体フィルタが、プロセス流体導管に沿ってプロセス流体弁の下流に配置され、プロセス流体導管を通過するプロセス流体をろ過するように構成される。細長いブラダが、プロセス流体フィルタの下流に配置され、プロセス流体導管の一部または一区画として構成される。細長いブラダは、作動液ハウジングによって画定されるチャンバ内に配置される。細長いブラダは、チャンバ入口開口部からチャンバ出口開口部まで延びる。細長いブラダは、チャンバ入口開口部とチャンバ出口開口部との間の直線流路を画定する。細長いブラダは、チャンバ内で横方向に膨張しおよび横方向に収縮するように構成され、その結果、細長いブラダがある体積のプロセス流体を含むとき、細長いブラダ内のプロセス流体のその体積は増大可能および減少可能である。制御器は、細長いブラダの外面に作用する作動液圧力を増加させることにより細長いブラダを選択的に収縮させることによって、プロセス流体を分配ノズルから分配させるように構成される。制御器は、細長いブラダの外面に及ぼされる作動液圧力を減少させることにより細長いブラダを選択的に膨張させることによって、分配ノズルからのプロセス流体の分配を停止するように構成される。したがって、分配システムは、プロセス流体フィルタの後ろ（プロセス流体フィルタの下流）のプロセス流体ライン内に弁を含まない。

10

【 0 0 0 7 】

このような技術は、堆積された膜の欠陥を低減することができる。膜の欠陥は、気泡、落下粒子、有機残留物／ポリマー、金属不純物、凝集粒子等に起因する場合がある。これらの欠陥源および形成メカニズムはすべて、コータ／デベロッパ分配ラインの設計および構成によって強く影響される。気泡欠陥の1つの原因またはメカニズムは、分配される液体化学薬品（プロセス流体）中に溶解されるガスに関連し得る。溶解されたガスは、その後、気泡欠陥として分配工程の間に膜へと進入し得る、または、気泡自体が、後に分配工程の間に膜の中に堆積する大きな粒子に小さな粒子を引き付ける核生成部位として作用し得る。粒子の発生、有機残留物、および金属不純物に寄与する1つの要因は、分配ラインを構成する部品（ポンプ、弁、タンク、管、継手等）である。

20

【 0 0 0 8 】

本明細書中の技術は、間接的な分配システムを使用することによってガス溶解を引き起こす欠陥を最小化する。本明細書のシステムでは、プロセス流体のガスおよび大気への曝露は最小限に抑えられる。さらに、本明細書のシステムは、本明細書の分配ラインで使用される部品（ポンプ、弁、タンク、管、継手等）を最小化することによって、落下粒子、有機残留物／ポリマーおよび金属不純物などの他の欠陥種を低減する。すべての部品が欠陥を引き起こす可能性を高めるので、分配ライン中の部品を減らすことの利点を認識することができる。プロセス流体と部品／ハードウェアとの間のデッドスペースおよび表面接触を最小限に抑えることで、化学物質凝集のための核生成部位を最小限に抑えることによって流れの渦を最小限に抑えることができる。

30

【 0 0 0 9 】

当然のことながら本明細書に記載される様々なステップの考察の順序を明瞭にするために示してきた。一般に、これらのステップおよび技術は、任意の適切な順序で実施することができる。さらに、本明細書における異なる特徴、技術、構成等のそれぞれは、本開示の異なる箇所でも考察され得るが、それぞれの概念を互いに独立して、または互いに組み合わせて実行できることが意図される。したがって、本発明は多くの異なる方法で具体化することができる、および確認することができる。

40

【 0 0 1 0 】

この概要の節は、本開示または特許請求される発明のすべての実施形態および／または段階的に新規な態様を特定するものではないことに留意されたい。その代わりに、この概要は、様々な実施形態の予備的な考察および従来の技術に勝る新規性の対応する要点のみを提供する。本発明および実施形態のさらなる詳細および／または可能な展望に関して、読者は、以下でさらに考察される本開示の詳細な説明の節および対応する図面に導かれる。

【 0 0 1 1 】

50

本発明の様々な実施形態およびそれに付随する多くの利点のより完全な理解は、添付図面と併せて考慮される以下の詳細な説明を参照することによって容易に明らかになるであろう。図面は必ずしも一定の縮尺比で描かれておらず、その代わりに特徴、原理および概念を示すことに重点が置かれている。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】本明細書に記載されるブラダベース分配ユニットの斜視図である。

【図 2】本明細書に記載されるブラダベース分配ユニットの側面図である。

【図 3】本明細書に記載されるブラダベース分配ユニットの正面図である。

【図 4】本明細書に記載されるブラダベース分配ユニットの側断面図である。

10

【図 5】本明細書に記載されるブラダベース分配ユニットの側断面図である。

【図 6】本明細書に記載されるブラダベース分配ユニットの概略側断面図である。

【図 7】本明細書に記載されるブラダベース分配ユニットの概略側断面図である。

【図 8】本明細書に記載されるブラダベース分配ユニットの概略側断面図である。

【図 9】本明細書に記載されるブラダベース分配ユニットの概略側断面図である。

【図 10】本明細書に記載される分配システムの概略図である。

【図 11】本明細書に記載されるノズルおよびメニスカスセンサの概略断面図である。

【図 12】本明細書に記載されるノズルおよびメニスカスセンサの概略断面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

20

本明細書の技術は、細長いブラダ (bladder) を使用するブラダベースの分配システムとして具体化することができる。この分配システムは、微細加工のための流体ろ過に付随して起こることが多いフィルタラグ (filter-lag) を補償する。この分配システムはまた、高純度で高精度の分配ユニットを提供する。本明細書の分配解決策は、不具合が生じる可能性をさらに低減する。従来の流体送達システムは、典型的には、流体ラインから垂れ下がる「デッドレグ (dead leg)」を有する。このデッドレグは、圧力測定装置またはリザーバ用など、流体ラインからの分岐であり得る。従来の流体送達システムは、流体に不具合を生じさせる顕著な機会をもたらす他の不連続性を有する可能性があり、それには様々な弁が含まれる。流体コネクタは、流体導管壁 (内壁) の不完全性を低減するように設計される。粗いコネクタや曲折は、液体が再循環、減速、または停止して凝結を引き起こす恐れのある場所の原因になり得る。従って、プロセス流体導管にピストン、パッフル、または側面に取り付けられたリザーバを設けると、多くの望ましくない直交流が発生し、また、流体が滞留または減速する場所が形成されることがある。このような直交流および減速地点は、流体内の粒子形成をもたらす可能性がある。このような粒子はその後、シリコンウェハ上にフォトレジストを分配するなど、所与の基板上に分配されると欠陥になる。

30

【 0 0 1 4 】

したがって、本明細書のシステムは、プロセス流体を分配し、プロセス流体へのガスの溶解を最小限に抑え、および、分配システムによって使用される全体的な部品を削減する、間接的な圧力/体積制御を用いる細長いブラダ装置を含む。この細長いブラダが、上流および下流の導管の断面積と同様の (流体の流れのための) 断面積を提供するように構成される場合に、より良好な流体分配結果が達成される。このような構成は、プロセス流体が直交流を有することを防止するのに、またはプロセス流体フローの減速の防止に役立つ。流体が細長いブラダに入り込むかまたは通過するとき、層流を維持するために滑らかで漸進的な広がりがある。分配オフ期間の間 (すなわち流体が対応するノズルから基板上に分配されないとき)、プロセス流体は、微細フィルタ (マイクロフィルタ) を通して押し出された後に、(膨張ブラダとしての) このブラダ内に集まることことができる。一実施形態では、この細長いブラダは、分配オフ期間中に細長いブラダの上流でまたは細長いブラダに入る直前でろ過されたプロセス流体で充填されるように構成された分配用の流体コンデンサとして機能する。いくつかの例となる分配用途において、所与の流体が所定の流速 (0 . 4 ~ 1 . 4 立方センチメートル/秒) で分配され、この流体は比較的短時間にわたって

40

50

(基板上に)分配される。例えば、所与の分配時間は約1秒間連続する場合があり、次いで、流体分配システムは、休止期間の後まで再び使用されないことがある。この休止期間は、製造フローによっては、約15秒から60秒またはそれ以上の範囲になることがある。

【0015】

ノズルからの分配が再開されると、細長いブラダユニットは、プロセス流体を収集している状態から、プロセス流体を排出する状態に逆転する。換言すると、この細長いブラダは、プロセス流体のある充填量を収集するために膨張し、次いで、細長いブラダに入る直前にマイクロフィルタを通過した流体の収集されたある充填量を放出することによって特定のプロセス流体の流速を維持するのを助けるために選択的に圧縮される能力を有する。従って、このような構成は、細長いブラダを通るプロセス流体の実質的に線形の流路を維持しながら、流体のある充填量を受け取るために膨張し、流体の蓄積された充填量の排出を助けるために収縮するように構成されたブラダまたは膨張可能な部材を含む、分配コンデンサを有するシステムを提供する。

10

【0016】

細長いブラダの膨張および収縮は、細長いブラダの外側と接触する作動液を制御する、結合された液圧システム(あるいは空気圧システム)を介して達成することができる。円形、正方形、および楕円形など、細長いブラダの様々な断面形状があり得る。本明細書の実施形態を説明する便宜上、本開示は主に、概ね楕円形または円形の形状を有するブラダに焦点を合わせる。プロセス流体入口およびプロセス流体出口導管に接続してプロセス流体導管から特定の細長いブラダ形状に徐々に移行するテーパ状の円錐端部を有することは有益であり得る。異なる断面形状は異なる利点を提供する。長方形の断面形状を有するブラダを使用することの1つの利点は、膨張および収縮のための主要偏向面となり得る2つの比較的平坦な対向面を有することである。実質的に均一または対称的な断面形状(円形断面など)では、すべての側壁面がほぼ均一に膨張および収縮可能であり得、この形状も利点を提供することができる。

20

【0017】

典型的な動作では、細長いブラダは、細長いブラダの内側および外側に等しい圧力がある場合に、初期形状または断面を有する。細長いブラダは、第一に、この初期形状を超えて膨張された状態まで(一部の膨張状態はブラダ膨張抑制部分に達するまで)膨張して、プロセス流体のある充填量を収集し、および/または分配動作を停止する。次いで、細長いブラダは膨張状態から初期状態に収縮することができる。いくつかの実施形態では、細長いブラダは、特定の分配動作のため初期状態よりも収縮することができるが、初期状態を超える著しい収縮は欠陥を防ぐために回避される。実際、システムは、細長いブラダによるプロセス流体の狭窄を防止するように構成することができる。対向する内壁が互いに接触して細長いブラダを挟み込むと、この動作はプロセス流体の流れを物理的および完全に妨げる弁と同様にプロセス流体に欠陥を生じさせる可能性がある。システムは、細長いブラダによるプロセス流体のあらゆる狭窄を防止するように構成することができる。従って、プロセス流体フィルタの上流のプロセス流体弁は別として、システムは、プロセス流体フィルタと分配ノズルとの間のプロセス流体導管を通るプロセス流体の流れを完全に妨げることができる弁を一切含まない。

30

40

【0018】

間接的な圧力分配は、流体源容器内のプロセス流体に対し直接ガス(ガス圧)を使用せずに、化学薬品ボトルまたはプロセス流体源容器から分配システムへプロセス流体を引き出す/押し出すことによって実行することができる。そのようなシステムは、内側バッグを圧搾/潰すために使用されるガスを隔離する内側ライナを有する供給ボトルを使用することができる。代替的に、従来の流体含有ボトルは、プロセス流体と接触するガスを使用することなく、流体源ボトルからプロセス流体を引き出す引張装置と共に使用することができる。別の選択肢は、サイホン機構を組み込んだ重力供給システムを使用することである。

【0019】

本明細書の実施形態の別の態様は、従来のフォトレジスト分配システムと比較して、分配

50

システムにおける全体的な部品の削減を含む。本明細書の実施形態は、プロセス流体フィルタの後に、すなわちプロセス流体フィルタの下流に、分配ライン（プロセス流体導管）から除去された多くの部品および弁を含む。プロセス流体中の粒子は、プロセス流体フィルタによって大部分除去することができるが、プロセス流体フィルタの後ろで生成された粒子は、基板上の欠陥をもたらす可能性があり、この欠陥は堆積された膜中に存在する。

【 0 0 2 0 】

いくつかの実施形態では、プロセス流体フィルタを通過した後にプロセス流体と直接接触する可動部分は存在しない。すなわち、ブラダ壁自体は別として可動部分はないが、ブラダ壁の動きは分散され比較的均一であり、プロセス流体欠陥を生成する従来の可動部品に関連する鋭い接触部も縁部もない。この実施形態は、プロセス流体フィルタの後ろに弁を有さない形態を含むことができる。従って、本明細書の技術は分配弁および関連するポンプを排除し、システムはプロセス流体をシステムに通して基板上に推進するポンプなしで動作する。

10

【 0 0 2 1 】

本明細書の分配システムは、2つの領域またはゾーンに分割することができる。例えば、プロセス流体源からプロセス流体フィルタまでの分配システムラインおよび構成要素を含む「クリーンゾーン」領域が存在する。また、プロセス流体フィルタから分配ノズルまでの分配ラインを含む「スーパークリーンゾーン」も存在する。（プロセス流体フィルタの上流の）クリーンゾーン領域には、弁タンク、リザーバ等などすべての可動部分が含まれる。（プロセス流体フィルタの下流の）スーパークリーンゾーン領域には、プロセス流体（液体）と接触する可動部分がない。

20

【 0 0 2 2 】

技術は、作動液によって囲まれた膨張および収縮用の細長いブラダを有する分配ユニットであって、作動液の体積制御用の、その延長線上で考えると細長いブラダの容積制御用の、作動液に挿入可能なピストンおよび/またはロッドを備えた分配ユニットを含む。本明細書の分配ユニットは、高純度かつ高精度の分配システムを提供する。これは、分配動作中に分配ノズルを通過するプロセス流体の量の電子（デジタル）制御を含むことができる。また、分配ユニットは、サックバック（suck-back）制御としても知られている、分配後動作中に分配ノズルに引き戻されるプロセス流体の量の電子制御を提供することができる。サックバック制御の一部として、システムは、メニスカスが分配ノズル内の所定の位置に置かれるようにプロセス流体をサックバックすることができ、その後、ブラダの補充中にメニスカスをその位置に保持することができる。したがって、本明細書の技術は、正確なデジタルサックバック制御およびメニスカス制御を提供する。正確な分配とサックバックは、正確なピストンおよび/またはロッド、ならびに関連するモータによって部分的に可能にされる。正確な体積制御および細長いブラダは、プロセス流体フィルタの下流のバルブレスシステムを可能にする。

30

【 0 0 2 3 】

技術は、精密な流体レベル検出器を備えた分配ノズルを含む。システムは、分配ノズル内のメニスカスの位置を検出して制御することができる。メニスカスセンサは、メニスカスを所望の位置に維持するためのブラダ容積への連続的な調整のために、分配ノズル内の液体メニスカス位置を細長いブラダユニットに連続的にフィードバックする。システムは、分配ノズル内のプロセス流体（フォトレジストなど）の乾燥を防ぐために、分配ノズルの周りに溶媒ガスを流すことによってノズルの周りに有益な微小環境を作り出す遮蔽装置またはシュラウド（shroud）を有するノズルシステムを含むことができる。（弁がないために空気に露出される分配ノズルにおいて）プロセス流体中の溶媒が蒸発すると、この蒸発により、後続の分配動作において基板に容易に移され得る乾燥粒子が残される可能性がある。本明細書のこのような遮蔽装置は、欠陥を生じさせる可能性のある弁を使用せずに、ノズル内のプロセス流体の乾燥を排除する。

40

【 0 0 2 4 】

ここで本明細書の実施形態をより詳細に記載する。ここで図1～図3を参照すると、流体

50

の送達に使用することができる分配ユニット１００が示されている。そのような分配ユニット１００は、細長いブラダが配置されるチャンバ（またはブラダチャンバ）を画定する作動液ハウジング１１１を含むことができる。作動液ハウジング１１１に取り付けられているのはピストンロッドハウジング１１３であり、このピストンロッドハウジング１１３は、作動液ハウジング１１１と流体接続する作動液のチャンバを含む。ピストンロッドハウジング１１３は、細長いブラダユニット内の作動液圧力を正確に制御するために使用することができる。ピストンロッドを移動し制御するためにアクチュエータ１１４を使用することができる。液圧システムからの空気の除去を促すためにブリード弁１１８を使用することができる。本明細書中の分配ユニットは、自給式液圧システムとして作動するように構成することができ、すなわち、実施形態は分配ユニットまで延びる液圧チューブもコネクタも必要としない。実施形態はコンパクト型でありかつ低い液圧体積で機能することができる。

10

【００２５】

ここで、図４および図５を参照すると、例示的なブラダベースの分配ユニットの側断面図が示されている。細長いブラダ１１５は、チャンバ入口開口部１１６からチャンバ出口開口部１１７まで延びる。チャンバ１１９は、細長いブラダ１１５の所定の容積への膨張を可能にし、所定の容積を超える膨張を防止するようなサイズである。細長いブラダは、チャンバ入口開口部１１６とチャンバ出口開口部１１７との間で線形である流体流路を画定する。細長いブラダは、チャンバ１１９内で横方向に膨張および収縮するように構成され、その結果、細長いブラダがプロセス流体を含むとき、細長いブラダ内のプロセス流体の体積は増加可能および低減可能である。

20

【００２６】

この実施形態は、チャンバ１１９に取り付けられたピストンロッドハウジング１１３を含む。ピストンロッドハウジングは、変位チャンバ内を移動するように構成されたピストン１２４を含む。ステッパモータ１２８などのモータを使用してピストン１２４を並進させることができる。変位チャンバ１２７は、チャンバ１１９と流体接続している。したがって、ピストン１２４を移動することによって、すなわち作動液がチャンバおよび変位チャンバを充填するとき、細長いブラダ１１５の外面上に及ぼされた圧力を増大および減少させることができる。アンチバックラッシュ機構１２９を使用して作動液から遊びを除去し、細長いブラダ内のプロセス流体体積の精度および制御を高めることができる。Dinレー
ールマウント１４８を使用して、正確に制御された液体の分配から利益を得るコータ - デベロップツールまたは他の分配システム内でブラダベースの分配ユニットを固定することが
できる。

30

【００２７】

このように、本明細書の技術は、閉ループ内の単一カセット式のチャンバ式分配ユニットとして具現化することができる。液圧変位ピン（またはロッドまたはピストンまたは複数のピン）が作動液に当たることができる。この作動液は、弾性の細長いブラダの外面と接触している。ブラダを収縮させるための制御は、ピン（またはピストンまたはロッドまたはプランジャ）が作動液にどの程度挿入されているかに応じて決まる。同様に、ブラダを膨張するための制御は、ピンが作動液からどの程度戻されているかまたは引き戻されているかに応じて決まる。従って、細長いブラダを膨張または収縮させるための特に正確な制御が達成される。作動液の更なる制御は、使用されるピンの数およびサイズおよび組合せによって影響される。例えば、作動液チャンネル全体を満たす比較的大きなピストンを有することにより、比較的大きな体積変化を与えることができる。作動液の損失を防止するために、作動液チャンバへの開口部でピストン／ロッドの周囲にシールを使用することができる。比較的小さな断面を有するロッドまたはピンを使用することによって、体積の増分的なおよび小さな変化を補助することができ、これは比較的小量の流体を分配するのに有益であり得る。あるいは、実施形態は、様々な体積変化に影響を与えるために様々なサイズのロッドを有するなど、複数のロッドを使用することを含むことができる。

40

【００２８】

50

ピストンまたはロッドを押すためにアクチュエータを使用することができる。アクチュエータはステッパモータ、DCモータ、サーボモータまたは他の機構であってもよい。液圧制御機構の選択は、特定の分配要件に基づく。例えば、所与のシステムは、ノズルから0.3~1.0 mL/sで分配するように設計され得る。非限定的な例として、フォトレジストを半導体ウェハ上に分配するための典型的な設計考慮事項は、滴下を回避するのに十分に速いが、ウェハ上での跳ねを防止するのに十分に遅い分配を含む。分配速度はまた、分配される特定のプロセス流体の粘度の関数であり得る。送達速度はアクチュエータ速度の関数なので、特定のアクチュエータの選択は、所与のシステムの所望の分配パラメータに基づくことができる。

【0029】

本明細書の分配ユニットは、細長いブラダに過度の圧力をかける、または過度の背圧をかけることができるように、ある特定の点を超えてチャンバ内に閉じ込めてもよい、または物理的に抑制してもよい。換言すると、ある特定の点までブラダに圧力をかけた（ブラダ容積を増加させた）後に、ブラダは、バケツの中で風船を膨らませるのと同様に、壁と接触し、もはや膨張しない。ある特定の点で、細長いブラダはチャンバ壁またはブラダ膨張抑制部分と接触し、もはや膨張することができない。図6および図7はこの特徴を説明する概略断面図である。図6では、細長いブラダ115がチャンバ119内に配置されて示されている。細長いブラダ115は中立の膨張位置にあり、プロセス流体が流れる均一な断面を有することが示されている。細長いブラダ115の周りには、ブラダ膨張抑制部分145が配置されている。作動液126は、細長いブラダ115とブラダ膨張抑制部分145との間の間隙を埋めることに留意されたい。同じく、ブラダ膨張抑制部分145は、作動液の流入および流出を実現するために穴または間隙または穿孔を含むことができることも留意されたい。したがって、一実施形態において、ブラダ膨張抑制部分145は、複数の開口を画定する剛性スリーブとして構成することができ、または剛性メッシュスリーブを使用することができる。

【0030】

ピストン124をチャンバ（または変位チャンバ）から後退させることなどによって、細長いブラダに作用する作動液圧力が低下すると、プロセス流体の流体圧力によって細長いブラダが膨張して、流体のある充填量を集めることができる。この膨張を図7に示す。細長いブラダの膨張は、このブラダがブラダ膨張抑制部分と完全に接触するまで続くことができる。この時点で、細長いブラダは、もはや内径を拡大することが妨げられる。このような物理的抑制は、細長いブラダのエラストマー材料に起因するヒステリシスの問題を防止し、それによって連続的な再較正の必要性を排除する。図8は、チャンバ119がブラダ膨張抑制部分として機能するのに十分に小さいサイズの実施形態を示す。図8はまた、ピストン124およびロッド125を含むことができる2つの変位部材を使用する実施形態を示す。これは、2種類の制御レベルを提供することができる。ピストン124は、より粗い制御のためにより大きな変位を提供することができる一方、ロッド125はより小さいので、より細かい変位制御を提供する。図9は、細長いブラダ115が配置される同じチャンバ内を変位部材が移動する所与の実施形態を示す。

【0031】

本明細書の分配ユニットの実施形態では、空気ピストンのアンチバックラッシュが予装填された状態で使用される場合に、余分の作動液は必ずしも必要ではない。空気ピストンは「スポンジ状ブレーキ」すなわち容積変化の弛みを避けることができるので、容積を正確に調整するためにチャンバに複数のピンを設ける必要はない。空気ピストンは、残留する変形の可能性またはスポンジ性を取り除くために、システム全体に圧力をかけることができる。例えば、空気ピストンは、リニアアクチュエータのバックラッシュを除去するために使用することができる。ここでのバックラッシュとは、スクリューが方向を変えたときの空動きと、それに続くスクリューの一方の壁から他方の壁へのナットまたはボールベアリングのシフト接触とを含む。シャフトに一定の力を加えることにより、構成要素はスクリューの片側との接触を維持する。システム内の空気を除去するために、作動液含有領域

10

20

30

40

50

用のブリード弁を使用することができる。

【 0 0 3 2 】

システムは、リミットスイッチとして使用される光遮断スイッチを含むことができる。代替的に、ロッドマウントの基部にある磁石は、リードまたはホール効果センサを用いて使用することができる。メニスカス位置センサを備えたものなど、閉ループ制御またはデータ収集にリニアエンコーダを任意選択的に使用することができる。

【 0 0 3 3 】

本明細書における分配システムは、プロセス流体をろ過後に弁のない分配システムを提供するために、充填量蓄積および分配ブラダを活用する。図 1 0 は、例示的な分配システムの概略図である。プロセス流体は、プロセス流体源 1 5 0 から弁 1 5 2 に向かって供給または送達される。プロセス流体源は、例えば、フォトレジスト、現像剤などのボトルであってもよい。弁 1 5 2 は、完全閉鎖弁であり、したがって、より大きな分配システムへの流れを開始または停止することができる。弁 1 5 2 から、プロセス流体は、粒子およびまたは他の汚染物質を除去するための高純度フィルタとすることができるフィルタ 1 5 4 に向かっておよびそこを通過して流れる。フィルタ 1 5 4 から、プロセス流体は、細長いブラダを含むブラダベースの分配ユニット 1 0 0 に流れる。

10

【 0 0 3 4 】

分配ユニットは、プロセス流体のある充填量を収集するために、細長いブラダの容積を拡張することができる。プロセス流体を基板上に分配する時間になると、分配ユニットは細長いブラダを収縮させ、ろ過されたプロセス流体を分配ノズル 1 3 7 に向かって、およびこの分配ノズルから基板 1 0 5 に流す。プロセス流体がフィルタ 1 5 4 を通過した後に、分配ライン内に弁は存在しないことに留意されたい。これには、分配ノズル弁を有さないことが含まれる。従って、フィルタ 1 5 4 の下流では、システムは開放管設計である。通常、開放管システムでは、弁が開いているときにプロセス流体は分配ノズルから連続的に流出するだろう。しかし、本明細書のシステムは、望ましくない時間に流体分配を防止するために、プロセス流体をサックバックし、プロセス流体のある充填量を収集するべく膨張可能なブラダを使用する。再供給速度は、特定の分配サイクルに合わせて調整することができる。例えば、所与のシステムは、3 0 秒毎または 4 5 秒毎または 6 0 秒毎に、異なる基板上にプロセス流体を堆積させる必要があるかもしれない。分配サイクルとプロセス流体をろ過に基づいて、特定の再供給速度を設定することができる。分配動作同士の間のより長い期間に、細長いブラダが充填量を無制限に収集しないように、弁 1 5 2 を閉鎖することができる。

20

30

【 0 0 3 5 】

プロセス流体フィルタの後ろに弁を設けないことは、欠陥発生のおおきさが少なくなることを意味する。いくつかの液体組成物は、自己凝集する傾向がより高く（特定のシリコン含有反射防止コーティングなど）、この自己凝集の問題は物理的接触（弁、ブリードオフ等）が増えるほど大きくなるため、製造ロットの開始時または流体の交換時にこのような材料の 1 ガロンをパージすることが一般的である。本明細書の分配ユニットおよび分配システムは、そのような材料に凝集の機会を与えないので、材料使用の効率を高める。従来のシステムは、典型的には、欠陥を防止しようと試みる増圧弁、プレチャージチャンバ、ブリードスクリュ、パージ位置、粗いおよび細かいニードル弁、バッファタンク、バブラ等を含む多くの機械的要素を含むが、これらの特徴のすべてはそれ自体欠陥を生じる可能性がある。したがって、本明細書で開示されるように、ろ過後のプロセス流体と接触する機械的装置を設けないことにより高純度の分配が実現され、分配ユニットの精密なモータ制御により高精度の分配が実現される。

40

【 0 0 3 6 】

本明細書の分配システムの構成は、本質的にプロセス流体ラインを 2 つの領域またはゾーンに分割する。再び図 1 0 を参照すると、ゾーン 1 7 1 を「クリーン」ゾーンと呼ぶことができる一方、ゾーン 1 7 2 を「スーパークリーン」ゾーンと呼ぶことができる。弁 1 5 2 およびプロセス流体源 1 5 0 は、プロセス流体フィルタの上流側のクリーンゾーンに配

50

置されることに留意されたい。クリーンゾーンは、プロセス流体が分配前に最終フィルタをまだ通過していないため、（スーパークリーンゾーンと比較して）重要度のより低い領域とみなすことができる。それでもなお、弁 152 は、柔軟な開閉および電子制御を有することができる。フィルタ 154（最終フィルタ）の後ろには衝突箇所も凝集箇所も存在せず、分配ライン（導管）はフィルタ 154 から分配ノズル 137 まで通過する。したがって、スーパークリーンゾーンでは、細長いブラダの滑らかな膨張および収縮を除いて、プロセス流体と接触する機械的な可動部分はない。

【0037】

本明細書の分配システムの実施形態は、連続的な監視およびフィードバックを伴うメニスカス制御を含むこともできる。メニスカスセンサ 138 は、比較的高いサンプルレート（每秒 10 サイクル以上）で分配ノズル 137 のメニスカス位置を監視し、メニスカス位置データ（メニスカス位置変化を含む）を細長いブラダの膨張および収縮を制御する制御器 142 に伝達することができる。したがって、メニスカス位置は、分配動作同士の間に、分配ノズル 137 内の所定の位置に維持することができる。これには、細長いブラダの膨張を使用したプロセス流体の分配後のサックバック制御が含まれる。

【0038】

本明細書の技術は、メニスカスを有効に維持するために十分な体積的シフトを前後させることによって、デジタルサックバックを部分的に実現することができる。メニスカスは、分配ライン上で停止し、次にシステムのノズル領域内の位置を維持することができる。従来のシステムでは、開放管システムを用いてこれは不可能であろう。しかしながら、このような制御は、細長いブラダを利用する本明細書の技術によって可能である。分配ユニットは、ほとんど遅延なくメニスカス位置フィードバックに応答するように構成することができる。例えば、光学センサなどのメニスカス位置センサは、メニスカス位置を監視することによってメニスカス位置およびメニスカスの変化（通常、人間の目には知覚できない）を特定する。その後、PID 制御ループを使用して体積的なブラダの変化を何らかの方法で直ちに行う。例えば、1つの応答は、細長いブラダを急速に膨張させて、メニスカスに到達しようとする圧力パルスの体積的变化を吸収することである。この応答の結果は、プロセス流体が基板上に分配されることなくノズル内に残ることである。

【0039】

ノズル領域内のメニスカスの位置を監視することができる任意のセンサであって、メニスカスを所定の位置範囲内に保つように分配ユニットが量的な調整を行うことができるように位置変化を中継するのに十分な時間内に位置の変化を検出することができる任意のセンサを使用することができる。次に図 11 を参照すると、一実施形態において、光学センサが分配ノズル 137 と共に使用される。線形フォトダイオードアレイ（PDA）センサまたは電荷結合素子（CCD）センサなどの電子光センサ 168 が、分配ノズル 137 またはノズル領域上に配置される。ノズル領域は、ノズル、ノズルのテーパ部分、またはノズルと分配ノズル 137 の直前の所定の長さの導管とを含むことができる。発光ダイオード（LED）などの光源 167 が、照明を提供するために光センサの反対側に取り付けられる。次いで電子光センサ 168 を使用してメニスカス位置 169 を検出することができる。制御ループ応答時間は 10 ミリ秒未満となるように構成することができる。代わりに、光拡散器を備えた表面実装 LED を使用することもできる。あるいは、容量性センサ、ビジョンカメラシステム、時間領域反射率計、または超音波センサを使用することができる。ステッパモータを制御ループに含めることができ、迅速に変化させてメニスカスを所定の保持位置に保つことができる。したがって、本明細書のシステムは、分配ノズル 137 に弁がないにもかかわらず、およびシステムへの物理的な妨害作用やプロセス流体フィルタ通過後の可変流量にもかかわらず、メニスカスをメニスカス位置に保持することができる。メニスカス位置監視は、デジタルサックバック制御を提供する。分配動作中に、細長いブラダを、作動液を用いて収縮または圧縮することができる。この動作は、プロセス流体が分配ノズルから基板上に出ることに寄与する。プロセス流体源から追加の流れを提供することができる。分配動作が完了した後に、システムは、プロセス流体のメニスカスが

10

20

30

40

50

ノズル領域内の所定の位置にサックバックされるまで、細長いブラダを膨張させることができる。メニスカス監視センサは、ノズル自体に直接、またはノズルを考慮して配置することができる。

【 0 0 4 0 】

実施形態は、不具合を防止するために分配しないときにプロセス流体のメニスカスが蒸発するのを防ぐ技術を含むことができる。上述したように、本明細書のシステムは、ノズルに弁が無い状態で動作する。ノズルでは、プロセス流体はメニスカスが空気に露出された状態でノズルまたはノズル領域内に維持される。プロセス流体中の溶媒が蒸発すると、この蒸発により乾燥した粒子が残される可能性があり、この乾燥粒子は後続の分配操作で基板に容易に移される可能性がある。次に図 1 2 を参照すると、実施形態は、蒸発シールド 1 7 8 およびノまたは溶媒ガス供給器 1 7 7 の使用を含むことができる。蒸発シールド 1 7 8 は、蒸発を防止または低減するために、ノズルのシュラウド、部分的な囲いまたは完全な囲い（被包）を提供することができる。完全な囲いを備えたシールド装置は、ノズルに触れることなくノズルの端を包むことができる。したがって、機械的な部品がメニスカスと接触して粒子を生成するということはない。蒸発シールド 1 7 8 は、分配動作に応じて開閉するように構成することができ、これにより、閉鎖時に蒸発を含み、次いで分配動作を可能にするように開放する。遮蔽装置の代わりに、または遮蔽装置に加えて、気体ベースの溶媒をノズルに供給することができる。空気をプロセス流体メニスカスと接触させて飽和させることにより、プロセス流体の溶媒が、プロセス流体から蒸発してより高い濃度の固体を残す機会が減少する。したがって、このような技術は、プロセス流体メニスカスと物理的に接触する機械的な部品を設けずにメニスカスでの蒸発を防止または低減することができる。

10

20

【 0 0 4 1 】

本明細書のシステムは、いくつかの動作状態を含む。1つの動作状態は、メニスカス位置を保持する動作状態である。分配の前またはアイドリング中に、細長いブラダは、メニスカス位置センサからのフィードバックを使用して、ノズルまたはノズル領域内の特定の位置にプロセス流体メニスカスを維持するために使用される。別の動作状態は、流体を分配する動作状態である。プロセス流体メニスカスが所望の位置にない場合に、ブラダを用いてメニスカスを所定の位置に調整する。ブラダは所望のプロセス流体体積を所望の速度で半導体ウェハなどの基板上に分配し、次いで分配動作を停止し、メニスカスを保持位置にサックバックすることができる。分配動作中に弁は操作されない、つまりプロセス流体フィルタの下流に弁がないことに留意されたい。別の動作状態は、細長いブラダに再供給する動作状態である。（フィルタの上流側の）弁は、プロセス流体が細長いブラダに流入できるように開放される。細長いブラダは、メニスカス保持位置を管理するためだけでなく、流体の供給体積を補充するために膨張される。ブラダが補充され、その後の分配が必要ない場合に、弁を閉鎖することができる。

30

【 0 0 4 2 】

本明細書のシステムは、ピクセル移動に基づいてメニスカス位置を保持することができる。システムは、（例えば）5ピクセルよりも大きいピクセル移動を検出すると、体積調整を行うことができる。したがって、本明細書の技術を用いると、メニスカスを設定位置の + / - 1 ミリメートル以内の特定の保持位置に保持することができる。本明細書のシステムは、約 1 秒で約 0 . 5 m l を分配するように構成することができる。1つの例示的な補充フローでは、弁が開放されてプロセス流体がフィルタを通して細長いブラダに流れ込むことが可能になる。分配ユニットの体積制御モータは、メニスカスを保持位置に保つために P I D 制御を使用して始動することができる。ステージ位置が補充設定点に達すると、弁 1 5 2 を閉鎖することができる。任意選択の遅延後にモータを停止して、余分な流体がフィルタから流出することを許容することができる。次いで、比例制御器を使用して、メニスカスを保持位置に位置付けることができる。システムパラメータおよびサイズに依存して、ブラダ内のろ過されたプロセス流体の補充に 5 ~ 3 0 秒かかることがある。したがって、ここでのシステムは、約 2 0 秒未満の基板サイクル時間を有することができる。本

40

50

明細書のシステムは、約 1 ミリメートル以内の高い再現性およびメニスカス制御を有する弁の無い分配システムを提供することができる。

【 0 0 4 3 】

メニスカス位置を保持するための他の実施形態は、毛管作用を使用するように分配ノズルおよび/またはノズル領域を構成することを含む。毛管作用は、ブラダを使用してプロセス流体を移動させることなく、圧力差を有するゾーンを生成するために使用することができる。一実施形態では、かなりの圧力差が、ノズル内の特徴部を使用することによってノズル全体にわたって生成される。例えば、ふるいプレートをノズル開口（または微細なフィルタ、メッシュ等）の直前でノズル内に配置することができる。非限定的な実施形態として、約 1 mm のノズル開口を有する導管を使用するフォトレジストの分配に関して、複数のミクロンスケールの開口部を有するプレートを使用することができる。プロセス流体がふるいを通過した後に、プロセス流体はノズルの下に位置する基板上に容易に落下することができる。プロセス流体への圧力を減少させた後に、プロセス流体は、ふるいの導管側に保持される。その結果、プロセス流体がノズルを出る前に、ふるいプレートの毛管作用を克服するために必要な閾値圧力が存在する。従って、ふるいプレートに基づく毛管作用により、プロセス流体のメニスカスをノズル領域内に保持することができる。

10

【 0 0 4 4 】

別の実施形態は、分配ノズルの直前に狭められた流体導管の使用を含むことができる。管の直径が狭まるにつれて、毛管力が増大し、液体と管との間の粘着力が増大することができる。したがって、分配ノズルに隣接して、または分配ノズルを出る直前に狭められた開口部を位置付けると、このゾーンにおける流体粘着力は増大することができる。プロセス流体導管内のプロセス流体圧力が十分に低減されると、この狭い領域を通過したプロセス流体はせん断されて分配ノズルに存在し、残りのプロセス流体は粘着力により狭い導管内に保持される。プロセス流体の分配を再開するためには、ゼロよりも大きい閾値圧力が必要である。そうでない場合に、プロセス流体は、分配ノズルから滴り落ちることなく、開放された分配ノズル内に保持することができる。非限定的な例として、プロセス流体導管が 1 mm の直径を有し、分配ノズルの直径が 0 . 8 mm である場合に、分配ノズルの直前の導管の長さは、約 0 . 5 mm の直径を有することができる。このような実施形態は、メニスカスセンサの有無にかかわらず、および蒸発防止機構の有無にかかわらず、機能することができる。

20

30

【 0 0 4 5 】

したがって、本明細書の実施形態は、流体送達システムを提供する。そのようなシステムは、流体分配のための装置を含むことができ、プロセス流体源入口から分配ノズルまで延びるプロセス流体導管を含むことができる。この導管は、液体化学輸送のためのパイプまたは管を含むことができる。プロセス流体源入口は、プロセス流体の流れ方向としてプロセス流体入口から分配ノズルに向かってプロセス流体を推進するのに十分な圧力をプロセス流体が有する状態でプロセス流体を受け取るように構成される。例えば、プロセス流体源入口は、フォトレジストの容器に取り付けられるように構成することができる。プロセス流体源は上流にあり、分配ノズルは下流にある。

【 0 0 4 6 】

プロセス流体源は、例えば、所与のプロセス流体を含む化学物質供給ボトルであってもよい。プロセス流体弁が、プロセス流体源入口の下流でプロセス流体導管に沿って配置される。プロセス流体弁は、プロセス流体導管を通るプロセス流体の流れを選択的に停止および許容するように構成される。プロセス流体フィルタが、プロセス流体導管に沿ってプロセス流体弁の下流に配置され、プロセス流体導管を通過するプロセス流体をろ過するように構成される。例えば、フォトレジストが、プロセス流体フィルタに押し通される間にろ過される。このように、システムは、プロセス流体がプロセス流体源入口からプロセス流体弁に流れ、次にプロセス流体フィルタに流れるように構成される。プロセス流体の供給圧力は、プロセス流体をフィルタに押し通しおよび細長いブラダに押し込むのに十分なものであり、かつ分配動作中にプロセスフィルタを通る逆流を防止するのに十分なものでな

40

50

ければならない。

【 0 0 4 7 】

細長いブラダは、プロセス流体フィルタの下流に配置され、プロセス流体導管の一部として構成される。換言すると、細長いブラダは、連続的なプロセス流体導管の一部として機能するか、またはその一部として現れる。細長いブラダは、作動液ハウジングによって画定されるチャンバ内に配置され、必要に応じて取外しおよび交換可能なモジュール式ユニットとして具体化することができる。細長いブラダは、チャンバ入口からチャンバ出口まで延びる。細長いブラダは、チャンバ入口開口部とチャンバ出口開口部との間の直線流路を画定する。細長いブラダは、チャンバ内で横方向に膨張しおよび横方向に収縮するように構成され、その結果、細長いブラダがある体積のプロセス流体を含むとき、細長いブラダ内のプロセス流体の体積は増加可能および低減可能である。細長いブラダは、円形、楕円形、または長方形の断面形状を有することができる。細長いブラダの長さは、細長いブラダの断面高さよりも大きい。いくつかの実施形態では、細長いブラダの長さは、断面高さの4倍にすることができる。

10

【 0 0 4 8 】

制御器は、細長いブラダの外面（または複数の外面）に作用する作動液圧力を増加させることにより細長いブラダを選択的に収縮させることによって、プロセス流体を分配ノズルから分配させるように構成される。制御器は、細長いブラダの外面に及ぼされる作動液圧力を低減させることにより細長いブラダを選択的に膨張させることによって、分配ノズルからのプロセス流体の分配を停止するように構成される。

20

【 0 0 4 9 】

装置は、プロセス流体弁が開放している間に、分配ノズルからの所与の分配を開始し、分配ノズルからの所与の分配を停止するように構成することができる。分配ノズルに弁は無いことに留意されたい。プロセス流体導管は、プロセス流体フィルタと分配ノズルとの間に弁がない。したがって、実施形態は、プロセス流体フィルタの下流のプロセス流体導管上に配置された弁を含まない。すなわち、プロセス流体導管は、プロセス流体導管を通るプロセス流体の流れを完全に遮断することができる弁がプロセス流体フィルタと分配ノズルとの間にない。

【 0 0 5 0 】

細長いブラダは、プロセス流体が分配ノズルから分配されていない間に、膨張してプロセス流体のある充填量を収集するように構成される。細長いブラダは、エラストマー材料または可撓性材料から選択することができる。流体導管は、細長いブラダの各端部において細長いブラダへのテーパ状接続部を有することができる。この装置は、半導体ウェハ上に膜を堆積して現像するように構成されたコータ・デベロッパツール内に配置することができる。

30

【 0 0 5 1 】

作動液ハウジングは、作動液ハウジング内に配置されたブラダ膨張抑制部分を含み、このブラダ膨張抑制部分は、細長いブラダの所定の容積への膨張を許容し、所定の容積を超える膨張を防止するようにサイズ決めされる。変位部材は、作動液圧力を増大させるために作動液ハウジングに挿入可能であり、作動液圧力を低減するために作動液ハウジングから後退可能である。

40

【 0 0 5 2 】

実施形態は、分配ノズルに配置され、分配ノズル（またはノズル領域）内のプロセス流体のメニスカス位置を制御器に伝達するように構成されたメニスカスセンサを含むことができる。そのようなメニスカスセンサは、光学的、容量性、超音波等であり得る。制御器は、メニスカス位置保持コマンドを受け取り、次に、細長いブラダ内の容積を調整することによって、メニスカス位置を分配ノズル内の所定の許容範囲内に選択的に保持するように構成することができる。

【 0 0 5 3 】

いくつかの実施形態では、分配ノズル内でプロセス流体に接触することなく分配ノズルを

50

部分的に取り囲むかまたは完全に取り囲む蒸発防止装置が配置される。換言すると、シュラウドまたは覆いを使用して、分配ノズル先端部を取り囲む、すなわち実際に分配ノズル先端部と接触することなく分配ノズル先端部への空気の曝露を低減する。同じく、溶媒をプロセス流体のメニスカスと接触するように流すことができるように、分配ノズルの開口領域に気相の溶媒を送達するように溶媒送達ユニットを配置および構成することもできる。換言すると、気相溶媒（プロセス流体と適合性（compatible）がある）が、分配ノズル開口部に向けてポンプ供給されてもよいし、流されてもよい。気相溶媒をプロセス流体メニスカスと接触させるように分配ノズル先端部で空気を飽和させることによって、プロセス流体の蒸発を低減または防止することができ、それによりプロセス流体の潜在的な欠陥を低減することができる。

10

【 0 0 5 4 】

別の実施形態は、流体分配のための装置を含む。この装置は、プロセス流体弁から分配ノズルまで延びるプロセス流体導管を含む。プロセス流体弁は、プロセス流体導管を通るプロセス流体の流れを選択的に停止し、全体的背圧など、プロセス流体導管を通して分配ノズルに向かうプロセス流体の流れを許容するように構成される。プロセス流体フィルタが、プロセス流体弁と分配ノズルとの間のプロセス流体導管内に配置される。

【 0 0 5 5 】

細長いブラダが、プロセス流体フィルタと分配ノズルとの間に配置される。細長いブラダは、プロセス流体導管の一区画として構成される。細長いブラダは、作動液ハウジング内に配置される。細長いブラダは、作動液ハウジングのチャンバ入口開口部からチャンバ出口開口部まで延びる。細長いブラダは、チャンバ入口開口部とチャンバ出口開口部との間で直線状の流路を画定する。細長いブラダは、作動液ハウジング内で横方向に膨張しかつ横方向に収縮するように構成され、その結果、細長いブラダがある体積のプロセス流体を含むとき、細長いブラダ内のプロセス流体の体積は増大可能および低減可能である。

20

【 0 0 5 6 】

他の実施形態では、プロセス流体弁 - 流体導管を完全に閉鎖することができる - は、流体分配システムに全く存在しない。例えば、ボール弁、バタフライ弁、ゲート弁、ニードル弁等である。基本的にはどのような非エラストマー弁も存在しない。したがって、プロセス流体源入口から分配ノズルまで、弁も剛性（非エラストマー）弁も存在しない。この実施形態は、流体源の供給圧力を操作することによって部分的に実行される。システム全体にわたってプロセス流体源の供給圧力をゼロまで低減することによって、プロセス流体の流れを阻止するのに十分な流体摩擦がプロセス流体導管内に存在する。その後、供給流体圧力を増加させて、生じた圧力降下を克服する流れを作り出すことができる。例えば、フォトレジストの共通の供給源は、ボトル、または容器内のバッグであり得る。ボトルは、流体用の出口と、フォトレジストの表面上の空気圧を増加させるための入口とを有することができる。これは、フォトレジストがバッグ内にあることによっても達成することができる。これは、空気圧はバッグの外面に加えられる。これにより、レジストは分配システムを通して流れ、制御器によって始動、停止、一時停止、および調整が可能となる。したがって、このような実施形態では、プロセス流体導管は、プロセス流体源入口から分配ノズルまで延びる。プロセス流体を受け取るためにプロセス流体源をプロセス流体源入口に取り付けることができる。プロセス流体源は、ゼロ圧力から、プロセス流体源が上流にあり分配ノズルが下流にあるプロセス流体流の方向としてプロセス流体をプロセス流体源入口から分配ノズルに向けて推進するのに少なくとも十分な増大した圧力まで選択可能な供給圧力を有することができる。このようなシステムは、他の方法では、プロセス流体導管がプロセス流体源入口と分配ノズルとの間に弁を有していないことを除いて先に記載したように構成することができる。これは、ボール弁またはニードル弁など、プロセス流体導管を通るプロセス流体の流れを完全に遮断することができる弁を指す。制御器は、供給圧力の連続的な調整を行うようにプロセス流体供給源の供給圧力を制御するように構成することもできる。

30

40

【 0 0 5 7 】

50

制御器は、細長いブラダの外面に及ぼされる作動液圧力を増加させることにより細長いブラダを選択的に収縮させることによって、分配ノズルからプロセス流体を分配させるように構成される。制御器は、細長いブラダの外面に及ぼされる作動液圧力を低減させることにより細長いブラダを選択的に膨張することによって、プロセス流体弁が開放している間に、分配ノズルからのプロセス流体の分配を停止するように構成される。プロセス流体導管は、プロセス流体フィルタと分配ノズルとの間の弁をなくすることができる。細長いブラダは、プロセス流体が分配ノズルから分配されていない間に、膨張してプロセス流体のある充填量を収集するように構成される。この装置は、半導体ウェハ上に膜を堆積させて現像するように構成されたコータ・デベロッパツール内に配置される。

【 0 0 5 8 】

10

したがって、高純度、高精度、バルブレスの分配システムが提供される。

【 0 0 5 9 】

前述の記載中、処理システムの特定の幾何学的形状、およびその中で使用される様々な構成要素およびプロセスの説明などの特定の詳細が示されている。しかしながら、本明細書における技術は、これらの特定の詳細から逸脱する他の実施形態において実施してもよく、そのような詳細は説明を目的とし、限定ではないことを理解されたい。本明細書に開示された実施形態は、添付の図面を参照して説明している。同様に、説明を目的として、特定の数、材料、および構成が、徹底的な理解を提供するために示されている。それにもかかわらず、実施形態はそのような特定の詳細なしに実施することができる。なお、実質的に同一の機能的構成を有する構成要素については同様の参照符号で示し、従って冗長的な説明は省略されることがある。

20

【 0 0 6 0 】

様々な実施形態の理解を助けるために、様々な技術を複数の個別の動作として説明してきた。説明の順序は、これらの動作が必然的に順序に依存することを意味すると解釈すべきではない。実際に、これらの動作は提示した順に実行する必要はない。説明された動作は、記載された実施形態と異なる順序で実行してもよい。様々な追加の動作が実行されてもよく、および/または説明された動作は追加の実施形態で省略してもよい。

【 0 0 6 1 】

本明細書で使用される際「基板」または「ターゲット基板」は、一般に、本発明に従って処理される物体を指す。基板は、デバイス、特に半導体または他のエレクトロニクスデバイスの任意の材料部分または構造を含んでもよく、例えば、半導体ウェハなどのベース基板構造、レチクル、または薄膜などのベース基板構造上のまたはベース基板構造に重なる層であってもよい。したがって、基板は、パターン形成されたまたはパターン化されていないいずれの特定のベース構造、下層および上層にも限定されず、むしろ、あらゆるそのような層またはベース構造、および層および/またはベース構造のあらゆる組み合わせを含むことが考えられる。説明は特定のタイプの基板に言及し得るが、これは単に例示を目的としている。

30

【 0 0 6 2 】

当業者であれば、本発明の同じ目的を依然として達成しつつ、上述した技術の実行に多くの変更を加えることができることを理解するであろう。そのような変更は、本開示の範囲によって網羅されることが意図される。このように、本発明の上記の実施形態の説明は、限定することを意図するものではない。むしろ、本発明の実施形態に対するあらゆる制限は、以下の特許請求の範囲に示されている。

40

【 符号の説明 】

【 0 0 6 3 】

1 0 0 分配ユニット

1 0 5 基板

1 1 1 作動液ハウジング

1 1 3 ピストンロッドハウジング

1 1 4 アクチュエータ

50

- 1 1 5 細長いブラダ
- 1 1 6 チャンバ入口開口部
- 1 1 7 チャンバ出口開口部
- 1 1 8 ブリード弁
- 1 1 9 チャンバ
- 1 2 4 ピストン
- 1 2 5 ロッド
- 1 2 6 作動液
- 1 2 7 変位チャンバ
- 1 2 8 ステッパモータ
- 1 2 9 アンチバックラッシュ機構
- 1 3 7 分配ノズル
- 1 3 8 メニスカスセンサ
- 1 4 2 制御器
- 1 4 5 ブラダ膨張抑制部分
- 1 4 8 D i nレールマウント
- 1 5 0 プロセス流体源
- 1 5 2 弁
- 1 5 4 フィルタ
- 1 6 7 光源
- 1 6 8 電子光センサ
- 1 6 9 メニスカス位置
- 1 7 1 「クリーン」ゾーン
- 1 7 2 「スーパークリーン」ゾーン
- 1 7 7 溶媒ガス供給器
- 1 7 8 蒸発シールド

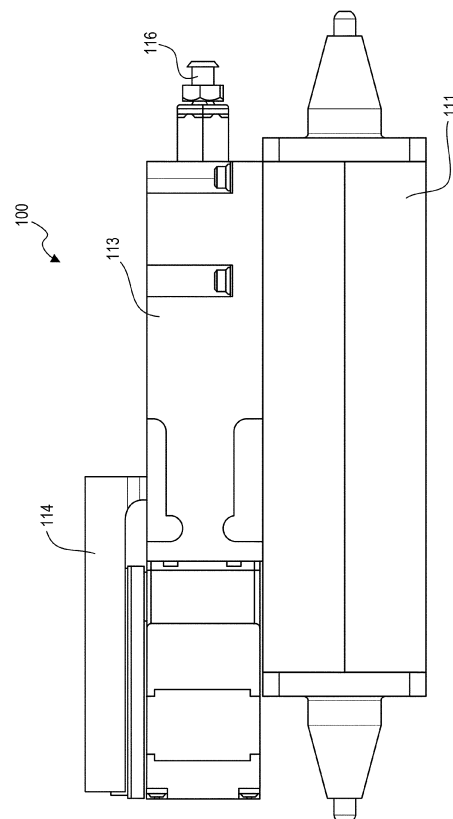
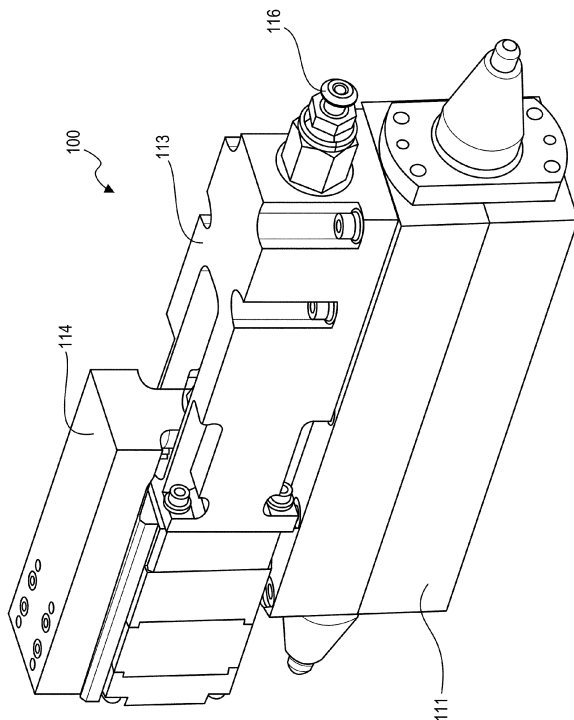
10

20

【図面】

【図 1】

【図 2】

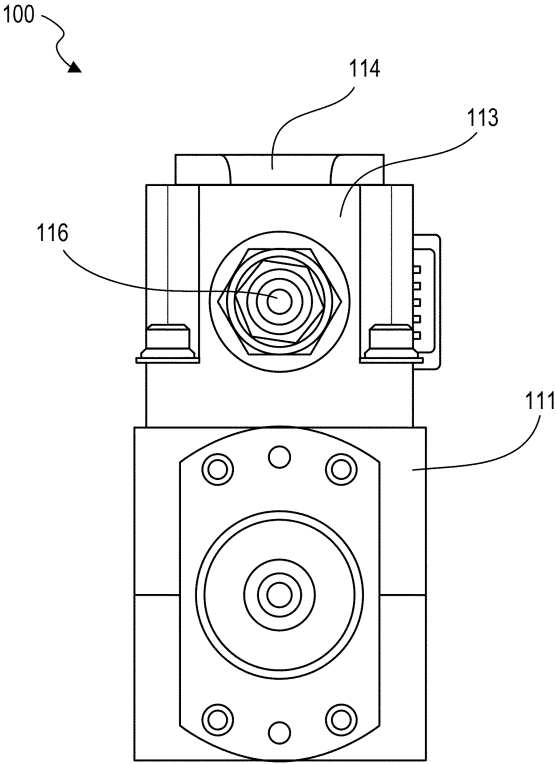


30

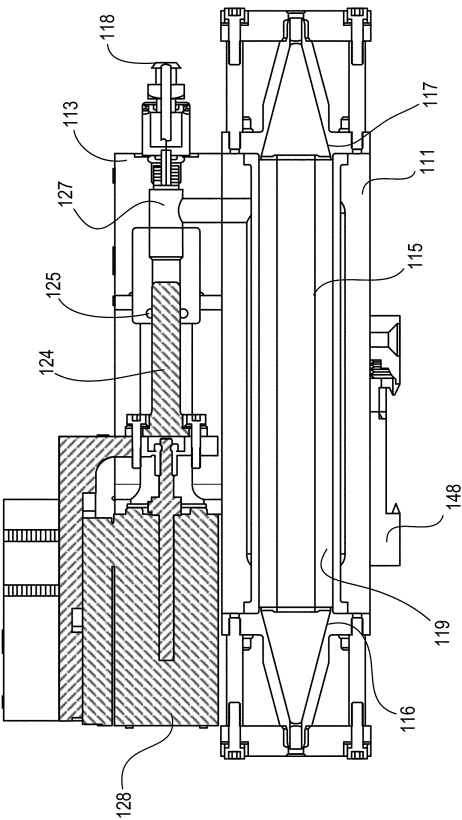
40

50

【図 3】



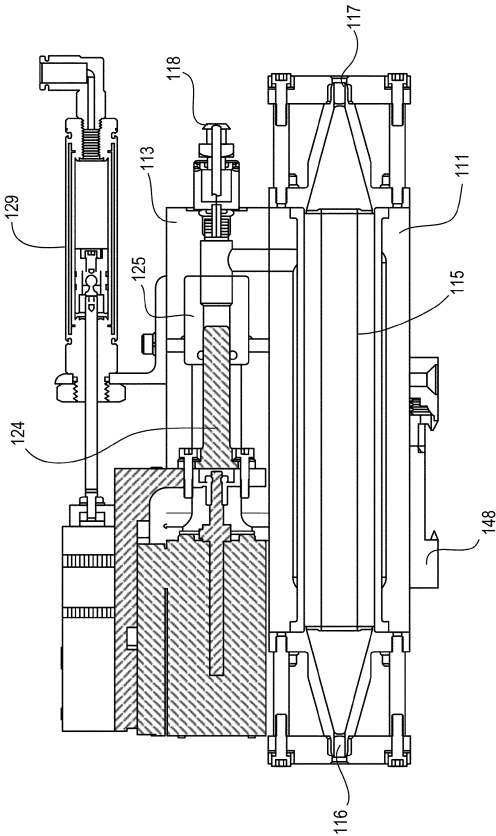
【図 4】



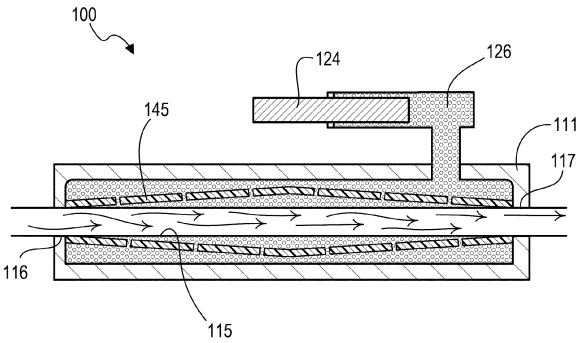
10

20

【図 5】



【図 6】

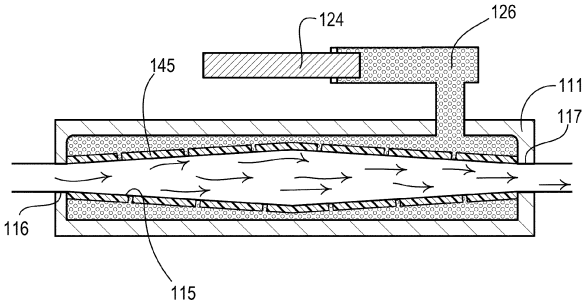


30

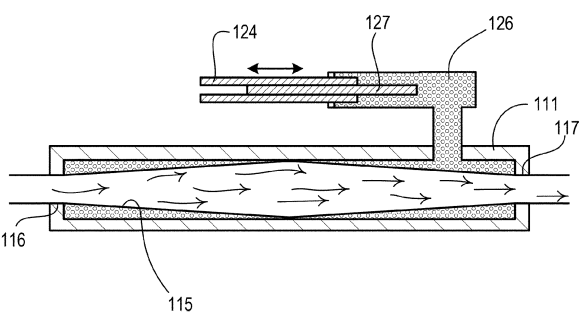
40

50

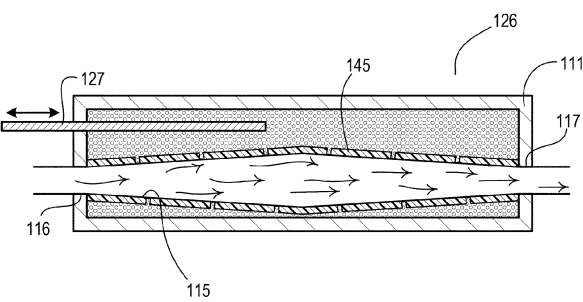
【図 7】



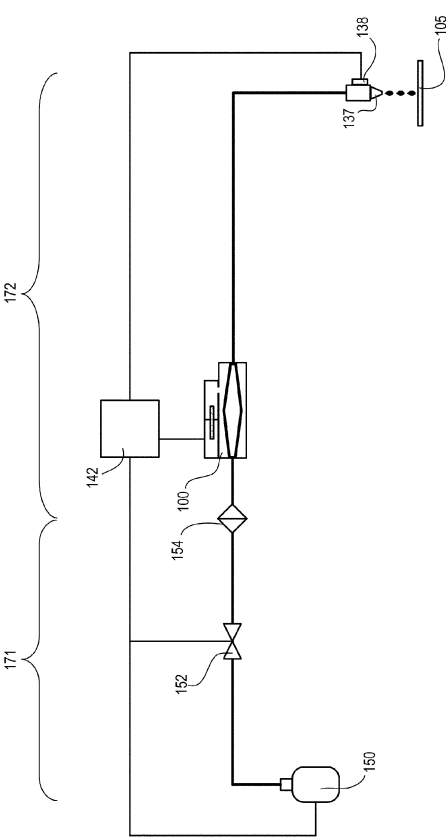
【図 8】



【図 9】



【図 10】



10

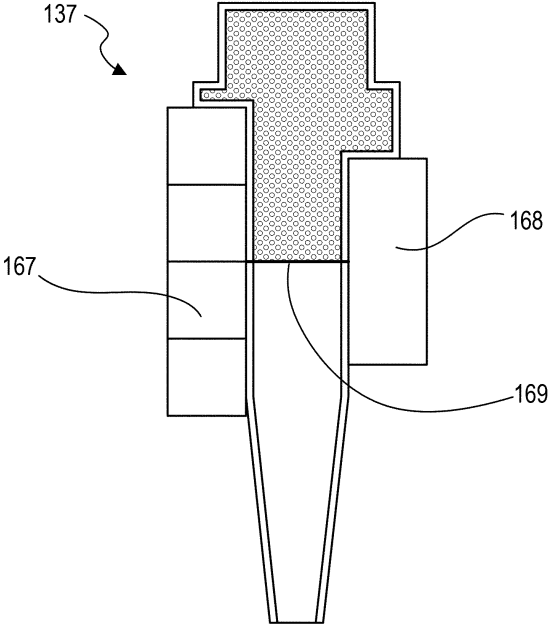
20

30

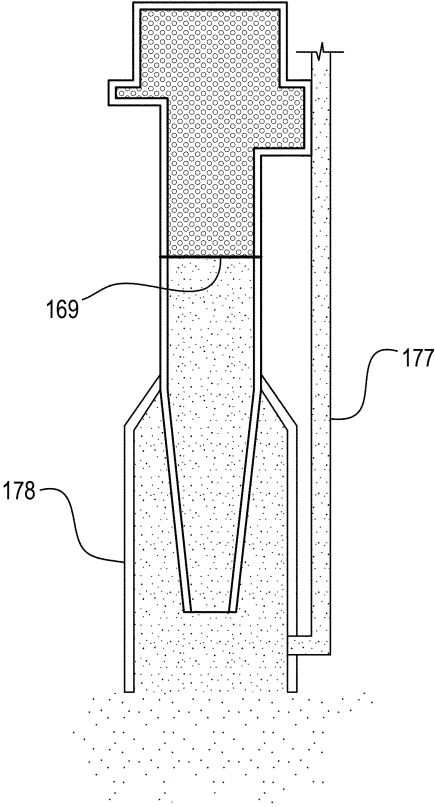
40

50

【図 1 1】



【図 1 2】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- ク州 イースト バーン ウィルジー ロード 220
- (72)発明者 デイヴィッド トラヴィス
アメリカ合衆国 12203 ニューヨーク州 オールバニー フラー ロード 255 スイート 2
44 サウス ナノファブ 300
- (72)発明者 ロナルド ナスマン
アメリカ合衆国 12018 ニューヨーク州 アヴェリル パーク プロスペクト アヴェニュー 28
- (72)発明者 ジェイムズ グルーテグード
アメリカ合衆国 12203 ニューヨーク州 オールバニー ピーオー ボックス 3911
- (72)発明者 ノーマン エー・ジェイコブソン ジュニア
アメリカ合衆国 12302 ニューヨーク州 スコティア リッジ ロード 1726
- (72)発明者 デイヴィッド ヘッツァー
アメリカ合衆国 12303 ニューヨーク州 スケネクタディ カーディフ ロード 2045
- (72)発明者 リオール フリ
アメリカ合衆国 12054 ニューヨーク州 デルマー ドワーズ ウェイ 22
- (72)発明者 ジョシュア エス・フーゲ
アメリカ合衆国 78701 テキサス州 オースティン ウェスト 7ス ストリート 505 #220
- 審査官 松浦 久夫
- (56)参考文献 米国特許出願公開第2015/0209818 (US, A1)
特開2012-071230 (JP, A)
特開2006-248130 (JP, A)
特表2003-536265 (JP, A)
特開昭62-121669 (JP, A)
特開平11-186143 (JP, A)
特開平01-304074 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
F04B 43/12
B05C 5/00
B05C 11/10