

【公報種別】公表特許公報の訂正
【部門区分】第7部門第2区分
【発行日】平成30年12月13日(2018.12.13)

【公表番号】特表2018-531511(P2018-531511A)
【公表日】平成30年10月25日(2018.10.25)
【年通号数】公開・登録公報2018-041
【出願番号】特願2018-517344(P2018-517344)
【訂正要旨】国際特許分類のXMLデータの誤載により下記のとおり全文を訂正する。
【国際特許分類】

H 0 1 L 21/304 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 21/304 6 4 7 Z

H 0 1 L 21/304 6 5 1 M

【記】別紙のとおり

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2018-531511

(P2018-531511A)

(43) 公表日 平成30年10月25日(2018.10.25)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/304 (2006.01)	HO 1 L 21/304 6 4 7 Z	5 F 1 5 7
	HO 1 L 21/304 6 5 1 M	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2018-517344 (P2018-517344)	(71) 出願人	390040660 アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド APPLIED MATERIALS, INCORPORATED アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95054 サンタ クララ パウアーズ アベニュー 3050
(86) (22) 出願日	平成28年9月13日 (2016. 9. 13)	(74) 代理人	110002077 園田・小林特許業務法人
(85) 翻訳文提出日	平成30年5月28日 (2018. 5. 28)	(72) 発明者	ゴウク, ローマン アメリカ合衆国 カリフォルニア 95120, サン ノゼ, リリアン ウエイ 6333
(86) 国際出願番号	PCT/US2016/051480		
(87) 国際公開番号	W02017/062135		
(87) 国際公開日	平成29年4月13日 (2017. 4. 13)		
(31) 優先権主張番号	62/236, 913		
(32) 優先日	平成27年10月4日 (2015. 10. 4)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高アスペクト比フィーチャ向けの乾燥プロセス

(57) 【要約】

基板を処理するための方法が開示されている。この方法は、処理チャンバに溶媒を供給することと、処理チャンバに基板を供給することを含む。処理チャンバ内に存在する溶媒の量は、基板を浸漬するよう設定されうる。液体CO₂が、処理チャンバに供給され、溶媒と混合されうる。溶媒を置換するために、処理チャンバの容積を上回る量の追加の液体CO₂が、処理チャンバに供給されうる。液体CO₂は処理チャンバ内で超臨界CO₂に移相してよく、基板は、処理チャンバを等温減圧し、かつ、処理チャンバからガス状CO₂を排気することによって、乾燥されうる。

【選択図】 図 4

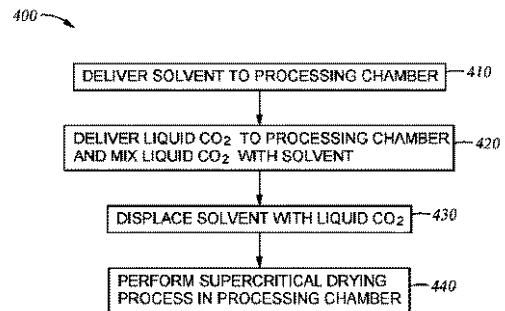


Fig. 4

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

処理チャンバに溶媒を供給することと、
前記処理チャンバに、デバイス側が下になる配向で基板を供給することと、
前記処理チャンバに液体CO₂を供給し、かつ、前記液体CO₂を前記溶媒と混合させることと、
前記溶媒を置換するために、前記処理チャンバの容積を上回る量の追加の液体CO₂を前記処理チャンバに供給することと、
前記処理チャンバ内で前記液体CO₂を超臨界CO₂に移相させることと、
前記処理チャンバを等温減圧し、かつ、前記処理チャンバからガス状CO₂を排気することによって、前記基板を乾燥させることとを含む、基板処理方法。

10

【請求項 2】

前記溶媒が液体CO₂と混和性である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記処理チャンバに超臨界CO₂を供給することを更に含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記処理チャンバ内で前記液体CO₂を超臨界CO₂に移相させることが、前記処理チャンバに超臨界CO₂を供給することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記溶媒がアセトンであり、前記基板を少なくとも部分的に浸漬するよう設定された量の前記溶媒が前記処理チャンバに提供される、請求項 4 に記載の方法。

20

【請求項 6】

前記処理チャンバ内で前記液体CO₂を超臨界CO₂に移相させることが、前記処理チャンバの処理空間を、1分間未満で20°Cから50°Cに加熱することを更に含む、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 7】

処理チャンバに、液体CO₂と混和性の溶媒を供給することと、
前記処理チャンバに、デバイス側が下になる配向で基板を供給することと、
前記処理チャンバに超臨界CO₂を供給し、かつ、前記超臨界CO₂を前記溶媒と混合させることと、
前記溶媒を置換するために、前記処理チャンバの容積を上回る量の追加の超臨界CO₂を前記処理チャンバに供給することと、
前記処理チャンバを等温減圧し、かつ、前記処理チャンバからガス状CO₂を排気することによって、前記基板を乾燥させることとを含む、基板処理方法。

30

【請求項 8】

前記処理チャンバに超臨界CO₂を供給することを更に含む、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記処理チャンバ内で前記液体CO₂を超臨界CO₂に移相させることが、前記処理チャンバに超臨界CO₂を供給することを含む、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 10】

前記溶媒がアセトンであり、前記基板を少なくとも部分的に浸漬するよう設定された量の前記溶媒が前記処理チャンバに提供される、請求項 7 に記載の方法。

40

【請求項 11】

前記処理チャンバ内で前記液体CO₂を超臨界CO₂に移相させることが、前記処理チャンバの処理空間を、1分間未満で20°Cから50°Cに加熱することを更に含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 12】

前記基板を乾燥させることが、液体CO₂を生成することなく超臨界CO₂をガス状CO₂変に転換させることを含む、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 13】

50

処理チャンバに、液体CO₂と混和性の溶媒を供給することと、
前記処理チャンバに、デバイス側が下になる配向で基板を供給することと、
前記処理チャンバに液体CO₂を供給し、かつ、前記液体CO₂を前記溶媒と混合させることと、

前記溶媒を置換するために、前記処理チャンバの容積を上回る量の追加の液体CO₂を前記処理チャンバに供給することと、

前記処理チャンバに超臨界CO₂が供給されている間に、前記処理チャンバ内で前記液体CO₂を超臨界CO₂に移相させることと、

前記処理チャンバを等温減圧し、かつ、前記処理チャンバからガス状CO₂を排気することによって、前記基板を乾燥させることとを含む、基板処理方法。

10

【請求項14】

前記溶媒がアセトンであり、前記基板を少なくとも部分的に浸漬するよう設定された量の前記溶媒が前記処理チャンバに提供される、請求項13に記載の方法。

【請求項15】

前記処理チャンバに超臨界CO₂が供給されている間に、前記処理チャンバ内で前記液体CO₂を超臨界CO₂に移相させることが、前記処理チャンバの処理空間を、1分間未満で20°Cから50°Cに加熱することを含む、請求項14に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本開示の実施形態は概して、基板の洗浄と乾燥のプロセスに関する。より具体的には、本書に記載の実施形態は、高アスペクト比フィーチャ向けの乾燥プロセスに関する。

【背景技術】

【0002】

関連技術の記載

半導体デバイスの洗浄においては、多くの場合、液体及び固体の汚染物質を基板の表面から除去し、ひいては表面を清浄にしておくことが望ましい。湿式洗浄プロセスは概して、水性洗浄溶液などの洗浄液の使用を伴う。基板の湿式洗浄後には、多くの場合、洗浄チャンバ内の基板の表面から洗浄液を除去することが望ましい。

30

【0003】

既存の湿式洗浄技法のほとんどは、基板を洗浄するために液体噴霧ステップ、又は浸漬ステップを利用する。ポイド若しくは孔部を有する高アスペクト比フィーチャ又は低誘電率材料を有する基板を、洗浄液の塗布に続いて乾燥させることは、非常に困難である。洗浄液の毛細管力は、望ましくないスティクションを生じさせうる、かかる構造物における材料の変形を引き起こすことが多く、これにより、半導体基板が損傷するだけでなく、更に、利用された洗浄溶液の残留物が基板に残ることがある。上述の課題は、高アスペクト比半導体デバイス構造物を有する基板において、後続の基板乾燥中に、特に顕著になる。ラインスティクション又はライン崩壊は、湿式洗浄プロセス（複数可）においてトレンチ又はビアの中に閉じ込められた液体を覆う液体-空気界面全体での毛細管圧力によって、高アスペクト比のトレンチ又はビアを形成する両側壁が互いに向かって曲がることで、生じる。狭小なライン幅及び高いアスペクト比を有するフィーチャは、毛細管圧力（毛細管力と称されることもある）によって液体-空気界面と液体-壁部界面との間に生じる表面張力の相違の影響を、特に受けやすい。現在有効な乾燥実践方法は、デバイススケーリングの急速な進歩の結果として急激に増大しつつある、ラインスティクションの防止における困難に直面している。

40

【0004】

結果的に、当該技術分野において、洗浄プロセス及び超臨界乾燥プロセスを実施するための改良型の方法が必要とされている。

【発明の概要】

50

【0005】

一実施形態では、基板処理方法が提供される。この方法は、処理チャンバに溶媒を供給することと、処理チャンバに基板を供給することを含む。処理チャンバ内に存在する溶媒の量は、基板を浸漬するよう設定されうる。液体CO₂が、処理チャンバに供給され、溶媒と混合されうる。溶媒を置換するために、処理チャンバの容積を上回る量の追加の液体CO₂が、処理チャンバに供給されうる。液体CO₂は処理チャンバ内で超臨界CO₂に移相してよく、基板は、処理チャンバを等温減圧することによって、及び、処理チャンバからガス状CO₂を排気することによって、乾燥されうる。

【0006】

別の実施形態では、基板処理方法が提供される。この方法は、処理チャンバに溶媒を供給することと、処理チャンバに基板を供給することを含む。処理チャンバ内に存在する溶媒の量は、基板を浸漬するよう設定されうる。超臨界CO₂が処理チャンバに供給され、この超臨界CO₂は溶媒と混合されうる。溶媒を置換するために、処理チャンバの容積を上回る量の追加の超臨界CO₂が、処理チャンバに供給されうる。基板は、処理チャンバを等温減圧することによって、及び、処理チャンバからガス状CO₂を排気することによって、乾燥されうる。

10

【0007】

本開示の上述の特徴を詳しく理解しうるように、上記で簡単に要約されている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、実施形態の一部は付随する図面に示されている。しかし、付随する図面は、例示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すべきではなく、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】

【0008】

【図1】本書に記載の実施形態による、半導体基板に形成されたフィーチャ同士の間を生じたスティクション(stiction)の影響を示す。

【図2A】本書に記載の一実施形態による、処理装置の平面図を示す。

【図2B】本書に記載の一実施形態による、処理装置の平面図を示す。

【図3】本書に記載の一実施形態による、熱質量が小さい処理チャンバの断面図を概略的に示す。

30

【図4】本書に記載の一実施形態による、溶媒置換及び超臨界乾燥プロセスを実施するための方法の工程を示す。

【図5】本書に記載の一実施形態による、溶媒置換及び超臨界乾燥プロセスを実施するための方法の工程を示す。

【発明を実施するための形態】

【0009】

理解を容易にするために、可能な場合には、複数の図に共通する同一の要素を指し示すのに、同一の参照番号を使用した。一実施形態の要素及び特徴は、さらなる記述がなくとも、他の実施形態に有益に組み込まれうると、想定される。

【0010】

以下の説明においては、解説を目的として、本書で提示されている実施形態の網羅的な理解を提供するために多数の具体的な詳細事項が明記される。しかし、これらの具体的な詳細事項がなくとも本開示が実践されうるとは、当業者には明白となろう。その他の事例では、説明されている実施形態を不明瞭にしないように、具体的な装置構造については説明していない。以下の説明及び図は、実施形態を例示するものであり、本発明を限定するものと解釈すべきではない。

40

【0011】

図1は、半導体デバイス100における2つのフィーチャの間でラインスティクションが発生している、半導体デバイス100の一部を示す概略断面図である。図示しているように、高アスペクト比デバイス構造物が、基板の表面上に形成されている。処理中に、

50

デバイス構造物 102 は垂直配向で維持されるべきであり、壁部 106 は、隙間 (opening) を横切ってデバイス構造物 102 の隣接する壁部 106 に接触するべきではない。半導体デバイス 100 が、湿式化学作用を用いて洗浄された後に乾燥されている時、デバイス構造物 102 の壁部 106 は、隙間 104 の中に入った洗浄液によって生じる空気 - 液体界面による毛細管力を受ける。この毛細管力によって、隣接するデバイス構造物 102 の壁部 106 同士が互いに向かって曲がり、互いに接触することになる。ラインスティクションは、隣接するデバイス構造物 102 の壁部 106 同士の接触により生じ、最終的には、隙間 104 の閉塞を引き起こす。ラインスティクションは概して望ましくないものである。なぜならそれは、更なる堆積ステップなどの後続の基板処理ステップにおける、隙間 104 へのアクセスを妨害するからである。

10

【0012】

ラインスティクションを防止するために、基板は、湿式洗浄チャンバ内で、脱イオン水又は洗浄用化学物質などの水性洗浄溶液に曝露されうる。かかる基板は、表面上に電子デバイスが配置又は形成されている、半導体基板を含む。湿式洗浄チャンバ内の基板に対して水性洗浄溶液を使用することで、湿式洗浄プロセスが実施された後に基板に残った残留物が除去される。一部の構成では、湿式洗浄チャンバは、単一ウエハ洗浄チャンバ及び/又は水平スピニングチャンバでありうる。加えて、湿式洗浄チャンバは、基板のデバイスがない側に向けられる音響エネルギーを生成するよう適合した、メガソニックプレートを有しうる。

20

【0013】

基板の湿式洗浄の後に、基板は、湿式洗浄チャンバ内で使用された使用済みの水性洗浄溶液があればそれを置換するために、溶媒置換チャンバに移送されうる。基板は次いで、基板に更なる洗浄ステップ及び乾燥ステップを実施するために、超臨界流体チャンバに移送されうる。一実施形態では、基板を乾燥させることは、基板の表面への超臨界流体の供給を伴いうる。乾燥用ガスは、超臨界処理チャンバ内で実現又は維持される特定の圧力構成及び温度構成に曝露された時に超臨界状態に移行するよう、選択されうる。かかる乾燥用ガスの一例は、二酸化炭素 (CO_2) を含む。超臨界 CO_2 は、超臨界ガスであることから、表面張力を有さないという点でその表面張力は気体に類似しているが、液体の密度よりも高い密度を有する。超臨界 CO_2 は、約 73.0 atm の圧力、及び約 31.1 °C の温度において臨界点を有する。 CO_2 などの超臨界流体の固有特性の 1 つは、超臨界

30

【0014】

超臨界流体は、その固有特性により、基板における実質的にすべての孔部又はボイドに入り込み、残留液体又は残留粒子 (隙間 104 内に存在しうる) があればそれを除去しうる。一実施形態では、超臨界処理が、粒子及び残留物を除去するために所望の期間にわたって進行した後に、ほぼ一定の温度を保ったままチャンバの圧力が下げられて、超臨界流体を隙間 104 の中で気相に直接的に移行させることが可能になる。典型的には、超臨界

流体処理に先立って隙間 104 内に存在する液体は、溶媒置換チャンバからの置換溶媒でありうる。典型的には、隙間 104 内に存在する粒子は、有機種 (すなわち炭素)、無機種 (すなわちシリコン)、及び/又は金属などの、任意の固体粒状物でありうる。超臨界流体によって乾燥されうる隙間 104 の例は、誘電体層のボイド又は孔部、低誘電率誘電材料のボイド又は孔部、及び、洗浄用の流体及び粒子を閉じ込めうる、他の種類の基板の間隙を、含む。更に、超臨界乾燥は、移相中に液体状態を回避すること、及び、超臨界 CO_2 などの超臨界流体の微小な表面張力により、デバイス構造物 102 の壁部 106 同士の間に生じる毛細管力を除去することによって、ラインスティクションを防止しうる。

40

【0015】

基板は次いで、超臨界流体チャンバから後処理チャンバに移送されうる。後処理チャン

50

バはプラズマ処理チャンバであってよく、このチャンバ内で、基板に存在しうる汚染物質が除去されうる。基板を後処理することで、デバイス構造物にラインステイクションが存在すればそれも、更に解除されうる。本書に記載のプロセスは、約10:1以上、20:1以上、又は、30:1以上のアスペクト比といった、高アスペクト比を有するデバイス構造物の洗浄に役立つ。特定の実施形態では、本書に記載のプロセスは、3D/垂直NANDフラッシュデバイス構造物の洗浄に役立つ。

【0016】

図2Aは、本開示の一実施形態による、上述の工程のうちの一又は複数を実施するよう適合しうる基板処理装置を示している。一実施形態では、処理装置200は、湿式洗浄チャンバ201と、溶媒置換チャンバ202と、超臨界流体チャンバ203と、後処理チャンバ204と、移送チャンバ206と、湿式ロボット208とを備える。基板を処理することは、金属線によって相互接続されている、トランジスタ、コンデンサ、又はレジスタなどの電気デバイスを形成することを含みうるがそれに限定されるわけではなく、これらの電気デバイスは、基板上の層間誘電体によって絶縁される。上記のプロセスは、基板を洗浄することと、基板に形成された膜を洗浄することと、基板を乾燥させることと、基板に形成された膜を乾燥させることとを、含みうる。別の実施形態では、処理装置200は、処理装置200内で処理された基板を検査するためのツール（図示せず）を含みうる、検査チャンバ205を含む。

10

【0017】

一実施形態では、基板処理装置200は、湿式洗浄チャンバ201、溶媒置換チャンバ202、超臨界流体チャンバ203、後処理チャンバ204、及び移送チャンバ206とといったいくつかの基板処理チャンバを備える、クラスタツールである。チャンバ201、202、203、204は、移送チャンバ206内に配置されうる湿式ロボット208の周りに位置付けられうる。湿式ロボット208は、モータ、ベース、アーム、及び、チャンバ間で基板を移送するよう構成されたエンドエフェクタ209を備える。湿式ロボット208は、オプションで、処理装置200のスループットを向上させるために、複数のアーム及び複数のエンドエフェクタを有しうる。一実施形態では、湿式ロボット208は、前述のチャンバ間で基板を移送する。別の実施形態では、湿式ロボット208のエンドエフェクタのうち少なくとも1つは、（例えば乾燥ウエハを扱うよう適合した）乾式専用エンドエフェクタであり、湿式ロボット208のエンドエフェクタのうち少なくとも1つは、（例えば湿式ウエハを扱うよう適合した）湿式専用エンドエフェクタである。乾式専用エンドエフェクタは、超臨界流体チャンバ203と後処理チャンバ204との間で基板を移送するために使用されうる。

20

30

【0018】

処理装置200は、ファクトリインターフェース218に配置された乾式ロボット216も備え、ファクトリインターフェース218は、処理装置200、及び、複数の基板カセット212、214に連結されうる。複数の基板カセット212、214の各々は、未洗浄若しくは未乾燥の複数の基板、又は、洗浄済み若しくは乾燥済みの複数の基板を保持する。乾式ロボット216は、カセット212、214と、湿式洗浄チャンバ201との間、及び後処理チャンバ204との間で、基板を移送するよう構成されうる。別の実施形態では、乾式ロボット216は、超臨界流体チャンバ203と後処理チャンバ204との間で基板を移送するよう、構成されうる。処理装置200におけるこれらの処理チャンバは、基板移送チャンバ206を収納する水平プラットフォーム上に配置されうる。別の実施形態では、プラットフォームの一部は、水平配向以外の配置に配向されうる（図5参照）。

40

【0019】

図2Bに示す代替的な実施形態では、処理装置200Aは、湿式洗浄チャンバ201、溶媒置換チャンバ202、超臨界流体チャンバ203、後処理チャンバ204、及び移送チャンバ206とといったいくつかの基板処理チャンバを備える、線形の装置でありうる。例えば、処理装置200Aは、カリフォルニア州サンタクララのApplied Mat

50

erialsから入手可能な「Raider（登録商標）GT」でありうるが、他の製造業者による他の処理装置が、本書に記載の実施形態を実施するよう適合しうることも、想定される。

【0020】

チャンバ201、202、203、204は、移送チャンバ206内に配置されうるロボット208Aの周りに位置付けられうる。ロボット208Aは、モータ、ベース、アーム、及び、チャンバ間で基板を移送するよう構成されたエンドエフェクタ209A、209Bを備える。ロボット208Aは、処理装置200Aのスリーブットを向上させるために、複数のアーム及び複数のエンドエフェクタを有しうる。一実施形態では、湿式専用エンドエフェクタ209Aを有するロボット208Aが、前述のチャンバ間で基板を移送する。処理装置200Aは、処理装置200、及び、複数の基板カセット212、214に連結されうるファクトリインターフェース218も備えてよく、複数の基板カセット212、214の各々は、未洗浄若しくは未乾燥の複数の基板、又は、洗浄済み若しくは乾燥済みの複数の基板を保持する。乾式専用エンドエフェクタ209Bを有するロボット208Aは、カセット212、214と、湿式洗浄チャンバ201との間、及び後処理チャンバ204との間で、基板を移送する。一実施形態では、乾式専用エンドエフェクタ209Bは、超臨界流体チャンバ203と後処理チャンバ204との間で基板を移送するよう構成されうる。処理装置200Aにおけるこれらのチャンバは、基板移送チャンバ206を収納する水平プラットフォーム上に配置されうる。別の実施形態では、プラットフォームの一部は、水平配向以外の配向に配向されうる。

10

20

【0021】

処理装置200Aのいくつかの構成において、ロボット208Aは、線形軌道220に沿って移動しうる。チャンバは、線形軌道220の一方又は両方の側に並ぶように配置されうる。湿式基板移送を実施するために、基板がまだチャンバ内にある間に、例えば基板を回転させることによって、余分な液体が基板から除去されうる。これにより、ロボット208Aがこの基板を移送する前に、基板表面上には湿った薄層のみが残ることになる。ロボット208Aに2つ以上のエンドエフェクタが設けられる実施形態では、少なくとも1つは湿式基板移送専用であり、他の1つは乾式基板移送専用でありうる。大量生産のために、より多くのチャンバが、延長可能な線形構成に設置されうる。

【0022】

前記の実施形態で言及した構成により、各チャンバの設計複雑性が大幅に低減され、繊細なプロセスステップ間の待機時間制御が可能になり、かつ、各処理工程のプロセス持続期間を均一化するよう調整可能なチャンバモジュールのカウントを用いた連続生産において、スリーブットが最適化される。

30

【0023】

図3は、本書に記載の一実施形態による、熱質量が小さい処理チャンバ300の断面図を概略的に示している。特定の実施形態では、チャンバ300は、図2A及び図2Bに関連して説明しているチャンバ203として実装されうる。通常、チャンバ300は、その中での超臨界流体の生成及び/又は維持に適する加圧状態に耐えるよう、構成される。チャンバ300はまた、有利には、移相の実施に適する温度範囲内でサイクルされうる。

40

【0024】

チャンバ300は、本体302と、ライナ318と、断熱要素316とを含む。本体302とライナ318とが概して、処理空間312を画定する。本体302は、処理空間312の中での超臨界流体の生成に適する圧力に耐えるよう、構成されうる。例えば、本体は、約100bar以上の圧力に耐えることに適しうる。本体302に適する材料は、ステンレス鋼、アルミニウム、又は、その他の高強度金属材料を含む。ライナ318も、本体302と類似の材料から形成されうる。一実施形態では、ライナ318と本体302は単一の装置でありうる。別の実施形態では、ライナ318と本体302とは、ひとまとめに連結された別個の装置でありうる。

【0025】

50

ライナ 3 1 8 は、処理空間 3 1 2 に隣接した領域において、約 2 mm から約 5 mm (例えば約 3 mm) の厚さ 3 4 4 を有しうる。ライナ 3 1 8 を含む材料が本体 3 0 2 と比較して相対的に極少量であることにより、ライナ 3 1 8 は、本体 3 0 2 の熱質量と比べて小さい熱質量を有することになる。したがって、処理空間 3 1 2 の中の温度変化がより効率的な様態で行われうる。処理空間 3 1 2 の温度は主に、本体 3 0 2 ではなくライナ 3 1 8 による影響を受けるからである。一実施形態では、処理空間 3 1 2 の中の処理環境は、約 5 分未満 (例えば約 1 分未満) の時間で、約 20 °C と約 50 °C との間でサイクルされうる。一実施形態では、処理空間 3 1 2 は、約 30 秒間で、約 20 °C と約 50 °C との間でサイクルされうる。

【0026】

断熱要素 3 1 6 は概して、ライナ 3 1 8 に隣接するように、本体 3 0 2 に配置される。図示している実施形態では、断熱要素 3 1 6 は複数の装置でありうる。断熱要素 3 1 6 は概して、ライナ 3 1 8 を本体 3 0 2 から断熱することによってライナ 3 1 8 の熱質量を更に低減するために、処理空間 3 1 2 の長手軸に沿って延在しうる。断熱要素 3 1 6 は、本体 3 0 2 及びライナ 3 1 8 に利用される材料の熱膨張率と類似した熱膨張率を有する、高圧環境内での使用に適する材料から形成されうる。一実施形態では、断熱要素 3 1 6 はセラミック材料でありうる。セラミック材料の様々な例は、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、炭化ケイ素などを含む。断熱要素 3 1 6 の厚さ 3 4 6 は、約 0.1 インチから約 1.0 インチ (例えば約 0.5 インチ) でありうる。

【0027】

処理空間 3 1 2 は、約 2 リットル未満 (例えば約 1 リットル) の容積を有する。ライナ 3 1 8 の間の、処理空間 3 1 2 の端から端までの距離 3 4 8 は、約 5 cm 未満 (例えば約 2 cm 未満、例としては約 1 cm) でありうる。様々な実施形態において、処理空間 3 1 2 は、処理空間 3 1 2 内の条件に応じて、様々な液体、ガス、及び / 又は超臨界流体で満たされうる。一実施形態では、処理空間 3 1 2 は、一又は複数の溶媒源 3 2 0、3 3 2、3 3 6 に連結されうる。第 1 溶媒源 3 2 0 は、本体 3 0 2 の上部を通る第 1 導管 3 2 2 を介して、処理空間 3 1 2 に連結されうる。第 2 溶媒源 3 3 2 は、本体 3 0 2 の側壁を通る第 2 導管 3 3 4 を介して、処理空間 3 1 2 に連結されうる。第 3 溶媒源 3 3 6 は、本体 3 0 2 の底部を通る第 3 導管 3 3 8 を介して、処理空間 3 1 2 に連結されうる。溶媒源 3 2 0、3 3 2、3 3 6 は、所望の溶媒導入特性に応じて、様々な進入ポートから処理空間に溶媒を提供するよう構成されうる。

【0028】

溶媒源 3 2 0、3 3 2、3 3 6 から処理空間 3 1 2 に供給されうる好適な溶媒は、数ある中でもとりわけ、アセトン、イソプロピルアルコール、エタノール、メタノール、N - メチル - 2 - ピロリドン、N - メチルホルムアミド、1, 3 - ジメチル - 2 - イミダゾリジノン、ジメチルアセトアミド、及びジメチルスルホキシドを含む。通常、溶媒は、溶媒が液体 CO₂ と混和性であるように選択されうる。

【0029】

第 1 流体源 3 2 4 が、本体 3 0 2 の上部を通る第 4 導管 3 2 6 を介して、処理空間 3 1 2 に連結されうる。第 1 流体源 3 2 4 は概して、処理空間 3 1 2 に液体又は超臨界流体を提供するよう構成される。一実施形態では、第 1 流体源 3 2 4 は、超臨界 CO₂ を供給するよう構成されうる。別の実施形態では、第 1 流体源 3 2 4 は、処理空間 3 1 2 に超臨界 CO₂ を供給するよう構成されうる。この実施形態では、処理空間 3 1 2 内への進入に先立つ液体 CO₂ の超臨界 CO₂ への移相を促進するために、加熱・加圧装置が第 4 導管 3 2 6 に連結されうる。第 2 流体源 3 5 6 は第 1 流体源 3 2 4 と同様に構成されうる。しかし、第 2 流体源 3 5 6 は、本体 3 0 2 の底部を通る第 5 導管 3 5 8 を介して、処理空間に連結されうる。液体 CO₂ 及び / 又は超臨界 CO₂ の供給は、所望の処理特性に応じて、トップダウン方式 (第 1 流体源 3 2 4) 又はボトムアップ方式 (第 2 流体源 3 5 6) から選択されうる。

【0030】

10

20

30

40

50

稼働中、処理空間 3 1 2 の温度は、処理空間 3 1 2 に提供される CO_2 の温度によって、少なくとも部分的に制御されうる。加えて、液体 CO_2 及び / 又は超臨界 CO_2 は、約 1 回から約 5 回（例えば約 3 回）で処理空間全体が置換されるような量で、処理空間 3 1 2 に提供されうる。処理空間を反復的にターンオーバーさせることで、後続の超臨界乾燥工程における超臨界 CO_2 の生成及び / 又は処理空間 3 1 2 への供給に先立って、溶媒と CO_2 との混合が促進されうると、考えられている。ターンオーバーを促進し、かつ、処理空間 3 1 2 から流体及びガスを除去するために、処理空間 3 1 2 は、第 6 導管 3 4 2 を介して流体出口 3 4 0 に連結されうる。

【 0 0 3 1 】

チャンバ 3 0 0 は、ドア 3 0 4 に連結されうる基板支持体 3 0 6 も含み、バッフルプレート 3 1 0 が、処理空間 3 1 2 の中に可動式に配置されうる。一実施形態では、基板支持体 3 0 6 とドア 3 0 4 は単一の装置でありうる。別の実施形態では、基板支持体 3 0 6 は、ドア 3 0 4 に取り外し可能に連結されてよく、かつ、ドア 3 0 4 と関係なく動きうる。ドア 3 0 4 及び基板支持体 3 0 6 は、ステンレス鋼、アルミニウム、セラミック材料、ポリマー材料、又はそれらの組み合わせを含む、様々な材料から形成されうる。基板支持体 3 0 6 内には、加熱要素 3 5 4 も配置されていることがある。加熱要素 3 5 4 は、一実施形態では、抵抗性ヒータでありうる。別の実施形態では、加熱要素 3 5 4 は、基板支持体 3 0 6 内に形成された、流体で満たされたチャンネルでありうる。加熱要素 3 5 4 は、処理空間 3 1 2 内における超臨界流体の生成又は維持を促進するために、処理空間 3 1 2 を加熱するよう構成されうる。

10

20

【 0 0 3 2 】

稼働中、基板支持体 3 0 6 は、本体 3 0 2 に形成された開口を介して処理空間 3 1 2 に進入してよく、ドア 3 0 4 は、基板支持体 3 0 6 が処理空間 3 1 2 の中に位置付けられると本体 3 0 2 に当接するよう、構成されうる。一実施形態では、基板支持体 3 0 6 は横方向に動くよう構成される。その結果として、距離 3 4 8 が最小化されうる。なぜなら、処理空間 3 1 2 の中での基板支持体 3 0 6 の垂直移動が不要になるからである。リングなどの密封部 3 5 2 が本体 3 0 2 に連結されてよく、この密封部 3 5 2 は、ポリマー材料などの弾性材料から形成されうる。通常、ドア 3 0 4 は、処理中に、処理空間 3 1 2 内での超臨界流体の生成又は維持に適する高圧環境に耐えるのに十分な力で、ボルトなどの連結装置（図示せず）を介して、本体 3 0 2 に固定されうる。

30

【 0 0 3 3 】

バッフルプレート 3 1 0 は、ステンレス鋼、アルミニウム、セラミック材料、石英材料、シリコン含有材料、又は、好適に構成されたその他の材料を含む、様々な材料から形成されうる。バッフルプレート 3 1 0 は、バッフルプレート 3 1 0 を、基板支持体に近づけるように、かつ基板支持体から離すように動かすよう構成された、アクチュエータ 3 3 0 に連結されうる。アクチュエータ 3 3 0 は、処理空間 3 1 2 の中でのバッフルプレート 3 1 0 の移動を促進するために、電気供給源などの電源 3 2 8 に連結されうる。

【 0 0 3 4 】

基板 3 0 8 は、処理中、基板支持体 3 0 6 に位置付けられうる。一実施形態では、基板 3 0 8 のデバイス側 3 1 4 は、このデバイス側 3 1 4 がバッフルプレート 3 1 0 の方を向かないように、基板支持体 3 0 6 に隣接して位置付けられうる。稼働中、バッフルプレート 3 1 0 は、基板 3 0 8 が処理空間 3 1 2 の中に位置付けられる時には、上昇位置にありうる。バッフルプレート 3 1 0 は、処理中には、基板 3 0 8 の直近の処理位置へと、アクチュエータ 3 3 0 を介して降ろされうる。処理後に、バッフルプレート 3 1 0 は上昇してよく、基板支持体 3 0 6 が、本体 3 0 2 の開口 3 5 0 を通って処理空間 3 1 2 から基板 3 0 8 を取り出しうる。バッフルプレート 3 1 0 を基板 3 0 8 及び基板支持体 3 0 6 の直近に位置付けることによって、溶媒、及び / 又は、液体 / 超臨界 CO_2 の処理空間 3 1 2 への導入中の、基板 3 0 8 のデバイス側 3 1 4 への粒子堆積が低減しうるが、又はなくなりうると、考えられている。

40

【 0 0 3 5 】

50

図4は、本書に記載の一実施形態による、溶媒置換及び超臨界乾燥プロセスを実施するための方法400の工程を示している。通常、方法400の実施に先立って、様々な予洗浄プロセスが実施される。かかる予洗浄プロセスは、上述の装置200及び200Aにおいて実施されうる。工程410において、チャンバ300などの処理チャンバに溶媒が提供されうる。この溶媒は、上述の溶媒のうちの任意のものでありうる。例示的な一実施形態では、溶媒はアセトンであってよく、アセトンは、相対的に低い粘度と、液体CO₂との望ましい混和性を示すものである。特定の実施形態では、アセトンは、処理チャンバへの供給に先だって、蒸留され、精製され、かつ濾過されうる。

【0036】

一実施形態では、溶媒は、処理チャンバへの基板の導入に先立って、処理チャンバに提供されうる。別の実施形態では、基板が処理チャンバ内に位置付けられてよく、それに続いて、溶媒が処理チャンバに提供されうる。両方の実施形態において、溶媒は、溶媒源320、332、336のうちの一又は複数を介して、チャンバ300の処理チャンバ312に提供されうる。例示的な一実施形態では、溶媒は、溶媒源320から、「トップダウン(top-down)」方式で提供されうる。通常、基板が溶媒に完全に浸漬されるのに十分な量の溶媒が、処理空間302を満たしうる。

10

【0037】

工程420において、液体CO₂がチャンバ300に供給され、溶媒と混合されうる。一実施形態では、液体CO₂は、第1流体源324を介して、処理空間312に導入されうる。液体CO₂は、約300ml/分から約2.5L/分(例えば1L/分)の速度で供給されうる。一実施形態では、液体CO₂は、約90barから約110bar(例えば約100bar)の圧力に維持されている処理空間312に、提供されうる。処理空間312の温度は、液体CO₂の供給中、約50°Cから約300°C(例えば約200°C)の温度に維持されうる。液体CO₂は概して、液体CO₂と溶媒との混合を促進する状態で提供される。

20

【0038】

工程430において、溶媒は液体CO₂に置換されうる。この実施形態では、溶媒と液体CO₂とが十分に混合された後に、溶媒/液体CO₂は、流体出口340を介して処理空間312から流出しうる。この置換プロセスは、処理空間312に追加の液体CO₂を提供することによって継続しうる。一実施形態では、溶媒置換を実施するのに適する液体CO₂の追加量は、約1チャンバ容積から約5チャンバ容積(例えば約3チャンバ容積)である。換言すると、処理空間312は、複数回にわたって、液体CO₂に完全に置換されうる。溶媒置換プロセスは、工程430の後には処理空間312内に主として液体CO₂が存在するように、基板及び基板に形成された高アスペクト比フィーチャから溶媒を除去するために実践されうる。

30

【0039】

工程440において、処理チャンバ300内で超臨界乾燥プロセスが実施されうる。処理空間312を加熱することによって、液体CO₂が超臨界流体に移相しうる。通常、処理空間312の圧力は、工程410~440において、実質的に一定の圧力(例えば約100bar)に維持されうる。処理空間312は、液体CO₂の超臨界CO₂への移相を促進するのに適する温度に加熱されうる。一実施形態では、処理空間312の温度は、約310°Cを上回りうる(例えば約400°Cから約500°C)。一実施形態では、約10秒から約60秒(例えば約30秒)の時間で、液体から超臨界流体への移相が実施されうる。その結果として、超臨界CO₂が処理空間312内に生成されうる。

40

【0040】

工程440は超臨界乾燥プロセスも含む。超臨界乾燥プロセスは、超臨界CO₂が、液体になることなく気体状態に変化することを、確実にする。超臨界乾燥プロセス中に高アスペクト比フィーチャから出た流体は、超臨界CO₂の特性により、微小な表面張力を示しうる。これにより、ラインステイクションが低減するか、又はなくなる。一実施形態では、約50°Cで約95barという条件の超臨界CO₂に、圧力が約21barに低減

50

するまで、約50°Cのまま等温減圧が行われる。一実施形態では、約1分から約5分（例えば約3分）の時間にわたって、超臨界乾燥プロセスが実施されうる。処理空間312内に残っているガス（すなわちガス状CO₂）は、流体出口340を介してチャンバ300から放出されうる。

【0041】

図5は、本書に記載の一実施形態による、溶媒置換及び超臨界乾燥プロセスを実施するための方法500の工程を示している。図4と同様に、方法500の実施に先立って、様々な予洗浄プロセスが実施されうる。工程510において、溶媒が処理チャンバに供給されうる。工程510は工程410に類似しており、その詳細は、図4を参照して上記に記載されている。

10

【0042】

工程520において、超臨界CO₂が、処理チャンバに供給され、溶媒と混合されうる。一実施形態では、超臨界CO₂は、第1流体源324を介して、処理空間312に導入されうる。この実施形態では、第1流体源324は、処理空間312の外部で液体CO₂を超臨界CO₂に移相させるための、様々な温度及び圧力の装置を含みうる。一実施形態では、超臨界CO₂は、処理空間の中で超臨界相が維持されうるように、約90bar及び約110bar（例えば約100bar）の圧力に維持されている処理空間312に提供されうる。処理空間312の温度は、工程520において、約310°Cを上回る温度（例えば約400°Cから約500°C）に維持されうる。超臨界CO₂は概して、超臨界CO₂と溶媒との混合を促進する状態で提供される。

20

【0043】

工程530において、溶媒は超臨界CO₂に置換されうる。この実施形態では、溶媒と超臨界CO₂とが十分に混合された後に、溶媒/超臨界CO₂は、流体出口340を介して処理空間312から流出しうる。この置換プロセスは、処理空間312に追加の超臨界CO₂を提供することによって継続しうる。一実施形態では、溶媒置換を実施するのに適する超臨界CO₂の追加量は、約1チャンバ容積から約5チャンバ容積（例えば約3チャンバ容積）である。換言すると、処理空間312は、複数回にわたって、超臨界CO₂に完全に置換されうる。溶媒置換プロセスは、工程530の後には処理空間312内に主として超臨界CO₂が存在するように、基板及び基板に形成された高アスペクト比フィーチャから溶媒を除去するよう設定されうる。

30

【0044】

工程540において、超臨界乾燥プロセスが実施されうる。工程540の超臨界乾燥プロセスは、工程440と同様、超臨界CO₂が液体になることなく気体状態に変化することを、確実にする。超臨界乾燥プロセス中に高アスペクト比フィーチャから出た流体は、超臨界CO₂の特性により、微小な表面張力を示しうる。これにより、ラインステイクションが低減するか、又はなくなる。一実施形態では、約50°Cで約95barという条件の超臨界CO₂に、圧力が約21barに低減するまで、約50°Cのまま等温減圧が行われる。一実施形態では、約1分から約5分（例えば約3分）の時間にわたって、超臨界乾燥プロセスが実施されうる。処理空間312内に残っているガス（すなわちガス状CO₂）は、流体出口340を介してチャンバ300から放出されうる。

40

【0045】

方法400、500に加えて、方法400、500の様々な組み合わせが、溶媒置換及び超臨界乾燥プロセスを実施するために一緒に利用されうる。例えば、液体CO₂と超臨界CO₂とが、工程420、520において、連続して又は同時に提供されうる。同様に、液体CO₂と超臨界CO₂とが、工程430、530において、連続して又は同時に提供されうる。

【0046】

両方の方法400、500において、超臨界CO₂は、ガスと液体の中間の特性を示し、そのガス様伝達挙動により、高アスペクト比フィーチャの入り組んだナノサイズの幾何形状内によく入り込む能力を有する。このことは、超臨界CO₂の物質移動能力（一般に

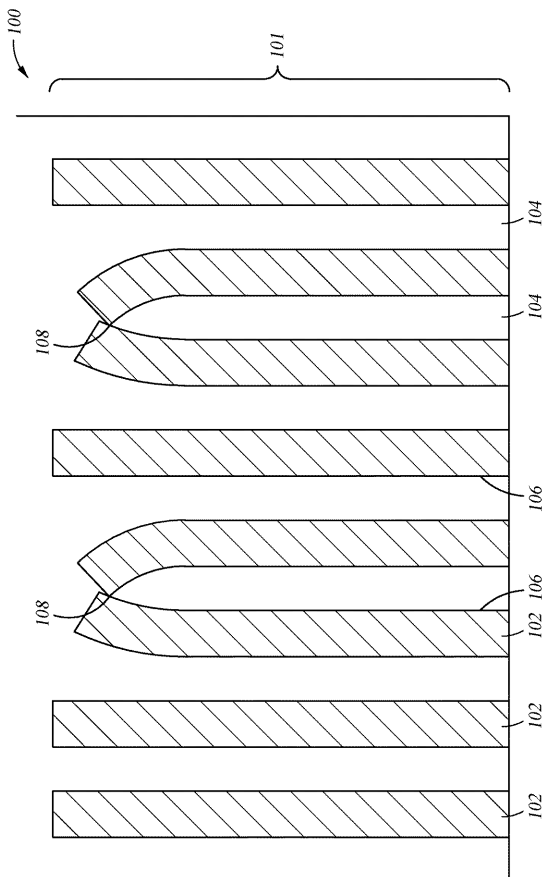
50

流動液体に関連する)が優れているため、粒子及び残留物の除去に効果的でありうる。超臨界相が生じた結果として、液体 - ガスと液体 - 固体との表面張力の相違により、毛細管圧力が消滅する。毛細管圧力が消滅することで、清浄表面の曲がり及び相互作用が防止され、これにより、高アスペクト比フィーチャにおいてスティクションが発生する可能性が低減しうる。

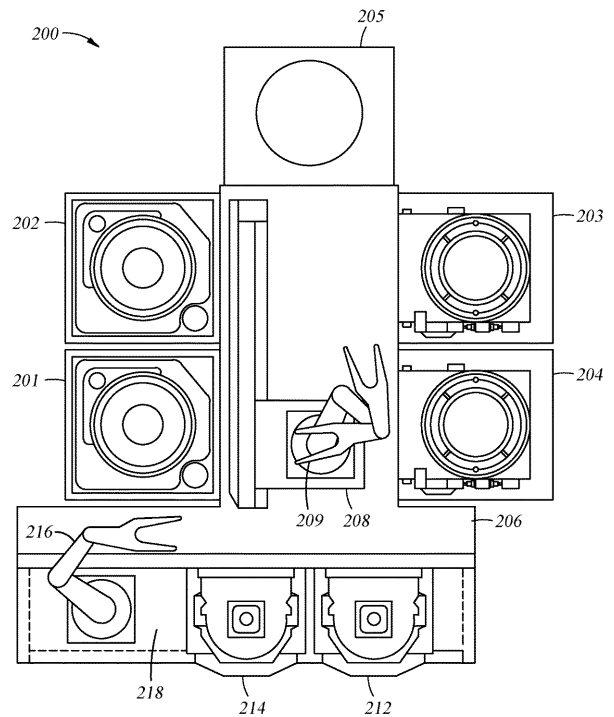
【0047】

以上の説明は本開示の実施形態を対象としているが、本開示の基本的な範囲を逸脱することなく本開示の他の実施形態及び更なる実施形態が考案されてよく、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。

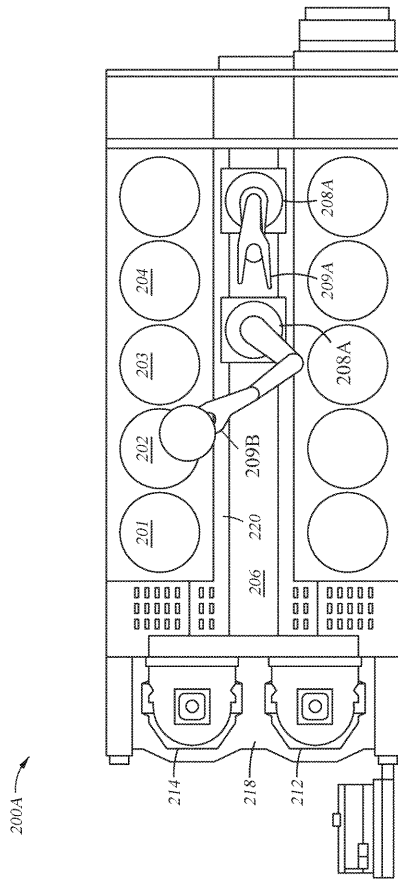
【図1】



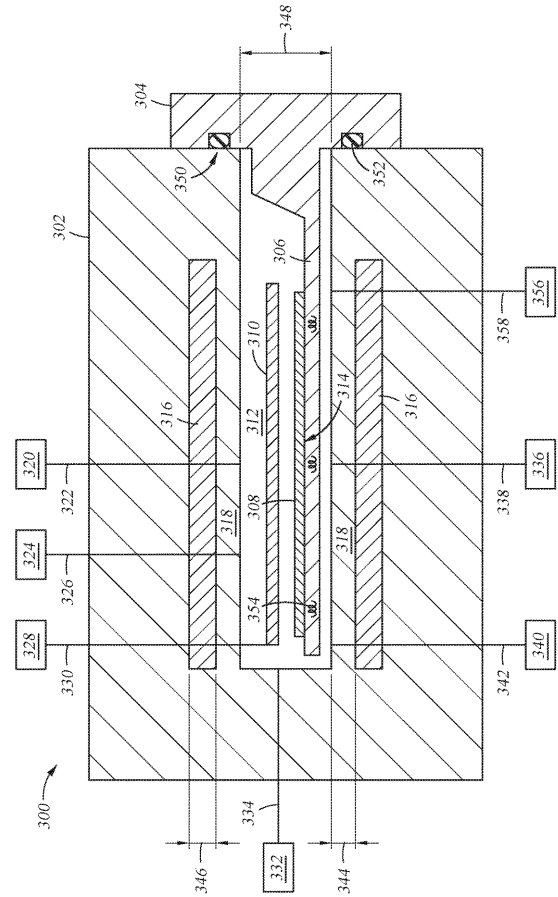
【図2A】



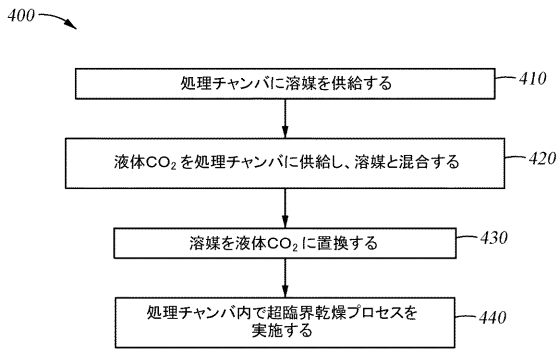
【 図 2 B 】



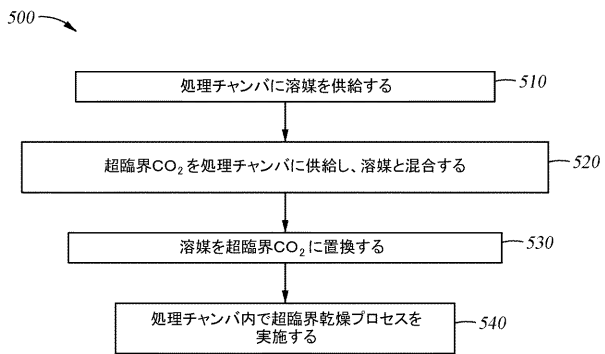
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【手続補正書】

【提出日】平成30年5月31日(2018.5.31)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

処理チャンバに溶媒を供給することと、

前記処理チャンバに、デバイス側が下になる配向で基板を供給することと、

前記処理チャンバの中に配置されたパッフルプレートを、前記基板の直近に位置付けることと、前記処理チャンバに液体CO₂を供給し、かつ、前記液体CO₂を前記溶媒と混合させることと、前記溶媒を置換するために、前記処理チャンバの容積を上回る量の追加の液体CO₂を前記処理チャンバに供給することと、前記処理チャンバ内で前記液体CO₂を超臨界CO₂に移相させることと、前記処理チャンバを等温減圧し、かつ、前記処理チャンバからガス状CO₂を排気することによって、前記基板を乾燥させることとを含む、基板処理方法。

【請求項2】

前記溶媒が液体CO₂と混和性である、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記処理チャンバに超臨界CO₂を供給することを更に含む、請求項1に記載の方法。

【請求項4】

前記処理チャンバ内で前記液体CO₂を超臨界CO₂に移相させることが、前記処理チャンバに超臨界CO₂を供給することを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項5】

前記溶媒がアセトンであり、前記基板を少なくとも部分的に浸漬するよう設定された量の前記溶媒が前記処理チャンバに提供される、請求項4に記載の方法。

【請求項6】

前記処理チャンバ内で前記液体CO₂を超臨界CO₂に移相させることが、前記処理チャンバの処理空間を、1分間未満で20°Cから50°Cに加熱することを更に含む、請求項4に記載の方法。

【請求項7】

処理チャンバに、液体CO₂と混和性の溶媒を供給することと、

前記処理チャンバに、デバイス側が下になる配向で基板を供給することと、

前記処理チャンバの中に配置されたパッフルプレートを、前記基板の直近に位置付けることと、前記処理チャンバに超臨界CO₂を供給し、かつ、前記超臨界CO₂を前記溶媒と混合させることと、前記溶媒を置換するために、前記処理チャンバの容積を上回る量の追加の超臨界CO₂を前記処理チャンバに供給することと、前記処理チャンバを等温減圧し、かつ、前記処理チャンバからガス状CO₂を排気することによって、前記基板を乾燥させることとを含む、基板処理方法。

【請求項8】

前記パッフルプレートが、アクチュエータによって、前記処理チャンバの中で上昇し下降する、請求項7に記載の方法。

【請求項9】

前記処理チャンバに超臨界CO₂を供給することによって、前記処理チャンバ内で前記

液体CO₂を超臨界CO₂に移相させることを更に含む、請求項7に記載の方法。

【請求項10】

前記溶媒がアセトンであり、前記基板を少なくとも部分的に浸漬するよう設定された量の前記溶媒が前記処理チャンバに提供される、請求項7に記載の方法。

【請求項11】

前記処理チャンバ内で前記液体CO₂を超臨界CO₂に移相させることが、前記処理チャンバの処理空間を、1分間未満で20°Cから50°Cに加熱することを更に含む、請求項9に記載の方法。

【請求項12】

前記基板を乾燥させることが、液体CO₂を生成することなく超臨界CO₂をガス状CO₂変に転換させることを含む、請求項7に記載の方法。

【請求項13】

処理チャンバに、液体CO₂と混和性の溶媒を供給することと、

前記処理チャンバに、デバイス側が下になる配向で基板を供給することと、

前記処理チャンバの中に配置されたパッフルプレートを、前記基板の直近に位置付けることと、

前記処理チャンバに液体CO₂を供給し、かつ、前記液体CO₂を前記溶媒と混合させることと、

前記溶媒を置換するために、前記処理チャンバの容積を上回る量の追加の液体CO₂を前記処理チャンバに供給することと、

前記処理チャンバに超臨界CO₂が供給されている間に、前記処理チャンバ内で前記液体CO₂を超臨界CO₂に移相させることと、

前記処理チャンバを等温減圧し、かつ、前記処理チャンバからガス状CO₂を排気することによって、前記基板を乾燥させることとを含む、基板処理方法。

【請求項14】

前記溶媒がアセトンであり、前記基板を少なくとも部分的に浸漬するよう設定された量の前記溶媒が前記処理チャンバに提供される、請求項13に記載の方法。

【請求項15】

前記処理チャンバに超臨界CO₂が供給されている間に、前記処理チャンバ内で前記液体CO₂を超臨界CO₂に移相させることが、前記処理チャンバの処理空間を、1分間未満で20°Cから50°Cに加熱することを含む、請求項14に記載の方法。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018


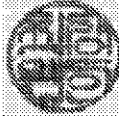
【補正方法】変更

【補正の内容】

【0018】

処理装置200は、ファクトリインターフェース218に配置された乾式ロボット216も備え、ファクトリインターフェース218は、処理装置200、及び、複数の基板カセット212、214に連結されうる。複数の基板カセット212、214の各々は、未洗浄若しくは未乾燥の複数の基板、又は、洗浄済み若しくは乾燥済みの複数の基板を保持する。乾式ロボット216は、カセット212、214と、湿式洗浄チャンバ201との間、及び後処理チャンバ204との間で、基板を移送するよう構成されうる。別の実施形態では、乾式ロボット216は、超臨界流体チャンバ203と後処理チャンバ204との間で基板を移送するよう、構成されうる。処理装置200におけるこれらの処理チャンバは、基板移送チャンバ206を収納する水平プラットフォーム上に配置されうる。別の実施形態では、プラットフォームの一部は、水平配向以外の配向に配向されうる。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2016/051480
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01L 21/02(2006.01)i, H01L 21/67(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L 21/02; H01L 21/304; H01L 21/67; B08B 3/00; C23F 1/08		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: clean, dry solvent, supercritical CO2		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2014-0144462 A1 (APPLIED MATERIALS, INC.) 29 May 2014 See abstract, paragraphs [0031]-[0073], claims 1-15 and figures 1-4B.	1-15
A	JP 2014-241450 A (TOSHIBA CORP.) 25 December 2014 See paragraphs [0021]-[0038], claim 1 and figure 3.	1-15
A	US 2012-0085495 A1 (HYO-SAN LEE et al.) 12 April 2012 See abstract, paragraphs [0039]-[0044], claim 1 and figures 4A, 4B.	1-15
A	KR 10-2005-0032943 A (GREENTEK21 CO., LTD.) 08 April 2005 See abstract, paragraphs [0023]-[0030] and claim 1.	1-15
A	US 6562146 B1 (JAMES P. DEYOUNG et al.) 13 May 2003 See abstract, column 3, lines 34-49, claim 1 and figures 2-3.	1-15
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search 05 January 2017 (05.01.2017)		Date of mailing of the international search report 05 January 2017 (05.01.2017)
Name and mailing address of the ISA/KR  International Application Division Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsu-ro, Seo-gu, Daejeon, 35208, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer CHOI, Sang Won  Telephone No. +82-42-481-8291

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2016/051480

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2014-0144462 A1	29/05/2014	CN 104919574 A JP 2016-503588 A KR 10-2015-0088829 A TW 201426850 A WO 2014-081966 A1	16/09/2015 04/02/2016 03/08/2015 01/07/2014 30/05/2014
JP 2014-241450 A	25/12/2014	JP 6005702 B2	12/10/2016
US 2012-0085495 A1	12/04/2012	KR 10-0837325 B1 KR 10-2008-0043748 A US 2007-0293054 A1 US 2012-0080059 A1 US 8084367 B2 US 8585917 B2 US 8790470 B2	11/06/2008 19/05/2008 20/12/2007 05/04/2012 27/12/2011 19/11/2013 29/07/2014
KR 10-2005-0032943 A	08/04/2005	KR 10-0597656 B1	07/07/2006
US 6562146 B1	13/05/2003	AU 2003-294557 A1 AU 2003-299658 A1 CN 1628000 A CN 1741973 A EP 1368136 A1 EP 1590307 A2 JP 2004-527110 A JP 2006-513582 A KR 10-2003-0075185 A KR 10-2005-0097514 A US 2002-0112740 A1 US 2002-0112746 A1 US 2002-0112747 A1 US 2002-0179126 A1 US 2004-0020518 A1 US 2004-0146636 A1 US 2006-0035014 A1 US 6596093 B2 US 6602351 B2 US 6613157 B2 US 6641678 B2 US 6905555 B2 US 6989172 B2 US 7592035 B2 WO 02-066176 A1 WO 2004-070071 A2 WO 2004-070071 A3 WO 2004-070776 A2 WO 2004-070776 A3	30/08/2004 30/08/2004 15/06/2005 01/03/2006 10/12/2003 02/11/2005 02/09/2004 20/04/2006 22/09/2003 07/10/2005 22/08/2002 22/08/2002 22/08/2002 05/12/2002 05/02/2004 29/07/2004 16/02/2006 22/07/2003 05/08/2003 02/09/2003 04/11/2003 14/06/2005 24/01/2006 22/09/2009 29/08/2002 19/08/2004 11/11/2004 19/08/2004 20/01/2005

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG

(72)発明者 チェン, ハンウェン

アメリカ合衆国 カリフォルニア 95014, クパチーノ, ジョンソン アヴェニュー 10800

(72)発明者 ヴァハヴェルベク, スティーヴン

アメリカ合衆国 カリフォルニア 94107, サン フランシスコ, ウェルシュ ストリート 139, ユニット 10

(72)発明者 ドゥルマ, ジャン

アメリカ合衆国 カリフォルニア 95051, サンタ クララ, モレーン ドライブ 2508

Fターム(参考) 5F157 AA09 BC32 BC34 BF33 CB14 CB26 DA21