

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5976776号  
(P5976776)

(45) 発行日 平成28年8月24日 (2016. 8. 24)

(24) 登録日 平成28年7月29日 (2016. 7. 29)

(51) Int. Cl.		F I	
HO 1 L	21/31 (2006. 01)	HO 1 L	21/31 A
HO 1 L	21/316 (2006. 01)	HO 1 L	21/31 C
HO 1 L	21/768 (2006. 01)	HO 1 L	21/316 P
HO 1 L	23/532 (2006. 01)	HO 1 L	21/90 K

請求項の数 14 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2014-503984 (P2014-503984)	(73) 特許権者	390040660
(86) (22) 出願日	平成24年4月5日 (2012. 4. 5)		アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2014-512102 (P2014-512102A)		APPLIED MATERIALS, INCORPORATED
(43) 公表日	平成26年5月19日 (2014. 5. 19)		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) 国際出願番号	PCT/US2012/032331	(74) 代理人	100109726
(87) 国際公開番号	W02012/138866		弁理士 園田 吉隆
(87) 国際公開日	平成24年10月11日 (2012. 10. 11)	(74) 代理人	100101199
審査請求日	平成27年1月21日 (2015. 1. 21)		弁理士 小林 義教
(31) 優先権主張番号	61/473, 577		
(32) 優先日	平成23年4月8日 (2011. 4. 8)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 UV処理、化学処理、および堆積のための装置および方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内容積および上部開口を画定するチャンバ本体と、  
 前記内容積内に配置された基板支持体と、  
 前記基板支持体の上に配置されたUV透過ガス分布シャワーヘッドと、  
 前記UV透過ガス分布シャワーヘッドの上に配置されたUV透過窓であって、前記UV透過ガス分布シャワーヘッドと前記UV透過窓との間にガス容積が形成され、前記ガス容積と前記内容積が前記UV透過ガス分布シャワーヘッドを通して流体連通している、UV透過窓と、  
 前記UV透過窓の外側に配置されたUVユニットであって、前記UV透過窓および前記UV透過ガス分布シャワーヘッドを通して前記基板支持体の方へUV光を誘導するように構成されるUVユニットと、  
 前記チャンバ本体の前記上部開口内に配置された締付部材であって、前記締付部材が前記UV透過ガス分布シャワーヘッドと前記UV透過窓との間に配置されて、前記締付部材内にガス流の経路が形成されている締付部材と  
 を備え、  
前記締付部材が上部締付部材および下部締付部材を含み、  
前記UV透過ガス分布シャワーヘッドが前記上部締付部材および前記下部締付部材の間に締め付けられており、  
前記上部締付部材および前記下部締付部材の間にプレナムが形成され、前記プレナムが

10

20

前記UV透過ガス分布シャワーヘッドを取り囲むようになっている、処理チャンバ。

【請求項2】

前記UV透過ガス分布シャワーヘッドが、  
実質的にUV透過性の材料から形成される本体と、  
前記UV透過ガス分布シャワーヘッドを通して流れる処理ガスへの露出から前記本体を保護するように構成されたコーティングとを備えている、請求項1に記載の処理チャンバ。

【請求項3】

前記本体が石英から形成されている、請求項2に記載の処理チャンバ。

【請求項4】

前記コーティングが酸化アルミニウム膜またはサファイアを含んでいる、請求項3に記載の処理チャンバ。

【請求項5】

前記UV透過窓が、  
石英から形成された本体と、  
前記ガス容積内の処理ガスへの露出から前記本体を保護するように構成されたコーティングとを備えている、請求項1に記載の処理チャンバ。

【請求項6】

前記締付部材が、  
リング形状の本体と、  
前記リング形状の本体の上部部分から外側に向かって放射状に延びるフランジであって、前記チャンバ本体に結合されたフランジと、  
前記リング形状の本体の下部部分から内側に向かって放射状に延びる段部であって、前記段部の上面に前記UV透過ガス分布シャワーヘッドが配置される段部とを有している、請求項1に記載の処理チャンバ。

【請求項7】

前記ガス流の経路が、  
前記フランジ内に形成された水平スロットであって、前記フランジの外側で開いている水平スロットと、  
前記リング形状の本体内に形成された垂直スロットであって、前記水平スロットに上端部で接続された垂直スロットと、  
前記リング形状の本体の前記下部部分内に形成されたプレナムであって、前記垂直スロットの下端部が前記プレナムに対して開いている、プレナムと、  
前記段部を通して形成された複数のスポーク開孔であって、前記複数の開孔がそれぞれ、前記プレナムに対して開く第1の端部と前記段部の内面に対して開く第2の端部とを有している、複数のスポーク開孔とを含んでいる、請求項6に記載の処理チャンバ。

【請求項8】

前記締付部材に結合された入力マニホールドであって、前記入力マニホールドの出口が前記締付部材内に形成された前記ガス流の経路に接続されている、入力マニホールドと、  
前記入力マニホールドに接続された遠隔プラズマ源と、  
前記入力マニホールドに接続されたガスパネルとをさらに備える請求項6に記載の処理チャンバ。

【請求項9】

移送容積を画定する移送チャンバと、  
前記移送容積内に配置された基板移送口ポットと、  
前記移送チャンバに結合された2重容積処理チャンバとを備え、前記2重容積処理チャンバが、  
請求項1ないし8のいずれか一項に記載の第1の処理チャンバと、

10

20

30

40

50

請求項 1 ないし 8 のいずれか一項に記載の第 2 の処理チャンバとを備える、処理システム。

【請求項 1 0】

前記第 1 の処理チャンバ内の流路と第 2 の処理チャンバ内の流路とが互いの鏡像である、請求項 9 に記載のシステム。

【請求項 1 1】

基板を処理する方法であって、

請求項 1 ないし 8 のいずれか一項に記載の処理チャンバの内容積内に配置された基板支持体上に基板を受け取ることと、

前記 UV 透過窓と前記 UV 透過ガス分布シャワーヘッドとの間に画定されたガス容積から前記 UV 透過ガス分布シャワーヘッドを通して 1 つまたは複数の処理ガスを流すことによって、前記基板に化学処理を施すことと、

前記 UV 透過ガス分布シャワーヘッドおよび前記 UV 透過窓を通して前記 UV ユニットから前記基板の方へ UV エネルギーを誘導することによって、前記基板を硬化させることとを含む方法。

【請求項 1 2】

前記基板に化学処理を施すことが、前記基板上に形成された低誘電率膜に化学処理を施すためにシリル化剤を含む 1 つまたは複数の処理ガスを流すことを含む、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 3】

前記化学処理と前記硬化とを同時に実行する、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記化学処理を前記硬化の前に実行する、請求項 1 2 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明の実施形態は、一般に、半導体基板上にデバイスを製造する方法および装置に関する。より詳細には、本発明の実施形態は、UV 処理ならびに化学処理および / または堆積を同じチャンバ内で実行する装置および方法を提供する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

電子デバイスの寸法が低減するにつれて、誘電値が 2 . 2 の低さの材料など、誘電率 (k) の低い新しい材料が、電子デバイスの形成に使用されている。

【0 0 0 3】

プラズマで堆積させた多孔性の低誘電率膜は、そのような要件を満足できる材料の一種である。低い誘電値に寄与する孔および炭素が存在すると、孔はエッチング、灰化、およびプラズマ損傷の影響を受けやすいため、プロセスの統合は著しい難題となる。したがって、形成および / または統合後に多孔性の低誘電率膜を回復するには、一般に誘電率回復プロセスが必要とされる。

【0 0 0 4】

従来、誘電率の回復には 2 つの異なるチャンバが必要とされている。一方のチャンバは、低誘電率膜の表面処理のための薄膜のシリル化または堆積など、低誘電率膜の化学処理に用いられる。他方のチャンバは、UV (紫外線) 硬化を使用して孔を封止するために使用される。従来の誘電率の回復は、化学表面処理ではハロゲンまたはオゾンを含む処理ガスを供給するためにシャワーヘッドを使用するのに対して、UV チャンバでは通常はハロゲンおよびオゾンに適合しない石英窓を使用するため、別個のチャンバ内で実行されている。しかし、2 つのチャンバを用いる誘電率回復プロセスでは、2 つのチャンバを必要とし、基板の移送に追加の時間がかかることで、所有コストが増大する。

【0 0 0 5】

したがって、誘電率回復プロセスに対する装置および方法の改良が必要とされている。

【発明の概要】

【0006】

本発明の実施形態は、一般に、基板を処理する装置および方法を提供する。詳細には、本発明の実施形態は、UV処理ならびに化学または表面処理を実行することが可能な処理チャンバを提供する。

【0007】

本発明の一実施形態は、処理チャンバを提供する。処理チャンバは、内容積を画定するチャンバ本体と、内容積内に配置された基板支持体と、基板支持体の上に配置されたUV透過ガス分布シャワーヘッドとを備える。処理チャンバは、UV透過ガス分布シャワーヘッドの上に配置されたUV透過窓をさらに備える。UV透過ガス分布シャワーヘッドとUV透過窓との間にガス容積が形成される。ガス容積と内容積は、UV透過ガス分布シャワーヘッドを通して形成された複数の貫通孔を通して流体連通している。処理チャンバは、内容積の外側に配置されたUVユニットをさらに備える。UVユニットは、UV透過窓およびUV透過ガス分布シャワーヘッドを通して基板支持体の方へUV光を誘導するように構成される。

10

【0008】

本発明の別の実施形態は、処理システムを提供する。処理システムは、移送容積を画定する移送チャンバと、移送容積内に配置された基板移送ロボットと、移送チャンバに結合された処理チャンバとを備える。処理チャンバは、内容積を画定するチャンバ本体と、内容積内に配置された基板支持体と、基板支持体の上に配置されたUV透過ガス分布シャワーヘッドとを備える。処理チャンバは、UV透過ガス分布シャワーヘッドの上に配置されたUV透過窓をさらに備える。UV透過ガス分布シャワーヘッドとUV透過窓との間にガス容積が形成される。ガス容積と内容積は、UV透過ガス分布シャワーヘッドを通して形成された複数の貫通孔を通して流体連通している。処理チャンバは、UV透過窓の外側に配置されたUVユニットをさらに備える。UVユニットは、UV透過窓およびUV透過ガス分布シャワーヘッドを通して基板支持体の方へUV光を誘導するように構成される。

20

【0009】

本発明のさらに別の実施形態は、基板を処理する方法を提供する。この方法は、処理チャンバ内に配置された基板支持体上に基板を受け取ることを含む。処理チャンバは、基板支持体の上に配置されたUV透過ガス分布シャワーヘッドと、UV透過ガス分布シャワーヘッドの上に配置されたUV透過窓と、UV透過窓の外側に配置されたUVユニットとを備える。UVユニットは、UV透過窓およびUV透過ガス分布シャワーヘッドを通して基板支持体の方へUV光を誘導するように構成される。この方法は、UV透過窓とUV透過ガス分布シャワーヘッドとの間に画定されたガス容積からUV透過ガス分布シャワーヘッドを通して1つまたは複数の処理ガスを流すことによって基板に化学処理を施すことと、UV透過ガス分布シャワーヘッドおよびUV透過窓を通してUVユニットから基板の方へUVエネルギーを誘導することによって基板を硬化させることとをさらに含む。

30

【0010】

本発明の上記の特徴を詳細に理解できるように、実施形態を参照することによって、上記で簡単に要約した本発明をより詳細に説明する。これらの実施形態のいくつかを、添付の図面に示す。しかし、本発明は他の等しく効果的な実施形態も許容しうるため、添付の図面は本発明の典型的な実施形態のみを示しており、したがって本発明の範囲を限定すると見なすべきではないことに留意されたい。

40

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の一実施形態による処理チャンバの概略断面図である。

【図2】UVユニットおよび窓を除去した図1の処理チャンバの概略上面図である。

【図3】Aは、本発明の一実施形態によるガスチャネルを示す締付部材の概略部分斜視図であり、Bは、図3Aの締付部材の概略部分断面図である。

50

【図4】ガス流のためのプレナムを含むシャワーヘッド締付アセンブリの部分断面図である。

【図5】Aは、本発明の一実施形態によるUV透過シャワーヘッドの部分断面図であり、Bは、本発明の一実施形態によるUV透過窓の部分断面図である。

【図6】本発明の一実施形態による2重容積処理チャンバの断面図である。

【図7】図6の2重容積処理チャンバの上面図である。

【図8】本発明の一実施形態による処理システムの概略平面図である。

【図9】本発明の一実施形態による基板を処理する方法を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

理解を容易にするために、可能な場合、複数の図に共通の同一の要素を指すのに同一の参照番号を使用した。一実施形態で開示する要素は、具体的な記述がなくても、他の実施形態で有益に利用できることが企図されている。

【0013】

本発明の実施形態は、一般に、基板を処理する装置に関する。より詳細には、本発明の実施形態は、UV処理ならびに化学処理および/または堆積を同じチャンバ内で実行する装置および方法を提供する。

【0014】

図1は、本発明の一実施形態による処理チャンバ100の概略断面図である。処理チャンバ100は、UVエネルギー、1つまたは複数の処理ガス、および遠隔で生成されたプラズマを使用して基板を処理するように構成される。

【0015】

処理チャンバ100は、チャンバ本体102と、チャンバ本体の上に配置されたチャンバリッド104とを含む。チャンバ本体102およびチャンバリッド104は、内容積106を形成する。内容積106内には基板支持体アセンブリ108が配置される。基板支持体アセンブリ108は、基板110を処理できるように受け取って支持する。

【0016】

内容積106内には、チャンバ104の中心開口112を通過して上部締付部材118および下部締付部材120によって、UV透過ガス分布シャワーヘッド116が掛けられている。UV透過ガス分布シャワーヘッド116は、UV透過ガス分布シャワーヘッド116の下で基板支持体アセンブリ108の上に位置する処理容積122全体に1つまたは複数の処理ガスを分布させるように、基板支持体アセンブリ108に面して位置決めされる。

【0017】

UV透過ガス分布シャワーヘッド116の上にはUV透過窓114が配置される。一実施形態では、UV透過窓114は、上部締付部材118によって支持され、窓締付部材124によって固定される。UV透過窓114は、UV透過ガス分布シャワーヘッド116の上に距離126を開けて位置決めされ、UV透過窓114とUV透過ガス分布シャワーヘッド116との間にガス容積128を形成する。

【0018】

UV透過窓114およびUV透過ガス分布シャワーヘッド116は、UV波長内の熱エネルギーに対して少なくとも部分的に透過性を有する。

【0019】

UV透過窓114の上にはUV源130が配置される。UV源130は、UVエネルギーを生成し、UV透過窓114およびUV透過ガス分布シャワーヘッド116を通過して処理容積122の方へUVエネルギーを投射するように構成される。UV源130の上にはカバー132を配置することができる。一実施形態では、カバー132の内面134は、UV源130から処理容積122の方へのUVエネルギーの投射を支援するような形状とすることができる。

【0020】

10

20

30

40

50

一実施形態では、UV源130は、UV放射を生成するための1つまたは複数のUV光136を含む。適したUV源のより詳細な説明は、米国特許第7,777,198号および米国特許出願公開第2006/0249175号に見ることができる。

【0021】

処理チャンバ100は、基板支持体アセンブリ108の上に配置された基板110全体に1つまたは複数の処理ガスを供給するように構成された流れチャンネルを含む。

【0022】

一実施形態では、上部締付部材118およびUV透過ガス分布シャワーヘッド116内に形成された流れチャンネルを通して、処理容積122に1つまたは複数の処理ガスが送出される。

【0023】

処理チャンバ100は、1つまたは複数の液体源138a、138b、138cからの処理ガスを生成および/または混合するように構成されたガスパネル140を含む。ガスパネル140は、1つまたは複数のガスライン142a、142b、142cを介して入力マニホールド144に結合される。一実施形態では、1つまたは複数のガスライン142a、142b、142cは、移送中に中で処理ガスが凝縮するのを防止するように加熱される。一実施形態では、ガスパネル140は、処理容積122内に配置された基板110の化学処理のために1つまたは複数の処理ガスを提供するように構成される。

【0024】

処理チャンバ100はまた、プラズマチャンネル156を介して入力マニホールド144に接続された遠隔プラズマ源154を含む。一実施形態では、遠隔プラズマ源154を使用して、処理チャンバ100の内面を洗浄するためのプラズマを供給することができる。

【0025】

入力マニホールド144は、1つまたは複数のフィードスルー148を出口150に接続する内部チャンネル146を有する。一実施形態では、各ガスライン142a、142b、142cおよびプラズマチャンネル156は、フィードスルー148の1つに結合される。入力マニホールド144は、上部締付部材118内に形成された給送スロット152に出口150が接続されるように、チャンバリッド104の上に配置して上部締付部材118に結合することができる。入力マニホールド144は、金属などの適した材料から機械加工することができる。一実施形態では、入力マニホールド144はアルミニウムから機械加工される。

【0026】

一実施形態では、入力マニホールド144からの処理ガスがUV透過ガス分布シャワーヘッド116の上のガス容積128に実質的に均一に入るように、上部締付部材118内に流れチャンネルが形成される。次いで、処理ガスはUV透過ガス分布シャワーヘッド116を通して、処理容積122へ流れることができる。

【0027】

一実施形態では、上部締付部材118内の流れチャンネルは、入り口プレナム160と、入り口プレナム160を給送スロット152に接続する垂直スロット158と、入り口プレナム160をガス容積128に接続する複数のスポーク開孔162とを含む。一実施形態では、複数のスポーク開孔162は、ガス容積128内で均一なガス分布を実現するように、入り口プレナム160に沿って均一に分布する。一実施形態では、入り口プレナム160は、上部締付部材118の溝176および下部締付部材120の溝178によって形成される。溝176および178からの容積を組み合わせることによって、上部締付部材118および下部締付部材120の寸法を変化させることなく入り口プレナム160の容積が増大する。入り口プレナム160の容積が増大することによって、本発明の実施形態では入ってくるガス流の圧力降下が低減する。

【0028】

UV透過ガス分布シャワーヘッド116は、ガス容積128から処理容積122へ処理ガスが流れることを可能にする複数の貫通孔164を含む。一実施形態では、複数の貫通

10

20

30

40

50

孔 1 6 4 は、UV 透過ガス分布シャワーヘッド 1 1 6 全体に均一に分布する。

【 0 0 2 9 】

処理チャンバ 1 0 0 はまた、内容積 1 0 6 内で基板支持体アセンブリ 1 0 8 の周りに配置された内側ライナ 1 6 6 および外側ライナ 1 6 8 を含む。内側ライナ 1 6 6 および外側ライナ 1 6 8 は、内容積 1 0 6 内の処理用の化学物質からチャンバ本体 1 0 2 を保護する。内側ライナ 1 6 6 および外側ライナ 1 6 8 はまた、処理チャンバ 1 0 0 に対する排気経路を形成する。一実施形態では、内側ライナ 1 6 6 と外側ライナ 1 6 8 との間に排気プレナム 1 7 0 が形成される。排気プレナム 1 7 0 は、処理容積 1 2 2 を放射状に取り囲む。内側ライナ 1 6 6 を通って、排気プレナム 1 7 0 と処理容積 1 2 2 を接続する複数の開孔 1 7 2 が形成される。排気プレナム 1 7 0 には真空ポンプ 1 7 4 が流体連通し、その結果、複数の開孔 1 7 2 および排気プレナム 1 7 0 を通って処理容積 1 2 2 をポンプで汲み出すことができる。

10

【 0 0 3 0 】

図 2 は、UV 源 1 3 0 および UV 透過窓 1 1 4 を除去した処理チャンバ 1 0 0 の概略上面図である。矢印は、入力マニホールド 1 4 4 からガス容積 1 2 8 への流路を示す。

【 0 0 3 1 】

図 3 A は、ガスチャネルを点線で示す上部締付部材 1 1 8 の概略部分斜視図である。図 3 B は、異なる角度から見た上部締付部材 1 1 8 の概略部分斜視図である。上部締付部材 1 1 8 は、リング形状の本体 3 0 4 と、リング形状の本体 3 0 4 の上部部分 3 0 4 u から外側に向かって放射状に延びるフランジ 3 0 2 と、リング形状の本体 3 0 4 の下部部分 3 0 4 L から内側に向かって放射状に延びる下部段部 3 0 6 とを含む。フランジ 3 0 2 により、円形の上部開口を有するチャンバ本体上に上部締付部材 1 1 8 を取り付けることが可能になる。段部 3 0 6 は、窓を支持するための上面 3 0 8 を有する。

20

【 0 0 3 2 】

給送スロット 1 5 2 は、フランジ 3 0 2 内に形成され、フランジ 3 0 2 の外面 3 1 2 に対して開いている。溝 1 7 6 は、段部 3 0 6 の底面 3 1 0 から形成される。垂直スロット 1 5 8 は、給送スロット 1 5 2 を溝 1 7 6 に接続する。複数のスポーク開孔 1 6 2 は、段部 3 0 6 内で段部 3 0 6 の内面 3 1 4 と溝 1 7 6 の内壁 3 1 6 との間に形成される。処理中、処理ガスは給送スロット 1 5 2 に入り、垂直スロット 1 5 8 を通過し、溝 1 7 6 内で膨張し、次いで複数のスポーク開孔 1 6 2 を通って流れる。一実施形態では、給送スロット 1 5 2 および垂直スロット 1 5 8 を流れに対して垂直の方向に細長くして、上部締付部材 1 1 8 内で流れチャネルの寸法を増大させる。給送スロット 1 5 2 および垂直スロット 1 5 8 の寸法を増大させることによって、ガス流の圧力降下を低減させることができる。

30

【 0 0 3 3 】

一実施形態では、溝 1 7 6 内に 2 つ以上のコラム 3 1 8 を形成することができる。コラム 3 1 8 は、下部締付部材 1 2 0 を取り付けるために使用される。

【 0 0 3 4 】

図 4 は、下部締付部材 1 2 0 が 1 つまたは複数のねじ 4 0 2 によってコラム 3 1 8 で上部締付部材 1 1 8 に取り付けられているところを示す概略部分断面図である。図 4 はまた、上部締付部材 1 1 8 および下部締付部材 1 2 0 の溝 1 7 6、1 7 8 をぴったり合わせることで入り口プレナム 1 6 0 が形成されることを示す。上部締付部材 1 1 8 および下部締付部材 1 2 0 からの容積を含むことによって、チャンバ構成要素の他の寸法を変化させることなく入り口プレナム 1 6 0 の容積を増大させる。入り口プレナム 1 6 0 の容積を増大させることで、処理中の流路の圧力降下がさらに低減される。

40

【 0 0 3 5 】

上記で論じたように、処理チャンバ 1 0 0 は、化学または表面処理と UV 処理の両方を実行することが可能である。たとえば、図 1 に示す実施形態では、UV 透過窓 1 1 4 および UV 透過ガス分布シャワーヘッド 1 1 6 を通って UV 源 1 3 0 から UV エネルギーを送出することによって、処理容積 1 2 2 上に配置された基板 1 1 0 に対する UV 処理を実行することができる。

50

## 【0036】

UV透過ガス分布シャワーヘッド116を含む流路を通してガスパネル140から処理容積122へ1つまたは複数の処理ガスを供給することによって、処理容積122内に配置された基板110に対する化学処理を実行することができる。図1に示す実施形態では、この流路は、プラズマチャンネル156と、入力マニホールド144内の内部チャンネル146と、給送スロット152と、垂直スロット158と、入り口プレナム160と、複数のスポーク開孔162と、ガス容積128と、UV透過ガス分布シャワーヘッド116内の複数の貫通孔164とを含む。UV透過ガス分布シャワーヘッド116およびUV透過窓114は、UV波長内の光に対して実質的な透過性を有するだけでなく、処理ガス中の化学物質に対する耐性も有する。

10

## 【0037】

図5Aは、本発明の一実施形態によるUV透過ガス分布シャワーヘッド500の部分断面図である。UV透過ガス分布シャワーヘッド500は、UV波長内の光に対する実質的な透過性、およびフッ素などのハロゲンまたはオゾンを含む処理用の化学物質に対する耐性を有する。UV透過ガス分布シャワーヘッド500は、処理チャンバ100内でUV透過ガス分布シャワーヘッド116の代わりに使用することができる。

## 【0038】

UV透過ガス分布シャワーヘッド500は、本体502を含む。本体502は、互いに対して実質的に平行な上部表面508および下部表面510を有する実質的にディスク状の形状とすることができる。本体502を通して複数の貫通孔506が形成される。貫通孔506は、上部表面508および下部表面510に対して開いており、本体502を通して処理ガスを均一に分布させることが可能になるように構成される。本体502は、UV波長内の光に対して実質的な透過性を有する材料から形成される。一実施形態では、本体502は石英から形成される。

20

## 【0039】

UV透過ガス分布シャワーヘッド500はまた、上部表面508と、下部表面510と、複数の貫通孔506を形成する内面512とを覆うコーティング504を含む。コーティング504は、UV波長を阻止することなく、貫通孔506を通過する処理ガスによる損傷から本体502を保護する。一実施形態では、コーティング504は、フッ素などのハロゲンまたはオゾンを含む処理用の化学物質に対する耐性を有する。コーティング504は、酸窒化アルミニウム、サファイア、または他の適した材料を含むことができる。コーティング504は、化学気相堆積、物理的気相堆積、噴霧コーティングなどの一般的な堆積技術を使用して、本体502上に堆積させることができる。コーティング504の厚さは、本体502のUV透過性に影響を与えることなく本体502に対する保護を提供するのに十分な厚さになるように選択することができる。一実施形態では、コーティング504は、化学気相堆積または物理的気相堆積によって形成された厚さ約500マイクロメートルまでの酸窒化アルミニウム膜である。

30

## 【0040】

図5Bは、本発明の一実施形態によるUV透過窓520の部分断面図である。UV透過ガス分布シャワーヘッド500と同様に、UV透過窓520もまた、UV波長内の光に対する実質的な透過性、およびフッ素などのハロゲンまたはオゾンを含む処理用の化学物質に対する耐性を有する。UV透過ガス分布シャワーヘッド500は、処理チャンバ100内でUV透過ガス分布シャワーヘッド116の代わりに使用することができる。

40

## 【0041】

UV透過窓520は、UV透過材料から形成された本体522と、少なくとも本体522の下部表面526上に形成されたコーティング524とを含む。本体522は、任意のUV透過材料から形成することができる。一実施形態では、本体522は石英から形成される。コーティング524は、処理ガスに露出されたときの損傷から本体522を保護する。一実施形態では、コーティング524は、フッ素などのハロゲンまたはオゾンを含む処理用の化学物質に対する耐性を有する。コーティング524は、酸窒化アルミニウム、

50

サファイア、または他の適した材料を含む。コーティング524は、化学気相堆積、物理的気相堆積、噴霧コーティングなどの一般的な堆積技術を使用して、本体522上に堆積させることができる。コーティング524の厚さは、本体522のUV透過性に影響を与えることなく本体522に対する保護を提供するのに十分な厚さになるように選択することができる。一実施形態では、コーティング524は、化学気相堆積または物理的気相堆積によって形成された厚さ約500マイクロメートルまでの酸化アルミニウム膜である。

#### 【0042】

図6は、本発明の一実施形態による2重容積処理チャンバ600の断面図である。図7は、2重容積処理チャンバ600の上面図である。2重容積処理チャンバ600は、図1の処理チャンバ100と実質的に同様の2つの処理チャンバ600a、600bを含む。

10

#### 【0043】

処理チャンバ600a、600bは、チャンバ本体602およびチャンバリッド604を共用する。処理チャンバ600a、600bは、中心平面628を中心とする互いの鏡像である。

#### 【0044】

処理チャンバ600aは、単一の基板を処理するための処理容積624を画定する。処理チャンバ600aは、UV透過窓616と、処理容積624の上に配置されたUV透過ガス分布シャワーヘッド620とを含む。処理チャンバ600bは、単一の基板を処理するための処理容積626を画定する。処理チャンバ600bは、UV透過窓618と、処理容積626の上に配置されたUV透過ガス分布シャワーヘッド622とを含む。

20

#### 【0045】

処理チャンバ600a、600bは、遠隔プラズマ源606、ガスパネル608、および真空ポンプ610を共用する。処理チャンバ600aは、入力マニホールド612を介して遠隔プラズマ源606およびガスパネル608に結合されており、処理チャンバ600bは、入力マニホールド614を介して遠隔プラズマ源606およびガスパネル608に結合されている。入力マニホールド612、614は、入力マニホールド612、614と遠隔プラズマ源606の距離を最小にして、プラズマ内のラジカルが処理容積624、626へ流れる間に再結合するのを低減させるように位置決めすることができる。一実施形態では、入力マニホールド612、614は、水平線630から角度 $\theta$ をなす位置で位置決めされる。一実施形態では、角度 $\theta$ は約45度である。

30

#### 【0046】

図8は、本発明の一実施形態による処理システム800の概略平面図である。処理システム800は、1つまたは複数の2重容積処理チャンバ600を含む。

#### 【0047】

処理システム800は、真空気密性の処理プラットフォーム804、ファクトリインターフェース812、およびシステムコントローラ810を含む。プラットフォーム804は、複数の2重容積処理チャンバ822、824、826と、移送チャンバ802に結合されたロードロックチャンバ816とを含む。一実施形態では、移送チャンバ802は、4つの側面806を有することができる。各側面806は、2重容積処理チャンバ600またはロードロックチャンバ816と接続するように構成される。図8に示すように、移送チャンバ802の3つの側面806に3つの2重容積処理チャンバ822、824、826が結合される。

40

#### 【0048】

ファクトリインターフェース812は、デュアルロードロックチャンバ816を通過して移送チャンバ802に結合される。一実施形態では、ファクトリインターフェース812は、基板の移送を容易にするために、少なくとも1つのドッキングステーション814と、少なくとも1つのファクトリインターフェースロボット820とを含む。ドッキングステーション814は、1つまたは複数の前方開口型統一ポッド(FOUP)818を受け入れるように構成される。

50

## 【0049】

それぞれの2重容積処理チャンバ822、824、826は、それぞれ並列に位置決めされた2つの処理容積822a、822b、824a、824b、826a、826bを含む。それぞれの2重容積処理チャンバ822、824、826は、2つの基板を同時に処理するように構成される。基板移送ロボット808は、2重容積処理チャンバ822、824、826およびロードロックチャンバ816間で2つの基板を移送するように並列に構成された2つのロボットブレード808a、808bを含む。この2重容積構成を用いると、基板移送ロボットおよび各処理チャンバのガスパネルなどの資源が増大することなく、生産性が増大する。

## 【0050】

一実施形態では、2重容積処理チャンバ822、824、826は、処理方策において異なる処理ステップを実行するために異なる構成を有することができる。別法として、2重容積処理チャンバ822、824、826は、これらの基板に対して同じ処理を実行するために同じ構成を有することもできる。

## 【0051】

一実施形態では、2重容積処理チャンバ822、824、826の少なくとも1つは、2重容積処理チャンバ600と実質的に同様であり、基板に対してUV処理および化学処理を連続して、交互に、または同時に実行することによって、2つの処理容積内で2つの基板を同時に処理するように構成される。

## 【0052】

図9は、本発明の一実施形態による基板を処理する方法900を示す図である。方法900は、図1の処理チャンバ100、図6の2重容積処理チャンバ600などの独立型の処理チャンバ、もしくは図8の処理システム800などの処理システムに結合された処理チャンバ、または図1の単一容積処理チャンバ100を含む処理システム内で実行することができる。

## 【0053】

方法900は、UV処理および化学処理を同じ処理チャンバ内で使用して低誘電率の誘電体材料を回復するように構成される。

## 【0054】

たとえば、方法900を使用して、プラズマ化学気相堆積によって形成されたSiCOH材料を基材とする低誘電率の誘電体膜に対してワンストップの回復を実行することができる。具体的には、気相シリル化と硬化を組み合わせることで、低誘電率膜の特性を回復し、側壁の損傷を修復する。気相シリル化では、メチルまたはフェニルを含有するシリル化合物が低誘電率膜内のSi-OH基と反応して、親水性のSi-OH基を吸湿性に耐える疎水性のSi-O-Si(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>基に変換し、それによって誘電率を低減させる。UV硬化では、低誘電率膜内の孔が硬化によって封止される。

## 【0055】

方法900のボックス910で、処理チャンバの処理容積内に配置された基板支持体上に基板が受け取られる。一実施形態では、処理容積は、UV波長内の光に対して実質的な透過性を有するUV透過ガス分布シャワーヘッドの下に配置される。UV透過ガス分布シャワーヘッドにより、化学処理用の処理ガスを基板全体に実質的に均一に分布させることが可能になる。また、UV透過ガス分布シャワーヘッドにより、UV光を通すことで処理容積内の基板のUV硬化を行うことが可能になる。

## 【0056】

方法900のボックス920で、基板の上のUV透過ガス分布シャワーヘッドから1つまたは複数の処理ガスを流すことによって化学処理が実行される。一実施形態では、1つまたは複数の処理ガスは、UV透過窓とUV透過ガス分布シャワーヘッドとの間の領域からUV透過ガス分布シャワーヘッドを通して基板の方へ送出される。

## 【0057】

一実施形態では、化学処理は、ヘキサメチルジシラザン(HMDS)、テトラメチルジ

10

20

30

40

50

シラザン ( T M D S )、トリメチルクロロシラン ( T M C S )、ジメチルジクロロシラン ( D M D C S )、メチルトリクロロシラン ( M T C S )、トリメチルメトキシシラン ( T M M S )、フェニルトリメトキシシラン ( P T M O S )、フェニルジメチルクロロシラン ( P D M C S )、ジメチルアミノトリメチルシラン ( D M A T M S )、ビス (ジメチルアミノ)ジメチルシラン ( B D M A D M S )、またはこれらの組合せを含む群から選択されたシリル化剤を使用する気相シリル化である。一実施形態では、気相シリル化中の時間は、約 1 分 ~ 約 1 0 分とすることができる。シリル化温度は、約 1 0 0 ~ 約 4 0 0 とすることができる。シリル化剤流量は、約 0 . 5 g ~ 約 5 g / 分とすることができ、チャンバ圧力は、約 2 ミリトル ~ 約 5 0 0 トルとすることができる。

【 0 0 5 8 】

方法 9 0 0 のボックス 9 3 0 で、基板は、UV 透過ガス分布シャワーヘッドおよび UV 透過窓の上に配置された UV ユニットからの UV エネルギーを使用して同じ処理チャンバ内で硬化される。一実施形態では、UV 硬化温度は、室温 ~ 約 4 0 0 とすることができる。UV 硬化時間は、約 1 0 秒 ~ 約 1 8 0 秒とすることができる。UV 硬化ガスは、UV 透過ガス分布シャワーヘッドを通して処理チャンバへ流すことができる。一実施形態では、He および Ar などの不活性の硬化ガスを約 8 s l m ~ 約 2 4 s l m の流量で処理チャンバへ流すことができる。

【 0 0 5 9 】

別の実施形態では、ボックス 9 2 0 のシリル化とボックス 9 3 0 の UV 硬化を同時に実行することができる。UV ユニットは、シリル化プロセスと同時にオン / オフが切り替わる。シリル化剤流量、UV 出力、ウエハ温度、シリル化および UV 硬化プロセスのチャンバ圧力、シリル化時間、ならびに UV オン時間は調整可能である。

【 0 0 6 0 】

別の実施形態では、ボックス 9 3 0 の UV 硬化は、ボックス 9 2 0 のシリル化処理の前に実行することができる。

【 0 0 6 1 】

別の実施形態では、ボックス 9 3 0 の UV 硬化とボックス 9 2 0 のシリル化を交互に実行することができる。第 1 に UV 硬化を実行して、表面 / 側壁から水を除去する。シリル化を実行して、表面の疎水性を回復する。次いで UV 硬化を実行して、低誘電率膜の損傷をさらに回復する。シリル化剤流量、UV 出力、ウエハ温度、シリル化および UV 硬化プロセスのチャンバ圧力、シリル化時間、ならびに UV オン時間は調整可能である。

【 0 0 6 2 】

さらに別の実施形態では、ボックス 9 2 0 のシリル化とボックス 9 3 0 の UV 硬化は、パルス式にインシトゥで実行される。シリル化処理は約 5 ~ 1 0 秒のパルスで実行され、それに続いて UV 硬化が約 5 ~ 1 0 秒のパルスで行われる。

【 0 0 6 3 】

本発明の実施形態は、低誘電率膜を回復するための化学処理および UV 硬化を単一のチャンバ内で実行する装置および方法を提供する。また本発明の実施形態では、遠隔プラズマ源を含むことによって、UV 硬化チャンバのプラズマ洗浄が可能になる。その結果、使用されるチャンバの数が低減することによって、生産コストが低減する。基板の移送および追加のチャンバによる汲み出しをなくすことによって、製品の効率が增大する。またさらに、本発明の実施形態では、様々な処理の特徴および機能を最小の空間内に組み込むことが可能になり、それによって、製造環境内で誘電率の回復を高い費用効果で実施することが可能になる。

【 0 0 6 4 】

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を逸脱することなく、本発明の他のさらなる実施形態を考案することもでき、本発明の範囲は、以下の特許請求の範囲によって決定される。

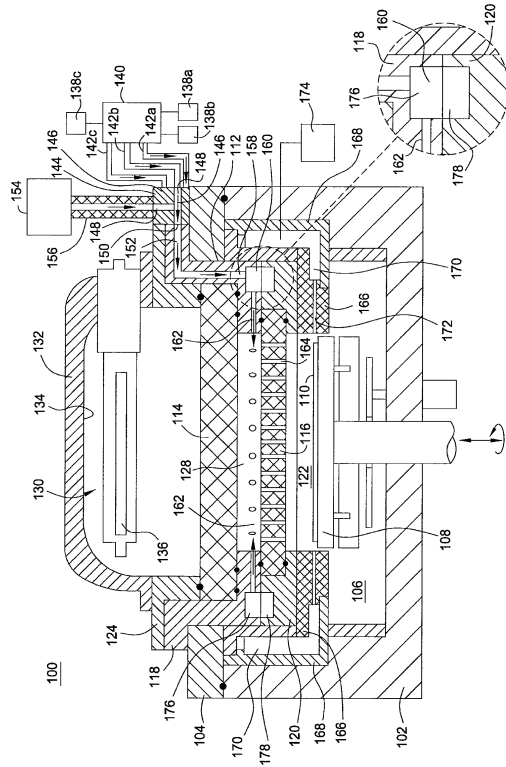
10

20

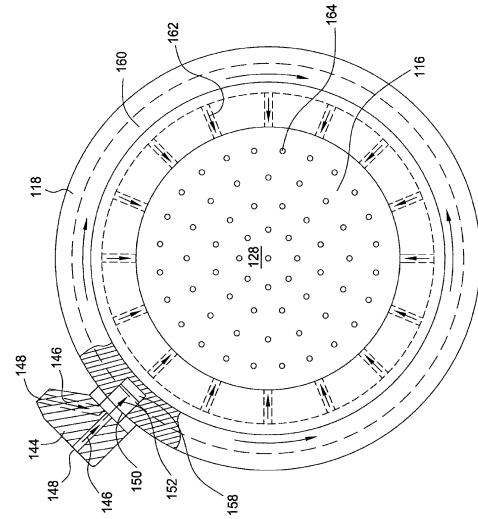
30

40

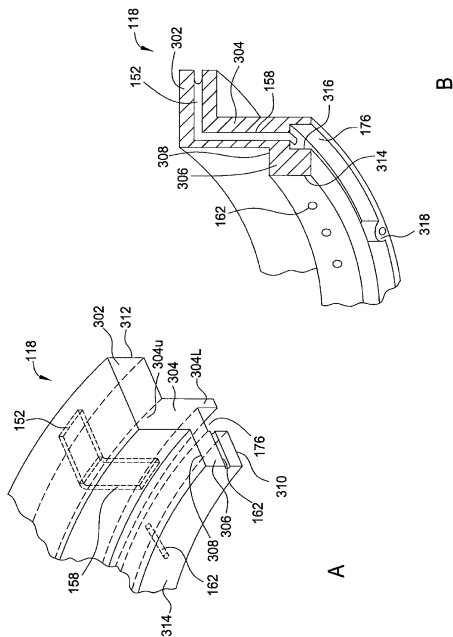
【 図 1 】



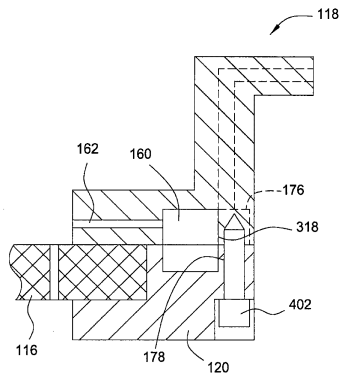
【 図 2 】



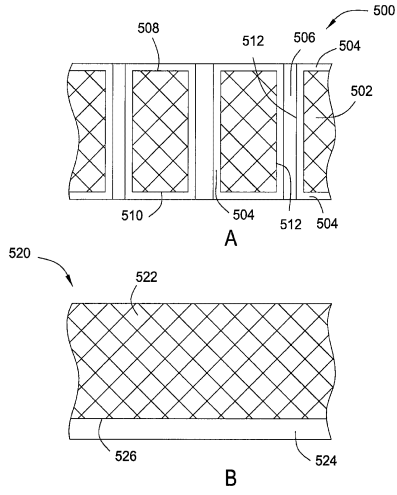
【 図 3 】



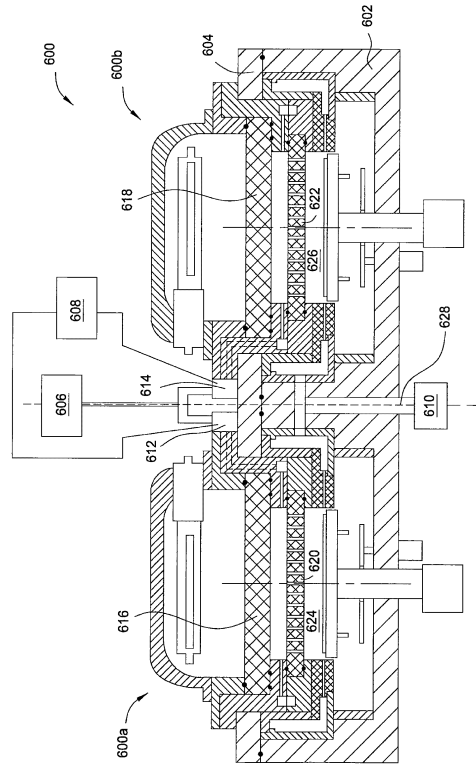
【 図 4 】



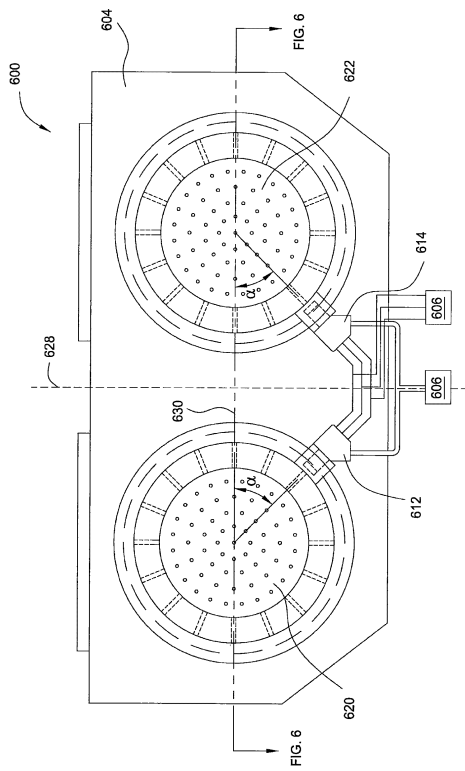
【 図 5 】



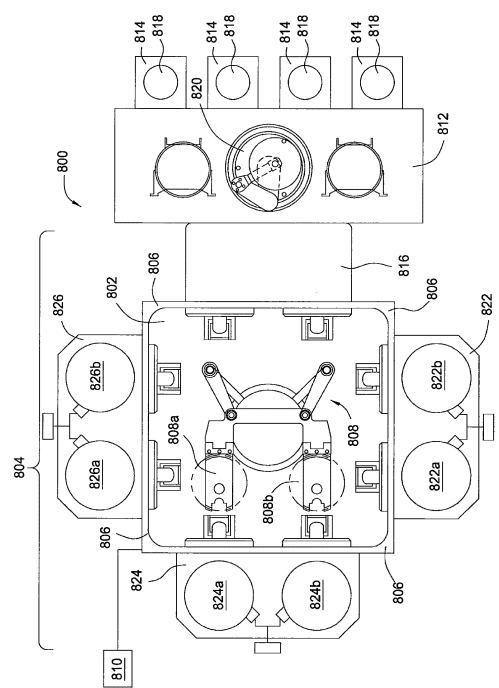
【 図 6 】



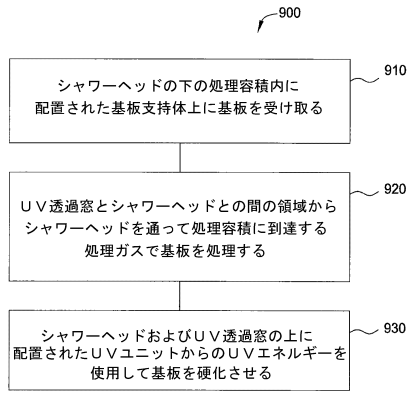
【 図 7 】



【 図 8 】



【図9】



## フロントページの続き

- (72)発明者 バンサル, アミット  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94089, サニーヴェール, モース アヴェニュー 1  
063, アパートメント 19-107番
- (72)発明者 デュ ボワ, デイル アール.  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 95032, ロス ガトス, マルベリー ドライブ 14  
285
- (72)発明者 ロチャ-アルバレス, フアン カルロス  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94070, サン カルロス, シダー ストリート 18
- (72)発明者 バルジャ, サンジーヴ  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 95008, キャンベル, アンソニー ドライブ 219  
8
- (72)発明者 ヘンドリクソン, スコット エー.  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94513, ブレントウッド, ブルックス ストリート  
735
- (72)発明者 ノワック, トーマス  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 95014, クパチーノ, フォージ ウェイ 20677  
, 217番

審査官 長谷川 直也

- (56)参考文献 特開平06-093454(JP,A)  
特開2008-075179(JP,A)  
米国特許出願公開第2011/0076401(US,A1)  
特表平04-505347(JP,A)  
特開平10-154705(JP,A)  
特開2010-103151(JP,A)  
特開平10-079380(JP,A)  
特開平10-121252(JP,A)  
特開2001-332465(JP,A)  
特開2003-045862(JP,A)  
特開平10-199874(JP,A)  
国際公開第2009/137272(WO,A2)  
特開2007-318141(JP,A)  
特開2005-209771(JP,A)  
特開2009-272595(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/205、21/302、21/3065-21/3213、  
21/365、21/461、21/469-21/475、  
21/768、21/86、23/52-23/522、  
C23C 16/00-16/56