

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6335688号
(P6335688)

(45) 発行日 平成30年5月30日 (2018. 5. 30)

(24) 登録日 平成30年5月11日 (2018. 5. 11)

(51) Int. Cl. F I
H O 1 L 21/205 (2006. 01) H O 1 L 21/205
C 2 3 C 16/44 (2006. 01) C 2 3 C 16/44 Z

請求項の数 31 外国語出願 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2014-136530 (P2014-136530)	(73) 特許権者	592010081
(22) 出願日	平成26年7月2日 (2014. 7. 2)		ラム リサーチ コーポレーション
(65) 公開番号	特開2015-15469 (P2015-15469A)		LAM RESEARCH CORPOR
(43) 公開日	平成27年1月22日 (2015. 1. 22)		ATION
審査請求日	平成29年6月30日 (2017. 6. 30)		アメリカ合衆国, カリフォルニア 945
(31) 優先権主張番号	13/934, 594		38, フレモント, クッシング パークウ
(32) 優先日	平成25年7月3日 (2013. 7. 3)		エイ 4650
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	110000028
			特許業務法人明成国際特許事務所
		(72) 発明者	ラメッシュ・チャンドラセカーラン
			アメリカ合衆国 オレゴン州97219
			ポートランド, サウスウエスト・ネバダ・
			ストリート, 610, ナンバー エイチ

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コンダクタンス制御を有する化学蒸着装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

化学蒸着装置であって、

化学的隔離チャンバと、

前記化学的隔離チャンバ内に形成された蒸着チャンバと、

フェースプレートおよびバックアッププレートを有し、前記フェースプレートは、リアクタ化学物質を空洞に供給する複数の流入口と、リアクタ化学物質を前記空洞から除去する、前記流入口の半径方向外向きの排気流出口とを備えたシャワーヘッドモジュールと、

前記排気流出口を介して前記空洞に流体連通する少なくとも1つのコンダクタンス制御アセンブリであって、1または複数の排気真空ラインを介して排気装置が流体連通されたコンダクタンス制御アセンブリと

を備え、

前記少なくとも1つのコンダクタンス制御アセンブリは、

前記1または複数の排気真空ラインと流体連通する調整ガス部分およびチャンバ流出部分を有する、移動部品のない流体バルブであって、前記調整ガス部分は、調整ガス供給部からの調整ガスの流れを前記空洞からのリアクタ化学物質の流れに向けるよう構成され、前記調整ガスの流れは、前記調整ガスの流れを前記空洞からの前記リアクタ化学物質の流れに向けることによって、前記空洞からの前記リアクタ化学物質の前記流れによって生じる流れ抵抗を調整する流体バルブを備える装置。

【請求項 2】

10

20

請求項 1 に記載の装置であって、
前記空洞から前記リアクタ化学物質をパージするために前記空洞に供給されるパージガスの供給源を備える装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の装置であって、
基板を支持するよう構成された基板台座モジュールを備え、
前記基板台座モジュールは、前記基板台座モジュールと、前記フェースプレートの外側部分との間の前記空洞を閉じるように垂直移動し、前記少なくとも 1 つのコンダクタンス制御アセンブリは、前記基板台座モジュールの周りで円周方向に均等に離間された複数のコンダクタンス制御アセンブリである装置。

10

【請求項 4】

請求項 3 に記載の装置であって、前記複数のコンダクタンス制御アセンブリの各々は、2 以上の排気流出口と流体連通されるよう構成されている装置。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の装置であって、
半導体基板を備え、
化学蒸着、プラズマ強化化学蒸着、原子層蒸着、プラズマ強化原子層蒸着、パルス蒸着層、および / または、プラズマ強化パルス蒸着層の内の少なくとも 1 つが、前記半導体基板に実行される装置。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の装置であって、前記流体バルブの前記調整ガスは、不活性ガスである装置。

20

【請求項 7】

請求項 6 に記載の装置であって、前記流体バルブの前記調整ガス部分は、前記調整ガス供給部から前記調整ガスを受け入れる調整流入口と、内部空洞と、少なくとも 1 つの流入口と、少なくとも 1 つの流出口とを有し、前記少なくとも 1 つの流出口は、前記調整ガスの流れを前記空洞からの前記リアクタ化学物質の流れに向けるよう構成されている装置。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の装置であって、前記少なくとも 1 つの流入口および前記少なくとも 1 つの流出口は、前記流体バルブの前記調整ガス部分内の円筒孔であり、導管を形成する装置。

30

【請求項 9】

請求項 1 に記載の装置であって、前記流体バルブの前記調整ガスおよび前記リアクタ化学物質は、前記 1 または複数の真空ガスラインと流体連通する前記調整ガス部分の排気導管内で混合される装置。

【請求項 10】

請求項 1 に記載の装置であって、前記排気流出口は、同心の排気流出口である装置。

【請求項 11】

請求項 1 に記載の装置であって、前記少なくとも 1 つのコンダクタンス制御アセンブリは、最小コンダクタンスから最大コンダクタンスまで 3 桁の範囲を有する装置。

40

【請求項 12】

化学蒸着装置であって、
化学的隔離チャンバと、
前記化学的隔離チャンバ内に形成された蒸着チャンバと、
フェースプレートおよびバックアッププレートを有するシャワーヘッドモジュールであって、前記フェースプレートは、リアクタ化学物質を空洞に供給する複数の流入口と、リアクタ化学物質を前記空洞の外縁から半径方向に伸びる排気通路を介して前記空洞から除去する排気流出口とを備えるシャワーヘッドモジュールと、
ボールバルブアセンブリを備えた少なくとも 1 つのコンダクタンス制御アセンブリであって、前記排気流出口を介して前記空洞に、かつ 1 または複数の排気真空ラインを介して

50

前記少なくとも 1 つのコンダクタンス制御アセンブリと流体連通する排気装置に、流体連通する少なくとも 1 つのコンダクタンス制御アセンブリと、

を備え、

前記ボールバルブアセンブリは、

円錐形の下側部分を有するハウジングと、

前記ハウジングの前記円錐形の下側部分から前記空洞の前記排気流出口の内の 1 または複数まで伸び、流入口および流出口を有する導管と、

前記円錐形の下側部分内に収まるよう構成された球体と
を備え、

前記球体は、供給工程中には、前記導管の前記流出口を遮断して、前記導管を通して前記リアクタ化学物質が流れるのを防ぎ、パージ工程中には、前記空洞内で第 1 の圧力および流量を超えると、前記第 1 の圧力を超えるパージガスの流れの結果、上昇して、前記球体の下面と、前記導管の前記流出口との間に開口部を提供することにより、前記リアクタ化学物質および前記パージガスが前記空洞から前記 1 または複数の排気真空ラインに流れることを可能にするよう構成されている装置。

【請求項 13】

請求項 12 に記載の装置であって、

前記リアクタ化学物質の前記空洞をパージするために前記空洞に供給されるパージガスの供給源を備える装置。

【請求項 14】

請求項 12 に記載の装置であって、

前記ボールバルブアセンブリの前記ハウジングは、前記 1 または複数の排気真空ラインと流体連通する上側部分を備える装置。

【請求項 15】

請求項 12 に記載の装置であって、

前記ボールバルブアセンブリの前記球体は、前記供給工程中に、前記空洞内で前記第 1 の圧力および流量以下になった時に、前記導管の前記流出口を遮断するよう構成されている装置。

【請求項 16】

請求項 12 に記載の装置であって、

基板を支持するよう構成された基板台座モジュールを備え、

前記基板台座モジュールは、前記基板台座モジュールと、前記フェースプレートの外側部分との間の前記空洞を閉じるように垂直移動し、前記少なくとも 1 つのコンダクタンス制御アセンブリは、前記基板台座モジュールの周りで円周方向に均等に離間された複数のコンダクタンス制御アセンブリである装置。

【請求項 17】

請求項 16 に記載の装置であって、

前記複数のコンダクタンス制御アセンブリの各々は、2 以上の排気流出口と流体連通されるよう構成されている装置。

【請求項 18】

請求項 12 に記載の装置であって、

前記ボールバルブアセンブリの前記球体は、耐腐食性材料で製造され、前記球体の重さおよびサイズは、前記空洞から前記リアクタ化学物質をパージする間のみ持ち上がるよう構成されている装置。

【請求項 19】

請求項 12 に記載の装置であって、

半導体基板を備え、

化学蒸着、プラズマ強化化学蒸着、原子層蒸着、プラズマ強化原子層蒸着、パルス蒸着層、および / または、プラズマ強化パルス蒸着層の内の少なくとも 1 つが、前記半導体基板に実行される装置。

10

20

30

40

50

【請求項 2 0】

請求項 1 2 に記載の装置であって、
前記排気流出口は、同心の排気流出口である装置。

【請求項 2 1】

請求項 1 2 に記載の装置であって、
前記少なくとも 1 つのコンダクタンス制御アセンブリは、最小コンダクタンスから最大コンダクタンスまで 3 桁の範囲を有する装置。

【請求項 2 2】

化学蒸着装置であって、
化学的隔離チャンバと、
前記化学的隔離チャンバ内に形成された蒸着チャンバと、
フェースプレートおよびバックアッププレートを有するシャワーヘッドモジュールであって、前記フェースプレートは、リアクタ化学物質を空洞に供給する複数の流入口と、リアクタ化学物質を前記空洞から除去する前記流入口の半径方向外向きの排気流出口とを備えるシャワーヘッドモジュールと、

少なくとも 1 つのコンダクタンス制御アセンブリであって、前記少なくとも 1 つのコンダクタンス制御アセンブリは、前記排気流出口を介して前記空洞に、および 1 または複数の排気真空ラインを介して前記少なくとも 1 つのコンダクタンス制御アセンブリと流体連通する排気装置に流体連通し、前記少なくとも 1 つのコンダクタンス制御アセンブリは、回転バルブを備え、前記回転バルブは、

上側回転プレートと、
前記上側回転プレートに磁気的に結合された下側回転プレートであって、前記上側回転プレートは大気中で回転し、前記下側回転プレートは真空中で回転し、前記下側回転プレートは、前記下側回転プレートと前記上側回転プレートとの間のプレナムと流体連通する複数の導管を有し、前記プレナムは、前記 1 または複数の排気真空ラインと流体連通し、前記複数の導管の各々は、前記空洞からのリアクタ化学物質を、前記排気流出口の内の 1 または複数と流体連通する前記シャワーヘッドモジュール内の対応する排気導管から受け入れるよう構成されている装置。

【請求項 2 3】

請求項 2 2 に記載の装置であって、
前記リアクタ化学物質の前記空洞をパージするために前記空洞に供給されるパージガスの供給源を備える装置。

【請求項 2 4】

請求項 2 2 に記載の装置であって、
前記上側回転プレートと前記下側回転プレートは、同一方向に回転する装置。

【請求項 2 5】

請求項 2 2 に記載の装置であって、
前記下側回転プレート内の前記複数の導管の各々は、前記下側回転プレートの下面上に流入口および上面上に流出口を有し、前記複数の排気導管の各々は、さらに、前記空洞と流体連通する流入口および前記下側回転プレートの前記流入口と流体連通する流出口を備える装置。

【請求項 2 6】

請求項 2 2 に記載の装置であって、
前記下側回転プレートの前記流出口の各々は、前記 1 または複数の排気ガスラインと流体連通する内部空洞と流体連通する装置。

【請求項 2 7】

請求項 2 2 に記載の装置であって、
基板を支持するよう構成された基板台座モジュールを備え、
前記基板台座モジュールは、前記基板台座モジュールと前記フェースプレートの外側部分との間の前記空洞を閉じるように垂直移動し、前記少なくとも 1 つのコンダクタンス制

10

20

30

40

50

御アセンブリは、前記基板台座モジュールの周りで円周方向に均等に離間された複数のコンダクタンス制御アセンブリである装置。

【請求項 28】

請求項 27 に記載の装置であって、

前記複数のコンダクタンス制御アセンブリの各々は、2 以上の排気流出口と流体連通されるよう構成されている装置。

【請求項 29】

請求項 22 に記載の装置であって、

半導体基板を備え、

化学蒸着、プラズマ強化化学蒸着、原子層蒸着、プラズマ強化原子層蒸着、パルス蒸着層、および / または、プラズマ強化パルス蒸着層の内の少なくとも 1 つが、前記半導体基板に実行される装置。

【請求項 30】

請求項 22 に記載の装置であって、

前記排気流出口は、同心の排気流出口である装置。

【請求項 31】

請求項 22 に記載の装置であって、

前記少なくとも 1 つのコンダクタンス制御アセンブリは、最小コンダクタンスから最大コンダクタンスまで 3 桁の範囲を有する装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、化学蒸着およびプラズマ強化化学蒸着を行うための装置および処理に関する。

【背景技術】

【0002】

エッチング、物理蒸着 (PVD)、化学蒸着 (CVD)、プラズマ強化化学蒸着 (PECVD)、原子層蒸着 (ALD)、プラズマ強化原子層蒸着 (PEALD)、パルス蒸着層 (PDL)、プラズマ強化パルス蒸着層 (PEPDL) 処理、および、レジスト除去などの技術によって半導体基板を処理するために、プラズマ処理装置を用いることができる。例えば、プラズマ処理に用いられるプラズマ処理装置の 1 つのタイプは、上側および下側電極を収容する反応チャンバまたは蒸着チャンバを備える。プロセスガスすなわちリアクタ化学物質をプラズマ状態に励起して、反応チャンバ内で半導体基板を処理するために、高周波 (RF) 電力が電極間に印加される。

【発明の概要】

【0003】

化学蒸着装置が開示されており、その装置は：化学的隔離チャンバと；化学的隔離チャンバ内に形成された蒸着チャンバと；フェースプレートおよびバックグプレートとを有すると共に、リアクタ化学物質を空洞に供給する複数の流入口と、リアクタ化学物質を除去する排気流出口とを備えたシャワーヘッドモジュールと；排気流出口を介して空洞に流体連通する少なくとも 1 つのコンダクタンス制御アセンブリとを備え、少なくとも 1 つのコンダクタンス制御アセンブリには 1 または複数の排気真空ラインを介して排気装置が流体連通され、少なくとも 1 つのコンダクタンス制御アセンブリは：(a) ボールバルブアセンブリであって、円錐形の下側部分を有するハウジングと、ハウジングの円錐形の下側部分から空洞の排気流出口の内の 1 または複数まで伸び、流入口および流出口を有する導管と、円錐形の下側部分内に収まるよう構成された球体とを備え、球体は、供給工程中には、導管の流出口を遮断して、導管を通してリアクタ化学物質が流れるのを防ぎ、パージ工程中には、空洞内で第 1 の圧力および流量を超えると、上昇して、球体の下面と、導管の流出口との間に開口部を提供することにより、リアクタ化学物質およびパージガスが空洞から 1 または複数の排気真空ラインに流れることを可能にするよう構成されているボール

10

20

30

40

50

バルブアセンブリ；（b）調整ガス部分およびチャンバ流出部分を有する流体バルブであって、調整ガス部分は、調整ガス供給部からの調整ガスの流れを空洞からのリアクタ化学物質の流れに向けるよう構成され、調整ガスの流れは、空洞からのリアクタ化学物質の流れによって経験される流れ抵抗を調整する流体バルブ；（c）回転バルブであって、上側回転プレートと、上側回転プレートに磁氣的に結合された下側回転プレートとを備え、下側回転プレートは、複数の導管を有し、複数の導管の各々は、空洞からのリアクタ化学物質を、排気流出口の内の1または複数と流体連通するシャワーヘッドモジュール内の対応する排気導管から受け入れるよう構成されている回転バルブ；および/または、（d）磁氣的に結合されたリニアバルブであって、磁気ハウジングと、複数の流路内で磁氣的に上下されるよう構成された複数のリニアロッドであって、複数のリニアロッドの各々は、磁気ハウジング内で複数のリニアロッドを上下させる磁気ハウジングと磁氣的に結合されるよう構成された近位部分と、リアクタ化学物質および/またはパージガスを排気流出口から放出するためのバルブとして機能する遠位端とを有するリニアロッドとを備えるリニアバルブの内の1または複数から選択される。

10

【0004】

化学蒸着装置の空洞内のコンダクタンスを制御する方法が開示されており、その方法は：化学蒸着装置の空洞内で基板を処理する工程であって、空洞は、シャワーヘッドモジュールと、基板を受けるよう構成された基板台座モジュールとの間に形成され、シャワーヘッドモジュールは、リアクタ化学物質を空洞に供給する複数の流入口と、リアクタ化学物質およびパージガスを空洞から除去する排気流出口とを備える工程と；排気流出口を介して空洞に流体連通する少なくとも1つのコンダクタンス制御アセンブリで、空洞のコンダクタンスの変化を制御する工程とを備え、少なくとも1つのコンダクタンス制御アセンブリは：（a）ボールバルブアセンブリであって、円錐形の下側部分を有するハウジングと、ハウジングの円錐形の下側部分から空洞の排気流出口の内の1または複数まで伸び、流入口および流出口を有する導管と、円錐形の下側部分内に収まるよう構成された球体とを備え、球体は、供給工程中には、導管の流出口を遮断して、導管を通してリアクタ化学物質が流れるのを防ぎ、パージ工程中には、空洞内で第1の圧力および流量を超えると、上昇して、球体の下面と、導管の流出口との間に開口部を提供することにより、リアクタ化学物質およびパージガスが空洞から1または複数の排気真空ラインに流れることを可能にするよう構成されているボールバルブアセンブリ；（b）調整ガス部分およびチャンバ流出部分を有する流体バルブであって、調整ガス部分は、調整ガス供給部からの調整ガスの流れを空洞からのリアクタ化学物質の流れに向けるよう構成され、調整ガスの流れは、空洞からのリアクタ化学物質の流れによって経験される流れ抵抗を調整する流体バルブ；（c）回転バルブであって、上側回転プレートと、上側回転プレートに磁氣的に結合された下側回転プレートとを備え、下側回転プレートは、複数の導管を有し、複数の導管の各々は、空洞からのリアクタ化学物質を、排気流出口の内の1または複数と流体連通するシャワーヘッドモジュール内の対応する排気導管から受け入れるよう構成されている回転バルブ；および/または、（d）磁氣的に結合されたリニアバルブであって、磁気ハウジングと、複数の流路内で磁氣的に上下されるよう構成された複数のリニアロッドであって、複数のリニアロッドの各々は、磁気ハウジング内で複数のリニアロッドを上下させる磁気ハウジングと磁氣的に結合されるよう構成された近位部分と、リアクタ化学物質および/またはパージガスを排気流出口から放出するためのバルブとして機能する遠位端とを有するリニアロッドとを備えるリニアバルブの内の1または複数から選択される。

20

30

40

【図面の簡単な説明】

【0005】

【図1A】代表的な実施形態に従って、台座を備えた化学蒸着装置を示す概略図。

【0006】

【図1B】代表的な実施形態に従って、台座を備えない化学蒸着装置を示す概略図。

【0007】

【図2】代表的な実施形態に従って、複数のコンダクタンス制御アセンブリを備えた装置

50

を示す概略図。

【0008】

【図3】代表的な実施形態に従って、ボールバルブアセンブリを示す部分図。

【0009】

【図4】代表的な実施形態に従って、流体バルブを示す概略断面図。

【0010】

【図5】代表的な実施形態に従って、流体バルブを示す図。

【0011】

【図6】代表的な実施形態に従って、磁気継手を備えた回転ベアリングを有する化学蒸着装置の空洞を示す断面図。

10

【0012】

【図7】代表的な実施形態に従って、図6の空洞の一部を示す断面図。

【0013】

【図8】代表的な実施形態に従って、開位置のリニア磁気結合バルブを有する化学蒸着装置の空洞を示す断面図。

【0014】

【図9】代表的な実施形態に従って、閉位置のリニア磁気結合バルブを有する化学蒸着装置の空洞を示す断面図。

【発明を実施するための形態】

【0015】

20

以下の詳細な開示では、本明細書に開示された装置および方法の理解を与えるために、代表的な実施形態について説明する。ただし、当業者にとって明らかなように、代表的な実施形態は、これらの具体的な詳細事項なしに実施されてもよいし、別の要素または処理を用いて実施されてもよい。また、本明細書に開示した実施形態の態様を不必要に不明瞭にしないように、周知の処理、手順、および/または、構成要素については、詳細に説明していない。

【0016】

代表的な実施形態によると、本明細書に開示された装置および関連方法は、プラズマ強化化学蒸着などの化学蒸着を行うために利用できる。装置および方法は、複数工程の蒸着処理（例えば、原子層蒸着（ALD）、プラズマ強化原子層蒸着（PEALD）、パルス蒸着層（PDL）、または、プラズマ強化パルス蒸着層（PEPDL）処理）における自己制限的な蒸着工程の分離を必要とする半導体加工ベースの誘電体蒸着処理と共に用いることができるが、それらに限定されない。

30

【0017】

上述のように、本実施形態は、プラズマ強化化学蒸着などの化学蒸着を行うための装置および関連方法を提供する。装置および方法は、複数工程の蒸着処理（例えば、原子層蒸着（ALD）、プラズマ強化原子層蒸着（PEALD）、プラズマ強化化学蒸着（PECVD）、パルス蒸着層（PDL）、プラズマ強化パルス蒸着層（PEPDL）処理）における自己制限的な蒸着工程の分離を必要とする半導体加工ベースの誘電体蒸着処理との併用に特に適用可能であるが、これらに限定されない。

40

【0018】

上述の処理は、蒸着材料を受け入れるウエハまたは基板にわたる不均一な温度に関連したいくつかの欠点を持ちうる。例えば、不均一な温度は、周囲のチャンバ構成要素と熱接触する受動的に加熱されたシャワーヘッドが周囲の構成要素に熱を奪われる時に、基板にわたって生じうる。したがって、処理領域の上壁を形成するシャワーヘッドは、等温の処理領域を形成することによって基板全体の均一な温度を実現できるように、周囲の構成要素から熱的に隔離されていることが好ましい。基板全体の均一な温度は、基板の均一な処理の助けになり、基板温度は、蒸着処理のための活性化エネルギーを提供するため、蒸着反応を駆動する制御手段である。

【0019】

50

さらに、一般には、2つの主要なタイプの蒸着シャワーヘッド、すなわち、シャンデリアタイプおよび埋め込みタイプがある。シャンデリア型シャワーヘッドは、チャンバの上部に取り付けられたステムを一端に有し、フェースプレートを他端に有しており、シャンデリアのように見える。ステムの一部が、ガスラインおよびRF電力の接続を可能にするために、チャンバ上部から突出してよい。埋め込み型シャワーヘッドは、チャンバ上部に一体化されており、ステムを持たない。本実施形態は、埋め込み型シャワーヘッドに関する。埋め込み型シャワーヘッドは、処理中に真空源によって排気される必要のあるチャンバ空間を減少させる。

【0020】

図1Aおよび図1Bは、本明細書に開示された実施形態に従って、化学蒸着装置100を示す概略図である。図1Aおよび図1Bに示すように、化学装置は、化学的隔離チャンバまたはハウジング110、蒸着チャンバ120、シャワーヘッドモジュール130、および、移動台座モジュール140を備えており、台座モジュール140は、台座モジュール140の上面の基板（またはウエハ）190の位置を上下させるためにシャワーヘッドモジュール130に対して上下されうる。シャワーヘッドモジュール130も、垂直に上下されうる。反応物質ガス（図示せず）は、ガスライン112を介してサブチャンバ120に導入される。ガスライン112の各々は、対応するアキュムレータを有してよく、アキュムレータは、隔離バルブを用いて装置100から隔離されうる。代表的な実施形態によると、装置100は、利用される反応ガスの数に応じて、隔離バルブおよびアキュムレータを備えた1または複数のガスライン112を有するよう変形されうる。また、反応ガス供給ライン112は、複数の化学蒸着装置の間またはマルチステーションシステムの間で共有できる。

【0021】

代表的な実施形態によると、チャンバ120は、真空源（図示せず）に接続された1または複数の真空ライン160を通して排気されうる。例えば、真空源は真空ポンプ（図示せず）でありうる。マルチステーションリアクタ（例えば、同じ蒸着処理を実行する複数のステーションすなわち装置100を有するリアクタ）において、別のステーションからの真空ライン160が、真空ライン160と共通のフォアライン（例えば、真空ポンプ間の真空ライン）を共有してよい。さらに、装置100は、ステーションすなわち装置100ごとに1または複数の真空ライン160を有するよう変形されてもよい。

【0022】

代表的な実施形態によると、複数の排気導管170が、シャワーヘッドモジュール130のフェースプレート136内の1または複数の排気流出口174と流体連通するよう構成されうる。排気流出口174は、蒸着処理の合間に空洞150からプロセスガスすなわちリアクタ化学物質を除去するよう構成されうる。複数の排気導管170は、1または複数の真空ライン160とも流体連通している。排気導管170は、基板190の周りで円周方向に離間されてよく、均等に離間されてよい。いくつかの例において、複数の導管170の間隔は、真空ライン160の位置を補うように設計されてよい。一般に、複数の導管170よりも真空ライン160の方が少ないので、真空ライン160に最も近い導管170を通る流量が、より離れた導管よりも高くなりうる。円滑な流れのパターンを確保するために、真空ライン160から離れるほど、導管170の間隔を近くしてよい。可変のフローコンダクタを備える複数の導管170を備えた化学蒸着装置100の代表的な実施形態については、同一出願人による米国特許第7,993,457号に見いだすことができ、その特許は、参照によって全体が本明細書に組み込まれる。

【0023】

本明細書に開示された実施形態は、プラズマ強化化学蒸着装置（すなわち、PECVD装置、PEALD装置、または、PEPDL装置）で実施されることが好ましい。かかる装置は、様々な形態を取ってよく、装置は、1または複数の基板を収容すると共に基板処理に適した1または複数のチャンバすなわち「リアクタ」（時に、上述したように複数のステーションまたは蒸着チャンバを含む）を備えてよい。各チャンバは、処理のために1

10

20

30

40

50

または複数の基板を収容しうる。1または複数のチャンバは、1または複数の所定の位置に基板を維持する（例えば、回転、振動、または、その他の運動など、その位置内での運動があってもなくてもよい）。一実施形態では、蒸着および処理を受けている基板190が、処理中に装置内部の1つのステーション（例えば、蒸着チャンバ）から別のステーションに搬送されうる。処理中に、各基板190は、台座モジュール140、ウエハチャック、および/または、その他のウエハ保持装置によって所定の位置に保持される。例えば、基板190が加熱される動作のために、装置100は、加熱プレートなどのヒータを備えてよい。

【0024】

基板またはウエハを受ける、および/または、台座モジュール140の上面から基板を降ろすために、台座モジュール140は下げられる。下側位置において、基板が、台座モジュール140の表面上に配置され、その後、台座モジュール140は、シャワーヘッドモジュール130に向かって垂直上方に持ち上げられる。代表的な実施形態によると、台座モジュール140の上面142とシャワーヘッドモジュール130の下面132との間の距離は、空洞150を形成しており、約0.2インチ（5ミリメートル）から約0.6インチ（15.25ミリメートル）であってよい。

【0025】

代表的な実施形態によると、シャワーヘッドモジュール130は、空洞（すなわち、リアクタチャンバ）150にリアクタ化学物質を供給するよう構成されている。シャワーヘッドモジュール130は、複数の流入口すなわち貫通孔138を有するフェースプレート136と、バックングプレート139とを備えうる。代表的な実施形態によると、フェースプレート136は、複数の流入口すなわち貫通孔138と、フェースプレート136の外周137の周りに伸びる段135とを有する単一のプレートであってよい。あるいは、段135は、別個のリング133であってもよく、フェースプレート136の外側部分131の下面に固定される。例えば、段135は、ねじ143でフェースプレート136の外側部分131に固定できる。同心の排気流出口174を有するフェースプレート136を備えたプロセスガス分散用のシャワーヘッドモジュール130の代表的な実施形態については、同一出願人による米国特許第5,614,026号に見いだすことができ、その特許は、参照によって全体が本明細書に組み込まれる。例えば、代表的な実施形態によると、排気流出口174は、複数の流入口138を取り囲む。

【0026】

代表的な実施形態において、チャンバ120内の温度は、シャワーヘッドモジュール130および/または台座モジュール140内の加熱メカニズムによって維持されうる。例えば、基板190は、等温環境内に配置されることが可能であり、シャワーヘッドモジュール130および台座モジュール140は、基板190を所望の温度に維持するよう構成されている。例えば、代表的な実施形態において、シャワーヘッドモジュール130は、250より高い温度に加熱されうる、および/または、台座モジュール140は、250より高い温度に加熱されうる。蒸着チャンバ120は、台座モジュール140と連動するシャワーヘッドモジュール130を備えた容量結合プラズマ型のシステムによって生成されたプラズマを収容するよう機能する。

【0027】

整合回路網（図示せず）に接続された高周波（HF）RF発生器、および、低周波（LF）RF発生器など、1または複数のRF源が、シャワーヘッドモジュール130に接続されている。整合回路網によって供給された電力および周波数は、プロセスガス/蒸気からプラズマを生成するのに十分である。好ましい実施形態では、HF発生器およびLF発生器の両方が用いられる。典型的な処理において、HF発生器は、一般に約2~100MHzの周波数で動作され、好ましい実施形態では13.56MHzで動作される。LF発生器は、一般に約50kHzから2MHzで動作され、好ましい実施形態では350~600kHzで動作される。プロセスパラメータは、チャンバ体積、基板サイズ、および、その他の要素に基づいて増減されてよい。例えば、LF発生器およびHF発生器の電力出

10

20

30

40

50

力は、通例、基板の蒸着表面積に正比例する。例えば、300mmのウエハに用いられる電力は、一般に、200mmのウエハに用いられる電力よりも少なくとも2.25高い。同様に、流量（標準蒸気圧など）は、真空チャンバまたは蒸着チャンバ120のフリー容量に依存する。

【0028】

蒸着チャンバ120内で、台座モジュール140は、材料を蒸着できる基板190を支持する。台座モジュール140は、通例、蒸着および/またはプラズマ処理反応の間および合間に基板を保持および搬送するために、チャック、フォーク、または、リフトピンを備える。台座モジュール140は、制電チャック、機械式チャック、または、工業および/または研究に利用できる様々な他のタイプのチャックを備えてよい。台座モジュール140は、所望の温度に基板190を加熱するためのヒータブロックと結合されてよい。一般に、基板190は、蒸着される材料に応じて、約25 から500 の温度に維持される。

【0029】

代表的な実施形態によると、蒸着チャンバ120は、1または複数のコンダクタンス制御アセンブリ200を備えており、アセンブリは、プロセス材料ガスすなわちリアクタ化学物質の流入（例えば、供給工程）中、ウエハまたは基板190上に膜を形成させる反応またはプラズマ工程（例えば、反応工程）中、ならびに、プロセス材料ガスすなわちリアクタ化学物質の排気またはパージ（例えば、パージ工程）中に、蒸着チャンバ120内のチャンバ圧力を制御および調節するように構成されている。代表的な実施形態によると、チャンバ120の排気またはパージには、不活性ガスすなわちパージガスを用いる。例えば、図2～図9に示すように、コンダクタンス制御アセンブリ200は、本明細書に開示の通り、1または複数のボールバルブアセンブリ300（図2および図3）、1または複数の流体バルブ400（図4および図5）、ならびに/もしくは、1または複数の回転バルブ、方位角（azimuthal）バルブ、および/または、リニアバルブ500、600（図6～図9）を備えてよい。代表的な実施形態によると、複数の排気導管170は、基板190に対して軸方向および/または上方に配置されてよく、コンダクタンス制御アセンブリ200と流体連通する1または複数の導管および/または流路を含みうる。代表的な実施形態によると、複数の排気導管170は、台座モジュール140上の基板190の縁部の周囲および/または下方の導管または通路を介して真空ライン160と接続されている。代表的な実施形態によると、例えば、1または複数のコンダクタンスアセンブリ200は、最小コンダクタンスから最大コンダクタンスまで3桁の範囲を有しうる。

【0030】

図2は、代表的な実施形態に従って、複数のコンダクタンス制御アセンブリ200を有する化学蒸着装置100を示す概略図である。図2に示すように、化学蒸着装置100は、化学的隔離チャンバまたはハウジング110、蒸着チャンバ120、シャワーヘッドモジュール130、台座モジュール140の上面の基板またはウエハ（図示せず）の位置を上下させるためにシャワーヘッドモジュール130に対して上下されうる移動台座モジュール140、ならびに、複数のコンダクタンス制御アセンブリ200を備える。複数のコンダクタンス制御アセンブリ200は、シャワーヘッドモジュール130の外縁の周りに対称的に配置されてよく、蒸着チャンバ120、1または複数の真空ライン160と流体連通されている。代表的な実施形態によると、複数のコンダクタンス制御アセンブリ200は、蒸着中にはプロセス材料ガスのコンダクタンスが高く、リアクタ化学物質の排気またはパージ中にはコンダクタンスが高い化学蒸着装置100を提供するように構成できる。

【0031】

代表的な実施形態によると、シャワーヘッドモジュール130は、複数の貫通孔すなわち流入口138および外側の列の同心の排気流出口174を有するフェースプレート136と、バックングプレート139と、トッププレート145とを備えてよい。同心の排気流出口174を有するフェースプレート136を備えたプロセスガス分散用のシャワーヘッド130の代表的な実施形態については、同一出願人による米国特許第5,614,0

10

20

30

40

50

26号に見いだすことができ、その特許は、参照によって全体が本明細書に組み込まれる。代表的な実施形態によると、排気通路440(図5)が、排気流出口174を、バックアッププレート139の排気導管426に接続する、および/または、バックアッププレート139の上方のトッププレート145の排気導管426に接続する(図示せず)。代表的な実施形態によると、各排気ガス通路440は、コンダクタンス制御アセンブリ200を備えうる(通路当たり1つのボール、通路当たり1つのパージガス噴射口、ガス通路に沿って1つの可変領域)。

【0032】

例えば、モジュールが2つの真空接続160および2つの排気導管170を有する場合、各排気導管170と流体連通するフェースプレート136の排気流出口174は複数存在しうる。例えば、複数のコンダクタンス制御アセンブリ200の数は、装置100については、2から10の間、より好ましくは4から8の間、最も好ましくは6であってよく、複数のコンダクタンス制御アセンブリ200の各々は、フェースプレート136内の2以上の排気流出口174(例えば、複数のコンダクタンス制御アセンブリ200の各々に対して2から20の排気流出口174)と流体連通される。別の実施形態において、複数のコンダクタンス制御アセンブリ200の各々は、シャワーヘッドモジュール130のフェースプレート136内の単一の排気流出口174と流体連通されてもよく、例えば、シャワーヘッドモジュールは、10から120のコンダクタンス制御アセンブリ200、より好ましくは20から80のコンダクタンス制御アセンブリ200を備えてよい。

【0033】

図3は、代表的な実施形態に従って、ボールバルブアセンブリ300の形態のコンダクタンス制御アセンブリを示す部分図である。図3に示すように、ボールバルブアセンブリ300は、空洞150と流体連通する導管320を有するハウジング310と、下側部分に円錐部分332および上側部分に円筒ハウジング334を有するハウジング330とを備える。円錐部分332は、導管320と流体連通する流出口すなわち開口部340を下側部分に有する。代表的な実施形態によると、ハウジング330の上側部分すなわち流出口360が、1または複数の真空ライン160と流体連通する。

【0034】

代表的な実施形態によると、円筒ボールまたは球体350が、円筒ハウジング330内に配置され、ハウジング330の円錐部分332内で静止するように構成されている。ボールまたは球体350の各々は、重さおよび/またはサイズに基づいて、空洞150内の第1の圧力および流量以下で、流出口すなわち開口部340を遮断するように構成されており、第1の圧力および流量を超えると、ボールまたは球体350の内の1または複数が、浮かびすなわち持ち上がり始めて、ボールまたは球体350の下面と流出口すなわち開口部340との間に開口部を提供し、リアクタ化学物質および/またはパージガスが、空洞150から1または複数の真空ライン160へ流入することを可能にする。例えば、供給工程または処理の間、空洞150内のリアクタ化学物質および/またはパージガスの圧力および流量は、球体350が移動せず(すなわち、持ち上がらず)、リアクタ化学物質を空洞150内に閉じ込めることを可能にするのに十分に低い値でありうる。しかしながら、パージ工程中、空洞150内の圧力は、空洞150へのパージガスの流量と共に、第1の圧力および流量を超えうるため、球体が移動する。

【0035】

代表的な実施形態によると、所与の化学蒸着装置100のためのボールバルブアセンブリ300の数は、排気導管170の数に基づいて2から10の間であってよく、排気導管170は、基板190の周りに離間されてよく、均等に離間されてよい。代表的な実施形態によると、ボールバルブアセンブリ300の各々は、パージ処理中に空洞150からリアクタ化学物質を排出するように構成された1または複数の排気導管(図示せず)と流体連通するように構成されてよい。

【0036】

球体またはボール350の重さは、パージガス流量でバルブ作動を模倣するように設計さ

10

20

30

40

50

れてよい。代表的な実施形態によると、複数の円筒ボールまたは球体 350 の各々は、酸化アルミニウム (Al_2O_3) などの耐腐食性材料で製造される (例えば、サファイア球体またはボール)。代表的な実施形態によると、ボールバルブアセンブリ 300 の各々は、空洞 150 のパージ中にだけ持ち上がるよう構成されている。代表的な実施形態によると、化学反応ガスの蒸着中に、球体またはボール 350 は、ハウジング 330 の円錐部分 332 内に留まり、球体またはボール 350 の重さおよび / またはサイズに基づいて、流出口すなわち開口部 340 を遮断し、真空システムのフォアラインへの反応ガスの放出または流出を防ぐ。代表的な実施形態によると、ボールバルブアセンブリ 300 の導管 320 の流入口 322 が、できる限り空洞 150 の近くに配置される。

【0037】

10

代表的な実施形態によると、ボールバルブアセンブリ 300 の数は、装置 100 について、2 から 10 の間、より好ましくは 4 から 8 の間、最も好ましくは 6 であってよい。複数のボールバルブアセンブリ 300 の各々は、2 以上の排気流出口 174 (例えば、2 から 20 の排気流出口 174) と流体連通される。代表的な実施形態において、複数のボールバルブアセンブリ 300 の各々は、シャワーヘッドモジュール 130 のフェースプレート 136 内の単一の排気流出口 174 と流体連通されてよく、10 から 120 のボールバルブアセンブリ 300、より好ましくは 20 から 80 のボールバルブアセンブリ 300 であってよい。

【0038】

代表的な実施形態によると、複数のコンダクタンス制御アセンブリ 300 は、空洞 150 内が所定の圧力に到達すると開く重力式の機械逆止バルブ (例えば、バネ付勢ボールバルブ) であってよい。

20

【0039】

図 4 は、流体バルブ 400 (図 5) の形態のコンダクタンス制御アセンブリを有する化学蒸着装置 100 を示す概略断面図である。流体バルブ 400 は、一連の分散された流出口からの調整ガス流を利用し、流出口は、調整流が、空洞 150 を出る流れと相互作用して局所的な圧力降下を生み出す噴流または流れを作るようなサイズおよび配置を有する。例えば、所与の調整流について、特定の時点にチャンバ流量が増え、調整流の噴流が分散されて、遷移点が起こり、その後、調整流の存在は空洞 150 の出口での圧力降下全体に寄与しなくなる。したがって、遷移点より下では、流体バルブ 400 は、流量制限装置として利用可能であり、空洞 150 内の圧力の迅速な上昇を可能にする。さらに、空洞 150 は、調整流量を変化させることなしに効率的にパージされることが可能であり、それにより、次の工程でパージ能力を犠牲にすることなしに処理または供給工程中に圧力をより迅速に上昇させることが可能になる。

30

【0040】

代表的な実施形態によると、流体バルブ 400 は、バックングプレート 139 とトッププレート 145 との間で排気導管 180 内に伸びるパージガス導管およびチューブと共に、トッププレート 145 内に配置されてよく、調整ガスの噴流は、バックングプレート 139 の排気通路から出るガス流と反対向きである。代表的な実施形態によると、排ガスの形態のリアクタ化学物質 192 は、フェースプレート 136 の排気流出口 174 から、フェースプレート 136 とバックングプレート 139 との間のプレナム 450 を通り、その後、バックングプレート 139 の排気通路 426 を出て、その地点で、その流れは、調整ガス供給部 402 からの調整ガスの反対向きの噴流によって妨げられる。

40

【0041】

図 4 に示すように、化学蒸着装置 100 は、化学的隔離チャンバまたはハウジング 110、蒸着チャンバ 120、シャワーヘッドモジュール 130、台座モジュール 140 の上面に載置された基板またはウエハ (図示せず) を上下させるためにシャワーヘッドモジュール 130 に対して上下されうる移動台座モジュール 140、ならびに、複数の流体バルブ 400 を備える。さらに、調整ガスまたはパージガス供給ライン 402 は、流体バルブ 400 の各々の上側部分に接続される。

50

【 0 0 4 2 】

代表的な実施形態によると、流体バルブ 4 0 0 は、蒸着チャンバ 1 2 0 のガス / 圧力制御システムに組み込まれる。流体バルブ 4 0 0 は、さらなるガス利用および空洞 1 5 0 の体積の追加を最小限に抑えつつ、蒸着チャンバ 1 2 0 の出口で局所的にコンダクタンス制御を可能にする。代表的な実施形態によると、これは、一連の分散された流体バルブ 4 0 0 からの調整ガス流を利用することによって達成できる。流体バルブ 4 0 0 の流出口 4 1 6 は、調整流が、空洞 1 5 0 内から出る流れと相互作用して局所的な圧力降下および / またはコンダクタンス変化を生み出す噴流を作るようなサイズおよび配置を有しうる。

【 0 0 4 3 】

図 5 は、代表的な実施形態に従って、流体バルブ 4 0 0 を示す図である。図 5 に示すように、流体バルブ 4 0 0 は、調整ガス部分 4 1 0 およびチャンバ流出部分 4 2 0 を備える。調整ガス部分 4 1 0 は、1 または複数の導管すなわちガス供給ライン 4 0 4 を介して調整ガス供給部 4 0 2 に流体連通されている。調整ガス供給部 4 0 2 は、不活性ガス（例えば、窒素（ N_2 ）またはアルゴン（ Ar ）など）の形態であることが好ましい調整ガス 4 0 6 を供給する。

10

【 0 0 4 4 】

代表的な実施形態によると、調整ガス部分 4 1 0 は、調整流入口 4 1 2 を有しており、調整流入口 4 1 2 は、1 または複数の導管すなわちガス供給ライン 4 0 4、内部空洞 4 1 3、少なくとも 1 つの流入口 4 1 4、および、少なくとも 1 つの流出口 4 1 6 を介して、調整ガスを受け入れる。代表的な実施形態によると、少なくとも 1 つの流入口 4 1 4 および少なくとも 1 つの流出口 4 1 6 は、流体バルブ 4 0 0 の調整ガス部分 4 1 0 内の円筒孔であり、導管 4 1 8 を形成する。代表的な実施形態によると、少なくとも 1 つの流出口 4 1 6 は、少なくとも 1 つの流入口 4 1 2 よりも小さい直径を有しており、それにより、調整ガス 4 0 6 を集束させて、ウエハ空洞またはチャンバ空洞 1 5 0 からのリアクタガス流 4 0 8 と流体連通する調整ガス 4 0 6 の噴流または流れを形成する。調整ガス 4 0 6 およびリアクタガス流 4 0 8 は、1 または複数の真空ガスライン 1 6 0 と流体連通する空洞または排気導管 1 7 0 内で混合される。

20

【 0 0 4 5 】

代表的な実施形態によると、チャンバ流出部分 4 2 0 は、空洞 1 5 0 と流体連通されており、空洞 1 5 0 からリアクタガスを受け入れる 1 または複数の流導管 4 2 6 を備える。代表的な実施形態によると、1 または複数の流導管 4 2 6 の各々は、流入口 4 2 4 および流出口 4 2 2 を有する。流導管 4 2 6 の流入口 4 2 4 および流出口 4 2 2 は、直径が等しいことが好ましい。代表的な実施形態によると、1 または複数の流導管 4 2 6 の流入口 4 2 4 は、シャワーヘッドモジュール 1 3 0 の凹部 4 5 0 と流体連通されている。凹部 4 5 0 は、1 または複数の導管 4 4 0 と流体連通されており、1 または複数の導管 4 4 0 の各々は、空洞 1 5 0 と流体連通する流入口 4 4 2 および流出口 4 4 4 を有する。

30

【 0 0 4 6 】

代表的な実施形態によると、調整ガス 4 0 6 の噴流または流れは、空洞 1 5 0 からのリアクタガス流 4 0 8 の流れを遮断し、それにより、リアクタガス流 4 0 8 が空洞 1 5 0 から漏れるまたは放出される抵抗および能力が高くなる。代表的な実施形態によると、リアクタガス流 4 0 8 が増大するにつれ、或る時点で、調整ガス 4 0 6 が押しのけられ（例えば、増大する流れによって噴流が分散され）、リアクタガス流 4 0 8 の抵抗が低くなる。代表的な実施形態によると、遷移点は、チャンバガス流すなわちリアクタガス流 4 0 8 の流量との比較で調整ガス 4 0 6 の流量、流出口 4 1 6 の寸法、および / または、調整ガス部分 4 1 0 の流出口 4 1 6 と、流導管 4 2 6 の流出口 4 2 2（またはリアクタ出口面）との間の距離を調節または変更することによって効果的に調整できる。

40

【 0 0 4 7 】

代表的な実施形態によると、調整ガス 4 0 6 およびチャンバガス流すなわちリアクタガス流 4 0 8 の流量は、流体バルブ 4 0 0 の調整部分 4 1 0 およびチャンバ部分 4 2 0 における対応する流入口 4 1 4、4 2 4 および流出口 4 1 6、4 2 2 のサイズすなわち直径と

50

共に、調整ガス406の流量を調節することによって制御できる。さらに、流体バルブ400の性能は、1または複数の真空ライン160のフォアライン圧力に基づいて制御または変更することが可能であり、例えば、フォアライン圧力が低くなるほど、制限性能が向上する。

【0048】

代表的な実施形態によると、流体バルブ400は、ALDなどの処理のための化学物質または処理ガスの利用量を削減することが可能であり、処理できる基板190の数を増やすこともできる。さらに、本明細書に開示した調整ガス406を有する流体バルブ400を備えた装置100は、供給工程に向けて空洞150の圧力を高めるのに必要な時間を削減できる。例えば、スループット（すなわち、所与の時間枠内に処理されるウエハまたは基板の数）が、供給時間の削減により改善されうる。

10

【0049】

代表的な実施形態によると、複数の流体バルブ400は、シャワーヘッドモジュール130の外縁の周りに対称的に配置されており、1または複数の排気導管170を介して空洞150ならびに1または複数の真空ライン160と流体連通されている。代表的な実施形態によると、流体バルブ400の数は、シャワーヘッドモジュール130の凹部430内の流出口すなわち導管440の数と等しい。例えば、代表的な実施形態において、複数の流体バルブ400は、10から120の流体バルブ400、好ましくは20から80の流体バルブ400であってよい。代表的な実施形態によると、複数の流体バルブ400の各々がさらに2つの排気導管440に流体連通されている装置100について、流体バルブ400の数は、例えば、2から10の間であってよい。

20

【0050】

図6は、代表的な実施形態に従って、磁気継手を有する回転または方位角バルブ500を有する化学蒸着装置100を示す断面図である。図6に示すように、化学蒸着装置100は、空洞150を有する化学的隔離チャンバまたはハウジング110、シャワーヘッドモジュール130、台座モジュールの上面の基板またはウエハ（図示せず）の位置を上下させるためにシャワーヘッドモジュール130に対して上下されうる移動台座モジュール（図示せず）、ならびに、回転または方位角バルブ500を備える。

【0051】

図7は、代表的な実施形態に従って図7に示すように、化学蒸着装置100の回転バルブ500の一部を示す断面図である。図7に示すように、回転バルブ500は、少なくとも1つの回転ベアリング512（例えば、Xタイプの薄肉ベアリング）を有する上側の回転または方位角プレートまたはリング510（すなわち、大気中の回転プレート）と、少なくとも1つの回転ベアリング530を有する下側の回転または方位角プレートまたはリング520（すなわち、真空中の回転プレート）とを備える。下側回転プレートまたはリング520は、対応する排気導管174を介して空洞150からのリアクタ化学物質を受け入れるよう構成された複数の導管または通路540を備える。複数の通路540の各々は、下面に流入口542および上面に流出口544を有する。流出口544は、内部空洞すなわちプレナム550と流体連通しており、プレナム550は、排気導管170を介して1または複数の真空ガスライン160（図示せず）と流体連通する。代表的な実施形態によると、回転バルブ500の上側回転プレートまたはリング510は、曲げによって駆動されてもよいし、あるいは、上側回転プレートまたはリング510は、一体的な曲げ要素またはベアリング要素を備えた滑車駆動プレートに一体化されてもよい。

30

40

【0052】

代表的な実施形態によると、複数の排気導管175の各々は、さらに、空洞150と流体連通する流入口176と、下側プレート520の流入口542と流体連通する流出口178とを備える。代表的な実施形態によると、流出口178は、空洞150の周りに同心円状に配置され、円周方向に離間されており、半径方向に伸びる排気通路180が、空洞150を排気導管175に接続している。排気通路180は、空洞150の外縁から半径方向外向きに複数の排気導管175まで伸びている。

50

【 0 0 5 3 】

代表的な実施形態によると、複数の排気導管 1 7 5 は、下側プレートまたはリング 5 1 0 の複数の通路 5 4 0 と整列されることが可能であり、下側プレートまたはリング 5 1 0 の回転後に、複数の排気導管 1 7 5 の流出口 1 7 8 と下側プレートまたはリング 5 1 0 の流入口 5 4 2 との整列により、回転または方位角プレート 5 0 0 のコンダクタンスが変化する。代表的な実施形態によると、下側プレート 5 2 0 は、局所的コンダクタンス制御アセンブリまたはバルブとして機能する。1つの工程または処理から次に至るまでの複数の排気導管 1 7 5（例えば、リアクタの出口）でのコンダクタンスは、例えば、リアクタ出口を構成する穴または導管 1 7 4 が、下側の回転または方位角プレート 5 2 0 のリアクタ出口部分の特徴物すなわち複数の通路 5 4 0 と整列される（または、整列されない）程度など、回転プレート 5 1 0、5 2 0 の特徴物によって制御される。

10

【 0 0 5 4 】

代表的な実施形態によると、複数の排気導管 1 7 5 および / または複数の通路 5 4 0 は、円形の穴、楕円、または、その他のサイズの開口部であってよい。代表的な実施形態によると、複数の排気導管 1 7 5 および通路 5 4 0 は、約 6 0 から 1 2 0 の間の数であってよく、約 9 0 が最も好ましい。さらに、複数の排気導管 1 7 5 および複数の通路 5 4 0 のサイズおよび形状を変化させることにより、回転バルブ 5 0 0 のコンダクタンスを望むように調節できる。例えば、最小コンダクタンスは、導管および穴 1 7 4、5 4 0 の数、導管および穴 1 7 4、5 4 0 のサイズ、ならびに / もしくは、導管および穴 1 7 4、5 4 0 の断面形状を小さくすることによって下げることができる。

20

【 0 0 5 5 】

使用中、時計回りまたは反時計回りの方向に上側プレート 5 1 0 を回転させると、下側プレート 5 2 0 の対応する回転が起きる。下側プレート 5 2 0 の回転は、下側プレート 5 4 0 内の複数の通路 5 4 0 の流入口 5 4 2 に対する排気導管 1 7 5 の流入口 1 7 8 の相対位置を変化させる。代表的な実施形態によると、通路 5 4 0 の流入口 5 4 2 に対する排気導管 1 7 5 の流出口 1 7 8 の相対位置は、空洞 1 5 0 からのリアクタ化学物質 1 9 2 の流れまたはコンダクタンスを制御する。流出口 1 7 8 および流入口 5 4 2 が互いに整列されると、最大流量が生じうる。あるいは、流出口 1 7 8 および流入口 5 4 2 が部分的にのみ整列されると、流量が低減しうる。

【 0 0 5 6 】

代表的な実施形態によると、上側および下側プレート 5 1 0、5 2 0 は、大気側および真空側に X タイプのベアリング（例えば、Kaydon（登録商標）ベアリング）を備え、大気側を磁氣的に線形伝達型モータ（linear transfer style motor）または音声コイルアクチュエータ（図示せず）に結合してよい。代表的な実施形態によると、例えば、接続導管または穴 1 7 4、5 4 0 を 2 ないし 3 ° だけ回転運動させれば、装置 1 0 0 についてコンダクタンスを最小流量から最大流量に変化させることができる。さらに、回転プレート 5 1 0、5 2 0 のシステムは、必要に応じて、所望の開閉速度および周波数応答などの特徴を有するコンダクタンス制御アセンブリ 2 0 0 を提供するように設計可能であり、それにより、装置 1 0 0 のスループットを改善できる。回転プレート 5 1 0、5 2 0 の形状および質量（慣性モーメント）を、化学的隔離チャンバ 1 1 0 内に収まるようなサイズにすることもできる。

30

40

【 0 0 5 7 】

代表的な実施形態によると、上側プレート 5 1 0 および下側プレート 5 2 0 は、上側プレート 5 1 0 および下側プレート 5 2 0 の周りに均等に分散された複数の磁石（図示せず）を有する。代表的な実施形態によると、上側プレート 5 1 0 の回転時に、複数の磁石は、下側プレート 5 2 0 の対応する回転を引き起こす。代表的な実施形態によると、真空中で回転するプレート 5 2 0 は、大気側で回転するプレート 5 1 0 と磁氣的に結合されてよく、プレート 5 1 0 は、滑車、モータ、ベルト駆動などの回転手段または周知の方法によって駆動されうる。

【 0 0 5 8 】

50

代表的な実施形態によると、上側プレート 510 および下側プレート 520 は、互いに磁氣的に結合されてよく、上側プレート 510 は、ねじタイプの運動によって、例えば、滑車、モータ、ベルト駆動などの回転手段または周知の方法によって駆動されてよく、これらは、コンダクタンスの迅速な変化に有用でありうる。

【0059】

図 8 は、代表的な実施形態に従って、開位置（左のバルブ 600A）および閉位置（右のバルブ 600B）のリニア磁気結合バルブ 600A、600B を有する化学蒸着装置 100 の蒸着チャンバ 120 および空洞 150 を示す断面図である。図 9 に示すように、リニア磁気結合バルブ 600A、600B は、複数のリニアロッド 620 を有するリニアプレートまたはリング 610 を備えており、複数のリニアロッド 620 は、複数の排気流路 624 内で磁氣的に上下されるよう構成され、複数の排気流路 624 は、開位置で空洞 150 からリアクタ化学物質を放出すると共に閉位置で空洞 150 からリアクタ化学物質が漏れるのを防ぐバルブとして機能するよう構成されている。

【0060】

代表的な実施形態によると、複数の排気流路 624 は、空洞 150 の周りに同心円状に配置された複数の排気通路 180（図 7）と流体連通する。排気通路 180 は、空洞 150 の外縁から半径方向外向きに複数の排気流路 624 まで伸びている。代表的な実施形態によると、リニアロッド 620 の各々の上側部分 622 は、磁気ハウジング 630 と磁氣的に結合されている。磁気ハウジング 630 は、その作動時に、磁気結合によって複数のリニアロッド 620 を上げ下げするよう構成されており、空洞 150 内部から排気導管 650 を介して内部空洞 640 に反応ガスを放出するためのバルブとして機能する。装置 100 は、さらに、排気導管 170 を備えており、排気導管 170 は、空洞 150 および内部空洞 640 と流体連通する。

【0061】

図 9 は、代表的な実施形態に従って、閉位置のリニアバルブ 600B を有する化学蒸着装置 100 の空洞 150 を示す断面図である。図 9 に示すように、複数のリニアロッド 620 の各々は、近位端 622 および遠位端 624 を有する。複数のリニアロッド 620 の各々は、さらに、近位部分 626 を含んでおり、近位部分 626 は、磁気ハウジング 630 と磁氣的に結合されるよう構成され、磁気ハウジング 630 は、磁気ハウジング 630 内でリニアロッド 620 を上下させる。リニアロッド 620 の各々の遠位端 624 は、蒸着チャンバ 120 および / または空洞 150 内のリアクタ化学物質のためのチョークまたはバルブとして機能する。代表的な実施形態によると、リニアロッド 620 の各々の遠位端 624 を持ち上げると、リアクタ化学物質および / またはパージガスが、蒸着チャンバ 120 および / または空洞 150 から排気通路 180 を介して内部空洞 640 に放出される。

【0062】

また、本明細書では、処理装置内で半導体基板を処理する方法が開示されている。その方法は、リアクタ化学物質をリアクタ化学物質供給源から蒸着チャンバ内に供給する工程と、プラズマ処理チャンバ内で半導体基板を処理する工程とを含む。その方法は、好ましくは、基板をプラズマ処理する工程を備え、RF エネルギーが RF 発生器を用いてリアクタ化学物質に印加され、蒸着チャンバ内にプラズマが生成される。

【0063】

本明細書で「約」という用語を数値と共に用いた場合、関連した数値が、述べられた数値の $\pm 10\%$ の許容範囲を含むことを意図する。

【0064】

さらに、「略」、「比較的」、および、「実質的に」という用語を幾何学的形状と共に用いた場合、幾何学的形状が正確である必要はなく、許容範囲の形状が開示の範囲に含まれることを意図する。幾何学的用語と共に用いられた場合、「略」、「比較的」、および、「実質的に」という用語は、厳密な定義を満たす形状だけでなく、厳密な定義に極めて近い形状をも含むことを意図する。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 5 】

具体的な実施形態を参照しつつ、等温蒸着チャンバを備えたプラズマ処理装置について詳細に説明したが、添付の特許請求の範囲を逸脱することなく、様々な変更および変形を行い、等価物を用いることが可能であることは、当業者にとって明らかである。例えば、以下の適用例として実施可能である。

[適用例 1] 化学蒸着装置であって、

化学的隔離チャンバと、

前記化学的隔離チャンバ内に形成された蒸着チャンバと、

フェイスプレートおよびパッキングプレートを有すると共に、リアクタ化学物質を空洞に供給する複数の流入口と、リアクタ化学物質を除去する排気流出口とを備えたシャワーヘッドモジュールと、

前記排気流出口を介して前記空洞に流体連通する少なくとも 1 つのコンダクタンス制御アセンブリと

を備え、

前記少なくとも 1 つのコンダクタンス制御アセンブリには 1 または複数の排気真空ラインを介して排気装置が流体連通され、

前記少なくとも 1 つのコンダクタンス制御アセンブリは、

(a) ボールバルブアセンブリであって、

円錐形の下側部分を有するハウジングと、

前記ハウジングの前記円錐形の下側部分から前記空洞の前記排気流出口の内の 1 または複数まで伸び、流入口および流出口を有する導管と、

前記円錐形の下側部分内に収まるよう構成された球体と
を備え、

前記球体は、供給工程中には、前記導管の前記流出口を遮断して、前記導管を通して前記リアクタ化学物質が流れるのを防ぎ、パージ工程中には、前記空洞内で第 1 の圧力および流量を超えると、上昇して、前記球体の下面と、前記導管の前記流出口との間に開口部を提供することにより、前記リアクタ化学物質およびパージガスが前記空洞から前記 1 または複数の排気真空ラインに流れることを可能にするよう構成されているボールバルブアセンブリ、

(b) 調整ガス部分およびチャンバ流出部分を有する流体バルブであって、前記調整ガス部分は、調整ガス供給部からの調整ガスの流れを前記空洞からのリアクタ化学物質の流れに向けるよう構成され、前記調整ガスの流れは、前記空洞からの前記リアクタ化学物質の前記流れによって経験される流れ抵抗を調整する流体バルブ、

(c) 回転バルブであって、

上側回転プレートと、

前記上側回転プレートに磁氣的に結合された下側回転プレートと
を備え、

前記下側回転プレートは、複数の導管を有し、前記複数の導管の各々は、前記空洞からのリアクタ化学物質を、前記排気流出口の内の 1 または複数と流体連通する前記シャワーヘッドモジュール内の対応する排気導管から受け入れるよう構成されている回転バルブ、および / または、

(d) 磁氣的に結合されたリニアバルブであって、

磁気ハウジングと、

複数の流路内で磁氣的に上下されるよう構成された複数のリニアロッドであって、前記複数のリニアロッドの各々は、前記磁気ハウジング内で前記複数のリニアロッドを上下させる前記磁気ハウジングと磁氣的に結合されるよう構成された近位部分と、前記リアクタ化学物質および / または前記パージガスを前記排気流出口から放出するためのバルブとして機能する遠位端とを有するリニアロッドと
を備えるリニアバルブ
の内の 1 または複数から選択される装置。

10

20

30

40

50

[適用例 2] 適用例 1 に記載の装置であって、

前記空洞から前記リアクタ化学物質をパージするために前記空洞に供給されるパージガスの供給源を備える装置。

[適用例 3] 適用例 1 に記載の装置であって、前記ボールバルブアセンブリの前記ハウジングは、前記 1 または複数の排気真空ラインと流体連通する上側部分を備える装置。

[適用例 4] 適用例 1 に記載の装置であって、前記ボールバルブアセンブリの前記球体は、前記供給工程中に、前記空洞内で前記第 1 の圧力および流量以下になった時に、前記導管の前記流出口を遮断するように構成されている装置。

[適用例 5] 適用例 1 に記載の装置であって、

基板を支持するように構成された台座モジュールを備え、

前記台座モジュールは、前記台座モジュールと、前記フェースプレートの外側部分との間の前記空洞を閉じるように垂直移動し、前記少なくとも 1 つのコンダクタンス制御アセンブリは、前記基板台座モジュールの周りで円周方向に均等に離間された複数のコンダクタンス制御アセンブリである装置。

[適用例 6] 適用例 5 に記載の装置であって、前記複数のコンダクタンス制御アセンブリの各々は、2 以上の排気流出口と流体連通されるよう構成されている装置。

[適用例 7] 適用例 1 に記載の装置であって、前記ボールバルブアセンブリの前記球体は、耐腐食性材料で製造され、前記球体の重さおよびサイズは、前記空洞から前記リアクタ化学物質をパージする間のみ持ち上がるよう構成されている装置。

[適用例 8] 適用例 1 に記載の装置であって、

半導体基板を備え、

化学蒸着、プラズマ強化化学蒸着、原子層蒸着、プラズマ強化原子層蒸着、パルス蒸着層、および / または、プラズマ強化パルス蒸着層の内の少なくとも 1 つが、前記基板に実行される装置。

[適用例 9] 適用例 1 に記載の装置であって、前記流体バルブの調整ガスは、不活性ガスである装置。

[適用例 10] 適用例 9 に記載の装置であって、前記流体バルブの前記調整ガス部分は、前記調整ガス供給部から前記調整ガスを受け入れる調整流入口と、内部空洞と、少なくとも 1 つの流入口と、少なくとも 1 つの流出口とを有し、前記少なくとも 1 つの流出口は、前記調整ガスの流れを前記空洞からの前記リアクタ化学物質の流れに向けるよう構成されている装置。

[適用例 11] 適用例 10 に記載の装置であって、前記少なくとも 1 つの流入口および前記少なくとも 1 つの流出口は、前記流体バルブの前記調整ガス部分内の円筒孔であり、導管を形成する装置。

[適用例 12] 適用例 1 に記載の装置であって、前記流体素子の前記調整ガスおよび前記リアクタ化学物質は、前記 1 または複数の真空ガスラインと流体連通する空洞内で混合される装置。

[適用例 13] 適用例 1 に記載の装置であって、前記回転バルブの前記上側回転プレートおよび前記下側回転プレートは、磁気的に結合される装置。

[適用例 14] 適用例 13 に記載の装置であって、

前記上側回転プレートを回転させるための手段を備える装置。

[適用例 15] 適用例 14 に記載の装置であって、前記下側回転プレート内の前記複数の導管の各々は、前記下側回転プレートの下面上に流入口および上面上に流出口を有し、前記複数の排気導管の各々は、さらに、前記空洞と流体連通する流入口および前記下側回転プレートの前記流入口と流体連通する流出口を備える装置。

[適用例 16] 適用例 15 に記載の装置であって、前記下側回転プレートの前記流出口の各々は、前記 1 または複数の排気ガスラインと流体連通する内部空洞と流体連通する装置。

[適用例 17] 適用例 1 に記載の装置であって、前記排気流出口は、同心の排気流出口である装置。

10

20

30

40

50

[適用例 18] 適用例 1 に記載の装置であって、前記少なくとも 1 つのコンダクタンス制御アセンブリは、最小コンダクタンスから最大コンダクタンスまで 3 桁の範囲を有する装置。

[適用例 19] 化学蒸着装置の空洞内のコンダクタンスを制御する方法であって、

前記化学蒸着装置の前記空洞内で基板を処理する工程であって、前記空洞は、シャワーヘッドモジュールと、前記基板を受けるよう構成された基板台座モジュールとの間に形成され、前記シャワーヘッドモジュールは、リアクタ化学物質を前記空洞に供給する複数の流入口と、リアクタ化学物質およびパージガスを前記空洞から除去する排気流出口とを備える工程と、

パージガスを前記空洞内に注入する工程と、

前記排気流出口を介して前記空洞に流体連通する少なくとも 1 つのコンダクタンス制御アセンブリで、前記空洞のコンダクタンスの変化を制御する工程とを備え、

前記少なくとも 1 つのコンダクタンス制御アセンブリは、

(a) ボールバルブアセンブリであって、

円錐形の下側部分を有するハウジングと、

前記ハウジングの前記円錐形の下側部分から前記空洞の前記排気流出口の内の 1 または複数まで伸び、流入口および流出口を有する導管と、

前記円錐形の下側部分内に収まるよう構成された球体とを備え、

前記球体は、供給工程中には、前記導管の前記流出口を遮断して、前記導管を通して前記リアクタ化学物質が流れるのを防ぎ、パージ工程中には、前記空洞内で第 1 の圧力および流量を超えると、上昇して、前記球体の下面と、前記導管の前記流出口との間に開口部を提供することにより、前記リアクタ化学物質およびパージガスが前記空洞から前記 1 または複数の排気真空ラインに流れることを可能にするよう構成されているボールバルブアセンブリ、

(b) 調整ガス部分およびチャンバ流出部分を有する流体バルブであって、前記調整ガス部分は、調整ガス供給部からの調整ガスの流れを前記空洞からのリアクタ化学物質の流れに向けるよう構成され、前記調整ガスの流れは、前記空洞からの前記リアクタ化学物質の前記流れによって経験される流れ抵抗を調整する流体バルブ、

(c) 回転バルブであって、

上側回転プレートと、

前記上側回転プレートに磁氣的に結合された下側回転プレートとを備え、

前記下側回転プレートは、複数の導管を有し、前記複数の導管の各々は、前記空洞からのリアクタ化学物質を、前記排気流出口の内の 1 または複数と流体連通する前記シャワーヘッドモジュール内の対応する排気導管から受け入れるよう構成されている回転バルブ、および / または、

(d) 磁氣的に結合されたリニアバルブであって、

磁気ハウジングと、

複数の流路内で磁氣的に上下されるよう構成された複数のリニアロッドであって、前記複数のリニアロッドの各々は、前記磁気ハウジング内で前記複数のリニアロッドを上下させる前記磁気ハウジングと磁氣的に結合されるよう構成された近位部分と、前記リアクタ化学物質および / または前記パージガスを前記排気流出口から放出するためのバルブとして機能する遠位端とを有するリニアロッドとを備えるリニアバルブ

の内の 1 または複数から選択される方法。

[適用例 20] 適用例 19 に記載の方法であって、

1 または複数の排気真空ラインで前記少なくとも 1 つのコンダクタンス制御アセンブリを排気装置に接続する工程を備える方法。

10

20

30

40

50

【図 4】

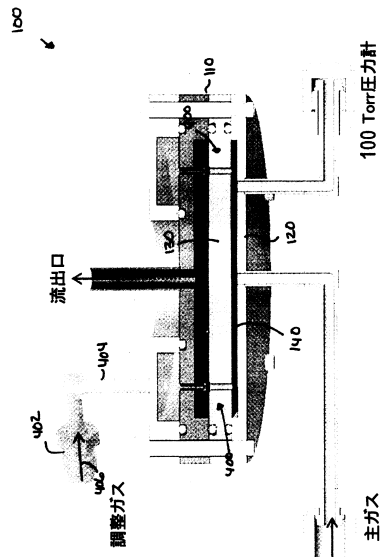


Fig. 4

【図 5】

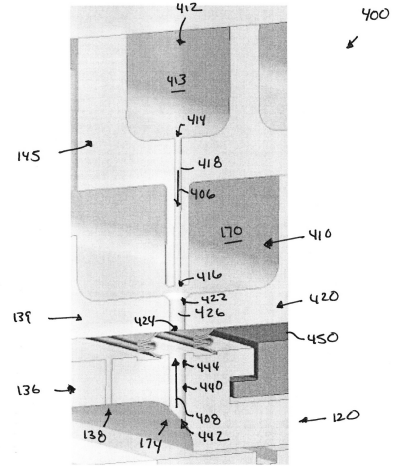


Fig. 5

【図 6】

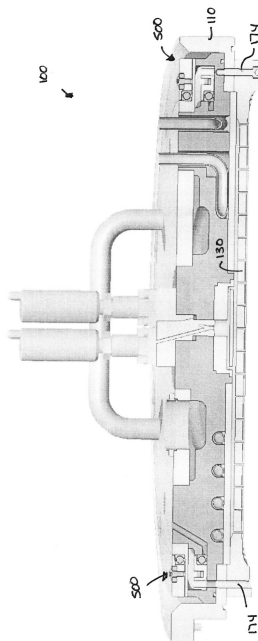


Fig. 6

【図 7】

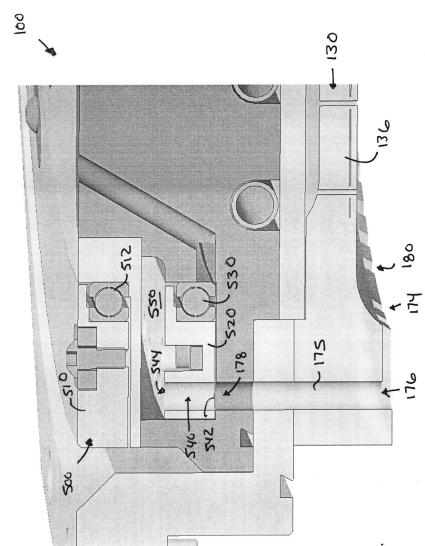


Fig. 7

【図 8】

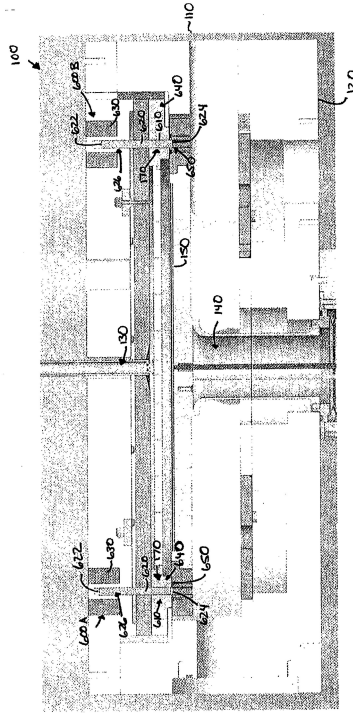


Fig. 8

【図 9】

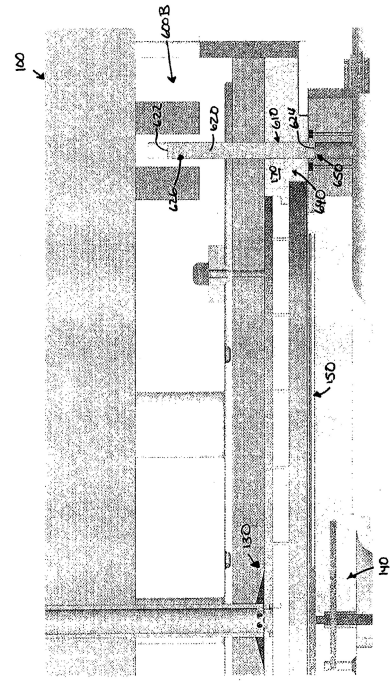


Fig. 9

フロントページの続き

(72)発明者 カール・リーサー

アメリカ合衆国 オレゴン州 9 7 0 6 8 ウエスト・リン, ジョンソン・ロード, 2 2 6 7 5

(72)発明者 チュングアーン・シア

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 2 1 3 0 サン・ディエゴ, ジニア・ヒルズ・プレイス, 1
3 5 8 3

(72)発明者 ジェレミー・タッカー

アメリカ合衆国 オレゴン州 9 7 2 3 9 ポートランド, サウスウェスト・ケリー・アベニュー,
5 8 4 5

審査官 佐藤 靖史

(56)参考文献 特開 2 0 0 7 - 1 6 2 1 3 1 (J P , A)

特開 2 0 0 1 - 2 7 9 4 5 0 (J P , A)

特開平 0 7 - 2 6 3 3 5 1 (J P , A)

特開昭 6 3 - 2 2 8 7 1 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 L 2 1 / 2 0 5

C 2 3 C 1 6 / 4 4