

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号
特表2024-510657
(P2024-510657A)

(43)公表日 令和6年3月8日(2024.3.8)

(51)国際特許分類

F I

テーマコード (参考)

H 0 1 L 21/31 (2006.01) H 0 1 L 21/31 C 5 F 0 4 5

H 0 1 L 21/205 (2006.01) H 0 1 L 21/205

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全16頁)

(21)出願番号	特願2023-557439(P2023-557439)	(71)出願人	390040660
(86)(22)出願日	令和4年2月4日(2022.2.4)		アプライド マテリアルズ インコーポレ
(85)翻訳文提出日	令和5年11月14日(2023.11.14)		イテッド
(86)国際出願番号	PCT/US2022/015222		APPLIED MATERIALS ,
(87)国際公開番号	WO2022/203767		INCORPORATED
(87)国際公開日	令和4年9月29日(2022.9.29)		アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 5 0
(31)優先権主張番号	17/208,719		5 4 , サンタ クララ , パウアーズ ア
(32)優先日	令和3年3月22日(2021.3.22)		ヴェニュー 3 0 5 0
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		3 0 5 0 Bowers Avenue
			Santa Clara CA 9 5 0 5 4
(81)指定国・地域	AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA	(74)代理人	110002077
	,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(		園田・小林弁理士法人
	AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,A	(72)発明者	タノス , ジェスロ
	T,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR		アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 5 0
	,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,		最終頁に続く
	最終頁に続く		

(54)【発明の名称】 基板を処理するための方法及び装置

(57)【要約】

本書では、基板を処理するための方法及び装置が提示されている。例えば、方法は、処理空間内に気化前駆体を供給することと、遠隔プラズマ源から、イオン及びラジカルを含む付活元素を供給することと、RFソース電力を第1デューティサイクルで使用して付活元素を励起し、気化前駆体と反応させて、処理空間内に配置された基板上にSiNH_x膜を堆積させることと、SiNH_x膜をSiO_x膜に変換するために、第1デューティサイクルとは異なる第2デューティサイクルで基板支持体にRFバイアス電力を提供しつつ、遠隔プラズマ源から第1プロセスガスを供給することと、第2デューティサイクルで基板支持体にRFバイアス電力を提供しつつ、遠隔プラズマ源から供給された第2プロセスガス及びガス供給部から供給された第3プロセスガスから形成された混合プロセスガスを供給することと、基板をアニールすることと、を含む。

【選択図】図1

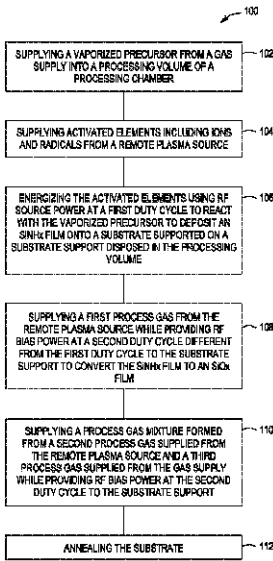


FIG. 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板を処理するための方法であって、
ガス供給部から処理チャンバの処理空間内へと、気化前駆体を供給することと、
遠隔プラズマ源から、イオン及びラジカルを含む付活元素を供給することと、
RFソース電力を第1デューティサイクルで使用して前記付活元素を励起し、前記気化前駆体と反応させて、前記処理空間内に配置された基板支持体に支持されている基板上に SiNH_x 膜を堆積させることと、
前記 SiNH_x 膜を SiO_x 膜に変換するために、前記第1デューティサイクルとは異なる第2デューティサイクルで前記基板支持体にRFバイアス電力を提供しつつ、前記遠隔プラズマ源から第1プロセスガスを供給することと、
前記第2デューティサイクルで前記基板支持体にRFバイアス電力を提供しつつ、前記遠隔プラズマ源から供給された第2プロセスガス及び前記ガス供給部から供給された第3プロセスガスから形成された混合プロセスガスを供給することと、
前記基板をアニールすることと、
を含む、方法。

【請求項 2】

前記第1デューティサイクルが約10%から約100%であり、前記第2デューティサイクルが約0.1%から約20%であり、前記第2デューティサイクルのオンタイムは約1Hzから約20Hzのパルス周波数を有する、請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

前記基板をアニールすることが、前記基板を約500の温度に加熱することを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 4】

前記RFソース電力と前記RFバイアス電力とをそれぞれ、シャワーヘッドと前記基板支持体とに同時に提供することを更に含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 5】

前記RFソース電力と前記RFバイアス電力とを、閉ループガスプロセス方式で順次提供することを更に含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 6】

前記基板支持体を回転させることを更に含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 7】

前記付活元素を供給している間、前記基板の温度を約-20から約90に維持することを更に含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 8】

前記付活元素を供給している間、約10mトルから5トルの圧力を維持することを更に含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 9】

前記処理チャンバがプラズマ化学気相堆積チャンバである、請求項1に記載の方法。

【請求項 10】

前記RFソース電力が約100Wであり、前記RFバイアス電力が約500Wから約2500Wである、請求項1に記載の方法。

【請求項 11】

前記遠隔プラズマ源から前記付活元素を供給することが、アンモニアラジカル、 H_2 ラジカル、又はアルゴンイオン、のうちの少なくとも1つを供給することを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 12】

前記第1プロセスガスを供給することが酸化物を供給することを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 13】

10

20

30

40

50

前記第 2 プロセスガスを供給することと前記第 3 プロセスガスを供給することがそれぞれ、アルゴンを供給することとヘリウムを供給することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記気化前駆体を供給することがトリシリルアミンを供給することを含む、請求項 1 から 1 3 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 1 5】

命令が記憶された非一時的コンピュータ可読記憶媒体であって、前記命令は、プロセッサによって実行されると、

ガス供給部から処理チャンバの処理空間内へと、気化前駆体を供給することと、

遠隔プラズマ源から、イオン及びラジカルを含む付活元素を供給することと、

10

R F ソース電力を第 1 デューティサイクルで使用して前記付活元素を励起し、前記気化前駆体と反応させて、前記処理空間内に配置された基板支持体に支持されている基板上に SiNH_x 膜を堆積させることと、

前記 SiNH_x 膜を SiO_x 膜に変換するために、前記第 1 デューティサイクルとは異なる第 2 デューティサイクルで前記基板支持体に R F バイアス電力を提供しつつ、前記遠隔プラズマ源から第 1 プロセスガスを供給することと、

前記第 2 デューティサイクルで前記基板支持体に R F バイアス電力を提供しつつ、前記遠隔プラズマ源から供給された第 2 プロセスガス及び前記ガス供給部から供給された第 3 プロセスガスから形成された混合プロセスガスを供給することと、

前記基板をアニールすることと、

20

を含む、基板を処理するための方法を実施する、
非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 1 6】

前記第 1 デューティサイクルが約 1 0 % から約 1 0 0 % であり、前記第 2 デューティサイクルが約 0 . 1 % から約 2 0 % であり、前記第 2 デューティサイクルのオンタイムは約 1 H z から約 2 0 H z のパルス周波数を有する、請求項 1 5 に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 1 7】

前記基板をアニールすることが、前記基板を約 5 0 0 の温度に加熱することを含む、請求項 1 5 に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

30

【請求項 1 8】

前記 R F ソース電力と前記 R F バイアス電力とをそれぞれ、前記遠隔プラズマ源と前記基板支持体とに同時に提供することを更に含む、請求項 1 5 に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 1 9】

前記 R F ソース電力と前記 R F バイアス電力とを、閉ループガスプロセス方式で順次提供することを更に含む、請求項 1 5 から 1 8 のいずれか一項に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 2 0】

基板を処理するための化学気相堆積チャンバであって、

40

前記化学気相堆積チャンバの処理空間内に配置された基板支持体と、

前記化学気相堆積チャンバに連結され、前記処理空間内のシャワーヘッドに付活元素を提供するよう構成された、遠隔プラズマ源と、

前記シャワーヘッドに連結され、第 1 デューティサイクルで R F ソース電力を提供するよう構成された、R F 電源と、

前記基板支持体に連結され、前記第 1 デューティサイクルとは異なる第 2 デューティサイクルで前記基板支持体に R F バイアス電力を提供するよう構成された、R F バイアス電源と、

前記化学気相堆積チャンバに連結され、前記処理空間内に配置された前記シャワーヘッドにプロセスガスを供給するよう構成された、ガス供給部と、

50

コントローラと、を備え、前記コントローラは、

前記ガス供給部から前記化学気相堆積チャンバの前記処理空間内へと、気化前駆体を供給することと、

前記遠隔プラズマ源から、イオン及びラジカルを含む付活元素を供給することと、

R Fソース電力を前記第1デューティサイクルで使用して前記付活元素を励起し、前記気化前駆体と反応させて、前記処理空間内に配置された前記基板支持体に支持されている基板上にS i N H_x膜を堆積させることと、

前記S i N H_x膜をS i O_x膜に変換するために、前記第2デューティサイクルで前記基板支持体にR Fバイアス電力を提供しつつ、前記遠隔プラズマ源から第1プロセスガスを供給することと、

10

前記第2デューティサイクルで前記基板支持体にR Fバイアス電力を提供しつつ、前記遠隔プラズマ源から供給された第2プロセスガス及び前記ガス供給部から供給された第3プロセスガスから形成された混合プロセスガスを供給することと、

前記基板をアニールすることと、を行うよう構成されている、
化学気相堆積チャンバ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[0001] 本開示の実施形態は、概して基板を処理するための方法及び装置に関し、より詳細には、インシトゥ（その場）のプラズマ処理を使用して間隙充填S i O膜を形成するよう構成された、方法及び装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

[0002] 間隙充填S i O膜のための従来型の方法及び装置では、（例えばプラットフォーム要件を満たす）安定したS i O膜を発現させるために、蒸気プロセス及び／又は一又は複数のマルチステッププロセスが使用される。例えば、一部の方法では、一又は複数の堆積方法（例えば化学気相堆積やDED炉法など）を使用してS i O膜を堆積させた後に、一又は複数のその他のプロセス（例えば、蒸気アニール、又は紫外線（UV）硬化、化学機械研磨（CMP）、プラズマ処理などといった複雑なマルチステップアプローチ）が行われる。しかし、かかる方法は構造的な問題（ライン曲がりなど）を有し、間隙の充填が不十分に（例えば多孔性（シーム／ポイド）に）なる。また、方法は、非常に複雑かつ高価になりうると共に、低スループットをもたらすことがあり、熱収支が超過することもよくある。

30

【発明の概要】

【0003】

[0003] 本書では、基板を処理するための方法及び装置が提示される。一部の実施形態では、基板を処理する方法は、ガス供給部から処理チャンバの処理空間内へと、気化前駆体を供給することと、遠隔プラズマ源から、イオン及びラジカルを含む付活元素（a c t i v a t e d e l e m e n t s）を供給することと、R Fソース電力を第1デューティサイクルで使用して付活元素を励起し、気化前駆体と反応させて、処理空間内に配置された基板支持体に支持されている基板上にS i N H_x膜を堆積させることと、S i N H_x膜をS i O_x膜に変換するために、第1デューティサイクルとは異なる第2デューティサイクルで基板支持体にR Fバイアス電力を提供しつつ、遠隔プラズマ源から第1プロセスガスを供給することと、第2デューティサイクルで基板支持体にR Fバイアス電力を提供しつつ、遠隔プラズマ源から供給された第2プロセスガス及びガス供給部から供給された第3プロセスガスから形成された混合プロセスガスを供給することと、基板をアニールすることと、を含む。

40

【0004】

[0004] 少なくとも一部の実施形態によると、命令が記憶された非一時的コンピュータ可読記憶媒体が提供され、この命令は、プロセッサによって実行されると、基板を処

50

理するための方法を実施する。この方法は、ガス供給部から処理チャンバの処理空間内へと、気化前駆体を供給することと、遠隔プラズマ源から、イオン及びラジカルを含む付活元素を供給することと、RFソース電力を第1デューティサイクルで使用して付活元素を励起し、気化前駆体と反応させて、処理空間内に配置された基板支持体に支持されている基板上に SiNH_x 膜を堆積させることと、 SiNH_x 膜を SiO_x 膜に変換するために、第1デューティサイクルとは異なる第2デューティサイクルで基板支持体にRFバイアス電力を提供しつつ、遠隔プラズマ源から第1プロセスガスを供給することと、第2デューティサイクルで基板支持体にRFバイアス電力を提供しつつ、遠隔プラズマ源から供給された第2プロセスガス及びガス供給部から供給された第3プロセスガスから形成された混合プロセスガスを供給することと、基板をアニールすることと、を含む。

10

【0005】

【0005】少なくとも一部の実施形態によると、基板を処理するための化学気相堆積チャンバは、化学気相堆積チャンバの処理空間内に配置された基板支持体と、化学気相堆積チャンバに連結され、処理空間内のシャワーヘッドに付活元素を提供するよう構成された、遠隔プラズマ源と、シャワーヘッドに連結され、第1デューティサイクルでRFソース電力を提供するよう構成された、RF電源と、基板支持体に連結され、第1デューティサイクルとは異なる第2デューティサイクルで、基板支持体にRFバイアス電力を提供するよう構成された、RFバイアス電源と、化学気相堆積チャンバに連結され、処理空間内に配置されたシャワーヘッドにプロセスガスを供給するよう構成された、ガス供給部と、コントローラと、を含み、このコントローラは、ガス供給部から化学気相堆積チャンバの処理空間内へと、気化前駆体を供給することと、遠隔プラズマ源から、イオン及びラジカルを含む付活元素を供給することと、RFソース電力を第1デューティサイクルで使用して付活元素を励起し、気化前駆体と反応させて、処理空間内に配置された基板支持体に支持されている基板上に SiNH_x 膜を堆積させることと、 SiNH_x 膜を SiO_x 膜に変換するために、第2デューティサイクルで基板支持体にRFバイアス電力を提供しつつ、遠隔プラズマ源から第1プロセスガスを供給することと、第2デューティサイクルで基板支持体にRFバイアス電力を提供しつつ、遠隔プラズマ源から供給された第2プロセスガス及びガス供給部から供給された第3プロセスガスから形成された混合プロセスガスを供給することと、基板をアニールすることと、を行うよう構成されている。

20

【0006】

30

【0006】本開示のその他の実施形態及び更なる実施形態についても後述する。

【0007】

【0007】上記で簡潔に要約され下記で詳述される本開示の実施形態は、付随する図面に描かれた本開示の例示的な実施形態を参照することにより理解されうる。しかし、付随する図面は、本開示の典型的な実施形態のみを示しており、したがって、範囲を限定するものと見なすべきではない。本開示は他の同様に有効な実施形態をも許容しうるからである。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本開示の実施形態の少なくとも一部による、基板を処理する方法のフロー図である。

40

【図2】本開示の実施形態の少なくとも一部による装置の図である。

【図3】本開示の実施形態の少なくとも一部による、処理チャンバの断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

【0011】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。図は縮尺どおりに描かれているわけではなく、分かりやすくするために簡略化されていることがある。一実施形態の要素及び特徴は、更なる記載がなくとも、他の実施形態に有益に組み込まれうる。

【0010】

50

【 0 0 1 2 】 本書では、基板を処理するための方法及び装置の実施形態が提示されている。例えば、本書に記載の方法及び装置では、堆積チャンバ内で、 SiNH_x を SiO_x の結合に変換して SiO ネットワークを形成し、 SiO 膜を緻密化するために、その場（インシットゥ）の O_2 ベースの処理が使用される。従来型の方法及び装置と比較した場合、本書に記載の方法及び装置では、（例えば、 SiO 膜の変換及び安定化に必要なチャンバの数が減少することにより）コストの削減及びスループットの向上がもたらされ、低温の SiO 変換を使用することで流動性が改善されると共に、ボイド／共形性の問題が回避され、かつ、処理条件を変動させることにより膜組成の微調整が可能になる。

【 0 0 1 1 】

【 0 0 1 3 】 図 1 及び図 2 は本開示の実施形態の少なくとも一部によるものであり、図 1 は基板を処理するための方法 1 0 0 のフロー図であり、図 2 は、方法 1 0 0 を実行するために使用されうるツール 2 0 0（又は装置）である。

10

【 0 0 1 2 】

【 0 0 1 4 】 方法 1 0 0 はツール 2 0 0 内で実施されてよく、ツール 2 0 0 は、任意の好適な、物理的気相堆積（PVD）、化学気相堆積（CVD）（プラズマCVD（PECVD）や流動性CVD（FCVD）など）、及び／又は原子層堆積（ALD）（プラズマALD（PEALD）や、例えばプラズマ形成のない熱ALDなど）のうちの又は複数を行うよう構成された処理チャンバ、アニールチャンバ、予洗浄チャンバ、湿式エッチング若しくは乾式エッチング用のチャンバ、又はCMPチャンバ、を含む。本書で開示されている、進歩的な方法を実施するために使用されうる例示的な処理システムは、カリフォルニア州 Santa Clara の Applied Materials, Inc. から市販されている。その他の処理チャンバ（他の製造業者から入手可能なものを含む）も、本書で提示している教示に関連して好適に使用されうる。

20

【 0 0 1 3 】

【 0 0 1 5 】 ツール 2 0 0 は、スタンドアロン構成で、又はクラスタツールの一部として（例えば、図 2 に関連して後述するように一体化されて）提供されうる、個別の複数の処理チャンバ内に実装されうる。例示的な一体型ツールは、カリフォルニア州 Santa Clara の Applied Materials, Inc. から入手可能である。本書に記載の方法は、好適なプロセスチャンバが連結されているその他のクラスタツールを使用して、又は、その他の好適なプロセスチャンバ内で、実践されうる。例えば、一部の実施形態では、この進歩的な方法は、処理ステップ間での真空破壊が限定されるか又はなくなるように、一体型ツールにおいて実施されうる。例えば、真空破壊の減少により、基板の部分的な汚染（酸化など）が制限されうるか、又は防止されうる。

30

【 0 0 1 4 】

【 0 0 1 6 】 一体型ツールは、処理プラットフォーム 2 0 1（真空気密処理プラットフォーム）、ファクトリインターフェース 2 0 4、及びコントローラ 2 0 2 を含む。処理プラットフォーム 2 0 1 は、移送チャンバ 2 0 3（真空基板移送チャンバ）に動作可能に連結された複数の処理チャンバ（例えば 2 1 4 A、2 1 4 B、2 1 4 C、及び 2 1 4 D）を備える。ファクトリインターフェース 2 0 4 は、一又は複数のロードロックチャンバ（図 2 に示している 2 0 6 A 及び 2 0 6 B のような 2 つのロードロックチャンバ）によって、移送チャンバ 2 0 3 に動作可能に連結されている。

40

【 0 0 1 5 】

【 0 0 1 7 】 一部の実施形態では、ファクトリインターフェース 2 0 4 は、ドッキングステーション 2 0 7 と、一又は複数の半導体基板（ウエハ）の移送を促進するためのファクトリインターフェースロボット 2 3 8 とを備える。ドッキングステーション 2 0 7 は、一又は複数の前方開口型統一ポッド（FOUP）を受容するよう構成される。図 2 の実施形態では、4 つの FOUP（例として 2 0 5 A、2 0 5 B、2 0 5 C、及び 2 0 5 D）が図示されている。ファクトリインターフェースロボット 2 3 8 は、ロードロックチャンバ（例えば 2 0 6 A 及び 2 0 6 B）を通じて、ファクトリインターフェース 2 0 4 から処理プラットフォーム 2 0 1 に基板を移送するよう構成される。ロードロックチャンバ 2 0 6

50

Aと206Bの各々は、ファクトリインターフェース204に連結された第1ポートと、移送チャンバ203に連結された第2ポートとを有する。ロードロックチャンバ206A及び206Bは、圧力制御システム(図示せず)に連結されており、この圧力制御システムは、移送チャンバ203の真空環境とファクトリインターフェース204の実質外気環境(例えば大気環境)との間の基板の通過を容易にするために、ロードロックチャンバ206A及び206Bをポンプダウンし、排気する。移送チャンバ203は、移送チャンバ203内に配置された真空口ポット242を有する。真空口ポット242は、ロードロックチャンバ206A及び206Bと処理チャンバ214A、214B、214C、及び214Dとの間で基板221を移送することが可能である。

【0016】

10

[0018] 一部の実施形態では、処理チャンバ214A、214B、214C、及び214Dは、移送チャンバ203に連結される。処理チャンバ214A、214B、214C、及び214Dは、少なくとも、ALDチャンバ、CVDチャンバ、PVDチャンバ、電子ビーム堆積チャンバ、無電解電気めっき(EEP)堆積チャンバ、予洗浄チャンバ、湿式エッチングチャンバ、乾式エッチングチャンバ、アニールチャンバ、及び/又は、本書に記載の方法を実施するのに適したその他のチャンバ、を含む。

【0017】

[0019] 一部の実施形態では、一又は複数のオプションのサービスチャンバ(216A及び216Bとして図示されている)が移送チャンバ203に連結されうる。サービスチャンバ216A及び216Bは、ガス抜き、ボンディング、化学機械研磨(CMP)、ウエハ割断、エッチング、プラズマダイシング、配向付け、基板計測、冷却などといった、その他の基板プロセスを実施するよう構成されうる。

20

【0018】

[0020] コントローラ202は、処理チャンバ214A、214B、214C、及び214Dの直接制御を使用して、又は代替的には、処理チャンバ214A、214B、214C、及び214D、並びにツール200に関連付けられたコンピュータ(又はコントローラ)を制御することによって、ツール200の動作を制御する。稼働中、コントローラ202は、それぞれのチャンバ及びシステムからのデータ収集及びフィードバックを可能にして、ツール200のパフォーマンスを最適化する。コントローラ202は、一般に、中央処理ユニット230、メモリ234、及びサポート回路232を含む。中央処理ユニット230は、工業環境で使用されうる任意の形態の汎用コンピュータプロセッサでありうる。サポート回路232は、従来通り中央処理ユニット230に連結されており、キャッシュ、クロック回路、入出力サブシステム、電力供給源などを備えうる。ソフトウェアルーチン(上述の処理方法など)は、メモリ234(例えば、命令が記憶されている非一時的コンピュータ可読記憶媒体)に記憶されてよく、中央処理ユニット230によって実行されると、中央処理ユニット230をコントローラ(特定用途コンピュータ)に変換しうる。ソフトウェアルーチンは、ツール200から遠隔に配置されている第2コントローラ(図示せず)によって記憶され、かつ/又は実行されることもある。

30

【0019】

[0021] 図3は、本開示の実施形態の少なくとも一部による、処理チャンバ300の断面図である。処理チャンバ300は、ツール200の個別の処理チャンバのうちの1つでありうる。例えば、処理チャンバ300は、一又は複数のプラズマ堆積プロセスを実施するよう構成されうる。少なくとも一部の実施形態では、処理チャンバ300は、PECVD及び/又はALDを実施するよう構成されうる。本書で開示している教示による使用に適合しうる好適な処理チャンバは、例えば、カリフォルニア州Santa ClaraのApplied Materials, Inc. から入手可能な処理チャンバを含む。

40

【0020】

[0022] 処理チャンバ300は、処理空間306を封入するチャンバ本体302及びリッド304を含む。チャンバ本体302は、典型的には、アルミニウム、ステンレス

50

鋼、又はその他の好適な材料から製造される。チャンバ本体 302 は、一般に、側壁 308 及び底部 310 を含む。一般に、基板支持体アクセスポート（図示せず）が側壁 308 に画定され、この基板支持体アクセスポートは、処理チャンバ 300 に対する基板 303 の出入りを容易にするよう、スリットバルブによって選択的に密封される。排気ポート 326 がチャンバ本体 302 に画定され、排気ポート 326 は、処理空間 306 を、パージステーションとしても機能しうるポンプシステム 328 に連結する。ポンプシステム 328 は、一般に、処理チャンバ 300 の処理空間 306 を排気し、処理空間 306 の圧力を調節するために利用される、一又は複数のポンプ及びスロットルバルブを含む。実施形態において、ポンプシステム 328 は、処理空間 306 内の圧力を、プロセスにおける必要性に応じて、典型的には、約 1 m トールから約 500 m トール、約 5 m トールから約 100 m トール、約 5 m トールから約 50 m トール、又は 10 m トールから約 5 トール、の動作圧力に維持するよう構成される。

【0021】

【0023】一部の実施形態では、処理チャンバ 300 は、プラズマ処理のために容量結合された RF エネルギーを利用しうるか、又は一部の実施形態では、処理チャンバ 300 は、プラズマ処理のために誘導結合された RF エネルギーを使用しうる。一部の実施形態では、混合ガスが、処理のために又はプロセス間に処理チャンバ 300 を洗浄するために処理空間 306 に進入する前に、遠隔プラズマから解離されることを促進するよう、遠隔プラズマ源 377（例えばマイクロ波）は、オプションでガスパネルに連結されうる。遠隔プラズマ源 377 は、付活元素（例えばイオン種、ラジカル種、又は中性種）を処理チャンバ 300 に供給しうる。例えば、少なくとも一部の実施形態では、付活元素は、アンモニア、アルゴン、酸素（ O_2 ）、ヘリウム、のうちの少なくとも 1 つから形成される。例えば、少なくとも一部の実施形態では、付活元素はアンモニアラジカル又はアルゴンイオンでありうる。

【0022】

【0024】RF 電源 343 は、整合ネットワーク 341 を通じて、シャワーヘッドアセンブリ 330 に連結される。RF 電源 343 は、典型的には、最大で約 5000 W（例えば約 100 W から約 5000 W、又は 1000 W から 3000 W、又は約 1500 W）の電力を、オプションで約 50 kHz から約 200 MHz の範囲内（例えば 13.56 MHz）の微調整可能な周波数で、生成しうる。RF 電源 343 は、処理中に、あるデュティサイクル（例えば第 1 デュティサイクル）で動作しうる。このデュティサイクルは、約 10%（パルス化される場合）から約 100%（連続的な場合）でありうる。

【0023】

【0025】ガスパネル 358 は、一又は複数のプロセスガス及び / 又は洗浄ガスを処理空間 306 に提供するために、処理チャンバ 300 に連結され、一又は複数の質量流量コントローラ 357 を含む。ガスパネル 358 から処理チャンバ 300 の処理空間 306 にガスを送出することを可能にするために、入口ポート 332'、332''、332''' がリッド 304 に設けられる。実施形態において、ガスパネル 358 は、酸素（ O_2 ）、不活性ガス（アルゴンなど）、ヘリウム（若しくは他の希ガス）、窒素（ N_2 ）、水素（ H_2 ）、又は、例えば、四フッ化炭素（ CF_4 ）、オクタフルオロシクロブタン若しくはパーフルオロシクロブタン（ C_4F_8 ）、トリフルオロメタン（ CHF_3 ）、六フッ化硫黄（ SF_6 ）、四フッ化ケイ素若しくはテトラフルオロシラン（ SiF_4 ）、前駆体（例えばトリシリルアミン（TSA））などといった混合ガスを、入口ポート 332'、332''、332''' を通じて、処理チャンバ 300 の処理空間 306 内に提供するよう適合している。少なくとも一部の実施形態では、ガスパネル 358 から提供されるプロセスガスは、少なくとも、酸化剤（酸素ガスなど）を含むプロセスガスを含む。実施形態において、酸化剤を含むプロセスガスは、不活性ガス（アルゴンなど）又はヘリウムを更に含みうる。一部の実施形態では、プロセスガスは、還元剤（水素など）を含み、不活性ガス（アルゴンなど）又はその他のガス（窒素若しくはヘリウムなど）と混合されうる。一部の実施形態では、塩素ガスが単独で、又は窒素、ヘリウム、不活性ガス（アルゴンなど）のうちの

少なくとも１つと組み合わせられて、提供されうる。酸素含有ガスの非限定的な例は、 O_2 、二酸化炭素 (CO_2)、 H_2O 、亜酸化窒素 (N_2O)、二酸化窒素 (NO_2)、及びオゾン (O_3) など、のうちの一又は複数を含む。窒素含有ガスの非限定的な例は、 N_2 、及びアンモニア (NH_3) などを含む。塩素含有ガスの非限定的な例は、塩化水素 (HCl)、塩素 (Cl_2)、及び四塩化炭素 (CCl_4) などを含む。実施形態において、シャワーヘッドアセンブリ 330 は、リッド 304 の内表面 314 に連結される。シャワーヘッドアセンブリ 330 は複数の開孔を含み、これらの開孔は、ガスが、入口ポート 332'、332''、332''' から、シャワーヘッドアセンブリ 330 を通って処理チャンバ 100 の処理空間 106 に、処理チャンバ 300 内で処理されている基板 303 の表面全体（例えば中心、中間部、側部）で所定の分布となるように、流入することを可能にする。 10

【0024】

【0026】一実施形態では、シャワーヘッドアセンブリ 330 は、処理チャンバ 300 の処理空間 306 に流入するガスの個別制御を可能にする、複数のゾーンを有するように構成される。シャワーヘッドアセンブリ 330 は、プロセスガスを基板支持体 348 の基板支持面に向けて方向付けるよう構成されている、上部送出ガスノズル 335 を備える。したがって、上部送出ガスノズル 335 は、中央の流量を制御するように構成された中央流出口 334 と、中間部の流量を制御するように構成された中間部流出口 336 とを含み、これらの流出口は別個に、入口ポート 332'、332'' を通じて、ガスパネル 358 に連結されている。加えて、一又は複数の側部送出ガスノズルがチャンバ本体 302 を通って延在してよく、この側部送出ガスノズルは、プロセスガスを基板支持体 348 の側部に向けて方向付けるよう構成されうる。例えば、少なくとも一部の実施形態では、側部送出ガスノズル 333 は、側部の流量を制御するように構成された側部流出口 337 を含んでよく、側部流出口 337 は別個に、入口ポート 332'、332'' を通じて、ガスパネル 358 に連結されている。側部流出口 337 は、リッド 304 に配置されている中央流出口 334 及び中間部流出口 336 とは異なり、処理チャンバの側壁 308 の内側に沿って、ほぼ円形に配置される。中央流出口 334 及び中間部流出口 336 は、実質的に、基板の中央ゾーン及び中間部ゾーン（例えば中央とエッジとの間）をエッチングするために、プロセスガスを提供するよう構成されており、側部流出口 337 は、基板のエッジエリア（又は周縁部）に沿って配置され、実質的にこのエッジエリアをエッチングするために、プロセスガスを提供するよう構成されている。 20 30

【0025】

【0027】基板支持体 348 は、処理チャンバ 300 の処理空間 306 内の、ガス分配アセンブリ（シャワーヘッドアセンブリ 330 など）の下に配置される。例えば、基板支持体 348 は、基板がシャワーヘッドアセンブリ 330 の下方約 3 インチのところに来るように、シャワーヘッドアセンブリ 330 の下に配置されうる。基板支持体 348 は、処理中に基板 303 を保持する。基板支持体 348 は、一般に、基板支持体 348 を通って配置された複数のリフトピン（図示せず）を含み、これらのリフトピンは、従来の状態で、基板支持体 348 から基板 303 を上昇させ、ロボット（図示せず）による基板 303 の交換を容易にするよう構成される。内側ライナ 318 が、基板支持体 348 の周縁の近くを取り囲みうる。 40

【0026】

【0028】基板支持体 348 は、装着プレート 362 と、ベース 364 と、静電チャック 366 とを含む。装着プレート 362 は、チャンバ本体 302 の底部 310 に連結されており、ユーティリティ（例えば流体、電力ライン、センサリードなどであるが、これらに限らない）をベース 364 及び静電チャック 366 にルーティングするための通路を含む。静電チャック 366 は、シャワーヘッドアセンブリ 330 の下に基板 303 を保持するためのクランプ電極 380 を備える。静電チャック 366 は、従来既知であるように、チャック電源 382 によって駆動されて、基板 303 をチャック面に保持する静電力を発生させる。あるいは、基板 303 は、クランプ、真空、又は重力によって基板支持体 3 50

４８に保持されうる。少なくとも一部の実施形態では、基板支持体３４８は回転可能でありうる。

【００２７】

【００２９】ベース３６４又は静電チャック３６６は、基板支持体３４８の横方向温度プロファイルを制御するために、ヒータ３７６（例えば少なくとも１つのオプションの埋め込み型ヒータ）、少なくとも１つのオプションの埋め込み型アイソレータ３７４、及び複数の導管３６８、３７０を含みうる。複数の導管３６８、３７０は流体源３７２に流体連結され、流体源３７２は、導管を通して温度調節流体を循環させる。ヒータ３７６は電源３７８によって調節される。複数の導管３６８、３７０及びヒータ３７６は、ベース３６４の温度を制御し、静電チャック３６６を加熱及び／又は冷却し、最終的にはその上に配置された基板３０３の温度プロファイルを制御するために、利用される。静電チャック３６６及びベース３６４の温度は、複数の温度センサ３９０、３９２を使用してモニタされうる。静電チャック３６６は、複数のガス通路（溝などであるが図示していない）を更に含んでよく、これらのガス通路は、静電チャック３６６の基板支持ペDESTALの支持面内に形成され、ヘリウム（He）といった熱伝達ガス（又は背面ガス）のソースに流体連結される。稼働中、背面ガスが、静電チャック３６６と基板３０３との間の熱伝達を強化するために、制御された圧力でガス通路内に提供される。実施形態において、基板の温度は、約－２０ から約４５０ に維持されうる。例えば、少なくとも一部の実施形態では、基板は約－２０ から約９０ に維持されうる。

10

20

【００２８】

【００３０】基板支持体３４８は、カソードとして構成され、かつクランプ電極３８０を含む。クランプ電極３８０は、ＲＦバイアス電源３８４及びＲＦバイアス電源３８６に連結されている。ＲＦバイアス電源３８４及びＲＦバイアス電源３８６は、基板支持体３４８内に配置されたクランプ電極３８０と、別の電極（例えば、チャンバ本体３０２のシャワーヘッドアセンブリ３３０又はリッド３０４）との間に連結される。ＲＦバイアス電力は、チャンバ本体３０２の処理領域内に導入されたガスを励起し、このガスから形成されたプラズマ放電を維持する。

【００２９】

【００３１】ＲＦバイアス電源３８４及びＲＦバイアス電源３８６は、整合回路３８８を通じて、基板支持体３４８内に配置されたクランプ電極３８０に連結されている。ＲＦバイアス電源３８４及びＲＦバイアス電源３８６によって生成された信号は、プラズマ処理チャンバ（例えば処理チャンバ３００）内に提供された混合ガスをイオン化するために、整合回路３８８を通じて、単一フィードで基板支持体３４８に送られ、これにより、エッチング、堆積、又はその他のプラズマプロセスを実施するのに必要なイオンエネルギーが提供される。ＲＦバイアス電源３８４及びＲＦバイアス電源３８６は、一般に、約５０ kHz から約２００ MHz までの（例えば２ MHz の）周波数と、約０ワットから約２５００ワットまでの電力とを有する、ＲＦ信号を生成することが可能である。プラズマの特性を制御するために、更なるバイアス電源３８９がクランプ電極３８０に連結されることもある。加えて、ＲＦバイアス電源３８４及びＲＦバイアス電源３８６は、ＲＦ電源３４３が動作するデューティサイクルよりもずっと低いデューティサイクル（例えば第２デューティサイクル）で動作しうる。例えば、ＲＦバイアス電源３８４及びＲＦバイアス電源３８６は、約０．１％から約２０％のデューティサイクルで動作しうる。少なくとも一部の実施形態では、ＲＦバイアス電源３８４及びＲＦバイアス電源３８６のデューティサイクルのオンタイムは、約１ Hz から約２０ Hz のパルス周波数を有する。

30

40

【００３０】

【００３２】処理チャンバ３００の動作を制御するために、コントローラ３５０（例えば、コントローラ２０２と同様のもの）が処理チャンバ３００に連結される。コントローラ３５０は、プロセスシーケンスを制御し、ガスパネル３５８からのガス流を調節するために利用される、中央処理ユニット３５２と、メモリ３５４（例えば非一時的コンピュータ可読記憶媒体）と、サポート回路３５６とを含む。中央処理ユニット３５２は、工業設

50

定で使用されうる任意の形態の汎用コンピュータプロセッサでありうる。ソフトウェアルーチン（例えば、記憶された実行可能命令）が、メモリ 354（ランダムアクセスメモリ、読取専用メモリ、フロッピー若しくはハードディスクドライブ、又はその他の形態のデジタルストレージなど）に記憶されうる。サポート回路 356 は、従来通り中央処理ユニット 352 に連結されており、キャッシュ、クロック回路、入出力システム、及び電力供給源などを含みうる。コントローラ 350 と処理チャンバ 300 の様々な構成要素との間の双方向通信は、多数の信号ケーブルを通じて処理される。

【0031】

[0033] 引き続き図 1 を参照するに、方法 100 は、102 において、ガス供給部から処理チャンバの処理空間内へと、気化前駆体を供給することを含む。例えば、ガスパネル 358 が、基板（例えば基板 303）上に間隙充填膜（例えば、 SiO_x などの流動性シリコン膜）を堆積（発現）させるために、処理チャンバ 300（例えば、処理チャンバ 214A - 214D のうちの 1 つ）の処理空間 306 内へと、一又は複数の気化前駆体を供給しうる。少なくとも一部の実施形態では、ガスパネル 358 は、シラザン状の膜（ SiNH_x ）を形成するために、トリシリルアミン（TSA）を含む気化前駆体を供給しうる。

10

【0032】

[0034] 次に、方法 100 は、104 において、遠隔プラズマ源から、イオン及びラジカルを含む付活元素を供給することを含む。例えば、遠隔プラズマ源 377 が、アルゴン、水素（ H_2 ）、アンモニア（ NH_3 ）、及び / 又は酸素（ O_2 ）を含む一又は複数の付活元素を供給しうる。例えば、少なくとも一部の実施形態では、付活元素は、アンモニアラジカル（ NH_x 、 H_2 ラジカル、及びアルゴンイオン、のうちの少なくとも 1 つを含む）。

20

【0033】

[0035] 次に、方法 100 は、106 において、RF ソース電力を第 1 デューティサイクルで使用して付活元素を励起し、気化前駆体と反応させて、処理空間内に配置された基板支持体に支持されている基板上に膜を堆積させることを含む。例えば、アンモニアラジカルが、（例えば、遠隔プラズマ源からの）アルゴンイオンによって励起され、気化前駆体（例えば TSA）と反応することになりうる。アンモニアラジカルと気化前駆体との反応により、基板上に流動性ポリシラザンベースの膜（ SiNH_x ）が堆積される。106 において、RF 電源 343 は約 100 W から約 5000 W でありうる。例えば、少なくとも一部の実施形態では、RF 電源 343 は約 100 W であり、かつ、約 50 kHz から約 200 MHz の範囲内の（例えば 13.56 MHz の）微調整可能な周波数でありうる。加えて、RF 電源 343 は、約 10%（パルス化される場合）から約 100%（連続的な場合）のデューティサイクルで動作しうる。更に、106 において、基板の温度は約 -20 から約 90 に維持されうる。少なくとも一部の実施形態では、基板の温度は、約 20（例えばおおよその室温）に維持されうる。更に、106 において、処理チャンバの処理空間内の圧力は、約 10 m トールから 5 トールの圧力に維持されうる。

30

【0034】

[0036] 次に、方法 100 は、108 において、第 1 デューティサイクルとは異なる第 2 デューティサイクルで基板支持体に RF バイアス電力を提供しつつ、遠隔プラズマ源から第 1 プロセスガスを供給することを含む。例えば、遠隔プラズマ源 377 が、処理チャンバ 300 の処理空間 306 に、一又は複数の酸素含有ガスを供給しうる。少なくとも一部の実施形態では、一又は複数の酸素含有ガスは O_2 でありうる。 O_2 は、 SiNH_x を SiO_x に変換する（例えば、基板上に SiO_x ネットワークを形成する）ために、処理空間 306 内に供給されうる。加えて、108 において、RF バイアス電源 384 は、約 0.1% から約 20% のデューティサイクルで動作してよく、約 500 W から約 2500 W の（例えば約 2000 W の）電力レベルで、かつ約 1 Hz から約 20 Hz のパルス周波数で動作しうる。108 において、RF ソース電力と RF バイアス電力とはそれぞれ、シャワーヘッド 330（又はリッド 304）と基板支持体 348 とに同時に提供されう

40

50

る。

【 0 0 3 5 】

[0 0 3 7] 次に、方法 1 0 0 は、1 1 0 において、第 2 デューティサイクルで基板支持体に R F バイアス電力を提供しつつ、遠隔プラズマ源から供給された第 2 プロセスガス及びガス供給部から供給された第 3 プロセスガスから形成された混合プロセスガスを供給することを含む。例えば、遠隔プラズマ源 3 7 7 は、一又は複数の不活性（貴）ガスを供給しうる。少なくとも一部の実施形態では、遠隔プラズマ源 3 7 7 はアルゴンを供給しうる。同様に、ガスパネル 3 5 8 も、一又は複数の不活性ガスを供給しうる。少なくとも一部の実施形態では、ガスパネル 3 5 8 はヘリウムを供給しうる。代替的又は追加的には、遠隔プラズマ源 3 7 7 とガスパネル 3 5 8 の各々が、第 2 プロセスガスと第 3 プロセスガスの両方を供給するよう構成されることもある。その他の不活性ガスも使用されうる。1 1 0 において混合ガスを供給するのと同時に、R F ソース電力を第 1 デューティサイクルでシャワーヘッドに提供し、R F バイアス電力を第 2 デューティサイクルで基板支持体に提供することによって、S i O x 膜の緻密化と安定化が促進され、このことは、後述する堆積後の高温 / 高圧アニールプロセスに対して S i O x 膜が耐性を有するようになる上で役立つことを、発明者らは見出した。少なくとも一部の実施形態では、1 0 8 及び 1 1 0 において、一又は複数の追加のガスが提供されることもある。例えば、一又は複数の水素含有ガスが提供されうる。少なくとも一部の実施形態では、1 0 8 において O₂ が供給されている間、及び / 又は 1 1 0 において混合プロセスガスが供給されている間に、H₂ が提供されうる。

10

20

【 0 0 3 6 】

[0 0 3 8] 少なくとも一部の実施形態では、R F ソース電力及び R F バイアス電力は、閉ループのガスプロセス方式で順次提供されうる。例えば、少なくとも一部の実施形態では、1 1 0 の後に、S i O x 膜の望ましい厚さが実現されるまで、必要に応じて、1 0 2 - 1 1 0 が（例えば周期的モードで）反復されうる。そのために、S i O x 膜の組成を微調整するよう、サイクル当たりの厚さ及び処理条件（例えばソース / バイアス電力、パルス周波数、デューティサイクル、プロセスガス、温度、圧力、オンタイムなど）といったプロセスパラメータが変更されうる。更に、均一な S i O x 膜の獲得を促進するために、1 0 2 - 1 1 0 のいずれかにおいて、基板支持体 3 4 8 が回転しうる。例えば、1 0 8 及び 1 1 0 において、基板支持体 3 4 8 は回転しうる。

30

【 0 0 3 7 】

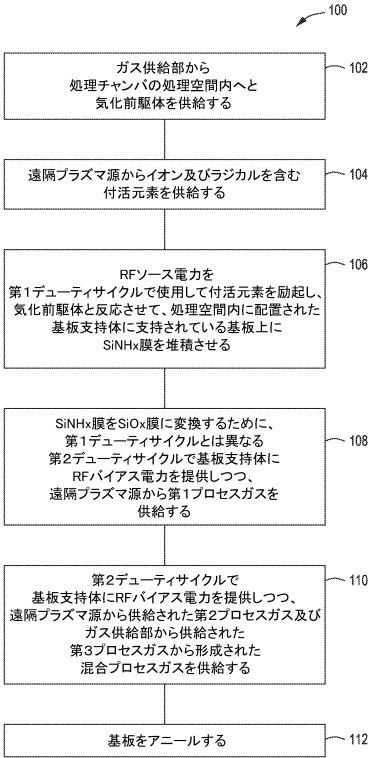
[0 0 3 9] S i O x 膜の品質は高温高圧アニールによって更に向上することが可能であり、このことは、S i O x 膜の全厚全体にわたって、屈折率を増大させ、水素含有量を減少させるのに役立つ。したがって、方法 1 0 0 は 1 1 2 において、基板をアニールすることを含む。例えば、1 1 0 の後に、基板をアニールするために、ツール 2 0 0 の移送チャンバ 2 0 3 内に配置された真空口ポット 2 4 2 が、処理チャンバ 3 0 0（例えば処理チャンバ 2 1 4 A）から一又は複数の他の処理チャンバ（例えば処理チャンバ 2 1 4 B）に基板 3 0 3 を移送しうる。少なくとも一部の実施形態では、基板をアニールすることは、アニリング中に、基板を約 5 0 0 の温度に維持することと、処理チャンバ 2 1 4 B の処理空間を、約 1 0 m トールから約 3 7 5 0 0 トール（7 0 パール）の圧力に維持することと、処理空間に一又は複数のプロセスガス（A r、C O₂、D₂、H₂、N₂、及び O₂ など）を供給することと、を含む。

40

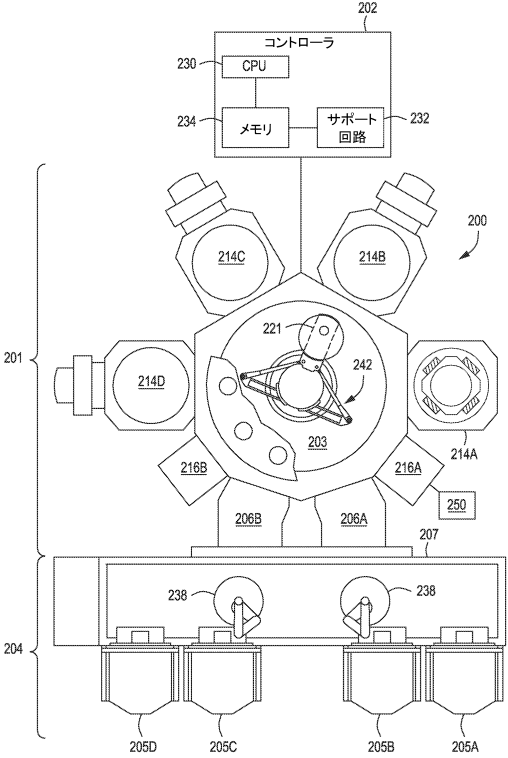
【 0 0 3 8 】

[0 0 4 0] 上記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から逸脱することなく、本開示の他の実施形態及び更なる実施形態も考案されうる。

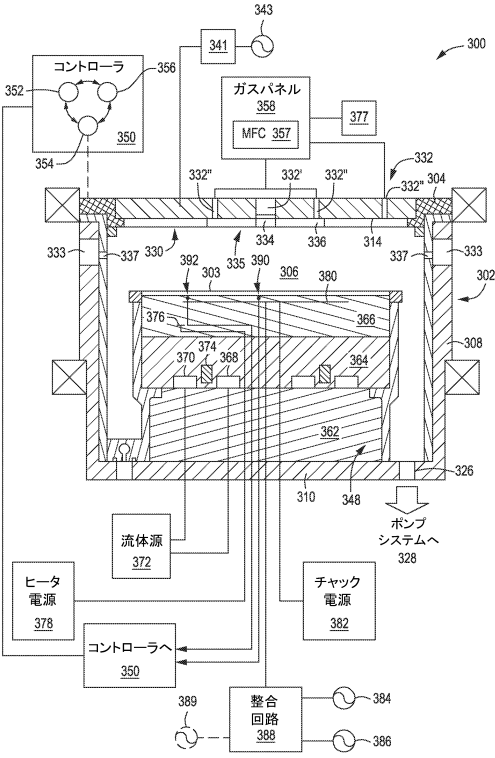
【 図 面 】
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2022/015222
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01J 37/32(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) H01J 37/32(2006.01); C23C 16/40(2006.01); C23C 16/455(2006.01); H01L 21/02(2006.01); H01L 21/31(2006.01); H01L 21/762(2006.01); H01L 23/58(2006.01) 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: precursor, gas, in-situ, duty cycle, anneal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2020-247548 A1 (LAM RESEARCH CORPORATION) 10 December 2020 (2020-12-10) See paragraphs 2-16, 46-168, claims 1-2, and figures 2-4.	1-20
Y	US 2009-0104791 A1 (SRINIVAS D. NEMANI et al.) 23 April 2009 (2009-04-23) See paragraph 39, and claim 1.	1-20
A	US 2016-0020139 A1 (UNITED MICROELECTRONICS CORP.) 21 January 2016 (2016-01-21) See paragraphs 20-31, and figures 1-4.	1-20
A	WO 2020-223737 A2 (LOTUS APPLIED TECHNOLOGY, LLC) 05 November 2020 (2020-11-05) See the entire document.	1-20
A	KR 10-2016-0113014 A (LAM RESEARCH CORPORATION) 28 September 2016 (2016-09-28) See the entire document.	1-20
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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 19 May 2022		Date of mailing of the international search report 23 May 2022
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsu-ro, Seo-gu, Daejeon 35208, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer PARK, HYE LYUN Telephone No. +82--

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2019)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/US2022/015222

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2020-247548	A1	10 December 2020	KR	10-2022-0006663	A	17 January 2022
				TW	202113142	A	01 April 2021
US	2009-0104791	A1	23 April 2009	CN	101802984	A	11 August 2010
				CN	101802984	B	12 March 2014
				EP	2208222	A1	21 July 2010
				EP	2208222	A4	30 January 2013
				JP	2011-504651	A	10 February 2011
				JP	2013-243375	A	05 December 2013
				JP	2014-013905	A	23 January 2014
				KR	10-1161074	B1	13 July 2012
				KR	10-2010-0085993	A	29 July 2010
				TW	200941578	A	01 October 2009
				TW	1373074	B	21 September 2012
				US	7943531	B2	17 May 2011
				WO	2009-055340	A1	30 April 2009
US	2016-0020139	A1	21 January 2016	CN	105321869	A	10 February 2016
WO	2020-223737	A2	05 November 2020	US	2020-0350179	A1	05 November 2020
				WO	2020-223737	A3	11 February 2021
KR	10-2016-0113014	A	28 September 2016	CN	105990108	A	05 October 2016
				CN	105990108	B	01 May 2020
				KR	10-2021-0152447	A	15 December 2021
				SG	10201602127	RA	28 October 2016
				SG	10201908096	UA	30 October 2019
				TW	201700786	A	01 January 2017
				TW	1718131	B	11 February 2021
				US	10566187	B2	18 February 2020
				US	11101129	B2	24 August 2021
				US	2016-0276148	A1	22 September 2016
				US	2019-0378710	A1	12 December 2019
				US	2020-0152446	A1	14 May 2020
				US	2021-0343520	A1	04 November 2021

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2019)

10

20

30

40

50

フロントページの続き

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,N
E,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,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,IT,JO,JP,K
E,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,N
G,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,
TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

5 4 - 3 2 9 9 , サンタ クララ , パウアーズ アヴェニュー 3 0 5 0

(72)発明者 シトラ , バルガフ シュリダール

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 4 0 8 5 , サニーベール , イースト アークス アヴェニュー
9 7 4

(72)発明者 ネマニ , シュリニヴァス デイ .

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 4 0 8 5 , サニーベール , エムエス 8 1 2 3 5 , イースト
アークス アヴェニュー 9 7 4

(72)発明者 イェー , エリー

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 4 0 8 5 , サニーベール , イースト アークス アヴェニュー
9 7 4

(72)発明者 ルブニッツ , ジョシュア アラン

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 4 0 8 5 , サニーベール , イースト アークス アヴェニュー
9 7 4

(72)発明者 チェン , エリカ

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 5 0 5 4 , サンタ クララ , エム/エス 0 6 0 8 , スコッ
ト ブールヴァード 3 3 3 0

(72)発明者 アスラニ , ソハム サンジェイ

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 4 0 8 5 , サニーベール , イースト アークス アヴェニュー
9 7 4 , アマット ビルディング 8 1 , デスク ナンバー 1 ジー 0 8 - 0 3

(72)発明者 ベキアリス , ニコラオス

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 4 0 8 5 , サニーベール , イースト アークス アヴェニュー
9 7 4 , アプライド マテリアルズ ビルディング 8 1

(72)発明者 ブッフバーガー , ダグラス アーサー , ジュニア

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 5 0 5 4 , サニーベール , イースト アークス アヴェニュー
9 7 4

F ターム (参考) 5F045 AA08 AB32 AD03 AD04 AD09 DP03 EH18 EH20 EM05 HA16