

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7094113号

(P7094113)

(45)発行日 令和4年7月1日(2022.7.1)

(24)登録日 令和4年6月23日(2022.6.23)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 L 21/31 (2006.01)

H 0 1 L 21/31

C

C 2 3 C 16/455 (2006.01)

C 2 3 C 16/455

請求項の数 13 外国語出願 (全13頁)

(21)出願番号	特願2018-13532(P2018-13532)	(73)特許権者	390040660
(22)出願日	平成30年1月30日(2018.1.30)		アプライド マテリアルズ インコーポレ
(65)公開番号	特開2018-157196(P2018-157196 A)		イテッド APPLIED MATERIALS , INCORPORATED
(43)公開日	平成30年10月4日(2018.10.4)		アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 5 0
審査請求日	令和3年1月22日(2021.1.22)		5 4 , サンタ クララ , パウアーズ ア
(31)優先権主張番号	62/455,282		ヴェニュー 3 0 5 0
(32)優先日	平成29年2月6日(2017.2.6)	(74)代理人	110002077
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		園田・小林特許業務法人
		(72)発明者	ショウノ , エリック キハラ
			アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 4 4
			0 4 , サン マテオ , ブリッジポイント
			パークウェイ 2 2 0 5 , アパートメン
			ト 2 1 7
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 改良型の半角ノズル

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板支持面上の基板を熱処理するための装置であって、
本体と、
ガス入口を有する、角度がついた突起と、
ガス注入チャンネルであって、
前記ガス入口から、前記基板又は前記基板支持面のエッジに接する又は近接する第1の方向に沿って延びる第1の内部表面、
前記ガス入口から、前記基板又は前記基板支持面のエッジに接する又は近接する、前記基板又は前記基板支持面の中心軸線に関して前記第1の方向と反対側にある第2の方向に沿って延びる第2の内部表面、
前記基板又は前記基板支持面の中心軸線と前記第1の内部表面とが成す第1半角、及び、
前記基板又は前記基板支持面の中心軸線と前記第2の内部表面とが成す第2半角を備え、前記第1半角は前記第2半角とは異なる、ガス注入チャンネルとを備える、装置。

【請求項 2】

前記本体が、
第1の面と、
前記第1の面の反対側の第2の面であって、前記第1の面は前記第2の面と実質的に同じ長さである、第2の面と、

前記第 1 の面に対して直角な第 3 の面と、
前記第 1 の面と前記第 3 の面との間に延在する、第 1 の湾曲面と、
前記第 3 の面と前記第 2 の面との間に延在する、第 2 の湾曲面と、
前記第 2 の面に対して直角な第 4 の面と、
前記第 1 の面と前記第 4 の面との間に延在する、第 3 の湾曲面と、
前記第 4 の面と前記第 2 の面との間に延在する第 4 の湾曲面であって、前記第 3 の面が前記第 4 の面の反対側にある、第 4 の湾曲面と、
前記第 1 の面に対して直角な第 5 の面と、
前記第 5 の面の反対側にある第 6 の面とを備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

角度がついた突起が前記第 5 の面に配置され、ガス注入チャンネルが前記第 6 の面に配置される、請求項 2 に記載の装置。

【請求項 4】

前記角度がついた突起が三角形である、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 5】

前記角度がついた突起が、
前記突起と前記本体の前記第 5 の面との境界において前記本体の前記第 1 の面に近い側に配置された第 1 ファセットと、
前記突起と前記本体の前記第 5 の面との境界において前記本体の前記第 2 の面に近い側に配置された第 2 ファセットと、
前記ガス注入チャンネルと流体連通している円形の入口と
を備える、請求項 2 に記載の装置。

【請求項 6】

前記第 1 半角が 29 . 5 度から 30 . 5 度であり、前記第 2 半角が 31 . 8 度から 32 . 8 度である、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 7】

前記ガス注入チャンネルが、湾曲面を伴って処理空間に向かって広がる、扁平な漏斗型構造物である、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 8】

処理空間を画定するチャンバ本体と、
前記処理空間内に配置された基板支持体であって、基板支持面を有する、基板支持体と、
前記チャンバ本体の入口に連結された、ガス源と、
前記チャンバ本体の出口に連結された、排気アセンブリと、
前記チャンバ本体の側壁に連結された、側方ガスアセンブリと
を備える、基板を処理するための装置であって、
前記側方ガスアセンブリが、
ガス注入チャンネルであって、
ガス入口から、前記基板又は前記基板支持体の前記基板支持面のエッジに接する又は近接する第 1 の方向に沿って延びる第 1 の内部表面、
前記ガス入口から、前記基板又は前記基板支持体の前記基板支持面のエッジに接する又は近接する、前記基板又は前記基板支持面の中心軸線に関して前記第 1 の方向と反対側にある第 2 の方向に沿って延びる第 2 の内部表面、
前記基板又は前記基板支持面の中心軸線と前記第 1 の内部表面とが成す第 1 半角、及び、
前記基板又は前記基板支持面の中心軸線と前記第 2 の内部表面とが成す第 2 半角
を備え、前記第 1 半角は前記第 2 半角とは異なる、ガス注入チャンネル
を備える、装置。

【請求項 9】

前記側方ガスアセンブリが、
本体と、
角度がついた突起と

10

20

30

40

50

を更に備える、請求項 8 に記載の装置。

【請求項 10】

前記本体が、

第 1 の面と、

前記第 1 の面の反対側の第 2 の面であって、前記第 1 の面は前記第 2 の面と実質的に同じ長さである、第 2 の面と、

前記第 1 の面に対して直角な第 3 の面と、

前記第 1 の面と前記第 3 の面との間に延在する、第 1 の湾曲面と、

前記第 3 の面と前記第 2 の面との間に延在する、第 2 の湾曲面と、

前記第 2 の面に対して直角な第 4 の面と、

前記第 1 の面と前記第 4 の面との間に延在する、第 3 の湾曲面と、

前記第 4 の面と前記第 2 の面との間に延在する第 4 の湾曲面であって、前記第 3 の面が前記第 4 の面の反対側にある、第 4 の湾曲面と、

前記第 1 の面に対して直角な第 5 の面と、

前記第 5 の面の反対側にある第 6 の面と

を備える、請求項 9 に記載の装置。

【請求項 11】

前記角度がついた突起が前記第 5 の面に配置され、前記ガス注入チャンネルが前記第 6 の面に配置される、請求項 10 に記載の装置。

【請求項 12】

前記角度がついた突起が、

前記突起と前記本体の前記第 5 の面との境界において前記本体の前記第 1 の面に近い側に配置された第 1 ファセットと、

前記突起と前記本体の前記第 5 の面との境界において前記本体の前記第 2 の面に近い側に配置された第 2 ファセットと、

前記ガス注入チャンネルと流体連通している円形の入口と

を備える、請求項 10 に記載の装置。

【請求項 13】

前記第 1 半角が 29 . 5 度から 30 . 5 度 までであり、前記第 2 半角が 31 . 8 度から 32 . 8 度 までである、請求項 8 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は概して、半導体処理ツールに関し、より具体的には、ガス流分配が改善されているリアクタに関する。

【背景技術】

【0002】

関連技術の説明

半導体基板は、集積回路用のデバイス及び微小デバイスの製造を含む、広範な応用のために処理される。基板を処理する方法の 1 つは、処理チャンバの中に載置された基板の上側表面で酸化物層を成長させることを含む。酸化物層は、基板を、放射熱源を用いて加熱しつつ、酸素ガス及び水素ガスに曝露することによって、堆積されうる。酸素ラジカルが、基板の表面にぶつかって、ケイ素基板に層（例えば二酸化ケイ素層）を形成する。

【0003】

急速熱酸化に使用される既存の処理チャンバでは、成長制御が限定的であることにより、処理均一性が乏しくなる。従来的には、反応ガスが基板の水平方向に平行に導入されている間に、回転可能な基板支持体が基板を回転させ、それにより、基板支持体に設置された基板にフィルムが堆積される。既存のガス入口設計では、ガスは、基板に到達し、基板全体に不均一に堆積することになる。既存のガス入口設計が原因で成長制御が限定的になることにより、基板の中心では成長が大きく、基板のエッジでは成長が小さくなる。

【 0 0 0 4 】

したがって、基板全体におけるより均一な成長のための成長制御をもたらす、改良型のガス流分配が必要とされている。

【 発明の概要 】

【 0 0 0 5 】

本開示の実行形態は、熱処理中のガス分配を改善するための装置を提供する。本開示の一実施形態は、基板を熱処理するための装置を提供する。この装置は、本体と、角度が付いた突起と、ガス注入チャンネルとを含む。ガス注入チャンネルは、第 1 半角と第 2 半角とを有する。第 1 半角は第 2 半角とは異なる。

【 0 0 0 6 】

本開示の別の実行形態は、基板を処理するための装置であって、処理空間を画定するチャンバ本体と、処理空間内に配置された基板支持体とを備える、装置を提供する。基板支持体は基板支持面を有する。この装置は、チャンバ本体の入口に連結されたガス源突起と、チャンバ本体の出口に連結された排気アセンブリと、チャンバ本体の側壁に連結された側方ガスアセンブリとを、更に含む。側方ガスアセンブリは、ガス注入チャンネルを含む。ガス注入入口は、第 1 半角と第 2 半角とを含む。第 1 半角は第 2 半角とは異なる。

【 0 0 0 7 】

本開示の上述の特徴を詳しく理解しうるように、上記で簡潔に要約された本開示のより詳細な説明が、実行形態を参照することによって得られる。実行形態の一部は付随する図面に示されている。しかし、本開示は他の等しく有効な実行形態も許容しうるため、付随する図面は、この開示の典型的な実行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。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 8 】

【 図 1 A 】 本開示の実行形態を実践するために使用されうる熱処理チャンバの概略断面図である。

【 図 1 B 】 本開示の一実行形態による、熱処理チャンバの概略的な上面断面図である。

【 図 2 A 】 本開示の一実行形態による、ガスインジェクタの概略的な上面断面図である。

【 図 2 B 】 本開示による、ガスインジェクタの三次元概略図である。

【 図 2 C 】 本開示による、ガスインジェクタの三次元概略図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 0 9 】

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ために同一の参照番号を使用した。一実行形態で開示されている要素は、具体的な記述がなくとも、他の実行形態で有益に利用されうると、想定される。

【 0 0 1 0 】

図 1 A は、本開示の実行形態を実践するために使用されうる熱処理チャンバ 1 0 0 の概略断面図である。熱処理チャンバ 1 0 0 は概して、ランプアセンブリ 1 1 0 と、処理空間 1 3 9 を画定するチャンバアセンブリ 1 3 0 と、処理空間 1 3 9 内に配置される基板支持体 1 3 8 とを含む。処理チャンバ 1 0 0 は、例えば、熱アニール処理、熱洗浄、熱化学気相堆積、熱酸化、及び熱窒化などのプロセスのために基板 1 0 1 を加熱する、制御された熱サイクルを提供することが可能である。

【 0 0 1 1 】

ランプアセンブリ 1 1 0 は、石英ウインドウ 1 1 4 を介して処理空間 1 3 9 に熱を供給するために、基板支持体 1 3 8 よりも上方に位置付けられうる。石英ウインドウ 1 1 4 は、基板 1 0 1 とアセンブリ 1 1 0 との間に配置される。一部の実行形態では、ランプアセンブリ 1 1 0 は、追加的又は代替的に、基板支持体 1 3 8 よりも下方に配置されうる。この開示において、「上方 (a b o v e) 」又は「下方 (b e l o w) 」という語が絶対的な方向を表わすわけではないことに、留意されたい。ランプアセンブリ 1 1 0 は、カスタマイズされた赤外加熱手段を基板支持体 1 3 8 に配置された基板 1 0 1 に提供するための加

10

20

30

40

50

熱源 108 (例えば、複数のタングステンハロゲンランプ)を、収納するよう構成される。複数のタングステンハロゲンランプは、六角形構成に配置されうる。加熱源 108 はコントローラ 107 に接続されてよく、コントローラ 107 は、基板 101 に対して均一な又はカスタマイズされた加熱プロファイルを実現するよう、加熱源 108 のエネルギーレベルを制御しうる。一例では、加熱源 108 は、約 50 / s から約 280 / s の速度で、基板 101 を急速に加熱することが可能である。

【0012】

基板 101 は、摂氏約 550 度から摂氏約 700 度未満までの範囲内の温度に、加熱されうる。加熱源 108 は、基板 101 の、区域に分けられた加熱 (温度チューニング) を提供しうる。温度チューニングは、特定の場所では基板 101 の温度を変化させるが、それ以外の基板温度には影響を与えないよう、実施されうる。ロボットが、基板 101 を移送して処理空間 139 に出し入れするために、スリットバルブ 137 がベースリング 140 に配置されうる。基板 101 は基板支持体 138 に配置されてよく、基板支持体 138 は、垂直に動き、中心軸 123 の周りで回転するよう、構成されうる。ガス入口 131 は、ベースリング 140 の上方に配置されてよく、かつ、処理空間 139 に一又は複数の処理ガスを提供するために、ガス源 135 に接続されうる。ベースリング 140 のガス入口 131 とは反対側に形成された、ガス出口 134 は、排気アセンブリ 124 に適合し、排気アセンブリ 124 は、ポンプシステム 136 と流体連通している。排気アセンブリ 124 は、ガス出口 134 を介して処理空間 139 と流体連通している排気空間 125 を画定する。

【0013】

一実行形態では、一又は複数の側方ポート 122 が、ベースリング 140 の上方の、ガス入口 131 とガス出口 134 との間に形成されうる。側方ポート 122 と、ガス入口 131 と、ガス出口 134 とは、実質的に同じ高さに配置されうる。つまり、側方ポート 122 と、ガス入口 131 と、ガス出口 134 とは、実質的に同じ高さにありうる。下記で詳述するように、側方ポート 122 は、基板 101 のエッジエリア付近でのガス分配均一性を向上させるよう構成された、側方ガス源に接続される。

【0014】

図 1B は、本開示の一実行形態による、熱処理チャンバ 100 の概略的な上面断面図である。図 1B に示しているように、ガス入口 131 とガス出口 134 とは、処理空間 139 の対向する両側部に配置される。ガス入口 131 とガス出口 134 の両方が、基板支持体 138 の直径におおよそ等しい、線幅又は方位幅を有しうる。

【0015】

一実行形態では、ガス源 135 は、複数のガス源 (例えば、第 1 ガス源 141 及び第 2 ガス源 142) を備えてよく、その各々が、処理ガスを提供するよう構成され、注入カートリッジ 149 に接続される。ガスは、第 1 ガス源 141 及び第 2 ガス源 142 から、注入カートリッジ 149 及びガス入口 131 を通って処理空間 139 内へと、流通する。一実行形態では、注入カートリッジ 149 は、内部に形成された狭長チャネル 150 と、狭長チャネル 150 の両端部に形成された 2 つの入口 143、144 とを有する。複数の注入孔 151 が狭長チャネル 150 に沿って分布しており、注入孔 151 は、処理空間 139 に向けて主ガス流 145 を注入するよう構成される。カートリッジ 149 の二入口設計により、処理空間 139 内のガス流均一性が向上する。主ガス流 145 は、30 ~ 50 体積パーセントの水素ガスと、50 ~ 70 体積パーセントの酸素ガスとを含み、かつ、約 20 毎分標準リットル (s l m) から約 50 s l m までの範囲内の流量を有しうる。流量は 300 mm 直径を有する基板 101 に基づき、これにより、約 0.028 s l m / c m² から約 0.071 s l m / c m² までの範囲内の流量が導かれる。

【0016】

主ガス流 145 は、ガス入口 131 からガス出口 134 に向けて、かつポンプ 136 へと、導かれる。ポンプ 136 は、チャンバ 100 の真空源である。一実行形態では、排気アセンブリ 124 の排気空間 125 は、主ガス流 145 に対するチャンバ構造の形状寸法の

影響を低減するために、処理空間 139 を拡張するよう構成される。ポンプ 136 は、処理空間 139 の圧力を制御するためにも使用されうる。例示的な一工程では、処理空間の内部の圧力は、約 1 Torr から約 19 Torr (例えば、約 5 Torr から約 15 Torr まで) に維持される。

【0017】

一実行形態では、ガスインジェクタ 147 は、ガスが、側方ポート 122 を介して、側方ガス流 148 にしたがって処理空間 139 へと流れるように、ベースリング 140 に連結される。ガスインジェクタ 147 は、側方ガス流 148 の流量を制御するよう構成された流量調整デバイス 146 を介して、ガス源 152 と流体連通している。ガス源 152 は、一又は複数のガス源 153、154 を含みうる。一具体例では、ガス源 152 は、側方ポート 122 に向けて水素ラジカルを発生させる、遠隔プラズマ源 (RPS) である。ランプで基板を加熱し、スリットバルブ 137 から処理チャンバ 100 内に水素と酸素を注入する、RadOx (登録商標) プロセスでは、ガスインジェクタ 147 は、処理空間 139 内に水素ラジカルを注入するよう構成される。ガスインジェクタ 147 から導入される水素ラジカルにより、基板 101 のエッジ沿いの反応速度が向上し、酸化物層の厚さ均一性が向上することにつながる。側方ガス流 148 は、約 5 s l m から約 25 s l m までの範囲内の流量を有しうる。300 mm 直径を有する基板では、流量は、約 0.007 s l m / c m² から約 0.035 s l m / c m² までの範囲内となる。側方ガス流 148 の組成及び流量は、厚さ均一性が向上した酸化物層を形成する上で、重要な因子である。

【0018】

図 1 B に示す実行形態では、ガスインジェクタ 147 は、処理空間 139 に向かって広がる、漏斗状の開口を有する構造物である。つまり、側方ポート 122 は、基板 101 に向かって徐々に増大する内径を有する。ガスインジェクタ 147 は、側方ガス流 148 の大部分を、中空の扇形又は中空の扁平円錐形の形状で、基板 101 のエッジに導くよう適合している。基板 101 のエッジとは、基板 101 の端面から 0 mm ~ 15 mm (例えば 10 mm) の幅の、外縁領域のことでありうる。ガスインジェクタ 147 の漏斗型構造が、基板 101 のエッジに向けて側方ガス流 148 の大部分を拡散させることから、基板 101 のガス曝露は、エッジエリアにおいて又はエッジエリア付近で増大する。一実行形態では、ガスインジェクタ 147 の内表面は、基板 101 のエッジに実質的に正接する、又は、基板支持体 138 の基板支持面のエッジに実質的に正接する方向 189 に沿って延在するように、構成される。

【0019】

加えて、基板 101 が反時計回り方向 197 に回転することから、ガスは、基板 101 の上方を流れ、基板 101 のエッジにおけるより大きな成長をもたらすことになる。図 1 B は基板 101 が反時計回り方向に回転することを示しているが、基板 101 は、側方ガス流 148 による利点を損なうことなく、時計回りにも回転しうる。側方ガス流 148 のガス流速、及び、処理空間 139 内のガス流パターンは、側方ガス流 148 の流量、基板 101 の回転スピード、及び、ガスインジェクタ 147 の広がり角度のうちの一又は複数を通じて、調整されうる。側方ガス流 148 の制御態様により、側方ガス流 148 が主ガス流 145 及び基板 101 とどのように反応するかに影響をあたえうる、不均一なガス流が防止される。その結果として、基板のエッジにおける厚さプロファイルが改善される。

【0020】

ガスインジェクタ 147 は、石英、セラミック、アルミニウム、ステンレス鋼、銅などといった任意の好適な材料で作られうる。基板 101 のエッジにおける側方ガス流の効果を更に向上させるために、ガスインジェクタ 147 は、基板 101 のエッジの方を向いた一又は複数のガスチャネルを有するよう構成されうる。図 2 A は、本開示の一実行形態による、ガスインジェクタ 247 の概略的な上面断面図である。

【0021】

図 2 A の実行形態では、ガスインジェクタ 247 は、ガスチャネル 249 が内部に形成されている狭長構造物である。ガスインジェクタ 247 は、本体 230 と突起 205 とを有

10

20

30

40

50

する。突起 205 の形状は三角形でありうる。突起 205 はガス源アセンブリでありうる。一実行形態では、突起 205 は、図 2 B に示すような円形入口 216 を有する角度が付いた開口 246 と、角度が付いた面 202 と、第 1 ファセット 218 と、第 2 ファセット 204 とを含む。一実行形態では、角度が付いた開口 246 は長方形である。一実行形態では、第 1 ファセット 218 は第 2 ファセット 204 に平行である。第 2 ファセット 204 は、第 1 ファセット 218 の長さの 2 倍でありうる。第 2 ファセットは、0.040 ~ 0.048 インチでありうる。

【0022】

一実行形態では、本体 230 はエッジが丸み付けされた長方形である。本体 230 は、第 2 の面 234 の反対側に第 1 の面 232 を有する。一実行形態では、第 1 の面 232 と第 2 の面 234 とは、実質的に同じ長さである。一実行形態では、第 1 の面 232 と第 2 の面 234 とは平行である。本体は、図 2 B に示しているように、第 3 の面 224 と、第 4 の面 222 と、第 5 の面 226 と、第 6 の面 282 とを有する。第 1 ファセット 218 が、角度が付いた面 202 を第 5 の面 226 に接続しうる。第 2 ファセットが、角度が付いた開口 246 を第 5 の面 226 に接続しうる。突起 205 は第 5 の面 226 に接続しうる。角度が付いた開口 246 は、角度がついた面 202 に対して直角でありうる。

【0023】

ガスインジェクタは、長方形、正方形、円形、多角形、六角形、又はその他の任意の好適な形状といった、任意の望ましい断面形状を有する狭長チャネルを含みうる。ガスインジェクタ 247 は、側方ガス流 148 の大部分を、中空の扇形又は中空の扁平円錐形の形状で、基板 101 のエッジに導くよう適合している。ガスチャネル 249 は、2 つの内部表面 279、280 を含む。一実行形態では、内部表面 279、280 は、その各々が、基板 101 のエッジに実質的に正接する、又は、基板支持体 138 の基板支持面のエッジに実質的に正接する方向に沿って延在するように、構成される。内部表面 279、280 は、角度が付いた開口 246 から湾曲面 282 へと延在する。湾曲面 282 は、基板 101 と隣り合い、かつ、突起 205 の反対側にある。

【0024】

側方ポート 122 (図 1 B) を介して側方ガス流 248 を処理空間 139 (図 1 B) に提供するために、ガスチャネル 249 には角度が付けられる。側方ガス流 248 は、処理されている基板 101 のエッジプロファイルを調整する流路に沿って流れる。有利には、また驚くべきことに、側方ガス流 248 のガス流パターンが不均一な横方向の広がりを持つように、ガスチャネル 249 の半角を変動させることで、基板 101 に堆積された材料の、より均一な厚さプロファイルが生成される。ゆえに、ガスチャネル 249 は、2 つの異なる半角 250a 及び 250b を有する。一方の半角 250a、250b が 29.5 度から 30.5 度でありうる一方、他方の半角 250a、250b は、31.8 度から 32.8 度でありうる。半角 250a 及び 250b は、基板 101 の中心軸線 210 とガスチャネル 249 の中心交点 220 とを使用して測定される角度である。中心軸線 210 は、基板 101 の中心からガスチャネル 249 の開口へと延在する線である。中心軸線 210 は、第 1 の面 232 に平行である。一実行形態では、中心軸線 210 は、第 1 の面 232 に平行に、点 212 を通って延在する線である。点 212 は、角度が付いた開口 246 の内側エッジに位置している。角度が付いた開口 246 は、(図 2 B に示しているような) 円形の入口 216 を有する。円形の入口 216 は、拡張された内部空間 214 につながっている。一実行形態では、拡張された内部空間 214 は長方形である。一実行形態では、点 212 は、角度が付いた開口 246 と内部空間 214 との交点にある。一実行形態では、拡張された内装空間 214 は、入口チャネル 249 と連通している。中心交点 220 は、ガスチャネルの開口の中点である。中心交点 220 は、第 5 の面 226 に平行であり、かつ、第 1 ファセット 218 と角度が付いた面 202 とが接続する点と交差する線によって、画定される。

【0025】

ガスインジェクタ 247 は、ガス源 152 に接続されている、角度が付いたガス源突起 2

10

20

30

40

50

05を有する。一実行形態では、角度が付いたガス源突起205の形状は三角形である。一実行形態では、角度がついたガス源突起205の開口は、約137度から141度の角度242に配置される。一実行形態では、ガスチャネル249は、ガス又はラジカルのがスが、ガスチャネル249から出た後に、基板101のエッジに実質的に正接する、又は、基板支持体138の基板支持面のエッジに実質的に正接する方向に流れるように、構成される。ガスチャネル249の角度は、側方ガス流248が基板101（又は基板支持体138）の中心に向かって流れ、基板101（又は基板支持体138）の外縁に近接し、又は、基板101（又は基板支持体138）の任意の望ましい場所に空間的に分配されるように調整されうると、想定される。

【0026】

側方ガス流248（ガス又はラジカルのがスのいずれであっても）が、基板101のエッジ（又は、基板支持体138の基板支持面のエッジ）に正接又は近接する方向に流れるか否かにかかわらず、ガス又はラジカルのがスは、基板101のエッジ沿いの反応速度を著しく加速させる。ランプで基板を加熱し、スリットバルブ137から処理チャンバ100内に水素と酸素を注入する、RadOx（登録商標）プロセスでは、ガスインジェクタ247は、種々の角度で、基板101に側方ガス流248を提供するよう構成される。驚くべきことに、不均一な半角を有するガスチャネル249を通じて、側方ガスを基板のエッジ又はエッジ付近に提供することにより、基板101のエッジ沿いの厚さ均一性が向上した酸化物層がもたらされる。

【0027】

例示的な一実行形態では、ガスインジェクタ247は、処理チャンバ100のガス注入側（例えばスリットバルブ137）の方を向いたガスチャネル249を有するよう、構成される。つまり、ガスチャネル249は、処理チャンバのガス注入側に向かう方向に沿って、延在する。この様態では、ガスの大部分が、側方ガス流248にしたがって処理チャンバ100のガス注入側に向かって流れ、基板101（又は、基板支持体138の基板支持面）のエッジにおいて又はかかるエッジ付近で、注入カートリッジ149（図1B）から出て来る処理ガス（複数可）と反応する。

【0028】

図2B及び図2Cは、本開示による、ガスインジェクタ247の三次元概略図である。ガスインジェクタ247は、ガス又はラジカルのがスの大部分が、側方ガス流にしたがって、処理空間100のガス注入側（例えばスリットバルブ137）と、処理チャンバ100のガス排気側（例えばポンプシステム136）のそれぞれに向かって流れるように導くよう、機能する。追加的又は代替的には、ガスチャネル249は、側方ガス流248が基板101のエッジ（又は、基板支持体138の基板支持面のエッジ）に正接する方向、又は近接する方向に流れるように、構成されうる。

【0029】

ガスインジェクタ247は、面226、232、234、282、224、及び222を含む。第1の面232は、第2の面234の反対側にある。一実行形態では、第1の面232は、第2の側234に平行であり、かつ、第2の側234と実質的に同じ長さである。第1の湾曲面236が、第1の面232と第3の面224との間に配置される。第3の面224は、第1の面232に対して直角に配置される。第2の湾曲面240が、第2の面234と第3の面224との間に配置される。第3の湾曲面238が、第1の面232と第4の面222との間に配置される。第4の面222は、第1の面232に対して直角である。第4の湾曲面228が、第2の面234と第4の面222との間に配置される。第3の面224は、第4の面222の反対側にある。第5の面226が、第6の面282の反対側にある。一実行形態では、第6の面282は湾曲している。第6の面282の曲率半径は約8～約9インチでありうる。第3の面224は、角度がついたガス源突起205と同じ平面にある。ガスチャネル249が、基板101に面して、第6の面282に配置される。有利には、第1の面232及び第2の面234は、第4の面222に対して実質的に直角であり、チャンバ100におけるより密着性の高い密封を可能にする。一実行

10

20

30

40

50

形態は、オプションで、図 2 C で視認できるようなファセット 2 0 4、2 1 8 を含みうる。一実行形態では、角度がついたガス源突起 2 0 5 は、ファセット 2 0 4、2 1 8 を介して第 5 の面 2 2 6 に接続される。一実行形態では、角度がついた面 2 0 2 及び角度がついた開口 2 4 6 は、第 5 の面 2 2 6 に直接接続される。第 6 の面の湾曲は、有利には、ガスのより均一な弁別を促進し、基板 1 0 1 に向かって流れるガスは、基板 1 0 1 の湾曲に沿うことによって、乱れが少なくなる。

【 0 0 3 0 】

この出願では熱処理チャンバについて記述しているが、本開示の実行形態は、均一なガス流が求められる任意の処理チャンバで使用されうる。

【 0 0 3 1 】

本開示の利点は、基板のエッジに向かってガスを導いて、基板全体における（すなわち中心からエッジまでの）成長均一性を制御するために、処理チャンバ内で改良型の側方ガスアセンブリを使用することを含む。側方ガスアセンブリは、処理チャンバのガス注入側（例えばスリットバルブ）、及び／又は、処理チャンバのガス排気側（例えばポンプポンプ）の方を向くよう構成された、角度がついたガス入口を有する。とりわけ、驚くべきことに、Rad O x（登録商標）プロセスにおいて、不均一な半角を有するガスチャネルを通してガスを導くことで、基板のエッジにおける又は基板のエッジ付近での反応が著しく増大し、それにより、基板のエッジ沿いの厚さ均一性の向上、並びに、基板の全体的な厚さ均一性の向上が、もたらされることが確認された。

【 0 0 3 2 】

以上の記述は本開示の実行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のない、本開示の他の実行形態及び更なる実行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。

【符号の説明】

【 0 0 3 3 】

- 1 0 0 チャンバ
- 1 0 1 基板
- 1 0 7 コントローラ
- 1 0 8 加熱源
- 1 1 0 ランプアセンブリ
- 1 1 4 石英ウインドウ
- 1 2 2 側方ポート
- 1 2 3 中心軸
- 1 2 4 排気アセンブリ
- 1 2 5 排気空間
- 1 3 0 チャンバアセンブリ
- 1 3 1 ガス入口
- 1 3 4 ガス出口
- 1 3 5 ガス源
- 1 3 6 ポンプシステム
- 1 3 7 スリットバルブ
- 1 3 8 基板支持体
- 1 3 9 処理空間
- 1 4 0 ベースリング
- 1 4 1 第 1 ガス源
- 1 4 2 第 2 ガス源
- 1 4 3 2 つの入口
- 1 4 4 2 つの入口
- 1 4 5 主ガス流
- 1 4 6 流量調整デバイス

10

20

30

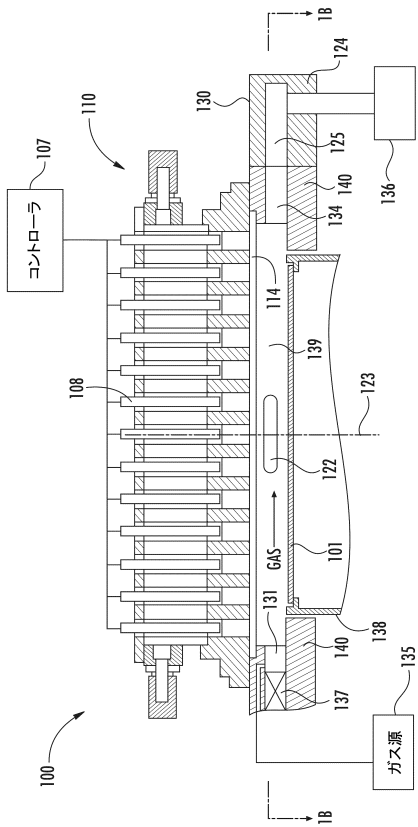
40

50

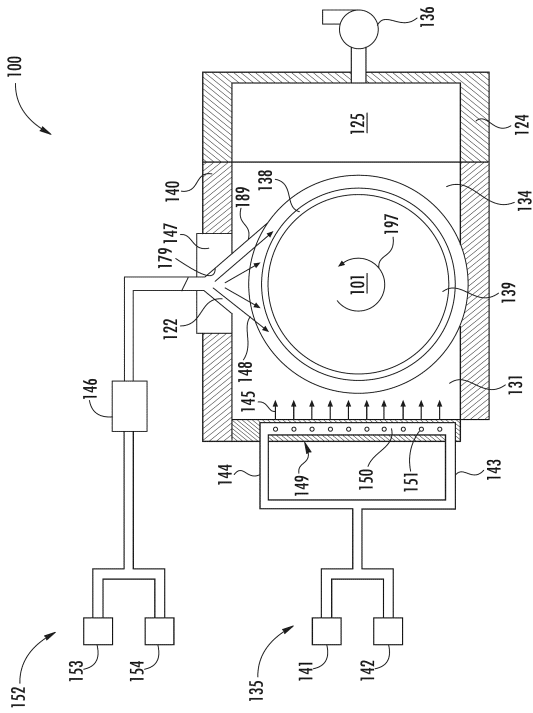
1 4 7	ガスインジェクタ	
1 4 8	側方ガス流	
1 4 9	カートリッジ	
1 5 0	狭長チャネル	
1 5 1	注入孔	
1 5 2	ガス源	
1 5 3	ガス源	
1 5 4	ガス源	
1 7 9	内表面	
1 8 9	方向	10
1 9 7	反時計回り方向	
2 0 2	<u>角度が付いた面</u>	
2 0 4	第 2 ファセット	
2 0 5	突起	
2 1 0	中心軸線	
2 1 2	点	
2 1 4	内部空間	
2 1 6	円形の入口	
2 1 8	第 1 ファセット	
2 2 0	中心交点	20
2 2 6	第 5 の面	
2 2 8	第 4 の湾曲面	
2 3 0	本体	
2 3 2	面	
2 3 4	面	
2 3 6	第 1 の湾曲面	
2 3 8	第 3 の湾曲面	
2 4 0	第 2 の湾曲面	
2 4 2	角度	
2 4 6	角度が付いたガス源アセンブリ	30
2 4 7	ガスインジェクタ	
2 4 8	側方ガス流	
2 4 9	入口チャネル	
2 5 0 a	一方の半角	
2 5 0 b	他方の半角	
2 7 9	内部表面	
2 8 0	内部表面	
2 8 2	湾曲面	

【図面】

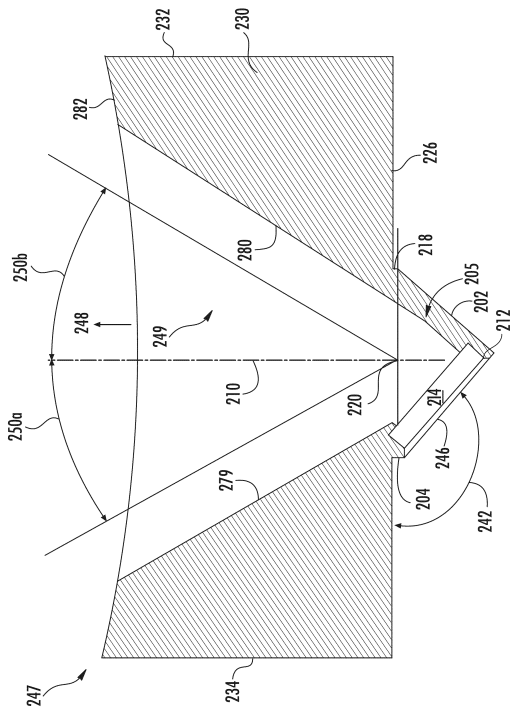
【図 1 A】



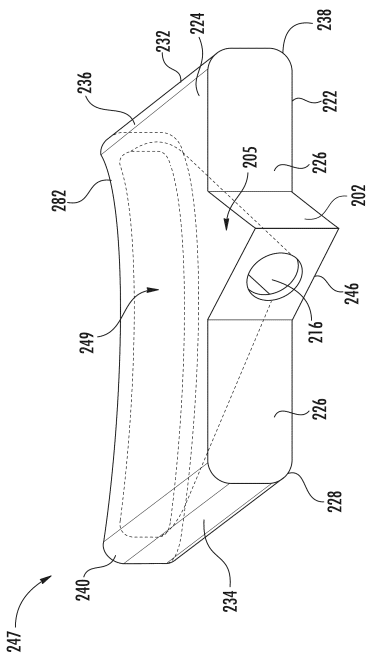
【図 1 B】



【図 2 A】



【図 2 B】



10

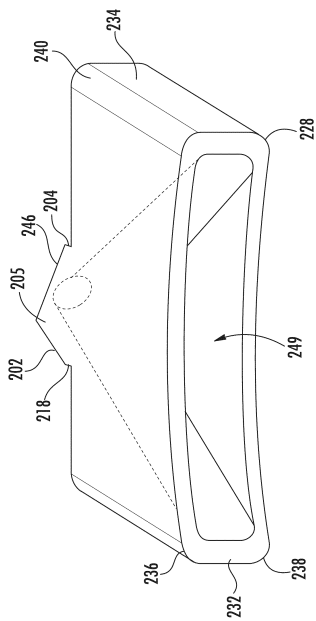
20

30

40

50

【図2C】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

審査官 長谷川 直也

- (56)参考文献 特開 2 0 1 2 - 0 8 9 8 6 3 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 5 / 0 0 9 9 0 6 5 (U S , A 1)
特開 2 0 1 4 - 1 2 7 6 6 7 (J P , A)
特表 2 0 1 5 - 5 3 4 2 8 3 (J P , A)
特表 2 0 1 1 - 5 0 8 4 3 5 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 3 5 3 6 6 5 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 1 1 8 7 9 9 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 4 / 0 2 7 3 5 1 8 (U S , A 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)
H 0 1 L 2 1 / 3 1
C 2 3 C 1 6 / 4 5 5