

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5073097号  
(P5073097)

(45) 発行日 平成24年11月14日(2012.11.14)

(24) 登録日 平成24年8月31日(2012.8.31)

(51) Int.Cl.	F 1
C 23 C 16/509 (2006.01)	C 23 C 16/509
H 05 H 1/46 (2006.01)	H 05 H 1/46
H 01 L 21/205 (2006.01)	H 01 L 21/205
H 01 L 21/3065 (2006.01)	H 01 L 21/302 1 O 1 B

請求項の数 16 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2011-507519 (P2011-507519)
(86) (22) 出願日	平成21年4月6日(2009.4.6)
(65) 公表番号	特表2011-518959 (P2011-518959A)
(43) 公表日	平成23年6月30日(2011.6.30)
(86) 國際出願番号	PCT/US2009/039674
(87) 國際公開番号	W02009/134588
(87) 國際公開日	平成21年11月5日(2009.11.5)
審査請求日	平成24年4月6日(2012.4.6)
(31) 優先権主張番号	12/110,879
(32) 優先日	平成20年4月28日(2008.4.28)
(33) 優先権主張国	米国(US)

早期審査対象出願

(73) 特許権者	390040660 アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド A P P L I E D M A T E R I A L S, I N C O R P O R A T E D アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95 054 サンタ クララ バウアーズ ア ベニュー 3050
(74) 代理人	100109726 弁理士 園田 吉隆
(74) 代理人	100101199 弁理士 小林 義教

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電極アセンブリ、基板を処理するための装置および基板を処理するための方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基板を処理するための電極アセンブリであって、  
処理中に前記基板に面するように構成された非平面状の表面を有する導電性フェースプレートを備え、電極を有する基板支持体に前記非平面状の表面が対向するように、前記導電性フェースプレートが配置され、前記導電性フェースプレートおよび前記基板支持体が、プラズマ体積を形成し、RF電源が、前記導電性フェースプレートと前記電極との間に付加され、前記非平面状の表面が、前記基板の縁部領域近くの電場の密度を低減させるように構成されており、前記導電性フェースプレートの前記非平面状の表面が、

前記基板の中央部分に対応する内側平面部分と、前記内側平面部分の外側の、前記基板の前記縁部領域に対応する凹所と、前記凹所の外側の外側平面部分と

を備え、前記凹所が、前記内側平面部分および前記外側平面部分に角がなく滑らかに接続されており、前記凹所が内側斜面および外側斜面から形成され、前記内側斜面が前記内側平面部分から外向きに始まり、前記外側斜面が前記外側平面部分から内向きに始まり、前記内側斜面および前記外側斜面が前記凹所の底部で交わり、前記凹所が、前記導電性フェースプレートの中央から約130mmから約140mmの半径の位置で約0.5mmから約2mmの最大深さを有し、前記内側斜面が約80mmから約100mmの半径位置で開始し、前記外側斜面が約140mmから約145mmの半径位置で開始する、電極アセンブリ。

10

20

## 【請求項 2】

前記非平面状の表面の反対側で前記導電性フェースプレートに結合されたガス分配プレートをさらに備え、前記ガス分配プレートおよび前記導電性フェースプレートが縁部領域で封止しながら接続され、前記ガス分配プレートと前記導電性フェースプレートとの間に内部体積が形成され、前記内部体積と流体的に連通している複数のガス分配孔を前記導電性フェースプレートが有する、請求項 1 に記載の電極アセンブリ。

## 【請求項 3】

前記ガス分配プレートが、  
処理ガスを受けるように構成された吸気ポートを有するガスボックスと、  
前記ガスボックスに取り付けられ、前記導電性フェースプレートに面する障害物プレートと  
を備え、前記吸気ポートと前記内部体積との間に流体的な連通を与えるように構成された複数の貫通孔を前記障害物プレートが有する、請求項 2 に記載の電極アセンブリ。

## 【請求項 4】

前記非平面状の表面が、局所電場の密度を低減させるように構成された凹状部分を備える、請求項 1 に記載の電極アセンブリ。

## 【請求項 5】

基板を処理するための装置であって、  
側壁を有するチャンバ本体と、  
前記チャンバ本体内に配置され、前記基板を支持するように構成された基板支持体であって、電極を備える基板支持体と、  
前記チャンバ本体の前記側壁に配置された蓋アセンブリであって、前記基板支持体と共にプラズマ体積を画定し、前記基板支持体に面した非平面状の表面を有する導電性フェースプレートを備える蓋アセンブリと、  
前記導電性フェースプレートまたは前記電極に結合され、前記プラズマ体積内にプラズマを発生させるように構成された R F 電源と  
を備え、前記非平面状の表面が、前記基板の縁部領域近くの電場の密度を低減させるように構成されており、前記導電性フェースプレートの前記非平面状の表面が、

前記基板の中央部分に対応する内側平面部分と、

前記内側平面部分の外側の、前記基板の前記縁部領域に対応する凹所と、

前記凹所の外側の外側平面部分と

を備え、前記凹所が、前記内側平面部分および前記外側平面部分に角がなく滑らかに接続されており、前記凹所が内側斜面および外側斜面から形成され、前記内側斜面が前記内側平面部分から外向きに始まり、前記外側斜面が前記外側平面部分から内向きに始まり、前記内側斜面および前記外側斜面が前記凹所の底部で交わり、前記凹所が、前記導電性フェースプレートの中央から約 130 mm から約 140 mm の半径の位置で約 0.5 mm から約 2 mm の最大深さを有し、前記内側斜面が約 80 mm から約 100 mm の半径位置で開始し、前記外側斜面が約 140 mm から約 145 mm の半径位置で開始する、装置。

## 【請求項 6】

前記凹所が円形で、凹所の半径と前記基板の半径との比が、約 13 : 15 から約 14 : 15 の間にある、請求項 5 に記載の装置。

## 【請求項 7】

前記蓋アセンブリが、前記非平面状の表面の反対側で前記導電性フェースプレートに結合したガス分配プレートをさらに備え、前記ガス分配プレートおよび前記導電性フェースプレートが縁部領域で封止しながら接続され、前記ガス分配プレートと前記導電性フェースプレートとの間に内部体積が形成され、前記内部体積が、前記導電性フェースプレートの複数のガス分配孔を通して前記プラズマ体積と流体的に連通している、請求項 5 に記載の装置。

## 【請求項 8】

基板を処理するための方法であって、

10

20

30

40

50

処理チャンバ内に配置された基板支持体上に前記基板を位置決めするステップであって、前記基板支持体が電極を有する、位置決めステップと、

前記処理チャンバに処理ガスを供給するステップと、

前記基板支持体の前記電極と前記基板の上に配置された導電性フェースプレートとの間にR F電力を印加することによって前記処理ガスのプラズマを発生させるステップとを含み、前記導電性フェースプレートが、前記基板の縁部領域近くの電場の密度を低減させるように構成された非平面状の表面を有し、前記導電性フェースプレートの前記非平面状の表面が、

前記基板の中央部分に対応する内側平面部分と、

前記内側平面部分の外側の、前記基板の前記縁部領域に対応する凹所と、

前記凹所の外側の外側平面部分と

を備え、前記凹所が、前記内側平面部分および前記外側平面部分に角がなく滑らかに接続されており、前記凹所が内側斜面および外側斜面から形成され、前記内側斜面が前記内側平面部分から外向きに始まり、前記外側斜面が前記外側平面部分から内向きに始まり、前記内側斜面および前記外側斜面が前記凹所の底部で交わり、前記凹所が、前記導電性フェースプレートの中央から約130mmから約140mmの半径の位置で約0.5mmから約2mmの最大深さを有し、前記内側斜面が約80mmから約100mmの半径位置で開始し、前記外側斜面が約140mmから約145mmの半径位置で開始する、方法。

【請求項9】

前記非平面状の表面が、前記基板の縁部部分に対応する凹所を備える、請求項8に記載の方法。

【請求項10】

前記プラズマを発生させるステップが、局所プラズマ密度を低減させるために導電性フェースプレート上の凹状部分を使用することを含む、請求項8に記載の方法。

【請求項11】

前記導電性フェースプレートが、当該プレートを通って形成された複数のガス分配孔を有する、請求項1に記載の電極アセンブリ。

【請求項12】

前記非平面状の表面が、局所電場の密度を増大させるように構成された凸状部分を備える、請求項1に記載の電極アセンブリ。

【請求項13】

前記導電性フェースプレートが、当該プレートを通って形成され、且つ前記プラズマ体積へ処理ガスを分配するように構成された、複数のガス分配孔を有する、請求項4に記載の電極アセンブリ。

【請求項14】

前記ガス分配プレートが、

処理ガスを受けるように構成された吸気ポートを有するガスボックスと、

前記ガスボックスに取り付けられ、前記導電性フェースプレートに面する障害物プレートとを備え、前記吸気ポートと前記内部体積との間に流体的な連通を与えるように構成された複数の貫通孔を前記障害物プレートが有する、請求項7に記載の装置。

【請求項15】

前記プラズマを発生させるステップが、局所プラズマ密度を増大させるために凸状部分を有する導電性フェースプレートを使用することを含む、請求項8に記載の方法。

【請求項16】

前記処理ガスを供給するステップが、前記導電性フェースプレートを通って形成された複数のガス分配孔から処理ガスを流すことを含む、請求項8に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、一般に、半導体基板を処理するように構成されたプラズマ処理チャンバに関する。詳細には、本発明の実施形態は、非平面状の頂部表面を有する電極を備えたプラズマチャンバに関する。

【背景技術】

【0002】

プラズマ環境下で基板を処理するときには、プラズマ強度の均一性が処理の均一性に影響を及ぼすことになる。例えば、無定形炭素など先端パターニング膜 ( advanced patterning film ) ( APF ) を堆積するためのプラズマ増強化学気相堆積 ( plasma enhanced chemical vapor deposition ) ( PECD ) プロセス中で、基板内厚さは、主にプラズマ強度均一性で決まる。プラズマ強度が高い基板上に材料がより多く堆積し、プラズマ強度が低い基板上に材料がより少なく堆積する。同様に、エッティングプロセスでは、高プラズマ強度領域に対応する基板から材料がより多く除去されたり、エッティングされたりすることが起こり得る。

10

【0003】

したがって、プラズマプロセス中の不均一性により、デバイス性能が大幅に低下し、無駄が生じ得る。というのは、堆積された層またはエッティングされた部分が、プラズマ強度の不均一性により、基板全体にわたっては均一でないからである。

【0004】

半導体デバイスがより複雑になり続けるにつれて、優れたプロセス均一性がますます重要になってきた。均一性は、フィーチャ規模 ( < 1 ミクロン ) およびウェーハ規模 ( 300 mm ) の両方で重要である。不均一性は、様々な理由から生じる。例えば、フィーチャプロファイル内およびウェーハ全体での、エッティング種やパシベーション種など処理ガスの異なる成分の濃度の変動、イオン衝撃フラックスおよびエネルギーの変動、ならびに温度の変動がその理由である。

20

【0005】

観測される不均一性の1つは、PECDチャンバ内のエッジ効果である。エッジ効果とは、基板の縁部から約15ミリメートル離れた領域での、より強いプラズマのことを指す。エッジ効果は、APF堆積後の基板の縁部近くの小丘領域で観察し得る。

【0006】

図1Aは、エッジ効果の影響を受けやすい従来のプラズマ反応装置100を概念的に示す。プラズマ反応装置100は、基板支持体102を覆って配置された上部電極101を備える。基板支持体102は、処理中、基板105が上部電極101に面し、その上で基板105を支持するように構成される。上部電極101は、基板支持体102と上部電極101との間のプロセス体積へ処理ガスを均等に分配するように構成されたシャワーヘッドであり得る。下部電極103は、基板105の下方に配置され、通常、基板支持体102内に埋め込まれる。上部電極101と基板支持体102との間に容量誘起プラズマを発生させるために、上部電極101と下部電極103との間にRF電源104を付加し得る。

30

【0007】

プラズマ反応装置100中のプラズマ強度は、一般に、処理ガスの濃度および上部電極101と下部電極103との間の電場106の密度に関係する。上部電極101と下部電極103との間の大きさの違いおよび鋭い角により、縁部領域近くの電場106が増大し、したがって、縁部近くのプラズマ強度が増大することになり得る。

40

【0008】

図1Bは、膜107がその上に堆積された基板105の部分断面図を概略的に示す。エッジ効果の結果として、基板105の縁部近くに小丘108が観察される。

【0009】

他の不均一性もまた、チャンバ構造および/または作業パラメータによりプラズマ処理中に存在する。

【発明の概要】

50

## 【0010】

したがって、均一性を向上させた状態で半導体基板を処理するための装置および方法が必要である。

## 【0011】

本発明の実施形態は、一般に、プラズマ反応装置内のプラズマ強度を調節するための装置および方法に関する。詳細には、本発明の実施形態は、プラズマ強度を調節するように構成された非平面状の頂部表面を有する電極を備えたプラズマチャンバに関する。

## 【0012】

本発明の一実施形態は、基板を処理するための電極アセンブリを提供する。電極アセンブリは、処理中に基板に面するように構成された非平面状の表面を有する導電性フェースプレートを備え、電極を有する基板支持体に非平面状の表面が対向するように、導電性フェースプレートは配置され、導電性フェースプレートおよび基板支持体は、プラズマ体積を形成し、RF電源が、導電性フェースプレートと電極との間に付加され、非平面状の表面は、導電性プレートと電極との間の距離を変えることにより、導電性プレートと電極との間の電場を調節するように構成される。

10

## 【0013】

本発明の別の実施形態は、基板を処理するための装置を提供する。その装置は、側壁を有するチャンバ本体と、チャンバ本体内に配置され、基板を支持するように構成された基板支持体であって、基板支持体が電極を備える基板支持体と、チャンバ本体の側壁に配置された蓋アセンブリであって、蓋アセンブリおよび基板支持体がプラズマ体積を画定し、基板支持体に面した非平面状の表面を有する導電性フェースプレートを蓋アセンブリが備え、導電性プレートと電極との間の距離を変えることによって、導電性プレートと電極との間の電場を調節するように、非平面状の表面が構成された蓋アセンブリと、導電性フェースプレートまたは電極の1つに結合され、プラズマ体積内にプラズマを発生させるように構成されたRF電源とを備える。

20

## 【0014】

本発明のさらに別の実施形態は、基板を処理するための方法を提供する。その方法は、処理チャンバ内に配置された基板支持体上に基板を位置決めすることであって、基板支持体が電極を有する、位置決めすることと、処理チャンバに処理ガスを供給することと、基板支持体の電極と、基板の上に配置された導電性フェースプレートとの間にRF電力を印加することによって処理ガスのプラズマを発生させることであって、局所プラズマ密度を調節するように構成された非平面状の表面を導電性フェースプレートが有して、発生させることとを含む。

30

## 【0015】

上記で本発明の特徴を説明した仕方が詳細に理解できるように、本発明を、上記では簡単に要約したが、実施形態を参照して、より具体的に説明し得よう。ここで、それらの実施形態のいくつかは添付の図面に示されている。しかし、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、本発明では他の同様に有効な実施形態も認め得るので、添付の図面は、本発明の範囲を限定するもの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】

## 【0016】

【図1A】エッジ効果の影響を受けやすい従来のプラズマ反応装置の概略図である。

【図1B】膜がエッジ効果の影響を受けて堆積された基板の概略部分断面図である。

【図2】本発明の一実施形態によるプラズマ反応装置の概略側断面図である。

【図3】本発明の一実施形態によるプラズマチャンバの概略側断面図である。

【図4】本発明の一実施形態による電極の概略部分側断面図である。

【図5】本発明の一実施形態による処理結果を示す概略図表である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0017】

50

理解を容易にするために、複数の図に共通である同一要素を指すため、可能なところでは、同一参照番号が使われている。ある実施形態に開示された要素は、具体的記述がなくても、他の実施形態にも有益に利用できることが意図されている。

【0018】

本発明の実施形態は、一般に、プラズマ反応装置内のプラズマ強度を調節するための装置および方法に関する。詳細には、本発明の実施形態は、プラズマ強度を調節するよう構成された非平面状の頂部表面を有する電極を備えたプラズマチャンバに関する。

【0019】

一実施形態では、電極の非平面状の頂部表面は、電極と第2の電極との間の電場を、両電極間の距離を変えることによって調節するよう構成される。一実施形態では、基板の縁部領域近くのプラズマ強度を低減させるために、縁部領域に対応してフェースプレート上に凹所が形成される。

10

【0020】

図2は、本発明の一実施形態によるプラズマ反応装置200の概略側断面図である。プラズマ反応装置200は、基板支持体202を覆って配置された電極アセンブリ201を備える。基板支持体202および電極アセンブリ201は、一般に、真空チャンバ213内に配置される。基板支持体202および電極アセンブリ201は、実質的に平行であり、それらの間にプラズマ体積206を画定する。

20

【0021】

基板支持体202は、その上で基板205を支持し、プラズマ体積206内で基板205を位置決めするよう構成される。第2の電極203がプラズマ体積206の下方に配置され、電極アセンブリ201と反応することにより、プラズマ体積206内で電場を印加するよう構成される。一実施形態では、第2の電極203は、基板支持体202内に埋め込まれる。

20

【0022】

プラズマ反応装置200は、プラズマ体積206内に容量誘起プラズマを発生させるよう構成されたRF電源204をさらに備える。一実施形態では、RF電源204は、電極アセンブリ201に付加され得、第2の電極203は接地される。別の実施形態(図示せず)では、RF電源204は、第2の電極203に付加され得、電極アセンブリ201は接地される。

30

【0023】

電極アセンブリ201は、プラズマ体積206に面した頂部表面208を有する導電性フェースプレート212を備え得る。一実施形態では、頂部表面208は、基板205と導電性フェースプレート212との間の間隔207がプラズマ体積206にわたって変動するよう、非平面状である。間隔207は、プラズマ体積206内のプラズマ強度を調節するようにその変動を構成する。

【0024】

一実施形態では、頂部表面208は、凹状部分近くの局所プラズマ強度を低減させるよう構成された1つまたは複数の凹状部分を備え得る。別の実施形態では、頂部表面208は、凸状部分近くの局所プラズマ強度を増大させるよう構成された1つまたは複数の凸状部分を備え得る。別の実施形態では、頂部表面208は、プラズマ体積206にわたって所望のプラズマ強度プロファイルを得るために、凹状部分および凸状部分を備え得る。

40

【0025】

一実施形態では、導電性フェースプレート212の頂部表面208は、凹状部分、凸状部分、および/または平面部分が滑らかにつながり合った非平面状であり得る。

【0026】

一実施形態では、頂部表面208は、プラズマ体積206の中央部分に対応する内側平面部分210、内側平面部分210から外側に形成された凹所209、および凹所209から外側に形成された外側平面部分211を備え得る。一実施形態では、凹所209は、

50

エッジ効果を低減させるために、基板 205 の縁部領域に対応する領域に形成し得る。内側平面部分 210、凹所 209、および外側平面部分 211 は、火花の発生を避けるために、丸い隅部を経て接続され得る。

【0027】

一実施形態では、凹所 209 は、外側斜面 209a および内側斜面 209b によって形成し得る。外側斜面 209a は、外側平面部分 211 から始まり、内側に延在する。内側斜面 209b は、内側平面部分 210 から始まり、外側に延在する。内側斜面 209b および外側斜面 209a は、滑らかにつながり合う。

【0028】

凹所 209 は、基板 206 の形に応じて円形または矩形であり得る。一実施形態では、10 プラズマ反応装置 200 は、約 150 mm の半径を有する円形基板を処理するように構成し得る。凹所 209 は、約 0.5 mm から約 2 mm の深さを有し得る。凹所 209 は、約 130 mm から約 140 mm の半径を有する円であり得る。内側斜面 209b は、凹所 209 と同心の円から始まり、約 80 mm から約 100 mm の半径を有し得る。外側斜面 209a は、凹所 209 と同心の円から始まり、約 140 mm から約 145 mm の半径を有し得る。

【0029】

一実施形態では、導電性フェースプレート 212 は、その中に形成された複数のガス分配孔を有し、プラズマ体積 206 へ処理ガスを分配するように構成し得る。

【0030】

図 3 は、本発明の一実施形態によるプラズマ反応装置 300 の概略側断面図である。プラズマ反応装置 300 は、基板 304 をその中で処理するように構成された処理チャンバ 302 を備える。20

【0031】

処理チャンバ 302 は、チャンバ側壁 328、チャンバ底部 327、および蓋アセンブリ 329 を備える。一実施形態では、蓋アセンブリ 329 は、押さえ (hedges) によってチャンバ側壁 328 に接続され得る。チャンバ側壁 328、チャンバ底部 327、および蓋アセンブリ 329 は、処理体積 318 を画定する。

【0032】

基板支持体 306 は、処理体積 318 内に配置され、処理中に基板 304 を支持するように構成される。基板支持体 306 は、処理中に上下に動いたり、回転したりし得る。一実施形態では、基板支持体 306 は、処理中に基板 304 を能動的に保持する従来の静電チャックであり得る。30

【0033】

基板支持体 306 は、その上で基板 304 を支持するように構成された支持表面 365 を有する。一実施形態では、基板支持体 306 は、支持表面 365 の外側に形成され、縁部リング 367 を保持するように構成された凹所 373 も有する。縁部リング 367 は、基板 304 の縁部領域を覆い、基板 304 の面取り縁部への堆積を完全に防ぐように構成される。

【0034】

一実施形態では、基板支持体 306 は、支持表面 365 の下方に配置された電極 363 を備える。電極 363 は、基板 304 と大きさおよび形が実質的に類似している。一実施形態では、基板 304 は、整合回路 364 を介して接地し得る。40

【0035】

一実施形態では、基板支持体 306 は、所望の温度に基板支持体 306 を冷却および加熱するように構成された温度制御装置 361 により温度制御し得る。温度制御装置 361 は、埋込抵抗加熱素子 360 または、熱交換器に結合された流体冷却チャネルなど従来の手段を使用し得る。

【0036】

蓋アセンブリ 329 は、チャンバ側壁 328 上に封止しながら配置された蓋本体 341 50

を一般に備える。蓋アセンブリ 329 は、互いに封止しながら結合されて、ガス分配プレート 344 に結合されたフェースプレート 343 をさらに備える。フェースプレート 343 は、蓋本体 341 の開口 341a 内に配置される。一実施形態では、フェースプレート 343 を蓋本体 341 およびチャンバ側壁 328 から電子的に絶縁するために、フェースプレート 343 と蓋本体 341 との間に絶縁体 342 を配置し得る。

【0037】

一実施形態では、フェースプレート 343 は、前プレート 351、側壁 352、およびフランジ 353 を備える。フランジ 353 は、フェースプレート 343 が開口 341a 内に位置することを可能にする。蓋アセンブリ 329 が閉じられているとき、前プレート 351 は、基板支持体 306 の支持表面 365 に実質的に平行に位置決めされる。

10

【0038】

フェースプレート 343 は、一般に導電性材料から形成され、前プレート 351 は、電極 363 に対向する電極であるように構成される。一実施形態では、フェースプレート 343 は、整合回路 357 を介して RF 電源 358 に接続され得る。RF 電力がフェースプレート 343 に印加されたとき、処理体積 318 内でフェースプレート 343 と基板支持体 306 との間にプラズマが発生し得る。

【0039】

一実施形態では、基板 304 とフェースプレート 343 の間の間隔 312 が基板 304 全体にわたって変動するように、フェースプレート 343 は、非平面状の頂部表面 356 を有し得る。間隔 312 は、処理体積 318 内のプラズマ強度を調節するように、その変動を構成する。

20

【0040】

一実施形態では、頂部表面 356 は、凹状部分近くの局部プラズマ強度を低減させるように構成された 1 つまたは複数の凹状部分を備え得る。別の一実施形態では、頂部表面 356 は、凸状部分近くの局部プラズマ強度を増大させるように構成された 1 つまたは複数の凸状部分を備え得る。別の一実施形態では、頂部表面 356 は、処理体積 318 にわたって所望のプラズマ強度プロファイルを得るために、凹状部分および凸状部分を備え得る。

【0041】

一実施形態では、頂部表面 356 は、図 2 の導電性フェースプレート 212 の頂部表面 208 に類似し得る。一実施形態では、頂部表面 356 は、凹状領域、凸状領域、平面部分領域または、滑らかにつながり合ったそれらの組合せの部分を備え得る。

30

【0042】

図 4 は、フェースプレート 343 の概略部分側断面図である。一実施形態では、図 4 に示すように、頂部表面 356 は、基板 304 の中央部分に対応する内側平面部分 372、内側平面部分 372 から外側に形成された凹所 373、および凹所 373 から外側に形成された外側平面部分 371 を備える。一実施形態では、凹所 373 は、エッジ効果を低減するために、基板 304 の縁部領域に対応する領域に形成し得る。内側平面部分 372、凹所 373、および外側平面部分 371 は、火花の発生を避けるために、丸い隅部を経て接続され得る。

40

【0043】

一実施形態では、凹所 373 は、外側斜面 374 および内側斜面 375 によって形成し得る。外側斜面 374 は、外側平面部分 371 から始まり、内側に延在する。内側斜面 375 は、内側平面部分 372 から始まり、外側に延在する。内側斜面 375 および外側斜面 374 は、滑らかにつながり合う。

【0044】

一実施形態では、プラズマ反応装置 300 は、約 150 mm の半径を有する円形基板を処理するように構成し得る。凹所 373 は、約 0.5 mm から約 2 mm の深さ D1 を有し得る。凹所 373 は、約 130 mm から約 140 mm の半径 R2 を有する円であり得る。内側斜面 375 は、凹所 373 と同心の円から始まり、約 80 mm から約 100 mm の半

50

径 R 3 を有し得る。外側斜面 3 7 4 は、凹所 3 7 3 と同心の円から始まり、約 1 4 0 mm から約 1 4 5 mm の間の半径 R 3 を有し得る。

#### 【 0 0 4 5 】

一実施形態では、ガス分配プレート 3 4 4 は、フェースプレート 3 4 3 の背側に結合されている。ガス分配プレート 3 4 4 、側壁 3 5 2 、およびフェースプレート 3 4 3 の前プレート 3 5 1 は、ガス分配体積 3 5 0 を画定する。ガス分配プレート 3 4 4 は、フェースプレート 3 4 3 のフランジ 3 5 3 と封止しながら結合し得る。一実施形態では、ガス分配プレート 3 4 4 は、導電性材料から形成し得る。R F 電源 3 5 8 は、ガス分配プレート 3 4 4 に直接的に接続され得、R F 電源 3 5 8 からの R F 電力は、ガス分配プレート 3 4 4 を介してフェースプレート 3 4 3 に印加し得る。

10

#### 【 0 0 4 6 】

一実施形態では、ガス分配プレート 3 4 4 およびフェースプレート 3 4 3 は、ガスパネル 3 5 9 から処理体積 3 1 8 へ処理ガスを均一に分配するように配置される。一実施形態では、ガス分配プレート 3 4 4 は、ガスボックス 3 4 5 および障害物プレート 3 4 6 を備える。ガスボックス 3 4 5 は、フェースプレート 3 4 3 のフランジ 3 5 3 に取り付けられる。吸気ポート 3 4 7 が、ガスボックス 3 4 5 を貫いて形成される。吸気ポート 3 4 7 は、ガスパネル 3 5 9 から 1 つまたは複数の処理ガスを受けるように構成される。

#### 【 0 0 4 7 】

障害物プレート 3 4 6 は、ガスボックス 3 4 5 に取り付けられ、フェースプレート 3 4 3 に面する。障害物プレート 3 4 6 により、吸気ポート 3 4 7 が全体的に覆われ、吸気ポート 3 4 7 からの処理ガスがガス分配体積 3 5 0 の全体積にわたって分配され得るようになる。一実施形態では、障害物プレート 3 4 6 は、障害物プレート 3 4 6 とガスボックス 3 4 5 との間に狭い内部体積 3 4 8 を取り囲み得る。吸気ポート 3 4 7 は、狭い内部体積 3 4 8 へと開いている。狭い内部体積 3 4 8 により、処理ガスは、処理体積 3 1 8 へと下降する前に、強制的に「拡散」させられる。障害物プレート 3 4 6 は、狭い内部体積 3 4 8 とガス分配体積 3 5 0 との間に、それらを通って流体的な連通を与えるように形成された複数の貫通孔 3 4 9 を有する。

20

#### 【 0 0 4 8 】

フェースプレート 3 4 3 は、ガス分配体積 3 5 0 と処理体積 3 1 8 との間に、それらを通って流体的な連通を与えるように形成された複数のガス分配孔 3 5 4 も有する。複数のガス分配孔 3 5 4 の形および / または分布は、処理ガスの濃度を調節するように配置し得る。

30

#### 【 0 0 4 9 】

処理ガスに対し排出路を与えるように構成されたチャンバライナ 3 3 0 は、チャンバ側壁 3 2 8 の内側で処理体積 3 1 8 の周りに配置し得る。チャンバライナ 3 3 0 は、その内部に形成されたチャネル 3 3 1 を有する。チャネル 3 3 1 は、真空装置に一般に接続される。チャンバライナ 3 3 0 のチャネル 3 3 1 を通して、処理体積 3 1 8 と真空装置 3 6 6 との間に流体的な連通を与えるように複数の貫通孔 3 3 2 が、チャンバライナ 3 3 0 を貫通して形成される。矢印 3 1 3 が、処理中の処理ガスのおおよその経路を概略的に示す。

#### 【 0 0 5 0 】

40

図 5 は、本発明の一実施形態による処理結果を示す概略図表である。図 5 の X 軸は、基板の中心からの距離をミリメートル単位で指し、Y 軸は、基板上に堆積された膜の正規化された厚さを指す。曲線 5 0 1 は、平面状のフェースプレートを有する従来の P E C V D チャンバを使用して堆積された A P F 膜の厚さプロファイルを概略的に示す。曲線 5 0 1 に示すように、エッジ効果により小丘 5 0 3 が発生していた。曲線 5 0 2 は、曲線 5 0 1 の膜と同じレシピであるが、本発明の一実施形態により、縁部領域近くに凹所を有する P E C V D チャンバを使用して堆積された A P F 膜の厚さプロファイルを概略的に示す。曲線 5 0 2 は、縁部領域近くで小丘をまったく有せず、基板全体にわたる均一性が向上したことを示す。

#### 【 0 0 5 1 】

50

堆積プロセスの改善が本願に記載されているが、本発明の実施形態は、任意の適切なプロセスに適用できる。例えば、本発明の実施形態は、エッチングプロセスのためプラズマ強度を調節するのに、または、均一なプロファイル以外の強度プロファイルを得るためにプラズマ強度を調節するのに適用できる。

【 0 0 5 2 】

前述のこととは、本発明の実施形態を対象としているが、本発明の基本的な範囲から逸脱することなしに、本発明の他の実施形態およびさらに別の実施形態を案出することができ、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。

【 図 1 A 】

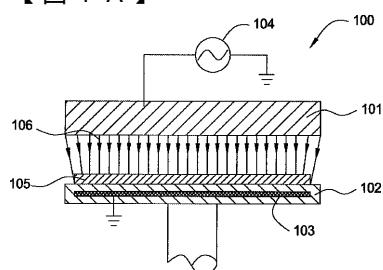


FIG. 1A  
(PRIOR ART)

【 図 1 B 】

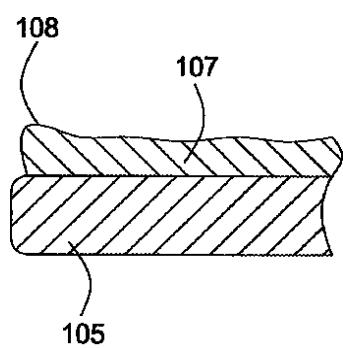


FIG. 1B

【 図 2 】

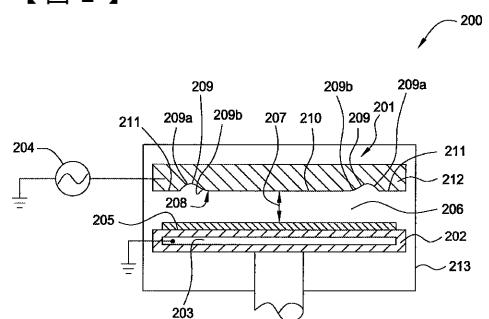


FIG. 2

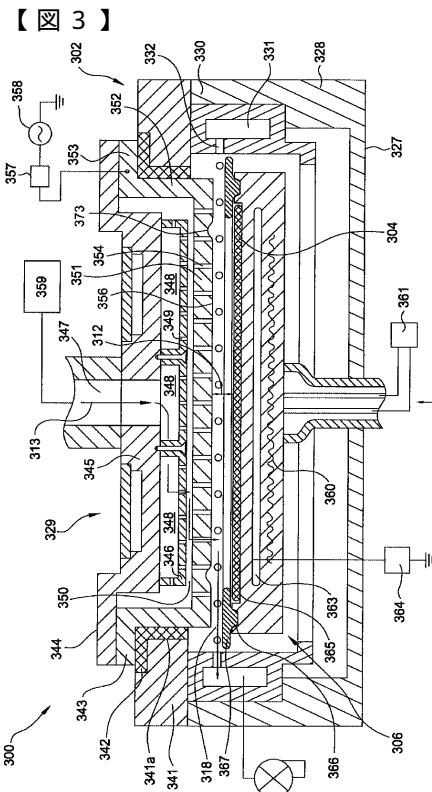


FIG. 3

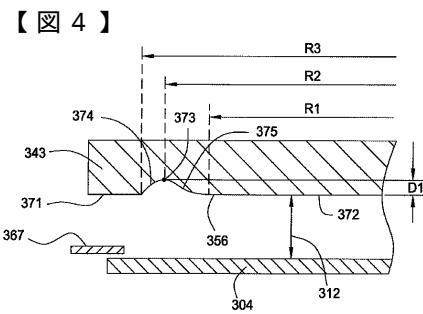


FIG. 4

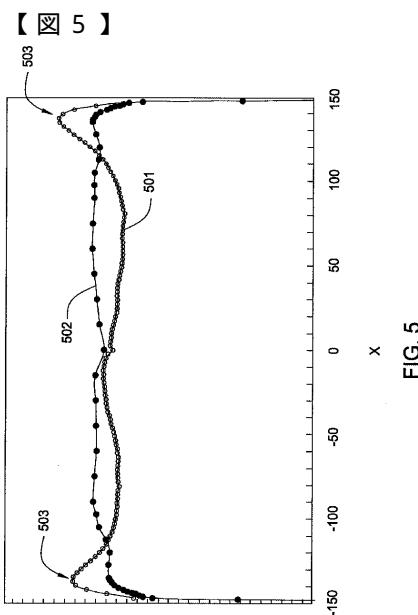


FIG. 5

---

フロントページの続き

- (72)発明者 チョウ, ジアンファ  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 95129, サン ホセ, ユニット ジー, カントリー  
レーン 4760
- (72)発明者 パディ, ディーネシュ  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94086, サニーヴェール, 307号, イースト イ  
ヴリン アヴェニュー 825
- (72)発明者 ジャナキラマン, カーティック  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 95138, サン ホセ, カントリークラブ パークウェ  
イ 6181
- (72)発明者 チエン, シウ, エフ.  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 95129, サン ホセ, アパートメント 12, プロ  
スペクト ロード 5405
- (72)発明者 ユ, ハン  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 95051, サンタ クララ, バッキンガム ドライヴ  
100
- (72)発明者 サリパッリ, ヨガナンド, エヌ.  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94086, サニーヴェール, アパートメント 3, ベ  
ゴニア ウエイ 639
- (72)発明者 スマン, ターザン  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 95111, サン ホセ, チャペルヘイヴン コート 4  
3

審査官 山口 敦司

- (56)参考文献 実開平03-099767 (JP, U)  
特開2003-338495 (JP, A)  
特開昭64-004481 (JP, A)  
特開2000-243707 (JP, A)  
特開平09-306896 (JP, A)  
特開2000-269146 (JP, A)  
特開2011-071544 (JP, A)  
韓国公開特許第10-2007-0089533 (KR, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C23C 16/509  
H01L 21/205  
H01L 21/3065  
H05H 1/46