

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 登録実用新案公報(U)

(11) 実用新案登録番号
実用新案登録第3225695号
(U3225695)

(45) 発行日 令和2年3月26日(2020.3.26)

(24) 登録日 令和2年3月4日(2020.3.4)

(51) Int.Cl. F I
HO 1 L 21/3065 (2006.01) HO 1 L 21/302 I O I G

評価書の請求 未請求 請求項の数 21 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号 実願2020-124 (U2020-124)
 (22) 出願日 令和2年1月16日(2020.1.16)
 (31) 優先権主張番号 62/793, 862
 (32) 優先日 平成31年1月17日(2019.1.17)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 16/672, 294
 (32) 優先日 令和1年11月1日(2019.11.1)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 米国 (US)

(73) 実用新案権者 390040660
 アプライド マテリアルズ インコーポレ
 イテッド
 APPLIED MATERIALS, I
 NCORPORATED
 アメリカ合衆国 カリフォルニア 950
 54, サンタ クララ, パウアーズ
 アヴェニュー 3050
 (74) 代理人 100101502
 弁理士 安齋 嘉章

最終頁に続く

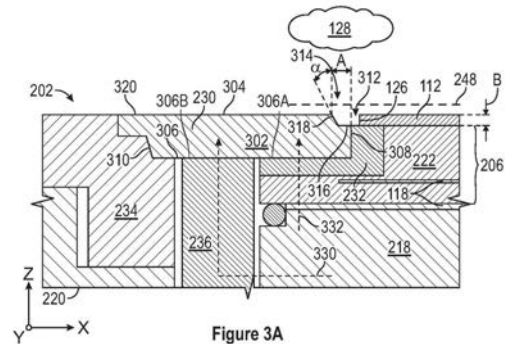
(54) 【考案の名称】 ウェハエッジプラズマシース調整機能を備える半導体プラズマ処理装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 基板の表面の全体にわたってエッチング速度の均一性を改善するとともに、エッジリングのコストも削減できるプロセスキットを提供する。

【解決手段】 処理チャンバで使用するためのプロセスキットであって、エッジリング230を含み、エッジリングは、環状体302を備え、環状体は、上面304、底面306、内側面308、及び外側面310を有し、上面と底面との間に位置する内側面の少なくとも一部は、処理チャンバ内で処理される基板の直径よりも大きい。環状体は、凹部底面316と凹部エッジ318によって画定される凹部314を備え、凹部エッジは、環状体の上面と凹部底面との間に配置され、凹部底面は、環状体の内側面から延び、凹部エッジは、基板の外側エッジから距離を置いて配置される。消耗部品は少数だけ交換され、残りの部品は、処理チャンバに通気することなく長期間再使用される。

【選択図】 図3A



【実用新案登録請求の範囲】**【請求項 1】**

処理チャンバで使用するためのプロセスキットであって、環状体を備え、

環状体は、上面、底面、内側面、及び外側面を有し、

上面と底面との間に位置する内側面の少なくとも一部は、処理チャンバ内で処理される基板の直径よりも大きい直径を有し、

環状体は、凹部底面と凹部エッジによって画定される凹部を備え、凹部エッジは、環状体の上面と凹部底面との間に配置され、凹部底面は、環状体の内側面から延び、

凹部エッジは、基板の外側エッジから距離を置いて配置されているプロセスキット。

10

【請求項 2】

凹部底面は環状体の底面に実質的に平行であり、凹部エッジは環状体の中心軸に実質的に平行である、請求項 1 に記載のプロセスキット。

【請求項 3】

凹部底面は環状体の底面に実質的に平行であり、凹部エッジは、環状体の中心軸に対して傾斜して配置されている、請求項 1 に記載のプロセスキット。

【請求項 4】

環状体の底面の第 1 部分を支持するように構成された上面を有する支持リングと、

環状体の底面の第 2 部分を支持するように構成された上面を有する伝導性可動リングであって、支持リングは伝導性可動リングの内径の中に配置され得る伝導性可動リングとをさらに備える、請求項 1 に記載のプロセスキット。

20

【請求項 5】

環状体の外側面から半径方向外向きに延びる延長段であって、延長段の表面は上面の一部を画定している延長段をさらに備える、請求項 1 に記載のプロセスキット。

【請求項 6】

上面は、外側面から内側に延びる外側上面を備え、

環状体はさらに、

環状体の外側上面よりも上に延びる突出部であって、

平坦な上面と、

環状体の外側上面から突出部の平坦な上面の間に配置された傾斜面とを備える突出部を備えている、請求項 1 に記載のプロセスキット。

30

【請求項 7】

環状体は、2.5 cm 未満のバルク抵抗率を有するシリコン及び炭化ケイ素からなる群から選択される材料を含んでいる、請求項 1 に記載のプロセスキット。

【請求項 8】

処理チャンバで使用するためのプロセスキットであって、

その底面に下部嵌合カップリングを有する上部環状体であって、

上部環状体が、中間環状体の少なくとも一部の上に配置されると、下部嵌合カップリングは、下部環状体の上面の上部嵌合カップリングと係合し、

上部環状体が中間環状体から取り外されると、下部嵌合カップリングは、下部環状体の上面の上部嵌合カップリングとの係合から外れ、

40

上部環状体の内側面の少なくとも一部は、処理チャンバ内で処理される基板の直径よりも大きい直径を有している上部環状体を備えるプロセスキット。

【請求項 9】

上部環状体の底面の下部嵌合カップリングは、上部環状体の底面から中間環状体の底面に向かって少なくとも部分的に延びる突起であり、

中間環状体の上面の上部嵌合カップリングは、中間環状体の上面から中間環状体の底面に向かって少なくとも部分的に延びる凹陥である、請求項 8 に記載のプロセスキット。

【請求項 10】

上部環状体の底面の下部嵌合カップリングは、上部環状体の底面から上部環状体の上面

50

に向かって少なくとも部分的に延びる凹陥であり、

中間環状体の上面の上部嵌合カップリングは、中間環状体の上面から上部環状体の底面に向かって少なくとも部分的に延びる突起である、請求項 8 に記載のプロセスキット。

【請求項 1 1】

上部環状体は、中間環状体の内側面と外側面の両側部の間に囲まれ、

両側部は、中間環状体の中心軸に沿って延びている、請求項 8 に記載のプロセスキット

【請求項 1 2】

上部環状体が、25・cm未満のバルク抵抗率を有する炭化ケイ素で作られている、請求項 8 に記載のプロセスキット。

10

【請求項 1 3】

上部環状体の底面は、複数の第 1 窪みを備え、

中間環状体の上面は、複数の第 2 窪みを備え、

各第 1 窪みは、対抗する第 2 窪みと位置合わせされ、

位置合わせされた第 1 及び第 2 窪みの各々の間に形成された空間内にアライメント球が配置されている、請求項 8 に記載のプロセスキット。

【請求項 1 4】

アライメント球は石英で作られており、

第 1 及び第 2 窪みの形状は、円錐形、正方形、及び長方形から選択されている、請求項 1 3 に記載のプロセスキット。

20

【請求項 1 5】

処理チャンバで使用するためのプロセスキットであって、

第 1 環状体であって、第 1 環状体の上面に上部嵌合カップリングを有する第 1 環状体と

、第 2 環状体であって、第 2 環状体の底面に下部嵌合カップリングを有する第 2 環状体とを備え、

第 2 環状体の内側面の少なくとも一部は、処理チャンバ内で処理される基板の直径よりも大きい直径を有し、

第 2 環状体が第 1 環状体の少なくとも一部の上に配置されると、下部嵌合カップリングは上部嵌合カップリングと係合し、

30

第 2 環状体が第 1 環状体から取り外されると、下部嵌合カップリングは上部嵌合カップリングとの係合から外れるプロセスキット。

【請求項 1 6】

第 1 環状体の上面の上部嵌合カップリングは、第 1 環状体の上面から第 1 環状体の底面に向かって少なくとも部分的に延びる凹陥であり、

第 2 環状体の底面の下部嵌合カップリングは、第 2 環状体の底面から第 1 環状体の底面に向かって少なくとも部分的に延びる突起である、請求項 1 5 に記載のプロセスキット。

【請求項 1 7】

第 1 環状体の上面の上部嵌合カップリングは、第 1 環状体の上面から第 2 環状体の底面に向かって少なくとも部分的に延びる突起であり、

40

第 2 環状体の底面の下部嵌合カップリングは、第 2 環状体の底面から第 2 環状体の上面に向かって少なくとも部分的に延びる凹陥である、請求項 1 5 に記載のプロセスキット。

【請求項 1 8】

第 1 環状体は、第 1 環状体の内側面の第 1 側部と、第 1 環状体の外側面の第 2 側部とを備え、

第 1 及び第 2 側部は、第 1 環状体の中心軸に沿って延び、

第 2 環状体は、第 1 環状体の第 1 及び第 2 側部の間に囲まれている、請求項 1 5 に記載のプロセスキット。

【請求項 1 9】

第 1 及び第 2 環状体は、25・cm未満のバルク抵抗率を有する炭化ケイ素で作られ

50

ている、請求項 15 に記載のプロセスキット。

【請求項 20】

第 1 環状体の上面は、複数の第 1 窪みを備え、
第 2 環状体の底面は、複数の第 2 窪みを備え、
各第 1 窪みは、対抗する第 2 窪みと位置合わせされ、
位置合わせされた第 1 及び第 2 窪みの各々の間に形成された空間内にアライメント球が
配置されている、請求項 15 に記載のプロセスキット。

【請求項 21】

アライメント球は石英で作られており、
第 1 及び第 2 窪みの形状は、円錐形、正方形、及び長方形から選択されている、請求項
20 に記載のプロセスキット。

【考案の詳細な説明】

【背景】

【0001】

(分野)

本開示の諸実施形態は、概して半導体ウェハエッジプラズマシースの可同調性に関し、
より具体的には、ウェハエッジプラズマシース制御のためのエッチング処理ハードウェア
設計に関する。

【0002】

(関連技術の説明)

半導体回路のパターニングでは、支持体上に載っているウェハは、ウェハ上に堆積した
材料の一部を乾式(プラズマ)エッチングする処理を受けることがある。プラズマエッチ
ングを実行するために、化学反応性元素(フッ素や塩素など)を含むガスに高周波(RF
)電磁エネルギーを加える。エッチング処理の間、エッチング処理を駆動するプラズマは
、基板表面全体に均一に分布しない場合がある。この不均一性は、特に基板表面のエッジ
で顕著であり、一般にプラズマで生成されたイオンの流束の方向によって引き起こされ、
この方向は、ウェハのエッジ付近では垂直になっていない。これは、ウェハのエッジ付近
に形成されたプラズマシースの形状に起因している。ウェハエッジ付近のプラズマシース
の形状を制御するために、バイアス可能なエッジリングがウェハエッジの近くに用意され
ることがある。しかしながら、従来のエッジリングは時間の経過とともに浸食される。エ
ッジリングが浸食されると、ウェハ表面全体のプラズマ均一性が低下するため、ウェハ処
理に悪影響を及ぼす。プラズマの均一性と処理されたウェハの品質には直接的な相関関係
があるため、従来の処理チャンパでは頻繁なエッジリングの交換を定めて、プラズマの均
一性を維持している。しかしながら、エッジリングを頻繁に交換すると、予防保全のため
に望ましくない休止時間が発生すると共に、エッジリングなどの消耗部品のためのコスト
増加につながる。

【0003】

したがって、高周波電磁エネルギーを保持してプラズマシースを維持しながらも、プラ
ズマシースのさまざまな局面の制御性を改善することが、常に必要とされている。また、
エッジリングのコスト削減と、プラズマの均一性を改善する方法及び装置も、当技術分野
において必要とされている。

【概要】

【0004】

本開示の諸実施形態は、概して、基板の表面の全体にわたってエッチング速度の均一性
を改善するために、プラズマ処理の間に、半導体ウェハなどの基板の全体に形成されるプ
ラズマシースの形状を制御する方法及び装置を含む。本開示の諸実施形態は、1つ以上の
プラズマ処理変数の調整及び/又はプロセスキットハードウェアの構成の調整を含んでお
り、このプロセスキットハードウェアは、処理の間に、基板に近接している、及び/又は
基板を支持している。さらに、本開示の諸実施形態は、プロセスキットハードウェア内の
消耗部品を少数だけ交換することを含む。他方、プロセスキットハードウェアの残りの部

10

20

30

40

50

品は、処理チャンバに通気することなく長期間再使用される。消耗部品の交換は、処理チャンバを通気せずに使用済み部品を自動交換する方法を用いて達成され得る。こうして、処理チャンバでのプラズマ処理の全体的なコストが削減される。

【図面の簡単な説明】

【0005】

本開示の上記の構成を詳細に理解することができるように、上記に簡単に要約した本開示のより具体的な説明を、諸実施形態を参照して行う。そして、これら実施形態のいくつかは添付図面に示されている。しかしながら、本開示は他の等しく有効な実施形態を含み得るので、添付図面は本開示の典型的な実施形態を示しているに過ぎず、従ってこの範囲を制限していると解釈するべきではないことに留意すべきである。

【図1】一実施形態による処理チャンバの概略断面図である。

【図2A】～

【図2C】一実施形態による基板支持アセンブリの概略部分断面図である。

【図3A】～

【図3B】一実施形態によるプロセスキットの概略部分断面図である。

【図4A】～

【図4C】一実施形態によるプロセスキットの概略部分断面図である。

【図5A】～

【図5D】一実施形態によるプロセスキットの概略部分断面図である。

【図6A】～

【図6C】一実施形態によるプロセスキットの概略部分断面図である。

【図7A】～

【図7C】一実施形態によるプロセスキットの概略部分断面図である。

【図8A】～

【図8B】一実施形態によるエッジリングの側面図及び断面図である。

【図8C】～

【図8F】一実施形態による窪みの形状である。

【図9A】～

【図9B】一実施形態によるプロセスキットの概略部分断面図である。

【図10A】～

【図10B】一実施形態による可動リングの断面図及び上面図である。

【図10C】一実施形態による支持リングの上面図である。

【図10D】一実施形態による支持リングの断面図である。

【図11】一実施形態によるプロセスキット、リフト機構、及び作動機構を備える複合システムの概略断面図である。

【図12】一実施形態による処理システムの概略上面図である。

【図13A】一実施形態による、運搬リングによって保持されたプロセスキットの概略断面図である。

【図13B】一実施形態による、プロセスキットの概略上面図である。

【図13C】一実施形態による、運搬リングによって保持されたプロセスキットの概略断面図である。

【図14A】～

【図14B】一実施形態によるロボットブレードの概略図である。

【図15】一実施形態による方法のフローチャートである。

【図16】一実施形態による方法のフローチャートである。

【図17】一実施形態による方法のフローチャートである。

【0006】

明瞭化のため、図面間で共通する同一の要素には、同一の参照番号を使用して示す。さらに、一実施形態の諸要素を、本明細書に記載の他の諸実施形態での使用に有益にも適合させ得る。

10

20

30

40

50

【詳細な説明】

【0007】

本開示の諸実施形態は、概して、基板の表面の全体にわたってエッチング速度の均一性を改善するために、プラズマ処理の間に、半導体ウェハなどの基板の全体に形成されるプラズマシースの形状を制御する方法及び装置を含む。本開示の諸実施形態は、1つ以上のプラズマ処理変数の調整及び/又はプロセスキットハードウェアの構成の調整を含んでおり、このプロセスキットハードウェアは、処理の間に、基板に近接している、及び/又は基板を支持している。したがって、ウェハ表面全体のプラズマシースの均一性を制御でき、それによってウェハ処理の歩留まりが向上する。さらに、本開示の諸実施形態は、プロセスキットハードウェア内の消耗部品を少数だけ交換することを含む。他方、プロセスキットハードウェアの残りの部品は、処理チャンバに通気することなく長期間再使用される。プラズマ処理の間に浸食又は腐食される消耗部品は、通常は、はるかに短い期間、例えば、約100枚から数千枚の基板を処理チャンバ内で処理した後に交換される。消耗部品の交換は、処理チャンバを通気せずに使用済み部品を自動交換する方法を用いて達成され得る。こうして、処理チャンバでのプラズマ処理の全体的なコストが削減される。

10

【0008】

また、多くの場合、処理の不均一性が基板の表面の全体にわたって存在しており、通常のプラズマ処理工程の実行後に、基板の周辺部又はエッジで顕著になる場合がある。周辺部におけるこれらの不均一性は、電界終端効果に起因する場合があり、エッジ効果と呼ばれることもある。高周波結合を伴う可動エッジリングにより、PMサイクル(予防保全)でのエッジリング摩耗への補償、CD形状(限界寸法)の段階的調整、及びエッジ歩留まりの高速調整が得られる。したがって、いくつかの実施形態では、処理チャンバ内でプラズマ処理が実行されている間(例えば、乾式エッチング処理)、少なくともエッジリングのセットを備えるプロセスキットを用意して、基板の周辺部又はエッジの均一性に好ましい影響を与えてもよい。

20

【0009】

最初の問題として、以下の説明では、X軸、Y軸、Z軸を含む直交座標系を使用して、記載されているさまざまな構成要素の相対的な方向を説明するが、本明細書で提供される開示の範囲について、限定することを意図していない。

【0010】

図1は、一実施形態による処理チャンバ100の概略断面図である。処理チャンバ100は、チャンバ本体102と、その上に配置された蓋104とを備え、これらは共に内部容積106又は処理容積106を画定する。チャンバ本体102は、通常は、電気的に接地点108に接続されている。基板支持アセンブリ110は、内部容積106内に配置されて、処理の間、基板112を支持する。処理チャンバ100はまた、処理チャンバ100内にプラズマを生成するための誘導結合プラズマ装置114と、処理チャンバ100を制御するように適合されたコントローラ116とを備える。

30

【0011】

基板支持アセンブリ110は、整合ネットワーク122を介してバイアス電源120に接続された1つ以上の電極118を備えて、処理の間に基板112へのバイアスを容易にする。バイアス電源120は、例えば、約13.56MHzの周波数で、最大約5000ワットまでの高周波エネルギーの電源であってもよい。ただし、特定の用途に応じて他の周波数及び電力を供給してもよい。バイアス電源120は、連続又はパルスの高周波電力のうち的一方又は両方を生成できてもよい。いくつかの実施形態では、バイアス電源120は、DC電源又はパルスDC電源であってもよい。いくつかの実施形態では、バイアス電源120は、複数の高周波周波数を供給できてもよい。1つ以上の電極118をチャック電源124に接続して、処理の間に基板112のチャックを容易にしてもよい。基板支持アセンブリ110は、基板112の外側エッジ126を囲むプロセスキット(図1には示されていない)を備える。図2A~7C、9A、9B、11、及び12Aは、基板112の外側エッジ126に配置されたプロセスキットの様々な構成を示しており、この基板

40

50

112は、図1に示す基板支持アセンブリ110上に配置されている。図2B~7C、9A、9B、及び12Aは、基板支持アセンブリ110上に配置されたプロセスキットの左側エッジの側面断面図を示している。本明細書で提供される開示の範囲について、限定することを意図するものではないが、基板112の形状が円形であるいくつかの実施形態では、プロセスキットは、中央の垂直軸に対して実質的に軸対称であり、この中央の垂直軸は、Z方向と一致しており、基板112の中心にある。

【0012】

誘導結合プラズマ装置114は、蓋104の上に配置され、高周波電力を処理チャンバ100内に誘導結合するように構成されて、処理チャンバ100内にプラズマ128を生成する。誘導結合プラズマ装置114は、蓋104の上方に、Z方向に配置された第1及び第2コイル130、132を備える。相対位置、各コイル130、132の直径の比、及び/又は各コイル130、132の巻き数を、それぞれ必要に応じて調整して、形成されるプラズマの形状又は密度を制御し得る。第1及び第2コイル130、132の各々は、高周波給電構造138を介し、整合ネットワーク136を通して高周波電源134に接続されている。高周波電源134は、例えば、50kHzから140MHzの範囲の調整可能な周波数で、最大約5000Wを生成できてもよい。ただし、特定の用途での要求に応じて、他の周波数と電力を利用してもよい。

10

【0013】

いくつかの実施形態では、分割コンデンサなどの電力分割器140を、高周波給電構造138と高周波電源134との間に設けて、第1及び第2コイル130、132にそれぞれ供給される高周波電力の相対量を制御してもよい。いくつかの実施形態では、電力分割器140は、整合ネットワーク136に組み込まれてもよい。

20

【0014】

加熱素子142を、蓋104に配置して、処理チャンバ100の内部容積106の加熱を促進してもよい。加熱素子142を、蓋104と第1及び第2コイル130、132との間に配置してもよい。いくつかの実施形態では、加熱素子142は、抵抗加熱素子を備えてもよく、電源144(AC電源など)に接続されてもよい。この電源144は、加熱素子142の温度を所望の範囲内に制御するのに十分なエネルギーを供給するように構成されている。

【0015】

動作の間に、半導体ウェハ又はプラズマ処理に適した他の基板などの基板112が、基板支持アセンブリ110上に配置されて、処理ガスが、ガスパネル146から入口ポート148を通してチャンバ本体102の内部容積内へ供給される。高周波電源134から第1及び第2コイル130、132に電力を印加することにより、処理チャンバ100内で処理ガスをプラズマ128へと点火する。いくつかの実施形態では、高周波電源又はDC電源などのバイアス電源120からの電力も、整合ネットワーク122を介して基板支持アセンブリ110内の電極118に供給してもよい。処理チャンバ100の内部容積106内の圧力を、弁150及び真空ポンプ152を使用して制御してもよい。チャンバ本体102の温度を、チャンバ本体102を通して流れる液体含有導管(図示せず)を使用して制御してもよい。

30

40

【0016】

処理チャンバ100は、コントローラ116を備えて、処理チャンバ100の動作を制御する。コントローラ116は、中央処理装置(CPU)154と、メモリ156と、処理チャンバ100の構成要素の制御を容易にするためのサポート回路158とを備える。コントローラ116は、様々なチャンバ及びサブプロセッサを制御するために産業環境で使用し得る任意の形態の汎用コンピュータプロセッサのうちの1つであってもよい。メモリ156は、CPU154に接続されている。メモリは、非一時的なコンピュータ可読媒体であり、1つ以上の容易に入手可能なメモリ、例えば、ランダムアクセスメモリ(RAM)、読み取り専用メモリ(ROM)、フロッピーディスク、ハードディスク、又はその他の形式のデジタルストレージなどとし得る。メモリ156には、ソフトウェア(ソース

50

コード又はオブジェクトコード)が格納されており、このソフトウェアを実行又は呼び出して、本明細書に記載された方法で処理チャンバ100の動作を制御してもよい。メモリ156内に格納されるソフトウェアアプリケーションはプログラムコードを含み、このプログラムコードは、処理チャンバ100と組み合わせて使用されるハードウェア及びソフトウェアの構成要素の制御に関連するさまざまな機能を実行するために、プロセッサ(すなわち、CPU154)によって実行され得る。

【0017】

図2A、2B、及び2Cは、一実施形態による基板支持アセンブリ110の概略部分断面図である。基板支持アセンブリ110は、プロセスキット202と、基板支持体204と、静電チャック206と、カソードライナー208と、シールド210とを備える。静電チャック206は、基板支持体204の上面に配置され、プロセスキット202に囲まれている。基板支持体204は、接地プレート212と、接地プレート212上に配置された絶縁プレート214と、絶縁プレート214上に配置された設備プレート216と、設備プレート216上に配置された冷却プレート218と、設備プレート216、冷却プレート218、及び静電チャック206をZ方向に囲む絶縁プレート214に配置されたスリーブ220とを備えてもよい。スリーブ220は、石英又は他の誘電材料から製造されてもよい。

10

【0018】

静電チャック206を、接合材料で冷却プレート218に接合してもよい。1つ以上の電極118を、静電チャック206に埋め込んでもよい。静電チャック206は、基板112を支持するための第1表面224を有する第1部分222と、第1部分222から半径方向外向きに延びる第2部分226とを備えてもよい。第2部分226は、第2表面228を含んでもよい。

20

【0019】

プロセスキット202は、エッジリング230と、支持リング232と、カバーリング234と、可動リング236とを備える。エッジリング230を、静電チャック206の第1部分222の周りに同心円状に、XY平面(すなわち、水平面)内に配置して、静電チャック206への堆積を防いでもよい。支持リング232は、静電チャック206の第2部分226の第2表面228上にZ方向に配置されている。支持リング232は、静電チャック206の第1部分222を囲んでいる。支持リング232は、シリコン、炭化ケイ素(SiC)などの伝導性材料、又は石英などの絶縁材料から製造されてもよい。支持リング232は、静電チャック206の第1部分222に対して同心円状に配置されてもよい。いくつかの実施形態では、エッジリング230及び支持リング232のバルク抵抗率は、約0.1・cmから約25・cmの間である。

30

【0020】

エッジリング230は、部分的に支持リング232上に、及び部分的に可動リング236上に配置されてもよい。エッジリング230は伝導性材料(シリコン、炭化ケイ素(SiC)、又は他の適切な材料など)から製造されてもよく、いくつかの実施形態では、この伝導性材料は支持リング232よりも高い伝導性を有する。カバーリング234はスリーブ220上に配置されてもよく、カバーリング234はエッジリング230及び支持リング232を囲んでもよい。カバーリング234は、石英などの絶縁材料から製造されてもよい。カバーリング234は環状体238を備えており、この環状体238は、上面240と、底面242と、内側面244と、外側面246とを有する。内側面244は、エッジリング230及び可動リング236に隣接して配置されており、本明細書では内側エッジと呼ぶこともある。

40

【0021】

処理チャンバ100では、プラズマ処理の間に、破線で示される境界を有するプラズマシース248が、エッチングされる基板112及びエッジリング230の上に形成される。基板支持アセンブリ110の電極118に印加されるバイアス電圧 V_{DC} 又は基板支持アセンブリ110の接地されている部分を用いて、基板112の外側エッジ126付近の

50

プラズマシース 248 の形状を制御して、限界寸法の均一性を補整してもよい。プラズマシース 248 は、空間電荷によって形成された、電界の強い、薄い領域であり、プラズマ 128 は、この領域で、基板 112 及びエッジリング 230 の表面との境界に結合している。数学的には、プラズマシース 248 のシース厚さ d は、チャイルド・ラングミュアの式によって表される。

【式 1】

【0022】

$$d = \frac{2}{3} \left(\frac{\epsilon}{i} \right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{2e}{m} \right)^{\frac{1}{4}} (V_p - V_{DC})^{\frac{3}{4}}$$

10

ここで、 i はイオン電流密度、 ϵ は真空の誘電率、 e は電気素量、 V_p はプラズマ電位である。

【0023】

したがって、図 2A に示すように、プラズマシース 248 によって、プラズマ 128 は基板 112 及びエッジリング 230 の表面から隔てられている。プラズマ 128 で生成されたイオンは、プラズマシース 248 で加速され、プラズマシース 248 の境界に対して垂直に移動する。プラズマシース 248 の分布は、エッジリング 230 の形状と位置から影響を受ける。それは、エッジリング 230 が、接地に、又は基板支持アセンブリ 110 内に形成された高周波バイアス電極に電氣的に接続されているからである。エッジリング 230 の上面が基板 112 の上面 250 と同一平面上にあるとき、プラズマシース 248 は、図 2B に示すように、基板 112 の上面 250 にわたって不均一に分布し、基板 112 の外側エッジ 126 で屈曲している。基板 112 の外側エッジ 126 での屈曲は、通常は、基板 112 の外側エッジ 126 に対する電極 118 の外側面の位置に関係しており、電極 118 の外側面は、静電チャック 206 の端部での構造的制約によって制限されている。基板 112 の外側エッジ 126 でのこのプラズマ不均一性により、基板 112 の表面全体に不均一な処理条件が生じることになり、こうして、基板 112 全体の処理歩留まりの低下につながる。

20

【0024】

したがって、いくつかの実施形態では、エッジリング 230 は、可動リング 236 により上下するように構成されて、基板 112 の外側エッジ 126 付近で、図 2C に示すように、エッジリング 230 の上に形成されたプラズマシース 248 の形状を調整する。基板 112 の外側エッジ 126 に対するエッジリング 230 の高さを調整することにより、プラズマシース 248 の形状を調整して、基板 112 の外側エッジ 126 において望ましい形状を有するプラズマシース 248 を提供し得る。その望ましい形状とは、残りの基板 112 の上にあるプラズマシース 248 の部分と合わせて、実質的に平らになっている形状などである。いくつかの実施形態では、サーボモータによって制御される作動機構 252 (図 11 に示す) によって、可動リング 236 を上下させ、こうして、プラズマ 128 とエッジリング 230 との間に形成されるプラズマシース 248 を上下させると共に、プラズマシースの厚さ d をほぼ一定に維持して、望ましいプラズマ均一性を達成し得る。

30

40

【0025】

図 3A は、一実施形態によるプロセスキット 202 の概略部分断面図である。エッジリング 230 は環状体 302 を有し、この環状体 302 は基板 112 を囲み、Z 方向に中心軸を有する。環状体 302 は、上面 304 と、底面 306 と、内側面 308 と、外側面 310 とを備える。いくつかの実施形態では、上面 304 及び底面 306 は、XY 平面 (すなわち、水平面) に実質的に平行である。上面 304 と底面 306 との間の内側面 308 の少なくとも一部は、基板 112 の直径よりも大きい直径を有する。底面 306 は、支持リング 232 により支持される第 1 部分 306A と、可動リング 236 により支持される第 2 部分 306B とを有する。いくつかの実施形態では、内側面 308 及び外側面 310 は、Z 方向に実質的に平行である。内側面 308 は、基板 112 を囲み、窪み 312 によ

50

って半径方向に分離されている。エッジリング230は、凹部314を有してもよく、この凹部314は、内側面308から半径方向外向きに延び、環状体302の高さに沿って、上面304から底面306に向かって部分的に延びている。凹部314は、凹部底面316及び凹部エッジ318を有する。いくつかの実施形態では、凹部底面316及び底面306は、XY平面（すなわち、水平面）に実質的に平行であり、凹部エッジ318は、凹部底面316の長さの分だけ、内側面308から半径方向外側に位置する。いくつかの実施形態では、内側面308は、基板112の外側エッジ126からXY平面（すなわち、円い基板の半径方向）内で約0.1mmから約5mmの間の距離に配置され、凹部エッジ318は、基板112の外側エッジ126からXY平面（すなわち、円い基板の半径方向）内で約0.2mmから約10mmの間の距離に配置される。図3A～3Bには示されていないが、いくつかの実施形態では、処理の間、エッジリング230の少なくとも一部が基板112の外側エッジ126の下に配置される。すなわち、内側面308は、XY平面（すなわち、円い基板の半径方向）内で外側エッジ126の下、約マイナス2ミリメートル（-2mm）から約0mmの間の距離に配置される。いくつかの実施形態では、凹部エッジ318は、Z方向（すなわち、エッジリング230の中心軸）から角度だけ傾斜している。いくつかの実施形態では、凹部エッジ318は、Z方向に実質的に平行である（すなわち、角度は0度である）。いくつかの実施形態では、凹部314は、ベベル形状であってもよく、このベベル形状には、Z方向（すなわち、エッジリング230の中心軸）から角度だけ傾斜した凹部エッジ318が有り、凹部底面316がないまま上面304と内側面208が直接接続している。凹部底面316と凹部エッジ318との間に形成され得る角度は、約0度から約75度の間の角度、又は約1度から約60度の間の角度、さらには、約15度から約45度の間の角度とし得る。

10

20

30

40

50

【0026】

いくつかの実施形態では、エッジリング230は、延長段320を有してもよく、この延長段320は外側面310から半径方向外向きに延び、底面306よりもカバーリング234内へ深く入り込み、上面304の一部を画定している。この延長段320は、プラズマ128が可動リング236とカバーリング234との間に形成された隙間に入ることを困難にし、プラズマライトアップ問題を回避することに役立つ。延長段320は、エッジリング230と冷却プレート218との間の容量結合をさらに変更して、この結果、エッジリング230の外側面でのプラズマシース248を変更及び/又は延長させ、こうして、基板112の外側エッジ126付近でのプラズマシース248を変更する。

【0027】

いくつかの実施形態では、図3Bに示すように、エッジリング230は、内側面308によって画定される、少なくとも凹部314と、凹部314の凹部底面316からエッジリング230に形成された突出部324の平坦な上面322（すなわち露出面）まで延びる凹部エッジ318とを備え、平坦な上面322は、外側面310から延びる外側上面326に、傾斜面328によって接続されている。いくつかの実施形態では、平坦な上面322は、約0.2mmから約5mmの間の幅を有し、外側上面326は、約2mmから約10mmの間の幅を有する。平坦な上面322は、外側上面326よりも0.2mmから約3mmだけZ方向に高くてもよい。プラズマシース248の形状は、エッジリング230の上面304及び基板112の上面250に従う。したがって、突出部324は、プラズマシース248の形状が基板112の外側エッジ126で下方へ屈曲するのを防ぎ得る。

【0028】

凹部314の幅と深さ、すなわち、基板112の外側エッジ126と内側面308との間の窪み312の幅「A」及び深さ「B」、並びにエッジリング230の形状の調整により、容量結合経路330及び332によって表される、支持リング232を介したエッジリング230と冷却プレート218との間の容量結合は変化する。容量結合経路330が変化することで、エッジリング230と冷却プレート218との間に結合される電力が変化し、この結果、エッジリング230に印加される電圧が変化する。エッジリング230

に印加される電圧を制御することにより、基板の外側エッジ 1 2 6 でのプラズマシース 2 4 8 の形状を制御して、限界寸法の不均一性を補整することが可能になる。幅「A」は、約 0.1 mm から約 10 mm の間とし得る。深さ「B」は、X 方向に約 0.1 mm から約 5 mm の間とし得る。エッジリング 2 3 0 の Z 方向の厚さは、約 3.5 mm から約 2.5 mm の間とし得る。

【0029】

いくつかの実施形態では、図 4 A に示すように、エッジリング 2 3 0 は、底面 3 0 6 から上面 3 0 4 に向かって延びる凹部 4 0 2 を少なくとも備える。凹部 4 0 2 は、底面 3 0 6 に形成された環状のフィーチャーであってもよい。凹部 4 0 2 は、一般に、可動リング 2 3 6 と嵌合するように構成されており、したがって、可動リング 2 3 6 の位置に対する可動リング 2 3 6 の横方向位置（すなわち、X 及び / 又は Y 方向）を制御し得る。

10

【0030】

いくつかの実施形態では、図 4 B に示すように、エッジリング 2 3 0 は、底面 3 0 6 から可動リング 2 3 6 に向かって延びる突起 4 0 4 を少なくとも備える。突起 4 0 4 は、底面 3 0 6 に形成された環状のフィーチャーであってもよく、又は底面 3 0 6 に形成された一連の環状不連続領域（例えば、「メサ」）を備えてもよい。突起 4 0 4 は、可動リング 2 3 6 と一直線に並んで接触しており、したがって、処理の間に可動リング 2 3 6 をプラズマ 1 2 8 からさらに離れた位置に配置させて、処理の間にバイアスされる可能性がある可動リング 2 3 6 の衝撃及びエッチングを低減又は防止し得る。

【0031】

20

いくつかの実施形態では、図 4 C に示すように、エッジリング 2 3 0 は、底面 3 0 6 から可動リング 2 3 6 に向かって延びる部分突起 4 0 6 を備え、可動リング 2 3 6 は、可動リング 2 3 6 の上面 5 0 2 からエッジリング 2 3 0 に向かって延びる部分突起 4 0 8 を備えて、これにより、可動リング 2 3 6 の上面 5 0 2 がエッジリング 2 3 0 の底面 3 0 6 の輪郭に合うようになる。部分突起 4 0 6 及び部分突起 4 0 8 を備えるエッジリング 2 3 0 の構成を使用して、可動リング 2 3 6 に対するエッジリング 2 3 0 の横方向位置を制御し、プラズマ 1 2 8 から可動リング 2 3 6 の一部を隠して、処理の間に可動リング 2 3 6 の衝撃及びエッチングを低減又は防止し得る。

【0032】

本明細書で提供される開示の範囲に関する限定を意図していないが、図 4 A、4 B、及び 4 C は、凹部 3 1 4 を備えるエッジリング構成を示している。しかしながら、エッジリング 2 3 0 のいくつかの構成では、エッジリング 2 3 0 は凹部 3 1 4 を備えなくてもよい。これらの構成では、図 4 A、4 B、及び 4 C に示すように、角度 を 90 度としてもよく、これにより、凹部底面 3 1 6 は上面 3 0 4 と同一平面になる。

30

【0033】

いくつかの実施形態では、図 5 A、5 B、5 C、及び 5 C に示すように、エッジリング 2 3 0 の底面 3 0 6 と支持リング 2 3 2 の上面 3 3 6 では型が形成され、これにより、支持リング 2 3 2 及び静電チャック 2 0 6 に対するエッジリング 2 3 0 の正確な位置合わせ及び横方向位置制御のために、底面 3 0 6 が上面 3 3 6 の輪郭に沿うようになる。図 5 A 及び 5 B では、エッジリング 2 3 0 の底面 3 0 6 は、1 つ以上の凹陷 5 0 4 を備えており、この 1 つ以上の凹陷 5 0 4 は、支持リング 2 3 2 に形成された 1 つ以上の突起 5 0 6 と位置合わせを行う。凹陷 5 0 4 及び突起 5 0 6 の端部は、図 5 A に示されるように、Z 方向に実質的に平行であってもよく、図 5 B 及び 5 C に示されるように、Z 方向に対して角度を成してもよい。図 5 C では、凹陷 5 0 4 の 1 つは、エッジリング 2 3 0 の内側面 3 0 8 と一致する。図 5 D では、エッジリング 2 3 0 の底面 3 0 6 は、1 つ以上の隆起 5 0 8 を備えており、この隆起 5 0 8 は、支持リング 2 3 2 の上面 3 3 6 に形成された 1 つ以上のフィーチャー 5 1 0 と嵌合する。

40

【0034】

エッジリング 2 3 0 と支持リング 2 3 2 の正確な位置合わせに加えて、型が形成された、エッジリング 2 3 0 及び支持リング 2 3 2 の表面を使用して、エッジリング 2 3 0 と冷

50

却プレート 218 との間の容量結合を調整し、こうして、エッジリング 230 の外側面でプラズマシース 248 を変更して、この結果、基板 112 の外側エッジ 126 付近のプラズマシース 248 を変更してもよい。高周波バイアス電極 118 に対する支持リング 232 の位置と、高周波バイアス電極 118 に対するエッジリング 230 の位置の関係に起因して、突起 506 を介したプラズマ 128 への容量結合経路 332 は、突起 506 間に形成された領域の容量結合よりも大きい容量結合を有すると考えられる。したがって、突起 506 の構造を使用して、プラズマシース 248 の形状を調整及び / 又は制御し得る。いくつかの構成では、突起 506 の構造は、基板 112 のエッジに対する横方向位置（例えば、半径方向位置）及び / 又は突起 506 の相対的な高さ（Z 方向）を含み得る。

【0035】

図 6 A、6 B、及び 6 C に示すような他の諸実施形態では、エッジリング 230 は、上部エッジリング 602 と中間エッジリング 604 のスタックを含んでもよい。上部エッジリング 602 は消耗品であってもよく、中間エッジリング 604 は非消耗品であってもよい。具体的には、上部エッジリング 602 が、複数のプラズマエッチング処理の間、又は事前に決められた期間、プラズマに曝された後に、上部エッジリング 602 を、中間エッジリング 604 から取り外して、進行中のプラズマエッチング処理のために新しい上部エッジリング 602 と交換してもよい。中間エッジリング 604 は、プラズマに直接曝されず、クリーニングして、進行中のプラズマエッチング処理に再使用され得る。上部エッジリング 602 は、シリコン、炭化ケイ素（SiC）、又は他の適切な材料などの耐プラズマ性材料から製造されてもよい。いくつかの実施形態では、中間エッジリング 604 は、アルミニウム及びアルミニウム合金などの伝導性材料から製造されるか、又はそれらを含んでもよい。いくつかの他の実施形態では、中間エッジリング 604 を、シリコン、炭化ケイ素（SiC）、又は石英などの耐プラズマ性材料から製造して、中間エッジリング 604 の製造コストを削減してもよい。

【0036】

図 6 A では、上部エッジリング 602 は、上部エッジリング 602 の底面に下部嵌合カップリング（例えば、突起）606 を備え、中間エッジリング 604 は、中間エッジリング 604 の内側面 308 と外側面 310 との間の上面に形成された上部嵌合カップリング（例えば、凹陥 608）を有する。突起 606 及び凹陥 608 は、ある方向に沿って少なくとも部分的に延び、その方向（例えば、エッジリング 230 の中心軸に平行な Z 方向）は、エッジリング 230 の上面 304 に対してある角度（例えば、90°）になっている。下部嵌合カップリング（突起）606 は、上部エッジリング 602 と中間エッジリング 604 が積み重ねられたときに、上部嵌合カップリング（凹陥）408 と係合する。上部エッジリング 602 が中間エッジリング 604 から取り外されると、下部嵌合カップリング（突起）606 は、上部嵌合カップリング（凹陥）408 との係合から外れる。いくつかの実施形態では、突起 606 及び凹陥 608 は、エッジリング 230 の内側面 308 及び外側面 310 に対して傾斜した内側面及び外側面を有する。いくつかの実施形態では、突起 606 及び凹陥 608 は、Z 方向に実質的に平行な内側面及び外側面を有する。上部エッジリング 602 は、プラズマエッチング処理の間に中間エッジリング 604 がプラズマに曝されるのを防ぐ。突起 606 と凹陥 608 は共に、上部エッジリング 602 と中間エッジリング 604 との間の横方向の動きを防ぐ。上部エッジリング 602 はまた、外側面 310 からカバーリング 234 内へ、半径方向外向きに延びる延長段 412 を有してもよい（すなわち、上部エッジリング 602 は、中間エッジリング 604 よりも半径方向外側に向かってカバーリング 234 内へさらに延びる）。延長段 412 を用いて、上部エッジリング 602 の外側面を、ひいてはプラズマシース 248 の外側面を、基板 112 の外側面からさらに遠方へ延ばしてもよい。以下でさらに説明するように、上部エッジリング 602 内の突起 606 の厚さと、中間エッジリング 604 の凹陥 608 の厚さ（両方とも Z 方向で測定）は、プラズマ 128 への各 부품の容量結合に影響し、このために、これらの部品の上に形成されるプラズマシースの形状に影響を与える。

【0037】

10

20

30

40

50

図6Bでは、上部エッジリング602は、上部エッジリング602の底面に下部嵌合カップリング（例えば、凹陷）414を備え、中間エッジリング604は、中間エッジリング604の内側面308と外側面310との間の上面に形成された上部嵌合カップリング（例えば、突起）614を有する。凹陷414及び突起614は、エッジリング230の上面304に対してある角度をなす方向に沿って部分的に延びる。下部嵌合カップリング（凹陷）414は、上部エッジリング602と中間エッジリング604が積み重ねられたときに、上部嵌合カップリング（突起）614と係合する。上部エッジリング602が中間エッジリング604から取り外されると、下部嵌合カップリング（凹陷）414は、上部嵌合カップリング（突起）614との係合から外れる。いくつかの実施形態では、凹陷414及び突起614は、エッジリング230の内側面308及び外側面310に対して傾斜した内側面及び外側面を有する。いくつかの実施形態では、凹陷414及び突起614は、Z方向に実質的に平行な内側面及び外側面を有する。上部エッジリング602は、プラズマエッチング処理の間に中間エッジリング604がプラズマに曝されるのを防ぐ。いくつかの実施形態では、図6Aに示されるような厚い断面に対して、図6Bに示されるような薄い断面を有する上部エッジリング602には、上部エッジリング602及び中間エッジリング604の組み合わせ（すなわち、エッジリング230）のプラズマ128に対する容量結合が向上することに起因する利点がある。この容量結合の向上は、上部エッジリング602で発生する電圧降下が、その厚さのために小さくなることによって実現され得ると考えられる。ただし、ここでは、図6A及び図6Bに示される構成のそれぞれにおいて、中間エッジリング604が同じバイアス電圧を達成すると仮定している。いくつかの構成では、Z方向に測定された、中間エッジリング604の厚さに対する上部エッジリング602の厚さの比は、約0.1から0.5の間である。

10

20

30

40

50

【0038】

図6Cでは、中間エッジリング604は、内側面308に側部616を有する。側部616は、エッジリング230の上面304に対してある角度をなす方向に沿って部分的に延びる。側部616は、支持リング232を介してエッジリング230と冷却プレート218との間により大きい容量結合を提供する。中間エッジリング604は、エッジリング230の上面304に対してある角度をなす方向に沿って部分的に延びる別の側部618を、外側面310に有してもよい。上部エッジリング602は、側部616と618との間に囲まれている。容量結合の変化は、エッジリング230と冷却プレート218との間に結合される電力、したがってエッジリング230に印加される電圧を変化させる。エッジリング230に印加される電圧を制御することにより、基板の外側エッジ126でプラズマシース248の形状を制御して、不均一性を補整することが可能になる。

【0039】

上記の特定のプロセスキット構成例は、本開示による上部エッジリング及び中間エッジリングのいくつかの可能な実施例にすぎず、本開示による上部エッジリング及び中間エッジリングの可能な構成、仕様などを限定するものではないことに、注意すべきである。例えば、上部エッジリング及び中間エッジリングの形状又はサイズは、上記の実施例に限定されない。

【0040】

図7A、7B、及び7Cに示すような他の諸実施形態では、エッジリング230は、上部エッジリング702、中間エッジリング704、及び下部エッジリング706のスタックを備えてもよい。上部エッジリング702は消耗品であってもよく、中間エッジリング704及び下部エッジリング706は非消耗品であってもよい。具体的には、上部エッジリング702が、複数のプラズマエッチング処理の間、又は事前に決められた期間、プラズマに曝された後に、上部エッジリング702を、中間エッジリング704から取り外して、進行中のプラズマエッチング処理のために新しい上部エッジリング702と交換してもよい。中間エッジリング704及び下部エッジリング706は、プラズマに直接曝されず、クリーニングして、進行中のプラズマエッチング処理に再使用され得る。また、中間エッジリング704を、交換のために下部エッジリング706から取り外してもよい。上

部エッジリング702は、シリコン、炭化ケイ素(SiC)、又は他の適切な材料などの耐プラズマ性材料から製造されてもよい。いくつかの実施形態では、中間エッジリング704及び下部エッジリング706は、アルミニウム及びアルミニウム合金などの伝導性材料から製造されるか、又はそれらを含んでもよい。いくつかの他の実施形態では、中間エッジリング704及び下部エッジリング706を、シリコン、炭化ケイ素(SiC)又は石英などの耐プラズマ性材料から製造して、エッジリング230の製造コストを削減してもよい。上記の特定のプロセスキットの構成例は、本開示による上部エッジリング、中間エッジリング、及び下部エッジリングのスタックのいくつかの可能な実施例にすぎず、本開示による上部エッジリング、中間エッジリング、及び下部エッジリングの可能な構成、仕様などを限定するものではないことに、注意すべきである。例えば、上部エッジリング及び中間エッジリングの形状、サイズ、又は材料は、上記の実施例に限定されない。たとえば、図7Aでは、上部エッジリング702、中間エッジリング704、及び下部エッジリング706は、単純な製造手順を必要とし得る環状体を有してもよい。

10

20

30

40

50

【0041】

図7Bでは、上部エッジリング702は凹陥708を有してもよく、中間エッジリング704は内側面308と外側面310との間に突起710を有してもよい。凹陥708及び突起710は、上部エッジリング702及び中間エッジリング704が積み重ねられたときに嵌合する。図7Cでは、中間エッジリング704は、内側面308及び外側面310に側部712を有して、下部エッジリング706の上面及び側面を覆い、プラズマエッチング処理の間に中間エッジリング704がプラズマに曝されるのを防いでよい。

【0042】

図8A及び8Bは、エッジリング230の側面図(Z方向沿い)及び断面図(XY平面内)を示しており、このエッジリング230は、上部エッジリング702、中間エッジリング704、及び下部エッジリング706を備えている。いくつかの実施形態では、上部エッジリング702、中間エッジリング704、及び下部エッジリング706を、1つ以上のアライメント球802によって位置合わせを行い、固定する。いくつかの実施形態では、上部エッジリング702の底面、中間エッジリング704の上面と底面、及び下部エッジリング706の上面の各々は、互いに120度ずつ放射状に離れている1つ以上の窪み804を有する。アライメント球802を、それぞれ一对の接触する表面(すなわち、上部エッジリング702の底面及び中間エッジリング704の上面、並びに中間エッジリング704の底面及び下部エッジリング706の上面)の対向する窪み804の間に形成された空間内に配置し、窪み804に接合又は接着してもよい。アライメント球802を、石英から製造してもよい。上記の特定のエッジリング230の構成例は、本開示による上部エッジリング、中間エッジリング、及び下部エッジリングのスタックの位置合わせのいくつかの可能な実施例にすぎず、エッジリング230の可能な構成、仕様などを限定するものではないことに、注意すべきである。アライメント球802を、上部エッジリングと中間エッジリングのみ(たとえば、上部エッジリング602と中間エッジリング605)のスタック、及び上記の実施例とは異なる構成を持つ、上部エッジリング、中間リング、及び下部エッジリングのスタックの位置合わせに使用してもよい。

【0043】

図8C、図8D、図8E、及び図8Fは、アライメント球802と共に使用し得る窪み804の形状の例を示している。図8Cでは、窪み804は円錐形である。図8Dでは、窪み804は球形である。図8Eでは、窪み804は正方形又は長方形である。図8Fでは、窪み804は菱形である。上記の窪み804の特定の例示的な形状は、本開示によるいくつかの可能な実施例にすぎず、窪みの可能な構成、仕様などを限定するものではないことに、注意すべきである。

【0044】

上記のように、プロセスキット202のいくつかの実施形態は支持リング232を含み、この支持リング232は、処理の間に基板112の外側エッジに、及び/又は外側エッジの下に配置され、各プロセスキット構成要素によって、その形状及び材料特性により実

現される容量結合の変更を支援するように構成されている。例えば、図3Bを参照すると、支持リング232は、Z方向に中心軸を有する環状体334を一般に備える。環状体334は、上面336、底面338、内側面340、及び外側面342を有する。上面336と底面338との間の内側面340の少なくとも一部は、基板112の直径よりも小さい直径を有する。本開示の一実施形態では、図9Aに示すように、支持リング232は、上部支持リング902及び下部支持リング904などの2つの別個の部品を備える。

【0045】

図9Aは、プロセスキット202の概略部分断面図である。図9Aに示すように、支持リング232は、互いの上部に積み重ねられた上部支持リング902及び下部支持リング904を備える。支持リング232は、環状体906を備え、Z方向に中心軸を有する。環状体906は、上面908、底面910、内側面912、及び外側面914を有する。支持リング232は、処理チャンバ100内でエッジリング230を支持するように構成される。例えば、支持リング232は、エッジリング230の底面242からエッジリング230を支持する。上部支持リング902は消耗品であってもよく、下部支持リング904は非消耗品であってもよい。具体的には、上部支持リング902が、複数のプラズマエッチング処理の間、又は事前に決められた期間、プラズマに曝された後に、上部支持リング902を下部支持リング904から取り外し、新しい上部支持リング902と交換してもよい。下部支持リング904は、プラズマに直接曝されず、クリーニングして、進行中のプラズマエッチング処理に再使用され得る。上部支持リング902は、プラズマに直接曝されることに対する保護のために、シリコン及び炭化ケイ素(SiC)などの耐プラズマ性材料から製造されてもよい。下部支持リング904を、石英、アルミニウム、及びアルミニウム合金などの材料から製造して、支持リング232の製造コストを削減してもよい。いくつかの実施形態では、上部支持リング902の上面908が、複数のプラズマエッチング処理の間、又は事前に決められた期間、プラズマに曝された後に、上部支持リング902を裏返して、上部支持リング902の底面910を、進行中のプラズマエッチング処理においてプラズマからの保護に使用してもよい。

10

20

【0046】

図9Bに示すような他の諸実施形態では、上部支持リング902は、底面910に向かって支持リング232の高さに沿って部分的に延びる突起916を有する。下部支持リング904は、凹陷918を有してもよい。突起916及び凹陷918は、内側面912と外側面914との間に位置し、上部支持リング902と下部支持リング904が積み重ねられたときに嵌合する。上部支持リング902は、嵌合により下部支持リング904上にしっかりと配置されてもよい。図9Bに示される上部支持リング902の形状のため、上部支持リング902の上面908が、複数のプラズマエッチング処理の間、又は事前に決められた期間、プラズマに曝された後に、進行中のプラズマエッチング処理においてプラズマからの保護のために、支持リング232を反転させて底面910を使用することはできない。

30

【0047】

図2A及び2Bを再度参照する。2つの容量結合経路330、332によって表される2つの経路に沿って、冷却プレート218からエッジリング230に電力を結合してもよい。プラズマ128に結合される電力量は、容量結合経路330、332を介した結合に依存する。容量結合経路332に沿って生成される容量結合の量は、部品の積み重ねによって決まり、この部品の積み重ねは、基板支持アセンブリ110の耐用期間の大部分を通して変わらずに存在する。容量結合経路330に沿って生成される容量結合の量は、処理の間にエッジリング230の浸食のために変化する場合があります。また、基板112に対するエッジリング230の再配置の手順によって個別に制御し得る。例えば、容量結合経路330は、エッジリング230の下で可動リング236を垂直に動かし、こうして、エッジリング230と支持リング232との間に形成された垂直ギャップ254(図2Cに示されている)を変更することにより調整され得る。垂直ギャップ254を制御することで、容量結合経路330に沿って生成される容量結合が制御される。垂直ギャップ254が

40

50

減少すると、容量結合経路 330 に沿って生成される容量結合が増加し、したがって、エッジリング 230 に印加される電圧が増加する。垂直ギャップ 254 が増加すると、すなわち、可動リング 236 がエッジリング 230 からさらに遠くへ移動すると、容量結合経路 330 に沿って生成される容量結合は減少し、その結果、エッジリング 230 に印加される電圧は減少する。こうして、垂直ギャップ 254 のサイズ又は形状を制御することにより、エッジリング 230 と冷却プレート 218 との間の容量結合経路 330 をたどる容量結合の量が変わり、それ故に、エッジリング 230 に印加される電圧が変わる。エッジリング 230 に印加される電圧を制御することにより、基板 112 及びエッジリング 230 の上のプラズマシースの制御が可能になる。

【0048】

上記の特定のプロセスキット構成例は、本開示による上部支持リングと下部支持リングの突起の嵌合のいくつかの可能な実施例にすぎず、本開示による上部支持リング及び下部支持リングの可能な構成、仕様などを限定するものではないことに、注意すべきである。例えば、突起及び凹陷の形状、サイズ、又は位置は、上記の実施例に限定されない。

【0049】

図 10A 及び 10B は、可動リング 236 の側面断面図及び上面図である。図 10C は、支持リング 232 の上面図である。可動リング 236 は、上面 502、底面 1002、内側面 1004、及び外側エッジ 1006 を有する。可動リング 236 を、アルミニウム、イットリア（酸化イットリウム、 Y_2O_3 ）、又は任意の耐プラズマ性材料などの伝導性材料から製造してもよい。一実施形態では、可動リング 236 は、絶縁プレート 214 及び接地プレート 212 のそれぞれに形成された開口部内を移動し得る。外側エッジ 1006 を、開口部の内壁に隣接して配置してもよい。可動リング 236 は、エッジリング 230 の下に配置されている。可動リング 236 を、作動機構 252 と動作可能に連結してもよい。この作動機構 252 は、可動リング 236 を上昇又は下降させ得る。たとえば、一実施形態では、可動リング 236 は、静電チャック 206 を下方へ通り過ぎて、冷却プレート 218 と並んで延在する。一実施形態では、可動リング 236 は、冷却プレート 218 の底部までずっと延在する高さを有する。こうして、可動リング 236 は、冷却プレート 218 からの電力をエッジリング 230 に結合し得る。

【0050】

可動リング 236 は、内側面 1004 に 1 つ以上のノッチ 1008 を有してもよい。各ノッチ 1008 は、内側面 1004 の U 字形スロット開口部であり、横方向には、内側面 1004 から外側エッジ 1006 に向かって半径方向外側へ延び、垂直方向には、上面 502 から底面 1002 に向かっていくらか深くなっている。支持リング 232 は、横方向に、外側面 914 から半径方向外側へ突出する 1 つ以上の部分（「耳部」と呼ばれる）1010 を備えてもよい。可動リング 236 の内側面 1004 に形成されたノッチ 1008 を、支持リング 232 の耳部 1010 を収容するように構成することで、支持リング 232 は、可動リング 236 に対して Z 方向に自由に動くことができるようになっている。1 つ以上のリフトピン 1012 は、可動リング 236 と相互作用するか、それに隣接して配置され、支持リング 232 の耳部 1010 に形成されたブラインド凹部 1014 と係合する。図 10B には、互いに 120 度ずつ放射状に離れている 3 つのリフトピン 1012 が示されており、支持リング 232 の耳部 1010 に形成されたブラインド凹部 1014（図 10C ~ 10D）と相互作用するように配置されている。

【0051】

図 10D は、本明細書で提供される開示の一実施形態による支持リング 232 の断面図である。いくつかの実施形態では、図 10C 及び 10D に示すように、1 つ以上の上端支持リング 1016 を、支持リング 232 の上面かつ内側面 1004 に配置して、図 9A ~ 9B に示される支持リング 232 と同様に構成される支持リング 232 を形成してもよい。上部支持リング 902 に関して図 9A で同様に説明したように、上端支持リング 1016 を使用して、支持リング 232 がプラズマに曝されるのを防ぎ得る。上端支持リング 1016 を、シリコン及び炭化ケイ素（SiC）などの材料から製造してもよい。いくつか

10

20

30

40

50

の実施形態では、支持リング 2 3 2 及び 1 つ以上の上端支持リング 1 0 1 6 は一体化されている。

【 0 0 5 2 】

図 1 1 は、プロセスキット 2 0 2、リフト機構 1 1 0 2、及び作動機構 2 5 2 を備える複合システム 1 1 0 0 の概略断面図である。作動機構 2 5 2 は、可動リング 2 3 6 を上下させ得る。

【 0 0 5 3 】

リフト機構 1 1 0 2 は、サーボモータなどの 1 つ以上の作動装置 1 1 0 4 (1 つが示されている) と、1 つ以上のピンホルダー 1 1 0 6 (1 つが示されている) と、1 つ以上のペローズ 1 1 0 8 (1 つが示されている) と、1 つ以上のリフトピン 1 0 1 2 (1 つが示されている) とを備える。リフトピン 1 0 1 2 を、石英、サファイア、又は他の適切な材料から製造してもよい。各ピンホルダー 1 1 0 6 は対応する作動装置 1 1 0 4 に連結され、各ペローズ 1 1 0 8 は対応するピンホルダー 1 1 0 6 を囲み、各リフトピン 1 0 1 2 は対応するピンホルダー 1 1 0 6 によって支持される。各リフトピン 1 0 1 2 は、接地プレート 2 1 2 及び絶縁プレート 2 1 4 のそれぞれに形成された開口部を通して可動リング 2 3 6 と並んで配置される。1 つ以上のプッシュピンガイド (図示せず) を、接地プレート 2 1 2 及び絶縁プレート 2 1 4 の開口部の周りに配置してもよい。1 つ以上の作動装置 1 1 0 4 は、1 つ以上のピンホルダー 1 1 0 6 及び 1 つ以上のリフトピン 1 0 1 2 を上昇させることができ、これらは次にエッジリング 2 3 0 を上昇又は傾斜させる。

10

【 0 0 5 4 】

作動機構 2 5 2 は、サーボモータなどの 1 つ以上の作動装置 1 1 1 0 (1 つが示されている) と、1 つ以上のピンホルダー 1 1 1 2 (1 つが示されている) と、1 つ以上のペローズ 1 1 1 4 (1 つが示されている) と、1 つ以上のリフトピン 1 1 1 6 (1 つが示されている) とを備える。リフトピン 1 1 1 6 を、石英、サファイア、又は他の適切な材料から製造してもよい。各ピンホルダー 1 1 1 2 は、対応する作動装置 1 1 1 0 に連結され、各ペローズ 1 1 1 4 は対応するピンホルダー 1 1 1 2 を囲み、各リフトピン 1 1 1 6 は、対応するピンホルダー 1 1 1 2 によって支持されている。各リフトピン 1 1 1 6 は、可動リング 2 3 6 と接触している。1 つ以上の作動装置 1 1 1 0 は、1 つ以上のピンホルダー 1 1 1 2 及び 1 つ以上のリフトピン 1 1 1 6 を上昇させることができ、これらは次に可動リング 2 3 6 を上昇又は下降させる。

20

30

【 0 0 5 5 】

図 1 2 は、処理システム 1 2 0 0 の概略上面図である。この処理システム 1 2 0 0 を使用して、本開示の実施態様に従って、図 1 5 及び図 1 6 に示される処理シーケンスを実行し得る。この処理システム 1 2 0 0 の一例が、カリフォルニア州サンタクララのアプライドマテリアルズから入手可能な PRODUCER (登録商標) 又は CENTRIS (商標) システムである。処理システム 1 2 0 0 は、真空気密処理プラットフォーム 1 2 0 2 及び工場インターフェース 1 2 0 4 を備える。処理プラットフォーム 1 2 0 2 は、真空基板搬送チャンバ 1 2 1 2 に連結された複数の処理チャンバ 1 2 0 6 a ~ b、1 2 0 8 a ~ b、1 2 1 0 a ~ b と、真空基板搬送チャンバ 1 2 1 2 と工場インターフェース 1 2 0 4 との間に配置され、これらに連結されたロードロックチャンバ 1 2 1 4 とを備える。

40

【 0 0 5 6 】

工場インターフェース 1 2 0 4 は、少なくとも 1 つの工場インターフェースロボット 1 2 1 6、1 2 1 8 を備えて、基板の搬送を容易にする。工場インターフェースロボット 1 2 1 6、1 2 1 8 の各々は、ロボット手首 1 3 0 4 及びロボットブレード 1 3 0 6 を備える。工場インターフェース 1 2 0 4 は、1 つ以上の前面開閉一体型ポッド (F O U P) 1 2 2 0 を受け入れるように構成される。一実施例では、3 つの F O U P が、工場インターフェース 1 2 0 4 と係合するように構成されている。工場インターフェースロボット 1 2 1 6、1 2 1 8 は、基板 (例えば、基板 1 1 2) を工場インターフェース 1 2 0 4 から処理プラットフォーム 1 2 0 2 へ搬送し、この処理プラットフォーム 1 2 0 2 で、少なくとも 1 つの搬送ロボット 1 2 2 2 が、工場インターフェースロボット 1 2 1 6、1 2 1 8 が

50

ら基板を受け取り、次にその基板を処理チャンバ1206a~b、1208a~b、1210a~bのいずれかへ搬送する。一実施態様では、処理チャンバ1206a~bは、ブロック1504でプラズマ支援処理を実行するために使用し得る処理チャンバである。処理が完了すると、基板は、搬送ロボット1222によってロードロックチャンバ1214に搬送される。搬送ロボット1222は、ロボット手首1304とロボットブレード1306を備える。次に、工場インターフェースロボット1216、1218は、ロードロックチャンバ1214から基板を取り上げ、それらをFOUP1220へ戻す。エッジリング230及び支持リング232の1つ以上のセットを、保管庫1224に保管してもよい。

【0057】

図13Aは、上昇位置にあるプロセスキット202の概略断面図である。図13B及び13Cは、運搬リング1302によって保持され、運搬リング1302の上面に少なくとも部分的に配置されたプロセスキット202の概略上面図及び断面図である。エッジリング230は、支持リング232上に配置される。搬送ロボット1222のロボット手首1304及びロボットブレード1306(図13Bには図示せず)は、運搬リング1302の下に配置されて、運搬リング1302とプロセスキット202を支持する。ロボット手首1304は、ロボットブレード1306を横方向と回転方向の両方に動かして、処理システム1200内のある場所から別の場所へ、エッジリング230及び支持リング232を備えるプロセスキット202を取り出し、搬送し、届ける。支持リング232及び/又はエッジリング230を処理チャンバ100内に配置するか、処理チャンバ100から交換する場合、ロボット手首1304は、ロボットブレード1306をチャンバ本体102の入口ポート148に移動させ、この入口ポート148を通して、支持リング232及び/又はエッジリング230は、処理チャンバ100を通気することなく、処理チャンバ100内に配置され、取り出される。使用済みの支持リング232及び/又はエッジリング230が搬送ロボット1222によって処理チャンバ100から取り出されると、1つ以上のハードウェア装置を用いて、運搬リング1302から支持リング232及び/又はエッジリング230を降ろし、新しい支持リング232及び/又はエッジリング230と交換して、運搬リング1302上に載せ、ロボットブレード1306によって入口ポート148を通して処理チャンバ100へ戻す。

【0058】

図14Aは、ロボットブレード1306の概略図である。いくつかの実施形態では、ロボットブレード1306は、基板112をロボットブレード1306の部分に触れることから保護するために使用され得る1つ以上のパッド1402を備えており、この部分は、ロボットブレード1306上に基板112を載せて搬送するときに運搬リング1302と接触している。パッド1402の垂直エッジを、運搬リング1302との位置合わせにも使用してよい。ロボットブレード1306は、図14Bに示されるように、ロボット手首アダプター1404によって支持され得る。

【0059】

図15は、本明細書で説明される諸実施例による方法1500のフローチャートである。図1、2、6A、6B、6C、7A、7B、7C、9A、9B、及び11と併せて図15について述べて、処理チャンバ100内で基板を処理するための手順についてさらに説明する。

【0060】

方法1500はブロック1502から開始し、図1に示す基板112などの半導体基板を、入口ポート148の1つを通して、図1に示すように、処理チャンバ100の処理容積106内に配置された基板支持アセンブリ110上に載せる。基板支持アセンブリ110は、基板112の外側エッジ126を囲むプロセスキット202を備える。プロセスキット202は、エッジリング230及び支持リング232を備える。適切な処理チャンバは、誘導結合プラズマエッチングチャンバなどを含み得る。シリコンエッチングに適合させ得る例示的なエッチングチャンバには、CENTRIS(商標)SYM3(商標)シス

10

20

30

40

50

テム又はProducer（登録商標）エッチングシステムが含まれており、どちらもカリフォルニア州サンタクララのアプライドマテリアルズから入手可能である。他の製造業者からのものを含む他の適切なプラズマ処理チャンバも利用できると考えられる。

【0061】

ブロック1504では、基板支持アセンブリ110に配置された基板112が、処理チャンバ100の処理容積106内で処理される。基板112の処理の間、基板支持体204の一部及びエッジリング230の上面304は、例えば、図11に示すように、基板112の上面250と同一平面上にあり得る。可動リング236の位置、したがってエッジリング230の位置が、作動機構252によって基板112の表面に対して調整され、これにより、プラズマ処理の間に形成されるプラズマシース248が所望の形状を有するようになる。一実施例では、プラズマシース248の形状は、基板112の上面250のエッジ領域及び/又はすべての部分にわたって平行及び/又は平らな形状を有する。支持リング232は、図9A及び9Bに示されるように、上部支持リング902及び下部支持リング904を備えてもよい。エッジリング230は、図6A、6B、及び6Cに示されるように、上部エッジリング602及び中間エッジリング604を、又は図7A、7B、及び7Cに示されるように、上部エッジリング702、中間エッジリング704、及び下部エッジリング706を備えてもよい。

10

【0062】

基板112を処理した後、ブロック1506で、基板112は、基板リフトピン（図示せず）によって持ち上げられ、ロボットブレード1306によって入口ポート148を通過して処理チャンバ100の処理容積106から取り出される。ここで、基板リフトピンは基板リフトサーボモータ（図示せず）によって制御されている。

20

【0063】

ブロック1508では、処理チャンバ100の処理容積106内で第1数の基板（例えば、10、1000又は10000枚の基板）が処理されたかどうか判定される。ブロック1508で、「NO」その数に達していない（つまり、処理された基板は第1数未満である）と判定された場合、手順はブロック1502へ戻ること、処理チャンバ100内で別の基板112を処理し得る。ブロック1508で、「YES」その数に達した（つまり、第1数の基板が処理された）と判断された場合、ブロック1510で、エッジリング230及び支持リング232は、処理チャンバ100を通気することなく、入口ポート148を通過して処理チャンバ100の処理容積106から取り出され、保管庫1224（図12）へ搬送される。ブロック1510で実行される手順は、少なくともブロック1602～1616を含む。これらのブロックは図16に示されている。

30

【0064】

図16は、本明細書で説明する実施例に従ってブロック1510で実行される様々な方法工程のフローチャートである。図6A、6B、6C、7A、7B、7C、9A、9B、11、12、13Aと併せて図16について述べて、処理チャンバ100の処理容積106からプロセスキットを取り出し、保管庫1224にプロセスキットを保管する手順をさらに説明する。この方法を、コントローラ116などのコントローラに格納して実行してもよい。

40

【0065】

ブロック1602で、通常は大気圧環境内にある工場インターフェースロボット1216、1218は、空の運搬リング1302をロードロックチャンバ1214内に配置する。この工程では、工場インターフェースロボット1216、1218は空の運搬リング1302を取り出して（それまで空の運搬リング1302は、保管庫1224内に垂直方向に間隔を置いて配置された複数の棚（図示せず）のうちのある棚（図示せず）に配置されている）、次に、ロードロックチャンバ1214内に配置された支持体（図示せず）上に、空の運搬リング1302を置く。

【0066】

ブロック1604では、搬送ロボット1222が空の運搬リング1302を取り上げ、

50

これにより、空の運搬リング1302は、搬送ロボット1222に連結されたロボットブレード1306（図13）上に配置されるようになる。次に、搬送ロボット1222は、空の運搬リング1302をロードロックチャンバ1214から取り出す。ブロック1602又はブロック1604の間、あるいはブロック1602から1604の間でも、ロードロックチャンバ1214は、真空基板搬送チャンバ1212内の圧力と一致する真空圧力まで排気される。ここで、搬送ロボット1222は、この真空基板搬送チャンバ1212に配置されている。ロードロックチャンバ1214と真空基板搬送チャンバ1212との間の圧力の均等化により、搬送ロボット1222は、ガスの急な流れを引き起こすことなく、ロードロックチャンバ1214にアクセスできるようになる。このガスの急な流れにより、ロボットブレード1306から運搬リング1302が外れることがあり、分離用スリット弁（図示せず）が開かれているので、汚染物質がロードロックチャンバ1214から真空基板搬送チャンバ1212に流入する可能性もある。

10

【0067】

ブロック1606では、エッジリング230及び支持リング232を備えるプロセスキット202が、リフトピン1012及びそれらに関連する作動装置1104によって、処理チャンバ100の処理容積106内の上昇位置へ持ち上げられる。図13Aに示すように、上昇位置は、基板支持体204の静電チャック206の上面よりいくらか上にある。

【0068】

ブロック1608では、搬送ロボット1222は、空の運搬リング1302が配置されたロボットブレード1306を、入口ポート148を通して処理チャンバ100の処理容積106内に挿入する。ブロック1608では、搬送ロボット1222は、空の運搬リング1302を有するロボットブレード1306をプロセスキット202の下に移動させる。

20

【0069】

ブロック1610では、リフトピン1012及びそれらに関する作動装置1104は、エッジリング230及び支持リング232を下降させることで、これらを運搬リング1302上に配置する。したがって、運搬リング1302及びロボットブレード1306が、使用済みエッジリング230及び支持リング232を完全に支持している。

【0070】

ブロック1612では、搬送ロボット1222は、ロボットブレード1306、運搬リング1302、及びプロセスキット202を、入口ポート148を通して処理チャンバ100の処理容積106から取り出す。

30

【0071】

ブロック1614では、搬送ロボット1222は、運搬リング1302及びプロセスキット202をロードロックチャンバ1214内に配置された支持体（図示せず）上に配置する。ブロック1614の間に、1つ以上の装置を用いてロボットブレード1306から運搬リング1302とプロセスキット202を取り外し、ロボットブレード1306を、ロードロックチャンバ1214から回収する。ブロック1614の間、又はブロック1614の実行後、ロードロックチャンバ1214は、大気圧又は工場インターフェースロボット1216、1218が配置されている環境内の圧力に一致する圧力まで通気される。

40

【0072】

ブロック1616では、工場インターフェースロボット1216、1218は、プロセスキット202及び運搬リング1302を、保管庫1224内に配置された棚の1つへ搬送する。保管庫1224に保管されているエッジリング230と支持リング232の消耗部品（上部エッジリング602、上部エッジリング702、及び中間エッジリング704など）は、第1数の基板の処理の間に浸食されており、ユーザーが保管庫1224から撤去し得る。ある場合には、使用済みのエッジリング230及び/又は支持リング232は、運搬リング1302から取り外され、新しいエッジリング230及び/又は支持リング232と交換される。

【0073】

50

ブロック1512では、エッジリング230及び/又は支持リング232の新しいセットが処理チャンバ100の処理容積106内に装填され、手順はブロック1502に戻る。ブロック1512で実行される手順には、図17に示すブロック1702～1716が含まれる。

【0074】

図17は、本明細書で説明する実施例による、ブロック1512に記載されている手順を実行するために使用される方法のフローチャートである。図6A、6B、6C、7A、7B、7C、9A、9B、11、12、13Aと併せて図17について述べて、エッジリング230及び支持リング232の新しいセットを処理チャンバ100の処理容積106内に装填する手順をさらに説明する。この方法を、コントローラ116などのコントローラに格納して実行してもよい。

10

【0075】

ブロック1702で、工場インターフェースロボット1216、1218は、保管庫1224から新しいプロセスキット202を備える運搬リング1302を取り出し、ロードロックチャンバ1214に配置された支持体上にその運搬リングと新しいプロセスキット202を配置する。新しいプロセスキット202は、新しいエッジリング230と新しい支持リング232を備え得る。ただし、場合によっては、支持リング232を再使用することが望ましい場合がある。それは、処理チャンバ内で形成されるプラズマとの相対位置に起因して、まだいくらかの耐用期間が残っている場合である。

【0076】

ブロック1704では、搬送ロボット1222が運搬リング1302及び新しいプロセスキット202を取り上げ、これにより、運搬リング1302及び新しいプロセスキット202は、搬送ロボット1222に連結されたロボットブレード1306(図13)上に配置されるようになる。次に、搬送ロボット1222は、運搬リング1302をロードロックチャンバ1214から取り出す。ブロック1702又はブロック1704の間、又はブロック1702から1704の間でも、ロードロックチャンバ1214は、搬送ロボット1222が配置されている真空基板搬送チャンバ1212内の圧力と一致する真空圧力まで排気される。

20

【0077】

ブロック1706では、次いで、搬送ロボット1222は、運搬リング1302及び新しいプロセスキット202を処理チャンバ100の処理容積106内に挿入する。次に、リフトピン1012は、搬送ロボット1222のロボットブレード1306からプロセスキット202を取り外す。これにより、リフトピン1012及びプロセスキット202は、処理チャンバ100の処理容積106内の上昇位置に留まる。

30

【0078】

ブロック1708では、搬送ロボット1222は、空の運搬リング1302が配置されたロボットブレード1306を、入口ポート148を通して処理チャンバ100の処理容積106から回収する。

【0079】

ブロック1710では、リフトピン1012及びそれに関する作動装置1104は、プロセスキット202のエッジリング230及び支持リング232を下降させることで、これらを基板支持体204上に配置する。プロセスキット202が所定の位置に配置されると、複数の半導体基板上で方法1500を実行し得る。

40

【0080】

ブロック1712で、搬送ロボット1222は、空の運搬リング1302をロードロックチャンバ1214内に配置する。ブロック1712を、この後で実行されるブロック1714～1716とともに実行して、その後、又はその間に、方法1500のブロック1710及びブロック1502～1508の少なくとも一部を実行してもよい。ブロック1712の間、1つ以上の装置を使用して、運搬リング1302をロボットブレード1306から取り外し、ロボットブレード1306をロードロックチャンバ1214から回収す

50

る。ブロック1712の間、又はブロック1712が実行された後、ロードロックチャンバ1214は、大気圧又は工場インターフェースロボット1216及び1218が配置されている環境内の圧力に一致する圧力まで通気される。

【0081】

ブロック1714では、工場インターフェースロボット1216、1218は、空の運搬リング1302をロードロックチャンバ1214から保管庫1224内に配置された棚の1つへ搬送する。

【0082】

ブロック1716では、搬送ロボット1222は、空の運搬リング1302を保管庫1224内に配置する。空の運搬リング1302は、通常は、方法1500のブロック1602が後で実行される準備が整うまで、保管庫1224に残されている。

【0083】

本開示の実施例は、プロセスキットの製造コストを削減した状態で、処理チャンバ内で処理されている基板の表面全体でのプラズマ均一性の向上をもたらす。プラズマの均一性と処理歩留まりの間には直接的な相関関係があるため、プラズマの均一性が向上すると、処理の歩留まりが向上する。さらに、本開示を利用するエッジリング及び支持リングは、少なくとも部分的に再使用可能であり、したがって、プラズマ処理の全体的なコストが削減される。さらに、処理チャンバを通気せずに処理チャンバに新しいリングのセットを充填し、使用済みのリングのセットを取り出すことで、顧客に高水準のビジネス影響と経済的影響をもたらされるように、システムの歩留まりは改善され、手作業での予防保全とリング交換は低減される。

【0084】

上記は特定の実施形態を対象としているが、その基本的範囲から逸脱することなく他の及びさらなる実施形態を創作することができ、その範囲は以下の実用新案登録請求の範囲に基づいて決定される。

【図1】

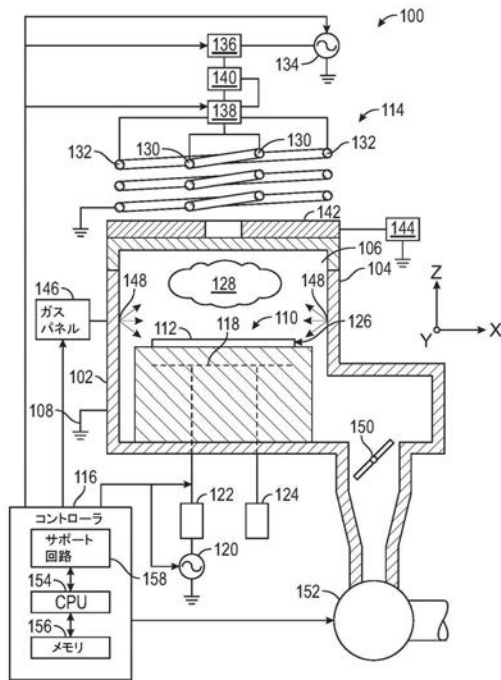


Figure 1

【図2A】

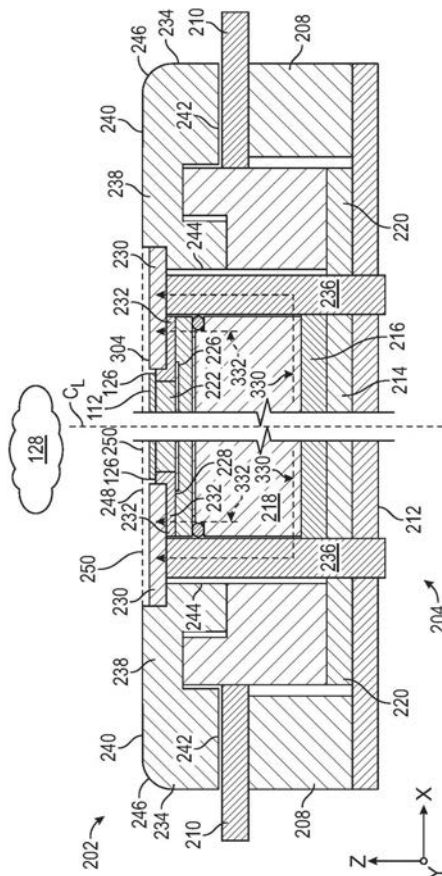


Figure 2A

10

20

【 図 2 B 】

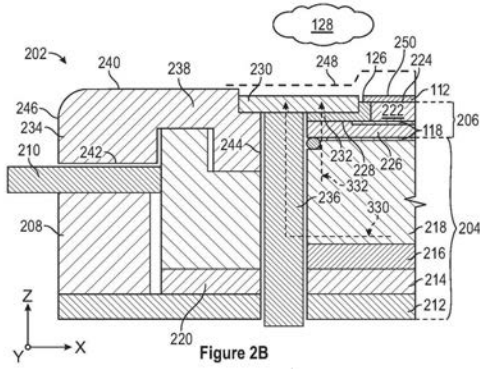


Figure 2B

【 図 3 A 】

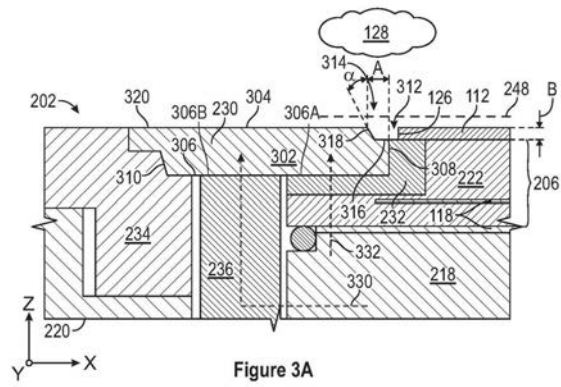


Figure 3A

【 図 2 C 】

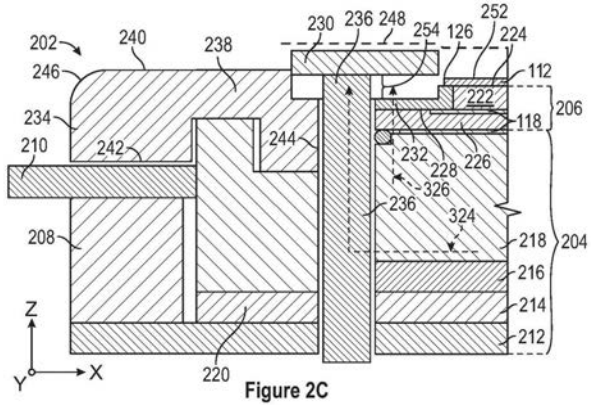


Figure 2C

【 図 3 B 】

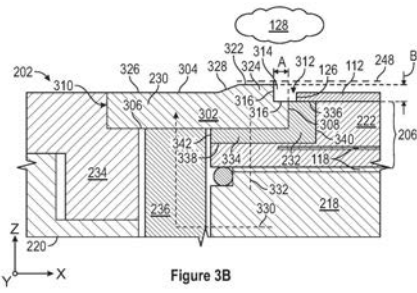


Figure 3B

【 図 4 A 】

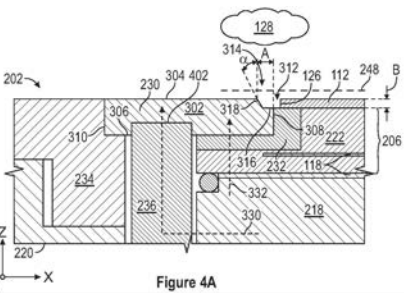


Figure 4A

【 図 4 C 】

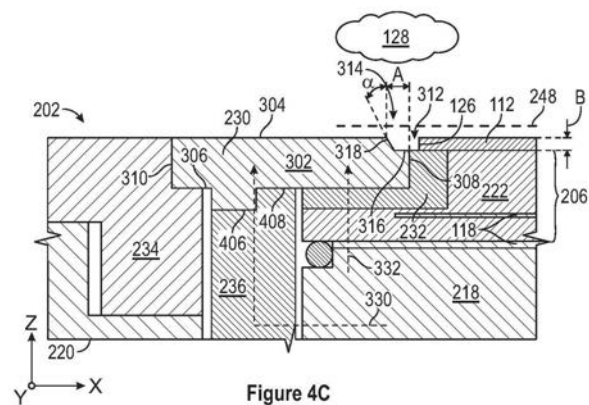
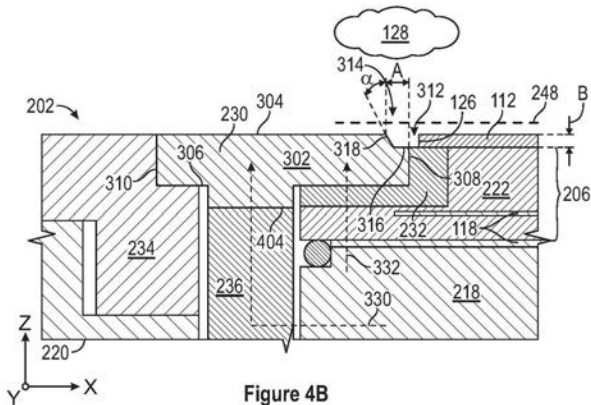


Figure 4C

【 図 4 B 】



【 図 5 B 】

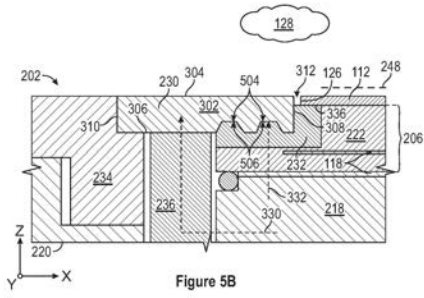


Figure 5B

【 図 5 C 】

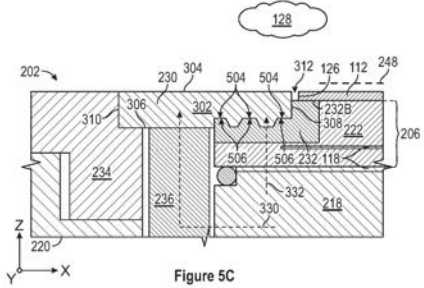


Figure 5C

【 図 5 D 】

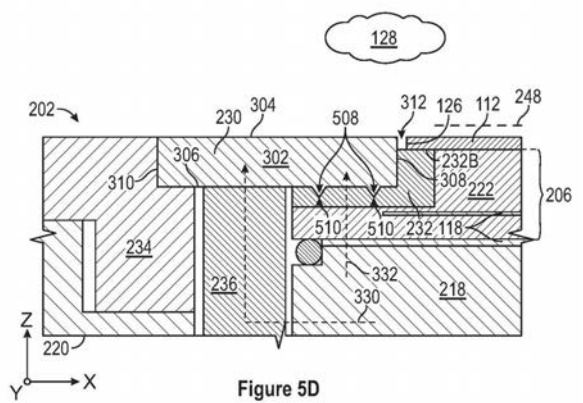


Figure 5D

【 図 6 A 】

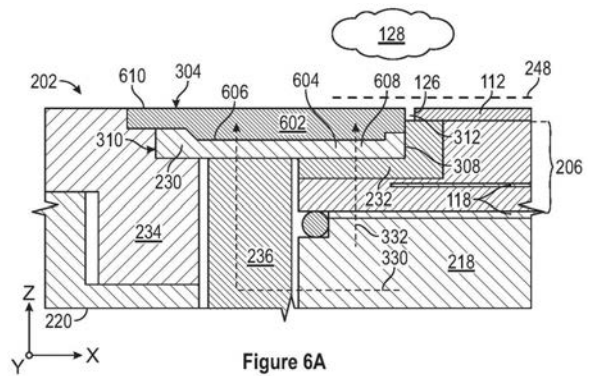


Figure 6A

【 図 6 B 】

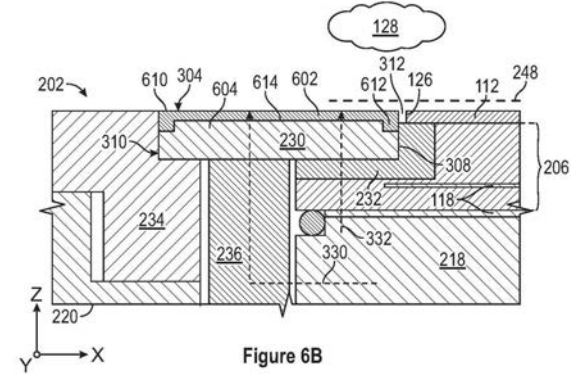


Figure 6B

【 図 7 A 】

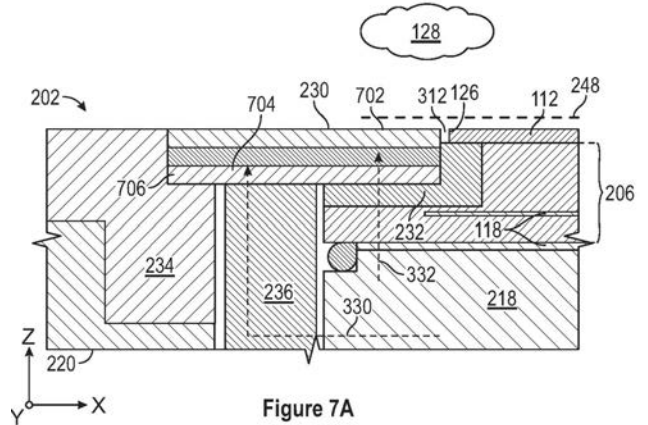


Figure 7A

【 図 6 C 】

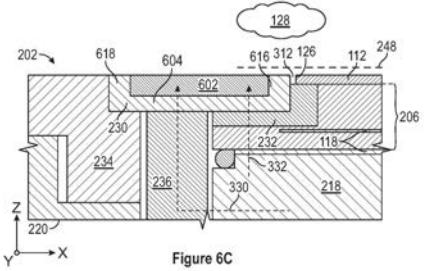


Figure 6C

【 図 7 B 】

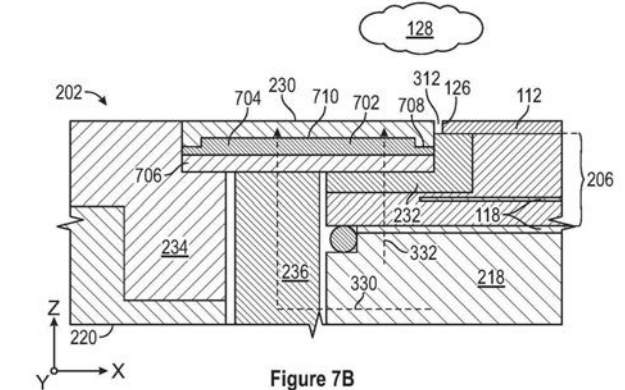


Figure 7B

【 図 7 C 】

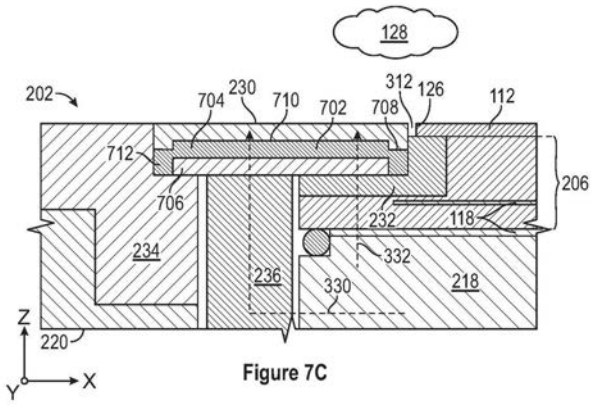


Figure 7C

【 図 8 B 】

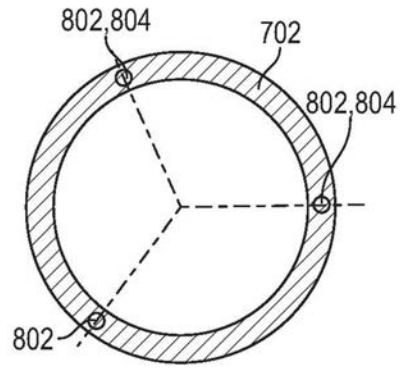


Figure 8B

【 図 8 A 】

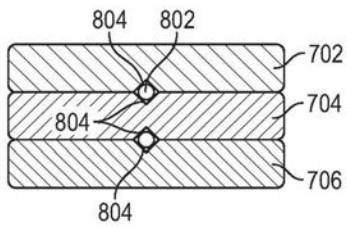


Figure 8A

【 図 8 C 】

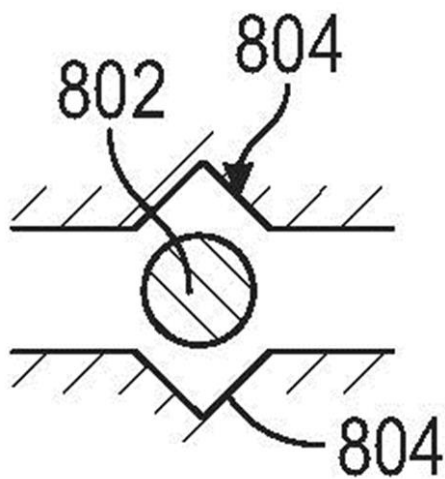


Figure 8C

【 図 8 D 】

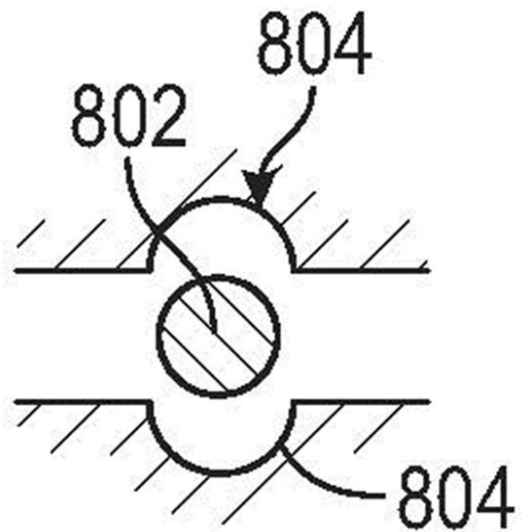


Figure 8D

【 図 8 E 】

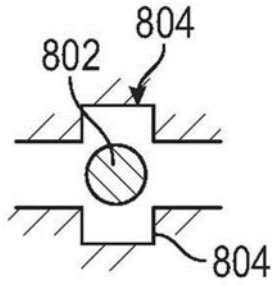


Figure 8E

【 図 8 F 】

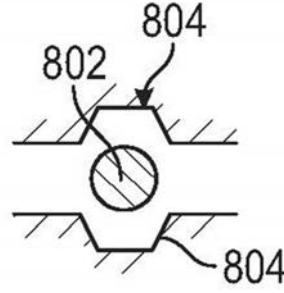


Figure 8F

【 図 9 A 】

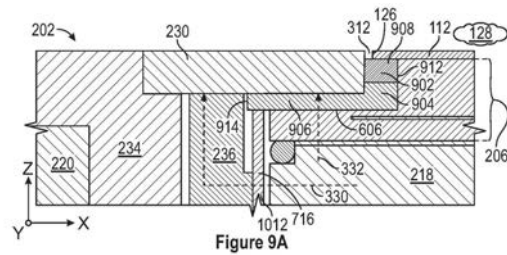


Figure 9A

【 図 9 B 】

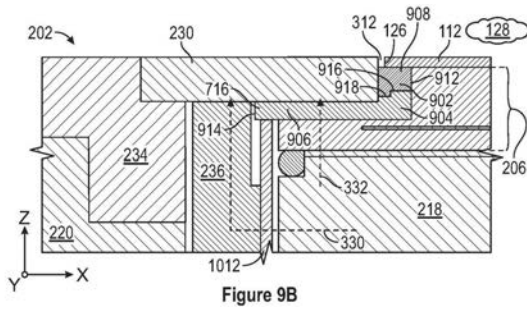


Figure 9B

【 図 10 B 】

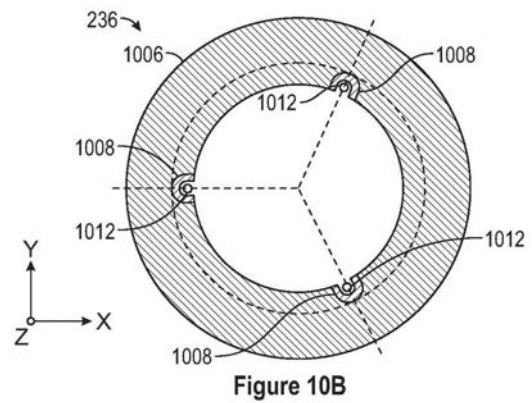


Figure 10B

【 図 10 A 】

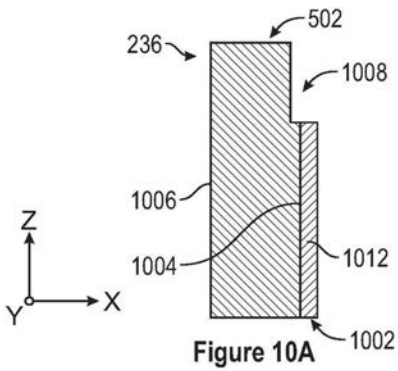


Figure 10A

【 図 10 C 】

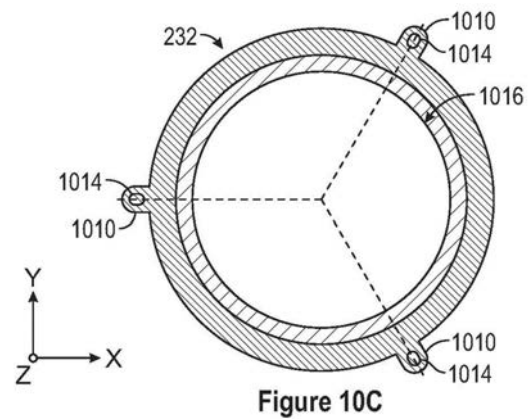


Figure 10C

【 図 1 0 D 】

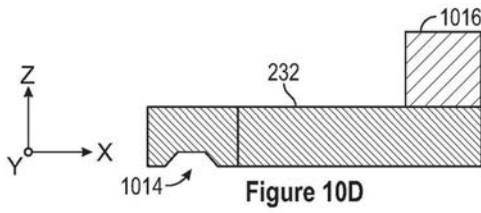


Figure 10D

【 図 1 1 】

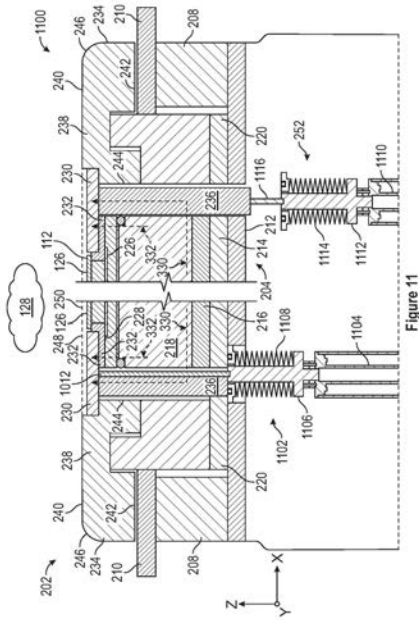


Figure 11

【 図 1 2 】

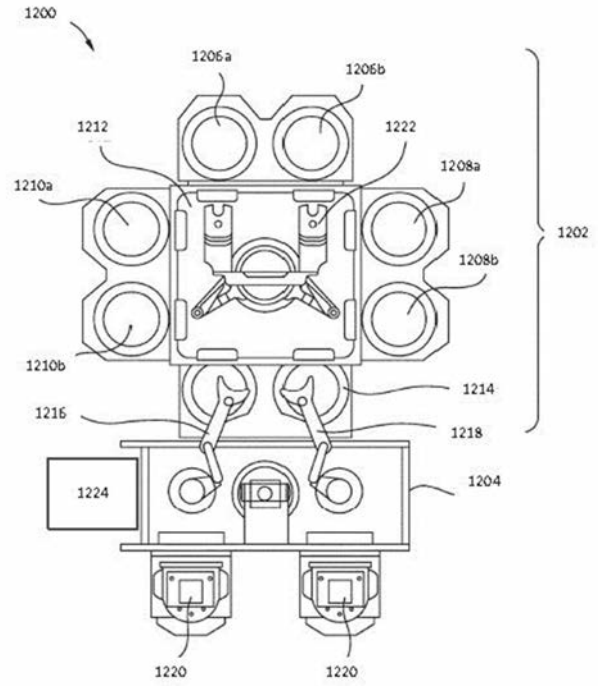


Figure 12

【 図 1 3 A 】

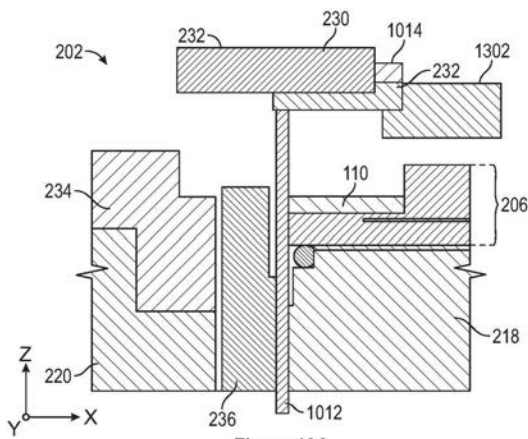


Figure 13A

【 図 1 3 B 】

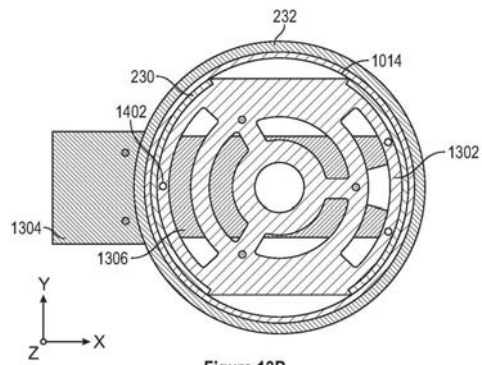


Figure 13B

【 図 1 3 C 】

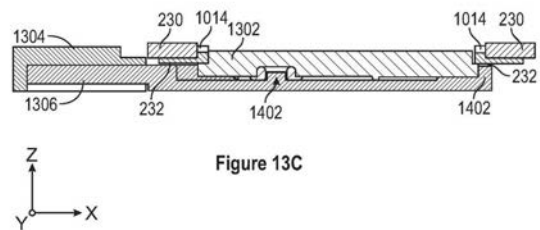


Figure 13C

【図14A】

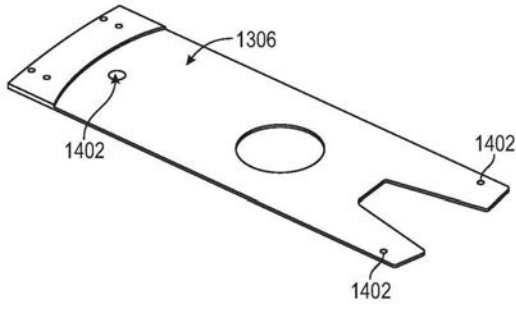


Figure. 14A

【図14B】

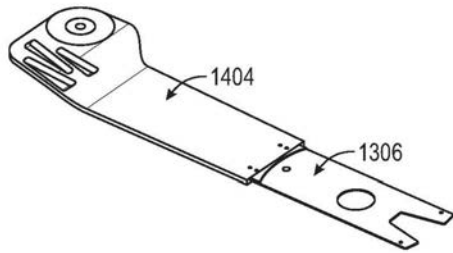


Figure. 14B

【図15】

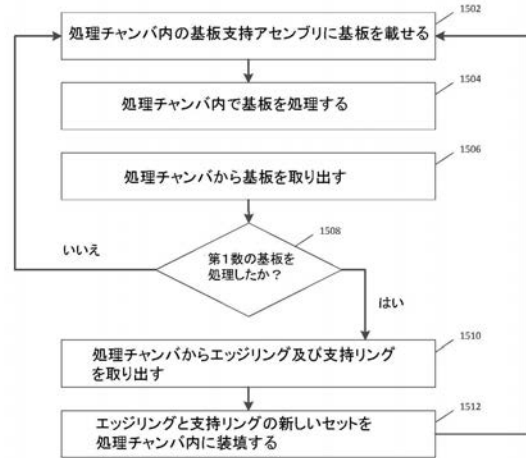


Figure 15

【図16】

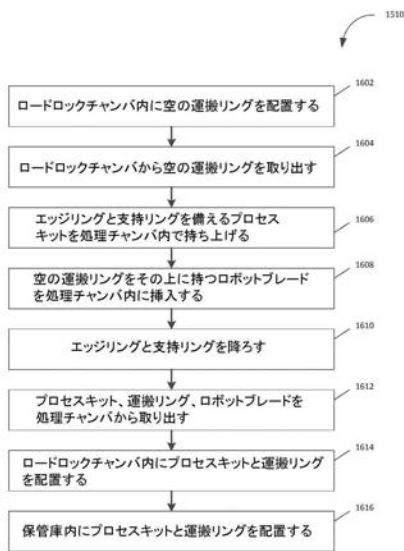


Figure 16

【図17】

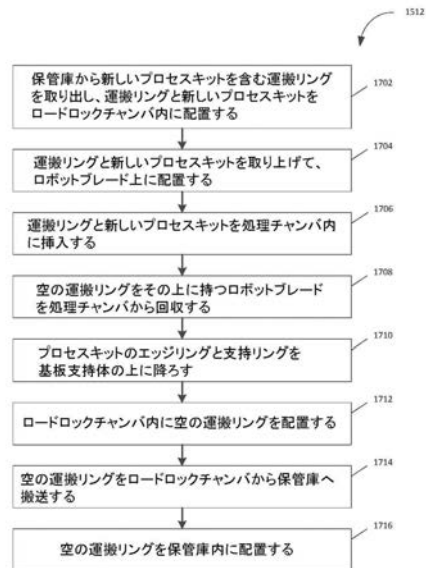


Figure 17

フロントページの続き

(72)考案者 ヨガナンダ サロデ ビシュワナス
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95054 サンタ クララ バウアーズ アベニュー 3
050 エム/エス 1269 ケア オブ アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド
ロー デパートメント