

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第5759177号  
(P5759177)

(45) 発行日 平成27年8月5日 (2015.8.5)

(24) 登録日 平成27年6月12日 (2015.6.12)

|                          |                       |
|--------------------------|-----------------------|
| (51) Int. Cl.            | F I                   |
| HO 1 L 21/3065 (2006.01) | HO 1 L 21/302 1 O 1 G |
| HO 1 L 21/31 (2006.01)   | HO 1 L 21/302 1 O 1 B |
| HO 5 H 1/46 (2006.01)    | HO 1 L 21/31 C        |
|                          | HO 5 H 1/46 M         |

請求項の数 16 (全 14 頁)

|               |                               |           |                       |
|---------------|-------------------------------|-----------|-----------------------|
| (21) 出願番号     | 特願2010-545887 (P2010-545887)  | (73) 特許権者 | 592010081             |
| (86) (22) 出願日 | 平成21年2月6日 (2009.2.6)          |           | ラム リサーチ コーポレーション      |
| (65) 公表番号     | 特表2011-511474 (P2011-511474A) |           | LAM RESEARCH CORPOR   |
| (43) 公表日      | 平成23年4月7日 (2011.4.7)          |           | ATION                 |
| (86) 国際出願番号   | PCT/US2009/000784             |           | アメリカ合衆国, カリフォルニア 945  |
| (87) 国際公開番号   | W02009/099660                 |           | 38, フレモント, クッシング パークウ |
| (87) 国際公開日    | 平成21年8月13日 (2009.8.13)        |           | エイ 4650               |
| 審査請求日         | 平成24年1月23日 (2012.1.23)        | (74) 代理人  | 110000028             |
| 審査番号          | 不服2013-17037 (P2013-17037/J1) |           | 特許業務法人明成国際特許事務所       |
| 審査請求日         | 平成25年9月4日 (2013.9.4)          | (72) 発明者  | タッパン・ジェイムズ・イー.        |
| (31) 優先権主張番号  | 61/006, 985                   |           | アメリカ合衆国 カリフォルニア州945   |
| (32) 優先日      | 平成20年2月8日 (2008.2.8)          |           | 39 フレモント, インバネス・コート,  |
| (33) 優先権主張国   | 米国 (US)                       |           | 1217                  |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置、半導体基板を処理する方法、および軸直角変位ベローズユニット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プラズマ処理装置であって、  
チャンバであって、前記チャンバの内側である第1の領域と前記チャンバの外側である第2の領域とを隔てる側壁を備えるチャンバと、前記側壁は、前記第1および第2の領域の間に流体連通を提供する開口部を有することと、

第1の端部が前記第1の領域内にあり、第2の端部が前記第2の領域内にあるように、前記開口部を介して水平方向に伸びるアーム部を備える片持梁アセンブリと、前記第1の端部の上側部分の上に基板支持体が配置され、前記第2の端部は移動可能な管路支持プレートに取り付けられていることと、

前記チャンバの外壁に配置され、前記片持梁アセンブリを垂直方向に移動させるよう動作可能である駆動機構であって、前記移動可能な管路支持プレートが取り付けられ、前記移動可能な管路支持プレートを介して前記アーム部の前記第2の端部と結合されている駆動機構と、

前記移動可能な管路支持プレートと前記側壁と結合され、前記第2の領域内の前記アーム部と前記側壁との間に真空シールを提供するベローズ構成と、  
を備える、プラズマ処理装置。

【請求項 2】

請求項1に記載のプラズマ処理装置であって、  
前記基板支持体は、基板を支持するよう適合された上面を有する下側電極アセンブリを

備え、

前記プラズマ処理チャンバは、さらに、前記基板支持体の前記上面に対向すると共に離間されて前記上面との間にギャップを形成する下面を有する上側電極アセンブリを備え、

前記下側電極アセンブリは、前記アーム部内に配置された R F 伝送部材を介して高周波 ( R F ) 電源に接続され、

前記駆動機構は、前記基板支持体を前記上側電極アセンブリに対して様々な高さに移動させて、基板のプラズマ処理中に前記ギャップのサイズを調整するよう動作可能である、プラズマ処理装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載のプラズマ処理装置あって、

前記アーム部は、内部空洞を備え、

前記アーム部は、

前記空洞内に配置され、一方の端部が R F 電源に接続され、前記 R F 電源から R F 電力を伝送するよう動作可能である R F 管を備え、

前記下側電極アセンブリは、前記 R F 管の他方の端部に接続され、前記 R F 電力を集電して前記基板支持体に送るよう動作可能である R F 導電体を備える、プラズマ処理装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載のプラズマ処理装置であって、前記 R F 電源は、前記駆動機構によって前記片持梁アセンブリと共に移動されるように、前記アーム部の外側部分に取り付けられる、プラズマ処理装置。

【請求項 5】

請求項 1 に記載のプラズマ処理装置であって、さらに、前記開口部を囲む前記側壁上に非接触粒子シールを備え、

前記非接触粒子シールは前記アーム部から垂直に伸びる移動可能なシールドプレートを備え、前記側壁は前記移動可能なシールドプレートを受け入れるスロットを備え、前記移動可能なシールドプレートは前記スロットに接触せず、前記移動可能なシールドプレートの外側部分は前記アーム部のすべての垂直位置において前記スロット内に位置する、プラズマ処理装置。

【請求項 6】

請求項 1 に記載のプラズマ処理装置であって、前記ベローズ構成は、移動可能なシールドプレートと固定シールドとを備え、前記移動可能なシールドプレートは、前記アーム部が前記開口部を通過する位置で前記アーム部から伸びており、前記固定シールドは、前記側壁に取り付けられている、プラズマ処理装置。

【請求項 7】

請求項 1 に記載のプラズマ処理装置であって、

前記駆動機構は、

垂直リニアベアリングと、

前記アーム部に回転可能に取り付けられ、回転された時に前記アーム部を移動させるよう動作可能であるボールネジと、

前記ボールネジを回転させるためのモータと、  
を備える、プラズマ処理装置。

【請求項 8】

請求項 2 に記載のプラズマ処理装置であって、

前記上側電極アセンブリは、処理ガスを前記ギャップ内に供給するための少なくとも 1 つのバッフルを備え、

前記 R F 電源は、前記処理ガスを励起してプラズマを生成するために、R F 電力を前記下側電極アセンブリに供給するよう動作可能である、プラズマ処理装置。

【請求項 9】

請求項 2 に記載のプラズマ処理装置であって、さらに、前記ギャップを取り囲むことに

10

20

30

40

50

よって前記プラズマを前記ギャップ内に閉じ込めるよう構成された少なくとも1つの閉じ込めリングを備えた閉じ込めリングアセンブリを備える、プラズマ処理装置。

【請求項10】

請求項1に記載のプラズマ処理装置であって、前記ベローズは、一端で前記側壁の外側に対してシールされた軸直角変位ベローズであり、前記ベローズの内部は、前記第2の領域を規定する、プラズマ処理装置。

【請求項11】

請求項1に記載のプラズマ処理装置であって、前記第2の領域の外側に位置する前記アームの前記第1の端部上に、RF源が支持されている、プラズマ処理装置。

【請求項12】

請求項2に記載のプラズマ処理装置であって、

(a) 前記基板支持体は、RF駆動下側電極を備え、前記アーム部は、前記電極にRF整合を提供する回路を収容するハウジングを前記第2の端部に備え、

(b) 前記アーム部は、前記基板支持体上に載置された基板に背面冷却を提供するよう動作可能な少なくとも1つのガス管を備え、

(c) 前記アーム部は、前記基板支持体の中に配置されたセンサからの信号を伝送するよう動作可能な少なくとも1つの電気接続を備え、

および/または、

(d) 前記アーム部は、前記基板支持体の中で熱伝導液を循環させるよう動作可能な流体通路を備える、プラズマ処理装置。

【請求項13】

請求項1に記載のプラズマ処理装置であって、さらに、前記チャンバの外側に配置された移動可能な管路支持プレートを備え、前記移動可能な管路支持プレートは前記アーム部の一端に取り付けられ、前記アーム部のサービス開口部と水平方向に整列した複数のサービス開口部を有し、リニアガイドに沿って前記チャンバの前記側壁の外面に沿って摺動する移動可能な環状プレートに取り付けられ、前記環状プレートは前記ベローズが配置される前記アーム部の周りの環状空間を規定する、プラズマ処理装置。

【請求項14】

半導体基板を処理する方法であって、

請求項2に記載の前記プラズマ処理装置内の前記基板支持体の上に半導体基板を支持する工程と、

前記上側電極アセンブリおよび前記下側電極アセンブリの間の空間内でプラズマを生成する工程と、

前記駆動機構によって前記片持梁アセンブリを移動させることにより、前記ギャップを調整する工程と、

前記プラズマで前記半導体基板を処理する工程と、  
を備える、方法。

【請求項15】

請求項14に記載の方法であって、前記処理する工程は、プラズマエッチングを含む、方法。

【請求項16】

基板を処理するためのプラズマ処理チャンバの片持梁アセンブリのための軸直角変位ベローズユニットであって、側壁が、前記チャンバの内側である第1の領域と前記チャンバの外側である第2の領域とを隔て、前記第1の領域および前記第2の領域は前記側壁の開口部を介して流体連通し、前記ベローズユニットは、

前記チャンバの前記側壁に取り付けられた固定環状プレートであって、前記環状プレートの開口部が、前記側壁の前記開口部を取り囲む、固定環状プレートと、

前記第1および第2の領域の外側でアーム部の端部に取り付けられた移動可能なプレートであって、前記アーム部は第1の端部が前記第1の領域内にあり、第2の端部がベローズによって規定される前記第2の領域内にあるように、前記側壁の前記開口部を介して水

10

20

30

40

50

平方向に伸びるよう構成されており、前記第 1 の端部の上側部分の上に基板支持体が配置される、移動可能なプレートと、

前記固定環状プレートと前記移動可能なプレートとの間に伸び、前記第 2 の領域内の前記アーム部と前記側壁との間に真空シールを提供するベローズと、  
を備える、ベローズユニット。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

次世代デバイス製造におけるフィーチャサイズの縮小および新材料の実装により、プラズマ処理装置に新たな要件が加わった。デバイスの小型化、基板サイズの大型化、および、新たな処理技術（例えば、デュアルダマシンエッチングのための複数工程レシピ）により、デバイス歩留まりの向上のためにウエハにわたる良好な均一性を維持するという困難性が増大している。

10

【発明の概要】

【0002】

プラズマ処理装置の一実施形態は、内部領域を取り囲み開口部を有する側壁を備えるチャンバと、側壁の開口部を介して延伸し、内部領域の外側に位置する外側部分を有する片持梁アセンブリであって、内部領域内のアーム部に基板支持体が配置されている片持梁アセンブリと、アーム部の外側部分に結合され、片持梁アセンブリを垂直方向に移動させるよう動作可能である駆動機構と、アーム部と側壁との間に真空シールを提供するベローズ構成と、を備える。

20

【図面の簡単な説明】

【0003】

【図 1 A】軸直角変位ベローズおよび非接触粒子シールを備えるギャップ調整可能な容量結合閉じ込め R F プラズマリアクタの一実施形態を示す図。

【図 1 B】軸直角変位ベローズおよび非接触粒子シールを備えるギャップ調整可能な容量結合閉じ込め R F プラズマリアクタの一実施形態を示す図。

【図 1 C】軸直角変位ベローズおよび非接触粒子シールを備えるギャップ調整可能な容量結合閉じ込め R F プラズマリアクタの一実施形態を示す図。

【図 2】下側電極がギャップ調整可能なプラズマリアクタチャンバに対して垂直に平行移動することを可能にする片持梁取り付けの R F バイアスハウジングの一実施形態を示す図。

30

【図 3】図 1 A ~ 図 1 C に示した軸直角変位ベローズの一実施形態の部分切り取り図。

【図 4】移動可能なベローズシールドプレートおよび固定ベローズシールドの詳細を示す図 3 のボックス Q の拡大図。

【図 5 A】下側電極が中間位置にある（中間ギャップである）時のラビリンスシールの一実施形態を示す部分断面図。

【図 5 B】下側電極が中間位置にある（中間ギャップである）時のラビリンスシールの一実施形態を示す端面図。

【図 6 A】下側電極が低位置にある（大ギャップである）時の図 5 A および図 5 B の実施形態を示す部分断面図。

40

【図 6 B】下側電極が低位置にある（大ギャップである）時の図 5 A および図 5 B の実施形態を示す端面図。

【発明を実施するための形態】

【0004】

図 1 A ~ 図 1 C は、ギャップを調整可能な容量結合閉じ込め R F プラズマリアクタ 600 の一実施形態を示す図である。図に示すように、真空チャンバ 602 は、下側電極 606 を収容する内部空間を取り囲むチャンバハウジング 604 を備える。チャンバ 602 の上側部分には、下側電極 606 から垂直に離間されて、上側電極 608 が設けられている。上側電極 608 および下側電極 606 の平面は、実質的に、平行であり、電極間の垂直

50

方向に直交する。上側電極 608 および下側電極 606 は、円形であり、1つの垂直軸に関して同軸であることが好ましい。上側電極 608 の下面は、下側電極 606 の上面と対向している。離間されて対向している電極の表面は、それらの間に調整可能なギャップ 610 を規定する。稼働時、下側電極 606 には、RF 電源（整合）620 によって RF 電力が供給される。RF 電力は、RF 供給管路 622、RF ストラップ 624、および、RF 電力部材 626 を介して、下側電極 606 に供給される。より均一な RF 場を下側電極 606 に供給するために、接地シールド 636 が、RF 電力部材 626 を囲んでよい。共有されている同時係属の米国特許出願第 2008/0171444 号に記載されているように、ウエハは、ウエハポート 682 を介して挿入され、処理のためにギャップ 610 内において下側電極 606 上に支持され、処理ガスが、ギャップ 610 に供給されて、RF 電力によってプラズマ状態に励起される。なお、上記の出願の内容全体は、引用によって本明細書に組み込まれる。上側電極 608 は、電力の供給を受けてもよいし、接地されてもよい。

10

#### 【0005】

図 1A ~ 図 1C に示す実施形態では、下側電極 606 は、下側電極支持プレート 616 上に支持されている。下側電極 606 と下側電極支持プレート 616 との間に挿入された絶縁リング 614 は、下側電極 606 を支持プレート 616 から絶縁する。

#### 【0006】

RF バイアスハウジング 630 は、RF バイアスハウジングボウル 632 上に下側電極 606 を支持する。ボウル 632 は、RF バイアスハウジング 630 のアーム 634 によって、チャンバ壁プレート 618 の開口部を介して管路支持プレート 638 に結合されている。好ましい実施形態では、RF バイアスハウジングボウル 632 および RF バイアスハウジングアーム 634 は、1つの構成要素として一体的に形成されるが、アーム 634 およびボウル 632 は、ボルトなどで結合された 2つの別個の構成要素であってもよい。

20

#### 【0007】

RF バイアスハウジングアーム 634 は、RF 電力、並びに、気体冷却剤、液体冷却剤、RF エネルギ、リフトピン制御のためのケーブル、電気的な監視および作動の信号などの設備を、真空チャンバ 602 の外側から真空チャンバ 602 の内側の下側電極 606 の背面の空間に通すための 1または複数の空洞の通路を備える。RF 供給管路 622 は、RF バイアスハウジングアーム 634 から絶縁されており、RF バイアスハウジングアーム 634 は、RF 電力の RF 電源 620 への帰還路を提供する。設備管路 640 は、設備要素のための通路を提供する。設備要素のさらなる詳細は、米国特許第 5,948,704 号および共有されている同時係属の米国特許出願第 2008/0171444 号に記載されており、記載を簡単にするため、本明細書では省略する。ギャップ 610 は、閉じ込めリングアセンブリ（図示せず）によって囲まれることが好ましく、その詳細については、共有されている米国特許出願公開第 2007/0284045 号に記載されており、参照によって本明細書に組み込まれる。

30

#### 【0008】

管路支持プレート 638 は、駆動機構 642 に取り付けられている。駆動機構の詳細は、共有されている同時係属の米国特許出願公開第 2008/0171444 号に記載されており、参照によって本明細書に組み込まれる。駆動機構 642（サーボモータ、ステッピングモータなど）は、例えば、ネジ歯車 646（ボールネジおよびボールネジを回転させるためのモータなど）によって、垂直リニアベアリング 644 に取り付けられる。ギャップ 610 のサイズを調整するための動作の間、駆動機構 642 は、垂直リニアベアリング 644 に沿って移動する。図 1A は、駆動機構 642 がリニアベアリング 644 の高位置にある結果、小さいギャップ 610 a が生じる場合の構成を示す。図 1B は、駆動機構 642 がリニアベアリング 644 の中間位置にある場合の構成を示す。図に示すように、下側電極 606、RF バイアスハウジング 630、管路支持プレート 638、RF 電源 620 はすべて、チャンバハウジング 604 および上側電極 608 に対して、より低く移動されているため、結果として、中間サイズのギャップ 610 b が生じる。

40

50

## 【 0 0 0 9 】

図 1 C は、駆動機構 6 4 2 がリニアベアリングの低位置にある場合の大きいギャップ 6 1 0 c を示す。上側電極 6 0 8 および下側電極 6 0 6 は、ギャップ調整の間も同軸を維持し、ギャップの両側にある上側電極および下側電極の対向面は、平行を維持することが好ましい。

## 【 0 0 1 0 】

この実施形態によれば、複数工程の処理レシピ ( B A R C、H A R C、S T R I P など ) 中の C C P チャンバ 6 0 2 内の下側電極 6 0 6 および上側電極 6 0 8 の間のギャップ 6 1 0 を、例えば、3 0 0 m m ウエハまたは平面パネルディスプレイなど、大直径の基板にわたって均一なエッチングを維持するために、調整することが可能である。特に、この実施形態は、下側電極 6 0 6 および上側電極 6 0 8 の間に調整可能なギャップを提供するのに必要な線形の動きを容易にするための機械的な構成に関する。

10

## 【 0 0 1 1 】

図 1 A は、近位端で管路支持プレート 6 3 8 に対して、そして、遠位端でチャンバ壁プレート 6 1 8 の段付きフランジ 6 2 8 に対してシールされた軸直角変位ベローズ 6 5 0 を示す。段付きフランジの内径は、R F バイアスハウジングアーム 6 3 4 を通すチャンバ壁プレート 6 1 8 の開口部 6 1 2 を規定する。

## 【 0 0 1 2 】

軸直角変位ベローズ 6 5 0 は、真空シールを提供すると共に、R F バイアスハウジング 6 3 0、管路支持プレート 6 3 8、および、駆動機構 6 4 2 の垂直移動を許容する。R F バイアスハウジング 6 3 0、管路支持プレート 6 3 8、および、駆動機構 6 4 2 は、片持梁アセンブリと呼んでもよい。好ましくは、R F 電源 6 2 0 は、片持梁アセンブリと共に移動し、管路支持プレート 6 3 8 に取り付けられてよい。図 1 B は、片持梁アセンブリが中間位置にある時に中立位置にあるベローズ 6 5 0 を示す。図 1 C は、片持梁アセンブリが低位置にある時に軸直角方向に変位したベローズ 6 5 0 を示す。

20

## 【 0 0 1 3 】

ラビリンスシール 6 4 8 は、ベローズ 6 5 0 とプラズマ処理チャンバハウジング 6 0 4 の内部との間に粒子バリアを提供する。チャンバハウジング 6 0 4 の内壁のチャンバ壁プレート 6 1 8 に、固定シールド 6 5 6 を固定することで、ラビリンス溝 6 6 0 ( スロット ) が提供されており、そのラビリンス溝 6 6 0 内で、移動可能なシールドプレート 6 5 8 が、片持梁アセンブリの垂直の動きに対応して垂直移動する。移動可能なシールドプレート 6 5 8 の外側部は、下側電極 6 0 6 がどの垂直位置にあっても、スロット内に残る。

30

## 【 0 0 1 4 】

実施形態において、ラビリンスシール 6 4 8 は、チャンバ壁プレート 6 1 8 の開口部 6 1 2 においてチャンバ壁プレート 6 1 8 の内面に取り付けられてラビリンス溝 6 6 0 を規定する固定シールド 6 5 6 を備える。移動可能なシールドプレート 6 5 8 は、R F バイアスハウジングのアーム 6 3 4 がチャンバ壁プレート 6 1 8 の開口部 6 1 2 を通過する位置で、アーム 6 3 4 から放射状に伸びるように取り付けられる。移動可能なシールドプレート 6 5 8 は、ラビリンス溝 6 6 0 内に伸びると共に、第 1 のギャップ ( 図 4 の空隙「B」 ) だけ固定シールド 6 5 6 から離間され、第 2 のギャップ ( 図 4 の空隙「C」 ) だけチャンバ壁プレート 6 1 8 の内壁から離間されていることにより、片持梁アセンブリが垂直に移動することを許容する。ラビリンスシール 6 4 8 は、ベローズ 6 5 0 から砕けた粒子が、真空チャンバの内部 6 0 5 内に進入することを防ぎ、処理ガスプラズマからのラジカルがベローズ 6 5 0 に移動すると堆積物を形成して後に碎ける場合があることから、その移動を防止する。

40

## 【 0 0 1 5 】

図 1 A は、片持梁アセンブリが高位置にある ( 小さいギャップ 6 1 0 a である ) 時に、移動可能なシールドプレート 6 5 8 が、R F バイアスハウジングアーム 6 3 4 の上方のラビリンス溝 6 6 0 内で高位置にある様子を示す。図 1 C は、片持梁アセンブリが低位置にある ( 大きいギャップ 6 1 0 c である ) 時に、移動可能なシールドプレート 6 5 8 が、R

50

F バイアスハウジングアーム 6 3 4 の上方のラビリンス溝 6 6 0 内で低位置にある様子を  
示す。図 1 B は、片持梁アセンブリが中間位置にある（中間のギャップ 6 1 0 b である）  
時に、移動可能なシールドプレート 6 5 8 が、ラビリンス溝 6 6 0 内で中立すなわち中間  
位置にある様子を示す。ラビリンスシール 6 4 8 は、R F バイアスハウジングアーム 6 3  
4 に関して対称であることが図示されているが、別の実施形態では、R F バイアスアーム  
6 3 4 に関して非対称であってもよい。

【 0 0 1 6 】

図 2 は、ギャップを調整可能な容量結合閉じ込め R F プラズマリアクタの構成要素の一  
実施形態を示す。構成要素は、部分的に切り取った様子が図示されており、説明しやすい  
ように他の構成要素は省略されている。図において、R F バイアスハウジング 6 3 0 は、  
チャンバの外側に位置する管路支持プレート 6 3 8 によって真空チャンバ 6 0 2 内に支持  
されている。R F バイアスハウジングアーム 6 3 4 の近位端は、管路支持プレート 6 3 8  
に取り付けられている。管路支持プレート 6 3 8 のサービス開口部により、R F バイアス  
ハウジングアーム 6 3 4 の内部を軸方向に通って下側電極 6 0 6 の裏側の空間に至る設備  
管路 6 4 0 および R F 供給管路 6 2 2 にアクセスできるようになっている。R F 供給管路  
6 2 2 および設備管路 6 4 0 は、第 1 の圧力（大気圧など）であり、真空チャンバ 6 0 2  
の内部は、真空口 6 8 0 を介して真空ポンプに接続されることにより第 2 の圧力（減圧な  
ど）になっている。ペローズ 6 5 0 は、真空シールを提供しつつ、片持梁アセンブリの垂  
直移動を許容する。

【 0 0 1 7 】

管路支持プレート 6 3 8 は、リニアベアリング 6 4 4 に沿って真空チャンバ 6 0 2 に対  
して垂直に上下動する駆動機構 6 4 2 に取り付けられている。リニアベアリング 6 4 4 は  
、真空チャンバ 6 0 2 の側壁を提供するチャンバ壁プレート 6 1 8 に取り付けられている  
。チャンバ壁プレート 6 1 8 は、駆動機構 6 4 2 の動作中に移動しないが、真空チャンバ  
6 0 2 内の R F バイアスハウジング 6 3 0 および下側電極アセンブリの取り外しおよび挿  
入を容易にするために、取り外し可能に真空チャンバ 6 0 2 に取り付けられてよい。駆動  
機構 6 4 2 が真空チャンバ 6 0 2 に対して垂直に移動する時に、管路支持プレート 6 3 8  
および R F バイアスハウジング 6 3 0 も、図 2 の矢印 A - A ' で示す方向に垂直移動する  
。

【 0 0 1 8 】

チャンバ壁プレート 6 1 8 は、チャンバハウジング 6 0 4 内への開口部を形成する段付  
きフランジ 6 2 8 を有する。R F バイアスハウジングアーム 6 3 4 は、段付きフランジ 6  
2 8 の内径によって規定される開口部 6 1 2 を介してチャンバハウジング 6 0 4 の内部に  
至る。開口部 6 1 2 を規定する段付きフランジ 6 2 8 の内径は、アーム 6 3 4 が垂直方向  
A - A ' に移動できるように、R F バイアスハウジングアーム 6 3 4 の外側の横断寸法よ  
りも大きい。R F バイアスハウジングアーム 6 3 4 の近位端は、R F バイアスハウジング  
アーム 6 3 4 がチャンバ壁プレート 6 1 8 に対して移動できるように、管路支持プレート  
6 3 8 に結合してシールしている。ペローズ 6 5 0 は、図 3 を参照して以下で説明するよ  
うに、R F バイアスハウジングアーム 6 3 4 の近位端をチャンバ壁プレート 6 1 8 に対し  
てシールするための真空シールを形成する。

【 0 0 1 9 】

図 3 は、R F バイアスハウジングアーム 6 3 4 の近位端とチャンバ壁プレート 6 1 8 と  
の間に、横方向に移動可能な真空シールを形成するペローズ 6 5 0 を示す。この図では、  
ペローズ 6 5 0 のアコーディオン状の外観は図示されていない。ペローズ 6 5 0 の詳細に  
ついては、共有されている同時係属の米国特許出願第 2 0 0 8 / 0 1 7 1 4 4 4 に記載され  
ている。ペローズ 6 5 0 の近位端 6 5 0 a は、近位端 6 5 0 a の小直径端を R F バイア  
スハウジングアーム 6 3 4 のクランプ端 6 5 4 と管路支持プレート 6 3 8 との間に挟むよ  
うに、クランプ端 6 5 4 の下に O - リングと共にクランプ固定される。ペローズ 6 5 0 の  
大直径の遠位端 6 5 0 b は、段付きフランジ 6 2 8 の内径に隣接する開口部 6 1 2 の周囲  
にわたってチャンバ壁プレート 6 1 8 の外壁に対するシールを形成するように、クランプ

リング 6 5 2 の下にクランプ固定される。クランプリング 6 5 2 は、チャンバ壁プレート 6 1 8 にボルト固定されることが好ましい。

【 0 0 2 0 】

ベローズ 6 5 0 は、ラビリンスシール 6 4 8 ( 図 3 および図 4 のボックス Q を参照 ) によって真空チャンバ 6 0 2 の内部から実質的に隔離される。移動可能なシールドプレート 6 5 8 は、R F バイアスハウジングアーム 6 3 4 から放射状に伸びており、片持梁アセンブリと共に垂直方向に移動する。チャンバ壁プレート 6 1 8 の内面上で段付きフランジ 6 2 8 の内径の周囲に設けられた後退部を固定シールド 6 5 6 で覆うことにより、チャンバ壁プレート 6 1 8 の内壁と固定シールド 6 5 6 との間にラビリンス溝 6 6 0 が規定される。移動可能なシールドプレート 6 5 8 は、ラビリンス溝 6 6 0 の壁から離間されてラビリン  
10  
ス溝 6 6 0 内に配置されるように、移動可能なシールドプレート 6 5 8 の両側にギャップを有してラビリンス溝 6 6 0 内に伸びる。それにより、移動可能なシールドプレート 6 5 8 は、ラビリンス溝 6 6 0 を規定する任意の表面と接触することなく、ラビリンス溝 6 6 0 内で垂直方向に移動することができる。図 4 に示すように、ラビリンス溝 6 6 0 のかかる配置により、固定シールドプレート 6 5 6 と移動可能なシールドプレート 6 5 8 との間の環状の空隙「 B 」、および、移動可能なシールドプレート 6 5 8 とチャンバ壁プレート 6 1 8 の表面との間の第 2 の空隙「 C 」が形成される。

【 0 0 2 1 】

ラビリンスシール 6 4 8 は、真空処理条件下で、軸直角変位ベローズの内部 6 8 6 と真空チャンバ内部 6 0 5 との間の粒子の移動を実質的に防ぐ。ラビリンス溝 6 6 0 の空隙「 B 」および「 C 」の厚さと、移動可能なシールドプレート 6 5 8 がラビリンス溝 6 6 0 内に挿入される深さの比は、約 1 : 8 から約 1 : 5 0 の範囲であることが好ましい。例えば、「 B 」および「 C 」の空隙の厚さは、一方の側では、移動可能なシールドプレート 6 5 8 とチャンバ壁プレート 6 1 8 との間のギャップのサイズであり、他方の側では、移動可能なシールドプレート 6 5 8 と固定シールドプレート 6 5 6 との間のギャップのサイズである。  
20

【 0 0 2 2 】

図 5 A は、片持梁アセンブリが中間すなわち中立位置にある ( 中間ギャップ 6 1 0 b である ) 時のラビリンスシール 6 4 8 の一実施形態を示す縦断面図であり、図 5 B は、真空チャンバ 6 0 2 の内部から見た図である。R F バイアスハウジングアーム 6 3 4 は、段付きフランジ 6 2 8 の内径によって規定されるチャンバ壁プレートの開口部 6 1 8 を通る。移動可能なシールドプレート 6 5 8 は、ラビリンス溝 6 6 0 よりも狭く、それにより、移動可能なシールドプレート 6 5 8 の外縁は、ラビリンス溝 6 6 0 内に挿入されて、ベローズ 6 5 0 の内部 6 8 6 と真空チャンバの内部 6 0 5 との間に非接触の粒子シールを形成する。移動可能なシールドプレート 6 5 8 は、ボルト 6 9 2 によって R F バイアスハウジングアーム 6 3 4 に固定されてもよいし、除去可能な接着剤などによって取り付けられてもよい。固定シールド 6 5 6 は、ボルト 6 9 0 によってチャンバ壁プレート 6 1 8 の内面に固定されてもよいし、接着剤または他の取り外し可能な結合などによって取り付けられてもよい。  
30

【 0 0 2 3 】

図 6 A は、片持梁アセンブリが低位置にある ( 大ギャップ 6 1 0 c である ) 時の図 5 A および図 5 B に示したラビリンスシール 6 4 8 の実施形態を示す縦断面図であり、図 6 B は、真空チャンバ 6 0 2 の内部から見た図である。図に示すように、固定シールド 6 5 6 は、固定シールド 6 5 6 の着脱と、移動可能なシールドプレート 6 5 8 の着脱を可能にするために、いくつかの部分から形成されてよい。例えば、固定シールドプレート 6 5 6 は、下側固定シールド部分 6 5 7 および上側固定シールド部分 6 5 9 を備える。  
40

【 0 0 2 4 】

本発明の具体的な実施形態を参照しつつ本発明について説明したが、添付の特許請求の範囲を逸脱することなく、様々な変更および変形が可能であり、等価物を用いることが可能であることは、当業者にとって明らかである。  
50



適用例 1 : プラズマ処理装置であって、内部を第 1 および第 2 の領域に隔てる側壁を備えるチャンバと、前記側壁は、前記第 1 および第 2 の領域の間に流体連通を提供する開口部を有することと、第 1 の端部が前記第 1 の領域内にあり、第 2 の端部が前記第 2 の領域内にあるように、前記開口部を介して水平方向に伸びるアーム部を備える片持梁アセンブリと、前記第 1 の端部の上側部分の上に基板支持体が配置されることと、前記アーム部の前記第 2 の端部に結合され、前記片持梁アセンブリを垂直方向に移動させるよう動作可能である駆動機構と、前記アーム部と前記側壁との間に真空シールを提供するベローズ構成と、を備える、プラズマ処理装置。

適用例 2 : 適用例 1 に記載のプラズマ処理装置であって、前記基板支持体は、基板を支持するよう適合された上面を有する下側電極アセンブリを備え、前記プラズマ処理チャンバは、さらに、前記基板支持体の前記上面に対向すると共に離間されて前記上面との間にギャップを形成する下面を有する上側電極アセンブリを備え、前記下側電極アセンブリは、前記アーム部内に配置された R F 伝送部材を介して高周波 ( R F ) 電源に接続され、前記駆動機構は、前記基板支持体を前記上側電極アセンブリに対して様々な高さに移動させて、基板のプラズマ処理中に前記ギャップのサイズを調整するよう動作可能である、プラズマ処理装置。

適用例 3 : 適用例 2 に記載のプラズマ処理装置であって、前記下側電極アセンブリは、プラズマ処理中に前記基板を所定位置にクランプするよう動作可能な静電チャックを備える、プラズマ処理装置。

適用例 4 : 適用例 1 に記載のプラズマ処理チャンバであって、前記アーム部は、内部空洞を備え、前記プラズマ処理チャンバは、さらに、前記空洞内に配置され、一方の端部が R F 電源に接続され、前記 R F 電源から R F 電力を伝送するよう動作可能である R F 管と、前記 R F 管の他方の端部に接続され、前記 R F 電力を集電して前記基板支持体に送るよう動作可能である R F 導電体と、を備える、プラズマ処理チャンバ。

適用例 5 : 適用例 4 に記載のプラズマ処理装置であって、前記 R F 電源は、前記駆動機構によって前記片持梁アセンブリと共に移動されるように、前記アーム部の外側部分に取り付けられる、プラズマ処理装置。

適用例 6 : 適用例 1 に記載のプラズマ処理装置であって、さらに、前記開口部を囲む前記側壁上に非接触粒子シールを備え、

前記非接触粒子シールは前記アーム部から垂直に伸びる固定プレートを備え、前記側壁は前記固定プレートを受け入れるスロットを備え、前記固定プレートは前記スロットに接触せず、前記固定プレートの外側部分は前記アーム部のすべての垂直位置において前記スロット内に位置する、プラズマ処理装置。

適用例 7 : 適用例 1 に記載のプラズマ処理装置であって、( a ) 前記アーム部が最上位位置に移動された時に、前記ベローズの上側部分は圧縮され、前記ベローズの下側部分は伸長され、( b ) 前記アーム部が最下位位置に移動された時に、前記ベローズの上側部分は伸長され、前記ベローズの下側部分は圧縮される、プラズマ処理装置。

適用例 8 : 適用例 1 に記載のプラズマ処理装置であって、前記ベローズは、移動可能なベローズシールドプレートと固定ベローズシールドとを備え、前記移動可能なベローズシールドプレートは、前記アーム部の前記第 2 の端部から伸びており、前記固定ベローズシールドは、前記側壁に取り付けられている、プラズマ処理装置。

適用例 9 : 適用例 1 に記載のプラズマ処理装置であって、前記駆動機構は、垂直リニアベアリングと、前記アーム部に回転可能に取り付けられ、回転された時に前記アーム部を移動させるよう動作可能であるボールネジと、前記ボールネジを回転させるためのモータと、を備える、プラズマ処理装置。

適用例 10 : 適用例 2 に記載のプラズマ処理装置であって、前記上側電極アセンブリは、処理ガスを前記ギャップ内に供給するための少なくとも 1 つのパッフルを備え、前記 R F 電源は、前記処理ガスを励起してプラズマを生成するために、R F 電力を前記下側電極アセンブリに供給するよう動作可能である、プラズマ処理装置。

適用例 11 : 適用例 2 に記載のプラズマ処理装置であって、さらに、前記ギャップを取

10

20

30

40

50

り囲むことによって前記プラズマを前記ギャップ内に閉じ込めるよう構成された少なくとも1つの閉じ込めリングを備えた閉じ込めリングアセンブリを備える、プラズマ処理装置。

適用例12：適用例1に記載のプラズマ処理装置であって、前記ベローズは、一端で前記側壁の外側に対してシールされた軸直角変位ベローズであり、前記ベローズの内部は、前記第2の領域を規定する、プラズマ処理装置。

適用例13：適用例1に記載のプラズマ処理装置であって、前記第2の領域の外側に位置する前記アームの前記第1の端部上に、RF源が支持されている、プラズマ処理装置。

適用例14：適用例2に記載のプラズマ処理装置であって、(a)前記基板支持体は、RF駆動下側電極を備え、前記アーム部は、前記電極にRF整合を提供する回路を収容するハウジングを前記第2の端部に備え、(b)前記アーム部は、前記基板支持体上に設置された基板に背面冷却を提供するよう動作可能な少なくとも1つのガス管を備え、(c)前記支持アームは、前記基板支持体の中に配置されたセンサからの信号を伝送するよう動作可能な少なくとも1つの電気接続を備え、および/または、(d)前記支持アームは、前記基板支持体の中で熱伝導液を循環させるよう動作可能な流体通路を備える、プラズマ処理装置。

適用例15：適用例1に記載のプラズマ処理装置であって、さらに、前記チャンバの外側に配置された移動可能な支持プレートを備え、前記移動可能な支持プレートは前記支持アームの一端に取り付けられ、前記支持アームのサービス開口部と水平方向に整列した複数のサービス開口部を有し、リニアガイドに沿って前記チャンバの前記側壁の外面に沿って摺動する移動可能な環状プレートに取り付けられ、前記環状プレートは前記ベローズが配置される前記支持アームの周りの環状空間を規定する、プラズマ処理装置。

適用例16：半導体基板を処理する方法であって、適用例2に記載の前記プラズマ処理装置内の前記基板支持体の上に半導体基板を支持する工程と、前記上側電極アセンブリおよび前記下側電極アセンブリの間の空間内でプラズマを生成する工程と、前記駆動機構によって前記片持梁アセンブリを移動させることにより、前記ギャップを調整する工程と、前記プラズマで前記半導体基板を処理する工程と、を備える、方法。

適用例17：適用例16に記載の方法であって、前記処理する工程は、プラズマエッチングを含む、方法。

適用例18：基板を処理するためのプラズマ処理チャンバの片持梁アセンブリのための軸直角変位ベローズユニットであって、側壁が、前記チャンバの内部を、前記側壁の開口部を介して流体連通する第1および第2の領域に隔てているベローズユニットと、前記ベローズユニットは、前記チャンバの前記側壁に取り付けられた固定環状プレートであって、前記環状プレートの開口部が、前記側壁の前記開口部を取り囲む、固定環状プレートと、前記第1および第2の領域の外側でアーム部の端部に取り付けられた移動可能なプレートであって、前記アーム部は第1の端部が前記第1の領域内にあり、第2の端部がベローズによって規定される前記第2の領域内にあるように、前記側壁の前記開口部を介して水平方向に伸びるよう構成されており、前記第1の端部の上側部分の上に基板支持体が配置される、移動可能なプレートと、前記固定環状プレートと前記移動可能なプレートとの間に伸びるベローズと、を備え、(a)前記アーム部が最上位位置に移動された時に、前記ベローズの上側部分は圧縮され、前記ベローズの下側部分は伸長され、(b)前記アーム部が最下位位置に移動された時に、前記ベローズの上側部分は伸長され、前記ベローズの下側部分は圧縮される、ベローズユニット。

適用例19：適用例18に記載の軸直角変位ベローズユニットであって、前記ベローズは、テーパ状をなり、前記チャンバの前記側壁に対してシールされた端部における直径が大きい、ベローズユニット。

【図 1 A】

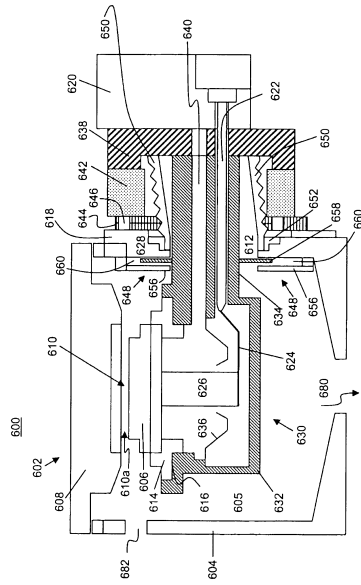


FIG. 1A

【図 1 B】

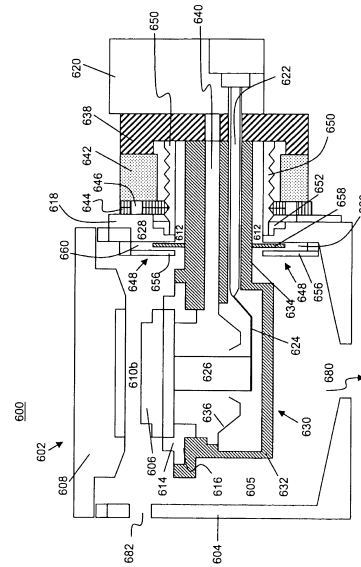


FIG. 1B

【図 1 C】

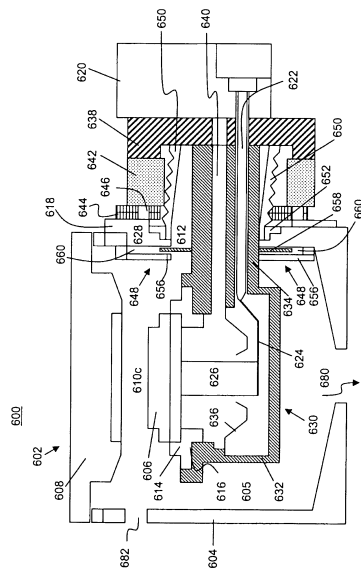


FIG. 1C

【図 2】

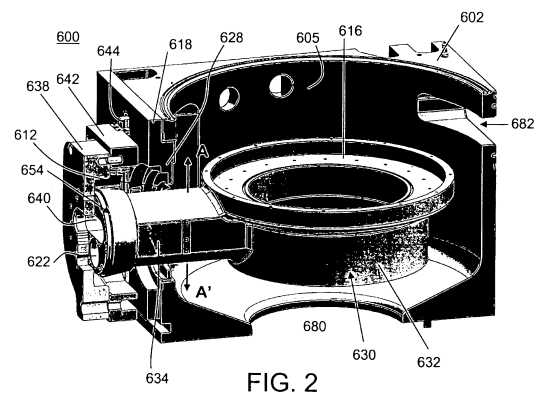


FIG. 2

【 図 4 】

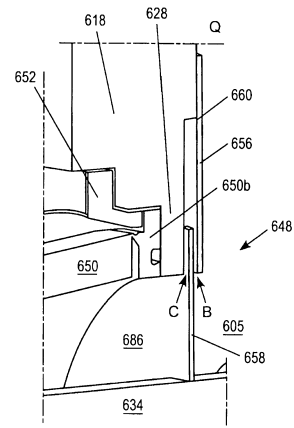


FIG. 4

【 図 5 B 】

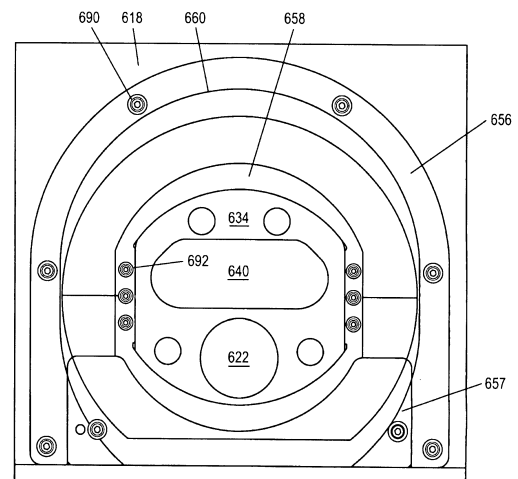


FIG. 5B

【図 6 A】

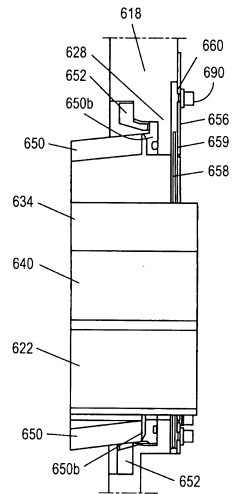


FIG. 6A

【図 6 B】

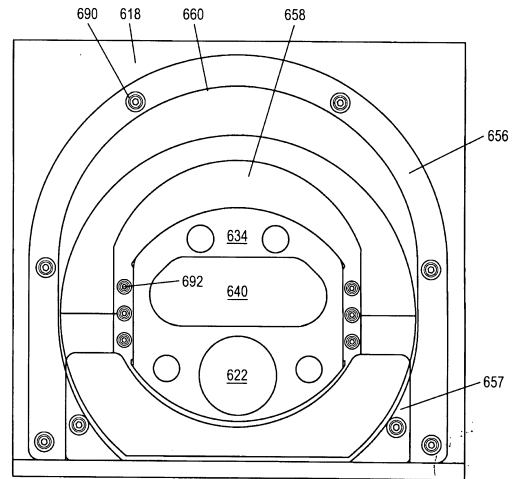


FIG. 6B

---

フロントページの続き

(72)発明者 スティーブ・ノット・スコット・ジェフリー  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 6 6 プレザントン, クレリン・ロード, 8 4 1

## 合議体

審判長 飯田 清司

審判官 鈴木 匡明

審判官 加藤 浩一

(56)参考文献 特表平 0 9 - 5 0 3 3 4 9 ( J P , A )  
特開 2 0 0 3 - 1 8 8 0 9 4 ( J P , A )  
特開平 0 4 - 3 4 3 2 2 2 ( J P , A )  
国際公開第 2 0 0 3 / 0 6 0 9 7 3 ( W O , A 1 )  
特開平 0 9 - 0 2 7 3 9 6 ( J P , A )  
特開平 0 4 - 0 0 3 9 2 7 ( J P , A )  
特開平 0 4 - 0 5 6 1 4 6 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 L 2 1 / 3 0 6 5

H 0 1 L 2 1 / 3 1

H 0 5 H 1 / 4 6