

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-212447

(P2017-212447A)

(43) 公開日 平成29年11月30日(2017.11.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/3065 (2006.01)	HO 1 L 21/302 1 O 5 A	2 G O 8 4
HO 5 H 1/46 (2006.01)	HO 1 L 21/302 1 O 1 D	5 F O O 4
	HO 5 H 1/46 A	

審査請求 有 請求項の数 20 O L 外国語出願 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2017-103423 (P2017-103423)
 (22) 出願日 平成29年5月25日 (2017. 5. 25)
 (31) 優先権主張番号 62/341, 840
 (32) 優先日 平成28年5月26日 (2016. 5. 26)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 000219967
 東京エレクトロン株式会社
 東京都港区赤坂五丁目3番1号
 (74) 代理人 100107766
 弁理士 伊東 忠重
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (74) 代理人 100091214
 弁理士 大貫 進介
 (72) 発明者 大竹 浩人
 アメリカ合衆国 オレゴン州 97124
 ヒルズボロ 1800 ノースイースト
 25ス アヴェニュー

最終頁に続く

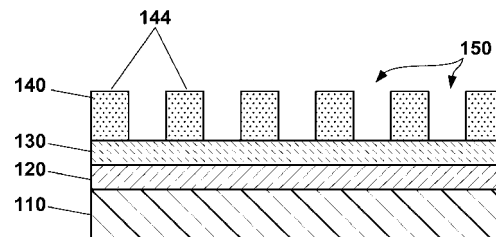
(54) 【発明の名称】 高アスペクト比フィーチャをエッチングするための多周波電力変調

(57) 【要約】

【課題】 プラズマを使用して基板上的の1つの材料を、基板上的の別の材料に対して選択的にエッチングするための方法を提供する。

【解決手段】 基板をエッチングする方法が記載される。前記方法は、表面を有する基板を配置して、プラズマプロセスシステムのプロセス空間中で第1の材料および第2の材料を曝露すること、および変調されたプラズマエッチングプロセスを行って、第2の材料を除去するより高い速度で第1の材料を選択的に除去することを含む。変調されたプラズマエッチングプロセスは、プラズマプロセスシステムに第1の電力変調シーケンスを適用すること、およびプラズマプロセスシステムに第2の電力変調シーケンスを適用することを含み、第2の電力変調シーケンスは、第1の電力変調シーケンスとは異なる。

【選択図】 図1 A



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

以下：

表面を有する基板を配置して、プラズマプロセッシングシステムのプロセッシング空間中で第 1 の材料および第 2 の材料を曝露するステップ；

変調されたプラズマエッチングプロセスを行って、第 2 の材料を除去するより高い速度で第 1 の材料を選択的に除去するステップであって、変調されたプラズマエッチングプロセスは、以下：

プラズマプロセッシングシステムに第 1 の電力変調シーケンスを適用するステップ、および

プラズマプロセッシングシステムに第 2 の電力変調シーケンスを適用し、第 2 の電力変調シーケンスは、第 1 の電力変調シーケンスとは異なるステップ、を含む電力変調サイクルを含むステップ；および

電力変調サイクルを、電力変調周波数で所定の変調期間について繰り返すステップ、を含む、

ここで、第 1 の電力変調シーケンスは、第 1 のサブ電力変調周波数で第 1 のサブ電力変調サイクルを繰り返すことを含み、第 1 のサブ電力変調サイクルは、以下：

第 1 の電力レベルでプラズマプロセッシングシステムにラジオ周波数 (R F) シグナルを印加するステップ、および

第 2 の電力レベルでプラズマプロセッシングシステムに R F シグナルを印加するステップであって、ここで、第 1 および第 2 の電力レベルは、値が互いに異なるステップ、

を含む、

エッチング方法。

【請求項 2】

電力変調周波数が、1 k H z 未満である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

第 1 のサブ電力変調周波数が、1 k H z 以上である、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

第 1 の電力レベルが、第 2 の電力レベルを超える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

第 2 の電力レベルが、電力オフ状態である、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

第 1 のサブ電力変調サイクルが、以下：

R F シグナルを、中間の電力レベルでプラズマプロセッシングシステムに印加し、ここで、中間の電力レベルは、第 1 および第 2 の電力レベル間の値に属するステップ、をさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

第 1 の電力レベルが、第 2 の電力レベルを超える、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

第 2 の電力レベルが、電力オフ状態である、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

第 1 の R F 電力レベルでの R F シグナルの印加が、第 1 のサブ電力変調サイクルの期間の 10 ~ 90 % の範囲である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

第 2 の電力変調シーケンスが、電力オフ状態からなる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

第 2 の電力変調シーケンスが、一定の電力レベルで R F シグナルを印加することからなる、請求項 1 に記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 1 2】

第 2 の電力変調シーケンスが、第 2 のサブ電力変調周波数で第 2 のサブ電力変調サイクルを繰り返すことを含み、第 2 のサブ電力変調サイクルは、以下：

第 3 の電力レベルでプラズマプロセッシングシステムにラジオ周波数 (R F) シグナルを印加するステップ、および

第 4 の電力レベルでプラズマプロセッシングシステムに R F シグナルを印加するステップであって、ここで、第 3 および第 4 の電力レベルは、値が互いに異なるステップを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 1 3】

10

第 2 のサブ電力変調周波数が、1 k H z 以上である、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 4】

第 3 の電力レベルが、第 4 の電力レベルを超える、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 5】

第 4 の電力レベルが、電力オフ状態である、請求項 1 4 に記載の方法。

【請求項 1 6】

電力変調サイクルを行うことが、以下：

シグナル波形を発生させて、第 1 および第 2 の電力変調シーケンスを実行するステップ；および

発生したシグナル波形により R F シグナルを増幅させるステップ、を含む、請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 1 7】

R F シグナルが、基板が上に位置された基板ホルダに印加される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 1 8】

基板ホルダが、R F 電力による電極に対向する基板を位置させる、請求項 1 7 に記載の方法。

【請求項 1 9】

基板ホルダが、スロット平面アンテナに対向する基板を位置させる、請求項 1 7 に記載の方法。

30

【請求項 2 0】

マイクロ波周波数での電力が、スロット平面アンテナに結合される、請求項 1 9 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

関連出願の相互参照

本願は、2016年5月26日に出願され、発明の名称が「高アスペクト比フィーチャをエッチングするための多周波電力変調 (multi - frequency power modulation) 」である、米国仮特許出願番号 6 2 / 3 4 1 , 8 4 0 の利益を主張し、その全体は参照により本願に組み込まれる。

40

【0 0 0 2】

発明の分野

本発明は、プラズマを使用して基板上の 1 つの材料を、基板上の別の材料に対して選択的にエッチングするための方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 3】

関連する分野の説明

半導体デバイスの製造におけるコストおよび性能の依然として残る競争の必要性により

50

、集積回路技術のデバイス密度の継続的な増加が引き起こされてきた。半導体集積回路におけるより高い集積化および微細化を達成するために、半導体ウエハ上に形成された回路パターンの微細化もまた達成されなければならない。

【0004】

プラズマエッチングは、幾何学的形状およびパターンをリソグラフィックマスクから半導体ウエハの下部層へ転写することにより半導体集積回路構成要素を製造するのに使用される標準的技術である。アスペクト比の増加およびより複雑な材料により、選択性およびプロファイル制御要件に見合う最先端のエッチングプロセスへの必要性が、ますます決定的になっている。

【発明の概要】

10

【0005】

発明の要約

本発明の態様は、プラズマを使用して基板上の1つの材料を、基板上の別の材料に対して選択的にエッチングするための方法に関する。

【0006】

1つの態様によれば、基板をエッチングする方法が記載される。前記方法には、表面を有する基板を配置して、プラズマプロセッシングシステムのプロセッシング空間中で第1の材料および第2の材料を曝露すること、および変調されたプラズマエッチングプロセスを行って第2の材料を除去するより高い速度で第1の材料を選択的に除去することが含まれる。変調されたプラズマエッチングプロセスには、プラズマプロセッシングシステムに第1の電力変調シーケンスを適用すること、およびプラズマプロセッシングシステムに第2の電力変調シーケンスを適用することから構成される電力変調サイクルが含まれ、第2の電力変調シーケンスは、第1の電力変調シーケンスとは異なる。

20

図面の簡単な説明

添付の図面には、以下が記載される：

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1A】図1Aは、基板上でのシーケンスのパターニングの概略図を例示し；

【図1B】図1Bは、基板上でのシーケンスのパターニングの概略図を例示し；

【図2】図2は、態様による、基板をエッチングする方法を例示するフローチャートを提供し；

30

【図3】図3は、態様による、多周波電力変調を描き；

【図4】図4は、態様による、プラズマプロセッシングシステムの概略図を示し；

【図5】図5は、別の態様による、プラズマプロセッシングシステムの概略図を示し；

【図6】図6は、なお別の態様による、プラズマプロセッシングシステムの概略図を示す。

【0008】

いくつかの態様の詳細な説明

以下の説明において、説明の目的のためであって限定の目的ではなく、例えばプロセッシングシステムの特定の外形、種々の構成要素の説明およびそこで使用されるプロセスなどの具体的な詳細が記載される。しかしながら、本発明はこれらの特定の詳細から離れた他の態様において実施され得ることが理解されなければならない。

40

【0009】

同様に、説明の目的のために、具体的な数値、材料および配置が、本発明の完全な理解を提供するために記載される。それにもかかわらず、本発明は、具体的な詳細なしで実施されてもよい。さらに、図に示された種々の態様は例示的な提示であり、必ずしもスケールのとおりには描かれていないことが理解される。

【0010】

種々の操作が、多数の別の操作として、本発明を理解するのに最も助けとなるやり方で交互に記載される。しかしながら、説明の順序は、これらの操作が必ずしも順序依存であることを意味すると解釈されてはならない。特に、これらの操作は、提示の順で行われる

50

必要はない。記載される操作を、記載された態様とは別の順序で行ってもよい。種々の追加の操作を行ってもよく、および/または記載された操作を、追加の態様において省略してもよい。

【0011】

本願において使用される「基板」は、総称として本発明に従ってプロセスされる対象物を指す。基板には、デバイス、特に半導体または他のエレクトロニクスデバイスのあらゆる材料部分または構造が含まれてもよく、例えば、半導体ウエハ、または例えば、薄膜などのベース基板構造上の層またはベース基板構造の上の層などのベース基板構造などであってもよい。基板は、従来のシリコン基板または半導体性材料の層を含む他のバルク基板であってもよい。本願において使用されるとおり、用語「バルク基板」は、シリコンウエハのみならず、例えばシリコン-オン-サファイア(「SOS」)基板およびシリコン-オン-ガラス(「SOG」)基板などのシリコン-オン-インシュレータ(silicon-on-insulator)(「SOI」)基板、ベース半導体基礎(foundation)上のシリコンのエピタキシャル層、および他の半導体または例えばケイ素-ゲルマニウム、ゲルマニウム、ヒ化ガリウム、窒化ガリウム、およびリン化インジウムなどのオプトエレクトロニック材料を意味し、これらを含む。基板は、ドーピングされていても、または未ドーピングでもよい。よって、基板が、いかなる特定のベース構造、下部層または上部層、パターン化されたまたは未パターン化されたものに限定されることは意図されず、むしろ、あらゆるかかる層またはベース構造、および層および/またはベース構造のあらゆる組合せを含むことが想定される。以下の説明は、特定のタイプの基板を示してもよいが、これは例示的目的のためのみであり、限定するものではない。

10

20

【0012】

パターンエッチングの間に乾式プラズマエッチングプロセスを利用することができ、ここで、電子を加熱して、後続のプロセスガスの原子および/または分子構成成分のイオン化および解離を生じさせるために、プラズマは、例えばラジオ周波数(RF)電力などの電磁(EM)エネルギーをプロセスガスに結合することによりプロセスガスから形成される。さらに、電磁エネルギーの結合を使用して、曝露された基板表面上で入射する帯電した種のエネルギーレベルを制御することができる。帯電した種の密度、帯電した種の流量、帯電した種のエネルギー、化学的流量などを含む種々のプラズマ特性の制御により、プラズマエッチングプロセスのための所望の最終結果を、本願で記載される態様により達成することができる。特に、ターゲットエッチング選択性、プロファイル制御、および基板帯電制御を達成する態様が提供される。

30

40

【0013】

上記のとおり、半導体デバイス製造において典型的に用いられる材料は、変調されたプラズマエッチングを使用して互いに対して選択的に除去される。ここで同様の参照符号がいくつかの視点を通して同一または対応する部分を示す図面を参照すると、図1A、1B、2、および3は、態様によるマイクロエレクトロニクスワークピース上の材料をエッチングするための方法が例示される。前記方法は、図1Aおよび1Bに図で例示され、図2においてフローチャート200により提示される。図2に提示されるとおり、フローチャート200は、212において、表面を有する基板を配置することで開始し、プラズマプロセスングシステムのプロセスング空間中で第1の材料(130)および第2の材料(140)を曝露する。

【0014】

図1Aに示されるとおり、基板110は、エッチングされるかまたはパターン化される1つまたは2つ以上の層120、130を含む、フィルムスタックの上のパターン化された層140を含み得る。パターン化された層140は、1つまたは2つ以上の追加の層上の開口フィーチャパターン150を画定し得る。基板110は、デバイス層をさらに含む。デバイス層は、基板上に、パターンが転写されるかまたはターゲット材料が除去される、あらゆる薄膜または構造を含み得る。

【0015】

50

層 130 および 140 は、半導体デバイス、電気機械デバイス、光電池デバイスなどを含む、電子デバイスの製造において利用される、あらゆる材料であり得る。しかしながら、別の層（例えば、第 2 の材料の層 140 など）に対して 1 つの層（例えば、第 1 の材料の層 130 など）を選択的にエッチングするために、2 つの層の材料組成は本質的に異なり、これにより、エッチャントに曝露される場合には、各層は異なるエッチング耐性を示す。層 130、140 は、有機または無機材料であり得る。層 130、140 は、シリコン含有材料、ゲルマニウム含有材料、炭素含有材料、または金属含有材料であり得る。例えば、シリコン含有材料は、アモルファスシリコン (a-Si)、多結晶シリコン (ポリ-Si)、単結晶シリコン、ドーパされたシリコン、シリコン酸化物 (SiO_x)、シリコン窒化物 (SiN_y)、シリコン炭化物 (SiC_z)、シリコン酸窒化物 (SiO_xN_y)、シリコン酸炭化物 (SiO_xC_z)、シリコン-ゲルマニウム合金 ($\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$) を含み得る。金属含有材料は、金属、金属合金、遷移金属（例えば、Ti、Ta、W、Ru、Co、Ni、Hf など）、遷移金属酸化物（例えば、チタン酸化物 (TiO_x) など）、遷移金属窒化物（例えば、チタン窒化物 (TiN_y)）、炭化物、カルコゲニドなどを含み得る。層 130、140 は、有機レジスト、反射防止コーティング、または平坦化層、または種々の程度のシリコン含有量を有するシリコン含有レジスト、反射防止コーティング、または平坦化層を含み得る。上記の材料を、蒸着技術、またはスピノン堆積技術を使用して堆積してもよい。

10

【0016】

図 1B および図 2 の 214 において、1 つまたは 2 つ以上の追加の層の上の開口フィーチャパターン 150 を、変調されたプラズマエッチングプロセスを行って第 2 の材料 (140) を除去するより高い速度で第 1 の材料 (130) を選択的に除去することにより、層 130 中へ広げる。

20

【0017】

ここで図 3 を参照すると、変調されたプラズマエッチングプロセス 300 が例示される。1 つの態様において、変調されたプラズマエッチングプロセス 300 には、上に基板が位置される基板ホルダまたはサセプタへ送達されるラジオ周波数 (RF) 電力の変調が含まれる。基板ホルダは、例えば (以下で説明される) 容量結合要素または誘導結合要素などの RF 電力による (RF powered) 電極に対向する基板を位置させることができる。代替的に、基板ホルダは、スロット平面アンテナ (slotted plane antenna) に対向する基板を位置させることができ、ここで、マイクロ波周波数での電力は、例えばスロット平面アンテナなどに連結される。例示のシステムが、図 4 ~ 6 に描かれる。基板ホルダまたはサセプタに送達される RF 電力の変調が記載される一方で、代替的に、プラズマプロセスシステム中の他の電力結合要素に連結させることができる。

30

【0018】

図 3 に示されるとおり、変調されたプラズマエッチングプロセス 300 には、プラズマプロセッシングシステムに第 1 の電力変調シーケンス 312 を適用すること、およびプラズマプロセッシングシステムに第 2 の電力変調シーケンス 314 を適用することから構成される電力変調サイクルが 310 が含まれ、第 2 の電力変調シーケンス 314 は、第 1 の電力変調シーケンス 312 とは異なる。

40

【0019】

ターゲットの詳細に見合うために変調されたプラズマエッチングプロセス 300 を完成することが必要であるので、電力変調サイクル 310 を少なくとももう 1 サイクル繰り返し、ここで、各変調サイクルには変調期間が含まれる。電力変調サイクル 310 は、周期的変調サイクルを含み得る。図 3 に示されるとおり、(1 つまたは 2 つ以上の変調期間に等しい) 決定された変調時間について、変調期間 311 として表される電力変調周波数で電力変調サイクル 310 を繰り返すことができ、ここで、第 1 の電力変調シーケンス 312 には、第 1 のサブ電力変調サイクル 316 を第 1 のサブ電力変調周波数 (または第 1 のサブ電力変調周期) で繰り返すことが含まれる。特に、第 1 のサブ電力変調サイクル 316 には、以下: 第 1 の電力レベル 320 でプラズマプロセッシングシステムにラジオ周波数

50

(RF)シグナルを印加すること、および第2の電力レベル322でプラズマプロセッシングシステムにRFシグナルを印加することが含まれ、ここで、第1および第2の電力レベル320、322は、値が互いに異なる。

【0020】

1つの例において、電力変調周波数は1kHz未満であり、第1のサブ電力変調周波数は1kHz以上である。別の例において、電力変調周波数は500Hz未満であり、第1のサブ電力変調周波数は500Hz以上である。なお別の例において、電力変調周波数は100Hz未満であり、第1のサブ電力変調周波数は100Hz以上である。閾値周波数は、プロセスに依存して変化し得る。

【0021】

図3に示されるとおり、第1の電力レベル320は、第2の電力レベル322を超える。そして、いくつかの態様において、第2の電力レベル322は電力オフ状態である。他の態様において、RFシグナルを、中間の電力レベルでプラズマプロセッシングシステムに印加し、ここで、中間の電力レベルは、第1および第2の電力レベル320、322間の値に属する。

【0022】

RFシグナルを、第1のサブ期間324について第1のRF電力レベルで印加し、RFシグナルを、第2のサブ期間326について第2のRF電力レベルで印加する。例えば、RFシグナルが第1のRF電力レベル320で印加される第1のサブ期間324は、第1のサブ電力変調サイクル316の期間の10~90%の範囲であり得る。別の例において、第1のサブ期間324は、第1のサブ電力変調サイクル316の期間の40~60%の範囲であり得る(例えば50%デューティ(duty)サイクルなど)。

【0023】

図3において示されるとおり、第2の電源変調シーケンス314は、電力オフ状態からなり得る。代替的に、第2の電力変調シーケンス314は、一定の電力レベルでRFシグナルを印加することからなる。

【0024】

代替的態様(図示せず)において、第2の電力変調シーケンス314には、第2のサブ電力変調サイクルを第2のサブ電力変調周波数で繰り返すことが含まれ得、ここで、第2のサブ電力変調サイクルには：第3の電力レベルでプラズマプロセッシングシステムにラジオ周波数(RF)シグナルを印加すること、および第4の電力レベルでプラズマプロセッシングシステムにRFシグナルを印加することが含まれ、ここで、第3および第4の電力レベルは、値が互いに異なる。第2のサブ電力変調周波数は、1kHz以上であり得る。第3の電力レベルは第4の電力レベルを超えることができ、第4の電力レベルは、電力オフ状態を含み得る。

【0025】

本発明者らは、第1の電力変調シーケンス312の比較的高い周波数の性質により、表面の帯電を減少させることができ、エッチングされるフィーチャの垂直プロファイルを改善すると推測している。そして、電力変調サイクル310の比較的低い周波数の性質により、エッチング副生成物の排出が強化され、フィーチャの目詰まりが減少される。

【0026】

変調されたプラズマエッチングプロセスの間に、変調サイクルの少なくとも1つの特性が調節され得る。少なくとも1つの特性には、(例えばガスフロー、ソースおよび/またはバイアス電力などの他の変調された特性に対する)電力増幅、変調周波数、変調デューティサイクル、変調波形、または変調位相(modulation phase)が含まれてもよい。

【0027】

1つの態様において、変調されたプラズマエッチングプロセスは、以下：約1000mtorrまでの範囲のチャンバ圧力(ミリトル)(例えば、約200mtorrまで、または約50~150mtorrまで)、約2000sccmまでの範囲の八口ゲン含有ガスフロー速度(立方センチメートル毎分)(例えば、約1000sccmまで、または約

10

20

30

40

50

1 s c c m ~ 約 2 0 0 s c c m など)、約 2 0 0 0 s c c m までの範囲の重合ガスフロー速度(例えば、約 1 0 0 0 s c c m まで、または約 1 s c c m ~ 約 1 0 0 s c c m など)、約 2 0 0 0 s c c m までの範囲の任意の希ガス(例えば、He または Ar)フロー速度(例えば、約 1 0 0 0 s c c m までなど)、約 2 0 0 0 ~ 5 0 0 0 W (ワット)の範囲の上部電極/アンテナ電力(例えば、約 1 0 0 0 W まで、または約 6 0 0 W まで)、および約 1 0 0 0 ~ 2 0 0 0 W までの範囲の下部電極電力(例えば、約 6 0 0 W まで、または約 1 0 0 W まで、または約 5 0 W までなど)、を含むプロセスパラメータ空間を含んでもよい。また、上部電極/アンテナ周波数は、約 0 . 1 M H z ~ 約 3 G H z の範囲であり得る。さらに、下部電極 R F 周波数は、例えば 2 M H z などの約 0 . 1 M H z ~ 約 1 0 0 M H z の範囲であり得る。

10

【0028】

上記の基板をエッチングするための方法の1つまたは2つ以上を、例えば図4~6に記載されたシステムの1つなどのプラズマプロセッシングシステムを利用して行ってもよい。しかしながら、検討される方法は、この例示的な提示により範囲が限定されるものではない。上記の種々の態様による基板をエッチングする方法を、以下で具体的に記載されない、他のプラズマプロセッシングシステム中で行ってもよい。さらに、図4~6に記載された種々の部品を記載されない他の部品により利用し、記載されない他の部品により置き換え、または記載されない他の部品により補完されることができる。種々の電磁周波数の1つまたは2つ以上のマイクロ波電源または R F が記載される一方で、基板 W の上の、基板 W の下の、または基板 W を取り囲む複数のソースが想定される。

20

【0029】

図4は、本願の態様に従うマイクロ波プラズマプロセッシング装置の断面図である。マイクロ波プラズマプロセッシング装置は、例えば平坦なプレートタイプのスロットアンテナなどを使用して、マイクロ波周波数で表面波プラズマ励起を介して、例えば、プラズマエッチング、プラズマ強化化学蒸着(P E C V D)、プラズマ強化原子層堆積(A L D)などのプラズマプロセッシングを行うように構成されることができる。プラズマプロセッシングを、例えばアルミニウムまたはステンレス鋼などの機械加工されたかまたはキャストされた金属から構成された円筒状の真空チャンバであり得る、プロセッシングチャンバ401内で実行することができる。プロセッシングチャンバ401は、例えばアース線402などを使用して電氣的に接地されている。プロセッシングチャンバ401は、プラズマ発生のためのプロセス空間 P S を提供するプロセッシング容器を画定する。プロセッシング容器の内壁を、例えばアルミナまたはイットリア、または他の保護剤などの保護バリアでコーティングすることができる。

30

【0030】

プロセッシングチャンバ401内の下部中央領域において、(ディスク形状であり得る)サセプタ412は、例えば上にプロセスされる(例えば半導体ウエハなどの)基板 W が戴置され得る、戴置テーブルとして作用し得る。基板 W は、導入(loading)/取り出し(unloading)ポート437およびゲートバルブ427によりプロセッシングチャンバ401中へ移動されることができる。静電チャック436が、サセプタ412の上面上に提供される。クランプ電極435は、D C (直流)電源439に電氣的に接続される。静電チャック436は、D C 電源439からのD C 電圧がクランプ電極435に印加される際に発生した静電気力を介して基板 W を引き付け、これにより、基板 W は、サセプタ412上で確実に戴置される。

40

【0031】

R F (ラジオ周波数)バイアスを印加するための高周波電源429は、(インピーダンスに整合させるための、または反射電力を最小限にするための)インピーダンス整合ユニット428および電力供給ロッド424によりサセプタ412、またはバイアス電極に電氣的に接続される。高周波電源429は、例えば0.2 M H z ~ 2 0 M H z などの範囲の、例えば13.56 M H z などの高周波電圧を出力することができる。高周波バイアス電力を印加することにより、プロセッシングチャンバ401中でプラズマにより生じたイオン

50

が基板Wに引き付けられる。電源429には、上記の変調サイクルによる電源429からの電力出力および増幅を変調するための増幅器およびシグナル発生器が含まれ得る。焦点リング438は、静電チャック436の外側で放射状に提供され、基板Wを取り囲む。

【0032】

冷却剤フロー経路444を、サセプタ412内の例えば周縁方向などに延ばすことができ、循環される冷却剤を受容して静電チャック436上の基板Wのプロセッシング温度を制御することを補助するように構成することができる。さらに、熱輸送ガス供給ユニット(例示せず)からの熱輸送ガスを、静電チャック436の上面および基板Wの背面間の空間へガス供給ライン445により供給することができる。

【0033】

排出経路433を、サポートユニット414および/または伝導性サポートユニット416の外側周縁部およびプロセッシングチャンバ401の内壁に沿って形成することができる。ここで、環状バッフルプレート434は、排出経路433および排出ポート432(または複数の排出ポート)の最上部または取込口に取り付けられ、これは、排出経路433の下部分に提供される。ガス排出ユニット430は、複数の排出ラインを有し得るガス排出ライン431により各排出ポート432に接続される。ガス排出ユニット430には、プロセッシングチャンバ401内のプラズマプロセッシング空間を所望の真空条件に減圧するように構成された、例えばターボ分子ポンプなどの真空ポンプが含まれ得る。

【0034】

マイクロ波プラズマプロセッシング装置の上部分を、これから説明する。誘電ウィンドウ457は、プロセッシングチャンバ401の上部分を密封するように配置され、これにより、マイクロ波周波数での電磁放射がプロセス空間PSへ伝播することができる。プロセッシングチャンバ401内の誘電ウィンドウ457のすぐ下の空間は、プロセス空間PSとしてのプラズマ発生空間として作用する。誘電ウィンドウ457は、例えばクォーツまたは酸化アルミニウムを含むセラミクスなどのマイクロ波浸透誘電材料製であり得、例えば約20mm(ミリメートル)などの厚さ、またはプロセッシングチャンバ401の内部および周囲環境間の圧力差に機械的に耐えるのに十分な厚さを有することができる。誘電ウィンドウ457には、誘電ウィンドウ457の上面に取り付けられるか、または誘電ウィンドウ457の上面の上に配置される伝導体であり得るスロットプレート454が提供され得る。他の幾何学的配置を使用し得るが、スロットプレート454は、回転対象配置で同心円状に分布されたマイクロ波を照射するように構成された複数のスロットペアを有し得る。スロットプレート454上で、誘電プレート456は、スロットプレート454の内側で伝播されるマイクロ波の波長を短くすることができる。スロットプレート454は、マイクロ波伝送ライン458に電磁的に連結されている。例えば、平坦なプレートタイプのスロットアンテナ、またはディスク形状のラジアルラインスロットアンテナなどであり得るスロットアンテナ455は、スロットプレート454、誘電プレート456、およびスロットプレート454の反対側に提供されたアンテナ背面プレート(図示せず)を含み得る。

【0035】

マイクロ波伝送ライン458は、マイクロ波周波数または他の周波数で、例えばマイクロ波発生器460からの所定の電力レベルでの出力値である2.45GHzのマイクロ波などで、電磁波をスロットアンテナ455へ伝播または伝送するように構成されたラインである。マイクロ波伝送ライン458には、導波管462、導波管共軸ラインコンバータ464、および共軸ライン466が含まれ得る。導波管462は、例えばマイクロ波をマイクロ波発生器460から導波管共軸ラインコンバータ464へ伝送するように構成された矩形導波管などであり得る。共軸ライン466は、導波管共軸ラインコンバータ464からプロセッシングチャンバ401の最上部の中央部分へ延び、共軸ライン466の末端部は、誘電プレート456によりスロットアンテナ455に連結している。外部伝導体469および内部伝導体468は、波の伝送のための空間を画定することができる。コネクタユニット479は、内部伝導体468の下側端部と連結している。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 6 】

さらに、電磁波が放射状に誘電プレート 4 5 6 を通って伝播するにつれて、波長は短くなり、波長モードは、プロセッシングチャンバ 4 0 1 の内側に向かって放射されるスロットアンテナ 4 5 5 の各スロットペアからの 2 つの直交偏光構成要素を有する円偏光の平面波に移行する。次いで、誘電ウィンドウ 4 5 7 の表面の近傍のプロセスガスは、誘電ウィンドウ 4 5 7 の表面に沿った放射方向に伝播する表面波の電場（マイクロ波電場）によりイオン化され、結果として高密度で低電子温度のプラズマが発生する。

【 0 0 3 7 】

誘電プレート 4 5 6 には、プロセッシングチャンバ 4 0 1 の最上部を覆うためのアンテナ背面プレートとして作用し得る冷却ジャケットプレート 4 4 2 が含まれ得る。冷却ジャケットプレート 4 4 2 は、誘電ウィンドウ 4 5 7 および誘電プレート 4 5 6 から発生した誘電損失の熱（放射）を吸収するように構成され得る。冷却を提供するために、冷却剤をフロー経路 4 4 3 中で循環させ、これを導管 4 4 6 および導管 4 4 8 により供給して除去することができる。

10

【 0 0 3 8 】

マイクロ波プラズマプロセッシング装置には、プロセスガス導入のための 2 つのルートが含まれ得る。上部ガス導入セクション 4 8 1 には、プロセッシングチャンバ 4 0 1 中にプロセッシングガスを導入するように構成ガス導入機構としてのプロセッシングチャンバ 4 0 1 の側壁に提供されたガスフロー経路を含む側部ガス導入セクション 4 8 7、および誘電ウィンドウ 4 5 7 に提供されたガスフロー経路が含まれる。

20

【 0 0 3 9 】

上部ガス導入セクション 4 8 1 において、ガスフロー経路 4 8 8 は、内部伝導体 4 6 8 の内側を通って軸方向に延びる共軸管 4 6 6 の内部伝導体 4 6 8 中に提供される。さらに、プロセスガス供給システム 4 8 0 からの第 1 のガス供給ライン 4 8 4 は、内部伝導体 4 6 8 の上側端部および第 1 のガス供給ライン 4 8 4 のガスフロー経路 4 8 8 に連結されている。コネクタユニット 4 7 9 は、穴がけられて共通取込口から放射上に分岐した複数の内部フロー経路を有し得る。コネクタユニット 4 7 9 は、伝導体製であり得、電気的に接地され得る。誘電ウィンドウ 4 5 7 は、例えばプロセッシングチャンバ 4 0 1 内のプラズマ発生空間に面する誘電ウィンドウ 4 5 7 を垂直に通過するプロセスガスなどのために、分岐したガス供給経路の末端部に接続された内部フロー経路で形成されることができる。

30

【 0 0 4 0 】

上部ガス導入セクション 4 8 1 において、所定の圧力でプロセスガス供給システム 4 8 0 から伝達されるプロセッシングガス（例えば、エッチングガスまたは膜形成ガスなど）は、共軸管 4 6 6 のガスフロー経路 4 8 8 である第 1 のガス供給ライン 4 8 4 を通って流れ、末端部で各ガス噴出ポート 4 5 3 から噴出される。マスフローコントローラ（MFC）4 8 6 および対応するバルブを、第 1 のガス供給ライン 4 8 4 中のプロセスガスフローを、開放 / 閉鎖および計量するために使用することができる。

【 0 0 4 1 】

側部ガス導入セクション 4 8 7 は、誘電ウィンドウ 4 5 7 の底部面より低い位置に置かれ、バッファチャンバ 4 8 9（マニホールド）、側壁ガス噴出ポート 4 5 9、およびプロセスガス供給システム 4 8 0 からバッファチャンバ 4 8 9 へ延びる第 2 のガス供給ライン 4 8 5 を含み得る。マスフローコントローラ 4 8 3 および対応するバルブを、第 2 のガス供給ライン 4 8 5 中のプロセスガスフローを、開放 / 閉鎖および計量するために使用することができる。側部ガス導入セクション 4 8 7 からのプロセスガスを、プロセス空間 P S 中で拡散させるために個別の側壁ガス噴出ポート 4 5 9 から実質的に水平なフローで噴出することができる。

40

【 0 0 4 2 】

プラズマプロセッシング装置の構成要素を、コントロールユニット 4 5 0 に接続して、コントロールユニット 4 5 0 により制御することができ、これは、交互に対応する保存ユニット 4 5 2 およびユーザインターフェース 4 5 1 に接続されることができる。コントロー

50

ルユニット450には、例えばガス排出ユニット430、高周波電源429、静電チャック436のためのDC電源439、マイクロ波発生器460、上部ガス導入セクション481、側部ガス導入セクション487、プロセスガス供給システム480、および熱輸送ガス供給ユニット(例示せず)などのマイクロ波プラズマプロセッシング装置内の構成要素の各操作、または装置全体の操作、または装置全体の操作を制御するように構成されたマイクロコンピュータが含まれ得る。種々のプラズマプロセッシング操作を、ユーザインターフェース451を介して実行することができ、種々のプラズマプロセッシングレシビおよび操作を、保存ユニット452中に保存することができる。したがって、所定の基板を、プラズマプロセッシングチャンパ内で種々のマイクロ製作技法によりプロセスすることができる。

10

【0043】

図5は、本願の態様に従う容量結合プラズマプロセッシング装置の断面図である。この装置は、アッシング、エッチング、堆積、クリーニング、プラズマ重合、プラズマ強化化学蒸着(PECVD)などを含む複数の操作に使用することができる。プラズマプロセッシングを、プロセッシングチャンパ501内で実行することができ、これは、例えばアルミニウムまたはステンレス鋼などの金属から構成された真空チャンパであり得る。プロセッシングチャンパ501を、例えばアース線502などを使用して接地させる。プロセッシングチャンパ501は、プラズマ発生のためのプロセス空間PSを提供するプロセッシング容器を画定する。プロセッシング容器の内壁を、アルミナ、イットリア、または他の保護剤でコーティングすることができる。プロセッシング容器は、円筒状の形状であり得るか、または他の幾何学的配置を有し得る。

20

【0044】

プロセッシングチャンパ501内の下部中央領域において、(ディスク形状であり得る)サセプタ512は、例えば上にプロセスされる(例えば半導体ウエハなどの)基板Wが戴置され得る、戴置テーブルとして作用し得る。基板Wは、導入/取り出しポート537およびゲートバルブ527によりプロセッシングチャンパ501中へ移動されることができる。サセプタ512は、上に基板Wを戴置させるための戴置テーブルとして作用する第2の電極の例として、下部電極520の一部(下部電極アセンブリ)を形成する。具体的には、サセプタ512は、絶縁プレート517を介してプロセッシングチャンパ501の底部の実質的な中央領域に提供されるサセプタサポート515によって支持されている。サセプタサポート515は、円筒状であり得る。サセプタ512は、例えばアルミニウム合金などで形成され得る。

30

【0045】

サセプタ512は、基板Wを保持するために(下部電極アセンブリの一部としての)静電チャック536に提供され得る。静電チャック536が、クランプ電極535に提供される。クランプ電極535は、DC(直流)電源539に電氣的に接続される。静電チャック536は、DC電源539からのDC電圧がクランプ電極535に印加される際に発生した静電気力を介して基板Wを引き付け、これにより、基板Wは、サセプタ512上で確実に戴置される。RF(ラジオ周波数)バイアスを印加するための高周波電源529は、(インピーダンスに整合させるための、または反射電力を最小限にするための)インピーダンス整合ユニット528によりサセプタ512、またはバイアス電極に電氣的に接続される。高周波電源529(第2の電源)は、例えば0.2MHz~20MHzなどの範囲の高周波電圧を出力することができる。高周波バイアス電力を印加することにより、プロセッシングチャンパ501中でプラズマにより生じたイオンが基板Wに引き付けられる。電源529には、上記の変調サイクルによる電源529からの電力出力および増幅を変調するための増幅器およびシグナル発生器が含まれ得る。焦点リング538は、静電チャック536の外側で放射状に提供され、基板Wを取り囲む。

40

【0046】

例えば、円筒状でクォーツで形成され得る内壁部材519を、静電チャック536およびサセプタサポート515の外部周縁側部に取り付けることができる。サセプタサポート

50

5 1 5 には、（冷やされたまたは加熱された流体を流すための）冷却剤フロー経路 5 4 4 が含まれる。冷却剤フロー経路 5 4 4 は、プロセッシングチャンバ 5 0 1 の外側に取り付けられたチラー（chiller）ユニット（図示せず）と伝達している。冷却剤フロー経路 5 4 4 には、対応するラインを通して循環する冷却剤（例えば、水または誘電流体などの冷却剤または加熱液体）が供給される。したがって、サセプタ 5 1 2 上に（on）/ の上に（above））設置された基板 W の温度を、正確に制御することができる。サセプタ 5 1 2 およびサセプタサポート 5 1 5 を通るガス供給ライン 5 4 5 は、静電チャック 5 3 6 の上面へ熱輸送ガスを供給するように構成される。（背面ガスとしても知られる）例えばヘリウム（He）などの熱輸送ガスを、ガス供給ライン 5 4 5 を介して基板 W および静電チャック 5 3 6 間で供給して、基板 W の加熱を補助することができる。

10

【0047】

排出経路 5 3 3 を、内壁部材 5 1 9 の外側周縁部およびプロセッシングチャンバ 5 0 1 の内部側壁表面に沿って形成することができる。排出ポート 5 3 2（または複数の排出ポート）が、排出経路 5 3 3 の底部に提供される。ガス排出ユニット 5 3 0 は、ガス排出ライン 5 3 1 を介して各排出ポートに連結している。ガス排出ユニット 5 3 0 には、プロセッシングチャンバ 5 0 1 内のプラズマプロセッシング空間を所望の真空条件に減圧するように構成された、例えばターボ分子ポンプなどの真空ポンプが含まれ得る。ガス排出ユニット 5 3 0 は、プロセッシングチャンバ 5 0 1 の内側を開放し（evacuate）、それにより所望の程度の真空までその内圧を減圧する。

20

【0048】

上部電極 5 7 0（すなわち、上部電極アセンブリ）は、下部電極 5 2 0 の上に垂直に位置される第 1 の電極の例であり、（例えば平行プレート電極などとして）下部電極 5 2 0 に対向する。プラズマ発生空間、またはプロセス空間 P S は、下部電極 5 2 0 および上部電極 5 7 0 間で画定される。上部電極 5 7 0 には、例えばディスク形状などを有する内側上部電極 5 7 1、および例えば環状の形状などを有し、内側上部電極 5 7 1 の周縁部を取り囲む外側上部電極 5 7 2 が含まれ得る。内側上部電極 5 7 1 はまた、プロセッシングガスの特定量を、下部電極 5 2 0 上に設置された基板 W の上のプロセス空間 P S 中へ注入するためのプロセスガス取込口として機能する。上部電極 5 7 0 は、それによりシャワーヘッドを形成する。

30

【0049】

より具体的には、内側上部電極 5 7 1 には、ガス注入開口部 5 8 2 を有する（典型的には環状である）電極プレート 5 7 5 が含まれる。内側上部電極 5 7 1 にはまた、電極プレート 5 7 5 の上側部を取り外し可能に支持する電極サポート 5 7 8 が含まれる。電極サポート 5 7 8 は、（電極プレート 5 7 5 が、環状の形状として具体化されている場合には）電極プレート 5 7 5 と実質的に同一の直径を有するディスクの形状で形成することができる。代替的態様において、電極プレート 5 7 5 は、四角形、長方形、多角形などであり得る。電極プレート 5 7 5 は、例えば、Si、SiC、ドーパされた Si、アルミニウムなどの導体または半導体材料で形成されることができる。電極プレート 5 7 5 は、上部電極 5 7 0 と一体的であることができ、または表面腐食後の所定のプレートを置き換える利便性のために電極サポート 5 7 8 により取り外し可能に支持されることができる。上部電極 5 7 0 にはまた、電極プレート 5 7 5 の温度を制御するための冷却プレートまたは冷却機構（図示せず）が含まれ得る。

40

【0050】

電極サポート 5 7 8 は、例えばアルミニウムなどで形成され得、バッファチャンバ 5 8 9 を含み得る。バッファチャンバ 5 8 9 は、プロセスガスを拡散させるのに使用され、ディスク形状空間を画定し得る。プロセスガス供給システム 5 8 0 からのプロセッシングガスは、ガスを上部電極 5 7 0 へ供給する。プロセスガス供給システム 5 8 0 は、例えばフィルム形成、エッチングなどの特定のプロセスを基板 W 上で行うためのプロセッシングガスを供給するように構成されることができる。プロセスガス供給システム 5 8 0 は、プロセスガス供給経路を形成するガス供給ライン 5 8 4 に接続している。ガス供給ライン 5 8 4 は

50

、内側上部電極 571 のバッファチャンバ 589 に接続している。次に、プロセッシングガスは、バッファチャンバ 589 からその下面でガス注入開口部 582 へ移動することができる。バッファチャンバ 589 中へ導入されるプロセッシングガスのフロー速度を、例えばマスフローコントローラなどを使用して調節することができる。さらに、導入されたプロセッシングガスは、電極プレート 575 (シャワーヘッド電極) のガス注入開口部 582 からプロセス空間 PS へ均一に放出される。内側上部電極 571 は、次いでシャワーヘッド電極アセンブリを提供するために部分的に機能する。

【0051】

環形状を有する誘電体 576 を、内側上部電極 571 および外側上部電極 572 間に挿入することができる。環形状を有し、例えばアルミナなどで形成されたシールド部材であり得る絶縁体 506 を、外側上部電極 572 およびプロセッシングチャンバ 501 の内側周縁壁間に、気密式で挿入する。

10

【0052】

外側上部電極 572 は、電力供給部 565、上部電力供給ロッド 561、および整合ユニット 566 を介して、高周波電源 560 (第 1 の高周波電源) に電氣的に接続している。高周波電源 560 は、40 MHz (メガヘルツ) またはそれより高い (例えば 60 MHz など) 周波数を有する高周波電圧を出力することができ、または 3 ~ 300 MHz の周波数を有する極高周波 (VHF) 電圧を出力することができる。この電源は、バイアス電力供給部と比較して主電力供給部と称され得る。電力供給部 565 を、開口下面を有する、例えば実質的に円筒状の形状などに形成することができる。電力供給部 565 を、外側上部電極 572 と、その下端部分で接続することができる。電力供給部 565 を、上部電力供給ロッド 561 の下端部分と、その上面の中心部分で電氣的に接続する。上部電力供給ロッド 561 は、その上端部分で整合ユニット 566 の出力側と接続される。整合ユニット 566 は、高周波電源 560 に接続され、負荷インピーダンスを高周波電源 560 の内部インピーダンスと整合させることができる。しかしながら、外側上部電極 572 は任意であり、態様は、単一の上部電極により機能し得ることに留意しなければならない。

20

【0053】

電力供給部 565 は、プロセッシングチャンバ 501 のものと実質的に同一の直径である側壁を有する、円筒状であり得る接地線 567 によりその外側が覆われる。接地線 567 は、その下端部分でプロセッシングチャンバ 501 の側壁の上側部分に接続される。上部電力供給ロッド 561 は、接地線 567 の上面の中心部分を通る。絶縁部材 564 は、接地線 567 および上部電力供給ロッド 561 間の接触部分に挿入される。

30

【0054】

電極サポート 578 は、その上面上の下部電力供給ロッド 563 に電氣的に接続される。下部電力供給ロッド 563 は、コネクタを介して上部電力供給ロッド 561 に接続される。上部電力供給ロッド 561 および下部電力供給ロッド 563 は、高周波電力を高周波電源 560 から上部電極 570 へ供給するための電力供給ロッドを形成する。可変キャパシタ 562 が、下部電力供給ロッド 563 中に提供される。可変キャパシタ 562 のキャパシタンスを調節することにより、高周波電源が高周波電源 560 から印加される場合には、外側上部電極 570 下で直接形成される電場の強さの、内側上部電極 571 下で直接形成される電場の強さに対する対比を、調節することができる。上部電極 570 の内側上部電極 571 は、低パスフィルタ (LPF) 591 に電氣的に接続されている。LPF 591 は、高周波電源 560 からの高周波をブロックするかまたはフィルタする一方で、高周波電源 529 からの低周波数を接地へ通過させる。下部電極 520 の一部分を形成するサセプタ 512 である、システムの下部分は、高パスフィルタ (HPF) 592 に電氣的に接続されている。HPF 592 は、高周波を高周波電源 560 から接地へ通過させる。

40

【0055】

プラズマプロセッシング装置の構成要素を、コントロールユニット 550 に接続してコントロールユニット 550 により制御することができ、これは、交互に対応する保存ユニッ

50

ト 5 5 2 およびユーザインターフェース 5 5 1 に接続されることができる。種々のプラズマプロセッシング操作を、ユーザインターフェース 5 5 1 を介して実行することができ、種々のプラズマプロセッシングレシピおよび操作を、保存ユニット 5 5 2 中に保存することができる。したがって、所定の基板を、プラズマプロセッシングチャンバ内で種々のマイクロ製作技法によりプロセスすることができる。操作において、プラズマプロセッシング装置は、上部電極および下部電極を使用して、プロセス空間 P S 中でプラズマを発生させる。次いで、この発生したプラズマは、例えばプラズマエッチング、化学蒸着、例えば薄膜太陽電池、他の光電池、およびフラットパネルディスプレイなどのための有機/無機プレートなどのガラス材料の処理および大規模パネルの処理などの種々のタイプの処理において、ターゲット基板（例えば、基板 W、またはプロセスされるあらゆる材料など）をプロセスするために使用され得る。

10

【 0 0 5 6 】

約 3 M H z ~ 3 0 0 M H z の範囲の高周波電源を、高周波電源 5 6 0 から上部電極 5 7 0 へ印加する。高周波電場は、上部電極 5 7 0 およびサセプタ 5 1 2 または下部電極間で発生する。プロセス空間 P S へ送達されるプロセッシングガスを次いでイオン化して解離させて、反応性プラズマを形成することができる。約 0 . 2 M H z ~ 2 0 M H z の範囲の低周波電源を、高周波電源 5 2 9 から下部電極を形成するサセプタ 5 1 2 へ印加することができる。言い換えると、二または三周波数システムを使用することができる。結果として、プラズマ中のイオンは、イオンの補助を介して異方的にフィーチャをエッチングするのに十分なエネルギーにより、サセプタ 5 1 2 に向かって引き付けられる。利便性のために、図 5 は、上部電極 5 7 0 へ電力を供給する高周波電源 5 6 0 を示すことに留意しなければならない。代替的態様において、高周波電源 5 6 0 は、下部電極 5 2 0 へ供給され得る。よって、主電力（電力を与えるもの）およびバイアス電力（イオン加速電力）の両方を、下部電極に供給することができる。

20

【 0 0 5 7 】

図 6 は、本願における態様に従う誘導結合プラズマプロセッシング装置の断面図である。この装置は、アッシング、エッチング、堆積、クリーニング、プラズマ重合、プラズマ強化化学蒸着（P E C V D）などを含む複数の操作に使用することができる。プラズマプロセッシングを、プロセッシングチャンバ 6 0 1 内で実行することができ、これは、例えばアルミニウムまたはステンレス鋼などの金属から構成された真空チャンバであり得る。プロセッシングチャンバ 6 0 1 を、例えばアース線 6 0 2 などを使用して接地させる。プロセッシングチャンバ 6 0 1 は、プラズマ発生のためのプロセス空間 P S を提供するプロセッシング容器を画定する。プロセッシング容器の内壁を、アルミナ、イットリア、または他の保護剤でコーティングすることができる。プロセッシング容器は、円筒状の形状であり得るか、または他の幾何学的配置を有し得る。

30

【 0 0 5 8 】

プロセッシングチャンバ 6 0 1 内の下部中央領域において、（ディスク形状であり得る）サセプタ 6 1 2 は、例えば上にプロセスされる（例えば半導体ウエハなどの）基板 W が戴置され得る、戴置テーブルとして作用し得る。基板 W は、導入/取り出しポート 6 3 7 およびゲートバルブ 6 2 7 によりプロセッシングチャンバ 6 0 1 中へ移動されることができる。サセプタ 6 1 2 は、上に基板 W を戴置させるための戴置テーブルとして作用する第 2 の電極の例として、下部電極 6 2 0 の一部分（下部電極アセンブリ）を形成する。具体的には、サセプタ 6 1 2 は、プロセッシングチャンバ 6 0 1 の下部分の実質的な中央領域に提供される、サセプタサポート 6 2 5 によって支持されている。サセプタサポート 6 2 5 は、円筒状であり得る。サセプタ 2 1 2 は、例えばアルミニウム合金などで形成され得る。

40

【 0 0 5 9 】

サセプタ 6 1 2 は、基板 W を保持するために（下部電極アセンブリの一部分としての）静電チャック 6 3 6 に提供され得る。静電チャック 6 3 6 が、クランプ電極 6 3 5 に提供される。クランプ電極 6 3 5 は、D C（直流）電源 6 3 9 に電氣的に接続される。静電チャック 6 3 6 は、D C 電源 6 3 9 からの D C 電圧がクランプ電極 6 3 5 に印加される際に

50

発生した静電気力を介して基板Wを引き付け、これにより、基板Wは、サセプタ612上で確実に戴置される。

【0060】

サセプタ612には、絶縁フレーム613が含まれ得、昇降機構を含み得るサセプタサポート625により支持され得る。サセプタ612は、基板Wの導入/取り出しの間、昇降機構により垂直に移動することができる。ベローズ(bellows)626を、絶縁フレーム613およびプロセッシングチャンバ601の底部間に配置して、気密エンクロージャー(enclosure)としてサポート625を取り囲むことができる。サセプタ612は、温度センサおよび温度制御機構を含むことができ、(冷やされたまたは加熱された流体を流すための)冷却剤フロー経路、基板Wの温度を制御するのに使用され得る、例えばセラミックヒータなどの加熱ユニット(全てのは図示せず)を含む。冷却剤フロー経路は、プロセッシングチャンバ601の外側に取り付けられたチラーユニット(図示せず)と伝達している。冷却剤フロー経路には、対応するラインを通して循環する冷却剤(例えば、水または誘電流体などの冷却または加熱液体)が供給される。焦点リング(図示せず)は、サセプタ612の上面状に提供され、静電チャック636を取り囲み、方向性を有するイオンの衝撃を補助することができる。

10

【0061】

サセプタ612を通過するガス供給ライン645は、静電チャック636の上面へ熱輸送ガスを供給するように構成される。(背面ガスとしても知られる)例えばヘリウム(He)などの熱輸送ガスを、ガス供給ライン145を介して基板Wおよび静電チャック136間で供給して、基板Wの加熱を補助することができる。

20

【0062】

真空ポンプなどを含むガス排出ユニット630は、ガス排出ライン631によりプロセッシングチャンバ601の底部に接続されることができる。ガス排出ユニット630には、プロセッシングチャンバ601内のプラズマプロセッシング空間を、所定のプラズマプロセッシング操作の間に所望の真空条件に減圧するように構成された、例えばターボ分子ポンプなどの真空ポンプが含まれ得る。

【0063】

プラズマプロセッシング装置を、ウィンドウ655によりアンテナチャンバ603およびプロセッシングチャンバ601に仕切ることができる。ウィンドウ655は、例えばクォーツなどの誘電材料または例えば金属などの伝導性材料であり得る。ウィンドウ655が金属である態様については、ウィンドウ655を、例えば絶縁体106などで、プロセッシングチャンバ601と電気的に絶縁することができる。この例において、ウィンドウ655は、プロセッシングチャンバ601の天井を形成する。いくつかの態様において、ウィンドウ655を、複数のセクションに分割することができ、これらのセクションは任意に互いに絶縁されている。

30

【0064】

アンテナチャンバ603の側壁604およびプロセッシングチャンバ601の側壁607間には、プロセッシング装置の内側に向かって突き出したサポートシェルフ605が提供される。サポート部材609は、ウィンドウ655を支持する役割を果たし、またプロセッシングガスを供給するためのシャワーハウジングとして機能する。サポート部材609がシャワーハウジングとしての役割を果たす場合には、プロセスされる基板Wの加工表面に平行方向に延びるガスチャネル683は、サポート部材609の内側に形成され、プロセスガスをプロセス空間PSへ注入するためにガス注入開口部682と伝達する。ガス供給ライン684は、ガスチャネル683と伝達するように構成される。ガス供給ライン684は、プロセッシングチャンバ601の天井を通るフロー経路を画定し、プロセスガス供給源、パルスシステムおよび対応する構成要素を含むプロセスガス供給システム680に接続される。したがって、プラズマプロセッシングの間、所定のプロセスガスがプロセス空間PS中へ注入されることができる。

40

【0065】

50

アンテナチャンバ603において、高周波アンテナ662（ラジオ周波数）は、ウィンドウ655の上に配置され、これにより、ウィンドウ655に対向し、絶縁材料製のスペーサ667によりウィンドウ655との間隔をあけることができる。高周波アンテナ662は、らせん形状に形成され得るか、または他の配置で形成され得る。

【0066】

プラズマプロセッシングの間、誘導電場を発生させるための、数MHz～数百MHzの範囲の、例えば13.56MHzなどの周波数を有する高周波電力を、高周波電源660から電力供給部材661を介して高周波アンテナ662へ供給することができる。整合ユニット666（インピーダンス整合ユニット）を、高周波電源660に接続することができる。この例における高周波アンテナ662は、電力供給部材661に接続された対応する電力供給部分664および電力供給部分665、および特定のアンテナ配置に応じた追加の電力供給部分部分を有し得る。電力供給部分を、同様の正反対の距離（diametrical distance）および角度間隔（angular spacing）で配置することができる。アンテナラインは、電力供給部分664および電力供給部分665からアンテナラインの末端部分へ外側に向かって（またはアンテナ配置に応じて内側へ向かって）延びることができる。アンテナラインの末端部分を、キャパシタ668に接続することができ、アンテナラインは、キャパシタ668を介して接地される。キャパシタ668には、1つまたは2つ以上の可変キャパシタが含まれ得る。

10

【0067】

プロセッシングチャンバ601内に戴置された所定の基板により、1つまたは2つ以上のプラズマプロセッシング操作を実行することができる。高周波電力を高周波アンテナ662に印加することにより、誘導電場がプロセッシングチャンバ601中で発生し、ガス注入開口部682から供給されるプロセッシングガスが励起されて、誘導電場により加熱された電子の存在下でプラズマを形成する。プラズマを、次いで使用して、エッチング、アッシング、堆積などのプロセスを行うなどして所定の基板をプロセスすることができる。

20

【0068】

RF（ラジオ周波数）バイアスを印加するための高周波電源629は、サセプタ612、または（インピーダンスに整合させるための、または反射電力を最小限にするための）インピーダンス整合ユニット628を通してバイアス電極に電氣的に接続される。高周波電源629（第2の電源）は、例えば0.2MHz～20MHzなどの範囲の、例えば3.2MHzなどの高周波電圧を出力することができる。高周波バイアス電力を印加することにより、プロセッシングチャンバ601中でプラズマにより生じたイオンが基板Wに引き付けられる。電源629には、上記の変調サイクルによる電源629からの電力出力および増幅を変調するための増幅器およびシグナル発生器が含まれ得る。

30

【0069】

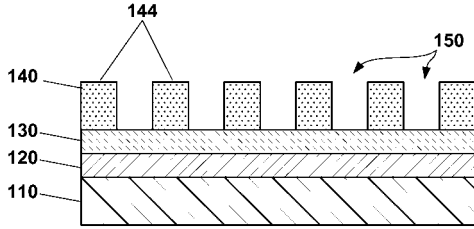
プラズマプロセッシング装置の構成要素を、コントロールユニット650に接続してコントロールユニット650により制御することができ、これは、交互に対応する保存ユニット652およびユーザインターフェース651に接続されることができる。種々のプラズマプロセッシング操作を、ユーザインターフェース651を介して実行することができ、種々のプラズマプロセッシングレシビおよび操作を、保存ユニット652中に保存することができる。したがって、所定の基板を、プラズマプロセッシングチャンバ内で種々のマイクロ製作技法によりプロセスすることができる。

40

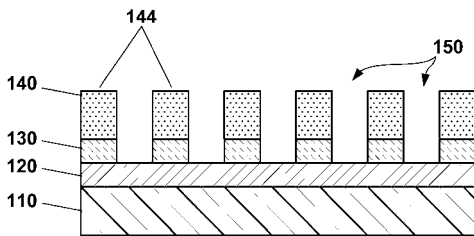
【0070】

本発明の特定の態様のみを上記で詳細に説明してきたが、当業者は、本発明の新規な教示および利点から実質的に逸脱することなく、態様において多くの改変が可能であることを容易に十分に理解するであろう。したがって、かかる全ての改変は、本発明の範囲内に含まれることが意図される。

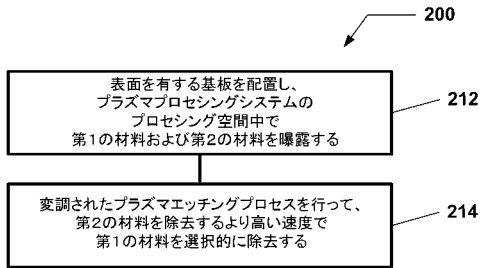
【図1A】



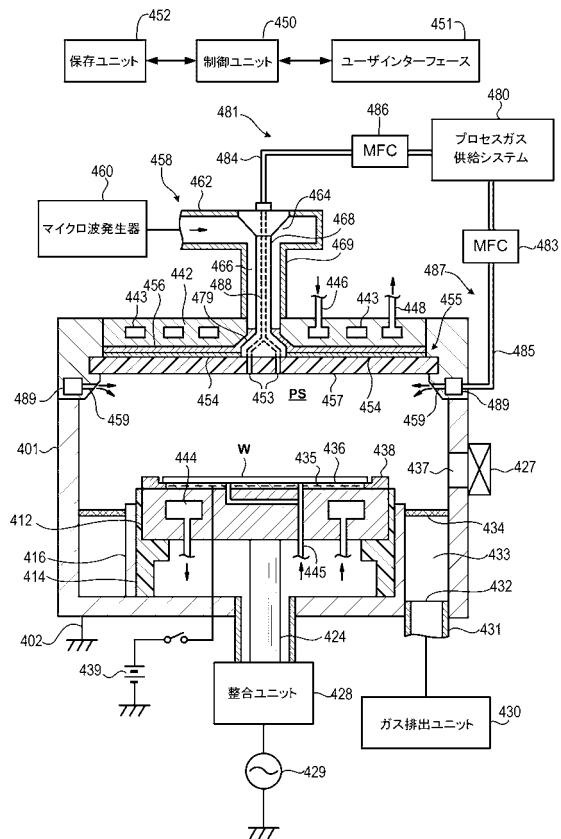
【図1B】



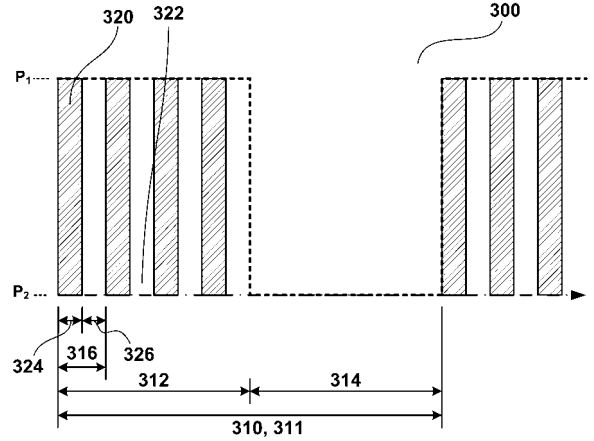
【図2】



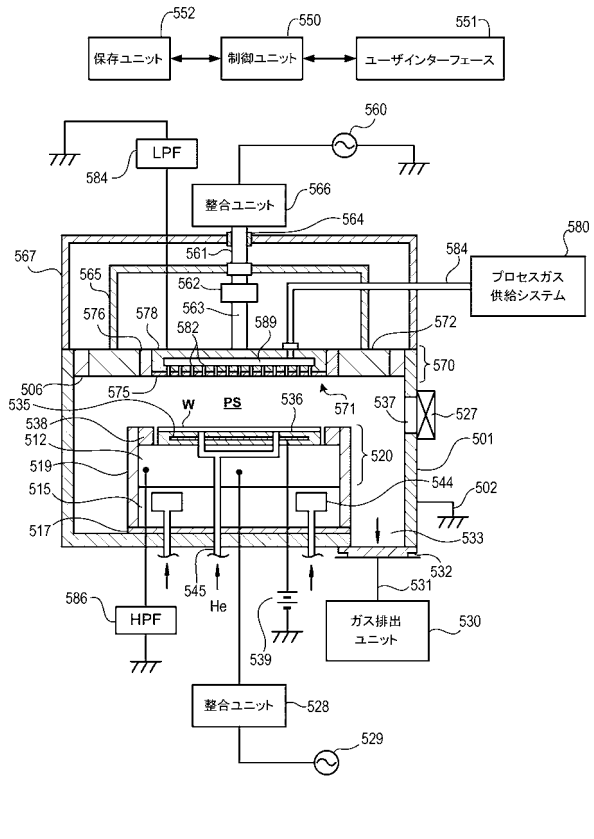
【図4】



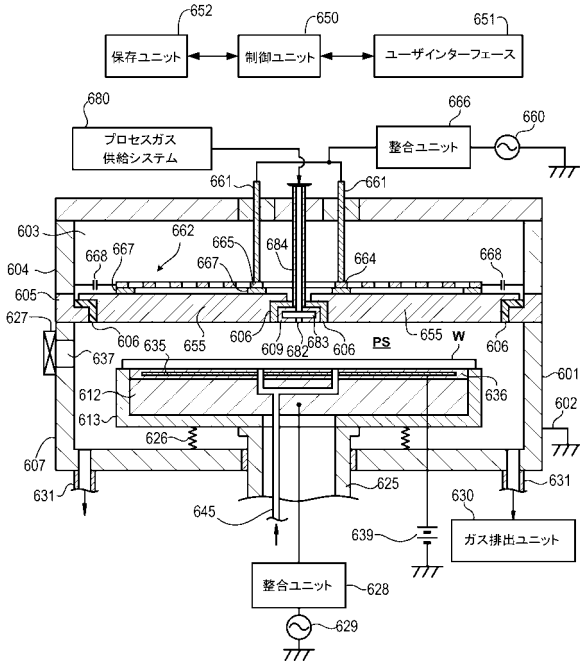
【図3】



【図5】



【 図 6 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2G084 AA02 AA03 AA05 AA26 BB02 BB03 BB12 BB30 CC05 CC12
CC13 CC16 CC33 DD02 DD03 DD04 DD13 DD15 DD19 DD23
DD38 DD44 DD55 FF15 FF32 FF34
5F004 AA09 BA04 BB13 BB14 BB22 BB25 DB01 DB03 DB07 DB08
DB10 DB12 EA28

【外国語明細書】

2017212447000001.pdf