

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4870575号
(P4870575)

(45) 発行日 平成24年2月8日(2012.2.8)

(24) 登録日 平成23年11月25日(2011.11.25)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 21/3065 (2006.01)

H O 1 L 21/302 1 O 1 L

C 2 3 C 16/455 (2006.01)

C 2 3 C 16/455

H O 1 L 21/205 (2006.01)

H O 1 L 21/302 1 O 1 B

H O 1 L 21/205

請求項の数 14 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2006-547131 (P2006-547131)
 (86) (22) 出願日 平成16年12月13日(2004.12.13)
 (65) 公表番号 特表2007-522647 (P2007-522647A)
 (43) 公表日 平成19年8月9日(2007.8.9)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2004/042100
 (87) 国際公開番号 W02005/065186
 (87) 国際公開日 平成17年7月21日(2005.7.21)
 審査請求日 平成19年12月12日(2007.12.12)
 (31) 優先権主張番号 10/743,062
 (32) 優先日 平成15年12月23日(2003.12.23)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

前置審査

(73) 特許権者 592010081
 ラム リサーチ コーポレーション
 LAM RESEARCH CORPOR
 ATION
 アメリカ合衆国, カリフォルニア 945
 38, フレモント, クッシング パークウ
 ェイ 4650
 (74) 代理人 100076428
 弁理士 大塚 康徳
 (74) 代理人 100112508
 弁理士 高柳 司郎
 (74) 代理人 100115071
 弁理士 大塚 康弘
 (74) 代理人 100116894
 弁理士 木村 秀二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置用のシャワーヘッド電極アセンブリ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体基板処理装置のシャワーヘッド電極アセンブリであって、
 上板と、
 板を含むシャワーヘッド電極と、
 前記板の上面に取り付けられた底面を含む裏当て板と、
 中心部分と外側部分と前記外側部分から延び前記外側部分と前記中心部分とを結合する
 たわみ部分とを含む熱制御板であり、前記中心部分が、前記上板に対して移動可能である
 ように前記裏当て板の頂面および前記上板に取り付けられ、前記外側部分が前記上板に取り
 付けられ、前記たわみ部分が、互いに異なる熱膨張に適應し前記上板と前記熱制御板と
 の間に熱的および電氣的な伝導をもたらすように構成された、熱制御板と、
 前記熱制御板の前記中心部分上に配置されて前記熱制御板を加熱するように適合された
 ヒータと、
 前記熱制御板の前記中心部分と前記上板との間で横方向に相隔たる2つの熱ブリッジと
 を備え、
 前記熱ブリッジは、前記シャワーヘッド電極と前記上板との間に熱的および電氣的な経
 路を提供し、
 前記上板は、前記上板内の開口部を介して延びる留め具を用いて前記熱制御板に取り付
 けられ、
 前記開口部は、前記上板と前記熱制御板との間の互いに異なる熱膨張に適應するために

10

20

、前記留め具の直径よりも大きい直径を有する、
ことを特徴とするシャワーヘッド電極アセンブリ。

【請求項 2】

前記熱ブリッジの各々は、前記熱制御板と前記上板との間に熱的および電氣的な伝導性をもたらし黒鉛材料の層を備え、

前記黒鉛材料は、少なくとも 1 つの O - リングを備える真空封止内に配置されることを特徴とする請求項 1 に記載のシャワーヘッド電極アセンブリ。

【請求項 3】

前記黒鉛材料の層の各々は、環状構成と 1 . 9 0 5 c m (0 . 7 5 インチ) から 3 . 1 7 5 c m (1 . 2 5 インチ) までの幅とを有することを特徴とする請求項 2 に記載のシャ
ワーヘッド電極アセンブリ。

10

【請求項 4】

前記ヒータは、3 相ヒータであることを特徴とする請求項 1 に記載のシャワーヘッド電
極アセンブリ。

【請求項 5】

前記ヒータは、誘電体材料の対向する層の間に抵抗性加熱材料を含む薄板 (l a m i n a t e) を備えることを特徴とする請求項 1 に記載のシャワーヘッド電極アセンブリ。

【請求項 6】

前記上板は、前記上板の温度を制御するために熱伝達流体が流れる少なくとも 1 つの流
路を備えることを特徴とする請求項 1 に記載のシャワーヘッド電極アセンブリ。

20

【請求項 7】

前記裏当て板は、黒鉛裏当て板であり、

前記シャワーヘッド電極の前記板は、シリコン板であり、

前記裏当て板およびシリコン板は、エラストマー・ボンドにより取り付けられているこ
とを特徴とする請求項 1 に記載のシャワーヘッド電極アセンブリ。

【請求項 8】

前記熱制御板は、アルミニウムまたはアルミニウム合金の機械加工してなる片であるこ
とを特徴とする請求項 1 に記載のシャワーヘッド電極アセンブリ。

【請求項 9】

前記シャワーヘッド電極アセンブリは、前記上板の上側に取り付けられて、前記留め具
が前記処理装置内の真空圧力に曝されるように前記開口部を封止するカバー板を備えるこ
とを特徴とする請求項 1 に記載のシャワーヘッド電極アセンブリ。

30

【請求項 10】

前記留め具は、前記少なくとも 2 つの熱ブリッジ内のねじを切った開口部にねじ込まれ
、

前記熱ブリッジの各々は、前記留め具が前記処理装置内の大気圧に曝されるように前記
熱制御板と前記上板との間を真空封止する少なくとも 1 つの O - リングを備えることを特
徴とする請求項 1 に記載のシャワーヘッド電極アセンブリ。

【請求項 11】

前記少なくとも 2 つの熱ブリッジは、前記熱制御板の上に 2 つの相隔たる環状突起と留
め具とを備え、

40

前記熱制御板は、前記突起を介して横方向に延びるガス流路と、前記各熱ブリッジの内
外の横方向に配置された前記熱制御板の対向する両表面の間で軸方向に延びるガス流路と
を備えることを特徴とする請求項 1 に記載のシャワーヘッド電極アセンブリ。

【請求項 12】

半導体基板処理室内の半導体基板を処理する方法であって、

a) 半導体基板処理装置のプラズマ室内の、下部電極を備える基板支持具上に基板を置
く工程と、

b) 請求項 1 に記載のシャワーヘッド電極アセンブリを用いて、プロセス・ガスを前記
プラズマ室に供給する工程と、

50

c) 前記シャワーヘッド電極アセンブリと前記基板との間で、前記プラズマ室内の前記プロセス・ガスからプラズマを生成する工程と、
d) 前記プラズマを用いて前記基板を処理する工程と、
e) 前記プラズマの前記生成を終了する工程と、
f) 前記基板を前記プラズマ室から取り出す工程と
を含むことを特徴とする方法。

【請求項 1 3】

前記シャワーヘッド電極を所望の温度に維持するように前記シャワーヘッド電極に熱を加えるために、e) の後に前記ヒータを作動させる工程をさらに含むことを特徴とする請求項 1 2 に記載の方法。

10

【請求項 1 4】

a) から f) の間、前記シャワーヘッド電極に熱を加えるために前記ヒータを作動させる工程をさらに含むことを特徴とする請求項 1 3 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プラズマ処理装置用のシャワーヘッド電極アセンブリに関する。

【背景技術】

【0002】

プラズマ処理装置は、エッチング、物理蒸着 (PVD)、化学蒸着 (CVD)、イオン注入、およびレジスト除去を含む各技法によって基板を処理するのに使用される。プラズマ処理で使用するプラズマ処理装置の 1 つのタイプでは、上部電極および下部電極を含む反応室を備える。電界が両電極間で確立されて、プロセス・ガスをプラズマ状態に励起して反応室内の基板を処理する。

20

【特許文献 1】米国特許第 6,073,577 号

【特許文献 2】米国特許第 5,534,751 号

【発明の開示】

【0003】

半導体基板処理装置のシャワーヘッド電極アセンブリ、および半導体基板処理室内のシャワーヘッド電極を支持するための熱制御板が提供される。

30

【0004】

半導体基板処理室内のシャワーヘッド電極を支持するための熱制御板の好ましい一実施形態は、温度制御された上板に取り外し自在に取り付けることができる金属外側部分、ならびにシャワーヘッド電極および上板に取り外し自在に取り付けることができる金属内側部分を備える。熱制御板の内側部分は、上板とシャワーヘッド電極との間の熱的および電気的な経路を提供する。

【0005】

プラズマ処理装置用のシャワーヘッド電極アセンブリの好ましい一実施形態は、上板、シャワーヘッド電極、および熱制御板を備える。熱制御板は、熱制御板の中心部分が上板に対して相対的に移動可能になるように、シャワーヘッド電極および上板に取り付けられている。少なくとも 1 つの熱ブリッジが、熱制御板の中心部分と上板との間に設けられる。この熱ブリッジは、シャワーヘッド電極と上板との間の熱的および電気的な経路を提供する。

40

【0006】

熱ブリッジは、熱制御板の対向する両表面と上板との間で、滑りを可能にし、ならびに熱的および電気的な伝導をもたらすために、潤滑材料を備えることが好ましい。

【0007】

他の好ましい一実施形態は、半導体基板処理室で半導体基板を処理する方法を提供し、その方法は、(a) 半導体基板処理装置のプラズマ室内で、下部電極を備える基板支持具上に基板を載置すること、(b) 好ましい一実施形態によるシャワーヘッド電極アセンブ

50

りを有するプラズマ室にプロセス・ガスを供給すること、(c)シャワーヘッド電極アセンブリと基板との間で、プラズマ室内のプロセス・ガスからプラズマを生成すること、(d)基板をプラズマで処理すること、(e)プラズマの生成を終了すること、および(f)プラズマ室から基板を取り出すことを含む。シャワーヘッド電極アセンブリは、ヒータを備えることが好ましい。他の好ましい実施形態では、前記方法は、シャワーヘッド電極を所望の温度に維持するために(e)の後にヒータを作動させて熱をシャワーヘッド電極に加えること、および/または(a)から(f)の間、ヒータを作動させて熱をシャワーヘッド電極に加えることを含む。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

10

図1は、半導体基板、たとえばシリコン・ウェーハが処理されるプラズマ処理装置用のシャワーヘッド電極アセンブリ10の好ましい実施形態を示している。シャワーヘッド電極アセンブリ10(その半分だけが図1に示されている)は、上部電極20および上部電極20に固着された任意選択の裏当て部材40、熱制御板58、ならびに上板80を含むシャワーヘッド電極を備える。上板80は、プラズマ・エッチング室などのプラズマ処理装置の取外し可能な上端壁を形成することができる。

【0009】

下部電極および任意選択の静電クランプ電極を含む基板支持具15(その一部分だけが図1に示されている)は、プラズマ処理装置の真空処理室内の上部電極20の下に配置される。プラズマ処理が施される基板16は、機械的または静電的に、基板支持具15の上部支持表面17上にクランプされる。

20

【0010】

シャワーヘッド電極の上部電極20は、内側電極部材22、および任意選択の外側電極部材24を備えることが好ましい。内側電極部材22は、円筒形の板(たとえば単結晶シリコン)であることが好ましい。この板が単結晶シリコンで作られている場合、内側電極部材22の直径は、たとえば12インチ(300mm)までの被処理ウェーハよりも、小さくても、同じでも、また大きくてもよい。この直径は、現在入手可能な単結晶シリコン材料の最大直径である。300mmウェーハを処理するために、外側電極部材24は、上部電極20の直径を約15インチから約17インチに拡大するように設けられる。外側電極部材24は、連続した部材(たとえば、リングのような多結晶シリコン部材)とすることもでき、分割部材(たとえば、単結晶シリコンのセグメントのように、リング構成に配置された2つ~6つの別々のセグメント)とすることもできる。複数セグメントの外側電極部材24を備える上部電極20の各実施形態において、各セグメントは、基礎をなす結合剤をプラズマへの曝露から保護するために、互いにオーバーラップする端部を有することが好ましい。内側電極部材22は、プラズマ反応室内の上部電極20と下部電極15との間の空間にプロセス・ガスを注入するための複数のガス流路23を備えることが好ましい。

30

【0011】

単結晶シリコンは、内側電極部材22および外側電極部材24のうちのプラズマに曝露される表面にとっては好ましい材料である。高純度な単結晶シリコンは、反応室内に望ましくない要素を最小量しか持ち込まないため、プラズマ処理中の基板の汚染を最小限に抑え、またプラズマ処理中にスムーズに摩耗し、それによりパーティクルを最小限に抑える。上部電極20のプラズマ曝露される表面に対して使用することができる代替の材料には、たとえばSiC、SiN、AlN、およびAl₂O₃が含まれる。

40

【0012】

好ましい実施形態では、シャワーヘッド電極アセンブリ10は、直径が300mmの半導体ウェーハのような大きい基板を処理するのに十分な大きさのものである。300mmウェーハに対して、上端電極20は、少なくとも直径が300mmである。しかし、シャワーヘッド電極アセンブリは、他のウェーハ・サイズまたは非円形構成の基板を処理するようなサイズにすることができる。

50

【 0 0 1 3 】

裏当て部材 4 0 は、裏当て板 4 2 および裏当てリング 4 4 を含むことが好ましい。こうした各実施形態では、内側電極部材 2 2 は裏当て板 4 2 と同一の広がりを持ち、外側電極部材 2 4 は周囲の裏当てリング 4 4 と同一の広がりを持つ。しかし、裏当て板 4 2 は、内側電極部材および分割された外側電極部材を支持することができるように、単一の裏当て板を使用して内側電極部材を超えて延びることができる。内側電極部材 2 2 および外側電極部材 2 4 は、エラストマー性の結合剤のような結合剤によって裏当て部材 4 0 に取り付けられることが好ましい。ガス・フローをプラズマ処理室に供給するために、裏当て板 4 2 は、内側電極部材 2 2 内のガス流路 2 3 と位置が揃ったガス流路 4 3 を備える。ガス流路 4 3 は、通常は直径が約 0 . 0 4 インチであり、ガス流路 2 3 は、通常は直径が約 0 . 0 2 5 インチである。

10

【 0 0 1 4 】

裏当て板 4 2 および裏当てリング 4 4 は、プラズマ処理室内で半導体基板を処理するのに使用されるプロセス・ガスと化学的に互換性があり、その熱膨張係数が電極材料の熱膨張係数とほぼ合致し、かつ／または、電気的および熱的に伝導性を有する材料から作られることが好ましい。裏当て部材 4 0 を作るのに使用することができる好ましい材料には、それだけには限らないが、黒鉛および S i C が含まれる。

【 0 0 1 5 】

熱応力に対応し、上部電極 2 0 と裏当て板 4 2 および裏当てリング 4 4 との間で熱および電気エネルギーを伝達する、熱的および電気的に伝導性を有するエラストマー結合剤を用いて、上部電極 2 0 を裏当て板 4 2 および裏当てリング 4 4 に取り付けることができる。電極アセンブリの各表面を接合するためのエラストマーの使用については、例えば、本願の権利者が所有する米国特許第 6 , 0 7 3 , 5 7 7 号に説明されており、参考としてその全体を本明細書に援用する。

20

【 0 0 1 6 】

裏当て板 4 2 および裏当てリング 4 4 は、適当な留め具を用いて熱制御板 5 8 に取り付けられることが好ましく、留め具は、ねじを切ったボルト、ねじ、または同様のものとしてすることができる。たとえば、ボルト（図示せず）は、熱制御板 5 8 内の穴に挿入することができ、裏当て部材 4 0 内のねじを切った開口部にねじ込むことができる。

【 0 0 1 7 】

30

図 1 および図 2 を参照すると、熱制御板 5 8 は、上面 6 0 を有する成形板（contoured plate）5 9 を含む内側金属部分、ならびに第 1 の熱伝達表面 6 2 を有する第 1 の突起（projection）6 1 および上面に第 2 の熱伝達表面 6 4 を有する第 2 の突起 6 3 を備える。他の好ましい実施形態では、熱制御板 5 8 には、2 つを超える突起、たとえば 3 つまたは 4 つ以上の突起が含まれ得る。上板内の大きめの開口部（図示せず）を介して、第 1 の突起 6 1 の表面 6 2 内および第 2 の突起 6 3 の表面 6 4 内のねじを切った開口部 6 5 に延びる留め具を用いて、熱制御板 5 8 が上板 8 0 に取り付けられる（図 2）。熱制御板 5 8 はまた、熱制御板 5 8 を裏当て板 4 2 に取外し自在に取り付けるための留め具を収容するために、ねじを切った開口部 1 1 7 を備える。上板 8 0 内の大きめの開口部は、留め具周りのクリアランスを提供し、その結果、熱制御板 5 8 は、上板に対する熱制御板の熱膨張における不一致に適応するために上板に対してスライドすることができる。

40

【 0 0 1 8 】

熱制御板 5 8 はまた、内側部分を外側部分に接続し、上板 8 0 の対向した表面に対向して保持される上面 7 0 を有するフランジ 6 8 を含むたわみ部分 6 6 を備える。第 1 の熱伝達表面 6 2 および第 2 の熱伝達表面 6 4 は、環状構成を有することが好ましい。第 1 の突起 6 1 および第 2 の突起 6 3 は、その高さが約 0 . 2 5 インチから約 0 . 7 5 インチであり、またその幅が約 0 . 7 5 インチから約 1 . 2 5 インチであることが好ましい。しかし、第 1 の突起 6 1 および／または第 2 の突起 6 3 は、非環状構成、たとえば弧状セグメント（arcuate segment）、多面体、円形、楕円形または他の構成を有する

50

ことができる。

【 0 0 1 9 】

熱制御板 5 8 は、アルミニウム、アルミニウム合金、または同様のもののような金属材料から作られることが好ましい。熱制御板 5 8 は、アルミニウムまたはアルミニウム合金のような金属材料の機械加工してなる片であることが好ましい。上板 8 0 は、アルミニウムまたはアルミニウム合金から作られることが好ましい。上板 8 0 は、温度制御された流体、好ましくは液体が、上板を所望の温度に維持するために循環することができる 1 つまたは複数の流路 8 8 を備えることが好ましい。

【 0 0 2 0 】

処理室内で半導体基板を処理する間、第 1 の熱伝達表面 6 2、第 2 の熱伝達表面 6 4 から、上面 7 0 を介する熱伝導を経て、熱が内側電極部材 2 2 および外側電極部材 2 4 ならびに裏当て板 4 2 および裏当てリング 4 4 から上板 8 0 の下面 8 2 に伝達される。すなわち、第 1 の突起 6 1 および第 2 の突起 6 3 はまた、内側電極部材 2 2 と外側電極部材 2 4 と裏当て板 4 2 と裏当てリング 4 4 との間の各熱ブリッジを上板 8 0 に提供する。熱制御板 5 8 をまたぐ離れた位置での、この強化された熱伝達により、上部電極 2 0 において放射状に実質上均一な温度分布を達成することができる。

【 0 0 2 1 】

シャワーヘッド電極アセンブリ 1 0 の動作時には、熱制御板 5 8 および上板 8 0 は、熱せられ熱膨張する。その結果、上板 8 0 および熱制御板 5 8 は、互いにスライドすることができる。このスライドにより、上板 8 0 および / または熱制御板 5 8 の表面（例えば、熱制御板 5 8 の中心部分の 1 つまたは複数の表面）は摩損することがあり、これらの表面は互いに接触し、アルミニウムパーティクルのようなパーティクルを接触面から発生させる。遊離したパーティクルは、反応室内の基板を汚染し、それにより歩留まりを低下させることがある。

【 0 0 2 2 】

上板 8 0 および / または熱制御板 5 8 の対向する表面の摩損を、潤滑性を有する材料を対向する両表面の間に置くことによって最小限に抑えることができることは確実である。好ましい一実施形態では、潤滑材料 9 0 の少なくとも 1 つの層が、熱制御板 5 8 の第 1 の熱伝達表面 6 2 および第 2 の熱伝達表面 6 4 と上板 8 0 の下面 8 2 との間に置かれる。

【 0 0 2 3 】

潤滑材料 9 0 は、第 1 の熱伝達表面 6 2 および第 2 の熱伝達表面 6 4 から上板 8 0 への十分な熱伝達および電気的な伝導をもたらすために十分な熱的および電気的な伝導性を有する。これらの特性を提供する好ましい材料は、オハイオ州クリーブランドの U C A R C a r b o n 社から市販されている「グラフォイル (G R A F O I L) 」のような弾性変形可能な黒鉛材料である。潤滑材料 9 0 は、約 0 . 0 1 0 インチから約 0 . 0 3 0 インチ、より好ましくは約 0 . 0 1 5 インチの好ましい厚さを有するガスケットであることが好ましい。潤滑材料 9 0 は、リング形状のガスケットであり、各ガスケットは、第 1 の熱伝達表面 6 2 および第 2 の熱伝達表面 6 4 の各々の上に形成されたそれぞれの環状溝内に保持されることが好ましい。

【 0 0 2 4 】

潤滑材料 9 0 は、反応室内でのプラズマ曝露から保護されることが好ましい。好ましい一実施形態では、潤滑材料 9 0 は、真空封止、例えば熱制御板 5 8 の第 1 の熱伝達表面 6 2 および第 2 の熱伝達表面 6 4 内の相隔たる環状溝 1 0 5 内に保持される 1 対の任意選択の O - リング 1 0 4 の間に配置される。O - リング 1 0 4 は、プラズマ室内の真空環境から潤滑材料 9 0 を分離し、それによりプラズマ曝露から潤滑材料を保護する。第 1 の熱伝達表面 6 2 または第 2 の熱伝達表面 6 4 に沿って金属対金属の擦り接触がないように、第 1 の熱伝達表面 6 2 および第 2 の熱伝達表面 6 4 は、潤滑材料 9 0 により、上板 8 0 の下面 8 2 から十分な距離だけ間隔を置くことが好ましい。

【 0 0 2 5 】

熱制御板 5 8 は、上部電極 2 0 の温度を制御するために、温度制御された上板 8 0 との

10

20

30

40

50

連携動作が可能な少なくとも１つのヒータを備えることが好ましい。例えば、好ましい一実施形態では、ヒータは熱制御板５８の上面に設けられ、第１の突起６１によって囲まれた第１のヒータ区域７２、第１の突起６１と第２の突起６３との間の第２のヒータ区域７４、および第２の突起６３とたわみ部分６６との間の第３のヒータ区域７６を含む。ヒータ区域の数は変更することができる。例えば、他の実施形態では、ヒータには、単一のヒータ区域、２つのヒータ区域、または４つ以上のヒータ区域が含まれ得る。あるいは、ヒータは、熱制御板５８の下端面に設けることができる。

【００２６】

ヒータは、ヒータの到達動作温度に耐えることができる高分子材料の対向した層間に配置された、抵抗加熱された材料を含む薄板（*laminated*）を備えることが好ましい。使用することができる例示的な高分子材料は、商標名カプトン（*Kapton*）（登録商標）で販売されているポリイミドであり、デュボン社から市販されている。あるいは、ヒータは、熱制御板内に埋め込まれた抵抗ヒータ（例えば、鑄造熱制御板内の加熱素子または熱制御板内に形成されたチャンネル内に配置された加熱素子）とすることができる。ヒータの他の実施形態には、熱制御板の上面および／または下面に取り付けられた抵抗性加熱素子が含まれる。熱制御板の加熱は、伝導および／または放射を介して達成することができる。

10

【００２７】

ヒータ材料は、第１のヒータ区域７２、第２のヒータ区域７４、および第３のヒータ区域７６を熱的に均一に加熱するいかなる適切なパターンを有することもできる。例えば、薄板ヒータは、ジグザグ、蛇行または、同心パターンなど、規則的または不規則的なパターンの抵抗性加熱線を有することができる。温度制御された上板８０の動作と連携して、ヒータを用いて熱制御板５８を加熱することにより、シャワーヘッド電極アセンブリ１０の動作の間、上部電極２０全体に互って望ましい温度分布をもたらすことができる。

20

【００２８】

第１のヒータ区域７２、第２のヒータ区域７４、および第３のヒータ区域７６に配置された各ヒータ・セクションは、いかなる適当な技法、例えば熱圧、接着剤、留め具、または同様のものを用いることによって、熱制御板５８に固着することができる。

【００２９】

好ましい一実施形態では、第１のヒータ区域７２、第２のヒータ区域７４、および第３のヒータ区域７６は、電気コネクタ７７を介して電氣的に直列に相互接続される。好ましい一実施形態では、ヒータは、第１の位相の交流電流を受け取るように適合された第１の抵抗性加熱導体、第２の位相の交流電流を受け取るように適合された第２の抵抗性加熱導体、および第３の位相の交流電流を受け取るように適合された第３の抵抗性加熱導体を含む３つの回路を備え、第１、第２および第３の位相は、互いに１２０°位相がずれている。

30

【００３０】

図３に示すように、ヒータは、単一の電源１１０から電力を受け取ることができる。好ましい一実施形態では、電源１１０は、柱９５のように、熱制御板５８のフランジ６８内の開口部９３に収容され、円周上に間隔を置いて配置された３つの柱に電氣的に接続される。柱９５は、各々導電体９７に接続され、導電体９７は、フランジ６８を介してブーツ（*boot*）７９まで延び、第３のヒータ区域７６に配置された３相ヒータのそれぞれの位相に電氣的に接触する。第３のヒータ区域７６の３つの位相は、接続７７を介して第２のヒータの３つの対応する位相に電氣的に接続され、第２のヒータの３つの位相は、接続７７により第１のヒータの３つの位相に電氣的に接続される。

40

【００３１】

熱制御板５８は、第１のヒータ区域７２の上のプレナム（*plenum*）から第２のヒータ区域７４の上のプレナムへ、また第２のヒータ区域７４の上のプレナムから第３のヒータ区域７６の上のプレナムへ横方向にプロセス・ガス・フローを可能にするための、側面のガス流路７５を備えることが好ましい。好ましい一実施形態では、複数のガス流路

50

5は、第1の突起61および第2の突起63を介して延びる。第1のヒータ区域72、第2のヒータ区域74および第3のヒータ区域76を電氣的に接続するために、電気コネクタ77がガス流路75を介して延びることができるように、ガス流路75の大きさが決められる。熱制御板と裏当て部材40との間の各プレナムに通じる開口部78を通過するガスが実質上均一な圧力分布になるために、ガス流路75は、プロセス・ガスが熱制御板58の上面全体にわたって分散できるのに十分な大きさであることが好ましい。

【0032】

上部電極20は、電氣的に接地することもでき、または、代替的に、好ましくは無線周波数(RF)の電流源によって給電することもできる。好ましい実施形態では、プラズマ処理室内でプラズマを生成するために、上部電極20は接地され、1つまたは複数の周波数での電力が下部電極に加えられる。例えば、下部電極は、2つの独立して制御された無線周波数電源により、2MHzおよび27MHzの周波数で給電することができる。基板が処理された(例えば、半導体基板がプラズマ・エッチングされた)後、下部電極への電力供給は遮断されて、プラズマ生成を終了する。処理された基板は、プラズマ処理室から取り除かれ、別の基板がプラズマ処理のために基板支持具15の上に置かれる。好ましい実施形態では、下部電極への電力が遮断されたとき、ヒータは作動されて、熱制御板58次いで上部電極20を加熱する。その結果、上部電極20の温度は、所望の最低温度を下回って下がないようにすることが好ましい。基板がより均一に処理され、それによって歩留まりが改善されるように、上部電極20の温度は、連続した基板処理実行の間でほぼ一定の温度に維持されることが好ましい。電源110は、上部電極20の実際の温度および所望の温度に基づいて、所望のレベルおよび速度でヒータに電力を供給するように制御可能であることが好ましい。

【0033】

シャワーヘッド電極アセンブリ10には、上部電極20の温度を監視するために、熱電対のような1つまたは複数の温度センサが含まれ得る。温度センサは、電源110からヒータへの電力供給を制御する制御装置によって監視されることが好ましい。温度センサによって提供されたデータが、上部電極20の温度が所定の温度を下回ることを示すとき、上部電極20を所定の温度以上に維持するために、電源110を制御装置によって作動させてヒータに電力を供給することができる。

【0034】

基板のプラズマ処理中、すなわちプラズマがシャワーヘッド電極アセンブリ10と下部電極との間で生成されているとき、ヒータを作動させることもできる。例えば、プラズマを生成するのに相対的に低いレベルの印加電力を利用するプラズマ処理の操作中は、上部電極20の温度を所望の温度範囲内に維持するように、ヒータを作動させることができる。誘電体材料のエッチング工程のように、相対的に高いパワー・レベルを利用する他のプラズマ処理の操作中は、連続して実行する間、上部電極20の温度は通常十分に高いままであり、その結果、上部電極が最小温度を下回って温度低下しないようにヒータを作動させる必要はない。

【0035】

図3に示した実施形態では、熱制御板58のたわみ部分66は、フランジ68にまで及び円筒形の壁を備える。上板80およびフランジ68内でそれぞれ位置合せをされた開口部84、86に挿入される留め具(例えば、ねじを切ったボルト、ねじ、または同様のもの)などによって、フランジ68は上板80に取り付けられる(図1)。フランジ68は、環状構成を有することが好ましい。たわみ部分66は、上板80に対する熱制御板58の熱膨張および熱収縮に適応できる構成を有する。すなわち、たわみ部分66は、上板80と熱制御板58の各中心部分間の横方向および軸方向の動きに適応し、熱制御板58への関連する損傷を防止するように最適化された長さ対厚さの比を有することが好ましい。横方向の滑り運動時に、潤滑材料90は、熱制御板58の熱伝達表面62および64、ならびに上板80の下面82の摩損を防止する。たわみ部分66を設けることにより、フランジ68の上面70と上板80の下面82との間で潤滑材料を省略することができる。

【 0 0 3 6 】

熱制御板 5 8 は、上板 8 0 内の開口部 8 4 を介してフランジ 6 8 内に形成された開口部 8 6 に延びる適当な留め具を用いて、上板 8 0 に取外し可能なように取り付けられている。一実施形態では、シャワーヘッド電極アセンブリ 1 0 は、上板 8 0 の上側 1 2 2 に取り付けられているカバー板 1 2 0 を備える。これらの開口部内の留め具が処理装置内で真空圧力に置かれるように、カバー板 1 2 0 は、上板 8 0 内の開口部の上端部を密閉する。しかし、開口部 8 6 のまわりに真空封止を設けることによって（例えば、開口部 8 6 を含むセクションのまわりに、O - リング 1 0 4 を設けることができる）、カバー板を省略することができる。図 2 では、3 つの O - リングは 3 つの真空封止されたセクションを提供し、それらの各々は 6 つの相隔たる開口部 8 4 を含む。

10

【 0 0 3 7 】

第 1 の突起 6 1 および第 2 の突起 6 3 が、熱制御板 5 8 と上板 8 0 との間の真空封止された区域を提供するための O - リング 1 0 4 を各々備える熱制御板 5 8 の各実施形態では、ボルトの上端が封止されていない場合、上板 8 0 を熱制御板 5 8 に取り付け留め具は、処理装置内で大気圧に曝されうる。

【 0 0 3 8 】

任意選択として、円周上に間隔を置いて配置された複数の位置合せピン 1 0 6 が、熱制御板 5 8 のフランジ 6 8 の上に設けられる。上板 8 0 に対して円周状および放射状に熱制御板 5 8 を位置合せするために、位置合せピン 1 0 6 は、上板 8 0 内の位置合せ開口部（図示せず）に合うような大きさに決められる。

20

【 0 0 3 9 】

上板 8 0 は、上板 8 0 と熱制御板 5 8 との間の 1 つまたは複数の開放空間（プレナム）にプロセス・ガスを導くための、1 つまたは複数のガス流路を備えることが好ましい。例えば、プロセス・ガスは、第 1 のヒータの上部の制御プレナムのみに供給し、流路 7 5 を介して他のプレナムに分散することができる。プロセス・ガスは、上部プレナムから流路 7 8 を介して下部プレナムへ、次いで裏当て板 4 2 内のガス流路 4 3 を介して内側電極部材 2 2 内のガス流路 2 3 へと流れる。ガス流路 7 8 は、熱制御板 5 8 を介して所望の圧力降下を得られるような大きさに決められる。ガス流路 7 8 は、通常は直径が約 0 . 3 インチであってもよい。ガス流路 7 8 の数および配置は、プラズマ室に均一なガス分布を提供するために、上部電極 2 0 の上部および全体に互って均一なガス圧力を達成するように選択されることが好ましい。ガス・フローの均一性を制御するために、任意選択として、シャワーヘッド電極アセンブリ 1 0 には、上部プレナムおよび / または下部プレナム内にバフル（baffles）が含まれ得る。

30

【 0 0 4 0 】

上板 8 0 の温度は、流路 8 8 を介して熱伝達流体（液体またはガス）を流すことによって制御されることが好ましい。シャワーヘッド電極アセンブリ 1 0 向けに、上板 8 0 は、電氣的な接地ならびにヒート・シンクを提供することが好ましい。

【 0 0 4 1 】

図 2 に示すように、シャワーヘッド電極アセンブリ 1 0 の外側に設けることができるプラズマ閉込めアセンブリの制御棒を通すために、開口部 1 1 4 が熱制御板 5 8 のフランジ 6 8 内に設けられる。上下の調節が可能なプラズマ閉込めリング・アセンブリを備える適切なプラズマ閉込めアセンブリが、本願の権利者が所有する米国特許第 5 , 5 3 4 , 7 5 1 号に記載されており、参考としてその全体を本明細書に援用する。

40

【 0 0 4 2 】

本発明を、その具体的な各実施形態を参照しながら詳細に記載してきたが、添付の特許請求の範囲から逸脱することなく、様々な変更および修正を加え、均等物を利用することができることは、当業者には明白であろう。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 3 】

【図 1】プラズマ処理装置用のシャワーヘッド電極アセンブリおよび基板支持具の好まし

50

【 図 3 】

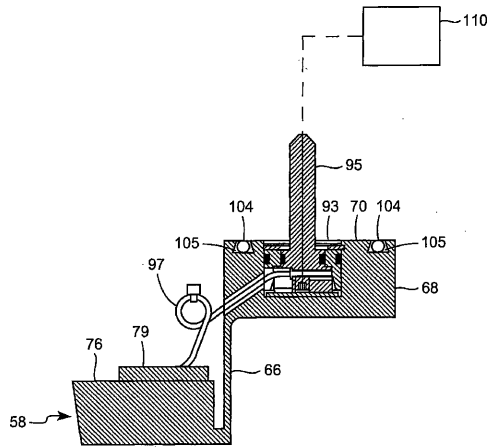


FIG. 3

フロントページの続き

(74)代理人 100134175

弁理士 永川 行光

(74)代理人 100146293

弁理士 西川 恵雄

(72)発明者 ケネディ, ウィリアム, エス.

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94539, フレモント, ヴァレス コート 56

(72)発明者 ジャコブ, デイビット イー.

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94538, フレモント, パシフィック ストリート
40266

審査官 今井 淳一

(56)参考文献 特開平10-030185(JP,A)

特開平10-172719(JP,A)

特開2001-284271(JP,A)

特表2002-518862(JP,A)

国際公開第03/015133(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/3065

C23C 16/455

H01L 21/205