

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4805450号
(P4805450)

(45) 発行日 平成23年11月2日(2011.11.2)

(24) 登録日 平成23年8月19日(2011.8.19)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 21/3065 (2006.01)

H O 1 L 21/302 I O 1 G

C 2 3 C 14/50 (2006.01)

C 2 3 C 14/50 A

C 2 3 C 16/458 (2006.01)

C 2 3 C 16/458

H O 1 L 21/205 (2006.01)

H O 1 L 21/205

H O 1 L 21/683 (2006.01)

H O 1 L 21/68 R

請求項の数 39 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2000-391452 (P2000-391452)
 (22) 出願日 平成12年12月22日(2000.12.22)
 (65) 公開番号 特開2001-250816 (P2001-250816A)
 (43) 公開日 平成13年9月14日(2001.9.14)
 審査請求日 平成19年12月20日(2007.12.20)
 (31) 優先権主張番号 09/469287
 (32) 優先日 平成11年12月22日(1999.12.22)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(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 100101306
 弁理士 丸山 幸雄
 (74) 代理人 100115071
 弁理士 大塚 康弘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 静電チャック及び真空チャンバ内の基板処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

高温真空処理チャンバに有用な静電チャックであって、

静電クランプ電極を含むチャック体であって、前記電極が当該チャック体の外表面上に
 基板を静電的にクランプするように適合された当該チャック体と、

プレナムによって前記チャック体から離隔された熱伝達体であって、前記プレナムが、
 前記チャック体の面と該面から離隔された当該熱伝達体の面との間に配置され、当該熱伝
 達体が、前記プレナム内の熱伝達ガスを介した熱伝導によって前記チャック体から熱を取り
 去るように適合された当該熱伝達体と、

前記チャック体の外周を前記熱伝達体に接続する膨張ジョイントであって、前記チャッ
 ク体の熱サイクル中にハーメチックシールを維持しながら前記チャック体と前記熱伝達体
 との熱膨張の差を吸収する膨張ジョイントと、

を備えた静電チャック。

【請求項 2】

前記熱伝達体が、少なくとも1つの冷媒通路を中に有する冷却板を含み、前記冷媒通路
 内を冷媒が循環して前記チャック体を所望の温度に維持し、前記プレナムが前記チャッ
 ク体の下側の少なくとも50%を占めるように延びる環状空間であり、前記熱伝達体が、熱
 伝達ガスがそれを通して前記環状空間に流れるガス供給通路を含む、請求項1に記載の静
 電チャック。

【請求項 3】

10

20

前記チャック体が、前記プレナムと前記チャック体の前記外表面との間に延びるガス通路を含み、前記ガス通路が任意選択で、前記膨張ジョイントに隣接して配置され、前記基板の処理中に前記プレナムから前記基板の周辺の下側に熱伝達ガスを供給する、請求項 1 に記載の静電チャック。

【請求項 4】

前記チャック体が金属材料またはセラミック材料を含む、請求項 1 に記載の静電チャック。

【請求項 5】

前記熱伝達体が、前記チャック体に向かって、および、前記チャック体から離れるように移動可能なリフト・ピンを有するリフト・ピン構成を含み、前記リフト・ピンが、前記チャック体の孔を通して移動して、前記チャック体の上に基板を降ろし、および、前記チャック体から基板を持ち上げる、請求項 1 に記載の静電チャック。

10

【請求項 6】

前記膨張ジョイントが、前記熱伝達体に接続されるように適合された装着フランジを含み、前記膨張ジョイントは、湾曲セクションによって相互接続された内側環状セクションおよび外側環状セクションを含むヒート・チョークを備え、前記内側環状セクションが前記チャック体に接続され、前記外側環状セクションが前記装着フランジに接続されている、請求項 1 に記載の静電チャック。

【請求項 7】

前記膨張ジョイントが、その一方の端部で前記チャック体の周辺にジョイントによって接続された薄リングを含み、前記薄リングが、前記チャック体の熱サイクル中に前記ジョイントが故障するのを防止するために、前記チャック体の熱膨張係数に十分に近い熱膨張係数を有する金属からなる、請求項 1 に記載の静電チャック。

20

【請求項 8】

さらに、前記チャック体の下側の中央部分から延びるセラミックまたは金属製管状セクションを備え、前記管状セクションの外側面が前記プレナムの壁部を定義し、前記管状セクションが前記チャック体と前記熱伝達体との間の熱的パスを提供し、前記管状セクションが前記プレナム内の前記熱伝達ガスおよび前記膨張ジョイントと協働して、前記チャック体から取り去られる熱をバランスさせる、請求項 1 に記載の静電チャック。

【請求項 9】

30

前記管状セクションのインテリアが、前記クランプ電極に R F および D C 電力を供給する電力供給部、ヒータ・エレメントに A C 電力を供給する電力供給部、および / または前記チャック体の温度を監視する機構を含む、請求項 8 に記載の静電チャック。

【請求項 10】

前記チャック体が、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、窒化ホウ素、炭化ケイ素、炭化ホウ素、アルミナ及びそれらの混合物から構成される群から選択されたセラミック材料を含む、請求項 4 に記載の静電チャック。

【請求項 11】

前記リフト・ピン構成が、ケーブル駆動式リフト・ピン構成を備える、請求項 5 に記載の静電チャック。

40

【請求項 12】

前記ジョイントがろう付けジョイントである、請求項 7 に記載の静電チャック。

【請求項 13】

前記膨張ジョイントが、前記チャック体の外縁と隣接する熱膨張セクションを含み、前記熱膨張セクションが、前記チャック体の寸法の変化を吸収するために、熱的に膨張可能かつ収縮可能である、請求項 1 に記載の静電チャック。

【請求項 14】

真空処理チャンバ用の静電チャックであって、

電力供給部に接続可能な電気接触部を有する電極を含むチャック体であって、前記電力供給部は、当該チャック体の外表面上に基板を静電的にクランプするために十分なエネル

50

ギーを前記電極に与える、当該チャック体と、

前記チャック体の外周に接続された膨張ジョイントであって、前記チャック体の面と該面から離隔された熱伝達体の面との間にプレナムが形成されるように前記熱伝達体に取り外し可能に接続される当該膨張ジョイントとを備えた静電チャック。

【請求項 1 5】

前記チャック体が、前記プレナムと前記チャック体の前記周辺表面との間に延びるガス通路を含み、前記ガス通路が任意選択で、前記膨張ジョイントに隣接して配置され、前記基板の処理中に前記プレナムから前記基板の周辺の下側に熱伝達ガスを供給する、請求項 1 4 に記載の静電チャック。

10

【請求項 1 6】

前記チャック体が金属材料またはセラミック材料を含む、請求項 1 4 に記載の静電チャック。

【請求項 1 7】

前記膨張ジョイントが、前記熱伝達体に接続されるように適合された装着フランジを含み、前記膨張ジョイントが、湾曲セクションによって相互接続された内側環状セクションおよび外側環状セクションを含むヒート・チョークを備え、前記内側環状セクションが前記チャック体に接続され、前記外側環状セクションが前記装着フランジに接続された、請求項 1 4 に記載の静電チャック。

【請求項 1 8】

20

前記膨張ジョイントが、ジョイントによって前記チャック体の外周にその一方の端部で接続される薄リングを含み、前記リングが、前記チャック体の熱サイクル中に前記ジョイントが故障するのを防止するために、前記チャック体の熱膨張係数に十分に近い熱膨張係数を有する金属からなる、請求項 1 4 に記載の静電チャック。

【請求項 1 9】

さらに、前記チャック体の下側の中央部分から延びるセラミックまたは金属製管状セクションを備え、前記管状セクションの外側面が前記プレナムの壁部を定義し、前記管状セクションが前記チャック体と前記熱伝達体との間の熱的パスを提供し、前記管状セクションが前記プレナム内の前記熱伝達ガスおよび前記膨張ジョイントと協働して、前記チャック体から取り去られる熱を平衡させる、請求項 1 4 に記載の静電チャック。

30

【請求項 2 0】

前記管状セクションの内部が、前記クランプ電極に R F および D C 電力を供給する電力供給部、ヒータ・エレメントに A C 電力を供給する電力供給部、および前記チャック体の温度を監視する機構の少なくともいずれか 1 つを含む、請求項 1 9 に記載の静電チャック。

【請求項 2 1】

前記プレナムが、前記チャック体の前記下側の少なくとも 5 0 % を占めるように延びる環状空間であり、前記電極型が単極または双極型電極である、請求項 1 4 に記載の静電チャック。

【請求項 2 2】

前記膨張ジョイントが、前記チャック体の外縁と隣接する熱膨張セクションを含み、前記熱膨張セクションが、前記チャック体の寸法の変化を吸収するために、熱的に膨張可能かつ収縮可能である、請求項 1 4 に記載の静電チャック。

40

【請求項 2 3】

前記膨張ジョイントが、前記熱伝達体に接続可能な装着フランジ、前記装着フランジに接続されたヒート・チョーク、および、その一方の端部で前記ヒート・チョークに接続され、かつその他方の端部で前記チャック体に接続された薄い金属リングを含む、請求項 1 4 に記載の静電チャック。

【請求項 2 4】

前記チャック体が、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、窒化ホウ素、炭化ケイ素、炭化ホウ素、アルミナおよびその混合物から構成される群から選択されたセラミック材料を含む

50

、請求項 1 6 に記載の静電チャック。

【請求項 2 5】

さらに、前記熱伝達体上に装着されたリフト・ピン構成を備える、請求項 1 4 に記載の静電チャック。

【請求項 2 6】

前記ジョイントが、ろう付けされたジョイントを含む、請求項 1 8 に記載の静電チャック。

【請求項 2 7】

クランプ電極と、前記チャック体の面と該面から離隔された熱伝達体の面との間にプレナムが形成されるように前記チャック体の外周を前記熱伝達体に接続する膨張ジョイントとを備えたチャック体上に基板が静電的にクランプされた真空処理チャンバ内で該基板を処理する方法であって、

電極にエネルギーを与えることによって前記チャック体の外表面上に基板をクランプする段階と、

前記プレナムに熱伝達ガスを供給する段階であって、前記プレナム内の前記熱伝達ガスが、前記チャック体内のガス通路を通して、前記基板の下側と前記チャック体の前記外表面との間のギャップに送られる段階と、

前記プレナムに供給された前記熱伝達ガスを介した熱伝導によって前記チャック体から熱を取り去る段階と、

基板を処理する段階とを含む方法。

【請求項 2 8】

さらに、前記チャンバにプロセス・ガスを供給する段階と、前記プロセス・ガスにエネルギーを与えてプラズマにする段階と、前記処理段階中にプラズマで前記基板の露出面をエッチングする段階とを含む、請求項 2 7 に記載の方法。

【請求項 2 9】

前記プロセス・ガスが、高周波エネルギーを前記チャンバに誘導的に結合させるアンテナに対して高周波エネルギーを供給することによって、エネルギーを与えられてプラズマになる、請求項 2 8 に記載の方法。

【請求項 3 0】

前記基板の露出表面が、前記処理段階中に被覆される、請求項 2 7 に記載の方法。

【請求項 3 1】

さらに、前記チャック体に組み込まれたヒータ・エレメントに電力を供給することによって、1 0 0 より高く基板を加熱する段階を含む、請求項 2 7 に記載の方法。

【請求項 3 2】

さらに、前記熱伝達体上に搭載されたリフト・ピンで前記チャック体の外表面上に前記基板を降ろす段階を含み、前記リフト・ピンが前記チャック体の外側部分の開口部を通して通過する、請求項 2 7 に記載の方法。

【請求項 3 3】

さらに、前記熱伝達体内に液体冷媒を循環させる段階を含む、請求項 2 7 に記載の方法。

【請求項 3 4】

さらに、前記チャック体の前記下側の中央部分から延びるセラミック製または金属製の管状セクションに配置された温度センサで、基板の温度変化を監視する段階を含み、前記管状セクションのインテリアが大気圧である、請求項 2 7 に記載の方法。

【請求項 3 5】

前記基板が、前記処理段階中に 8 0 を超える温度である、請求項 2 7 に記載の方法。

【請求項 3 6】

前記基板が、前記処理段階中に 2 0 0 を超える温度である、請求項 2 7 に記載の方法。

。

10

20

30

40

50

【請求項 37】

白金層が前記処理段階中にプラズマ・エッチングされる、請求項 27 に記載の方法。

【請求項 38】

セラミック製または金属製管状延長部が、前記チャック体の前記下側の中央部分から延び、かつ前記チャック体と前記熱伝達体との間で熱を伝導し、

当該方法がさらに、前記プレナム内の前記熱伝達ガスによって提供される第 1 ヒート・パスを介して取り去られる熱が、前記膨張ジョイントによって提供される第 2 ヒート・パスを介して取り去られる熱および前記管状セクションによって提供される第 3 のヒート・パスを介して取り去られる熱とバランスするように、前記プレナム内の前記熱伝達ガスの圧力を調節する段階を含む、請求項 27 に記載の方法。

10

【請求項 39】

前記チャック体が、ヒータ・エレメントを含む、請求項 1 に記載の静電チャック。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体ウェーハなどの基板の処理に有用な静電チャック（ESC）に関する。ESC は、エッチングまたは堆積プロセスが行われるプラズマ反応チャンバ内で半導体基板を支持するために使用され得る。ESC は、低温で揮発しない白金などの材料の高温プラズマエッチングに対して、特に有用である。

【0002】

20

【従来の技術】

真空処理チャンバは、一般に、真空チャンバにエッチングガスまたは堆積ガスを供給すること、および、RF 場をガスに印加してガスをプラズマ状態に励起することによって、基板上の材料をエッチングし又は化学気相成長（CVD）させるために使用される。誘導結合プラズマ（ICP）とも称する平行平板のトランスフォーマー結合プラズマ（TCP）反応室、および電子サイクロトロン共鳴（ECR）反応室の例が、本出願人所有の米国特許第 4340462 号、第 4948458 号、および第 5200232 号で開示されている。真空処理チャンバは、通常、その中で行われるプロセスに依存する性能仕様に合致するように設計される。したがって、特定のプラズマ発生源、真空排気構成、および特定の処理チャンバに関連する基板支持体は、性能仕様に合致するようにカスタマイズ或いは特別に設計されなければならない。

30

【0003】

基板は、通常、処理中に基板ホルダによって真空チャンバ内の定位置に保持される。従来の基板ホルダは、機械的クランプおよび静電クランプ（ESC）を含む。機械クランプおよび ESC 基板ホルダの例は、本出願人所有の米国特許第 5262029 号、および 1995 年 3 月 10 日出願の本出願人所有の米国出願第 08 / 401524 号に開示されている。電極の形状の基板ホルダは、米国特許第 4579618 号で開示されているように、チャンバに高周波（RF）電力を供給できる。

【0004】

フラット・パネル・ディスプレイを含む基板およびより小さい基板は、特定の処理工程の際に、基板ホルダによって冷却され得る。そのような冷却は、基板ホルダとそれに対向する基板表面との間にヘリウムなどの不活性ガスを適用することによって行われる。たとえば、米国特許第 5160152 号、第 5238499 号、第 5350479 号、および第 5534816 号を参照されたい。冷却ガスは、通常、基板ホルダにあるチャンネルまたは溝のパターンに供給され、基板に対して背圧を加える。単極型静電チャックでは、単一の電極を使用する。たとえば、米国特許第 4665463 号を参照されたい。双極型静電チャックでは、誘電体層によって分離された 2 枚の帯電されたキャパシタ極板間の相互引力を用いる。たとえば、米国特許第 4692836 号、および第 5055964 号を参照されたい。

40

【0005】

50

真空処理チャンバ用の基板支持体は、通常、チャンバの底部壁に装着されており、保守作業、および基板支持体の交換を困難するとともに時間を浪費するものにする。そのような底部に装着された基板支持体は、米国特許第4340462号、第4534816号、第4579618号、第4615755号、第4948458号、第5200232号、および第5262029号に見ることができる。片持ちにされた支持体構成が、本出願人所有の米国特許第5820723号、および第5948704号に記載されている。

【0006】

クランプ電極およびヒータ・エレメントを組み込んだ高温静電チャックが、化学成長チャンバで使用するために提案されている。たとえば、米国特許第5730803号、第5867359号、第5908334号、および第5968273号、ならびに欧州特許公開公報628644A2を参照されたい。これらのうち、欧州特許公開公報628644は、貫通した孔によりメッシュが形成されたRF金属電極板とそれに組み込まれたヒータとを有する窒化アルミニウム・チャック体を開示している。このチャック体は、チャック体の外周がシリンダを越えて延在するようにアルミナ・シリンダ上に支持される。米国特許第5730803号は、Mo、W、W-Moの電気グリッドとそれに組み込まれたMoヒータ・コイル・ワイヤとを有する窒化ケイ素またはアルミナ製のチャック体を開示している。このチャック体は、CuまたはAlの水冷冷却板を囲むMoヒート・チョーク・シリンダによって支持される。この冷却板は熱グリースを介してチャック体と熱接触し、熱グリースによってチャック体と冷却板との膨張の差が許容される。米国特許第5867359号は500 程度の温度で動作するチャックを開示している。このチャックは、ニオブウム電極の反対側にろうづけされたサファイア（単結晶 Al_2O_3 ）層と金属ベース板にろうづけされたそのアセンブリとを含む。米国特許第5908334号は175 を超える温度で使用するチャックを開示している。このチャックは、単極型または双極型電極の両側にポリイミド膜を含み、下方のポリイミド膜はステンレス鋼プラテンに自己接着される。米国特許第5968273号は、窒化アルミニウム最上層、電極、窒化アルミニウム層、金属板、ヒータ、金属板、およびアルミニウム複合物を含む層状チャック体を開示している。このチャック体は、チャック体の外周がシリンダを越えて延在するように、シリンダによって支持される。

【0007】

いくつかのESC設計では、ウェーハ支持体の隣接面間の熱伝導を強化するために、ヘリウムなどの熱伝導ガスを使用する。たとえば、米国特許第5155652号には、上方熱分解窒化ホウ素層（または任意選択でポリイミド、アルミナ、水晶、またはダイヤモンド）と、窒化ホウ素基板およびその上の熱分解グラファイトの導電パターンを含んでなる静電パターン層と、窒化ホウ素基板およびその上の熱分解グラファイトの導電パターンを含んでなるヒータ層と、Kovar（Ni29%、Co17%、Fe55%のNiCoFe合金）のヒート・シンク・ベースと、を含む複数の層を有するESCが記載されている。このヒート・シンク・ベースは、その下方部分にウェーハ冷却チャネルを含み、その上方面には、チャックの加熱の際に真空下に維持することが可能な、またはチャックが支持するウェーハの冷却を支援するヘリウムを充填することが可能なチャンバを含む。米国特許第5221404号は、ウェーハを支持する上方部材と、ウェーハの温度制御用の液体通路を含む下方部材とを含んでなる支持テーブルを記載している。この上方部材は、ポリイミド・シート間の銅電極と、熱伝導ガスが供給される上方部材と下方部材との間の接触表面間のギャップとにより構成されたESCを含む。本出願人所有の米国特許第5835334号は、下方アルミニウム電極の接触面と、下方電極にボルト締めされた電極キャップとの間にヘリウムが導入される高温チャックを記載している。この電極キャップは、陽極酸化されたアルミニウム、またはダイヤモンドで被覆されたモリブデンを含む。保護アルミナ・リングおよびオリング・シールが電極キャップと下方電極との間の冷媒ガスの漏れを最小に抑える。電極キャップは、エチレングリコール、シリコン油、フロリナート（fluorinert）、水/グリコール混合物などの冷媒を循環する液体冷媒チャネルを含み、下方電極は、約100~350 の温度までチャックを加熱するヒータを含む。熱

10

20

30

40

50

膨張の相違に起因する陽極酸化部の亀裂を阻止するために、電極キャップは200 以下の温度に維持される。ダイヤモンドで被覆されたモリブデン電極キャップの場合は、チャックはより高い温度で利用できる。

【0008】

国際公開公報WO99/3695号は、白金電極層をプラズマ・エッチングするプロセスを記載している。そのプロセスでは、基板が150 以上高く加熱され、塩素、アルゴン（および任意選択の BCl_3 ）、 HBr 、またはそれらの混合物を含むエッチャント・ガス的高密度誘導結合プラズマによって、Pt層がエッチングされる。米国特許第5930639号もまた、白金エッチング・プロセスを記載しており、そのプロセスでは、Ptが高誘電率キャパシタの電極を形成し、Ptは酸素プラズマでエッチングされる。

10

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

高温で使用する改善型のチャック設計を提供することがいくつか試みられたが、高温は熱応力の差をもたらす。熱応力の差は、熱膨張係数が異なる材料を使用する上で有害となる。特に、窒化アルミニウムなどのセラミック材料とステンレス鋼やアルミニウムなどの金属材料との間のハーメチックシールを維持する際に問題となる。したがって、当技術分野においては、高温チャック材料に対して課される熱サイクル要求に対処することが可能な改善型のチャック設計が必要とされている。

【0010】

【課題を解決するための手段】

20

本発明は、チャック体、熱伝達体、およびそれらの間の膨張ジョイントを備える、高温真空処理チャンバにおいて有用な静電チャックを提供する。チャック体は、静電クランプ電極および任意選択のヒータ・エレメントを備え、電極は、チャック体の外表面上に半導体ウェーハなどの基板を静電的にクランプするように適合される。熱伝達体は、チャック体の面と該面から離隔された熱伝達体の面との間に配置されたプレナムによってチャック体から離隔される。熱伝達体は、プレナム内の熱伝達ガスを介した熱伝導によってチャック体から熱を取り去るように適合される。膨張ジョイントによってチャック体の外周部が熱伝達体に接続される。膨張ジョイントは、チャック体の熱サイクル中にハーメチックシールを維持しながらチャック体と熱伝達体との熱膨張の差を吸収する。

【0011】

30

好ましい実施形態によれば、熱伝達体は、その中に少なくとも1つの冷媒通路を有する冷却板を備え、冷媒通路内で冷媒が循環してチャック体を所望の温度に維持し、プレナムはチャック体の下側の少なくとも50%を占めるように延びる環状空間である。この実施形態では、熱伝達体はガス供給通路を含み、これを通して熱伝達ガスが環状空間に流れる。好ましい実施形態によれば、チャック体は、プレナムとチャック体の外表面との間に延びるガス通路を含む。ガス通路は、任意の適切な構成にされ得る。たとえば、チャック体の外側部分がその中心部分より高温になる傾向がある場合、基板の処理中に熱伝達ガスがプレナムから基板の周辺の下側に流れるように、ガス経路を膨張ジョイントの近くに配置することができる。

【0012】

40

好ましい実施形態によれば、チャック体は、アルミニウムまたはその合金などの金属材料、又は窒化アルミニウムなどのセラミック材料を包含する。セラミック・チャック体の場合、膨張ジョイントは、セラミック・チャック体にろう付けされた薄い金属セクションを含み得る。リフト・ピンが基板を上げ下げするために使用され得る。たとえば、熱伝達体は、その上に装着されたケーブル駆動式リフト・ピンなどのリフト・ピンを含み得る。リフト・ピンは、該リフト・ピンがチャック体の孔を通して移動して、チャック体の上に基板を降ろし、および、チャック体から基板を持ち上げるように、チャック体に向かって、および、チャック体から離れるように移動可能である。

【0013】

膨張ジョイントは、熱伝達体に接続するように適合された装着フランジと、単一のまたは

50

複数部材のフレキシブル金属部分などのヒート・チョークとを含み得る。ヒート・チョークは、湾曲セクションによって相互接続された内側および外側の環状セクションを含み得る。内側環状セクションはチャック体に接続され、外側環状セクションは装着フランジに接続される。膨張ジョイントは、機械的ジョイント、またはろう付けジョイントのような冶金ジョイントなどのジョイントによって一方の端部でチャック体の外周に接続された薄リングなどの接続部材を含み得る。接続部材は、チャック体の熱膨張係数に十分近い熱膨張係数を有する金属からなり、チャック体の熱サイクル中にジョイントが故障することを防止する。さらに、膨張ジョイントは、チャック体の外縁に隣接する熱膨張セクションを含み得る。熱膨張セクションは熱的に膨張かつ収縮可能であり、チャック体の寸法の変化を吸収する。

10

【 0 0 1 4 】

チャック体は、チャック体の下側の中心部から延びるセラミックまたは金属製管状セクションを含み得る。管状セクションの外側面がプレナムの壁部を定義する。管状セクションは、熱伝達体との間にあるハーメチックシールで該熱伝達体とフローティング接触して支持される。管状セクションのインテリアは、クランプ電極に R F または D C 電力を供給する電力供給部、および、ヒータ・エレメントに A C 電力を供給する電力供給部、および / またはチャック体の温度を監視する温度測定構成を含み得る。

【 0 0 1 5 】

本発明の実施形態によると、チャックは、真空処理チャンバ用の交換可能な静電チャックであって、チャック体および膨張ジョイントを含む。チャックは、電力供給部に接続可能な電気接触部を有し、該電力供給部はチャック体の外表面上に基板を静電的にクランプするために十分なエネルギーを電極に与える。膨張ジョイントは、チャック体の面と該面から離隔された熱伝達体の面との間にプレナムが形成されるように、チャック体の外周に接続された第 1 部分と、熱伝達体に取り外し可能に接続された第 2 部分を含む。

20

【 0 0 1 6 】

本発明は、真空処理チャンバ内で基板を処理する方法を提供する。ここで、基板はチャック体上に静電的にクランプされる。チャック体は、クランプ電極と、チャック体の面と該面から離隔された熱伝達体面との間にプレナムが形成されるようにチャック体の外周を熱伝達体に接続する膨張ジョイントとを含む。この方法は、電極にエネルギーを与えることによってチャック体の外表面上に基板をクランプする段階と、プレナムに熱伝達ガスを供給する段階と、プレナムに供給された熱伝達ガスを介した熱伝導によってチャック体から熱を取り去る段階と、および基板を加工する段階とを含む。プレナムに熱伝達ガスを供給する段階では、プレナム内の熱伝達ガスが、チャック体のガス通路を通して、基板の下側とチャック体の外表面との間のギャップに送られる。

30

【 0 0 1 7 】

好ましい実施形態によれば、この方法は、チャンバにプロセス・ガスを供給する段階と、プロセス・ガスにエネルギーを与えてプラズマにする段階と、処理段階中にプラズマで基板の露出面をエッチングする段階とを含む。ただし、基板の露出面は、処理段階中に被覆されてもよい。プロセス・ガスは、高周波エネルギーをチャンバに誘導結合するアンテナに対して高周波エネルギーを供給するなどの任意の適切な技術によってエネルギーを与えられてプラズマにされ得る。処理段階中、基板は、チャック体に組み込まれたヒータ・エレメントに対し電力を供給することによって加熱され得る。基板をクランプする前に、基板は、熱伝達体上に装着されたリフト・ピンでチャック体の外表面上に降ろされ得る。リフト・ピンはチャック体の外側部分の開口部を通る。チャック体から熱を取り去るために、この方法は、熱伝達体に液体冷媒を循環させる段階を含む。基板の温度変化は、熱伝達体によって支持され、かつチャック体の孔を通して延びた温度センサによって監視され得る。処理段階中に白金層をプラズマ・エッチングする場合は、基板は 2 0 0 を超える温度まで加熱され得る。

40

【 0 0 1 8 】

この方法によると、複数のヒート・パスを介してチャック体から熱を取り去ることによ

50

て、チャック体全体にわたって所望の熱分布を形成することが可能である。さらに、プレナム内の熱伝達ガスの圧力を変えることにより、これらのヒート・パスを通して取り去られる熱の量を調節することが可能である。たとえば、チャック体の下側の中央部分においてセラミックまたは金属製管状延長部がチャック体から熱伝達体に熱を伝導するので、この方法は、プレナム内の熱伝達ガス圧力を調節する段階を含み得る。その結果、プレナム内の熱伝達ガスによって提供される第1ヒート・パスを通して取り去られた熱を、膨張ジョイントによって提供される第2ヒート・パスを通して取り去られる熱、および、管状延長部によって提供される第3ヒート・パスを通して取り去られる熱とバランスさせることができる。

【0019】

10

本発明を、添付の図面に照らして詳細に説明する。図において、同様の要素については同様の参照番号が付されている。

【0020】

【発明の実施の形態】

本発明は、プラズマ・エッチング反応室などの真空処理チャンバで半導体ウェーハなどの基板を処理する際に、該基板をクランプするために有用な静電チャックを提供する。しかし、静電チャックを他の目的、例えば、化学気相成長、スパッタリング、イオン注入、レジスト・ストリップ等の際に基板をクランプするために使用することも可能である。

【0021】

本発明の好ましい実施形態によれば、チャックはクランプ電極および任意選択の加熱素子を含んでいる。加熱素子は、チャックに支持される基板の温度を80（従来のある種のチャックの上限温度は60である）を超える高温、好ましくは200以上、例えば250ないし500に維持するために使用され得る。例えば、上記チャックは、基板を約150のオーダーまたはそれ以上の温度に加熱する必要がある、材料の化学気相成長またはプラズマ・エッチングの際に基板を支持するために使用され得る。このような高温を、チャックに損傷を与えることなく実現するために、小型パッケージでの高温機能をチャックに付与する膨張ジョイント設計が、チャックに取り入れられている。

20

【0022】

好ましい実施形態によれば、上記膨張ジョイントは、チャックが能動的に加熱される部分の面と、該面から離隔された、チャックが能動的に冷却される部分の面との間にプレナムを形成する。プレナムには熱伝達ガスが充填されており、これによりチャックの加熱部分から冷却部分へ熱が伝達される。この構造の場合、チャックの加熱部分にエラストマー・シールを使用する必要がなく、したがって、チャックの加熱部分をエラストマー・シールが破壊される温度以上の温度で動作させることができる。また、プレナムおよび膨張ジョイントの熱チョーク部分とにより、チャックの冷却部分を十分低い温度に維持し、低価格のエラストマー・シールを、チャックの冷却部分の面に接触させて使用することもできる。さらに、膨張ジョイント設計によりチャックの全体の高さが低くなり、厳しいシステム・パッケージング要件（フットプリント）に適合している。膨張ジョイントのさらに有利な点は、チャックの加熱部分と冷却部分との間で熱応力を吸収できることである。さらに、チャック内部に複雑なガス通路を設ける必要がなく、ヘリウムなどの熱伝達ガスを基板下側の目標部位に供給することができる。

30

40

【0023】

本発明によるチャックを使用する好ましい方法によれば、チャックによって基板が加熱されるプラズマ・エッチング・プロセスによって、低揮発性のエッチング生成物を基板から除去することができる。このような低揮発性エッチング生成物は、高誘電材料を用いたコンデンサ電極用として考えられている材料である白金、パラジウム、ルテニウムおよびイリジウムなど、貴金属のプラズマ・エッチング時に形成され得る。このような低揮発性のエッチング生成物は、基板を十分に加熱しない限り基板表面上に残る。例えば、白金エッチング中に形成される塩化白金は、基板を約300に加熱することによって揮発され得る。低温エッチング・プロセスに使用される従来のチャックは、ハーメチックシールを破

50

壊し、および／または、チャック材料破壊の原因になる、損傷を与える熱サイクルに晒されるため、このような高温環境には適さない。さらに、このようなチャックの水冷部分は、チャックの加熱部分と直接に熱接触するため、チャックからの熱が冷却水を沸騰させる原因になり、チャックの不均一な冷却、および／または、不十分な冷却の結果をもたらす。本発明によるチャックは、膨張ジョイント設計の使用により、これらの問題を解決している。

【 0 0 2 4 】

好ましい実施形態によれば、チャック体は、所望の電気的および／または熱的特性を有する金属またはセラミックで構成される。例えば、チャック体は、アルミニウムまたはアルミニウム合金で構成されてもよいし、あるいは、窒化アルミニウム、窒化ホウ素および窒化ケイ素などの窒化物、炭化ケイ素および炭化ホウ素などの炭化物、アルミナなどの酸化物を含む１つまたは複数のセラミック材料で構成されてもよい。それらの材料は、ひげ結晶の形の粒子、ファイバ等の充填剤、あるいはシリコンなどの浸潤金属を含んでいても、あるいは含んでいなくても良い。セラミック製チャック体は、様々な技術によって形成され得る。例えば、粉末冶金技術によってセラミック材料をモノリシック体に形成することができる。それによれば、クランピング電極、加熱器および埋込み電源接続部と共に粉末を固め、あるいはスリップ鑄造することによってセラミック粉末がチャック体形状に形成される。チャック体は、粉末を焼結することにより密度が高くなる。別法としては、中に組み込むクランピング電極用導電パターン、加熱器および電源フィードスルーをオーバーレイしたセラミック材料製シートからチャック体を形成することができる。オーバーレイ層をコファイア (cofire) し、最終チャック体が形成される。

【 0 0 2 5 】

次に、本発明による高温静電チャック (H T E S C) アセンブリの２つの実施形態について、図 1 ないし図 9 を参照して説明する。H T E S C アセンブリは、高温で機能すること、所要電力が比較的小さいこと、長寿命であること、背面冷却が簡単であること、製造費が安いこと、コンパクト設計であること等の有利な特徴を提供する。

【 0 0 2 6 】

本発明による H T E S C は、冷却板が静電チャックと一体に組み込まれている従来のチャックアセンブリと比較して、より優れた高温での機能と比較的低所要電力を提供することができる。このような従来チャック構造では、最大動作温度が約 6 0 に制限されている。最大動作温度を高くするために、本発明による H T E S C は、それに組み込まれた静電クランピング電極、および、冷却板などの熱伝達体を有するセラミック製チャック体などの E S C 部分の、２つの部分からなるアセンブリとして設計されている。また、断熱管 (heat break tubulation) の形状を有する膨張ジョイントが上記 E S C 部分に組み込まれており、E S C 部分を冷却板から熱的に絶縁している。断熱管は、E S C 部分の周辺縁から冷却板への熱の伝導を著しく低減し、それにより、チャック体内に組み込まれたヒータ・エレメントへの大量の電力供給を必要とすることなく、E S C 部分を約 5 0 0 という高温に到達させることができる。

【 0 0 2 7 】

膨張ジョイントは、H T E S C に長寿命性を与える。特に、断熱管の使用により、E S C 部分は、H T E S C の他の部分に損傷を与えることなく、広範囲の熱膨張に耐えることができる。断熱管は、一体形金属部品として設計することができる。あるいは、E S C 部分から冷却板への熱伝達を最小にしつつ E S C 部分の熱膨張および収縮を可能にする１つまたは複数の薄壁セクション (thin-walled sections) を含む複数部材溶接アセンブリ (multi-piece welded assembly) あるいは複数部材ろう付けアセンブリ (multi-piece brazed assembly) として設計することができる。断熱管は E S C 部分と冷却板間の熱膨張の差を吸収し、それにより、H T E S C アセンブリ内の応力を最小にし、したがって、H T E S C アセンブリの早期故障の可能性を低減している。さらに、断熱管は、H T E S C アセンブリ内のろう付けジョイント部分の応力を低減するように設計され得る。

E S C 部分内部の複雑なガス分配構造に頼って基板を十分に冷却する従来のチャックアセ

ンブリと比較すると、本発明によるHTESCはその構造が単純であり、より冷却を必要とする基板の目標部位を選択的に冷却することができる。例えば、HTESCアセンブリは、ESC部分と冷却板との間にプレナムを含んでおり、プレナムは次の2つの機能を提供することができる。(1)熱伝達ガスを供給することによりESC部分からプレナムへ熱を取り出す。(2)プレナムからESC部分の外側面に延長しているガス通路を介して、熱伝達ガスを基板の選択部位へ分配する。プラズマ・エッチングに用いられるHTESCでは、ガス分配孔をESC部分の外周近傍に設け、基板の外側部分の冷却を強化することができる。したがって、ガス分配孔を、ESC部分の支持面の任意の部位に設けることができるため、複雑なガス分配構造の必要がない。

【0028】

高価な金属製シールおよび/または溶接ベロー構造(welded bellows arrangement)を利用して真空シールを提供している高温チャックアセンブリと比較すると、本発明によるHTESCアセンブリにおいて膨張ジョイントを使用していることにより、製造費を削減し、および/または、HTESCの製造を簡単にしている。特に、断熱管が、高温のESC部分を冷却板から熱的に絶縁しているため、標準の低価格エラストマー・シールを、冷却板と接触する部位に使用することができる。

【0029】

本発明によるHTESCは、全体の高さが低くなるように設計されているため、チャックが片持ちばり支持アーム上に支持される真空チャンバ内で使用することができる。例えば、図1ないし図3に、本発明によるHTESCアセンブリを取り付けることができる真空加工チャンバ10、24の例を示す。本発明を図1ないし図3に示すチャンバ設計に関して説明するが、本発明によるHTESCアセンブリを、基板を静電的にクランプすることが望ましい全ての真空加工チャンバ内で使用できることは、当分野の技術者には理解されよう。例えば、本発明によるHTESCアセンブリは、エッチング、堆積、レジスト・ストリップ等の様々な半導体プラズマ処理工程、あるいは非プラズマ処理工程を実行することができる処理チャンバ内における基板支持体の一部として使用することができる。

【0030】

図1に示すように、真空チャンバ10は、該チャンバの側壁から内側に延びた片持ちばり基板支持体12を含んでおり、HTESC14が、基板支持体12によって支持されている。サービス管(図示せず)を含むサービス通路18が、支持体ハウジング16の内部に向かって開口している。サービス管は、HTESにサービスするために使用され得る。例えば、DC電力をクランピング電極に供給し、処理中の基板にRFバイアスを供給するRF電源をクランピング電極または個別電極に供給し、交流電力をヒータ・エレメントに供給し、リフト・ピンを駆動するケーブルを収納し、HTESCおよび/または基板冷却用冷媒を供給し、あるいは、センサまたはモニタ装置からの電気信号を伝送することができる。

【0031】

図に示す実施形態では、装着フランジ20および支持アーム22が一体化された構造部を形成しており、該構造部は、例えば、上記フランジとチャンバとの両対向面の間に挿入されるリングおよびRFシールドを有する機械的ファスナによって、チャンバ内の開口部に取外し可能に取り付けることができる。図1に示す構造では、チャンバ内のガスは、真空ポンプ23を用いて開口部21を介して排出することができる。プラズマは、チャンバ頂部に取り付けられたエネルギー源(図示せず)によってチャンバ内に発生させることができる。つまり、チャンバ頂部は、容量結合、誘導結合、マイクロ波、マグネトロン、ヘリコン、その他プラズマ発生装置に適した様々な種類のプラズマ発生源を支持できるように設計されている。また、プロセスガスは、ガス分配板(シャワヘッド)、1つまたは複数のガスリングおよび/またはガス・インジェクタ、その他適した構造の様々なガス供給構造によってチャンバ内に供給することができる。

【0032】

図2は、真空処理チャンバ24、片持ちばり基板支持体26およびその上に取り付けられ

10

20

30

40

50

たチャックアセンブリ 28 を示す。図から分かるように、基板 30 は、基板支持体 26 上に取り付けられた H T E S C アセンブリ 28 上に支持されている。基板支持体 26 は、基板支持体 26 及び支持アーム 32 のアセンブリ全体を、チャンバ 24 の側壁中の開口部（図示せず）を通してチャンバ 24 から取り出すことができるように、片持ちばり方式で支持アーム 32（図 3 に示す）の一端に取り付けられている。プロセス・ガスは、ガス供給管 34 あるいはガス分配板 36 などの適当な構造によってチャンバに供給することができ、誘電部材 40 を介して R F エネルギーを誘導結合する平面状コイルなどのアンテナ 38 によってエネルギーを与えられてプラズマ状態にされ得る。アンテナには、従来の R F 発電機 42 および整合回路 44 などの任意の適当な構造によって R F エネルギーを供給することができる。ウェーハ処理の間、図 3 に示すように、孔 46 を通してウェーハの背面に、ヘリウムなどの熱伝達ガスを供給することができる。

10

【 0 0 3 3 】

図 1 ないし図 3 に示すチャンバ内では、H T E S C の高さを最小に押さえ、H T E S C を含む基板支持体 26 をチャンバ 10、24 から除去し易いようにすることが望ましい。次に、H T E S C をコンパクト設計で製作する方法についてその詳細を、図 4 ないし図 9 に示す実施形態に照らして説明する。

【 0 0 3 4 】

図 4 は、本発明の第 1 の実施形態による H T E S C アセンブリ 50 を示している。H T E S C アセンブリ 50 は、既に図 1 ないし図 3 を参照して説明したように、真空処理チャンバ内の片持ちばり基板支持体 52 の上に取り付けられている。H T E S C アセンブリ 50 は、チャック体 56 および熱伝達体 58 を含む、2 つの部分からなる設計になっている。チャック体 56 はクランピング電極 60、任意選択のヒータ・エレメント 62、膨張ジョイント 64 および中央管状延長部 66 を含んでいる。上記膨張ジョイント 64 は、ボルト 70 によって上記熱伝達体 58 に取外し可能に取り付けられた環状装着フランジ 68 を含んでいる。上記チャック体 56 は、窒化アルミニウムなど誘電特性を示すセラミック材料で形成されることが好ましい。上記膨張ジョイント 64 および熱伝達体 58 は、アルミニウム、銅、チタンおよびそれらの合金などの熱伝導材料で形成され得るが、好ましい材料は、ステンレス鋼、コバルト、ニッケル、モリブデン、ジルコニウムまたはそれらの合金などの低熱伝導金属である。あるいは、上記膨張ジョイント 64 および熱伝達体 58 は、半導体基板を処理する真空チャンバ内での使用に適した任意の材料で形成されてもよい。

20

30

【 0 0 3 5 】

上記熱伝達体は冷媒通路を含んでおり、適当なコンジットによって水その他の冷媒を通路 72 に供給することができる。コンジットの 1 つを図の参照番号 74 で示す。電力は、管状延長部 66 内の電源ラインによって、上記クランピング電極 60 およびヒータ・エレメント 62 に供給することができる。例えば、底部がストラップ 69 に接続されたロッド 67 によって、R F および D C 電力を上記クランピング電極に供給することができる。チャック体の温度は、上記管状延長部 66 内の温度帰還アセンブリ 71 を用いてモニタすることができる。

【 0 0 3 6 】

プレナム 80 が、チャック体 56 と熱伝達体 58 との、互いに離隔した面 82 と面 84 との間に設けられている。ヘリウムなどの熱伝達ガスを、ガス・コンジット 76 を通して上記プレナム 80 に供給することができる。上記チャック体上の基板の温度は、フィッティング 78 内に支持された光ファイバ素子 77 を用いてモニタすることができる。空圧駆動式リフト・ピンアセンブリなど、任意の種類のリフト・ピンアセンブリを使用することができるが、好ましい実施形態によれば、ボア 79 内に取り付けられたフィッティングが、ケーブル駆動式リフト・ピンアセンブリを支持するために使用され得る。熱伝達体 58 の溝内にはめ合わされるエラストマー・シール 88、90 および管状延長部 66 を取り囲むカラー 91 内にはめ合わされるエラストマー・シール 89 が、膨張ジョイント 64 と熱伝達体 58 との間、および、管状延長部 66 と熱伝達体 58 との間に真空封止を提供する。エラストマー・シール 92 は、上記熱伝達体 58 の下側と誘電装着板 94 との間に真空封

40

50

止を提供し、エラストマー・シール 96 は、誘電装着板 94 の下側とハウジング 54 との間に真空シールを提供する。誘電エッジ・リング 98 (例えば、アルミナ、窒化ケイ素、石英等) が、誘電装着板 94 を覆っており、誘電フォーカス・リング 100 (例えば、アルミナ、窒化ケイ素、炭化ケイ素等) が誘電エッジ・リング 98 を覆い、かつ、上記チャック体 56 を囲んでいる。

【0037】

図 5 は、チャック体 56 と該チャック体に取り付けられた膨張ジョイント 64 の詳細を示し、図 6 は、チャック体 56 と膨張ジョイント 64 との間のろう付けジョイント (図 5 の詳細 VI) の拡大図である。図 5 に示すように、膨張ジョイント 64 は、装着フランジ 68、外側環状セクション 102 および内側環状セクション 104 を含んでおり、外側環状セクション 102 は、湾曲セクション 101 によって上記フランジ 68 に接続され、内側環状セクション 104 は、湾曲セクション 106 によって外側環状セクション 102 に接続されている。外側環状セクション 102 は、環状空間 108 によってフランジ 68 から離隔され、内側環状セクション 104 は、環状空間 110 によって外側環状セクション 102 から離隔されている。フランジ 68、外側環状セクション 102 および内側環状セクション 104 は、ステンレス鋼などの単体金属体(single piece of metal)で形成することができる (例えば、機械加工、鋳造、鍛造等)。あるいは、上記膨張ジョイントを複数の部材を溶接したアセンブリ(multi-piecewelded assembly)または複数の部材をろう付けしたアセンブリ(multi-piece brazed assembly)で構成することもできる。

【0038】

上記膨張ジョイントはさらに、底部が内側環状セクション 104 の底部に溶接され、かつ、頂部がチャック体 56 の下側にろう付けされた薄い金属リング 112 を含んでもよい。ジョイントに強度を与えるために、小型のセラミック・リング 114 をチャック体 56 とリング 112 との両隣接面にろう付けすることができる。チャック体に窒化アルミニウムを選択した場合、リング 112 は、窒化アルミニウムと同等の熱膨張係数を有する K O V A R などの N i C o F e 合金で形成され得る。図 6 に示すように、小さいギャップ 116 (例えば、0.002 ないし 0.004 インチ) を、内側環状セクション 104 の内面 120 とチャック体 56 の外部側壁 122 との間に設けることができる。セラミック・リング 114 は、リング 112 と内側環状セクション 104 との間にギャップ 118 が設けられるように、外部側壁 122 から離れて設置される。ギャップ 118 は、リング 112 とチャック体 56 の側壁との間に、ろう付けジョイント 124 を収容するのに十分な領域を提供する。必要に応じて、上記ろう付けジョイントを機械的ジョイントに置き換えることができる。

【0039】

チャック体 56 が加熱して膨張すると、チャック体 56 の側壁が内側環状セクション 104 を押し付け、上記膨張ジョイントの内側および外側セクションを弾性的にたわませる。その結果、リング 112 が湾曲し、上記ろう付けジョイント 124 に生じる応力を最小にすることができる。同様に、リング 112 と内側環状セクション 104 との間の溶接ジョイントにかかる応力がより小さくなる。代わりに、湾曲セクション 106 および空間 110 が、上記膨張ジョイントの内側および外側セクションを弾性的にたわませ、チャック体 56 の熱膨張および収縮を吸収している。

【0040】

図 7 は、本発明の第 2 の実施形態による H T E S C アセンブリ 50 ' を示し、H T E S C アセンブリ 50 ' が、既に図 1 ないし図 3 を参照して説明したように、真空加工チャンバ内の片持ちばり基板支持体 52 上に取り付けられている。H T E S C アセンブリ 50 ' は、チャック体 56 ' および熱伝達体 58 ' を含む、2 つの部分からなる設計になっている。チャック体 56 ' は、クランピング電極 60 '、任意選択のヒータ・エレメント 62 '、膨張ジョイント 64 ' および中央管状延長部 66 ' を含んでいる。膨張ジョイント 64 ' は、ボルト 70 によって熱伝達体 58 ' に取外し可能に取り付けられた環状装着フランジ 68 ' を含んでいる。チャック体 56 ' は、窒化アルミニウムなど誘電特性を示すセラ

10

20

30

40

50

ミック材料で形成されることが好ましい。膨張ジョイント 64' および熱伝達体 58' は、アルミニウム、銅、チタンおよびそれらの合金などの熱伝導材料で形成され得るが、好ましい材料は、ステンレス鋼、コバルト、ニッケル、モリブデン、ジルコニウムまたはそれらの合金などの低熱伝導金属である。あるいは、上記チャック体 56'、膨張ジョイント 64' および熱伝達体は、半導体基板を処理する真空チャンバ内での使用に適した任意の材料で形成されてもよい。

【0041】

熱伝達体 58' は冷媒通路 72 を含んでおり、コンジットによって水その他の冷媒を通路 72 に供給することができる。コンジットの 1 つを図の参照番号 74 で示す。電力は、管状延長部 66' 内の電源ラインによって、上記クランピング電極 60' およびヒータ・エレメント 62' に供給することができる。例えば、底部がストラップ 69' に接続されたロッド 67' によって、RF および DC 電力を上記クランピング電極に供給することができる。チャック体の温度は、上記管状延長部内の温度帰還アセンブリ 71 を用いてモニタすることができる。

【0042】

プレナム 80 が、チャック体 56' と熱伝達体 58' との、互いに離隔した面 82 と面 84 との間に設けられている。ヘリウムなどの熱伝達ガスを、ガス・コンジット 76 を通して上記プレナム 80 に供給することができる。上記チャック体上の基板の温度は、フィッティング 78 内に支持された光ファイバ素子 77 を用いてモニタすることができる。空圧駆動式リフト・ピンアセンブリなど、任意の種類のリフト・ピンアセンブリを使用することができるが、好ましい実施形態によれば、ボア 79 内に取り付けられたフィッティングが、ケーブル駆動式リフト・ピンを支持するために使用され得る。熱伝達体 58' の溝内にはめ合わされるエラストマー・シール 88、89、90、および、上記熱伝達体 58' にボルト締めされた鋳物 59 が、膨張ジョイント 64' と熱伝達体 58' との間、および、管状延長部 66' と鋳物 59 との間に真空封止を提供する。エラストマー・シール 92 は、熱伝達体 58' の下側と誘電装着板 94 との間に真空封止を提供し、エラストマー・シール 96 は、誘電装着板 94 の下側とハウジング 54 との間に真空封止を提供する。誘電エッジ・リング 98 (例えば、アルミナ、窒化ケイ素、石英等) が、誘電装着板 94 を覆っており、誘電フォーカス・リング 100 (例えば、アルミナ、窒化ケイ素、炭化ケイ素等) がその上を覆い、かつ、上記チャック体 56' を取り囲んでいる。

【0043】

図 8 は、チャック体 56' と該チャック体に取り付けられた膨張ジョイント 64' の詳細を示す。図 8 に示すように、膨張ジョイント 64' は装着フランジ 68'、外側環状セクション 102' および内側環状セクション 104' を含んでおり、外側環状セクション 102' は、湾曲セクション 101' によってフランジ 68' に接続され、内側環状セクション 104' は、湾曲セクション 106' によって外側環状セクション 102' に接続されている。外側環状セクション 102' は、環状空間 108' によってフランジ 68' から離隔され、内側環状セクション 104' は、環状空間 110' によって外側環状セクション 102' から離隔されている。フランジ 68'、外側環状セクション 102' および内側環状セクション 104' は、ステンレス鋼などの単体金属体で形成することができるし (例えば、機械加工、鋳造、鍛造等)、ステンレス鋼などの 1 つまたは複数の金属の部品を溶接アセンブリ又はろう付けしたアセンブリで構成することもできる。

【0044】

上記膨張ジョイント 64' はさらに、底部が内側環状セクション 104' の底部の延長部 105 のリップに溶接されたフランジ 113 を有する薄い金属リング 112' を含んでもよい。リング 112' は、その頂部が上記チャック体 56' の下側にろう付けされる。あるいは、リング 112' を上記チャック体に機械的に取り付けられてもよい。チャック体に窒化アルミニウムを選択した場合、リング 112' は、窒化アルミニウムと同等の熱膨張係数を有する K O V A R などの N i C o F e 合金で形成され得る。小さいギャップ 116 (例えば、0.002 ないし 0.004 インチ) を、内側環状セクション 104' の内

10

20

30

40

50

面 1 2 0 ' とチャック体 5 6 ' の外部側壁 1 2 2 ' との間に設けることができる。

【 0 0 4 5 】

上記膨張ジョイント 6 4 ' はさらに、底部が内側環状セクション 1 0 4 ' の底部の延長部 1 0 5 のリップに溶接されたフランジ 1 1 3 を有する薄い金属リング 1 1 2 ' を含んでもよい。リング 1 1 2 ' は、その頂部が上記チャック体 5 6 ' の下側にろう付けされる。あるいは、リング 1 1 2 ' を上記チャック体に機械的に取り付けられてもよい。チャック体に窒化アルミニウムを選択した場合、リング 1 1 2 ' は、窒化アルミニウムと同等の熱膨張係数を有する K O V A R などの N i C o F e 合金で形成され得る。小さいギャップ 1 1 6 ' (例えば、0 . 0 0 2 ないし 0 . 0 0 4 インチ) を、内側環状セクション 1 0 4 ' の内面 1 2 0 ' とチャック体 5 6 ' の外部側壁 1 2 2 ' との間に設けることができる。

10

【 0 0 4 6 】

チャック体 5 6 ' が加熱して膨張すると、チャック体 5 6 ' の側壁 1 2 2 ' が内側環状セクション 1 0 4 ' の面 1 2 0 ' を押し付け、膨張ジョイント 6 4 ' の内側および外側セクションを弾性的にたわませる。その結果、リング 1 1 2 ' が湾曲し、リング 1 1 2 ' の頂部のろう付けジョイントに生じる応力を最小にすることができる。同様に、リング 1 1 2 ' と内側環状セクション 1 0 4 ' との間の溶接ジョイント 1 1 5 にかかる応力がより小さくなる。代わりに、湾曲セクション 1 0 6 ' 、および空間 1 1 0 ' が、膨張ジョイント 6 4 ' の内側および外側セクションを弾性的にたわませ、チャック体 5 6 ' の熱膨張および収縮を吸収している。

【 0 0 4 7 】

20

リフト・ピンアセンブリ 1 3 0 は、ハウジング 1 3 6 内のスライド可能なリフト・ピン支持体 1 3 4 に取り付けられたケーブル (図示せず) によって上げ下げすることができるリフト・ピン 1 3 2 を含んでいる。ハウジング 1 3 6 は、ハーメチックシールを維持するように、ボア 8 6 ' 内にはめ合わされている。このようなケーブル駆動式リフト・ピンの詳細については、本出願人所有の米国特許第 5 , 7 9 6 , 0 6 6 号に記載されている。リフト・ピン孔 4 6 ' は、ピンの移動が可能で、かつ、プレナム 8 0 内の熱伝達ガスを、リフト・ピン 1 3 2 の周囲から、チャック体 5 6 ' を覆う形で配置される基板の下側に流すことができるサイズを有する。

【 0 0 4 8 】

熱伝達ガスは、ガス通路 1 3 8 を介してプレナム 8 0 内に供給することができ、プレナム内のガスは、2 ないし 2 0 Torr の任意の適当な圧力に保つことができる。基板のサイズに応じて、3 個またはそれ以上のリフト・ピン 1 3 2 が基板を上げ下げするために使用され得る。図 3 に示すように、追加の孔 4 6 が、基板の縁の周りに均等にガスを分配するために提供され得る。さらに、上記の追加の孔を、チャック体上面の浅い溝 (図示せず) の中に設けて、基板下面へのガスの分配を促進することも可能である。クランピング電極およびヒータ・エレメントに電力を供給するために、電源 7 8 ' が、管状延長部 6 6 ' の内部に設けられ得る。また、電源 7 8 ' の 1 つは、チャック体 5 6 ' 内に設けられた基板温度センサ (図示せず) に電気信号を伝送するために使用され得る。

30

【 0 0 4 9 】

図 9 に示す構造の場合、チャック体 5 6 ' は加熱時に膨張することができ、このような膨張は膨張ジョイント 6 4 ' に吸収され得る。管状延長部 6 6 ' は、熱伝達体 5 8 ' 上で自由支持され、ボルト締めされたフランジ 6 8 ' が作り出すクランピング圧力により、管状延長部と熱伝達体 5 8 ' との間のハーメチックシールがエラストマー・シール 9 0 ' によって維持される。

40

【 0 0 5 0 】

上記環状セクションまたは膨張ジョイント・セクションの薄い断面部は、上記チャック体を、H T E S C アセンブリの残りの部分から熱的に絶縁することを可能にする。チャック体を熱的に絶縁することにより、熱伝導によるチャック体からの熱損を最小にし、それにより、大電力を消費することなく、チャック体を約 5 0 0 ° もの高温に到達させることを可能にしている。さらに、膨張ジョイントの形状が、基板の処理時における熱サイクルに

50

よるジョイントの膨張および縮小を許容している。したがって、H T E S C アセンブリの溶接ジョイントおよびろう付けジョイントにかかる熱応力が最小化され、H T E S C の長寿命を期待することができる。

【 0 0 5 1 】

チャック体をH T E S C アセンブリの他の部分から熱的に絶縁することにより、標準の低価格エラストマー材料を、熱伝達体と共に真空封止を形成するために使用することができる。このような真空封止は、V I T O Nなどの低価格材料で形成することができる。チャック体は、コファイアされたセラミック材料層 (cofired layers of ceramic material) およびメタライゼーション層 (metallization layers) で形成することができる。例えば、本出願人所有の米国特許第 5 , 8 8 0 , 9 2 2 号に、セラミック製チャック体の製造好適な技術が記載されている。例えば、上記層は、セラミック層に挟まれた単極電極または双極電極 (R F バイアス電極としても機能する) を形成する導電層を含み得る。1つまたは複数のらせん形抵抗加熱素子などのヒータ・エレメントが、追加のセラミック層の間に配置され得る。クランピング電極およびヒータ・エレメントに電力を供給するための様々な導電フィードスルーがチャック体に組み込まれ得る。

10

【 0 0 5 2 】

本発明を、好ましい実施形態を参照しながら詳細に説明したが、本発明の範囲を逸脱することなく、様々な変更を実施し、等価物を採用し得ることは、当分野の技術者には明らかであろう。

【図面の簡単な説明】

20

【図 1】本発明のH T E S C アセンブリが組み込まれ得る真空処理チャンバの断面図である。

【図 2】本発明のH T E S C アセンブリが組み込まれ得る他の処理チャンバの断面図である。

【図 3】図 2 の片持ちばり基板支持体の斜視図である。

【図 4】本発明の第 1 の実施形態によるH T E S C アセンブリの断面図である。

【図 5】図 4 に示すH T E S C アセンブリの部分詳細図である。

【図 6】図 5 に示すチャック体の部分拡大図である。

【図 7】本発明の第 2 の実施形態によるH T E S C アセンブリの断面図である。

【図 8】図 6 に示すH T E S C アセンブリの部分詳細図である。

30

【図 9】本発明の第 3 の実施形態によるH T E S C の部分断面図である。

【符号の説明】

H T E S C 高温静電チャック

1 0、2 4 真空加工チャンバ

1 2、2 6、5 2 片持ちばり基板支持体

1 4 H T E S C

1 6 支持体ハウジング

1 8 供給通路

2 0 装着フランジ

2 1 開口部

40

2 2 支持アーム

2 3 真空ポンプ

2 8、5 0、5 0 ' チャックアセンブリ (H T E S C アセンブリ)

3 0 基板

3 2 支持アーム

3 4 ガス供給管

3 6 ガス分配板

3 8 アンテナ

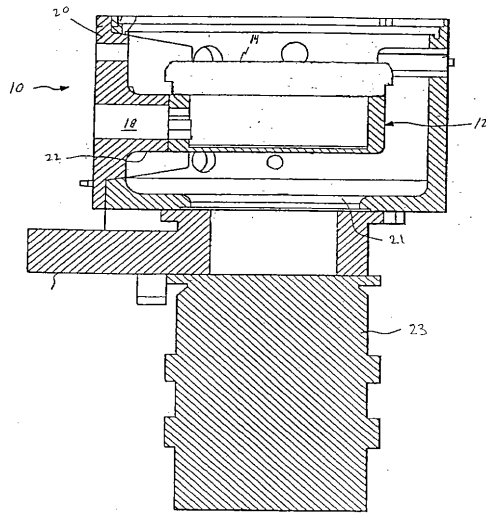
4 0 誘電部材

4 2 R F 発電機

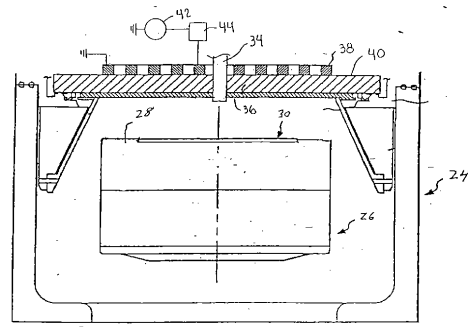
50

4 4	整合回路	
4 6、4 6 '	孔	
5 4、1 3 6	ハウジング	
5 6、5 6 '、5 6 "	チャック体	
5 8、5 8 '、5 8 "	熱伝達体	
5 9	鋳物	
6 0、6 0 '	クランピング電極	
6 2、6 2 '	ヒータ・エレメント	
6 4、6 4 '、6 4 "	膨張ジョイント	
6 6、6 6 '、6 6 "	管状延長部	10
6 7、6 7 '	ロッド	
6 8、6 8 '、6 8 "	環状装着フランジ	
6 9、6 9 '	ストラップ	
7 0	ボルト	
7 1	温度帰還アセンブリ	
7 2	通路	
7 4	コンジット	
7 6	ガス・コンジット	
7 7	光ファイバ素子	
7 8	フィッティング	20
7 8 '	電源	
7 9、8 6 '、8 6 "	ボア	
8 0	プレナム	
8 2、8 4	チャック体 5 6 と熱伝達体との、互いに離隔した面	
8 8、8 9、9 0、9 0 '、9 2、9 6	エラストマー・シール	
9 1	カラー	
9 4	誘電装着板	
9 8	誘電エッジ・リング	
1 0 0	誘電フォーカス・リング	
1 0 1、1 0 1 '、1 0 6、1 0 6 '、1 2 7、1 2 8	湾曲セクション	30
1 0 2、1 0 2 '	外側環状セクション	
1 0 4、1 0 4 '	内側環状セクション	
1 0 5	延長部	
1 0 8、1 0 8 '、1 1 0、1 1 0 '	環状空間	
1 1 2、1 1 2 '	金属リング	
1 1 3	フランジ	
1 1 4	セラミック・リング	
1 1 5	溶接ジョイント	
1 1 6、1 1 8、1 2 9	ギャップ	
1 2 0、1 2 0 '	内側環状セクション 1 0 4、1 0 4 ' の内面	40
1 2 2、1 2 2 '	チャック体 5 6、5 6 ' の外部側壁	
1 2 4	ろう付けジョイント	
1 2 6	単一環状薄壁セクション (溶接セクション)	
1 3 0	ケーブル駆動式リフト・ピンアセンブリ	
1 3 2	リフト・ピン	
1 3 4	スライド可能なリフト・ピン支持体	
1 3 8	ガス通路	

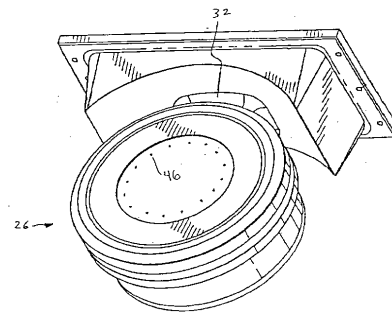
【図 1】



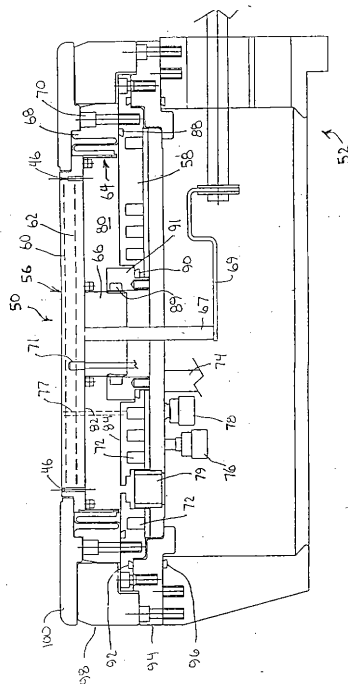
【図 2】



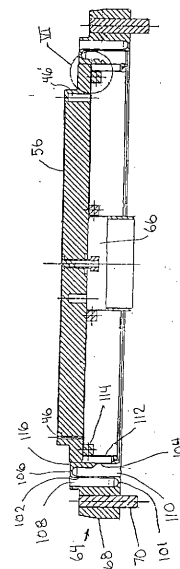
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

- (72)発明者 セクストン, グレッグ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 3 6 フレモント, ブラコウ ロード 3 9 6 0 8
- (72)発明者 ケンナード, マーク アレン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 6 6 プリサントン, アルバラド ストリート 4
1 4 2
- (72)発明者 ショエップ, アラン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 0 0 5 ベン ロモンド, ハイウェイ 9 1 0 0 1
0

審査官 長谷部 智寿

- (56)参考文献 特開平09-097830(JP,A)
特開平09-017849(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/3065
H01L 21/205
H01L 21/683
C23C 14/50
C23C 16/458
C23F 4/00
H05H 1/46