

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6195519号  
(P6195519)

(45) 発行日 平成29年9月13日 (2017.9.13)

(24) 登録日 平成29年8月25日 (2017.8.25)

(51) Int. Cl.

F I

HO 1 L 21/683 (2006.01)  
 HO 2 N 13/00 (2006.01)  
 B 2 3 Q 3/15 (2006.01)  
 C 2 3 C 14/50 (2006.01)

HO 1 L 21/68 R  
 HO 2 N 13/00 D  
 B 2 3 Q 3/15 D  
 C 2 3 C 14/50 A

請求項の数 11 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2013-524119 (P2013-524119)  
 (86) (22) 出願日 平成23年8月4日 (2011.8.4)  
 (65) 公表番号 特表2013-535842 (P2013-535842A)  
 (43) 公表日 平成25年9月12日 (2013.9.12)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2011/046611  
 (87) 国際公開番号 WO2012/019017  
 (87) 国際公開日 平成24年2月9日 (2012.2.9)  
 審査請求日 平成26年8月4日 (2014.8.4)  
 (31) 優先権主張番号 13/198, 204  
 (32) 優先日 平成23年8月4日 (2011.8.4)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)  
 (31) 優先権主張番号 61/371, 455  
 (32) 優先日 平成22年8月6日 (2010.8.6)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 390040660  
 アプライド マテリアルズ インコーポレ  
 イテッド  
 APPLIED MATERIALS, I  
 NCORPORATED  
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95  
 054 サンタ クララ パウアーズ ア  
 ベニュー 3050  
 (74) 代理人 100094569  
 弁理士 田中 伸一郎  
 (74) 代理人 100088694  
 弁理士 弟子丸 健  
 (74) 代理人 100067013  
 弁理士 大塚 文昭

前置審査

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 静電チャック及びその使用方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板を支持する第1の面と、熱制御板に選択的に結合するための接合面を提供する、前記第1の面の反対側の第2の面とを有するディスクと、

前記ディスク内の前記第1の面の近傍に配置されて、前記基板を前記ディスクに静電的に結合する第1の電極と、

前記ディスク内の前記第2の面の近傍に配置されて、前記ディスクを前記熱制御板に静電的に結合する第2の電極と、  
 を備え、

前記ディスクの前記第2の面内、又は前記熱制御板内に形成されて、前記ディスクと前記熱制御板の間に伝熱流体を流す少なくとも1つの溝と、

前記ディスクの前記第1の面内に形成されて、前記ディスクと前記基板との間に伝熱流体を流す少なくとも1つの溝と、

前記ディスクの前記第2の面の下に配置され、可撓性のネジとナットの構成によって前記ディスクに結合された熱制御板と、  
 をさらに備え、

前記熱制御板及び前記ディスクが各々互いに独立して移動できるように、前記熱制御板及び前記ディスクが、前記ネジの寸法よりも大きな寸法を有する貫通孔を備え、もって熱膨張差によって生じる前記熱制御板及び/又は前記ディスクへの損傷を低減し、前記熱制御板と前記ナットの間に付勢部材が配置され、前記熱制御板及び前記ディスクに対する締

10

20

め付け圧を維持しながら、前記熱制御板及び前記ディスクの熱膨張を可能にする、  
ことを特徴とする静電チャック。

【請求項 2】

前記第 2 の電極が、前記ディスクを加熱するようにさらに構成される、  
ことを特徴とする請求項 1 に記載の静電チャック。

【請求項 3】

前記伝熱流体が、アルゴン又はヘリウムガスを含む、  
ことを特徴とする請求項 1 に記載の静電チャック。

【請求項 4】

前記ディスクが、  
ベースと、  
前記ベース上に配置されて、その上に前記第 1 の電極及び第 2 の電極が配置された第 1  
の誘電材料の層と、  
前記第 1 の電極及び第 2 の電極上に配置された第 2 の誘電材料の層と、  
をさらに含むことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の静電チャック。

10

【請求項 5】

前記ベースが、グラファイト、熱分解窒化ホウ素又はシリコンを含み、前記第 1 及び第  
2 の誘電材料の層が、熱分解窒化ホウ素を含む、  
ことを特徴とする請求項 4 に記載の静電チャック。

【請求項 6】

前記ディスクが、  
上部に前記第 1 の電極及び第 2 の電極が配置された誘電性のベースと、  
前記第 1 の電極及び第 2 の電極上に配置された誘電材料の層と、  
をさらに含むことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の静電チャック。

20

【請求項 7】

前記ディスクが、前記基板の熱膨張係数と実質的に等しい熱膨張係数を有する、  
ことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の静電チャック。

【請求項 8】

前記ディスクが、前記基板の厚みの約 3 倍の厚みを有する、  
ことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の静電チャック。

30

【請求項 9】

前記ディスクが、約 1 . 0 ~ 約 2 . 5 mm の厚みを有する、  
ことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の静電チャック。

【請求項 10】

基板の処理方法であって、  
静電チャックを熱制御板の上に配置するステップであって、前記静電チャックは、基板  
を支持する第 1 の面と、前記熱制御板との接合面を提供する、前記第 1 の面の反対側の第  
2 の面とを有するディスクと、前記ディスク内の前記第 1 の面の近傍に配置されて、前記  
基板を前記ディスクに静電的に結合する第 1 の電極と、前記ディスク内の前記第 2 の面の  
近傍に配置されて、前記ディスクを前記熱制御板に選択的に静電的に結合する第 2 の電極  
とを備え、前記静電チャックは、前記ディスクの前記第 2 の面内、又は前記熱制御板内に  
形成されて、前記ディスクと前記熱制御板の間に伝熱流体を流す少なくとも 1 つの溝と、  
前記ディスクの前記第 1 の面内に形成されて、前記ディスクと前記基板との間に伝熱流体  
を流す少なくとも 1 つの溝と、前記ディスクの前記第 2 の面の下に配置され、前記第 2 の  
電極に電力が供給された時に静電引力によって前記ディスクに選択的に結合可能な熱制御  
板とをさらに備える、前記ステップと、

40

前記第 1 の電極に電力を供給することにより、前記ディスクの前記第 1 の面に基板を固  
定するステップと、

前記ディスクの前記第 2 の面と、前記熱制御板との間の前記接合面を通じる熱伝導率を  
選択的に増加又は減少させて、前記ディスクと前記熱制御板の間の伝熱速度を制御するス

50

テップと、

前記基板を加熱する時に、前記第２の電極に供給される、前記ディスクを前記熱制御板に静電的に固定するためのチャッキング電圧を減少させることにより、前記接合面を通じる熱伝導率を減少させるステップ、を含むことを特徴とする方法。

【請求項１１】

前記第２の電極にＡＣ電流を供給して前記ディスク及び前記基板を加熱するステップ、又は

前記第１の電極にＡＣ電流を供給して前記ディスク及び前記基板を加熱するステップ、のうちの少なくとも一方をさらに含む、  
ことを特徴とする請求項１０に記載の方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明の実施形態は、一般に静電チャック及びその使用方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

基板を基板支持体上に静電的に保持するために、しばしば静電チャック（ＥＳＣ）が使用される。従来、ＥＳＣは、内部に１又はそれ以上の電極を配置したセラミック体で構成される。本発明者らは、従来のＥＳＣの高い熱慣性（例えば、低い伝熱率）に起因して、ＥＳＣの加熱及び冷却速度が大幅に制限され、ひいてはＥＳＣを利用する処理効率が制限  
20

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【０００３】

従って、本発明者らは、加熱及び冷却を素早く行うことができる改善された静電チャックを実現した。

【０００４】

本明細書では、静電チャック及びその使用方法の実施形態を提供する。本明細書では、静電チャック及びその使用方法を提供する。いくつかの実施形態では、静電チャックが、基板を支持する第１の面と、熱制御板に選択的に結合するための接合面を提供する、第１  
30

【０００５】

いくつかの実施形態では、基板の処理方法が、プロセスチャンバ内に配置された静電チャックのディスクの第１の面の近傍に配置された第１の電極に電力を供給することにより、静電チャック内の第１の表面上に基板を固定するステップと、第１の面の反対側のディスクの第２の面と、ディスクに結合された熱制御板との間に配置された接合面を通じる熱  
40

【０００６】

以下、本発明のその他の及びさらなる実施形態について説明する。

【０００７】

添付図面に示す本発明の例示的な実施形態を参照することにより、上記で手短に要約し以下でより詳細に説明する本発明の実施形態を理解することができる。しかしながら、添付図面には、本発明の代表的な実施形態しか示しておらず、本発明は、他の同等に効果的な実施形態も認めることができるので、これらの添付図面が本発明の範囲を限定すると見なすべきではない。

50

## 【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 8 】

【図 1】本発明のいくつかの実施形態による静電チャックとともに使用するのに適したプロセスチャンバを示す図である。

【図 1 A】本発明のいくつかの実施形態による静電チャックの概略側面図である。

【図 2】本発明のいくつかの実施形態による静電チャックの側断面図である。

【図 3】本発明のいくつかの実施形態による静電チャックのディスクの平面図である。

【図 4 A】本発明のいくつかの実施形態によるディスクの側面図である。

【図 4 B】本発明のいくつかの実施形態によるディスクの側面図である。

【図 5】本発明のいくつかの実施形態による静電チャックの平面図である。

10

【図 6】本発明のいくつかの実施形態による静電チャックとともに使用するための結合器を示す図である。

【図 7】本発明のいくつかの実施形態による静電チャックとともに使用するための端子を示す図である。

【図 8】本発明のいくつかの実施形態による静電チャックとともに使用するための端子を示す図である。

【図 9】本発明のいくつかの実施形態による静電チャックの一部の部分的側断面図である。

## 【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 9 】

20

理解を容易にするために、可能な場合、図に共通する同一の要素は同じ参照数字を用いて示している。図は縮尺通りではなく、明確にするために単純化していることがある。1つの実施形態の要素及び特徴を、さらなる詳述を行わずに他の実施形態に有利に組み入れることもできる。

【 0 0 1 0 】

本明細書では、静電チャック及びその使用方法の実施形態を提供する。本発明の装置は、配置した基板の急速な加熱及び冷却と同時に素早く加熱及び冷却できる静電チャックを有利に提供することにより、基板処理における処理の柔軟性及びスループットの増加を実現することができる。本発明の静電チャックは、処理中の基板と静電チャックの熱膨張差に起因する摩擦によって生じる基板への損傷をさらに有利に低減又は排除することができる。

30

【 0 0 1 1 】

図 1 は、本発明のいくつかの実施形態によるプラズマ処理チャンバの概略断面図である。いくつかの実施形態では、このプラズマ処理チャンバが、物理蒸着 ( P V D ) 処理チャンバである。しかしながら、静電チャックを利用する他の種類の処理チャンバを本発明の装置とともに使用することもできる。

【 0 0 1 2 】

チャンバ 1 0 0 は、基板処理中にチャンバ内部容積 1 2 0 内の準大気圧を維持するように好適に適合された真空チャンバである。チャンバ 1 0 0 は、チャンバ内部容積 1 2 0 の上半分に位置する処理容積 1 1 9 を取り囲むドーム 1 0 4 によって覆われたチャンバ本体 1 0 6 を含む。チャンバ 1 0 0 は、様々なチャンバ構成部品とイオン化した処理材料の間の好ましくない反応を防ぐようにこのような構成部品を囲む 1 又はそれ以上のシールド 1 0 5 を含むこともできる。チャンバ本体 1 0 6 及びドーム 1 0 4 は、アルミニウムなどの金属で作製することができる。チャンバ本体 1 0 6 は、結合器を介してアース 1 1 5 に接地することができる。

40

【 0 0 1 3 】

チャンバ内部容積 1 2 0 内には、半導体ウェハ又はその他の静電的に保持できる基板などの基板 S を支持してチャッキングするための基板支持体 1 2 4 を配置することができる。一般に、基板支持体 1 2 4 は、( 以下でより詳細に説明する ) 静電チャック 1 5 0 と、この静電チャック 1 5 0 を支持するための中空の支持軸 1 1 2 とを含むことができる。中

50

中空支持軸 112 は、静電チャック 150 にプロセスガス、流体、伝熱流体又は電力などを供給するための導管を構成する。

【0014】

いくつかの実施形態では、中空支持軸 112 が、静電チャック 150 を（図 1 に示す）上側の処理位置と下側の転送位置（図示せず）との間で垂直移動できるようにするリフト機構 113 に結合される。中空支持軸 112 の周囲には蛇腹アセンブリ 110 が配置され、これを静電チャック 150 とチャンバ 100 の底面 126 との間に結合して、静電チャック 150 の垂直移動を可能にしながらチャンバ 100 内からの真空の消失を防ぐ可撓性シール部を提供する。蛇腹アセンブリ 110 は、底面 126 に接触してチャンバ真空の消失を防ぐ役に立つ O リング 165 と接する下側蛇腹フランジ 164 も含む。

10

【0015】

中空支持軸 112 は、流体源 142、ガス供給源 141、チャッキング電源 140、及び 1 又はそれ以上の RF 電源 117（RF プラズマ電源及び/又は RF バイアス電源など）を静電チャック 150 に結合するための導管を形成する。いくつかの実施形態では、RF 電源 117 を、RF 整合回路 116 を介して静電チャックに結合することができる。

【0016】

基板リフト 130 は、シャフト 111 に連結されたブラットホーム 108 上に装着されたリフトピン 109 を含むことができ、シャフト 111 は、基板「S」を静電チャック 150 上に配置し、又はここから取り外すことができるように基板リフト 130 を昇降させるための第 2 のリフト機構 132 に結合される。静電チャック 150 は、このリフトピン 109 を受け入れる貫通孔（後述）を含む。基板リフト 130 と底面 126 の間には蛇腹アセンブリ 131 が結合されて、基板リフト 130 の垂直移動中にチャンバの真空を維持する可撓性シール部を構成する。

20

【0017】

チャンバ 100 は、真空システム 114 に結合されてこれと流体連通し、この真空システム 114 は、チャンバ 100 を排気するために使用する絞り弁（図示せず）及び真空ポンプ（図示せず）を含むことができる。この絞り弁及び/又は真空ポンプを調整することにより、チャンバ 100 内の圧力を制御することができる。チャンバ 100 は、内部に配置された基板を処理するための 1 又はそれ以上のプロセスガスをチャンバ 100 に供給できるプロセスガス供給源 118 にも結合されてこれと流体連通する。

30

【0018】

動作時には、チャンバ内部容積 120 内で、例えばプラズマ 102 を生成して 1 又はそれ以上の処理を行うことができる。プラズマ 102 は、プラズマ電源（RF 電源 117 など）からの電力をチャンバ内部容積 120 内の 1 又はそれ以上の電極（後述）を介してプロセスガスに結合し、プロセスガスに点火してプラズマ 102 を生成することにより生成することができる。これとは別に、又はこれと組み合わせて、他の方法によってチャンバ内部容積 120 内にプラズマを生成することもできる。いくつかの実施形態では、基板支持体又は静電チャック 150 内に配置された 1 又はそれ以上の電極（後述）にバイアス電源（RF 電源 117 など）からのバイアス電力を供給して、プラズマから基板 S に向けてイオンを引き付けることができる。

40

【0019】

例えば、チャンバ 100 が PVD チャンバであるいくつかの実施形態では、基板の上方のチャンバ内部容積内に、基板 S 上に堆積されるソース材料を含むターゲット 166 を配置することができる。ターゲット 166 は、例えば誘電体アイソレータを介したアルミニウムアダプタなどの、チャンバ 100 の接地された導電性部分によって支持することができる。

【0020】

チャンバ 100 には、制御可能な DC 電源 168 を結合して、ターゲット 166 に負の電圧又はバイアスを印加することができる。基板 150 上に負の DC バイアスを誘起するために、基板支持体 124 に RF 電源 117 A ~ B を結合することができる。また、いく

50

つかの実施形態では、処理中に基板 S 上に負の DC 自己バイアスを形成することができる。その他の用途では、基板支持体 124 を接地させてもよく、又は電氣的に浮遊させたままにしてもよい。いくつかの実施形態では、チャンバ 100 に RF 電源 170 を結合し、ターゲット 166 に RF 電力を印加して、基板 S 上の堆積速度の径方向分布の制御を容易にすることができる。動作時には、チャンバ 100 内で生成されたプラズマ 102 中のイオンが、ターゲット 166 からのソース材料と反応する。この反応により、ターゲット 166 がソース材料の原子を放出し、これらが基板 100 の方に導かれて材料を堆積させる。

#### 【0021】

いくつかの実施形態では、ターゲット 166 の背面付近に回転式マグネトロン（図示せず）を配置することができる。このマグネトロンは、チャンバ 100 内に磁場を生じるように構成された複数の磁石を含むことができ、この磁場は、ターゲット 166 の表面に概ね平行かつ接近して生じ、電子を捕捉して局所的なプラズマ密度を高め、これがさらにスパッタリング速度を高める。これらの磁石は、チャンバ 100 の上部周囲に電磁場を生じるとともに回転してこの電磁場を回転させ、これにより処理のプラズマ密度に影響を与えてターゲット 166 をより均一にスパッタする。

#### 【0022】

図 1A は、本発明のいくつかの実施形態による静電チャック 150 の概略側面図である。一般に、静電チャック 150 は、基板 S を支持するための第 1 の表面と、反対側の第 2 の表面とを有するディスク 122 を含む。第 1 の表面近傍には第 1 の電極 128 が配置され、例えば導体 154 を介してこの電極をチャッキング電源 140 に結合して、基板 S を第 1 の表面上に選択的に静電的に保持することができる。第 2 の表面近傍には第 2 の電極 138 が配置され、例えば導体 152 を介してこの電極をチャッキング電源 140 に結合して、ディスク 122 に隣接して配置された熱制御板 134 に対してディスク 122 を選択的に静電的に保持することができる。チャッキング電源 140 は、例えば約 500 ~ 約 4000 ボルトなどの最大約 4000 ボルトを好適な電力で供給できる 1 又はそれ以上の DC 電源とすることができる。他の構成の静電チャックでは、他の強度の DC 電力を使用して、例えばより小型の又はより大型の基板を保持することができる。以下でより詳細に説明するように、ガス供給源 141 を静電チャックに結合するために導管 148 を設けることができる。

#### 【0023】

熱制御板 134 内（又は別の好適な場所）には、真空フィードスルー 146 を設けて、処理容積 119 内部の雰囲気と処理容積外部の雰囲気（例えば、中空シャフト 112 の内部とチャンバ 100 の外部）の間の分離を維持しながら、導体 152、154 及び導管 148 を熱制御板 134 内に容易に通せるようにすることができる。

#### 【0024】

熱制御板 134 は、少なくとも部分的に熱伝導性材料で作製することができ、例えば流体源 142 に結合された導管 158 を介して伝熱流体が流れるようにするための 1 又はそれ以上のチャンネルを内部に配置して、使用中のディスク 122 への及び / 又はディスク 122 からの熱伝導の速度制御を容易にすることができる。熱制御板 134 は、少なくとも部分的に導電材料で作製することができ、例えば導体 156 を介して RF 電源 117 に結合して、使用中に処理容積 119 内のプラズマに RF 電力を結合するための電極として機能することができる。RF 電源 117 は、例えば最大約 2000 ワットの電力を、例えば約 2 MHz ~ 約 60 MHz などの好適な周波数で供給することができる。

#### 【0025】

熱制御板 134 は、アイソレータ 136 上に配置することにより、基板支持体 124 内の他の導電性構成部品から電氣的に絶縁することができる。静電チャック 150（又は基板支持体 124）の周囲に接地シェル 144 を設け、これを接地に結合して、処理容積 119 から接地への RF 戻り経路を提供することができる。

#### 【0026】

静電チャックは、本明細書に示す教示による様々な構成を有することができる。例えば、図2は、本発明のいくつかの実施形態による静電チャックの側断面図である。図2を参照して分かるように、静電チャック150は、一般に熱制御板204上に配置されたディスク202を備える。ディスク202は、熱制御板204とは反対側に、基板Sを支持するための基板支持面を有する。いくつかの実施形態では、熱制御板204を、中空シャフト112に結合されてこれに支持される中空基部212上に配置することができる。いくつかの実施形態では、熱制御板204を、支持ハウジング210内に配置された絶縁層208上に置くことができる。このような実施形態では、支持ハウジング210が、絶縁層208及び熱制御板204を機械的に支持することができる。絶縁層208は、熱制御板204と支持ハウジング210の間を電気絶縁又は高周波(RF)絶縁することができる。いくつかの実施形態では、熱制御板204が、製造中に結合された2又はそれ以上のプレートで構成される。考えられる第2の連結部品としてプレート217を示している。プレート217は、存在する場合には、中空支持シャフト112を静電チャック150に結合するための接合面を提供する。

#### 【0027】

いくつかの実施形態では、中空支持シャフト112内に、ハウジング224に結合された導管229が配置される。ハウジング224は、十分な結合を行うのに適したあらゆる手段によって熱制御板204に結合することができる。例えば、いくつかの実施形態では、ハウジング224が、ハウジング224を熱制御板204に結合するための締結具(ネジ、ボルト又はピンなど)を受け入れるように構成された貫通孔221を有するフランジ223を備える。1つの実施形態では、導管229を、ハウジング224とともに、熱制御板204に適当なRF電力を伝える導体156として利用することができる。ハウジング224は、導管229とともに、熱制御板204にRFバイアス電力又はその他のユーティリティを送るための空間も提供する。ハウジング224は、設けられた場合、プロセスガス、伝熱流体又は電力をディスク202及び熱制御板204の諸領域に容易に選択的に分配するように構成された複数の貫通孔(後述)又は接合点(図示せず)を有するマニホールド235(後述)を収容することができる。いくつかの実施形態では、プロセスガス、伝熱流体又は電力を、それぞれの導管(ガス供給ライン236、234、及び電線管232など)に結合された供給源(図1に関連して上述したRFプラズマ供給源117、117A、チャッキング電源140、ガス供給源141、流体源142など)によって供給することができる。いくつかの実施形態では、ガス供給源141が、単一のガスを供給することができ、又はいくつかの実施形態では、2種類以上のガスを供給することができる。いくつかの実施形態では、ガス供給源141を、例えばディスク202と基板Sの間の接合面216、又はディスク202と熱制御板204の間の接合面204などの、静電チャック150の別個の区域に選択的にガスを供給するように構成することができる。

#### 【0028】

いくつかの実施形態では、基板支持体124上の基板Sの周囲に、例えば図2に示す堆積リング206などの処理キットを配置して、基板支持体124の露出されるはずの部分の覆うことができる。例えば、いくつかの実施形態では、熱制御板204の棚部228上に堆積リング206を配置することができる。堆積リング206は、基板Sの形状に概ね一致するものの典型的には基板Sの下方に広がって基板Sと直接接触しない中央開口部を有する。堆積リング206は、一般にディスク202も取り囲み、堆積リング206の内縁とディスク202の外縁の間に狭い間隙を定めることができる。堆積リング206は、基板支持体124の被覆部分を、処理による(プラズマ又はスパッタリング又は基板Sからのその他の処理副産物などによる)損傷から保護する。堆積リング206は、あらゆる処理適合性電気絶縁材料で作製することができる。例えば、いくつかの実施形態では、堆積リング206を、セラミック、窒化アルミニウム(AlN)又は窒化シリコン(SiN)などの誘電性材料で作製することができる。

#### 【0029】

いくつかの実施形態では、図2～図7に関連してより完全に説明するディスク202が

10

20

30

40

50

、一般に基板対向面 220 と、概ね逆向きの熱制御板対向面 222 とを有する本体 245 を備える。いくつかの実施形態では、基板対向面 220 が、1 又はそれ以上の第 1 の貫通孔 239 に結合された 1 又はそれ以上の第 1 の溝 238 を備えて、例えばヘリウム (He) 又はアルゴン (Ar) のようなイナートガスなどのガス、又はその他の伝熱流体がディスク 202 と基板 S の間の接合面 216 を流れやすくすることにより、ディスク 202 と基板 S の間の熱伝達を促進することができる。この伝熱ガスを、1 又はそれ以上の第 1 の溝 238 と流体連通するディスク 202 内の 1 又はそれ以上の第 1 の孔 239 を通じて 1 又はそれ以上の第 1 の溝 238 に送出することができる。また、いくつかの実施形態では、熱制御板対向面 222 が、1 又はそれ以上の第 2 の貫通孔 241 に結合された 1 又はそれ以上の第 2 の溝 240 を備えて、ガス又はその他の伝熱流体がディスク 202 と熱制御板 204 の間の接合面 218 を容易に流れるようにすることができる。

10

#### 【0030】

ディスク 202 は、適切な支持及び十分な伝熱特性を提供するのに適したいずれかの寸法及び形状を有するように作製することができる。例えば、いくつかの実施形態では、ディスク 202 が、例えば基板 S の厚みの最大約 3 倍などの、ほぼ基板 S の厚みと同程度の厚みを有することができる。基板 S が半導体ウェハであるいくつかの実施形態では、ディスク 202 が、約 1.0 mm ~ 約 3 mm、又は約 1.5 mm の厚みを有することができる。いくつかの実施形態では、ディスク 202 が、基板対向面 220 及び熱制御板 204 対向面 222 に対して実質的に垂直な外縁 221 を有することができる。或いは、いくつかの実施形態では、外縁 221 が、堆積リング 206 の対応する傾斜縁 227 に整合するように構成された傾斜縁 226 を有して、処理容積から堆積リング 206 とディスク 202 の間のギャップを通して基板支持体 124 の構成部品に至る垂直方向の見通し線を排除することにより、処理中における基板支持体 124 の構成部品へのプラズマ誘起損傷を低減又は防止することができる。

20

#### 【0031】

ディスク 202 は、処理中にディスク 202 に十分な結合を与えてその動きを防ぐのに適したいずれかの手段によって熱制御板 204 に結合することができる。いくつかの実施形態では、ディスク 202 が、静電引力によって着脱自在に結合される。このような実施形態では、ディスク 202 が、本体 245 内の熱制御板対向面 222 の近傍に配置された 1 又はそれ以上の電極 (後述) を備える。例えば DC 電圧などのチャッキング電力を、電源 (図 1 に示すチャッキング電源 140 など) から中空支持軸 112 内に配置された 1 又はそれ以上の電線管 232 を介して電極に供給することにより、ディスク 202 を熱制御板 204 に結合するのに十分な静電引力を生成することができる。

30

#### 【0032】

これとは別に、又はこれと組み合わせて、いくつかの実施形態では、例えば、ボルト、ネジ、カム、クランプ又はバネなどの機械的締結具によって、ディスク 202 を熱制御板 204 に機械的に結合することもできる。いくつかの実施形態では、例えば図 6 に関連して後述するように、ディスク 202 内に複数の貫通孔 (1 つを示す) 230 を設けて、それぞれの締結具 (ボルト、ネジ又はカムなど) と整合させることができる。

40

#### 【0033】

熱制御板 204 は、ディスク 202 から熱制御板 204 への十分な熱伝達を行うのに適したあらゆる材料を含むことができる。例えば、いくつかの実施形態では、熱制御板 204 を、アルミニウム又はニッケルなどの金属で作製することができる。いくつかの実施形態では、熱制御板 204 内に、伝熱流体を循環させるための 1 又はそれ以上のチャンネル 240 を形成して、ディスク 202 から熱制御板 204 への熱伝達をさらに促進することができる。いくつかの実施形態では、熱制御板 204 (プレート 217 とともに示す) が、約 10 ~ 約 30 mm の厚みを有することができる。

#### 【0034】

絶縁層 208 は、処理中に十分かつ安定した支持を行いながら電気絶縁性を提供するのに適したあらゆる電気絶縁材料を含むことができる。例えば、いくつかの実施形態では、

50



絶縁層 208 が、例えば、セラミック、窒化アルミニウム (AlN) 又は窒化シリコン (SiN) などの誘電性材料を含むことができる。絶縁層 208 は、支持ハウジング 210 内に配置される。支持ハウジング 210 は、絶縁層 208 を機械的に支持し、例えばアルミニウムなどの金属で作製することができる。支持ハウジング 210 を導電性金属で作製した実施形態では、支持ハウジング 210 を、例えばチャンバ 100 の接地部分 (上述) への導電性接続を介して接地することができる。

#### 【0035】

図 3 を参照して分かるように、ディスク 202 は、使用する特定のプロセスチャンバ、行う処理、又は処理する基板に適したあらゆる寸法を有することができる。例えば、300 mm の半導体ウェハを処理する実施形態では、ディスク 202 が、約 270 ~ 約 320 mm の、又は実施形態によっては約 290 mm の直径 306 を有することができる。

10

#### 【0036】

いくつかの実施形態では、ディスク 202 が、例えば、ディスク 202 を熱制御板に装着すること、ディスク 202 上に配置された基板にガスを供給すること、又はリフトピンが基板をディスク 202 の表面から昇降させること、を容易にするための複数の貫通孔を有することができる。例えば、いくつかの実施形態では、ディスク 202 が、ディスク 202 を熱制御板 204 に容易に結合できるようにするための複数の取り付け穴 310 A ~ C を有することができる。このような実施形態では、(図 6 に関連して後述するような) 一連のクランプネジ又はボルトによってディスク 202 を熱制御板 204 に結合することができる。いくつかの実施形態では、取り付け穴 310 A ~ C をグループ化し、ディスク 202 の表面全体にわたって等間隔に配置することができる。例えば、いくつかの例示的かつ非限定的な実施形態では、図 3 に示すように、3 つの取り付け穴 310 A ~ C からなる 6 つのグループ 308 A ~ F の各々を、ディスク 202 の周囲に 60 度間隔で配置することができる。ディスク 202 と熱制御板 204 の間の接続部の数及び分布については、他の構成も同様に利用することができる。

20

#### 【0037】

いくつかの実施形態では、ディスク 202 が、ディスク 202 上に配置された基板の背面に接する、ディスク 202 と基板 S の間の基板接合面に (上述した第 1 の溝などを介して) ガス供給源 141 (上述) からのガス流を供給するための 1 又はそれ以上のガス穴 302 を有することができる。基板接合面に供給されるガス圧を制御することにより、基板の加熱及び冷却を容易に制御できるようになる。いくつかの実施形態では、図 3 に示すように、ガス穴 302 をディスク 202 の中心に配置することができる。図 3 には 1 つのガス穴 302 しか示していないが、あらゆる数のガス穴 302 を設けて、ガスを望むように分散させることができる。

30

#### 【0038】

いくつかの実施形態では、ディスク 202 が、リフトピン (図 1 において上述した、チャンバ 100 の基板リフトピン 130 に結合されたリフトピン 109 など) の自由な移動を可能にするように構成された複数のリフトピン穴 304 A ~ C をさらに有することができる。これにより、リフトピンが、ディスク 202 上に配置された基板の表面と制御可能に整合して、基板の配置及び除去を容易にすることができる。リフトピン穴 304 A ~ C は、基板を均等に支持するのに適したあらゆる構成で配置することができる。例えば、いくつかの実施形態では、図 3 に示すように、リフトピン穴 304 A ~ C の各々を、ディスクの周囲に約 120 度間隔で配置することができる。また、いくつかの実施形態では、ディスク 202 の中心からの距離を、処理中の基板のサイズ又はディスク 202 のサイズに適応するように変化させることもできる。例えば、300 mm の半導体ウェハを処理する実施形態では、リフトピン穴 304 A ~ C を、230 ~ 280 mm のボルト円の周囲に配置することができる。

40

#### 【0039】

いくつかの実施形態では、図 9 に示すように、リフトピンガイド 902 を設けて、リフトピン (図示せず) を基板 S の背面に容易に誘導して基板 S を昇降させることができる。

50

いくつかの実施形態では、リフトピンガイド 902 を、一般に熱制御板 204（及び存在する場合にはプレート 217）内に配置することができる。リフトピンガイドは、リフトピンを受け入れるための開口部 904 を含む。絶縁層 208（及び他のいずれかの介在する層）内に対応する開口部 906 を設けて、リフトピンがこの中を容易に移動できるようにすることができる。

#### 【0040】

ディスク 202 内に開口部 910 を設けて、リフトピンがこの中を容易に移動して基板 S の背面に接するようにすることができる。いくつかの実施形態では、ディスク 202 内の開口部 910 を、リフトピンガイド 902 の上部から延びる隆起リップ部 912 を収容するのに十分な大きさにすることができる。隆起リップ部 912 は、開口部 910 内に延びて、例えば組み立て中又はディスク 202 が熱制御板 204 に静電的に（又は他の方法で）固定されていない時に、ディスク 202 を容易に位置合わせしてディスク 202 の望ましくない動きを防ぐための位置決め及び保持機能を提供することができる。

#### 【0041】

いくつかの実施形態では、リフトピンガイド 902 の上部付近にフランジ 908 を設けて、リフトピンガイドを熱制御板 204 内に容易に保持し、及び／又はプロセスチャンバの処理領域からディスク 202 内の開口部 910 を通じて処理中に RF ホットとなり得る熱制御板 204 に至る長い経路を提供することにより、生じ得るあらゆるアーキングを防止又は制限することができる。熱制御板 204 上には、熱制御板 204 とディスク 202 の外縁との間に、堆積リング 206 に隣接してその径方向内側に絶縁リング 914 を設けることができる。絶縁リング 914 は、好適な誘電材料で作製できるとともに、処理容積と熱制御板又はその他の RF ホットな構成部品との間に長い及び／又は不連続な経路を提供して、生じ得るあらゆるアーキングを防止又は制限することができる。堆積リング 206 上には、堆積シールド 916 を設けて、プロセスチャンバの一部及び／又はその構成部品を処理中の好ましくない堆積からさらに保護することができる。

#### 【0042】

図 4A～図 4B のディスク 202 の断面図を参照すると、いくつかの実施形態では、ディスク 202 が、一般にベース層 402、及び 2 つの誘電体層 404、410（例えば、第 1 の誘電体層 404 及び第 2 の誘電体層 410）間に配置された 2 又はそれ以上の電極（2 つを図示）406、408 を備えることができる。いくつかの実施形態では、ベース層 402 が、ディスク 202 の形状及び特徴部（上述した貫通孔又は溝など）を形成するのに十分なテンプレートを提供するのに適したあらゆる材料又は形状を有することができる。例えば、いくつかの実施形態では、ベース層 402 が、例えばグラファイトなどの炭素系材料を含むことができる。いくつかの実施形態では、ベース層 402 が、熱分解窒化ホウ素（PBN）、ポリイミド又は（シリコンウエハなどの）シリコンなどの、その他の処理適合性誘電材料を含むことができる。ベース層 402 は、所望の寸法のディスク 202 を形成するのに適したあらゆる寸法を有することができる。例えば、いくつかの実施形態では、ベース層 402 の厚みを約 0.5～約 2.5 mm に、又は実施形態によっては約 1.8 mm にすることができる。

#### 【0043】

いくつかの実施形態では、ベース層 402 と第 1 の誘電体層 404 を同じ層にすることができ、例えば、いずれかの層を任意と考え、1 つの誘電体層をベース層 402 及び誘電体層 404 として設けることができる。このような実施形態に適した誘電材料としては、熱分解窒化ホウ素及びポリイミドなどが挙げられる。

#### 【0044】

ベース層 402 は、所望の寸法及び特徴部を有するベース層 402 を形成するのに適したあらゆる手段によって作製することができる。例えば、物理処理（粉末プレス、押出成形など）を通じてベース層 402 を形成し、機械加工して特徴部を形成することができる。或いは、堆積処理を通じてベース層 402 を作製し、その後エッチングして特徴部を形成することができる。

## 【 0 0 4 5 】

いくつかの実施形態では、ベース層 4 0 2 上に第 1 の誘電体層 4 0 4 を配置することができる。第 1 の誘電体層 4 0 4 は、ディスク 2 0 2 に機械的支持及び高い熱伝導率を与えて熱伝達を容易にするのに適したあらゆる誘電材料とすることができる。例えば、いくつかの実施形態では、第 1 の誘電体層 4 0 4 が、窒化ホウ素 ( B N ) を含むことができ、又は実施形態によっては、熱分解窒化ホウ素 ( P B N ) を含むことができる。第 1 の誘電体層 4 0 4 は、所望の厚みの共形層を提供するのに適したあらゆる手段を通じて形成することができる。例えば、第 1 の誘電体層 4 0 4 を、化学蒸着処理などの堆積処理を通じて、約 0 . 0 5 ~ 約 0 . 4 0 mm の厚みに形成することができる。

## 【 0 0 4 6 】

いくつかの実施形態では、第 1 の誘電体層 4 0 4 上に、2 又はそれ以上の電極 4 0 6、4 0 8 を配置することができる。第 1 の電極 4 0 6 は、基板対向面 2 2 0 付近に配置することができる。第 2 の電極 4 0 8 は、熱制御板対向面 2 2 2 付近に配置することができる。これらの 2 又はそれ以上の電極 4 0 6、4 0 8 の各々を、各電極 4 0 6、4 0 8 に結合された ( 4 1 2、4 1 4 などの ) 導体及び ( 図 7 ~ 図 8 に関連して後述するような ) 端子を介して、A C 電源又は D C 電源 ( 図 1 の電源 1 4 0 など ) の一方に個別に電気的に結合することができる。いくつかの実施形態では、2 又はそれ以上の電極 4 0 6、4 0 8 の各々を、例えば、図 7 に関連して後述する端子 7 0 2 又は図 8 に関連して後述する端子 8 1 4 などの、ディスク 2 0 2 に配置された貫通孔 ( 図示せず ) 内に配置された端子を介してそれぞれの電源に結合することができる。例えば、いくつかの実施形態では、図 4 B により

## 【 0 0 4 7 】

2 又はそれ以上の電極 4 0 6、4 0 8 は、例えば金属又は金属合金などのあらゆる好適な導電材料で作製することができる。また、2 又はそれ以上の電極 4 0 6、4 0 8 は、例えばディスク形、リング形、くさび形、ストリップ形又はパターン化電気トレース形などのいずれの形状であってもよい。2 又はそれ以上の電極 4 0 6、4 0 8 は、堆積、めっき又は印刷などのあらゆる好適な方法で作製することができる。いくつかの実施形態では、2 又はそれ以上の電極 4 0 6、4 0 8 の一方又は両方が、基板対向面 2 2 0 及び / 又は熱制御板対向面 2 2 2 付近に配置された、例えば 2 つなどの複数の電極を有することができる。例えば、バイポーラチャックを実現するいくつかの実施形態では、第 1 の電極 4 0 6 が、各々が電源の 1 つの端子に取り付けられた 2 つの半円形又は「 D 字」形のプレート電極を含むことができる。いくつかの実施形態では、第 2 の電極 4 0 8 も 2 つの電極を含むことができる。同様に、他の電極構成を利用することもできる。

## 【 0 0 4 8 】

2 又はそれ以上の電極 4 0 6、4 0 8 の一方又は両方を、加熱電極及び / 又はチャック電極として選択的に機能するように構成することもできる。例えば、いくつかの実施形態では、第 1 の電極 4 0 6 に D C 電力を印加して、基板対向面 2 2 0 上に帯電を生じさせ、逆帯電した基板 S への吸引力を生じさせることにより、基板 S のディスク 2 0 2 への静電チャッキングを容易にすることができる。いくつかの実施形態では、第 2 の電極 4 0 8 に A C 電力を印加して、第 2 の電極 4 0 8 の抵抗に起因して熱を生じさせることにより、ディスク 2 0 2 の加熱を容易にすることができる。この A C 電力は、静電チャックを最大 6 0 0 に加熱するのに十分なものとすることができる。例えば、この A C 電源は、第 2 の電極 4 0 8 に約 1 1 0 ~ 約 2 0 8 V<sub>AC</sub> を供給することができる。いくつかの実施形態では、使用中、抵抗加熱素子の抵抗値をモニタし、素子の温度に比例して抵抗値が変化するという抵抗素子の物理的特性に起因して結果的な温度を計算することにより、静電チャック

10

20

30

40

50

の温度をモニタすることができる。

【 0 0 4 9 】

また、いくつかの実施形態では、2又はそれ以上の電極406、408の一方又は両方にRF電力を印加して、基板S上にバイアスを生じさせ、及び/又はチャンバ(すなわち、上述したチャンバ100)にRF電力を供給してプラズマを形成することができる。例えば、図1に関連して上述したRF電源117(又は同様のRF電源)を使用して、電極406、408のいずれにもRF電力を供給することができる。

【 0 0 5 0 】

いくつかの実施形態では、2又はそれ以上の電極406、408の一方又は両方にDC電力及びAC電力の両方を同時に印加して、第1の電極406、第2の電極408、又はこれらの両方を、加熱電極及びチャッキング電極として容易に同時利用することができる。例えば、このような実施形態では、第1の電極406にDC電力を印加して、基板の基板対向面220への静電チャッキングを容易にし、第2の電極408にDC電力及びAC電力を同時に印加して、ディスク202を加熱するとともに熱制御板204に静電チャッキングすることができる。

【 0 0 5 1 】

いくつかの実施形態では、2又はそれ以上の電極406、408上に第2の誘電体層410を配置することができる。第2の誘電体層410は、ディスク202を機械的に支持するとともに高い熱伝導率を与えて熱伝達を容易にするのに適したいずれの誘電材料であってもよい。いくつかの実施形態では、第2の誘電体層410が、第1の誘電体層402と同じ材料を、又は実施形態によっては異なる材料を含むことができる。例えば、いくつかの実施形態では、第2の誘電体層410が、窒化ホウ素(BN)を含むことができ、又は実施形態によっては熱分解窒化ホウ素(PBN)を含むことができる。いくつかの実施形態では、第2の誘電体層410を、所望の厚みの共形層を提供するのに適したあらゆる手段を通じて形成することができる。例えば、第2の誘電体層410を、化学蒸着処理などの堆積処理を通じて、約0.02~約0.30mmの厚みに形成することができる。いくつかの実施形態では、クーロン型静電チャック又はJohnson-Rebeck型静電チャックとしての使用目的に基づいて誘電体層410の厚みを選択することができる。例えば、クーロン型静電チャックが望ましいいくつかの実施形態では、誘電体層410の厚みを、セラミック材料の場合には約0.050~約0.300mmに、又はポリイミド材料の場合には約0.005~約0.003インチ(約0.0127~約0.0762mm)にすることができる。Johnson-Rebeck型静電チャックが望ましいいくつかの実施形態では、誘電体層410の厚みを、セラミック材料の場合に最大約1mmとすることができる。

【 0 0 5 2 】

上記に加えて、本発明にとっては、ディスク202を作製するために選択する材料の他の又はさらなる特性が有利となり得る。例えば、いくつかの実施形態では、ディスク202の全体的な熱膨張係数を、この上に配置する基板(図1で説明した基板Sなど)の熱膨張係数と実質的に同様にすることができる。実質的に同様の熱膨張係数を実現することにより、基板及びディスク202が、いずれも加熱時に実質的に同様の割合で膨張することによって基板との間の摩擦力が低下し、従って加熱時の損傷が低減する。

【 0 0 5 3 】

図5を参照すると、いくつかの実施形態では、マニホールド235を、複数のポート(ACポート508及びDCポート510など)及び入口/出口(ウェハガス入口514、ディスクガス入口502、冷却流体入口506及び出口509など)を介してディスク(上述)及び熱制御板(上述)にプロセスガス、電力又は伝熱流体などを選択的に供給するように構成することができる。例えば、いくつかの実施形態では、冷却流体入口506と、伝熱流体(水など)の流れを熱制御板(上述)に送出するための冷却流体出口509とを有するプレート516に、2又はそれ以上の送水管(2つを図示)507を結合することができる。これらの入口506及び出口509の各々の周囲にリング518を配置し

て、伝熱流体の漏れを防ぐことができる。また、プレート 5 1 6 の端部付近に O リングを配置して、静電チャック 1 0 5 の他の区域への伝熱流体の漏れをさらに防ぐことができる。また、いくつかの実施形態では、プレート 5 1 6 に水漏れ用ベント 5 0 9 を結合して、漏れた伝熱流体を除去することができる。

【 0 0 5 4 】

いくつかの実施形態では、マニホールド 2 3 5 の中心付近にガス入口 5 1 4 を配置して、接合面 2 2 0 又は接合面 2 2 2 ( 上述 ) に伝熱ガスを供給することができる。

【 0 0 5 5 】

いくつかの実施形態では、マニホールド 2 3 5 が、ディスクに電力 ( R F 電力、 A C 電力、又は D C 電力など ) を供給するように構成された 2 又はそれ以上の ( 4 つを図示 ) 電気ポート 5 0 8、5 1 0 をさらに有することができる。例えば、いくつかの実施形態では、マニホールド 2 3 5 が、ディスク内に配置された 1 又はそれ以上の電極 ( 上述 ) に A C 電力を供給するための 2 つの A C 電力ポート 5 0 8 を有して、ディスク及びその上に配置された基板の加熱を容易にすることができる。これとは別に、又はこれと組み合わせて、いくつかの実施形態では、マニホールド 2 3 5 が、ディスク内に配置された 1 又はそれ以上の電極に D C 電力を供給するための 2 つの D C 電力ポートを有して、ディスクの熱制御板へのチャッキング ( 上述 ) 及び / 又は基板のディスクへのチャッキング ( 上述 ) を容易にすることができる。

【 0 0 5 6 】

いくつかの実施形態では、マニホールド 2 3 5 が、ディスクへのアクセスを提供するための 1 又はそれ以上 ( 1 つを図示 ) のポート 5 0 4 をさらに有して温度モニタリングを容易にすることができる。例えば、いくつかの実施形態では、1 又はそれ以上のポート 5 0 4 を設け、ディスクに実質的に接近又は接触して熱電対 5 0 5 を容易に配置して温度モニタリングを容易にすることができる。これとは別に、又はこれと組み合わせて、ディスクに電力を供給する電源 ( すなわち、上述した電源 1 4 0 ) の電圧及び電流の計測を通じて抵抗率の変化を測定することにより、ディスクの温度をモニタすることもできる。

【 0 0 5 7 】

いくつかの実施形態では、マニホールド 2 3 5、ハウジング 2 2 4 及び真空プレート 2 1 7 の間に O リング、絶縁体又はガスケットなどを配置して、流体又は電気の漏れを防ぐことができる。例えば、いくつかの実施形態では、ハウジング 2 2 4 上に R F ガスケット 5 2 2 を配置して、真空プレート 2 1 7 に結合したときの高周波 ( R F ) 干渉を低減又は防止することができる。また、熱制御板 2 0 2 に R F 電力をより効率的に送出するために、ハウジング 2 2 4 を熱制御板 2 0 2 に電氣的に結合する。

【 0 0 5 8 】

マニホールド 2 3 5 は、ディスク及び熱制御板にプロセスガス、電力又は伝熱流体などを供給するのに適したあらゆる材料で作製することができる。例えば、いくつかの実施形態では、マニホールド 2 3 5 をセラミックで作製することができ、又は実施形態によっては、アルミニウム、ステンレス鋼又はチタンなどの金属で作製することができる。マニホールド 2 3 5 は、十分な結合を提供するのに適したあらゆる手段を通じて真空プレート 2 1 7 に結合することができる。例えば、いくつかの実施形態では、溶接又は口ウ付けを通じてマニホールド 2 3 5 を真空プレート 2 1 7 に結合することができる。いくつかの実施形態では、真空プレート 2 1 7 上に O リング 5 1 2 を配置して、真空プレート 2 1 7 と、この上に配置される場合には熱制御板 ( 図示せず ) との間に真空シールを形成することができる。

【 0 0 5 9 】

図 6 を参照すると、いくつかの実施形態では、可撓性のネジとナットの構成 6 0 8 を通じてディスク 2 0 2 を熱制御板に結合することができる。このような実施形態では、熱制御板 2 0 4 及びディスク 2 0 2 が、ネジ 6 0 6 と整合するのに適した寸法の貫通孔 6 1 0 を有する。いくつかの実施形態では、貫通孔 6 1 0 が、ネジ 6 0 6 の寸法よりも大きな寸法を有して、熱制御板 2 0 4 及びディスク 2 0 2 が各々互いに独立して移動できるように

10

20

30

40

50

することにより、熱膨張差によって生じる熱制御板 204 及び / 又はディスク 202 への損傷を低減することができる。ネジ 606 は、例えば、機械ネジ、蝶ネジ又はクランプネジなどのあらゆる好適な種類のネジとすることができる。いくつかの実施形態では、ネジ 606 が、貫通孔 610 の先細の端部 612 に整合するように構成された先細の頭部 614 を有することにより、ネジ 606 を締め付けてディスク 202 の上面と同じ又はそれよりも低い高さに配置した時に、先細の頭部 614 がディスク 202 を締め付けるようにすることができる。ネジ 606 は、例えば、アルミニウム、チタン又はステンレス鋼のような金属などの、熱制御板 204 とディスク 202 を十分に結合させるのに適したあらゆる材料で作製することができる。

#### 【0060】

10

いくつかの実施形態では、熱制御板 204 の下側にナット 602 が配置され、ネジ 606 のネジ山付き端部 616 に整合するように構成された一連のネジ山 618 を有する。ナット 602 は、例えば、アルミニウム、チタン又はステンレス鋼のような金属などの、熱制御板 204 をディスク 202 に確実に結合するのに適したあらゆる材料で作製することができる。いくつかの実施形態では、ナット 602 を、ネジ 606 の材料と同じ又は異なる材料で作製することができる。

#### 【0061】

いくつかの実施形態では、熱制御板 204 とナット 602 の間に付勢部材 604 を配置して、熱制御板 204 及びディスク 202 に対する所望の締め付け圧を維持しながら、熱制御板 204 及び / 又はディスク 202 の熱膨張を可能にすることができる。1つのネジとナットの構成 608 しか図示していないが、あらゆる数のネジとナットの構成 608 を利用してディスク 202 を熱制御板 204 に結合することができる。

20

#### 【0062】

図 7 を参照すると、いくつかの実施形態では、端子 702 を通じて、ディスク 202 内の電極 710 に電力を送出することができる。端子 702 は、バネ要素 708 を介して導体 706 に電氣的に結合して、端子 702 のあらゆる垂直移動中に十分な電氣的接続を維持することができる。端子 702 を電極 710 に向けて付勢する好適なバネ 707 により、ディスク 202 の電極 710 に印加される力を制御することができる。要素 703、704 及び 705 は、端子 702 のためのハウジングを提供することができ、熱制御板 204、又は電力フィードスルー 711 近くの他のあらゆる導電素子から電気素子（端子 702 及び導体 706 など）を電氣的に絶縁するのに適した絶縁材料で作製することができる。電力フィードスルー 711 を、溶接、ロウ付け又はその他の同様の接合技術を使用してマニホールド 235 に結合し、領域 713（例えば、処理チャンバ内の処理容積）と領域 714（例えば、処理容積から隔離された領域）の間に真空気密接続を形成することができる。

30

#### 【0063】

図 8 を参照すると、いくつかの実施形態では、ディスク 202 に形成された貫通孔 806 内に配置された 1 又はそれ以上の端子 814（1つを図示）を介して、ディスク 202 を電源 810 に電氣的に結合することができる。貫通孔 806 は、ディスク 202 内に配置された電極 802 と電源 810 の間を接続することができる、ディスク 202 上のあらゆる位置に形成することができる。いくつかの実施形態では、貫通孔 806 を、ディスク 202 の外縁 812 付近に、或いはディスク 202 の本体と一体的に形成された外向きに延びるタブ内に形成することができる。

40

#### 【0064】

いくつかの実施形態では、端子 814 が、貫通孔 806 内に収まるのに適した寸法のシャフト 816、及び端子 814 を貫通孔 806 内の静止位置に固定する幅広の頭部 804 を有することができる。端子 814 は、ディスク 202 を電源 810 に結合するのに適したあらゆる材料を含むことができる。例えば、端子 814 は、アルミニウム、チタン又はステンレス鋼などの金属を含むことができる。

#### 【0065】

50

いくつかの実施形態では、幅広の頭部 804 とディスク 202 の間にワッシャ 808 を配置して、端子 814 とディスク 202 の摩擦に起因するディスク 202 への損傷を低減することができる。

【0066】

1つの端子 814 しか図示していないが、あらゆる数の端子を利用することができる。例えば、ディスクが複数の電極（上述）を備える実施形態では、各電極を 1 又はそれ以上の端子 814 にそれぞれ結合して、容易に各電極に個別に電力を送出することができる。

【0067】

静電チャック 105 の動作時には、ディスク 202 と基板 S の間の接合面 216、及びディスク 202 と熱制御板 204 の間の接合面 218 にガス及び / 又はチャッキング電力を選択的に供給することにより、基板 S の急速な加熱又は冷却を容易にすることができる。いくつかの実施形態では、ディスク 202 を最大約 50 / 秒の速度で加熱又は冷却することができ、又は実施形態によっては、最大約 150 / 秒の加熱速度で加熱し、最大約 20 / 秒の冷却速度で冷却することができる。

【0068】

例えば、いくつかの実施形態では、基板 S を素早く加熱するために、ディスク 202 と基板 S の間の接合面 216 に熱伝導性ガス（アルゴン又はヘリウムなど）を供給しながら、ディスク 202 の 1 又はそれ以上の電極に AC 電力を供給してディスクを加熱することができる。このガスが存在することで、基板 S とディスク 202 の間の熱伝達が向上し、これにより加熱速度が高まる。また、ディスク 202 の電極 406 にチャッキング電力を供給し、基板 S をディスク 202 にチャッキングして基板 S とディスク 202 の間の熱伝達をさらに向上させることにより、基板 S の素早い加熱を容易にすることができる。

【0069】

また、ディスクを熱制御板に不完全に熱結合して、基板の加熱速度をさらに高めることもできる。例えば、ディスクと熱制御板の間に背面ガス溝を設けた実施形態では、ガスの流れを低減又は解除して、ディスクから熱制御板への伝熱速度を下げるることができる。これとは別に、又はこれと組み合わせて、熱制御板付近にチャッキング電極を設けた実施形態では、電極への電力を低減又は解除し、ディスクと熱制御板の間の締め付け圧を低下させて、ディスクから熱制御板への伝熱速度を下げるることができる。

【0070】

いくつかの実施形態では、基板 S を素早く冷却するために、ディスク 202 と熱制御板 204 の間の接合面 218 に熱伝導性ガス（アルゴン又はヘリウムなど）を供給することができる。例えば、いくつかの実施形態では、チャンバ内の動作圧を約 30 mTorr 未満にすることができる。熱伝導性ガスを供給することにより、ディスク 202 と熱制御板 204 の間の圧力を約 2 ~ 約 20 Torr に維持することができる。ガスが存在することで、ディスク 202 と熱制御板 204 の間の熱伝達が向上し、これにより冷却速度が高まる。また、ディスク 202 の電極 408 にチャッキング電力を供給し又はこれを増加させ、熱制御板 204 に対するディスク 202 の締め付け圧を高めてディスク 202 と熱制御板 204 の間の伝熱速度をさらに高めることにより、ディスク 202 と基板 S の素早い冷却をさらに容易にすることができる。

【0071】

ディスクと基板 S の間に強固な締め付け力を提供し、加熱及び冷却を素早く行うことができるディスクを提供することにより、ディスク 202 及び基板 S が、実質的に同様の速度で加熱及び冷却されるようになる。ディスク 202 は、基板 S の熱膨張係数と同様の熱膨張係数を有しているので、異なる熱膨張又は熱収縮速度に起因する基板 S と静電チャック 150 の間の摩擦が低減又は排除され、これにより基板 S への損傷を低減又は排除することができる。

【0072】

以上、静電チャック及びその使用方法を示したが、これにより、配置した基板の急速な加熱及び冷却と同時に素早く加熱及び冷却できる静電チャックを有利に提供することがで

きる。本発明の静電チャックは、基板処理における処理の柔軟性及びスループットの増加を実現することができる。本発明の静電チャックは、処理中の基板と静電チャックの熱膨張の速度差に起因する摩擦によって生じる基板への損傷をさらに有利に低減又は排除することができる。

【 0 0 7 3 】

上述した内容は、本発明の実施形態を対象とするものであるが、本発明の基本的な範囲から逸脱することなく、本発明の他の及びさらなる実施形態を考案することができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 4 】

1 1 2	中空支持軸	10
2 0 2	ディスク	
2 0 4	熱制御板	
2 0 6	堆積リング	
2 0 8	絶縁層	
2 1 0	支持ハウジング	
2 1 2	中空基部	
2 1 6	接合面	
2 1 7	真空プレート	
2 1 8	接合面	
2 2 0	基板対向面	20
2 2 1	貫通孔	
2 2 2	熱制御板対向面	
2 2 3	フランジ	
2 2 4	ハウジング	
2 2 6	傾斜縁	
2 2 7	傾斜縁	
2 2 9	導管	
2 3 0	貫通孔	
2 3 2	電線管	
2 3 4	ガス供給ライン	30
2 3 5	マニホールド	
2 3 6	ガス供給ライン	
2 3 8	第 1 の溝	
2 3 9	第 1 の貫通孔	
2 4 0	第 2 の溝	
2 4 1	第 2 の貫通孔	
2 4 5	本体	
S	基板	



【図 1】

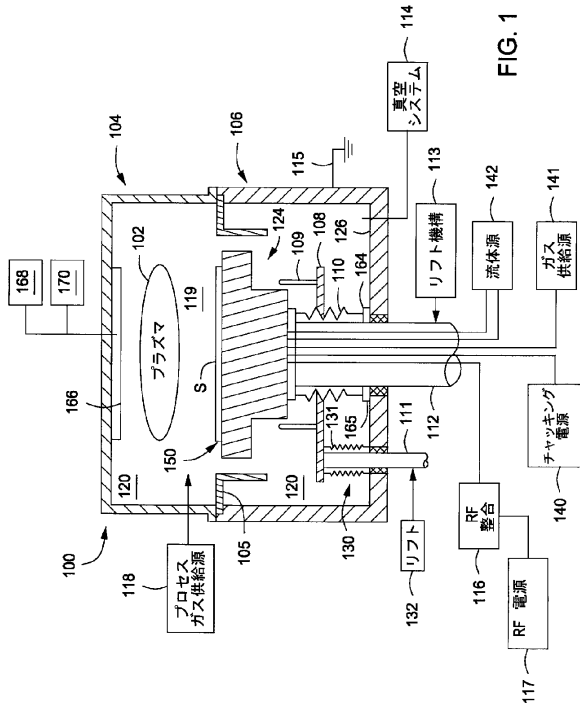


FIG. 1

【図 1 A】

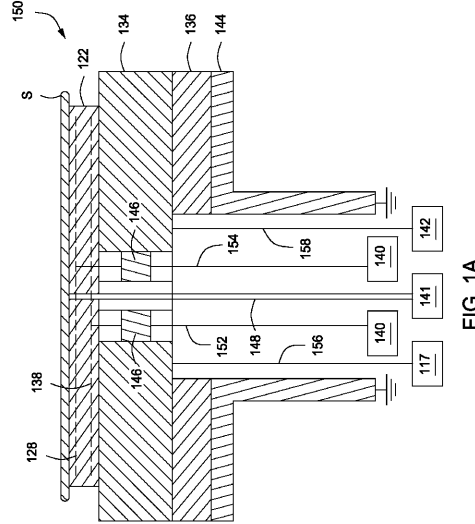


FIG. 1A

【図 2】

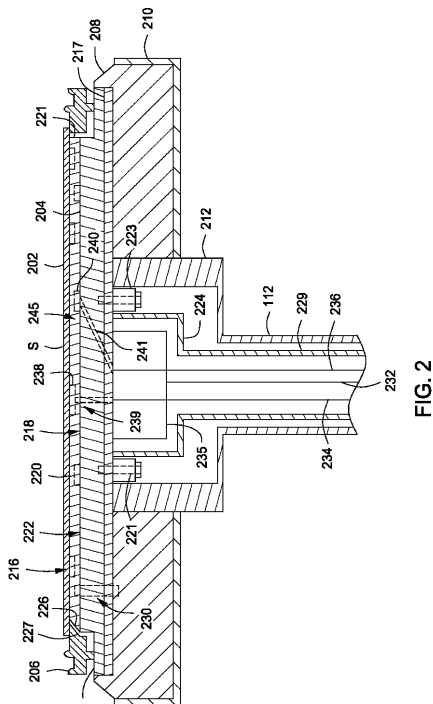


FIG. 2

【図 3】

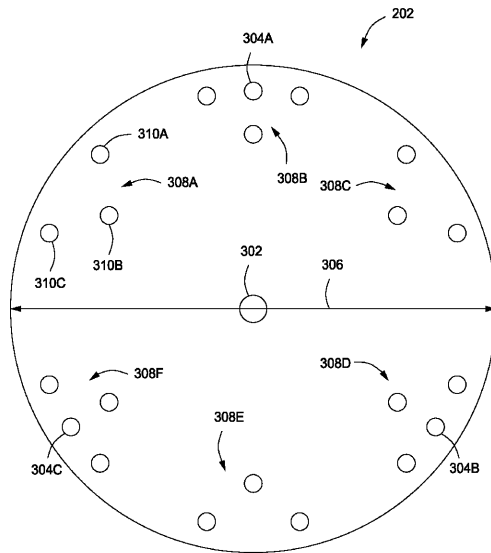


FIG. 3

【図 4 A】

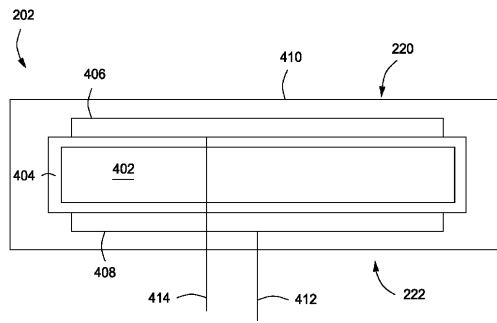


FIG. 4A

【図 4 B】

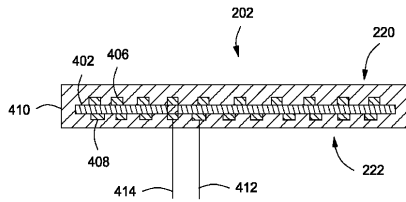


FIG. 4B

【図 5】

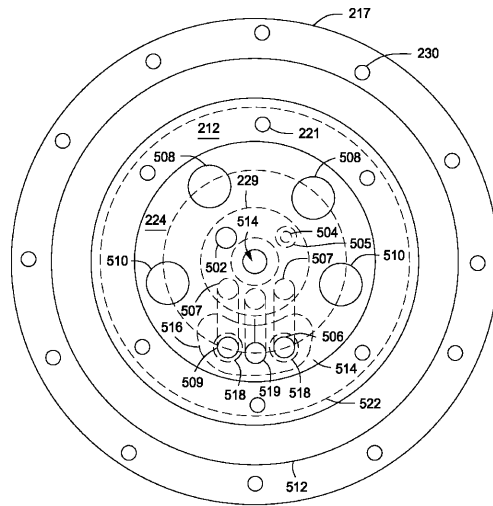


FIG. 5

【図 6】

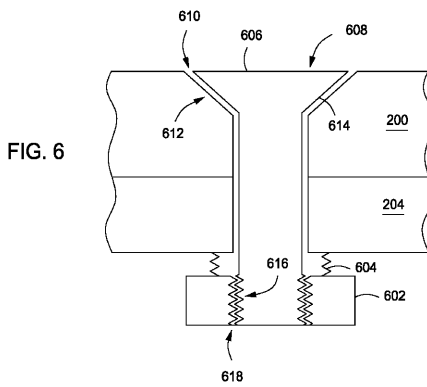


FIG. 6

【図 8】

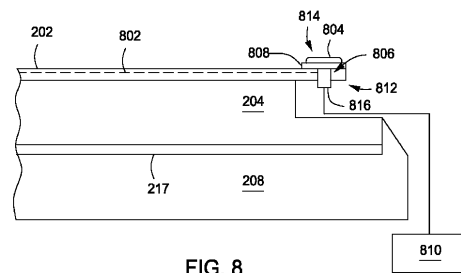
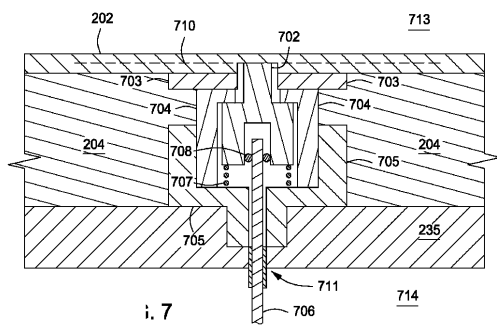


FIG. 8

【図 7】



i. 7

【図 9】

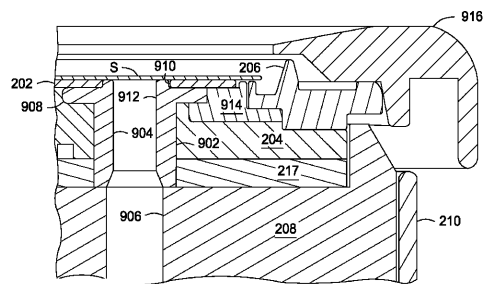


FIG. 9

## フロントページの続き

- (74)代理人 100086771  
弁理士 西島 孝喜
- (74)代理人 100109070  
弁理士 須田 洋之
- (74)代理人 100109335  
弁理士 上杉 浩
- (74)代理人 100120525  
弁理士 近藤 直樹
- (72)発明者 ロイ シャンプ エヌ  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94085 サニーヴェイル レイクサイド ドライヴ 1  
245 アpartment 3014
- (72)発明者 ライカー マーティン リー  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95035 ミルピタス レイシー ドライヴ 2174
- (72)発明者 ミラー キース エイ  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94043 マウンテン ヴィュー サン ピエール ウェ  
イ 535
- (72)発明者 パルケ ヴィジャイ ディー  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95135 サン ホセ ブーケ パーク レーン 405  
4
- (72)発明者 サンソーニ スティーヴン ヴィー  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94550 リヴァーモア ポンテ コート 189

審査官 今井 聖和

- (56)参考文献 特開2004-095665(JP,A)  
特開2002-009064(JP,A)  
特開2007-242913(JP,A)  
特開2007-150351(JP,A)  
特開2003-249544(JP,A)  
特表2009-500835(JP,A)  
特開2010-040644(JP,A)  
特開2003-249541(JP,A)  
特開2010-109316(JP,A)  
特開2008-311298(JP,A)  
特開平09-162272(JP,A)  
国際公開第2010/011521(WO,A2)  
特開2010-041041(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/67-21/687  
B23Q 3/15  
C23C 14/50  
H02N 13/00