

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号  
特許第6091496号  
(P6091496)

(45) 発行日 平成29年3月8日(2017.3.8)

(24) 登録日 平成29年2月17日(2017.2.17)

(51) Int.Cl.

F I

HO 1 L 21/26 (2006.01)

HO 1 L 21/683 (2006.01)

HO 1 L 21/265 (2006.01)

HO 1 L 21/268 (2006.01)

HO 1 L 21/26 Q

HO 1 L 21/26 G

HO 1 L 21/26 T

HO 1 L 21/68 N

HO 1 L 21/265 6 O 3 D

請求項の数 8 (全 12 頁) 最終頁に続く

|               |                               |           |                                                 |
|---------------|-------------------------------|-----------|-------------------------------------------------|
| (21) 出願番号     | 特願2014-513530 (P2014-513530)  | (73) 特許権者 | 390040660                                       |
| (86) (22) 出願日 | 平成24年5月11日 (2012.5.11)        |           | アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド                         |
| (65) 公表番号     | 特表2014-522574 (P2014-522574A) |           | APPLIED MATERIALS, INCORPORATED                 |
| (43) 公表日      | 平成26年9月4日 (2014.9.4)          |           | アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95054 サンタ クララ パウアーズ アベニュー 3050 |
| (86) 国際出願番号   | PCT/US2012/037473             |           |                                                 |
| (87) 国際公開番号   | W02012/166322                 | (74) 代理人  | 100109726                                       |
| (87) 国際公開日    | 平成24年12月6日 (2012.12.6)        |           | 弁理士 園田 吉隆                                       |
| 審査請求日         | 平成27年5月8日 (2015.5.8)          | (74) 代理人  | 100101199                                       |
| (31) 優先権主張番号  | 13/152, 157                   |           | 弁理士 小林 義教                                       |
| (32) 優先日      | 平成23年6月2日 (2011.6.2)          |           |                                                 |
| (33) 優先権主張国   | 米国 (US)                       |           |                                                 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板を支持および制御する装置および方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板を処理する装置であって、  
内側容積を画定するチャンバ本体と、  
前記内側容積内に配置された基板支持体であり、基板支持体本体であって、上面と、前記上面に隣接した基板領域に複数の流体流を供給するように前記基板支持体本体の前記上面の下方に配置された複数の流体チャネルとを有する基板支持体本体を備える基板支持体と、  
前記基板を浮かせるために、前記基板支持体本体の前記上面の下方の前記複数の流体チャネルのそれぞれに第 1 の流体と第 2 の流体とを供給する複数の流体制御デバイスを備え、各流体チャネルは流体を 1 つの流体制御デバイスのみから受ける、流体供給システムと  
、  
前記基板支持体本体の上面に形成された真空ポートと前記真空ポートに接続された真空源とを有する補助力アセンブリと、  
コントローラであって、基板の平坦度プロファイルと温度プロファイルとを、  
前記基板の前記平坦度プロファイルを 1 または複数の基板位置センサで監視することと、  
前記基板の前記温度プロファイルを 1 または複数の熱センサを用いて監視することと  
、  
前記複数の流体チャネルに供給された前記第 1 の流体と前記第 2 の流体を、

前記温度プロファイルの変動を減少するために、前記基板支持体本体の前記複数の流体チャンネルを通る前記複数の流体流を調整するために、前記 1 または複数の熱センサからの前記温度プロファイルを用いることと、

前記平坦度プロファイルの変動を減少するために、前記基板支持体本体の前記上面の前記真空ポートを通る、前記真空源からの流れを調整するために、前記 1 または複数の基板位置センサからの前記基板の前記平坦度プロファイルと前記基板の前記位置を用いることによって、

制御することによって、

維持するようにプログラムされたコントローラと、  
を備える装置。

10

【請求項 2】

基板を処理する装置であって、

内側容積を画定するチャンバ本体と、

前記内側容積内に配置された基板支持体であり、基板支持体本体であって、上面と、前記上面に隣接した基板領域に複数の流体流を供給するように前記基板支持体本体の前記上面の下方に配置された複数の流体チャンネルとを有する基板支持体本体を備える基板支持体と、

前記基板を浮かせるために、前記基板支持体本体の前記上面の下方に配置された前記複数の流体チャンネルのそれぞれに第 1 の流体と第 2 の流体とを供給する複数の流体制御デバイスを備え、各流体チャンネルは流体を 1 つの流体制御デバイスのみから受け、前記第 1 の流体と前記第 2 の流体とは異なる、流体供給システムと、

20

前記基板領域内に補助力を供給する補助力アセンブリと、

コントローラであって、

前記基板支持体本体の前記上面の下方に配置された前記複数の流体チャンネルへの前記第 1 の流体と前記第 2 の流体との供給を制御すること、並びに基板の位置、平坦度プロファイル、及び温度プロファイルを維持することをプログラムされて、これらの制御及び維持が、1 または複数の基板位置センサを用いて前記基板の位置を、前記 1 または複数の基板位置センサを用いて前記基板の平坦度プロファイルを、及び 1 または複数の熱センサを用いて前記基板の前記温度プロファイルを、監視することによって、並びに、前記 1 または複数の基板位置センサと前記 1 または複数の熱センサとから受け取られた信号に基づいて前記流体供給システムと前記補助力アセンブリを制御することによって行う、コントローラとを備える装置。

30

【請求項 3】

基板を処理する装置であって、

内側容積を画定するチャンバ本体と、

前記内側容積内に配置された基板支持体であり、基板支持体本体であって、上面と、前記上面に隣接した基板領域に複数の流体流を供給するように前記基板支持体本体の前記上面の下方に配置された複数の流体チャンネルとを有する基板支持体本体を備える基板支持体と、

前記基板を浮かせるために、前記基板支持体本体の前記上面の下方に配置された前記複数の流体チャンネルのそれぞれに第 1 の流体と第 2 の流体とを供給する複数の流体制御デバイスを備え、各流体チャンネルは流体を 1 つの流体制御デバイスのみから受け、前記流体制御デバイスが、前記第 1 の流体と前記第 2 の流体の間の流量比を調整することができる、流体供給システムと、

40

前記基板領域内で補助力を供給する補助力アセンブリと、

コントローラであって、

前記基板支持体本体の前記上面の下方に配置された前記複数の流体チャンネルへの前記第 1 の流体と前記第 2 の流体との供給を制御すること、並びに基板の位置、平坦度プロファイル、及び温度プロファイルを維持することをプログラムされて、これらの制御及び維持が、1 または複数の基板位置センサを用いて前記基板の位置を、前記 1 または複数の基板

50

位置センサを用いて前記基板の平坦度プロファイルを、及び 1 または複数の熱センサを用いて前記基板の前記温度プロファイルを、監視することとによって、並びに、前記 1 または複数の基板位置センサと前記 1 または複数の熱センサとから受け取られた信号に基づいて前記流体供給システムと前記補助力アセンブリを制御することによって行う、コントローラとを備える装置。

【請求項 4】

前記 1 または複数の基板位置センサが容量センサである、請求項 1 ないし 3 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 5】

前記基板支持体本体内に埋め込まれたヒータをさらに備える、請求項 1 ないし 3 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 6】

前記第 1 および第 2 の流体が、異なる熱質を有する、請求項 1 ないし 3 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 7】

前記複数の流体制御デバイスがそれぞれ、第 1 および第 2 の流体源からの前記流体の比を調整する、請求項 1 ないし 3 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 8】

前記補助力アセンブリが、前記基板支持体本体の前記上面に形成された複数の真空ポートに接続された真空源を備える、請求項 2 または 3 に記載の装置。

【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、基板を処理する装置および方法に関する。より詳細には、本発明の実施形態は、熱処理中に基板を支持する装置および方法を提供する。

【背景技術】

【0002】

半導体処理中、特に熱処理中は、従来の基板支持体によって支持されている基板では、急速な加熱によって引き起こされる熱勾配のため、反り、湾曲、さらには破断が生じることがある。場合によっては、基板が変形すると、変形によって基板の異なる領域が異なる形で熱源に露出されるため、基板全体が熱的に不均一になることもある。

【0003】

したがって、熱処理中に基板を支持および制御する改善された装置および方法が必要とされている。

【発明の概要】

【0004】

本発明の実施形態は一般に、基板を処理する装置および方法を提供する。より詳細には、本発明の実施形態は、熱処理中に基板を取り扱う装置および方法を提供する。

【0005】

本発明の一実施形態は、基板を処理する装置を提供する。この装置は、内側容積を画定するチャンバ本体と、内側容積内に配置された基板支持体と、基板に補助力を印加するように構成された補助力アセンブリとを含む。基板支持体は、上面を有する基板支持体本体を備える。上面には複数のポートが形成される。これらのポートは、上面の上で基板を支持、位置決め、および / または回転するために複数の流体流を供給するように構成される。補助力は、基板の垂直位置または基板のプロファイルを調整するように構成される。

【0006】

本発明の別の実施形態は、基板を取り扱う方法を提供する。この方法は、処理チャンバ内の基板支持体の上面に形成された複数のポートに複数の流体流を供給することと、基板支持体の上面の上で基板が浮上するように、複数の流体流の上で基板を受け取ることと、基板に直接接触することなく基板の変形を低減させるように、基板に補助力を印加するこ

10

20

30

40

50

とを含む。

【 0 0 0 7 】

本発明のさらに別の実施形態は、熱処理中に基板を取り扱う方法を提供する。この方法は、処理チャンバ内の基板支持体の上面に形成された複数のポートに複数の流体流を供給することと、基板支持体の上面の上で基板が浮上するように、複数の流体流の上で基板を受け取ることと、基板の温度プロファイルを監視することと、複数の流体流の１つまたは複数の熱質量を調整して基板の温度プロファイルを調整することを含む。

【 0 0 0 8 】

本発明の上記の特徴を詳細に理解できるように、上記で簡単に要約した本発明のより詳細な説明は、実施形態を参照することによって得ることができる。これらの実施形態のいくつかを、添付の図面に示す。しかし、本発明は他の等しく有効な実施形態も許容しうるため、添付の図面は本発明の典型的な実施形態のみを示しており、したがって本発明の範囲を限定すると見なすべきではないことに留意されたい。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1 A】本発明の一実施形態による熱処理チャンバの概略断面側面図である。

【図 1 B】ランプアセンブリが除去された、図 1 A の熱処理チャンバの概略上面図である。

【図 2】A ~ D は、本発明の実施形態による、反力を受けて改善された平坦度を有する基板を概略的に示す図である。

【図 3】本発明の一実施形態による、基板を支持するための複数のポートと、反力を印加するための静電チャックとを有する基板支持体を概略的に示す図である。

【図 4】本発明の一実施形態による、改善された熱的均一性で基板を支持する方法の流れ図である。

【図 5】本発明の一実施形態による、基板の平坦度を維持する方法の流れ図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

理解を容易にするために、可能な場合、複数の図に共通の同一の要素を指すために同一の参照番号を使用した。一実施形態で開示する要素は、具体的な記述がなくても、他の実施形態で有益に利用できることが企図されている。

【 0 0 1 1 】

本発明の実施形態は一般に、基板を処理する方法および装置に関する。詳細には、本発明の実施形態は、熱処理中に基板を支持する装置および方法を提供する。本発明の実施形態は、流体流を使用して基板を取り扱うこと、調整可能な流体組成を使用して基板温度を調整すること、および／または流体流に逆らう補助力を使用して基板の平坦度を維持することによって、処理中に改善された基板制御を行う処理チャンバを提供する。

【 0 0 1 2 】

図 1 A は、本発明の一実施形態による熱処理チャンバ 1 0 0 の概略断面側面図である。熱処理チャンバ 1 0 0 は、基板の急速熱処理を実行するように構成される。

【 0 0 1 3 】

熱処理チャンバ 1 0 0 は、側壁 1 0 2 と、側壁 1 0 2 に結合されたチャンバ底部 1 0 4 と、側壁 1 0 2 の上に配置された石英窓 1 0 6 とを含む。側壁 1 0 2、チャンバ底部 1 0 4、および石英窓 1 0 6 は、基板 1 1 0 を処理するための内側容積 1 0 8 を画定する。石英窓 1 0 6 の上加熱アセンブリ 1 1 2 が配置され、加熱アセンブリ 1 1 2 は、石英窓 1 0 6 を通じて内側容積 1 0 8 の方へ熱エネルギーを誘導するように構成される。加熱アセンブリ 1 1 2 は、複数の加熱要素 1 1 4 を含む。一実施形態では、複数の加熱要素 1 1 4 は複数のランプである。複数の加熱要素 1 1 4 は、システムコントローラ 1 5 2 によって制御することができる。一実施形態では、複数の加熱要素 1 1 4 は、個々または集団で制御することができる。

【 0 0 1 4 】

側壁 102 を通じて、基板を移送するためのスリットバルブドア 116 を形成することができる。熱処理チャンバ 100 は、処理中に 1 つまたは複数の処理ガスを内側容積 108 に提供するように構成されたガス源 118 に結合される。熱処理チャンバ 100 には、内側容積 108 を汲み出すための真空ポンプ 120 を結合することができる。

#### 【0015】

図 1B は、加熱アセンブリ 112 を除去した、図 1A の熱処理チャンバ 100 の概略上面図である。

#### 【0016】

内側容積 108 内に基板支持体 122 が配置され、基板支持体 122 は、処理中に基板 110 を支持、位置決め、および / または回転するように構成される。具体的には、基板支持体 122 は、流体の流れを使用して基板 110 を支持、位置決め、および / または回転する非接触式の基板支持デバイスである。

#### 【0017】

一実施形態では、基板支持体 122 は、チャンバ底部 104 の上に配置された基板支持体本体 124 を含む。基板支持体本体 124 の上面 128 に、複数のポート 126 が形成される。図 1B は、本発明の一実施形態による複数のポート 126 の例示的な構成を示す。

#### 【0018】

複数のポート 126 は、基板支持体本体 124 内に形成された複数のチャンネル 130 を通じて流体供給システム 132 に接続される。一実施形態では、流体供給システム 132 は、窒素、ヘリウム、アルゴン、クリプトン、ネオン、水素、またはこれらの組合せなどの 1 つまたは複数のガスを供給するように構成される。別法として、流体供給システム 132 は、水などの液体の流れを複数のポート 126 に供給するように構成することもできる。

#### 【0019】

複数のポート 126 は、複数の流体流を基板 110 の下面 134 の方へ向けて上面 128 付近の基板領域に誘導し、流体流が基板 110 の下面 134 に当たったときに生成される摩擦および伝達される運動量を使用して基板 110 を支持および移動するように構成される。基板 110 は、複数の流体流の速度および方向など、複数のポート 126 から供給される流体流の特性を制御することによって、基板領域内で支持、位置決め、および / または回転される。各流体流によって伝えられる力を組み合わせて、基板 110 を必要に応じて移動および位置決めすることができる。

#### 【0020】

流体流を使用する例示的な基板位置決めアセンブリに関する詳細な説明は、「Apparatus and Method for Supporting, Positioning and Rotating a Substrate in a Processing Chamber」という名称の米国特許出願公開第 2008 / 028045 3 号に見ることができる。

#### 【0021】

熱処理チャンバ 100 は、様々な位置で基板 110 の温度を測定するように構成された複数の熱センサ 136 を含むことができる。複数の熱センサ 136 は、チャンバ底部 104 を通じて形成された開口内に配置することができる。一実施形態では、複数の熱センサ 136 は高温計である。図 1B に示すように、複数の熱センサ 136 を異なる径方向の位置に配置して、異なる径方向の位置で基板 110 の温度を測定し、処理中の基板 110 の温度プロファイルを生成することができる。複数の熱センサ 136 は、システムコントローラ 152 に結合される。一実施形態では、システムコントローラ 152 は、複数の熱センサ 136 から受け取った信号を使用して基板 110 の熱プロファイルを生成するように構成することができる。

#### 【0022】

熱処理チャンバ 100 はまた、熱処理チャンバ 100 内の基板 110 の位置を検出する

10

20

30

40

50

ように構成された2つ以上の位置センサ138を含む。一実施形態では、位置センサ138は、基板110の透視部分の相対的な位置を検出するように構成された容量センサである。複数の位置センサ138は、システムコントローラ152に結合される。位置センサ138をとともまたは単独で使用して、垂直位置、水平位置、水平性、平坦度、回転速度、回転方向などの基板110の様々な特性を判定することができる。容量センサを使用して基板の特性を検出することに関する詳細な説明は、「Apparatus and Methods for Positioning a Substrate Using Capacitive Sensors」という名称の米国特許出願第12/611,958号に見ることができる。

【0023】

10

別法として、位置センサ138は、光センサ、または基板110の位置を検出するのに適した他のセンサとすることができる。

【0024】

本発明の一実施形態によれば、基板支持体122は加熱され、基板110の裏側に熱エネルギーを提供する。一実施形態では、基板支持体122は、基板支持体本体124内に埋め込まれたヒータ140を含む。一実施形態では、ヒータ140は、抵抗ヒータとすることができる。ヒータ140には、ヒータ電源142を結合することができる。ヒータ140によって基板支持体本体124を直接加熱し、基板110と基板支持体本体124の上面128との間の流体流による熱放射および対流によって基板110に熱エネルギーを提供することができる。一実施形態では、ヒータ140は、処理中に約450 ~ 約720の温度で維持することができる。ヒータ電源142は、システムコントローラ152に結合して、システムコントローラ152によって制御することができる。

20

【0025】

本発明の実施形態によれば、流体供給システム132は、調整可能な熱質量を有する流体流を複数のポート126に供給して基板110の温度を調整するように構成される。

【0026】

一実施形態では、流体供給システム132は、流体流の組成を調整することによって、調整可能な熱質量を有する流体流を供給することができる。流体供給システム132は、2つ以上の流体源144A、144Bを含むことができる。流体供給システム132はまた、複数の流体制御デバイス146を含む。各流体制御デバイス146は、複数のポート126のうちの1つと2つ以上の流体源144A、144Bとの間に接続される。各流体制御デバイス146は、対応するポート126に供給される流量を調整するように構成される。

30

【0027】

一実施形態では、各流体制御デバイス146はまた、流体源144A、144Bからの流体の比を調整して、対応するポート126へ供給される流体流の組成を調整することが可能である。流体源144Aは、流体源144Bによって提供される流体とは異なる熱質量を有する流体を提供するように構成される。各ポート126へ提供される流体流の組成を調整することによって、流体供給システム132は、各ポート126へ供給される流体流の熱質量を調整することができる。一実施形態では、各流体制御デバイス146は、システムコントローラ152によって個々に制御することができる。

40

【0028】

基板支持体122は、基板領域内の基板110上で複数のポート126からの流体流を均衡させ、またはそれらの流体流に反作用するように、基板領域に補助力を印加するように構成された補助力アセンブリをさらに含む。

【0029】

一実施形態では、補助力アセンブリは、真空によって垂直方向に下向きの力を印加するように構成することができる。補助力アセンブリは、真空源150に接続された複数の真空ポート148を含むことができる。本発明の一実施形態では、複数の真空ポート148は、基板支持体本体124の上面128に開かれている。複数の真空ポート148は、真

50

空源 150 に接続される。複数の真空ポート 148 は、複数のポート 126 から供給される流体流からの力を均衡させ、またはその力に反作用するように、様々な位置に分散させることができる。一実施形態では、複数の真空ポート 148 はそれぞれ、システムコントローラ 152 によって個々に制御することができる。

#### 【0030】

処理中、熱センサ 136、位置センサ 138、流体供給システム 132、真空ポート 148、およびシステムコントローラ 152 は閉ループ制御システムを形成し、所望の処理結果が得られるように基板 110 の特性を制御する。

#### 【0031】

上記で論じたように、基板支持体 122 は、基板支持体本体 124 を加熱できる間に複数のポート 126 からの流体流で基板 110 を支持、位置決め、および / または回転するように構成される。基板 110 は、基板支持体本体 124 とのいかなる固体接触もなく、基板支持体 122 の上で浮上する。

10

#### 【0032】

基板 110 と基板支持体本体 124 との間の熱流束は、複数のポート 126 を流れる流体流を変動させること、および / または基板と基板支持体本体 124 の上面 128 との間の距離 154 を調整することによって、制御することができる。

#### 【0033】

流体流を変動させることは、複数のポート 126 からの流量を調整すること、および / または複数のポート 126 からの流体流の組成を調整することを含むことができる。

20

#### 【0034】

ヒータ 140 の温度、流体流の組成、および距離 154 などの他の条件が同じままであるとき、流量が増大するにつれて基板 110 の温度は低下する。したがって、複数のポート 126 からの流量を増大させる結果、基板 110 内の温度を低下させることができ、複数のポート 126 からの流量を低減させる結果、基板 110 内の温度を上昇させることができる。

#### 【0035】

上記で論じたように、流体源 144 A は、流体源 144 B によって提供される流体とは異なる熱質量を有する流体を提供するように構成される。一実施形態では、流体源 144 A はヘリウム源であり、流体源 144 B は窒素源である。通常、窒素ガスは、ヘリウムガスより高い熱質量を有する。ヒータ 140 の温度、複数のポート 126 からの流量、および距離 154 などの他の条件が同じままであるとき、基板 110 は、基板 110 を支持するためにヘリウムガスが使用されるとき、基板 110 を支持するために同じ流量の窒素ガスが使用されるときより高い温度を有する。

30

#### 【0036】

たとえば、ヒータ 140 が約 720 の温度で維持され、内側容積 108 が大気圧で維持され、基板 110 を支持するために約 500 sccm ~ 2500 sccm の流量が使用されるとき、基板 110 の温度は、ヘリウムガスが使用されるとき、同じ流量の窒素ガスが使用されるときより約 60 高い。したがって、基板 110 を支持するために窒素とヘリウムの混合物が使用されるとき、基板 110 の温度は約 60 の範囲内で変動することができる。他の処理条件が同じままであるとき、基板 110 を支持するために使用される窒素 / ヘリウム混合物中の窒素の比を増大させることで、基板 110 の温度を低下させることができ、窒素の比を低減させることで、基板 110 の温度を上昇させることができる。

40

#### 【0037】

したがって、複数のポート 126 からの熱質量がより高い流体の比を増大させる結果、基板 110 の温度を低下させることができ、複数のポート 126 からの熱質量がより高い流体の比を低減させる結果、基板 110 の温度を上昇させることができる。

#### 【0038】

距離 154 を増大させることで、基板 110 は加熱アセンブリ 112 に近づき、基板支

50

持体本体 1 2 4 から離れる。したがって、距離 1 5 4 を調整することで、基板 1 1 0 の温度を変化させることができる。距離 1 5 4 は、複数のポート 1 2 6 からの流体流を変動させることによって、または補助力を印加して複数のポート 1 2 6 からの揚力を均衡させることによって、制御することができる。基板 1 1 0 を垂直に持ち上げるように構成されたポート 1 2 6 からの流量を増大させることで、距離 1 5 4 を増大させることができ、基板 1 1 0 を垂直に持ち上げるように構成されたポート 1 2 6 からの流量を低減させることで、距離 1 5 4 を低減させることができる。

【 0 0 3 9 】

補助力を印加および / または調整して、距離 1 5 4 を調整することができる。流量を変化させないことが有益であるときは、補助力を印加して距離 1 5 4 を変化させることができる。一実施形態では、補助力は、複数のポート 1 2 6 からの流体流で事前に加えることができ、距離 1 5 4 を変化させるために処理中に低減または増大させることができる。一実施形態では、補助力は、複数の真空ポート 1 4 8 を通じて真空の負荷によって印加することができる。

10

【 0 0 4 0 】

一実施形態では、真空ポート 1 4 8 からの真空力などの補助力は、処理中に基板の平坦度を維持するために、事前に加えられるか、または常に印加される。基板 1 1 0 が浮上している間に基板 1 1 0 の平坦度を維持することで、加熱アセンブリ 1 1 2、ヒータ 1 4 0 の加熱、または他の加熱によって引き起こされる基板 1 1 0 内の熱勾配にかかわらず、基板 1 1 0 は、熱処理中に径方向に自由に拡大することが可能になる。その結果、急速熱処理中の基板 1 1 0 の湾曲、反り、および / または破断が低減される。さらにまた、基板 1 1 0 の平坦度を維持することで、平坦な基板の異なる領域が加熱源から同じ距離で位置決めされるため、基板 1 1 0 内の温度の均一性が確保される。

20

【 0 0 4 1 】

図 2 A ~ 2 D は、本発明の実施形態による、反力を受けて改善された平坦度を有する基板を概略的に示す。

【 0 0 4 2 】

図 2 A は、基板 1 1 0 が重力 G を受けて中心付近で下方へ湾曲していること、および支持流体流 2 0 2 が基板 1 1 0 の外側領域に印加されていることを概略的に示す。図 2 B では、径方向に流体流 2 0 2 より外側の位置で、基板 1 1 0 に補助力 2 0 4 が印加されている。補助力 2 0 4、流体流 2 0 2 からの揚力、および重力 G を組み合わせた結果、基板 1 1 0 は平坦になる。

30

【 0 0 4 3 】

図 2 C は、基板 1 1 0 の上側 2 0 6 が基板の下側 2 0 8 より高い温度に加熱されたときに生じる熱勾配のため、基板 1 1 0 が上方へ湾曲していることを概略的に示す。図 2 D では、径方向に流体流 2 0 2 より内側の位置で、基板 1 1 0 に補助力 2 0 4 が印加されている。補助力 2 0 4、流体流 2 0 2 からの揚力、および重力 G を組み合わせた結果、基板 1 1 0 は平坦になる。

【 0 0 4 4 】

補助力アセンブリは、真空力、静電力、電磁力などの任意の適した非接触手段によって、基板 1 1 0 に力を印加するように構成することができる。

40

【 0 0 4 5 】

図 3 は、流体流で基板 1 1 0 を支持し、静電力によって補助力を印加するための複数のポート 1 2 6 を有する、本発明の一実施形態による基板支持体 3 0 0 を概略的に示す。基板支持体 3 0 0 は、基板支持体本体 1 2 4 内に埋め込まれた電極 3 0 2 を含み、真空ポート 1 4 8 をもたないことを除いて、基板支持体 1 2 2 に類似している。電極 3 0 2 は、電源 3 0 4 に接続される。電源 3 0 4 は、システムコントローラ 1 5 2 に接続することができる。その結果、システムコントローラ 1 5 2 は、基板 1 1 0 が基板支持体本体 1 2 4 の上に浮上している間に電極 3 0 2 から基板 1 1 0 に印加される静電力の量を制御することができる。

50



## 【 0 0 4 6 】

図 4 は、本発明の一実施形態による、改善された熱的均一性で基板を支持する方法 4 0 0 の流れ図である。方法 4 0 0 は、上記の処理チャンバ 1 0 0 に類似の処理チャンバ内で実行することができる。

## 【 0 0 4 7 】

ボックス 4 1 0 で、処理チャンバ内の基板支持体の上面に形成された複数のポートに、複数の流体流が供給される。一実施形態では、基板支持体を加熱することができる。

## 【 0 0 4 8 】

ボックス 4 2 0 で、処理すべき基板が複数の流体流によって受け取られ、複数の流体流は、基板が浮上するように基板支持体の上面の上で基板を支持する。基板は、基板の上面に接触しない。一実施形態では、複数のポートからの流体流はまた、基板支持体の上で基板を回転させることもできる。

## 【 0 0 4 9 】

一実施形態では、基板が基板支持体の上で浮上するとき、熱処理を実行することができる。基板は、基板支持体内のヒータおよび / または基板の上に配置された熱源によって加熱することができる。一実施形態では、熱処理は急速熱処理とすることができ、基板は高い傾斜率で加熱される。

## 【 0 0 5 0 】

ボックス 4 3 0 で、基板に補助力を印加することによって、基板の平坦度を維持することができる。基板の平坦度を維持するかどうかは任意選択とすることができる。図 2 A ~ 2 D に示すように、補助力を印加して、重力、流体流、または熱勾配によって引き起こされる変形を克服することができる。一実施形態では、補助力を事前に加えてから、処理中に基板を受け取って調整することができる。図 5 は、基板の平坦度を維持する方法について詳細に説明する。

## 【 0 0 5 1 】

ボックス 4 4 0 で、1 つまたは複数の熱センサを使用して、基板の温度プロファイルを生成することができる。

## 【 0 0 5 2 】

ボックス 4 5 0 で、ボックス 4 4 0 で得られた基板の温度プロファイルに従って 1 つまたは複数の処理パラメータを調整し、基板全体で均一の温度プロファイルなど、所望の温度プロファイルを調整することができる。調整される処理パラメータは、基板と基板支持体との間の距離、基板を支持するための流体流の流量、流体流の 1 つもしくは複数の熱質量、またはこれらの組合せの 1 つを含むことができる。一実施形態では、基板と基板支持体との間の距離を調整することは、補助力を追加または調整することを含むことができる。一実施形態では、流体流の熱質量は、流体流中で異なる熱質量を有する 2 つの流体の比を調整することによって調整することができる。

## 【 0 0 5 3 】

一実施形態では、ボックス 4 4 0 およびボックス 4 5 0 は、処理中に繰り返し実行することができる。

## 【 0 0 5 4 】

図 5 は、本発明の一実施形態による、流体流によって基板を支持する間に基板の平坦度を維持する方法 5 0 0 の流れ図である。方法 5 0 0 は、方法 4 0 0 のボックス 4 3 0 で使用することができる。

## 【 0 0 5 5 】

ボックス 5 1 0 で、処理されている間に流体流によって支持される基板のプロファイルを、1 つまたは複数の位置センサを使用して監視することができる。一実施形態では、位置センサは、基板の方へ向けられた容量センサとすることができる。

## 【 0 0 5 6 】

ボックス 5 2 0 で、基板の平坦度を維持するために、基板に印加される補助力を追加または調整することができる。一実施形態では、補助力は、基板支持体の上面に形成された

10

20

30

40

50

複数の真空ポートを通じて印加される真空力とすることができる。別の実施形態では、補助力は静電力とすることができる。

【 0 0 5 7 】

一実施形態では、ボックス 5 1 0 およびボックス 5 2 0 を繰り返し実行して、処理の進行中に基板の平坦度を維持することができる。

【 0 0 5 8 】

本発明の実施形態は、従来の熱処理向け基板支持体に比べて、いくつかの利点を有する。たとえば、本発明の実施形態は、基板温度の傾斜率を制御する非接触式の基板支持体を提供し、流体流の組成および/または流量などの流体流のパラメータを調整することによって処理の均一性を改善する。本発明の実施形態はまた、処理中に基板に対する補助力を印加および/または調整することによって、熱処理中の基板の湾曲、反り、および破断を軽減する。

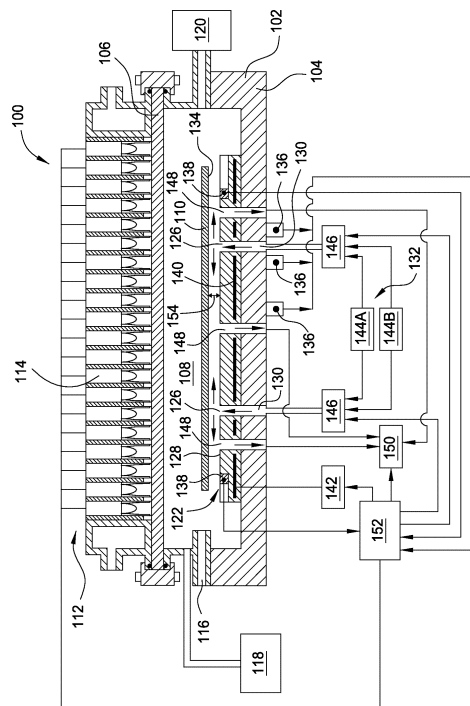
【 0 0 5 9 】

本発明の実施形態について R T P チャンバを用いて説明したが、本発明の実施形態は、熱的均一性が必要とされる任意の適したチャンバを用いて使用することができる。たとえば、本発明の実施形態は、化学気相堆積チャンバ、原子層堆積チャンバ、フラッシュランプを有する熱処理チャンバ、レーザアニールチャンバ、物理的気相堆積チャンバ、イオン注入チャンバ、プラズマ酸化チャンバ、またはロードロックチャンバ内で使用することができる。

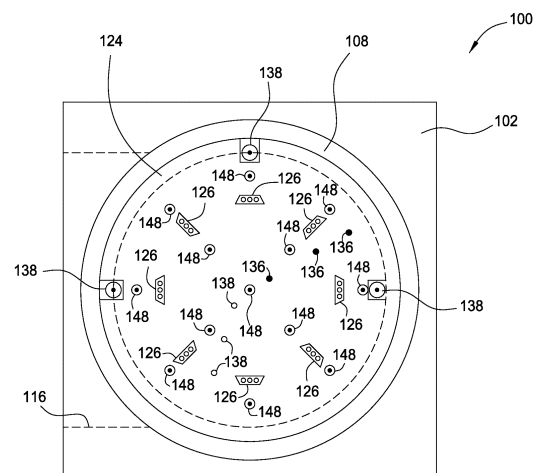
【 0 0 6 0 】

上記は本発明の実施形態を対象とするが、本発明の基本的な範囲を逸脱することなく、本発明の他のさらなる実施形態を考案することもでき、本発明の範囲は、以下の特許請求の範囲によって決定される。

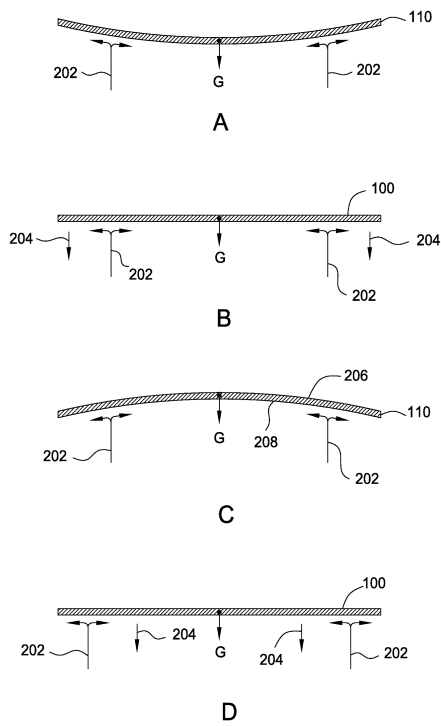
【 図 1 A 】



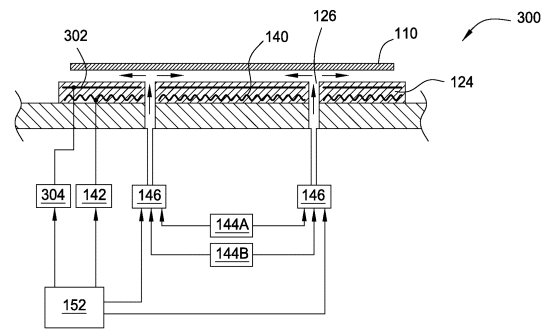
【 図 1 B 】



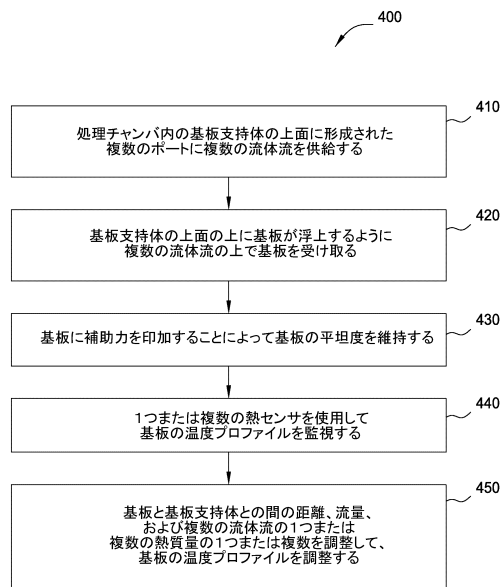
【図 2】



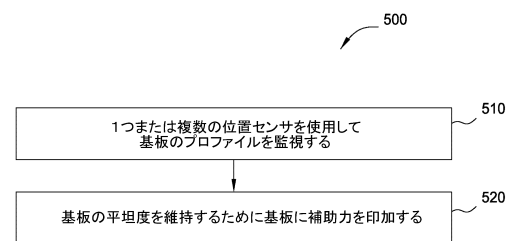
【図 3】



【図 4】



【図 5】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
H 0 1 L 21/268 G

(72)発明者 クールメル, ブレイク  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 4 0 4 0 , マウンテン ヴュー, クエスタ ドライブ  
1 0 6 2

(72)発明者 ラニッシュ, ジョゼフ エム.  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 5 1 1 7 , サン ノゼ, ウッドリーフ コート 3 7 5  
1

審査官 桑原 清

(56)参考文献 特表2009-534824(JP,A)  
特表2004-536272(JP,A)  
特表2007-531858(JP,A)  
国際公開第2010/093568(WO,A2)  
特表2012-517701(JP,A)  
特表2007-533153(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H 0 1 L 2 1 / 2 6  
H 0 1 L 2 1 / 2 6 5  
H 0 1 L 2 1 / 2 6 8  
H 0 1 L 2 1 / 6 8 3