

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-16800

(P2019-16800A)

(43) 公開日 平成31年1月31日(2019.1.31)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01L 21/205 (2006.01)	H01L 21/205	4K030
C23C 16/458 (2006.01)	C23C 16/458	5F045

審査請求 有 請求項の数 20 O L 外国語出願 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2018-159892 (P2018-159892)	(71) 出願人	390040660 アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド APPLIED MATERIALS, INCORPORATED 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
(22) 出願日	平成30年8月29日 (2018. 8. 29)	(74) 代理人	110002077 園田・小林特許業務法人
(62) 分割の表示	特願2016-500273 (P2016-500273) の分割	(72) 発明者	ツォン, チョーボン アメリカ合衆国 ワシントン 98683 , バンクーバー, サウスイースト 23番 ドライブ 17315
原出願日	平成26年2月14日 (2014. 2. 14)		
(31) 優先権主張番号	61/798, 503		
(32) 優先日	平成25年3月15日 (2013. 3. 15)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

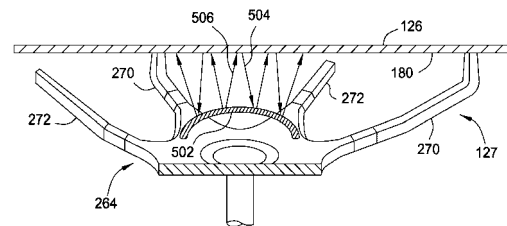
(54) 【発明の名称】 E P Iプロセスのための均一性調整レンズを有するサセプタ支持シャフト

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 先進的なサイクリック E P Iプロセスに対して、より正確な温度測定を可能にする装置を提供する。

【解決手段】 サセプタ支持シャフト 1 2 7 は、その上にサセプタ 1 2 6 を支持し、サセプタが処理期間中に基板を支持する。サセプタ支持シャフトは、サセプタ支持シャフトが回転する場合でも、サセプタおよび/または基板へと向けられるパイロメータ焦点ビームのための一貫性のある経路を設けることにより、サセプタおよび/または基板の温度測定の変化を減少させる。サセプタ支持シャフトは、比較的少ない熱質量も有し、このことが、プロセスチャンバのランプアップ速度およびランプダウン速度を増加させる。屈折要素 5 0 2 が、中実のディスクの頂部上に取り外し可能に配置され、エピタキシプロセスの最適な厚さ均一性のために、サセプタおよび/または基板にわたって、2 次的な熱分配を再分配することができる。

【選択図】 図 5 B



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プロセスチャンバ用のサセプタ支持シャフトであって、
 円筒形の支持シャフト、および
 前記支持シャフトに結合される支持本体
 を備え、前記支持本体が、
 中実のディスクと、
 前記中実のディスクから延びる複数の先細基部と、
 前記先細基部のいくつかから延びる少なくとも3つの支持腕と、
 前記先細基部のいくつかから延びる少なくとも3つのダミー腕と
 を備える、サセプタ支持シャフト。

10

【請求項 2】

前記支持腕が互いから等間隔で離間され、前記支持腕の各々がエルボーを含む、請求項 1 に記載のサセプタ支持シャフト。

【請求項 3】

前記先細基部の各々の幅が減少するにつれて前記先細基部の各々の厚さが増加する、請求項 1 に記載のサセプタ支持シャフト。

【請求項 4】

前記支持腕の各々がそこを通してリフトピンを受け入れるための開口を含む、請求項 1 に記載のサセプタ支持シャフト。

20

【請求項 5】

前記支持腕の各々が六角形の横断面を有する、請求項 1 に記載のサセプタ支持シャフト。

【請求項 6】

前記中実のディスクが約 60 ミリメートルの半径を有する、請求項 1 に記載のサセプタ支持シャフト。

【請求項 7】

前記中実のディスク上に取り外し可能に位置決めされる屈折要素をさらに備え、前記屈折要素が光透過性の材料から形成される、請求項 1 に記載のサセプタ支持シャフト。

【請求項 8】

前記屈折要素が第 1 の側に凸または凹面を、第 2 の側に凸または凹面を有する、請求項 7 に記載のサセプタ支持シャフト。

30

【請求項 9】

前記屈折要素が一定の厚さを有する、請求項 8 に記載のサセプタ支持シャフト。

【請求項 10】

前記屈折要素の前記凹面が約 200 mm ~ 約 1200 mm の曲率半径を有する、請求項 8 に記載のサセプタ支持シャフト。

【請求項 11】

基板を加熱するためのプロセスチャンバであって、
 基板を支持するため前記プロセスチャンバ内に配設されるサセプタ、
 基板支持体の下に配設される下部ドーム、
 前記下部ドームに対向して配設される上部ドームであって、
 中央窓部、および
 前記中央窓部の周縁の周りで前記中央窓部と係合する周辺フランジ
 を備え、前記中央窓部および前記周辺フランジが光透明性の材料から形成される、上部ドーム、ならびに
 前記サセプタに結合されるサセプタ支持シャフトであって、
 円筒形の支持シャフト、および
 前記支持シャフトに結合される支持本体
 を備え、前記支持本体が、

40

50

中実のディスクと、
 前記中実のディスクから延びる複数の先細基部と、
 前記先細基部のいくつから延びる少なくとも3つの支持腕と、
 前記先細基部のいくつから延びる少なくとも3つのダミー腕と
 を備えるサセプタ支持シャフト
 を備える、プロセスチャンバ。

【請求項12】

前記中実のディスクが約60ミリメートルの半径を有し、前記中実のディスクが前記基板の表面積(片側)よりも約30%~80%少ない表面積(片側)を有する、請求項11に記載のプロセスチャンバ。

10

【請求項13】

前記サセプタ支持シャフトが、
 前記中実のディスク上に取り外し可能に位置決めされる屈折要素をさらに備え、前記屈折要素が透き通った石英、ガラス、または透明なプラスチックから形成され、前記屈折要素が前記中実のディスクの外周に実質的に一致するようにサイズ決定される、請求項11に記載のプロセスチャンバ。

【請求項14】

前記屈折要素が、前記サセプタの裏側に面する第1の側に凸または凹面を有し、前記屈折要素が、前記サセプタの裏側から離れる方向に面する第2の側に凸または凹面を有する、請求項13に記載のプロセスチャンバ。

20

【請求項15】

前記上部ドームの上に配設されるリフレクタをさらに備え、前記リフレクタが、前記リフレクタの外面上に1つまたは複数の筋を付けられた特徴部を有し、前記1つまたは複数の筋を付けられた特徴部が前記リフレクタの周縁の周りを延伸する、請求項11に記載のプロセスチャンバ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、一般的に、処理チャンバ中で基板を支持することに関する。

【背景技術】

30

【0002】

処理期間中に、基板は、処理チャンバ内のサセプタ上に位置決めされる。サセプタは、中心軸の周りに回転可能な、サセプタ支持シャフトによって支持される。サセプタ支持シャフトは、サセプタを支持する、通常3個から6個の、サセプタ支持シャフトから延びる複数の腕を含む。サセプタ支持シャフトが処理期間中に回転すると、サセプタ支持シャフトから延びる腕が、サセプタまたは基板の温度を測定するために使用されるパイロメータビームを遮り、したがってパイロメータ読取値の妨害を引き起こす。腕は、一般的に光学的に透明である石英から形成される場合があるが、光の少なくともある程度の量が腕により吸収され、したがって完全には光学的に透明ではない。この、腕により吸収および散乱される光の量が、パイロメータビームによりサセプタに伝送される光の量に影響を及ぼし、したがってパイロメータによる温度測定の正確さに影響を及ぼす。サセプタ支持シャフトが回転すると、腕がパイロメータビーム経路内にある期間、および腕がパイロメータビーム経路に隣接する期間がある。したがって、サセプタに到達するパイロメータビームからの光の量は、サセプタ支持体が回転すると変化し、不正確な温度測定の期間をもたらす。

40

【0003】

サセプタまたは基板の裏側から放出される放射の検知のために、通常、IR高温測定システムが使用され、パイロメータ読取値は、したがって、サセプタまたは基板の表面放射率に基づいて温度に変換される。通常、ソフトウェアフィルタが使用されて、(上記の回転期間中に、支持腕がパイロメータビームに入ったり出たりして動くことに起因する)温

50

度リップルとの妨害を、約 ± 1 に減少させる。ソフトウェアフィルタは、2～3秒の幅のサンプル窓中の平均データを含むアルゴリズムでやはり使用される。

【0004】

先進的なサイクリックEPIプロセスで、プロセス温度がレシピステップに従って変化することになり、レシピステップ時間は、より短くなっている。したがって、ソフトウェアフィルタの時間遅延は、最小化される必要があり、温度変化の動的応答を改善するために、はるかに狭いサンプル窓が必要になる。温度リップルは、最適なサイクル対サイクルの温度再現性のために、 ± 0.5 の範囲未満にさらに減少させる必要がある。

【0005】

したがって、より正確な温度測定を可能にする装置が必要である。

10

【発明の概要】

【0006】

本発明の実施形態は、一般的に、サセプタ支持シャフトおよびサセプタ支持シャフトを含む処理チャンバに関する。サセプタ支持シャフトは、サセプタ支持シャフト上にサセプタを支持し、今度はサセプタが処理期間中に基板を支持する。サセプタ支持シャフトは、サセプタ支持シャフトが回転するときでさえ、サセプタおよび/または基板へと向けられるパイロメータ焦点ビームのための一貫性のある経路を設けることにより、サセプタおよび/または基板の温度測定の変化を減少させる。サセプタ支持シャフトは、比較的少ない熱質量も有し、このことによって、プロセスチャンバ中のサセプタの、速いランプアップ速度およびランプダウン速度が可能になる。

20

【0007】

一実施形態では、プロセスチャンバ用のサセプタ支持シャフトは、円筒形の支持シャフト、および支持シャフトに結合される支持本体を備える。支持本体は、中実のディスク、中実のディスクから延びる複数の先細基部、先細基部のいくつかから延びる少なくとも3つの支持腕、および先細基部のいくつかから延びる少なくとも3つのダミー腕を備える。1つの例では、特別製の屈折要素が、中実のディスクの頂部上に取り外し可能に配置され、サセプタおよび/または基板にわたって、2次的な熱分配を再分配することができる。

【0008】

別の実施形態では、基板を加熱するためのプロセスチャンバが開示される。プロセスチャンバは、基板を支持するためプロセスチャンバ内に配設されるサセプタ、基板支持体の下に配設される下部ドーム、および下部ドームに対向して配設される上部ドームを備える。上部ドームは、中央窓部、および中央窓部の周縁の周りで中央窓部と係合する周辺フランジを備え、中央窓部および周辺フランジが光学的に透明な材料から形成される。

30

【0009】

本発明の上の特徴が記載される様式を詳細に理解することができるように、そのいくつかは添付図面中に図示される実施形態を参照することによって、上に簡潔に要約された本発明のより具体的な記載を行うことができる。しかし、添付図面は、本発明の典型的な実施形態だけを図示しており、本発明が他の同等に効果的な実施形態を許容することができるので、したがって、本発明の範囲を限定するものと考えべきでないことに留意されたい。

40

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1A】本発明の実施形態に従う処理チャンバを図示する横断面図である。

【図1B】本発明の別の実施形態に従う熱処理チャンバの横断面図である。

【図1C】頂部の周縁の周りに走る、筋を付けられた特徴を有する頂部を示す、図1Bのリフレクタの斜視図である。

【図2】本発明の実施形態に従う、サセプタ支持シャフトを図示する斜視図である。

【図3】本発明の一実施形態に従う、支持本体を図示する部分断面図である。

【図4A】本発明の実施形態に従う、支持腕を図示する断面図である。

【図4B】本発明の実施形態に従う、支持腕を図示する断面図である。

50

【図 4 C】本発明の実施形態に従う、支持腕を図示する断面図である。

【図 4 D】本発明の実施形態に従う、支持腕を図示する断面図である。

【図 4 E】本発明の実施形態に従う、支持腕を図示する断面図である。

【図 5 A】本発明の別の実施形態に従う、サセプタ支持シャフトを図示する斜視図である。

【図 5 B】その上に屈折要素が位置決めされた、サセプタ支持シャフトを図示する斜視断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

理解を容易にするために、図に共通な同一の要素を表すため、可能な場合は、同一の参照番号が使用された。一実施形態で開示される要素は、具体的な記載なしで、他の実施形態中で有利に利用できることが意図される。

10

【0012】

本発明の実施形態は、一般的に、サセプタ支持シャフトおよびサセプタ支持シャフトを含む処理チャンバに関する。サセプタ支持シャフトは、サセプタ支持シャフトの上にサセプタを支持し、今度はサセプタが処理期間中に基板を支持する。サセプタ支持シャフトは、サセプタおよび/または基板へと向けられるパイロメータ検知経路をカバーする、回転中心近くの中実のディスクを有するサセプタ支持シャフトを設けることにより、サセプタおよび/または基板の温度測定の変化を減少させるように設計される。中実のディスクがパイロメータ温度読取り経路をカバーすると、サセプタ支持シャフトが回転するときでさえ、パイロメータ読取値は、より少ない妨害を示す。中実のディスクは、回転中心近くのパイロメータ焦点ビームだけをカバーし、したがって、サセプタ支持シャフトは、比較的少ない熱質量を有し、このことによって、プロセスチャンバの、速いランプアップ速度およびランプダウン速度が可能になる。いくつかの実施形態では、特別製の屈折要素が、中実のディスクの頂部上に取り外し可能に配置され、エピタキシプロセスの最適な厚さ均一性のために、サセプタおよび/または基板にわたって、2次的な熱分配を再分配することができる。

20

【0013】

本明細書に開示される実施形態は、カリフォルニア州サンタクララの Applied Materials, Inc. から入手可能な、Applied CENTURA (登録商標) RPEPI チャンバ中で実施可能である。他の製造業者から入手可能な他のチャンバが、本明細書に開示される実施形態からやはり恩恵を受けることができることが意図される。

30

【0014】

図 1 A は、本発明の実施形態に従う熱処理チャンバ 100 の横断面図である。処理チャンバ 100 は、チャンバ本体 102、支持システム 104、およびコントローラ 106 を含む。チャンバ本体 102 は、上部 112 および下部 114 を含む。上部 112 は、上部ドーム 116 と基板 125 の間のチャンバ本体 102 内に区域を含む。下部 114 は、下部ドーム 130 と基板 125 の底の間のチャンバ本体 102 内に区域を含む。堆積プロセスは、一般的に、上部 112 内の基板 125 の上面上で起こる。

40

【0015】

処理チャンバ 100 は、プロセスチャンバ 100 内に位置決めされる構成要素に熱エネルギーを提供するように適合されるランプ 135 などの複数の熱源を含む。たとえば、ランプ 135 は、基板 125、サセプタ 126、および/または予熱リング 123 に熱エネルギーを提供するように適合することができる。下部ドーム 130 は、石英などの光学的に透明な材料から形成されて、そこを通る熱放射の通過を容易にすることができる。一実施形態では、ランプ 135 は、下部ドーム 130 と同様に上部ドーム 116 を通って熱エネルギーを提供するように位置決めできることが意図される。

【0016】

チャンバ本体 102 は、その中に形成される複数のプレナム 120 を含む。たとえば、

50

第1のプレナム120は、そこを通してプロセスガス150を、チャンバ本体102の上部112の中に提供するように適合することができ、一方、第2のプレナム120は、プロセスガス150を、上部112から排気するように適合することができる。そのような様式で、プロセスガス150は、基板125の上面に平行に流れることができる。基板125上にエピタキシャル層を形成するための、基板125上へのプロセスガス150の熱分解は、ランプ135によって促進される。

【0017】

基板支持組立体132は、チャンバ本体102の下部114中に位置決めされる。基板支持体132は、基板125を処理位置に支持して図示される。基板支持組立体132は、光学的に透明な材料から形成されたサセプタ支持シャフト127およびサセプタ支持シャフト127により支持されるサセプタ126を含む。サセプタ支持シャフト127のシャフト160は、リフトピン接点142が結合される、シュラウド131内に位置決めされる。サセプタ支持シャフト127は、回転可能である。シュラウド131は、一般的に所定の位置に固定され、したがって、処理期間中に回転しない。

10

【0018】

リフトピン133は、サセプタ支持シャフト127中に形成される(図2に示される)開口280を通して配設される。リフトピン133は、垂直に作動可能であり、基板125の下側に接触して、基板125を(示されるような)処理位置から基板取り外し位置に持ち上げるように適合される。サセプタ支持シャフト127は、石英から製作され、一方サセプタ126は、炭化ケイ素または炭化ケイ素でコーティングされたグラファイトから製作される。

20

【0019】

サセプタ支持シャフト127は、処理期間中に基板125の回転を容易にするために回転可能である。サセプタ支持シャフト127の回転は、サセプタ支持シャフト127に結合されるアクチュエータ129により促進される。支持ピン137は、サセプタ支持シャフト127をサセプタ126に結合する。図1Aの実施形態では、120°間隔をあけた3つの支持ピン137(2つが図示される)が利用されて、サセプタ支持シャフト127をサセプタ126に結合する。

【0020】

パイロメータ136は、サセプタ126または基板125の裏側から放出される放射を検知することにより、サセプタ126および/または基板125の温度を測定するように適合される。パイロメータ読取値は、次いで、サセプタまたは基板の表面放射率に基づいて温度に変換される。パイロメータ136は、下部ドーム130を通り、サセプタ支持シャフト127を通して向けられる焦点ビーム138を放出する。パイロメータ136は、(たとえば、サセプタ126が炭化ケイ素から形成されるとき)サセプタ126の温度、または(たとえば、サセプタ126が石英から形成されるとき、またはサセプタがなく、基板125がリングなど他の様式で支持されるとき)基板125の温度を測定する。リフトピン接点142は一般的に焦点ビーム138に隣接して位置決めされて回転せず、したがって、処理期間中にパイロメータ焦点ビーム138と干渉しないことに留意されたい。

30

【0021】

予熱リング123は、チャンバ本体102に結合される下部ライナ140上に取り外し可能に配設される。予熱リング123は、チャンバ本体102の内部容積の周りに配設され、基板125が処理位置にあるとき、基板125を囲む。処理期間中に、予熱リング123は、ランプ135によって加熱される。予熱リング123は、プロセスガスが予熱リング123に隣接するプレナム120を通してチャンバ本体102に入るとき、プロセスガスの予熱を容易にする。

40

【0022】

上部ドーム116の中央窓部115および下部ドーム130の底部117は、石英などの光学的に透明な材料から形成されて、ランプからの放射を、著しく吸収することなく向けることができる。中央窓部の周縁の周りの中央窓部と係合する上部ドーム116の周辺

50

フランジ 119、底部の周縁の周りの底部と係合する下部ドーム 130 の周辺フランジ 121 は、すべて不透明の石英から形成されて、周辺フランジに近接するリング 122 を、熱放射に直接曝すことから保護することができる。

【0023】

いくつかの場合では、周辺フランジ 119 を含む、上部ドーム 116 の全体が、すべて石英などの光学的に透明な材料から形成することができる。特定の例では、上部ドーム 116 および下部ドーム 130 の両方およびそれぞれの周辺フランジ 119、121 が、すべて石英などの光学的に透明な材料から形成することができる。周辺フランジ 119、121 を光学的に透明にすることは、有利な場合がある。エピタキシャル堆積は、単結晶層を作るために、基板表面上に Si、Ge、またはドーパントなどの原子を置く複雑なプロセスである。上部および下部ドーム構造の本質は、透き通った石英ドームおよび不透明な周辺フランジが使用される場合、ドームの縁部から周辺フランジへの高熱温度勾配を招く可能性がある。これは、高い堆積温度において、ドーム温度は基板の上で約 342 に上昇する可能性がある一方、周辺フランジ近くの区域は、約 100 ° 低下する場合があります、そのような区域から急速に減少をおこし、このことがかなりの付着粒子を生じさせ、非常に厳しい温度管理を要求するエピタキシャルプロセスでは望ましくないからである。

10

【0024】

全体が透き通ったドームは、チャンバガスの区域中で、ドーム / フランジに関して 10 の差分内の熱均一性を可能にする。全体が透き通った石英から上部および下部ドームを構築することにより、石英の熱伝導率は非常に高くなり、表面にわたる非常に均一な温度プロファイルをもたらす。たとえば、高い堆積温度において、中央において 342 のドーム温度が測定され、一方周辺フランジの内縁において 335 が測定されたことが観察された。したがって、熱過渡安定化時間は、伝導性の改善に起因して 2 ~ 3 倍、大きく改善される。これは、とりわけ、ZII / V ならびに SiGe および SiC 用途に関して、より良好なプロセス制御を可能にすることになる。

20

【0025】

支持システム 104 は、処理チャンバ 100 中のエピタキシャル膜の成長など、予め決められたプロセスを実行および監視するために使用される構成要素を含む。支持システム 104 は、ガスパネル、ガス分配導管、真空および排気サブシステム、電源、およびプロセス制御機器のうちの 1 つまたは複数を含む。コントローラ 106 は、支持システム 104 に結合され、処理チャンバ 100 および支持システム 104 を制御するように適合される。コントローラ 106 は、中央処理装置 (CPU)、メモリ、および支持回路を含む。コントローラ 106 に常駐する命令は、処理チャンバ 100 の動作を制御するために実行することができる。処理チャンバ 100 は、処理チャンバ 100 の中で、1 つまたは複数の膜形成または堆積プロセスを実施するように適合される。たとえば、炭化ケイ素エピタキシャル成長プロセスを処理チャンバ 100 内で実施することができる。他のプロセスを処理チャンバ 100 内で実施できることが意図される。

30

【0026】

図 1B は、本発明の別の実施形態に従う熱処理チャンバ 100 の横断面図である。図 1B は、リフレクタ 155 が頂部ドーム 116 の上に配設されることを除いて図 1A と実質的に同一である。リフレクタ 155 は、本体 156 の外周から広がる頂部 157 を有する円筒形本体 156 を有することができる。頂部 157 は、外面において筋を付けられた特徴を有し、処理チャンバ 100 の中央において、ランプ 135 からのエネルギー放射を分け、かつ / または方向を変えるのを助けることができる。筋を付けられた特徴は、エピタキシャルプロセスの最適な厚さ均一性のために、サセプタ 126 または基板 125 にわたって、エネルギー放射の再分配を容易にすることができる。図 1C は、頂部 157 の全周縁の周りに走る、またはリフレクタ 155 の円筒形本体の任意の所望の場所における、筋を付けられた特徴 159 を有する頂部 157 を示す、リフレクタ 155 の斜視図である。いくつかの実施形態では、筋を付けられた特徴 159 は、頂部 157 の周縁、またはリフレクタ 155 の円筒形本体の周りに任意の所望の水平面に断続的に延びることができる。リフ

40

50

レクタ155は、パイロメータからの1つまたは複数のパイロメータ焦点ビームが通過できるように、リフレクタ155の底に1つまたは複数の開口161(ただ1つが部分的に図示される)を有することができる。パイロメータは、リフレクタ155の上に位置決めすることができる。1つの例では、リフレクタ155の底は、パイロメータの場所に対応する位置に配置される3つの開口を有する。パイロメータの数に応じて、より多いまたは少ない開口が意図される。

【0027】

図2は、本発明の一実施形態に従う、サセプタ支持シャフト127の斜視図を図示する。サセプタ支持シャフト127は、円筒形を有し、支持本体264に結合されるシャフト260を含む。シャフト260は、支持本体264に、ボルト留め、ねじ留め、または別の様式で接続することができる。支持本体264は、中実のディスク262、および中実のディスク262の外周273から延びる複数の先細基部274を含む。中実のディスク262は、パイロメータ温度読取り経路をカバーすることが可能な表面区域を有する円錐形または任意の所望の形状を有することができる。1つの例では、少なくとも3つの支持腕270が、先細基部274のいくつかから延び、少なくとも3つのダミー腕272が、先細基部274のいくつかから延びる。先細基部274は、中実のディスク262への支持腕270およびダミー腕272の接続を容易にする。

10

【0028】

支持腕270は、そこを通して形成される開口280を含むことができる。開口280は、先細基部274のうちの1つに接続する接続面278に隣接して配置することができる。開口280は、そこを通るリフトピンの通過できるようにする。支持腕270の遠位端281は、ピン137を受け入れるための開口282をやはり含むことができる(図1Aに図示される)。開口280および282は、全体として互いに平行であり、全体としてシャフト260にも平行である。各支持腕270は、ピン137を受け入れるため、開口282の向きを向けるために上方に曲がるエルボー283を含むことができる(図1Aに図示される)。一実施形態では、エルボー283は、鈍角を形成する。支持腕270は、中実のディスク262の外周273の周りに等間隔で離間される。図2に示される実施形態では、支持腕270は、互いから約120°離間される。

20

【0029】

支持本体264は、複数のダミー腕272も含むことができる。各ダミー腕は、先細基部274に結合され、そこから直線的に延びる。ダミー腕272は、たとえば約120°で、互いから等間隔で離間される。図2に示される実施形態では、ダミー腕272は、支持腕270の各々から60°上に配置され、支持腕270の各々と、中実のディスク262の周りで交番する。ダミー腕272は、一般的に、サセプタに接触せず、またはサセプタを支持しない。ダミー腕は、シャフトが回転するとき、処理期間中の基板の均一な温度分布を容易にする。

30

【0030】

処理期間中にサセプタ支持シャフト127は、サセプタおよび/または基板を加熱するために利用されるランプから熱エネルギーを吸収する。吸収された熱は、サセプタ支持シャフト127から放射する。サセプタ支持シャフト127、特に支持腕270により放射される放射熱は、サセプタおよび/または基板により吸収される。サセプタまたは基板に支持腕270が比較的近い位置であるため、熱はサセプタまたは支持シャフトに容易に放射され、支持腕270に隣接する、温度が上昇した区域を生じさせる。しかし、ダミー腕270を利用することによって、サセプタ支持シャフト270からサセプタおよび/または基板への、熱のより均一な放射を容易にし、したがって、ホットスポットの発生が減らされる。たとえば、ダミー腕272の利用によって、支持腕272に隣接する3つの局所的なホットスポットではなく、サセプタの均一な放射をもたらす。

40

【0031】

加えて、いくつかの従来手法に使用されるような、サセプタに隣接する支持リングがないことによって、基板にわたる熱均一性が増加する。サセプタ支持シャフト127は、

50

サセプタ支持シャフトの末端を結合する環状リングを含まず、したがって、熱均一性を改善する。そのようなリングを利用することによって、（たとえば、サセプタの周囲近くで）リングに隣接する温度勾配の増加をもたらす可能性がある。さらに、支持腕 270 とダミー腕 272 の間の材料がないことによって、サセプタ支持シャフト 127 の質量が減少する。したがって、質量が減少することによって、サセプタ支持シャフト 127 の回転を容易にし、（たとえば、熱質量の減少に起因して）サセプタ支持シャフト 127 からサセプタへの不要な熱放射の量も減少する。サセプタ支持シャフト 127 の質量が減少することは、基板上で、より速いランプアップおよびクールダウンを達成することも支援する。より速いランプアップおよびクールダウンは、スループットおよび生産性の増加を容易にする。

10

【0032】

図 2 は、一実施形態を図示するが、さらなる実施形態も意図される。別の実施形態では、中実のディスク 262、支持腕 272、およびダミー腕 274 が、別個の構成要素ではなく、石英などの材料の一体化された部片から形成できることが意図される。別の実施形態では、支持腕 270 の数を増加できることが意図される。たとえば、およそ、4 個または 6 個の支持腕 270 を利用することができる。別の実施形態では、ダミー腕 274 の数は、増減させることができ、ゼロを含むことができることが意図される。別の実施形態では、ダミー腕 272 は、エルボーおよび垂直に向けられた遠位端を含み、支持腕 270 とのさらなる対称性を容易にし、したがって、基板およびサセプタの、さらに均一な加熱を実現することができる。ダミー腕 272 上にエルボーを含む実施形態または追加のダミー腕 272 または支持腕 270 を含む実施形態は、熱質量が増える望ましくない結果をもたらす可能性があることに留意されたい。別の実施形態では、中実のディスク 262 は、平面により切断される半球形または球の一部であってよい。

20

【0033】

図 3 は、本発明の一実施形態に従う、支持本体 264 の部分断面図を図示する。中実のディスク 262 は、第 1 の厚さを有する頂端部 283 を含むことができる。頂端部 383 は、図 1 A に示されるシャフト 160 などのシャフトと結合するように適合される。中実のディスク 262 は、頂端部 283 の第 1 の厚さより薄い第 2 の厚さ 385 を有する側壁 384 をさらに含む。相対的に減った厚さは、支持本体 264 の熱質量を減らし、したがって、処理期間中により均一な加熱を容易にする。第 2 の厚さ 385 は、実質的に一定の厚さであってよいが、変化する厚さ 385 が意図される。中実のディスク 262 の側壁 384 は、全体として、パイロメータ温度読取り経路を十分にカバーする表面積を有する。したがって、側壁 384 は、そこを通るパイロメータ焦点ビーム 138 が通過できるようにする（図 1 A に示される）。サセプタ支持シャフト 127 が処理期間中に回転すると、パイロメータ焦点ビーム 138 は、側壁 384 を常時通過する。側壁 384 はパイロメータ焦点ビームの経路内に配設されるが、支持シャフト 127 が回転するにもかかわらず経路は一定のままである。したがって、サセプタへと支持シャフト 127 を通過するパイロメータ焦点ビームの量は一定である。したがって、パイロメータ焦点ビーム 138 を使用する温度測定は、支持シャフト 127 の 360° の回転を通じて正確に決定することができる。

30

40

【0034】

中実のディスク 262 は、基板の表面積（片側）よりも小さい表面積（片側）を有することができる。たとえば、中実のディスク 262 は、基板の表面積よりも、約 90% 少ない、約 80% 少ない、約 70% 少ない、約 60% 少ない、約 50% 少ない、約 40% 少ない、約 30% 少ない、約 20% 少ない、または約 10% 少ない表面積を有することができる。1 つの例では、中実のディスク 262 は、基板の表面積（片側）よりも約 30% ~ 80% 少ない表面積（片側）を有する。1 つの例では、中実のディスク 262 は、約 60 ミリメートルの半径を有し、そこを通るパイロメータ焦点ビームの通過を確実にすることができる。そのような実施形態では、パイロメータ焦点ビームは、実質的に一定の厚さを有する側壁 384 を通過する。

50

【 0 0 3 5 】

対照的に、従来知られたサセプタ支持部は、パイロメータ焦点ビームを遮る腕を有した。したがって、サセプタ支持体が回転すると、ビームは、（たとえば、サセプタ支持腕を通る、またはサセプタ支持腕に隣接する）異なる伝送経路の区域を経験することになる。従来の方法の異なる経路は、不正確な温度測定の期間をもたらした。というのは、異なる媒体の伝送部を通して使うためにパイロメータを正確に校正するのは困難だからである。対照的に、サセプタ支持シャフト 1 2 7 は、パイロメータ焦点ビーム伝送の一貫性のある経路を容易にし、したがって、パイロメータ焦点ビーム 1 3 8 を使用する温度測定の正確さが増加する。

【 0 0 3 6 】

支持本体 2 6 4 は、中実のディスク 2 6 2 の外周 2 7 3 から延びる複数の先細基部 2 7 4 も含む。先細基部 2 7 4 の幅 3 8 6 が減少するにつれて（たとえば、先細基部 2 7 4 が中実のディスク 2 6 2 から外側に延びるにつれて）、先細基部の高さまたは厚さ 3 8 7 が増加する。先細基部の厚さ 3 8 7 の増加は、幅 3 8 6 の減少に起因する、先細基部の構造強度の減少を補償する。加えて、同様の曲げ慣性モーメントが維持される。1つの例では、厚さ 3 8 5 は、約 3 . 5 ミリメートルなど約 3 ミリメートル～約 5 ミリメートルである。厚さ 3 8 7 は、約 3 ミリメートル～約 1 2 ミリメートルの範囲内であってよい。厚さ 3 8 7 および 3 8 5 が所望に応じて調節できることが意図される。

【 0 0 3 7 】

図 4 A ~ 図 4 E は、本発明の実施形態に従う、支持腕の断面図を図示する。図 4 A は、支持腕 2 7 0 の横断面図を図示する。横断面は六角形である。支持腕 2 7 0 の相対寸法が、支持腕 2 7 0 の慣性モーメントを最大化し、一方支持腕 2 7 0 の面積（したがって質量）を最小化する。1つの例では、基部 B は約 8 ミリメートルであってよく、一方高さ H は約 9 . 5 ミリメートルであってよい。支持腕 2 7 0 の接続面 2 7 8 が矩形の横断面を有し、支持腕 2 7 0 を先細基部への結合を容易にすることに留意されたい。

【 0 0 3 8 】

図 4 B ~ 図 4 E は、他の実施形態に従う、支持腕のさらなる断面図を図示する。図 4 B は、支持腕 2 7 0 B の断面図を図示する。支持腕 2 7 0 B は矩形の横断面を有する。図 4 C は、支持腕 2 7 0 C の断面図を図示する。支持腕 2 7 0 C はひし形の横断面を有する。図 4 D は、支持腕 2 7 0 D の断面図を図示する。支持腕 2 7 0 D は、図 4 A に示される横断面と異なる相対寸法の六角形の横断面を有する。図 4 E は、支持腕 2 7 0 E の断面図を図示する。支持腕 2 7 0 E は円形の横断面を有する。多角形の横断面を含む、他の形状を有する支持腕がさらに意図される。

【 0 0 3 9 】

図 5 A は、本発明の実施形態に従う、サセプタ支持シャフト 1 2 7 の斜視図を図示する。光学的屈折要素 5 0 2 が中実のディスク 2 6 2 の頂部上に追加で位置決めされることを除いて、サセプタ支持シャフト 1 2 7 は、図 2 に示されるサセプタ 1 2 7 と実質的に同一である。屈折要素 5 0 2 は、エピタキシの最適な厚さ均一性のため、サセプタ 1 2 6 の裏側（図 1 A）にわたって、熱/光放射を再分配するように適合される。図 5 B は、その上に屈折要素 5 0 2 が位置する、サセプタ支持シャフト 1 2 7 の斜視断面図を図示する。図 5 B は、サセプタ 1 2 6 と屈折要素 5 0 2 の間の、シミュレーションされた二次的な熱放射も示す。

【 0 0 4 0 】

屈折要素 5 0 2 は、中実のディスク 2 6 2 の周縁に実質的に一致するようにサイズ決定され、その結果、サセプタ支持シャフト 1 2 7 がプロセス期間中に回転するとき、屈折要素 5 0 2 は、動くことなく、中実のディスク 2 6 2 上に完全に支持され、確実に位置決めされる。屈折要素 5 0 2 は、任意の所望の寸法を有することができる。屈折要素 5 0 2 は、パイロメータ温度読取り経路を十分にカバーして、パイロメータ読取りの、すべての可能な妨害を回避するように構成することができる。屈折要素 5 0 2 は、メンテナンスのために交換することができる。屈折要素 5 0 2 は、複数の腕を使用する任意のサセプタ支

10

20

30

40

50

持シャフトへの簡単な追加物であってよい。様々な例では、屈折要素502は、透き通った石英、またはガラスもしくは透明なプラスチックなどの任意の好適な材料から形成することができる。

【0041】

図5Bを参照すると、屈折要素502は、(サセプタに面する)第1の側に凸面を有し、図1Aのサセプタ126などのサセプタの中心区域から離すように2次的な熱放射506をそらすことができる。屈折要素502の(サセプタから離れた方を向く)第2の側は、凹またはほぼ平坦でよい。凸-凹の屈折要素502が示される一方で、平-凸の屈折要素(すなわち、片面が凸で他の面が平坦)、凹-凸の屈折要素、または示されるような凸-凹の屈折要素と光学的に等価な任意の他の光学要素も使用することができる。屈折要素502は、一定の厚さ、またはサセプタ126の裏側へ熱分配を操作するための独立した調整ノブを設けるために異なる横断面を有する厚さを有することができる。屈折要素502は、ランプから放出される放射エネルギーの平行化および均質化を容易にするため、所望のレンズとして形成できることが意図される。

10

【0042】

プロセス期間中に、(たとえば、図1Aのランプ135といった)ランプからの熱放射は、サセプタ126の裏側180に当たり、サセプタ126により屈折要素502に(熱放射504と示される)反射する。屈折要素502の凸面は、したがって、これらの2次的な熱放射をサセプタ126にそらして戻す。これらの2次的な熱放射は、サセプタ126と屈折要素502の間で行ったり来たりはね返り、一部の放射は、屈折要素502を通過する。2次的な熱放射の反射角は、屈折要素の外形に応じて、凸面の様々な半径で変化することができる。示されるような実施形態では、2次的な熱放射の一部は、屈折要素502の凸面に起因して、サセプタ126の中心区域から離してそらすことになる。一部の2次的な熱放射506をサセプタ126の中心区域から離してそらすことは有利な場合がある。というのは、中実のディスク262の上の中心区域は、2次的な放射の大部分をサセプタ126の中心区域に向けて反射する、中実のディスク262の円錐または鉢状の形状に起因して、過剰な熱を受ける可能性があるからである。屈折要素502の助けで、2次的な熱放射は、サセプタ126および基板にわたって再分配することができる。結果として、基板上のより均一な熱プロファイルが得られる。基板上の均一な熱プロファイルによって、エピタキソプロセスの所望の堆積厚をもたらす、これが今度は、高品質およびより効率的に製造されたデバイスをもたらす。

20

30

【0043】

屈折要素502の凸面は、たとえば、約200mm~約1200mm、±300mmといった、所望の曲率半径を有することができる。屈折要素502の凹面は、凸面のものと同じまたは異なる曲率半径を有することができる。屈折要素の曲率半径は、サセプタおよび/または基板に応じて変えることができる。屈折要素502の凸面の直径および/もしくは曲率半径、さらには中実のディスク262の形状および直径、またはそれらの組合せを独立して調節して、基板全体、または基板上の特定の半径領域の効果的な加熱のために熱分散を操作することができる。

【0044】

本発明の利益は、一般的に、処理期間中のサセプタおよび基板のより正確な温度測定を含み、具体的には、回転するサセプタ支持シャフトを使用するときの温度測定を含む。本発明のサセプタ支持シャフトは、サセプタ支持シャフトが回転する際の、一貫性のあるパイロメータビーム伝送を容易にする。したがって、パイロメータビームの伝送経路の変化によって生じる温度測定変動が減少する。さらに、開示されるサセプタ支持体の質量が減少することによって、基板温度均一性が改善し、プロセスのランプアップおよびランプダウン時間の機能性が高まる。

40

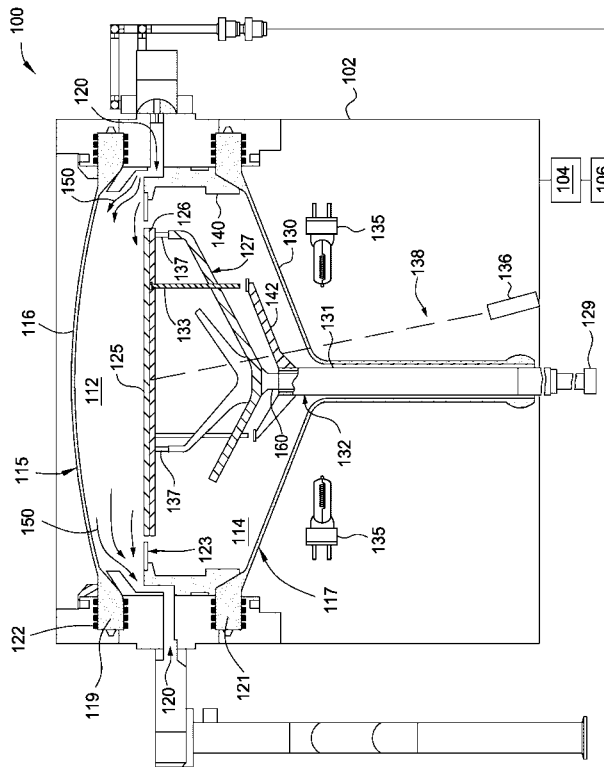
【0045】

上記は本発明の実施形態に関するが、本発明の他の実施形態およびさらなる実施形態は、本発明の基本的な範囲から逸脱することなく考案することができ、本発明の範囲は、下

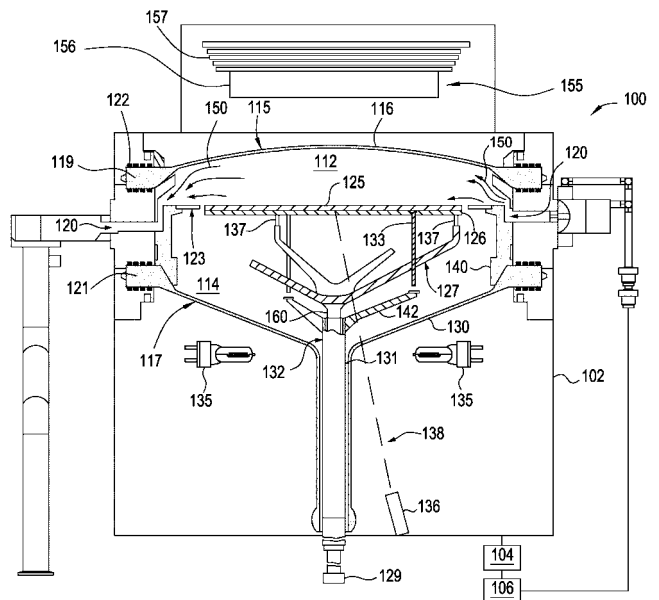
50

記の特許請求の範囲により規定される。

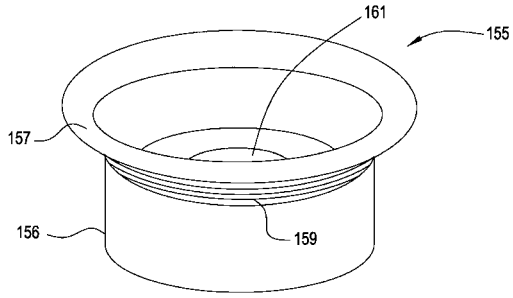
【図 1 A】



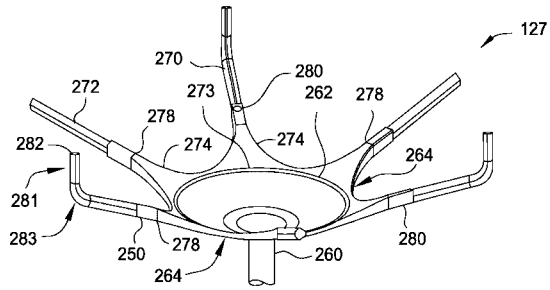
【図 1 B】



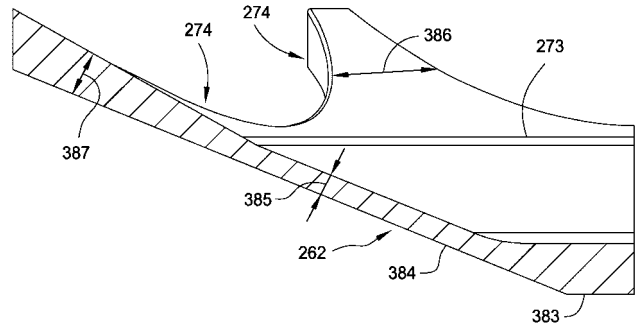
【 図 1 C 】



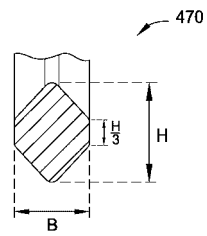
【 図 2 】



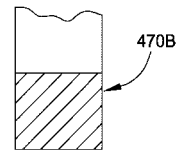
【 図 3 】



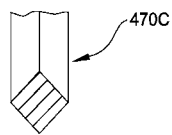
【 図 4 A 】



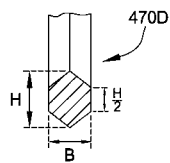
【 図 4 B 】



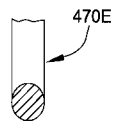
【 図 4 C 】



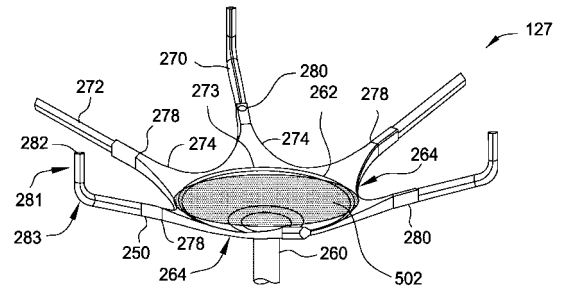
【 図 4 D 】



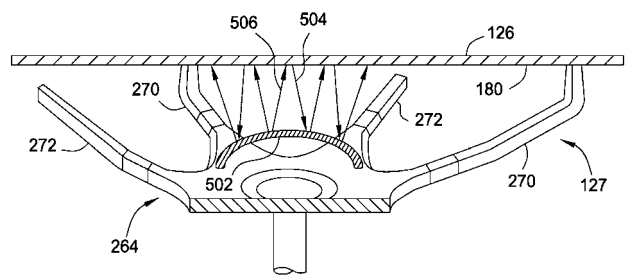
【 図 4 E 】



【 図 5 A 】



【 図 5 B 】



【手続補正書】**【提出日】**平成30年9月28日(2018.9.28)**【手続補正1】****【補正対象書類名】**特許請求の範囲**【補正対象項目名】**全文**【補正方法】**変更**【補正の内容】****【特許請求の範囲】****【請求項1】**

プロセスチャンバ用のサセプタ支持シャフトであって、
支持シャフトと、
前記支持シャフトに結合されるディスクと、
前記ディスクから外側に延びる複数の支持腕であって、各支持腕が前記支持腕の遠位端へと上方に向かって曲がったエルボーを備えた複数の支持腕と、
前記ディスクから外側に延び、前記ディスクの周りで前記支持腕と交番する複数のダミー腕であって、各ダミー腕が、エルボー及び垂直に向けられた遠位端を有する、複数のダミー腕とを備えた、サセプタ支持シャフト。

【請求項2】

前記複数のダミー腕が互いに等間隔で離間される、請求項1に記載のサセプタ支持シャフト。

【請求項3】

前記支持腕の前記エルボーが鈍角を有する、請求項1に記載のサセプタ支持シャフト。

【請求項4】

前記支持腕の各々がその中を通る開口を有する、請求項1に記載のサセプタ支持シャフト。

【請求項5】

前記開口はリフトピンが通過できるサイズを有する、請求項4に記載のサセプタ支持シャフト。

【請求項6】

前記支持腕の各々が長方形、六角形、ひし形、円形、または多角形の横断面を有する、請求項1に記載のサセプタ支持シャフト。

【請求項7】

前記支持腕及び前記ダミー腕が石英から形成されている請求項1に記載のサセプタ支持シャフト。

【請求項8】

プロセスチャンバ用のサセプタ支持シャフトであって、
支持シャフトと、
前記支持シャフトに結合されるディスクと、
前記ディスクから外側に延びる3つの支持腕であって、各支持腕が前記支持腕の遠位端へと上方に向かって曲がったエルボーを備える3つの支持腕と、
前記ディスクから外側に延びる3つのダミー腕であって、前記ダミー腕は前記ディスクの周りで前記支持腕と交番し、各ダミー腕が、エルボー及び垂直に向けられた遠位端を有する、3つのダミー腕とを備える、サセプタ支持シャフト。

【請求項9】

前記3つの支持腕が、互いに約120°間隔を空けた、請求項8に記載のサセプタ支持シャフト。

【請求項10】

前記3つのダミー腕が、互いに等間隔で離間された、請求項8に記載のサセプタ支持シャフト。

【請求項11】

前記支持腕の各々がその中に開口を有する、請求項 8 に記載のサセプタ支持シャフト。

【請求項 1 2】

前記開口はリフトピンが通過できるサイズを有する、請求項 1 1 に記載のサセプタ支持シャフト。

【請求項 1 3】

前記支持腕及び前記ダミー腕が石英から形成されている請求項 8 に記載のサセプタ支持シャフト。

【請求項 1 4】

前記支持腕の各々が長方形の横断面を有する、請求項 8 に記載のサセプタ支持シャフト。

【請求項 1 5】

プロセスチャンバ用のサセプタ支持シャフトであって、支持シャフトと、

前記支持シャフトに結合された支持本体であって、前記支持本体は、

前記支持シャフトに結合された頂部と前記頂部から外側に延びる側壁とを備えたディスクと、

前記側壁から延びる 3 つの支持腕であって、前記支持腕が互いに等間隔で離間された 3 つの支持腕と、

前記側壁から外側に延びる 3 つのダミー腕であって、前記 3 つのダミー腕は前記ディスクの周りで前記 3 つの支持腕と交番し、前記 3 つのダミー腕が互いに等間隔で離間される、3 つのダミー腕とを備える支持本体とを備えるサセプタ支持シャフト。

【請求項 1 6】

前記支持腕の各々が長方形の横断面を有する、請求項 1 5 に記載のサセプタ支持シャフト。

【請求項 1 7】

前記側壁は、一定の厚さを有する、請求項 1 5 に記載のサセプタ支持シャフト。

【請求項 1 8】

各支持腕が、前記支持腕の遠位端へと上方に向かって曲がったエルボーを有する、請求項 1 5 に記載のサセプタ支持シャフト。

【請求項 1 9】

各ダミー腕が、エルボー及び垂直に向けられた遠位端を有する、請求項 1 5 に記載のサセプタ支持シャフト。

【請求項 2 0】

前記支持腕及び前記ダミー腕が石英から形成される、請求項 1 5 に記載のサセプタ支持シャフト。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 4 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 4 5】

上記は本発明の実施形態に関するが、本発明の他の実施形態およびさらなる実施形態は、本発明の基本的な範囲から逸脱することなく考案することができ、本発明の範囲は、下記の特許請求の範囲により規定される。

また、本願は以下に記載する態様を含む。

(態様 1)

プロセスチャンバ用のサセプタ支持シャフトであって、

円筒形の支持シャフト、および

前記支持シャフトに結合される支持本体

を備え、前記支持本体が、
中実のディスクと、
前記中実のディスクから延びる複数の先細基部と、
前記先細基部のいくつかから延びる少なくとも3つの支持腕と、
前記先細基部のいくつかから延びる少なくとも3つのダミー腕と
を備える、サセプタ支持シャフト。

(態様2)

前記支持腕が互いから等間隔で離間され、前記支持腕の各々がエルボーを含む、態様1
に記載のサセプタ支持シャフト。

(態様3)

前記先細基部の各々の幅が減少するにつれて前記先細基部の各々の厚さが増加する、態
様1に記載のサセプタ支持シャフト。

(態様4)

前記支持腕の各々がそこを通してリフトピンを受け入れるための開口を含む、態様1に
記載のサセプタ支持シャフト。

(態様5)

前記支持腕の各々が六角形の横断面を有する、態様1に記載のサセプタ支持シャフト。

(態様6)

前記中実のディスクが約60ミリメートルの半径を有する、態様1に記載のサセプタ支
持シャフト。

(態様7)

前記中実のディスク上に取り外し可能に位置決めされる屈折要素をさらに備え、前記屈
折要素が光透過性の材料から形成される、態様1に記載のサセプタ支持シャフト。

(態様8)

前記屈折要素が第1の側に凸または凹面を、第2の側に凸または凹面を有する、態様7
に記載のサセプタ支持シャフト。

(態様9)

前記屈折要素が一定の厚さを有する、態様8に記載のサセプタ支持シャフト。

(態様10)

前記屈折要素の前記凹面が約200mm~約1200mmの曲率半径を有する、態様8
に記載のサセプタ支持シャフト。

(態様11)

基板を加熱するためのプロセスチャンバであって、
基板を支持するため前記プロセスチャンバ内に配設されるサセプタ、
基板支持体の下に配設される下部ドーム、
前記下部ドームに対向して配設される上部ドームであって、
中央窓部、および
前記中央窓部の周縁の周りで前記中央窓部と係合する周辺フランジ
を備え、前記中央窓部および前記周辺フランジが光透明性の材料から形成される、上部ド
ーム、ならびに

前記サセプタに結合されるサセプタ支持シャフトであって、

円筒形の支持シャフト、および

前記支持シャフトに結合される支持本体

を備え、前記支持本体が、

中実のディスクと、

前記中実のディスクから延びる複数の先細基部と、

前記先細基部のいくつかから延びる少なくとも3つの支持腕と、

前記先細基部のいくつかから延びる少なくとも3つのダミー腕と

を備えるサセプタ支持シャフト

を備える、プロセスチャンバ。

(態 様 1 2)

前記中実のディスクが約60ミリメートルの半径を有し、前記中実のディスクが前記基板の表面積(片側)よりも約30%~80%少ない表面積(片側)を有する、態様11に記載のプロセスチャンバ。

(態 様 1 3)

前記サセプタ支持シャフトが、

前記中実のディスク上に取り外し可能に位置決めされる屈折要素をさらに備え、前記屈折要素が透き通った石英、ガラス、または透明なプラスチックから形成され、前記屈折要素が前記中実のディスクの外周に実質的に一致するようにサイズ決定される、態様11に記載のプロセスチャンバ。

(態 様 1 4)

前記屈折要素が、前記サセプタの裏側に面する第1の側に凸または凹面を有し、前記屈折要素が、前記サセプタの裏側から離れる方向に面する第2の側に凸または凹面を有する、態様13に記載のプロセスチャンバ。

(態 様 1 5)

前記上部ドームの上に配設されるリフレクタをさらに備え、前記リフレクタが、前記リフレクタの外面上に1つまたは複数の筋を付けられた特徴部を有し、前記1つまたは複数の筋を付けられた特徴部が前記リフレクタの周縁の周りを延伸する、態様11に記載のプロセスチャンバ。

フロントページの続き

- (72)発明者 ラマチャンドラン, バラスブラマニアン
アメリカ合衆国 カリフォルニア 95014, クパチーノ, グラナダ アヴェニュー 21
842
- (72)発明者 石井 才人
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94087, サニーヴェール, サウス バーナード 10
39
- (72)発明者 リー, シュエピン
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94087, サニーヴェール, キャסטン テラス 1
030, アpartment イー
- (72)発明者 サミール, メフメト トゥールル
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94043, マウンテン ビュー, アズブリー ウェイ
1019
- (72)発明者 ラウ, シュー-クワン
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94087, サニーヴェール, イースト フリーモント
アヴェニュー 880, アpartment 621
- (72)発明者 ブリルハート, ポール
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94566, プレザントン, ゴールデン ロード 501
7
- F ターム(参考) 4K030 EA05 EA06 FA10 GA02 JA10 KA46
5F045 AA03 AB01 AB02 AB06 AF03 BB02 BB03 DP04 DP28 DQ10
EC03 EK12 EK14 EK21 EM10 GB05

【外国語明細書】

2019016800000001.pdf