

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7073349号

(P7073349)

(45)発行日 令和4年5月23日(2022.5.23)

(24)登録日 令和4年5月13日(2022.5.13)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 L 21/31 (2006.01)

H 0 1 L 21/31

C

H 0 1 L 21/683 (2006.01)

H 0 1 L 21/31

B

C 2 3 C 16/46 (2006.01)

H 0 1 L 21/68

N

C 2 3 C 16/46

請求項の数 13 (全13頁)

(21)出願番号 特願2019-515489(P2019-515489)

(86)(22)出願日 平成29年9月13日(2017.9.13)

(65)公表番号 特表2019-533306(P2019-533306
A)

(43)公表日 令和1年11月14日(2019.11.14)

(86)国際出願番号 PCT/US2017/051373

(87)国際公開番号 WO2018/057369

(87)国際公開日 平成30年3月29日(2018.3.29)

審査請求日 令和2年9月11日(2020.9.11)

(31)優先権主張番号 62/398,310

(32)優先日 平成28年9月22日(2016.9.22)

(33)優先権主張国・地域又は機関
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 ,
INCORPORATEDアメリカ合衆国 カリフォルニア 9 5 0
5 4 , サンタ クララ , パウアーズ ア
ヴェニュー 3 0 5 0

(74)代理人 110002077

園田・小林特許業務法人

(72)発明者 アラヤヴァリ , カウシク

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 4 0
8 7 , サニーベール , ダートシャー
ウェイ 7 7 8

(72)発明者 バラクリシュナ , アジト

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 広範囲にわたる温度制御のためのヒータペDESTALアセンブリ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

半導体処理チャンバのためのペDESTALアセンブリであって、
誘電体材料を含み、基板を受容するための支持体面を有する基板支持体と、
前記基板支持体内に封入された抵抗加熱器と、
中空コアを有し、前記中空コアの第1の端部で前記基板支持体の支持体部材に連結された
シャフトと、
前記支持体部材と前記中空コアの前記第1の端部との間の界面に配置された、約4 . 0 W
/ m Kの熱伝導率を有する熱伝導材料と、
を備える、ペDESTALアセンブリ。

【請求項2】

前記シャフトは、内部冷却経路を介して前記ペDESTALから熱を取り除くため、前記シャ
フトの内部に配置された、前記中空コアを取り囲む冷却チャンネルアセンブリを備える、請
求項1に記載のペDESTALアセンブリ。

【請求項3】

前記基板支持体は、前記抵抗加熱器と前記冷却チャンネルアセンブリとの間に配置された熱
遮断部を有する、請求項2に記載のペDESTALアセンブリ。

【請求項4】

前記熱遮断部は、
上方壁と、

向かい合う下方壁と、
前記熱遮断部を取り囲む、円形の周壁と、
を備える、請求項 3 に記載のペデスタルアセンブリ。

【請求項 5】

前記熱遮断部は、約 7 . 6 c m から約 1 0 . 2 c m の間の直径と、約 1 c m から約 1 . 3 c m の間の高さを有する、請求項 4 に記載のペデスタルアセンブリ。

【請求項 6】

前記支持体部材は、前記界面に隣接するその外縁に形成された複数の凹部を含む、請求項 1 に記載のペデスタルアセンブリ。

【請求項 7】

半導体処理チャンバのためのペデスタルアセンブリであって、
誘電体材料を含み、基板を受容するための支持体面を有する基板支持体と、
前記基板支持体内に封入された抵抗加熱器と、
中空コアを有し、前記中空コアの第 1 の端部で前記基板支持体の支持体部材に連結された
シャフトであって、前記支持体部材が、前記支持体部材と前記中空コアの前記第 1 の端部
との間の界面に隣接する前記支持体部材の外縁に形成された複数の凹部を含む、シャフト
と、

前記抵抗加熱器と冷却チャネルアセンブリとの間に配置された空隙を含む熱遮断部と、
を備えるペデスタルアセンブリ。

【請求項 8】

前記熱遮断部は、
上方壁と、
向かい合う下方壁と、
前記熱遮断部を取り囲む周壁と、
を備える、請求項 7 に記載のペデスタルアセンブリ。

【請求項 9】

前記周壁は円形である、請求項 8 に記載のペデスタルアセンブリ。

【請求項 10】

前記熱遮断部は、約 7 . 6 c m から約 1 0 . 2 c m の間の直径と、約 1 c m から約 1 . 3 c m の間の高さを有する、請求項 7 に記載のペデスタルアセンブリ。

【請求項 11】

前記支持体部材と前記中空コアの前記第 1 の端部との間の界面に配置された熱伝導材料を
更に備える、請求項 7 に記載のペデスタルアセンブリ。

【請求項 12】

前記熱伝導材料は、約 4 . 0 W / m K の熱伝導率を有する、請求項 11 に記載のペデスタルアセンブリ。

【請求項 13】

半導体処理チャンバのためのペデスタルアセンブリであって、
誘電体材料を含み基板を受容するための支持体面を有する基板支持体と、
前記基板支持体内に封入された抵抗加熱器と、
中空コアを有し前記中空コアの第 1 の端部で前記基板支持体の支持体部材に連結されたシ
ャフトと、
前記抵抗加熱器と冷却チャネルアセンブリとの間に配置された空隙を含む熱遮断部と、
前記支持体部材と前記中空コアの前記第 1 の端部との界面に配置された、約 4 . 0 W / m
K の熱伝導率を有する熱伝導材料と、
を備える、ペデスタルアセンブリ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[0 0 0 1] 本書に記載の実装は、概して、半導体処理チャンバに関し、より具体的に

10

20

30

40

50

は、半導体処理チャンバのための加熱された支持体ペDESTALに関する。

【背景技術】

【0002】

関連技術の記載

【0002】 半導体処理は、多くの異なる化学的及び物理的プロセスを含み、これにより微細な集積回路が基板上で形成される。集積回路をなす材料の層は、化学気相堆積、物理気相堆積、エピタキシャル成長などを含む処理によって作成される。材料の層には、フォトレジストマスク並びに、湿式又は乾式エッチング技法を使用して、パターン形成されるものもある。集積回路を形成するために用いられる基板は、ケイ素、ガリウムヒ素、リン化インジウム、ガラス、又は他の適切な材料であってよい。

10

【0003】

【0003】 集積回路の製造では、様々な材料層の堆積又はエッチングにプラズマ処理が使用されることが多い。プラズマ処理は、熱処理よりも利点が多い。例えば、プラズマ化学気相堆積（PECVD）により、堆積処理を、類似の熱処理で実現可能であるよりも低温かつ高い堆積速度で行うことができる。したがって、PECVDは、大規模又は超大規模集積回路（VLSI又はULSI）デバイス製造などの、厳しい熱収支を含む集積回路製造に有利である。

【0004】

【0004】 これらの処理で使用される処理チャンバは、典型的には、処理中に基板を支持するために内部に配置される基板支持体又はペDESTALを含む。幾つかの処理では、ペDESTALが、基板の温度を制御するように、及び/又は処理に用いられる高温を提供するように適合された、埋め込みヒータを含みうる。基板処理中の基板の適切な温度制御及び均一加熱は、特に集積回路のサイズが縮小するにつれ、非常に重要になる。埋め込みヒータを含む従来の支持体は、基板上に堆積された膜の性質に影響を与える数多くの熱点及び冷点を有することが多い。

20

【0005】

【0005】 したがって、能動的な温度制御を提供するペDESTALアセンブリが必要となる。

【発明の概要】

【0006】

【0006】 本開示の実装は、概して、半導体処理チャンバに関し、より具体的には、半導体処理チャンバのための加熱された支持体ペDESTALに関する。一実装では、ペDESTALアセンブリが開示され、ペDESTALアセンブリは、誘電体材料を含み基板を受容するための支持体面を有する基板支持体と、基板支持体内に封入された抵抗加熱器と、シャフトの第1の端部で基板支持体の支持体部材に連結された中空シャフトと、支持体部材とシャフトの第1の端部との界面に配置された熱伝導材料とを含む。

30

【0007】

【0007】 別の実装では、半導体処理チャンバ用のペDESTALアセンブリが開示され、このペDESTALアセンブリは、誘電体材料を含み基板を受容するための支持体面を有する基板支持体と、基板支持体内に封入された抵抗加熱器と、中空コアを有し中空コアの第1の端部で基板支持体の支持体部材に連結されたシャフトと、発熱体と冷却チャネルアセンブリとの間に配置された空隙を含む熱遮断部とを含む。

40

【0008】

【0008】 別の実装では、半導体処理チャンバのペDESTALアセンブリが開示され、このペDESTALアセンブリは、誘電体材料を含み基板を受容するための支持体面を有する基板支持体と、基板支持体内に封入された抵抗加熱器と、中空コアを有し中空コアの第1の端部で基板支持体の支持体部材に連結されたシャフトと、発熱体と冷却チャネルアセンブリとの間に配置された空隙を含む熱遮断部と、支持体部材と中空コアの第1の端部との界面に配置された熱伝導材料とを含む。

【0009】

50

【 0 0 0 9 】 本開示の上述の特徴を詳細に理解しうるように、上記で簡単に要約された本開示のより具体的な説明が、実装を参照することによって得られ、一部の实装は、付随する図面に例示されている。しかしながら、本開示は他の等しく有効な実装も許容しうることから、添付する図面は本開示の典型的な実装を示しているにすぎず、したがって、本開示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 1 0 】

【図 1】 プラズマシステムの一実装の部分断面図である。

【図 2 A】 図 1 のプラズマシステムで利用されうるペDESTALアセンブリの一実装の等角上面図である。

10

【図 2 B】 図 2 A のペDESTALアセンブリの等角底面図である。

【図 3 A】 図 1 ~ 図 2 B のペDESTALアセンブリとして使用されうるペDESTALアセンブリの別の実装の側断面図である。

【図 3 B】 図 3 A のペDESTALアセンブリの拡大断面図である。

【図 3 C】 図 3 A のペDESTALアセンブリの拡大断面図である。

【図 4 A】 支持体部材をシャフトに連結するために使用されうる異なるタイプのファスナアセンブリを示すペDESTALアセンブリの一部の拡大図である。

【図 4 B】 支持体部材をシャフトに連結するために使用されうる異なるタイプのファスナアセンブリを示すペDESTALアセンブリの一部の拡大図である。

【 0 0 1 1 】

20

【 0 0 1 7 】 理解を容易にするために、可能な場合には、図に共通する同一の要素を指し示すのに同一の参照番号を使用した。ある実装の要素及び特徴は、さらなる記載がなくとも、他の実装に有益に組み込むことができると考えられている。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

【 0 0 1 8 】 本開示の実装は、概して、半導体処理チャンバに関し、より具体的には、半導体処理チャンバのための加熱された支持体ペDESTALに関する。本書に開示の実装は、プラズマチャンバに関連して以下で例示的に説明される一実装では、プラズマチャンバは、プラズマ化学気相堆積 (P E C V D) システムで利用される。本書に記載の実装から利益を受けるように適合されうる P E C V D システムの例には、 P R O D U C E R (登録商標) S E C V D システム、 P R O D U C E R (登録商標) G T (商標) C V D システム、又は D X Z (登録商標) C V D システムが含まれ、これらはすべてカリフォルニア州サンタクララの A p p l i e d M a t e r i a l s , I n c . , から市販されている。 P R O D U C E R (登録商標) S E C V D システム (例えば、 2 0 0 m m 又は 3 0 0 m m) は、導電性膜、シラン、炭素ドーピングされた酸化ケイ素及び他の材料などの薄膜を基板上に堆積させるために使用されうる、2つの分離した処理領域を有する。例示的な実装は2つの処理領域を含むが、本書に記載の実施形態は、1つの処理領域又は3つ以上の処理領域を有するシステムで有利になるように使用されうると考えられる。本書に記載の実装は、エッチチャンバ、イオン注入チャンバ、プラズマ処理チャンバ、ストリッピングチャンバなどを含む他のプラズマチャンバで有利になるように使用されうるとも考えられる。さらに、本書に記載の実装は、他の製造業者から入手可能なプラズマ処理チャンバで有利になるように利用されうるとも考えられる。

30

40

【 0 0 1 3 】

【 0 0 1 9 】 本書に記載のペDESTALの実装は、完全な処理サイクル全体を通じて、処理中に基板の能動的な温度制御のニーズに対処する。本書に記載のある実装は、独自の構成要素パターンにより最小の温度勾配 (< 1 0 ° C) を有する埋め込み発熱体を用いて、 4 0 0 ° C 程度の温度の高温制御をもたらす。本書に記載のある実装は、ペDESTALの本体に能動的な冷却剤を流すことによって、 R F 連結のような外部ソース、又は埋め込み発熱体などの内部ソースから、 (例えば、 2 0 0 0 ワット程度の) 大きな熱負荷を取り除くことができる。本書に記載のある実装は、ペDESTAL本体を通り冷却剤の流量と共に、発

50

熱体を能動的に制御することによって、所望の低い温度勾配をもたらす。

【 0 0 1 4 】

[0 0 2 0] 本書に記載のある実装は、基板が多数の処理条件及びチャンバ条件（例えば、ヒータ面板、チャンバに衝突したカップリング R F、処理ガス、化学薬品など）に曝露される間に、広い範囲にわたって基板の温度を能動的に制御する能力を提供する。基板の能動的な温度制御は、空間的な温度制御及び / 又は過渡的な温度制御を含む。

【 0 0 1 5 】

[0 0 2 1] 空間的な温度制御は、基板内又は基板上に所望の放射状の温度プロファイルを作り出すことを含む。空間的な温度制御は、典型的には、複数の同心円上のヒータゾーンを有するペDESTALによって実施される。所望の放射状のプロファイルは、一様な温度、エッジが高温となるプロファイル、又はエッジが低温となるプロファイルを含みうる。過渡的な温度制御は、様々な外部熱負荷が存在するときに、基板の所望の温度プロファイルを維持することを含む。過渡的な温度制御は、典型的に、ヒータゾーン電力を適切に変調することによって実現される。能動的な温度制御は、2つの能動的な温度フラックスによって実現されうる。1番目は、埋め込まれた発熱体によって提供される熱で、2番目は、内部の冷却剤経路によってペDESTALから取り除かれる熱である。したがって、（基板が載る）ペDESTAL表面の温度は、これら2つのフラックスのレベルを制御することによって、所望の温度に制御することができる。熱の増加は、発熱体により多くの電力を供給し、冷却剤の流量を減らすこと（又は、冷却剤の入口温度を下げること）によって実現可能で、或いは、ペDESTALの温度を下げるには逆のことが実行可能である。広い温度制御範囲は、（発熱体からの内部の、或いは、チャンバ又はプロセス条件からの外部の）熱源と熱ドレイン（内部の能動的な冷却剤）との間の相互作用を制御することによって実現される。一実装では、これは、支持体本体内の発熱体を基板が載る支持体面の近くに配置して、実現可能な最高温度を最大化すること、並びに、シャフトの本体下方の冷却チャネルを、所望の量の熱を排出する高さに配置することによって実現される。

【 0 0 1 6 】

[0 0 2 2] 正確な温度制御に加えて、ユーザーはシステムのスループットを高めることが必要になることもある。スループットを改善する1つの方法は、高周波（R F）電力を上げて堆積速度を高めることである。しかしながら、R F電力を上げると、これに対応して、ペDESTALに与えられるプラズマ熱負荷も高まる。現時点で望ましいR F電力レベルでは、プラズマ熱負荷は1 0 0 0ワット（W）になりうる。

【 0 0 1 7 】

[0 0 2 3] 安定した基板温度を維持するため、ペDESTALに流入する熱は、ペDESTALから流出する熱と平衡していなければならない。この平衡を実現する難易度は、処理温度と共に変化する。例えば、高い動作温度（例えば、約6 5 0 ° C）では、放射熱損失が高く、プラズマ熱負荷を相殺するのに十分な値を超えている。しかしながら、「中程度の」温度（例えば、約4 0 0 ° C未満）では、放射熱損失はかなり低くなる（例えば、3 5 0 ° Cで約3 0 0 W）。本書に記載のペDESTALアセンブリの実装は、このような中程度の温度で利用されうる。

【 0 0 1 8 】

[0 0 2 4] 中程度の温度での処理に対して従来のペDESTALは、典型的に、熱伝導を制限する。したがって、（放射及び伝導の）熱損失の和は、大きなプラズマ熱と平衡するには不十分で、堆積処理中に高いR F電力が使用されるときには、温度制御の損失を生む結果となる。

【 0 0 1 9 】

[0 0 2 5] 一実装では、シャフトに連結されたペDESTAL本体を含むペDESTALアセンブリが開示される。ペDESTAL本体は、誘電体材料、例えば、窒化アルミニウムなどのセラミック材料を含む。シャフトは、（電氣的及び熱的に）伝導性の材料、例えば、6 0 6 1アルミニウムなどのアルミニウム合金を含む。シャフトは、ペDESTAL本体からの熱を取り除くためにシャフト内部に埋め込まれた冷却剤経路を含みうる。シャフトは、熱源

10

20

30

40

50

から冷却剤までの熱の流れの相互作用に貢献する高い熱伝導率を提供する。

【 0 0 2 0 】

【 0 0 2 6 】 図 1 は、本書に記載の実装によるペDESTALアセンブリ 1 0 2 を有する例示的なプラズマシステム 1 0 0 の部分断面図である。本書に記載のように、ペDESTALアセンブリ 1 0 2 は、基板が種々の処理条件及びチャンバ条件にさらされている間に、ペDESTALアセンブリ 1 0 2 上に配置された基板の温度を、広い温度範囲で能動的に制御することを可能にする能動的な冷却システムを有する。プラズマシステム 1 0 0 は一般的に、一対の処理領域 1 1 2 A 及び 1 1 2 B を画定する、側壁 1 0 6、底壁 1 0 8、及び内部側壁 1 1 0 を有する処理チャンバ本体 1 0 4 を備える。処理領域 1 1 2 A 及び 1 1 2 B の各々は、同じように構成されており、簡潔にするため、処理領域 1 1 2 B の構成要素のみが説明される。

10

【 0 0 2 1 】

【 0 0 2 7 】 ペDESTAL本体 1 1 4 は、チャンバ本体 1 0 4 の底壁 1 0 8 に形成された通路 1 1 6 を通って処理領域 1 1 2 B に設けられる。ペDESTAL本体 1 1 4 は、その上面で基板（図示せず）を支持するように適合されている。ペDESTAL本体 1 1 4 は、所望の処理温度で基板温度を加熱及び制御するための発熱体、例えば、抵抗発熱体を含みうる。代替的には、ペDESTAL本体 1 1 4 が、ランプアセンブリなどの遠隔発熱体によって加熱されてもよい。

【 0 0 2 2 】

【 0 0 2 8 】 ペDESTALアセンブリ 1 0 2 は、シャフト 1 1 8 に連結されたペDESTAL本体 1 1 4 を含む。シャフト 1 1 8 は、処理領域 1 1 2 B 内でペDESTAL本体 1 1 4 の上昇及び運動を制御する駆動システムを含みうる、電源出力又は電源ボックス 1 2 0 に連結されている。シャフト 1 1 8 はまた、ペDESTAL本体 1 1 4 に電力を供給するための電力インターフェースを含む。シャフト 1 1 8 はまた、内部に形成される冷却剤チャンネルを含む。電源ボックス 1 2 0 はまた、熱電対インターフェースなどの、電力及び温度計用のインターフェースを含む。シャフト 1 1 8 はまた、電源ボックス 1 2 0 に着脱可能に連結するように適合されたベースアセンブリ 1 2 2 も含む。電源ボックス 1 2 0 の上方に周方向リング 1 2 4 を示す。一実施形態で、周方向リング 1 2 4 は、ベースアセンブリ 1 2 2 と電源ボックス 1 2 0 の上面との間に機械的インターフェースを提供するように構成された機械的止め部又はランドとして適合された肩部である。

20

30

【 0 0 2 3 】

【 0 0 2 9 】 底壁 1 0 8 に形成された通路 1 2 8 を通って、ロッド 1 2 6 が設けられており、ペDESTAL本体 1 1 4 を貫通して設けられた基板リフトピン 1 3 0 を起動するために利用される。基板リフトピン 1 3 0 は、基板移送ポート 1 3 2 を通して処理領域 1 1 2 B の内外へ基板を移送するために用いられるロボット（図示されず）による基板の交換を促進するために、基板をペDESTAL本体 1 1 4 から選択的に離間する。

【 0 0 2 4 】

【 0 0 3 0 】 チャンバ本体 1 0 4 の上部にチャンバリッド 1 3 4 が連結されている。リッド 1 3 4 は、それ自体に連結された一又は複数のガス分配システム 1 3 6 を収容する。ガス分配システム 1 3 6 は、シャワーヘッドアセンブリ 1 4 2 を通じて処理領域 1 1 2 B に反応ガス及び洗浄ガスを供給する、ガス流入通路 1 4 0 を含む。シャワーヘッドアセンブリ 1 4 2 は、面板 1 4 6 との間に配置された遮蔽板 1 4 8 を有する環状のベースプレート 1 4 4 を含む。シャワーヘッドアセンブリ 1 4 2 に高周波（RF）源 1 5 0 が連結されている。RF 源 1 5 0 は、シャワーヘッドアセンブリ 1 4 2 の面板 1 4 6 とペDESTAL本体 1 1 4 との間でのプラズマ生成を促すため、シャワーヘッドアセンブリ 1 4 2 に電力供給する。一実装では、RF 源 1 5 0 は、13.56 MHz の RF 発振器などの高周波数高周波（HFRF）電源になりうる。別の実装では、RF 源 1 5 0 は、HFRF 電源、及び 300 kHz の RF 発振器などの低周波数高周波（LFRF）電源を含みうる。代替的に、RF 源は、プラズマ生成を促すために、ペDESTAL本体 1 1 4 など処理チャンバ本体 1 0 4 の他の部分に連結されてもよい。RF 電力がリッド 1 3 4 へ伝わるのを防ぐために

40

50

、リッド１３４とシャワーヘッドアセンブリ１４２との間に誘電体アイソレータ１５２が配置される。シャドウリング１５４は、ペDESTAL本体１１４の所望の高さで基板に係合する、ペDESTAL本体１１４の外縁に配置されうる。

【００２５】

[００３１] オプションにより、動作中に環状ベースプレート１４４を冷却するため、ガス分配システム１３６の環状ベースプレート１４４に冷却チャンネル１５６が形成される。ベースプレート１４４が所定の温度で維持されるように、水、エチレングリコール、ガスなどの熱伝導流体が冷却チャンネル１５６を通じて循環されうる。

【００２６】

[００３２] 処理領域１１２Ｂ内で側壁１１０、１０６が処理環境に曝されるのを防ぐため、処理領域１１２Ｂ内でチャンバ本体１０４の側壁１１０、１０６に非常に近接して、チャンバライナアセンブリ１５８が設けられる。ライナアセンブリ１５８は、処理領域１１２Ｂからガス及び副生成物を排気し、処理領域１１２Ｂ内の圧力を制御するように構成されたポンピングシステム１６４に連結された、周方向のポンピングキャピティ１６０を含む。複数の排気口１６６が、チャンバライナアセンブリ１５８に形成されうる。排気口１６６は、システム１００内での処理を促進するように、処理領域１１２Ｂから周方向ポンピングキャピティ１６０までガスが流れることができるように構成される。

【００２７】

[００３３] 図２Ａは、図１のプラズマシステム１００で利用されうるペDESTALアセンブリ１０２の一実装の等角上面図である。ペDESTALアセンブリ１０２は、ペDESTAL本体１１４と、シャフト１１８と、円形の基板支持体２０５に向かい合ったベースアセンブリ１２２とを含む。一実装では、シャフト１１８は管状部材又は中空シャフトとして構成される。基板支持体２０５は、実質的に平面的な基板受容面又は支持体面２１０を含む。支持体面２１０は、２００ mm基板、３００ mm基板、又は４５０ mm基板を支持するように適合されうる。一実装では、支持体面２１０は、支持体面２１０の平面を越えて延在する隆起又は突起となりうる、複数の構造体２１５を含む。複数の構造体２１５の各々の高さは、支持体２１０よりわずかに高いか、わずかに離間された平面又は表面を受容するほぼ平面的な基板を提供するため、ほぼ等しくなっている。基板支持体２０５はまた、リフトピン１３０（図１）を受容するように適合されて貫通するように形成された、複数の開口部２２０を含む。

【００２８】

[００３４] 一実装では、ペDESTAL本体１１４は、窒化アルミニウムなどのセラミック材料から作られ、シャフト１１８は、アルミニウムなどの熱伝導性の金属材料から作られる。

【００２９】

[００３５] 一実装では、ペDESTAL本体１１４の支持体面２１０はテクスチャード加工されている。支持体面２１０は、当該技術分野で既知の技術、例えば、ビードブラスト、エッチバック処理、又はこれらの組み合わせを用いてテクスチャード加工されうる。一実装では、ペDESTAL本体１１４のテクスチャード加工された支持体面２１０の表面粗度の二乗平均平方根（ＲＭＳ）は、約０．７５ミクロンから約６ミクロン、例えば、約１．５ミクロンから約５ミクロンまでの間、例えば、約２ミクロンになりうる。

【００３０】

[００３６] 図２Ｂは、図２ＡのペDESTALアセンブリ１０２の等角底面図である。シャフト１１８は、ペDESTAL本体１１４の支持体部材２３０に連結された第１の端部２２５を含む。シャフト１１８はまた、基板支持体２０５に向かい合ったベースアセンブリ１２２に連結された第２の端部２３５を含む。この実装では、ベースアセンブリ１２２は、誘電体プラグ２４５に連結された、及び／又は誘電体プラグ２４５を含む、スロットのある導電性部分２４０を含む。一実装では、スロットのある導電性部分２４０は、電源ボックス１２０（図１）に嵌合するように適合されたプラグ又はオスのインターフェースとして構成されうる。図２Ｂに示した実装では、導電性部分２４０は断面が、外表面又は壁を

10

20

30

40

50

通って少なくとも部分的に形成されたスロットを有する円形になりうる。誘電体プラグ 245 は、電源ボックス 120 内の電気接続を受容する又は電気接続に嵌合するように適合された、ソケット又はメスのインターフェースとして構成されてもよく、或いは代替的に、ソケット又はメスのインターフェースとして構成された一又は複数の部分を含んでもよい。一実装では、スロットのある導電性部分 240 は、シャフト 118 の一体化された延在部分であって、アルミニウム材料から作られてよく、一方、誘電体プラグ 245 は P E E K 樹脂から作られる。

【0031】

【0037】 ベースアセンブリ 122 はまた、図 1 に示した電源ボックス 120 と整合する O リング（図示せず）を受容するように適合された周方向リング 124 を含む。この実装では、スロットのある導電性部分 240 は、誘電体プラグ 245 を受容するように適合された開口部を含み、誘電体プラグ 245 はスロットのある導電性部分 240 に結び付く。誘電体プラグ 245 はまた、電源ボックス 120（図 1 に示す）からの導線を受容するため、誘電体プラグ内に形成された開口部又はソケットを含む。

10

【0032】

【0038】 支持体部材 230 は、熱界面 250 でシャフト 118 の第 1 の端部 225 に連結される。熱界面 250 は、シャフト 118 の第 1 の端部 225 の嵌合面と支持体部材 230 との間に配置された熱伝導材料 255 を含む接合剤（bond）になりうる。シャフト 118 の第 1 の端部 225 と支持体部材 230 は、一又は複数のファスナアセンブリ 260 によって、互いに着脱可能に連結されうる。

20

【0033】

【0039】 図 3 A は、ペDESTAL アセンブリ 300 の一実装の側断面図である。ペDESTAL アセンブリ 300 は、図 1 ~ 図 2 B のペDESTAL アセンブリ 102 として使用されうる。図 3 B は、図 3 A のペDESTAL アセンブリ 300 の拡大断面図である。一実装では、ペDESTAL アセンブリ 300 上の基板（図示せず）の温度制御は、抵抗加熱器 305、冷却チャネルアセンブリ 306 を備えたシャフト 118、熱遮断部 308、及び熱界面 250 のうちの一又は複数によって提供される。

【0034】

【0040】 抵抗加熱器 305 は、ペDESTAL 本体 114 内に配置されるか、封入される。熱遮断部 308 は、ペDESTAL 本体 114 と支持体部材 230 との間の界面 310 に隣接して、又は界面 310 の位置で、ペDESTAL 本体 114 内に設けられる。冷却チャネルアセンブリ 306 は、冷却チャネル 307 と、冷却チャネル流入口 302 と、冷却チャネル排出口 304 とを有する。冷却チャネル流入口 302 と冷却チャネル排出口 304 は、熱伝達媒体すなわち「冷却剤」を冷却チャネルアセンブリ 306 に供給するための流体再循環器 309 に連結されうる。一実装では、冷却チャネル 307 は、シャフト 118 の本体に配置されたリング形状のチャネルで、シャフト 118 の中空部分 318 を取り囲む。

30

【0035】

【0041】 一実装では、熱遮断部 308 は、ペDESTAL 本体 114 の支持体面 210 の中心の周りの熱抵抗を高め、これによって冷氣散布器（cold spreader）として動作する。これは、ペDESTAL 本体 114 の支持体面 210 の中心に存在しうるコールドスポットを減らしうる。図 3 B を参照すると、熱遮断部 308 は、上方壁 312 と、向かい合う下方壁 313 と、熱遮断部 308 を取り囲む周壁 314 とによって形成される。熱遮断部 308 は、上方壁 312 と、下方壁 313 と、周壁 314 とによって封じ込められた空隙又はボイドを含みうる。

40

【0036】

【0042】 一実装では、周壁 314 は円形で、その結果、熱遮断部 308 は円形になる。熱遮断部 308 はまた、所望の量の熱制御を提供する他の任意の形状を有してもよい。例えば、熱遮断部 308 は、楕円形、正方形、長方形、及び不均一形状などの他の形状から選択された形状を有してもよい。一実装では、熱遮断部 308 は、約 2 インチ（5 . 1 c m）から約 6 インチ（15 . 2 c m）の間の直径を有する。一実装では、熱遮断部 3

50

08は、約3インチ(7.6cm)から約4インチ(10.2cm)の間の直径を有する。熱遮断部308の直径は、所望の量の熱制御を提供するため、変更することができる。熱遮断部308の上方壁と下方壁との間の距離(例えば、高さ)はまた、所望の量の熱制御を提供するため、変更することができる。一実装では、熱遮断部308の高さは、約0.1インチ(0.3cm)から約1インチ(2.5cm)の間になる。別の実装では、熱遮断部308の高さは、約0.4インチ(1cm)から約0.5インチ(1.3cm)の間になる。

【0037】

【0043】 ペDESTAL本体114と支持体部材230との間の界面310は、接合剤320を含む。接合剤320は、約1,200°Cから約1,500°Cまでの温度での直接接合、拡散接合、共焼結(c o - s i n t e r i n g)及び/又は共燃焼(c o - f i r i n g)を含みうる。接合剤320は、熱遮断部308の周壁314まで延在しうる、及び/又は熱遮断部308の周壁314を形成しうる。

10

【0038】

【0044】 一実装では、冷却チャネル流入口302は、ペDESTALアセンブリ102のシャフト118を通して延在する長手方向チャネルである。冷却チャネル流入口302の第1の端部は流体再循環器309に連結され、冷却チャネル流入口302は冷却チャネル307と流体連結されている。一実装では、冷却チャネル排出口304は、ペDESTALアセンブリ114のシャフト118を通して延在する長手方向チャネルである。冷却チャネル排出口304の第1の端部は冷却チャネル307に連結され、冷却チャネル排出口の第2の端部は流体再循環器309に連結されている。

20

【0039】

【0045】 図3Cは一部の拡大断面図で、熱界面250は、支持体部材230の嵌合面320A、及びシャフト118の嵌合面320Bを含む。環状リング溝325は、熱界面250に含まれうる。熱伝導材料255は、約0.001インチの厚さ330で、嵌合面320Aと嵌合面320Bとの間に配置されうる。熱伝導材料255は、約4.0ワット毎メートル毎ケルビン(W/m·K)の熱伝導率を有しうる。実施例は、シリコン及び/又はアクリルベース熱伝導性グリース、又はアルミニウム、銀(Ag)、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、酸化ベリリウム、炭化ケイ素、又はダイヤモンドなどの熱伝導材料がドーブされた接着剤を含む。熱伝導材料255の別の実施例は、G A P F I L L E R 4000という商標でB e r g q u i s t社から市販されている間隙充填剤を含む。

30

【0040】

【0046】 再度図3Aを参照すると、熱界面250は約2平方インチの表面積335を含みうる。表面積335は主として設計要因に基づく。例えば、支持体部材230及びシャフト118の中空部分は、抵抗加熱器305、熱電対リードなどの電気接続を収容できるように十分に大きくなければならず、支持体部材230及びシャフト118の外の寸法は、既存のチャンバ本体に組み込めるサイズでなければならない。表面積335のサイズ及び熱伝導材料255の厚さを仮定すると、熱界面250の熱流束は約1,500ワット以上で、熱界面250での温度差250は約10°Cとなる。

40

【0041】

【0047】 動作中、抵抗加熱器305によって生成される熱及び/又はプラズマからの熱は基板(図示せず)を加熱し、過剰な熱は、セラミックペDESTAL本体114及び支持体部材230から、熱界面250を経由してアルミニウムシャフト118まで流れる。熱伝導流体は、流体再循環器309によって、再利用され、冷却チャネルアセンブリ306を通して連続的にポンピングされる。ある実装では、動作中、ペDESTAL本体114の温度は約350°Cで、一方、シャフト118の温度は約100°C以下になりうる。

【0042】

【0048】 図4A及び図4Bは、支持体部材230をシャフト118に連結するように使用されうる、異なるタイプのファスナアセンブリを示すペDESTALアセンブリ102

50

の断面図である。図 4 A は「爪」タイプのファスナアセンブリ 4 0 0 A を示し、図 4 B は「分割リング」タイプのファスナアセンブリ 4 0 0 B を示す。

【 0 0 4 3 】

[0 0 4 9] ファスナアセンブリ 4 0 0 A は、支持体部材 2 3 0 とシャフト 1 1 8 との間で固定する一又は複数の爪クランプ 4 0 5 を含む。一又は複数の爪クランプ 4 0 5 は、熱界面 2 5 0 で支持体部材 2 3 0 の周囲を取り囲むように適合される、一又は複数の環状セグメントを含みうる。一又は複数のファスナ 4 1 0 は、支持体部材 2 3 0 をシャフト 1 1 8 に固定するために利用されうる。ファスナ 4 1 0 及び爪クランプ 4 0 5 は、支持体部材 2 3 0 に形成された凹部 4 1 5 に配置されうる。凹部 4 1 5 は、断続的な間隔で、支持体部材 2 3 0 の周囲に形成されうる。

10

【 0 0 4 4 】

[0 0 5 0] ファスナアセンブリ 4 0 0 B は、支持体部材 2 3 0 とシャフト 1 1 8 との間で固定する一又は複数のリング 4 2 0 を含む。一又は複数のリング 4 2 0 は、熱界面 2 5 0 で支持体部材 2 3 0 の周囲を取り囲むように適合される、一又は複数の環状セグメントを含みうる。一又は複数のファスナ 4 1 0 は、支持体部材 2 3 0 をシャフト 1 1 8 に固定するために利用されうる。リング 4 2 0 は、支持体部材 2 3 0 の肩部 4 2 5 に対して締め付けられうる。一又は複数のリング 4 2 0 と爪クランプ 4 0 5 との違いは、リング 4 2 0 が、支持体部材 2 3 0 の肩部 4 2 5 に接触して内向きに連続的に延在する部材を含むのに対して、爪クランプ 4 0 5 は、凹部 4 1 5 に対応する断続的な間隔で、支持体部材 2 3 0 の肩部 4 2 5 に接触して内向きに延在する部材を含むことである。

20

【 0 0 4 5 】

[0 0 5 1] 以上の記述は本開示の実装を対象としているが、本開示の基本的な範囲から逸脱することなく本開示の他の実装及び更なる実装が考案されてよく、本開示の範囲は、下記の特許請求の範囲によって決定される。

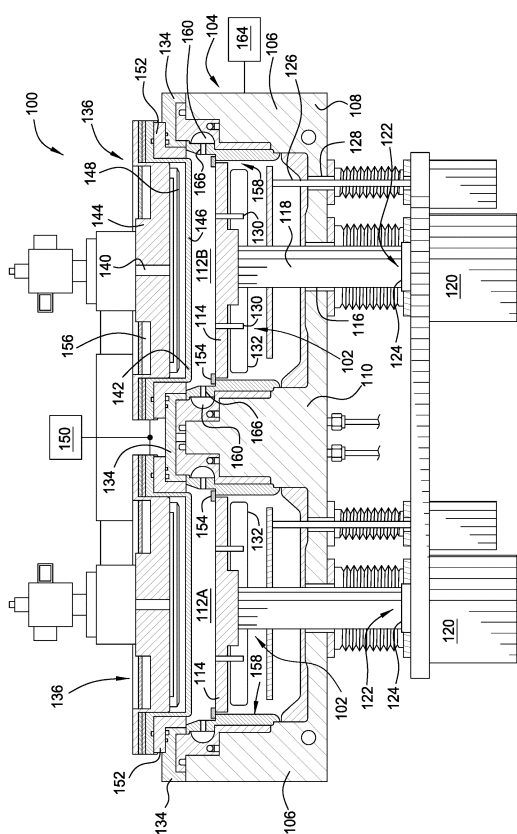
30

40

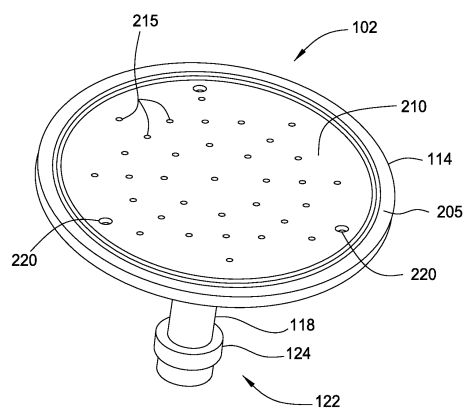
50

【図面】

【 図 1 】

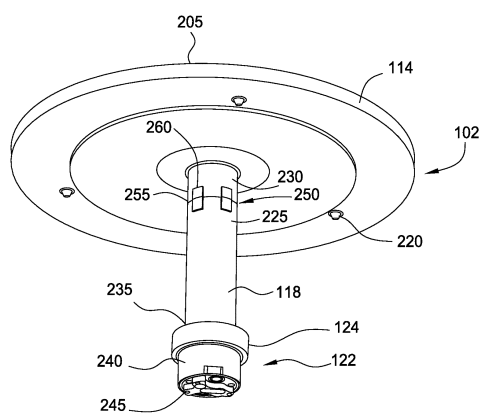


【圖 2 A】

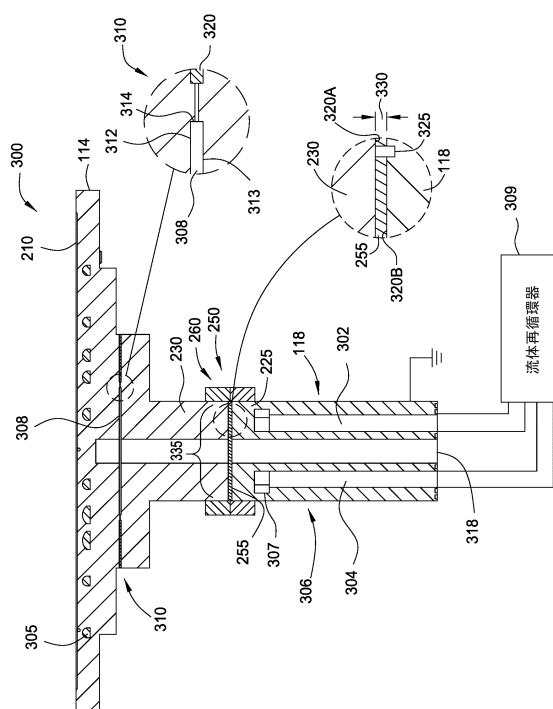


10

【 図 2 B 】



【 図 3 A 】

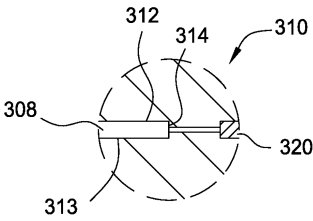


30

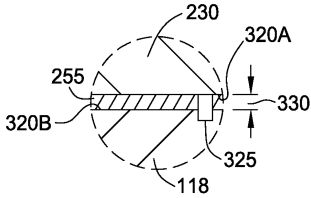
40

50

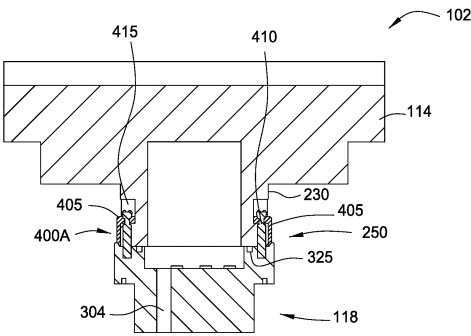
【 図 3 B 】



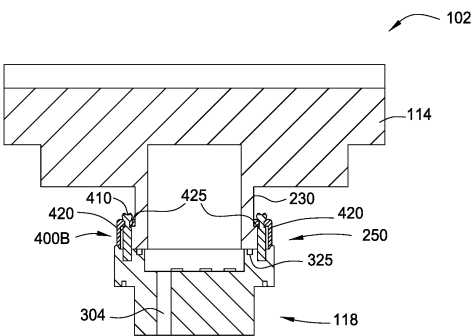
【 図 3 C 】



【 図 4 A 】



【 図 4 B 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 5 0 5 1 , サンタ クララ , グラナダ アヴェニュー 3 4 7
5 , 3 3 8 番
- (72)発明者 バルジャ , サンジーヴ
アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 5 0 0 8 , キャンベル , アンソニー ドライブ 2 1 9 8
- (72)発明者 バンサル , アミット クマール
アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 5 0 3 5 , ミルピタス , シャイロ アヴェニュー 2 2 0 9
- (72)発明者 ブッシュ , マシュー ジェームズ
アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 5 0 5 4 , サンタ クララ , モアランド ウェイ 5 5 0 ,
アパートメント 4 6 1 2
- (72)発明者 ロチャ - アルヴァレス , フアン カルロス
アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 4 0 7 0 , サン カルロス , シダー ストリート 1 8
- (72)発明者 スリニバサン , スワミナサン ティー .
アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 4 5 6 6 , プレザントン , ランブルウッド ウェイ 1 5 5 4
- (72)発明者 ウラヴィ , テジャス
アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 5 1 1 7 , サン ノゼ , ポイントン アヴェニュー 3 9 8 ,
アパートメント 3 1
- (72)発明者 チョウ , チェンホア
アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 5 0 0 8 , キャンベル , カラド コート 1 6 4 0
- 審査官 加藤 芳健
- (56)参考文献 国際公開第 2 0 1 5 / 1 0 5 6 4 7 (WO , A 1)
特表 2 0 1 3 - 5 1 4 6 6 9 (JP , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , DB 名)
H 0 1 L 2 1 / 3 1
H 0 1 L 2 1 / 6 8 3
C 2 3 C 1 6 / 4 6