

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2018-522401

(P2018-522401A)

(43) 公表日 平成30年8月9日 (2018. 8. 9)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 21/683 (2006. 01)	H O 1 L 21/68 N	4 K O 3 O
H O 1 L 21/31 (2006. 01)	H O 1 L 21/31 F	5 F O 4 5
C 2 3 C 16/458 (2006. 01)	C 2 3 C 16/458	5 F 1 3 1
C 2 3 C 16/46 (2006. 01)	C 2 3 C 16/46	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2017-560537 (P2017-560537)	(71) 出願人	509348580
(86) (22) 出願日	平成28年6月10日 (2016. 6. 10)		ビーコ インストゥルメンツ インコーポ
(85) 翻訳文提出日	平成29年11月20日 (2017. 11. 20)		レイテッド
(86) 国際出願番号	PCT/US2016/037022		アメリカ合衆国 ニューヨーク 1 1 8 0
(87) 国際公開番号	W02016/209647		3, プレーンビュー, ターミナル ド
(87) 国際公開日	平成28年12月29日 (2016. 12. 29)		ライブ, コーポレイト ヘッドクォータ
(31) 優先権主張番号	62/183, 166		ーズ
(32) 優先日	平成27年6月22日 (2015. 6. 22)	(74) 代理人	100078282
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 山本 秀策
(31) 優先権主張番号	62/241, 482	(74) 代理人	100113413
(32) 優先日	平成27年10月14日 (2015. 10. 14)		弁理士 森下 夏樹
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100181674
(31) 優先権主張番号	62/298, 540		弁理士 飯田 貴敏
(32) 優先日	平成28年2月23日 (2016. 2. 23)	(74) 代理人	100181641
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 石川 大輔

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 化学蒸着のための自己心合ウエハキャリアシステム

(57) 【要約】

化学蒸着 (CVD) 反応器のための自己心合ウエハキャリアシステムが、縁を備える、ウエハキャリアを含む。ウエハキャリアは、少なくとも部分的に、CVD処理のためにウエハを支持する。回転管が、処理の間にウエハキャリアを支持する、縁を備える。ウエハキャリアの縁幾何学形状および回転管の縁幾何学形状は、所望のプロセス温度において、プロセスの間、ウエハキャリアの中心軸と回転管の回転軸の一致整合を提供するように選定される。

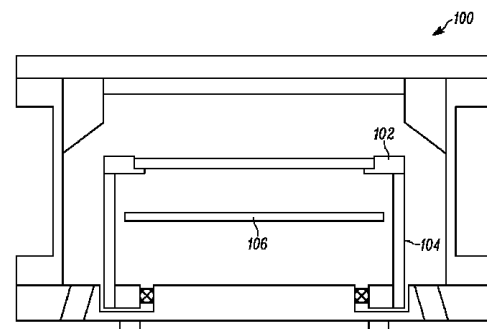


FIG. 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

化学蒸着（CVD）反応器のための自己心合ウエハキャリアシステムであって、

a) 縁を備えるウエハキャリアであって、少なくとも部分的に、CVD処理のために、ウエハを支持する、ウエハキャリアと、

b) 縁を備える回転管であって、前記ウエハキャリアの縁幾何学形状および前記回転管の縁幾何学形状は、所望のプロセス温度において、プロセスの間、前記ウエハキャリアの中心軸と前記回転管の回転軸の一致整合を提供するように選定される、回転管と、を備える、ウエハキャリアシステム。

【請求項 2】

10

前記ウエハキャリアは、前記ウエハの底部表面全体を支持する、請求項 1 に記載の自己心合ウエハキャリアシステム。

【請求項 3】

前記ウエハキャリアは、前記ウエハの周縁において、前記ウエハを支持し、前記ウエハの上部および底部表面の両方の一部を暴露されたままにする、請求項 1 に記載の自己心合ウエハキャリアシステム。

【請求項 4】

放射加熱を前記ウエハに提供するセパレータをさらに備える、請求項 3 に記載の自己心合ウエハキャリアシステム。

【請求項 5】

20

前記セパレータは、前記回転管の中心に対して前記セパレータの心合を提供するように選定される幾何学形状を備える、請求項 4 に記載の自己心合ウエハキャリアシステム。

【請求項 6】

前記セパレータは、回転の間前記セパレータを前記回転管に対して静的なままにさせるように選定される幾何学形状を備える、請求項 4 に記載の自己心合ウエハキャリアシステム。

【請求項 7】

前記セパレータは、炭化ケイ素および石英から成る群から選択された材料から成る、請求項 4 に記載の自己心合ウエハキャリアシステム。

【請求項 8】

30

正圧パージガスを空洞に供給する管をさらに備える、請求項 4 に記載の自己心合ウエハキャリアシステム。

【請求項 9】

前記ウエハの回転偏心は、前記所望のプロセス温度において、実質的にゼロである、請求項 1 に記載の自己心合ウエハキャリアシステム。

【請求項 10】

ウエハキャリア縁および回転管縁は、間隙を画定するように定寸される、請求項 1 に記載の自己心合ウエハキャリアシステム。

【請求項 11】

40

前記間隙の幅は、前記所望のプロセス温度において、ゼロに接近する、請求項 10 に記載の自己心合ウエハキャリアシステム。

【請求項 12】

前記間隙の幅は、前記ウエハキャリアを形成する材料の熱膨張係数と前記回転管を形成する材料の熱膨張係数との間の差異に起因して、加熱の間、変化する、請求項 10 に記載の自己心合ウエハキャリアシステム。

【請求項 13】

室温における前記間隙の幅は、処理温度における前記回転管に対する前記ウエハキャリアの膨張のための空間が存在するように選定される、請求項 10 に記載の自己心合ウエハキャリアシステム。

【請求項 14】

50

前記所望のプロセス温度における処理の間の前記ウエハキャリアの中心軸と前記回転管の回転軸の一致整合は、前記ウエハを横断して軸対称温度プロファイルを確立する、請求項 1 に記載の自己心合ウエハキャリアシステム。

【請求項 15】

前記ウエハキャリアおよび前記回転管のうちの少なくとも 1 つを形成する材料は、処理温度における前記回転管に対する前記ウエハキャリアの膨張のための空間を維持する熱膨張係数を有するように選定される、請求項 1 に記載の自己心合ウエハキャリアシステム。

【請求項 16】

前記ウエハキャリアの縁幾何学形状および前記回転管の縁幾何学形状は両方とも、合致するベベル表面を画定する、請求項 1 に記載の自己心合ウエハキャリアシステム。

10

【請求項 17】

前記合致するベベル表面は、平行である、請求項 16 に記載の自己心合ウエハキャリアシステム。

【請求項 18】

前記合致するベベル表面は、 $\tan(\quad) > f$ であるような角度 にあって、式中、 f は、前記ウエハキャリアと回転管との間の摩擦係数である、請求項 17 に記載の自己心合ウエハキャリアシステム。

【請求項 19】

前記ウエハキャリアの縁幾何学形状は、内側表面上にベベルが付けられ、前記回転管の縁幾何学形状は、外側表面上にベベルが付けられる、請求項 1 に記載の自己心合ウエハキャリアシステム。

20

【請求項 20】

前記回転管は、平坦リムを備える、請求項 1 に記載の自己心合ウエハキャリアシステム。

【請求項 21】

前記ウエハキャリアの縁幾何学形状は、外側表面上にベベルが付けられ、前記回転管の縁幾何学形状は、内側表面上にベベルが付けられる、請求項 1 に記載の自己心合ウエハキャリアシステム。

【請求項 22】

前記ウエハキャリアはさらに、ウエハを保持するように適合されるポケットを備える、請求項 1 に記載の自己心合ウエハキャリアシステム。

30

【請求項 23】

前記ポケット内に対称的に載置される 1 つまたはそれを上回るバンパをさらに備える、請求項 22 に記載の自己心合ウエハキャリアシステム。

【請求項 24】

前記ウエハキャリアは、前記ウエハキャリアの上側表面上に対称的に載置される 2 つまたはそれを上回る支柱を有する、無ポケットウエハキャリアを備える、請求項 1 に記載の自己心合ウエハキャリアシステム。

【請求項 25】

化学蒸着 (CVD) 反応器のための自己心合ウエハキャリアシステムであって、
a) スペーサを備える縁幾何学形状を備える、ウエハキャリアであって、少なくとも部分的に、CVD 処理のためにウエハを支持する、ウエハキャリアと、
b) 前記ウエハキャリアを支持する、回転管であって、前記ウエハキャリア縁幾何学形状内のスペーサは、所望のプロセス温度において、前記ウエハキャリアの中心軸および前記回転管の回転軸の両方を整合させる、回転管と、
を備える、ウエハキャリアシステム。

40

【請求項 26】

前記ウエハキャリアはさらに、前記スペーサと反対に位置付けられる逃げ面構造を備え、前記逃げ面構造は、前記ウエハキャリアの質量中心を偏移させる、請求項 25 に記載の自己心合ウエハキャリアシステム。

50

【請求項 27】

前記逃げ面構造は、比較的平坦な区分を備える、請求項 26 に記載の自己心合ウエハキャリアシステム。

【請求項 28】

前記スペーサは、前記ウエハの回転が所望の偏心を有するように定寸される、請求項 25 に記載の自己心合ウエハキャリアシステム。

【請求項 29】

前記スペーサは、前記ウエハキャリアの縁の中に機械加工される、請求項 25 に記載の自己心合ウエハキャリアシステム。

【請求項 30】

前記ウエハキャリアは、炭化ケイ素 (SiC)、窒化ホウ素 (BN)、炭化ホウ素 (BC)、窒化アルミニウム (AlN)、アルミナ (Al₂O₃)、サファイア、シリコン、窒化ガリウム、ガリウムヒ素、石英、黒鉛、炭化ケイ素 (SiC) でコーティングされた黒鉛、およびそれらの組み合わせから成る群から選定されるセラミック材料から形成される、請求項 25 に記載の自己心合ウエハキャリアシステム。

【請求項 31】

前記セラミック材料は、耐火コーティングを含む、請求項 30 に記載の自己心合ウエハキャリアシステム。

【請求項 32】

前記ウエハキャリアは、耐火金属から形成される、請求項 25 に記載の自己心合ウエハキャリアシステム。

【請求項 33】

前記ウエハキャリア縁幾何学形状は、前記回転管の縁と接点を形成する、少なくとも 2 つのスペーサを備える、請求項 30 に記載の自己心合ウエハキャリアシステム。

【請求項 34】

ウエハを受容するように適合されるウエハキャリアを備える、化学蒸着のための単一ウエハ基板キャリアであって、前記ウエハキャリアは、回転管の上部に位置付けるための縁幾何学形状を有し、前記回転管もまた、縁幾何学形状を有し、前記単一ウエハ基板キャリアおよび前記回転管の縁幾何学形状は、所望のプロセス温度において、プロセスの間、前記ウエハキャリアの中心軸と前記回転管の回転軸の一致整合を提供するように選定される、単一ウエハ基板キャリア。

【請求項 35】

前記ウエハキャリアは、前記ウエハを保持するように適合されるポケットを使用することによって、前記ウエハを受容するように構成される、請求項 34 に記載の単一ウエハ基板キャリア。

【請求項 36】

前記ウエハキャリアはさらに、前記ポケット内に対称的に載置される 1 つまたはそれを上回るバンパを備える、請求項 35 に記載の単一ウエハ基板キャリア。

【請求項 37】

前記ウエハキャリアは、無ポケットウエハキャリアを備え、前記無ポケットウエハキャリアは、前記ウエハキャリアの上側表面上に対称的に載置される 2 つまたはそれを上回る支柱を備える、請求項 34 に記載の単一ウエハ基板キャリア。

【請求項 38】

化学蒸着 (CVD) 反応器のためのウエハキャリアシステムを自己心合する方法であって、

a) 少なくとも部分的に、ウエハキャリアを用いて、CVD 処理のためにウエハを支持するステップと、

b) 前記ウエハキャリアの中心軸が所望のプロセス温度においてプロセスの間前記回転管の回転軸と一致するように、回転管の縁幾何学形状および前記ウエハキャリアの縁幾何学形状を選択するステップと、

10

20

30

40

50

c) 前記ウエハキャリアを前記回転管とともに回転させるステップと、
を含む、方法。

【請求項 39】

マルチゾーン加熱器の少なくとも 1 つのゾーンを調節し、軸対称温度プロファイルに起因するウエハ膜非均一性を補償するステップをさらに含む、請求項 38 に記載の方法。

【請求項 40】

前記ウエハキャリアを前記回転管とともに回転させることによって発生される遠心力は、前記ウエハキャリアを前記ウエハキャリア内の 1 つまたはそれを上回るスペーサが前記回転管の縁と接触したままであるような方向に移動させる、請求項 38 に記載の方法。

【請求項 41】

スペーサを使用して、所望のプロセス温度において前記ウエハキャリアの中心軸および前記回転管の回転軸の両方を整合させるステップをさらに含む、請求項 38 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書中で用いられているセクションの見出しは、編成のみを目的としており、本願に記載されている主題を限定するものとしていかようにも解釈されるべきではない。

【0002】

(関連出願の相互参照)

本願は、2016 年 2 月 23 日に出願され "Self-Centering Wafer Carrier System for Chemical Vapor Deposition" と題された米国仮特許出願第 62/298,540 号、2015 年 10 月 14 日に
出願され "Self-Centering Wafer Carrier System for Chemical Vapor Deposition" と題された
米国仮特許出願第 62/241,482 号、2015 年 6 月 22 日に
出願され "Self-Centering Wafer Carrier System for Chemical Vapor Deposition" と題された米国仮特許出願第 62/183,166 号の非仮特許出願である。米国仮特許出願第 62/298,540 号、第 62/241,482 号、および第 62/183,166 号の全体の内容は、参照により本明細書中に援用される。

【背景技術】

【0003】

多くの材料処理システムは、処理の間に基板を支持するための基板キャリアを含む。基板は、多くの場合、一般的にウエハと呼ばれる、結晶材料の円板である。1 つのそのようなタイプの材料処理システムは、気相成長法 (VPE) システムである。気相成長法は、反応種が反応し、膜を基板の表面上に形成するように、化学種を含有する 1 つまたはそれを上回るガスを基板の表面上に指向することを伴う、化学蒸着 (CVD) の一種である。例えば、VPE は、化合物半導体材料を基板上に成長させるために使用されることができる。

【0004】

材料は、典型的には、少なくとも 1 つの前駆体ガス、多くのプロセスでは、少なくとも第 1 および第 2 の前駆体ガスを結晶基板を含有するプロセスチャンバの中に注入することによって成長される。III-V 半導体等の化合物半導体が、水素化物前駆体ガスおよび有機金属前駆体ガスを使用して、基板上に半導体材料の種々の層を成長させることによって形成されることができる。有機金属気相成長法 (MOVPE) は、有機金属および必要な化学元素を含有する水素化物の表面反応を使用して、化合物半導体を成長させるために一般的に使用される蒸着法である。例えば、リン化インジウムは、反応器内において、トリメチルインジウムおよびホスフィンを導入することによって、基板上に成長され得る。

【0005】

10

20

30

40

50

当技術分野において使用されるMOVPEの代替名として、有機金属気相成長法(MOVPE)、有機金属化学蒸着(MOCVD)、および有機金属化学蒸着(MOCVD)が挙げられる。これらの処理では、ガスは、サファイア、Si、GaAs、InP、InAs、またはGaP基板等、基板の成長表面において、相互に反応し、一般式 $\text{In}_x\text{Ga}_y\text{Al}_z\text{N}_a\text{As}_b\text{P}_c\text{Sb}_d$ (式中、 $x+y+z$ は、約1に等しく、 $a+b+c+d$ は、約1に等しく、 x, y, z, a, b, c, d はそれぞれ、0~1であり得る)のIII-V化合物を形成する。種々のプロセスでは、基板は、金属、半導体、または絶縁基板であることができる。いくつかの事例では、ビスマスが、他のIII属金属の一部または全部の代わりに、使用されてもよい。

【0006】

III-V半導体等の化合物半導体はまた、水素化物またはハロゲン化物前駆体ガスプロセスを使用して、基板上に半導体材料の種々の層を成長させることによって形成されることができる。1つのハロゲン系気相成長法(HVPE)プロセスでは、III属窒化物(例えば、GaN、AlN)が、高温ガス状金属塩化物(例えば、GaClまたはAlCl)をアンモニアガス(NH_3)と反応させることによって形成される。金属塩化物は、高温HClガスを高温III属金属にわたって通過させることによって発生される。HVPEの1つの特徴は、いくつかの最先端プロセスに対して、最大毎時100 μm の超高成長率を有することができることである。HVPEの別の特徴は、膜が、無炭素環境内で成長され、高温HClガスが、自己洗浄効果を提供するため、比較的に高品質の膜を堆積させるために使用されることができることである。

【0007】

これらのプロセスでは、基板は、反応チャンバ内において高温に維持される。前駆体ガスは、典型的には、不活性搬送ガスと混合され、次いで、反応チャンバに指向される。典型的には、ガスは、反応チャンバの中に導入されるとき、比較的低温である。ガスが、高温基板に到達するにつれて、その温度、ひいては、反応のためのその利用可能エネルギーが増加する。エピタキシャル層の形成は、基板表面における構成化学物質の最終熱分解によって生じる。結晶は、物理的堆積プロセスによってではなく、基板の表面上の化学反応によって形成される。その結果、VPEは、熱力学的準安定合金に対して望ましい成長技術である。現在、VPEは、レーザダイオード、太陽電池、および発光ダイオード(LED)、ならびにパワーエレクトロニクスを製造するために一般的に使用されている。

【0008】

CV堆積では、高度に均一な膜を基板全体を横断して堆積させることが可能であることが、非常に望ましい。堆積の間の基板を横断する非均一温度プロファイルの存在は、非均一に堆積される膜につながる。堆積の持続時間にわたって基板を横断する温度プロファイルの均一性を改良する、方法および装置が、収率を改良するために必要とされる。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0009】

化学蒸着(CVD)反応器のための自己心合ウエハキャリアシステムが、少なくとも部分的に、CVD処理のためにウエハを支持する、縁を備えるウエハキャリアを含む。ウエハキャリアは、ウエハの底部表面全体を支持することができる、またはウエハの周縁のみを支持し、CVD処理の間、ウエハの上部および底部表面の両方の一部を暴露されたままにする。

【0010】

自己心合ウエハキャリアシステムはまた、ウエハキャリアを支持する、縁を備える回転管を含む。いくつかの実施形態では、回転管は、ベベル縁と、平坦リムとを備える。一般に、ウエハキャリアの縁幾何学形状および回転管の縁幾何学形状は、処理の間、所望のプロセス温度において、ウエハキャリアの中心軸と回転管の回転軸の一致整合を提供するように選定される。一致整合は、ウエハを横断して軸対称温度プロファイルを確立することができる。ウエハキャリアのいくつかの構成および動作方法では、ウエハの回転偏心は、

10

20

30

40

50

所望のプロセス温度において、実質的にゼロである。

【0011】

いくつかの実施形態では、ウエハキャリアは、スペーサを備える、縁幾何学形状を含む。スペーサは、ウエハキャリア縁の中に機械加工されることができる。いくつかの実施形態では、ウエハキャリア縁幾何学形状は、回転管の縁との接点を形成する、少なくとも2つのスペーサを備える。ウエハキャリア縁幾何学形状内のスペーサは、所望のプロセス温度において、ウエハキャリアの中心軸および回転管の回転軸の両方を整合させる。スペーサは、ウエハの回転が所望の偏心を有するように定寸されることができる。いくつかの実施形態では、逃げ面構造が、ウエハキャリア縁の中に形成され、ウエハキャリアの質量中心を偏移させる。一具体的実施形態では、逃げ面構造は、比較的平坦な区分である。逃げ面構造は、スペーサと反対に位置付けられることができる。

10

【0012】

いくつかの実施形態では、ウエハキャリアの縁の幾何学形状および回転管の縁の幾何学形状は両方とも、合致するベベル表面を画定する。いくつかの具体的実施形態では、合致するベベル表面は、平行である。いくつかの具体的実施形態では、ウエハキャリアの縁幾何学形状は、内側表面上にベベルが付けられ、回転管の縁幾何学形状は、外側表面上にベベルが付けられ、内側表面は、チャンバの中心に向かって面する表面を指し、外側表面は、チャンバの中心から離れるように面する表面を指す。他の実施形態では、ウエハキャリアの縁幾何学形状は、外側表面上にベベルが付けられ、回転管の縁幾何学形状は、内側表面上にベベルが付けられる。また、いくつかの具体的実施形態では、ベベル表面は、 $\tan(\theta) > f$ であるような角度 θ にあって、式中、 f は、ウエハキャリアと回転管との間の摩擦係数である。

20

【0013】

いくつかの実施形態では、ウエハキャリア縁および回転管縁は、間隙を画定するように位置付けられる。間隙の幅は、ウエハキャリアを形成する材料の熱膨張係数と回転管を形成する材料の熱膨張係数との間の差異に起因して、加熱の間、変化する。室温における間隙の幅は、処理温度における回転管に対するウエハキャリアの膨張のための空間が存在するように選定される。多くの実施形態では、間隙の幅は、所望のプロセス温度において、ゼロに接近する。加えて、いくつかの実施形態では、ウエハキャリアおよび回転管のうちの少なくとも1つを形成する材料は、処理温度における回転管に対するウエハキャリアの膨張のための空間を維持する熱膨張係数を有するように選定される。

30

【0014】

加熱要素が、ウエハキャリアに近接して位置付けられ、ウエハをプロセス温度に加熱する。いくつかの実施形態では、加熱要素は、ウエハキャリアと平行かつその下に位置付けられる。加熱要素は、空間依存温度プロファイルを生成する、マルチゾーン加熱要素であることができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

本教示は、好ましい例示的な実施形態に従って、そのさらなる利点とともに、付随の図面と関連して検討される、以下の発明を実施するための形態においてより具体的に説明される。当業者は、後述の図面が、例証目的のためだけのものであることを理解するであろう。図面は、必ずしも、正確な縮尺で描かれているわけではなく、代わりに、概して、本教示の原理を例証するために、強調されている。図中、類似参照文字は、概して、種々の図全体を通して、類似特徴および構造要素を指す。図面は、本出願人の教示の範囲をいかに限定することを意図しない。

40

【0016】

【図1】図1は、ウエハキャリアと、回転管とを備え、加熱器アセンブリを伴う、本教示の単一ウエハCVD反応器の一実施形態を図示する。

【図2A】図2Aは、自己心合技法を使用しない、CVD反応器の略図を図示する。

【図2B】図2Bは、自己心合を伴う、本教示のCVD反応器の実施形態の略図を図示する

50

る。

【図 3 A】図 3 A は、1.33 mm 誘発偏心に関する C V D 反応器内の回転偏心から生じる、円形ウエハを横断する温度プロファイルを図示する。

【図 3 B】図 3 B は、半径の関数としての図 3 A からのデータの温度勾配を図示する。

【図 3 C】図 3 C は、0.33 mm 誘発偏心に関する C V D 反応器内の回転偏心から生じる、円形ウエハを横断する温度プロファイルを図示する。

【図 3 D】図 3 D は、半径の関数としての図 3 C からのデータの温度勾配を図示する。

【図 3 E】図 3 E は、キャリア回転偏心の関数としての温度勾配のプロットを図示する。

【図 4 A】図 4 A は、ベベル縁と、リムとを有する、ウエハキャリアを伴う、本教示の自己心合ウエハキャリア C V D システムを図示する。

10

【図 4 B】図 4 B は、ウエハキャリアが、堆積プロセスが開始する前に、室温において、プロセス反応器（図示せず）の中に移送され、回転管上に位置付けられている、本教示の自己心合ウエハキャリア C V D システムを図示する。

【図 4 C】図 4 C は、図 4 B に関連して説明されたものであるが、プロセス温度での構成における、本教示の自己心合ウエハキャリア C V D システムを図示する。

【図 5】図 5 A - C は、回転管の回転軸に対するウエハキャリアの自己心合を提供する、ベベル界面を含む、本教示によるウエハキャリアおよび回転管の種々の構成を図示する。

【図 6 A】図 6 A は、室温における、本教示による自己心合ウエハキャリア C V D システムを図示する。

【図 6 B】図 6 B は、プロセス温度における、本教示による自己心合ウエハキャリア C V D システムを図示する。

20

【図 6 C】図 6 C は、プロセス温度より高い温度における、本教示による自己心合ウエハキャリア C V D システムを図示する。

【図 7】図 7 は、スパーサと、逃げ面構造とを備える、本教示の自己心合ウエハキャリアを図示する。

【図 8 A】図 8 A は、開放キャリア設計を備える、本教示の自己心合ウエハキャリア C V D システムの実施形態を図示する。

【図 8 B】図 8 B は、開放キャリア設計と、ベベル縁とを備える、本教示の自己心合ウエハキャリア C V D システムの実施形態を図示する。

【図 8 C】図 8 C は、開放キャリアと、正圧パージ設計とを備える、本教示の自己心合ウエハキャリア C V D システムの実施形態を図示する。

30

【図 8 D】図 8 D は、単純セパレータを伴う開放キャリアを備える、本教示の自己心合ウエハキャリア C V D システムの実施形態を図示する。

【図 8 E】図 8 E は、中心に位置するセパレータを伴う開放キャリアを備える、本教示の自己心合ウエハキャリア C V D システムの実施形態を図示する。

【図 8 F】図 8 F は、静的セパレータを伴う開放キャリアを備える、本教示の自己心合ウエハキャリア C V D システムの実施形態を図示する。

【図 8 G】図 8 G は、可撤性石英セパレータを伴う開放キャリアを備える、本教示の自己心合ウエハキャリア C V D システムの実施形態を図示する。

【図 8 H】図 8 H は、開放キャリア設計と、ベベル縁とを備える、本教示の自己心合ウエハキャリア C V D システムの別の実施形態を図示する。

40

【図 8 I】図 8 I は、開放キャリアと、正圧パージ設計とを備える、本教示の自己心合ウエハキャリア C V D システムの別の実施形態を図示する。

【図 8 J】図 8 J は、単純セパレータを伴う開放キャリアを備える、本教示の自己心合ウエハキャリア C V D システムの別の実施形態を図示する。

【図 8 K】図 8 K は、中心に位置するセパレータを伴う開放キャリアを備える、本教示の自己心合ウエハキャリア C V D システムの別の実施形態を図示する。

【図 8 L】図 8 L は、静的セパレータを伴う開放キャリアを備える、本教示の自己心合ウエハキャリア C V D システムの別の実施形態を図示する。

【図 8 M】図 8 M は、可撤性石英セパレータを伴う開放キャリアを備える、本教示の自己

50

心合ウエハキャリアCVDシステムの別の実施形態を図示する。

【図9A】図9Aは、ベベル幾何学形状と、リムとを伴う、縁を有する無ポケットウエハキャリアを伴う、本教示の自己心合ウエハキャリアCVDシステムを図示する。

【図9B】図9Bは、室温における、本教示による無ポケットウエハキャリアの自己心合ウエハキャリアCVDシステムを図示する。

【図10】図10は、ウエハ、ウエハキャリア、およびウエハキャリアの支柱界面の詳細を含む、図9Aおよび9Bに示される支柱ならびに接触界面の種々の実施形態の他の詳細を示す。

【図11】図11は、ウエハ、ウエハキャリア、およびウエハキャリアの支柱界面の詳細を含む、図9Aおよび9Bに示される支柱ならびに接触界面の種々の実施形態のさらに他の詳細を示す。

【図12】図12は、ウエハ、ウエハキャリア、およびウエハキャリアのバンパ界面の詳細を含む、図4A、5A-C、および6Aにおけるようなバンパならびに接触界面の種々の実施形態の他の詳細を示す。

【図13】図13は、ウエハ、ウエハキャリア、およびウエハキャリアのバンパ界面の詳細を含む、図4A、5A-C、および6Aにおけるようなバンパならびに接触界面の種々の実施形態の他の詳細を示す。

【図14】図14は、1つまたはそれを上回るバンパを有するポケットを有する、ウエハキャリアの等角図を示す。

【図15】図15は、本教示による、無ポケットウエハキャリアの平面図を示す。

【図15A】図15Aは、線A-Aに沿った図15の無ポケットウエハキャリアの断面図である。

【図15B】図15Bは、図15の無ポケットウエハキャリアの等角図である。

【図16】図16は、本教示による、別の無ポケットウエハキャリアの平面図を示す。

【図16A】図16Aは、線A-Aに沿った図16の無ポケットウエハキャリアの断面図である。

【図16B】図16Bは、図16の無ポケットウエハキャリアの等角図である。

【図17】図17は、本教示による、回転ドラム上に搭載されるウエハ支持リングの断面図である。

【図17A】図17Aは、図17の拡大部分を図示する。

【図18】図18は、ウエハ支持リングの等角図を図示する。

【図19】図19は、本教示による、単一基板キャリアの拡大上面図を図示する。

【図20】図20は、本教示による、別のウエハ支持リング実施形態の等角図を図示する。

【図20A】図20Aは、線A-Aに沿った図20のウエハ支持リングの断面図を図示する。

【図21】図21は、本教示による、回転ドラム上に搭載される図20のウエハ支持リングの断面図を図示する。

【図21A】図21Aは、図21の拡大部分を図示する。

【図22】図22は、本教示による、図21のウエハ支持リングおよび回転ドラムの分解図を図示する。

【発明を実施するための形態】

【0017】

本教示が、ここで、付随の図面に示されるようなその例示的实施形態を参照してより詳細に説明されるであろう。本明細書における「一実施形態」または「ある実施形態」の言及は、実施形態と併せて説明される、特定の特徴、構造、または特性が、少なくとも本教示の一実施形態内に含まれることを意味する。明細書中の種々の場所における「一実施形態では」という語句の表出は、必ずしも、全て同一実施形態を指すわけではない。

【0018】

本教示は、種々の実施形態および実施例と併せて説明されるが、本教示をそのような実

10

20

30

40

50

施形態に限定することを意図するものではない。対照的に、本教示は、当業者によって理解されるように、種々の代替、修正、および均等物を包含する。本明細書の教示に対するアクセスを有する当業者は、本明細書に説明されるような本開示の範囲内にある、付加の実装、修正、および実施形態、ならびに他の使用分野を認識するであろう。

【0019】

本教示の方法において使用される個々のステップは、本教示が動作可能なままである限り、任意の順序において、および/または同時に行われてもよいことを理解されたい。さらに、本教示の装置および方法は、本教示が動作可能なままである限り、説明される実施形態の任意の数または全てを含むことができることを理解されたい。

【0020】

本教示は、CVDおよび他のタイプの処理反応器のためのウエハキャリアを自己心合するための方法ならびに装置に関する。本教示の側面は、単一ウエハキャリアに関連して説明される。しかしながら、当業者は、本教示の多くの側面が単一ウエハキャリアに限定されないことを理解するであろう。

【0021】

図1は、ウエハキャリア102と、マルチゾーン加熱器アセンブリ106を伴う、回転管104とを備える、本教示の単一ウエハCVD反応器100の一実施形態を図示する。ウエハキャリア102は、回転管104によって周縁において支持される。マルチゾーン加熱アセンブリ106は、回転管104の内側のウエハキャリア102の下に位置付けられる。本構成では、ウエハキャリア102と回転管104との間の直径間隙が存在し、キャリア装填を可能にする。本間隙の幅は、ウエハキャリア102および回転管104が、異なる熱膨張係数(CTE)を有し、温度の関数として異なる膨張をもたらすため、加熱の間、変化する。

【0022】

ウエハキャリアおよび回転管は、例えば、炭化ケイ素(SiC)、窒化ホウ素(BN)、炭化ホウ素(BC)、窒化アルミニウム(AlN)、アルミナ(Al_2O_3)、サファイア、シリコン、窒化ガリウム、ガリウムヒ素、石英、黒鉛、炭化ケイ素(SiC)でコーティングされた黒鉛、他のセラミック材料、およびそれらの組み合わせ等の種々の材料から形成されることができる。加えて、これらおよび他の材料は、耐火コーティング、例えば、炭化物、窒化物、または酸化物耐火コーティングを有することができる。さらに、ウエハキャリアおよび回転管は、モリブデン、タングステン、ならびにその合金等の耐火金属から形成されることができる。これらの材料はそれぞれ、コーティングの有無にかかわらず、異なる熱膨張係数(CTE)を有するであろう。例えば、ウエハキャリアのために一般に使用される、SiCコーティングされた黒鉛の熱膨張係数(CTE)は、 $-5.6 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ である。回転管として一般に使用される、石英の熱膨張係数は、 $-5.5 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ である。CVD SiCの熱膨張係数は、 $-4.5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ である。これらの熱膨張係数を前提として、約0.5mmの室温におけるウエハキャリアと回転管との間の初期間隙は、1,100において約0.05mmまで縮小する。高動作温度における小間隙が、石英管の完全性を維持するために要求される。間隙幅の変化のため、公知のウエハキャリア設計は、温度が増加するにつれて、ウエハキャリアの幾何学中心の周囲をスピンしない。これは、ウエハキャリア半径に沿って線形または非対称温度分布につながる。非対称温度非均一性は、堆積非均一性を生じさせ、これは、マルチゾーン加熱システムによって補償されることができない。その結果、CVD反応器のための公知のウエハキャリアは、その幾何学中心の周囲を回転しないウエハキャリアから生じる、非均一非対称温度プロファイルに悩まされる。

【0023】

図2Aは、自己心合技法を使用しない、CVD反応器の略図を図示する。図2Aは、ウエハキャリア中心軸202が回転管の回転軸204と一致しない構成に関する、CVD反応器200のためのウエハキャリア、回転軸、および加熱器の相対的位置の側面図ならびに平面図の両方を図示する。本開示の目的のために、中心軸とも称される、ウエハキャリ

10

20

30

40

50

ア中心軸は、本明細書では、キャリアの中央点において心合され、ウエハキャリアの上部に対して法線方向に延在する、線として定義される。本構成では、ウエハキャリア中心軸 202 は、回転管（図示せず）の回転軸 204 からオフセットされ、ウエハキャリア中心軸 202 および回転管の回転軸 204 は両方とも、加熱器中心 206 からオフセットされる。その結果、ウエハキャリアが回転されると、点 A 210 および点 B 212 は、異なる同心円経路に進行する。より具体的には、点 A 210 は、点 A' 210' および A'' 210'' の位置によって示されるように、回転管の一方の遠端から別の遠端に移動する。回転軸 204 により近い点 B 212 は、点 B' 212' および B'' 212'' の位置によって示されるように、回転管のより内側の点から別のより内側の点に移動する。このように、2 つの点 A 210 および B 212 は、異なる平均回転温度を被り、これは、非対称温度プロファイル 208 につながる。非対称温度プロファイル 208 は、点 B 212 と一致するウエハの一方の縁上において、点 A 210 と一致するウエハの反対縁上の温度と比較して、より高い温度を示す。

【0024】

したがって、図 2A に図示される構成では、点 A 210 の平均温度 T_a は、点 B 212 の平均温度 T_b 未満であって、傾斜非対称温度プロファイル 208 を生成する。非対称温度プロファイル 208 は、ウエハの点 B 212 における縁上において、点 A 210 におけるウエハの反対縁上の温度と比較して、より高い温度を示す。したがって、結果として生じる温度プロファイルは、回転軸に対して非対称である。キャリア軸が加熱器軸と一致する構成でも、キャリア軸と回転軸との間のオフセットによるウエハ運動偏心が、依然として、非対称温度非均一性につながる。

【0025】

図 2B は、本教示による自己心合を伴う、CVD 反応器の実施形態の略図を図示する。図 2B は、ウエハキャリア中心軸 252 が回転軸 254 と一致する構成における、CVD 反応器 250 のためのウエハキャリア、回転軸、および加熱器の相対的位置の側面図ならびに平面図を図示する。本明細書に説明されるように、ウエハキャリア中心軸と回転軸の一致整合は、2 つの軸が同一線上にあることを意味する。回転管（図示せず）の回転軸 254 に対するウエハキャリア中心軸 252 の位置は、一致するが、加熱器中心 256 からオフセットされる。ウエハキャリア中心軸 252 および回転軸 254 が一致するとき、それらが加熱器中心からオフセットされる場合でも、ウエハキャリアは、偏心を伴わずに、回転軸の周囲をスピンしている。本構成は、対称温度プロファイル 258 につながる。

【0026】

より具体的には、本構成では、キャリアが回転されると、点 A 260 および点 B 262 は、加熱器から同一平均温度を被る。同様に、点 C 264 および点 D 266 もまた、同一平均温度を被る。しかしながら、点 C 264 および点 D 266 における平均温度は、点 A 260 および点 B 262 の平均温度と異なる。結果として生じる温度プロファイル 258 は、軸方向に対称であるが、非均一である。

【0027】

本教示の自己心合ウエハキャリアから生じる軸方向に対称な非均一温度プロファイル 258 を伴って堆積される膜の均一性は、ウエハキャリアに近接して位置付けられるマルチゾーン加熱器を適切に構成し、動作させることによって、改良されることができる。代替として、またはウエハキャリアに近接して位置付けられるマルチゾーン加熱器の適切な使用と組み合わせで、本教示の軸方向に対称な非均一温度プロファイル 258 から生じる膜の均一性は、ウエハ温度均一性のためのキャリアポケットプロファイリングによって、改良されることができる。例えば、「Method for Improving Performance of a Substrate Carrier」と題され、本譲受人に譲渡された米国特許第 8,486,726 号を参照されたい。米国特許第 8,486,726 号の明細書全体は、参照することによって本明細書に組み込まれる。したがって、軸方向に対称な非均一温度プロファイルは、温度管理のための公知の方法および装置が温度均一性ならびに結果として生じる膜堆積均一性を改良するために使用されることができ

るため、非対称プロファイルより望ましい。

【0028】

図3Aは、1.33mm誘発偏心のためのCVD反応器内の回転偏心から生じる円形ウエハの表面を横断した温度プロファイル300を図示する。図3Bは、図3Aに示されるような同一1.33mm誘発偏心のための半径310の関数としての0°における温度勾配312および90°における温度勾配314を図示する。図3Bは、キャリアの半径に沿った著しい線形温度分布を図示する。そのような線形温度分布は、公知のマルチゾーン加熱システム単独では線形温度分布を補償しないであろうため、容易に補償されることができない。線形温度分布は、低堆積均一性をもたらす。

【0029】

図3Cは、0.33mm誘発偏心のためのCVD反応器内の回転偏心から生じる円形ウエハを横断した温度プロファイル320を図示する。図3Dは、同一0.33mm誘発偏心のための半径330の関数としての0°における温度勾配332および90°における温度勾配334を図示する。図3Eは、図3A-Dからのデータに基づく、キャリア回転偏心の関数としての温度勾配340の結果として生じるプロットを図示する。プロットは、キャリア回転偏心が0.33mm未満であるとき、勾配340が約2未満まで縮小されることを示す。

【0030】

したがって、本教示の1つの特徴は、本教示によるウエハキャリアが、プロセス温度において、ウエハキャリア中心軸および回転管の回転軸の一致を提供することができることである。本一致は、マルチゾーン加熱要素を適切に使用することによって補償されることができる軸方向に対称な温度プロファイルを生成するために、ウエハの円形回転の偏心を縮小させる。

【0031】

図4Aは、ベベル幾何学形状を伴う縁404と、平坦リム406とを有する、ウエハキャリア402を伴う、本教示の自己心合ウエハキャリアCVDシステム400を図示する。ウエハキャリア402の縁404は、ウエハキャリアの周縁の外側またはその近傍における円形領域に対応する。縁は、ウエハキャリアの下側表面から突出する。ウエハ408は、ウエハキャリア402の上側表面上で心合される。加熱要素410が、ウエハキャリア402の下に位置する。ポケット420内に位置付けられるウエハ408、リム406、および加熱要素410は全て、平行に位置付けられる。ウエハ408の縁は、以下にさらに議論される接触界面421において、ポケット420の側壁424に接触する。ウエハキャリア402は、回転管412上に位置付けられる。回転管412は、ベベル幾何学形状を伴う縁414と、平坦リム416とを有する。ウエハキャリア縁404および回転管縁414は、ウエハキャリア402が回転管412上に位置付けられると、近接し、平行となる。いくつかの実施形態では、回転管412の縁414上のベベル幾何学形状は、回転管412の回転軸に対して角度418において形成される。同様に、ウエハキャリア402の縁404上のベベル幾何学形状は、ウエハを支持するウエハキャリアの上側表面に対して法線方向に延びるキャリアの中心軸に対して角度418に設定される。いくつかの実施形態では、角度418は、 $\tan(\quad) > f$ であるように選定され、fは、ウエハキャリアと回転管材料間の摩擦係数である。

【0032】

図4Bは、ウエハキャリア432が、堆積プロセスが開始する前に、室温において、プロセス反応器(図示せず)の中に移送され、回転管434上に位置付けられている、本教示の自己心合ウエハキャリアCVDシステム430を図示する。図4Bは、幅Lを伴う間隙436と、幅Dの回転管直径438とを図示する。本教示のウエハキャリアの1つの特徴は、ウエハキャリア縁が、室温において、回転管の縁とウエハキャリアの縁との間に間隙が存在するように定寸されることである。いくつかの実施形態では、ウエハキャリア432および回転管434の寸法は、間隙436が以下の方程式を満たすように選定される。

。

10

20

30

40

50

$$L < (CTE_{carrier} - CTE_{tube}) \times D \times T$$

式中、 $CTE_{carrier}$ は、キャリア432の熱膨張係数であって、 CTE_{tube} は、回転管434の熱膨張係数であって、 T は、プロセス温度である。間隙436は、前述の方程式に従って、動作温度の増加に伴って減少し、プロセス温度が実現される直前、間隙は、実質的にゼロとなるであろう。

【0033】

図4Cは、図4Bと関連して説明される構成であるが、プロセス温度における、本教示の自己心合ウエハキャリアCVDシステム450を図示する。ウエハキャリア452のベベル縁と回転管454との間の近接触は、回転管上のキャリアの心合をもたらす。その結果、ウエハキャリア中心軸および回転軸は、一致する。

10

【0034】

当業者は、多数のベベル幾何学形状が、回転管とウエハキャリアとの間の界面を形成するために使用されることができると理解するであろう。図5A-Cは、ウエハキャリアの種々のベベル幾何学形状縁および回転管と、ウエハキャリア中心軸および回転管の回転軸の自己心合を提供する、ウエハキャリアと回転管との間の結果として生じる界面とを含む、本教示によるウエハキャリアおよび回転管の種々の構成を図示する。

【0035】

図5Aは、ウエハキャリア502の周縁の外側に近接してウエハキャリア502上に位置付けられる第1の縁506を含む、ウエハキャリア502の第1の構成500を図示する。ウエハキャリア502の縁506は、ベベル幾何学形状を伴って形成され、ウエハキャリア502の中心の周囲に円形に延設される。縁508は、回転管の外縁504に近接して回転管504上に位置付けられる。回転管504の縁508は、ベベル幾何学形状を伴って形成され、回転管504の周縁の周囲に円形に延設される。ウエハキャリア502の縁506のベベル幾何学形状および回転管504の縁508のベベル幾何学形状は、ウエハキャリア502が回転管504上に位置付けられると、近接し、平行となる。図5Aに示される実施形態では、ベベル縁は、回転管504の外周縁上に形成される。他の実施形態では、回転管504のベベル縁は、回転管504の内周縁上に形成される。図5Aに示される実施形態では、動作の間、ウエハキャリア502は、ウエハキャリア502の縁506のベベル幾何学形状および回転管504の縁508のベベル幾何学形状が、近接触し、それによって、ベベル縁506、508が回転管504の回転軸をウエハキャリア中心と一致したまま保つため処理の間にウエハ510の自己心合を生成するように、回転管504上に位置付けられる。

20

30

【0036】

図5Bは、ウエハキャリア532上に位置付けられるベベル幾何学形状を伴う縁536と、回転管534上に位置付けられるベベル幾何学形状を伴う縁538とを含む、ウエハキャリア532および回転管534の第2の構成530を図示する。ウエハキャリア532上に形成されるベベル縁536および回転管534上に形成されるベベル縁538は、上向きに、回転管534の内周縁から離れるように角度付けられる。2つのベベル縁は、平行である。動作の間、ウエハキャリア532は、第1のベベル縁536および第2のベベル縁538が近接触し、ウエハ540が、処理の間、回転軸にわたって心合されるように、回転管534上に位置付けられる。ベベル縁536、538は、回転管534の回転軸をウエハキャリア中心軸と一致したまま保つ。

40

【0037】

図5Cは、ウエハキャリア552上に位置付けられる第1のベベル縁556と、回転管554上に位置付けられる第2のベベル縁558とを含む、ウエハキャリア552および回転管554の第3の構成550を図示する。第1のベベル縁556および第2のベベル縁558は、下向きに、回転管の内周縁から離れるように角度付けられる。2つのベベル縁は、平行である。動作の間、ウエハキャリア552は、第1のベベル縁556および第2のベベル縁558が近接触し、処理の間、ウエハ560の自己心合を生成するように回転管554上に位置付けられる。ベベル縁556、558は、回転管554の回転軸をウ

50

エハキャリア 5 5 2 中心軸と一致したまま保つ。

【 0 0 3 8 】

本教示の 1 つの特徴は、ウエハキャリアの縁の幾何学形状および回転管の縁の幾何学形状が、処理の間、プロセス温度において、ウエハの特定の量の偏心または略偏心回転を生成することである。処理の間のウエハの偏心または略偏心回転量は、高度に均一な膜厚さプロファイルをもたらす、所望のプロセス温度プロファイルを達成するように選定される。

【 0 0 3 9 】

図 6 A は、本教示による自己心合ウエハキャリア C V D システム 6 0 0 を図示し、室温において、ポケット 6 2 4 内に位置付けられるウエハ 6 2 0 を示す。ウエハ 6 2 0 の縁は、以下にさらに議論される接触界面 6 2 1 において、ポケット 6 2 4 の側壁 6 2 6 に接触する。ウエハキャリア 6 0 4 の縁 6 0 2 は、本実施形態では、ウエハキャリア 6 0 4 の中心軸 6 0 6 と平行であって、また、回転管 6 1 0 の縁 6 0 8 とも平行である。ウエハキャリア縁 6 0 2 の幾何学形状は、間隙 6 1 2 がウエハキャリア 6 0 4 の縁 6 0 2 と回転管 6 1 0 の縁 6 0 8 との間に存在するようなものである。間隙 6 1 2 は、接触がウエハキャリア縁 6 0 2 と回転管縁 6 0 8 との間に生じないように、回転管 6 1 0 に対するウエハキャリア 6 0 4 の膨張のための十分な空間を可能にする。ウエハキャリア 6 0 4 は、プロセス温度サイクルの全体を通して、特に、最高プロセス温度においても、回転管 6 1 0 より小さいままである。いくつかの実施形態では、加熱器 6 1 4 は、回転管 6 1 0 の回転軸 6 1 6 に沿って心合される。

【 0 0 4 0 】

図 6 A は、ウエハキャリア 6 0 4 の中心軸 6 0 6 が回転軸 6 1 6 と一致しないことを示す。スペーサ 6 1 8 が、プロセス温度において、ウエハキャリア中心軸と回転管 6 1 0 の回転軸が一致するように定寸される。いくつかの実施形態では、スペーサ 6 1 8 は、ウエハキャリア縁 6 0 2 の中に機械加工され、その構造と一体型を成す。いくつかの実施形態では、ウエハキャリア 6 0 4 は、黒鉛であって、スペーサ 6 1 8 は、直接、黒鉛の中に機械加工され、ウエハキャリア 6 0 4 全体が、次いで、炭化ケイ素 (S i C) 等の異なる材料でコーティングされる。いくつかの実施形態では、2 つまたはそれを上回るスペーサが、回転管 6 1 0 の縁 6 0 8 と安定した接点を形成するために使用される。

【 0 0 4 1 】

図 6 B は、本教示による自己心合ウエハキャリア C V D システム 6 3 0 を図示し、プロセス温度においてポケット 6 2 4 内に位置付けられるウエハ 6 2 0 を示す。ウエハ 6 2 0 の縁は、以下にさらに議論される接触界面 6 2 1 において、ポケット 6 2 4 の側壁 6 2 6 に接触する。図 6 B は、ウエハキャリア 6 3 2 が動作条件にあるとき、ウエハキャリア 6 3 2 の中心が、直接、回転管 6 3 6 の回転軸 6 3 4 の中心と整合されることを示す。したがって、処理の間、プロセス温度において、ウエハの偏心回転は、存在しない。

【 0 0 4 2 】

図 6 C は、本教示による自己心合ウエハキャリア C V D システム 6 7 0 を図示し、プロセス温度より高い温度においてポケット 6 2 4 内に位置付けられるウエハ 6 2 0 を示す。ウエハ 6 2 0 の縁は、以下にさらに議論される接触界面 6 2 1 において、ポケット 6 2 4 の側壁に接触する。図 6 C は、プロセス温度より高い温度では、ウエハキャリア 6 7 4 の中心軸 6 7 2 が回転軸 6 7 6 とははや整合されないことを示す。いくつかの実施形態では、スペーサ 6 7 8 は、ウエハキャリア 6 7 2 の中心と回転軸 6 7 6 との間のオフセットによって生じる偏心をオフセットし、これらのより高いプロセス温度において対称温度プロファイルを提供するために使用される。

【 0 0 4 3 】

図 7 は、ウエハキャリアの縁に対応する円形領域上に位置付けられる 1 つまたはそれを上回るスペーサ 7 0 2 と、1 つまたはそれを上回るスペーサ 7 0 2 の反対に位置付けられる逃げ面構造 7 0 4 とを含む、縁幾何学形状を伴う、本教示の自己心合ウエハキャリア 7 0 0 を図示する。図 7 に示される実施形態では、逃げ面構造 7 0 4 は、スペーサ 7 0 2 と

直径方向に対向する、１つまたはそれを上回る平坦区分を含む。逃げ面構造 704 は、ウエハキャリア 700 の質量中心を偏移させる。

【0044】

回転の間、回転質量の遠心力は、ウエハキャリア 700 の縁と回転管の縁（図 7 には図示せず）との間の摩擦を克服することに役立つ。遠心力は、ウエハキャリア 700 を 1 つまたはそれを上回るスペーサ 702 が回転管の縁と接触したままであるような方向に移動させる。

【0045】

本教示の自己心合ウエハキャリアの 1 つの特徴は、ウエハの両側が、開放され、実質的量のウエハキャリア表面と接触し得ないことである。図 8 A - C は、開放キャリア設計を伴う、本教示の自己心合ウエハキャリア C V D システム 800 の実施形態を図示する。「開放キャリア設計」とは、ウエハ 802 の部分が開放される、または支持されないことを意味する。ウエハの周縁の周囲の小領域のみが、ウエハキャリアと物理的に接触する。いくつかの実施形態では、セパレータプレートが、ウエハの背面が暴露される回転管の内側の領域を画定するために使用される。

10

【0046】

図 8 A は、セパレータプレート 806 を伴う、開放キャリア設計を図示する。図 8 A に示される開放キャリア設計の実施形態では、ウエハ 802 は、ウエハ 802 の周縁においてウエハキャリア 804 によって支持され、ウエハの上方および下方において、ウエハ 802 の上部および底部の両方をチャンバ内の大気に暴露されたままにする。

20

【0047】

図 8 B は、開放キャリア設計と、ベベル縁 834 を伴う幾何学形状とを備えるウエハキャリア 832 を伴う、本教示の自己心合キャリア C V D システム 830 の実施形態を図示する。ウエハキャリアのベベル縁 834 は、ウエハキャリア 832 が回転管 838 上に位置付けられると、回転管 838 のベベル縁 836 上に静置する。2 つのベベル縁 834、836 間の界面は、ウエハキャリア 832 を回転管 838 の回転軸に対して心合させる。

【0048】

図 8 C は、セパレータプレート 874 のための垂直接線ロック 872 を伴う、本教示の自己心合ウエハキャリア C V D システム 870 の実施形態を図示する。図 8 C に図示される実施形態は、セパレータプレートの上方の空洞内の正圧パージ 876 のために設計される。パージガスは、セパレータプレート 874 を通して通過する管 880 によって、セパレータプレート 874 とウエハ 878 との間の領域に提供される。ウエハ 878 の底部側は、パージガスに暴露される。したがって、種々の実施形態では、開放キャリア設計ウエハキャリアは、回転管の回転軸に対するウエハキャリアの自己心合を提供する、ウエハキャリア縁および回転管縁の種々の幾何学形状ならびに寸法を利用する。

30

【0049】

図 8 D は、単純セパレータ 822 を伴う開放キャリア 821 を備える、本教示の自己心合ウエハキャリア C V D システム 820 の実施形態を図示する。セパレータ 822 は、タングステン等の耐火金属が、ウエハ 824 の背面上に堆積することを防止する。セパレータ 822 は、放射加熱をウエハ 824 に提供する。種々の実施形態では、セパレータ 822 は、炭化ケイ素、石英、または他の材料から作製される。炭化ケイ素の使用は、炭化ケイ素が高熱伝導性を有するため、比較的到低温傾斜率を提供する。セパレータ 822 は、非透明材料から形成され、清掃要件を最小限にしてもよい。また、セパレータ 822 は、ベベル縁 826 を含み、自己心合を提供することができる。いくつかの実施形態では、ウエハキャリア 821 およびセパレータ 822 は両方とも、堆積の間、非均一温度プロファイルを防止するために、個別の縁の自己心合幾何学形状および寸法を利用する。パージ管 828 が、正圧パージガス 829 を空洞に提供するために使用される。

40

【0050】

図 8 E は、中心に位置するセパレータ 842 を伴う開放キャリア 841 を備える、本教示の自己心合ウエハキャリア C V D システムの実施形態を図示する。セパレータ 842 は

50

、パージ管としての役割も果たす、留め具 8 4 4 を使用して、石英緩衝材 8 4 3 上に心合される。留め具 8 4 4 は、回転管 8 4 6 の回転軸に対するセパレータ 8 4 2 の自己心合を提供する。ウエハキャリア 8 4 1 の縁寸法および幾何学形状は、回転管 8 4 6 の回転軸に対するウエハキャリア 8 4 1 の自己心合を提供する。セパレータ 8 4 2 は、非透明材料から形成され、清掃要件を最小限にしてもよい。

【 0 0 5 1 】

図 8 F は、静的セパレータ 8 5 2 を伴う開放キャリア 8 5 1 を備える、本教示の自己心合ウエハキャリア C V D システム 8 5 0 の実施形態を図示する。傘形状の静的セパレータ 8 5 2 は、回転の間、セパレータ 8 5 2 を回転管 8 5 4 に対して静的なままにさせる、2 つの縁 8 5 3、8 5 3' を有する。言い換えると、静的セパレータ 8 5 2 は、動作の間、回転管 8 5 4 に伴って回転しない。種々の実施形態では、静的セパレータ 8 5 2 の寸法および幾何学形状は、静的セパレータ 8 5 2 の上部と底部との間の温度差のために生じる応力を最小限にするように選定される。種々の実施形態では、静的セパレータ 8 5 2 は、炭化ケイ素、石英、または他の材料から作製される。炭化ケイ素の使用は、炭化ケイ素が高熱伝導性を有するため、より低い傾斜率を提供する。静的セパレータ 8 5 2 は、非透明材料から形成され、清掃要件を最小限にしてもよい。静的セパレータ 8 5 2 は、タングステン等の耐火金属が、ウエハ 8 5 5 の背面上に堆積することを防止する。

【 0 0 5 2 】

図 8 G は、開放キャリア 8 6 1 と、石英セパレータ 8 6 2 とを備える、本教示の自己心合ウエハキャリア C V D システム 8 6 0 の実施形態を図示する。石英セパレータ 8 6 2 は、恒久的または可撤性であってもよい。石英セパレータ 8 6 2 は、タングステン等の耐火金属が、ウエハ 8 6 3 の背面上に堆積することを防止する。恒久的石英セパレータの場合、セパレータ 8 6 2 は、回転管 8 6 4 との石英の連続部品であってもよい。本連続部品設計は、セパレータが回転構造の一部ではないため、セパレータを心合させる問題を排除する。非透明炭化ケイ素キャリア 8 6 1 は、迷光を遮断する。多くの実施形態では、セパレータ 8 6 2 の寸法および幾何学形状は、温度勾配に起因する応力を回避するように選定される。

【 0 0 5 3 】

図 8 H は、開放キャリア設計と、ベベル縁 9 3 4 を伴う幾何学形状とを備える、ウエハキャリア 9 3 2 を伴う、本教示の自己心合キャリア C V D システム 9 3 0 の実施形態を図示する。ウエハキャリアのベベル縁 9 3 4 は、ウエハキャリア 9 3 2 が回転管 9 3 8 上に位置付けられると、回転管 9 3 8 のベベル縁 9 3 6 上に静置する。2 つのベベル縁 9 3 4、9 3 6 間の界面は、ウエハキャリア 9 3 2 を回転管 9 3 8 の回転軸に対して心合させる。

【 0 0 5 4 】

図 8 I は、セパレータプレート 9 4 4 のための垂直接線ロック 9 4 2 を伴う、本教示の自己心合ウエハキャリア C V D システム 9 4 0 の実施形態を図示する。図 8 I に図示される実施形態は、セパレータプレート 9 4 4 の上方の空洞内の正圧パージ 9 4 6 のために設計される。パージガスは、セパレータプレート 9 4 4 を通して通過する管 9 4 5 によって、セパレータプレート 9 4 4 とウエハ 9 4 8 との間の領域に提供される。ウエハ 9 4 8 の底部側は、パージガスに暴露される。したがって、種々の実施形態では、開放キャリア設計ウエハキャリアは、回転管の回転軸に対するウエハキャリアの自己心合を提供する、ウエハキャリア縁および回転管縁の種々の幾何学形状ならびに寸法を利用する。

【 0 0 5 5 】

図 8 J は、単純セパレータ 9 8 2 を伴う開放キャリア 9 8 1 を備える、本教示の自己心合ウエハキャリア C V D システム 9 8 0 の実施形態を図示する。セパレータ 9 8 2 は、タングステン等の耐火金属が、ウエハ 9 8 4 の背面上に堆積することを防止する。セパレータ 9 8 2 は、放射加熱をウエハ 9 8 4 に提供する。種々の実施形態では、セパレータ 9 8 2 は、炭化ケイ素、石英、または他の材料から作製される。炭化ケイ素の使用は、炭化ケイ素が低熱伝導性を有するため、比較的的高温傾斜率を提供する。セパレータ 9 8 2 は、

10

20

30

40

50

非透明材料から形成され、清掃要件を最小限にしてもよい。また、セパレータ 982 は、ベベル縁 986 を含み、自己心合を提供することができる。いくつかの実施形態では、ウエハキャリア 981 およびセパレータ 982 は両方とも、堆積の間の非均一温度プロファイルを防止するために、個別の縁の自己心合幾何学形状および寸法を利用する。パージ管 988 は、正圧パージガス 989 を空洞に提供するために使用される。

【0056】

図 8 K は、中心に位置するセパレータ 992 を伴う開放キャリア 991 を備える、本教示の自己心合ウエハキャリア CVD システム 990 の実施形態を図示する。セパレータ 992 は、パージ管としての役割も果たす留め具 994 を使用して、石英緩衝材 993 上で心合される。留め具 994 は、回転管 996 の回転軸に対するセパレータ 992 の自己心合を提供する。ウエハキャリア 991 の縁寸法および幾何学形状は、回転管 996 の回転軸に対するウエハキャリア 991 の自己心合を提供する。セパレータ 992 は、非透明材料から形成され、清掃要件を最小限にしてもよい。

10

【0057】

図 8 L は、静的セパレータ 1302 を伴う開放キャリア 1301 を備える、本教示の自己心合ウエハキャリア CVD システム 1300 の実施形態を図示する。傘形状の静的セパレータ 1302 は、回転の間、セパレータ 1302 を回転管 1304 に対して静的なままにさせる、2つの縁 1303、1303' を有する。言い換えると、静的セパレータ 1302 は、動作の間、回転管 1304 に伴って回転しない。種々の実施形態では、静的セパレータ 1302 の寸法および幾何学形状は、静的セパレータ 1302 のための上部と底部との間の温度差のために生じる応力を最小限にするように選定される。種々の実施形態では、静的セパレータ 1302 は、炭化ケイ素、石英、または他の材料から作製される。炭化ケイ素の使用は、炭化ケイ素が低熱伝導性を有するため、比較的到高傾斜率を提供する。静的セパレータ 1302 は、非透明材料から形成され、清掃要件を最小限にしてもよい。静的セパレータ 1302 は、タングステン等の耐火金属が、ウエハ 1305 の背面上に堆積することを防止する。

20

【0058】

図 8 M は、開放キャリア 1311 と、石英セパレータ 1312 とを備える、本教示の自己心合ウエハキャリア CVD システム 1310 の実施形態を図示する。石英セパレータ 1312 は、恒久的または可撤性であってもよい。石英セパレータ 1312 は、タングステン等の耐火金属が、ウエハ 1313 の背面上に堆積することを防止する。恒久的石英セパレータの場合、セパレータ 1312 は、回転管 1314 との石英の連続部品であってもよい。本連続部品設計は、セパレータが回転構造の一部ではないため、セパレータを心合する問題を排除する。非透明炭化ケイ素キャリア 1311 は、迷光を遮断する。多くの実施形態では、セパレータ 1312 の寸法および幾何学形状は、温度勾配に起因する応力を回避するように選定される。

30

【0059】

図 9 A は、ベベル幾何学形状を伴う縁 904 と、平坦リム 906 とを有する、ウエハキャリア 902 を伴う、本教示の自己心合無ポケットウエハキャリア CVD システム 900 を図示する。ウエハキャリア 902 の縁 904 は、ウエハキャリアの外周縁またはその近傍の円形領域に対応する。縁は、ウエハキャリアの下側表面から突出する。ウエハ 908 は、支柱 920 によって、ウエハキャリア 902 の上側表面上に心合される。ウエハ 908 および支柱 920 の縁は、以下にさらに議論される接触界面 921 において接触する。加熱要素 910 は、ウエハキャリア 902 の下に位置する。ウエハ 908、リム 906、および加熱要素 910 は全て、平行に位置付けられる。ウエハキャリア 902 は、回転管 912 上に位置付けられる。回転管 912 は、ベベル幾何学形状を伴う縁 914 と、平坦リム 916 とを有する。ウエハキャリア縁 904 および回転管縁 914 は、ウエハキャリア 902 が回転管 912 上に位置付けられると、近接し、平行となる。いくつかの実施形態では、回転管 912 の縁 914 上のベベル幾何学形状は、回転管 912 の回転軸に対して角度 918 において形成される。同様に、ウエハキャリア 902 の縁 904 上のベベ

40

50

ル幾何学形状も、ウエハを支持するウエハキャリアの上側表面に対して法線方向に延びるキャリアの中心軸に対して角度 918 に設定される。いくつかの実施形態では、角度 918 は、 $\tan(\quad) > f$ であるように選定され、式中、 f は、ウエハキャリアと回転管材料間の摩擦係数である。ウエハキャリア 902 は、ポケットを有しておらず、無ポケットキャリアと見なされ得、動作の間、支柱 920 が、ウエハ 908 をウエハキャリア 904 上に保定する。

【0060】

図 9 B は、室温における、本教示による自己心合無ポケットウエハキャリア CVD システム 950 を図示する。ウエハキャリア 954 の縁 952 は、本実施形態では、ウエハキャリア 954 の中心軸 956 と平行であって、また、回転管 960 の縁 958 とも平行である。ウエハキャリア縁 952 の幾何学形状は、間隙 968 がウエハキャリア 954 の縁 952 と回転管 960 の縁 958 との間に存在するようなものである。間隙 968 は、ウエハキャリア縁 952 と回転管縁 958 との間に接触が生じないように、回転管 960 に対するウエハキャリア 954 の膨張のための十分な空間を可能にする。ウエハキャリア 954 は、プロセス温度サイクル全体を通して、特に、最高プロセス温度において、回転管 960 より小さいままである。いくつかの実施形態では、加熱器 964 は、回転管 960 の回転軸 966 に沿って心合される。

【0061】

図 9 B は、ウエハキャリア 954 の中心軸 956 が回転軸 966 と一致しないことを示す。スペーサ 962 は、ウエハキャリア 954 の回転を偏心するように定寸され、ウエハ 970 は、回転管 960 を表す円形内にある。ウエハ 970 は、支柱 972 によって、ウエハキャリア 954 上に心合される。ウエハ 970 および支柱 972 の縁は、以下にさらに議論される接触界面 971 において接触する。いくつかの実施形態では、スペーサ 962 は、ウエハキャリア縁 952 の中に機械加工され、その構造と一体型を成す。いくつかの実施形態では、ウエハキャリア 954 は、黒鉛であって、スペーサ 962 は、直接、黒鉛の中に機械加工され、ウエハキャリア 954 全体が、次いで、炭化ケイ素 (SiC) 等の異なる材料でコーティングされる。いくつかの実施形態では、2 つまたはそれを上回るスペーサが、回転管 960 の縁 958 との安定した接点を形成するために使用される。図 9 B に示されるシステムは、上記の図 6 A に示されるものに類似し、図 9 B のシステムが回転すると、本質的に、上記の図 6 B および 6 C に記載された説明に従うであろう。ウエハキャリア 954 は、ポケットを有しておらず、したがって、無ポケットキャリアと見なされ得、動作の間、支柱 972 が、ウエハ 970 をウエハキャリア 954 上に保定する。

【0062】

図 10 および 11 は、上記の図 9 A および 9 B に示されるような支柱 920 または 972 ならびに接触界面 921 または 971 の詳細を示す。それぞれ、点線円形 F および G を参照されたい。図 10 では、アイテム 1100 は、前述のウエハ、ウエハキャリア、およびウエハキャリア 902 または 954 の支柱界面の詳細を示す。アイテム 1102 は、前述の支柱 920 または 972 である。アイテム 1106 は、それぞれ、ウエハ 908 または 970 が静置する、それぞれ、ウエハキャリア 902 または 954 の一部である。アイテム 1104 は、接触界面 921 または 971 を形成する、支柱 920 または 972 の壁であって、ウエハ 908 または 970 は、それぞれ、支柱 920 または 972 に接触する (アイテム 1102 に類似する)。ウエハ縁と界面接触する、アイテム 1104 の面は、平坦または湾曲 (例えば、凸面) であることができる。

【0063】

図 11 では、表面 1200 は、それぞれ、図 9 A、9 B と関連して説明される、ウエハ、ウエハキャリア、およびウエハキャリア 902 または 954 の支柱界面の詳細を示す。表面 1202 は、支柱 920 または 972 である。本実施形態では、表面 1204 は、それぞれ、図 9 A および 9 B に関連する、接触界面 921 または 971 を形成する、支柱 920 または 972 のアンダーカット壁である。表面 1206 は、ウエハ 908 または 97

0 が、それぞれ、静置する、それぞれ、ウエハキャリア 902 または 954 の一部である。表面 1204 および表面 1206 は、約 80° ~ 約 95° の範囲内であることができる、角度 を形成する。

【0064】

図 12 および 13 は、図 4 A および 6 A と関連して説明されるような側壁ならびに接触界面 421 または 621 の種々の実施形態の詳細を示す。図 12 では、表面 1100 は、図 4 A および 6 A と関連して説明されるウエハキャリアならびにウエハキャリア 402 または 604 の側壁の詳細を示す。表面 1902 は、図 4 A および 6 A に示されるようなウエハキャリア 402 または 604 の上部面である。表面 1906 は、ウエハ 408 または 620 が、それぞれ、静置する、それぞれ、ウエハキャリア 902 または 954 のポケット 420 もしくは 624 の一部である。表面 1904 は、ウエハ 408 または 620 が、それぞれ、ポケット 420 または 624 内に載置されると、接触界面 421 または 621 を形成する、それぞれ、ウエハキャリア 402 または 604 の側壁 424 もしくは 626 内に形成されるバンパである。ウエハ縁と界面接触する、アイテム 1904 の面は、平坦または湾曲（例えば、凸面）であることができる。

10

【0065】

図 13 では、アイテム 1800 は、図 4 A および 6 A と関連して説明されるウエハキャリアならびにウエハキャリア 402 または 604 の側壁の詳細を示す。表面 1802 は、前述のように、ウエハキャリア 402 または 604 の上部面である。本実施形態では、表面 1804 は、それぞれ、ウエハキャリア 402 または 604 の側壁 424 もしくは 626 内に形成されるバンパであって、それぞれ、図 4 A および 6 A に示されるように、接触界面 421 または 621 を形成するようにアンダーカットされる。アイテム 1806 は、ウエハ 408 または 620 が、それぞれ、静置する、それぞれ、ウエハキャリア 402 または 604 のポケット 420 もしくは 624 の一部である。表面 1804 および表面 1806 は、約 80° ~ 約 95° の範囲内であることができる、角度 を形成する。図 4 A および 6 A の側壁 424 または 626 の全体が、アンダーカットされるわけではない。ポケット 420 または 624 のアンダーカット部分は、バンパが個別のポケット内に形成されるときのみ形成される。

20

【0066】

図 14 は、図 12 および 13 と関連して説明されるバンパ等の 1 つまたはそれを上回るバンパ 1604 を有する、ポケット 1602 を有する、ウエハキャリア 1600 の等角図を示す。ポケット 1602 の壁 1606 は、その上に形成される 1 つまたはそれを上回るバンパ 1604 を有する。

30

【0067】

図 15 は、本教示による、別の無ポケットウエハキャリア 1400 の平面図を示す。無ポケットウエハキャリア 1400 は、リム 1402 と、支柱 1404 とを有する。支柱 1404 は、図 10 および 11 に説明されるそれらの支柱に類似する。無ポケットウエハキャリア 1400 は、ウエハ 1406 が静置する、表面 1408 を有する。

【0068】

図 15 A は、無ポケットウエハキャリア 1400 の断面図を示す。無ポケットウエハキャリア 1400 は、図 4 A と関連して説明されるような縁およびリムに類似するベベル幾何学形状ならびにリム 1402 を有する、縁 1410 を有する。縁 1410 のベベル幾何学形状は、無ポケットウエハキャリア 1400 が利用される反応器の回転管と、図 4 A と関連して説明される角度 418 に類似する類似角度 を形成する。回転管は、図 4 A と関連して説明される回転管 412 に類似する。

40

【0069】

図 15 B は、本教示による、無ポケットウエハキャリア 1400 の等角図を示す。無ポケットウエハキャリア 1400 は、リム 1402 と、支柱 1404 とを有する。支柱 1404 は、図 10 および 11 と関連して説明されるそれらの支柱に類似する。無ポケットウエハキャリア 1400 は、ウエハ（図示せず）が静置する、表面 1408 を有する。

50

【 0 0 7 0 】

図 1 6 は、本教示による、別の無ポケットウエハキャリア 1 5 0 0 の平面図を示す。無ポケットウエハキャリア 1 5 0 0 は、リム 1 5 0 2 と、図 1 0 および 1 1 に説明される支柱に類似する、支柱 1 5 0 4 とを有する。無ポケットウエハキャリア 1 5 0 0 は、ウエハ 1 5 0 6 が静置する、表面 1 5 0 8 を有する。

【 0 0 7 1 】

図 1 6 A は、無ポケットウエハキャリア 1 5 0 0 の断面図を示す。無ポケットウエハキャリア 1 5 0 0 は、図 4 A と関連して説明されるような縁およびリムに類似する、ベベル幾何学形状を有する縁 1 5 1 0 と、リム 1 5 0 2 とを有する。縁 1 5 1 0 のベベル幾何学形状は、無ポケットウエハキャリア 1 5 0 0 が利用される反応器の回転管と、前述のような角度 4 1 8 に類似する類似角度 を形成する。回転管は、回転管 4 1 2 等の本明細書に説明される回転管に類似する。

10

【 0 0 7 2 】

図 1 6 B は、本教示による、無ポケットウエハキャリア 1 6 0 0 の等角図を示す。図 1 6 および 1 6 A を参照すると、無ポケットウエハキャリア 1 5 0 0 、 1 6 0 0 は、リム 1 5 0 2 と、図 1 0 および 1 1 に説明される支柱に類似する支柱 1 5 0 4 とを有する。無ポケットウエハキャリア 1 5 0 0 は、ウエハ（図示せず）が静置する、表面 1 5 0 8 を有する。

【 0 0 7 3 】

図 1 7 は、回転ドラム 1 7 0 2 上に搭載される、ウエハ支持リング 1 7 0 0 （開放キャリアとも呼ばれる）の断面図である。ウエハ支持リング 1 7 0 0 は、縁 1 7 1 0 を有し、回転ドラム 1 7 0 2 は、ウエハ支持リング 1 7 0 0 が回転ドラム 1 7 0 2 上に位置付けられると、縁 1 7 1 0 および 1 7 0 8 の幾何学形状が、近接し、平行となるような縁 1 7 0 8 を有する。幾何学形状は、ウエハ支持リング 1 7 0 0 が、あらゆる温度において、回転ドラム 1 7 0 2 と同期して回転するようなものである。ウエハ支持リング 1 7 0 0 は、ウエハ（図示せず）の外側縁が静置する、上部面 1 7 0 9 と、縁 1 7 0 6 とを有する。ウエハ支持リング 1 7 0 0 はまた、1 つまたはそれを上回るバンパ 1 7 0 4 を含み、バンパは、直線壁またはアンダーカットを有し、図 1 2 および 1 3 に説明されるものに類似する。ウエハ支持リング 1 7 0 0 はまた、上部面 1 7 0 9 および縁 1 7 0 6 が同一平面にあって、無ポケット構成を形成し、1 4 0 4 または 1 5 0 4 に類似する支柱を使用する、構成を有することができる。ウエハ支持リング 1 7 0 0 はまた、図 8 A から 8 G に示されるような自己心合 C V D システム内でも使用されることができる。ウエハ支持リング 1 7 0 0 が無ポケット構成であるとき、ウエハ縁に接触する支柱の面は、平坦または湾曲（例えば、凸面）であることができる。

20

30

【 0 0 7 4 】

図 1 7 A は、図 1 7 における円形 A の拡大図を示す。

【 0 0 7 5 】

図 1 8 は、本明細書に説明されるような縁 1 7 0 6 と、バンパ 1 7 0 4 とを有する、ウエハ支持リング 1 7 0 0 の等角図を示す。

【 0 0 7 6 】

本明細書に前述されるように、支柱、例えば、支柱 9 2 0 または 9 7 2 は、前述のような無ポケットキャリア上に形成される。ポケットを有するウエハキャリアに関しては、バンパが、使用される。

40

【 0 0 7 7 】

無ポケットウエハキャリア上で使用されるとき支柱またはポケットを有するウエハキャリア上で使用されるときバンパは、概して、無ポケットウエハキャリアの表面上またはウエハキャリアのポケット内に対称的に載置される。一般に、6 つのバンパまたは支柱が、検討されるが、より少ない、例えば、3 もしくは 4 つ、またはより多い、例えば、9 もしくは 1 0 のバンパまたは支柱が、使用されることもできる。

【 0 0 7 8 】

50

アンダーカットは、図 1 1 および 1 3 に示されるように、支柱またはバンパのために使用されるとき、約 80°～約 95°の範囲内である。ウエハの縁に接触する、アイテム 1 2 0 4 および 1 8 0 4 の表面は、平坦または湾曲（例えば、凸面）であることができる。他の実施形態では、支柱は、凹面であることができる。

【0079】

ウエハの縁に接触する、例えば、図 1 0 および 1 2 におけるバンパまたは支柱の表面は、平坦または湾曲（例えば、凸面）であることができる。他の実施形態では、支柱は、凹面であることができる。

【0080】

バンパまたは支柱を形成するために使用される材料は、典型的には、ウエハキャリアが作製されるものと同一材料である。他の実施形態では、バンパまたは支柱は、ウエハが形成されるものと同一材料から形成されることができる。さらに別の実施形態では、バンパまたは支柱は、ウエハキャリアおよびウエハのものと異なる材料から作製されることができる。

【0081】

バンパまたは支柱に加え、本発明のウエハキャリアはまた、タブを有することができる。タブは、表面 1 4 0 8 または 1 5 0 8 上、例えば、支柱の近傍の表面円周方向上の種々の場所において、無ポケットウエハキャリア内に形成されることができる。タブは、支柱の場所の近傍または円周方向の任意の場所に載置されることができる。ポケットがウエハキャリア内に存在するとき、タブは、表面 1 8 0 6 または 1 9 0 6 上に位置することができる、バンパは、陥凹内のポケットの外側に沿って、またはその中の任意の場所に位置する。

【0082】

両事例において、タブは、三角形形状であってもよい。タブは、基板キャリアが基板に対して膨張するとき、発生される力の少なくとも一部を吸収する材料から形成されることができる。また、タブは、基板キャリアの温度が上昇するにつれて、基板にかかる機械的応力を減少させることができる。

【0083】

図 1 9 は、図 1 4 と関連して説明されたような（図 1 4 のうちのいくつかの特徴は、示されていない）、本教示による単一基板キャリア 1 6 0 0 の拡大上面図 1 9 0 0 を図示する。拡大上面図 1 9 0 0 は、基板を支持するために使用される、複数のタブ 1 9 0 3 を示す。基板は、処理の間、これらのタブ 1 9 0 3 上に静置する。多数のタイプのタブが、使用されることができる。例えば、タブ 1 9 0 3 は、示されるように、三角形形状のタブ 1 9 0 3 であることができるが、他の形状も、検討されることができ、基板キャリア 1 6 0 0 の縁に沿ったいくつかの場所に位置付けられる。これは、基板キャリア 1 6 0 0 が、その温度が所望の処理温度に漸増されるにつれて膨張する一方、多くのタイプの基板の寸法が本質的に同一のままであるためである。タブ 1 9 0 3 は、プロセスの動作温度範囲全体にわたって基板を支持するように定寸される。

【0084】

本発明はまた、化学蒸着システムのための単一ウエハ基板キャリアを提供し、単一ウエハ基板キャリアは、基板（またはウエハ）を受容するように適合される本体（ウエハキャリア）と、回転管の上部に位置付けるための縁幾何学形状を有し、回転管もまた、縁幾何学形状を有し、単一ウエハ基板キャリアおよび回転管の縁幾何学形状が、所望のプロセス温度において、プロセスの間、ウエハキャリアの中心軸と回転管の回転軸の一致整合を提供するように選定される。ウエハ（または基板）は、ポケット（例えば、図 4 A および 6 B と関連して説明されるようなポケット 4 2 0 またはポケット 6 2 4）を使用することによって、またはポケットを使用せずに（すなわち、無ポケット）、本明細書に議論されるような 2 つまたはそれを上回るバンパもしくは支柱を使用することによってのいずれかにおいて、本体上に受容されることができる。

【0085】

単一ウエハ基板キャリアは、ウエハキャリアとしても知られ、用語は、本明細書では、同義的である。

【0086】

図20は、ウエハ支持リング（開放キャリアまたはプロセストレイとも呼ばれる）2000の等角図を示す。ウエハ支持リング2000は、ウエハ（図示せず）の外側縁が静置する、縁2006を有する。ウエハ支持リング2000はまた、1つまたはそれを上回るバンパを有することができ、バンパは、直線壁またはアンダーカットを有し、図12および13に説明されるものに類似する。ウエハ支持リング2000はまた、上部面2009および縁2006が同一平面であって、無ポケット構成を形成し、前述のような1404または1504に類似する支柱を使用する、構成を有することができる。ウエハ支持リング2000はまた、図8Aから8Gに示されるような自己心合CVDシステム内でも使用されることができる。ウエハ支持リング2000が無ポケット構成であるとき、ウエハ縁に接触する支柱の面は、平坦または湾曲（例えば、凸面）であることができる。

10

【0087】

図20Aは、線A-Aを通した図20の断面図である。

【0088】

図21は、回転ドラム2002上に搭載される、ウエハ支持リング2000の断面図を示す。ウエハ支持リング2000は、縁2010と、縁2012とを有する。回転ドラム2002は、縁2008と、2014とを有する。ウエハ支持リング2000が回転ドラム2002上に位置付けられると、ウエハ支持リング2000の縁2010および回転ドラム2002の縁2008の幾何学形状は、近接し、平行となり、ウエハ支持リング2000の縁2012および回転ドラムの縁2014の幾何学形状は、近接し、平行となる。幾何学形状は、ウエハ支持リング2000が、あらゆる温度において、回転ドラム2002と同期して回転するようなものである。縁2012は、回転ドラム2002の縁2014に沿って約0.5mm～約7.5mm延在することができる。

20

【0089】

図21Aは、図21における円形Aの拡大図を示す。

【0090】

図22は、ウエハ支持リング2000および回転ドラム2002の分解図を示す。

（均等物）

30

【0091】

本出願人の教示が、種々の実施形態と併せて説明されるが、本出願人の教示は、そのような実施形態に限定されないことが意図される。対照的に、本出願人の教示は、当業者によって理解されるように、本教示の精神および範囲から逸脱することなく、その中に成され得る、種々の代替、修正、ならびに均等物を包含する。

【図 1】

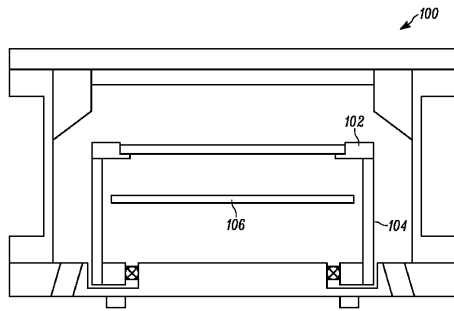


FIG. 1

【図 2 A】

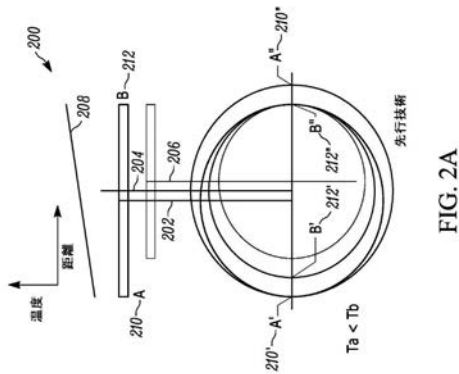


FIG. 2A

【図 2 B】

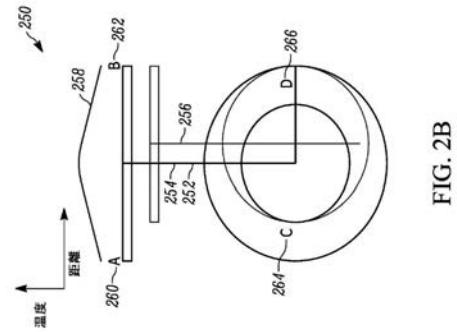


FIG. 2B

【図 3 A】

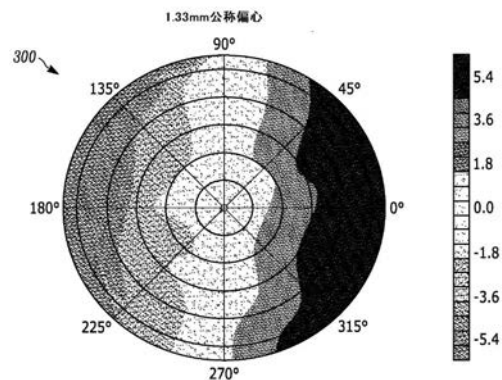


FIG. 3A

【図 3 B】

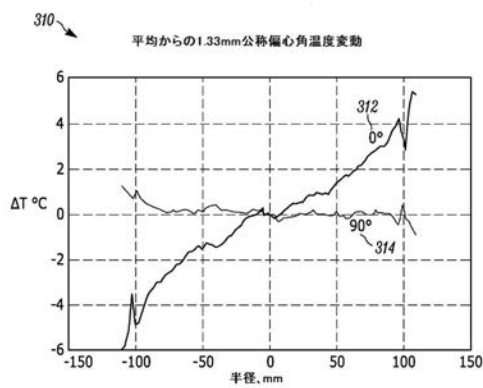


FIG. 3B

【図 3 C】

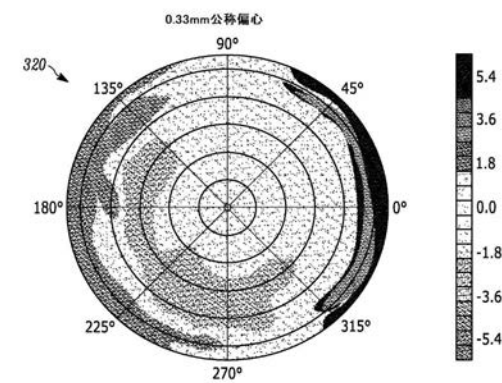


FIG. 3C

【図 3 D】

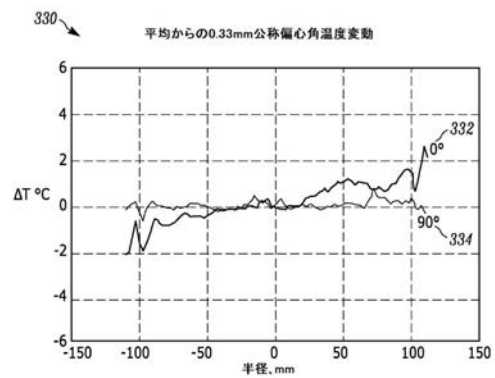


FIG. 3D

【 図 6 C 】

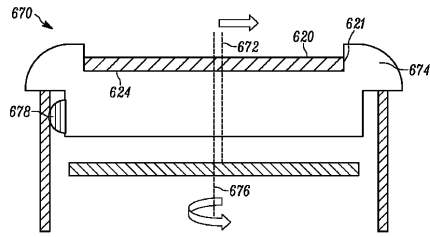


FIG. 6C

【 図 7 】

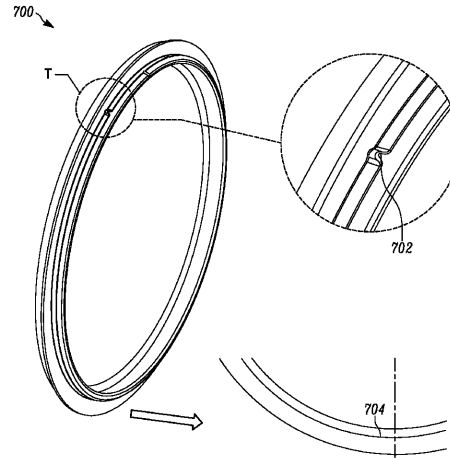


FIG. 7

【 図 8 A 】

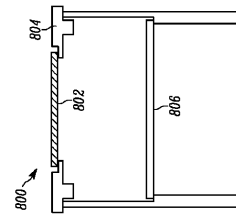


FIG. 8A

【 図 8 B 】

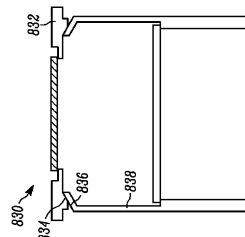


FIG. 8B

【 図 8 D 】

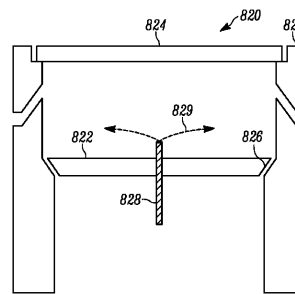


FIG. 8D

【 図 8 C 】

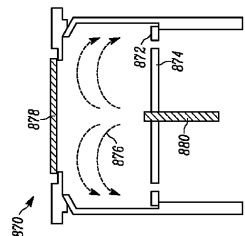


FIG. 8C

【 図 8 E 】

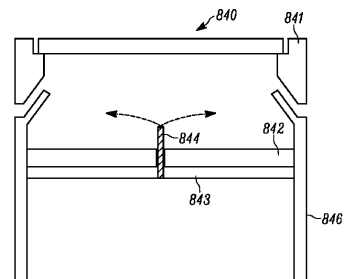


FIG. 8E

【図 8 F】

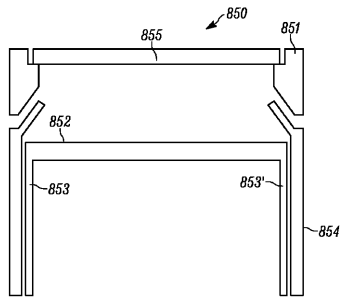


FIG. 8F

【図 8 G】

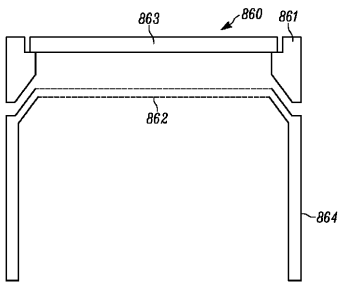


FIG. 8G

【図 8 H】

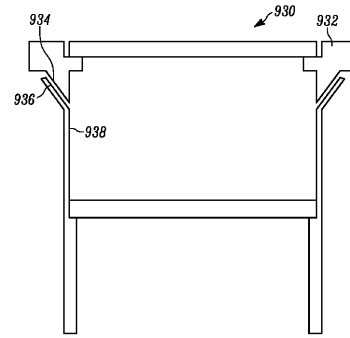


FIG. 8H

【図 8 I】

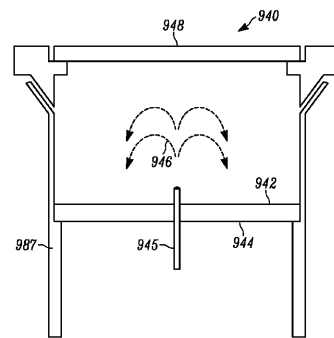


FIG. 8I

【図 8 J】

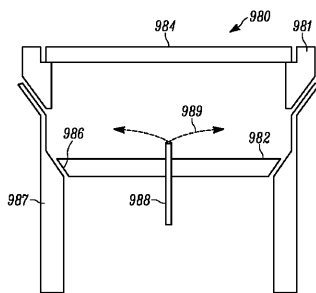


FIG. 8J

【図 8 L】

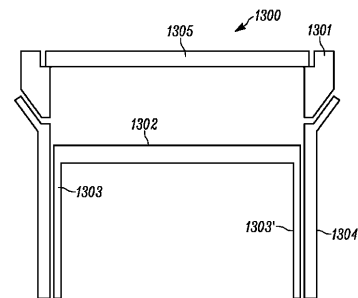


FIG. 8L

【図 8 K】

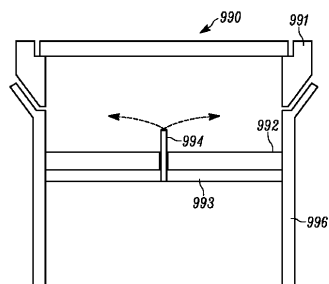


FIG. 8K

【図 8 M】

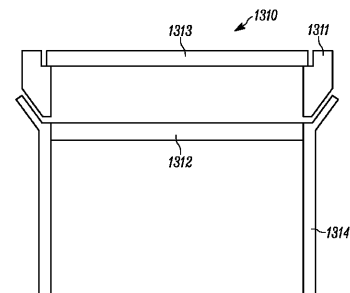


FIG. 8M

【図 9 A】

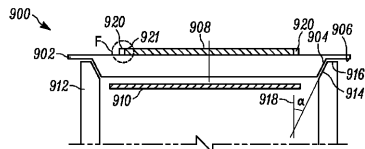


FIG. 9A

【図 9 B】

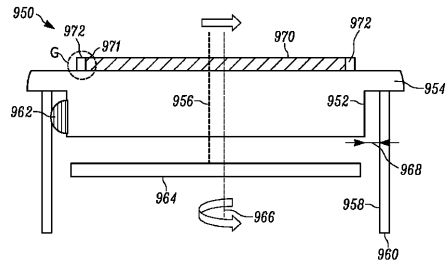


FIG. 9B

【図 1 0】

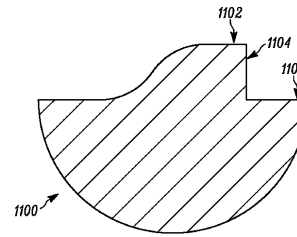


FIG. 10

【図 1 1】

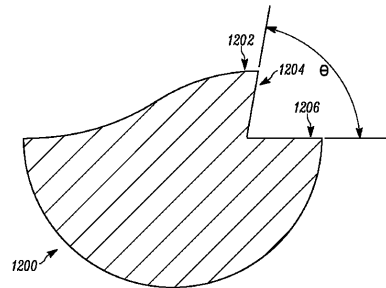


FIG. 11

【図 1 2】

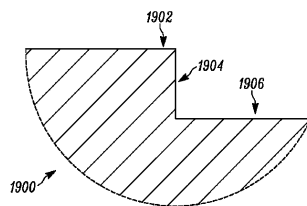


FIG. 12

【図 1 3】

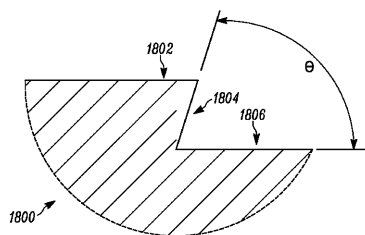


FIG. 13

【図 1 4】

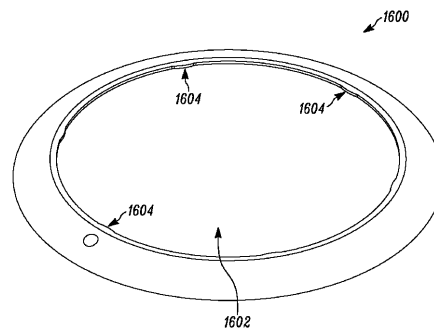


FIG. 14

【図 15】

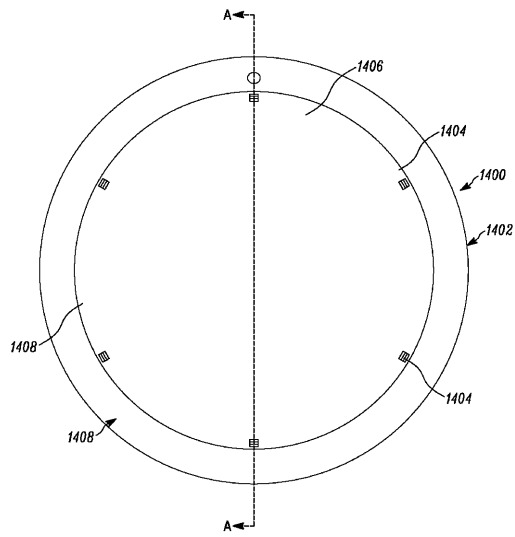


FIG. 15

【図 15 A】



FIG. 15A

【図 15 B】

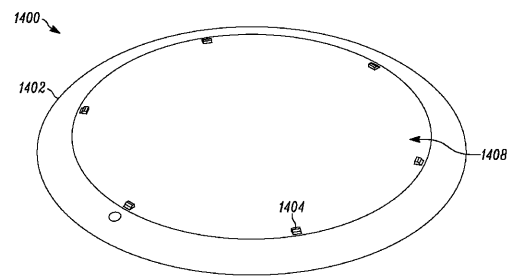


FIG. 15B

【図 16】

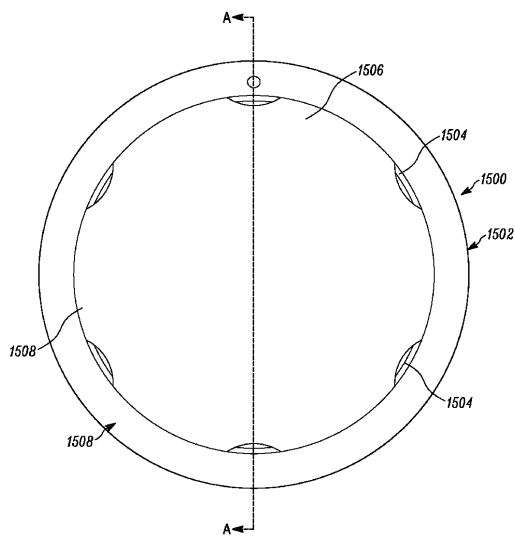


FIG. 16

【図 16 A】



FIG. 16A

【図 16 B】

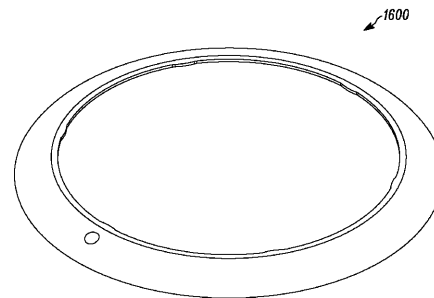


FIG. 16B

【図 17】

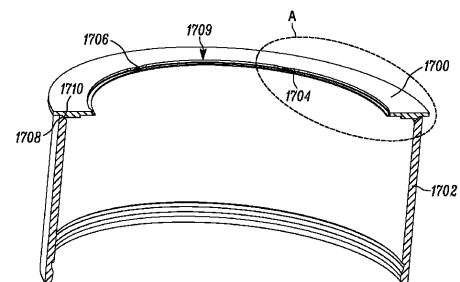


FIG. 17

【図 17 A】

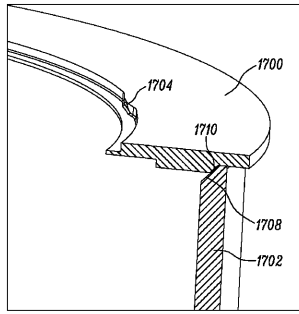


FIG. 17A

【図 18】

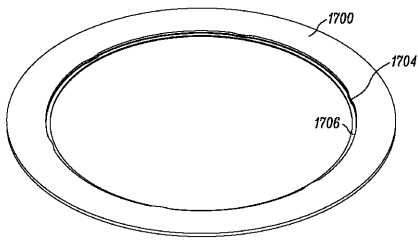


FIG. 18

【図 20 A】



FIG. 20A

【図 21】

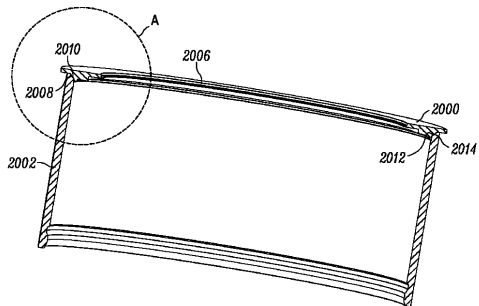


FIG. 21

【図 19】

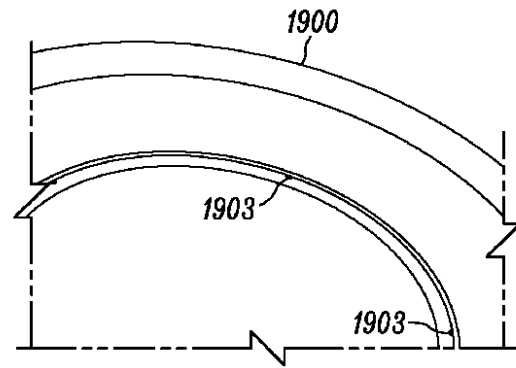


FIG. 19

【図 20】

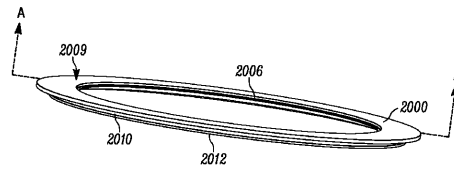


FIG. 20

【図 21 A】

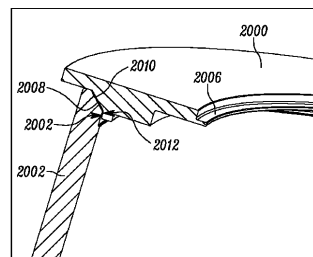


FIG. 21A

【図 22】

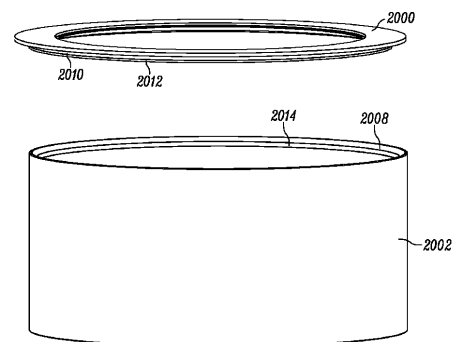




FIG. 22

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2016/037022
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H01L 21/205(2006.01)I, H01L 21/68(2006.01)I, H01L 21/677(2006.01)I, H01L 21/02(2006.01)I		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L 21/205; C23C 16/54; C30B 25/12; B23P 19/04; H01L 21/26; H01L 21/31; H01L 21/683; F27D 11/12; B05C 13/00; H01L 21/677; H01L 21/02		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) cKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: CVD, temperature, uniformity, edge, spacer, axis		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2012-0108081 A1 (DONALD J.K. OLGADO et al.) 03 May 2012 See abstract, paragraphs [0038]-[0040], claims 1, 14 and figures 4, 5.	1-41
A	US 2014-0261187 A1 (VEECO INSTRUMENTS, INC.) 18 September 2014 See abstract, paragraphs [0013], [0014], claim 64 and figure 3.	1-41
A	US 2009-0165721 A1 (JOHN A. PITNEY et al.) 02 July 2009 See abstract, paragraphs [0025]-[0027], claim 1 and figure 5.	1-41
A	JP 2010-534942 A (APPLIED MATERIALS, INCORPORATED) 11 November 2010 See paragraphs [0035]-[0040], claim 1 and figures 4A-4C.	1-41
A	US 2012-0042823 A1 (ROY G. GATCHALIAN et al.) 23 February 2012 See abstract, paragraphs [0049]-[0056], claim 7 and figures 3-5.	1-41
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 13 September 2016 (13.09.2016)		Date of mailing of the international search report 13 September 2016 (13.09.2016)
Name and mailing address of the ISA/KR  International Application Division Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsu-ro, Seo-gu, Daejeon, 35208, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer CHOI, Sang Won  Telephone No. +82-42-481-8291

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2016/037022

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2012-0108081 A1	03/05/2012	TW 201218301 A WO 2012-058005 A2 WO 2012-058005 A3	01/05/2012 03/05/2012 21/06/2012
US 2014-0261187 A1	18/09/2014	CN 105051865 A CN 203895428 U EP 2973661 A1 FR 3003399 A3 FR 3003399 B3 JP 2016-519426 A KR 10-2015-0132486 A KR 20-2014-0005081 U SG 11201507485 A TW 201441418 A WO 2014-143703 A1	11/11/2015 22/10/2014 20/01/2016 19/09/2014 07/08/2015 30/06/2016 25/11/2015 24/09/2014 29/10/2015 01/11/2014 18/09/2014
US 2009-0165721 A1	02/07/2009	CN 102105620 A CN 102105620 B EP 2245211 A2 JP 2011-522393 A KR 10-2010-0102185 A SG 186653 A1 TW 200943471 A WO 2009-086257 A2 WO 2009-086257 A3	22/06/2011 24/07/2013 03/11/2010 28/07/2011 20/09/2010 30/01/2013 16/10/2009 09/07/2009 24/11/2011
JP 2010-534942 A	11/11/2010	CN 101765464 A CN 101765464 B KR 10-2010-0058523 A TW 200917411 A TW I455238 B US 2009-0025636 A1 WO 2009-018143 A1	30/06/2010 15/05/2013 03/06/2010 16/04/2009 01/10/2014 29/01/2009 05/02/2009
US 2012-0042823 A1	23/02/2012	US 8591700 B2	26/11/2013

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(74)代理人 230113332

弁護士 山本 健策

(72)発明者 クリシュナン, サンディーブ

アメリカ合衆国 ニュージャージー 07302, ジャージー シティ, モリス ストリート
115, アpartment 1233

(72)発明者 グラリー, アレグザンダー

アメリカ合衆国 ニュージャージー 08807, ブリッジウォーター, タロ ファーム ロード 1068

(72)発明者 チャン, チェンフン ポール

アメリカ合衆国 ペンシルベニア 18040, イーストン, メコ ロード 1165

(72)発明者 マルセロ, アール

アメリカ合衆国 ニュージャージー 08823, フランクリン パーク, グリーン ヒル
マナー ドライブ 412

Fターム(参考) 4K030 CA04 CA12 FA10 GA02 GA06 KA46 LA12 LA15

5F045 AD01 BB02 DP02 DP03 DP05 DP28 DQ10 EK07 EM02 EM09

5F131 AA02 BA04 CA03 CA06 EA03 EA24 EB55 EB78 EB81 HA22

JA14