

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4964142号
(P4964142)

(45) 発行日 平成24年6月27日(2012.6.27)

(24) 登録日 平成24年4月6日(2012.4.6)

(51) Int. Cl. F I
 HO 1 L 21/205 (2006.01) HO 1 L 21/205
 HO 1 L 21/3065 (2006.01) HO 1 L 21/302 I O I H
 C 2 3 C 16/455 (2006.01) C 2 3 C 16/455
 C 2 3 C 16/50 (2006.01) C 2 3 C 16/50

請求項の数 17 (全 14 頁)

| | | | |
|---------------|-------------------------------|-----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願2007-546808 (P2007-546808) | (73) 特許権者 | 390040660 |
| (86) (22) 出願日 | 平成17年12月12日 (2005.12.12) | | アプライド マテリアルズ インコーポレ イテッド |
| (65) 公表番号 | 特表2008-524852 (P2008-524852A) | | APPLIED MATERIALS, I NCORPORATED |
| (43) 公表日 | 平成20年7月10日 (2008.7.10) | | アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95 054 サンタ クララ パウアーズ ア ベニュー 3050 |
| (86) 国際出願番号 | PCT/US2005/044909 | (74) 代理人 | 100109726 |
| (87) 国際公開番号 | W02006/065740 | | 弁理士 園田 吉隆 |
| (87) 国際公開日 | 平成18年6月22日 (2006.6.22) | (74) 代理人 | 100101199 |
| 審査請求日 | 平成20年8月15日 (2008.8.15) | | 弁理士 小林 義教 |
| (31) 優先権主張番号 | 11/016,166 | | |
| (32) 優先日 | 平成16年12月17日 (2004.12.17) | | |
| (33) 優先権主張国 | 米国 (US) | | |
| 早期審査対象出願 | | | |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高密度プラズマ適用のための高真空中での自己冷却ガス分配装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体処理チャンバ内で用いるためのガス分配器であって、
 ガス注入口と、
 ガス排出口と、
内径及び外径を有するらせん状ねじ山部分と、
 ガス注入口かららせん状ねじ山部分へと延びている第一円筒形ステム部分であって、該
らせん状ねじ山部分の外径が該第一円筒形ステム部分の直径よりも大きい、第一円筒形ス
テム部分と、
 外向きに放射状に延びているガス偏向面と該ガス偏向面から本体の反対側に配置された
 下面とを有する本体と、
該ガス偏向面に隣接する横シートであって、該横シートの外径が該らせん状ねじ山部分
の外径よりも大きい、横シートと、
該らせん状ねじ山部分から該横シートへと延びている第二円筒形ステム部分と、
 該ガス注入口から、該第一円筒形ステム部分と該らせん状ねじ山部分と該第二円筒形ス
 テム部分と本体を通して該ガス排出口に延びているガス通路と、
 を備えている前記ガス分配器。

【請求項 2】

該第一円筒形ステム部分の長さが 0.2 ~ 2.0 インチである、請求項 1 記載のガス分
 配器。

【請求項 3】

該横シートがシーリング部材を保持するように適合される、請求項 1 記載のガス分配器。

【請求項 4】

該シーリング部材が Oリングである、請求項 3 記載のガス分配器。

【請求項 5】

該 Oリングが、アルミニウム及びフルオロポリマー樹脂からなる群より選ばれる材料から製造される、請求項 4 記載のガス分配器。

【請求項 6】

該ガス分配器がアルミナである、請求項 1 記載のガス分配器。

10

【請求項 7】

基板処理システムであって、
中央円形開口部を含む内部上面を有する処理チャンバと、
該処理チャンバ内に配置された基板支持部材と、
該チャンバの該上面の該円形開口部を通して該基板支持部材に向かって延びているガス分配器であって、該ガス分配器が、

ガス注入口と、

ガス排出口と、

内径及び外径を有するらせん状ねじ山部分と、

ガス注入口かららせん状ねじ山部分へと延びている第一円筒形ステム部分であって、
該らせん状ねじ山部分の外径が該第一円筒形ステム部分の直径よりも大きい、第一円筒形
ステム部分と、

20

外向きに放射状に延びているガス偏向面と該ガス偏向面から本体の反対側に配置された下面とを有する本体と、

該ガス偏向面に隣接する横シートであって、該横シートの外径が該らせん状ねじ山部分の外径よりも大きい、横シートと、

該らせん状ねじ山部分から該横シートへと延びている第二円筒形ステム部分と、

該ガス注入口から、該第一円筒形ステム部分と該らせん状ねじ山部分と該第二円筒形
ステム部分と本体を通して該ガス排出口へと延びているガス通路と、を備えているガス分
配器と、

30

ガス分配器に外接するガス排出口と、
を備えている前記システム。

【請求項 8】

該チャンバの該上面の該中央円形開口部の上に横たわるガス分配ブロックを更に備え、
該ガス分配ブロックが該ガス分配器の該第一円筒形ステム部分の該らせん状ねじ山部分に
ねじ結合するらせん状ねじ山を備えている、請求項 7 記載の装置。

【請求項 9】

該ガス分配ブロックが、該ガス分配器の該ガス注入口と流体で連通している第一ガス通
路と該ガス分配器に外接する該ガス排出口と流体で連通している第二ガス通路を更に備え
ている、請求項 8 記載の装置。

40

【請求項 10】

該ガス分配ブロックが冷却水源に結合される、請求項 9 記載の装置。

【請求項 11】

第一圧力が該ガス分配器の該ガス注入口と流体で連通している該ガス通路に存在し、第
二圧力が該処理チャンバの内部に存在する、請求項 9 記載の装置。

【請求項 12】

該第一圧力が該第二圧力より大きい、請求項 11 記載の装置。

【請求項 13】

該第一圧力が約 5 トールであり、該第二圧力が約 5 ミリトルである、請求項 12 記載
の装置。

50

【請求項 14】

該処理チャンバが高密度プラズマチャンバである、請求項 7 記載の装置。

【請求項 15】

該横シートがシーリング部材を保持するように適合される、請求項 7 記載の装置。

【請求項 16】

該シーリング部材が Oリングである。請求項 15 記載の装置。

【請求項 17】

該 Oリングがアルミニウム及びフルオロポリマー樹脂からなる群より選ばれる材料から製造される、請求項 16 記載の装置。

【発明の詳細な説明】

10

【発明の背景】

【0001】

[0001]本発明は、一般的には、半導体製造設備に関する。より詳細には、本発明は、半導体製造設備の温度制御に関する。単に一例として、本発明は、高密度プラズマチャンバと用いられる自己冷却ガス分配装置に適用されてきた。その方法と装置は、ガス分配ノズルの自己冷却等の他の用途にも適用し得る。

【0002】

[0002]化学気相堆積(CVD)は、半導体産業において、基板上に所望の物質の薄層又は膜を形成するために用いられるガス反応プロセスである。ある高密度プラズマ(HDP)増強型CVDプロセスは、表面に垂直に近い角度で又は基板表面の方向の偏りによって表面に好ましい角度で、負に偏った基板表面に正に帯電したプラズマイオンを引きつけることにより膜堆積を増強するためのRF生成プラズマの使用によって物理的イオン生成と共に反化学応性ガスを用いている。集積回路(IC)の製造の目標は、高い処理能力で、非常に薄い均一な膜を基板上に形成することである。

20

【0003】

[0003]ガスノズルは、ガス分配システムの一部として多くのCVDチャンバに用いられている。例えば、薄膜堆積プロセスに用いられるプロセスガスはチャンバの内面に配置された1つ以上のガスノズルを通してチャンバに入る。ガスノズルは、セラミックを含む種々の材料から作られている。チャンバ設計によっては、あるCVDプロセス、特にプラズマ援助CVDプロセスは、高温で動作し、ガスノズルがチャンバ内部でプラズマ加熱を受ける。1つ以上のオリフィスが遠位端にある典型的にはセラミックノズルであるこれらのノズルは、典型的なHDP CVDプロセスの間、約800以上程度の温度に達し得る。これらの高温によって、基板の近くよりむしろノズル内部でのプロセスガスの早すぎる解離が生じ、その後膜内に取り込まれる反応副生成物が生成することになる。これらの望まないプロセスは、他の問題と共に堆積プロセスにおいて不均一性とパーティクルを引き起こすことがある。

30

【0004】

[0004]それ故、当該技術においてはHDP-CVD及び他の半導体処理装置に用いるための自己冷却ガス分配装置が求められている。

【発明の概要】

40

【0005】

[0005]本発明は、一般的には、半導体製造設備に関する。より詳細には、本発明は、半導体製造設備の温度制御に関する。単に一例として、本発明は、高密度プラズマチャンバと用いられる自己冷却ガス分配装置に適用されてきた。その方法と装置は、ガス分配ノズルの自己冷却等の他の用途にも適用し得る。

【0006】

[0006]本発明の一実施形態においては、ガス分配器は半導体処理チャンバ内で用いるために設けられる。ガス分配器はガス注入口とガス排出口を含む。ガス分配器は、また、らせん状ねじ山を有するステム部分とステム部分から外向きに放射状に伸びているガス偏向面を有する本体とガス偏向面から本体の反対側に配置された下面とを含む。更に、ガス分

50

配器は、らせん状ねじ山とガス偏向面との間に配置された横シートとガス注入口からステム部分と本体を通してガス排出口まで伸びているガス通路とを含む。本発明による個々の実施形態においては、横シートは、シーリング部材を保持するように適合され、具体的な実施形態においてはＯリングである。

【 0 0 0 7 】

[0007]本発明の他の実施形態においては、基板処理システムは、中央の円形開口部を含む内部上面を有する処理チャンバと、処理チャンバ内に配置された基板支持部材と、チャンバの上面における円形開口部を通して基板支持部材に向かって伸びているガス分配器とを含む。ガス分配器は、ガス注入口と、ガス排出口と、らせん状ねじ山を有するステム部分と、ステム部分から外向きに放射状に伸びているガス偏向面を有する本体と、ガス偏向面から本体の反対側に配置された下面とを含む。ガス分配器は、また、らせん状ねじ山と、ガス偏向面と、ガス注入口からステム部分及び本体を通してガス排出口まで伸びているガス通路の間に配置された横シートを含む。基板処理システムは、更に、ガス分配器に外接するガス出口を含む。個々の実施形態においては、基板処理システムは、更に、チャンバの上面の中央円形開口部の上に横たわるガス分配ブロックを含み、ガス分配ブロックはガス分配器のステム部分のらせん状ねじ山にねじ結合されるらせん状ねじ山を備えている。

10

【 個々の実施形態の説明 】

【 0 0 0 8 】

[0017]本発明は、一般的には、半導体製造設備に関する。より詳細には、本発明は、半導体製造設備の温度制御を提供する。単に一例として、本発明は、高密度プラズマチャンバと用いられる自己冷却ガス分配装置に適用されてきた。その方法と装置は、ガス分配ノズルの自己冷却等の他の用途にも適用し得る。

20

【 0 0 0 9 】

[0018]図 1 は、従来のガス分配バッフルの簡略図である。図 1 に示される従来のガス分配バッフルは、バッフル上部のガス注入口 1 1 2 とバッフルの下面のガス排出口（図示せず）とを含む。バッフルは、ねじ山 1 0 4 を用いてガス分配装置にねじ込む。ガス分配装置（図示せず）は、流体でガス源に結合される。バッフルは、ねじ山 1 0 4 に隣接したステム部分 1 0 2 を有する。ステム部分は、上面 1 0 6 と隆起特徴部 1 0 8 を含み、Ｏリング 1 0 9 の支持体を設け、Ｏリング 1 0 9 は上面 1 0 6 上に載置され、隆起特徴部 1 0 8 を囲んでいる。バッフルがガス分配装置に装着される場合、Ｏリングはガス分配装置のシーリング面と接触し、ガス注入口 1 1 2 まで以外のガス流に対してバリアを与える。ガス分配バッフルは、また、ステム部分から外向きに放射状に伸びているガス偏向面 1 1 0 を有する本体部分とガス偏向面から本体側の反対側に配置された下面（図示せず）を含む。

30

【 0 0 1 0 】

[0019]図 2 は、本発明の実施形態による半導体処理チャンバの簡略図である。図 2 に示される半導体処理チャンバは、高密度プラズマ化学気相堆積（HDP-CVD）システム 1 1 5 の一実施形態である。システム 1 1 5 は、チャンバ 1 1 7 と、基板支持体 1 1 8 と、ガス分配システム 1 3 3 と、遠隔プラズマ洗浄システム 1 5 0 と、真空システム 1 7 0 と、ソースプラズマシステム 1 8 0 A と、バイアスプラズマシステム 1 8 0 B を含む。例示的 HDP-CVD システムは、本発明の譲受人アプライドマテリアルズ社によって製造された U l t i m a X HDP-CVD C e n t u r a システムである。

40

【 0 0 1 1 】

[0020]本発明に実施形態は、チャンバの一部を少なくとも部分的に囲んでいるコイルにの RF エネルギーを印加することによってプラズマが形成されるチャンバと ECR プラズマ形成技術を用いるチャンバとを含む種々の HDP-CVD 基板処理チャンバと組合わせて備えることができる。本発明の実施形態が使用し得る誘導結合 HDP-CVD チャンバの一実施例を以下に示す。

【 0 0 1 2 】

[0021]チャンバ 1 1 7 の上部は、酸化アルミニウム又は窒化アルミニウムのようなセラ

50

ミック誘電材料で作られたドーム 1 1 4 を含む。ドーム 1 1 4 は、プラズマ処理領域 1 1 6 の上方境界を画成している。プラズマ処理領域 1 1 6 は、基板 1 1 3 の上面と、酸化アルミニウム又はアルミニウムセラミック材料から作られている基板支持体 1 1 8 によって底面で結合される。

【 0 0 1 3 】

[0022]ヒータプレート 1 2 3 と冷却プレート 1 2 4 は上にあり、ドーム 1 1 4 と熱的に結合している。ヒータプレート 1 2 3 と冷却プレート 1 2 4 は、約 1 0 0 ~ 2 0 0 の範囲にわたって約 $\pm 1 0$ 以内にドームの温度制御を可能にする。一般的には、プラズマにさらすために、基板支持体 1 1 8 上に位置する基板が加熱される。基板支持体 1 1 8 は、基板の裏面へ熱伝達ガス（しばしば裏面冷却ガスと呼ばれる）を分配することができる内部通路と外部通路（図示せず）を含む。

10

【 0 0 1 4 】

[0023]チャンバ 1 1 7 の下の部分は、チャンバを真空システムに結合する本体部材 1 2 2 を含む。基板支持体 1 1 8 のバイアス部分 1 2 1 は、本体部材 1 2 2 上に設置され、本体部材 1 2 2 と連続した内面を形成する。基板は、チャンバ 1 1 7 の側面の挿入/除去開口部（図示せず）を通してロボットブレード（図示せず）によってチャンバ 1 1 7 へ、また、チャンバ 1 1 7 から移される。リフトピン（図示せず）は、上の装填位置 1 5 7 のロボットブレードから、基板が基板支持体 1 1 8 の基板受容部分 1 1 9 上に載置される下の処理位置 1 5 6 まで基板を移動させるためのモーター（図示せず）の制御下で上げられ、その後下げられる。基板収容部分 1 1 9 は、基板処理の間、基板を基板支持体 1 1 8 に固定するために使用し得る静電チャックを含む。

20

【 0 0 1 5 】

[0024]真空システム 1 7 0 は、ニブレードスロットバルブ 1 2 6 を収容し且つゲートバルブ 1 2 7 とターボ分子ポンプ 1 2 8 に装着されるスロットル本体 1 8 0 A を含む。ゲートバルブ 1 2 7 はポンプ 1 2 8 をスロットル本体 1 2 5 から分離し、スロットバルブ 1 2 6 を完全に開いたときに排出流量を制限することによりチャンバ圧力を制御することができる。スロットバルブ、ゲートバルブ、ターボ分子ポンプの配置は、約 1 ミリトール程度の低いチャンバ圧力の正確で安定した制御を許容する。

【 0 0 1 6 】

[0025]ソースプラズマシステム 1 8 0 A は、ドーム 1 1 4 に取付けられる、最上部コイル 1 2 9 と側部コイル 1 3 0 に結合される。対称の接地シールド（図示せず）は、コイル間の電氣的結合を減少させる。最上部コイル 1 2 9 は最上部 R F (S R F) 源発電機 1 3 1 A によって出力し、側部コイル 1 3 0 は側部 S R F 発電機 1 3 1 B によって出力し、各コイルのための独立電力レベルと動作周波数を可能にする。個々の実施形態においては、最上部 R F 源発電機 1 3 1 A は、名目上 2 M H z において 2 5 0 0 ワットまでの R F 電力を供給し、側部 R F 源発電機 1 3 1 B は、名目上 2 M H z の 5 0 0 0 ワットまでの R F 電力を供給する。最上部と側部の R F 発電機の動作周波数は、プラズマ生成効率を向上させるために名目上動作周波数（例えば、それぞれ 1.7 - 1.9 M H z と 1.9 - 2.1 M H z に）から相殺されてもよい。

30

【 0 0 1 7 】

[0026]バイアスプラズマシステム 1 8 0 B は、バイアス R F (B R F) 発電機 1 3 1 C とバイアス整合ネットワーク 1 3 2 C を含む。バイアスプラズマシステム 1 8 0 B は基板部分 1 1 3 を本体部材 1 2 2 に容量的に結合させ、相補電極として作用する。バイアスプラズマシステム 1 8 0 B は、基板表面にソースプラズマシステム 1 8 0 A によって生成されたプラズマ化学種（例えば、イオン）の運搬を高める働きをする。個々の実施形態においては、バイアス R F 発電機は、13.56 M H z において 5 0 0 0 ワットまでの R F 電力を供給する。

40

【 0 0 1 8 】

[0027] R F 発電機 1 3 1 A と 1 3 1 B は、デジタル制御されたシンセサイザーを含み、約 1.8 ~ 約 2.1 M H z の周波数範囲で動作する。各発電機は、当業者によって理解され

50

ているように、チャンバとコイルから発電機に戻る反射電力を測定するRF制御回路(図示せず)を含み、最低反射電力を得るために動作周波数を調整する。整合ネットワーク132Aと132Bは、それぞれのコイル129と130を有する発電機131Aと131Bの出力インピーダンスを整合させる。RF制御回路は、負荷が変化するにつれて負荷に発電機を整合させる整合ネットワーク内でキャパシタの値を変化させることによって双方の整合ネットワークを調整することができる。RF制御回路は、負荷から発電機に反射した電力がある限界を超える場合に整合ネットワークを調整することができる。一定に整合させ、且つ有効にRF制御回路が整合ネットワークの整合をできない状態にする一方法は、反射電力のあらゆる予測された値を超えて反射電力の限界を設定することである。このことは、ごく最近の状態で整合ネットワークを保持することによりある条件下でプラズマを安定化することを援助する。

10

【0019】

[0028]ガス分配システム133は、いくつかの供給源134(a)..134(n)からガス分配ライン138(一部だけ図示する)によってガスを供給する。例示される具体的な実施例においては、ガス源134(a)..134(n)は、 SiH_4 、 O_2 、 H_2 、 NF_3 のための個別供給源と伸びた洗浄プロセスのための1つ以上の供給源を含む。当業者に理解されるように、供給源134(a)..134(n)に用いられる実際の供給源とチャンバ117への分配ライン138の実際の接続部は、チャンバ117内で実行される堆積プロセスと洗浄プロセスに依存して変動する。各供給源134(a)..134(n)からのガス流は、当業者に既知のように、1つ以上のマスフローコントローラ(図示せず)によって制御される。ガスは、ガスリング137及び又は上部ガス分配装置145によってチャンバ117に導入される。

20

【0020】

[0029]可燃性、毒性、又は腐食性のガスが用いられる実施形態においては、堆積又は洗浄プロセス後のガス分配ラインに残っているガスを取り除くことは望ましいことである。このことは、例えば、チャンバ117をガス分配ライン138から分離するとともにガス分配ライン138を真空フォアライン144に通気させるために、バルブ143Bのような3方向バルブを用いて達成させることができる。図7Aに示される143A及び143Cのような他の類似バルブも他のガス分配ラインに組み込むことができる。このような3方向バルブは、通気されないガス分配ライン(3方向バルブとチャンバの間)の容積を最小化するために、実施しやすいようにチャンバ117とリモートプラズマ源150に近いように配置させることができる。更に、2方向(オン オフ)バルブ(図示せず)は、マスフローコントローラ("MFC")とチャンバの間又はガス源とMFCの間に配置させることができる。

30

【0021】

[0030]チャンバ117は、また、最上部ガス分配器145と最上部ベント146を有する。最上部ガス分配器と最上部ベント146は、膜の均一性を改善するとともに膜の堆積とドーピングパラメータの微細な調整を可能にする、ガスの最上部と側部フローの独立した制御を可能にする。最上部ベント146は、最上部ガス分配器145の周りの環状開口部である。一実施形態においては、一供給源、例えば、 SiH_4 は、個別のMFC(図示せず)を通して、ガス源ノズル139と最上部ガス分配器145に供給される。同様に、個別のMFCは、酸素の単一供給源から最上部ベント146とガスノズル140の双方に酸素フローを制御するために用いることができる。最上部ガス分配器145と最上部ベント146に供給されるガスは、ガスをチャンバ117に流し込む前に個別に保持することができる、又はガスをチャンバ117に流し込む前に最上部プレナム148内で混合することができる。他の実施形態においては、同じガスの個別の供給源は、チャンバの種々の部分を供給するために用いることができる。

40

【0022】

[0031]マイクロプラズマ源又はトロイダルプラズマ源のようなリモートプラズマ洗浄システム150は、乾式洗浄動作でチャンバ構成要素から堆積残留物を周期的に洗浄するた

50

めに供給される。洗浄システムは、キャビティ 153 内の供給源 134 (a) .. 134 (n) (例えば、分子フッ素、三フッ化窒素、他のペルフルオロ化合物又は等価物単独又はアルゴンのような他のガスとの組合わせ) において 1 つ以上の洗浄ガス源からプラズマを生成するリモートプラズマ発生装置 151 を含む。このプラズマから生じる反応化学種は、アプリケーションチューブ 155 によって洗浄ガス供給ポート 154 を通ってチャンバ 117 へ運搬される。洗浄プラズマを含むために用いられる材料 (例えば、キャビティ 153 とアプリケーションチューブ 155) は、プラズマによる攻撃に耐性がなければならない。望ましいプラズマ化学種の濃度がリアクタキャビティ 153 からの距離により低下するので、リアクタキャビティ 153 と供給ポート 154 の間の距離は、実際には短く保持すべきである。リモートキャビティに洗浄プラズマを生成させると、チャンバの構成要素が温度、放射線、又はインサイチュで形成されるプラズマに存在することができるグロー放電の衝撃を受けない。その結果、静電チャック 120 のような比較的感受性の構成要素は、インサイチュプラズマ洗浄プロセスにおいて必要とされるものであるダミーウエハで覆われるか或いは保護されることを必要としない。

10

【0023】

[0032] システムコントローラ 160 はシステム 115 の動作を制御する。コントローラ 160 は、例えば、ハードディスクドライブ及び又はフロッピーディスクドライブのようなメモリ 162、及びプロセッサ 161 に結合したカードラックを含むことができる。カードラックは、シングルボードコンピュータ (SBC)、アナログ及びデジタル入力/出力ボード、インタフェースボード及びステップモータコントローラボードを含むことができる。システムコントローラ 160 は、ハードディスクドライブに保存されたコンピュータプログラムによって又はリムーバブルディスクに保存されたプログラムのような他のコンピュータプログラムによって動作する。コンピュータプログラムは、例えば、タイミング、ガスの混合物、RF 電力レベル及び具体的なプロセスの他のパラメータを決定する。

20

【0024】

[0033] 本発明のある実施形態においては、半導体処理チャンバは、低圧で動作する。例えば、HDP-CVD システムは、一般的には、低密度プラズマシステムより低い圧力範囲で動作する。HDP-CVD に使われる低チャンバ圧は、平均自由行程が長い活性化学種と低角度分布を与える。これらの要素は、プラズマ密度と組合わせて、密接な間隔のギャップの最も深い部分にさえ到達するプラズマからの著しく多くの成分に寄与し、低密度プラズマ CVD システムで堆積した膜と比較してギャップ充填能力が改善した膜を与える。従って、ガス分配システム内のガス圧は、一般的には、処理チャンバ内のガス圧を超える。

30

【0025】

[0034] 図 3 は、接触熱抵抗とガス分子で充填されたギャップ全体に熱を導くためのギャップガス圧のグラフである。図 3 に示されるように、ギャップ全体に熱を導くためのガスの能力は、ギャップ内に存在するガス圧の関数である。このチャートは、ガス分子で充填されたギャップ全体にガス分子によって熱導電性の圧力依存を定量化している。例えば、100 トールの高圧で、標準化された熱接触抵抗は約 0.57 である。ギャップ内のガスの圧力が低下するにつれて、熱接触抵抗は、例えば、0.1 トールの圧力では標準化された値 2.05 に増加する。ギャップ内のガス分子の密度が減少するにつれて、平均自由行程は減少し、接触抵抗が増加することになる。

40

【0026】

[0035] HDP-CVD チャンバの動作中、チャンバ内のプラズマの存在は、一般的には、基板だけでなくチャンバ構成要素も同様に加熱する。特にガス分配バツフルの温度は、一般的には、チャンバ動作の間に高いレベルに増加する。ガス分配バツフルの温度増加の 2 つの副産物は、パーティクルのチャンバへの導入が起こりうることとチャンバ内のガス流の均一性の低下である。これらの作用は共に膜の品質に悪影響を与える。従って、本発明の一実施形態においては、チャンバ動作中ガス分配バツフルの温度は低下させることが

50

好ましい。

【0027】

[0036]図1に示されたガス分配バッフルを参照すると、ステム102の上の部分106はリング109を支持する。リングはガスがガス注入口112へ分配されるにつれて、ガス分配システムと処理チャンバの間を密封する。一部のHDP-CVDシステムにおいては、ガス分配バッフルにつながるガス分配ライン138のガス圧は、約5トールである。対照的に、処理チャンバ内の圧力は非常に低い。勿論、チャンバ圧力は用途によって変動するが、ある堆積用途におけるチャンバ圧は約5ミリトールである。図3を参照すると、ガス圧が5トールから5ミリトールに低下するにつれて、一定のギャップに対する熱接触抵抗は1.35から2.07、50%を超える増加に増加する。

10

【0028】

[0037]図1に示されるガス分配システムに存在するガスは、隆起特徴部108とリング109の上部でガス分配バッフルと接触する。これらの表面によって、ガス分配バッフルから分配システム内に存在するガスに熱伝達が制限された表面積を与える。従って、ガス分配システムに存在するガスは、より高圧であるが、それ故、チャンバ内のガスより大きな熱を導く能力を有することにより、ガス分配バッフルの冷却する能力が制限される。

【0029】

[0038]図4は、本発明の一実施形態によるガス分配器の簡略図である。図4に示されるガス分配器400は、分配器の上の部分にガス注入口420と分配器の下面(図示せず)にガス排出口を含む。ガス分配装置(図示せず)はプロセスガスの供給源に流体で結合している。分配器は、らせん状ねじ山404を含むステム部分402を有する。分配器は、ねじ山404を用いてガス分配装置にねじ込ませる。分配器は、また、ステム部分から外向きに放射状に伸びているガス偏向面410とガス偏向面から本体の反対側に配置された下面(図示せず)を有する本体を含む。ガス通路は、ガス注入口420からステム部分と本体を通して本体の下面のガス排出口(図示せず)に伸びている。横シート406はらせん状ねじ山404とガス偏向面410の間に配置される。

20

【0030】

[0039]本発明による一実施形態においては、横シート406はシーリング部材を保持するように適合される。具体的な実施形態においては、シーリング部材はリングである。図5は、本発明の一実施形態によるガス分配器400の簡略図の断面図である。この図は、ガス注入口420と、ステム部分402と、らせん状ねじ山404を含むガス分配器の代替図を示している。本体414は、ガス偏向面410と下面416を含む。ガス通路512は、ガス注入口420からガス排出口514に続いている。図5に示されるように、ガス分配器の下面に存在するガス排出口は多くのガス排出ポートを備えている。一実施形態においては、下面に存在する3つのガス排出ポート516があり、排出口のそれぞれは、その他の2つの排出口に対して120°の角度で配置される。しかしながら、このことは本発明が必要としているものではない。代替的实施形態は、ある用途に適切であるように異なる幾何学的配置による異なる数の排出口ポートを用いる。図5に示されるシーリング部材408は、らせん状ねじ山404とガス偏向面410の間の横シート406に支持されている。

30

40

【0031】

[0040]図6は、本発明のある実施形態に従ってガス分配ブロックの簡略図である。ガス分配ブロック600はガス分配オリフィス620と取付けフランジ630を含む。取付けフランジは半導体処理チャンバの上面に装着される。冷却水は、冷却水取水ポート610によってガス分配ブロックに装着され、冷却水放出ポート612を経由してガス分配ブロックに供給される。チャンバ内に生成されブロックに移される熱は、冷却水によって取り除かれ、所定の温度でガス分配ブロックを維持する。

【0032】

[0041]図7は、本発明の一つの実施形態による挿入前のガス分配ブロック前のガス分配器のアラインメントの斜視図を示す簡略図である。ガス分配器400は、ガス分配ブロッ

50

クのガス分配オリフィス720にガス分配器のステム部分710を挿入することによってガス分配ブロック600に挿入される。らせん状ねじ山712は、ガス分配ブロック内に存在する嵌め合うねじ山(図示せず)にねじ込まれる。本発明の一実施形態においては、取付けフランジ630は処理チャンバのドームに接触し、ガス分配器はチャンバの内部に位置している。

【0033】

[0042]図8は、本発明の一実施形態によるガス分配ブロックに結合したガス分配器を示す簡略断面図である。ガス分配器は、ねじ山816によってガス分配ブロック800に結合される。ガス分配器のステム部分は、ステム部分の外表面810がガス分配開口部の内面804で囲まれるようにガス分配オリフィスに挿入される。ガス分配器上に存在するねじ山816は、ガス分配ブロック上に存在する対応するねじ山806に結合される。図8に示されるリング820は、横シート822とガス分配ブロックの間をシールする。プロセスガスはガス源826からガス注入口830に流れ、ガス分配器とガス分配ブロックの間のギャップ812、また、ガス分配器上のねじ山とガス分配ブロックのねじ山の間のギャップ818へ進むことができる。ギャップ812は所定の厚さを有する。本発明による実施形態においては、ギャップ812は約20ミル(0.020インチ)である。或いは、他の実施形態においては、厚さは約10ミル~約30ミルの範囲にある。その上、ギャップ818は所定の厚さを有する。一実施形態においては、ギャップ818は約10ミル(0.010インチ)である。或いは、他の実施形態においては、厚さは約5ミル~約20ミルの範囲にある。ギャップ812と818の厚さが具体的な用途に左右されることは当然のことである。

【0034】

[0043]個々の実施形態においては、ギャップ812は、ガス分配ブロックへのガス分配器の挿入を促進するのに十分大きいギャップをなお可能にしつつ、ステム部分810の外表面とガス分配ブロック804の内表面の間の距離の減少を最小限にされている。一部の実施形態においては、ギャップの厚さの減少によって、ギャップ内に存在するプロセスガスを通して熱伝導によるガス分配器とガス分配ブロックの間の熱移動が促進される。

【0035】

[0044]ステム部分は所定の長さを有する。本発明による実施形態においては、ステムの長さは0.500インチである。或いは、他の実施形態においては、長さは約0.200インチ~約2.0インチの範囲にある。ステムの長さが具体的な用途に左右されることは当然のことである。ある実施形態においては、ステム部分の長さは、ステム部分の表面積、結果として、ステムとガス分配ブロックの内表面の間のギャップ内に存在するステムとプロセスガスとの間の熱接触を増大するように選ばれる。

【0036】

[0045]らせん状ねじ山816とガス偏向面840の間の横シート822の位置は、プロセスガスがステム部分の外表面810とガス分配ブロックの内表面804の間のギャップ812を通過することを可能にする。シーリング部材822、例えば、リングが横シートによって支持される実施形態においては、プロセスガスはシーリング部材の上部に進む。一部の実施形態においては、プロセスガスの圧力は約5トールであることから、ギャップ812に存在するガスの熱導電性は、ガス分配器からガス分配ブロックへの熱伝達を可能にする。従って、プラズマ加熱又は他の供給源から得られるチャンバ内に生じ、ガス分配器によって吸収される熱は、ギャップを通過してガス分配ブロックへ伝導する。

【0037】

[0046]図6に関して前述したように、一実施形態におけるガス分配ブロックは、冷却水取水ポートと冷却水排出ポートを含む。冷却水の使用は、ガス分配ブロックが所定の温度で維持されることを可能にする。従って、ガス分配器によって吸収されガス分配ブロックに移動する熱は、最終的に冷却水に移動するので取り除かれる。冷却水の供給は、適切な水の注入/排出温度及び流量と共に、当業者に明らかであり、半導体処理チャンバのために選ばれる動作パラメータに左右される。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 8 】

[0047]本発明による実施形態は、チャンバドームの上面に取付けられたガス分配器を用いてきたが、このことは本発明が必要としていない。異なる形及び/又はチャンバ位置によるガス分配器は、本発明の代替的实施形態に用いられる。例えば、図9は、本発明の実施形態によるガスノズルの簡略断面図である。ガスノズルは、図2に示されるH D O - C V Dチャンバ側に配置されたガス分配ノズル139を含む種々のC V Dシステムにガスを導入するために用いられる。

【 0 0 3 9 】

[0048]図9に示されるガスノズルは、近位部分と遠位部分を含み、近位部分は半導体処理チャンバの壁に結合され、遠位部分はチャンバの壁から内向きに半導体処理チャンバの内部へ置かれている。図9に示されるガスノズルの近位端920は、チャンバへプロセスガスを供給するためにガス供給部と結合するように構成される。その上、ガスノズルは、近位端に隣接したステム部分930とステム部分に隣接したらせん状ねじ山部分904を含む。上でガス分配器に関して述べたように、ガスノズルのステム部分は、チャンバ壁の凹部に一致し、ステム部分の外面942とチャンバの壁の凹部の内面944の間の所定の厚さのギャップ940を形成する。プロセスガスはチャンバ壁に結合したガス分配システムからガスノズルの近位端に流れ、ステム部分の外面とチャンバ壁内の凹部の内面の間のギャップ940に進むことができる。ギャップ940は所定の厚さを有する。本発明による実施形態においては、ギャップ940は、約20ミル(0.020インチ)である。或いは、他の実施形態においては、厚さは約10ミル~約30ミルの範囲にある。ギャップ940の厚さが具体的な用途に左右されることは当然のことである。

【 0 0 4 0 】

[0049]ガス通路は、近位端920から遠位端924に伸び、チャンバへのガスの流れのためのノズル開口部を含む。ノズル本体928は遠位端から所定の距離に伸び、ガス通路922の一部を備えている。一実施形態においては、ノズル本体の長さは約2.5インチである。或いは、他の実施形態においては、長さは約0.5ミル~約5.0ミルである。長さが具体的な用途に左右されることは当然のことである。

【 0 0 4 1 】

[0050]ガスノズルは、また、らせん状ねじ山部分とノズル本体の間に配置された横シート908を含む。一実施形態においては、シーリング部材910は横シートと半導体処理チャンバのチャンバ壁と接触するように配置される。個々の実施形態において、シーリング部材はリングである。一部の実施形態においては、リングは所定の熱特性と機械的性質を持つ材料から作られる。例えば、リングは、アルミニウム又はフルオロポリマー樹脂を含む種々の材料から作ることができる。一実施形態においては、リングの厚さは約0.050インチである。或いは、厚さは約0.020インチ~約0.200の範囲にある。厚さが個々の用途に左右されることは当然のことである。

【 0 0 4 2 】

[0051]ガス通路を通過してガスノズルの近位部分からチャンバ壁に結合したガス分配装置によって供給されたプロセスガスは、ステム部分とチャンバ壁の間のギャップ940を通過させることができる。一実施形態においては、プロセスガスは約5トールであることから、プロセスガスは、ガスノズルとチャンバ壁の間のギャップ全体に熱伝導路を与え、ガスノズルが冷却することになる。一部の実施形態においては、シーリング部材はギャップの遠位端でプロセスガスのフローに対してバリヤを形成する。シーリング部材が距離950だけねじ山904の一端から離れている実施形態においては、追加のステム部分932によって、ガスノズルからチャンバ壁に熱移動の表面積が追加される。この具体的な実施形態においては、プロセスガスは、ステム部分930、ねじ山904、ステム部分932を囲む。チャンバ壁とシーリング部材910と横シート908間の接触によって、ギャップ940を通る伝導によってガスノズルの冷却をなお可能にしつつ、プロセスガスのフローに対してバリヤが得られる。

【 0 0 4 3 】

【0052】本発明を詳細にその個々の例によって記載してきたが、種々の変更や修正がその精神と範囲から逸脱することなくその中でなされ得ることは当業者に明らかである。これらの等価物や代替物は、本発明の範囲内に含まれることを意味する。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】図1は、従来のガス分配バツフルの簡略図である。

【図2】図2は、本発明の実施形態による半導体処理チャンバの簡略図である。

【図3】図3は、接触熱抵抗とギャップガス圧のグラフである。

【図4】図4は、本発明の一実施形態によるガス分配器の簡略図である。

【図5】図5は、本発明の一実施形態によるガス分配器の簡略図の断面図である。

10

【図6】図6は、本発明の実施形態によるガス分配ブロックの簡略図である。

【図7】図7は、本発明の一実施形態による挿入前のガス分配ブロック前のガス分配器のアラインメントの斜視図を示す簡略図である。

【図8】図8は、本発明の一実施形態によるガス分配ブロックに結合したガス分配器を示す簡略断面図である。

【図9】図9は、本発明の実施形態によるガスノズルの簡略断面図である。

【符号の説明】

【0045】

102...ステム部分、104...ねじ山、106...上面、108...隆起特徴部、109...
 Oリング、112...ガス注入口、113...基板、114...ドーム、115...HDP-CV
 Dシステム、116...プラズマ処理領域、117...チャンバ、118...基板支持体、11
 9...基板受容部分、120...静電チャック、122...本体部材、123...ヒータプレート
 、124...冷却プレート、125...スロットル本体、126...スロットルバルブ、127
 ...ゲートバルブ、128...ターボ分子ポンプ、129...最上部コイル、130...側部コイ
 ル、131A...最上部RF源発電機、131B...側部SRF発電機、132...整合ネット
 ワーク、133...ガス分配システム、137...ガスリング、138...ガス分配ライン、1
 39...ガス源ノズル、143B...バルブ、144...真空フォアライン、145...上部ガス
 分配装置、146...最上部ベント、150...遠隔プラズマ洗浄システム、153...リアク
 タキャピティ、154...洗浄ガス供給ポート、155...アプリケーションチューブ、156...
 下の処理位置、157...上の装填位置、160...システムコントローラ、161...プロセ
 ッサ、162...メモリ、170...真空システム、180A...ソースプラズマシステム、1
 80B...バイアスプラズマシステム、400...ガス分配器、402...ステム部分、404
 ...らせん状ねじ山、406...横シート、408...シーリング部材、410...ガス偏向面、
 416...下面、420...ガス注入口、512...ガス通路、514...ガス排出口、516...
 ガス排出ポート、600...ガス分配ブロック、610...冷却水取水ポート、612...冷却
 水排出ポート、620...ガス分配オリフィス、630...取付けフランジ、710...ステム
 部分、712...らせん状ねじ山、720...ガス分配オリフィス、800...ガス分配プロッ
 ク、804...内面、806...ねじ山、810...外面、812...ギャップ、816...ねじ山
 、820...Oリング、822...横シート、826...ガス源、830...ガス注入口、812
 ...ギャップ、818...ギャップ、822...横シート、840...ガス偏向面、904...らせ
 ん状ねじ山、908...横シート、910...シーリング部材、920...近位端、922...ガ
 ス通路、924...遠位端、928...ノズル本体、930...ステム部分、932...ステム部
 分、940...ギャップ、942...外面、944...内面、950...距離。

20

30

40

【 図 6 】

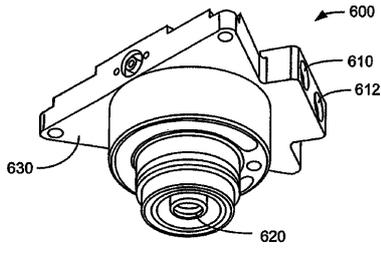


FIG. 6

【 図 7 】

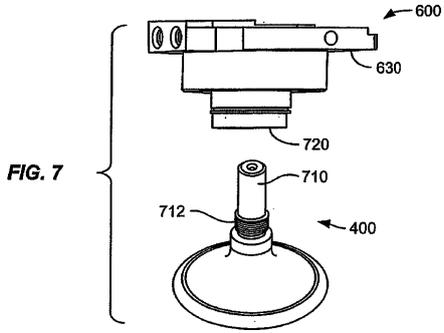


FIG. 7

【 図 8 】

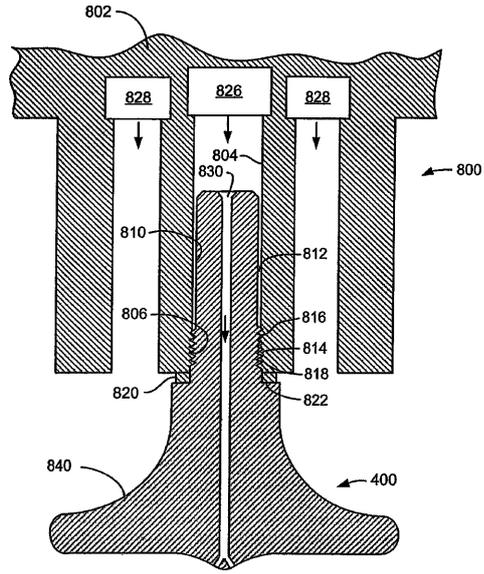


FIG. 8

【 図 9 】

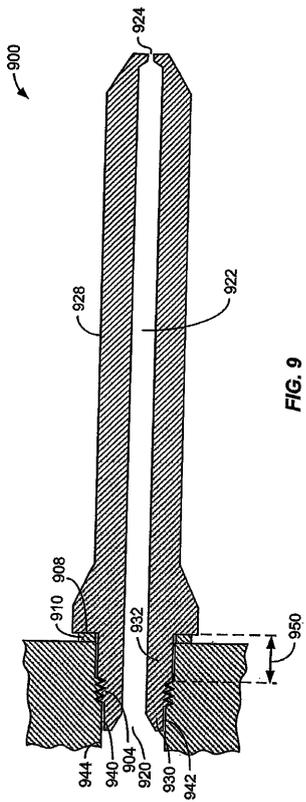


FIG. 9

フロントページの続き

- (72)発明者 リャン, キウエイ
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, フレモント, フリーシア コート 37800
- (72)発明者 ルー, シキン
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, サン ホゼ, ハイビスカス レーン 925

審査官 大塚 徹

- (56)参考文献 特開平02-061078(JP,A)
特開2000-173935(JP,A)
特表2002-513863(JP,A)
特開平02-086831(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/205
H01L 21/3065