

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3572211号

(P3572211)

(45) 発行日 平成16年9月29日(2004.9.29)

(24) 登録日 平成16年7月2日(2004.7.2)

(51) Int. Cl.⁷

F I

H O 1 L 21/205

H O 1 L 21/205

H O 1 L 21/3065

H O 1 L 21/302 1 O 1 G

// B O 5 B 1/00

B O 5 B 1/00 Z

請求項の数 3 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-371718
 (22) 出願日 平成10年12月28日(1998.12.28)
 (65) 公開番号 特開2000-195807(P2000-195807A)
 (43) 公開日 平成12年7月14日(2000.7.14)
 審査請求日 平成14年8月8日(2002.8.8)

(73) 特許権者 000006633
 京セラ株式会社
 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
 (72) 発明者 姫野 修
 鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ株
 式会社国分工場内

審査官 加藤 浩一

(56) 参考文献 特開平63-029520(JP, A)
 特開平09-316644(JP, A)
 特開平02-073624(JP, A)
 特開平05-082451(JP, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体製造装置用ガス導入ノズル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

半導体製造装置において、一種乃至数種のガスをチャンバーに導入するためのガス導入管路途中に流量制御室を設け、該流量制御室とチャンバーとの隔壁に複数のガス導入孔を設け、流量制御室から流出するガスの全圧損失を大きくすることで流量制御室がチャンバーに比べ正圧となるよう圧力を上げるため、ガス導入孔の口径をレイノルズ数が2, 320を越えない範囲で小さくして流出するガスの流速を大きくするとともに、流量制御室からガス導入孔に至る形状をC面形状としたことを特徴とする半導体製造装置用ガス導入ノズル。

【請求項2】

上記複数のガス導入孔、流量制御室若しくは流量制御室より上流の管路のうち少なくとも一部をカーボン、セラミックにより構成したことを特徴とする請求項1に記載の半導体製造装置用ガス導入ノズル。

【請求項3】

上記流量制御室の複数のガス導入孔の一部若しくは全部を脱着可能な構造としたことを特徴とする請求項1又は2に記載の半導体製造装置用ガス導入ノズル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、CVD法による薄膜生成装置等の半導体製造装置用ガス導入ノズルにおいて、

10

20

薄膜の化学合成の原料となる一種乃至数種のガス、若しくは反応に寄与しないガスをキャリアとした原料微粒子等をチャンバーに導入するためのガス導入管路に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、例えば図4に有るようにCVD法による薄膜生成装置において、薄膜の化学合成の原料となる一種乃至数種のガス、若しくは反応に寄与しないガスをキャリアとした原料微粒子（以降、総称して原料ガス7と呼ぶ）の導入管路1は、原料ガス7を導入管路1の分岐の無い単一のパイプ及び単一の原料ガス導入孔6を用いてチャンバー11内部に導入し、CVD反応のエネルギー13を与えながら、基体フォルダ10により保持された基体8上の基体コート面9まで導き、CVD薄膜を合成し、残留物及びキャリアガスを排気系12からチャンバー11外に排出する、単一パイプ導入孔構造である物が多かった。しかしながら、単一パイプ導入孔構造では、合成された薄膜の膜厚分布にばらつき、偏りが生じるといった問題があった。

10

【0003】

そこで、図5に示すような複数の原料ガス導入管路17及び原料ガス導入孔6を有する複数パイプ導入孔構造も提案されている。複数パイプ導入孔構造とは、一本の導入パイプの管路1を途中より分岐部16で分岐させることで、原料ガス7を反応槽11内へ、より均等に導入することを目的とした管路構造を指す。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら図5に示すような複数パイプ導入孔構造では、原料ガス導入管路の分岐部16の構造が複雑になり、分岐後の各導入管路17からの原料ガス7の均一導入が困難になるという理由から原料ガス導入孔6の数を多くすることが困難であった。そのため、基体コート面9の面積に対する原料ガスの導入孔6の数が少なく、基体8上に生成した薄膜の膜厚分布に導入孔6の数だけの膜厚の偏在箇所が生じるという欠点があった。また、導入管路の分岐部16の構造を全ての導入管路17に対して均一の構造、仕上げにしておかなければ、各導入管路に分岐する際の原料ガス流体の比エネルギー損失が均一にならないため、各導入管路に分岐する流量が同一にならず、損失の少ない管路に原料ガスが多く流れ、その方向のみ膜厚が厚くなるという欠点もあった。

20

【0005】

さらに原料ガスが2種類以上である場合には、管路の取り回しが複雑になるばかりでなく、分岐部以降の管路の長さや管路形状を同一にすることが非常に困難であり、損失の少ない管路に原料ガスが多く流れるという不具合があった。すなわち複数パイプ導入孔構造では、分岐部以降の管路損失を均一にしなければ、各導入孔からのガス流出量は均一にならないため、理想的な配置としては各導入孔を同心円上に配置し、その中心に分岐点をとる必要がある。しかしながら複数パイプ導入孔構造で原料ガスが2種類以上である場合には、各々の原料ガス管路の干渉のため分岐部全てを各導入孔の同心円の中心に配置する事が困難である。すなわち図6にあるように2種類以上の原料ガスの各導入孔6を全て同一の同心円上に配置すれば、何れかの原料ガス管路の分岐部16を偏心させて分岐部16以降の管路17の管路長を違えなければならず、分岐後の管路長が同じ場合、長くなった導入管路17の管路抵抗が大きくなり、短くなった導入管路17に比べ原料ガス流量が減ることになる。それを避けるためには長くなった導入管路17の管路長を短くなった導入管路のものより大きくし、管路が長くなることによる管路抵抗の増加分と、管路長を大きくすることによる管路抵抗の減少分を同一にする必要がある。しかしながら、流体力学的に管路損失が同じになるように設計しても、実際には計算外の損失により、両者の損失を同じにすることは非常に困難である。

30

40

【0006】

また図7にあるように分岐部16以降の全ての管路長を、それぞれの原料ガス導入管路について同一にするならば、各々の原料ガス導入管路の各導入孔を同じ同心円上に配置し、それぞれの同心円の中心を同じにすることは取り回しの複雑化、及び管路損失の増大の意

50

味から困難である。そのため、各分岐部 16 のうち、一方を偏心させた分岐部 16 とする必要がある、その際、基体コート面上での生成した CVD 薄膜の膜厚分布に偏りが生じる。特に原料ガスが腐食性ガスである場合には導入管路を耐食性のある材質を用いる必要がある、その加工の難しさから原料ガスの均一導入できうる管路の製造が困難であった。

【0007】

さらに、図 5、図 6、図 7 に示すような複数の原料ガス導入孔 6 において、原料ガス導入孔 6 から CVD チャンバーへの原料ガスの流出速度を大きくし、原料ガスが導入孔開口部端から薄膜 CVD 対象である基体に至るまでの化学反応を抑制させ、基体に原料ガスが当たり導入孔流れ方向の流速が落ちた時点で効率よく CVD 化学反応を起こさせる目的で、原料ガス導入孔 6 の口径を絞る場合、前述のように各原料ガス導入孔 6 からの原料ガス 7 の流出流量がそれぞれ異なるため、口径を同一にした場合でも、レイノルズ数が通常条件での臨界レイノルズ数下限値である、約 2,320 を越えてしまう各原料ガス導入孔 6 と、越えないものが出てくることがあった。この臨界レイノルズ数下限値を越えると流れが乱流となる場合があり、そうすると CVD 生成膜の膜厚にムラが更に生じる原因となっていた。

【0008】

なお、個々の流体粒子が、なめらかな線を描いて整然と運動する状態を層流と言い、それに対して不規則に混乱した運動を乱流と言うが、有る管内の流れが層流になるか、乱流になるかは、管の内径 d 、管内平均流速 v 、及びその管を流れる流体の動粘度 η によって導出されるレイノルズ数

$$Re = v d / \eta$$

で定まることが知られている。すなわちレイノルズ数 Re がある値 Re_c よりも小さければ流れは層流となり、逆に Re_c よりも高ければ流れは乱流となる。この境界をなすレイノルズ数の値 Re_c を臨界レイノルズ数という。但し、流体の流速を徐々に高めていって、層流が乱流に代わるときの臨界レイノルズ数と、逆に流体の流速を徐々に減じていって、乱流が層流に代わるときの臨界レイノルズ数とは差があり、前者を臨界レイノルズ数の上限、後者を臨界レイノルズ数の下限という。レイノルズ数が、臨界レイノルズ数の下限よりも更に低いときには、流体の流れを故意に乱して乱流としても、それは自然に収まり、流れは層流になる。通常の流れの条件のもとで、臨界レイノルズ数の下限は、約 2,320 である。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明は、流体力学の観点から検討を重ねた結果、ガス導入管路に、管路中で最もガスの静圧が高くなるような、流量制御室と呼ぶガスのタンクを管路途中に設け、さらに流量制御室とチャンバーとの隔壁に複数のガス導入孔を設けることで、流量制御室内で貯気槽状態、すなわち流れの殆ど無いよどみ状態となったガスを複数のガス導入孔からチャンバーへ均一流量、均一流速で、若しくは各々任意の流量、流速で導入することができるように、基体コート面上での膜厚分布に偏りやばらつきを減らすことができる。

【0010】

また流量制御室構造を管路途中に設けることで、ガス管路の配置を複雑にしていたガス流入口の位置を自由に配置でき、ガス導入管路の複雑化及びガスの均一導入ができる。

【0011】

また、上記構造により、従来のパイプ構造の場合は加工上の理由から使用が困難であったカーボン、セラミック等の耐食性部材を容易に使用することができ、耐食性を向上させることができる。

【0012】

さらに、流量制御室の複数のガス導入孔の開口部の一部若しくは全部を脱着可能な構造とすることで、ガス導入孔を塞ぐ、若しくは導入孔の出口抵抗を著しく高める生成物の除去を容易にし、かつ劣化した上記ガス導入孔の開口部の一部若しくは全部を容易に交換できる。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 3 】

また、流量制御室構造によりガス導入孔からのガス供給量が一定となるため、複数のガス導入孔の口径を、レイノルズ数が通常条件での臨界レイノルズ数下限値である、2, 320を越えないような範囲とすることで、流量制御室からチャンバーへのガスの流出速度を大きくし、ガスが導入孔開口部端から対象である基体に至るまでの化学反応を抑制させ、基体にガスが当たり導入孔流れ方向の流速が落ちた時点で効率よく化学反応を起こすことができる。

【 0 0 1 4 】

【 発明の実施の形態 】

本発明の一実施形態としてCVD薄膜形成装置について説明する。

10

【 0 0 1 5 】

図1に有るようにCVD法による薄膜生成装置において、薄膜の化学合成の原料となる一種乃至数種のガス、若しくは反応に寄与しないガスをキャリアとした原料微粒子（以降、総称して原料ガス7と呼ぶ）の導入管路1は、原料ガス7を導入管路1の途中に設けた、可能な限り大きな流量制御室3と呼ぶ原料ガスのタンクを通してチャンバー11内部に導入し、CVD反応のエネルギー13を与えながら、基体フォルダ10により保持された基体8上の基体コート面9まで導き、CVD薄膜を合成し、残留物及びキャリアガスを排気系12からチャンバー11外に排出する。

【 0 0 1 6 】

従来の単一パイプ導入孔構造では、合成された薄膜の膜厚分布にばらつき、偏りが生じるという問題があった。これに対し、原料ガス導入管路途中に図1にあるような、可能な限り大きな流量制御室3と呼ぶ原料ガスのタンクを設けることで、ベルヌーイの定理により、原料ガスは流量制御室3内にて貯気槽状態、すなわち原料ガスの流速を殆ど無くしたよどみ状態となり、流量制御室3内において原料ガスは管路中で最も高い圧力を示す。さらに流量制御室3とCVDチャンバー11との隔壁に複数の原料ガス導入管路5及び原料ガス導入孔6を設けることで、流量制御室3内で貯気槽状態となった原料ガスを、CVDチャンバー11へ均一な流量、流速で導入することが出来る。貯気槽状態では流量制御室3内壁面において、その場所の如何に関わらず原料ガスがほぼ均一の圧力を示すので、複数の原料ガス導入管路5及び原料ガス導入孔6での圧力損失及び出口抵抗が均一になるように原料ガス導入孔6の材質、表面面粗度、口径、導入管路5の管路長、管路形状、流量制御室3と原料ガス導入管路5との繋ぎ部4の形状、及び原料ガス導入孔6の開口部形状等を均一になるようにすれば、ほぼ均一な流量、流速で原料ガス7をCVDチャンバー11内へ導入することが出来るからである。

20

30

【 0 0 1 7 】

その際、流量制御室3内容量がほぼ貯気槽状態となるような大きさ、すなわち流量制御室3へ流入した原料ガスの流速が0となるような無限に大きな大きさを有すれば、流量制御室3への原料ガス流入口2の位置を自由に配置できる。これは、流量制御室3へ流入した原料ガスの流速が殆ど無いよどみ状態となることで、ベルヌーイの定理により流体は流速という形ではなく静圧として流量制御室3内壁面全てに伝搬するため、原料ガス流入口2からの距離に関係なく原料ガスは各原料ガス導入管路5に均一な圧力として伝搬されるためである。すなわち図5～7に示す従来の複数パイプ導入孔構造では、前述の分岐部16以降の原料ガス導入管路17の管路長を均一にする目的で原料ガス導入孔6を同心円上に配置する場合、分岐部以前の原料ガス導入管路1を同心円の中心に配置する必要があった。しかしこれに対し、図1に示す本発明の流量制御室構造では流量制御室3への原料ガス流入口2を自由に配置しても流量制御室3内が貯気槽状態となれば、原料ガス導入孔6からの原料ガス7の流速、供給量には影響を与えない。

40

【 0 0 1 8 】

しかしながら、流量制御室3の大きさにより流量制御室3内をほぼ貯気槽状態とする事は常識的には殆ど不可能なので、流量制御室3からCVDチャンバー11への原料ガスの流出抵抗を大きくし、流量制御室3内の圧力を高くすることで貯気槽状態に近づけることが

50

できる。これを簡単に考えると、チャンバー 11 内の圧力が一定であると仮定すると、流量制御室 3 の原料ガス導入管路 5 及び原料ガス導入孔 6 の管路損失の比エネルギー損失に原料ガス流体の密度を乗じた全圧損失を大きくすることで、全圧損失がそのまま流量制御室 3 内の圧力の増分となるためである。

【0019】

ここで流量制御室 3 内の圧力を上げる方法として最も簡単なものは原料ガス導入孔 6 の口径を小さくして原料ガス導入孔 6 より流出する原料ガス 7 の流速を大きくする事と、繋ぎ部 4 の形状を C 面形状の損失の大きな形状にすることである。具体的には、原料ガス導入孔の口径を $1/x$ にすると、流出する原料ガス 7 の流速は x の 2 乗倍となり、全圧損失は x の 4 乗倍となる。すなわち原料ガス導入孔の口径を $1/2$ にすると、全圧損失は 16 倍となる。

10

【0020】

また、繋ぎ部 4 の形状を R 形状面取りから C 面形状面取りにすることで全圧損失は約 1.25 倍となる。

【0021】

また、口径を小さくすることで原料ガス 7 が原料ガス導入孔 6 より流出してから基体コート面 9 に当たり流速が落ちるまでの間の原料ガス 7 の流速を大きくすることが出来る。これにより、その間に原料ガス 7 に与えられるエネルギー 13 を小さく抑えることができ CVD 化学反応を最小限に出来るため、原料ガスを効率よく基体コート面 9 上で CVD 薄膜とすることができるという長所も生まれる。

20

【0022】

ただし、原料ガス導入孔 6 の口径を小さくしすぎると原料ガス 7 の流出時の流れが乱流となり基体コート面 9 上での膜厚分布に影響を与える。よって原料ガス 7 の流出時の流れを層流とする必要がある。そのためには原料ガス 7 が原料ガス導入孔から流出した際の流れのレイノルズ数が通常条件での臨界レイノルズ数下限値である、約 2,320 を越えないような導入孔口径を下限とする必要がある。

【0023】

さらに従来の複数パイプ導入孔構造では、構造上の理由より原料ガス導入孔 6 の数が制限されており（通常は導入孔数 4 個、導入孔の径 5 mm が用いられている）、原料ガス 7 が原料ガス導入孔 6 から流出してから基体コート面 9 に当たり流速が落ちるまでの間の CVD 化学反応を最小限にするために導入孔口径を小さくする場合、レイノルズ数が通常条件での臨界レイノルズ数下限値である、約 2,320 を越えないようにするためには、単位時間当たりの原料ガス供給量を増やすことができなかつた。すなわち原料ガス 7 の流速を早くするために導入孔口径を小さくすることで、原料ガスの流量制御室への総供給量、すなわち CVD 化学反応に使われる原料ガス総量を犠牲にする必要があつた。しかし本発明の流量制御室構造では原料ガス導入孔 6 の数を殆ど自由に増やすことができるため、原料ガスの流速を早くでき、なおかつ原料ガス供給量も原料ガス導入孔 6 の数を多く増やした分だけ CVD 化学反応に使用される原料ガス総量を増やすことができるようになる。それにより CVD 化学反応パラメータの一つである原料ガス供給量を調整することが容易になった。

30

40

【0024】

また原料ガスを供給する圧力を作る手段としてポンプ等を用いている場合、ポンプの回転数とポンプの羽根枚数の積だけの圧力の高低の周期、すなわち脈動を持つが、流量制御室 3 の内貯気槽状態がクッションの役割をするため、原料ガス 7 の原料ガス導入孔から流出する際の脈動を無くすことができることも長所として挙げられる。

【0025】

また、原料ガス導入孔 6 からの原料ガス 7 の流出方向に対して、CVD 対象である基体の薄膜コート面 9 を鉛直方向に位置させている場合、基体コート面 9 の単位面積当たりで原料ガスの供給量がほぼ均一になるように原料ガス導入孔 6 を配置することで、基体コート面 9 上での CVD 薄膜の膜厚分布をほぼ均一にすることが出来る。また逆に、原料ガス導

50

入孔 6 の出口損失及び配置を場所により任意に違えて設計することで、各原料ガス導入孔からの原料ガスの流量、流速を任意にコントロールでき、基体コート面 9 上での膜厚分布を任意に制御する事が出来るという長所も生まれる。

【 0 0 2 6 】

さらに C V D 装置作成の際、加工の難易度、コストの面から考えると、従来の複数パイプ導入孔構造で各原料ガス導入管路及び原料ガス導入孔 6 の原料ガス流出方向の平行度を均一にするような加工を行うよりも、本発明のように流量制御室構造での各原料ガス導入管路 5 及び原料ガス導入孔 6 の原料ガス流出方向の平行度を均一にする加工を行う方が有利である。これは従来の複数パイプ導入孔構造の場合、パイプベンダによるパイプを曲げ加工や、管路分岐部 1 6 での溶接加工により管路を取り回すため加工精度が低く、また管路そのものに残留応力が残り、C V D 反応のためのヒートサイクルで短期間で破損すること等のためである。

10

【 0 0 2 7 】

これに対し、本発明の流量制御室構造では、機械切削加工で殆どの加工工程が済むため加工精度を比較的高くでき、さらに構造を強固にできることにより管路の寿命を長くできる。

【 0 0 2 8 】

また原料ガスが腐食性ガスである場合、管路に耐食性のある材質を用いることになるが、耐食性金属の溶接は困難である場合が多いため、従来の複数パイプ導入孔構造ではより加工の難易度が上がる。それにより、本発明の流量制御室構造では加工が容易である為、各導入孔の原料ガス流出方向軸の平行度の均一化の効果はより向上する。また、本発明の流量制御室構造では、カーボン、セラミックを採用しすやすい。これは、カーボン、セラミックはその加工に切削等の塑性加工を要するため、パイプ形状に加工することは困難であるが、流量制御室構造では加工が比較的容易であるからである。

20

【 0 0 2 9 】

また、図 2 のように流量制御室壁面を構成する流量制御室筐体 1 4 と、原料ガス導入管路 5 との接合部 1 5 をはめ込み構造、若しくはねじ構造等により脱着可能な構造とすることで、原料ガス導入管路 5 内径部や原料ガス導入孔 6 を塞ぐ、若しくは原料ガス導入孔 6 の出口抵抗を著しく高めるように形成された C V D 生成物の除去作業を容易にし、かつ劣化した原料ガス導入管路 5 を、その接合部 1 5 から容易に交換できる。

30

【 0 0 3 0 】

さらに、原料ガスが 2 種類以上である場合には図 3 にあるような、各原料ガス毎に独立した流量制御室 3、3' を有する複槽流量制御室構造を用いることで、流量制御室 3、3' への原料ガス流入口 2、2' の位置を自由に配置できる装置の構成を簡略化できる。

【 0 0 3 1 】

図 3 に示す構造の流量制御室でも同様に、C V D チャンバーへ均一流量、均一流速で、若しくは各々任意の流量、流速で導入することができるようになり、基体コート面上での膜厚分布に偏りやばらつきを減らすことができる。

【 0 0 3 2 】

また、カーボン、セラミック等の耐食性部材を容易に使用することができ、さらに複数の原料ガス導入孔の開口部の一部若しくは全部を脱着可能な構造とすることもできる。

40

【 0 0 3 4 】**【 実施例 】**

本発明の実施例として、図 3 のような、本発明の複槽流量制御室構造を持つ外熱式 C V D 反応炉を用いて、実際に、窒化アルミニウム焼結体からなる基体表面に化学気相合成法によって A l N 膜を形成した。A l N 膜の成膜は、A l N 基体を外熱式によって 9 5 0 に加熱した炉に入れ、窒素 8 S L M (S L M = 標準温度での流量 L i t t e r / m i n .)、アンモニア 1 S L M の混合ガスを複槽流量制御室のうち一方の流量制御室 3、及び 8 個の導入孔 6 (5 m m) を経由して流し、もう一方の流量制御室 3 及び 1 2 個の導入孔 6 (5 m m) を経由して塩化アルミニウムを 0 . 3 S L M 流して圧力を 8 0 t o r r とし

50

て反応を開始させ、3時間の反応によって、平均膜厚約100 μm のAlN膜を形成した。このときのレイノルズ数は、導入口径の長さは問わず約、 $Re = 226$ 、ガス導入孔における全圧損失は4.56Paであった。

【0035】

比較例として、図7にあるような、従来の複数パイプ導入孔構造を持つ外熱式CVD反応炉を用いて、上記実施例と同じ製膜条件、すなわちAlN基体を外熱式によって950に加熱した炉に入れ、窒素8SLM、アンモニア1SLMの混合ガスを原料ガス分岐部16が偏心してある原料ガス導入管路1を經由して流し、円盤状AlN基体中心と原料ガス管路分岐部16とが同じ原料ガス流出方向軸上にある原料ガス導入管路1を經由して塩化アルミニウムを0.3SLM流して圧力を80torrとして反応を開始させ、3時間の反応によってAlN膜を形成した。

10

【0036】

それぞれのAlN膜の厚みバラツキを測定したところ、比較例の製膜により得られたAlN膜には、塩化アルミニウム導入管路の4箇所の導入孔6の流れ方向軸下流部にあたるAlN基体上に、膜厚が厚く偏在した箇所が4箇所できた。その膜厚が偏在した箇所とそれ以外の箇所の最も膜厚が薄い箇所との膜厚差は、表1の通り、5回の製膜で42~76 μm となった。

【0037】

一方、本発明実施例のAlN膜には、原料ガス導入孔6の流れ方向軸下流部にあたるAlN基体上に、膜厚が厚く偏在した箇所は見られなかった。最も膜厚が薄い箇所との膜厚差は、表1の通り、8回の製膜で18~31 μm となった。なお、表1の製膜回数は上記条件で行ったAlN薄膜の製膜回数を示す。また、膜厚差範囲(μm)は最も厚い膜厚と最も薄い膜厚との膜厚差の製膜回数分の範囲、膜厚差平均(μm)はその平均、膜厚差分散(μm^2)はその分散をあらわす。

20

【0038】

【表1】

導入孔構造	製膜回数	膜厚差範囲 (μm)	膜厚差平均 (μm)	膜厚差分散 (μm^2)
比較例の複数パイプ構造	5	42~76	56.4	179.3
本発明の複槽チャンパー構造	8	18~31	24.6	21.98

30

【0039】

表1より本発明と比較例では膜厚差平均に差があるとおもわれる。よって、等分散性の検定、母平均の差の検定を行い確認する。なお、表2は有意水準を5%としたF検定(等分散性の検定)、表3は有意水準を5%としたt検定(分散が等しくないと仮定した標本による検定)の結果である。

【0040】

【表2】

40

	比較例の 複数パイプ構造	本発明の 複槽チャンバー構造
平均	56.40	24.62
分散	179.3	21.98
観測数	5	8
自由度	4	7
観測された分散比F	8.156621 **	
F 境界値 両側 ($\alpha=0.05$)	4.120309	
F 境界値 両側 ($\alpha=0.01$)	7.846666	

10

【0041】

表2より $F = 8.157 > 7.847$ より、有意水準1%で高度に有意であり、導入孔構造が複数パイプ構造と複槽チャンバー構造では分散が等しいとは言えない。よって、表3に有意水準を5%としたt検定(分散が等しくないと仮定した標本による検定)を行う。

20

【0042】

【表3】

	比較例の 複数パイプ構造	本発明の 複槽チャンバー構造
平均	56.40	24.63
分散	179.3	21.98
観測数	5	8
自由度	5	7
t	5.113853 *	
t 境界値 片側	2.015049	
t 境界値 両側	2.570578	

30

【0043】

表3より $t = 5.114 > 2.571$ より、有意水準5%で有意であり、本発明と比較例では母平均に差があると判断できる。よって、母平均の点推定値で比較すると、導入孔構造を複数パイプ構造から本発明の複槽流量制御室構造にする事で、製膜されたA1N薄膜の膜厚差平均は56.4(μm)から24.6(μm)となり、半分以下になったと言える。

40

【0044】

【発明の効果】

本発明により、以下の様な多くの効果を得ることが出来る。

【0045】

50

(1) ガス導入管路に、流量制御室および複数のガス導入孔を設けることで、ガスを複数のガス導入孔からチャンバーへ均一流量、均一流速で導入することができるようになり、基体コート面上での膜厚分布に偏りやばらつきを減らすことができ、ガス導入孔の数を殆んど自由に増やすことができるためガス供給量を調整することが容易になる。

【0046】

(2) 簡単な構造とできる為、カーボン、セラミック等の切削加工を要する耐食性部材を容易に使用することができる。

【0047】

(3) ガス導入孔を脱着可能な構造とすることにより、導入孔を塞ぐ生成物の除去を容易にし、かつ劣化した上記ガス導入孔の開口部の一部若しくは全部を容易に交換できる。

10

【0048】

(4) 複数のガス導入孔の口径を、レイノルズ数が通常条件での臨界レイノルズ数下限値である、約2,320を越えないようにすることで、対象である基体に至るまでの反応を抑制させ、基体にガスが当たり導入孔流れ方向の流速が落ちた時点で効率よく反応を起こさせることができ、更にガスを効率よく基体コート面上で薄膜化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のガス導入ノズルを備えた外熱式CVD反応炉の一例を示す概略図であり、(a)は炉断面図、(b)は流量制御室の底面図である。

【図2】本発明のガス導入ノズルにおけるガス導入孔近傍の拡大図である。

【図3】本発明に係わる、ガス複槽流量制御室導入孔構造を有する外熱式CVD反応炉の他の実施形態を示す概略図であり、(a)は炉断面図、(b)は流量制御室底面図である。

20

【図4】従来のガス導入ノズルを用いた外熱式CVD反応炉の一例を示す概略図である。

【図5】従来のガス導入ノズルを用いた外熱式CVD反応炉の一例を示す概略図である。

【図6】従来のガス導入ノズルを示す概略図であり、(a)は側面図、(b)は底面図である。

【図7】従来のガス導入ノズルを示す概略図であり、(a)は側面図、(b)は底面図である。

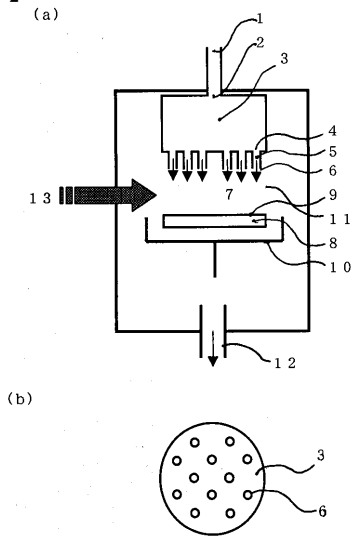
【符号の説明】

- 1、1' : ガス導入管
- 2、2' : 流量制御室流入口
- 3、3' : 流量制御室
- 4、4' : 流量制御室流出口
- 5、5' : 流量制御室以降の原料ガス導入管
- 6、6' : ガス導入孔
- 7、7' : 導入孔以降のガス
- 8 : 基体
- 9 : 基体コート面
- 10 : 基体フォルダ
- 11 : CVDチャンバー
- 12 : 排気系
- 13 : エネルギー
- 14 : 流量制御室筐体
- 15 : 導入孔脱着構造部
- 16、16' : 分岐部
- 17、17' : 分岐部以降のガス導入管

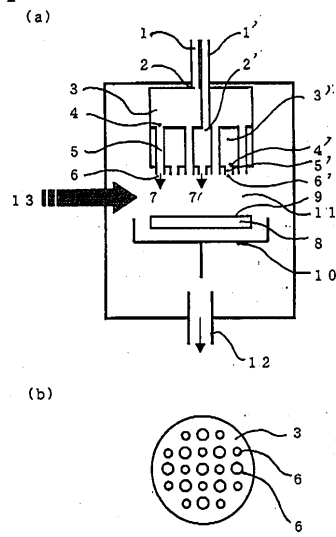
30

40

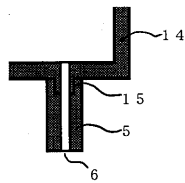
【 図 1 】



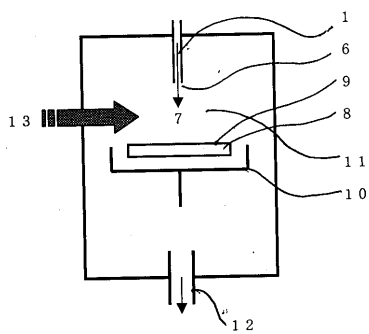
【 図 3 】



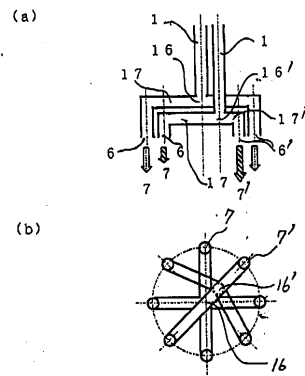
【 図 2 】



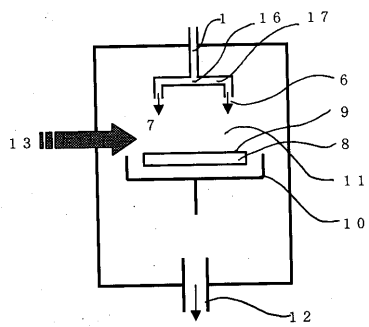
【 図 4 】



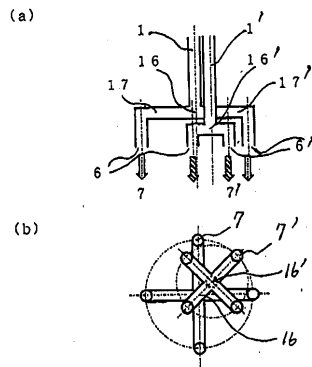
【 図 6 】



【 図 5 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

H01L 21/205

H01L 21/3065

B05B 1/00