

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-91848

(P2004-91848A)

(43) 公開日 平成16年3月25日(2004.3.25)

(51) Int. Cl.⁷

C23C 16/455
H01L 21/205

F I

C23C 16/455
H01L 21/205

テーマコード(参考)

4K030
5F045

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2002-253671(P2002-253671)
(22) 出願日 平成14年8月30日(2002.8.30)

(71) 出願人 000219967
東京エレクトロン株式会社
東京都港区赤坂五丁目3番6号
(74) 代理人 100070150
弁理士 伊東 忠彦
(72) 発明者 河南 博
東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内
(72) 発明者 石坂 忠大
東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内
(72) 発明者 小島 康彦
東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内

最終頁に続く

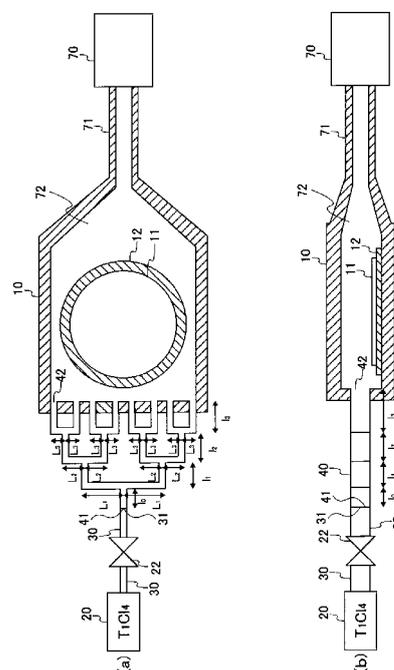
(54) 【発明の名称】 薄膜形成装置の原料ガス供給系および薄膜形成装置

(57) 【要約】

【課題】原料ガスの切り換えを早くするために原料ガスが混合するのを防止するとともに、均一な成膜をするために原料ガスを均一に基板全面に広げることができる薄膜形成装置の原料ガス供給系及び薄膜形成装置を提供する。

【解決手段】原料ガスを原料ガス供給源20から供給して反応室10にある基板11を処理する薄膜形成装置の原料ガス供給系において、原料ガス供給源20に接続する主供給管30と、第一の端部41が主供給管30に接続し、複数の第二の端部42が反応室10に接続するように複数に分岐する分岐管40とを有し、第一の端部41と複数の夫々の第二の端部42との間のコンダクタンスが等しい。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

原料ガスを原料ガス供給源から供給して反応室にある基板を処理する薄膜形成装置の原料ガス供給系において、前記原料ガス供給源に接続する主供給管と、第一の端部が前記主供給管に接続し、複数の第二の端部が前記反応室に接続するように複数に分岐する分岐管とを有し、前記第一の端部と前記複数の夫々の第二の端部との間のコンダクタンスが等しいことを特徴とする薄膜形成装置の原料ガス供給系。

【請求項 2】

前記分岐管は、前記第一の端部と前記複数の夫々の第二の端部との間の管の長さが同一で、全長に亘って均一な管の径を有することを特徴とする請求項 1 記載の薄膜形成装置の原料ガス供給系。

10

【請求項 3】

前記分岐管は、前記主供給管が前記反応室に接続されている方向を中心線とした場合に線対称となるように分岐されていることを特徴とする請求項 2 記載の薄膜形成装置の原料ガス供給系。

【請求項 4】

前記分岐管の前記複数の夫々の第二の端部は、前記基板の径の全長と略同一の長さに亘って、反応室に接続していることを特徴とする請求項 1 乃至 3 いずれか一項記載の薄膜形成装置の原料ガス供給系。

【請求項 5】

原料ガスを原料ガス供給源から供給して反応室にある基板を処理する薄膜形成装置の原料ガス供給系において、前記原料ガス供給源に接続する供給管と、第一の端部が前記供給管に接続し第二の端部が前記反応室に接続する接続部を有し、前記接続部は、第一の端部から第二の端部に向かうに従って、第一の端部から第二の端部に向かう方向と直交する一方向には内壁の長さが増大し、前記直交する他の方向には内壁の長さは減少する内壁構造を有することを特徴とする薄膜形成装置の原料ガス供給系。

20

【請求項 6】

前記接続部の任意の箇所において、前記第一の端部から前記第二の端部に向かう方向と直交する開口面の面積は常に略同一であることを特徴とする請求項 5 記載の薄膜形成装置の原料ガス供給系。

30

【請求項 7】

前記接続部は、第一の端部から第二の端部に向かうに従って、第一の端部から第二の端部に向かう方向と直交する一方向には所定の比率で内壁の長さが増大し、前記直交する他の方向には所定の比率で内壁の長さが減少する内壁構造を有することを特徴とする請求項 5 記載の薄膜形成装置の原料ガス供給系。

【請求項 8】

複数種の原料ガスを一種類ずつ複数回にわたり原料ガス供給源から反応室へ供給する原料ガス供給系を備え、当該供給された原料ガスで反応室内に配設された基板上に薄膜を形成する薄膜形成装置において、前記原料ガス供給系は、前記原料ガス供給源に接続する主供給管と、第一の端部が前記主供給管に接続し、複数の第二の端部が前記反応室に接続するように複数に分岐する分岐管とを有し、前記第一の端部と前記複数の夫々の第二の端部との間のコンダクタンスが等しいことを特徴とする薄膜形成装置。

40

【請求項 9】

複数種の原料ガスを一種類ずつ複数回にわたり原料ガス供給源から反応室へ供給する原料ガス供給系を備え、当該供給された原料ガスで反応室内に配設された基板上に薄膜を形成する薄膜形成装置において、前記原料ガス供給系は、前記原料ガス供給源に接続する供給管と、第一の端部が前記供給管に接続し第二の端部が前記反応室に接続する接続部を有し、前記接続部は、第一の端部から第二の端部に向かうに従って、第一の端部から第二の端部に向かう方向と直交する一方向には内壁の長さが増大し、前記直交する他の方向には内壁の長さは減少する内壁構造を有することを特徴とする薄膜形成装置。

50

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、薄膜形成装置の原料ガス供給系及び薄膜形成装置に関し、特に、原料ガスを供給して反応室にある基板を処理する薄膜形成装置の原料ガス供給系及び薄膜形成装置に関する。

【0002】**【従来の技術】**

近年の半導体集積回路の微細化、高集積化に伴い、基板上に形成する絶縁膜および金属配線膜等に対しては、薄膜化、複雑な形状への被覆性の良い成膜、ウエハ全体に対し巨視的に均一な成膜、ナノメートルレベルの微視的に平滑な成膜が望まれている。これらの要求を満たす成膜方法として、複数種の原料ガスを一種類ずつ交互に複数回にわたり反応室へ供給して反応室内に配設された基板上に薄膜を形成する方法が最近注目されている。

【0003】

かかる方法では、原料ガスの反応表面への吸着を經由して、原子層レベル又は分子層レベルで成膜を行い、これらの工程を繰り返して所定の厚さの薄膜を得ることができる。

【0004】

より具体的には、先ず、第一の原料ガスを基板上に供給し、その吸着層を基板上に形成する。第一の原料ガスの反応室への供給を止めて、第一の原料ガスを真空引き又は不活性ガスによってパージし、その後、第二の原料ガスを基板上に供給し反応させる。第二の原料ガスの反応室への供給を止めた後に、第二の原料ガスを真空引き又は不活性ガスによってパージする。これらの工程を繰り返して所定の厚さの薄膜を得ることができる。

【0005】

第一の原料ガスが基板に吸着した後に第二の原料ガスと反応するため、成膜温度の低温化を図ることができる。また、ホールに成膜をする場合は、従来のCVD (Chemical Vapor Deposition) 法で問題となっていたような、原料ガスがホール上部で反応消費されることによる被覆性の低下を避けることができる。更に、吸着層の厚さは、一般に原子、分子の単層又は多くても2、3層であるが、その温度と圧力で決定され、吸着層を作るのに必要以上の原料ガスが供給されると排出されるという自己整合性を有しているので、極薄膜の厚さを制御するのに良い。また、1回の成膜が、原子層レベル又は分子層レベルで行われるため、反応が完全に進行し易く、膜中に不純物が残留しにくくなり好適である。

【0006】**【発明が解決しようとする課題】**

かかる複数種の原料ガスを1種類ずつ複数回にわたり反応室へ供給して反応室内に配設された基板上に薄膜を形成する薄膜形成方法を利用した薄膜形成装置では、成膜のプロセスに時間がかかるため、原料ガスの切り替えを高速で行って、成膜の生産性を向上させる必要がある。

【0007】

また、基板上に均一な膜を形成するためには、原料ガスを反応室に導入する際に、原料ガスを基板の大きさ近くにまで広げて、基板上の全面を層流状に流ることが必要である。

【0008】

ガスの流れを層流にするために、例えば、反応室の側面に、複数の穴を有するシャワーヘッド部を設け、シャワーヘッド部内と反応室内との圧力差でガスを横から押し出すようなサイドフローによって、反応室内の基板の上面に導入する方法がある。しかし、この方法では、反応室にガスを導入する際に、シャワーヘッド部内に原料ガスが滞留する部分を生じてしまう。従って、完全に原料ガスを切り換えることが出来ない。

【0009】

そこで、本発明は、原料ガスの切り換えを早くするために原料ガスが混合するのを防止するとともに、基板に均一な成膜をするために原料ガスを均一に基板全面に広げることがで

10

20

30

40

50

きる薄膜形成装置の原料ガス供給系及び薄膜形成装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記目的は請求項1に記載の如く、原料ガスを原料ガス供給源から供給して反応室にある基板を処理する薄膜形成装置の原料ガス供給系において、前記原料ガス供給源に接続する主供給管と、第一の端部が前記主供給管に接続し、複数の第二の端部が前記反応室に接続するように複数に分岐する分岐管とを有し、前記第一の端部と前記複数の夫々の第二の端部との間のコンダクタンスが等しいことを特徴とする薄膜形成装置の原料ガス供給系により達成される。更に、上記目的は、請求項8に記載の如く、複数種の原料ガスを一種類ずつ複数回にわたり原料ガス供給源から反応室へ供給する原料ガス供給系を備え、当該供給された原料ガスで反応室内に配設された基板上に薄膜を形成する薄膜形成装置において、前記原料ガス供給系は、前記原料ガス供給源に接続する主供給管と、第一の端部が前記主供給管に接続し、複数の第二の端部が前記反応室に接続するように複数に分岐する分岐管とを有し、前記第一の端部と前記複数の夫々の第二の端部との間のコンダクタンスが等しいことを特徴とする薄膜形成装置によっても達成される。

10

【0011】

請求項1又は8記載の発明によれば、分岐された分岐管の夫々の管の圧力損失は同一となり、分岐管の夫々の管からの原料ガスについて、基板の上面の全面において層流の状態であり、かつ、流速分布を均一に保つことができ、均一な成膜が可能となる。更に、原料ガスの滞留という従来の問題を排除でき、原料ガスの切り換えを高速で行うことが可能となり、成膜の生産性を向上させることが出来る。

20

【0012】

また、請求項2に記載される如く、請求項1記載の薄膜形成装置の原料ガス供給系において、前記分岐管は、前記第一の端部と前記複数の夫々の第二の端部との間の管の長さが同一で、全長に亘って均一な管の径を有することを特徴とする構成とすることができる。

【0013】

請求項2記載の発明によれば、分岐管の夫々の管が均一な径を有し、第一の端部と複数の夫々の第二の端部との間の管の長さが同一であるため、第一の端部と複数の夫々の第二の端部との間のコンダクタンスを等しくすることが出来る。

【0014】

請求項3に記載される如く、請求項2記載の薄膜形成装置の原料ガス供給系において、前記分岐管は、前記主供給管が前記反応室に接続されている方向を中心線とした場合に線対称となるように分岐されていることを特徴とする構成とすることができる。

30

【0015】

請求項3記載の発明によれば、前記分岐管は、前記主供給管が前記反応室に接続されている方向を中心線とした場合に線対称となるように分岐されている。従って、分岐管の夫々の管の第一の端部と複数の夫々の第二の端部との間の管の長さが同一となる。よって、均一な径を有する分岐管の夫々の管において、第一の端部と複数の夫々の第二の端部との間のコンダクタンスを等しくすることが出来る。

【0016】

また、請求項4に記載される如く、請求項1乃至3いずれか一項記載の薄膜形成装置の原料ガス供給系において、前記分岐管の前記複数の夫々の第二の端部は、前記基板の径の全長と略同一の長さの間に亘って、反応室に接続していることを特徴とする構成とすることができる。

40

【0017】

請求項4記載の発明によれば、原料ガスを均一に基板の全面に広げることができ、基板の略全面の上面において層流の状態成膜をすることが可能となる。

【0018】

請求項5に記載の如く、原料ガスを原料ガス供給源から供給して反応室にある基板を処理する薄膜形成装置の原料ガス供給系において、前記原料ガス供給源に接続する供給管と、

50

第一の端部が前記供給管に接続し第二の端部が前記反応室に接続する接続部を有し、前記接続部は、第一の端部から第二の端部に向かうに従って、第一の端部から第二の端部に向かう方向と直交する一方向には内壁の長さが増大し、前記直交する他の方向には内壁の長さは減少する内壁構造を有することを特徴とする薄膜形成装置の原料ガス供給系により達成される。更に、請求項9に記載の如く、複数種の原料ガスを一種類ずつ複数回にわたり原料ガス供給源から反応室へ供給する原料ガス供給系を備え、当該供給された原料ガスで反応室内に配設された基板上に薄膜を形成する薄膜形成装置において、前記原料ガス供給系は、前記原料ガス供給源に接続する供給管と、第一の端部が前記供給管に接続し第二の端部が前記反応室に接続する接続部を有し、前記接続部は、第一の端部から第二の端部に向かうに従って、第一の端部から第二の端部に向かう方向と直交する一方向には内壁の長さが増大し、前記直交する他の方向には内壁の長さは減少する内壁構造を有することを特徴とする薄膜形成装置により達成される。

10

【0019】

請求項5又は9記載の発明によれば、第一の端部から第二の端部に向かう方向、即ち、原料ガスの進行方向に従って、第一の端部から第二の端部に向かう方向と直交する一方向の接続部の内壁の長さ、即ち、接続部の内壁の幅を増大させ、且つ、第一の端部から第二の端部に向かう方向と直交する他の方向の接続部の内壁の長さ、即ち、接続部の内壁の高さを、減少させることにより、接続部を流動する原料ガスの流速が低下することを防止できる。従って、基板の上面の全面において層流の状態、流速分布を均一に保つことができ、均一な成膜が可能となる。更に、原料ガスの滞留という従来の問題を排除でき、原料ガスの切り換えを高速で行うことが可能となり、成膜の生産性を向上させることが出来る。

20

【0020】

請求項6に記載の如く、請求項5記載の薄膜形成装置の原料ガス供給系において、前記接続部の任意の箇所において、前記第一の端部から前記第二の端部に向かう方向と直交する開口面の面積は常に略同一であることを特徴とする構成であってもよい。

【0021】

請求項6記載の発明によれば、接続部内での任意の箇所における開口面積は常に同一となっているため、接続部内を流動する原料ガスは、第一の端部から第二の端部との間において、常に略一定の流速を有する。従って、基板の上面の全面において層流の状態、流速分布を均一に保つことができる。

30

【0022】

請求項7に記載の如く、請求項5記載の薄膜形成装置の原料ガス供給系において、前記接続部は、第一の端部から第二の端部に向かうに従って、第一の端部から第二の端部に向かう方向と直交する一方向には所定の比率で内壁の長さが増大し、前記直交する他の方向には所定の比率で内壁の長さが減少する内壁構造を有することを特徴とする構成であってもよい。

【0023】

請求項7記載の発明によれば、第一の端部と第二の端部とは直線的に結ばれ、原料ガスの進行方向に従って、接続部の内壁の幅を一定の比率で増大させ、且つ、接続部の内壁の高さを、一定の比率で減少させることができる。従って、接続部を流動する原料ガスの流速が低下することを防止でき、基板の上面の全面において層流の状態、流速分布を均一に保つことができる。

40

【0024】**【発明の実施の形態】**

以下、図面に基づいて本発明の実施例を第一の原料ガス、即ち、成膜しようとする膜の物質を含む蒸気ガスとして高融点金属ハロゲン化合物の $TiCl_4$ （四塩化チタン）を、第二の原料ガス、即ち、第一の原料ガスと反応性のあるガスとして NH_3 ガス（アンモニア）を使い、前記原料ガスを一種類ずつ複数回にわたり交互に反応室へ供給して反応室内に配設された基板上に薄膜を形成する場合を例にとって説明する。

50

【0025】

図1(a)は、本発明の第一実施例を利用した薄膜形成装置の平面図であり、図1(b)は、本発明の第一実施例を利用した薄膜形成装置の縦断面図である。図1を参照するに、本発明の第一実施例にかかわる薄膜形成装置は、反応室10と、第一の原料ガスTiCl₄の供給源20と、本発明の特徴である原料ガス供給系、即ち、主供給管30及び分岐管40と、排気ポンプ70等から構成される。

【0026】

第一の原料ガスTiCl₄の供給源20は、第一の原料ガスTiCl₄の流量を調節するバルブ22を介して主供給管30に接続している。主供給管30の端部のうち、バルブ22を介して第一の原料ガスTiCl₄の供給源20と接続していない側の端部31は、反

10

【0027】

反応室10内の中央には、被処理体である基板11を水平に保持し、温度調整可能な保持体12が配設されている。反応室10の側面のうち、分岐管40が接続している面と向かい合う面の全面には、排気口部72が備えられている。排気口部72は、排気管71を介して、ドライポンプ等の排気ポンプ70に接続し、反応室で発生した排ガスが、図示しないバルブで流量を調節されて流動する。

【0028】

次に、本発明の特徴である分岐管40の構造について説明する。図1(a)を参照するに、上述のように、分岐管40の第一の端部41は主供給管30の端部31に接続している。分岐管40は、1本の管が、管の径を同一にしたまま分岐して形成されており、当該分岐した管の複数の第二の端部42が反応室10に接続している。

20

【0029】

即ち、分岐管40は、第一の端部41から直線状に距離L₀延設され、距離L₀を有する部分の分岐管40を中心線として線対称になるよう90度曲げられ、直線状に距離L₁分岐する。二手に分岐した分岐管40は更に、夫々90度曲がって、距離L₀を有する部分の分岐管40と平行に、直線状に距離L₁延設される。こうして、分岐管40は二本に分岐し、第一段を構成する。

【0030】

二本に分岐された分岐管40は、夫々、距離L₁を有する部分の分岐管40を中心線として線対称になるよう90度曲げられ、直線状に、距離L₂分岐する。距離L₂分岐した分岐管40は更に、夫々90度曲がって、距離L₁を有する部分の分岐管40と平行に、直線状に距離L₂延設される。こうして、分岐管40は合計四本に分岐し、第二段を構成する。

30

【0031】

第二段を構成する夫々の分岐管40は、更に、夫々、距離L₂を有する部分の分岐管40を中心線として線対称になるよう90度曲げられ、直線状に距離L₃分岐する。距離L₃分岐した分岐管40は更に、夫々90度曲がって、距離L₂を有する部分の分岐管40と平行に、直線状に距離L₃延設される。こうして、分岐管40は合計八本に分岐し、第三

40

【0032】

このように、第一の原料ガスTiCl₄の供給源20から供給される第一の原料ガスTiCl₄は、主供給管30を介して、八本に分岐され夫々が同一の径を有する分岐管40内を流動し、反応室10へ供給される。

【0033】

従って、反応室10の一側面上に、隣り合う八箇所の第二の端部42が夫々、等間隔ずつ離れて設けられ、反応室10へ第一の原料ガスTiCl₄が供給される。即ち、第一の原料ガスTiCl₄を均一に基板11上の全面に広げることができ、基板11の上面におい

50

て層流の状態 で成膜をすることが可能となる。

【0034】

第一の原料ガス $TiCl_4$ による成膜後は、第一の原料ガス $TiCl_4$ の反応室 10 への供給を停止して第一の原料ガス $TiCl_4$ をパージするガスを導入する。第一の原料ガス $TiCl_4$ をパージするガスの導入停止後に、 NH_3 ガスを反応室 10 へ供給する。 NH_3 ガスの供給にあたり、第一の原料ガス $TiCl_4$ の場合と同様に、本発明の第一実施例の分岐管 40 を利用すれば、 NH_3 ガスを均一に基板 11 の全面に広げることができ、基板 11 の上面において層流の状態 で成膜をすることが可能となる。

【0035】

上述のように、八本に分岐された分岐管 80 の夫々は、同一径を有し、かつ、主供給管 80 との接続点、即ち、第一の端部 41 から、反応室との接続点、即ち、第二の端部 42 までの管の長さを同一にしている。周知の如く、管の半径を a [cm]、管の長さを L [cm] としたときに、 $L/a > 100$ の関係が成立する場合、当該配管内のガスの分子流における流れ易さ、即ち、コンダクタンスは、 a^3 に比例し、 L に反比例する。従って、上述のような構造下では、八本に分岐された分岐管 40 の夫々の管において、第一の端部 41 から第二の端部 42 までのコンダクタンスは同一となり、圧力損失は同一となる。従って、第一の原料ガス $TiCl_4$ は、八本に分岐された分岐管 40 の夫々の管から基板 11 の上面において層流の状態 で、かつ、流速分布を均一に維持して流動し、均一な成膜が可能となる。また、上述のように、従来のシャワーヘッド部を有する薄膜形成装置のように原料ガスの滞留という問題はなく、原料ガスの切り換えが遅延することを防止することが出来る。

【0036】

上述のように、分岐された分岐管 80 の夫々につき、第一の端部 41 から第二の端部 42 までの間において圧力損失を同一にするには、分岐された分岐管 80 の夫々のコンダクタンス（圧力損失の逆数）を等しくすればよい。従って、分岐された分岐管 80 の夫々のコンダクタンスが同一となる限りにおいては、図 1 に示すように分岐された分岐管 80 の夫々の配管の径及び長さの何れもが同一でなくてもよい。

【0037】

更に、図 1 に示す構造において、基板 11 の全面に均一に成膜するためには、第一の原料ガス $TiCl_4$ の分布が、基板 11 の幅と同じぐらいまで広げられるように分岐することが望ましいが、本発明では、複数以上であれば、特に分岐の数を限定しない。

【0038】

次に本発明の第二実施例を説明する。図 2 (a) は、本発明の第二実施例を利用した薄膜形成装置の平面図であり、図 2 (b) は、本発明の第二実施例を利用した薄膜形成装置の縦断面図である。

【0039】

図 2 を参照するに、本発明の第二実施例にかかわる薄膜形成装置は、反応室 10 と、本発明の特徴である原料ガス供給系、即ち、供給管 33 及び接続部 35 と、排気ポンプ 70 と、図示しない第一の原料ガス $TiCl_4$ の供給源等から構成される。図示しない第一の原料ガス $TiCl_4$ の供給源は、第一の原料ガス $TiCl_4$ の流量を調節する図示しないバルブを介して供給管 33 に接続している。供給管 33 の端部 34 は、本発明の特徴である接続部 35 と接続している。接続部 35 は、反応室 10 の側面 13 の全面に接続され、第一の原料ガス $TiCl_4$ は、供給管 33 を通じて、接続部 35 へ流動し、反応室の側面 13 を介して反応室 10 へ供給される。なお、接続部 35 の構造については後述する。

【0040】

反応室 10 内の中央には、被処理体である基板 11 を水平に保持し、温度調整可能な保持体 12 が配設されている。反応室 10 へ供給された第一の原料ガス $TiCl_4$ により、基板 11 に成膜がなされる。反応室 10 の側面 13 と向かい合う面 14 の全面には、排気口部 72 が備えられている。排気口部 72 は、排気管 71 を介して、ドライポンプ等の排気ポンプ 70 に接続し、反応室で発生した排気ガスは、図示しないバルブで流量が調節されて

排気される。

【0041】

次に、本発明の特徴である接続部35の構造について説明する。図2を参照するに、接続部35の一方の端部36は、配管内の幅が a [cm]、高さが x [cm]である矩形の縦断面形状を有し、供給管33の端部34に接続している。接続部35の他方の端部37は、配管内の幅が基板11の径よりも略同じ長さたる b [cm]、高さが y [cm]である矩形の縦断面形状を有し、反応室10の側面13の全面に接続している。

【0042】

ところで、図3は、接続部35内の上半部の斜視図である。図3では、説明の便宜上、接続部35内の上半部のみ示し、接続部35内の下半部を省略しているが、下半部も上半部同様の構造を有する。

10

【0043】

接続部35内では、図2(a)に示されるように、配管内の幅について $a < b$ の関係があり、図2(b)に示されるように、配管内の高さについて $x > y$ である。図2及び図3を参照するに、接続部35の端部36と端部37との間は、曲線的に結ばれている。

【0044】

具体的には、図2(a)を参照するに、接続部35の幅方向に関しては、ガスの進行方向、即ち、接続部35の端部36から端部37に向かって、接続部35の幅方向に関する曲率半径が徐々に広がっていく。つまり、端部34近傍での接続部35の幅方向の曲率半径を R_1 とし、接続部35が端部37へ向かうに従って、順に、接続配管の幅方向の曲率半径を、 R_2 、 R_3 とし、端部37近傍での接続部35の幅方向の曲率半径を R_4 とした場合、 $R_1 < R_2 < R_3 < R_4$ という関係が成立して、接続部35の幅が広がる。

20

【0045】

また、図2(b)を参照するに、接続部35の幅方向に関しては、ガスの進行方向、即ち、接続部35の端部36から端部37に向かって、接続部35の高さ方向に関する曲率半径が徐々に狭まっていく。つまり、端部34近傍での接続部35の幅方向の曲率半径を R_1' とし、接続部35が端部37へ向かうに従って、順に、接続配管の幅方向の曲率半径を、 R_2' 、 R_3' とし、端部37近傍での接続部35の幅方向の曲率半径を R_4' とした場合、 $R_1' > R_2' > R_3' > R_4'$ という関係が成立して、接続部35の高さが短くなる。

30

【0046】

このように、接続部35は、端部36から端部37に向かって、幅が広がるのと同時に高さが短くなる。

【0047】

更に、接続部35は、配管の全長に亘って縦断面の断面積(開口面の面積)が等しくなるように設定される。即ち、接続部35内の任意の箇所における開口面38において幅を c [cm]、高さを z [cm]とすると、接続部35の開口面積について、 $a \times x = b \times y = c \times z$ という関係が成り立つ。

【0048】

接続部35が上述のような構造を有しているのは以下の理由による、即ち、端部37において、単に、基板11の径と略同じ長さになるように開口面の幅を広げただけでは、端部37を通過するときの原料ガスの流速は、端部36を流動する際の流速に比し低下し、基板上では、基板11の真中近傍だけに原料ガスが集中して流れてしまう。そこで、基板11へのガスの進行方向に従って、当該ガスの流路の開口面の幅を広げると同時に、高さを短くして、ガスを端部37へ流動させる。そうすると、流動する原料ガスの流速が低下することを防止できる。特に、接続部35内での任意の箇所における開口面積を常に同一とすることにより、ガスの流速を一定とすることが可能となる。

40

【0049】

このようにして、第一の原料ガス $TiCl_4$ の供給源20から供給される第一の原料ガス $TiCl_4$ は、流速を一定にして接続部35内を流動し、反応室10へ供給され、基板1

50

1の径と略同じ長さまで広げられて基板11へ供給される。即ち、第一の原料ガス $TiCl_4$ を均一に基板11の全面に広げることができ、基板11の上面において層流の状態 で成膜をすることが可能となる。

【0050】

第一の原料ガス $TiCl_4$ による成膜後は、第一の原料ガス $TiCl_4$ の反応室10への供給を停止して第一の原料ガス $TiCl_4$ をパージするガスを導入する。第一の原料ガス $TiCl_4$ をパージするガスの導入停止後に、 NH_3 ガスを反応室10へ供給する。 NH_3 ガスの供給にあたり、第一の原料ガス $TiCl_4$ の場合と同様に、本発明の第二実施例の接続部35を利用すれば、 NH_3 ガスを均一に基板11の全面に広げることができ、基板11の上面において層流の状態 かつ、流速分布を均一に保つことができ、均一な成膜が可能となる。また、上述のように、従来の薄膜形成装置のようにシャワーヘッド部内に原料ガスが滞留することはなく、原料ガスの切り換えが遅延することを防止することが出来る。

10

【0051】

ところで、図4は、本発明の第二実施例を利用した薄膜形成装置の変形例の平面図である。上述した本発明の第二実施例においては、接続部35の端部36と端部37との間は、曲線的に結ばれている。この変形例として、図4に示すように、接続部35の端部36と端部37との間を直線的に結び、端部36から端部37にかけて、所定の比率で幅が広くなるとの同時に、所定の比率で高さが短くなる形式であってもよい。即ち、接続部35の開口面の幅又は高さの変位率が一定か否かは問わず、本発明を適用することができる。

20

【0052】

以上本発明の好ましい実施例について詳述したが、本発明は係る特定の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

【0053】

例えば、本発明は、使用する原料ガスは特に限定されない。例えば、第一の原料ガスとして、 TiI_4 、 $Ti[N(CH_3)_2]_4$ 、 $Ti[N(C_2H_5)_2]_4$ 、 TaF_5 、 $TaCl_5$ 、 $TaBr_5$ 、 $Ta[N(CH_3)_2]_5$ 、 WF_6 、 $W(CO)_6$ 、 $Cu(hfac)TMVS$ 、 $Cu(hfac)_2$ 、 $Al(CH_3)_3$ 、 $AlCl_3$ 、 SiH_4 等を使用してもよく、第二の原料ガスとして、 H_2 、 B_2H_6 、 N_2H_4 、 O_2 、 O_3 、 H_2O 、 NO 、 N_2O 等を使用してもよい。

30

【0054】

また、反応室10に接続する排気口部72の構造は特に限定されない。例えば、図1及び図2に示すように、反応室10の側面の全面に接続して排気する形式でもよく、図2に示すように、本発明の第二実施例の接続部35と同様の構造を有してもよい。

【0055】

更に、本発明の第一実施例及び第二実施例では、反応室の側面から原料ガスを供給する所謂サイドフロー形式の場合を説明した。しかし、本発明は、サイドフロー形式の場合には限定されず、原料ガスを、反応室内に配設された保持体上に載置された基板の上方から反応室へ供給する場合にも適用することができる。

40

【0056】

また、上述の実施例では、複数種の原料ガスを一種類ずつ複数回にわたり原料ガス供給源から反応室へ供給する原料ガス供給系を備え、当該供給された原料ガスで反応室内に配設された基板上に薄膜を形成する薄膜形成装置について説明したが、本発明はこれに限定されず、CVD装置に対しても適用することが可能である。

【0057】

【発明の効果】

以上詳述したところから明らかなように、請求項1又は8記載の発明によれば、分岐された分岐管の夫々の管のコンダクタンスは同一となり、圧力損失が同一となり、分岐管の夫々の管からの原料ガスについて、基板の上面の全面において層流の状態 で、かつ、流速分

50

布を均一に保つことができ、均一な成膜が可能となる。更に、原料ガスの滞留という従来
の問題を排除でき、原料ガスの切り換えを高速で行うことが可能となり、成膜の生産性を
向上させることが出来る。

【0058】

請求項2記載の発明によれば、分岐管の夫々の管が均一な径を有し、第一の端部と複数の
夫々の第二の端部との間の管の長さが同一であるため、第一の端部と複数の夫々の第二の
端部との間のコンダクタンスが等しくすることが出来る。

【0059】

請求項3記載の発明によれば、前記分岐管は、前記主供給管が前記反応室に接続されてい
る方向を中心線とした場合に線対称となるように分岐されている。従って、分岐管の夫々の
管の第一の端部と複数の夫々の第二の端部との間の管の長さが同一となる。よって、均
一な径を有する分岐管の夫々の管において、第一の端部と複数の夫々の第二の端部との間
のコンダクタンスが等しくすることが出来る。

10

【0060】

請求項4記載の発明によれば、原料ガスを均一に基板の全面に広げることができ、基板の
全面の上面において層流の状態成膜をすることが可能となる。

【0061】

請求項5又は9記載の発明によれば、第一の端部から第二の端部に向かう方向、即ち、原
料ガスの進行方向に従って、第一の端部から第二の端部に向かう方向と直交する一の方
向の接続部の内壁の長さ、即ち、接続部の内壁の幅を増大させ、且つ、第一の端部から第二
の端部に向かう方向と直交する他の方向の接続部の内壁の長さ、即ち、接続部の内壁の高
さを、減少させることにより、接続部を流動する原料ガスの流速が低下することを防止で
きる。従って、基板の上面の全面において層流の状態、かつ、流速分布を均一に保つこ
とができ、均一な成膜が可能となる。更に、原料ガスの滞留という従来の問題を排除でき
、原料ガスの切り換えを高速で行うことが可能となり、成膜の生産性を向上させることが
出来る。

20

【0062】

請求項6記載の発明によれば、接続部内での任意の箇所における開口面積は常に同一とな
っているため、接続部内を流動する原料ガスは、第一の端部から第二の端部との間におい
て、常に略一定の流速を有する。従って、基板の上面の全面において層流の状態、かつ
、流速分布を均一に保つことができる。

30

【0063】

請求項7記載の発明によれば、第一の端部と第二の端部とは直線的に結んで、原料ガスの
進行方向に従って、接続部の内壁の幅を増大させ、且つ、接続部の内壁の高さを、減少さ
せることができ、接続部を流動する原料ガスの流速が低下することを防止できる。従って
、基板の上面の全面において層流の状態、かつ、流速分布を均一に保つことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1(a)は、本発明の第一実施例を利用した薄膜形成装置の平面図であり、図
1(b)は、本発明の第一実施例を利用した薄膜形成装置の縦断面図である。

【図2】図2(a)は、本発明の第二実施例を利用した薄膜形成装置の平面図であり、図
2(b)は、本発明の第二実施例を利用した薄膜形成装置の縦断面図である。

40

【図3】接続部35内の上半部の斜視図である。

【図4】本発明の第二実施例を利用した薄膜形成装置の変形例の平面図である。

【符号の説明】

10 反応室

11 基板

13 側面

20 原料ガスの供給源

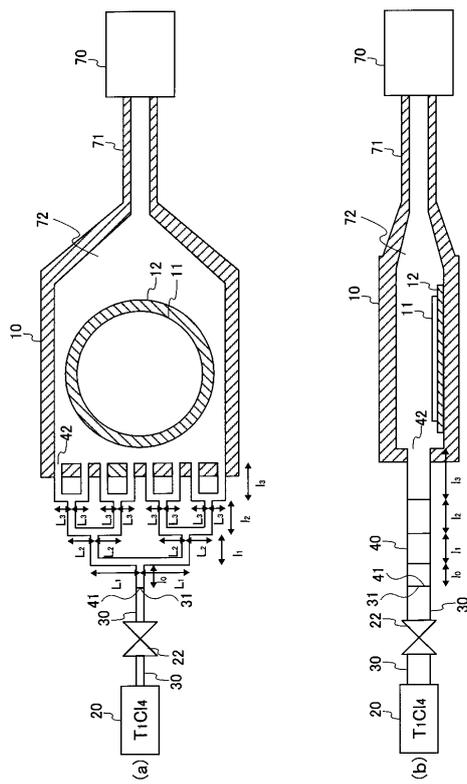
30 主供給管

33 供給管

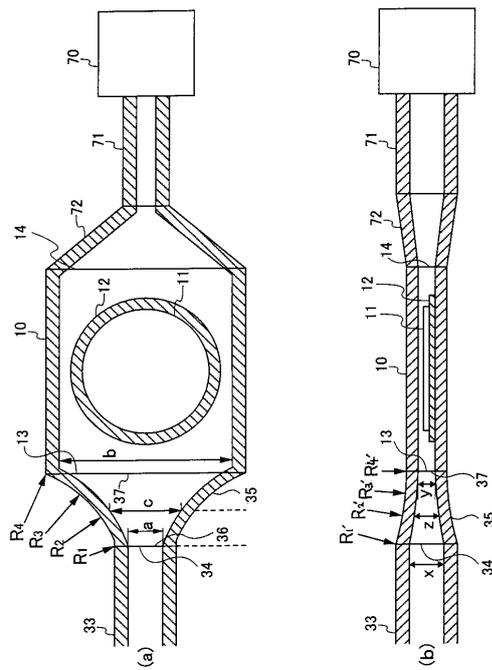
50

- 3 4 供給管の端部
- 3 5 接続部
- 3 6、3 7 接続配管の端部
- 4 0 分岐管
- 4 1 分岐管の第一の端部
- 4 2 分岐管の第二の端部
- 7 0 排気ポンプ

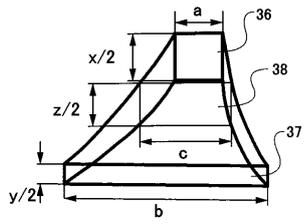
【 図 1 】



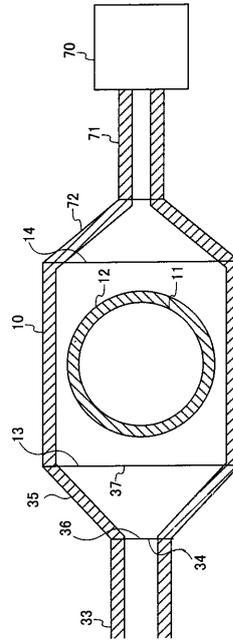
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(72)発明者 大島 康弘

東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内

(72)発明者 重岡 隆

東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内

Fターム(参考) 4K030 EA00 EA01 KA45 LA00 LA15

5F045 AA06 BB05 BB08 DP04 EF08 EF09