

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4635266号
(P4635266)

(45) 発行日 平成23年2月23日 (2011.2.23)

(24) 登録日 平成22年12月3日 (2010.12.3)

(51) Int.Cl.

F I

C 2 3 C 16/455 (2006.01)

C 2 3 C 16/455

H O 1 L 21/285 (2006.01)

H O 1 L 21/285 C

H O 1 L 21/285 3 O 1

請求項の数 2 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平11-337763
 (22) 出願日 平成11年11月29日 (1999.11.29)
 (65) 公開番号 特開2001-152344 (P2001-152344A)
 (43) 公開日 平成13年6月5日 (2001.6.5)
 審査請求日 平成18年10月27日 (2006.10.27)

(73) 特許権者 308014341
 富士通セミコンダクター株式会社
 神奈川県横浜市港北区新横浜二丁目10番
 23
 (73) 特許権者 000227294
 キヤノンアネルバ株式会社
 神奈川県川崎市麻生区栗木2-5-1
 (74) 代理人 100059281
 弁理士 鈴木 正次
 (72) 発明者 清水 紀嘉
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号 富士通株式会社内
 (72) 発明者 大塚 信幸
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号 富士通株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 化学蒸着装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

排気系を有する真空容器と、真空容器内の所定の位置に処理される基板を保持する基板ホルダーと、当該基板を所定温度に加熱する加熱手段と、当該基板に対向する位置に原料ガス導入口を有して、加熱された当該基板の表面に原料ガスを供給する原料ガス供給系とを備え、更に、以下の特徴を備えた液体原料を気化して前記基板上に銅薄膜を形成する化学蒸着装置。

イ) 原料ガス供給系の前記原料ガス導入口は、その中心軸が前記処理される基板の中心と同軸上になる位置に配置されていて、当該原料ガス導入口に前記処理される基板側に向けて徐々に拡径しつつ開口しているガス供給室が連設されており、

ロ) 当該ガス供給室の前記基板に対向している内面は、前記原料ガス導入口の中心軸上に頂点を有する円錐の傾斜面を成し、

ハ) 前記ガス導入口の内径の、処理される基板の直径に対する比は $1/12$ 乃至 $1/8$ であり、

ニ) 前記ガス供給室の前記基板に対向している内面に、複数の孔が穿設されている円盤状で前記基板と同等の大きさを有するガス整流板が、前記基板に対向して取り付けられており、前記ガス整流板に穿設されている複数の孔のコンダクタンスは、前記ガス導入口におけるコンダクタンスの $1/2 \sim 1/3$ である。

【請求項2】

排気系を有する真空容器と、真空容器内の所定の位置に処理される基板を保持する基板

ホルダーと、当該基板を所定温度に加熱する加熱手段と、当該基板に対向する位置に原料ガス導入口を有して、加熱された当該基板の表面に原料ガスを供給する原料ガス供給系とを備え、更に、以下の特徴を備えた液体原料を気化して前記基板上に銅薄膜を形成する化学蒸着装置。

イ) 原料ガス供給系の前記原料ガス導入口は、その中心軸が前記処理される基板の中心と同軸上になる位置に配置されていて、当該原料ガス導入口に前記処理される基板側に向けて徐々に拡径しつつ開口しているガス供給室が連設されており、

ロ) 当該ガス供給室の前記基板に対向している内面は、前記原料ガス導入口の中心軸上に頂点を有する円錐状の曲面を成して、当該内面の任意の点における前記原料ガス導入口の中心軸からの距離を r 、その点における前記基板との距離を h としたとき、 r と h の積が r の大きさにかかわらずほぼ一定である双曲線を、前記原料ガス導入口の中心軸の回りに回転させて得られる回転双曲面に形成されており、

ハ) 前記ガス導入口の内径の、処理される基板の直径に対する比は $1/12$ 乃至 $1/8$ であり、

ニ) 前記ガス供給室の前記基板に対向している内面に、複数の孔が穿設されている円盤状で前記基板と同等の大きさを有するガス整流板が、前記基板に対向して取り付けられており、前記ガス整流板に穿設されている複数の孔のコンダクタンスは、前記ガス導入口におけるコンダクタンスの $1/2 \sim 1/3$ である。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本願の発明は、常温常圧で液体である有機金属化合物を原料とし、これを気化させ、反応性ガスの化学反応を利用して Cu (銅) 薄膜を作製する化学蒸着装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

大規模集積回路 (LSI) や液晶ディスプレイ (LCD) 等の製作においては、基板の表面に所定の薄膜を作製する工程が存在する。このような薄膜の作製においては、必要な組成の薄膜を比較的自由に作製できることから、反応性ガスの化学反応を利用して薄膜を作製する化学蒸着方法 (CVD) を用いることが広く行われている。

【0003】

図4は、このような従来の化学蒸着装置の構成を示した正面概略図である。図4に示す装置は、排気系8を備えた真空容器1と、真空容器1内の所定の位置に処理される基板20を保持する基板ホルダー2と、基板20を所定温度に加熱する加熱手段3と、加熱された基板20の表面に原料ガスを供給する原料ガス供給系4とを備え、基板20の表面又は表面近傍における化学反応を利用して当該表面に所定の薄膜を作製するように構成されている。

【0004】

最近の金属材料の成膜では、常温常圧で液体である有機金属化合物を原料として使用する CVD が盛んに研究されている。例えば、配線用の金属材料の分野では、高マイグレーション耐性で、低比抵抗を有する銅 (Cu) が次世代の配線材料として有力視されているが、Cu の CVD 成膜では、〔トリメチルビニルシリル〕ヘキサフルオロアセチルアセトン酸塩銅 (以下、Cu (hfac) (tmvs) と略す) 等の常温常圧で液体である有機金属化合物を原料として使用することがある。

【0005】

図4には、このような液体原料を使用する装置が例示されている。即ち、原料ガス供給系4は、液体原料を溜めた原料容器41から送液用配管411、バルブ412を介して送られる液体原料を気化させる気化器42と、気化器42で気化した原料ガスを真空容器1に送るガス導入用配管421、バルブ422や、不図示の流量調整器と、ガス導入用配管421の終端に接続するようにして真空容器1内に設けられたシャワーヘッド43とから主に構成されている。シャワーヘッド43は、ガス導入用配管421に連通した内部空間を

有する円盤状の部材である。このシャワーヘッド43は、基板ホルダー2に保持された基板20に対向する面にガス吹き出し孔430を多数有して、ガス吹き出し孔430から原料ガスを吹き出させて真空容器1内に導入するようになっている。なお、原料ガス供給系4には、原料ガスを真空容器1に効率良く導くために原料ガスに混合するキャリアガスを導入するキャリアガス導入系5が接続されている。また、真空容器1の外壁面には、原料ガスの液化を防止するヒータ7が設けられている。

【0006】

上記構成に係る従来の化学蒸着装置の動作について、Cu(hfac)(tmvs)を原料として使用した銅のCVD成膜を例にとって説明する。まず、基板20を基板ホルダー2に支持させ、加熱手段3により100～300程度の温度に基板2を加熱する。この状態で、Cu(hfac)(tmvs)を気化器42により気化させ、キャリアガスとして水素ガス等を混合してシャワーヘッド43のガス吹き出し孔430から吹き出させて真空容器1内に導入する。導入されたCu(hfac)(tmvs)のガスは、基板20に到達し、分解を含む所定の反応が熱によって生じて基板20の表面にCuの膜が堆積する。

10

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

上記構成に係る従来の化学蒸着装置においては、生産性の向上のため、成膜速度を上げることが重要な課題となっている。ここで、一般的に、化学蒸着装置において、化学反応は供給律速であり、薄膜を堆積する際の前駆体としての原料ガスの供給量によって成膜速度は決まる。また、従来の化学蒸着装置のように、常温常圧で液体の原料を使用する場合、原料ガスの供給量は、液体原料を気化させる気化器の気化効率に大きく依存している。

20

【0008】

気化効率を決める重要なパラメーターは、気化器内部の圧力であり、圧力が低い場合には気化効率は高いが、圧力が高くなるにつれて気化効率が低下する。従来の化学蒸着装置においては、このことが原料ガスの供給量を増加させることによって成膜速度を上げる上での重要な問題となっていた。

【0009】

この点については、図4にあるような従来のシャワーヘッドの方式から、特開平10-60650号で提案された方式により、下地として、スパッタリング法、又は、化学蒸着法のいずれかの手法で成膜されたCu膜上に成膜する場合、原料ガスが均一に、しかも、効率良く十分に供給できるようになったので、均一性の良い銅薄膜を、しかも、高い成膜速度で作製することが可能になった。特に、特開平10-60650号で提案された方式によれば、半導体の配線構造におけるトレンチ溝やビアホール等の埋め込み工程では、優れた特性が発揮されることが確認されている。

30

【0010】

ところで、半導体のCu配線の製造工程には、上記のようなCVD法による銅(Cu)の埋め込み工程とは別に、TiN、Ta、もしくはTaNなどのようなバリア膜上に、その後の工程となる電解メッキ等による埋め込み工程を良好なものにするため、500～1000オングストロームの比較的薄いCu膜(シード膜、Seed膜)を形成させる工程がある。

40

【0011】

しかし、下地がTiN、Ta、TaN等のバリア膜上に薄いシード膜を形成する場合、膜形成の初期段階において、基板の周辺部においてCuの核の発生密度が小さくなり、この初期段階における状態は、最終的なCu膜の膜厚分布を決定してしまい、結果的に良質なシード膜としてのCu膜を得られないという新たな不具合が生じた。

【0012】

つまり、特開平10-60650号で提出された方式は、原料ガスを基板上へ均一で大量に供給することができるため、高速成膜実現の課題を解決したが、Cu膜上以外のTiN、Ta、TaN等の下地膜上に、500～1000オングストロームの比較的薄いシード

50

膜を形成する場合には、最終膜厚分布を決定してしまう初期段階の均一で高密度な核形成が困難であるという新たな改善すべき課題が残った。

【0013】

本発明は、前記のように残された新たな改善すべき課題の解決を目指すものである。

【0014】

【課題を解決するための手段】

前述した特開平10-60650号で提案されている基本的な構成の化学蒸着装置において、基板ホルダーに保持されている処理されるべき基板の表面に原料ガスを供給する原料ガス供給系の当該基板に対向して、なおかつその中心が当該基板の中心と同軸上になる位置に配置されているガス導入口の内径の、処理されるべき基板直径に対する好ましい比率を定めると共に、原料ガス導入口に連設されて前記処理されるべき基板側に向けて徐々に拡径しつつ開口しているガス供給室の前記基板に対向している内面に、複数の孔が穿設されている円盤状のガス整流板を、前記基板に対向して取り付けることによって前記課題の解決を図ったものである。

10

【0015】

すなわち、このようなCu膜の高速成膜を実現し得る構成を採用することによって、特開平10-60650号で提案されているガス供給室内面の特徴的な形状による作用とあいまって、ガス導入口から供給された原料ガスを、前記ガス整流板を通過した後、均一でしかも一定な流速を有する原料ガス流として基板に衝突させ、当該基板上で均一に、効率良く定着させて、基板全面に、なおかつ均一で高密度な、初期の核形成を進行させるようにしたのである。

20

【0016】

【作用】

すなわち、本発明が提案する化学蒸着装置は、排気系を有する真空容器と、真空容器内の所定の位置に処理される基板を保持する基板ホルダーと、当該基板を所定温度に加熱する加熱手段と、当該基板に対向する位置に原料ガス導入口を有していて、加熱された当該基板の表面に原料ガスを供給する原料ガス供給系とを備えている点、また、イ)原料ガス供給系の前記原料ガス導入口は、その中心軸が前記処理される基板の中心と同軸上になる位置に配置されており、当該原料ガス導入口に前記処理される基板側に向けて徐々に拡径しつつ開口しているガス供給室が連設されており、ロ)当該ガス供給室の前記基板に対向している内面は、前記原料ガス導入口の中心軸上に頂点を有する円錐の傾斜面を成している、あるいは、ロ)当該ガス供給室の前記基板に対向している内面は、前記原料ガス導入口の中心軸上に頂点を有する円錐状の曲面を成して、当該内面の任意の点における前記原料ガス導入口の中心軸からの距離を r 、その点における前記基板との距離を h としたとき、 r と h の積が r の大きさにかかわらずほぼ一定である双曲線を、前記原料ガス導入口の中心軸の回りに回転させて得られる回転双曲面に形成されている構成を採用し、これらによって、原料ガスを処理すべき基板上へ均一に、しかも大量に供給できる構造としている点において、特開平10-60650号で提出された方式と同様である。

30

【0017】

そして、本発明が提案する化学蒸着装置は、このような構成の化学蒸着装置において、更に、ハ)前記ガス導入口の内径の、処理される基板の直径に対する比は $1/12$ 乃至 $1/8$ であり、二)前記ガス供給室の前記基板に対向している内面に、複数の孔が穿設されている円盤状のガス整流板が、前記基板に対向して取り付けられている、という特徴的な構成を具備しているものである。

40

【0018】

すなわち、本発明が提案する化学蒸着装置は、ガス供給室の前記基板に対向している内面(以下「対向面」という)が、流体力学の観点から設計された円錐の傾斜面または円錐状の曲面を成している点で、特開平10-60650号で提出された方式と同様であり、原料ガスを処理すべき基板へ均一にしかも大量に供給できる構造は、特開平10-60650号で提案された考え方を採用したものである。

50

【0019】

本発明の化学蒸着装置に特徴的な、ガス供給室の対向面に、基板に対向して取り付けられている、複数の孔が穿設されている円盤状のガス整流板によって、本発明の化学蒸着装置におけるガス供給室は、基板に向かっている開口側が前記円盤状のガス整流板によって塞がれている、いわば漏斗状の形状となっている（図1）。ガス導入用配管の終端であるガス導入口から基板ホルダー側に向かって、漏斗状に広がるガス供給室の対向面が、基板と対向する位置で、複数の穴が穿設されているガス整流板により仕切られるため、ガス供給室内に充填する高濃度の原料ガスは、漏斗状形態の効果により、ガス整流板を通過した後、均一でしかも一定な流速を有する原料ガス流となって、基板に衝突する。その結果、衝突した原料ガスは、基板上に、均一に効率良く定着するため、基板全面に均一でしかも高密度な初期の核形成を進行させることが可能になるのである。

10

【0020】

ここで、本発明の化学蒸着装置において、ガス導入口の内径の、処理されるべき基板の直径に対する比を $1/12$ 乃至 $1/8$ とする理由は、常温常圧で液体の原料を気化する気化器の気化効率を低下させないと共に、最適のコンダクタンス及び処理されるべき基板上への均一で、一定な流速を有する原料ガス流を実現させる上で、好ましいからである。具体的には、前記比率の下限は、気化器の気化効率を低下させないという観点から定められ、200 mmのSi基板に成膜する場合には、ガス導入口の内径を17 mm以上、300 mmのSi基板に成膜する場合には、ガス導入口の内径を25 mm以上とすることが好ましい。一方、前記比率の上限は、最適のコンダクタンス及び処理されるべき基板上への均一で、一定な流速を有する原料ガス流を実現させるという観点から定められ、200 mmのSi基板に成膜する場合には、ガス導入口の内径を25 mm以下、300 mmのSi基板に成膜する場合には、ガス導入口の内径を37.5 mm以下とすることが好ましい。

20

【0021】

なお、前記の本発明の化学蒸着装置において、ガス整流板の直径の、ガス導入口の内径に対する比は、常温常圧で液体の原料を気化する気化器の気化効率を低下させないと共に、最適のコンダクタンス及び処理されるべき基板上への均一で、一定な流速を有する原料ガス流を実現させる上で、8乃至12としておくことが望ましい。

【0022】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して本発明の好ましい実施の形態を説明する。

30

【0023】

図1に示す装置は、排気系8を備えた真空容器1と、真空容器1内の所定の位置に処理する基板20を保持する基板ホルダー2と、基板20を所定温度に加熱する加熱手段3と、加熱された基板20の表面に原料ガスを供給する原料ガス供給系4とを備え、基板20の表面における化学反応を利用して当該表面に所定の銅薄膜を作製するように構成されている。

【0024】

真空容器1は、不図示のゲートバルブ等を備えた気密な容器である。真空容器1の外壁面にはヒータ7が付設されている。このヒータ7は、後述する原料ガス供給系4により供給された原料ガスが真空容器1の内壁面で結露しないよう、真空容器1を加熱するためのものである。排気系8は、油拡散ポンプやターボ分子ポンプなどの真空ポンプ（図示していない）を備えて、真空容器1内を 1×10^{-2} Pa 程度以下の圧力まで排気可能に構成されている。

40

【0025】

基板ホルダー2は、上面に基板20を載置して保持するものであり、静電気により基板20を吸着する不図示の静電吸着機構が必要に応じて設けられる。加熱手段3は、例えば、抵抗加熱方式のものが使用され、所定の化学反応を生ずるのに必要な温度に基板20を加熱する。例えば、原料が、Cu(hfac)(tmvs)である場合、150 ~ 250 程度の範囲で加熱する。

50

【 0 0 2 6 】

図 1 図示の装置は、例えば、 $Cu(hfac)(tmvs)$ のような常温常圧で液体である原料を使用するものであり、原料ガス供給系 4 は、この液体の原料を気化させて基板 20 に供給するよう構成されている。具体的には、原料ガス供給系 4 は、液体である原料を溜めた原料容器 41 と、原料容器 41 から送液用配管 411、バルブ 412 を介して運ばれた液体原料を気化させる気化器 42、気化器 42 で気化させた原料をガス導入用配管 421、バルブ 422 を介して真空容器 1 内に導く構成になっている。なお、送液用配管 411、バルブ 412 によって繋がれている原料容器 41 と気化器 42 との間、ガス導入用配管 421、バルブ 422 によって繋がれている気化器 42 と真空容器 1 との間には、それぞれ、不図示の液体流量調整器等を設けることができる。また、原料ガス供給系 4 には、原料ガスを真空容器 1 に効率良く導くために原料ガスに混合するキャリアーガスを導入するキャリアーガス導入系 5 が接続されている。また、ガス導入用配管 421 には、ヒータ 423 が付設されており、ガス導入用配管 421 の温度を所定の温度に加熱して内部での原料ガスの液化を防止するようになっている。

10

【 0 0 2 7 】

ガス導入用配管 421 の終端であるガス導入口 441 は、基板 20 の中心と同軸上に位置し、このガス導入口 441 には、基板ホルダー 2 に向かって、漏斗状に拡径しつつ開口するガス供給室 44 が連設されている。すなわち、ガス供給室 44 の対向面 442 は、基板の中心と同軸上に頂点を有する円錐の斜面、もしくは、円錐状の曲面の一部を成す形状となっている。

20

【 0 0 2 8 】

図 1、図 3 図示の装置においては、ガス供給室 44 の対向面 442 は、基板の中心と同軸上に頂点を有する円錐の斜面として形成され、図 2 図示の装置においては、ガス供給室 44 の対向面 442 は、円錐状の曲面の一部を成す形状、すなわち、対向面 442 における任意の点 (P) の基板中心軸 (すなわち、ガス導入口 441 の中心軸) からの距離を r 、その点 P における基板 20 との距離を h としたとき、 r と h の積が r の大きさにかかわらずほぼ一定である双曲線を基板 20 の中心 (すなわち、ガス導入口 441 の中心) と同軸上の回転軸の回りに回転させて得られる回転双曲面になっている。

【 0 0 2 9 】

以上説明した本発明の化学蒸着装置の基本的な構成は、特開平 10 - 60650 号で提案されている構成と同様である。

30

【 0 0 3 0 】

本発明の化学蒸着装置に特徴的な構成は、ガス導入口 441 の内径の、基板 20 の直径に対する比が $1/12$ 乃至 $1/8$ に定められており、更に、ガス供給室 44 の内面の基板 20 と対向する位置に、複数の穴が穿設されたガス整流板 6 が取り付けられている点にある。

【 0 0 3 1 】

こうしてガス整流板 6 によって仕切られた、その下側 (基板 20 側) が薄膜形成領域 21 になる。

【 0 0 3 2 】

尚、本発明の化学蒸着装置を構成する材質については、ガス整流板 6 を除いたガス供給室 44 は、ステンレスやアルミニウム、銅等の金属で形成され、表面がアルマイト処理されていても構わない。ガス整流板との接合性に問題が無ければ、石英製の場合もある。

40

【 0 0 3 3 】

次に、図 3 を用いてガス整流板 6 について説明する。図 3 は、ガス供給室 44 の対向面 442 が、基板の中心と同軸上に頂点を有する円錐の斜面として形成されている実施例を表すものであるが、以下の説明は、ガス供給室 44 の対向面 442 が、原料ガス導入口 441 の中心軸上に頂点を有する円錐状の曲面を成して、対向面 442 の任意の点における原料ガス導入口 441 の中心軸からの距離を r 、その点における基板 20 との距離を h としたとき、 r と h の積が r の大きさにかかわらずほぼ一定である双曲線を、原料ガス導入口

50

441の中心軸の回りに回転させて得られる回転双曲面に形成されている場合にも適用されるものである。

【0034】

ガス整流板6の大きさ(直径 = $2 \times$ 半径 : R)は、基板20の直径($2 \times$ 半径 : W)とほぼ同等である。

【0035】

本願発明のようなガス整流板6を用いない場合では、前述のとおり、下地がTiN、Ta、Ta₂N等のバリア膜上に薄いシード膜を形成するとき、Cu(銅)膜形成の初期段階において、基板20の周辺部のCuの核発生密度が小さくなる。その原因については、現在十分解明されていないが、次のように推定されている。つまり、本願発明のようなガス整流板6を用いない場合、ガス導入口441から噴出した高濃度の新しい原料ガス流は、常に基板周辺部よりも先に基板中央部の表面に衝突するため、基板中央部では周辺部に比べ、先に核形成が進行してしまう。しかし、本願発明のようなガス整流板6がある場合には、高濃度の原料ガスを均一で、しかも一定の流速を有する原料ガス流の状態では基板20に衝突させることが可能となる。

【0036】

従って、基板全面への均一な原料ガス流の供給が確保されることにより、ガス整流板6の大きさ(直径)は、高価な原料ガスの最適な消費効率上、必要以上に大口径にする必要がなく、前記の通り基板20の大きさ(直径)とほぼ同程度であればよい。

【0037】

ガス整流板6の厚さについては、構造的な強度の面と後述のコンダクタンスとの関係で、5 ~ 15 mm程度で、材質については、熱伝導性の良い銅、もしくは、アルミニウム、もしくはこれらを主成分とする合金が望ましい。

【0038】

又、ガス整流板6は、不図示のクリーニングガス用のガス導入系により、*in-situ*で定期的なクリーニングをすることが可能であるが、最も簡略なねじ止め方式等の、機械的にガス供給室44から取り外しが可能な構造を有することもできる。

【0039】

ガス整流板6に穿設される孔についてであるが、コンダクタンスの面からは、常温常圧で液体の原料を気化する気化器の気化効率を低下させないと共に、最適のコンダクタンス及び処理されるべき基板20上への均一で、一定な流速を有する原料ガス流を実現させるという観点から、その内径の基板20の直径に対する比が $1/12$ 乃至 $1/8$ に定められているガス導入口441にガス供給室44が接続されるのであるから、当該ガス導入口441及びこれに接続されているガス導入用配管421と同じコンダクタンスを持つように、ガス整流板6に複数の孔を穿設すれば十分である。

【0040】

しかし、実際には、等コンダクタンスより、少しコンダクタンスを小さめにして、僅かな圧力差を持たせた方が、基板20上に良好なCuの初期的な核形成を実現できる。実際にはガス導入口441におけるコンダクタンスに対して、 $1/2 \sim 1/3$ ぐらいのコンダクタンスをガス整流板6が有するように、ガス整流板6に穿設される孔を形成することが、基板20上に良好なCuの初期的な核形成を実現させる上で、望ましい。

【0041】

具体的には、ガス導入口441の内径の基板20直径に対する比が $1/12$ 乃至 $1/8$ で(すなわち、ガス導入口441の内径のガス整流板6の直径に対する比が $1/12$ 乃至 $1/8$ で)、ガス整流板6の厚みが10 mmであり、形状が円筒形を想定した場合、ガス整流板6に設ける孔は、1.5 mmのとき、約5 mm間隔で、2.0 mmのとき、ほぼ8 ~ 10 mm間隔で配列させると、上述の所望のコンダクタンスが得られる。

【0042】

次に、本実施形態の装置の全体の動作を図1、2により説明する。

【0043】

まず、不図示のゲートバルブを通して基板 20 を真空容器 1 内に搬入し、基板ホルダー 2 の表面に載置して保持させる。この際、加熱手段 3 が、予め動作して基板ホルダー 2 を加熱しており、基板 20 は、基板ホルダー 2 に載置されることで、150 から 250 程度の範囲の温度に加熱される。並行して、排気系 8 が動作して真空容器 1 内を 1×10^{-2} Pa 程度まで排気した後、原料ガス供給系 4 を動作させ、原料ガスを基板 20 に供給する。尚、真空容器 1 に、ロードロックチャンバー等の補助チャンバーが配設される場合、補助チャンバーと真空容器 1 内と同程度の圧力まで排気した後、基板 20 を補助チャンバーから真空容器 1 内に搬入し、その後ゲートバルブを閉じて原料ガスを供給するようにする。

【0044】

このように、本実施形態の装置によれば、図 4 図示の従来装置のようなシャワーヘッドを使用せず、気化器 42 による気化効率を低下させない十分な内径を有するガス導入口 44 1 を使用することで、この近傍の圧力上昇を防止することができる。このため、気化器 42 内の圧力が高くなることが抑制され、気化器 42 の気化効率を高く維持することができる。しかも、流体力学的検討を基に設計された漏斗状のガス供給室 44、および、その上で、ガス導入口 44 1 に繋がるガス導入用配管のコンダクタンスとの関係を考慮して前述のように定められているガス整流板 6 のコンダクタンスにより、ガス整流板 6 を通過する原料ガス流を、均一でしかも一定な流速として、基板 20 に衝突させることができる。その結果、基板 20 上に衝突した原料ガスは、均一に、効率良く定着するため、確実に高密度な初期の核形成が進行する。

【0045】

尚、成膜の具体例について、原料ガスとして、上述した $\text{Cu(hfac)}(\text{tmvs})$ を用いて銅の薄膜を作製する場合を例にとって説明すると、 $\text{Cu(hfac)}(\text{tmvs})$ を 0.17 g/min の流量で供給し、基板 20 を温度 170 に設定し、成膜圧力を 2 kPa とした。初期段階の核形成の効果を確認するため、200 mm の Si 基板に下地としてスパッタリングにより 2000 オングストロームの TiN 膜を作製し、その上に、銅 (Cu) を比較的薄く 500 オングストロームの厚みで成膜した。

【0046】

結果は、肉眼的にも明らかに、銅特有の金属光沢を有する、均一な鏡面状の成膜ができていることを確認できた。

【0047】

以上、添付図面を参照して本発明の好ましい実施の形態を説明したが、本発明は、前述した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した技術的思想の創作の範囲内で種々の態様に変更可能である。

【0048】

【発明の効果】

本発明の形態の装置によれば、最適なコンダクタンスを得つつ、常温常圧で液体の原料を気化させる気化器の気化効率を高く維持することができるため、原料ガスの供給量を高めることができ、しかも、流体力学的に計算されて設計された「漏斗」状のガス供給室と最適なコンダクタンスを有するガス整流板とを組み合わせる使用することにより、均一で一定の流速を有する原料ガス流を対向する基板上に衝突させることができ、その結果、半導体製造工程における薄い銅 (Cu) のシード層形成のような、下地が Cu 以外の基板上に対しても、均一で高密度な Cu の初期の核形成が可能となり、このシード層上に引き続き Cu を堆積させた結果、200 mm Si 基板で最終膜厚分布 (Cu 膜厚: 1500 オングストローム) を測定したところ、 $\pm 5\%$ 前後の良好な値を示した。しかも、銅の金属光沢を有する均一な鏡面状の Cu 膜を作製することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の化学蒸着装置の好ましい実施例の構成を説明する正面概略図。

【図 2】この発明の他の化学蒸着装置の好ましい実施例に採用されたガス供給室の構成を説明する一部を破切し、一部を省略した概略斜視図。

10

20

30

40

50

【図 3】図 1 に示す装置に採用されたガス供給室の構成及び作用を説明する模式図。

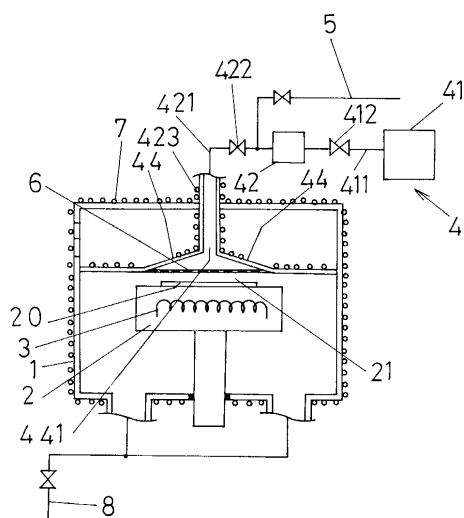
【図 4】従来の化学蒸着装置の構成を説明する正面概略図。

【符号の説明】

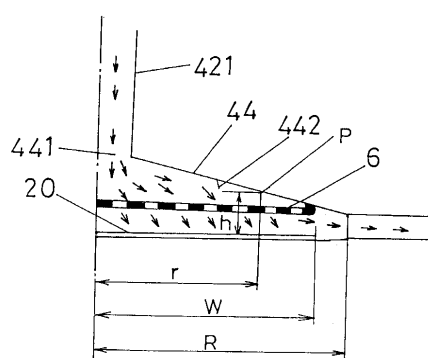
- | | |
|-------|---------|
| 1 | 真空容器 |
| 2 | 基板ホルダー |
| 3 | 加熱手段 |
| 4 | 原料ガス供給系 |
| 6 | ガス整流板 |
| 8 | 排気系 |
| 2 0 | 基板 |
| 4 4 | ガス供給室 |
| 4 4 1 | ガス導入口 |

10

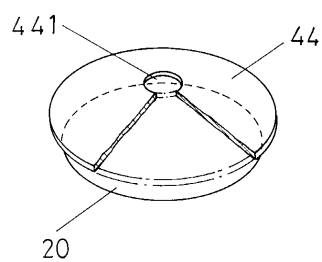
【 図 1 】



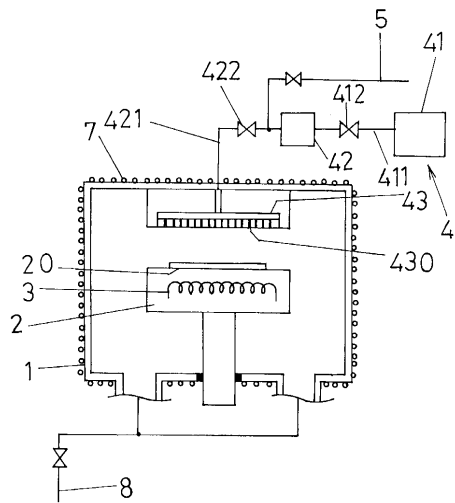
【 図 3 】



【圖 2】



【図 4】



フロントページの続き

- (72)発明者 岡田 修
東京都府中市四谷5丁目8番1号 アネルバ株式会社内
- (72)発明者 秋山 進
東京都府中市四谷5丁目8番1号 アネルバ株式会社内

審査官 伊藤 光貴

- (56)参考文献 特開平10-060650(JP,A)
実開平01-047029(JP,U)
特開昭63-083275(JP,A)
特開昭63-297563(JP,A)
特開平11-080959(JP,A)
特開平07-235501(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C23C 16/00-16/56