

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5303984号
(P5303984)

(45) 発行日 平成25年10月2日(2013.10.2)

(24) 登録日 平成25年7月5日(2013.7.5)

(51) Int. Cl.		F I	
C 2 3 C 16/455 (2006.01)		C 2 3 C	16/455
H 0 1 L 21/285 (2006.01)		H 0 1 L	21/285 C

請求項の数 8 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2008-81859 (P2008-81859)	(73) 特許権者	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1号
(22) 出願日	平成20年3月26日(2008.3.26)	(74) 代理人	100090125 弁理士 浅井 章弘
(65) 公開番号	特開2009-235470 (P2009-235470A)	(72) 発明者	田中 恵一 東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i zタワー 東京エレクトロン株式会社 内
(43) 公開日	平成21年10月15日(2009.10.15)	審査官	菊地 則義
審査請求日	平成22年11月22日(2010.11.22)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 成膜装置及び成膜方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

原料ガスと反応ガスとを用いて被処理体の表面に薄膜を形成する成膜装置において、
 内部に前記被処理体を収容する処理容器と、
 前記被処理体を載置する載置台と、
 前記処理容器内へ前記原料ガスと反応ガスとを供給する処理ガス供給手段と、
 前記処理容器内の雰囲気気を排気する排気手段と、
 前記載置台の上方の反応空間の周囲を囲むようになされたガスカーテンを形成するためのカーテン用ガスを供給するカーテン用ガス供給手段と、
 前記原料ガスを供給して前記原料ガスを前記被処理体に吸着させる吸着工程と前記反応ガスを供給して前記原料ガスと反応させる反応工程とを、間にパージガスを流すパージ工程を挟んで交互に行い、且つ前記吸着工程と前記反応工程と同時に前記カーテン用ガスを供給するカーテン用ガス供給工程を行なうと共に前記パージ工程の時に前記カーテン用ガスの供給を停止するように装置全体の動作を制御する装置制御部と、
 を備えたことを特徴とする成膜装置。

【請求項2】

前記処理ガス供給手段は、前記載置台の上方に設けられており、前記排気手段の連結される排気口は前記処理容器の底部、或いは側壁に設けられることを特徴とする請求項1記載の成膜装置。

【請求項3】

10

20

前記カーテン用ガス供給手段は、前記処理ガス供給手段の周辺部に沿って設けられることを特徴とする請求項 2 記載の成膜装置。

【請求項 4】

前記処理ガス供給手段は、複数のガス噴射孔が形成されたシャワーヘッド部を有しており、

前記カーテン用ガス供給手段は、前記ガス噴射孔の形成された領域を囲むようにして前記シャワーヘッド部の周辺部に沿って形成されたカーテン用ガス噴射口を有することを特徴とする請求項 3 記載の成膜装置。

【請求項 5】

前記カーテン用ガス噴射口は、該カーテン用ガス噴射口から噴射されるガスの噴射方向が前記載置台に対して垂直になる方向から載置台の半径方向外方へ向けて所定の角度で下向き傾斜する方向の範囲内となるように設定されていることを特徴とする請求項 4 記載の成膜装置。

10

【請求項 6】

前記カーテン用ガス噴射口は、複数のガス孔よりなることを特徴とする請求項 4 又は 5 記載の成膜装置。

【請求項 7】

前記カーテン用ガス噴射口は、前記シャワーヘッド部の周方向に沿って形成された円形リング状のガススリットよりなることを特徴とする請求項 4 又は 5 記載の成膜装置。

【請求項 8】

20

排気が可能になされた処理容器内の載置台上に被処理体を載置し、原料ガスと反応ガスとを前記処理容器内へ供給して前記被処理体の表面に薄膜を形成する成膜方法において、

前記原料ガスを供給して前記原料ガスを前記被処理体に吸着させる吸着工程と前記反応ガスを供給して前記原料ガスと反応させる反応工程とを、間にパージガスを流すパージ工程を挟んで交互に行い、且つ前記吸着工程と前記反応工程と同時にカーテン用ガスを供給して前記載置台の上方の反応空間の周囲を囲むようにガスカーテンを形成するカーテン用ガス供給工程を行なうと共に前記パージ工程の時に前記カーテン用ガスの供給を停止するようにしたことを特徴とする成膜方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、半導体ウエハ等の被処理体に対して薄膜を形成する成膜装置及び成膜方法に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、IC（集積回路）等の半導体装置を製造するためには、半導体ウエハ等の被処理体に、成膜処理、エッチング処理、熱処理、改質処理等の各種の処理を、プラズマを用いて、或いはプラズマを用いないで繰り返し行って目的とする回路装置等を製造するようになっている。

【0003】

40

例えば半導体ウエハに対して 1 枚毎に熱処理を施す枚葉式の処理装置を例にとれば、真空引き可能になされた処理容器内に、例えば抵抗加熱ヒータや静電チャックを内蔵した載置台構造を設置し、この上面に半導体ウエハを載置した状態で所定の処理ガスを流し、プラズマを用いたり、或いは用いないで所定のプロセス条件下にてウエハに各種の熱処理を施すようになっている（特許文献 1～6）。

【0004】

ここで半導体ウエハの表面に薄膜を形成する従来の成膜装置を例にとって説明する。図 7 は従来の一般的な枚葉式の成膜装置を示す概略構成図である。図 7 において、この成膜装置は筒体状になされた処理容器 2 を有しており、この処理容器 2 内には、半導体ウエハ W を上面に載置するための載置台 4 が設けられている。この処理容器 2 の天井部には、ガ

50

ス導入手段としてシャワーヘッド部 6 が設けられ、この下面のガス噴射孔 6 a から必要なガスを噴射するようになっている。

【 0 0 0 5 】

また処理容器 2 の底部には排気口 8 が設けられており、処理容器 2 内の雰囲気は排気できるようにになっている。そして、上記載置台 4 は、容器底部より支柱 10 により起立されている。この載置台 4 は例えば耐熱性及び耐腐食性のある A l N 等のセラミックよりなり、この内部には加熱手段として例えばカーボンワイヤヒータやタングステンヒータ等よりなる加熱ヒータ 1 2 が埋め込まれており、ウエハ W を加熱するようになっている。

【 0 0 0 6 】

このような成膜装置を用いて薄膜の成膜処理を行う場合には、処理容器 2 の天井部に設けたシャワーヘッド部 6 から処理容器 2 内へ成膜用の原料ガスや反応ガスを同時に供給し、これと同時に載置台 4 上のウエハ W を加熱ヒータ 1 2 により所定のプロセス温度に加熱すると共に、処理容器 2 内を所定のプロセス圧力に維持しておく。これにより、上記原料ガスと反応ガスとが載置台 4 とシャワーヘッド部 6 とで囲まれた反応空間 S にて反応して反応によって生成した物質がウエハ W の表面に薄膜として堆積することになる。このような成膜方法を熱 C V D (C h e m i c a l V a p o r D e p o s i t i o n) 法と称す。

【 0 0 0 7 】

また、この熱 C V D による成膜方法に他に、原料ガスと反応ガスとを交互に処理容器内へ供給し、原子レベル、或いは分子レベルの非常に薄い厚さで薄膜を一層ずつ形成する A L D (A t o m i c L a y e r e d D e p o s i t i o n) 法も知られている(例えば特許文献 6)。この A L D 法は、膜質特性が良好で、しかも膜の厚さが精度よく制御できることから膜厚の均一性、ステップカバレッジに優れた成膜が可能である、という利点を有している。

【 0 0 0 8 】

具体的には、例えば T i N の薄膜を形成する場合には、処理容器 2 内へ、まず原料ガスとして例えば T i C l ₄ ガスを供給してこのガスをウエハ表面に付着させ、次に、処理容器内を N₂ ガスパージすることにより残留ガスを排除した後に反応ガスとして例えば N H₃ ガスを供給してウエハ表面に付着していた上記 T i C l₄ ガスと反応させて薄く一層の T i N 膜を形成する。次に、処理容器 2 内を N₂ ガスパージすることによって残留ガスを排除する。そして、上記した一連の工程を繰り返し行うことによって薄膜を積層させて行く。

【 0 0 0 9 】

【特許文献 1】特開昭 6 3 - 2 7 8 3 2 2 号公報

【特許文献 2】特開平 0 7 - 0 7 8 7 6 6 号公報

【特許文献 3】特開平 0 6 - 2 6 0 4 3 0 号公報

【特許文献 4】特開 2 0 0 4 - 3 5 6 6 2 4 号公報

【特許文献 5】特開平 1 0 - 2 0 9 2 5 5 号公報

【特許文献 6】特開 2 0 0 7 - 3 9 8 0 6 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 0 】

ところで、上記したような成膜処理に用いる原料ガスや反応ガスは比較的高価であり、特に原料ガスとして有機金属化合物を用いる場合にはこの原料ガスは非常に高価であり、製品コストの削減のためには上記した各種のガスの有効利用が求められている。

【 0 0 1 1 】

従って、ガス使用量を抑制するためには処理容器 2 内の空間容量は可能な限り少ない方がよいが、現状の処理容器 2 内の容量をこれ以上少なくすることは困難である。また、処理容器 2 内へ供給されるガスは、載置台 4 とシャワーヘッド部 6 との間の反応空間 S に存在するのみならず、載置台 4 の裏面側の空間へも拡散して行き、この裏面側のガスは成膜

10

20

30

40

50

に寄与しないので無駄に排気されてしまう。

【 0 0 1 2 】

特に、ウエハWのサイズが8インチから12インチ(直径300mm)へと大きくなると、これに従って、処理容器2内の全体容量も格段に大きくなっていくので無駄に消費されるガス量も多くなり、上記した問題点の早期の解決が望まれている。

本発明は、以上のような問題点に着目し、これを有効に解決すべく創案されたものである。本発明の目的は、成膜に使用するガスを効率的に使用することが可能な成膜装置及び成膜方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 3 】

請求項1に係る発明は、原料ガスと反応ガスとを用いて被処理体の表面に薄膜を形成する成膜装置において、内部に前記被処理体を収容する処理容器と、前記被処理体を載置する載置台と、前記処理容器内へ前記原料ガスと反応ガスとを供給する処理ガス供給手段と、前記処理容器内の雰囲気気を排気する排気手段と、前記載置台の上方の反応空間の周囲を囲むようになされたガスカーテンを形成するためのカーテン用ガスを供給するカーテン用ガス供給手段と、前記原料ガスを供給して前記原料ガスを前記被処理体に吸着させる吸着工程と前記反応ガスを供給して前記原料ガスと反応させる反応工程とを、間にパージガスを流すパージ工程を挟んで交互に行い、且つ前記吸着工程と前記反応工程と同時に前記カーテン用ガスを供給するカーテン用ガス供給工程を行なうと共に前記パージ工程の時に前記カーテン用ガスの供給を停止するように装置全体の動作を制御する装置制御部と、を備えたことを特徴とする成膜装置である。

【 0 0 1 4 】

このように、原料ガスと反応ガスとを用いて被処理体の表面に薄膜を形成する成膜装置において、処理容器内の反応空間を排気側から遮断するガスカーテンを形成するようにしたので、成膜に使用するガスを効率的に使用することができる。

【 0 0 1 5 】

この場合、例えば請求項2に記載したように、前記処理ガス供給手段は、前記載置台の上方に設けられており、前記排気手段の連結される排気口は前記処理容器の底部、或いは側壁に設けられる。

また例えば請求項3に記載したように、前記カーテン用ガス供給手段は、前記処理ガス供給手段の周辺部に沿って設けられる。

【 0 0 1 6 】

また例えば請求項4に記載したように、前記処理ガス供給手段は、複数のガス噴射孔が形成されたシャワーヘッド部を有しており、前記カーテン用ガス供給手段は、前記ガス噴射孔の形成された領域を囲むようにして前記シャワーヘッド部の周辺部に沿って形成されたカーテン用ガス噴射口を有する。

また例えば請求項5に記載したように、前記カーテン用ガス噴射口は、該カーテン用ガス噴射口から噴射されるガスの噴射方向が前記載置台に対して垂直になる方向から載置台の半径方向外方へ向けて所定の角度で下向き傾斜する方向の範囲内となるように設定されている。

【 0 0 1 7 】

また例えば請求項6に記載したように、前記カーテン用ガス噴射口は、複数のガス孔よりなる。

また例えば請求項7に記載したように、前記カーテン用ガス噴射口は、前記シャワーヘッド部の周方向に沿って形成された円形リング状のガススリットよりなる。

また例えば前記処理ガス供給手段は、前記処理容器の一側壁に設けられ、前記排気手段の連結される排気口は前記処理容器の前記一側壁に対向する他側壁に設けられる。

【 0 0 1 8 】

また例えば前記カーテン用ガス供給手段は、前記処理容器内の雰囲気の流れ方向において前記載置台よりも下流側に位置されたカーテン用ガス噴射口を有する。

また例えば前記装置制御部は、前記処理ガス供給手段から前記原料ガスと反応ガスとを間に間欠期間を挟んで交互に噴射させると共に、前記原料ガスの噴射時と前記反応ガスの噴射時に前記カーテン用ガス供給手段から前記カーテン用ガスを噴射させるように制御する。

【0019】

また例えば前記装置制御部は、前記原料ガスと反応ガスとカーテン用ガスとを同時に噴射させるように制御する。

【0020】

請求項8に係る発明は、排気が可能になされた処理容器内の載置台上に被処理体を載置し、原料ガスと反応ガスとを前記処理容器内へ供給して前記被処理体の表面に薄膜を形成する成膜方法において、前記原料ガスを供給して前記原料ガスを前記被処理体に吸着させる吸着工程と前記反応ガスを供給して前記原料ガスと反応させる反応工程とを、間にパージガスを流すパージ工程を挟んで交互に行い、且つ前記吸着工程と前記反応工程と同時にカーテン用ガスを供給して前記載置台の上方の反応空間の周囲を囲むようにガスカーテンを形成するカーテン用ガス供給工程を行なうと共に前記パージ工程の時に前記カーテン用ガスの供給を停止するようにしたことを特徴とする成膜方法である。

10

【0021】

本発明の関連技術は、請求項1乃至7のいずれか一項に記載した成膜装置を用いて被処理体の表面に薄膜を形成するに際して、請求項8に記載した成膜方法を実施するように前記成膜装置を制御するコンピュータに読み取り可能なプログラムを記憶することを特徴とする記憶媒体である。

20

【発明の効果】

【0022】

本発明に係る成膜装置及び成膜方法によれば、次のように優れた作用効果を発揮することができる。

原料ガスと反応ガスとを用いて被処理体の表面に薄膜を形成する成膜装置において、処理容器内の反応空間を排気側から遮断するガスカーテンを形成するようにしたので、成膜に使用するガスを効率的に使用することができる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下に、本発明に係る成膜装置及び成膜方法の好適な一実施形態を添付図面に基づいて詳述する。

図1は本発明に係る成膜装置を示す断面構成図、図2はシャワーヘッド部の下面を示す平面図、図3は図1中のA部の拡大断面図、図4は本発明の成膜方法の一例を示す工程図、図5は本発明の成膜方法における各ガスの供給のタイミングを示すタイミングチャートである。尚、ここでは薄膜としてTiN膜を成膜する場合を例にとって説明する。

【0024】

図1に示すように、この成膜装置20は、例えばアルミニウム合金等により縦型の筒体状に成形された処理容器22を有している。この処理容器22内には、容器底部より支柱24により起立させて支持された例えば窒化アルミ等のセラミックよりなる円形の載置台26が設けられており、この上面側にウエハWを載置できるようになっている。

40

【0025】

この載置台26内には、例えばカーボンワイヤヒータよりなる加熱手段28が埋め込んで設けられており、上記ウエハWを所定の温度に加熱できるようになっている。上記載置台26の下方には、ウエハWの搬出入時に、これを下から突き上げて支持する昇降ピン機構30が設けられる。この昇降ピン機構30は、載置台26の周方向に沿って等間隔で配置された例えば3本(図示例では2本のみ記す)の昇降ピン32を有しており、各昇降ピン32の下端部は例えば円弧状のベース板34により支持されている。

50

【 0 0 2 6 】

このベース板 3 4 は、容器底部を貫通してアクチュエータ 3 6 により上下動可能になされた昇降ロッド 3 8 に連結されており、また昇降ロッド 3 8 の容器底部の貫通部には容器内の気密性を維持しつつ昇降ロッド 3 8 の上下動を許容するために伸縮可能になされたベローズ 4 0 が設けられる。

【 0 0 2 7 】

また上記載置台 2 6 には、上記各昇降ピン 3 2 に対応させてピン挿通孔 4 2 が設けられており、上記昇降ロッド 3 8 を上下動させることにより、上記ピン挿通孔 4 2 内を挿通された昇降ピン 3 2 が、載置面上に出没してウエハ W を突き上げて持ち上げたり、持ち下げたりできるようになっている。

10

【 0 0 2 8 】

また、この処理容器 2 2 の底部には排気口 4 4 が形成されると共に、この排気口 4 4 には真空ポンプ 4 6 や圧力調整弁 4 8 等を含む排気手段 5 0 が接続されており、上記処理容器 2 2 内の雰囲気真空引きして所定の圧力に維持できるようになっている。尚、上記排気口 4 4 を処理容器 2 2 の側壁の下部に設ける場合もある。

【 0 0 2 9 】

また処理容器 2 2 の側壁には、ウエハ W を搬出入できる大きさの開口 5 2 が形成されており、この開口 5 2 に開閉可能になされたゲートバルブ 5 4 が設けられている。更に、処理容器 2 2 の天井部は開口されており、この開口部分に原料ガスと反応ガスとを供給する処理ガス供給手段 5 8 が設けられ、この処理ガス供給手段 5 8 の周辺部に沿って本発明の特徴とするカーテン用ガスを供給するカーテン用ガス供給手段 6 0 が設けられている。

20

【 0 0 3 0 】

ここでは上記処理ガス供給手段 5 8 とカーテン用ガス供給手段 6 0 とは一体的に形成されている。具体的には、上記処理ガス供給手段 5 8 は、例えばアルミニウム合金等よりなるシャワーヘッド部 6 2 を有しており、このシャワーヘッド部 6 2 が O リング等のシール部材 6 4 を介して天井部の開口に気密に設けられている。

【 0 0 3 1 】

このシャワーヘッド部 6 2 の上部には、第 1 のガス導入口 6 6 と第 2 のガス導入口 6 8 が設けられると共に、このシャワーヘッド部 6 2 内には、上記第 1 のガス導入口 6 6 に連通される第 1 の拡散室 7 0 と上記第 2 のガス導入口 6 8 に連通される第 2 の拡散室 7 2 とがそれぞれ区画分離されて設けられている。ここで第 1 の拡散室 7 0 同士は連通されており、また第 2 の拡散室 7 2 同士も連通されている。

30

【 0 0 3 2 】

そして、図 2 (A) にも示すように、上記シャワーヘッド部 6 2 の下面のガス噴射面 7 4 には、上記第 1 の拡散室 7 0 に連通された複数の第 1 のガス噴射孔 7 0 A と、上記第 2 の拡散室 7 2 に連通された複数の第 2 のガス噴射孔 7 2 A とがそれぞれ設けられており、上記第 1 及び第 2 のガス噴射孔 7 0 A、7 2 A から噴射された各ガスを、載置台 2 6 とシャワーヘッド部 6 2 との間で挟まれる反応空間 S 内で初めて混合できるようになっている。

【 0 0 3 3 】

このようなガスの混合方式を、いわゆるポストミックスと称す。従って、ガス噴射面 7 4 には、第 1 及び第 2 のガス噴射孔 7 0 A、7 2 A が、シャワーヘッド部 6 2 の周辺部を除いてガス噴射面 7 4 の略全面に亘って例えば交互にマトリクス状に形成されている。

40

そして、上記第 1 のガス導入口 6 6 には、ガス路 7 6 が接続されると共に、このガス路 7 6 の途中には開閉弁 7 8 が介設されており、原料ガスとして例えば $TiCl_4$ ガスを流量制御しつつ供給できるようになっている。

【 0 0 3 4 】

また上記第 2 のガス導入口 6 8 には、上流側が 2 つに分岐されたガス路 8 0 が接続されると共に、このガス路 8 0 の各分岐路にはそれぞれ開閉弁 8 2、8 4 が介設されており、反応ガスとして例えば NH_3 ガスを流量制御しつつ供給でき、また、パージガスとして

50

例えば N_2 ガスを流量制御しつつ供給できるようになっている。

【0035】

そして、上記処理ガス供給手段58の周辺部に沿って設けられる上記カーテン用ガス供給手段60は、上述したようにここでは上記シャワーヘッド部62に一体的に形成されている。具体的には、このカーテン用ガス供給手段60は、上記複数の第1及び第2のガス噴射孔70A、72Aの形成された領域を囲むようにして上記シャワーヘッド部62の周辺部に沿って形成されたカーテン用ガス噴射口86を有している。

【0036】

このカーテン用ガス噴射口86は、図2(A)に示すようにここではシャワーヘッド部62のガス噴射面74に、その周方向に沿って円形リング状に形成されたガススリット88よりなっている。このシャワーヘッド部62内の周辺部には、円形リング状になされたカーテン用ガス拡散室90が形成されており、このカーテン用ガス拡散室90には、シャワーヘッド部62の上部に抜けるカーテン用ガス導入口92が連通されている。

10

【0037】

そして、このカーテン用ガス導入口92には、ガス路94が接続されると共に、このガス路94の途中には開閉弁96が介設されており、カーテン用ガスとして例えばArを流量制御しつつ供給できるようになっている。従って、このカーテン用ガス導入口92から導入されたカーテン用ガスは上記円形リング状のカーテン用ガス拡散室90内を、その周方向へ拡散するようになっている。尚、このカーテン用ガス拡散室90に対して複数のカーテン用ガス導入口92を連通させるようにしてもよい。

20

【0038】

そして、上記カーテン用ガス拡散室90と上記カーテン用ガス噴射口86とを連通する連通路98が形成されており、この連通路98の先端(下端)である上記ガススリット88より下方に向けて上記カーテン用ガスを噴射することにより、ここに反応空間Sの周囲を囲むようにしてガスカーテン100(図4(A)参照)を形成し得るようになっている。なおカーテン用ガス噴射口86がガススリット88からなる場合には、連通路98はシャワーヘッド部62の周方向に沿って形成された多数の円形通路であってもよいし、周方向に沿って形成された円弧状の通路であってもよい。

【0039】

図1及び図3(A)に示す場合には、上記連通路98は、下方に位置する載置台26に向けて鉛直方向に沿って形成されており、従って、上記カーテン用ガス噴射口86であるガススリット88から噴射されるカーテン用ガスの噴射方向102(図3(A)参照)は載置台26に対して垂直方向となっている。

30

【0040】

そして、この装置全体の動作、例えばウエハ温度、容器内の圧力、各ガスの供給の開始、終了、各ガスの供給量等の各制御は、コンピュータよりなる装置制御部104によって行われる。そして、この制御に必要なコンピュータに読み取り可能なプログラムは記憶媒体106に予め記憶されている。この記憶媒体106は、例えばフレキシブルディスク、CD(Compact Disc)、CD-ROM、ハードディスク、フラッシュメモリ或いはDVD等よりなる。

40

【0041】

次に、以上のように構成された成膜装置20の動作について説明する。ここではALD法を用いてTiN膜を形成する場合を例にとって説明する。まず、この処理容器22内へ半導体ウエハWを搬入する場合には、開放されたゲートバルブ54から開口52を介して図示しない搬送アームで半導体ウエハWを処理容器22内へ搬入し、この状態で昇降ピン機構30のアクチュエータ36を駆動して昇降ロッド38を上方へ延ばし、これにより昇降ピン32を上昇させる。

【0042】

これにより、搬送アーム(図示せず)によって処理容器22内へ搬入されているウエハWが下方より上昇してくる昇降ピン32により突き上げられ、これにより搬送アームより

50

昇降ピン 3 2 側へウエハ W が受け渡されて保持される。

【 0 0 4 3 】

次に、搬送アームを処理容器 2 2 内から抜き出して、上述のようにウエハ W を昇降ピン 3 2 で保持した状態で、上記昇降ロッド 3 8 を降下させることにより、図 1 に示すようにウエハ W は載置台 2 6 上に載置されることになる。そして、ゲートバルブ 5 4 を閉じて処理容器 2 2 内を密閉し、加熱手段 2 8 によりウエハ W を所定のプロセス温度に維持する。

【 0 0 4 4 】

そして、処理ガス供給手段 5 8 から必要なガス、例えば $TiCl_4$ 、 NH_3 を図 5 に示すようにそれぞれ流量制御しつつ処理容器 2 2 内へ供給し、更に、排気手段 5 0 を駆動して処理容器 2 2 内を所定の圧力雰囲気維持して、 TiN 膜を形成する。この排気手段 5 0 は、成膜処理中は連続的に駆動して処理容器 2 2 内を真空引きしている。上記 $TiCl_4$ ガスを供給する場合には、この $TiCl_4$ ガスはガス路 7 6 から第 1 のガス導入口 6 6 を介してシャワーヘッド部 6 2 内に導入され、このガスは第 1 の拡散室 7 0 内で拡散した後に各第 1 のガス噴射孔 7 0 A より反応空間 S へ供給される。また NH_3 ガスを供給する場合には、この NH_3 ガスはガス路 8 0 から第 2 のガス導入口 6 8 を介してシャワーヘッド部 6 2 内に導入され、このガスは第 2 の拡散室 7 2 内で拡散した後に各第 2 のガス噴射孔 7 2 A より反応空間 S へ供給される。

【 0 0 4 5 】

そして、上記成膜処理を行う時に、本発明の特徴であるカーテン用ガス供給手段 6 0 を駆動してカーテン用ガスである Ar ガスを流してガスカーテン 1 0 0 を形成する。上記 Ar ガスを導入する場合には、この Ar ガスはガス路 9 4 からカーテン用ガス導入口 9 2 を介してシャワーヘッド部 6 2 内に導入され、このガスは円形リング状のカーテン用ガス拡散室 9 0 内でその周方向へ拡散した後に各カーテン用ガス噴射口 8 6 であるガススリット 8 8 から反応空間 S へ供給される。

【 0 0 4 6 】

ここで上記成膜処理について、図 4 及び図 5 も参照して説明する。ALD 法による成膜処理では、図 5 に示すように、原料ガスである $TiCl_4$ ガスと反応ガスである NH_3 ガスとを間に間欠期間 1 1 0 を挟んで交互に噴射させる。

【 0 0 4 7 】

そして、上記 $TiCl_4$ ガスの噴射時と NH_3 ガスの噴射時に、これと同期させてカーテン用ガスである Ar ガスを噴射させる。また、上記間欠期間 1 1 0 では処理容器 2 2 内に残留するガスの排除を効率的に行うためにパージガスとして N_2 ガスを流す。

【 0 0 4 8 】

原料ガスを 1 回供給してから次に供給するまでの間が 1 サイクルであり、このサイクルを所望する膜厚に応じて複数回繰り返して TiN 膜の成膜が行われる。図 4 は 1 サイクルの工程を示しており、上記 1 サイクルの工程を詳しく説明する。

【 0 0 4 9 】

まず、図 4 (A) に示すように、吸着工程ではシャワーヘッド部 6 2 から原料ガスである $TiCl_4$ ガスを各第 1 のガス噴射孔 7 0 A より反応空間 S へ導入する。これと同時に、カーテン用ガスである Ar ガスをシャワーヘッド部 6 2 の周辺部に設けたカーテン用ガス噴射口 8 6 である円形リング状のガススリット 8 8 から供給する。これにより、載置台 2 6 とシャワーヘッド部 6 2 とに挟まれた反応空間 S の周囲は上記 Ar ガスのダウフローであるガスカーテン 1 0 0 により囲まれて排気側より遮断されることになる。

【 0 0 5 0 】

従って、この反応空間 S 内に上記 $TiCl_4$ ガスが上記ガスカーテン 1 0 0 により閉じ込められた状態となって $TiCl_4$ ガスのガス密度、或いは分圧が高くなって $TiCl_4$ ガスがウエハ W の表面に多量に吸着されることになる。換言すれば、従来の成膜方法では上記ガスカーテン 1 0 0 を設けていなかったため、反応空間 S に供給された $TiCl_4$ ガスは直ちに載置台 2 6 の半径方向外方へ拡散してこの載置台 2 6 の外側を流下して排気側へ排出されていたので、 $TiCl_4$ ガスのウエハ表面に対する吸着効率

10

20

30

40

50

が低かった。

【0051】

これに対して、本発明の場合には、上述のようにArガスによりガスカーテン100が形成されているので、反応空間Sが排気側から遮断され、反応空間S内にTiCl₄ガスが、いわば閉じ込められた状態となってその分圧が上がるので、その分ウエハWに対するTiCl₄ガスの吸着効率を上げることができる。また、上記ガスカーテン100により、処理容器22内の排気側に残留していた前工程のガスが逆流して反応空間S内に侵入することを防止することができる。

【0052】

上記吸着工程が完了したならば、次にパージ工程（間欠期間110）に入る。このパージ工程では、図4（B）に示すように上記TiCl₄ガスとArガスの供給を停止すると共に、各第2のガス噴射孔72AよりパージガスとしてN₂ガスを噴射する。これにより、反応空間Sに滞留していたTiCl₄ガスを効率的に排気側へ流して処理容器22の外へ排出させる。

【0053】

上記パージ工程が完了したならば、次に反応工程に入る。この反応工程では、図4（C）に示すように、上記N₂ガスの供給を停止して、これに切り替えて反応ガスであるNH₃ガスを各第2のガス噴射孔72Aより反応空間Sへ導入する。これと同時に、上記吸着工程と同様にカーテン用ガスであるArガスをシャワーヘッド部62の周辺部に設けたカーテン用ガス噴射口86である円形リング状のガススリット88から供給する。これにより、載置台26とシャワーヘッド部62とに挟まれた反応空間Sの周囲は上記Arガスのダウンフローであるガスカーテン100により囲まれて排気側より遮断されることになる。

【0054】

従って、この反応空間S内に上記NH₃ガスが上記ガスカーテン100により閉じ込められた状態となってNH₃ガスのガス密度、或いは分圧が高くなってNH₃ガスがウエハWの表面に多量に吸着しているTiCl₄ガスと反応してTiN膜が形成されることになる。

【0055】

換言すれば、従来の成膜方法では上記ガスカーテン100を設けていなかったもので、反応空間Sに供給されたNH₃ガスは直ちに載置台26の半径方向外方へ拡散してこの載置台26の外側を通して流下して排気側へ排出されていたので、NH₃ガスのウエハ表面に吸着しているTiCl₄ガスと反応する確率が低かったが、本発明の場合には、上述のようにArガスによりガスカーテン100が形成されているので、反応空間Sが排気側から遮断され、反応空間S内にNH₃ガスが、いわば閉じ込められた状態となってその分圧が上がるので、その分ウエハWの表面に吸着しているTiCl₄ガスとの反応効率を上げることができる。

【0056】

また、上記ガスカーテン100により、処理容器22内の排気側に残留していた前工程のガスが逆流して反応空間S内に侵入することを防止することができる。

【0057】

上記反応工程が完了したならば、次にパージ工程（間欠期間110）に入る。このパージ工程では、図4（D）に示すように上記NH₃ガスとArガスの供給を停止すると共に、各第2のガス噴射孔72AよりパージガスとしてN₂ガスを噴射する。これにより、反応空間Sに滞留していたNH₃ガスを効率的に排気側へ流して処理容器22の外へ排出させる。

【0058】

ここで上記各工程の時間は、吸着工程T1が0.1～5秒程度、パージ工程（間欠期間）T2が0.1～5秒程度、反応工程T3が1～5秒程度である。上記間欠期間110では、パージガスを供給して処理容器22内に残留するガスを高速で置換して排気するよう

10

20

30

40

50

にしたが、このパーティガスを流さないで高速で真空排気するようにしてもよい。

【0059】

また、原料ガスや反応ガスを効率的に使用できることから、同一膜厚の薄膜を形成するには1サイクルの時間を短くでき、あるいは同じ成膜時間では膜厚を厚くすることができ、この結果、スループットを向上させることができる。このように、本発明によれば、原料ガスと反応ガスとを用いて被処理体である半導体ウエハWの表面に薄膜を形成する成膜装置において、処理容器22内の反応空間Sを排気側から遮断するガスカーテン100を形成するようにしたので、成膜に使用するガス、すなわち原料ガスや反応ガスを効率的に使用することができる。

【0060】

尚、上記実施形態ではカーテン用ガス噴射口86として図2(A)に示すように円形リング状のガススリット88を形成したが、これに限定されず、図2(B)に示すように、このカーテン用ガス噴射口86をガス噴射面74の周辺部において、その周方向に沿って所定のピッチで設けた複数のガス孔112で形成してもよい。この場合、ガスカーテン100(図4参照)の切れ目をなくすために上記ガス孔112のピッチP1はできるだけ小さくし、例えば3~10mmの範囲内に設定するのがよい。この場合にも、図2(A)に示す構成のシャワーヘッド部6を用いた場合と同様な作用効果を発揮することができる。

【0061】

また上記実施形態では、図3(A)に示すように、カーテン用ガス拡散室90から延びる連通路98は鉛直方向に設定して、カーテン用ガスの噴射方向102を載置台26の表面に対して垂直方向となるようにしたが、これに限定されず、図3(B)に示すように上記垂直方向から載置台26の半径方向外方へ向けて下向きに傾斜する方向へ傾斜させるようにしてもよい。

【0062】

これによれば、図3(A)に示す場合には、載置台26の上面に当接したカーテン用ガスがこの上面で跳ね返って一部のカーテン用ガスが反応空間S側へ侵入する恐れがあるが、図3(B)に示すように連通路98を傾斜させてガス噴射方向102を載置台26の半径方向外方へ向けて下向きに傾斜する方向へ傾斜させるようにしてもよく、これによれば、上記したように載置台26の上面で跳ね返って反応空間S側へ侵入するカーテン用ガスの量を抑制することができる。この場合、上記噴射方向102の鉛直方向に対する傾斜角度は、噴射方向102の方向が載置台26のエッジ部になるような角度範囲内が好ましいが、この傾斜角度を更に大きく設定するようにしてもよい。

【0063】

また、上記実施形態では、原料ガスや反応ガスを処理容器22の上方の天井部から供給する場合を例にとって説明したが、これに限定されず、処理容器の側壁側から供給するようにしてもよい。図6はこのような成膜装置の変形実施形態の一例を示す概略構成図であり、図6(A)は側面図を示し、図6(B)は平面図を示す。尚、図1乃至図5に示す構成部分と同一構成部分については同一参照符号を付して、その説明を省略する。

【0064】

ここでは処理容器22の側壁に原料ガスである $TiCl_4$ ガスと反応ガスである NH_3 ガス(N_2 ガス)を供給する処理ガス供給手段58とを設けている。そして、排気口44は上記側壁に対向する、すなわち反対側の他側壁に設けており、反応空間Sに横方向のガスの流れを形成するようにしている。この場合、載置台26を回転させるように構成してもよい。

【0065】

そして、上記載置台26よりも下流側において上記カーテン用ガス供給手段60を設けている。具体的には、ここでは、このカーテン用ガス供給手段60は、載置台26よりも下流側に位置させて、処理容器22の天井部に支持された半円弧状のガスヘッド120を有している。このガスヘッド120は、図6(B)に示す平面図中では、載置台26の下流側の半円部分の外周に沿うようにして配置されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 6 】

そして、このガスヘッド 1 2 0 の下面側に、カーテン用ガス噴射口 8 6 としてここでは所定のピッチで複数のガス孔 1 1 2 が形成されており、これよりカーテン用ガスとして例えば Ar ガスを噴射することにより上記反応空間 S を排気側から遮断するガスカーテン 1 0 0 を形成するようになっている。

【 0 0 6 7 】

この変形実施形態の場合にも、先に図 1 ~ 図 5 を参照して説明した場合と同様な作用効果を発揮することができる。上記各実施形態において、上記ガス孔 1 1 2 に替えて、図 2 (A) において説明したようなガススリット 8 8 を設けてもよいし、また、ガスヘッド 1 2 0 を直線状に設けるようにしてもよい。

10

【 0 0 6 8 】

尚、以上の各実施形態では、加熱手段 2 8 として載置台 2 6 に埋め込んだ抵抗加熱ヒータを用いる場合を例にとって説明したが、これに限定されず、例えば載置台 2 6 自体を薄くして加熱手段 2 8 として処理容器 2 2 の底部側に加熱ランプを設けるようにしてもよい。

【 0 0 6 9 】

また、上記各実施形態では、成膜反応は熱により行ったが、これに限定されず、載置台 2 6 を下部電極とし、シャワーヘッド部 6 2 を上部電極として両電極間に高周波電力を印加することによりプラズマを発生させるようにし、このプラズマを用いて成膜反応をアシストさせるようにしたプラズマ成膜装置にも本発明を適用することができる。

20

【 0 0 7 0 】

更には、形成する膜種は Ti N 膜に限定されず、全ての膜種の成膜処理を行う成膜装置に本発明を適用することができる。この場合、ALD 法のみならず、熱 CVD (Chemical Vapor Deposition) 法やプラズマ熱 CVD 法による成膜処理にも、本発明を適用することができる。ここで熱 CVD 法やプラズマ熱 CVD 法により成膜する場合には、原料ガスと反応ガスとカーテン用ガスとをそれぞれ同時に供給するように制御する。

【 0 0 7 1 】

また、ここではパージガスとして N₂ ガスを用いたが、これに限定されず、Ar、He 等の希ガスを用いてもよい。更には、ここではカーテン用ガスとして Ar ガスを用いたが、これに限定されず、He 等の他の希ガス、或いは N₂ ガス等の反応に寄与しない不活性ガスを用いてもよい。

30

【 0 0 7 2 】

また、ここでは被処理体として半導体ウエハを例にとって説明したが、これに限定されず、ガラス基板、LCD 基板、セラミック基板等にも本発明を適用することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 7 3 】

【 図 1 】 本発明に係る成膜装置を示す断面構成図である。

【 図 2 】 シャワーヘッド部の下面を示す平面図である。

【 図 3 】 図 1 中の A 部を示す拡大断面図である。

40

【 図 4 】 本発明の成膜方法の一例を示す工程図である。

【 図 5 】 本発明の成膜方法における各ガスの供給のタイミングを示すタイミングチャートである。

【 図 6 】 成膜装置の変形実施形態の一例を示す概略構成図である。

【 図 7 】 図 7 は従来一般的な枚葉式の成膜装置を示す概略構成図である。

【 符号の説明 】

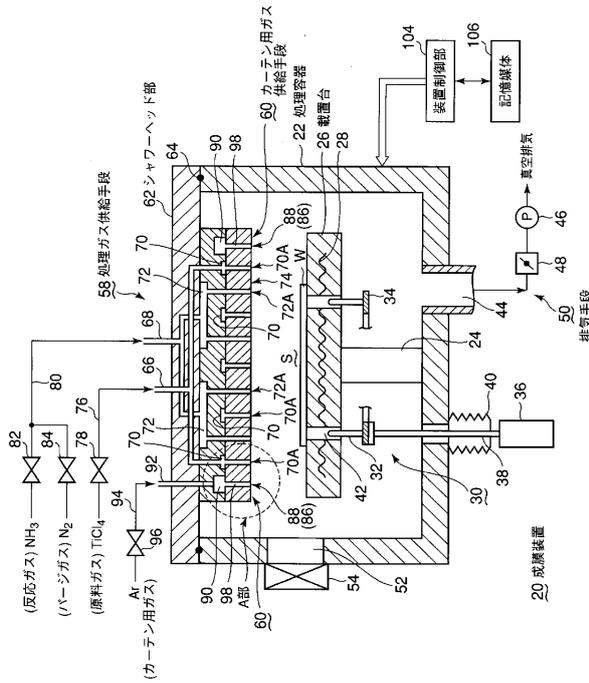
【 0 0 7 4 】

- 2 0 成膜装置
- 2 2 処理容器
- 2 6 載置台

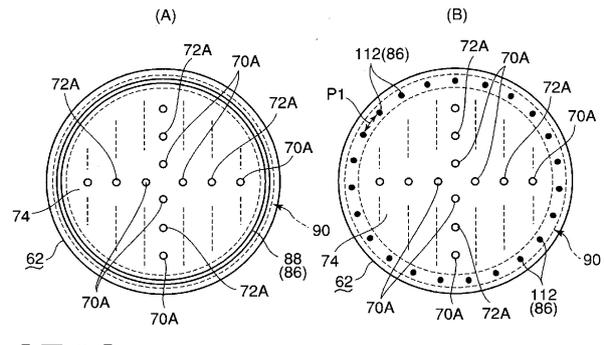
50

- 2 8 加熱手段
- 3 0 昇降ピン機構
- 5 0 排気手段
- 5 8 処理ガス供給手段
- 6 0 カーテン用ガス供給手段
- 6 2 シャワーヘッド部
- 8 6 カーテン用ガス噴射口
- 8 8 ガススリット
- 9 0 カーテン用ガス拡散室
- 9 2 カーテン用ガス導入口
- 1 0 0 ガスカーテン
- 1 0 4 装置制御部
- 1 0 6 記憶媒体
- 1 1 2 ガス孔
- S 反応空間
- W 半導体ウエハ (被処理体)

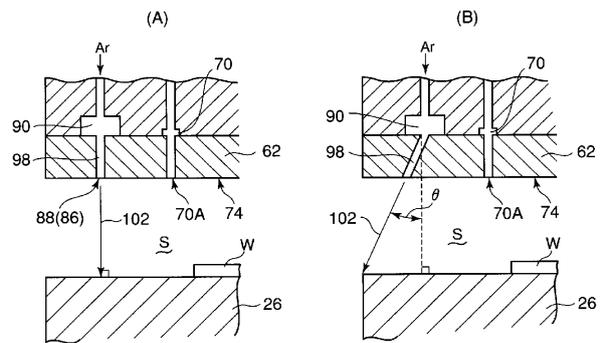
【図1】



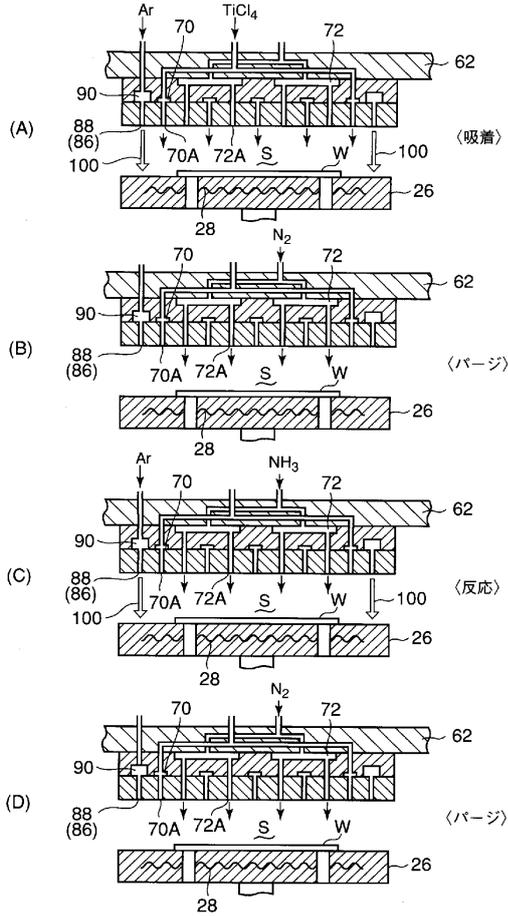
【図2】



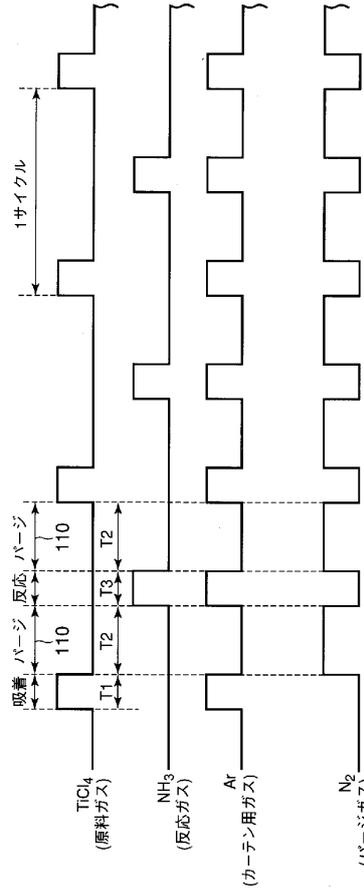
【図3】



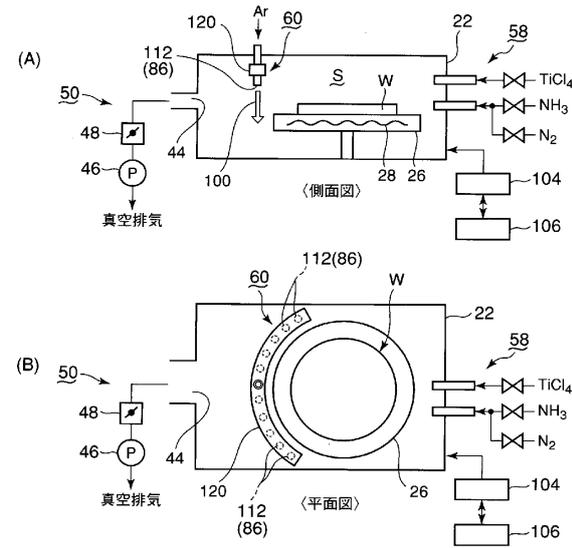
【図4】



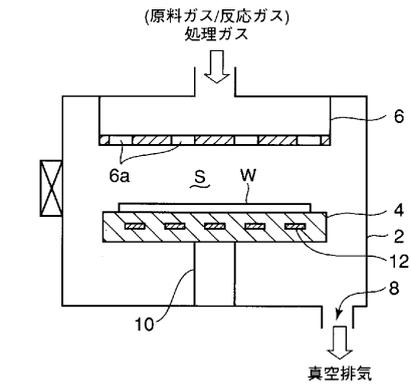
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平11-200052(JP,A)
特開平02-272726(JP,A)
特開2004-165668(JP,A)
特開2008-244014(JP,A)
特開2004-282075(JP,A)
特開2007-056369(JP,A)
特開2006-140051(JP,A)
特開2007-154297(JP,A)
国際公開第2007/102333(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C23C 16/00 - 16/56

H01L 21/285