(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4817267号
(P4817267)
(45)発行日　平成23年11月16日(2011.11.16)　(24)登録日　平成23年9月9日(2011.9.9)

(51)Int.Cl.		F I		
C23C 16/455	(2006.01)	C23C	16/455	
H01L 21/31	(2006.01)	H01L	21/31	B
H01L 21/285	(2006.01)	H01L	21/285	C

請求項の数 13　(全 14 頁)

(21)出願番号	特願2008-89536(P2008-89536)
(22)出願日	平成20年3月31日(2008.3.31)
(62)分割の表示	特願2001-183(P2001-183)の分割
原出願日	平成13年1月4日(2001.1.4)
(65)公開番号	特開2008-240154(P2008-240154A)
(43)公開日	平成20年10月9日(2008.10.9)
審査請求日	平成20年4月1日(2008.4.1)
(31)優先権主張番号	特願2000-590(P2000-590)
(32)優先日	平成12年1月6日(2000.1.6)
(33)優先権主張国	日本国(JP)

(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
(74)代理人　100099944
弁理士　高山　宏志
(72)発明者　松瀬　公裕
東京都港区赤坂五丁目３番１号　赤坂Ｂｉｚタワー　東京エレクトロン株式会社内
(72)発明者　大槻　林
東京都港区赤坂五丁目３番１号　赤坂Ｂｉｚタワー　東京エレクトロン株式会社内

審査官　鮎沢　輝万

最終頁に続く

(54)【発明の名称】成膜装置および成膜方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
基板を収容するチャンバーと、
前記チャンバー内で複数の基板を平面的に円周状に配置された状態で支持する基板支持部材と、
前記チャンバー内に前記基板支持部材の上方に対向させた状態で設けられた第１の処理ガスを吐出する第１の処理ガス吐出部と、
前記チャンバー内の前記第１の処理ガス吐出部とは異なる位置に前記基板支持部材の上方に対向させた状態で設けられた第２の処理ガスを吐出する第２の処理ガス吐出部と、
前記第１の処理ガス吐出部と前記第２の処理ガス吐出部との間に位置し、パージガスを吐出するパージガス吐出部と、
前記第１の処理ガス、前記第２の処理ガス、前記パージガスを前記各ガス吐出部に供給するガス供給機構と、
前記基板支持部材を回転させる回転機構と、
前記基板を加熱する加熱手段と、
前記チャンバーの底部に設けられた排気口と、
を具備し、
前記第１の処理ガス吐出部と前記第２の処理ガス吐出部とは、前記回転機構の回転軸を中心として、円周状に交互に配置されており、
前記パージガス吐出部は、その内部に多数の吐出口を有し、かつ前記多数の吐出口より

も下方に延び、前記パージガスの流れが拡散することを防止するスカート部を有するとともに、そのパージガス吐出口とその下方に位置する前記基板保持部材に保持された基板との間の距離が０．１～５０ｍｍになるように設定され、吐出される前記パージガスの流量が１００～１０００ｓｃｃｍ（０．１～１Ｌ／ｍｉｎ）になるように設定されることにより、吐出された前記パージガスのエアカーテンが形成され、このエアカーテンにより前記第１の処理ガスの雰囲気と前記第２の処理ガスの雰囲気とが分離され、

前記回転機構は、前記基板支持部材に支持された基板が前記第１の処理ガス吐出部および前記第２の処理ガス吐出部の直下を通過するように前記基板支持部材を回転させ、

前記回転機構により前記基板支持部材を回転させることにより、基板の上方の前記第１の処理ガス吐出部および前記第２の処理ガス吐出部から底部の前記排気口に向けた、パージガスで分離された状態の前記第１の処理ガスの流れおよび前記第２の処理ガスの流れの中に前記加熱手段により加熱された状態の基板を通過させ、基板上に、前記第１の処理ガスおよび前記第２の処理ガスを互いに混合することなく交互に吸着させて、前記第１の処理ガスによる単原子層および前記第２の処理ガスによる単原子層とを交互に形成し、これらを熱的に反応させて化合物の膜を形成することを特徴とする成膜装置。

【請求項２】

前記パージガス吐出部は、前記基板支持部材の径方向に対応する長さが円周方向に対応する長さよりも長いことを特徴とする請求項１に記載の成膜装置。

【請求項３】

前記パージガス吐出部の吐出口の高さ位置が、前記第１の処理ガス吐出部における吐出口の高さ位置および前記第２の処理ガス吐出部における吐出口の高さ位置よりも高いことを特徴とする請求項１または請求項２に記載の成膜装置。

【請求項４】

前記回転機構は、前記第１の処理ガスおよび前記第２の処理ガスの吸着速度に応じて前記基板支持部材を回転させる回転速度が可変であることを特徴とする請求項１から請求項３のいずれか１項に記載の成膜装置。

【請求項５】

前記第１の処理ガスは、Ａｌ、Ｚｒ、Ｔｉ、Ｔａ、Ｓｉ、WおよびＲｕのうちいずれか１種を含み、前記第２の処理ガスはＮまたはＯを含むことを特徴とする請求項１から請求項４のいずれか１項に記載の成膜装置。

【請求項６】

Al_2O_3、ZrO_2、ＴｉＮ、ＴａＮ、SiO_2、ＳｉＮ、ＳｉＯＮ、ＳｉＯＦ、ＷＮ、ＷＳｉおよびRuO_2のうちいずれか１種を成膜することを特徴とする請求項１から請求項５のいずれか１項に記載の成膜装置。

【請求項７】

前記第１の処理ガス吐出部および前記第２の処理ガス吐出部は、クリーニングガスを吐出することを特徴とする請求項１から請求項６のいずれか１項に記載の成膜装置。

【請求項８】

前記クリーニングガスはClF_3であることを特徴とする請求項７に記載の成膜装置。

【請求項９】

基板を収容するチャンバーと、

前記チャンバー内で複数の基板を平面的に円周状に配置された状態で支持する基板支持部材と、

前記チャンバー内に前記基板支持部材の上方に対向させた状態で設けられた第１の処理ガスを吐出する第１の処理ガス吐出部と、

前記チャンバー内の前記第１の処理ガス吐出部とは異なる位置に前記基板支持部材の上方に対向させた状態で設けられた第２の処理ガスを吐出する第２の処理ガス吐出部と、

前記第１の処理ガス吐出部と前記第２の処理ガス吐出部との間に位置し、パージガスを吐出するパージガス吐出部と、

前記第１の処理ガス、前記第２の処理ガス、前記パージガスを前記各ガス吐出部に供給

するガス供給機構と、
前記基板支持部材を回転させる回転機構と、
前記基板を加熱する加熱手段と、
前記チャンバーの底部に設けられた排気口と、
を具備し、
前記第１の処理ガス吐出部と前記第２の処理ガス吐出部とは、前記回転機構の回転軸を中心として、円周状に交互に配置されており、
前記パージガス吐出部は、その内部に多数の吐出口を有し、かつ前記多数の吐出口よりも下方に延び、前記パージガスの流れが拡散することを防止するスカート部を有し、
前記回転機構は、前記基板支持部材に支持された基板が前記第１の処理ガス吐出部および前記第２の処理ガス吐出部の直下を通過するように前記基板支持部材を回転させる成膜装置を用いて基板上に化合物膜を成膜する成膜方法であって、
前記パージガス吐出部から吐出された前記パージガスを前記スカート部によって、かつそのパージガス吐出口とその下方に位置する前記基板保持部材に保持された基板との間の距離を０．１～５０ｍｍとするとともに吐出される前記パージガスの流量を１００～１０００ｓｃｃｍ（０．１～１Ｌ／ｍｉｎ）になるようにすることによって、吐出された前記パージガスのエアカーテンを形成し、このエアカーテンにより前記第１の処理ガスの雰囲気と前記第２の処理ガスの雰囲気とを分離し、基板の上方の前記第１の処理ガス吐出部および前記第２の処理ガス吐出部から底部の前記排気口に向けた、パージガスで分離された状態の前記第１の処理ガスおよび前記第２の処理ガスの流れを形成し、
前記回転機構により前記基板支持部材を回転させることにより、前記第１の処理ガスおよび前記第２の処理ガスの流れの中に前記加熱手段により加熱された状態の基板を通過させ、
前記加熱された基板上に、前記第１の処理ガスおよび前記第２の処理ガスを、互いに混合することなく交互に吸着させて、前記第１の処理ガスによる単原子層および前記第２の処理ガスによる単原子層とを交互に形成し、これらを熱的に反応させて化合物の膜を形成することを特徴とする成膜方法。
【請求項１０】
前記第１の処理ガスは、Ａｌ、Ｚｒ、Ｔｉ、Ｔａ、Ｓｉ、ＷおよびＲｕのうちいずれか１種を含み、前記第２の処理ガスはＮまたはＯを含むことを特徴とする請求項９に記載の成膜方法。
【請求項１１】
Al_2O_3、ZrO_2、ＴｉＮ、ＴａＮ、SiO_2、ＳｉＮ、ＳｉＯＮ、ＳｉＯＦ、ＷＮ、ＷＳｉおよびRuO_2のうちいずれか１種を成膜することを特徴とする請求項９または請求項１０に記載の成膜方法。
【請求項１２】
前記第１の処理ガス吐出部および前記第２の処理ガス吐出部からクリーニングガスを吐出し、チャンバー内をクリーニングすることを特徴とする請求項９から請求項１１のいずれか１項に記載の成膜方法。
【請求項１３】
前記クリーニングガスはClF_3であることを特徴とする請求項１２に記載の成膜方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、ＴｉＮ膜等をＡＬＤ（Atomic Layer Deposition）法を利用して成膜する成膜装置および成膜方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
半導体製造工程においては、被処理体である半導体ウエハ（以下、単にウエハと記す）

に形成された配線間のホールを埋め込むために、あるいはバリア層として、ＷＳｉ（タングステンシリサイド）、ＴｉＮ（チタンナイトライド）、ＴｉＳｉ（チタンシリサイド）等の金属化合物を堆積させて薄膜を形成している。

【０００３】

従来、これら金属化合物薄膜は物理的蒸着（ＰＶＤ）を用いて成膜されていたが、最近のようにデバイスの微細化および高集積化が特に要求され、デザインルールが特に厳しくなっており、埋め込み性の悪いＰＶＤでは十分な特性を得ることが困難となっている。そこで、ＴｉＮ膜をより良質の膜を形成することが期待できる化学的蒸着（ＣＶＤ）で成膜することが行われている。

【０００４】

しかしながら、ＣＶＤによっても、膜質、ステップカバレージ、膜の密着性が必ずしも十分とはいえなくなっている。また、１０ｎｍ以下の超薄膜を形成する際の膜厚制御が非常に困難である。

【０００５】

一方、良好な膜質の金属化合物薄膜を密着性およびステップカバレージ良く形成する技術として、近時、ＡＬＤ法が注目されている（特許文献１等）。したがって、上記金属化合物の堆積においてもＡＬＤ法を利用することが考えられる。具体的には、例えばＴｉＮ膜を成膜する際には、チャンバー内に１枚のウエハを配置し、まずチャンバー内に$TiCl_4$ガスを供給してＴｉの単原子層を吸着させ、次いでNH_3ガスを供給してその上にＮの単原子層を堆積させてこれらを反応させる。この操作を所定回数繰り返すことにより、所定厚さのＴｉＮ膜を得る。

【特許文献１】特開昭５５－１３０８９６号公報等

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

しかしながら、ＡＬＤ法を利用して金属化合物薄膜を形成する際には、供給するガスの切り替えを高速で行わなければならず、そのために高速スイッチングバルブを用いるが、このような高速スイッチングバルブは寿命が短いという問題点がある。また、このように単原子層を積層する際には、一方のガスを供給してから他方のガスを供給する間にパージガスを供給して前のガスをパージする必要があるため、成膜に時間がかかり生産性が悪いという問題点もある。

【０００７】

本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであって、高速スイッチングバルブを用いずにかつ高い生産性で、ＡＬＤ法を利用することができる成膜装置および成膜方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

上記課題を解決するために、本発明の第１の観点では、基板を収容するチャンバーと、

前記チャンバー内で複数の基板を平面的に円周状に配置された状態で支持する基板支持部材と、

前記チャンバー内に前記基板支持部材の上方に対向させた状態で設けられた第１の処理ガスを吐出する第１の処理ガス吐出部と、

前記チャンバー内の前記第１の処理ガス吐出部とは異なる位置に前記基板支持部材の上方に対向させた状態で設けられた第２の処理ガスを吐出する第２の処理ガス吐出部と、

前記第１の処理ガス吐出部と前記第２の処理ガス吐出部との間に位置し、パージガスを吐出するパージガス吐出部と、

前記第１の処理ガス、前記第２の処理ガス、前記パージガスを前記各ガス吐出部に供給するガス供給機構と、

前記基板支持部材を回転させる回転機構と、

前記基板を加熱する加熱手段と、

前記チャンバーの底部に設けられた排気口と、
を具備し、
前記第１の処理ガス吐出部と前記第２の処理ガス吐出部とは、前記回転機構の回転軸を中心として、円周状に交互に配置されており、
前記パージガス吐出部は、その内部に多数の吐出口を有し、かつ前記多数の吐出口よりも下方に延び、前記パージガスの流れが拡散することを防止するスカート部を有するとともに、そのパージガス吐出口とその下方に位置する前記基板保持部材に保持された基板との間の距離が０．１～５０ｍｍになるように設定され、吐出される前記パージガスの流量が１００～１０００ｓｃｃｍ（０．１～１Ｌ／ｍｉｎ）になるように設定されることにより、吐出された前記パージガスのエアカーテンが形成され、このエアカーテンにより前記第１の処理ガスの雰囲気と前記第２の処理ガスの雰囲気とが分離され、
前記回転機構は、前記基板支持部材に支持された基板が前記第１の処理ガス吐出部および前記第２の処理ガス吐出部の直下を通過するように前記基板支持部材を回転させ、
前記回転機構により前記基板支持部材を回転させることにより、基板の上方の前記第１の処理ガス吐出部および前記第２の処理ガス吐出部から底部の前記排気口に向けた、パージガスで分離された状態の前記第１の処理ガスの流れおよび前記第２の処理ガスの流れの中に前記加熱手段により加熱された状態の基板を通過させ、基板上に、前記第１の処理ガスおよび前記第２の処理ガスを互いに混合することなく交互に吸着させて、前記第１の処理ガスによる単原子層および前記第２の処理ガスによる単原子層とを交互に形成し、これらを熱的に反応させて化合物の膜を形成することを特徴とする成膜装置を提供する。

【０００９】
上記本発明の第１の観点において、前記パージガス吐出部は、前記基板支持部材の径方向に対応する長さが円周方向に対応する長さよりも長い形状とすることができる。また、前記パージガス吐出部の吐出口の高さ位置が、前記第１の処理ガス吐出部における吐出口の高さ位置および前記第２の処理ガス吐出部における吐出口の高さ位置よりも高いことが好ましい。

【００１０】
また、上記第１の観点において、前記回転機構は、前記第１の処理ガスおよび前記第２の処理ガスの吸着速度に応じて前記基板支持部材を回転させる回転速度が可変であることが好ましい。

【００１２】
本発明の第２の観点では、基板を収容するチャンバーと、
前記チャンバー内で複数の基板を平面的に円周状に配置された状態で支持する基板支持部材と、
前記チャンバー内に前記基板支持部材の上方に対向させた状態で設けられた第１の処理ガスを吐出する第１の処理ガス吐出部と、
前記チャンバー内の前記第１の処理ガス吐出部とは異なる位置に前記基板支持部材の上方に対向させた状態で設けられた第２の処理ガスを吐出する第２の処理ガス吐出部と、
前記第１の処理ガス吐出部と前記第２の処理ガス吐出部との間に位置し、パージガスを吐出するパージガス吐出部と、
前記第１の処理ガス、前記第２の処理ガス、前記パージガスを前記各ガス吐出部に供給するガス供給機構と、
前記基板支持部材を回転させる回転機構と、
前記基板を加熱する加熱手段と、
前記チャンバーの底部に設けられた排気口と、
を具備し、
前記第１の処理ガス吐出部と前記第２の処理ガス吐出部とは、前記回転機構の回転軸を中心として、円周状に交互に配置されており、
前記パージガス吐出部は、その内部に多数の吐出口を有し、かつ前記多数の吐出口よりも下方に延び、前記パージガスの流れが拡散することを防止するスカート部を有し、

前記回転機構は、前記基板支持部材に支持された基板が前記第１の処理ガス吐出部および前記第２の処理ガス吐出部の直下を通過するように前記基板支持部材を回転させる成膜装置を用いて基板上に化合物膜を成膜する成膜方法であって、

前記パージガス吐出部から吐出された前記パージガスを前記スカート部によって、かつそのパージガス吐出口とその下方に位置する前記基板保持部材に保持された基板との間の距離を０．１～５０ｍｍとするとともに吐出される前記パージガスの流量を１００～１０００ｓｃｃｍ（０．１～１Ｌ／ｍｉｎ）になるようにすることによって、吐出された前記パージガスのエアカーテンを形成し、このエアカーテンにより前記第１の処理ガスの雰囲気と前記第２の処理ガスの雰囲気とを分離し、基板の上方の前記第１の処理ガス吐出部および前記第２の処理ガス吐出部から底部の前記排気口に向けた、パージガスで分離された状態の前記第１の処理ガスおよび前記第２の処理ガスの流れを形成し、

前記回転機構により前記基板支持部材を回転させることにより、前記第１の処理ガスおよび前記第２の処理ガスの流れの中に前記加熱手段により加熱された状態の基板を通過させ、

前記加熱された基板上に、前記第１の処理ガスおよび前記第２の処理ガスを、互いに混合することなく交互に吸着させて、前記第１の処理ガスによる単原子層および前記第２の処理ガスによる単原子層とを交互に形成し、これらを熱的に反応させて化合物の膜を形成することを特徴とする成膜方法を提供する。

【００１３】

上記第１および第２の観点において、前記第１の処理ガスとして、Ａｌ、Ｚｒ、Ｔｉ、Ｔａ、Ｓｉ、WおよびＲｕのうちいずれか１種を含むものを用いることができ、前記第２の処理ガスとしてＮまたはＯを含むものを用いることができる。

【００１４】

また、Al_2O_3、ZrO_2、ＴｉＮ、ＴａＮ、SiO_2、ＳｉＮ、ＳｉＯＮ、ＳｉＯＦ、ＷＮ、ＷＳｉおよびRuO_2のうちいずれか１種を成膜するようにすることができる。また、前記第１の処理ガス吐出部および前記第２の処理ガス吐出部は、クリーニングガスを吐出してチャンバー内をクリーニングするようにすることができる。この場合に、前記クリーニングガスとしてClF_3を用いることができる。

【発明の効果】

【００１５】

本発明によれば、ＡＬＤ法を利用した成膜を行うにあたり、第１の処理ガス吐出部と第２の処理ガス吐出部とを基板支持部材の上方に対向させた状態で設け、第１の処理ガス吐出部と第２の処理ガス吐出部との間にパージガスを吐出するパージガス吐出部を設け、パージガス吐出部が、多数の吐出口よりも下方に延び、パージガスの流れが拡散することを防止するスカート部を有するとともに、そのパージガス吐出口とその下方に位置する基板保持部材に保持された基板との間の距離が０．１～５０ｍｍになるように設定され、吐出されるパージガスの流量が１００～１０００ｓｃｃｍ（０．１～１Ｌ／ｍｉｎ）になるように設定されることにより、吐出されたパージガスにより適切なエアカーテンを形成して第１の処理ガスおよび第２の処理ガスを分離し、パージガスで分離された状態の第１の処理ガスの流れおよび第２の処理ガスの流れの中に、回転機構により基板支持部材を回転させることによって加熱手段により加熱された状態の基板を通過させるので、高速スイッチングバルブを用いることなく、、第１の処理ガスおよび第２の処理ガスを確実に分離した状態で第１の処理ガスによる単原子層と、第２の処理ガスによる単原子層とを交互に形成することができる。また、第１の処理ガス吐出部と第２の処理ガス吐出部とが、回転機構の回転軸を中心として、円周状に交互に配置され、かつ基板支持部材に複数の基板を支持した状態で処理を行うので、一度に複数枚数の基板の成膜処理を行うことができ、生産性を高めることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１６】

以下、添付図面を参照して、本発明の実施の形態について詳細に説明する。　図１は、

本発明の一実施形態に係る成膜装置を示す断面図、図２はその内部の平面図である。ここではＡＬＤ法を利用したＣＶＤ成膜装置によりＴｉＮ膜を成膜する場合について説明する。

【００１７】

このＣＶＤ成膜装置１０は、真空引き可能に構成された略円筒状のチャンバー１１を有しており、その中には被処理体であるウエハＷを水平かつ円周状に４枚支持可能なウエハ支持部材１２が設けられている。ウエハ支持部材１２は、図２に示すように、４つのウエハ支持部１２ａを有しており、これらにウエハＷが支持されるようになっている。また、ウエハ支持部材１２の中心には下方に延びる回転軸１３が設けられており、この回転軸１３はモーター１４の軸に取り付けられている。そして、このモーター１４を回転させることにより、回転軸１３を介してウエハ支持部材１２が図２の矢印方向に沿って回転されるようになっている。したがって、ウエハ支持部１２ａに支持されたウエハＷは、ウエハ支持部材１２の回転によって回転軸１３の回りを公転するようになっている。

【００１８】

ウエハ支持部材１２の下方には、ヒーター支持部材１５が設けられており、このヒーター支持部材１５には、ウエハＷの移動軌跡に沿って内側および外側２つの円環状のヒーター１６が支持されている。

【００１９】

チャンバー１１の天壁１１ａには、第１の処理ガス吐出ノズル（第１の処理ガス吐出部）２０および第２の処理ガス吐出ノズル（第２の処理ガス吐出部）２１が、そのガス吐出口２０ａ，２１ａをウエハ支持部材１２の上面に対向させた状態で設けられている。これら第１の処理ガス吐出ノズル２０および第２の処理ガス吐出ノズル２１は、図２に示すように２つずつ、中心側から外周側に向かう径方向に沿って放射状に設けられており、これらは交互にウエハＷの移動軌跡（ウエハ配置領域）に沿って円周状に配置されている。これら第１の処理ガス吐出ノズル２０および第２の処理ガス吐出ノズル２１は、チャンバー１１の径方向に長く、チャンバー１１の周方向に短い扁平状をなしており、径方向の長さが支持部材１２に支持されたウエハＷの直径（ウエハ配置領域の径方向の長さ）よりも長くなるように設けられている（図２参照）。また、隣接する第１の処理ガス吐出ノズル２０および第２の処理ガス吐出ノズル２１は回転軸１３を中心として９０°の角度で配置されている。また、チャンバー１１の天壁１１ａには、４つのパージガス吐出ノズル（パージガス吐出部）２２が隣接する第１の処理ガス吐出ノズル２０および第２の処理ガス吐出ノズル２１の間に位置するように設けられている。これら４つのパージガス吐出ノズル２２はそれぞれ独立した状態で中心側から外周側に向けて放射状に設けられており、チャンバー１１の径方向に長く、チャンバー１１の周方向に短い扁平状をなしている。また、パージガス吐出ノズル２２は、径方向の長さが支持部材１２に支持されたウエハＷの直径よりも長くなるように設けられている。

【００２０】

図３（ａ）は第１の処理ガス吐出ノズル２０および第２の処理ガス吐出ノズル２１の断面図である。図３（ａ）に示すように、第１および第２の処理ガス吐出ノズル２０，２１は、それぞれ多数のガス吐出口２０ａ，２１ａを有しており、この多数の吐出口２０ａ，２１ａからチャンバー１１内にシャワー状に処理ガスを吐出するように構成されている。また、図３（ｂ）はパージガス吐出ノズル２２の断面図である。図３（ｂ）に示すように、パージガス吐出ノズル２２の内部には多数の吐出口２２ａが設けられている。この多数の吐出口２２ａからは、ウエハ支持部材１２に向けて直接ガスが吐出される。また、このパージガス吐出ノズル２２は、多数の吐出口２２ａの下方に延びるように設けられたスカート部２２ｂを有しており、吐出口２２ａからチャンバー１１内にシャワー状にパージガスを吐出するとともに、スカート部２２ｂによりシャワー状に吐出されたパージガスの流れが拡散することを防止しており、これによりパージガスのダウンフローがエアカーテンをなすように構成されている。そして、上述したように、パージガス吐出ノズル２２は放射状に設けられ、その径方向の長さがウエハ支持部材１２上のウエハＷの長さよりも長い

ので、多数の吐出口２２ａも放射状にかつ支持部材１２上のウエハWの長さよりも長い長さで分布し、吐出口２２ａから吐出されたパージガスのエアカーテンをウエハ支持部材１２が通過する際に、その上のウエハWの全面がもれなくパージガスのエアカーテンを通過するようになる。すなわち、支持部材１２上のウエハWを基準にすると、そのウエハW上をパージガスのエアカーテンが漏れなく走査可能となっている。このようなパージガスのエアカーテンにより、２つの処理ガスの分離性を高めることができる。

【００２１】

また、パージガス吐出ノズル２２のガス吐出口２２ａは、第１の処理ガス吐出ノズル２０および第２の処理ガス吐出ノズル２１のガス吐出口２０ａ，２１ａよりも上方に設けられており、これにより第１の処理ガス雰囲気と第２の処理ガス雰囲気とをパージガスのエアカーテンにより分離可能になっている。これらノズル２０，２１，２２からは、後述するガス供給機構３０から所定のガスが供給されるようになっている。

【００２２】

ガス供給機構３０は、クリーニングガスであるClF_3を供給するClF_3供給源３１、Ａｒを供給するＡｒ供給源３２、$TiCl_4$を供給する$TiCl_4$供給源３３、NH_3を供給するNH_3供給源３４を有している。そして、ClF_3供給源３１にはClF_3ガスライン３５が、Ａｒ供給源３２にはＡｒガスライン３６が、$TiCl_4$供給源３３には$TiCl_4$ガスライン３７が、NH_3供給源３４にはNH_3ガスライン３８がそれぞれ接続されている。そして、各ラインにはバルブ４０およびマスフローコントローラ４１が設けられている。

【００２３】

$TiCl_4$供給源３３から延びる$TiCl_4$ガスライン３７は、第１の処理ガス吐出ノズル２０から延びるガス配管４２に接続されている。また、$TiCl_4$ガスライン３７にはＡｒガスライン３６から延びる配管４５が接続されており、Ａｒガスにキャリアされた$TiCl_4$ガスが配管４２を通って第１の処理ガス吐出ノズル２０から吐出される。また、NH_3供給源３４から延びるNH_3ガスライン３８は、第２の処理ガス吐出ノズル２１から延びるガス配管４３に接続されており、NH_3ガスがNH_3ガスライン３８およびガス配管４３を通って第２の処理ガス吐出ノズル２１から吐出される。さらに、Ａｒ供給源３２から延びるＡｒガスライン３６は、パージガス吐出ノズル２２から延びる配管４４に接続されており、ＡｒガスがＡｒガスライン３６および配管４４を通ってパージガス吐出ノズル２２から吐出される。さらにまた、ClF_3供給源３１から延びるClF_3ガスライン３５には、配管４６，４７，４８が接続されており、これら配管４６，４７，４８から配管４２，４３，４４を介して第１の処理ガス吐出ノズル２０、第２の処理ガス吐出ノズル２１、およびパージガス吐出ノズル２２からクリーニングガスであるClF_3ガスを吐出可能となっている。なお、配管４５，４６，４７，４８には、それぞれバルブ４５ａ，４６ａ，４７ａ，４８ａが設けられている。

【００２４】

チャンバー１１の底壁１１ｂには、その中央部に排気口２５が設けられており、この排気口２５には排気管２６が接続されている。この排気管２６には排気装置２８が接続されており、排気装置２８を作動させることによりチャンバー１１内を所定の真空度まで減圧することができる。

【００２５】

なお、排気管２６は排気口２５から垂直方向下方に延び途中で水平方向に屈曲しており、前記回転軸１３は排気管２６の垂直部の中を通って、排気管２６の水平部の管壁を貫通して下方へ延びており、その管壁と回転軸１３との間には、流体シール２７が設けられている。

【００２６】

このように構成されたＣＶＤ成膜装置においては、まず、チャンバー１１内に半導体ウエハWを装入し、ウエハ支持部材１２のウエハ支持部１２ａにウエハWを載置する。次いで、ヒーター１６よりウエハWを加熱しながらウエハ支持部材１２を回転させ、排気装置

２８によりチャンバー１１内を排気してチャンバー１１内を所定の真空状態にする。引き続き、第１の処理ガス吐出ノズル２０からＡｒにキャリアさせたＴｉＣｌ$_4$ガスを、第２の処理ガス吐出ノズル２１からＮＨ$_3$ガスを、パージガス吐出ノズル２２からパージガスとしてのＡｒガスをそれぞれ吐出させる。

【００２７】

ウエハ支持部材１２のウエハ支持部１２ａのウエハＷのうち、最初に第１の処理ガス吐出ノズル２０から吐出されたＴｉＣｌ$_4$ガスが供給される２枚については、供給されたＴｉＣｌ$_4$ガスによりＴｉの単原子層が吸着した後、ウエハ支持部材１２の回転により、パージガス吐出ノズル２２から吐出されたＡｒガスのエアカーテンを通過して、第２の処理ガス吐出ノズル２１から吐出されたＮＨ$_3$ガスによりＴｉの単原子層の上にＮの単原子層が堆積され、これらが反応してＴｉＮが形成される。さらに、パージガス吐出ノズル２２から吐出されたＡｒガスのエアカーテンを通過した後、同様にしてＴｉの単原子層およびＮの単原子層が供給され、これが所定回数繰り返されて所定厚さのＴｉＮ膜が形成される。また、最初に第２の処理ガス吐出ノズル２１から吐出されたＮＨ$_3$ガスが供給される他の２枚については、供給されたＮＨ$_3$ガスによりＮの単原子層が吸着した後、ウエハ支持部材１２の回転により、パージガス吐出ノズル２２から吐出されたＡｒガスのエアカーテンを通過して、第１の処理ガス吐出ノズル２０から吐出されたＴｉＣｌ$_4$ガスによりＮの単原子層の上にＴｉの単原子層が堆積され、これらが反応してＴｉＮが形成される。さらに、パージガス吐出ノズル２２から吐出されたＡｒガスのエアカーテンを通過した後、同様にしてＮの単原子層およびＴｉの単原子層が供給され、これが所定回数繰り返されて所定厚さのＴｉＮ膜が形成される。この場合に、ウエハ支持部材１２の回転速度は、処理ガスであるＴｉＣｌ$_4$ガスおよびＮＨ$_3$ガスの吸着速度に応じて決定される。

【００２８】

また、この場合における第１の処理ガス吐出ノズル２０および第２の処理ガス吐出ノズル２１の形状およびウエハＷとの間隔、さらにはガス流量は、ウエハＷに均等に単原子層が吸着するような流れを形成することができるように設定される。また、パージガス吐出ノズル２２とウエハＷとの間隔、さらにはガス流量は、パージガスがＴｉＣｌ$_4$ガス雰囲気およびＮＨ$_3$ガス雰囲気を十分に分離可能なエアカーテンとして機能する流れを形成することができるように設定される。また、ヒーター１６の加熱温度はＴｉとＮとの反応に適した適宜の温度に設定される。以下、これらの設定値について具体的に述べる。

【００２９】

図３（ａ）に示した構造を有する第１の処理ガス吐出ノズル２０および第２の処理ガス吐出ノズル２１は、吐出口２０ａ，２１ａとその下方に位置する基板支持部材１２に保持されたウエハＷ表面との間の距離ｈ$_1$が０．１～１０ｍｍとなるように配置することができる。また、図３（ｂ）に示した構造を有するパージガス吐出ノズル２２は、吐出口２２ａとその下方に位置する基板支持部材１２に保持されたウエハＷ表面との間の距離ｈ$_2$が０．１～５０ｍｍとなるように配置することができ、その下端と基板支持部材１２上面との間の距離ｈ$_3$が１．１～５０ｍｍとなるように配置することができる。好ましくは、ｈ$_1$が０．１～５ｍｍ、ｈ$_2$が０．２～１０ｍｍ、ｈ$_3$が１．２～１１ｍｍとなるようにノズル２０，２１，２２を配置する。

【００３０】

また、ＴｉＮ成膜時におけるそれぞれのガス流量、チャンバー内圧力および加熱温度は、以下のように設定することができる。

ＴｉＣｌ$_4$ガス流量：１～５０ｓｃｃｍ（０．００１～０．０５Ｌ／ｍｉｎ）、好ましくは５～２０ｓｃｃｍ（０．００５～０．０２Ｌ／ｍｉｎ）

Ａｒガス（キャリアガス）流量：１０～１００ｓｃｃｍ（０．０１～０．１Ｌ／ｍｉｎ）、ＴｉＣｌ$_4$ガスが低流量の場合にはキャリアガスは用いなくてもよい

ＮＨ$_3$ガス流量：５０～１０００ｓｃｃｍ（０．０５～１Ｌ／ｍｉｎ）、好ましくは５０～５００ｓｃｃｍ（０．０５～０．５Ｌ／ｍｉｎ）

パージガス流量：１００～１０００ｓｃｃｍ（０．１～１Ｌ／ｍｉｎ）

チャンバー内圧力：１００ｍＴｏｒｒ～５Ｔｏｒｒ（１３．３Ｐａ～６６５Ｐａ）、好ましくは１００ｍＴｏｒｒ～１Ｔｏｒｒ（１３．３Ｐａ～１３３Ｐａ）
加熱温度：３００～７００℃、好ましくは４００～６００℃

【００３１】

以上のようにして、交互に配置された第１の処理ガス吐出ノズル２０および第２の処理ガス吐出ノズル２１からそれぞれ$TiCl_4$ガスおよびNH_3ガスを供給しつつ、ウエハ支持部材１２を回転させて、ウエハWに$TiCl_4$ガスおよびNH_3ガスを交互に供給するので、高速スイッチングバルブを用いることなく、ＡＬＤ法によりＴｉの単原子層およびＮの単原子層を交互に形成して所望のＴｉＮ膜を形成することができる。また、このようにウエハ支持部材１２に複数枚のウエハWを載置し、一回の処理で複数枚の成膜処理を行うから、生産性が高い。また、パージガス吐出ノズル２２からパージガスとしてのＡｒガスを吐出してエアカーテンを形成することにより、$TiCl_4$ガスおよびNH_3ガスが混合することを極力防止することができ、また、パージガスであるＡｒガスを吐出することにより、ウエハWの単原子層の形成が終了した部分の処理ガスを速やかに除去して余分な反応を防止することができるので、より良質の膜を形成することができる。

【００３２】

このようなＴｉＮ膜の形成を繰り返し行い、所定枚数のウエハWの成膜処理が終了した時点で、ClF_3源３１からガスライン３５、配管４６，４７，４８および配管４２，４３，４４を介してノズル２０，２１，２２からClF_3ガスを吐出させてチャンバー１１内をクリーニングする。

【００３３】

このクリーニング時におけるClF_3ガス流量、チャンバー内圧力、クリーニング温度は、例えば以下に示すように設定することができる。
ClF_3ガス流量：１００～５００ｓｃｃｍ（０．１～０．５Ｌ／ｍｉｎ）、好ましくは２００～３００ｓｃｃｍ（０．２～０．３Ｌ／ｍｉｎ）
チャンバー内圧力：１～１０Ｔｏｒｒ（１３３～１３３０Ｐａ）、好ましくは１～５Ｔｏｒｒ（１３３～６６５Ｐａ）
クリーニング温度：２００～５００℃、好ましくは２００～３００℃

【００３４】

次に、他の実施形態に係るＣＶＤ成膜装置について説明する。図４は他の実施形態に係るＣＶＤ成膜装置を部分的に示す断面図である。ここでは、ウエハ支持部材１２の代わりにウエハ支持部材１２’を用いてウエハWを自転させる構成となっている。すなわち、ウエハ支持部材１２’は、ベース部材５１の上に、４つ（図４では２つのみ図示）のウエハテーブル５２が回転可能に設けられ、これらウエハテーブル５２をモーター５３により回転させることにより、ウエハテーブル５２上のウエハWを自転させる。これにより、処理ガスとしての$TiCl_4$ガスおよびNH_3ガスをより一層均一にウエハWに供給することができ、より均一な単原子層を形成することができる。この場合に、図１のようにヒーター１６がウエハ支持部材の下にあると、加熱効率が悪くなるため、図４のようにウエハWの上方にヒーター１６’を設けることが好ましい。１５’はヒーター１６’を支持するヒーター支持部材である。このようにヒーターを設けた場合には、処理ガスがウエハWに有効に供給されるようにヒーター１６’およびヒーター支持部材１５’にガス通過可能な多数の孔を設けることが好ましい。

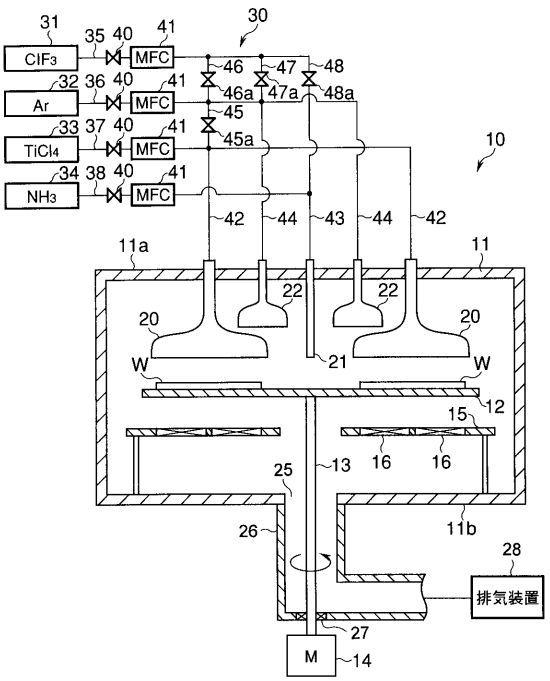
【００３５】

さらに、図５の実施形態では、処理ガスとしての$TiCl_4$ガスおよびNH_3ガスをそれぞれシャワーヘッド６０およびシャワーヘッド６１から供給するようにしている。シャワーヘッド６０は、図６に示すように、ディスク状をなす中空の本体６０ａの下面に多数のガス吐出孔６０ｂが形成されており、このガス吐出孔６０ｂから均一にガスを吐出する。シャワーヘッド６１も同様に構成されている。このようにノズルの代わりにシャワーヘッドを用いることによってもウエハWに均一に$TiCl_4$ガスおよびNH_3ガスを供給することができる。

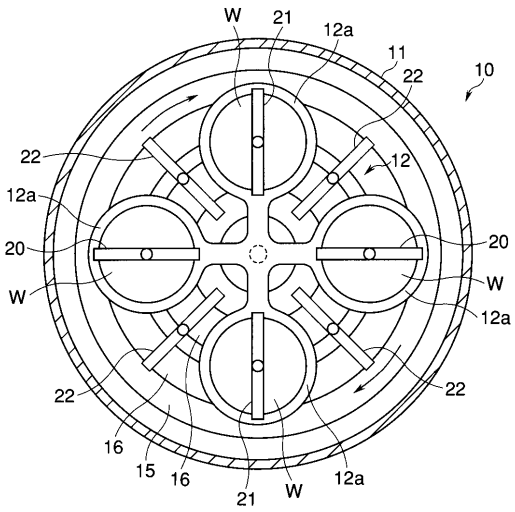
【００３６】
さらにまた、図７の実施形態では、第１の処理ガス吐出ノズル２０および第２の処理ガス吐出ノズル２１の直下に排気口７０を設けている（第１の処理ガス吐出ノズル２０に対応する排気口のみ図示）。このようにすることにより、不要な$TiCl_4$ガスおよびNH_3ガスを排気口７０に接続された排気管７１を介して速やかに排出することができる。
【００３７】
なお、本発明は、上記実施の形態に限定されることなく種々変形可能である。例えば、上記実施形態では、ＴｉＮ膜を成膜する例について示したが、Al_2O_3、ZrO_2、ＴａＮ、SiO_2、ＳｉＮ、ＳｉＯＮ、ＷＮ、ＷＳｉ、RuO_2等、他の金属化合物も同様にして成膜することができる。また、上記実施形態では、第１の処理ガスとして$TiCl_4$を用い、第２の処理ガスとしてNH_3ガスを用いたが、第１の処理ガスと第２の処理ガスとは成膜する金属化合物膜に応じた適宜のガスを用いることができる。このような場合における第１の処理ガスとしては、$TiCl_4$の他に、$TaBr_5$、$Ta(OC_2H_5)_5$、$SiCl_4$、SiH_4、Si_2H_6、SiH_2Cl_2、WF_6等のＡｌ、Ｚｒ、Ｔｉ、Ｔａ、Ｓｉ、ＷおよびＲｕのうち１種を含むものを挙げることができ、第２の処理ガスとしては、NH_3の他に、NH_3（N_2）、O_2、O_3、ＮＯ、N_2O、N_2O_3、N_2O_5等のＮまたはＯを含むものを挙げることができる。
【００３８】
また、ヒーターの位置を図１の例ではウエハの下方に、図４の例ではウエハの上方に設けたが、これら両方に設けてもよいし、均一に加熱することができれば他の位置に設けてもよい。さらに、パージガスとしてＡｒガスを用いたが、N_2ガス等他のガスであってもよい。また、２つの処理ガスを有効に遮断することができれば、パージガスを用いなくてもよい。さらにまた、用いる基板としては、半導体ウエハに限らず他のものであってもよく、また、表面上に他の層を形成した基板であってもよい。
【図面の簡単な説明】
【００３９】
【図１】本発明の一実施形態に係るＣＶＤ成膜装置を示す断面図。
【図２】図１のＣＶＤ成膜装置の内部を示す平面図。
【図３】図１のＣＶＤ成膜装置における第１の処理ガス吐出ノズルおよびパージガス吐出ノズルの断面図。
【図４】本発明の他の実施形態に係るＣＶＤ成膜装置を部分的に示す断面図。
【図５】本発明のさらに他の実施形態に係るＣＶＤ成膜装置を部分的に示す断面図。
【図６】図４の装置に用いたシャワーヘッドを示す斜視図。
【図７】本発明のさらに他の実施形態に係るＣＶＤ成膜装置を部分的に示す断面図。
【符号の説明】
【００４０】
１０；ＣＶＤ成膜装置
１１；チャンバー
１２，１２’；ウエハ支持部材
１２ａ；ウエハ支持部
１３；回転軸
１４；モーター
１６，１６’；ヒーター
２０，２１；処理ガス吐出ノズル
２２；パージガス吐出ノズル
３０；ガス供給機構
２５，７０；排気口
２６，７１；排気管
２８；排気装置
５２；ウエハテーブル

５３；モーター
６０，６１；シャワーヘッド
Ｗ；半導体ウエハ

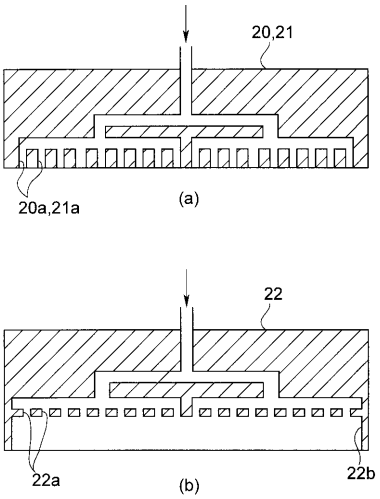
【図１】



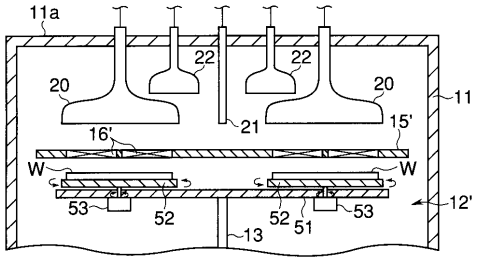
【図２】



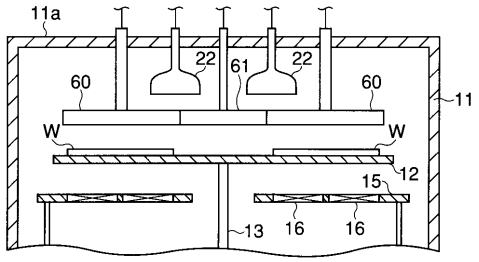
【図３】


20,21
20a,21a
(a)
22
22a
22b
(b)

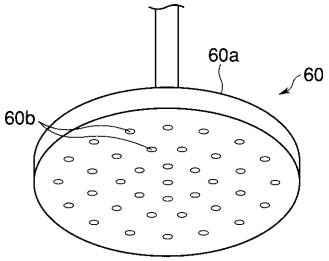
【図４】


11a
22
22
20
20
11
21
16'
15'
W
W
53
52
52
51
53
12'
13

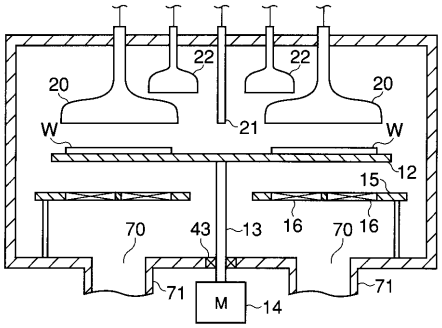
【図５】


11a
22
61
22
60
60
11
W
W
12
15
13
16
16

【図６】


60a
60
60b

【図７】


22
22
20
20
W
21
W
12
15
70
43
13
16
70
16
71
71
M
14

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０４－２８７９１２（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－３３０９４４（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－２５１７０１（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－０８６１７１（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－０２６８１１（ＪＰ，Ａ）
特開昭６４－０１８９９９（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｃ２３Ｃ １６／００－１６／５６
Ｈ０１Ｌ ２１／２８５
Ｈ０１Ｌ ２１／３１