(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2004-35971
(P2004-35971A)
(43)公開日　平成16年2月5日(2004.2.5)

(51)Int.Cl.[7]	F I	テーマコード（参考）
C23C 16/455	C23C 16/455	4K030
H01L 21/205	H01L 21/205	5F045

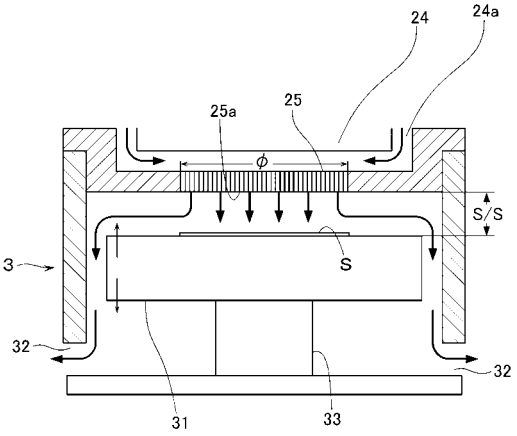
審査請求 有　請求項の数 13　ＯＬ　（全 13 頁）

(21)出願番号　特願2002-196930(P2002-196930)
(22)出願日　平成14年7月5日(2002.7.5)

(71)出願人　000231464
株式会社アルバック
神奈川県茅ヶ崎市萩園２５００番地
(74)代理人　100119585
弁理士　東田　澤
(74)代理人　100120802
弁理士　山下　雅昭
(74)代理人　100106105
弁理士　打揚　洋次
(72)発明者　増田　健
静岡県裾野市須山１２２０－１　株式会社アルバック半導体技術研究所内
(72)発明者　梶沼　雅彦
静岡県裾野市須山１２２０－１　株式会社アルバック半導体技術研究所内
最終頁に続く

(54)【発明の名称】薄膜製造装置

(57)【要約】
【課題】ウエハー面内分布均一性を達成することができる薄膜製造装置の提供。
【解決手段】ガス混合室２４からシャワーヘッド２５へ供給される混合ガスの供給口２４ａをガス混合室の底面の周縁部に設け、混合ガスがシャワーヘッド上面の周縁部から中心部へ向かって流れるように構成し、また、成膜室３内の排ガスを排気するための排気口３２を、成膜室側壁の成膜時ステージ３１の位置より下方部分に設けて、成膜室内の排ガスを成膜室の側壁方向へ向かわせ、排気口から排気されるように構成する。ステージ３１を昇降自在に形成して、シャワーヘッド２５と基板Ｓとの間の距離を調整可能にする。
【選択図】　図３



【特許請求の範囲】
【請求項１】
原料ガスと反応ガスとの混合用ガス混合室と、該ガス混合室に接続された成膜室と、該成膜室の上面に配設されたシャワーヘッドと、該成膜室内に配設された、被処理基板を載置する昇降自在のステージとを有し、該ガス混合室で得られる混合ガスを該シャワーヘッドを介して該成膜室内へ導入することにより該被処理基板上に薄膜を形成する薄膜製造装置であって、
該ガス混合室から該シャワーヘッドへ供給される混合ガスの供給口を該ガス混合室の底面の周縁部に設けて、該ガス混合室から供給される混合ガスがシャワーヘッド上面の周縁部から中心部へ向かって流れるように構成したことを特徴とする薄膜製造装置。
【請求項２】
請求項１において、該成膜室内の排ガスを排気するための排気口を、成膜室側壁の成膜時ステージ位置より下方部分に設けて、該成膜室内の排ガスを成膜室の側壁方向へ向かわせ、側壁に設けた排気口から排気されるように構成したことを特徴とする薄膜製造装置。
【請求項３】
請求項１又は２において、成膜時の混合ガスに関して、混合ガス流量が多く、シャワーコンダクタンスが小さく、シャワーヘッドからの噴出しが中心噴出しである場合、径を大きくしたシャワーヘッドを配設するか、又は該シャワーヘッドと該被処理基板との間の距離を大きく調整するか、又は径を大きくしたシャワーヘッドを配設すると共に該シャワーヘッドと該被処理基板との間の距離を大きく調整することができるように構成し、これにより、該混合ガスの中心噴出しをなくして、その噴出し方が均一化されるようにしたことを特徴とする薄膜製造装置。
【請求項４】
請求項１又は２において、成膜時の混合ガスに関して、混合ガス流量が少なく、シャワーコンダクタンスが大きく、シャワーヘッドからの噴出しが外側噴出しである場合、径を小さくしたシャワーヘッドを配設するか、又は該シャワーヘッドと該被処理基板との間の距離を小さく調整するか、又は径を小さくしたシャワーヘッドを配設すると共にシャワーヘッドと該被処理基板との間の距離を小さく調整することができるように構成し、これにより、該混合ガスの外側噴出しをなくして、その噴出し方が均一化されるようにしたことを特徴とする薄膜製造装置。
【請求項５】
請求項１～４のいずれかにおいて、該成膜室内径と該シャワーヘッド径とが、次式：
（シャワーヘッド径）×１．５　≦　成膜室内径　≦　（シャワーヘッド径）×２．５
の関係を満足するように構成されたことを特徴とする薄膜製造装置。
【請求項６】
請求項５において、該式は、成膜時における成膜室圧力、シャワーヘッド径及び全ガス流量がそれぞれ、次式：
２Ｔｏｒｒ　＜　成膜室圧力　＜　１０Ｔｏｒｒ、
被処理基板径　≦　（シャワーヘッド径）　×　１．５
２５００ｓｃｃｍ　＜　全ガス流量　＜　７０００ｓｃｃｍ
の関係を満足する時に成立することを特徴とする薄膜製造装置。
【請求項７】
請求項１～６のいずれかにおいて、該シャワーヘッド（Ｓ）と該被処理基板（Ｓ）との間の距離が、次式：
（Ｓ／Ｓ間距離）×５　≦　シャワーヘッド径　≦　（Ｓ／Ｓ間距離）×１０
の関係を満足するように構成されたことを特徴とする薄膜製造装置。
【請求項８】
請求項７において、該式は、成膜時における成膜室圧力、シャワーヘッド径及び全ガス流量がそれぞれ、次式：
２Ｔｏｒｒ　＜　成膜室圧力　＜　１０Ｔｏｒｒ、

被処理基板径　≦　（シャワーヘッド径）　×　１．５
２５００ｓｃｃｍ　＜　全ガス流量　＜　７０００ｓｃｃｍ
の関係を満足する時に成立することを特徴とする薄膜製造装置。
【請求項９】
請求項１～８のいずれかにおいて、該装置の排気クリアラスが、次式：
０．０２ｍ^3／ｓ　＜　排気コンダクタンス　＜　０．０８ｍ^3／ｓ
の関係を満足するように構成されたことを特徴とする薄膜製造装置。
【請求項１０】
請求項９において、該式は、成膜時における成膜室圧力、シャワーヘッド径及び全ガス流量がそれぞれ、次式：
２Ｔｏｒｒ　＜　成膜室圧力　＜　１０Ｔｏｒｒ、
被処理基板径　≦　（シャワーヘッド径）　×　１．５
２５００ｓｃｃｍ＜全ガス流量＜７０００ｓｃｃｍ
の関係を満足する時に成立することを特徴とする薄膜製造装置。
【請求項１１】
請求項１～１０のいずれかにおいて、該成膜室の上面の周縁部にガスリングを設け、このガスリングを介して、該成膜室の内壁面に沿って成膜に直接関与しない不活性ガスを該成膜室内に均等に導入することができるように構成したことを特徴とする薄膜製造装置。
【請求項１２】
請求項１～１１のいずれかにおいて、該薄膜製造装置がＭＯＣＶＤによる薄膜製造装置であることを特徴とする薄膜製造装置。
【請求項１３】
大気雰囲気のウエハーカセットから搬送されたウエハをストックするロードロック室と、成膜室と、ロードロック室と成膜室との間に設けられた搬送室とを備え、該成膜室の上流側に原料ガスと反応ガスとの混合用ガス混合室が配設され、該成膜室の上面にシャワーヘッドが配設され、該成膜室内に被処理基板を載置する昇降自在のステージが配設され、該ガス混合室で得られる混合ガスを該シャワーヘッドを介して該成膜室内へ導入することにより該被処理基板上に薄膜を形成することができるように構成された薄膜製造装置であって、該薄膜製造装置が、請求項１～１２のいずれかに記載された装置として構成されていることを特徴とする薄膜製造装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、薄膜製造装置に関し、特に、ＭＯＣＶＤ法のようなＣＶＤ法により成膜する際に、膜厚、膜質、膜組成等のウエハー（基板）面内分布を向上せしめることができる薄膜製造装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】
従来から、ＭＯＣＶＤ法のようなＣＶＤ法により薄膜を製造する際に、膜厚、膜質、膜組成等のウエハー面内の分布均一性を高める手段として、原料ガスと反応ガスとの均一な混合、ウエハーの適正な回転、シャワーヘッドからのウエハーに対する均一なガス噴出し等について、種々の技術が提案されている。
【０００３】
【発明が解決しようとする課題】
ＭＯＣＶＤ法によって薄膜を製造する場合、一般に、気化した原料ガスと反応ガスとからなる混合ガスを真空雰囲気の成膜室内に導入し、成膜室内に配設されたステージ上に載置した被処理基板上で気相化学反応により成膜する。該成膜室の上面には、ステージに対向してシャワーヘッドが配設され、このシャワーヘッドの上流側にはガス混合室が付設されている。成膜時に、混合室に供給された原料ガスと反応ガスとは、所定の混合比の混合ガスとして、シャワーヘッドを介して所定の真空度に排気された成膜室内に導入され、基板

上での化学反応により薄膜が製造される。

【０００４】

従来技術において、基板上に均一な膜質及び膜厚分布を有する薄膜を形成するために試みられていた種々の提案は、ＭＯＣＶＤ装置構造の複雑さや混合ガスの均一性等の点から、決定的な解決手段とはなり得ない。そのため、より簡易でしかも種々の成膜条件に合わせて制御可能なＣＶＤ装置の開発が求められている。本発明の課題は、従来技術の問題点を解決することにあり、良好なウエハー面内分布を容易に達成することができる薄膜製造装置を提供することにある。

【０００５】

【課題を解決するための手段】

本発明者らは、膜厚、膜質、膜組成等に対するウエハー面内均一性が向上した薄膜の製造装置を開発すべく、ガス流量、シャワーヘッドの径、シャワーコンダクタンス、排気速度、シャワーヘッドと被処理基板との間の距離等の各種パラメーターの組み合わせについて、鋭意研究・開発を行ってきた。その結果、混合ガスのシャワーヘッドへの供給の仕方、排気の方向、成膜室内径とシャワーヘッド径との関係、シャワーヘッド－基板間距離、排気クリアランス、シャワーヘッドのガス噴出し径等がウエハー面内均一性に影響するという知見を得、本発明を完成するに至った。

【０００６】

本発明の薄膜製造装置は、原料ガスと反応ガスとの混合用ガス混合室と、このガス混合室に接続された成膜室と、成膜室の上面に配設されたシャワーヘッドと、成膜室内に配設された、被処理基板を載置する昇降自在のステージとを有し、ガス混合室で得られる混合ガスをシャワーヘッドを介して成膜室内へ導入することにより被処理基板上に薄膜を形成する薄膜製造装置であって、ガス混合室からシャワーヘッドへ供給される混合ガスの供給口をガス混合室の底面の周縁部に設けて、ガス混合室から供給される混合ガスがシャワーヘッド上面の周縁部から中心部へ向かって流れるように構成したことを特徴とする。このように構成することにより、製造された薄膜について、膜厚、膜質、膜組成等に対するウエハー面内均一性を達成し得る装置が提供できる。

【０００７】

本発明の薄膜製造装置において、成膜室内の排ガスを排気するための排気口を、成膜室側壁の成膜時ステージ位置より下方部分に設けて、成膜室内の排ガスを成膜室の側壁方向へ向かわせ、側壁に設けた排気口から排気されるように構成する。

本発明の薄膜製造装置において、成膜時の混合ガスに関して、混合ガス流量が多く、シャワーコンダクタンスが小さく、シャワーヘッドからの噴出しが中心噴出しである場合、径を大きくしたシャワーヘッドを配設するか、又は該シャワーヘッドと該被処理基板との間の距離を大きく調整するか、又は径を大きくしたシャワーヘッドを配設すると共に該シャワーヘッドと該被処理基板との間の距離を大きく調整することができるように構成することが好ましい。シャワーヘッドの径とは、シャワーヘッドのガス噴出し径である。このように構成すれば、混合ガスの中心噴出しがなくなり、その噴出し方が均一化される。かくして、基板への均一なガス衝突が実現され、その結果、得られた薄膜の膜厚、膜質、膜組成等のウエハー面内分布均一性が達成される。

【０００８】

また、成膜時の混合ガスに関して、混合ガス流量が少なく、シャワーコンダクタンスが大きく、シャワーヘッドからの噴出しが外側噴出しである場合、径を小さくしたシャワーヘッドを配設するか、又は該シャワーヘッドと該被処理基板との間の距離を小さく調整するか、又は径を小さくしたシャワーヘッドを配設すると共にシャワーヘッドと該被処理基板との間の距離を小さく調整することができるように構成することが好ましい。このように構成すれば、混合ガスがシャワーヘッドの外側噴出しがなくなり、その噴出し方が均一化される。かくして、基板への均一なガス衝突が実現され、その結果、得られた薄膜の膜厚、膜質、膜組成等のウエハー面内分布均一性が達成される。

【０００９】

本発明の薄膜製造装置において、成膜室内径とシャワーヘッド径とが、次式：
（シャワーヘッド径）×１．５　≦　成膜室内径　≦　（シャワーヘッド径）×２．５
の関係を満足するように構成されることが好ましい。シャワーヘッド上面の周縁部から中心部（内側）へ向かう混合ガス流れ及びシャワーヘッド下側で成膜室の周縁部へと引かれる排気の影響の釣り合いで、基板へのガス衝突が均一になるか否かが決まる。そのため、成膜室内径とシャワーヘッド径とが上記式を満足しないと、基板へのガス衝突が均一にならず、その結果、得られた薄膜の膜厚、膜質、膜組成等のウエハー面内分布が均一になり難い。この場合、上記式は、成膜時における成膜室圧力、シャワーヘッド径及び全ガス流量がそれぞれ、次式：
２Ｔｏｒｒ　＜　成膜室圧力　＜　１０Ｔｏｒｒ、
被処理基板径　≦　（シャワーヘッド径）　×　１．５
２５００ｓｃｃｍ　＜　全ガス流量　＜　７０００ｓｃｃｍ
の関係を満足する時に成立する。

【００１０】

本発明の薄膜製造装置において、シャワーヘッド（Ｓ）と被処理基板（Ｓ）との間の距離が、次式：
（Ｓ／Ｓ間距離）×５　≦　シャワーヘッド径　≦　（Ｓ／Ｓ間距離）×１０
の関係を満足するように設定されることが好ましい。この式の関係を満足しないと、基板へのガス衝突が均一にならず、その結果、得られた薄膜の膜厚、膜質、膜組成等のウエハー面内分布が均一になり難い。この場合、上記式は、成膜時における成膜室圧力、シャワーヘッド径及び全ガス流量がそれぞれ、次式：
２Ｔｏｒｒ　＜　成膜室圧力　＜　１０Ｔｏｒｒ、
被処理基板径　≦　（シャワーヘッド径）　×　１．５
２５００ｓｃｃｍ　＜　全ガス流量　＜　７０００ｓｃｃｍ
の関係を満足する時に成立する。

【００１１】

本発明の薄膜製造装置において、この装置の排気クリアランスが、次式：
０．０２m^3／ｓ　＜　排気コンダクタンス　＜　０．０８m^3／ｓ
の関係を満足するように構成されることが好ましい。排気コンダクタンスがこの式の関係を満足しないと、基板へのガス衝突が均一にならず、その結果、得られた薄膜の膜厚、膜質、膜組成等のウエハー面内分布が均一になり難い。この場合、上記式は、成膜時における成膜室圧力、シャワーヘッド径及び全ガス流量がそれぞれ、次式：
２Ｔｏｒｒ　＜　成膜室圧力　＜　１０Ｔｏｒｒ、
被処理基板径　≦　（シャワーヘッド径）　×　１．５
２５００ｓｃｃｍ＜全ガス流量＜７０００ｓｃｃｍ
の関係を満足する時に成立する。

【００１２】

本発明の薄膜製造装置において、成膜室の上面の周縁部にガスリングを設け、このガスリングを介して、成膜室の内壁面（周縁部）に沿って成膜に直接関与しない不活性ガスを成膜室内に均等に導入することができるように構成してもよい。本発明の薄膜製造装置は、ＭＯＣＶＤによる薄膜製造装置であることが好ましい。

【００１３】

さらに、本発明の薄膜製造装置は、大気雰囲気のウエハーカセットから搬送されたウエハをストックするロードロック室と、成膜室と、ロードロック室と成膜室との間に設けられた搬送室とを備え、この成膜室の上流側に原料ガスと反応ガスとの混合用ガス混合室が配設され、成膜室の上面にシャワーヘッドが配設され、成膜室内に被処理基板を載置する昇降自在のステージが配設され、ガス混合室で得られる混合ガスをシャワーヘッドを介して成膜室内へ導入することにより被処理基板上に薄膜を形成することができるように構成された薄膜製造装置であって、この薄膜製造装置が、上記のように構成されていることを特徴とする。

【００１４】
【発明の実施の形態】
本発明に係わる薄膜製造装置の一実施の形態によれば、大気雰囲気のウエハーカセットから搬送されたウエハー（被処理基板）をストックするロードロック室と、真空容器からなる成膜室と、ロードロック室と成膜室との間に設けられた搬送室とを備え、この成膜室内に被処理基板を載置する昇降自在のステージが配設され、成膜室の上面にステージと対向してシャワーヘッドが配設され、成膜室の上流側にシャワーヘッドに原料ガス及び反応ガスの混合ガスを供給するためのガス混合室が付設され、ステージには被処理基板を加熱又は冷却するための温度制御装置が付設され、ガス混合室には原料ガス及び反応ガスの各ガス供給系が接続され、また、成膜室には室内を排気するための真空排気系が接続され、さらに、被処理基板を搬入又は搬出するための搬送手段が設けられた薄膜製造装置であって、ガス混合室で得られた混合ガスをシャワーヘッドを介して成膜室内へ導入することにより、被処理基板上に所望のウエハー面内均一性を有する薄膜を形成することができるように構成してなる薄膜製造装置が提供される。
【００１５】
以下、本発明に係わる薄膜製造装置の実施の形態について、図面を参照して説明する。
本発明の薄膜製造装置は、例えば、図１に示すように、大気雰囲気のウエハーカセット１からウエハーが搬送され、ストックされるロードロック室２と、成膜室３と、ロードロック室２と成膜室３との間に設けられた搬送室４と、その他の成膜室等の室６、７、８、９とを備えている。この成膜室３の周辺の概略構成を図２に示し、また、成膜時の成膜室３の内部の様子を図３に示す。図１～３において、同じ構成要素は同一の符号で示す。
【００１６】
ロードロック室２と成膜室３とは仕切りバルブを介して接続されている。ロードロック室２は、成膜面に金属薄膜が形成された被処理基板を一旦真空雰囲気に曝すことで、被処理基板表面の水分等を除去する役割を果たす。このため、図示しないが、ロードロック室２には、真空ポンプが接続されていると共に、その真空度をモニターする真空計が配設されており、また、被処理基板が装着された基板ホルダーを搬送する搬送アームが設けられている。この被処理基板を装着した基板ホルダーの受渡等のため、搬送アームの回転軸は短いストロークで昇降自在である。この搬送アームによって外部（ウエハーカセット）から、基板ホルダーに装着された被処理基板をロードロック室２に収容し、所定の真空度まで真空排気した後、仕切りバルブを開けて、同じ真空度に真空排気した搬送室４を経て成膜室３に被処理基板を基板ホルダーと共に搬送する。そして、搬送アームを再びロードロック室２に戻して仕切りバルブを閉じる。図１において、１０はウエハーの位置や角度を調整するためのウエハーライナーを示す。
【００１７】
そして、成膜室３にもまた、ロードロック室２と同様に、真空雰囲気の形成が可能であるように真空ポンプが設けられていると共に、その真空度をモニターする真空計が配設されている。また、真空ポンプはバルブを介在させて設けられていてもよい。すなわち、成膜室３は、図２に示すように、仕切りバルブ２１を介して排気手段２２へ接続され、この排気手段により成膜室内が排気される。
また、成膜室３に付設された混合室には、図２に示すように、混合ガス供給系が接続されている。この混合ガス供給系は、気化器２３を経て原料ガスを混合室２４へ供給する原料ガス供給系と、反応ガス（O_2）供給系とからなる。そして、これらのガス供給系から供給されたガスは混合室２４で混合され、混合ガスはシャワーヘッド２５を介して成膜室３内に導入される。
【００１８】
図１に示すように、被処理基板をロボット搬送アーム５を用いてロードロック室２へと搬送した後、このロードロック室を真空引きする（到達圧力：５Ｐａ程度まで）。次いで、同程度まで真空引きされている搬送室４とロードロック室２との間の仕切りバルブを開き、ロードロック室２と搬送室４とを一体化する。その後、搬送室４を、成膜室３の成膜時

圧力６６５Ｐａより高い圧力になるようにN_2ガス等の不活性ガスをフローして圧力制御し、成膜室３内の混合ガスが搬送室４に流れ込むのを防ぐようにする。この状態で、被処理基板をロードロック室２から搬送室４へ、そして搬送室４と成膜室３との間の仕切りバルブを開けて成膜室３へと搬送する。

【００１９】

図３に示すように、被処理基板Ｓが成膜室３内に配設されたウエハーステージ３１上に搬送された後、このステージを、設定したシャワーヘッド－基板間距離（Ｓ／Ｓ間距離：通常、１５～５０ｍｍ程度）になるまで上昇させる。ステージ３１上に搬送された基板Ｓは、加熱手段により加熱されたステージの熱を受けて室温から成膜温度まで昇温する。室温から昇温し、成膜温度で安定するまでのトータルの時間は、通常４分程度である。

温度が安定した後、気化器２３（図２）により気化された原料ガス（実ガス）と反応ガス（例えば、O_2ガス等）とをガス混合室２４へ導入して得られた所定の配合比の混合ガスを、ガス供給口２４ａから、シャワーヘッド２５を介して成膜室３内のステージ３１上に載置された基板Ｓ上に供給し、成膜を開始する。

【００２０】

混合ガス流量やシャワーヘッド径（すなわち、ガス噴出し部分の径）、さらにはシャワーヘッド－基板間距離に応じて、所定の膜厚（例えば、およそ１００ｎｍの膜厚）になるまでの時間、混合ガスを導入する。

所定の膜厚になるまで成膜した後、混合ガスの導入を止め、ステージ３１を搬送室４へ基板Ｓの受け渡しができる位置まで下げて、成膜室３から搬送室４へ処理された基板Ｓを搬送し、回収する。この搬送室４は前述のように圧力制御されている。

【００２１】

図３に示すＭＯＣＶＤ装置は、上記したように、ガス混合室２４と、このガス混合室に接続された成膜室３と、この成膜室の上面に設けられたシャワーヘッド２５とを備え、成膜室３内には被処理基板Ｓを載置するステージ３１がシャワーヘッド２５に対向して配設されている。このように構成することにより、ガス混合室２４で得られた混合ガスをシャワーヘッド２５を介して成膜室３内へ導入し、被処理基板Ｓ上に薄膜を形成できるようになっている。混合ガス出口（シャワーヘッドへの供給口）２４ａはガス混合室２４の底部の周縁部に設けられ、このガス混合室からシャワーヘッド２５へ供給される混合ガスが、シャワーヘッドの上面で、その外周部（周縁部）から中心部へ向かって流れるように構成されている。

【００２２】

成膜室３の側壁に設けられた排気口３２は、成膜時のステージ３１の位置より下の壁面に設けられており、成膜時の排ガスの排気方向が成膜室３の周縁部へ向かうように構成され、排ガスは成膜室の内壁面に沿って流れ、最終的に成膜室外へ排気される。

上記成膜室３において、ステージ３１は、昇降手段３３により所定の成膜位置に設定可能なように昇降自在に構成され、シャワーヘッド２５と被処理基板Ｓとの間の距離が調整可能になっている。

【００２３】

上記したように、シャワーヘッド２５上面の混合ガス流れが、シャワーヘッドの周縁部から中心部へ向かうように構成されており、また、ガスの排気方向が成膜室３の周縁部へ向かうように構成されているので、混合ガスの流量及びシャワーコンダクタンスを変えることにより、中心噴出し（ガス流量が多く、シャワーコンダクタンスが小さい場合）から外側噴出し（ガス流量が小さく、シャワーコンダクタンスが大きい場合）までガス流れが変化する場合に、上記したようにシャワーヘッド径等を選択・調整すれば十分対応できる。

【００２４】

上記したように、混合ガスの流路及びガス排気方向を制御することに加えて、シャワーヘッドと基板（ウエハー）との間の距離（Ｓ／Ｓ間距離）を調節することにより、基板への均一なガス衝突（ひいては、均一なウエハー面内分布）を実現することができる。例えば、中心噴出しの場合、Ｓ／Ｓ間距離を大きくすると均一な面内分布を実現でき、外側噴出

しの場合、Ｓ／Ｓ間距離を小さくすると均一な面内分布を実現できる。
本発明によれば、上記したように、シャワーヘッド２５の上側における周辺部から中心部に向かう混合ガス流れと、シャワーヘッド２５の下側における成膜室３の内壁面に沿った排ガスの排気方向との組み合わせにより、さらには、Ｓ／Ｓ間距離を調節することにより、成膜の際に良好な面内均一性を達成することが可能となる。

【００２５】
また、本発明によれば、ウエハー面内分布均一性を達成するためには、シャワーヘッド２５のガス噴出径は、被処理基板Ｓの径と最低限同じであるか又はそれより大きいことが好ましい。なお、シャワーヘッド２５は、通常、処理される基板のサイズに応じた所定サイズの径を有するものを用いるが、処理される基板のサイズにあわせて所定のガス噴出径になるように余分のガス噴出穴２５ａを塞ぐことができるようにしたものを用いてもよい。すなわち、シャワーヘッド２５の径（ガス噴出径）を自在に調節できるように構成してもよい。

【００２６】
さらに、本発明の装置に用いるシャワーヘッドにおいて、その形状やガス噴出穴の形態やガス噴出穴の密度に特に制限があるわけではなく、ガスが均一に成膜室に導入できるものであればよい。例えば、図５（ａ）に示すように、シャワーヘッドのガス噴出穴が全体にわたって均一な密度で開けられているものでも、また、図５（ｂ）～（ｅ）に示すように、ガス流量や真空ポンプの排気速度に応じて、シャワーヘッドの穴密度又は穴径を変えたものや穴密度又は穴径に分布を持たせたものを使用してもよい。図５において、（ｂ）は全体が（ａ）に比べて低密度（小径）の穴を有するもの、（ｃ）は全体が（ａ）に比べて高密度（小径）の穴を有するもの、（ｄ）は中心が高密度、中間が中位の密度、周辺が低密度の穴を有するもの、（ｅ）は中心が低密度、中間が中位の密度、周辺が高密度の穴を有するものを示すが、この態様に制限される訳ではなく、適宜設計・変更可能である。図５に示すシャワーヘッドのうち（ｄ）及び（ｅ）の場合は、例えば、内径が異なり、かつ、シャワーヘッド穴密度が異なる複数の円環体を同心的に嵌め込んで形成したプレート状のシャワーヘッドであってもよい。

【００２７】
本発明の薄膜製造装置を用いる薄膜製造プロセスは、上記のような工程を経て実施でき、図３に示すＭＯＣＶＤによる薄膜製造装置を用いた薄膜製造プロセスにおける成膜条件としては、例えば、強誘電体ＰＺＴ薄膜等を製造する場合、以下の範囲内に設定すれば所期の目的を達成することができる。

・ガス流量：

反応ガス(O_2)：１０００～５０００ｓｃｃｍ

キャリアガス：３００ｓｃｃｍ

原料流量：0.3M-Pb(DPM)$_2$/THF・・・・・・・ 0.09～0.9 mL/min

0.3M-Zr(dmhd)$_4$/THF・・・・・・・0.06～0.6 mL/min

0.3M-Ti(iPrO)$_2$(DPM)$_2$/THF・・・ 0.06～0.6 mL/min

・成膜時温度：４５０～６５０℃

・成膜時圧力：２６６～１３３０Ｐａ

・基板：特に制限はない。例えば、Ｉｒ／SiO_2／Ｓｉの基板、SiO_2／Ｓｉ基板、Ｓｉ基板等が使用できる。また、基板サイズは、８インチ用ハードであれば、６インチの場合でも同様の条件で膜厚等の面内均一性を得ることができる。

０．３ｍｏｌ／Ｌ濃度の原料が、上記した下限未満であると、成膜レートが遅く、成膜するのに時間がかかり過ぎるという問題があり、また、上限を超えると、うまく気化できず、気化器内に析出物が出て問題である。

【００２８】

また、本発明に係わる薄膜製造装置の別の実施の形態によれば、図４に示すように、成膜室３の内壁面（周縁部）に沿ってN_2やＡｒ等の成膜に直接関与しない不活性ガスを成膜室内に均等に導入するために、ガスリング４１を成膜室３の上面の周縁部に設けてもよい。このような不活性ガスを流すことにより、混合ガスの整流に寄与し、さらには、膜厚、膜質、膜組成等についてのウエハー面内分布均一性を向上することができる。図４において、図３と同じ構成要素は同一の符号で示す。

【００２９】

【実施例】

以下、本発明の薄膜製造装置を用いた薄膜製造プロセスについて図面を参照して具体的に説明する。

（実施例１）

図１～３に示すＭＯＣＶＤによる薄膜製造装置を用いて強誘電体ＰＺＴ薄膜を製造した。

図１～３に示す装置において、

・シャワーヘッド２５の径：１５０～２５０ｍｍ
・シャワーヘッド２５の穴数：３０００個／φ２５０
・シャワーヘッド２５の単位面積（$1m^2$）あたりのコンダクタンス：７．３m^3／ｓ
・シャワーヘッド２５と基板間距離：１５～４５ｍｍ

に設定した。このシャワーヘッド２５としては、図５（ａ）に示す均一な穴密度を有するものを用いた。

【００３０】

また、成膜条件として、

・ガス流量：
　反応ガス(O_2)：２５００ｓｃｃｍ
　キャリアガス(N_2)：３００ｓｃｃｍ
　液体原料流量：0.3M-Pb$(DPM)_2$/THF・・・・・・・ 0.3 mL/min
　　0.3M-Zr$(DMHD)_4$/THF・・・・・・・0.2 mL/min
　　0.3M-Ti$(iPrO)_2(DPM)_2$/THF・・・ 0.2 mL/min
・成膜時温度：６００℃
・成膜時圧力：６６５Ｐａ
・基板：Ｉｒ／SiO_2／Ｓｉの８インチ基板

に設定した。

【００３１】

（注）ＤＰＭ：ジピバロイルメタナト、$C_{11}H_{19}O_2$
ＴＨＦ：テトラヒドロフラン、C_4H_8O
ＤＭＨＤ：ジメチルヘプタジオナト、$C_7H_{13}O_2$
ｉＰｒＯ：イソプロポキシ基

【００３２】

以下のようにして、成膜プロセスを実施した。

上記装置において、成膜室３内を真空引きし、到達圧力を５Ｔｏｒｒ程度に設定した。また、成膜室３、気化器２３、及びガス混合室２４へ供給される各ガスの配管を２００～２５０℃に設定し、さらに、ウエハーステージ３１の温度を６００℃に設定した。

予め、成膜室３内に反応ガス２５００ｓｃｃｍを流し、ＡＰＣで圧力を６６５Ｐａに調圧しておいた。

【００３３】

図１に示すように、はじめに、被処理基板を、ウエハーカセット１からロードロック室２へとロボット搬送アームを用いて搬送し、次いで、このロードロック室２を真空引きした（到達圧力：５Ｐａ程度まで）。その後、同程度まで真空引きされている搬送室４とロードロック室２との間の仕切りバルブを開き、ロードロック室２と搬送室４とを一体化した。一方、搬送室４を、成膜室３の圧力６６５Ｐａより高い圧力になるようにN_2ガスをフローして圧力制御しておき、成膜室３内の混合ガスが搬送室４に流れ込むのを防ぐようにした。この状態で、被処理基板を、ロードロック室２から搬送室４へ、そして搬送室４と成膜室３との間の仕切りバルブを開けて成膜室３へと搬送した。成膜室３内は、図２に示すように、排気手段２２により排気された。

【００３４】

次いで、図３に示すように、被処理基板Ｓが成膜室３内に配設されたウエハーステージ３１上に搬送された後、このステージを、ステージ昇降手段３３により、設定したシャワーヘッドー基板間距離（Ｓ／Ｓ間距離：１５～４５ｍｍ）になるまで上昇させた。ステージ３１上に搬送された基板Ｓは、加熱手段により加熱されたステージの熱を受けて室温から成膜時温度（６００℃）まで昇温せしめた。室温から昇温し、成膜時温度で安定するまでのトータルの時間は、４分程度であった。

【００３５】

温度が安定した後、原料ガス及び反応ガスからなる混合ガスを、混合ガス出口２４ａからシャワーヘッド２５を介して成膜室３内のステージ３１上に載置された基板Ｓ上に供給し、成膜を開始した。ガス混合室２４からシャワーヘッド２５へ供給された混合ガスは、シャワーヘッド２５の上面で、その外周から中心へ向かって流れていた。ほぼ１００ｎｍの膜厚になるまでの時間、混合ガスを導入した。

【００３６】

この所定の膜厚になるまで成膜した後、混合ガスの導入を止め、ステージ３１を搬送室４へ基板Ｓの受け渡しができる位置まで下げて、成膜室３から搬送室４へ処理された基板Ｓを搬送し、回収した。この搬送室４は前述のように圧力制御されていた。

成膜時の排ガスは、成膜室３の内壁面に沿って流れ、成膜室３の側壁に設けられた排気口３２から、最終的に成膜室外へ排気された。

かくして、基板Ｓ上に形成された膜の厚さが均一の膜を連続的に形成することができ、そのウエハー面内分布は均一であった。このため、半導体チップの歩留まりが向上する。

【００３７】

上記成膜プロセスにおいて、Ｓ／Ｓ間距離（シャワーヘッドーステージ（基板）間距離）を３０ｍｍに固定して、シャワーヘッド径を１５０、２００、２５０ｍｍと振った場合に得られた薄膜の膜厚分布についての結果を図６に示す。図６の結果から、シャワーヘッド径２５０ｍｍでは、外側からのフローが大きく、膜厚分布が悪く、逆にシャワーヘッド径１５０ｍｍではガス流れがウエハーの中央に偏り、分布が悪くなっているものと考えられる。ウエハー径とほぼ同じ２００ｍｍの時最も分布が良くなり、最適値がこの周辺に存在することがわかる。

【００３８】

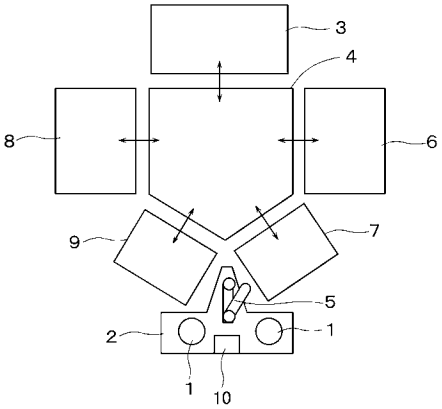
また、各シャワーヘッド径φ１５０、２００、２５０ｍｍに対し、Ｓ／Ｓ間距離を変えた時の膜厚の面内分布の変化を図７に示す。各シャワーヘッド径とも、Ｓ／Ｓ間距離を変えた時に、面内分布が最小となる極小点を持ち、シャワーヘッドからのガスの噴出し方により生ずる膜厚の面内分布をＳ／Ｓ間距離を調節することにより制御できることが分かる。なお、図７から、上記装置条件及び成膜プロセス条件の場合、Ｓ／Ｓ間距離を一般に１５～４５ｍｍ、好ましくは２０～４０ｍｍ、より好ましくは２５～３５ｍｍに調整することにより、膜厚の面内分布を制御できることが分かる。

【００３９】

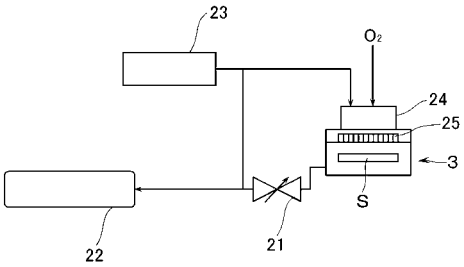
（実施例２）
実施例１では、シャワーヘッド２５として、ガス噴出穴２５ａが均一に開いているもの（図５（ａ））を用いたが、ガス流量やポンプの排気速度に応じて、図５の（ｂ）～（ｅ）に示すシャワーヘッドの穴密度を変えたものや穴密度に分布を持たせたものを使用して実施例１を繰り返したところ、実施例１の場合と同じ結果が得られた。
【００４０】
（実施例３）
実施例１で用いた成膜室３の代わりに図４に示すようなガスリング４１の設けられた成膜室を用いて、成膜室側壁に沿ってN_2やＡｒの不活性ガスをフローし、実施例１と同様の手順で成膜した。その結果、混合ガスがより整流として流れ、さらに良好な膜厚分布が得られた。
【００４１】
【発明の効果】
本発明の薄膜製造装置によれば、ガス混合室からシャワーヘッドへ供給される混合ガスの供給口をガス混合室の底面の周縁部に設けて、ガス混合室から供給される混合ガスがシャワーヘッド上面の周縁部から中心部へ向かって流れるように構成したので、また、成膜室内の排ガスを排気するための排気口を、成膜室側壁の成膜時ステージ位置より下方部分に設けて、成膜室内の排ガスを成膜室の側壁方向へ向かわせ、側壁に設けた排気口から排気されるように構成したので、さらには、各請求項に記載したように構成したので、成膜の際に、膜厚、膜質、膜組成等の良好なウエハー面内分布均一性を達成することが可能となる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の薄膜形成装置を含む全体の装置構成の一実施の形態を模式的に示す構成図。
【図２】図１の装置の成膜室周辺の概略構成図。
【図３】図１の装置の成膜室の内部の概略構成図。
【図４】本発明の別の実施の形態に係わる成膜室の内部の概略構成図。
【図５】本発明の薄膜製造装置に用いるシャワーヘッドのガス噴出穴の配置・構成を示す下面図であり、（ａ）は全体が均一な密度の穴を有するもの、（ｂ）は全体が（ａ）の場合よりも低密度（小径）の穴を有するもの、（ｃ）は全体が（ａ）の場合よりも高密度（小径）の穴を有するもの、（ｄ）は中心が高密度、中間が中位の密度、周辺が低密度の穴を有するもの、（ｅ）は中心が低密度、中間が中位の密度、周辺が高密度の穴を有するものを示す。
【図６】本発明で用いるシャワーヘッドの径と膜厚の面内分布（±）との関係を示すグラフ。
【図７】本発明で用いる各シャワーヘッド径に対し、シャワーヘッドーウエハーステージ（基板）間距離と膜厚の面内分布（±）との関係を示すグラフ。
【符号の説明】

１　ウエハーカセット	２　ロードロック室
３　成膜室	４　搬送室
５　ロボット（搬送アーム）	６～９　他の成膜室又はそれ以外の室
１０　ウエハーライナー	２１　仕切りバルブ
２２　排気手段	２３　気化器
２４　ガス混合室	２４ａ　混合ガス供給口
２５　シャワーヘッド	２５ａ　ガス噴出穴
３１　ステージ	３２　排気口
３３　ステージ昇降手段	４１　ガスリング
Ｓ　基板	Ｓ／Ｓ　シャワーヘッドー基板間距離

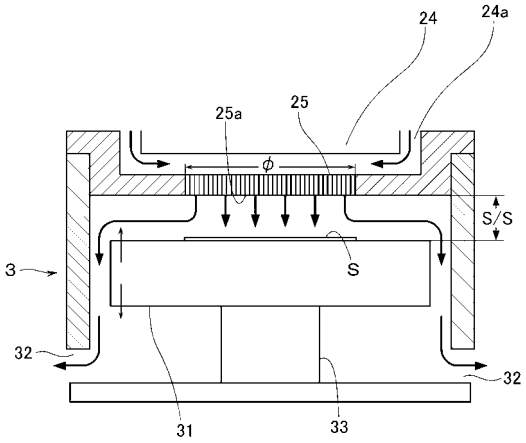
【図１】



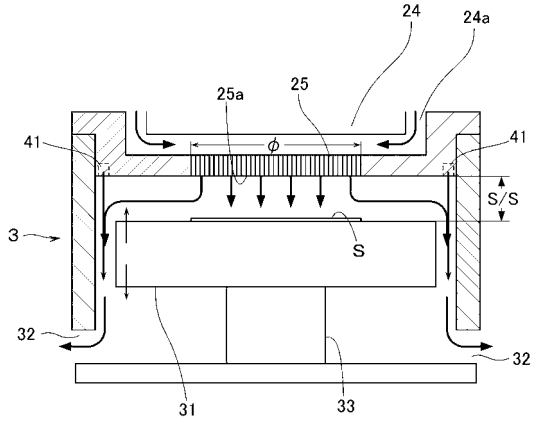
【図２】



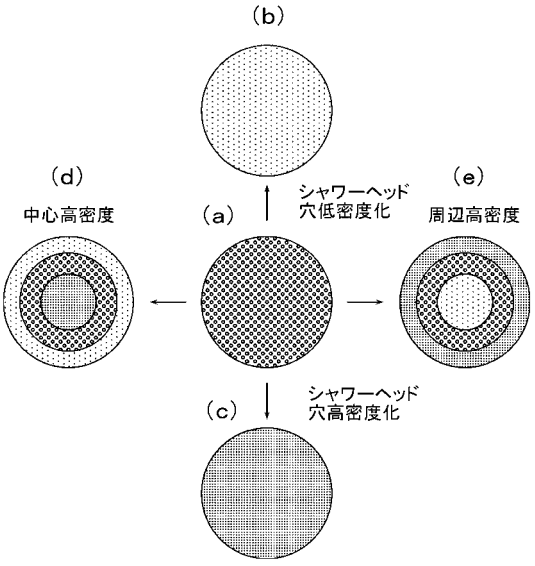
【図３】



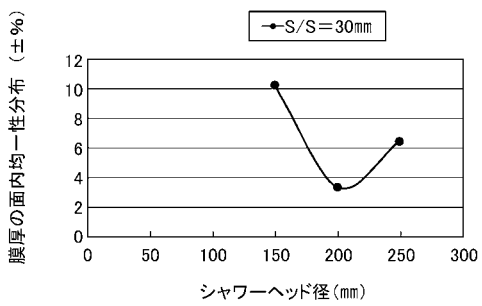
【図４】



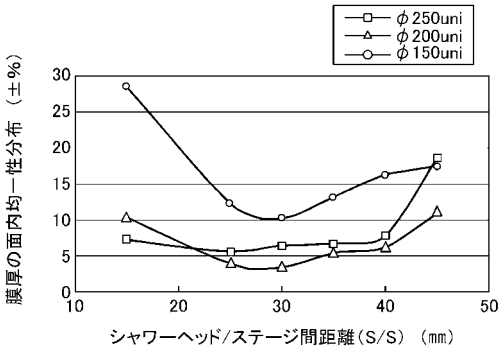
【図５】



【図６】



【図７】



フロントページの続き

(72)発明者　山田　貴一
静岡県裾野市須山１２２０－１４　株式会社アルバック富士裾野工場内
(72)発明者　内田　寛人
静岡県裾野市須山１２２０－１　株式会社アルバック半導体技術研究所内
(72)発明者　植松　正紀
静岡県裾野市須山１２２０－１４　株式会社アルバック富士裾野工場内
(72)発明者　鄒　紅コウ
静岡県裾野市須山１２２０－１　株式会社アルバック半導体技術研究所内

Ｆターム(参考) 4K030 AA11 AA14 BA01 BA18 BA22 BA42 CA12 EA05 EA06 EA11
FA10 JA03 JA05 JA09 JA20
5F045 AA04 BB02 DP03 EB02 EE14 EF05 EF20