

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3592603号

(P3592603)

(45) 発行日 平成16年11月24日(2004.11.24)

(24) 登録日 平成16年9月3日(2004.9.3)

(51) Int. Cl.⁷

F I

H O 1 L 21/205

H O 1 L 21/205

H O 1 L 21/3065

H O 1 L 21/302 I O 1 H

請求項の数 3 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2000-52519 (P2000-52519)	(73) 特許権者	302006854
(22) 出願日	平成12年2月28日(2000.2.28)		三菱住友シリコン株式会社
(65) 公開番号	特開2001-244202 (P2001-244202A)		東京都港区芝浦一丁目2番1号
(43) 公開日	平成13年9月7日(2001.9.7)	(74) 代理人	100064908
審査請求日	平成12年7月13日(2000.7.13)		弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100108578
			弁理士 高橋 詔男
		(74) 代理人	100101465
			弁理士 青山 正和
		(74) 代理人	100108453
			弁理士 村山 靖彦
		(73) 特許権者	000231235
			日本酸素株式会社
			東京都港区西新橋1丁目16番7号

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体製造方法及び半導体製造装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板を基板搬送系により該基板搬送系内の密閉空間から反応室内に搬入した際に又は反応室内から前記密閉空間に搬出した際に、該反応室内に腐食性ガスを流して反応室内で腐食性ガスを反応させる腐食性ガス処理を行う半導体製造方法であって、
前記密閉空間に接続された第1の水分計により前記密閉空間内の水分濃度を計測した後に、前記基板を前記基板搬送系で前記搬入又は前記搬出を行う基板搬送工程と、
該基板搬送工程後に、前記反応室に接続された第2の水分計で反応室内の水分濃度を計測しながら前記腐食性ガス処理を行うガス処理工程とを備え、

前記基板搬送工程は、前記密閉空間内の水分濃度が第1の既定値より低いことを確認した後に前記基板を前記密閉空間から前記反応室内に搬入又は反応室内から前記密閉空間に搬出し、

前記ガス処理工程は、前記反応室内の水分濃度が第2の既定値より低いことを確認した後に前記腐食性ガス処理を開始するとともに、

少なくとも前記第2の既定値を、1ppm未満とし、

前記第1の水分計又は前記第2の水分計の少なくとも一方は、前記密閉空間又は前記反応室に接続された管状セル本体内にレーザ光を入射させ透過したレーザ光の吸収スペクトルを測定するレーザ水分計であることを特徴とする半導体製造方法。

【請求項2】

前記第1の既定値を、5ppm未満とすることを特徴とする請求項1記載の半導体製造方

10

20

法。

【請求項 3】

基板を基板搬送系により該基板搬送系内の密閉空間から反応室内に搬入した際に又は反応室内から前記密閉空間に搬出した際に、該反応室内に腐食性ガスを流して反応室内で腐食性ガスを反応させる腐食性ガス処理を行う半導体製造装置であって、

前記基板搬送系の密閉空間内の水分濃度を計測する第 1 の水分計と、腐食性ガス処理中の前記反応室内の水分濃度を計測可能な第 2 の水分計とを備えるとともに、

複数の反応室を備え、前記第 2 の水分計は、前記反応室毎に水分濃度を計測可能に設けられており、

前記第 2 の水分計に接続する対象を任意の前記反応室に切り換え可能な切換機構を備えており、

前記第 1 の水分計及び前記第 2 の水分計は、同一の水分計であり、該水分計に接続される対象を前記密閉空間又は前記反応室に切り換え可能な切換機構を備えており、

前記第 1 の水分計又は前記第 2 の水分計の少なくとも一方は、前記密閉空間又は前記反応室に接続された管状セル本体内にレーザ光を入射させ透過したレーザ光の吸収スペクトルを測定するレーザ水分計であることを特徴とする半導体製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば反応室内に配置したシリコン基板上に腐食性ガスを用いてエピタキシャル成長等を行う半導体製造方法及び半導体製造装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、MOS デバイス用のシリコン・ウェーハとして、極めて低い抵抗率のシリコン基板上に、所定の不純物濃度で単結晶シリコン薄膜（エピタキシャル層）を気相成長させたエピタキシャル・ウェーハが、エピタキシャル結晶成長装置で製造されている。この装置は、チャンバ内にシリコン基板を配置して腐食性のソースガスを流し、基板上にエピタキシャル成長を行うものである。

また、LSI 等の半導体製造工程では、腐食性ガスを用いて基板上に薄膜を形成する種々の CVD 装置や微細パターンを形成するエッチング装置が用いられている。

【0003】

これらの半導体製造装置は、超高純度の塩化水素ガスやアンモニアガスのような腐食性ガスを用いるが、その中に僅かでも水分が含まれていると、装置（プロセスチャンバ内部、ガス供給系、ガス排気系等）に使用されている金属部品の腐食を起しやすくなり、金属部分から生じるメタル（重金属）によって汚染の原因となり有害であるため、プロセスチャンバ内における腐食性ガス中の水分を高感度に定量分析することが求められている。

【0004】

また、従来、プロセス条件と重金属汚染との相関を調べるためには、プロセスモニターウェーハをプロセス後に化学的分析（原子吸光分析、放射化分析等）、物理的分析（SIMS、TXRF 等）又は電気的分析（DLTS、SPV、ライフタイム等）により直接的に解析し、その結果をフィードバックするしか手段が無かった。

【0005】

近年、腐食ガス中の水分濃度を測定する手段として、例えば特開平 5 - 99845 号公報や特開平 11 - 183366 号公報等に、プロセスチャンバに接続された管状セル本体にレーザ光を入射させ透過したレーザ光の吸収スペクトルを測定するレーザ水分計が提案されている。このレーザ水分計は、ガスに非接触で測定可能なため腐食性ガスでも高精度に測定できるものである。これによって、プロセス中においても、プロセスチャンバ内の水分濃度を測定することが可能になった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

しかしながら、上記従来の半導体製造技術には、以下のような課題が残されている。すなわち、プロセスチャンバ内の水分は単に腐食性ガスの配管から導入されるものだけでなく、他の外部領域から侵入した雰囲気起因する場合があります、これによっても水分濃度が増加してしまうため、プロセスチャンバ内の水分濃度を測定しているのみでは、水分濃度変動の原因を調べるのが困難であった。また、プロセスチャンバ内の水分濃度がどの程度であれば重金属汚染の影響を十分に抑制することができるかが明確でなかった。例えば、反応に供された排気ガス中に含まれる水分とライフタイムとの関係を調べると、図5に示すように、水分濃度が少ないほどライフタイムが長くなるが、ライフタイムの平均値(実線)と最大値(破線)との差が大きく生じていることが分かる。これは、基板表面に重金属汚染がスポット状に発生しているためである。

10

【0007】

本発明は、前述の課題に鑑みてなされたもので、水分濃度の増加を抑制し、重金属汚染等を防ぐことができると共にプロセスチャンバ内の水分濃度と外部領域との相関を調べることができる半導体製造方法及び半導体製造装置を提供することを目的とする。

【0008】**【課題を解決するための手段】**

本発明者らは、反応室内の水分濃度が増加する要因について研究した結果、反応室内に基板を搬送する際に、予め反応室の外部領域である基板搬送系の密閉空間の水分濃度を計測しておいたところ、図6に示すように、該密閉空間の水分濃度が低下しているにもかかわらず、前記反応室内の水分濃度が増加することが判明した(図6中のTr-chは搬送用チャンバ(前記密閉空間)内のデータ、Pr-chはプロセスチャンバ(反応室)内のデータ)。これは、前記反応室内が予め所定の温度に加熱されているために、前記密閉空間にロードロック等の外部から導入された酸素と反応室の水素とが反応して水分を発生させるためだと考えられ、搬送系が腐食性ガス以外の水分供給源となっていると思われる。

20

【0009】

したがって、本発明は、上記知見に基づいて、前記課題を解決するために以下の構成を採用した。すなわち、本発明の半導体製造方法では、基板を基板搬送系により該基板搬送系内の密閉空間から反応室内に搬入した際に又は反応室内から前記密閉空間に搬出した際に、該反応室内に腐食性ガスを流して反応室内で腐食性ガスを反応させる腐食性ガス処理を行う半導体製造方法であって、前記密閉空間に接続された第1の水分計により前記密閉空間内の水分濃度を計測した後に、前記基板を前記基板搬送系で前記搬入又は前記搬出を行う基板搬送工程と、該基板搬送工程後に、前記反応室に接続された第2の水分計で反応室内の水分濃度を計測しながら前記腐食性ガス処理を行うガス処理工程とを備えていることを特徴とする。

30

【0010】

また、本発明の半導体製造装置では、基板を基板搬送系により該基板搬送系内の密閉空間から反応室内に搬入した際に又は反応室内から前記密閉空間に搬出した際に、該反応室内に腐食性ガスを流して反応室内で腐食性ガスを反応させる腐食性ガス処理を行う半導体製造装置であって、前記基板搬送系の密閉空間内の水分濃度を計測する第1の水分計と、前記反応室内の水分濃度を計測する第2の水分計とを備えていることを特徴とする。

40

【0011】

これらの半導体製造方法及び半導体製造装置では、基板搬送系の密閉空間内の水分濃度を計測する第1の水分計と、反応室内の水分濃度を計測する第2の水分計とにより、基板搬送系の密閉空間の水分濃度及び反応室内の水分濃度を共に計測することができ、前記密閉空間における水分濃度が反応室内の水分濃度に与える影響を調べることができるとともに、反応室内の水分濃度を低減するために前記密閉空間の水分濃度を計測、制限して良好なガス処理を行うことが可能になる。

【0012】

また、本発明の半導体製造方法では、前記基板搬送工程において、前記密閉空間内の水分濃度が第1の既定値より低いことを確認した後に前記基板を前記密閉空間から前記反応室

50

内に搬入又は反応室内から前記密閉空間に搬出し、前記ガス処理工程は、前記反応室内の水分濃度が第2の既定値より低いことを確認した後に前記腐食性ガス処理を開始することが好ましい。

この半導体製造方法では、前記密閉空間において反応室内外に基板を移送する際に必要な水分濃度の上限を第1の既定値とし、反応室において重金属汚染等のないガス処理を行うために必要な水分濃度の上限を第2の既定値として予め設定することにより、安定して良好なガス処理を実現することができる。

【0013】

さらに、本発明の半導体製造方法では、少なくとも前記第2の既定値を、1 ppm未満とすることが好ましい。

すなわち、本発明者らは、反応室内の水分濃度と重金属汚染との関係を調べた結果、該水分濃度がppmオーダーでは基板表面にスポット状の重金属汚染が確認されるが、サブppmオーダーまで低減させることにより、スポット状の汚染がほとんど発生しないことが判明した。したがって、この知見に基づいたものであり、この半導体製造方法では、少なくとも第2の既定値を1 ppm未満とすることにより、重金属のスポット状汚染を防ぐことができる。

【0014】

また、本発明の半導体製造方法及び半導体製造装置では、前記第1の水分計又は前記第2の水分計の少なくとも一方が、前記密閉空間又は前記反応室に接続された管状セル本体内にレーザ光を入射させ透過したレーザ光の吸収スペクトルを測定するレーザ水分計である

ことが好ましい。これらの半導体製造方法及び半導体製造装置では、第1及び第2の水分計の少なくとも一方が、レーザ水分計であるので、測定対象のガスに非接触で高精度に水分の定量分析が可能になる。

【0015】

また、本発明の半導体製造装置では、複数の反応室を備え、前記第2の水分計が、前記反応室毎に水分濃度を計測可能に設けられていることが好ましい。この半導体製造装置では、複数の反応室の水分濃度を反応室毎に第2の水分計で計測可能であるので、各反応室毎に水分濃度の計測することにより個別に適切な水分濃度で良好なガス処理を行うことができる。

【0016】

さらに、本発明の半導体製造装置では、前記第2の水分計に接続する対象を任意の前記反応室に切り換え可能な切換機構を備えていることが好ましい。この半導体製造装置では、第2の水分計に接続する対象を任意の反応室に切り換え可能な切換機構を備えているので、切換機構で計測したい反応室と第2の水分計を接続することで、複数かつ任意の反応室内の水分濃度を1つの第2の水分計で計測することが可能になり、部材点数及びコストの低減を図ることができる。

【0017】

また、本発明の半導体製造装置では、前記第1の水分計及び前記第2の水分計は、同一の水分計であり、該水分計に接続される対象を前記密閉空間又は前記反応室に切り換え可能な

切換機構を備えていることが好ましい。この半導体製造装置では、同一の水分計を第1及び第2の水分計として兼用し、切換機構によって、接続する対象を前記密閉空間又は前記反応室に任意に切換可能であるので、一つの水分計で前記密閉空間及び反応室の水分濃度を計測することができ、部材点数及びコストの低減を図ることができる。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る半導体製造方法及び半導体製造装置の一実施形態を、図1から図3を参照しながら説明する。

これらの図にあって、符号1はプロセスチャンバ、2は搬送用チャンバ、3は搬入ロード

10

20

30

40

50

ロック室、4は搬出ロードロック室、5はプロセス用水分計、6は搬送系水分計を示している。

【0019】

図1は、本発明の半導体製造装置を例えば枚葉式のエピタキシャル結晶成長装置に適用した場合を示すものである。該エピタキシャル結晶成長装置は、図1に示すように、内部にシリコン基板(基板)Wが配置される中空の気密容器である3つの石英製のプロセスチャンバ(反応室)1と、これらプロセスチャンバ1内にシリコン基板Wを搬入する際に内部の密閉空間で雰囲気気の置換を行う搬送用チャンバ(基板搬送系)2と、該搬送用チャンバ2にプロセス前のシリコン基板Wを搬入する搬入ロードロック室3および搬送用チャンバ2からプロセス後のシリコン基板Wを取り出すための搬出ロードロック室4とを備えたマルチチャンバ方式の成長装置である。

10

【0020】

前記各プロセスチャンバ1は、該プロセスチャンバ1に導入された腐食性ガスを含むプロセスガスをサンプリングしてガス中に含まれる水分を計測するプロセス用水分計(第2の水分計)5にプロセス用サンプリング配管9でそれぞれ接続されている。

また、搬送用チャンバ2、搬入ロードロック室3及び搬出ロードロック室4の各内部にも、内部の雰囲気中の水分を計測する搬送系水分計(第1の水分計)6が搬送系サンプリング配管6aで接続されている。該搬送系水分計6は、精度及び応答速度が高い後述するレーザ水分計本体10を用いたプロセス用水分計5と同様の水分計である。

搬送系サンプリング配管6aは、レーザ水分計本体10から搬送用チャンバ2、搬入ロードロック室3及び搬出ロードロック室4に対応して3つの分岐管6bに分岐されて構成され、各分岐管6bにはこれらを開閉可能なバルブ6cが設けられている。

20

【0021】

前記プロセスチャンバ1には、図2に示すように、腐食性ガス等のガス供給源(図示略)からのガス(SiCl_2H_2 、 SiCl_3H 、 HCl 、 H_2 、 N_2 、 B_2H_6 、 PH_3 等)を導入するためのプロセスガス導入管7と、プロセスチャンバ1内で反応に供された後に腐食性ガス等を排ガス処理設備(図示略)へ排気するプロセスガス排気管8とが接続されている。

【0022】

前記プロセス用水分計5は、バルブ9aを備えた一端側がプロセスガス排気管8の基端側を介して各プロセスチャンバ1に接続されたサンプルラインであるプロセス用サンプリング配管9と、該プロセス用サンプリング配管9の他端に可変バルブ9bを介して接続されたプロセスチャンバ1からの腐食性ガスに含まれる水分を計測するレーザ水分計本体10と、該レーザ水分計本体10の後端に可変バルブ11aを介して接続管11で接続されたロータリーポンプ12とを備えている。

30

【0023】

前記プロセス用サンプリング配管9の基端側には、サンプルライン N_2 パージ用の配管パージライン13がバルブ13aを介して接続され、また、プロセスガス導入管7は、バルブ14aを介して分岐管14で配管パージライン13に接続されている。なお、配管パージライン13は、分岐管14との接続部分より上流にバルブ13bを備えている。

40

また、プロセス用サンプリング配管9は、レーザ水分計本体10から3つのプロセスチャンバ1に対応して3つの分岐管9cに分岐されて構成され、各分岐管9cにはこれらを開閉可能なバルブ(切換機構)9dが設けられている。

【0024】

前記レーザ水分計本体10には、図2および図3に示すように、その筐体10a内を N_2 パージするための筐体パージライン15が接続されているとともに、この N_2 を排気するためにプロセスガス排気管8に他端が接続された N_2 排気ライン16が接続されている。なお、前記ロータリーポンプ12は、プロセスガス排気管8にバルブ17aを介してサンプリング排気管17で接続されている。また、ロータリーポンプ12には、ガスバラスト用の N_2 パージライン18が接続されている。

50

【 0 0 2 5 】

前記レーザ水分計本体 1 0 は、図 3 に示すように、筐体 1 0 a 内に管状セル本体 1 9 が設けられ、該管状セル本体 1 9 には、一端側にプロセス用サンプリング配管 9 が接続されているとともに他端側に接続管 1 1 が接続されている。管状セル本体 1 9 は、両端に透光性窓材 1 9 a が装着され、一方の透光性窓材 1 9 a の外側には赤外レーザ光 L (波長 1 . 3 ~ 1 . 5 5 μ m) を発生する波長可変半導体レーザ LD が対向して設けられ、他方の透光性窓材 1 9 a の外側には管状セル本体 1 9 内を透過した赤外レーザ光 L を受光してその受光強度を電気信号に変換する光検出器 PD が対向して設けられている。

【 0 0 2 6 】

前記プロセス用サンプリング配管 9 および前記接続管 1 1 には、リボンヒータ 2 0 が巻回され、さらにその上にシリコンゴムの断熱材 2 1 が巻かれている。なお、リボンヒータ 2 0 は、図示しない電流供給源に接続されている。そして、リボンヒータ 2 0 に流す電流を調整して、プロセス用サンプリング配管 9 および接続管 1 1 は 1 0 0 以上に加熱される。

10

【 0 0 2 7 】

また、レーザ水分計本体 1 0 の管状セル本体 1 9 および透光性窓材 1 9 a にも、これらを加熱する電熱線を主としたセル用ヒータ 2 2 が取り付けられ、1 0 0 以上に加熱される。なお、搬送系サンプリング配管 6 a もプロセス用サンプリング配管 9 と同様の手段で加熱されている。これにより、プロセスチャンバ 1 で加熱された腐食性ガスの配管内部における副反応生成物の付着が抑制され、副反応生成物が配管を閉塞してしまうことを防止することができる。したがって、i n - s i t u で常時水分を計測することが可能になる。

20

【 0 0 2 8 】

さらに、レーザ水分計本体 1 0 は、リボンヒータ 2 0 及びセル用ヒータ 2 2 によって 1 0 0 以上に加熱された腐食性ガスの温度に応じて、その測定感度の調整・校正が予め行われている。なお、測定感度の調整・校正は、例えば、光検出器 PD からの信号を光検出器 PD に接続された制御部 (図示略) において演算処理することで行われる。

なお、上記各配管として、配管材料にステンレス配管を用い、その内面を電解研磨処理好ましくは CRP 処理 (クロム酸化膜を表面に有する不動態化膜) を施したものが用いられる。

【 0 0 2 9 】

次に、本発明に係る半導体製造方法及び半導体製造装置の一実施形態におけるエピタキシャル結晶成長方法について説明する。

30

【 0 0 3 0 】

まず、エピタキシャル成長を行うシリコン基板 W を外部から搬入ロードロック室 3 に移送するとともに、この際、搬送系水分計 6 により、搬入ロードロック室 3 中の水分を計測する。すなわち、搬入ロードロック室 3 に接続された分岐管 6 b のバルブ 6 c のみ開けて他のバルブ 6 c を閉じ、この状態で搬入ロードロック室 3 内の雰囲気気を搬送系サンプリング配管 6 a を介してレーザ水分計本体 1 0 に導入させて水分濃度を計測する。なお、搬送系サンプリング配管 6 a からレーザ水分計本体 1 0 へのガスの導入は、後述するプロセス用水分計 5 と同様に行われる。

40

【 0 0 3 1 】

搬送系水分計 6 の計測により、搬入ロードロック室 3 内の水分濃度が所定の値未満であることを確認した後、シリコン基板 W を搬入ロードロック室 3 から搬送用チャンバ 2 内に搬入し、さらに搬送用チャンバ 2 内の雰囲気気を N₂ 等の不活性ガスに置換する。

【 0 0 3 2 】

この際、搬送系水分計 6 により、搬送用チャンバ 2 中の水分を計測する。すなわち、搬送用チャンバ 2 に接続された分岐管 6 b のバルブ 6 c のみ開けて他のバルブ 6 c を閉じ、この状態で搬送用チャンバ 2 内の雰囲気気を搬送系サンプリング配管 6 a を介してレーザ水分計本体 1 0 に導入させて水分濃度を計測する。そして、搬送系水分計 6 の計測により、搬送用チャンバ 2 内の水分濃度が所定の既定値 (第 1 の既定値) 未満まで十分に水分が低減

50

された状態を確認した後に、プロセスチャンバ1内にシリコン基板Wを搬送する。なお、所定の既定値は、搬送用チャンバ2とプロセスチャンバ1の容積比にもよるが、5ppm未満であることが望ましい。すなわち、少々水分濃度が高くてもパージガスで希釈されて影響は小さい。

【0033】

各プロセスチャンバ1内は、プロセス前では、 H_2 又は N_2 等の不活性ガスでパージ状態とされているが、搬送用チャンバ2から搬入したシリコン基板Wを配置して所定温度まで加熱される。このとき、プロセス用水分計5により、各プロセスチャンバ1中の水分を計測する。すなわち、計測するプロセスチャンバ1に接続された分岐管9cのバルブ9dのみ開けて他のバルブ9dを閉じ、この状態でプロセスチャンバ1内のガスをプロセス用サンプリング配管9を介してレーザ水分計本体10に導入させて水分濃度を計測する。この際、バルブ9a、17aを開くとともにロータリーポンプ12を駆動し、さらに可変バルブ9b、11aで流入量を調整しながら、プロセスチャンバ1内のガスの一部をプロセス用サンプリング配管9を介してレーザ水分計本体10に常時導入する。

10

【0034】

サンプリングされたガスは、レーザ水分計本体10内の管状セル本体19内に流入し、半導体レーザLDからの赤外レーザ光Lが照射される。管状セル本体19内のガスを透過した赤外レーザ光Lは、光検出器PDで受光され、その受光量から得られた吸収スペクトル強度によりガスに含まれる水分の定量分析が行われる。

【0035】

そして、サンプリングされたガス中の水分濃度が、少なくとも1ppm未満(第2の既定値)であることを確認した後に、バルブ13a、13b、14aを閉じ、プロセスガス導入管7により所定の腐食性ガス等を導入してシリコン基板Wの表面上にエピタキシャル成長を行う。もし、搬送用チャンバ2に酸素が存在し、プロセスチャンバ1内のガスが水素である場合には、所定の温度で反応による水が発生するため、その場合、プロセスを中断して搬送系のリーク等をチェックし、装置のメンテナンスを行う。

20

なお、管状セル本体19に流入した腐食性ガス等は、接続管11、ロータリーポンプ12およびサンプリング排気管17を介してプロセスガス排気管8に排出される。

【0036】

さらに、エピタキシャル成長中においても、上記と同様に、プロセスチャンバ1で反応に供され加熱された排気ガスの一部をプロセス用サンプリング配管9を介してレーザ水分計本体10に常時導入し、排気ガスの水分濃度を計測する。

30

エピタキシャル成長終了後、プロセスチャンバ1から搬送用チャンバ2へと基板Wが戻され、さらに該基板Wは搬出ロードロック室4に搬出されて、外部へ取り出される。なお、搬出ロードロック室4内の水分濃度もバルブ6cの開閉を切り換えることにより搬送系水分計6で計測することができ、搬出ロードロック室4からのリーク等を検知することも可能である。

【0037】

本実施形態では、搬送用チャンバ2の密閉空間内の水分濃度を計測する搬送系水分計6と、プロセスチャンバ1内の水分濃度を計測するプロセス用水分計5とにより、搬入ロードロック室3や搬送用チャンバ2等の基板搬送系内の水分濃度及びプロセスチャンバ1内の水分濃度を共に計測することができ、基板搬送系の密閉空間における水分濃度がプロセスチャンバ1内の水分濃度に与える影響を調べることができる。なお、搬送用チャンバ2及び搬入ロードロック室3の両方について、搬送系水分計6により個別に内部の水分濃度を計測できるので、搬入ロードロック室3内の水分濃度が搬送用チャンバ2内の水分濃度に与える影響を調べることが可能となる。

40

【0038】

また、プロセスチャンバ1内の水分濃度を低減するために搬入ロードロック室3及び搬送用チャンバ2内の水分濃度を計測、所定の濃度に制限した状態でプロセスチャンバ1へ基板Wを移送するので、基板搬送系内のガスがプロセスチャンバ1内に流入して水分濃度を

50

増加させることを極力低減して良好なエピタキシャル成長を行うことが可能になる。また、もし、基板搬送系内で、酸素を巻き込んでいた場合でも、プロセスチャンバ1内の水分濃度が増加する現象が見られるため、良好なエピタキシャル成長を行うことが可能である。

【0039】

また、サンプリングされたガス中の水分濃度が、少なくとも1ppm未満であることを確認した後に、腐食性ガスを導入してシリコン基板Wの表面上にエピタキシャル成長を行うので、重金属のスポット状汚染を防ぐことができる。

また、各プロセスチャンバ1の水分濃度を個別に計測可能なプロセス用水分計5を備えているので、プロセスチャンバ1毎に水分濃度を計測し、一部のプロセスチャンバ1で水分濃度が上昇した場合に、不良や故障等の判別を容易に行うことができる。

10

【0040】

さらに、プロセス用水分計5に接続する対象を任意のプロセスチャンバ1に切り換え可能なバルブ9dを備えているので、各バルブ9dの開閉で計測したいプロセスチャンバ1とレーザ水分計本体10とを接続することにより、複数かつ任意のプロセスチャンバ1内の水分濃度を1つのプロセス用水分計5で計測することが可能になり、部材点数及びコストの低減を図ることができる。

【0041】

なお、本発明は、次のような実施形態をも含むものである。

上記実施形態では、プロセス用水分計5と搬送系水分計6とを別々に設けたが、一つの水分計からサンプリング配管をプロセスチャンバ及び搬送用チャンバ等の基板搬送系に分岐させ、各分岐した配管にバルブ等の切換機構を設けることにより、同一の水分計をプロセス用水分計及び搬送系水分計として兼用し、接続する対象を基板搬送系の密閉空間又はプロセスチャンバにバルブ等で任意に切換可能としてもよい。この場合、一つの水分計で基板搬送系の密閉空間及びプロセスチャンバの水分濃度を任意に計測することができ、さらに部材点数及びコストの低減を図ることができる。

20

【0042】

上記実施形態では、シリコンウェーハWを搬送用チャンバ2からプロセスチャンバ1に搬入する場合に本発明を適用したが、エピタキシャル成長終了後にシリコンウェーハWをプロセスチャンバ1から搬送用チャンバ2に搬出する際に本発明を適用しても構わない。例えば、プロセスチャンバ1内でシリコンウェーハW上にモノシラン等のガスでエピタキシャル成長を行い、当該成長終了後にシリコンウェーハWをプロセスチャンバ1から搬送用チャンバ2に搬出し、その後プロセスチャンバ1内にHClを流して内部をクリーニング(エッチング)する場合、ウェーハWを上記搬出する前に搬送用チャンバ2内の水分濃度を計測し、所定の既定値(例えば、5ppm)未満になっていることを確認してからウェーハWをプロセスチャンバ1から搬送用チャンバ2に搬出する。このように、上記搬出時においても搬送用チャンバ2内の水分濃度を計測し確認するので、搬出時に搬送用チャンバ2内のガスがプロセスチャンバ1内に流入して水分濃度を増加させることを極力低減して、良好なHClクリーニングを行うことが可能になる。

30

【0043】

上記実施形態の搬送系水分計6は、上述したように高精度であるレーザ水分計本体10を用いたプロセス用水分計5と同様の水分計が望ましいが、吸湿性の薄膜をコーティングした水晶振動子の発信周波数変動量を計測する吸着式水分計、アルミナ・コンデンサ等に水分を吸着させてその電気容量の変化を計測する静電容量方式の水分計や質量分析法を用いた水分計等でも構わない。

40

【0044】

上記実施形態では、半導体製造装置としてエピタキシャル成長を行う気相成長装置に適用したが、反応室内の基板上で腐食性ガスを反応させる装置であれば、他の半導体製造装置に用いても構わない。例えば、他の薄膜を基板上に形成するCVD装置や腐食性ガスを用いて基板表面をエッチングするドライエッチング装置等に採用しても構わない。

50

また、上記実施形態では、枚葉式のエピタキシャル成長装置に適用したが、これに限定されるものではなく、他の方式（種々のバッチ式等）に適用しても構わない。

【0045】

さらに、プロセス前に、各配管およびプロセスチャンバ内を H_2 パージしてから反応ガスとしての腐食性ガスを導入したが、十分な H_2 パージ後にさらに HCl （塩化水素）でパージを行い、その後成長に供する腐食性ガスを導入しても構わない。この場合、各配管およびプロセスチャンバの内壁に吸着している水分子が、 HCl 分子と結合して運び出され、後に供給される腐食性ガス中に入る水分を低減することができる。

【0046】

【実施例】

比較のため従来の方法（水分濃度4ppm）によりシリコンウェーハWにエピタキシャル成長した結果及び上記実施形態により実際に水分濃度1ppmで当該成長を行った結果を、図4の(a)(b)にそれぞれ示す。なお、この図4では、ウェーハW表面においてライフタイムが500 μs 未満の領域（すなわち、重金属汚染領域に相当）に斜線を引いている。

この図4からわかるように、従来の方法では、ウェーハ表面に重金属汚染がスポット状に発生しているのに対し、本発明の実施例では、スポット上汚染が発生していない。

【0047】

【発明の効果】

本発明の半導体製造方法及び半導体製造装置によれば、基板搬送系の密閉空間内の水分濃度を計測する第1の水分計と、反応室内の水分濃度を計測する第2の水分計とにより、基板搬送系の密閉空間の水分濃度及び反応室内の水分濃度を共に計測するので、前記密閉空間における水分濃度が反応室内の水分濃度に与える影響を調べることができ、基板搬送系からの水分供給原因を分析することが可能になる。また、反応室内の水分濃度を低減するために前記密閉空間の水分濃度を計測、制限して良好なガス処理を行うことが可能になり、結晶成長、薄膜形成およびエッチング等のガス処理を安定かつ良好に行うことができ、高品質な半導体基板や半導体素子等の半導体装置を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る半導体製造方法及び半導体製造装置の一実施形態におけるエピタキシャル結晶成長装置を示す概略的な全体平面図である。

【図2】本発明に係る半導体製造方法及び半導体製造装置の一実施形態におけるプロセス用水分計の構成を示す配管図である。

【図3】本発明に係る半導体製造方法及び半導体製造装置の一実施形態におけるレーザー水分計本体の構成を示す断面図である。

【図4】本発明に係る半導体製造方法及び半導体製造装置の従来例及び一実施形態により実際にエピタキシャル成長を行った場合において、ウェーハ面内における重金属汚染の状態を示す分布図である。

【図5】排気ガス中水分とライフタイムとの関係を示すグラフである。

【図6】搬送用チャンバ及びプロセスチャンバの水分濃度とプロセスチャンバ温度との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

- 1 プロセスチャンバ（反応室）
- 2 搬送用チャンバ（基板搬送系）
- 3 搬入ロードロック室（基板搬送系）
- 4 搬出ロードロック室（基板搬送系）
- 5 プロセス用水分計（第2の水分計）
- 6 搬送系水分計（第1の水分計）
- 6 a 搬送用サンプリング配管
- 6 c パルプ（切換機構）
- 9 プロセス用サンプリング配管

10

20

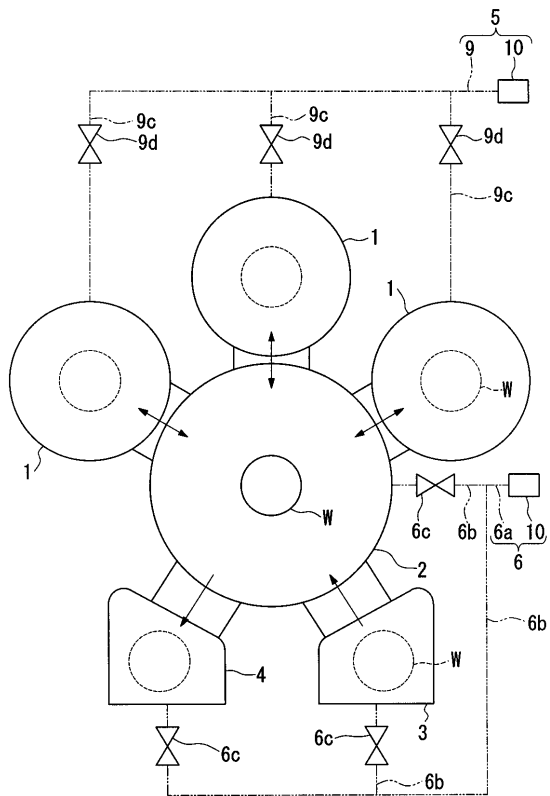
30

40

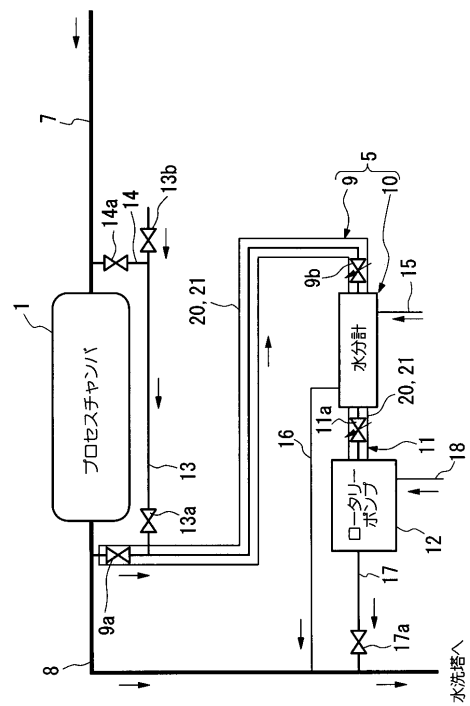
50

- 9 d バルブ (切換機構)
- 10 レーザ水分計本体
- W シリコン基板

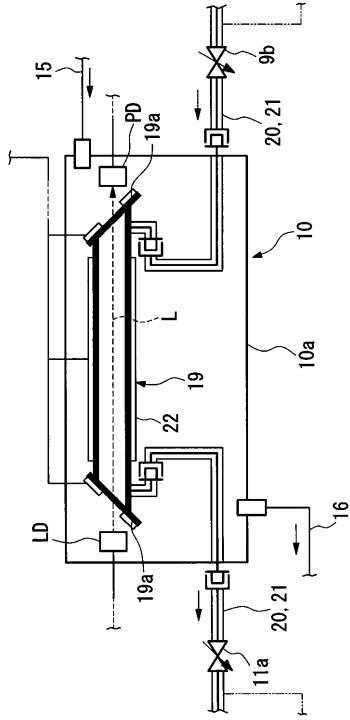
【 図 1 】



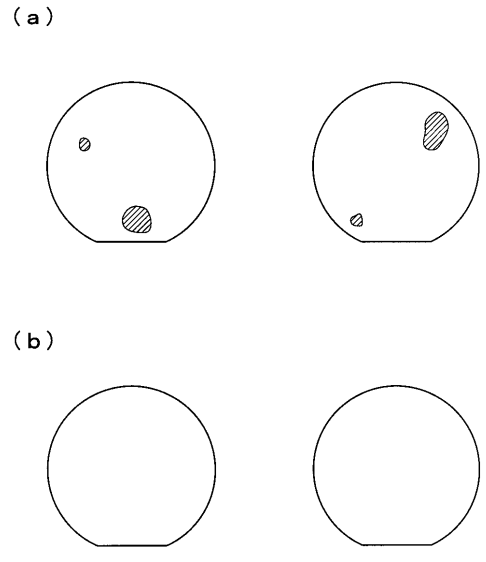
【 図 2 】



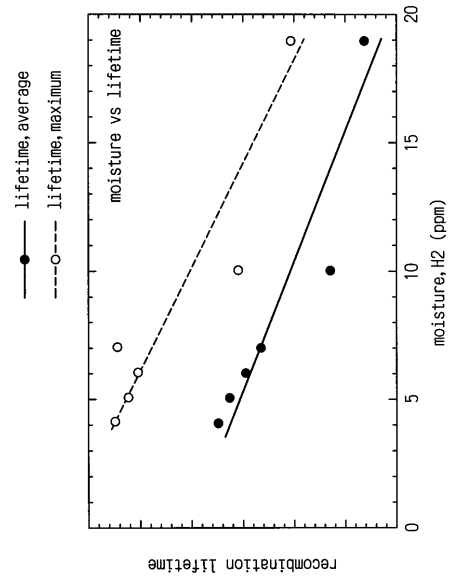
【 図 3 】



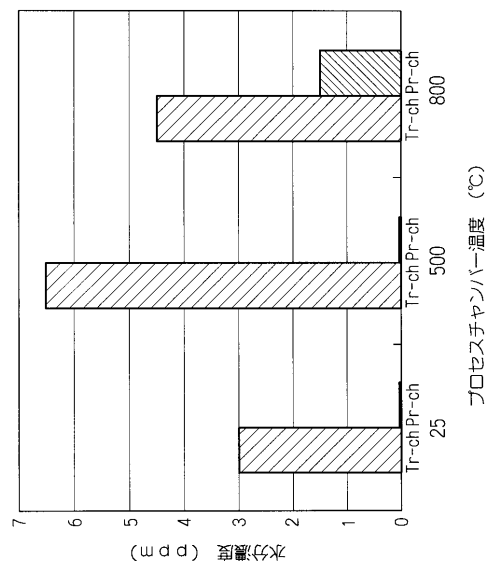
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

- (74)代理人 100064908
弁理士 志賀 正武
- (74)代理人 100108578
弁理士 高橋 詔男
- (74)代理人 100089037
弁理士 渡邊 隆
- (74)代理人 100101465
弁理士 青山 正和
- (74)代理人 100094400
弁理士 鈴木 三義
- (74)代理人 100107836
弁理士 西 和哉
- (74)代理人 100108453
弁理士 村山 靖彦
- (72)発明者 長谷川 博之
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 三菱マテリアルシリコン株式会社内
- (72)発明者 山岡 智則
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 三菱マテリアルシリコン株式会社内
- (72)発明者 石原 良夫
東京都港区西新橋1-16-7 日本酸素株式会社内
- (72)発明者 増崎 宏
東京都港区西新橋1-16-7 日本酸素株式会社内

審査官 和瀬田 芳正

- (56)参考文献 特開平4-85927(JP,A)
特開平4-324628(JP,A)
特開平9-129709(JP,A)
特開2000-216102(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
H01L 21/205
H01L 21/3065