明　細　書

発明の名称 ： ガス処理方法およびガス処理装置

技術分野

[0001]　本開示は、ガス処理方法およびガス処理装置に関する。

背景技術

[0002]　半導体装置の製造過程においては、基板である半導体ウエハに対して処理ガスにより化学的処理を行う技術が知られている。例えば、特許文献１、２には、半導体ウエハに存在するシリコン酸化膜（ＳｉＯ$_2$膜）を、フッ化水素（ＨＦ）ガスとアンモニア（ＮＨ$_3$）ガスを用いて、エッチングを行う技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２００７－１８０４１８号公報

特許文献2：特開２０１７－１９１８９７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　本開示は、高アスペクト比の凹部を有する基板のガス処理において、凹部のトップとボトムで均一に処理を行うことができるガス処理方法およびガス処理装置を提供する。

課題を解決するための手段

[0005]　本開示の一態様に係るガス処理方法は、凹部を有する基板にガス処理を施すガス処理方法であって、チャンバー内に凹部を有する基板を配置することと、真空引きされた前記チャンバー内に圧力調整用ガスを供給して前記チャンバー内の圧力を上昇させ、予め定められた圧力に調圧することと、次いで、前記チャンバー内で処理ガスによる処理反応を生じさせて前記基板の前記凹部の側壁に対してガス処理を行うことと、を有し、前記調圧することを実施する際の前記圧力調整用ガスの少なくとも一部として、前記処理反応を生

じさせる前記処理ガスを用いる。

発明の効果

[0006] 本開示によれば、高アスペクト比の凹部を有する基板のガス処理において、凹部のトップとボトムで均一に処理を行うことができるガス処理方法およびガス処理装置が提供される。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]一実施形態のガス処理方法を実施するためのガス処理装置の一例を示す断面図である。

[図2]一実施形態に係るエッチング方法に用いられる基板の構造の一例を示す断面図である。

[図3]図２の基板をエッチングした状態を示す断面図である。

[図4]従来技術における具体的なガス供給タイミングと圧力とを示す図である。

[図5]図４に示す処理をアスペクト比が大きい凹部を有する基板に適用した場合のエッチング状態を示す断面図である。

[図6]図２に示す構造の基板において、従来技術を適用した場合の調圧ステップおよびエッチングステップにおける凹部へのガス供給を模式的に示す図である。

[図7]図２に示す構造の基板に対し従来技術を適用した場合のエッチングステップにおける凹部のトップ部およびボトム部でのＨＦガス量を示す図である。

[図8]実施形態の一例における具体的なガス供給タイミングと圧力とを示す図である。

[図9]図２に示す構造の基板において、実施形態を適用した場合の調圧ステップおよびエッチングステップにおける凹部へのガス供給を模式的に示す図である。

[図10]図２に示す構造の基板に対し実施形態を適用した場合のエッチングステップにおける凹部のトップ部およびボトム部でのＨＦガス量を示す図であ

る。

[図11]実施形態のエッチングにおける圧力およびガス供給シーケンスの一例を示す図である。

[図12]実施形態のエッチングにおける圧力およびガス供給シーケンスの他の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、図面を参照しながら、実施形態について説明する。

[0009] ＜ガス処理装置＞

図１は、一実施形態のガス処理方法を実施するためのガス処理装置の一例を示す断面図である。図１に示すガス処理装置は、基板の例えば表面に存在するシリコン酸化物系材料をエッチングするエッチング装置として構成されている。シリコン酸化物系材料としては、代表例としてSiO_2を挙げることができるが、ＳｉＯＮ、ＳｉＯＣＮ、ＳｉＯＣであってもよい。

[0010] 図１に示すように、ガス処理装置１は、密閉構造のチャンバー１０を備えており、チャンバー１０の内部には、基板Ｗを略水平にした状態で載置させる載置台１２が設けられている。基板ＷとしてはＳｉウエハ等の半導体ウエハが例示されるが、これに限るものではない。

[0011] また、ガス処理装置１は、チャンバー１０に処理ガスを供給するガス供給機構１３、チャンバー１０内を排気する排気機構１４を備えている。

[0012] チャンバー１０は、チャンバー本体２１と蓋部２２とによって構成されている。チャンバー本体２１は、略円筒形状の側壁部２１ａと底部２１ｂとを有し、上部は開口となっており、この開口が内部に凹部を有する蓋部２２で閉止される。側壁部２１ａと蓋部２２とは、シール部材（図示せず）により密閉されて、チャンバー１０内の気密性が確保される。

[0013] 蓋部２２の内部には、載置台１２に臨むようにガス導入部材であるシャワーヘッド２６がはめ込まれている。シャワーヘッド２６は側壁と上部壁とを有し円筒状をなす本体３１と、本体３１の底部に設けられたシャワープレート３２とを有している。本体３１の外周部とシャワープレート３２とはシー

ルリング（図示せず）によりシールされ密閉構造となっている。また、本体３１の中央部とシャワープレート３２との間にはガスを拡散するための空間３３が形成されている。

[0014] 蓋部２２の天壁には、第１のガス導入孔３４および第２のガス導入孔３５が垂直に形成されており、これら第１のガス導入孔３４および第２のガス導入孔３５がシャワーヘッド２６の上部壁を貫通して空間３３に接続されている。シャワープレート３２には、空間３３から垂直に延び、貫通してチャンバー１０の内部に臨む、複数のガス吐出孔３７が形成されている。

[0015] したがって、シャワーヘッド２６においては、第１のガス導入孔３４および第２のガス導入孔３５から空間３３にガスが供給され、空間３３内で混合されたガスがガス吐出孔３７を介して吐出される。

[0016] チャンバー本体２１の側壁部２１ａには、基板Ｗを搬入出する搬入出口４１が設けられており、この搬入出口４１はゲートバルブ４２により開閉可能となっており、隣接する他のモジュールとの間で基板Ｗが搬送可能となっている。

[0017] 載置台１２は、平面視略円形をなしており、チャンバー１０の底部２１ｂに固定されている。載置台１２の内部には、載置台１２の温度を調節する温調器４５が設けられている。温調器４５は、例えば、抵抗ヒーターや、温度調節用の温調媒体（例えば水など）が循環する温調媒体流路で構成することができる。温調器４５により載置台１２が所望の温度に温調され、これにより載置台１２に載置された基板Ｗの温度制御がなされる。

[0018] ガス供給機構１３は、ＨＦガス供給源５１、Ａｒガス供給源５２、NH_3ガス供給源５３、およびN_2ガス供給源５４を有している。

[0019] ＨＦガス供給源５１は、フッ素含有ガスとしてＨＦガスを供給するものである。ここでは、フッ素含有ガスとしてＨＦガスを例示するが、フッ素含有ガスとしては、ＨＦガスの他、F_2ガス、ClF_3ガス、NF_3ガスを用いることもできる。

[0020] NH_3ガス供給源５３は、塩基性ガスとしてNH_3ガスを供給するものであ

る。ここでは、塩基性ガスとしてNH_3ガスを例示するが、塩基性ガスとしては、NH_3ガスの他、アミンガスを用いることもできる。アミンとしては、メチルアミン、ジメチルアミン、トリメチルアミン等を挙げることができる。

[0021] Arガス供給源52およびN_2ガス供給源54は、希釈ガス、パージガス、キャリアガスとしての機能を兼ね備えた不活性ガスとして、N_2ガス、Arガスを供給するものである。ただし、両方ともArガスまたはN_2ガスであってもよい。また、不活性ガスはArガスおよびN_2ガスに限定されず、Heガス等の他の希ガスを用いることもできる。

[0022] これらガス供給源51～54には、それぞれ第1～第4のガス供給配管61～64の一端が接続されている。HFガス供給源51に接続された第1のガス供給配管61は、その他端が第1のガス導入孔34に接続されている。Arガス供給源52に接続された第2のガス供給配管62は、その他端が第1のガス供給配管61に接続されている。NH_3ガス供給源53に接続された第3のガス供給配管63は、その他端が第2のガス導入孔35に接続されている。N_2ガス供給源54に接続された第4のガス供給配管64は、その他端が第3のガス供給配管63に接続されている。

[0023] フッ素含有ガスであるHFガスと塩基性ガスであるNH_3ガスは、それぞれ不活性ガスであるArガスおよびN_2ガスとともに第1のガス導入孔34および第2のガス導入孔35を介してシャワーヘッド26に至り、シャワーヘッド26のガス吐出孔37からチャンバー10内に吐出される。

[0024] 第1～第4のガス供給配管61～64には、流路の開閉動作および流量制御を行う流量制御部65が設けられている。流量制御部65は例えば開閉弁およびマスフローコントローラ（MFC）またはフローコントロールシステム（FCS）のような流量制御器により構成されている。

[0025] 排気機構14は、チャンバー10の底部21bに形成された排気口71に繋がる排気配管72を有しており、さらに、排気配管72に設けられた、チャンバー10内の圧力を制御するための自動圧力制御弁（APC）73およびチャンバー10内を排気するための真空ポンプ74を有している。

[0026] チャンバー１０の側壁には、チャンバー１０内の圧力制御のために高圧用および低圧用の２つのキャパシタンスマノメータ７６ａ，７６ｂが設けられている。載置台１２に載置された基板Wの近傍には、基板Wの温度を検出する温度センサ（図示せず）が設けられている。

[0027] ガス処理装置１を構成するチャンバー１０、シャワーヘッド２６、載置台１２は、アルミニウムのような金属材料で形成されている。これらの表面には酸化皮膜等の皮膜が形成されていてもよい。皮膜としては、例えば、アルミニウムの場合は陽極酸化皮膜（Al_2O_3）を挙げることができる。セラミックコーティングであってもよい。

[0028] ガス処理装置１は、さらに制御部８０を有している。制御部８０はコンピュータで構成されており、ＣＰＵを備えた主制御部と、入力装置、出力装置、表示装置、記憶装置（記憶媒体）を有している。主制御部は、ガス処理装置１の各構成部の動作を制御する。主制御部による各構成部の制御は、記憶装置に内蔵された記憶媒体（ハードディスク、光デスク、半導体メモリ等）に記憶された制御プログラムに基づいてなされる。記憶媒体には、制御プログラムとして処理レシピが記憶されており、処理レシピに基づいてガス処理装置１の処理が実行される。

[0029] ＜ガス処理方法＞

次に、上述したガス処理装置１で行われるガス処理方法の一実施形態について説明する。

本実施形態では、高アスペクト比の凹部を有する基板Wに対して、ガス処理としてエッチング、具体的にはシリコン酸化物系材料からなる膜のエッチングを行う場合を例にとって説明する。

[0030] 以下、具体的に説明する。

まず、高アスペクト比の凹部を有する基板Wをチャンバー１０内に搬入して、載置台１２に載置する。このとき、載置台１２は温調器４５で温調されている。そして、準備段階としてチャンバー１０内の圧力を２６６．６Ｐａ（２Ｔｏｒｒ）程度に上昇させて基板Wの温度安定化を図った後、チャンバ

ー１０内を真空引きする。

[0031] 基板Wの凹部のアスペクト比としては２５以上が好適である。このような高アスペクト比の凹部を有する基板Wとしては、例えば、３Ｄ－ＮＡＮＤ型不揮発性半導体装置に用いられるものを挙げることができる。図２は、そのような基板Wの構造の一例を示す断面図である。本例においては、基板Wは、シリコン基体１００の上に、下部構造１０１と、その上に形成された、SiO_2膜１１１とＳｉＮ膜１１２とが交互に複数積層されてなるＯＮＯＮ積層構造部１０２と、その上に形成された上部構造１０３とを有している。上部構造１０３、ＯＮＯＮ積層構造部１０２、および下部構造１０１には、積層方向に貫通するようにホール１０６が形成されている。

[0032] 次いで、真空引きされたチャンバー１０内にガスを供給してチャンバー１０内の圧力を上昇させ、予め定められた設定圧力に調圧し、その圧力で安定させる（調圧ステップ）。

[0033] 次いで、その圧力で、塩基性ガスであるNH_3ガスと、フッ素含有ガスであるＨＦガスとによりガス処理であるエッチングを行う（エッチングステップ）。この際のエッチングにおいては、凹部の側壁部分に存在するシリコン酸化物系材料をエッチングする。図２の例では、凹部であるホール１０６の側壁に存在するＯＮＯＮ積層構造部１０２の複数のSiO_2膜１１１を図３のようにエッチングする。

[0034] この際の処理反応であるエッチング反応は、フッ素含有ガスと塩基性ガスとSiO_2膜１１１との反応であり、本例ではＨＦガスおよびNH_3ガスとSiO_2膜１１１とが反応してケイフッ化アンモニウム（ＡＦＳ）が生成される。このＡＦＳは、基板Wの温度を高く設定することにより、昇華させることができる。

[0035] このようなエッチング処理を予め定められた時間行った後、チャンバー１０を真空引きしてチャンバー１０内のパージを行う（真空引きステップ）。これにより、昇華したＡＦＳ等の残留ガスをチャンバー１０から排出する。

[0036] このようなシーケンスを１回行って所望の量のエッチングを行ってもよい

が、このようなシーケンスを複数回繰り返して所望の量のエッチングを行ってもよい。すなわち、調圧→エッチング→真空引き→調圧→エッチング→真空引き→・・・のように複数回繰り返す。これにより、より制御性の良いエッチングを行うことができる。

[0037] ところで、従来、調圧ステップは処理圧力で安定させることを目的としているため、調圧ステップでは目的の処理反応を生じさせないことが一般的である。例えば特許文献２では、ＨＦガスとＮＨ$_3$ガスを用いてＳｉＯ$_2$膜をエッチングする場合に、調圧ステップである圧力安定化工程においては、Ａｒガス、Ｎ$_2$ガス、ＮＨ$_3$ガスのみを導入し、エッチング反応（処理反応）を生じさせない。そして、基板処理工程において初めてＨＦガスを導入してエッチング反応を生じさせている。

[0038] 図４は、従来技術における具体的なガス供給タイミングと圧力とを示す図である。図４に示すように、調圧ステップでは、真空引きした状態のチャンバー内に、圧力調整用ガスとしてＡｒガス、Ｎ$_2$ガス、ＮＨ$_3$ガスを供給してチャンバー内の圧力を上昇させ、設定圧力で安定させる。そして、エッチングステップでは、チャンバー内の圧力を設定圧力に維持したまま、チャンバー内にＨＦガスを供給してエッチング反応を生じさせる。予め定められたエッチング時間経過後、Ａｒガス、Ｎ$_2$ガス、ＮＨ$_3$ガス、ＨＦガスを停止し、チャンバー内の真空引きを行う。

[0039] しかし、このような従来用いられている図４に示す処理をアスペクト比が大きい凹部を有する基板に適用した場合、凹部のボトム部でトップ部よりもエッチング量が小さくなるトップ－ボトムローディングが生じることが判明した。具体的には、図２の基板の例では、図５に示すように、トップ部のＳｉＯ$_2$膜１１１のエッチング量が大きく、ボトム部のＳｉＯ$_2$膜１１１のエッチング量が小さくなる。

[0040] 以下、この点について説明する。

図２に示す構造の基板Ｗに、調圧用ガスとしてエッチング反応が生じないようにＡｒガス、Ｎ$_2$ガス、ＮＨ$_3$ガスをチャンバー１０内に供給した際には

、図６（ａ）に示すように、これらのガスがホール１０６内にも存在する。そのため、調圧後にエッチングのためにＨＦガスを供給した際には、図６（ｂ）に示すように、ホール１０６内で、Ａｒガス、N_2ガス、NH_3ガスによりＨＦガスの拡散が阻害され、ホール１０６のボトム部にＨＦガスが到達し難くなる。すなわち、図７に示すように、エッチャントの一部であるＨＦガスの拡散タイミングがトップ部に比べボトム部の方が遅くなるとともに、ＨＦガスの量自体もトップ部に比べてボトム部のほうが少なくなる。これがエッチングのトップ－ボトムローディングが生じる理由であると考えられる。

[0041] そこで、本実施形態では、調圧ステップにおいて、圧力調整用ガスとして、Ａｒガス、N_2ガス、NH_3ガスのみならずＨＦガスをチャンバー１０内に供給する。すなわち、圧力調整用ガスの一部として、処理反応であるエッチング反応を生じさせる処理ガスであるNH_3ガスおよびＨＦガスの両方を供給する。図８は、実施形態の一例における具体的なガス供給タイミングと圧力とを示す図である。図８に示すように、本例では、調圧ステップにおいて、真空引きした状態のチャンバー内に、圧力調整ガスとして、Ａｒガス、N_2ガス、NH_3ガスのみならずＨＦガスも供給してチャンバー内の圧力を上昇させ、設定圧力で安定させる。そして、これらのガスの供給を維持し、かつチャンバー内の圧力を設定圧力に維持したまま、エッチングステップを行う。

[0042] そのため、図９（ａ）に示すように、ＨＦガスがＡｒガス、N_2ガス、NH_3ガスとともにホール１０６に導入され、図９（ｂ）に示すように、Ａｒガス、N_2ガス、NH_3ガスにほとんど妨げられることなくＨＦガスがホール１０６のボトム部に拡散される。すなわち、図１０に示すように、エッチャントであるＨＦガスの到達タイミングおよび量がトップ部とボトム部とで同程度となり、トップ－ボトムローディングが抑制された均一なエッチングを行うことができる。

[0043] 次に、図２の構造の基板Ｗに対して実施形態のエッチングを行う際のシーケンスの一例について説明する。図１１は、実施形態のエッチングにおける圧力およびガス供給シーケンスの一例を示す図である。

[0044] 載置台１２に基板を載置した状態で、最初に、Ａｒガス、N_2ガス、NH_3ガス、およびＨＦガスを全て導入してチャンバー１０内の圧力を上昇させ、設定温度で安定させる（ステップＳＴ１；調圧ステップ）。次いで、Ａｒガス、N_2ガス、NH_3ガス、およびＨＦガスの流量、およびチャンバー１０内の圧力を維持したまま、ホール１０６を介してSiO_2膜１１１のエッチングを行う（ステップＳＴ２；エッチングステップ）。エッチングステップが終了後、チャンバー１０を真空引きしてチャンバー１０内のパージを行う（ステップＳＴ３；真空引きステップ）。以上のステップＳＴ１～ステップＳＴ３を所望の回数繰り返す。

[0045] 本実施形態では、ステップＳＴ１の調圧ステップでＨＦガスを供給するので、調圧ステップでの圧力が上述したようなエッチング反応が進行する圧力以上になった時点でエッチングが開始される。すなわち、レシピ上のエッチングステップ（ステップＳＴ２）に到達する前にエッチング反応が進行する。これに対しては、予め、調圧ステップでのエッチング量を考慮してエッチングステップ（ステップＳＴ２）の時間を設定することにより対応することができる。また、レシピ上、調圧ステップをエッチングステップに統合することもできる。

[0046] エッチングステップ（ステップＳＴ２）では、基板温度を７５～１５０℃の範囲にすることが好ましい。これにより、エッチング反応で生成されたＡＦＳを昇華させることができる。エッチングの際の圧力は、２６．６～４００Ｐａ（０．２～３．０Ｔｏｒｒ）の範囲が好ましい。

[0047] また、Ａｒガス、N_2ガス、NH_3ガス、およびＨＦガスの流量は、それぞれ、０～２００ｓｃｃｍ、０～２００ｓｃｃｍ、２００～１０００ｓｃｃｍ、２００～１０００ｓｃｃｍの範囲が好ましい。

[0048] 以上は、調圧ステップにおいて、Ａｒガス、N_2ガス、NH_3ガス、およびＨＦガスの全てを最初から供給した例を示したが、図１２に示すように、エッチングに影響がない範囲でプリフロー（ステップＳＴ１´）を行ってもよい。図１２では全てのガスをプリフローする例を示しているが、一部のガス

（例えばN_2ガスおよびＡｒガス、またはN_2ガス、Ａｒガス、およびNH_3ガス）をプリフローしてもよい。

[0049] また、以上は、処理温度を高温にして、生成されたＡＦＳを昇華させ、昇華したＡＦＳを真空引きにより排出する処理を繰り返す例を示したが、処理温度を１０～７５℃、例えば３５℃と低温で処理してもよい。この場合は、NH_3ガスおよびＨＦガスによる処理の後に、別のチャンバーで加熱処理を行ってＡＦＳを昇華させる。これらの処理を１回または複数回行う。

[0050] なお、本実施形態のように高アスペクト比の凹部を有する基板Wに対して、調圧ステップでＨＦガスを供給すると、エッチングの際にかえって凹部のボトム部のＨＦガス濃度が高くなって、エッチングがボトムファーストになることがある。そのような場合は、圧力等のパラメータを調整することにより均一化することができる。

[0051] ＜実験例＞

次に、実験例について説明する。

ここでは、図２の構造の基板に対し、図１の装置により、エッチングガス（エッチャント）としてNH_3ガスとＨＦガスを用いて、SiO_2膜のエッチングを行った。エッチングの際の条件としては、基板温度を８０～１００℃、圧力を５３．３～１０６．６Ｐａ（０．４～０．８Ｔｏｒｒ）、NH_3ガス流量を２５０～８００ｓｃｃｍ、ＨＦガス流量を２５０～８００ｓｃｃｍ、Ａｒガス流量を５０～１５０ｓｃｃｍ、N_2ガス流量を５０～１５０ｓｃｃｍとした。

[0052] 以上の条件で、調圧ステップでＨＦガスを供給しない従来シーケンス（シーケンスＡ）と、調圧ステップでＨＦガスを供給する実施形態のシーケンス（シーケンスＢ）とでエッチングを行った。シーケンスＡでは、エッチング時間を３ｓｅｃとし、真空引きの時間を６０ｓｅｃとし、調圧→エッチング→真空引きのサイクルを９サイクル行った。シーケンスＢでは、エッチング時間を０．５ｓｅｃとし、真空引きの時間を６０ｓｅｃとし、調圧→エッチング→真空引きのサイクルを６サイクル行った。エッチング後、エッチング

量と、最小エッチング量（Ｍｉｎ）／ホール内の最大エッチング量（Ｍａｘ）×１００で表されるローディング値を求めた。その結果、シーケンスＡでは、エッチング量が１２．６ｎｍ、ローディング値が６１．３％のトップファーストとなった。これに対して、シーケンスＢでは、エッチング量が９．２ｎｍ、ローディング値が８７．９％のトップファーストとなり、実施形態の手法を用いることによりトップ－ボトムローディングが改善することが確認された。

[0053] ＜他の適用＞

以上、実施形態について説明したが、今回開示された実施形態は、全ての点において例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。上記の実施形態は、添付の特許請求の範囲およびその主旨を逸脱することなく、様々な形態で省略、置換、変更されてもよい。

[0054] 例えば、上記実施形態では、NH_3ガスとＨＦガスを用いてシリコン酸化物系材料のエッチングを行う例を示したが、これに限らず、他のガスエッチングの場合にも同様に適用可能である。

[0055] また、圧力調整用ガスの一部として、処理反応であるエッチング反応を生じさせる処理ガスであるNH_3ガスとＨＦガスとを用い、他に不活性ガスであるN_2ガスおよびＡｒガスを用いた例を示したが、圧力調整用ガスは処理反応を生じさせる処理ガスのみであってもよい。すなわち、圧力調整用ガスの少なくとも一部として処理反応を生じさせる処理ガスを用いればよい。

[0056] さらに、上記実施形態では、基板として、SiO_2膜とＳｉＮ膜とが交互に複数積層されてなるＯＮＯＮ積層構造部を有し、その積層方向に凹部としてのホールを有するものを用いた例を示したが、これに限るものではない。例えば、高アスペクト比の凹部の側面に一様にエッチング対象膜が形成されている基板であってもよい。

[0057] さらにまた、ガス処理はエッチングに限らず、ＣＶＤ成膜のような他のガス処理であってもよい。他のガス処理の場合にも、高アスペクト比の凹部を有する基板に対して、調圧ステップから処理反応を生じさせる処理ガスを供

給することにより、処理のトップ－ボトムローディングを抑制することができる。

[0058] さらにまた、上記実施形態では、基板として半導体ウエハを例示したが、半導体ウエハに限らず、ＬＣＤ（液晶ディスプレイ）用基板に代表されるＦＰＤ（フラットパネルディスプレイ）基板や、セラミックス基板等の他の基板であってもよい。

符号の説明

[0059] １…ガス処理装置、１０…チャンバー、１２…載置台、１３…ガス供給機構、１４…排気機構、２６…シャワーヘッド、４５…温調器、５１…ＨＦガス供給源、５３…NH_3ガス供給源、８０…制御部、１００…シリコン基体、１０２…ＯＮＯＮ積層部、１０６…ホール（凹部）、１１１…SiO_2膜、Ｗ…基板

請求の範囲

[請求項1] 凹部を有する基板にガス処理を施すガス処理方法であって、

チャンバー内に凹部を有する基板を配置することと、

真空引きされた前記チャンバー内に圧力調整用ガスを供給して前記チャンバー内の圧力を上昇させ、予め定められた圧力に調圧することと、

次いで、前記チャンバー内で処理ガスによる処理反応を生じさせて前記基板の前記凹部の側壁に対してガス処理を行うことと、

を有し、

前記調圧することを実施する際の前記圧力調整用ガスの少なくとも一部として、前記処理反応を生じさせる前記処理ガスを用いる、ガス処理方法。

[請求項2] 前記基板の前記凹部のアスペクト比は、２５以上である、請求項１に記載のガス処理方法。

[請求項3] 前記ガス処理はエッチングである、請求項１に記載のガス処理方法。

[請求項4] 前記処理ガスは塩基性ガスおよびフッ素含有ガスであり、前記基板の凹部の側壁に存在するシリコン酸化物系材料をエッチングする、請求項３に記載のガス処理方法。

[請求項5] 前記基板は、前記シリコン酸化物系材料であるSiO_2膜とＳｉＮ膜が交互に複数積層してなる積層構造部と、前記積層構造部の積層方向に形成された前記凹部としてのホールとを有し、前記ホールの側壁に存在する前記SiO_2膜をエッチングする、請求項４に記載のガス処理方法。

[請求項6] 前記調圧することを実施する際の前記圧力調整用ガスは、前記処理ガスとしての塩基性ガスおよびフッ素含有ガスの他に不活性ガスを含む、請求項４に記載のガス処理方法。

[請求項7] 前記処理ガスとしての塩基性ガスおよびフッ素含有ガス、ならびに

不活性ガスは、前記調圧することを実施する際に供給され、前記ガス処理を行うことを実施する際にも継続して供給される、請求項６に記載のガス処理方法。

[請求項8] 前記塩基性ガスはＮＨ$_3$ガスであり、前記フッ素含有ガスはＨＦガスである、請求項４から請求項７のいずれか一項に記載のガス処理方法。

[請求項9] 前記ガス処理の後に前記チャンバー内を真空引きすることをさらに有し、前記調圧すること、前記ガス処理すること、前記真空引きすることを複数回繰り返す、請求項４から請求項７のいずれか一項に記載のガス処理方法。

[請求項10] 凹部を有する基板にガス処理を施すガス処理装置であって、

凹部を有する基板を収容するチャンバーと、

前記チャンバー内で前記基板を載置する載置台と、

前記チャンバー内にガスを供給するガス供給部と、

前記チャンバー内を排気する排気部と、

制御部と、

を具備し、

前記制御部は、

前記チャンバー内に前記基板を配置することと、

真空引きされた前記チャンバー内に圧力調整用ガスを供給して前記チャンバー内の圧力を上昇させ、予め定められた圧力に調圧することと、

次いで、前記チャンバー内で処理ガスによる処理反応を生じさせて前記基板の前記凹部の側壁に対してガス処理を行うことと、

を実行させ、

前記調圧することを実施する際の前記圧力調整用ガスの少なくとも一部として、前記処理反応を生じさせる前記処理ガスを用いるように制御する、ガス処理装置。

[請求項11] 前記基板の前記凹部のアスペクト比は、２５以上である、請求項１０に記載のガス処理装置。

[請求項12] 前記ガス処理はエッチングである、請求項１０に記載のガス処理装置。

[請求項13] 前記処理ガスは塩基性ガスおよびフッ素含有ガスであり、前記基板の凹部の側壁に存在するシリコン酸化物系材料をエッチングする、請求項１２に記載のガス処理装置。

[請求項14] 前記制御部は、前記調圧することを実施する際に前記圧力調整用ガスとして、前記処理ガスとしての塩基性ガスおよびフッ素含有ガスの他に不活性ガスを含むように前記ガス供給部を制御する、請求項１３に記載のガス処理装置。

[請求項15] 前記制御部は、前記処理ガスとしての塩基性ガスおよびフッ素含有ガス、ならびに不活性ガスを、前記調圧することを実施する際に供給させ、前記ガス処理を行うことを実施する際にも継続して供給させるように前記ガス供給部を制御する、請求項１４に記載のガス処理装置。

[請求項16] 前記塩基性ガスはNH_3ガスであり、前記フッ素含有ガスはＨＦガスである、請求項１３から請求項１５のいずれか一項に記載のガス処理装置。

[請求項17] 前記制御部は、前記ガス処理の後に前記チャンバー内を真空引きすることをさらに実行し、前記調圧すること、前記ガス処理すること、前記真空引きすることを複数回繰り返すように制御する、請求項１３から請求項１５のいずれか一項に記載のガス処理装置。