

明 細 書

発明の名称：エッチング方法及びエッチング装置

技術分野

[0001] 本開示は、エッチング方法及びエッチング装置に関する。

背景技術

[0002] 半導体ウエハ（以下、ウエハと記載する）などの基板を処理に対して、タンクに一旦貯留したガスを処理容器内に放出して処理を行う場合がある。特許文献1では、フラットパネルディスプレイ（FPD）製造用の基板に対して、そのようにタンクに貯留されたHe、HCl、SF₆の各ガスを放出してエッチング処理を行うことが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第5235293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、基板の表面におけるエッチング分布を制御することができる技術を提供する。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示のエッチング方法は、第1エッチングガス、第2エッチングガスの両方が供給されることで反応が生じて表面のエッチングがなされる基板を処理容器内に格納する工程と、

第1ガス供給源から前記第1エッチングガスを第1ガス供給路に供給し、前記第1ガス供給路に設けられる第1貯留部に貯留して、当該第1貯留部の内部を昇圧させる第1貯留工程と、

第2ガス供給源から前記第2エッチングガスを第2ガス供給路に供給し、前記第2ガス供給路に設けられる第2貯留部に貯留して、当該第2貯留部の内部を昇圧させる第2貯留工程と、

前記第 1 貯留部から前記処理容器内に、第 1 期間において前記第 1 エッチングガスを供給する第 1 供給工程と、

当該第 1 エッチングガス及び当該第 2 エッチングガスのうち的一方のみが前記処理容器内に供給される期間が形成されるように、前記第 1 期間とは始点及び終点のうちの少なくとも一方が異なる第 2 期間において前記第 2 貯留部から前記処理容器内に前記第 2 エッチングガスを供給する第 2 供給工程と、を備える。

発明の効果

[0006] 本開示は、基板の表面におけるエッチング分布を制御することができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]本開示の一実施形態であるエッチング装置の縦断側面図である。

[図2]ウエハの平面図である。

[図3]ウエハの平面図である

[図4]ガスの供給タイミングを示すチャートである。

[図5]ウエハの縦断側面図である。

[図6]ウエハの縦断側面図である。

[図7]評価試験の結果を示す説明図である。

[図8]評価試験の結果を示す説明図である。

[図9]評価試験の結果を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0008] 本開示のエッチング装置の一実施形態であると共に、本開示に係るエッチング方法を実施するエッチング装置 1 について、図 1 の縦断側面図を参照して説明する。エッチング装置 1 では、円形の基板であるウエハ W を処理容器 11 内に格納し、処理容器 11 内を真空雰囲気である所望の圧力とし、第 1 エッチングガスであるハロゲン含有ガス及び第 2 エッチングガスである塩基性ガスを供給することで、エッチングを行う。具体的には本例ではハロゲン含有ガスとして HF（フッ化水素）ガス、塩基性ガスとして NH₃（アンモニア）ガス及びアミンガスの混合ガスを用いて、ウエハ W の表面における SiO

x（酸化シリコン）膜91のエッチングを行う。アミンガスとしては、例えばトリメチルアミン（Tri Methyl Amine: TMA）ガスを用いる。

[0009] 従って、SiO_xに対してHFとNH₃とが作用することによる反応生成物であるケイフッ化アンモニウム[(NH₄)SiF₆: AFS]や、SiO_xに対してHFとTMAとが作用することによる反応生成物がウエハW表面で生じ、それらの反応生成物が昇華することでエッチングがなされる。なお、このエッチングを行うにあたり、ウエハWの周囲にプラズマは形成されない。

[0010] 上記のHFガス及び塩基性ガスはタンク81、82に貯留され、当該タンク81、82内が加圧された状態で、タンク81、82の下流側のバルブV1、V2を開くことで処理容器11内に供給される。後に詳しく説明するがエッチング量を所望の量とするために、HFガス及び塩基性ガスの供給が繰り返されるように、ガスの供給サイクルが設定される。その1サイクルの中で、HFガスを処理容器11内に供給する期間と、塩基性ガスを処理容器11内に供給する期間と、は互いにずれるように設定される。

[0011] 以下、具体的に装置の構成について説明する。処理容器11内には左右に並んでウエハWが格納される。この計2枚のウエハWに対して、一括してエッチングがなされる。このウエハWの処理は、互いに区画された処理空間21でなされる。処理容器11内には、当該処理空間21を形成するための処理空間形成部材22が設けられている。処理空間形成部材22は左右に横長のブロックにおいて、鉛直方向に穿孔される貫通孔23が、左右に間隔を空けて設けられるように構成されている。貫通孔の23をなす周面の下縁は、内方に突出する突縁部24をなす。

[0012] 処理空間形成部材22の左右の中央下部は、処理容器11の底壁を貫通する支柱25を介して、処理容器11の外部に設けられる昇降機構26に接続されており、処理容器11内を上方位置、下方位置との間で昇降自在である。なお、処理容器11の外部には支柱25を囲むベローズ（不図示）が設けられ、支柱25を昇降可能とすることによって当該支柱25と処理容器11の底壁との間に形成される隙間はシールされる。

- [0013] 処理容器 1 1 内の天井には平面視で円形の 2 つのシャワープレート 3 が設けられている。シャワープレート 3 は、処理空間形成部材 2 2 の各貫通孔 2 3 の上方に位置している。2 つのシャワープレート 3 について、一方を 3 A、他方を 3 B として互いに区別して記載する場合が有る。後述する各配管によりシャワープレート 3 の中心部に供給されたガスは、シャワープレート 3 の流路を介して、シャワープレート 3 の下面に多数、分散して形成された吐出口 3 1 から下方へ吐出される。
- [0014] 処理容器 1 1 の底壁の左右には起立した筒体 3 2 が各々設けられている。処理空間形成部材 2 2 が上方位置に位置する際には、貫通孔 2 3 の孔縁に設けられる O リング 2 3 A がシャワープレート 3 の下面の周縁部と密着し、且つ突縁部 2 4 上に設けられる O リング 2 4 A が、筒体 3 2 の上縁部に形成されるフランジと密着する。それによって、上記した処理空間 2 1 が形成される。なお、処理空間 2 1 は、このように処理空間形成部材 2 2 とシャワープレート 3 とに囲まれる空間のうち、後述するステージ 4 1 の上方における領域である。
- [0015] 筒体 3 2 の側壁には貫通孔 3 4 が形成されている。そして、処理容器 1 1 の底壁における左右の中央部には、支柱 2 5 に対して後方に離れた位置に、排気口 3 5 が開口している。底壁の外部において、排気口 3 5 に上流端が開口するように排気管 3 6 が接続されている。排気管 3 6 の下流端は、バルブ 3 7 を介して真空ポンプなどにより構成される排気機構 3 8 に接続されている。バルブ 3 7 の開度が調整されることにより、処理空間 2 1 の圧力が調整される。
- [0016] なお、処理空間形成部材 2 2 が下方位置に位置する際には、処理容器 1 1 の前方に設けられる搬送口（不図示）は、処理空間形成部材 2 2 の上方に位置する。この搬送口を介して、処理容器 1 1 の外部に設けられるウエハ W の搬送機構が、貫通孔 2 3 の上方に位置し、後述するステージ 4 1 に対して、後述のピン 5 2 を介してウエハ W の受け渡しを行うことができる。
- [0017] 各貫通孔 2 3 にはステージ 4 1 が設けられている。ステージ 4 1 の上面は水

平面をなし、シャワープレート 3 の下面に対向する。平面視でシャワープレート 3 の中心部は、ステージ 4 1 の上面に載置されるウエハ W の中心部に揃う。ステージ 4 1 には温度調整された流体が供給される流体の流路 4 2 が形成されており、ステージ 4 1 上のウエハ W の温度が、所望の温度とされる。ステージ 4 1 の下面に接続されるように縦断面視で凹状の区画部材 4 3 が設けられ、当該ステージ 4 1 の下方に区画された空間を形成している。

[0018] 区画部材 4 3 は、処理容器 1 1 の底壁を貫通して下方へ伸びる支柱 4 4 を介して、処理容器 1 1 の外部に設けられる昇降機構 4 5 に接続されており、ステージ 4 1 の高さを変更することができる。従って、ウエハ W を処理する際におけるステージ 4 1 とシャワープレート 3 との間の高さ H を変更することで、処理空間 2 1 の容積を変更自在である。処理空間 2 1 全体におけるガスの拡散、排気を速やかに行う目的から、当該高さ H は比較的小さく、例えば 40 mm 以下として処理を行うことが好ましい。

[0019] 上記の区画部材 4 3 とステージ 4 1 の下面とがなす空間に設けられる各支持板 5 1 に支持されて、鉛直上方に伸びる 3 本のピン 5 2（図では 2 本のみ表示）が設けられる。支持板 5 1 は、区画部材 4 3 及び処理容器 1 1 の底壁を貫通して下方へ伸びる支柱 5 3 を介して、処理容器 1 1 の外部に設けられる昇降機構 5 4 に接続され、ピン 5 2 についてはステージ 4 1 の上面にて突没することができ、既述したように搬送機構とステージ 4 1 との間でウエハ W の受け渡しが行われる。図中 5 5 は、支柱 4 4、5 3 を囲むと共に、区画部材 4 3 と処理容器 1 1 の底壁とを接続するベローズであり、支柱 4 4、5 3 と底壁との隙間によって、処理容器 1 1 内の気密性が破られることを防止する。

[0020] エッチング装置 1 は、配管 6 1、6 2、6 3、6 4 を備えている。配管 6 1、6 2 は、夫々シャワープレート 3 A、3 B の中心部に上方からガスを供給するように、処理容器 1 1 の天井に接続されている。そして配管 6 1、6 2 の上流側は、流量調整機構 6 0 を介して N₂ ガス供給源 7 1 A、7 1 B に夫々接続されている。流量調整機構 6 0 は、バルブ及びマスフローコントローラ

により構成され、流路の下流側へのガスの給断の切替え、及びガスの流量の調整を行う。なお後述する配管 6 1、6 2 以外の配管に設けられる流量調整機構 6 0 についても、配管 6 1、6 2 に介設される流量調整機構 6 0 と同様の構成である。N₂ガス供給源 7 1（7 1 A、7 1 B）から供給されるN₂（窒素）ガスは、エッチングガスのキャリアガス且つ処理容器 1 1 内をパージするパージガスの役割を果たす。ウエハWの処理中、ガス供給源 7 1 A、7 1 B からのN₂ガスの供給は常時行われる。

[0021] 配管 6 3、6 4 は貯留部が介設されるガス流路として構成されており、配管 6 3 は第 1 ガス供給路を形成し、配管 6 4 は第 2 ガス供給路を形成する。配管 6 3、6 4 の下流端は、シャワープレート 3 A、3 B の中心部に上方からガスを供給するように、処理容器 1 1 の天井に接続されている。配管 6 3 については上流側に向けて、バルブ V 1、タンク 8 1、バルブ V 3 がこの順に介設されている。そして、バルブ V 3 の上流側で当該配管 6 3 は 2 つに分岐し、分岐した一方は流量調整機構 6 0 を介して第 1 ガス供給源である H F ガス供給源 7 2 に接続され、分岐した他方は、流量調整機構 6 0 を介して N₂ ガス供給源 7 3 に接続されている。N₂ガス供給源 7 3 から供給されるN₂ガスは、H F ガスに対する希釈ガスである。バルブ V 3 については、第 1 貯留部であるタンク 8 1 に各ガスを供給して貯留する期間中は開かれ、第 1 バルブであるバルブ V 1 の開放中はタンク 8 1 に貯留されたガスが配管 6 3 を逆流することを防止するために閉鎖される。

[0022] 配管 6 4 については上流側に向けて、バルブ V 2、タンク 8 2、バルブ V 4 がこの順に介設されている。そしてバルブ V 4 の上流側で当該配管 6 4 は 3 つに分岐し、分岐した各々の上流端は、流量調整機構 6 0 を介して、T M A ガス供給源 7 4、N H₃ガス供給源 7 5、N₂ガス供給源 7 6 に接続されている。T M A ガス供給源 7 4 及びN H₃ガス供給源 7 5 は第 2 ガス供給源である。N₂ガス供給源 7 6 から供給されるN₂ガスは、N H₃ガス及びT M A ガスに対する希釈ガスである。バルブ V 4 については、第 2 貯留部であるタンク 8 2 に各ガスを供給して貯留する期間中は開かれ、第 2 バルブであるバルブ V

2の開放中はタンク82に貯留されたガスが配管64を逆流することを防止するために閉鎖される。

- [0023] エッチング装置1はコンピュータである制御部80を備えており、この制御部80は、ソフトウェア、メモリ、CPUを備えている。プログラムには、後述するウエハWの処理が行われるように命令（各ステップ）が組み込まれており、このプログラムは、記憶媒体、例えばコンパクトディスク、ハードディスク、光磁気ディスク、DVD等に格納され、制御部80にインストールされる。制御部80は、当該プログラムによりエッチング装置1の各部に制御信号を出力し、各部の動作を制御する。具体的には、バルブV1～V4の開閉によるタンク81、82からのガスの放出、タンク81、82へのガスの供給、流量調整機構60による下流側へ供給するガスの流量調整、昇降機構26、45、54による処理空間形成部材22、ステージ41、ピン52の昇降、バルブ37の開度調整などの各動作が、制御信号により制御される。
- [0024] 上記したようにエッチング装置1では、HFガスを処理容器11に供給する期間と、NH₃ガス及びTMAガスを処理容器11に供給する期間と、がずれる（供給開始時点及び供給終了時点のうちの少なくとも一方がずれる）ようにエッチングが行われる。なお、既述したようにエッチング装置1が構成されるため、HFガスを処理容器11に供給する期間、NH₃ガス及びTMAガスを処理容器11に供給する期間は、夫々バルブV1、V2が開かれる期間である。従って、同じサイクル内（HFガス、塩基性ガスが1回ずつ供給される期間内）で、バルブV1、V2が開かれるタイミング、バルブV1、V2が閉じられるタイミングのうちの少なくとも一方がずれるように、当該バルブV1、V2の開閉が制御される。
- [0025] このようにガスの供給期間がずらされる理由を説明する。エッチング装置1では、タンク81、82内に各エッチングガス（HFガス、NH₃ガス及びTMAガス）を貯留し、タンク81、82内が加圧された状態でバルブV1、V2を開き、当該各ガスを処理容器11に供給することで、処理空間21全

体に速やかにガスを拡散させて、スループットの向上を図ることができる。

また、このようにスループットの向上を図るために、バルブV 1、V 2については開放された後、速やかに閉鎖され、処理空間2 1への各エッチングガスの供給は停止し、これらのガスが排気される。1サイクル中で、バルブV 1、V 2の夫々について開かれる期間は、例えば1秒以下である。

[0026] 後述する評価試験で示すように、同じサイクル内でバルブV 1、V 2が開かれるタイミングを揃え、且つバルブV 1、V 2が閉じられるタイミングを揃えてガスを供給すると、ウエハWの中心部側のエッチング量が、周縁部側のエッチング量に比べて大きくなる。このようなエッチング分布になった機序に関する推定について、ウエハWの平面図である図2を参照して説明する。

[0027] 各エッチングガスは、各配管からシャワープレート3の中心部、即ちウエハWの中心部の上方位置に導入される。シャワープレート3内でエッチングガスは分散されるが、タンク8 1、8 2内で加圧されていることから、シャワープレート3へ導入される際の勢いで比較的多くの量のエッチングガスが、ウエハWの中心部に供給される。そして、処理空間2 1が排気されていることで、そのようにウエハWの中心部に供給されたエッチングガスは、ウエハWの外方へと向けて流れるが、バルブV 1、V 2が解放後に速やかに閉じられることによって、ウエハW上への各エッチングガスの供給は瞬間的なものとなる。そのため平面視でのエッチングガス濃度が比較的高い領域をRとすると、この領域RはウエハWの中心部上で円形をなす状態からリング状に速やかに変化し、このリングは径が拡大されつつウエハWの外方へ向けて速やかに広がる。

[0028] HFガスと、塩基性ガス（NH₃ガス及びTMAガス）とでウエハWに供給される期間が重なって一致する場合には、これらのエッチングガスは、ウエハW上を同様に流れる。即ち、図2で説明した領域Rが、HFガス及び塩基性ガスの両方により形成される。そのためHFガス及び塩基性ガスのうちの一方向のエッチングガスから見れば、ウエハWの中心部に供給された際に十分な濃度の他方のガスが周囲に存在することになるので、これらのガスとウエハ

Wの表面の SiO_x 膜91との間で既述した反応生成物が生成する。つまり、各エッチングガスの多くがウエハWの周縁部に広がるまでに、他方のガス及び SiO_x 膜91と反応することになるため、既述したようにウエハWの周縁部よりも中心部のエッチング量が大きくなる。

[0029] エッチング装置1では、ウエハWの周縁部と中心部との間でのエッチング量の差を抑えて、ウエハWの面内のエッチング量の均一性を高くする目的で、HFガスと塩基性ガスとで処理容器11内に供給される期間をずらして処理を行う。このように期間をずらすことで、ウエハWの中心部に供給された一方のエッチングガスから見た際に、他方のエッチングガスの当該中心部における濃度が比較的低い状態を形成し、ウエハWの中心部で過度な反応が起きることを抑制する。

[0030] さらに、そのようにHFガスと塩基性ガスとでウエハWに供給される期間をずらすことで、ウエハWの中心部から外れた位置でのエッチングを促進させることができる。このエッチングの促進の機序については、以下のように推定される。HFガスと塩基性ガス(NH_3 ガス及びTMAガス)とでウエハWに供給される期間をずらすことで、HFガスについての濃度が高い領域R(便宜上、領域R1とする)、塩基性ガスについての濃度が高い領域R(便宜上、領域R2とする)の夫々について、図3に示すように、ウエハW上を広がるタイミングが異なるようにすることができる。

[0031] そして、このHFガスと塩基性ガスとの間での供給期間のずれが僅かである場合には、領域R1、領域R2はウエハWを広がるにあたり、当該ウエハWの中心部からずれた位置で接近し、領域R1を形成するHFガス、領域R2を形成する塩基性ガスが互いに混ざる。そのためウエハWの径方向において当該中心部からずれた周縁部側に、HFガスの濃度、塩基性ガスの濃度が共に高くなる領域が形成され、当該領域でのエッチングが促進される。以上のことから、ガスの供給期間をずらす場合は、図2に示すようにガスの供給期間を一致させる場合に対して、ウエハWの中心部と周縁部との間でエッチング量を揃えることが可能である。

- [0032] なお、仮にタンク 8 1、8 2 への各ガスの貯留を行わずに、各エッチングガスをガス供給源から処理容器 1 1 内に比較的長時間供給する場合は、シャワープレート 3 内を比較的均一性高く拡散したエッチングガスが処理空間 2 1 に供給され、また、処理空間 2 1 においても比較的均一性高くガスが拡散される。そのため、ウエハ W の面内でのエッチング分布の均一性は比較的高くなると考えられる。従って、本技術はタンク（貯留部）にエッチングガスを貯留し、タンクの下流側のバルブを解放後、速やかに閉鎖して既述したような短い期間、エッチングガスを供給するにあたり、特に有効な技術である。
- [0033] 続いて、エッチング装置 1 におけるウエハ W の処理手順について、図 4 のタイミングチャートを参照して説明する。このタイミングチャートは、バルブ V 1、V 2 の開閉のタイミングを示している。従って、H F ガス、N H₃ ガス及び T M A ガスが処理容器 1 1 内のウエハ W へ供給されるタイミングを示している。また、図 5、図 6 はウエハ W の縦断側面図であり、夫々エッチング前の状態、エッチング終了後の状態を示す。ウエハ W には下層膜 9 0 上に S i 膜 9 2 が形成されており、S i 膜 9 2 には溝 9 3 が形成されている。エッチング前の S i O_x 膜 9 1 は S i 膜 9 2 を被覆すると共に、溝 9 3 に進入するように設けられている。
- [0034] 本例でのエッチングは S i 膜 9 2 上の S i O_x 膜 9 1 を除去し、さらに溝 9 3 内の S i O_x 膜 9 1 の一部を除去するように行う。即ち、本例での処理には、側壁が S i 膜 9 2 によって形成される凹部内の S i O_x 膜 9 3 に対するエッチングが含まれる。そして、そのエッチング中には S i O_x 膜 9 1 及び S i 膜 9 2 の両方がウエハ W の表面に露出するが、上記したエッチングガスを用いることにより、S i O_x 膜 9 1 及び S i 膜 9 2 のうち、S i O_x 膜 9 1 が選択的にエッチングされる。なお、図 6 に示すように、溝 9 3 内に一部の S i O_x 膜 9 1 が残留した状態でエッチングは終了する。
- [0035] 処理空間形成部材 2 2 が下方位置に位置した状態で、図示しない搬送機構によって処理容器 1 1 の外部から、図 5 に示した状態の 2 つのウエハ W が、各ステージ 4 1 の上方に搬送される。そして各ウエハ W は、ピン 5 2 を介して

ステージ４１に載置され、所定の温度例えば -20°C ～ 150°C になるように温度調整される。そして、処理空間形成部材２２が上方位置に位置し、処理容器１１内に処理空間２１が形成される。また、ステージ４１が所定の高さに位置し、ステージ４１とシャワープレートの下面との高さ H が既述した大きさとなる。ガス供給源７１Ａ、７１Ｂから処理容器１１内に N_2 ガスが供給された状態で、排気機構３８による排気により、処理空間２１の圧力が 0.133Pa ～ 666Pa となる。

[0036] バルブ V_1 、 V_2 が閉じられた状態でバルブ V_3 、 V_4 が開かれる。そして、タンク８１にガス供給源７２、７３から HF ガス及び N_2 ガスが供給される一方で、ガス供給源７４～７６からタンク８２に塩基性ガス（ NH_3 ガス＋ TMA ガス）及び N_2 ガスが供給され、タンク８１、８２内が昇圧する。つまり、第１貯留工程及び第２貯留工程が行われる。そして、バルブ V_2 が開かれ（チャート中、時刻 t_1 ）、タンク８２内のガス（塩基性ガス＋ N_2 ガス）が各処理空間２１に供給される。上記したように、タンク８２内で加圧されていることから、ウエハ W の面内のうちの中心部に比較的多くの塩基性ガス（ NH_3 ガス及び TMA ガス）が供給される。そして、その塩基性ガスは当該ウエハ W の外方へ向けて流れ、ウエハ W の面内各部に NH_3 及び TMA が吸着する。

[0037] そして時刻 t_1 から例えば 0.3 秒経過後の時刻 t_2 においてバルブ V_1 が開かれ、タンク８１内のガス（ HF ガス＋ N_2 ガス）が各処理空間２１に供給される。この HF ガスについても、タンク８２内で加圧されて処理空間２１に供給されるので、ウエハ W の中心部に比較的多くの HF ガスが供給される。ウエハ W の中心部上で、このように塩基性ガス及び HF ガスが供給されたことにより、当該中心部における SiO_x 膜９１がこれらのガスと反応して、既述した反応生成物が生じる。

[0038] しかし塩基性ガスは、この HF ガスよりも先に供給されたことで、ウエハ W の外方へ向けて流れ始めているので、ウエハ W の中心部上で塩基性ガスと HF ガスとが共に高濃度になることが防がれるため、当該中心部の SiO_x 膜

9 1 の過度の変質（反応生成物の生成）が防止される。そして、ウエハWの中心部に供給されたHFガスは当該ウエハWの外方へ向けて流れ、ウエハWの面内各部にHFが吸着され、先に吸着されたNH₃及びTMAと共にSiO_x膜9 1と反応し、反応生成物が生じる。

[0039] そして時刻t 2から例えば0. 2秒経過した時刻t 3でバルブV 2が閉じられ、タンク8 2から各処理空間2 1へのガスの供給が停止し、続いて時刻t 3から例えば0. 3秒経過した時刻t 4でバルブV 1が閉じられ、タンク8 1から各処理空間2 1へのガスの供給が停止する。この時刻t 3～t 4の間も、塩基性ガス及びHFガスのうち一方のみがウエハWの中心部に供給され、これらのガスが共に高濃度になることが防止されているため、ウエハWの中心部でのSiO_x膜9 1の過度の変質が防止される。そして時刻t 1～t 4の間において、図3で説明したように塩基性ガスについて比較的濃度が高い領域R 1、HFガスについての比較的濃度が高い領域R 2がウエハWの外方へ向けて広がり、ウエハWの周縁部上でこれらの領域を形成するガス同士が混合され、その混合された箇所では比較的大きく反応が進行する。

[0040] 時刻t 4以降、処理空間2 1への塩基性ガス及びHFガスの供給が停止している間に、反応生成物の昇華が進行して、SiO_x膜9 1がエッチングされる。その一方でバルブV 3、V 4が開かれ、タンク8 1には時刻t 2～t 4間で放出された分のHFガス及びN₂ガスが充填され、タンク8 2には時刻t 1～t 3間で放出された分の塩基性ガス及びN₂ガスが充填される。従って、第1貯留工程及び第2貯留工程が再度行われる。そして、バルブV 3、V 4が閉じられ、時刻t 4から所定の時間が経過した時刻t 5で時刻t 1と同様にバルブV 2が開かれ、タンク8 2のガスが処理空間2 1に供給される。

[0041] 続いて、時刻t 5から0. 3秒経過後の時刻t 6において時刻t 2と同様にバルブV 1が開かれ、タンク8 1のガスが各処理空間2 1に供給される。そして、時刻t 6から0. 2秒経過した時刻t 7でバルブV 2が閉じられ、タンク8 2から各処理空間2 1へのガスの供給が停止し、続いて時刻t 7から例えば0. 3秒経過した時刻t 8でバルブV 1が閉じられ、タンク8 2から

各処理空間 21 へのガスの供給が停止する。このように各ガスが供給されて反応生成物の昇華が進行することで、 SiO_x 膜 91 がさらにエッチングされる。その一方でタンク 81、82 内への放出された分のガスの充填が再度行われる。その後、時刻 t_9 で再度バルブ V_2 が開かれる。従って、時刻 $t_1 \sim$ 時刻 t_5 の直前における装置の処理動作を 1 回目のサイクルとすると、時刻 $t_5 \sim$ 時刻 t_9 の直前では 1 回目のサイクルと同様の 2 回目のサイクルが実施されて、 SiO_x 膜 91 がエッチングされる。時刻 t_9 以降も、同様のサイクルが繰り返し行われ、サイクルが実施される度にエッチングが進行する。

[0042] サイクルが所定の回数繰り返されて、所定の量の SiO_x 膜 91 がエッチングされてウエハ W が図 6 に示す状態となると、エッチング装置 1 への搬入時とは逆の動作でウエハ W がエッチング装置 1 から搬出される。図 4 で説明した、 HF ガス及び塩基性ガスの供給期間が揃うように処理を行う場合に比べて、各サイクルにおいて既述したようにウエハ W の中心部での反応が抑えられ、ウエハ W の周縁部での反応が促進される。その結果として、後述の評価試験でも示すように、ウエハ W の中心部と周縁部との間でのエッチング量の差が抑えられ、ウエハ W の面内で均一性高く SiO_x 膜 91 がエッチングされた状態となる。

[0043] 塩基性ガスの処理容器 11 への供給が行われる時刻 $t_1 \sim$ 時刻 t_3 及び時刻 $t_5 \sim t_7$ は第 2 期間であり、時刻 t_1 、 t_5 が第 2 期間の始点、時刻 t_3 、 t_7 が第 2 期間の終点である。この第 2 期間における処理容器 11 への塩基性ガスの供給が、第 2 供給工程である。そして、ハロゲン含有ガスの処理容器 11 への供給が行われる時刻 $t_2 \sim$ 時刻 t_4 及び時刻 $t_6 \sim t_8$ は第 1 期間であり、時刻 t_2 、 t_6 が第 1 期間の始点、時刻 t_4 、 t_8 が第 1 期間の終点である。この第 2 期間における処理容器 11 へのハロゲン含有ガスの供給が、第 1 供給工程である。従って上記した処理では、第 1 期間及び第 2 期間のうちの一方の始点が第 1 期間及び第 2 期間のうちの他方の始点よりも早く、且つ第 1 期間及び第 2 期間のうちの一方の終点が第 1 期間及び第 2 期

間のうちの他方の終点よりも早くなるようにエッチングが行われている。また、時刻 $t_2 \sim t_3$ 、時刻 $t_6 \sim t_7$ は第1期間及び第2期間が重なる重複期間である。

[0044] HFガスの供給期間と塩基性ガスの供給期間との関係を適宜調整することで、図3で説明した、ウエハWの径方向におけるHFガス、塩基性ガスが比較的大きく混合される位置を調整することができる。即ち、ウエハWの径方向において比較的エッチングが大きく進行する位置を制御することができる。それを利用することで、ウエハWの中心部と周縁部との間でのエッチング量を揃えることに限られず、ウエハWの中心部よりも周縁部のエッチング量を大きくすることもできる。また、評価試験で示すように、HFガスの供給期間と塩基性ガスの供給期間とを一致させる場合よりも一致しないようにすることで、ウエハWの中心部のエッチング量をさらに大きくすることも可能である。従って、本技術はウエハWの面内におけるエッチング分布を制御することができる。

[0045] 上記の処理例では同じサイクルにおいてHFガス及び塩基性ガスのうち、塩基性ガスを先に供給しているが、塩基性ガスを先に供給してもよい。ただし、後述の評価試験の結果を考慮すると、塩基性ガスを先に供給することが好ましい。

[0046] なお、上記の処理において、アミンガスとしてTMAガスを用いているが、TMAガス以外のアミンガスを用いてもよい。具体的には、ジメチルアミン、ジメチルエチルアミン、ジエチルアミン、トリエチルアミン、モノターシャリーブチルアミン、ピロリジン、ピリジンなどの各種のアミン化合物のガスを用いることができる。従って、1級、2級、3級のうちいずれのアミンをエッチングガスとして用いてもよい。

[0047] また、塩基性ガスとして NH_3 ガス及びアミンガスの混合ガスの混合ガスを用いるのは、溝93内における SiO_2 膜91をエッチングするにあたり、溝93内でのエッチングの均一性を高くするためである。詳しく述べると、 NH_3 ガス及びアミンガスのうち、 NH_3 ガスのみを用いると溝93内の SiO_2

膜91をエッチングするにあたり、Si膜92との界面付近でのエッチング量が比較的大きくなる傾向が有る。これはSiO_x、NH₃及びHFより生成するAFSがSiに対して吸着し難いため、SiO_x膜91上に形成されるAFSの層の厚さが界面付近では比較的薄く、界面付近から比較的離れた位置では比較的厚くなるので、界面付近の方ではエッチングガスがSiO_x膜91に接触しやすく、エッチングが進行しやすいことによるものと考えられる。

[0048] そしてNH₃ガス及びアミンガスのうち、アミンガスのみを用いると溝93内のSiO_x膜91をエッチングするにあたり、Si膜92との界面付近から比較的離れた位置でのエッチング量が比較的大きくなる傾向が有る。これはSiO_x、アミン及びHFから生じる生成物については昇華する温度が比較的低いので、この生成物による溝93内のSiO_x膜91のエッチングガスの接触は妨げられ難い。そのため、SiO_x膜91に対するガスの衝突確率が、Si膜92から離れた位置の方が大きいので、Si膜92との界面付近から比較的離れた位置で、エッチングが進行しやすいことによるものと考えられる。

[0049] 以上のようにエッチング装置1では、NH₃ガス及びアミンガスから各々生じる反応生成物の昇華性の違いを利用して、上記の界面付近と界面から比較的離れた位置とでエッチング量のバランスが取られるようにしている。ただし、NH₃ガス及びアミンガスのうち的一方を用いてエッチングを行うようにしてもよい。また、上記の例では上方に向けて開口する凹部内のSiO_x膜91をエッチングしているが、側方に向けて開口する凹部内のSiO_x膜91をエッチングしてもよいし、凹部内のSiO_x膜91をエッチングすることには限られず、例えば平坦面上に形成されたSiO_x膜91を形成してもよい。

[0050] ところで、エッチング対象としてはSiO_x膜であることに限られず、SiO_x膜以外の酸素を含有するシリコン膜をエッチングしてもよい。具体的には例えば、SiOCN膜であってもよい。また、オルトケイ酸テトラエチル

(Tetraethyl ortho silicate) ガスを原料とする酸化シリコン膜をエッチングしてもよい。なお、本明細書で膜やガスが成分を含有するとは、不純物として当該成分を含有する意味では無く、主成分として含有する意味である。その他には、例えばS i 膜をエッチングするようにしてもよい。

[0051] そしてエッチングガスについては、エッチング対象の膜の材料に応じて適宜選択すればよい。S i O_x膜をエッチングする場合には、例えばハロゲン含有ガスとして、HF 以外にはHCl、HBr、HI、SF₆などの各ガスを用いることができる。上記のS i 膜をエッチングする場合には例えば、タンク81にはハロゲンガスであるF₂ガスを充填し、タンク82には塩基性ガスであるNH₃ガスを充填し、S i O_x膜91をエッチングする場合と同様に処理を行えばよい。F₂ガスに代えて、例えばIF₇ガス、IF₅ガス、ClF₃ガス、SF₆ガスなどのハロゲン含有ガスを用いてもよい。

[0052] そして、ウエハWの処理温度についてはエッチング対象の膜及び使用するエッチングガスに応じて適宜設定すればよい。具体的には、当該膜及びエッチングガスから生成する生成物が昇華してエッチングがなされる温度に設定する。上記のようにS i 膜をF₂ガス及びNH₃ガスを用いてエッチングする場合には、ウエハWの処理温度としては例えば、-50℃~150℃に設定すればよい。

[0053] 以上のように、エッチング対象の膜としては例えばS i O_x膜やS i 膜といったシリコンを含有する膜を選択することができる。なお、本技術は第1のエッチングガス、第2のエッチングガスの両方と、ウエハWの表面の膜と、によって反応生成物を生成し、この反応生成物を気化（昇華を含む）させて除去してエッチングを行う処理であれば、適用することができ、本明細書の記載例に限定されるものではない。

[0054] そして、図4のタイムチャートで示した処理ではサイクルを複数回繰り返しているが、必要なエッチング量が微量である場合にはサイクルは繰り返さず、1回のみ行うようにしてもよい。また、そのタイムチャートで示した例では、HFガスの供給期間と、塩基性ガスとの供給期間とが重なるように

各ガスを供給しているが、これらの供給期間が重ならないようにしてもよい。つまり、HFガス、塩基性ガスのうち一方のガスの供給が終了してから、他方のガスの供給を開始してもよいし、一方のガスの供給終了と共に他方のガスの供給を開始してもよい。ただし、上記したウエハWの周縁部上での各ガスの混合が起こらず、周縁部におけるエッチング量が不十分になるおそれがあることから、これらのガスの供給期間は重なるようにすることが好ましい。

[0055] 今回開示された実施形態は、全ての点で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及びその趣旨を逸脱することなく、様々な形態で省略、置換、変更、組み合わせがなされてもよい。

[0056] [評価試験]

本技術に関連して行われた評価試験1～3について、以下に説明する。表面にSiO₂膜が形成されたウエハWに対して、エッチング装置1を用いてエッチングを行った。そして、エッチング後のウエハWについて、面内における互いに異なる多数の位置でのSiO₂膜のエッチング量を測定した。実施形態で説明した各ガスを供給するサイクルを所定の回数、実施することでこのエッチングを行ったが、同じサイクル中でのHFガスの供給期間と、塩基性ガス（NH₃ガス及びTMAガス）の供給期間との関係については、ウエハW毎に変更した。なお、この評価試験でのエッチング対象のSiO₂膜については、実施形態で示したものと異なり、表面が平坦なウエハW上に形成された平坦な膜である。

[0057] 評価試験1（1-1～1-5）では同じサイクルにおいて、塩基性ガス（NH₃ガス及びTMAガス）の供給開始タイミングと、HFガスの供給開始タイミングと、が一致するようにエッチングを行っている。評価試験2（2-1～2-5）では同じサイクルにおいて、塩基性ガスの供給終了タイミングと、HFガスの供給終了タイミングとが一致するようにエッチングを行っている。評価試験3（3-1～3-3）では同じサイクルにおいて、塩基性ガス

の供給開始タイミングと、HFガスの供給開始タイミングとが一致せず、且つ塩基性ガスの供給終了タイミングと、HFガスの供給終了タイミングとが一致しないようにエッチングを行っている。この評価試験3では同じサイクルにおけるHFガスの供給時間と、塩基性ガスの供給期間と、を同じ長さに設定している。なお、各評価試験では1つのサイクルにおいてHFガス及び塩基性ガスの両方のガスの処理容器11内への供給が停止してから次のサイクルが開始するまで、所定の時間間隔を設けて生成物の昇華を行うようにした。つまり、図4で示したチャートのように各ガスを供給するとしたら、時刻 t_4 ～時刻 t_5 について所定の時間に設定した。

[0058] そしてこの評価試験1～3では、ウエハWの面内における各箇所のエッチング量から、エッチングの面内均一性の指標値を取得している。この指標値は、取得されたエッチング量の 3σ を算出し、その算出値を各エッチング量の平均値で除し、100を乗じた値（単位：%）であり、この指標値が低いほどウエハWの面内におけるエッチング量の均一性が高い。また、ウエハWの面内における各箇所のエッチング量から、当該面内におけるエッチング分布の画像を作成した。このエッチング分布の画像は、コンピュータグラフィクスによるカラーのグラデーションが付されたウエハWの画像であり、ウエハWの面内の任意の箇所のエッチング量を、そのエッチング量に応じたカラーによって示すものである。

[0059] 図7、図8、図9は、評価試験1、2、3の結果を夫々示しており、上記のエッチング分布の画像に対応するウエハWの模式図を示している。この模式図では、ウエハWに付された画像の色に従ってウエハWの面内を等高線で分割し、分割された各領域に互いに異なる模様を付すことでエッチング分布を表している。つまり、所定のエッチング量の範囲毎に、異なる模様を付して示している。なお、この模様は評価試験1、2、3毎に個別に付しているため、評価試験1～3間で同じ模様であっても当該模様が表すエッチング量の範囲は、評価試験1～3間で異なっている。

[0060] また、図7～図9において評価試験毎に示す2つのバーは、一つのサイクル

におけるHFガスの供給期間と、塩基性ガスとの供給期間と、を示しており、各バーの長さに相当する時間だけHFガス、塩基性ガスが各々処理容器11に供給される。そして、各バーの左側に向うほど早いタイミングを示している。以上のことから、上下にバーが重なっている期間は、HFガス、塩基性ガスの両方が処理容器11内に供給されている期間であり、重なっていない期間は一方のガスのみが処理容器11内に供給されている期間である。

[0061] 図7を参照して、評価試験1（1-1～1-5）について詳しく述べる。この評価試験1では、同じサイクルにおいて、HFガスの供給開始時点と、塩基性ガスの供給開始時点とを揃えてエッチングを行っている。評価試験1-1、1-2、1-3、1-4、1-5では、塩基性ガスの供給時間については夫々0.3秒、0.3秒、0.3秒、0.4秒、0.5秒、HFガスの供給時間については夫々0.5秒、0.4秒、0.3秒、0.3秒、0.3秒である。従って、HFガスの供給時間に対して、評価試験1-1、1-2、1-3、1-4、1-5の順で塩基性ガスの供給時間が相対的に長く、そのように塩基性ガスの供給時間が相対的に長いほど、エッチングの面内均一性の指標値が大きい（即ち、面内均一性が低い）結果となった。具体的に、評価試験1-1、1-2、1-3、1-4、1-5で夫々エッチングの面内均一性の指標値は、10.4%、12.5%、18.4%、21.3%、23.3%であった。

[0062] 評価試験1のエッチング分布としては、ウエハWの径方向に沿ってエッチング量が増加しており、ウエハWの中心部の方が周縁部に比べてエッチング量が増加するという結果となった。図7では評価試験1-1～1-5のエッチング分布のうち、代表して評価試験1-1、1-3、1-5のエッチング分布を示している。そして、塩基性ガスの供給時間に対するHFガスの供給時間が短いほど、ウエハWの周縁部に対して中心部のエッチング量が増加するという結果になった。

[0063] 評価試験1-3では、HFガスの供給期間と塩基性ガスの供給期間とが一致しており、図2で説明したようにガスが供給されている。そして、HFガス

の供給期間が塩基性ガスの供給期間よりも長く、塩基性ガスの供給停止後も H F ガスの供給を続ける処理条件とした評価試験 1-1、1-2 では、この評価試験 1-3 に比べてエッチング面内均一性の指標値が小さく、ウエハ W の周縁部に対する中心部のエッチング量が抑えられていた。従って評価試験 1-1 から、ウエハ W の面内で均一性高くエッチングを行うにあたっては、塩基性ガスの供給終了後も H F ガスの供給を続けて行うことが好ましいことが示された。また、評価試験 1-3 ~ 1-5 の結果より、ウエハ W の中心部をより大きくエッチングするにあたっては、H F ガスの供給終了後も塩基性ガスの供給を続けて行うことが好ましいことが示された。

[0064] 続いて図 8 を参照して、評価試験 2 (2-1 ~ 2-5) について詳しく述べる。この評価試験 2 では、同じサイクルにおいて、H F ガスの供給終了時点と、塩基性ガスの供給終了時点とを揃えてエッチングを行っている。評価試験 2-1、2-2、2-3、2-4、2-5 では、塩基性ガスの供給時間については夫々 0.3 秒、0.3 秒、0.3 秒、0.4 秒、0.5 秒、H F ガスの供給時間については夫々 0.5 秒、0.4 秒、0.3 秒、0.3 秒、0.3 秒である。

[0065] 従って、H F ガスの供給時間に対して、評価試験 2-1、2-2、2-3、2-4、2-5 の順で塩基性ガスの供給時間が相対的に長く、そのように塩基性ガスの供給時間が相対的に長いほど、エッチングの面内均一性の指標値が小さい（即ち、面内均一性が高い）結果となった。具体的に、評価試験 2-1、2-2、2-3、2-4、2-5 で夫々エッチングの面内均一性の指標値は、23.6%、20.8%、18.1%、13.8%、10.5% である。

[0066] 評価試験 2 のエッチング分布としては、ウエハ W の径方向に沿ってエッチング量が変化し、ウエハ W の中心部の方が周縁部に比べてエッチング量が大きい結果となった。図 8 では評価試験 2-1 ~ 2-5 のエッチング分布のうち、代表して評価試験 2-1、2-3、2-5 のエッチング分布を示している。そして、塩基性ガスの供給時間に対する H F ガスの供給時間が長いほど、

ウエハWの周縁部に対して中心部のエッチング量が大きい。

[0067] 評価試験 2-3 では、HF ガスの供給期間と塩基性ガスの供給期間とが一致しており、図 2 で説明したようにガスが供給されている。そして、塩基性ガスの供給期間が HF ガスの供給期間よりも長く、HF ガスの供給開始前から塩基性ガスの供給開始を行う評価試験 2-4、2-5 では、この評価試験 2-3 に比べてエッチング面内均一性の指標値が小さく、ウエハWの周縁部に対する中心部のエッチング量が抑えられていた。従って、評価試験 2 からは、ウエハWの面内で均一性高くエッチングを行うにあたっては、HF ガスの供給開始前から塩基性ガスの供給を開始することが好ましいことが示された。また、評価試験 2-1 ~ 2-3 の結果より、ウエハWの中心部をより大きくエッチングするにあたっては、塩基性ガスの供給開始前から HF ガスの供給を開始することが好ましいことが示された。

[0068] 次に図 9 を参照して、評価試験 3 (3-1 ~ 3-3) について説明する。この評価試験 3 では、評価試験 1、2 の結果を踏まえて、ウエハWの面内でのエッチングの均一性をより高くすることを目的として、HF ガスの供給開始前から塩基性ガスの供給を行い、且つ塩基性ガスの供給終了後も HF ガスの供給を続けている。上記したように HF ガスの供給時間、塩基性ガスの供給時間について長さは同じなので、評価試験 3 では供給時間がずれるように各ガスの供給を行っており、評価試験 3-1 ~ 3-3 間ではこのずれの時間が異なっている。

[0069] 評価試験 3-1、3-2、3-3 では、1 サイクルにおける HF ガスの供給時間及び塩基性ガスの供給時間を 0.5 秒に設定した。そして、評価試験 3-1、3-2、3-3 で、塩基性ガスの供給開始時点に対して HF ガスの供給開始時点が、夫々 0.2 秒、0.3 秒、0.4 秒遅れるように処理を行った。なお、評価試験 3-2 における HF ガスの供給時間と塩基性ガスの供給時間との関係は、図 4 のタイムチャートで示した関係である。

[0070] 評価試験 3 でもエッチング分布は、ウエハWの径方向に沿ってエッチング量に変化するものとなったが、評価試験 3-1 ~ 3-3 間で中心部と周縁部と

の大小関係が異なるものとなった。具体的に述べると、評価試験 3-1 では評価試験 1、2 の各結果と同じくウエハ W の中心部の方が周縁部よりもエッチング量が多いが、評価試験 3-2、3-3 ではウエハ W の周縁部の方が中心部よりも大きい。そして評価試験 3-1、3-2、3-3 ではエッチングの面内均一性の指標値は夫々 4.6%、2.2%、7.4%となっており、評価試験 1、2 よりも面内均一性が高かった。

[0071] 評価試験 1～3 の結果より、HF ガスの供給期間と塩基性ガスの供給期間とを一致させないようにすることで、一致させる場合に比べてウエハ W の中心部のエッチング量がより大きくなるようにしたり、中心部と周縁部と間でエッチング量の差を抑えて面内でのエッチングの均一性を高くしたりすることができると示された。そして、HF ガスの供給期間と、塩基性ガスの供給期間との関係を調整することで、ウエハ W の面内において中心部と周縁部とのエッチング量の大小関係の切替えを行うことができることが示された。さらに、エッチングにおけるウエハ W の面内均一性を高くするにあたって、HF ガスの供給開始前から塩基性ガスの供給を行い、且つ塩基性ガスの供給終了後も HF ガスの供給を行うことが好ましいことが確認された。つまり、第 1 期間及び第 2 期間のうちの一方の始点が、第 1 期間及び第 2 期間のうちの他方の始点よりも早く、且つ第 1 期間及び第 2 期間のうちの一方の終点が第 1 期間及び第 2 期間のうちの他方の終点よりも早くなるようにエッチングすることが好ましいことが確認された。

[0072] なお評価試験 1～3 の各処理条件で、図 5 説明したように Si 膜 92 に形成された溝 93 内の SiO_x 膜 91 についてもエッチングを行い、エッチング後の各膜の形状を確認している。その結果、図 6 に示したように Si 膜 92 に対して高い選択性をもってエッチングがなされていたことが確認された。従って、HF ガスと、塩基性ガスとで供給期間を一致しないようにしても、エッチング形状が所望のものから外れた形状となることが防止されることが確認されている。

符号の説明

[0073] W	ウエハ
1 1	処理容器
6 3、6 4	ガス供給管
7 2	H F ガス供給源
7 4	T M A ガス供給源
7 5	N H ₃ ガス供給源
8 1、8 2	タンク

請求の範囲

- [請求項1] 第1エッチングガス、第2エッチングガスの両方が供給されることで反応が生じて表面のエッチングがなされる基板を処理容器内に格納する工程と、
第1ガス供給源から前記第1エッチングガスを第1ガス供給路に供給し、前記第1ガス供給路に設けられる第1貯留部に貯留して、当該第1貯留部の内部を昇圧させる第1貯留工程と、
第2ガス供給源から前記第2エッチングガスを第2ガス供給路に供給し、前記第2ガス供給路に設けられる第2貯留部に貯留して、当該第2貯留部の内部を昇圧させる第2貯留工程と、
前記第1貯留部から前記処理容器内に、第1期間において前記第1エッチングガスを供給する第1供給工程と、
当該第1エッチングガス及び当該第2エッチングガスのうちの一方のみが前記処理容器内に供給される期間が形成されるように、前記第1期間とは始点及び終点のうちの少なくとも一方が異なる第2期間において前記第2貯留部から前記処理容器内に前記第2エッチングガスを供給する第2供給工程と、
を備えるエッチング方法。
- [請求項2] 前記第1期間及び前記第2期間は1秒以下である請求項1記載のエッチング方法。
- [請求項3] 前記第1期間と前記第2期間とが重なる重複期間が形成される請求項2記載のエッチング方法。
- [請求項4] 前記第1期間及び前記第2期間のうちの一方の始点是他方の始点よりも早く、
且つ、前記第1期間及び前記第2期間のうちの一方の終点是他方の終点よりも早い請求項3記載のエッチング方法。
- [請求項5] 前記第1期間の長さと前記第2期間の長さが同じである請求項4記載のエッチング方法。

- [請求項6] 前記基板の表面を繰り返しエッチングするために、前記第1供給工程及び前記第2供給工程が繰り返し行われ、
前記第1供給工程及び前記第2供給工程が行われた後、次に前記第1供給工程及び前記第2供給工程が行われるまでに前記処理容器内を排気する工程を含む請求項1記載のエッチング方法。
- [請求項7] 前記第1エッチングガスはハロゲン含有ガスであり、前記第2エッチングガスは塩基性ガスであり、エッチングされる前記基板の表面はシリコン含有膜により構成される請求項1記載のエッチング方法。
- [請求項8] 前記シリコン含有膜は、酸化シリコンである請求項7記載のエッチング方法。
- [請求項9] 第1エッチングガス、第2エッチングガスの両方が供給されることで反応が生じて表面のエッチングがなされる基板を格納するための処理容器と、
第1ガス供給源から前記第1エッチングガスが供給される第1ガス供給路と、
前記第1ガス供給路に設けられ、前記第1エッチングガスを貯留して内部が昇圧する第1貯留部と、
第2ガス供給源から前記第2エッチングガスが供給される第2ガス供給路と、
前記第2ガス供給路に設けられ、前記第2エッチングガスを貯留して内部が昇圧する第2貯留部と、
前記第1ガス供給路の前記第1貯留部の下流側に設けられ、前記第1貯留部から前記処理容器内に、第1期間において前記第1エッチングガスが供給されるように開く第1バルブと、
前記第2ガス供給路の前記第2貯留部の下流側に設けられ前記第2貯留部から当該処理容器内に、前記第1エッチングガス及び前記第2エッチングガスのうち的一方のみが前記処理容器内に供給される期間が形成され、前記第1期間とは始点及び終点のうちの少なくとも一方が

異なる第2期間において前記第2エッチングガスが供給されるように
開く第2バルブと、
を備えるエッチング装置。