(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5394734号
(P5394734)

(45)発行日　平成26年1月22日(2014.1.22)　(24)登録日　平成25年10月25日(2013.10.25)

(51)Int.Cl.		F I		
C03B 20/00	(2006.01)	C03B	20/00	F
H01L 21/3065	(2006.01)	C03B	20/00	K
C03C 3/06	(2006.01)	C03B	20/00	E
C03C 15/00	(2006.01)	H01L	21/302	101G
C03C 19/00	(2006.01)	C03B	20/00	A

請求項の数 13　(全 17 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2008-505860 (P2008-505860)
(86)(22)出願日　平成18年3月30日 (2006.3.30)
(65)公表番号　特表2008-535764 (P2008-535764A)
(43)公表日　平成20年9月4日 (2008.9.4)
(86)国際出願番号　PCT/EP2006/061192
(87)国際公開番号　WO2006/108766
(87)国際公開日　平成18年10月19日 (2006.10.19)
審査請求日　平成20年10月14日 (2008.10.14)
(31)優先権主張番号　102005017739.5
(32)優先日　平成17年4月15日 (2005.4.15)
(33)優先権主張国　ドイツ(DE)

(73)特許権者　503342524
ヘレウス　クワルツグラス　ゲーエムベーハー　ウント　コンパニー　カーゲー
ドイツ連邦共和国、　６３４５０　ハナウ、　クアルツストラーセ　８
(73)特許権者　000190138
信越石英株式会社
東京都新宿区西新宿１丁目２２番２号
(74)代理人　100074734
弁理士　中里　浩一
(74)代理人　100086265
弁理士　川崎　仁
(72)発明者　ウエーバー、　ユルゲン
ドイツ連邦共和国　６３８０１　クラインオストハイム　ヘルビュールリング　６
最終頁に続く

(54)【発明の名称】半導体ウエハを処理するための石英ガラスからなる保持器および保持器の製造方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
半導体ウエハを処理するための石英ガラスからなる保持器において、石英ガラスが、少なくとも表面に近い範囲において窒素によってドーピングされており、３０重量ｐｐｍ以下の準安定のヒドロキシル基の平均含有量を有し、かつその仮想温度が、１２５０℃より下であり、かつ１２００℃の温度におけるその粘性が、少なくとも10^{13}ｄＰａ・ｓであり、そして前記石英ガラスが、１６３ｎｍの波長のＵＶビームに対して、０．５／ｃｍより少ない吸収を有し、そして、そのために該石英ガラスが、合成によって製造されるSiO_2から溶融されており、かつ少なくとも０．１原子％の平均窒素含有量を有することを特徴とする保持器。
【請求項２】
石英ガラスが、５０重量ｐｐｍより少ないフッ素の含有量を有することを特徴とする、請求項１に記載の保持器。
【請求項３】
石英ガラスが、６０重量ｐｐｍより少ない塩素の含有量を有することを特徴とする、請求項１または２に記載の保持器。
【請求項４】
石英ガラスが、$1cm^3$のガラスあたり1×10^{17}より下のＳｉＨ基の含有量を有することを特徴とする、請求項１～３のいずれかに記載の保持器。
【請求項５】

石英ガラス中におけるＮａおよびＫの含有量が、それぞれ５００重量ｐｐｂより少ないことを特徴とする、請求項１～４のいずれかに記載の保持器。
【請求項６】
石英ガラスが、少なくとも表面に近い範囲においてアルミニウム酸化物を含み、その際、Ａｌ含有量が、５，０００重量ｐｐｍと２０，０００重量ｐｐｍとの間の範囲にあることを特徴とする、請求項１～５のいずれかに記載の保持器。
【請求項７】
・請求項１～６のいずれかに記載の半導体製造に使用するための石英ガラスからなる保持器の製造方法であって、
・合成によって製造される粒子状のSiO_2原料を準備し、
・石英ガラス素材になるようにSiO_2原料を溶融し、その際、SiO_2原料または石英ガラス素材が、脱水処理を受け、
・前記保持器の平均窒素含有率が少なくとも０．１原子％となるように、アンモニアを含む雰囲気において１０５０℃と１８５０℃との間の範囲における窒化温度に石英ガラス素材を加熱し、
・石英ガラス素材の石英ガラスを１２５０℃またはそれより低い仮想温度に設定する熱処理を行い、
・石英ガラス保持器を形成しながら石英ガラス素材の表面処理を行い、この表面処理が、機械的な表面処理を含み、それにより０．２μｍまたはそれ以上の初期平均表面粗さ$R_{a,0}$が設定され、かつその際、機械的な処理によって得られた表面からそれに続くエッチング処理において、少なくとも１０μｍが取り除かれる
ことを特徴とする、請求項１～６のいずれかに記載の半導体製造に使用するための石英ガラスからなる保持器の製造方法。
【請求項８】
SiO_2原料または石英ガラス素材を加熱する際の窒化温度が、最大で１２５０℃であることを特徴とする、請求項７に記載の方法。
【請求項９】
脱水処理が、グラファイトを含む型でのSiO_2原料の溶融または焼結を含むことを特徴とする、請求項７または８に記載の方法。
【請求項１０】
脱水処理が、水のない雰囲気におけるまたは真空におけるSiO_2原料の溶融または焼結を含むことを特徴とする、請求項７～９のいずれかに記載の方法。
【請求項１１】
脱水処理が、真空における石英ガラス素材の熱処理を含むことを特徴とする、請求項７～１０のいずれかに記載の方法。
【請求項１２】
脱水処理が、アンモニアの雰囲気における窒化温度へのSiO_2原料または石英ガラス素材の加熱を含むことを特徴とする、請求項７～１１のいずれかに記載の方法。
【請求項１３】
表面処理が、局所的に表面に作用するレーザビームまたは高温プラズマを使用した素材表面の加熱を含むことを特徴とする、請求項７～１２のいずれかに記載の方法。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、半導体ウエハを処理するための石英ガラスからなる保持器に関する。
【０００２】
さらに本発明は、このような石英ガラス保持器の製造方法に関する。
【背景技術】
【０００３】

半導体構成素子の歩留まりおよび電気的な動作特性は、“半導体の毒”として作用する不純物による半導体材料の汚れを避けることが、半導体製造の際にどの程度まで達成されるかに大いに依存している。半導体材料の汚れは、たとえば製造プロセスに使用される装置によって引き起こされる。製造プロセスにおいて使用される多くの物質に対する石英ガラスの化学的な耐久性およびその比較的高い耐熱性に基づいて、しばしばこのような装置は石英ガラスからなる。それ故に石英ガラスの純度に高度な要求が課される。それ故にますます装置は、特別に精製したまたは処理した層を備え、または高い純度の点で傑出した合成により製造された石英ガラスが利用される。

【０００４】

初めに挙げた類概念の保持器は、日本国特許出願公開第１０１１４５３２号公報により公知である。ここには合成石英ガラスによるいわゆる”シングル－ウエハ－半導体”が記載されており、このシングル－ウエハ－半導体は、それぞれ１０ｐｐｂより少ない不純物、Ｆｅ、Ｃｕ、ＣｒおよびＮｉのわずかな含有量、および１００と１０００ｐｐｍの間の範囲におけるヒドロキシル基の含有量の点において傑出している。

【０００５】

その点において公知の石英ガラス保持器は、半導体製造プロセスに使用するために良好に適している。しかしながら半導体基板（ウエハ）を、たとえばCF_4、CHF_3、C_2F_6、C_3F_8、NF_3またはSF_6のようなエッチング作用するガスおよびプラズマにさらすプラズマエッチングプロセスにおいて、その際に石英ガラスがゆっくりと腐食するということに、別の問題が存在する。それにより表面の除去に至り、かつ最終的に容積損失に至り、この容積損失は、石英ガラス保持器の交換を強制する。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

それ故にエッチング作用する環境における使用のためのウエハ保持器のための理想的な石英ガラスは、高い純度および高い乾式エッチング耐性の点で傑出している。本発明の課題は、これらの要求をかなりの程度まで満たした石英ガラスを提供し、かつこのような石英ガラスの経済的な製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

石英ガラス保持器に関してこの課題は、初めに挙げたような保持器から出発して本発明によれば、次のようにして解決される。すなわち石英ガラスが、少なくとも表面に近い範囲において窒素によってドーピングされており、３０重量ｐｐｍ以下の準安定のヒドロキシル基の平均含有量を有し、かつその仮想温度が、１２５０℃より下であり、かつ１２００℃の温度におけるその粘性が、少なくとも10^{13}ｄＰａ・ｓである。

【０００８】

石英ガラス保持器の乾式エッチング耐性にとって決定的に重要なのは、特に表面近傍エリアである。それ故に以下の説明は、少なくとも５０μｍの深さを有する保持器の表面近傍層における石英ガラス（この層は、必要なら保持器全体を覆う）に言及する。石英ガラスは、次の３つの重要な特徴を有する：

・石英ガラスの準安定のヒドロキシル基の平均の含有量が、３０重量ｐｐｍよりも少なく、

・石英ガラスの仮想温度が、１２５０℃よりも下にあり、かつ

・１２００℃の温度において少なくとも10^{13}ｄＰａ・ｓである高い粘性の点で傑出している。

【０００９】

前記の技術的な課題に関するこれらの特徴の作用を次に詳細に説明する：

【００１０】

・石英ガラスのエッチング特性は、重要なことにそのヒドロキシル基含有量によって決まることがわかった。ヒドロキシル基（以下において”ＯＨ基”とも称する）の含有量が

少ないほど、フッ素含有物質に対する石英ガラスのエッチング耐性は良好である。この作用は、ＯＨ基が石英ガラスネットワークのＳｉ－Ｏ－Ｓｉ基よりも容易にプロトン化（ｐｒｏｔｏｎｉｚｅ）することができるということによって明らかである。酸の作用によってプロトン化されたＯＨ基は、石英ガラスネットワーク内において出発基をなし、これらの出発基は、フッ化物アニオンの求核作用によって容易に置換することができる。このことは、石英ガラス構造内にヒドロキシル基が多く存在するほど、急速に石英ガラスネットワークが分解することを意味する。エッチングプロセスによって経過する総体反応は、次のように記述することができる：

【００１１】

$$Si-OH(\text{ネットワーク})+HF \rightarrow Si-(OH_2)^+ + F^- \rightarrow Si-F+H_2O \quad (1)$$

【００１２】

しかしながら石英ガラスのいっそう高いエッチング安定性は、３０重量ｐｐｍより少ないヒドロキシル基含有量の際にのみ顕著になる。

【００１３】

ＯＨ基含有量は、石英ガラスの熱処理によって取り除くことができない化学的に固定的に結合されたＯＨ基、および熱処理によって石英ガラスから“熱処理取り出し”することができる化学的にあまり固定的に結合していないＯＨ基から構成されている。ＯＨ基の最後に挙げた種類は、以下において“準安定ＯＨ基”または“準安定ヒドロキシル基”と称する。

【００１４】

本発明の意図において、準安定ＯＨ基の含有量として、４８時間にわたってかつ不活性ガス洗浄を行って、１０４０℃の温度において加熱を行なったときに、１０ｍｍの厚さを有する構成部分の加熱の後に逃げた（拡散長さ≦５ｍｍ）ＯＨ基含有量が定義された。

【００１５】

準安定のＯＨ基の含有量は、Ｄ．Ｍ．ドッド他による“オプティカル・デターミネーション・オブ・ＯＨ・イン・フューズド・シリカ”、(１９６６)、第３９１１頁の方法にしたがって、ＩＲ吸収を測定することによって、前記の加熱の前後におけるヒドロキシル基含有量の差から明らかである。石英ガラスのトータルのヒドロキシル基含有量が前記の上限以下であるとき、準安定ＯＨ基の含有量は、いずれの場合にも、この上限以下である。

【００１６】

・さらに石英ガラスのエッチング特性が主としてそのガラス構造によって決まることがわかった。良好なエッチング耐性は、石英ガラスネットワーク内における緊張した結合および結合角が避けられる場合にのみ達成することができる。特殊なガラス構造の特徴を示すためのパラメータは、“仮想温度”である。したがって“凍結した”（frozen-in）ガラスネットワークの秩序状態が記述される。石英ガラスのより高い仮想温度は、ガラス構造のより低い秩序状態およびエネルギー的に最も望ましい配置からのより大きな偏差を伴う。１３００℃より高い仮想温度を有する石英ガラスにおいて、ガラス構造のエネルギー的により不都合な状態は、より高いエッチング速度の形において明らかに気付くようになる。

【００１７】

ほぼ６０６cm^{-1}の波数におけるラマン散乱強度の測定による仮想温度を検出するための慣用の測定方法は、“Ｃｈ．フリードラー他；ザ・ＵＶ－インデュースド・２１０ｎｍ・アブソープション・バンド・イン・フューズド・シリカ・ウイズ・ディフェレント・サーマル・ヒストリー・アンド・ストイキオメトリー；ジャーナル・オブ・ノンクリスト．ソリッズ、１５９（１９９３）、第１４３－１４５頁”に記載されている。

【００１８】

・さらに石英ガラスのエッチング耐性は、その粘性に著しく依存することがわかった。高い粘性は、高いエッチング耐性を伴う。それ故に本発明による石英ガラスは、さらに高い粘性の点において傑出しており、この粘性は、１２００℃の温度において少なくとも10^{13}ｄＰａ・ｓである。

【００１９】
意図する目的に従って使用する際、石英ガラス保持器は、石英ガラスの軟化範囲の近くの高い温度を受けない。通常の温度負荷は、室温とほぼ３００℃との間にあるので、本発明において石英ガラスの耐熱性は、重要な役割を演じない。
【００２０】
・ドーピング物質は、石英ガラスのエッチング耐性にとって別の重要な作用量をなしている。石英ガラスは、少なくとも表面近傍の範囲において窒素によってドーピングされている場合、有利であるとわかった。
【００２１】
石英ガラスの窒素ドーピングは、周知のように粘性の上昇、およびそれにしたがって高められたエッチング耐性も引き起こす。開放した表面から拡散によって石英ガラスの窒素ドーピングが生じる限り、図２の線図に示すように、石英ガラス内に必然的に窒素の特殊拡散プロファイルが生じる。直接保持器表面における拡散プロファイルおよび初期値から、全表面層（５０μｍ）における石英ガラスの平均窒素含有量を検出することができる。表面のいちばん上の５ｎｍに基づいてＸＰＳ解析によって検出された窒素濃度において、ここにおいて１０原子％の窒素濃度が測定されれば、十分であるとわかった。
【００２２】
極端に少ないトータルヒドロキシル基含有量を有する合成石英ガラスを製造するための水素フリー合成方法は、一般に周知である。ここでは、例として、水素フリー雰囲気におけるSiO_2のプラズマ支援による酸化および堆積を挙げておく。このような方法によって、光波ガイドの適用に対して必要なように、ｐｐｂ範囲におけるヒドロキシル基含有量が達成できる。しかしながら、このようにして製造された石英ガラスは、きわめて高価であり、かつそれ故に半導体製造における大量使用には適していない。
【００２３】
通常、合成石英は、シリコンを含む出発原料から、酸水素ガスをベースにした堆積バーナを使用していわゆる火炎加水分解方法によって製造される。その際、石英ガラス内に、大量のヒドロキシル基が持ち込まれる。このヒドロキシル基は、多孔性SiO_2体（スート体）の形の中間生成物による２段階プロセスにおいて、たとえばハロゲンを使用した脱水処理によって、後から比較的容易に取り除くことができる。
【００２４】
しかしながらハロゲンを含む雰囲気における多孔性のSiO_2体の脱水は、ネットワーク結合の弱化と、または石英ガラスの密度の低下を導き、かつ両方の効果は、最終製品の石英ガラスのエッチング安定性の低下を伴って現われることがわかった。
【００２５】
前記の理由により、本発明による保持器の第１の好ましい形態において、石英ガラスは、天然に生じるSiO_2原料から溶融されており、かつ準安定ヒドロキシル基の平均含有量は、５重量ｐｐｍより少ない。
【００２６】
ここで、石英ガラスは、天然に生じる原料から溶融される。その際、製造プロセスの間に、できるだけわずかにヒドロキシル基が石英ガラス内に持ち込まれ、またはこれらのヒドロキシル基が少なくとも後からまだ取り除くことができることに注意する。
【００２７】
前記のパラメータのうち、粘性およびヒドロキシル基含有量が、最も明確に石英ガラスのエッチング特性に作用する。それ故に、天然の石英ガラスの準安定ヒドロキシル基の平均含有量は、最大で１重量ｐｐｍであることが好ましい。
【００２８】
本発明による石英ガラス保持器の別の好ましい形態において、石英ガラスは、合成によって製造されるSiO_2から溶融されており、少なくとも０．１原子％の平均窒素含有量を有するという条件を有する。
【００２９】

ハロゲンを使用して合成石英ガラスから脱水する際の前記の問題のため、きわめてわずかなヒドロキシル基含有量は、たとえば低い密度または高い塩素含有量のような別の欠点を伴って現われる。しかしながら合成石英ガラスにおいていずれの場合にも、許容可能なエッチング耐性は、ガラスが少なくとも０．１原子％の平均窒素含有量を有する場合に達成される。

【００３０】

通常、低いトータルヒドロキシル基含有量を有する合成石英ガラスは、$SiCl_4$の火炎加水分解によって製造されたSiO_2スート体が、塩素含有雰囲気において１２００℃の温度において脱水され、かつ続いて真空中において高い温度で透明石英ガラス素材になるようにガラス化されることによって製造される。

【００３１】

塩素は、石英ガラスネットワーク内におけるヒドロキシル基と容易に置換することができるので、これらのヒドロキシル基の含有量は、このような脱水処理によって比較的容易にきわめてわずかな値に低下することができる。ただしその際、ガラスネットワーク内に塩素の組み込みが生じ、このことは、乾式エッチング耐性に不都合な影響を及ぼす。同様なことは、別のハロゲンまたはそれらの化合物による、とくにフッ素による脱水の際に生じる。他方において、化学的に支援されない、純粋に物理的な方法によるヒドロキシル基含有量の５０重量ｐｐｍ以下の値へ低減は、高い温度における長い処理期間を必要とする。その際、ガラス構造の配置変えが、かつ欠陥形成が、とくに酸素欠陥位置が生じることがあることがわかり、その際、そのための原因は、取り除かれたＯＨ基に対して適当な代用品が直接得られないことにあることがある。しかしながらこのようにして発生した酸素欠陥位置は、石英ガラスの乾式エッチング耐性に対して高塩素含有量よりわずかしか有害でない。

【００３２】

それ故に、合成石英ガラスは、３０重量ｐｐｍより少ない平均のトータルヒドロキシル基含有量が生じるように、ほぼ１２００℃の高い温度においてスート体を熱的に乾燥することによって、有利に製造される。この熱的な脱水処理によって、ヒドロキシル基の置換の枠内においてスート体内にハロゲンが過剰に侵入することが防止される。続いてスート体は、通常のようにガラス化される。その際、火炎加水分解方法の際に製造条件にしたがって石英ガラス内に持ち込まれて、存在する分子水素は拡散して取り出される。この水素は、そうでない場合、後続の熱処理ステップの際に不都合なＳｉＨ基になるようにさらに反応し、これらのＳｉＨ基は、その後の処理ステップの経過において不利と気付かれるようになり、かつ石英ガラスの乾式エッチング特性の悪化に通じる。脱ガス過程を促進するため、真空が使われる。ガラス化の後に、３０重量ｐｐｍ以下のトータルヒドロキシル基含有量を有する石英ガラス素材が存在し、この石英ガラス素材は、大体において酸素欠陥位置、ＳｉＨ基および水素を含まない（これらすべての成分の含有量は、検出限界より下にある）。石英ガラス素材は、続いて熱処理され、その際、１０４０℃と１２００℃との間の範囲における仮想温度の設定に注意する。所定の仮想温度は、構造的な平衡の設定まで所望の仮想温度の範囲内における温度において石英ガラス素材を維持し、かつその後、急速に冷却するか、または設定すべき仮想温度より上の温度の素材を十分に急速に冷却することによって、得ることができる。

【００３３】

石英ガラスが、５０重量ｐｐｍ以下のフッ素の含有量、および６０重量ｐｐｍ以下の塩素の含有量を有すると、とくに有利であるとわかった。

【００３４】

フッ素および塩素のドーピングは、石英ガラスの密度を低下し、かつそれによりエッチング耐性を害する。さらにフッ素または塩素は、シリコンと結合して容易にプロトン化し、または置換されることがあり、かつその際、ネットワーク構造の分解を促進する。天然の石英ガラスの場合、ＩＣＰ－ＡＥＳ（インダクティブ・カップル・プラズマ・アトミック・（オプティカル）・エミッション・スペクトロスコピー）またはＩＣＰ－ＡＡＳ（イ

ンダクティブ・カップル・プラズマ・アトミック・（オプティカル）・アブソープション・スペクトロスコピー）のような解析方法によって、しばしばフッ素または塩素の量的な解析が行われ、その際、検出能力の限界は、フッ素に対してほぼ５０重量ｐｐｍにあり、かつ塩素に対してほぼ６０重量ｐｐｍにある。しかしながら天然の石英ガラスにおけるこれらの物質の実際の濃度は、原料の予備処理に応じて明らかにこれらの検出能力限界より下にある。合成石英ガラスにおいて、通常フッ素または塩素の量的な解析のために、ラマン分光法が使用され、それによりｐｐｂ範囲におけるこれらの物質の含有量が計量可能である。

【００３５】

石英ガラスが、１ｃｍ^{3}のガラスあたり１×１０^{17}より下のＳｉＨ基の含有量を有すると、有利であるとわかった。

【００３６】

欠陥中心は、フッ化水素酸に対する石英ガラスのエッチング耐性を低下する。これに関してとくにＳｉＨ基がとくに不利とわかり、その際、フッ化水素酸とのＳｉＨ基の反応は、次の反応式によって記述することができる。

【００３７】

Ｓｉ－Ｈ（ネットワーク）＋ＨＦ→Ｓｉ－Ｆ＋Ｈ$_2$　　（２）

【００３８】

その代わりに、ＳｉＨ基は、水とＳｉＯＨになるように反応し、かつそれから前記の反応（１）が経過すると表現することもできる。ＳｉＨ基は、化学的な作用に対する妨げが、ＳｉＯＨ基よりもステリカリー（sterically）に少なく、この点において、ＳｉＨ基は、フッ素含有エッチング媒体の作用の点においても有利である。

【００３９】

本発明による石英ガラス保持器のとくに適した形態は、石英ガラスが、１６３ｎｍの波長のＵＶビームに対して、０．５／ｃｍより少ない吸収を有することを特徴としている。

【００４０】

この波長における吸収は、酸素欠陥、Ｓｉ－Ｓｉ基の形のネットワーク構造の欠陥中心に基づいている。このような欠陥は、フッ素含有エッチング媒体に対するエッチング耐性を減少することもわかった。

【００４１】

アルカリイオンのようないわゆるネットワーク変換体は、すでにわずかな濃度においても石英ガラスのネットワーク構造を大きく緩め、かつそのエッチング耐性を低下する。それ故に石英ガラス中におけるＮａおよびＫの含有量が、５００重量ｐｐｂ以下であると、有利であるとわかった。

【００４２】

他方において石英ガラスが、アルミニウム酸化物を含み、その際、Ａｌ含有量が、５，０００重量ｐｐｍと２０，０００重量ｐｐｍとの間の範囲にある（Ａｌに関して、Ａｌ$_2$Ｏ$_3$に関してではない）と、有利であることがわかった。

【００４３】

アルミニウム酸化物によるドーピングは、石英ガラスのエッチング耐性を高める。ただし高いＡｌ含有量は、製造技術条件によってしばしば高いヒドロキシル基含有量を伴って現われる。なぜなら通常Ａｌドーピングした石英ガラスは、分解を避けるために、水素含有燃焼炎を使用した燃焼溶融方法によって溶融されるからである。同時に高いヒドロキシル基含有量を有するこのようなＡｌドーピングした石英ガラスは、本発明の対象ではない材料クラスに属する。

【００４４】

方法に関して本発明によれば、前記の課題は、次の方法ステップを含む方法によって解決される：

・望ましくは天然に生じる原料から粒子状のＳｉＯ$_2$原料を準備し、

・石英ガラス素材になるようにＳｉＯ$_2$原料を溶融しまたは焼結し、その際、ＳｉＯ$_2$

原料または石英ガラス素材が、脱水処理を受け、
・アンモニアを含む雰囲気において１０５０℃と１８５０℃との間の範囲における窒化温度にSiO_2原料または石英ガラス素材を加熱し、
・石英ガラス素材の石英ガラスを１２５０℃またはそれより低い仮想温度に設定する熱処理を行い、かつ
・石英ガラス保持器を形成しながら石英ガラス素材の表面処理を行う。

【００４５】
本発明による方法は、合成の、望ましくは天然の原料を使用して前記の特性および作用を有する本発明による石英ガラス保持器を製造するために使われる。

【００４６】
望ましい場合に、まず生じた精製された原料からなる石英ガラス素材が溶融される。石英結晶の形の天然の原料においては、ヒドロキシル基含有量が典型的に低い。それ故にこの原料の選択によって、すでに石英ガラスにおける比較的低いわずかなトータルヒドロキシル基含有量が生じる。その際、合成石英ガラスにとって典型的なように、弱いネットワーク結合または低密度の石英ガラスを形成する前記の順序を含む手間のかかる水を含まない合成方法または多孔性のスート部材の脱水処理をそのために必要とすることがない。それでもなお天然の原料を使用した製造方法も、３０重量ｐｐｍ以下の、望ましくは５重量ｐｐｍ以下の、かつとくに望ましくは１重量ｐｐｍ以下の準安定ヒドロキシル基の含有量を有する石英ガラスを達成するために、特別な脱水処理を必要とする。

【００４７】
高い使用温度の際の粘性の上昇および石英ガラスのいっそう高いエッチング耐性に貢献する窒素による石英ガラスのドーピングのために、SiO_2原料または石英ガラス素材は、アンモニア含有雰囲気において加熱される。

【００４８】
それにより原料のまたは素材の少なくとも表面に近い石英ガラス層の効果的な窒素ドーピングが達成され、この窒素ドーピングは、高い使用温度の際の粘性の上昇および石英ガラスのいっそう高いエッチング耐性に貢献する。

【００４９】
１０５０℃より低い窒化温度において、窒化速度は比較的低く、かつ薄い表面範囲に限定されている。

【００５０】
さらに石英ガラス素材の石英ガラスを１２５０℃またはそれより低い仮想温度に設定するために、熱処理が必要である。アニール温度の典型である１４５０℃と１１００℃との間の温度範囲において石英ガラスをゆっくりと冷却することにより、ガラス構造の構造的な配置変えが可能になる。

【００５１】
続いて石英ガラス保持器を形成しながら石英ガラス素材の表面処理が行われる。通常機械的な除去によって素材の最終寸法処理が行われる。機械的に処理された表面の平滑化は、化学的なエッチングまたは燃焼研磨によって行うことができる。表面処理は、アンモニア含有雰囲気における素材の加熱も含むことができる。

【００５２】
本発明による石英ガラス保持器のための素材の後続処理は、表面処理、たとえばドーピング、ガラス化、研削、切断または研磨、燃焼研磨による素材の機械的、熱的または化学的な後処理を含んでいる。さらに後続処理は、熱処理または塑性変形ステップを含むことができる。

【００５３】
SiO_2原料または石英ガラス素材を加熱する際の窒化温度が、１２５０℃以下であると、有利であることがわかった。

【００５４】
１２５０℃を超える温度においては、アンモニアの分解および水素の存在によって、ヒ

ドロキシル基の明らかな組み込みが生じ、石英ガラスのエッチング耐性の低下に至る。これらの相反する効果に関して、天然の原料からなる石英ガラスにおいて、１０８０℃と１１２０℃との間の範囲における窒化温度において、かつ合成の石英ガラスにおいて１１３０℃と１１７０℃との間の範囲における窒化温度において、最適なエッチング耐性が達成される。

【００５５】

脱水処理が、グラファイトを含有する型でのSiO_2原料の溶融または焼結を含むと、望ましいとわかった。

【００５６】

グラファイトを含有する型の炭素は、石英ガラスに脱水作用をもたらし、かつそれ故にきわめて効果的にヒドロキシル基を取り除く。水のない雰囲気におけるまたは真空におけるSiO_2原料の溶融または焼結を含む脱水処理は、同様に作用する。

【００５７】

真空における石英ガラス素材のアニール処理を含む脱水処理は、同様に有利に作用する。

【００５８】

素材を、１０００℃より高い(さらに正確には１０４０℃)温度で数時間アニール処理することによって、石英ガラス素材の表面範囲に存在する準安定のＯＨ基は取り除かれる。

【００５９】

好ましく変更された脱水処理は、アンモニアの雰囲気における窒化温度へのSiO_2原料または石英ガラス素材の加熱を含み、同様に効果的である。

【００６０】

その際、準安定のＯＨ基の除去による脱水の他に、同時に石英ガラスへの窒素の所望のローディングが生じる。

【００６１】

表面処理が、局所的に表面に作用するレーザビームまたは高温プラズマを使用した素材表面の加熱を含むと、それ以上の改善が生じる。

【００６２】

レーザまたはプラズマ装置を使用した高い温度への局所的な加熱によって、表面に近い石英ガラスの局所的な溶融が生じるので、存在するマイクロクラックが取り除かれ、かつ滑らかな燃焼研磨した表面が得られ、この表面は、意図する石英ガラス保持器の使用の間に、周囲にわずかしか粒子を放出しない。表面の局所的な範囲しか加熱されず、かつ軟化されないので、処理によって保持器に極わずかな機械的な応力しか持ち込まれず、これらの機械的な応力は、認識できるような仮想温度の変化をもたらさず、かつ保持器の変形も引き起こさない。ここで、水および水素を排除して処理がおこなわれると、低いヒドロキシル基含有量および高いエッチング耐性に関してとくに有利であり、これにより溶融した石英ガラス内へのヒドロキシル基の組み込みが阻止される。

【００６３】

さらに、表面処理が、機械的な表面処理を含み、それにより０．２μｍまたはそれ以上の初期平均表面粗さ$R_{a,0}$が設定されると、石英ガラス保持器の改善されたエッチング耐性が達成され、そしてここにおいて、それに続くエッチング処理において、上記の機械的な処理によって得られた表面から少なくとも１０μｍが除去される。

【００６４】

ドイツ連邦共和国特許第１０２００５００５１９６．０号明細書に詳細に説明されかつこれをもって本出願に組み込まれることが明示されるこの処理によって、保持器のエッチング耐性の明確な改善が達成される。このように前処理された石英ガラス表面は、たとえば窒素のドーピングのような、前に説明した処理を実行するために、とくに良好に適している。

【発明を実施するための最良の形態】

【００６５】

次に本発明を実施例および特許図面によって詳細に説明する。

【００６６】

図１は、８インチウエハのプロセスのための石英ガラスからなるシングルウエハ保持器１を示している。保持器１は、２５６ｍｍの外径を有しかつ１９６ｍｍの内径を有する石英ガラスリングから実質的になり、この石英ガラスリングは、ウエハを収容するために回りを囲む凹所２を備えている。

【００６７】

以下のすべての例において、２つの平坦測面および円筒面が、平均の表面粗さ（R_a値）が０．８μｍに研削されている石英ガラス保持器が前提になっている。

【００６８】

保持器を全体としてまたはとくにその表面を乾式エッチング耐性に関して改善するために、試料は種々の後処理を受けている。後処理は、それぞれの試料に対して表１に記載されている。表における粘性のデータは、温度１２００℃におけるものであり、また、当該の試料が窒素によってドーピングされている場合には、窒素ドーピングされた石英ガラスについてのものである。窒素ドーピングに関して、表１の最後の前の行にＸＰＳ測定によって検出された窒素含有量が示された表面近傍範囲のドーピングと、全容積のドーピング（試料Ｓ４だけ）とが対比されている。以下、後処理について詳細に説明する：

【００６９】

ＨＦ溶液における長く継続する湿式エッチング

【００７０】

研削の後に、石英ガラス保持器は、１４４０分間、１０％のＨＦ溶液内において処理され、その結果、エッチング構造は、ほぼ４．３μｍの平均の表面粗さR_aを有し、全体的にマイクロクラックを持たない。このようにして製造された石英ガラス保持器の典型的な特徴は、処理しない石英ガラスと比較して、更なる１０％のフッ化水素酸におけるエッチングの際の重量減少にあり、その重量減少は、極めて小さく、かつほぼ時間的に一定である。

【００７１】

レーザ研磨によるヒドロキシル基フリー平滑化

【００７２】

フッ化水素酸におけるエッチング処理の代わりに、保持器１は、CO_2レーザによる研削の後に、水素フリー雰囲気中においてガラス化される。このプロセスにおいて、レーザビームは、光学系によって広げられ、石英ガラス表面に沿って動かされる。このプロセスにおいて、表面は局所的に加熱され、かつ軟化され、そしてヒドロキシル基の追加的な組み込みを含まない燃焼研磨された表面が得られる。

【００７３】

表面の窒素ドーピング

【００７４】

石英ガラス保持器は、アンモニアの雰囲気中において、１１００℃の温度で２時間処理される。それにより表面近傍範囲に窒素装填が生じ、この窒素装填は、ＸＰＳ測定によって計量される。表１に挙げられた窒素含有量は、それぞれ表面から５ｎｍ～１０ｎｍの厚さ範囲の表面近傍範囲についてのものである。層厚さにわたる窒素濃度プロファイルは、それらから図２に基づいて決定することができる。表１において、表面近傍範囲において場合によっては行われる窒素装填は、最後の前の行に示されており、その際、斜めの線の後の数字は、ＸＰＳ解析によって検出された表面における窒素濃度を表わしている。

【００７５】

乾式エッチング特性の検出

【００７６】

表１に挙げられたすべての石英ガラス試料について、乾式エッチング特性が検出された。そのために相応する試料は、プラズマエッチング空間内において基準試料とともに標準エッチングプロセスを受けた。基準試料において、熱的に成長したSiO_2が問題になり

、このSiO_2は、乾式エッチングプロセスの際に、シリコンの析出およびそれに続く二酸化シリコンへの酸化によって生じる。エッチング深さを確定するために、試料の一領域は、エッチングに抵抗するフィルムによって覆われた。ここで、乾式エッチング特性は、試料においてかつ基準試料においてエッチングプロセスの後に得られたエッチング段部の深さの比として定義されている。このようにして検出された絶対測定値は、前者の標準材料の乾式エッチング特性を示す測定値に再び関連付けられた。この標準材料は、天然の原料からなる石英ガラスからなり、溶融物からの石英ガラスストランドの引き抜きおよび複数の成形プロセスを含む多数段プロセスにおいて製造される。下記の表１において、類似の石英ガラスは、試料“Ｎ８”として示されており、ここで、試料Ｎ８の石英ガラスは、乾式エッチング耐性を改善するために標準材料のために補充的に、低い仮想温度を設定するための熱処理および特別の表面平滑化を受けており、かつその上さらに表面近傍範囲において窒素によってドーピングされている。

【００７７】

それぞれの石英ガラス試料の乾式エッチング特性のためのこのようにして検出された測定値は、表１の最後の行に示されている。測定値が小さいほど、それぞれの石英ガラスの乾式エッチング特性は良好である。表１から、石英ガラスのそれぞれの化学的な組成、およびその固有の処理、およびそれから得られる測定値寸法数の変化も明らかである。

【００７８】

例１（試料Ｎ１）

天然に生じる粒子状の石英からなる石英ガラス保持器１は、前記のように溶融されかつ研削される。

【００７９】

初期材料として、天然に生じる粒子状の石英結晶が使用され、かつ高い温度（ほぼ１０５０℃）において加熱塩化によって精製される。

【００８０】

続いてSiO_2粒子は、グラファイト型内に入れられ、そして１８００℃の温度でガス圧力焼結によってガラス化される。型は、まず＜１ｍｂａｒの負圧を維持して、１８００℃の焼結温度に加熱される。焼結温度に到達した後に、炉内に１０ｂａｒの過圧が設定され、かつ型は、この温度においてほぼ3時間保持される。それに続く４００℃の温度への冷却は、２℃／分の冷却速度で行なわれ、その際、過圧は、引き続き維持される。その後、室温において自然冷却が行なわれる。この製造方法は、表１に“真空溶融”として示されている。

【００８１】

表１にＮ１において挙げられた特性を有する透明の石英ガラスからなる中空シリンダが得られる。本発明の意図における石英ガラス保持器を製造するために、上記中空シリンダからリングが切り離され、そしてこのリングは、初めに記載したように研削され、かつ続いてＨＦ溶液内において長く継続する湿式エッチングを受ける。

【００８２】

このようにして得られた石英ガラスは、比較的高い乾式エッチング耐性の点で傑出しており、この乾式エッチング耐性は、前記の方法にしたがって１０％のＨＦ溶液におけるエッチングプロセスの前に、０．７４の測定値を、かつエッチングプロセスの後に、０．５９の測定値を特徴としている。

【００８３】

例２（試料Ｎ１）

例１による石英ガラス保持器１は、エッチング処理の後に、追加的に表面の窒素ドーピングを受ける。ＸＰＳ測定は、表面から５ｎｍ～１０ｎｍの厚さ範囲の表面近傍範囲に１９原子％の窒素濃度を示す。

【００８４】

このドーピングによって、石英ガラスの乾式エッチング耐性は、例１に対してさらに改善することができ、０．３３の測定値が得られる。

【００８５】
例３（試料Ｎ２）
例１によって説明したように、石英ガラス保持器１が製造される。試料Ｎ２は、僅かに少ない集中的な脱水処理によって生じる僅かに多くのヒドロキシル基含有量の点においてだけ、試料Ｎ１と相違している。その結果、試料Ｎ２の石英ガラスにおいて比較的高い粘性も達成することもできるが、かつ僅かに低い仮想温度が生じる。
【００８６】
フッ化水素酸におけるエッチング処理の代わりに、保持器１は、研削の後に、レーザ研磨によるヒドロキシル基フリーの平滑化を受けるので、ヒドロキシル基の追加的な組み込みなしに燃焼研磨された表面が達成される。
【００８７】
このようにして処理された石英ガラス保持器は、０．６７の測定値を特徴とする乾式エッチング特性を示す。それに続くアンモニア雰囲気における処理による表面の窒素ドーピングによって、表面から５ｎｍ～１０ｎｍの厚さ範囲の表面近傍範囲における窒素濃度がＸＰＳ測定で２１原子％となり、上記測定値は、さらに０．３７に減少することができた。
【００８８】
例４（試料Ｎ６；比較例）
石英ガラスは天然の原料から製造される。石英結晶に追加的に粉末状のAl_2O_3が添加される。粉末混合物は、ベルヌーイの方法において水素含有燃焼炎を使用して石英ガラス棒になるように溶融され、かつこの石英ガラス棒は、続いて複数の成形工程によって石英ガラスリングに形成される。
【００８９】
Al_2O_3粉末の量は、溶融された石英ガラス内において５０００重量ｐｐｍのＡｌ含有量が得られるように決められている。ただし製造プロセスの故に、石英ガラスのヒドロキシル基含有量は１４５重量ｐｐｍと高い。
【００９０】
それでもなおこの石英ガラスは、きわめて良好な乾式エッチング耐性を示すが、この乾式エッチング耐性は、もっぱらきわめて高いＡｌ含有量に基づく。高いＡｌ含有量は、石英ガラス保持器１の使用目的に応じて、半導体製造プロセスに不利に作用することがある。
【００９１】
同様のことは、さらに高いＡｌ含有量を有する試料Ｎ５について当てはまる。
【００９２】
石英ガラス試料Ｎ３およびＮ４は、試料Ｎ５およびＮ６と同じ溶融方法にしたがって製造されるが、明らかなほどいっそうわずかなＡｌ含有量の点でこれらと相違し、かつ表面の後処理についての異なった処理によって互いに相違している。乾式エッチング耐性についてそれから測定された上記測定値は、表から明らかである。
【００９３】
例５（試料Ｎ８）
試料Ｎ８の石英ガラスは、例１によって前に説明したように、天然の原料がるつぼ引き抜き方法においてストランドに引き抜かれ、かつこれが複数の方法ステップにおいて石英ガラス保持器に変形され、かつ最後に機械的に最終寸法に処理されることによって得られる。
【００９４】
このようにして得られた石英ガラスは、ウエハ保持器を製造するための従来の標準材料に相当し、かつそれにしたがってその乾式エッチング特性について１の測定値を示す。
【００９５】
ＨＦ溶液内における長く継続するエッチングによる表面の平滑化の後に、該表面は、アンモニア内での高温プラズマの作用によって窒素ドーピングされる。プラズマは、１００

０ワットの出力における２．４５ＧＨｚの周波数を有するマイクロ波励起によって励起される。ここで、該表面は、プラズマ領域下で回転され、かつ移動されるので、平らな表面にわたってらせん状の走査が生じる。その際、石英ガラス表面は、局所的に加熱され、かつ軟化される。同時にプラズマ中においてアンモニアガスが分解され、かつ表面に近い層の石英ガラス内に窒素が組み込まれるようになる。ＸＰＳ測定は、表面から５ｎｍ～１０ｎｍの厚さ範囲の表面近傍範囲に２３原子％の窒素濃度を示す。

【００９６】

このように処理された石英ガラス保持器１は、０．５６の測定値を有するきわめて良好な乾式エッチング安定性の点で傑出している。

【００９７】

試料Ｎ７は、試料Ｎ８とは、その物質の組成において、とくにヒドロキシル基含有量において相違している。この石英ガラスは、大まかな真空においてアーク溶融によって天然の石英から製造される。そのために石英粒子は、その長手軸線の回りにおいて回転する溶融型の内壁に固定され、かつ内部において点弧されたアークによって溶融される。このようにして得られた管の後続処理は、例１によって前に説明したように、複数の方法ステップにおける成形および最終的な機械的な最終処理によって行われる。

【００９８】

例６（試料Ｓ４）

合成SiO_2からなる石英ガラス保持器１は、$SiCl_4$の火炎燃焼加水分解によって周知のＯＶＤ方法によって、多孔性のSiO_2スート体を製造することによって製造される。この石英ガラス保持器は、塩素含有雰囲気において脱水処理を受ける。スート体は、ドイツ連邦共和国特許第６９５２９８２４Ｔ２号明細書に詳細に説明されたように、アンモニア内においてガラス化される。ガラス化の後に、１重量ｐｐｍ以下のヒドロキシル基含有量を有しかつ０．４原子％の平均窒素含有量を有する管状の石英ガラス部材が得られる。本発明の意図における石英ガラス保持器の製造のために、石英ガラス管からリングが切り離される。

【００９９】

ほぼ１０６５℃の仮想温度を設定するために、保持器はアニール処理を受け、このアニール処理は、１０６０℃の温度における４時間の保持時間、およびそれに続くこの温度から４００℃へのゆっくりした冷却を含んでいる。石英ガラス保持器１は、良好な乾式エッチング耐性の点で傑出しており（測定値＝０．８８）、この乾式エッチング耐性は、それに続くレーザによる表面の平滑化によってさらに０．６６の測定値に、そして表面近傍範囲の追加的な窒素ドーピングによって０．５８に改善することができる。

【０１００】

表１に挙げられた試料Ｓ２およびＳ３は、同様に合成石英ガラスからなり、異なった強さの脱水処理に基づいてそれぞれのヒドロキシル基含有量が、かつ異なったアニール処理のためにそれぞれの仮想温度が相違している。

【０１０１】

例７（試料Ｓ３）

試料Ｓ３の石英ガラスにおいて、合成石英ガラスが問題になっており、この石英ガラスは、２８重量ｐｐｍという低いヒドロキシル基含有量の点、および低いハロゲン含有量の点において傑出している。によるヒドロキシル基フリーのレーザ支援された表面の平滑化と窒素ドーピングのコンビネーションにおいて、石英ガラスは、１２００℃の温度において$1\times10^{13.4}$ｄＰａ・ｓの粘性を示し、したがって、同時に測定値０．３７という高い乾式エッチング耐性も示している。

【０１０２】

例８（試料Ｓ２）

試料Ｓ２の石英ガラスにおいても、合成石英ガラスが問題になっている。この石英ガラスは、酸素欠陥を含まないガラス構造、5×10^{16}分子／cm^3以下のＳｉＨ基の平均含有量、５重量ｐｐｍのヒドロキシル基の平均含有量、５重量ｐｐｍのフッ素の平均含有

量、１重量ｐｐｍ以下の塩素の平均含有量、および１０８０℃の仮想温度の点で傑出している。石英ガラスの粘性およびその他の特性は、表１から明らかである。

【０１０３】

ここで、酸素欠陥を実質的に含まないガラス構造とは、シェルビー(Shelby)の方法の検出限界以下の濃度の酸素欠陥が存在するガラス構造のことである（最小で１グラムの石英ガラスあたりほぼ10^{17}）。この検出方法は、“リアクション・オブ・ハイドロジェン・ウイズ・ヒドロキシル－フリー・ヴァイタラス・シリカ”(Ｊ．Ａｐｐｌ．Ｐｈｙｓ．、第５１巻、第５号、(１９８０，５月)、第２５８９－２５９３頁)に開示されている。

【０１０４】

ＳｉＨ基の含有量は、ラマンスペクトル分光法によって検出され、その際、校正は、シェルビーの“リアクション・オブ・ハイドロジェン・ウイズ・ヒドロキシル－フリー・ヴァイタラス・シリカ”（Ｊ．Ａｐｐｌ．Ｐｈｙｓ．、第５１巻、第５号、（１９８０，５月）、第２５８９－２５９３頁）に記載されているように、次の化学反応によって行なわれる：Ｓｉ－Ｏ－Ｓｉ＋H_2→Ｓｉ－Ｈ＋Ｓｉ－ＯＨ。

【０１０５】

試料Ｓ２の合成石英ガラスは、周知のＶＡＤ方法による$SiCl_4$の火炎加水分解によってスート体を製造することによって製造される。スート体は、真空中でグラファイトからなる加熱要素を有する加熱炉内において１２００℃の温度において脱水され、これによって、ほぼ５重量ｐｐｍのスート体のヒドロキシル基含有量が得られる。乾燥されたスート体は、続いて焼結炉内に持ち込まれ、かつ透明な石英ガラス素材になるように真空（10^{-2}ｍｂａｒ）においてほぼ１７５０℃の温度でガラス化される。この素材は、続いての熱的かつ機械的な均一化（ねじり）および石英ガラスシリンダの形成によって均一化される。その後の石英ガラスシリンダのヒドロキシル基含有量は、さらにほぼ５重量ｐｐｍである。

【０１０６】

例９（比較例；試料Ｓ１）

試料Ｓ１において、いわゆる“直接ガラス化”によって合成の石英ガラスが製造される。ここで、それに続く表面の窒素ドーピングが、１２００℃における石英ガラスの粘性を1×10^{13}ｄＰａ・ｓの値より上に高めるために十分ではないほど、ヒドロキシル基含有量が高いので、この石英ガラスの乾燥エッチング耐性も標準材料に対して改善することができない（測定値＝１．０８）。

【０１０７】

図２は、窒素を内部拡散するための拡散係数に基づいて計算された石英ガラス保持器の表面からの拡散プロファイルを示している。ｘ軸上に相対単位における窒素濃度Ｃ（N_2）がプロットされており－直接表面上の窒素濃度に基づく深さ“Ｄ”における局所的な窒素濃度－かつｘ軸上にμｍで測定された表面からの深さ“Ｄ”がプロットされている。表面の範囲における既知の濃度値において、濃度プロファイルによって、ほぼ５０μｍの深さまでの表面に近い層の範囲における局所的な濃度が明らかである。

【０１０８】

【表１】

特性	石英ガラス品質											
	S1	S2	S3	S4	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8
品質：合成／天然	合成	合成	合成	合成	天然	天然	天然	天然	天然	天然	天然	天然
製造方法	ＤＱ方法	スート方法１	スート方法２	スート方法３	真空溶融	真空溶融	燃焼溶融	燃焼溶融	燃焼溶融	燃焼溶融	アーク	多段方法
平均OH含有量［重量ppm］	1200	5	28	<1	<1	4	160	156	150	145	9	25
平均F含有量［重量ppm］	1230	5	40	<0.5	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
平均Cl含有量［重量ppm］	20	<1	20	1500	<60	<60	<60	<60	<60	<60	<60	<60
SiH基[1/cm^3]	6.9E18	<1E17	<1E17	<1E17	<1E17	<1E17	2.2E18	2.2E18	<1E17	<1E17	2.7E17	<1E17
Si-Si基［@163nm, 1/cm］	0.65	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Na/K含有量［重量ppm］	0.01/0.02	0.01/0.01	0.01/0.01	0.01/0.01	0.05/0.08	0.05/0.1	0.05/0.2	0.04/0.7	0.01/0.01	0.01/0.01	0.1/0.15	0.02/0.1
Al含有量［重量ppm］	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	15	15	8	16	15000	5000	18	15
平均窒素含有量［原子%］	－	－	－	0.4	－	－	－	－	－	－	－	－
粘性[dPas]場合によってはNドーピングによる	1E10.8	1E12.0	1E13.4	1E13.1	1E13.6	1E13.6	1E11.8	1E13.2	1E10.3	1E10.8	1E13.4	1E13.5
仮定の温度［℃］	1290	1080	1142	1065	1170	1160	1369	1283	1190	1220	1240	1148
乾式エッチング特性に対する寸法数	1.19	0.85	0.89	0.88	0.74	0.82	1.06	0.96	0.28	0.51	0.87	1.00
＋エッチング1440分	－	0.69	－	－	0.59	－	0.85	0.77	－	－	0.70	0.80
＋レーザ平滑化	1.08	－	0.67	0.66	－	0.67	－	－	－	－	－	－
＋窒素ドーピングN_2含有量[原子%](XPS)			0.37/26		0.33/20	0.37/21		0.64/26			0.38/26	0.56/23
最終結果	1.08	0.69	0.37	0.66	0.33	0.37	0.85	0.64	0.28	0.51	0.38	0.56

【図面の簡単な説明】
【０１０９】
【図１】半導体製造の際にシングルウエハ保持器として使用するための本発明による石英ガラス保持器の構成を示す略図である。
【図２】石英ガラス保持器の表面からの窒素の内部拡散のための理論的に決定された拡散プロファイルを示す線図である。
【符号の説明】
【０１１０】
１　保持器
２　凹所

【図１】

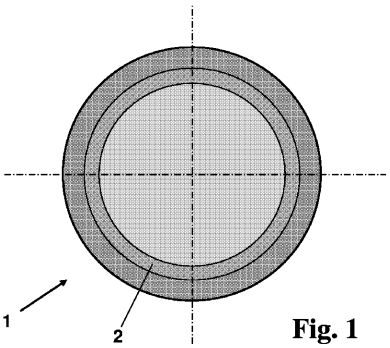
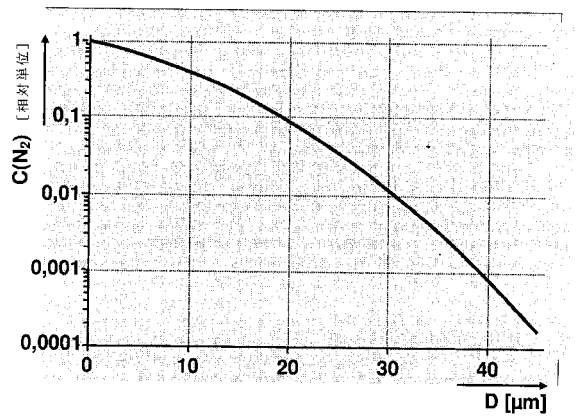


Fig. 1

【図２】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		FI	
C03C 23/00	*(2006.01)*	C03C 3/06	
		C03C 15/00	A
		C03C 15/00	Z
		C03C 19/00	Z
		C03C 23/00	D

(72)発明者 ポッゲ、 トビアス
ドイツ連邦共和国 ６３１６５ ミュルハイム オッフェンバッヘル ヴェーク ２０
(72)発明者 トロメル、 マルチン
ドイツ連邦共和国 ３６３８１ シュリュヒテルン フォルストハウズヴェーク ３
(72)発明者 キューン、 ボード
ドイツ連邦共和国 ６３５７１ ゲーンハウゼン アウストラーセ ７アー
(72)発明者 キルスト、 ウルリッヒ
ドイツ連邦共和国 ５５１１６ マインツ ウーフェルシュトラーセ ４５
(72)発明者 ヴェルデッケル、 ヴァルトラウト
ドイツ連邦共和国 ６３４５６ ハナウ シェーンボーンシュトラーセ ８０ベー

審査官 吉川 潤

(56)参考文献 米国特許第０５９７７０００（ＵＳ，Ａ）
特開平０８－１７５８４０（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－０５３３３８（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－２２８１７２（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－１９３６３４（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－１３７９２７（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－１３９７７９（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－２２８１６０（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－０８７８３３（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－０１９４５０（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－３２２３５２（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－３００３２４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｃ０３Ｂ ２０／００
Ｃ０３Ｃ ３／０６
Ｃ０３Ｃ １５／００
Ｃ０３Ｃ １９／００
Ｃ０３Ｃ ２３／００
Ｈ０１Ｌ ２１／３０６５