

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6139986号
(P6139986)

(45) 発行日 平成29年5月31日(2017.5.31)

(24) 登録日 平成29年5月12日(2017.5.12)

(51) Int.Cl.

H 0 1 L 21/302 (2006.01)

F I

H 0 1 L 21/302 2 0 1 A

請求項の数 11 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2013-115577 (P2013-115577)	(73) 特許権者	000219967
(22) 出願日	平成25年5月31日(2013.5.31)		東京エレクトロン株式会社
(65) 公開番号	特開2014-236055 (P2014-236055A)		東京都港区赤坂五丁目3番1号
(43) 公開日	平成26年12月15日(2014.12.15)	(73) 特許権者	591036572
審査請求日	平成28年3月28日(2016.3.28)		レール・リキードーソシエテ・アノニム・ プール・レテュード・エ・レクスプロワタ シオン・デ・プロセデ・ジョルジュ・クロ ード フランス国、75007 パリ、カイ・ド ルセイ 75
		(74) 代理人	100099944
			弁理士 高山 宏志
		(72) 発明者	守谷 修司
			東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i zタワー 東京エレクトロン株式会社内 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エッチング方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

表面にシリコン部分を有し、前記シリコン部分に隣接して窒化シリコン部分を有する被処理基板において、前記シリコン部分を選択的にエッチングするエッチング方法であって、

チャンバー内に被処理基板を配置し、

前記チャンバー内にFNOガスおよびF₂ガスを、不活性ガスで希釈して供給し、FNOガスおよびF₂ガスを前記被処理基板の表面のシリコン部分と反応させ、前記シリコン部分を前記窒化シリコン部分に対して高選択比でエッチングすることを特徴とするエッチング方法。

【請求項 2】

前記シリコン部分はポリシリコン膜であることを特徴とする請求項1に記載のエッチング方法。

【請求項 3】

前記FNOガスは、F₂ガスとNOガスとの反応により生成されることを特徴とする請求項1または請求項2に記載のエッチング方法。

【請求項 4】

前記FNOガスの濃度は、体積比率で0.5～3.0%であり、前記F₂ガスの濃度は、体積比率で0.01～3.0%であることを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか1項に記載のエッチング方法。

【請求項 5】

前記 FNO ガスと前記 F₂ ガスの体積比率は、30 : 1 ~ 1 : 1 の範囲であることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載のエッチング方法。

【請求項 6】

前記不活性ガスは、N₂ ガス、Ar ガス、および He ガスから選択された少なくとも一種であることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載のエッチング方法。

【請求項 7】

前記 FNO ガスおよび前記 F₂ ガスとの合計と不活性ガスとの体積比率は、1 : 150 ~ 1 : 10 の範囲であることを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項の記載のエッチング方法。

10

【請求項 8】

前記エッチングを行う際に、前記チャンバー内で前記被処理基板を載置する載置台の温度を 50 ~ 200 の範囲とすることを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載のエッチング方法。

【請求項 9】

前記エッチングを行う際に、前記チャンバー内の圧力を 1 ~ 100 Torr の範囲とすることを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載のエッチング方法。

【請求項 10】

FNO ガスおよび F₂ ガスを前記被処理基板の表面のシリコン部分と反応させた後、前記被処理基板を別のチャンバー内で加熱処理して前記被処理基板上の反応生成物を除去することを特徴とする請求項 1 から請求項 9 のいずれか 1 項に記載のエッチング方法。

20

【請求項 11】

コンピュータ上で動作し、エッチング装置を制御するためのプログラムが記憶された記憶媒体であって、前記プログラムは、実行時に、請求項 1 から請求項 10 のいずれかのエッチング方法が行われるように、コンピュータに前記エッチング装置を制御させることを特徴とする記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本発明は、基板に存在するシリコン部分をエッチングするエッチング方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近時、半導体デバイスの製造過程で、ドライエッチングやウエットエッチングに代わる微細化エッチングが可能な方法として、化学的酸化物除去処理 (Chemical Oxide Removal; COR) と呼ばれるノンプラズマドライエッチング技術が注目されている (例えば特許文献 1、2)。酸化物として酸化シリコン (SiO₂) をエッチングする場合には、フッ化水素 (HF) ガス単独、または HF ガスとアンモニア (NH₃) ガスとの混合ガスが用いられている。

【0003】

40

ところで、COR は、酸化物をエッチングする技術であるが、最近では、酸化シリコン (SiO₂) のような酸化物のみならず、ポリシリコン (poly-Si) 膜等のシリコン (Si) をエッチングすることも検討されている。ポリシリコン膜は窒化シリコン (SiN) 膜等の他の膜と共存した状態で被処理基板である半導体ウエハ (シリコンウエハ) に形成されており、SiN 膜等に対して高エッチング選択比でエッチングされる必要があり、このような観点からノンプラズマドライエッチングでシリコン (Si) をエッチングする場合には HF ガス + F₂ ガスが検討されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

50

【特許文献 1】特開 2005 - 39185 号公報

【特許文献 2】特開 2008 - 160000 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、HF ガス + F₂ ガスによりシリコン (Si) をエッチングする場合には、エッチングレートが極めて遅く、量産技術への採用が困難である。

【0006】

本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであって、プラズマを用いないドライエッチングにより、高エッチングレートおよび高選択比で被処理基板のシリコン部分をエッチングすることができるエッチング方法を提供することを課題とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するため、本発明は、表面にシリコン部分を有し、前記シリコン部分に隣接して窒化シリコン部分を有する被処理基板において、前記シリコン部分を選択的にエッチングするエッチング方法であって、チャンバー内に被処理基板を配置し、前記チャンバー内に FNO ガスおよび F₂ ガスを、不活性ガスで希釈して供給し、FNO ガスおよび F₂ ガスを前記被処理基板の表面のシリコン部分と反応させ、前記シリコン部分を前記窒化シリコン部分に対して高選択比でエッチングすることを特徴とするエッチング方法を提供する。

20

【0008】

前記シリコン部分としてはポリシリコン膜を典型的なものとして挙げることができる。

【0009】

本発明者等の鋭意研究の成果により、シリコン化合物のエッチング速度には、エッチング時の条件、すなわち温度、圧力、FNO、F₂ 濃度が大きく起因することが判明した。

【0010】

FNO ガスは、シリコン化合物のエッチングに深く寄与し、FNO 濃度が高いほど、そのエッチング速度が速い傾向にあり、圧力、温度は高いほどそのエッチング速度が速い傾向にある。ただし、この傾向は、エッチング対象物によって異なり、より高い選択比を得るためには、その条件を最適化することが必要となる。

30

【0011】

前述のように、ポリシリコン膜を窒化シリコンに対して高い選択比でエッチングする場合を考える。本発明のガスを用いると、ポリシリコン膜を高速でエッチングすることができる。窒化シリコンは、ポリシリコン膜に比較するとエッチングされにくい、高温 (> 200) 及び高濃度 FNO (分圧 > 1 Torr) の条件下では、急激にエッチングされ易くなる。本発明者等がこれらの点を元に鋭意研究した結果、窒化シリコン部分がエッチングされず、ポリシリコン膜のみが選択的にエッチングされる条件が見つかった。

【0012】

前記 FNO ガスは、F₂ ガスと NO ガスとの反応により生成することができる。前記 FNO ガスの濃度は、体積比率で 0.5 ~ 3.0 % であり、前記 F₂ ガスの濃度は、体積比率で 0.01 ~ 3.0 % であることが好ましい。また、前記 FNO ガスと前記 F₂ ガスの体積比率は、30 : 1 ~ 1 : 1 の範囲であることが好ましい。前記不活性ガスは、N₂ ガス、Ar ガス、および He ガスから好適に用いることができ、前記 FNO ガスおよび前記 F₂ ガスとの合計と不活性ガスとの体積比率は、1 : 150 ~ 1 : 10 の範囲であることが好ましい。

40

【0013】

前記エッチングを行う際に、前記チャンバー内で前記被処理基板を載置する載置台の温度を 50 ~ 200 の範囲とすることが好ましく、また、前記チャンバー内の圧力を 1 ~ 100 Torr の範囲とすることが好ましい。

【0014】

50

また、FNOガスおよびF₂ガスを前記被処理基板の表面のシリコン部分と反応させた後、前記被処理基板を別のチャンバー内で加熱処理して前記被処理基板上の反応生成物を除去することが好ましい。

【0015】

また、本発明は、コンピュータ上で動作し、エッチング装置を制御するためのプログラムが記憶された記憶媒体であって、前記プログラムは、実行時に、上記エッチング方法が行われるように、コンピュータに前記エッチング装置を制御させることを特徴とする記憶媒体を提供する。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、チャンバー内にFNOガスおよびF₂ガスを、不活性ガスで希釈して供給し、FNOガスおよびF₂ガスを被処理基板の表面のシリコン部分と反応させる。これにより、被処理基板表面のシリコン部分を高エッチングレートで、かつ被処理基板の他の部分に対して高選択比でエッチングすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の実施形態に係るエッチング方法を実施するために用いられるエッチング装置を搭載した処理システムを示す概略構成図である。

【図2】図1の処理システムに搭載されたPHT処理装置を示す断面図である。

【図3】図1の処理システムに搭載されたエッチング装置の一例の概略構成を示す断面図である。

【図4】エッチング装置の他の例の概略構成を示す断面図である。

【図5】エッチング装置のさらに他の例の概略構成を示す断面図である。

【図6】反応ガスのFNO/F₂比とpoly-Si/SiN選択比との関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、図面を参照しながら、本発明の実施の形態について説明する。

【0019】

<本発明の実施形態に用いる処理システム>

図1は、本発明の実施形態に係るエッチング方法を実施するために用いられるエッチング装置を搭載した処理システムを示す概略構成図である。この処理システム1は、半導体ウエハ（以下、単にウエハと記す）Wを搬入出する搬入出部2と、搬入出部2に隣接させて設けられた2つのロードロック室（L/L）3と、各ロードロック室3にそれぞれ隣接して設けられた、ウエハWに対してPHT（Post Heat Treatment）処理を行なうPHT処理装置（PHT）4と、各PHT処理装置4にそれぞれ隣接して設けられた、ウエハWに対してノンプラズマエッチングを行なうエッチング装置5とを備えている。ロードロック室3、PHT処理装置4およびエッチング装置5は、この順に一直線上に並べて設けられている。

【0020】

搬入出部2は、ウエハWを搬送する第1ウエハ搬送機構11が内部に設けられた搬送室（L/M）12を有している。第1ウエハ搬送機構11は、ウエハWを略水平に保持する2つの搬送アーム11a、11bを有している。搬送室12の長手方向の側部には、載置台13が設けられており、この載置台13には、ウエハWを複数枚並べて収容可能なキャリアCが例えば3つ接続できるようになっている。また、搬送室12に隣接して、ウエハWを回転させて偏心量を光学的に求めて位置合わせを行なうオリエンタ14が設置されている。

【0021】

搬入出部2において、ウエハWは、搬送アーム11a、11bによって保持され、第1ウエハ搬送機構11の駆動により略水平面内で直進移動、また昇降させられることにより

10

20

30

40

50

、所望の位置に搬送させられる。そして、載置台 13 上のキャリア C、オリエンタ 14、ロードロック室 3 に対してそれぞれ搬送アーム 11a, 11b が進退することにより、搬入出させられるようになっている。

【0022】

各ロードロック室 3 は、搬送室 12 との間にそれぞれゲートバルブ 16 が介在された状態で、搬送室 12 にそれぞれ連結されている。各ロードロック室 3 内には、ウエハ W を搬送する第 2 ウエハ搬送機構 17 が設けられている。また、ロードロック室 3 は、所定の真空度まで真空引き可能に構成されている。

【0023】

第 2 ウエハ搬送機構 17 は、多関節アーム構造を有しており、ウエハ W を略水平に保持するピックを有している。この第 2 ウエハ搬送機構 17 においては、多関節アームを縮めた状態でピックがロードロック室 3 内に位置し、多関節アームを伸ばすことにより、ピックが PHT 処理装置 4 に到達し、さらに伸ばすことによりエッチング装置 5 に到達することが可能となっており、ウエハ W をロードロック室 3、PHT 処理装置 4、およびエッチング装置 5 間でのウエハ W を搬送することが可能となっている。

【0024】

PHT 処理装置 4 は、図 2 に示すように、真空引き可能なチャンバー 20 と、その中でウエハ W を載置する載置台 23 を有し、載置台 23 にはヒーター 24 が埋設されており、このヒーター 24 によりエッチング処理が施された後のウエハ W を加熱してエッチング処理により生成した反応生成物を気化（昇華）させる PHT 処理を行なう。チャンバー 20 のロードロック室 3 側には、ロードロック室 3 との間でウエハ W を搬送する搬入出口 20a が設けられており、この搬入出口 20a はゲートバルブ 22 によって開閉可能となっている。また、チャンバー 20 のエッチング装置 5 側にはエッチング装置 5 との間でウエハ W を搬送する搬入出口 20b が設けられており、この搬入出口 20b はゲートバルブ 54 により開閉可能となっている。さらに、チャンバー 20 に例えば窒素ガス（ N_2 ）などの不活性ガスを供給するガス供給路 25 を備えたガス供給機構 26、およびチャンバー 20 内を排気する排気路 27 を備えた排気機構 28 が備えられている。ガス供給路 25 は、窒素ガス供給源 30 に接続されている。そして、ガス供給路 25 には、流路の開閉動作および窒素ガスの供給流量の調節が可能な流量調整弁 31 が介設されている。排気機構 28 の排気路 27 には、開閉弁 32 および真空ポンプ 33 が設けられている。

【0025】

エッチング装置 5 は、図 3 に示すように、密閉構造のチャンバー 40 を備えており、チャンバー 40 の内部には、ウエハ W を略水平にした状態で載置させる載置台 42 が設けられている。また、エッチング装置 5 には、チャンバー 40 内に、FNO ガス、 F_2 ガス、 N_2 ガスを供給するガス供給機構 43、チャンバー 40 内を排気する排気機構 44 が設けられている。

【0026】

チャンバー 40 は、チャンバー本体 51 と蓋部 52 とによって構成されている。チャンバー本体 51 は、略円筒形状の側壁部 51a と底部 51b とを有し、上部は開口となっており、この開口が蓋部 52 で閉止される。側壁部 51a と蓋部 52 とは、シール部材（図示せず）により封止されて、チャンバー 40 内の気密性が確保される。

【0027】

側壁部 51a には、PHT 処理装置 4 のチャンバー 20 に対してウエハ W を搬入出する搬入出口 53 が設けられており、この搬入出口 53 はゲートバルブ 54 により開閉可能となっている。

【0028】

蓋部 52 は、外側を構成する蓋部材 55 と、蓋部材 55 の内側に嵌め込まれ、載置台 42 に臨むように設けられたシャワーヘッド 56 とを有している。シャワーヘッド 56 は円筒状をなす側壁 57a と上部壁 57b とを有する本体 57 と、本体 57 の底部に設けられたシャワープレート 58 とを有している。本体 57 とシャワープレート 58 との間には空

10

20

30

40

50

間 5 9 が形成されている。

【 0 0 2 9 】

蓋部材 5 5 および本体 5 7 の上部壁 5 7 b には空間 5 9 まで貫通してガス導入路 6 1 が形成されており、このガス導入路 6 1 にはガス供給機構 4 3 のガス供給配管 7 1 が接続されている。

【 0 0 3 0 】

シャワープレート 5 8 には複数のガス吐出孔 6 2 が形成されており、ガス供給配管 7 1 およびガス導入路 6 1 を経て空間 5 9 に導入されたガスがガス吐出孔 6 2 からチャンバー 4 0 内の空間に吐出される。

【 0 0 3 1 】

載置台 4 2 は、平面視略円形をなしており、チャンバー 4 0 の底部 5 1 b に固定されている。載置台 4 2 の内部には、載置台 4 2 の温度を調節する温度調節器 6 5 が設けられている。温度調節器 6 5 は、例えば温度調節用媒体（例えば水など）が循環する管路を備えており、このような管路内を流れる温度調節用媒体と熱交換が行なわれることにより、載置台 4 2 の温度が調節され、載置台 4 2 上のウエハ W の温度制御がなされる。

【 0 0 3 2 】

ガス供給機構 4 3 は、 F_2 ガス供給源 7 5、FNO ガス供給源 7 6、および N_2 ガス供給源 7 7 を有しており、これらにはそれぞれ F_2 ガス供給配管 7 2、FNO ガス供給配管 7 3、 N_2 ガス供給配管 7 4 が接続されている。 F_2 ガス供給配管 7 2、FNO ガス供給配管 7 3、 N_2 ガス供給配管 7 4 は、上記ガス供給配管 7 1 に接続されている。 F_2 ガス供給配管 7 2、FNO ガス供給配管 7 3、 N_2 ガス供給配管 7 4 には流路の開閉動作および流量制御を行う流量制御器 7 9 が設けられている。流量制御器 7 9 は例えば開閉弁およびマスフローコントローラにより構成されている。

【 0 0 3 3 】

そして、 F_2 ガス供給源 7 5 および FNO ガス供給源 7 6 から F_2 ガスおよび FNO ガスが所定の流量で供給され、ガス供給配管 7 1 内で混合ガスとなり、この混合ガスが N_2 ガスとともにガス供給配管 7 1 を経てシャワーヘッド 5 6 内に供給され、シャワーヘッド 5 6 からチャンバー 4 0 内へ吐出される。

【 0 0 3 4 】

上記ガスのうち FNO ガスおよび F_2 ガスが反応ガスであり、不活性ガスである N_2 ガスは希釈ガスである。そして、チャンバー 4 0 内に、反応ガスとして FNO ガスおよび F_2 ガスを所定流量で、希釈ガスである N_2 ガスで希釈された状態で導入して、チャンバー 4 0 内を所定圧力に維持しつつ、ウエハ W 上の Si 部分、例えば poly - Si 膜をエッチングする。FNO ガスは、 F_2 ガスと NO ガスとの反応により生成することができる。

【 0 0 3 5 】

希釈ガスとして用いる不活性ガスとしては、 N_2 ガス以外に Ar ガス、He ガスを好適に用いることができる。また、 N_2 ガス、Ar ガス、He ガスは単独で用いてもよい、これらの 2 種以上を用いてもよい。他の希ガスをを用いてもよい。

【 0 0 3 6 】

なお、 F_2 ガス供給源 7 5 として通常用いられるポンペは、 F_2 ガスが極めて活性が高いため、不活性ガス、典型的には N_2 ガスで $F_2 : N_2 = 1 : 4$ の体積比で希釈されている。

【 0 0 3 7 】

排気機構 4 4 は、チャンバー 4 0 の底部 5 1 b に形成された排気口 8 1 に繋がる排気配管 8 2 を有しており、さらに、排気配管 8 2 に設けられた、チャンバー 4 0 内の圧力を制御するための自動圧力制御弁（APC）8 3 およびチャンバー 4 0 内を排気するための真空ポンプ 8 4 を有している。

【 0 0 3 8 】

チャンバー 4 0 の側壁からチャンバー 4 0 内に、チャンバー 4 0 内の圧力を計測するための圧力計としての 2 つのキャパシタンスマノメータ 8 6 a、8 6 b が設けられている。

10

20

30

40

50

キャパシタンスモノメータ 8 6 a は高圧力用、キャパシタンスモノメータ 8 6 b は低圧力用となっている。

【 0 0 3 9 】

エッチング装置 5 を構成するチャンバー 4 0、載置台 4 2 等の各種構成部品の材質としては、A l が用いられている。チャンバー 4 0 を構成する A l 材は無垢のものであってもよいし、内面（チャンバー本体 5 1 の内面、シャワーヘッド 5 6 の下面など）に陽極酸化処理を施したものであってもよい。一方、載置台 4 2 を構成する A l の表面は耐摩耗性が要求されるので、陽極酸化処理を行って表面に耐摩耗性の高い酸化被膜（ $A l_2 O_3$ ）を形成することが好ましい。

【 0 0 4 0 】

図 1 に示すように、処理システム 1 は制御部 9 0 を有している。制御部 9 0 は、処理システム 1 の各構成部を制御するマイクロプロセッサ（コンピュータ）を備えたプロセスコントローラ 9 1 を有している。プロセスコントローラ 9 1 には、オペレータが処理システム 1 を管理するためにコマンドの入力操作等を行うキーボードや、処理システム 1 の稼働状況を可視化して表示するディスプレイ等を有するユーザーインターフェース 9 2 が接続されている。また、プロセスコントローラ 9 1 には、処理システム 1 で実行される各種処理、例えばエッチング装置 5 における処理ガスの供給やチャンバー 4 0 内の排気などをプロセスコントローラ 9 1 の制御にて実現するための制御プログラムや処理条件に応じて処理システム 1 の各構成部に所定の処理を実行させるための制御プログラムである処理レシピや、各種データベース等が格納された記憶部 9 3 が接続されている。レシピは記憶部 9 3 20 9 3 の中の適宜の記憶媒体に記憶されている。そして、必要に応じて、任意のレシピを記憶部から呼び出してプロセスコントローラ 9 1 に実行させることで、プロセスコントローラ 9 1 の制御下で、処理システム 1 での所望の処理が行われる。

【 0 0 4 1 】

< エッチング方法 >

次に、このような処理システム 1 を用いた本実施形態のエッチング方法について説明する。

【 0 0 4 2 】

ウエハ W として、表面にエッチング対象である S i 部分である p o l y - S i 膜を有し、それと隣接してハードマスク膜としての S i N 膜、電極としての T i N 膜等が形成されたものを準備し、そのようなウエハ W をキャリア C 内に収納して処理システム 1 に搬送する。処理システム 1 においては、大気側のゲートバルブ 1 6 を開いた状態で搬入出部 2 のキャリア C から第 1 ウエハ搬送機構 1 1 の搬送アーム 1 1 a、1 1 b のいずれかによりウエハ W を 1 枚ロードロック室 3 に搬送し、ロードロック室 3 内の第 2 ウエハ搬送機構 1 7 のピックに受け渡す。

【 0 0 4 3 】

その後、大気側のゲートバルブ 1 6 を閉じてロードロック室 3 内を真空排気し、次いでゲートバルブ 2 2 および 5 4 を開いて、ピックをエッチング装置 5 まで伸ばして載置台 4 2 にウエハ W を載置する。

【 0 0 4 4 】

その後、ピックをロードロック室 3 に戻し、ゲートバルブ 5 4 を閉じ、チャンバー 4 0 内を密閉状態とする。この状態で、温度調節器 6 5 によって載置台 4 2 上のウエハ W の温度を所定の目標値に調節し、ガス供給機構 4 3 の F_2 ガス供給源 7 5、 FNO ガス供給源 7 6、および N_2 ガス供給源 7 7 から、 F_2 ガス、 FNO ガス、 N_2 ガスを供給する。 F_2 ガスと FNO ガスとはガス供給配管 7 1 内で混合されて混合ガスとなり、この混合ガスは、希釈ガスとしての不活性ガスである N_2 ガスとともにシャワーヘッド 5 6 の空間 5 9 内に導入され、ガス吐出孔 6 2 からチャンバー 4 0 内の空間に吐出される。

【 0 0 4 5 】

エッチングガスである FNO ガスおよび F_2 ガスの混合ガスによりウエハ W の S i 部分、例えば p o l y - S i 膜がエッチングされる。

10

20

30

40

50

【0046】

FNOおよびF₂混合ガスは、Siに対する反応性が極めて高く、低濃度でも極めて高いエッチングレートでSiをエッチングすることができる。例えば、膜厚が150nmのpoly-Si膜のエッチングに際し、HFガスとF₂ガスの混合ガスでは40分程度かかっていたものが、FNOとF₂の混合ガスでは2分程度でエッチングすることができ、従来の20倍程度のエッチングレートを得ることができる。

【0047】

また、FNOとF₂の混合ガスは、SiNやTiN等、poly-Si膜に隣接して用いられる膜に対するエッチングレートは低く、これらの膜に対して極めて高いエッチング選択比でpoly-Siをエッチングすることができる。例えば、SiN膜に対して100～無限大という極めて高いエッチング選択比を得ることができる。

10

【0048】

FNOガスの濃度は体積比率で0.5～3.0%が好ましい。また、F₂ガスの濃度は、体積比率で0.01～3.0%が好ましい。FNOガスとF₂ガスの体積比率としては、FNO:F₂=30:1～1:1の範囲を用いることができる。また、エッチングガス(FNO+F₂)と希釈ガスである不活性ガスとの体積比率は、エッチング対象の大きさにもよるが、1:150～1:10の範囲が好ましい。

【0049】

エッチングの際のウエハWの載置台42の温度は、50～200の範囲が好ましく、また、チャンバー40内の圧力は、1～100Torr(133.3～13330Pa)の範囲が好ましい。

20

【0050】

なお、FNOおよびF₂はいずれも沸点が低く、通常の処理条件においては安定的に気体として存在する。

【0051】

以上のようなエッチングにおいて、SiF等が反応生成物として生成し、このような反応生成物がウエハWの表面に付着した状態となる。

【0052】

このため、エッチング装置5によるエッチング処理が終了した後、ウエハWをPHT処理装置4に搬送し、ウエハWを加熱して、ウエハW表面の反応生成物を加熱除去する。具体的には、エッチング装置5でのエッチングが終了した後、ゲートバルブ22、54を開き、第2ウエハ搬送機構17のピックにより載置台42上の処理後のウエハWをPHT処理装置4のチャンバー20内の載置台23上に載置する。そして、ピックをロードロック室3に退避させ、ゲートバルブ22、54を閉じ、チャンバー20内にN₂ガスを導入しつつ、ヒーター24により載置台23上のウエハWを加熱する。これにより、上記エッチング処理によって生じた反応生成物が加熱されて気化し、除去される。

30

【0053】

このように、PHT処理装置4により加熱処理が終了した後、ゲートバルブ22を開き、第2ウエハ搬送機構17のピックにより載置台23上の加熱処理後のウエハWをロードロック室3に退避させ、第1ウエハ搬送機構11の搬送アーム11a、11bのいずれかによりキャリアCに戻す。これにより、一枚のウエハの処理が完了する。

40

【0054】

以上のように、本実施形態によれば、エッチング装置5によるウエハW上のSi部分、例えばpoly-Si膜をFNOおよびF₂を混合したエッチングガスと、N₂ガスのような不活性ガスからなる希釈ガスとによりエッチングする。これにより、極めて高エッチングレートで、かつ、SiN膜やTiN膜等の隣接した膜に対して高エッチング選択比でSi部分をエッチングすることができる。

【0055】

なお、ガス供給機構43としては、F₂ガスとFNOガスの比率が決まっている場合等には、図4に示すように、F₂ガス供給源75、FNOガス供給源76に代えて、F₂ガ

50

スとFNOの混合ガスを供給する混合ガス供給源87を設けてもよい。また、混合ガス供給源87とF₂ガス供給源75とを併用することもできる。なお、図4では、混合ガス供給源87はガス供給配管71に直接接続されている。

【0056】

さらに、図5に示すように、ガス供給機構43として、FNOガス供給源76の代わりにNOガス供給源88を設けることもできる。この場合には、F₂ガスとNOガスとがガス供給配管71内で混合されて反応し、F₂をFNOの化学量論組成よりも過剰にすることにより、FNOガスとF₂ガスの混合ガスが形成される。そして、FNOガスとF₂ガスが、N₂ガスとともにガス供給配管71を経てシャワーヘッド56内に供給され、シャワーヘッド56からチャンバー40内へ吐出される。なお、89は、NOガス供給配管である。

10

【0057】

<実験例>

次に、実験例について説明する。

本実験例においては、SiO₂上に、厚さ200nmのpoly-Si膜と、厚さ300nmのSiN膜を形成した複数のサンプルについて、図3に示した構成を有するエッチング装置を用い、ガス供給機構から、FNO/F₂比を変化させて、F₂ガス、FNOガス、N₂ガスを供給し、載置台の温度を50~200℃、チャンバー内の圧力を1~100Torr(133.3~13330Pa)の範囲でエッチングした。図6にこの際のFNOガスとF₂ガスの体積比率とpoly-Si膜のSiN膜に対する選択比との関係を示す。なお、エッチング量は各膜の4点にて測定したこの条件でのSiNのエッチングレートは非常に小さく測定に誤差を含むため、0.1nm/minとし、ポリシリコンとの選択比を計算した。

20

【0058】

図6に示すように、エッチングガスとしてFNOおよびF₂の混合ガスを用いることにより、poly-Si膜をSiN膜に対して極めて高いエッチング選択比でエッチングできることが確認された。

【0059】

<本発明の他の適用>

なお、本発明は上記実施形態に限定されることなく種々変形可能である。例えば、上記実施形態の装置は一例に過ぎず、種々の構成の装置により本発明のエッチング方法を実施することができる。また、被処理基板として半導体ウエハを用いた場合について示したが、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。

30

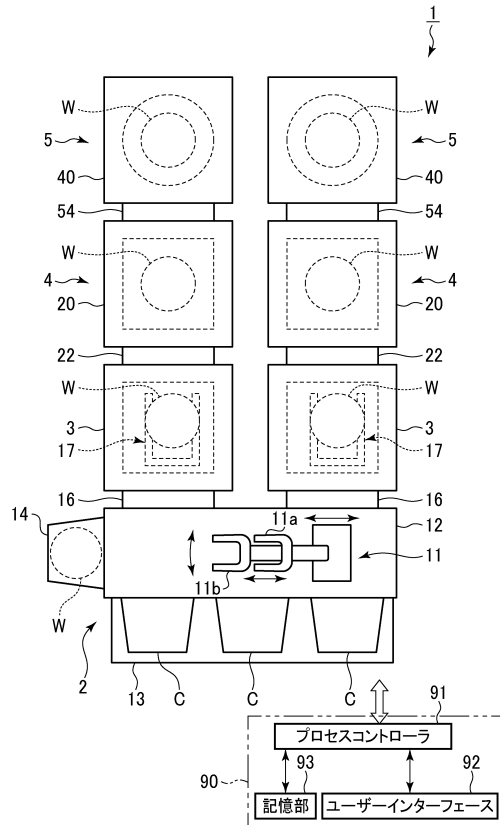
【符号の説明】

【0060】

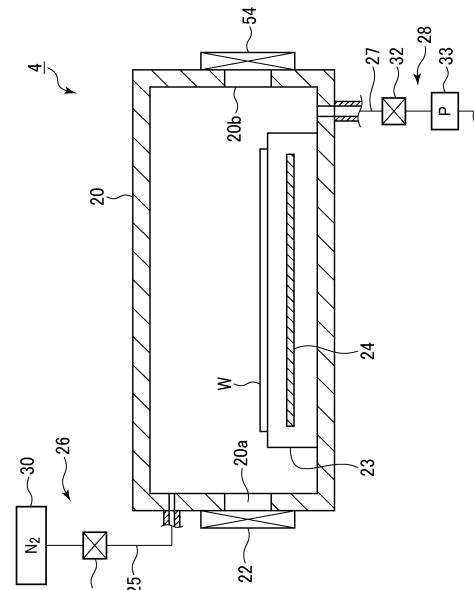
- 1 ; 処理システム
- 2 ; 搬入出部
- 3 ; ロードロック室
- 4 ; PHT処理装置
- 5 ; エッチング装置
- 11 ; 第1ウエハ搬送機構
- 17 ; 第2ウエハ搬送機構
- 40 ; チャンバー
- 42 ; 載置台
- 43 ; ガス供給機構
- 44 ; 排気機構
- 90 ; 制御部
- W ; 半導体ウエハ

40

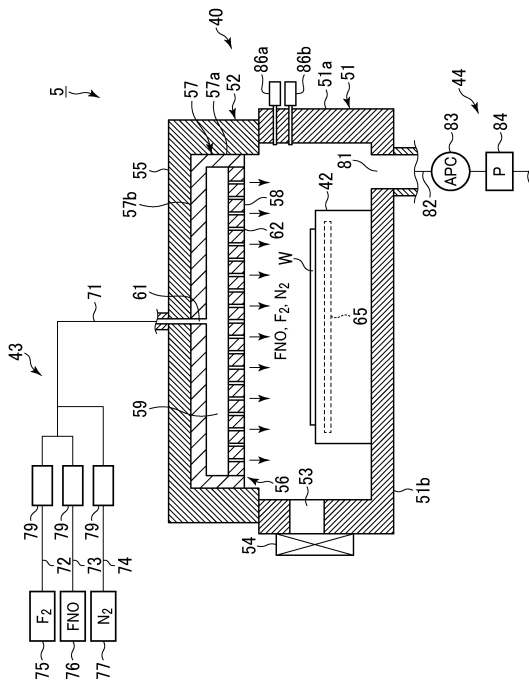
【図 1】



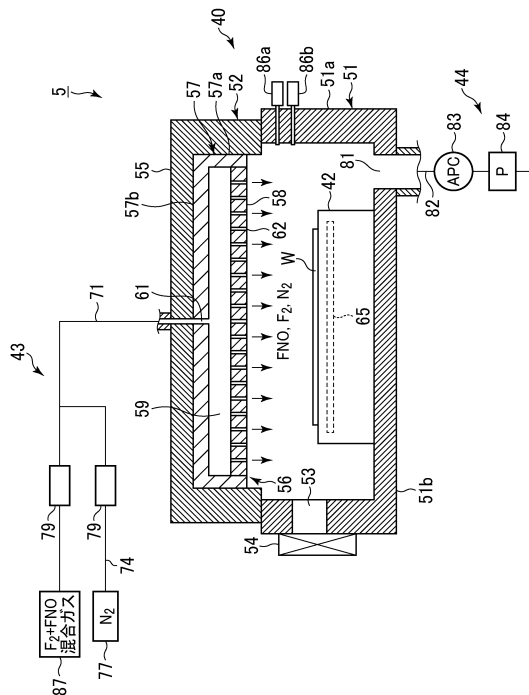
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

- (72)発明者 安藤 篤志
東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂Bizタワー 東京エレクトロン株式会社内
- (72)発明者 園部 淳
茨城県つくば市和台28 株式会社エア・リキード・ラボラトリーズ内
- (72)発明者 チョパン クリストファー
茨城県つくば市和台28 株式会社エア・リキード・ラボラトリーズ内

審査官 正山 旭

- (56)参考文献 特表2004-511088(JP,A)
特開平01-194327(JP,A)
特開2008-160000(JP,A)
特開2011-233570(JP,A)
特開2014-060221(JP,A)
特開2005-039185(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/302