(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年5月7日(07.05.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/090451 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 21/3065 (2006.01) *H01L 27/11578* (2017.01)
H01L 27/11556 (2017.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/040539

(22) 国際出願日： 2019年10月16日(16.10.2019)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2018-207309 2018年11月2日(02.11.2018) JP

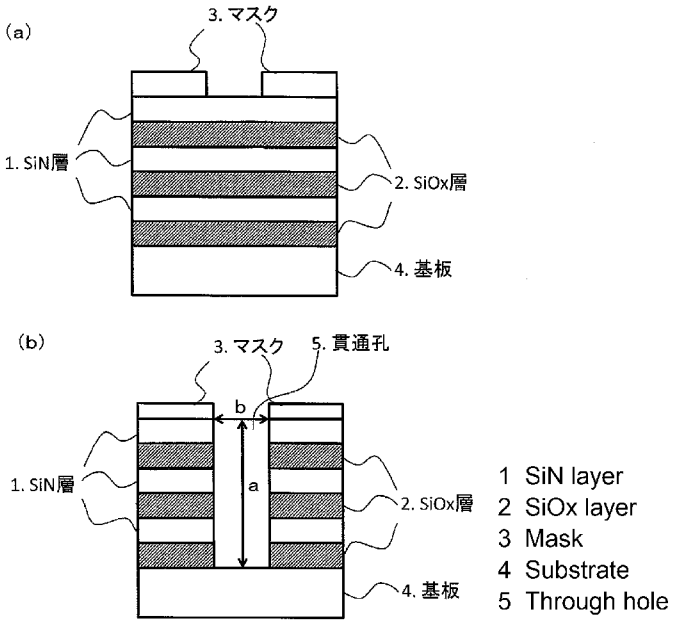
(71) 出願人: セントラル硝子株式会社 (CENTRAL GLASS COMPANY, LIMITED) [JP/JP]; 〒7550001 山口県宇部市大字沖宇部５２５３番地 Yamaguchi (JP).

(72) 発明者: 大森 啓之 (OOMORI, Hiroyuki); 〒7550001 山口県宇部市大字沖宇部５２５３番地 セントラル硝子株式会社 化学研究所内 Yamaguchi (JP). 鈴木 聖唯 (SUZUKI, Shoi); 〒7550001 山口県宇部市大字沖宇部５２５３番地 セントラル硝子株式会社 化学研究所内 Yamaguchi (JP).

(74) 代理人: 小林 博通, 外 (KOBAYASHI, Hiromichi et al.); 〒1040044 東京都中央区明石町１番２９号 掖済会ビル ＳＨＩＧＡ内外国特許事務所内 Tokyo (JP).

(54) **Title:** DRY ETCHING METHOD

(54) 発明の名称： ドライエッチング方法



(57) **Abstract:** This dry etching method comprises: performing, on a laminated film which is formed on a substrate and which consists of silicon oxide layers and silicon nitride layers, etching in which a dry etching agent is turned into plasma and a negative direct-current self-bias voltage of 500 V or higher in terms of absolute value is applied, via a mask that has a predetermined opening pattern and that is formed on the laminated film; and forming a through hole in the vertical direction in the laminated film. The method is characterized in that: the dry

WO 2020/090451 A1

[続葉有]

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

etching agent contains at least C_3F_6, hydrogen-containing saturated fluorocarbons represented by $C_xH_yF_z$, and oxidized gas; and the volume of the hydrogen-containing saturated fluorocarbons contained in the dry etching agent is in the range of 0.1 to 10 times the volume of the C_3F_6 contained in the dry etching agent.

(57) 要約:本開示のドライエッチング方法は、基板上に形成されたシリコン酸化物層とシリコン窒化物層の積層膜に対して、前記積層膜上に形成された所定の開口パターンを有するマスクを介して、ドライエッチング剤をプラズマ化し、絶対値で５００Ｖ以上の負の直流の自己バイアス電圧を印加したエッチングを行い、前記積層膜に対して垂直方向の貫通孔を形成する方法であって、前記ドライエッチング剤が、少なくとも、C_3F_6と、$C_xH_yF_z$で表される含水素飽和フルオロカーボンと、酸化性ガスと、を含み、前記ドライエッチング剤に含まれる前記含水素飽和フルオロカーボンの体積が、前記ドライエッチング剤に含まれる前記C_3F_6の体積の０．１～１０倍の範囲であることを特徴とする。

明　細　書

発明の名称 ： ドライエッチング方法

技術分野

[0001] 本開示は、含フッ素不飽和炭化水素を含むドライエッチング剤を用いたドライエッチング方法に関する。

背景技術

[0002] 今日、半導体製造においては、微細化が物理的な限界に近づきつつあり、それを補うため、構造物を高さ方向に積層して集積する方法が開発されている。この傾向はＮＡＮＤフラッシュメモリにおいて特に顕著に見られ、三次元ＮＡＮＤフラッシュメモリの研究開発が活発化している。

[0003] 例えば、三次元ＮＡＮＤフラッシュメモリでは、多結晶シリコン（以下、ｐｏｌｙ－Ｓｉまたはｐ－Ｓｉと呼ぶ）層とシリコン酸化物（以下、SiO_xと呼ぶ）層が基板上に交互に多数積層され、積層膜に対して垂直方向に電極となる構造物が埋め込まれた構造がとられている。しかしながら、実際にこのような素子を作製する場合、下地である基板と積層膜に含まれる層のいずれもがＳｉであることから、積層膜のエッチング工程において、基板にダメージが及んでしまい、ｐ－ＳｉとSiO_xからなる積層膜のみをエッチング加工することが困難であった。

[0004] そこで、ｐ－ＳｉとSiO_xからなる積層膜に代えて、窒化シリコン（以下ＳｉＮと呼ぶ）とSiO_xからなる積層膜を用いたＮＡＮＤフラッシュメモリも検討されている。その場合の作製方法の一例では、図１（ａ）のように、基板４の上にＳｉＮ層１とSiO_x層２からなる交互積層膜を予め作製し、図１（ｂ）のように、積層膜に対して垂直方向に貫通孔５をエッチング加工により作製する。その後、図示していないが、ＳｉＮ層を除去し、ゲートを形成する工程などを行う。

[0005] この積層膜の層に対して垂直方向に貫通孔を形成する工程においては、ＳｉＮとSiO_2の交互積層膜に対して、ＳｉＮのエッチングとSiO_2のエッチ

ングを、それぞれの独立した工程として交互に繰り返して貫通孔を形成する工程が検討されている。

[0006] しかしながら、層ごとに独立した工程としてエッチングを行っていたのでは、積層数の増加に伴い、工程数も大幅に増加することになる。また、従来のＣＦ系のガスのみでは、ＳｉＮのエッチング速度が遅く、場合によっては、ＳｉＮ層にデポジションが発生し、所望するエッチング形状が得られない。そこで、特許文献１に示されるように、少なくとも1層のシリコン酸化膜層と少なくとも1層のシリコン窒化膜層とを含む積層膜に対するエッチング方法において、ＣＦ系のガスと，ＣＨＦ系のガスとを含む混合ガスにより１回のプラズマエッチングで異なる種類の層を同時にエッチングする方法が用いられることもある。

[0007] また、特許文献２には、基板上に形成されたシリコン酸化物層とシリコン窒化物層の積層膜に対して、ドライエッチング剤をプラズマ化し、５００Ｖ以上のバイアス電圧を印加したエッチングを行い、該層に対して垂直方向の貫通孔を形成するドライエッチング方法において、ＨＦＯ－１２３４ｚｅ（Ｅ）とC_xF_y（ｘ＝２～５の整数、ｙ＝２、４、６、８、または１０、ｙ≦２ｘ）で表される不飽和パーフルオロカーボンと、酸化性ガスと、を含み、前記ドライエッチング剤に含まれる前記不飽和パーフルオロカーボンの体積が、前記ドライエッチング剤に含まれる前記$C_3H_2F_4$の体積の０．１～１０倍の範囲であることドライエッチング方法が公開されている。

[0008] 特許文献３では、ヘキサフルオロプロペンとジフルオロメタンの混合ガスをプラズマ化して、シリコン窒化物に対してシリコン酸化物を選択的にエッチングするドライエッチング方法が開示されている。

[0009] 特許文献４には、ヘキサフルオロプロペンと酸素ガスを含むドライエッチングガスをプラズマ化して、シリコン酸化物やシリコン窒化物などのシリコン系材料をエッチングするドライエッチング方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特開２００３－８６５６８号公報

特許文献2：特開２０１７－５０５２９号公報

特許文献3：特表２００１－５１７８６８号公報

特許文献4：特開２０１７－９２３５７号公報

発明の概要

[0011] 前述のように、特許文献１には、C_4F_8を始めとするＣＦ系のガスと，水素を含むＣＨＦ系のガスとを含む混合ガスにより１回のプラズマエッチングで異なる種類の積層膜上部に設けられたレジストをマスクとして同時にエッチングする方法が示されている。しかしながら、これらの方法では、マスクとのエッチング選択性が十分に取れず、積層膜の膜厚が厚い場合には、エッチング完了までマスクが耐えられないという問題があった。また、そのエッチング過程においても側壁保護膜の形成が不十分であり、ボウイング等のエッチング形状の異常が発生するという問題があった。特に、ＳｉＮ層のエッチング速度がSiO_x層のエッチング速度に比べて過剰に大きくなる場合は、異方性エッチングに加えて、ＳｉＮ層の等方的なエッチングが進行してしまい、エッチング形状の異常を引き起こすことがあった。

[0012] また、特許文献３では、シリコン酸化物を選択的にエッチングするため、ＳｉＮとSiO_2の積層膜に貫通孔を形成することができない。また、特許文献４のように、ヘキサフルオロプロペンと酸素ガスのプラズマでは、本願の比較例１にて検討したように、シリコン酸化物のエッチング速度がシリコン窒化物のエッチング速度よりも早くなるため、やはりＳｉＮとSiO_2の積層膜に貫通孔を形成する工程には適していない。

[0013] 一方、特許文献２によれば、ＨＦＯ－１２３４ｚｅ（Ｅ）とC_xF_y（ｘ＝２～５の整数、ｙ＝２、４、６、８、または１０、$y \leqq 2x$）で表される不飽和パーフルオロカーボンと、酸化性ガスと、を含むエッチングガスを用いることにより、ＳｉＮ層とSiO_x層のエッチング速度を有効に制御でき、かつエッチング形状の異常の発生も抑制できることが記載されている。

[0014] ところで、一般的な半導体素子において、エッチングされたホールの底部

に被エッチング層が残存することによるコンタクト（電気伝導）の不良を防ぐため、１．１～２倍程度エッチング時間を延長し必要以上にエッチングを行うことが一般的である。しかし一方で過剰なエッチングの発生を防ぐため、ホール底部にはエッチストップ層を予め形成しておく。これは、多くの３ＤＮＡＮＤと呼ばれる素子の構造を形成する際においても同様である。つまり、上記積層膜エッチングにおいても、高アスペクト比かつ深さ数μｍにわたるエッチング工程が存在するが、ホール底部、即ち貫通孔の底部に存在する数ｎｍから数十ｎｍ程度のエッチストップ層で過剰なエッチングを停止させる必要がある。

[0015] エッチストップ層に用いられる材質は、前後の工程や素子全体の構造に依存するため、一概には決まらないが、多くの場合、単結晶Ｓｉ、多結晶Ｓｉ（以下ｐ－Ｓｉ）、Ｗ、ＷＳｉ、Ｔｉ、ＴｉＮまたはTiO_xなどが用いられる。

[0016] 本発明者が、特許文献２に記載された方法を用いたところ、確かに高アスペクト比の積層膜のエッチング工程において、形状不良なくエッチングが可能である反面、フルオロカーボン膜がエッチストップ層上に過剰に堆積してエッチング残渣となる結果、ホール底部のコンタクト不良が発生する場合があることがわかった。

[0017] アスペクト比が１０程度と浅いホールであれば、エッチング工程の後のアッシングや加熱によりエッチストップ層上のフルオロカーボン膜も除去されるが、アスペクト比２０以上の深いホールの場合には、効果的に除去されず、残存する場合があると考えられる。

[0018] これらの事情から、アスペクト比２０以上の高アスペクト比エッチング工程においても、形状の異常のないエッチングが可能で、かつエッチストップ層上での過剰なデポジションの発生のないエッチング方法が望まれていた。

[0019] 本開示は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、ＳｉＮのエッチング速度をSiO_xのエッチング速度で除した値（ＳｉＮ／SiO_xエッチング速度比）を０．９０～１．５の間で任意に制御でき、かつエッチング残渣のな

いエッチング方法を提供するものである。

[0020] 本発明者等は、上記目的を達成すべく種々検討した結果、ＳｉＮとSiO_xが基板上に交互に多数積層された被エッチング層に対して垂直な貫通孔を形成する工程において、少なくともC_3F_6と炭素数が１～４である含水素飽和フルオロカーボンとを所定の割合で含むドライエッチング剤を使用し、プラズマエッチングを行うことで、ＳｉＮのエッチング速度をSiO_xのエッチング速度で除した値（ＳｉＮ／SiO_xエッチング速度比）を０．９０以上１．５以下の間で任意の制御でき、かつ、エッチストップ層との選択性を有しつつも該層上への過剰なデポジションが抑制されること見出し、本開示に至った。

[0021] すなわち、本開示は、基板上に形成されたシリコン酸化物層とシリコン窒化物層の積層膜に対して、前記積層膜上に形成された所定の開口パターンを有するマスクを介して、ドライエッチング剤をプラズマ化し、絶対値で５００Ｖ以上の負の直流の自己バイアス電圧を印加したエッチングを行い、積層膜に対して垂直方向の貫通孔を形成するドライエッチング方法であって、前記ドライエッチング剤が、少なくとも、C_3F_6と、$C_xH_yF_z$（ｘは１以上４以下の整数、ｙは１以上２ｘ＋１以下の整数、ｚは２ｘ＋２－ｙで表される整数）で表される含水素飽和フルオロカーボンと、酸化性ガスと、を含み、前記ドライエッチング剤に含まれる前記含水素飽和フルオロカーボンの体積が、前記ドライエッチング剤に含まれる前記C_3F_6の体積の０．１～１０倍の範囲であることを特徴とするドライエッチング方法を提供するものである。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]（ａ）、（ｂ）貫通孔を形成する前と後の素子の積層構造の概略図である。

[図2]実施例・比較例で使用した反応装置の概略図である。

[図3]（ａ）～（ｃ）実施例および比較例のＳｉＮ／SiO_xエッチング速度比とエッチング選択比（SiO_x／レジスト）、金属タングステン（Ｗ）膜及びＴｉＮ膜上へのＣＦｎ膜の堆積量を示す図である。

発明を実施するための形態

[0023] 以下、本開示の実施方法について以下に説明する。なお、本開示の範囲は、これらの説明に拘束されることはなく、以下の例示以外についても、本開示の趣旨を損なわない範囲で適宜変更し、実施することができる。

[0024] 本開示のドライエッチング方法では、図１（ａ）のように、基板４の上にＳｉＮ層１とＳｉO_x層２からなる交互積層膜と、所定の開口パターンを有するマスク３とを予め作製し、図１（ｂ）のように、マスク３を介して、積層膜に対して垂直方向、即ち基板４に対して垂直方向に貫通孔５をエッチング加工により作製する。ここで、交互積層膜は、実用的には３２層や４８層の積層膜であるため、貫通孔５は、アスペクト比（貫通孔の深さａをマスク３の開口部の幅ｂで割った値）が２０以上の非常に細長い孔である。なお、ＳｉO_xのｘは１以上２以下であるが、ＳｉO_xは通常はＳｉO_2である。また、ＳｉＮは、化学式ではＳｉN_x（ｘは０．３以上９以下）で表され、通常はＳｉ$_3N_4$である。

[0025] 本開示によるドライエッチング方法では、C_3F_6と、$C_xH_yF_z$（ｘは１以上４以下の整数、ｙは１以上２ｘ＋１以下の整数、ｚは２ｘ＋２－ｙで表される整数）で表される含水素飽和フルオロカーボンと、酸化性ガスと、を含み、C_3F_6と、前記含水素飽和フルオロカーボンの混合比が、体積比で１：０．１～１０の範囲であるドライエッチング剤を使用し、プラズマエッチングを行うことで、基板上に形成されたＳｉO_x層とＳｉＮ層の積層膜をエッチングする。使用する基板４としては特に限定されないが、シリコンウエハを使用することができる。なお、マスク３を構成する材料としては、アモルファスカーボンや光硬化性樹脂からなるフォトレジストを使用することができる。

[0026] $C_xH_yF_z$で表される含水素飽和フルオロカーボンとしては、例えば、CHF_3、CH_2F_2、CH_3F、C_2HF_5、$C_2H_2F_4$、$C_2H_3F_3$、$C_2H_4F_2$、C_2H_5F、C_3HF_7、$C_3H_2F_6$、$C_3H_3F_5$、$C_3H_4F_4$、$C_3H_5F_3$、$C_3H_6F_2$、C_3H_7F、C_4H_9F、$C_4H_8F_2$、$C_4H_7F_3$、$C_4H_6F_4$、$C_4H_5F_5$、$C_4H_4F_6$、$C_4H_3F_7$、$C_4H_2F_8$及び、C_4HF_9が挙げられる。

[0027] $C_xH_yF_z$中に含まれるＣ原子に対するＨ原子の量が多いとＳｉＮ層のエッチング速度が速くなりすぎてしまう傾向にあることから、CHF_3、CH_2F_2、C_2HF_5、$C_2H_2F_4$、$C_2H_3F_3$、C_3HF_7、$C_3H_2F_6$、$C_3H_3F_5$、$C_3H_4F_4$が好ましく、添加量が少なくて済むことから、CH_2F_2、$C_2H_2F_4$、$C_2H_3F_3$、C_3HF_7、$C_3H_2F_6$、$C_3H_3F_5$が特に好ましい。

[0028] なお、C_3F_6で表されるフルオロカーボンには、構造異性体、すなわち直鎖のヘキサフルオロプロペンと環状のシクロヘキサフルオロプロパンが存在する。本開示においては、いずれかの構造を単体もしくは両者の混合物として用いることができる

[0029] $C_3H_2F_4$、即ち１，３，３，３－テトラフルオロプロペンのような含水素不飽和フルオロカーボンは、不飽和結合を分子中に有するため、プラズマ中で重合して高分子化し、貫通孔の側壁に堆積して保護膜を形成する。この保護膜は水素数が増加するに従い、その膜厚が厚くなる傾向にある。一方で、ヘキサフルオロプロペンは、$C_3H_2F_4$と同様に保護膜の形成は生じるものの、その厚みは$C_3H_2F_4$に比べて薄い。このことが、C_3F_6を使用する場合に、エッチストップ層との選択性を有しつつも積層膜上への過剰なデポジションが抑制される理由と考えられる。

[0030] 一方、C_3F_6の代わりに、広くエッチングガスとして使用されているC_4F_6やｃ－C_4F_8を使用する場合に関して検討する。C_4F_6を使用する場合は、C_4F_6は二重結合が２つ含まれるため、二重結合が１つであるC_3F_6や$C_3H_2F_4$に比べてさらに重合が進みやすいため、過剰な保護膜が形成し易い。そのため、効果的なエッチングを行うために、相対的にO_2等の酸化性ガス濃度を高めに設定せざるを得ず、結果としてマスクとの十分な選択性が得られない。また、ｃ－C_4F_8を使用する場合には、重合性が低いため、保護膜の形成が進みにくいために、同じくマスクとの十分な選択性が得られない。

[0031] C_3F_6の濃度は、十分なエッチングレートを得るうえで、C_3F_6と$C_xH_yF_z$に、後述する酸化性ガス、不活性ガスなども含めたドライエッチング剤の総流量に対して、１体積％以上であることが好ましく、５体積％以上であるこ

とが特に好ましい。また、ドライエッチング剤中のC_3F_6と$C_xH_yF_z$の濃度の合計が総流量の５体積％以上であることが好ましい。一方で、C_3F_6と$C_xH_yF_z$の濃度の合計が総流量の６０体積％を超えると、十分な割合の酸化性ガスの濃度が確保できず、高価な含フッ素不飽和炭化水素を多量に含む割には、エッチングレートが上がらず、費用対効果の点で好ましくない。

[0032] また、C_3F_6と$C_xH_yF_z$で表される含水素飽和フルオロカーボンの混合比は、体積比で１：０．１以上１０以下が好ましく、１：０．２以上５以下がより好ましく、１：０．４以上３以下が特に好ましい。$C_xH_yF_z$で表される含水素飽和フルオロカーボンが多すぎると、SiO_xのエッチング速度が低下するとともに、ＳｉＮ層の水平方向への等方性エッチング速度が大きく上昇し、貫通孔の側壁に凹凸が生じ、所望するエッチング形状が得られなくなることがある。

[0033] 本開示においては、ＳｉＮ層とSiO_x層のエッチング速度を任意に制御できるため、一つの工程でＳｉＮ層とSiO_x層の積層膜をエッチングすることができる。さらに、エッチング速度が同等であるため、積層膜に形成された孔の壁（内面）の凹凸が少なく、かつ上部と下部で孔径の均一な孔を積層膜に形成することができる。

[0034] また、ドライエッチング剤には、酸化性ガスを添加する。酸化性ガスとしては、O_2、O_3、ＣＯ、CO_2、$COCl_2$、COF_2、NO_2、$C_aF_bI_c$（ａは１以上３以下の整数、ｂとｃは１以上の整数、ｂ＋ｃ≦２ａ＋２、ｂ＋ｃは偶数）などを使用することができる。特に、入手・取り扱いの容易さから、酸素を使用することが好ましい。酸化性ガスの添加量は、エッチング剤全体の１体積％以上５０体積％以下であることが好ましく、２体積％以上３０体積％以下であることがより好ましく、５体積％以上１０体積％以下であることが特に好ましい。

[0035] また、ドライエッチング剤には、コストを下げつつ取り扱いの安全性を増すため、不活性ガスを含むことが好ましい。不活性ガスとしては、アルゴンガス、ヘリウムガス、ネオンガス、クリプトンガス、キセノンガスの希ガス

類や、窒素ガスを用いることができる。中でも、入手の容易さや相互作用の少なさから、アルゴンガスが特に好ましい。

[0036] また、ドライエッチング剤が、C_3F_6と含水素飽和フルオロカーボンと酸化性ガスと不活性ガスのみからなってもよい。

[0037] 発生させる負の直流の自己バイアス電圧は、層に対して垂直方向に直進性の高いエッチングを行うため、絶対値で５００Ｖ以上であることが求められ、絶対値で１０００Ｖ以上であることが好ましい。負の直流の自己バイアス電圧の絶対値が高ければ高いほどサイドエッチを減少させることが可能であるが、一方、負の直流の自己バイアス電圧の絶対値が１００００Ｖを超えると、基板へのダメージが大きくなり、好ましくない。

[0038] エッチングガスに含有されるガス成分についてはそれぞれ独立してチャンバー内に導入してもよく、または予め混合ガスとして調整した上で、チャンバー内に導入しても構わない。反応チャンバーに導入するドライエッチング剤の総流量は、反応チャンバーの容積、及び排気部の排気能力により、前記の濃度条件と圧力条件を考慮して適宜選択できる。

[0039] エッチングを行う際の圧力は、安定したプラズマを得るため、およびイオンの直進性を高めてサイドエッチを抑制するため、１０Ｐａ以下が好ましく、５Ｐａ以下がより好ましく、１Ｐａ以下が特に好ましい。一方で、チャンバー内の圧力が低すぎると、電離イオンが少なくなり十分なプラズマ密度が得られなくなることから、０．０５Ｐａ以上であることが好ましい。

[0040] また、エッチングを行う際の基板温度は５０℃以下が好ましく、特に異方性エッチングを行うためには２０℃以下とすることが望ましい。５０℃を超える高温では、側壁へのフルオロカーボンラジカルを主成分とする保護膜の生成量が減少し、等方的にエッチングが進行する傾向が強まり、必要とする加工精度が得られない。また、レジスト等のマスク材が著しくエッチングされることがある。

[0041] エッチング時間は素子製造プロセスの効率を考慮すると、６０分以内であることが好ましい。ここで、エッチング時間とは、チャンバー内にプラズマ

を発生させ、ドライエッチング剤と試料とを反応させている時間である。

[0042] 積層膜中の層数や形成する貫通孔の深さは特に限定されないが、積層による集積効果を得る上で、層数は６層以上、貫通孔の深さは０．５μｍ以上であることが好ましい。

[0043] また、本開示のドライエッチング剤を用いたエッチング方法は、容量結合型プラズマ（ＣＣＰ）エッチング、反応性イオンエッチング（ＲＩＥ）、誘導結合型プラズマ（ＩＣＰ）エッチング、電子サイクロトロン共鳴（ＥＣＲ）プラズマエッチング及びマイクロ波エッチング等の各種エッチング方法に限定されず、行うことができる。

[0044] また、ＳｉＮ層とSiO_x層からなる交互積層膜に貫通孔を形成する際に、ドライエッチング剤に含まれるC_3F_6と$C_xH_yF_z$の組成を、エッチング工程中に段階的又は周期的に変化させてもよい。

[0045] さらに、貫通孔を形成する際に、ドライエッチング剤に$C_xH_yF_z$を加えないでエッチングする工程、すなわち、C_3F_6と酸化性ガスを含むドライエッチング剤を用いてエッチングする工程を含んでもよい。

[0046] 例えば、一つの例としては、交互積層膜の半分程度（例えば、交互積層膜の厚さの１／２～５／８）までエッチングする際には、$C_xH_yF_z$を加えたドライエッチング剤を用いてエッチングを行い、交互積層膜を半分程度削った後に、$C_xH_yF_z$の量を減らすか加えないドライエッチング剤を用いてエッチングを行うことが考えられる。

この方法により、水平方向のＳｉＮエッチングが起きにくい貫通孔を削り始めた段階では、$C_xH_yF_z$を添加して高速エッチングを行うことができ、水平方向のＳｉＮエッチングが問題となる貫通孔を削り終わる段階では、ドライエッチング剤に$C_xH_yF_z$を加えないで、または加える量を減らすことで水平方向のＳｉＮエッチングを抑制しつつ交互積層膜をエッチングすることができる。すなわち、水平方向へのＳｉＮエッチングを防ぎながら、貫通孔を形成するのに必要な時間を短縮することができる。

[0047] また、他の例としては、交互積層膜のＳｉＮ層をエッチングする際には本

開示のエッチング方法を適用し、SiO_x層をエッチングする際には、$C_xH_yF_z$を添加せずにエッチングすることが考えられる。

この方法により、ＳｉＮ層のエッチング時には、ＳｉＯ２エッチング速度に比べてＳｉＮエッチング速度の速い、$C_xH_yF_z$を添加したドライエッチング剤でＳｉＮをエッチングすることができ、SiO_x層のエッチング時には、$C_xH_yF_z$を添加しないドライエッチング剤でＳｉＮのエッチング速度を下げることでＳｉＮ層の横方向エッチングを抑制できる。

なお、この方法では、ＳｉＮ層とSiO_x層の積層数に応じて、供給するドライエッチング剤を変更する必要があるが、$C_xH_yF_z$の供給の有無を切り替えればドライエッチング剤を変更することができるため、各層のエッチング方法の切り替えに大きな作業が必要なく、工程はそれほど煩雑ではない。

[0048] 本開示のエッチング方法において、ＳｉＮのエッチング速度をSiO_xのエッチング速度で除した値（ＳｉＮ／SiO_xエッチング速度比）を０．９０以上１．５以下であることが好ましく、１以上１．３以下であることがより好ましい。

[0049] また、本開示のエッチング方法においては、エッチングの際に基板上に形成される、ドライエッチング剤に由来するフルオロカーボン膜の生成速度が、１ｎｍ／ｍｉｎ以下であることが好ましく、０．５ｎｍ／ｍｉｎ以下であることがより好ましい。

[0050] また、本開示のエッチング方法においては、シリコン酸化物のエッチング速度をレジストのエッチング速度で割った値であるＳｉＯｘ／レジストエッチング速度比が、３以上であることが好ましく、５以上であることがより好ましく、８以上であることが特に好ましい。

[0051] さらに、本開示のエッチング方法は、マスクに対しても高い選択性を有する。そのため、本開示のエッチング方法を、三次元ＮＡＮＤフラッシュメモリを製造する過程において、ＳｉＮとSiO_xの交互積層膜に、アスペクト比２０を超える貫通孔を形成する工程に使用することができる。その結果、積層膜に形成された貫通孔内に露出したＳｉＮ層の過剰な等方性エッチングを

抑制し、アスペクト比２０を超えるような貫通孔のエッチングにおいてもエッチング形状の異常を防止し、且つ良好な電気特性を実現することができる。

[0052] なお、本開示のエッチング方法により、ＳｉＮ層とSiO_x層からなる交互積層膜に貫通孔を形成した後に、貫通孔の側壁などに堆積したC_xF_yなどから生成した反応性生成物や、マスクを除去するため、酸素ガスを含む処理ガスから生成されたプラズマでアッシングするアッシング工程を行ってもよい。

実施例

[0053] 以下に本開示の実施例を比較例とともに挙げるが、本開示は以下の実施例に制限されるものではない。

[0054] ［実施例１］

（エッチング工程）

図２は、実施例・比較例で用いた反応装置１０の概略図である。チャンバー１１内には、試料１８を保持する機能を有しステージとしても機能する下部電極１４と、上部電極１５と、圧力計１２が設置されている。また、チャンバー１１上部には、ガス導入口１６が接続されている。チャンバー１１内は圧力を調整可能であると共に、高周波電源（１３．５６ＭＨｚ）１３によりドライエッチング剤を励起させることができる。これにより、下部電極１４上に設置した試料１８に対し励起させたドライエッチング剤を接触させ、試料１８をエッチングすることができる。ドライエッチング剤を導入した状態で、高周波電源１３から高周波電力を印加すると、プラズマ中のイオンと電子の移動速度の差から、上部電極１５と下部電極１４の間に自己バイアス電圧と呼ばれる直流電圧が発生させることができるように構成されている。チャンバー１１内のガスはガス排出ライン１７を経由して排出される。

[0055] 試料１８として、ＳｉＮ層を有するシリコンウエハＡ、および、SiO_2層を有するシリコンウエハＢ、フォトレジスト膜を有するシリコンウエハＣ、ＴｉＮ層を有するシリコンウエハＤ、Ｗ層を有するシリコンウエハＥをステージ上に設置した。ＳｉＮ層やSiO_2層およびW層についてはＣＶＤ法によ

り作製し、ＴｉＮ層はスパッタ法により作製した。

[0056] ここに、エッチング剤として、C_3F_6（ヘキサフルオロプロペン）、CHF_3、O_2およびＡｒをそれぞれ、総流量に対して１０体積％、５体積％、１５体積％、７０体積％で混合し、合計１００ｓｃｃｍとして、流通させ高周波電力を４００Ｗで印加してエッチング剤をプラズマ化させることにより、エッチングを行った。なお、圧力は１Ｐａであり、印加電力は１．０Ｗ／ｃｍ^{2}であり、負の直流の自己バイアス電圧の絶対値は１０００Ｖであり、時間は２分間である。

[0057] シリコンウエハＡのＳｉＮ層と、シリコンウエハＢのSiO_2層と、シリコンウエハＣのレジスト膜の、エッチング前後の厚さの変化からエッチング速度を求めた。また、シリコンウエハＤのＴｉＮ層と、シリコンウエハＥのＷ層に堆積したフルオロカーボン膜（ＣＦｎ膜）の厚さを測定した。

[0058] ［実施例２～１２、比較例１～６］

添加ガスとして、CHF_3、CH_2F_2、CH_3F、$C_3H_3F_5$（１，１，１，３，３－ペンタフルオロプロパン、ＨＦＯ－２４５ｆａ）、$C_3H_2F_4$（ＨＦＯ－１２３４ｚｅ（Ｅ））、C_4F_6（ヘキサフルオロ１，３ブタジエン）、CF_4を用い、表１に記載の割合で混合した以外は実施例１と同じ条件でエッチングを行った。

[0059] 各実施例・比較例の結果を表１に記載した。表１中のエッチング速度比は、ＳｉＮのエッチング速度をSiO_xのエッチング速度で除した値（ＳｉＮ／SiO_x比）であり、エッチング選択比はSiO_xのエッチング速度をレジストのエッチング速度で除した値（SiO_x／レジスト比）である。

[表1]

	主エッチングガス		添加ガス		酸化性ガス		不活性ガス		SiOx エッチング速度 [nm/min]	SiN エッチング速度 [nm/min]	レジスト エッチング速度 [nm/min]	CFn膜厚 (TiN膜上) [nm]	CFn膜厚 (W膜上) [nm]	エッチング速度比 (SiN/SiOx)	エッチング選択比 (SiOx/レジスト)
	分子式	濃度 [体積%]	分子式	濃度 [体積%]	分子式	濃度 [体積%]	分子式	濃度 [体積%]							
実施例1	C3F6	10	CHF3	5	O2	15	Ar	70	168.5	150.9	54.4	<1	<1	0.90	3.10
実施例2	C3F6	10		10	O2	20	Ar	60	170.1	155.5	49.5	<1	<1	0.91	3.44
実施例3	C3F6	10		20	O2	30	Ar	40	172.9	161.4	49.7	<1	<1	0.93	3.48
実施例4	C3F6	10	CH2F2	5	O2	15	Ar	70	165.2	153.9	43.4	<1	<1	0.93	3.81
実施例5	C3F6	10		10	O2	20	Ar	60	166.5	163.6	42.2	<1	<1	0.98	3.94
実施例6	C3F6	10		20	O2	30	Ar	40	164.1	168.7	39.5	<1	<1	1.03	4.15
実施例7	C3F8	10	CH3F	5	O2	15	Ar	70	161.3	156.2	36.1	1	1	0.97	4.46
実施例8	C3F6	10		10	O2	20	Ar	60	163.7	170.7	31.5	1	1	1.04	5.20
実施例9	C3F6	10		20	O2	30	Ar	40	158.0	178.5	24.4	1	1	1.13	6.46
実施例10	C3F6	10	C3H3F5	5	O2	15	Ar	70	179.0	182.6	21.1	1	1	1.02	8.50
実施例11	C3F6	10		10	O2	20	Ar	60	182.0	211.1	19.8	1	1	1.16	9.20
実施例12	C3F6	10		20	O2	30	Ar	40	185.0	229.4	14.8	2	1	1.24	12.48
比較例1	C3F6	10	添加せず		O2	10	Ar	80	165.0	140.3	66.0	<1	<1	0.85	2.50
比較例2	C3F6	10	C3H2F4	10	O2	10	Ar	70	132.5	178.9	12.5	7	6	1.35	10.61
比較例3	C3F6	10		20	O2	15	Ar	55	138.2	150.6	8.5	12	10	1.09	16.32
比較例4	C3F6	10	C4F6	20	O2	10	Ar	60	115.2	181.2	48.1	10	9	1.57	2.40
比較例5	C3F6	10	CF4	10	O2	20	Ar	60	130.1	115.8	65.9	<1	<1	0.89	1.97
比較例6	C3F6	2	CH3F	40	O2	10	Ar	48	104.8	178.2	29.3	3	5	1.70	3.58

[0060] 少なくともC_3F_6と含水素飽和フルオロカーボンとを所定の割合で含むドラ

イエッチング剤を使用し、プラズマエッチングを行った各実施例では、ＳｉＮ／SiO_xエッチング速度比は０．９０以上１．５以下であり、レジストとの選択比も未添加の場合に比べて同等以上であった。また、ＴｉＮ上、およびW上へのＣＦｎ膜の生成はほとんど見られなかった。すなわち、このドライエッチング方法により、ＳｉＮ／SiO_xエッチング速度比を０．９０以上１．５以下の間で任意に制御でき、マスクとの選択比を悪化させることなく、エッチストップ層との選択性を維持しつつも、エッチストップ膜上へのＣＦｎ膜の生成を抑制できる。

[0061] 一方で、比較例１においては、含水素飽和フルオロカーボンを含まないため、ＳｉＮエッチング速度が低く、ＳｉＮエッチング速度とSiO_xエッチング速度の比は０．８５であった。また、比較例２、３においては、添加ガスとして二重結合を有する含水素不飽和フルオロカーボンを使用している。その結果ＳｉＮエッチング速度とSiO_xエッチング速度の比は０．９０以上１．５未満であるものの、WやＴｉＮ上へのＣＦｎ膜の生成が認められた。このような場合には、電気特性に対して悪影響が及ぶと考えられる。

[0062] 比較例４、５においては、水素を含まない飽和あるいは不飽和フルオロカーボンを添加ガスとして用いた。これらの場合、ＳｉＮのエッチング速度が不十分であり、ＳｉＮエッチング速度とSiO_xエッチング速度の比は０．９を下回った。さらに、比較例５では、ＴｉＮやWのエッチングが進行していた。このような場合、エッチング時間によってはエッチストップ膜としての役割を果たさない可能性が高い。

[0063] 比較例６においては、含水素飽和フルオロカーボンがC_3F_6に対して１０を超える比率で添加しており、ＳｉＮエッチング速度が上昇しすぎ、ＳｉＮエッチング速度とSiO_xエッチング速度の比は１．７となっており、ＴｉＮやW上にフルオロカーボン膜の生成が確認された。

[0064] 図３（ａ）、（ｂ）、（ｃ）は、実施例１から１２および比較例１から６のＳｉＮ／SiO_xエッチング速度比とエッチング選択比（SiO_x／レジスト）、WおよびＴｉＮ上に形成されたＣＦｎ膜の膜厚を示す図である。図３（

ａ）に示すように、ＳｉＮ／ＳｉＯ$_x$エッチング速度比は、含水素飽和フルオロカーボンであるCHF_3（実施例１～３）、CH_2F_2（実施例４～６）、CH_3F（実施例７～９）、$C_3H_3F_5$（実施例１０～１２）を添加した場合に、無添加の場合（比較例１）や、水素を含まない飽和パーフルオロカーボンを用いた場合（比較例５）よりも高くすることができる。また、添加量や添加ガスの種類によりコントロールできる。また、図３（ｂ）に示すように、エッチング選択比（ＳｉＯ$_x$／レジスト）は、分子内水素数の多いガス、炭素数の多いガス、二重結合を有する含水素不飽和フルオロカーボン（比較例２、３の$C_3H_2F_4$）を添加したときに高くなる傾向にある。図３（ｃ）では、二重結合を有する含水素不飽和フルオロカーボン（比較例２、３）や二重結合を２個有するC_4F_6を用いた場合（比較例４）に顕著にＣＦｎ膜の生成が確認された。また、添加ガス量がC_3F_6の１０倍を超える量で加えた際（比較例６）もＣＦｎ膜の生成が確認された。

[0065] これらの通り、C_3F_6を用いたエッチングにおいて、レジストとの十分な選択比を有し、ＳｉＮのエッチング速度をＳｉＯ$_x$のエッチング速度で除した値（ＳｉＮ／ＳｉＯ$_x$比）が０．９～１．５の範囲に収まり、かつエッチストップ膜上に顕著なＣＦｎ膜の生成が生じないといった特徴をもつ添加ガスは含水素飽和フルオロカーボンのみであった。更に、$C_3F_3F_5$を添加する実施例１０～１２では、エッチング選択比（ＳｉＯ$_x$／レジスト）が８以上であり、$C_3H_2F_4$を添加する比較例２～３に匹敵する値であった。

[0066] 比較例１においては、C_3F_6のみ、すなわち不飽和パーフルオロカーボンのみを用いたため、ＳｉＮエッチング速度が遅く、ＳｉＮエッチング速度とＳｉＯ$_x$エッチング速度の比は０．８５となっている。そのため、ＳｉＮ層とＳｉＯ$_x$層の積層膜に比較例１を適用しても、ＳｉＮ層にガス由来の堆積物が堆積し、ＳｉＮのエッチング速度が遅いため、貫通孔を形成できないと考えられる。

産業上の利用可能性

[0067] 本開示は、半導体製造プロセスにおいて、三次元的に集積されたＮＡＮＤ

フラッシュメモリ等の素子への配線形成に有効である。

符号の説明

[0068] １： ＳｉＮ層

２： SiO_x層

３： マスク

４： 基板

５： 貫通孔

１０： 反応装置

１１： チャンバー

１２： 圧力計

１３： 高周波電源

１４： 下部電極

１５： 上部電極

１６： ガス導入口

１７： 排ガスライン

１８： 試料

請求の範囲

[請求項1] 基板上に形成されたシリコン酸化物層とシリコン窒化物層の積層膜に対して、前記積層膜上に形成された所定の開口パターンを有するマスクを介して、ドライエッチング剤をプラズマ化し、絶対値で５００Ｖ以上の負の直流の自己バイアス電圧を印加したエッチングを行い、前記積層膜に対して垂直方向の貫通孔を形成する方法であって、

前記ドライエッチング剤が、少なくとも、C_3F_6と、$C_xH_yF_z$（ｘは１以上４以下の整数、ｙは１以上２ｘ＋１以下の整数、ｚは２ｘ＋２－ｙで表される整数）で表される含水素飽和フルオロカーボンと、酸化性ガスと、を含み、

前記ドライエッチング剤に含まれる前記含水素飽和フルオロカーボンの体積が、前記ドライエッチング剤に含まれる前記C_3F_6の体積の０．１倍以上１０倍以下の範囲であることを特徴とするドライエッチング方法。

[請求項2] 前記含水素飽和フルオロカーボンが、CHF_3、CH_2F_2、C_2HF_5、$C_2H_2F_4$、$C_2H_3F_3$、C_3HF_7、$C_3H_2F_6$、$C_3H_3F_5$、及び$C_3H_4F_4$からなる群より選ばれる少なくともひとつであることを特徴とする請求項１に記載のドライエッチング方法。

[請求項3] 前記ドライエッチング剤中のC_3F_6と前記含水素飽和フルオロカーボンの濃度の合計が、５体積％以上であることを特徴とする請求項１又は２に記載のドライエッチング方法。

[請求項4] 前記酸化性ガスが、O_2、O_3、ＣＯ、CO_2、$COCl_2$、COF_2、NO_2及び$C_aF_bI_c$（ａは１以上３以下の整数、ｂとｃは１以上の整数、ｂ＋ｃ≦２ａ＋２、ｂ＋ｃは偶数）からなる群より選ばれる少なくともひとつであることを特徴とする請求項１から３のいずれか１項に記載のドライエッチング方法。

[請求項5] 前記ドライエッチング剤が、さらに不活性ガスを含み、

前記不活性ガスがＨｅ、Ｎｅ、Ａｒ、Ｋｒ、Ｘｅ及びN_2からなる

群より選ばれる少なくともひとつであることを特徴とする請求項１から４のいずれか１項に記載のドライエッチング方法。

[請求項6] 前記ドライエッチング剤が、C_3F_6と前記含水素飽和フルオロカーボンと酸化性ガスと不活性ガスのみからなることを特徴とする請求項１から５のいずれか１項に記載のドライエッチング方法。

[請求項7] C_3F_6がヘキサフルオロプロペンであることを特徴とする請求項１から６のいずれか１項に記載のドライエッチング方法。

[請求項8] 前記マスクがアモルファスカーボンからなることを特徴とする請求項１から７のいずれか１項に記載のドライエッチング方法。

[請求項9] 前記積層膜に対して貫通孔を形成する際に、C_3F_6と前記含水素飽和フルオロカーボンの体積比を０．１～１０の範囲で変化させながらエッチングを行うことを特徴とする請求項１から８のいずれか１項に記載のドライエッチング方法。

[請求項10] C_3F_6がヘキサフルオロプロペンであり、

前記含水素飽和フルオロカーボンがC_3HF_7、$C_3H_2F_6$、$C_3H_3F_5$、及び$C_3H_4F_4$からなる群より選ばれる少なくともひとつであり、

前記ドライエッチング剤中のC_3F_6と前記含水素飽和フルオロカーボンの濃度の合計が、５体積％以上である

ことを特徴とする請求項１に記載のドライエッチング方法。

[請求項11] 前記積層膜が、前記シリコン酸化物層と前記シリコン窒化物層の交互積層膜であって、前記シリコン酸化物層と前記シリコン窒化物層の合計の層数が６層以上であることを特徴とする請求項１に記載のドライエッチング方法。

[請求項12] 前記交互積層膜が３２層以上である、請求項１に記載のドライエッチング方法。

[請求項13] 前記貫通孔の深さが０．５μｍ以上である、請求項１に記載のドライエッチング方法。

[請求項14] 前記負の直流の自己バイアス電圧の絶対値が１０００Ｖ以上である

、請求項１に記載のドライエッチング方法。

[請求項15] 前記貫通孔の深さを前記開口パターンの幅で割ったアスペクト比が２０以上である、請求項１に記載のドライエッチング方法。

[請求項16] シリコン窒化物のエッチング速度をシリコン酸化物のエッチング速度で割った値であるＳｉＮ／ＳｉＯｘエッチング速度比が、０．９以上１．５未満である、請求項１に記載のドライエッチング方法。

[請求項17] エッチングの際に基板上に形成される、ドライエッチング剤に由来するフルオロカーボン膜の生成速度が、１ｎｍ／ｍｉｎ以下である、請求項１に記載のドライエッチング方法。

[請求項18] シリコン酸化物のエッチング速度をレジストのエッチング速度で割った値であるＳｉＯｘ／レジストエッチング速度比が、３以上である請求項１に記載のドライエッチング方法。

[請求項19] 前記含水素飽和フルオロカーボンが、CHF_3、CH_2F_2、CH_3F及び$C_3H_3F_5$からなる群より選ばれる少なくともひとつであり、

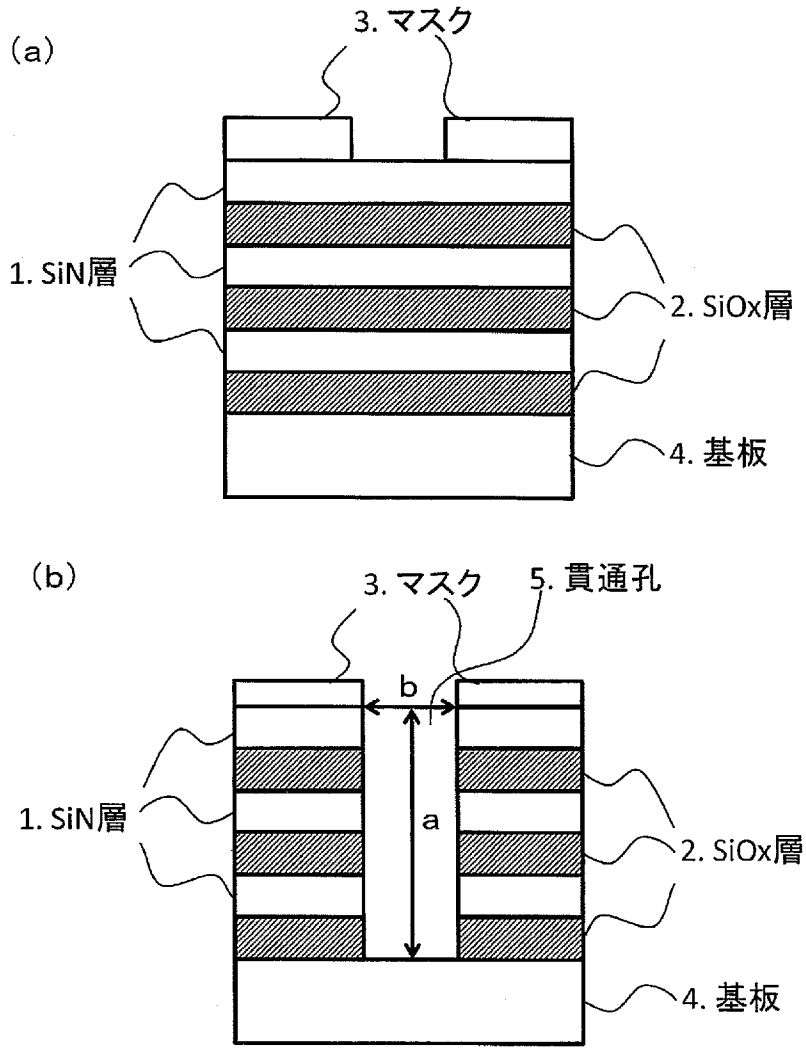
前記不活性ガスがＡｒであり、

前記酸化性ガスがO_2であることを特徴とする請求項５に記載のドライエッチング方法。

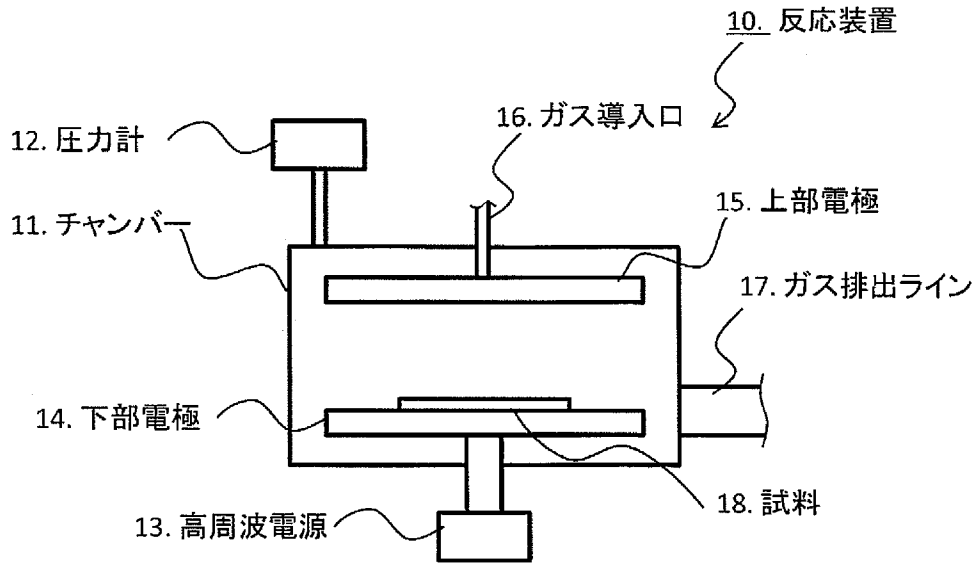
[請求項20] 前記ドライエッチング剤が、C_3F_6と、前記含水素飽和フルオロカーボンと、前記酸化性ガスと、前記不活性ガスのみからなることを特徴とする請求項１９に記載のドライエッチング方法。

[請求項21] 前記含水素飽和フルオロカーボンが、$C_3H_3F_5$であることを特徴とする請求項１に記載のドライエッチング方法。

[図1]

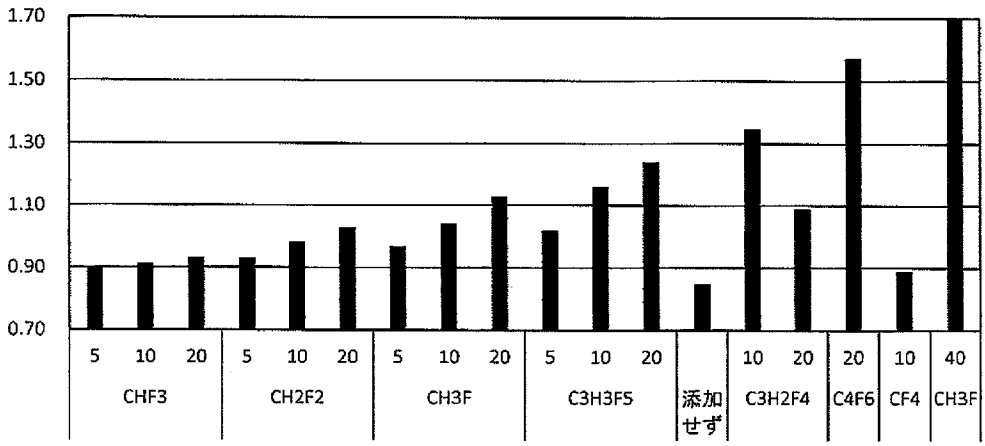


[図2]

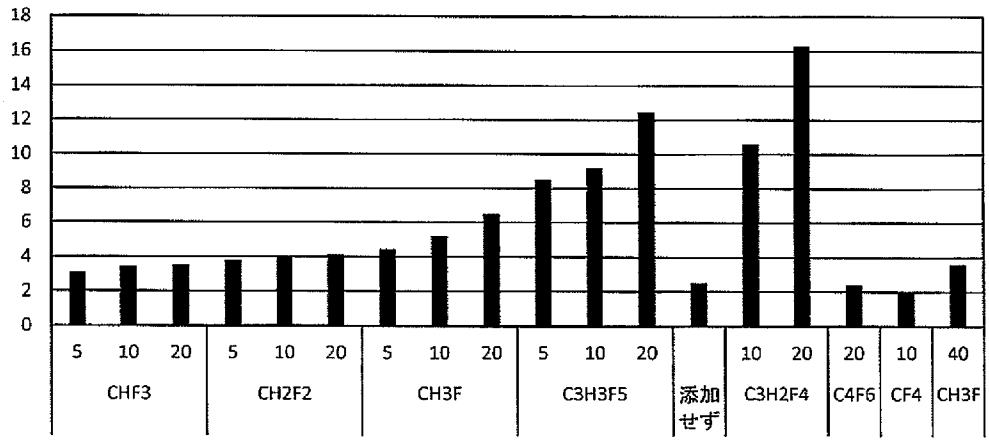

10. 反応装置
16. ガス導入口
12. 圧力計
15. 上部電極
11. チャンバー
17. ガス排出ライン
14. 下部電極
18. 試料
13. 高周波電源

[図3]

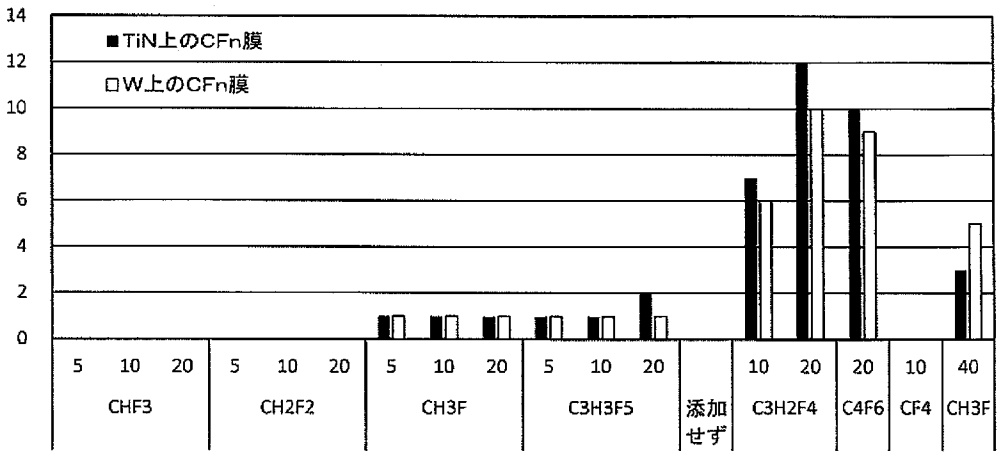
(a)


エッチング速度比(SiN／SiOx)
1.70
1.50
1.30
1.10
0.90
0.70
5 10 20 5 10 20 5 10 20 5 10 20 10 20 20 10 40
CHF3 CH2F2 CH3F C3H3F5 添加せず C3H2F4 C4F6 CF4 CH3F

(b)


エッチング選択比(SiOx／レジスト)
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
5 10 20 5 10 20 5 10 20 5 10 20 10 20 20 10 40
CHF3 CH2F2 CH3F C3H3F5 添加せず C3H2F4 C4F6 CF4 CH3F

(c)


CFn膜の膜厚[nm]
■TiN上のCFn膜
□W上のCFn膜
14
12
10
8
6
4
2
0
5 10 20 5 10 20 5 10 20 5 10 20 10 20 20 10 40
CHF3 CH2F2 CH3F C3H3F5 添加せず C3H2F4 C4F6 CF4 CH3F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/040539

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. H01L21/3065(2006.01)i, H01L27/11556(2017.01)i, H01L27/11578(2017.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl. H01L21/3065, H01L27/11556, H01L27/11578

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2017-50529 A (CENTRAL GLASS CO., LTD.) 09 March 2017 & US 2018/0204728 A1 & WO 2017/026197 A1 & TW 201709321 A & CN 107924837 A & KR 10-2018-0030145 A	1-21
A	JP 2011-124239 A (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) 23 June 2011 & WO 2009/122771 A1 & TW 200948934 A	1-21
A	JP 2017-92357 A (CENTRAL GLASS CO., LTD.) 25 May 2017 (Family: none)	1-21

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
13.12.2019	24.12.2019

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/040539

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-330046 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 30 November 1999 & US 2001/0041450 A1 & DE 19860780 A1 & TW 394985 B & KR 10-1999-0087842 A	1-21
A	JP 2003-298049 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 17 October 2003 (Family: none)	1-21

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／０４０５３９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L21/3065(2006.01)i, H01L27/11556(2017.01)i, H01L27/11578(2017.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L21/3065, H01L27/11556, H01L27/11578

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2017-50529 A (セントラル硝子株式会社) 2017.03.09, & US 2018/0204728 A1 & WO 2017/026197 A1 & TW 201709321 A & CN 107924837 A & KR 10-2018-0030145 A	1-21
A	JP 2011-124239 A (ダイキン工業株式会社) 2011.06.23, & WO 2009/122771 A1 & TW 200948934 A	1-21
A	JP 2017-92357 A (セントラル硝子株式会社) 2017.05.25, (ファミリーなし)	1-21

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
１３．１２．２０１９	２４．１２．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　５Ｏ　３８６４
鈴木　聡一郎
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５５９

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 11-330046 A（三菱電機株式会社）1999.11.30, & US 2001/0041450 A1 & DE 19860780 A1 & TW 394985 B & KR 10-1999-0087842 A	1-21
A	JP 2003-298049 A（三菱電機株式会社）2003.10.17,（ファミリーなし）	1-21