

(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
2019年5月23日(23.05.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/097964 A1

(51) 国際特許分類:

H01L 21/302 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/039406

(22) 国際出願日: 2018年10月24日(24.10.2018)

(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 2017-218692 2017年11月14日(14.11.2017) 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 5
2 5 3 番地 Yamaguchi (JP).

(72) 発明者: 鈴木 聖唯(**SUZUKI, Shoi**); 〒7550001 山
口県宇部市大字沖宇部 5 2 5 3 番地 セントラ

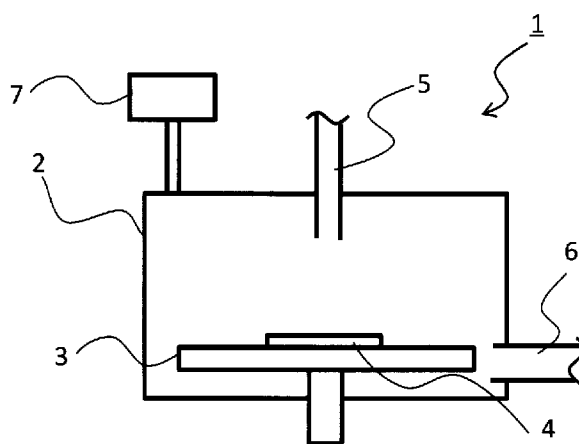
ル硝子株式会社 化学研究所内 Yamaguchi (JP).
八尾 章史(**YAO, Akifumi**); 〒7550001 山口県宇
部市大字沖宇部 5 2 5 3 番地 セントラル硝子
株式会社 化学研究所内 Yamaguchi (JP).

(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
2 9 号 掖済会ビル **S H I G A** 内 外国
特許事務所内 Tokyo (JP).

(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, 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,

(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 is characterized in that a mixed gas containing hydrogen fluoride and a fluo-
rine-containing carboxylic acid is brought into contact with silicon nitride below 100 ° C in a plasmaless manner to
etch the silicon nitride. Preferably, the amount of the fluorine-containing carboxylic acid is at least 0.01 vol% of the
total amount of the hydrogen fluoride and the fluorine-containing carboxylic acid. Examples of the fluorine-containing
carboxylic acid include monofluoroacetic acid, difluoroacetic acid, trifluoroacetic acid, difluoropropionic acid, pentaflu-
oropropionic acid, pentafluorobutyric acid, and the like. By this dry etching method, silicon nitride can be etched at a
high etching rate and with high selectivity with respect to silicon oxide and polycrystalline silicon, and damage to silicon
oxide can be suppressed.

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:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 本発明のドライエッチング方法は、窒化ケイ素に、フッ化水素と含フッ素カルボン酸を含む混合ガスを100℃未満かつプラズマレスで接触させ、前記窒化ケイ素をエッチングすることを特徴とする。前記含フッ素カルボン酸の量が、前記フッ化水素と前記含フッ素カルボンの合計の量の0.01体積%以上であることが好ましい。前記含フッ素カルボン酸として、モノフルオロ酢酸、ジフルオロ酢酸、トリフルオロ酢酸、ジフルオロプロピオン酸、ペンタフルオロプロピオン酸、ペンタフルオロ酪酸等を挙げられる。該ドライエッチング方法により、高いエッチングレートで窒化ケイ素をエッチングでき、酸化ケイ素及び多結晶シリコンに対して高い選択比を持ち、酸化ケイ素へのダメージを抑制できる。

明 細 書

発明の名称：ドライエッチング方法

技術分野

[0001] 本発明は、窒化ケイ素（S i N）をエッチングの対象とした、H Fを含むガスによるドライエッチング方法に関する。

背景技術

[0002] 半導体デバイスの製造において、単結晶シリコン基板上にて、窒化ケイ素（以下、S i Nと呼ぶ）が、酸化ケイ素（以下、S i O₂と呼ぶ）及び／又は多結晶シリコン（以下、p－S iと呼ぶ）と隣接する構造から、S i Nを選択的にエッチングする工程を行う場合がある。

[0003] S i Nのエッチング方法としては、熱リン酸を用いたウェットエッチングや、C F₄などの化合物ガスから生成されたプラズマを用いたドライエッチングが知られている。

[0004] 例えば、特許文献1には、S i O₂、ケイ化金属又はシリコンの存在下でS i Nを選択的にプラズマエッチングするため、式：C H_x F_{4-x}（xは2又は3を表す。）で表される化合物のガス及び酸素ガスなどを含むエッチングガスを用いるドライエッチング方法が記載されている。特許文献1では、S i O₂膜の開口部からS i N膜を選択的にエッチングし、その下のp－S i膜をエッチング停止層として用いることが記載されている。

[0005] しかし、熱リン酸を用いたウェットエッチングや、プラズマを用いたドライエッチングでは、S i NだけでなくS i O₂もエッチングしてしまうため、S i NのS i O₂に対する選択比を確保することが困難であるという問題点があった。

[0006] そこで、特許文献2には、プラズマレスの加熱雰囲気下でH Fガスを流通することによってS i O₂膜上に形成されたS i N膜をエッチングする方法が記載されている。

[0007] また、特許文献3には、特許文献2に記載の方法で課題となるS i O₂膜上

に形成されたSiN膜のエッチングレートの低さを改善する方法として、HFにF₂ガスを添加する方法が記載されている。

[0008] しかし、特許文献2のように、SiN膜をHFガスでエッチングすると、HF及び反応生成物であるNH₃によって、SiO₂膜もエッチングされることがあり、SiN/SiO₂の選択比を高くできないといった問題があった。また、特許文献3のように、F₂ガスを添加すると、p-SiがF₂等によってエッチングされ、SiN/Si選択比が高く取れないという問題があった。

[0009] そこで、特許文献4には、HF+NOの混合ガスでSiN膜をSiO₂膜及び／又はp-Si膜に対して高選択比でエッチングする方法が記載されており、NOガスをエッチングガス（アシスト用ガス）として添加することで、SiO₂膜のダメージを抑えられることが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特開平8-59215号公報

特許文献2：特開2008-187105号公報（特許第4833878号公報）

特許文献3：特開2010-182730号公報（特許第5210191号公報）

特許文献4：特開2014-197603号公報（特許第6073172号公報）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] しかしながら、特許文献4において、SiNの選択比を向上する効果は得られても、SiNのエッチングでNH₃が副生するため、SiO₂へのダメージを十分に抑制することはできなかった。近年の微細化の進展においては、こうしたダメージによる僅かな表面荒れも無視できない問題となりつつあり、この改善が求められている。

[0012] なお、 SiO_2 へのダメージ抑制のため、 $\text{HF} + \text{NO}$ などのエッチングガスに N_2 や Ar 、 He 等の不活性ガスを添加して希釈する方法が考えられる。しかし、この方法では本来目的とする SiN のエッチングレートが大幅に低下することが新たに問題となる。そこで、この低いエッチングレートを補うため、エッチング工程の処理時間を長くし、エッチング量を確保する方法も考えられるが、 SiO_2 がエッチングガスに暴露される時間が長くなるため、結果として SiO_2 表面のダメージの進行につながり、この希釈ガスを添加する方法では、本課題の解決には至らなかった。

[0013] 本発明は、高いエッチングレートで SiN をエッチングでき、シリコン基板上に半導体デバイスを形成する場合には、 SiO_2 や p-Si に対して高い選択比を持ち、さらに SiO_2 へのダメージも抑制できるドライエッチング方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0014] 本発明者らは、鋭意検討の結果、含フッ素カルボン酸は、 HF による SiN のエッチングで副生する NH_3 をトラップできる、 SiO_2 と p-Si をエッチングしない、 HF による SiN のエッチングを阻害しないという特性を持つため、 HF にこの含フッ素カルボン酸を混合したガスによって SiN をエッチングすることで、上記課題が解決できることを見出し、本発明を完成させるに至った。

[0015] 具体的には、本発明は、窒化ケイ素に、フッ化水素と含フッ素カルボン酸を含む混合ガスを 100°C 未満かつプラズマレスで接触させ、前記窒化ケイ素をエッチングすることを特徴とするドライエッチング方法を提供する。

発明の効果

[0016] 本発明により、高いエッチングレートで SiN をエッチングでき、シリコン基板上に半導体デバイスを形成する場合には、 SiO_2 及び p-Si に対して高い選択比を持ち、さらに SiO_2 へのダメージも抑制できるドライエッチング方法を提供できる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]実施例・比較例で用いた反応装置1の概略図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本発明について詳細に説明するが、以下に記載する構成要件の説明は本発明の実施形態の一例であり、これらの具体的内容に限定はされない。その要旨の範囲内で種々変形して実施することができる。

[0019] 本発明のドライエッチング方法では、フッ化水素と含フッ素カルボン酸を含む混合ガスをドライエッチングガス組成物として用いて、このドライエッチングガス組成物を100℃未満かつプラズマレスで窒化ケイ素に接触させ、窒化ケイ素をエッチングする。

[0020] 混合ガス中の含フッ素カルボン酸の添加量は、前記フッ化水素と前記含フッ素カルボンの合計の量の0.01体積%以上であることが好ましい。

添加量の上限は各化合物の蒸気圧とプロセス圧力から自ずと決定される。即ち、プロセス圧力が含フッ素カルボン酸の蒸気圧より低い場合、含フッ素カルボン酸の添加量が多くなりHFの濃度が低減するため、HFが不足してSiNのエッチングレートが十分に取れなくなる。そのため、添加量は最大でも、HFと含フッ素カルボン酸の濃度比（HF／含フッ素カルボン酸）が1以上となることが好ましい。

即ち、混合ガス中の含フッ素カルボン酸の添加量は、フッ化水素と前記含フッ素カルボンの合計の量の0.01体積%以上50体積%以下であることが好ましく、0.1体積%以上30体積%以下であることがより好ましく、3体積%以上15体積%以下であることがさらに好ましい。

[0021] 本発明の方法で使用可能な含フッ素カルボン酸としては、モノフルオロ酢酸（ CH_2FCOOH ）、ジフルオロ酢酸（ CHF_2COOH ）、トリフルオロ酢酸（ CF_3COOH ）、ジフルオロプロピオン酸（ $\text{CH}_3\text{CF}_2\text{COOH}$ ）、ペンタフルオロプロピオン酸（ $\text{C}_2\text{F}_5\text{COOH}$ ）、ペンタフルオロ酪酸（ $\text{C}_3\text{F}_7\text{COOH}$ ）などが挙げられる。これらのガスは、 NH_3 を優先的にトラップするために酸解離定数 pK_a がHFの3.2以下である点や、20～100℃の温度範囲で一定の蒸気圧を有し、この温度範囲で分解しないためガスとし

て供給可能である点で好ましい。含フッ素カルボン酸は、加熱、減圧、バブリングにより気化して供給することができる。

[0022] また、これらの含フッ素カルボン酸は無水物である必要は無いが、水分量は1質量%未満であることが好ましい。水分量が多いと、気化させた場合に H_2O を生じ、 $\text{HF} + \text{H}_2\text{O}$ による SiO_2 エッチングが発生する可能性があるためである。

[0023] また、混合ガスに希釈ガスとして HF や含フッ素カルボン酸と反応しない不活性ガスを含んでいても良く、不活性ガスの添加量によって SiN のエッチングレートを調整することも可能である。不活性ガスとしては、 N_2 、 He 、 Ne 、 Ar 、 Kr などを挙げることができ、混合ガス中に0体積%以上90体積%以下の範囲で利用できる。

[0024] 窒化ケイ素とドライエッチングガス組成物を接触させるプロセス温度としては、 20°C 以上 100°C 未満であることが好ましく、 40°C 以上 80°C 以下であることがより好ましく、 50°C 以上 75°C 以下であることがさらに好ましい。

[0025] プロセス圧力としては、圧力範囲は 0.1 kPa 以上 101.3 kPa 以下が好ましく、 1 kPa 以上 50 kPa 以下がより好ましい。

[0026] なお、本発明のエッチング対象である窒化ケイ素としては、 Si_3N_4 等の SiN_x (x は0超、2以下)で表される化合物を意味する。

[0027] 本発明のドライエッチングガス組成物を、窒化ケイ素と酸化ケイ素と多結晶シリコンに接触させた場合、 SiN と SiO_2 のエッチング選択比($\text{SiN} / \text{SiO}_2$)と、 SiN と $p\text{-Si}$ のエッチング選択比(SiN / Si)がいずれも100以上であることが好ましい。また、 SiN に対して $100\text{ nm} / \text{min}$ 以上の高いエッチングレートを有することが好ましい。

[0028] 本発明のエッチング方法により、 SiO_2 や $p\text{-Si}$ にダメージを与えることなく、高速かつ高選択的に SiN をエッチングすることができる。更に、本発明のエッチング方法は、 100°C 未満の低温、かつプラズマレスのプロセスで実施可能である。

[0029] また、 SiN のエッチングによって副生する NH_3 は、 HF と反応して NH_4F を生成する副反応も生じるため、 SiN 表面での HF 濃度を低減させ、エッチング速度の低下につながる要因となる。しかし、本発明のエッチング方法では、含フッ素カルボン酸を混合することにより、この副反応を防止し、エッチング速度の低下を防止する効果が期待できる。

[0030] 更に、 HF 中に微量の水分が含まれている、あるいは、 SiO_2 表面に吸着する水が存在した場合、この微量水分と HF によって SiO_2 のエッチングが進行することがある。しかし、本発明のエッチング方法では、含フッ素カルボン酸を添加することにより、この微量水分を含フッ素カルボン酸で除去でき、 SiO_2 のエッチングを更に防止する効果も期待できる。

[0031] シリコン基板上に半導体デバイスを形成する場合に、 SiN が SiO_2 及び／又は $p\text{-Si}$ に隣接する構造や、 SiO_2 及び／又は $p\text{-Si}$ と、 SiN とが露出した構造から SiN のみを選択的にドライエッチングする工程に、本発明のドライエッチング方法を適用することができる。このような構造としては、 SiO_2 膜及び／又は $p\text{-Si}$ 膜を SiN 膜が覆う構造や、 SiO_2 膜と SiN 膜と $p\text{-Si}$ 膜が積層した構造などがある。例えば、3次元メモリの製造プロセスにおいて、シリコン基板に、 SiO_2 と SiN の積層膜を形成し、この積層膜に貫通孔を形成し、貫通孔からエッチングガスを供給して本発明のドライエッチング方法を適用して、 SiO_2 を残しながら SiN を選択的にエッチングすることで、多数の SiO_2 層が間隙を有しつつ平行に並んだ構造を形成することができる。

実施例

[0032] 以下に本発明の実施例を比較例とともに挙げるが、本発明は以下の実施例に制限されるものではない。

[0033] 図1は、実施例・比較例で用いた反応装置1の概略図である、チャンバー2内には、ヒーターとしての機能を有するステージ3が設置されている。また、チャンバー2の周囲にもヒーターが設置されており、チャンバー壁を加熱できるようになっている。チャンバー2には、図示しないガス供給部から

ドライエッチングガス組成物が供給される。チャンバー上部に設置されたガス導入口5からドライエッチング剤を導入し、ステージ3上に設置した試料4に対しドライエッチング剤を接触させることができる。チャンバー2内のガスはガス排出ライン6を経由して排出される。また、ガス排出ラインには図示しない真空排気ポンプ（真空排気部）が接続され、チャンバー2内は減圧環境にすることができ、チャンバー2には圧力計7が設置されている。

[0034] [実施例1]

試料4として、 $p-Si$ 膜を有するシリコンウエハA、 SiO_2 膜を有するシリコンウエハB、 SiN 膜を有するシリコンウエハCを反応装置1のステージ3上に設置した。 SiN 膜と $p-Si$ 膜は、それぞれCVD法により作製した。また、 SiO_2 膜はシリコンウエハの表面を熱酸化して作製した。ステージ3の温度は70℃であった。ここに、HFと CF_3COOH の混合ガス（HFが99.9体積%で、 CF_3COOH が0.1体積%である）を、総流量1000sccmとして流通させた。チャンバー2内圧力は10kPaとし、エッチングを行った。

[0035] エッチング後に、シリコンウエハAの $p-Si$ 膜、シリコンウエハBの SiO_2 膜、シリコンウエハCの SiN 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。さらに、 SiN と $p-Si$ のエッチング速度の比 $SiN/p-Si$ と、 SiN と SiO_2 のエッチング速度の比 SiN/SiO_2 を求めた。

[0036] また、 SiO_2 膜の表面粗さ R_a を、原子間力顕微鏡（AFM）で測定して評価した。ここで、 R_a とは、JIS B 0601：1994にて規定される算術平均粗さのことである。

[0037] [実施例2～5、比較例1～3]

添加ガスの種類と濃度を変更した以外は、実施例1と同様にエッチング及び評価を行った。

[0038] 実施例1～5及び比較例1～3のエッチング条件及び評価結果を表1に示す。

[表1]

	プロセス 圧力	プロセス 温度	添加ガス	添加濃度 [体積%]	HF 濃度 [体積%]	S i N イッチング速度 [nm/min]	S i N / p - S i	S i N / S i O ₂	S i O ₂ 膜 表面 R a [μm]
実施例 1	10kPa	70℃	CF ₃ COOH	0.1	99.9	839	>1000	156	<1
実施例 2	10kPa	70℃	CF ₃ COOH	1	99	794	>1000	181	<1
実施例 3	10kPa	70℃	CF ₃ COOH	5	95	729	>1000	281	<1
実施例 4	10kPa	70℃	CF ₃ COOH	10	90	554	>1000	241	<1
実施例 5	10kPa	70℃	C ₂ F ₅ COOH	5	95	712	>1000	264	<1
比較例 1	10kPa	70℃	無し	0	100	845	>1000	82	2.2
比較例 2	10kPa	70℃	F ₂	1	99	1004	2	1674	<1
比較例 3	10kPa	70℃	NO	10	90	699	>1000	233	3.6

[0039] 実施例 1 ～ 5 では、p - S i と S i O₂ に比べて、S i N を選択的にエッチ

ングすることができ、 SiO_2 膜の表面をほとんど削らなかったために SiO_2 膜の表面Raが $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下となり、非常に滑らかであった。

[0040] 一方、比較例1は、特許文献2と同様に、HFのみで SiN をエッチングしており、 SiO_2 も削れてしまい、 SiN/SiO_2 比が悪かった。比較例2は、特許文献3と同様に、HFに F_2 を添加して SiN をエッチングしており、 F_2 により p-Si がエッチングされ、 SiN/Si 比が悪かった。比較例3は、特許文献4と同様に、HFに NO を添加して SiN をエッチングしており、 SiO_2 膜へのダメージがあり、エッチング後の SiO_2 膜の表面が粗かった。

符号の説明

- [0041] 1 : 反応装置
2 : チャンバー
3 : ステージ
4 : 試料
5 : ガス導入口
6 : ガス排出ライン
7 : 圧力計

請求の範囲

- [請求項1] 窒化ケイ素に、フッ化水素と含フッ素カルボン酸を含む混合ガスを 100℃未満かつプラズマレスで接触させ、前記窒化ケイ素をエッチングすることを特徴とするドライエッチング方法。
- [請求項2] 前記含フッ素カルボン酸の量が、前記フッ化水素と前記含フッ素カルボンの合計の量の0.01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3] 前記含フッ素カルボン酸が、モノフルオロ酢酸、ジフルオロ酢酸、トリフルオロ酢酸、ジフルオロプロピオン酸、ペンタフルオロプロピオン酸、及びペンタフルオロ酪酸からなる群から選ばれる少なくとも一種であることを特徴とする請求項1または2に記載のドライエッチング方法。
- [請求項4] 前記混合ガスが、前記窒化ケイ素だけでなく、酸化ケイ素及び多結晶シリコンにも接触し、
前記窒化ケイ素と前記酸化ケイ素のエッチング選択比 (SiN/SiO_2) と、前記窒化ケイ素と前記多結晶シリコンのエッチング選択比 (SiN/Si) がいずれも100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5] 前記含フッ素カルボン酸が、トリフルオロ酢酸又はペンタフルオロプロピオン酸であり、
前記含フッ素カルボン酸の量が、前記フッ化水素と前記含フッ素カルボンの合計の量の0.1体積%以上30体積%以下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6] 酸化ケイ素膜、多結晶シリコン膜及び窒化ケイ素膜を有するシリコン基板に対して、請求項1～5のいずれかに記載のドライエッチング方法を適用して、選択的に窒化ケイ素膜をエッチングする工程を含むことを特徴とする半導体デバイスの製造方法。
- [請求項7] フッ化水素と含フッ素カルボン酸を含むドライエッチングガス組成

物。

[請求項8] 実質的にフッ化水素と含フッ素カルボン酸のみからなる請求項7に記載のドライエッチングガス組成物。

[請求項9] 前記含フッ素カルボン酸の量が、前記フッ化水素と前記含フッ素カルボンの合計の量の0.01体積%以上であることを特徴とする請求項7または8に記載のドライエッチングガス組成物。

[請求項10] 窒化ケイ素膜を有するシリコン基板を載置するステージを有するチャンバーと、

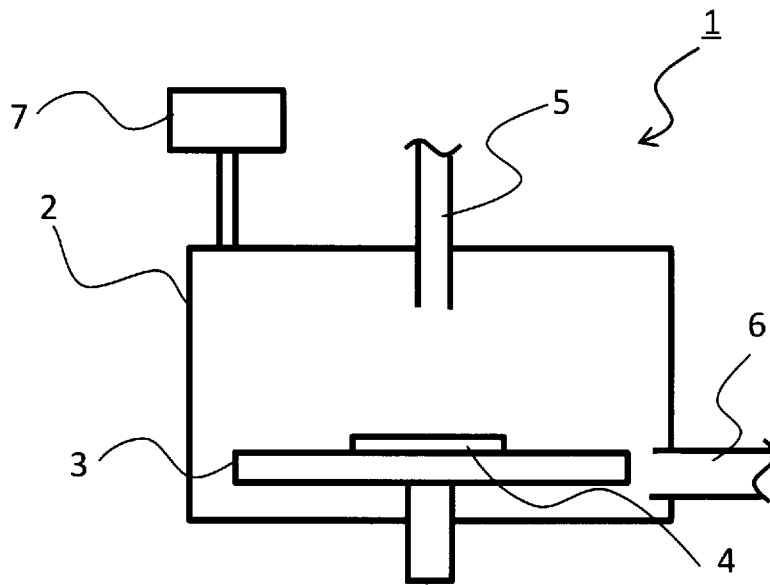
前記ステージに載置された前記基板に対して、フッ化水素と含フッ素カルボン酸を含むドライエッチングガス組成物を供給するためのガス供給部と、

前記チャンバー内を減圧するための真空排気部と、

前記ステージを加熱するためのヒーターと、

を備える、前記基板から前記窒化ケイ素膜をエッチングするエッチング装置。

[図1]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/039406

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01L21/302 (2006.01) 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. H01L21/302

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 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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

CAplus/REGISTRY (STN)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2009-043973 A (TOKYO ELECTRON LTD.) 26 February 2009,	7-9
A	paragraphs [0037], [0043], [0100], fig. 5, 12 (Family: none)	1-6, 10
A	JP 9-181054 A (AIR PRODUCTS & CHEMICALS, INC.) 11 July 1997,	1-10
	paragraph [0009] & US 5626775 A, column 2, lines 52-61 & EP 774778 A2 & SG 43438 A1 & IL 119598 D & TW 387018 B & KR 10-0219347 B	

☒ 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
29 November 2018 (29.11.2018)

Date of mailing of the international search report
11 December 2018 (11.12.2018)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/039406

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 9-509531 A (INTERUNIVERSITAIR MICRO-ELEKTRONICA CENTRUM VZW) 22 September 1997, page 4, line 29 to page 5, line 13 & US 5922624 A, column 2, lines 36-56 & WO 1994/027315 A1 & EP 698282 A1 & DE 69425821 T2 & AT 196214 T	1-10
A	JP 2000-058505 A (AIR PRODUCTS & CHEMICALS, INC.) 25 February 2000, paragraph [0019] & US 6159859 A, column 4, lines 54-67 & EP 964439 A1 & TW 403957 B & KR 10-2000-0005976 A	1-10
A	JP 2002-158181 A (RESEARCH INSTITUTE OF INNOVATIVE TECHNOLOGY FOR THE EARTH) 31 May 2002, paragraph [0036] & US 2003/0001134 A1, paragraph [0069] & WO 2002/023608 A1 & EP 1318542 A1	1-10
A	JP 2009-129980 A (TOKYO ELECTRON LTD.) 11 June 2009, paragraph [0009] (Family: none)	1-10
A	JP 2010-509777 A (ADVANCED TECHNOLOGY MATERIALS, INC.) 25 March 2010, paragraph [0058] & US 2008/0125342 A1, paragraph [0069] & WO 2008/058173 A2 & EP 2094825 A2 & TW 200839008 A	1-10
A	JP 2011-119310 A (CENTRAL GLASS CO., LTD.) 16 June 2011, paragraph [0010] & US 2012/0231630 A1, paragraph [0038] & WO 2011/068039 A1 & EP 2508500 A1 & CN 102648171 A & KR 10-2012-0078749 A & TW 201140685 A	1-10
A	WO 2017/091572 A1 (ENTEGRIS, INC.) 01 June 2017, paragraph [0035] & EP 3381046 A1 & KR 10-2018-0075691 A & CN 108369898 A & TW 201736576 A	1-10
A	US 6221680 B1 (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION) 24 April 2001, column 5, lines 60-65 (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L21/302(2006.01)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. H01L21/302

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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）

CAplus/REGISTRY (STN)

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
X A	JP 2009-043973 A（東京エレクトロン株式会社） 2009.02.26, 段落[0037], [0043], [0100], 図5, 12 （ファミリーなし）	7-9 1-6, 10
A	JP 9-181054 A（エアー・プロダクツ・アンド・ケミカルス・インコーポレーテッド） 1997.07.11, 段落[0009] & US 5626775 A, 第2欄第52行-第61行 & EP 774778 A2 & SG 43438 A1 & IL 119598 D & TW 387018 B & KR	1-10

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

29.11.2018

国際調査報告の発送日

11.12.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

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）

宇多川 勉

50

1163

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
	10-0219347 B	
A	JP 9-509531 A (インターユニヴァーシテアー マイクロエレクトロニカ セントラム フェレニギング ゾンデル ビンシュトベヤーク) 1997.09.22, 第4頁第29行-第5頁第13行 & US 5922624 A, 第2欄第36行-第56行 & WO 1994/027315 A1 & EP 698282 A1 & DE 69425821 T2 & AT 196214 T	1-10
A	JP 2000-058505 A (エアー. プロダクツ. アンド. ケミカルス. インコーポレーテッド) 2000.02.25, 段落[0019] & US 6159859 A, 第4欄第54行-第67行 & EP 964439 A1 & TW 403957 B & KR 10-2000-0005976 A	1-10
A	JP 2002-158181 A (財団法人地球環境産業技術研究機構) 2002.05.31, 段落[0036] & US 2003/0001134 A1, 段落[0069] & WO 2002/023608 A1 & EP 1318542 A1	1-10
A	JP 2009-129980 A (東京エレクトロン株式会社) 2009.06.11, 段落[0009] (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2010-509777 A (アドバンスド テクノロジー マテリアルズ, インコーポレイテッド) 2010.03.25, 段落[0058] & US 2008/0125342 A1, 段落[0069] & WO 2008/058173 A2 & EP 2094825 A2 & TW 200839008 A	1-10
A	JP 2011-119310 A (セントラル硝子株式会社) 2011.06.16, 段落[0010] & US 2012/0231630 A1, 段落[0038] & WO 2011/068039 A1 & EP 2508500 A1 & CN 102648171 A & KR 10-2012-0078749 A & TW 201140685 A	1-10
A	WO 2017/091572 A1 (ENTEGRIS, INC.) 2017.06.01, 段落[0035] & EP 3381046 A1 & KR 10-2018-0075691 A & CN 108369898 A & TW 201736576 A	1-10

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	US 6221680 B1 (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION) 2001.04.24, 第5欄第60行-第65行 (ファミリーなし)	1-10