(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
2025年3月20日(20.03.2025)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2025/057740 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 21/302 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2024/030794

(22) 国際出願日： 2024年8月28日(28.08.2024)

(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 2023-147055 2023年9月11日(11.09.2023) JP

(71) 出願人: 東京エレクトロン株式会社(**TOKYO ELECTRON LIMITED**) [JP/JP]; 〒1076325 東京都港区赤坂五丁目３番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 高 橋 信 博 (**TAKAHASHI Nobuhiro**); 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢６５０ 東京エレクトロン テクノロジーソリューションズ株式会社内 Yamanashi (JP). 今井 佑輔(**IMAI Yusuke**); 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢６５０ 東京エレクトロン テクノロジーソリューションズ株式会社内 Yamanashi (JP). 鈴木 健斗(**SUZUKI Kento**); 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢６５０ 東京エレクトロン テクノロジーソリューションズ株式会社内 Yamanashi (JP).

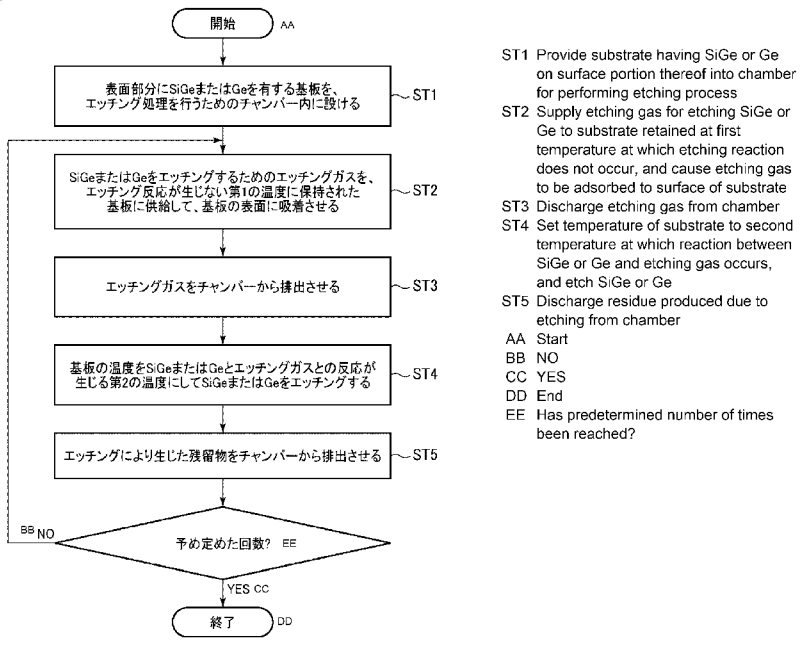
(74) 代理人: 弁理士法人弥生特許事務所(**YAYOY PATENT OFFICE**); 〒2310058 神奈川県横浜市中区弥生町２丁目１５番１号ストークタワー大通り公園３ ６０１号 Kanagawa (JP).

(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,

(54) **Title:** ETCHING METHOD AND ETCHING APPARATUS

(54) 発明の名称： エッチング方法およびエッチング装置

[図1]



(57) **Abstract:** An etching method according to the present disclosure includes: providing a substrate having SiGe or Ge on a surface portion thereof into a chamber; supplying an etching gas for etching SiGe or Ge to a substrate retained at a first temperature at which an etching reaction does not occur, and causing the etching gas to be adsorbed to the surface of the substrate; and setting the temperature of the substrate to a second temperature at which a reaction between the SiGe or the Ge and the etching gas occurs, and etching the SiGe or Ge.

WO 2025/057740 A1

［続葉有］

CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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)）

(57) 要約：本開示のエッチング方法は、表面部分にＳｉＧｅまたはＧｅを有する基板をチャンバー内に設けることと、ＳｉＧｅまたはＧｅをエッチングするためのエッチングガスを、エッチング反応が生じない第１の温度に保持された基板に供給して、基板の表面に吸着させることと、基板の温度をＳｉＧｅまたはＧｅとエッチングガスとの反応が生じる第２の温度にしてＳｉＧｅまたはＧｅをエッチングすることとを有する。

明　細　書

発明の名称 ： エッチング方法およびエッチング装置

技術分野

[0001]　本開示は、エッチング方法およびエッチング装置に関する。

背景技術

[0002]　近時、シリコン（Ｓｉ）以外の半導体材料としてシリコンゲルマニウム(ＳｉＧｅ)やゲルマニウム（Ｇｅ）が注目されている。特許文献１には、このようなＳｉＧｅやＧｅをフッ素含有ガスと水素含有ガスを含む処理ガスを用いてＳｉに対して選択的にエッチングする技術が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０２０－５３４４８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、ＳｉＧｅまたはＧｅを高い制御性でエッチングすることができるエッチング方法およびエッチング装置を提供する。

課題を解決するための手段

[0005]　本開示の一態様に係るエッチング方法は、表面部分にＳｉＧｅまたはＧｅを有する基板をチャンバー内に設けることと、ＳｉＧｅまたはＧｅをエッチングするためのエッチングガスを、エッチング反応が生じない第１の温度に保持された前記基板に供給して、基板の表面に吸着させることと、前記基板の温度を前記ＳｉＧｅまたはＧｅと前記エッチングガスとの反応が生じる第２の温度にして前記ＳｉＧｅまたはＧｅをエッチングすることと、を有する。

発明の効果

[0006]　本開示によれば、ＳｉＧｅまたはＧｅを高い制御性でエッチングすること

ができるエッチング方法およびエッチング装置が提供される。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]一実施形態に係るエッチング方法の具体例を示すフローチャートである。

[図2]一実施形態のエッチング方法のステップＳＴ２が行われた際における基板の状態の一例を模式的に示す断面図である。

[図3]一実施形態のエッチング方法のステップＳＴ３が行われた際における基板の状態の一例を模式的に示す断面図である。

[図4]一実施形態のエッチング方法のステップＳＴ４が行われた際における基板の状態の一例を模式的に示す断面図である。

[図5]一実施形態に係るエッチング方法におけるステップＳＴ２～ＳＴ５のプロセスシーケンスの典型例を示すタイミングチャートである。

[図6]一実施形態のエッチング方法が適用される基板であるウエハの構造例を示す断面図である。

[図7]図６の構造のウエハにおいて、ＳｉＧｅ膜を部分的にエッチングした状態を示す断面図である。

[図8]図６の構造のウエハにおいて、ＳｉＧｅ膜を全てエッチングした状態を示す断面図である。

[図9]一実施形態に係るエッチング方法を実施するためのエッチング装置の一例を示す断面図である。

[図10]評価試験の結果を示すグラフ図である。

[図11]評価試験の結果を示すＳＥＭ画像である。

[図12]評価試験の結果を示すＳＥＭ画像である。

[図13]評価試験の結果を示すＳＥＭ画像である。

[図14]評価試験の結果を示すＳＥＭ画像である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、添付図面を参照しながら、実施形態について説明する。

[0009] ＜エッチング方法＞

一実施形態に係るエッチング方法においては、最初に、表面部分にＳｉＧｅまたはＧｅを有する基板を、エッチング処理を行うためのチャンバー内に設ける。次いで、ＳｉＧｅまたはＧｅをエッチングするためのエッチングガスを、エッチング反応が生じない第１の温度に保持された基板に供給して、基板の表面に吸着させる。次いで、基板の温度をＳｉＧｅまたはＧｅとエッチングガスとの反応が生じる第２の温度にしてＳｉＧｅまたはＧｅをエッチングする。エッチングガスを基板の表面に吸着させることと、エッチングすることとは複数回繰り返してもよい。

[0010] 一実施形態に係るエッチング方法の具体例について図１を参照して説明する。図１は一実施形態に係るエッチング方法の具体例を示すフローチャートである。

[0011] 最初に、表面部分にＳｉＧｅまたはＧｅを有する基板を、エッチング処理を行うためのチャンバー内に設ける（ステップＳＴ１）。

[0012] 次に、ＳｉＧｅまたはＧｅをエッチングするためのエッチングガスを、エッチング反応が生じない第１の温度に保持された基板に供給して、基板の表面に吸着させる（ステップＳＴ２）。

[0013] 次に、エッチングガスをチャンバーから排出させる（ステップＳＴ３）。

[0014] 次に、基板の温度をＳｉＧｅまたはＧｅとエッチングガスとの反応が生じる第２の温度にしてＳｉＧｅまたはＧｅをエッチングする（ステップＳＴ４）。

[0015] 次に、エッチングにより生じた残留物をチャンバーから排出させる（ステップＳＴ５）。

[0016] 以上のステップＳＴ２～ＳＴ５を１回または複数回の予め定められた回数行うことにより、ＳｉＧｅまたはＧｅに対して所望の量のエッチングが行われる。

[0017] 以下、詳細に説明する。

ＳｉＧｅのＳｉおよびＧｅの割合は任意であるが、Ｓｉが９０ａｔ％以下であることが好ましい。また、ＳｉＧｅ、Ｇｅの形態は特に限定されないが

、膜として形成されたものが例示され、膜としては化学蒸着（ＣＶＤ）法で形成されたものが例示される。基板は特に限定されないが、半導体ウエハ（以下単にウエハと記す）が例示される。

[0018] 基板は特に限定されないが、例えば、ＳｉＧｅまたはＧｅ以外に、処理中にエッチングガスが接触する部分にＳｉが存在するものを挙げることができる。この場合には、ＳｉＧｅまたはＧｅをＳｉに対して選択的にエッチングすることが望ましい。Ｓｉについても存在形態は特に限定されず、バルクであっても膜であってもよい。ＳｉにはＢ、Ｐ、Ｃ、Ａｓ等がドープされていてもよい。

[0019] ステップＳＴ２において、基板表面にエッチングガスを含む処理ガスを供給して吸着させる際に、エッチング対象のＳｉＧｅまたはＧｅの表面に飽和するまでエッチングガスを吸着させる。例えば、図２に示すように、基板Ｗにおいて半導体基体１００上に形成されたＳｉＧｅ膜１０１の表面に飽和するまでエッチングガス１０２を吸着させる。このとき、基板はエッチング反応が生じない第１の温度に保持されているため、ＳｉＧｅ膜１０１は吸着されたエッチングガス１０２とは反応しない。処理ガスとしては、エッチングガスの他に、N_2ガスやＡｒガスのような不活性ガスを希釈ガスまたはキャリアガスとして含んでいてもよい。不活性ガスはパージガスとして用いることもできる。

[0020] エッチングガスは、ＳｉＧｅまたはＧｅをエッチングすることができれば特に限定されない。例えば、フッ素含有ガスを挙げることができる。フッ素含有ガスは、ＳｉＧｅまたはＧｅをＳｉに対して高選択比でエッチングする場合に好適である。フッ素含有ガスとしては、ClF_3ガス、F_2ガス、SF_6ガス、IF_7ガスを挙げることができ、これらの少なくとも一種を用いることができる。

[0021] エッチングガスとしてフッ素含有ガスを用いる場合には、第１の温度を、エッチング生成物の沸点より低くすることによりエッチング反応を生じさせずにエッチングガスを吸着させることができる。エッチング生成物は、当該

エッチングガスとＳｉＧｅまたはＧｅとの反応生成物であって、Ｇｅ及びＦを含む化合物である。第１の温度が低すぎると、第１の温度と第２の温度との間で温度変更を行うために使用されるエネルギーが大きくなってしまい、また当該温度変更に要する時間も長くなってしまう。以上のようにエッチングガスを吸着させ、且つ過度の基板の冷却を避けるようにする観点から、第１の温度は、好ましくは－４０℃以上、－２０℃以下である。

[0022] 基板温度の制御は基板を載置する載置台に設けられた、冷却機構や加熱機構等の温調機構を用いることができる。基板を静電力で吸着する静電チャックを用いて基板を吸着することにより高精度で基板の温度制御を行うことができる。

[0023] ステップＳＴ２を実施する際の圧力は、用いるエッチングガスに応じて適宜設定される。エッチングガスがフッ素含有ガス、例えばF_2ガスの場合には、０．０１～１Ｔｏｒｒ（１．３３～１３３Ｐａ）の範囲が好適である。また、ステップＳＴ２の時間は、エッチングガスがエッチング対象のＳｉＧｅまたはＧｅの表面に飽和するまで吸着できる時間であればよく、例えば１０～３００ｓｅｃ（秒）である。エッチングガスがフッ素含有ガス、例えばF_2ガスの場合には、後述の試験結果で示すように３０ｓｅｃよりも長い時間が好ましい。

[0024] ステップＳＴ３では、エッチングガスをチャンバーから排出させることにより、ステップＳＴ２で基板の表面に吸着されたエッチングガス１０２のうち余分なガスが除去される。これにより、ＳｉＧｅまたはＧｅの表面のエッチングガスの吸着量を制御することができる。図２の例の場合には、図３に示すように、ＳｉＧｅ膜１０１の表面のエッチングガス１０２の吸着量を例えば１原子層または１分子層に制御する。ステップＳＴ３のエッチングガス排出の手法は特に限定されないが、チャンバー内を不活性ガスでパージすることにより行うことができる。また、チャンバーを真空引きすることによりエッチングガスを排出してもよい。

[0025] ステップＳＴ４では、ステップＳＴ３によりＳｉＧｅまたはＧｅの表面の

エッチングガスが吸着された状態で、基板の温度を第１の温度から第２の温度に変化させ、ＳｉＧｅまたはＧｅをエッチングする。すなわち、基板の温度を第２の温度にすることにより、ＳｉＧｅまたはＧｅと吸着されたエッチングガスとの反応が生じる。このとき、エッチングガスを吸着させてからエッチング反応を生じさせるので、ＳｉＧｅまたはＧｅを高い制御性でエッチングすることができる。また、ステップＳＴ３によりエッチングガスの吸着量が制御されることにより、エッチング量をより高精度に制御することができる。図３に示す例では、ＳｉＧｅ膜１０１の表面に吸着されたエッチングガス１０２が１原子層または１分子層に制御されており、この状態からエッチング反応が生じると、図４に示すように、ＳｉＧｅ膜１０１は、エッチングガスの吸着量に対応した分だけ高精度でエッチングすることができる。図中１０３は、ＳｉＧｅ膜１０１のエッチング部分である。

[0026] エッチングガスとしてフッ素含有ガスを用いる場合には、第２の温度を、上記したエッチング生成物の沸点以上とすることによりエッチング反応を生じさせることができる。なお、ここでいう沸点は、昇華点を含む。第２の温度は、上記した第１の温度よりも高い温度であり、好ましくは－２０℃以上である。

[0027] 基板温度を第１の温度から第２の温度に変更する際には、温調機構の制御温度を変更することにより対応することができる。また、載置台の温調機構の制御温度を変更せずに、載置台に対向して設けられたガス吐出部であるシャワーヘッドに設けられた温調機構を用い、載置台に設けられたリフトピンにより基板を持ち上げて基板の温度を変更するようにしてもよい。さらに、基板にガスを供給することにより基板の温度を変更することや、プラズマ生成部により生成したプラズマを用いて基板の温度を変更することも可能である。

[0028] ステップＳＴ４を実施する際の圧力は、用いるエッチングガスに応じて適宜設定される。エッチングガスがフッ素含有ガス、例えばF_2ガスの場合には、０．０１～３Ｔｏｒｒ（１．３３～４００Ｐａ）の範囲が好適である。ま

た、ステップＳＴ４の時間は、吸着されたエッチングガスがＳｉＧｅまたはＧｅと適切に反応可能な時間に設定される。例えば、エッチングガスがフッ素含有ガス、例えばF_2ガスの場合には、３０ｓｅｃよりも長い時間が好ましい。基板がＳｉＧｅまたはＧｅとＳｉとが共存する構造を有し、ＳｉＧｅまたはＧｅをＳｉに対して選択的にエッチングする場合には、ステップＳＴ４の時間はＳｉのエッチングが極力抑制されるように設定される。

[0029] ステップＳＴ５は、エッチングにより生じた残留物をチャンバーから排出することができればその手法は限定されない。例えば、チャンバー内を真空引きすることにより行うことができる。チャンバー内を不活性ガスでパージした後に真空引きを行ってもよい。

[0030] このようなステップＳＴ２～ＳＴ５のプロセスシーケンスの典型例は図５のタイミングチャートに示す通りである。図５のプロセスシーケンスでは、ステップＳＴ２で基板を第１の温度に保持した状態でエッチングガスをＯＮにしてエッチングガスの吸着を行う。ステップＳＴ３ではエッチングガスをＯＦＦとしパージガスをＯＮにしてチャンバー内のパージを行う。ステップＳＴ４では基板の温度を第２の温度に上昇させてエッチング反応を進行させる。ステップＳＴ５ではチャンバー内を真空引きしてチャンバー内の残留物を除去する。

[0031] 次に、一実施形態のエッチング方法の適用例について説明する。

図６は、一実施形態のエッチング方法が適用される基板であるウエハの構造例を示す断面図である。図６のウエハＷは、例えばＳｉからなる半導体基体１００の表面に、ＳｉＧｅ膜１１１と、Ｓｉ膜１１２とが交互に積層された積層構造部１１３を有している。積層構造部１１３にはプラズマエッチングにより凹部１１４が形成されており、凹部１１４には交互に積層されたＳｉＧｅ膜１１１とＳｉ膜１１２の側面が露出している。

[0032] 図６のウエハＷに対し、F_2ガスのようなフッ素含有ガスを用いて上述のようなステップＳＴ２～ＳＴ５を繰り返し実施することにより、図７に示すように、ＳｉＧｅ膜１１１がサイドエッチングされ、ＳｉＧｅ膜１１１がＳｉ

膜１１２に対して選択的にエッチングされる。図７ではＳｉＧｅ膜１１１が部分的にエッチングされている状態を示しているが、図８のように全てエッチングされてもよい。全てエッチングされても、残存するＳｉ膜１１２はＳｉＮ等からなる支持柱１１５により支持される。

[0033] 本実施形態では、基板の表面にエッチングガスを吸着させた後に吸着量を制御し、基板の温度を第１の温度から第２の温度にしてエッチング反応を生じさせる処理を行うことにより、基板の表面に存在するＳｉＧｅまたはＧｅを高い制御性でエッチングすることができる。

[0034] すなわち、本実施形態では、ＳｉＧｅまたはＧｅの表面のエッチングガスの吸着量を制御した後に温度を変化させエッチング反応を進行させるので、一回のエッチング量は吸着したエッチングガスに対応した微量となり、高い制御性でエッチングすることができる。そして、ステップＳＴ２～ＳＴ５を１回または複数回行うことにより、所望のエッチング量でエッチングを行うことができる。具体的には、エッチングの際のラフネス制御が可能であり、微量のエッチング量制御も可能である。また、粗密パターンにおけるローディングや、トップ／ボトムのローディングを抑制することも可能である。

[0035] ＜エッチング装置＞

次に、実施形態に係るエッチング方法を実施するためのエッチング装置の一例について説明する。図９は、エッチング装置の一例を示す断面図である。

図９に示すように、エッチング装置１は、密閉構造のチャンバー１０を備えている。チャンバー１０の内部には、基板Ｗを水平状態で載置する載置台１２が設けられている。基板Ｗは表面にＳｉＧｅまたはＧｅを有するものであり、例えば、図６の構造を有している。また、エッチング装置１は、チャンバー１０にエッチングガスを供給するガス供給機構１３、チャンバー１０内を排気する排気機構１４、および制御部１５を備えている。

[0036] チャンバー１０は、チャンバー本体２１と蓋部２２とによって構成されている。チャンバー本体２１は、略円筒形状の側壁部２１ａと底部２１ｂとを

有し、上部は開口となっており、この開口が蓋部２２で閉止される。側壁部２１ａと蓋部２２とは、シール部材（図示せず）により密閉されて、チャンバー１０内の気密性が確保される。

[0037] 蓋部２２は、外側を構成する蓋部材２５と、蓋部材２５の内側に嵌め込まれ、載置台１２に臨むように設けられたシャワーヘッド２６とを有している。シャワーヘッド２６は円筒状をなす側壁２７ａと上部壁２７ｂとを有する本体２７と、本体２７の底部に設けられたシャワープレート２８とを有している。本体２７とシャワープレート２８との間には空間２９が形成されている。

[0038] 蓋部材２５および本体２７の上部壁２７ｂには空間２９まで貫通してガス導入路３１が形成されており、このガス導入路３１には後述するガス供給機構１３の配管４９が接続されている。

[0039] シャワープレート２８には複数のガス吐出孔３２が形成されており、配管４９およびガス導入路３１を経て空間２９に導入されたガスがガス吐出孔３２からチャンバー１０内の空間に吐出される。

[0040] 側壁部２１ａには、基板Ｗを搬入出する搬入出口２３が設けられており、この搬入出口２３はゲートバルブ２４により開閉可能となっている。

[0041] 載置台１２は、平面視略円形をなしており、チャンバー１０の底部２１ｂに固定されている。載置台１２の内部には、載置台１２の温度を調節し、その上に載置された基板Ｗの温度を制御する温調機構３５が設けられている。温調機構３５は、例えば、低温の冷却媒体が循環する管路およびヒータを有しており、基板Ｗを温調可能となっている。載置台１２は基板Ｗを静電力で吸着する静電チャックが設けられていてもよい。基板Ｗを吸着することにより温調機構３５により高精度で基板Ｗの温度制御を行うことができる。載置台１２は、基板Ｗを搬送する際に用いるリフトピン（図示せず）が内蔵されている。

[0042] 基板温度の第１の温度から第２の温度への変更は、温調機構３５の制御温度を変更することにより行うことができる。また、載置台１２の温調機構３

５の制御温度を変更せずに、載置台１２に対向して設けられたシャワーヘッド２６に温調機構を設け、載置台１２に設けられたリフトピン（図示せず）により基板Ｗを持ち上げて基板の温度を変更するようにしてもよい。さらに、基板Ｗにガスを供給することにより基板Ｗの温度を変更することや、適宜のプラズマ生成部を設けて基板にプラズマを作用させることより基板Ｗの温度を変更することも可能である。

[0043] ガス供給機構１３は、エッチングガスを含む処理ガスを供給するものであり、本例ではエッチングガスとしてフッ素含有ガスであるF_2ガスを供給する。また、処理ガスとしてはエッチングガスの他、不活性ガスを供給する。本例では不活性ガスとしてN_2ガスを供給する。不活性ガスは、キャリアガス、希釈ガス、パージガスとして用いられる。具体的には、ガス供給機構１３は、エッチングガスであるF_2ガスを供給するF_2ガス供給源４５、不活性ガスであるN_2ガスを供給するN_2ガス供給源４６を有しており、これらにはそれぞれ、F_2ガス供給配管４１、N_2ガス供給配管４２の一端が接続されている。F_2ガス供給配管４１およびN_2ガス供給配管４２の他端は、共通の配管４９に接続され、配管４９が上述したガス導入路３１に接続されている。F_2ガス供給配管４１、N_2ガス供給配管４２には、それぞれ、流路の開閉動作および流量制御を行う流量制御部４１ａ、４２ａが設けられている。流量制御部４１ａ、４２ａは例えば開閉弁およびマスフローコントローラのような流量制御器により構成されている。

[0044] したがって、エッチングガスであるF_2ガス、不活性ガスであるN_2ガスは、各ガス供給源４５、４６から配管４１、４２、４９を経てシャワーヘッド２６内に供給され、シャワープレート２８のガス吐出孔３２からチャンバー１０内へ吐出される。

[0045] 排気機構１４は、チャンバー１０の底部２１ｂに形成された排気口５１に繋がる排気配管５２を有しており、さらに、排気配管５２に設けられた、チャンバー１０内の圧力を制御するための自動圧力制御弁（ＡＰＣ）５３およびチャンバー１０内を排気するための真空ポンプ５４を有している。

[0046] チャンバー１０の側壁には、チャンバー１０内の圧力を計測するための圧力計として高圧用および低圧用の２つのキャパシタンスマノメータ５６ａ，５６ｂが、チャンバー１０内に挿入されるように設けられている。キャパシタンスマノメータ５６ａ，５６ｂの検出値に基づいて、自動圧力制御弁（ＡＰＣ）５３の開度が調整され、チャンバー１０内の圧力が制御される。

[0047] 制御部１５は、典型的にはコンピュータからなり、エッチング装置１の各構成部を制御するＣＰＵを有する主制御部を有している。また、制御部１５は、主制御部に接続された、入力装置（キーボード、マウス等）、出力装置（プリンタ等）、表示装置（ディスプレイ等）、記憶装置（記憶媒体）をさらに有している。制御部１５の主制御部は、例えば、記憶装置に内蔵された記憶媒体、または記憶装置にセットされた記憶媒体に記憶された処理レシピに基づいて、エッチング装置１の動作を制御する。

[0048] このようなエッチング装置１においては、基板Ｗをチャンバー１０内に搬入し、載置台１２に載置する。載置台１２は温調機構３５により温調され、基板Ｗの温度はエッチング反応が生じない第１の温度とされる。第１の温度は、載置台１２の温調機構３５により、エッチング生成物の沸点より低い温度、好ましくは－４０℃～－２０℃とされる。チャンバー１０内の圧力は、例えば０．０１～１Ｔｏｒｒ（１．３３～１３３Ｐａ）の範囲の圧力に制御される。

[0049] この状態で、エッチングガスとしてのフッ素含有ガスであるF_2ガスを含む処理ガスをチャンバー１０内に供給する。これにより、第１の温度に保持された基板Ｗの表面にフッ素含有ガスであるF_2ガスが吸着される。このとき、処理ガスとしてF_2ガス以外に不活性ガスであるN_2ガスを供給してもよい。F_2ガスの吸着処理は、基板Ｗの表面に存在するエッチング対象であるＳｉＧｅまたはＧｅの表面に飽和するまで行われる。この際の時間は、３０ｓｅｃよりも長い時間が好ましい。

[0050] 次に、F_2ガスを停止し、例えば、N_2ガスをチャンバー１０内に供給して、チャンバー１０内をパージすることにより、基板Ｗに吸着されたF_2ガスを

チャンバー１０から排出させ、F_2ガスの吸着量を制御する。

[0051] 次に、基板Wの温度を第１の温度から第２の温度に上昇させて、基板WのＳｉＧｅまたはＧｅと吸着されたエッチングガスとの反応を生じさせ、ＳｉＧｅまたはＧｅのエッチングを進行させる。第２の温度は、エッチング生成物の沸点以上とされ、好ましくは－２０℃以上とされる。チャンバー１０内の圧力は、例えば０．０１～３Ｔｏｒｒ（１．３３～４００Ｐａ）の範囲の圧力に制御される。

[0052] このとき、基板温度の第１の温度から第２の温度への変更は、上述したように、温調機構３５の制御温度を変更することにより行うことができる。また、上述のように、温調機構３５の制御温度を変更せずに、基板Wをリフトピンで持ち上げたり、基板Wにガスを供給したり、プラズマを用いたりして基板Wの温度を変更するようにしてもよい。この際のエッチング時間は、３０ｓｅｃよりも長い時間が好ましい。図６に示すように、基板WがＳｉＧｅまたはＧｅとＳｉとが共存する構造を有する場合には、Ｓｉのエッチングが極力抑制されるように設定される。

[0053] 次に、チャンバー１０内を排気機構１４により真空排気して、エッチングにより生じた残留物をチャンバーから排出する。

[0054] 以上の処理を１回または複数回の予め定められた回数行うことにより、ＳｉＧｅまたはＧｅに対して所望の量のエッチングを実施する。エッチングが終了後、基板Wをチャンバー１０から搬出する。

[0055] ところでエッチング装置１では、１つのチャンバー１０内で基板Wの温度を変更することによって処理を行う。従って、温調機構３５により基板Wの温度を変更して処理を行うにあたり、第２の温度が高すぎる場合は、１つの基板WをステップＳＴ２～ＳＴ５の繰り返しによって処理したり、複数の基板Wを順次チャンバー１０に搬入して処理したりする上で、第１の温度で基板Wを処理可能となるまでの時間が長くなってしまう。つまり、第２の温度で基板Wを処理後、第１の温度で基板Wを処理するためのチャンバー１０内の各部の冷却に長い時間を要してしまう。その冷却時間の長さに起因するス

ループットの低下を防ぎつつエッチング生成物を気化させる観点から、これまでに述べた第２の温度は例えば常温以下とすることが好ましく、より具体的には例えば５℃以下とすることが好ましい。従って、第２の温度は例えば－２０℃～５℃とする。上記の常温はエッチング装置１が配置されるクリーンルームの温度であり、例えば２４℃である。

[0056] なお、第１の温度、第２の温度について、エッチング生成物の沸点に対する差が僅かにあればよく、例えば第１の温度を当該沸点の－１℃以下、第２の温度を当該沸点の＋１℃以下とする（従って、第１の温度と第２の温度との差を２℃以下にする）。このように、第１の温度および第２の温度をエッチング生成物の沸点近傍にそれぞれ設定することで、第１、第２の温度間で速やかに温度調整できるようにしてもよい。

[0057] このように第１の温度及び第２の温度はエッチング生成物の沸点を基準にして設定することができる。この沸点について、反応によって生じるエッチング生成物の物質が明らかな場合は、第２の温度になるように基板Ｗを昇温させる際におけるチャンバー１０内の圧力での当該物質の沸点とすればよい。エッチング生成物の物質が不明であってもエッチング装置１で基板Ｗの処理前に予備試験を行うことで、当該沸点を決めることができる。予備試験としてはチャンバー１０内の圧力を実際の基板Ｗの処理時に第２の温度に昇温させる際の圧力とし、充分に冷却されると共にエッチングガスが供給された基板Ｗを昇温させてエッチング反応させる。このエッチング反応したと認められる時の温度を沸点とすればよい。

[0058] ＜エッチング装置の他の例＞

ところでエッチング装置の他の例であるエッチング装置１Ａについて以下に述べる。エッチング装置１Ａは、ステップＳＴ２、ＳＴ３を実施する第１モジュールと、ステップＳＴ４、ＳＴ５を実施する第２モジュールと、を備える。第１モジュールはエッチング装置１と同様の構成であり、第２モジュールは、エッチングガスの供給が行われないことを除いてエッチング装置１と同様の構成である。従ってエッチング装置１Ａは、基板Ｗを第１の温度で

処理するチャンバー１０と、基板Ｗを第２の温度で処理するチャンバー１０と、を個別に備える。

[0059] そしてエッチング装置１Ａは、第１モジュールのチャンバー１０と第２モジュールのチャンバー１０とを接続して真空雰囲気が形成される基板Ｗの搬送路、及びこの搬送路を移動可能な搬送機構を備える。搬送機構によって基板Ｗがチャンバー１０間を繰り返し往復移動することで、ステップＳＴ２～ＳＴ５からなるサイクルが繰り返し行われる。このように１つのチャンバー１０内において基板Ｗを第１の温度と第２の温度との間で変更する必要が無い装置構成としてもよい。なお、以上に説明した装置構成であるために、エッチング装置１Ａでもエッチング装置１と同じく、上記のサイクルが繰り返される間、基板Ｗの周囲を真空雰囲気に保つことができる。ところで上記のステップＳＴ５の真空引きについて補足しておくと、そのようにステップＳＴ２～ＳＴ５において例えば基板Ｗの周囲は真空雰囲気とされることで処理が行われる。ステップＳＴ５の真空引きは、ステップＳＴ２～ＳＴ４に比べて基板Ｗの周囲に高い真空度の雰囲気が形成されるようにチャンバー１０内が排気されることで行われる。

[0060] 〈その他〉

例えばエッチングガスを第１の温度の基板Ｗに吸着させるステップＳＴ２を行った後、パージや排気によって基板Ｗの表面から当該表面に吸着されていない余分なエッチングガスを除去するステップＳＴ３が行われずに、ステップＳＴ４の基板Ｗを第２の温度にすることでのエッチングが行われてもよい。チャンバー１０に供給するエッチングガスの供給量については、例えばエッチング対象のＳｉＧｅ膜表面への吸着が飽和し、且つ表面の各部での吸着量のばらつきが抑えられるように、事前に実験等を行うなどして、適量となるように決めておく。ただし吸着量のばらつきがより確実に抑えられるようにしてＳｉＧｅ膜表面の各部でエッチング量がばらつくことを抑えるために、ステップＳＴ３を行うことが有効である。

[0061] ＜他の適用＞

以上、実施形態について説明したが、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およびその主旨を逸脱することなく、様々な形態で省略、置換、変更されてもよい。

[0062] 例えば、図６に示す基板の構造例はあくまで例示であり、表面部分にＳｉＧｅまたはＧｅを有する基板であれば適用可能である。また、上記エッチング装置の構造についても例示に過ぎず、種々の構成の装置を用いることができる。また、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。

[0063] ［評価試験］

以下、本開示におけるエッチング方法に関して行われた評価試験について説明する。

[0064] ＜評価試験１＞

評価試験１として、平坦な表面にＳｉＧｅ膜が形成された複数のウエハに対して、エッチング装置１Ａを用いて本開示のエッチング処理を行い、当該ＳｉＧｅ膜のエッチング量を測定した。エッチング処理については、ウエハ毎にステップＳＴ２～ＳＴ５のサイクルを実施する回数（以下、サイクル数と記載する）及びステップＳＴ２の実施時間（即ち、エッチングガスの供給時間）の組み合わせを変更して行った。

[0065] 評価試験１－１として、エッチングガスの供給時間を３０ｓｅｃ、サイクル数を１回、２回または５回とした。そして、ステップＳＴ２、ＳＴ３におけるウエハの第１温度を上記した実施形態で説明した好ましい範囲内の温度とした。ステップＳＴ３として、ウエハが載置台１２に載置される状態でチャンバー１０内を１２０ｓｅｃ排気し、そのうちの６０ｓｅｃチャンバー１０内へ、N_2ガス及びＡｒガスの混合ガスであるパージガスの供給を行った。ステップＳＴ４、ＳＴ５の合計時間は３００ｓｅｃとし、このＳＴ４、ＳＴ

５におけるウエハの温度は、１９０℃となるようにした。なお、そのように実施形態で例示した温度よりも高い温度でウエハを加熱するのは、評価試験１－１～１－４（１－２～１－４については後述）の間でのエッチングガスの供給時間の違いによる影響を正確に検証する目的で、エッチング生成物がウエハから確実に除去されるようにするためである。

[0066] 評価試験１－２、１－３では、共にエッチングガスの供給時間を９０ｓｅｃとした。サイクル数について、評価試験１－２では１回、２回、４回または８回であり、評価試験１－３では１回、２回または５回である。評価試験１－４ではエッチングガスの供給時間を１２０ｓｅｃとし、サイクル数を１回、２回または５回とした。評価試験１－２～１－４の上記以外の試験条件は、評価試験１－１と同一に設定した。

[0067] 図１０は、評価試験１の結果を示すグラフであり、サイクル数に対するエッチング量の変化を示している。グラフの縦軸にはエッチング量の測定値を所定の値で除すことによって規格化した値を示しており、グラフの横軸はサイクル数を示している。グラフ中には評価試験１－１～１－４の測定結果をプロットして示すと共に、評価試験１－１～１－４の各々について測定結果から算出した近似直線を、互いに異なる線種で表示している。グラフから明らかなように評価試験１－１～１－４のエッチング量は、概ねサイクル数に比例して増加する。また、評価試験１－１～１－４において、サイクル数が１回である場合の規格化されていないエッチング量については、１Å程度であった。このような結果から本開示のエッチング方法によれば、ＳｉＧｅ膜をごく微量にエッチングすることができ、且つエッチング量をサイクル数で調整できることが分かった。

[0068] また、評価試験１－２～１－４間では近似直線に差異がほとんど無い。即ち、サイクル数に対するエッチング量の関係について、概ね一致している。しかし、評価試験１－１の近似直線は、評価試験１－２～１－４の近似直線よりも傾きが小さい。以上のことから、エッチングガスの供給時間が３０ｓｅｃである評価試験１－１では、エッチングガスのＳｉＧｅ膜の表面への吸

着が飽和しなかった、即ちＳｉＧｅ膜の表面の一部がエッチングガスに覆われずに、露出した状態となっていたと推定される。一方、エッチングガスの供給時間が９０ｓｅｃ以上である評価試験１－２～１－４では当該吸着が飽和した、即ちエッチングガスがＳｉＧｅ膜の表面全体に吸着して被覆したと推測される。吸着が飽和しないと、エッチング対象となる膜の各部でエッチング量がばらつくおそれが有るため、この評価試験１からはエッチングガスの供給時間としては３０ｓｅｃよりも長いことが好ましく、９０ｓｅｃ以上であることがより好ましいことが分かる。

[0069] ＜評価試験２＞

評価試験２では、図６に示すような表面部分にＳｉＧｅ膜とＳｉ膜とが交互に設けられた積層部が形成された基板を用意して試験を行った。この積層部においてＳｉＧｅ膜は互いに離れて３段に形成されており、各段のＳｉＧｅ膜の上側及び下側はＳｉ膜に接している。そして、各ＳｉＧｅ膜の側面は概ね平坦であると共に、基板の面方向に対して概ね垂直に形成されている。このような基板に対し、本開示のエッチング処理と、後述する比較例のエッチング処理とを行い、エッチング処理の前後で取得したＳＥＭ画像を比較した。詳しく述べるとＳＥＭ画像より、ＳｉＧｅ膜間におけるエッチングの違い、各段のＳｉＧｅ膜のエッチングによって形成される凹部の矩形性について検証した。さらに、各ＳｉＧｅ膜における異なる高さ位置の横方向のエッチング量を測定し、ばらつきを算出した。

[0070] なお上記の凹部の矩形性が高いことについて補足して述べると、この凹部について、仮にＳｉＧｅ膜の側面に対して、当該ＳｉＧｅ膜の上側のＳｉ膜の下面、当該ＳｉＧｅ膜の下側のＳｉ膜の上面が各々直交していることで形成されているとする。そのような凹部を基準の凹部とすると、矩形性が高いとは実際に形成される凹部の形状が、基準の凹部の形状に近似することであるので、ＳｉＧｅ膜の側面の高さ方向におけるエッチングの均一性が高いことでもある。それ故に、この矩形性に関して高いことが望まれる。

[0071] 評価試験２－１では比較例のエッチングを行った。この比較例のエッチン

グについては本開示のエッチングとは異なり、ステップＳＴ２のエッチングガスの供給中に当該エッチングガスとＳｉＧｅ膜とが反応してエッチング生成物が生成するように、基板の温度を比較的高い温度に設定した。つまり、基板を第１の温度として例示した範囲よりも高い温度にして、エッチングガスの供給を行った。評価試験２－２では、図１で説明したエッチングを行った。評価試験２－１、２－２間で、上記した基板の温度以外の各処理条件は同じである。

[0072] 図１１、図１２は、評価試験２－１のエッチング処理後の基板のＳＥＭ画像であり、図１２は図１１の画像の一部を拡大したものである。これらの画像に示されるように各ＳｉＧｅ膜の側面は、各膜の積層方向（基板の厚さ方向）における中央部分が他の部分よりも大きくエッチングされており、既述した矩形性については高くなかった。そして、２段目のＳｉＧｅ膜のエッチング量が１、３段目のＳｉＧｅ膜のエッチング量より少なかった。

[0073] エッチング量の平均値を規格化した値は、１．０であった。また、算出されたエッチング量のばらつきについて述べると、３σ（単位：ｎｍ）を規格化した値は１．７６であり、３σ％は７５．６％であった。なお、３σ（単位：ｎｍ）＝３×σ（σはエッチング量の標準偏差）である。また、３σ％＝３σ（単位：ｎｍ）／エッチング量の平均値×１００である。従って、３σ（単位：ｎｍ）を規格化した値、及び３σ％の値が小さいほど、エッチング量のばらつきは小さい。

[0074] 図１３、図１４は、評価試験２－２のエッチング処理後の基板のＳＥＭ画像であり、図１４は図１３の画像の一部を拡大したものである。これらの画像に示されるように各ＳｉＧｅ膜の側面は比較的平坦であるため、既述した矩形性が良好であった。そして、１段目～３段目のＳｉＧｅ膜で概ねエッチング量が揃っていた。エッチング量の平均値を規格化した値は、１．０４であった。また、算出されたエッチング量のばらつきについて述べると、３σ（単位：ｎｍ）を規格化した値は０．３であり、３σ％は２７．５％であった。

[0075] 以上のように評価試験２－１、２－２間で、エッチング量の平均値が略同じとなるようにエッチングが行われるにあたって、評価試験２－２の方が、同じＳｉＧｅ膜の面内、高さが異なるＳｉＧｅ膜間の各々に関して、エッチング量のばらつきが抑えられたことが確認された。そして、エッチングによって形成される空間の矩形性について評価試験２－２の方が高く、また、評価試験２－２の方が基板の上方側に形成された膜（トップ）と下方側に形成された膜（ボトム）との間のローディング（エッチングレートの差）について抑制されることが示された。このような結果となったのは、評価試験２－２では、図２～図４で説明したようにエッチングガスがＳｉＧｅ膜の表面に均一性高く残った状態で反応が進行したことによって、１サイクルにおけるエッチング量が各部で揃ったことによると考えられる。また、そのように図２～図４のように反応が進行すると予想されることから、本開示のエッチング方法によれば、エッチング対象の膜がパターンを形成し、このパターンの粗密性が基板の各部で異なったとしても、ローディングを抑えて各部を均一性高くエッチングできることが推定される。

符号の説明

[0076] １；エッチング装置

１０；チャンバー

１２；載置台

１３；ガス供給機構

１４；排気機構

２６；シャワーヘッド

３５；温調機構

１００；半導体基体

１０１，１１１；ＳｉＧｅ膜

１０２；エッチングガス

１１２；Ｓｉ膜

１１４；凹部

W；半導体ウエハ（基板）

請求の範囲

[請求項1] 表面部分にＳｉＧｅまたはＧｅを有する基板をチャンバー内に設けることと、

ＳｉＧｅまたはＧｅをエッチングするためのエッチングガスを、エッチング反応が生じない第１の温度に保持された前記基板に供給して、基板の表面に吸着させることと、

前記基板の温度を前記ＳｉＧｅまたはＧｅと前記エッチングガスとの反応が生じる第２の温度にして前記ＳｉＧｅまたはＧｅをエッチングすることと、

を有する、エッチング方法。

[請求項2] 前記エッチングガスを前記基板の表面に吸着させることと、前記エッチングすることと、を複数回繰り返す、請求項１に記載のエッチング方法。

[請求項3] 前記エッチングガスを前記基板の表面に吸着させることの後に、前記エッチングガスを前記チャンバーから排出させることをさらに有する、請求項１に記載のエッチング方法。

[請求項4] 前記エッチングガスを前記チャンバーから排出させることは、前記チャンバー内を不活性ガスでパージすることにより行われる、請求項３に記載のエッチング方法。

[請求項5] 前記エッチングすることの後に、前記エッチングすることにより生じた残留物を前記チャンバーから排出させることをさらに有する、請求項１に記載のエッチング方法。

[請求項6] 前記残留物を前記チャンバーから排出させることは、前記チャンバー内を真空引きすることにより行う、請求項５に記載のエッチング方法。

[請求項7] 前記基板は、処理中にエッチングガスが接触する部分にＳｉが存在し、前記ＳｉＧｅまたはＧｅを前記Ｓｉに対して選択的にエッチングする、請求項１から請求項６のいずれか一項に記載のエッチング方法

。

[請求項8] 前記ＳｉＧｅまたはＧｅが、ＳｉＧｅ膜またはＧｅ膜であり、前記ＳｉがＳｉ膜である、請求項７に記載のエッチング方法。

[請求項9] 前記基板は、表面部分に前記ＳｉＧｅ膜と前記Ｓｉ膜とが交互に積層されてなる積層構造部を有する、請求項８に記載のエッチング方法。

[請求項10] 前記エッチングガスは、フッ素含有ガスである、請求項７に記載のエッチング方法。

[請求項11] 前記フッ素含有ガスは、ClF_3ガス、F_2ガス、SF_6ガス、IF_7ガスの少なくとも一種である、請求項１０に記載のエッチング方法。

[請求項12] 前記エッチングガスとしてフッ素含有ガスを用いる場合に、前記第１の温度は－２０℃以下であり、前記第２の温度は前記第１の温度よりも高い請求項１０に記載のエッチング方法。

[請求項13] 前記第２の温度は常温以下である請求項１２に記載のエッチング方法。

[請求項14] 前記エッチングガスを前記基板の表面に吸着させる際に、前記基板に前記エッチングガスとともに不活性ガスを供給する、請求項１に記載のエッチング方法。

[請求項15] 表面部分にＳｉＧｅまたはＧｅを有する基板を収容するチャンバーと、

前記チャンバー内で基板を載置する載置台と、

前記チャンバー内にエッチングガスを供給するガス供給部と、

前記チャンバー内を排気する排気部と、

前記載置台上の基板の温度を調節する温調機構と、

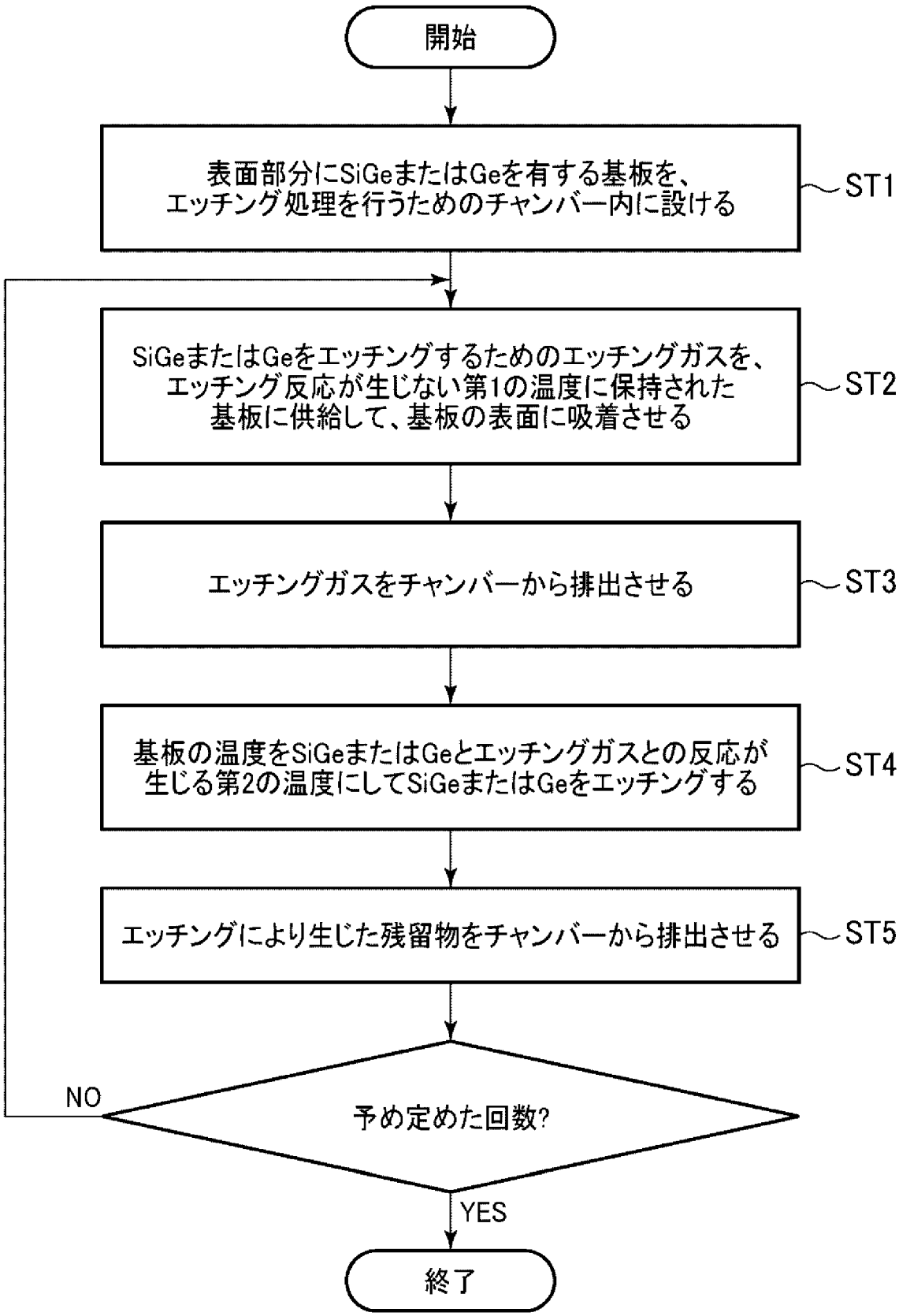
制御部と、

を具備し、

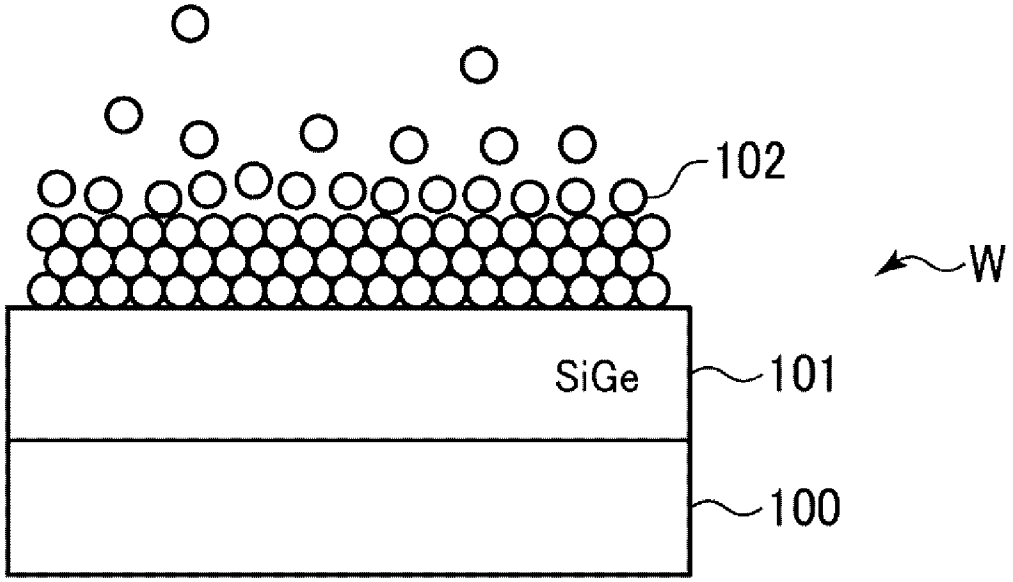
前記制御部は、前記請求項１から請求項１４のいずれか一項のエッ

チング方法が行われるように、前記ガス供給部と、前記排気部と、前記温調部とを制御する、エッチング装置。

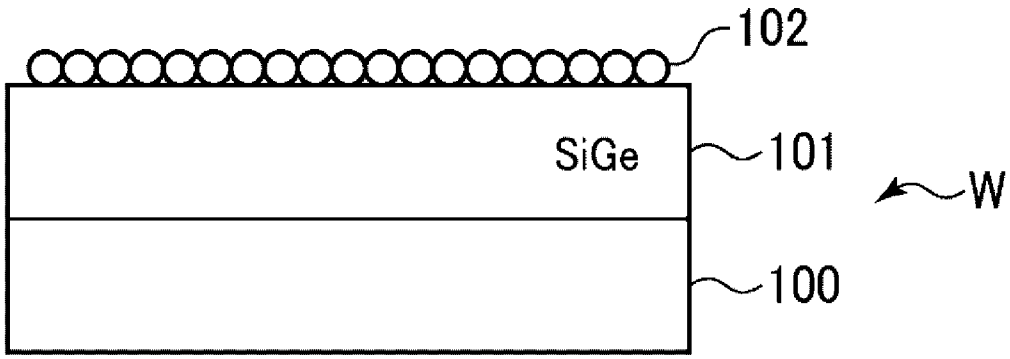
[図1]


開始
表面部分にSiGeまたはGeを有する基板を、
エッチング処理を行うためのチャンバー内に設ける
ST1
SiGeまたはGeをエッチングするためのエッチングガスを、
エッチング反応が生じない第1の温度に保持された
基板に供給して、基板の表面に吸着させる
ST2
エッチングガスをチャンバーから排出させる
ST3
基板の温度をSiGeまたはGeとエッチングガスとの反応が
生じる第2の温度にしてSiGeまたはGeをエッチングする
ST4
エッチングにより生じた残留物をチャンバーから排出させる
ST5
予め定めた回数?
NO
YES
終了

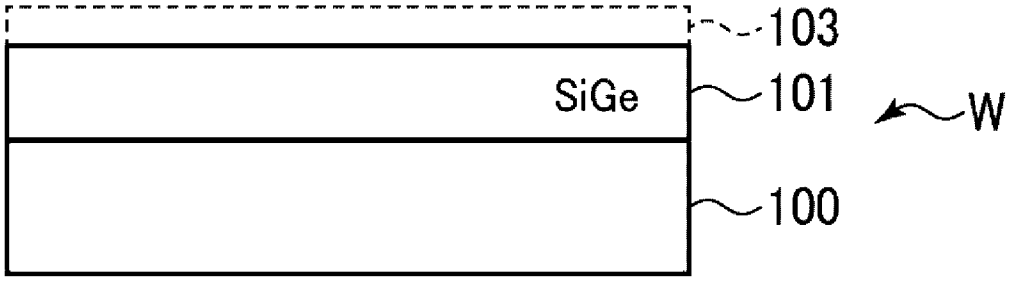
[図2]



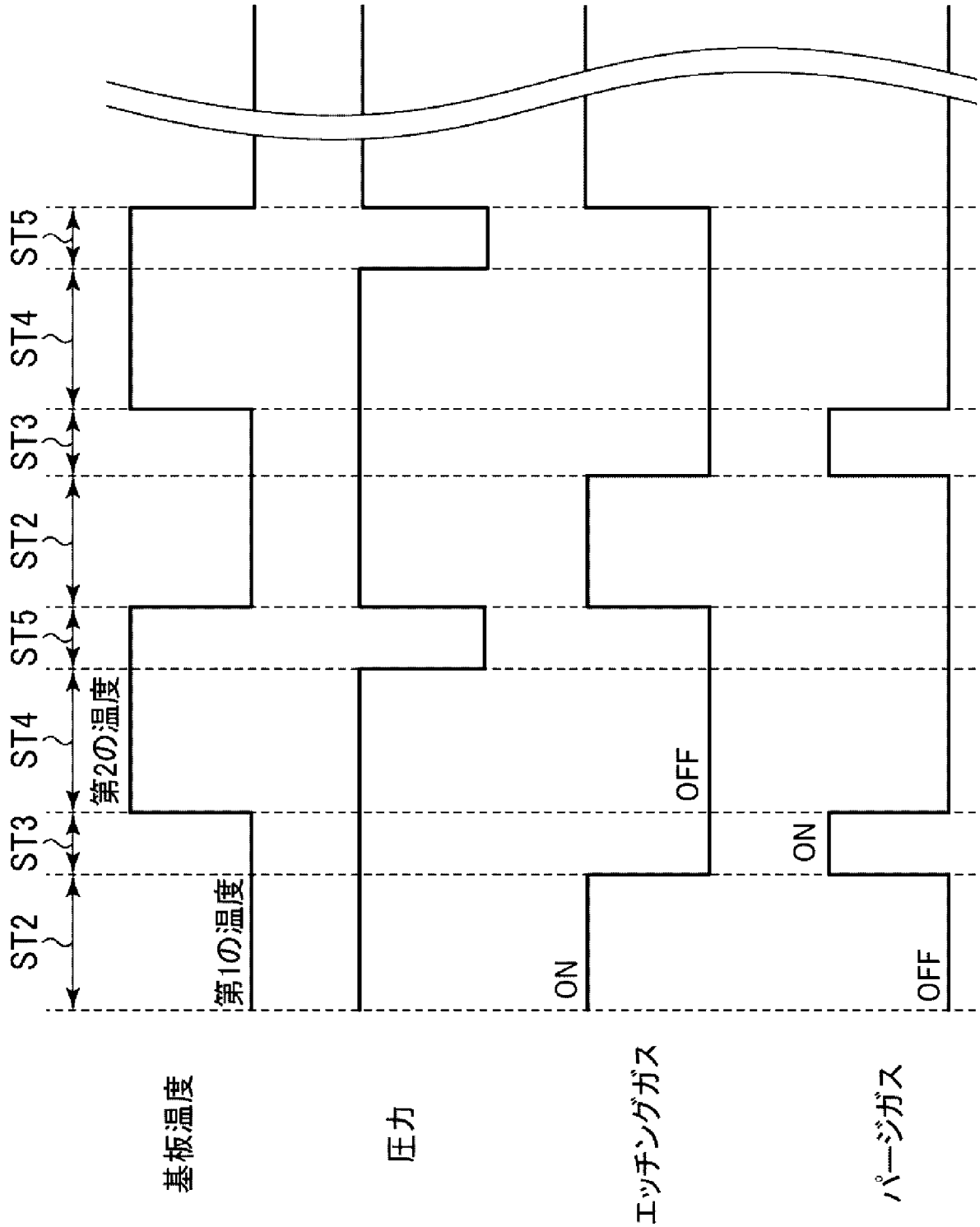
[図3]



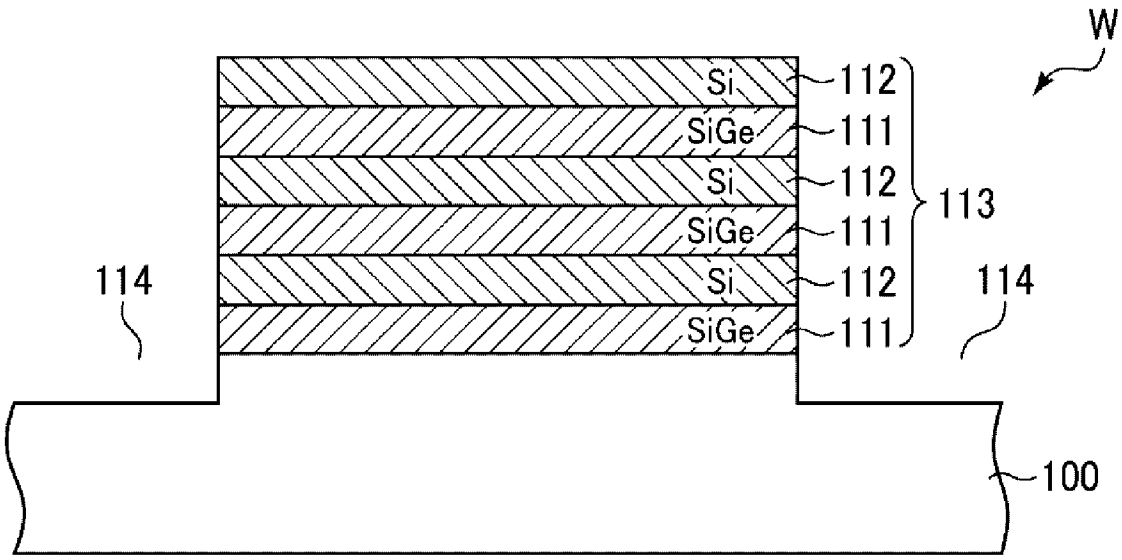
[図4]



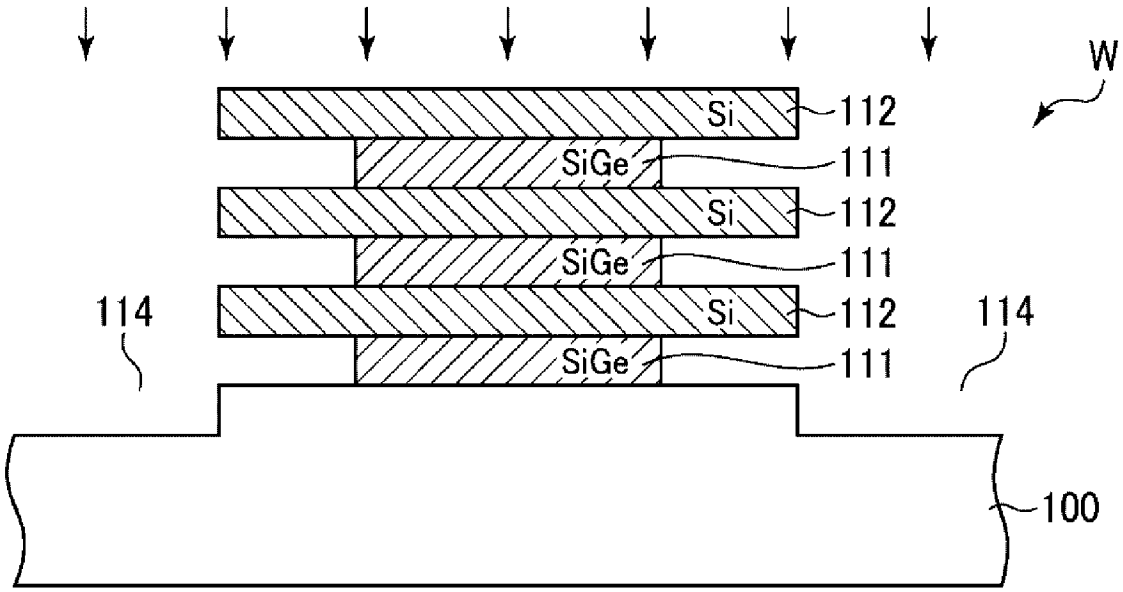
[図5]


ST2
ST3
ST4
ST5
ST2
ST3
ST4
ST5
ST2
ST3
ST4
ST5
第1の温度
第2の温度
基板温度
圧力
ON
OFF
エッチングガス
ON
OFF
パージガス

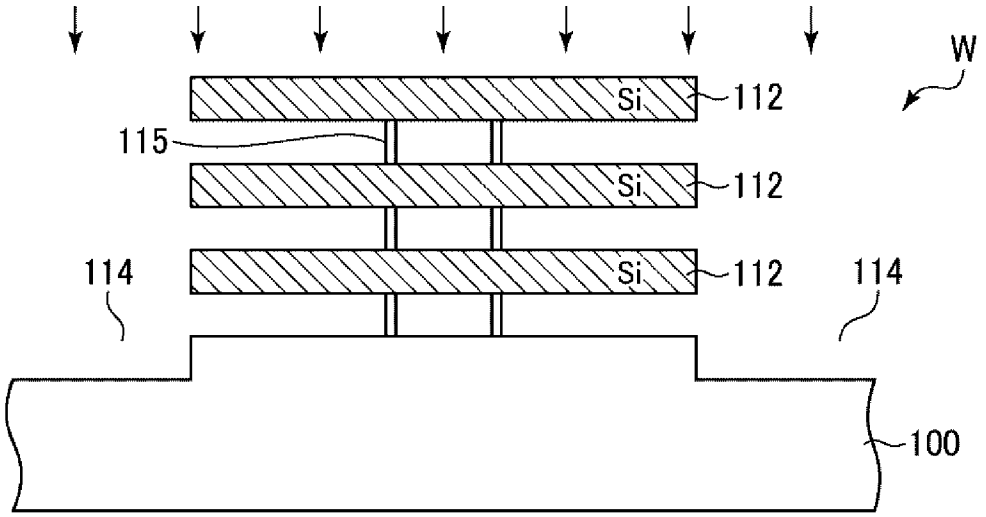
[図6]


W
Si
112
SiGe
111
Si
112
113
SiGe
111
114
Si
112
114
SiGe
111
100

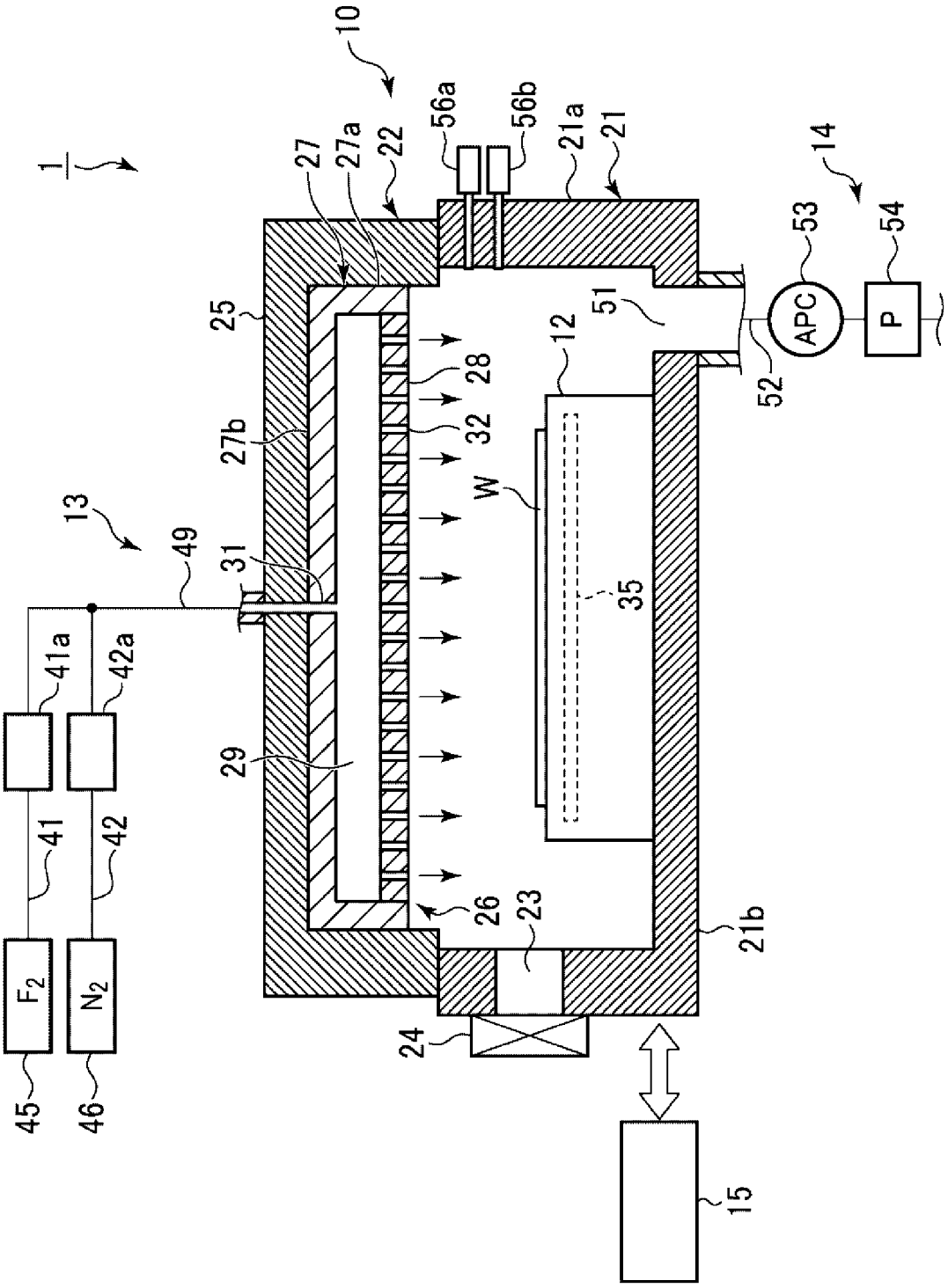
[図7]


W
Si
112
SiGe
111
Si
112
SiGe
111
114
Si
112
114
SiGe
111
100

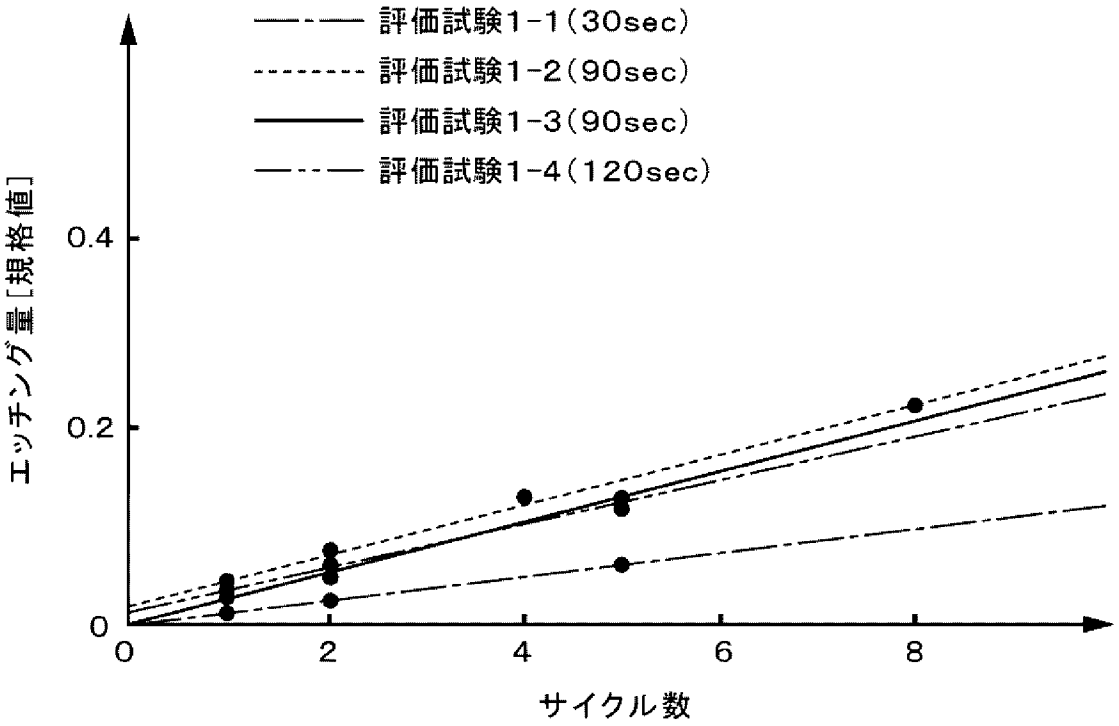
[図8]



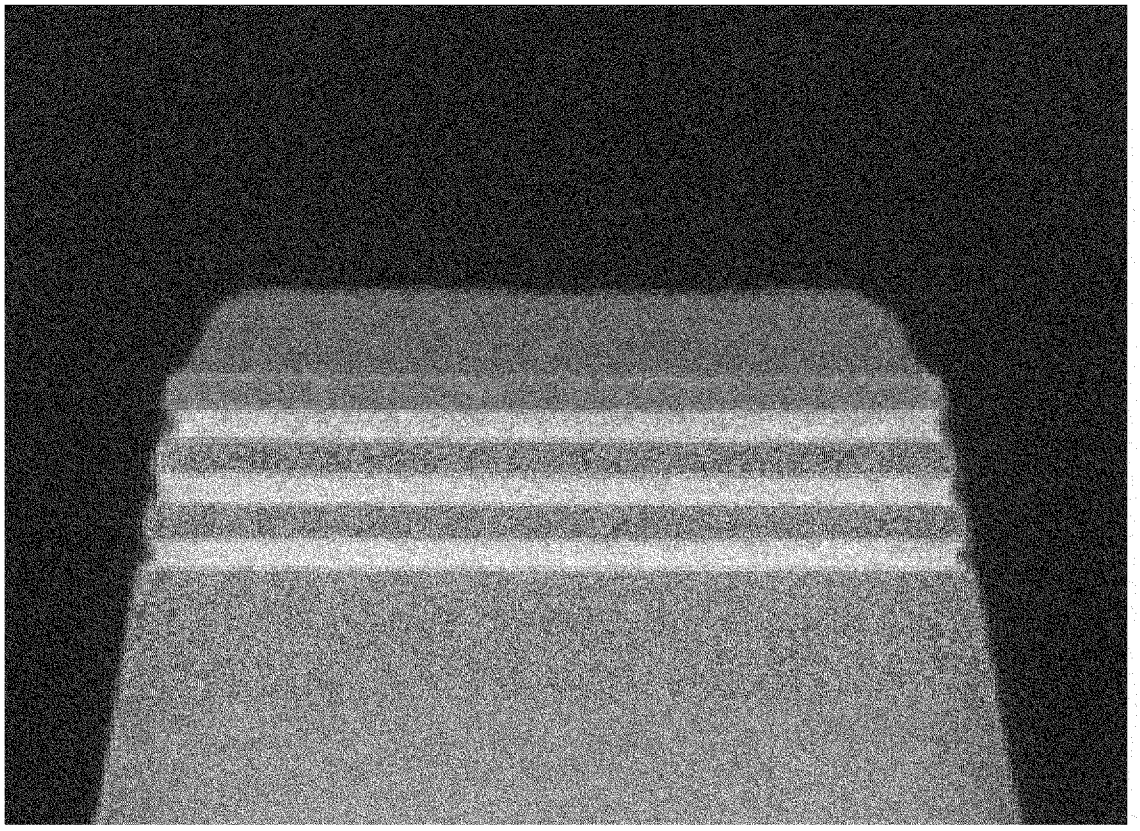
[図9]


1
10
56a
56b
21a
21
27
27a
22
14
53
54
APC
P
25
51
12
28
32
27b
W
52
13
49
31
35
41a
42a
29
41
42
F_2
N_2
26
23
21b
24
45
46
15

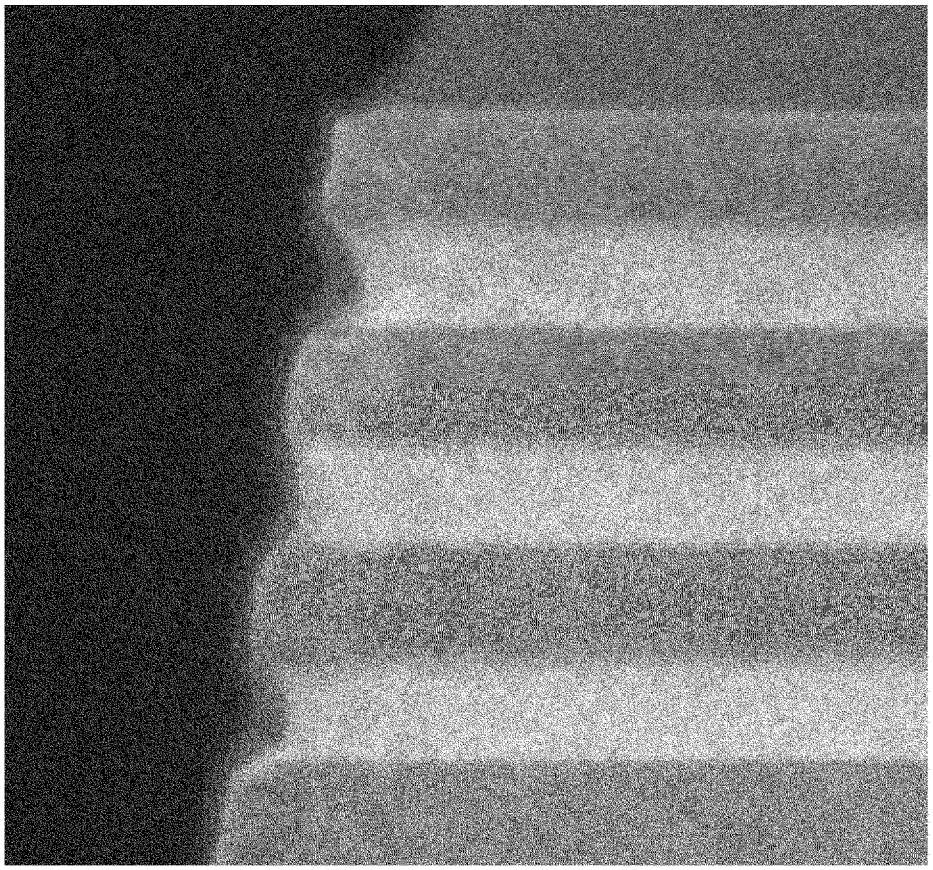
[図10]


評価試験1-1（30sec）
評価試験1-2（90sec）
評価試験1-3（90sec）
評価試験1-4（120sec）
エッチング量［規格値］
0.4
0.2
0
0
2
4
6
8
サイクル数

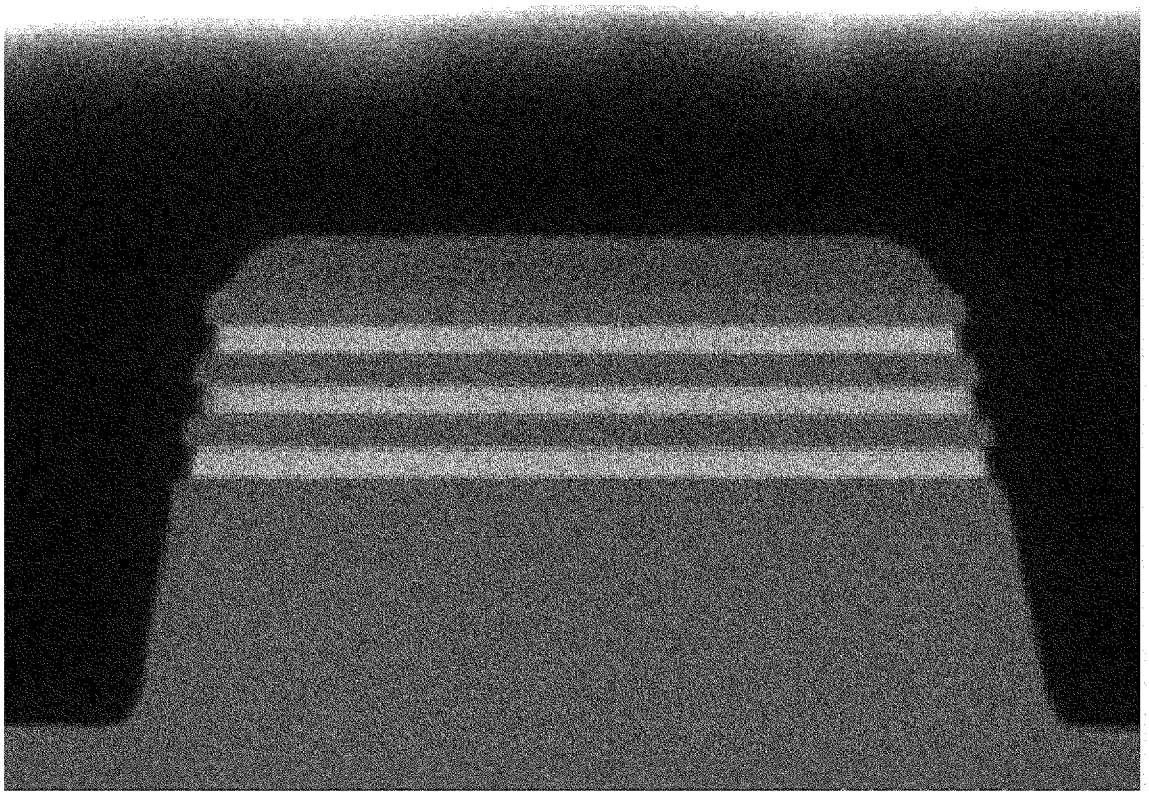
[図11]



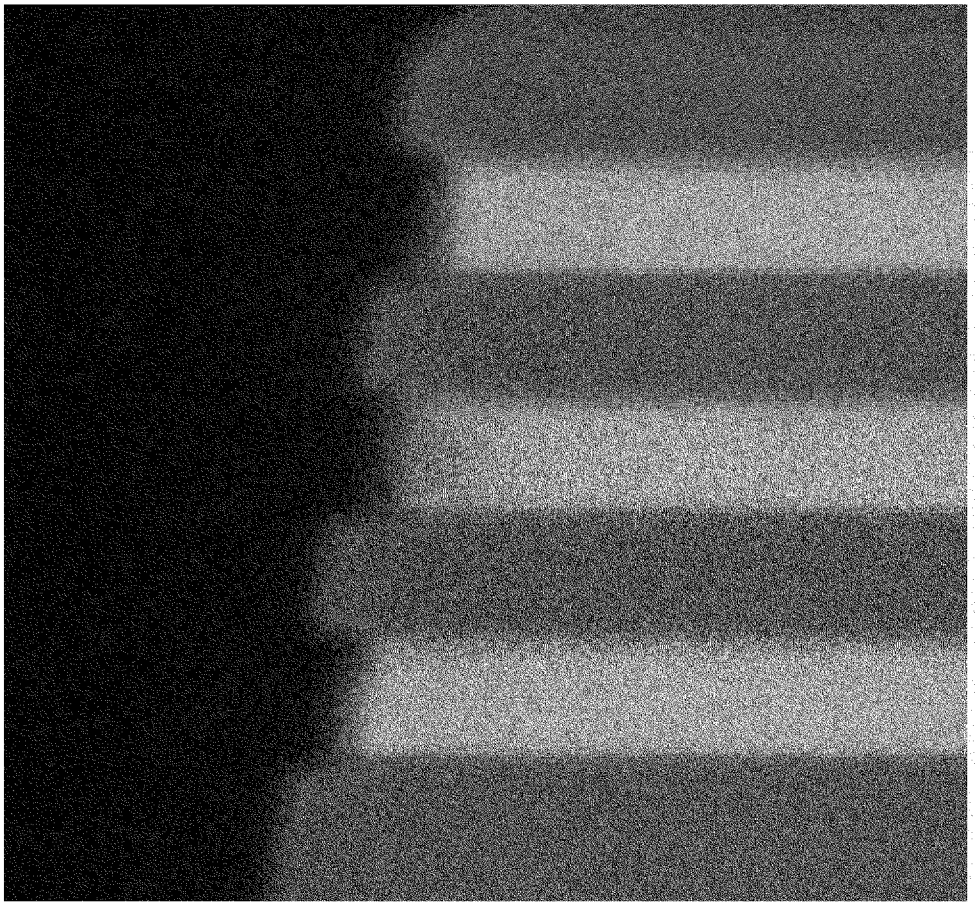
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/030794

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 21/302(2006.01)i
FI: H01L21/302 201

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)

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 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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.
X	JP 2005-064035 A (MASUOKA, Fujio) 10 March 2005 (2005-03-10) paragraphs [0038]-[0040], fig. 5	1-6
Y		7-11, 14-15
A		12-13
Y	JP 2020-053448 A (TOKYO ELECTRON LIMITED) 02 April 2020 (2020-04-02) claims, paragraphs [0033]-[0073], fig. 1-4, 11-12	7-11, 14-15
A		1-6, 12-13
A	JP 2020-021958 A (TOKYO ELECTRON LIMITED) 06 February 2020 (2020-02-06)	1-15

☐ 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
"D" document cited by the applicant in the international application
"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
30 October 2024	**12 November 2024**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/030794

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2005-064035 A	10 March 2005	US 2005/0037621 A1 paragraphs [0074]-[0078], fig. 5 EP 1511067 A2 TW 200516660 A KR 10-2005-0019015 A	
JP 2020-053448 A	02 April 2020	US 2020/0098575 A1 claims, paragraphs [0050]-[0116], fig. 1-4, 11-12 CN 110942985 A KR 10-2020-0035213 A TW 202030794 A	
JP 2020-021958 A	06 February 2020	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2024/030794

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01L 21/302(2006.01)i
FI: H01L21/302 201

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））

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	１９７１－２０２４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２４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
X	JP 2005-064035 A (舛岡 富士雄) 10.03.2005 (2005-03-10) 段落[0038]-[0040],第5図	1-6
Y		7-11,14-15
A		12-13
Y	JP 2020-053448 A (東京エレクトロン株式会社) 02.04.2020 (2020-04-02) 特許請求の範囲,段落[0033]-[0073],第1-4,11-12図	7-11,14-15
A		1-6,12-13
A	JP 2020-021958 A (東京エレクトロン株式会社) 06.02.2020 (2020-02-06)	1-15

☐ 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
"D" 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
"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抵触するものではなく、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
30.10.2024	12.11.2024

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）

桑原　清 50 9375

電話番号 03-3581-1101 内線 3514

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2024/030794

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2005-064035 A	10.03.2005	US 2005/0037621 A1 段落[0074]-[0078],第5図 EP 1511067 A2 TW 200516660 A KR 10-2005-0019015 A	
JP 2020-053448 A	02.04.2020	US 2020/0098575 A1 請求の範囲,段落[0050]-[0116],第1-4,11-12図 CN 110942985 A KR 10-2020-0035213 A TW 202030794 A	
JP 2020-021958 A	06.02.2020	（ファミリーなし）	