

(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  
2011年9月1日(01.09.2011)

PCT

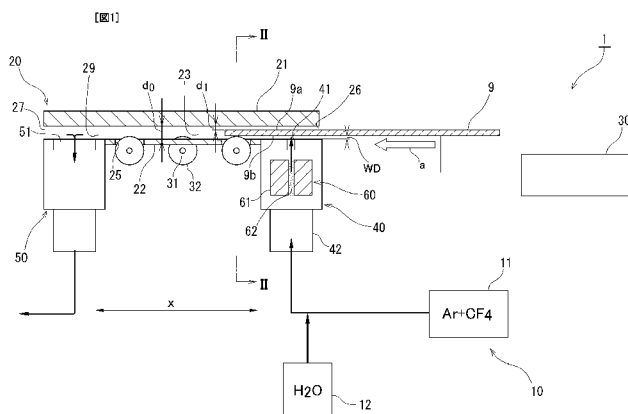
(10) 国際公開番号  
WO 2011/105331 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 21/3065 (2006.01) H05H 1/24 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/053704
- (22) 国際出願日: 2011年2月21日(21.02.2011)
- (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 2010-040768 2010年2月25日(25.02.2010) JP  
特願 2010-214117 2010年9月24日(24.09.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 積水化学工業株式会社(SEKISUI CHEMICAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5308565 大阪府大阪市北区西天満2丁目4番4号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 宮本 栄司(MIYAMOTO Eiji) [JP/JP]; 〒6018105 京都府京都市南区上鳥羽上調子町2-2 積水化学工業株式会社内 Kyoto (JP). 井上 将男(INOUE Masao) [JP/JP]; 〒6018105 京都府京都市南区上鳥
- (54) 代理人: 渡辺 昇, 外(WATANABE Noboru et al.); 〒1020074 東京都千代田区九段南3丁目7番7号、九段南グリーンビル3階 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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

[続葉有]

(54) Title: ETCHING METHOD AND ETCHING APPARATUS

(54) 発明の名称: エッチング方法及び装置



(57) Abstract: Disclosed are an etching method and an etching apparatus, wherein, while suppressing or eliminating etching of the first surface (for instance, the main surface) of a substrate, such as a glass substrate, which includes a silicon-containing material and is to be treated, the second surface on the rear side is etched. The substrate to be treated (9) is disposed in the treatment atmosphere containing hydrogen fluoride and water. An adjusting means, including a heater (21), performs adjustment such that the temperature of the first surface (9a) of the substrate to be processed (9) is higher than the condensation points of the hydrogen fluoride and the water in the treatment atmosphere and that the temperature of the second surface (9b) is at such condensation points or below.

(57) 要約: ガラス基板等のシリコン含有物を含む被処理基板の第1面(例えば主面)のエッチングを抑制又は防止しながら、裏側の第2面をエッチングする。フッ化水素及び水を含む処理雰囲気中に被処理基板9を配置する。ヒータ21を含む調節手段によって、被処理基板9の第1面9aの温度が処理雰囲気中のフッ化水素及び水の凝縮点より高温になるよう、かつ第2面9bの温度が上記凝縮点以下になるよう調節する。



WO 2011/105331 A1

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

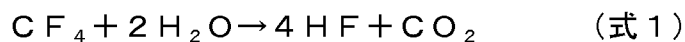
**発明の名称**：エッチング方法及び装置

**技術分野**

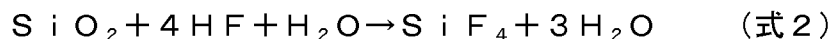
[0001] この発明は、シリコン含有物を含む被処理基板をエッチングする方法及び装置に関し、特にガラス基板の裏面を軽く粗面化する程度にエッチングするのに適した方法及び装置に関する。

**背景技術**

[0002] 例えば、特許文献1、2等には、フッ化水素（HF）を含む処理ガスをガラス基板に接触させ、ガラス基板の表面のシリコン含有物をエッチングすることが記載されている。上記処理ガスは、例えばCF<sub>4</sub>等のフッ素系化合物を含む原料ガスに水（H<sub>2</sub>O）を添加した後、上記原料ガスを大気圧放電によってプラズマ化することによって形成する。プラズマ化によってフッ化水素が生成される（式1）。



[0003] 処理ガスがガラス基板に接触すると、フッ化水素及び水が凝縮し、ガラス基板の表面にフッ化水素酸の凝縮層が形成される。そして、例えば下式2に示すエッチング反応が起き、ガラス基板の表面のシリコン含有物がエッチングされる。



**先行技術文献**

**特許文献**

[0004] 特許文献1：国際公開第WO2008/102807号

特許文献2：特開2007-294642号公報

**発明の概要**

**発明が解決しようとする課題**

[0005] 上掲特許文献1、2等の開示されたエッチング処理技術は、例えばガラス基板の裏面を軽く粗化する処理等に適用できる。裏面を軽く粗化しておくこ

とによって、そのガラス基板をステージに載置して主面（おもて側の面）を表面処理した後、ステージから搬出する際、ガラス基板をステージから容易に引き離すことができる。

[0006] 上記エッチング処理によるガラス基板の裏面の粗化度は、ガラス基板をステージから容易に引き離すことができる範囲内で、なるべく小さいことが好ましい。粗化度が大きすぎると、その後の主面の表面処理の際、ガラス基板をステージに密着させにくくなったりガラス基板の光学特性が損なわれたりするおそれがある。

[0007] しかし、エッチング用の処理ガスが、拡散によってガラス基板の主面にも接触することが考えられる。そうすると、主面までもが粗面化されてしまう。

[0008] 本発明は、上記のような事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、ガラス基板等のシリコン含有物を含む被処理基板の第1面（例えば主面）のエッチングを抑制又は防止しながら、裏側の第2面をエッチングすることにある。

### 課題を解決するための手段

[0009] 上記問題点を解決するために、本発明方法は、シリコン含有物を含み、かつ第1面と該第1面の裏側の第2面とを有する被処理基板を大気圧近傍下にてエッチングする方法であって、

フッ化水素蒸気及び水蒸気を含有する処理雰囲気中に前記被処理基板を配置し、

前記第1面の温度を前記処理雰囲気のフッ化水素及び水の凝縮点より高温になるよう、かつ前記第2面の温度を前記凝縮点以下になるよう調節することを特徴とする。

[0010] 被処理基板の第2面においては、前記凝縮点と第2面の温度との関係により、第2面上でフッ化水素及び水が凝縮してフッ化水素酸の凝縮層が形成される。これにより、第2面を構成するシリコン含有物のエッチング反応が起き、第2面をエッチング（粗化を含む）することができる。一方、第1面に

においては、前記凝縮点と第1面の温度との関係により、凝縮層が形成されるのを回避できる。よって、第1面のエッチングを抑制又は防止できる。

- [0011] 前記第1面の温度を前記凝縮点より0℃超～40℃高温にすることが好ましい。より好ましくは、前記第1面の温度を前記凝縮点より5℃～30℃高温にする。

第1面の加温度ひいては第1面に付与すべき熱量を小さくすることにより、熱が第2面まで伝達するのを回避又は抑制でき、第2面の温度上昇を防止又は抑制できる。したがって、第2面の温度を確実に前記凝縮点以下にすることができる。よって、第1面のエッチングを確実に防止又は抑制しながら、第2面を確実にエッチングすることができる。

- [0012] 前記第2面の温度を前記凝縮点より0℃～10℃低温にすることが好ましい。

凝縮点と第2面の温度との差を小さくすることにより、第1面を少し加温すれば、第1面の温度が前記凝縮点を上回るようにすることができる。第1面の加温度ひいては第1面に付与すべき熱量を小さくすることにより、熱が第2面まで伝達するのを回避又は抑制でき、第2面の温度上昇を防止又は抑制できる。したがって、上記第2面の温度を確実に前記凝縮点以下にすることができる。よって、第1面のエッチングを確実に防止又は抑制しながら、第2面を確実にエッチングすることができる。

- [0013] 前記処理雰囲気が存在する処理空間に連なる搬入口から前記被処理基板を前記処理空間に搬入し、前記処理空間に連なる搬出口から前記被処理基板を搬出し、前記搬入口の近傍及び前記搬出口の近傍でガスを吸引することにしてもよい。

これによって、外気が搬入口又は搬出口を通過して処理空間に達する前に、搬入口又は搬出口の近傍で吸引して排気でき、外気が処理空間に流入するのを防止できる。上記の流入外気の流量や流速は、被処理基板の搬入及び搬出に伴って変動する。このような変動があっても、上記の吸引によって処理雰囲気への外気混入を防止できるから、処理雰囲気のガス組成ひいてはフッ化

水素蒸気分圧及び水蒸気分圧を、それぞれ処理ガス自体のものと略同じに維持することができる。この結果、第2面のエッチング処理が不均一になるのを防止することができる。また、処理雰囲気湿度に対して外気湿度が高くても第1面側の処理雰囲気湿度が上昇するのを防止でき、第1面に凝縮層が形成されるのを防止できる。したがって、第1面までもがエッチングされてしまうのを回避できる。

[0014] 本発明装置は、シリコン含有物を含み、かつ第1面と該第1面の裏側の第2面とを有する被処理基板を大気圧近傍かつ湿度0%超の処理空間内にてエッチングする装置であって、

フッ化水素及び水のうち少なくともフッ化水素を含有する処理ガスを前記処理空間内に供給して前記被処理基板の少なくとも前記第2面に接触させる吹出ノズルと、

前記第1面の温度が前記処理空間におけるフッ化水素及び水の凝縮点より高温になるよう、かつ前記第2面の温度が前記凝縮点以下になるよう調節する調節手段と、

を備えたことを特徴とする。

[0015] 吹出しノズルからの処理ガスが処理空間内の処理雰囲気に混合される。処理ガスはフッ化水素及び水のうち少なくともフッ化水素を含有し、かつ処理空間の湿度は0%超であるから、処理雰囲気はフッ化水素蒸気及び水蒸気を含有することになる。この処理雰囲気が被処理物に接触する。このとき、被処理物の第2面においては、前記調節手段による前記凝縮点と第2面の温度との関係調節によって、処理雰囲気中のフッ化水素及び水が被処理物の第2面上に凝縮してフッ化水素酸の凝縮層が形成される。したがって、第2面を構成するシリコン含有物のエッチング反応が起き、第2面をエッチング（粗化を含む）することができる。一方、被処理物の第1面においては、前記調節手段による前記凝縮点と第1面の温度との関係調節によって、処理雰囲気中のフッ化水素及び水が第1面上に凝縮するのを回避でき、フッ化水素酸の凝縮層が形成されるのを回避できる。したがって、第1面を構成するシリコ

ン含有物のエッチング反応を抑制又は防止できる。

前記処理空間の湿度は、0%を超えていればよく、100%RH以下であればよい。

- [0016] 前記調節手段は、被処理基板の第1面の温度を制御するものであってもよく、第2面の温度を制御するものであってもよく、処理ガスのフッ化水素分圧や水蒸気分圧を制御するものであってもよく、処理空間内の処理雰囲気の水蒸気分圧を制御するものであってもよく、或いは処理空間内に流入する外気の水蒸気分圧を制御するものであってもよい。

前記調節手段が、前記処理空間における前記被処理基板が配置される位置を挟んで前記吹出ノズルとは反対側において前記位置に近接して配置されたヒータを含み、前記ヒータの設定温度が前記凝縮点より0℃超～60℃高温であることが好ましい。

これにより、被処理基板の第1面の温度を処理雰囲気の水蒸気及び水の凝縮点より確実に高温にすることができる。第1面の加温度ひいては第1面に付与すべき熱量を小さくすることにより、熱が第2面まで伝達するのを回避又は抑制でき、第2面の温度上昇を防止又は抑制できる。したがって、上記第2面の温度を確実に前記凝縮点以下にすることができる。これにより、第1面のエッチングを確実に抑制又は防止しながら、第2面を確実にエッチングすることができる。

- [0017] 被処理基板を前記吹出ノズルに対して相対移動させる場合、その移動速度を考慮して前記ヒータの設定温度を設定することが好ましい。

例えば、前記移動速度が比較的大きいときは、前記設定温度を前記第1面の所望温度より比較的大きくする。これによって、前記第1面が前記所望温度に達する迄の所要時間を短縮できる。一方、移動速度が比較的大きいから、第2面までもが前記凝縮点より高温にならないうちに処理を終了できる。

前記移動速度が比較的小さいときは、前記設定温度を前記所望温度とほぼ同じにしてもよい。これによって、被処理基板の温度が前記所望温度を大きく超えるのを回避できる。一方、移動速度が小さいと加熱時間が長くなるが

、前記設定温度及び前記所望温度を前記凝縮点より少しだけ高温に設定することによって、第2面の温度を前記凝縮点以下に維持することができる。

[0018] 前記調節手段が、前記第2面の温度を前記凝縮点より $0^{\circ}\text{C}$ ～ $10^{\circ}\text{C}$ 低温にすることが好ましい。

処理雰囲気中のフッ化水素及び水の凝縮点と第2面の温度との差を小さくすることにより、第1面を少し加温すれば、第1面の温度が前記凝縮点を上回るようにすることができる。第1面の加温度ひいては第1面に付与すべき熱量を小さくすることにより、熱が第2面まで伝達するのを回避又は抑制でき、第2面の温度上昇を防止又は抑制できる。したがって、上記第2面の温度を確実に前記凝縮点以下にすることができる。よって、第1面のエッチングを確実に抑制又は防止しながら、第2面を確実にエッチングすることができる。

[0019] ここで、大気圧近傍とは、 $1.013 \times 10^4 \sim 50.663 \times 10^4 \text{ Pa}$ の範囲を言い、圧力調整の容易化や装置構成の簡便化を考慮すると、 $1.333 \times 10^4 \sim 10.664 \times 10^4 \text{ Pa}$ が好ましく、 $9.331 \times 10^4 \sim 10.397 \times 10^4 \text{ Pa}$ がより好ましい。

### 発明の効果

[0020] 本発明によれば、被処理基板の第1面のエッチングを抑制又は防止しながら、裏側の第2面をエッチングすることができる。

### 図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明の第1実施形態に係る大気圧エッチング装置を示す側面断面図である。

[図2]図1のI-I線に沿う、上記大気圧エッチング装置の処理部の正面断面図である。

[図3]本発明の第2実施形態に係る大気圧エッチング装置を示す側面断面図である。

[図4]図3のI-V線に沿う、上記第2実施形態に係る大気圧エッチング装置の正面断面図である。

[図5]本発明の第3実施形態に係る大気圧エッチング装置を示す側面断面図である。

[図6]図5のV I - V I 線に沿う、上記第3実施形態に係る大気圧エッチング装置の処理部の平面断面図である。

[図7]上記第3実施形態において被処理基板を搬送する際のガス流変動を示す側面図であり、(a)は被処理基板が未搬入の状態であり、(b)は被処理基板の端部が搬入口に位置する状態であり、(c)は被処理基板が処理空間の内部まで搬入された状態である。

[図8]実施例1において、ヒータ設定温度ごとの第1面及び第2面のエッチングレートを示すグラフである。

[図9(a)]実施例1において、ヒータ設定温度が25°Cのときの第1面及び第2面のエッチングレートの基板幅方向の分布を示すグラフである。

[図9(b)]実施例1において、ヒータ設定温度が30°Cのときの第1面及び第2面のエッチングレートの基板幅方向の分布を示すグラフである。

[図10(a)]実施例1において、ヒータ設定温度が35°Cのときの第1面及び第2面のエッチングレートの基板幅方向の分布を示すグラフである。

[図10(b)]実施例1において、ヒータ設定温度が45°Cのときの第1面及び第2面のエッチングレートの基板幅方向の分布を示すグラフである。

[図11]HF及びH<sub>2</sub>Oの温度ごとの凝縮条件を示したグラフである。

[図12]第3実施形態のエッチング装置を例にしたHF及びH<sub>2</sub>Oの温度ごとの凝縮条件を示したグラフである。

### 発明を実施するための形態

[0022] 以下、本発明の実施形態を図面にしたがって説明する。

図1及び図2は、本発明の第1実施形態を示したものである。被処理基板9は、例えばフラットパネルディスプレイ等の半導体装置になるべきガラス基板である。ガラス基板9は、SiO<sub>2</sub>等のシリコン含有物を主成分として含んでいる。ガラス基板9の厚さは、例えば0.5mm~0.7mm程度である。ガラス基板9は、四角形の平板状をなし、おもて側の第1面9a(主面

）と、その裏側の第2面9b（裏面）とを有している。第1面9aは、絶縁層、導電層、半導体層等の各種電子素子層が設けられるべき主面である。第2面9bは、大気圧エッチング装置1による粗化（エッチング）処理の対象となる裏面である。第2面9bを粗化処理したうえで、第1面9aに対し、上記各種電子素子層を形成するための表面処理を行なう。

[0023] 図1に示すように、大気圧エッチング装置1は、原料ガス供給手段10と、処理部20と、搬送手段30を備えている。原料ガス供給手段10は、フッ素系原料供給部11と、水添加部12を含む。

[0024] フッ素系原料供給部11は、エッチング用の処理ガス（エッチャント）となる原料ガスを供給する。原料ガスは、フッ素含有ガスとキャリアガスを含む。フッ素含有ガスとして、 $CF_4$ が用いられている。フッ素含有ガスとして $CF_4$ に代えて、 $C_2F_6$ 、 $C_3F_6$ 、 $C_3F_8$ 等の他のPFC（パーフルオロカーボン）を用いてもよく、 $CHF_3$ 、 $CH_2F_2$ 、 $CH_3F$ 等のHFC（ハイドロフルオロカーボン）を用いてもよく、 $SF_6$ 、 $NF_3$ 、 $XeF_2$ 等のPFC及びHFC以外のフッ素含有化合物を用いてもよい。

[0025] キャリアガスは、フッ素含有ガスを搬送する機能の他、フッ素含有ガスを希釈する希釈ガスとしての機能、後記プラズマ放電を生成する放電ガスとしての機能等を有している。キャリアガスとしては、好ましくは不活性ガスを用いる。キャリアガスとなる不活性ガスとして、ヘリウム、アルゴン、ネオン、キセノン等の希ガスや窒素が挙げられる。ここでは、キャリアガスとして、アルゴン（Ar）が用いられている。フッ素含有ガスとキャリアガスとの流量比（ $CF_4 : Ar$ ）は、1 : 1000 ~ 1 : 10が好ましい。キャリアガスを省略してもよい。

[0026] 水添加部12は、上記原料ガス（ $CF_4 + Ar$ ）に水（ $H_2O$ ）を添加し、原料ガスを加湿する。この水添加量を調節することによって、原料ガスの水蒸気分圧ひいては処理ガスのフッ化水素分圧及び水蒸気分圧を調節する。水添加部12は、例えば恒温槽等のタンクを備えた加湿器にて構成されている。このタンク内に液体の水が蓄えられている。供給部11からの原料ガスが

、上記タンクの水面より上側部分に供給され、上記上側部分の飽和水蒸気と混合される。或いは、供給部 11 からの原料ガスを上記タンク内の水中にバブリングすることによって、原料ガスに水蒸気を添加してもよい。上記タンクを温度調節することによって蒸気圧を調節し、これにより水添加量を調節してもよい。水添加部 12 の水分添加量ひいては処理ガスの露点は、第 2 面 9b のエッチング処理性能を満足するように調整するのが好ましい。

[0027] 水添加前の原料ガスの露点は、好ましくは $-40^{\circ}\text{C}$ 以下である。露点 $-40^{\circ}\text{C}$ を水蒸気分圧に換算すると $0.03\text{ Torr}$ 程度であり、体積濃度に換算すると $0.004\%$ 程度であり、原料ガス中の水蒸気量は殆どゼロに等しい。

水添加後の原料ガス中の水分量は、水添加前の原料ガスの露点と、水添加部 12 における水の気化量とから算出することができる。フーリエ変換型赤外分光器 (FTIR) を用いて水添加後の原料ガス中の水分量を測定してもよい。

[0028] 図 1 に示すように、処理部 20 は、天板 21 と、底板 22 と、吹出ノズル 40 と、吸引ノズル 50 を含む。天板 21 は、水平な板状になっている。天板 21 における図 1 の紙面と直交する方向 (以下「y 方向」と称す) に沿う幅寸法は、被処理基板 9 の y 方向の幅寸法より若干大きい。天板 21 は、プレートヒータにて構成され、後述する温度調節手段を兼ねている。天板 21 すなわちプレートヒータ 21 のハウジングは、アルミニウム等の金属にて構成されている。天板 21 の表面のうち少なくとも下面には、ポリテトラフルオロエチレン等の耐フッ素性、耐プラズマ性の高い樹脂被膜を設けるのが好ましい。

[0029] 底板 22 は、水平な板状をなして天板 21 の下方に平行に配置されている。底板 22 の y 方向 (図 2 の左右方向) の幅寸法は、被処理基板 9 の y 方向の幅寸法より若干大きい。底板 22 は、アルミニウム等の金属にて構成されていてもよく、樹脂にて構成されていてもよく、ガラス板にて構成されていてもよい。底板 22 が金属にて構成されている場合、その表面のうち少なく

とも上面には、ポリテトラフルオロエチレン等の耐フッ素性、耐プラズマ性の高い樹脂被膜を設けるのが好ましい。

[0030] 吹出ノズル40は、処理部20における図1の左右方向（以下「x方向」と称す）の一端部（図1において右）に配置されている。図1及び図2に示すように、吹出ノズル40は、y方向に長く延びる容器状になっている。吹出ノズル40の上端面に吹出し口41が設けられている。吹出し口41は、y方向に延びるスリット状になっている。吹出し口41のy方向に沿う長さは、被処理基板9のy方向に沿う幅寸法より若干大きい。

[0031] 底板22のx方向の一端部（図1において右）に吹出しノズル40が接している。吹出ノズル40の上端面が底板22の上面と面一になっている。天板21の一端部（図1において右）が、底板22よりも一端側（図1において右）へ延び出し、吹出ノズル40の上側に被さっている。天板21の一端部と吹出ノズル40との間に、搬入口26が形成されている。

[0032] 吸引ノズル50は、処理部20におけるx方向の他端部（図1において左）に配置されている。吸引ノズル50は、y方向に長く延びる容器状になっている。吸引ノズル50の上端面に吸い込み口51が開口されている。吸い込み口51は、y方向に延びるスリット状になっている。吸い込み口51のy方向に沿う長さは、被処理基板9のy方向に沿う幅寸法より若干大きい。

[0033] 底板22のx方向の他端部（図1において左）に吸引ノズル50が接している。吸引ノズル50の上端面は、底板22の上面と面一になっている。天板21の他端部（図1において左）が、底板22よりも他端側へ延び出し、吸引ノズル50の上側に被さっている。天板21の他端部と吸引ノズル51との間に、搬出口27が形成されている。

[0034] 処理部20における上側の天板21と下側の構成部22, 40, 50との間に処理部内空間29が形成されている。処理部内空間29のx方向の一端部（図1において右）に搬入口26が連なっている。処理部内空間29のx方向の他端部（図1において左）に搬出口26が連なっている。処理部内空間29のx方向の両端部が、搬入出口26, 27を介して処理部20の外部

の空間に連なっている。図2に示すように、処理部内空間29のy方向の両端部は、それぞれ側壁24にて塞がれている。

[0035] 図1に示すように、処理部内空間29における、吹出し口41のx方向の位置から吸い込み口51のx方向の位置までの部分が、処理空間23を構成している。処理部20における上側の天板21と下側の構成部22, 40, 50と両側壁24は、処理空間画成部を構成している。処理空間23は、吹出し口41よりx方向の一端側の処理部内空間29を介して搬入口26に連なっている。かつ、処理空間23は、吸込み口51よりx方向の他端側の処理部内空間29を介して搬出口27に連なっている。処理空間23の厚さ $d_0$ は、天板21の下面と底板22の上面との間の間隔に等しく、例えば $d_0 = 5 \text{ mm} \sim 10 \text{ mm}$ 程度である。

[0036] 吹出ノズル40の下部には、整流部42が設けられている。詳細な図示は省略するが、整流部42は、y方向に延びるチャンバー又はスリットやy方向に並べられた多数の小孔の列等を含む。水添加後の上記原料ガス( $\text{CF}_4 + \text{Ar} + \text{H}_2\text{O}$ )が、整流部42に導入されてy方向に均一化される。

[0037] 吹出ノズル40の内部にはプラズマ生成部60が格納されている。プラズマ生成部60は、少なくとも一对の電極61, 61を含む。これら電極61, 61は、それぞれy方向に延びている。少なくとも1つの電極61の対向面に固体誘電体層(図示省略)が設けられている。一方の電極61に電源(図示省略)が接続されている。他方の電極61が電氣的に接地されている。一对の電極61間に略大気圧のプラズマ放電空間62が生成される。放電空間62は、電極61と同じくy方向に延びるスリット状になっている。放電空間62において、上記原料ガス( $\text{CF}_4 + \text{Ar} + \text{H}_2\text{O}$ )がプラズマ化(分解、励起、活性化、ラジカル化、イオン化等を含む。)される。これにより、原料ガス成分が分解されて、フッ化水素(HF)、 $\text{COF}_2$ 等のフッ素系反応成分を含む処理ガスが生成される(式1等)。上記フッ素系反応成分のうち $\text{COF}_2$ は更に水と反応してフッ化水素に変換される(式3)。



- [0038] この実施形態では、原料ガス中の $H_2O$ の殆ど全量がフッ化水素の生成反応（式1、式3）に寄与するよう、水添加部12の添加量等が設定されている。したがって、処理ガス中の $H_2O$ 含有量は、実質的に無視できる程度に小さく、若しくは0%である。
- [0039] 処理ガスは、上記フッ素系反応成分の他、未分解の原料ガス成分（ $CF_4$ 、 $Ar$ 、 $H_2O$ ）をも含む。この処理ガスが、吹出し口41から上方へ吹出される。処理ガスの吹出し流は、 $y$ 方向に均一である。
- [0040] 図示は省略するが、吸引ノズル50に吸引ポンプ等の排気手段が接続されている。上記排気手段の駆動によって、処理空間23内のガスが、吸引ノズル590の吸い込み口51に吸い込まれて排気される。吸引ノズル50からの排気流量は、吹出ノズル40からの処理ガスの供給流量より大きい。上記排気流量と供給流量の差に相当する量の外気（空気等）が、搬入口26及び搬出口27から処理部内空間29に流入する。搬入口26からの外気は、吹出し口41を過ぎて処理空間23内に流入する。一方、搬出口27からの外気は、吸込み口51に吸い込まれ、処理空間23にはほとんど達しない。したがって、処理空間23内の処理雰囲気は、上記搬入口26からの流入外気と処理ガスとの混合ガスになる。以下、「流入外気」は、特に断らない限り、上記搬入口26から処理空間23内に流入する外気を言うものとする。
- [0041] 通常、流入外気は水分を含み、湿度は少なくとも0%超である。この実施形態では、吸引ノズル50からの排気流量が処理ガスの供給流量より十分に大きく、上記流入外気の流量が処理ガスの供給流量より十分に大きく（例えば10倍程度に）なるよう設定されている。したがって、処理ガスの水含有量が極めて小さいことと相俟ち、処理空間23内の処理雰囲気の水蒸気分圧は、外気の水蒸気分圧とほぼ等しい。
- [0042] 搬送手段30は、処理部20の下部に設けられたローラシャフト31及び搬送ローラ32を含む。複数のローラシャフト31が、それぞれ軸線を幅方向 $y$ に向けて $x$ 方向に間隔を置いて平行に並べられている。各ローラシャフト31の軸方向 $y$ に間隔を置いて複数の搬送ローラ32が設けられている。

搬送ローラ 32 の上端部が、底板 22 のローラ穴 25 に通され、底板 22 の上面より上へ突出し、処理空間 23 内に臨んでいる。搬送ローラ 32 の底板 22 上面からの突出量が、被処理基板 9 の第 2 面 9b と吹出し口 41 との間の距離（ワーキングディスタンス WD）に対応する。ワーキングディスタンス WD は、例えば  $WD = 2\text{ mm} \sim 10\text{ mm}$  程度である。

[0043] 搬送手段 30 は、被処理基板 9 を水平に支持しながら x 方向に沿って矢印 a の向き（図 1 において左方）に搬送する。これにより、被処理基板 9 が、搬入口 26 から処理空間 23 内に差し入れられ、処理空間 23 内を通過し、搬出口 27 から出される。搬送手段 30 による被処理基板 9 の搬送速度は、 $0.1\text{ m/min} \sim 20\text{ m/min}$  程度が好ましい。搬送手段 30 は、被処理基板 9 を支持して処理空間 23 内に配置する支持手段を兼ねる。被処理基板 9 の第 1 面 9a は上に向けられ、第 2 面 9b は下に向けられている。

[0044] 更に、大気圧エッチング装置 1 は調節手段を備えている。上記調節手段は、被処理基板 9 の第 1 面 9a 及び第 2 面 9b の温度を、処理空間 23 内のフッ化水素及び水の混合系の凝縮点との関係で調節する。この実施形態では、天板 21 が、前述したようにプレートヒータからなり、調節手段の主要素として提供されている。天板すなわちプレートヒータ 21 は、処理空間 23 内における被処理基板 9 が配置される位置を挟んで吹出ノズル 40 とは反対側に配置され、しかも上記位置に近接して配置されている。天板すなわちヒータ 21 の下面と上記位置に配置された被処理基板 9 の第 1 面 9a との距離  $d_1$  は、例えば  $d_1 = 2\text{ mm} \sim 10\text{ mm}$  程度が好ましい。ヒータ 21 は、室温から例えば  $50^\circ\text{C}$  程度までの範囲で温度設定できる。ヒータ 21 の設定温度は、外気の湿度ひいては処理空間 23 内の処理雰囲気の水蒸気分圧、処理ガスひいては処理空間 23 内の処理雰囲気の水素分圧等に応じて設定される。

[0045] 上記のように構成された大気圧エッチング装置 1 にて被処理基板 9 をライトエッチングする方法を説明する。

フッ素系原料供給部 11 からの原料ガス（ $\text{CF}_4 + \text{Ar}$ ）に水添加部 12 に

て所定量の水蒸気 ( $H_2O$ ) を添加し、加湿原料ガスを得る。この加湿原料ガス ( $CF_4 + Ar + H_2O$ ) を整流部 42 にて幅方向  $y$  に均一化したうえで、プラズマ生成部 60 にてプラズマ化する。これにより、フッ化水素及び水のうち少なくともフッ化水素を含む処理ガスを生成する。水添加部 12 における水蒸気添加量等を調節することによって、処理ガスのフッ化水素分圧及び水蒸気分圧を調節できる。ここでは、原料ガス中の水分の殆ど全量がフッ化水素の生成に消費され、処理ガスの水蒸気分圧は実質 0 である。処理ガスの温度は室温付近である。

[0046] この処理ガスを吹出し口 41 から吹き出して処理空間 23 内に供給する。併行して、処理空間 23 内のガスを吸引ノズル 50 に吸引して排気する。この排気流量を処理ガス供給流量より十分に大きくする。したがって、処理ガスよりも十分に多量の外気が処理空間 23 内に巻き込まれて処理ガスと混合される。そして、処理空間 23 内の処理雰囲気（処理ガスと上記流入外気との混合ガス）の水蒸気分圧が、外気の水蒸気分圧とほぼ等しくなる。処理雰囲気の水蒸気分圧は、処理ガスのフッ化水素分圧に等しい。処理雰囲気のフッ化水素分圧及び水蒸気分圧に応じて、当該処理雰囲気中のフッ化水素及び水の凝縮点が決まる。すなわち、フッ化水素酸の凝縮層が生成される臨界温度が決まる（図 11）。

[0047] 被処理基板 9 の初期温度は、通常、室温であるか、ないしは  $15^{\circ}C \sim 35^{\circ}C$  程度である。ここで、被処理基板 9 の初期温度とは、被処理基板 9 を処理部 23 内に搬入する直前の被処理基板 9 の温度を言う。通常、上記搬入の直前では、被処理基板 9 の全体が、上記初期温度になっている。したがって、第 1 面 9a 及び第 2 面 9b が上記初期温度になっている。この被処理基板 9 を、搬入口 26 から処理空間 23 内に差し入れ、図 1 の矢印 a の方向に沿って処理空間 23 の一端側（図 1 において右）から他端側（図 1 において左）へ搬送する。すると、被処理基板 9 が吹出ノズル 40 の上方に被さり、吹出し口 41 から吹き出された処理ガスが被処理基板 9 の少なくとも第 2 面 9b に接触する。更に、処理空間 23 内に拡散した処理ガスの一部が被処理基板

9の第1面9aに接触する。

- [0048] 上述したように、処理ガスの吹出し温度と被処理基板9の初期温度は共に室温付近であり、両者間の温度差は小さい。したがって、被処理基板9の温度は、処理ガスの吹き付けによっては殆ど変化することがない。
- [0049] 上記被処理基板9の搬入に先立ち、天板すなわちヒータ21を設定温度まで加温し、該設定温度に保温しておく。上記ヒータ21の設定温度は、処理雰囲気中のフッ化水素及び水の凝縮点より高温に設定し、好ましくは上記凝縮点を少しだけ上回るようにする。例えば、上記ヒータ21の設定温度は、上記凝縮点より0°C超～60°C程度高温になるよう調節する。このヒータ21の熱が、処理空間23内に導入された被処理基板9の第1面9aに非接触で伝達される。これにより、第1面9aを所望温度まで加温できる。上記所望温度は、上記凝縮点より高温であり、かつ上記設定温度とほぼ等しいか設定温度より低く、例えば凝縮点より0°C超～40°Cである。ヒータ21と被処理基板9との間の距離 $d_1$ を小さくすることにより、第1面9aを確実に加温（温度調節）できる。
- [0050] 上記被処理基板9の第1面9aを加温する際、第2面9bの温度は、上記凝縮点以下（例えば凝縮点より0°C～10°C低温）に維持されるようにし、好ましくは上記初期温度にほぼ維持されるようにする。すなわち、ヒータ21からの熱が、被処理基板9の第2面9bには殆ど伝達されないようにする。上述したように、上記凝縮点と被処理基板9の初期温度との差を小さくし、被処理基板9の第1面9aを少しだけ加熱すれば上記凝縮点より高温の設定温度に達するようにしておくことによって、ヒータ21から被処理基板9の第1面9aに付与する熱量を小さく抑えることができる。これにより、熱が被処理基板9の第2面9bまで達するのを抑制又は阻止できる。
- [0051] 熱が第2面9bに達する前に被処理基板9が処理空間23ひいては搬出口27から搬出されるよう、搬送手段30による搬送速度を調節してもよい。この場合、搬送手段30は、特許請求の範囲の「調節手段」の要素となる。上記ヒータ21の設定温度は、搬送速度を考慮して設定する。搬送速度が比

較的大きいときは、ヒータ 21 の設定温度を第 1 面 9 a の所望温度より充分に高くする。これによって、第 1 面 9 a が所望温度に達する迄の所要時間を短縮できる。一方、高速搬送にすることで、第 2 面 9 b までもが凝縮点より高温にならないうちに、被処理基板 9 を搬出口 27 から搬出できる。これに対し、搬送速度が比較的小さいときは、ヒータ 21 の設定温度を第 1 面 9 a の所望温度とほぼ同じにしてもよい。これによって、被処理基板 9 が上記所望温度より高温になるのを回避できる。一方、低速搬送の場合は加熱時間が長くなるが、設定温度を上記凝縮点より少しだけ高温に設定することによって、第 2 面 9 b の温度を上記凝縮点以下に維持することができる。例えば、処理ガスの温度が室温であり、かつ第 1 面 9 a の所望温度が  $40^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$  の場合、搬送速度が  $5\text{mm}/\text{sec}\sim 10\text{mm}/\text{sec}$  程度の高速搬送時には、ヒータ 21 の設定温度を第 1 面 9 a の所望温度より  $10^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$  程度高くする。これに対し、搬送速度が  $1\text{mm}/\text{sec}$  程度以下の低速搬送時には、ヒータ 21 の設定温度を第 1 面 9 a の所望温度とほぼ等しくする。

[0052] 第 2 面 9 b の温度が上記凝縮点以下であるため、処理雰囲気中のフッ化水素蒸気及び水蒸気が第 2 面 9 b に接触すると凝縮してフッ化水素酸の凝縮層が形成される。この結果、第 2 面 9 b を構成する  $\text{SiO}_2$  等のシリコン含有物のエッチング反応が起き、第 2 面 9 b を軽く粗化することができる。

[0053] 一方、被処理基板 9 の第 1 面 9 a については上記凝縮点より高温になっているため、処理雰囲気中のフッ化水素蒸気及び水蒸気が第 1 面 9 a に接触しても凝縮が起きない。したがって、第 1 面 9 a に凝縮層が形成されるのを防止できる。この結果、第 1 面 9 a がエッチングされるのを防止することができ、第 1 面 9 a の表面状態を良好に保つことができる。

[0054] 上記大気圧エッチング装置 1 による粗化処理の後、被処理基板 9 を別の表面処理装置（図示せず）へ搬送する。この表面処理装置のステージに被処理基板 9 を載置し、第 2 面 9 b をステージに接触させ吸着する。第 2 面 9 b の粗化度が小さいため、被処理基板 9 をステージに確実に吸着して保持できる。そして、第 1 面 9 a に洗浄、表面改質、エッチング、アッシング、成膜等

の表面処理を施す。第1面9 aは、上述した粗面化処理において粗面化を回避されているから、良好な表面処理を行なうことができる。ひいては、上記表面処理によって形成される絶縁層、導電層、半導体層等の各種電子素子層の品質を良好にすることができる。第1面9 aの表面処理の後、被処理基板9をステージから搬出する。第2面9 bには上記粗面化処理によって微小凹凸が形成されているため、ステージから被処理基板9を容易に引き離すことができる。この結果、被処理基板9が撓んだり割れたりするのを防止できる。

[0055] 次に本発明の他の実施形態を説明する。以下の実施形態において、既述の形態と重複する部分については図面に同一符号を付して説明を適宜省略する。

図3及び図4に示すように、第2実施形態の大気圧エッチング装置1 Aは、被処理基板9の搬送手段30として、搬入用ローラコンベア33と、処理用ローラコンベア34と、搬出用ローラコンベア35を備えている。各ローラコンベア33、34、35が、x方向（図3の左右方向）に並べられた複数のローラシャフト31と、各ローラシャフト31に設けられた搬送ローラ32を有している。搬入用ローラコンベア33は、処理部20よりx方向の一端側（図3において右）に配置され、被処理基板9を処理空間23に搬入する。処理用ローラコンベア34は、底板22の下部に設けられ、処理空間23内の被処理基板9を搬送する。搬出用ローラコンベア35は、処理部20よりx方向の他端側（図3において左）に配置され、被処理基板9を処理空間23から搬出する。

[0056] 底板22の下部には、処理用ローラコンベア34のための複数のカバー70が設けられている。カバー70は、処理用ローラコンベア34のローラシャフト31と一対一に対応している。カバー70は、ローラシャフト31の軸線方向yに長く延びる容器状になっている。各カバー70に、対応するローラシャフト31及び搬送ローラ32が収容されている。カバー70の上面は開口され、かつ底板22の下面に突き当てられている。

[0057] カバー70は、アルミニウム等の金属にて構成されていてもよく、塩化ビニール等の樹脂にて構成されていてもよい。カバー70の内面に、ポリテトラフルオロエチレン等の耐フッ素性、耐プラズマ性の高い樹脂被膜を設けてもよい。

[0058] 図4に示すように、処理用ローラコンベア34のローラシャフト31が、カバー70の長手方向の両側の端壁74を貫通している。端壁74には気密軸受75が設けられている。気密軸受75によって、ローラシャフト31が回転可能に支持されている。かつ、気密軸受75によって、ローラシャフト31と端壁74との間が気密にシールされている。気密軸受75の構成部材は、ポリテトラフルオロエチレン等の耐フッ素性、耐プラズマ性の高い樹脂にて構成されていることが好ましい。

カバー70の内部は、ローラ穴25を介して処理空間23とのみ連通している。

[0059] 第2実施形態によれば、大気圧エッチング装置1Aの下方の外気（空気等）が、ローラ穴25を通過して処理空間23内に引き込まれるのを防止できる。また、処理空間23の処理ガスが、ローラ穴25を通過して底板22の下側へ漏れたときには、この処理ガスをカバー70の内部に閉じ込めることができる。したがって、処理ガスが外部へ漏れるのを防止することができる。

[0060] 第2実施形態の吸引ノズル50は、底板22のx方向の中間部に配置されている。天板21及び底板22が、吸引ノズル50よりもx方向の他端側（図3において左）すなわち基板9の搬送方向の下流側へ延び出ている。天板21における吹出ノズル40と吸引ノズル50との間に対応する部分だけが調節手段として設定温度に保温されるようになっていてもよく、天板21の全域が調節手段として設定温度に保温されるようになっていてもよい。

[0061] 図5及び図6は、本発明の第3実施形態を示したものである。この実施形態の大気圧エッチング装置1Bは、底板22を有していない。吹出ノズル40の上面の全体と天板21の下面とによって処理空間23が画成されている。処理空間23内にHF蒸気及び水蒸気を含む処理雰囲気が存在する。吹出し

ノズル40のx方向の長さを調節することで処理空間23の長さを調節でき、ひいては被処理基板9が処理雰囲気と接触する処理時間を増減できる。この結果、第2面9bのエッチング量が所望になるよう調節できる。

[0062] 図5に示すように、大気圧エッチング装置1Bは、ガス吸引系80を備えている。ガス吸引系80は、吸引ポンプ81と、一对の添え板82, 84を含む。一对の添え板82, 84は、吹出ノズル40を挟んでx方向の両側に垂直に配置されている。添え板82, 84の上端部が、吹出ノズル40の上面と面一になるよう揃えられている。添え板82, 84の厚みは、例えば数mm~十数mm程度であり、ここでは5mm程度である。

[0063] 図6に示すように、搬入側（図において右）の添え板82は、吹出ノズル40の搬入側の外面に沿ってx方向と直交するy方向に延びている。図5及び図6に示すように、添え板82と吹出ノズル40の搬入側の外面との間に吸引路83が画成されている。吸引路83の下端部が、吸引ポンプ81に接続されている。吸引路83の上端部（吸い込み口）は、処理空間23の搬入側の端部に連なっている。吸引路83の吸い込み口のx方向の開口幅は、例えば数mm~数十mm程度であり、ここでは10mm程度である。

[0064] 吸引路83の吸い込み口の近傍に搬入口26が配置されている。搬入口26は、添え板82の上端部と天板21の搬入側の端部とによって画成されている。搬入口26は、処理空間23の搬入側の端部に連なるとともに、吸引路83に連なっている。

[0065] 図6に示すように、搬出側（図において左）の添え板84は、吹出ノズル40の搬出側の外面に沿ってy方向に延びている。図5及び図6に示すように、添え板84と吹出ノズル40の搬出側の外面との間に吸引路85が画成されている。吸引路85の下端部が、吸引ポンプ81に接続されている。吸引路85の上端部（吸い込み口）は、処理空間23の搬出側の端部に連なっている。吸引路85の吸い込み口のx方向の開口幅は、例えば数mm~数十mm程度であり、ここでは10mm程度である。

[0066] 吸引路85の吸い込み口の近傍に搬出口27が配置されている。搬出口2

7は、添え板84の上端部と天板21の搬出側の端部とによって画成されている。搬出口27は、処理空間23の搬出側の端部に連なるとともに、吸引路85に連なっている。

[0067] 図6に示すように、処理部20の幅方向yの両端部には端壁86がそれぞれ設けられている。端壁86によって吸引路83, 85の幅方向yの両端部が塞がれている。

[0068] 第3実施形態の大気圧エッチング装置1Bにおいて、被処理基板9の第2面9bをライトエッチングする際は、プラズマ化した処理ガスg1を吹出し口41から処理空間23内に吹き出す。これと併行して、ガス吸引系80の吸引ポンプ81を駆動し、吸引路83, 85からガス吸引を行なう。図7(a)に示すように、被処理基板9が処理空間23内に導入されていない状態において、処理ガスg1は、処理空間23内における吹出し口41の真上部分で搬入側(図において右)へ向かう流れと搬出側(図において左)へ向かう流れとに分かれる。搬入側へ向かった処理ガスは、処理空間23の搬入側の端部から吸引路83に吸い込まれる。搬出側へ向かった処理ガスは、処理空間23の搬出側の端部から吸引路85に吸い込まれる。

[0069] 更に、ガス吸引系80のガス吸引によって、外気が搬入口26に入り込む。この外気は、搬入口26から吸引路83に吸い込まれる。同様に、搬出口27にも外気が入り込む。この外気は、搬出口27から吸引路85に吸い込まれる。したがって、外気が吹出ノズル40の上面と天板21との間の処理空間23まで流入することは殆どない。よって、処理空間23内の処理雰囲気中のガス組成は、プラズマ化後の処理ガス自体の組成と略等しい。すなわち、処理空間23内のHF分圧及び水蒸気分圧は、処理ガス自体のHF分圧及び水蒸気分圧と略等しい。したがって、外気の湿度や温度等が変動しても処理空間23内のHF分圧及び水蒸気分圧は殆ど変動しない。

[0070] 図7(b)に示すように、被処理基板9の端部が搬入口26に搬入されてくると、搬入口26の開口面積が狭くなり、流通抵抗が増大することによって、搬入口26から流入する外気g2の流量が低下し、又は流速が増大する

。この流入外気 g 2 には、被処理基板 9 より上側を通る外気 g 2 a と、第 2 面 9 b より下側を通る外気 g 2 b とがある。そのうち、下側の流入外気 g 2 b は、搬入口 2 6 から直ぐに吸引路 8 3 に吸い込まれる。したがって、下側の流入外気 g 2 b が処理空間 2 3 まで入り込むことは殆どない。

[0071] 上側の流入外気 g 2 a は、被処理基板 9 の端部が搬入口 2 6 に位置している状態では被処理基板 9 の端面に沿って下方へ回り込み、吸引路 8 3 に吸い込まれる。したがって、上側の流入外気 g 2 a についても処理空間 2 3 まで入り込むことは殆どない。よって、被処理基板 9 の端部が搬入口 2 6 から搬入される時に流入外気 g 2 の流量及び流速が変動しても、処理空間 2 3 内のガス組成が変動するのを抑制又は防止できる。

[0072] 図 7 (c) に示すように、やがて被処理基板 9 が吸引路 8 3 に被さる。この状態になると、処理空間 2 3 のうち被処理基板 9 より上側の部分（以下「第 1 処理空間部 2 3 a」と称す）にはガス吸引系 8 0 の吸引力があまり働かなくなり、外気 g 2 a の吸い込み流量が減る。上側の外気 g 2 a は、被処理基板 9 の上面との粘性で搬入口 2 6 内に流入し得るが、その流入量は吸引系 8 0 で吸引できた時（図 7 (a) ~ (b)）と比べると十分に小さい。したがって、天板 2 1 と被処理基板 9 との間の処理雰囲気は、処理ガス自体とほぼ同じガス組成に維持される。

[0073] 被処理基板 9 の下側からの外気 g 2 b の流入量は、上側の外気 g 2 a の流入量が低下した分、大きくなる。流量が大きくなっても流入外気 g 2 b の殆ど全部が直ぐに吸引路 8 3 に吸い込まれる。したがって、外気 g 2 b が処理空間 2 3 まで入り込むことは殆どなく、被処理基板 9 と吹出ノズル 4 0 との間の処理空間（以下「第 2 処理空間部 2 3 b」と称す）の処理雰囲気は、処理ガス自体とほぼ同じガス組成に維持される。

[0074] 上記のような外気流入の変動は、被処理基板 9 が処理空間 2 3 から搬出される際にも同様に起きる。この場合、搬出口 2 5 から流入する外気の流量及び流速が変動する。この搬出口 2 5 からの流入外気は、その殆ど全部が吸引路 8 5 に吸い込まれる。したがって、搬出時においても、流入外気の流量や

流速の変動に拘わらず、処理空間 2 3 内のガス組成がほぼ一定に維持される。

[0075] このように、エッチング装置 1 B では、搬入口 2 6 及び搬出口 2 7 を通して処理空間 2 3 に流入する外気 g 2 の流量や流速が被処理基板 9 の搬入及び搬出に伴って変動したとしても、処理空間 2 3 内の処理雰囲気中のガス組成については H F 分圧及び水蒸気分圧を、それぞれ処理ガス自体のものと略同じに維持することができる。この結果、第 2 面 9 b のエッチング処理が不均一になるのを防止することができる。また、天板 2 1 と被処理基板 9 との間の処理雰囲気中の湿度が上昇するのを防止でき、第 1 面 9 a に凝縮層が形成されるのを防止できる。したがって、第 1 面 9 a までもがエッチングされてしまうのを回避できる。処理ガスについては処理空間 2 3 内の処理雰囲気中の湿度に対して外気の湿度がかなり高い時でも、第 1 面 9 a に凝縮層が形成されるのを確実に防止でき、第 1 面 9 a がエッチングされるのを確実に回避できる。

なお、後述するように、図 7 (c) の状態において、第 1 処理空間部 2 3 a への外気 g 2 a の巻き込みが有る場合でも、この巻き込み量等を制御することで第 2 面 9 b のみを粗化可能である。

[0076] 本発明は、上記実施形態に限定されず、その趣旨を逸脱しない範囲で種々の改変をなすことができる。

例えば、上記実施形態では、第 1 面 9 a が電子素子を設けるべき主面であり、粗化（エッチング）すべき第 2 面 9 b が裏面であったが、第 1 面 9 a が裏面であり、粗化（エッチング）すべき第 2 面 9 a が電子素子を設けるべき主面であってもよい。第 1 面と第 2 面の両方が、電子素子が設けられる面であってもよい。被処理基板は、ガラスに限られず、半導体ウェハ等でもよい。更に、被処理基板は、電子素子が形成される基板ないしは半導体装置用の基板に限られない。

[0077] エッチング対象のシリコン含有物は、 $\text{SiO}_2$  に限られず、 $\text{SiN}$ 、 $\text{Si}$ 、 $\text{SiC}$ 、 $\text{SiOC}$  等であってもよい。

被処理基板 9 にシリコン含有物からなる膜が形成されていてもよく、本発

明装置 1 が上記膜をエッチングするものであってもよい。

[0078] 被処理基板 9 の第 1 面 9 a 及び第 2 面 9 b の温度調節手段は、プレートヒータ以外の電熱ヒータや熱媒ヒータや輻射ヒータでもよい。熱媒ヒータとして、例えば天板 2 1 が、温調された水等の熱媒を通ず熱媒流路や、上記熱媒を溜める貯留室を有していてもよい。貯留室に溜めた熱媒を加熱等して温度調節してもよい。第 1 実施形態においても、天板 2 1 の全域が温度調節されるようになっていてもよく、天板 2 1 の一部（例えば中央部や一端部等）が部分的に温度調節されるようになっていてもよい。温度調節手段（ヒータ）が、天板 2 1 とは別体に設けられていてもよく、温度調節手段（ヒータ）が天板 2 1 を加温し、天板 2 1 を介して被処理基板 9 の第 1 面 9 a を加温するようにしてもよい。

[0079] 被処理基板の第 2 面 9 b を冷却し、これにより第 2 面 9 b の温度が上記凝縮点より低温の所望温度になるよう調節してもよい。例えば、底板 2 2 に冷水等の冷却媒体を通ず媒体流路を設け、底板 2 2 を冷却することにより、被処理基板の第 2 面 9 b を冷却してもよい。この場合、第 2 面 9 b の上記冷却手段は、特許請求の範囲の「調節手段」の要素になる。冷却手段にて、第 2 面 9 b の温度を上記凝縮点より  $0^{\circ}\text{C} \sim 10^{\circ}\text{C}$  低温になるよう調節するのが好ましい。

装置 1 の周辺の湿度を調節し、ひいては処理雰囲気中の水蒸気分圧を調節することにしてもよい。この場合、装置 1 の周辺の湿度調節手段は、特許請求の範囲の「調節手段」の要素になる。

処理ガスがある程度の水分を含有するようにしてもよい。処理雰囲気中の水蒸気分圧が、水添加部 1 2 による水添加量に大きく依存するようにしてもよい。この場合、水添加部 1 2 は、特許請求の範囲の「調節手段」の要素になる。

[0080] プラズマ生成部 6 0 が、吹出ノズル 4 0 の外部に設けられていてもよく、吹出ノズル 4 0 から離れて設けられていてもよい。プラズマ生成部 6 0 にて原料ガスをプラズマ化して処理ガスを生成した後、この処理ガスを吹出ノズル

ル40へ輸送することにしてもよい。

処理ガスは、プラズマ化により形成するものに限られない。例えば、処理ガス源としてフッ化水素水溶液を蓄えたタンクを用意し、上記フッ化水素水溶液を気化させて吹出ノズル40へ輸送することにしてもよい。

処理ガスが、オゾン等の酸化成分を含んでいてもよい。オゾンはオゾナイザーや酸素プラズマ生成装置にて生成できる。

[0081] 被処理基板9の姿勢は、水平に限られず鉛直でもよく、水平又は鉛直に対し斜めであってもよい。

被処理基板9の第2面を上に向け、第1面を下に向けてもよい。温度調節手段(ヒータ)を被処理基板9の下側に配置し、吹出ノズル40を被処理基板9の上側に配置して、処理ガスを被処理基板9の上方から被処理基板9に吹き付けることにしてもよい。

[0082] 被処理基板9がx方向の矢印aの向きに片道移動するのに限られず、処理空間23内を往復移動するようにしてもよい。

被処理基板9を支持する支持手段を搬送手段30とは別途に設けてもよい。支持手段にて被処理基板9の位置を固定し、搬送手段にて処理部20を移動させることにしてもよい。被処理基板9及び処理部20を互いに相対移動させながらエッチング処理を行なうのに限られず、被処理基板9及び処理部20の相対位置を固定した状態でエッチング処理を行なうことにしてもよい。

## 実施例 1

[0083] 実施例を説明する。本発明が以下の実施例に限定されるものではないことは言うまでもない。

実施例1では、図1及び図2と実質的に同じ大気圧エッチング装置1を用いた。

被処理基板9としてガラス基板を用い、第1面9a及び第2面9bにそれぞれSiN(シリコン含有物)を被膜した。

被処理基板9の寸法は、以下の通りであった。

x方向に沿う長さ：670mm

y方向の幅：550mm

厚さ：0.7mm

[0084] 大気圧エッチング装置1の寸法構成は、以下の通りであった。

底板22のx方向に沿う長さ：0.3m

処理空間23の上下方向の厚さ： $d_0=8\text{mm}$

処理空間23のy方向の幅：600mm

ワーキングディスタンス： $WD=4\text{mm}$

天板すなわちプレートヒータ21の下面と被処理基板9の上面との距離  
： $d_1=4\text{mm}$

[0085] 原料ガスの組成は以下の通りとした。

Ar：8.7slm

CF<sub>4</sub>：0.3slm

H<sub>2</sub>O：0.19sccm

上記原料ガスを整流部42にてプラズマ化して処理ガスを生成した。したがって、処理ガスの流量は、9sccm強であった。

プラズマ生成条件は以下の通りとした。

電極間間隔：1mm

電極間電圧： $V_{pp}=12.8\text{kV}$

電極間電圧の周波数：25kHz（パルス波）

供給電力：パルス変換前の直流電圧=370V、電流=9.4A

[0086] 吸込み口51からの排気量は500slmとした。これにより、搬入口26から処理空間23に引き込まれる外気は約120slmであった。

処理ガスひいては処理空間23内の処理雰囲気の水素分圧は6.2 Torrであった。

装置周辺は大気圧であり、装置周辺の温度（室温）は、25℃であり、相対湿度は、約30%であった。図11に示すように、この相対湿度に対応する水蒸気分圧は、7.1Torrである。また、この処理雰囲気中のフッ化

水素及び水の凝縮点は約 27℃である。

[0087] 被処理基板 9 の処理空間 23 へ搬入する前の初期温度は、25℃であった。

被処理基板 9 を x 方向の矢印 a の向きに搬送して処理空間 23 に通した。被処理基板 9 を処理空間 23 に通した回数（スキャン回数）は、1 回であった。

被処理基板 9 の搬送速度は、4 m/min とした。

吹出ノズル 40 からの処理ガスの吹き出しは、被処理基板 9 を処理空間 23 に搬入する前から開始し、被処理基板 9 が処理空間 23 から搬出されるまで継続して行った。

[0088] 天板すなわちプレートヒータ 21 を設定温度に保温し、ひいては第 1 面 9a の温度を調節した。ヒータ 21 の設定温度は、25℃、30℃、35℃、45℃の 4 通りとした。

25℃では天板 21 の下面に結露が形成された。30℃、35℃、45℃では、天板 21 の下面に結露が形成されなかった。なお、天板 21 を 25℃から加温していくと、27℃~28℃で結露が消失した。

[0089] 処理後の被処理基板 9 について、第 1 面 9a 上の SiN 膜及び第 2 面 9b 上の SiN 膜のエッチングレートを測定した。測定位置は、被処理基板 9 の各面 9a, 9b の x 方向の中央部において、幅方向 y に 1mm 間隔置きの箇所とした。測定位置毎に、エッチング深さをスキャン回数で割って、1 スキャン（片道 1 回の搬送）当たりのエッチング量（nm/scan）を求めた。更に、各面 9a, 9b における上記各測定位置のエッチングレートの平均値を求めた。

[0090] 図 8 は、上記平均のエッチングレートを示したものである。同図に示す通り、ヒータ設定温度が 25℃のときは、第 2 面 9b の SiN 膜だけでなく、第 1 面 9a の SiN 膜についても第 2 面 9b 側と同程度にエッチングされた。

ヒータ設定温度が 30℃のときは、第 2 面 9b の SiN 膜については十分

なエッチング量を得られたのに対し、第1面9aのSiN膜のエッチング量が極めて小さくなり、SiN膜が殆どエッチングされないことが確認された。

ヒータ設定温度が35℃及び45℃のときについても、30℃のときと同様に、第2面9bのSiN膜については十分なエッチング量を得られたのに対し、第1面9aのSiN膜は殆どエッチングされなかった。

以上の結果から、第1面9aの温度を処理雰囲気中のフッ化水素及び水の凝縮点より高温にし、かつ第2面9bの温度を上記凝縮点より低温にすることにより、第1面9aがエッチングされるのを抑制又は防止しながら、第2面9bをエッチングできることが確認された。

[0091] 図9及び図10は、各面9a、9bの上記各測定位置におけるエッチングレートであり、幅方向yのエッチングレートの分布を示したものである。図9(a)に示すように、ヒータ設定温度が25℃のときは、第1面9a、第2面9b共に、幅方向yの位置に応じてエッチングレートが大きくばらついた。不均一の要因としては、搬送ローラ33の影響も考えられる。搬送ローラ33の配置位置は、図9及び図10の横軸における-35mm、0mm、35mmの各位置であった。

[0092] これに対し、図9(b)に示すように、ヒータ設定温度が30℃のときは、第1面9a、第2面9b共に、エッチングレートがほぼ均一になった。

図10(a)及び図10(b)に示すように、ヒータ設定温度が35℃及び45℃のときについても、30℃のときと同様に、第1面9a、第2面9b共に、エッチングレートがほぼ均一になった。

以上の結果から、第1面9aを処理雰囲気中のフッ化水素及び水の凝縮点より高温にすることで、第1面9aのエッチングが抑制されるだけでなく、第1面9a及び第2面9bのエッチングの均一性が高まることが判明した。

[0093] 更に、HF水溶液の気液平衡曲線に基づいて、図11に示すように、HF-H<sub>2</sub>O系の温度に応じた凝縮条件を算出してグラフにした。同グラフにおいて、水平な破線は、相対湿度(%RH)を示し、処理雰囲気中のH<sub>2</sub>O分圧に対

応する。同グラフにおいて、実施例1の処理雰囲気の水蒸気分圧（7.1 Torr（相対湿度30%））及びHF分圧（6.2 Torr）に対応する点Aは、25°Cの気液平衡曲線に対しては気相側に位置し、30°C以上の気液平衡曲線に対しては液相側に位置する。よって、実施例1の結果が理論上の計算データと符合することが確認された。したがって、処理条件を設定する際は、図11に例示するグラフを用い、処理雰囲気の水蒸気分圧及びHF分圧に対応する上記グラフ上の点が、室温ないしは被処理基板9の初期温度に対応する気液平衡曲線よりも気相側に位置し、かつヒータ設定温度に対応する気液平衡曲線よりも液相側に位置するように、上記ヒータ設定温度や処理ガスレシピ（原料ガス成分の流量、水蒸気の添加量等）を設定するとよい。

[0094] 図12は、第3実施形態（図5～図7）のエッチング装置1BにおけるHF-H<sub>2</sub>O系の凝縮条件のグラフである。エッチング装置1Bでは、処理空間23内に外気が殆ど入り込まないため、処理雰囲気の水蒸気組成は、プラズマ化後の処理ガスの組成とほぼ同じである。加湿後のフッ素系原料ガスすなわちプラズマ化前の処理ガス（CF<sub>4</sub>+Ar+H<sub>2</sub>O）の水蒸気分圧は、例えば10.8 Torrである（図12の一点鎖線L1）。この処理ガス中の水がプラズマ化によって分解される。したがって、プラズマ化後の処理ガスの水蒸気分圧は、プラズマ化前より低下し、例えば8.1 Torrになる（図12の破線L2）。更にプラズマ化後の処理ガスのHF分圧は、例えば4.2 Torrである（図12の破線L3）。破線L2と破線L3の交点Bが、プラズマ化後の処理ガスのHF及び水蒸気分圧を示し、ひいては処理空間23内の処理雰囲気の水蒸気及びHF分圧を示す。したがって、被処理基板9の第2面9bの温度が、点Bの温度以下の例えば25°C程度であれば、第2面9b上にフッ化水素酸の凝縮層が形成され、これによって第2面9bを確実にエッチングできる。かつ、ヒータ21によって被処理基板9の第1面9aの温度を、点Bより高温の例えば30°C程度になるよう加熱すれば、第1面9aに凝縮層が形成されるのを回避でき、第1面9aがエッチングされるのを確実に防止できる。

[0095] なお、被処理基板 9 の第 1 面 9 a の温度を、ヒータ 2 1 によって点 B より高温にしなくても、第 1 面 9 a がエッチングされるのを防止することができる。上述した図 1 2 の点 B で示される処理雰囲気中のガス組成で、且つ処理雰囲気中の温度が 2 5 °C の場合を例にして説明する。

図 5 に示す第 3 実施形態において、ヒータ 2 1 の下面と被処理基板 9 の第 1 面 9 a との距離を広げる。処理空間 2 3 の雰囲気は点 B で示される条件であるが、被処理基板 9 が搬入口 2 6 から処理空間 2 3 に入ることによって、外気を巻き込んでくる。ところが、吹き出てくる処理ガスおよび搬入側の吸引路 8 3 からの処理空間手前での排気によって、第 2 面 9 b と吹出ノズル 4 0 の上面との間の第 2 処理空間部 2 3 b には、外気が入ってこない。一方、第 1 面 9 a とヒータ 2 1 との間の第 1 処理空間部 2 3 a には、外気が入ってくる。すると、第 1 処理空間部 2 3 a の H F 分圧が下がり、点 B から 2 5 °C の気液平衡曲線を跨いだ気相側に処理雰囲気中の分圧組成が変わる。したがって、第 1 面 9 a に凝縮層は形成されず、第 1 面 9 a はエッチングされない。

[0096] このように、ヒータ 2 1 の下面と被処理基板 9 の第 1 面 9 a との距離を適当に調整し、被処理基板 9 による第 1 処理空間部 2 3 a への外気の巻き込み量を制御することで、ヒータ 2 1 にて加温しなくても第 2 面 9 b のみ粗化できる。このとき、外気は、処理ガスより低温であるのが好ましい。

### 産業上の利用可能性

[0097] 本発明は、例えばフラットパネルディスプレイ等の半導体装置の製造に適用できる。

### 符号の説明

[0098] 1, 1 A, 1 B 大気圧エッチング装置  
9 被処理基板  
9 a 第 1 面  
9 b 第 2 面  
1 0 原料ガス供給手段  
1 1 フッ素系原料供給部

- 1 2 水添加部
- 2 0 処理部
- 2 1 天板、プレートヒータ（調節手段）
- 2 2 底板
- 2 3 処理空間
- 2 4 側壁
- 2 5 ローラ穴
- 2 6 搬入口
- 2 7 搬出口
- 2 9 処理部内空間
- 3 0 搬送手段
- 3 1 ローラシャフト
- 3 2 搬送ローラ
- 3 3 搬入用ローラコンベア
- 3 4 処理用ローラコンベア
- 3 5 搬出用ローラコンベア
- 4 0 吹出ノズル
- 4 1 吹出し口
- 4 2 整流部
- 5 0 吸引ノズル
- 5 1 吸い込み口
- 6 0 プラズマ生成部
- 6 1 電極
- 6 2 放電空間
- 7 0 カバー
- 7 4 端壁
- 7 5 気密軸受
- 8 0 ガス吸引系

- 8 1 吸引ポンプ
- 8 2 搬入側の添え板
- 8 3 搬入側の吸引路
- 8 4 搬出側の添え板
- 8 5 搬出側の吸引路
- 8 6 端壁

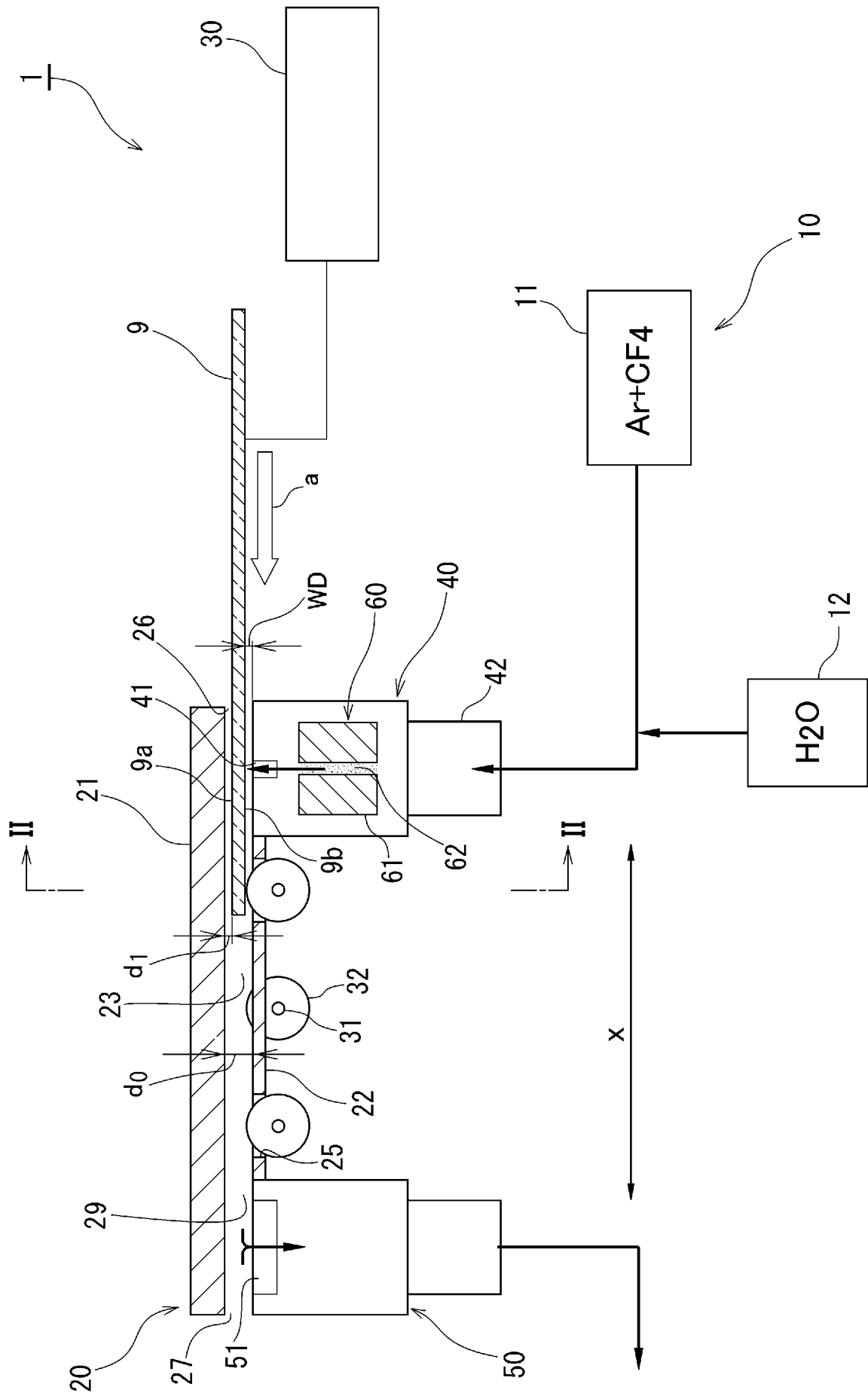
## 請求の範囲

- [請求項1] シリコン含有物を含み、かつ第1面と該第1面の裏側の第2面とを有する被処理基板を大気圧近傍下にてエッチングする方法であって、  
フッ化水素蒸気及び水蒸気を含有する処理雰囲気中に前記被処理基板を配置し、  
前記第1面の温度を前記処理雰囲気のフッ化水素及び水の凝縮点より高温になるよう、かつ前記第2面の温度を前記凝縮点以下になるよう調節することを特徴とするエッチング方法。
- [請求項2] 前記第1面の温度を前記凝縮点より0℃超～40℃高温にす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] 前記第2面の温度を前記凝縮点より0℃～10℃低温にすることを特徴とする請求項1又は2に記載のエッチング方法。
- [請求項4] 前記処理雰囲気が存する処理空間に連なる搬入口から前記被処理基板を前記処理空間に搬入し、前記処理空間に連なる搬出口から前記被処理基板を搬出し、前記搬入口の近傍及び前記搬出口の近傍でガスを吸引することを特徴とする請求項1～3の何れか1項に記載のエッチング方法。
- [請求項5] シリコン含有物を含み、かつ第1面と該第1面の裏側の第2面とを有する被処理基板を大気圧近傍かつ湿度0%超の処理空間内にてエッチングする装置であって、  
フッ化水素及び水のうち少なくともフッ化水素を含有する処理ガスを前記処理空間内に供給して前記被処理基板の少なくとも前記第2面に接触させる吹出ノズルと、  
前記第1面の温度が前記処理空間におけるフッ化水素及び水の凝縮点より高温になるよう、かつ前記第2面の温度が前記凝縮点以下になるよう調節する調節手段と、  
を備えたことを特徴とするエッチング装置。
- [請求項6] 前記調節手段が、前記処理空間における前記被処理基板が配置され

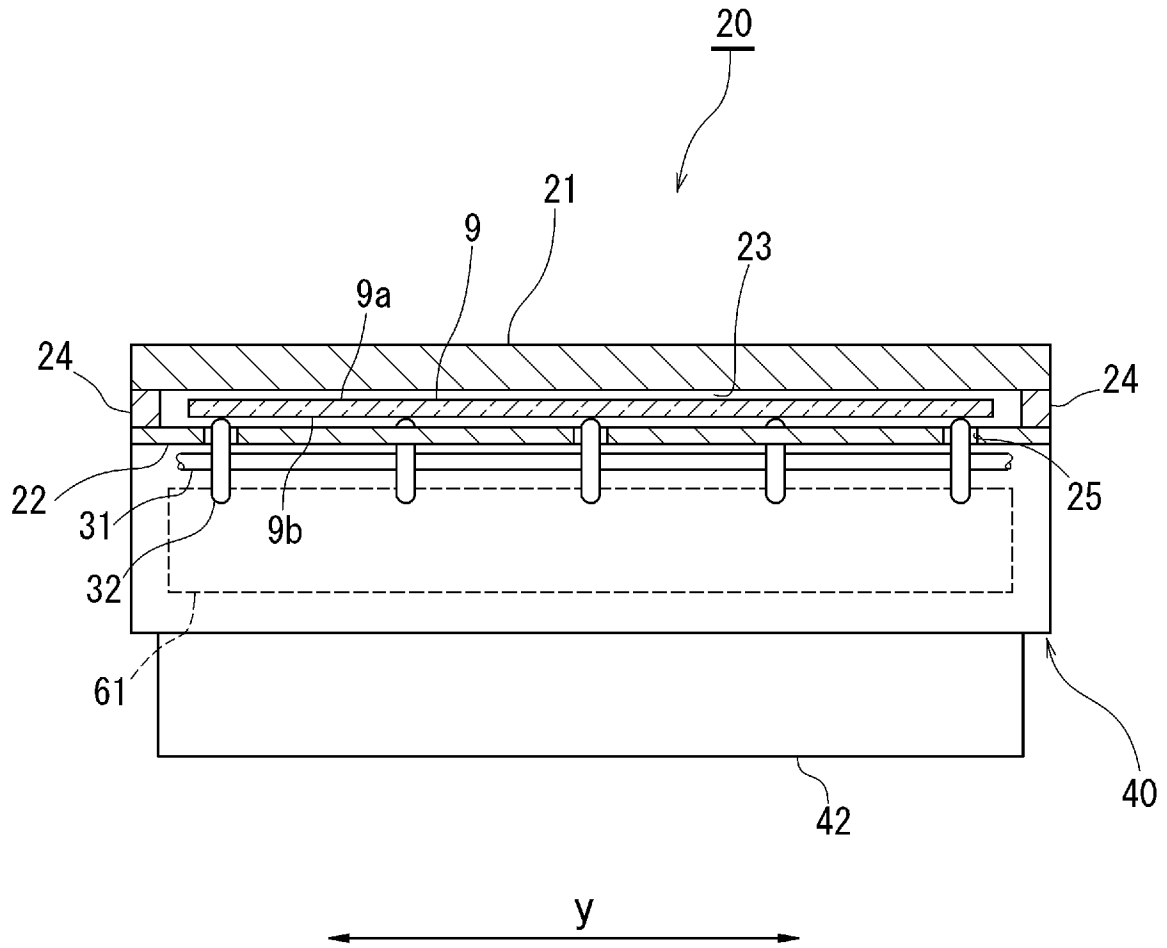
る位置を挟んで前記吹出ノズルとは反対側において前記位置に近接して配置されたヒータを含み、前記ヒータの設定温度が前記凝縮点より $0^{\circ}\text{C}$ 超 $\sim 60^{\circ}\text{C}$ 高温であることを特徴とする請求項5に記載のエッチング装置。

[請求項7] 前記調節手段が、前記第2面の温度を前記凝縮点より $0^{\circ}\text{C}$  $\sim 10^{\circ}\text{C}$ 低温にすることを特徴とする請求項5又は6に記載のエッチング装置。

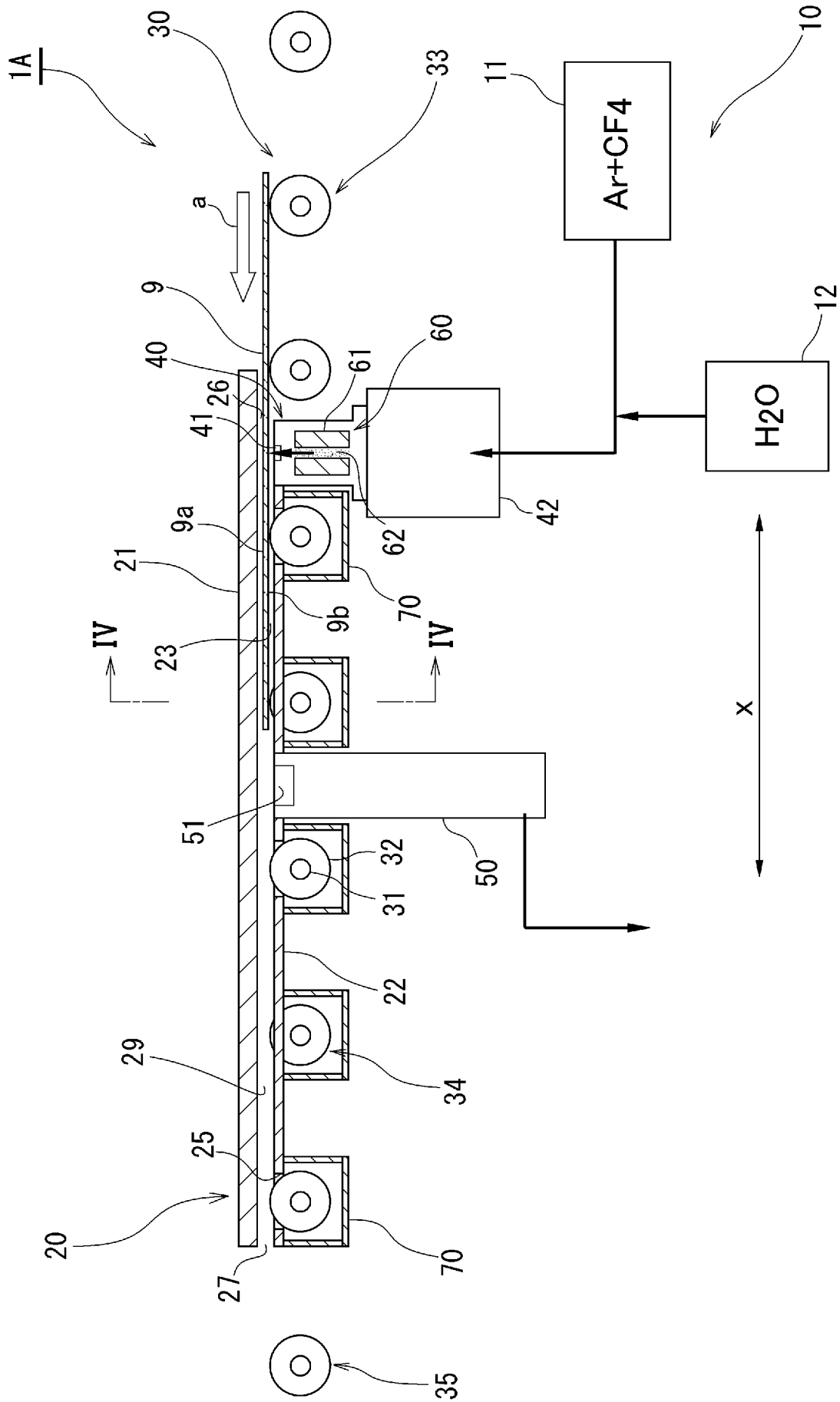
[図1]



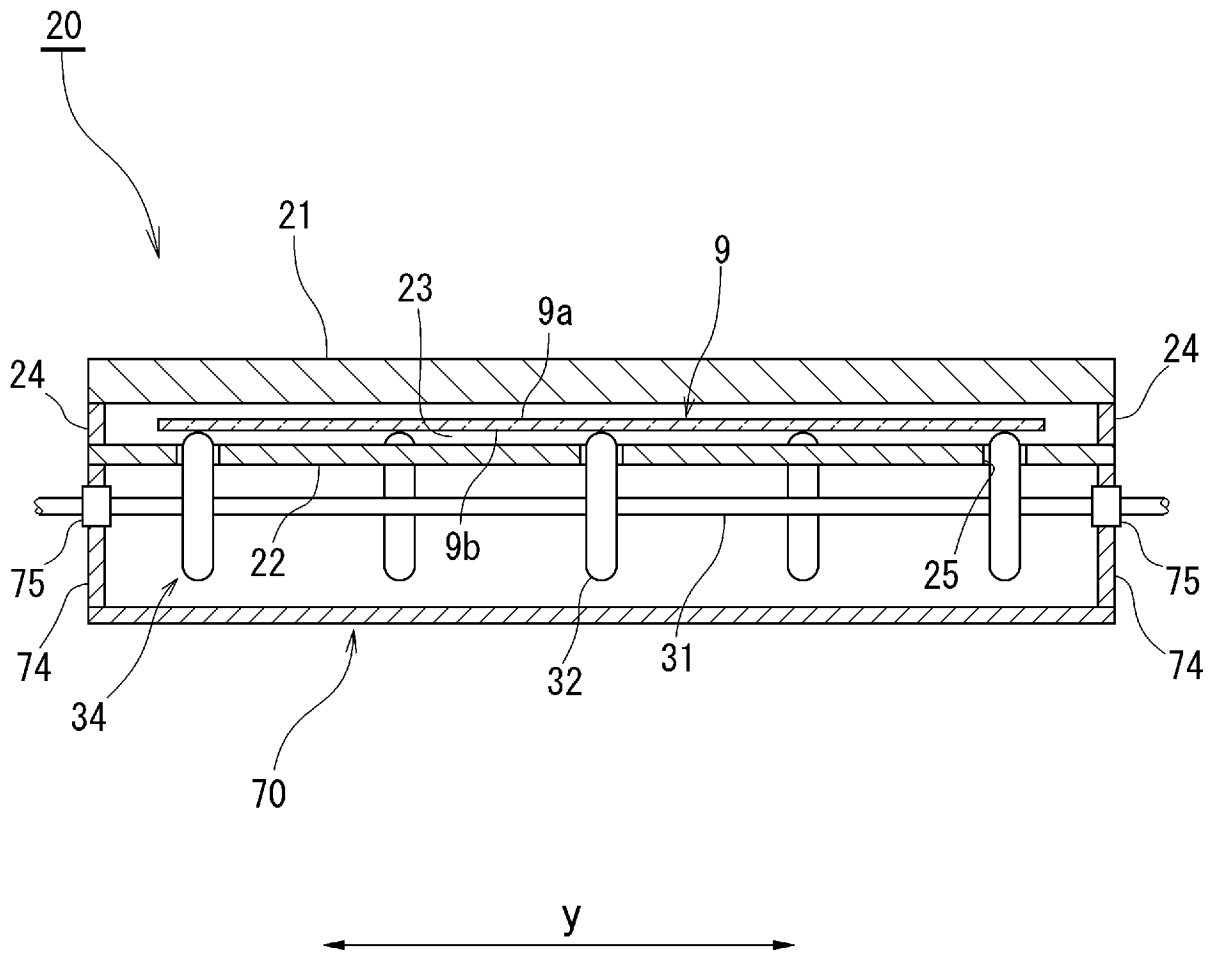
[図2]



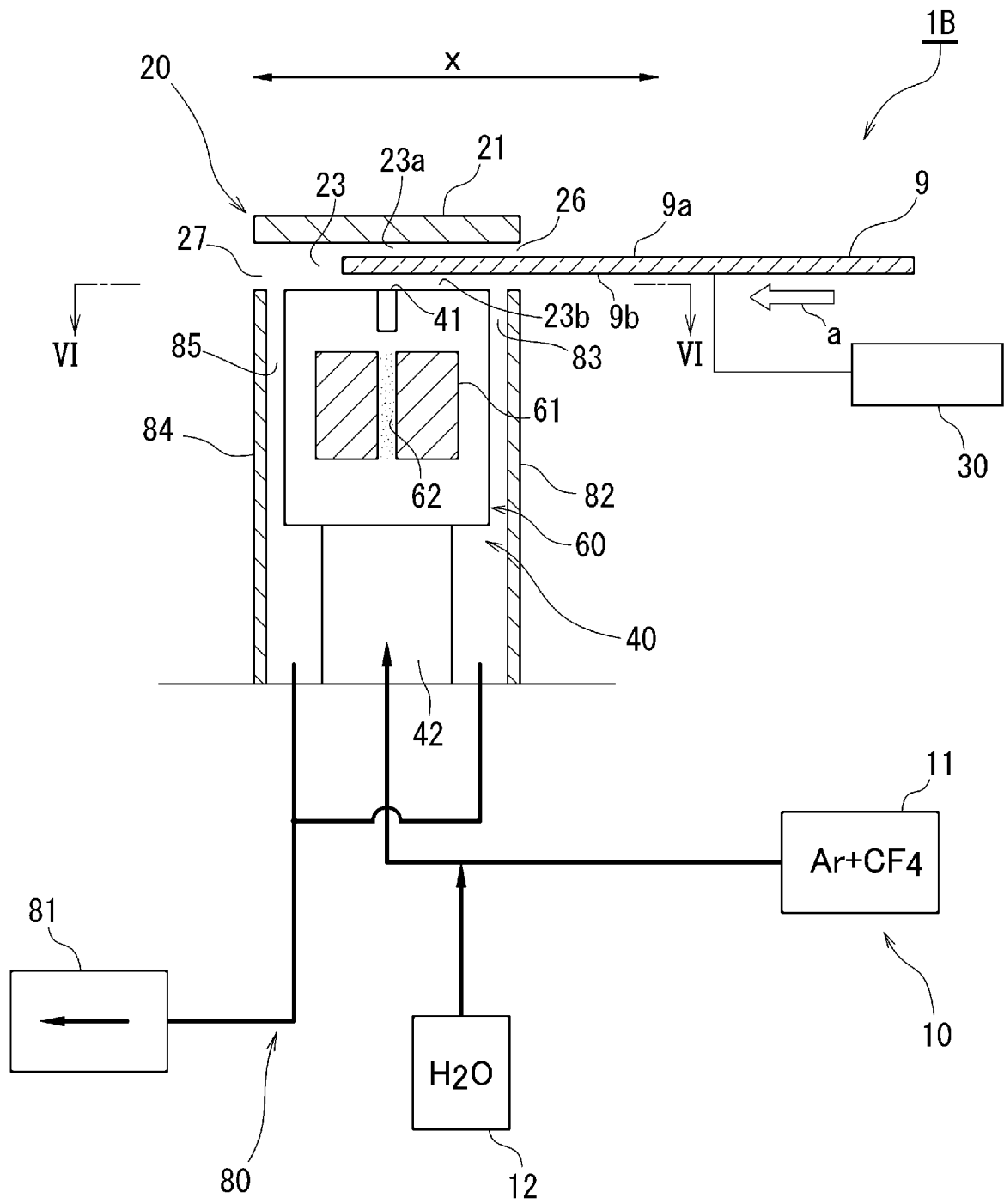
[3]



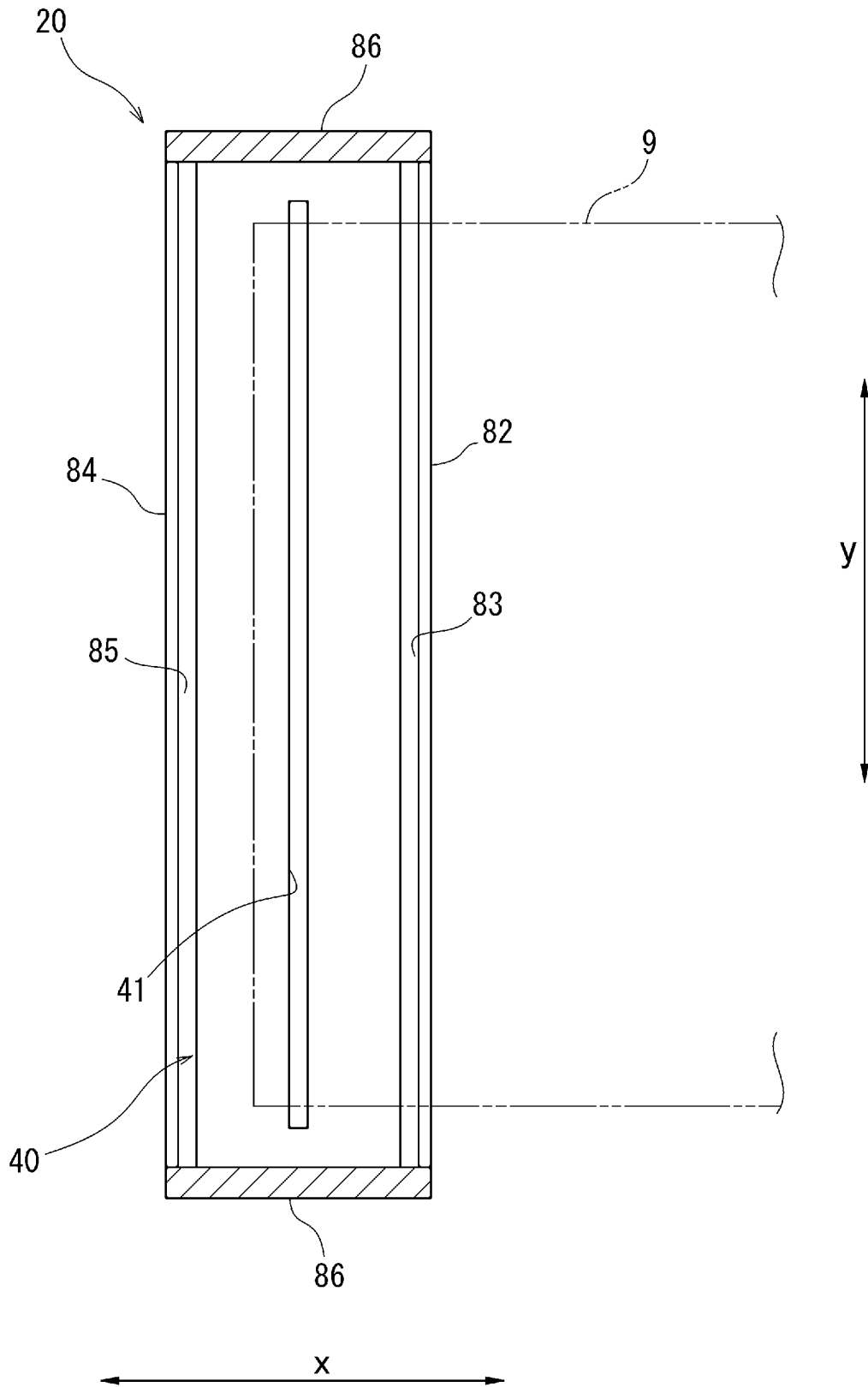
[図4]



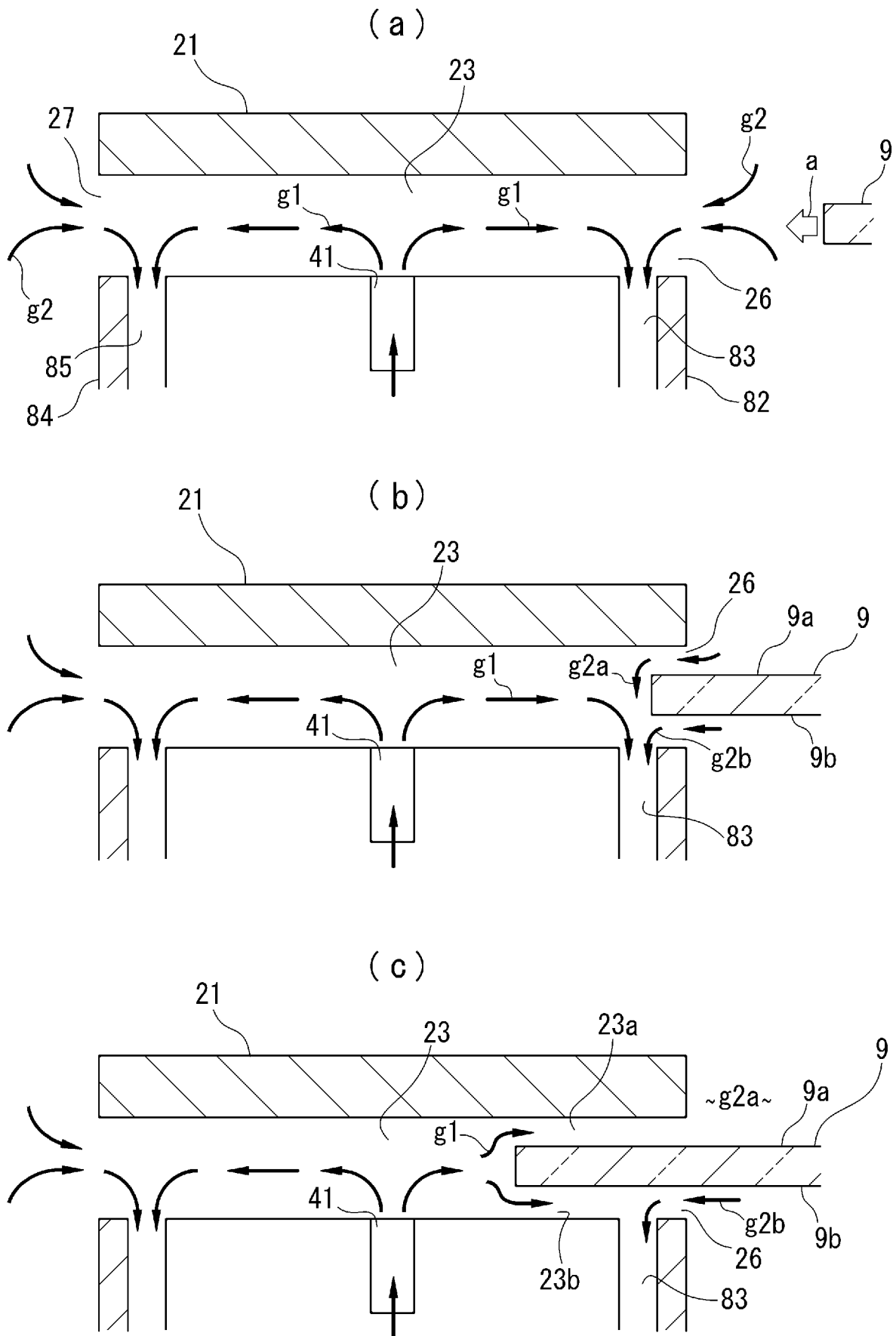
[図5]



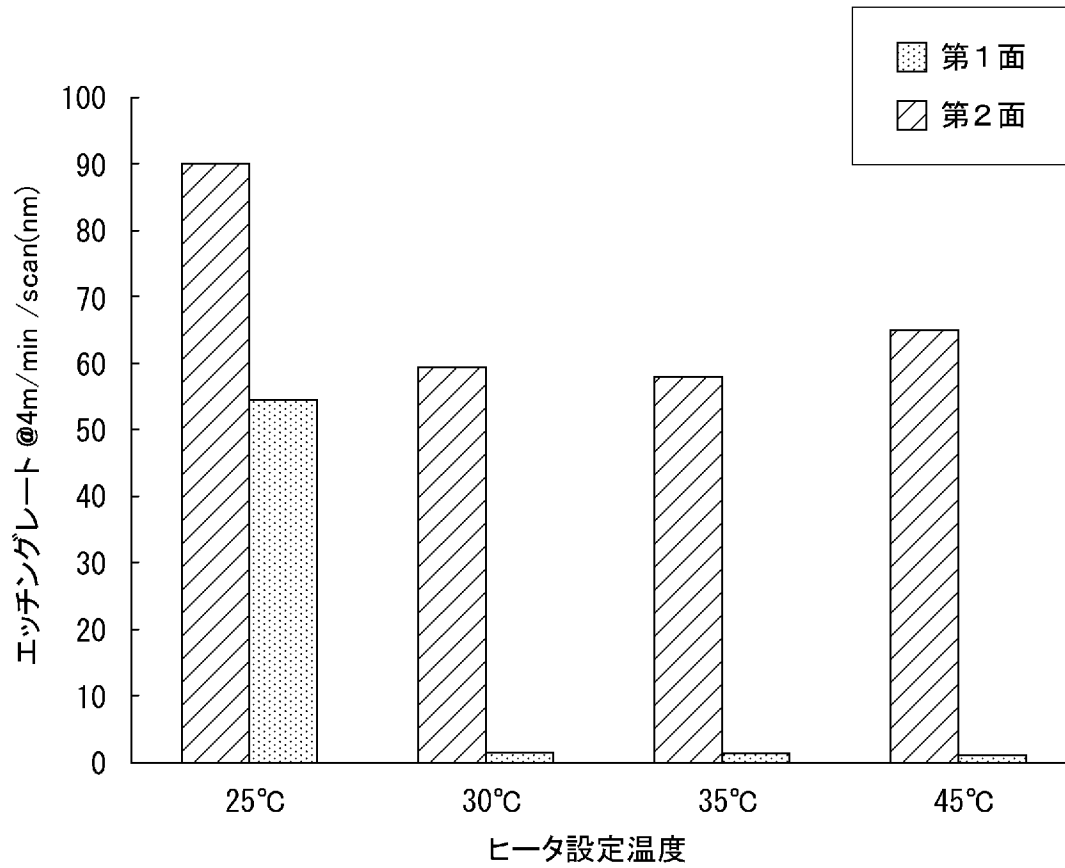
[図6]



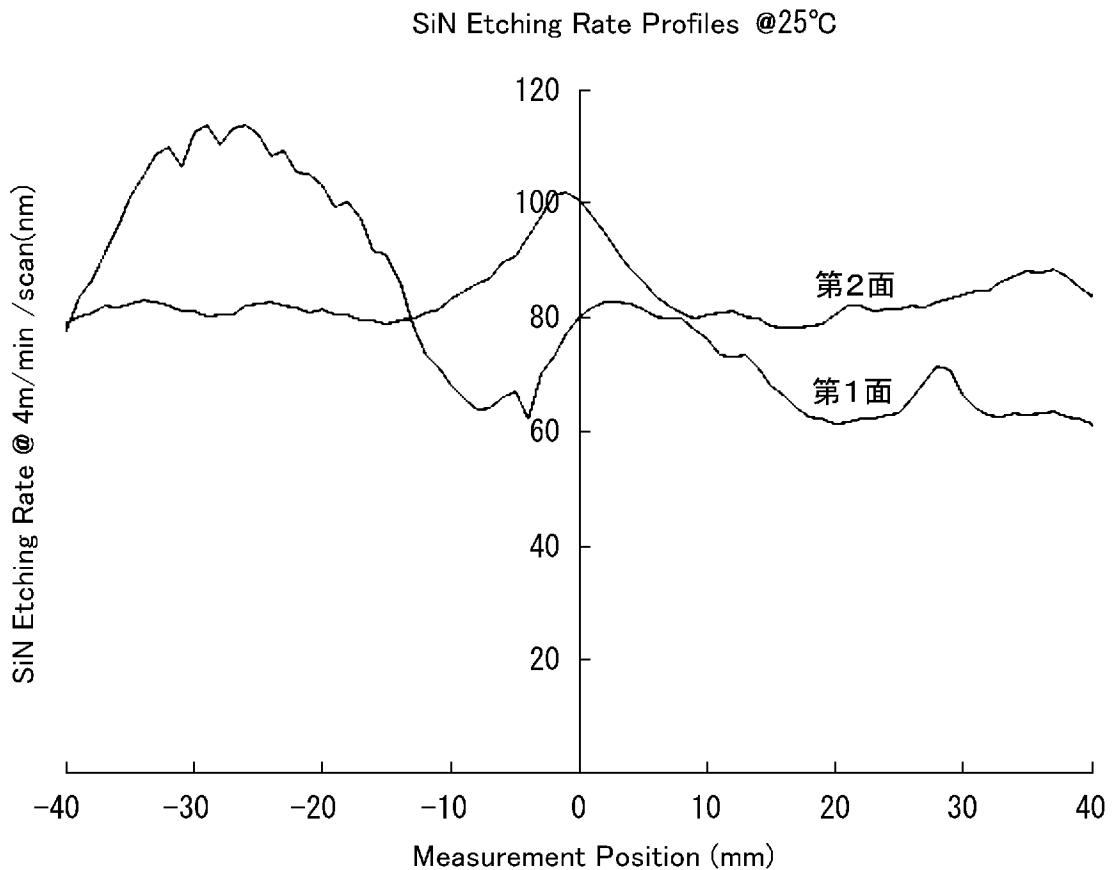
[図7]



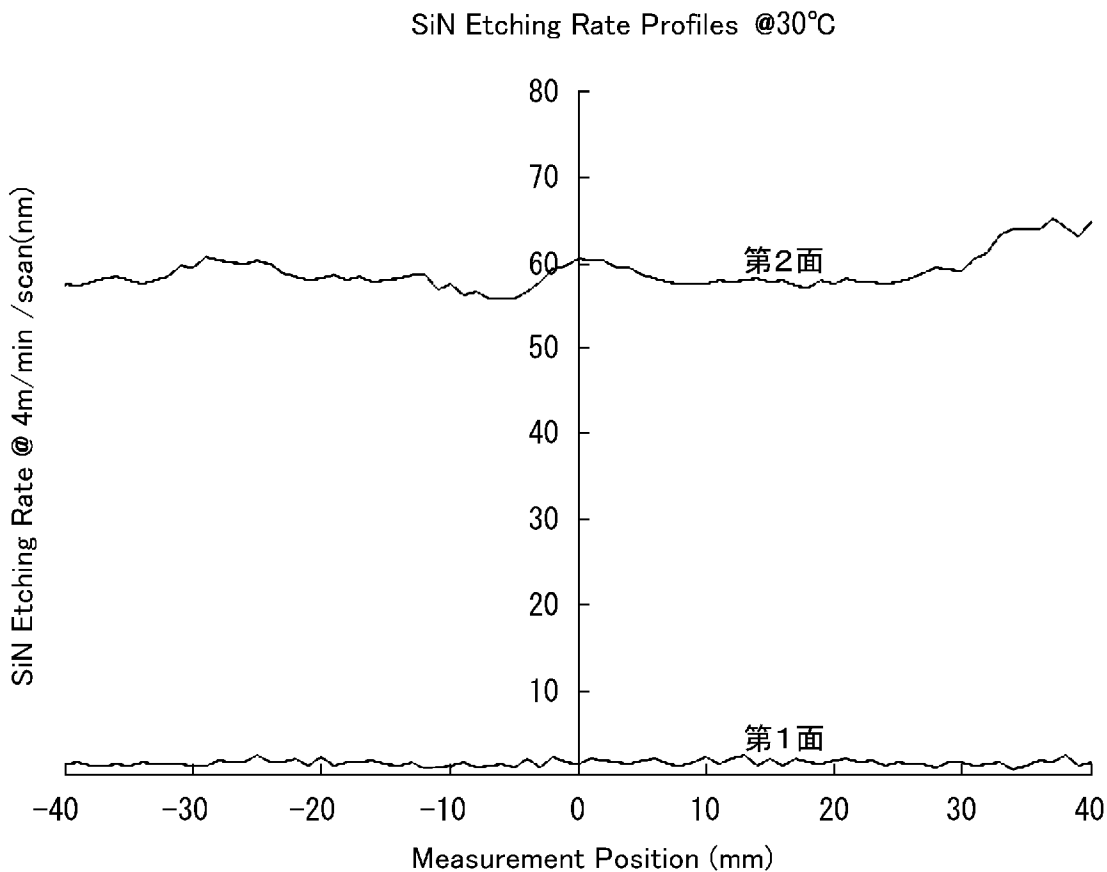
[図8]



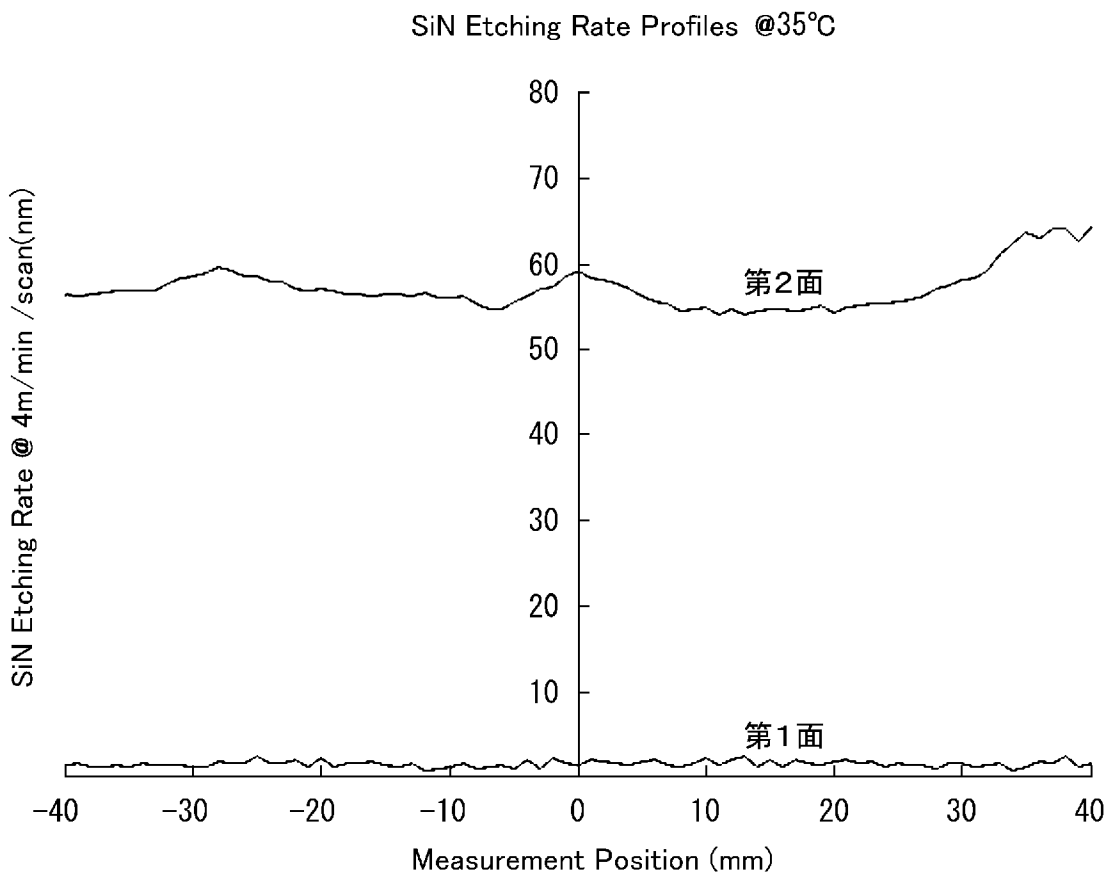
[図9(a)]



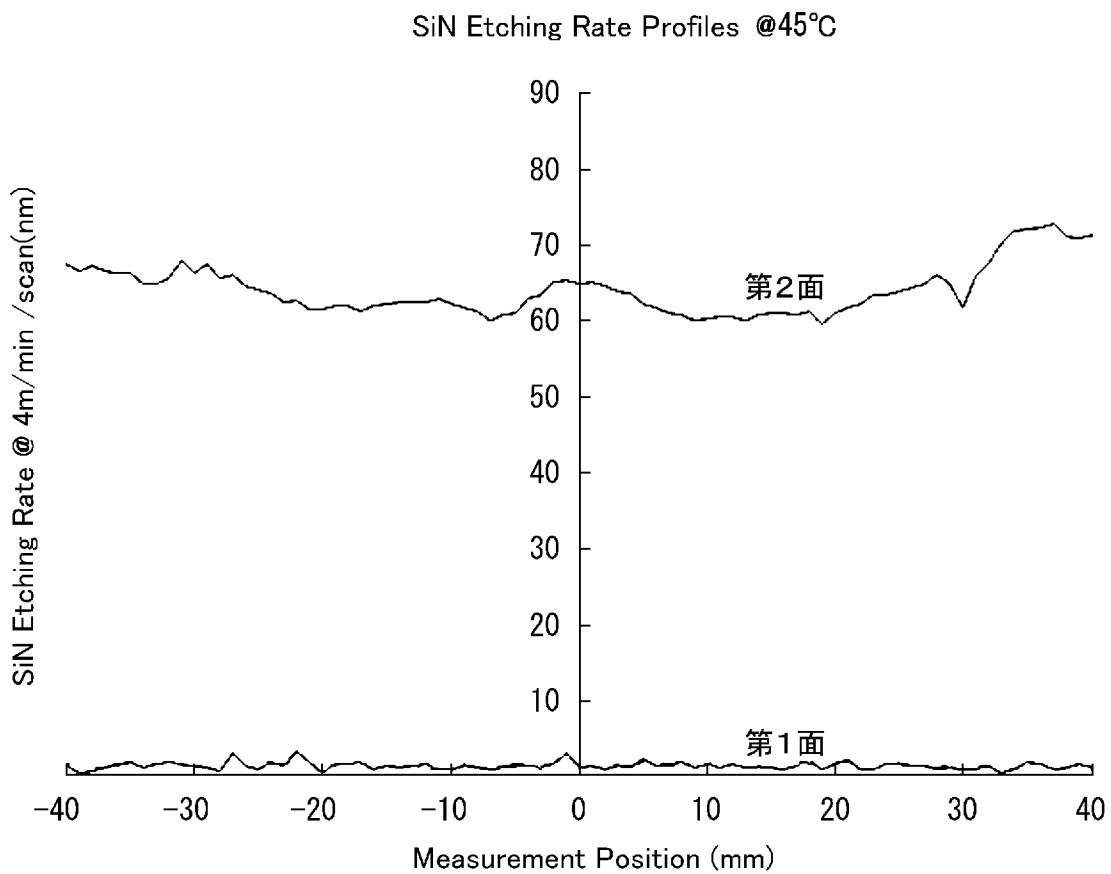
[圖9(b)]



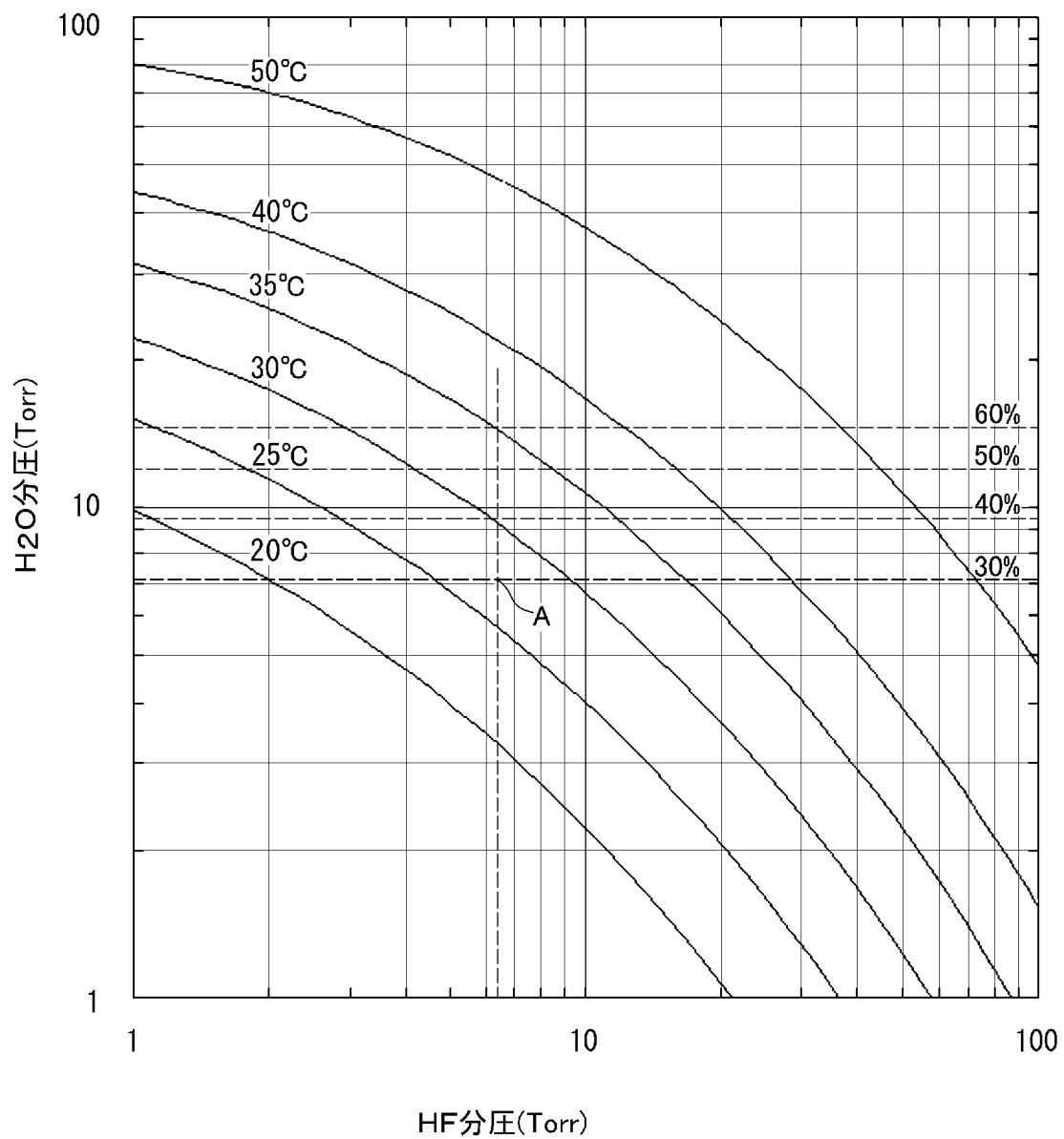
[圖10(a)]



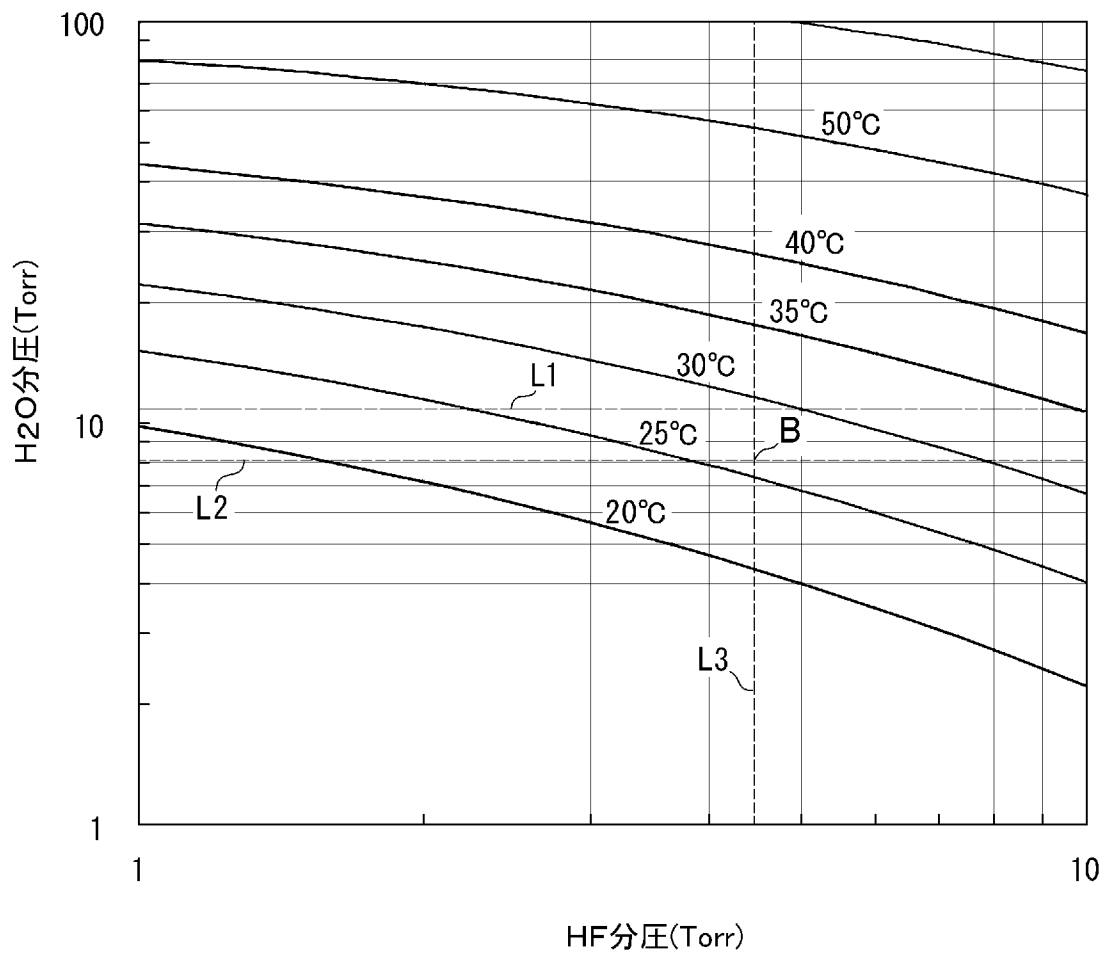
[圖10(b)]



[図11]

HF-H<sub>2</sub>O系の凝縮条件

[図12]

HF-H<sub>2</sub>O系の凝縮条件

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2011/053704

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

H01L21/3065(2006.01) i, H05H1/24(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)

H01L21/3065, H05H1/24

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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

WPI H01L\_021\_306/IC

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-294642 A (Sekisui Chemical Co., Ltd.), 08 November 2007 (08.11.2007), paragraphs [0024] to [0044]; fig. 1 & WO 2007/125851 A1 & KR 10-2008-0113291 A & CN 101427353 A	1-7
A	JP 2008-288556 A (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), 27 November 2008 (27.11.2008), paragraph [0026]; fig. 1 & US 2008/0261381 A1 & EP 1983575 A2 & CN 101290872 A	1-7
A	JP 2008-306175 A (Elpida Memory, Inc.), 18 December 2008 (18.12.2008), paragraphs [0007], [0017]; fig. 16 & US 2009/0020068 A1	1-7

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  
10 May, 2011 (10.05.11)

Date of mailing of the international search report  
17 May, 2011 (17.05.11)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2011/053704

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 2001-129798 A (Robert Bosch GmbH), 15 May 2001 (15.05.2001), paragraphs [0015] to [0017]; fig. 1, 2 & JP 2001-129798 A & EP 1081093 A2 & DE 19941042 A	1-7

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, H05H1/24(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. H01L21/3065, H05H1/24

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 1971-2011年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2011年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2011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)  
 WPI H01L\_021\_306/IC

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 2007-294642 A (積水化学工業株式会社) 2007. 11. 08, 【0024】 - 【0044】, 図 1 & WO 2007/125851 A1 & KR 10-2008-0113291 A & CN 101427353 A	1-7
A	JP 2008-288556 A (信越化学工業株式会社) 2008. 11. 27, 【0026】, 図 1 & US 2008/0261381 A1 & EP 1983575 A2 & CN 101290872 A	1-7
A	JP 2008-306175 A (エルピーダメモリ株式会社) 2008. 12. 18, 【0007】 【0017】, 図 16 & US 2009/0020068 A1	1-7

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	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 10.05.2011	国際調査報告の発送日 17.05.2011
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) 柰屋 健太郎 電話番号 03-3581-1101 内線 3425

4E 4661

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 2001-129798 A (ローベルト ボツシユ ゲゼルシャフト ミツト ベシユレンクテル ハフツング) 2001.05.15, 【0015】-【0017】, 図 1, 2 & JP 2001-129798 A & EP 1081093 A2 & DE 19941042 A	1-7