

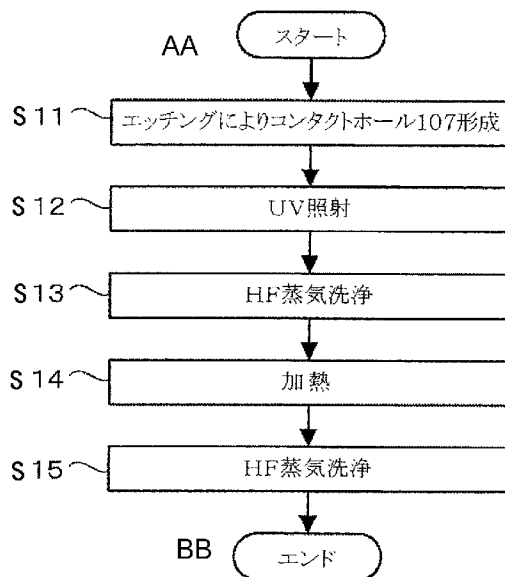


- (51) 国際特許分類:
H01L 21/304 (2006.01) H01L 21/027 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/069206
- (22) 国際出願日: 2007年10月1日 (01.10.2007)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2006-269304 2006年9月29日 (29.09.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED) [JP/JP]; 〒1078481 東京都港区赤坂五丁目3番6号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 川村 茂 (KAWA-MURA, Shigeru) [JP/JP]; 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650番地 東京エレクトロン株式会社内 Yamanashi (JP). 林 輝幸 (HAYASHI, Teruyuki) [JP/JP]; 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650番地 東京エレクトロン株式会社内 Yamanashi (JP).
- (74) 代理人: 吉武 賢次, 外(YOSHITAKE, Kenji et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 富士ビル323号 協和特許法律事務所 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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, KE, KG, KM, KN, KP,

[続葉有]

(54) Title: SUBSTRATE TREATMENT METHOD AND SUBSTRATE TREATMENT APPARATUS

(54) 発明の名称: 基板処理方法及び基板処理装置



AA START

S11 FORMATION OF CONTACT HOLE 107 BY ETCHING

S12 IRRADIATION WITH UV RAY

S13 WASHING WITH HF STEAM

S14 HEATING

S15 WASHING WITH HF STEAM

BB END

(57) Abstract: Disclosed is a substrate treatment method intended for a substrate having, on its surface, a composite product of an inorganic material containing silicon oxide and an organic material containing carbon and fluorine. The method comprises: an ultraviolet ray treatment step for irradiating the surface of the substrate with ultraviolet ray to remove a part of the organic material; a hydrogen fluoride treatment step which is conducted after the ultraviolet ray treatment step and which is for supplying a steam of hydrogen fluoride onto the surface of the substrate to remove at least a part of the inorganic material; and a heating treatment step which is conducted after the ultraviolet ray treatment step and which is for heating the substrate to cause the shrinkage of a part of the organic material that remains unremoved.

(57) 要約: 本発明は、酸化シリコンを含む無機物と炭素及びフッ素を含む有機物との複合生成物が表面に形成された基板に対して行われる基板処理方法において、前記基板の

表面上に紫外線を照射して、前記有機物の一部を除去する紫外線処理

[続葉有]



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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,

添付公開書類:
— 国際調査報告書

工程と、前記紫外線処理工程の後に行われる工程であって、前記基板の表面にフッ化水素の蒸気を供給して、前記無機物の少なくとも一部を除去するフッ化水素処理工程と、前記紫外線処理工程の後に行われる工程であって、前記基板を加熱することによって、未だ除去されていない前記有機物の一部を収縮させる加熱処理工程と、を備えたことを特徴とする基板処理方法である。

明 細 書

基板処理方法及び基板処理装置

技術分野

- [0001] 本発明は、基板に対して例えばプラズマ処理を行うことによって当該基板上に生成されてしまう、酸化シリコンを含む無機物とフッ素系の有機物との混合物ないしは積層体を、効果的に除去する技術に関する。

背景技術

- [0002] 半導体デバイスの製造工程の一つに、プラズマを用いて基板のエッチングを行う処理がある。この処理の際に、エッチングガスが被エッチング層や下地層と反応して、基板上に複合生成物が生成し、それが基板表面に残留する場合がある。
- [0003] 例えば、MOSトランジスタのソースあるいはドレイン領域に電極を接続するためのコンタクトホールは、シリコン基板上の酸化シリコン層において、CF系のエッチングガスと酸素ガスとを用いたエッチングによって形成される。
- [0004] 図16は、コンタクトホール208の底面に複合生成物208aが生成された状態を模式的に示した図である。複合生成物208aの成分も、合わせて示されている。基板200のシリコン層201上に形成された酸化シリコン膜202がCF系のエッチングガス及び酸素ガスを用いてエッチングされると、コンタクトホール208の下面に、炭素及びフッ素を含むCFポリマー205と酸化シリコン層204とからなる複合生成物208a及びアモルファスシリコン層203が上からこの順番で生成される。これは、次のプロセスによって形成されることが考えられる。
- [0005] 酸化シリコン膜202がエッチングされて、表面にシリコン層201が露出すると、図17Bに示すように、プラズマのエネルギーによってシリコン層201の表層が変質して、アモルファスシリコン層203となる。更に、このアモルファスシリコン層203の上層が、酸素ガスのプラズマによって酸化されて、酸化シリコン層204が生成される(図17C)。その後、この酸化シリコン層204の上層に、炭素及びフッ素を含むCFポリマー205が堆積されて、複合生成物208aが形成される(図17D)。この複合生成物208aは、コンタクト抵抗を増大させ、歩留まりを低下させる要因となる。従って、この複合生成

物208aは、除去する必要がある。

- [0006] CF系のエッチングガスを用いてエッチングが行われた後には、CF系の残渣物を除去するために、酸素プラズマによるアッシング処理が行われることが、従来から知られている。しかし、上記の基板200においては、酸素プラズマを用いると、シリコン層201の酸化が更に進行してしまうため、酸素プラズマを用いることはできない。
- [0007] また、種々の実験を行った結果、複合生成物208aは、図17Dに概略的に示すような単純な積層体ではないことが分かった。つまり、酸化シリコン層204内は、図18Aに示すように、酸化シリコン207とCF系化合物206との混合物となっていて、あるいは、図18Bに示すように、シリコン、酸素、炭素及びフッ素などが化学的に結合した化合物となっていて、非常に安定な状態であることが分かった。このため、エッチング後に一般的に行われる有機溶剤や酸溶液などによる洗浄プロセスによっては、複合生成物208aを十分に除去することができない。特に、半導体デバイスのデザインルールの特小化やアスペクト比の増大化が進むと、洗浄液がホールやトレンチ内に十分に行き渡らないため、この点からも十分な洗浄が期待できない。
- [0008] 複合生成物208aは、有機物及び無機物の複合物であることから、無機物を除去しようとするとう機物を除去できず、また、有機物を除去しようとするとう機物を除去できない。すなわち、複合生成物208aは、極めて厄介な残渣物であると言える。このため、このような残渣物をデバイスから除去する手法の開発が、急務である。
- [0009] また、ある種のデバイスの製造プロセスにおいて、図19Aに示すように、シリコン膜209上に酸化シリコン膜210とポリシリコン膜211とが交互に例えば2層ずつ積層された基板200に対して、レジスト膜215を介してエッチングを行って、凹部220を形成することが検討されている。
- [0010] この場合において、ポリシリコン膜211及び酸化シリコン膜210をエッチングするためには、それぞれハロゲン系のガスのプラズマ及び炭素とフッ素とを含むガスのプラズマが用いられる。ポリシリコン膜211のエッチングにおいては、ハロゲン、シリコン及び酸素を含むハロゲン化酸化シリコン213が、凹部220の側壁に堆積する。一方、酸化シリコン膜210のエッチングにおいては、炭素とフッ素とを含むポリマー212が、凹部220の側壁に堆積する。この結果、図19Bに示すように、凹部220の側壁には、ハ

ロゲン化酸化シリコン213とポリマー212とが積層した積層生成物214が堆積してしまう。

[0011] この積層生成物214についても、デバイスの歩留まり低下の要因となるため、除去する必要がある。ところが、積層生成物214は安定な物質であるため、確実に除去することが困難となっている。

[0012] 特開平4-83340(特に、2ページ目右欄23行目～44行目、7ページ目左欄10行目～15行目)には、アルコールの蒸気で基板の表面を洗浄した後に、HF蒸気を用いて基板をエッチングする際に生成するパーティクルの除去方法について記載がなされているが、上記の様な無機／有機複合生成物についての言及はない。

発明の要旨

[0013] 本発明は、以上のような問題点に着目し、これを有効に解決すべく創案されたものである。本発明の目的は、プラズマ処理により基板上に生成された無機物及び有機物の複合生成物を確実に除去できる基板処理方法及び基板処理装置を提供することである。また、本発明は、前記のような複合生成物が生成された処理容器ないし処理容器内の部材の洗浄方法に発展的に応用することが可能である。

[0014] 本発明は、酸化シリコンを含む無機物と炭素及びフッ素を含む有機物との複合生成物が表面に形成された基板に対して行われる基板処理方法において、前記基板の表面に紫外線を照射して、前記有機物の一部を除去する紫外線処理工程と、前記紫外線処理工程の後に行われる工程であって、前記基板の表面にフッ化水素の蒸気を供給して、前記無機物の少なくとも一部を除去するフッ化水素処理工程と、前記紫外線処理工程の後に行われる工程であって、前記基板を加熱することによって、未だ除去されていない前記有機物の一部を収縮させる加熱処理工程と、を備えたことを特徴とする基板処理方法である。

[0015] 本発明によれば、紫外線処理工程と、フッ化水素処理工程と、加熱処理工程と、の組み合わせによって、基板の表面上に形成された無機物及び有機物の複合生成物を、極めて効果的に除去することができる。

[0016] 例えば、前記フッ化水素処理工程は、前記加熱処理工程の前に少なくとも一回実施されると共に、前記加熱処理工程の後にも少なくとも一回実施される。

[0017] また、好ましくは、前記加熱処理工程では、前記基板が100℃以上に加熱される。

[0018] あるいは、本発明は、酸化シリコンを含む無機物と炭素及びフッ素を含む有機物との複合生成物が表面に形成された基板に対して行われる基板処理方法において、前記基板の表面に紫外線を照射して、前記有機物の一部を除去する紫外線処理工程と、前記紫外線処理工程の後に行われる工程であって、前記基板の表面にフッ化水素の蒸気を供給して、前記無機物の一部を除去するフッ化水素処理工程と、を備え、前記紫外線処理工程と前記フッ化水素処理工程とからなる工程群が、複数回繰り返されることを特徴とする基板処理方法である。

[0019] 本発明によれば、紫外線処理工程とフッ化水素処理工程とからなる工程群が複数回繰り返されることによって、基板の表面上に形成された無機物及び有機物の複合生成物を、極めて効果的に除去することができる。

[0020] この場合も、好ましくは、前記基板を加熱することによって未だ除去されていない前記有機物の一部を収縮させる加熱処理工程、を更に備える。その場合、好ましくは、前記加熱処理工程では、前記基板が100℃以上に加熱される。

[0021] あるいは、本発明は、基板の表面に酸化シリコンを含む無機物と炭素及びフッ素を含む有機物との複合生成物が形成されてしまう処理を基板に対して行う複合生成物形成工程と、前記複合生成物形成工程の後に行われる工程であって、前記基板の表面に紫外線を照射して、前記有機物の一部を除去する紫外線処理工程と、前記紫外線処理工程の後に行われる工程であって、前記基板の表面にフッ化水素の蒸気を供給して、前記無機物の一部を除去するフッ化水素処理工程と、を備え、前記複合生成物形成工程、前記紫外線処理工程及び前記フッ化水素処理工程は、いずれも真空雰囲気下で行われることを特徴とする基板処理方法である。

[0022] 本発明によれば、真空雰囲気下で行われる紫外線処理工程とフッ化水素処理工程とによって、基板の表面上に形成された無機物及び有機物の複合生成物を、極めて効果的に除去することができる。

[0023] この場合、好ましくは、前記複合生成物形成工程、前記紫外線処理工程及び前記フッ化水素処理工程は、同一の真空雰囲気下で、連続的に行われる。

[0024] 例えば、前記複合生成物形成工程は、炭素及びフッ素を含むガスと酸素ガスとを

含む処理ガスをプラズマ化して得たプラズマにより、基板上のシリコン層上に形成された酸化シリコン膜に対して、所定のパターンで前記シリコン層の表面部までエッチングすることによって凹部を形成する工程である。

[0025] あるいは、例えば、前記複合生成物形成工程は、基板上に酸化シリコン膜とポリシリコン膜とを下からこの順に積層した積層体に対して、所定のパターンでエッチングを行うことにより凹部を形成する工程であって、ハロゲンを含む処理ガスをプラズマ化して得たプラズマにより、前記ポリシリコン膜をエッチングする工程と、炭素及びフッ素を含む処理ガスをプラズマ化して得たプラズマにより、前記酸化シリコン膜をエッチングする工程と、を含んでいる。

[0026] あるいは、本発明は、処理容器内において、基板の表面に酸化シリコンを含む無機物と炭素及びフッ素を含む有機物との複合生成物が形成されてしまう処理を基板に対して行った後に、前記処理容器内及び／または前記処理容器内の構成部材を洗浄する方法であって、前記処理容器の内面及び／または前記処理容器内の構成部材の表面に、紫外線を照射して、前記処理容器内及び／または前記処理容器内の構成部材に形成された有機物の一部を除去する紫外線処理工程と、前記紫外線処理工程の後に行われる工程であって、前記処理容器の内面及び／または前記処理容器内の構成部材の表面にフッ化水素の蒸気を供給して、前記処理容器内及び／または前記処理容器内の構成部材に形成された無機物の少なくとも一部を除去するフッ化水素処理工程と、前記紫外線処理工程の後に行われる工程であって、前記処理容器の内面及び／または前記処理容器内の構成部材の表面を加熱することによって、未だ除去されていない前記有機物の一部を収縮させる加熱処理工程と、を備えたことを特徴とする処理容器の洗浄方法である。

[0027] 本発明によれば、紫外線処理工程と、フッ化水素処理工程と、加熱処理工程と、の組み合わせによって、処理容器の内面及び／または処理容器内の構成部材の表面に形成された無機物及び有機物の複合生成物を、極めて効果的に除去して洗浄することができる。

[0028] 例えば、前記フッ化水素処理工程は、前記加熱処理工程の前に少なくとも一回実施されると共に、前記加熱処理工程の後にも少なくとも一回実施される。

[0029] また、好ましくは、前記加熱処理工程では、前記基板が100℃以上に加熱される。

[0030] あるいは、本発明は、処理容器内において、基板の表面に酸化シリコンを含む無機物と炭素及びフッ素を含む有機物との複合生成物が形成されてしまう処理を基板に対して行った後に、前記処理容器内及び／または前記処理容器内の構成部材を洗浄する方法であって、前記処理容器の内面及び／または前記処理容器内の構成部材の表面に、紫外線を照射して、前記処理容器内及び／または前記処理容器内の構成部材に形成された有機物の一部を除去する紫外線処理工程と、前記紫外線処理工程の後に行われる工程であって、前記処理容器の内面及び／または前記処理容器内の構成部材の表面にフッ化水素の蒸気を供給して、前記処理容器内及び／または前記処理容器内の構成部材に形成された無機物の少なくとも一部を除去するフッ化水素処理工程と、を備え、前記紫外線処理工程と前記フッ化水素処理工程とからなる工程群が、複数回繰り返されることを特徴とする洗浄方法である。

[0031] 本発明によれば、紫外線処理工程とフッ化水素処理工程とからなる工程群が複数回繰り返されることによって、処理容器の内面及び／または処理容器内の構成部材の表面に形成された無機物及び有機物の複合生成物を、極めて効果的に除去して洗浄することができる。

[0032] この場合も、好ましくは、前記処理容器の内面及び／または前記処理容器内の構成部材の表面を加熱することによって未だ除去されていない前記有機物の一部を収縮させる加熱処理工程、を更に備える。その場合、好ましくは、前記加熱処理工程では、前記処理容器の内面及び／または前記処理容器内の構成部材の表面が100℃以上に加熱される。

[0033] また、本発明は、酸化シリコンを含む無機物と炭素及びフッ素を含む有機物との複合生成物が表面に形成された基板に対して処理を行う基板処理装置において、前記基板の表面に紫外線を照射して、前記有機物の一部を除去する紫外線処理モジュールと、前記基板の表面にフッ化水素の蒸気を供給して、前記無機物の少なくとも一部を除去するフッ化水素処理モジュールと、前記基板を加熱することによって、未だ除去されていない前記有機物の一部を収縮させる加熱処理モジュールと、紫外線処理モジュール、フッ化水素処理モジュール、及び、加熱処理モジュールに接続さ

れていて、これらを制御することができる制御部と、を備え、制御部は、紫外線処理モジュールによる処理が実行された後に、フッ化水素処理モジュールによる処理と加熱処理モジュールによる処理とが互いに任意の順序で実行されるよう各モジュールを制御するようになっていることを特徴とする基板処理装置である。

[0034] 本発明によれば、紫外線処理モジュールと、フッ化水素処理モジュールと、加熱処理モジュールと、の組み合わせによって、基板の表面上に形成された無機物及び有機物の複合生成物を、極めて効果的に除去することができる。

[0035] 例えば、制御部は、フッ化水素処理モジュールによる処理が、加熱処理モジュールによる処理の前に少なくとも一回実施されると共に、当該加熱処理モジュールによる処理の後にも少なくとも一回実施される、というように各モジュールを制御するようになっている。

[0036] また、好ましくは、前記加熱処理モジュールは、前記基板を100℃以上に加熱するようになっている。

[0037] また、好ましくは、前記加熱処理モジュールは、前記紫外線処理モジュールに加熱手段を設けることによって、前記紫外線処理モジュールと重畳的に形成されている。

[0038] また、本発明は、酸化シリコンを含む無機物と炭素及びフッ素を含む有機物との複合生成物が表面に形成された基板に対して処理を行う基板処理装置において、前記基板の表面に紫外線を照射して、前記有機物の一部を除去する紫外線処理モジュールと、前記基板の表面にフッ化水素の蒸気を供給して、前記無機物の少なくとも一部を除去するフッ化水素処理モジュールと、紫外線処理モジュール、及び、フッ化水素処理モジュールに接続されていて、これらを制御することができる制御部と、を備え、制御部は、紫外線処理モジュールによる処理とフッ化水素処理モジュールによる処理とからなる処理群が複数回繰り返されるよう、各モジュールを制御するようになっていることを特徴とする基板処理装置である。

[0039] 本発明によれば、紫外線処理モジュールによる処理とフッ化水素処理モジュールによる処理とからなる処理群が複数回繰り返されることによって、基板の表面上に形成された無機物及び有機物の複合生成物を、極めて効果的に除去することができる。

[0040] この場合も、好ましくは、前記基板を加熱することによって未だ除去されていない前記有機物の一部を収縮させる加熱処理モジュール、を更に備え、制御部は、加熱処理モジュールにも接続されていて、当該加熱処理モジュールをも制御することができるようになっている。この場合、好ましくは、前記加熱処理モジュールは、前記基板を100℃以上に加熱するようになっている。

[0041] また、好ましくは、前記加熱処理モジュールは、前記紫外線処理モジュールに加熱手段を設けることによって、前記紫外線処理モジュールと重畳的に形成されている。

[0042] また、好ましくは、基板の表面に酸化シリコンを含む無機物と炭素及びフッ素を含む有機物との複合生成物が形成されてしまう処理を基板に対して行うプロセスモジュールが、更に設けられている。

[0043] また、好ましくは、基板が搬入されるチャンバと、当該チャンバ内に設けられた基板搬送手段と、を有する基板搬送モジュールが、更に設けられている。この場合、例えば、基板搬送モジュールのチャンバ内は、真空雰囲気である。その場合、好ましくは、基板搬送モジュール、紫外線処理モジュール、及び、フッ化水素処理モジュールは、互いに気密に接続される。

[0044] また、本発明は、基板の処理を行う基板処理装置に用いられ、コンピュータ上で動作するコンピュータプログラムを格納した記憶媒体であって、前記コンピュータプログラムは、前記のいずれかの特徴を備えた基板処理方法を実施するようにステップが組み立てられていることを特徴とする記憶媒体である。

[0045] また、本発明は、基板の処理を行う基板処理装置に用いられ、コンピュータ上で動作するコンピュータプログラムを格納した記憶媒体であって、前記コンピュータプログラムは、前記のいずれかの特徴を備えた洗浄方法を実施するようにステップが組み立てられていることを特徴とする記憶媒体である。

図面の簡単な説明

[0046] [図1]図1は、本発明の第1の実施の形態の工程フローを示す説明図である。

[図2A]図2Aは、第1の実施の形態におけるエッチング前の基板の断面図である。

[図2B]図2Bは、第1の実施の形態におけるエッチング後の基板の断面図である。

[図3]図3A乃至図3Eは、第1の実施の形態において各工程が行われる時の基板の

コンタクトホールの底面における断面の概略図である。

[図4]図4A乃至図4Cは、第1の実施の形態において各工程が行われる時の基板の断面の概略図である。

[図5]図5は、本発明の第2の実施の形態の工程フローを示す説明図である。

[図6]図6は、第2の実施の形態において各工程が行われる時の基板のコンタクトホールの底面における断面の概略図である。

[図7]図7は、本発明の第3の実施の形態の工程フローを示す説明図である。

[図8]図8A乃至図8Fは、第3の実施の形態において各工程が行われる時の基板のコンタクトホールの底面における断面の概略図である。

[図9]図9は、本発明の基板処理装置の一実施の形態を示す水平断面図である。

[図10]図10は、本発明のプラズマ処理に用いられるプラズマ処理装置の一例を示す縦断面図である。

[図11]図11は、本発明のUV照射工程に用いられるUV照射装置の一例を示す縦断面図である。

[図12]図12は、本発明のHF蒸気洗浄工程に用いられるHF洗浄装置の一例を示す縦断面図である。

[図13]図13は、本発明の基板処理装置の他の実施の形態を示す水平断面図である。

[図14]図14は、本発明の基板処理装置の更に他の実施の形態を示す水平断面図である。

[図15]図15A乃至図15Cは、本発明の実施例における基板の断面のTEM写真を表す概略図である。

[図16]図16は、エッチングによって生成される複合生成物の説明図である。

[図17]図17A乃至図17Dは、図16の複合生成物が生成される様子を説明する説明図である。

[図18]図18A及び図18Bは、図16の複合生成物内の組成例を示す概念図である。

[図19]図19A及び図19Bは、エッチングによって生成される積層生成物の説明図である。

発明を実施するための最良の形態

[0047] [第1の実施の形態]

本発明の基板処理方法の実施の形態として、エッチングによってコンタクトホールを形成した後の複合生成物の除去プロセスである第1の実施の形態について説明する。

[0048] 図1は、この第1の実施の形態において、複合生成物が生成されて除去されるまでのフローを表している。ステップS11では、表面に図2Aの構造を備えるウェハWに対して、エッチングが行われる。図2A及び図2Bにおいて、100はシリコン基板、101は例えば絶縁膜である酸化シリコン膜、102はレジストマスクである。また、103はゲート電極、104はゲート酸化膜、105は不純物拡散層、106は素子分離膜である。

[0049] (ステップS11:酸化シリコン膜101のエッチング工程)

例えば後述するプラズマ処理装置51において、例えば CF_4 ガスと O_2 ガスとからなる処理ガスがプラズマ化されて、このプラズマによって酸化シリコン膜101がエッチングされる。これにより、図2Bに示すように、凹部であるコンタクトホール107が形成される。このエッチングによって、コンタクトホール107の底面(シリコン基板100の表面部)に、既述のように、複合生成物111が生成される。この時、コンタクトホール107の底面に露出されたシリコン基板100の表層は、既述のように、プラズマのエネルギーによってアモルファスシリコン層108に変質する。更に、そのアモルファスシリコン層108の表層が、酸素ガスのプラズマによって酸化されて、酸化シリコン層109が生成される。

[0050] ここで、各処理工程と複合生成物111の状態との対応関係を直感的に把握できるようにするため、コンタクトホール107の底面の様子が、図3A乃至図3Eに模式的に示される。酸化シリコン層109の表面には、炭素とフッ素とを含むポリマー110が生成されている。このポリマー110は、実際には、既述の図18に示すように、酸化シリコン層109内に、粒子状あるいは分子状のポリマーとなって入り込んで、酸化シリコン112と複雑に混ざり合っている。これらのポリマー110と酸化シリコン層109とが、複合生成物111をなしている。

[0051] 尚、巨視的には、酸化シリコン層109の上にポリマー110が積層されているが、模

式図の説明を進める上で、酸化シリコン層109が酸化シリコン112とポリマー110aとから構成されるものとして、符号を使い分けることとする。

[0052] (ステップS12:UV照射工程)

次に、ウェハWに対して、例えば波長172nmのUVが所定の時間照射されると共に、ウェハWが例えば200℃となるように、図示しないハロゲンランプ等の加熱手段によってウェハWが加熱される。

[0053] このUVの照射によって、例えば炭素とフッ素との結合や炭素間における結合が切れて、図4Aに示すように、ポリマー110が例えばガス化して除去される。そして、ポリマー110が取り除かれることによって表面に露出された酸化シリコン層109に対して、UVが照射され、酸化シリコン層109の表面のポリマー110aが除去される。また、ウェハWの加熱によって、この工程におけるポリマー110及びポリマー110aの除去が促進される。

[0054] この結果、酸化シリコン層109内の酸化シリコン112が露出され、図3Bに示すように、酸化シリコン層109の表面における酸化シリコン112の割合が増加する。尚、酸化シリコン層109の上層のポリマー110は、既述の図3Aに示したように、酸化シリコン層109内のポリマー110aと比較して、厚膜である。しかしながら、ポリマー110は、上述したように、UVの照射と共にウェハWが加熱されることにより、速やかに除去される。

[0055] (ステップS13:HF蒸気洗浄工程)

次に、ウェハWに対してHF(フッ化水素)の蒸気が、例えば600秒間供給される。ウェハWがこのHF蒸気に曝されると、図4Bに示すように、ウェハWの表面の酸化シリコン112がHF蒸気に溶解して、ウェハWからHF蒸気と共に除去される。この結果、酸化シリコン層109内のポリマー110aが露出されて、図3Cに示すように、酸化シリコン層109の表面におけるポリマー110aの割合が増加する。

[0056] 尚、HF蒸気によって酸化シリコン膜101の表面(コンタクトホール107の上面及び側壁)もエッチングされるが、その量はごく僅かであるため、ここでは説明を省略する。

[0057] (ステップS14:加熱工程)

次いで、ウェハWが例えば300℃に加熱される。

[0058] この加熱により、図4Cに示すように、酸化シリコン層109内に分散していたポリマー110a、あるいは、酸化シリコン層109内の酸化シリコン112と結合していたポリマー110aは、結合力が弱い部分の結合が切れて遊離し、ガス化する。このガスは、例えばポリマー110aと酸化シリコン112との間の間隙などを通して、ウェハWの表面へと拡散して、ウェハWから除去される。

[0059] この結果、ポリマー110aは、結合力の強い部分のみが主として酸化シリコン層109内に残り、図3Dに示すように、体積が収縮する。このポリマー110aの収縮により、ポリマー110aと酸化シリコン112との間隙が広がって、上述したガスがウェハWの表面へと抜け出やすくなる。このため、ポリマー110aの収縮が速やかに進行し、その収縮が更に加速される。

[0060] (ステップS15:HF蒸気洗浄工程)

次に、再度ウェハWに対して、HFの蒸気が例えば600秒間供給される。ステップS14の加熱工程によって、ポリマー110aと酸化シリコン112との間隙が広がっているため、HF蒸気はその間隙から酸化シリコン層109の内部まで拡散できる。これにより、酸化シリコン層109内の酸化シリコン112がほとんど除去される。この時、酸化シリコン層109内にポリマー110aが僅かに残っていても、ポリマー110aの周囲の酸化シリコン112がほとんど無くなることから、ポリマー110aを物理的に保持する力が弱くなる。このため、ポリマー110aは、酸化シリコン層109から脱落あるいは遊離する。それに伴って、ポリマー110aに僅かに付着していた酸化シリコン112も脱落あるいは遊離する。結果として、図3Eに示すように、酸化シリコン層109が除去される。その後、ウェハWの洗浄などの工程を経て、コンタクトホール107に電極が埋め込まれる。

[0061] 上述の第1の実施の形態によれば、ポリマー110と酸化シリコン層109とからなる複合生成物111に対して、先ずUV照射して、続いてHF蒸気による洗浄を行うことにより、ポリマー110及び酸化シリコン層109をある程度除去し、その後ウェハWを加熱して残存するポリマー110aをガス化して収縮させている。そして、この状態で再度HF蒸気による洗浄を行っているため、HF蒸気が酸化シリコン層109の内部まで浸透しやすく、そのため上述のように酸化シリコン112もポリマー110aも除去され、結果として酸化シリコン層109が容易に除去される。従って、その後にコンタクトホール107に

電極が埋め込まれる際において、コンタクト抵抗の増大を抑えることができ、歩留まりの向上を図ることができる。

[0062] 上述の一連の工程を行うことで複合生成物111は十分に除去されるが、後述の実施例からも明らかなように、これらの工程の後に更に加熱工程を行って、次いで更にHF洗浄を行うようにしても良い。

[0063] 更にまた、UV照射工程(ステップS12)とHF蒸気洗浄工程(ステップS13)とを複数回繰り返すようにしても良い。

[0064] そしてまた、UV照射工程の後、ステップ13のHF蒸気洗浄工程を行わずに加熱工程を行っても良い。この場合においても、加熱によりポリマー110aが収縮するため、続くHF蒸気洗浄工程(ステップS15)を効果的に行うことができるという利点がある。

[0065] 尚、UV照射工程を複数回行う場合には、1回目のUV照射工程において厚膜であるポリマー110が既に除去されているので、2回目以降のUV照射工程では、ウェハWの加熱を行わなくても良い。

[0066] [第2の実施の形態]

次に、本発明の基板処理方法の第2の実施の形態について説明する。

[0067] 本実施の形態では、表面に図2Aの構造を備えるウェハWに対して、以下の工程が行われる。本実施の形態における工程のフロー図を図5に示し、各工程におけるウェハWのコンタクトホール107の底面における断面の模式図を図6に示す。

[0068] (ステップS51:酸化シリコン膜101のエッチング工程)

上述のステップS11と同様に、エッチングが行われる。これにより、コンタクトホール107の底面に、複生成物111が生成される。

[0069] (ステップS52:UV照射工程)

上述のステップS12と同様に、ウェハWに対してUVが照射されると共に、ウェハWが加熱される。その結果、図6Bに示すように、ポリマー110と酸化シリコン層109の表層に露出したポリマー110aとが除去されて、酸化シリコン層109の表面における酸化シリコン112の割合が増加する。

[0070] (ステップS53:HF蒸気洗浄工程)

上述のステップS13と同様に、ウェハWに対してHF蒸気を供給することによって、

酸化シリコン層109の表面に露出された酸化シリコン112が除去される。その結果、図6Cに示すように、酸化シリコン層109の表面におけるポリマー110aの割合が増加する。

[0071] (ステップS54:繰り返し工程)

上述のステップS52とステップS53とが、予め設定した繰り返し回数だけ繰り返される。本実施の形態では、既述のステップS14に相当する加熱工程は行われませんが、図6D及び図6Eに示すように、酸化シリコン112とポリマー110aとが順次除去されて、複合生成物111を容易に除去することができ、コンタクト抵抗の増大を抑えることができる。尚、本実施の形態においても、2回目以降におけるUV照射工程では、ウェハWの加熱を行わなくても良い。

[0072] [第3の実施の形態]

次に、本発明の基板処理方法の第3の実施の形態について説明する。

[0073] 図7は、本実施の形態における工程フローを示す図である。図8Aは、シリコン基板120上に、酸化シリコン膜121、ポリシリコン膜122、酸化シリコン膜123及びポリシリコン膜124が、下からこの順番で積層されたウェハWを示している。このウェハWに対して、以下の工程が行われる。

[0074] 本実施の形態では、以下の各ステップは、全て真空雰囲気下で行われる。また、各ステップ間(ウェハWの搬送中)においても、ウェハWは真空雰囲気に置かれ、大気には曝されないようになっている。

[0075] (ステップS71:ポリシリコン膜124のエッチング工程)

既述のステップS11と略同様に、ハロゲン系ガスを含むガス例えばHBr(臭化水素)ガスがプラズマ化されて、図8Bに示すように、ポリシリコン膜124がエッチングされ、凹部125が形成される。このエッチングによって、凹部125の側壁には、酸化シリコン内に臭素が拡散した無機系の生成物であるハロゲン化酸化シリコン126が生成される。

[0076] (ステップS72:酸化シリコン膜123のエッチング工程)

次に、上述のステップS71と略同様にして、炭素とフッ素とを含むガス例えばCF₄ガスがプラズマ化されて、図8Cに示すように、酸化シリコン膜123がエッチングされる。

。このエッチングによって、凹部125の側壁には、上述のハロゲン化酸化シリコン126の外側に、炭素とフッ素とを含む有機系の生成物であるポリマー127が生成される。

[0077] (ステップS73:ポリシリコン膜122のエッチング工程)

上述のステップS71と同様に、図8Dに示すように、ポリシリコン膜122がエッチングされる。このエッチングによって、凹部125の側壁には、再度ハロゲン化酸化シリコン126が生成される。

[0078] (ステップS74:酸化シリコン膜121のエッチング工程)

上述のステップS72と同様にして、図8Eに示すように、酸化シリコン膜121がエッチングされる。このエッチングによって、凹部125の側壁には、再度ポリマー127が生成される。

[0079] このようにして、凹部125の側壁には、ハロゲン化酸化シリコン126とポリマー127との積層体である積層生成物128が生成される。

[0080] (ステップS75:UV照射工程)

次に、ウェハWに対して、第2の実施の形態のステップS52のUV照射工程と同じ処理が行われ、凹部125の表面のポリマー127が除去される。尚、この工程においては、ウェハWの加熱を行わなくても良い。

[0081] (ステップS76:HF蒸気洗浄工程)

続いて、第2の実施の形態におけるステップS53と同様に、ウェハWにHF蒸気を供給することによって、凹部125の表面のハロゲン化酸化シリコン126が除去される。

[0082] (ステップS77:繰り返し工程)

そして、第2の実施の形態におけるステップS54と同様に、ステップS75とステップS76とが、予め設定した繰り返し回数だけ繰り返し行われる。この結果、図8Fに示すように、凹部125の側壁に生成された積層生成物128が除去される。尚、本実施の形態においては、ステップS75とステップS76との繰り返し回数は、2回としている。その後、ウェハWの洗浄などの工程を経て、凹部125に電極あるいは金属配線が埋め込まれる。

[0083] 上述の第3の実施の形態によれば、ハロゲン化酸化シリコン126とポリマー127とが交互に多層化された複合生成物である積層生成物128の除去処理を行うにあたり、

ウェハWが大気雰囲気には曝されないように、ウェハWの搬送や各処理が真空雰囲気において行われる。このため、ハロゲン化酸化シリコン126の酸化が進んで安定な物質になる前に、その除去処理を行うことができる。また、ハロゲンの吸湿によって凹部125に埋め込まれる金属膜が酸化することなどを防ぐことができる。更に、UV照射工程とHF蒸気の洗浄工程とが繰り返し行われることにより、簡便に確実に積層生成物128を除去することができる。この場合、UV照射工程とHF蒸気の洗浄工程との繰り返し回数は、被エッチング部分である酸化シリコン膜121(123)及びポリシリコン膜122(124)の積層数に応じて決定すれば良い。上記積層数が1層の場合には、各工程を繰り返さなくても良い。

[0084] 上述の各実施の形態によれば、それぞれ既述の効果が得られる。共通の利点としては、複合生成物111及び積層生成物128を除去するために、有機溶剤や酸溶液などの液体ではなく、UV及びHFの蒸気を用いていることにより、コンタクトホール107(125)の開口径が小さい場合でも、コンタクトホール107(125)内にUV及びHFの蒸気が入り込むことができるので、複合生成物111及び積層生成物128を速やかに除去できるという点が挙げられる。また、酸素ガスのプラズマを使用していないので、シリコン基板100(120)の酸化を抑えることができ、更にまた、低誘電率膜として最近注目されているシリコン、炭素、フッ素及び水素を含むSiOCH膜が含まれている場合であっても、このSiOCH膜が酸素によってアッシングされるという不具合がない。

[0085] 尚、積層生成物128の除去工程として、第1の実施の形態の手法を適用することも勿論可能である。

[0086] [装置構成]

次に、上述の本発明における基板処理方法を実施するための基板処理装置の一例について、図9を参照して簡単に説明する。

[0087] 図9に示した基板処理装置11は、既述の基板処理を行うためのマルチチャンバシステムであり、キャリア室12a～12c、ローダモジュールである第1の搬送室13、ロードロック室14、15、及び、基板搬送モジュールである第2の搬送室16、を備えている。第2の搬送室16には、プロセスモジュールであるプラズマ処理装置51～54、UV処理モジュール及び加熱モジュールであるUV照射装置55、及び、フッ化水素モジ

ュールであるHF洗浄装置56、が気密に接続されている。また、第1の搬送室13の側面には、アライメント室19が設けられている。ロードロック室14、15には、図示しない真空ポンプとリーク弁とが設けられており、大気雰囲気と真空雰囲気が切り替えられるように構成されている。つまり、第1の搬送室13及び第2の搬送室16の雰囲気が、それぞれ、大気雰囲気及び真空雰囲気に保たれることができる。このため、ロードロック室14、15は、それぞれの搬送室間において、ウェハWを搬送する時に、ウェハWが曝される雰囲気を調整することができる。

[0088] 第1の搬送室13及び第2の搬送室16には、それぞれ、第1の搬送手段17及び第2の搬送手段18が設けられている。第1の搬送手段17は、キャリア室12a～12cとロードロック室14、15との間、及び、第1の搬送室13とアライメント室19との間、でウェハWの受け渡しを行うための搬送アームである。第2の搬送手段18は、ロードロック室14、15とプラズマ処理装置51～54、UV照射装置55及びHF洗浄装置56との間でウェハWの受け渡しを行うための搬送アームである。

[0089] プラズマ処理装置51(52～54)としては、例えば公知の平行平板型プラズマ処理装置を用いることができる。その構成例を、図10に示す。このプラズマ処理装置51は、内部を真空に保持可能な処理容器21を備えている。処理容器21内において、当該処理容器21内の底面中央に配設された下部電極をなす載置台3と、当該処理容器21の上面部に設けられたガスシャワーヘッドをなす上部電極4と、が互いに対向している。また、処理ガス導入管41から上部電極4を介して処理容器21内に処理ガスが導入されるようになっており、載置台3と上部電極4との間に高周波電源31からの高周波電圧が印加されることによって、処理ガスがプラズマ化されるようになっている。更に、バイアス電源32からの高周波電圧を印加してプラズマ中のイオンをウェハWへ引き込むことによって、載置台3に静電吸着されたウェハWに対して、エッチングが行われるように構成されている。尚、図10中において、24は排気管、23は真空ポンプ、25はウェハの搬送口、Gはゲートである。

[0090] このようなプラズマ処理装置51において、ウェハWが第2の搬送手段18によって搬送口25から搬入されて載置台3に載置されると、真空ポンプ23により排気管24を介して処理容器21内が真空排気される。その後、処理ガスのプラズマにより、上述した

プラズマ処理(エッチング)が行われる。尚、処理ガスには、希釈ガスとしてAr(アルゴン)ガスなどが混合されても良い。

[0091] 次に、UV照射装置55について、図11を参照して説明する。UV照射装置55は、真空中に保持可能な処理容器62内に、透明な材料例えば石英からなりウェハWを吸着可能な載置台61、載置台61の下方に設けられたウェハWの加熱手段をなすハロゲンランプ63、及び、載置台61の上方に設けられたUVランプユニット64、を備えている。このUV照射装置55は、加熱手段を備えているため、ウェハWを加熱処理(例えば図1のステップS14等)するための加熱装置を兼ねている。

[0092] 載置台61は、支持台61aによって処理容器62の底面に支持され、例えば支持台61aに接続されたモーター60によって回転可能に構成されている。ハロゲンランプ63は、同心円状に例えば5周設けられたリング状のランプからなり、図示しない電源に接続され、上方が開口した概略円筒形状のリフレクタ63a内に固定されている。また、処理容器62内には、載置台61上のウェハWの温度を測定するための図示しない測定器が設けられている。この測定器の測定結果に基づいて、ハロゲンランプ63の出力を制御できるように構成されている。

[0093] UVランプユニット64は、図示しない電源に接続されており、その内部には、例えば多数の図示しないUV照射管が納められている。処理容器62の側面にはガス供給口66が設けられており、当該ガス供給口66を介してガス供給源67から例えば窒素ガスが処理容器62内に供給される。処理容器62の底面には、排気口68が形成されており、真空ポンプ69によって処理容器62内の雰囲気気を排気可能に構成されている。また、処理容器62の側面には、ウェハWの搬送口65が形成されており、ゲートGによって開閉可能である。尚、UVランプユニット64内には、例えば径の異なる複数のリング状の放射管が設けられても良い。

[0094] このようなUV照射装置55において、ウェハWが搬送口65から搬入されて載置台61に載置されると、モーター60によって載置台61が回転し、真空ポンプ69により処理容器62内が真空排気されると共に、ガス供給源67から例えば窒素ガスが供給された状態で、既述のUV照射工程または加熱工程が行われる。すなわち、UV照射工程では、ウェハWに対してUVランプユニット64からUVが照射され、加熱工程では、

ハロゲンランプ63によってウェハWが加熱される。

[0095] 次に、HF洗浄装置56について、図12を参照して説明する。HF洗浄装置56は、処理容器72と、支持台71aによって処理容器72の底面に固定された載置台71と、を備えている。処理容器72の上面には、載置台71に対向するように、HF蒸気の供給口76が形成されている。当該供給口76は、バルブ80aを介して、HFの蒸気を供給するためのHF供給源77に接続されている。HF供給源77は、例えばHF溶液が貯留された貯留槽73を備えている。この貯留槽73内には、HF溶液を蒸発させるためのヒーター74が設けられている。また、貯留槽73には、キャリアガスを供給するためのガス供給口80が接続されており、例えば窒素ガスなどのキャリアガスが貯留槽73内に供給されて、前記ヒーター74によって蒸発したHF蒸気を処理容器72内に供給できるように構成されている。処理容器72の底面には、排気口78が形成されており、真空ポンプ79によって処理容器72内の雰囲気気を排気可能に構成されている。また、処理容器72の側面には、ウェハWの搬送口75が形成されており、ゲートGによって開閉可能である。

[0096] このHF洗浄装置56において、ウェハWが搬送口75から搬入されて載置台71に載置されると、真空ポンプ79により処理容器72内が真空排気される。次いで、貯留槽73内のHF溶液がヒーター74の加熱によってHF蒸気となり、キャリアガスである窒素ガスの供給に伴ってHF供給源77から処理容器72内に所定の時間供給される。これにより、既述のHF蒸気洗浄工程が行われる。

[0097] 以上の基板処理装置11には、図9に示したように、例えばコンピュータからなる制御部2Aが設けられている。この制御部2Aは、プログラム、メモリ、CPUからなるデータ処理部などを備えており、前記プログラムには、制御部2Aから基板処理装置11の各部に制御信号を送って、既述の各ステップを進行させるように命令(各ステップ)が組み込まれている。また、例えばメモリには、処理圧力、処理温度、処理時間、ガス流量または電力値などの処理パラメータの値が書き込まれる領域が設けられており、CPUがプログラムの各命令を実行する際に、これらの処理パラメータが読み出されて、そのパラメータ値に応じた制御信号が基板処理装置11の各部位に送られるようになっている。例えば、このプログラム(処理パラメータの入力操作や表示に関するプログ

ラムも含む)は、コンピュータ記憶媒体である例えばフレキシブルディスク、コンパクトディスク、ハードディスク、MO(光磁気ディスク)などの記憶部2Bに格納されて、制御部2Aにインストールされる。

[0098] [ウェハWの流れ]

次に、この基板処理装置11において、上述の各処理(ステップ)が行われる時のウェハWの流れ(移動)を説明する。まず、ウェハWの搬送容器であるキャリアが、ゲートドアGTを介して、大気側からキャリア室12a~12cのいずれかに搬入される。次に、ウェハWが、第1の搬送手段17によってキャリアから第1の搬送室13内に搬入(ロード)される。次いで、ウェハWはアライメント室19に搬送されて、ウェハWの向きや偏心の調整が行われた後、ロードロック室14(または15)に搬送される。ロードロック室14内の圧力が調整された後、ウェハWは、第2の搬送手段18によってロードロック室14から第2の搬送室16を介してプラズマ処理装置51に搬送される。プラズマ処理装置51において、上述のプラズマ処理が行われる。その後、ウェハWは、第2の搬送手段18によってプラズマ処理装置51から取り出されて、上述の各実施の形態における各ステップに応じて、UV照射装置55やHF洗浄装置56に搬送され、上述の各工程が行われる。その後、ウェハWは、搬入された経路と逆の経路で、キャリアに戻される(アンロード)。

[0099] 上述のUV照射工程及びHF蒸気洗浄工程は、プラズマ処理後、ウェハWを真空雰囲気の中で搬送し、処理容器62内及び処理容器72内をも真空排気して行われている。しかしながら、上述の第1の実施の形態及び第2の実施の形態においては、プラズマ処理後、ウェハWが大気雰囲気に曝されても良い。そのような装置の構成例について、図13を参照して説明する。

[0100] 図13は、上述の第1の実施の形態及び第2の実施の形態に利用可能な装置の一例である基板処理装置300を示している。この基板処理装置300は、既述のHF洗浄装置56が第1の搬送室13に接続され、第2の搬送室16には例えば新たにプラズマ処理装置57が接続されている。それ以外は、図9に示した基板処理装置11と同じ構成である。尚、基板処理装置300において、基板処理装置11と同じ構成部位には、同じ図番を付けて示している。

[0101] HF洗浄装置56は、ゲートGを介して、第1の搬送室13に接続されている。また、このHF洗浄装置56には、図示しないリーク弁が設けられている。このリーク弁と既述の真空ポンプ79とによって、処理容器72内を大気雰囲気と真空雰囲気とに切り替えられることができるように構成されている。

[0102] この基板処理装置300の作用について簡単に説明する。HF蒸気洗浄工程以外は、上述の第1の実施の形態及び第2の実施の形態における各ステップと同じであるが、HF蒸気洗浄工程においては、ウェハWは以下に示すように処理される。

[0103] (HF蒸気洗浄工程)

ウェハWは、既述の基板処理装置11内に搬送される時の経路と逆の経路で、基板処理装置300内の第2の搬送室16から大気雰囲気である第1の搬送室13まで戻される。次いで、ウェハWは、第1の搬送手段17により、HF洗浄装置56内の載置台71に載置される。そして、処理容器72内の圧力が大気雰囲気となるように真空ポンプ79の出力と窒素ガスの流量とが調整されながら、既述のHF蒸気洗浄工程と同じ処理が行われる。所定の時間だけHF蒸気が供給された後、バルブ80aが閉じられて、HF蒸気の供給が停止し、処理容器72内のガスが真空ポンプ79によって排気される。そして、図示しないリーク弁によって処理容器72内を大気雰囲気に戻した後、第1の搬送手段17によってウェハWが取り出され、引き続いて次の工程が行われる。

[0104] 上記のような基板処理装置300においては、HF蒸気洗浄工程が大気雰囲気において行われるが、UV照射装置55を第1の搬送室13に接続して、UV照射工程を大気雰囲気において行っても良い。更に、これら双方の工程を大気雰囲気において行っても良い。

[0105] 上述の基板処理装置11及び基板処理装置300では、UV照射装置55内に加熱手段であるハロゲンランプ63を設けて、加熱工程をUV照射工程が行われるUV照射装置55内において行っている。このため、それぞれの処理を行う装置を別個に設ける必要がなく、基板処理装置11、300の設置面積を小さく抑えることができる。もっとも、別途それぞれの装置を設けるようにしても良い。

[0106] また、UV照射装置55及びHF洗浄装置56を、各々1台ずつ設置したが、各々2台以上設けても良い。更に、UV照射装置55とHF洗浄装置56とを別途設けたが、同じ

装置内において双方の処理を行うような構成が採用されても良い。この時、装置内の各部材については、UV及びHF蒸気によって劣化や腐食などが起こらない材料によって構成されることが好ましい。

[0107] 尚、プラズマ処理装置51の処理容器21内の部材などには、エッチングによって、ウェハWの表面と同様に、酸化シリコン112(またはハロゲン化酸化シリコン126)及びポリマー110(またはポリマー127)が付着する。その場合、それらの部材を取り外して、上記のUV照射装置55及びHF洗浄装置56に搬入して、上述の各実施の形態における各ステップと同じ工程を行って洗浄を行うようにしても良い。この場合、HF蒸気洗浄を行う際には、各部材に付着した付着物のみを除去して各部材が腐食しないように、処理時間や処理回数を適宜変更することが好ましい。

[0108] 本発明の基板処理装置は、上述のマルチチャンバシステムに組み込む態様に限定されない。例えば、プラズマ処理装置51とは切り離されて、真空雰囲気下で処理するスタンドアロンタイプの装置として構成してもよい。その一例である基板処理装置400を、図14に示す。ここで、91はキャリアステージ、92は装置本体をなす筐体であり、当該筐体92内に加熱モジュールを兼用したUV処理モジュール93及びHF処理モジュール94が設けられ、更に搬送アーム95が設けられている。この例では、キャリアステージ91に搬入されたフープ(密閉型キャリア)96内のウェハWが、搬送アーム95によって取り出され、制御部97の制御信号に基づいて、既述のステップを実行するように、各モジュール93、94に対して順次搬送されて各処理が行われる。処理後、ウェハWはフープ96に戻される。尚、この基板処理装置400内の雰囲気は、上述の第1の実施の形態及び第2の実施の形態に対応して、大気雰囲気としても良い。

[0109] (実験例1)

本発明について行った実験を以下に説明する。実験には、実験用の基板処理装置が用いられ、シリコン基板100上に酸化シリコン膜101が形成された実験用のウェハWが用いられた。このウェハWに対して、既述の第1の実施の形態のステップS11に対応する酸化シリコン膜101のエッチング工程が行われ、コンタクトホール107が形成された。次に、このウェハWに対して、以下の表に示す処理が行われた。ここで、最初のUV照射工程では、UVが360秒照射されると共に、ウェハWが200℃に加熱

された。一方、その後のUV照射工程では、UVは300秒照射された。また、HF蒸気洗浄工程では、HF蒸気が1時間供給され、加熱工程では、空気中において300℃の熱処理が1時間行われた。

[0110] 各処理が行われた後、接触角計を用いて、酸化シリコン層109の表面における水の接触角が測定された。酸化シリコン112は親水性を示す一方、炭素及びフッ素を含むポリマー110aは疎水性を示すことから、水の接触角を測定することで、酸化シリコン層109の表面における両者の割合を評価することができると考えられる。また、酸化シリコン層109の下層のアモルファスシリコン層108は疎水性を示すため、酸化シリコン層109が除去された時には、水の接触角は最も大きな値を示すと考えられる。つまり、疎水性の物質(ポリマー110a)と親水性の物質(酸化シリコン112)とが混合した酸化シリコン層109においては、水の接触角は、両者それぞれが示す値の中間の値を示すと考えられるが、酸化シリコン層109が除去されてしまうと、撥水性を示す物質(アモルファスシリコン層108)の単層となることから、水の接触角が最も大きくなると考えられる。表1に、当該実験において行われた各処理と、その時の水の接触角の計測結果を示す。

[表1]

水の接触角の推移				単位:度		
処理順序	1	2	3	4	5	6
実施例1-1	UV照射	HF洗浄	加熱	HF洗浄		
	21	53	21	70		
実施例1-2	UV照射	HF洗浄	UV照射	HF洗浄	加熱	HF洗浄
	21	53	6	56	35	65
実施例1-3	UV照射	HF洗浄	UV照射	HF洗浄	UV照射	HF洗浄
	21	53	6	56	—	62
実施例1-4	UV照射	加熱	HF洗浄			
	21	3	52			
比較例1-1	UV照射	HF洗浄	加熱			
	21	53	21			
比較例1-2	UV照射	HF洗浄	UV照射			
	21	53	6			

[0111] 表1に示すように、酸化シリコン層109の表面は、UV照射工程及びHF蒸気洗浄工程によって、水の接触角が大きく変化した。これは、既述の通り、UVの照射によってウェハWの表面のポリマー110aが除去されると、酸化シリコン112の割合が増えて親水性を示す(水の接触角が小さくなる)一方、HF蒸気洗浄によって酸化シリコン112が除去されると、ポリマー110aの割合が増えて疎水性を示す(水の接触角が大きく

なった)ことを表していると考えられる。また、HF蒸気洗浄工程を行う度に、水の接触角が大きくなっていることから、徐々に酸化シリコン層109が除去されていることも分かる。そして、実施例1-1においては、4回目に行ったHF蒸気洗浄工程で、水の接触角が70度まで大きくなっている。これは、酸化シリコン層109がほぼ除去されている状態と考えられる。

[0112] 実施例1-2、実施例1-3及び比較例では、表1に示すように、水の接触角が実施例1-1の結果よりも小さい値を示している。これらは、UV照射工程とHF蒸気洗浄工程とをこの後更に複数回繰り返すことによって、酸化シリコン層109を更に除去できる(水の接触角が70度程度まで大きくなる)と考えられる。尚、実施例1-1において処理が行われたウェハWを大気中に放置したところ、その2日後及び13日後において、水の接触角が50度及び46度と小さくなった。これは、大気中の水分の影響によるものと考えられる。

[0113] (実験例2)

実験例1と同じ構成のウェハWに対して、酸化シリコン膜101のエッチングが行われた。この時のコンタクトホール107の底面のTEM写真(×100万倍)の概略図を、図15Aに簡単に示す。酸化シリコン層109には、酸化シリコン層109の上層のポリマー110がポリマー110aとして入り込んでおり、ポリマー110と酸化シリコン層109とからなる複合生成物111が生成されていることが認められた。

[0114] 次に、このウェハWに対して、表2に示す各処理が行われた。

[表2]

処理順序	1	2	3	4	5
実施例2	工程	UV照射	HF洗浄	加熱	HF洗浄
	処理内容	360秒、200℃	2h	300℃、1h	2h
比較例2	工程	UV照射	HF洗浄	UV照射	
	処理内容	360秒、200℃	2h	300秒	

[0115] 以上の処理が行われた後の実施例2及び比較例2のウェハWのコンタクトホール107の底面のTEM写真の概略図を、図15B及び図15Cに簡単に示す。実施例2における一連の処理により、複合生成物111がほとんど除去されており、ウェハWには酸化シリコン層109がごく僅かに確認されるのみであった。このことから、実施例2とほぼ同程度の処理を行った実施例1-1についても、酸化シリコン層109がほとんど除去

されていると考えられる。一方、比較例2においては、酸化シリコン層109の厚さが初期の半分程度残っていることが確認された。

請求の範囲

- [1] 酸化シリコンを含む無機物と炭素及びフッ素を含む有機物との複合生成物が表面に形成された基板に対して行われる基板処理方法において、
- 前記基板の表面に紫外線を照射して、前記有機物の一部を除去する紫外線処理工程と、
- 前記紫外線処理工程の後に行われる工程であって、前記基板の表面にフッ化水素の蒸気を供給して、前記無機物の少なくとも一部を除去するフッ化水素処理工程と、
- 前記紫外線処理工程の後に行われる工程であって、前記基板を加熱することによって、未だ除去されていない前記有機物の一部を収縮させる加熱処理工程と、
- を備えたことを特徴とする基板処理方法。
- [2] 前記フッ化水素処理工程は、前記加熱処理工程の前に少なくとも一回実施されると共に、前記加熱処理工程の後にも少なくとも一回実施されることを特徴とする請求項1に記載の基板処理方法。
- [3] 前記加熱処理工程では、前記基板が100℃以上に加熱されることを特徴とする請求項1または2に記載の基板処理方法。
- [4] 酸化シリコンを含む無機物と炭素及びフッ素を含む有機物との複合生成物が表面に形成された基板に対して行われる基板処理方法において、
- 前記基板の表面に紫外線を照射して、前記有機物の一部を除去する紫外線処理工程と、
- 前記紫外線処理工程の後に行われる工程であって、前記基板の表面にフッ化水素の蒸気を供給して、前記無機物の一部を除去するフッ化水素処理工程と、
- を備え、
- 前記紫外線処理工程と前記フッ化水素処理工程とからなる工程群が、複数回繰り返されることを特徴とする基板処理方法。
- [5] 前記基板を加熱することによって、未だ除去されていない前記有機物の一部を収縮させる加熱処理工程

を更に備えたことを特徴とする請求項4に記載の基板処理方法。

- [6] 前記加熱処理工程では、前記基板が100℃以上に加熱されることを特徴とする請求項5に記載の基板処理方法。

- [7] 基板の表面に酸化シリコンを含む無機物と炭素及びフッ素を含む有機物との複合生成物が形成されてしまう処理を基板に対して行う複合生成物形成工程と、
前記複合生成物形成工程の後に行われる工程であって、前記基板の表面に紫外線を照射して、前記有機物の一部を除去する紫外線処理工程と、
前記紫外線処理工程の後に行われる工程であって、前記基板の表面にフッ化水素の蒸気を供給して、前記無機物の一部を除去するフッ化水素処理工程と、
を備え、
前記複合生成物形成工程、前記紫外線処理工程及び前記フッ化水素処理工程は、いずれも真空雰囲気下で行われることを特徴とする基板処理方法。

- [8] 前記複合生成物形成工程、前記紫外線処理工程及び前記フッ化水素処理工程は、同一の真空雰囲気下で、連続的に行われることを特徴とする請求項7に記載の基板処理方法。

- [9] 前記複合生成物形成工程は、炭素及びフッ素を含むガスと酸素ガスとを含む処理ガスをプラズマ化して得たプラズマにより、基板上のシリコン層上に形成された酸化シリコン膜に対して、所定のパターンで前記シリコン層の表面部までエッチングすることによって凹部を形成する工程であることを特徴とする請求項7または8に記載の基板処理方法。

- [10] 前記複合生成物形成工程は、基板上に酸化シリコン膜とポリシリコン膜とを下からこの順に積層した積層体に対して、所定のパターンでエッチングを行うことにより凹部を形成する工程であって、
ハロゲンを含む処理ガスをプラズマ化して得たプラズマにより、前記ポリシリコン膜をエッチングする工程と、
炭素及びフッ素を含む処理ガスをプラズマ化して得たプラズマにより、前記酸化シリコン膜をエッチングする工程と、

を含んでいる

ことを特徴とする請求項7または8に記載の基板処理方法。

- [11] 処理容器内において、基板の表面に酸化シリコンを含む無機物と炭素及びフッ素を含む有機物との複合生成物が形成されてしまう処理を基板に対して行った後に、前記処理容器内及び／または前記処理容器内の構成部材を洗浄する方法であって、

前記処理容器の内面及び／または前記処理容器内の構成部材の表面に、紫外線を照射して、前記処理容器内及び／または前記処理容器内の構成部材に形成された有機物の一部を除去する紫外線処理工程と、

前記紫外線処理工程の後に行われる工程であって、前記処理容器の内面及び／または前記処理容器内の構成部材の表面にフッ化水素の蒸気を供給して、前記処理容器内及び／または前記処理容器内の構成部材に形成された無機物の少なくとも一部を除去するフッ化水素処理工程と、

前記紫外線処理工程の後に行われる工程であって、前記処理容器の内面及び／または前記処理容器内の構成部材の表面を加熱することによって、未だ除去されていない前記有機物の一部を収縮させる加熱処理工程と、

を備えたことを特徴とする処理容器の洗浄方法。

- [12] 前記フッ化水素処理工程は、前記加熱処理工程の前に少なくとも一回実施されると共に、前記加熱処理工程の後にも少なくとも一回実施されることを特徴とする請求項11に記載の洗浄方法。

- [13] 前記加熱処理工程では、前記処理容器の内面及び／または前記処理容器内の構成部材の表面が100℃以上に加熱されることを特徴とする請求項11または12に記載の洗浄方法。

- [14] 処理容器内において、基板の表面に酸化シリコンを含む無機物と炭素及びフッ素を含む有機物との複合生成物が形成されてしまう処理を基板に対して行った後に、前記処理容器内及び／または前記処理容器内の構成部材を洗浄する方法であって、

前記処理容器の内面及び／または前記処理容器内の構成部材の表面に、紫外線

を照射して、前記処理容器内及び／または前記処理容器内の構成部材に形成された有機物の一部を除去する紫外線処理工程と、

前記紫外線処理工程の後に行われる工程であって、前記処理容器の内面及び／または前記処理容器内の構成部材の表面にフッ化水素の蒸気を供給して、前記処理容器内及び／または前記処理容器内の構成部材に形成された無機物の少なくとも一部を除去するフッ化水素処理工程と、

を備え、

前記紫外線処理工程と前記フッ化水素処理工程とからなる工程群が、複数回繰り返される

ことを特徴とする洗浄方法。

- [15] 前記処理容器の内面及び／または前記処理容器内の構成部材の表面を加熱することによって、未だ除去されていない前記有機物の一部を収縮させる加熱処理工程を更に備えたことを特徴とする請求項14に記載の洗浄方法。

- [16] 前記加熱処理工程では、前記処理容器の内面及び／または前記処理容器内の構成部材の表面が100℃以上に加熱されることを特徴とする請求項15に記載の洗浄方法。

- [17] 酸化シリコンを含む無機物と炭素及びフッ素を含む有機物との複合生成物が表面に形成された基板に対して処理を行う基板処理装置において、

前記基板の表面に紫外線を照射して、前記有機物の一部を除去する紫外線処理モジュールと、

前記基板の表面にフッ化水素の蒸気を供給して、前記無機物の少なくとも一部を除去するフッ化水素処理モジュールと、

前記基板を加熱することによって、未だ除去されていない前記有機物の一部を収縮させる加熱処理モジュールと、

紫外線処理モジュール、フッ化水素処理モジュール、及び、加熱処理モジュールに接続されていて、これらを制御することができる制御部と、

を備え、

制御部は、紫外線処理モジュールによる処理が実行された後に、フッ化水素処理

モジュールによる処理と加熱処理モジュールによる処理とが互いに任意の順序で実行されるよう各モジュールを制御するようになっている

ことを特徴とする基板処理装置。

- [18] 制御部は、フッ化水素処理モジュールによる処理が、加熱処理モジュールによる処理の前に少なくとも一回実施されると共に、当該加熱処理モジュールによる処理の後にも少なくとも一回実施される、というように各モジュールを制御するようになっていることを特徴とする請求項17に記載の基板処理装置。

- [19] 前記加熱処理モジュールは、前記基板を100℃以上に加熱するようになっていることを特徴とする請求項17または18に記載の基板処理装置。

- [20] 前記加熱処理モジュールは、前記紫外線処理モジュールに加熱手段を設けることによって、前記紫外線処理モジュールと重畳的に形成されていることを特徴とする請求項17乃至19のいずれかに記載の基板処理装置。

- [21] 酸化シリコンを含む無機物と炭素及びフッ素を含む有機物との複合生成物が表面に形成された基板に対して処理を行う基板処理装置において、

前記基板の表面に紫外線を照射して、前記有機物の一部を除去する紫外線処理モジュールと、

前記基板の表面にフッ化水素の蒸気を供給して、前記無機物の少なくとも一部を除去するフッ化水素処理モジュールと、

紫外線処理モジュール、及び、フッ化水素処理モジュールに接続されていて、これらを制御することができる制御部と、

を備え、

制御部は、紫外線処理モジュールによる処理とフッ化水素処理モジュールによる処理とからなる処理群が複数回繰り返されるよう、各モジュールを制御するようになっている

ことを特徴とする基板処理装置。

- [22] 前記基板を加熱することによって、未だ除去されていない前記有機物の一部を収縮させる加熱処理モジュール

を更に備え、

制御部は、加熱処理モジュールにも接続されていて、当該加熱処理モジュールをも制御することができるようになっている

ことを特徴とする請求項21に記載の基板処理装置。

[23] 前記加熱処理モジュールは、前記基板を100℃以上に加熱するようになっていることを特徴とする請求項22に記載の基板処理装置。

[24] 前記加熱処理モジュールは、前記紫外線処理モジュールに加熱手段を設けることによって、前記紫外線処理モジュールと重畳的に形成されていることを特徴とする請求項22または23に記載の基板処理装置。

[25] 基板の表面に酸化シリコンを含む無機物と炭素及びフッ素を含む有機物との複合生成物が形成されてしまう処理を基板に対して行うプロセスモジュールを更に備えたことを特徴とする請求項17乃至24のいずれかに記載の基板処理装置。

[26] 基板が搬入されるチャンバと、当該チャンバ内に設けられた基板搬送手段と、を有する基板搬送モジュールを更に備えたことを特徴とする請求項17乃至25のいずれかに記載の基板処理装置。

[27] 基板搬送モジュールのチャンバ内は、真空雰囲気であることを特徴とする請求項26に記載の基板処理装置。

[28] 基板搬送モジュール、紫外線処理モジュール、及び、フッ化水素処理モジュールは、互いに気密に接続されていることを特徴とする請求項26または27に記載の基板処理装置。

[29] 基板の処理を行う基板処理装置に用いられ、コンピュータ上で動作するコンピュータプログラムを格納した記憶媒体であって、
前記コンピュータプログラムは、請求項1乃至10のいずれか一つに記載の基板処理方法を実施するようにステップが組まれていることを特徴とする記憶媒体。

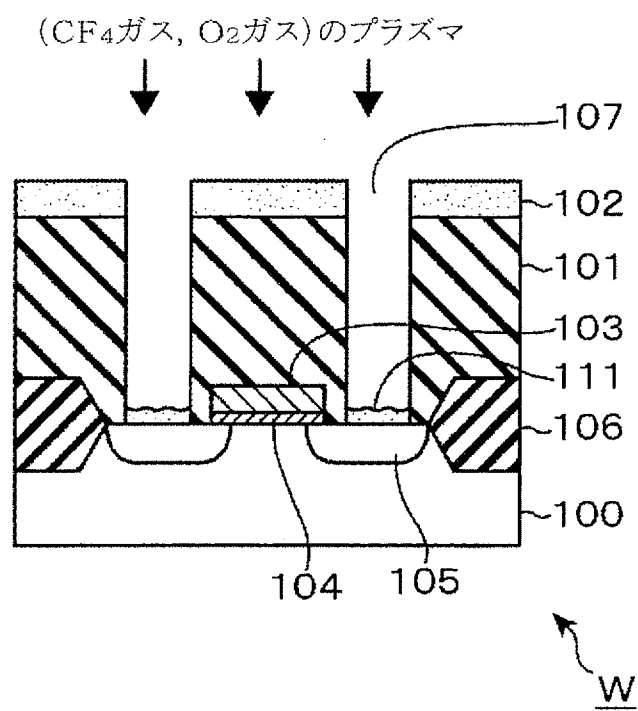
[30] 基板の処理を行う基板処理装置に用いられ、コンピュータ上で動作するコンピュータプログラムを格納した記憶媒体であって、

前記コンピュータプログラムは、請求項11乃至16のいずれか一つに記載の洗浄方法を実施するようにステップが組まれていることを特徴とする記憶媒体。

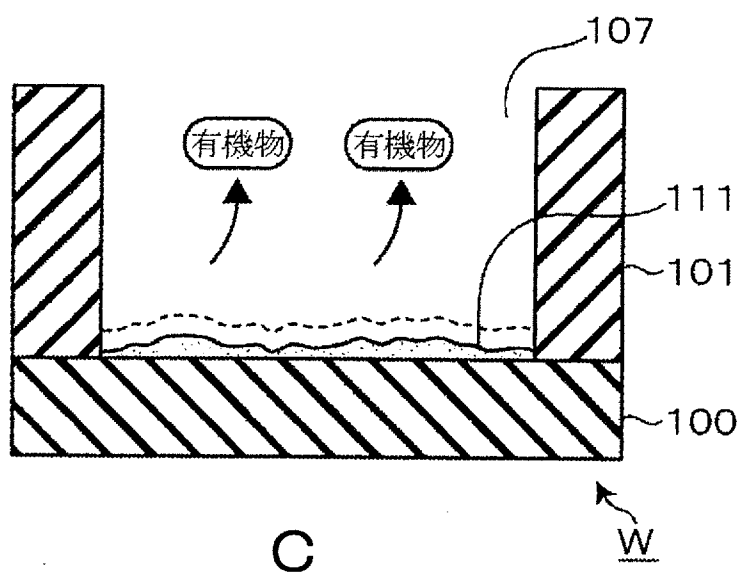
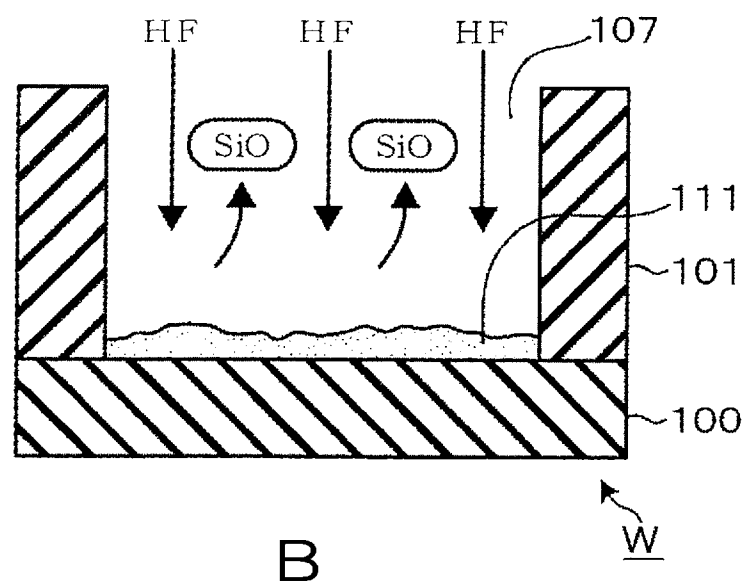
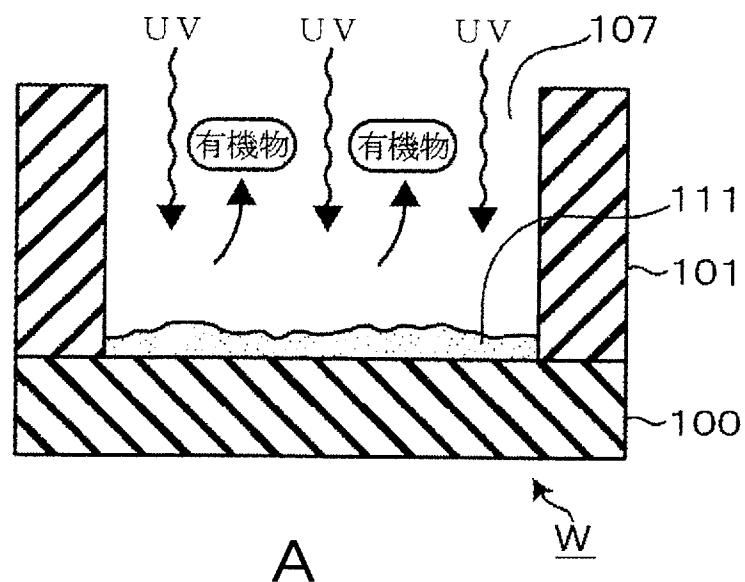
```
graph TD; Start([スタート]) --> S11[S11 エッチングによりコンタクトホール107形成]; S11 --> S12[S12 UV照射]; S12 --> S13[S13 HF蒸気洗浄]; S13 --> S14[S14 加熱]; S14 --> S15[S15 HF蒸気洗浄]; S15 --> End([エンド]);
```

The flowchart illustrates the manufacturing process for the contact hole. It begins with a start node (スタート), followed by a series of steps: S11 (エッチングによりコンタクトホール107形成), S12 (UV照射), S13 (HF蒸気洗浄), S14 (加熱), and S15 (HF蒸気洗浄). The process concludes with an end node (エンド).

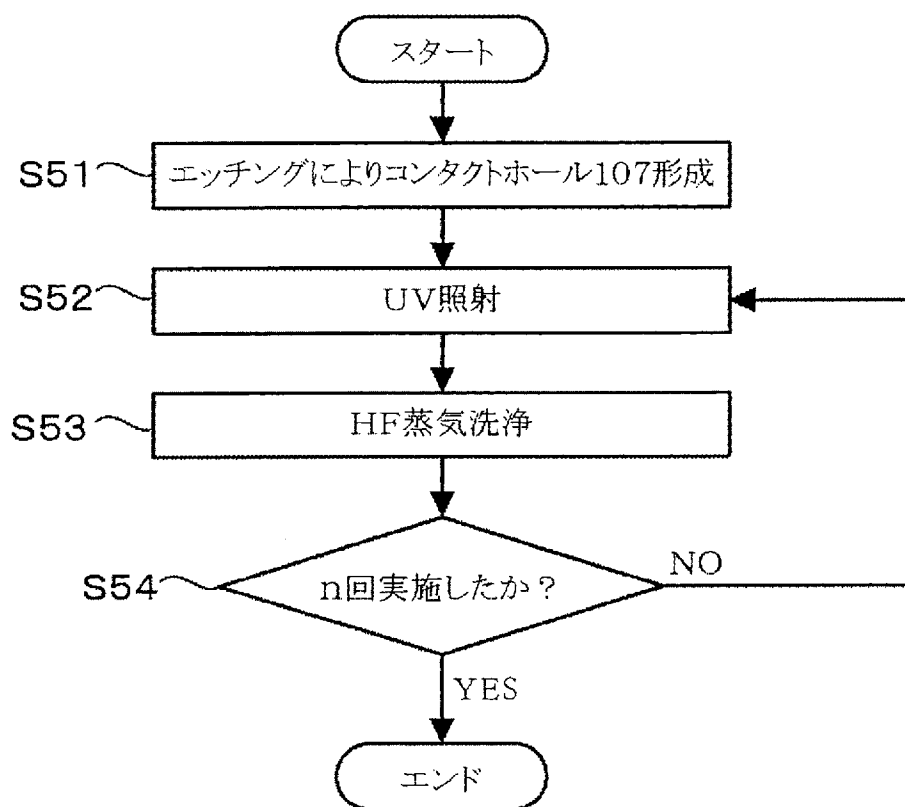
[図2B]



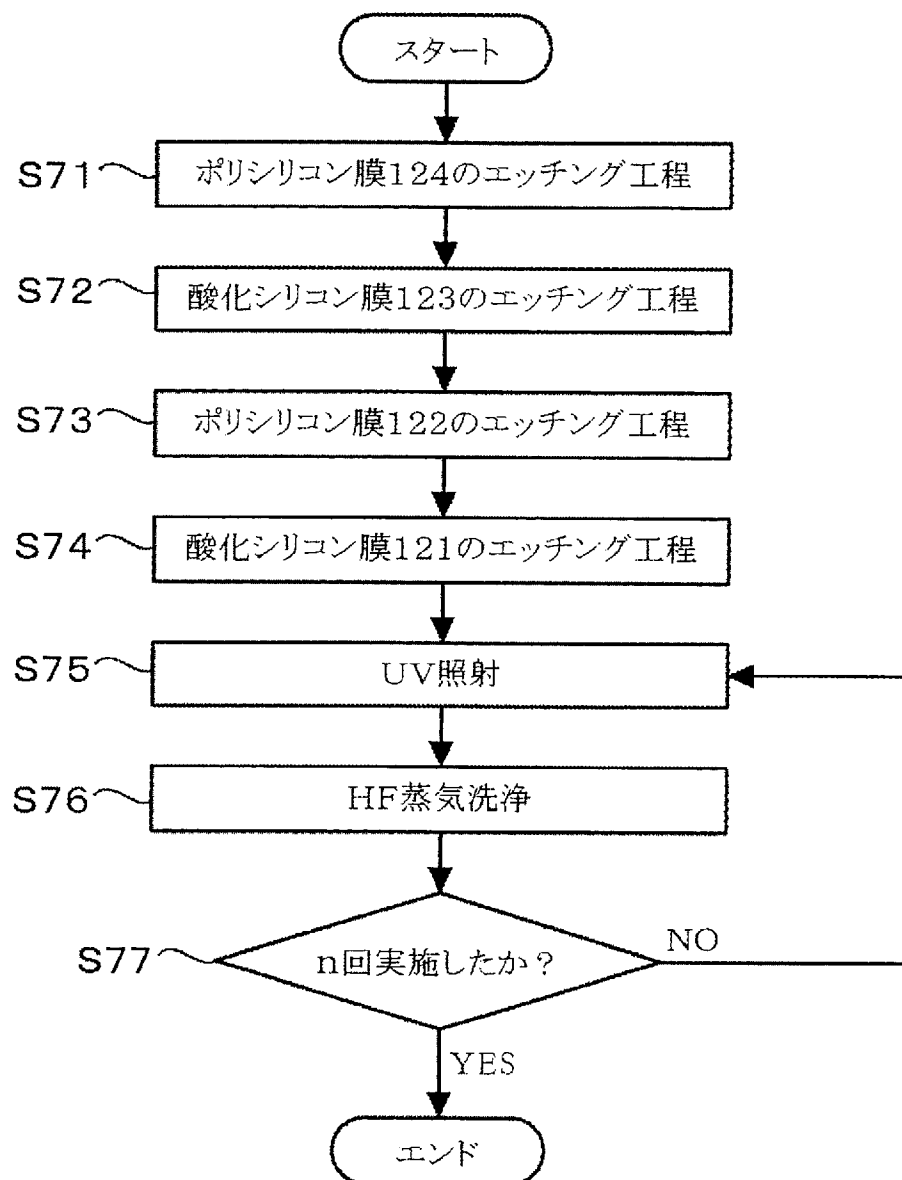
[図4]



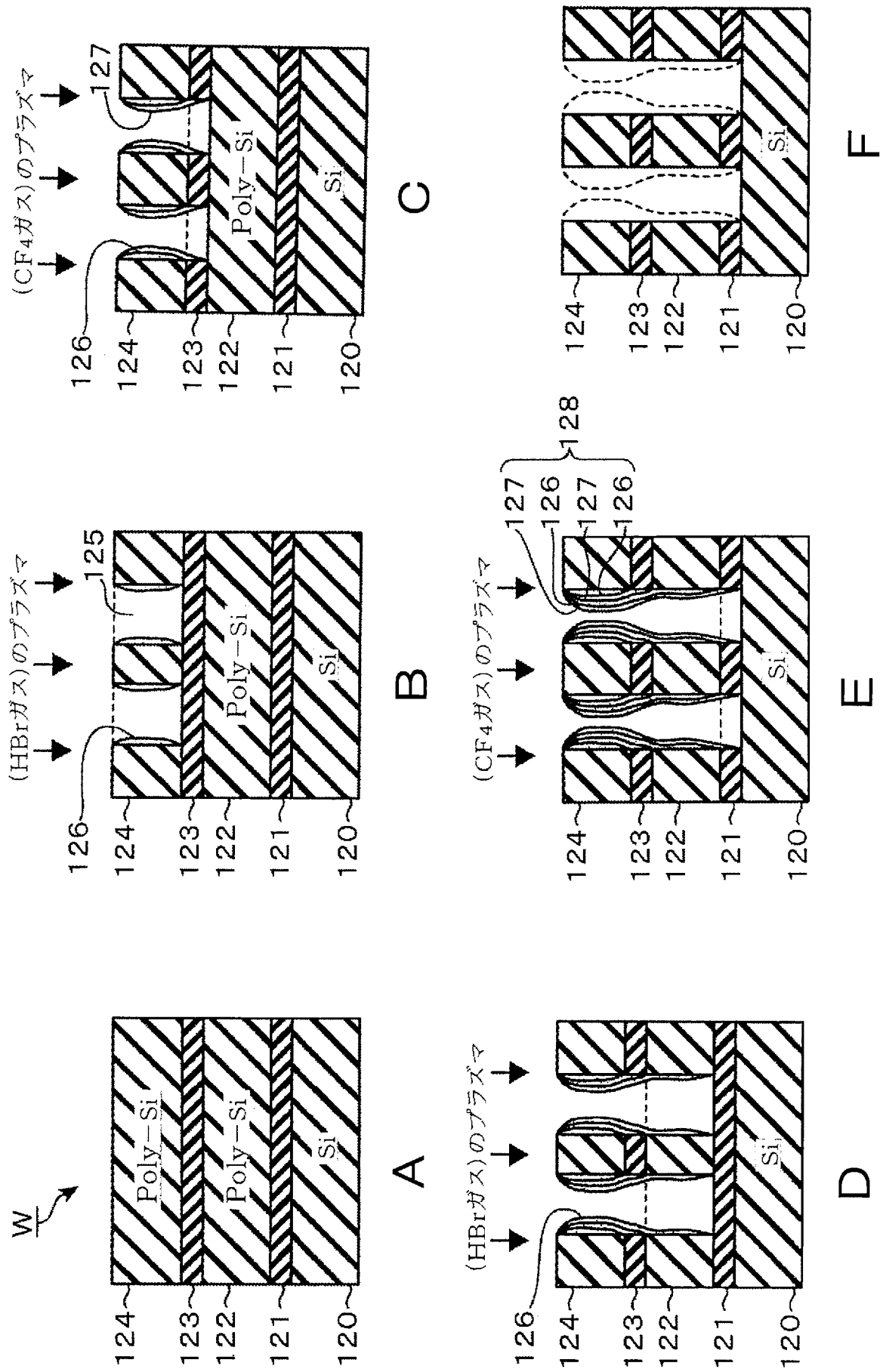
[図5]



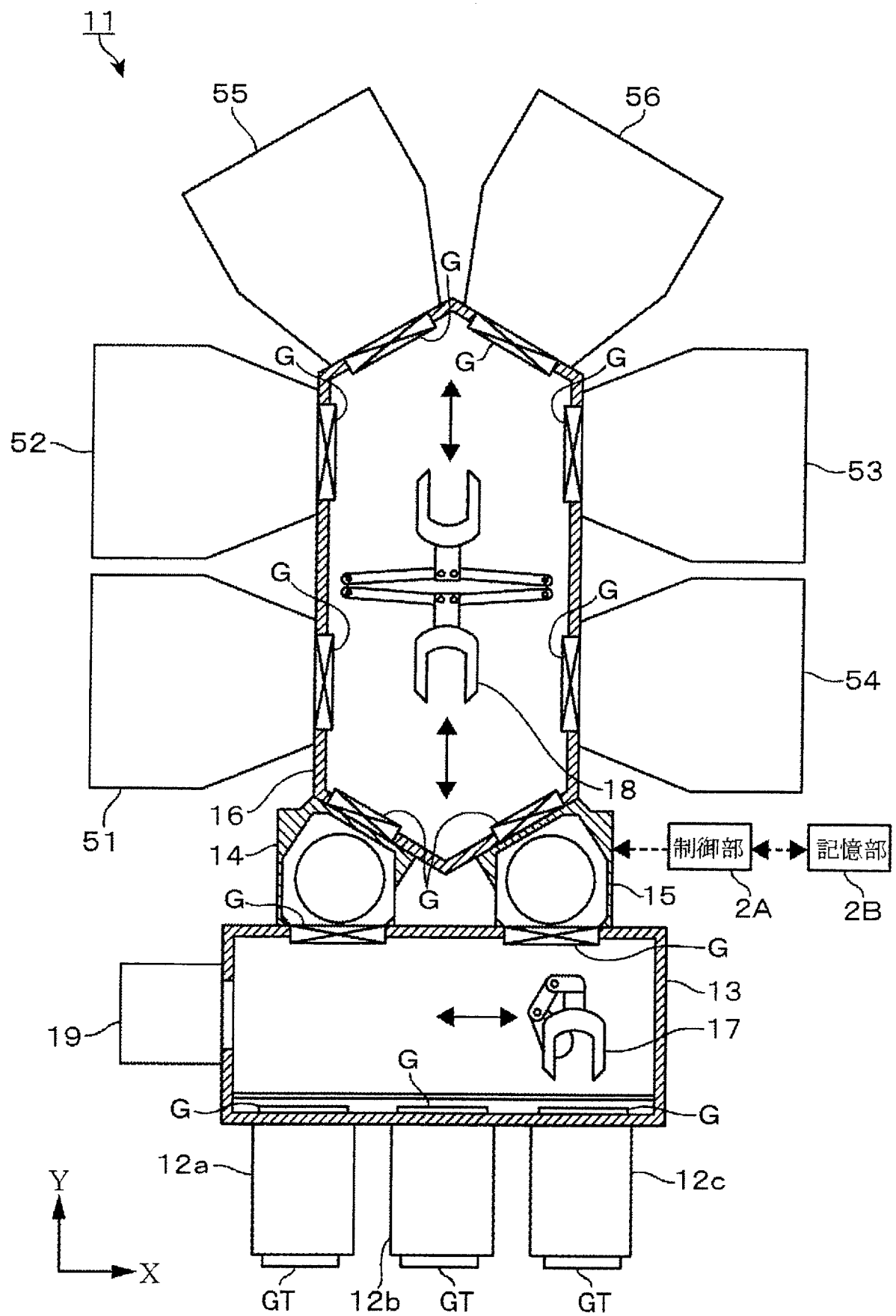
[図7]



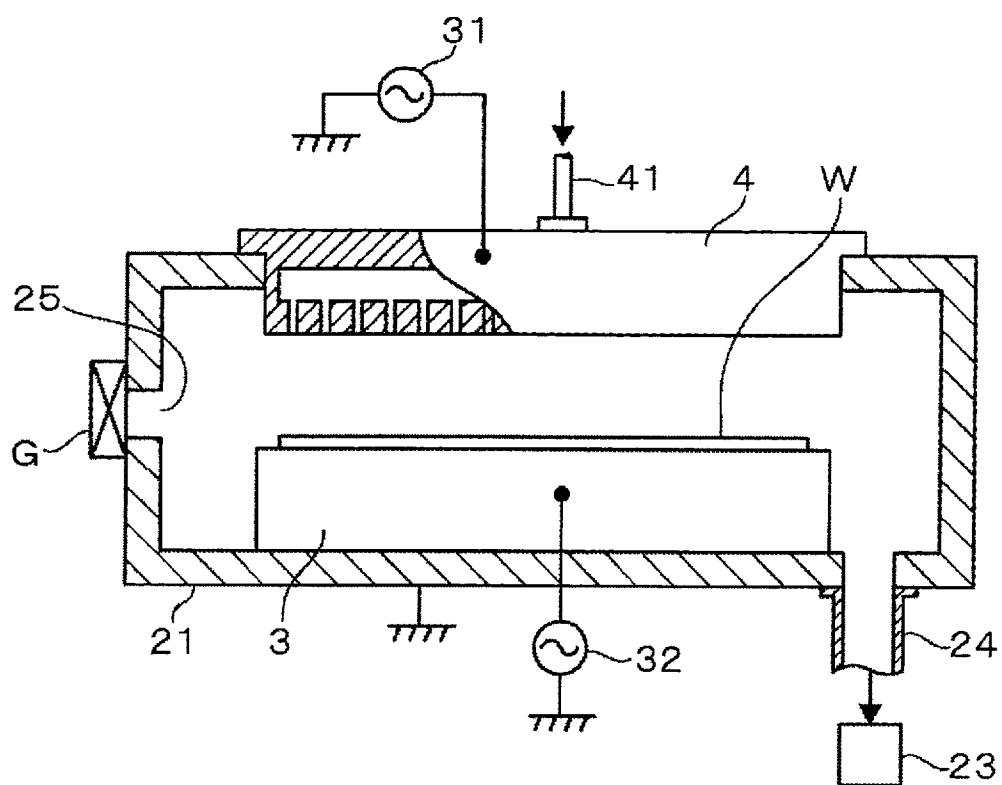
[図8]



[図9]

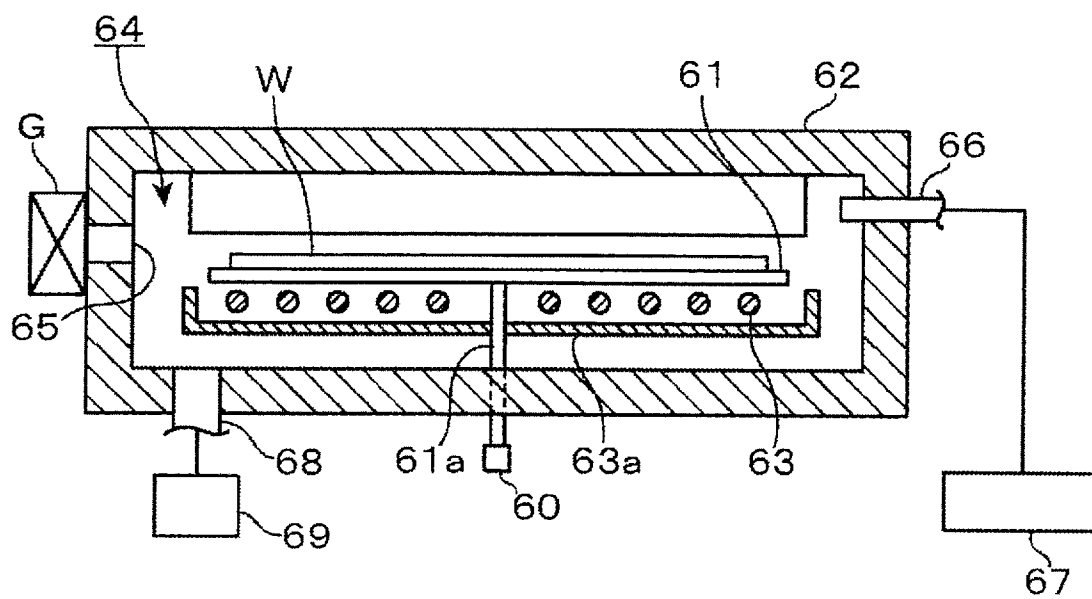


[図10]



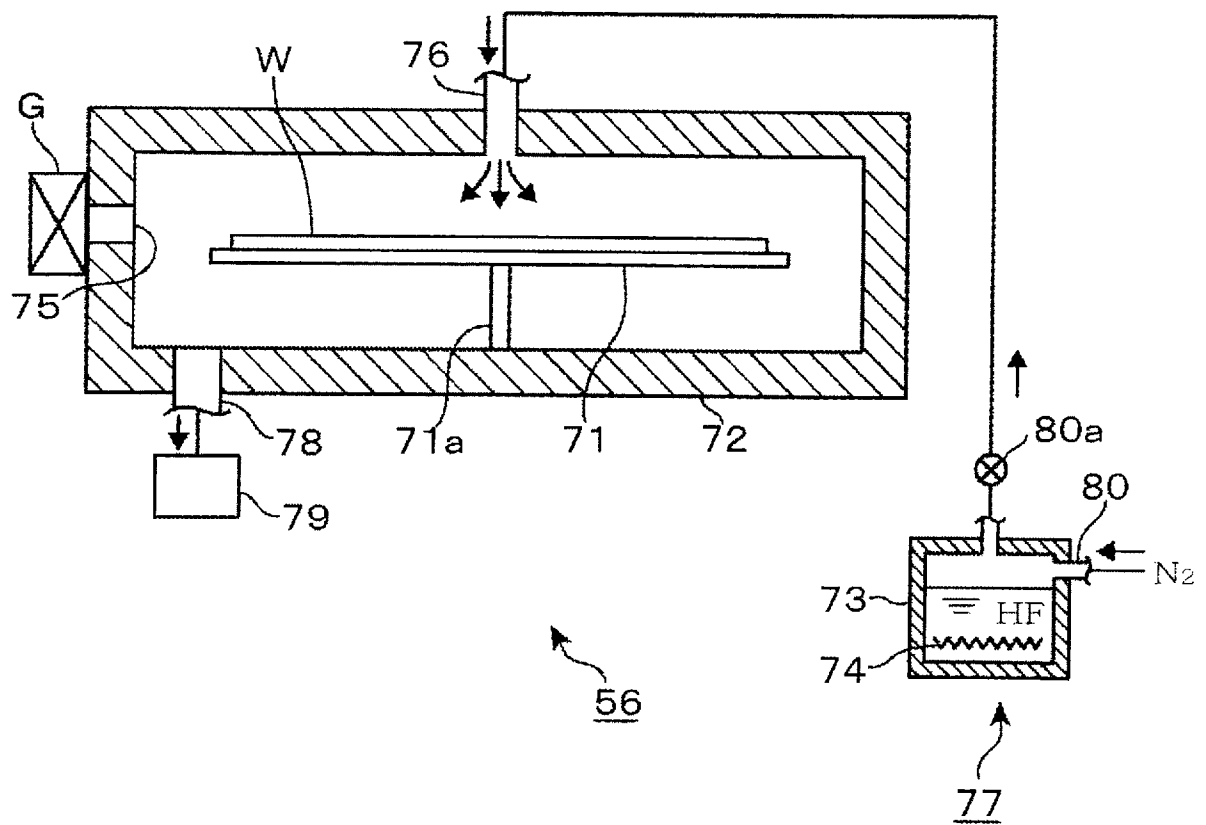
51

[図11]

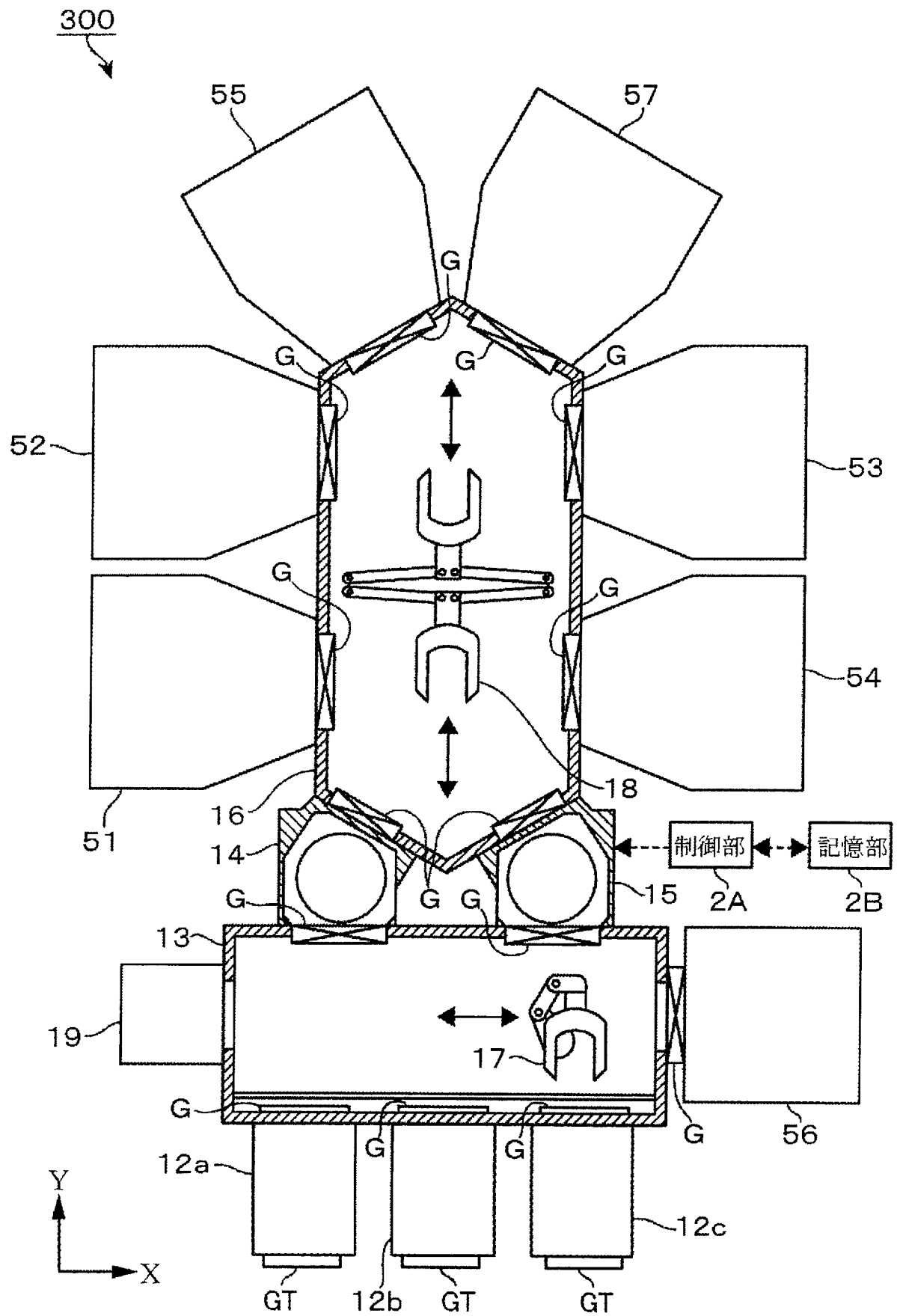


55

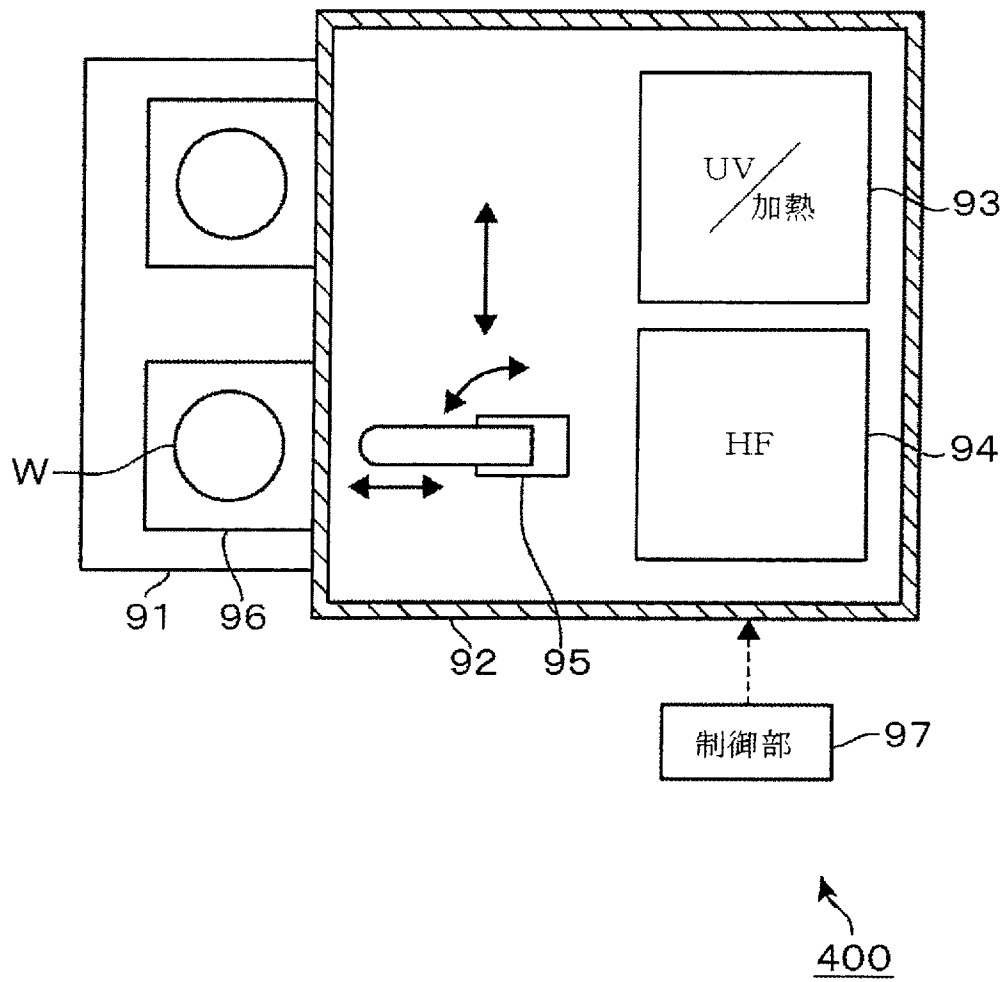
[図12]



[図13]



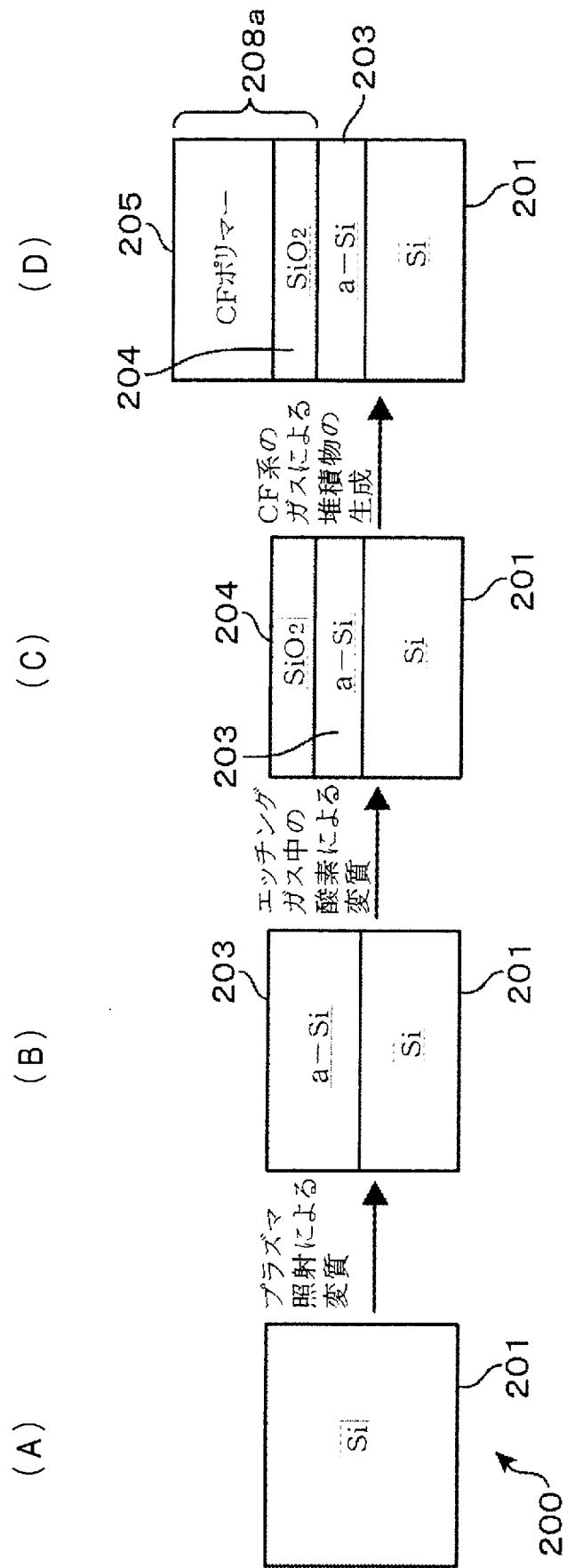
[図14]



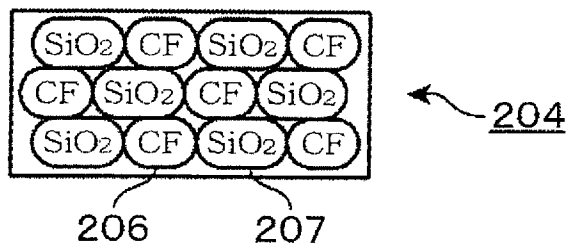
C

Figure 1 is a cross-sectional view of a semiconductor device 200. The device includes a substrate 201 (Si) with a stack of layers 203 (a-Si), 204 (SiO₂), and 205 (CF polymer). A gate stack 208 is formed on the substrate, comprising a gate insulating layer 202 (SiO₂) and a gate electrode 208a. An arrow points from the gate electrode 208a to the layer 205.

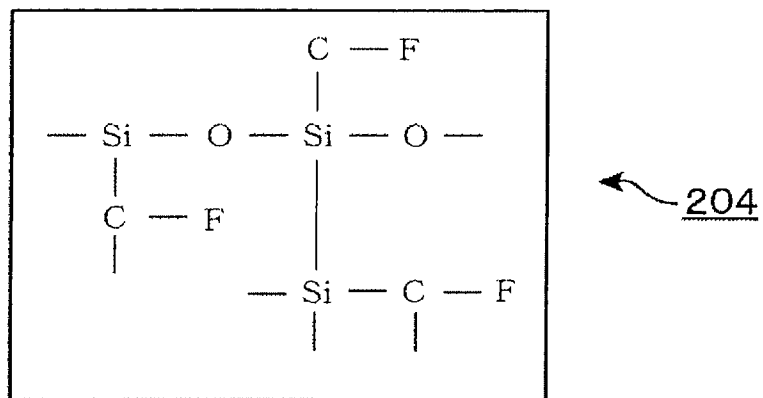
[図17]



[図18]

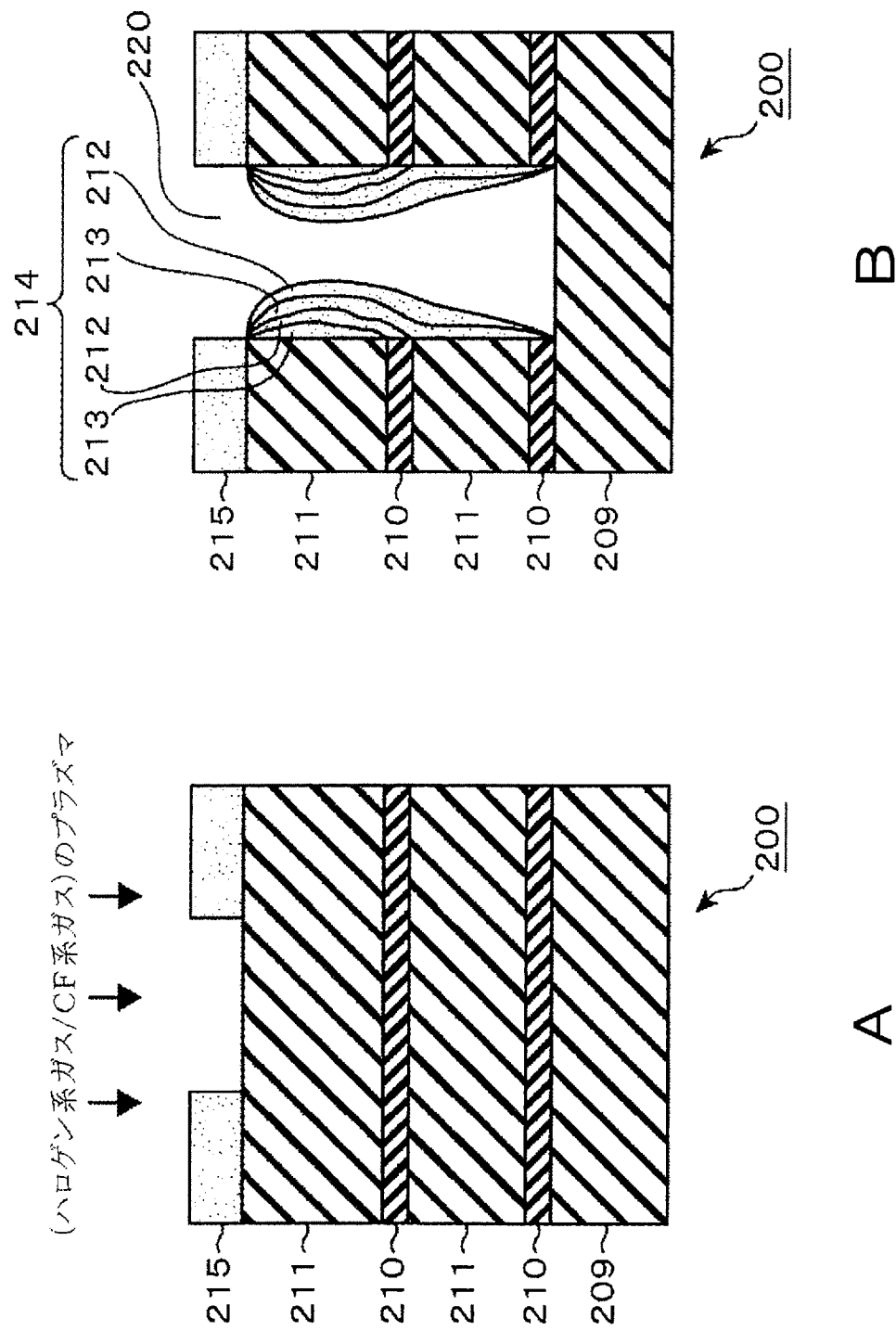


A



B

[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/069206

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/304(2006.01) i, H01L21/027(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)

H01L21/304, H01L21/027

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	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

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.
Y	JP 1992-83340 A (Dainippon Screen Mfg. Co., Ltd.), 17 March, 1992 (17.03.92), Claims; page 1, left column, line 20 to right column, line 2; page 2, upper left column, line 7 to lower right column, line 8; page 6, upper left column, lines 11 to 15; page 6, lower left column, line 19 to lower right column, line 1; page 6, lower right column, lines 7 to 10; page 7, upper left column, lines 4 to 7; Figs. 1, 2, 3 (Family: none)	1-30

☒ 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
30 October, 2007 (30.10.07)

Date of mailing of the international search report
06 November, 2007 (06.11.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/069206

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2005-52967 A (Sumitomo Precision Products Co., Ltd.), 03 March, 2005 (03.03.05), Abstract; Par. No. [0010], [0021] (Family: none)	1-30
Y	JP 2005-333110 A (Tokyo Electron Ltd.), 02 December, 2005 (02.12.05), Claims; Par. Nos. [0009] to [0013] & US 2005/0245099 A1	11-16, 30

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. H01L21/304(2006.01)i, H01L21/027(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（I P C）） Int.Cl. H01L21/304, H01L21/027			
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 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 0 7 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 0 7 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 0 7 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 請求の範囲の番号	
Y	J P 1 9 9 2 - 8 3 3 4 0 A （大日本スクリーン製造株式会社） 1 9 9 2 . 0 3 . 1 7、請求の範囲、第1頁左欄第20行目－第1頁右欄第2行目、第2頁左上欄第7行目－第2頁右下欄第8行目、第6頁左上欄第11行目－第6頁左上欄第15行目、第6頁左下欄第19行目－第6頁右下欄第1行目、第6頁右下欄第7行目－第6頁右下欄第10行目、第7頁左上欄第4行目－第7頁左上欄第7行目、図1、図2、図3 （ファミリーなし）	1 - 3 0	
☒ 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 3 0 . 1 0 . 2 0 0 7		国際調査報告の発送日 0 6 . 1 1 . 2 0 0 7	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / 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） 井上 哲男	3 K 3 9 4 0
		電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 3 2	

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 請求の範囲の番号
Y	J P 2 0 0 5 - 5 2 9 6 7 A (住友精密工業株式会社) 2 0 0 5 . 0 3 . 0 3、【要約】、【0 0 1 0】欄、【0 0 2 1】欄 (フ ァミリーなし)	1 - 3 0
Y	J P 2 0 0 5 - 3 3 3 1 1 0 A (東京エレクトロン株式会社) 2 0 0 5 . 1 2 . 0 2 請求の範囲、【0 0 0 9】欄 - 【0 0 1 3】 欄 & U S 2 0 0 5 / 0 2 4 5 0 9 9 A 1	1 1 - 1 6、 3 0