

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3704965号
(P3704965)

(45) 発行日 平成17年10月12日(2005.10.12)

(24) 登録日 平成17年8月5日(2005.8.5)

(51) Int.Cl.⁷

H O 1 L 21/3065

F I

H O 1 L 21/302 1 O 1 E

請求項の数 17 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願平10-239441	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成10年8月12日(1998.8.12)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2000-58508(P2000-58508A)		東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(43) 公開日	平成12年2月25日(2000.2.25)	(74) 代理人	100098062
審査請求日	平成15年9月29日(2003.9.29)		弁理士 梅田 明彦
		(72) 発明者	森 義明
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		審査官	橋本 憲一郎
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 ドライエッチング方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ハロゲン系ガス中に大気圧下で放電を発生させることにより、前記ハロゲン系ガスから反応性ガスを生成する過程と、前記反応性ガスを前記放電から離隔した位置に輸送する過程と、前記離隔位置で前記反応性ガスを用いて被処理物にエッチングを行う過程とからなり、

前記被処理物表面に水又はアルコールを付着させ、前記水又はアルコールを前記反応性ガスと反応させて、より活性なガスを前記被処理物表面又はその付近に生成することにより、前記被処理物のエッチングを行うことを特徴とするドライエッチング方法。

【請求項 2】

前記ハロゲン系ガスと酸素又は水素との混合ガス中に放電を発生させることを特徴とする請求項 1 に記載のドライエッチング方法。

【請求項 3】

前記ハロゲン系ガスがフッ素系ガスであり、前記反応性ガスが前記放電により活性化した前記フッ素系ガスであることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のドライエッチング方法。

【請求項 4】

前記反応性ガスを輸送する過程において、前記反応性ガスを加熱することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のドライエッチング方法。

【請求項 5】

10

20

前記被処理物の表面又はその付近で前記反応性ガスに放射線を照射することを特徴とする請求項 1 に記載のドライエッチング方法。

【請求項 6】

前記放射線を前記被処理物表面に局所的に照射することを特徴とする請求項 5 に記載のドライエッチング方法。

【請求項 7】

前記被処理物が内部通路を有し、前記反応性ガスを前記内部通路の入口まで輸送しかつその中を通過させることにより、前記内部通路の内部をエッチングすることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載のドライエッチング方法。

【請求項 8】

大気圧力下でハロゲン系ガス中に放電を発生させ、前記ハロゲン系ガスから反応性ガスを生成するための放電部と、前記反応性ガスを前記放電部から離隔した位置の被処理物まで輸送する手段とを備え、前記反応性ガスを用いて前記被処理物にエッチングを行うドライエッチング装置において、

前記放電部が、絶縁板と前記絶縁板を挟むように装着された 1 対の電極板とを有し、前記各電極板がそれぞれ前記絶縁板と接する面に、前記絶縁板との間に複数のガス流路を画定するように形成された複数の平行な細長い溝を有し、前記ガス流路に前記反応性ガスを流通させかつ前記両電極板間に所定の電圧を印加して前記放電を発生させることにより、前記ガス流路内に前記反応性ガスを生成するようにしたことを特徴とするドライエッチング装置。

【請求項 9】

大気圧力下でハロゲン系ガス中に放電を発生させ、前記ハロゲン系ガスから反応性ガスを生成するための放電部と、前記反応性ガスを前記放電部から離隔した位置の被処理物まで輸送する手段とを備え、前記反応性ガスを用いて前記被処理物にエッチングを行うドライエッチング装置において、

前記被処理物表面に水又はアルコールを付着させる手段を更に備え、前記水又はアルコールを前記反応性ガスと反応させて、より活性なガスを前記被処理物の表面又はその付近に生成し、前記より活性なガスによって前記被処理物のエッチングを行うことを特徴とするドライエッチング装置。

【請求項 10】

前記輸送手段が、輸送中の前記反応性ガスを加熱するための手段を有することを特徴とする請求項 8 又は 9 に記載のドライエッチング装置。

【請求項 11】

前記輸送手段がテフロンで形成されていることを特徴とする請求項 8 乃至 10 のいずれかに記載のドライエッチング装置。

【請求項 12】

前記被処理物を設置するための処理室を更に備え、前記輸送手段が前記反応性ガスを前記処理室内に導入することを特徴とする請求項 8 乃至 11 のいずれかに記載のドライエッチング装置。

【請求項 13】

前記輸送手段が、前記反応性ガスを前記被処理物表面に直接噴射するためのノズルを有することを特徴とする請求項 8 乃至 11 のいずれかに記載のドライエッチング装置。

【請求項 14】

前記ノズルの周辺に排気口を開設した強制排気装置を更に有することを特徴とする請求項 13 に記載のドライエッチング装置。

【請求項 15】

前記被処理物表面又はその付近の前記反応性ガスに水又はアルコールを付与する手段を備えることを特徴とする請求項 8 に記載のドライエッチング装置。

【請求項 16】

前記被処理物表面又はその付近の前記反応性ガスに放射線を照射する手段を更に備える

10

20

30

40

50

ことを特徴とする請求項 8 乃至 15 のいずれかに記載のドライエッチング装置。

【請求項 17】

前記放射線を前記被処理物表面に選択的に照射するためのマスク手段を更に有することを特徴とする請求項 16 に記載のドライエッチング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、大気圧又はその近傍の圧力下でプラズマ放電により、安定なガスから生成される反応性ガスを用いて被処理物にドライエッチングを行うための方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

一般にドライエッチング方法として、物理的反応又は物理的かつ化学的反応によるスパッタエッチング、イオンビームエッチングに加えて、プラズマ放電による励起活性種を用いて化学的反応によりエッチングを行うプラズマエッチングが知られている。プラズマエッチングは、化学的に安定で安全な CF_4 などのガスを用いてプラズマを作ることにより、フッ素イオン、フッ素ラジカルなどの励起活性種を生成し、これと被処理物（例えば、シリコン）とを反応させて揮発性のガス（例えば、 SiF_4 ）を生成し、蒸発・排気させてエッチングを行う。最近では、従来の真空又は減圧下でのプラズマ放電に対して、設備・装置が簡単かつ小型で低コストな大気圧又はその近傍の圧力下での放電を利用した大気圧プラズマエッチングが開発されている。

【0003】

また、大気圧下で HF 、 F_2 などの反応性フッ化ガスを直接利用したエッチングが従来から行われている。一般にこれらの反応性フッ化ガスは、通常ガスボンベなどの容器に貯蔵し、必要に応じて該ボンベから供給して被処理物と直接反応させ、又は前記フッ化ガスに加えて水、アルコールなどを被処理物表面又はその近傍に導入して反応を促進させ、エッチングを行う。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した従来の大気圧プラズマエッチング方法は、一般に被処理物を電極との間で直接放電させてプラズマに晒すため、高いエッチングレートが得られる反面、放電自体が被処理物の形状・構造に左右されて十分なプラズマの発生が困難な場合があり、プラズマに晒され易い部分とそうでない部分とで処理の程度に差が生じ、被処理物を一様にエッチングできなくなる虞があった。また、直接放電は被処理物に電氣的・物理的なダメージを生じさせる虞がある。これを防止するため、ガス種を適当に選択してグロー放電に類似した放電を起こさせる方法もあるが、このような放電は、それ以上に被処理物の構造に左右され易いという問題がある。

【0005】

これらの問題を解決するため、プラズマ放電部で生成した反応性ガスを隔離配置した被処理物まで輸送してエッチングを行う間接処理方式が提案されている。しかしながら、フッ素イオンやフッ素ラジカルは不安定で寿命が短く、プラズマ放電部からの輸送途中で活性を失い、その結果エッチングレートが大幅に低下してしまうという問題があった。

【0006】

また、 HF 、 F_2 などの反応性フッ化ガスを直接用いる従来の方法では、第一に、使用するガス種の多くが毒性を有するため、取扱いが不便で相当の注意を要する。このようなガスを供給又は貯蔵するボンベや配管などには、安全面で相当の配慮が必要で、そのための設備やメンテナンスに、エッチング装置自体のコストを上回る多大のコストを要するという問題がある。

【0007】

更に、 HF などの水素結合物質は多会合分子を形成してクラスタ状になり易い性質があり、多会合分子の状態を用いるとエッチングが不均一になってしまう虞がある。多会合は前

10

20

30

40

50

記フッ化ガスを加熱することにより防止できるが、配管などの設備がより複雑になってコストが一層高くなる。

【0008】

そこで、本発明は、上述した従来の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、大気圧付近の圧力下での気体放電を利用して、取扱い及び保管などが容易で安全な不活性ガスから比較的寿命の長い反応性ガスを生成しかつ離隔された位置に輸送し、この反応性ガスを用いて被処理物を低コストで安全にエッチングすることができる方法を提供することにある。

【0009】

本発明の別の目的は、上記方法を実現するために、比較的簡単な構成で小型化することができ、安全かつ低価格なエッチング装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明によれば、上述した目的を達成するために、不活性で安定なハロゲン系ガス中に大気圧又はその近傍の圧力下で放電を発生させることにより、前記ハロゲン系ガスから安定な反応性ガスを生成する過程と、前記反応性ガスを離隔した位置に輸送する過程と、前記離隔位置において、前記反応性ガスを用いて被処理物にエッチングを行う過程とからなることを特徴とするドライエッチング方法が提供される。

【0011】

前記ハロゲン系ガスには、 CF_4 、 SF_6 又は CHF_3 などのフッ素系ガスを用いることができ、それから反応性ガスとしてシリコンなどのエッチングに適した HF 、 COF_2 又は F_2 などの安定な反応性フッ化ガスが生成される。また、前記ハロゲン系ガスには、被エッチング材料によって塩素系ガスを用いることができる。

【0012】

また、放電による前記反応性ガスの生成反応を促進するために、原料のハロゲン系ガスに別の安全なガスを組み合わせた混合ガスを用いることができる。原料ガスがフッ素系ガスの場合には、酸素又は水素（水蒸気などの水素を含んだガスを含む）を混合する。

【0013】

生成される安定な反応性フッ化ガスは或る程度の距離・時間を輸送してもその活性が失われず、従って被処理物を放電部から離隔した位置に設置できるので、如何なる放電方式であっても、放電によるダメージ無しに被処理物をエッチングすることができる。そのため、被処理物の構造や大きさ、作られるプラズマの分布などに拘わりなく、原料のハロゲン系ガスから所望の反応性ガスをより多く生成し得るように、使用するガス種の選択、それと他のガス種との組合せ、放電方式、電極の構造・材質、電極への印加電圧・周波数などを自由に決定することができる。

【0014】

また、エッチングを不均一にする多会合分子を作る HF は、前記放電により生成されない場合でも、大気圧下での処理には通常存在する配管内部などの水分と反応性フッ化ガスが反応して生成されることがある。そこで、前記反応性ガスを輸送する過程において加熱すると、該反応性ガスが多会合分子を作り易い HF などを含む場合に、その多会合を防止することができるので好都合である。

【0015】

エッチングは、放電による反応性ガスが被処理物と反応して揮発性の物質を生成し、これが気化して除去されることにより行われる。前記反応性ガスが被処理物と直接反応しない場合には、被処理物表面又はその付近で該反応性ガスからより活性なガスを生成する過程を追加する。このより活性なガスは、不安定で寿命が短い場合でも、生成されたその場で被処理物と反応させることができるので、エッチングが可能である。

【0016】

或る実施例によれば、反応性ガスに水又はアルコールを付与することにより、より活性なガスを生成することができる。水又はアルコールは、被処理物表面に付着させておくこと

10

20

30

40

50

により、前記反応性ガスと反応させることができる。

【0017】

例えば、 HF 、 COF_2 、 F_2 ではエッチングされないシリコン酸化膜などの材料の場合、これらの反応性フッ化ガスが水又はアルコールと反応して最終的にフッ素イオン又はフッ素分子イオンを生成する。これらがシリコン酸化膜と反応して、大気圧下でも揮発性の SiF_4 を生成するので、エッチングが行われる。

【0018】

先ず、前記反応性フッ化ガスと水との反応で、 HF が生成される。



10

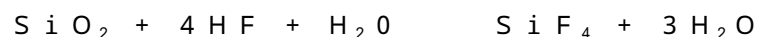
【0019】

次に、 HF と水とが反応して、シリコン酸化膜と反応する F^- 、 HF_2^- が生成される。



【0020】

これらの反応をまとめると、最終的に次のようになり、シリコン酸化膜がエッチングされる。



【0021】

別の実施例によれば、被処理物の表面又はその付近で反応性ガスに、レーザ光又は紫外線などの放射線を照射することにより、該反応性ガスを分解してより活性なガスを生成することができる。マスクなどの適当な手段を用いて、前記放射線を被処理物表面に選択的に照射すると、照射部分だけを選択して又は局所的にエッチングできるので好都合である。

20

【0022】

また、本発明によれば、被処理物が内部通路を有し、放電により生成された反応性ガスを前記通路の入口まで輸送しかつその中を通過させることにより、前記通路の内部をエッチングすることができる。

【0023】

本発明の別の側面によれば、大気圧又はその近傍の圧力下で不活性で安定なハロゲン系ガス中に放電を発生させ、前記ハロゲン系ガスから安定な反応性ガスを生成するための放電部と、前記反応性ガスを放電部から離隔した位置の被処理物まで輸送する手段とを備え、前記反応性ガスを用いて被処理物にエッチングを行うことを特徴とするドライエッチング装置が提供される。

30

【0024】

放電部は、被処理物から離隔して設けられるので、被処理物の構造・寸法・形状に左右されることがなく、それ自体及び装置全体を小型化することができ、かつ被処理物へのダメージを考慮することがなく、より反応性ガスの製造効率の高い電極構造及びその電源を自由に採用することができる。

【0025】

前記輸送手段が、輸送中の反応性ガスを加熱するための手段を有すると、該反応性ガスに多会合分子を形成し易い成分が含まれている場合に、その多会合を防止できるので好都合である。

40

【0026】

前記輸送手段は、輸送中の反応性ガスによる腐食を防止するために、テフロンで形成することが好ましい。

【0027】

或る実施例では、前記ドライエッチング装置が被処理物を設置するための処理室を更に備え、前記輸送手段が反応性ガスを前記処理室内に導入し、該反応性ガスに被処理物を晒すことによりエッチングを行う。

【0028】

50

別の実施例では、前記輸送手段が、反応性ガスを被処理物表面に直接噴射するためのノズルを有し、被処理物を現場でエッチングできると共に、放電部の小型化と併せて装置全体を移動可能に構成することができる。また、被処理物表面のエッチングしたい部分に合わせて、ノズルの先端形状・寸法を適当に設計することにより、被処理物表面の特定の部分を選択的にかつ／又は局所的に処理することかできる。

【0029】

前記ノズルの周辺に排気口を開設した強制排気装置を更に備えると、反応性ガス及びその反応生成物の雰囲気への拡散、環境汚染を有効に防止できるので好ましい。

【0030】

また、或る実施例では、被処理物表面又はその付近の反応性ガスに水又はアルコールを付与する手段を設け、被エッチング材料に対応して前記反応性ガスからより活性なガスを生成し、そのエッチングを可能にすることができる。

10

【0031】

別の実施例では、被処理物表面又はその付近の反応性ガスに、レーザー光又は紫外線などの放射線を照射する手段を更に備えることにより、同様に前記反応性ガスから被エッチング材料に対応したより活性なガスを生成することができる。

【0032】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明を添付図面に示した実施例を用いて詳細に説明する。

図1は、本発明によるエッチング装置の実施例の構成全体を概略的に示している。本実施例のエッチング装置1は、不活性で安全なハロゲン系ガスから反応性ガスを生成するための放電ユニット2と、被処理物3にエッチングを行うための処理室4と、放電ユニット2から処理室4に前記反応性ガスを送るための輸送管5とを備える。本実施例では、前記ハロゲン系ガスとして CF_4 、 SF_6 、 CHF_3 などの安定なフッ素系ガスを用いて反応性フッ化ガスを生成し、シリコンなどをエッチングする場合について説明する。

20

【0033】

放電ユニット2は、原料ガスとして上述した安定なフッ素系ガスを供給する外部のガス供給源6例えばポンペに接続されている。前記ポンペ及びそれと放電ユニット2間の配管は、安全なガスを使用することから通常的气体貯蔵・輸送手段を用いることができ、従って反応性フッ化ガスの輸送に比して非常に簡単かつ低コストに構成することができる。

30

【0034】

輸送管5は、反応性フッ化ガスに腐食されないように、テフロンなどの材料で形成される。また、前記反応性フッ化ガスに多会合分子が含まれていると、上述したようにエッチングを不均一にするだけでなく、輸送管などに付着して機械的なトラブルを起こしたり、エッチングの再現性を損なう虞がある。そこで本実施例の輸送管5には、輸送中の前記反応性フッ化ガスを加熱して多会合分子の形成を防止し、又は多会合分子が作られた場合にその結合を崩すためにヒータ7が設けられている。

【0035】

処理室4には、前記反応性フッ化ガス及び前記被処理物との反応生成物を外部に排出するための排気装置8が接続されている。更に処理室4には、その雰囲気内に水蒸気を導入して反応を促進するために、加湿器などの水蒸気供給手段9が接続されている。前記処理室雰囲気に加える水分量は、流量制御弁10により調整することができる。

40

【0036】

放電ユニット2は、被処理物3が処理室4内に配置されるので、安定な前記フッ素系ガスを分解・反応させて輸送可能な寿命の長い反応性フッ化ガスを製造し得るのに十分な大きさの空間があればよく、コンパクトに設計できる。また、プラズマ放電に直接曝露して被処理物にダメージを与える虞が無いので、従来から使用されているコロナ放電、アーク放電、グロー放電などの様々な放電方式を適宜選択して採用することができる。従って、放電ユニット2は電極構造を簡単にかつ低コストに製造できる。

【0037】

50

図 2 は、このようなコンパクトな放電ユニット 2 の実施例を示している。放電ユニット 2 は、図 2 A に示すように、アルミナ又はセラミック製の絶縁板 1 1 を 2 枚のアルミニウムからなるくしば構造の電極板 1 2、1 3 で挟んだサンドイッチ構造からなり、電極板 1 2、1 3 は外部の交流電源 1 4 に接続されている。前記電極構造は長さ 5 0 mm × 幅 3 0 mm × 高さ 1 5 mm のアルミニウム製ケース内に収容され、放電ユニット 2 全体が非常にコンパクトである。

【0038】

図 2 B に併せて示すように、電極板 1 2、1 3 と絶縁板 1 1 との間には、長手方向に延長する多数の細長い溝状のガス流路 1 5 が画定される。この構造において、ガス供給源 6 から送られたフッ素系ガスが図示するようにガス流路 1 5 を通過する際に、電源 1 4 から両電極板 1 2、1 3 に所定の電圧を印加すると、前記電極板と絶縁板との間で沿面放電が起こる。この放電により、ガス流路 1 5 内にフッ素系活性種及びその再反応による反応性フッ化ガスが生成される。

10

【0039】

前記電極板、ケース及び絶縁板は、それぞれ上述したようにアルミニウム又はアルミナで形成したことにより、前記放電より生成されるフッ素系活性種及び反応性フッ化ガスによる腐食が防止される。しかしながら、放電ユニットには他の様々な材料を用いることができ、またその放電形態、電極構造及び寸法、使用する電源の電圧・周波数などは任意に選択することができる。

【0040】

20

或る実施例では、ガス供給源 6 からの安全で不活性な CF_4 と図示されない別の供給源からの酸素との混合ガスを図 2 の放電ユニット 2 に導入し、1 0 k V、2 0 k H z の交流電源を用いて放電を発生させる。ガス流路 1 5 内では、 CF_4 及び酸素が分解されて次の 1 次反応が起こる。



【0041】

次に、この分解されて活性となった原子、分子が衝突して次の 2 次反応が起こり、比較的安定で寿命が長く、或る程度の距離・時間を輸送しても活性を失わない反応性フッ化ガスである COF_2 及び F_2 が生成される。

30



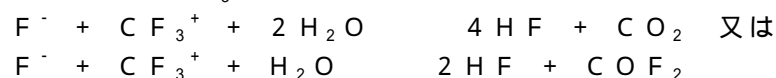
【0042】

尚、この実施例における COF_2 、 F_2 の製造効率（即ち、導入した CF_4 の何パーセントが COF_2 、 F_2 に変わったか）は、 CF_4 流量 2 0 C C M、酸素流量 3 0 C C M の時にピークを示し、その値は 4 パーセントであった。しかしながら、この製造効率の値は、使用する放電形態、放電ユニットの構造、電源の電圧・周波数などで変化する。

【0043】

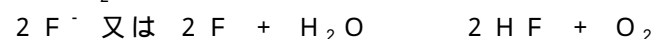
別の実施例では、 CF_4 及び酸素に更に水を加えた混合ガスを図 2 の放電ユニット 2 に導入し、同様に放電を発生させる。これにより、先ず、上述したと同様の 1 次反応及び 2 次反応が起こり、 COF_2 及び F_2 が生成される。更に、1 次反応で生成された活性原子 F^- 及び分子 CF_3^+ と水との直接反応が起こる。

40



【0044】

これに加え、1 次反応によるフッ素系活性種と酸素との 2 次反応で生じた F^- 又は F 単原子と H_2O とが次のように反応する。



【0045】

更に別の実施例では、 CF_4 と水素との混合ガスを原料ガスに用いることができる。この場合、水素は、純粋な水素ガスの形で使用する必要はなく、水素を含む安全なガス、例え

50

ば水蒸気として混合することができる。

【 0 0 4 6 】

このように F_2 及び COF_2 に加えて、比較的安定で寿命が長く、或る程度の距離・時間を輸送しても活性を失わない反応性フッ化ガスである HF が生成される。水が、 CF_4 の 1 次反応によるフッ素系活性種だけでなく、 CF_4 と酸素との 1 次及び 2 次反応によるフッ素系活性種とも反応するので、フッ素系活性種が水と衝突する確率が非常に高く、従って製造効率が高くなり、高濃度の反応性フッ化ガスが得られる。この反応性フッ化ガスは多会合分子を形成する HF を含んでいるので、テフロン製輸送管 5 をヒータ 7 により例えば約 80 で加熱しながら、処理室 4 内に導入する。

【 0 0 4 7 】

放電ユニット 2 に供給する CF_4 及び酸素への水の混合は、例えば図 3 A に示すように、放電ユニット 2 への管路 1 6 に設けたタンク 1 7 の水 1 8 中に、ガス供給源 6 から CF_4 と酸素との混合ガスを放出し、前記タンクの上部空間から回収して再び管路 1 6 に戻すことにより、水蒸気として含ませることができる。別の実施例では、図 3 B に示すように、管路 1 6 を分岐させたバイパス 1 9 にタンク 1 7 を接続し、可変流量切換弁 2 0 で前記タンクに送る流量即ち混合する水蒸気の量を調整することができる。更に別の実施例では、図 3 C に示すように、加湿器のような水蒸気発生手段 2 1 を管路 1 6 に接続して、直接混合することができる。

【 0 0 4 8 】

放電ユニット 2 から輸送管 5 を処理室 4 内に導入された反応性フッ化ガスは、被処理物 3 と直接反応して揮発性の物質を生成し、反応生成物は気体となって前記被処理物のエッチングが行なわれる。処理室 4 内の前記反応生成物及び反応に使用されなかった残りの前記反応性フッ化ガスは、排気装置 8 により強制的に排出される。このとき、排気ガスを図示されない除害装置で浄化した後、大気中に放出するのが好ましい。除害方法及び装置は、工場レベルの大型設備から小型のものまで従来から公知の様々なタイプを適当に選択することができる。特に現場でエッチングを行う場合には、小型でドライタイプの除害装置が望ましい。

【 0 0 4 9 】

また、処理室 4 内に導入した反応性フッ化ガスと被処理物 3 とが直接反応しない場合には、水蒸気供給手段 9 から水蒸気を処理室雰囲気中に導入し、前記反応性フッ化ガスと水とを反応させて、より反応性の高いフッ素イオンを生成する。水は、吹き付けなどにより被処理物表面又はその付近に直接供給することができ、又は被処理物 3 を処理室 4 内に置く前に、予め適当な手段によりその表面に与えることができる。また、図 3 A に関連して上述した場合と同様に、水中に通して水蒸気を添加した適当なガスを処理室 4 に導入することもできる。

【 0 0 5 0 】

例えば、被処理物がシリコン又はシリコン酸化物の場合、 COF_2 、 F_2 、 HF などの反応性フッ化ガスを直接使用しても十分にエッチングできず、又はエッチングレートが遅くなる。上述したように、水は COF_2 、 F_2 と反応して HF を生成し、 HF は更に水と反応して、フッ素イオン F^- 又はフッ素分子イオン HF_2^- を生成する。これらがシリコンと反応して SiF_4 となり、大気圧下でも気化するので、エッチングが行われる。

【 0 0 5 1 】

添加する水の量は、これらの反応即ち最終的なエッチングを左右するので、十分に制御しなければならない。また、大気圧下での処理であるから、空気中の湿度が、水の導入と同様の影響を与える虞がある。従って、エッチングを精密に行なうためには、併せて処理室内の湿度制御、被処理物の保管に注意することが重要になる。更に、反応の促進、被処理物への余分な水滴の付着防止を図り、かつ添加する水分量を積極的に制御するために、被処理物 3 の温度を適当な加熱手段で制御することが望ましい。

【 0 0 5 2 】

別の実施例では、水の代わりにアルコールを添加することができる。アルコールは、上述

10

20

30

40

50

した水と同様の方法により処理室 4 に導入することができる。この場合、次の反応により HF から化学的により活性で反応性の高い HF_2^- が生成される。



【0053】

更に別の実施例によれば、レーザ、紫外線などの放射線を被処理物表面に照射することにより、その加熱作用で又は前記放射線の波長によるガスの分解を利用して、被処理物表面又はその近傍にフッ素系イオンを生成することができる。熱分解による場合を除いて、更に水やアルコールを添加すると、より一層エッチングレートを向上させることができる。

【0054】

図 4 には、レーザ光を照射してフッ素系イオンを生成することにより被処理物をエッチングするのに適した処理室 4 の構成が示されている。処理室 4 は、その上部に透明な保護ガラスからなる窓 22 が設けられ、かつその上方にレーザ光源 23 が配設されている。シリコンからなる被処理物 3 を設置した処理室 4 に、放電ユニット 2 から輸送管 5 を介して上記実施例と同様に COF_2 、 F_2 、HF などの反応性フッ化ガスを流しながら、レーザ光源 23 からレーザ光 B を被処理物表面に照射する。

10

【0055】

前記反応性フッ化ガス雰囲気中に晒された被処理物表面及びその付近では、レーザ光 B の熱又はその波長により前記反応性フッ化ガスが分解されて、化学的により活性な反応種が生成され、エッチングが行われる。上述したようにシリコンは COF_2 、 F_2 、HF などではエッチングされ難いので、レーザ光 B が照射されない被処理物表面では反応が進まない。従って、レーザ光源 23 を移動させるなどしてレーザ光を選択的に照射することにより、局所的なエッチングが可能になる。

20

【0056】

他方、被処理物 3 の表面全体又はより広い面積をエッチングしたい場合には、むしろ紫外光ランプなどを用いて、同時に広い範囲に均一に放射線を照射するのが、エッチングを均一にできることから好ましい。また、適当なマスクを用いて放射線を照射し、被処理物表面の特定の部分だけをエッチングすることも可能である。

【0057】

図 5 は、処理室 4 に収容できない大きな被処理物や移動できない被処理物の場合などに、現場でエッチングを行うのに適した別の実施例を示している。この実施例は、処理室 4 の代わりに、放電ユニット 2 から送られる反応性フッ化ガスを被処理物 3 表面に噴射するために、輸送管 5 の先端に設けられたノズルユニット 24 を備える。放電ユニット 2 を上述したように小型化できるので、輸送管 5 及びノズルユニット 24 を含む装置全体を小型にかつ移動可能に構成することができる。

30

【0058】

本実施例のエッチング装置では、噴射した反応性フッ化ガスの大気への拡散を防止し、かつ被処理物のエッチングで生じた反応生成物を除去することが、環境汚染の防止及び安全確保の観点から重要である。そのために、強制排気装置 25 をノズルユニット 24 の周辺に配置する。排気装置 25 は、必要に応じてノズルユニット 24 と一体に又は別個に設けることができる。

40

【0059】

ノズルユニット 24 は、被処理物の構造、その処理すべき範囲・形状、目的などの条件に対応して、ノズル先端の形状・寸法を様々に構成することができる。また、現場でノズルユニット 24 を手動又は自動で自在に操作し、かつノズル又は任意の位置に移動できるように、輸送管 5 は少なくとも部分的に可撓管で形成するのが好ましい。

【0060】

この実施例において被処理物 3 を局所的にエッチングする場合には、ノズルユニット 24 から噴射するガス流を細く制御し、かつその直ぐ外側から素早く排気する必要がある。図 6 A 及び B は、このような局所的エッチングに適したノズルユニットの実施例を示しており、中心に設けた反応性フッ化ガスの噴射ノズル 26 と、その外側に同心に配置した排気

50

管 27 とからなる。図 6 B に示すように、被処理物 3 表面のエッチングによる揮発性の反応生成物、及び噴射ノズル 26 から吹き付けられた反応性フッ化ガスの残りは、排気管 27 と噴射ノズル 26 間の排気通路 28 から強制的に排気される。

【0061】

また、本発明によれば、パイプの内面や様々部材・構造物などの狭い内部通路をエッチングすることができる。図 7 は、被処理物であるパイプ 29 の内面のみをエッチングする場合を示している。パイプ 29 の一方の端部には、放電ユニット 2 から延長する輸送管 5 の端部が直接又は適当な連結具を介して接続される。前記パイプの他方の端部は、図示しない排気及び除害装置に接続されている。構造物の内部通路をエッチングする場合には、同様に該通路の一端に輸送管 5 を接続すればよい。

10

【0062】

本実施例において、パイプ 29 の内面がシリコン酸化膜で覆われている場合、 CF_4 と酸素との混合ガスに、例えば図 3 A に示す方法により水を添加して放電ユニット 2 に供給し、放電により COF_2 、 F_2 、 HF などの反応性フッ化ガスを生成し、輸送管 5 を介してパイプ 29 内に導入する。前記パイプ内面には、予め水分を付着させておく。また、パイプ 29 が透明なガラス管であって外側から見える部分を処理する場合には、外側からレーザー光や紫外線を照射することにより、内面のシリコン酸化膜をエッチングすることができる。

【0063】

これにより、パイプの外側はエッチングしないで内部のみをエッチングすることができる。パイプ 29 内部の反応生成物及びエッチングに使用されなかった反応性フッ化ガスは、放電ユニット 2 から連続的に送られるガス流により前記排気及び除害装置に送られる。

20

【0064】

更に、本発明のエッチング方法は、放電により反応性ガスを生成するための安全かつ不活性な原料ガスとして、上記各実施例で使用したフッ素系ガスだけでなく、塩素系ガスなどの他のハロゲン系ガスを用いることができる。即ち、使用するガス種を適当に選択することにより、各種材料のエッチングを同様に行うことができる。

【0065】

本発明によれば、上記実施例に様々な変更・変形を加えて実施することができる。放電ユニットは図 2 以外の様々な構造にすることができ、輸送管にはテフロン以外の様々な材質を用いることができる。また、レーザー光などの放射線を照射する場合、図 4 のように外部から窓を介して照射するのではなく、その光源を処理室の内部に設けることができる。

30

【0066】

【発明の効果】

本発明は、以上のように構成されているので、以下に記載されるような効果を奏する。本発明のエッチング方法によれば、使用する原料ガスが安定かつ不活性で比較的安全なため、その保管・取扱いが容易で、エッチング装置への配管などに特別な安全設備を要せず、設備コストの低減及び安全性の向上を同時に実現することができる。また、使用するガス種や電極構造・電源などの放電条件を自由に選択できるので、反応性ガスの製造効率及びエッチングレートが向上し、コストの低減及び生産性の向上が図られる。更に、従来の直接放電方式では困難であった異形部品などの複雑な構造・形状を有するものや大型の被処理物、又は被処理物の局所的部分や内部構造も簡単にエッチングできるので、従来は不可能又は困難であった様々な用途に実用化することができる。

40

【0067】

また、本発明のエッチング装置によれば、上述した安全性の確保などの作用効果に加えて、放電部がより簡単かつ小型で効率的な構造にできるので、装置全体の小型化及び低価格化を実現することができる。更に、処理室の設計や被処理物の設置、現場でのエッチングが可能になるなど、作業性が著しく向上する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明によるエッチング装置の実施例を概略的に示す全体構成図である。

50

【図 2】A 図は放電ユニットの実施例を示す斜視図、B 図は A 図の B - B 線における断面図である。

【図 3】A ~ C 図はそれぞれ不活性な原料ガスに水を添加する構成を示すブロック図である。

【図 4】処理室内の被処理物にレーザ光を照射するための構成を示す概略図である。

【図 5】現場での処理に適したエッチング装置の構成を示す概略図である。

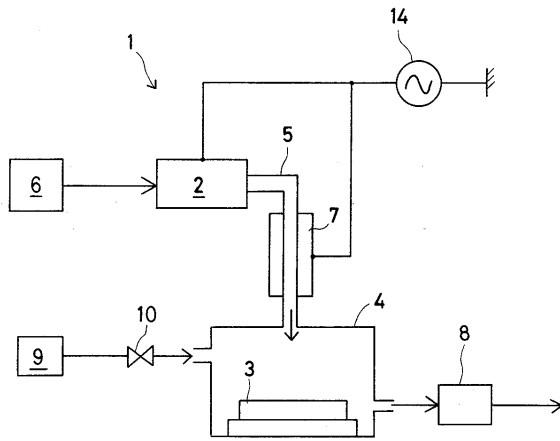
【図 6】A 図は局所的エッチングに使用するノズルユニット先端部の斜視図、B 図はその断面図である。

【図 7】パイプの内面をエッチングするための構成を示す概略図である。

【符号の説明】

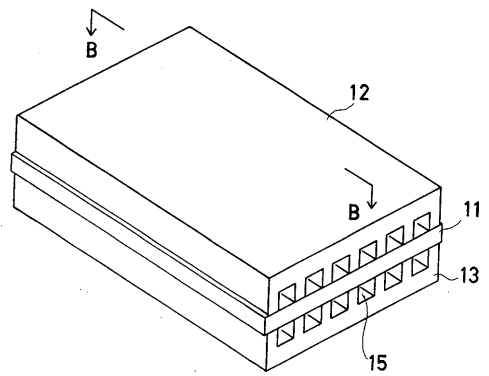
1	エッチング装置	
2	放電ユニット	
3	被処理物	
4	処理室	
5	輸送管	
6	ガス供給源	
7	ヒータ	
8	排気装置	
9	水蒸気供給手段	
10	流量制御弁	20
11	絶縁板	
12、13	電極板	
14	交流電源	
15	ガス流路	
16	管路	
17	タンク	
18	水	
19	バイパス	
20	可変流量切換弁	
21	水蒸気発生手段	30
22	窓	
23	レーザ光源	
24	ノズルユニット	
25	排気装置	
26	噴射ノズル	
27	排気管	
28	排気通路	
29	パイプ	

【図 1】

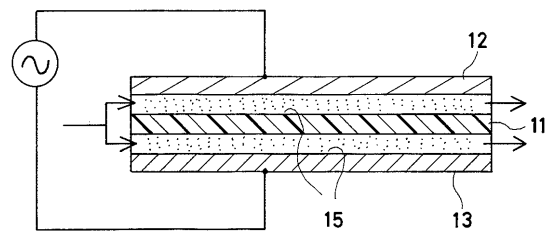


【図 2】

(A)

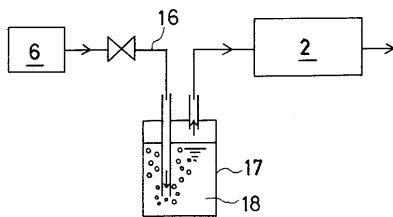


(B)

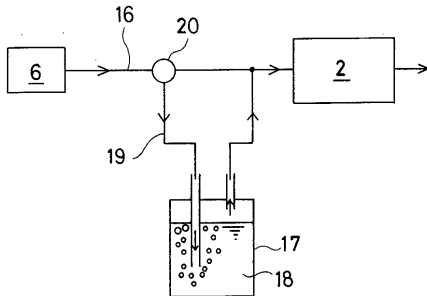


【図 3】

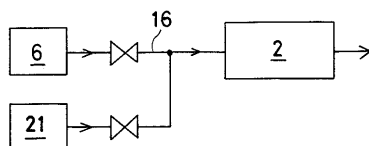
(A)



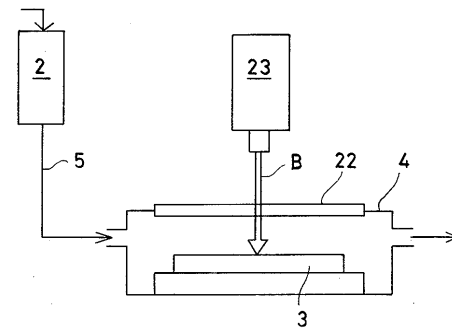
(B)



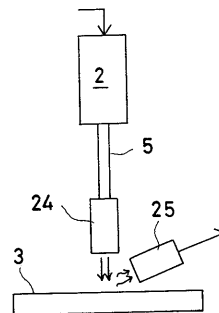
(C)



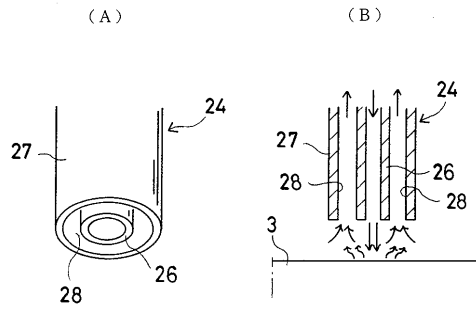
【図 4】



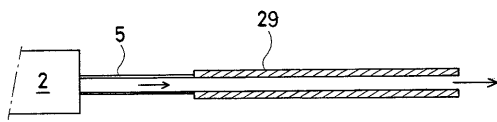
【図 5】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平03 - 087025 (JP, A)
特開平06 - 310720 (JP, A)
特開平06 - 140368 (JP, A)
特開平02 - 114525 (JP, A)
特開昭62 - 045033 (JP, A)
実開昭62 - 024940 (JP, U)
特開昭59 - 155935 (JP, A)
特開平07 - 047223 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

H01L 21/3065

H01L 21/304