

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4629421号
(P4629421)

(45) 発行日 平成23年2月9日 (2011.2.9)

(24) 登録日 平成22年11月19日 (2010.11.19)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/3065 (2006.01)

H O 1 L 21/302 1 O 5 A

請求項の数 5 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2004-352614 (P2004-352614)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成16年12月6日 (2004.12.6)		パナソニック株式会社
(65) 公開番号	特開2006-165164 (P2006-165164A)		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公開日	平成18年6月22日 (2006.6.22)	(74) 代理人	100081422
審査請求日	平成19年11月7日 (2007.11.7)		弁理士 田中 光雄
早期審査対象出願		(74) 代理人	100100158
前置審査			弁理士 鮫島 睦
		(74) 代理人	100111039
			弁理士 前堀 義之
		(72) 発明者	奥根 充弘
			大阪府門真市松葉町2番7号 パナソニッ ク ファクトリーソリューションズ株式会 社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ドライエッチング方法及びドライエッチング装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

エッチングストップ層上にシリコン系材料からなる被エッチング層が形成され、かつこの被エッチング層の表面にマスクが形成された処理対象物を、それぞれの高周波電源に接続された真空容器内の上側電極と下側電極のうち下側電極上に配置し、

前記真空容器内に、プラズマ発生時に前記被エッチング層のエッチング種を生じる第1のガス成分と、前記被エッチング層を構成するシリコン系材料のSi原子と反応して付着性の生成物を生成する第2のガス成分とを含む第1のエッチングガスを導入し、

前記上側及び下側電極にそれぞれの前記高周波電源から高周波電力を供給して前記真空容器内にプラズマを発生させ、前記第2のガス成分と前記シリコン系材料のSi原子の反応による前記生成物で第1の側壁保護層を形成しつつ、前記被エッチング層の表面の前記マスクから露呈する部分を前記第1のガス成分により生じる前記エッチング種によりエッチングし、

前記被エッチング層のエッチング深さが被エッチング層の厚さの50%以上に達した後であって前記エッチング深さが前記被エッチング層の前記エッチングストップ層との界面に達する前に前記第1のエッチングガスによるエッチングを停止した後、前記第1のガス成分と、CHF₃、C₅F₈、又はC₄F₆である第3のガス成分とを含む第2のエッチングガスを導入し、

前記上側及び下側電極にそれぞれの前記高周波電源から高周波電力を供給して前記真空容器内にプラズマを発生させ、前記第3のガス成分による生成物で第2の側壁保護層を形

10

20

成しつつ、前記被エッチング層の表面の前記マスクから露呈する部分を前記エッチング深さが前記被エッチング層の前記エッチングストップ層との界面に達するまで前記第 1 のガス成分により生じる前記エッチング種によりエッチングする、ドライエッチング方法。

【請求項 2】

前記第 1 のガス成分は SF_6 である、請求項 1 に記載のドライエッチング方法。

【請求項 3】

前記第 1 のガス成分は、 CF_4 、 C_3F_8 、又は NF_3 である、請求項 1 に記載のドライエッチング方法。

【請求項 4】

前記被エッチング層は Si であり、前記エッチングストップ層は SiO_2 である、請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載のドライエッチング方法。

10

【請求項 5】

上側電極及び下側電極がその内部に配設され、エッチングストップ層上にシリコン系材料からなる被エッチング層が形成され、かつこの被エッチング層の表面にマスクが形成された処理対象物が前記下側電極上に配置される真空容器と、

前記被エッチング層のエッチング種を生じる第 1 のガス成分と、前記被エッチング層を構成するシリコン系材料の Si 原子と反応して付着性の生成物を生成する第 2 のガス成分とを含む第 1 のエッチングガスを前記真空容器内に供給可能な第 1 のエッチングガス供給源と、

前記第 1 のガス成分と、 CHF_3 、 C_5F_8 、又は C_4F_6 である第 3 のガス成分とを含む第 2 のエッチングガスを前記真空容器内に供給可能な第 2 のエッチングガス供給源と、

20

前記真空容器内にプラズマを発生させるために前記上側及び下側電極に高周波電力を供給するそれぞれの高周波電源と、

前記第 1 のエッチングガス供給源が前記第 1 のエッチングガスを前記真空容器内に供給し、かつ前記上側及び下側電極にそれぞれの前記高周波電源から高周波電力を供給して前記真空容器内にプラズマを発生させる状態を前記被エッチング層のエッチング深さが被エッチング層の厚さの 50 % 以上に達した後であって前記エッチング深さが前記被エッチング層の前記エッチングストップ層との界面に達する前までの第 1 の時間は継続した後、前記第 2 のエッチングガス供給源が前記第 2 のエッチングガスを前記真空容器内に供給し、かつ前記上側及び下側電極にそれぞれの前記高周波電源から高周波電力を供給して前記真空容器内にプラズマを発生させる状態を前記被エッチング層の前記被エッチング深さが前記被エッチング層の前記エッチングストップ層との界面に達するまでの第 2 の時間は継続するように、前記第 1 及び第 2 のエッチングガス供給源並びに前記高周波発生源を制御する制御装置と

30

を備えるドライエッチング装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ドライエッチング方法及びドライエッチング装置に関する。

【背景技術】

40

【0002】

エッチングストップ層上にシリコン系材料からなる被エッチング層が形成された処理対象物に、溝（トレンチ）やビアホール等のホールを形成するドライエッチングでは、被エッチング層とエッチングストップ層の界面付近で溝やホールの側壁がエッチングされる現象（ノッチ）が生じる場合がある。特許文献 1 には、このノッチの発生原理が記載されている。

【0003】

図 6 A 及び図 6 B を参照して、 SOI （Silicon on Insulator）構造の基板を SF_6/O_2 （六フッ化硫黄 / 酸素）系のエッチングガスを使用してドライエッチングする場合のノッチの発生原理を概説する。 SiO_2 （酸化シリコン）からなるエッチングストップ層 1 上にシリ

50

コン系材料（例えばSi）からなる被エッチング層2が形成されている。また、被エッチング層2上にはレジストマスク3が形成されている。

【0004】

図6Aに示すように、プラズマで発生したF成分、Fラジカル、及びO成分が被エッチング層2のレジストマスク3から露呈している部分に入射する。エッチング種であるFラジカルと正イオン(SイオンやOイオン等)により、被エッチング層2がエッチングされる。この際、Fラジカルと被エッチング層2がSi原子と反応して揮発性反応生成物である SiF_4 （四フッ化シリコン）や SiF_6 （六フッ化シリコン）が生成され、被エッチング層2から離脱する。また、O成分が被エッチング層2を構成するシリコン系材料のSi原子と反応して SiO_2 （酸化シリコン）が生成され、この SiO_2 が溝やホール側の側壁に付着して側壁保護層4となる。この側壁保護層4によりFラジカルや正イオンによる溝やホールの側壁の浸食が防止される。

10

【0005】

しかし、溝やホールが被エッチング層2を貫通してエッチングストップ層1が露出すると、被エッチング層2からのSi原子の供給が停止するので SiO_2 が生成されなくなる。その結果、被エッチング層2とエッチングストップ層1の界面付近では、溝やホールの側壁に側壁保護層4が形成されずシリコン系材料が露出したままとなる。一方、エッチングストップ層1の露出した部分は入射する正イオンによって正極性に帯電し、それに続いて入射する正イオンは軌道が曲げられて溝やホールの側壁に向かう。側壁保護層4が形成されていないため、軌道が曲げられた正イオンにより溝やホールの側壁が浸食され、図6Bに示すようにノッチ5となる。このノッチ5は、溝やホールの加工精度を低下させる。

20

【0006】

【特許文献1】特開平9-82682号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、エッチングストップ層上にシリコン系材料からなる被エッチング層が形成された処理対象物のドライエッチングにおいて、ノッチを抑制することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

30

第1の発明は、エッチングストップ層上にシリコン系材料からなる被エッチング層が形成され、かつこの被エッチング層の表面にマスクが形成された処理対象物を、それぞれの高周波電源に接続された真空容器内の上側電極と下側電極のうち下側電極上に配置し、前記真空容器内に、プラズマ発生時に前記被エッチング層のエッチング種を生じる第1のガス成分と、前記被エッチング層を構成するシリコン系材料のSi原子と反応して付着性の生成物を生成する第2のガス成分とを含む第1のエッチングガスを導入し、前記上側及び下側電極にそれぞれの前記高周波電源から高周波電力を供給して前記真空容器内にプラズマを発生させ、前記第2のガス成分と前記シリコン系材料のSi原子の反応による前記生成物で第1の側壁保護層を形成しつつ、前記被エッチング層の表面の前記マスクから露呈する部分を前記第1のガス成分により生じる前記エッチング種によりエッチングし、前記被エッチング層のエッチング深さが被エッチング層の厚さの50%以上に達した後であって前記エッチング深さが前記被エッチング層の前記エッチングストップ層との界面に達する前に前記第1のエッチングガスによるエッチングを停止した後、前記第1のガス成分と、 CHF_3 、 C_5F_8 、又は C_4F_6 である第3のガス成分とを含む第2のエッチングガスを導入し、前記上側及び下側電極にそれぞれの前記高周波電源から高周波電力を供給して前記真空容器内にプラズマを発生させ、前記第3のガス成分による生成物で第2の側壁保護層を形成しつつ、前記被エッチング層の表面の前記マスクから露呈する部分を前記エッチング深さが前記被エッチング層の前記エッチングストップ層との界面に達するまで前記第1のガス成分により生じる前記エッチング種によりエッチングする、ドライエッチング方法を提供する。

40

50

【 0 0 0 9 】

シリコン系材料は、Si（単結晶シリコン）、poly-Si（ポリシリコン）、a-Si（アモルファスシリコン）、WSi（タングステンシリサイド）、MoSi（モリブデンシリサイド）、及びTiSi（チタンシリサイド）等を含むが、SiO₂（酸化シリコン）は含まない。

【 0 0 1 0 】

前記第1のガス成分は、プラズマ発生時にシリコン系材料のエッチング種を生じるものであればよい。第1のガス成分としては、例えばSF₆（六フッ化硫黄）がある。また、第1のガス成分は、CF₄（テトラフルオロメタン）、C₃F₆（ヘキサフルオロプロピレン）、又はNF₃（三フッ化窒素）等であってもよい。

【 0 0 1 1 】

被エッチング層とエッチングストップ層の組合せとしては、前者がSiで後者がSiO₂であるSOI構造がある。その他のエッチングストップ層としては、例えばSiON（窒酸化シリコン）、SiN（窒化シリコン）がある。

【 0 0 1 2 】

第1のエッチングガスによるエッチング中は、第1のエッチングガスに含まれる第1のガス成分のエッチング種により被エッチング層がエッチングされる。また、第1のエッチングガスによるエッチング中は、第1のエッチングガスに含まれる第2のガス成分が被エッチング層のSi原子と反応して付着性の生成物が生成され、この反応生成物はエッチングされた溝やホール側の側壁に付着して側壁保護層となる。次に、エッチングガスを第1のエッチングガスから第2のエッチングガスに切り換えると、第2のエッチングガスに含まれる第1のガス成分のエッチング種により被エッチング層がエッチングされる。また、第2のエッチングガスに含まれているフルオロカーボン系ガスである第3のガス成分によりポリマが生成され、このポリマが側壁保護層を形成する。従って、溝やホールの表面側の側壁には第2のガス成分とSi原子の反応生成物からなる側壁保護層が形成され、溝やホールのエッチングストップ層側の側壁には、ポリマからなる側壁保護層が形成される。第3のガス成分によるポリマの生成は、被エッチング層を構成するシリコン系材料のSi原子との反応の有無に関係なく生じるので、被エッチング層とエッチングストップ層との界面にポリマからなる側壁保護層が形成される。従って、シリコン系材料からなる被エッチング層が貫通した後も、被エッチング層とエッチングストップ層の界面付近でのノッチを抑制することができる。

【 0 0 1 3 】

第2の発明は、上側電極及び下側電極がその内部に配設され、エッチングストップ層上にシリコン系材料からなる被エッチング層が形成され、かつこの被エッチング層の表面にマスクが形成された処理対象物が前記下側電極上に配置される真空容器と、前記被エッチング層のエッチング種を生じる第1のガス成分と、前記被エッチング層を構成するシリコン系材料のSi原子と反応して付着性の生成物を生成する第2のガス成分とを含む第1のエッチングガスを前記真空容器内に供給可能な第1のエッチングガス供給源と、前記第1のガス成分と、CHF₃、C₅F₈、又はC₄F₆である第3のガス成分とを含む第2のエッチングガスを前記真空容器内に供給可能な第2のエッチングガス供給源と、前記真空容器内にプラズマを発生させるために前記上側及び下側電極に高周波電力を供給するそれぞれの高周波電源と、前記第1のエッチングガス供給源が前記第1のエッチングガスを前記真空容器内に供給し、かつ前記上側及び下側電極にそれぞれの前記高周波電源から高周波電力を供給して前記真空容器内にプラズマを発生させる状態を前記被エッチング層のエッチング深さが被エッチング層の厚さの50%以上に達した後であって前記エッチング深さが前記被エッチング層の前記エッチングストップ層との界面に達する前までの第1の時間は継続した後、前記第2のエッチングガス供給源が前記第2のエッチングガスを前記真空容器内に供給し、かつ前記上側及び下側電極にそれぞれの前記高周波電源から高周波電力を供給して前記真空容器内にプラズマを発生させる状態を前記被エッチング層の前記被エッチング深さが前記被エッチング層の前記エッチングストップ層との界面に達するまでの第2の時間は継続するように、前記第1及び第2のエッチングガス供給源並びに前記高周波発生源を制

10

20

30

40

50

御する制御装置とを備えるドライエッチング装置を提供する。

【 0 0 1 4 】

前記処理対象物を保持するガイド部材をさらに備え、このガイド部材がフッ素樹脂製であることが好ましい。

【 0 0 1 5 】

プラズマで発生するフラジカルはガイドリングで消費されることなく、効率的に処理対象物へ入射する。その結果、エッチングレートの時間変動を抑制し、かつ高いエッチングレートが得られる。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 6 】

本発明によれば、エッチングガスに含まれるフルオロカーボン系ガスによりポリマが生成され、このポリマはエッチングされた溝やホール側の側壁に付着して側壁保護層を形成する。このポリマの生成は被エッチング層を構成するシリコン系材料のSi原子との反応に関係なく生じるので、エッチング層とエッチングストップ層の界面付近にもポリマからなる側壁保護層が形成される。従って、被エッチング層を貫通した後も、被エッチング層とエッチングストップ層の界面付近でのノッチを抑制することができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 7 】

(参考例)

図 1 は、本発明の参考例に係るドライエッチング方法に使用する装置の一例を示す。

【 0 0 1 8 】

このドライエッチング装置 11 は、その内部に基板 (被処理物) 12 が配置されるチャンバ (真空容器) 13 を備える。チャンバ 13 内の上部には高周波電源 14 A に電氣的に接続された上部電極 15 が配設されている。一方、チャンバ 13 内の下部には、高周波電源 14 B に電氣的に接続された下部電極 16 が配設されている。この下部電極 16 上に基板 12 が配置されている。

【 0 0 1 9 】

図 3 A を併せて参照すると、基板 12 は、 SiO_2 (酸化シリコン) からなるエッチングストップ層 21 を備え、このエッチングストップ層 21 上にシリコン系材料の一例である Si からなる被エッチング層 22 が形成されている。また、被エッチング層 22 上には所望のパターンでレジストマスク 23 が形成されている。

【 0 0 2 0 】

図 2 に示すように、基板 12 は位置決め用のガイドリング 17 により保持されて下部電極 16 上に配置されている。ガイドリング 17 はフッ素樹脂ないしはテフロンである PTF (Polytetrafluoroethylene ; ポリテトラフルオロエチレン)、FEP (Fluorinated Ethylene Propylene ; フルオリネイティッド・エチレン・プロピレン)、ETFE (Ethylene Tetrafluoroethylene ; エチレン・テトラフルオロエチレン) 等からなる。

【 0 0 2 1 】

チャンバ 13 のガス導入口 13 a には、エッチングガス供給源 18 が接続されている。本参考例では、エッチングガス供給源 18 から供給されるエッチングガスは、 $\text{SF}_6 / \text{C}_4\text{F}_8$ ガス (六フッ化硫黄 / オクタフルオロシクロブタン) である。後に詳述するように、エッチングガスに含まれる SF_6 は、プラズマ発生時に被エッチング層 22 のエッチング種を生じる。また、プラズマ発生時には、フルオロカーボン系ガスである C_4F_8 により、エッチングされた溝やホール側の側壁に保護層が形成される。

【 0 0 2 2 】

チャンバ 13 の排気口 13 b には、真空排気装置 19 が接続されている。

【 0 0 2 3 】

制御装置 20 は、第 1 及び第 2 の高周波電源 14 A , 14 B、エッチングガス供給源 18、並びに真空排気装置 19 を制御してドライエッチングを実行する。

【 0 0 2 4 】

10

20

30

40

50

次に、本参考例のドライエッチング方法を説明する。

【0025】

まず、基板12をガイドリング17で保持し、チャンバ13内の下部電極16上に配置する。次に、エッチングガス供給源18から所定流量でエッチングガスである $\text{SF}_6/\text{C}_4\text{F}_8$ ガスを供給しつつ、真空排気装置19により所定流量での排気を行い、チャンバ13内を所定圧力に維持する。

【0026】

また、上部電極15及び下部電極16に対し、第1及び第2の高周波電源14A, 14Bから高周波電力を供給する。その結果、図1に概略的に示すようにプラズマPが発生する。プラズマP中ではエッチングガスに含まれる SF_6 からF成分、Fラジカルが生じると共に、 C_4F_8 からフルオロカーボン成分(CF_x)が生じる。また、正イオン(Sイオン、Oイオン、フッ化炭素系のイオン、フッ化硫黄系のイオン等)が発生する。

【0027】

図3Aに示すように、F成分、Fラジカル、正イオン、及びフルオロカーボン成分は、被エッチング層22のレジストマスク23から露呈している部分に入射し、エッチング種であるFラジカルと正イオンにより、被エッチング層22がエッチングされる。この際、Fラジカルと被エッチング層22のSi原子の反応により揮発性反応生成物であり SiF_4 (四フッ化硫黄)が生成され、被エッチング層22から離脱する。また、 CF_x 成分によりフルオロカーボンポリマ($(\text{CF}_2)_n$)が生成され、このフルオロカーボンポリマがエッチングされた溝やホール側の側壁に付着して側壁保護層24を形成する。

【0028】

フルオロカーボンポリマの生成には、被エッチング層22のSi原子との反応の有無に関係なく生じるので、溝やホールが被エッチング層22を貫通してエッチングストップ層21が露出しても、溝やホールの側壁には側壁保護層24が形成され続ける。従って、図3Bに示すように、エッチングされた溝やホールの側壁には、被エッチング層22の表面からエッチングストップ層21の界面に到るまで側壁保護層24が形成される。この側壁保護層24の存在により、被エッチング層22を貫通した後もエッチングストップ層21との界面付近の側壁は正イオンやFラジカルによる浸食から保護され、ノッチが抑制される。

【0029】

仮にガイドリング17が SiO_2 製であるとする、プラズマPで発生するFラジカルの一部がガイドリング17に含まれるSiとの反応に消費され、それに対応して基板12へのFラジカルの入射効率が低下するので、エッチングレートの時間変動や低下が生じる。しかし、前述のように本参考例のガイドリング17はシリコン系材料ではなくフッ素樹脂からなるので、プラズマPで発生するFラジカルはガイドリング17で消費されることなく、効率的に基板12へ入射する。その結果、エッチングレートの時間変動を抑制し、かつ高いエッチングレートが得られる。

【0030】

(実施形態)

図4は、本発明の実施形態に係るドライエッチング方法に使用する装置の一例を示す。なお、基板12は参考例と同様に、 SiO_2 からなるエッチングストップ層21、エッチングストップ層21上に形成されたSiからなる被エッチング層22、及び被エッチング層22上には所望のパターンで形成されたレジストマスク23を備える。

【0031】

このドライエッチング装置11は、2つのエッチングガス供給源、すなわち第1のエッチングガス供給源18Aと第2のエッチングガス供給源18Bを備える点で、参考例のものと相違する。

【0032】

第1のエッチングガス供給源18Aは、エッチングガスとして SF_6/O_2 (六フッ化硫黄/酸素)ガスをチャンバ13内に供給する。後に詳述のように、第1のエッチングガス供給源

10

20

30

40

50

18Aからのエッチングガスに含まれる SF_6 は、プラズマ発生時にSiからなる被エッチング層22のエッチング種を生じる。また、このエッチングガスに含まれるO成分が被エッチング層22のSi原子と反応して SiO_2 が生成される。

【0033】

一方、第2のエッチングガス供給源18Bは、参考例のエッチングガス供給源18と同様に、エッチングガスとして $\text{SF}_6/\text{C}_4\text{F}_8$ ガスをチャンバ13内に供給する。プラズマ発生時には、主として第2のエッチングガス供給源18Bからのエッチングガスに含まれる SF_6 によりエッチング種が生じ、 C_4F_8 によりフルオロカーボンポリマが生成される。

【0034】

次に、本実施形態のドライエッチング方法を説明する。

10

【0035】

基板12をガイドリング17で下部電極16上に保持した後、第1のエッチングガス供給源18Aから所定流量でエッチングガスである SF_6/O_2 を供給しつつ、真空排気装置19により所定流量での排気を行い、チャンバ13内を所定圧力に維持する。

【0036】

また、上部電極15及び下部電極16に対し、第1及び第2の高周波電源14A, 14Bから高周波電力を供給してプラズマPを発生させる。プラズマP中ではエッチングガスに含まれる SF_6 からF成分、Fラジカル、正イオン(Sイオン、フッ化硫黄系のイオン等)が生じる。図5Aに示すように、F成分、Fラジカル、正イオン、及びO成分が被エッチング層22のレジストマスク23から露呈している部分に入射し、Fラジカルと正イオンによって被エッチング層22がエッチングされ、それによって生成された揮発性の SiF_4 や SiF_6 は被エッチング層22から離脱する。O成分が被エッチング層22を構成するシリコン系材料のSi原子と反応し、 SiO_2 (酸化シリコン)が生成され、この SiO_2 が溝やホールの側壁に付着して側壁保護層24Aとなる。

20

【0037】

SF_6/O_2 ガスによるエッチングを所定時間継続した後、エッチングガス供給源18Aからの SF_6/O_2 ガスの供給を停止すると共に、第2のエッチングガス供給源18Bからの $\text{SF}_6/\text{C}_4\text{F}_8$ ガスの供給を開始し、 $\text{SF}_6/\text{C}_4\text{F}_8$ ガスによるエッチングを行う。この際、高周波電源14A, 14Bから上部及び下部電極15, 16への電力供給をいったん停止してもよい。エッチングガスの切り換えの時期は、エッチング最終段階、すなわちエッチングストップ層21との界面付近の被エッチング層22のエッチングを SF_6/O_2 ガスではなく $\text{SF}_6/\text{C}_4\text{F}_8$ ガスにより行うように設定する。例えば、溝やホールのエッチング深さが、被エッチング層22の厚さの50%以上に達した後であって、このエッチング深さが被エッチング層22とエッチングストップ層21との界面に達する前に、エッチングに使用するガスを SF_6/O_2 ガスから $\text{SF}_6/\text{C}_4\text{F}_8$ ガスに切り換えればよい。

30

【0038】

$\text{SF}_6/\text{C}_4\text{F}_8$ ガスによるエッチング中は、 SF_6 からF成分、Fラジカル、正イオン(Sイオン、フッ化炭素系のイオン、フッ化硫黄系のイオン等)が生じると共に、 C_4F_8 から CF_x 成分が生じる。図5Bに示すように、F成分、Fラジカル、正イオン、及び CF_x 成分は、被エッチング層22のレジストマスク23から露呈している部分に入射し、エッチング種であるFラジカルと正イオンによって被エッチング層22がエッチングされ、揮発性反応生成物であり SiF_4 が被エッチング層22から離脱する。また、 CF_x 成分によりフルオロカーボンポリマが生成され、このフルオロカーボンポリマがエッチングされた溝やホールの側壁に付着して側壁保護層24Bを形成する。前述のように、フルオロカーボンポリマの生成は、被エッチング層22のSi原子との反応の有無に関係なく生じるので、被エッチング層22を貫通してエッチングストップ層21が露出しても、溝やホールの側壁には側壁保護層24Bが形成され続ける。従って、図5Bに示すように側壁保護層24Bはエッチングストップ層21の界面まで達する。この側壁保護層24Bの存在により、被エッチング層22を貫通した後もエッチングストップ層21との界面付近の側壁は正イオンやFラジカルによる浸食から保護され、ノッチが抑制される。図5Bに示すように、溝やホ

40

50

ールの表面側の側壁には SiO_2 からなる側壁保護層24Aが形成され、溝やホールのエッチングストップ層21側の側壁には、フルオロカーボンポリマからなる側壁保護層24Bを形成される。

【0039】

SF_6/O_2 ガスを使用時のエッチングレートは、 $\text{SF}_6/\text{C}_4\text{F}_8$ ガス使用時のエッチングレートよりも速い。従って、エッチングの最終段階のみ $\text{SF}_6/\text{C}_4\text{F}_8$ ガスを使用することで、エッチング開始から終了までの時間を短縮することができる。

【0040】

本発明は前記実施形態に限定されず、種々の変形が可能である。例えば、被エッチング層を構成するシリコン系材料は、poly-Si（ポリシリコン）、a-Si（アモルファスシリコン）、WSi（タングステンシリサイド）、MoSi（モリブデンシリサイド）、及びTiSi（チタンシリサイド）等であってもよい。

【0041】

また、エッチングガスは、フルオロカーボン系ガスとして、 CHF_3 （トリフルオロメタン）、 C_5F_8 （ペルフルオロシクロペンテン）、又は C_4F_6 （ヘキサフルオロシクロブタン）を含んでいてもよい。

【0042】

さらに、エッチングガスに含まれるシリコン系材料のエッチング種を生じるガス成分は、 CF_4 （テトラフルオロメタン）、 C_3F_6 （ヘキサフルオロプロピレン）、又は NF_3 （三フッ化窒素）等であってもよい。

【0043】

さらにまた、本発明の方法に使用するドライエッチング装置は実施形態のものに限定されない。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】本発明の参考例に係るドライエッチング方法に使用する装置の概略図。

【図2】ドライエッチング装置の部分拡大図。

【図3A】参考例のドライエッチング方法におけるエッチング深さがエッチングストップ層に達する前の基板の状態を示す模式図。

【図3B】参考例のドライエッチング方法におけるエッチング深さがエッチングストップ層に達した時の基板の状態を示す模式図。

【図4】本発明の実施形態に係るドライエッチング方法に使用する装置の概略図。

【図5A】実施形態のドライエッチング方法における SF_6/O_2 ガスでのエッチング時の基板の状態を示す模式図。

【図5B】実施形態のドライエッチング方法における $\text{SF}_6/\text{C}_4\text{F}_8$ ガスでのエッチング時の基板の状態を示す模式図。

【図6A】従来のドライエッチング方法におけるエッチング深さがエッチングストップ層に達する前の基板の状態を示す模式図。

【図6B】従来のドライエッチング方法におけるエッチング深さがエッチングストップ層に達した時の基板の状態を示す模式図。

【符号の説明】

【0045】

- 11 ドライエッチング装置
- 12 基板
- 13 チャンバ
- 13a ガス導入口
- 13b 排気口
- 14A, 14B 高周波電源
- 15 上部電極
- 16 下部電極

10

20

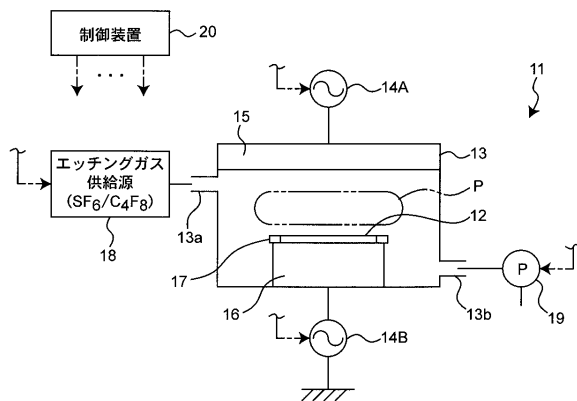
30

40

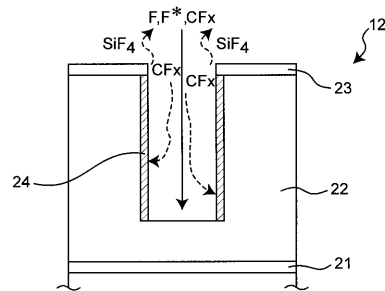
50

- 17 ガイドリング
- 18, 18A, 18B エッチングガス供給源
- 19 真空排気装置
- 20 制御装置
- 21 エッチングストップ層
- 22 被エッチング層
- 23 レジストマスク
- 24, 24A, 24B 側壁保護層
- P プラズマ

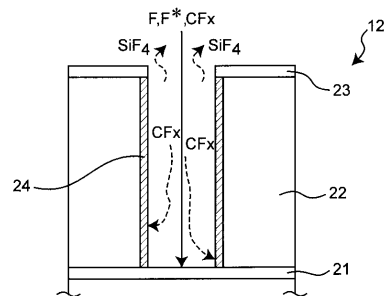
【図1】



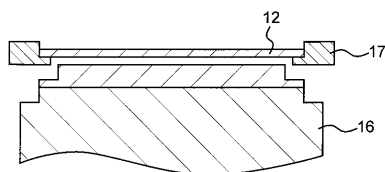
【図3A】



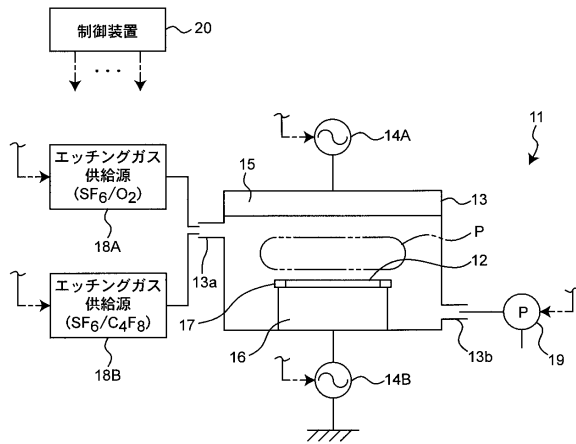
【図3B】



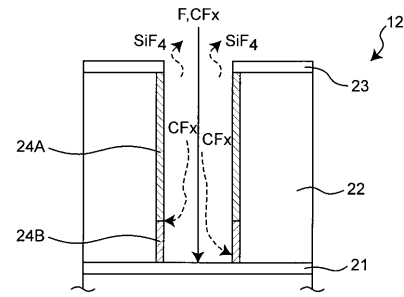
【図2】



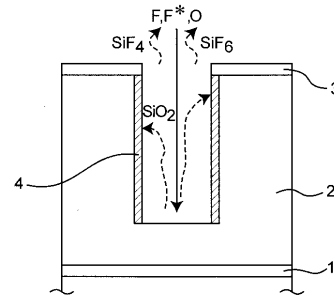
【図 4】



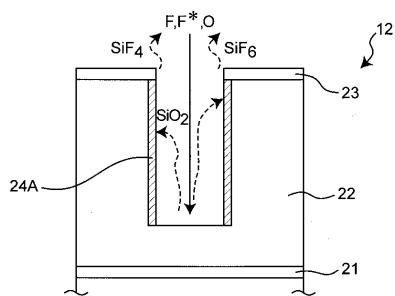
【図 5 B】



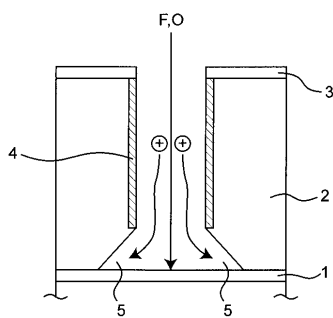
【図 6 A】



【図 5 A】



【図 6 B】



フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 宏之

大阪府門真市松葉町2番7号 パナソニック ファクトリーソリューションズ株式会社内

審査官 今井 淳一

(56)参考文献 特開2002-176182(JP,A)

特開2003-037100(JP,A)

特開2005-268765(JP,A)

特開2004-296474(JP,A)

特開2003-273086(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/3065