

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3778299号

(P3778299)

(45) 発行日 平成18年5月24日(2006.5.24)

(24) 登録日 平成18年3月10日(2006.3.10)

(51) Int. Cl.

H O 1 L 21/302 (2006.01)

F I

H O 1 L 21/302

請求項の数 4 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願平7-43532	(73) 特許権者	000219967 東京エレクトロン株式会社 東京都港区赤坂五丁目3番6号
(22) 出願日	平成7年2月7日(1995.2.7)	(73) 特許権者	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(65) 公開番号	特開平8-213372	(74) 代理人	100090125 弁理士 浅井 章弘
(43) 公開日	平成8年8月20日(1996.8.20)	(72) 発明者	稲沢 剛一郎 東京都港区赤坂5丁目3番6号 東京エレクトロン株式会社内
審査請求日	平成13年9月7日(2001.9.7)	(72) 発明者	岡本 晋 東京都港区赤坂5丁目3番6号 東京エレクトロン株式会社内
審判番号	不服2003-21877(P2003-21877/J1)		
審判請求日	平成15年11月11日(2003.11.11)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマエッチング方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板を収納する処理室内に処理ガスを導入すると共に、対向電極間に高周波電力を印加することにより前記処理ガスを放電させてプラズマ化し、前記プラズマを用いて、前記基板に支持された第1層を、前記基板に支持され且つ前記第1層とは異なる材料からなる第2層に対して優先的にエッチングするプラズマエッチング方法において、

前記第1層はSiO₂ からなり、前記第2層はSiN、Si、Al、TiNからなる群から選択された材料からなることと、前記処理ガスはC₄F₈ 及びCOを含むことと、前記第2層に対する前記第1層のエッチング選択比を設定するため、前記処理ガスの個々の放電持続時間をパラメータとしてC₄F₈ の解離の進行を制御することと、前記高周波電力はパルス状に供給され、そして、放電持続時間は、前記処理室における処理ガスの個々の滞在時間内においてパルス幅の総和として定義されることと、前記滞在時間は、解離の進行を抑制し及びC₂F₄ の含有量を高めてエッチング選択比を大きくするように、ダイポール型のプラズマエッチングの場合には28msec以下に、双極型のプラズマエッチングの場合には46msec以下にそれぞれ設定されること、を具備することを特徴とするプラズマエッチング方法。

【請求項2】

請求項1に記載するプラズマエッチング方法において、前記エッチング選択比は10以上であることを特徴とするプラズマエッチング方法。

【請求項3】

10

20

請求項 1 または 2 に記載するプラズマエッチング方法において、前記第 2 層は肩部を有し、前記第 1 層は前記肩部を覆うように前記第 2 層の上に配置され、そして、前記第 1 層は、前記第 2 層の前記肩部が露出するようにホールを形成するためにエッチングされることを特徴とするプラズマエッチング方法。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載するプラズマエッチング方法において、前記基板は、エッチングの間、120 以上に加熱されることを特徴とするプラズマエッチング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、例えば半導体ウエハ等にエッチングを施すためのプラズマエッチング方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

一般に、半導体デバイスを製造するためには、ウエハ上に積層された薄膜に所望の微細化パターンを形成するエッチング処理が行われている。

このエッチング処理を行う際に主に採用されている例えばドライエッチング方法においては、デバイスの代表的な絶縁材料である SiO_2 の薄膜にコンタクトホールや回路パターンをプラズマ雰囲気中でエッチング形成する場合に、使用するエッチングガスとして H_2 を添加した例えば $CF_4 + H_2$ の混合ガスや $CH_2F_2 + CO_2$ の混合ガスやその他に $CHF_3 + CO$ の混合ガス等、H 結合を有する CH_xF_y 系ガスと CO_2 、 CO との混合ガスが用いられる。

【0003】

エッチング処理を行うには、エッチングを行う目的層である被エッチング層とこの下層である下地層との選択比すなわち被エッチング層のエッチングレートと下地層のエッチングレートの比は大きい程好ましい。

【0004】

上述のようにエッチングガスとして CH_xF_y 系ガスと CO_2 や CO との混合ガスを用いることにより、 CH_xF_y 系ガスを単ガスで用いた場合よりも選択比を 10 或いはそれ以上に高くすることが可能となっている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、半導体デバイスの一層の微細化及び集積化の傾向に伴って、線幅や例えば FET (Field Effect Transistor) の隣接ゲート間の間隔が益々小さくなってきており、このため、FET のドレインやソースへのコンタクトホール形成のためのリソグラフィ技術の寸法精度が一層要求されてきている。

【0006】

そこで、このような高い寸法精度での形成技術として、ゲートとソース、ドレインの相対的位置決めをリソグラフィ技術を用いずにゲート電極自体をマスクパターンとして用いて行い、自己整合で拡散層を作るようにしたいいわゆるセルフアライメントコンタクトホールが開発された。

【0007】

セルフアライメントコンタクトホールの形成方法を図 10 に基づいて説明する。例えば単結晶 Si よりなる基板 2 上に例えば SiN (シリコンナイトライド) よりなる絶縁層 4 を介して例えばポリシリコンよりなるゲート電極 6 が形成され、このゲート電極 6 の上側表面にも SiN よりなる絶縁層 4 が形成され、更にこの絶縁層 4 の表面全体に例えば SiO_2 よりなる絶縁層 8 が積層されている。

【0008】

そして、パターン化されたフォトレジスト 10 をマスクとしてゲート電極両側部の SiO_2 絶縁層 8 を前述したエッチングガスを用いて削り取り、セルフアライメントコンタクト

10

20

30

40

50

ホール12を形成する。この場合、良好なコンタクトホール12を形成するためには、エッチング対象となる SiO_2 絶縁層とこの下地層である SiN 絶縁層4との選択比を大きくして SiN 絶縁層4の削り込みをできるだけ小さくする必要がある。

【0009】

しかしながら、上述したエッチングガスを用いた場合には、 SiN 絶縁層4の平坦部4Aにおいては選択比を例えば20～50程度に高くすることができるが、ゲート電極6の上端角部に対応する肩部4Bにおいては、選択比はせいぜい10未満しか得られないことからこの肩部4Bにおける SiN 絶縁膜4がエッチング時に多量に削られてしまい、デバイス完成後にゲート電極がショートする等の不都合があった。

【0010】

このような傾向は、下地層の種類が SiN の場合に限定されず、 Si (シリコン)、 Al (アルミニウム)、 TiN (チタンナイトライド)等の場合にも同様に表れていた。

【0011】

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り、その目的は被エッチング層とその下地層との選択比を十分に高くすることができるエッチング法を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明者は、鋭意研究の結果、エッチングガスの放電持続時間の相異により発生するイオン種及びその比率が変わり、エッチングに寄与するイオン種は放電持続時間が短い程、多量に発生するという知見を得ることにより、本発明に至ったものである。

【0013】

本発明は、基板を収納する処理室内に処理ガスを導入すると共に、対向電極間に高周波電力を印加することにより前記処理ガスを放電させてプラズマ化し、前記プラズマを用いて、前記基板に支持された第1層を、前記基板に支持され且つ前記第1層とは異なる材料からなる第2層に対して優先的にエッチングするプラズマエッチング方法において、前記第1層は SiO_2 からなり、前記第2層は SiN 、 Si 、 Al 、 TiN からなる群から選択された材料からなることと、前記処理ガスは C_4F_8 及び CO を含むことと、前記第2層に対する前記第1層のエッチング選択比を設定するため、前記処理ガスの個々の放電持続時間をパラメータとして C_4F_8 の解離の進行を制御することと、前記高周波電力はパルス状に供給され、そして、放電持続時間は、前記処理室における処理ガスの個々の滞在時間内においてパルス幅の総和として定義されることと、前記滞在時間は、解離の進行を抑制し及び C_2F_4 の含有量を高めてエッチング選択比を大きくするように、ダイポール型のプラズマエッチングの場合には28ms以下に、双極型のプラズマエッチングの場合には46ms以下にそれぞれ設定されること、を具備することを特徴とするプラズマエッチング方法である。

また、本発明は、処理室内にエッチングガスを導入しつつ被処理体に対してプラズマエッチング処理を施すエッチング方法において、前記エッチングガスは少なくとも C_4F_8 と CO とを含む混合ガスよりなり、被エッチング層とこの下地層との選択比が10以上となるように前記処理室内のエッチングガス滞在時間を設定するように構成したものである。

【0014】

また、本発明は、処理室内にエッチングガスを導入しつつ電極にプラズマ発生用の高周波電圧を印加して被処理体に対してプラズマエッチング処理を施すエッチング方法において、前記エッチングガスは少なくとも C_4F_8 と CO とを含む混合ガスよりなり、放電持続時間を制御するために前記電極に、パルス状にプラズマ発生用の高周波電圧を印加するように構成したものである。

【0015】

【作用】

本発明によれば、エッチングガスとして C_4F_8 と CO の混合ガスを用い、そして、処理

10

20

30

40

50

室内におけるエッチングガス滞在時間をかなり小さくするようにトータルガス供給量及び排気量を制御したので、例えば肩部における被エッチング層と下地層の選択比を大幅に向上させることが可能となる。

特に、ダイポール型のプラズマエッチング方式の場合には、エッチングガス滞在時間は28 msec以下に設定する。

【0016】

上記発明の場合には、プラズマ発生用の高周波電圧は連続的に印加されている。

これに対して、他の本発明においては、プラズマ発生用の高周波電圧をパルス状にして印加することにより、エッチングガス滞在時間が長くなっても放電持続時間を小さくすることができ、上記本発明の場合と同様に例えば肩部における選択比を大幅に向上させることができる。

10

【0017】

この場合、エッチングガス滞在時間内における高周波電圧のパルス幅時間の総和は、ダイポール型のプラズマエッチング方式の場合には28 msec以下となるように設定する。

【0018】

【実施例】

以下に、本発明に係るエッチング方法の一実施例を添付図面に基づいて詳述する。

図1は本発明方法を実施するためのダイポール型のマグネトロンプラズマエッチング装置を示す断面図、図2は図1に示す装置の永久磁石の配置と磁界の方向を説明するための説明図、図3は本発明方法を実施するための双極型のマグネトロンプラズマエッチング装置を示す断面図である。

20

【0019】

まず、本発明方法を実施するためのプラズマエッチング装置について説明する。

図示するようにこのダイポール型のマグネトロンプラズマエッチング装置14は、例えばアルミニウム等により構成された気密な処理容器よりなる処理室16を有しており、この処理室16はグラウンドに接地されると共にその底部には排気能力が制御可能になされた真空ポンプ19が途中に介設された排気管18が接続されて、底部周辺部より処理室内の雰囲気均等に排出し得るようになっており、処理室内の容量は例えば3.5リットル程度に設定されている。

【0020】

この処理室16内の底部中央には、セラミック等よりなる絶縁板20を介して例えばアルミニウムよりなるサセプタ支持台22が設けられ、この支持台22の上面には例えばアルミニウムよりなる下部電極としてのサセプタ24が設けられる。

30

【0021】

上記サセプタ支持台22の内部には、冷却室26が形成されており、この冷却室26には、上記処理室底部を貫通した冷媒導入管28及び冷媒排出管30がそれぞれ接続されて、この内部に冷媒を循環させることにより、上記サセプタ24の温度を、例えば-200~+200までの範囲内の所望の温度に維持するようになっており、

【0022】

上記サセプタ24には、例えば13.56MHzのプラズマ発生用の高周波電源28がマッチング回路31及びブロッキングコンデンサ32を介して接続されている。この高周波電源28は、出力制御部34によりその出力を調整し得るようになっており、後述するように連続的に或いはパルス状に高周波電力を出力し得るようになっており、

40

【0023】

また、サセプタ24の上面には、被処理体としての半導体ウエハWを載置して吸引保持する静電チャック36が設けられている。この静電チャック36は、例えば銅箔36Aをその上下側からポリイミドフィルムにより挟んで接着して構成されており、この銅箔36Aには高圧直流電源38が接続されて、電界によって発生するクーロン力によってウエハをチャック表面に吸着するようになっており、

【0024】

50

一方、処理室 16 の天井部には、グラウンドに接地された上部電極 40 が設けられている。この上部電極 40 は、例えばアモルファスカーボンや SiC よりなり、内部が中空構造になされてウエハ W に対向する対向面全面には、多数のガス拡散孔 42 が形成され、上部に設けたガス導入口 44 から導入されるエッチングガスを中空部に設けた図示しない拡散板により拡散して上記多数の拡散孔 42 から処理室 16 内へ噴出するようになっている。すなわち、上記上部電極 40 はシャワーヘッド構造になされている。

【0025】

上記ガス導入口 44 には、途中にバルブ 46 を介設したガス供給管 48 が接続されており、この供給管 48 の先端は 3 つの分岐管 50、52、54 に分岐され、これらの各分岐管 50、52、54 には、それぞれバルブ 56、58、60 及び流量を制御するマスフロー

10

【0026】

本実施例では、ガス源 68 にはメインエッチングガスとしての C_4F_8 ガスが、ガス源 70 には CO ガスが、ガス源 72 にはキャリアガスとして Ar ガスがそれぞれ充填されている。

尚、Ar ガスに替えて、 N_2 ガス、 O_2 ガス等を用いてもよい。

【0027】

各マスフローコントローラ 62、64、66 の流量制御は、例えばマイクロコンピュータ等よりなる制御部 84 により行われ、この制御部 84 は、同時に真空ポンプ 19 の排気量

20

も制御する。また、処理室 16 の側壁の外周には、これより僅かに離間させてリング状のダイポール型永久磁石群 74 が図示しない回転駆動手段によりその周方向に例えば 20 回 / 分の割合で回転可能に設けられている。

【0028】

この永久磁石群 74 は、図 2 にも示すように多数の小さな永久磁石片 80 をリング状に連結して構成されており、各永久磁石片 80 中の矢印で示すように各磁石片 80 の磁極の方向は、ポイント P1 とその反対側に位置する永久磁石片 80 の磁極の方向を一方向に揃え、ポイント P1 を中心として右方向及び左方向へ半周回って行くに従って、その磁極の方向を次第に右方向及び左方向へそれぞれ回転して最終的に 1 回転するように設定されてい

30

【0029】

図中ウエハ上に示される矢印は磁界の方向を示し、ウエハ上の曲線は等磁力線を示す。従って、ウエハ上には、ウエハ面に平行で且つ磁力が図中上方において高くなっている磁界を形成するようになっている。例えば本実施例では 120 G エルステッド程度の磁界が発生される。

尚、図中 81 は処理室 16 内の天井部をシールする例えば Oリング等よりなるシール部材である。

【0030】

上記実施例では、処理室 16 の側壁外周に回転するリング状の永久磁石群 74 を設けたい

40

【0031】

この装置では、処理室 16 の側壁外周に永久磁石を設けるのではなく、処理室 16 の天井部である上部電極 40 の上方に N・S 極の永久磁石 82 を配置し、これを図示しない回転駆動手段により回転し得るようになっている。

従って、処理室 16 内のウエハ表面上には、これに平行となる磁界を形成することになる。

【0032】

50

次に、以上のように構成された装置を用いて行われる本発明方法について説明する。
まず、エッチング処理されるべき被処理体としての半導体ウエハWを、図示しないゲートバルブを介して設けられたロードロック室（図示せず）からエッチング装置14内へ搬入し、これを静電チャック36上に載置する。そして、静電チャック36に高圧直流電圧を印加し、発生するクーロン力によってウエハWをチャック表面に吸着保持する。

【0033】

そして、処理室16内の雰囲気真空引きしつつこの中にエッチングガス源68、70、72から流量制御されたエッチングガス、すなわち C_4F_8 ガスとCOガスとArガスの混合ガスを導入し、この処理室16内を所定の処理圧力、例えば20mTorrに維持する。

10

【0034】

一方、このエッチングガスの供給を行うと同時に、上部電極40と下部電極であるサセプタ24との間に高周波電圧を印加すると、導入されたエッチングガスがプラズマ化し、このエネルギーによりエッチングガスが次第に解離して各種の活性種が発生し、この活性種によってウエハ表面の被エッチング層がエッチングされて例えばコンタクトホール等が形成される。

【0035】

ここで被エッチング層(SiO_2)とその下地層(SiN)との選択比、特に被エッチング層の肩部4B（図8参照）における選択比を大きくとるために、第1の発明方法においては、プラズマ発生用の高周波電圧を連続的に印加した状態において、エッチングガスの処理室16内における滞在時間が28msec（秒）以下となるように、エッチングガスの総流量（供給量）及び排気容量を制御部84により制御しており、上記した肩部の選択比を10以上となるようにしている。

20

【0036】

更に、下地層(SiN)に対して積層された被エッチング層(SiO_2)の選択比を十分大きくして選択的エッチングを行うためには被処理体の温度管理が重要であり、好ましくは140℃近傍に加熱することでこの選択比の大きなエッチングを実施することができる。

エッチングガスの滞在時間は、処理室16の容量、エッチングガスの供給量、処理室内雰囲気の排気量、処理圧力によって決まるので、制御部84は上記したパラメータを加味してエッチングガスの供給量や排気量を制御する。

30

【0037】

このようにエッチングガスの滞在時間を短くすることにより、特定のタイミングの時に導入されたエッチングガスの放電持続時間が短くなり、その結果、選択比の大きな $C_2F_4^+$ 活性種イオンの量が多くなる、一方、選択比の小さな例えば CF^+ 活性種イオンの量が少なくなるとして上述のように肩部4Bにおける選択比を大きくすることができる。

【0038】

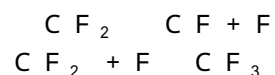
尚、高周波電圧は連続的に印加されているので、処理室内では連続的にプラズマ放電が生じているが、エッチングガスは一定の滞在時間で順次入れ替わっているため、ある時点で導入されたエッチングガスに着目すると、このガスがプラズマ放電を生じている期間はこのガスの処理室内での滞在時間と略同じとなり、これが上述したエッチングガスの放電持続時間となる。

40

【0039】

次に、上述のようにエッチングガスの処理室内滞在時間を短くして放電持続時間を短くすることにより、肩部の選択比を大きくすることができる理由を述べる。

一般に、 C_4F_8 ガスに高周波電圧を印加させると、印加時間（放電持続時間）が長くなるに従って、エッチングガスは例えば下記式のように解離して行く。 C_4F_8 C_2F_4



【0040】

50

これらの生成された活性イオン種の内、 C_2F_4 は比較的選択性が高いのに対して CF_3 、 F 等の活性イオン種は選択性が低い。そこで、選択比を高めるには C_2F_4 の存在する割合を高くすることが必要であり、そのための一手法として前述のようにエッチングガスの処理室内滞在時間を短くする。また、メインエッチングガスに添加ガスを加えることにより選択比を向上させることは従来から種々行われているが、ここでは添加ガスとして CO ガスを用い、選択比の改善を更に図る。

【0041】

ここで、図4及び図5に基づいてエッチングガスの滞在時間に対する選択比及び SiN のエッチングレートの変化を説明する。

図4はダイポール型の装置での実施結果を示すグラフであり、右側縦軸が肩部の選択比 (SiO_2 / SiN) を示し、参考のために左側縦軸は平坦部の SiN のエッチングレートを示す、図5はダイポール型の装置と双極型の装置での実施結果を比較するグラフである。

10

【0042】

図4中において、直線Aは肩部の選択比を示し、直線Bは平坦部における SiN のエッチングレートを示し、また、各ポイントにおけるカッコ内の数字は、 $C_4F_8 / CO / Ar$ の流量 (SCCM) を示す。尚、この時の処理圧力は 40 mTorr 、高周波電力は 1700 W 、天井部 (T) 及び側壁 (W) の温度はそれぞれ 60°C 、サセプタ (B) の温度は 20°C に設定されている。直線Aから明らかなように、処理圧力を一定にして、エッチングガスの総供給量をその組成比を一定にしたまま増加すると同時に排気量も増加してエッチングガスの処理室内滞在時間を短くすると、総供給量が 360 SCCM 時は選択比が 8.6 であったが総供給量を 720 SCCM の時は選択比が 14.5 まで飛躍的に向上させることができる。このことは参考として記載した直線Bが示すように、ガスの総供給量を増加するに従って下地層である SiN のエッチングレートが低下している点からも明らかである。

20

【0043】

図5中の直線Cはダイポール型の装置での実施結果の選択比 (SiO_2 / SiN) を示しており、図4中の直線Aに示す結果をそのまま記載したものであり、直線Dは双極型の装置での実施結果の選択比 (SiO_2 / SiN) を示している。尚、各ポイントにおける一方のカッコ内の数字は図4に示す場合と同様に、 $C_4F_8 / CO / Ar$ の流量を示し、他のカッコ内の数字はガスの処理室内滞在時間 (msec) を示す。直線Cに示すようにエッチングガスの処理室内滞在時間を 34 msec (秒) から 17 msec まで減少させると前述のように選択比は 8.6 から 14.5 まで大幅に増加している。一般的には肩部の選択比は 10 以上であることが要求されることから、滞在時間は 28 msec 以下に設定すれば十分に高い選択比が得られることが判明した。

30

また、直線Dに示す双極型の装置の場合には肩部において選択比 10 を得るためには滞在時間は 46 msec 以下に設定すれば十分に高い選択比が得られることが判明した。

【0044】

実施例では処理圧力を 40 mTorr に設定したが、上記したエッチング法は通常のエッチング時の処理圧力と同等の範囲、例えば数 mTorr から数 100 Torr の範囲内で適用することができる。

40

また、実施例では、ダイポール型の場合は C_4F_8 ガスと CO ガスと Ar ガスの混合比を $1 : 15 : 20$ としたが、これに限定されず、例えば $1 : 2 : 0$ から $1 : 30 : 40$ 程度の範囲内まで適用することができる。

【0045】

上記した方法発明の場合には、処理圧力を一定に維持しつつ放電持続時間を短くするために、エッチングガスの総供給量を増加するに従って排気容量を増加させるようにしたが、これに限定されず、本願の他の方法発明として出力制御部34を制御することによりプラズマ発生用の高周波電圧を、パルス状に印加するようにしてもよい。

【0046】

50

すなわち、先の方法発明においては、プラズマ発生用の高周波電圧は電極に連続的に印加したが、この本願の他の方法発明においては高周波電圧をパルス状に印加し、エッチングガスの滞在時間に関係なくこのパルス幅を制御することにより放電持続時間を短くする。

【0047】

図6はプラズマ発生用の高周波電圧の印加パルスの態様を示す図である。

第1の方法発明にて説明したように、ダイポール型の装置の場合にはエッチングガスの放電持続時間は、28 msec以下に設定することが必要であったが、この本願の他の方法発明においては、エッチングガス滞在時間内におけるパルス幅時間の総和を上記した28 msec以下に設定する。

【0048】

この場合、エッチングガス滞在時間内に、パルス幅時間の総和が28 msec以内ならば電極に複数パルス印加してもよい。図6(A)に示す場合は、28 msec以上の長いガス滞在時間T内にパルス幅tが28 msecの単パルスを印加した時のグラフを示す。このパルス幅tは28 msecに限定されず、これよりも小さい値にすれば前述のように放電持続時間を短くして、イオン解離の進行を抑制し選択性の高い活性種イオン C_2F_4 の存在比を高めることができ、肩部の選択比を第1の方法発明の場合と同様に大幅に改善することができる。

【0049】

また、ガス滞在時間T内における、パルス数は1つに限らず、図6(B)に示すように複数パルス印加するようにしてもよい。この場合には、ガス滞在時間T内に、パルス幅4 msecのパルスを7個印加し、合計28 msecの放電持続時間を得るようにしている。この場合、ガス滞在時間は、むやみに長く設定することはできず、例えば50 msec以下となるように設定する。

【0050】

このように、電極にプラズマ発生用の高周波電圧をパルス状にして加えることにより放電持続時間を所定の値、例えば28 msec以下に設定して選択比の大きなイオン活性種の存在比を高めることができ、従って、肩部における選択比を大幅に向上させることができる。

【0051】

尚、先の実施例ではエッチングガスとして C_4F_8 、CO、不活性ガスとしてのArの混合ガスを用いたが、これに代えて、 C_4F_8 とCOの混合ガスを用いてもよく、この混合ガスを用いて例えば SiO_2 を SiN に対して選択的にエッチングすることができる。この場合にも、基板温度は、例えば140 近傍まで加熱維持すると好ましい。

すなわち、下地層(SiN)に対して積層された被エッチング層(SiO_2)の選択比を十分大きくして選択的エッチングを行うためには被処理体の温度管理が重要であり、好ましくは140 近傍に加熱することでこの選択比の大きなエッチングを実施することができる。

【0052】

尚、上記実施例では、主にエッチングガスの処理室内での滞在時間やプラズマ発生用の高周波電圧の印加時間をコントロールすることによってエッチング時の選択比を高めるようにしたが、エッチングガス中のCO量や下部電極の温度をコントロールすることによってもエッチングの選択比を制御することができる。

すなわち図7に示すように例えばSi基板100上に、絶縁膜102、poly-Siゲート104及びSiN層106を順次設けてゲート電極を形成し、更にこの上に全面に亘ってSiN膜108を積層し、更にこれを SiO_2 等の絶縁膜110で被ってなる積層体をセルフアライメントでエッチングし、コンタクトホールを形成する場合には、前述のように、絶縁膜110とその下地層(この場合はSiN膜108)との選択比の向上が求められる。

【0053】

この場合、平面部112における選択比と肩部114における選択比の2種類の選択比が

10

20

30

40

50

あり、素子特性向上の観点より肩部 1 1 4 での選択比の向上が求められるのは前述の通りである。

尚、図 7 において、実線がエッチング前の形状を示し、波線がエッチング後の形状を示す。

【 0 0 5 4 】

ここで、プロセス条件の内、CO 流量、下部電極の温度を変化させることによって肩部の選択比と平面部の選択比が逆の傾向を示すことが判明した。図 8 は、CO 流量を変化させた時の選択比を示すグラフである。プロセス条件はグラフの上部に示す。グラフから明らかのように、CO 流量を多くする程、肩部の選択比は僅かに下がるのに対して、平面部の選択比は大幅に向上している。

10

図 9 は、下部電極温度を変化させた時の選択比を示すグラフである。尚、横軸のカッコ内はウエハ表面温度を示す。プロセス条件はグラフの上部に示す。グラフから明らかのように、下部電極の温度を上げるに従って、前記とは逆に、肩部の選択比はかなり上昇するのに対して、平面部の選択比はやや低下してきている。従って、下部電極の温度をある程度以上、例えば 200 (この時のウエハ表面温度は 1200) 以上に上げることによって肩部の選択比を更に向上することができることが判明した。

【 0 0 5 5 】

上記各実施例においては、下地層として SiN を用いた場合について説明したが、これに限定されず、他の材料、例えば Si、Al、TiN 等を用いても同様な作用効果を発揮することができる。

20

また、エッチングガスのキャリアガスとして Ar を用いた場合について説明したが、これに限定されず、N₂ ガス、O₂ ガス、He ガス等も用いることができる。

【 0 0 5 6 】

【 発明の効果 】

以上説明したように本発明による プラズマエッチング 方法によれば次のように優れた作用効果を発揮することができる。

本願の方法 発明によれば、処理室内におけるエッチングガスの滞在時間を例えば 28 msec 以下に短くして放電持続時間を小さくするようにしたので、選択比の大きなイオン活性種の存在比を高めることができ、従って、肩部における選択比を大幅に改善することができる。

30

また、本願の方法 発明によれば、電極にパルス状にプラズマ発生用の高周波電圧を印加するようにして放電持続時間を小さくするようにしたので、選択比の大きなイオン活性種の存在比を高めることができ、従って、肩部における選択比を大幅に改善することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明方法を実施するためのダイポール型のマグネトロンプラズマエッチング装置を示す断面図である。

【 図 2 】 図 1 に示す装置の永久磁石の配置と磁界の方向を説明するための説明図である。

【 図 3 】 本発明方法を実施するための双極型のマグネトロンプラズマエッチング装置を示す断面図である。

40

【 図 4 】 ダイポール型の装置で行ったエッチング時の肩部の選択比と平坦部のエッチングレートを示すグラフである。

【 図 5 】 ダイポール型の装置と双極型の装置での実施結果を比較するグラフである。

【 図 6 】 プラズマ発生用の高周波電圧の印加パルスの態様を示す図である。

【 図 7 】 セルフアライメントコンタクトエッチング時の形状を示す図である。

【 図 8 】 CO 流量を変化させた時の選択比を示すグラフである。

【 図 9 】 下部電極の温度を変化させた時の選択比を示すグラフである。

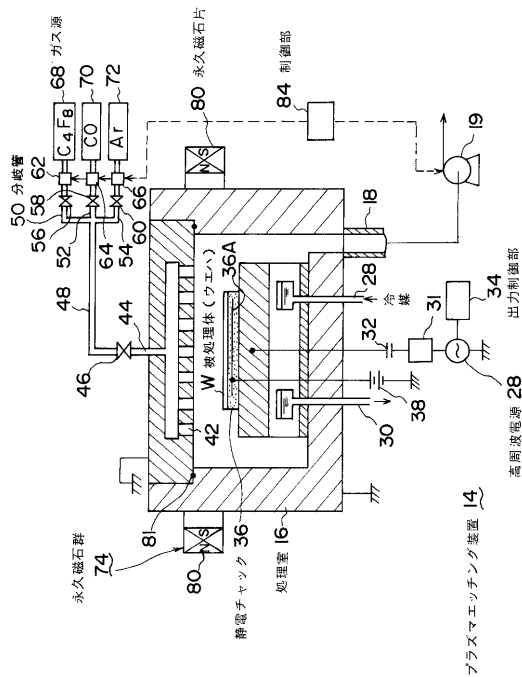
【 図 10 】 セルフアライメントコンタクトホール形成方法を説明するための説明図である。

【 符号の説明 】

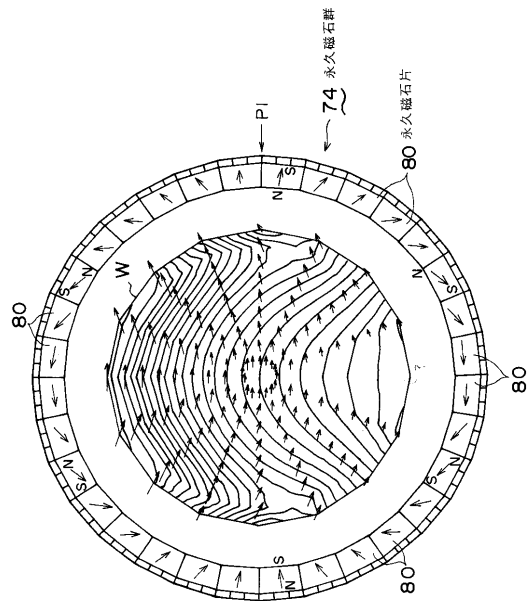
50

- 4 SiN絶縁層(下地層)
- 4 B 肩部
- 8 SiO₂絶縁層(被エッチング層)
- 1 4 プラズマエッチング装置
- 1 6 処理室
- 1 9 真空ポンプ
- 2 2 サセプタ支持台
- 2 4 サセプタ(下部電極)
- 2 8 プラズマ発生用の高周波電源
- 3 4 出力制御部
- 4 0 上部電極
- 6 8 ガス源(C₄F₈)
- 7 0 ガス源(CO)
- 7 2 ガス源(Ar)
- 8 4 制御部
- T エッチングガス滞在時間
- W 被処理体(半導体ウエハ)

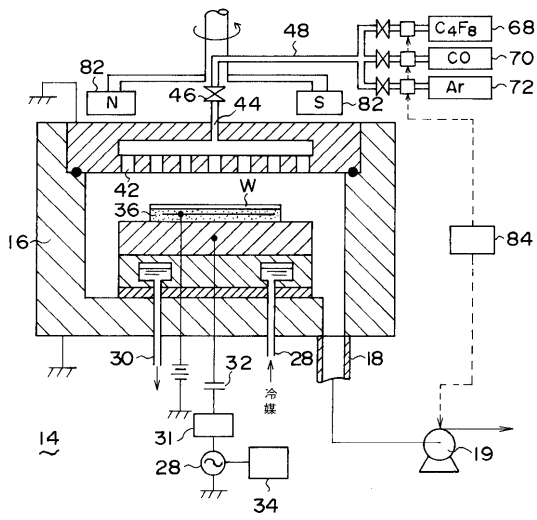
【 図 1 】



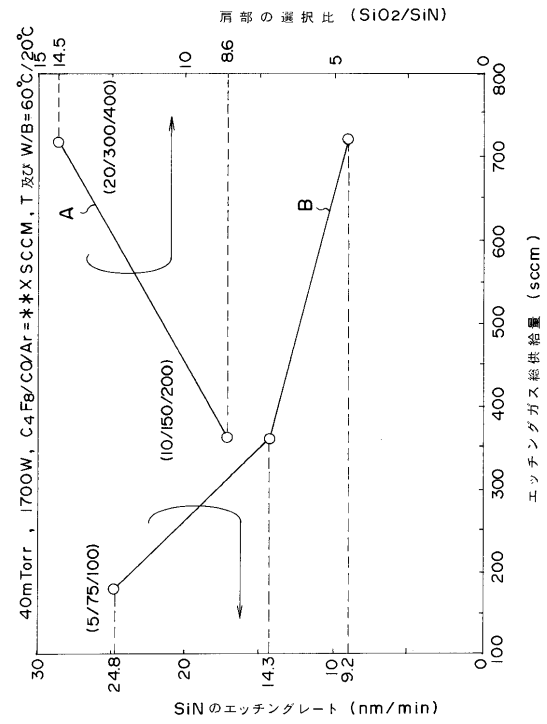
【 図 2 】



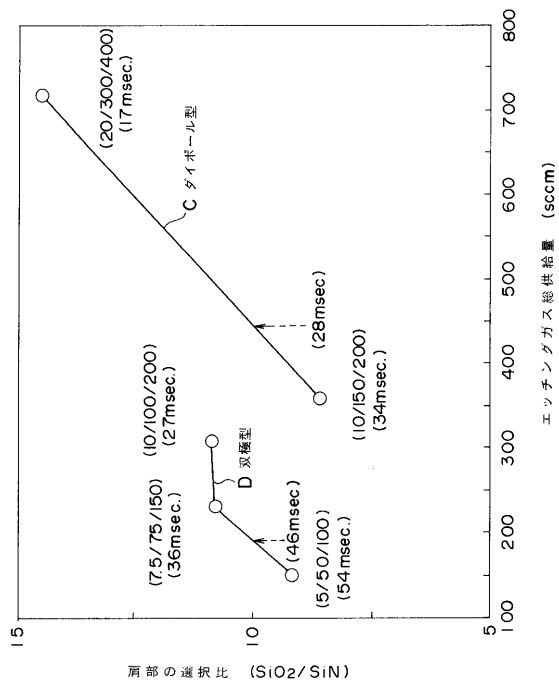
【 図 3 】



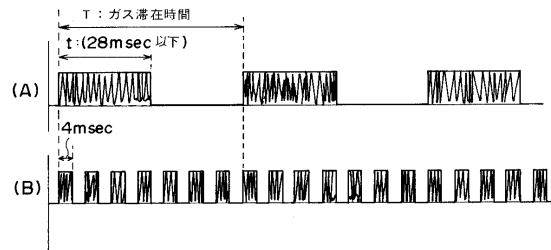
【 図 4 】



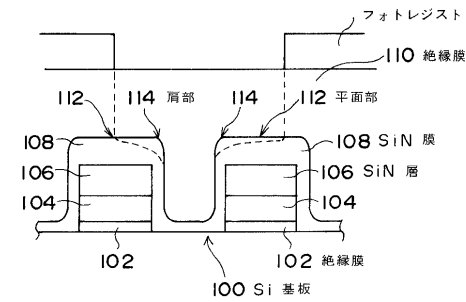
【 図 5 】



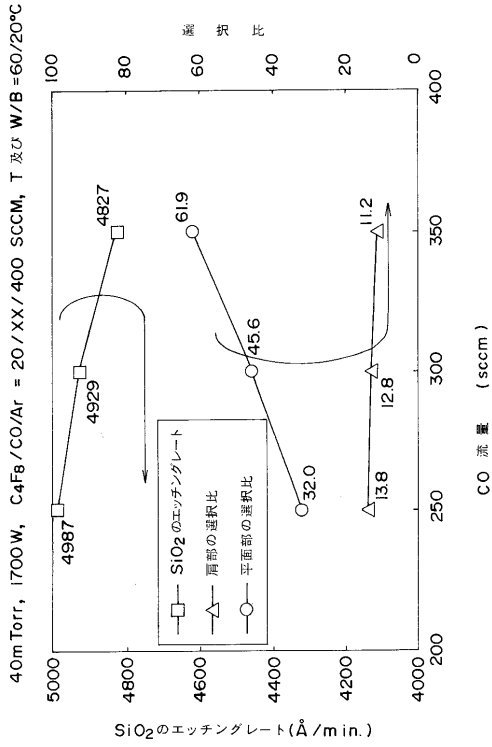
【 図 6 】



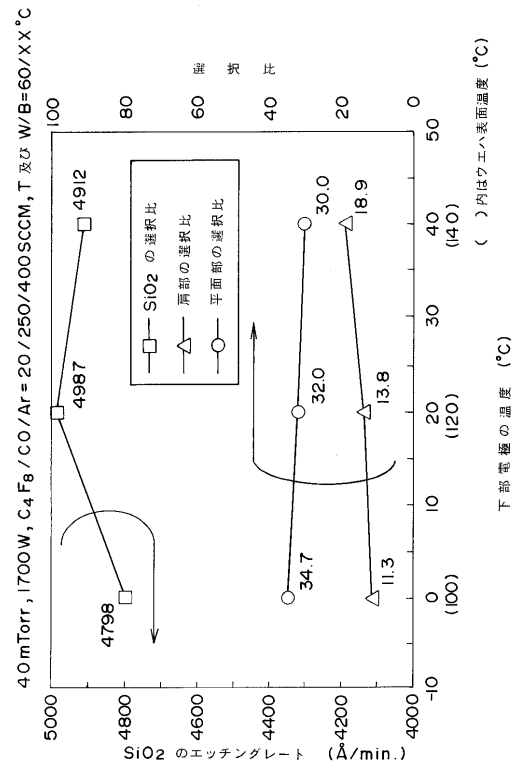
【 図 7 】



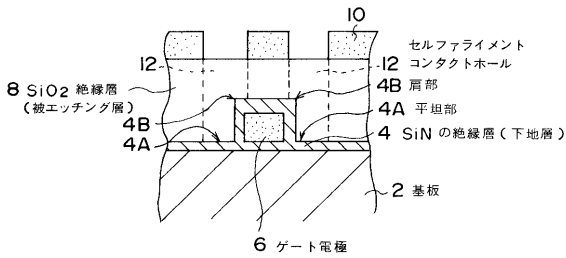
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

- (72)発明者 林 久貴
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社 東芝 研究開発センター内
- (72)発明者 松下 貴哉
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社 東芝 研究開発センター内

合議体

審判長 池田 正人

審判官 大嶋 洋一

審判官 日比野 隆治

- (56)参考文献 特開平6 - 338479 (JP, A)
特開平6 - 342770 (JP, A)
特開平5 - 259119 (JP, A)
特開平7 - 144862 (JP, A)