

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4216922号  
(P4216922)

(45) 発行日 平成21年1月28日(2009.1.28)

(24) 登録日 平成20年11月14日(2008.11.14)

(51) Int.Cl. F I  
 H O 1 L 21/3065 (2006.01) H O 1 L 21/302 1 O 5 A  
 C 2 3 F 4/00 (2006.01) C 2 3 F 4/00

請求項の数 10 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-140413  
 (22) 出願日 平成10年5月8日(1998.5.8)  
 (65) 公開番号 特開平11-330057  
 (43) 公開日 平成11年11月30日(1999.11.30)  
 審査請求日 平成17年4月28日(2005.4.28)

(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1号  
 (74) 代理人 100099944  
 弁理士 高山 宏志  
 (72) 発明者 岡本 晋  
 山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の  
 1 東京エレクトロン山梨株式会社内  
 (72) 発明者 飯室 俊一  
 山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の  
 1 東京エレクトロン山梨株式会社内  
 審査官 今井 淳一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 酸化膜のエッチング方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板上に配設された酸化膜の上面から、前記酸化膜内に埋め込まれ且つ前記上面からの深さが異なる第1及び第2配線層に至るように、前記酸化膜内に夫々第1及び第2ホールをプラズマエッチングにより形成する酸化膜のエッチング方法であって、

前記基板を気密な処理室内に配置する工程と、

前記処理室内を排気しながら、前記処理室内にC<sub>4</sub>F<sub>8</sub>ガスまたはC<sub>5</sub>F<sub>8</sub>ガスを具備する処理ガスを供給する工程と、

前記処理ガスをプラズマ化しながら、前記プラズマを使用して前記酸化膜をエッチングする工程と、を具備し、

前記酸化膜をエッチングする工程において、前記処理室内の圧力を30～60mTorrに設定すると共に、前記処理室内の前記C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>ガスまたはC<sub>5</sub>F<sub>8</sub>ガスの分圧を0.07～0.35mTorrに設定することと、

前記第2配線層は前記第1配線層よりも浅い位置に配置され、前記酸化膜の前記表面上における前記第2配線層の正射影に対して、前記第2ホールの開口が重なる面積が前記開口の面積の1/4以上1未満であることと、

を含む酸化膜のエッチング方法。

【請求項2】

前記処理ガスはCOガスを更に具備する請求項1に記載の酸化膜のエッチング方法。

【請求項3】

10

20

前記処理ガスは水素含有ガスを更に具備する請求項 1 又は請求項 2 に記載の酸化膜のエッチング方法。

【請求項 4】

前記水素含有ガスは  $\text{CHF}_3$  ガスまたは  $\text{CH}_2\text{F}_2$  ガスであり、前記  $\text{C}_4\text{F}_8$  ガスまたは  $\text{C}_5\text{F}_8$  ガスに対する前記  $\text{CHF}_3$  ガスまたは  $\text{CH}_2\text{F}_2$  ガスの流量比を 1 ~ 5 に設定する請求項 3 に記載の酸化膜のエッチング方法。

【請求項 5】

前記処理ガスは不活性ガスを更に具備する請求項 1 乃至請求項 4 いずれか一項に記載の酸化膜のエッチング方法。

【請求項 6】

基板上に配設された酸化膜の上面から、前記酸化膜内に埋め込まれ且つ前記上面からの深さが異なる第 1 及び第 2 配線層に至るように、前記酸化膜内に夫々第 1 及び第 2 ホールをプラズマエッチングにより形成する酸化膜のエッチング方法であって、

前記基板を気密な処理室内に配置する工程と、

前記処理室内を排気しながら、前記処理室内に  $\text{C}_4\text{F}_8$  ガスまたは  $\text{C}_5\text{F}_8$  ガスを具備する処理ガスを供給する工程と、

前記処理ガスをプラズマ化しながら、前記プラズマを使用して前記酸化膜をエッチングする工程と、を具備し、

前記酸化膜をエッチングする工程において、前記処理室内の圧力を 30 ~ 60 mTorr に設定すると共に、前記処理室内の前記  $\text{C}_4\text{F}_8$  ガスまたは  $\text{C}_5\text{F}_8$  ガスの分圧を 0 . 07 ~ 0 . 35 mTorr に設定することと、

前記処理ガスは CO ガスを更に具備し、前記  $\text{C}_4\text{F}_8$  ガスまたは  $\text{C}_5\text{F}_8$  ガスに対する前記 CO ガスの流量比を 35 ~ 200 に設定することと、を含む酸化膜のエッチング方法。

【請求項 7】

前記処理ガスは水素含有ガスを更に具備する請求項 6 に記載の酸化膜のエッチング方法。

【請求項 8】

前記水素含有ガスは  $\text{CHF}_3$  ガスまたは  $\text{CH}_2\text{F}_2$  ガスであり、前記  $\text{C}_4\text{F}_8$  ガスまたは  $\text{C}_5\text{F}_8$  ガスに対する前記  $\text{CHF}_3$  ガスまたは  $\text{CH}_2\text{F}_2$  ガスの流量比を 1 ~ 5 に設定する請求項 7 に記載の酸化膜のエッチング方法。

【請求項 9】

前記処理ガスは不活性ガスを更に具備する請求項 6 乃至請求項 8 いずれか一項に記載の酸化膜のエッチング方法。

【請求項 10】

前記第 2 配線層は前記第 1 配線層よりも浅い位置に配置され、前記酸化膜の前記表面上における前記第 2 配線層の正射影に対して、前記第 2 ホールの開口が重なる面積が前記開口の面積の 1 / 4 以上 1 未満である請求項 6 乃至請求項 9 いずれか一項に記載の酸化膜のエッチング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体ウエハ等の基板上に形成された酸化膜をエッチングする酸化膜のエッチング方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体デバイスの製造においては、最近の高密度化および高集積化の要請に対応して、回路構成を多層配線構造にする傾向にあり、このため、下層の半導体デバイスと上層の配線層との接続部であるコンタクトホールや、上下の配線層同士の接続部であるビアホールなどの層間の電氣的接続のための技術が重要となっている。

10

20

30

40

50

## 【0003】

このような技術において、配線層の微細化が進み、配線がますます細くなる傾向にあり、ビアホールやコンタクトホールを形成するためのコンタクトエッチングで下地が配線の場合、図6に示すように、配線102の幅よりホールの開口部103の径のほうが大きい場合や、マスクのずれにより配線104から少しずれた位置にホールの開口部105が存在する場合が生じる。なお、図6中、101は酸化膜、106はレジスト層である。

## 【0004】

また、図7に示すように、下の層の影響で配線に段ができる場合があり、深い位置にある配線107までエッチングさせようとする、浅い位置にある配線108がオーバーエッチになり、配線108の横の酸化膜がエッチングされ、下の配線109とショートするおそれがある。

## 【0005】

## 【発明が解決しようとする課題】

本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであって、深い位置と浅い位置とに配線が存在する場合に、深い位置の配線まで酸化膜をエッチングすることができるとともに、浅い位置の配線の横の酸化膜がエッチングされることを防止することができる酸化膜のエッチング方法を提供することを目的とする。

## 【0006】

## 【課題を解決するための手段】

本発明者は、上記課題を解決すべく検討を重ねた結果、 $C_4F_8$ ガスまたは $C_5F_8$ ガスを含む処理ガスを用いた酸化膜のエッチングにおいて、エッチャントである $C_4F_8$ ガスまたは $C_5F_8$ ガスの流量ないし分圧を従来よりも極端に低くすることにより、浅い位置の配線部分の酸化膜を必要以上エッチングすることなく、深い位置の配線部分のエッチングが可能になることを見出し、本発明を完成するに至った。

## 【0007】

すなわち、本発明の第1の観点によれば、基板上に配設された酸化膜の上面から、前記酸化膜内に埋め込まれ且つ前記上面からの深さが異なる第1及び第2配線層に至るように、前記酸化膜内に夫々第1及び第2ホールをプラズマエッチングにより形成する酸化膜のエッチング方法であって、前記基板を気密な処理室内に配置する工程と、前記処理室内を排気しながら、前記処理室内に $C_4F_8$ ガスまたは $C_5F_8$ ガスを具備する処理ガスを供給する工程と、前記処理ガスをプラズマ化しながら、前記プラズマを使用して前記酸化膜をエッチングする工程と、を具備し、前記酸化膜をエッチングする工程において、前記処理室内の圧力を30～60mTorrに設定すると共に、前記処理室内の前記 $C_4F_8$ ガスまたは $C_5F_8$ ガスの分圧を0.07～0.35mTorrに設定することと、前記第2配線層は前記第1配線層よりも浅い位置に配置され、前記酸化膜の前記表面上における前記第2配線層の正射影に対して、前記第2ホールの開口が重なる面積が前記開口の面積の1/4以上1未満であることと、を含む酸化膜のエッチング方法が提供される。

## 【0008】

本発明の第2の観点によれば、基板上に配設された酸化膜の上面から、前記酸化膜内に埋め込まれ且つ前記上面からの深さが異なる第1及び第2配線層に至るように、前記酸化膜内に夫々第1及び第2ホールをプラズマエッチングにより形成する酸化膜のエッチング方法であって、前記基板を気密な処理室内に配置する工程と、前記処理室内を排気しながら、前記処理室内に $C_4F_8$ ガスまたは $C_5F_8$ ガスを具備する処理ガスを供給する工程と、前記処理ガスをプラズマ化しながら、前記プラズマを使用して前記酸化膜をエッチングする工程と、を具備し、前記酸化膜をエッチングする工程において、前記処理室内の圧力を30～60mTorrに設定すると共に、前記処理室内の前記 $C_4F_8$ ガスまたは $C_5F_8$ ガスの分圧を0.07～0.35mTorrに設定することと、前記処理ガスはCOガスを更に具備し、前記 $C_4F_8$ ガスまたは $C_5F_8$ ガスに対する前記COガスの流量比を35～200に設定することと、を含む酸化膜のエッチング方法が提供される。

## 【0010】

本発明においては、酸化膜をエッチングする工程において、処理室内の圧力を30～60 m Torrに設定すると共に、処理室内の $C_4F_8$ ガスまたは $C_5F_8$ ガスの分圧を0.07～0.35 m Torrに設定したので、浅い位置の配線部分のエッチング付着物によりそれより下方へのエッチングの進行が阻止される。一方、エッチャントの量が少なくても処理室内の圧力、及び処理室内の $C_4F_8$ ガスまたは $C_5F_8$ ガスの分圧が本発明の範囲内であれば、酸化物を深い位置の配線部分までエッチングすることが可能となる。

#### 【0011】

また、処理ガスとして上記エッチャント以外にCOを含有させることにより、COがエッチング残渣であるFと化合してその化合物が系外に排出されるため選択比が上昇するとともに、堆積したCを分解してエッチングを促進する。この場合にも処理室内に導入される処理ガスにおける $C_4F_8$ ガスまたは $C_5F_8$ ガスに対するCOガスの比を35～200の範囲として $C_4F_8$ ガスまたは $C_5F_8$ ガスの量を相対的に少なくすることにより、浅い位置の配線部分の過度のエッチングを阻止しつつ深い位置の配線部分まで酸化膜をエッチングすることが可能となる。

#### 【0012】

上記本発明の酸化膜のエッチング方法において、処理室内に導入される処理ガスは水素含有ガスを含んでもよい。処理ガスに水素含有ガスを添加することにより、エッチング反応が促進されエッチングレートを上昇させることができる。また、水素含有ガスとして、 $CHF_3$ ガスまたは $CH_2F_2$ ガスを用いることができる。このように水素含有ガスとして $CHF_3$ ガスまたは $CH_2F_2$ ガスを用い、処理ガスの比率を適切に調整することにより、エッチングレートをそれを含まない場合よりも20%以上上昇させることができる。この場合に、処理室内に導入される処理ガスにおける $C_4F_8$ ガスまたは $C_5F_8$ ガスに対する $CHF_3$ ガスまたは $CH_2F_2$ ガスの比を1～5とすることが好ましい。 $C_4F_8$ ガスまたは $C_5F_8$ ガスに対する $CHF_3$ ガスまたは $CH_2F_2$ ガスに対する比が5を超えると、 $CHF_3$ ガスまたは $CH_2F_2$ ガスが多すぎてかえってエッチングが阻害され、深い位置の配線部分までエッチングされないおそれがあり、1未満であると $CHF_3$ ガスまたは $CH_2F_2$ ガスの効果が十分に発揮されないおそれがある。

#### 【0013】

また、以上の酸化膜のエッチング方法において、処理ガスとしてさらに不活性ガスを含んでもよい。さらに、基板上に形成された酸化膜表面から深い位置と浅い位置に配線部分が形成されており、酸化膜表面から前記配線部分に達するホールをエッチングにより形成する際に、前記浅い位置にある配線部分に達するホールの酸化膜表面の開口面積のうち前記浅い位置にある配線部分の酸化膜表面への正射影と重なる部分が1/4以上であることが好ましい。重なり部分の面積がこの範囲であれば浅い位置の配線部分でエッチングを止めることが容易となる。なお、これらが完全に重なる場合、すなわちホールの開口面積のうち浅い位置にある配線部分と重なる部分が1の場合は浅い位置の配線部分から下方へエッチングされることはないので、実質的に考慮しなければならないのは、重なる部分が1未満の場合である。

#### 【0014】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を添付図面を参照しながら詳細に説明する。

図1は、本発明の一実施形態に係る酸化膜のエッチング方法を実施するためのエッチング装置を示す断面図である。

#### 【0015】

このエッチング装置は、気密に構成され、小径の上部1aと大径の下部1bとからなる段つき円筒状をなし、壁部が例えばアルミニウム製の処理室1を有している。この処理室1内には、被処理体である半導体ウエハW基板を水平に支持する支持テーブル2が設けられている。支持テーブル2は例えばアルミニウムで構成されており、セラミックス製の絶縁板3を介して導体の支持台4に支持されている。また、支持テーブル2の上方の外周にはセラミックス製のフォーカスリング5が設けられている。上記支持テーブル2と支持台4

10

20

30

40

50

は、ボールねじ7を含むボールねじ機構により昇降可能となっており、支持テーブル2の下方の駆動部分は、ステンレス鋼(SUS)製のベローズ8で覆われている。チャンバー1は接地されており、支持テーブル2の中に冷媒流路4が設けられ冷却可能となっている。また、ベローズ8の外側にはベローズカバー9が設けられている。

【0016】

支持テーブル2には、マッチングボックス11を介してRF電源10が接続されている。RF電源10からは例えば13.56MHzの高周波電力が支持テーブル2に供給されるようになっている。

【0017】

支持テーブル2の表面上には半導体ウエハWを静電吸着するための静電チャック6が設けられている。この静電チャック6は絶縁体6bの間に電極6aが介在されて構成されており、電極6aには直流電源12が接続されている。そして電極6aに電源12から電圧が印加されることにより、クーロン力によって半導体ウエハWが吸着される。

10

【0018】

支持テーブル2の内部には、図示しない冷媒流路が形成されており、その中に適宜の冷媒を循環させることによって、半導体ウエハWを所定の温度に制御可能となっている。また、絶縁リング5の外側にはパッフル板13が設けられている。パッフル板13は支持台4、ベローズ8を通してチャンバー1と導通している。

【0019】

処理室1の天壁部分には、支持テーブル2に対向するようにシャワーヘッド16が設けられている。シャワーヘッド16は、その下面に多数のガス吐出孔18が設けられており、かつその上部にガス導入部16aを有している。そして、その内部には空間17が形成されている。ガス導入部16aにはガス供給配管15aが接続されており、このガス供給配管15aの他端には、エッチング用の反応ガスおよび希釈ガスからなる処理ガスを供給する処理ガス供給系15が接続されている。この場合に、反応ガスとしては、 $C_4F_8$ ガスまたは $C_5F_8$ ガスが用いられる。また、さらにCOガスをを用いることもできる。また、希釈ガスとしては、ArガスやHeガス等の不活性ガスが用いられる。このような処理ガスにより、半導体ウエハWに形成された膜、例えば酸化膜がエッチングされる。この際の処理ガス供給系15の構成は、例えば、図2に示すように、 $C_4F_8$ ガス供給源22、COガス供給源23、Arガス供給源24を含むものとなる。また、エッチングレートを上昇させる観点から水素含有ガス、例えば $CHF_3$ ガスまたは $CH_2F_2$ ガスを用いてもよい。この際の処理ガス供給系の構成は、例えば、図3に示すように、図2の構成にさらに $CHF_3$ ガス供給源25を加えた構成となる。このような処理ガス供給系15から処理ガスがガス供給配管15a、ガス導入部16aを介してシャワーヘッド16の空間17に至り、ガス吐出孔18から吐出される。

20

30

【0020】

処理室1の下部1bの側壁には、排気ポート19が形成されており、この排気ポート19には排気系20が接続されている。そして排気系20に設けられた真空ポンプを作動させることによりチャンバー1内を所定の真空度まで減圧することができるようになっている。

40

【0021】

一方、処理室1の上部1aの周囲には、同心状に、ダイポールリングマグネット21が配置されており、支持テーブル2とシャワーヘッド16との間の空間に磁界を及ぼすようになっている。

【0022】

次に、このように構成される装置によって実施される本発明の方法の一実施形態について説明する。

ここでは、図4に示すような配線が形成されている半導体ウエハWのエッチングを実施する。すなわち、半導体ウエハWのシリコンベース上にポリシリコン層や所定の配線層が形成された後に形成されたシリコン酸化膜31の表面にレジスト膜32が形成されており、

50

レジスト膜 3 2 にはコンタクトホール 3 4 a、3 4 b が形成されている。開口部 3 4 a に対応して深い位置にある配線層 3 3 a が形成されており、開口部 3 4 b に対応して浅い位置にある配線層 3 3 b が形成されている。さらに、配線層 3 3 b の直下にも配線層 3 5 が形成されている。ここで、開口部 3 4 b と浅い位置の配線層 3 3 b の位置は A だけずれており、開口部 3 4 b の面積のうち配線層 3 3 b と重なる部分が面積 B である。なお、配線層 3 3 a、3 3 b、3 5 としては、例えば T i N - A l 配線を用いる。

#### 【 0 0 2 3 】

まず、このような配線が形成された半導体ウエハ W が処理室 1 内に搬入され、支持テーブル 2 に載置された後、排気系 2 0 の真空ポンプにより排気ポート 1 9 を介して処理室 1 内が排気され、例えば  $10^{-6}$  T o r r 程度の高真空状態に保持される。

10

#### 【 0 0 2 4 】

この所定の真空度になった後、処理室 1 内には、図 2 に示す処理ガス供給系 1 5 の  $C_4F_8$  ガス供給源 2 2、CO ガス供給源 2 3、Ar ガス供給源 2 4 からガス供給配管 1 5 a およびシャワーヘッド 1 6 を介して  $C_4F_8$  ガス、CO ガス、Ar ガスが所定の流量で処理室 1 に導入され、処理室 1 内の圧力が所定の圧力に保持される。この際の処理室内の圧力は 3 0 ~ 6 0 m T o r r が好ましい。この場合の  $C_4F_8$  ガスの流量は 1 ~ 4 S C C M と従来の 1 0 S C C M よりも著しく低くする。また、処理室内の  $C_4F_8$  ガスの分圧では、0 . 0 7 ~ 0 . 3 5 m T o r r と低く設定する。さらに、処理室内に導入される処理ガスにおける  $C_4F_8$  ガスに対する CO ガスの比が 3 5 ~ 2 0 0 の範囲となるようにする。

#### 【 0 0 2 5 】

20

この状態で RF 電源 1 0 から支持テーブル 2 に、周波数が例えば 1 3 . 5 6 M H z、パワーが例えば 5 0 0 ~ 2 5 0 0 W の高周波電力が供給される。このとき、直流電源 1 1 から静電チャック 6 の電極 6 a に所定の電圧が印加され、半導体ウエハ W はクーロン力により吸着されている。なお、この際の支持テーブル 2 の温度は 0 ~ 4 0 の範囲が好ましい。

#### 【 0 0 2 6 】

この場合に、上述のようにして支持テーブル 2 に高周波電力が印加されることによりシャワーヘッド 1 6 と支持テーブル 2 との間には高周波電界が形成され、処理室 1 の上部 1 a にはダイポールマグネット 2 1 により磁界が形成されているから、半導体ウエハ W が存在する処理空間にはマグネトロン放電が生じ、それによって形成された処理ガスのプラズマにより、レジスト層 3 2 に形成された開口部 3 4 a、3 4 b からシリコン酸化膜 3 1 がエッチングされ、ホールが形成される。

30

#### 【 0 0 2 7 】

本実施の形態においては、エッチャントである  $C_4F_8$  ガスの流量は 1 ~ 4 S C C M と従来の 1 0 S C C M よりも著しく低く設定され、また、処理室内の  $C_4F_8$  ガスの分圧では、0 . 0 7 ~ 0 . 3 5 m T o r r と低く設定され、さらに、処理室内に導入される処理ガスにおける  $C_4F_8$  ガスに対する CO ガスの比が 3 5 ~ 2 0 0 の範囲となるように  $C_4F_8$  ガスが CO ガスに対して極めて低く設定されているため、エッチングの進行が遅く、浅い位置の配線層 3 3 b のエッチング付着物、例えば T i N、A l などのエッチングされた後のカスによりそれより下方へのエッチングの進行が阻止される。したがって、図 5 に示すように、浅い位置の配線層 3 3 b に至るホール 3 6 b のエッチングは配線層 3 3 b の部分で止まり、その下の配線層 3 5 とのショートの問題は回避される。一方、エッチャントの量が少なくてもその流量または分圧または CO ガスとの比率が上記範囲内であれば、エッチングが途中で止まる（抜け性不良）ことなく、シリコン酸化物 3 1 を深い位置の配線層 3 3 a までエッチングしてホール 3 6 a を形成することが可能となる。

40

#### 【 0 0 2 8 】

処理ガスとしてさらに水素含有ガスである  $CH_3F_3$  ガスを用いた場合、すなわち、処理ガス供給系 1 5 として図 3 に示すように、 $CH_3F_3$  ガス供給源 2 5 を付加して  $CH_3F_3$  ガスも処理室 1 内に導入した場合には、エッチング反応が促進されエッチングレートを上昇させることができる。この場合に、 $CH_3F_3$  ガスを含む処理ガスの比率を適切に調整することにより、エッチングレートをそれを含まない場合よりも 2 0 % 以上上昇させることがで

50

きる。この場合に、処理室 1 内に導入される処理ガスにおける  $C_4F_8$  ガスに対する  $CHF_3$  ガスの比を 1 ~ 5 とすることが好ましい。この範囲であれば  $CHF_3$  ガスが多すぎることによるエッチングの阻害の問題や、 $CHF_3$  ガスが少なすぎてその効果が十分に発揮されないおそれが解消される。

#### 【0029】

また、図 4 に示す構造のデバイスにおいて、エッチングを浅い配線層 33b で確実に止める観点からは、開口部 34b と浅い位置の配線層 33b のずれ量 A が大きすぎないことが好ましく、浅い配線層 33b に達するホール 34b の酸化膜 31 表面の開口面積のうち配線層 33b の酸化膜 31 表面への正射影 B と重なる部分が 1 / 4 以上であることが好ましい。また、ずれ量 A は 1 / 2 以下であることが好ましい。

10

#### 【0030】

次に、本発明によって実際にエッチングした結果について説明する。

ここでは、上記図 1 の構成を有する装置を用いて、図 4 に示す半導体デバイスの配線層 33a、33b までシリコン酸化膜 31 をエッチングしてホールを形成することを試みた。なお、ここでは浅い配線層 33b に達するホール 34b の酸化膜 31 表面の開口面積のうち配線層 33b の酸化膜 31 表面への正射影 B と重なる部分が 1 / 4 である。まず、処理ガスとして、 $C_4F_8$  ガス、CO ガス、Ar ガスを用い、 $C_4F_8$  ガスの流量を 1 ~ 5 S C C M、CO ガスの流量を 50 ~ 200 S C C M、Ar ガスの流量を 300 ~ 700 S C C M とし、処理室内の圧力を 50 m T o r r、支持テーブルの温度を 20 としてエッチングを行った。なお、この際に、RF 電源から 13.56 M H z で 1760 W の高周波電力を供給し、ダイポールマグネットにより 120 Gauss の磁界を処理室内に印加した。

20

#### 【0031】

$C_4F_8$  ガス、CO ガス、Ar ガスの流量比を 1 : 200 : 500、1 : 150 : 500、1 : 100 : 500、1 : 50 : 500、2 : 150 : 500、3 : 150 : 500、4 : 150 : 500、5 : 150 : 500、3 : 150 : 300、3 : 150 : 400、3 : 150 : 600、3 : 150 : 700 と種々の値にして実験を行った結果、 $C_4F_8$  ガス、CO ガス、Ar ガスの流量比が 5 : 150 : 500 については、浅い位置の配線層 33b でエッチングが止まらずに、配線層 33b の下方までエッチングされてしまった。なお、この際の  $C_4F_8$  ガス分圧は 0.38 m T o r r、 $C_4F_8$  ガスに対する CO ガスの比は 30 である。これに対して他の条件のものは浅い位置の配線層 33b でエッチングが止まり、しかも深い位置の配線層 33a までエッチングが可能であった。また、CO が多いほどエッチングが浅い配線層で止まりやすいことが確認された。

30

#### 【0032】

次に、処理ガスとしてさらに  $CHF_3$  ガスを 3 ~ 18 S C C M の範囲で導入して同様にエッチングを行った。 $C_4F_8$  ガス、CO ガス、Ar ガス、 $CHF_3$  ガスの流量比を 3 : 150 : 500 : 3、3 : 150 : 500 : 6、3 : 150 : 500 : 9、3 : 150 : 500 : 12、3 : 150 : 500 : 15、3 : 150 : 500 : 18 と種々の値にして実験を行った結果、 $CHF_3$  ガスが 15 S C C M まではエッチングレートが上昇する傾向が見られ、3 : 150 : 500 : 6 ではエッチングレートが  $CHF_3$  ガス無添加の場合よりも 20 % 上昇した。しかし、それよりも  $CHF_3$  ガスの流量が上昇するとエッチングレートがかえって低下する傾向が見られ、3 : 150 : 500 : 18 では、抜け性が悪い傾向にあり、深い位置の配線層 33a までエッチングできない場合も生じた。

40

#### 【0033】

また、処理室内の圧力が 30 ~ 60 m T o r r の範囲では、 $C_4F_8$  ガス、CO ガス、Ar ガスの流量比が 3 : 150 : 500 S C C M、支持テーブル温度が 20 の条件下で、エッチングを浅い位置の配線層 33b で止めることに成功した。さらに、支持テーブル温度が 0 ~ 40 の範囲では、 $C_4F_8$  ガス、CO ガス、Ar ガスの流量比が 3 : 150 : 500 S C C M、処理室内圧力 30 m T o r r の条件下で、エッチングを浅い位置の配線層 33b で止めることに成功した。

#### 【0034】

50

なお、本発明は上記実施の形態に限定されることなく種々変形が可能である。例えば上記実施の形態ではエッチャントとして $C_4F_8$ ガスを用いたが、 $C_5F_8$ ガスであってもよい。また、不活性ガスとしてはArガスに限らず種々のものを適用することができる。さらに、水素含有ガスとしては $CHF_3$ ガスに限らず $CH_2F_2$ ガスであってもよいし、さらに他のガスであってもよい。さらに、処理ガスは $C_4F_8$ ガスまたは $C_5F_8$ ガスが含まれていれば他のガスは特に限定されるものではない。

【0035】

本発明の実施に用いる装置も上記装置に限定されるものではなく、他の装置を用いることもできる。また、上記実施の形態では、基板として半導体ウエハを用いた場合について説明したが、LCD基板等、半導体ウエハ以外の他の基板に対しても適用できることはいうまでもない。

10

【0036】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、エッチャントである $C_4F_8$ ガスまたは $C_5F_8$ ガスの流量を1~4SCCMまたは $C_4F_8$ ガスまたは $C_5F_8$ ガスの分圧を0.07~0.35mTorrと低くしたので、浅い位置の配線部分のエッチング付着物によりそれより下方へのエッチングの進行を阻止することができる。一方、エッチャントの量が少なくても流量または分圧が本発明の範囲内であれば、酸化物を深い位置の配線部分までエッチングすることが可能となる。

【0037】

20

また、処理ガスとして上記エッチャント以外にCOを含有させることにより、エッチングが促進されるとともに、 $C_4F_8$ ガスまたは $C_5F_8$ ガスに対するCOガスの比を35~200の範囲として $C_4F_8$ ガスまたは $C_5F_8$ ガスの量を相対的に少なくすることにより、浅い位置の配線部分の過度のエッチングを一層効果的に阻止しつつ深い位置の配線部分まで酸化膜をエッチングすることが可能となる。

【0038】

さらに、処理ガスに $CHF_3$ ガスまたは $CH_2F_2$ ガスのような水素含有ガスを添加することにより、エッチング反応が促進されエッチングレートを上昇させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る酸化膜のエッチング方法を実施するためのエッチング装置を示す断面図。

30

【図2】処理ガス供給系の一例を示す図。

【図3】処理ガス供給系の他の例を示す図。

【図4】本発明の実施の形態におけるエッチング対象である半導体デバイスを示す断面図。

【図5】図4のデバイスにホールを形成した状態を示す断面図。

【図6】ホールの開口部の径のほうが大きい場合や、マスクのずれにより配線から少しずれた位置にホールの開口部存在する場合を示す断面図。

【図7】深い位置の配線と浅い位置の配線とを同時にエッチングする場合における浅い位置の配線の横の酸化膜がエッチングされている状態を示す図。

40

【符号の説明】

1 ; 処理室

2 ; 支持テーブル

10 ; RF電源

15 ; 処理ガス供給系

16 ; シャワーヘッド

20 ; 排気系

21 ; ダイポールリングマグネット

22 ;  $C_4F_8$ ガス供給源

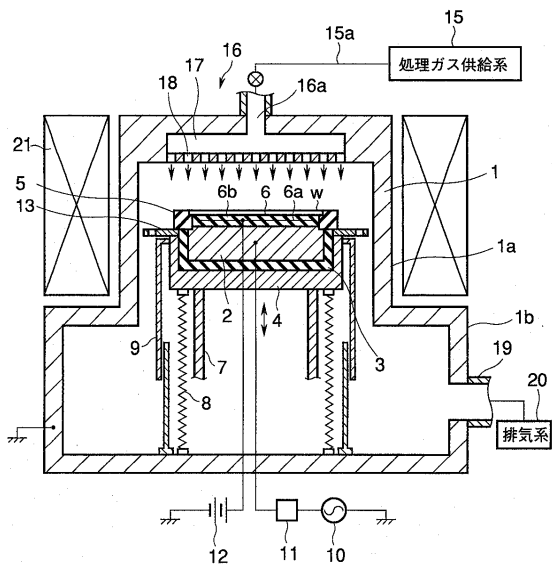
23 ; COガス供給源

50

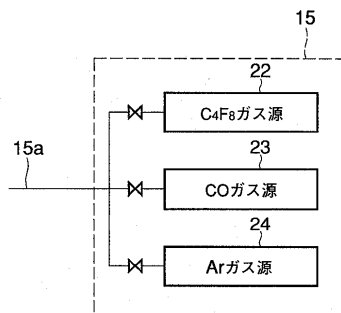


24 ; Ar ガス供給源  
25 ; CH<sub>3</sub>F<sub>3</sub> ガス供給源  
W ; 半導体ウエハ

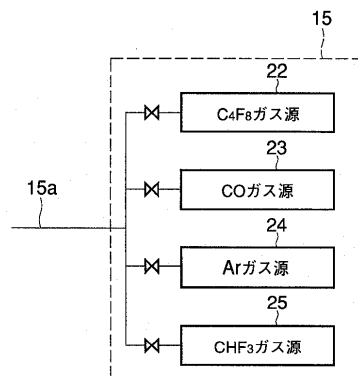
【 図 1 】



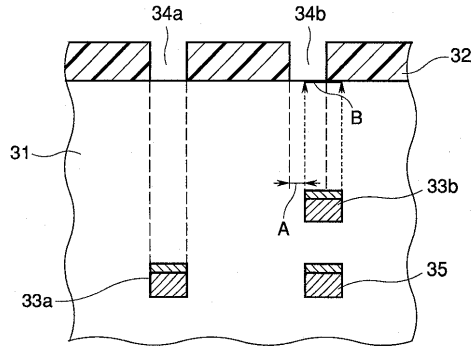
【 図 2 】



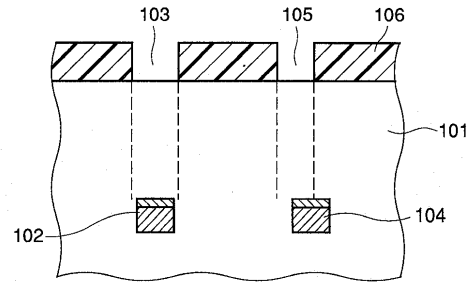
【 図 3 】



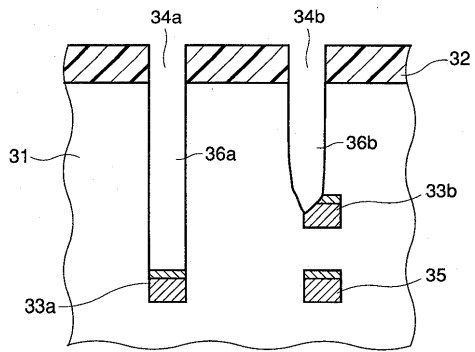
【 図 4 】



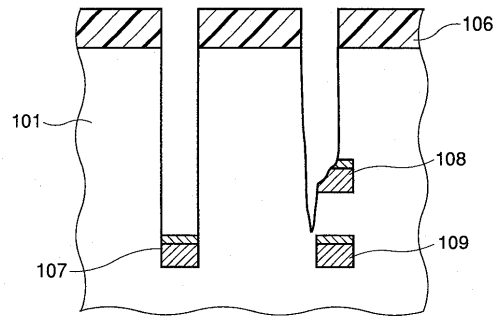
【 図 6 】



【 図 5 】



【 図 7 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 1 0 - 0 4 1 2 7 4 ( J P , A )  
特開平 0 4 - 1 5 2 5 2 1 ( J P , A )  
特開平 0 5 - 0 9 0 2 2 5 ( J P , A )  
特開平 0 7 - 0 2 2 3 9 3 ( J P , A )  
特開平 0 6 - 0 1 3 3 5 4 ( J P , A )  
特開平 1 1 - 2 6 5 8 8 2 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H01L 21/3065

C23F 4/00