

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4562813号  
(P4562813)

(45) 発行日 平成22年10月13日 (2010.10.13)

(24) 登録日 平成22年8月6日 (2010.8.6)

(51) Int. Cl.	F I
<b>G03F 7/42 (2006.01)</b>	G03F 7/42
<b>H01L 21/027 (2006.01)</b>	H01L 21/30 572A
<b>H01L 21/302 (2006.01)</b>	H01L 21/302 400

請求項の数 8 (全 6 頁)

(21) 出願番号	特願平9-538270	(73) 特許権者	000231464
(86) (22) 出願日	平成9年4月23日 (1997.4.23)		株式会社アルバック
(65) 公表番号	特表2001-501364 (P2001-501364A)		神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地
(43) 公表日	平成13年1月30日 (2001.1.30)	(74) 代理人	100087745
(86) 国際出願番号	PCT/US1997/006691		弁理士 清水 善廣
(87) 国際公開番号	W01997/040423	(72) 発明者	スー ハン
(87) 国際公開日	平成9年10月30日 (1997.10.30)		アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 O
審査請求日	平成16年4月23日 (2004.4.23)		2173 レキシントン ローソン アベ
審判番号	不服2008-4029 (P2008-4029/J1)		ニュー 19
審判請求日	平成20年1月28日 (2008.1.28)	(72) 発明者	バーシン リチャード エル
(31) 優先権主張番号	08/637, 137		アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 O
(32) 優先日	平成8年4月24日 (1996.4.24)		1921 ボックスフォード ホームズ
(33) 優先権主張国	米国 (US)		ロード 6

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体ウェハー表面のフォトリソのクリーニング及びストリッピング

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レジスト層を備えたデバイスをアッシングする方法において、

(a) 酸素と、約 0.5% より少ないフッ素含有ガスとを有する第 1 ガスを導入する工程と、

(b) 導入される第 1 ガスからマイクロ波プラズマを形成する工程と、

(b1) このマイクロ波プラズマを形成した第 1 ガスからデバイスの上方で高周波プラズマを形成する工程とを有し、

工程 (b1) が完了した後に、

(c) 酸素を含有した第 2 ガスを導入する工程と、

(d) 導入される第 2 ガスからマイクロ波プラズマを形成し、このマイクロ波プラズマをデバイスに向かわせる工程とを

さらに有し、

第 1 ガスのフッ素含有ガス量が約 0.1 ~ 0.2% であり、第 2 ガスのフッ素含有ガス量が 1 ~ 10% であり、

前記各フッ素含有ガスが、 $CF_4$ 、 $NF_3$  及び  $SF_6$  からなるグループから選択されたものである、

レジスト層を備えたデバイスをアッシングする方法。

【請求項 2】

工程 (d) が完了した後に、

10

20

( e ) 酸素を含有した第 2 ガスを導入する工程と、  
( f ) 反応性イオンエッチング処理を行うため、デバイスの上方で第 2 ガスから高周波プラズマを形成する工程とを  
さらに有する、請求の範囲第 1 項記載のレジスト層を備えたデバイスをアッシングする方法。

【請求項 3】

工程 ( b 1 ) が完了した後に、

( c i ) 酸素を含有した第 2 ガスを導入する工程と、  
( d 1 ) 反応性イオンエッチング処理を行うため、デバイスの上方で第 2 ガスから高周波プラズマを形成する工程とを  
さらに有する、請求の範囲第 1 項記載のレジスト層を備えたデバイスをアッシングする方法。

10

【請求項 4】

工程 ( b 1 ) の後に、デバイスを脱イオン水で洗浄する工程をさらに有する、請求の範囲第 1 項記載のレジスト層を備えたデバイスをアッシングする方法。

【請求項 5】

工程 ( b 1 ) の後に、約 1 ~ 1 0 % のフッ素含有ガスでダウンストリーム型マイクロ波処理を行う工程をさらに有する、請求の範囲第 1 項記載のレジスト層を備えたデバイスをアッシングする方法。

20

【請求項 6】

工程 ( a ) の前に、

( a 1 ) 酸素を含有した第 2 ガスを導入する工程と、  
( a 2 ) 反応性イオンエッチング処理を行うため、デバイスの上方で第 2 ガスから高周波プラズマを形成してアッシングする工程と  
さらに有する、請求の範囲第 1 項記載のレジスト層を備えたデバイスをアッシングする方法。

【請求項 7】

工程 ( b 1 ) の後に、

( b 2 ) 酸素を含有した第 2 ガスを導入する工程と、  
( b 3 ) 反応性イオンエッチング処理を行うために、デバイスの上方で第 2 ガスから高周波プラズマを形成してアッシングする工程と  
さらに有する、請求の範囲第 6 項記載のレジスト層を備えたデバイスをアッシングする方法。

30

【請求項 8】

工程 ( a ) の前に、約 1 ~ 1 0 % のフッ素含有ガスを備えた、主に酸素ガスを使用してダウンストリーム型マイクロ波処理によりアッシングする工程をさらに有する、請求の範囲第 6 項記載のレジスト層を備えたデバイスをアッシングする方法。

【発明の詳細な説明】

( 発明の分野 )

本発明は、製造中、半導体ウェハ表面のフォトリソレジストをクリーニングし、ストリッピングすることに関する。

40

( 発明の背景 )

ウェハに多数の半導体デバイスを製造するため、フォトリソグラフィ工程、エッチング、薄膜成膜及びまたはイオン注入工程が交互に行われ、デバイスが形成される。一般に、フォトリソグラフィ工程は、ウェハをフォトリソレジストで、特に紫外線 ( UV ) 感光性の有機材料で被膜する工程と、マスクを介してフォトリソレジストを露光する工程と、レジストを現像する工程と、ウェハ表面に一定の露光領域を残すように露光されたレジストをエッチングする工程とを含んでいる。さらに成膜、注入或いはエッチングのような処理工程は露光領域で行われる。

一般に、エッチングは、ウェハをケミカルエッチング剤に浸す湿式エッチング処理でも、

50

ダウンストリーム型マイクロ波プラズマエッチングまたは反応性イオンエッチング（以下、「R I E」という。）のような乾式エッチング処理でも行える。フォトレジストの表面にパターンを形成した後、そして露光領域にさらなる処理工程が行われた後、フォトレジストはストリッピングされる

ダウンストリーム型マイクロ波処理は、ウェハが電氣的な損傷に耐えられない場合に、レジストをストリップするために、酸素原子を用いて行う。しかしながら、酸素原子は化学反応性が非常に大きいので、酸素原子は、クリーニング及びストリッピング用チャンバに使用されるアルミニウムのような金属表面で急速に再結合する。この反応の特質とその結果に影響を及ぼす要素とはよく理解されておらず、従って、製造者は、酸素原子でダウンストリーム型マイクロ波アッシング（灰化）するためにアルミニウム製チャンバを使用することを避けている。

10

（発明の概要）

主に酸素と形成ガスとを用いた処理に少量のフッ素が付加されるならば、アッシングレートは高められ、金属表面における処理変化性は除去され、酸素の損失も最小に維持されるということが判った。ここに述べられているものとして、少量とは約 0 . 5 % 以下、好ましくは約 0 . 1 ~ 0 . 2 % を意味する。この処理には、ダウンストリーム型マイクロ波処理或いは R I E 処理を付加的に組み合わせることができる。

この処理は、アルミニウム製チャンバにおいて、信頼性のある性能で、アルミニウム表面の変化とは無関係に、高いアッシングレートを達成するために使用される。他のものでは使用される石英の代わりにアルミニウムを使用することで、ウェハに到達する前にガス流から帯電したイオンを完全に除去し、従って、ウェハ上のデバイスには、帯電も電氣的損傷もない。その他の特徴と利点は、以下の詳細な説明、図面及び請求の範囲の記載から明らかになる。

20

【図面の簡単な説明】

図 1 は、エッチング及びストリッピング用装置の部分ブロック図を、部分的に表したものである。

図 2 は、種々の処理におけるアッシングレートと酸素損失とを比較するグラフである。

（詳細な説明）

図 1 を参照して、処理されるべき半導体ウェハ 1 0 は、エッチング及びまたはクリーニング用の密閉処理チャンバ 1 6 内において水平に配置された加熱板（ホットプレート）1 2 の上方に位置する。一般に平坦かつ円形であり、直径が 4 ~ 8 インチであるウェハは支持ピン 1 8 に水平に載置され、この支持ピンは、加熱板 1 2 の開口部を通過してかつその厚さ方向に延びている。従って、ウェハ 1 0 と加熱板 1 2 とは平行な水平面に位置する。

30

処理ガスはガス源 2 0 から導入管 2 1 を介してチャンバ 1 6 内に導入される。導入管 2 1 内のマイクロ波発生源 2 2 は、導入管にマイクロ波プラズマ 2 4 を生じさせ、高濃度の活性フリーラジカルで反応ガス 2 6 を放電する。ガス 2 6 は、ウェハの上方に取付けられ、かつ援用された特許記載のように形成された対向電極 2 8 の開口部（図示せず）を通過する。適切な条件下では、活性フリーラジカルが、レジストをガスに転化することにより、ウェハ 1 0 上のレジスト膜を分解し、気化する。真空排気系 3 2 は排気管 3 4 を通してこれらのガスを排出し、チャンバを 5 0 ~ 2 0 0 0 mTorr の範囲の圧力に維持する。

40

高周波（R F）発生源 3 0 は、対向電極 2 8 と基板電極としての役割を果たす加熱板 1 2 とに電氣的に接続される。従って、対向電極 2 8 と基板電極 1 2 とが 2 重のカソードを形成する。高周波発生源 3 0 は、ウェハ 1 0 の上方に高周波プラズマ 3 2 a を生じさせる高周波（R F）電圧を供給する。高周波（R F）プラズマ 3 2 a は、ウェハ 1 0 からレジストをアッシングする反応性イオンを作る。

透明カバー 4 8 と終点検出器 5 0 とは、高周波プラズマにより生じるアッシングの開始と終了とを検出するために使用される。終点検出器 5 0 はフィルターと光学式検出器とを備え、この光学式検出器は、アッシングの間に、O H ラジカルが形成される時、高周波プラズマに放出される光子を検出する。

マイクロ波プラズマから放電された高濃度のフリーラジカルを有する反応性ガス 2 6 を作

50

り出すためにマイクロ波発生源 22 の作動中に、ガスはガス源 20 から導入される。そうすると、そのフリーラジカルをイオン化するためのマイクロ波発生用反応性ガス 26 内に高周波プラズマを生じることができる。例えば、ガス源 20 からの処理ガスが  $\text{CF}_4$  及び酸素を含有する場合、マイクロ波プラズマで放電したガスは、ウェハ上方のガス内において高濃度のフッ素及び酸素ラジカルをそれぞれ含有する。その際、高周波プラズマがこの放電するガス内に生じる場合、作り出されたイオンは、マイクロ波放電ガス自体のイオンと、或いはマイクロ波放電のない  $\text{CF}_4$  及び酸素ガスの高周波プラズマのイオンとも相違する。この相違するプラズマが、エッチング及びストリッピングの間に、実質的にアッシングを促進することを知見した。

チャンバ 16 は乾式アッシングを行うために使用することができ、この乾式アッシングは、ダウンストリーム型マイクロ波処理、R I E 処理、同時のこれら両処理、或いは連続的及びまたは交互のこれら両処理を有している。従来、ハロゲン (H a l) 処理或いはノーハロゲン (N o H a l) 処理と称されかつ本発明の譲受人により開発された 2 つの処理は、ダウンストリーム型マイクロ波プラズマエッチングに使用されていた。

ハロゲン処理の 1 実施例では、以下の処理パラメータで行われる。

- (1) 1000 s c c m の  $\text{O}_2$
- (2) 30 ~ 150 s c c m の  $\text{N}_2\text{H}_2$
- (3) 10 ~ 140 s c c m の  $\text{CF}_4$  或いは  $\text{NF}_3$
- (4) 0.45 T o r r の圧力
- (5) 1500 W のマイクロ波出力

この処理は、約 100 或いはそれ以下の温度を意味する「低温」で、或いは少なくとも約 150 を意味する「高温」で行われる。約 1 ~ 10 % のフッ素は、チャンバから排気できる HF を形成するため、レジスト内で水素と反応する。しかし、フッ素と水素の反応はまた、レジスト表面に酸素原子が反応しかつ低温で灰化する反応部を生じる

ノーハロゲン (N o H a l) 処理の実施例は、以下の処理パラメータで行われる。

- (1) 9000 s c c m の  $\text{O}_2$
- (2) 540 s c c m の  $\text{N}_2\text{H}_2$
- (3) 2 T o r r の圧力
- (4) 2000 W のマイクロ波出力
- (5) 上昇温度、即ち 200 ~ 280 の高温

この処理は高温で行われ、他のシリコン化合物の損失なしに灰化する。しかし、チャンバの一部がアルミニウム製である場合、チャンバ内の反応によりいくらかの酸素が失われると考えられる。

本発明の処理は、ローハロゲン (L o H a l) 処理と呼ばれ、この処理パラメータは、好ましくは約 0.5 % より少ない、より好ましくは約 0.1 ~ 0.2 % である  $\text{CF}_4$ 、 $\text{NF}_3$ 、或いは  $\text{SF}_6$  のような少量のフッ素を含有するガスを使用することを除いては、ノーハロゲン処理のものに類似する。

好ましい処理条件を以下に示す。

- (1) 9000 s c c m の  $\text{O}_2$  の混合ガス
- (2) 540 s c c m の  $\text{N}_2\text{H}_2$
- (3) 5 ~ 20 s c c m の  $\text{CF}_4$
- (4) 約 2000 W のマイクロ波出力
- (5) 約 2.0 T o r r の圧力

図 2 を参照して、約 260 で行われた例では、ローハロゲン処理が、約 2.5 ~ 3 ミクロン / 分、再測定でもほぼ 3.5 ミクロン / 分のアッシングレートを示していることが判った。このレートは、類似のノーハロゲン処理におけるレートより約 2 ~ 3 倍高い。というのは、フッ素量が少ないので、 $\text{SiO}_2$  や  $\text{Si}_3\text{N}_4$  のような感光フィルムの実質的なエッチングが観測されないからである。これらのテストにおいて、再テストの後であっても、酸素損失が 3 オングストローム / 分より小さい。

酸素ラジカルを測定するための発光をモニターすることによって、少量のフッ素により酸

10

20

30

40

50

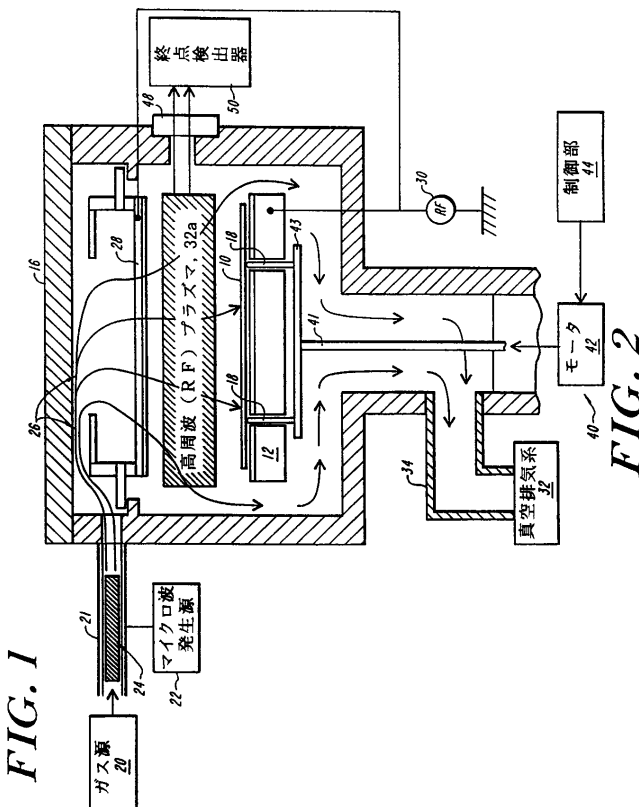
素ラジカル量が増加した。このことは、フッ素により、酸素がチャンバの表面に及びチャンバ内の他の部品に付着することを防止することを示唆している。従って、フッ素はチャンバ内面を保護すると考えられる。

ローハロゲン (LoHal) 処理は、この処理の前後において他の乾式処理と組み合わせることができる。例えば、ハロゲン処理、R I E 処理、或いは R I E 処理を伴うハロゲン処理をローハロゲン処理に引続き行うことができる。

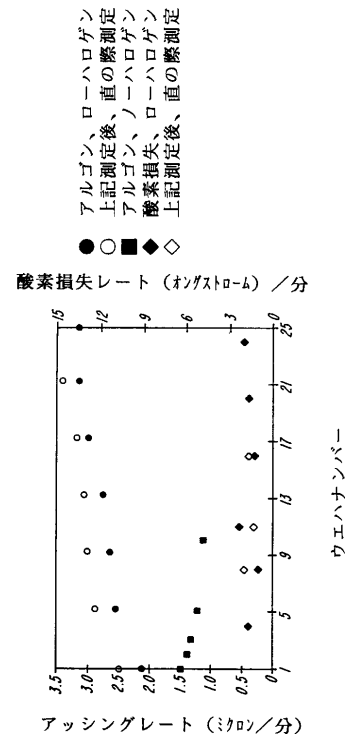
そのような処理の 1 実施例は、ローハロゲン処理と R I E 処理とを組み合わせられたものであり、ダマシン処理に続くエッチング処理用  $\text{CF}_4$  及び  $\text{NF}_3$  のいずれか 1 つを有する。このダマシン処理では、金属の堆積に先立ち、微細な金属の輪郭 (fine-line metal definition) を得るため、及び従来のアルミニウム金属エッチングの除去処理をなくするために、酸化シリコン内に配線溝 (チャンネル) がエッチングされる。しかし、酸化チャンネルのエッチングにより、溶媒の作用によっても除去が困難である、ポリマー形成によるレジストマスクの汚染が生じる。そのようなレジストを除去する処理によれば、エッチング処理中に、レジスト表面に形成される大いにフッ化された皮を分解しアッシングするために、第 1 に酸素の R I E プラズマが使用される。この皮が除去されたとき、ローハロゲン処理が、残りの有機材料の除去のために使用される。この残りの反応生成物は、脱イオン水 (D I) で洗い落とされ、クリーンな面を残す。

本発明の上述の実施例により、添付した請求の範囲記載の発明の範囲から逸脱することなしに改良できるのは明らかである。ある種のガスが引用されているが、レジストを除去するために他のガスも使用できる。

【図 1】



【図 2】



---

フロントページの続き

合議体

審判長 藤原 敬士

審判官 川端 修

審判官 鈴木 正紀

- (56)参考文献 特開昭63-217629(JP,A)  
特開昭63-202521(JP,A)  
特開平7-211698(JP,A)  
特開平7-235524(JP,A)  
特開平7-169751(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L 21/302