

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5284969号  
(P5284969)

(45) 発行日 平成25年9月11日(2013.9.11)

(24) 登録日 平成25年6月7日(2013.6.7)

(51) Int.Cl.	F 1	
HO 1 L 21/3065 (2006.01)	HO 1 L 21/302	1 O 2
HO 1 L 21/28 (2006.01)	HO 1 L 21/28	A
HO 1 L 21/768 (2006.01)	HO 1 L 21/90	A
	HO 1 L 21/90	C

請求項の数 4 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2009-532592 (P2009-532592)	(73) 特許権者	390009531 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION アメリカ合衆国 10504 ニューヨーク 州 アーモンク ニュー オーチャード ロード
(86) (22) 出願日	平成19年10月12日 (2007.10.12)	(74) 代理人	100108501 弁理士 上野 剛史
(65) 公表番号	特表2010-507237 (P2010-507237A)	(74) 代理人	100112690 弁理士 太佐 種一
(43) 公表日	平成22年3月4日 (2010.3.4)	(74) 代理人	100091568 弁理士 市位 嘉宏
(86) 國際出願番号	PCT/US2007/081193		
(87) 國際公開番号	W02008/046035		
(87) 國際公開日	平成20年4月17日 (2008.4.17)		
審査請求日	平成22年7月1日 (2010.7.1)		
審判番号	不服2012-16342 (P2012-16342/J1)		
審判請求日	平成24年8月22日 (2012.8.22)		
(31) 優先権主張番号	11/548,717		
(32) 優先日	平成18年10月12日 (2006.10.12)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】クリーニング・プロセスのための副産物収集する製造プロセス及び製造装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

製造プロセスであって、

- (a) 第1の入口と第2の入口とを含むチャンバと、
- (b) 前記チャンバ内のアノード構造体と、
- (c) 前記チャンバ内のカソード構造体であって、前記アノード構造体よりも負に帯電する前記カソード構造体と、
- (d) 前記カソード構造体上のウェファであって、当該ウェファの誘電体層は炭素含有誘電体材料を含む、前記ウェファと

を備えており、前記アノード構造体の法線が前記カソード構造体の法線に対して垂直になるように配置されており、前記アノード構造体と前記カソード構造体との間で電界が形成される装置において、前記製造プロセスが、

前記第1の入口を通じて前記チャンバ内にクリーニング・ガスを注入するステップであって、前記クリーニング・ガスの注入によって前記電界の電界エネルギーの下でプラズマ領域がもたらされる、前記注入するステップと、

前記クリーニング・ガスを注入するステップと同時に、前記第2の入口を通じて前記チャンバ内に収集ガスを注入するステップであって、前記収集ガスがイオン化された水素を含む、前記注入するステップと

を含み、

前記クリーニング・ガスはイオン化されたときに、前記ウェファの上面をエッティングし

10

20

て前記チャンバ内に炭素含有材料を含む副産物混合物をもたらす性質を有し、

前記収集ガスは、前記副産物混合物が前記ウェファの前記上面に再度堆積することを防止する性質を有する、

前記製造プロセス。

【請求項 2】

前記収集ガスが、前記炭素含有材料と化学反応してガス生成物をもたらす性質を有する、請求項1に記載の製造プロセス。

【請求項 3】

前記ガス生成物を前記チャンバからポンプで排気するステップをさらに含む、請求項2に記載の製造プロセス。

10

【請求項 4】

前記アノード構造体を接地するステップと、

前記カソード構造体を無線周波数源に電気的に接続して、その結果、前記カソード構造体が前記アノード構造体よりも負に帯電するようになるステップと

をさらに含む、請求項 1 ~ 3のいずれか一項に記載の製造プロセス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、クリーニング・プロセスの副産物(by-products)に関し、より詳細には、クリーニング・プロセスの結果生じる副産物を収集するためのプロセスに関する。

20

【背景技術】

【0002】

トランジスタの作成のための典型的な製造プロセスにおいて、トランジスタの 2 つのソース / ドレイン領域への電気経路を提供するために 2 つのコンタクト領域を形成する前に、2 つのコンタクト・ホールの底部壁に存在する天然の (native) 酸化物層を除去するためにクリーニング・プロセスが行われる。このクリーニング・プロセスは、通常、ウェファの表面を汚染する副産物を生成する。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

30

従って、これらの副産物がウェファを汚染することを防止する、収集プロセスが必要とされる。

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明は、デバイス製造プロセスを提供する。最初に、(a) 第 1 の入口と第 2 の入口とを含むチャンバと、(b) チャンバ内のアノード構造体と、(c) チャンバ内のカソード構造体であって、カソード構造体がアノード構造体よりも負に帯電する、カソード構造体と、(d) カソード構造体上のウェファとを含む装置が準備される。次に、クリーニング・ガスが第 1 の入口を通じてチャンバ内に注入される。次に、収集ガスが第 2 の入口を通じてチャンバ内に注入される。クリーニング・ガスはイオン化されたときに、ウェファの上面をエッティングしてチャンバ内に副産物混合物(by-product mixture)をもたらす性質を有する。収集ガスは、副産物混合物がウェファの表面上に再度堆積することを防止する性質を有する。

40

【0005】

本発明は、製造装置も提供する。装置は、(a) チャンバと、(b) チャンバ内のアノード構造体と、(c) チャンバ内のカソード構造体とを含む。カソード構造体は、アノード構造体よりも負に帯電する。装置は、カソード構造体上のウェファと、(e) アノード構造体とカソード構造体との間に形成されるプラズマ領域と、(f) チャンバ内のクリーニング・ガスとをさらに含む。プラズマ領域は、クリーニング・ガスのイオン化によってもたらされるプラズマをプラズマ領域内に含む。プラズマ領域は、(g) チャンバ内であ

50

るがプラズマ領域内にはないところに、収集ガスを含む。

【0006】

本発明は、従来技術の副産物汚染問題を防止する収集プロセスを提供する。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本発明の実施形態による、半導体構造体の断面図を示す。

【図2】本発明の実施形態による、図1の半導体構造体の処理のために用いられるチャンバ構造体の概略図を示す。

【発明を実施するための形態】

【0008】

図1は、本発明の実施形態による、半導体構造体100の断面図を示す。より詳細には、1つの実施形態において、半導体構造体100は、半導体（例えば、シリコン、...）基板110と、第1のシリサイド領域120aと、第2のシリサイド領域120bと、誘電体層130と、第1のコンタクト・ホール140aと、第2のコンタクト・ホール140bとを含む。

【0009】

1つの実施形態において、誘電体層130は、二酸化シリコン(SiO<sub>2</sub>)、シリコン窒化物(Si<sub>x</sub>N<sub>y</sub>)、又は低K(low-K)炭素含有材料を含む。1つの実施形態において、第1のコンタクト・ホール140a及び第2のコンタクト・ホール140bは、第1のシリサイド領域120a及び第2のシリサイド領域120bが周囲環境に露出されるまで、RIE（反応性イオンエッティング）によって誘電体層130をエッティングすることによって形成される。

【0010】

各々、第1のシリサイド領域120a及び第2のシリサイド領域120bに向かって下降する電気経路を設けるように、第1のコンタクト・ホール140a及び第2のコンタクト・ホール140bの中に2つの電気コンタクト領域（図示せず）が形成されるものと仮定する。その結果、周囲環境は通常酸素を有するので、そのため、第1のシリサイド領域120a及び第2のシリサイド領域120bは周囲環境の酸素と化学反応して、第1のコンタクト・ホール140a及び第2のコンタクト・ホール140bの底部壁上に天然のシリコン酸化物層（図示せず）を形成することに留意されたい。その結果生じる天然のシリコン酸化物層は、その後で形成される電気コンタクト領域（図示せず）が各々、シリサイド領域120a及び120bと良好な電気的接触を形成することを妨げることに留意されたい。その結果として、1つの実施形態において、第1のコンタクト・ホール140a及び第2のコンタクト・ホール140b内に電気コンタクト領域が形成される前に天然のシリコン酸化物層を除去するために、クリーニング・プロセスが行われる。1つの実施形態において、クリーニング・プロセスは、チャンバ構造体200（図2）内で行われる。

【0011】

図2は、本発明の実施形態による、図1の半導体構造体100の処理のために用いられるチャンバ構造体200の概略図である。より詳細には、1つの実施形態において、チャンバ構造体200は、接地シールド210と、架台230と、収集ガス排気250と、収集ガス供給260aと、収集ガス入口260a'、クリーニング・ガス供給260bと、クリーニング・ガス入口260b'、チャンバ壁270と、無線周波数源280と、接地コネクタ290とを含む。

【0012】

1つの実施形態において、チャンバ構造体200内における半導体構造体100のクリーニング・プロセスは以下の通りである。例示として、クリーニング・プロセスは、図示されるように、半導体構造体100をチャンバ構造体200内の架台230上の位置決めすることから開始される。

【0013】

次に、1つの実施形態において、接地シールド210が電気的に接地され、架台230

10

20

30

40

50

が無線周波数源 280 に電気的に接続される。その結果として、架台 230 は負に帯電し、その結果として接地シールド 210 は架台 230 よりも電気的に正となる。従って、架台 230 はカソード 230 となり、他方、接地シールド 210 はアノード 210 となる。その結果、カソード 230 とアノード 210 との間に電界が形成される。

#### 【0014】

次に、1つの実施形態において、クリーニング・ガスが、クリーニング・ガス供給 260 b からクリーニング・ガス入口 260 b' を通じてチャンバ構造体 200 内に注入される。1つの実施形態において、クリーニング・ガス入口 260 b' は、ウェファ 110 に近接して配置される。1つの実施形態において、クリーニング・ガスは、アルゴン及び HF を含む。カソード 230 (架台 230) とアノード 210 (接地シールド 210) との間に形成される電界の電界エネルギーの下で、アルゴン分子はイオン化されてプラズマ領域 220 をもたらす。プラズマ領域 220 は、チャンバ 200 内で電界エネルギーがアルゴンのイオン化閾値よりも強い場所を含むことに留意されたい。

#### 【0015】

アルゴンのイオン化ポテンシャルは約 15.8 eV であることに留意されたい。また、プラズマ領域 220 内のエネルギーは、この 15.8 eV の値よりも高くなることができる。これは、以下の 2 つの理由による。第 1 に、電子エネルギーは、マクスウェル - ボルツマン分布に従い、その結果、プラズマ領域 220 内の一部の点は必然的に 15.8 eV よりも高いエネルギーを有することになる。第 2 に、熱励起により、エネルギーが 15.8 eV よりも高められる。

#### 【0016】

アルゴン分子のイオン化は、プラズマ領域 220 に対して電子及びアルゴンイオンを供給する。電界エネルギーの下で、電子は接地シールド 210 (アノード 210) の方に向かって移動する。電界エネルギーの下ではまた、アルゴンイオンは架台 230 (カソード 230) の方に向かって移動し、半導体構造体 100 の天然のシリコン酸化物層に衝突する。

#### 【0017】

アルゴンイオンが天然シリコン酸化物層に衝突し、HF がそれと化学反応して、その結果、天然シリコン酸化物層が除去される間、アルゴンイオンは半導体構造体 100 の誘電体層 130 にも衝突し、HF もまたそれと化学反応して、クリーニング・プロセスの副産物粒子がもたらされることに留意されたい。

#### 【0018】

クリーニング・プロセスの副産物粒子は、チャンバ構造体 200 の内部空間に分散されることに留意されたい。副産物粒子の一部はチャンバ壁 270 に付着する一方で、副産物粒子の他の一部は半導体構造体 100 の上に再度堆積する。副産物粒子が半導体構造体 100 に再度堆積することは、第 1 のコンタクト・ホール 140 a 及び第 2 のコンタクト・ホール 140 b (図 1 参照) 内における電気コンタクト領域の形成のためには好ましいことではない。その結果として、1つの実施形態において、副産物が半導体構造体 100 に、又はチャンバ構造体 200 内でその後に処理される次の半導体構造体 (図示せず) に再度堆積することを防止するように、副産物収集プロセスがクリーニング・プロセスと同時に行われる。

#### 【0019】

第 1 の実施形態において、誘電体層 130 は二酸化シリコン (SiO<sub>2</sub>) を含むものと仮定する。その結果、クリーニング・プロセスの副産物は、二酸化シリコンを含む。二酸化シリコンはチャンバ壁 270 に上手く付着することに留意されたい。その結果として、副産物収集プロセスは、この場合には省略することができる。

#### 【0020】

第 2 の実施形態において、代替的に、誘電体層 130 はシリコン窒化物 (Si<sub>x</sub>N<sub>y</sub>) を含むものと仮定する。その結果、N<sub>2</sub>、Si、及びシリコン窒化物 (Si<sub>x</sub>N<sub>y</sub>) を含む第 1 の副産物混合物がクリーニング・プロセスによって生成される。この場合、1つの

10

20

30

40

50

実施形態において、副産物収集プロセスの間、第1の収集ガスが、収集ガス供給260aから収集ガス入口260a'を通じてチャンバ構造体200内に注入される。1つの実施形態において、収集ガス入口260a'はチャンバ壁270に近接して配置される。

#### 【0021】

例示として、第1の収集ガスは、N<sub>2</sub>及びNF<sub>3</sub>を含む。その結果として、第1の収集ガスは第1の副産物混合物からのSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>の形成を増強する触媒として作用する。Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>はチャンバ壁270に適切に付着することに留意されたい。結果として、これは、クリーニング・プロセスの第1の副産物混合物が半導体構造体100に、又はチャンバ構造体200内でその後に処理される次の半導体構造体に再度堆積することを本質的に防止する。

10

#### 【0022】

第3の実施形態において、代替的に、誘電体層130は、低K炭素含有材料、又はより一般的には炭素含有誘電体材料（例えばポリイミド）を含む。その結果、炭素（C）及び炭素含有材料を含む第2の副産物混合物がクリーニング・プロセスによって生成される。1つの実施形態において、副産物収集プロセスの間、第2の収集ガスが、収集ガス供給260aから収集ガス入口260a'を通じてチャンバ構造体200内に注入される。

#### 【0023】

1つの実施形態において、第2の収集ガスは、イオン化された水素を含む。その結果として、イオン化された水素は、炭素（C）及び炭素含有材料と化学反応して、炭化水素ガスを形成する。得られる炭化水素ガスのうちの1つは、メタン（CH<sub>4</sub>）であり得る。

20

#### 【0024】

1つの実施形態において、副産物収集プロセスによって形成され、もたらされた炭化水素ガスは、収集ガス排気250を通じてチャンバ200からポンプで排気される。結果として、これは、クリーニング・プロセスの第2の副産物混合物が半導体構造体100に、又はチャンバ構造体200内でその後に処理される次の半導体構造体に再度堆積することを本質的に防止する。

#### 【0025】

第2の収集ガスのイオン化された水素は正に帯電していることに留意のこと。プラズマ領域220は、正に帯電したアルゴンイオンを含むことにも留意のこと。その結果として、イオン化された水素はプラズマ領域220から遠ざかる傾向がある。

30

#### 【0026】

1つの実施形態において、第1及び第2の収集ガスは、収集ガス入口260a'を通じてチャンバ構造体200内に注入される前にイオン化される。1つの実施形態において、第1及び第2の収集ガスは、チャンバ構造体200内ではあるがプラズマ領域220の外側に注入される。

#### 【0027】

1つの実施形態において、半導体構造体100はトランジスタとすることができる、クリーニング・プロセス及び副産物収集プロセスは、第1のコンタクト・ホール140a及び第2のコンタクト・ホール140bを2つの電気コンタクト領域で充填する前に行うことができる。

40

#### 【0028】

要約すれば、天然のシリコン酸化物層を除去するためのクリーニング・プロセスは、半導体構造体100に、又はチャンバ構造体200内でその後に処理される次の半導体構造体に再度堆積し得る不要な副産物粒子を生成することがある。

#### 【0029】

誘電体層130がシリコン窒化物（Si<sub>x</sub>N<sub>y</sub>）を含む場合、クリーニング・プロセスは、N<sub>2</sub>、Si、及びシリコン窒化物（Si<sub>x</sub>N<sub>y</sub>）の第1の副産物混合物を生成する。その結果として、N<sub>2</sub>及びNF<sub>3</sub>を含む第1の収集ガスは、チャンバ壁270に適切に付着するSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>の形成を増強する触媒として作用する。

#### 【0030】

50

誘電体層 130 が低 K 炭素含有材料を含む場合、クリーニング・プロセスは、炭素 (C) 及び炭素含有材料の第 2 の副産物混合物を生成する。その結果として、イオン化された水素ガスを含む第 2 の収集ガスは第 2 の副産物混合物と化学反応して、チャンバ構造体 200 から同時にポンプで排気することができる炭化水素ガスを形成する。

#### 【0031】

要するに、副産物収集プロセスは、クリーニング・プロセスの副産物粒子が半導体構造体 100 に、又はチャンバ構造体 200 内でその後に処理される次の半導体構造体に再度堆積することを本質的に防止する。

#### 【0032】

上記の実施形態において、クリーニング・ガス及び収集ガスは、各々、クリーニング・ガス供給 260b 及び収集ガス供給 260a を通じて、チャンバ 200 内に同時に導入される。あるいは、クリーニング・ガス及び収集ガスは、単一のガス入口 (図示せず) を通じて交互にチャンバ構造体 200 内に導入されることができる。すなわち、第 1 の量のクリーニング・ガスが単一のガス入口を通じてチャンバ構造体 200 内に最初に導入される。次に、第 2 の量の収集ガスが単一のガス入口を通じてチャンバ構造体 200 内に導入される。次に、第 3 の量のクリーニング・ガスが単一のガス入口を通じてチャンバ構造体 200 内に導入され、以下同様である。上記の実施形態において、図 1 を参照すると、領域 120a 及び 120b はシリサイド材料 (例えば、ニッケルシリサイド) を含む。あるいは、領域 120a 及び 120b は、銅、アルミニウム、又はタンゲステン等を含むことができる。

10

#### 【0033】

本発明の特定の実施形態を例示の目的でここで説明してきたが、多くの改変及び変更が当業者には明らかであろう。従って、添付の特許請求の範囲は、本発明の真の精神及び範囲内のそのような全ての改変及び変更を包含することが意図される。

#### 【符号の説明】

#### 【0034】

100 : 半導体構造体

120 : シリサイド領域

130 : 誘電体層

140 : コンタクト・ホール

30

200 : チャンバ構造体

210 : 接地シールド

230 : 架台

250 : 収集ガス排気

260a : 収集ガス供給

260a' : 収集ガス入口

260b : クリーニング・ガス供給

260b' : クリーニング・ガス入口

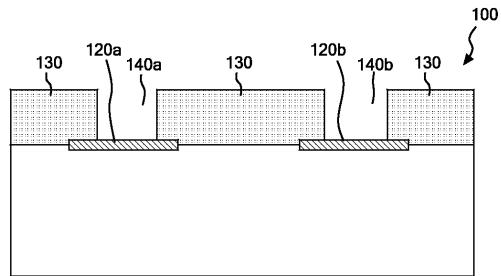
270 : チャンバ壁

280 : 無線周波数源

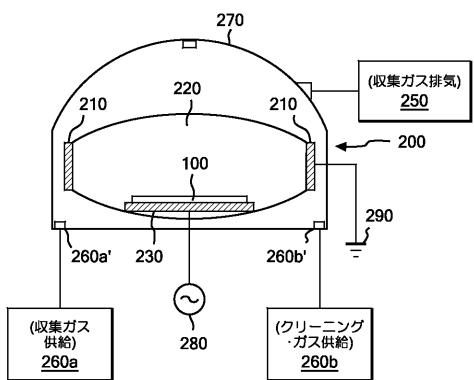
40

290 : 接地コネクタ

【図1】



【図2】



---

フロントページの続き

(72)発明者 クランダル、クーニー、エドワード  
アメリカ合衆国 05465 バーモント州 ジェリコ サウス・メイン・ストリート 16

(72)発明者 マーフィー、ウィリアム、ジョセフ  
アメリカ合衆国 05473 バーモント州 ノース・フェリスバーグ ピアース・レーン 19  
0

(72)発明者 スタンパー、アンソニー、ケンドール  
アメリカ合衆国 05495 バーモント州 ウィルストン エバーグリーン・ドライブ 46

(72)発明者 ストリップ、デービッド、クレイグ  
アメリカ合衆国 05494 バーモント州 ウエストフォード フォレスト・レーン 24

合議体

審判長 新海 岳  
審判官 加藤 友也  
審判官 松岡 美和

(56)参考文献 特開平4-259218(JP,A)  
特開平5-226293(JP,A)  
特開平6-275222(JP,A)  
特開2004-214560(JP,A)  
特開2003-59962(JP,A)  
特開平9-83111(JP,A)  
特開平10-289910(JP,A)  
特開平4-107921(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L21/3065  
H01L21/28  
H01L21/768