

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4858461号  
(P4858461)

(45) 発行日 平成24年1月18日(2012.1.18)

(24) 登録日 平成23年11月11日(2011.11.11)

(51) Int.Cl.		F I		
HO 1 L 21/28	(2006.01)	HO 1 L 21/28	3 O 1 S	
C 2 3 C 16/42	(2006.01)	C 2 3 C 16/42		
HO 1 L 21/285	(2006.01)	HO 1 L 21/285	C	
HO 1 L 23/52	(2006.01)	HO 1 L 21/88	Q	
HO 1 L 21/3205	(2006.01)			

請求項の数 6 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2008-39913 (P2008-39913)	(73) 特許権者	302062931 ルネサスエレクトロニクス株式会社 神奈川県川崎市中原区下沼部1753番地
(22) 出願日	平成20年2月21日(2008.2.21)	(74) 代理人	100082175 弁理士 高田 守
(62) 分割の表示	特願平10-5520の分割	(74) 代理人	100106150 弁理士 高橋 英樹
原出願日	平成10年1月14日(1998.1.14)	(74) 代理人	100117695 弁理士 大塚 環
(65) 公開番号	特開2008-187190 (P2008-187190A)	(74) 代理人	100148057 弁理士 久野 淑己
(43) 公開日	平成20年8月14日(2008.8.14)	(72) 発明者	伴 功二 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
審査請求日	平成20年2月21日(2008.2.21)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 タングステンシリサイド膜の形成方法及び半導体装置の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

不活性ガス雰囲気中にシリコンウェーハを配置し昇温する昇温工程と、  
ジクロロシラン(DCS)を導入して上記シリコンウェーハの表面反応を起こす第1のDCS  
処理工程と、

ジクロロシランに加えて六ふっ化タングステンを導入して上記シリコンウェーハの表面  
にタングステンシリサイドを堆積させる第1の堆積工程と、

六ふっ化タングステンを止めてジクロロシランを導入する第2のDCS処理工程と、  
ジクロロシランに加えて六ふっ化タングステンを導入してタングステンシリサイドの堆  
積を行う第2の堆積工程と、

六ふっ化タングステンを止めてジクロロシランを導入する第3のDCS処理工程と、  
ジクロロシランを止めて不活性ガスを導入する処理工程とを順次実施し、  
上記第1の堆積工程から上記第3のDCS処理工程に至るまでジクロロシランを導入し続  
け、上記第1の堆積工程と上記第2の堆積工程でのジクロロシラン及び六ふっ化タングス  
テンの導入量が異なり、

上記第1のDCS処理工程に先立って、上記シリコンウェーハの表面をジクロロシランが  
分解し易い表面状態に加工する表面処理工程を実施し、

上記表面処理工程が、上記シリコンウェーハの表面を希弗酸水溶液(DHF)で処理する  
工程と、上記シリコンウェーハの表面にF成分を残して乾燥させる工程とを含むことを特  
徴とするタングステンシリサイド膜の形成方法。

## 【請求項 2】

上記表面状態がF(フッ素)によるSiのターミネイトであることを特徴とする請求項 1 に記載のタングステンシリサイド膜の形成方法。

## 【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の形成方法により、タングステンシリサイド膜を形成する工程を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

## 【請求項 4】

不活性ガス雰囲気中にシリコンウェーハを配置し昇温する昇温工程と、ジクロロシラン(DCS)を導入して上記シリコンウェーハの表面反応を起こす第 1 のDCS 処理工程と、

ジクロロシランに加えて六ふっ化タングステンを導入して上記シリコンウェーハの表面にタングステンシリサイドを堆積させる第 1 の堆積工程と、

六ふっ化タングステンを止めてジクロロシランを導入する第 2 のDCS処理工程と、ジクロロシランに加えて六ふっ化タングステンを導入してタングステンシリサイドの堆積を行う第 2 の堆積工程とを順次実施し、

上記第 1 の堆積工程から上記第 2 の堆積工程に至るまでジクロロシランを導入し続け、上記第 1 の堆積工程と上記第 2 の堆積工程でのジクロロシラン及び六ふっ化タングステンの導入量が異なり、

上記第 1 のDCS処理工程に先立って、上記シリコンウェーハの表面をジクロロシランが分解し易い表面状態に加工する表面処理工程を実施し、

上記表面処理工程が、上記シリコンウェーハの表面を希弗酸水溶液(DHF)で処理する工程と、上記シリコンウェーハの表面にF成分を残して乾燥させる工程とを含むことを特徴とするタングステンシリサイド膜の形成方法。

## 【請求項 5】

上記表面状態がF(フッ素)によるSiのターミネイトであることを特徴とする請求項 4 に記載のタングステンシリサイド膜の形成方法。

## 【請求項 6】

請求項 4 又は 5 に記載の形成方法により、タングステンシリサイド膜を形成する工程を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、半導体デバイスの製造において、多結晶(Poly)シリコンもしくは単結晶シリコンの上にタングステンシリサイド( $WSi_x$ )を形成する形成方法、及びこれを適用した半導体装置の製造方法に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

シリコンウェーハ上の多結晶シリコン(Poly Si。以下、適宜、Poly Si又はポリシリコンと記す)や単結晶シリコン(Si)の上にタングステンシリサイド( $WSi_x$ )を成膜(堆積)する構造が半導体デバイスに適用されるようになってきている。タングステンシリサイド( $WSi_x$ )は低い電気抵抗が実現できる可能性を持つ一方で、成膜プロセスがポリシリコン(Poly Si)もしくはSiの表面・界面の影響を大きく受けるため、膜剥がれ等のプロセス不良が起きやすく、特性の優れた膜を安定して堆積することが困難で、量産適用の上で問題となっていた。なお、本明細書では、シリコンウェーハという用語で、多結晶シリコン及び単結晶シリコンを含めて表現する。

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0003】

本発明は上記のような問題点を解決するためになされたもので、性能の優れたタングステンシリサイド膜を安定して得ることを目的としたものである。

10

20

30

40

50

## 【課題を解決するための手段】

## 【0004】

本発明に係るタングステンシリサイド膜の形成方法は、不活性ガス雰囲気中にシリコンウェーハを配置し昇温する昇温工程と、

ジクロロシラン（DCS）を導入して上記シリコンウェーハの表面反応を起こす第1のDCS処理工程と、

ジクロロシランに加えて六ふっ化タングステンを導入して上記シリコンウェーハの表面にタングステンシリサイドを堆積させる第1の堆積工程と、

六ふっ化タングステンを止めてジクロロシランを導入する第2のDCS処理工程と、

ジクロロシランに加えて六ふっ化タングステンを導入してタングステンシリサイドの堆積を行う第2の堆積工程と、

六ふっ化タングステンを止めてジクロロシランを導入する第3のDCS処理工程と、

ジクロロシランを止めて不活性ガスを導入する処理工程とを順次実施し、

上記第1の堆積工程から上記第3のDCS処理工程に至るまでジクロロシランを導入し続け、上記第1の堆積工程と上記第2の堆積工程でのジクロロシラン及び六ふっ化タングステンの導入量が異なり、

上記第1のDCS処理工程に先立って、上記シリコンウェーハの表面をジクロロシランが分解し易い表面状態に加工する表面処理工程を実施し、

上記表面処理工程が、上記シリコンウェーハの表面を希弗酸水溶液（DHF）で処理する工程と、上記シリコンウェーハの表面にF成分を残して乾燥させる工程とを含むことを特徴とする。

## 【0005】

本発明に係るタングステンシリサイド膜の形成方法は、不活性ガス雰囲気中にシリコンウェーハを配置し昇温する昇温工程と、

ジクロロシラン（DCS）を導入して上記シリコンウェーハの表面反応を起こす第1のDCS処理工程と、

ジクロロシランに加えて六ふっ化タングステンを導入して上記シリコンウェーハの表面にタングステンシリサイドを堆積させる第1の堆積工程と、

六ふっ化タングステンを止めてジクロロシランを導入する第2のDCS処理工程と、

ジクロロシランに加えて六ふっ化タングステンを導入してタングステンシリサイドの堆積を行う第2の堆積工程とを順次実施し、

上記第1の堆積工程から上記第2の堆積工程に至るまでジクロロシランを導入し続け、上記第1の堆積工程と上記第2の堆積工程でのジクロロシラン及び六ふっ化タングステンの導入量が異なり、

上記第1のDCS処理工程に先立って、上記シリコンウェーハの表面をジクロロシランが分解し易い表面状態に加工する表面処理工程を実施し、

上記表面処理工程が、上記シリコンウェーハの表面を希弗酸水溶液（DHF）で処理する工程と、上記シリコンウェーハの表面にF成分を残して乾燥させる工程とを含むことを特徴とする。

## 【発明の効果】

## 【0006】

本発明によれば、発明によれば、タングステンシリサイド膜の成膜の安定性を向上させることができる。

また、シリコンウェーハに対して密着性のすぐれたタングステンシリサイド膜を形成することができる。

また、シリコンウェーハの全面に対して均一なタングステンシリサイド膜を形成できる。

さらに、膜剥がれが生じないタングステンシリサイド膜を得ることができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0007】

10

20

30

40

50

以下、図面を参照して、この発明の実施の形態について説明する。なお、図中、同一の符号は、同一又は相当の工程を示す。

実施の形態1.

図1は、この発明の実施の形態1によるタングステンシリサイド膜の形成方法を説明するためのプロセスフロー図である。

この実施の形態1は、タングステンシリサイド( $WSi_x$ )膜をポリシリコン(Poly Si)もしくはSi単結晶上に堆積するプロセスにおいて、ガスの種類及び流量を規定するものである。

【0008】

図1を参照して、タングステンシリサイド膜の形成プロセスについて説明する。

10

まず、Siウェーハを処理チャンバ内に導入する(図示せず)。133Pa(1Torr)より低い圧力下のAr雰囲気中で、550以上を保持する(図1の工程1、昇温工程)。

次に、 $199.5 \pm 66.5Pa$  ( $1.5 \pm 0.5Torr$ )の圧力になるようジクロロシラン(DCS: dichlorosilane:  $SiH_2Cl_2$ ) (以下、適宜、DCSと記す)を導入し、Siウェーハ表面の調製を行う(図1の工程2。第1のDCS処理工程、以下適宜、DCS処理1と記す)。このプロセスは、処理チャンバの容積にも依るが、本実施の形態では、300sccm以上の流量を確保した。なお、この昇温とDCS処理1とによりシリコンウェーハの表面の還元作用がある。

【0009】

この後、このDCSの流量を確保しながら圧力を変えずに $WF_6$ (六ふっ化タングステン)をDCSの流量の300分の1以下程度混合する(図1の工程3。第1の堆積工程、以下適宜、DCS/ $WF_6$ 導入・堆積1と記す)。

20

引き続き、DCSの流量を約1/3の100sccm程度に減じ同時に $WF_6$ の混合を中止する。この時、圧力を1torr以下に減じる(図1の工程4。第2のDCS処理工程、以下適宜、DCS処理2と記す)。この後のプロセスステップは、この低い圧力を保持したまま行なう。

【0010】

この2回目のDCSのみを導入する工程の直後に、DCSの導入を保ったまま、再び $WF_6$ の導入を開始する。2回目の $WF_6$ 導入は、1度目の導入の3倍以上の流量を確保するのが望ましい(図1の工程5。第2の堆積工程、以下適宜、DCS/ $WF_6$ 導入・堆積2と記す)。この工程で、実質的にタングステンシリサイド( $WSi_x$ )を化学的に堆積することができる(CVD: Chemical Vapor Deposition)。

30

【0011】

この実質的な堆積工程に引き続き、 $WF_6$ の混合を中止し、DCSの流量を2.5倍に増加させながら、堆積後の表面の処理を行う(図1の工程6。第3のDCS処理工程、以下適宜、DCS処理3と記す)。

最後にDCSの導入も停止し、Arの導入のみでパージを行なう(図1の工程7)。

【0012】

図2は、この実施の形態によるタングステンシリサイド膜の形成方法を実際に適用したデバイスの構造を示す図である。図2を参照して説明する。

Siウェーハ21上にポリシリコン(Poly Si)22を形成し、この上にDCS処理1による簡単な表面処理を行った。本処理により極微量のSiが分子レベルで界面に残るがこれは図2に示せるほどの厚みを持つものではない。次にDCS/ $WF_6$ 導入・堆積工程1を行い、タングステンシリサイド( $WSi_x$ )23を100形成した。

40

【0013】

更に、この後DCS処理2を行い、引き続きDCS/ $WF_6$ 導入・堆積2を行い、前者と異なる組成のタングステンシリサイド( $WSi_x$ )24を600形成した。この後DCS処理3を行った後、パージした。このような構造とすることで、安定な特性を得たが、最も良い特性を得たのは、成膜完了後の構造が下部からポリシリコン(Poly Si)/ $WSi_{2.4}$ / $WSi_{2.5}$ の順となっているときであった。

【0014】

以上のように、この実施の形態では、シリコンウェーハとの界面に高タングステン成分

50

層を堆積し、この高タングステン成分層の上に低タングステン成分層を堆積して、タングステンシリサイド膜を形成する。

また、タングステンシリサイド膜のタングステン原子とシリコン原子との比が、高タングステン層では2.4以下、低タングステン層では2.5以上となるように形成するのがよい。また、高タングステン層では2.2以上となるように形成するのがよい。

なお、これから後に説明する各実施の形態によっても、図2に示す構造と同様のタングステンシリサイド膜が得られるが、膜の構造については、これで代表させる。

#### 【0015】

この実施の形態の膜形成プロセスの特徴をいくつか挙げると、次のとおりである。

まず、DCS処理1と、DCS/WF<sub>6</sub>導入・堆積1とは、昇温工程、DCS処理2及びDCS/WF<sub>6</sub>導入・堆積2における雰囲気気圧力の1.5～3.0倍の雰囲気気圧力で実施する。

また、DCS/WF<sub>6</sub>導入・堆積1におけるWF<sub>6</sub>とDCSの混合比を1:300～1:500の範囲とし、DCS/WF<sub>6</sub>導入・堆積2におけるWF<sub>6</sub>とDCSの混合比を1:30～1:50の範囲とする。

また、DCS処理2とDCS/WF<sub>6</sub>導入・堆積2におけるDCSの導入量を実質的に等しくする。

また、DCS/WF<sub>6</sub>導入・堆積1とDCS/WF<sub>6</sub>導入・堆積2とにおけるDCSの流量比を1:1～5:1の範囲とする。また、さらに好ましくは、3:1～5:1の範囲とする。

なお、本願において、いちいちことわらないが、液体の混合比は重量比、気体の混合比は流量比または容積比であらわす。

#### 【0016】

以上説明したこの実施の形態によれば、タングステンシリサイド膜の成膜の安定性を向上させることができる。また、シリコンウェーハに対して密着性のすぐれたタングステンシリサイド膜を形成することができる。また、シリコンウェーハの全面に対して均一なタングステンシリサイド膜を形成できる。さらに、膜剥がれが生じないタングステンシリサイド膜を得ることができる。

#### 【0017】

実施の形態2.

図3は、この発明の実施の形態2によるタングステンシリサイド膜の形成方法を説明するためのプロセスフロー図である。

本実施の形態はタングステンシリサイド(WSi<sub>x</sub>)膜をポリシリコン(Poly Si)上に形成する際に、予めポリシリコン(Poly Si)表面をDCSが分解しやすいように調整しておくプロセスに関するものである。

#### 【0018】

図3を参照して、タングステンシリサイド膜の形成プロセスについて説明する。

まず、ウェーハ上にポリシリコン(Poly Si)の形成を行う(図示せず)。

そのウェーハを300rpmで回転させながら、上部より0.05%の希弗酸(DHF: dilute Hydrofluoric acid)を滴下する(図3の工程31)。実験によれば、ポリシリコン(Poly Si)表面とDHFの実質的な接触時間が30秒に到達した時点で十分にポリシリコン(Poly Si)上の自然酸化膜が除去されていることが、接触角により判断された。

#### 【0019】

従来は、このDHFによる自然酸化膜除去の後、通常、水洗を行いHFをポリシリコン(Poly Si)上より取り除いた後、更に十分な水洗を追加もしくは継続し、表面上に存在するSiと結合したF成分をも置換して取り除くことが行われる。

しかし、本実施の形態では、水洗時間を短縮し、意図的にF成分を表面に残しておく(図3の工程32)。具体的には、従来、水洗時間は通常300秒で行っていたが、本実施の形態では例えば15秒とする。

この短縮水洗の後、回転数を3000rpmに高め、振り切り乾燥を行なう(図3の工程33)。

実験によれば、この後の、別の評価で、表面の17%程度のSiの手がFで終端されていることが判った。

10

20

30

40

50

## 【0020】

この表面を保持したまま、不活性ガス中にウェーハをロードし、昇温の後DCSを導入し、DCS処理1を行う。この時、ウェーハ表面にはFが残っていたので、安定してDCSは最表面で分解し極微量のSi系のサイトが残り、その直上に形成するタングステンシリサイド( $WSi_x$ )はポリシリコン(Poly Si)との密着性が向上した。また、この後、実施の形態1に示したプロセスステップを繰り返したが、成膜の再現性も良かった。

## 【0021】

図4は、この実施の形態の変形例によるプロセスフローを示す図である。この変形例では、DHFによる自然酸化膜除去(図4の工程41)の後、更に処理を加速した例として、水洗を行わず(図4の工程42)、DHFを回転しながら振り切って乾燥してしまう(図4の工程43)。この方法でも、水洗を短縮した場合と同様に望ましい結果が得られた。

10

本実施の形態におけるDHF処理は枚葉式に限定するものではない。

## 【0022】

以上のように、この実施の形態では、DCS処理1に先立って、シリコンウェーハの表面をDCSが分解し易い表面状態に加工するための表面処理工程を実施する。また、その表面状態が、FによるSiのターミネイトであるようにする。これにより、成膜工程が安定し、密着性にすぐれたタングステンシリサイド膜を形成できる。

## 【0023】

実施の形態3

図5は、この発明の実施の形態3により、タングステンシリサイド膜の形成をするための半導体ウェーハ処理装置の概要を示す断面図、図6は、この実施の形態3によるタングステンシリサイド膜の形成方法を説明するためのプロセスフロー図である。

20

本実施の形態は、タングステンシリサイド( $WSi_x$ )膜をポリシリコン(Poly Si)上に形成する際に、予めポリシリコン(Poly Si)表面をDCSが分解しやすいように調整しておく装置及びプロセスに関するものである。

## 【0024】

図5及び図6を参照して、タングステンシリサイド膜の形成プロセスについて説明する。

まず、ウェーハ51上にポリシリコン(Poly Si)の形成を行う。そのウェーハ51を処理チャンバ52に導入する(図6の工程61)。チャンバ52は、実際は2つの部分からなり、例えばそれぞれ上部チャンバ53(第1のチャンバ)、下部チャンバ54(第2のチャンバ)とよぶ。上部チャンバ53と下部チャンバ54は可動ウォール55(隔壁手段)で仕切られている。

30

## 【0025】

そのウェーハ51をローダ56からチャンバ52に導入し、下部チャンバ54に導き(図6の工程62)、可動ウォール55で密封する。下部チャンバ54にはウェーハ51を固定した後回転するウェーハ固定台57(支持手段)が存在し、ウェーハ51はウェーハ固定台57に保持される(図6の工程63)。

## 【0026】

下部チャンバ54内には同時に薬液吐出管58(薬液導入手段)が設置されており、薬液吐出管58の吐出口59がウェーハ51の直上になるように移動する。ウェーハ固定台57が回転を開始し、回転数が300rpm一定となったところで、上部より0.05%のDHF(dilute Hydrofluoride:希弗酸)が滴下される(図6の工程64)。なお、図示しないが、導入する薬液又は処理ガスの種類・導入時間などを制御する制御手段が備えられている。

40

## 【0027】

この回転数は、ウェーハ上の親水面と疎水面の割合や、段差を含む平坦性、ウェーハ径によって決定されるもので、本実施の形態で適用したデバイスの場合は、薬液の回り込みやエッチングの均一性の観点から回転数300rpmが適当であった。

## 【0028】

ウェーハ51のポリシリコン(Poly Si)表面とDHFの実質的な接触時間が30秒に到達し

50

た時点で十分にポリシリコン (Poly Si) 上の自然酸化膜が除去されるので、薬液吐出管 5 8 からの薬液の吐出を停止し、ウェーハ固定台 5 7 の回転数を3000rpmに高め、振り切り乾燥を行う。

【 0 0 2 9 】

この表面を保持したまま、可動ウォール 5 5 を開け、ウェーハ 5 1 を上部チャンバ 5 3 にロードする。可動ウォール 5 5 を閉じ、速やかにArを導入する。

この後、実施の形態 1 に示すプロセスを行う。

なお、図 5 に示した処理装置は、他の実施の形態においても用いることができるものであり、以後に適宜、図 5 を参照する。

【 0 0 3 0 】

実施の形態 4 .

図 7 は、この発明の実施の形態 4 によるタングステンシリサイド膜の形成方法を説明するためのプロセスフロー図である。

本実施の形態はタングステンシリサイド( $WSi_x$ )膜をポリシリコン (Poly Si) 上に形成する際に、予めポリシリコン (Poly Si) 表面をDCSが分解しやすいようにAHF(Anhydrous Hydro Floride)で調整しておくプロセスに関するものである。

【 0 0 3 1 】

図 7 を参照して、タングステンシリサイド膜の形成プロセスについて説明する。処理装置については、図 5 を参照する。

まず、ウェーハ 5 1 上にポリシリコン (Poly Si) の形成を行う (図示せず)。そのウェーハ 5 1 を処理チャンバ 5 2 に導入する (図 7 の工程 7 1 )。

【 0 0 3 2 】

そのウェーハ 5 1 をローダ 5 6 からチャンバ 5 2 に導入し、密封する。

チャンバ内で、AHFガスにより、ウェーハ 5 1 のポリシリコン (Poly Si) 表面に存在する自然酸化膜を十分に除去する (図 7 の工程 7 2 )。自然酸化膜が十分に除去された時点で、この表面を保持したまま、実施の形態 1 に示すプロセスを行う。

【 0 0 3 3 】

実験によれば、このAHFガス処理直後のウェーハの表面は、20%以上がFに依り終端されていることが判った。この効果は、実施の形態 2 に示す場合よりも終端率が高いため、より高い効果が得られるものと推論される。実際に成膜を行った結果、密着性に関する信頼性は、意図通り高いものであった。

【 0 0 3 4 】

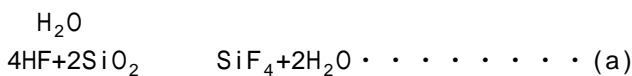
なお、以上ではAHFガスを用いる場合について説明したが、処理ガスとしては、さらに、次に説明するHFガスのほかに、 $NF_3$ ガス又は $ClF_3$ ガスを用いることができる。

【 0 0 3 5 】

実施の形態 5 .

図 8 は、この発明の実施の形態 5 によるタングステンシリサイド膜の形成方法を説明するためのプロセスフロー図である。

実施の形態 4 において、非常に高い密着安定性が得られたが、AHFを用いた場合、酸化膜のエッチングが始まるまでの遅延時間が発生することがあった。これは、AHFが $SiO_2$ をエッチングするときの反応(a)が、



であり、開始剤として $H_2O$ を要することによる。

【 0 0 3 6 】

この実施の形態 5 は、この遅延時間の問題を解決し、更に良いプロセスを得るために、改善したものである。

図 8 を参照して、タングステンシリサイド膜の形成プロセスについて説明する。

まず、ウェーハを適宜昇温する (図 8 の工程 8 1 )。次に、AHFをIPA中に通気し、ウェーハ表面に到着するまでに、予め電離させる (図 8 の工程 8 2 )。この電離されたHFガス

10

20

30

40

50

を導入することによってこの遅延時間を実質的になくし、より均一な自然酸化膜除去性を  
得ることができる。

これに続いて、実施の形態 1 の方法を適用し、ウェーハ全面に均一なタングステンシリ  
サイド( $WSi_x$ )を成膜することができた。

【0037】

実施の形態 6 .

図 9 は、この発明の実施の形態 6 によるタングステンシリサイド膜の形成方法を説明す  
るためのプロセスフロー図である。

実施の形態 4 及び実施の形態 5 によれば、現在のデバイス製造に対し充分安定したプロ  
セスを提供することが可能となったが、この実施の形態 6 は、さらに今後の製品である現  
在の開発中の製品に対して、マージンのあるプロセスを提供しようとするものである。

【0038】

図 9 を参照して、タングステンシリサイド膜の形成プロセスについて説明する。  
一般に、化学反応は温度に対して指数関数的に反応速度は向上する。本実施の形態では、  
ウェーハ 5 1 をチャンバ 5 2 にロードし、密封した後、成膜プロセスを開始するが、この  
時に例えば 1 2 0 に昇温しておく(図 9 の工程 9 1)。この昇温下で HF ガスを通じ、表  
面の自然酸化膜除去を行うと同時に、表面のボンドを F で終端させる(図 9 の工程 9 2)

【0039】

これに続いて実施の形態 1 で説明した成膜プロセスを行う。これによって、より密着性  
の高いタングステンシリサイド( $WSi_x$ )膜の形成をより短い処理時間で実現することができ  
る。

なお、上記の例では、昇温下で HF ガスを通じているが、これは減圧下及び/又は昇温下  
で HF ガスを通じるようにしてもよい。

【0040】

実施の形態 7 .

図 1 0 は、この発明の実施の形態 7 によるタングステンシリサイド膜の形成方法を説明  
するためのプロセスフロー図である。

一般的に半導体製造プロセスは、半導体中の金属などの不純物の拡散や応力発生を避ける  
ため、出来るだけ低温で行うことが好ましいとされている。上記の実施の形態は、自然  
酸化膜除去処理を出来るだけ低温で行うことを意図したものであった。

しかし、場合によっては、850 を越えない程度の熱処理は、それほど深刻な悪影響を  
与えないとされている。

この実施の形態は、昇温下で自然酸化膜除去を行ない、均質な清浄表面を得るものであ  
る。

【0041】

図 1 0 を参照して、タングステンシリサイド膜の形成プロセスについて説明する。

本実施の形態では、ウェーハ 5 1 をチャンバ 5 2 にロードし、密封した後、成膜プロセ  
スを開始するが、この時にまずウェーハ 5 1 を、例えば 8 3 0 に昇温する(図 1 0 の工  
程 1 0 1)。この昇温下で  $H_2$  ガスを通じ、1 分程度処理を行う(図 1 0 の工程 1 0 2)。  
これにより、表面の自然酸化膜除去を行うと同時に、表面のボンドを H で終端する。次に  
、そのまま続いて実施の形態 1 で説明した成膜プロセスを行う。これによって、より密着  
性の高いタングステンシリサイド( $WSi_x$ )膜の形成をより短い処理時間で実現するものであ  
る。

なお、上記の例では、昇温下で HF ガスを通じているが、これは減圧下及び/又は 8 3 0  
昇温下で HF ガスを通じるようにしてもよい。

【0042】

本実施の形態は、水素を高温で扱うため、安全面での注意が必要であるが、表面を完全  
に水素で終端してしまうため、均質な清浄表面が得られ、タングステンシリサイド( $WSi_x$ )  
の Si 表面への初期の堆積がムラなく行えるという効果が得られる。

## 【 0 0 4 3 】

なお、以上の説明では、830 に昇温してH<sub>2</sub>ガス処理を行っているが、これは300以上850 以下の範囲で処理すれば効果がある。

また、この実施の形態では、H<sub>2</sub>ガス処理に続いて、DCS処理 1 を行う例を示しているが、DCS処理 1 を省略してDCS/WF<sub>6</sub>導入・堆積 1 へと続けてもよい。

## 【 0 0 4 4 】

実施の形態 8 .

図 1 1 は、この発明の実施の形態 8 によるタングステンシリサイド膜の形成方法を説明するためのプロセスフロー図である。

本実施の形態はタングステンシリサイド(WSi<sub>x</sub>)膜をポリシリコン (Poly Si) 上に形成する際に、予めポリシリコン (Poly Si) 表面を意図的に化学酸化膜で均一に覆っておくプロセスに関するものである。

## 【 0 0 4 5 】

従来のタングステンシリサイド(WSi<sub>x</sub>)成膜の問題点は、WF<sub>6</sub>等を導入しタングステンシリサイド(WSi<sub>x</sub>)の堆積を開始した際に、一旦RCA洗浄などのウエット洗浄を行った後に成長する自然酸化膜が、面内に均一に成長しないことにあった。このため、Si表面にタングステンシリサイド(WSi<sub>x</sub>)が堆積を始めるところとなかなか堆積を始めないところが同一表面に存在したため、均一に膜が堆積せず、膜剥がれ等の原因となっていた。

この実施の形態は、これを防止し、膜が均一に堆積するようにしたものである。

## 【 0 0 4 6 】

図 1 1 を参照して、タングステンシリサイド膜の形成プロセスについて説明する。処理装置については、図 5 を参照する。

本実施の形態では、ポリシリコン (Poly Si) の形成を行ったウェーハ 5 1 に、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>を30%含み同時に0.005%のHFを含む薬液を塗布する (図 1 1 の工程 1 1 1)。これにより、ウェーハ表面の自然酸化膜除去を行い、更に強制的に化学酸化膜の形成を行い、表面に数原子層の化学酸化膜を均一に形成する。

## 【 0 0 4 7 】

具体的にプロセスを説明すると、ポリシリコン (Poly Si) を形成したウェーハ 5 1 をローダ 5 6 からチャンバ 5 2 に導入し、密封する。可動ウォール 5 5 を開け、ウェーハ 5 1 を下部チャンバ 5 4 に導き、ウェーハ固定台 5 7 に保持し可動ウォール 5 5 を封じる。

## 【 0 0 4 8 】

ウェーハ 5 1 を回転させながら、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>を30%含み同時に0.005%のHFを含む薬液を薬液吐出管 5 8 から塗布し、実質的に、望ましくは3分接触させ、全面に均一な化学酸化膜を形成させる。

次に、ウェーハ固定台 5 7 の回転数を3000rpmにあげ、振り切り乾燥を行う。

次に、可動ウォール 5 5 を開け、ウェーハ 5 1 を上部チャンバ 5 3 に挿入し、可動ウォール 5 5 にて密閉する。その後は実施の形態 1 で説明したプロセスにより成膜を行う。

## 【 0 0 4 9 】

本実施の形態で、タングステンシリサイド(WSi<sub>x</sub>)の堆積は初期の段階から良好に行われたが、発明者らは、これは本実施の形態の濃度条件ではウェーハ面が全体に均一な性質となったことと、その化学酸化膜に微量のF成分が残留しており、表面への最初のDCSによるSiのサイト形成が促進されたためと考えている。

## 【 0 0 5 0 】

また、従来は、前処理の後、気中その他から極微量の有機物が表面に吸着し、ポリシリコン (Poly Si) とタングステンシリサイド(WSi<sub>x</sub>)の界面に存在することとなるため、膜剥がれや成膜不良が生じていたが、本実施の形態の薬液処理により、同時にこの問題も解決されるため、より成膜安定性が向上したものである。

なお、実験例からすると、DCS/WF<sub>6</sub>導入・堆積 2 に先立って、シリコンウェーハの最表面を実質的に一分子層以上1.8nm以下のSiO<sub>2</sub>で覆うようにするとよい。

## 【 0 0 5 1 】

10

20

30

40

50

この実施の形態における薬液は、以上の例では、 $H_2O_2$ とHFの混合液を用いたが、この代わりに10ppmのオゾンを含むHF濃度0.005%の薬液を用いても、同じ効果が得られた。

【0052】

実施の形態9.

図12は、この発明の実施の形態9によるタングステンシリサイド膜の形成方法を説明するためのプロセスフロー図である。

本実施の形態は、タングステンシリサイド( $WSi_x$ )膜をポリシリコン(Poly Si)上に形成する際に、予めポリシリコン(Poly Si)表面に均一な化学酸化膜を形成してからそれを除去することにより、表面に露出するポリシリコン(Poly Si)を数原子層エッチした非常に清浄で均一なものとするプロセスに関するものである。

10

【0053】

従来のタングステンシリサイド( $WSi_x$ )成膜の問題点は、実施の形態8で記載したのと同様に、 $WF_6$ 等を導入しタングステンシリサイド( $WSi_x$ )の堆積を開始した際に、一旦RCA洗浄などのウェット洗浄を行った後に成長する自然酸化膜が、面内に均一に成長しないことになった。このため、Si表面にタングステンシリサイド( $WSi_x$ )が堆積を始めるところとなかなか堆積を始めないところが同一表面に存在したため、均一に膜が堆積せず、膜剥がれ等の原因となっていた。

この実施の形態は、これを防止し、膜が均一に堆積するようにしたものである。

【0054】

図12を参照して、タングステンシリサイド膜の形成プロセスについて説明する。処理装置については、図5を参照する。

20

本実施の形態では、ポリシリコン(Poly Si)の形成を行ったウェーハ51に、 $H_2O_2$ を3%含み同時に0.1%のHFを含む薬液を塗布する(図12の工程121)。これにより、ウェーハ表面に強制的に化学酸化膜の形成を行い、表面に数原子層の化学酸化膜を均一に形成しながら、よりエッチング速度の速いエッチャントを同時に存在させることでそれを除去し、最終的には、表面にFの残るポリシリコン(Poly Si)を露出させる。

【0055】

具体的にプロセスについて説明すると、ポリシリコン(Poly Si)を形成したウェーハ51をローダ56からチャンバ52に導入し、密封する。可動ウォール55を開け、ウェーハ51を下部チャンバ54に導き、ウェーハ固定台57に保持し可動ウォール55を封じる。

30

【0056】

ウェーハ51を回転させながら、 $H_2O_2$ を3%含み同時に0.1%のHFを含む薬液を薬液吐出管58から塗布し、望ましくは実質的に3分接触させ、全面に均一な化学酸化膜を形成させる。

【0057】

次に、ウェーハ固定台57の回転数を3000rpmにあげ、振り切り乾燥を行う。

次に、可動ウォール55を開け、ウェーハ51を上部チャンバ53に挿入し、可動ウォール55にて密閉する。その後は実施の形態1で説明したプロセスにより成膜を行う。

【0058】

本実施の形態で、タングステンシリサイド( $WSi_x$ )の堆積は初期の段階から良好に行われたが、発明者らは、これは本実施の形態の濃度条件ではウェーハ面が全体に一樣な性質となったことと、その表面に実施の形態8よりも多くの微量F成分が残留しており、表面への最初のDCSによるSiのサイト形成が促進されたためと考えている。

40

【0059】

また、従来は、前処理の後、気中その他から極微量の有機物が表面に吸着し、ポリシリコン(Poly Si)とタングステンシリサイド( $WSi_x$ )の界面に存在することとなるため、膜剥がれや成膜不良が生じていたが、本実施の形態の薬液処理により、同時にこの問題も解決されたため、より成膜安定性が向上したものと考えている。

本実施の形態の薬液は、以上のような3%の $H_2O_2$ の代わりに、1ppmのオゾンを含む薬液

50

を適用しても同等の効果が得られた。

また、過酸化水素水とオゾンとを溶解させた液に少量のHFを含ませた薬液によっても処理できる。

【0060】

実施の形態10.

図13は、この発明の実施の形態10によるタングステンシリサイド膜の形成方法を説明するためのプロセスフロー図である。

本実施の形態はタングステンシリサイド( $WSi_x$ )膜をポリシリコン(Poly Si)上に形成する際に、予めポリシリコン(Poly Si)表面に均一な化学酸化膜を形成してからそれを除去することにより、表面に露出するポリシリコン(Poly Si)を数原子層エッチした非常に清浄で均一なものとするプロセスに関するものである。

10

【0061】

従来のタングステンシリサイド( $WSi_x$ )成膜の問題点は、実施の形態8,9で記載したのと同様に、 $WF_6$ 等を導入しタングステンシリサイド( $WSi_x$ )の堆積を開始した際に、一旦RCA洗浄などのウェット洗浄を行った後に成長する自然酸化膜が、面内に均一に成長しないことにあった。このため、Si表面にタングステンシリサイド( $WSi_x$ )が堆積を始めるところとなかなか堆積を始めないところが同一表面に存在したため、均一に膜が堆積せず、膜剥がれ等の原因となっていた。

この実施の形態は、これを防止し、膜が均一に堆積するようにしたものである。

【0062】

20

図13を参照して、タングステンシリサイド膜の形成プロセスについて説明する。処理装置については、図5を参照する。

本実施の形態では、ポリシリコン(Poly Si)の形成を行ったウェーハ51に、 $H_2O_2$ のみを30%含む薬液を塗布する(図13の工程131)。これにより、ウェーハ表面に強制的に化学酸化膜の形成を行い、表面に数原子層の化学酸化膜を均一に形成させる。

【0063】

具体的にプロセスについて説明すると、ポリシリコン(Poly Si)を形成したウェーハ51をロード56からチャンバ52に導入し、密封する。可動ウォール55を開け、ウェーハ51を下部チャンバ54に導き、ウェーハ固定台57に保持し可動ウォール55を封じる。

30

【0064】

ウェーハ51を回転させながら、 $H_2O_2$ を30%含む薬液を薬液吐出管58から塗布し、実質的に3分接触させ、全面に均一な化学酸化膜を形成させる。

次に、ウェーハ固定台57の回転数を3000rpmにあげ、振り切り乾燥を行う。

次に、可動ウォール55を開け、ウェーハ51を上部チャンバ53に挿入し、可動ウォール55にて密閉する。その後は実施の形態1に示す成膜プロセスを行う。

【0065】

本実施の形態で、タングステンシリサイド( $WSi_x$ )の堆積は初期の段階から良好に行われたが、発明者らは、これは本実施の形態の濃度条件ではウェーハ面が全体に均一な性質となったことによると考えている。

40

また、従来は、前処理の後、気中その他から極微量の有機物が表面に吸着し、ポリシリコン(Poly Si)とタングステンシリサイド( $WSi_x$ )の界面に存在することとなるため、膜剥がれや成膜不良が生じていたが、本願発明者は、本実施の形態の薬液処理により、この問題も解決されたため、より成膜安定性が向上したものと考えている。

【0066】

本実施の形態の薬液として、30%の $H_2O_2$ の代わりに、10ppmのオゾンを含む薬液を適用しても同等の効果が得られた。

また、過酸化水素水とオゾンとを溶解させた処理液で処理することもできる。

【0067】

実施の形態11.

50

図14は、この発明の実施の形態11によるタングステンシリサイド膜の形成方法を説明するためのプロセスフロー図である。

実施の形態8~10では、より高い成膜安定性が得られ、手法としては優れている。しかしながら、半導体製造工場の装置設置場所によっては十分な湿式洗浄に対するファシリティや環境が準備されていないところがある。

本実施の形態は、上記実施の形態8~10で実現したプロセスをドライプロセスで実現するものである。

【0068】

図14を参照して、タングステンシリサイド膜の形成プロセスについて説明する。

ポリシリコン(Poly Si)を形成したウェーハ51をローダ56からチャンバ52に導入し、密封する。一旦不活性ガスに密閉雰囲気置換した後、450以下、例えば400に昇温する(図14の工程141)。次に、HFガスとオゾンガスの混合ガスを導入する(図14の工程142)。この時の昇温は高いほど反応が速く時間が短縮される傾向にあったが、高すぎると反応が急激に進み表面粗度が高くなるため、好ましくない。その後は、実施の形態1に示す、DCS導入とそれに続く成膜プロセスを行う。

本実施の形態で、タングステンシリサイド( $WSi_x$ )の堆積は初期の段階から良好に行われ、成膜安定性が向上した。

【0069】

本実施の形態によれば、ドライプロセスにより、動力や環境に係わる多額の追加コストを抑えながら、従来より安定したタングステンシリサイド( $WSi_x$ )の成膜を行うことができる。また、チャンバ間の移動が省けるので、全プロセス時間が短縮され、スループットが向上し生産性が改善される効果も得られる。

なお、以上では、オゾンガスとHFガスとの混合ガスを使う場合について説明したが、これは酸素ガスとHFガスとの混合ガス、あるいは $H_2O$ 蒸気とHFガスとの混合ガスを用いることもできる。また、オゾンガス、酸素ガスあるいは $H_2O$ 蒸気に、HFガスを0.001~0.5%含ませるようにするとよい。

【0070】

実施の形態12

図15は、この発明の実施の形態12によるタングステンシリサイド膜の形成方法を説明するためのプロセスフロー図である。

実施の形態11ではオゾンガスとHFガスを混合することによる酸化とエッチングの平衡反応により表面のクリーニングとFの終端を実現するものであったが、ポリシリコン(Poly Si)にPが含まれる場合など、エッチングが促進され増加する表面粗度のため、逆に密着性が劣る現象が認められた。

この実施の形態は、このような場合に、実施の形態8~10で実現したプロセスをドライプロセスで実現するとともに、成膜安定性が向上したプロセスを提供しようとするものである。

【0071】

図15を参照して、タングステンシリサイド膜の形成プロセスについて説明する。

ポリシリコン(Poly Si)を形成したウェーハ51をローダ56からチャンバ52に導入し、密封する。一旦不活性ガスに密閉雰囲気置換した後、450以下、例えば450に昇温する(図15の工程151)。次に、HFガスを供給せずにオゾンガスのみを導入する(図15の工程152)。その後は、実施の形態1に示す、DCS導入とそれに続く成膜プロセスを行う。

【0072】

以上のように、この実施の形態では、HFガスを供給せずにオゾンガスによる有機物の除去と極薄酸化膜の形成のみを、実施の形態1に示すDCS導入に先立って行う。これによりポリシリコン(Poly Si)にPが含まれる場合などにも、密着性が得られることが認められた。

【0073】

本実施の形態の導入ガスをオゾンから酸素に変えることによっても近い効果が得られた。効果はオゾンの方が高かったが、酸素は半導体ラインでは容易に得ることが出来るので、汎用性の意味からは酸素で行うことも生産に大きく寄与すると考えられる。

更に、水蒸気の導入を試み、微妙な流量制御が必要であったものの、類似の効果が得られたので、オゾンの代わりに水蒸気であっても良い。

【0074】

実施の形態13.

以上各実施の形態で説明したタングステンシリサイド膜の形成方法は、各種の半導体装置の製造工程において、活用できる。

半導体装置の例えばメモリ装置において、ゲート電極、ビット線、ワード線などの配線の形成のために、低抵抗導電膜として有効に用いることができる。

この発明は、上記に説明したいずれかのタングステンシリサイド膜の形成を、半導体装置の製造工程に含むものである。また、この発明は、上記に説明したいずれかの形成方法により形成したタングステンシリサイド膜を半導体装置の中を含むものである。

【図面の簡単な説明】

【0075】

【図1】この発明の実施の形態1によるタングステンシリサイド膜の形成方法を説明するためのプロセスフロー図である。

【図2】この発明の実施の形態1によるタングステンシリサイド膜を形成したデバイスの構造を示す図である。

【図3】この発明の実施の形態2によるタングステンシリサイド膜の形成方法を説明するためのプロセスフロー図である。

【図4】この発明の実施の形態2の変形例によるプロセスフローを示す図である。

【図5】この発明の実施の形態3により、タングステンシリサイド膜の形成をするための半導体ウェーハ処理装置の概要を示す断面図である。

【図6】この実施の形態3によるタングステンシリサイド膜の形成方法を説明するためのプロセスフロー図である

【図7】この発明の実施の形態4によるタングステンシリサイド膜の形成方法を説明するためのプロセスフロー図である。

【図8】この発明の実施の形態5によるタングステンシリサイド膜の形成方法を説明するためのプロセスフロー図である。

【図9】この発明の実施の形態6によるタングステンシリサイド膜の形成方法を説明するためのプロセスフロー図である。

【図10】この発明の実施の形態7によるタングステンシリサイド膜の形成方法を説明するためのプロセスフロー図である。

【図11】この発明の実施の形態8によるタングステンシリサイド膜の形成方法を説明するためのプロセスフロー図である。

【図12】この発明の実施の形態9によるタングステンシリサイド膜の形成方法を説明するためのプロセスフロー図である。

【図13】この発明の実施の形態10によるタングステンシリサイド膜の形成方法を説明するためのプロセスフロー図である。

【図14】この発明の実施の形態11によるタングステンシリサイド膜の形成方法を説明するためのプロセスフロー図である。

【図15】この発明の実施の形態12によるタングステンシリサイド膜の形成方法を説明するためのプロセスフロー図である。

【符号の説明】

【0076】

51 ウェーハ、 52 チャンバ、 53 上部チャンバ(第1のチャンバ)、 54 下部チャンバ(第2のチャンバ)、 55 可動ウォール(隔壁手段)、 56 ロータ、 57 ウェーハ固定台(支持手段)、 58 薬液吐出管(薬液導入手段)、

10

20

30

40

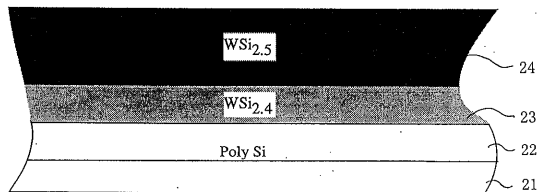
50

5 9 吐出口。

【 図 1 】

- 1 ~ ●昇温 (570℃, 0.75torr)
- ↓
- 2 ~ ●DCS処理1 (570℃, 1.5torr, DCS:390sccm)
- ↓
- 3 ~ ●DCS/WF<sub>6</sub>導入・堆積1 (570℃, 1.5torr, DCS:390sccm, WF<sub>6</sub>:1sccm)
- ↓
- 4 ~ ●DCS処理2 (570℃, 0.75torr, DCS:130sccm)
- ↓
- 5 ~ ●DCS/WF<sub>6</sub>導入・堆積2 (570℃, 0.75torr, DCS:130sccm, WF<sub>6</sub>:4.5sccm)
- ↓
- 6 ~ ●DCS処理3 (570℃, 0.75torr, DCS:325sccm)
- ↓
- 7 ~ ●パージ (570℃, 0.75torr)

【 図 2 】



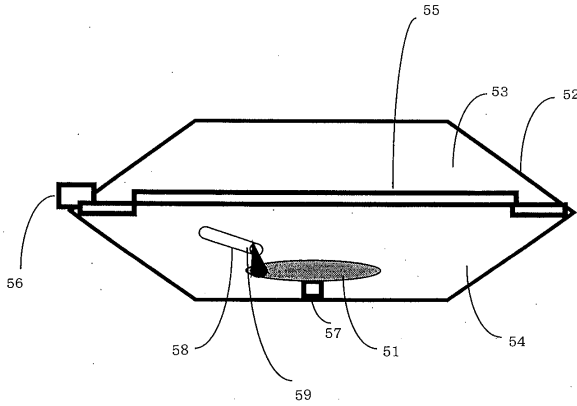
【 図 3 】

- 31 ~ ●DHF(0.05%HF、30秒、300rpm)
- ↓
- 32 ~ ●水洗 (15秒、300rpm)
- ↓
- 33 ~ ●振り切り乾燥 (15秒、3000rpm)
- ↓
- 1 ~ ●昇温 (570℃)
- ↓
- 2 ~ ●DCS処理1 (570℃)
- ↓
- 3 ~ ●DCS/WF<sub>6</sub>導入・堆積1 (570℃)
- ↓
- 4 ~ ●DCS処理2 (570℃)
- ↓
- 5 ~ ●DCS/WF<sub>6</sub>導入・堆積2 (570℃)
- ↓
- 6 ~ ●DCS処理3 (570℃)
- ↓
- 7 ~ ●パージ (570℃)

【 図 4 】

- 41 ~ ●DHF(0.05%HF、30秒、300rpm)
- ↓
- 42 ~ ●水洗なし
- ↓
- 43 ~ ●振り切り乾燥 (15秒、3000rpm)
- ↓
- 1 ~ ●昇温 (570℃)
- ↓
- 2 ~ ●DCS処理1 (570℃)
- ↓
- 3 ~ ●DCS/WF<sub>6</sub>導入・堆積1 (570℃)
- ↓
- 4 ~ ●DCS処理2 (570℃)
- ↓
- 5 ~ ●DCS/WF<sub>6</sub>導入・堆積2 (570℃)
- ↓
- 6 ~ ●DCS処理3 (570℃)
- ↓
- 7 ~ ●パージ (570℃)

【 図 5 】



【 図 6 】

- 61~ ●ウエーハのチャンバへの導入
- 62~ ●下部チャンバへの導入
- 63~ ●ウエーハ固定台装着
- 64~ ●DHF処理 (30℃、3分)
- 1~ ●昇温 (570℃)
- 2~ ●DCS処理1 (570℃)
- 3~ ●DCS/WF<sub>6</sub>導入・堆積1 (570℃)
- 4~ ●DCS処理2 (570℃)
- 5~ ●DCS/WF<sub>6</sub>導入・堆積2 (570℃)
- 6~ ●DCS処理3 (570℃)
- 7~ ●パージ (570℃)

【 図 8 】

- 81~ ●昇温 (40℃)
- 82~ ●アルコール電離HF処理 (40℃、3分)
- 2~ ●DCS処理1 (570℃)
- 3~ ●DCS/WF<sub>6</sub>導入・堆積1 (570℃)
- 4~ ●DCS処理2 (570℃)
- 5~ ●DCS/WF<sub>6</sub>導入・堆積2 (570℃)
- 6~ ●DCS処理3 (570℃)
- 7~ ●パージ (570℃)

【 図 9 】

- 91~ ●昇温 (120℃)
- 92~ ●HFガス処理 (120℃、1分)
- 2~ ●DCS処理1 (570℃)
- 3~ ●DCS/WF<sub>6</sub>導入・堆積1 (570℃)
- 4~ ●DCS処理2 (570℃)
- 5~ ●DCS/WF<sub>6</sub>導入・堆積2 (570℃)
- 6~ ●DCS処理3 (570℃)
- 7~ ●パージ (570℃)

【 図 7 】

- 71~ ●ウエーハのチャンバへの導入
- 72~ ●AHFガス処理 (30℃、3分)
- 1~ ●昇温 (570℃)
- 2~ ●DCS処理1 (570℃)
- 3~ ●DCS/WF<sub>6</sub>導入・堆積1 (570℃)
- 4~ ●DCS処理2 (570℃)
- 5~ ●DCS/WF<sub>6</sub>導入・堆積2 (570℃)
- 6~ ●DCS処理3 (570℃)
- 7~ ●パージ (570℃)

【 図 10 】

- 101~ ●昇温 (830℃)
- 102~ ●H<sub>2</sub>処理 (830℃、1分)
- 2~ ●DCS処理1 (570℃)
- 3~ ●DCS/WF<sub>6</sub>導入・堆積1 (570℃)
- 4~ ●DCS処理2 (570℃)
- 5~ ●DCS/WF<sub>6</sub>導入・堆積2 (570℃)
- 6~ ●DCS処理3 (570℃)
- 7~ ●パージ (570℃)

【 図 11 】

- 111~ ●H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/HF液処理 (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>:30%、HF:0.005%、3分)
- 1~ ●昇温 (570℃)
- 2~ ●DCS処理1 (570℃)
- 3~ ●DCS/WF<sub>6</sub>導入・堆積1 (570℃)
- 4~ ●DCS処理2 (570℃)
- 5~ ●DCS/WF<sub>6</sub>導入・堆積2 (570℃)
- 6~ ●DCS処理3 (570℃)
- 7~ ●パージ (570℃)

## 【 図 1 2 】

121～ ●H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/HF処理 (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>:3%、HF:0.1%、3分)  
 ↓  
 1～ ●昇温 (570℃)  
 ↓  
 2～ ●DCS処理1 (570℃)  
 ↓  
 3～ ●DCS/WF<sub>6</sub>導入・堆積1 (570℃)  
 ↓  
 4～ ●DCS処理2 (570℃)  
 ↓  
 5～ ●DCS/WF<sub>6</sub>導入・堆積2 (570℃)  
 ↓  
 6～ ●DCS処理3 (570℃)  
 ↓  
 7～ ●パージ (570℃)

## 【 図 1 3 】

131～ ●H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/液処理 (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>:30%、3分)  
 ↓  
 1～ ●昇温 (570℃)  
 ↓  
 2～ ●DCS処理1 (570℃)  
 ↓  
 3～ ●DCS/WF<sub>6</sub>導入・堆積1 (570℃)  
 ↓  
 4～ ●DCS処理2 (570℃)  
 ↓  
 5～ ●DCS/WF<sub>6</sub>導入・堆積2 (570℃)  
 ↓  
 6～ ●DCS処理3 (570℃)  
 ↓  
 7～ ●パージ (570℃)

## 【 図 1 4 】

141～ ●昇温 (400℃)  
 ↓  
 142～ ●オゾン/HFガス処理 (400℃)  
 ↓  
 2～ ●DCS処理1 (570℃)  
 ↓  
 3～ ●DCS/WF<sub>6</sub>導入・堆積1 (570℃)  
 ↓  
 4～ ●DCS処理2 (570℃)  
 ↓  
 5～ ●DCS/WF<sub>6</sub>導入・堆積2 (570℃)  
 ↓  
 6～ ●DCS処理3 (570℃)  
 ↓  
 7～ ●パージ (570℃)

## 【 図 1 5 】

151～ ●昇温 (450℃)  
 ↓  
 152～ ●オゾン処理 (450℃)  
 ↓  
 2～ ●DCS処理1 (570℃)  
 ↓  
 3～ ●DCS/WF<sub>6</sub>導入・堆積1 (570℃)  
 ↓  
 4～ ●DCS処理2 (570℃)  
 ↓  
 5～ ●DCS/WF<sub>6</sub>導入・堆積2 (570℃)  
 ↓  
 6～ ●DCS処理3 (570℃)  
 ↓  
 7～ ●パージ (570℃)

---

フロントページの続き

(72)発明者 寺本 章伸  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

審査官 須賀 亮介

(56)参考文献 特開平07-111253(JP,A)  
特開平09-167743(JP,A)  
特開平05-182925(JP,A)  
特開平02-066173(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/28 - 21/288  
H01L 21/3205  
H01L 21/3213  
H01L 21/44 - 21/445  
H01L 21/768  
H01L 23/52 - 23/522  
H01L 29/40 - 29/49  
H01L 29/872  
C23C 16/00 - 16/56