

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-138500

(P2012-138500A)

(43) 公開日 平成24年7月19日(2012.7.19)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/316 (2006.01)	HO 1 L 21/316 X	4M104
HO 1 L 21/768 (2006.01)	HO 1 L 21/90 P	5F033
HO 1 L 23/532 (2006.01)	HO 1 L 21/90 K	5F058
HO 1 L 29/78 (2006.01)	HO 1 L 29/78 3O1G	5F140
HO 1 L 21/336 (2006.01)	HO 1 L 21/316 M	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2010-290565 (P2010-290565)  
 (22) 出願日 平成22年12月27日 (2010.12.27)

(71) 出願人 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 佐藤 潤  
 東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i  
 zタワー 東京エレクトロン株式会社内  
 (72) 発明者 周 保華  
 東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i  
 zタワー 東京エレクトロン株式会社内  
 Fターム(参考) 4M104 AA01 BB01 BB18 CC05 DD43  
 DD44 DD45 EE09 EE14 FF17  
 GG09 HH20

最終頁に続く

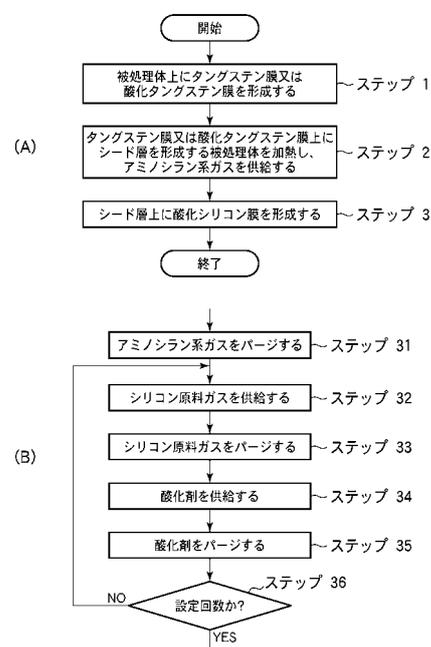
(54) 【発明の名称】 タングステン膜又は酸化タングステン膜上への酸化シリコン膜の成膜方法及び成膜装置

(57) 【要約】

【課題】 タングステン膜又は酸化タングステン膜上に酸化シリコン膜を形成しても、酸化シリコン膜のインキュベーション時間を短縮することが可能なタングステン膜又は酸化タングステン膜上への酸化シリコン膜の成膜方法を提供すること。

【解決手段】 被処理体上にタングステン膜又は酸化タングステン膜を形成する工程(ステップ1)と、タングステン膜又は酸化タングステン膜上にシード層を形成する工程(ステップ2)と、シード層上に酸化シリコン膜を形成する工程(ステップ3)と、を具備し、上記シード層をタングステン膜又は酸化タングステン膜上に、被処理体を加熱し、タングステン膜又は酸化タングステン膜の表面にアミノシラン系ガスを供給して形成する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

(1) 被処理体上にタングステン膜又は酸化タングステン膜を形成する工程と、  
 (2) 前記タングステン膜又は酸化タングステン膜上にシード層を形成する工程と、  
 (3) 前記シード層上に酸化シリコン膜を形成する工程と、を具備し、  
 前記(2)の工程が、前記被処理体を加熱し、前記タングステン膜又は酸化タングステン膜の表面にアミノシラン系ガスを供給して前記タングステン膜又は酸化タングステン膜上にシード層を形成する工程であることを特徴とするタングステン膜又は酸化タングステン膜上への酸化シリコン膜の成膜方法。

## 【請求項 2】

前記アミノシラン系ガスが、

B A S (ブチルアミノシラン)  
 B T B A S (ビスターシャリブチルアミノシラン)  
 D M A S (ジメチルアミノシラン)  
 B D M A S (ビスジメチルアミノシラン)  
 T D M A S (トリジメチルアミノシラン)  
 D E A S (ジエチルアミノシラン)  
 B D E A S (ビスジエチルアミノシラン)  
 D P A S (ジプロピルアミノシラン)、及び  
 D I P A S (ジイソプロピルアミノシラン)

の少なくとも一つを含むガスから選ばれることを特徴とする請求項 1 に記載のタングステン膜又は酸化タングステン膜上への酸化シリコン膜の成膜方法。

## 【請求項 3】

前記酸化シリコン膜が、シリコンを含むシリコン原料ガスと、シリコンを酸化させる酸化剤を含むガスとを交互に供給しながら成膜されることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のタングステン膜又は酸化タングステン膜上への酸化シリコン膜の成膜方法。

## 【請求項 4】

前記酸化シリコン膜が、シリコンを含むシリコン原料ガスと、シリコンを酸化させる酸化剤を含むガスとを同時に供給しながら成膜されることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のタングステン膜又は酸化タングステン膜上への酸化シリコン膜の成膜方法。

## 【請求項 5】

前記シリコン原料ガスが、アミノシラン系ガス、又はアミノ基を含まないシラン系ガス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膜又は酸化タングステン膜上への酸化シリコン膜の成膜方法。

## 【請求項 6】

前記アミノシラン系ガスが、

B A S (ブチルアミノシラン)  
 B T B A S (ビスターシャリブチルアミノシラン)  
 D M A S (ジメチルアミノシラン)  
 B D M A S (ビスジメチルアミノシラン)  
 T D M A S (トリジメチルアミノシラン)  
 D E A S (ジエチルアミノシラン)  
 B D E A S (ビスジエチルアミノシラン)  
 D P A S (ジプロピルアミノシラン)、及び  
 D I P A S (ジイソプロピルアミノシラン)

の少なくとも一つを含むガスから選ばれ、

前記アミノ基を含まないシラン系ガスが、

S i H<sub>2</sub>  
 S i H<sub>4</sub>  
 S i H<sub>6</sub>

10

20

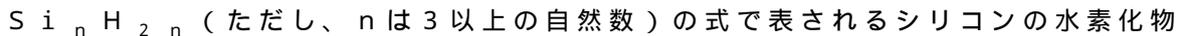
30

40

50



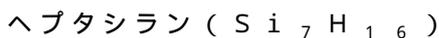
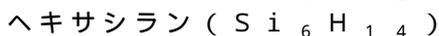
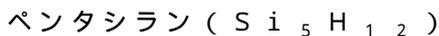
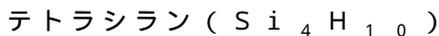
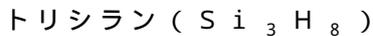
$\text{Si}_m\text{H}_{2m+2}$  (ただし、 $m$ は3以上の自然数)の式で表されるシリコンの水素化物、及び



の少なくとも一つを含むガスから選ばれることを特徴とする請求項5に記載のタングステン膜又は酸化タングステン膜上への酸化シリコン膜の成膜方法。

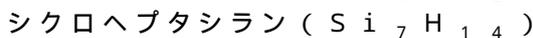
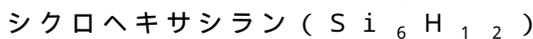
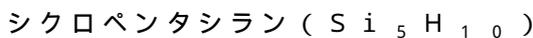
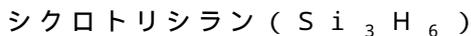
【請求項7】

前記  $\text{Si}_m\text{H}_{2m+2}$  (ただし、 $m$ は3以上の自然数)の式で表されるシリコンの水素化物が、



の少なくとも一つから選ばれ、

前記  $\text{Si}_n\text{H}_{2n}$  (ただし、 $n$ は3以上の自然数)の式で表されるシリコンの水素化物が、



の少なくともいずれか一つから選ばれることを特徴とする請求項6に記載のタングステン膜又は酸化タングステン膜上への酸化シリコン膜の成膜方法。

【請求項8】

前記被処理体が半導体ウエハであり、前記成膜方法が、半導体装置の製造プロセスに用いられることを特徴とする請求項1から請求項7いずれか一項に記載のタングステン膜又は酸化タングステン膜上への酸化シリコン膜の成膜方法。

【請求項9】

タングステン膜又は酸化タングステン膜上への酸化シリコン膜を成膜する成膜装置であって、

前記タングステン膜又は酸化タングステン膜が形成された被処理体を収容する処理室と

、前記処理室内に、アミノシラン系ガス及びシリコン原料ガスの少なくとも一方、並びに酸化剤を含むガスを供給するガス供給機構と、

前記処理室内を加熱する加熱装置と、

前記処理室内を排気する排気装置と、

前記ガス供給機構、前記加熱装置、前記排気装置を制御するコントローラと、を備え、

前記コントローラが、前記処理室内において、請求項1から請求項8いずれか一項に記載されたタングステン膜又は酸化タングステン膜上への酸化シリコン膜の成膜方法が、前記被処理体に対して実行されるように、前記ガス供給機構、前記加熱装置、前記排気装置を制御することを特徴とする成膜装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、タングステン膜又は酸化タングステン膜上への酸化シリコン膜の成膜方法及び成膜装置に関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

半導体装置の製造プロセスにおいて、タングステン膜上に酸化シリコン ( $\text{SiO}_2$ ) 膜を形成する場合がある。

【0003】

例えば、特許文献1には、タングステン等の金属上に、酸化シリコン膜を形成する技術が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2006-54432号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、タングステン ( $\text{W}$ ) 膜、又は酸化タングステン ( $\text{WO}_3$ ) 膜上に酸化シリコン膜を成膜した場合、成膜初期段階において、タングステン、又は酸化タングステンの表面へのシリコンの吸着レートが遅いため、酸化シリコン膜が成長しだすまでのインキュベーション時間が長くなる、という事情がある。インキュベーション時間が長いため、タングステン以外の下地上に形成される酸化シリコン膜に比較して膜厚が薄くなったり、また、成膜初期段階のようにシリコンの吸着が不十分な状態のとき、酸化剤がタングステンに直接接触するためにタングステンが酸化され、酸化タングステンが増膜してしまったり、という事情がある。

20

【0006】

この発明は、タングステン膜又は酸化タングステン膜上に酸化シリコン膜を形成しても、酸化シリコン膜のインキュベーション時間を短縮することが可能なタングステン膜又は酸化タングステン膜上への酸化シリコン膜の成膜方法、及びその成膜方法を実施することが可能な成膜装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この発明の第1の態様に係るタングステン膜又は酸化タングステン膜上に酸化シリコン膜の成膜方法は、(1)被処理体上にタングステン膜又は酸化タングステン膜を形成する工程と、(2)前記タングステン膜又は酸化タングステン膜上にシード層を形成する工程と、(3)前記シード層上に酸化シリコン膜を形成する工程と、を具備し、前記(2)の工程が、前記被処理体を加熱し、前記タングステン膜又は酸化タングステン膜の表面にアミノシラン系ガスを供給して前記タングステン膜又は酸化タングステン膜上にシード層を形成する工程である。

30

【0008】

この発明の第2の態様に係る成膜装置は、タングステン膜又は酸化タングステン膜上への酸化シリコン膜を成膜する成膜装置であって、前記タングステン膜又は酸化タングステン膜が形成された被処理体を収容する処理室と、前記処理室内に、アミノシラン系ガス及びシリコン原料ガスの少なくとも一方、並びに酸化剤を含むガスを供給するガス供給機構と、前記処理室内を加熱する加熱装置と、前記処理室内を排気する排気装置と、前記ガス供給機構、前記加熱装置、前記排気装置を制御するコントローラと、を備え、前記コントローラが、前記処理室内において、請求項1から請求項10いずれか一項に記載されたタングステン膜又は酸化タングステン膜上への酸化シリコン膜の成膜方法が、前記被処理体に対して実行されるように、前記ガス供給機構、前記加熱装置、前記排気装置を制御する。

40

【発明の効果】

【0009】

この発明によれば、タングステン膜又は酸化タングステン膜上に酸化シリコン膜を形成しても、酸化シリコン膜のインキュベーション時間を短縮することが可能なタングステン膜又は酸化タングステン膜上への酸化シリコン膜の成膜方法、及びその成膜方法を実施す

50

ることが可能な成膜装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】図1Aはこの発明の一実施形態に係るタングステン膜又は酸化タングステン膜上への酸化シリコン膜の成膜方法の一例を示す流れ図、図1Bは図1A中のステップ3の一例を示す流れ図

【図2】図2A～図2Cは、図1A及び図1Bに示すシーケンス中の被処理体の状態を概略的に示す断面図

【図3】堆積時間とシリコン層の膜厚との関係を示す図

【図4】図3中の破線枠A内を拡大した拡大図

10

【図5】A図は図面代用写真(SEM)、B図は膜厚を示した図

【図6】A図は図面代用写真(SEM)、B図は膜厚を示した図

【図7】A図は図面代用写真(SEM)、B図は膜厚を示した図

【図8】半導体集積回路装置内の構造体(ゲート電極)を示す断面図

【図9】図9A～図9Cはステップ3の他例を示す流れ図

【図10】一実施形態に係るタングステン膜又は酸化タングステン膜上への酸化シリコン膜の成膜方法を実施することが可能な成膜装置の一例を概略的に示す断面図一

【発明を実施するための形態】

【0011】

(成膜方法)

20

図1Aはこの発明の一実施形態に係るタングステン膜又は酸化タングステン膜上への酸化シリコン膜の酸化物膜の成膜方法の一例を示す流れ図、図1Bは図1A中のステップ3の一例を示す流れ図、図2A～図2Cは、図1A及び図1Bに示すシーケンス中の被処理体の状態を概略的に示す断面図である。

【0012】

まず、図1A中のステップ1に示すように、被処理体上にタングステン膜又は酸化タングステン膜を形成する。酸化タングステン膜としては、被処理体上に直接酸化タングステン膜を形成するようにしても良いし、被処理体上に形成されたタングステン膜の表面上に形成された自然酸化膜であっても良い。また、本例では、被処理体として半導体ウエハ、例えば、シリコンウエハWを用いた。このシリコンウエハWのシリコン基板1上に、本例ではタングステン膜2を形成した(図2A)。

30

【0013】

次に、図1A中のステップ2に示すように、タングステン膜2上にシード層3を形成する(図2B)。本例では、シード層3を次のようにして形成した。

【0014】

まず、タングステン膜2が形成されたシリコンウエハWを成膜装置の処理室内に搬入する。次いで、処理室内の温度を上げ、タングステン膜2が形成されたシリコンウエハWを加熱し、加熱されたタングステン膜2の表面にアミノシラン系ガスを供給する。これにより、タングステン膜2の表面上にシード層3を形成する。

40

【0015】

アミノシラン系ガスの例としては、

B A S (ブチルアミノシラン)

B T B A S (ビスターシャリブチルアミノシラン)

D M A S (ジメチルアミノシラン)

B D M A S (ビスジメチルアミノシラン)

T D M A S (トリジメチルアミノシラン)、

D E A S (ジエチルアミノシラン)、

B D E A S (ビスジエチルアミノシラン)、

D P A S (ジプロピルアミノシラン)、

D I P A S (ジイソプロピルアミノシラン)

50

等を挙げることができる。本例では、DIPASを用いた。

【0016】

ステップ2における処理条件の一例は、

DIPAS流量： 500 sccm

処理時間： 5 min

処理温度： 25

処理圧力： 532 Pa (4 Torr)

である。ステップ2の工程を、本明細書では以下プリフローと呼ぶ。

【0017】

ステップ2は、シリコン原料を、タングステン膜2に吸着させやすくする工程である。なお、本明細書では、ステップ2においてシード層3を形成する、と記載しているが、実際にはほとんど成膜されることはない。シード層3の厚さは、好ましくは単原子層レベルの厚さ程度であることが良い。具体的なシード層3の厚さを言及すれば、0.1 nm以上0.3 nm以下である。

10

【0018】

次に、図1A中のステップ3に示すように、シード層3上に酸化物膜、本例では、酸化シリコン膜4を形成する(図2C)。

【0019】

ステップ3の一例を図1Bに示す。本例では、酸化シリコン膜4の成膜に、シリコンを含むシリコン原料ガスと、シリコンを酸化させる酸化剤を含むガスとを交互に供給しながら成膜する、いわゆるALD(Atomic Layer Deposition)法、又はMLD(Molecular Layer Deposition)法を採用した。酸化剤としては、 $O_2$ 、 $O_3$ 、 $H_2O$ 、又はそれらをプラズマにより活性化させた活性種を挙げることができる。本例では $O_2$ プラズマで生成したオラジカルを用いた。

20

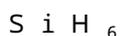
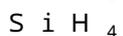
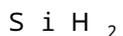
【0020】

まず、ステップ31に示すように、処理室内に不活性ガス、例えば、窒素( $N_2$ )ガスを供給し、アミノシラン系ガスをパージする。

【0021】

次に、ステップ32に示すように、シリコン原料ガスを処理室内に供給し、シード層3上にシリコン層を形成する。シリコン原料ガスの例としては、ステップ2で用いたアミノシラン系ガスの他、アミノ基を含まないシラン系ガスを挙げることができる。アミノ基を含まないシラン系ガスとしては、

30



$Si_mH_{2m+2}$  (ただし、 $m$ は3以上の自然数)の式で表されるシリコンの水素化物、及び

$Si_nH_{2n}$  (ただし、 $n$ は3以上の自然数)の式で表されるシリコンの水素化物の少なくとも一つを含むガスを挙げることができる。

40

【0022】

なお、本例では、アミノシラン系ガス、例えば、DIPASを用いた。

【0023】

ステップ32における処理条件の一例は、

DIPAS流量： 500 sccm

処理時間： 0.1 min

処理温度： 25

処理圧力： 532 Pa (4 Torr)

である。

50

## 【0024】

次に、ステップ33に示すように、処理室内に不活性ガス、例えば、窒素ガスを供給し、シリコン原料ガスをパージする。

## 【0025】

次に、ステップ34に示すように、酸化剤を含むガスを処理室内に供給し、ステップ32で形成されたシリコン層を酸化し、酸化シリコン膜4を形成する。ステップ34においても酸化剤としては、 $O_2$ 、 $O_3$ 、 $H_2O$ 、又はそれらをプラズマにより活性化させた活性種を挙げることができる。本例では $O_2$ プラズマで生成したオラジカルを用いた。

## 【0026】

次に、ステップ35に示すように、処理室内に不活性ガス、例えば、窒素ガスを供給し、酸化剤を含むガスをパージする。

10

## 【0027】

次に、ステップ36に示すように、繰り返し回数が設定回数か否かを判断する。

## 【0028】

設定回数に達していない場合(NO)、ステップ32に戻り、ステップ32からステップ35を繰り返す。

## 【0029】

設定回数に達した場合(YES)、図1Aに示すように、処理終了となる。

## 【0030】

(インキュベーション時間)

20

図3に、堆積時間とシリコン層の膜厚との関係を示す。図3に示す結果は下地を酸化シリコン( $SiO_2$ )とした場合であるが、下地が酸化シリコンであってもタングステンであっても酸化タングステンであっても、同様の傾向を示す。なぜなら、プリフロー、即ちアミノシラン系ガスが熱分解されることで得られたシード層3は下地上に形成されるからである。シリコン層は、あくまでシード層3上に吸着されて成膜される。

## 【0031】

本例で用いたプリフローにおける処理条件は、

DIPAS流量： 500 sccm  
 処理時間： 5 min  
 処理温度： 400  
 処理圧力： 53.2 Pa (0.4 Torr)

30

である。

## 【0032】

同じく本例で用いたシリコン層を成膜するための処理条件は、

モノシラン流量： 500 sccm  
 堆積時間： 30 min / 45 min / 60 min  
 処理温度： 500  
 処理圧力： 53.2 Pa (0.4 Torr)

である。

## 【0033】

40

シリコン層の膜厚は、堆積時間を30 minとしたとき、45 minとしたとき、及び60 minとしたときの3点で測定した。

## 【0034】

図3中の線Iはプリフロー有りの場合、線IIはプリフロー無しの場合の結果を示している。線I、IIは、測定された3つの膜厚を最小二乗法で直線近似した直線であり、式は次の通りである。

## 【0035】

線I :  $y = 17.572x - 20.855 \dots (1)$   
 線II :  $y = 17.605x - 34.929 \dots (2)$

図3に示すように、プリフロー有りの場合、プリフロー無しに比較してシリコン層4の

50

膜厚が増す傾向が明らかとなった。

【0036】

上記(1)、(2)式を $y = 0$ 、即ち、シリコン層の膜厚を“0”としたとき、線I、IIと堆積時間との交点を求めたものを図4に示す。なお、図4は図3中の破線枠A内を拡大した拡大図である。

【0037】

図4に示すように、プリフロー有りのとき、シリコン層の堆積が処理開始から約 $1.2 \text{ min}$  ( $x = 1.189$ )から始まる。対して、プリフロー無しのシリコン層のときには、シリコン層の堆積が処理開始から約 $2.0 \text{ min}$  ( $x = 1.984$ )から始まる。

【0038】

このように、下地に対してアミノシラン系ガスのプリフローを行うことで、インキュベーション時間を、約 $2.0 \text{ min}$ から約 $1.2 \text{ min}$ に短縮することができる。

【0039】

(酸化シリコン膜のSEM観察)

次に、酸化シリコン膜をSEM観察した結果を示す。

【0040】

図5は上記一実施形態に係るタングステン膜又は酸化タングステン膜上への酸化シリコン膜の成膜方法を用いて酸化シリコン膜4を形成した場合であり、A図はSEM写真、B図は膜厚を示した図である。図6は比較例であり、プリフロー無し場合である。酸化シリコン膜4は、成膜する際の繰り返し回数とともに20サイクルとして成膜した。なお、タングステン膜2の表面上には、双方とも薄い酸化タングステン( $\text{WO}_3$ )膜5が形成されている。この酸化タングステン膜5は大気中の酸素と触れることで自然に形成された自然酸化膜である。もちろん、酸化タングステン膜5は無くてもよい。

【0041】

図5A及び図5Bに示すように、上記一実施形態によれば、タングステン膜2上に、膜厚 $1.3 \text{ nm}$ の酸化タングステン膜5を介して膜厚 $3.9 \text{ nm}$ (シード層3の酸化膜厚込み)の酸化シリコン膜4が形成される。

【0042】

対して、図6A及び図6Bに示すように、プリフロー無しの比較例によれば、タングステン膜2上に、膜厚 $1.5 \text{ nm}$ の酸化タングステン膜5を介して膜厚 $3.0 \text{ nm}$ の酸化シリコン膜4しか形成されていない。

【0043】

このように、上記一実施形態によれば、プリフローをしない場合に比較して、インキュベーション時間が短縮され、同じ20サイクルでも、約30%膜厚が厚い酸化シリコン膜4を、タングステン膜2上に形成することができた。

【0044】

また、上記一実施形態によれば、酸化タングステン膜5の膜厚が $1.3 \text{ nm}$ であるが、比較例では、酸化タングステン膜5の膜厚が $1.5 \text{ nm}$ に増膜している。

【0045】

このことから、上記一実施形態によれば、タングステン膜2上への酸化シリコン膜4の成膜に際し、界面の酸化タングステン膜5の増膜をも抑制できる、という利点も併せて得ることができる。これは、上記一実施形態では、シード層3がタングステン膜2の表面上に形成されるため、酸化剤が直接にタングステン膜2や酸化タングステン膜5に接触することを抑制できるためである、と考えられる。

【0046】

図7はシリコン基板1上に酸化シリコン膜4を形成した場合であり、A図はSEM写真、B図は膜厚を示した図である。本例において、酸化シリコン膜4は、処理条件を同じとし、繰り返し回数も20サイクルで同じとして成膜した。なお、シリコン基板1の表面上には膜厚 $1 \text{ nm}$ の自然酸化膜( $\text{SiO}_2$ )6が形成されている。

【0047】

10

20

30

40

50

図 7 A 及び 7 B に示すように、この場合、シリコン基板 1 上に、自然酸化膜 6 を介して膜厚 4 . 1 nm の酸化シリコン膜 4 が形成される。

【 0 0 4 8 】

このことから、上記一実施形態によれば、次のような利点も得ることができる。

【 0 0 4 9 】

図 8 A ~ 8 C は、半導体集積回路装置内の構造体、例えば、ゲート電極を示す断面図である。

【 0 0 5 0 】

図 8 A に示すように、ゲート電極の中には、ポリシリコン層 7 上にタングステン膜 2 を積層した、いわゆるポリメタル構造のゲート電極がある。このポリメタル構造のゲート電極の側壁上に、酸化シリコン膜 4 を形成する場合、プリフロー無しの場合には、酸化シリコン膜 4 の、ポリシリコン層 7 上の膜厚とタングステン膜 2 上の膜厚との差が大きくなる ( 図 8 B ) 。例えば、図 6 B に示したように、プリフロー無しの比較例では、酸化シリコン膜 4 の膜厚はタングステン膜 2 の上で 3 . 0 nm であった。このため、酸化シリコン膜 4 の膜厚のばらつきが大きくなる。

【 0 0 5 1 】

対して、図 5 B に示したように、上記一実施形態によれば、酸化シリコン膜 4 の膜厚はタングステン膜 2 の上で 3 . 9 nm であった。このため、酸化シリコン膜 4 の、ポリシリコン層 7 上の膜厚とタングステン膜 2 上の膜厚との差を、比較例に比較して小さくすることができる ( 図 8 C ) 。

【 0 0 5 2 】

このように、上記一実施形態によれば、インキュベーション時間を短くでき、短時間、あるいは繰り返しサイクル数が少ない場合でも、より厚い膜厚の酸化シリコン膜 4 を、タングステン膜 2 上に形成できる、という利点に加えて、シリコンとタングステンとの双方が露出しているような半導体集積回路装置内の構造体上に酸化シリコン膜 4 を形成した場合に、酸化シリコン膜の膜厚を、ばらつきを小さくすることも可能になる、という利点も得ることができる。

【 0 0 5 3 】

また、酸化シリコン膜 4 の成膜に際し、界面の酸化タングステン膜 5 の増膜も抑制できる。これは、上記一実施形態によれば、酸化タングステン膜 5 又はタングステン膜 2 の表面にシード層 3 が形成される。このシード層 3 は、酸化シリコン膜 4 の成膜中、特に、酸化シリコン膜 4 の成膜初期段階において酸化剤の拡散を防ぐ障壁となる。このため、酸化タングステン膜 5 又はタングステン膜 2 が、酸化剤に直接に触れ難くなり、酸化タングステン膜 5 の増膜が抑制される。

【 0 0 5 4 】

( 成膜方法の他例 )

次に、タングステン膜上への酸化物膜の成膜方法の他例を説明する。

【 0 0 5 5 】

図 9 A ~ 9 C は、図 1 B 中のステップ 3 の他例を示す流れ図である。

【 0 0 5 6 】

( 第 1 例 )

図 9 A に示すように、第 1 例は、図 1 B に示したステップ 3 2、3 3 と、ステップ 3 4、3 5 とを、入れ替えた例である。このように、アミノシラン系ガスをパージ ( ステップ 3 1 ) した後、酸化剤を供給 ( ステップ 3 4 ) するようにしても良い。

【 0 0 5 7 】

( 第 2 例 )

図 9 B に示すように、第 2 例は、アミノシラン系ガスをパージする工程を省略し、アミノシラン系ガスを供給した後、所定の処理時間経過後、シリコン原料ガスを供給するように例である。このように、アミノシラン系ガスをパージする工程は省略することも可能である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 8 】

( 第 3 例 )

図 9 C に示すように、第 3 例は、酸化シリコン膜 4 を、シリコンを含むシリコン原料ガスと、シリコンを酸化させる酸化剤を含むガスとを同時に供給しながら成膜する、いわゆる C V D ( Chemical Vapor Deposition ) 法を用いて成膜するようにした例である。このように、酸化シリコン膜 4 の成膜には、C V D 法を利用することも可能である。

## 【 0 0 5 9 】

( 成膜装置 )

次に、上記一実施形態に係るタングステン膜又は酸化タングステン膜上への酸化シリコン膜の成膜方法を実施することが可能な成膜装置の一例を説明する。

10

## 【 0 0 6 0 】

図 1 0 は、一実施形態に係るタングステン膜又は酸化タングステン膜上への酸化シリコン膜の成膜方法を実施することが可能な成膜装置の一例を概略的に示す断面図である。

## 【 0 0 6 1 】

図 1 0 に示すように、成膜装置 1 0 0 は、下端が開口された有天井の円筒体状の処理室 1 0 1 を有している。処理室 1 0 1 の全体は、例えば、石英により形成されている。処理室 1 0 1 内の天井には、石英製の天井板 1 0 2 が設けられている。処理室 1 0 1 の下端開口部には、例えば、ステンレススチールにより円筒体状に成形されたマニホールド 1 0 3 がリング等のシール部材 1 0 4 を介して連結されている。

## 【 0 0 6 2 】

20

マニホールド 1 0 3 は処理室 1 0 1 の下端を支持している。マニホールド 1 0 3 の下方からは、被処理体として複数枚、例えば、5 0 ~ 1 0 0 枚の半導体ウエハ、本例では、シリコンウエハ W を多段に載置可能な石英製のウエハポート 1 0 5 が処理室 1 0 1 内に挿入可能となっている。ウエハポート 1 0 5 は複数本の支柱 1 0 6 を有し、支柱 1 0 6 に形成された溝により複数枚のシリコンウエハ W が支持されるようになっている。

## 【 0 0 6 3 】

ウエハポート 1 0 5 は、石英製の保温筒 1 0 7 を介してテーブル 1 0 8 上に載置されている。テーブル 1 0 8 は、マニホールド 1 0 3 の下端開口部を開閉する、例えば、ステンレススチール製の蓋部 1 0 9 を貫通する回転軸 1 1 0 上に支持される。回転軸 1 1 0 の貫通部には、例えば、磁性流体シール 1 1 1 が設けられ、回転軸 1 1 0 を気密にシールしつつ回転可能に支持している。蓋部 1 0 9 の周辺部とマニホールド 1 0 3 の下端部との間には、例えば、リングよりなるシール部材 1 1 2 が介設されている。これにより処理室 1 0 1 内のシール性が保持されている。回転軸 1 1 0 は、例えば、ポートエレベータ等の昇降機構 ( 図示せず ) に支持されたアーム 1 1 3 の先端に取り付けられている。これにより、ウエハポート 1 0 5 および蓋部 1 0 9 等は、一体的に昇降されて処理室 1 0 1 内に対して挿脱される。

30

## 【 0 0 6 4 】

成膜装置 1 0 0 は、処理室 1 0 1 内に、処理に使用するガスを供給する処理ガス供給機構 1 1 4 と、処理室 1 0 1 内に、不活性ガスを供給する不活性ガス供給機構 1 1 5 と、を有している。

40

## 【 0 0 6 5 】

処理ガス供給機構 1 1 4 は、アミノシラン系ガス供給源 1 1 7、シリコン原料ガス供給源 1 1 8、酸化剤を含むガス供給源 1 1 9 を含んでいる。アミノシラン系ガスの一例はジイソプロピルアミノシラン ( D I P A S )、シリコン原料ガスの一例はジイソプロピルアミノシラン ( D I P A S )、酸化剤を含むガスの一例は酸素 ( O<sub>2</sub> ) ガスである。なお、アミノシラン系ガスとシリコン原料ガスとが同じ場合には、アミノシラン系ガス供給源 1 1 7 及びシリコン原料ガス供給源 1 1 8 を共用し、いずれか一方のみを設けるようにしても良い。

## 【 0 0 6 6 】

不活性ガス供給機構 1 1 5 は、不活性ガス供給源 1 2 0 を含んでいる。不活性ガスは、

50

パージガス等に利用される。不活性ガスの一例は窒素 ( $N_2$ ) ガスである。

【0067】

アミノシラン系ガス供給源 117 は、流量制御器 121a 及び開閉弁 122a を介して、分散ノズル 123 に接続されている。分散ノズル 123 は石英管よりなり、マニホールド 103 の側壁を内側へ貫通して上方向へ屈曲されて垂直に延びる。分散ノズル 123 の垂直部分には、複数のガス吐出孔 124 が所定の間隔を隔てて形成されている。アミノシラン系シリコンガスは、各ガス吐出孔 124 から水平方向に処理室 101 内に向けて略均一に吐出される。

【0068】

また、シリコン原料ガス供給源 118 も、流量制御器 121b 及び開閉弁 122b を介して、例えば、分散ノズル 123 に接続される。

10

【0069】

酸化剤を含むガス供給機構 119 は、流量制御器 121c 及び開閉弁 122c を介して、分散ノズル 125 に接続されている。分散ノズル 125 は石英管よりなり、マニホールド 103 の側壁を内側へ貫通して上方向へ屈曲されて垂直に延びる。分散ノズル 125 の垂直部分には、複数のガス吐出孔 126 が所定の間隔を隔てて形成されている。アンモニアを含むガスは、各ガス吐出孔 126 から水平方向に処理室 101 内に向けて略均一に吐出される。

【0070】

不活性ガス供給源 120 は、流量制御器 121d 及び開閉弁 122d を介して、ノズル 128 に接続されている。ノズル 128 は、マニホールド 103 の側壁を貫通し、その先端から不活性ガスを、水平方向に処理室 101 内に向けて吐出させる。

20

【0071】

処理室 101 内の、分散ノズル 123 及び 125 と反対側の部分には、処理室 101 内を排気するための排気口 129 が設けられている。排気口 129 は処理室 101 の側壁を上下方向へ削りとることによって細長く形成されている。処理室 101 の排気口 129 に対応する部分には、排気口 129 を覆うように断面がコの字状に成形された排気口カバー部材 130 が溶接により取り付けられている。排気口カバー部材 130 は、処理室 101 の側壁に沿って上方に延びており、処理室 101 の上方にガス出口 131 を規定している。ガス出口 131 には、真空ポンプ等を含む排気機構 132 が接続される。排気機構 132 は、処理室 101 内を排気することで処理に使用した処理ガスの排気、及び処理室 101 内の圧力を処理に応じた処理圧力とする。

30

【0072】

処理室 101 の外周には筒体状の加熱装置 133 が設けられている。加熱装置 133 は、処理室 101 内に供給されたガスを活性化するとともに、処理室 101 内に收容された被処理体、本例ではシリコンウエハ W を加熱する。

【0073】

成膜装置 100 の各部の制御は、例えばマイクロプロセッサ (コンピュータ) からなるコントローラ 150 により行われる。コントローラ 150 には、オペレータが成膜装置 100 を管理するためにコマンドの入力操作等を行うキーボードや、成膜装置 100 の稼働状況を可視化して表示するディスプレイ等からなるユーザーインターフェース 151 が接続されている。

40

【0074】

コントローラ 150 には記憶部 152 が接続されている。記憶部 152 は、成膜装置 100 で実行される各種処理をコントローラ 150 の制御にて実現するための制御プログラムや、処理条件に応じて成膜装置 100 の各構成部に処理を実行させるためのプログラムすなわちレシピが格納される。レシピは、例えば、記憶部 152 の中の記憶媒体に記憶される。記憶媒体は、ハードディスクや半導体メモリであってもよいし、CD-ROM、DVD、フラッシュメモリ等の可搬性のものであってもよい。また、他の装置から、例えば専用回線を介してレシピを適宜伝送させるようにしてもよい。レシピは、必要に応じて、

50

ユーザインターフェース 151 からの指示等にて記憶部 152 から読み出され、読み出されたレシピに従った処理をコントローラ 150 が実行することで、成膜装置 100 は、コントローラ 150 の制御のもと、所望の処理が実施される。

【0075】

本例では、コントローラ 150 の制御のもと、上記一実施形態に係るタンゲステン膜又は酸化タンゲステン膜上への酸化シリコン膜の成膜方法、例えば、図 1 A、図 1 B、図 9 A ~ 図 9 C に示したステップに従った処理を順次実行する。

【0076】

上記一実施形態に係るタンゲステン膜又は酸化タンゲステン膜上への酸化シリコン膜の成膜方法は、図 10 に示すような成膜装置 100 によって実施することができる。

10

【0077】

以上、この発明を一実施形態に従って説明したが、この発明は、上記一実施形態に限定されることは無く、種々変形可能である。また、この発明の実施形態は、上記一実施形態が唯一の実施形態でもない。

【0078】

例えば、酸化剤に酸素ガスの代わりに、 $H_2O$  ガスやオゾン ( $O_3$ ) ガスを用いることもでき、オゾンガスの場合には酸化剤を含むガス供給源 119 にオゾンガスを発生させるオゾナイザーを備えるようにしても良い。

【0079】

また、 $O_2$ 、 $O_3$ 、 $H_2O$  をプラズマにより活性化させ、これらを活性化させた活性種をシリコンウエハ W などの被処理体上に吐出しても良い。この場合、処理室 101 の内部にプラズマを発生させるプラズマ発生機構を、例えば、処理室 101 の内部に設けるようにしても良い。

20

【0080】

また、上記実施形態では、シリコン原料ガスとしてアミノシラン系ガスを説明したが、シード層 3 上へのシリコン層の形成に際しては、シラン系ガスを用いることもできる。中でも、 $Si_m H_{2m+2}$  (ただし、 $m$  は 3 以上の自然数) の式で表されるシリコンの水素化物、及び  $Si_n H_{2n}$  (ただし、 $n$  は 3 以上の自然数) の式で表されるシリコンの水素化物については、

$Si_m H_{2m+2}$  (ただし、 $m$  は 3 以上の自然数) の式で表されるシリコンの水素化物が、

30

トリシラン ( $Si_3 H_8$ )

テトラシラン ( $Si_4 H_{10}$ )

ペンタシラン ( $Si_5 H_{12}$ )

ヘキサシラン ( $Si_6 H_{14}$ )

ヘプタシラン ( $Si_7 H_{16}$ )

の少なくとも一つから選ばれ、

$Si_n H_{2n}$  (ただし、 $n$  は 3 以上の自然数) の式で表されるシリコンの水素化物が、

シクロトリシラン ( $Si_3 H_6$ )

シクロテトラシラン ( $Si_4 H_8$ )

シクロペンタシラン ( $Si_5 H_{10}$ )

シクロヘキサシラン ( $Si_6 H_{12}$ )

シクロヘプタシラン ( $Si_7 H_{14}$ )

の少なくともいずれか一つから選ぶこともできる。

40

【0081】

また、上記一実施形態では本発明を複数のシリコンウエハ W を搭載して一括して成膜を行うパッチ式の成膜装置に適用した例を示したが、これに限らず、一枚のウエハ毎に成膜を行う枚葉式の成膜装置に適用することもできる。

【0082】

また、被処理体としては、半導体ウエハに限定されず、LCD ガラス基板等の他の基板

50

にも本発明を適用することができる。

【0083】

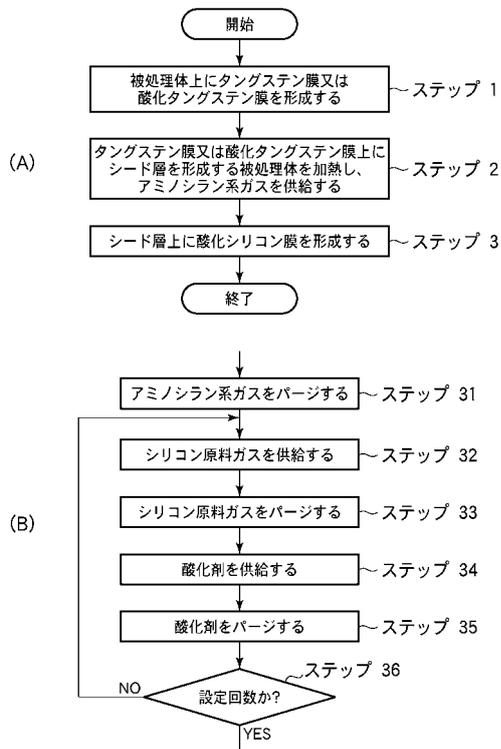
その他、この発明はその要旨を逸脱しない範囲で様々に変形することができる。

【符号の説明】

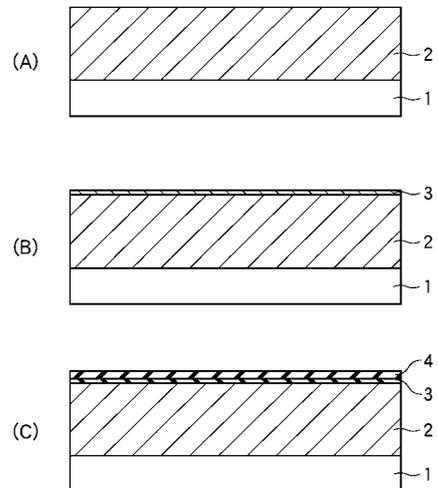
【0084】

1 ... シリコン基板、 2 ... タングステン膜、 3 ... シード層、 4 ... 酸化シリコン膜

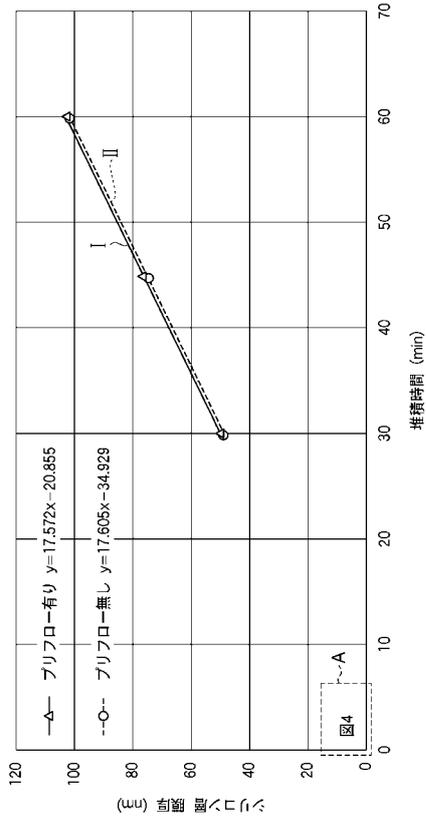
【図1】



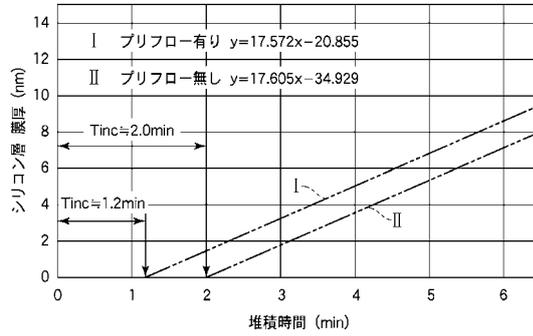
【図2】



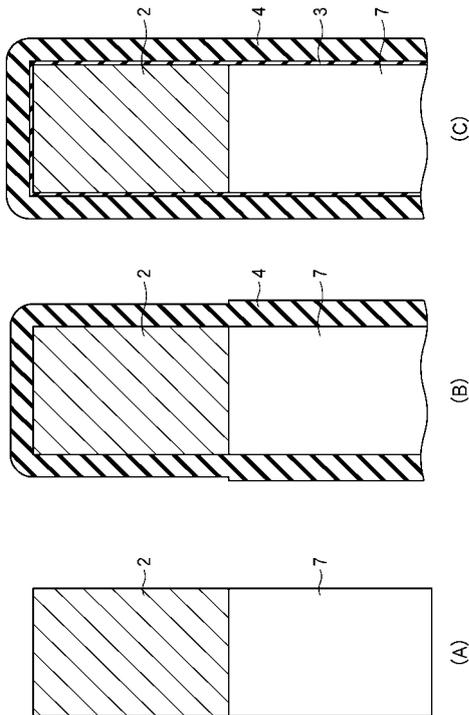
【 図 3 】



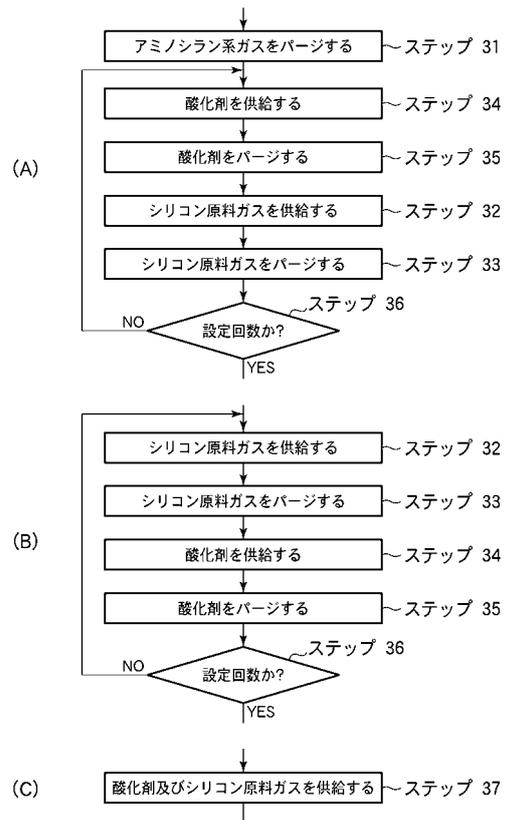
【 図 4 】



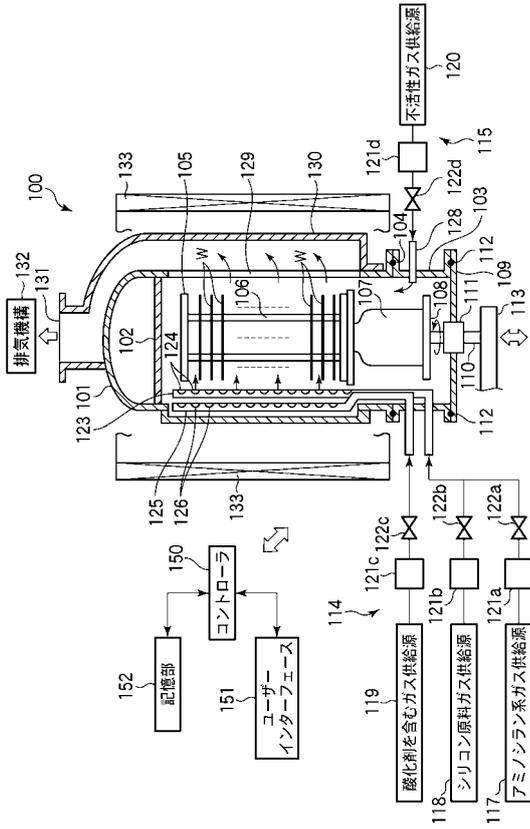
【 図 8 】



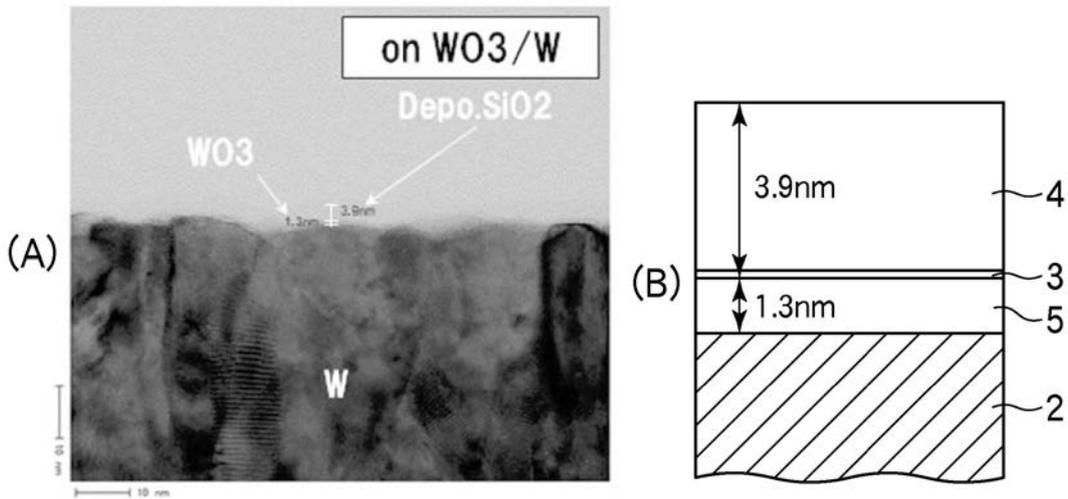
【 図 9 】



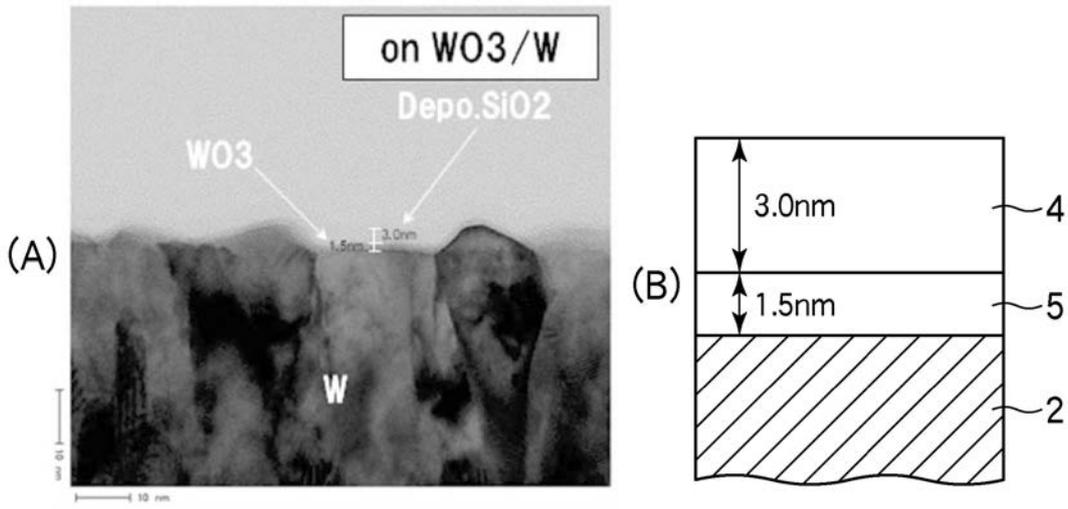
【図 10】



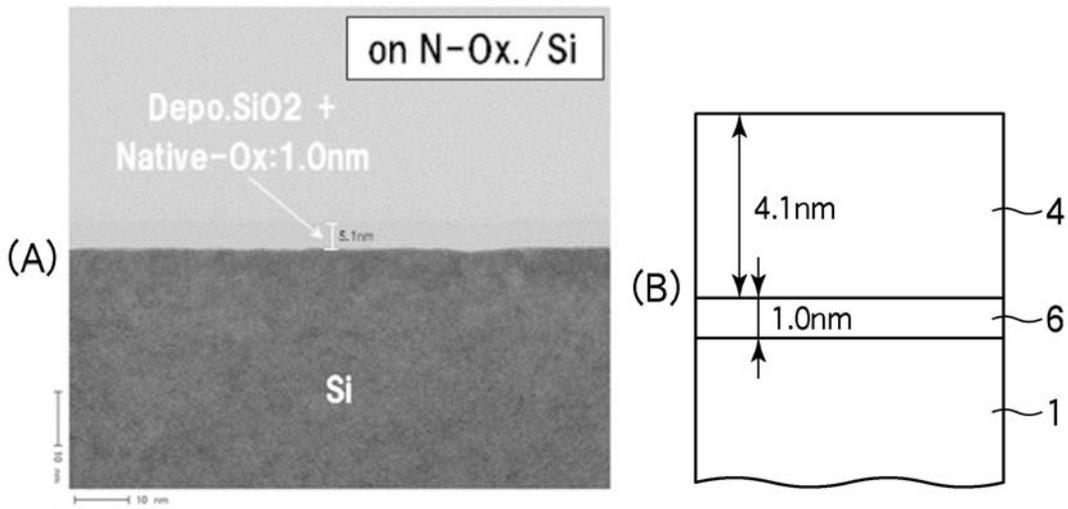
【図 5】



【 図 6 】



【 図 7 】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
<i>H 0 1 L 21/28 (2006.01)</i>		H 0 1 L 21/28		B
<i>H 0 1 L 29/423 (2006.01)</i>		H 0 1 L 21/28	3 0 1 R	
<i>H 0 1 L 29/49 (2006.01)</i>		H 0 1 L 29/58		G

Fターム(参考) 5F033 HH19 RR03 RR04 SS02 SS03 SS15 TT08 VV06  
5F058 BC02 BE10 BF02 BF23 BF29 BF37 BJ04  
5F140 AA00 BA01 BF04 BF11 BF17 BG08 BG12 BG51 CC03 CC15