

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4057906号  
(P4057906)

(45) 発行日 平成20年3月5日(2008.3.5)

(24) 登録日 平成19年12月21日(2007.12.21)

(51) Int. Cl.		F I		
<b>HO 1 L 21/768</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 1 L	21/90	C
<b>HO 1 L 21/28</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 1 L	21/28	L
		HO 1 L	21/28	3 O 1 A

請求項の数 13 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2002-380830 (P2002-380830)	(73) 特許権者	591024111
(22) 出願日	平成14年12月27日(2002.12.27)		株式会社ハイニックスセミコンダクター
(65) 公開番号	特開2003-338542 (P2003-338542A)		HYNIX SEMICONDUCTOR
(43) 公開日	平成15年11月28日(2003.11.28)		INC.
審査請求日	平成17年10月6日(2005.10.6)		大韓民国京畿道利川市夫鉢邑牙美里山136-1
(31) 優先権主張番号	2002-027591		San 136-1, Ami-Ri, Bubaal-Eup, Ichon-Shi, Kyoungki-Do, Korea
(32) 優先日	平成14年5月18日(2002.5.18)	(74) 代理人	110000051
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		特許業務法人共生国際特許事務所
		(72) 発明者	金 海 元
			大韓民国 京畿道 利川市 夫鉢邑 牙美里山 136-1

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コンタクト抵抗を減少させたコンタクトプラグ形成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

シリコン基板上に形成された層間絶縁膜内に前記シリコン基板表面を露出させるコンタクトホールを形成する第1ステップと、

前記コンタクトホール内部に形成された自然酸化膜を除去する第2ステップと、

$10^{-6}$  Torr 以下の高真空第1反応器で前記コンタクトホール内部のシリコン基板表面に単結晶シリコンをエピタキシャル成長させる第3ステップと、

第2反応器で前記コンタクトホール内部をポリシリコンで埋め込む第4ステップ

を含むことを特徴とするコンタクト抵抗を減少させたコンタクトプラグ形成方法。

【請求項2】

前記第1反応器の圧力は、 $10^{-9}$ 乃至 $10^{-6}$  Torrであることを特徴とする請求項1に記載のコンタクト抵抗を減少させたコンタクトプラグ形成方法。

【請求項3】

前記第1反応器は、シングルタイプまたはバッチタイプの装置であることを特徴とする請求項1に記載のコンタクト抵抗を減少させたコンタクトプラグ形成方法。

【請求項4】

前記第2反応器で前記コンタクトホール内部をポリシリコンで埋め込む第4ステップは、 $0.2 \sim 1.5$  Torrの圧力を有するバッチタイプの装置で化学気相蒸着法により行なうことを特徴とする請求項1に記載のコンタクト抵抗を減少させたコンタクトプラグ形成方法。

10

20

## 【請求項 5】

前記シリコンをエピタキシャル成長させる第3ステップは、 $SiH_4$ または $Si_2H_6$ ガスをソースガスに使用することを特徴とする請求項1に記載のコンタクト抵抗を減少させたコンタクトプラグ形成方法。

## 【請求項 6】

前記エピタキシャル成長されたシリコンの厚さは、50～200 であることを特徴とする請求項1に記載のコンタクト抵抗を減少させたコンタクトプラグ形成方法。

## 【請求項 7】

前記シリコンをエピタキシャル成長させる第3ステップは、550～800 で行なうことを特徴とする請求項1に記載のコンタクト抵抗を減少させたコンタクトプラグ形成方法。

10

## 【請求項 8】

前記シリコンをエピタキシャル成長させる第3ステップは、前記エピタキシャル成長されたシリコンをn型にドーピングするステップをさらに含むことを特徴とする請求項1に記載のコンタクト抵抗を減少させたコンタクトプラグ形成方法。

## 【請求項 9】

前記シリコンをn型にドーピングするステップは、不活性気体と $PH_3$ ガスを使用することを特徴とする請求項8に記載のコンタクト抵抗を減少させたコンタクトプラグ形成方法。

## 【請求項 10】

前記コンタクトホール内部をポリシリコンで埋め込む第4ステップでポリシリコンの厚さは、1500～3000 であることを特徴とする請求項1に記載のコンタクト抵抗を減少させたコンタクトプラグ形成方法。

20

## 【請求項 11】

前記コンタクトホール内部をポリシリコンで埋め込む第4ステップは、前記ポリシリコンをドーピングするステップをさらに含むことを特徴とする請求項1に記載のコンタクト抵抗を減少させたコンタクトプラグ形成方法。

## 【請求項 12】

前記ポリシリコンをドーピングするステップは、不活性ガスと $PH_3$ ガスを使用し、磷の濃度が $1.0 \times 10^{20} \sim 3.0 \times 10^{20} \text{ atoms/cc}$ であることを特徴とする請求項11に記載のコンタクト抵抗を減少させたコンタクトプラグ形成方法。

30

## 【請求項 13】

前記自然酸化膜を除去する第2ステップは、BOE (Buffered Oxide Etchant)、HF溶液またはHF蒸気を利用した洗浄工程を行なうことを特徴とする請求項1に記載のコンタクト抵抗を減少させたコンタクトプラグ形成方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体素子のコンタクトプラグ形成方法に関し、特に、コンタクト抵抗を減少させたコンタクトプラグ形成方法に関する。

## 【0002】

40

## 【従来の技術】

一般に、半導体素子が高集積化、縮小化及び高速化されることによって、コンタクト工程マージンの確保が至急な課題となっており、また情報の迅速な処理のため、信号伝達速度が速い素子が要求されている。

## 【0003】

半導体素子において、下部導電層と上部導電層とを電氣的に接続させるため、コンタクトホールを形成するが、素子の高集積化でコンタクトホールの大きさは益々減ることによって、コンタクトホールを良好に埋め込む方策としてランディングプラグコンタクトを形成する方法を適用している。ランディングプラグ (landing plug) コンタクトとは、ワードライン定義後、ビットラインコンタクトと電荷貯蔵電極コンタクト部分にブ

50

ラグポリシリコンを形成し、ビットライン形成後、電荷貯蔵電極を形成することによって、自己整列コンタクト (Self Alignment Contact: SAC) 工程の一種である。

【0004】

また、高速素子を具現させるため、ワードライン、ビットライン、キャパシタ、金属配線などのような半導体素子に適用される導電層を電気伝導度に優れた金属を用いて形成している傾向があり、現在半導体素子は、益々微細化小型化して行く傾向にある。メモリ素子を例に挙げると、1個のトランジスタと1個のキャパシタとから構成されたDRAMの場合、現在には256メガ (Mega) 級や1ギガ (Giga) 級DRAM量産段階に近づいている。

10

【0005】

このようにメモリ素子や一般論理素子の集積度が高まっている状況において、回路線幅が0.13 $\mu$ m以下である高密度素子では、セルサイズが縮小するほど、コンタクトサイズと接合深さ (junction depth) が減少するにしたがって素子の電気的な特性確保のためのコンタクト抵抗を確保することに困難さがある (例えば、特許文献1参照)。

【0006】

図1乃至図4は、従来のコンタクトプラグ形成方法を説明するための図であって、これを参照して説明すると、まず図1には、基板10上にゲート絶縁膜11と、ゲート電極12及びソース/ドレイン接合15とを備えるトランジスタを形成し層間絶縁膜16を蒸着した状態が示されている。もちろん、通常の方法通りゲート電極12の上部にはキャッピング絶縁膜13が形成されており、その側壁にはスペーサ絶縁膜14が形成されている。

20

【0007】

ゲート電極12は、金属、ポリシリコンまたはこれらが積層された形態の導電体、そして拡散防止膜等から構成された通常の構造を持っており、層間絶縁膜16には種々の種類の酸化膜が用いられるが、たとえば、BPSG (Boron Phosphorus Silicate Glass)、SOG (Spin On Glass)、USG (Undoped Silicate Glass)、PSG (Phospho Silicate Glass) などが用いられる。

【0008】

このように層間絶縁膜16を形成した後、化学機械研磨 (Chemical Mechanical Polishing: CMP) を行なうか、層間絶縁膜16をフロー (flow) させて層間絶縁膜16の表面を平坦化する。

30

【0009】

次に、図2に示すように、コンタクトマスク (図示せず) を利用したエッチング工程を実行してランディングプラグコンタクトホール17を形成する。コンタクトホール形成のためのエッチング工程では、コンタクトホールが確実に形成されて半導体基板が露出されるように30%程度のオーバエッチング工程を適用する。

コンタクトホールを形成した後、コンタクトホール内に存在する自然酸化膜を除去するための洗浄工程を実行する。洗浄工程は、緩衝酸化膜エッチング剤 (Buffer Oxide Etchant: BOE)、HF溶液、またはHF気体などを利用して行なう。

40

【0010】

次に、図3に示すように、層間絶縁膜16上部を含むコンタクトホール17内部をポリシリコンで埋め込む工程を行なう。

現在、ポリシリコンプラグ工程は、大部分バッチ (batch) タイプの装置で実施されるか、またはシングル反応室 (single chamber) タイプの装置で実施される。バッチタイプの装置を利用してコンタクトプラグを形成する場合には、シリコン薄膜のステップカバレッジ (step coverage) 特性は優れるが、装置構造上イン-シットウ (in-situ) 洗浄が不可能である。

【0011】

50

したがって、ポリシリコンプラグ工程が一般的なバッチタイプの装置で実施される場合には、一度に数百枚ずつのウェーハが装置にローディング ( l o a d i n g ) された後、ポリシリコンを蒸着するが、この場合、バッチタイプ装置にウェーハがローディングされる時間の間コンタクトホール内部が大気に露出されて自然酸化膜が再成長してしまうという問題があった。

すなわち、上述のように、コンタクトホールエッチング後、B O E、H F 溶液または H F 気体等で自然酸化膜を除去する洗浄工程を実行したとしても、ウェーハをバッチタイプ装置にローディングする間に自然酸化膜がコンタクトホール内部で再成長してコンタクト抵抗を増加させる要因として作用する。

【 0 0 1 2 】

このような問題点を補完するため、イン - シトゥ洗浄機能があるシングル反応室タイプの装置をバッチタイプ装置と共に利用してポリシリコンプラグ工程に適用する方法が提案された。

この方法では、B O E、H F、H F v a p o r 等で自然酸化膜を除去する洗浄工程の後、シングル反応室タイプ装置にウェーハを移動してイン - シトゥ洗浄を実施し、第 1 段階でシリコン薄膜をコンタクトホール内に蒸着する。以後、バッチタイプ装置を利用して第 2 段階でシリコン薄膜を蒸着してコンタクトホールを埋め込むことによって、ポリシリコンプラグ工程が行なわれる。

【 0 0 1 3 】

上述したシングル反応室タイプ装置で行なわれるイン - シトゥ洗浄は、水素ベーキング工程または急速熱処理を利用するが、このようなイン - シトゥ洗浄をポリシリコンプラグ工程に適用することによって、自然酸化膜の成長を抑制した。しかし、このように水素ベーキングや急速熱処理のようなイン - シトゥ洗浄工程を導入する場合には、自然酸化膜の成長抑制にはある程度効果があるが、シングル反応室タイプの装置と一般的なバッチタイプ装置を順に使用してポリシリコンを蒸着するべきであり、またシングル反応室タイプの装置でのイン - シトゥ洗浄工程も実行するべき工程が煩雑となる問題があった。また、イン - シトゥ洗浄に用いられる水素ベーキングや急速熱処理は、全部高温工程であるのでトランジスタの特性を劣化させる可能性が非常に高いという問題点があった。

【 0 0 1 4 】

【特許文献 1】

米国特許第 5 7 4 7 8 5 6 号明細書

【 0 0 1 5 】

【発明が解決しようとする課題】

そこで、本発明は上記従来コンタクトプラグ形成方法における問題点に鑑みてなされたものであって、本発明の目的は、工程の単純化をなすとともに自然酸化膜形成を抑制してコンタクト抵抗を減少させたコンタクトプラグ形成方法を提供することにある。

【 0 0 1 6 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するためになされた本発明によるコンタクト抵抗を減少させたコンタクトプラグ形成方法は、シリコン基板上に形成された層間絶縁膜内に前記シリコン基板表面を露出させるコンタクトホールを形成する第 1 ステップと、前記コンタクトホール内部に形成された自然酸化膜を除去する第 2 ステップと、 $10^{-6}$  Torr 以下の高真空第 1 反応器で前記コンタクトホール内部のシリコン基板表面に単結晶シリコンをエピタキシャル成長させる第 3 ステップと、第 2 反応器で前記コンタクトホール内部をポリシリコンで埋め込む第 4 ステップとを含むことを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

本発明は、半導体製品の高密度化によるコンタクトサイズの微細化によって高くなったコンタクト抵抗を減少させたコンタクトプラグ及びその形成方法に関するものであって、イン - シトゥ洗浄なしに高真空システム ( H i g h V a c u u m S y s t e m ) を利用してコンタクトホール内部に単結晶シリコンプラグを第 1 段階でエピタキシャル成長させ

10

20

30

40

50

た後、一般的なバッチタイプ装置を利用して第２段階でポリシリコンプラグを形成し、化学機械研磨またはエッチバック工程を利用してコンタクトプラグを完成させる。

【 0 0 1 8 】

【 発明の実施の形態 】

次に、本発明に係るコンタクト抵抗を減少させたコンタクトプラグ形成方法の実施の形態の具体例を図面を参照しながら説明する。

図 5 乃至図 8 は、本発明の一実施例に係るコンタクトプラグ形成方法を説明するための断面図であって、以下これを参照して説明する。コンタクトホールを形成するところまでの工程は従来技術と同様である。

【 0 0 1 9 】

すなわち、図 5 には基板 2 0 上にゲート絶縁膜 2 1、ゲート電極 2 2 及びソース/ドレイン接合 2 5 を備えるトランジスタを形成し層間絶縁膜 2 6 を蒸着した状態が示されている。もちろん、通常の方法通りゲート電極 2 2 の上部にはキャッピング絶縁膜 2 3 が形成されており、その側壁にはスペーサ絶縁膜 2 4 が形成されている。

スペーサ 2 4 は、ゲート電極 2 2 を含む半導体基板の上に窒化膜などを蒸着し全面エッチバック工程を行なってゲート電極の側壁に形成されるが、この場合、スペーサ形成のための全面エッチバック工程時、好ましくは 3 0 % 程度のオーバエッチングを実行して半導体基板 2 0 の表面が確実に露出されるようにする。

【 0 0 2 0 】

ゲート電極 2 2 は、金属、ポリシリコンまたはこれらが積層された形態の導電体、そして拡散防止膜等から構成された通常の構造であって、層間絶縁膜 2 6 には、種々の種類の酸化膜が用いられ、例えば、B P S G ( B o r o n P h o s p h o r u s S i l i c a t e G l a s s )、S O G ( S p i n O n G l a s s )、U S G ( U n d o p e d S i l i c a t e G l a s s )、P S G ( P h o s p h o S i l i c a t e G l a s s ) などが用いられる。

このように層間絶縁膜 2 6 を形成した後、化学機械研磨 ( C h e m i c a l M e c h a n i c a l P o l i s h i n g : C M P ) を行なうか、層間絶縁膜 2 6 をフロー ( f l o w ) させて層間絶縁膜 2 6 の表面を平坦化する。

【 0 0 2 1 】

次に、コンタクトマスク ( 図示せず ) を利用したエッチング工程を実行してランディングプラグコンタクトホール 2 7 を形成し、洗浄工程を通してコンタクトホール内部に形成された自然酸化膜を除去する。コンタクトホール形成のためのエッチング工程では、半導体基板の表面が確実に露出されるように、好ましくは 3 0 % 程度のオーバエッチング工程を適用する。

【 0 0 2 2 】

コンタクトホール形成のためのエッチング工程以後、自然酸化膜を除去するための洗浄工程が行なわれるが、本発明では水素ベーキングや急速熱処理のようなイン - シトゥ洗浄工程を行わず一般的な洗浄工程のみを行なう。すなわち、B O E、H F 溶液または H F 気体などを利用した一般的な洗浄工程でコンタクトホール内部の自然酸化膜を除去する。

このようにエッチング工程と洗浄工程が実行されたウェーハは、高真空システムに移動して次の工程に用いられる。この場合、洗浄工程後、概略 2 時間以内に高真空システムに移動するようにすれば、自然酸化膜の成長は微々たるものとなる。

【 0 0 2 3 】

次に、図 6 に示すように、高真空システムを利用してコンタクトホールの底部分に単結晶シリコン 2 8 をエピタキシャル成長させる。コンタクトホールの底は、シリコン基板 2 0 と接触される部分であるので、単結晶シリコン 2 8 がエピタキシャル成長されるが、コンタクトホールの側壁部分は、窒化膜等より構成されたスペーサ 2 4 と酸化膜等から構成された層間絶縁膜 2 6 に接しているため、単結晶シリコンではないポリシリコン 2 9 が形成される。

【 0 0 2 4 】

10

20

30

40

50

高真空システムを利用する理由は、反応室内の環境が高真空である場合、自然酸化膜の成長が抑制され、また不純物が少ない状態で単結晶シリコンが容易にエピタキシャル成長されるためである。本発明の実施例では、反応室の圧力が $10^{-9}$ 乃至 $10^{-6}$  Torrである高真空状態を利用する。

【0025】

エピタキシャル成長された単結晶シリコン28は、コンタクトホールの底から50～200の厚さを有するように形成され、 $SiH_4$ または $Si_2H_6$ のように、Siを含むガスをソースガスと使用して550～800の温度でエピタキシャル成長させる。エピタキシャル成長された単結晶シリコン28は、ドーブしない状態で使用することもでき、He、 $N_2$ 、Arのような不活性気体に希釈された $PH_3$ ガスをドーバントにしてドーブすることもできる。

10

【0026】

本発明に用いられた高真空システムは、高性能のポンプが付属され、反応室内の圧力が $10^{-6}$  Torr以下となる装置であって、シングル反応室タイプの装置でもよく、バッチタイプの装置でもよい。しかし、大部分シングル反応室タイプの装置にこのようなポンプが付属されて高真空システムに用いられるが、本発明では高真空システムを高性能ポンプが付属されたシングルタイプの装置に限定しない。

【0027】

本発明では、高真空システム内でエピタキシャル成長された単結晶シリコンが自然酸化膜の成長を抑制するので、従来のようなイン-シトゥ洗浄工程が不要となる。すなわち、水素ベーキング工程や急速熱処理工程が省略されてもトランジスタの特性劣化を防止でき、また工程の煩雑化を防止できる。

20

【0028】

図9は、コンタクトホールの底部分に単結晶シリコンをエピタキシャル成長させた後、コンタクトホールとシリコン基板の断面を撮った透過電子顕微鏡写真であるが、図9の断面において、(1)の部分はコンタクトホール底の上部分を示し、(2)の部分は、シリコン基板とコンタクトホールの底が接する部分を示し、(3)の部分はシリコン基板部分を示す。

【0029】

図10乃至図12は、図9に示されている(1)、(2)、(3)の各部分に対するSAD(Selected Area Diffraction)パターンを示す図面である。シリコン基板部分の回折パターンである図12とコンタクトホールの底とシリコン基板とが接する部分の回折パターンである図11を参照すると、二つの回折パターン共に規則的な回折パターンを示していることが分かる。

30

これは、シリコン基板のシリコン結晶とエピタキシャル成長された単結晶シリコンが同じ結晶方向を持っていることを示し、シリコン基板とエピタキシャル成長された単結晶シリコンとの間に自然酸化膜をはじめとする異質物の存在が微々たる物であるということの意味する。

【0030】

図10は、コンタクトホール底上部分の回折パターンを示す図であり、エピタキシャル成長された単結晶シリコンのみ存在するので、図11または図12のように、規則的な回折パターンを示していることが分かる。

40

もし、コンタクトホールの側壁部分に対するSADパターンを測定すると、図10乃至図12に示されているものとは異なって、不規則的な回折パターンを示すだろう。これはコンタクトホールの側壁部分には、単結晶シリコンではないポリシリコンが形成されているためである。

【0031】

このように、半導体基板と接触するコンタクトホール底部分には、単結晶シリコンをエピタキシャル成長させ、コンタクトホールの側壁には、ポリシリコンを所定厚さに形成した後、図7に示すように、一般的なバッチタイプ装置を利用してポリシリコンプラグ30を

50

形成してコンタクトホールを埋め込む。

一般的なバッチタイプ装置を利用してポリシリコンプラグ30を形成する場合には、480～620の温度、0.2～1.5 Torrの圧力でシリコンを含むガスをソースガスにして1500～3000の厚さを有するポリシリコンプラグ30を形成する。

【0032】

以後、ポリシリコンプラグ30の抵抗を下げるため、後続ドーピング工程を行なうが、He、N<sub>2</sub>またはArのような不活性気体に希釈させたPH<sub>3</sub>ガスをドーパントにして、燐(P)の濃度が $1.0 \times 10^{20} \sim 3.0 \times 10^{20}$  atoms/ccの濃度を有するようにドーピング工程を行なう。

このように層間絶縁膜26上部とコンタクトホール内部を含む全体構造上にポリシリコンプラグ30を蒸着した後、層間絶縁膜26の表面が露出するまで、化学機械研磨や全面エッチバック工程を行なって、図8に示すような、コンタクトプラグを完成する。

化学機械研磨を行なう場合には、pH6～11で、50～300nm大きさのシリカ、アルミナまたはセリアなどの研磨剤を用いて化学機械研磨を行なう。

【0033】

尚、本発明は、本実施例に限られるものではない。本発明の趣旨から逸脱しない範囲内で多様に変更実施することが可能である。

【0034】

【発明の効果】

上述したようになされる本発明によるコンタクト抵抗を減少させたコンタクトプラグ形成方法によれば、工程の単純化と同時に自然酸化膜によるコンタクト抵抗の増加を防止してコンタクト抵抗を減少させたコンタクトプラグを形成できるので、素子の信頼性を増加させる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来のコンタクトプラグ形成方法を説明するための断面図である。

【図2】従来のコンタクトプラグ形成方法を説明するための断面図である。

【図3】従来のコンタクトプラグ形成方法を説明するための断面図である。

【図4】従来のコンタクトプラグ形成方法を説明するための断面図である。

【図5】本発明の一実施例に係るコンタクトプラグ形成方法を説明するための断面図である。

【図6】本発明の一実施例に係るコンタクトプラグ形成方法を説明するための断面図である。

【図7】本発明の一実施例に係るコンタクトプラグ形成方法を説明するための断面図である。

【図8】本発明の一実施例に係るコンタクトプラグ形成方法を説明するための断面図である。

【図9】半導体基板とコンタクトホールの断面を撮った透過電子顕微鏡写真である。

【図10】図3の(1)の部分のコンタクトホール底上部分の回折パターンを示す図である。

【図11】図3の(2)の部分のコンタクトホールの底とシリコン基板とが接する部分の回折パターンを示す図である。

【図12】図3の(3)の部分のシリコン基板部分の回折パターンを示す図である。

【符号の説明】

20	基板
21	ゲート絶縁膜
22	ゲート電極
23	キャッピング絶縁膜
24	スペーサ
25	ソース/ドレイン接合
26	層間絶縁膜

10

20

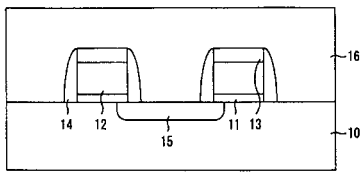
30

40

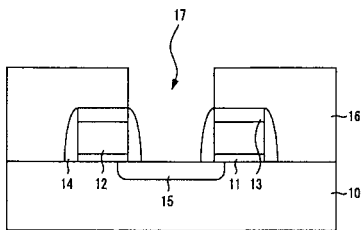
50

- 27            コンタクトホール
- 28            エピタキシャル成長単結晶シリコン
- 29            ポリシリコン
- 30            ポリシリコンプラグ

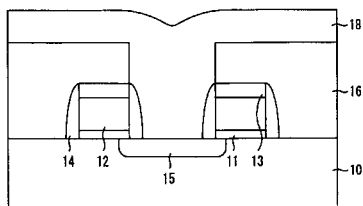
【図1】



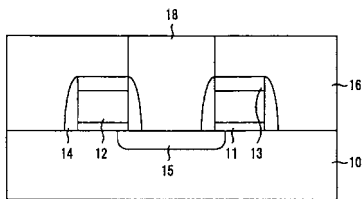
【図2】



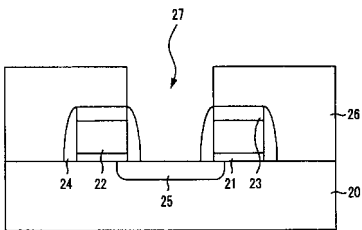
【図3】



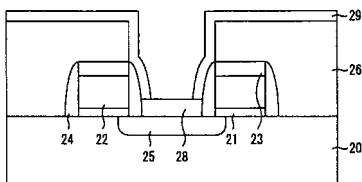
【図4】



【図5】

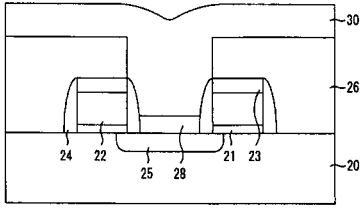


【図6】

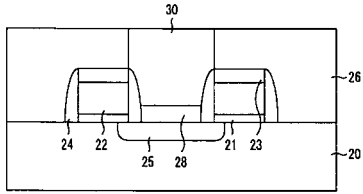




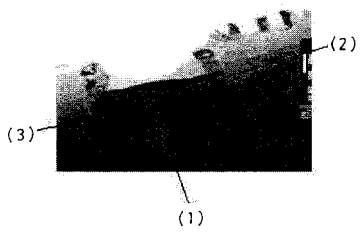
【図 7】



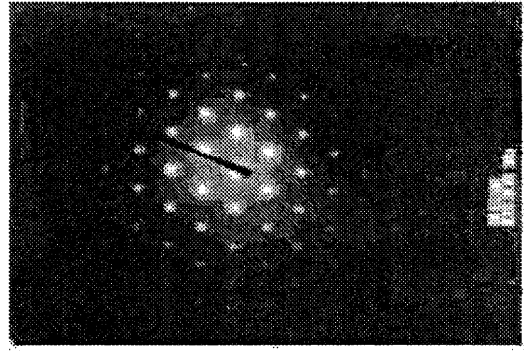
【図 8】



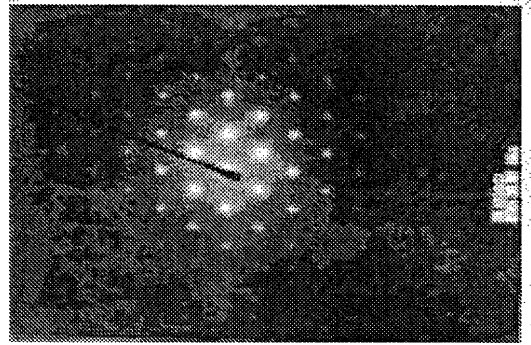
【図 9】



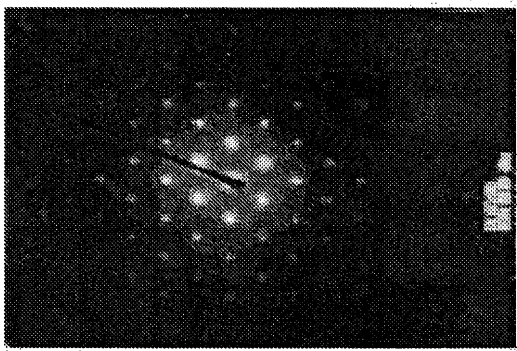
【図 10】



【図 11】



【図 12】



---

フロントページの続き

(72)発明者 蔡 洙 振

大韓民国 京畿道 利川市 夫鉢邑 牙美里 山 136-1

審査官 宇多川 勉

(56)参考文献 特開平08-339996(JP,A)  
特開平02-016729(JP,A)  
特開平08-293465(JP,A)  
特開平09-074188(JP,A)  
特開平05-275365(JP,A)  
特開2001-156271(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/768

H01L 21/28

H01L 27/108

H01L 29/78