

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5002815号
(P5002815)

(45) 発行日 平成24年8月15日(2012.8.15)

(24) 登録日 平成24年6月1日(2012.6.1)

(51) Int.Cl.		F I	
HO 1 L 37/02	(2006.01)	HO 1 L 37/02	
HO 1 L 27/144	(2006.01)	HO 1 L 27/14	K
HO 1 L 27/146	(2006.01)	HO 1 L 27/14	A
GO 1 J 1/02	(2006.01)	GO 1 J 1/02	Y

請求項の数 12 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2007-520083 (P2007-520083)	(73) 特許権者	304027349
(86) (22) 出願日	平成18年6月2日(2006.6.2)		国立大学法人豊橋技術科学大学
(86) 国際出願番号	PCT/JP2006/311127		愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1
(87) 国際公開番号	W02006/132161	(74) 代理人	100095577
(87) 国際公開日	平成18年12月14日(2006.12.14)		弁理士 小西 富雅
審査請求日	平成21年5月27日(2009.5.27)	(74) 代理人	100114362
(31) 優先権主張番号	特願2005-192798 (P2005-192798)		弁理士 萩野 幹治
(32) 優先日	平成17年6月4日(2005.6.4)	(72) 発明者	石田 誠
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1 国立 大学法人豊橋技術科学大学内
		(72) 発明者	澤田 和明
			愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1 国立 大学法人豊橋技術科学大学内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 集積装置とその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

シリコン基板と、
 該シリコン基板の一部にエピタキシャル成長された - アルミナ膜上に形成される第1の機能領域と、
 前記シリコン基板において前記 - アルミナ膜が成長された以外の領域に形成される第2の機能領域と、
 前記第1の機能領域と前記第2の機能領域とを接続する配線手段と、
 を備えてなる集積装置であって、
 前記第1の機能領域を形成する前記シリコン基板の領域の第1の表面は前記第2の機能領域を形成する前記シリコン基板の領域の第2の表面より高い位置にある、ことを特徴とする集積装置。

【請求項2】

前記第1の機能領域にはセンサが形成され、前記第2の機能領域には前記センサの信号処理回路が形成されている、ことを特徴とする請求項1に記載の集積装置。

【請求項3】

前記第1の表面と第2の表面との高さの差は0.1~1.0μmである、ことを特徴とする請求項1に記載の集積装置。

【請求項4】

前記第1の機能領域には前記シリコン基板に対して拡散性の高い物質が含まれている、

ことを特徴とする請求項3に記載の集積装置。

【請求項5】

前記拡散性の高い物質はPb又はその化合物である、ことを特徴とする請求項4に記載の集積装置。

【請求項6】

前記第1の機能領域はチタン酸ジルコン酸鉛を含む、ことを特徴とする請求項5に記載の集積装置。

【請求項7】

前記第1の機能領域にはセンサが形成され、前記第2の機能領域には前記センサの信号処理回路が形成されている、ことを特徴とする請求項3～6のいずれかに記載の集積装置

10

【請求項8】

シリコン基板の表面に - アルミナ膜をエピタキシャル成長させるステップと、
前記 - アルミナ膜の一部を除去して前記シリコン基板を表出させる第1のエッチングステップと、

前記第1のエッチングステップを経て表出されたシリコン基板の表面を除去する第2のエッチングステップと、

前記 - アルミナ膜上に第1の機能領域を形成するステップと、

前記第2のエッチングステップを経て表出された前記シリコン基板へ第2の機能領域を形成するステップと、

20

前記第1の機能領域と前記第2の機能領域とを配線するステップと、

を含む集積装置の製造方法。

【請求項9】

前記第2のエッチングステップにより、前記 - アルミナ膜の形成時に拡散したアルミニウムを含む前記シリコン基板の部分除去する、ことを特徴とする請求項8に記載の製造方法。

【請求項10】

前記第2のエッチングステップにより、前記シリコン基板の表面を0.1～1.0μmの厚さで除去する、ことを特徴とする請求項9に記載の製造方法。

【請求項11】

30

前記第1のエッチングステップは誘導結合プラズマ反応性イオンエッチング(ICP-RIE)を実行し、前記第2のエッチングステップは反応性イオンエッチング(RIE)を実行する、ことを特徴とする請求項8～10のいずれかに記載の製造方法。

【請求項12】

前記 - アルミナ膜を第1の保護膜で保護した後に前記第2の機能領域を形成し、該第2の機能領域を第2の保護膜で保護した後に前記第1の保護膜を剥離して前記 - アルミナ膜の上に前記第1の機能領域を形成し、前記第2の保護膜を剥離して前記第1の機能領域と前記第2の機能領域とを配線する、ことを特徴とする請求項8～11のいずれかに記載の製造方法。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、集積装置とその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

シリコン基板上に - アルミナ層をエピタキシャル成長させて、当該 - アルミナ層を用いて焦電型赤外線センサや超音波センサを形成する例が特許文献1及び特許文献2に記載されている。

1つのシリコン基板上にセンサとそのスイッチ回路とを備える赤外線検出回路が特許文

50

献 3 に開示されている。この検出回路ではシリコン基板上にシリコン酸化膜が形成され、このシリコン酸化膜をベースとして、即ち共通の絶縁膜としてセンサとスイッチ回路とが形成されている。

なお、特許文献 3 に記載の赤外線検出回路は赤外線検出用のコンデンサとトランジスタを連結したものであり、その出力信号は外部の信号処理回路により処理されている。

【 0 0 0 3 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 4 - 2 8 1 7 4 2 号公報

【特許文献 2】特開平 9 - 8 9 6 5 1 号公報

【特許文献 3】特開平 1 1 - 2 7 1 1 4 1 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

昨今、センサには様々な特性が要求されており、シリコン酸化膜をベースとするセンサではその要求に充分対応できない場合がある。

そのため、特許文献 1 に開示されるように、 - アルミナ層をベースにするセンサが使用されることがある。かかるセンサは 1 つの基板に作り込まれているため、センサとして機能させるには、これを周辺回路用ディスクリート素子とアッセンブリする必要がある。かかる集積装置において製造コストのほとんどが当該アッセンブリ代に費やされている。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 5 】

この発明は上記課題を解決するためになされたものである。

即ち、この発明の第 1 の局面は次のように規定される。

シリコン基板と、

該シリコン基板の一部にエピタキシャル成長された - アルミナ膜上に形成される第 1 の機能領域と、

前記シリコン基板において前記 - アルミナ膜が成長された以外の領域に形成される第 2 の機能領域と、

前記第 1 の機能領域と前記第 2 の機能領域とを接続する配線手段と、

を備えてなる集積装置。

【 0 0 0 6 】

このように構成された集積装置によれば、シリコン基板に - アルミナ膜がエピタキシャル成長されてこの - アルミナ膜を用いて第 1 の機能領域を形成することができる。他方、シリコン基板において - アルミナ膜の無い領域には第 2 の機能領域を形成することができる。この発明の第 2 の局面で規定されるように、当該第 1 の機能領域としてセンサを採用し、第 2 の機能領域として当該センサの信号処理回路（周辺回路）を形成することができる。そしてセンサとその信号処理回路とを配線手段により接続することにより、1 つのシリコン基板に 2 つの機能（例えば、センサとその周辺回路）を作り込むことが可能となる。これにより、アッセンブリ作業が不要となるので製造コストを低減することができる。

この発明の集積装置のセンサは、シリコン基板上にエピタキシャル成長された - アルミナ膜をベースとして用いて形成されるので、シリコン酸化膜をベースとしたセンサと全く異なる特性を有する。

【 0 0 0 7 】

この発明の第 3 の局面は次の様に規定される。

即ち、第 1 又は第 2 の局面で規定される集積回路において、前記第 1 の機能領域を形成する前記シリコン基板の領域の第 1 の表面は前記第 2 の機能領域を形成する前記シリコン基板の領域の第 2 の表面より高い位置にある。

このように構成された第 3 の局面に規定の発明によれば、第 1 の領域と第 2 の領域が明確に確定されるので、回路の配置等の確認が容易になる。

シリコン基板における第 1 の領域と第 2 の領域とでその高さを異ならしめると、第 1 の

10

20

30

40

50

領域と第2の領域とが同一平面上にある場合に比べて、両者の間隔が長くなる。このことは、特にこの発明の第5の局面で規定されるように、第1の機能領域にPb等のシリコン基板に対して拡散性の高い物質が含まれている場合に、当該物質の影響をより確実に排除する見地から好ましい。

シリコン基板において第1の表面と第2の表面との高さの差は、この発明の第4の局面で規定されるように、 $0.1 \sim 1.0 \mu\text{m}$ であることが好ましい。両者の差が $0.1 \mu\text{m}$ 未満であると、後述するようにシリコン基板第2の表面にアルミニウムがドーピングされた層が残存している状態であり、他方、両者の差が $1.0 \mu\text{m}$ を超えると金属配線形成に不都合であり、それぞれ好ましくない。

【0008】

ここに、
- アルミナ層は放熱等の関係から薄膜とすることが好ましい。本発明者らの検討によれば集積回路において
- アルミナ層の膜厚は、 $10 \sim 100 \text{nm}$ とすることが好ましい。

このように
- アルミナ層が薄膜になると、第1の機能領域に含まれる物質が容易にシリコン基板へ流入するおそれがある。例えば赤外線センサにPZT（チタン酸ジルコン酸鉛）層を用いた場合、当該層に含まれる鉛が
- アルミナ層を通過してシリコン基板へ拡散する。この鉛が第1の機能領域まで拡散するとそこに形成される回路に悪影響を与えるおそれがある。

シリコン基板において第1の機能領域を形成する第1の領域の表面高さとは第2の機能領域を形成する第2の領域の表面高さとの間に差を設けることにより、第1の領域から第2の領域までの距離が長くなる。これにより、第1の領域からPb等が拡散されても、その影響が第2の領域の表面に現れ難くなる。

【0009】

この発明の他の局面は上記集積回路の製造方法に関し、次のように規定される。即ち、シリコン基板の表面に
- アルミナ膜をエピタキシャル成長させるステップと、

前記
- アルミナ膜の一部を除去して前記シリコン基板を表出させる第1のエッチングステップと、

前記第1のエッチングステップを経て表出されたシリコン基板の表面を除去する第2のエッチングステップと、

前記
- アルミナ膜上に第1の機能領域を形成するステップと、

前記第2のエッチングステップを経て表出された前記シリコン基板へ第2の機能領域を形成するステップと、

前記第1の機能領域と前記第2の機能領域とを配線するステップと、

を含む集積装置の製造方法。

このように構成された製造方法によれば、既述の第1～第4の局面に記載の集積装置を容易に製造することができる。

【0010】

上記において、第2のエッチングステップでは、
- アルミナ膜の形成時に拡散したアルミニウムを含む前記シリコン基板の部分を除去することが好ましい。
- アルミナ膜をエピタキシャル成長させるとき、アルミニウムがシリコン基板の表面へ拡散する。アルミニウムはシリコンに対してp型のドーパントであるため、アルミニウムが拡散したシリコン基板の表面の導電性はp-となる。かかる高ドープ状態のシリコン基板はそこへ各種のドーパントをドーピングして回路を作り込むことに適していない。そこで、当該アルミニウムが拡散したシリコン基板の表面部分を除去し、回路の作り込みに適した導電状態のシリコン基板を表出させることが好ましい。

本発明者らの検討によれば、
- アルミナ膜によりシリコン基板の表面より約 $0.1 \sim 1.0 \mu\text{m}$ の深さまでアルミニウムが拡散していることを見出した。従って、当該深さを第2のエッチングステップにおいて除去すれば、回路等の第2の機能領域を形成することに適したシリコン基板の表面を得ることができる。

【0011】

10

20

30

40

50

- アルミナ膜を除去する第 1 のエッチングステップは、ICP - RIE (Inductively Coupled Plasma Reactive Ion Etching)等の異方性エッチングを採用することが好ましい。その他、アルミナ膜へSiイオンを注入しアモルファス化させた後フッ酸を含む化学溶液によるエッチング等の方法で - アルミナ膜を除去することができる。

- アルミナ膜を除去した後に実行する第 2 のエッチングプロセスはRIEを採用することが好ましい。エッチング後のシリコン基板の表面が平滑に保たれ、第 2 の機能領域の形成が容易になるからである。その他、熱酸化膜を形成したのちその熱酸化膜をフッ酸を含む溶液によりエッチングする等の方法でシリコン基板の表面を除去することができる。

【0012】

この発明の第 1 及び第 2 の局面で規定される集積装置はまた次の製造方法によっても得ることができる。即ち、

シリコン基板の一部に第 2 の機能領域を形成するステップと、
 該第 2 の機能領域を第 2 の保護膜で保護して前記シリコン基板の表面に - アルミナ膜をエピタキシャル成長させるステップと、
 前記 - アルミナ基板の上に第 1 の機能領域を形成するステップと、
 該第 1 の機能領域を第 1 の保護膜で保護して、前記第 2 の保護膜を剥離するステップと

、
 前記第 1 の保護膜を剥離して前記第 1 の機能領域と前記第 2 の機能領域とを配線するステップと、

を含む集積装置の製造方法。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図 1】図 1 はこの発明の第 1 の実施例の集積装置の構成を示す断面図である。

【図 2】図 2 は同じく平面図である。

【図 3】図 3 は第 1 の実施例の集積装置の製造方法を示すフローチャートである。

【図 4】図 4 は同じく製造方法の概略図である。

【図 5】図 5 はこの発明の第 2 の実施例の集積装置の構成を示す断面図である。

【図 6】図 6 は第 2 の実施例の集積装置の製造方法を示すフローチャートである

【図 7】図 7 は同じく製造方法の概略図である。

【符号の説明】

【0014】

- 1、101 集積装置
- 3 シリコン基板
- 10 センサ
- 11、35、110 - アルミナ膜
- 20 信号処理回路
- 10A 第 1 の領域
- 20A 第 2 の領域

【実施例】

【0015】

(実施例 1)

次にこの発明の実施例を説明する。

図 1 はこの発明の実施例の集積装置 1 の構成を示す断面図である。同じく図 2 は平面図である。

実施例の集積装置 1 は第 1 の機能領域としてのセンサ 10 と第 2 の機能領域としての信号処理回路 20 とを備えてなる。これら 2 つの領域 10、20 はともに共通のシリコン基板 3 を有し、また酸化シリコンからなる絶縁領域 5 で相互に絶縁されている。

センサ領域 10 はシリコン基板 3 にエピタキシャル成長された - アルミナ層 11 をベースとして、白金層 13、高誘電体物質層 15 及び白金層 17 を積層してなり、焦電素子を構成する。

10

20

30

40

50

かかるセンサ 10 の構成は、 - アルミナ層 11 をベースとすることを前提として、任意に選択することができる。

なお、この実施例では、センサ 10 においてシリコン基板の一部がエッチングにより除去されている。

【0016】

信号処理回路 20 には J F E T 21 と M O S 23 が汎用的な形成方法により形成されている。信号処理回路 20 には任意の回路を任意の方法で作成することができる。

【0017】

次に、図 1 の集積装置 1 の製造方法について、図 3 のフローチャート及び図 4 を参照して説明をする。

ステップ 1 では、シリコン基板 3 においてセンサ 10 を形成すべき領域（第 1 の領域 10 A）を第 1 の保護膜 31 で被覆する（図 4 A 参照）。この第 1 の保護膜として例えば酸化膜を用いることができる。

次に、表出されたシリコン基板の領域（第 2 の領域 20 A）へ定法により回路 20 を形成する。

【0018】

ステップ 3 では（図 4（B）参照）、回路 20 を第 2 の保護膜 33 で被覆し、第 1 の保護膜 31 を除去する。ここに第 2 の保護膜 33 として酸化膜を採用することができる。

続いて、ステップ 5 において、第 1 の保護膜 31 が除去されることにより表出した第 1 の領域 10 A へ - アルミナ層 35 をエピタキシャル成長させる。エピタキシャル成長させる条件は例えば、TMA ガスと酸素ガスを用いた化学気相成長法において成長温度 900 ~ 1000 とすることで実現できる。また、 - アルミナ層 35 の膜厚は 10 nm ~ 100 nm とすることが好ましい。

【0019】

ステップ 7 では（図 4（C）参照）、 - アルミナ層 35 の上にセンサ 10 を形成する。この実施例では、 - アルミナ層 35 の上に、白金層をスパッタ成長させ、さらにゾルゲル状態の P Z T を塗布して硬化させる。そして、再度白金層をスパッタ成長させる。なお、各層はフォトリソグラフィにより所定の形状にエッチングされる。

ステップ 9 では（図 4（D）参照）、R I E あるいは化学溶液によるエッチングにより第 2 の保護膜を除去して、金属配線 37 をパターンニングにより形成する（ステップ 11）。この配線 37 にはアルミニウム、銅を用いることができる。

【0020】

ステップ 13 では少なくともセンサ 10 を第 3 の保護膜 39（材質：酸化膜あるいは窒化膜）で保護して、第 1 の領域 10 A の所定の部分をシリコン基板 3 の裏面側からエッチングして除去する（ステップ 15、図 4（E）参照）。

その後、第 3 の保護膜 39 を除去して、図 1 に示す集積装置 1 を得ることができる。

【0021】

（実施例 2）

図 5 はこの発明の第 2 の実施例の集積装置 101 を示す。なお、図 1 と同一の要素には同一の符号を付してその説明を省略する。

この実施例の集積装置 101 では、センサ 10 と信号処理回路 20 とを形成するシリコン基板 3 の表面高さに差 H が設けられている。

かかる高さに差を設けることにより、この差のない図 1 の例に比べて、拡散性のある P b を含む P Z T 15 から回路 20 までの距離が長くなる。これにより、回路 20 の領域に対する当該 P b の影響を出来る限り排除することができる。

【0022】

図 5 の集積装置 101 の製造方法について、図 6 のフローチャート及び図 7 を参照して説明する。

ステップ 21 では、シリコン基板 3 の全表面に - アルミナ層 110 をエピタキシャル成長させる。この - アルミナ層 110 の成長条件は、TMA ガスと酸素ガスを用いた化

10

20

30

40

50

学気相成長法において成長温度900～1000とする。また、 SiO_2 -アルミナ層35の膜厚は10nm～100nmとする。

ステップ23では、シリコン基板の第1の領域10Aに対応する SiO_2 -アルミナ層110の領域を第1の保護膜112で保護する。第1の保護膜112には窒化シリコンを用いることができる。即ち、 SiO_2 -アルミナ層110の全域に窒化シリコン膜をスパッタ等の方法で成長させる。ステップ25では、フォトリソグラフィにより、第1の領域10Aを残して他の部分の窒化シリコン層及び SiO_2 -アルミナ層110をエッチングする。このときのエッチング方法としてエッチングレートの高いICP-RIEを採用することが好ましい。

【0023】

ステップ27では(図7(C)参照)、ステップ25により表出したシリコン基板の第2の領域20AをRIEによりエッチングする。これにより、シリコン基板の第2の領域20Aを平滑にすることができる。また、第2の領域20にはアルミニウムが拡散してその導電性が変化している(p型化している)。当該ステップ27において第2の領域20Aの表面をエッチングすることにより、当該導電性の変化した部分が除去され、シリコン基板3の本来の特性を用いることが可能となる。

ステップ29では、このようにシリコン基板3の本来の特性を有する第2の領域へ回路20を作り込む(図7(D)参照)。

【0024】

ステップ31では、図7(E)に示すように、回路20を保護膜114で保護して、第1の保護膜112をエッチングにより除去し、 SiO_2 -アルミナ層110を表出させる。ステップ33では、表出した SiO_2 -アルミナ層110の表面に、実施例1と同様にして、白金/PZT/白金を積層してセンサ20を形成する。

ステップ35では第2の保護膜114をエッチングにより除去し、ステップ37においてセンサ10と回路20との間に金属配線116を形成する(図7(G)参照)。

【0025】

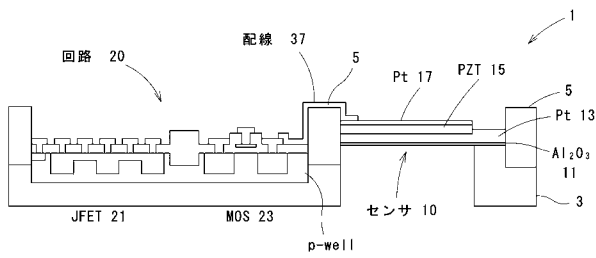
ステップ39では少なくともセンサ10を第3の保護膜(材質:酸化膜あるいは窒化膜)で保護して、第1の領域の所定の部分をシリコン基板3の裏面側からエッチングして除去する(ステップ41)。

その後、第3の保護膜を除去して、図5に示す集積装置101を得ることができる。

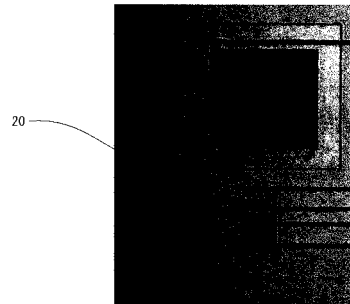
10

20

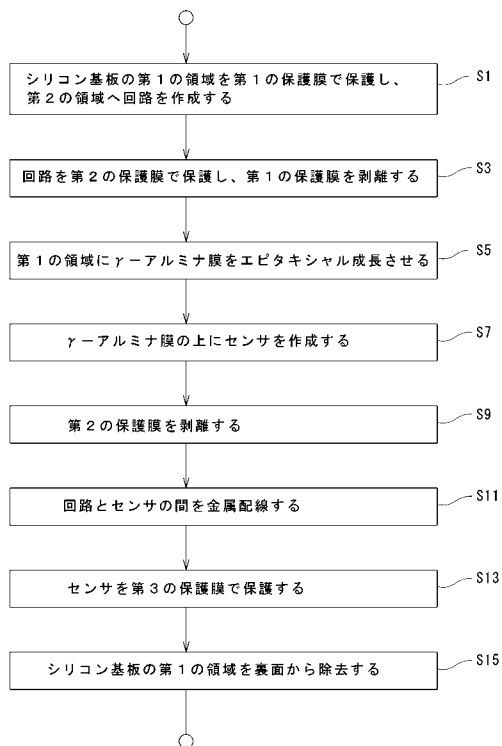
【図1】



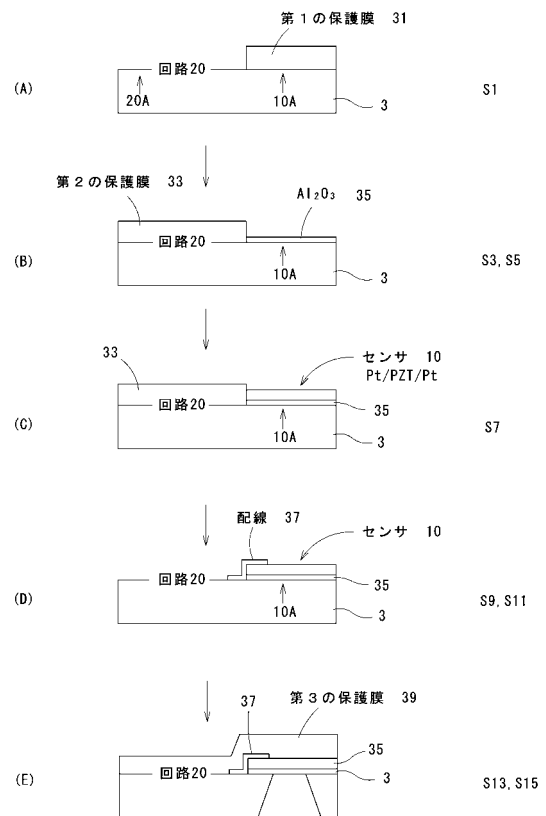
【図2】



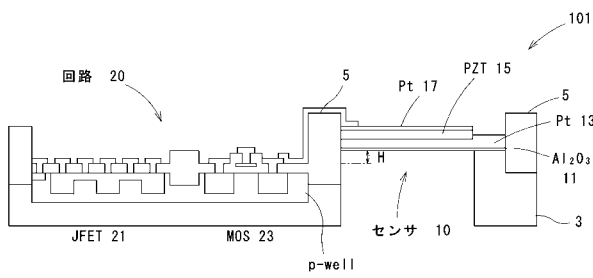
【図3】



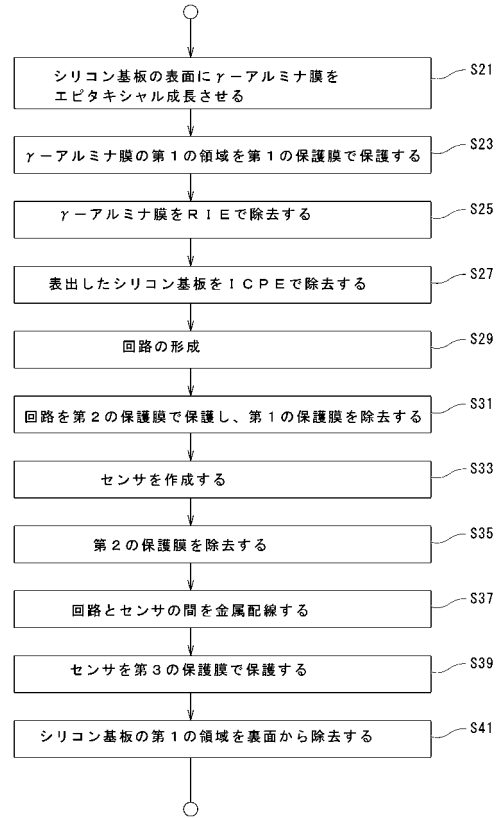
【図4】



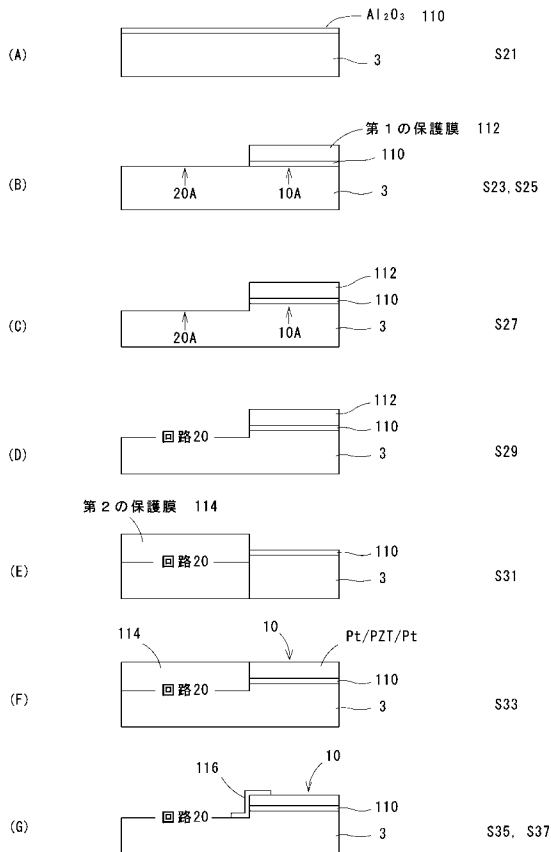
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 赤井 大輔

愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1 - 1 国立大学法人豊橋技術科学大学内

(72)発明者 平林 京介

愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1 - 1 国立大学法人豊橋技術科学大学内

審査官 酒井 朋広

(56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 0 8 8 6 4 0 (J P , A)

特開平 0 1 - 1 3 6 0 3 5 (J P , A)

特開平 0 4 - 1 5 8 5 8 3 (J P , A)

特開 2 0 0 4 - 2 8 1 7 4 2 (J P , A)

特開 2 0 0 2 - 2 6 1 2 4 9 (J P , A)

特開平 0 9 - 0 8 9 6 5 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H01L 37/02

G01J 1/02

H01L 27/14

H01L 27/146