

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3717634号
(P3717634)

(45) 発行日 平成17年11月16日(2005.11.16)

(24) 登録日 平成17年9月9日(2005.9.9)

(51) Int. Cl.⁷

F I

HO 1 L 21/336

HO 1 L 29/78 6 2 7 G

HO 1 L 21/20

HO 1 L 21/20

HO 1 L 29/786

HO 1 L 29/78 6 1 8 G

HO 1 L 29/78 6 2 7 Z

請求項の数 10 (全 19 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平9-176353 (22) 出願日 平成9年6月17日(1997.6.17) (65) 公開番号 特開平11-8393 (43) 公開日 平成11年1月12日(1999.1.12) 審査請求日 平成16年4月1日(2004.4.1)</p>	<p>(73) 特許権者 000153878 株式会社半導体エネルギー研究所 神奈川県厚木市長谷398番地 (72) 発明者 山崎 舜平 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社 半導体エネルギー研究所内 (72) 発明者 大谷 久 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社 半導体エネルギー研究所内 (72) 発明者 大沼 英人 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社 半導体エネルギー研究所内 審査官 松田 成正</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	---

(54) 【発明の名称】 半導体装置の作製方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板上の非晶質珪素膜にニッケルを導入し、
 前記非晶質珪素膜を結晶化させて結晶性珪素膜を形成し、
 前記結晶性珪素膜にP₂O₅またはH_xPO₃を含有した溶液を選択的に塗布し、
 前記結晶性珪素膜を加熱処理することにより、前記溶液を選択的に塗布した領域に前記ニッケルをゲッタリングさせることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項2】

基板上の非晶質珪素膜上に、前記非晶質珪素膜の一部を露呈させる開口部を有するマスクを形成し、
 前記マスクを用いて、前記非晶質珪素膜に選択的にニッケルを導入し、
 前記非晶質珪素膜を結晶化させて結晶性珪素膜を形成し、
 前記マスクを用いて、前記結晶性珪素膜にP₂O₅またはH_xPO₃を含有した溶液を選択的に塗布し、
 前記結晶性珪素膜を加熱処理することにより、前記溶液を選択的に塗布した領域に前記ニッケルをゲッタリングさせることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項3】

基板上の非晶質珪素膜にニッケルを導入し、
 前記非晶質珪素膜を結晶化させて結晶性珪素膜を形成し、
 前記結晶性珪素膜にP₂O₅またはH_xPO₃を含有した溶液を選択的に塗布し、

前記結晶性珪素膜を加熱処理することにより、前記溶液を選択的に塗布した領域に前記ニッケルをゲッタリングさせ、
前記ゲッタリング後、前記溶液を選択的に塗布した領域を避けて、前記結晶性珪素膜からなる活性層を形成し、
前記活性層上にゲイト絶縁膜を介してゲイト電極を形成し、
前記ゲイト電極をマスクとして前記活性層に燐をドーピングすることで、前記活性層にソース領域、ドレイン領域及びチャネル形成領域を形成し、
前記活性層を加熱処理することにより、前記ソース領域及び前記ドレイン領域に前記ニッケルをゲッタリングさせることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 4】

基板上の非晶質珪素膜上に、前記非晶質珪素膜の一部を露呈させる開口部を有するマスクを形成し、
前記マスクを用いて、前記非晶質珪素膜に選択的にニッケルを導入し、
前記非晶質珪素膜を結晶化させて結晶性珪素膜を形成し、
前記マスクを用いて、前記結晶性珪素膜に P_2O_5 または H_xPO_3 を含有した溶液を選択的に塗布し、
前記結晶性珪素膜を加熱処理することにより、前記溶液を選択的に塗布した領域に前記ニッケルをゲッタリングさせ、
前記ゲッタリング後、前記溶液を選択的に塗布した領域を避けて、前記結晶性珪素膜からなる活性層を形成し、
前記活性層上にゲイト絶縁膜を介してゲイト電極を形成し、
前記ゲイト電極をマスクとして前記活性層に燐をドーピングすることで、前記活性層にソース領域、ドレイン領域及びチャネル形成領域を形成し、
前記活性層を加熱処理することにより、前記ソース領域及び前記ドレイン領域に前記ニッケルをゲッタリングさせることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 5】

請求項 2 又は請求項 4 において、前記結晶性珪素膜を形成する際には、前記選択的にニッケルを導入した領域から他の領域へと前記ニッケルを拡散させて前記基板に平行な方向に結晶成長を行わせ、前記溶液を選択的に塗布した領域に前記ニッケルをゲッタリングさせる際には、前記拡散と逆の経路を辿って前記ニッケルを移動させることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 6】

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一項において、前記溶液を選択的に塗布した後で且つ前記溶液を選択的に塗布した領域に前記ニッケルをゲッタリングさせる前に、前記溶液を固相化させることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 7】

請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか一項において、前記溶液を選択的に塗布した領域に前記ニッケルをゲッタリングさせるための加熱処理を R T A により行うことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 8】

請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか一項において、前記溶液を選択的に塗布した領域に前記ニッケルをゲッタリングさせるための加熱処理は、 $550 \sim 800$ の温度で行うことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 9】

請求項 1 乃至請求項 8 のいずれか一項において、前記 P_2O_5 または H_xPO_3 を含有した溶液の代わりに、燐化合物を溶かした溶液を用いることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 10】

請求項 9 において、前記燐化合物を溶かした溶液は、燐酸と燐酸塩とを混合した溶液であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【 発明の属する技術分野 】

本明細書で開示する発明は、ニッケルに代表される珪素の結晶化を助長する金属元素を利用して作製した薄膜トランジスタ（以下 T F T と称する）の作製方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【 従来技術 】

ガラス基板や石英基板上に形成された珪素膜を用いた T F T が知られている。現在主に商品化されているのは、非晶質珪素膜を活性層に用いた非晶質珪素 T F T である。

【 0 0 0 3 】

また T F T が主に利用されているのは、アクティブマトリクス型の液晶表示装置のアクティブマトリクス回路である。 10

【 0 0 0 4 】

非晶質珪素膜を活性層に利用した T F T は、Nチャネル型しか実用化されておらず、またその動作速度が非常に小さいという欠点がある。（これらの欠点があるが故にアクティブマトリクス回路にしか利用されていないとも言える）

【 0 0 0 5 】

この問題を解決するための技術としては、活性層を構成する珪素膜として結晶性珪素膜を用いる方法がある。

【 0 0 0 6 】

結晶性珪素膜を得る方法としては、レーザー光の照射による方法と、加熱による方法とがある。 20

【 0 0 0 7 】

レーザー光の照射による方法は、C V D 法等で成膜された非晶質珪素膜にレーザー光を照射することにより結晶化させるものである。

【 0 0 0 8 】

加熱による方法は、C V D 法等で成膜された非晶質珪素膜を加熱することにより結晶化させるものである。

【 0 0 0 9 】

レーザー光の照射による結晶化方法は、商業用のレーザー発振装置が実用化の域に達しておらず、主に発振の安定性に問題がある。そのため、得られる結晶性珪素膜の膜質の均一性や生産性に問題がある。 30

【 0 0 1 0 】

他方、加熱による方法は、安定した膜質が得られるが、加熱温度が高いため、ガラス基板を利用することが困難であるという問題がある。また、明確な多結晶状態となってしまう関係から、結晶粒界の存在が不安定要素として存在する。

【 0 0 1 1 】

このような状況においては、加熱による結晶化において、加熱処理温度をいかに下げることができるかが課題となる。また、明確な結晶粒界が形成されないような作製工程を得ることが課題となる。

【 0 0 1 2 】

この課題を解決する技術として、本出願人はニッケル元素に代表される金属元素を利用して非晶質珪素膜を従来よりも低温での加熱により結晶化させる技術を開発した。 40

【 0 0 1 3 】

この技術は、非晶質珪素膜にニッケルに代表される所定の金属元素を導入し、さらに加熱処理を施すことにより結晶性珪素膜を得る技術である。

【 0 0 1 4 】

この技術によれば、ガラス基板が耐える温度である 6 0 0 前後の加熱処理によって、高い結晶性を有した結晶性珪素膜を得ることができる。

【 0 0 1 5 】

また、得られる膜質の明確な結晶粒界が目立たず、従来 of 明確な多結晶珪素膜よりも好ま 50

しいものを得ることができる。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】

上述した金属元素を用いる方法は、得られる結晶性珪素膜中に当該金属元素が残留するという問題がある。

【0017】

金属元素は、半導体膜中においてトラップセンターとなり、得られるTFTの特性に悪影響を与える。よって、TFTの活性層を構成する半導体膜中においてはその残留濃度を極力低減することが望ましい。

【0018】

本明細書で開示する発明は、珪素の結晶化を助長する金属元素を用いて得られた結晶性珪素膜を活性層として作製されるTFTにおいて、活性層中に残留する金属元素の濃度を低減する技術を提供することを課題とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】

本明細書で開示する発明の一つは、

珪素の結晶化を助長する金属元素の作用を利用し結晶性珪素膜を形成する工程と、前記結晶性珪素膜の表面の一部に燐を含有した溶液を選択的に塗布する工程と、加熱処理を施し、前記溶液を選択的に塗布した領域に当該金属元素をゲッターリングさせる工程と、
を有することを特徴とする。

【0020】

上記構成において、珪素の結晶化を助長する金属元素としてニッケルが利用することが最も好ましい。これは、結晶化及びゲッターリングの効果がニッケルの場合に最も顕著に得られるからである。特にゲッターリングの効果は、ニッケルと燐との組み合わせにおいて最も大きく得ることができる。

【0021】

なお、金属元素としては、Fe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Au、Ge、Pb、In、Sbから選ばれた一種または複数種類のものを用いることもできる。

【0022】

加熱処理の方法としては、ヒーターを用いた普通の加熱炉において行う方法が一般的である。しかし、RTA法と呼ばれる強光の照射による方法を用いてもよい。

【0023】

燐を含有した溶液として P_2O_5 、および/または H_xPO_3 を含んだ溶液を用いることができる。

【0024】

また、燐を含有した溶液として燐を含有した酸化珪素系被膜形成用の塗布液を用いることができる。この溶液として代表的なものは、東京応化工業株式会社のOCD溶液である。

【0025】

この溶液は、塗布後にベークすることにより固化し酸化珪素系の被膜となる。この場合、燐を含有した溶液を固相化する工程が必要とされる。

【0026】

また、燐を含有した溶液としては、燐酸化合物を溶かした溶液を用いることができる。

【0027】

溶液を導入した後は、

- (1) スピンドライによって、余分な溶液を吹き飛ばし、燐が表面に接した状態とする。
- (2) 加熱乾燥させて、液体成分を飛ばし、燐が表面に接した状態とする。
- (3) ベークし固相化させ、膜(例えば酸化珪素膜)とする。

【0028】

10

20

30

40

50

といった方法により、燐が非晶質珪素膜の表面の一部に接して保持された状態とする。そして、加熱処理を施すことにより、燐を非晶質珪素膜中に僅かに拡散させ（しみださせ）、ニッケルのゲッターリングを行わせる。

【0029】

他の発明の構成は、

非晶質珪素膜の表面の一部の領域に珪素の結晶化を助長する金属元素を含む溶液を選択的に接して保持させる工程と、

加熱処理を施し前記一部の領域から他の領域へと当該金属元素を拡散させ膜面に平行な方向に結晶成長を行わず工程と、

前記一部の領域に燐を含有した溶液を選択的に接して保持させる工程と、

10

加熱処理を施し、前記一部の領域に当該金属元素をゲッターリングさせる工程と、
を有することを特徴とする。

【0030】

他の発明の構成は、

非晶質珪素膜の表面の一部の領域に珪素の結晶化を助長する金属元素を含む溶液を選択的に接して保持させる工程と、

加熱処理を施し前記一部の領域から他の領域へと当該金属元素を拡散させ膜面に平行な方向に結晶成長を行わず工程と、

前記一部の領域に燐を含有した溶液を選択的に接して保持させる工程と、

20

加熱処理を施し、前記拡散と逆の経路を辿って金属元素を移動させる工程と、
を有することを特徴とする。

【0031】

他の発明の構成は、

珪素の結晶化を助長する金属元素の作用を利用し結晶性珪素膜を形成する工程と、

前記結晶性珪素膜の一部の領域の表面に燐を含有した材料を選択的に接して保持させる工程と、

加熱処理を施し、前記一部の領域に当該金属元素をゲッターリングさせる工程と、

を有することを特徴とする。

【0032】

上記構成において、

30

燐を含有した材料は、

燐を含有した酸化珪素系被膜形成用の塗布液を塗布し、

しかる後に加熱処理を施し酸化珪素系被膜を形成することにより得られることを特徴とする。

【0033】

この構成の例としては、PSG膜や東京応化工業株式会社のOCD溶液を用いた酸化珪素系被膜を形成する場合の例を挙げることができる。

【0034】

【発明の実施の形態】

図1に示すように非晶質珪素膜102の上にマスク104を配置し、その状態でニッケル

40

を含んだ溶液を塗布する。

【0035】

そしてマスクの開口部103においてニッケル元素が非晶質珪素膜の表面に接して保持された状態とする。

【0036】

次に加熱処理を施し非晶質珪素膜を結晶化させる。さらに燐を含んだ溶液を塗布し、開口103が形成された領域において燐が珪素膜に接して保持させた状態とする。

【0037】

次に加熱処理を施し、燐が導入された領域にニッケル元素をゲッターリングさせる。この際、ニッケル元素は図1(C)の結晶成長の段階における拡散経路の逆を辿って燐が接して

50

保持された領域に集まる。こうして、珪素膜中のニッケル元素を低減させる。

【0038】

【実施例】

〔実施例1〕

図1～図2に本実施例の作製工程を示す。ここでは、横成長という結晶成長形態を用いてNチャンネル型のTFTを作製する場合の例を示す。

【0039】

まず、図1(A)に示すようにガラス基板101上に非晶質珪素膜102を減圧熱CVD法でもって50nmの厚さに成膜する。

【0040】

非晶質珪素膜の成膜方法はプラズマCVD法でもよいが、減圧熱CVD法で成膜した非晶質珪素膜の方が結晶性珪素膜を得る目的のためには適している。

【0041】

ガラス基板は、その表面に下地膜として酸化珪素膜や酸化窒化珪素膜が成膜されているものを用いてもよい。

【0042】

また、ガラス基板以外に石英基板や絶縁膜が成膜された半導体基板を利用してもよい。

【0043】

非晶質珪素膜102を成膜したら、120nm厚の酸化珪素膜をプラズマCVD法で成膜する。そしてこの酸化珪素膜をパターニングすることにより、マスク104を形成する。このマスク104は、後に珪素の結晶化を助長する金属元素であるニッケルを選択的に導入する際に利用される。(図1(A))

【0044】

このマスク104には、103で示されるように開口部が設けられており、この部分で非晶質珪素膜102が露呈している。この開口部103は、図面の手前側から奥行き方向へと細長い長手形状を有している。即ち、図1(A)に示す状態において、非晶質珪素膜102は、開口部103の部分で細長くその表面が露呈している。

【0045】

次にニッケル酢酸塩溶液を塗布し、図1(B)の105で示すようにニッケル元素が表面に接して保持された状態を得る。

【0046】

この状態においては、開口部103の部分でニッケル元素が非晶質珪素膜102の表面に接して保持された状態となる。即ち、ニッケル元素が非晶質珪素膜に対して選択的に導入された状態となる。

【0047】

次に570℃、14時間の加熱処理を施す。この工程においては、図1(C)の106で示されるような基板に平行な方向への結晶成長、即ち膜面に平行な方向への結晶成長が進行する。(この結晶成長を横成長と称する)

【0048】

この結晶成長の距離は100μm以上にも渡って行わすことができる。上記加熱処理の温度が580℃以上となると、自然核発生(ニッケルの作用によらない結晶成長)が横成長を阻害するので注意が必要である。

【0049】

即ち、上記加熱処理の工程は、自然核発生が生じない程度の温度で行わすことが重要となる。

【0050】

次に燐を含有した溶液を塗布し、自然乾燥させる。こうして図1(D)の107で示されるように燐が表面に接して保持された状態が得られる。

【0051】

ここでは、燐を含有した溶液として燐酸と燐酸塩とを混合した溶液を用いる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 2 】

この状態においては、マスク 1 0 4 に形成された開口 1 0 3 の底部において露呈した非晶質珪素膜 1 0 2 の表面に選択的に燐が接して保持された状態が得られる。

【 0 0 5 3 】

この図 1 (E) に示す工程においては、塗布後において単位面積あたりに存在する燐の密度が (B) の工程におけるニッケルの密度よりも多くなるように溶液の濃度を調整する。

【 0 0 5 4 】

後のニッケルのゲッタリング工程をより高い効率で行うことを考えると、上記燐の密度はニッケルの密度の 1 0 倍以上となるようにすることが好ましい。具体的には、溶液中における燐の濃度が 1×10^{20} 原子 / cm^3 以上となる条件とすることが好ましい。

10

【 0 0 5 5 】

このような燐の導入量の変更は、燐の導入に溶液を用いることで容易に行うことができる。

【 0 0 5 6 】

次に再度の加熱処理を加える。ここでは、窒素雰囲気中における 6 0 0 、 2 時間の加熱処理を加熱炉において行う。この工程では、膜中に拡散していたニッケル元素が 1 0 8 で示される経路で移動し、開口 1 0 3 が設けられた領域にゲッタリングされる。

【 0 0 5 7 】

このニッケルの経路 1 0 8 は、(C) で示す結晶化工程におけるニッケル元素の拡散経路と丁度逆なものとなる。

20

【 0 0 5 8 】

この工程において、燐化ニッケルとして燐が導入された領域 (開口 1 0 3 が設けられた領域) にニッケルが固定化される。

【 0 0 5 9 】

燐とニッケルとの結合状態は、 NiP や NiP_2 というように多様な状態を有し、またその結合は非常に安定している。

【 0 0 6 0 】

一般に 6 0 0 程度の温度では燐はほとんど移動しない。他方、6 0 0 程度の温度では、ニッケルは盛んに移動する。

【 0 0 6 1 】

よって、燐化ニッケルは燐が導入された領域に集中的に存在することになる。この状態は、燐にニッケルがゲッタリングされた状態であるといえる。

30

【 0 0 6 2 】

こうして、膜中のニッケル元素濃度が低減された横成長領域を得ることができる。

【 0 0 6 3 】

上記ニッケルのゲッタリングのための加熱処理温度は、5 5 0 ~ 8 0 0 、好ましくは 6 0 0 ~ 7 5 0 の範囲から選択すればよい。

【 0 0 6 4 】

この温度範囲以上だと燐の拡散も顕在化するのでニッケルを所定の領域に集中させるとい目的を達成できない。

40

【 0 0 6 5 】

他方、この温度範囲以下だとニッケルの拡散距離が短くなるのでやはりニッケルを所定の領域に集中させるとい目的を達成できない。

【 0 0 6 6 】

このゲッタリングのための加熱処理は R T A と称される強光の照射による方法により行ってもよい。また、この際レーザー光の照射を併用してもよい。

【 0 0 6 7 】

図 1 (E) に示す工程が終了したら、燐化ニッケル成分、及び燐シリサイド成分を除去する。この工程では、開口部 1 0 3 の領域で露呈している珪素膜が選択的に除去される。

【 0 0 6 8 】

50

次に開口部 103 が設けられていた領域で露呈していた領域と結晶成長の先端部分の領域を避けて、珪素膜のパターン 201 を形成する。(図 2 (A))

【0069】

このパターンは後に T F T の活性層となる。このパターンは、T F T の動作時においてチャネルを移動するキャリアの移動方向に延長する軸と先の結晶成長方向(横成長方向)に延長する軸とを合わせるように設定する。

【0070】

本実施例において得られる珪素膜においては、結晶粒界の延在方向が結晶成長の方向と概略一致している。即ち、横成長方向において結晶粒界が横切って存在する割合は非常に小さいものとなっている。

10

【0071】

よって、キャリアの移動方向軸と横成長方向軸とをそろえることにより、キャリアの移動が阻害されにくいものとするができる。そして高い特性を有する T F T を得ることができる。

【0072】

活性層のパターン 201 を形成したら、次にプラズマ C V D 法によりゲイト絶縁膜として機能する酸化珪素膜 202 を 100 nm の厚さに成膜する。(図 2 (A))

【0073】

次にスパッタリング法により 400 nm の厚さにアルミニウム膜を成膜する。そしてレジストマスク 200 を配置する。このレジストマスク 200 を用いて先のアルミニウム膜をパターニングし、アルミニウムパターン 203 を得る。

20

【0074】

こうして図 2 (A) に示す状態を得る。次に陽極酸化法を用いて、多孔質状の陽極酸化膜 204 を 400 nm の厚さに成膜する。この工程は、レジストマスク 200 を配置した状態で行い、アルミニウムパターンの側面のみにおいて陽極酸化が進行するようにする。(図 2 (B))

【0075】

次にレジストマスク 200 を除去し、再度の陽極酸化を行う。この工程では、緻密な膜質を有する陽極酸化膜 205 を 70 nm の厚さに成膜する。この工程では、多孔質状の陽極酸化膜 204 の内部にまで電解溶液が浸透する関係から、緻密な膜質を有する陽極酸化膜 205 は多孔質状の陽極酸化膜 204 の内側に成膜される。(図 2 (B))

30

【0076】

こうして図 2 (B) に示す状態を得る。次に燐のドーピングをプラズマドーピング法でもって行う。

【0077】

この工程では、図 2 (C) に示すように 207 と 209 の領域に燐がドーピングされる。また、208 の領域には燐がドーピングされない。

【0078】

このドーピングは、普通のソース及びドレイン領域を形成するためのドーピング条件でよい。

40

【0079】

この工程における燐のドーピングは、ソース/ドレイン領域を決定するための役割と、208 の領域からニッケル元素の除去の役割とがある。

【0080】

なお、207 の領域が後にソース領域になる。また 208 が後にドレイン領域になる。また、211 の領域にチャネル領域とそれに隣接する低濃度不純物領域が形成される。

【0081】

次に 450 、2 時間の加熱処理を施す。この工程において、208 の領域から 207 及び 209 の領域に向かって残留するニッケル元素が移動する。

【0082】

50

この工程では、207及び209の領域にドーピングされた燐にニッケルがゲッタリングされる。即ち、207及び209の領域にニッケルがゲッタリングされる。

【0083】

次に多孔質状の陽極酸化膜204を選択的に除去する。そして再度燐のドーピングを行う。この工程は、先の図2(C)の工程におけるドーピングに比較してライトドーピング(低ドーズ量)の条件でもって行う。

【0084】

この工程において、210、212の領域に低ドーズ量でもってドーピングが行われる。そして、これらの領域は低濃度不純物領域となる。(図2(D))

【0085】

低濃度不純物領域というのは、207や209の領域に比較してより低濃度に不純物が含まれている領域という意味である。この意味で207や209の領域は高濃度不純物領域といえることができる。

【0086】

この低濃度不純物領域210、212の寸法は、多孔質状の陽極酸化膜204の成長距離によって決定される。

【0087】

ここでドーピングの行われなかった211の領域はTFTのチャネル領域となる。なお、緻密な膜質を有する陽極酸化膜205の膜厚分でもってチャネル領域に隣接してオフセット領域が形成されるが、ここでは陽極酸化膜205の膜厚が70nmと薄いのでその存在は省略する。

【0088】

ドーピングの終了後、レーザー光を照射してドーピング時に生じた結晶構造の損傷のアニールとドーパントの活性化とを行う。この工程は、強光の照射によって行ってもよい。

【0089】

こうしてソース領域207、ドレイン領域209、低濃度不純物領域210及び212、チャネル領域211を得る。

【0090】

図2(D)に示す状態を得たら、図2(E)に示すように層間絶縁膜として窒化珪素膜213を200nmの厚さに成膜する。さらにアクリル樹脂膜214をスピンコート法でもって成膜する。アクリル樹脂膜はその最小の膜厚が600nmとなるようにする。こうして図2(E)に示すNチャネル型のTFTを完成させる。

【0091】

図1(E)における燐の導入方法としては、溶液を用いる方法以外にPSG膜を利用した方法を用いることもできる。また、PH₃のような燐を含んだガスを少なくとも含んだ雰囲気中に試料を曝す方法を採用してもよい。

【0092】

これらの方法を実行するには、図1(E)に示す状態において、PSG膜を成膜する、あるいはPH₃を含有した雰囲気に曝すという工程を実行すればよい。

【0093】

〔実施例2〕

本実施例では、実施例1に示す作製工程において、ゲイト電極として導電性を付与した珪素膜を用いた場合の例を示す。

【0094】

ゲイト電極に珪素膜を用いた場合には、図2(C)に示す工程における加熱処理をガラス基板の耐える温度(例えば650程度)まで高めることができる。この場合、ニッケルの207及び209の領域へのゲッタリング効果をさらに高いものとすることができる。

【0095】

ゲイト電極の材料としては、各種シリサイド材料や各種金属材料を用いることができる。例えば、タンタルや窒化タンタル等の材料を用いることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 6 】

〔実施例 3〕

本実施例では、実施例 1 に示す作製工程を基礎として P チャネル型の T F T を作製する場合の例を示す。

【 0 0 9 7 】

P チャネル型の T F T を作製する場合には、図 2 (C) 及び図 2 (D) に示すドーピング時にボロンのドーピングを行う。この場合、図 2 (C) に示すゲッタリング効果は得ることができない。

【 0 0 9 8 】

これは、ボロンにはニッケルをゲッタリングする作用がないからである。即ち、ボロンには燐と同様な効果が期待できないからである。

【 0 0 9 9 】

〔実施例 4〕

本実施例では、P チャネル型の T F T を作製する場合において、さらに図 2 (C) に示すようなゲッタリングを行う場合の例を示す。

【 0 1 0 0 】

この場合は、図 2 (C) に示す工程まで実施例 1 に示す作製工程に従う。即ち、図 2 (C) に示す段階まで N チャネル型の T F T を作製する工程に従う。その後ボロンのドーピングを行い、燐に影響を打ち消す。

【 0 1 0 1 】

即ち、まず燐のドーピングを 2 0 7 及び 2 0 9 の対して行い、その後加熱処理を施すことにより図 2 (C) に示すように 2 0 7 及び 2 0 9 の領域へのニッケルのゲッタリングを行う。(この段階までは N チャネル型の T F T の作製工程である)

【 0 1 0 2 】

その後ボロンのドーピングを燐の影響を打ち消す条件で行う。次に多孔質状の陽極酸化膜 2 0 4 を除去する。

【 0 1 0 3 】

そして (D) に示す工程において 2 1 0 、 2 1 2 の領域にボロンのライトドーピングを行う。

【 0 1 0 4 】

そしてレーザー光の照射によるアニールを行い、P 型を有する領域 2 0 7 、 2 1 0 、 2 1 2 、 2 0 9 を得る。ここで、2 0 7 がソース領域、2 0 9 がドレイン領域、2 1 0 及び 2 1 2 が低濃度不純物領域となる。

【 0 1 0 5 】

本実施例では、ゲッタリング用の燐のドーピングを行った後にソース/ドレイン領域と低濃度不純物領域を形成するためのボロンのドーピングを行う。本実施例は、ドーピングの回数が増えるという欠点はあるが、ソース/ドレインとなる領域へのゲッタリングを行うことができる優位性がある。

【 0 1 0 6 】

〔実施例 5〕

本実施例では、P チャネル型の T F T と N チャネル型の T F T とを相補型に組み合わせた構造を提供する場合の例を示す。

【 0 1 0 7 】

図 3 に本実施例の作製工程を示す。まず図 1 (A) ~ 図 1 (E) に示す作製工程に従って横成長させた結晶性珪素膜を得る。そして横成長した領域を用いて図 3 (A) に示す活性層パターン 3 0 2 、 3 0 3 を得る。なお、図 3 (A) において、3 0 1 はガラス基板である。

【 0 1 0 8 】

また、3 0 2 のパターンは P チャネル型 T F T の活性層となるパターンであり、3 0 3 は N チャネル型 T F T の活性層となるパターンである。

10

20

30

40

50

【0109】

活性層パターンを形成したら、ゲイト絶縁膜304を成膜する。そして図示しないアルミニウム膜を成膜し、レジストマスク300を用いてアルミニウムパターン305、306を形成する。アルミニウムに代わる材料としては、タンタルを利用することができる。タンタルもまた陽極酸化が可能であり、アルミニウムと同じように利用することができる。

【0110】

こうして図3(A)に示す状態を得る。図3(A)に示す状態を得たら、陽極酸化を行うことにより、多孔質状の陽極酸化膜307、308を形成する。この工程では、図示しないがレジストマスク300を残存させた状態で陽極酸化を行い、アルミニウムパターンの側面に多孔質状の陽極酸化を進行させる。(図3(B))

10

【0111】

次にレジストマスクを除去し、再度の陽極酸化を行う。この工程では、緻密な膜質を有する陽極酸化膜309、310が形成される。(図3(B))

【0112】

この状態において、陽極酸化されずに残存したアルミニウムパターン311、312がゲイト電極となる。(図3(B))

【0113】

次に露呈した酸化珪素膜を垂直異方性を有するドライエッチング法を用いてエッチングし、図3(C)に示す状態を得る。この状態においては、313及び314で示される酸化珪素膜のパターンが得られる。

20

【0114】

次に多孔質状の陽極酸化膜307、308を除去する。そして図示しないが片方のTF T部分をレジストマスクでマスクし、片方ずつ燐及びボロンのドーピングを行う。

【0115】

この際、残存した酸化珪素膜303及び314の一部がマスクとなり、316、318、321、323の領域には、315、319、320、324の領域に比較してより低ドーピング量をもってドーピングが行われる。(図3(D))

【0116】

こうして、高濃度にドーピングされた領域315、319、320、324が自己整合的に形成され、低濃度にドーピングされた領域316、318、321、323が自己整合的に形成される。(図3(D))

30

【0117】

ここで、315がPチャネル型TF Tのソース領域、319がPチャネル型TF Tのドレイン領域、324がNチャネル型TF Tのソース領域、320がNチャネル型TF Tのドレイン領域となる。(図3(D))

【0118】

また、317及び322の領域は、ドーピングが行われず、チャネル領域となる。また、316と318はPチャネル型TF Tの低濃度不純物領域となる。さらに321と323はNチャネル型TF Tの低濃度不純物領域となる。

【0119】

図3(D)に示す状態が得られたら、層間絶縁膜として窒化珪素膜325を成膜し、さらにアクリル樹脂膜326を成膜する。

40

【0120】

そしてコンタクトホールを形成を行い、Pチャネル型TF Tのソース電極327、Nチャネル型TF Tのソース電極329、両TF Tに共通なドレイン電極328を形成する。こうして相補型に構成されたTF T回路が完成する。

【0121】

この回路は、シフトレジスタ回路やバッファ回路、その他集積回路の基礎となる回路となる。

【0122】

50

〔実施例 6〕

本実施例では、ニッケル元素を非晶質珪素膜の表面の全体に導入して結晶化を行わせる場合の例である。

【0123】

図4に本実施例の作製工程を示す。本実施例では、結晶性珪素膜を得る工程と、その後のニッケル元素のゲッタリング工程とを示す。

【0124】

まず図4(A)に示すようにガラス基板101上に非晶質珪素膜102を成膜する。

【0125】

次にニッケル酢酸塩溶液を非晶質珪素膜102の表面の全体に塗布し、非晶質珪素膜102の表面の全体にニッケル元素の導入を行う。(図4(B))

【0126】

次に加熱処理を行い非晶質珪素膜を結晶化させ結晶性珪素膜402を得る。ここでは、600、8時間の加熱処理を行う。この工程では、横成長を行わせないので、自然核発生が生じる温度での加熱処理を行ってもよい。(図4(B))

【0127】

この工程における結晶化は、全面において、点々と存在する核発生点から放射状に花が咲くように結晶成長が進行する。この結晶成長部分を拡大して見ると、図1に示す横成長と同じ結晶成長形態が観察される。

【0128】

こうして図4(C)に示すように結晶性珪素膜402が得られる。次に酸化珪素膜でなるマスク403を形成する。このマスク403には、開口405が形成されている。(図4(D))

【0129】

次に燐含有溶液を塗布することにより、404で示されるように燐が表面に接して保持された状態が得られる。(図4(D))

【0130】

この状態においては、結晶性珪素膜402の一部の領域(開口405が形成されている領域)においてのみ燐が結晶性珪素膜に接している。

【0131】

次に加熱処理を行うことにより、開口405が設けられた領域(即ち、燐が接して保持された領域)に向かって、膜全体に分布しているニッケル元素が移動する。即ち、燐にニッケル元素がゲッタリングされる。(図4(E))

【0132】

図4(D)に示す作製工程が終了したら、406で示すゲッタリングが終了した領域を用いてTF Tの活性層を形成する。そして実施例1に示すようにしてTF Tを作製する。

【0133】

ここでは、TF Tを作製する例を示すが、得られた結晶性珪素膜を用いて、抵抗体、ダイオード、キャパシタ、半導体センサー等を形成してもよい。

【0134】

〔実施例 7〕

本実施例では、逆スタガー型のTF Tを作製する場合の例を示す。図5に本実施例の作製工程を示す。まず、図5(A)に示すようにガラス基板501上に下地膜として酸化珪素膜502を成膜する。

【0135】

ガラス基板の表面が平滑であり、またガラス基板中の不純物の拡散が問題とならなければこの下地膜は特に必要ない。

【0136】

次にタンタルを用いてゲイト電極503を形成する。ゲイト電極503の表面には陽極酸化膜を形成してもよい。

10

20

30

40

50

【0137】

ゲイト電極としては、タンタルと窒化タンタルの積層体、さらには一導電型の珪素、各種シリサイド、各種金属等を用いることができる。

【0138】

ゲイト電極503の側面はテーパ形状とすることが好ましい。これは、後の結晶化やゲッターリングの工程に際に重要な事項となる。

【0139】

ゲイト電極503を形成したら、ゲイト絶縁膜として酸化珪素膜504を成膜する。さらに非晶質珪素膜505を成膜する。

【0140】

そして酸化珪素膜でなるマスク506を形成する。この酸化珪素膜でなるマスク506には、開口507が形成されている。この開口は、図面の手前方向から奥行き方向へと延在する細長い長手形状を有している。

【0141】

次にニッケルを含んだ溶液を塗布し、508で示されるようにニッケル元素が表面に接して保持された状態を得る。(図5(A))

【0142】

この状態においては、マスク506に形成された開口507の部分でニッケル元素が非晶質珪素膜505に接して保持されている状態が得られる。

【0143】

次に加熱処理を施すことにより、509で示されるようにニッケル元素の拡散に従う結晶成長を行わせる。(図5(A))

【0144】

この際、ゲイト電極503の側面がテーパ形状となっていないと、結晶成長の順調に進行しない。これは、ゲイト電極503の側面がテーパ形状となっていないと、非晶質珪素膜が段差を乗り越える部分で結晶成長が阻害されてしまうからである。

【0145】

次に燐を含んだ溶液を塗布し、500で示されるように燐が表面に接して保持された状態を得る。(図5(B))

【0146】

この状態においては、開口部507の部分で燐が珪素膜の表面に接して保持された状態となる。

【0147】

次に再度の加熱処理を行う。この工程では、珪素膜中に拡散したニッケル元素が508で示すような経路でもって開口部507の領域に移動する。即ち、燐が導入された領域にニッケル元素がゲッターリングされる。(図5(B))

【0148】

次に酸化珪素膜でなるマスク506を除去し、さらに横成長した珪素膜の領域を用いてTFTの活性層を形成する。この活性層は、図5(C)の510、511、512で示される各領域でなる島状のパターンである。

【0149】

次に酸化珪素膜でなるマスク509を形成する。そしてプラズマドーピング法(またはイオン注入法)を用いて燐のドーピングを行う。こうしてソース領域510、ドレイン領域512、チャンネル領域511を形成する。(図5(C))

【0150】

ドーピングの終了後、レーザー光の照射を行うことにより、被ドーピング領域に生じた結晶構造のアニールとドーパントの活性化とを行う。(図5(C))

【0151】

次にチタン膜とアルミニウム膜とチタン膜とを積層した膜でもって、ソース電極514、ドレイン電極515とを形成する。こうして図5(D)に示す逆スタガー型のTFTを完

10

20

30

40

50

成させる。

【0152】

〔実施例8〕

本実施例は、実施例7に示す構成の変形例である。図6に本実施例の作製工程を示す。

【0153】

まず、実施例7に示す作製工程に従って、図6(B)に示す状態を得る。

【0154】

次に図6(C)に示すように活性層601を形成する。そして酸化珪素膜602でなるマスク602を配置する。

【0155】

次にN型微結晶珪素膜を成膜し、それをパターニングすることにより、603、604で示すパターンを得る。ここで、603がソース領域、604がドレイン領域となる。こうしてNチャネル型のTFTが完成する。

【0156】

ここでは導電率の高い微結晶膜を利用したが、非晶質珪素膜であってもよい。なお、N型微結晶膜の代わりにP型微結晶性膜を用いれば、Pチャネル型のTFTを得ることができる。

【0157】

〔実施例9〕

本実施例は、本明細書中で示したTFTを用いた半導体装置の例を示す。図7(A)に示すのは、携帯型の情報処理端末である。この情報処理端末は、本体2001にアクティブマトリクス型の液晶ディスプレイまたはアクティブマトリクス型のELディスプレイを備え、さらに外部から情報を取り込むためのカメラ部2002を備えている。

【0158】

カメラ部2002には、受像部2003と操作スイッチ2004が配置されている。

【0159】

情報処理端末は、今後益々その携帯性を向上させるために薄く、また軽くなるもと考えられている。

【0160】

このような構成においては、アクティブマトリクス型のディスプレイ2005が形成された基板上周辺駆動回路や演算回路や記憶回路がTFTでもって集積化されることが好ましい。

【0161】

図7(B)に示すのは、ヘッドマウントディスプレイである。この装置は、アクティブマトリクス型の液晶ディスプレイやELディスプレイ2102を本体2101に備えている。また、本体2101は、バンド2103で頭に装着できるようになっている。

【0162】

図7(C)に示すのは、カーナビゲーション装置である。この装置は、本体2201に液晶表示装置2202と操作スイッチ2203を備え、アンテナ2204で受診した信号によって、地理情報等を表示する機能を有している。

【0163】

図7(D)に示すのは、携帯電話である。この装置は、本体2301にアクティブマトリクス型の液晶表示装置2304、操作スイッチ2305、音声入力部2303、音声出力部2302、アンテナ2306を備えている。

【0164】

また、最近は、(A)に示す携帯型情報処理端末と(D)に示す携帯電話とを組み合わせたような構成も商品化されている。このような構成においてもアクティブマトリクス型のディスプレイとその他の回路を同一基板上にTFTでもって集積化する構成が有用となる。

【0165】

10

20

30

40

50

図7(E)に示すのは、携帯型のビデオカメラである。これは、本体2401に受像部2406、音声入力部2403、操作スイッチ2404、アクティブマトリクス型の液晶ディスプレイ2402、バッテリー2405を備えている。

【0166】

図7(F)に示すのは、プロジェクション型の液晶表示装置である。この構成は、本体2501に光源2502、アクティブマトリクス型の液晶表示装置2503、光学系2504を備え、装置の外部に配置されたスクリーン2505に画像を表示する機能を有している。

【0167】

ここでは、液晶表示装置としては、透過型ものでも反射型のものでも利用することができる。

10

【0168】

また、(A)~(E)に示す装置では、液晶表示装置の代わりにEL素子を利用したアクティブマトリクス型のディスプレイを用いることもできる。

【0169】

【発明の効果】

本明細書で開示する発明を利用することで、珪素の結晶化を助長する金属元素を用いて得られた結晶性珪素膜を活性層として作製されるTFTにおいて、活性層中に残留する金属元素の濃度を低減できる技術を提供することができる。そして、高い特性と信頼性を有した半導体装置を提供することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】 結晶性珪素膜を得る工程を示す図。

【図2】 TFTの作製工程を示す図。

【図3】 TFTの作製工程を示す図。

【図4】 結晶性珪素膜を得る工程を示す図。

【図5】 TFTの作製工程を示す図。

【図6】 TFTの作製工程を示す図。

【図7】 TFTを利用した半導体装置の概要を示す図。

【符号の説明】

- 101 ガラス基板
- 102 非晶質珪素膜
- 103 開口
- 104 酸化珪素膜でなるマスク
- 105 表面に接して保持されたニッケル元素
- 106 結晶成長方向
- 107 表面に接して保持された燐元素
- 108 ゲッターリングされるニッケルの移動方向
- 201 横成長領域でなる活性層パターン
- 202 ゲイト絶縁膜(酸化珪素膜)
- 203 アルミニウムパターン
- 200 レジストマスク
- 204 多孔質状の陽極酸化膜
- 205 緻密な膜質を有する陽極酸化膜
- 206 アルミニウムでなるゲイト電極
- 207 ソース領域(高濃度不純物領域)
- 208 燐のドーピングが行われなかった領域
- 209 ドレイン領域(高濃度不純物領域)
- 210 低濃度不純物領域
- 211 チャンネル形成領域
- 212 低濃度不純物領域

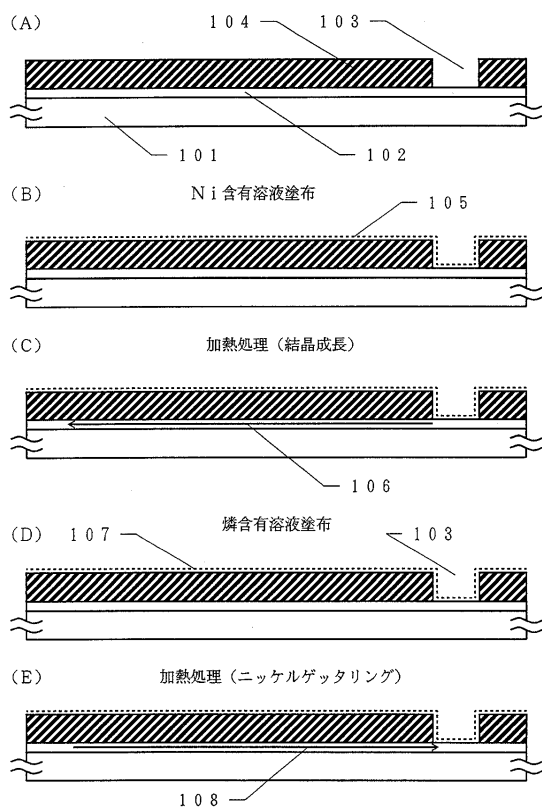
30

40

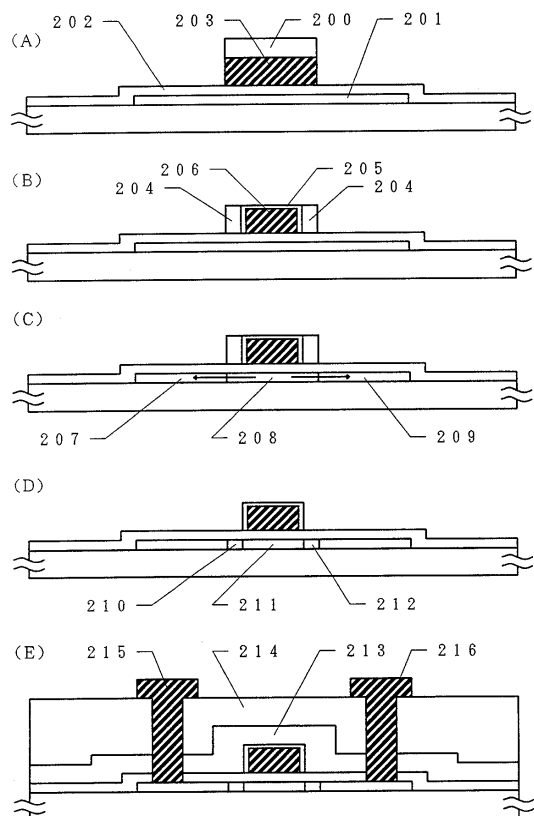
50

- 2 1 3 層間絶縁膜 (窒化珪素膜)
- 2 1 4 層間絶縁膜 (アクリル樹脂膜)
- 2 1 5 ソース電極
- 2 1 6 ドレイン電極

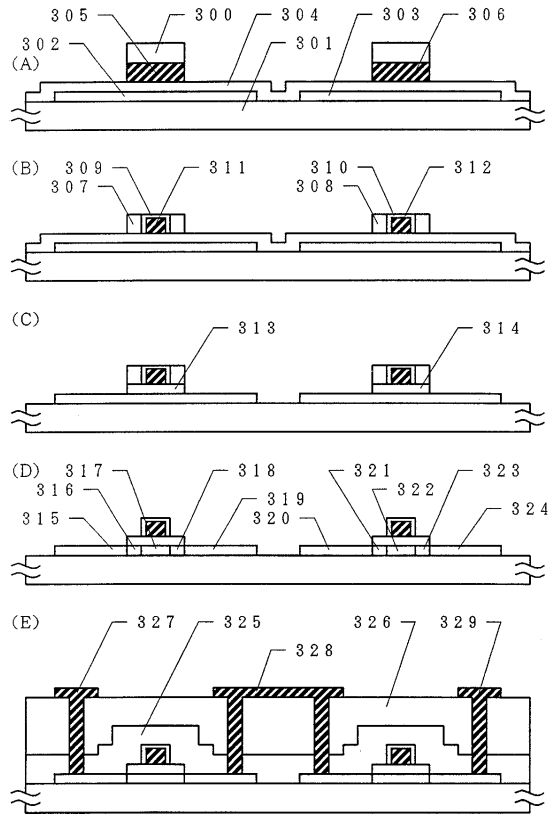
【図 1】



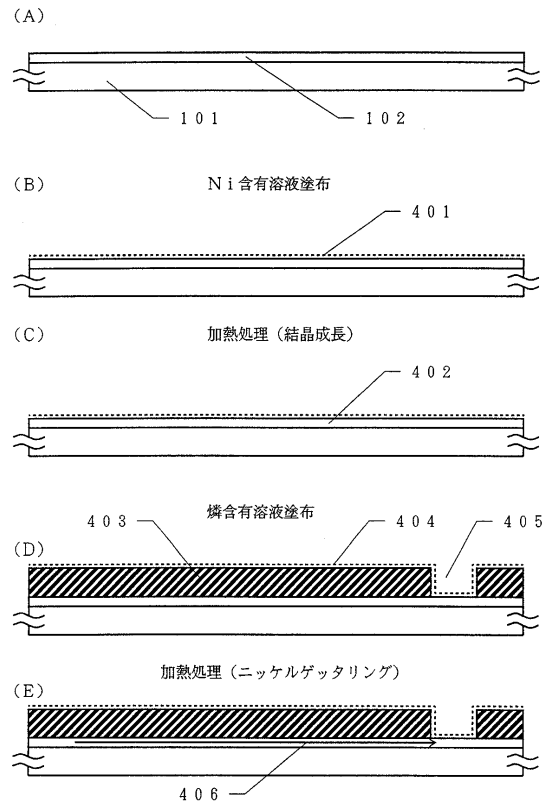
【図 2】



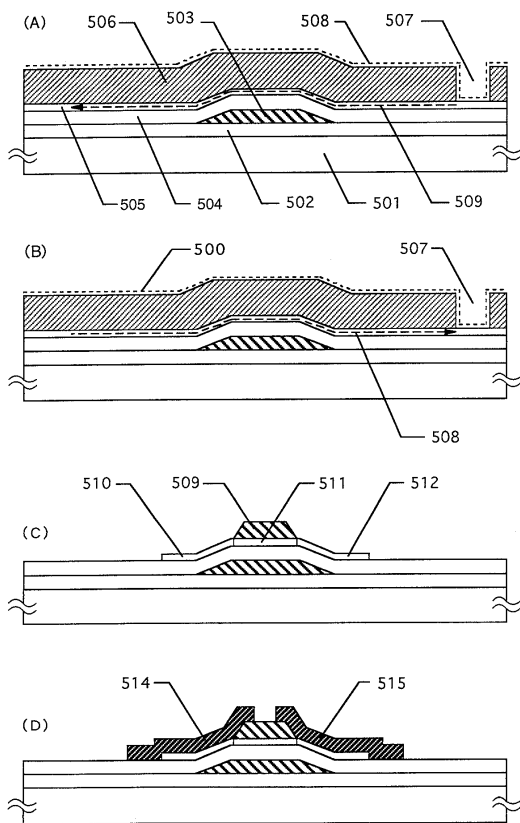
【図3】



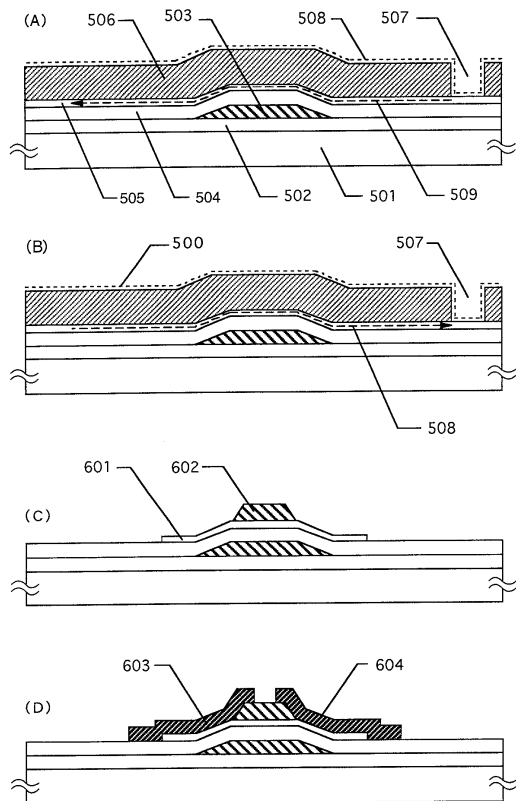
【図4】



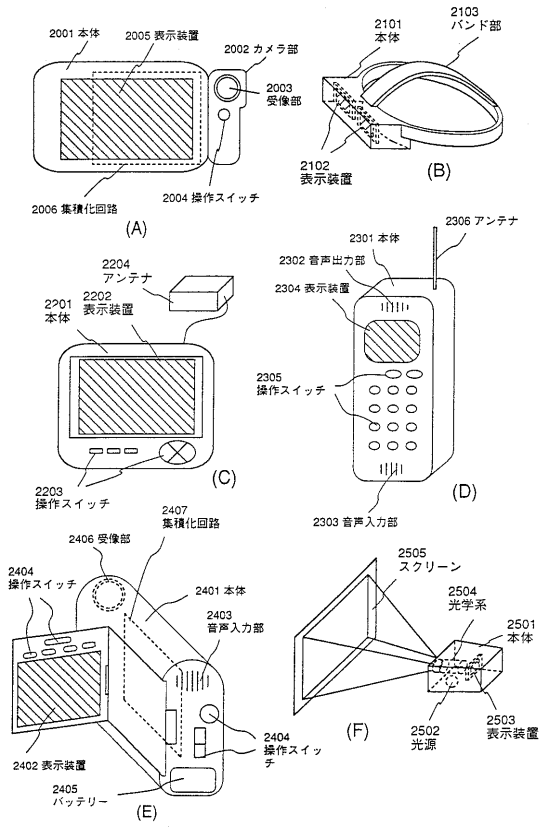
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平08 - 340127 (JP, A)
特開平08 - 330602 (JP, A)
特開平08 - 321466 (JP, A)
特開平08 - 288522 (JP, A)
特開平07 - 335905 (JP, A)
特開平06 - 333825 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

H01L 21/336
H01L 21/20
H01L 29/786