

(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2007-173782

(P2007-173782A)

(43) 公開日 平成19年7月5日(2007.7.5)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 21/268 (2006.01)	H O 1 L 21/268 G	5 F 1 1 O
H O 1 L 21/20 (2006.01)	H O 1 L 21/20	5 F 1 5 2
H O 1 L 29/786 (2006.01)	H O 1 L 29/78 6 2 7 G	
H O 1 L 21/336 (2006.01)		

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 43 頁)

(21) 出願番号	特願2006-299715 (P2006-299715)	(71) 出願人	000153878
(22) 出願日	平成18年11月3日 (2006.11.3)		株式会社半導体エネルギー研究所
(31) 優先権主張番号	特願2005-337901 (P2005-337901)		神奈川県厚木市長谷398番地
(32) 優先日	平成17年11月23日 (2005.11.23)	(72) 発明者	宮入 秀和
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		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

最終頁に続く

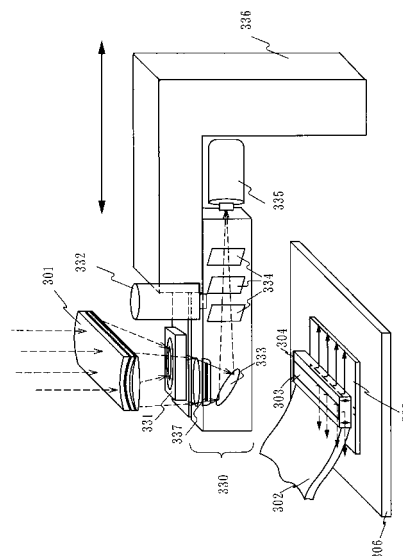
(54) 【発明の名称】 レーザ照射装置

(57) 【要約】

【課題】従来のレーザ照射装置で用いられているガス噴射させるための板のサイズは大きく、レーザ光が最後に通過する光学系と、板との間にあまり距離を採ることができなかつたため、レーザ光が最後に通過する光学系から照射されるレーザ光の状態を確認することが困難であった。

【解決手段】レーザ照射装置は、レーザ発振器と、レーザ発振器から発振されたレーザ光を整形する光学系と、気体を噴射するための開口部を有する板と、板の下部に配置されたステージと、ステージ上方に板とステージの距離を一定に固定させるための手段と、光学系と板との間に設けられ、光学系を通過したレーザ光を観察することができる手段と、を有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レーザ発振器と、
前記レーザ発振器から発振されたレーザ光を整形する光学系と、
気体を噴射するための開口部を有する板と、
前記板の下部に配置されたステージと、
前記板と前記ステージ間の距離を一定に固定させるための手段と、
前記光学系と前記板との間に設けられ、前記光学系を通過したレーザ光を観察することができる手段と、を有することを特徴とするレーザ照射装置。

【請求項 2】

レーザ発振器と、
前記レーザ発振器から発振されたレーザ光を整形する光学系と、
気体を噴射するための開口部と、前記光学系によって整形されたレーザ光に対して透光性を有する窓とを有する板と、
前記板の下部に配置されたステージと、
前記板と前記ステージ間の距離を一定に固定させるための手段と、
前記光学系と前記板との間に設けられ、前記光学系を通過したレーザ光を観察する手段と、を有することを特徴とするレーザ照射装置。

【請求項 3】

レーザ発振器と、
前記レーザ発振器から発振されたレーザ光を整形する光学系と、
気体を噴射するための開口部を有する板と、
前記板の下部に配置されたステージと、
前記板と前記ステージ間の距離を一定に固定させるための手段と、
前記光学系と前記板との間に設けられ、前記光学系を通過したレーザ光の形状又は焦点を観察する手段と、を有することを特徴とするレーザ照射装置。

【請求項 4】

レーザ発振器と、
前記レーザ発振器から発振されたレーザ光を整形する光学系と、
気体を噴射するための開口部を有する板と、
前記板の下部に配置されたステージと、
前記板と前記ステージ間の距離を一定に固定させるための手段と、
前記光学系と前記板との間に設けられ、前記光学系を通過したレーザ光のエネルギーを観察する手段と、を有することを特徴とするレーザ照射装置。

【請求項 5】

レーザ発振器と、
前記レーザ発振器から発振されたレーザ光を整形する光学系と、
気体を噴射するための開口部を有する板と、
前記板の下部に配置されたステージと、
前記板と前記ステージ間の距離を一定に固定させるための手段と、
前記光学系と前記板との間に設けられ、前記光学系を通過したレーザ光の形状又は焦点を観察する手段と、
前記光学系と前記板との間に設けられ、前記光学系を通過したレーザ光のエネルギーを観察する手段と、を有することを特徴とするレーザ照射装置。

【請求項 6】

請求項 3 又は請求項 5 に記載の前記レーザ光の形状又は焦点を観察する手段は、ND フィルターと、CCD カメラを有していることを特徴とするレーザ照射装置。

【請求項 7】

請求項 4 又は請求項 5 に記載の前記レーザ光のエネルギーを観察する手段は、パワーメータを有していることを特徴とするレーザ照射装置。

10

20

30

40

50

【請求項 8】

請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか一項に記載の前記気体は不活性気体であることを特徴とするレーザ照射装置。

【請求項 9】

請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか一項に記載の前記板は透光性を有する材料を有することを特徴とするレーザ照射装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レーザ照射装置及び本発明のレーザ照射装置を用いてレーザまたは強光により半導体膜を結晶化する工程を含んで作製される半導体装置の作製方法に関する。前記半導体装置は、半導体特性を利用することで機能しうる装置全般を指し、例えば、液晶表示装置に代表される電気光学装置、及び電気光学装置を部品として搭載した電気機器、発光装置、及び無線チップ、無線タグ、無線 IC、RFID チップ、IC チップ、IC タグ等の無線にてデータの受信や送信を行う機器等も半導体装置の範疇に入るものとする。

【背景技術】

【0002】

絶縁基板上に形成された半導体膜に対しレーザ照射を行い、結晶化させたり結晶性を向上させたり半導体膜に添加されたドーパントを活性化させたりする技術が広く研究されている。また、上記半導体膜には珪素膜がよく用いられる。

【0003】

上記絶縁基板には大面積基板に加工することができるガラス基板がよく用いられる。ガラス基板以外には石英基板などが使用されるが、石英基板の大面積化は非常に困難である。このようにガラス基板を使う利点は大きい、石英基板と比較してガラス基板の融点が高いことが問題である。半導体膜の結晶化には比較的高温を要するため、結晶化の際のガラス基板の変形が問題となっており、その解決策として半導体膜のレーザ照射を用いた結晶化が考案された。レーザを用いることで、基板の温度をあまり上げずに、半導体膜の温度のみを上昇させることが可能である。つまり、融点の低いガラス基板やプラスチック基板などに成膜された半導体膜の結晶化には、レーザを用いるのが好ましい。

【0004】

半導体膜にレーザを照射することで、半導体膜を結晶化させたり、結晶性を向上させることができるが、その際に半導体膜はレーザのエネルギーにより溶融し、再び固化する過程を経る。前記固化する過程で、半導体膜は無数の核を形成し、各々の核が主に半導体膜の膜面に平行な方向に成長して結晶粒を作る。これらの結晶粒の成長において、隣接する結晶粒が互いに衝突することにより、非常に高い凸部が半導体膜に形成される。特に酸素を含む雰囲気、例えば大気雰囲気において半導体膜に対してレーザ照射が行われると、この凸部は非常に大きく成長し、半導体膜の厚さと同程度の高さに達することもある。このようにしてレーザが照射された半導体膜の表面に凹凸が形成されるのであるが、特にトップゲート型 TFT を作製する場合には、凹凸のある表面がゲート絶縁膜との界面となるため、該凹凸は、素子特性のばらつきや、オフ電流値の上昇の原因となった。

【0005】

前記凸部の成長は、レーザによる半導体膜の結晶化を行うためのレーザ照射の際の雰囲気から酸素を除けば著しく抑えられることが判っているため、結晶化を行うためのレーザ照射の際は酸素のない雰囲気、例えば窒素雰囲気、あるいは真空中にて行われる。このようにすることで半導体膜の凹凸を抑えることができるのであるが、レーザ照射の際の雰囲気を窒素雰囲気や真空中とするためには、強固な真空チャンバーや真空装置、大量の窒素の供給が必要となりコスト高につながった。

【0006】

上記課題を解決するために高価な真空装置を使わずに、レーザ照射されている半導体膜の極近傍の雰囲気のみを酸素の無い雰囲気、例えば窒素雰囲気や希ガス雰囲気や水素雰囲気

10

20

30

40

50

気等にすることによって、局所的に酸素の少ない雰囲気を形成する内容の発明も開示されている（特許文献１参照。）。

【０００７】

上記文献では、非常に強い気流を形成して、レーザー光が半導体膜に照射されている領域に酸素を含まない気体を吹き付けながらレーザー照射を行っている。あるいは、半導体膜の極近傍に酸素を含まないガスを噴射できる平坦な板を設置し、前記板を介してレーザー光を半導体膜に照射している。または、レーザー光が半導体膜に照射されている領域の近傍の酸素濃度を極力少なくするために、前記板からガスを噴射させることにより半導体膜に対してエア浮上させている。

【０００８】

しかし、酸素の無い雰囲気下でレーザー照射した場合、半導体膜の表面の凹凸を小さくする効果がある反面、半導体特性の低下が見られる場合がある。本問題を解決するために、酸素を含む雰囲気下で半導体膜に第一のレーザー光の照射を行って結晶化させた後、第一のレーザー光の照射で形成された酸化膜を除去し、その後に酸素を含まない雰囲気下で第二のレーザー光の照射を行うことで半導体膜の表面の凹凸を小さく、すなわち半導体膜の表面を平坦化する方法を用いている。このような工程を経ることにより、ＴＦＴの電流値をほとんど劣化させることなく半導体膜の表面を平坦化することができる。これにより、特にオフ電流値の上昇を抑制することができる。

【０００９】

また、ニッケルまたは、パラジウム、または鉛等の金属元素の微量に添加して非晶質構造を有する半導体膜を結晶化させるのにかかる時間を短縮する技術を用いれば、例えば５５０の窒素雰囲気中に４時間の加熱処理で特性の良好な結晶構造を有する半導体膜を得ることができる（特許文献２参照。）。この技術は、結晶化に必要である加熱温度を低下させる効果ばかりでなく、結晶方位の配向性を単一方向に高めることが可能である。このような結晶構造を有する半導体膜を基にＴＦＴを作製すると、電界効果移動度の向上のみでなく、サブスレッショルド係数（Ｓ値）が小さくなり、飛躍的に電気的特性を向上させることが可能となる。前記加熱処理のみでなくさらにレーザー照射を行うと、加熱処理またはレーザー照射のどちらかだけで結晶化を行う場合よりも半導体膜としての特性が向上する場合がある。このレーザー照射を上記第一のレーザー光の照射とし、該照射により形成された酸化膜を除去した後、さらに上記第二のレーザー光の照射を行うことも可能である。なお、高い特性を得るためには、レーザー照射を行う条件を最適化する必要がある。

【特許文献１】特開２００３－０１７４１１号公報

【特許文献２】特開平７－１８３５４０号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１０】

しかし、従来のレーザー照射装置で用いられているガス噴射させるための板のサイズは大きく、レーザー光が最後に通過する光学系と、基板との間に測定プローブあるいは測定器を設置する際、大気解放に板をはずす必要があった。さらに、前記測定系とガス噴射させるための板とが干渉し、レーザー光管理とレーザー光照射雰囲気の制御の両立が困難であった。つまり、レーザー光の状態を確認するための作業が多く、さらに板の配置条件を変更しなければならなかったため、レーザー光照射雰囲気制御下でレーザー照射することは容易ではなかった。さらに、板のサイズが大きいため、レーザー光を照射する前に板の内側の空間を安定化させるために流す気体の総量が多かった。

【００１１】

そこで本発明では、従来のレーザー光の状態を確認する作業を簡略化し、最適な条件でレーザー照射することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【００１２】

上記課題を解決するために本発明は、レーザーの照射状態を確認するための手段をレーザ

10

20

30

40

50

が最後に通過するレンズと、板との間に設けることを特徴とする。また、レーザの照射状態を確認するための手段をレーザが最後に通過するレンズと、板との間に設けるために板の大きさを従来の板と比較して小型化していることを特徴とする。

【0013】

本発明は、レーザ発振器と、レーザ発振器から発振されたレーザ光を整形する光学系と、気体を噴射するための開口部を有する板と、板の下部に配置されたステージと、板とステージ間の距離を一定に固定させるための手段と、光学系と板との間に設けられ、光学系を通過したレーザ光を観察することができる手段と、を有することを特徴とする。

【0014】

レーザ発振器と、レーザ発振器から発振されたレーザ光を整形する光学系と、気体を噴射するための開口部と、光学系によって整形されたレーザ光に対して透光性を有する窓とを有する板と、板の下部に配置されたステージと、板とステージ間の距離を一定に固定させるための手段と、光学系と板との間に設けられ、光学系を通過したレーザ光を観察する手段と、を有することを特徴とする。 10

【0015】

レーザ発振器と、レーザ発振器から発振されたレーザ光を整形する光学系と、気体を噴射するための開口部を有する板と、板の下部に配置されたステージと、板とステージ間の距離を一定に固定させるための手段と、光学系と板との間に設けられ、光学系を通過したレーザ光の形状又は焦点を観察する手段と、を有することを特徴とする。

【0016】

レーザ発振器と、レーザ発振器から発振されたレーザ光を整形する光学系と、気体を噴射するための開口部を有する板と、板の下部に配置されたステージと、板とステージ間の距離を一定に固定させるための手段と、光学系と板との間に設けられ、光学系を通過したレーザ光のエネルギーを観察する手段と、を有することを特徴とする。 20

【0017】

レーザ発振器と、レーザ発振器から発振されたレーザ光を整形する光学系と、気体を噴射するための開口部を有する板と、板の下部に配置されたステージと、板とステージ間の距離を一定に固定させるための手段と、光学系と板との間に設けられ、光学系を通過したレーザ光の形状又は焦点を観察する手段と、光学系と板との間に設けられ、光学系を通過したレーザ光のエネルギーを観察する手段と、を有することを特徴とする。 30

【0018】

上記構成のレーザ照射装置のレーザ光の形状又は焦点を観察する手段は、NDフィルターと、CCDカメラを有していることを特徴とする。

【0019】

上記構成のレーザ照射装置のレーザ光のエネルギーを観察する手段は、パワーメータを有していることを特徴とする。

【0020】

上記構成のレーザ照射装置の気体は不活性気体であることを特徴とする。

【0021】

上記構成のレーザ照射装置の板は透光性を有する材料を有することを特徴とする。 40

【発明の効果】

【0022】

本発明のレーザ照射装置は、従来と比べて板のサイズを小さくしているため、従来のように測定器を光学系の下方に設置する際に、大気解放して板を照射装置からはずすことなく、測定することが可能である。大気解放せずに板の配置条件を固定したまま測定することができる。つまり、従来のレーザ照射装置と比べてレーザ光の照射条件の測定を簡略化することができるため、レーザ光の測定にかかる時間を短縮することができる。また、従来と比べて板の内部が占める空間を小さくしているため、レーザ照射前に流す気体の総量を減らし、レーザ照射前に気体を流す時間も短縮することができる。さらに、本発明のレーザ照射装置を用いることによって、安定したレーザ照射雰囲気下でレーザ照射をするこ 50

とが可能であるため、ＴＦＴの特性のばらつきを抑えることができ、ＴＦＴの特性を向上させることが可能である。

【００２３】

さらに本発明のレーザ照射装置を用いることによって、高い圧力に耐えうるような高価なチャンバーを用いる必要がないため、装置の低コスト化を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２４】

本発明の実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。但し、本発明は以下の説明に限定されず、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々なに変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本発明は以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。なお、以下に説明する本発明の構成において、同じものを指す符号は異なる図面間で共通して用いる。

10

【００２５】

（実施の形態１）

図１及び図２を用いて本発明の実施の形態１を説明する。

【００２６】

図１及び図２に本発明のレーザ照射装置の一例を示す。本実施の形態の照射装置は、レーザを発振するためのレーザ発振器（図示せず）と、レーザ光を整形するための光学系と、基板表面にガスを噴射する板と、光学系と板の間に設けられ、かつレーザ光の形状、焦点、及びエネルギーを観察することができる手段を有していることを特徴としている。

20

【００２７】

レーザ光の形状、焦点、及びエネルギーを観察することができる機器として、具体的には、光学系によって集光されたレーザ光のエネルギーを測定するパワーメータ３３１と、集光させたレーザ光の焦点及び形状を確認するためのビームプロファイラー３３０を有している。また、パワーメータ３３１及びビームプロファイラー３３０は固定具３３６によって、保持されている。なお光学系については、最後のレンズとして用いるトリプレットシリンドリカルレンズ３０１を除いて、ここでは省略する（図２参照。）。また、トリプレットシリンドリカルレンズ３０１は保持機構（図示せず）によって固定されている。

【００２８】

ビームプロファイラー３３０は、集光されたレーザ光を減光させるためのＮＤフィルター（Neutral Density）３３７と、ＮＤフィルター３３７を通過したレーザ光を反射させるミラー３３３と、ミラー３３３によって反射されたレーザ光を減光させるためのＮＤフィルター３３４と、ＮＤフィルター３３４を通過したレーザ光の形状及び焦点を確認するためのＣＣＤカメラ３３５によって構成されている。

30

【００２９】

ＮＤフィルター３３４、及び３３７は、反射率を変えて光量を調整するタイプ、あるいは吸収して光量を調整するタイプのものを用いればよい。また、ここではＮＤフィルター３３４は３枚用いているが、これに限定されるものではなく、適宜選択して用いればよい。また、レーザ光の形状及び焦点を確認するためにＣＣＤカメラ３３５を用いているが、これに限定されるものではなく、レーザ光の形状及び焦点を確認することができれば、どのようなものを用いてもよい。また、図面のように基板表面を観察するためのＣＣＤカメラ３３２を設けてもよい。

40

【００３０】

なお、レーザ光の形状及び焦点を確認するためのＣＣＤカメラ３３５からレーザ光が最後に通過するレンズまでの光学距離と、レーザ照射を行う基板からレーザ光が最後に通過するレンズまでの光学距離は等しくなるようにする。

【００３１】

また、レーザ光のエネルギーや形状等を観察する場合、このビームプロファイラー３３０及びパワーメータ３３１にトリプレットシリンドリカルレンズ３０１を通過したレーザ光が入射する箇所に固定具３３６を移動させればよい。

50

【0032】

一方、レーザ光を基板305に照射する場合を図2に沿って示す。基板305にレーザ光を照射する場合、固定具336を後退させ、レーザ光が窓303に照射できるような位置に配置する(図2参照。)。基板305をステージ306に配置する。そして、気体を噴射する板304に気体供給管302から例えば窒素を供給し、窒素を噴射させる。板の保持機構307により保持された板304を基板305の直上に配置し、板304とステージの(基板)距離を一定に固定する。なお、板が噴射する窒素により、板304を基板305上で浮上させてもよい。板の保持機構307は板304と完全に固定しているわけではなく、板304が浮上する余地が残してある。なお、気体の供給はレーザ光を照射する前に板の内部の空間を安定化させる際と、レーザ光を照射する際に行えばよい。

10

【0033】

板304を直上に配置した状態で、レーザ光を例えば、トリプレットシリンドリカルレンズ301により線状に集光させ、レーザ光に対し透光性を有する窓303を介して基板305に照射し、ステージ306を図中矢印の方向、すなわち線状ビームの長さ方向に対して直角方向に動作させ、半導体膜全体にレーザ光を照射する。窓303は、石英窓を用いるのがレーザ光の透過率が高いため好ましい。この工程により、レーザ光がまさに当たっている基板305の近傍の雰囲気をはほとんど窒素雰囲気とすることができる。

【0034】

レーザ光を集光する光学系には例えば、図1及び図2に示したトリプレットシリンドリカルレンズ301を用い、線状に集光させると、レーザ処理の効率が高いので好ましい。トリプレットシリンドリカルレンズは、球面収差を抑えるために3枚のレンズで構成されるレンズである。本発明には、シングレットシリンドリカルレンズ(1枚構成のレンズ)、ダブルットシリンドリカルレンズ(2枚構成のレンズ)などを用いてもよい。半導体膜面において、よりエネルギー分布の均一なビームを得るには、より球面収差の少ないレンズを用いた方がよいことは言うまでもない。

20

【0035】

なお、基板305を設置した後、板304から気体を噴出させた状態でレーザ光の形状、焦点、及びエネルギーを観察することも可能である。つまり、本発明のレーザ照射装置は、基板にレーザ照射を行う状態においてもレーザ光の形状、焦点、及びエネルギー等の条件を観察することが可能である。

30

【0036】

以上のように、本発明のレーザ照射装置は、従来と比べて板のサイズを小さくしているため、従来のように測定器を光学系の下方に設置する際に、大気解放して板を照射装置からはずすこと無く、測定することが可能である。大気解放せずに板の配置条件を固定したまま測定することができる。つまり、従来のレーザ照射装置と比べてレーザ光の照射条件の測定を簡略化することができるため、レーザ光の測定にかかる時間を短縮することができる。また、従来と比べて板の内部が占める空間を小さくしているため、レーザ照射前に流す気体の総量を減らし、気体を流す時間も短縮することができる。さらに、本発明のレーザ照射装置を用いることによって、安定したレーザ照射雰囲気下でレーザ照射をすることが可能であるため、TF Tの特性のばらつきを抑えることができ、TF Tの特性を向上させることが可能である。

40

【0037】

(実施の形態2)

本実施の形態では、気体を噴射する板の構造の例を図3に沿って示す。

【0038】

図3(A)に気体を噴射する板の一例を示す。気体を気体供給管309から石英窓310とアルミニウム合金311で構成される板に供給し、アルミ合金の下部に設けられたスリット状の穴から前記気体を噴射させる。この状態で、半導体膜312の直上に前記板を配置し、前記板と半導体膜の距離を一定に固定する。なお、気体の噴射の圧力により浮上させてもよい。なお、図3(A)には図示しないが、図2に示した保持機構307のよう

50

な、板の位置を安定させるための保持機構を設ける必要がある。これにより、板と半導体膜 312 の距離を安定した状態で固定させることができる。一例として図では、レーザ光を線状に集光させるため、トリプレットシリンドリカルレンズ 308 を用いている。これにより、半導体膜 312 にレーザ光を集光させ、より高いエネルギー密度を得ることができる。

【0039】

石英窓 310 はレーザ光を透光させるために設けた。アルミ合金の下部に設けられている穴は、気体の噴射口の役割と、レーザ光を通す役割とを兼ねている。アルミ合金を用いたのは、板の軽量化が目的であるため、他の材料で構成しても構わない。

【0040】

次いで、図 3 (B) に気体を噴射する板の他の例を示す。気体として例えば窒素等の不活性気体を気体供給管 309 からアルミ合金 313 で構成される板に供給し、アルミ合金の上下部に設けられたスリット状の穴から前記気体を噴射させる。気体供給管は図中に示したように板の左右に設置されると、構成が左右対称になるため、より安定に気体を供給できるのでよい。なお、この構成は、図 3 (A) に示した構成を用いてもよい。この状態で、半導体膜 312 の直上に前記板を配置し、半導体膜と板の距離を一定に固定する。なお、窒素の噴射の圧力により浮上させてもよい。板の上下にスリット状の穴が設けられているため、窒素は板の上下のスリットから噴射する。板の下方に噴射する窒素は板の浮上のためにも使われる。板の上方に噴射される窒素は、板の上方に設けられた光学素子、本実施の形態では、トリプレットシリンドリカルレンズ 308 に吹き付けられるためトリプレットシリンドリカルレンズへのゴミの付着を防ぐことができる。なお、気体の供給はレーザ光を照射する前に板の内部の空間を安定化させる際と、レーザ光を照射する際に行えばよい。

【0041】

なお、図 3 (B) には図示しないが、図 2 に示した保持機構 307 のような、板の位置を安定させるための保持機構を設ける必要がある。これにより、板を半導体膜 102 上で安定した状態で板と半導体膜の距離を固定させることができる。図の例では、レーザ光を線状に集光させるため、トリプレットシリンドリカルレンズ 308 を用いている。これにより、半導体膜 102 にレーザ光を集光させ、より高いエネルギー密度を得ることができる。

【0042】

図 3 (B) の例では、板の上下にスリットを設けたため、両スリットの中にレーザ光を通せばよい。板にアルミ合金を用いたのは、軽量化が目的であるため、他の材料で構成することもできる。

【0043】

なお、本実施の形態において用いる気体として不活性気体を用いる場合を示したが、これに限定されるものではない。つまり、酸素を含む気体や、窒素と酸素の混合気体であってもよい。

【0044】

(実施の形態 3)

本実施の形態では、本発明を量産工程で実施する例を図 4 に沿って説明する。

【0045】

線状ビームを形成させるための光学系 315 の説明をする。光学系 315 は照射面においてエネルギー分布の均一な線状ビームを得るために、ホモジナイザの機構を有している。光学素子 316 は、シリンドリカルレンズアレイとシリンドリカルレンズを組み合わせることにより、線状ビームの短幅方向のエネルギー分布の均一化を行う。図 4 (A) のようにシリンドリカルレンズアレイを 2 つ用いて、線状ビームの短幅の長さを可変としてもよい。線状ビームの短幅の長さを変えるには、シリンドリカルレンズアレイの距離を変えればよい。また、光学素子 317 は同様にシリンドリカルレンズアレイとシリンドリカルレンズを組み合わせることにより、線状ビームの長幅方向のエネルギー分布の均一化を行

10

20

30

40

50

う。

【0046】

前記光学素子316、317の上面図を図4(B)に示す。図では光学素子317のシリンドリカルレンズアレイが1つであるが、2つのシリンドリカルレンズを用いて線状ビームの長幅の長さを可変としてもよい。ミラー318は水平方向に進むレーザ光を鉛直方向に曲げる役割を果たす(図4(A)参照)。これにより、線状ビームを水平面に形成できるため、照射の対象となる半導体膜を水平に設置することが可能となる。ダブレットシリンドリカルレンズ319により、線状ビームの短幅をさらに短くし、照射面においてより高いエネルギー密度が得られるようにしてもよい。これにより、線状ビームの長さをより長くすることができるため、大面積の基板にも効率よくレーザ光を照射できる。レーザ光を照射する半導体膜まわりの雰囲気と、光学系315の雰囲気とを分断するために光学系315を敷居で囲い、レーザ光を透過させる石英窓320設けてもよい。例えば、光学系315を窒素パージすることで光学系の劣化を抑制することができる。

10

【0047】

次いで、レーザ光を半導体膜に照射する工程を説明する。基板324は、図示しないロボットアーム等によりステージ325上に配置される。その後、窒素供給源326に接続される気体供給装置322より気体を噴射する板323に窒素が供給され、窒素が板323から適当な流量で噴射される状態とする。次いで、板323を半導体膜直上に配置させ、板とステージ(半導体膜)の距離を一定に固定する。なお、窒素の噴射により半導体膜上で浮上させてもよい。窒素気体は、加熱装置327により加熱するとレーザエネルギーの不足を補うことができる。この状態を維持させたまま、レーザ光を照射しながら、ステージ325を線状ビームの長幅方向に対し直角方向に移動させ、半導体膜にレーザ光を照射する。レーザ発振器314はコントローラ321により制御されており、発振するエネルギーや周波数などを入力させることができる。気体を噴射する板は、適当な動作機構と接続させ、基板324がステージ325に配置される前は、適当な場所に待機させると、基板と板との干渉の可能性が低くなるので好ましい。以上の一連の動作を繰り返すことにより、多数枚の半導体膜をレーザ光で処理することができる。

20

【0048】

(実施の形態4)

本発明の実施の形態は、図5を用いて説明する。ここでは、絶縁基板上に設けられた半導体膜をレーザにより結晶化する方法について詳細に説明する。

30

【0049】

まず、上記実施の形態で示した方法でガラス基板500上に下地絶縁膜501を形成する。本実施の形態では、ガラス基板上に設ける下地絶縁膜501として2層構造を用いるが、前記絶縁膜の単層膜または2層以上積層させた構造を用いてもよい。下地絶縁膜501の一層目としては、プラズマCVD法を用い、 SiH_4 、 NH_3 、及び N_2O を反応ガスとして成膜される第1の酸化窒化シリコン膜(組成比 $\text{Si} = 32\%$ 、 $\text{O} = 27\%$ 、 $\text{N} = 24\%$ 、 $\text{H} = 17\%$)を膜厚50nmで形成する。次いで、下地絶縁膜501の二層目としては、プラズマCVD法を用い、 SiH_4 及び N_2O を反応ガスとして成膜される第2の酸化窒化シリコン膜(組成比 $\text{Si} = 32\%$ 、 $\text{O} = 59\%$ 、 $\text{N} = 7\%$ 、 $\text{H} = 2\%$)を膜厚100nmで形成する。

40

【0050】

次いで、下地絶縁膜501上にプラズマCVD法を用いた非晶質半導体膜502を50nmの膜厚で形成する。ここで、一般にプラズマCVD法にて成膜されたシリコン膜には水素が多く含まれることが多い。この水素量が多いと、シリコン膜のレーザに対する耐久性が極端に弱くなるため、ここでは脱水素化のための熱処理(窒素雰囲気500、1時間)を行う。なお、ここでは炉を用いた熱処理を用いて脱水素化を行ったが、ランプアニール装置で脱水素化を行ってもよい(図5(A))。

【0051】

次いで、前記非晶質半導体膜502を結晶化させるためのレーザ光(XeCl:波長3

50

0.8 nm) の照射を大気中で行う。レーザ光には波長 400 nm 以下のエキシマレーザ光や、YAGレーザの第2高調波、第3高調波を用いる。いずれにしても、繰り返し周波数 10 ~ 10000 Hz 程度のパルスレーザ光を用い、当該レーザ光を光学系にて、エネルギー密度が 100 ~ 500 mJ / cm² の長方形に集光し、90 ~ 95 % のオーバーラップ率をもって照射し、半導体膜表面を走査させればよい。ここでは、繰り返し周波数 30 Hz、エネルギー密度 476 mJ / cm² でレーザ光の照射を大気中で行なう。レーザ光を集光する光学系には例えば、トリプレットシリンドリカルレンズ 301 を用い、線状に集光させると、レーザ処理の効率が高いので好ましい。トリプレットシリンドリカルレンズは、球面収差を抑えるために3枚のレンズで構成されるレンズである。本発明には、シングレットシリンドリカルレンズ(1枚構成のレンズ)、ダブレットシリンドリカルレンズなどを用いてもよい。半導体膜面において、よりエネルギー分布の均一なビームを得るには、より球面収差の少ないレンズを用いた方がよいことは言うまでもない。本工程により、結晶構造を有するシリコン膜 502 a が得られる。また、本工程は大気雰囲気で行われるため、酸化膜 505 a が形成される(図5(B))。酸化膜 505 a は第2のレーザ光の照射の前にフッ酸などのエッチャントにより除去する(図5(C))。

10

【0052】

次いで、酸化膜の除去された半導体膜 502 b に第2のレーザ光を照射する工程の詳細を図2を用いて説明する。まず、半導体膜 502 b が成膜された基板 305 (図5の基板 500 に相当) をステージ 306 に配置する。そして、気体を噴射する板 304 に気体供給管 302 から例えば窒素を供給し、窒素を噴射させる。板の保持機構 307 により保持された板 304 を半導体膜 502 の直上に配置し、板とステージ(半導体膜)の距離を一定に固定する。なお、板が噴射する窒素により、板 304 を半導体膜上で浮上させてもよい。板の保持機構 307 は板 304 と完全に固着しているわけではなく、板 304 が浮上する余地が残してある。なお、気体としては希ガス等の不活性気体を用いてもよい。また、水素を使うことにより、酸素と半導体膜とが反応することを抑制することができる。

20

【0053】

板 304 と半導体膜の距離を固定した状態で、レーザ光を例えば、トリプレットシリンドリカルレンズ 301 により線状に集光させ、レーザ光に対し透光性を有する窓 303 を介して半導体膜 502 に照射し、ステージ 306 を図中矢印の方向、すなわち線状ビームの長さ方向に対して直角方向に動作させ、半導体膜 502 全体にレーザ光を照射する。窓 303 は、石英窓を用いるのがレーザ光の透過率が高いため好ましい。この工程により、レーザ光がまさに当たっている半導体膜の近傍の雰囲気をほとんど窒素雰囲気とすることができる。これにより、半導体膜の酸化が防げるので、半導体膜の表面に生ずる凹凸が小さくなり好ましい。以上の工程を経て表面の凹凸が非常に小さい結晶性半導体膜 502 c を得ることができる。

30

【0054】

本工程は、先に示した第2のレーザ光の照射に用いると半導体特性が高く、しかも半導体膜の表面に生ずる凹凸が小さいものができるので好ましいが、特に高い特性の半導体膜を必要としない場合には、第一のレーザ光の照射を省いて、第二のレーザ光の照射のみを行い、半導体膜表面に形成される凹凸を小さくしてもよい。前記凹凸の低減は、半導体装置の歩留まり向上につながる。本実施の形態では、非晶質半導体膜にレーザ光を照射する例を示したが、先に示した金属元素による半導体膜の結晶化工程を経た結晶性半導体膜に同様のレーザ光の照射を行ってもよい。

40

【0055】

以上のように、本発明のレーザ照射装置は、従来と比べて板のサイズを小さくしているため、従来のように測定器を光学系の下方に設置する際に、大気解放して板を照射装置からはずすこと無く、測定することが可能である。大気解放せずに板の配置条件を固定したまま測定することができる。つまり、従来 of レーザ照射装置と比べてレーザ光の照射条件の測定を簡略化することができるため、レーザ光の測定にかかる時間を短縮することができる。また、従来と比べて板の内部が占める空間を小さくしているため、レーザ照射前に

50

流す気体の総量を減らし、気体を流す時間も短縮することができる。さらに、本発明のレーザー照射装置を用いることによって、安定したレーザー照射雰囲気下でレーザー照射をすることが可能であるため、TFTの特性のばらつきを抑えることができ、TFTの特性を向上させることが可能である。

【0056】

(実施の形態5)

本発明の半導体装置及びその半導体装置を用いた発光装置の作製方法の一態様について図6～図16を用いて説明する。

【0057】

基板100の上に絶縁層101aを形成した後、さらに絶縁層101a上に積層するように絶縁層101bを形成する。絶縁層101aは、基板100からの不純物の拡散を阻止できるように形成されていることが好ましく、例えば、窒化珪素、または酸素を含む窒化珪素等も用いて形成された層であることが好ましい。また、絶縁層101bは、後の工程で形成する半導体層との間に生じる応力差が小さくなるような層であることが好ましく、例えば酸化珪素、または微量の窒素を含む酸化珪素等によって形成された層であることが好ましい。ここで、絶縁層101a、101bの形成方法について特に限定はなく、プラズマCVD法、減圧CVD法、スパッタリング法、PVD法等を用いて形成すればよい。また、基板100について特に限定はなく、ガラス、石英等の絶縁体から成る基板の他、シリコン、ステンレス等から成る基板上に絶縁層を設けたもの等を用いてもよいし、この他、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリエチレンナフタレート(PEN)等のプラスチック等からなり可撓性を有する基板、を用いてもよい。なお、石英からなる基板のように不純物の含有量が非常に少ない基板を用いる場合は、絶縁層101a、101bは必ずしも形成しなくてもよい(図6(A))。

【0058】

次いで、絶縁層101b上にトランジスタの活性層として用いられる半導体層(半導体層106a～106c(図8(A)参照。))を形成する。トランジスタの活性層として用いられる半導体層は結晶質半導体で形成されることが好ましい。結晶質半導体の作製方法について以下に説明する。

【0059】

先ず、絶縁層101bの上に珪素、シリコンゲルマニウム等の半導体を含む非晶質半導体層102aを形成する。非晶質半導体層102aの厚さは40～60nmとすることが好ましい。なお、絶縁層101a、101bを形成した成膜装置と同じ成膜装置を用いて絶縁層101a、101bと非晶質半導体層102aとを連続的に、つまり絶縁層101a、101bの形成後大気に曝すことなく非晶質半導体層102aを連続的に形成してもよい。このようにすることで、大気中に含まれる不純物が絶縁層101bに付着することを防ぐことができる。

【0060】

次いで、非晶質半導体層102aの表面に1～10nmの薄い酸化膜103を形成した後、結晶化を助長する金属元素を酸化膜103上に保持させる。酸化膜の形成方法について特に限定はなく、オゾン水または過酸化水素水などの酸化性を有する溶液で非晶質半導体層102aの表面を処理することによって形成してもよいし、または酸素雰囲気中における紫外線の照射によってオゾンが発生させる方法等を用いて形成してもよい。また、結晶化を助長する金属元素としては、ニッケル、パラジウム等が挙げられる。また、結晶化を助長する金属元素を保持させる方法について特に限定はなく、結晶化を助長する金属元素を含む溶液を用いて酸化膜103の表面を処理することによって金属元素を酸化膜103に付着させて保持させてもよいし、または、スパッタリング法等を用いて酸化膜103上に結晶化を助長する金属元素を含む層若しくはクラスタを形成することによって保持させてもよい。なお、結晶化を助長する金属元素を含む溶液としては、例えばニッケル酢酸塩溶液等の金属塩溶液が挙げられる(図6(B))。

【0061】

次いで、ラピッドサーマルアニール（RTA）法、またはファーンেসアニール炉等を用いた熱処理によって非晶質半導体層102aを結晶化し、非結晶成分と結晶成分とを含む結晶質半導体層102bを形成する（図6（C））。RTA法は、光照射によって加熱するランプ方式のRTA法であってもよいし、または高温のガスによって加熱するガス方式のRTA法であってもよい。熱処理は、窒素ガス、または希ガス等の反応性の低いガスで充填された雰囲気下で行うことが好ましい。また、RTA法を用いる場合、熱処理温度は600～800になるようにすることが好ましく、熱処理時間は、3～9分であることが好ましい。ファーンেসによって熱処理する場合、熱処理温度は500～600、熱処理時間は3～6時間であることが好ましい。なお、非晶質半導体層102aに水素が多く含まれている場合は、350～500の熱処理によって非晶質半導体層102aから水素を放出させ 1×10^{20} atoms/cm³以下の水素濃度となるようにした後、結晶化の為に熱処理を行うことが好ましい。

【0062】

次いで、大気中において結晶質半導体層102bに第1のレーザー光を照射して再び結晶化し、結晶質半導体層102cを形成する（図6（D））。第1のレーザー光は、ビームスポットの形状が矩形となるように光学系によって加工されていることが好ましい。また、照射する第1のレーザー光の強度は350～400 mJ/cm²であることが好ましい。さらに、第1のレーザー光の照射に用いられるレーザーはパルス発振型のレーザーであることが好ましく、例えば60～120 Hzの発振周波数を有するものを用いることができる。レーザー光の照射は、結晶質半導体層102bが形成された基板100に対し相対的に第1のレーザー光が移動するように、基板100または第1のレーザー光のいずれか一方を走査させながら行うことが好ましい。基板100または第1のレーザー光の走査速度について特に限定はないが、結晶質半導体層102bの任意の一点につき11～12ショット照射されるように、調整されていることが好ましい。なお、任意の一点に照射される第1のレーザー光のショット数（単位：ショット）は、（1）式で表される数式から求められる。

【0063】

【数1】

$$\text{ショット数} = \frac{\text{短手方向のビーム幅}(\mu\text{m}) \times 10^{-3} \times \text{レーザー光の周波数(Hz)}}{\text{基板またはレーザー光の走査速度(mm/sec)}} \cdots (1)$$

【0064】

また、レーザ媒質について特に限定はなく、エキシマレーザ、アルゴンレーザ、クリプトンレーザ、He-Cdレーザ、YAGレーザ、YVO₄レーザ、YLFレーザ、YAlO₃レーザ、Y₂O₃レーザ、ガラスレーザ、ルビーレーザ、Ti：サファイアレーザ等様々なレーザ媒質のレーザを用いることができる。なお、第1のレーザー光照射をする前に、結晶質半導体層102bをフッ酸を含む溶液で処理し、結晶質半導体層102bの表面に形成された酸化膜を除去しておくことが好ましい。

【0065】

次いで、結晶質半導体層102cの上に珪素、シリコンゲルマニウム等の半導体を含み、さらにアルゴン（Ar）等の希ガスを含む非晶質半導体層104aを形成した後、熱処理をする（図7（A））。ここで、結晶質半導体層102cと非晶質半導体層104aとの間には1～10 nmの薄い酸化膜105が設けられていることが好ましい。この酸化膜105は、先のレーザー光照射による結晶質半導体層102cの形成に伴って形成された酸化膜であってもよいし、または、レーザー光の照射後に結晶質半導体層102cの表面をオゾン水等を用いて処理することによって形成された酸化膜であってもよい。非晶質半導体層104aの形成方法について特に限定はなく、プラズマCVD法、減圧CVD法、スパッタリング法、PVD法等を用いて形成すればよい。また、非晶質半導体層104aの厚さは20～40 nmであることが好ましい。また、RTA法を用いる場合、熱処理温度は600～800になるようにすることが好ましく、熱処理時間は、3～9分である

ことが好ましい。ファーンズによって熱処理する場合、熱処理温度は500～600、熱処理時間は3～6時間であることが好ましい。熱処理することによって、結晶質半導体層102cに含まれていた結晶化を助長する金属元素は結晶質半導体層102cから非晶質半導体層104aへゲッタリングされる(ゲッタリング後の結晶質半導体層102cを結晶質半導体層102dと称する。)。なお、結晶化を助長する金属元素が非晶質半導体層104aへゲッタリングされるのに伴い、非晶質半導体層104aは結晶成分を含む半導体層104bとなる(図7(B))。ゲッタリング後、半導体層104bを選択的にエッチングして除去する。半導体層104bのエッチング方法について特に限定はないが、テトラメチルアンモニウムハイドロオキサイド(TMAH)若しくはコリン等の溶液等の溶液を用いることによって特に酸化膜105に対して高選択比でエッチングできる。このように酸化膜105は半導体層104bのエッチングと共に結晶質半導体層102dがエッチングされてしまうことを防ぐ為のストッパーとして機能する。なお、半導体層104bの表面に自然酸化膜等の酸化膜が形成されている場合は、予め、フッ酸を含む溶液等を用いて該酸化膜を除去してから半導体層104bをエッチングすることが好ましい。半導体層104bを除去した後、フッ酸を含む溶液等を用いて酸化膜105を除去する。

【0066】

次いで、結晶質半導体層102dに窒素ガスを吹き付けながら第2のレーザー光を照射して再び結晶化し(図7(C))、結晶質半導体層102eを形成する(図7(D))。第2のレーザー光は、ビームスポットの形状が矩形となるように光学系によって加工されていることが好ましい。また、照射する第2のレーザー光の強度は340～400mJ/cm²であることが好ましい。さらに、第2のレーザー光の照射に用いられるレーザーはパルス発振型のレーザーであることが好ましく、例えば60～120Hzの周波数を有するものを用いることができる。第2のレーザー光の照射は、結晶質半導体層102eが形成された基板100に対し相対的に第2のレーザー光が移動するように、基板100または第2のレーザー光のいずれか一方を走査させながら行うことが好ましい。基板100または第2のレーザー光の走査速度について特に限定はないが、結晶質半導体層102eの任意の一点につき5～6ショット照射されるように、調整されていることが好ましい。このように第2のレーザー光のショット数は第1のレーザー光のショット数の2分の1回とすることが好ましい。なお、任意の一点に照射される第2のレーザー光のショット数(単位:ショット)は、前述の数式(1)から求められる。

【0067】

以上のような工程を経ることによって表面の平均粗さが非常に小さい結晶質半導体層102eを得ることができる。

【0068】

次いで、結晶質半導体層102eを所望の形状に加工し、半導体層106a～106cを得る(図8(A))。結晶質半導体層102eの加工方法について特に限定はなく、例えば、結晶質半導体層102eの上にレジストマスクを形成した後不要な部分をエッチングによって除去する方法を用いることができる。なお、レジストマスクの形成方法についても特に限定はなく、フォトリソグラフィ法その他、インクジェット法のように液滴を吐出するタイミングと位置を制御しながら描画して所望の形状のマスクを形成する方法を用いてもよい。また、エッチング方法についても特に限定はなく、ドライエッチング法またはウェットエッチング法の何れを用いてもよい。

【0069】

なお、半導体層106a～106cには、トランジスタの閾値電圧を調節する為の不純物が添加されてもよい。添加される不純物について特に限定はなく、燐あるいはヒ素等のn型の導電性を付与する不純物であってもよいし、またはボロン等のp型の導電性を付与する不純物であってもよい。また、閾値電圧を調整する為の不純物が添加されるタイミングについても特に限定はなく、結晶質半導体層102eを形成した後であっても、半導体層106a～106cを形成する前であってもよいし、または、半導体層106a～106cの形成後、次工程で形成されるゲート絶縁層107の形成前であってもよい。また、本

工程において不純物は、半導体層 106a ~ 106c (あるいは結晶質半導体層 102e) の全体に添加してもよいし、またはレジスト等を用いて一部をマスクし、部分的に添加されるようにしてもよい。

【0070】

次いで、次に半導体層 106a ~ 106c を覆うようにゲート絶縁層 107 を形成する (図 8 (B))。ゲート絶縁層 107 の形成方法について特に限定はなく、プラズマ CVD 法、減圧 CVD 法、スパッタリング法、PVD 法等の成膜方法を用いて形成すればよい。この他、半導体層 106a ~ 106c の表面を酸化させてゲート絶縁層 107 を形成してもよい。また、ゲート絶縁層 107 は酸化珪素または窒化珪素、又は窒素を含む酸化珪素、または酸素を含む窒化珪素等を用いて形成すればよい。また、ゲート絶縁層 107 は単層で成る層、または異なる物質から成る層が積層した多層で成る層のいずれであっても構わない。

10

【0071】

次いで、ゲート絶縁層 107 の上にゲート電極 111a ~ 111d、及び容量電極 111e を形成する (図 9 (B) 参照。)。ゲート電極の構成及び形成方法について特に限定はないが、本形態では、第 1 の導電層と、第 1 の導電層と第 2 の導電層とが積層してなるゲート電極 111a ~ 111d、及び容量電極 111e の形成方法について以下に説明する。

【0072】

先ず、ゲート絶縁層 107 の上に第 1 の導電層 108 を形成し、さらに第 1 の導電層 108 の上に第 2 の導電層 109 を形成する (図 8 (B))。第 1 の導電層 108 と第 2 の導電層 109 とは、それぞれ異なる導電物を用いて形成されていることが好ましい。第 1 の導電層 108 は、ゲート絶縁層 107 との密着性がよい導電物を用いて形成されることが好ましく、例えば窒化チタン、窒化タンタル、チタン、タンタル等を用いて形成されていることが好ましい。また、第 2 の導電層 109 は、抵抗率の低い導電物を用いて形成されていることが好ましく、例えば、タングステン (W)、モリブデン (Mo)、アルミニウム (Al)、銅 (Cu)、またはこれらの金属を主成分として含む合金、或いは金属化合物等を用いて形成されていることが好ましい。合金としては、アルミニウムと珪素との合金、アルミニウムとネオジウムとの合金等が挙げられる。また金属化合物としては窒化タングステン等が挙げられる。第 1 の導電層 108 と第 2 の導電層 109 の形成方法について特に限定はなく、スパッタリング法、蒸着法等、いずれの方法を用いてもよい。

20

30

【0073】

次いで、マスク 135a、マスク 135b、マスク 135c、マスク 135d、及びマスク 135e を第 2 の導電層 109 上に形成する。そして、第 1 の導電層 108 と第 2 の導電層 109 とをエッチングして、第 1 の導電層 108a、第 1 の導電層 108b、第 1 の導電層 108c、第 1 の導電層 108d、第 1 の導電層 108e、第 2 の導電層 109a、第 2 の導電層 109b、第 2 の導電層 109c、第 2 の導電層 109d、第 2 の導電層 109e をそれぞれ導電層の側壁がそれぞれの導電層の水平面に対し傾斜を有するような形状となるように形成する (図 9 (A))。

【0074】

次いで、マスク 135a ~ 135e を設けたまま、第 2 の導電層 109a ~ 109e を選択的にエッチングし、第 2 の導電層 110a、第 2 の導電層 110b、第 2 の導電層 110c、第 2 の導電層 110d、第 2 の導電層 110e を形成する (図 9 (B))。この時、第 2 の導電層 110a ~ 110d それぞれの導電層の側壁がそれぞれの導電層の水平面に対し垂直になるように異方性の高い条件でエッチングし加工することが好ましい。これによって、第 2 の導電層 109a ~ 109e の側壁の傾斜部が除去される。このようにして第 1 の導電層 108a ~ 108e のそれぞれの上に第 1 の導電層 108a ~ 108e のそれぞれよりも幅が短い第 2 の導電層 110a ~ 110e を設けることにより、第 1 の導電層 108a ~ 108e と第 2 の導電層 110a ~ 110e とがそれぞれ組み合わせられてなるゲート電極 111a ~ 111d、及び容量電極 111e を形成することができる

40

50

。

【0075】

なお、マスク135a～135eは、それぞれ、所望の形状に形成した後、さらにアッシングすることによって細らせて形成されたマスクであってもよい。このようなマスクを用いることによって、より微細な形状の電極を形成でき、その結果、チャンネル長の短いトランジスタを得ることができる。そして、チャンネル長が短いトランジスタを作製することによってより高速で動作する回路を得られるようになる。

【0076】

次に、ゲート電極111a～111d、及び容量電極111eをマスクとして、n型の導電性を付与する不純物元素を添加し、第1のn型不純物領域112a、第1のn型不純物領域112b、第1のn型不純物領域112cを設ける。n型を付与できる不純物元素について特に限定はなく、燐、ヒ素などを用いることができる。第1のn型不純物領域112a～112cを設けた後、マスク135a～135eを除去する(図9(C))。

【0077】

マスク135a～135eを除去した後、半導体層106aを覆うマスク136a、半導体層106cを覆うマスク136bを形成する。マスク136aおよびマスク136b並びに第1の導電層108b、第2の導電層110bをマスクとしてn型の導電性を付与する不純物元素を半導体層106bへさらに添加し、第1の導電層108bと重なる領域に第2のn型不純物領域113aを、第1の導電層108b及び第2の導電層110bのいずれとも重なっていない領域に第3のn型不純物領域114aを設ける(図10(A))。このようにして設けられた第3のn型不純物領域114aはトランジスタのソース若しくはドレインとして機能する。すなわち、第3のn型不純物領域114aはトランジスタと容量とを接続する機能を有する。また、ゲート電極111bと重なり、ソース若しくはドレインとして機能する第3のn型不純物領域114aとチャンネル形成領域115aとの間に、第3のn型不純物領域114aと同じ導電型であると共に第3のn型不純物領域114aよりも低い濃度を有する第2のn型不純物領域113aを設けることによってホットキャリア劣化に対する耐性に優れたnチャンネル型トランジスタ152を得ることができる。なお、第2のn型不純物領域113aに挟まれた領域はチャンネル形成領域115aとして機能する。

【0078】

なお、図16に示すように、第1のn型不純物領域112dのうちゲート電極とオーバーラップしていない領域の一部をマスクで覆っておくことで、ゲート電極111f、111gと重なり、ソース若しくはドレインとして機能する第3のn型不純物領域114b、114cとチャンネル形成領域115b、115cとの間に、第3のn型不純物領域114b、114cと同じ導電型であると共に第3のn型不純物領域114b、114cよりも低い濃度を有する第2の不純物領域113bを設けることによってオフリーク電流を低減することができるnチャンネル型トランジスタ155を得ることができる。また、トランジスタ155においてゲート電極111fとゲート電極111gとは同じタイミングで同じ電圧が印加されるように電氣的に接続しており、トランジスタ155は二つのチャンネル形成領域115b、115cを有するダブルゲート型のトランジスタである。

【0079】

図10(B)に示すように、マスク136a、136bを除去した後、次に半導体層106bを覆うマスク137を形成する。マスク137、及び第2の導電層110a、110c～110eをマスクとしてp型の導電性を付与する不純物元素を半導体層106a、106cへ添加し、第1の導電層108a、108c～108eのそれぞれと重なる領域に第1のp型不純物領域116a、116bを設けると共に、第1の導電層108a、108c～108eと重なっていない領域に第2のp型不純物領域117a、117b、117cを設ける。このようにして設けられた第2のp型不純物領域117a、117b、117cはトランジスタのソース若しくはドレイン、またはトランジスタと容量とを接続する機能を有する。このようにしてpチャンネル型トランジスタ151、153及び容量1

10

20

30

40

50

5 4を得ることができる(図11(A)参照。)。なお、トランジスタ151の第1のp型不純物領域116aに挟まれた領域はチャンネル形成領域118aとして機能する。また、トランジスタ153においてゲート電極111cとゲート電極111dとは同じタイミングで同じ電圧が印加されるように電氣的に接続しており、トランジスタ153は二つのチャンネル形成領域118b、118cを有するダブルゲート型のトランジスタである。また、工程におけるp型の導電性を付与する不純物元素の添加では、先に形成されていた第1のn型不純物領域112a、112cに含まれる不純物元素よりも高濃度のp型の導電性を付与する不純物とする為、n型の導電性は打ち消される。

【0080】

次いで、マスク137を除去する。以上のようにして、画素部161で用いられるトランジスタ153、容量154、及び駆動回路部162で用いられるトランジスタ151、152を含む半導体装置を作製することができる(図11(A))。半導体装置には、画素部161、駆動回路部162の他、外部から信号を入力する為の端子部163が後述の工程を経ることによって設けられる。なお、トランジスタの構造について特に限定はなく、例えば、二つのゲート電極の間に半導体層が挟まれた構造を有するマルチゲート型のトランジスタであってもよいし、ソースまたはドレインとして機能する不純物領域とチャンネル形成領域とが隣接した(これらの間にソースまたはドレインとして機能する不純物領域よりも低濃度の領域を含まない)シングルドレイン型のトランジスタ等であってもよい。

【0081】

次いで、トランジスタを覆うように、第1の層間絶縁層119a、119b、119cを順に形成する(図11(B))。第1の層間絶縁層119aは、酸化珪素、窒化珪素等の絶縁物を用いて形成することができる。ここで、酸化珪素、窒化珪素には、それぞれ、窒素、酸素が含まれていてもよい。また、酸化珪素及び窒化珪素等の無機絶縁物の他、アクリルやポリイミド等の有機絶縁物、及びシロキサン系材料を出発材料として形成されたSi-O-Si結合を含む材料等から選ばれる一または二以上の化合物を用いて形成してもよい。なお、シロキサンは、シリコン(Si)と酸素(O)との結合で骨格構造が構成される。置換基として、少なくとも水素を含む有機基(例えばアルキル基、芳香族炭化水素)が用いられる。置換基として、フルオロ基を用いてもよい。または置換基として、少なくとも水素を含む有機基と、フルオロ基とを用いてもよい。また、第1の層間絶縁層119a、119b、119cの形成方法についても特に限定はなく、プラズマCVD法、減圧CVD法、スパッタリング法、PVD法等の成膜方法を用いて形成すればよい。さらに、本形態では第1の層間絶縁層は119a、119b、119cの三層が積層した多層となっているが、第1の層間絶縁層の積層数についても特に限定はなく、単層であってもよいし、二層以上の多層であってもよい。なお、第1の層間絶縁層119a、119b、119cのなかで少なくとも一層は、水素を含む絶縁層であることが好ましい。水素を含む絶縁層としては、例えば、SiH₄ガス、NH₃ガス、N₂Oガス及びH₂ガスを原料ガスとしプラズマCVD法を用いて形成された窒化珪素からなる層が挙げられる。このようにして形成された窒化珪素には水素の他、酸素も含まれる。第1の層間絶縁層119a、119b、119cの少なくとも一層を水素を含む絶縁層とすることによって、絶縁層に含まれた水素を利用して半導体層106a~106cに含まれるダングリングボンドを終端する為の水素化することができる。従って、例えば炉内に水素ガスを充填した雰囲気中で水素化をする必要がなく、簡便に水素化を行うことができる。また、水素を含む窒化珪素を第1の層間絶縁層に用いる場合、当該水素を含む窒化珪素で形成された層とトランジスタとの間に酸化珪素、若しくは窒素を含む酸化珪素で形成された層を設けることが好ましい。本形態のように、第1の層間絶縁層が119a、119b、119cの三層で構成される場合は、第1の層間絶縁層119aを酸化珪素、若しくは窒素を含む酸化珪素で形成し、第1の層間絶縁層119bを水素を含む窒化珪素(さらに酸素が含まれていてもよい)で形成し、第1の層間絶縁層119cを酸化珪素、若しくは窒素を含む酸化珪素で形成して形成することが好ましい。第1の層間絶縁層119a~119cは、例えば発光素子からの発光が第1の層間絶縁層119a~119cを介して外部に取り出される場合には

10

20

30

40

50

、発光が通る光路の長さを調節する為の光路長調整手段として用いることができる。

【0082】

なお、第1の層間絶縁層119a、119b、119cのいずれかの形成前若しくは形成後において、先に添加したn型若しくはp型の導電性を付与する為の不純物元素を活性化する為の処理をすることが好ましい。活性化の為の処理方法について特に限定はなく、ファーンズ、RTA、またはレーザー光照射等を用いて行えばよい。

【0083】

次いで、第1の層間絶縁層119a、119b、119cに、半導体層106a~106cへ至る開口部を形成する。さらに、該開口部及び第1の層間絶縁層119cを覆う導電層を形成した後、これを所望の形状に加工し、画素部161に配線120f、120gを、駆動回路部162に配線120b~120eを、端子部163に配線120aをそれぞれ形成する(図12(A))。開口部の形成方法について特に限定はなく、レジスト等により形成されたマスクを第1の層間絶縁層119c上に設けた後、第1の層間絶縁層119a、119b、119cをエッチングすることによって形成すればよい。ここで、エッチング方法について特に限定はなくウェットエッチング法若しくはドライエッチング法の何れの方法を用いてもよい。また、導電層は、単層であっても多層であってもよいが、少なくとも一層はアルミニウム、銅等の導電性の高い金属、またはアルミニウムとネオジウム等の導電性の高い合金を用いて形成された層であることが好ましい。また、アルミニウムには珪素等が含まれていてもよい。また、多層とする場合には、導電性の高い金属を含む層を挟むように、窒化チタン、窒化タンタル等の金属窒化物を用いて形成された層を設けることが好ましい。なお、配線120a~120gには、異なる層に設けられた配線若しくは電極を電氣的に接続する為の接続部として機能する導電層も含まれる。

【0084】

次いで、配線120a~120gを覆うように第2の層間絶縁層121を形成する(図12(B))。第2の層間絶縁層121は、酸化珪素、窒化珪素等の絶縁物を用いて形成することができる。ここで、酸化珪素、窒化珪素には、それぞれ、窒素、酸素が含まれていてもよい。また、酸化珪素及び窒化珪素等の無機絶縁物の他、アクリルやポリイミド等の有機絶縁物、及びシロキサン等から選ばれる一または二以上の化合物を用いて形成してもよい。また、第2の層間絶縁層121の形成方法についても特に限定はなく、プラズマCVD法、減圧CVD法、スパッタリング法、PVD法等の成膜方法を用いて形成すればよい。さらに、本形態では第2の層間絶縁層121は単層となっているが、これに限らず二層以上の多層であってもよい。

【0085】

次いで、第2の層間絶縁層121を通して配線120fに至る開口部を設けると共に、配線120aが露出するように第2の層間絶縁層121をエッチングする。エッチングは、第2の層間絶縁層121上にレジスト等により形成されたマスクを設けた後、ウェットエッチング法またはドライエッチング法等によって行えばよい。

【0086】

次いで、第2の層間絶縁層121上に発光素子の電極122を形成する(図13(A))。発光素子の電極122を形成に用いられる材料について特に限定はなく、インジウム錫酸化物、インジウム亜鉛酸化物、酸化亜鉛等の酸化物半導体、またはアルミニウム、金、白金等の導電体を用いて形成すればよい。発光素子の電極122の形成方法についても特に限定はなく、例えば、第2の層間絶縁層121上に前記した酸化物半導体若しくは導電体を用いて形成された層の上にレジスト等により形成されたマスクを設けた後、酸化物半導体若しくは導電体を用いて形成された層をエッチングし、所望の形状に加工すればよい。

【0087】

次いで、発光素子の電極122の端部を覆う絶縁層123を形成する(図13(B))。絶縁層123は、酸化珪素、窒化珪素等の無機絶縁物、アクリル、ポリイミド、レジスト等の有機絶縁物、またはシロキサン等を用いて形成することができるが、なかでも感光

性アクリル、感光性ポリイミド、レジスト等の感光性樹脂を用いて形成することが好ましい。感光性樹脂を用いてフォトリソグラフィにより所望の形状となるように形成することによって、丸みを帯びた形状のエッジを有する絶縁層 1 2 3 とすることができ、その結果、発光素子の劣化を低減させることができる。

【 0 0 8 8 】

次いで、発光素子の電極 1 2 2 及び絶縁層 1 2 3 の上に発光層 1 2 4 を形成する。発光層 1 2 4 は、有機物若しくは無機物のいずれか一方を用いて形成されていてもよいし、または有機物と無機物の両方を用いて形成されていてもよい。また、発光層 1 2 4 は、単層であってもよいし、または、所望の波長の発光を呈する物質（発光物質）を含む層の他に正孔輸送層、電子輸送層、正孔注入層、電子注入層等を有する多層であってもよい。また、多層とする場合、発光素子の電極 1 2 2 上に、P E D O T 等の導電性の高い有機物を用いて形成された層、または正孔輸送性の高い物質とその物質に対し電子受容性を示す物質とを混合して形成された層、または電子輸送性の高い物質とその物質に対し電子供与性を示す物質とを混合して形成された層のいずれかを設けた後、発光物質を含む層、正孔輸送層、電子輸送層等の他の層を形成することが好ましい。P E D O T 等の導電性の高い有機物を用いて形成された層、正孔輸送性の高い物質とその物質に対し電子受容性を示す物質とを混合して形成された層、及び電子輸送性の高い物質とその物質に対し電子供与性を示す物質とを混合して形成された層は、これらの層の厚さを厚くしても発光素子の駆動電圧の増加を招き難い為、これらの層の厚さを厚くすることで、発光素子の電極 1 2 2 の表面に形成された凹凸を緩和し、発光素子の電極間の短絡等を防ぐことができる。なお、発光物質は蛍光を発光するものでもよいし燐光を発光するものであってもよい。

【 0 0 8 9 】

なお、発光層 1 2 4 は、発光色の異なる発光素子毎に作り分けてもよいし、または同じ発光色を呈する連なった一つの層として形成されてもよい。同じ発光色を呈する場合、カラーフィルター等と組み合わせ、発光装置の外部に取り出される発光は画素毎に異なった色となるようにしてもよい。

【 0 0 9 0 】

次いで、発光層 1 2 4 の上に発光素子の電極 1 2 5 を形成する（図 1 4（A））。発光素子の電極 1 2 5 の形成に用いられる材料について特に限定はなく、インジウム錫酸化物、インジウム亜鉛酸化物、酸化亜鉛等の酸化物半導体、またはアルミニウム、金、白金等の導電体を用いて形成すればよい。なお、発光素子の電極 1 2 2 若しくは発光素子の電極 1 2 5 の少なくとも一方は発光層 1 2 4 からの発光を透過できるように、インジウム錫酸化物、インジウム亜鉛酸化物、酸化亜鉛等で形成されていることが好ましい。

【 0 0 9 1 】

次いで、基板 1 0 0 と基板 1 2 6 とを、先に形成したトランジスタ及び発光素子が封じ込められるように、シール材 1 2 7 を用いて貼り合わせる。なお、基板 1 2 6 には、図 1 5 に示すように、遮光層 1 3 1 とカラーフィルター 1 3 2 が設けられていてもよい。さらに基板 1 0 0 と基板 1 2 6 とで封止された内部 1 2 8 は、窒素、またはアルゴン等の不活性ガスで充填されていてもよいし、樹脂材料等によって充填されていてもよい。充填される樹脂材料には、乾燥剤が含まれていてもよい。

【 0 0 9 2 】

次いで、導電性接着剤 1 2 9 等を用いて配線 1 2 0 a に F P C（フレキシブルプリントサーキット）1 3 0 を接続する（図 1 4（B）、図 1 5）。

【 0 0 9 3 】

以上のようにして、本発明の半導体装置を含む発光装置を作製することができる。なお、本形態では、発光装置の作製方法について説明したが、発光素子の電極 1 2 2 以降の工程及び回路構成を適宜変更することによって液晶装置等も作製することができる。

【 0 0 9 4 】

（実施の形態 6）

実施の形態 5 で説明した作製方法によって作製される発光装置の画素部の一態様につい

10

20

30

40

50

て図 17 の上面図を用いて説明する。

【0095】

図 17 において、破線 A - A' で表される部分の断面は、図 13 (B) における画素部 161 の断面図に相当する。なお、図 17 では、発光素子の電極 122 の端部を覆う絶縁層 123 は図示していないが、実際には設けられている。図 17 から、半導体層 211a と、ゲート電極及び容量電極として機能する領域を含む第 1 の導電層 212a とが重なり、図 13 のトランジスタ 153 に相当するトランジスタ 201、及び容量 154 に相当する容量 202 とがそれぞれ設けられていることが分かる。第 1 の導電層 212a は、第 2 の導電層 213 を介して発光素子の電極 207 (図 13 の発光素子の電極 122 に相当) と接続している。また、ゲート線 204 が第 1 の導電層 212a と同じ層で形成されている。さらに、ゲート線 204 と交差するようにソース線 205 と電流供給線 206 とが設けられている。ソース線 205 は、半導体層 211b と、第 3 の導電層 212b とを含むトランジスタ 203 のソースに接続している。なお、第 3 の導電層 212b はゲート線 204 及び第 1 の導電層 212a と同じ層で設けられていると共に、ゲート線 204 と接続している。また、ゲート線 204 の一部はトランジスタ 203 のゲート電極として機能するように設けられている。電流供給線 206 は、トランジスタ 201 がオンになったときに発光素子へ電流が供給されるように半導体層 211a と接続している。なお、本形態における接続には、例えば半導体層 211b と第 1 の導電層 212a との接続のように間に別の導電層 (本形態の場合は第 4 の導電層 214) を介して電氣的に接続する場合も含まれる。また、本形態では、第 1 の導電層 212a のうち容量 202 の電極として機能部分は凸凹した鋸歯状の形状になっている。このような形状とすることで、容量 202 へ電荷を蓄積し易くなる。

【0096】

トランジスタ 201、203、容量 202、ゲート線 204、ソース線 205、電流供給線 206 のそれぞれの接続関係を図 18 の回路図で示した。なお、図 17 の発光素子の電極 207 は、発光素子 208 に含まれている。発光素子 208 はダイオード型の素子であり、本形態のように発光素子 208 と直列に接続したトランジスタ 201 が p チャネル型トランジスタである場合は発光素子の電極 207 は陽極として機能する。これとは反対にトランジスタ 201 が n チャネル型トランジスタである場合は発光素子の電極 207 は陰極として機能する。

【0097】

本発明の発光装置の画素部には、図 18 で表されるような回路によって駆動する複数の発光素子がマトリクス状に配列されている。なお、発光素子を駆動させる為の回路については、図 18 に示したのものには限定されるわけではなく、例えば入力された信号を強制的に消去する為の消去線及び消去動作に用いられる消去用のトランジスタを設けた構成の回路等であってもよい。

【0098】

(実施の形態 7)

本発明により作製される電子機器について図 19 を参照しつつ説明する。

【0099】

図 19 (A) に示すテレビジョンは、本体 8001、表示部 8002 等を含んでいる。表示部 8002 は、画素ごとに本発明の作製方法によって作製した TFT を有している。この TFT を有していることにより TFT のばらつきを抑えることができ、TFT の特性の向上を実現させたテレビジョンを提供することができる。

【0100】

図 19 (B) に示す情報端末機器は、本体 8101、表示部 8102 等を含んでいる。表示部 8102 は、画素ごとに本発明の作製方法によって作製した TFT を有している。この TFT を有していることにより TFT のばらつきを抑えることができ、TFT の特性の向上を実現させた情報端末機器を提供することができる。

【0101】

10

20

30

40

50

図 19 (C) に示すビデオカメラは、本体 8 2 0 1、表示部 8 2 0 2 等を含んでいる。表示部 8 2 0 2 は、画素ごとに本発明の作製方法によって作製した T F T を有している。この T F T を有していることにより T F T のばらつきを抑えることができ、T F T の特性の向上を実現させたビデオカメラを提供することができる。

【 0 1 0 2 】

図 19 (D) に示す電話機は、本体 8 3 0 1、表示部 8 3 0 2 等を含んでいる。表示部 8 3 0 2 は、画素ごとに本発明の作製方法によって作製した T F T を有している。この T F T を有していることにより T F T のばらつきを抑えることができ、T F T の特性の向上を実現させた電話機を提供することができる。

【 0 1 0 3 】

図 19 (E) に示す携帯型のテレビジョンは、本体 8 4 0 1、表示部 8 4 0 2 等を含んでいる。表示部 8 4 0 2 は、画素ごとに本発明の作製方法によって作製した T F T を有している。この T F T を有していることにより T F T のばらつきを抑えることができ、T F T の特性の向上を実現させた携帯型のテレビジョンを提供することができる。またテレビジョンとしては、携帯電話機などの携帯端末に搭載する小型のものから、持ち運びをすることができる中型のもの、また、大型のもの（例えば 4 0 インチ以上）まで、幅広いものに、本発明の発光装置を適用することができる。

【 0 1 0 4 】

なお、本発明に係る電子機器は、図 19 (A) ~ (E) に限定されず、表示部等に T F T を含むものが含まれる。

【 0 1 0 5 】

以上の様に、本発明の適用範囲は極めて広く、あらゆる分野の電子機器の作製方法に適用することが可能である。また、本実施の形態の電子機器は実施の形態 1 ~ 6 のどのような組み合わせからなる構成を用いても実現することができる。

【 0 1 0 6 】

（実施の形態 8）

本発明の半導体装置の作製方法について、図 2 0 ~ 図 2 4 の断面図と、図 2 5 の上面図を参照して説明する。

【 0 1 0 7 】

まず、基板 5 0 の一方の面上に、絶縁層 5 1 を形成する（図 2 0 (A) 参照。）。次に、絶縁層 5 1 上に剥離層 5 2 を形成する。続いて、剥離層 5 2 上に絶縁層 5 3 を形成する。

【 0 1 0 8 】

基板 5 0 は、絶縁表面を有する基板であり、例えば、ガラス基板、プラスチック基板、石英基板等である。好適には、基板 5 0 として、ガラス基板又はプラスチック基板を用いるとよい。ガラス基板とプラスチック基板は、1 辺が 1 メートル以上のものを作製することが容易であり、また、四角形状等の所望の形状のものを作製することが容易であるからである。そうすると、例えば、四角形状で、1 辺が 1 メートル以上のガラス基板やプラスチック基板を用いると、生産性を大幅に向上させることができる。このような利点は、円形で、最大で直径が 3 0 センチ程度のシリコン基板を用いる場合と比較すると、大きな優位点である。

【 0 1 0 9 】

絶縁層 5 1、5 3 は、気相成長法（C V D 法）やスパッタリング法等により、珪素の酸化物、珪素の窒化物、窒素を含む珪素の酸化物、酸素を含む珪素の窒化物などを形成する。絶縁層 5 1 は、基板 5 0 からの不純物元素が上層に侵入してしまうことを防止する役目を担う。但し、絶縁層 5 1 は、必要がなければ、形成しなくてもよい。

【 0 1 1 0 】

剥離層 5 2 は、スパッタリング法等により、タングステン（W）、モリブデン（Mo）、チタン（Ti）、タンタル（Ta）、ニオブ（Nb）、ニッケル（Ni）、コバルト（Co）、ジルコニウム（Zr）、亜鉛（Zn）、ルテニウム（Ru）、ロジウム（Rh）

10

20

30

40

50

、パラジウム（Pd）、オスミウム（Os）、イリジウム（Ir）、珪素（Si）等から選択された元素または前記元素を主成分とする合金材料若しくは化合物材料を含む層を、単層又は積層して形成する。なお、珪素を含む層は、非晶質、微結晶、多結晶のいずれでもよい。

【0111】

剥離層52が単層構造の場合、好ましくは、タングステン、モリブデン、タングステンとモリブデンの混合物、タングステンの酸化物、タングステンの酸化窒化物、タングステンの窒化酸化物、モリブデンの酸化物、モリブデンの酸化窒化物、モリブデンの窒化酸化物、タングステンとモリブデンの混合物の酸化物、タングステンとモリブデンの混合物の酸化窒化物、タングステンとモリブデンの混合物の窒化酸化物のいずれかを含む層を形成する。 10

【0112】

剥離層52が積層構造の場合、好ましくは、1層目として、タングステン、モリブデン、タングステンとモリブデンの混合物を含む層を形成し、2層目として、タングステンの酸化物、モリブデンの酸化物、タングステンとモリブデンの混合物の酸化物、タングステンの酸化窒化物、モリブデンの酸化窒化物、タングステンとモリブデンの混合物の酸化窒化物を形成する。

【0113】

剥離層52として、タングステンとタングステンの酸化物の積層構造を形成する場合、まず、剥離層52としてタングステンを含む層を形成し、その上層の絶縁層53として、珪素の酸化物を含む層を形成することにより、タングステンを含む層と珪素の酸化物を含む層との間に、タングステンの酸化物を含む層が形成されることを活用してもよい。タングステンの窒化物、タングステンの酸化窒化物、タングステンの窒化酸化物を含む層等を形成する場合も同様であり、タングステンを含む層を形成後、その上層に珪素の窒化物を含む層、酸素を含む窒化珪素層、窒素を含む酸化珪素層を形成するとよい。 20

【0114】

次に、絶縁層53上に複数のトランジスタ54を形成する。この工程では、複数のトランジスタ54として、薄膜トランジスタ（Thin Film Transistor）を形成する。

【0115】

複数のトランジスタ54の各々は、半導体層90、ゲート絶縁層（単に絶縁層ともいう）55、第1の導電層91、ゲート（ゲート電極ともいう）である第2の導電層92を有する。半導体層90は、ソース又はドレインとして機能する不純物領域93、94、チャネル形成領域95を有する。不純物領域93、94には、N型を付与する不純物元素（例えばリン（P）、砒素（As））、又はP型を付与する不純物元素（例えばボロン（B））が添加されている。不純物領域94は、LDD（Lightly Doped Drain）領域である。なお、半導体層90の結晶化を行う際、本発明の照射装置を用いているため、低コスト化を実現できる。

【0116】

複数のトランジスタ54の各々は、半導体層90上にゲート絶縁層55が設けられ、ゲート絶縁層55上に第1の導電層91が設けられ、第1の導電層91上に第2の導電層92が設けられたトップゲート型、第2の導電層92上にゲート絶縁層55が設けられ、ゲート絶縁層55上に半導体層90が設けられたボトムゲート型のどちらのタイプでもよい。また、複数のトランジスタ54から選択された1つ又は複数のトランジスタは、ゲート電極が2つ以上、チャネル形成領域が2つ以上あるマルチゲート型のトランジスタでもよい。 40

【0117】

また、基板50上に複数のトランジスタ54のみを形成しているが、本発明はこの構成に制約されない。基板50上に設ける素子は、半導体装置の用途によって適宜調整される。例えば、非接触でデータの送信と受信を行う機能を有する場合、基板50上に複数のト 50

ランジスタのみ、又は基板 50 上に複数のランジスタとアンテナとして機能する導電層を形成するとよい。また、データを記憶する機能を有する場合、基板 50 上に複数のランジスタと記憶素子（例えば、ランジスタ、メモリランジスタ等）を形成するとよい。また、回路を制御する機能や信号を生成する機能等を有する場合（例えば、CPU、信号生成回路等）、基板 50 上にランジスタを形成するとよい。また、上記以外にも、必要に応じて、抵抗素子や容量素子などの他の素子を形成するとよい。

【0118】

次に、複数のランジスタ 54 上に、絶縁層 56、57 を形成する。絶縁層 56、57 は、気相成長法、スパッタリング法、SOG（スピン オン グラス）法、液滴吐出法（例えば、インクジェット法）等を用いて、珪素の酸化物、珪素の窒化物、ポリイミド、アクリル、シロキサン系材料を出発材料として形成された Si-O-Si 結合を含む材料を含む絶縁膜（以下、シロキサン系絶縁膜と記載する）、オキサゾール樹脂等を用いて形成する。なお、シロキサンは、シリコン（Si）と酸素（O）との結合で骨格構造が構成される。置換基として、少なくとも水素を含む有機基（例えばアルキル基、芳香族炭化水素）が用いられる。置換基として、フルオロ基を用いてもよい。または置換基として、少なくとも水素を含む有機基と、フルオロ基とを用いてもよい。オキサゾール樹脂は、例えば、感光性ポリベンゾオキサゾール等である。オキサゾール樹脂は、ポリイミド等の比誘電率（3.2～3.4 程度）と比較すると、比誘電率が低いため（2.9 程度）、寄生容量の発生を抑制し、高速動作を行うことができる。

10

【0119】

また上記の構成では、複数のランジスタ 54 上に 3 層の絶縁層（絶縁層 56、57）を形成しているが、本発明はこの構成に制約されない。複数のランジスタ 54 上に設けられる絶縁層の数は制約されない。

20

【0120】

次に、ゲート絶縁層 55 及び絶縁層 56、57 に開口部を形成して、複数のランジスタ 54 の各々のソース（ソース領域、ソース電極ともいう）又はドレイン（ドレイン領域、ドレイン電極ともいう）に接続された導電層 59～64 を形成する（図 20（A）参照）。導電層 59～64 は、同じ層に設けられている。また、導電層 59～64 はソース配線又はドレイン配線である。外部から供給される信号は、導電層 59～64 を介して、複数のランジスタ 54 に供給される。

30

【0121】

導電層 59～64 は、スパッタリング法等により、チタン、タングステン、クロム、アルミニウム、タンタル、ニッケル、ジルコニウム、ハフニウム、バナジウム、イリジウム、ニオブ、鉛、白金、モリブデン、コバルト又はロジウム等から選択された元素、又はこれらの元素を主成分とする合金材料、又はこれらの元素を主成分とする酸化物や窒化物などの化合物材料で、単層又は積層で形成する。導電層 59～64 の積層構造の例を挙げると、例えば、チタン、アルミニウム、チタンの 3 層構造、チタン、窒化チタン、アルミニウム、チタン、窒化チタンの 5 層構造、チタン、窒化チタン、シリコンが添加されたアルミニウム、チタン、窒化チタンの 5 層構造等がある。

【0122】

次に、導電層 59 上に、導電層 66 を形成する（図 20（B）参照）。導電層 66 は、スクリーン印刷法、液滴吐出法等を用いて、金、銀又は銅を含む層を形成する。好ましくは、スクリーン印刷法を用いて、銀の微粒子を含むペースト（銀の微粒子と樹脂が混合した材料）で形成するとよい。スクリーン印刷法は、作製時間を短縮することができ、装置が安価であるからである。また、銀は抵抗値が低いからである。

40

【0123】

次に、導電層 66 導電層 59 の一方もしくは双方を、溶融させることのできるレーザービームを照射する。レーザービームを照射する前は、導電層 66 と導電層 59 とは部分的に接していたが、レーザービームの照射により、導電層 66 と導電層 59 の接する部分を増大させることができる。そのため、導電層 66 と導電層 59 の電氣的な接続をより確実

50

なものとして、信頼性を向上させることができる。レーザービームには、媒質により分類すると、気体レーザー、液体レーザー、固体レーザーがあり、発振の特徴により分類すると、自由電子レーザー、半導体レーザー、X線レーザーがあるが、本発明では、いずれのレーザーを用いてもよい。但し、好ましくは気体レーザー又は固体レーザーを用いるとよく、さらに好ましくは固体レーザーを用いるとよい。また本発明には、連続発振型のレーザービーム、パルス発振型のレーザービームのどちらを用いてもよい。

【0124】

次に、絶縁層57と導電層59～64上に、絶縁層68を選択的に形成する(図20(C))。絶縁層58には、開口部69が設けられている。導電層66は、開口部69を介して露出されている。

10

【0125】

なお、開口部69は、導電層66の全ての表面が露出されるような形状ではなく、導電層66の一部の表面が露出されるような形状とするとよい。具体的には、開口部69は、導電層66の中心部が露出されるような形状とするとよい。これは、後の工程において、正確に転置を行うためである。仮に、導電層66の一表面の全てが露出されるように、絶縁層68を設けると、導電層66と絶縁層68の両方が設けられていない領域が生じてしまう場合がある。後に行う転置の工程では、絶縁層68と基板88とを接着させて行うため、導電層66と絶縁層68の一方が設けられていない領域があると、正確に転置を行うことができない場合がある。しかしながら、上記の工程では、絶縁層68は、導電層66の中心部が露出されるように、選択的に設けられている。そうすると、導電層66と絶縁層68の一方が設けられていない領域がないため、正確に転置を行うことができる。

20

【0126】

絶縁層68は、エポキシ樹脂、アクリル樹脂及びポリイミド樹脂等の絶縁性の樹脂により、5～200 μm 、好適には15～35 μm の厚さで形成する。また、絶縁層68は、スクリーン印刷法、液滴吐出法等を用いて、均一に形成する。好ましくは、スクリーン印刷法を用いるとよい。スクリーン印刷法は、作製時間を短縮することができ、装置が安価であるからである。次に、必要に応じて、加熱処理を行う。

【0127】

次に、少なくとも、剥離層52の一部が露出するような開口部71を形成する(図21(A)参照)。この工程は、処理時間が短い点から、レーザービームの照射により行うとよい。レーザービームは、基板50、絶縁層51、剥離層52、絶縁層53、ゲート絶縁層55、絶縁層56、57、68に対して照射される。また、レーザービームは、絶縁層68の表面から照射される。開口部71は、少なくとも、剥離層52の一部が露出するように形成される。そのため、少なくとも、ゲート絶縁層55、絶縁層56、57、68には、開口部71が設けられる。図示する構成では、レーザービームが、絶縁層51にまで達し、絶縁層51、53、ゲート絶縁層55、絶縁層56、57、58が分断された場合を示す。なお、レーザービームは、基板50まで達してもよい。

30

【0128】

上記のレーザービームを照射する工程では、アブレーション加工が用いられる。アブレーション加工とは、レーザービームを照射した部分、つまり、レーザービームを吸収した部分の分子結合が切断されて、光分解し、気化する現象を用いた加工である。つまり、レーザービームを照射して、絶縁層51、剥離層52、絶縁層53、ゲート絶縁層55、絶縁層56、57、68のある部分の分子結合を切断し、光分解し、気化させることにより、開口部71を形成している。

40

【0129】

また、レーザーは、紫外領域である150～380nmの波長の固体レーザーを用いるとよい。好ましくは、150～380nmの波長のNd:YVO₄レーザーを用いるとよい。その理由は、150～380nmの波長のNd:YVO₄レーザーは、他の高波長側のレーザーに比べ、基板に光が吸収されやすく、アブレーション加工が可能であるからである。また、加工部の周辺に影響を与えず、加工性がよいからである。

50

【0130】

次に、絶縁層68上に、基板88を設ける(図21(B)参照。)。基板88は、絶縁層72と接着層83が積層された基板であり、熱剥離型の基板である。接着層83は、加熱処理により接着力が低下する層であり、例えば、熱可塑性接着剤の加熱時の軟化を用いる材料からなる層、加熱により膨張するマイクロカプセルや発泡剤を混入した材料からなる層、熱硬化性樹脂に熱溶融性や熱分解性を付与した材料からなる層、水の侵入による界面強度劣化やそれに伴う吸水性樹脂の膨張を用いた層である。

【0131】

次に、基板88を用いて、基板50から、複数のトランジスタ54を含む積層体を分離する(図22(A)参照。)。基板50から、複数のトランジスタ54を含む積層体の分離は、剥離層52の内部又は剥離層52と絶縁層53を境界として行われる。図示する構成では、分離は、剥離層52と絶縁層53の間を境界として行われた場合を示す。このように、基板88を用いることにより、分離の工程を容易にかつ短時間で行うことができる。

10

【0132】

次に、加熱処理を行って、絶縁層53の表面に基板89を設けると共に、基板88から複数のトランジスタ54を含む積層体を分離する(図22(B)参照。)。基板89は、絶縁層73と接着層84が積層された基板である。接着層84は、加熱処理により接着力が増す層であり、熱可塑性の樹脂を含む層に相当する。熱可塑性の樹脂とは、例えば、ポリエチレン、ポリスチレン、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル等に相当する。

20

【0133】

上述したように、基板88は、熱剥離型の基板であるため、加熱処理により、基板88と絶縁層68の間の接着力が低下し、基板88から複数のトランジスタ54を含む積層体が分離される。同時に、加熱処理により、基板89の表面の熱可塑性の樹脂が硬化し、絶縁層53と基板89の一表面との接着力が増す。このように、性質が異なる接着層が設けられた2枚の基板88、89を用いることにより、基板88から積層体を分離する工程と、積層体を基板89上に設ける工程とを同時に行うことができる。従って、作製時間を短縮することができる。

【0134】

次に必要に応じて、再度、導電層66にレーザービームを照射する。これは、上記の分離の工程の影響により、導電層59と導電層66との電気的な接続に不良が生じる可能性があり、そのような不良を改善するためである。従って、必要がなければ、レーザービームを照射する工程を行わなくてもよい。

30

【0135】

次に、導電層66に接するように、端子12を形成する(図23(A)参照。)。端子12は、スクリーン印刷法、液滴吐出法等を用いて、金、銀又は銅を含む層を形成する。好ましくは、スクリーン印刷法を用いて、銀の微粒子を含むペースト(銀の微粒子と樹脂が混合した材料)で形成する。スクリーン印刷法は、作製時間を短縮することができ、装置が安価であるからであり、銀は抵抗値が低いからである。次に、必要に応じて加熱処理を行う。

40

【0136】

次に、基板49、絶縁層53、ゲート絶縁層55、絶縁層56、57、68に、レーザービームを照射して、開口部76を形成する(図23(B)参照。)。

【0137】

次に、アンテナとして機能する導電層19が設けられた基板20を準備する(図24(A))。なお、アンテナとして機能する導電層は、容量素子86を有し、アンテナとして機能する導電層19、容量素子86の各々は、スクリーン印刷法、液滴吐出法等を用いて形成する(図25(A)、(B)参照。)。図24(A)には、アンテナとして機能する導電層19を図示する。樹脂層14は、接着剤中に導電性粒子10が設けられた材料であり、ACP(Anisotropic Conductive Paste)ともよばれ

50

る。樹脂層 14 は、スクリーン印刷法、液滴吐出法等を用いて、均一に形成する。

【0138】

次に、樹脂層 14 を用いて、基板 89 と基板 20 とを貼り合わせる（図 24（A）、図 25（B）参照。）。次に、必要があれば、絶縁層 68 と樹脂層 14 とを接着する。この際、フリップチップボンダー、ダイボンダー、ACF（Anisotropic Conductive Film）貼り付け機、圧着機等により、加圧処理と加熱処理の一方又は両方を行う。

【0139】

なお、複数のトランジスタ 54 を含む積層体の表面に、さらに基板を設けてもよい（図 24（B）参照。）。具体的には、基板 89 と基板 20 の一方又は両方の表面に、新たに基板を設けてもよい。図示する構成では、基板 89 の表面に基板 81 を設け、基板 20 の表面に基板 82 を設けている。基板 81、82 を設けることにより、さらに強度を向上させることができる。基板 81、82 による複数のトランジスタ 54 を含む積層体の封止は、基板 81、82 の各々の表面の層、又は基板 81、82 の各々の表面の接着層を加熱処理によって溶かすことにより行われる。また必要に応じて加圧処理も行われる。

【0140】

なお、基板 50 から複数のトランジスタ 54 を含む積層体を分離する方法を示したが（図 22（A）参照。）、本発明はこの形態に制約されない。導電層 59～64 を形成した後（図 20（A）参照。）に、基板 50 を薄型化してもよい。

【0141】

基板 50 を薄型化するためには、基板 50 の複数のトランジスタ 54 が形成されていない面を、研削装置（例えば研削盤）を用いて研削する。好適には、基板 50 の厚さが 100 μm 以下になるまで研削する。次に、研削した基板 50 の複数のトランジスタ 54 が形成されていない方の面を、研磨装置（例えば、研磨パッド、研磨砥粒（例えば酸化セリウム等））を用いて研磨する。好適には、基板 50 の厚さが 50 μm 以下、好ましくは 20 μm 以下、より好ましくは 5 μm 以下になるまで研磨する。なお、基板 50 を薄型化するためには、基板 50 の研削と研磨の一方又は両方を行うとよい。また、研削工程と研磨工程を行う前に、必要に応じて、導電層 59～64 上に保護を目的とした層を設けるとよい。また、研削工程と研磨工程の後には、必要に応じて、ゴミを除去するための洗浄工程、乾燥工程の一方又は両方を行うとよい。

【0142】

薄型化した基板 50 の厚さは、研削工程と研磨工程に必要な時間、後に行う切断工程に必要な時間、半導体装置の用途、半導体装置の用途に必要な強度などを考慮して、適宜決めるとよい。例えば、研削工程と研磨工程の時間を短縮して生産性を向上させる場合は、研磨後の基板 50 の厚さは 50 μm 程度にするとよい。また、後に行う切断工程に必要な時間を短縮して生産性を向上させる場合、研磨後の基板 50 の厚さは、20 μm 以下、より好適には 5 μm 以下とするとよい。また、半導体装置を薄い物品に貼り付けたり、埋め込んだりする場合、研磨後の基板 50 の厚さは 20 μm 以下、より好適には 5 μm 以下とするとよい。また、薄型化した基板 50 の厚さの下限は特に制約されない。基板 50 が除去されるまで（基板 50 の厚さが 0 μm になるまで）、薄型化してもよい。

【0143】

次に、導電層 59 に接するように、導電層 66 を形成する（図 20（B）参照。）。次に、導電層 66 にレーザービームを照射する（図 20（B）参照。）。次に、絶縁層 68 を選択的に形成する（図 20（C）参照。）。次に、レーザービームを照射して、開口部 71 を形成する（図 21（A）参照。）。図示する構成では、開口部 71 の形成の際に、基板 50 を切断していないが、基板 50 を薄型化した場合は、基板 50 も切断するとよい。そして、基板 50 から、複数のトランジスタ 54 を含む積層体を分離する工程を省略するとよい。その後の工程は、上述の工程と同様である。基板 50 から複数のトランジスタ 54 を含む積層体を分離せずに、薄型化した基板 50 を残存させておくと、有害な気体の侵入、水の侵入、不純物元素の侵入を抑制することができる。従って、劣化や破壊を抑制

10

20

30

40

50

し、信頼性を向上させることができる。また、バリア性を向上させることができる。

【0144】

(実施の形態9)

本発明の半導体装置の作製方法について、図26～図29を参照して説明する。また、トランジスタを形成し、絶縁層57を形成する工程までは実施の形態8と同様な工程を用いて作製するため、ここでは省略する。

【0145】

次に、絶縁層55～57に開口部を形成して、複数のトランジスタ54の各々のソース(ソース領域、ソース電極ともいう)又はドレイン(ドレイン領域、ドレイン電極ともいう)に接続された導電層59～64とを形成する(図26(A)参照。)。導電層59～64は、同じ層に設けられている。また、導電層59～64はソース配線又はドレイン配線である。外部から供給される信号は、導電層59～64を介して、複数のトランジスタ54に供給される。

10

【0146】

導電層59～64は、スパッタリング法等により、チタン、タングステン、クロム、アルミニウム、タンタル、ニッケル、ジルコニウム、ハフニウム、バナジウム、イリジウム、ニオブ、鉛、白金、モリブデン、コバルト又はロジウム等から選択された元素、又はこれらの元素を主成分とする合金材料、又はこれらの元素を主成分とする酸化物や窒化物などの化合物材料で、単層又は積層で形成する。導電層59～64の積層構造の例を挙げると、例えば、チタン、アルミニウム、チタンの3層構造、チタン、窒化チタン、アルミニウム、チタン、窒化チタンの5層構造、チタン、窒化チタン、シリコンが添加されたアルミニウム、チタン、窒化チタンの5層構造等がある。

20

【0147】

次に、図26(B)に示すように、導電層59～64を覆うように、単層又は積層で絶縁層32を形成する。続いて、導電層59～64を覆う絶縁層32にコンタクトホールを形成し、導電層33を形成する。導電層33はアンテナとして機能する。なお、導電層33はスクリーン印刷法、液滴吐出法等を用いて形成する。

【0148】

次に、導電層59、導電層33の一方もしくは双方を、溶融させることのできるレーザービームを照射する。レーザービームを照射する前は、導電層59と導電層33とは部分的に接していたが、レーザービームの照射により、導電層59と導電層33の接する部分を増大させることができる。そのため、導電層59と導電層33の電気的な接続をより確実なものとして、信頼性を向上させることができる。レーザービームには、媒質により分類すると、気体レーザー、液体レーザー、固体レーザーがあり、発振の特徴により分類すると、自由電子レーザー、半導体レーザー、X線レーザーがあるが、本発明では、いずれのレーザーを用いてもよい。但し、好ましくは気体レーザー又は固体レーザーを用いるとよく、さらに好ましくは固体レーザーを用いるとよい。また本発明には、連続発振型のレーザービーム、パルス発振型のレーザービームのどちらを用いてもよい。

30

【0149】

この後、絶縁層32、アンテナとして機能する導電層33上に、DLC(ダイヤモンドライクカーボン)等の炭素を含む層、窒化珪素を含む層、窒化酸化珪素を含む層等の保護層を形成してもよい。

40

【0150】

次に、図26(C)に示すように絶縁層32、アンテナとして機能する導電層33上に、絶縁層35をスクリーン印刷法等で形成する。絶縁層35は、後の剥離工程での保護層として設けるため、平坦化層であることが好ましい。

【0151】

次に、少なくとも、剥離層52の一部が露出するような開口部71を形成する(図27(A)参照。)。この工程は、処理時間が短い点から、レーザービームの照射により行うとよい。レーザービームは、基板50、絶縁層51、剥離層52、絶縁層53、ゲート絶

50

縁層 5 5、絶縁層 5 6、5 7、3 2、3 5 に対して照射される。また、レーザービームは、絶縁層 3 5 の表面から照射される。開口部 7 1 は、少なくとも、剥離層 5 2 の一部が露出するように形成される。そのため、少なくとも、絶縁層 5 3、ゲート絶縁層 5 5、絶縁層 5 6、5 7、3 2、3 5 には、開口部 7 1 が設けられる。図示する構成では、レーザービームが、絶縁層 5 1 にまで達し、絶縁層 5 1、5 3、ゲート絶縁層 5 5、絶縁層 5 6、5 7、3 2、3 5 が分断された場合を示す。なお、レーザービームは、基板 5 0 まで達してもよい。

【0152】

また、レーザーは、紫外領域である 150 ~ 380 nm の波長の固体レーザーを用いるとよい。好ましくは、150 ~ 380 nm の波長の Nd : YVO₄ レーザーを用いるとよい。その理由は、150 ~ 380 nm の波長の Nd : YVO₄ レーザーは、他の高波長側のレーザーに比べ、基板に光が吸収されやすく、アブレーション加工が可能であるからである。また、加工部の周辺に影響を与えず、加工性がよいからである。

10

【0153】

次に、絶縁層 6 8 上に、基板 8 8 を設ける（図 2 7 (B) 参照。）。基板 8 8 は、絶縁層 7 2 と接着層 8 3 が積層された基板であり、熱剥離型の基板である。接着層 8 3 は、加熱処理により接着力が低下する層であり、例えば、熱可塑性接着剤の加熱時の軟化を用いる材料からなる層、加熱により膨張するマイクロカプセルや発泡剤を混入した材料からなる層、熱硬化性樹脂に熱溶解性や熱分解性を付与した材料からなる層、水の侵入による界面強度劣化やそれに伴う吸水性樹脂の膨張を用いた層である。

20

【0154】

次に、基板 8 8 を用いて、基板 5 0 から、複数のトランジスタ 5 4 を含む積層体を分離する（図 2 8 (A) 参照。）。基板 5 0 から、複数のトランジスタ 5 4 を含む積層体の分離は、剥離層 5 2 の内部又は剥離層 5 2 と絶縁層 5 3 を境界として行われる。図示する構成では、分離は剥離層 5 2 と絶縁層 5 3 の間を境界として行われた場合を示す。このように、基板 8 8 を用いることにより、分離の工程を容易にかつ短時間で行うことができる。

【0155】

次に、加熱処理を行って、絶縁層 5 3 の表面に基板 8 9 を設けると共に、基板 8 8 から複数のトランジスタ 5 4 を含む積層体を分離する（図 2 8 (B) 参照。）。基板 8 9 は、絶縁層 7 3 と接着層 8 4 が積層された基板である。接着層 8 4 は、加熱処理により接着力が

30

【0156】

上述したように、基板 8 8 は、熱剥離型の基板であるため、加熱処理により、基板 8 8 と絶縁層 3 5 の間の接着力が低下し、基板 8 8 から複数のトランジスタ 5 4 を含む積層体が分離される。同時に、加熱処理により、基板 8 9 の表面の熱可塑性の樹脂が硬化し、絶縁層 5 3 と基板 8 9 の一表面との接着力が増す。このように、性質が異なる接着層が設けられた 2 枚の基板 8 8、8 9 を用いることにより、基板 8 8 から積層体を分離する工程と、積層体を基板 8 9 上に設ける工程とを同時に行うことができる。従って、作製時間を短縮することができる。

40

【0157】

なお、複数のトランジスタ 5 4 を含む積層体の表面に、さらに基板を設けてもよい（図 2 9 参照。）。具体的には、絶縁層 3 5 と基板 8 9 の一方又は両方の表面に、新たに、基板を設けてもよい。図示する構成では、基板 8 9 の表面に基板 8 1 を設け、絶縁層 3 5 の表面に基板 8 2 を設けている。基板 8 1、8 2 を設けることにより、さらに強度を向上させることができる。基板 8 1、8 2 による複数のトランジスタ 5 4 を含む積層体の封止は、基板 8 1、8 2 の各々の表面の層、又は基板 8 1、8 2 の各々の表面の接着層を加熱処理によって溶かすことにより行われる。また必要に応じて、加圧処理も行われる。

【0158】

なお、基板 5 0 から複数のトランジスタ 5 4 を含む積層体を分離する方法を示したが、

50

本発明はこの形態に制約されず、基板 50 を薄型化してもよい。工程については、実施の形態 8 と同様な工程を用いて行われるため、ここでは説明を省略する。

【0159】

(実施の形態 10)

本発明の半導体装置の構成について、図 30 を参照して説明する。本発明の半導体装置 1100 は、演算処理回路 1101、記憶回路 1103、アンテナ 1104、電源回路 1109、復調回路 1110、変調回路 1111 を有する。半導体装置 1100 は、アンテナ 1104 と電源回路 1109 を必須の構成要素としており、他の要素は、半導体装置 1100 の用途に従って、適宜設けられる。

【0160】

演算処理回路 1101 は、復調回路 1110 から入力される信号に基づき、命令の解析、記憶回路 1103 の制御、外部に送信するデータの変調回路 1111 への出力などを行う。

【0161】

記憶回路 1103 は、記憶素子を含む回路と、データの書き込みやデータの読み出しを制御する制御回路を有する。記憶回路 1103 には、少なくとも、半導体装置自体の識別番号が記憶されている。識別番号は、他の半導体装置と区別するために用いられる。また、記憶回路 1103 は、有機メモリ、DRAM (Dynamic Random Access Memory)、SRAM (Static Random Access Memory)、FeRAM (Ferroelectric Random Access Memory)、マスク ROM (Read Only Memory)、PROM (Programmable Read Only Memory)、EPROM (Electrically Programmable Read Only Memory)、EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) 及びフラッシュメモリから選択された一種又は複数種を有する。有機メモリは、一对の導電層間に有機化合物を含む層が挟まれた構造を有する。有機メモリは、構造が単純であるため、作製工程を簡略化することができ、費用を削減することができる。また、構造が単純であるために、積層体の面積を小型化することが容易であり、大容量化を容易に実現することができる。また、不揮発性であり、電池を内蔵する必要がないという長所がある。従って、記憶回路 1103 として、有機メモリを用いることが好ましい。

【0162】

アンテナ 1104 は、リーダ/ライタ 1112 から供給された搬送波を、交流の電気信号に変換する。また、変調回路 1111 により、負荷変調が加えられる。電源回路 1109 は、アンテナ 1104 が変換した交流の電気信号を用いて電源電圧を生成し、各回路に電源電圧を供給する。

【0163】

復調回路 1110 は、アンテナ 1104 が変換した交流の電気信号を復調し、復調した信号を、演算処理回路 1101 に供給する。変調回路 1111 は、演算処理回路 1101 から供給される信号に基づき、アンテナ 1104 に負荷変調を加える。

【0164】

リーダ/ライタ 1112 は、アンテナ 1104 に加えられた負荷変調を、搬送波として受信する。また、リーダ/ライタ 1112 は、搬送波を半導体装置 1100 に送信する。なお、搬送波とは、リーダ/ライタ 1112 が発する電磁波である。

【0165】

なお、本実施の形態の構成は他の実施の形態の構成と組み合わせて用いることが可能である。

【0166】

(実施の形態 11)

本発明の半導体装置は、非接触でデータの送信と受信ができるという機能を活用するこ

10

20

30

40

50

とにより、様々な物品、様々なシステムに用いることができる。物品とは、例えば、鍵（図31（A）参照。）、紙幣、硬貨、有価証券類、無記名債券類、証書類（運転免許証や住民票等）、書籍類、容器類（シャーレ等、図31（B）参照。）、装身具（鞆や眼鏡等、図31（C）参照。）、包装用容器類（包装紙やボトル等、図31（D）参照。）、記録媒体（ディスクやビデオテープ等）、乗物類（自転車等）、食品類、衣類、生活用品類、電子機器（液晶表示装置、EL表示装置、テレビジョン装置、携帯端末等）等である。本発明の半導体装置1125は、上記のような様々な形状の物品の表面に貼り付けたり、埋め込んだりして、固定される。

【0167】

また、システムとは、物流・在庫管理システム、認証システム、流通システム、生産履歴システム、書籍管理システム等であり、本発明の半導体装置を用いることにより、システムの高機能化、多機能化、高付加価値化を図ることができる。例えば、本発明の半導体装置1125を身分証明証の内部に設けておき、かつ、建物の入り口などに、リーダ/ライタ1121を設けておく（図31（E）参照。）。リーダ/ライタ1121は、各人が所有する身分証明証内の認証番号を読み取り、その読み取った認証番号に関する情報を、コンピュータ1122に供給する。コンピュータ1122では、リーダ/ライタ1121から供給された情報に基づき、入室又は退室を許可するか否かを判断する。このように、本発明の半導体装置を用いることにより、利便性を向上させた入退室管理システムを提供することができる。

【0168】

なお、本実施の形態の構成は他の実施の形態の構成と組み合わせて用いることが可能である。

【産業上の利用可能性】

【0169】

本発明のレーザ照射装置を用いることによって、従来のレーザ照射装置を用いた場合と比べて、基板表面に噴射する気体の流量を減らすことができるため、半導体装置の作製段階におけるコストを削減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0170】

【図1】本発明の照射装置について説明する図。

【図2】本発明の照射装置について説明する図。

【図3】本発明の照射装置について説明する図。

【図4】本発明の照射装置について説明する図。

【図5】照射方法についてを説明する図。

【図6】半導体装置の作製方法について説明する図。

【図7】半導体装置の作製方法について説明する図。

【図8】半導体装置の作製方法について説明する図。

【図9】半導体装置の作製方法について説明する図。

【図10】半導体装置の作製方法について説明する図。

【図11】半導体装置の作製方法について説明する図。

【図12】半導体装置の作製方法について説明する図。

【図13】半導体装置の作製方法について説明する図。

【図14】半導体装置の作製方法について説明する図。

【図15】半導体装置の作製方法について説明する図。

【図16】半導体装置の作製方法について説明する図。

【図17】本発明の半導体装置を説明する図。

【図18】本発明の半導体装置を説明する図。

【図19】電子機器について説明する図。

【図20】半導体装置の作製方法について説明する図。

【図21】半導体装置の作製方法について説明する図。

10

20

30

40

50

- 【図 2 2】半導体装置の作製方法について説明する図。
 【図 2 3】半導体装置の作製方法について説明する図。
 【図 2 4】半導体装置の作製方法について説明する図。
 【図 2 5】半導体装置の作製方法について説明する図。
 【図 2 6】半導体装置の作製方法について説明する図。
 【図 2 7】半導体装置の作製方法について説明する図。
 【図 2 8】半導体装置の作製方法について説明する図。
 【図 2 9】半導体装置の作製方法について説明する図。
 【図 3 0】本発明の半導体装置を説明する図。
 【図 3 1】本発明の半導体装置を説明する図。

10

【符号の説明】

【 0 1 7 1 】

- 1 0 導電性粒子
 1 2 端子
 1 4 樹脂層
 1 9 導電層
 2 0 基板
 3 2 絶縁層
 3 3 導電層
 3 5 絶縁層
 4 9 基板
 5 0 基板
 5 1 絶縁層
 5 2 剥離層
 5 3 絶縁層
 5 4 トランジスタ
 5 5 ゲート絶縁層
 5 6 絶縁層
 5 7 絶縁層
 5 8 絶縁層
 5 9 導電層
 6 6 導電層
 6 8 絶縁層
 6 9 開口部
 7 1 開口部
 7 2 絶縁層
 7 3 絶縁層
 7 6 開口部
 8 1 基板
 8 2 基板
 8 3 接着層
 8 4 接着層
 8 6 容量素子
 8 8 基板
 8 9 基板
 9 0 半導体層
 9 1 導電層
 9 2 導電層
 9 3 不純物領域
 9 4 不純物領域

20

30

40

50

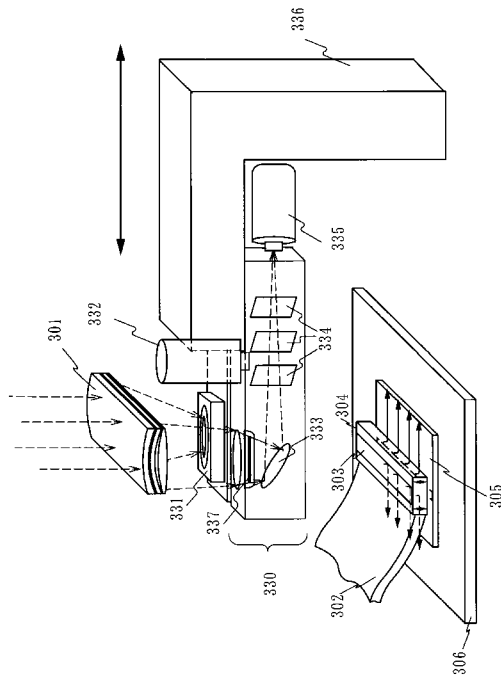
9 5	チャネル形成領域	
1 0 0	基板	
1 0 2	半導体膜	
1 0 3	酸化膜	
1 0 5	酸化膜	
1 0 7	ゲート絶縁層	
1 0 8	導電層	
1 0 9	導電層	
1 2 1	層間絶縁層	
1 2 2	電極	10
1 2 3	絶縁層	
1 2 4	発光層	
1 2 5	電極	
1 2 6	基板	
1 2 7	シール材	
1 2 8	内部	
1 2 9	導電性接着剤	
1 3 0	F P C (フレキシブルプリントサーキット)	
1 3 1	遮光層	
1 3 2	カラーフィルター	20
1 3 7	マスク	
1 5 1	トランジスタ	
1 5 2	トランジスタ	
1 5 3	トランジスタ	
1 5 4	容量	
1 5 5	トランジスタ	
1 6 1	画素部	
1 6 2	駆動回路部	
1 6 3	端子部	
2 0 1	トランジスタ	30
2 0 2	容量	
2 0 3	トランジスタ	
2 0 4	ゲート線	
2 0 5	ソース線	
2 0 6	電流供給線	
2 0 7	電極	
2 0 8	発光素子	
2 1 3	導電層	
2 1 4	導電層	
3 0 1	トリプレットシリンドリカルレンズ	40
3 0 2	気体供給管	
3 0 3	窓	
3 0 4	板	
3 0 5	基板	
3 0 6	ステージ	
3 0 7	保持機構	
3 0 8	トリプレットシリンドリカルレンズ	
3 0 9	気体供給管	
3 1 0	石英窓	
3 1 1	アルミニウム合金	50

3 1 2	半 導 体 膜	
3 1 3	アルミ合金	
3 1 4	レーザ発振器	
3 1 5	光学系	
3 1 6	光学素子	
3 1 7	光学素子	
3 1 8	ミラー	
3 1 9	ダブレットシリンドリカルレンズ	
3 2 0	石英窓	
3 2 1	コントローラ	10
3 2 2	気体供給装置	
3 2 3	板	
3 2 4	基板	
3 2 5	ステージ	
3 2 6	窒素供給源	
3 2 7	加熱装置	
3 3 0	ビームプロファイラ	
3 3 1	パワーメータ	
3 3 2	C C Dカメラ	
3 3 3	ミラー	20
3 3 4	N Dフィルター	
3 3 5	C C Dカメラ	
3 3 6	固定具	
3 3 7	N Dフィルター	
5 0 0	基板	
5 0 1	下地絶縁膜	
5 0 2	半 導 体 膜	
1 0 1 a	絶縁層	
1 0 1 b	絶縁層	
1 0 2 a	非晶質半導体層	30
1 0 2 b	結晶質半導体層	
1 0 2 c	結晶質半導体層	
1 0 2 d	結晶質半導体層	
1 0 2 e	結晶質半導体層	
1 0 4 a	非晶質半導体層	
1 0 4 b	半導体層	
1 0 6 a	半導体層	
1 0 6 b	半導体層	
1 0 6 c	半導体層	
1 0 8 a	導電層	40
1 0 8 b	導電層	
1 0 8 c	導電層	
1 0 8 d	導電層	
1 0 8 e	導電層	
1 0 9 a	導電層	
1 0 9 b	導電層	
1 0 9 c	導電層	
1 0 9 d	導電層	
1 0 9 e	導電層	
1 1 0 0	半 導 体 装 置	50

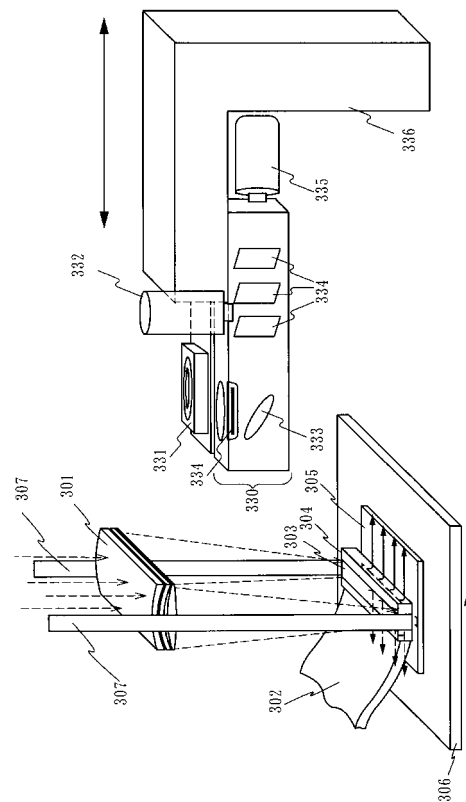
1 1 0 1	演算処理回路	
1 1 0 3	記憶回路	
1 1 0 4	アンテナ	
1 1 0 9	電源回路	
1 1 0 a	導電層	
1 1 0 b	導電層	
1 1 0 c	導電層	
1 1 0 d	導電層	
1 1 0 e	導電層	
1 1 1 0	復調回路	10
1 1 1 1	変調回路	
1 1 1 2	リーダ/ライタ	
1 1 1 a	ゲート電極	
1 1 1 b	ゲート電極	
1 1 1 c	ゲート電極	
1 1 1 d	ゲート電極	
1 1 1 e	容量電極	
1 1 1 f	ゲート電極	
1 1 1 g	ゲート電極	
1 1 2 1	リーダ/ライタ	20
1 1 2 2	コンピュータ	
1 1 2 5	半導体装置	
1 1 2 a	n型不純物領域	
1 1 2 b	n型不純物領域	
1 1 2 c	n型不純物領域	
1 1 2 d	n型不純物領域	
1 1 3 a	n型不純物領域	
1 1 3 b	不純物領域	
1 1 4 a	n型不純物領域	
1 1 4 b	n型不純物領域	30
1 1 5 a	チャネル形成領域	
1 1 5 b	チャネル形成領域	
1 1 6 a	p型不純物領域	
1 1 7 a	p型不純物領域	
1 1 8 a	チャネル形成領域	
1 1 8 b	チャネル形成領域	
1 1 9 a	層間絶縁層	
1 1 9 b	層間絶縁層	
1 1 9 c	層間絶縁層	
1 2 0 a	配線	40
1 2 0 b	配線	
1 2 0 f	配線	
1 3 5 a	マスク	
1 3 5 b	マスク	
1 3 5 c	マスク	
1 3 5 d	マスク	
1 3 5 e	マスク	
1 3 6 a	マスク	
1 3 6 b	マスク	
2 1 1 a	半導体層	50

2 1 1 b	半 導 体 層
2 1 2 a	導 電 層
2 1 2 b	導 電 層
5 0 2 a	シ リ コ ン 膜
5 0 2 b	半 導 体 膜
5 0 2 c	結 晶 性 半 導 体 膜
5 0 5 a	酸 化 膜
8 0 0 1	本 体
8 0 0 2	表 示 部
8 1 0 1	本 体
8 1 0 2	表 示 部
8 2 0 1	本 体
8 2 0 2	表 示 部
8 3 0 1	本 体
8 3 0 2	表 示 部
8 4 0 1	本 体
8 4 0 2	表 示 部

【 図 1 】

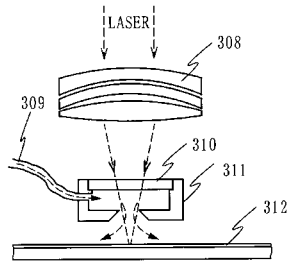


【 図 2 】

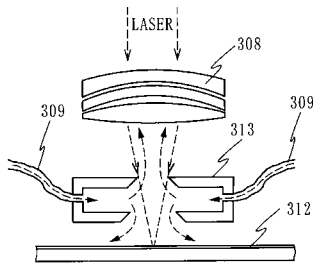


【図 3】

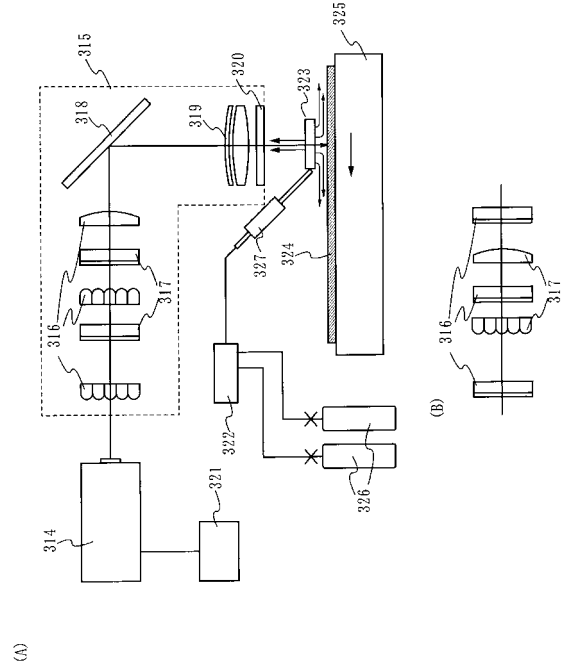
(A)



(B)

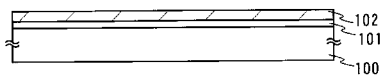


【図 4】

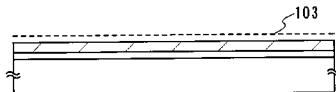


【図 5】

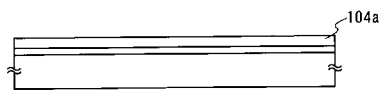
(A)



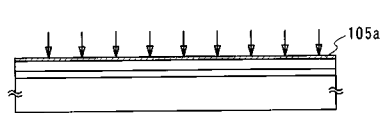
(B)



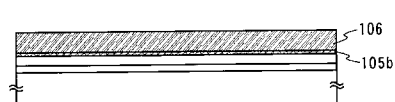
(C)



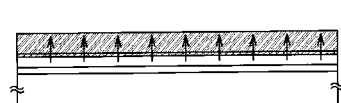
(D)



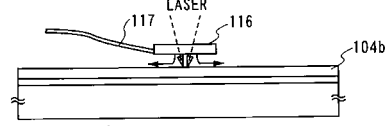
(E)



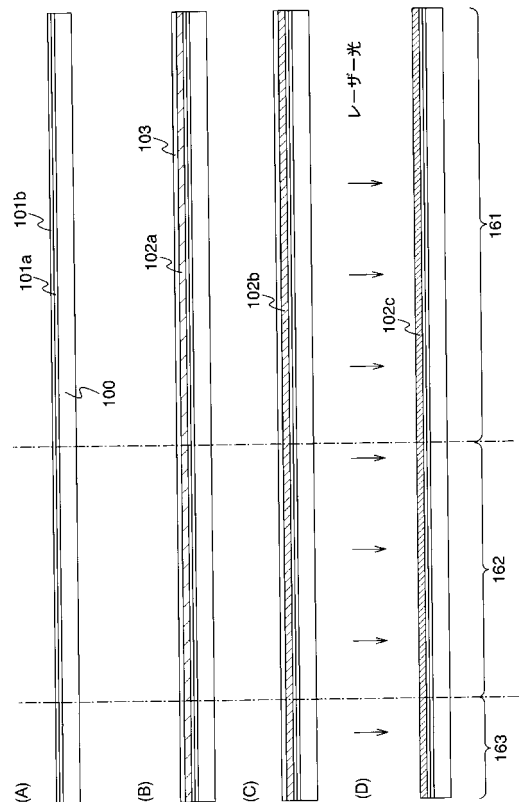
(F)



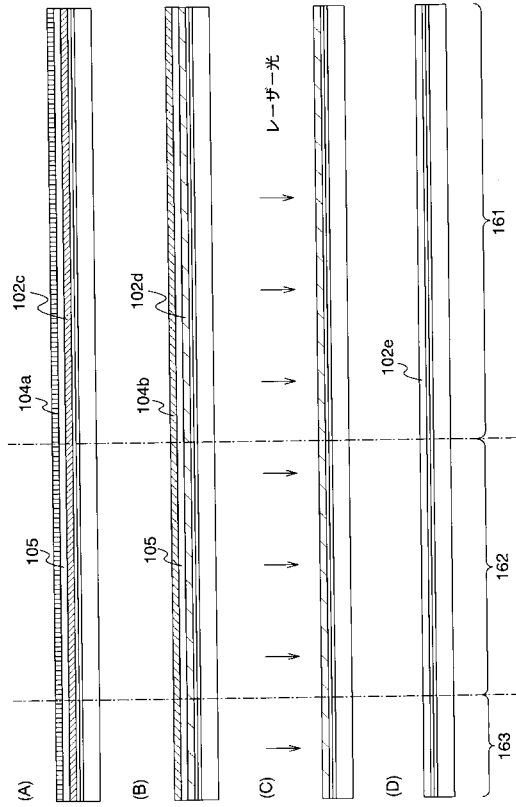
(G)



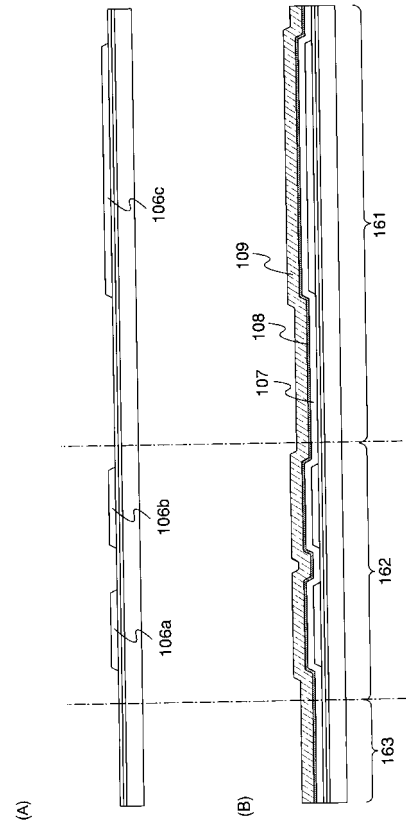
【図 6】



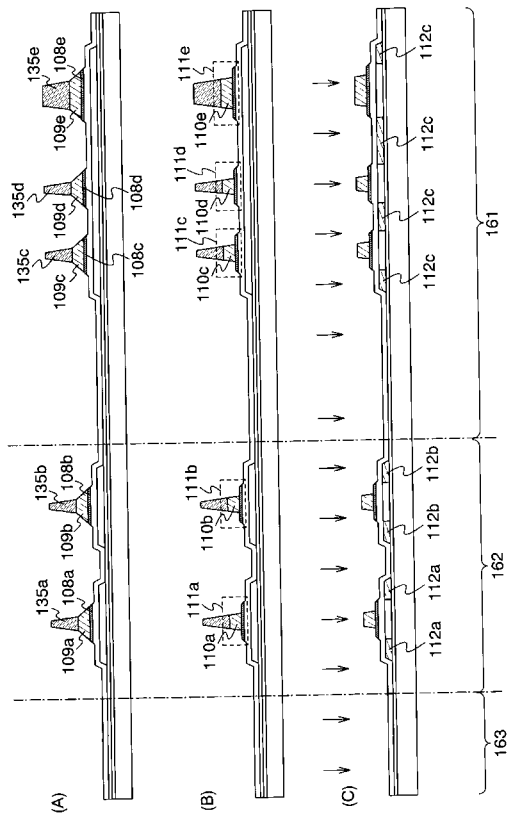
【図 7】



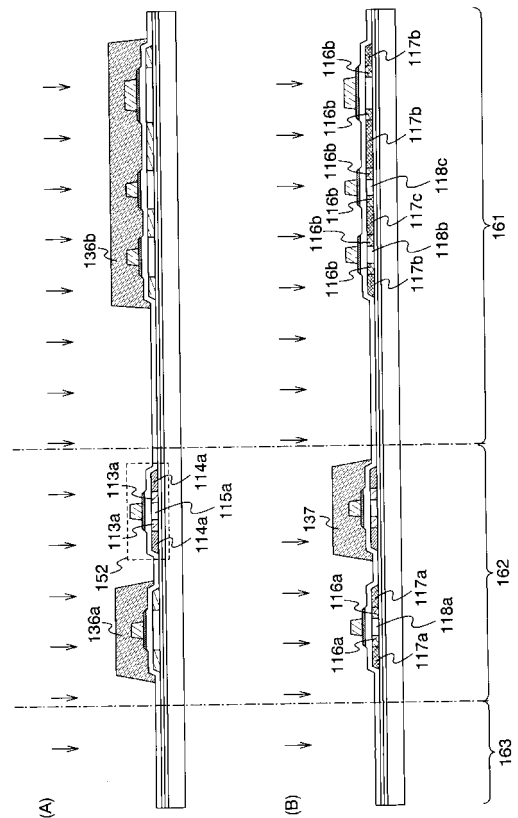
【図 8】



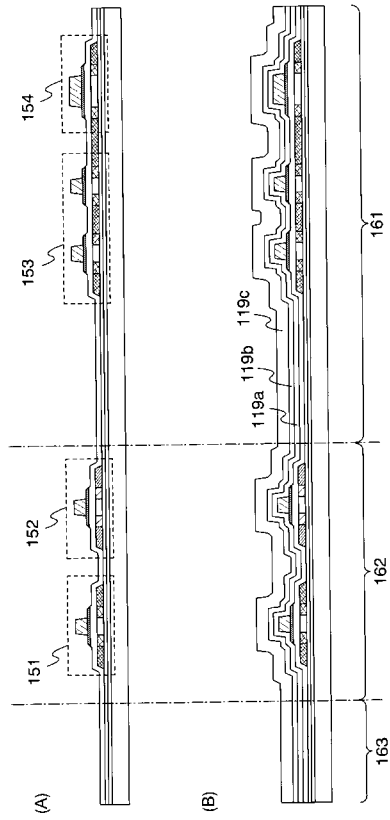
【図 9】



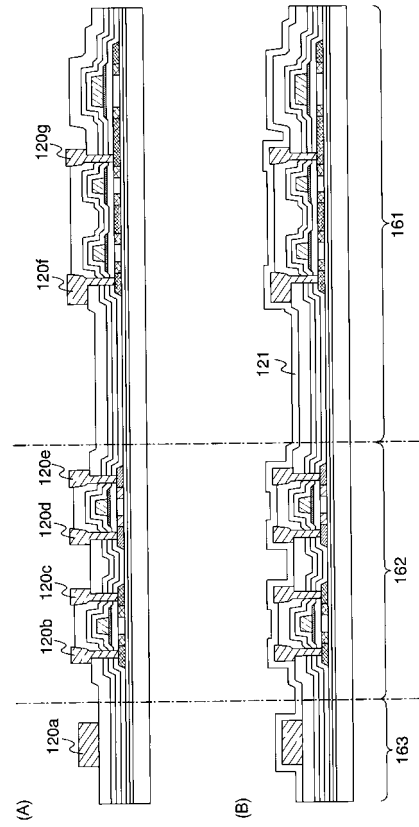
【図 10】



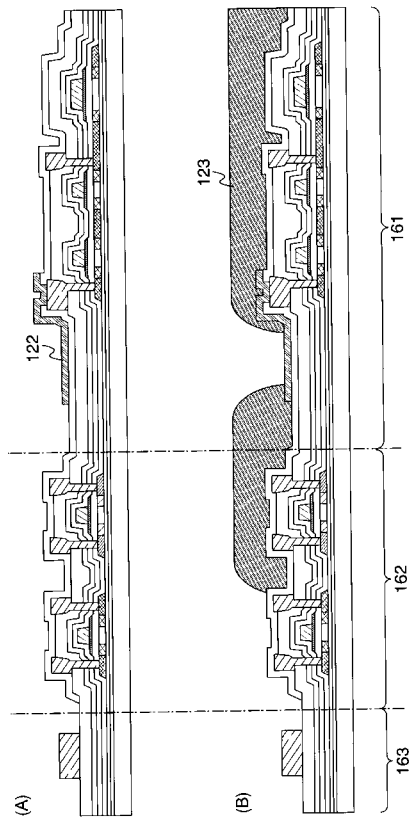
【図 1 1】



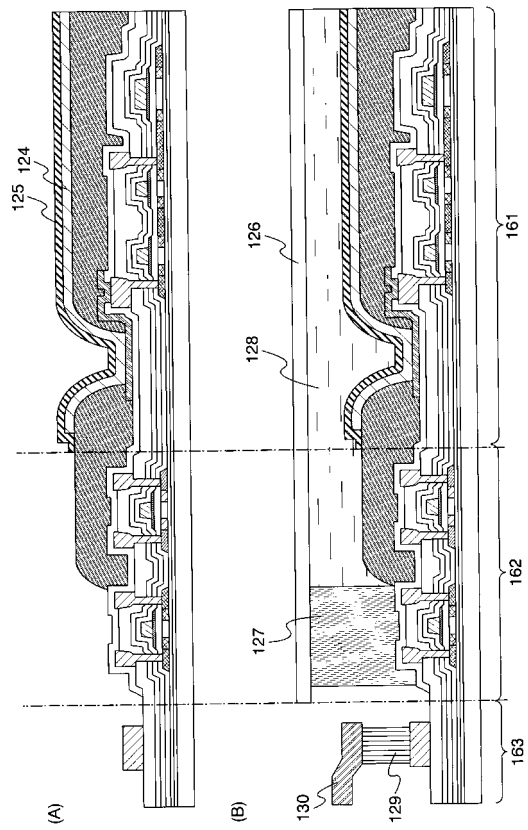
【図 1 2】



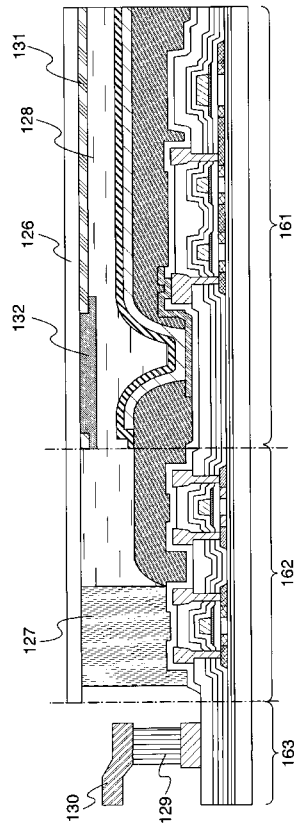
【図 1 3】



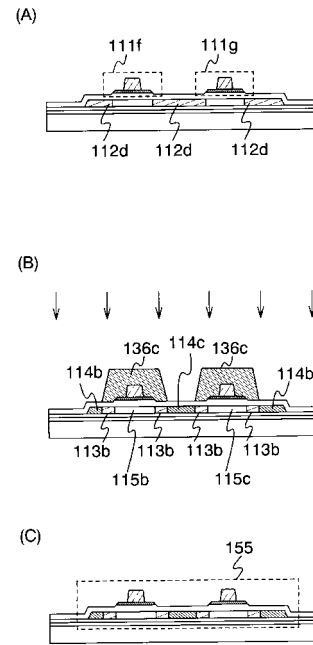
【図 1 4】



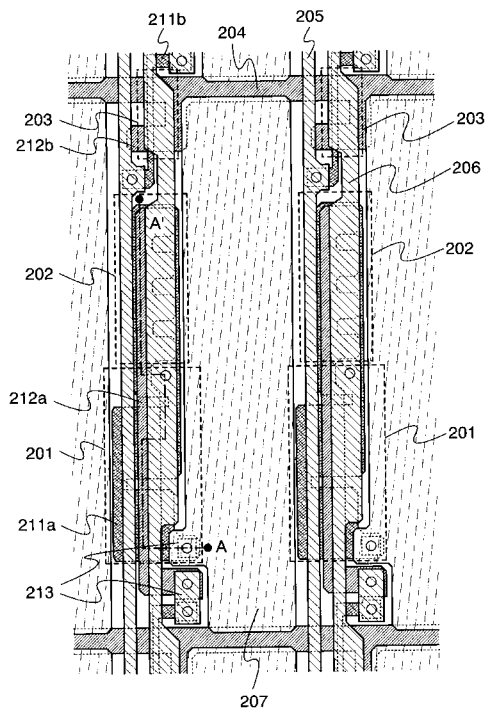
【図 15】



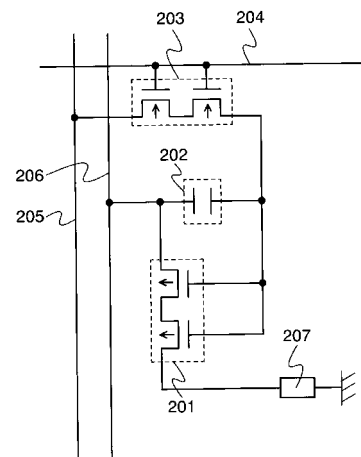
【図 16】



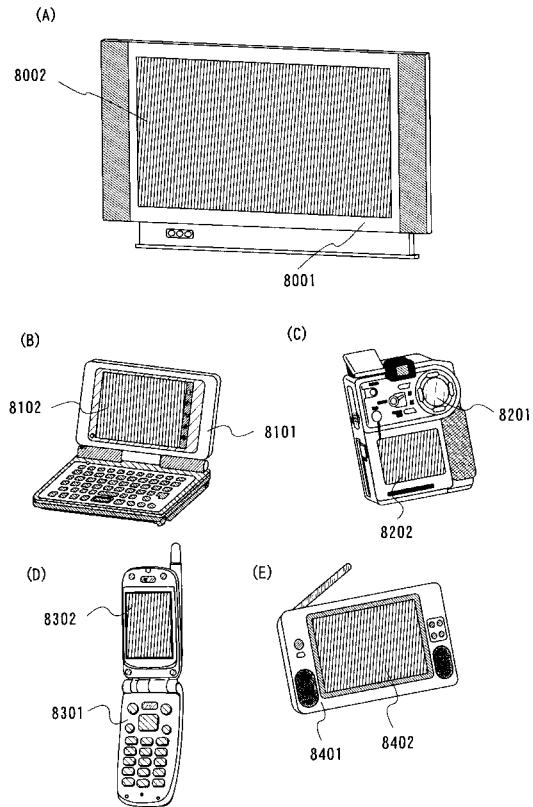
【図 17】



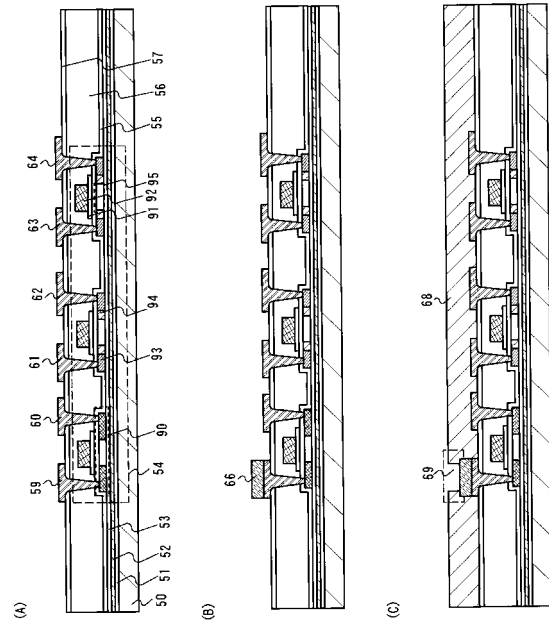
【図 18】



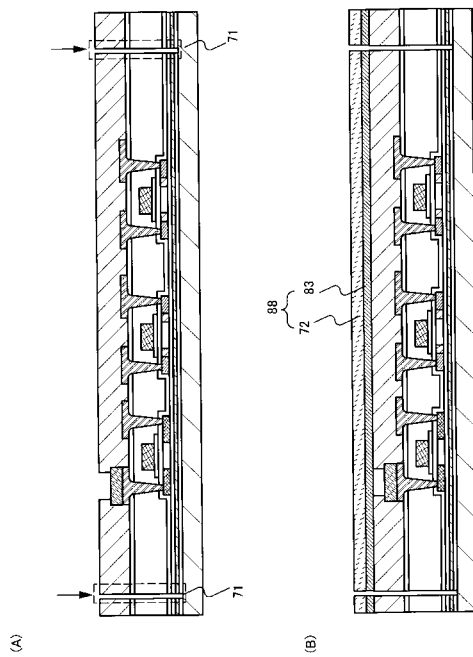
【図 19】



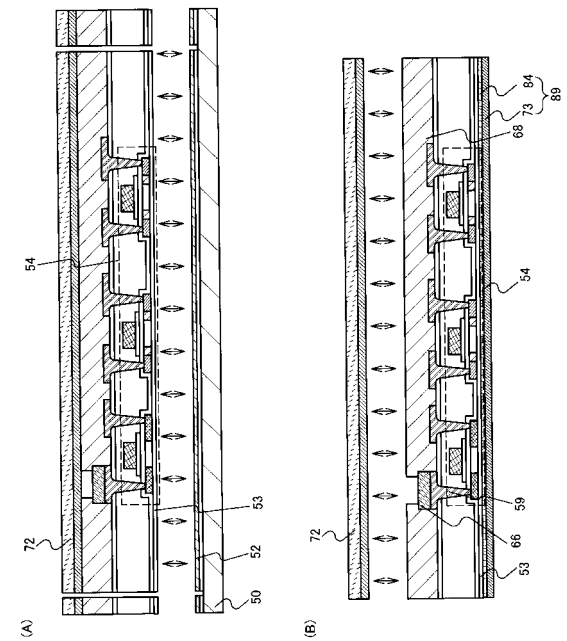
【図 20】



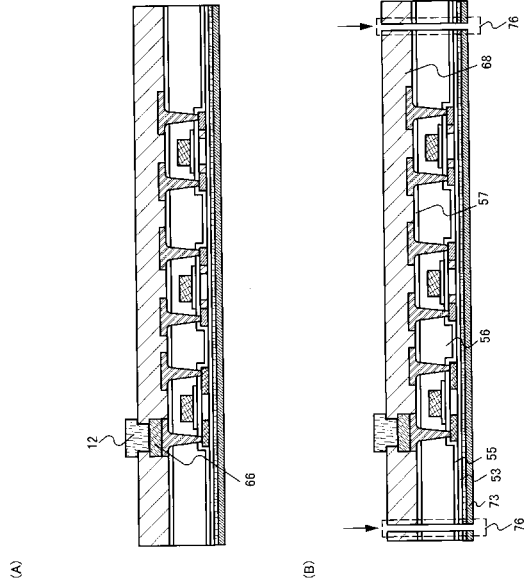
【図 21】



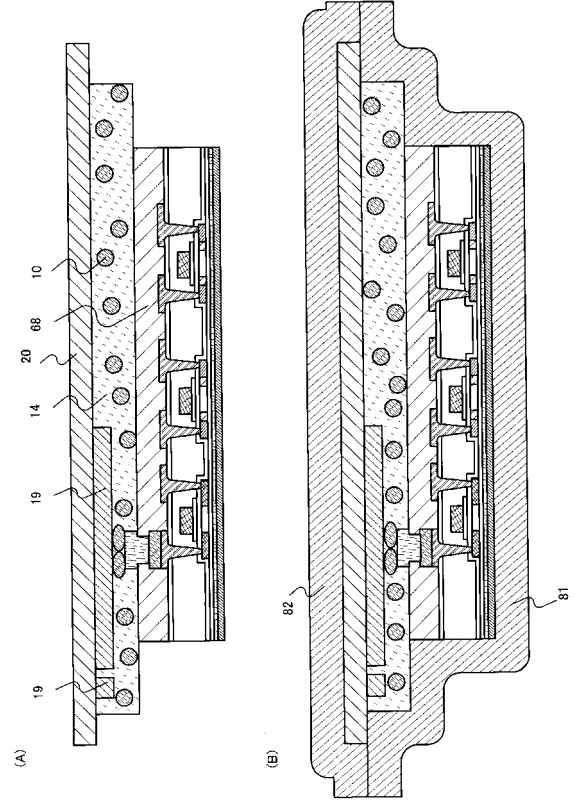
【図 22】



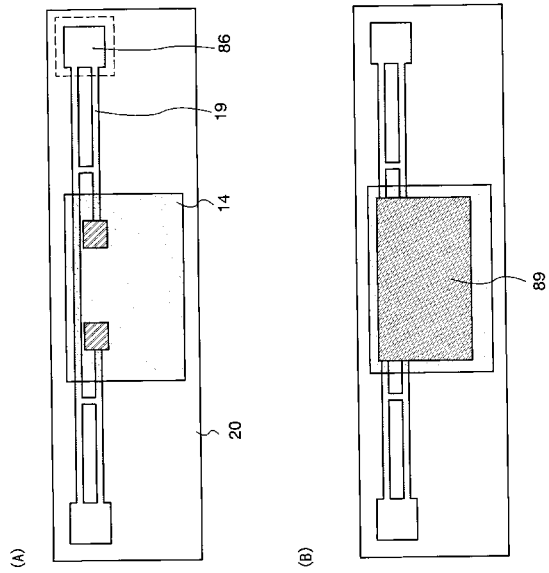
【図 2 3】



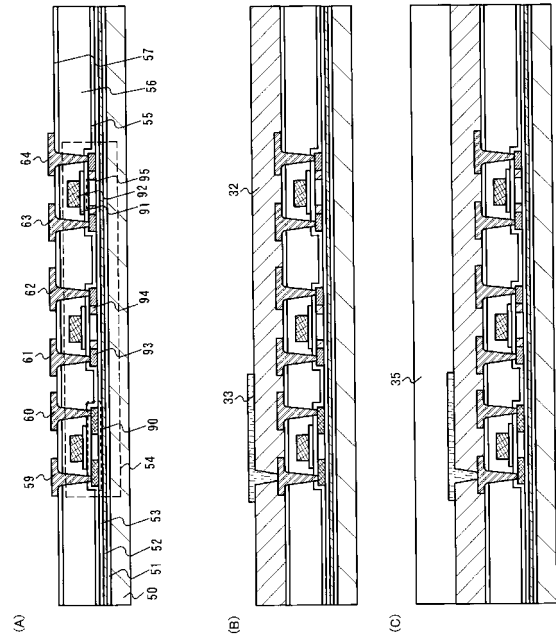
【図 2 4】



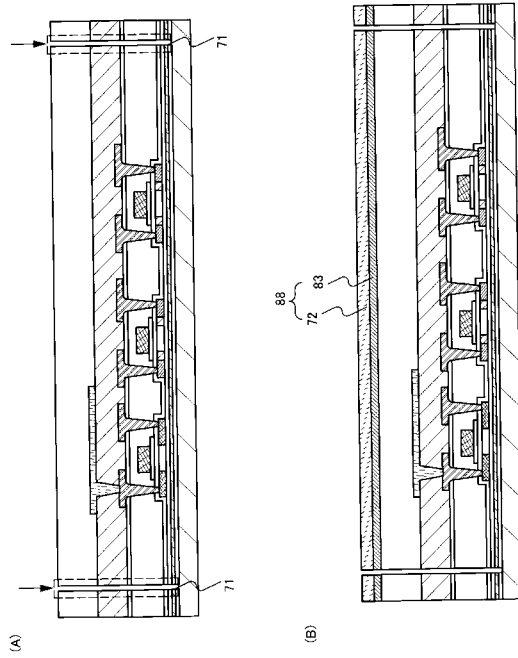
【図 2 5】



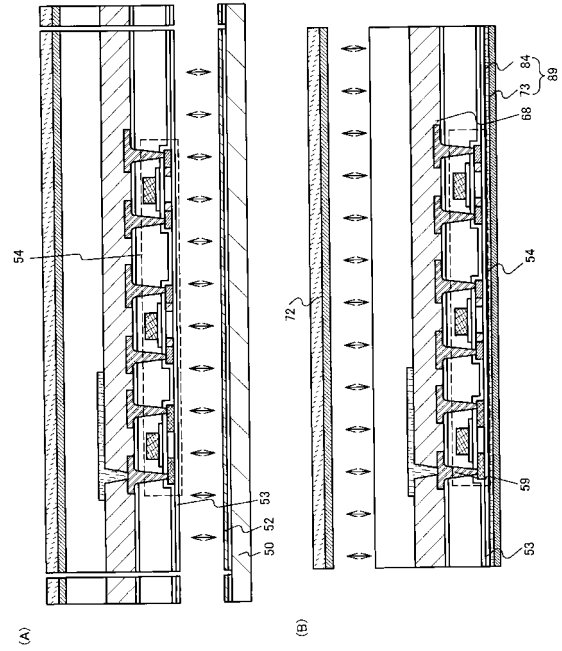
【図 2 6】



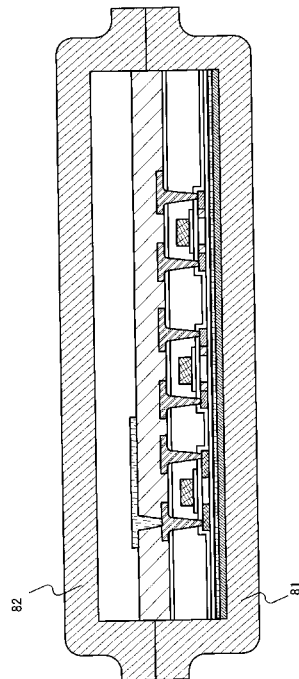
【図 27】



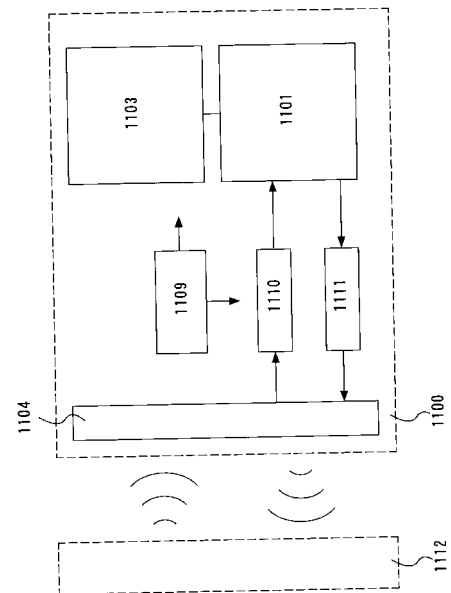
【図 28】



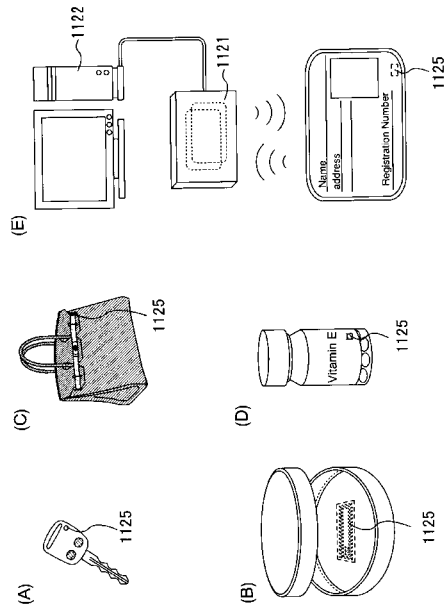
【図 29】



【図 30】



【図 3 1】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5F110 AA16 AA18 BB02 BB04 DD01 DD02 DD03 DD05 DD13 DD14
DD15 DD17 EE01 EE02 EE03 EE04 EE06 EE14 EE23 EE28
EE43 EE44 FF02 FF03 FF04 FF09 FF22 FF27 FF28 FF30
FF32 GG01 GG02 GG13 GG25 GG32 GG45 HJ01 HJ23 HL01
HL03 HL04 HL06 HL12 HL23 HM15 NN02 NN03 NN23 NN24
NN27 NN34 NN35 NN36 NN71 NN73 PP01 PP02 PP03 PP04
PP05 PP10 PP13 PP29 PP34 PP35 QQ09 QQ16 QQ19 QQ23
QQ28
5F152 AA13 AA17 BB02 CC02 CC03 CC04 CC05 CC08 CC09 CD13
CD14 CD15 CE05 CE06 CE13 CE14 CE15 CE16 CE24 CE43
CE45 CE48 CF13 CF18 DD05 DD07 EE02 EE11 EE14 EE15
EE16 FF02 FF03 FF04 FF05 FF06 FF07 FF08 FF11 FF22
FF30 FF32 FF35 FF36 FF47 FG04 FG08 FG23 FH02 FH03
FH05 LP01 LP04