

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5348942号
(P5348942)

(45) 発行日 平成25年11月20日 (2013.11.20)

(24) 登録日 平成25年8月30日 (2013.8.30)

(51) Int. Cl. F I
 H O 1 L 21/02 (2006.01) H O 1 L 27/12 B
 H O 1 L 27/12 (2006.01)

請求項の数 7 (全 38 頁)

(21) 出願番号	特願2008-136151 (P2008-136151)	(73) 特許権者	000153878
(22) 出願日	平成20年5月26日 (2008.5.26)		株式会社半導体エネルギー研究所
(65) 公開番号	特開2009-10353 (P2009-10353A)		神奈川県厚木市長谷398番地
(43) 公開日	平成21年1月15日 (2009.1.15)	(72) 発明者	山崎 舜平
審査請求日	平成23年5月3日 (2011.5.3)		神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2007-146889 (P2007-146889)		半導体エネルギー研究所内
(32) 優先日	平成19年6月1日 (2007.6.1)	(72) 発明者	田中 幸一郎
(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

審査官 綿引 隆

最終頁に続く

(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】

複数の単結晶半導体基板のそれぞれの内部に分離層を形成し、
 前記複数の単結晶半導体基板を、低温凝固剤を用いて第1の温度でダミー基板上に固定し、

前記複数の単結晶半導体基板を支持基板と前記ダミー基板とで挟むように、前記複数の単結晶半導体基板と前記支持基板とを接着し、

第2の温度に加熱して前記ダミー基板を前記複数の単結晶半導体基板から分離し、
 前記分離層を境として前記複数の単結晶半導体基板の一部を分離することによって、前記支持基板上に複数の単結晶半導体層を形成することを特徴とする半導体装置の作製方法

10

【請求項 2】

請求項1において、
 前記複数の単結晶半導体基板の表面に酸化窒化珪素層を形成し、
 前記酸化窒化珪素層を介して前記複数の単結晶半導体基板と前記支持基板とを接着することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 3】

複数の単結晶半導体基板のそれぞれの表面に酸化層を形成し、
 前記複数の単結晶半導体基板のそれぞれの内部に分離層を形成し、
 前記複数の単結晶半導体基板を、低温凝固剤を用いて第1の温度でダミー基板上に固定

20

し、

前記複数の単結晶半導体基板を支持基板と前記ダミー基板とで挟むように、前記酸化層を介して前記複数の単結晶半導体基板と前記支持基板とを接着し、

第2の温度に加熱して前記ダミー基板を前記複数の単結晶半導体基板から分離し、

前記分離層を境として前記複数の単結晶半導体基板の一部を分離することによって、前記支持基板上に複数の単結晶半導体層を形成することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項4】

ハロゲンを添加した酸化雰囲気中で加熱処理を行って、複数の単結晶半導体基板のそれぞれの表面に酸化層を形成し、

前記複数の単結晶半導体基板のそれぞれの内部に分離層を形成し、

前記複数の単結晶半導体基板を、低温凝固剤を用いて第1の温度でダミー基板上に固定し、

前記複数の単結晶半導体基板を支持基板と前記ダミー基板とで挟むように、前記酸化層を介して前記複数の単結晶半導体基板と前記支持基板とを接着し、

第2の温度に加熱して前記ダミー基板を前記複数の単結晶半導体基板から分離し、

前記分離層を境として前記複数の単結晶半導体基板の一部を分離することによって、前記支持基板上に複数の単結晶半導体層を形成す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1乃至請求項4のいずれか一項において、

前記第2の温度は、前記低温凝固剤が接着効果を有しない温度であ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、

前記第1の温度は10度以下であり、前記第2の温度は17度以上であ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、

前記複数の単結晶半導体基板に電界で加速されたイオンを照射することによって、前記分離層を形成す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】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体基板の作製方法に関する。特に、ガラス等の絶縁表面を有する基板に単結晶の半導体層を接合させた半導体基板の作製方法に関する。さらには、その半導体基板を用いた薄膜トランジスタ（以下、TFTという）で構成された回路を有する半導体装置に関する。例えば、液晶表示パネルに代表される電気光学装置や有機発光素子を有する発光表示装置を部品として搭載した電子機器に関する。

【0002】

なお、本明細書中において半導体装置とは、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、電気光学装置、半導体回路および電子機器は全て半導体装置である。

【背景技術】

【0003】

近年、絶縁表面を有する基板上に形成された半導体薄膜（厚さ数～数百nm程度）を用いて薄膜トランジスタ（TFT）を構成する技術が注目されている。薄膜トランジスタはICや電気光学装置のような電子デバイスに広く応用され、特に画像表示装置のスイッチング素子として開発が急がれている。

【0004】

また、高精細な画像表示を得るために、画像表示装置のスイッチング素子を面積効率よ

10

20

30

40

50

く配置するための高精細なフォトリソグラフィ技術が要求される。大面積の基板に精度よくスイッチング素子を形成するために大型一括露光機やステッパ露光機などが用いられている。

【0005】

大型一括露光機では一度に広い面積を露光することができるが、光線の照度強度や平行度のバラツキが大きいという問題があるため、光学系を用いるステッパ露光機がよく用いられている。

【0006】

ステッパ露光機は、一度に露光できる領域が限られており、その領域を超える面積に対して露光する場合、数ショットに分けて繰り返し露光を行わなければならない。

10

【0007】

また、単結晶半導体のインゴットを薄く切断して作製されるシリコンウエハに代わり、絶縁層の上に薄い単結晶半導体層を設けたシリコン・オン・インシュレータと呼ばれる半導体基板（SOI基板）が開発されており、マイクロプロセッサなどを製造する際の基板として普及しつつある。SOI基板を用いて集積回路の一部を構成するトランジスタを形成することによって、トランジスタのドレインと基板間における寄生容量を低減し、集積回路の性能を向上させ、低消費電力化を図ることができるので、SOI基板は注目されている。

【0008】

SOI基板を製造する方法としては、イオン注入装置を用いた水素イオン注入剥離法が知られている（例えば、特許文献1参照）。イオン注入装置を用いた水素イオン注入剥離法は、シリコンウエハに水素イオンを注入することによって表面から所定の深さに微小気泡層を形成し、該微小気泡層を劈開面とすることで、別のシリコンウエハに薄いシリコン層（SOI層）を接合する。さらにSOI層を剥離する加熱処理を行うことに加え、酸性雰囲気下での加熱処理によりSOI層に酸化膜を形成した後に該酸化膜を除去し、次に1000乃至1300の還元性雰囲気下で加熱処理を行って接合強度を高める必要があるとされている。

20

【0009】

一方、ガラスなどの絶縁基板にSOI層を形成しようとする試みもなされている。ガラス基板上にSOI層を形成したSOI基板の一例として、イオン注入装置を用いた水素イオン注入剥離法を用いて、コーティング膜を有するガラス基板上に薄い単結晶シリコン層を形成したものが知られている（特許文献2参照）。この場合にも、単結晶シリコン片に水素イオンを注入することによって表面から所定の深さに微小気泡層を形成し、ガラス基板と単結晶シリコン片を貼り合わせ後に、微小気泡層を劈開面としてシリコン片を剥離することで、ガラス基板上に薄いシリコン層（SOI層）を形成している。

30

【特許文献1】米国特許第6372609号

【特許文献2】米国特許第7119365号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

40

イオン注入装置を用いた水素イオン注入剥離法によって、シリコンウエハ表層の単結晶シリコン層を剥離することによって単結晶シリコン層を得るためには、900以上の高温で加熱処理をする必要があった。しかし、支持基板として、基板コストを下げるために液晶パネルなどで使われるガラス基板を用い、単結晶シリコン層をガラス基板に接合させてSOI基板を形成する場合、このような高温で加熱処理をすると、ガラス基板が反ってしまうという問題が生じていた。ガラス基板が反ってしまうと、ガラス基板と単結晶シリコン層との接合強度（接着強度ともいう）が低下する。また、単結晶シリコン層に歪み応力が加わり、トランジスタの特性に悪影響を与えるといった問題もある。すなわち、従来の技術では、ガラス基板上に単結晶シリコン層を設け、その単結晶シリコン層を用いてトランジスタを作製しても、十分な特性を出すことが出来なかった。

50

【 0 0 1 1 】

また、ガラス基板の形状は矩形であり、1990年初頭における第1世代の300×400mmから、2000年には第4世代となり680×880mm若しくは730×920mmへと大型化している。

【 0 0 1 2 】

一方、半導体基板は、CZ法（チョクラルスキ法）を用いて直径20cm～30cmのインゴットを形成し、ダイヤモンドブレードなどで0.5mm～1.5mm程度にスライスし、1枚の円形のウエハとする工程で作製され、ウエハサイズは限られている。

【 0 0 1 3 】

従って、半導体基板よりも大きいガラス基板を用いてアクティブマトリクス型の表示装置を作製する場合、1枚のガラス基板に対して複数の半導体基板を用いることになるが、その際、複数の半導体基板を正確に位置合わせしてガラス基板上に並べるのが困難であった。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 4 】

本発明は上記課題に鑑み、大型のガラス基板上に単結晶シリコン層を大面積に設けるために、分離層が設けられた複数の矩形の単結晶半導体基板をダミー基板の上に位置合わせして低温凝固剤で仮に固定した後に、複数の単結晶半導体基板を支持基板であるガラス基板に接着させ、低温凝固剤の接着効果を有しない温度に上げてダミー基板と単結晶半導体基板を分離し、加熱処理を行って分離層を境界として単結晶半導体基板の一部を分離させて、ガラス基板上に単結晶半導体層を設けるものである。

20

【発明の効果】

【 0 0 1 5 】

1枚のマザーガラス基板と複数の半導体基板を用いて、半導体基板よりも大きな面積を有する表示部を作製し、表示部を有する半導体装置の大量生産をすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 6 】

本発明の実施の形態について、以下図面を用いて説明する。

【 0 0 1 7 】

(実施の形態1)

30

本実施の形態では、絶縁基板上に単結晶半導体層を設けた半導体基板（SOI基板）の作製方法について以下に説明する。

【 0 0 1 8 】

図1及び図2に本実施の形態におけるSOI基板の作製方法を示す。まず、図1(A)に示すように、例えば5インチのシリコンウエハである半導体基板200上に酸化窒化珪素層201を形成する。酸化窒化珪素層201の膜厚は実施者が適宜決定すれば良いが、10～500nm（好ましくは10～150nm）とすれば良い。酸化窒化珪素層201はSOI基板に設けられた絶縁層の一部として機能する。なお、酸化窒化珪素層201はプラズマCVD法や低圧CVD法などのCVD法、スパッタリング法などの方法を用いて形成することができる。また、半導体基板200として単結晶シリコン基板を用いると、酸素を含むガス雰囲気下でのプラズマ放電により生成された酸素ラジカル（OHラジカルを含む場合もある）によって単結晶シリコン基板の表面を処理し、窒素を含むガス雰囲気下でのプラズマ放電により生成された窒素ラジカル（NHラジカルを含む場合もある）によって単結晶シリコン基板の表面を処理することにより、半導体基板200上に酸化窒化珪素層201を形成することができる。酸化窒化珪素層201を設けることにより、後に支持基板と接着する際の接着強度を高めることができる。なお、接着強度に問題ない場合は、酸化窒化珪素層201は設けなくても良い。

40

【 0 0 1 9 】

次いで、酸化窒化珪素層201上に窒化酸化珪素層202を形成する。これにより、支持基板がガラス基板の場合等に、支持基板からのNa等の不純物が半導体層等へ混入する

50

のを防ぐことができる。窒化酸化珪素層 202 の膜厚は実施者が適宜決定すれば良いが、10 ~ 500 nm (好ましくは 10 ~ 200 nm) とすれば良い。窒化酸化珪素層 202 も SOI 基板に設けられた絶縁層の一部として機能する。なお、窒化酸化珪素層 202 はプラズマ CVD 法や低圧 CVD 法などの CVD 法、スパッタリング法などの方法を用いて形成することができる。不純物の混入を防ぐため、酸化窒化珪素層 201 と窒化酸化珪素層 202 は、大気に触れることなく連続的に積層させることが好ましい。窒化酸化珪素層 202 は、必要に応じて適宜設ければよく、形成しなくても良い。また、酸化窒化珪素層 201 の上に窒化酸化珪素層 202 を形成する例を示したが、逆でも良い。さらに、酸化窒化珪素層 201 と窒化酸化珪素層 202 との間に窒化珪素層を設けても良い。

【0020】

なお、ここで酸化窒化珪素層とは、その組成として、窒素よりも酸素の含有量が多いものであって、ラザフォード後方散乱法 (RBS: Rutherford Backscattering Spectrometry) 及び水素前方散乱法 (HFS: Hydrogen Forward Scattering) を用いて測定した場合に、濃度範囲として酸素が 50 ~ 70 原子%、窒素が 0.5 ~ 15 原子%、Si が 25 ~ 35 原子%、水素が 0.1 ~ 10 原子% の範囲で含まれるものをいう。また、窒化酸化珪素層とは、その組成として、酸素よりも窒素の含有量が多いものであって、RBS 及び HFS を用いて測定した場合に、濃度範囲として酸素が 5 ~ 30 原子%、窒素が 20 ~ 55 原子%、Si が 25 ~ 35 原子%、水素が 10 ~ 30 原子% の範囲で含まれるものをいう。ただし、酸化窒化珪素層または窒化酸化珪素層を構成する原子の合計を 100 原子% としたとき、窒素、酸素、Si 及び水素の含有比率が上記の範囲内に含まれるものとする。

【0021】

次いで、窒化酸化珪素層 202 上に第 1 の接着層 203 を形成する。第 1 の接着層 203 としては、酸化珪素層が適している。特に有機シランガスを用いて化学気相成長法により作製される酸化珪素層が好ましい。有機シランガスとしては、珪酸エチル、テトラメチルシラン、テトラメチルシクロテトラシロキサン、オクタメチルシクロテトラシロキサン、ヘキサメチルジシラザン、トリエトキシシラン、トリスジメチルアミノシラン等のシリコン含有化合物を用いることができる。また、半導体基板 200 として単結晶半導体基板を用いると、第 1 の接着層 203 として単結晶半導体基板を高温で加熱処理して形成した熱酸化層や、ケミカルオキサイドを適用することもできる。ケミカルオキサイドは、例えばオゾン水で単結晶半導体基板表面を処理することで形成することができる。ケミカルオキサイドは単結晶半導体基板の表面の平坦性を反映して形成されるため、単結晶半導体基板が平坦であるとケミカルオキサイドも平坦になるので好ましい。

【0022】

上記第 1 の接着層 203 は、平滑であり活性化された表面を有する。第 1 の接着層 203 は、1 nm 乃至 600 nm、好ましくは 5 nm 乃至 500 nm、更に好ましくは 5 nm 乃至 200 nm の厚さで設けられる。この厚さであれば、被成層表面の表面荒れを平滑化すると共に、当該層の成長表面の平滑性を確保することが可能である。また、第 1 の接着層 203 を設けることによって、接着する支持基板と単結晶半導体層 (SOI 層) との熱歪みを緩和することができる。後の工程で絶縁性を有する基板又は絶縁表面を有する基板を用いた支持基板に SOI 層を接着するに際し、支持基板または SOI 層の接合面の一方若しくは双方に、酸化珪素層、好ましくは熱酸化珪素層、半導体基板 200 として用いた単結晶半導体基板の表面をオゾン水で処理して形成した酸化珪素層、または有機シランを原材料として成層した酸化珪素層でなる第 1 の接着層 203 を設けることで、支持基板及び SOI 層を強固に接着することができる。なお、接着強度に問題ない場合には、第 1 の接着層 203 は設けなくても良い。

【0023】

次いで、図 1 (B) に示すように、半導体基板 200、酸化窒化珪素層 201、窒化酸化珪素層 202、第 1 の接着層 203 を、研削または切断する。半導体基板 200 を研削または切断することにより矩形に加工して、シート 206 を設ける。なお、本明細書にお

10

20

30

40

50

いて、特段の断りがない場合、矩形には正方形および長方形を含む。本実施の形態では第1の接着層203を形成した後、半導体基板200を矩形に加工する例を示すが、特に限定されず、酸化窒化珪素層201を形成する前に半導体基板200を矩形に加工してもよいし、第1の接着層203を形成する前に半導体基板200を矩形に加工してもよい。

【0024】

具体的には、ダイヤモンドホイールやメタルホイールを用いた研削装置やダイシング装置などを用いて半導体基板を矩形に加工するために研削してシート206を設ける。例えば5インチウエハを矩形に加工してシート206を設ける場合、対角5インチの領域を最大面積とすることができる。矩形のシートは、ステッパ露光機の1ショットの露光面積とほぼ同じ面積とすることが好ましい。

10

【0025】

次いで、イオンドーピング装置を用いて、被照射物の表面から所定の深さに達するように、電界で加速されたイオンを照射して分離層を形成する。分離層は、水素、ヘリウム若しくはフッ素に代表されるハロゲンのイオンを照射することで形成する。分離層を形成する前に、第1の接着層203の表面を洗浄して十分に清浄化しておくことが好ましい。

【0026】

本実施の形態では、図1(C)に示すように矩形のシート206に対して、水素イオンを照射して水素含有層である分離層208を形成する。水素イオンを照射する場合には、 H^+ 、 H_2^+ 、 H_3^+ イオンを照射するイオンに含ませると共に、 H_3^+ イオンの割合を高めておくことが好ましい。 H_3^+ イオンの割合を高めておくと、水素イオンの照射による水素の注入効率を高めることができ、照射時間を短縮することができる。このようなプロセスとすることで、後に行われる分離層での分離を容易に行うことができる。

20

【0027】

また、矩形のシート206にイオンを照射する場合、イオンを高ドーズ条件で照射するため、矩形のシート206の表面が粗くなってしまう場合がある。そのためイオンが照射される表面に、イオン照射に対する保護層を50nm乃至200nmの厚さで設けておくことで、イオンドーピング装置を用いたイオン照射によって表面がダメージを受け、平坦性が損なわれるのを防ぐことができるため好ましい。なお、本実施の形態では、酸化窒化珪素層、及び窒化酸化珪素層が保護層として機能する。

【0028】

30

次いで、図1(D)に示すように、複数の矩形のシート206を、低温凝固剤218を用いてダミー基板209の上に並べて固定する。本実施の形態では、低温凝固剤218としてMW-1(株式会社エミネントサプライ製)を用いる。MW-1は、凝固点が17度付近にあり、凝固点以下の温度(好ましくは10度以下)で接着効果を有し、凝固点以上の温度(好ましくは25度程度)では接着効果を有しない。

【0029】

図1(D)では2枚のシートをダミー基板209の上に並べて固定するプロセスを示す断面を示している。その際に、まず低温凝固剤218が接着効果を有しない温度(例えば25度程度)において、複数の矩形のシート206の第1の接着層203が形成された面とは反対側の面に低温凝固剤218を塗り、その面を下にして複数の矩形のシート206をダミー基板209の上に所定の間隔(例えば、0.01mm以上1mm以下)でマトリクス状に並べる。この場合、低温凝固剤218は接着効果を有しないので、位置合わせが容易にできる。並べる配置が決まったら、低温凝固剤218が接着効果を有する温度(例えば5度程度)まで温度を下げて、複数の矩形のシート206をダミー基板209の上に固定する。なお、低温凝固剤218はダミー基板209の表面に塗っても良い。

40

【0030】

次いで、図2(A)に示すように、ダミー基板209の上に固定された複数の矩形のシート206を支持基板210に密接させる。図2(A)では2枚のシートを密接させる前の状態を示す断面を示している。この工程も低温凝固剤218が接着効果を有する温度(例えば5度程度)で行う。支持基板210は、絶縁性を有する基板又は絶縁表面を有する

50

基板であり、アルミノシリケートガラス、アルミノホウケイ酸ガラス、バリウムホウケイ酸ガラスを用いた電子工業用に使われるガラス基板（「無アルカリガラス基板」とも呼ばれる）が適用される。すなわち、熱膨張係数が $25 \times 10^{-7} /$ から $50 \times 10^{-7} /$ （好ましくは、 $30 \times 10^{-7} /$ から $40 \times 10^{-7} /$ ）であって、歪み点が 580 から 680（好ましくは、600 から 680）のガラス基板を適用することができる。本実施の形態では支持基板 210 として、例えば 600 mm × 720 mm のサイズのガラス基板を用いることができる。

【0031】

支持基板 210 上には、図 2 (A) に示すように、酸化窒化珪素層 204 を形成する。酸化窒化珪素層 204 の膜厚は実施者が適宜決定すれば良いが、10 ~ 500 nm（好ましくは 10 ~ 150 nm）とすれば良い。酸化窒化珪素層 204 は後に SOI 基板に設けられた絶縁層の一部として機能する。なお、酸化窒化珪素層 204 はプラズマ CVD 法や低圧 CVD 法などの CVD 法、スパッタリング法などの方法を用いて形成することができる。酸化窒化珪素層 204 を設けることにより、後に半導体基板と支持基板を接着する際の接着強度を高めることができる。なお、接着強度に問題ない場合は、酸化窒化珪素層 204 は設けなくても良い。

10

【0032】

次いで、酸化窒化珪素層 204 上に窒化酸化珪素層 205 を形成する。これにより、支持基板がガラス基板の場合等に、支持基板からの Na 等の不純物が半導体層等へ混入するのを防ぐことができる。窒化酸化珪素層 205 の膜厚は実施者が適宜決定すれば良いが、10 ~ 500 nm（好ましくは 10 ~ 200 nm）とすれば良い。窒化酸化珪素層 205 も SOI 基板に設けられた絶縁層の一部として機能する。なお、窒化酸化珪素層 205 はプラズマ CVD 法や低圧 CVD 法などの CVD 法、スパッタリング法などの方法を用いて形成することができる。不純物の混入を防ぐため、酸化窒化珪素層 204 と窒化酸化珪素層 205 は、大気に触れることなく連続的に積層させることが好ましい。窒化酸化珪素層 205 は、必要に応じて適宜設ければよく、形成しなくても良い。また、酸化窒化珪素層 204 の上に窒化酸化珪素層 205 を形成する例を示したが、逆でも良い。さらに、酸化窒化珪素層 204 と窒化酸化珪素層 205 との間に窒化珪素層を設けても良い。

20

【0033】

なお、ここで酸化窒化珪素層とは、その組成として、窒素よりも酸素の含有量が多いものであって、RBS 及び HFS を用いて測定した場合に、濃度範囲として酸素が 50 ~ 70 原子%、窒素が 0.5 ~ 15 原子%、Si が 25 ~ 35 原子%、水素が 0.1 ~ 10 原子% の範囲で含まれるものをいう。また、窒化酸化珪素層とは、その組成として、酸素よりも窒素の含有量が多いものであって、RBS 及び HFS を用いて測定した場合に、濃度範囲として酸素が 5 ~ 30 原子%、窒素が 20 ~ 55 原子%、Si が 25 ~ 35 原子%、水素が 10 ~ 30 原子% の範囲で含まれるものをいう。ただし、酸化窒化珪素層または窒化酸化珪素層を構成する原子の合計を 100 原子% としたとき、窒素、酸素、Si 及び水素の含有比率が上記の範囲内に含まれるものとする。

30

【0034】

また、接着強度を高めるため、窒化酸化珪素層 205 上に第 2 の接着層 211 を形成しても良い。また、接着強度を高めるため、密接させる互いの表面を十分に清浄化しておくことが好ましい。

40

【0035】

次いで、シート 206 を支持基板 210 上に並べた後、シート 206 と支持基板 210 を接着する。まず、シート 206 と支持基板 210 とを対向させて、少なくとも一箇所に外部から軽く力を加えると、密着させる表面同士の距離が局所的に縮まることによってファン・デル・ワールス力が強まり、さらに水素結合も寄与して、お互いに引きつけ合って接着する。さらに、隣接する領域において密着させる表面同士の距離が縮まるため、ファン・デル・ワールス力が強まり水素結合が寄与することによって接着する。このように、ファン・デル・ワールス力が強く作用する領域や水素結合が寄与する領域が広がることに

50

よって接着が進行し、密着させる表面全域に接着領域が広がる。なお圧接する際の加圧は、支持基板 210 及びシート 206 の耐圧性を考慮して密着させる表面に垂直な方向に圧力が加わるように行う。

【0036】

また、接着を良好に行うために、密着させる表面を活性化することが好ましい。例えば、密着させる表面に原子ビーム若しくはイオンビームを照射する。原子ビーム若しくはイオンビームを照射する場合には、アルゴン等の不活性ガス中性原子ビーム若しくは不活性ガスイオンビームを用いることができる。その他に、プラズマ照射若しくはラジカル処理を行う。また、支持基板 210、またはシート 206 の少なくとも一方の表面を、酸素プラズマによる処理や、オゾン水洗浄により、親水化してもよい。このような表面処理により 400 未満の温度であっても異種材料間の接着を行うことが容易となる。

10

【0037】

次いで、図 2 (B) に示すように、低温凝固剤 218 が接着効果を有しない温度（例えば 25 度程度）まで温度を上げて、ダミー基板 209 をシート 206 から分離させるとともに、低温凝固剤 218 を揮発させて除去する。なお、洗浄により低温凝固剤 218 を除去しても良い。

【0038】

次に加熱処理を行う。例えば、200 度で 2 時間の加熱処理を行ったあと、650 度で 2 時間の加熱処理を行う。この加熱処理により、分離層 208 の微小な空洞に体積変化が生じて、分離層に歪みが生じ、分離層 208 に沿って半導体基板であるシート 206 が部分的に脆弱化する。加熱処理として、炉を用いた加熱処理やレーザービームの照射による加熱処理を行うことができる。レーザービームの照射による加熱処理を行う場合は、支持基板を通過させてシート 206 を加熱することができる。また、レーザービームの照射によって、水素イオン照射の際のダメージを回復することができる。

20

【0039】

レーザービームは、エキシマレーザーに代表される気体レーザー、YAG レーザーに代表される固体レーザーを光源として用いることができる。レーザービームの波長としては、紫外光から近赤外光域であることが好ましく、波長 190 nm から 1600 nm が適用される。光源から放射されるレーザービームは光学系にて集光して矩形状若しくは線状に加工されたものであることが好ましく、このレーザービームを被照射面に走査して処理を行えば良い。その他、同様な目的においては、ハロゲンランプ若しくはキセノンランプなどを用いて行われるフラッシュランプアニールを適用しても良い。

30

【0040】

上述した加熱処理を行うことにより、図 2 (C) に示すように、分離層 208 の層内または界面を境界（劈開面ともいう）として半導体基板の一部 212 を支持基板 210 から分離する。このようにして支持基板 210 上には、所定の間隔 217 で矩形のシート状の、第 3 の接着層 213、窒化酸化珪素層 202、酸化窒化珪素層 201、及び単結晶半導体層 214 が順に積層形成される。間隔 217 は 0.01 mm 以上 1 mm 以下が好ましい。単結晶半導体層 214 は SOI 層とも呼ぶことができる。また、この SOI 層を有する支持基板を SOI 基板と呼ぶこともできる。なお、第 1 の接着層 203 と第 2 の接着層 211 とを密接させて接着した領域を第 3 の接着層 213 と呼ぶ。

40

【0041】

なお、分離層の層内または界面を境界として半導体基板の一部 212 を支持基板 210 から分離する前に、分離をスムーズに行うためのきっかけをつくるのが好ましい。具体的には、分離層と SOI 層の密着性を選択的（部分的）に低下させる処理を行うことで、分離不良が少なくなり、さらに歩留まりも向上する。処理として、代表的には、シート 206 に対して局所的な圧力による衝撃を与える、分離層に向かって支持基板 210 にレーザービームまたはダイサーで溝を形成する、或いは分離層に向かってシート 206 にレーザービームまたはダイサーで溝を形成する。

【0042】

50

図 2 (C) で示すように支持基板上に S O I 層を形成した後、S O I 層の表面の平坦化処理として、化学的機械的研磨 (Chemical Mechanical Polishing : C M P) 処理を行うことが好ましい。また、C M P 処理を用いず、S O I 層の表面にレーザビームを照射してもよい。なお、レーザビームを照射する際は、酸素濃度が 1 0 p p m 以下の窒素雰囲気下で行うことが好ましい。これは、酸素雰囲気下でレーザビームの照射を行うと S O I 層表面が荒れる恐れがあるからである。また、得られた S O I 層の薄層化を目的として、C M P 等の処理を行ってもよい。

【 0 0 4 3 】

最後に、図 2 (D) に示すように、通常のフォトリソグラフィ技術を用いて単結晶半導体層 2 1 4 のパターンニングを行って島状の半導体層 2 1 5 を形成する。なお、フォトリソグラフィ技術は、レジストを形成した後、フォトマスクを用いて露光を行い、現像した後、得られたレジストマスクを用いて選択的にエッチングする技術である。本実施の形態ではステップ露光機を用いて、例えば 1 枚のシートに対して 1 ショットの露光を行うことができる。

【 0 0 4 4 】

これ以降は、島状の半導体層 215 を用いて、通常のプロセスにより半導体装置を作製することができる。

【 0 0 4 5 】

なお、矩形のシート 206 のサイズは用途に応じて適宜決めることができる。図 3 は支持基板上のシートの配置を示している。例えば、支持基板 210 として 730 mm × 920 mm のガラス基板を用い、その上に上記の方法で SOI 層を設ける場合には、矩形のシート 206 のサイズを例えば 100 mm × 150 mm とし、間隔 217 を 1 mm 程度とし、矩形のシート 206 を 7 ケ × 6 ケ並べればよい。その場合、矩形のシートは例えば 8 インチのシリコンウエハから切り出すことができる。同様に 680 mm × 880 mm のガラス基板の場合、矩形のシートのサイズを 100 mm × 120 mm とし、1 mm 程度の間隔で矩形のシートを 6 ケ × 7 ケ並べればよい。

【 0 0 4 6 】

なお、5 インチ×5 インチの矩形のシートを得るには、6 インチウエハ又は8 インチウエハから切り出せばよい。ただし、8 インチウエハから切り出す場合は、4 つの角部は角になるが、6 インチウエハから切り出す場合には、サイズが少し足りないので、4 つの角部は角にはならず、丸みを帯びるようになる。

【 0 0 4 7 】

ここで、分離層 208 を形成した後の矩形のシート 206 をダミー基板 209 に固定し、支持基板 210 と接着して、支持基板 210 の上に単結晶半導体層 214 を形成するまでの工程に用いられる装置の一例を、図 4 を用いて説明する。

【 0 0 4 8 】

図４において、ダミー基板保持手段１１にダミー基板２０９を保持し、その上に低温凝固剤２１８を塗布する。その際、低温凝固剤２１８が接着効果を有しない温度で行う。

【 0 0 4 9 】

続いて、分離層 208 を形成した後にシート保存手段 12 に保存された矩形のシート 206 (図 1 (A) ~ (C) の工程を終了したシート) を、シート搬送手段 13 によって搬送して、ダミー基板 209 の上に所望の間隔でマトリクス状に並べる。この作業も低温凝固剤 218 が接着効果を有しない温度で行うので、位置あわせが用意にできる。

【 0 0 5 0 】

すべてのシート 206 を並べ終わったら、低温凝固剤 218 が接着効果を有する温度まで温度を下げて、複数のシート 206 をダミー基板 209 の上に固定させた後、ダミー基板保持手段をスライドさせ、支持基板保持手段 14 の下に移動させる。

【 0 0 5 1 】

支持基板保持手段 1 4 には、必要な表面処理をされた支持基板 2 1 0 が保持されており、支持基板保持手段 1 4 が下方に移動することにより、支持基板 2 1 0 とダミー基板 2 0

9上のシート206が接着される。

【0052】

その後、支持基板210とダミー基板209上のシート206との接着を保持したまま、上下を逆にし、ダミー基板209が上になるようにする。その状態で、低温凝固剤218が接着効果を有しない温度まで温度を上昇させ、ダミー基板209を分離させる。低温凝固剤218は揮発させるか、必要であれば洗浄を行って除去する。

【0053】

最後に加熱処理をすることにより、分離層208の層内または界面を境界としてシート206の半導体基板の一部212を分離して、単結晶半導体層214を形成する。

【0054】

以上の工程により、支持基板である大型のガラス基板に複数の単結晶半導体層を並べて形成する際に、容易に位置あわせができるので、SOI基板の大量生産をすることが可能となる。

【0055】

(実施の形態2)

本実施の形態では、図1及び図2で示した方法とは異なるSOI基板の作製方法について以下に説明する。

【0056】

図5及び図6に本実施の形態におけるSOI基板の作製方法を示す。図5(A)において、半導体基板400として、代表的にはp型若しくはn型の単結晶シリコン基板(シリコンウエハ)が用いられる。

【0057】

次いで、半導体基板400を研削または切断して矩形に加工してシート406を設ける。

【0058】

次いで、シート406表面に対して脱脂洗浄をし、表面の酸化膜を除去した後、熱酸化を行う。熱酸化としてドライ酸化を行っても良いが、ハロゲンを添加した酸化雰囲気中で熱酸化を行うことが好ましい。例えば、酸素に対しハロゲンガスとしてHClを0.5~10体積%(好ましくは3体積%)の割合で含む雰囲気中で、700以上の温度で加熱処理を行う。好適には950~1100の温度で熱酸化を行う。処理時間は0.1~6時間、好ましくは0.5~1時間とすれば良い。形成される酸化層は、10nm~1000nm、好ましくは50nm~200nmとする。本実施の形態では100nmの厚さとする。

【0059】

ハロゲンガスとして、HClの他に、HF、NF₃、HBr、Cl₂、ClF₃、BCl₃、F₂、Br₂、ジクロロエチレンなどから選ばれた一種又は複数種を用いることができる。

【0060】

上記の温度範囲で加熱処理を行うことで、シート406に対してハロゲンによるゲッタリング効果を得ることができる。ゲッタリング効果としては、特に金属などの不純物を除去する効果がある。例えばハロゲンガスとしてHClを用いると、塩素の作用により、シート406に含まれる金属などの不純物が揮発性の塩化物となって気相中へ離脱して除去される。半導体基板400の表面を化学的機械研磨(CMP)処理したものに対しては、ハロゲンによるゲッタリングは特に有効である。また、水素はシート406と酸化層401との界面の欠陥を補償して界面の局在準位密度を低減する作用を奏する。

【0061】

このような加熱処理によって酸化層401を形成することにより、酸化層401にハロゲンを含ませることができる。酸化層401にハロゲンを $1 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3 \sim 5 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ の濃度で含ませることにより、ハロゲンが金属などの不純物を捕獲するため、シート406に含まれる金属などの不純物による汚染を防止す

10

20

30

40

50

る保護膜としての機能を発現させることができる。

【0062】

次いで、図5(B)に示すように、酸化層401上にブロッキング層402を形成する。ブロッキング層402としては、窒化珪素層又は窒化酸化珪素層を気相成長法で50nm~200nmの厚さで形成する。例えば、窒化珪素層は SiH_4 と NH_3 をソースガスとして用いてプラズマCVD法で形成する。窒化酸化珪素層は SiH_4 、 N_2O 及び NH_3 をソースガスとして用いてプラズマCVD法で形成する。ブロッキング層402は、後にシート406から形成される単結晶半導体層414に対する不純物の拡散防止効果を発現する。また、後に分離層408を形成する際に、イオンの照射によりシート406の表面がダメージを受け、平坦性が損なわれるのを防ぐ効果がある。なお、ブロッキング層402は必要に応じて適宜設ければよく、形成しなくても良い。

10

【0063】

次いで、図5(B)に示すように、ブロッキング層402上に第1の接着層403を形成する。第1の接着層403としては酸化珪素層を形成することが好ましい。酸化珪素層の厚さは10nm乃至200nm、好ましくは10nm乃至100nm、より好ましくは20nm乃至50nmとすれば良い。酸化珪素層としては有機シランガスを用いて化学気相成長法により作製される酸化珪素層を用いることが好ましい。有機シランガスとしては、珪酸エチル(TEOS:化学式 $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$)、テトラメチルシラン(TMS:化学式 $\text{Si}(\text{CH}_3)_4$)、テトラメチルシクロテトラシロキサン(TMCTS)、オクタメチルシクロテトラシロキサン(OMCTS)、ヘキサメチルジシラザン(HMDS)、トリエトキシシラン(化学式 $\text{SiH}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$)、トリスジメチルアミノシラン(化学式 $\text{SiH}(\text{N}(\text{CH}_3)_2)_3$)等のシリコン含有化合物を用いることができる。その他に、シランガスを用いて化学気相成長法により作製される酸化珪素層を適用することもできる。化学気相成長法による成膜では、後に形成する分離層408から脱ガスが起こらない温度(第1の接着層403として形成した酸化珪素層の表面に荒れが生じない温度又は分離層408に亀裂が生じない温度)として、例えば350℃以下の成膜温度が適用される。また、半導体基板400として単結晶若しくは多結晶半導体基板を用いた場合、後の工程において当該基板から単結晶半導体層若しくは多結晶半導体層を分離する加熱処理には、第1の接着層403の成膜温度よりも高い加熱処理温度が適用される。なお、接着強度に問題ない場合は、第1の接着層403は設けなくても良い。

20

30

【0064】

次いで、図5(C)に示すように、第1の接着層403で覆われているシート406に対して電界で加速されたイオンを照射することによって、シート406の表面から所定の深さの領域に分離層408を形成する。イオンの照射はイオンドーピング装置を用いて行うことが好ましい。すなわち、ソースガスをプラズマ励起して生成されたイオンを質量分離しないで照射するドーピング装置を用いる。イオンドーピング装置の照射方法は点順次スキャンで走査する方法のイオン注入装置とは異なり、広い照射面に照射することができる。イオンの照射は、加速電圧を10kVから100kV、好ましくは30kVから80kV、ドーズ量を $1 \times 10^{16} \text{ ions/cm}^2$ から $4 \times 10^{16} \text{ ions/cm}^2$ 、ビーム電流密度を $2 \mu\text{A/cm}^2$ 以上、好ましくは $5 \mu\text{A/cm}^2$ 以上、より好ましくは $10 \mu\text{A/cm}^2$ 以上として行えばよい。また、イオンの照射によって単結晶半導体層に生成される欠陥を低減することができる。

40

【0065】

なお、酸化層401には、 $1 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3 \sim 5 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ の濃度でハロゲンを含ませており、イオン照射時に不純物が混入するのをブロックする機能を有している。水素イオン照射の際には、水素イオンとともにチャンバー内壁材料や電極部材材料からの重金属元素が添加され、酸化層401の表面が汚染される恐れがある。汚染された表面の影響を低減するため、ウェットエッチングまたはドライエッチングにより酸化層401の表面を薄く除去してもよい。また、チャンバー内壁材料や電極部材材料からの重金属元素は、水素イオンよりも浅い領域に含まれるため、シート406

50

表面にハロゲンを含ませた酸化層 401 を形成することは有効である。重金属元素が酸化層 401 に添加された後に加熱処理を行っても、酸化層 401 中のハロゲンと重金属が反応して、重金属が拡散しないようにすることができる。ハロゲンを含ませた酸化層の形成により単結晶半導体層を用いたスイッチング素子における電気特性の向上、例えばオフ電流値の低減を図ることができる。

【0066】

なお、本実施の形態では、ブロッキング層 402 と第 1 の接着層 403 を形成した後、分離層 408 を形成する例を示すが、特に限定されず、分離層 408 を形成した後、ブロッキング層 402 と第 1 の接着層 403 を形成しても良い。この工程によれば、ブロッキング層 402 と第 1 の接着層 403 を大気に触れさせることなく連続的に形成することが

10

【0067】

また、半導体基板 400 を矩形に加工してシート 406 を形成した後、酸化層 401 を形成する例を示すが、特に限定されず、酸化層 401 を形成した後、半導体基板 400 を矩形に加工してもよい。また、ブロッキング層 402 を形成する前に半導体基板 400 を矩形に加工してもよいし、第 1 の接着層 403 を形成する前に半導体基板 400 を矩形に加工してもよい。

【0068】

次いで、図 5 (D) に示すように、複数の矩形のシート 406 を、低温凝固剤 418 を用いてダミー基板 409 の上に並べて固定する。本実施の形態では、低温凝固剤 418 と

20

【0069】

図 5 (D) では 2 枚のシートをダミー基板 409 上に並べて固定するプロセスを示す断面を示している。その際に、まず低温凝固剤 418 が接着効果を有しない温度 (例えば 25 度程度) において、複数の矩形のシート 406 の第 1 の接着層 403 が形成された面とは反対側の面に低温凝固剤 418 を塗り、その面を下にして複数の矩形のシート 406 をダミー基板 409 の上に所定の間隔 (例えば、0.01 mm 以上 1 mm 以下) でマトリクス状に並べる。この場合、低温凝固剤 418 は接着効果を有しないので、位置合わせが容

30

【0070】

次いで、図 6 (A) に示すように、ダミー基板 409 上に固定された複数の矩形のシート 406 を支持基板 410 に密接させる。図 6 (A) では 2 枚のシートを密接させる前の状態を示す断面を示している。この工程も低温凝固剤 418 が接着効果を有する温度 (例えば 5 度程度) で行う。支持基板 410 は、絶縁性を有する基板又は絶縁表面を有する基板であり、アルミノシリケートガラス、アルミノホウケイ酸ガラス、バリウムホウケイ酸ガラスを用いた電子工業用に使われるガラス基板 (「無アルカリガラス基板」とも呼ばれる) が適用される。すなわち、熱膨張係数が $25 \times 10^{-7} /$ から $50 \times 10^{-7} /$ (好ましくは、 $30 \times 10^{-7} /$ から $40 \times 10^{-7} /$) であって歪み点が 580 から 680 (好ましくは、600 から 680) のガラス基板を適用することができる。本実施の形態では支持基板 410 として、例えば 600 mm × 720 mm のサイズのガラス基板を用いることができる。

40

【0071】

支持基板 410 上には、図 6 (A) に示すように、酸化窒化珪素層 404 を形成する。酸化窒化珪素層 404 の膜厚は実施者が適宜決定すれば良いが、10 ~ 500 nm (好ましくは 10 ~ 150 nm) とすれば良い。酸化窒化珪素層 404 は SOI 基板に設けられた絶縁層の一部として機能する。なお、酸化窒化珪素層 404 はプラズマ CVD 法や低圧

50

CVD法などのCVD法、スパッタリング法などの方法を用いて形成することができる。酸化窒化珪素層404を設けることにより、後に半導体基板と接着する際の接着強度を高めることができる。なお、接着強度に問題ない場合は、酸化窒化珪素層404は設けなくても良い。

【0072】

次いで、酸化窒化珪素層404上に窒化酸化珪素層405を形成する。これにより、支持基板がガラス基板の場合等に、支持基板からのNa等の不純物が半導体層等へ混入するのを防ぐことができる。窒化酸化珪素層405の膜厚は実施者が適宜決定すれば良いが、10～500nm（好ましくは10～200nm）とすれば良い。窒化酸化珪素層405も後にSOI基板に設けられた絶縁層の一部として機能する。なお、窒化酸化珪素層405はプラズマCVD法や低圧CVD法などのCVD法、スパッタリング法などの方法を用いて形成することができる。不純物の混入を防ぐため、酸化窒化珪素層404と窒化酸化珪素層405は、大気に触れることなく連続的に積層させることが好ましい。窒化酸化珪素層405は、必要に応じて適宜設ければよく、形成しなくても良い。また、酸化窒化珪素層404の上に窒化酸化珪素層405を形成する例を示したが、逆でも良い。さらに、酸化窒化珪素層404と窒化酸化珪素層405との間に窒化珪素層を設けても良い。

【0073】

なお、ここで酸化窒化珪素層とは、その組成として、窒素よりも酸素の含有量が多いものであって、RBS及びHFSを用いて測定した場合に、濃度範囲として酸素が50～70原子%、窒素が0.5～15原子%、Siが25～35原子%、水素が0.1～10原子%の範囲で含まれるものをいう。また、窒化酸化珪素層とは、その組成として、酸素よりも窒素の含有量が多いものであって、RBS及びHFSを用いて測定した場合に、濃度範囲として酸素が5～30原子%、窒素が20～55原子%、Siが25～35原子%、水素が10～30原子%の範囲で含まれるものをいう。ただし、酸化窒化珪素層または窒化酸化珪素層を構成する原子の合計を100原子%としたとき、窒素、酸素、Si及び水素の含有比率が上記の範囲内に含まれるものとする。

【0074】

また、接着強度を高めるため、窒化酸化珪素層405上に第2の接着層411を形成しても良い。また、接着強度を高めるため、密接させる互いの表面を十分に清浄化しておくことが好ましい。

【0075】

次いで、シート406を支持基板410上に並べた後、シート406と支持基板410を接着する。まず、シート406と支持基板410とを対向させて、少なくとも一箇所に外部から軽く力を加えると、密着させる表面同士の距離が局所的に縮まることによってファン・デル・ワールス力が強まり、さらに水素結合も寄与して、お互いに引きつけ合って接着する。さらに、隣接する領域において密着させる表面同士の距離が縮まるため、ファン・デル・ワールス力が強まり水素結合が寄与することによって接着する。このように、ファン・デル・ワールス力が強く作用する領域や水素結合が寄与する領域が広がることによって接着が進行し、密着させる表面全域に接着領域が広がる。なお圧接する際の加圧は、支持基板410及びシート406の耐圧性を考慮して密着させる表面に垂直な方向に圧力が加わるように行う。

【0076】

また、接着を良好に行うために、密着させる表面を活性化することが好ましい。例えば、密着させる表面に原子ビーム若しくはイオンビームを照射する。原子ビーム若しくはイオンビームを照射する場合には、アルゴン等の不活性ガス中性原子ビーム若しくは不活性ガスイオンビームを用いることができる。その他に、プラズマ照射若しくはラジカル処理を行う。また、支持基板410、またはシート406の少なくとも一方の表面を、酸素プラズマによる処理や、オゾン水洗浄により、親水化してもよい。このような表面処理により400未満の温度であっても異種材料間の接着を行うことが容易となる。

【0077】

次いで、図 6 (B) に示すように、低温凝固剤 4 1 8 が接着効果を有しない温度 (例えば 2 5 度程度) まで温度を上げて、ダミー基板 4 0 9 を分離させるとともに、低温凝固剤 4 1 8 を揮発させて除去する。なお、洗浄により低温凝固剤 4 1 8 を除去しても良い。

【 0 0 7 8 】

次に加熱処理を行う。例えば、200度で2時間の加熱処理を行ったあと、650度で2時間の加熱処理を行う。この加熱処理により、分離層の微小な空洞に体積変化が生じて、分離層 4 0 8 に歪みが生じ、分離層 4 0 8 に沿って半導体基板であるシート 4 0 6 が部分的に脆弱化する。加熱処理として、炉を用いた加熱処理やレーザービームの照射による加熱処理を行うことができる。レーザービームの照射による加熱処理を行う場合は、支持基板を通過させてシート 4 0 6 を加熱することができる。また、レーザービームの照射によって、水素イオン照射の際のダメージを回復することができる。

10

【 0 0 7 9 】

上述した加熱処理を行うことにより、図 6 (C) で示すように、分離層 4 0 8 の層内または界面を境界として半導体基板の一部 4 1 2 を支持基板 4 1 0 から分離する。支持基板 4 1 0 上には、第 3 の接着層 4 1 3、ブロッキング層 4 0 2、酸化層 4 0 1、及び単結晶半導体層 4 1 4 が順に積層形成される。単結晶半導体層 4 1 4 は S O I 層とも呼ぶことができる。また、この S O I 層を有する支持基板を S O I 基板と呼ぶことができる。なお、第 1 の接着層 4 0 3 と第 2 の接着層 4 1 1 とを密接させて接着した領域を第 3 の接着層 4 1 3 と呼ぶ。

【 0 0 8 0 】

20

なお、分離層の層内または界面を境界として半導体基板の一部 4 1 2 を支持基板 4 1 0 から分離する前に、分離をスムーズに行うためのきっかけをつくるのが好ましい。

【 0 0 8 1 】

図 6 (C) で示すように支持基板上に S O I 層を形成した後、S O I 層の表面の平坦化処理として、CMP 処理を行うのが好ましい。また、S O I 層の表面にレーザービームを照射してもよい。なお、レーザービームを照射する際は、酸素濃度が 1 0 p p m 以下の酸素雰囲気で行うのが好ましい。これは、酸素雰囲気下でレーザービームの照射を行うと S O I 層表面が荒れる恐れがあるからである。また、得られた S O I 層の薄層化を目的として、CMP 等の処理を行ってもよい。

【 0 0 8 2 】

30

最後に、図 6 (D) に示すように、フォトリソグラフィ技術を用いて単結晶半導体層 4 1 4 のパターニングを行って島状の半導体層 4 1 5 を形成する。

【 0 0 8 3 】

なお、本実施の形態は、実施の形態 1 と自由に組み合わせることができる。実施の形態 1 で説明した図 4 の装置は本実施の形態でも使用できる。

【 0 0 8 4 】

なお、矩形のシート 4 0 6 のサイズは用途に応じて適宜決めることができ、例えば、支持基板 4 1 0 を 7 3 0 m m × 9 2 0 m m のガラス基板とし、その上に上記の方法で S O I 層を設ける場合には、矩形のシート 4 0 6 のサイズを例えば 1 0 0 m m × 1 5 0 m m とし、実施の形態 1 で示すように、間隔を 1 m m 程度とし、矩形のシート 4 0 6 を 7 ケ × 6 ケ並べればよい。その場合、矩形のシートは例えば 8 インチのシリコンウエハから切り出すことができる。同様に 6 8 0 m m × 8 8 0 m m のガラス基板の場合、矩形のシートのサイズを 1 0 0 m m × 1 2 0 m m とし、1 m m 程度の間隔で矩形のシートを 6 ケ × 7 ケ並べればよい。

40

【 0 0 8 5 】

以上の工程により、支持基板である大型のガラス基板に複数の単結晶半導体層を並べて形成する際に、容易に位置あわせができるので、S O I 基板の大量生産をすることが可能となる。

【 0 0 8 6 】

(実施の形態 3)

50

本実施の形態では、実施の形態 1 または実施の形態 2 で作製される支持基板上に形成された複数の単結晶半導体層を用いて半導体装置を作製する一例について示す。

【0087】

本発明を適用して発光素子を有する半導体装置を形成することができるが、該発光素子から発せられる光は、下面放射、上面放射、両面放射のいずれかを行う。本実施の形態では、下面放射型、両面放射型、上面放射型の高性能及び高信頼性を付与された半導体装置として、表示機能を有する半導体装置（表示装置、発光装置ともいう）を歩留まり良く生産することを目的とした半導体装置の作製方法の例を、図 7 及び図 8 を用いて説明する。

【0088】

図 7 は、本実施の形態における半導体装置の構成を示しており、図 7 (A) は半導体装置の平面図、図 7 (B) は図 7 (A) における線 E - F の断面図である。図 7 では、FPC694 の貼り付け部である外部端子接続領域 632、接続領域 655、周辺駆動回路領域 634、画素領域 636 を示している。外部端子接続領域 632 には、外部端子と接続する端子電極層 678 が設けられている。FPC694 は異方性導電層 696 及び電極層 685 を介して端子電極層 678 と接続する。電極層 685 は画素電極層 630 と同じ工程で形成される。接続領域 655 において、第 2 の電極 689 が下層の配線と接続する。

【0089】

まず、実施の形態 1 に従って、ガラス基板である支持基板 600 上に島状の単結晶半導体層を形成する。なお、詳細な方法は、実施の形態 1 に記載してあるため、ここでは省略し、簡略に示すこととする。

【0090】

ここでは、第 1 の窒化酸化珪素層 601 を形成し、その上に第 1 の接着層を形成した支持基板 600 を用意する。また、酸化窒化珪素層を形成し、その上に第 2 の窒化酸化珪素層を形成した積層 603、さらにその上に第 2 の接着層を形成した半導体基板を用意する。なお、1 枚の支持基板に対して少なくとも 2 枚以上の半導体基板を用意し、半導体基板は矩形にそれぞれ加工し、基板内部には分離層をそれぞれ設けておく。そして、半導体基板をダミー基板の上で位置決めして固定した後に、第 1 の接着層と第 2 の接着層とが接合するように支持基板と半導体基板を貼り合わせる。接合すると第 1 の接着層と第 2 の接着層との界面は明確でなくなるため、図 7 では接着層 604 として図示する。

【0091】

ダミー基板を分離した後に、分離層の層内または界面を境界として半導体基板の一部を分離させて、支持基板 600 上に単結晶半導体層を形成する。そして、フォトリソグラフィ技術を用いて単結晶半導体層のエッチング加工を行い、島状の単結晶半導体層を形成する。本実施の形態においても、実施の形態 1 と同様にステッパ露光機を用いて、1 枚の矩形の半導体基板（シートとも呼ぶ）に対してほぼ同じ面積の露光面積で 1 ショットの露光を行う。なお、島状の単結晶半導体層の配置も実施の形態 1 に従って決定すればよい。

【0092】

ここでは、実施の形態 1 に従って接合させた例を示したが、実施の形態 1 に代えて、実施の形態 2 に従って接合させた場合には、接着層 604 と単結晶半導体層の間に単結晶半導体層と接するハロゲンを含む熱酸化層が形成される。

【0093】

次いで、島状の単結晶半導体層を覆うゲート絶縁層 607 を形成する。ゲート絶縁層 607 はプラズマ CVD 法またはスパッタリング法などを用い、厚さを 10 ~ 150 nm として珪素を含む絶縁膜で形成する。ゲート絶縁層 607 としては、窒化珪素、酸化珪素、酸化窒化珪素、窒化酸化珪素に代表される珪素の酸化物又は窒化物等で形成すればよく、積層でも単層でもよい。また、ゲート絶縁層 607 を窒化珪素膜、酸化珪素膜、窒化珪素膜の 3 層の積層としても良い。好適には、緻密な膜質を有する窒化珪素膜を用いるとよい。さらに単結晶半導体層とゲート絶縁層 607 の間に、膜厚 1 ~ 100 nm、好ましくは 1 ~ 10 nm、さらに好ましくは 2 ~ 5 nm である薄い酸化珪素膜を形成してもよい。薄い酸化珪素膜として、GRTA 法、LRTA 法などを用いて単結晶半導体層表面を酸化して

10

20

30

40

50

形成した熱酸化膜を用いることができる。なお、アルゴンなどの希ガス元素を反応ガスに含ませることで、成膜される絶縁膜中に希ガス元素を混入させることができ、低い成膜温度でゲートリーク電流の少ない緻密な絶縁膜を形成することができる。

【0094】

次いで、ゲート絶縁層607上にゲート電極層や接続電極として用いる、膜厚20～100nmの第1の導電膜と、膜厚100～400nmの第2の導電膜とを積層して形成する。第1の導電膜及び第2の導電膜は、スパッタリング法、蒸着法、CVD法等の手法により形成することができる。第1の導電膜及び第2の導電膜はタンタル(Ta)、タングステン(W)、チタン(Ti)、モリブデン(Mo)、アルミニウム(Al)、銅(Cu)、クロム(Cr)、ネオジム(Nd)から選ばれた元素、又は前記元素を主成分とする合金もしくは化合物で形成すればよい。また、第1の導電膜及び第2の導電膜として、リン等の不純物元素をドーピングした多結晶シリコン膜に代表される半導体膜や、AgPdCu合金で形成した膜を用いてもよい。また、2層構造に限定されず、例えば、第1の導電膜として膜厚50nmのタングステン膜、第2の導電膜として膜厚500nmのアルミニウムとシリコンの合金(Al-Si)膜、第3の導電膜として膜厚30nmの窒化チタン膜を順次積層した3層構造としてもよい。また、3層構造とする場合、第1の導電膜のタングステン膜に代えて窒化タングステン膜を用いてもよいし、第2の導電膜のアルミニウムとシリコンの合金(Al-Si)膜に代えてアルミニウムとチタンの合金(Al-Ti)膜を用いてもよいし、第3の導電膜の窒化チタン膜に代えてチタン膜を用いてもよい。また、単層構造であってもよい。

【0095】

次に、フォトリソグラフィ法を用いてレジストからなるマスクを形成し、第1の導電膜及び第2の導電膜を所望の形状に加工する。ICP(Inductively Coupled Plasma:誘導結合型プラズマ)エッチング法を用い、エッチング条件(コイル型の電極層に印加される電力量、基板側の電極層に印加される電力量、基板側の電極温度等)を適宜調節することにより、第1の導電膜及び第2の導電膜を所望のテーパ形状を有するようにエッチングすることができる。なお、エッチング用ガスとしては、 Cl_2 、 BCl_3 、 $SiCl_4$ もしくは CCl_4 などを代表とする塩素系ガス、 CF_4 、 SF_6 もしくは NF_3 などを代表とするフッ素系ガス又は O_2 を適宜用いることができる。本実施の形態では、 CF_4 、 Cl_2 、 O_2 からなるエッチング用ガスを用いて第2の導電膜のエッチングを行い、連続して CF_4 、 Cl_2 からなるエッチング用ガスを用いて第1の導電膜をエッチングする。

【0096】

次いで、上述のエッチング加工で用いたレジストからなるマスクと同じマスクを用いて、第2の導電膜をさらに加工して第1の導電膜の側面のテーパ角度よりも大きいテーパ角度を有する第2の導電膜を形成する。本実施の形態では、テーパ形状を有する導電膜を形成するためのエッチング用ガスとして Cl_2 、 SF_6 、 O_2 を用いる。テーパ形状を有することによって、その上に積層する膜の被覆性が向上し、欠陥が軽減されるので信頼性が向上する。こうして、図7に示すような形状、即ち、第1の導電膜上に第1の導電膜より幅の狭い第2の導電膜を有し、第2の導電膜がテーパ形状を有する電極を形成する。この電極は、島状の単結晶半導体層上に形成されてゲート電極層として機能し、または他の配線と接続するための接続電極として機能する。

【0097】

また、ゲート電極層は図7に示す構造に限定されず、単層構造でもよいし、サイドウォールを側壁に有する電極構造としてもよい。

【0098】

次に、テーパ形状を有する電極をマスクとして、n型を付与する不純物元素を単結晶半導体層に添加し、第1のn型不純物領域を形成する。本実施の形態では、不純物元素を含むドーピングガスとしてホスフィン(PH_3) (ドーピングガスは PH_3 を水素(H_2)で希釈したガスであり、ドーピングガス中の PH_3 の比率は5%)を用いてドーピングを

行う。本実施の形態では、 n 型を付与する不純物元素としてリン(P)を用いる。

【0099】

本実施の形態では、不純物領域がゲート絶縁層を介してゲート電極層と重なる領域をLoV領域と示し、不純物領域がゲート絶縁層を介してゲート電極層と重ならない領域をLoFF領域と示す。図7では、不純物領域においてハッチングと白地(または点々のハッチング)で示されているが、これは、白地(または点々のハッチング)部分に不純物元素が添加されていないということを示すのではなく、この領域の不純物元素の濃度分布がマスクやドーピング条件を反映していることを直感的に理解できるようにしたためである。なお、このことは本明細書の他の図面においても同様である。

【0100】

次にpチャネル型薄膜トランジスタとなるトランジスタ673の単結晶半導体層、及び画素部のスイッチング用のpチャネル型薄膜トランジスタとなるトランジスタ677の単結晶半導体層の一部を覆うマスクを形成する。そして、 n 型を付与する不純物元素を添加し、第2の n 型不純物領域を形成する。本実施の形態では、不純物元素を含むドーピングガスとしてホスフィン(PH_3) (ドーピングガスは PH_3 を水素(H_2)で希釈したガスであり、ドーピングガス中の PH_3 の比率は5%)を用いてドーピングを行う。第2の n 型不純物領域は、高濃度 n 型不純物領域であり、ソース領域、ドレイン領域として機能する。また、第1の導電膜を介してドーピングされた第3の n 型不純物領域は低濃度不純物領域であり、LDD(Lightly Doped Drain)領域となる。第3の n 型不純物領域はLoV領域であり、ドレイン近傍の電界を緩和し、ホットキャリアによるオン電流の劣化を抑制することが可能である。

【0101】

次に、レジストからなるマスクを除去し、 n チャネル型薄膜トランジスタとなるトランジスタ674、675の単結晶半導体層を覆うレジストからなるマスクを形成する。そして、 p 型を付与する不純物元素を添加して p 型不純物領域を形成する。本実施の形態では、 p 型を付与する不純物元素としてボロン(B)を用いる。不純物元素を含むドーピングガスとしてジボラン(B_2H_6) (ドーピングガスは B_2H_6 を水素(H_2)で希釈したガスであり、ドーピングガス中の B_2H_6 の比率は15%)を用いてドーピングを行う。 p 型不純物領域は高濃度 p 型不純物領域であり、ソース領域、ドレイン領域として機能する。

【0102】

次に、レジストからなるマスクを O_2 アッシングやレジスト剥離液により除去する。その後、ゲート電極層の側面を覆うように、絶縁膜、いわゆるサイドウォールを形成してもよい。サイドウォールは、プラズマCVD法や減圧CVD(LPCVD)法を用いて、珪素を有する絶縁膜により形成することができる。

【0103】

次いで、不純物元素を活性化するために加熱処理、強光の照射、又はレーザービームの照射を行ってもよい。活性化と同時に、ゲート絶縁層のプラズマダメージやゲート絶縁層と単結晶半導体層との界面のプラズマダメージを回復することができる。

【0104】

次いで、2層構造を有する電極層、及びゲート絶縁層607を覆う第1の層間絶縁層を形成する。本実施の形態では、絶縁膜667と絶縁膜668との積層構造とする。絶縁膜667として窒化酸化珪素膜を膜厚100nm形成し、絶縁膜668として酸化窒化絶縁膜を膜厚900nm形成する。本実施の形態では、絶縁膜667及び絶縁膜668をプラズマCVD法を用いて連続的に形成する。絶縁膜667と絶縁膜668は上記の膜に限定されるものでなく、スパッタリング法、またはプラズマCVDを用いた窒化珪素膜、窒化酸化珪素膜、酸化窒化珪素膜、酸化珪素膜でもよく、他の珪素を含む絶縁膜を単層または3層以上の積層構造として用いても良い。

【0105】

絶縁膜667、絶縁膜668としては他に窒化アルミニウム(AlN)膜、酸化窒化ア

10

20

30

40

50

ルミニウム (A l O N) 膜、窒素含有量が酸素含有量よりも多い窒化酸化アルミニウム (A l N O) 膜または酸化アルミニウム膜、ダイヤモンドライクカーボン (D L C)、窒素含有炭素 (C N) 膜、その他の無機絶縁性材料で形成した膜を用いることができる。また、シロキサン樹脂を用いてもよい。なお、シロキサン樹脂とは、S i - O - S i 結合を含む樹脂に相当する。シロキサンは、シリコン (S i) 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、アリール基) 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、有機絶縁性材料を用いてもよく、有機材料としては、ポリイミド、アクリル、ポリアミド、ポリイミドアミド、レジスト又はベンゾシクロブテン、ポリシラザンを用いることができる。塗布法によ

10

【 0 1 0 6 】

次いで、レジストからなるマスクを用いて絶縁膜 6 6 7、絶縁膜 6 6 8、ゲート絶縁膜 6 0 7 を選択的にエッチングして、単結晶半導体層に達するコンタクトホール (開口部) を複数形成する。エッチングは、用いる材料の選択比によって、一回で行っても複数回行っても良い。

【 0 1 0 7 】

次いで、開口部を覆うように導電膜を形成し、導電膜をエッチングして各ソース領域又はドレイン領域の一部とそれぞれ電氣的に接続する接続電極を形成する。

【 0 1 0 8 】

20

接続電極は、P V D 法、C V D 法、蒸着法等により導電膜を成膜した後、所望の形状にエッチングして形成することができる。また、液滴吐出法、印刷法、電解メッキ法等により、所定の場所に選択的に導電層を形成することができる。更にはリフロー法、ダマシン法を用いても良い。接続電極は、A g、A u、C u、N i、P t、P d、I r、R h、W、A l、T a、M o、C d、Z n、F e、T i、Z r、B a等の金属、及びS i、G e、又はその合金、若しくはその窒化物を用いて形成する。また、これらの材料で膜を形成して積層構造としても良い。本実施の形態では、チタン (T i) 膜を膜厚 6 0 n m 形成し、窒化チタン膜を膜厚 4 0 n m 形成し、アルミニウム膜を膜厚 7 0 0 n m 形成し、チタン (T i) 膜を膜厚 2 0 0 n m 形成して積層構造とし、所望な形状に加工する。

【 0 1 0 9 】

30

以上の工程で周辺駆動回路領域 6 3 4 には、L o v 領域に p 型不純物領域を有する p チャンネル型薄膜トランジスタであるトランジスタ 6 7 3、L o v 領域に n チャンネル型不純物領域を有する n チャンネル型薄膜トランジスタであるトランジスタ 6 7 4、画素領域 6 3 6 には、L o f f 領域に n 型不純物領域を有するマルチチャンネル型の n チャンネル型薄膜トランジスタであるトランジスタ 6 7 5、p チャンネル型薄膜トランジスタであるトランジスタ 6 7 7 を有するアクティブマトリクス基板を作製することができる。そして、アクティブマトリクス基板は、発光素子 6 9 0 を有する表示装置に用いることができる。

【 0 1 1 0 】

なお、本実施の形態で示した薄膜トランジスタに限らず、トップゲート型 (プレーナー型)、ボトムゲート型 (逆スタガ型)、あるいはチャネル領域の上下にゲート絶縁膜を介して配置された 2 つのゲート電極層を有するデュアルゲート型や、その他の構造を有するトランジスタにおいても、本実施の形態で示す半導体装置の作製方法を適用することができる。

40

【 0 1 1 1 】

次に第 2 の層間絶縁層として絶縁膜 6 8 1 を形成する。絶縁膜 6 8 1 としては酸化珪素、窒化珪素、酸化窒化珪素、窒化酸化珪素、窒化アルミニウム、酸化窒化アルミニウム (A l O N)、窒素含有量が酸素含有量よりも多い窒化酸化アルミニウム (A l N O) または酸化アルミニウム、ダイヤモンドライクカーボン (D L C)、窒素含有炭素 (C N)、P S G (リンガラス)、B P S G (リンボロンガラス)、アルミナ、ポリシラザン、その他の無機絶縁性材料を含む物質から選ばれた材料で形成することができる。また、シロキ

50

サン樹脂を用いてもよい。また、有機絶縁性材料を用いてもよく、有機材料としては、感光性、非感光性どちらでも良く、ポリイミド、アクリル、ポリアミド、ポリイミドアミド、レジスト又はベンゾシクロブテンを用いることができる。

【0112】

本実施の形態では、平坦化のために設ける層間絶縁層としては、耐熱性および絶縁性が高く、且つ、平坦化率の高いものが要求されるので、絶縁膜681の形成方法としては、スピコート法で代表される塗布法を用いると好ましい。

【0113】

絶縁膜681は、ディップ、スプレー塗布、ドクターナイフ、ロールコーター、カーテンコーター、ナイフコーター、CVD法、蒸着法等を採用することができる。液滴吐出法により絶縁膜681を形成してもよい。液滴吐出法を用いた場合には材料液を節約することができる。また、液滴吐出法のようにマスクを用いることなくパターンが形成できる方法、例えば印刷法（スクリーン印刷やオフセット印刷などパターンが形成される方法）なども用いることができる。

【0114】

次に、画素領域636における絶縁膜681の一部をエッチングしてpチャネル型トランジスタ677の接続電極に達する開口部、つまりコンタクトホールを形成する。

【0115】

次に、接続電極と電気的に接続する画素電極層630を形成する。画素電極層630は、発光素子690を構成する部材である2つの電極のうち、一方の第1の電極として機能する。画素電極層630は、インジウム錫酸化物、酸化インジウムに酸化亜鉛を混合したインジウム亜鉛酸化物（IZO: indium zinc oxide）、酸化インジウムに酸化珪素を混合した導電性材料、有機インジウム、有機スズ、酸化タングステンを含むインジウム酸化物、酸化タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物、酸化チタンを含むインジウム酸化物、または酸化チタンを含むインジウム錫酸化物を用いて形成することができる。

【0116】

また、画素電極層630に導電性高分子（導電性ポリマーともいう）を含む導電性組成物を用いることができる。導電性組成物は、画素電極層として薄膜を形成する場合、薄膜におけるシート抵抗が $10000 \text{ } \Omega/\text{m}^2$ 以下、波長550nmにおける透光率が70%以上であることが好ましい。また、含まれる導電性高分子の抵抗率が $0.1 \text{ } \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であることが好ましい。

【0117】

導電性高分子としては、いわゆる電子共役系導電性高分子が用いることができる。例えば、ポリアニリン及びまたはその誘導体、ポリピロール及びまたはその誘導体、ポリチオフェン及びまたはその誘導体、これらの2種以上の共重合体などがあげられる。

【0118】

共役導電性高分子の具体例としては、ポリピロ-ル、ポリ(3-メチルピロ-ル)、ポリ(3-ブチルピロ-ル)、ポリ(3-オクチルピロ-ル)、ポリ(3-デシルピロ-ル)、ポリ(3,4-ジメチルピロ-ル)、ポリ(3,4-ジブチルピロ-ル)、ポリ(3-ヒドロキシピロ-ル)、ポリ(3-メチル-4-ヒドロキシピロ-ル)、ポリ(3-メトキシピロ-ル)、ポリ(3-エトキシピロ-ル)、ポリ(3-オクトキシピロ-ル)、ポリ(3-カルボキシピロ-ル)、ポリ(3-メチル-4-カルボキシピロ-ル)、ポリN-メチルピロ-ル、ポリチオフェン、ポリ(3-メチルチオフェン)、ポリ(3-ブチルチオフェン)、ポリ(3-オクチルチオフェン)、ポリ(3-デシルチオフェン)、ポリ(3-ドデシルチオフェン)、ポリ(3-メトキシチオフェン)、ポリ(3-エトキシチオフェン)、ポリ(3-オクトキシチオフェン)、ポリ(3-カルボキシチオフェン)、ポリ(3-メチル-4-カルボキシチオフェン)、ポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)、ポリアニリン、ポリ(2-メチルアニリン)、ポリ(2-オクチルアニリン)、ポリ(2-イソブチルアニリン)、ポリ(3-イソブチルアニリン)、ポリ

10

20

30

40

50

(2 - アニリンスルホン酸)、ポリ (3 - アニリンスルホン酸) 等が挙げられる。

【 0 1 1 9 】

上記導電性高分子を、単独で導電性組成物として画素電極層に使用してもよいし、導電性組成物の膜強度等の膜特性を調整するために有機樹脂を添加して使用することができる。

【 0 1 2 0 】

有機樹脂としては、導電性高分子と相溶または混合分散可能であれば熱硬化性樹脂であってもよく、熱可塑性樹脂であってもよく、光硬化性樹脂であってもよい。例えば、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート等のポリエステル系樹脂、ポリイミド、ポリアミドイミド等のポリイミド系樹脂、ポリアミド 6、ポリアミド 6, 6、ポリアミド 12、ポリアミド 11 等のポリアミド樹脂、ポリフッ化ビニリデン、ポリフッ化ビニル、ポリテトラフルオロエチレン、エチレンテトラフルオロエチレンコポリマー、ポリクロロトリフルオロエチレン等のフッ素樹脂、ポリビニルアルコール、ポリビニルエーテル、ポリビニルブチラール、ポリ酢酸ビニル、ポリ塩化ビニル等のビニル樹脂、エポキシ樹脂、キシレン樹脂、アラミド樹脂、ポリウレタン系樹脂、ポリウレア系樹脂、メラミン樹脂、フェノール系樹脂、ポリエーテル、アクリル系樹脂及びこれらの共重合体等が挙げられる。

10

【 0 1 2 1 】

さらに、導電性組成物の電気伝導度を調整するために、導電性組成物にアクセプタ性またはドナー性ドパントをドピングすることにより、共役導電性高分子の共役電子の酸化還元電位を変化させてもよい。

20

【 0 1 2 2 】

アクセプタ性ドパントとしては、ハロゲン化合物、ルイス酸、プロトン酸、有機シアノ化合物、有機金属化合物等を使用することができる。ハロゲン化合物としては、塩素、臭素、ヨウ素、塩化ヨウ素、臭化ヨウ素、フッ化ヨウ素等が挙げられる。ルイス酸としては五フッ化燐、五フッ化ヒ素、五フッ化アンチモン、三フッ化硼素、三塩化硼素、三臭化硼素等が挙げられる。プロトン酸としては、塩酸、硫酸、硝酸、リン酸、ホウフッ化水素酸、フッ化水素酸、過塩素酸等の無機酸と、有機カルボン酸、有機スルホン酸等の有機酸を挙げることができる。有機カルボン酸及び有機スルホン酸としては、前記カルボン酸化合物及びスルホン酸化合物を使用することができる。有機シアノ化合物としては、共役結

30

【 0 1 2 3 】

ドナー性ドパントとしては、アルカリ金属、アルカリ土類金属、4級アミン化合物等を挙げることができる。

【 0 1 2 4 】

導電性組成物を、水または有機溶剤（アルコール系溶剤、ケトン系溶剤、エステル系溶剤、炭化水素系溶剤、芳香族系溶剤など）に溶解させて、湿式法により画素電極層となる薄膜を形成することができる。

40

【 0 1 2 5 】

導電性組成物を溶解する溶剤としては、特に限定することなく、上記した導電性高分子及び有機樹脂などの高分子樹脂化合物を溶解するものを用いればよく、例えば、水、メタノール、エタノール、プロピレンカーボネート、N-メチルピロリドン、ジメチルホルムアミド、ジメチルアセトアミド、シクロヘキサノン、アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、トルエンなどの単独もしくは混合溶剤に溶解すればよい。

【 0 1 2 6 】

導電性組成物の成膜は上述のように溶媒に溶解した後、塗布法、コーティング法、液滴吐出法（インクジェット法ともいう）、印刷法等の湿式法を用いて行うことができる。溶媒の乾燥は、加熱処理を行ってもよいし、減圧下で行ってもよい。また、有機樹脂が熱硬

50

化性の場合、さらに加熱処理を行い、光硬化性の場合、光照射処理を行えばよい。

【0127】

次いで、画素電極層630の端部を覆う隔壁となる絶縁物686を形成する。

【0128】

次いで、画素電極層630上に有機化合物を含む層688を蒸着法やインクジェット法などを用いて選択的に形成する。

【0129】

次いで、有機化合物を含む層688上に第2の電極689を形成する。第2の電極は、発光素子690の第1の電極と一对の電極を構成し、その間に配置された有機化合物を含む層688を発光させる電極である。

10

【0130】

図7の半導体装置において、画素電極層630は、発光素子690より射出する光を透過できるように、透光性を有する導電性材料を用い、一方第2の電極689は、発光素子690より射出する光を反射するように、反射性を有する導電性材料を用いて形成する。第2の電極689としては、反射性を有すればよいので、チタン、タングステン、ニッケル、金、白金、銀、銅、タンタル、モリブデン、アルミニウム、マグネシウム、カルシウム、リチウム、およびそれらの合金からなる導電膜などを用いればよい。好ましくは、可視光領域の光に対して反射性が高い物質を用いることがよく、本実施の形態では、アルミニウム膜を用いる。

【0131】

20

こうして得られた発光素子690を封止基板695で封止する。支持基板600と封止基板695は、シール材692を用いて接着する。

【0132】

なおエッチング加工は、プラズマエッチング(ドライエッチング)又はウェットエッチングのどちらを採用しても良いが、大面積基板を処理するにはプラズマエッチングが適している。エッチングガスとしては、 CF_4 、 NF_3 などのフッ素系のガス、又は Cl_2 、 BCl_3 、などの塩素系のガスを用い、 He や Ar などの不活性ガスを適宜加えても良い。また、大気圧放電のエッチング加工を適用すれば、局所的な放電加工も可能であり、基板の全面にマスクとなる層を形成する必要はない。

【0133】

30

また、配線となる層若しくは電極となる層を形成する導電層や、所定のパターンを形成するためのマスクとなる層などを、液滴吐出法のような選択的にパターンを形成できる方法により形成してもよい。液滴吐出(噴出)法(その方式によっては、インクジェット法とも呼ばれる。)は、特定の目的に調合された組成物の液滴を選択的に吐出(噴出)して所定のパターン(導電層や絶縁層など)を形成することができる。この際、被形成領域にぬれ性や密着性を制御する処理を行ってもよい。また、エッチング加工を行うことなくパターンが形成できる方法、例えば印刷法(スクリーン印刷やオフセット印刷などパターンが形成される方法)なども用いることができる。

【0134】

また、フォトリソグラフィ技術で用いるマスクは、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、フェノール樹脂、ノボラック樹脂、メラミン樹脂、ウレタン樹脂等の樹脂材料を用いる。また、ベンゾシクロブテン、パリレン、フッ化アリーレンエーテル、透過性を有するポリイミドなどの有機材料、シロキサン系ポリマー等の重合によってできた化合物材料、水溶性ホモポリマーと水溶性共重合体を含む組成物材料等を用いることもできる。或いは、ポジ型レジスト、ネガ型レジストなどを用いてもよい。液滴吐出法を用いる場合、いずれの材料を用いるとしても、その表面張力と粘度は、溶媒の濃度を調整する、界面活性剤等を加えるなどを行い適宜調整する。

40

【0135】

また、図7の半導体装置は、矢印の方向に光を射出(下面射出)する構造としているが、特に限定されず、矢印とは反対の方向に光を射出(上面射出)する構造としてもよいし

50

、上面および下面の両方に射出する構造としてもよい。

【0136】

図8に本実施の形態における半導体装置の別の構成を示す。図8の半導体装置は、矢印の方向に光を射出（上面射出）する構造としている。なお、図8は図7（B）と発光素子の電極構造及び絶縁物686の大きさなどが異なっているが、他の部分は同じであるため、ここでは同じ部分の説明は省略する。なお、図8において図7（B）と同一の符号を用いる。

【0137】

発光素子690の第1の電極617の下に、反射性を有する金属層である配線層624を形成する。配線層624の上に透明導電膜である第1の電極617を形成する。配線層624としては、反射性を有すればよいので、チタン、タングステン、ニッケル、金、白金、銀、銅、タンタル、モリブデン、アルミニウム、マグネシウム、カルシウム、リチウム、およびそれらの合金からなる導電膜などを用いればよい。好ましくは、可視光領域の光に対して反射性が高い物質を用いることがよい。また、第1の電極617としてこれらの導電膜を用いてもよい。その場合、第1の電極617と配線層624とを積層する必要があるれば、反射性を有する配線層624は設けずに第1の電極617の単層としてもよい。

10

【0138】

第1の電極617及び第2の電極689には、透光性を有する導電性材料からなる透明導電膜を用いればよく、具体的には酸化タングステンを含むインジウム酸化物、酸化タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物、酸化チタンを含むインジウム酸化物、酸化チタンを含むインジウム錫酸化物などを用いることができる。勿論、インジウム錫酸化物、インジウム亜鉛酸化物、酸化珪素を添加したインジウム錫酸化物なども用いることができる。

20

【0139】

また、第2の電極689は、透光性を有さない金属膜のような材料であっても膜厚を薄く（好ましくは、5nm～30nm程度の厚さ）して光を透過可能な状態としておくことで、第2の電極689を通過させて光を放射することが可能となる。また、第2の電極689に用いることのできる金属薄膜としては、チタン、タングステン、ニッケル、金、白金、銀、アルミニウム、マグネシウム、カルシウム、リチウム、およびそれらの合金からなる導電膜などを用いることができる。

30

【0140】

図8に示すような上面射出する構造とすると、開口率、即ち発光領域の面積を広くとりやすいため、1つのパネルの中で、1つの単位セルに4個のTFTを設け、ある1つの単位セルに2つのTFTを設けても発光領域の面積を同じにすることができる。従って、実施の形態1に示したような画素構造よりも発光領域の大きいパネルを作製することができる。

【0141】

また、本実施の形態は、実施の形態1または実施の形態2と自由に組み合わせることができる。

【0142】

40

（実施の形態4）

本実施の形態では、本発明の半導体装置の表示素子として適用することのできる発光素子の構成を、図9を用いて説明する。

【0143】

図9では、第1の電極870と第2の電極850との間に、EL層860が挟持されている発光素子の素子構造を示している。EL層860は、図示した通り、第1の層804、第2の層803、第3の層802から構成されている。図9において第2の層803は発光層であり、第1の層804及び第3の層802は機能層である。

【0144】

第1の層804は、第2の層803に正孔（ホール）を輸送、注入する機能を担う層で

50

ある。第1の層804に含まれる正孔注入層は、正孔注入性の高い物質を含む層である。正孔注入性の高い物質として、モリブデン酸化物やバナジウム酸化物、ルテニウム酸化物、タングステン酸化物、マンガン酸化物等を用いることができる。この他、フタロシアニン（略称：H₂Pc）や銅フタロシアニン（略称：CuPc）等のフタロシアニン系の化合物、4,4'-ビス[N-(4-ジフェニルアミノフェニル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル（略称：DPAB）、4,4'-ビス(N-{4-[N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ]フェニル}-N-フェニルアミノ)ビフェニル（略称：DNTPD）等の芳香族アミン化合物、或いはポリ（エチレンジオキシチオフェン）/ポリ（スチレンスルホン酸）（略称：PEDOT/PSS）等の高分子等によっても第1の層804を形成することができる。

10

【0145】

また、正孔注入層として、有機化合物と無機化合物とを複合してなる複合材料を用いることができる。特に、有機化合物と、有機化合物に対して電子受容性を示す無機化合物とを含む複合材料は、有機化合物と無機化合物との間で電子の授受が行われ、キャリア密度が増大するため、正孔注入性、正孔輸送性に優れている。

【0146】

また、正孔注入層として有機化合物と無機化合物とを複合してなる複合材料を用いた場合、電極層とオーム接触をすることが可能となるため、仕事関数に関わらず電極層を形成する材料を選ぶことができる。

【0147】

20

複合材料に用いる無機化合物としては、遷移金属の酸化物であることが好ましい。また元素周期表における第4族乃至第8族に属する金属の酸化物を挙げることができる。具体的には、酸化バナジウム、酸化ニオブ、酸化タンタル、酸化クロム、酸化モリブデン、酸化タングステン、酸化マンガン、酸化レニウムは電子受容性が高いため好ましい。中でも特に、酸化モリブデンは大気中で安定であり、吸湿性が低く、扱いやすいため好ましい。

【0148】

複合材料に用いる有機化合物としては、芳香族アミン化合物、カルバゾール誘導体、芳香族炭化水素、高分子化合物（オリゴマー、デンドリマー、ポリマー等）など、種々の化合物を用いることができる。なお、複合材料に用いる有機化合物としては、正孔輸送性の高い有機化合物であることが好ましい。具体的には、 $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有する物質であることが好ましい。但し、電子よりも正孔の輸送性の高い物質であれば、これら以外のものを用いてもよい。以下では、複合材料に用いることのできる有機化合物を具体的に列挙する。

30

【0149】

例えば、芳香族アミン化合物としては、N,N'-ジ(p-トリル)-N,N'-ジフェニル-p-フェニレンジアミン（略称：DTDPAA）、4,4'-ビス[N-(4-ジフェニルアミノフェニル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル（略称：DPAB）、4,4'-ビス(N-{4-[N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ]フェニル}-N-フェニルアミノ)ビフェニル（略称：DNTPD）、1,3,5-トリス[N-(4-ジフェニルアミノフェニル)-N-フェニルアミノ]ベンゼン（略称：DPA3B）等を挙げることができる。

40

【0150】

複合材料に用いることのできるカルバゾール誘導体としては、具体的には、3-[N-(9-フェニルカルバゾール-3-イル)-N-フェニルアミノ]-9-フェニルカルバゾール（略称：PCzPCA1）、3,6-ビス[N-(9-フェニルカルバゾール-3-イル)-N-フェニルアミノ]-9-フェニルカルバゾール（略称：PCzPCA2）、3-[N-(1-ナフチル)-N-(9-フェニルカルバゾール-3-イル)アミノ]-9-フェニルカルバゾール（略称：PCzPCN1）等を挙げることができる。

【0151】

また、4,4'-ジ(N-カルバゾリル)ビフェニル（略称：CBP）、1,3,5-

50

トリス〔4-(N-カルバゾリル)フェニル〕ベンゼン(略称:TCPB)、9-[4-(N-カルバゾリル)]フェニル-10-フェニルアントラセン(略称:CzPA)、1,4-ビス〔4-(N-カルバゾリル)フェニル〕-2,3,5,6-テトラフェニルベンゼン等を用いることができる。

【0152】

また、複合材料に用いることのできる芳香族炭化水素としては、例えば、2-tert-ブチル-9,10-ジ(2-ナフチル)アントラセン(略称:t-BuDNA)、2-tert-ブチル-9,10-ジ(1-ナフチル)アントラセン、9,10-ビス(3,5-ジフェニルフェニル)アントラセン(略称:DPFA)、2-tert-ブチル-9,10-ビス(4-フェニルフェニル)アントラセン(略称:t-BuDBA)、9,10-ジ(2-ナフチル)アントラセン(略称:DNA)、9,10-ジフェニルアントラセン(略称:DPAnth)、2-tert-ブチルアントラセン(略称:t-BuAnth)、9,10-ビス(4-メチル-1-ナフチル)アントラセン(略称:DMNA)、2-tert-ブチル-9,10-ビス〔2-(1-ナフチル)フェニル〕アントラセン、9,10-ビス〔2-(1-ナフチル)フェニル〕アントラセン、2,3,6,7-テトラメチル-9,10-ジ(1-ナフチル)アントラセン、2,3,6,7-テトラメチル-9,10-ジ(2-ナフチル)アントラセン、9,9'-ビアントリル、10,10'-ジフェニル-9,9'-ビアントリル、10,10'-ビス(2-フェニルフェニル)-9,9'-ビアントリル、10,10'-ビス〔(2,3,4,5,6-ペンタフェニル)フェニル〕-9,9'-ビアントリル、アントラセン、テトラセン、ルブレン、ペリレン、2,5,8,11-テトラ(tert-ブチル)ペリレン等が挙げられる。また、この他、ペンタセン、コロネン等も用いることができる。このように、 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有し、炭素数14~42である芳香族炭化水素を用いることがより好ましい。

【0153】

なお、複合材料に用いることのできる芳香族炭化水素は、ビニル骨格を有していてもよい。ビニル基を有している芳香族炭化水素としては、例えば、4,4'-ビス(2,2-ジフェニルビニル)ピフェニル(略称:DPVBi)、9,10-ビス〔4-(2,2-ジフェニルビニル)フェニル〕アントラセン(略称:DPVPA)等が挙げられる。

【0154】

また、ポリ(N-ビニルカルバゾール)(略称:PVK)やポリ(4-ビニルトリフェニルアミン)(略称:PVTPA)等の高分子化合物を用いることもできる。

【0155】

第1の層804に含まれる正孔輸送層は、正孔輸送性の高い物質を含む層である。正孔輸送性の高い物質は、具体的には、芳香族アミン(すなわち、ベンゼン環-窒素の結合を有するもの)の化合物であることが好ましい。広く用いられている材料として、4,4'-ビス〔N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ〕ピフェニル、その誘導体である4,4'-ビス〔N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ〕ピフェニル(以下、NPBと記す)、4,4',4''-トリス(N,N-ジフェニルアミノ)トリフェニルアミン、4,4',4''-トリス〔N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ〕トリフェニルアミンなどのスターバースト型芳香族アミン化合物が挙げられる。ここに述べた物質は、主に $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有する物質である。但し、電子よりも正孔輸送性の高い物質であれば、これら以外のものを用いてもよい。なお、正孔輸送層は、単層のものだけでなく、上記物質の混合層、あるいは二層以上積層したものであってもよい。

【0156】

第3の層802は、第2の層803に電子を輸送、注入する機能を担う層である。第3の層802に含まれる電子輸送層として、電子輸送性の高い物質を用いることができる。例えば、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(略称:Alq)、トリス(4-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(略称:Almq₃)、ビス(10-ヒドロキシベ

ンゾ〔h〕キノリナト)ベリリウム(略称:BeBq₂)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)(4-フェニルフェノラト)アルミニウム(略称:BA1q)など、キノリン骨格またはベンゾキノリン骨格を有する金属錯体等を用いることができる。また、この他ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)ベンゾオキサゾラト]亜鉛(略称:Zn(BOX)₂)、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)ベンゾチアゾラト]亜鉛(略称:Zn(BTZ)₂)などのオキサゾール系、チアゾール系配位子を有する金属錯体なども用いることができる。さらに、金属錯体以外にも、2-(4-ビフェニル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール(略称:PBD)や、1,3-ビス[5-(p-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール-2-イル]ベンゼン(略称:OXD-7)、3-(4-ビフェニル)-4-フェニル-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,2,4-トリアゾール(略称:TAZ)、バソフェナントロリン(略称:BPhen)、バソキュプロイン(略称:BCP)なども用いることができる。ここに述べた物質は、主に $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の電子移動度を有する物質である。なお、正孔よりも電子の輸送性の高い物質であれば、上記以外の物質を電子輸送層として用いても構わない。また、電子輸送層は、単層のものだけでなく、上記物質からなる層が二層以上積層したものとしてもよい。

10

【0157】

第3の層802に含まれる電子注入層として、電子注入性の高い物質を用いることができる。電子注入性の高い物質として、フッ化リチウム(LiF)、フッ化セシウム(CsF)、フッ化カルシウム(CaF₂)等のようなアルカリ金属又はアルカリ土類金属又はそれらの化合物を用いることができる。例えば、電子輸送性を有する物質からなる層中にアルカリ金属又はアルカリ土類金属又はそれらの化合物を含有させたもの、A1q中にマグネシウム(Mg)を含有させたもの等を用いることができる。なお、電子注入層として、電子輸送性を有する物質からなる層中にアルカリ金属又はアルカリ土類金属を含有させたものを用いることにより、電極層からの電子注入が効率良く行われるためより好ましい。

20

【0158】

次に、発光層である第2の層803について説明する。発光層は発光機能を担う層であり、発光性の有機化合物を含む。また、無機化合物を含む構成であってもよい。発光層は、種々の発光性の有機化合物、無機化合物を用いて形成することができる。ただし、発光層の膜厚は10nm~100nm程度が好ましい。

30

【0159】

発光層に用いられる有機化合物としては、発光性の有機化合物であれば特に限定されることはなく、例えば、9,10-ジ(2-ナフチル)アントラセン(略称:DNA)、9,10-ジ(2-ナフチル)-2-tert-ブチルアントラセン(略称:t-BuDNA)、4,4'-ビス(2,2-ジフェニルビニル)ビフェニル(略称:DPVBi)、クマリン30、クマリン6、クマリン545、クマリン545T、ペリレン、ルブレン、ペリフランテン、2,5,8,11-テトラ(tert-ブチル)ペリレン(略称:TBP)、9,10-ジフェニルアントラセン(略称:DPA)、5,12-ジフェニルテトラセン、4-(ジシアノメチレン)-2-メチル-[p-(ジメチルアミノ)スチリル]-4H-ピラン(略称:DCM1)、4-(ジシアノメチレン)-2-メチル-6-[2-(ジユロリジン-9-イル)エテニル]-4H-ピラン(略称:DCM2)、4-(ジシアノメチレン)-2,6-ビス[p-(ジメチルアミノ)スチリル]-4H-ピラン(略称:BiSDCM)等が挙げられる。また、ビス[2-(4',6'-ジフルオロフェニル)ピリジナト-N,C^{2'}]イリジウム(ピコリナート)(略称:Firpic)、ビス{2-[3',5'-ビス(トリフルオロメチル)フェニル]ピリジナト-N,C^{2'}}イリジウム(ピコリナート)(略称:Ir(CF₃ppy)₂(pic))、トリス(2-フェニルピリジナト-N,C^{2'})イリジウム(略称:Ir(ppy)₃)、ビス(2-フェニルピリジナト-N,C^{2'})イリジウム(アセチルアセトナート)(略称:Ir(ppy)₂(acac))、ビス[2-(2'-チエニル)ピリジナト-N,C³

40

50

']イリジウム(アセチルアセトナート)(略称:Ir(thp)₂(acac))、ビス(2-フェニルキノリナト-N,C^{2'})イリジウム(アセチルアセトナート)(略称:Ir(pq)₂(acac))、ビス[2-(2'-ベンゾチエニル)ピリジナト-N,C^{3'}]イリジウム(アセチルアセトナート)(略称:Ir(btp)₂(acac))などの燐光を放出できる化合物を用いることもできる。

【0160】

発光層を一重項励起発光材料の他、金属錯体などを含む三重項励起材料を用いても良い。例えば、赤色の発光性の画素、緑色の発光性の画素及び青色の発光性の画素のうち、輝度半減時間が比較的短い赤色の発光性の画素を三重項励起発光材料で形成し、他を一重項励起発光材料で形成する。三重項励起発光材料は発光効率が良いので、同じ輝度を得るのに消費電力が少なく済むという特徴がある。すなわち、赤色画素に適用した場合、発光素子に流す電流量が少なく済むので、信頼性を向上させることができる。低消費電力化として、赤色の発光性の画素と緑色の発光性の画素とを三重項励起発光材料で形成し、青色の発光性の画素を一重項励起発光材料で形成しても良い。人間の視感度が高い緑色の発光素子も三重項励起発光材料で形成することで、より低消費電力化を図ることができる。

【0161】

また、発光層においては、上述した発光を示す有機化合物だけでなく、さらに他の有機化合物が添加されていてもよい。添加できる有機化合物としては、例えば、先に述べたTDATA、MTDATA、m-MTDAB、TPD、NPB、DNTPD、TCTA、Alq₃、Almq₃、BeBq₂、BALq、Zn(BOX)₂、Zn(BTZ)₂、BPhen、BCP、PBD、OXD-7、TPBI、TAZ、p-EtTAZ、DNA、t-BuDNA、DPVB_iなどの他、4,4'-ビス(N-カルバゾリル)ビフェニル(略称:CBP)、1,3,5-トリス[4-(N-カルバゾリル)フェニル]ベンゼン(略称:TCPB)などを用いることができるが、これらに限定されることはない。なお、このように有機化合物以外に添加する有機化合物は、有機化合物を効率良く発光させるため、有機化合物の励起エネルギーよりも大きい励起エネルギーを有し、かつ有機化合物よりも多く添加されていることが好ましい(それにより、有機化合物の濃度消光を防ぐことができる)。あるいはまた、他の機能として、有機化合物と共に発光を示してもよい(それにより、白色発光なども可能となる)。

【0162】

発光層は、発光波長帯の異なる発光層を画素毎に形成して、カラー表示を行う構成としても良い。典型的には、R(赤)、G(緑)、B(青)の各色に対応した発光層を形成する。この場合にも、画素の光放射側にその発光波長帯の光を透過するフィルターを設けた構成とすることで、色純度の向上や、画素領域の鏡面化(映り込み)の防止を図ることができる。フィルターを設けることで、従来必要であるとされていた円偏光板などを省略することが可能となり、発光層から放射される光の損失を無くすことができる。さらに、斜方から画素領域(表示画面)を見た場合に起こる色調の変化を低減することができる。

【0163】

発光層で用いることのできる材料は低分子系有機発光材料でも高分子系有機発光材料でもよい。高分子系有機発光材料は低分子系に比べて物理的強度が高く、素子の耐久性が高い。また塗布により成膜することが可能であるので、素子の作製が比較的容易である。

【0164】

発光色は、発光層を形成する材料で決まるため、これらを選択することで所望の発光を示す発光素子を形成することができる。発光層の形成に用いることができる高分子系の電界発光材料は、ポリパラフェニレンビニレン系、ポリパラフェニレン系、ポリチオフェン系、ポリフルオレン系が挙げられる。

【0165】

ポリパラフェニレンビニレン系には、ポリ(パラフェニレンビニレン) [PPV]の誘導体、ポリ(2,5-ジアルコキシ-1,4-フェニレンビニレン) [RO-PPV]、ポリ(2-(2'-エチル-ヘキソキシ)-5-メトキシ-1,4-フェニレンビ

10

20

30

40

50

ニレン) [MEH-PPV]、ポリ(2-(ジアルコキシフェニル)-1,4-フェニレンビニレン) [ROPV-PPV]等が挙げられる。ポリパラフェニレン系には、ポリパラフェニレン [PPP]の誘導体、ポリ(2,5-ジアルコキシ-1,4-フェニレン) [RO-PPP]、ポリ(2,5-ジヘキソキシ-1,4-フェニレン)等が挙げられる。ポリチオフェン系には、ポリチオフェン [PT]の誘導体、ポリ(3-アルキルチオフェン) [PAT]、ポリ(3-ヘキシルチオフェン) [PHT]、ポリ(3-シクロヘキシルチオフェン) [PCHT]、ポリ(3-シクロヘキシル-4-メチルチオフェン) [PCHMT]、ポリ(3,4-ジシクロヘキシルチオフェン) [PDCHT]、ポリ[3-(4-オクチルフェニル)-チオフェン] [POPT]、ポリ[3-(4-オクチルフェニル)-2,2ピチオフェン] [PTOPT]等が挙げられる。ポリフルオレン系には

10

【0166】

発光層で用いられる無機化合物としては、有機化合物の発光を消光しにくい無機化合物であれば何であってもよく、種々の金属酸化物や金属窒化物を用いることができる。特に、周期表第13族または第14族の金属酸化物は、第2の有機化合物の発光を消光しにくいため好ましく、具体的には酸化アルミニウム、酸化ガリウム、酸化珪素、酸化ゲルマニウムが好適である。ただし、これらに限定されることはない。

【0167】

なお、発光層は、上述した有機化合物と無機化合物の組み合わせを適用した層を、複数積層して形成していてもよい。また、他の有機化合物あるいは他の無機化合物をさらに含んでいてもよい。発光層の層構造は変化するものであり、特定の電子注入領域や発光領域を備えていない代わりに、電子注入用の電極層を備えたり、発光性の材料を分散させて備えたりする変形は、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において許容されうるものである。

20

【0168】

上記のような材料で形成した発光素子は、順方向にバイアスすることで発光する。発光素子を用いて形成する半導体装置の画素は、単純マトリクス方式、若しくはアクティブマトリクス方式で駆動することができる。いずれにしても、個々の画素は、ある特定のタイミングで順方向バイアスを印加して発光させることとなるが、ある一定期間は非発光状態となっている。この非発光時間に逆方向のバイアスを印加することで発光素子の信頼性を向上させることができる。発光素子では、一定駆動条件下で発光強度が低下する劣化や、画素内で非発光領域が拡大して見かけ上輝度が低下する劣化モードがあるが、順方向及び逆方向にバイアスを印加する交流的な駆動を行うことで、劣化の進行を遅くすることができる。また、デジタル駆動、アナログ駆動どちらでも適用可能である。

30

【0169】

よって、封止基板にカラーフィルタ(着色層)を形成してもよい。カラーフィルタ(着色層)は、蒸着法や液滴吐出法によって形成することができ、カラーフィルタ(着色層)を用いると、高精細な表示を行うこともできる。カラーフィルタ(着色層)により、各RGBの発光スペクトルにおいてブロードなピークが鋭いピークになるように補正できるからである。

40

【0170】

単色の発光を示す材料を形成し、カラーフィルタや色変換層を組み合わせることによりフルカラー表示を行うことができる。カラーフィルタ(着色層)や色変換層は、例えば封止基板に形成し、素子基板へ張り合わせればよい。

【0171】

もちろん単色発光の表示を行ってもよい。例えば、単色発光を用いてエリアカラータイプの半導体装置を形成してもよい。

【0172】

第1の電極870及び第2の電極850は仕事関数を考慮して材料を選択する必要があ

50

り、そして第1の電極870及び第2の電極850は、画素構成によりいずれも陽極（電位が高い電極）、又は陰極（電位が低い電極）となりうる。駆動用薄膜トランジスタの極性がpチャネル型である場合、図9（A）のように第1の電極870を陽極、第2の電極850を陰極とするとよい。また、駆動用薄膜トランジスタの極性がnチャネル型である場合、図9（B）のように、第1の電極870を陰極、第2の電極850を陽極とすると好ましい。第1の電極870および第2の電極850に用いることのできる材料について述べる。第1の電極870、第2の電極850が陽極として機能する場合は仕事関数の大きい材料（具体的には4.5 eV以上の材料）が好ましく、第1の電極870、第2の電極850が陰極として機能する場合は仕事関数の小さい材料（具体的には3.5 eV以下の材料）が好ましい。しかしながら、第1の層804の正孔注入、正孔輸送性や、第3の層802の電子注入性、電子輸送性が優れているため、第1の電極870、第2の電極850共に、ほとんど仕事関数の制限を受けることなく、種々の材料を用いることができる。

10

【0173】

図9（A）、（B）における発光素子は、第1の電極870より光を取り出す構造のため、第2の電極850は、必ずしも透光性を有する必要はない。第2の電極850としては、Ti、Ni、W、Cr、Pt、Zn、Sn、In、Ta、Al、Cu、Au、Ag、Mg、Ca、LiまたはMoから選ばれた元素、または窒化チタン、 $TiSi_xN_y$ 、 WSi_xN_y 、窒化タングステン、 WSi_xN_y 、NbNなどの前記元素を主成分とする合金材料もしくは化合物材料を主成分とする膜またはそれらの積層膜を総膜厚100 nm～800 nmの範囲で用いればよい。

20

【0174】

また、第2の電極850に第1の電極870で用いる材料のような透光性を有する導電性材料を用いると、第2の電極850からも光を取り出す構造となり、発光素子から放射される光は、第1の電極870と第2の電極850との両方より放射される両面放射構造とすることができる。

【0175】

なお、第1の電極870や第2の電極850の種類を変えることで、本発明の発光素子は様々なバリエーションを有する。

【0176】

図9（B）は、EL層860が、第1の電極870側から第3の層802、第2の層803、第1の層804の順で構成されているケースである。

30

【0177】

図9（C）は、図9（A）において、第1の電極870に反射性を有する電極を用い、第2の電極850に透光性を有する電極を用いており、発光素子より放射された光は第1の電極870で反射され、第2の電極850を透過して放射される。同様に図9（D）は、図9（B）において、第1の電極870に反射性を有する電極を用い、第2の電極850に透光性を有する電極を用いており、発光素子より放射された光は第1の電極870で反射され、第2の電極850を透過して放射される。

【0178】

なお、EL層860に有機化合物と無機化合物が混合させて設ける場合、その形成方法としては種々の手法を用いることができる。例えば、有機化合物と無機化合物の両方を抵抗加熱により蒸発させ、共蒸着する手法が挙げられる。その他、有機化合物を抵抗加熱により蒸発させる一方で、無機化合物をエレクトロンビーム（EB）により蒸発させ、共蒸着してもよい。また、有機化合物を抵抗加熱により蒸発させると同時に、無機化合物をスパッタリングし、両方を同時に堆積する手法も挙げられる。その他、湿式法により成膜してもよい。

40

【0179】

第1の電極870および第2の電極850の作製方法としては、抵抗加熱による蒸着法、EB蒸着法、スパッタリング法、CVD法、スピコート法、印刷法、ディスペンサ法

50

または液滴吐出法などを用いることができる。

【0180】

本実施の形態は、実施の形態1乃至3のいずれか一と自由に組み合わせることができる。実施の形態1又は実施の形態2に示す作製方法を用いれば、大型の半導体装置であっても高スループットで生産性よく高性能及び高信頼性の発光素子を有する半導体装置を作製することができる。

【0181】

(実施の形態5)

実施の形態3では、発光素子を用いた半導体装置の作製例を示したが、本実施の形態では、液晶素子を用いた半導体装置の作製例を、図10を用いて説明する。

10

【0182】

図10に本実施の形態における液晶素子を用いた半導体装置の構成を示す。まず、実施の形態2に従って、ガラス基板である支持基板900上に島状の単結晶半導体層を形成する。なお、詳細な方法は、実施の形態2に記載してあるため、ここでは省略し、簡略に示すこととする。

【0183】

ここでは、第1の窒化酸化珪素層901を形成し、その上に第1の接着層を形成した支持基板900を用意する。また、酸素に対しHClを0.5~10体積%(好ましくは3体積%)の割合で含む雰囲気中で、700以上の温度で加熱処理を行って酸化層903を形成し、さらにその上に第2の接着層を形成した半導体基板を用意する。なお、1枚の支持基板に対して少なくとも2枚以上の半導体基板を用意し、半導体基板は矩形にそれぞれ加工し、基板内部には分離層をそれぞれ設けておく。そして、半導体基板をダミー基板の上で位置決めして固定した後に、第1の接着層と第2の接着層とが接着するように支持基板と半導体基板を貼り合わせる。接着すると第1の接着層と第2の接着層との界面は明確でなくなるため、図10(B)では接着層904として図示する。

20

【0184】

次いで、ダミー基板を分離した後に、分離層の層内または界面を境界として半導体基板の一部を分離させて、支持基板900上に単結晶半導体層を形成する。そして、フォトリソグラフィ技術を用いて単結晶半導体層のエッチング加工を行い、島状の単結晶半導体層を形成する。本実施の形態においても、実施の形態1と同様にステッパ露光機を用いて、1枚の矩形の半導体基板(シートとも呼ぶ)に対してほぼ同じ面積の露光面積で1ショットの露光を行う。なお、島状の単結晶半導体層の配置も実施の形態1に従って位置を決定すればよい。

30

【0185】

以降の工程、即ち単結晶半導体層を用いたTFTの作製方法は、実施の形態3とほぼ同じであるため、ここでは詳細な説明は省略する。ただし、発光装置で用いるTFTと液晶表示装置に用いるTFTは使用用途が異なるため、チャネル長やチャネル幅などが適宜調節されて、発光装置と液晶表示装置では設計が異なっている。特に、発光装置は、1つの単位セル内に2つ以上のTFTを作製するが、液晶表示装置においては、1つの単位セル内に1つのTFTで作製することができる。また、発光装置では電源供給線を用いているが、液晶表示装置では用いず、容量線を用いる。液晶表示装置においては、同一基板上に駆動回路を形成しないのであれば、nチャネル型TFTのみで作製することもできる。

40

【0186】

図10(A)に画素上面図の一例を示す。図10(A)中に鎖線で示された境界線924は、異なる半導体基板が貼り合わせられたつなぎ目である。画素電極層961が一方向に並べられ、その間に境界線924が位置するようにする。境界線924を境に画素構成が対称となるようにしている。こうすることで境界線924から単結晶半導体層を遠ざけている。境界線924を挟んで隣り合う単位セルに単結晶半導体層を配置しているが、十分な距離離されている。

【0187】

50

また、容量線 931 は、単結晶半導体層と絶縁膜を介して重なり保持容量を形成し、容量部 976 が形成されている。マルチチャネル型の n チャネル型薄膜トランジスタであるトランジスタ 975 が、ゲート配線 930 とソース配線 960 の交点付近に配置されている。ゲート配線 930 は単結晶半導体層と絶縁膜を介して重なり、重なる部分が TFT のチャネル形成領域となっている。また、単結晶半導体層は、ソース配線 960 とコンタクトホールを介して電氣的に接続している。また、単結晶半導体層は、画素電極層 961 とコンタクトホールを介して電氣的に接続している。

【0188】

透過型の液晶表示装置とする場合、画素電極層 961 は、インジウム錫酸化物、酸化インジウムに酸化亜鉛を混合したインジウム亜鉛酸化物 (IZO: indium zinc oxide)、酸化インジウムに酸化珪素を混合した導電性材料、有機インジウム、有機スズ、酸化タングステンを含むインジウム酸化物、酸化タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物、酸化チタンを含むインジウム酸化物、酸化チタンを含むインジウム錫酸化物を用いることができる。また、反射型の液晶表示装置とする場合には、画素電極層 961 は、アルミニウムまたは銀またはそれらの合金を用いる。

【0189】

また、点線 C - D で切断した断面図が、図 10 (B) の画素領域 936 に相当する。なお、図 10 (A) は画素電極まで作製した段階の上面図を示しており、図 10 (B) は、シール材 992 で封止基板 995 を貼り合わせ、偏光子まで設けられた断面図である。

【0190】

図 10 (B) に示す液晶表示装置において、封止領域 933、駆動回路領域 934、画素領域 936 を有している。また、駆動回路領域 934 には、Lov 領域に p 型不純物領域を有する p チャネル型薄膜トランジスタであるトランジスタ 973、Lov 領域に n チャネル型不純物領域を有する n チャネル型薄膜トランジスタであるトランジスタ 974 が作製されている。画素電極層 961 上には、印刷法や液滴吐出法により、配向膜と呼ばれる絶縁層 981 を形成する。その後、ラビング処理を行う。なお、液晶のモード、例えば VA モードのときにはラビング処理を行わないときがある。封止基板 995 に設けられる配向膜として機能する絶縁層 983 も絶縁層 981 と同様である。封止基板 995 には絶縁層 983 の他に、対向電極として機能する導電層 984、カラーフィルタとして機能する着色層 985、偏光子 991 (偏光板ともいう) を設ける。さらに封止基板 995 には、遮蔽膜 (ブラックマトリクス) などが形成されていても良い。

【0191】

また、本実施の形態の液晶表示装置は透過型とするため、支持基板 900 の素子を有する面の反対側にも偏光子 993 (偏光板) を設ける。偏光板と、液晶層 982 との間に位相差板を有した状態で積層してもよい。また、外光の視認側への反射を防ぐ反射防止膜を最も使用者に近い視認側に設けても良い。

【0192】

なお、バックライトに RGB の発光ダイオード (LED) 等を配置し、時分割によりカラー表示する継時加法混色法 (フィールドシーケンシャル法) を採用するときには、カラーフィルタを設けない場合がある。ブラックマトリクスは、トランジスタや CMOS 回路の配線による外光の反射を低減するため、トランジスタや CMOS 回路と重なるように設けるとよい。なお、ブラックマトリクスは、容量素子に重なるように形成してもよい。容量素子を構成する金属膜による反射を防止することができるからである。

【0193】

液晶層 982 を形成する方法として、ディスペンサ式 (滴下式) や、素子を有する支持基板 900 と封止基板 995 とを貼り合わせてから毛細管現象を用いて液晶を注入する注入法を用いることができる。滴下法は、注入法を適用することが困難な大型基板を扱うときに適用するとよい。

【0194】

スペーサは数 μm の粒子を散布して設ける方法でも良く、基板全面に樹脂膜を形成した

10

20

30

40

50

後これをエッチング加工して形成する方法でもよい。

【0195】

本実施の形態においては、酸化層903にハロゲンを含ませており、金属などの不純物を捕獲して単結晶半導体層への汚染を防止する保護膜としての機能を発現させることができ、信頼性を向上させることができる。

【0196】

(実施の形態6)

本発明を適用して、様々な表示機能を有する半導体装置を作製することができる。即ち、それら表示機能を有する半導体装置を表示部に組み込んだ様々な電子機器に本発明を適用できる。本実施の形態では、高性能でかつ高信頼性を付与することを目的とした表示機能を有する半導体装置を有する電子機器の例を説明する。

10

【0197】

その様な本発明に係る電子機器として、テレビジョン装置(単にテレビ、又はテレビジョン受信機ともよぶ)、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ等のカメラ、携帯電話装置(単に携帯電話機、携帯電話ともよぶ)、PDA等の携帯情報端末、携帯型ゲーム機、コンピュータ用のモニタ、コンピュータ、カーオーディオ等の音響再生装置、家庭用ゲーム機等の記録媒体を備えた画像再生装置(具体的にはDigital Versatile Disc(DVD))等が挙げられる。電子機器の具体例について、図11を参照して説明する。

【0198】

本発明によって形成される表示素子を有する半導体装置によって、テレビジョン装置を完成させることができる。高性能で、かつ高信頼性を付与することを目的としたテレビジョン装置の例を図11(A)に説明する。

20

【0199】

表示モジュールを、筐体に組みこんで、テレビジョン装置を完成させることができる。FPCまで取り付けられた図7のような表示パネルのことを一般的にはEL表示モジュールともいう。よって図7のようなEL表示モジュールを用いると、ELテレビジョン装置を完成させることができる。また、図10のような表示パネルのことを一般的には液晶表示モジュールともいう。よって図10のような液晶表示モジュールを用いると、液晶テレビジョン装置を完成させることができる。表示モジュールにより主画面2003が形成され、その他付属設備としてスピーカ部2009、操作スイッチなどが備えられている。このように、本発明によりテレビジョン装置を完成させることができる。

30

【0200】

図11(A)に示すように、筐体2001に表示素子を利用した表示用パネル2002が組みこまれ、受信機2005により一般のテレビ放送の受信をはじめ、モデム2004を介して有線又は無線による通信ネットワークに接続することにより一方向(送信者から受信者)又は双方向(送信者と受信者間、又は受信者間同士)の情報通信をすることもできる。テレビジョン装置の操作は、筐体に組みこまれたスイッチ又は別体のリモコン操作機2006により行うことが可能であり、このリモコン装置にも出力する情報を表示する表示部2007が設けられていても良い。

40

【0201】

また、テレビジョン装置に、第1の表示用パネルで形成した主画面2003の他にサブ画面2008を第2の表示用パネルで形成し、チャンネルや音量などを表示する構成が付加されていても良い。この構成において、主画面2003を視野角の優れたEL表示用パネルで形成し、サブ画面を低消費電力で表示可能な液晶表示用パネルで形成しても良い。また、低消費電力化を優先させるためには、主画面2003を液晶表示用パネルで形成し、サブ画面をEL表示用パネルで形成し、サブ画面は点滅可能とする構成としても良い。本発明を用いると、このような大型基板を用いて、多くのTFTや電子部品を用いても、高性能で、かつ信頼性の高い半導体装置を生産性よく作製することができる。

【0202】

50

本発明により、表示機能を有する高性能かつ高信頼性の半導体装置を、生産性よく作製することができる。よって高性能、高信頼性のテレビジョン装置を生産性よく作製することができる。

【 0 2 0 3 】

また、図 1 1 (B) に示す携帯型のテレビジョン装置は、本体 9 3 0 1、表示部 9 3 0 2 等を含んでいる。表示部 9 3 0 2 は、本発明の半導体装置を適用することができる。その結果、高性能でかつ信頼性の高い携帯型のテレビジョン装置を提供することができる。またテレビジョン装置としては、持ち運びをすることができる中型のものから、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、本発明の半導体装置を適用することができる。

10

【 0 2 0 4 】

また、図 1 1 (C) に示す携帯型のコンピュータは、本体 9 4 0 1、表示部 9 4 0 2 等を含んでいる。表示部 9 4 0 2 は、本発明の半導体装置を適用することができる。実施の形態 1 に従って作製すれば、15 インチの表示部を有する半導体装置を作製することができる。その結果、高性能でかつ信頼性の高い携帯型のコンピュータを提供することができる。

【 0 2 0 5 】

本実施の形態は、実施の形態 1 乃至 5 のいずれか一と自由に組み合わせることができる。

【 図面の簡単な説明 】

20

【 0 2 0 6 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態 1 における S O I 基板の作製方法を示す図。

【 図 2 】 本発明の実施の形態 1 における S O I 基板の作製方法を示す図。

【 図 3 】 本発明の実施の形態 1 における支持基板上のシートの配置を示す図。

【 図 4 】 本発明の実施の形態 1 における半導体装置の作製工程に用いられる装置を示す図。

【 図 5 】 本発明の実施の形態 2 における S O I 基板の作製方法を示す図。

【 図 6 】 本発明の実施の形態 2 における S O I 基板の作製方法を示す図。

【 図 7 】 本発明の実施の形態 3 における半導体装置の構成を示す図。

【 図 8 】 本発明の実施の形態 3 における半導体装置の構成を示す図。

30

【 図 9 】 本発明の実施の形態 4 における発光素子の素子構造を示す図。

【 図 1 0 】 本発明の実施の形態 5 における液晶素子を用いた半導体装置の構成を示す図。

【 図 1 1 】 本発明の実施の形態 6 における電子機器を示す図。

【 符号の説明 】

【 0 2 0 7 】

1 1 ダミー基板保持手段

1 2 シート保存手段

1 3 シート搬送手段

1 4 支持基板保持手段

2 0 0 半導体基板

40

2 0 1 酸化窒化珪素層

2 0 2 窒化酸化珪素層

2 0 3 第 1 の接着層

2 0 4 酸化窒化珪素層

2 0 5 窒化酸化珪素層

2 0 6 シート

2 0 8 分離層

2 0 9 ダミー基板

2 1 0 支持基板

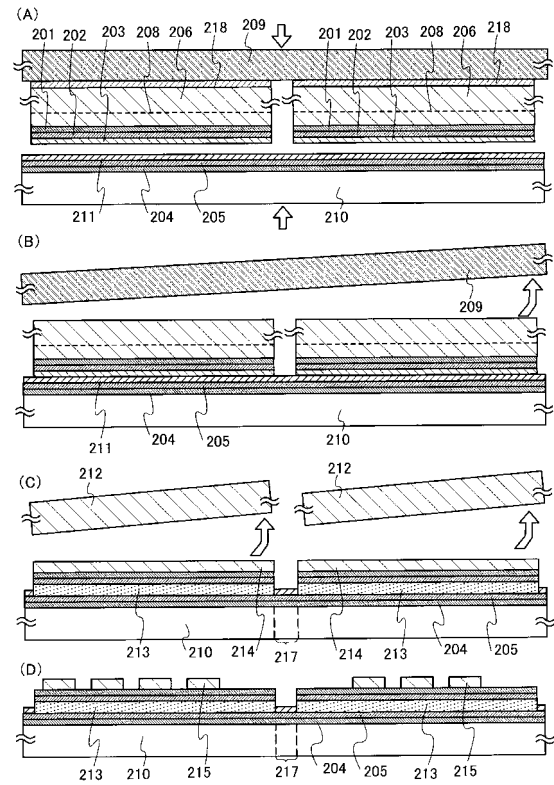
2 1 1 第 2 の接着層

50

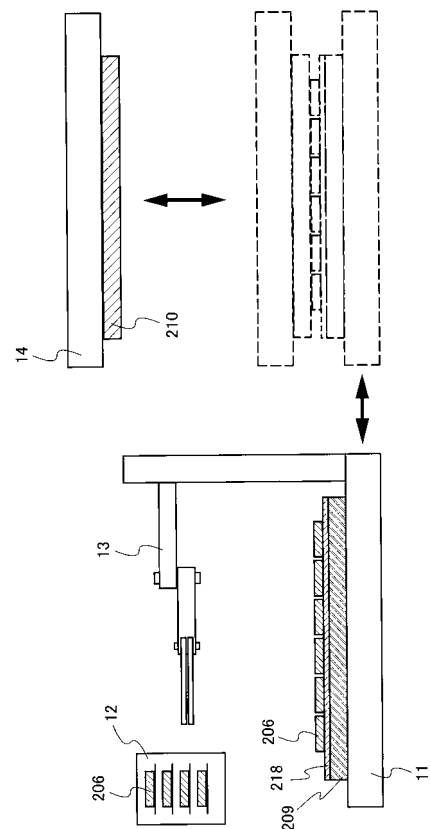
2 1 2	半導体基板の一部	
2 1 3	第 3 の接着層	
2 1 4	単結晶半導体層	
2 1 5	島状の半導体層	
2 1 7	間隔	
2 1 8	低温凝固剤	
4 0 0	半導体基板	
4 0 1	酸化層	
4 0 2	ブロッキング層	
4 0 3	第 1 の接着層	10
4 0 4	酸化窒化珪素層	
4 0 5	窒化酸化珪素層	
4 0 6	シート	
4 0 8	分離層	
4 0 9	ダミー基板	
4 1 0	支持基板	
4 1 1	第 2 の接着層	
4 1 2	半導体基板の一部	
4 1 3	第 3 の接着層	
4 1 4	単結晶半導体層	20
4 1 5	島状の半導体層	
4 1 8	低温凝固剤	
6 0 0	支持基板	
6 0 1	窒化酸化珪素層	
6 0 3	積層	
6 0 4	接着層	
6 0 7	ゲート絶縁層	
6 1 7	第 1 の電極	
6 2 4	配線層	
6 3 0	画素電極層	30
6 3 2	外部端子接続領域	
6 3 4	周辺駆動回路領域	
6 3 6	画素領域	
6 5 5	接続領域	
6 6 7	絶縁膜	
6 6 8	絶縁膜	
6 7 3	トランジスタ	
6 7 4	トランジスタ	
6 7 5	トランジスタ	
6 7 7	トランジスタ	40
6 7 8	端子電極層	
6 8 1	絶縁膜	
6 8 5	電極層	
6 8 6	絶縁物	
6 8 8	有機化合物を含む層	
6 8 9	第 2 の電極	
6 9 0	発光素子	
6 9 2	シール材	
6 9 4	F P C	
6 9 5	封止基板	50

6 9 6	異方性導電層	
8 0 2	第 3 の層	
8 0 3	第 2 の層	
8 0 4	第 1 の層	
8 5 0	第 2 の電極	
8 6 0	E L 層	
8 7 0	第 1 の電極	
9 0 0	支持基板	
9 0 1	窒化酸化珪素層	
9 0 3	酸化層	10
9 0 4	接着層	
9 2 4	境界線	
9 3 0	ゲート配線	
9 3 1	容量線	
9 3 3	封止領域	
9 3 4	駆動回路領域	
9 3 6	画素領域	
9 6 0	ソース配線	
9 6 1	画素電極層	
9 7 3	トランジスタ	20
9 7 4	トランジスタ	
9 7 5	トランジスタ	
9 7 6	容量部	
9 8 1	絶縁層	
9 8 2	液晶層	
9 8 3	絶縁層	
9 8 4	導電層	
9 8 5	着色層	
9 9 1	偏光子	
9 9 2	シール材	30
9 9 3	偏光子	
9 9 5	封止基板	
2 0 0 1	筐体	
2 0 0 2	表示用パネル	
2 0 0 3	主画面	
2 0 0 4	モデム	
2 0 0 5	受信機	
2 0 0 6	リモコン操作機	
2 0 0 7	表示部	
2 0 0 8	サブ画面	40
2 0 0 9	スピーカー部	
9 3 0 1	本体	
9 3 0 2	表示部	
9 4 0 1	本体	
9 4 0 2	表示部	

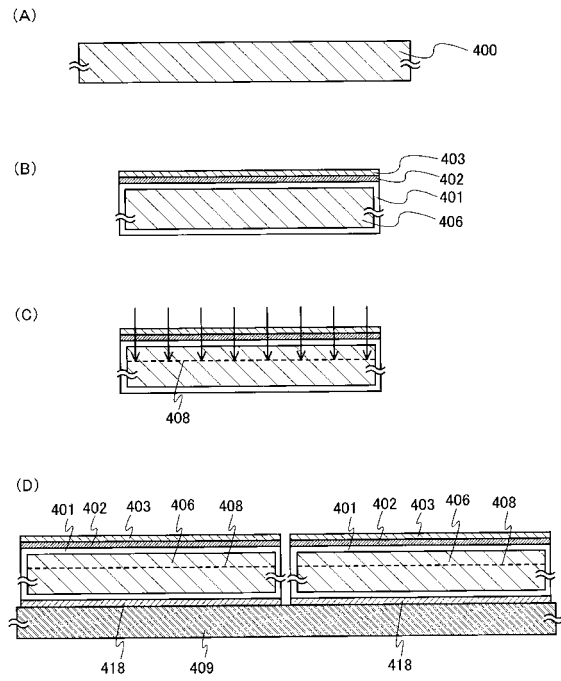
【 図 2 】



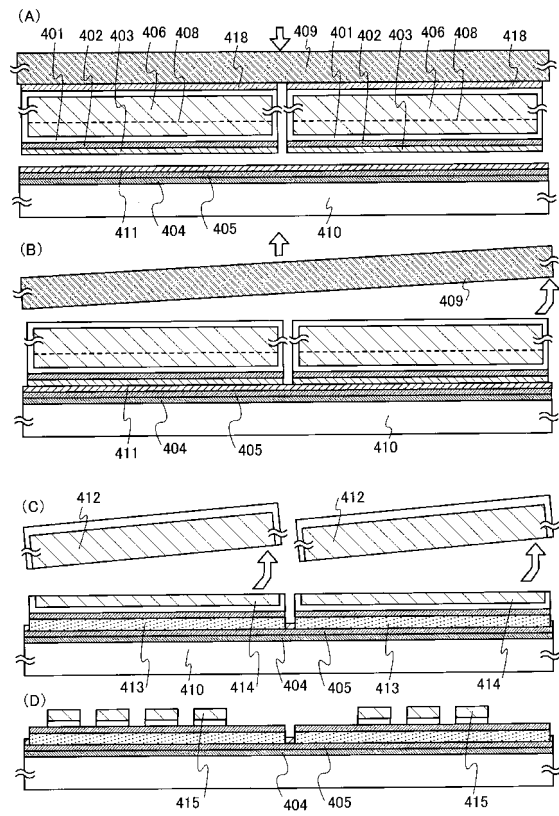
【 図 4 】



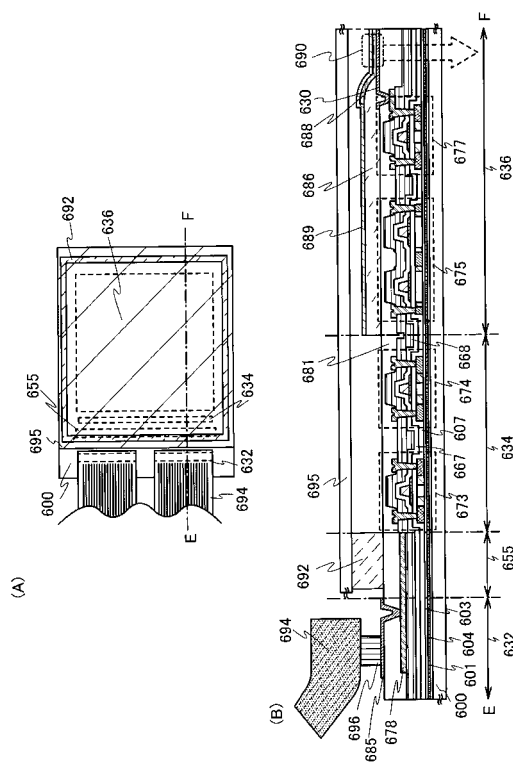
【図 5】



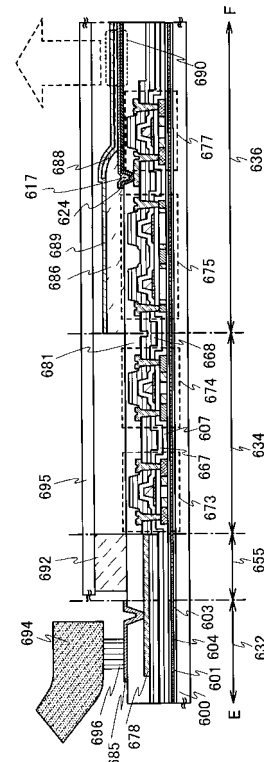
【図 6】



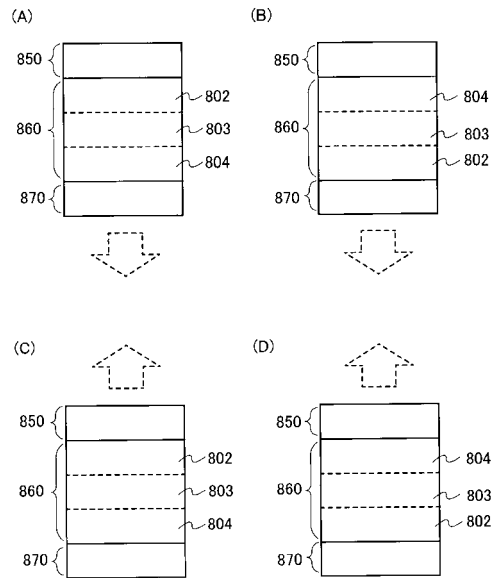
【図 7】



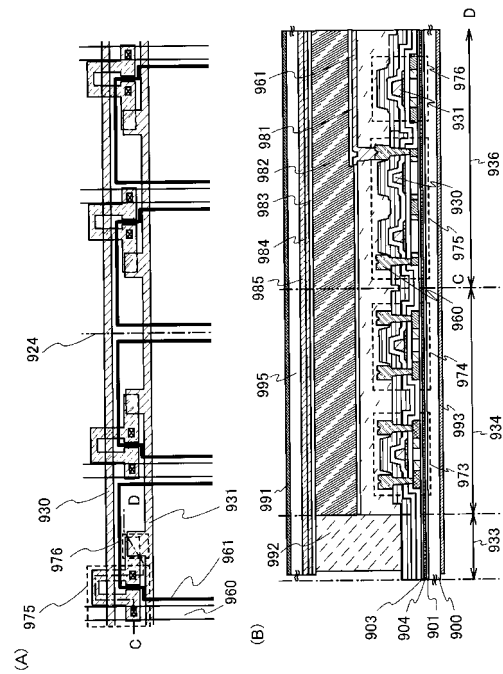
【図 8】



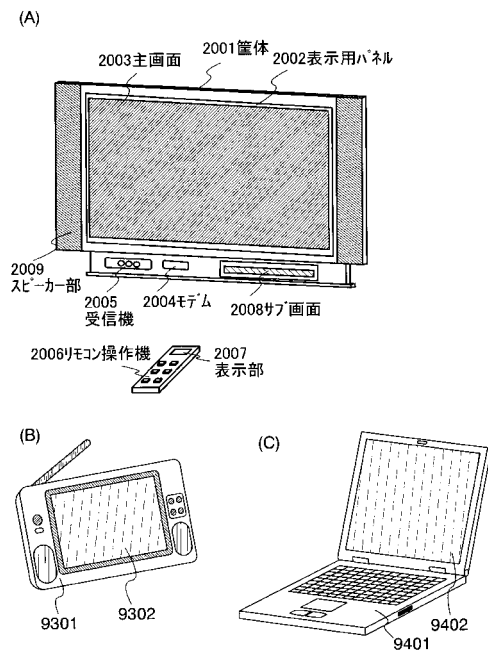
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2007/061563(WO, A1)

特開2003-324188(JP, A)

特開2003-332280(JP, A)

特開2003-029656(JP, A)

特開2005-099409(JP, A)

特開平06-018926(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/1368

G09F 9/30

H01L 21/02

H01L 21/336

H01L 27/12

H01L 29/786