

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4223218号
(P4223218)

(45) 発行日 平成21年2月12日(2009.2.12)

(24) 登録日 平成20年11月28日(2008.11.28)

(51) Int.Cl.

F 1

| | | | | | |
|-------------|---------------|------------------|------|--------|------|
| H05B | 33/22 | (2006.01) | H05B | 33/22 | Z |
| G09F | 9/30 | (2006.01) | G09F | 9/30 | 338 |
| H01L | 27/32 | (2006.01) | G09F | 9/30 | 365Z |
| H01L | 21/312 | (2006.01) | H01L | 21/312 | N |
| H01L | 27/08 | (2006.01) | H01L | 27/08 | 331E |

請求項の数 11 (全 34 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-38053 (P2002-38053)
 (22) 出願日 平成14年2月15日 (2002.2.15)
 (65) 公開番号 特開2002-334790 (P2002-334790A)
 (43) 公開日 平成14年11月22日 (2002.11.22)
 審査請求日 平成17年2月15日 (2005.2.15)
 (31) 優先権主張番号 特願2001-41195 (P2001-41195)
 (32) 優先日 平成13年2月19日 (2001.2.19)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000153878
 株式会社半導体エネルギー研究所
 神奈川県厚木市長谷398番地
 (72) 発明者 山形 裕和
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
 半導体エネルギー研究所内
 (72) 発明者 山崎 舜平
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
 半導体エネルギー研究所内
 (72) 発明者 高山 徹
 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 濱野 隆

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】発光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

陽極と、

前記陽極の端部を覆う有機樹脂材料からなるバンクと、

前記陽極上及び前記バンクの側面と該バンクの側面に連続する上面に設けられた有機化合物層と、

前記有機化合物層上の陰極と、を有し、

前記陽極上の前記有機化合物層の膜厚は、前記バンク上の前記有機化合物層の膜厚より厚いことを特徴とする発光装置。

【請求項 2】

TFTと、

前記TFT上の有機樹脂材料からなる第1の絶縁膜と、

前記第1の絶縁膜上の酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜又は窒化シリコン膜を含む第2の絶縁膜と、

前記第2の絶縁膜上の陽極と、

前記陽極の端部を覆う有機樹脂材料からなるバンクと、

前記陽極上及び前記バンクの側面と該バンクの側面に連続する上面に設けられた有機化合物層と、

前記有機化合物層上の陰極と、を有し、

前記陽極上の前記有機化合物層の膜厚は、前記バンク上の前記有機化合物層の膜厚より

10

20

厚いことを特徴とする発光装置。

【請求項 3】

TFT と、

前記 TFT 上の、水素プラズマ処理により表面改質された有機樹脂材料からなる第 1 の絶縁膜と、

前記第 1 の絶縁膜上の DLC 膜からなる第 2 の絶縁膜と、

前記第 2 の絶縁膜上の陽極と、

前記陽極の端部を覆う有機樹脂材料からなるバンクと、

前記陽極上及び前記バンクの側面と該バンクの側面に連続する上面に設けられた有機化合物層と、

前記有機化合物層上の陰極と、を有し、

前記陽極上の前記有機化合物層の膜厚は、前記バンク上の前記有機化合物層の膜厚より厚いことを特徴とする発光装置。

【請求項 4】

TFT と、

前記 TFT 上の有機樹脂材料からなる第 1 の絶縁膜と、

前記第 1 の絶縁膜上の窒化酸化アルミニウム膜を含む第 2 の絶縁膜と、

前記第 2 の絶縁膜上の陽極と、

前記陽極上の端部を覆う有機樹脂材料からなるバンクと、

前記陽極上及び前記バンクの側面と該バンクの側面に連続する上面に設けられた有機化合物層と、

前記有機化合物層上の陰極と、を有し、

前記陽極上の前記有機化合物層の膜厚は、前記バンク上の前記有機化合物層の膜厚より厚いことを特徴とする発光装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか一において、前記陽極は、酸化インジウムに 2 ~ 20 % の酸化亜鉛が混合された透明導電膜であることを特徴とする発光装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか一において、前記バンクの前記陽極と接する端部上の前記有機化合物層の膜厚は、前記陽極上及び前記端部を除く前記バンク上の前記有機化合物層の膜厚より厚いことを特徴とする発光装置。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか一において、前記有機化合物層は、スピン塗布法又はスプレー法により形成されることを特徴とする発光装置。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれか一に記載の発光装置を用いたことを特徴とするデジタルカメラ。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 7 のいずれか一に記載の発光装置を用いたことを特徴とする携帯電話。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 7 のいずれか一に記載の発光装置を用いたことを特徴とするモバイルコンピュータ。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 7 のいずれか一に記載の発光装置を用いたことを特徴とするビデオカメラ、ゴーグル型ディスプレイ、ナビゲーションシステム、音響再生装置、パーソナルコンピュータ、ゲーム機器、携帯型ゲーム機、電子書籍、または画像再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電界を加えることで発光が得られる有機化合物を含む膜（以下、「有機化合物

10

20

30

40

50

層」と記す)と、陽極と、陰極と、を有する発光素子を用いた発光装置とその作製方法に関する。本発明では特に、従来よりも駆動電圧が低く、なおかつ素子の寿命が長い発光素子を用いた発光装置に関する。なお、本明細書中における発光装置とは、発光素子を用いた画像表示デバイスもしくは発光デバイスを指す。また、発光素子にコネクター、例えば異方導電性フィルム((FPC: Flexible Printed Circuit)もしくはTAB (Tape Automated Bonding) テープもしくはTCP (Tape Carrier Package) が取り付けられたモジュール、TAB テープやTCPの先にプリント配線板が設けられたモジュール、または発光素子にCOG (Chip On Glass) 方式によりIC (集積回路) が直接実装されたモジュールも全て発光装置に含むものとする。

【0002】

10

【従来の技術】

薄型軽量・高速応答性・直流低電圧駆動などの特性から、発光素子は次世代のフラットパネルディスプレイ素子として注目されている。また、自発光型であり視野角が広いことから、視認性も比較的良好であり、電気器具の表示画面に用いる素子として有効と考えられており、盛んに開発されてきている。

【0003】

20

電界を加えることにより発光する発光素子の発光機構は、電極間に有機化合物層を挟んで電圧を印加することにより、陰極から注入された電子および陽極から注入された正孔が有機化合物層中の発光中心で再結合して分子励起子を形成し、その分子励起子が基底状態に戻る際にエネルギーを放出して発光すると言われている。なお、有機化合物が形成する分子励起子の種類としては、一重項励起状態と三重項励起状態が可能であるが、本明細書中ではどちらの励起状態が発光に寄与する場合も含むこととする。

【0004】

このような発光素子は、駆動方法の違いによりパッシブマトリクス型(単純マトリクス型)とアクティブマトリクス型とに分類される。しかし、Q V G A 以上の画素数を有する高精細な表示が可能であることから、特にアクティブマトリクス型のものが注目されている。

【0005】

30

発光素子を有するアクティブマトリクス型の発光装置は、図2に示すような素子構造を有しており、基板201上にTFT202が形成され、TFT202上には、層間絶縁膜203が形成される。

【0006】

そして、層間絶縁膜203上には、配線204によりTFT202と電気的に接続された陽極(画素電極)205が形成される。陽極205を形成する材料としては、仕事関数の大きい透明性導電材料が適しており、ITO(indium tin oxides)、酸化スズ(SnO₂)、酸化インジウムと酸化亜鉛(ZnO)からなる合金、金の半透過膜、ポリアニリンなどが提案されている。このうちでITOは、バンドギャップが約3.75eVであり、可視光の領域で高い透明性を持つことから最も多く用いられている。

【0007】

40

陽極205上には、有機化合物層206が形成される。なお、本明細書では、陽極と陰極の間に設けられた全ての層を有機化合物層と定義する。有機化合物層206には具体的に、発光層、正孔注入層、電子注入層、正孔輸送層、電子輸送層等が含まれる。基本的に発光素子は、陽極/発光層/陰極が順に積層された構造を有しており、この構造に加えて、陽極/正孔注入層/発光層/陰極や、陽極/正孔注入層/発光層/電子輸送層/陰極等の順に積層した構造を有していることもある。

【0008】

有機化合物層206を形成した後で、陰極207を形成することにより、発光素子209が形成される。陰極としては仕事関数の小さい金属(代表的には周期表の1族もしくは2族に属する金属)を用いることが多い。なお、本明細書においては、このような金属(アルカリ金属とアルカリ土類金属を含めて)を「アルカリ金属」と呼ぶ。

50

【0009】

また、陽極の端部を覆うように形成され、この部分で陰極と陽極とがショートすることを防ぐために有機樹脂材料からなるバンク208が形成されている。

【0010】

なお、図2では、一画素に形成される発光素子しか示していないが、実際には、これらが画素部に複数形成されることによりアクティブマトリクス型の発光装置が形成される。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

上記した従来の発光装置の構造において、層間絶縁膜上に形成された陽極（透明導電膜）とは熱膨張率が異なる。このように熱膨張率の異なる材料が接した構造で加熱処理を行うと、熱膨張が小さい材料（この場合、陽極）の界面において、亀裂が生じてしまう。陽極は、有機化合物層に発光に関する正孔を注入する電極であり、その陽極にクラックが発生すると正孔の発生に悪影響を及ぼしたり、注入される正孔が減少したり、さらにこのクラックが発光素子自身の劣化の原因となると考えられる。また、陽極表面の凹凸が、正孔の発生や注入に悪影響を及ぼしたり、注入される正孔が減少したり、さらにこのクラックが発光素子自身の劣化の原因とも考えられる。

10

【0012】

さらに、有機化合物層は酸素や水分により劣化しやすいという性質を有しているが、層間絶縁膜として用いられる材料はポリイミド、ポリアミド、アクリルと言った有機樹脂材料が多く、これらの材料を用いて形成された層間絶縁膜から発生した酸素等の気体により発光素子が劣化してしまうという問題があった。

20

【0013】

さらに、発光素子の陰極材料には、TFTの特性に致命的な打撃を与えるアルカリ金属材料（Al、Mg）といったアルカリ金属材料が用いられている。TFTの活性層にアルカリ金属が混入すると、TFTの電気的な特性が変動してしまい、経時的な信頼性の確保ができなくなってしまう。

【0014】

TFTの特性を損なわないようにするために、TFTの作製工程処理室（クリーンルーム）と発光素子の作製工程処理室（クリーンルーム）とを離すことで、TFTの活性層がアルカリ金属によって汚染されないようにすることが好ましい。しかし、アルカリ金属による汚染を防ぐために、処理室（クリーンルーム）の移動等が工程に含まれると、今度は、TFT基板を空中のゴミ等で汚染してしまったり、帯電によりTFT素子を破壊してしまったりという問題が生じてしまう。

30

【0015】

そこで、従来より劣化しにくい構造の発光素子により上記した課題を解決した寿命の長い発光素子を作製し、高品質な発光装置とその作製方法を提供することを課題とする。

【0016】

【課題を解決する手段】

本発明は、絶縁体上に形成されたTFT上に層間絶縁膜を形成し、前記層間絶縁膜上に絶縁膜を形成し、配線を介して前記TFTに電気的に接続された陽極を形成し、前記陽極および前記配線を覆う樹脂絶縁膜を形成し、エッチングしてバンクを形成し、加熱処理した後、前記陽極を拭净し、前記陽極および前記バンクを覆って絶縁膜を形成することを特徴としている。

40

【0017】

このように層間絶縁膜と陽極との間に、絶縁膜を形成することによって、熱膨張率のことなる材料が接した状態で加熱処理する場合に生じるクラックの発生を低減することができ、発光素子の長寿命化につながる。また、層間絶縁膜から発生するガスや水分が発光素子に到達するのを防ぐことができる。この絶縁膜は、無機絶縁膜の他に、プラズマ処理によって表面改質を行い形成された硬化膜、もしくはDLC膜でもよい。

【0018】

50

さらに、陽極を拭净することにより、陽極表面の凹凸を平坦化したり、陽極表面のゴミを除去したりすることができる。

【0019】

また、陽極および前記バンクを覆って絶縁膜を形成することにより、有機化合物層に注入される正孔と電子の量のバランスを整える効果も期待できる。

【0020】

また、他の発明の構成は、バンクを形成するための樹脂絶縁膜を形成した後、アルカリ金属等の汚染を回避できる処理室に移動させた後に、前記樹脂絶縁膜をエッティングすることで、バンクを形成することを特徴としている。

【0021】

このようにTFTの半導体膜を保護する絶縁膜を形成した後、さらに帯電防止処理を行つて、TFT基板を形成する第1の処理室(第1のクリーンルーム)と発光素子を形成する第2の処理室(第2のクリーンルーム)とをわけることにより、発光素子の陰極材料に用いられるAl、Mgといったアルカリ金属材料からTFTの活性層にアルカリ金属が混入してしまう危険性を低減することができ、TFTの電気的な特性、経時的な信頼性を向上させることができる。

10

【0022】

帯電防止膜には、バンクを形成するための樹脂絶縁膜、陽極や配線に影響を及ぼさず簡単に除去できる材料を用いる。そのような材料としては、帯電防止に必要な程度の導電性(10-8[S/m])を持つ材料が適している。一般的には有機導体が用いられており、導電性高分子をスピニ塗布法、導電性低分子を蒸着法等により形成する。具体的には、ポリエチレンジオキシチオフェン(略称; PEDOT)、ポリアニリン(略称; PANI)、グリセリン脂肪酸エステル、ポリオキシエチレンアルキルエーテル、ポリオキシエチレンアルキルフェニルエーテル、N,N-ビス(2-ヒドロキシエチル)アルキルアミン[アルキルジエタノールアミン]、N-2-ヒドロキシエチル-N-2ヒドロキシアルキルアミン[ヒドロキシアルキルモノエタノールアミン]、ポリオキシエチレンアルキルアミン、ポリオキシエチレンアルキルアミン脂肪酸エステル、アルキルジエタノールアマイド、アルキルスルホン酸塩、アルキルベンゼンスルホン酸塩、アルキルホスフェート、テトラアルキルアンモニウム塩、トリアルキルベンジルアンモニウム塩、アルキルベタイン、アルキルイミダゾリウムベタイン等が挙げられる。これらの材料は水や有機溶剤で簡単に除去することができる。さらに、絶縁性の材料、例えばポリイミド、アクリル、ポリアミド、ポリイミドアミド、BCB(ベンゾシクロブテン)などの有機絶縁体も帯電防止膜として用いることができる。これら帯電防止膜は全ての実施例に応用可能である。

20

【0023】

また、他の発明の構成は、バンクを形成し、陽極の加熱処理を行つて結晶化した後、前記バンク表面をプラズマ処理する工程を含むことを特徴としている。

【0024】

このようにバンク表面をプラズマ処理して表面改質を行い硬化膜を形成することにより、バンクから水分が放出され発光素子を劣化させるのを防ぐことができる。

【0025】

30

【発明の実施の形態】

基板100上にTFT101を形成する。ここで示したTFTは、発光素子に流れる電流を制御するためのTFTであり、本明細書中においては電流制御用TFT101と称する(図1(A))。

【0026】

次いで、電流制御用TFT101上に、層間絶縁膜102を形成し平坦化を行う。層間絶縁膜102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、エポキシ系樹脂膜、BCB(ベンゾシクロブテン)といった有機樹脂材料を用いることができ、平均膜厚を1.0~2.0μm程度で形成する。層間絶縁膜102を形成することにより、良好に平坦化を行うことができる。また、有機樹脂材料は、一般に誘電率が低いため、寄

40

50

生容量を低減できる。

【0027】

次いで、層間絶縁膜102からの脱ガスが発光素子に悪影響を及ぼさないように層間絶縁膜102上に第1の絶縁膜103を形成する。第1の絶縁膜103は、無機絶縁膜、代表的には、酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、窒化シリコン膜、またはこれらを組み合わせた積層膜で形成すればよく、プラズマCVD法で反応圧力20~200Pa、基板温度300~400とし、高周波(13.56MHz)で電力密度0.1~1.0W/cm²で放電させて形成する。もしくは、層間絶縁膜表面にプラズマ処理をして、水素、窒素、ハロゲン化炭素、弗化水素または希ガスから選ばれた一種または複数種の気体元素を含む硬化膜を形成してもよい。

10

【0028】

その後、所望のパターンのレジストマスクを形成し、電流制御用TFT101のドレン領域に達するコンタクトホールを形成して、配線104を形成する。配線材料としては、導電性の金属膜としてAlやTiの他、これらの合金材料を用い、スパッタ法や真空蒸着法で成膜した後、所望の形状にパターニングすればよい。

【0029】

次いで、発光素子の陽極となる透明導電膜105を形成する。透明導電膜105としては、代表的には酸化インジウム・スズ(ITO)または酸化インジウムに2~20%の酸化亜鉛(ZnO)を混合した透明導電膜を用いて形成する。

【0030】

続いて、透明導電膜105をエッチングして陽極を形成する。その後にバンク107を形成し、230~350で加熱処理を行う。なお、本明細書中では、陽極上に開口部を有し、かつ陽極端部を覆って設けられた絶縁膜のことをバンクと称する(図1(B)、(C))。

20

【0031】

次いで、陽極106の表面を洗浄液とともにPVA(ポリビニルアルコール)系の多孔質体を用いて拭い、陽極106表面の平坦化およびゴミ等の除去を行う。なお、本明細書において、陽極表面をPVA(ポリビニルアルコール)系の多孔質体などを用いて拭い、平坦化およびゴミの除去を行う処理のことを拭净と称することとする。

【0032】

陽極の表面を拭净処理した後、第2の絶縁膜110を形成し、第2の絶縁膜110上有機化合物層111、陰極112を形成する。第2の絶縁膜110は、ポリイミド、ポリアミド、アクリル等の有機樹脂絶縁膜をスピノコート法を用いて、1~5nmの膜厚で形成する。

30

【0033】

有機化合物層111は、発光層の他に正孔注入層、正孔輸送層、正孔阻止層、電子輸送層、電子注入層およびバッファー層といった複数の層を組み合わせて積層し形成される。有機化合物層111としての膜厚は、10~400nm程度が好ましい。

【0034】

陰極112は、有機化合物層111成膜後に、蒸着法により形成する。陰極112となる材料としては、MgAgやAl-Li合金(アルミニウムとリチウムの合金)の他に、周期表の1族もしくは2族に属する元素とアルミニウムとを共蒸着法により形成した膜を用いても良い。なお、陰極112の膜厚は、80~200nm程度が好ましい。

40

【0035】

ここで、拭净処理を行うことによる透明性導電膜の表面の状態について、原子間力顕微鏡(AFM:Atomic Force Microscope)を用いて表面観察を行った結果を図14~16に示す。

【0036】

なお、本実施例における表面観察には、ガラス基板上に110nmの膜厚で成膜されたITO膜を250で熱処理することにより結晶化したものを測定表面として用いる。

50

【0037】

図14、15においてAFMにより観察された基板表面の凹凸形状を示す。なお、図14には、拭净処理前の測定表面を観察した結果を示し、図15には、拭净処理後の測定表面を観察した結果を示す。

【0038】

図16には、拭净用のPVA系の多孔質材料としてベルクリン（小津産業製）を用いた拭净処理の前後における平均面粗さ（Ra）を示している。なお、ここでいう平均面粗さとは、JIS B0601で定義されている中心線平均粗さを面に対して適用できるよう三次元に拡張したものである。この結果から、拭净処理後は、測定表面における平均面粗さは小さくなり、平坦性が増していることが分かる。また、図16の結果より、透明性導電膜の表面の平均面粗さは、0.9nm以下（好ましくは0.85nm以下）であることが分かる。

10

【0039】

【実施例】

(実施例1)

本実施例においては、本発明を用いて作製される発光素子について説明する。なお、ここでは、同一基板上に本発明の発光素子を有する画素部と、画素部の周辺に設ける駆動回路のTFT（nチャネル型TFT及びpチャネル型TFT）を同時に作製する方法の一例について図3～図6を用いて説明する。

【0040】

20

まず、本実施例ではコーニング社の#7059ガラスや#1737ガラスなどに代表されるバリウムホウケイ酸ガラス、またはアルミニオホウケイ酸ガラスなどのガラスからなる基板900を用いる。なお、基板900としては、透光性を有する基板であれば限定されず、石英基板を用いても良い。また、本実施例の処理温度に耐えうる耐熱性を有するプラスチック基板を用いてもよい。

【0041】

次いで、図3(A)に示すように、基板900上に酸化珪素膜、窒化珪素膜または酸化窒化珪素膜などの絶縁膜から成る下地絶縁膜901を形成する。本実施例では下地絶縁膜901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良い。下地絶縁膜901の一層目としては、プラズマCVD法を用い、SiH₄、NH₃、及びN₂Oを反応ガスとして成膜される酸化窒化珪素膜901aを10～200nm（好ましくは50～100nm）形成する。本実施例では、膜厚50nmの酸化窒化珪素膜901a（組成比Si=32%、O=27%、N=24%、H=17%）を形成した。次いで、下地絶縁膜901の2層目としては、プラズマCVD法を用い、SiH₄、及びN₂Oを反応ガスとして成膜される酸化窒化珪素膜901bを50～200nm（好ましくは100～150nm）の厚さに積層形成する。本実施例では、膜厚100nmの酸化窒化珪素膜901b（組成比Si=32%、O=59%、N=7%、H=2%）を形成した。

30

【0042】

次いで、下地絶縁膜901上に半導体層902～905を形成する。半導体層902～905は、非晶質構造を有する半導体膜を公知の手段（スパッタ法、LPCVD法、またはプラズマCVD法等）により成膜した後、公知の結晶化処理（レーザー結晶化法、熱結晶化法、またはニッケルなどの触媒を用いた熱結晶化法等）を行って得られた結晶質半導体膜を所望の形状にパターニングして形成する。この半導体層902～905の厚さは25～80nm（好ましくは30～60nm）の厚さで形成する。結晶質半導体膜の材料に限定はないが、好ましくは珪素（シリコン）またはシリコンゲルマニウム（Si_xGe_{1-x}（X=0.0001～0.02））合金などで形成すると良い。本実施例では、プラズマCVD法を用い、55nmの非晶質珪素膜を成膜した後、ニッケルを含む溶液を非晶質珪素膜上に保持させた。この非晶質珪素膜に脱水素化（500、1時間）を行った後、熱結晶化（550、4時間）を行い、さらに結晶化を改善するためのレーザーアニール処理

40

50

を行って結晶質珪素膜を形成した。そして、この結晶質珪素膜をフォトリソグラフィー法を用いたパターニング処理によって、半導体層902～905を形成した。

【0043】

また、半導体層902～905を形成した後、TFTのしきい値を制御するために、半導体層902～905に微量な不純物元素（ボロンまたはリン）をドーピングしてもよい。

【0044】

また、レーザー結晶化法で結晶質半導体膜を作製する場合には、パルス発振型または連続発光型のエキシマレーザーやYAGレーザー、YVO₄レーザーを用いることができる。

これらのレーザーを用いる場合には、レーザー発振器から放射されたレーザー光を光学系で線状に集光し半導体膜に照射する方法を用いると良い。結晶化の条件は実施者が適宜選択するものであるが、エキシマレーザーを用いる場合はパルス発振周波数300Hzとし、レーザーエネルギー密度を100～400mJ/cm²（代表的には200～300mJ/cm²）とする。また、YAGレーザーを用いる場合にはその第2高調波を用いパルス発振周波数30～300kHzとし、レーザーエネルギー密度を300～600mJ/cm²（代表的には350～500mJ/cm²）とすると良い。そして幅100～1000μm、例えば400μmで線状に集光したレーザー光を基板全面に渡って照射し、この時の線状レーザー光の重ね合わせ率（オーバーラップ率）を50～90%として行えばよい。

【0045】

次いで、半導体層902～905を覆うゲート絶縁膜906を形成する。ゲート絶縁膜906はプラズマCVD法またはスパッタ法を用い、厚さを40～150nmとして珪素を含む絶縁膜で形成する。本実施例では、プラズマCVD法により110nmの厚さで酸化窒化珪素膜（組成比Si=32%、O=59%、N=7%、H=2%）で形成した。勿論、ゲート絶縁膜は酸化窒化珪素膜に限定されるものでなく、他の珪素を含む絶縁膜を単層または積層構造として用いても良い。

【0046】

また、酸化珪素膜を用いる場合には、プラズマCVD法でTEOS（Tetraethyl Orthosilicate）とO₂とを混合し、反応圧力40Pa、基板温度300～400とし、高周波（13.56MHz）電力密度0.5～0.8W/cm²で放電させて形成することができる。このようにして作製される酸化珪素膜は、その後400～500の熱アニールによりゲート絶縁膜として良好な特性を得ることができる。

【0047】

そして、ゲート絶縁膜906上にゲート電極を形成するための耐熱性導電層907を200～400nm（好ましくは250～350nm）の厚さで形成する。耐熱性導電層907は単層で形成しても良いし、必要に応じて二層あるいは三層といった複数の層から成る積層構造としても良い。耐熱性導電層にはTa、Ti、Wから選ばれた元素、または前記元素を成分とする合金か、前記元素を組み合わせた合金膜が含まれる。これらの耐熱性導電層はスパッタ法やCVD法で形成されるものであり、低抵抗化を図るために含有する不純物濃度を低減させることができが好ましく、特に酸素濃度に関しては30ppm以下とするといい。本実施例ではW膜を300nmの厚さで形成する。W膜はWをターゲットとしてスパッタ法で形成しても良いし、6フッ化タンゲステン（WF₆）を用いて熱CVD法で形成することもできる。いずれにしてもゲート電極として使用するためには低抵抗化を図る必要があり、W膜の抵抗率は20μcm以下にすることが望ましい。W膜は結晶粒を大きくすることで低抵抗率化を図ることができるが、W中に酸素などの不純物元素が多い場合には結晶化が阻害され高抵抗化する。このことより、スパッタ法による場合、純度99.9～99.9999%のWターゲットを用い、さらに成膜時に気相中からの不純物の混入がないように十分分配慮してW膜を形成することにより、抵抗率9～20μcmを実現することができる。

【0048】

一方、耐熱性導電層907にTa膜を用いる場合には、同様にスパッタ法で形成することが可能である。Ta膜はスパッタガスにArを用いる。また、スパッタ時のガス中に適量

10

20

30

40

50

のXeやKrを加えておくと、形成する膜の内部応力を緩和して膜の剥離を防止することができる。相のTa膜の抵抗率は20 μ cm程度でありゲート電極に使用することができるが、相のTa膜の抵抗率は180 μ cm程度でありゲート電極とするには向きであった。TaN膜は相に近い結晶構造を持つので、Ta膜の下地にTaN膜を形成すれば相のTa膜が容易に得られる。また、図示しないが、耐熱性導電層907の下に2~20nm程度の厚さでリン(P)をドープしたシリコン膜を形成しておくことは有効である。これにより、その上に形成される導電膜の密着性向上と酸化防止を図ると同時に、耐熱性導電層907、908中に微量に存在しているアルカリ金属元素が第1の形状のゲート絶縁膜906に拡散するのを防ぐことができる。いずれにしても、耐熱性導電層907は抵抗率を10~50 μ cmの範囲ですることが好ましい。

10

【0049】

本実施例においては、第1層目の導電層(第1導電膜907)にTaN膜、第2層目の導電層(第2導電膜908)にW膜を形成した(図3(A))。

【0050】

次に、フォトリソグラフィーの技術を使用してレジストによるマスク909を形成する。そして、第1のエッティング処理を行う。第1のエッティング処理は、第1のエッティング条件および第2のエッティング条件で行われる。

【0051】

本実施例ではICPエッティング装置を用い、エッティング用ガスにCl₂とCF₄O₂を用い、それぞれのガス流量比を25/25/10とし、1Paの圧力で3.2W/cm²のRF(13.56MHz)電力を投入してプラズマを形成して行う。基板側(試料ステージ)にも224mW/cm²のRF(13.56MHz)電力を投入し、これにより実質的に負の自己バイアス電圧が印加される。第1のエッティング条件によりW膜をエッティングする。続いて、レジストからなるマスクを除去せずに第2のエッティング条件に変えてエッティング用ガスにCF₄およびCl₂を用いて、それぞれのガス流量比を30/30sccmとし、1Paの圧力でRF(13.56MHz)電力を投入してプラズマを形成して行う。基板側(試料ステージ)にも20WのRF(13.56MHz)電力を投入し、実質的に負の自己バイアス電圧を印加する。

20

【0052】

第1のエッティング処理により第1のテーパ形状を有する導電層910~913が形成される。導電層910~913のテーパー部の角度は15~30°となるように形成される。残渣を残すことなくエッティングするためには、10~20%程度の割合でエッティング時間を増加させるオーバーエッティングを施すものとする。W膜に対する酸化窒化シリコン膜(ゲート絶縁膜906)の選択比は2~4(代表的には3)であるので、オーバーエッティング処理により、酸化窒化シリコン膜が露出した面は20~50nm程度エッティングされる(図3(B))。

30

【0053】

そして、第1のドーピング処理を行い—導電型の不純物元素を半導体層に添加する。ここでは、レジストからなるマスク909を除去せずにn型を付与する不純物元素添加の工程を行う。半導体層902~905の一部に第1のテーパ形状を有する導電膜910~913をマスクとして自己整合的に不純物を添加し、第1のn型不純物領域914~917を形成する。n型を付与する不純物元素として15族に属する元素、典型的にはリン(P)または砒素(As)を用いるが、ここではリン(P)を用い、イオンドープ法により第1のn型不純物領域914~917には $1 \times 10^{20} \sim 1 \times 10^{21}$ atoms/cm³の濃度範囲でn型を付与する不純物元素が添加される(図3(B))。

40

【0054】

次にレジストからなるマスクを除去せずに第2のエッティング処理を行う。第2のエッティング処理は、第3のエッティング条件および第4のエッティング条件で行う。第2のエッティング処理も第1のエッティング処理と同様にICPエッティング装置により行い、エッティングガスにCF₄およびCl₂を用い、それぞれのガス流量比を30/30sccmとし、1Paの

50

圧力で R F (1 3 . 5 6 M H z) 電力を投入してプラズマを形成して行う。基板側 (試料ステージ) にも 2 0 W の R F (1 3 . 5 6 M H z) 電力を投入し、実質的に負の自己バイアス電圧を印加する。この第 3 のエッティング条件により、W 膜および T a N 膜とも同程度にエッティングされた導電膜 9 1 8 ~ 9 2 1 が形成される (図 3 (C))。

【 0 0 5 5 】

この後、レジストからなるマスクをそのままに第 4 のエッティング条件に変えて、エッティング用ガスに C F ₄ と C l ₂ および O ₂ の混合ガスを用い、1 P a の圧力で R F 電力 (1 3 . 5 6 M H z) 電力を投入してプラズマを形成して行う。基板側 (試料ステージ) にも 2 0 W の R F (1 3 . 5 6 M H z) 電力を投入し、実質的に負の自己バイアス電圧を印加する。この第 4 のエッティング条件で W 膜をエッティングして、第 2 の形状の導電膜 9 2 2 ~ 9 2 5 を形成する (図 3 (D))。

10

【 0 0 5 6 】

次いで、第 2 のドーピング工程 (第 2 の形状の第 1 の導電膜 9 2 2 a ~ 9 2 5 a を介して半導体層に n 型不純物元素の添加) を行い、第 1 の n 型不純物領域 9 1 4 ~ 9 1 7 と接するチャネル形成領域側に第 2 の n 型不純物領域 9 2 6 ~ 9 2 9 とを形成する。第 2 の n 型不純物領域における不純物濃度は、 $1 \times 1 0^{16} \sim 1 \times 1 0^{19}$ atoms / cm³ となるようになる。この第 2 のドーピング工程においては、1 層目の第 2 の形状の導電膜 9 2 2 a ~ 9 2 5 a のテーパ部を介しても半導体層に n 型不純物元素が添加されるような条件になつてあり、本明細書において、1 層目の第 2 の形状の導電膜 9 2 2 a ~ 9 2 5 a と重なる第 2 の n 型不純物領域を L ov (ov は overlapped の意味で付す) 領域、1 層目の第 2 の形状の導電膜 9 2 2 a ~ 9 2 5 a とは重ならない第 2 の n 型不純物領域を L off (off は offset の意味で付す) ということとする (図 4 (A))。

20

【 0 0 5 7 】

次いで、図 4 (B) に示すように、後の p チャネル型 T F T の活性層となる半導体層 9 0 2 、 9 0 5 に一導電型とは逆の導電型の不純物領域 9 3 2 (9 3 2 a 、 9 3 2 b) 及び 9 3 3 (9 3 3 a 、 9 3 3 b) を形成する。この場合も第 2 の形状の導電層 9 2 2 、 9 2 5 をマスクとして p 型を付与する不純物元素を添加し、自己整合的に不純物領域を形成する。このとき、後の n チャネル型 T F T の活性層となる半導体層 9 0 3 、 9 0 4 は、レジストからなるマスク 9 3 0 、 9 3 1 を形成し全面を被覆しておく。ここで形成される p 型不純物領域 9 3 2 、 9 3 3 はジボラン (B ₂ H ₆) を用いたイオンドープ法で形成し、 p 型不純物領域 9 3 2 、 9 3 3 の p 型を付与する不純物元素の濃度は、 $2 \times 1 0^{20} \sim 2 \times 1 0^{21}$ atoms / cm³ となるようになる。

30

【 0 0 5 8 】

p 型不純物領域 9 3 2 、 9 3 3 には詳細には n 型を付与する不純物元素が含有されているが、これらの不純物領域 9 3 2 、 9 3 3 の p 型を付与する不純物元素の濃度は、 n 型を付与する不純物元素の濃度の 1 . 5 から 3 倍となるように添加されることにより p 型不純物領域で p チャネル型 T F T のソース領域およびドレイン領域として機能するために何ら問題は生じない。

【 0 0 5 9 】

その後、図 4 (C) に示すように、第 2 の形状を有する導電層 9 2 2 ~ 9 2 5 およびゲート絶縁膜 9 0 6 上に第 1 の層間絶縁膜 9 3 4 を形成する。第 1 の層間絶縁膜 9 3 4 は酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、窒化シリコン膜、またはこれらを組み合わせた積層膜で形成すれば良い。いずれにしても第 1 の層間絶縁膜 9 3 4 は無機絶縁材料から形成する。第 1 の層間絶縁膜 9 3 4 の膜厚は 1 0 0 ~ 2 0 0 n m とする。第 1 の層間絶縁膜 9 3 4 として酸化シリコン膜を用いる場合には、プラズマ C V D 法で T E O S と O ₂ とを混合し、反応圧力 4 0 P a 、基板温度 3 0 0 ~ 4 0 0 とし、高周波 (1 3 . 5 6 M H z) 電力密度 0 . 5 ~ 0 . 8 W / cm² で放電させて形成することができる。また、第 1 の層間絶縁膜 9 3 4 として酸化窒化シリコン膜を用いる場合には、プラズマ C V D 法で S i H ₄ 、 N ₂ O 、 N H ₃ から作製される酸化窒化シリコン膜、または S i H ₄ 、 N ₂ O から作製される酸化窒化シリコン膜で形成すれば良い。この場合の作製条件は反応圧力 2 0 ~ 2 0 0 P a

40

50

、基板温度 300 ~ 400 とし、高周波 (60 MHz) 電力密度 0.1 ~ 1.0 W / cm² で形成することができる。また、第1の層間絶縁膜 934 として SiH₄、N₂O、H₂ から作製される酸化窒化水素化シリコン膜を適用しても良い。窒化シリコン膜も同様にプラズマ CVD 法で SiH₄、NH₃ から作製することが可能である。

【0060】

そして、それぞれの濃度で添加された n 型または p 型を付与する不純物元素を活性化する工程を行う。この工程はファーネスアニール炉を用いる熱アニール法で行う。その他に、レーザーアニール法、またはラピッドサーマルアニール法 (RTA 法) を適用することができる。熱アニール法では酸素濃度が 1 ppm 以下、好ましくは 0.1 ppm 以下の窒素雰囲気中で 400 ~ 700 、代表的には 500 ~ 600 で行うものであり、本実施例では 550 で 4 時間の熱処理を行った。また、基板 900 に耐熱温度が低いプラスチック基板を用いる場合にはレーザーアニール法を適用することが好ましい。

10

【0061】

この加熱処理工程において、半導体層を結晶化させる工程で用いた触媒元素 (ニッケル) が、ゲッタリング作用を有する周期表の 15 族に属する元素 (本実施例ではリン) が高濃度に添加された第1の n 型不純物領域に移動 (ゲッタリング) させ、チャネル形成領域における触媒元素の濃度を低減することができる。

【0062】

活性化の工程に続いて、雰囲気ガスを変化させ、3 ~ 100 % の水素を含む雰囲気中で、300 ~ 450 で 1 ~ 12 時間の熱処理を行い、半導体層を水素化する工程を行う。この工程は熱的に励起された水素により半導体層にある 10¹⁶ ~ 10¹⁸ / cm³ のダンギングボンドを終端する工程である。水素化の他の手段として、プラズマ水素化 (プラズマにより励起された水素を用いる) を行っても良い。いずれにしても、半導体層 902 ~ 905 中の欠陥密度を 10¹⁶ / cm³ 以下とすることが望ましく、そのために水素を 0.01 ~ 0.1 atomic % 程度付与すれば良い。

20

【0063】

そして、有機絶縁物材料からなる第2の層間絶縁膜 935 を 1.0 ~ 2.0 μm の平均膜厚で形成する。有機樹脂材料としては、ポリイミド、アクリル、ポリアミド、ポリイミドアミド、BCB (ベンゾシクロブテン) 等を使用することができる。例えば、基板に塗布後、熱重合するタイプのポリイミドを用いる場合には、クリーンオーブンで 300 で焼成して形成する。また、アクリルを用いる場合には、2 液性のものを用い、主材と硬化剤を混合した後、スピナーを用いて基板全面に塗布した後、ホットプレートで 80 で 60 秒の予備加熱を行い、さらにクリーンオーブンで 250 で 60 分焼成して形成することができる。

30

【0064】

このように、第2の層間絶縁膜 935 を有機絶縁物材料で形成することにより、表面を良好に平坦化させることができる。また、有機樹脂材料は一般に誘電率が低いので、寄生容量を低減できる。しかし、吸湿性があり保護膜としては適さないので、本実施例のように、第1の層間絶縁膜 934 として形成した酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、窒化シリコン膜などと組み合わせて用いると良い。

40

【0065】

ところで、有機絶縁材料を用いて形成される第2の層間絶縁膜 935 は、水分やガスを発生してしまう可能性がある。発光素子は水分やガス (酸素) で劣化しやすいことが知られている。実際に層間絶縁膜に有機樹脂絶縁膜を用いて形成された発光装置が使用する際に発生する熱で、有機樹脂絶縁膜から水分やガスが発生し、発光素子の劣化が起こりやすくなってしまうことが考えられる。そこで、有機絶縁材料で形成された第2の層間絶縁膜 935 上に第1の絶縁膜 936 を形成する。

なお、第1の絶縁膜 936 は、酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、窒化シリコン膜などを用いて形成される。なおここで形成される第1の絶縁膜 936 はスパッタ法またはプラズマ CVD 法を用いて形成すればよい。また、第1の絶縁膜 936 は、コンタクトホー

50

ルを形成した後から形成してもよい。

【0066】

その後、所定のパターンのレジストマスクを形成し、それぞれの半導体層に形成されソース領域またはドレイン領域とする不純物領域に達するコンタクトホールを形成する。コンタクトホールはドライエッチング法で形成する。この場合、エッチングガスに CF_4 、 O_2 の混合ガスを用い第1の絶縁膜936をまずエッチングし、次に CF_4 、 O_2 、 He の混合ガスを用い有機樹脂材料から成る第2の層間絶縁膜935をエッチングし、その後、再びエッチングガスを CF_4 、 O_2 として第1の層間絶縁膜934をエッチングする。さらに、半導体層との選択比を高めるために、エッチングガスを CHF_3 に切り替えてゲート絶縁膜906をエッチングすることによりコンタクトホールを形成することができる。 10

【0067】

そして、導電性の金属膜をスパッタ法や真空蒸着法で形成し、マスクでパターニングし、その後エッチングすることで、配線937～943を形成する。図示していないが、本実施例ではこの配線を、そして、膜厚50nmのTi膜と、膜厚500nmの合金膜（AlとTiとの合金膜）との積層膜で形成した。

【0068】

次いで、その上に透明性導電膜を80～120nmの厚さで形成し、エッチングすることによって陽極944を形成する（図5（A））。なお、本実施例では、透明電極として酸化インジウム・スズ（ITO）膜や酸化インジウムに2～20[%]の酸化亜鉛（ZnO）を混合した透明導電膜を用いる。 20

【0069】

また、陽極944は、ドレイン配線943と接して重ねて形成することによって電流制御用TFTのドレイン領域と電気的な接続が形成される（図5（A））。ここで、陽極944に対して180～350で加熱処理を行ってもよい。

【0070】

次に、図5（B）に示すように、陽極944上に第3の層間絶縁膜945を形成する。ここで、発光素子を形成するために処理室（クリーンルーム）を移動することがある。TFT基板が空気中のゴミに汚染されたり、破壊したりしないように第3層間絶縁膜945上に、帯電防止作用を有する極薄い膜（以下、帯電防止膜という）946を形成する。帯電防止膜946は、水洗で除去可能な材料から形成する（図5（C））。また、帯電防止膜を形成する以外にも、帯電防止可能な移動用のケースに保管してもよい。さらに、処理室の移動をする前に、ここまで工程で形成されたTFT基板の動作検査を行ってもよい。 30

【0071】

TFT基板を発光素子を形成する処理室（クリーンルーム）に運びこんだら、帯電防止膜946を水洗により除去し、第3の層間絶縁膜945をエッチングして、画素（発光素子）に対応する位置に開口部を有するバンク947を形成する。本実施例ではレジストを用いてバンク947を形成する。本実施例では、バンク947の厚さを1μm程度とし、配線と陽極とが接する部分を覆う領域がテーパ状になるように形成する（図6（A））。なお、発光素子を形成する処理室に運び込まれたら、再度、移動されたTFT基板の動作確認の検査を行ってもよい。 40

【0072】

なお、本実施例においては、バンク947としてレジストでなる膜を用いているが、場合によっては、ポリイミド、ポリアミド、アクリル、BCB（ベンゾシクロブテン）、酸化珪素膜等を用いることもできる。バンク947は絶縁性を有する物質であれば、有機物と無機物のどちらでも良いが、感光性アクリルを用いてバンク947を形成する場合は、感光性アクリル膜をエッチングしてから180～350で加熱処理を行うのが好ましい。また、非感光性アクリル膜を用いて形成する場合には、180～350で加熱処理を行った後、エッチングしてバンクを形成するのが好ましい。

【0073】

次に、陽極表面に拭净処理を行う。なお、本実施例においては、ベルクリン（小津産業製 50

)を用いて陽極944表面を拭うことにより、陽極944表面の平坦化および表面に付着したゴミの除去を行う。拭浄の際の洗浄液としては、純水を用い、ベルクリンを巻き付けている軸の回転数は100～300 rpmとし、押し込み値は0.1～1.0 mmとする(図6(A))。

【0074】

次にTFT基板を真空ベークする。バンクを形成するための樹脂絶縁膜から水分やガスを放出させるために、一定の真空度で(例えば0.01 Torr以下)真空排気する。なお、真空ベークは、帯電防止膜を水洗した後、陽極を拭浄した後、あるいは発光素子を形成する前に行えばよい。

【0075】

次いで、バンク947および陽極944を覆って第2の絶縁膜948を形成する。第2の絶縁膜948は、ポリイミド、ポリアミド、ポリイミドアミドなどの有機樹脂膜をスピンドル法、蒸着法またはスパッタ法などを用いて膜厚1～5 nmで形成する。この絶縁膜を形成することで、陽極944表面のクラック等を掩蔽することができ、発光素子の劣化を防ぐことができる。

【0076】

次に、第2の絶縁膜948上有機化合物層949、陰極950を蒸着法により形成する。なお、本実施例では発光素子の陰極としてMgAg電極を用いるが、公知の他の材料であっても良い。なお、有機化合物層949は、発光層の他に正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層及びバッファー層といった複数の層を組み合わせて積層することにより形成されている。本実施例において用いた有機化合物層の構造について以下に詳細に説明する。

【0077】

本実施例では、正孔注入層として、銅フタロシアニンを用い、正孔輸送層としては、-NPDを用いてそれぞれ蒸着法により形成する。

【0078】

次に、発光層が形成されるが、本実施例では発光層に異なる材料を用いることで異なる発光を示す有機化合物層の形成を行う。なお、本実施例では、赤、緑、青色の発光を示す有機化合物層を形成する。また、成膜法としては、いずれも蒸着法を用いているので、成膜時にメタルマスクを用いることにより画素毎に異なる材料を用いて発光層を形成することは可能である。

【0079】

赤色に発色する発光層は、Alq₃にDCMをドーピングしたものを用いて形成する。その他にもN,N'-ジサリチリデン-1,6-ヘキサンジアミナトジンク(II)(Zn(salhn))にEu錯体である(1,10-フェナントロリン)トリス(1,3-ジフェニル-プロパン-1,3-ジオナト)ユーロピウム(III)(Eu(DBM)₃(Phen))をドーピングしたもの等を用いることができるが、その他公知の材料を用いることもできる。

【0080】

また、緑色に発色する発光層は、CBPとIr(ppy)₃を共蒸着法により形成させることができる。なお、この時には、BCPを用いて正孔阻止層を積層しておくことが好ましい。また、この他にもアルミキノリラト錯体(Alq₃)、ベンゾキノリノラトベリリウム錯体(BeBq)を用いることができる。さらには、キノリラトアルミニウム錯体(Alq₃)にクマリン6やキナクリドンといった材料をドーパントとして用いたものも可能であるが、その他公知の材料を用いることもできる。

【0081】

さらに、青色に発色する発光層は、ジスチリル誘導体であるDPVBiや、アゾメチン化合物を配位子に持つ亜鉛錯体であるN,N'-ジサリチリデン-1,6-ヘキサンジアミナトジンク(II)(Zn(salhn))及び4,4'-ビス(2,2-ジフェニル-ビニル)-ビフェニル(DPVBi)にペリレンをドーピングしたものを用いることができるが

10

20

30

40

50

、その他の公知の材料を用いても良い。

【0082】

次に電子輸送層を形成する。なお、電子輸送層としては、1, 3, 4 - オキサジアゾール誘導体や1, 2, 4 - トリアゾール誘導体(TAZ)といった材料を用いることができるが、本実施例では、1, 2, 4 - トリアゾール誘導体(TAZ)を用いて蒸着法により30~60nmの膜厚で形成する。

【0083】

以上により、積層構造からなる有機化合物層が形成される。なお、本実施例における有機化合物層949の膜厚は10~400nm(典型的には60~150nm)、陰極950の厚さは80~200nm(典型的には100~150nm)とすれば良い。

10

【0084】

有機化合物層を形成した後で、蒸着法により発光素子の陰極950が形成される。本実施例では発光素子の陰極となる導電膜としてMgAgを用いているが、Al-Li合金膜(アルミニウムとリチウムとの合金膜)や、周期表の1族もしくは2族に属する元素とアルミニウムとを共蒸着法により形成された膜を用いることも可能である。

【0085】

こうして図6(B)に示すような構造の発光装置が完成する。なお、陽極944、有機化合物層949、陰極950と積層された部分951を発光素子と称する。

【0086】

pチャネル型TFT1000及びnチャネル型TFT1001は駆動回路のTFTであり、CMOSを形成している。スイッチング用TFT1002及び電流制御用TFT1003は画素部のTFTであり、駆動回路のTFTと画素部のTFTとは同一基板上に形成することができる。

20

【0087】

なお、発光素子を用いた発光装置の場合、駆動回路の電源の電圧が5~6V程度、最大でも10V程度で十分なので、TFTにおいてホットエレクトロンによる劣化があまり問題にならない。

【0088】

(実施例2)

発光装置を作製する工程について、実施例1とは異なる他の例を図19~22を用いて説明する。

30

【0089】

実施例1に従い、図3(A)に示すようにゲート絶縁膜906上に2層の導電膜907、908を形成する工程まで行う。

【0090】

続いて、マスク909a~dを用いて導電膜907、908をエッティングして、第1のテーパ形状を有する導電層3901~3904を形成する工程について、図20(A)を用いて説明する。エッティングにはICP(Inductively Coupled Plasma: 誘導結合型プラズマ)エッティング法を用いる。エッティング用ガスに限定はないがW膜や窒化タンタル膜のエッティングにはCF₄とCl₂とO₂とを用いる。それぞれのガス流量を25/25/10とし、1Paの圧力でコイル型の電極に500WのRF(13.56MHz)電力を投入してエッティングを行う。この場合、基板側(試料ステージ)にも150WのRF(13.56MHz)電力を投入し、実質的に負の自己バイアス電圧を印加する。この第1のエッティング条件により主にW膜を所定の形状にエッティングする。

40

【0091】

この後、エッティング用ガスをCF₄とCl₂に変更し、それぞれのガス流量比を30/30とし、1Paの圧力でコイル型の電極に500WのRF(13.56MHz)電力を投入してプラズマを生成して約30秒程度のエッティングを行う。基板側(試料ステージ)にも20WのRF(13.56MHz)電力を投入し、実質的に負の自己バイアス電圧を印加する。CF₄とCl₂との混合ガスは窒化タンタル膜とW膜とを同程度の速度でエッティング

50

する。こうして、第1のテーパ形状を有する導電層3901～3904を形成する。テーパーは45～75°で形成する。尚、第2の絶縁膜上に残渣を残すことなくエッチングするためには10～20%程度の割合でエッチング時間を増加させると良い。なお、ゲート絶縁膜906の第1のテーパ形状の導電層3901～3904で覆われない領域表面は20～50nm程度エッチングされ薄くなれた領域が形成される(図20(A))。

【0092】

続いて、マスク909a～dを除去せずに図20(B)に示すように第2のエッチング処理を行う。エッチング用ガスにCF₄とCl₂とO₂とを用い、それぞれのガス流量比を20/20/20とし、1Paの圧力でコイル型の電極に500WのRF(13.56MHz)電力を投入してプラズマを生成してエッチングを行う。基板側(試料ステージ)には20WのRF(13.56MHz)電力を投入し、第1のエッチング処理に比べ低い自己バイアス電圧を印加する。このエッチング条件により第2の導電膜として用いたW膜をエッチングする。こうして第2のテーパ形状の導電層3905～3908が形成される。ゲート絶縁膜906の第2のテーパ形状の導電層3905～3908で覆われない領域表面は20～50nm程度エッチングされ薄くなる。

【0093】

レジストマスクを除去した後、半導体層にn型を付与する不純物元素(n型不純物元素)を添加する第1のドーピング処理を行う。第1のドーピング処理は、質量分離をしないでイオンを注入するイオンドープ法により行う。ドーピングは第2のテーパ形状の導電膜3905～3908をマスクとして用い、水素希釈のフォスフィン(PH₃)ガスまたは希ガスで希釈したフォスフィンガスを用い、半導体層902～905に第1の濃度のn型不純物元素を含むn型不純物領域3909～3912を形成する。このドーピングにより形成する第1の濃度のn型不純物元素を含むn型不純物領域3909～3912のリン濃度は $1 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ となるようにする(図20(C))。

【0094】

その後、半導体層902、905の全体を覆う第1のマスク3913、3915と半導体層904上の第2のテーパ形状の導電層3907と半導体層904の一部の領域を覆う第2のマスク3914を形成し、第2のドーピング処理を行う。第2のドーピング処理では、第2のテーパ形状の導電層3906aを通して半導体層903に第2の濃度のn型不純物元素を含むn型不純物領域3917、第3の濃度のn型不純物元素を含むn型不純物領域3916、3918を形成する。このドーピングにより形成する第2の濃度のn型不純物元素を含むn型不純物領域3917のリン濃度は $1 \times 10^{17} \sim 1 \times 10^{19} / \text{cm}^3$ 、第3の濃度のn型不純物元素を含むn型不純物領域3916、3918のリン濃度は $1 \times 10^{20} \sim 1 \times 10^{21} / \text{cm}^3$ となるようにする(図20(D))。

【0095】

なお、本実施例では、以上のように1回のドーピング工程で、第2の濃度のn型不純物元素を含むn型不純物領域および第3の濃度のn型不純物元素を含むn型不純物領域を形成しているが、ドーピング工程を2回にわけて不純物元素を添加してもよい。

【0096】

次いで、図21(A)で示すように半導体層903、904を覆うマスク3919、3920を形成し第3のドーピング処理を行う。ドーピングは水素希釈のジボラン(B₂H₆)ガスまたは希ガスで希釈したジボランガスを用い、半導体層902、905に第1の濃度のp型不純物元素を含むp型不純物領域3921、3923及び第2の濃度のp型不純物元素を含むp型不純物領域3922、3924を形成する。第1の濃度のp型不純物元素を含むp型不純物領域3921、3923は $2 \times 10^{20} \sim 3 \times 10^{21} / \text{cm}^3$ の濃度範囲でボロンが含まれ、第2の濃度のp型不純物元素を含むp型不純物領域3922、3924は、第2のテーパ形状の導電層3905a、3908aと重なる領域に形成されるものであり、 $1 \times 10^{18} \sim 1 \times 10^{20} / \text{cm}^3$ の濃度範囲でボロンを含む。

【0097】

次いで、図21(B)に示すように、プラズマCVD法で窒化シリコン膜または窒化酸化

10

20

30

40

50

シリコン膜から成る第1の層間絶縁膜3925を50nmの厚さに形成し、それぞれの半導体層に添加された不純物元素を活性化処理するために、炉を用いて410で加熱処理を行う。この加熱処理で、窒化シリコン膜または窒化酸化シリコン膜から放出される水素で半導体膜の水素化も行う。

【0098】

なお、加熱処理は、炉を用いる方法以外に、RTAによる加熱処理方法（ガスまたは光を熱源として用いるRTA法も含む）でもよい。炉を用いた加熱処理を行う場合には、ゲート電極を形成する導電膜の酸化を防ぐために加熱処理前にゲート電極およびゲート絶縁膜を覆う絶縁膜を形成したり、加熱処理の際の雰囲気を減圧窒素雰囲気にしたりすればよい。また、YAGレーザーの第2高調波（532nm）の光を半導体層に照射してもよい。以上のように、半導体層に添加された不純物元素の活性化する方法はいくつかあるため、その方法は実施者が適宜決定すればよい。

10

【0099】

次いで、第1の層間絶縁膜3925上に第2の層間絶縁膜3926をアクリルで形成する。そして、第2の層間絶縁膜3926上に、スパッタ法を用いて、窒化シリコン膜を形成し、TFTを不純物から保護するための第1の絶縁膜（以下、バリア絶縁膜ともいう）3927とする（図21（C））。

【0100】

続いて、バリア絶縁膜3927上に透明性導電膜を80～120nmの厚さで形成し、エッチングすることによって陽極3928を形成する（図22（A））。なお、本実施形態では、透明電極として酸化インジウム・スズ（ITO）膜や酸化インジウムに2～20[%]の酸化亜鉛（ZnO）を混合した透明導電膜を用いる。

20

【0101】

その後、所定のパターンのレジストマスクを形成し、それぞれの半導体層に形成されたソース領域またはドレイン領域となる不純物領域3916、3918、3921、3923に達するコンタクトホールを形成する。コンタクトホールはドライエッチング法で形成すればよい。

【0102】

そして、導電性の金属膜をスパッタ法や真空蒸着法で形成し、マスクでパターニングし、その後エッチングすることで、配線3929～3935を形成する。図示していないが、本実施形態ではこの配線を、そして、膜厚50nmのTi膜と、膜厚500nmの合金膜（AlとTiとの合金膜）との積層膜で形成した。

30

【0103】

次いで、陽極3928および配線3929～3935を覆う第3の層間絶縁膜3936を形成する。ここで、発光素子の陰極材料に用いられるAl、Mgといったアルカリ金属材料からTFTの活性層にアルカリ金属が混入してしまう危険性を低減するために、TFT基板を形成するための処理室（以下、第1のクリーンルームとする）から発光素子を形成するための処理室（以下、第2のクリーンルームとする）へ基板を移動させて作製工程を進める場合を想定する。

【0104】

40

TFT基板が移動中に空気中のゴミに汚染されたり、静電気によって静電破壊が発生したりしないように第3層間絶縁膜3936上に、帯電防止作用を有する極薄い膜（以下、帯電防止膜という）3937を形成する。なお、帯電防止膜3937は、水洗など簡単に除去できる材料から形成すればよい（図22（A））。または、帯電による破壊を防止できるようなケースに保管して移動させる。なお、処理室の移動の前に、ここまででの工程で形成されたTFT基板の動作の検査を行ってもよい。以上の工程は、図19のフローチャートで示す第1の処理室（クリーンルーム）での処理である。

【0105】

第1の処理室から第2の処理室への移動は、例えば、同じ敷地内に設けられた建造物内の移動や、同一法人の点在する工場（処理室、例えばクリーンルーム）間での移動、また

50

は異なる法人間における工場（処理室、例えばクリーンルーム）の移動が考えられる。いずれも、TFT基板に損傷等が発生しないようにして移動される。

【0106】

続いて、図19のフローチャートで示す第2の処理室（クリーンルーム）での処理を行う。TFT基板を第2の処理室（クリーンルーム）に運びこんだら、帯電防止膜3937を水洗により除去し、第3の層間絶縁膜3936をエッティングして、画素（発光素子）に対応する位置に開口部を有し、配線3934と陽極3928とが接する部分や陽極3928の端部をテープ状に覆うバンク3938を形成する。本実施形態では厚さを1μm程度とし、レジストを用いてバンク3938を形成する。ここで、再度、第2の処理室に移動されたTFT基板の動作確認の検査を行ってもよい。

10

【0107】

次にTFT基板を真空ベークする。バンクを形成するための樹脂絶縁膜から水分やガスを放出させるために、一定の真空度で（例えば0.01 Torr以下）真空排気する。なお、真空ベークは、帯電防止膜を水洗した後、陽極を拭淨した後、あるいはEL素子を形成する前に行えばよい。

【0108】

続いて、バンク3938からの水分やガスの発生による発光素子の劣化を抑制するため、バンク3938の表面を第2の絶縁膜3939を例えば窒化シリコン膜等で覆う。この第2の絶縁膜3939は、発光素子の劣化の要因となる水分やガスから保護するための絶縁膜であるため、第2のバリア絶縁膜3939ともいう。

20

【0109】

続いて、第2の絶縁膜3939上で、陽極3928と接するように有機化合物層3940、有機化合物層3940上に陰極3941を蒸着法により形成する。なお、本実施例では発光素子の陰極としてMgAg電極を用いるが、公知の他の材料であっても良い。なお、有機化合物層3940は、発光層の他に正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層及びバッファー層といった複数の層を組み合わせて積層すればよく、本実施例では実施例1に従って形成すればよい。

【0110】

こうして図22（B）に示すような構造の発光装置が完成する。なお、陽極3928、有機化合物層3940、陰極3941と積層された部分3942を発光素子と称する。

30

【0111】

以上のように、TFT基板を形成する第1の処理室（例えば、第1のクリーンルーム）と、発光素子を形成する第2の処理室（例えば、第2のクリーンルーム）とを異ならせることにより、発光素子の陰極材料に用いられるAl、Mgといったアルカリ金属材料からTFTの活性層を保護することができ、良好な発光装置を提供することが可能である。

【0112】

（実施例3）

実施例1または実施例2に従い、第2の層間絶縁膜（935、3926）まで形成する。次いで、実施例1における第1の絶縁膜936を形成するかわりに、第2の層間絶縁膜にプラズマ処理を行って第2の層間絶縁膜（935、3926）表面を改質させる方法について図7で説明する。

40

【0113】

例えば、第2の層間絶縁膜（935、3926）を水素、窒素、炭化水素、ハロゲン化炭素、弗化水素または希ガス（Ar、He、Ne等）から選ばれた一種または複数種の気体中でプラズマ処理することにより第2の層間絶縁膜（935、3926）の表面に新たな被膜を形成したり、表面に存在する官能基の種類を変更させたりして、第2の層間絶縁膜（935、3926）の表面改質を行うことができる。第2の層間絶縁膜（935、3926）表面には、図7に示すように緻密化された膜935Bが形成される。本明細書において、この膜を硬化膜935Bと称する。これにより、有機樹脂膜からガスや水分が放出されるのを防ぐことができる。

50

【0114】

さらに、本実施例のように表面改質を行った後、陽極（ITO）を形成するため、熱膨張率の異なる材料が直接接した状態で加熱処理されることはなくなる。したがって、ITOのクラック（亀裂）等の発生を防ぐことができ、発光素子の劣化を防止することもできる。なお、第2の層間絶縁膜（935、3926）のプラズマ処理化は、コンタクトホールを形成する前、後どちらでもよい。

【0115】

なお、硬化膜935Bは、有機絶縁材料からなる第2の層間絶縁膜（935、3926）の表面を水素、窒素、炭化水素、ハロゲン化炭素、弗化水素または希ガス（Ar、He、Ne等）から選ばれた一種または複数種の気体中でプラズマ処理することにより形成される。従って、硬化膜935B中には、水素、窒素、炭化水素、ハロゲン化炭素、弗化水素または希ガス（Ar、He、Ne等）の気体元素が含まれていると考えられる。

10

【0116】

（実施例4）

実施例1または実施例2に従い、第2の層間絶縁膜（935、3926）まで形成する。次いで、図12に示すように、第2の層間絶縁膜（935、3926）上に、第1の絶縁膜936として、DLC膜936Bを形成してもよい。

【0117】

DLC膜の特徴としては、 1550 cm^{-1} あたりに非対称のピークを有し、 1300 cm^{-1} あたりに肩をもつラマンスペクトル分布を有する。また、微小硬度計で測定した時に $15\sim25\text{ GPa}$ の硬度を示すほか、耐薬品性に優れるという特徴をもつ。さらに、DLC膜はCVD法もしくはスパッタ法にて成膜可能であり、室温から 100 以下の温度範囲で成膜できる。成膜方法はスパッタリング法、ECRプラズマCVD法、高周波プラズマCVD法またはイオンビーム蒸着法といった方法を用いれば良く、膜厚 $5\sim50\text{ nm}$ 程度に形成すればよい。

20

【0118】

（実施例5）

本実施例では、第2の層間絶縁膜（935、3926）上に絶縁膜936としてDLC膜以外の絶縁膜を適用する例について説明する。

【0119】

30

実施例1または実施例2に従って、第2の層間絶縁膜（935、3926）まで形成する。続いて、第1の絶縁膜936として、シリコンをターゲットとして用い、スパッタリング法により窒化シリコン膜936を形成する。成膜条件は適宜選択すれば良いが、特に好ましくはスパッタガスには窒素（N₂）又は窒素とアルゴンの混合ガスを用い、高周波電力を印加してスパッタリングを行う。基板温度は室温の状態とし、加熱手段を用いなくても良い。ただし、層間絶縁膜に有機絶縁膜を用いている場合、基板を加熱せずに成膜することが望ましい。また、吸着又は吸蔵している水分を十分除去するために、真空中で数分～数時間、 $50\sim100$ 程度で加熱して脱水処理することは好ましい。なお、成膜条件の一例としては、硼素が添加された $1\sim2\text{ sq.}$ のシリコンターゲットを用い窒素ガスのみを供給して 0.4 Pa 、 800 W の高周波電力（ 13.56 MHz ）で、ターゲットのサイズは直径 152.4 mm の条件の時に $2\sim4\text{ nm/min}$ の成膜速度が得られる。

40

【0120】

このようにして得られた窒化シリコン膜は、膜中の不純物元素として挙げられる酸素および水素の濃度が1原子%以下であり、また、可視光域において80%以上の透過率を有する。特に、波長 400 nm においても80%以上の透過率を有しており、この膜の透明性が示されている。さらに、表面に著しいダメージを与えることなく、緻密な膜を形成することができる。

【0121】

以上のように、絶縁膜936に窒化シリコン膜を適用することができる。後の工程は、再び、実施例1または実施例2に従って行えばよい。

50

【0122】

(実施例6)

本実施例では、第2の層間絶縁膜(935、3926)上に第1の絶縁膜936としてDLC膜以外の絶縁膜を適用する例について説明する。

【0123】

実施例1または実施例2に従って、第2の層間絶縁膜(935、3926)まで形成する。続いて、窒化アルミニウム(A1N)ターゲットを用い、アルゴンガスと窒素ガスを混合した雰囲気下にて、 $A1_xN_y$ 膜を成膜する。 $A1_xN_y$ 膜に含まれる不純物、特に酸素は0~10 atm%未満であればよく、スパッタ条件(基板温度、原料ガスおよびその流量、成膜圧力など)を適宜調節することによって酸素濃度を調節することができる。また、アルミニウム(A1)ターゲットを用い、窒素ガスを含む雰囲気下にて成膜してもよい。なお、スパッタ法に限定されず、蒸着法やその他の公知技術を用いてもよい。

【0124】

また、 $A1_xN_y$ 膜以外にも、窒化アルミニウム(A1N)ターゲットを用い、アルゴンガスと窒素ガスと酸素ガスを混合した雰囲気下にて成膜される $A1N_xO_y$ 膜を用いてもよい。 $A1N_xO_y$ 膜は、窒素を数atom%以上、好ましくは2.5 atom%~47.5 atom%含む範囲であればよく、スパッタ条件(基板温度、原料ガスおよびその流量、成膜圧力など)を適宜調節することによって窒素濃度を調節することができる。また、アルミニウム(A1)ターゲットを用い、窒素ガス及び酸素ガスを含む雰囲気下にて成膜してもよい。なお、スパッタ法に限定されず、蒸着法やその他の公知技術を用いてもよい。

【0125】

上記した $A1_xN_y$ 膜または $A1N_xO_y$ 膜は透光性が高く(可視光領域で透過率80%~91.3%)、発光素子からの発光の妨げにならない。

【0126】

以上のように、絶縁膜936に $A1_xN_y$ 膜または $A1N_xO_y$ 膜を適用することができる。後の工程は、再び、実施例1に従って行えばよい。

【0127】

(実施例7)

実施例1または実施例2に従い、第2の層間絶縁膜(935、3926)まで形成する。次いで、図13に示すように、第2の層間絶縁膜(935、3926)表面にプラズマ処理を行い表面改質をして硬化膜935Bを形成した後、硬化膜935B上にDLC膜936Bを形成してもよい。なお、DLC膜936Bは、成膜方法はスパッタリング法、ERCプラズマCVD法、高周波プラズマCVD法またはイオンビーム蒸着法といった方法を用いて、5~50 nm程度の膜厚で形成すればよい。

【0128】

(実施例8)

実施例1または実施例2の工程に従い、バンク(947、3938)を形成した後、バンク(947、3938)表面をプラズマ処理することでバンク(947、3938)の表面改質を行う例について図8を用いて説明する。

【0129】

バンク(947、3938)は、有機樹脂絶縁膜を用いて形成しているが、水分やガスを発生してしまい、実際に発光装置を使用した際に生じる熱により水分やガスの発生しやすくなってしまうという問題がある。

【0130】

そこで、加熱処理を行った後、図8に示すようにバンクの表面改質を行うためにプラズマ処理を行う。水素、窒素、ハロゲン化炭素、弗化水素または希ガスから選ばれた一種または複数種の気体中でプラズマ処理を行う。

【0131】

これにより、バンク表面が緻密化し、水素、窒素、ハロゲン化炭素、弗化水素または希ガスから選ばれた一種または複数種の気体元素を含む硬化膜が形成され、内部から水分やガ

10

20

30

40

50

ス（酸素）が発生するのを防ぐことができ、発光素子の劣化を防ぐことができる。

【0132】

なお、本実施例は、実施例1～実施例7のいずれとも組み合わせて用いることができる。

【0133】

（実施例9）

実施例1にしたがい、第2の層間絶縁膜（935、3926）まで形成する（図18（A））。その後、第2の層間絶縁膜（935、3926）上に第1の絶縁膜936を形成する。第1の絶縁膜936としては、実施例2または実施例3に示したDLC膜、窒化シリコン膜、窒化アルミニウム膜または窒化酸化アルミニウム膜を形成してもよい。続いて、第1の絶縁膜936上に、ITO膜を形成し所望の形状にパターニングして、陽極1937を形成する。

【0134】

続いて、所定のパターンのレジストマスクを形成し、それぞれの半導体層に形成されたソース領域またはドレイン領域となる不純物領域に達するコンタクトホールをドライエッチング法などにより形成する。これは、実施例1にしたがえばよい。

【0135】

その後、導電性の金属膜をスパッタ法や真空蒸着法で形成し、エッチングして、配線1938～1944を形成する。配線1938～1944は、実施例1と同じように膜厚50nmのTi膜と膜厚500nmの合金膜（AlとTiとの合金膜）との積層膜で形成すればよい。

10

【0136】

本実施例（図18（B））で示すように、陽極1937を配線1938～1944の前に形成することにより、もしカバレッジの悪い材料を用いて陽極を形成しなければならないとしても、配線断線1943が陽極1938上に形成されるため、断線等の問題が発生することはない。

【0137】

配線を形成したら、実施例1にしたがって、バンク、有機化合物層、陰極を形成すればよい。

【0138】

本実施例は、実施例1～7を組み合わせて適用することができる。

30

【0139】

（実施例10）

本実施例では、TFTの活性層となる半導体膜を触媒元素を用いて結晶化させ、その後、得られた結晶質半導体膜の触媒元素濃度を低減させる方法について説明する。

【0140】

図17（a）において、基板1100は、好ましくはバリウムホウケイ酸ガラスやアルミニウムホウケイ酸ガラス、或いは石英などを用いることができる。基板1100の表面には、下地絶縁膜1101として無機絶縁膜を10～200nmの厚さで形成する。好適な下地絶縁膜の一例は、プラズマCVD法で作製される酸化窒化シリコン膜であり、SiH₄、NH₃、N₂Oから作製される第1酸化窒化シリコン膜1101aを50nmの厚さに形成し、次いで、SiH₄とN₂Oから作製される第2酸化窒化シリコン膜1101bを100nmの厚さに形成したものを適用する。下地絶縁膜1101はガラス基板に含まれるアルカリ金属がこの上層に形成する半導体膜中に拡散しないために設けるものであり、石英を基板とする場合には省略することも可能である。

40

【0141】

次いで、下地絶縁膜1101上に、窒化珪素膜1102を形成する。この窒化珪素膜1102は、後の半導体膜の結晶化工程において用いる触媒元素（代表的にはニッケル）が、下地絶縁膜1101に染みつくのを防ぐため、さらに下地絶縁膜1101の含まれる酸素が悪影響を及ぼすのを防ぐのを目的に形成される。なお、窒化珪素膜1102は、プラズマCVD法で、1～5nmの膜厚で形成すればよい。

50

【0142】

次いで、窒化珪素膜1102上に非晶質半導体膜1103を形成する。非晶質半導体膜1103は、シリコンを主成分とする半導体材料を用いる。代表的には、非晶質シリコン膜又は非晶質シリコンゲルマニウム膜などが適用され、プラズマCVD法や減圧CVD法、或いはスパッタ法で10～100nmの厚さに形成する。良質な結晶を得るために、非晶質半導体膜1103に含まれる酸素、窒素などの不純物濃度を $5 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ 以下に低減させておくと良い。これらの不純物は非晶質半導体の結晶化を妨害する要因となり、また結晶化後においても捕獲中心や再結合中心の密度を増加させる要因となる。そのために、高純度の材料ガスを用いることはもとより、反応室内の鏡面処理（電界研磨処理）やオイルフリーの真空排気系を備えた超高真空対応のCVD装置を用いることが望ましい。なお、下地絶縁膜1101から非晶質半導体膜1103までは、大気解放せずに連続成膜することができる。10

【0143】

その後、非晶質シリコン膜1103の表面に、結晶化を促進する触媒作用のある金属元素を添加する（図17（b））。半導体膜の結晶化を促進する触媒作用のある金属元素としては鉄（Fe）、ニッケル（Ni）、コバルト（Co）、ルテニウム（Ru）、ロジウム（Rh）、パラジウム（Pd）、オスミウム（Os）、イリジウム（Ir）、白金（Pt）、銅（Cu）、金（Au）などであり、これらから選ばれた一種または複数種を用いることができる。代表的にはニッケルを用い、重量換算で1～100ppmのニッケルを含む酢酸ニッケル塩溶液をスピナーで塗布して触媒含有層1104を形成する。この場合、当該溶液の馴染みをよくするために、非晶質シリコン膜1103の表面処理として、オゾン含有水溶液で極薄い酸化膜を形成し、その酸化膜をフッ酸と過酸化水素水の混合液でエッチングして清浄な表面を形成した後、再度オゾン含有水溶液で処理して極薄い酸化膜を形成しておく。シリコンなど半導体膜の表面は本来疎水性なので、このように酸化膜を形成しておくことにより酢酸ニッケル塩溶液を均一に塗布することができる。20

【0144】

勿論、触媒含有層1104はこのような方法に限定されず、スパッタ法、蒸着法、プラズマ処理などにより形成しても良い。

【0145】

非晶質シリコン膜1103と触媒元素含有層1104とを接触した状態を保持したまま結晶化のための加熱処理を行う。加熱処理の方法としては、電熱炉を用いるファーネスアニール法や、ハロゲンランプ、メタルハライドランプ、キセノンアークランプ、カーボンアーカランプ、高圧ナトリウムランプ、高圧水銀ランプなどを用いた瞬間熱アニール（Rapid Thermal Annealing）法（以下、RTA法と記す）を採用する。30

【0146】

RTA法で行う場合には、加熱用のランプ光源を1～60秒、好ましくは30～60秒点灯させ、それを1～10回、好ましくは2～6回繰り返す。ランプ光源の発光強度は任意なものとするが、半導体膜が瞬間的には600～1000、好ましくは650～750程度にまで加熱されるようにする。このような高温になったとしても、半導体膜が瞬間に加熱されるのみであり、基板1100はそれ自身が歪んで変形することはない。こうして、非晶質半導体膜を結晶化させ、図17（c）に示す結晶質シリコン膜1105を得ることができるが、このような処理で結晶化できるのは触媒元素含有層を設けることによりはじめて達成できるものである。40

【0147】

その他の方法としてファーネスアニール法を用いる場合には、加熱処理に先立ち、500にて1時間程度の加熱処理を行い、非晶質シリコン膜1103が含有する水素を放出させておく。そして、電熱炉を用いて窒素雰囲気中にて550～600、好ましくは580で4時間の加熱処理を行い非晶質シリコン膜1103を結晶化させる。こうして、図17（c）に示す結晶質シリコン膜1105を形成する。

【0148】

10

20

30

40

50

さらに結晶化率（膜の全体積における結晶成分の割合）を高め、結晶粒内に残される欠陥を補修するためには、結晶質シリコン膜1105に対してレーザ光を照射することも有効である。

【0149】

このようにして得られる結晶質シリコン膜1105には、触媒元素（ここではニッケル）が平均的な濃度とすれば、 $1 \times 10^{19} / \text{cm}^3$ を越える濃度で残存している。触媒元素が残留していると、TFTの特性に悪影響を及ぼす可能性があるため、半導体層の触媒元素濃度を低減させる必要がある。そこで、結晶化工程に続いて、半導体層の触媒元素濃度を低減させる方法について説明する。

【0150】

まず、図17(d)に示すように結晶質シリコン膜1105の表面に薄い層1106を形成する。本明細書において、結晶質シリコン膜1105上に設けた薄い層1106は、後にゲッタリングサイトを除去する際に、結晶質シリコン膜1105がエッチングされないように設けた層で、バリア層1106ということにする。

【0151】

バリア層1106の厚さは1~10nm程度とし、簡便にはオゾン水で処理することにより形成されるケミカルオキサイドをバリア層としても良い。また、硫酸、塩酸、硝酸などと過酸化水素水を混合させた水溶液で処理しても同様にケミカルオキサイドを形成することができる。他の方法としては、酸化雰囲気中のプラズマ処理や、酸素含有雰囲気中の紫外線照射によりオゾンを発生させて酸化処理を行っても良い。また、クリーンオーブンを用い、200~350程度に加熱して薄い酸化膜を形成しバリア層としても良い。或いは、プラズマCVD法やスパッタ法、蒸着法などで1~5nm程度の酸化膜を堆積してバリア層としても良い。いずれにしても、ゲッタリング工程時に、触媒元素がゲッタリングサイト側に移動できて、ゲッタリングサイトの除去工程時には、エッチング液がしみこまない（結晶性シリコン膜1105をエッチング液から保護する）膜、例えば、オゾン水で処理することにより形成されるケミカルオキサイド膜、酸化シリコン膜(SiO_x)、または多孔質膜を用いればよい。

【0152】

次いで、バリア層1106上にスパッタ法でゲッタリングサイト1107として、膜中に希ガス元素を $1 \times 10^{20} / \text{cm}^3$ 以上の濃度で含む第2の半導体膜（代表的には、非晶質シリコン膜）を25~250nmの厚さで形成する。後に除去されるゲッタリングサイト1107は結晶質シリコン膜1105とエッチングの選択比を大きくするため、密度の低い膜を形成することが好ましい。

【0153】

なお、希ガス元素は半導体膜中でそれ自体は不活性であるため、結晶質シリコン膜1105に悪影響を及ぼすことはない。また、希ガス元素としてはヘリウム(He)、ネオン(Ne)、アルゴン(Arg)、クリプトン(Kr)、キセノン(Xe)から選ばれた一種または複数種を用いる。本発明はゲッタリングサイトを形成するためにこれら希ガス元素をイオンソースとして用いること、またこれら元素が含まれた半導体膜を形成し、この膜をゲッタリングサイトとすることに特徴を有する。

【0154】

ゲッタリングを確実に成し遂げるにはその後加熱処理をすることが必要となる。加熱処理はファーネスアニール法やRTA法で行う。ファーネスアニール法で行う場合には、窒素雰囲気中にて450~600で0.5~12時間の加熱処理を行う。また、RTA法を用いる場合には、加熱用のランプ光源を1~60秒、好ましくは30~60秒点灯させ、それを1~10回、好ましくは2~6回繰り返す。ランプ光源の発光強度は任意なものとするが、半導体膜が瞬間的には600~1000、好ましくは700~750程度にまで加熱されるようにする。

【0155】

ゲッタリングは、被ゲッタリング領域（捕獲サイト）にある触媒元素が熱エネルギーによ

10

20

30

40

50

り放出され、拡散によりゲッタリングサイトに移動する。従って、ゲッタリングは処理温度に依存し、より高温であるほど短時間でゲッタリングが進むことになる。本発明において、触媒元素がゲッタリングの際に移動する距離は、半導体膜の厚さ程度の距離であり、比較的短時間でゲッタリングを完遂することができる（図17（e））。

【0156】

なお、この加熱処理によっても $1 \times 10^{19} / \text{cm}^3 \sim 1 \times 10^{21} / \text{cm}^3$ 、好ましくは $1 \times 10^{20} / \text{cm}^3 \sim 1 \times 10^{21} / \text{cm}^3$ 、より好ましくは $5 \times 10^{20} / \text{cm}^3$ の濃度で希ガス元素を含む半導体膜1107は結晶化することはない。これは、希ガス元素が上記処理温度の範囲においても再放出されず膜中に残存して、半導体膜の結晶化を阻害するためであると考えられる。

10

【0157】

ゲッタリング工程終了後、ゲッタリングサイト1107を選択的にエッチングして除去する。エッチングの方法としては、 ClF_3 によるプラズマを用いないドライエッチング、或いはヒドラジンや、テトラエチルアンモニウムハイドロオキサイド（化学式 $(\text{CH}_3)_4\text{NOH}$ ）を含む水溶液などアルカリ溶液によるウェットエッチングで行うことができる。この時バリア層1106はエッチングストッパーとして機能する。また、バリア層1106はその後フッ酸により除去すれば良い。

【0158】

こうして図17（f）に示すように触媒元素の濃度が $1 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ 以下にまで低減された結晶質シリコン膜1108を得ることができる。こうして形成された結晶質シリコン膜1108は、触媒元素の作用により細い棒状又は細い扁平棒状結晶として形成され、その各々の結晶は巨視的に見ればある特定の方向性をもって成長している。

20

【0159】

本実施例は、実施例1～9に組み合わせて用いることができる。

【0160】

（実施例11）

本実施例では、実施例1～実施例10の作製工程を組み合わせて図6（B）に示した状態まで作製した発光パネルを発光装置として完成させる方法について図9を用いて詳細に説明する。

30

【0161】

図9（A）は、素子基板を封止した発光パネルの上面図、図9（B）は図9（A）をA-A'で切断した断面図である。点線で示された801はソース側駆動回路、802は画素部、803はゲート側駆動回路である。また、804は封止基板、805はシール剤であり、シール剤805で囲まれた内側は、空間807になっている。

【0162】

なお、ソース側駆動回路801及びゲート側駆動回路803に入力される信号を伝送するための配線（図示せず）により、外部入力端子となるFPC（フレキシブルプリントサーキット）809からビデオ信号やクロック信号を受け取る。なお、ここでは発光パネルにFPCが接続された状態を示しているが、FPCを介してIC（集積回路）が直接実装されたモジュールを本明細書中では、発光装置とよぶ。

40

【0163】

次に、断面構造について図9（B）を用いて説明する。基板810の上方には画素部802、駆動回路部が形成されており、画素部802は電流制御用TFT811とそのドレンに電気的に接続された陽極812を含む複数の画素により形成される。また、駆動回路部はnチャネル型TFT813とpチャネル型TFT814とを組み合わせたCMOS回路を用いて形成される。

【0164】

また、陽極812の両端にバンク815が形成された後、陽極812上に絶縁膜821、有機化合物層816および陰極817が形成され、発光素子818が形成される。

【0165】

50

なお、陰極 817 は全画素に共通の配線として機能し、接続配線 808 を経由して FPC 809 に電気的に接続されている。

【0166】

なお、シール剤 805 によりガラスからなる封止基板 804 が貼り合わされている。なお、シール剤 805 としては紫外線硬化樹脂や熱硬化性樹脂を用いるのが好ましい。また、必要に応じて封止基板 804 と発光素子 818 との間隔を確保するために樹脂膜からなるスペーサを設けても良い。シール剤 805 の内側の空間 807 には窒素や希ガス等の不活性ガスが充填されている。また、シール剤 805 はできるだけ水分や酸素を透過しない材料であることが望ましい。

【0167】

以上のような構造で発光素子を空間 807 に封入することにより、発光素子を外部から完全に遮断することができ、外部から侵入する水分や酸素による発光素子の劣化を防ぐことができる。従って、信頼性の高い発光装置を得ることができる。

【0168】

なお、本実施例における構成は、実施例 1 ~ 実施例 10 の構成を組み合わせて実施することが可能である。

【0169】

(実施例 12)

ここで、本発明を用いて形成される発光装置の画素部のさらに詳細な上面構造を図 10 (A) に、回路図を図 10 (B) に示す。図 10 において、基板上に設けられたスイッチング用 TFT704 は図 6 のスイッチング用 (n チャネル型) TFT1002 を用いて形成される。従って、構造の説明はスイッチング用 (n チャネル型) TFT1002 の説明を参照すれば良い。また、703 で示される配線は、スイッチング用 TFT704 のゲート電極 704a、704b を電気的に接続するゲート配線である。

【0170】

なお、本実施例ではチャネル形成領域が二つ形成されるダブルゲート構造としているが、チャネル形成領域が一つ形成されるシングルゲート構造もしくは三つ形成されるトリプルゲート構造であっても良い。

【0171】

また、スイッチング用 TFT704 のソースはソース配線 715 に接続され、ドレインはドレイン配線 705 に接続される。また、ドレイン配線 705 は電流制御用 TFT706 のゲート電極 707 に電気的に接続される。なお、電流制御用 TFT706 は図 6 の電流制御用 (p チャネル型) TFT1003 を用いて形成される。従って、構造の説明は電流制御用 (p チャネル型) TFT1003 の説明を参照すれば良い。なお、本実施例ではシングルゲート構造としているが、ダブルゲート構造もしくはトリプルゲート構造であっても良い。

【0172】

また、電流制御用 TFT706 のソースは電流供給線 716 に電気的に接続され、ドレインはドレイン配線 717 に電気的に接続される。また、ドレイン配線 717 は点線で示される陽極 (画素電極) 718 に電気的に接続される。

【0173】

このとき、719 で示される領域には保持容量 (コンデンサ) が形成される。コンデンサ 719 は、電流供給線 716 と電気的に接続された半導体層 720、ゲート絶縁膜と同一層の絶縁膜 (図示せず) 及びゲート電極 707 との間で形成される。また、ゲート電極 707、第 1 層間絶縁膜と同一の層 (図示せず) 及び電流供給線 716 で形成される容量も保持容量として用いることが可能である。

【0174】

なお、本実施例の構成は、実施例 1 ~ 実施例 10 の構成を組み合わせて実施することが可能である。

【0175】

10

20

30

40

50

(実施例 13)

発光装置を作製する工程について、実施例 2 とは異なる他の一例について図 23 (A) (B) を用いて説明する。

【0176】

まず、実施例 2 に従って図 22 (A) の状態まで工程を進める。その後、TFT 基板を第 2 の処理室に搬入して帯電防止膜を水洗により除去する。そして、図 23 (A) に示すように、バンク 3938 を形成する。バンク 3938 は、実施例 2 と同様に表面を窒化シリコン膜等の絶縁膜で覆っても良いし、実施例 8 と同様にプラズマ処理を行って表面改質を行っても良い。

【0177】

陽極 3928 上には、最初スピニ塗布法やスプレー法などを用いて高分子有機化合物で形成される第 1 有機化合物層 3950 を形成する。この層は正孔注入輸送性を有する高分子有機化合物材料又は正孔移動度の高い高分子有機化合物材料で形成する。高分子有機化合物材料としては、ポリエチレンジオキシチオフェン (PEDOT) を適用することができる。

【0178】

その上に形成する発光層や電子輸送層などの第 2 有機化合物層 3951、及び陰極 3952 は実施例 1 と同様にして形成すれば良い。

【0179】

図 23 (B) で詳細に示すように、この第 1 有機化合物層 3950 の厚さは、粘度を適宜調整することで陽極 3928 上の膜厚 (t1) とバンク 3938 上の膜厚 (t2) とで異なることが可能である。即ち、バンク 3938 により陽極 3928 上に形成される凹部において陽極 3928 上の膜厚 (t1) を厚くすることができる。

【0180】

また、陽極 3928 とバンク 3938 が接する端部 3958 の厚さ (t3) が最も厚くなり、曲率を持たせて形成することができる。このような形状により、その上層に形成する第 2 有機化合物層 3951 と陰極 3952 の被覆性を向上させることができる。さらに、応力集中による亀裂や電界集中が抑制され、発光素子の劣化や短絡による不良を防止することができる。

【0181】

(実施例 14)

発光素子を用いた発光装置は自発光型であるため、液晶表示装置に比べ、明るい場所での視認性に優れ、視野角が広い。従って、様々な電気器具の表示部に用いることができる。

【0182】

本発明により作製した発光装置を用いた電気器具として、ビデオカメラ、デジタルカメラ、ゴーグル型ディスプレイ (ヘッドマウントディスプレイ)、ナビゲーションシステム、音響再生装置 (カーオーディオ、オーディオコンポ等)、ノート型パソコンコンピュータ、ゲーム機器、携帯情報端末 (モバイルコンピュータ、携帯電話、携帯型ゲーム機または電子書籍等)、記録媒体を備えた画像再生装置 (具体的には DVD 等の記録媒体を再生し、その画像を表示しうる表示装置を備えた装置) などが挙げられる。特に、斜め方向から画面を見る機会が多い携帯情報端末は、視野角の広さが重要視されるため、発光素子を有する発光装置を用いることが好ましい。それら電気器具の具体例を図 11 に示す。

【0183】

図 11 (A) は表示装置であり、筐体 2001、支持台 2002、表示部 2003、スピーカー部 2004、ビデオ入力端子 2005 等を含む。本発明により作製した発光装置は、表示部 2003 に用いることができる。発光素子を有する発光装置は自発光型であるためバックライトが不要なく、液晶表示装置よりも薄い表示部とすることができます。なお、表示装置は、パソコン用、TV 放送受信用、広告表示用などの全ての情報表示用表示装置が含まれる。

【0184】

10

20

30

40

50

図11(B)はデジタルスチルカメラであり、本体2101、表示部2102、受像部2103、操作キー2104、外部接続ポート2105、シャッター2106等を含む。本発明により作製した発光装置は表示部2102に用いることができる。

【0185】

図11(C)はノート型パーソナルコンピュータであり、本体2201、筐体2202、表示部2203、キーボード2204、外部接続ポート2205、ポインティングマウス2206等を含む。本発明により作製した発光装置は表示部2203に用いることができる。

【0186】

図11(D)はモバイルコンピュータであり、本体2301、表示部2302、スイッチ2303、操作キー2304、赤外線ポート2305等を含む。本発明により作製した発光装置は表示部2302に用いることができる。

【0187】

図11(E)は記録媒体を備えた携帯型の画像再生装置(具体的にはDVD再生装置)であり、本体2401、筐体2402、表示部A2403、表示部B2404、記録媒体(DVD等)読み込み部2405、操作キー2406、スピーカー部2407等を含む。表示部A2403は主として画像情報を表示し、表示部B2404は主として文字情報を表示するが、本発明により作製した発光装置はこれら表示部A2403、B2404に用いることができる。なお、記録媒体を備えた画像再生装置には家庭用ゲーム機器なども含まれる。

10

20

【0188】

図11(F)はゴーグル型ディスプレイ(ヘッドマウントディスプレイ)であり、本体2501、表示部2502、アーム部2503を含む。本発明により作製した発光装置は表示部2502に用いることができる。

【0189】

図11(G)はビデオカメラであり、本体2601、表示部2602、筐体2603、外部接続ポート2604、リモコン受信部2605、受像部2606、バッテリー2607、音声入力部2608、操作キー2609等を含む。本発明により作製した発光装置は表示部2602に用いることができる。

【0190】

30

ここで図11(H)は携帯電話であり、本体2701、筐体2702、表示部2703、音声入力部2704、音声出力部2705、操作キー2706、外部接続ポート2707、アンテナ2708等を含む。本発明により作製した発光装置は、表示部2703に用いることができる。なお、表示部2703は黒色の背景に白色の文字を表示することで携帯電話の消費電力を抑えることができる。

【0191】

なお、将来的に有機材料の発光輝度が高くなれば、出力した画像情報を含む光をレンズ等で拡大投影してフロント型若しくはリア型のプロジェクターに用いることも可能となる。

【0192】

また、上記電気器具はインターネットやCATV(ケーブルテレビ)などの電子通信回線を通じて配信された情報を表示するが多くなり、特に動画情報を表示する機会が増してきている。有機材料の応答速度は非常に高いため、発光装置は動画表示に好ましい。

40

【0193】

また、発光装置は発光している部分が電力を消費するため、発光部分が極力少なくなるように情報を表示することが好ましい。従って、携帯情報端末、特に携帯電話や音響再生装置のような文字情報を主とする表示部に発光装置を用いる場合には、非発光部分を背景として文字情報を発光部分で形成するように駆動することが好ましい。

【0194】

以上の様に、本発明を用いて作製された発光装置の適用範囲は極めて広く、あらゆる分野の電気器具に用いることが可能である。また、本実施例の電気器具は実施例1～実施例1

50

2を組み合わせて作製された発光装置をその表示部に用いることができる。

【0195】

【発明の効果】

本発明を用いることにより、陽極のクラックの発生を低減できるため、発光素子の劣化を抑えることができる。また、陽極の表面を平坦化することで、有機化合物層における電流密度を高めることができるために、駆動電圧を低減でき、発光素子の寿命を延ばすことができる。

【0196】

また、TFT基板を作製する処理室と発光素子の作製する処理室とが物理的に離れており、基板を移動させなければならない場合にも、TFT基板をTFTの特性を劣化させたり、静電破壊させたりすることなく移動することができ、さらに、本発明の構造を適用すれば、TFTが発光素子の材料となるアルカリ金属により汚染されることや、発光素子が水分やガスにより劣化する問題を防ぐことができ、良好な発光装置を実現することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】 発光装置の作製方法の実施形態を示す図。

【図2】 従来の発光装置の例を示す図。

【図3】 発光装置の作製工程を示す図。

【図4】 発光装置の作製工程を示す図。

【図5】 発光装置の作製工程を示す図。

20

【図6】 発光装置の作製工程を示す図。

【図7】 発光装置の作製工程の実施の一例を示す図。

【図8】 発光装置の作製工程の実施の一例を示す図。

【図9】 発光装置の封止構造を示す図。

【図10】 発光装置の画素部の構造を示す図。

【図11】 電気器具の一例を示す図。

【図12】 発光装置の作製工程の実施の一例を示す図。

【図13】 発光装置の作製工程の実施の一例を示す図。

【図14】 AFMによる測定結果を示す図。

30

【図15】 AFMによる測定結果を示す図。

【図16】 AFMによる測定結果を示す図。

【図17】 発光装置の作製工程の実施例を示す図。

【図18】 発光装置の作製工程を示す図。

【図19】 本発明の生産プロセスのイメージを示す図。

【図20】 発光装置の作製工程の実施の一例を示す図。

【図21】 発光装置の作製工程の実施の一例を示す図。

【図22】 発光装置の作製工程の実施の一例を示す図。

【図23】 発光装置の作製工程の実施の一例を示す図。

【符号の説明】

100 基板

40

101 電流制御用TFT

102 層間絶縁膜

104 配線

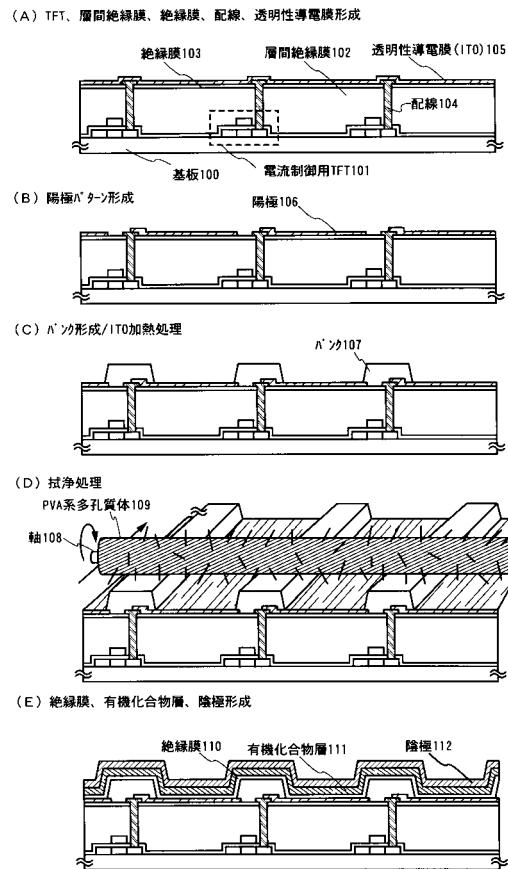
106 陽極

107 バンク

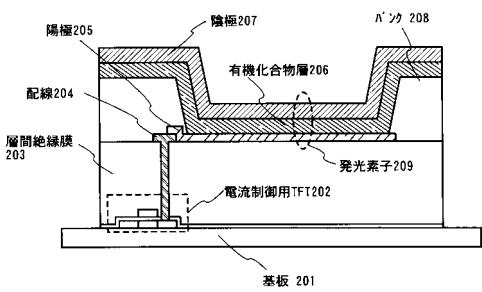
111 有機化合物層

112 陰極

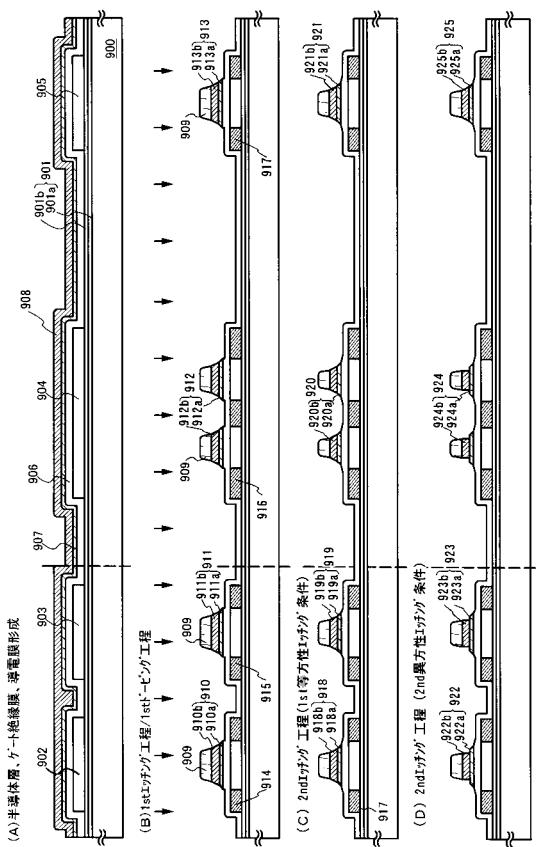
【図1】



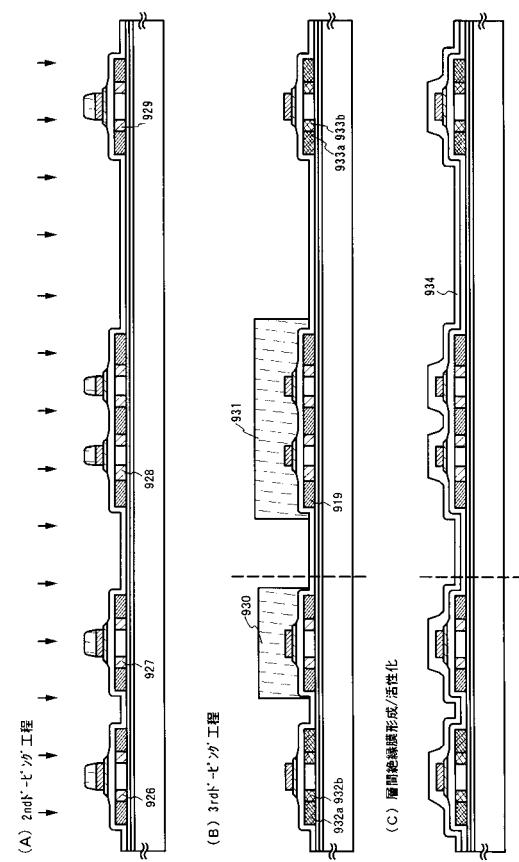
【図2】



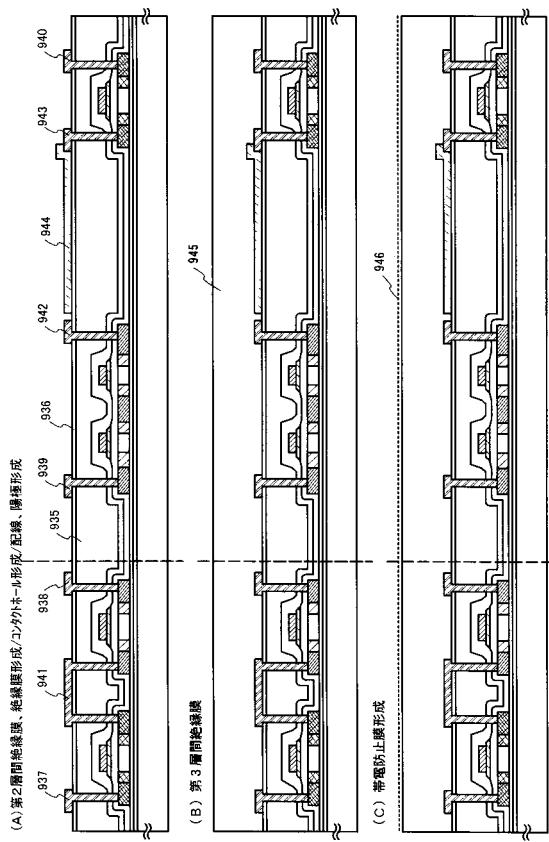
【図3】



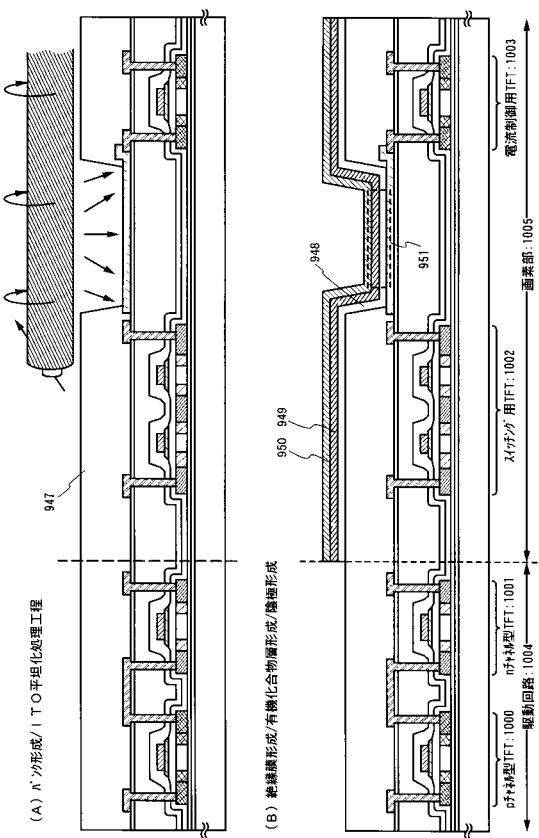
【 図 4 】



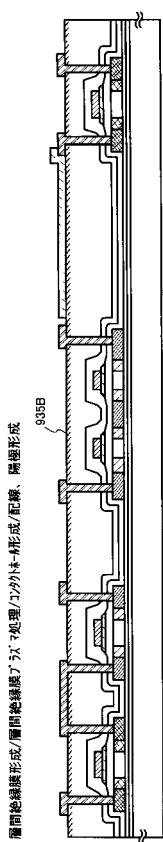
【図5】



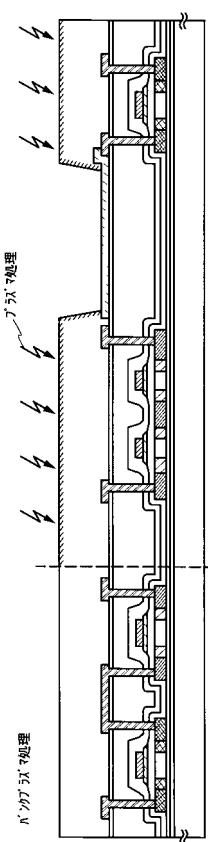
【図6】



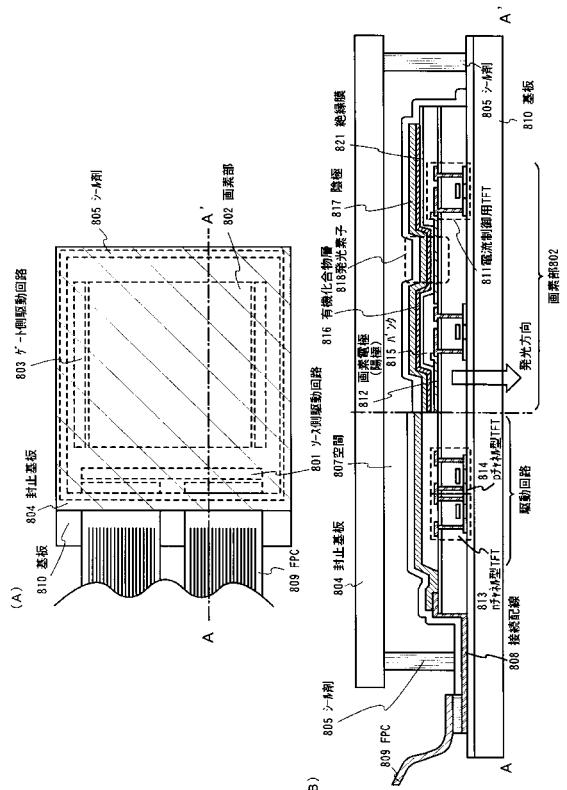
【図7】



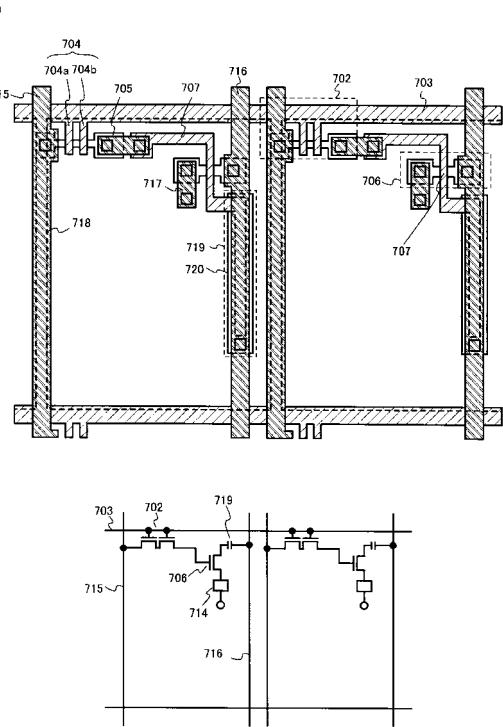
【図8】



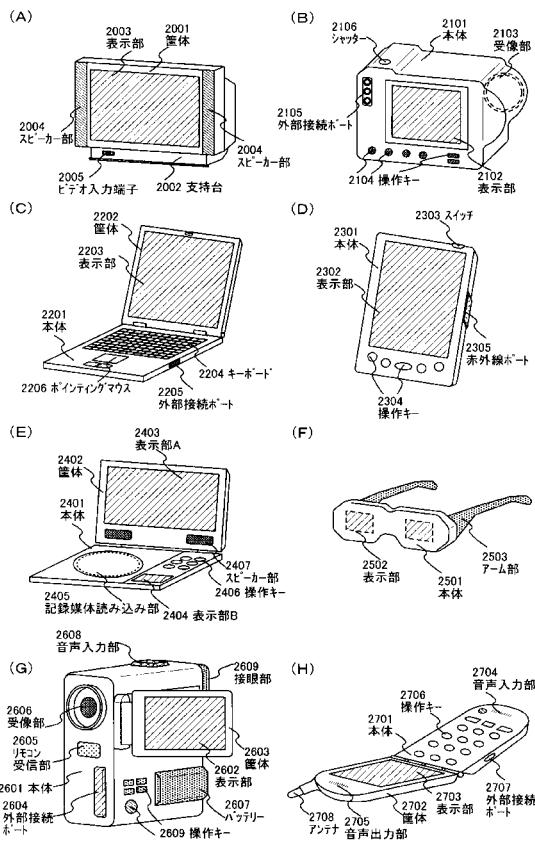
【図9】



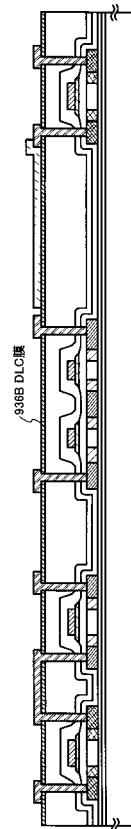
【図10】



【図11】

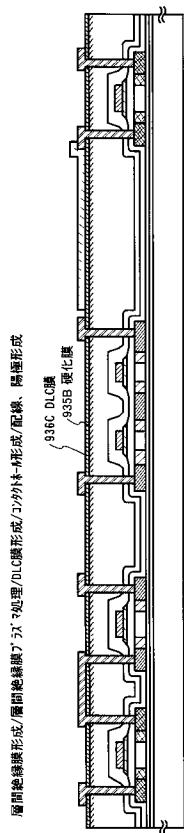


【図12】

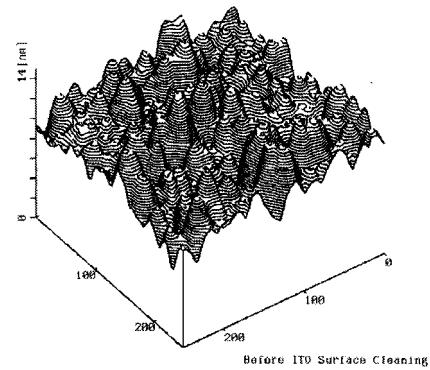


層間絕緣膜形成/DLC膜形成/コントロール形成/配線、陽極形成

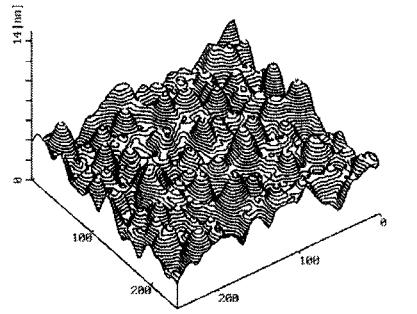
【図13】



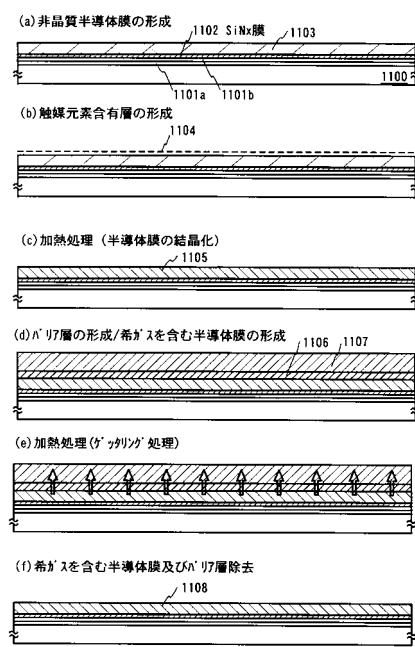
【図14】



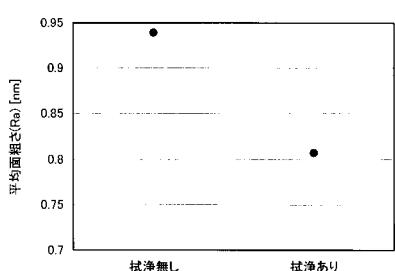
【図15】



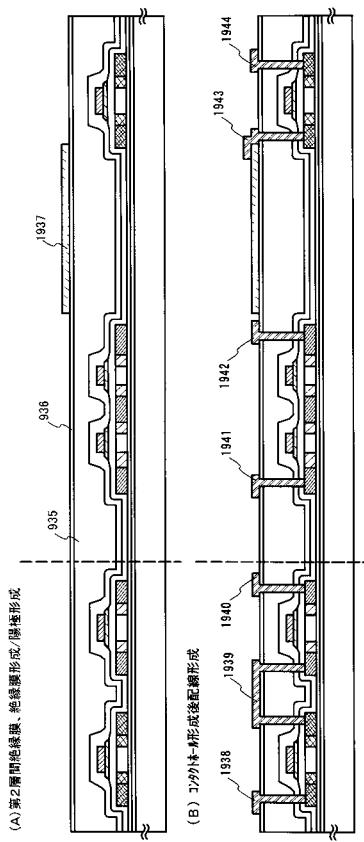
【図17】



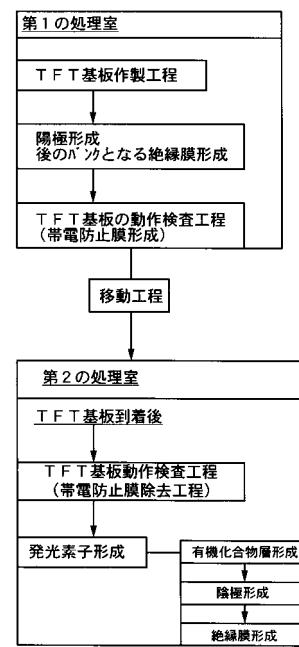
【図16】



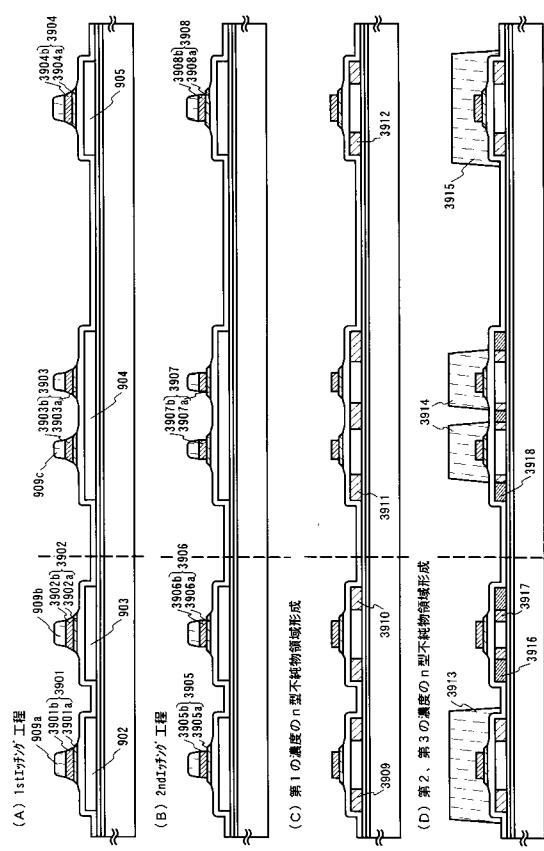
【図18】



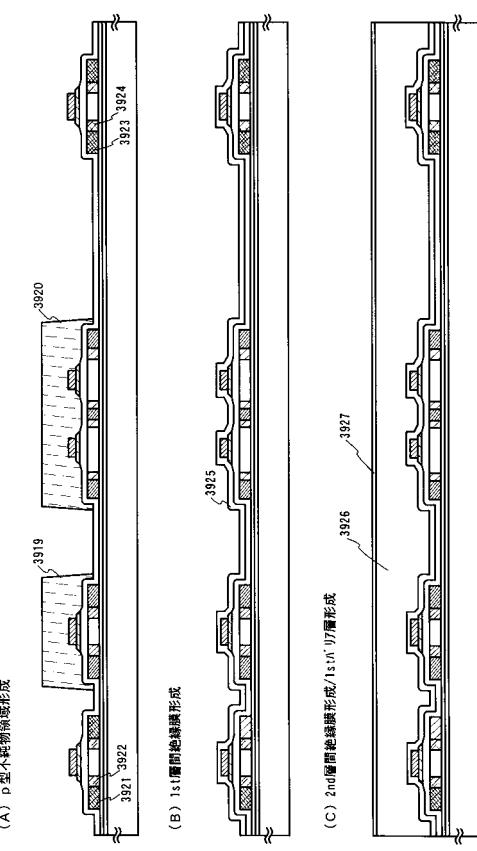
【図19】



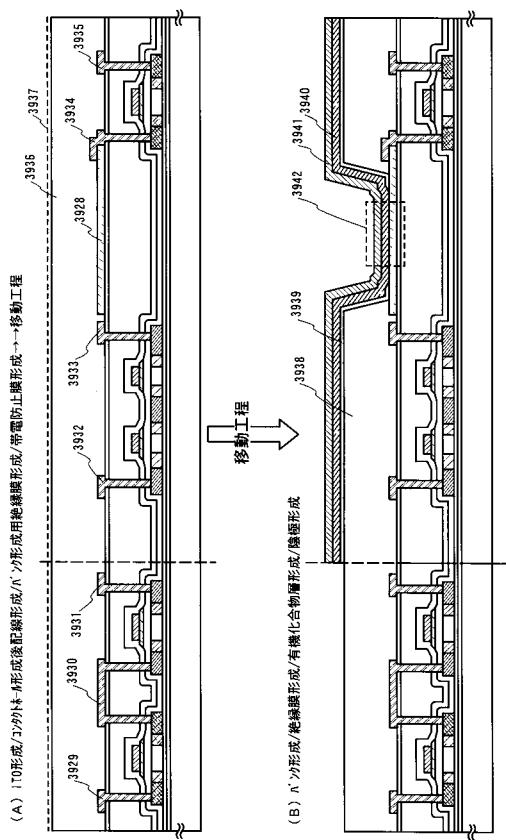
【図20】



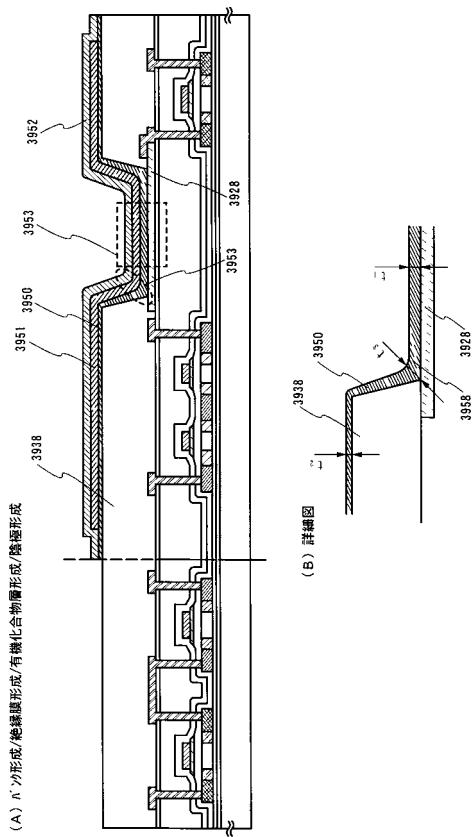
【図21】



【図22】



【図23】



フロントページの続き

| (51)Int.Cl. | | F I | |
|-------------|--------|-----------|-----------------------|
| H 0 1 L | 29/786 | (2006.01) | H 0 1 L 29/78 6 1 9 A |
| H 0 5 B | 33/10 | (2006.01) | H 0 1 L 29/78 6 1 2 A |
| H 0 5 B | 33/12 | (2006.01) | H 0 5 B 33/10 |
| H 0 1 L | 51/50 | (2006.01) | H 0 5 B 33/12 B |
| | | | H 0 5 B 33/14 A |

(56)参考文献 特開平04-257826 (JP, A)
 特開平11-337973 (JP, A)
 特開2001-005426 (JP, A)
 特開平06-177386 (JP, A)
 特表2001-512145 (JP, A)
 特開2000-106279 (JP, A)
 特開平03-259264 (JP, A)
 特開平08-120105 (JP, A)
 特開平04-087187 (JP, A)
 特開平09-007770 (JP, A)
 特開平09-199278 (JP, A)
 特開2000-353594 (JP, A)
 特開平08-006053 (JP, A)
 特開2000-348866 (JP, A)
 特開2000-077191 (JP, A)
 特開2000-252550 (JP, A)
 特開平06-212101 (JP, A)
 特開平08-074031 (JP, A)
 特開平08-288090 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05B 33/22
 G09F 9/30
 H01L 21/312
 H01L 27/08
 H01L 27/32
 H01L 29/786
 H01L 51/50
 H05B 33/10
 H05B 33/12