

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-4361

(P2008-4361A)

(43) 公開日 平成20年1月10日(2008.1.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05B 33/28 (2006.01)	H05B 33/28	3K107
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/14	A
H05B 33/10 (2006.01)	H05B 33/10	
H05B 33/12 (2006.01)	H05B 33/12	B
H05B 33/22 (2006.01)	H05B 33/22	Z
審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 23 頁)		

(21) 出願番号 特願2006-172287 (P2006-172287)
 (22) 出願日 平成18年6月22日 (2006.6.22)

(71) 出願人 000001443
 カシオ計算機株式会社
 東京都渋谷区本町1丁目6番2号
 (74) 代理人 100096699
 弁理士 鹿嶋 英貴
 (72) 発明者 下田 悟
 東京都八王子市石川町2951番地の5
 カシオ計算機株式会
 社八王子技術センター内
 Fターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC23 CC25 CC45
 DD03 DD24 DD46X DD77 DD88
 DD89 EE46 GG28

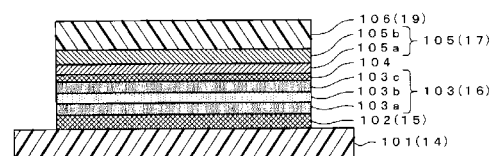
(54) 【発明の名称】 表示装置及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】表示パネルに配列された有機EL素子の上部電極において、クラックや層間剥離を生じることなく、かつ、外部環境に対するパッシベーション性を向上させたパネル構造を有する表示装置及びその製造方法を提供する。

【解決手段】有機EL層16上に形成される対向電極17は、電子注入層となる金属薄膜を形成した後、その上層に酸素欠乏状態となるITO等からなる第2の導電層（酸素欠乏層）105bと、酸素圧力を高めたITO等からなる第1の導電層（応力緩和層）105aとを順次積層形成した電極構造を有し、各表示画素PIXの画素電極15に対向する領域のみならず、各画素形成領域Rpxを画定するバンクBKx及びBKy上にまで延在する単一の導電層として形成されるとともに、バンクBKxを形成する導電性バンク部18dに電氣的に接続されるように接合される。

【選択図】図10



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板の一面側に、発光された光が前記基板の一面側である視野側に放射される発光素子を有する複数の表示画素が設けられた表示パネルを備える表示装置において、

前記発光素子は、前記基板側及び前記視野側に設けられる一对の電極を有し、前記発光素子により発光された光は前記一对の電極における視野側の電極を透過して前記視野側に放射され、該視野側の電極は、少なくとも酸素濃度の異なる複数の層領域よりなる導電層を有することを特徴とする表示装置。

【請求項 2】

前記発光素子は、前記一对の電極の間に電荷輸送層が形成された素子構造を有し、

前記導電層における前記複数の層領域は、少なくとも、透明な金属酸化物からなる第 1 の導電層と、前記第 1 の導電層と前記電荷輸送層との間に設けられ、前記第 1 の導電層よりも酸素濃度が低い透明な金属酸化物からなる第 2 の導電層と、を含むことを特徴とする請求項 1 記載の表示装置。

【請求項 3】

前記視野側の電極は、更に、前記電荷輸送層と前記導電層との間に形成され、前記電荷輸送層に電荷を注入する電荷注入層を有し、

前記第 2 の導電層は、前記電荷注入層を形成する金属材料の酸化を防止する機能を有し、前記第 1 の導電層は、前記第 2 の導電層の内部応力を緩和又は打ち消す機能を有していることを特徴とする請求項 2 記載の表示装置。

【請求項 4】

前記導電層は、前記複数の層領域が積層された層構造を有し、該複数の層領域の各々が異なる成膜条件で形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の表示装置。

【請求項 5】

前記導電層は単一の導電層からなり、前記複数の層領域が、成膜条件を段階的又は連続的に変化させて形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の表示装置。

【請求項 6】

前記表示パネルは、前記複数の表示画素を含む前記基板の一面側を被覆する透明な絶縁性の保護膜を有することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の表示装置。

【請求項 7】

前記表示パネルは、前記表示画素ごとの前記発光素子を形成する画素形成領域を画定する隔壁を有し、

前記視野側の電極は、前記表示画素ごとの前記画素形成領域から前記隔壁上に延在するように設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の表示装置。

【請求項 8】

前記発光素子は、有機エレクトロルミネッセンス素子であることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の表示装置。

【請求項 9】

基板上にトップエミッション型の発光素子を有する複数の表示画素が設けられた表示パネルを備える表示装置の製造方法において、

前記基板の一面側の、前記表示画素ごとの画素形成領域に、発光素子を形成するための画素電極を形成する工程と、

前記画素電極上に、電荷輸送層を形成する工程と、

前記電荷輸送層を介して前記表示画素ごとの前記画素電極に対向し、少なくとも酸素濃度の異なる複数の層領域を有する導電層からなる対向電極を形成する工程と、を含むことを特徴とする表示装置の製造方法。

【請求項 10】

前記対向電極を形成する工程は、少なくとも、

10

20

30

40

50

前記導電層を、成膜時の雰囲気ガス圧力が異なる条件で、前記複数の層領域を順次積層形成する工程を含むことを特徴とする請求項 9 記載の表示装置の製造方法。

【請求項 1 1】

前記対向電極を形成する工程は、少なくとも、

成膜時の雰囲気ガス圧力を段階的又は連続的に変化させて、前記酸素濃度が異なる単一の導電層として形成する工程を含むことを特徴とする請求項 9 記載の表示装置の製造方法。

【請求項 1 2】

前記対向電極を形成する工程は、更に、前記電荷輸送層と前記導電層との間に、前記電荷輸送層に電荷を注入する電荷注入層を形成する工程を含むことを特徴とする請求項 9 記載の表示装置の製造方法。

【請求項 1 3】

前記複数の表示画素を含む前記基板の一面側を被覆するように、透明な絶縁性の保護膜を形成する工程を、さらに含むことを特徴とする請求項 9 乃至 1 2 のいずれかに記載の表示装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、表示装置及びその製造方法に関し、特に、表示画素として有機エレクトロルミネッセンス素子等の自発光素子を複数配列した表示パネルを備えた表示装置及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、携帯電話や携帯音楽プレーヤ等の電子機器の表示デバイスとして、自発光素子である有機エレクトロルミネッセンス素子（以下、「有機 EL 素子」と略記する）を 2 次元配列した表示パネル（有機 EL 表示パネル）を適用したものが知られている。特に、アクティブマトリックス駆動方式を適用した有機 EL 表示パネルにおいては、広く普及している液晶表示装置に比較して、表示応答速度が速く、視野角依存性もなく、また、高輝度・高コントラスト化、表示画質の高精細化等が可能であるとともに、液晶表示装置のようにバックライトを必要としないので、一層の薄型軽量化が可能であるという極めて優位な特徴を有している。そのため、今後様々な電子機器への適用が期待されている。

【0003】

有機 EL 素子は、周知のように、概略、ガラス基板等の一面側に、下部電極であるアノード（陽極）電極と、ホール輸送層、発光層及び電子輸送層からなる有機 EL 層と、上部電極であるカソード（陰極）電極と、を順次積層した素子構造を有し、アノード電極に正電圧、カソード電極に負電圧を印加することにより、有機 EL 層内に注入されたホールと電子が再結合する際に生じるエネルギーに基づいて光（励起光）が放射されるものである。

【0004】

ここで、アノード電極（下部電極）及びカソード電極（上部電極）のいずれか一方を光透過性を有する電極材料を用いて形成し、他方を光反射特性を有する電極材料を用いて形成することにより、有機 EL 層から放射される光を下部電極を介してガラス基板の他面側に放射するボトムエミッション型の発光構造、もしくは、ガラス基板を介することなく上部電極方向に放出するトップエミッション型の発光構造を構成することができる。

【0005】

ところで、有機 EL 素子を適用して、上述したようなアクティブマトリックス駆動方式の表示パネルを形成するためには、各表示画素ごとに当該有機 EL 素子を所望の輝度階調で発光させるための画素駆動回路（又は画素回路）を設ける必要がある。この画素駆動回路は、例えば 1 又は複数の薄膜トランジスタ等の機能素子（詳しくは後述する）と配線層からなり、さらに、これらの機能素子や配線層として一般に金属材料等の遮光性（又は光

10

20

30

40

50

透過性が低い)導電性材料が適用されている。

【0006】

そのため、アクティブマトリックス駆動方式の表示パネルにおいては、ガラス基板側に画素駆動回路を形成し、その上層にトップエミッション型の発光構造を有する有機EL素子を形成したパネル構造を採用した方が、ボトムエミッション型の発光構造を有する有機EL素子を適用する場合に比較して、表示パネル(又は各表示画素の形成領域)に占める発光領域の割合(いわゆる、開口率)を大きく設定することができるので、表示パネルの高輝度化や長寿命化の点で極めて有利である。

なお、上述したようなトップエミッション型の発光構造やボトムエミッション型の発光構造を有する有機EL素子については、例えば、特許文献1等に詳しく説明されている。

10

【特許文献1】特開2005-222759号公報(第3頁~第8頁、図1、図4)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上述したトップエミッション型の発光構造を有する有機EL素子を適用した表示パネル(表示装置)においては、有機EL層において発光された光は、透明な上部電極(カソード電極)、及び、有機EL素子を外的環境から保護するために被覆形成されたパッシベーション膜を介して外部(視野側)に放射される。この場合、視野側において良好な発光輝度で視認されるためには、上部電極及びパッシベーション膜の光透過性が充分高いことが要求される。

20

【0008】

ここで、上述したボトムエミッション型の発光構造の有機EL素子においては、ガラス基板側に光を放射する構造を有しているので、上部電極として光反射特性(遮光性)の高い金属材料を用い、かつ、厚膜電極構造を適用することができ、パッシベーション性を充分向上させることができるが、トップエミッション型の発光構造を有する有機EL素子においては、上述したように高い光透過性が要求されるため、金属材料や厚膜電極構造を採用することができない。そのため、上部電極及びパッシベーション膜により外的環境(例えば外部から侵入する水分等)に対する充分なパッシベーション性を確保することが必要になる。

【0009】

しかしながら、一般に上部電極と有機EL層との間に形成される電子注入層と、上部電極との密着性は高くなく、また、スパッタリング法等で成膜される上部電極は引張応力が残留した状態で形成されるため、パッシベーション性を向上させるために上部電極及びパッシベーション膜の膜厚を一定以上に厚く形成すると、上部電極にクラックや剥離が生じて、素子特性の劣化や表示装置の信頼性が低下するという問題を有していた。

30

【0010】

そこで、本発明は、上述した問題点に鑑み、表示画素として有機EL素子等の自発光素子を複数配列したトップエミッション型の発光構造を有する表示パネルを備えた表示装置において、有機EL素子の上部電極にクラックや層間剥離を生じることなく、かつ、外的環境に対するパッシベーション性を向上させることができるパネル構造を備えた表示装置及びその製造方法を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0011】

請求項1記載の発明は、基板の一面側に、発光された光が前記基板の一面側である視野側に放射される発光素子を有する複数の表示画素が設けられた表示パネルを備える表示装置において、前記発光素子は、前記基板側及び前記視野側に設けられる一対の電極を有し、前記発光素子により発光された光は前記一対の電極における視野側の電極を透過して前記視野側に放射され、該視野側の電極は、少なくとも酸素濃度の異なる複数の層領域よりなる導電層を有することを特徴とする。

【0012】

50

請求項 2 記載の発明は、請求項 1 記載の表示装置において、前記発光素子は、前記一対の電極の間に電荷輸送層が形成された素子構造を有し、前記導電層における前記複数の層領域は、少なくとも、透明な金属酸化物からなる第 1 の導電層と、前記第 1 の導電層と前記電荷輸送層との間に設けられ、前記第 1 の導電層よりも酸素濃度が低い透明な金属酸化物からなる第 2 の導電層と、を含むことを特徴とする。

【0013】

請求項 3 記載の発明は、請求項 2 記載の表示装置において、前記視野側の電極は、更に、前記電荷輸送層と前記導電層との間に形成され、前記電荷輸送層に電荷を注入する電荷注入層を有し、前記第 2 の導電層は、前記電荷注入層を形成する金属材料の酸化を防止する機能を有し、前記第 1 の導電層は、前記第 2 の導電層の内部応力を緩和又は打ち消す機能を有していることを特徴とする。

10

【0014】

請求項 4 記載の発明は、請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の表示装置において、前記導電層は、前記複数の層領域が積層された層構造を有し、該複数の層領域の各々が異なる成膜条件で形成されていることを特徴とする。

請求項 5 記載の発明は、請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の表示装置において、前記導電層は単一の導電層からなり、前記複数の層領域が、成膜条件を段階的又は連続的に変化させて形成されていることを特徴とする。

請求項 6 記載の発明は、請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の表示装置において、前記表示パネルは、前記複数の表示画素を含む前記基板の一面側を被覆する透明な絶縁性の保護膜を有することを特徴とする。

20

【0015】

請求項 7 記載の発明は、請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の表示装置において、前記表示パネルは、前記表示画素ごとの前記発光素子を形成する画素形成領域を画定する隔壁を有し、前記視野側の電極は、前記表示画素ごとの前記画素形成領域から前記隔壁上に延在するように設けられていることを特徴とする。

請求項 8 記載の発明は、請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の表示装置において、前記発光素子は、有機エレクトロルミネッセンス素子であることを特徴とする。

【0016】

請求項 9 記載の発明は、基板上にトップエミッション型の発光素子を有する複数の表示画素が設けられた表示パネルを備える表示装置の製造方法において、前記基板の一面側の、前記表示画素ごとの画素形成領域に、発光素子を形成するための画素電極を形成する工程と、前記画素電極上に、電荷輸送層を形成する工程と、前記電荷輸送層を介して前記表示画素ごとの前記画素電極に対向し、少なくとも酸素濃度の異なる複数の層領域を有する導電層からなる対向電極を形成する工程と、を含むことを特徴とする。

30

【0017】

請求項 10 記載の発明は、請求項 9 記載の表示装置の製造方法において、前記対向電極を形成する工程は、少なくとも、前記導電層を、成膜時の雰囲気ガス圧力が異なる条件で、前記複数の層領域を順次積層形成する工程を含むことを特徴とする。

請求項 11 記載の発明は、請求項 9 記載の表示装置の製造方法において、前記対向電極を形成する工程は、少なくとも、成膜時の雰囲気ガス圧力を段階的又は連続的に変化させて、前記酸素濃度が異なる単一の導電層として形成する工程を含むことを特徴とする。

40

【0018】

請求項 12 記載の発明は、請求項 9 記載の表示装置の製造方法において、前記対向電極を形成する工程は、更に、前記電荷輸送層と前記導電層との間に、前記電荷輸送層に電荷を注入する電荷注入層を形成する工程を含むことを特徴とする。

請求項 13 記載の発明は、請求項 9 乃至 12 のいずれかに記載の表示装置の製造方法において、前記複数の表示画素を含む前記基板の一面側を被覆するように、透明な絶縁性の保護膜を形成する工程を、さらに含むことを特徴とする。

【発明の効果】

50

【 0 0 1 9 】

本発明に係る表示装置及びその製造方法によれば、表示パネルに配列された有機ＥＬ素子の上部電極において、クラックや層間剥離を生じることなく、かつ、外的環境に対するパッシベーション性を向上させることができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 0 】

以下、本発明に係る表示装置及びその製造方法について、実施の形態を示して詳しく説明する。ここで、以下に示す実施形態においては、表示画素を構成する発光素子として、高分子系の有機材料からなる有機ＥＬ層を備えた有機ＥＬ素子を適用した場合について説明する。

10

【 0 0 2 1 】

(表示パネル)

まず、本発明に係る表示装置に適用される表示パネル(有機ＥＬパネル)及び表示画素について説明する。

図１は、本発明に係る表示装置に適用される表示パネルの画素配列状態の一例を示す概略平面図であり、図２は、本発明に係る表示装置の表示パネルに２次元配列される各表示画素(表示素子及び画素駆動回路)の回路構成の一例を示す等価回路図である。なお、図１に示す平面図においては、説明の都合上、表示パネル(絶縁性基板)を視野側から見た、各表示画素(色画素)に設けられる画素電極の配置と各配線層の配設構造との関係のみを示し、各表示画素の有機ＥＬ素子(発光素子)を発光駆動するために、各表示画素に設けられる図２に示す画素駆動回路内のトランジスタ等の表示を省略した。また、図１においては、画素電極及び各配線層の配置を明瞭にするために、便宜的にハッチングを施して示した。

20

【 0 0 2 2 】

本発明に係る表示装置(表示パネル１０)は、図１に示すように、ガラス基板等の絶縁性基板１１の一面側に、列方向(図面上下方向)に配設された供給電圧ライン(例えばアノードライン)Ｌaと、行方向(図面左右方向)に配設された共通電圧ライン(例えばカソードライン)Ｌcとを備え、当該供給電圧ラインＬaと共通電圧ラインＬcの各交点を含む領域に各表示画素ＰI X(色画素ＰX r、ＰX g、ＰX b)が配置されている。

【 0 0 2 3 】

より具体的には、絶縁性基板１１の一面側に赤(Ｒ)、緑(Ｇ)、青(Ｂ)の３色からなる色画素ＰX r、ＰX g、ＰX bが図面左右方向に繰り返し複数(３の倍数)配列されるとともに、列方向(図面上下方向)に同一色の色画素ＰX r、ＰX g、ＰX bが複数配列され、隣接するＲＧＢ３色の色画素ＰX r、ＰX g、ＰX bを一組として一の表示画素ＰI Xが形成されている。

30

【 0 0 2 4 】

また、表示画素ＰI Xの各色画素ＰX r、ＰX g、ＰX bの形成領域には、画素電極(例えばアノード電極)１５が形成されているとともに、上記供給電圧ラインＬaに並行して列方向(図面上下方向)に信号ライン(データライン)Ｌdが配設され、また、上記共通電圧ラインＬcに並行して行方向(図面左右方向)に選択ライン(走査ライン)Ｌsが配設されている。

40

【 0 0 2 5 】

表示画素ＰI Xの各色画素ＰX r、ＰX g、ＰX bの具体的な回路構成は、例えば図２に示すように、絶縁性基板１１上に１乃至複数のトランジスタ(例えばアモルファスシリコン薄膜トランジスタ等)からなる画素駆動回路(又は画素回路)ＤCと、当該画素駆動回路ＤCにより生成される発光駆動電流が、上記画素電極１５に供給されることにより発光動作する有機ＥＬ素子(発光素子)ＯE Lと、を備えている。

【 0 0 2 6 】

画素駆動回路ＤCは、例えば図２に示すように、ゲート端子が選択ラインＬsに、ソース端子が信号ラインＬdに、ドレイン端子が接点Ｎ１１に各々接続されたトランジスタ(

50

選択用薄膜トランジスタ) T_{r11} と、ゲート端子が接点 $N11$ に、ソース端子が供給電圧ライン L_a に、ソース端子が接点 $N12$ に各々接続されたトランジスタ(発光駆動用薄膜トランジスタ) T_{r12} と、を備えている。ここでは、トランジスタ T_{r11} 、 T_{r12} はいずれも n チャネル型の薄膜トランジスタが適用されている。

【0027】

また、有機 EL 素子 OEL は、アノード端子(アノード電極となる画素電極 15)が上記画素駆動回路 DC の接点 $N12$ に接続され、カソード端子(カソード電極となる対向電極 17; 従来技術に示した上部電極に相当する。詳しくは後述する。)が共通電圧ライン L_c に接続されている。また、図示を省略したが、トランジスタ T_{r12} のゲート-ソース間には寄生容量、又は、付加的な補助容量が形成されている。

10

【0028】

ここで、選択ライン L_s は、図示を省略した選択ドライバに接続され、所定のタイミングで表示パネル 10 の行方向に配列された複数の表示画素 P_{IX} (色画素 P_{Xr} 、 P_{Xg} 、 P_{Xb}) を選択状態に設定するための選択信号 S_{sel} が印加され、また、信号ライン L_d は、図示を省略した信号ドライバに接続され、上記表示画素 P_{IX} の選択状態に同期するタイミングで表示データに応じた階調信号 V_{pix} が印加される。

【0029】

また、供給電圧ライン L_a は、例えば所定の高電位電源に直接又は間接的に接続され、各表示画素 P_{IX} (色画素 P_{Xr} 、 P_{Xg} 、 P_{Xb}) に設けられる有機 EL 素子 OEL の画素電極(例えばアノード電極) 15 に表示データに応じた発光駆動電流が流れるための所定の高電圧(供給電圧 V_{dd}) が印加され、また、共通電圧ライン L_c は、例えば所定の低電位電源に直接又は間接的に接続され、複数の有機 EL 素子 OEL に所定の低電圧(共通電圧 V_{com} ; 例えば接地電位 V_{gnd}) が共通に印加される。

20

【0030】

そして、このような回路構成を有する表示画素 P_{IX} における駆動制御動作は、まず、図示を省略した選択ドライバから選択ライン L_s に対して、選択レベル(オンレベル; 例えばハイレベル)の選択信号 S_{sel} を印加することにより、トランジスタ T_{r11} がオン動作して選択状態に設定される。このタイミングに同期して、図示を省略した信号ドライバから表示データに応じた電圧値を有する階調信号 V_{pix} を信号ライン L_d に印加するように制御する。これにより、トランジスタ T_{r11} を介して、階調信号 V_{pix} に応じた電位が接点 $N11$ (すなわち、トランジスタ T_{r12} のゲート端子) に印加される。

30

【0031】

これにより、薄膜トランジスタ T_{r12} が接点 $N11$ の電位に応じた導通状態(すなわち、階調信号 V_{pix} に応じた導通状態)でオン動作して、供給電圧 V_{dd} から薄膜トランジスタ T_{r12} 及び有機 EL 素子 OEL を介して共通電圧 V_{com} (接地電位 V_{gnd}) に、所定の発光駆動電流が流れ、有機 EL 素子 OEL が階調信号 V_{pix} (すなわち表示データ) に応じた輝度階調で発光動作する。また、このとき、接点 $N11$ に印加された階調信号 V_{pix} に基づいて、トランジスタ T_{r12} のゲート-ソース間の寄生容量(又は補助容量)に電荷が蓄積(充電)される。

【0032】

次いで、選択ライン L_s に非選択レベル(オフレベル; 例えばローレベル)の選択信号 S_{sel} を印加することにより、表示画素 P_{IX} のトランジスタ T_{r11} がオフ動作して非選択状態に設定され、信号ライン L_d と画素駆動回路 DC とが電氣的に遮断される。このとき、上記寄生容量に蓄積された電荷が保持されることにより、トランジスタ T_{r12} はオン状態を持続する。

40

【0033】

したがって、上記選択状態における発光動作と同様に、供給電圧 V_{dd} からトランジスタ T_{r12} を介して、有機 EL 素子 OEL に所定の発光駆動電流が流れて、発光動作が継続される。この発光動作は、次の階調信号 V_{pix} が印加される(書き込まれる)まで、例えば、1 フレーム期間継続するように制御される。そして、このような駆動制御動作を、表

50

示パネル 10 に 2 次元配列された全ての表示画素 P I X (各色画素 P X r、P X g、P X b) について、例えば各行ごとに順次実行することにより、所望の画像情報を表示する画像表示動作を実行することができる。

【 0 0 3 4 】

なお、図 2 においては、表示画素 P I X を構成する画素駆動回路 D C として、階調信号 V p i x の電圧値を調整することにより、有機 E L 素子 O E L に流す発光駆動電流の電流値を制御して、所定の輝度階調で発光動作させる電圧階調指定方式 (又は、電圧階調指定駆動) の回路構成を示したが、表示データに応じて書き込む電流値を調整することにより、有機 E L 素子 O E L に流す発光駆動電流の電流値を制御して、所定の輝度階調で発光動作させる電流階調指定方式 (又は、電流階調指定駆動) の回路構成を有するものであってもよい。

10

【 0 0 3 5 】

(表示画素のデバイス構造)

次いで、上述したような回路構成を有する表示画素 (発光駆動回路及び有機 E L 素子) の具体的なデバイス構造 (平面レイアウト及び断面構造) について説明する。

図 3 は、本実施形態に係る表示装置 (表示パネル) に適用可能な表示画素の一例を示す平面レイアウト図である。ここでは、図 1 に示した表示画素 P I X の赤 (R)、緑 (G)、青 (B) の各色画素 P X r、P X g、P X b のうちの、特定の 1 の色画素の平面レイアウトの一例を示す。なお、図 3 においては、画素駆動回路 D C の各トランジスタ及び配線層等が形成された層を中心に示す。また、図 4、図 5 は、各々、図 3 に示した平面レイアウトを有する表示画素 P I X における A - A 断面及び B - B 断面を示す概略断面図である。

20

【 0 0 3 6 】

図 2 に示した表示画素 P I X (色画素 P X r、P X g、P X b) は、具体的には、絶縁性基板 11 の一面側に設定された画素形成領域 (各色画素 P X r、P X g、P X b における有機 E L 素子の形成領域) R p x において、例えば図 3 に示した平面レイアウトの上方及び下方の縁辺領域に行方向 (図面左右方向) に延在するように選択ライン L s 及び共通電圧ライン L c が各々配設されるとともに、これらのライン L s、L c に直交するように、上記平面レイアウトの左方及び右方の縁辺領域に列方向 (図面上下方向) に延在するように信号ライン L d 及び供給電圧ライン L a が配設されている。

30

【 0 0 3 7 】

ここで、例えば図 3 ~ 図 5 に示すように、選択ライン L s は、絶縁性基板 11 上に形成され、信号ライン L d (及び信号ライン L d から行方向に突出して形成された信号配線層 L d x) は、選択ライン L s に対して上層側に設けられ、また、供給電圧ライン L a は、信号ライン L d (信号配線層 L d x を含む) に対して上層側に設けられ、さらに、供給電圧ライン L c は、供給電圧ライン L a に対して上層側に設けられている。

【 0 0 3 8 】

なお、選択ライン L s は、例えばトランジスタ T r 11、T r 12 のゲート電極 T r 11 g、T r 12 g を形成するためのゲート金属層をパターンニングすることによって当該ゲート電極と同じ工程で形成される。また、信号ライン L d は、トランジスタ T r 11、T r 12 のソース電極 T r 11 s、T r 12 s、ドレイン電極 T r 11 d、T r 12 d を形成するためのソース、ドレイン金属層をパターンニングすることによって当該ソース電極、ドレイン電極と同じ工程で形成される。

40

【 0 0 3 9 】

すなわち、表示画素 P I X は、図 4、図 5 に示すように、絶縁性基板 11 上に表示画素 P I X 内に設けられる画素駆動回路 D C (図 2 参照) の複数のトランジスタ T r 11、T r 12 や、選択ライン L s 及び信号ライン L d を含む各種配線層が設けられ、当該トランジスタ T r 11、T r 12 及び配線層を被覆するように順次形成された保護絶縁膜 13 及び平坦化膜 14 を介して、その上層に、画素駆動回路 D C に接続されて所定の発光駆動電流が供給される画素電極 (例えばアノード電極 ; 下部電極) 15、少なくとも正孔輸送層

50

(電荷輸送層)と発光層と電子輸送層(電荷輸送層)からなる有機EL層16、及び、少なくとも酸素濃度が異なる複数の層から形成され、共通電圧 V_{com} が印加される対向電極(例えばカソード電極;上部電極、視野側の電極)17からなる有機EL素子OELが形成されている。また、各表示画素PIXを含む絶縁性基板11の全域を被覆するように、パッシベーション膜(封止層;絶縁性の保護膜)19が形成されている。

【0040】

なお、図4、図5においては、トランジスタTr11、Tr12及び配線層と、上層の有機EL素子OEL(画素電極15)との間に、保護絶縁膜13及び平坦化膜14の2層の絶縁膜を設けたパネル構造を示したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば保護絶縁膜としての機能をも兼ね備えた平坦化膜一層のみからなるものであってもよいし、3層以上の絶縁膜からなる多層構造を有しているものであってもよい。

10

【0041】

画素駆動回路DCは、より具体的には、例えば図3に示すように、図2に示したトランジスタTr11が行方向に配設された選択ラインLs(又は信号ラインLdから行方向に突出して形成された信号配線層Ldx)に沿って延在するように配置され、トランジスタTr12が列方向に配設された供給電圧ラインLaに沿って延在するように配置されている。

【0042】

ここで、各トランジスタTr11、Tr12は、周知の電界効果型トランジスタ構造を有し、各々、絶縁性基板11上に形成されたゲート電極Tr11g、Tr12gと、ゲート絶縁膜12を介して各ゲート電極Tr11g、Tr12gに対応する領域に形成された半導体層SMCと、該半導体層SMCの両端部に延在するように形成されたソース電極Tr11s、Tr12s及びドレイン電極Tr11d、Tr12dと、を有している。

20

【0043】

なお、各トランジスタTr11、Tr12のソース電極とドレイン電極が対向する半導体層SMC上には当該半導体層SMCへのエッチングダメージを防止するための酸化シリコン又は窒化シリコン等のブロック層BLが形成され、また、ソース電極とドレイン電極が接触する半導体層SMC上には、当該半導体層SMCとソース電極及びドレイン電極とのオーミック接続を実現するための不純物層OHMが形成されている。トランジスタTr11、Tr12のゲート電極Tr11g、Tr12gはいずれも同一のゲート金属層をパターニングすることによって形成されている。また、トランジスタTr11、Tr12のソース電極Tr11s、Tr12s及びドレイン電極Tr11d、Tr12dはいずれも同一のソース、ドレイン金属層をパターニングすることによって形成されている。

30

【0044】

そして、図2に示した画素駆動回路DCの回路構成に対応するように、トランジスタTr11は、図3～図5に示すように、ゲート電極Tr11gが選択ラインLsと一体的に形成され、同ソース電極Tr11sが信号ラインLdと一体的に形成された信号配線層Ldxに接続されている。

【0045】

また、トランジスタTr12は、図3～図5に示すように、ゲート電極Tr12gがゲート絶縁膜12に設けられたコンタクトホール(図示を省略)を介して上記トランジスタTr11のドレイン電極Tr11dに接続され、同ソース電極Tr12sが供給電圧ラインLaに接続され、同ドレイン電極Tr12dが保護絶縁膜13及び平坦化膜14に形成されたコンタクトホールHLA(コンタクト金属MTL)を介して有機EL素子OELの画素電極15に接続されている。

40

【0046】

ここで、供給電圧ラインLa(アノードライン)は、図3、図4に示すように、保護絶縁膜13及び平坦化膜14に形成された配線溝に埋め込まれた厚膜配線構造を有し、上記コンタクトホールHLAに埋め込まれるコンタクト金属MTLと同じ工程で形成される。

50

【 0 0 4 7 】

そして、各画素形成領域 Rpx の平坦化膜 14 上には、図 4、図 5 に示すように、例えばアノード電極となる画素電極 15、少なくとも正孔輸送層と発光層と電子輸送層からなる有機 EL 層 16、及び、例えばカソード電極となる対向電極 17 を順次積層した有機 EL 素子が設けられている。ここで、本実施形態に係る表示パネル 10 (有機 EL 素子 OEL) は、トップエミッション型の発光構造を有しているので、画素電極 15 が少なくとも光反射特性を有するとともに、対向電極 17 が光透過性を有するように形成されている。

【 0 0 4 8 】

対向電極 17 は、少なくとも各画素形成領域 Rpx における画素電極 15 に対して有機 EL 層 16 を介して共通に対向するように、単一の平面電極 (べた電極) により形成されている。 10

また、各画素形成領域 Rpx 間 (各表示画素 PIX の有機 EL 素子 OEL の形成領域相互の境界領域) には、有機 EL 素子 OEL の形成領域 (厳密には、有機 EL 層 16 の形成領域) を画定するためのバンク (隔壁) BKx、BK y が平坦化膜 14 の上面から連続的に突出するように設けられている。

【 0 0 4 9 】

ここで、本実施形態においてバンク BK y は、例えば図 4 に示すように、表示パネル 10 (絶縁性基板 11) の列方向に形成され、各画素形成領域 Rpx に形成される画素電極 15 相互を絶縁する層間絶縁膜 18 a と、該層間絶縁膜 18 a 上に表示パネル 10 の列方向に形成された絶縁性バンク部 18 c からなる積層構造を有している。また、バンク BK x は、例えば図 5 に示すように、表示パネル 10 (絶縁性基板 11) の行方向に形成され、各画素形成領域 Rpx に形成される画素電極 15 相互を絶縁する層間絶縁膜 18 b と、該層間絶縁膜 18 b 上に表示パネル 10 の行方向に形成された導電性バンク部 18 d (共通電圧ライン Lc) からなる積層構造を有している。 20

【 0 0 5 0 】

バンク BK x、BK y は、より具体的には、隣接する表示画素 PIX (画素電極 15) 間の境界領域付近に露出する平坦化膜 14 の上面から、有機 EL 素子 OEL の画素電極 15 上に一部が延在するようにシリコン窒化膜 (SiN) やシリコン酸化膜 (SiO₂) 等からなる層間絶縁膜 18 a 及び 18 b が各々設けられ、当該層間絶縁膜 18 a 及び 18 b 上に、例えば感光性の樹脂材料等からなる絶縁性バンク部 18 c、及び、例えば少なくとも表面が金属材料等からなる導電性バンク部 18 d が、各々厚さ方向に突出するように積層形成されている。 30

【 0 0 5 1 】

特に、図 4、図 5 に示すように、各表示画素 PIX に共通に設けられる対向電極 17 は、各画素形成領域 Rpx だけでなく、当該画素形成領域 Rpx を画定するバンク BK x、BK y 上にも延在するように設けられ、さらに、金属材料等からなる導電性バンク部 18 d に対して電氣的に接続するように接合されている。これにより、バンク BK x を形成する導電性バンク部 18 d を共通電圧ライン (例えばカソードライン) Lc として兼用することができる。

【 0 0 5 2 】

そして、図 1 に示した表示パネル 10 において、図 3 ~ 図 5 に示すように、上記積層構造を有するバンク BK x、BK y を柵状又は格子状の平面パターンを有するように配設することにより、各表示画素 PIX の画素形成領域 Rpx (すなわち、各画素形成領域 Rpx において有機 EL 素子 OEL の有機 EL 層 16 を形成する際の有機化合物材料 (有機化合物含有液) の塗布領域) が画定される。

【 0 0 5 3 】

なお、上記画素駆動回路 DC、有機 EL 素子 OEL 及びバンク BK x、BK y が形成された絶縁性基板 11 上には、図 4、図 5 に示したように、透明なパッシベーション膜 19 のみを被覆形成したパネル構造を示したが、本発明はこれに限定されるものではなく、上記パッシベーション膜を介して、絶縁性基板 11 に対向するようにガラス基板等からなる 40 50

封止基板がさらに接合されているものであってもよい。

【0054】

そして、このような表示パネル10においては、例えば、表示パネル10の下層（有機EL素子OELの絶縁性基板11側の層）に設けられたトランジスタTr11、Tr12等の機能素子、選択ラインLsや信号ラインLd、供給電圧ライン（アノードライン）La等の配線層からなる画素駆動回路DCにおいて、信号ラインLdを介して供給された表示データに応じた階調信号Vpixに基づいて、所定の電流値を有する発光駆動電流がトランジスタTr12のソース・ドレイン間に流れ、当該トランジスタTr12（ドレイン電極Tr12d）からコンタクトホールHLA（コンタクトメタルMTL）を介して、有機EL素子OELの画素電極15に供給されることにより、各表示画素PIX（各色画素PXr、PXg、PXb）の有機EL素子OELが上記表示データに応じた所望の輝度階調で発光動作する。

10

【0055】

このとき、本実施形態に示した表示パネル10において、画素電極15が光反射特性を有し、対向電極17が光透過性を有することにより（すなわち、有機EL素子OELがトップエミッション型の発光構造を有することにより）、各表示画素PIX（各色画素PXr、PXg、PXb）の有機EL層16において発光した光は、光透過性を有する対向電極17を介して直接、あるいは、光反射特性を有する画素電極15で反射して、絶縁性基板11（表示パネル）の一面側（図4、図5の図面上方）に出射される。

（表示装置の製造方法）

20

次に、上述した表示装置（表示パネル）の製造方法について説明する。

図6乃至図9は、本実施形態に係る表示装置（表示パネル）の製造方法の一例を示す工程断面図である。ここでは、図4に示したA-A断面及び図5に示したB-B断面のパネル構造のうち、一部を抜き出してその製造工程について説明する。また、図10は、本実施形態に係る表示装置（表示パネル）に形成される有機EL素子OELの素子構造を示す模式図である。

【0056】

上述した表示装置（表示パネル）の製造方法は、まず、図6（a）に示すように、ガラス基板等の絶縁性基板11の一面側（図面上面側）に設定された表示画素PIX（各色画素PXr、PXg、PXb）の形成領域（画素形成領域）Rpxごとに、上述した画素駆動回路（図2、図3参照）DCのトランジスタTr11、Tr12、選択ラインLsや信号ラインLd（信号配線層Ldxを含む）等の配線層を形成する（図4、図5参照）。具体的には、絶縁性基板11上に、ゲート電極Tr11g、Tr12g、及び、ゲート電極Tr11gと一体的に形成される選択ラインLs（図5参照）を同一のゲートメタル層をパターンニングすることによって同時に形成し、その後、絶縁性基板11の全域にゲート絶縁膜12を被覆形成する。

30

【0057】

次いで、ゲート絶縁膜12上の各ゲート電極Tr11g、Tr12gに対応する領域に、例えばアモルファスシリコンやポリシリコン等からなる半導体層SMC、及び、酸化シリコン又は窒化シリコン等からなるブロック層BLを形成し、当該半導体層SMCの両端部にオーミック接続のための不純物層OHMを介してソース電極Tr11s、Tr12s及びドレイン電極Tr11d、Tr12dを形成する。このとき、同一のソース、ドレインメタル層をパターンニングすることによってソース電極Tr11sと接続された信号ラインLd及び信号配線層Ldx（図4、図5参照）を同時に形成する。

40

【0058】

なお、上述したトランジスタTr11、Tr12のソース電極Tr11s、Tr12s及びドレイン電極Tr11d、Tr12d、選択ラインLs、信号ラインLd（信号配線層Ldxを含む）は、配線抵抗を低減し、かつ、マイグレーションを低減する目的で、例えばアルミニウム合金層と遷移金属層からなる積層配線構造を有しているものであってもよい。

50

【 0 0 5 9 】

次いで、図 6 (b) に示すように、上記トランジスタ $T r 1 1$ 、 $T r 1 2$ 、選択ライン $L s$ 及び信号ライン $L d$ を含む絶縁性基板 1 1 の一面側全域を被覆するように、窒化シリコン ($S i N$) 等からなる保護絶縁膜 1 3 及び感光性の有機材料等からなる平坦化膜 1 4 を順次形成した後、平坦化膜 1 4 を露光現像してパターンニングし、当該平坦化膜 1 4 をマスクとして用いて保護絶縁膜 1 3 をエッチングして、トランジスタ $T r 1 2$ のドレイン電極 $T r 1 2 d$ の上面が露出するコンタクトホール $H L a$ 、及び、トランジスタ $T r 1 2$ のソース電極 $T r 1 2 s$ の上面が露出し、かつ、供給電圧ライン $L a$ の配線パターンに対応した配線溝 $H L b$ を形成する。

【 0 0 6 0 】

次いで、図 6 (c) に示すように、上記コンタクトホール $H L a$ 及び配線溝 $H L b$ にメッキ法等を用いて金属材料を埋め込み、コンタクトホール $H L a$ にコンタクトメタル $M T L$ を形成するとともに、配線溝 $H L b$ に厚膜配線構造を有する供給電圧ライン $L a$ を形成する。

【 0 0 6 1 】

ここで、図 6 (b)、(c) においては、絶縁性基板 1 1 上に積層形成された保護絶縁膜 1 3 及び平坦化膜 1 4 に開口されたコンタクトホール $H L a$ 及び配線溝 $H L b$ に金属材料を埋め込んでコンタクトメタル $M T L$ 及び供給電圧ライン $L a$ を形成する場合について説明したが、このような製造方法を用いた場合に平坦化膜 1 4 の上面の平坦性が十分に確保することができない場合には他の製造方法を適用するものであってもよい。例えば、絶縁性基板 1 1 上の全面にスパッタリング法等により金属層を形成し、上記コンタクトメタル $M T L$ 及び供給電圧ライン $L a$ に対応するようにパターンニングした後、スピンコート法やドライフィルムにより平坦化膜を形成する製造方法を適用するものであってもよい。

【 0 0 6 2 】

また、図 6 (b)、(c) に示した製造工程において、平坦化膜 1 4 として非感光性の絶縁材料を用いるものであってもよく、この場合にあっては、例えば平坦化膜上にスパッタリング法等によりアルミニウム ($A l$) やクロム ($C r$) 等からなる金属膜を形成した後、金属膜をフォトリソグラフィ法を用いてパターンニングし、当該金属膜をマスクとして用いて平坦化膜 1 4 及び保護絶縁膜 1 3 をドライエッチング法を用いてエッチングして、コンタクトホール $H L a$ 及び配線溝 $H L b$ を形成した後、ウェットエッチング法により金属膜を除去するものであってもよい。

【 0 0 6 3 】

さらに、図 6 (b)、(c) に示した製造工程においては、絶縁性基板 1 1 上に保護絶縁膜 1 3 及び平坦化膜 1 4 からなる 2 層の絶縁層を積層する場合について説明したが、上述したように平坦化膜一層のみからなるものであってもよいし、3 層以上の複数層を積層するものであってもよい。

【 0 0 6 4 】

次いで、図 6 (c) に示したように、平坦化膜 1 4 及び保護絶縁膜 1 3 にコンタクトメタル $M T L$ 及び供給電圧ライン $L a$ を埋め込み形成した後、図 7 (a) に示すように、各画素形成領域 $R p x$ (各色画素 $P X r$ 、 $P X g$ 、 $P X b$ の形成領域) ごとに、コンタクトメタル $M T L$ に電氣的に接続された画素電極 1 5 を形成する。

【 0 0 6 5 】

ここで、画素電極 1 5 は、具体的には、スパッタリング法等によりアルミニウム ($A l$)、クロム ($C r$)、銀 ($A g$)、パラジウム銀 ($A g P d$) 系の合金等の光反射特性を有する反射金属膜を薄膜形成し、フォトリソグラフィ法を用いて所定の形状にパターンニングすることによりコンタクトメタル $M T L$ に電氣的に接続された下層の反射金属層 1 5 a を形成する。

【 0 0 6 6 】

その後、当該反射金属層 1 5 a を含む絶縁性基板 1 1 の一面側全域を被覆するように、錫ドーパ酸化インジウム (Indium Thin Oxide ; $I T O$) や亜鉛ドーパ酸化インジウム (I

10

20

30

40

50

ndium Zinc Oxide; IZO)等の透明電極材料からなる(光透過特性を有する)導電性の酸化金属膜を薄膜形成し、上記反射金属層15aの上面や端面が露出しないようにパターニングすることにより上層の導電性の酸化金属層(正孔注入層)15bを形成する。

【0067】

このように、上層の酸化金属膜をパターニングする際に、下層側の反射金属層15aが露出しないようにすることにより、酸化金属膜と反射金属層15aとの間で電池反応を引き起こさないようにすることができるとともに、下層側の反射金属層15aがオーバーエッチングされたり、エッチングダメージを受けたりすることを防止することができる。

【0068】

なお、画素電極15の下層の反射金属層15aは、本実施形態に示したように平坦化膜14上に形成したパネル構造に限定されるものではなく、平坦化膜14又は保護絶縁膜13の下層に形成するものであってもよいが、この場合には、平坦化膜14の膜厚や光学特性(屈折率等)に起因して、後述する有機EL層16で放射された光の経路(光軸)にずれが生じて、画像情報に視差が発生する可能性があるため、図7(a)に示したように、画素電極15の各層を平坦化膜14上に形成することが好ましい。

【0069】

次いで、反射金属層15a及び酸化金属層15bからなる上記画素電極15を含む絶縁性基板11の一面側全域を被覆するように、化学気相成長法(CVD法)等を用いて、例えばシリコン酸化膜やシリコン窒化膜等の無機の絶縁性材料からなる絶縁層を形成した後、フォトリソグラフィ法を用いてパターニングすることにより、図4、図5、図7(b)に示すように、隣接する表示画素PIXに形成された画素電極15との間の領域(すなわち、隣接する表示画素PIXとの境界領域)の行方向に後述するバンクBKxの下層となる層間絶縁膜18bを形成するとともに、列方向に後述するバンクBKyの下層となる層間絶縁膜18aを形成する。これにより、各画素形成領域Rpxに画素電極15(酸化金属層15b)の上面が露出する開口部が形成される。

【0070】

次いで、図8(a)に示すように、層間絶縁膜18a上に例えば感光性のポリイミド樹脂やノボラック樹脂等からなる絶縁性バンク部18cを表示パネル10の列方向に形成して、積層構造を有するバンクBKyを形成し、一方、層間絶縁膜18b上に例えば少なくとも表面が銅(Cu)や銀(Au)又はこれらを主成分とした金属単体又は合金等の低抵抗の金属材料からなる導電性バンク部18dを表示パネル10の行方向に形成して、積層構造を有するバンクBKxを形成する。

【0071】

絶縁性バンク部18cは、具体的には、上記層間絶縁膜18aを含む絶縁性基板11の一面側全域を被覆するように形成された感光性ポリイミド膜に対して、露光現像処理を施し、層間絶縁膜18a上に所定のパターンを有して残留させるようにパターニングすることにより形成する。

【0072】

また、導電性バンク部18dは、具体的には、上記層間絶縁膜18bを含む絶縁性基板11の一面側全域を被覆するようにメッキ法等を用いて形成された銅等の金属膜を、フォトリソグラフィ法を用いて、層間絶縁膜18b上に所定のパターンを有して残留させるようにパターニングすることにより形成する。

【0073】

ここで、絶縁性バンク部18c及び導電性バンク部18dは、いずれを先に形成するものであってもよい。また、バンクBKxを形成する導電性バンク部18dは、表示パネル10に2次元配列された各表示画素PIXに共通電圧Vcomを印加するための共通電圧ラインLcとして兼用される。

【0074】

これにより、表示パネル10に配列された各表示画素PIXの画素形成領域(有機EL素子OELの有機EL層16の形成領域)がバンクBKx及びBKyにより囲まれて画定

10

20

30

40

50

され、隣接する他の色の表示画素 P I X (有機 E L 素子 O E L) の画素形成領域 R p x と隔離されるので、後述する有機 E L 層 1 6 を形成する発光層 (電子輸送性発光層 1 6 b) を形成する際に、当該発光材料の溶液又は分散液 (液状材料) を塗布する場合であっても、隣接する表示画素 P I X (色画素 P X r、P X g、P X b) 間で発光材料が混合することがなく、隣接する色画素間での混色を防止することができる。

【0075】

なお、本実施形態においては、表示パネル 1 0 の行方向に配設されるバンク B K x として、層間絶縁膜 1 8 b 及び導電性バンク部 1 8 d からなる積層構造を適用し、また、表示パネル 1 0 の列方向に配設されるバンク B K y として、層間絶縁膜 1 8 a 及び絶縁性バンク部 1 8 c からなる積層構造を適用したパネル構造を示したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えばバンク B K x として層間絶縁膜及び絶縁性バンク部からなる積層構造を適用し、バンク B K y として層間絶縁膜及び導電性バンク部からなる積層構造を適用するものであってもよいし、バンク B K x 及び B K y の双方を層間絶縁膜及び導電性バンク部からなる積層構造により形成して、共通電圧ライン L c となる導電性バンク部を絶縁性基板 1 1 上に格子状に配設し、表示パネル 1 0 の各表示画素 P I X の画素形成領域 R p x を画定するようにしてもよい。

10

【0076】

さらには、バンク B K x 及び B K y の双方を層間絶縁膜及び絶縁性バンク部からなる積層構造により形成して、絶縁性基板 1 1 上に共通電圧ライン L c を配設することなく、絶縁性基板 1 1 の略全域に平面電極 (べた電極) として形成された対向電極 1 7 に所定の共通電圧 V c o m を印加するものであってもよい。このようなパネル構造は、例えば複数の表示画素 P I X が配列された表示パネルにおいて、各表示画素 (発光素子) の発光駆動動作時に必要とされる電流量が小さい場合に良好に適用することができる。

20

【0077】

次いで、上記バンク B K x 及び B K y により画定された各表示画素 P I X の画素形成領域 R p x (有機 E L 素子 O E L の形成領域) に対して、有機高分子系の正孔輸送材料を含む有機化合物含有液を塗布し、加熱乾燥して、少なくとも正孔輸送層、発光層及び電子輸送層からなる有機 E L 層 1 6 を形成する。なお、本実施形態においては、図 8 (b)、図 9 (a) に示すように、有機 E L 層 1 6 として正孔輸送層 1 6 a 及び電子輸送性発光層 1 6 b の 2 層からなる素子構造を有している場合について説明する。

30

【0078】

まず、図 8 (b) に示すように、有機高分子系の正孔輸送材料 (電荷輸送性材料) を含む有機化合物含有液として、例えばポリエチレンジオキシチオフエン / ポリスチレンスルホン酸水溶液 (P E D O T / P S S ; 導電性ポリマーであるポリエチレンジオキシチオフエン P E D O T と、ドーパントであるポリスチレンスルホン酸 P S S を水系溶媒に分散させた分散液) を、インクジェット法又はノズルコート法等を適用して、上記画素電極 1 5 (酸化金属層 1 5 b) 上に塗布した後、加熱乾燥処理を行って溶媒を除去することにより、当該画素電極 1 5 上に有機高分子系の正孔輸送材料を定着させて、電荷輸送層である正孔輸送層 1 6 a を形成する。

【0079】

次いで、図 9 (a) に示すように、有機高分子系の電子輸送性発光材料 (電荷輸送性材料) を含む有機化合物含有液として、例えばポリパラフェニレンビニレン系やポリフルオレン系等の共役二重結合ポリマーを含む発光材料を、テトラリン、テトラメチルベンゼン、メシチレン、キシレン等の有機溶媒或いは水に溶解した溶液を、上記と同様にインクジェット法又はノズルコート法等を適用して、上記正孔輸送層 1 6 a 上に塗布した後、加熱乾燥処理を行って溶媒を除去することにより、正孔輸送層 1 6 a 上に有機高分子系の電子輸送性発光材料を定着させて、電荷輸送層であり発光層でもある電子輸送性発光層 1 6 b を形成する。

40

これにより、画素電極 1 5 上に正孔輸送層 1 6 a 及び電子輸送性発光層 1 6 b からなる有機 E L 層 (発光機能層) 1 6 が積層形成される。

50

【 0 0 8 0 】

なお、本実施形態においては、有機 E L 層 1 6 として正孔輸送層 1 6 a 及び電子輸送性発光層 1 6 b の 2 層からなる素子構造を有している場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば正孔輸送兼電子輸送性発光層の一層のみからなるものであってもよく、正孔輸送性発光層及び電子輸送層からなるものであってもよく、また、個別の正孔輸送層、発光層及び電子輸送層からなるものであってもよく、さらに、例えば図 1 0 に示すように、正孔輸送層 1 0 3 a と発光層（又は電子輸送性発光層）1 0 3 c の間に電子ブロッキング性を有するインタレイヤ 1 0 3 b が介在しているものであってもよい。なお、図 1 0 に示した模式図において、1 0 1 は平坦化膜 1 4 に相当し、1 0 2 は画素電極 1 5 に相当し、1 0 3 は有機 E L 層 1 6 に相当し、1 0 4 は後述する電子注入層に相当し、1 0 5 は後述する対向電極 1 7 に相当し、1 0 6 はパッシベーション膜 1 9 に相当する。

10

【 0 0 8 1 】

また、上述した正孔輸送層 1 6 a の形成に先立って、各表示画素 P I X の画素形成領域（有機 E L 素子 O E L の形成領域）R p x に露出する画素電極 1 5（酸化金属層 1 5 b）表面を、正孔輸送材料や電子輸送性発光材料の有機化合物含有液に対して親液性を有するように（なじみやすくするために）、例えば酸素プラズマ処理や U V オゾン処理等により親液化処理を施すものであってもよいし、さらに、バンク B K x 及び B K y の表面を、正孔輸送材料や電子輸送性発光材料等の有機化合物含有液に対して撥液性を有するように（はじくように）、フッ素系化合物の被膜を形成することにより撥液化処理を施すものであってもよい。

20

【 0 0 8 2 】

その後、図 9（b）に示すように、少なくとも各画素形成領域 R p x を含む絶縁性基板 1 1 上に光透過性を有する導電層（透明電極層）を形成し、上記有機 E L 層 1 6（正孔輸送層 1 6 a 及び電子輸送性発光層 1 6 b）を介して各画素電極 1 5 に対向する共通の対向電極（例えばカソード電極）1 7 を形成する。

【 0 0 8 3 】

ここで、本実施形態においては、図 1 0 に示す模式図のように、対向電極 1 0 5（1 7）は、例えば蒸着法やスパッタリング法等により電子注入層（電荷注入層）1 0 4 となるバリウム（B a）、マグネシウム（M g）、フッ化リチウム（L i F）、カルシウム（C a）等の金属材料（アルカリ又はアルカリ土類金属）からなる薄膜を形成した後、その上層にスパッタリング法等により I T O 等の透明な導電層を積層形成した電極構造を有し、特に、透明な導電層が酸素濃度の異なる複数の層（個別の導電層）から形成されている。

30

【 0 0 8 4 】

具体的には、図 1 0 に示すように、まず、上記電子注入層 1 0 4 の酸化防止のために、酸素欠乏状態となる I T O 等のインジウム合金の酸化物からなる第 2 の導電層（酸素欠乏層）1 0 5 b を形成する。ここで、第 2 の導電層 1 0 5 b の成膜条件として、例えば I T O 又はタングステン - 亜鉛ドーブ酸化インジウム（Indium Tungsten-Zinc Oxide; I W Z O）をターゲットとした対向ターゲットスパッタリング法において、スパッタリング時の雰囲気ガスとしてアルゴン（A r）を用い、圧力を 1 0 0 m P a に設定して、5 0 n m（5 0 0 ）の膜厚で成膜した。

40

【 0 0 8 5 】

なお、本願発明者による検証の結果、上記電子注入層 1 0 4 の酸化を防止し、かつ、内部応力（残留応力）による膜特性の劣化を抑制するためには、第 2 の導電層（酸素欠乏層）1 0 5 b を形成するためのスパッタリング時の雰囲気ガスの圧力を概ね 2 0 0 m P a 以下であって、膜厚を概ね 1 0 n m（1 0 0 ）～7 5 n m（7 5 0 ）に設定する必要があり、特に、上述したように雰囲気ガスの圧力を 1 0 0 m P a 以下、膜厚を 5 0 n m（5 0 0 ）に設定した場合、より好ましい結果が得られることが判明した。ここで、雰囲気ガスの圧力は 1 0 0 m P a 以下の極力低い方が、導電層の電気抵抗を低くすることができるという利点を有するものの、当該圧力が極端に低くなると、光透過性（透明性）が低下

50

するという問題が生じるため、概ね数十mPaから上述した100mPa程度に設定することが適切であるという結論に至った。

【0086】

次いで、図10に示すように、酸素欠乏状態で極めて薄く（例えば膜厚50nm）成膜された上記第2の導電層105bの圧縮応力を緩和又は打ち消すために、酸素圧力を高めたITO等のインジウム合金の酸化物からなる第1の導電層（応力緩和層）105aを形成する。ここで、第1の導電層105aの成膜条件として、例えばITO又はIWZOをターゲットとした対向ターゲットスパッタリング法において、スパッタリング時の雰囲気ガス（アルゴン）の圧力を500mPaに設定して、50nm（500）の膜厚で成膜した。

10

【0087】

なお、本願発明者による各種検証によれば、上記第2の導電層105bの内部応力（圧縮応力）を緩和するためには、第1の導電層（応力緩和層）105aを形成するためのスパッタリング時の雰囲気ガスの圧力を概ね500mPa以上であって、膜厚を概ね50nm（500）以上に設定する必要がある、特に、上述したように雰囲気ガスの圧力を500mPa～2000mPa、膜厚を50nm（500）～200nm（2000）に設定した場合、より好ましい結果が得られることが判明した。

【0088】

また、図9（b）に示すように、対向電極17は、上記画素電極15に対向する領域のみならず、各画素形成領域Rpx（有機EL素子OELの形成領域）を画定するバンクBKx及びBKy上にまで延在する単一の導電層（平面電極；べた電極）として形成されるとともに、バンクBKxを形成する導電性バンク部18dに電気的に接続されるように接合される。これにより、導電性バンク部18dを各表示画素PIXに共通に接続された共通電圧ライン（カソードライン）Lcとして適用することができる。このように、各表示画素PIX（有機EL素子OEL）間に、対向電極17と等電位の導電性バンク部18dを配設することにより、カソード全体のシート抵抗を低減し、表示パネル10全体で均一な表示特性を実現することができる。

20

【0089】

なお、本実施形態においては、図10に示したような第2の導電層105b及び第1の導電層105aを成膜する方法として、インジウム合金の酸化物をターゲットとした対向ターゲットスパッタリング法を用いる場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば希ガス雰囲気中に酸素を添加した状態でインジウム合金をスパッタする反応性スパッタリング法を適用するものであってもよい。

30

【0090】

次いで、上記対向電極17を形成した後、CVD法等を用いて絶縁性基板11の一面側全域にシリコン酸化膜やシリコン窒化膜等からなるパッシベーション膜（保護膜）19を形成することにより、図4、図5に示したような断面構造を有する表示パネル10が完成する。なお、上記パッシベーション膜19上に、UV硬化又は熱硬化接着剤等を用いて、ガラス等からなる封止蓋や封止基板がさらに接合されたパネル構造を有するものであってもよい。

40

【0091】

以上説明したように、本実施形態に係る表示装置及びその製造方法においては、表示パネル10に2次元配列される各表示画素PIXに形成される有機EL素子OELの対向電極17（図10では105）として、酸素濃度の異なる複数（図10では2層）の透明な導電層を積層することにより、当該対向電極17の透明性を確保しながら膜厚を大きく形成することができるので、外部から有機EL素子OELや表示パネル10に侵入する水分等を十分に遮ることができるパッシベーション性を実現することができる。

【0092】

また、このような電極構造を有する対向電極17を適用した場合、当該対向電極17をスパッタリング法を用いて膜厚を大きく形成した場合であっても、電子注入層との密着性

50

を十分確保することができるとともに、スパッタ成膜した導電層に生じる内部応力（残留応力）を充分緩和することができるので、対向電極にクラックや層間剥離が生じる現象を抑制することができる。加えて、スパッタリング法により形成されたITO等からなる導電層によれば、ガスバリア性を向上させることもできる。

【0093】

さらに、有機EL層16となる高分子系の有機材料をインクジェット法等を用いて塗布する際に、各画素形成領域（有機化合物含有液の塗布領域）Rpxを画定するために、連続的なバンクBKx、BKyが配設された絶縁性基板11において、当該バンクBKx、BKyによる段差（絶縁性基板表面の凹凸）がある場合であっても、対向電極17を比較的厚く形成することができるので、当該バンクBKx、BKyの段差による断線を抑制すること
10

【0094】

なお、本実施形態においては、画素電極15をアノード電極とし、対向電極17をカソード電極とした場合について説明したが、これに限らず画素電極15をカソード電極とし、対向電極17をアノード電極とするものであってもよい。この場合、有機EL層16は、画素電極15に接する電荷輸送層が電子輸送性の層であればよい。

【0095】

次いで、上述した実施形態に特有の作用効果について、さらに詳しく説明する。ここでは、有機EL素子の対向電極として、上述した実施形態にしたように、異なる酸素濃度を有する複数の導電層を積層形成した電極構造を有する場合と、単一の酸素濃度からなる単一の導電層からなる場合（以下、便宜的に「比較例」と記す）とを比較して本願発明の有効性を説明する。
20

【0096】

まず、対向電極を単一の酸素濃度からなる単一の導電層により形成した場合（比較例）について説明する。

一般にスパッタリング法を用いて導電層を成膜した場合、成膜時の反応圧力（雰囲気ガスの圧力）が低いと、圧縮応力を有する膜が形成されることが知られている。

【0097】

一方、有機EL素子（有機EL層）や表示パネルのパッシベーション性（外的環境に対する保護性）を向上させるためには、対向電極となる導電層を厚く形成することが必要となるが、この場合、上述したような膜特性を有する導電層を用いると、上記圧縮応力が増大するため、導電層にクラックが生じたり、下層の電子注入層との間で剥離が生じたりするという問題を有している。
30

【0098】

具体的には、上述した実施形態と同様に、ITO又はIWZOをターゲットとした対向ターゲットスパッタリング法を用いて、雰囲気ガスの圧力を100mPa、ガス流量を5ccm、放電電流を4Aとして比較例となる導電層を成膜した場合、当該導電層（対向電極）上に形成されるパッシベーション膜の膜厚にもよるが、例えば0.5～1.0μmの膜厚でパッシベーション膜を積層形成する場合について検証した結果、導電層の膜厚が概ね50nm（500）よりも厚くなると、クラックや層間剥離が生じるとともに、光透過性（透明性）が低下して、良好な発光特性を実現することができなくなることが判明した。
40

【0099】

そこで、本実施形態においては、対向電極として酸素濃度の異なる複数の導電層（少なくとも酸素欠乏層と応力緩和層）を積層した電極構造を適用している。すなわち、上述したように、スパッタ成膜された導電層（例えばITO膜）は、一般にスパッタリング時の反応圧力が低いと圧縮応力が大きい膜が形成されるが、当該反応圧力を増加するに
50

するようになるという特性に基づいて、第2の導電層として低圧（200 mPa以下）で成膜した酸素欠乏層と、第1の導電層として高圧（500～2000 mPa）で成膜した応力緩和層とを積層した電極構造を有している。

【0100】

ここで、電子注入層の酸化を防止するために形成される第2の導電層（酸素欠乏層）は、2000 mPa以下の低圧で比較的薄く（75 nm以下）スパッタ成膜されるため、高い圧縮応力を有している。これに対して、第2の導電層上に形成される第1の導電層（応力緩和層）は、500 mPa以上の高圧で比較的厚く（50 nm以上）スパッタ成膜されるため、圧縮応力及び引張応力とも低く抑えられている。

【0101】

これにより、第2の導電層（酸素欠乏層）が有する高い圧縮応力は、積層形成される第1の導電層（応力緩和層）により緩和されることにより、電子注入層との界面に印加される応力を緩和してクラックや層間剥離の発生を抑制することができ、加えて、圧縮応力が高い第2の導電層を比較的薄く形成することにより、十分な光透過性を確保することができるので、良好な発光特性を実現することができる。

【0102】

なお、対向電極として、本実施形態に示したような応力緩和層のみを形成した電極構造を適用することも考えられるが、この場合、応力緩和層は上述したように、高圧の雰囲気ガス中でスパッタ成膜されるため、酸素濃度が高く（酸素リッチで）酸化力が強くなる。そのため、電子注入層に用いられているアルカリ又はアルカリ土類金属（フッ化リチウムやカルシウム等）を酸化させてしまい、素子寿命が極端に短くなってしまう問題を有している。したがって、本実施形態に示したように、酸素濃度の高い応力緩和層と電子注入層との間に、酸素濃度の低い酸素欠乏層を介在させる必要がある。

【0103】

また、本実施形態に示したように対向電極を複数の導電層を積層することにより、バンクの段差に対するステップカバレッジ性を向上させることができる。具体的には、対向電極として酸素欠乏層（膜厚50 nm）のみを形成した電極構造を適用した表示パネルにおいては、有機EL素子の発光が全く観測されなかったのに対して、上述した実施形態に示したように、酸素欠乏層（膜厚50 nm）と応力緩和層（膜厚50 nm）からなる対向電極を備えた有機EL素子においては、表示パネルの全域で発光が観測された。

【0104】

これは、酸素欠乏層のみでは膜厚が比較的薄いため（50 nm）、画素形成領域を画定するバンクの段差により、例えば図11に示すように、有機EL素子OELとバンクBKxとの境界部分STにおいて断線が生じて、導電性バンク部18d（共通電圧ラインLc）と各表示画素PIX（有機EL素子OEL）の対向電極17との電氣的接続が良好に確保されていないことによるものと考えられる。なお、図11は、本実施形態に係る表示装置におけるステップカバレッジ性を説明するための要部断面図である。なお、上述した実施形態と同等の構成については同一の符号を付して示した。

【0105】

これに対して、酸素欠乏層と応力緩和層とを積層形成した対向電極においては、膜厚を比較的厚く形成することができるので（例えば100 nm）、バンクの段差による断線の発生を防止することができ、共通電圧ライン（導電性バンク部）と、各表示画素（有機EL素子）の対向電極との良好な電氣的接続を確保することができる。

【0106】

ここで、ステップカバレッジ性を向上させるためには、対向電極として比較的厚く（例えば100 nm）成膜された応力緩和層のみを適用することも考えられるが、この場合、上述したように、導電層中の酸素濃度が高くなることにより、電子注入層（アルカリ土類金属）の酸化を早めてしまい、製品の信頼性を低下させる問題を有しているため、適用することはできない。

【0107】

なお、上述した実施形態においては有機 E L 素子の対向電極として、酸素欠乏層と応力緩和層の 2 層の導電層からなる場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、3 層以上の複数層からなるものであってもよいし、対向電極となる単一の導電層を形成する際に、酸素濃度（雰囲気ガスの圧力；成膜条件）を段階的もしくは連続的に変化させて成膜した層領域を有する電極構造からなるものであってもよい。

ここで、対向電極として 3 層以上の導電層からなる電極構造を有する場合にあっては、例えばアルカリ土類金属等からなる電子注入層上に、酸素欠乏層と中間層と応力緩和層（又は応力ゼロ層）とを順次積層したものを適用することができる。

【0108】

すなわち、対向電極を酸素濃度の異なる複数の導電層により形成する場合、良好な発光特性（クラック等がなく、かつ、適度な光透過性を有し、良好なステップカバレッジ性を有する）を実現するためには、内部応力が存在しない比較的厚い導電層（応力ゼロ層）と、極薄い酸素欠乏層との 2 層からなる電極構造を有していることが理想的であるが、応力ゼロ層を実現するためには酸素濃度が極端に高くなる（酸素リッチである）ため、極薄い酸素欠乏層のピンホールを通じて電子注入層となるアルカリ土類金属を酸化してしまう可能性が高くなる。そこで、このような現象を防止するために、内部応力がある程度低く、かつ、酸素濃度も低い膜特性を有する中間層を介在させることにより、上述したような作用効果を十分に発揮させることができる。

一方、単一の導電層において酸素濃度を変化させた電極構造を適用する場合においても、上記複数の導電層からなる場合と同等の技術思想が適用される。

【0109】

なお、上述した実施形態においては、各表示画素に設けられる画素駆動回路として、2 個のトランジスタを用いた電圧階調指定方式の回路構成について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、他の回路構成を有するものであってもよいことはいうまでもない。特に、図 2 に示したような回路構成の場合、トランジスタ特性のバラツキやチャネル抵抗の経時変化等によって均一な発光特性を長期間維持することができなくなることが考えられ、このような現象を解決するための改良策が種々考案されている。

【0110】

その一例として、3 個以上のトランジスタを用いた電流階調指定方式の回路構成が知られている。この場合、トランジスタ数の増加に伴って平面レイアウト（図 3 参照）に占める遮光領域（トランジスタ及び配線層等の形成領域）の面積が増加するため、ボトムエミッション型の発光構造を適用した場合には、開口率が低下する可能性がある。このような観点からもトップエミッション型の発光構造を適用した方が高い開口率を確保することができるので、上述した実施形態に示したようなパネル構造を適用することにより、信頼性が高く、表示画質やパネル寿命に優れた表示装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0111】

【図 1】本発明に係る表示装置に適用される表示パネルの画素配列状態の一例を示す概略平面図である。

【図 2】本発明に係る表示装置の表示パネルに 2 次元配列される各表示画素（表示素子及び画素駆動回路）の回路構成の一例を示す等価回路図である。

【図 3】本実施形態に係る表示装置（表示パネル）に適用可能な表示画素の一例を示す平面レイアウト図である。

【図 4】本実施形態に係る平面レイアウトを有する表示画素における A - A 断面を示す概略断面図である。

【図 5】本実施形態に係る平面レイアウトを有する表示画素における B - B 断面を示す概略断面図である。

【図 6】本実施形態に係る表示装置（表示パネル）の製造方法の一例を示す工程断面図（その 1）である。

【図 7】本実施形態に係る表示装置（表示パネル）の製造方法の一例を示す工程断面図（

10

20

30

40

50

その 2) である。

【図 8】本実施形態に係る表示装置（表示パネル）の製造方法の一例を示す工程断面図（その 3）である。

【図 9】本実施形態に係る表示装置（表示パネル）の製造方法の一例を示す工程断面図（その 4）である。

【図 10】本実施形態に係る表示装置（表示パネル）に形成される有機 EL 素子の素子構造を示す模式図である。

【図 11】本実施形態に係る表示装置におけるステップカバレッジ性を説明するための要部断面図である。

【符号の説明】

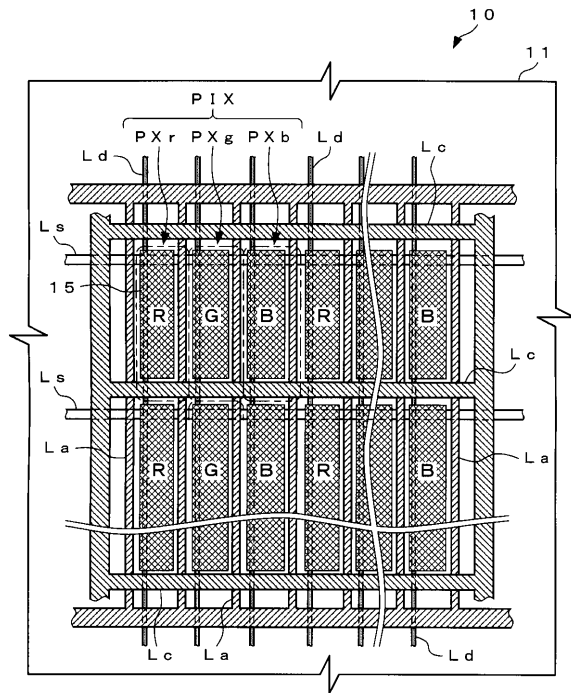
10

【0 1 1 2】

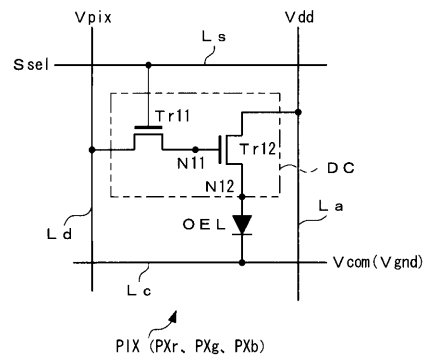
1 0	表示パネル
1 1	絶縁性基板
1 5	画素電極
1 5 a	反射金属層
1 5 b	酸化金属層
1 6	有機 EL 層
1 6 a	正孔輸送層
1 6 b	電子輸送性発光層
1 7、1 0 5	対向電極
1 8 a、1 8 b	層間絶縁膜
1 8 c	絶縁性バンク部
1 8 d	導電性バンク部
1 0 5 a	第 1 の導電層（応力緩和層）
1 0 5 b	第 2 の導電層（酸素欠乏層）
P I X	表示画素
R px	画素形成領域
B K x、B K y	バンク

20

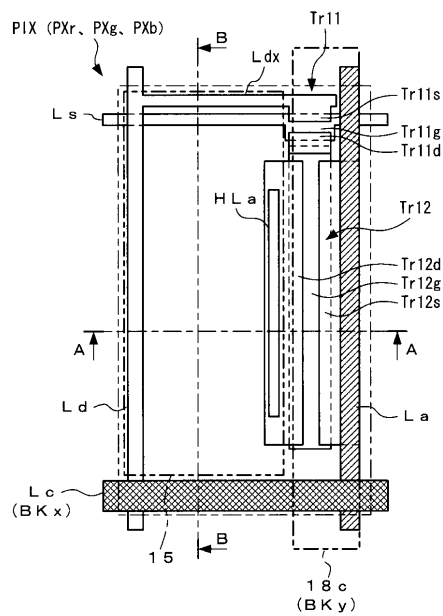
【図 1】



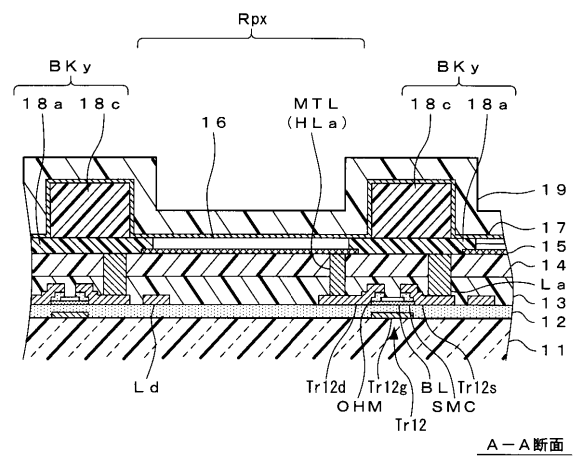
【図 2】



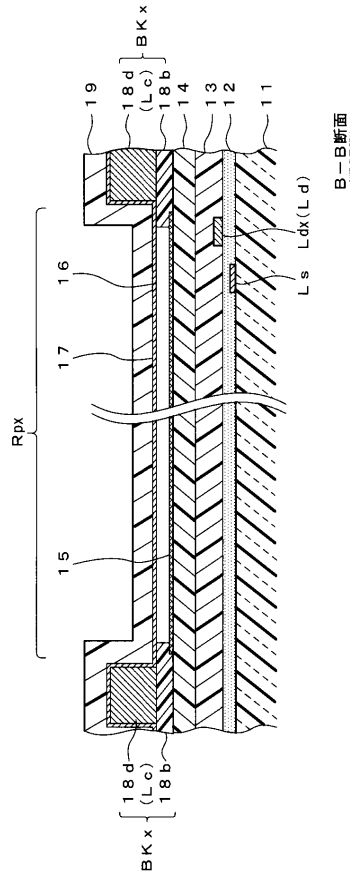
【図 3】



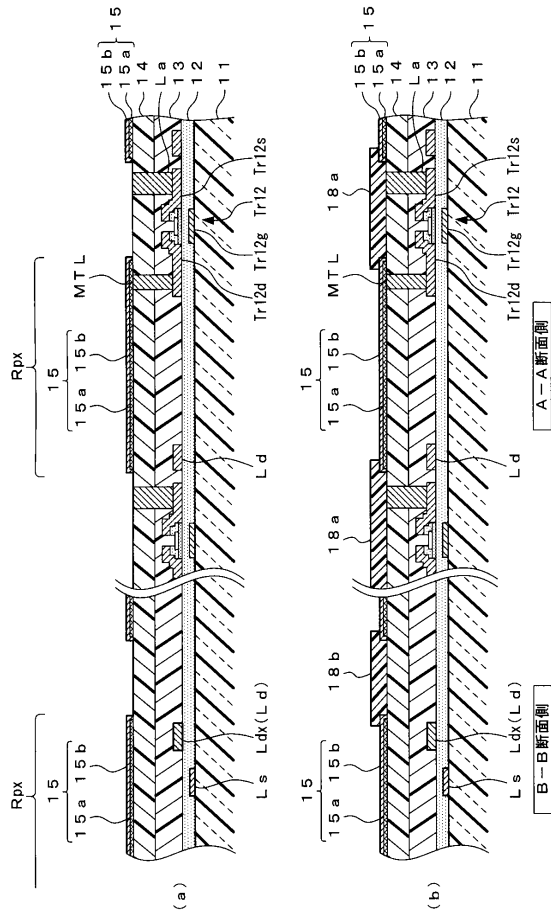
【図 4】



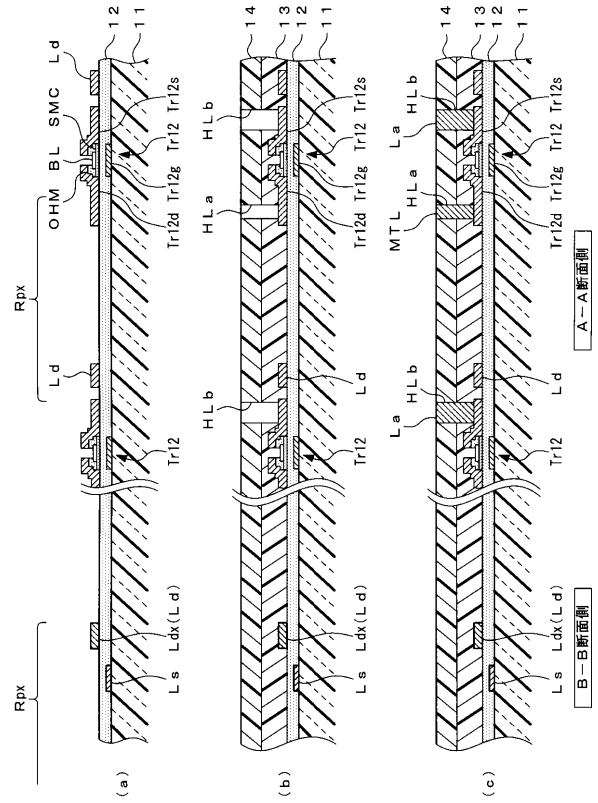
【 図 5 】



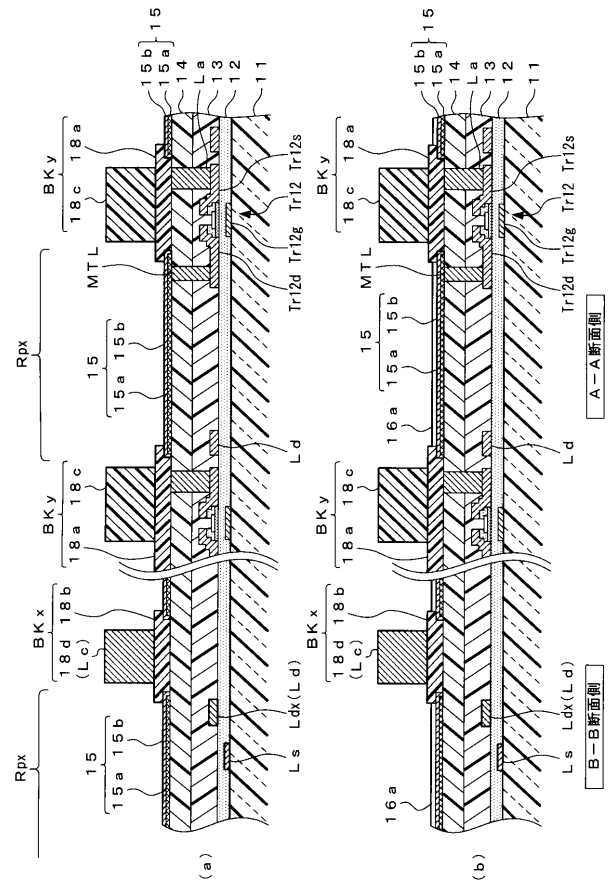
【 図 7 】



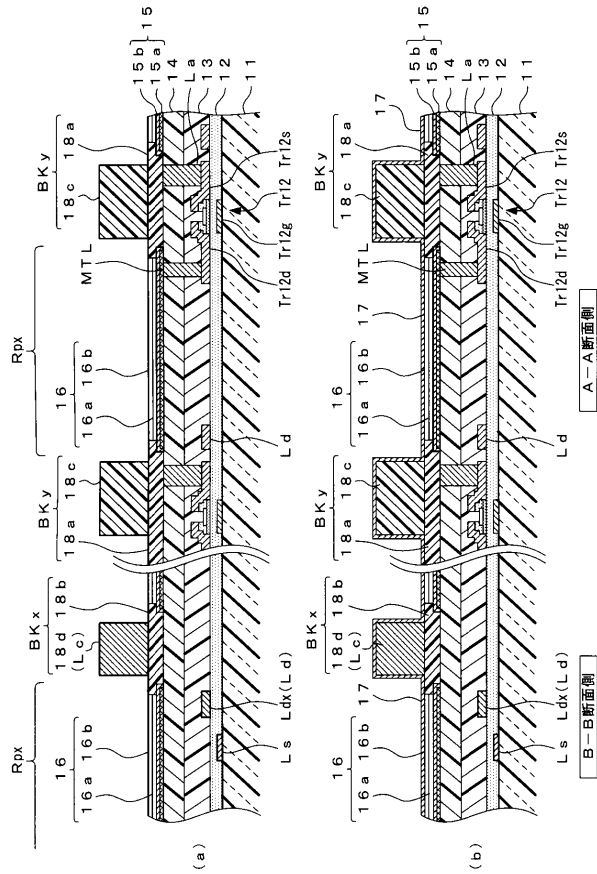
【 図 6 】



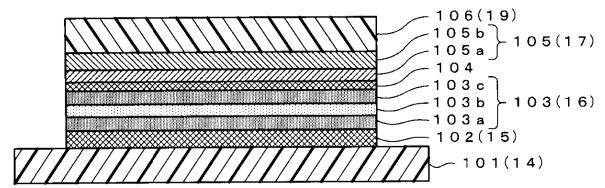
【 図 8 】



【図 9】



【図 10】



【図 11】

