

(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2018-73567

(P2018-73567A)

(43) 公開日 平成30年5月10日(2018.5.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05B 33/04 (2006.01)	H05B 33/04	3K107
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/14 A	5C094
G09F 9/30 (2006.01)	G09F 9/30 365	
	G09F 9/30 349Z	

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2016-210298 (P2016-210298)	(71) 出願人	502356528
(22) 出願日	平成28年10月27日 (2016.10.27)		株式会社ジャパンディスプレイ
			東京都港区西新橋三丁目7番1号
		(74) 代理人	110000408
			特許業務法人高橋・林アンドパートナーズ
		(72) 発明者	牛窪 孝洋
			東京都港区西新橋三丁目7番1号 株式会
			社ジャパンディスプレイ内
		(72) 発明者	前田 典久
			東京都港区西新橋三丁目7番1号 株式会
			社ジャパンディスプレイ内
		Fターム(参考)	3K107 AA01 BB01 CC04 CC07 DD10
			EE48 EE49 EE50 FF06 FF13
			FF15

最終頁に続く

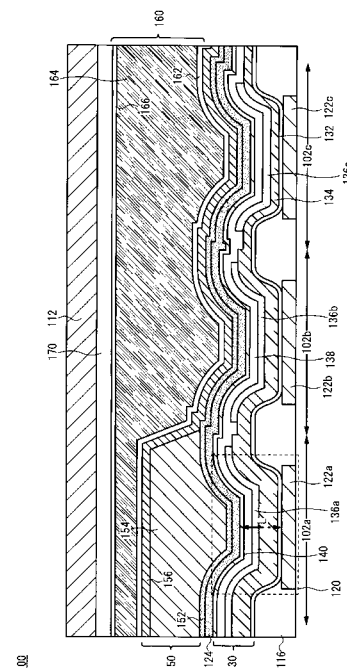
(54) 【発明の名称】 表示装置

(57) 【要約】

【課題】色純度に優れ、発光効率の高い発光素子、およびこれを有する表示装置を提供する。

【解決手段】第1の画素と、第1の画素に隣接する第2の画素を有する表示装置が提供される。第1の画素は、第1の画素電極、第1の画素電極上の第1のEL層、および第1のEL層上の第2の電極を有する。第2の画素は、第2の画素電極、第2の画素電極上の第2のEL層、および第2のEL層上の第2の電極を有する。表示装置はさらに、第2の電極上の第1のキャップ層、第1のキャップ層上に位置し、第1のEL層と重なる第2のキャップ層、および、第2のキャップ層上に位置し、第1のEL層と第2のEL層に重なり、第2のEL層と重なる領域で第1のキャップ層と接する第3のキャップ層を有する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の画素電極、前記第 1 の画素電極上の第 1 の E L 層、および前記第 1 の E L 層上の第 2 の電極を有する第 1 の画素と、

前記第 1 の画素に隣接し、第 2 の画素電極、前記第 2 の画素電極上の第 2 の E L 層、および前記第 2 の E L 層上の前記第 2 の電極を有する第 2 の画素と、

前記第 2 の電極上の第 1 のキャップ層と、

前記第 1 のキャップ層上に位置し、前記第 1 の E L 層と重なる第 2 のキャップ層と、

前記第 2 のキャップ層を覆い、前記第 1 の E L 層と前記第 2 の E L 層に重なり、前記第 2 の E L 層と重なる領域で前記第 1 のキャップ層と接する第 3 のキャップ層を有する表示装置。

10

【請求項 2】

前記第 2 のキャップ層の厚さは、 $2\ \mu\text{m}$ 以上 $10\ \mu\text{m}$ 以下である、請求項 1 に記載の表示装置。

【請求項 3】

前記第 2 のキャップ層は樹脂を含む、請求項 1 に記載の表示装置。

【請求項 4】

前記第 1 の画素の発光領域上において、前記第 3 のキャップ層は、前記第 2 のキャップ層を介して前記第 1 のキャップ層から離間し、

前記第 2 の画素の発光領域上において、前記第 3 のキャップ層は、前記第 1 のキャップ層と接する、請求項 1 に記載の表示装置。

20

【請求項 5】

前記第 1 の E L 層の発光ピーク波長は、前記第 2 の E L 層の発光ピーク波長と異なる、請求項 1 に記載の表示装置。

【請求項 6】

前記第 1 の E L 層の発光ピーク波長は、前記第 2 の E L 層の発光ピーク波長よりも長い、請求項 1 に記載の表示装置。

【請求項 7】

前記第 2 のキャップ層の屈折率は、前記第 1 のキャップ層の屈折率以下である、請求項 1 に記載の表示装置。

30

【請求項 8】

第 1 の画素電極、前記第 1 の画素電極上の第 1 の E L 層、および前記第 1 の E L 層上の第 2 の電極を有する第 1 の画素と、

前記第 1 の画素に隣接し、第 2 の画素電極、前記第 2 の画素電極上の第 2 の E L 層、および前記第 2 の E L 層上の前記第 2 の電極を有する第 2 の画素と、

前記第 2 の画素に隣接し、第 3 の画素電極、前記第 3 の画素電極上の第 3 の E L 層、および前記第 3 の E L 層上の前記第 2 の電極を有する第 3 の画素と、

前記第 2 の電極上の第 1 のキャップ層と、

前記第 1 のキャップ層上に位置し、前記第 1 の E L 層と重なる第 2 のキャップ層と、

前記第 2 のキャップ層を覆い、前記第 1 の E L 層、前記第 2 の E L 層、および前記第 3 の E L 層に重なり、前記第 3 の E L 層と重なる領域で前記第 1 のキャップ層と接する第 3 のキャップ層を有する表示装置。

40

【請求項 9】

前記第 2 のキャップ層の厚さは、 $2\ \mu\text{m}$ 以上 $10\ \mu\text{m}$ 以下である、請求項 8 に記載の表示装置。

【請求項 10】

前記第 2 のキャップ層は樹脂を含む、請求項 8 に記載の表示装置。

【請求項 11】

前記第 1 の画素の発光領域上において、前記第 3 のキャップ層は、前記第 2 のキャップ層を介して前記第 1 のキャップ層から離間し、

50

前記第 3 の画素の発光領域上において、前記第 3 のキャップ層は、前記第 1 のキャップ層と接する、請求項 8 に記載の表示装置。

【請求項 1 2】

前記第 3 のキャップ層は、前記第 2 の画素の発光領域上において、前記第 1 のキャップ層と接する、請求項 1 1 に記載の表示装置。

【請求項 1 3】

前記第 2 のキャップ層は、前記第 2 の E L 層と重なる、請求項 1 1 に記載の表示装置。

【請求項 1 4】

前記第 2 の画素の発光領域上において、前記第 3 のキャップ層は、前記第 2 のキャップ層を介して第 1 のキャップ層と離間する、請求項 1 3 に記載の表示装置。

10

【請求項 1 5】

前記第 1 の E L 層の発光ピーク波長は、前記第 2 の E L 層の発光ピーク波長、および前記第 3 の E L 層の発光ピーク波長と異なる、請求項 8 に記載の表示装置。

【請求項 1 6】

前記第 1 の E L 層の発光ピーク波長は、前記第 2 の E L 層の発光ピーク波長、および前記第 3 の E L 層の発光ピーク波長よりも長い、請求項 8 に記載の表示装置。

【請求項 1 7】

前記第 2 の E L 層の発光ピーク波長は、前記第 3 の E L 層の発光ピーク波長よりも長い、請求項 1 6 に記載の表示装置。

【請求項 1 8】

前記第 3 のキャップ層の上には、少なくとも前記第 1 の画素と前記第 2 の画素とを含む複数の画素を覆う封止膜が配置され、

20

前記封止膜は、窒化シリコン又は酸化シリコンを含む、請求項 1 から請求項 1 7 の何れか 1 項に記載の表示装置。

【請求項 1 9】

前記第 3 のキャップ層はフッ素を含み、

前記封止膜は、前記第 3 のキャップ層に直に接する無機膜と、前記無機膜の第 3 のキャップ層とは反対の側に位置し、且つ前記無機膜に直に接する有機膜とを含む、請求項 1 8 に記載の表示装置。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明の実施形態の 1 つは、発光素子、発光素子を含む表示装置、および表示装置の作製方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

表示装置の一例として、有機 E L (E l e c t r o l u m i n e s c e n c e) 表示装置が挙げられる。有機 E L 表示装置は、基板上に形成された複数の画素内の各々に有機発光素子（以下、発光素子）を有している。発光素子是一对の電極（陰極、陽極）間に有機化合物を含む層（以下、有機層、あるいは E L 層と記す）を有しており、一对の電極間に電流を供給することで駆動される。表示素子を与える色は E L 層内の発光材料によって主に決定され、発光材料を適宜選択することによって種々の色を再現することができる。異なる発光色を与える発光素子を基板上に複数配置することで、フルカラーの映像が得られる。

40

【0 0 0 3】

発光素子の発光色や発光強度は、発光素子内、あるいは発光素子外における光の干渉効果を利用して制御することもできる。例えば特許文献 1 乃至 3 では、E L 層で生成される発光を一对の電極間で共振、増幅させるとともに、発光素子から取り出された光を一方の電極に接する光学調整層内で共振、増幅させることで、発光色の調整や発光強度の制御を行っている。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2012-38555号公報

【特許文献2】特開2008-218081号公報

【特許文献3】特開2006-173092号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、色純度に優れ、発光効率の高い発光素子、およびこれを有する表示装置を提供することを1つの目的とする。あるいは、上記発光素子、およびこれを有する表示装置の製造方法を提供することを1つの目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の実施形態の1つは、第1の画素と、第1の画素に隣接する第2の画素を有する表示装置である。第1の画素は、第1の画素電極、第1の画素電極上の第1のEL層、および第1のEL層上の第2の電極を有する。第2の画素は、第2の画素電極、第2の画素電極上の第2のEL層、および第2のEL層上の第2の電極を有する。表示装置はさらに、第2の電極上の第1のキャップ層、第1のキャップ層上に位置し、第1のEL層と重なる第2のキャップ層、および、第2のキャップ層を覆い、第1のEL層と第2のEL層に重なり、第2のEL層と重なる領域で第1のキャップ層と接する第3のキャップ層を有する。

【0007】

本発明の実施形態の1つは、第1の画素、第1の画素に隣接する第2の画素、および第2の画素に隣接する第3の画素を有する表示装置である。第1の画素は、第1の画素電極、第1の画素電極上の第1のEL層、および第1のEL層上の第2の電極を有する。第2の画素は、第2の画素電極、第2の画素電極上の第2のEL層、および第2のEL層上の第2の電極を有する。第3の画素は、第3の画素電極、第3の画素電極上の第3のEL層、および第3のEL層上の第2の電極を有する。表示装置はさらに、第2の電極上の第1のキャップ層と、第1のキャップ層上に位置し、第1のEL層と重なる第2のキャップ層と、第2のキャップ層を覆い、第1のEL層、第2のEL層、および第3のEL層に重なり、第3のEL層と重なる領域で第1のキャップ層と接する第3のキャップ層を有する。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の実施形態の表示装置の模式的斜視図。

【図2】本発明の実施形態の表示装置の断面模式図。

【図3】光干渉効果の光学膜厚依存性を示す図。

【図4】本発明の実施形態の表示装置の発光挙動を示す図。

【図5】本発明の実施形態の表示装置の断面模式図。

【図6】本発明の実施形態の表示装置の断面模式図。

【図7】本発明の実施形態の表示装置の断面模式図。

【図8】本発明の実施形態の表示装置の作製方法を説明する断面模式図。

【図9】本発明の実施形態の表示装置の作製方法を説明する断面模式図。

【図10】本発明の実施形態の表示装置の作製方法を説明する断面模式図。

【図11】本発明の実施形態の表示装置の作製方法を説明する断面模式図。

【図12】本発明の実施形態の表示装置の作製方法を説明する断面模式図。

【図13】本発明の実施形態の表示装置の作製方法を説明する断面模式図。

【図14】本発明の実施形態の表示装置の作製方法を説明する断面模式図。

【図15】本発明の実施形態の表示装置の作製方法を説明する断面模式図。

【発明を実施するための形態】

10

20

30

40

50

【0009】

以下、本発明の各実施形態について、図面等を参照しつつ説明する。但し、本発明は、その要旨を逸脱しない範囲において様々な態様で実施することができ、以下に例示する実施形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。

【0010】

図面は、説明をより明確にするため、実際の態様に比べ、各部の幅、厚さ、形状等について模式的に表される場合があるが、あくまで一例であって、本発明の解釈を限定するものではない。本明細書と各図において、既出の図に関して説明したものと同様の機能を備えた要素には、同一の符号を付して、重複する説明を省略することがある。

【0011】

本発明において、ある1つの膜に対してエッチングや光照射を行って複数の膜を形成した場合、これら複数の膜は異なる機能、役割を有することがある。しかしながら、これら複数の膜は同一の工程で同一層として形成された膜に由来し、同一の層構造、同一の材料を有する。したがって、これら複数の膜は同一層に存在しているものと定義する。

【0012】

本明細書および特許請求の範囲において、ある構造体の上に他の構造体を配置する態様を表現するにあたり、単に「上に」と表記する場合、特に断りの無い限りは、ある構造体に接するように、直上に他の構造体を配置する場合と、ある構造体の上方に、さらに別の構造体を介して他の構造体を配置する場合との両方を含むものとする。

【0013】

(第1実施形態)

[1. 全体構成]

図1に、本発明の実施形態の1つに係る表示装置100の模式斜視図を示す。表示装置100は行方向と列方向に配置される複数の画素102と、複数の画素102によって構成される表示領域104、走査線駆動回路106、データ線駆動回路108を基板110の一方の面(上面)に有している。画素102を駆動するための各種信号が、基板110上に設けられた端子114に接続されるフレキシブルプリント回路(FPC)などのコネクタを経由して、外部回路(図示せず)から走査線駆動回路106やデータ線駆動回路108に入力される。これらの信号に基づいて各画素102が制御され、表示領域104に映像が再現される。

【0014】

走査線駆動回路106、データ線駆動回路108のいずれか、あるいは両方は、基板110の上に直接形成される必要はなく、基板110とは異なる基板(半導体基板など)上に形成された駆動回路を基板110やコネクタ上に設け、これらの駆動回路によって各画素102を制御してもよい。図1では、表示領域104と、基板110上に形成された走査線駆動回路106が対向基板112に覆われ、一方、別基板上に形成されたデータ線駆動回路108が基板110上に搭載される例が示されている。

【0015】

[2. 発光素子]

図2に、表示装置100の模式的な断面図を示す。この断面図では、表示装置100の複数の画素102のうちの3つの画素102a、102b、102cが示されている。画素102bは画素102aと画素102cに隣接し、挟持される。図2では、画素102を支持する基板110や、画素102を駆動するための各種回路は省略されている。

【0016】

各画素102には発光素子120が設けられる。各発光素子120は、第1の電極(以下、画素電極と記す)122、第2の電極124(共通電極ともいう)、およびこれらに挟持されるEL層130を有する。ここでは、画素102a、102b、102cはそれぞれ、画素電極122a、122b、122cを有している。画素電極122a、122b、122cは互いに電氣的に独立しており、データ線駆動回路108からの信号に基づき、それぞれ独立に電圧が印加される。

10

20

30

40

50

【0017】

画素102a、102b、102cは隔壁116によって端部が覆われ、隔壁116により、画素電極122の厚さに起因する凹凸が緩和される。隔壁116は絶縁膜であり、表示領域104上に設けられ、画素電極122を露出するように設けられる。したがって、隔壁116は複数の開口部を有する1つの絶縁膜とみなすことができ、各開口部と画素電極122が重なる。

【0018】

第2の電極124は、複数の画素102a、102b、102cにわたって設けられている。したがって、第2の電極124は複数の画素102a、102b、102cによって共有され、複数の発光素子120に対して共通の電位を供給する。

10

【0019】

画素電極122と第2の電極124は、一方が可視光を透過するように、他方は可視光を反射するように構成される。また、画素電極122、第2の電極124のうちいずれかは陽極として機能し、他方は陰極として機能する。本実施形態では、画素電極122は可視光を反射する陽極として、第2の電極124は可視光の一部を透過し、一部を反射する半透過半反射性の陰極として機能する例を用いて説明を行う。この場合、画素電極122は、銀やアルミニウムなどの反射率の高い金属やその合金を用いて形成することができる。あるいはこれらの金属や合金を含む膜上に、透光性を有する導電性酸化物の膜を形成してもよい。導電性酸化物としてはインジウムスズ酸化物（ITO）やインジウム亜鉛（IZO）などが挙げられる。第2の電極124としては、アルミニウムやマグネシウム、銀などの金属やこれらの合金を含み、可視光が透過する程度の厚さを有する金属薄膜を用いることができる。あるいは、ITOやIZOなどの透光性を有する導電性酸化物を用いてもよい。上述した金属薄膜を第2の電極124として用いる場合、金属薄膜上に透光性を有する導電性酸化物を積層してもよい。

20

【0020】

EL層130の構成は任意であり、異なる機能を有する複数の層で構成することができる。図2に示した表示装置100では、EL層130は、正孔注入層132、正孔輸送層134、発光層136、電子輸送層138、電子注入層140を有している。各層は単層構造を有してもよく、あるいは異なる材料の積層によって形成されていてもよい。EL層130はこれらの層の全てを有する必要はない。また、他の機能を有する層をさらに有していてもよく、例えば正孔阻止層、電子阻止層、励起子阻止層などを含んでもよい。逆に、1つの層が2つの層の機能を兼ねていてもよい。

30

【0021】

画素電極122と第2の電極124間に電位差を与えることにより、前者からは正孔が、後者からは電子がEL層130へ注入される。正孔は正孔注入層132、正孔輸送層134を経由して発光層136へ輸送される。一方、電子は電子注入層140、電子輸送層138を経由して発光層136へ輸送される。発光層136内で正孔と電子が再結合し、発光層136内に含まれる発光材料の励起状態が形成される。この励起状態が基底状態に緩和する際、励起状態と基底状態のエネルギー差に相当する波長の光が放出され、発光素子120からの発光として観測することができる。

40

【0022】

したがって、画素電極122のうち、隔壁116の開口部から露出する領域が正孔の注入に寄与し、この領域が各発光素子120の発光領域である。換言すると、各発光素子120における発光領域は隔壁116の開口部と一致する。

【0023】

正孔注入層132にはホールが注入しやすい、すなわち酸化されやすい（電子供与性の）化合物を用いることができる。換言すると最高占有分子軌道（HOMO）準位の浅い化合物を用いることができる。例えばベンジジン誘導体やトリアリールアミンなどの芳香族アミン、カルバゾール誘導体、チオフェン誘導体、銅フタロシアニンなどのフタロシアニン誘導体などを用いることができる。あるいは、ポリチオフェンやポリアニリン誘導体な

50

どの高分子材料を用いることができ、一例としてポリ（エチレンジオキシチオフェン）／ポリ（スチレンスルホン酸）などが挙げられる。あるいは、上述した芳香族アミンやカルバゾール誘導体や芳香族炭化水素などの電子供与性化合物と電子受容体との混合物を用いてもよい。電子受容体としては、例えば酸化バナジウムや酸化モリブデンなどの遷移金属酸化物や、含窒素ヘテロ芳香族化合物、シアノ基などの強い電子吸引機を有する芳香族化合物などが挙げられる。

【0024】

正孔輸送層134は正孔注入層132に注入された正孔を発光層136へ輸送する機能を有し、正孔注入層132で使用可能な材料と同様あるいは類似する材料を用いることができる。例えば、正孔注入層132と比較して、HOMO準位が深いが、その差が約0.5 eVあるいはそれ以下の材料を用いることができる。典型的には、ベンジジン誘導体などの芳香族アミンを用いることができる。

10

【0025】

発光層136は、単一の化合物で形成されていてもよく、あるいはいわゆるホストドープ型の構成を有していてもよい。ホストドープ型の場合、ホスト材料としては、例えばスチルベン誘導体、アントラセン誘導体などの縮合芳香族化合物、カルバゾール誘導体、ベンゾキノリノールを基本骨格として有する配位子を含む金属錯体、芳香族アミン、フェナントロリン誘導体などの含窒素ヘテロ芳香族化合物などを用いることができる。ドープメントとしては、クマリン誘導体、ピラン誘導体、キノクリドン誘導体、テトラセン誘導体、ピレン誘導体、アントラセン誘導体などの蛍光材料、あるいはイリジウム系オルトメタル錯体などの燐光材料を用いることができる。発光層136を単一の化合物で構成する場合、上述したホスト材料を用いることができる。

20

【0026】

電子輸送層138は、第2の電極124から電子注入層140を介して注入される電子を発光層136へ輸送する機能を有する。電子輸送層138には、還元されやすい（電子受容性の）化合物を用いることができる。換言すると、最低非占有分子軌道（LUMO）準位の浅い化合物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、トリス（4-メチル-8-キノリノラト）アルミニウムなどのベンゾキノリノールを基本骨格として有する配位子を含有する金属錯体、オキサジアゾールやチアゾールを基本骨格として有する配位子を含有する金属錯体などが挙げられる。これらの金属錯体以外にも、オキサジアゾール誘導体、チアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、フェナントロリン誘導体など、電子欠如型ヘテロ芳香環を有する化合物を用いることができる。

30

【0027】

電子注入層140には、第2の電極124から電子輸送層138への電子注入を促進する化合物を用いることができる。例えば電子輸送層138に用いることが可能な化合物と、リチウムやマグネシウムなどの電子供与体との混合物を用いることができる。あるいは、フッ化リチウムやフッ化カルシウムなどの無機化合物を用いてもよい。

【0028】

EL層130に含まれる各層は、インクジェット法やスピンコート法、印刷法、ディップコーティング法などの湿式成膜法、あるいは蒸着法などの乾式成膜法を適用して形成することができる。

40

【0029】

図2では、EL層130のうち、発光層136を除く正孔注入層132、正孔輸送層134、電子輸送層138、電子注入層140は画素102a、102b、102cにわたって形成されており、これらは画素102a、102b、102cによって共有される。一方、発光層136は各画素102a、102b、102cごとに設けられている。このような構造を採用することで、画素102a、102b、102cは互いに異なる発光材料を含有する発光層（136a、136b、136c）を有することができ、これによって、互いに異なる発光色を生成することができる。例えば発光層136a、136b、136cにそれぞれ赤色、緑色、青色の発光を与える発光材料を含有させることにより、画

50

素 102a、102b、102c から三原色を取り出してフルカラー表示を行うことができる。図2に示した例では、発光層136a、136b、136cは互いに接しておらず、正孔輸送層134と電子輸送層138が隔壁116上で接しているが、発光層136a、136b、136cは隔壁116上で互いに重なるように形成されていてもよい。

【0030】

発光層136を除く層についても、画素102a、102b、102cごとで異なる構造を有することもでき、あるいは同一の構造を有してもよい。例えば図2に示すように、画素102a、102b、102c間で互いに正孔輸送層134の厚さが異なるように表示装置200を構成してもよい。あるいは図示しないが、正孔注入層132や電子輸送層138の厚さや積層構造が画素ごとに異なってもよい。

【0031】

[3. 発光素子内の共振]

上述したように、EL層130は画素102a、102b、102cごとに異なる構造を有することができるため、EL層130の厚さを制御することにより、各発光素子120に適切な共振構造を付与することができる。この共振構造は、マイクロキャビティーとも呼ばれる。EL層130からの発光は、画素電極122で反射すると同時に、第2の電極124によってその一部が透過し、一部が反射する。第2の電極124で反射した光は再度画素電極122で反射する。反射光同士は画素電極122と第2の電極124間で干渉しあい、その後第2の電極124を通して取り出される。

【0032】

この時、発光素子120の光学距離に合致する波長をもつ光は、反射を繰り返す際に干渉効果によって増幅され、一方、光学距離に合致しない波長の光は減衰する。例えば画素電極122に対して垂直方向に進む光の場合、光学距離は画素電極122の反射面と第2の電極124の反射面間の距離に依存する。前者が画素電極122の上面であり、後者が第2の電極124の下面である場合、干渉はEL層130内で生じるため、光学距離は図2で示したLに相当し、LはEL層130内の各層の屈折率と厚さの積の和となる。光の波長を λ とすると、 λ の4分の1 ($\lambda/4$) の奇数倍が光学距離Lと一致する、あるいは近い場合、この波長 λ を有する光は光学距離に合致し、増幅される。逆に λ の2分の1 ($\lambda/2$)、すなわち半波長の整数倍が光学距離Lと一致する、あるいは近い場合、この波長 λ を有する光は光学距離Lに合致せず、減衰する。したがって、発光層136からの発光が波長 λ を中心とする場合（例えば発光ピーク波長が λ の場合）、光学距離Lが $\lambda/4$ の奇数倍になるようにEL層130の厚さを制御することで、発光の半値幅が小さくなり、色純度が向上するとともに、発光素子120の正面方向における輝度が上昇する。

【0033】

このため、各画素102a、102b、102cにおいて、発光層136a、136b、136cの発光波長に合致するように各EL層130の構造を調整することで、各画素102a、102b、102cの発光色純度を向上することができ、かつ輝度を増大させることができる。例えば図2で示すように、画素102間で正孔輸送層134の厚さを変え、光学距離を調整することができる。これにより、発光の色純度と正面輝度の高い発光素子120、およびそれを含有する表示装置100を得ることができる。

【0034】

[4. 光学調整層]

表示装置100はさらに、第2の電極124上に光学調整層150を有することができる。光学調整層150は、第1のキャップ層152、第1のキャップ層152上の第2のキャップ層154、第2のキャップ層154上の第3のキャップ層156を有する。第1のキャップ層152は、第2の電極124と接するように設けることができる。第3のキャップ層156は第1のキャップ層152と第2のキャップ層154を覆う。

【0035】

ここで、第2のキャップ層154は、複数の画素102のうちの一部と重なるように設けられる。換言すると、一部の画素102と第2のキャップ層154は重ならない。例え

10

20

30

40

50

ば図2に示すように、第2のキャップ層154は画素102aのEL層130、あるいはその発光領域と重なるが、画素102b、102cのEL層130、あるいはその発光領域とは重ならない。したがって、画素102aにおいては、第1のキャップ層152と第3のキャップ層156は、発光領域の上で第2のキャップ層154を介して離間する。これに対し、画素102b、102cの発光領域上では、第1のキャップ層152と第3のキャップ層156は互いに接することができる。

【0036】

発光領域が第2のキャップ層154に覆われる画素102（以下、本実施形態では画素102aとする）が与える色は、発光領域が第2のキャップ層154に覆われない画素102（以下、本実施形態では画素102b、102c）が与える色と異なってもよい。例えば、画素102aの発光層136aの発光色は、画素102b、102cの発光層136b、136cの発光色と異なってもよい。発光層136aの発光波長は、発光層136bや136cの発光波長よりも長くてもよい。換言すると、発光層136aの発光ピーク波長は、発光層136b、136cの発光ピーク波長よりも長くてもよい。例えば発光層136aが赤色発光を与えることができ、発光層136bや136cが緑や青色の発光を与えるように、表示装置100を構成することができる。

【0037】

画素102b、102cの両方、あるいはいずれか一方の発光素子120の発光が、第1のキャップ層152の上面と下面の間で増幅されるように、第1のキャップ層152の屈折率と厚さを選択することができる。つまり、第1のキャップ層152の屈折率と厚さの積（以下、光学膜厚と記す）が、画素102b、102cの両方、あるいはいずれか一方の発光素子120の発光波長（例えば発光ピーク波長）の4分の1の奇数倍となるように、屈折率と厚さを選択することができる。

【0038】

例えば、第1のキャップ層152の膜厚は10nm以上200nm以下で用いられる。第1のキャップ層152の膜厚は、第1のキャップ層152の材料、第3のキャップ層156の材料・膜厚、EL層130の光学膜厚、発光材料の発光波長、所望する発光の色純度により最適値が異なるため、その都度適切な膜厚を選択することが望ましい。

【0039】

第1のキャップ層152は、可視光領域における透過率が高く、かつ比較的高い屈折率を持つことができる。例えば1.7、あるいは2以上の屈折率を持つことができる。

【0040】

一方、第3のキャップ層156は、第1のキャップ層152よりも屈折率が小さい材料を含むことができる。これにより、第1のキャップ層152と第3のキャップ層156の界面において、第1のキャップ層152から第3のキャップ層156へ向かう光の反射率を向上させることができる。その結果、画素102bや102cにおいて、第1のキャップ層152の上面と下面間でマイクロキャビティを形成して光を増幅することができる。

【0041】

例えば、第3のキャップ層156の膜厚は10nm以上200nm以下で用いられる。第3のキャップ層156の膜厚は、第1のキャップ層152の材料・膜厚、第3のキャップ層156の材料、EL層130の光学膜厚、発光材料の発光波長、所望する発光の色純度により最適値が異なるため、その都度適切な膜厚を選択することが望ましい。

【0042】

高い屈折率を有する材料として、高屈折率高分子材料が挙げられる。高屈折率高分子材料としては、たとえば硫黄、ハロゲン、リンを含む高分子材料が挙げられる。硫黄を含む高分子としては、主鎖や側鎖にチオエーテル、スルホン、チオフエンなどの置換基を有する高分子が挙げられる。リンを含む高分子材料としては、主鎖や側鎖に亜リン酸基、リン酸基などが含まれる高分子材料、あるいはポリフォスファゼンなどが挙げられる。ハロゲンを有する高分子材料としては、臭素やヨウ素、塩素を置換基として有する高分子材料が挙

10

20

30

40

50

げられる。上記高分子材料は、分子間あるいは分子内で架橋していてもよい。

【0043】

無機材料も高い屈折率を有する材料として用いることができ、例えば酸化チタン、酸化ジリコニウム、酸化クロム、酸化アルミニウム、酸化インジウム、ITO、IZO、硫化鉛、硫化亜鉛、窒化ケイ素などが挙げられる。あるいはアモルファスシリコンなどの14族の単体を用いてもよい。

【0044】

これらの無機材料と高分子材料の混合物を用いてもよい。この場合、上述した高分子を利用してよい。

【0045】

一方、低屈折率材料としては、例えばフッ素を含有する高分子材料が挙げられる。フッ素を含有する高分子材料としては、例えばポリテトラフルオロエチレンやポリフッ化ビニリデン、これらを基本骨格とする高分子、主鎖あるいは側鎖にフッ素を有するビニルエーテルやポリイミド、ポリメタクリル酸エステル、ポリアクリル酸エステル、ポリシロキサンなどが挙げられる。これらの高分子は分子内あるいは分子間で架橋していてもよい。

【0046】

低い屈折率を有する無機材料としては、フッ化リチウム、フッ化マグネシウム、フッ化カルシウムなどの金属フッ化物、酸化ホウ素や酸化リンを含有する酸化ケイ素などが挙げられる。

【0047】

第2のキャップ層154は、第1のキャップ層152と第3のキャップ層156の間に設けられ、膜厚は光の干渉効果無くすために十分な膜厚である2 μm 以上が好ましい。図3の計算結果に示すように、干渉後の光の強度は、マイクロキャビティーの間隔（光学膜厚）に依存し、間隔が大きくなるにしたがって干渉効果が小さくなり、最終的には干渉効果が観測されなくなることが知られている。また、第2のキャップ層154の上層に位置する膜、例えば第3のキャップ層156が、第2のキャップ層154を乗り越えて配置されることを鑑みると、第3のキャップ層156や第3のキャップ層156よりも上に位置する膜が、これらよりも下に位置する膜に起因する段差によって切断される懸念が有るので、第2のキャップ層154の膜厚を必要以上に厚くしないことが好ましい。例えば、第2のキャップ層154の膜厚は10 μm 以下が好ましい。

【0048】

第2のキャップ層154の屈折率は、第1のキャップ層152と同じ、あるいはそれよりも小さくすることができる。これにより、第1のキャップ層152と第2のキャップ層154間の界面で、第1のキャップ層152から第2のキャップ層154へ向かう光の反射率を小さくし、第1のキャップ層152内での共振を防ぐことができる。換言すると、第1のキャップ層152から第2のキャップ層154へ向かう光を効果的に第2のキャップ層154へ導入することができる。

【0049】

より具体的には、第2のキャップ層154は、第1のキャップ層152で使用可能な材料を含むことができる。あるいは、第2のキャップ層154は、第1のキャップ層152の屈折率と同じ、あるいはほぼ同じ屈折率を有する高分子材料や無機材料を含むことができる。高分子材料は、熱可塑性を有する樹脂でもよく、加熱や光照射によって架橋し硬化する樹脂でも良い。樹脂としては、アクリル樹脂やエポキシ樹脂、ポリイミド、ポリアミド、ポリエステル、ポリカーボナート、ポリシロキサンを基本骨格とする樹脂などが挙げられる。上述した材料を用い、第2のキャップ層154の膜厚を上述した範囲から選択することで、第1のキャップ層152、および第2のキャップ層154内での共振を防ぎ、発光素子120が出射する光を、そのスペクトル形状と強度をほぼ維持したまま外部へ供給することができる。

【0050】

[5. 光学調整層による発光制御]

10

20

30

40

50

上述した構造を有する光学調整層 150 を用いることで、色純度に優れ、かつ、高効率な表示装置 100 を得ることができる。例えば画素 102 a、102 b、102 c がそれぞれ赤色、緑色、青色に発光する発光層 136 a、136 b、136 c を有する場合、図 4 (A) に示すように、発光層 136 a、136 b、136 c はそれぞれ、赤色領域（例えば 610 nm から 750 nm）、緑色領域（例えば 500 nm から 600 nm）、青色領域（例えば 400 nm から 480 nm）に発光スペクトル（142 a、142 b、142 c）を与える。発光ピーク波長も、それぞれ上記範囲内に存在する。

【0051】

上述したように、各発光素子 120 内で光学調整を行うことにより、それぞれのスペクトルを狭線化し、表示装置 100 の正面方向の発光強度を増大させることができる。例えば図 4 (B) に示すように、スペクトル 142 a、142 b、142 c の半値幅が減少し、強度が増大する。その結果、発光素子 120 a、120 b、120 c はそれぞれスペクトル 144 a、144 b、144 c を有する発光を与える。なお、各発光素子 120 内の光学調整は任意である。

【0052】

ここで、図 2 に示すように、画素 102 b と 102 c の発光領域が第 2 のキャップ層 154 によって覆われていない場合、第 1 のキャップ層 152 によって画素 102 b と 102 c の発光素子 120 の発光をさらに光学調整することができる。その結果、図 4 (C) の真中および右側の図で示すように、発光素子 120 b、120 c の発光スペクトルはさらに狭線化され、かつ、強度が増大する（スペクトル 146 b、146 c）。

【0053】

通常、青色を与える発光素子は最も電流効率が最も低い。また、色純度の良い青色発光を与える燐光材料は極めてまれであるため、青色を与える発光素子が最も量子効率が低い。このため、低い効率を補完するため、通常発光素子の外部に設けられる光学調整層は、青色の光が増幅されるように設計される。この場合、光学調整層の光学膜厚は、増幅する光の波長を 480 nm とすると、120 nm、360 nm、600 nm、、、となる。一方、赤色の光（例えば 720 nm）は、光学調整層の光学膜厚が 360 nm の時には減衰し、強度が大幅に低下する。このように、波長の短い発光が増幅されるように光学調整層を設計した場合、波長の長い発光は逆に弱められることがある。このため、第 1 のキャップ層 152 は、第 2 のキャップ層 154 に覆われる画素 102 a 内の発光素子 120 の発光を必ずしも増幅できるとは限らない。逆に、画素 102 a において第 2 のキャップ層 154 を設けない場合、発光が減衰してスペクトルがブロードになり、その強度が小さくなる傾向になる（スペクトル 145 a）。

【0054】

しかしながら、表示装置 100 では、長波長の発光を与える発光素子 120 a 上には第 2 のキャップ層 154 が設けられ、第 1 のキャップ層 152、第 2 のキャップ層 154 内の共振が抑制される。このため、発光素子 120 a からの発光は、スペクトル形状と強度を保ったまま外部へ取り出すことができる（スペクトル 146 a）。したがって、発光素子 120 a が出射する光の色純度が維持され、効率の低下を引き起こさない。

【0055】

したがって、本実施形態を適用することにより、各画素 102 から色純度に優れた発光を効率よく与えることができる。その結果、表示品質の高い画像を表示可能な表示装置を提供することができる。

【0056】

[6. その他の構成]

図 2 に示すように、表示装置 100 はさらに、光学調整層 150 上に封止膜（以下、パッシベーション膜と記す）160 を有することができる。パッシベーション膜 160 は外部から水や酸素などの不純物が発光素子 120 へ侵入することを防ぐ機能を有しており、これにより、発光素子 120 の信頼性を向上させることができる。パッシベーション膜 160 の構造は任意であり、例えば図 2 に示すような三層構造を有することができる。この

10

20

30

40

50

場合、パッシベーション膜 160 は第 1 の層 162、第 2 の層 164、第 3 の層 166 を有することができる。例えば第 1 の層 162 と第 3 の層 166 は無機化合物を含むことができ、第 2 の層 164 は有機化合物を含むことができる。第 1 の層 162 と第 3 の層 166 には、例えば窒化シリコンや酸化シリコンを用いることができる。第 2 の層 164 は、隔壁 116 などに起因する凹凸を吸収し、平坦な表面を与えるような厚さで形成することが可能である。

【0057】

対向基板 112 は、フィル材 170 を介してパッシベーション膜 160 上に設けることができる。したがってフィル材 170 は接着剤としても機能する。対向基板 112 により、発光素子 120 をはじめ、表示装置 100 が物理的に保護される。図示しないが、任意の構成として、対向基板 112 にカラーフィルタや遮光膜、これらを保護するオーバーコートなどを設けてもよい。対向基板 112 は、可撓性の樹脂フィルムや円偏光板であってもよい。

【0058】

(第 2 実施形態)

本実施形態では、表示装置 100 とは異なる構造を有する表示装置 200 に関して説明を行う。第 1 実施形態と同様の構成に関しては説明を省略することがある。

【0059】

表示装置 200 の断面模式図を図 5 に示す。図 5 には 3 つの画素 102 a、102 b、102 c が図示されている。画素 102 b は画素 102 a と 102 c に隣接し、挟持される。画素 102 a、102 b、102 c は互いに異なる発光色を与える発光層 136 a、136 b、136 c を有することができる。図 5 に示すように、発光色が異なる 2 つの画素 (図 5 では画素 102 a、102 b) の EL 層 130、あるいはその発光領域が第 1 のキャップ層 152、第 2 のキャップ層 154、第 3 のキャップ層 156 に覆われ、これらの画素とは異なる発光色を与える画素 (図 5 では画素 102 c) の EL 層 130、あるいはその発光領域上において、第 1 のキャップ層 152 と第 3 のキャップ層 156 が接する点で、表示装置 200 は表示装置 100 と異なる。この時、図 5 に示すように、発光領域が第 1 のキャップ層 152、第 2 のキャップ層 154、第 3 のキャップ層 156 に覆われる画素 102 a と 102 b は隣接していてもよい。

【0060】

例えば第 1 のキャップ層 152 が、1 つの画素 102 c の発光素子 120 からの発光を増幅可能ではあるが、他の 2 つの画素 102 a、102 b の発光素子 120 からの発光を増幅できない場合、表示装置 200 の構成を用いることで、画素 102 a、102 b からの発光の色純度や発光強度の低下を防ぐことができる。その結果、各画素 102 から色純度に優れた発光を効率よく与えることができ、表示品質の高い画像を表示可能な表示装置を提供することができる。

【0061】

(第 3 実施形態)

本実施形態では、表示装置 100、200 とは異なる構造を有する表示装置 300 に関して説明を行う。第 1、第 2 実施形態と同様の構成に関しては説明を省略することがある。

【0062】

表示装置 300 の断面模式図を図 6 に示す。表示装置 300 は、第 1 のキャップ層 152 と第 2 のキャップ層 154 の上下関係が異なる点で表示装置 100、200 と異なる。具体的には、表示装置 300 の光学調整層 150 は、第 2 の電極 124 上の第 2 のキャップ層 154、第 2 のキャップ層 154 上の第 1 のキャップ層 152、第 1 のキャップ層 152 上の第 3 のキャップ層 156 を有する。表示装置 100 と同様、第 2 のキャップ層 154 は、一部の画素 102 (図 6 では画素 102 a) の EL 層 130、あるいはその発光領域と重なり、一部の画素 102 (図 6 では画素 102 b、102 c) の EL 層 130、あるいは発光領域とは重ならない。このため、EL 層 130、あるいはその発光領域と第

10

20

30

40

50

2のキャップ層154が重なる画素では、第1のキャップ層152と第2の電極124は、発光領域上で接しない。また、第1のキャップ層152は第2のキャップ層154を介して第3のキャップ層156と離間する。一方、第1のキャップ層152と第3のキャップ層156は、すべての画素102の発光領域上で接する。

【0063】

上述したように、第2のキャップ層154は、第1のキャップ層152と同じ材料、あるいは屈折率が同一、もしくは近い材料を含むことができる。このため、第2のキャップ層154と第1のキャップ層152の界面での反射が抑制される。その結果、発光領域が第2のキャップ層154と重なる画素102a上では、第1のキャップ層152内での光の干渉が抑制され、発光素子120からの発光のスペクトル形状と強度がほぼ維持される。一方、発光領域が第2のキャップ層154と重ならない画素102b、102cでは、第1のキャップ層152内で発光が増幅され、色純度と強度が向上する。したがって、各画素102から色純度に優れた発光を効率よく与えることができ、表示品質の高い画像を表示可能な表示装置を提供することができる。

【0064】

(第4実施形態)

本実施形態では、本発明の表示装置100の作製方法に関して説明する。第1乃至第3実施形態と同様の構成については、説明を割愛することがある。

【0065】

図7に、連続して設けられる3つの画素102a、102b、102cを含む、表示装置100の断面模式図を示す。ここでは、画素102bの発光領域と第2のキャップ層154が重なり、画素102a、102cの発光領域上では第1のキャップ層152と第3のキャップ層156が接する例が示されている。

【0066】

複数の画素102a、102b、102cを含む画素102の各々は、下地膜210を介して基板110上にトランジスタ224、トランジスタ224と電氣的に接続される発光素子120、補助容量248などの素子を有する。図7では、各画素102に1つのトランジスタ224と1つの補助容量248が設けられる例が示されているが、各画素102は複数のトランジスタや複数の容量素子を有してもよい。発光素子120の構造は、第1実施形態で述べたものと同様である。以下、表示装置100の断面模式図を参照し、表示装置100の作製方法を述べる。

【0067】

[1. トランジスタ]

図8(A)に示すように、まず基板110上に下地膜210を形成する。基板110は、トランジスタ224など、表示領域104に含まれる半導体素子や発光素子120などを支持する機能を有する。したがって基板110には、この上に形成される各種素子のプロセスの温度に対する耐熱性とプロセスで使用される薬品に対する化学的安定性を有する材料を使用すればよい。具体的には、基板110はガラスや石英、プラスチック、金属、セラミックなどを含むことができる。

【0068】

表示装置100に可撓性を付与する場合、基板110上に基材を形成する。この場合、基板110は支持基板とも呼ばれる。基材は可撓性を有する絶縁膜であり、例えばポリイミド、ポリアミド、ポリエステル、ポリカーボナートに例示される高分子材料から選択される材料を含むことができる。基材は、例えば印刷法やインクジェット法、スピンコート法、ディップコーティング法などの湿式成膜法、あるいはラミネート法などを適用して形成することができる。

【0069】

下地膜210は基板110(および基材)からアルカリ金属などの不純物がトランジスタ224などへ拡散することを防ぐ機能を有する膜であり、窒化ケイ素や酸化ケイ素、窒化酸化ケイ素、酸化窒化ケイ素などの無機絶縁体を含むことができる。下地膜210は化

10

20

30

40

50

学気相成長法（CVD法）やスパッタリング法などを適用して単層、あるいは積層構造を有するように形成することができる。下地膜210中の不純物濃度が小さい場合、下地膜210は設けない、あるいは基板110の一部だけを覆うように形成してもよい。

【0070】

次に半導体膜212を形成する（図8（A））。半導体膜212は例えばケイ素などの14族元素を含むことができる。あるいは半導体膜212は酸化物半導体を含んでもよい。酸化物半導体としては、インジウムやガリウムなどの第13族元素を含むことができ、例えばインジウムとガリウムの混合酸化物（IGO）が挙げられる。酸化物半導体を用いる場合、半導体膜212はさらに12族元素を含んでもよく、一例としてインジウム、ガリウム、および亜鉛を含む混合酸化物（IGZO）が挙げられる。半導体膜212の結晶性に限定はなく、半導体膜212は単結晶、多結晶、微結晶、あるいはアモルファスのいずれの結晶状態を含んでもよい。

10

【0071】

半導体膜212がケイ素を含む場合、半導体膜212は、シランガスなどを原料として用い、CVD法によって形成すればよい。得られるアモルファスシリコンに対して加熱処理、あるいはレーザなどの光を照射することで結晶化を行ってもよい。半導体膜212が酸化物半導体を含む場合、スパッタリング法などを利用して形成することができる。

【0072】

次に半導体膜212を覆うようにゲート絶縁膜214を形成する（図8（A））。ゲート絶縁膜214も、ケイ素を含有する無機化合物、例えば酸化ケイ素や窒化ケイ素などを用い、下地膜210と同様の手法で形成することができる。ゲート絶縁膜214は単層構造、積層構造のいずれの構造を有していてもよい。

20

【0073】

引き続き、ゲート絶縁膜214上にゲート電極216をスパッタリング法やCVD法を用いて形成する（図8（B））。ゲート電極216はチタンやアルミニウム、銅、モリブデン、タングステン、タンタルなどの金属やその合金などを用い、単層、あるいは積層構造を有するように形成することができる。例えばチタンやタングステン、モリブデンなどの比較的高い融点を有する金属でアルミニウムや銅などの導電性の高い金属を挟持する構造を採用することができる。

【0074】

次にゲート電極216上に層間膜218を形成する（図8（B））。層間膜218は単層構造、積層構造のいずれの構造を有していてもよく、窒化ケイ素や酸化ケイ素、窒化酸化ケイ素、酸化窒化ケイ素などの無機絶縁体を含むことができ、下地膜210と同様の手法で形成することができる。積層構造を有する場合、例えば有機化合物を含む層を形成したのち、無機化合物を含む層を積層してもよい。こののち、半導体膜212に対してドーピングを行い、ソース／ドレイン領域を形成してもよい。

30

【0075】

次に、層間膜218とゲート絶縁膜214に対してエッチングを行い、半導体膜212に達する開口220を形成する（図8（C））。開口220は、例えばフッ素含有炭化水素を含むガス中でプラズマエッチングを行うことで形成することができる。

40

【0076】

次に開口220を覆うように金属膜を形成し、エッチングを行って成形することで、ソース／ドレイン電極222を形成する（図9（A））。金属膜はゲート電極216と同様、チタン、アルミニウム、銅、モリブデン、タンタルなどの金属、あるいはこれらの合金を含むことができ、単層構造、積層構造のいずれの構造を有することができる。金属膜は、ゲート電極216の形成と同様の手法を用いて形成することができる。以上の工程により、トランジスタ224が形成される。本実施形態では、トランジスタ224はトップゲート型のトランジスタとして図示されているが、トランジスタ224の構造に限定はなく、トランジスタ224はボトムゲート型トランジスタ、ゲート電極216を複数有するマルチゲート型トランジスタ、半導体膜212の上下を2つのゲート電極216で挟持する

50

構造を有するデュアルゲート型トランジスタでもよい。また、ソース／ドレイン電極 2 2 と半導体膜 2 1 2 との上下関係にも制約はない。

【0077】

[2. 補助容量、発光素子]

次に平坦化膜 2 3 0 を、トランジスタ 2 2 4 を覆うように形成する（図 9（A））。平坦化膜 2 3 0 は、トランジスタ 2 2 4 などに起因する凹凸や傾斜を吸収し、平坦な面を与える機能を有する。平坦化膜 2 3 0 は有機絶縁体で形成することができる。有機絶縁体としてエポキシ樹脂、アクリル樹脂、ポリイミド、ポリアミド、ポリエステル、ポリカーボナート、ポリシロキサンなどの高分子材料が挙げられる。平坦化膜 2 3 0 は、上述した湿式成膜法などによって形成することができる。

10

【0078】

その後平坦化膜 2 3 0 に対してエッチングを行い、トランジスタ 2 2 4 のソース／ドレイン電極 2 2 2 の一方を露出する開口 2 3 2 が設けられる（図 9（B））。そしてこの開口 2 3 2 を覆い、トランジスタ 2 2 4 のソース／ドレイン電極 2 2 2 の一方と接するように接続電極 2 3 4 を形成する（図 9（C））。接続電極 2 3 4 には、ITO や IZO などの導電性酸化物を用い、スパッタリング法などを用いて形成することができる。なお、接続電極 2 3 4 の形成は任意であるが、接続電極 2 3 4 を設けることにより、引き続くプロセスにおいてソース／ドレイン電極 2 2 2 表面の劣化を防ぎ、ソース／ドレイン電極 2 2 2 と画素電極 1 2 2 間の電氣的接続においてコンタクト抵抗の発生を抑制することができる。

20

【0079】

引き続き、平坦化膜 2 3 0 上に金属膜を形成し、エッチングを行って金属膜を成形し、補助容量 2 4 8 の一方の電極 2 4 0 を形成する（図 10（A））。ここで用いる導電層は、ソース／ドレイン電極 2 2 2 の形成に用いる導電層と同様、単層構造、積層構造、いずれの構造を有してもよく、例えばモリブデン／アルミニウム／モリブデンの三層構造を採用することができる。

【0080】

引き続き、平坦化膜 2 3 0、および電極 2 4 0 上には絶縁膜 2 4 2 が形成される（図 10（A））。絶縁膜 2 4 2 はトランジスタ 2 2 4 に対する保護膜として機能するだけでなく、補助容量 2 4 8 における誘電体としても機能する。したがって、誘電率の比較的高い材料を用いることが好ましい。例えば窒化ケイ素や窒化酸化ケイ素、酸化窒化ケイ素などを用い、CVD 法やスパッタリング法を適用して絶縁膜 2 4 2 を形成することができる。絶縁膜 2 4 2 には開口 2 4 4、2 4 6 が設けられる（図 10（A））。前者は、のちに形成される画素電極 1 2 2 と接続電極 2 3 4 との電氣的接続のために設けられる。後者は、隔壁 1 1 6 形成後の熱処理等を通じて、平坦化膜 2 3 0 から脱離する水やガスを、隔壁 1 1 6 を通じて引き抜くための開口である。

30

【0081】

次に図 10（B）に示すように、開口 2 4 4 を覆うように画素電極 1 2 2 を形成する。画素電極 1 2 2 と絶縁膜 2 4 2、電極 2 4 0 によって補助容量 2 4 8 が形成される。補助容量 2 4 8 を設けることで、トランジスタ 2 2 4 のゲート電極 2 1 6 の電位をより長期間保持することができる。

40

【0082】

第 1 の電極の構成は第 1 実施形態で述べたものと同様であり、スパッタリング法や CVD 法などを用いて形成することができる。

【0083】

次に、画素電極 1 2 2 の端部を覆うように、隔壁 1 1 6 を形成する（図 10（B））。隔壁 1 1 6 により、画素電極 1 2 2 などに起因する段差を吸収し、かつ、隣接する画素 1 0 2 の画素電極 1 2 2 を互いに電氣的に絶縁することができる。隔壁 1 1 6 はエポキシ樹脂やアクリル樹脂などを用い、湿式成膜法で形成することができる。

【0084】

50

次に発光素子 120 の EL 層 130、および第 2 の電極 124 を、画素電極 122 と隔壁 116 を覆うように形成する。これらの構成は第 1 実施形態で述べたものと同様である。具体的には、まず、正孔注入層 132 を画素電極 122 と隔壁 116 を覆うように形成し、その後正孔注入層 132 上に、正孔輸送層 134 を形成する（図 11（A））。上述したように、正孔注入層 132、正孔輸送層 134 はいずれも単層構造を有してもよく、積層構造を有してもよい。例えば図 2 で示したように、画素 102 ごとに正孔輸送層 134 の厚さを変化させる場合、厚さの大きい正孔輸送層 134 を有する画素 102 a では、複数の化合物が積層された積層された正孔輸送層 134 を設け、厚さの小さい正孔輸送層 134 を有する画素 102 b、あるいは 102 c では、正孔輸送層 134 が単層構造を有するようにしてもよい。

10

【0085】

引き続き、正孔輸送層 134 上に発光層 136 を形成する（図 11（B））。本実施形態では、連続する画素 102 a、102 b、102 c 間で異なる構造、あるいは異なる材料を含む発光層 136 a、136 b、136 c が形成される。この場合、メタルマスクを用い、対応する画素 102 a、102 b、102 c にそれぞれの発光層 136 a、136 b、136 c に含まれる材料を蒸着によって堆積させればよい。あるいはインクジェット法を用いて発光層 136 a、136 b、136 c を形成してもよい。

【0086】

発光層 136 上には電子輸送層 138、電子注入層 140 が順次形成され、その後、電子注入層 140 上に第 2 の電極 124 が形成される（図 12（A））。EL 層 130 を構成する各層は、湿式成膜法、あるいは蒸着法などの乾式成膜法を適用して形成すればよい。第 2 の電極 124 も、スパッタリング法や蒸着法などを用いて形成される。以上の工程により、補助容量 248 と発光素子 120 が形成される。

20

【0087】

〔3. 光学調整層〕

次に、第 2 の電極 124 上に光学調整層 150 を形成する。具体的には、第 1 のキャップ層 152、第 2 のキャップ層 154、第 3 のキャップ層 156 を順次形成する（図 12（B）、13、14）。これらは、湿式成膜法、あるいは乾式成膜法によって形成することができる。あるいは、エピタキシャル成長法や、原子層堆積（ALD）法を用いてもよい。第 1 のキャップ層 152 と第 3 のキャップ層 156 は、すべての画素 102 上に形成することができる。一方、第 2 のキャップ層 154 は、発光素子 120 から取り出された光に対して光学調整を行わない画素 102（ここでは画素 102 b）上に選択的に設ける。また、第 2 のキャップ層 154 の厚さは、第 1 のキャップ層 152 や第 3 のキャップ層 156 と比較して大きい。したがって、第 2 のキャップ層 154 はインクジェット法や印刷法などを適用することで、効率よく形成することができる。

30

【0088】

〔4. パッシベーション膜、およびその他の構成〕

光学調整層 150 を形成したのち、パッシベーション膜 160 を形成する。具体的には図 15 に示すように、まず第 1 の層 162 を光学調整層 150 上に形成する。第 1 の層 162 は、例えば窒化ケイ素や酸化ケイ素、窒化酸化ケイ素、酸化窒化ケイ素などの無機材料を含むことができ、下地膜 210 と同様の手法で形成することができる。

40

【0089】

引き続き第 2 の層 164 を形成する。第 2 の層 164 は、アクリル樹脂やポリシロキサン、ポリイミド、ポリエステルなどを含む有機樹脂を含有することができる。また、図 15 に示すように、隔壁 116 に起因する凹凸を吸収するよう、また、平坦な面を与えるような厚さで形成してもよい。第 2 の層 164 は、インクジェット法などの湿式成膜法によって形成することができる。あるいは、上記高分子材料の原料となるオリゴマーを減圧下で霧状あるいはガス状にし、これを第 1 の層 162 に吹き付けて、その後オリゴマーを重合することによって第 2 の層 164 を形成してもよい。

【0090】

50

その後、第3の層166を形成する。第3の層166は、第1の層162と同様の構造を有し、同様の方法で形成することができる。以上のプロセスにより、パッシベーション膜160が形成される。

【0091】

その後、フィル材170を介して対向基板112を固定する(図7)。フィル材170はポリエステル、エポキシ樹脂、アクリル樹脂などの高分子材料を含むことができ、印刷法やラミネート法などを適用して形成することができる。フィル材170に乾燥剤が含まれていてもよい。対向基板112は基板110と同様の材料を含むことができる。表示装置200に可撓性を付与する場合には、対向基板112には、上述した高分子材料に加え、ポリオレフィン、ポリイミドなどの高分子材料を適用することも可能である。この場合、上述したように、基板110上に基材を形成し、その上にトランジスタ224や発光素子120などの素子が形成される。その後、基板110と基材の界面にレーザなどの光を照射して基板110と基材間の接着性を低下させ、引き続き物理的に基板110を剥離することで可撓性の表示装置200を得ることができる。

【0092】

図示しないが、対向基板112を用いず、偏光板(円偏光板)を形成してもよい。あるいは、対向基板112の上、あるいは下に偏光板を設けてもよい。

【0093】

本発明の実施形態として上述した各実施形態は、相互に矛盾しない限りにおいて、適宜組み合わせて実施することができる。また、各実施形態の表示装置を基にして、当業者が適宜構成要素の追加、削除もしくは設計変更を行ったもの、または、工程の追加、省略もしくは条件変更を行ったものも、本発明の要旨を備えている限り、本発明の範囲に含まれる。

【0094】

本明細書においては、開示例として主にEL表示装置の場合を例示したが、他の適用例として、その他の自発光型表示装置、液晶表示装置、あるいは電気泳動素子などを有する電子ペーパー型表示装置など、あらゆるフラットパネル型の表示装置が挙げられる。また、中小型から大型まで、特に限定することなく適用が可能である。

【0095】

上述した各実施形態の態様によりもたらされる作用効果とは異なる他の作用効果であっても、本明細書の記載から明らかなもの、または、当業者において容易に予測し得るものについては、当然に本発明によりもたらされるものと解される。

【符号の説明】

【0096】

100:表示装置、102:画素、102a:画素、102b:画素、102c:画素、104:表示領域、106:走査線駆動回路、108:データ線駆動回路、110:基板、112:対向基板、114:端子、116:隔壁、120:発光素子、120a:発光素子、120b:発光素子、120c:発光素子、122:画素電極、122a:画素電極、122b:画素電極、122c:画素電極、124:第2の電極、130:EL層、132:正孔注入層、134:正孔輸送層、136:発光層、136a:発光層、136b:発光層、136c:発光層、138:電子輸送層、140:電子注入層、142a:発光スペクトル、142b:発光スペクトル、142c:発光スペクトル、144a:スペクトル、144b:スペクトル、144c:スペクトル、145a:スペクトル、146a:スペクトル、146b:スペクトル、146c:スペクトル、150:光学調整層、152:第1のキャップ層、154:第2のキャップ層、156:第3のキャップ層、160:パッシベーション膜、162:第1の層、164:第2の層、166:第3の層、170:フィル材、200:表示装置、210:下地膜、212:半導体膜、214:ゲート絶縁膜、216:ゲート電極、218:層間膜、220:開口、222:ソース/ドレイン電極、224:トランジスタ、230:平坦化膜、232:開口、234:接続電極、240:電極、242:絶縁膜、244:開口、246:開口、248:補助容

10

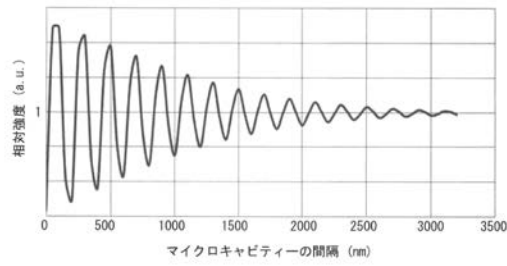
20

30

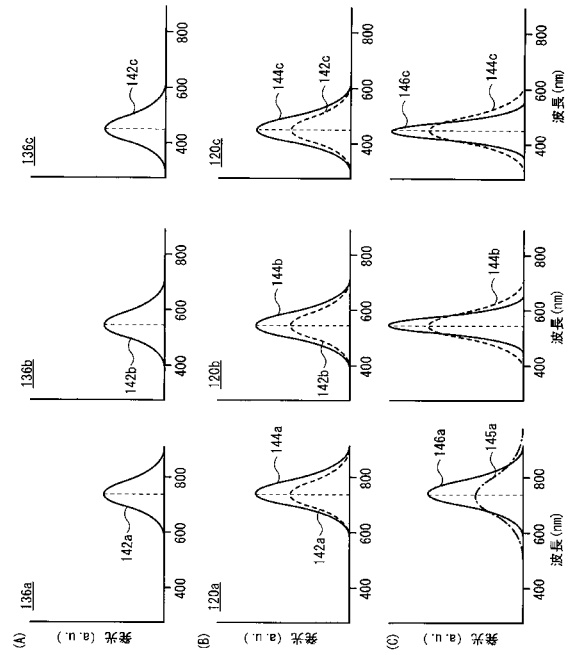
40

50

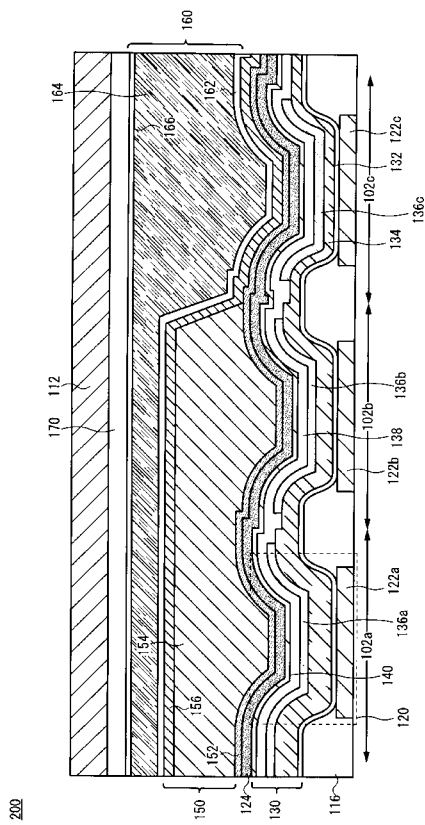
【図 3】



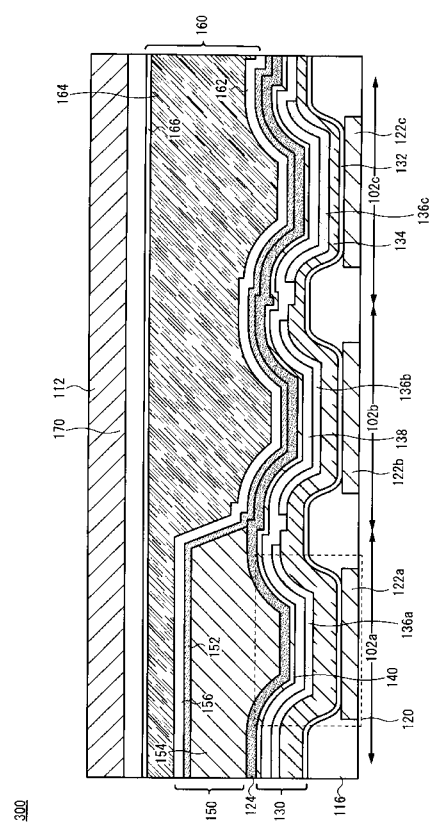
【図 4】



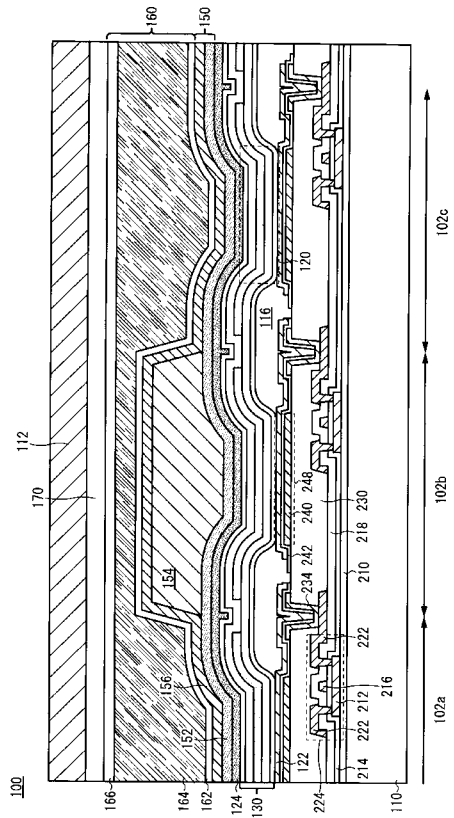
【図 5】



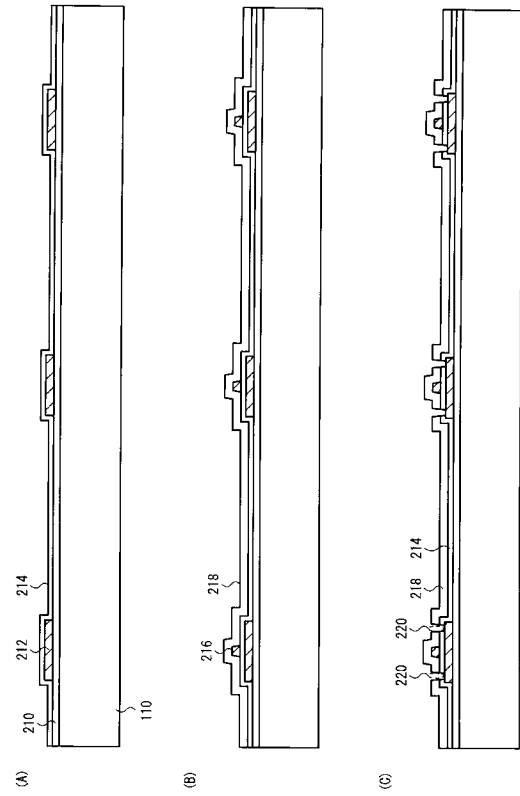
【図 6】



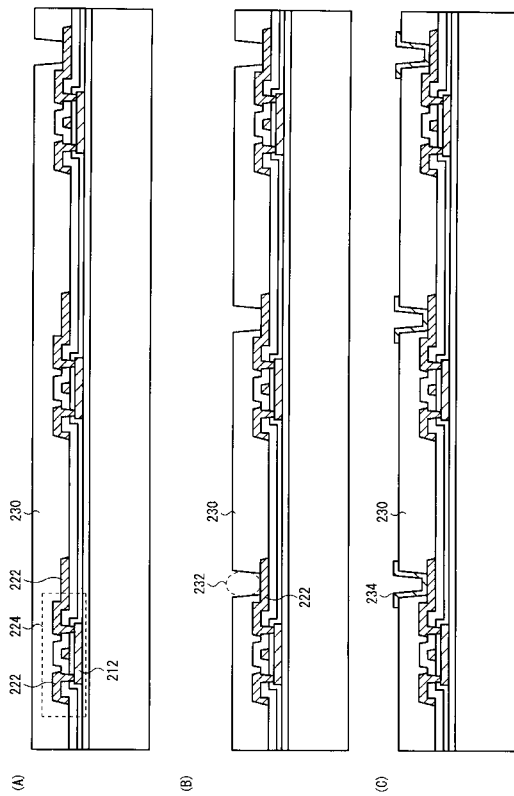
【図 7】



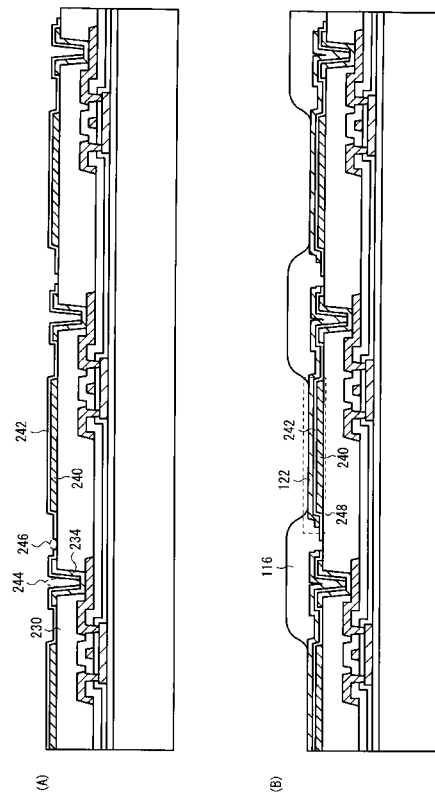
【図 8】



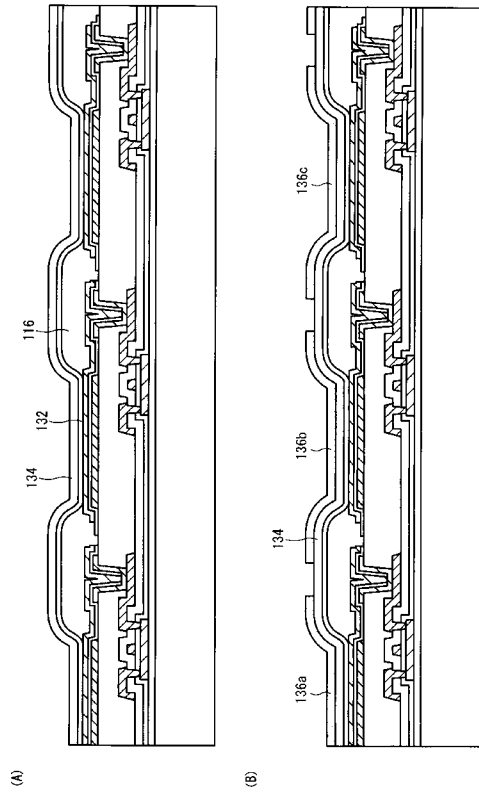
【図 9】



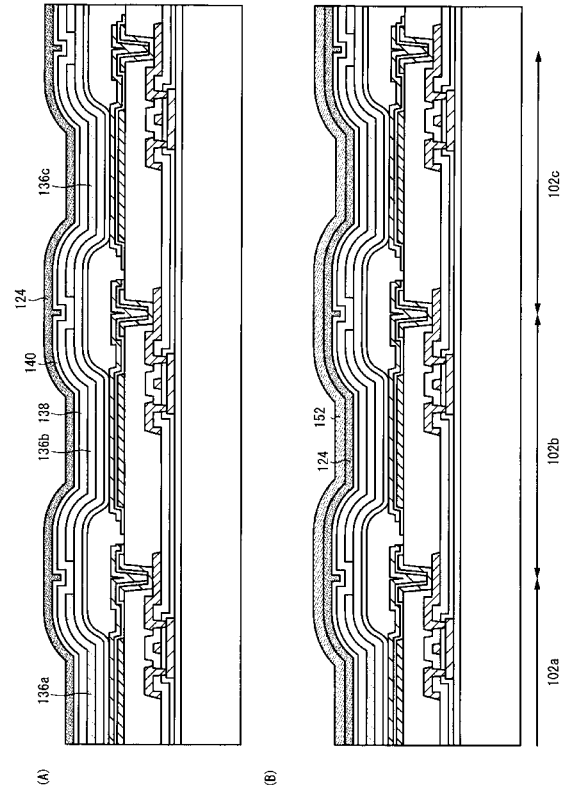
【図 10】



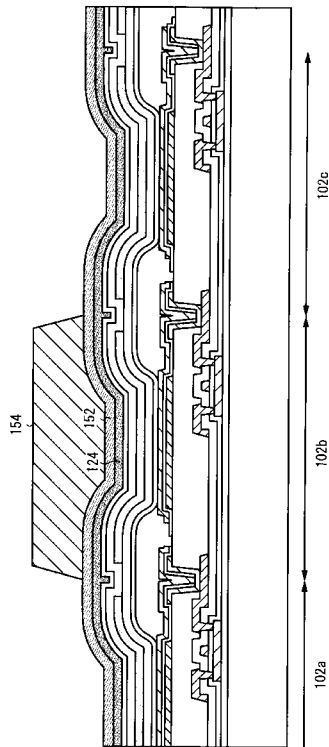
【図 1 1】



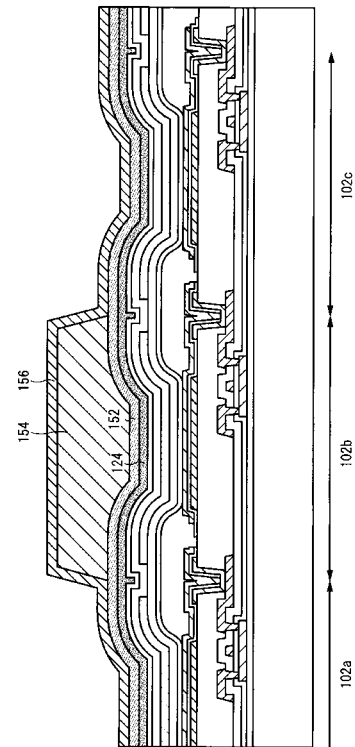
【図 1 2】



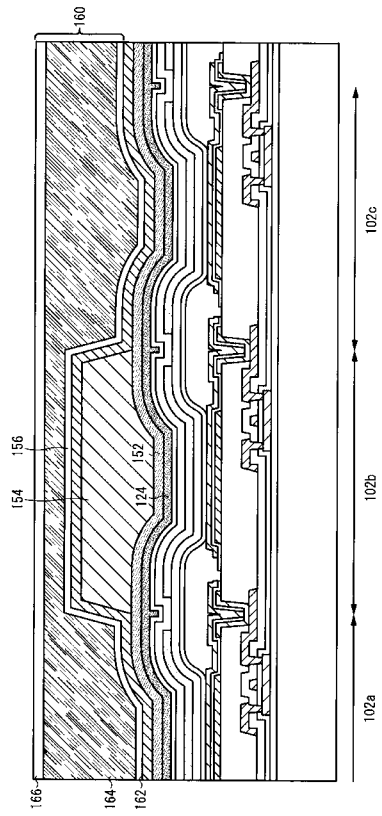
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 15】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5C094 AA07 BA03 BA27 CA19 CA20 CA24 DA13 EA04 ED20 FA02
JA08

