

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5447356号
(P5447356)

(45) 発行日 平成26年3月19日(2014.3.19)

(24) 登録日 平成26年1月10日(2014.1.10)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 L 51/50 (2006.01)	HO 5 B 33/22 C
HO 5 B 33/12 (2006.01)	HO 5 B 33/22 D
GO 9 F 9/30 (2006.01)	HO 5 B 33/12 B
HO 1 L 27/32 (2006.01)	HO 5 B 33/12 C
	HO 5 B 33/14 A
請求項の数 6 (全 53 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2010-274314 (P2010-274314)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成22年12月9日 (2010.12.9)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2012-124352 (P2012-124352A)		東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(43) 公開日	平成24年6月28日 (2012.6.28)	(74) 代理人	100095728
審査請求日	平成24年11月14日 (2012.11.14)		弁理士 上柳 雅誉
		(74) 代理人	100107261
			弁理士 須澤 修
		(74) 代理人	100127661
			弁理士 宮坂 一彦
		(72) 発明者	小田 敏宏
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		審査官	本田 博幸
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表示装置及び電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の色を発光する第1の発光素子と、第2の色を発光する第2の発光素子とを有する表示装置であって、

前記第1の発光素子は、

第1の陽極と、

陰極と、

前記第1の陽極と前記陰極との間に設けられた第1の色を発光する機能を有する第1の層と、

前記第1の陽極と前記第1の層との間に設けられた電子注入層と、

前記第1の陽極と前記電子注入層との間に設けられ、前記電子注入層と直接接するイオン導電性を有する第1の正孔注入層と、を備え、

前記第2の発光素子は、

第2の陽極と、

前記陰極と、

前記第2の陽極と前記陰極との間に設けられた前記第1の層と、

前記第2の陽極と前記第1の層との間に設けられた前記電子注入層と、

前記第2の陽極と前記電子注入層との間に設けられた第2の正孔注入層と、

前記第2の正孔注入層と前記電子注入層との間に設けられ、前記電子注入層と直接接する第2の色を発光する機能を有する第2の層と、

を備えたことを特徴とする表示装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の表示装置であって、

前記電子注入層は、アルカリ金属、アルカリ土類金属、もしくはそれらの化合物で構成されることを特徴とする表示装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の表示装置であって、

前記電子注入層と前記第 1 の層との間に第 1 の正孔輸送層を備えることを特徴とする表示装置。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のうちいずれか一項に記載の表示装置であって、

前記第 2 の正孔注入層と前記第 2 の層との間に第 2 の正孔輸送層を備えることを特徴とする表示装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のうちいずれか一項に記載の表示装置であって、

前記第 1 及び第 2 の正孔注入層は、液相プロセスを用いて形成されたものであることを特徴とする表示装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の表示装置を備えることを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光素子、表示装置および電子機器に関するものである。

【背景技術】

【0002】

上記発光素子としての有機エレクトロルミネッセンス素子（いわゆる有機 EL 素子）は、発光効率（電流効率または外部量子効率）を高める上で、陽極と陰極の間に設けられた発光層に対して、陽極側から正孔を、陰極側から電子を、バランス良く注入することは重要である。

そこで、基板上に形成されたアノード（陽極）と、アノード上に形成された第 1 有機薄膜層と、第 1 有機薄膜層上に形成された有機発光層と、有機発光層上に形成された第 2 有機薄膜層と、第 2 有機薄膜層上に形成されたカソードと、を含み、第 1 有機薄膜層及び第 2 有機薄膜層は、各々単層または多層で構成され、第 1 有機薄膜層または第 2 有機薄膜層の少なくとも一部が絶縁体でドーピングまたは積層される有機 EL 素子が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

また、Mo、Li、Na、K、Rb、Cs、Be、Mg、Ca、Sr、Ba 及び B からなる群から選択された元素及び O、F、S、Cl、Se、Br 及び I からなる群から選択された元素からなる第 1 化合物、及び正孔注入層形成用有機化合物である正孔注入物質を含む正孔注入層を発光層と陽極との間に設けた有機発光素子が提案されている（例えば、特許文献 2 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2008 - 147630 号公報

【特許文献 2】特開 2009 - 152178 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、例えば上記に挙げられた元素のうち、Li や Cs などは有機層中を拡散しやすいため（例えば、非特許文献 1：パイオニア株式会社 技術情報誌「PIONEER」

10

20

30

40

50

R R & D」、Vol. 17、No. 2、2007年、第8頁から第12頁を参照)、発光層と陽極の間の有機層に、ドーピングしたり、挿入したり、積層したり、する材料によっては、当該材料が有機層中に拡散し、最終的には発光層まで到達し、発光層の発光を阻害してしまうという課題があった。換言すれば、従来の発光素子では、所期の発光効率を得ることが困難であるという課題があった。

【0005】

また、このようなキャリアバランスの乱れは、発光層を含む有機機能層の劣化を招くため、発光寿命が短くなってしまいう課題もあった。つまり、従来の発光素子では、所期の寿命を確保することが困難であるという課題があった。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態または適用例として実現することが可能である。

【0007】

[適用例1] 本適用例に係る発光素子は、陽極と、陰極と、前記陽極と前記陰極との間に設けられた発光層と、前記陽極と前記発光層との間に設けられた電子注入層と、前記陽極と前記電子注入層との間に設けられた正孔注入層と、を備えることを特徴とする。

【0008】

本適用例によれば、電子注入層に用いられた電子注入材料が正孔注入層内に拡散し、この拡散した電子注入材料が正孔注入層内でのホール(正孔)の輸送を阻害もしくは促進することによって、発光層へ輸送されるホール(正孔)の量が調整され、その結果キャリアバランスが改善される。

よって、発光層と陽極との間の有機層に添加される材料の影響によりキャリアバランスが崩れて発光が阻害されていた従来の発光素子よりも、発光効率を向上させることができる。従って、所期の発光効率を得られる発光素子を提供することができる。

さらに、キャリアバランスが優れているため、発光層を含む有機機能層の劣化を抑制することができる。従って、所期の寿命を得られる発光素子を提供することができる。

【0009】

[適用例2] 上記適用例に記載の発光素子において、前記電子注入層は、アルカリ金属、アルカリ土類金属、もしくはそれらの化合物で構成されることが望ましい。

【0010】

本適用例によれば、アルカリ金属、アルカリ土類金属、もしくはそれらの化合物で構成される電子注入材料は、正孔注入層内に拡散しやすく、効果的に正孔注入層内でのホール(正孔)の輸送を阻害することができる。

【0011】

[適用例3] 上記適用例に記載の発光素子において、前記電子注入層と前記発光層との間に正孔輸送層を備えることを特徴とする。

【0012】

本適用例によれば、電子注入層と発光層との間に正孔輸送層が配置されることにより、電子注入層が発光層に直接接することを回避できるので、電子注入層に用いられる電子注入材料が発光層に拡散することによって起きる発光効率の低下が抑制される。

【0013】

[適用例4] 上記適用例に記載の発光素子において、前記電子注入層と前記正孔注入層とは直接接していることを特徴とする。

【0014】

本適用例によれば、電子注入層と正孔注入層とが直接接することにより、電子注入層に用いられる電子注入材料が正孔注入層に、より拡散しやすくなる。その結果、電子注入層に用いられる電子注入材料が発光層に拡散しにくくなり、電子注入層に用いられる電子注入材料が発光層に拡散することによって起こる発光効率の低下を防ぐことができる。

【0015】

10

20

30

40

50

〔適用例 5〕上記適用例に記載の発光素子において、前記正孔注入層はイオン伝導性を有することが望ましい。

【0016】

本適用例によれば、正孔注入層がイオン伝導性を有することにより、電子注入層に用いられる電子注入材料は正孔注入層により容易に拡散する。その結果、電子注入層に用いられる電子注入材料が発光層に拡散しにくくなり、電子注入層に用いられる電子注入材料が発光層に拡散することによって起こる発光効率の低下を防ぐことができる。

【0017】

〔適用例 6〕上記適用例に記載の発光素子において、前記正孔注入層は、液相プロセスを用いて形成されたものであることが望ましい。

10

【0018】

本適用例によれば、液相プロセスを経て形成される正孔注入層を備える発光素子を備える表示装置は、容易に大面積化が可能である。

【0019】

〔適用例 7〕本適用例に係る表示装置は、上記適用例の発光素子を備えることを特徴とする。

【0020】

これにより、信頼性の高い表示装置を得ることができる。

【0021】

〔適用例 8〕本適用例に係る電子機器は、上記適用例の表示装置を備えることを特徴とする。

20

【0022】

これにより、信頼性の高い電子機器を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図 1】第 1 実施形態に係るディスプレイ装置の斜視図。

【図 2】画素回路の一態様図。

【図 3】表示パネルの側断面図。

【図 4】第 2 実施形態に係るディスプレイ装置の斜視図。

【図 5】表示パネルの側断面図。

30

【図 6】(a) ~ (c) 製造工程の一態様を示す図。

【図 7】(a) ~ (c) 製造工程の一態様を示す図。

【図 8】第 3 実施形態に係る電子機器としてのモバイル型パーソナルコンピュータを示す斜視図。

【図 9】電子機器としての携帯電話機を示す斜視図。

【図 10】電子機器としてのデジタルスチルカメラを示す斜視図である。

【図 11】実施例 1 に係る発光素子を模式的に示した断面図。

【図 12】実施例 2 に係る発光素子を模式的に示した断面図。

【図 13】比較例 2 1 に係る発光素子を模式的に示した断面図。

【図 14】比較例 2 2 に係る発光素子を模式的に示した断面図。

40

【図 15】比較例 2 3 に係る発光素子を模式的に示した断面図。

【図 16】比較例 2 4 R に係る赤色発光素子を模式的に示した断面図。

【図 17】比較例 2 4 G に係る緑色発光素子を模式的に示した断面図。

【図 18】比較例 2 4 B に係る青色発光素子を模式的に示した断面図。

【図 19】比較例 2 5 B に係る青色発光素子を模式的に示した断面図。

【図 20】比較例 2 6 B に係る青色発光素子を模式的に示した断面図。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、本発明の発光素子、表示装置および電子機器を添付図面に示す好適な実施形態について説明する。なお、以下の各図においては、各層や各部材を認識可能な程度の大きさ

50

にするため、各層や各部材の尺度を実際とは異ならせしめている。

また、本実施形態、本実施例、本比較例における発光効率とは、電流効率または外部量子効率のことを指す。

【0025】

<第1実施形態>

(表示装置の概要)

図1は、本実施形態に係るディスプレイ装置の一態様を示す斜視図である。

まず、本発明の実施形態1に係る表示装置としてのディスプレイ装置の概要について説明する。

【0026】

ディスプレイ装置100は、有機EL表示装置であり、表示パネル19、フレキシブル基板12などから構成されている。表示パネル19は、基板21と封止基板20との間に、発光層を含む機能層を挟持したボトムエミッション型の有機EL表示パネルであり、基板21側から表示光を出射する。

表示パネル19は、マトリクス状に配置された複数の画素からなる表示領域Vを備えている。図1の右上に拡大して示すように、表示領域Vには、青色(B)の画素が配列されており、各画素が出射する表示光により青色の単色画像が表示される。なお、各画素は発光画素であるが、画素と称する。

表示領域Vは、縦長の長方形をなしており、図1を含む各図においては、当該縦方向をY軸方向とし、縦方向よりも短い横方向をX軸方向と定義している。また、表示パネル19の厚さ方向をZ軸方向としている。

【0027】

表示パネル19において、基板21が封止基板20から張出した領域には、フレキシブル基板12が接続されている。フレキシブル基板とは、例えば、ポリイミドフィルムの基材に鉄箔の配線などが形成された柔軟性を有するフレキシブルプリント回路基板の略称である。

また、フレキシブル基板12には、駆動用IC(Integrated Circuit)13が実装されており、その端部には、専用のコントローラーや、外部機器(いずれも図示せず)と接続するための複数の端子が形成されている。

表示パネル19は、フレキシブル基板12を介して、外部機器から電力や画像信号を含む制御信号の供給を受けることにより、表示領域Vに画像や文字などを表示する。または、青色の面照明装置としても機能する。

【0028】

(画素回路)

図2は、画素回路の一態様を示す図である。

ここでは、図2を用いて、表示パネル19の画素の画素回路、および複数の画素の走査駆動の概要について説明する。

図1において表示領域Vにマトリクス状に配置された画素の各々には、図2に示すような画素回路14が形成されている。

画素回路14は、画素を選択するための選択用トランジスタ(Thin Film Transistor)15と、発光層を含む積層構造からなる機能層38に電流を流すための駆動用トランジスタ24と、保持容量Cなどから構成されている。

選択用トランジスタ15のゲート端子には、走査線駆動回路17からの走査線SLが接続されており、ソース端子には、データ線駆動回路18からのデータ線DLが接続されている。

なお、走査線駆動回路17、およびデータ線駆動回路18は、図1における表示領域Vの周辺部分(額縁領域)に形成されている。または、駆動用IC13内に形成されていることであっても良い。

【0029】

図2に戻る。

選択用トランジスタ 15 のドレイン端子には、駆動用トランジスタ 24 のゲート端子と、保持容量 C の一端が接続されている。

駆動用トランジスタ 24 のソース端子と、保持容量 C の他端とは、駆動電流出力回路（図示せず）から駆動電流が供給される配線 I L に接続されている。そして、駆動用トランジスタ 24 のドレイン端子は、陽極 3 に接続されている。

陽極 3 と、陰極 8 との間には、機能層 38 が配置されている。また、陰極 8 は、アースラインに接続されている。

【0030】

走査線駆動回路 17 は、シフトレジスタや出力バッファ（いずれも図示せず）を含んで構成され、駆動用 IC 13 からのタイミング信号に基づき、複数の走査線 S L に順次走査信号を供給する。

10

データ線駆動回路 18 は、シフトレジスタやラッチ回路（いずれも図示せず）を含んで構成され、駆動用 IC 13 からのタイミング信号、およびデータ信号に基づき、複数のデータ線 D L にデータ信号を供給する。

走査信号によって選択された選択用トランジスタ 15 はオンし、データ信号が駆動用トランジスタ 24 に供給される。これにより、駆動用トランジスタ 24 がオンし、機能層 38 に駆動電流が流れて発光する。また、駆動用トランジスタ 24 がオンすると並行して、保持容量 C にデータ信号が保持されるため、容量に応じた時間（1 フレーム相当の期間長）、発光が維持される。

なお、図 2 に示した画素回路に限定するものではなく、駆動電流によって、同様に機能層 38 を点灯駆動可能な画素回路であれば異なる回路構成であっても良い。

20

【0031】

（断面構造の概要）

図 3 は、図 1 の j - j 断面における側断面図であり、表示パネル（画素）の断面構成の概要を示している。

図 3 に示すように、表示パネル 19 は、基板 21 上に、平坦化層 22、複数の発光素子 1、エポキシ層 35、封止基板 20 が、この順番に積層された構成となっている。

基板 21 上には、複数の駆動用トランジスタ 24 が設けられ、これらの駆動用トランジスタ 24 を覆うように、絶縁材料で構成された平坦化層 22 が形成されている。

各駆動用トランジスタ 24 は、シリコン等の半導体材料からなる半導体層 241 と、半導体層 241 上に形成されたゲート絶縁層 242 と、ゲート絶縁層 242 上に形成されたゲート電極 243 と、ソース電極 244 と、ドレイン電極 245 とを有している。

30

また、平坦化層 22 上には、各駆動用トランジスタ 24 に対応して、発光素子 1 が設けられている。

【0032】

発光素子 1 は、平坦化層 22 上に形成された、陽極 3、機能層 38、陰極 8 からなる積層構造をなしている。

ここで、機能層 38 は、正孔注入層 41、第 1 電子注入層 61、正孔輸送層 43、発光層 5、電子輸送層 62、第 2 電子注入層 63 からなる積層構造により構成されている。

つまり、発光素子 1 は、陽極 3、正孔注入層 41、第 1 電子注入層 61、正孔輸送層 43、発光層 5、電子輸送層 62、第 2 電子注入層 63 からなる積層構造をなしている。

40

また、第 1 電子注入層 61 と、正孔輸送層 43 との積層構造をキャリア選択層 46 とも称する。

【0033】

かかる構成の発光素子 1 の隣接するもの同士の間には、隔壁 31 が設けられ、これにより各発光素子 1 が個別に設けられている。

本実施形態では、各発光素子 1 において、陽極 3、正孔注入層 41 が、隔壁 31 で区画されることにより個別に設けられ、第 1 電子注入層 61、正孔輸送層 43、青色発光層 5B、電子輸送層 62、第 2 電子注入層 63 および陰極 8 が、一体的に設けられている。かかる構成とすることで、各発光素子 1 の陽極 3 は、画素電極（個別電極）を構成し、さら

50

に、各発光素子 1 の陰極 8 は、共通電極を構成する。また、各発光素子 1 の陽極 3 は、各駆動用トランジスタ 2 4 のドレイン電極 2 4 5 に導電部（配線）2 7 により電氣的に接続されている。

このように、発光素子 1 を備える表示パネル 1 9 において、各発光素子 1 の発光輝度を、駆動用トランジスタ 2 4 を用いて制御することにより、すなわち各発光素子 1 へ印加する電圧を制御することにより、表示パネル 1 9 のモノカラー表示が可能となる。

【 0 0 3 4 】

かかる構成の発光素子 1 に本発明の発光素子が適用されるが、発光素子 1 の詳細については、後述する。

さらに、これらの発光素子 1 上には、本実施形態では、これらを覆うように、エポキシ樹脂で構成されたエポキシ層 3 5 が形成されている。

そして、エポキシ層 3 5 上に、これを覆うように封止基板 2 0 が設けられている。これにより、発光素子 1 の気密性が確保され、酸素や水分の浸入を防止できることから、発光素子 1 の信頼性の向上を図ることができる。

以上説明したようなディスプレイ装置 1 0 0 は、各発光素子 1 を同時に発光させることで青色の単色表示が可能となる。

【 0 0 3 5 】

（発光素子の詳細）

前述したように、発光素子 1 は、正孔注入層 4 1 と、第 1 電子注入層 6 1 と、正孔輸送層 4 3 と、発光層 5 と、電子輸送層 6 2 と、第 2 電子注入層 6 3 とが陽極 3 側からこの順に積層された積層体が、陽極 3 と陰極 8 の間に介挿されてなるものである。

このような発光素子 1 においては、発光層 5 に対し、陰極 8 側から電子が供給（注入）されるとともに、陽極 3 側から正孔が供給（注入）される。そして、発光層 5 では、正孔と電子とが再結合し、この再結合によって励起子（エキシトン）が生成し、励起子が基底状態に戻る際にエネルギーを蛍光やりん光として放出するため、発光層 5 が光を発光する。

本実施形態では、好適例として発光層 5 を青色発光層としているため、各画素の発光素子 1 は青色発光する。

なお、青色に限定するものではなく、赤色や緑色や橙色などの他の色であっても良い。

【 0 0 3 6 】

以下、発光素子 1 を構成する各部について順次説明する。

[陽極 3]

陽極 3 は、正孔注入層 4 1 に正孔を注入する電極である。

この陽極 3 の構成材料としては、特に限定されないが、仕事関数が大きく、導電性に優れた材料が好適に用いられる。

陽極 3 の構成材料としては、例えば、ITO (Indium Tin Oxide)、IZO (Indium Zinc Oxide)、 In_2O_3 、 SnO_2 、フッ素添加 SnO_2 、Sb 添加 SnO_2 、 ZnO 、Al 添加 ZnO 、Ga 添加 ZnO 等の金属酸化物、Au、Pt、Ag、Cu またはこれらを含む合金等が挙げられ、これらのうちの 1 種または 2 種以上を組み合わせて用いることができる。

このような陽極 3 の平均厚さは、特に限定されないが、10 nm 以上、200 nm 以下程度であるのが好ましく、30 nm 以上、150 nm 以下程度であるのがより好ましい。

なお、表示パネル 1 9 を、ボトムエミッション構造のディスプレイパネルとする場合、陽極 3 には光透過性が求められるため、上述した構成材料のうち、光透過性を有する金属酸化物が好適に用いられる。

【 0 0 3 7 】

[正孔注入層 4 1]

正孔注入層 4 1 は、陽極 3 からの正孔注入を容易にする機能を有するものである。

この正孔注入層 4 1 の構成材料（正孔注入材料）としては、特に限定されないが、後述する、正孔注入層 4 1 の形成工程において、液相プロセスを用いて形成し得るように、導

10

20

30

40

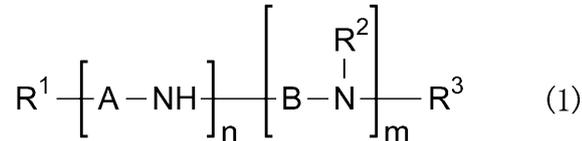
50

電性高分子材料（または導電性オリゴマー材料）に電子受容性ドーパントを添加したイオン伝導性正孔注入材料が好適に用いられる。

このようなイオン伝導性正孔注入材料としては、例えば、ポリ（３，４－エチレンジオキシチオフェン）－ポリ（スチレンスルホン酸）（PEDOT/PSS）のようなポリチオフォン系正孔注入材料や、ポリアニリン－ポリ（スチレンスルホン酸）（PANI/PSS）のようなポリアニリン系正孔注入材料や、下記一般式（１）で表わされるオリゴアニリン誘導体と、下記一般式（４）で表わされる電子受容性ドーパントとで塩を形成してなるオリゴアニリン系正孔注入材料が挙げられる。

【 0 0 3 8 】

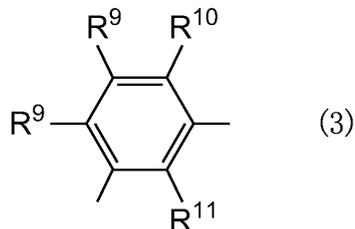
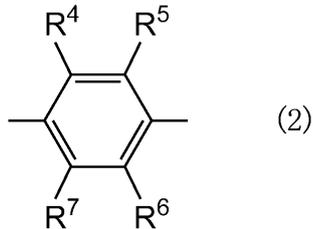
【 化 1 】



[式中、R 1、R 2 および R 3 は、それぞれ独立して未置換もしくは置換の一価炭化水素基またはオルガノオキシ基を示し、A および B は、それぞれ独立して下記一般式（２）または下記一般式（３）で表される二価の基であり、R 4 ~ R 1 1、はそれぞれ独立して水素原子、水酸基、未置換もしくは置換の一価炭化水素基またはオルガノオキシ基、アシル基、またはスルホン酸基であり、m および n は、それぞれ独立して 1 以上の正数で、m + n ≥ 2 を満足する。]

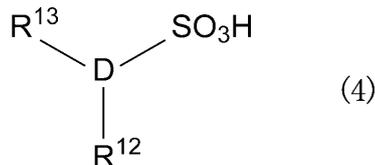
【 0 0 3 9 】

【 化 2 】



【 0 0 4 0 】

【 化 3 】



[式中、D は、ベンゼン環、ナフタレン環、アトラセン環、フェナントレン環または複素環を表し、R 1 2、R 1 3 は、それぞれ独立してカルボキシル基またはヒドロキシル基を表す。]

このような正孔注入層の平均厚さは、特に限定されないが、5 nm 以上、150 nm 以下程度であるのが好ましく、10 nm 以上、100 nm 以下程度であるのがより好ましい

10

20

30

40

50

【0041】

[第1電子注入層61]

第1電子注入層61において、電子注入層に用いられた電子注入材料が正孔注入層内に拡散し、この拡散した電子注入材料が正孔注入層内でのホールの輸送を阻害もしくは促進する。これにより、発光層5へ輸送されるホールの量を調整され、その結果キャリアバランスが改善され、発光効率が向上する。つまり、第1電子注入層61は正孔注入層41のホール輸送量を調整する機能を有する。

この第1電子注入層61の構成材料としては、例えば、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、アルカリ金属塩（酸化物、フッ化物、塩化物等）、アルカリ土類金属塩（酸化物、フッ化物、塩化物等）、希土類金属塩（酸化物、フッ化物、塩化物等）、金属錯体等のような電子注入材料が挙げられ、これらのうちの1種または2種以上を組み合わせることができる。

10

【0042】

第1電子注入層61をこのような電子注入材料を主材料として構成されるものとすることで、発光層5へ輸送されるホールの量を調整することができる。

アルカリ金属としては、例えば、Li、Na、K、Rb、Csが挙げられる。また、アルカリ土類金属としては、例えば、Mg、Ca、Sr、Baが挙げられる。さらに、希土類金属としては、例えば、Nd、Sm、Y、Tb、Euが挙げられる。

アルカリ金属塩としては、例えば、LiF、Li₂CO₃、LiCl、NaF、Na₂CO₃、NaCl、CsF、Cs₂CO₃、CsClが挙げられる。また、アルカリ土類金属塩としては、例えば、CaF₂、CaCO₃、SrF₂、SrCO₃、BaF₂、BaCO₃が挙げられる。さらに、希土類金属塩としては、例えば、SmF₃、ErF₃が挙げられる。

20

【0043】

金属錯体としては、例えば、8-キノリノラトリチウム(Liq)やトリス(8-キノリノラト)アルミニウム(Alq₃)等の8-キノリノールなしいその誘導体を配位子とする有機金属錯体が挙げられる。

また、第1電子注入層61の形成プロセスは、真空蒸着法(蒸着法)やスパッタ法のような気相プロセスを用いても良いし、インクジェット法やスリットコート法のような液相プロセスを用いても良い。

30

さらに、第1電子注入層61は、2種以上の電子注入層が積層される形で形成されていても良い。これによって、発光層5へ輸送されるホール量の調整が的確に行われる。

第1電子注入層61の平均厚さは、特に限定されないが、0.01nm以上、10nm以下程度であるのが好ましく、0.1nm以上、5nm以下程度であるのがより好ましい。第1電子注入層61の平均厚さをかか範囲内に設定することにより、発光層5へ輸送されるホール量の調整が的確に行われる。

【0044】

[正孔輸送層43]

正孔輸送層43は、正孔輸送層43の陽極3側界面から注入された正孔を発光層5まで輸送する機能を発揮するものである。なお、正孔輸送層43が発光層5から正孔輸送層43に流れてくる電子をブロックする機能を持つことで、これら電子を発光層5に留めることのできるため、より発光効率を高めることが可能である。加えて、正孔輸送層43は、第1電子注入層61が発光層5に直接接することを防いだり、第1電子注入層61に用いられる電子注入材料が発光層5に拡散するのを低減したりする役割を担うことができる。

40

【0045】

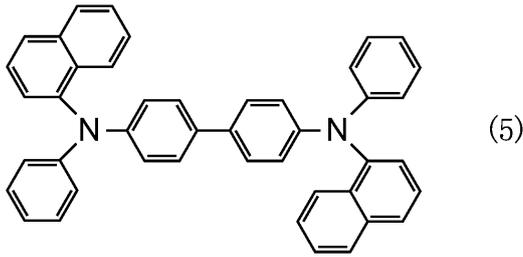
この正孔輸送層43の構成材料としては、特に限定されないが、後述する、正孔輸送層43の形成工程において、真空蒸着法のような気相プロセスを用いて形成し得るように、例えば、N,N'-ジフェニル-N,N'-ジ(m-トリル)-ベンジジン(TPD)、下記式(5)で表わされるビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニル]ベンジジン(-NPD)、下記式(6)で表わされる化合物のようなベンジジン誘導体等のアミン系化

50

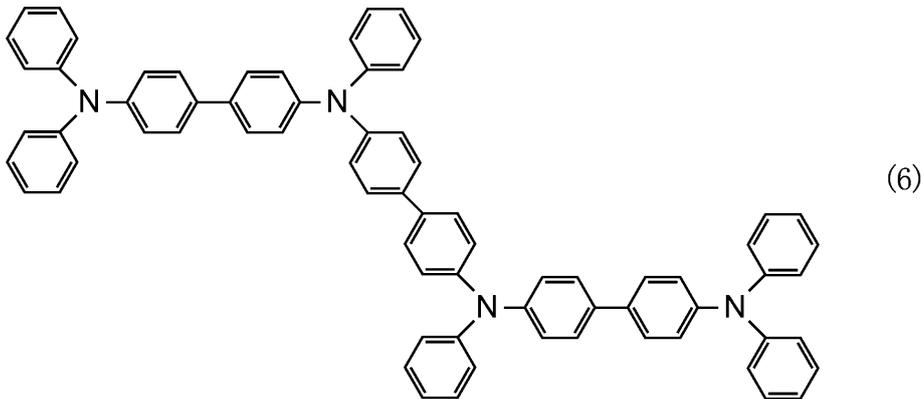
化合物が挙げられ、これらのうちの1種または2種以上を組み合わせる用いることができる。

【0046】

【化4】



10



20

【0047】

このような正孔輸送層43の平均厚さは、特に限定されないが、1nm以上、50nm以下程度であるのが好ましく、5nm以上、30nm以下程度であるのがより好ましい。正孔輸送層43の平均厚さにかかる範囲内に設定することにより、正孔注入層41から第1電子注入層61を介して注入された正孔を発光層5までの確に輸送することができる。

【0048】

[発光層5]

30

発光層5は、所定の色光を発光する発光材料を含んで構成された、発光作用(機能)を担う層(発光機能層)である。本実施形態では、発光層5は青色発光層としたため、発光層5は青色の光を発光する。

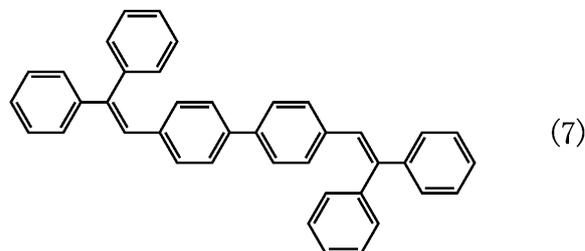
発光層5は、陽極3側から正孔が供給(注入)されるとともに、陰極8側から電子が供給(注入)されることにより、発光層5において正孔と電子とが再結合し、この再結合によって励起子(エキシトン)が生成し、励起子が発光層5に含まれる青色発光材料において基底状態に戻る際にエネルギーを、青色の光として放出する。

このような青色発光材料としては、特に限定されないが、発光層5の形成工程において、気相プロセスを用いて形成し得るものが好適に用いられ、具体的には、下記式(7)で表わされる化合物のようなスチリル誘導体が挙げられる。

40

【0049】

【化5】



50

【 0 0 5 0 】

また、その他、青色発光材料としては、アントラセン誘導体をホスト材料とし、このホスト材料に、スチリル誘導体がゲスト材料として含まれるものであってもよい。

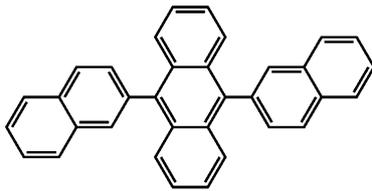
ホスト材料は、正孔と電子とを再結合して励起子を生成するとともに、その励起子のエネルギーを青色発光材料に移動（フェルスター移動またはデクスター移動）させて、青色発光材料を励起する機能を有する。このようなホスト材料を用いる場合、例えば、ゲスト材料をドーパントとしてホスト材料にドーブして用いることができる。

この場合、アントラセン誘導体としては、下記式（ 8 ）、下記式（ 9 ）および下記式（ 1 0 ）で表わされる化合物が挙げられ、スチリル誘導体としては、下記式（ 1 1 ）、下記式（ 1 2 ）および下記式（ 1 3 ）で表わされる化合物が挙げられ、それぞれ、これらのうちの 1 種または 2 種以上を組み合わせることもできる。

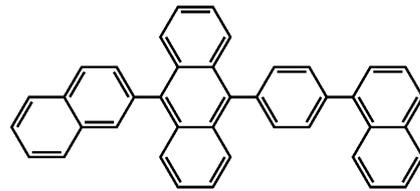
10

【 0 0 5 1 】

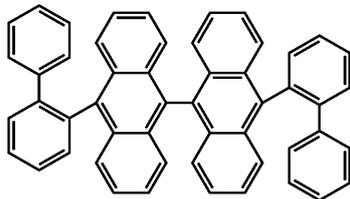
【化 6】



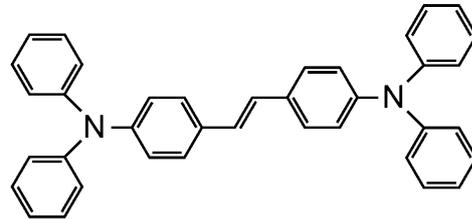
(8)



(9)

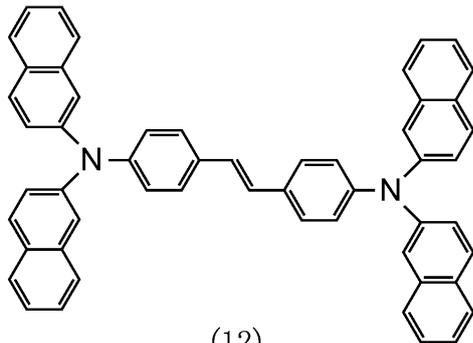


(10)

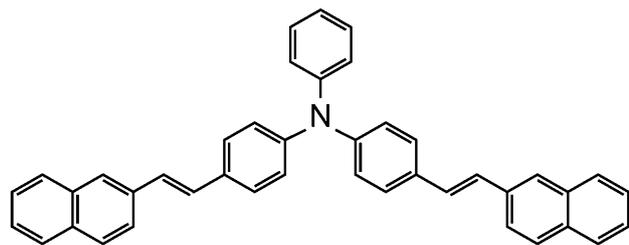


(11)

20



(12)



(13)

30

【 0 0 5 2 】

なお、このような気相プロセスを経て形成される発光層 5 を備える発光素子 1 は、実用レベルの発光寿命特性を十分に備えるものである。

さらに、このようなゲスト材料およびホスト材料を用いる場合、発光層 5 中におけるゲスト材料の含有量（ドーブ量）は、ホスト材料に対して重量比で 0 . 1 % 以上、2 0 % 以下程度であるのが好ましく、0 . 5 % 以上、1 0 % 以下程度であるのがより好ましい。ゲスト材料の含有量をこのような範囲内とすることで、発光効率を最適化することができる。

40

このような発光層 5 の平均厚さは、特に限定されないが、5 nm 以上、1 0 0 nm 以下程度であるのが好ましく、1 0 nm 以上、5 0 nm 以下程度であるのがより好ましい。

【 0 0 5 3 】

[電子輸送層 6 2]

電子輸送層 6 2 は、陰極 8 から第 2 電子注入層 6 3 を介して電子輸送層 6 2 に注入された電子を発光層 5 に輸送する機能を有するものである。また、電子輸送層 6 2 は、発光層

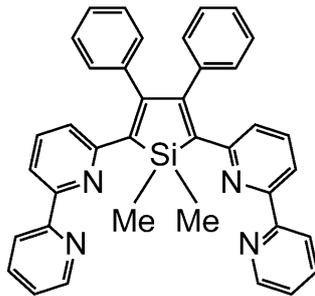
50

5 から電子輸送層 6 2 へ通過しようとする正孔をブロックする機能を有する場合もある。

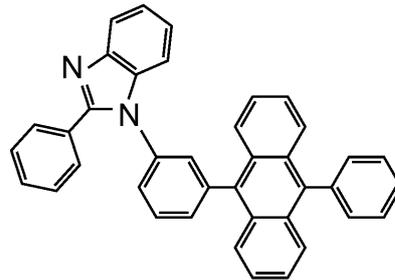
電子輸送層 6 2 の構成材料（電子輸送材料）としては、特に限定されないが、電子輸送層 6 2 の形成工程において、気相プロセスを用いて形成し得るように、例えば、トリス（8 - キノリノラト）アルミニウム（Alq₃）や 8 - キノリノラトリチウム（Li q）等の 8 - キノリノールなしのその誘導体を配位子とする有機金属錯体などのキノリン誘導体、2 - （4 - tert - ブチルフェニル） - 5 - （4 - ビフェニル） - 1, 3, 4 - オキサジアゾール（tBu - PBD）、2, 5 - ビス（1 - ナフチル） - 1, 3, 4 - オキサジアゾール（BND）のようなオキサジアゾール誘導体、3 - （4 - ビフェニル） - 4 - フェニル - 5 - （4 - tert - ブチルフェニル） - 1, 2, 4 - トリアゾール（TAZ）のようなトリアゾール誘導体、下記式（14）で表わされる化合物のようなシロール誘導体、ピリジン誘導体、ピリミジン誘導体、キノキサリン誘導体、下記式（15）で表わされる化合物のような含窒素複素環誘導体等が好適に用いられ、これらのうちの 1 種または 2 種以上を組み合わせて用いることができる。

【0054】

【化7】



(14)



(15)

【0055】

電子輸送層 6 2 の平均厚さは、特に限定されないが、1 nm 以上、100 nm 以下程度であるのが好ましく、5 nm 以上、50 nm 以下程度であるのがより好ましい。これにより、第 2 電子注入層 6 3 から注入された電子を好適に発光層 5 に輸送することができる。

なお、この電子輸送層 6 2 は、発光素子 1 を構成する正孔注入層 4 1、第 1 電子注入層 6 1、正孔輸送層 4 3、発光層 5、第 2 電子注入層 6 3 および陰極 8 の構成材料の種類およびその膜厚等の組み合わせによっては省略することもできる。

【0056】

[第 2 電子注入層 6 3]

第 2 電子注入層 6 3 は、陰極 8 から電子輸送層 6 2 への電子の注入効率を向上させる機能を有するものである。

この第 2 電子注入層 6 3 の構成材料（電子注入材料）としては、特に限定されないが、例えば、前述の第 1 電子注入層 6 1 の構成材料として挙げたものと同様のものを用いることができる。

なお、第 2 電子注入層 6 3 および第 1 電子注入層 6 1 の構成材料（電子注入材料）は、それぞれ、これらを挟持する 2 つの層の構成材料の組み合わせに応じて、最適な注入効率を得られるものが選択されるため、第 2 電子注入層 6 3 の構成材料と第 1 電子注入層 6 1 の構成材料とは、同一であっても異なってもよい。

第 2 電子注入層 6 3 の平均厚さは、特に限定されないが、0.01 nm 以上、100 nm 以下程度であるのが好ましく、0.1 nm 以上、10 nm 以下程度であるのがより好ましい。

なお、この第 2 電子注入層 6 3 は、電子輸送層 6 2 と陰極 8 の構成材料の種類およびその膜厚等の組み合わせによっては省略することもできる。

【0057】

[陰極 8]

陰極 8 は、第 2 電子注入層 6 3 を介して電子輸送層 6 2 に電子を注入する電極である。

この陰極 8 の構成材料としては、仕事関数の小さい材料を用いるのが好ましい。陰極 8 の構成材料のとしては、後述する、陰極 8 の形成工程において、気相プロセスを用いて形成し得るように、例えば、Li、Mg、Ca、Sr、La、Ce、Er、Eu、Sc、Y、Yb、Ag、Cu、Al、Cs、Rb、Au またはこれらを含む合金等が用いられ、これらのうちの 1 種または 2 種以上を組み合わせる（例えば、複数層の積層体等）用いることができる。

特に、本実施形態のように、ボトムエミッション構造の表示パネル 19 とする場合、陰極 8 には光透過性が求められず、陰極 8 の構成材料のとしては、例えば、Al、Ag、AlAg、AlNd 等の金属または合金が好ましく用いられる。かかる金属または合金を陰極 8 の構成材料として用いることにより、陰極 8 の電子注入効率および安定性の向上を図ることができる。

10

このような陰極 8 の平均厚さは、特に限定されないが、50 nm 以上、1000 nm 以下程度であるのが好ましく、100 nm 以上、500 nm 以下程度であるのがより好ましい。

【0058】

なお、表示パネル 19 がトップエミッション構造の表示装置である場合、陰極 8 の構成材料としては、MgAg、MgAl、MgAu、AlAg 等の金属または合金を用いるのが好ましい。かかる金属または合金を陰極 8 の構成材料として用いることにより、陰極 8 の光透過性を維持しつつ、陰極 8 の電子注入効率および安定性の向上を図ることができる。

20

このような陰極 8 の平均厚さは、特に限定されないが、1 nm 以上、50 nm 以下程度であるのが好ましく、5 nm 以上、20 nm 以下程度であるのがより好ましい。

なお、かかる構成の発光素子 1 の陽極 3、正孔注入層 41、第 1 電子注入層 61、正孔輸送層 43、発光層 5、電子輸送層 62、第 2 電子注入層 63 および陰極 8 の各層の間には、任意の層が設けられていてもよい。

【0059】

なお、発光素子 1 を含む表示パネル 19 の製造方法については、実施形態 2 で説明する。

【0060】

以上述べたように、本実施形態に係るディスプレイ装置 100（表示パネル 19）によれば、以下の効果を得ることができる。

30

表示パネル 19 では、陽極 3 と発光層 5 との間にキャリア選択層 46 が形成されるとともに、陽極 3 とキャリア選択層 46 との間に正孔注入層 41 が形成されている。換言すれば、陽極 3 上に、正孔注入層 41、キャリア選択層 46、発光層 5 の順に積層した構成となっている。

この構成によれば、キャリア選択層 46 の第 1 電子注入層 61 に用いられた電子注入材料が正孔注入層 41 内に拡散し、この拡散した電子注入材料が正孔注入層 41 内でのホール（正孔）の輸送を阻害もしくは促進することによって、発光層 5 へ輸送されるホール（正孔）の量が調整され、その結果キャリアバランスが改善される。

よって、発光層と陽極との間の有機層に添加される材料の影響によりキャリアバランスが崩れて発光が阻害されていた従来の発光素子よりも、発光効率を向上させることができる。

40

従って、所期の発光効率を得られる発光素子 1、および発光素子 1 を備えたディスプレイ装置 100（表示パネル 19）を提供することができる。

【0061】

さらに、キャリアバランスが優れているため、発光層 5 を含む機能層 38 の劣化を抑制することができる。

従って、所期の寿命を得られる発光素子 1 を提供することができる。

また、第 1 電子注入層 61 が、アルカリ金属、アルカリ土類金属、もしくはそれらの化合物から構成されているため、正孔注入層 41 内に拡散しやすく、効果的に正孔注入内で

50

のホール（正孔）の輸送を阻害することができる。

【0062】

さらに、第1電子注入層61と発光層5との間に正孔輸送層43が形成されているため、第1電子注入層61が発光層5に直接接することを回避できるので、第1電子注入層61に用いられる電子注入材料が発光層5に拡散することによって起きる発光効率の低下を抑制することができる。

また、第1電子注入層61と正孔注入層41とが直接接しているため、第1電子注入層61に用いられる電子注入材料が正孔注入層41により拡散しやすくなる。その結果、電子注入材料が発光層5に拡散しにくくなり、電子注入材料が発光層5に拡散することによって起こる発光効率の低下を抑制することができる。

10

【0063】

また、正孔注入層41がイオン伝導性を有しているため、第1電子注入層61に用いられる電子注入材料は正孔注入層41により容易に拡散する。

これにより、電子注入材料が発光層5に拡散しにくくなるため、発光効率の低下を抑制することができる。

また、液相プロセスを用いて正孔注入層41を形成することが可能であるため、表示パネルの大型化に容易に対応することができる。

【0064】

<第2実施形態>

（表示装置の概要）

図4は、本実施形態に係るディスプレイ装置の一態様を示す斜視図であり、図1に対応している。

まず、本発明の実施形態2に係る表示装置としてのディスプレイ装置の概要について説明する。なお、実施形態1と同一の構成部位については、同一の番号を使用し、重複する説明は省略する。

【0065】

本実施形態に係るディスプレイ装置110は、フルカラーの画像表示が可能な表示パネル29を備えている。詳しくは、図4の右上における表示領域Vの拡大図に示すように、赤色（R）、緑色（G）、青色（B）の画素が周期的に形成された表示パネル29を備えている。これ以外の構成は、実施形態1のディスプレイ装置100と同様である。

30

【0066】

（発光素子の詳細）

図5は、図4のj-j断面における側断面図であり、図3に対応している。

以下、実施形態1の表示パネル19との相違点を中心に説明する。

表示パネル29の表示領域Vには、X軸方向において赤色（R）、緑色（G）、青色（B）の画素が、周期的に形成されている。なお、各色画素のことをサブ画素、連続するRGBの3つのサブ画素からなる画素セットをカラー画素ともいう。

図5において、一番右側（X軸（-）側）に示された画素は、B光を発する青色画素であり、発光素子1Bを備えている。ここで、発光素子1Bは、実施形態1の発光素子1と同一構成であるが、他の色光の画素と区別するために、発光素子1Bと称する。

40

青色画素の隣のG光を発する緑色画素、および緑色画素の隣のR光を発する赤色画素は、発光素子1Bとは異なる積層構造の発光素子1G、発光素子1Rをそれぞれ備えている。これらの構成以外は、実施形態1の表示パネル19と同様である。

【0067】

以下、各発光素子について詳細に説明する。

発光素子1R、1G、1Bは、それぞれ、陽極3R、3G、3Bと、陰極8の間に、陰極8側から、第1の層と、第2の層と、第3の層とをこの順に備える。

第1の層は、第1の色を発光する機能を有する層である。以下、ある色を発光する機能を有する層を発光層と称する。本実施形態では、第1の色は青色であり、第1の層は、青色発光層5Bである。なお、青色発光層5Bは、実施形態1の発光層5と同一である。

50

第2の層は、キャリア選択層46である。キャリア選択層とは、第3の層の機能によってキャリアの流れが選択される機能を有する層であり、実施形態1と同様に、第1電子注入層61と正孔輸送層43とが、陽極(3R、3G、3B)側からこの順に積層された積層体により構成される。

【0068】

発光素子1Rと1Gにおいては、第3の層は第2の色を発光する機能を有する層であり、それぞれ、赤色発光層5Rと緑色発光層5Gである。つまり、本実施形態における第2の色は、発光素子1Rと1Gにおいて、それぞれ、赤色と緑色である。

また、発光素子1Bにおいては、第3の層は正孔注入層41Bとなる。なお、正孔注入層41Bは、実施形態1の正孔注入層41と同一である。

発光素子1Rは、平坦化層22上に、陽極3Rと、正孔注入層41Rと、中間層42Rと、第3の層としての赤色発光層5Rと、第2の層としてのキャリア選択層46と、第1の層としての青色発光層5Bと、電子輸送層62と、第2電子注入層63と、陰極8とが、この順に積層されている。

また、発光素子1Gは、平坦化層22上に、陽極3Gと、正孔注入層41Gと、中間層42Gと、第3の層としての緑色発光層5Gと、第2の層としてのキャリア選択層46と、第1の層としての青色発光層5Bと、電子輸送層62と、第2電子注入層63と、陰極8とが、この順に積層されている。

【0069】

本実施形態では、各発光素子1R、1G、1Bにおいて、各陽極3R、3G、3B、各正孔注入層41R、41G、41B、各中間層42R、42Gおよび各発光層5R、5Gが、隔壁31で区画されることにより個別に設けられ、第1電子注入層61、正孔輸送層43、青色発光層5B、電子輸送層62、第2電子注入層63および陰極8が、一体的に設けられている。

かかる構成とすることで、各発光素子1R、1G、1Bの各陽極3R、3G、3Bは、画素電極(個別電極)を構成し、さらに、各発光素子1R、1G、1Bの陰極8は、共通電極を構成する。また、各発光素子1R、1G、1Bの各陽極3R、3G、3Bは、各駆動用トランジスタ24のドレイン電極245に導電部(配線)27により電氣的に接続されている。

【0070】

このように、発光素子1R、1G、1Bを備える表示パネル29において、各発光素子1R、1G、1Bの発光輝度を、駆動用トランジスタ24を用いて制御することにより、すなわち各発光素子1R、1G、1Bへ印加する電圧を制御することにより、ディスプレイ装置110のフルカラー表示が可能となる。

かかる構成の表示パネル29において、本発明の発光素子が適用される。以下、発光素子1R、1Gについて、順次説明する。

【0071】

(発光素子1R)

発光素子(赤色発光素子)1Rは、正孔注入層41Rと、中間層42Rと、赤色発光層5Rと、キャリア選択層46と、青色発光層5Bと、電子輸送層62と、第2電子注入層63とが、陽極3R側からこの順に積層された積層体が、陽極3Rと陰極8との間に介挿されてなるものである。

発光素子1Rにおいて、キャリア選択層46は、第1電子注入層61と正孔輸送層43とが、陽極3R側からこの順に積層された積層体により構成される。また、発光素子1Rにおいて、陽極3Rおよび陰極8は、それぞれ、個別電極および共通電極を構成し、陽極3Rは正孔注入層41Rに正孔を注入する電極として機能し、陰極8は第2電子注入層63を介して電子輸送層62に電子を注入する電極として機能する。

【0072】

このような構成の発光素子1Rでは、中間層42Rと、赤色発光層5Rとが固有の構成部位となる。換言すれば、陽極3R、正孔注入層41R、キャリア選択層46、青色発光

10

20

30

40

50

層 5 B、電子輸送層 6 2、第 2 電子注入層 6 3、および陰極 8 は、実施形態 1 での対応部位と同様である。

以下、発光素子 1 R 固有の構成部位について説明する。

【 0 0 7 3 】

[中間層 4 2 R]

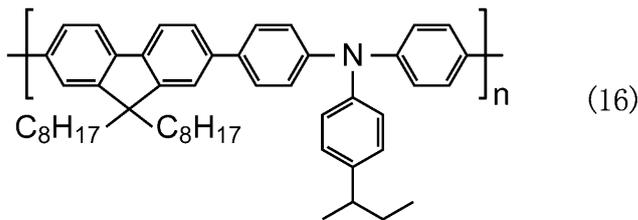
中間層 4 2 R は、正孔注入層 4 1 R から注入された正孔を赤色発光層 5 R まで輸送する機能を有する。また、中間層 4 2 R は、赤色発光層 5 R から中間層 4 2 R へ通過しようとする電子をブロックする機能を有する場合もある。

この中間層 4 2 R の構成材料としては、特に限定されないが、後述する、中間層 4 2 R の形成工程において、液相プロセスを用いて形成し得るように、例えば、下記一般式 (1 6) で表わされるトリフェニルアミン系ポリマー等のアミン系化合物が好適に用いられる。

10

【 0 0 7 4 】

【 化 8 】



20

【 0 0 7 5 】

このような中間層 4 2 R の平均厚さは、特に限定されないが、5 nm 以上、100 nm 以下程度であるのが好ましく、10 nm 以上、50 nm 以下程度であるのがより好ましい。

なお、この中間層 4 2 R は、発光素子 1 R を構成する、陽極 3 R、正孔注入層 4 1 R、赤色発光層 5 R、第 1 電子注入層 6 1、正孔輸送層 4 3、青色発光層 5 B、電子輸送層 6 2、第 2 電子注入層 6 3 および陰極 8 の構成材料の種類およびその膜厚等の組み合わせによっては省略することもできる。

【 0 0 7 6 】

30

[赤色発光層 5 R]

赤色発光層 5 R は、赤色に発光する赤色発光材料を含んで構成される。

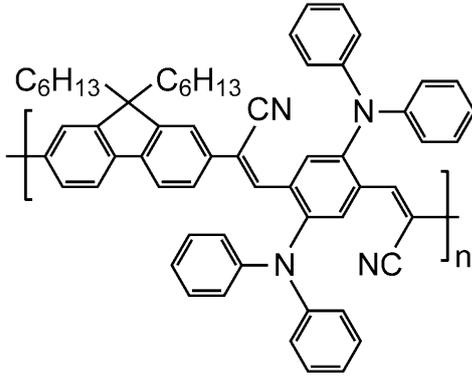
発光素子 1 R では、この赤色発光層 5 R が、陽極 3 R とキャリア選択層 (第 2 の層) 4 6 との間に設けられた第 3 の層を構成し、この赤色発光層 5 R が発光素子 1 R における第 2 の色 (赤色) を発光する機能を有する。

このような赤色発光層 5 R の構成材料は、特に限定されないが、後述する、赤色発光層 5 R の形成工程において、液相プロセスを用いて形成し得るように、溶液化または分散液化できることが望ましい。そこで、赤色発光層 5 R の構成材料としては、溶媒または分散媒に、溶解または分散することができる、高分子赤色発光材料および低分子赤色発光材料が好適に用いられ、例えば、下記一般式 (1 7) および下記一般式 (1 8) で表わされる高分子赤色発光材料が挙げられる。

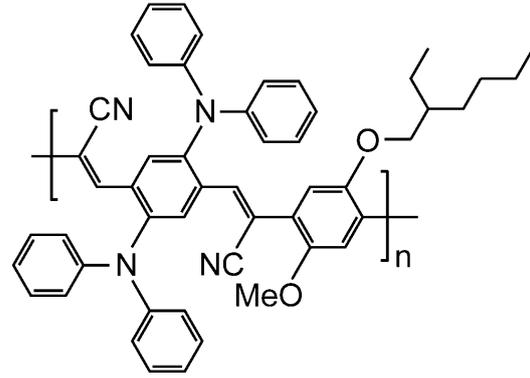
40

【 0 0 7 7 】

【化 9】



(17)



(18)

10

【 0 0 7 8 】

なお、このような液相プロセスを経て形成される赤色発光層 5 R を備える発光素子 1 R は、実用レベルの発光寿命特性を十分に備えるものである。

このような赤色発光層 5 R の平均厚さは、特に限定されないが、10 nm 以上、150 nm 以下程度であるのが好ましく、20 nm 以上、100 nm 以下程度であるのがより好ましい。

20

【 0 0 7 9 】

[キャリア選択層 4 6]

第 1 電子注入層 6 1 と正孔輸送層 4 3 とが、陽極 3 R 側からこの順に積層された積層体により、キャリア選択層 (第 2 の層) 4 6 が構成される。

発光素子 1 R において、キャリア選択層 4 6 は、青色発光層 5 B からキャリア選択層 4 6 に流れてくる電子を赤色発光層 5 R に円滑に注入するというキャリア注入動作を行う。このため、発光素子 1 R において、青色発光層 5 B の発光は大幅に抑制され、赤色発光層 5 R が選択的もしくは支配的に発光する。

【 0 0 8 0 】

(発光素子 1 G)

発光素子 (緑色発光素子) 1 G は、正孔注入層 4 1 G と、中間層 4 2 G と、緑色発光層 5 G と、キャリア選択層 4 6 と、青色発光層 5 B と、電子輸送層 6 2 と、第 2 電子注入層 6 3 とが、陽極 3 G 側からこの順に積層された積層体が、陽極 3 G と陰極 8 との間に介挿されてなるものである。

30

発光素子 1 G において、キャリア選択層 4 6 は、第 1 電子注入層 6 1 と正孔輸送層 4 3 とが、陽極 3 G 側からこの順に積層された積層体により構成される。また、発光素子 1 G において、陽極 3 G および陰極 8 は、それぞれ、個別電極および共通電極を構成し、陽極 3 G は正孔注入層 4 1 G に正孔を注入する電極として機能し、陰極 8 は第 2 電子注入層 6 3 を介して電子輸送層 6 2 に電子を注入する電極として機能する。

発光素子 1 G は、赤色発光層 5 R に代えて緑色発光層 5 G を備えること以外は、前述の発光素子 1 R と同様の構成のものである。換言すれば、陽極 3 G、正孔注入層 4 1 G、キャリア選択層 4 6、青色発光層 5 B、電子輸送層 6 2、第 2 電子注入層 6 3、および陰極 8 は、実施形態 1 での対応部位と同様である。

40

以下、発光素子 1 G 固有の構成部位について説明する。

【 0 0 8 1 】

[緑色発光層 5 G]

緑色発光層 5 G は、緑色に発光する緑色発光材料を含んで構成される。

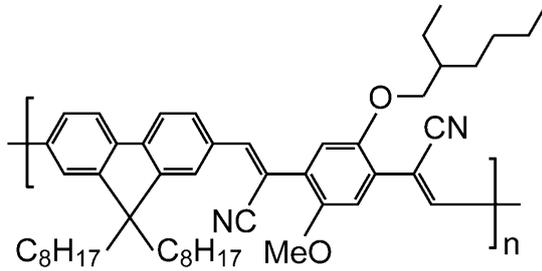
発光素子 1 G では、この緑色発光層 5 G が、陽極 3 G とキャリア選択層 (第 2 の層) 4 6 との間に設けられた第 3 の層を構成し、この緑色発光層 5 G が発光素子 1 G における第 2 の色 (緑色) を発光する機能を有する。

50

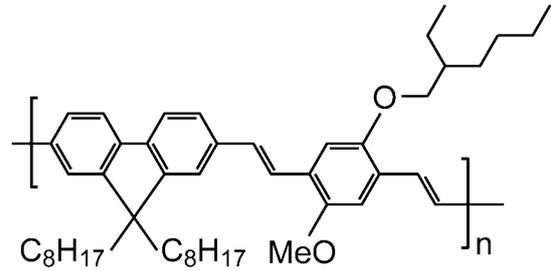
このような緑色発光層 5 G の構成材料は、特に限定されないが、後述する、緑色発光層 5 G の形成工程において、液相プロセスを用いて形成し得るように、溶液化または分散液化できることが望ましい。そこで、緑色発光層 5 G の構成材料としては、溶媒または分散媒に、溶解または分散することができる、高分子緑色発光材料および低分子緑色発光材料が好適に用いられ、例えば、下記一般式 (19) および下記一般式 (20) で表わされる高分子緑色発光材料が挙げられる。

【 0 0 8 2 】

【 化 1 0 】



(19)



(20)

10

【 0 0 8 3 】

なお、このような液相プロセスを経て形成される緑色発光層 5 G を備える発光素子 1 G

20

は、実用レベルの発光寿命特性を十分に備えるものである。
このような緑色発光層 5 G の平均厚さは、特に限定されないが、10 nm 以上、150 nm 以下程度であるのが好ましく、20 nm 以上、100 nm 以下程度であるのがより好ましい。

なお、かかる構成の発光素子 1 G の陽極 3 G、正孔注入層 4 1 G、中間層 4 2 G、緑色発光層 5 G、第 1 電子注入層 6 1、正孔輸送層 4 3、青色発光層 5 B、電子輸送層 6 2、第 2 電子注入層 6 3 および陰極 8 の各層の間には、任意の層が設けられていてもよい。

【 0 0 8 4 】

(発光素子 1 B の補足説明)

発光素子 1 B において、キャリア選択層 4 6 は、青色発光層 5 B からキャリア選択層 4 6 に流れてくる電子をブロックし、これら電子を青色発光層 5 B に留めるといったキャリアブロック動作を行う。このため、発光素子 1 B において、青色発光層 5 B は効率よく発光する。このキャリアブロック動作を的確に行うためには、発光素子 1 B の正孔輸送層 4 3 には、キャリアブロック機能を有するものを用いることが望ましい。例えば、前述の発光素子 1 R の正孔輸送層 4 3 の構成材料として挙げたアミン系化合物を用いることにより、正孔輸送層 4 3 は電子ブロック機能を有するものとなる。

30

なお、かかる構成の発光素子 1 B の陽極 3 B、正孔注入層 4 1 B、第 1 電子注入層 6 1、正孔輸送層 4 3、青色発光層 5 B、電子輸送層 6 2、第 2 電子注入層 6 3 および陰極 8 の各層の間には、任意の層が設けられていてもよい。

【 0 0 8 5 】

(表示パネルの製造方法)

図 6 (a) ~ (c)、および図 7 (a) ~ (c) は、表示パネルの製造工程における一態様を示す図であり、図 5 に対応した側断面図である。

ここでは、上述した表示パネル 2 9 の製造方法について説明する。なお、第 1 実施形態の表示パネル 1 9 の製造方法は、本実施形態の表示パネル 2 9 の製造方法のうち、青色画素のみを全ての画素に形成したものである。換言すれば、中間層 4 2 R、赤色発光層 5 R、および中間層 4 2 G、緑色発光層 5 G を省略した製造方法が、第 1 実施形態の表示パネル 1 9 の製造方法となる。

40

【 0 0 8 6 】

[1] まず、基板 2 1 を用意し、各サブ画素に対応するように、複数の駆動用トランジ

50

スター 24 を形成したのち、これら駆動用トランジスター 24 を覆うように平坦化層 22 を形成する（第 1 の工程）。

[1 - A] まず、基板 21 を用意し、基板 21 上に、駆動用トランジスター 24 を含む画素回路素子を形成する。なお、説明の都合上、駆動用トランジスター 24 を中心に説明する。

[1 - A a] まず、基板 21 上に、例えばプラズマ CVD 法等により、平均厚さが 30 nm 以上、70 nm 以下程度のアモルファスシリコンを主材料として構成される半導体膜を形成する。

[1 - A b] 次いで、半導体膜に対して、レーザーアニールまたは固相成長法等により結晶化処理を行い、アモルファスシリコンをポリシリコンに変化させる。

ここで、レーザーアニール法では、例えば、エキシマレーザーでビームの長寸が 400 mm のラインビームを用い、その出力強度は、例えば 200 mJ / cm² 程度に設定される。

[1 - A c] 次いで、半導体膜をパターニングして島状とすることで半導体層 241 を得、これら島状の半導体層 241 を覆うように、例えば、TEOS（テトラエトキシシラン）や酸素ガスなどを原料ガスとして、プラズマ CVD 法等により、平均厚さが 60 nm 以上、150 nm 以下程度の酸化シリコンまたは窒化シリコン等を主材料として構成されるゲート絶縁層 242 を形成する。

[1 - A d] 次いで、ゲート絶縁層 242 上に、例えば、スパッタ法等により、アルミニウム、タンタル、モリブデン、チタン、タングステンなどの金属を主材料として構成される導電膜を形成した後、パターニングし、ゲート電極 243 を形成する。

【 0087 】

[1 - A e] 次いで、この状態で、高濃度のリンイオンを打ち込んで、ゲート電極 243 に対して自己整合的にソース・ドレイン領域を形成する。なお、不純物が導入されなかった部分がチャネル領域となる。

[1 - B] 次に、駆動用トランジスター 24 に電氣的に接続されるソース電極 244 およびドレイン電極 245 を形成する。

[1 - B a] まず、ゲート電極 243 を覆うように、第 1 平坦化層を形成した後、コンタクトホールを形成する。

[1 - B b] 次いで、コンタクトホール内にソース電極 244 およびドレイン電極 245 を形成する。

[1 - C] 次に、ドレイン電極 245 と、各陽極 3R、3G、3B とを電氣的に接続する配線（中継電極）27 を形成する。

[1 - C a] まず、第 1 平坦化層上に、第 2 平坦化層を形成した後、コンタクトホールを形成する。

[1 - C b] 次いで、コンタクトホール内に配線 27 を形成する。

なお、[1 - B] 工程および [1 - C] 工程において形成された第 1 平坦化層および第 2 平坦化層により平坦化層 22 が構成される。

【 0088 】

[2] 次に、平坦化層 22 上に、各配線 27 に対応するように、陽極（個別電極）3R、3G、3B を形成する（第 2 の工程）。

この陽極 3R、3G、3B は、平坦化層 22 上に、陽極 3R、3G、3B の構成材料を主材料として構成される薄膜を形成した後、パターニングすることにより得ることができる。

[3] 次に、平坦化層 22 上に、各陽極 3R、3G、3B を区画するように、すなわち、各発光素子 1R、1G、1B を形成する領域を区画するように、隔壁（バンク）31 を形成する（第 3 の工程）。

隔壁 31 は、各陽極 3R、3G、3B を覆うように平坦化層 22 上に、絶縁膜を形成した後、各陽極 3R、3G、3B が露出するようにフォトリソグラフィ法等を用いてパターニングすること等により形成することができる。

10

20

30

40

50

ここで、隔壁 3 1 の構成材料は、耐熱性、撥液性、インク溶剤耐性、平坦化層 2 2 等との密着性等を考慮して選択される。

具体的には、隔壁 3 1 の構成材料としては、例えば、アクリル系樹脂、ポリイミド系樹脂、エポキシ系樹脂のような有機材料や、 SiO_2 のような無機材料が挙げられる。

【 0 0 8 9 】

図 6 (a) は、ここまでの工程により隔壁 3 1 までが形成された状態を示している。

また、隔壁 3 1 の開口の形状は、図 4 に示すように、四角形その他、例えば、円形、楕円形、六角形等の多角形等、いかなるものであってもよい。

なお、隔壁 3 1 の開口の形状を多角形とする場合には、角部は丸みを帯びているのが好ましい。これにより、正孔注入層 4 1 R、4 1 G、4 1 B、中間層 4 2 R、4 2 G および発光層 5 R、5 G を、後述するような液状材料を用いて形成する際に、これらの液状材料を、隔壁 3 1 の内側の空間の隅々にまで確実に供給することができる。

このような隔壁 3 1 の高さは、発光素子 1 R、1 G、1 B の厚さに応じて適宜設定され、特に限定されないが、 $0.5 \mu\text{m}$ 以上、 $5 \mu\text{m}$ 以下程度とするのが好ましい。かかる高さとすることにより、十分に隔壁 (バンク) としての機能が発揮される。

【 0 0 9 0 】

なお、インクジェット法によって、正孔注入層 4 1 R、4 1 G、4 1 B、中間層 4 2 R、4 2 G および発光層 5 R、5 G を形成する場合、隔壁 3 1 が形成された基板 2 1 は、プラズマ処理されることが望ましい。具体的には、隔壁 3 1 が形成された基板 2 1 の表面を、まず O_2 ガスを処理ガスとしてプラズマ処理する。これにより陽極 3 R、3 G、3 B の表面と隔壁 3 1 の表面 (壁面を含む) が活性化され親液化する。次に CF_4 等のフッ素系ガスを処理ガスとしてプラズマ処理する。これにより、有機材料である感光性樹脂からなる隔壁 3 1 の表面のみにフッ素系ガスが反応して撥液化される。これによって、隔壁 3 1 の隔壁としての機能がより効果的に発揮される。

【 0 0 9 1 】

[4] 次に、発光素子 1 R を形成すべき領域に位置する隔壁 3 1 の内側には、正孔注入層 4 1 R、中間層 4 2 R および赤色発光層 5 R を形成し、発光素子 1 G を形成すべき領域に位置する隔壁 3 1 の内側には、正孔注入層 4 1 G、中間層 4 2 G および緑色発光層 5 G を形成し、さらに、発光素子 1 B を形成すべき領域に位置する隔壁 3 1 の内側には、正孔注入層 4 1 B を形成する (第 4 の工程)。この第 4 の工程について、発光素子 1 R、1 G、1 B 毎に以下に詳述する。

[発光素子 1 R] 発光素子 1 R を形成すべき領域に位置する隔壁 3 1 の内側に、正孔注入層 4 1 R、中間層 4 2 R および赤色発光層 5 R をこの順番に形成する。それぞれの層を形成する工程を正孔注入層 4 1 R 形成工程、中間層 4 2 R 形成工程、赤色発光層 5 R 形成工程とし、以下に詳述する。

【 0 0 9 2 】

[正孔注入層 4 1 R 形成工程] まず、図 6 (b) に示すように、正孔注入層 4 1 R をインクジェット法によって塗布する。具体的には、正孔注入材料を含有する正孔注入層 4 1 R 形成用のインク (液状材料) を、インクジェットプリント装置のヘッドから吐出し、各陽極 3 R 上に塗布する (塗布工程)。

ここで、正孔注入層形成用のインクの調製に用いる溶媒 (インク溶媒) または分散媒 (インク分散媒) としては、例えば、硝酸、硫酸、アンモニア、過酸化水素、水、二硫化炭素、四塩化炭素、エチレンカーボネイト等の各種無機溶媒や、メチルエチルケトン (MEK)、アセトン、ジエチルケトン、メチルイソブチルケトン (MIBK)、メチルイソプロピルケトン (MIPK)、シクロヘキサノン等のケトン系溶媒、メタノール、エタノール、イソプロパノール、エチレングリコール、ジエチレングリコール (DEG)、グリセリン等のアルコール系溶媒、ジエチルエーテル、ジイソプロピルエーテル、1, 2 - ジメトキシエタン (DME)、1, 4 - ジオキサン、テトラヒドロフラン (THF)、テトラヒドロピラン (THP)、アニソール、ジエチレングリコールジメチルエーテル (ジグリム)、ジエチレングリコールエチルエーテル (カルピトール) 等のエーテル系溶媒、メチ

ルセロソルブ、エチルセロソルブ、フェニルセロソルブ等のセロソルブ系溶媒、ヘキサン、ペンタン、ヘプタン、シクロヘキサン等の脂肪族炭化水素系溶媒、シクロヘキサン、テトラリン等の脂環式炭化水素系溶媒、トルエン、キシレン、ベンゼン、トリメチルベンゼン、テトラメチルベンゼン等の芳香族炭化水素系溶媒、ピリジン、ピラジン、フラン、ピロール、チオフェン、メチルピロリドン等の芳香族複素環化合物系溶媒、N, N - ジメチルホルムアミド (DMF)、N, N - ジメチルアセトアミド (DMA) 等のアミド系溶媒、ジクロロメタン、クロロホルム、1, 2 - ジクロロエタン等のハロゲン化合物系溶媒、酢酸エチル、酢酸メチル、ギ酸エチル等のエステル系溶媒、ジメチルスルホキシド (DMSO)、スルホラン等の硫黄化合物系溶媒、アセトニトリル、プロピオニトリル、アクリロニトリル等のニトリル系溶媒、ギ酸、酢酸、トリクロロ酢酸、トリフルオロ酢酸等の有機酸系溶媒のような各種有機溶媒、または、これらを含む混合溶媒等が挙げられる。

10

【0093】

なお、陽極3R上に塗布された液状材料は、流動性が高く（粘性が低く）、水平方向（面方向）に広がるようにするが、図6（b）に示すように、陽極3Rが隔壁31により囲まれているため、所定の領域以外に広がるのが阻止され、正孔注入層41Rの輪郭形状が正確に規定される。

次に、塗布した正孔注入層41Rに対して後処理を施す（後処理工程）。具体的には、各陽極3R上に塗布した正孔注入層形成用のインク（液状材料）を乾燥し、正孔注入層41Rを形成する。この乾燥によって、溶媒または分散媒を除去することができる。

図6（c）には、乾燥後の正孔注入層41Rの態様が示されている。

20

【0094】

乾燥の手法としては、減圧雰囲気放置する方法、熱処理（例えば40℃以上、80℃以下程度）による方法、窒素ガスのような不活性ガスのフローによる方法等が挙げられる。さらに、必要に応じて、正孔注入層41Rが形成された基板21を100℃以上、300℃以下程度で加熱（ベーク）する。この加熱により、乾燥後に正孔注入層41Rの膜内に残留した溶媒または分散媒を、取り除くことができる。また、加熱により架橋し溶媒に対して不溶化するような正孔注入材料を用いている場合は、この加熱によって正孔注入層41Rを不溶化させることもできる。また、この加熱後、正孔注入層41Rの未不溶化部分を除去するために、正孔注入層41Rが形成された基板21の表面を溶媒によってリンス（洗浄）することもある。このリンスによって、正孔注入層41Rの未不溶化部分が、正孔注入層41Rの上に形成される中間層42Rに、混入することを防ぐことができる。

30

【0095】

[中間層42R形成工程] 中間層42R形成工程では、まず中間層42Rを各正孔注入層41R上に正孔注入層41R形成工程と同様のインクジェット法によって塗布し、次に塗布した中間層42Rに対して正孔注入層41R形成工程と同様の後処理を施す。但し、中間層42R形成用のインクに用いるインク溶媒またはインク分散媒や、後処理の手法や条件等は、中間層42Rの形成に適したものを適宜選択する。

図7（a）には、乾燥後の正孔注入層41Rの態様が示されている。

【0096】

[赤色発光層5R形成工程] 赤色発光層5R形成工程では、まず赤色発光層5Rを各中間層42R上に正孔注入層41R形成工程と同様のインクジェット法によって塗布し、次に塗布した赤色発光層5Rに対して正孔注入層41R形成工程と同様の後処理を施す。但し、赤色発光層5R形成用のインクに用いるインク溶媒またはインク分散媒や、後処理の手法や条件等は、赤色発光層5Rの形成に適したものを適宜選択する。図7（b）には、乾燥後の赤色発光層5Rの態様が示されている。

40

上述した正孔注入層41R形成工程、中間層42R形成工程、赤色発光層5R形成工程には、インクジェット法を用いることが好ましい。インクジェット法では、インクの吐出量およびインク滴の着弾位置を、基板の面積の大小に関わらず高精度に制御できるため、かかる方法を用いることにより、正孔注入層41Rの薄膜化、画素サイズの微小化、さらにはディスプレイ装置110の大面积化を図ることができる。また、各層を形成するため

50

のインク（液状材料）を、隔壁 3 1 の内側に選択的に供給することができるため、インクのムダを省くことができる。

【 0 0 9 7 】

なお、これら、正孔注入層 4 1 R 形成工程、中間層 4 2 R 形成工程、赤色発光層 5 R 形成工程は、インクジェット法に限らず、例えば、スパッタ法、真空蒸着法、CVD 法等の気相プロセスや、スピコート法（パイロゾル法）、キャスト法、マイクログラビアコート法、グラビアコート法、バーコート法、ロールコート法、ワイヤーバーコート法、ディップコート法、スプレーコート法、スクリーン印刷法、フレキソ印刷法、オフセット印刷法等の液相プロセスも用いることができる。

【 0 0 9 8 】

〔発光素子 1 G〕発光素子 1 G を形成すべき領域に位置する隔壁 3 1 の内側に、正孔注入層 4 1 G、中間層 4 2 G および緑色発光層 5 G をこの順番に発光素子 1 R と同様の手法を用いて形成する。但し、正孔注入層 4 1 G、中間層 4 2 G、緑色発光層 5 G のそれぞれの層において、層の形成用のインクに用いるインク溶媒またはインク分散媒や、後処理の手法や条件等は、それぞれの層の形成に適したものを適宜選択する。

【 0 0 9 9 】

〔発光素子 1 B〕発光素子 1 B を形成すべき領域に位置する隔壁 3 1 の内側に、正孔注入層 4 1 B を発光素子 1 R の正孔注入層 4 1 R 形成工程と同様の手法を用いて形成する。但し、正孔注入層 4 1 B 形成用のインクに用いるインク溶媒またはインク分散媒や、後処理の手法や条件等は、正孔注入層 4 1 B の形成に適したものを適宜選択する。

以上のように、正孔注入層 4 1 R、4 1 G、4 1 B、中間層 4 2 R、4 2 G および発光層 5 R、5 G の各層をインクジェット法によって形成する場合、各層は塗布工程と後処理工程を経て完全に形成されるが、各層の塗布工程は、図 6 (b) (c)、および図 7 (a) (b) に示すように、他のサブ画素の塗布工程と一緒に進めても良いし、各層の後処理工程も、他のサブ画素と一緒に進めても良い。

【 0 1 0 0 】

〔 5 〕次に、図 7 (c) に示すように、赤色発光層 5 R、緑色発光層 5 G、正孔注入層 4 1 B および隔壁 3 1 に重なるように、すなわち、隔壁 3 1 の平坦化層 2 2 と接している面と反対側の全面を覆うように、第 1 電子注入層 6 1 を形成する（第 5 の工程）。

これにより、各発光素子 1 R、1 G、1 B に共通の第 1 電子注入層 6 1 が一括（一体的）に形成される。

この第 1 電子注入層 6 1 も、前記工程〔発光素子 1 R〕で説明した気相プロセスや液相プロセスにより形成することができるが、中でも、気相プロセスを用いるのが好ましい。気相プロセスを用いることにより、赤色発光層 5 R、緑色発光層 5 G、正孔注入層 4 1 B と第 1 電子注入層 6 1 との間での層溶解を防止しつつ、第 1 電子注入層 6 1 を確実に形成することができる。

【 0 1 0 1 】

〔 6 〕次に、第 1 電子注入層 6 1 の全面を覆うように、正孔輸送層 4 3 を形成する（第 6 の工程）。これにより、各発光素子 1 R、1 G、1 B に共通の正孔輸送層 4 3 が一括に形成される。

〔 7 〕次に、正孔輸送層 4 3 の全面を覆うように、青色発光層 5 B を形成する（第 7 の工程）。これにより、各発光素子 1 R、1 G、1 B に共通の青色発光層 5 B が一括に形成される。

〔 8 〕次に、青色発光層 5 B の全面を覆うように、電子輸送層 6 2 を形成する（第 8 の工程）。これにより、各発光素子 1 R、1 G、1 B に共通の電子輸送層 6 2 が一括に形成される。

〔 9 〕次に、電子輸送層 6 2 の全面を覆うように、第 2 電子注入層 6 3 を形成する（第 9 の工程）。これにより、各発光素子 1 R、1 G、1 B に共通の第 2 電子注入層 6 3 が一括に形成される。

〔 1 0 〕次に、第 2 電子注入層 6 3 の全面を覆うように、陰極 8 を形成する（第 1 0 の

10

20

30

40

50

工程)。これにより、各発光素子 1 R、1 G、1 B に共通の陰極 8 が一括に形成される。

なお、前記工程 [6] ~ [1 0] で形成する各層も、前記工程 [発光素子 1 R] で説明した気相プロセスや液相プロセスにより形成することができるが、中でも、気相プロセスを用いるのが好ましい。気相プロセスを用いることにより、隣接する層同士間における層溶解を防止しつつ、形成すべき層を確実に形成することができる。

【 0 1 0 2 】

また、前記工程 [発光素子 1 R] および [発光素子 1 G] において、それぞれ、発光層 5 R および 5 G をインクジェット法のような液相プロセスを用いて成膜することにより、発光色の異なる発光層 5 R および 5 G を容易に塗り分け、かつディスプレイ装置 1 1 0 の大面積化を容易に実現することができる。加えて、前記工程 [6] および [7] において、それぞれ、正孔輸送層 4 3 および青色発光層 5 B を気相プロセス（気相成膜法）を用いて形成することにより、発光素子 1 B は、実用レベルの発光寿命を十分に備えるものとなる。さらに、各発光素子 1 R、1 G、1 B に共通の青色発光層 5 B を一括して（一体的に）形成する構成としたことから、高精細マスクを用いて、発光素子 1 B に対して選択的に青色発光層 5 B を成膜する必要がないため、工程の簡略化、さらには表示パネル 2 9 の大面積化を容易に図ることができる。

10

【 0 1 0 3 】

また、前記工程 [5] および [6] において、それぞれ、各発光素子 1 R、1 G、1 B に共通の第 1 電子注入層 6 1 および正孔輸送層 4 3 を一括して形成する構成とした、すなわち第 1 電子注入層 6 1 および正孔輸送層 4 3 で構成されるキャリア選択層 4 6 を一体的に形成する構成としたことから、高精細マスクを用いて、発光素子 1 B に対して選択的に第 1 電子注入層 6 1 および正孔輸送層 4 3 を成膜する必要がないため、工程の簡略化、さらには表示パネル 2 9 の大面積化を容易に図ることができる。

20

以上のようにして、各駆動用トランジスタ 2 4 に対応して、複数の赤色、緑色および青色にそれぞれ発光する発光素子 1 R、1 G、1 B が形成される。

【 0 1 0 4 】

[1 1] 次に、図 5 に示すように、封止基板 2 0 を用意し、陰極 8 と封止基板 2 0 との間にエポキシ系の接着剤を介在させた後、この接着剤を乾燥させる。これにより、エポキシ層 3 5 を介して、封止基板 2 0 で陰極 8 を覆うように陰極 8 と封止基板 2 0 とを接合することができる。

30

この封止基板 2 0 は、各発光素子 1 R、1 G、1 B を保護する保護基板としての機能を発揮する。このような封止基板 2 0 を、陰極 8 上に設ける構成とすることで、発光素子 1 R、1 G、1 B が酸素や水分に接触するのをより好適に防止または低減できることから、発光素子 1 R、1 G、1 B の信頼性の向上や、変質・劣化の防止等の効果をより確実に得ることができる。

以上のような工程を経て、図 5 に示す、各発光素子 1 R、1 G、1 B が封止基板 2 0 により封止された表示パネル 2 9 が完成される。

【 0 1 0 5 】

以上述べたように、本実施形態に係るディスプレイ装置 1 1 0（表示パネル 2 9）によれば、実施形態 1 での効果に加えて、以下の効果を得ることができる。

40

まず、発光素子 1 B については、実施形態 1 と同一の構成であるため、実施形態 1 での作用効果と同様の作用効果を得ることができる。

以下、本実施形態の発光素子 1 R、1 G、1 B が有する作用効果について、キャリア選択層 4 6 の機能を中心に説明する。

【 0 1 0 6 】

本実施形態では、キャリア選択層（第 2 の層）4 6 は、第 1 電子注入層 6 1 と正孔輸送層 4 3 とが、陽極（3 R、3 G、3 B）側からこの順に積層された積層体により構成される。

かかる構成のキャリア選択層 4 6 は、青色発光層 5 B からキャリア選択層 4 6 に注入される電子の量を、キャリア選択層 4 6 の陽極（3 R、3 G、3 B）側に接する層（第 3 の

50

層)に応じて、選択的に制御する層である。すなわち、キャリア選択層(第2の層)46は、第3の層の機能によってキャリアの流れが選択される機能を有する層である。

具体的には、発光素子1Rおよび1Gのように、キャリア選択層46の陽極(3R、3G)側に直接接する層が、それぞれ、赤色発光層5Rおよび緑色発光層5Gの場合、すなわち、キャリア選択層46の陽極3R、3G側界面に第2の色を発光する機能を有する発光層が接触する場合、キャリア選択層46は青色発光層5Bからキャリア選択層46に流れてくる電子を赤色発光層5Rおよび緑色発光層5Gに円滑に注入する(キャリア注入動作)。このため、発光素子1Rの青色発光層5Bでは、正孔と電子との再結合が的確に抑制または防止されるため、発光素子1Rの青色発光層5Bは、青色発光しないか、青色発光したとしてもその発光は的確に抑制される。これに対して、赤色発光層5Rには、陰極8側から青色発光層5Bを介して電子が供給(注入)されるとともに、陽極3R側から正孔が供給(注入)される。そして、赤色発光層5Rでは、正孔と電子とが再結合し、この再結合によって励起子(エキシトン)が生成し、励起子が基底状態に戻る際にエネルギーを蛍光やりん光として放出するため、赤色発光層5Rが赤色に発光する。その結果、発光素子1Rは赤色に発光する。同様に、発光素子1Gにおいても、青色発光層5Bの発光は大幅に抑制され、緑色発光層5Gが選択的もしくは支配的に発光する。その結果、発光素子1Gは緑色に発光する。

【0107】

一方、発光素子1Bのように、キャリア選択層46の陽極3B側に接する層が正孔注入層41Bの場合、すなわち、キャリア選択層の陽極側界面に正孔注入層が接触する場合、キャリア選択層46は青色発光層5Bからキャリア選択層46に流れてくる電子をブロックし、これら電子を青色発光層5Bに留める(キャリアブロック動作)。このため、青色発光層5Bにおいて、陽極3B側から供給(注入)された正孔と、陰極8側から供給(注入)された電子とが、再結合しやすくなる。この再結合によって励起子(エキシトン)が生成し、励起子が基底状態に戻る際にエネルギーを蛍光やりん光として放出するため、青色発光層5Bは効率良く発光する。その結果、発光素子1Bは高効率で青色に発光する。

【0108】

このように、キャリア選択層46は、キャリア選択層(第2の層)46に接する第3の層の種類によって、キャリア注入動作を行ったり、キャリアブロック動作を行ったりする。

発光素子1Rと発光素子1Gにおけるキャリア選択層46の電子に対する挙動と、発光素子1Bにおけるキャリア選択層46の電子に対する挙動が異なる理由について、正孔注入層41Bがイオン伝導性の正孔注入材料だった場合を例に説明を行う。

まず、発光素子1Rおよび1Gのように、キャリア選択層46の陽極(3R、3G)側に接する層が、それぞれ、赤色発光層5Rおよび緑色発光層5Gの場合、発光素子1Rおよび1Gのキャリア選択層46内の第1電子注入層61を構成している電子注入材料が、それぞれ、発光素子1Rおよび1Gの正孔輸送層43内に拡散し、これによって発光素子1Rおよび1Gの正孔輸送層43に備わっている電子ブロック機能が大きく低下する。この結果、発光素子1Rおよび1Gでは、青色発光層5Bから正孔輸送層43へ電子が円滑に注入される。さらに、赤色発光層5Rおよび緑色発光層5Gと、正孔輸送層43との間に存在する第1電子注入層61の機能により、正孔輸送層43から、赤色発光層5Rおよび緑色発光層5Gへの電子の注入も円滑に行われる。以上より、発光素子1Rおよび1Gのように、キャリア選択層46の陽極(3R、3G)側に接する層が、それぞれ、赤色発光層5Rおよび緑色発光層5Gの場合、キャリア選択層46は、青色発光層5Bからキャリア選択層46に流れてくる電子を、それぞれ、赤色発光層5Rおよび緑色発光層5Gに円滑に注入する(キャリア注入動作)。すなわち、キャリア選択層46は、青色発光層5Bから、赤色発光層5Rおよび緑色発光層5Gに、電子(キャリア)を円滑に流す動作を行う。

【0109】

一方、発光素子1Bのように、キャリア選択層46の陽極3B側に接する層が正孔注入

10

20

30

40

50

層 4 1 B で、且つ、その正孔注入層 4 1 B がイオン伝導性の正孔注入材料によって構成されている場合、発光素子 1 B のキャリア選択層 4 6 内の第 1 電子注入層 6 1 を構成している電子注入材料が、正孔注入層 4 1 B 内に激しく拡散、もしくは正孔注入層 4 1 B の陰極 8 側界面に吸着するため、発光素子 1 B の第 1 電子注入層 6 1 を構成している電子注入材料が、発光素子 1 B の正孔輸送層 4 3 内に拡散せず、発光素子 1 B の正孔輸送層 4 3 に備わっている電子ブロック機能が低下することはない。この結果、発光素子 1 B では、青色発光層 5 B から正孔輸送層 4 3 へ流れてくる電子が、正孔輸送層 4 3 によってブロックされ、青色発光層 5 B 内に留まる。以上より、キャリア選択層 4 6 の陽極 3 B 側に接する層が正孔注入層 4 1 B の場合、キャリア選択層 4 6 は青色発光層 5 B からキャリア選択層 4 6 に流れてくる電子をブロックし、これら電子を青色発光層 5 B に留める（キャリアブ

10

【 0 1 1 0 】

本発明者の検討により、発光素子 1 R からキャリア選択層 4 6 を除き、青色発光層 5 B と、赤色発光層 5 R とが接触して積層された構成の赤色発光素子（キャリア選択層除外赤色発光素子）では、当該キャリア選択層除外赤色発光素子が備える陽極 3 R と、陰極 8 との間に電圧を印加すると、陰極 8 側から青色発光層 5 B に注入された電子を、赤色発光層 5 R に円滑に注入（供給）することができず、これに起因して、青色発光層 5 B において、正孔と電子とが再結合するため、青色発光層 5 B が青色に発光し、当該キャリア選択層除外赤色発光素子の赤色の色純度が悪化することが判っている。また、キャリア選択層除外赤色発光素子では、陰極 8 側から青色発光層 5 B に注入された電子を、赤色発光層 5 R に円滑に注入（供給）することができないことに起因して、赤色発光層 5 R における電子と正孔のキャリアバランスが崩れ、発光効率が低下することが判っている。さらに、キャリア選択層除外赤色発光素子では、陰極 8 側から青色発光層 5 B に注入された電子を、赤色発光層 5 R に円滑に注入（供給）することができないことに起因して、赤色発光層 5 R の陰極側界面でのキャリアに対するエネルギー障壁が増加し、駆動電圧が上昇することが判っている。

20

【 0 1 1 1 】

このように、キャリア選択層除外赤色発光素子では、赤色の色純度の悪化、発光効率の低下および駆動電圧の上昇という問題がある。しかしながら、発光素子 1 R のように、青色発光層 5 B と赤色発光層 5 R との間にキャリア選択層 4 6 を介挿する構成とすることで、陰極 8 側から青色発光層 5 B に注入された電子を、青色発光層 5 B に留まらせることなく、赤色発光層 5 R に円滑に注入（供給）することができるようになるので、これらの問題は全て解決される。

30

同様に、発光素子 1 G からキャリア選択層 4 6 を除き、青色発光層 5 B と、緑色発光層 5 G とが接触して積層された構成の緑色発光素子（キャリア選択層除外緑色発光素子）では、陰極 8 側から青色発光層 5 B に注入された電子を、緑色発光層 5 G に円滑に注入（供給）することができず、これに起因して、緑色の色純度の悪化、発光効率の低下および駆動電圧の上昇という問題が生じる。しかしながら、発光素子 1 G のように、青色発光層 5 B と緑色発光層 5 G との間にキャリア選択層 4 6 を介挿する構成とすることで、陰極 8 側から青色発光層 5 B に注入された電子を、青色発光層 5 B に留まらせることなく、緑色発光層 5 G に円滑に注入（供給）することができるようになるので、これらの問題は全て解決される。

40

【 0 1 1 2 】

また、本実施形態の正孔輸送層 4 3 と青色発光層 5 B は、気相プロセスを用いて形成することができる。本発明者の検討により、発光素子 1 B において、正孔輸送層 4 3 と青色発光層 5 B のうち少なくとも 1 つの層の形成に、インクジェット法のような液相プロセスを用いた構成の青色発光素子では、発光素子 1 B と比較して、その発光寿命や発光効率が低下するという問題があることが判っている。

正孔輸送層 4 3 と青色発光層 5 B のうち少なくとも 1 つの層の汚染がこの問題の要因の

50

1つになっていると考えられる。つまり、発光素子1Bのように気相プロセスを用いて正孔輸送層43と青色発光層5Bを形成することが可能な場合、正孔輸送層43の陰極8側界面を、真空以外の雰囲気にとさらすことなく、次の青色発光層5Bの成膜を連続的に行うことができるが、正孔輸送層43と青色発光層5Bのうち少なくとも1つの層の形成に液相プロセスを用いると、液相プロセスによる成膜は真空雰囲気で行うことが困難であるため、液相プロセスによる成膜は真空以外の雰囲気（例えば大気や窒素）で行うことになり、少なくとも正孔輸送層43の陰極8側界面は真空以外の雰囲気にとさらされることになる。このように、液相プロセスを用いて正孔輸送層43と青色発光層5Bのうち少なくとも1つの層を成膜した場合、正孔輸送層43の陰極8側界面が汚染され易くなることは明白である。また、液相プロセスで正孔輸送層43の成膜を行う場合、正孔輸送材料を溶媒または分散媒に、溶解または分散させた溶液を成膜に用いるため、正孔輸送層43内に極微量の溶媒が残留し、これが正孔輸送層43全体を汚染する可能性がある。同様に、液相プロセスで青色発光層5Bの成膜を行う場合、青色発光層5B内に極微量の溶媒が残留し、これが青色発光層5B全体を汚染する可能性がある。

10

【0113】

これに対して、発光素子1Bのように、気相プロセスを用いて正孔輸送層43と青色発光層5Bを形成することが可能な場合、液相プロセスを用いて正孔輸送層43と青色発光層5Bのうち少なくとも1つの層を形成したことによる正孔輸送層43と青色発光層5Bの汚染を回避でき、液相プロセスを用いて正孔輸送層43と青色発光層5Bのうち少なくとも1つの層を形成したことによる青色発光素子の発光寿命や発光効率の低下という問題は全て解決される。

20

【0114】

本実施形態では、正孔注入層41がイオン伝導性の正孔注入材料を主材料として構成されるのが好ましく、第1電子注入層61がアルカリ金属、アルカリ土類金属、もしくはそれらの化合物の電子注入材料を主材料として構成されるのが好ましいが、この場合、発光素子1Bにおいて、第1電子注入層61に含まれるこれら電子注入材料が、正孔輸送層43側に拡散すると、電子注入材料が正孔輸送層43に拡散することによる正孔輸送層43の電子ブロック性の低下およびそれに伴う青色発光層5Bにおける発光効率の低下や、電子注入材料が青色発光層5Bへ拡散することによる青色発光層5Bにおける発光の阻害およびそれに伴う発光効率の低下という問題が起こる。しかしながら、本実施形態では、発光素子1Bにおいて、第1電子注入層61とイオン伝導性の正孔注入層41Bとが接触しているため、正孔注入層41B内に激しく拡散、もしくは正孔注入層41Bの陰極8側界面に吸着するため、これに起因して、電子注入材料の正孔輸送層43側への拡散が的確に抑制または防止され、前述の電子注入材料が正孔輸送層43側へ拡散することによって起こる問題は全て解決される。

30

【0115】

< 第3実施形態 >

(電子機器)

図8は、本発明の電子機器としてのモバイル型（またはノート型）のパーソナルコンピュータの構成を示す斜視図である。

40

上述した各実施形態のディスプレイ装置100(110)は、各種の電子機器に組み込むことができる。

図8において、パーソナルコンピュータ1100は、キーボード1102を備えた本体部1104と、表示部を備える表示ユニット1106とにより構成され、表示ユニット1106は、本体部1104に対しヒンジ構造部を介して回動可能に支持されている。

このパーソナルコンピュータ1100において、表示ユニット1106が備える表示部が前述のディスプレイ装置100(110)で構成されている。

【0116】

図9は、本発明の電子機器としての携帯電話機（PHSも含む）の構成を示す斜視図である。

50

図9において、携帯電話機1200は、複数の操作ボタン1202、受話口1204および送話口1206とともに、表示部を備えている。

携帯電話機1200において、この表示部が前述のディスプレイ装置100(110)で構成されている。

【0117】

図10は、本発明の電子機器としてのデジタルスチルカメラの構成を示す斜視図である。なお、この図には、外部機器との接続についても簡易的に示されている。

ここで、通常のカメラは、被写体の光像により銀塩写真フィルムを感光するのに対し、デジタルスチルカメラ1300は、被写体の光像をCCD(Charge Coupled Device)などの撮像素子により光電変換して撮像信号(画像信号)を生成する。

デジタルスチルカメラ1300におけるケース(ボディー)1302の背面には、表示部が設けられ、CCDによる撮像信号に基づいて表示を行う構成になっており、被写体を電子画像として表示するファインダーとして機能する。

デジタルスチルカメラ1300において、この表示部が前述のディスプレイ装置100(110)で構成されている。

【0118】

ケースの内部には、回路基板1308が設置されている。この回路基板1308は、撮像信号を格納(記憶)し得るメモリーが設置されている。

また、ケース1302の正面側(図示の構成では裏面側)には、光学レンズ(撮像光学系)やCCDなどを含む受光ユニット1304が設けられている。

撮影者が表示部に表示された被写体像を確認し、シャッターボタン1306を押下すると、その時点におけるCCDの撮像信号が、回路基板1308のメモリーに転送・格納される。

また、このデジタルスチルカメラ1300においては、ケース1302の側面に、ビデオ信号出力端子1312と、データ通信用の入出力端子1314とが設けられている。そして、図示のように、ビデオ信号出力端子1312にはテレビモニター1430が、データ通信用の入出力端子1314にはパーソナルコンピューター1440が、それぞれ必要に応じて接続される。さらに、所定の操作により、回路基板1308のメモリーに格納された撮像信号が、テレビモニター1430や、パーソナルコンピューター1440に出力される構成になっている。

【0119】

なお、本発明に係る電子機器は、図8のパーソナルコンピューター(モバイル型パーソナルコンピューター)、図9の携帯電話機、図10のデジタルスチルカメラの他にも、例えば、テレビや、ビデオカメラ、ビューファインダ型、モニター直視型のビデオテープレコーダー、ラップトップ型パーソナルコンピューター、カーナビゲーション装置、ページャ、電子手帳(通信機能付も含む)、電子辞書、電卓、電子ゲーム機器、ワードプロセッサ、ワークステーション、テレビ電話、防犯用テレビモニター、電子双眼鏡、POS端末、タッチパネルを備えた機器(例えば金融機関のキャッシュディスペンサー、自動券売機)、医療機器(例えば電子体温計、血圧計、血糖計、心電表示装置、超音波診断装置、内視鏡用表示装置)、魚群探知機、各種測定機器、計器類(例えば、車両、航空機、船舶の計器類)、フライトシュミレーター、その他各種モニター類、プロジェクター等の投射型表示装置等に適用することができる。また、ディスプレイ装置100(表示パネル19)は、薄型の平面照明装置として用いることもできる。

【0120】

以上、本発明の発光素子、表示装置および電子機器を、図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明はこれらに限定されるものでない。

例えば、前記実施形態では、表示装置は、青色よりも長波長の光を発光する発光素子として、赤色発光素子および緑色発光素子を備える場合としたが、この場合に限定されず、黄色発光素子や橙色発光素子のような青色よりも長波長の光を発光する発光素子を備えるものであってもよい。この場合、これら黄色発光素子および橙色発光素子に本発明の発光

10

20

30

40

50

素子が適用される。

【実施例】

【0121】

次に、本発明の具体的実施例について説明する。

1. 表示装置（発光装置）および発光素子の製造事例。

【0122】

（実施例1）

図11は、実施例1に係る発光装置の模式断面図であり、図3に対応している。

実施例1は、前述した本発明の第1実施形態の具体的実施結果である。

<1>まず、平均厚さ1.0mmの透明なガラス基板を基板321として用意した。次に、この基板321上に、スパッタ法により、平均厚さ50nmのITO膜を形成した後、このITO膜をフォトリソグラフィ法を用いてパターンニングすることでITO電極（陽極303/個別電極）を形成した。

そして、陽極303が形成された基板321をアセトン、2-プロパノールの順に浸漬し、超音波洗浄した後、酸素プラズマ処理を施した。

【0123】

<2>次に、陽極303が形成された基板321上に、スピコート法により、アクリル系樹脂で構成される絶縁層を形成した後、この絶縁層をフォトリソグラフィ法を用いてITO電極を露出するようにパターンニングすることで隔壁（バンク）を形成した。さらに、隔壁が形成された基板321の表面を、まず O_2 ガスを処理ガスとしてプラズマ処理する。これにより陽極303の表面と隔壁の表面（壁面を含む）が活性化され親液化する。続いて、隔壁が形成された基板321の表面を、 CF_4 ガスを処理ガスとしてプラズマ処理する。これにより、アクリル系樹脂からなる隔壁の表面のみに CF_4 ガスが反応して撥液化される。

【0124】

<3>次に、発光素子301を形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、1.0wt%PEDOT/PSS水分散液を塗布した。さらに、塗布したPEDOT/PSS水分散液を乾燥した後、大気中にて基板321を加熱し、各陽極303上に、それぞれ、PEDOT/PSSで構成される平均厚さ50nmのイオン伝導性の正孔注入層341を形成した。

【0125】

<4>次に、発光素子301を形成すべき領域に、それぞれ位置する正孔注入層341上に、 Cs_2CO_3 を蒸着源として真空蒸着法にて形成した平均厚さ0.2nmのCsを含む蒸着膜を形成し、第1電子注入層361とした。

ここで、Csを「含む薄膜」とは、少なくともCs塩を構成する金属材料であるCs単体を含む薄膜となっていることを意味しており、金属含有層が蒸着材料である金属塩を含んでいても良い。発明者は、別途行った予備実験により以下に示すような現象を観察しており、真空蒸着した膜がCs塩のみからなる膜ではなく、Cs単体を含む膜となっていることを間接的に確かめている。

具体的には、 Cs_2CO_3 を蒸着源として形成した蒸着膜にAlの蒸着膜を積層したものを大気に曝すと、Alの表面が激しく発砲し、表面に顕著な凹凸が生じることが確認された。蒸着膜として Cs_2CO_3 が成膜されているならば、積層したAl膜に顕著な変化は起きないはずである。これは蒸着膜がCs単体を含むため、大気暴露によって急激にCs単体部が酸化や吸湿をしたためであると考えられる。

【0126】

<5>次に、第1電子注入層361上に、真空蒸着法を用いて、NPDで構成される平均厚さ10nmの正孔輸送層343を形成した。

<6>次に、正孔輸送層343上に、真空蒸着法を用いて以下に示す青色発光層の構成材料で構成される平均厚さ20nmの青色発光層305Bを形成した。

ここで、青色発光層305Bの構成材料としては、ホスト材料として上記式(8)で表

10

20

30

40

50

わされる化合物を用い、ゲスト材料として上記式(11)で表わされる化合物を用いた。また、青色発光層中のゲスト材料(ドーパント)の含有量(ドーパ濃度)は、ホスト材料に対して重量比で5.0%とした。

<7>次に、青色発光層305B上に、真空蒸着法を用いて、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(Alq_3)で構成される平均厚さ20nmの電子輸送層362を形成した。

【0127】

<8>次に、電子輸送層362上に、真空蒸着法を用いてフッ化リチウム(LiF)で構成される、平均厚さ1nmの第2電子注入層363を形成した。

<9>次に、第2電子注入層363上に、真空蒸着法を用いてAlで構成される、平均厚さ100nmの陰極308を形成した。

<10>次に、形成した各層を覆うように、ガラス製の保護カバー(封止部材)を被せ、エポキシ樹脂により固定、封止した。

以上の工程により、図11に示すようなボトムエミッション構造の表示装置を製造した。

【0128】

(比較例1)

実施例1において、第1電子注入層361を省略したものを比較例1とした。

2. 評価。

実施例1および比較例1の表示装置および発光素子について、それぞれ、輝度が1,000cd/m²となるように発光素子に定電流を流し、発光素子から放出された光の電流効率を測定した。

さらに、各実施例および各比較例の表示装置および発光素子について、それぞれ、初期輝度が1,000cd/m²となるように発光素子に定電流を流し、初期輝度の80%となるまでの時間(LT80)を測定した。

その結果、実施例1の電流効率は比較例1の電流効率の1.03倍となった。また、実施例1の寿命(LT80)は比較例1の寿命(LT80)の1.06倍となった。

このように正孔注入層341と正孔輸送層343の間に第1電子注入層361が挿入されることにより、正孔注入層において輸送されるホール量が調整され、その結果キャリアバランスが改善され、電流効率が高くなるとともに、寿命が長くなることが確認された。

【0129】

(実施例2)

図12は、実施例1に係る発光装置の模式断面図であり、図5に対応している。

実施例2は、前述した本発明の第2実施形態の具体的実施結果である。

<1>まず、平均厚さ1.0mmの透明なガラス基板を基板321として用意した。次に、この基板321上に、スパッタ法により、平均厚さ50nmのITO膜を形成した後、このITO膜をフォトリソグラフィ法を用いてパターニングすることでITO電極(陽極303R、303G、303B/個別電極)を形成した。

そして、陽極303R、303G、303Bが形成された基板321をアセトン、2-プロパノールの順に浸漬し、超音波洗浄した後、酸素プラズマ処理を施した。

【0130】

<2>次に、陽極303R、303G、303Bが形成された基板321上に、スピンコート法により、アクリル系樹脂で構成される絶縁層を形成した後、この絶縁層をフォトリソグラフィ法を用いてITO電極を露出するようにパターニングすることで隔壁(バンク)を形成した。さらに、隔壁が形成された基板321の表面を、まずO₂ガスを処理ガスとしてプラズマ処理する。これにより陽極303R、303G、303Bの表面と隔壁の表面(壁面を含む)が活性化され親液化する。続いて、隔壁が形成された基板321の表面を、CF₄ガスを処理ガスとしてプラズマ処理する。これにより、アクリル系樹脂からなる隔壁の表面のみにCF₄ガスが反応して撥液化される。

【0131】

< 3 A > 次に、赤色発光素子 3 0 1 R を形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、1 . 0 w t % P E D O T / P S S 水分散液を塗布した。

< 3 B > 次に、緑色発光素子 3 0 1 G を形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、1 . 0 w t % P E D O T / P S S 水分散液を塗布した。

< 3 C > 次に、青色発光素子 3 0 1 B を形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、1 . 0 w t % P E D O T / P S S 水分散液を塗布した。

< 3 D > 次に、3 A、3 B、3 C の各工程で塗布した P E D O T / P S S 水分散液を乾燥した後、大気中にて基板 3 2 1 を加熱し、各陽極 3 0 3 R、3 0 3 G、3 0 3 B 上に、それぞれ、P E D O T / P S S で構成される平均厚さ 5 0 n m のイオン伝導性の正孔注入層 3 4 1 R、3 4 1 G、3 4 1 B を形成した。

10

【 0 1 3 2 】

< 4 A > 次に、赤色発光素子 3 0 1 R を形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、上記一般式 (1 6) で表わされる化合物の 1 . 5 w t % テトラメチルベンゼン溶液を塗布した。

< 4 B > 次に、緑色発光素子 3 0 1 G を形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、上記一般式 (1 6) で表わされる化合物の 1 . 5 w t % テトラメチルベンゼン溶液を塗布した。

< 4 C > 次に、4 A および 4 B の各工程で塗布した上記一般式 (1 6) で表わされる化合物のテトラメチルベンゼン溶液を乾燥した後、窒素雰囲気中にて基板 3 2 1 を加熱した。さらに、基板 3 2 1 の、赤色発光素子 3 0 1 R および緑色発光素子 3 0 1 G を形成すべき領域をキシレンによってリンスした。これにより、各正孔注入層 3 4 1 R および 3 4 1 G 上に、それぞれ、上記一般式 (1 6) で表わされる化合物で構成される平均厚さ 1 0 n m の中間層 3 4 2 R および 3 4 2 G を形成した。

20

【 0 1 3 3 】

< 5 A > 次に、赤色発光素子 3 0 1 R を形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、上記一般式 (1 7) で表わされる化合物の 1 . 2 w t % テトラメチルベンゼン溶液を塗布した。

< 5 B > 次に、緑色発光素子 3 0 1 G を形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、上記一般式 (1 9) で表わされる化合物の 1 . 2 w t % テトラメチルベンゼン溶液を塗布した。

30

< 5 C > 次に、5 A および 5 B の各工程で塗布した、上記一般式 (1 7) で表わされる化合物のテトラメチルベンゼン溶液と、上記一般式 (1 9) で表わされる化合物のテトラメチルベンゼン溶液とを乾燥した後、窒素雰囲気中にて基板 3 2 1 を加熱する。これにより、各中間層 3 4 2 R および 3 4 2 G 上に、それぞれ、上記一般式 (1 7) で表わされる化合物で構成される平均厚さ 6 0 n m の赤色発光層 3 0 5 R と、上記一般式 (1 9) で表わされる化合物で構成される平均厚さ 6 0 n m の緑色発光層 3 0 5 G とを形成した。

【 0 1 3 4 】

< 6 > 次に、赤色発光素子 3 0 1 R を形成すべき領域、緑色発光素子 3 0 1 G を形成すべき領域および青色発光素子 3 0 1 B を形成すべき領域に、それぞれ位置する、赤色発光層 3 0 5 R、緑色発光層 3 0 5 G および正孔注入層 3 4 1 B 上に、 Cs_2CO_3 を蒸着源として真空蒸着法にて形成した平均厚さ 0 . 5 n m の Cs を含む蒸着膜を形成し、第 1 電子注入層 3 6 1 とした。

40

ここで、Cs を「含む薄膜」とは、少なくとも Cs 塩を構成する金属材料である Cs 単体を含む薄膜となっていることを意味しており、金属含有層が蒸着材料である金属塩を含んでいても良い。発明者は、別途行った予備実験により以下に示すような現象を観察しており、真空蒸着した膜が Cs 塩のみからなる膜ではなく、Cs 単体を含む膜となっていることを間接的に確かめている。

具体的には、 Cs_2CO_3 を蒸着源として形成した蒸着膜に Al の蒸着膜を積層したものを大気に曝すと、Al の表面が激しく発砲し、表面に顕著な凹凸が生じることが確認された。蒸着膜として Cs_2CO_3 が成膜されているならば、積層した Al 膜に顕著な変化は起

50

きないはずである。これは蒸着膜がCs単体を含むため、大気暴露によって急激にCs単体部が酸化や吸湿をしたためであると考えられる。

【0135】

<7>次に、第1電子注入層361上に、真空蒸着法を用いて、 Cs-NPD で構成される平均厚さ10nmの正孔輸送層343を形成した。

<8>次に、正孔輸送層343上に、真空蒸着法を用いて以下に示す青色発光層の構成材料で構成される平均厚さ20nmの青色発光層305Bを形成した。

ここで、青色発光層305Bの構成材料としては、ホスト材料として上記式(8)で表わされる化合物を用い、ゲスト材料として上記式(11)で表わされる化合物を用いた。また、青色発光層中のゲスト材料(ドーパント)の含有量(ドーパ濃度)は、ホスト材料に対して重量比で5.0%とした。

<9>次に、青色発光層305B上に、真空蒸着法を用いて、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(Alq_3)で構成される平均厚さ20nmの電子輸送層362を形成した。

【0136】

<10>次に、電子輸送層362上に、真空蒸着法を用いてフッ化リチウム(LiF)で構成される、平均厚さ1nmの第2電子注入層363を形成した。

<11>次に、第2電子注入層363上に、真空蒸着法を用いてAlで構成される、平均厚さ100nmの陰極308を形成した。

<12>次に、形成した各層を覆うように、ガラス製の保護カバー(封止部材)を被せ、エポキシ樹脂により固定、封止した。

以上の工程により、図12に示すようなボトムエミッション構造の表示装置を製造した。

【0137】

(実施例3)

実施例3は、前述した本発明の第2実施形態の具体的実施結果である。

前記実施例2における前記工程<5A>、前記工程<5B>、前記工程<5C>、前記工程<7>、前記工程<8>および前記工程<9>を、それぞれ、下記工程<5A'>、下記工程<5B'>、下記工程<5C'>、前記工程<7'>、前記工程<8'>および前記工程<9'>のように変更したこと以外は、前記実施例2と同様にして、図12に示すようなボトムエミッション構造の表示装置を製造した。

【0138】

<5A'>次に、赤色発光素子301Rを形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、上記一般式(18)で表わされる化合物の1.2wt%テトラメチルベンゼン溶液を塗布した。

<5B'>次に、緑色発光素子301Gを形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、上記一般式(20)で表わされる化合物の1.2wt%テトラメチルベンゼン溶液を塗布した。

<5C'>次に、5A'および5B'の各工程で塗布した、上記一般式(18)で表わされる化合物のテトラメチルベンゼン溶液と、上記一般式(20)で表わされる化合物のテトラメチルベンゼン溶液とを乾燥した後、窒素雰囲気中にて基板321を加熱する。これにより、各中間層342Rおよび342G上に、それぞれ、上記一般式(18)で表わされる化合物で構成される平均厚さ50nmの赤色発光層305Rと、上記一般式(20)で表わされる化合物で構成される平均厚さ50nmの緑色発光層305Gとを形成した。

【0139】

<7'>次に、第1電子注入層361上に、真空蒸着法を用いて、上記式(6)で表わされる化合物で構成される平均厚さ10nmの正孔輸送層343を形成した。

<8'>次に、正孔輸送層343上に、真空蒸着法を用いて以下に示す青色発光層の構成材料で構成される平均厚さ10nmの青色発光層305Bを形成した。

ここで、青色発光層 305B の構成材料としては、ホスト材料として上記式 (10) で表わされる化合物を用い、ゲスト材料として上記式 (12) で表わされる化合物を用いた。また、青色発光層中のゲスト材料 (ドーパント) の含有量 (ドーパ濃度) は、ホスト材料に対して重量比で 5.0% とした。

< 9' > 次に、青色発光層 305B 上に、真空蒸着法を用いて、上記式 (14) で表わされる化合物で構成される平均厚さ 30nm の電子輸送層 362 を形成した。

【0140】

(比較例 21)

図 13 は、比較例 21 に係る発光装置の模式断面図であり、図 12 に対応している。

< 1 > まず、平均厚さ 1.0mm の透明なガラス基板を基板 421 として用意した。次に、この基板 421 上に、スパッタ法により、平均厚さ 50nm の ITO 膜を形成した後、この ITO 膜をフォトリソグラフィ法を用いてパターニングすることで ITO 電極 (陽極 403R、403G、403B / 個別電極) を形成した。

そして、陽極 403R、403G、403B が形成された基板 421 をアセトン、2-プロパノールの順に浸漬し、超音波洗浄した後、酸素プラズマ処理を施した。

【0141】

< 2 > 次に、陽極 403R、403G、403B が形成された基板 421 上に、スピンコート法により、アクリル系樹脂で構成される絶縁層を形成した後、この絶縁層をフォトリソグラフィ法を用いて ITO 電極を露出するようにパターニングすることで隔壁を形成した。さらに、隔壁が形成された基板 421 の表面を、まず O₂ ガスを処理ガスとしてプラズマ処理する。これにより陽極 403R、403G、403B の表面と隔壁の表面 (壁面を含む) が活性化され親液化する。続いて、隔壁が形成された基板 421 の表面を、CF₄ ガスを処理ガスとしてプラズマ処理する。これにより、アクリル系樹脂からなる隔壁の表面のみに CF₄ ガスが反応して撥液化される。

【0142】

< 3A > 次に、赤色発光素子 401R を形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、1.0wt% PEDOT/PSS 水分散液を塗布した。

< 3B > 次に、緑色発光素子 401G を形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、1.0wt% PEDOT/PSS 水分散液を塗布した。

< 3C > 次に、青色発光素子 401B を形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、1.0wt% PEDOT/PSS 水分散液を塗布した。

< 3D > 次に、3A、3B、3C の各工程で塗布した PEDOT/PSS 水分散液を乾燥した後、大気中にて基板 421 を加熱し、各陽極 403R、403G、403B 上に、それぞれ、PEDOT/PSS で構成される平均厚さ 50nm のイオン伝導性の正孔注入層 441R、441G、441B を形成した。

【0143】

< 4A > 次に、赤色発光素子 401R を形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、上記一般式 (16) で表わされる化合物の 1.5wt% テトラメチルベンゼン溶液を塗布した。

< 4B > 次に、緑色発光素子 401G を形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、上記一般式 (16) で表わされる化合物の 1.5wt% テトラメチルベンゼン溶液を塗布した。

< 4C > 次に、4A および 4B の各工程で塗布した上記一般式 (16) で表わされる化合物のテトラメチルベンゼン溶液を乾燥した後、窒素雰囲気中にて基板 421 を加熱した。さらに、基板 421 の、赤色発光素子 401R および緑色発光素子 401G を形成すべき領域をキシレンによってリンスした。これにより、各正孔注入層 441R および 441G 上に、それぞれ、上記一般式 (16) で表わされる化合物で構成される平均厚さ 10nm の中間層 442R および 442G を形成した。

【0144】

< 5A > 次に、赤色発光素子 401R を形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、イン

10

20

30

40

50

クジェット法を用いて、上記一般式(17)で表わされる化合物の1.2wt%テトラメチルベンゼン溶液を塗布した。

<5B>次に、緑色発光素子401Gを形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、上記一般式(19)で表わされる化合物の1.2wt%テトラメチルベンゼン溶液を塗布した。

<5C>次に、青色発光素子401Bを形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、 SiO_2 -NPDの1.0wt%テトラリン溶液を塗布した。

<5D>次に、5A、5Bおよび5Cの各工程で塗布した、上記一般式(17)で表わされる化合物のテトラメチルベンゼン溶液と、上記一般式(19)で表わされる化合物のテトラメチルベンゼン溶液と、 SiO_2 -NPDのテトラリン溶液とを乾燥した後、窒素雰囲気中にて基板421を加熱する。これにより、各中間層442Rおよび442G上に、それぞれ、上記一般式(17)で表わされる化合物で構成される平均厚さ60nmの赤色発光層405Rと、上記一般式(19)で表わされる化合物で構成される平均厚さ60nmの緑色発光層405Gとを形成した。さらに、正孔注入層441B上に、 SiO_2 -NPDで構成される平均厚さ10nmの正孔輸送層443Bを形成した。

【0145】

<6>次に、赤色発光素子401Rを形成すべき領域、緑色発光素子401Gを形成すべき領域および青色発光素子401Bを形成すべき領域に、それぞれ位置する、赤色発光層405R、緑色発光層405Gおよび正孔輸送層443B上に、真空蒸着法を用いて、以下に示す構成材料で構成される平均厚さ20nmの青色発光層405Bを形成した。

ここで、青色発光層405Bの構成材料としては、ホスト材料として上記式(8)で表わされる化合物を用い、ゲスト材料として上記式(11)で表わされる化合物を用いた。また、青色発光層405B中のゲスト材料(ドーパント)の含有量(ドーパ濃度)は、ホスト材料に対して重量比で5.0%とした。

【0146】

<7>次に、青色発光層405B上に、真空蒸着法を用いて、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(Alq_3)で構成される平均厚さ20nmの電子輸送層462を形成した。

<8>次に、電子輸送層462上に、真空蒸着法を用いてフッ化リチウム(LiF)で構成される、平均厚さ1nmの第2電子注入層463を形成した。

<9>次に、第2電子注入層463上に、真空蒸着法を用いてAlで構成される、平均厚さ100nmの陰極408を形成した。

<10>次に、形成した各層を覆うように、ガラス製の保護カバー(封止部材)を被せ、エポキシ樹脂により固定、封止した。

以上の工程により、実施例2に対して、第1電子注入層361の形成が省略され、正孔輸送層343が形成される代わりに正孔輸送層443Bが形成された、図13に示すようなボトムエミッション構造の表示装置を製造した。

【0147】

(比較例22)

図14は、比較例22に係る発光装置の模式断面図であり、図12に対応している。

<1>まず、平均厚さ1.0mmの透明なガラス基板を基板521として用意した。次に、この基板521上に、スパッタ法により、平均厚さ50nmのITO膜を形成した後、このITO膜をフォトリソグラフィ法を用いてパターニングすることでITO電極(陽極503R、503G、503B/個別電極)を形成した。

そして、陽極503R、503G、503Bが形成された基板521をアセトン、2-プロパノールの順に浸漬し、超音波洗浄した後、酸素プラズマ処理を施した。

<2>次に、陽極503R、503G、503Bが形成された基板521上に、スピンコート法により、アクリル系樹脂で構成される絶縁層を形成した後、この絶縁層をフォトリソグラフィ法を用いてITO電極を露出するようにパターニングすることで隔壁を形成した。さらに、隔壁が形成された基板521の表面を、まず O_2 ガスを処理ガスとして

プラズマ処理する。これにより陽極503R、503G、503Bの表面と隔壁の表面(壁面を含む)が活性化され親液化する。続いて、隔壁が形成された基板521の表面を、 CF_4 ガスを処理ガスとしてプラズマ処理する。これにより、アクリル系樹脂からなる隔壁の表面のみに CF_4 ガスが反応して撥液化される。

【0148】

<3A>次に、赤色発光素子501Rを形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、1.0wt%PEDOT/PSS水分散液を塗布した。

<3B>次に、緑色発光素子501Gを形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、1.0wt%PEDOT/PSS水分散液を塗布した。

<3C>次に、青色発光素子501Bを形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、1.0wt%PEDOT/PSS水分散液を塗布した。

<3D>次に、3A、3B、3Cの各工程で塗布したPEDOT/PSS水分散液を乾燥した後、大気中にて基板521を加熱し、各陽極503R、503G、503B上に、それぞれ、PEDOT/PSSで構成される平均厚さ50nmのイオン伝導性の正孔注入層541R、541G、541Bを形成した。

【0149】

<4A>次に、赤色発光素子501Rを形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、上記一般式(16)で表わされる化合物の1.5wt%テトラメチルベンゼン溶液を塗布した。

<4B>次に、緑色発光素子501Gを形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、上記一般式(16)で表わされる化合物の1.5wt%テトラメチルベンゼン溶液を塗布した。

<4C>次に、4Aおよび4Bの各工程で塗布した上記一般式(16)で表わされる化合物のテトラメチルベンゼン溶液を乾燥した後、窒素雰囲気中にて基板521を加熱した。さらに、基板521の、赤色発光素子501Rおよび緑色発光素子501Gを形成すべき領域をキシレンによってリンスした。これにより、各正孔注入層541Rおよび541G上に、それぞれ、上記一般式(16)で表わされる化合物で構成される平均厚さ10nmの中間層542Rおよび542Gを形成した。

【0150】

<5A>次に、赤色発光素子501Rを形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、上記一般式(17)で表わされる化合物の1.2wt%テトラメチルベンゼン溶液を塗布した。

<5B>次に、緑色発光素子501Gを形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、上記一般式(19)で表わされる化合物の1.2wt%テトラメチルベンゼン溶液を塗布した。

<5C>次に、青色発光素子501Bを形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、 $-NPD$ の1.0wt%テトラリン溶液を塗布した。

<5D>次に、5A、5Bおよび5Cの各工程で塗布した、上記一般式(17)で表わされる化合物のテトラメチルベンゼン溶液と、上記一般式(19)で表わされる化合物のテトラメチルベンゼン溶液と、 $-NPD$ のテトラリン溶液とを乾燥した後、窒素雰囲気中にて基板521を加熱する。これにより、各中間層542Rおよび542G上に、それぞれ、上記一般式(17)で表わされる化合物で構成される平均厚さ60nmの赤色発光層505Rと、上記一般式(19)で表わされる化合物で構成される平均厚さ60nmの緑色発光層505Gとを形成した。さらに、正孔注入層541B上に、 $-NPD$ で構成される平均厚さ10nmの正孔輸送層543Bを形成した。

【0151】

<6>次に、赤色発光素子501Rを形成すべき領域、緑色発光素子501Gを形成すべき領域および青色発光素子501Bを形成すべき領域に、それぞれ位置する、赤色発光層505R、緑色発光層505Gおよび正孔輸送層543B上に、 Cs_2CO_3 を蒸着源として真空蒸着法にて形成した平均厚さ0.5nmのCsを含む蒸着膜を形成し、第1電子

10

20

30

40

50

注入層 5 6 1 とした。

< 7 > 次に、第 1 電子注入層 5 6 1 上に、真空蒸着法を用いて、以下に示す構成材料で構成される平均厚さ 2 0 n m の青色発光層 5 0 5 B を形成した。

ここで、青色発光層 5 0 5 B の構成材料としては、ホスト材料として上記式 (8) で表わされる化合物を用い、ゲスト材料として上記式 (1 1) で表わされる化合物を用いた。また、青色発光層 5 0 5 B 中のゲスト材料 (ドープ) の含有量 (ドープ濃度) は、ホスト材料に対して重量比で 5 . 0 % とした。

【 0 1 5 2 】

< 8 > 次に、青色発光層 5 0 5 B 上に、真空蒸着法を用いて、トリス (8 - キノリノラト) アルミニウム (Alq_3) で構成される平均厚さ 2 0 n m の電子輸送層 5 6 2 を形成した。

10

< 9 > 次に、電子輸送層 5 6 2 上に、真空蒸着法を用いてフッ化リチウム (LiF) で構成される、平均厚さ 1 n m の第 2 電子注入層 5 6 3 を形成した。

< 1 0 > 次に、第 2 電子注入層 5 6 3 上に、真空蒸着法を用いて Al で構成される、平均厚さ 1 0 0 n m の陰極 5 0 8 を形成した。

< 1 1 > 次に、形成した各層を覆うように、ガラス製の保護カバー (封止部材) を被せ、エポキシ樹脂により固定、封止した。

以上の工程により、実施例 2 に対して、正孔輸送層 3 4 3 が形成される代わりに正孔輸送層 5 4 3 B が形成された、図 1 4 に示すようなボトムエミッション構造の表示装置を製造した。

20

【 0 1 5 3 】

(比較例 2 3)

図 1 5 は、比較例 2 3 に係る発光装置の模式断面図であり、図 1 2 に対応している。

< 1 > まず、平均厚さ 1 . 0 m m の透明なガラス基板を基板 6 2 1 として用意した。次に、この基板 6 2 1 上に、スパッタ法により、平均厚さ 5 0 n m の I T O 膜を形成した後、この I T O 膜をフォトリソグラフィ法を用いてパターンニングすることで I T O 電極 (陽極 6 0 3 R、6 0 3 G、6 0 3 B / 個別電極) を形成した。

そして、陽極 6 0 3 R、6 0 3 G、6 0 3 B が形成された基板 6 2 1 をアセトン、2 - プロパノールの順に浸漬し、超音波洗浄した後、酸素プラズマ処理を施した。

< 2 > 次に、陽極 6 0 3 R、6 0 3 G、6 0 3 B が形成された基板 6 2 1 上に、スピコート法により、アクリル系樹脂で構成される絶縁層を形成した後、この絶縁層をフォトリソグラフィ法を用いて I T O 電極を露出するようにパターンニングすることで隔壁を形成した。さらに、隔壁が形成された基板 6 2 1 の表面を、まず O_2 ガスを処理ガスとしてプラズマ処理する。これにより陽極 6 0 3 R、6 0 3 G、6 0 3 B の表面と隔壁の表面 (壁面を含む) が活性化され親液化する。続いて、隔壁が形成された基板 6 2 1 の表面を、 CF_4 ガスを処理ガスとしてプラズマ処理する。これにより、アクリル系樹脂からなる隔壁の表面のみに CF_4 ガスが反応して撥液化される。

30

【 0 1 5 4 】

< 3 A > 次に、赤色発光素子 6 0 1 R を形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、1 . 0 w t % P E D O T / P S S 水分散液を塗布した。

40

< 3 B > 次に、緑色発光素子 6 0 1 G を形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、1 . 0 w t % P E D O T / P S S 水分散液を塗布した。

< 3 C > 次に、青色発光素子 6 0 1 B を形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、1 . 0 w t % P E D O T / P S S 水分散液を塗布した。

< 3 D > 次に、3 A、3 B、3 C の各工程で塗布した P E D O T / P S S 水分散液を乾燥した後、大気中にて基板 6 2 1 を加熱し、各陽極 6 0 3 R、6 0 3 G、6 0 3 B 上に、それぞれ、P E D O T / P S S で構成される平均厚さ 5 0 n m のイオン伝導性の正孔注入層 6 4 1 R、6 4 1 G、6 4 1 B を形成した。

【 0 1 5 5 】

< 4 A > 次に、赤色発光素子 6 0 1 R を形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、イン

50

クジェット法を用いて、上記一般式(16)で表わされる化合物の1.5wt%テトラメチルベンゼン溶液を塗布した。

<4B>次に、緑色発光素子601Gを形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、上記一般式(16)で表わされる化合物の1.5wt%テトラメチルベンゼン溶液を塗布した。

<4C>次に、4Aおよび4Bの各工程で塗布した上記一般式(16)で表わされる化合物のテトラメチルベンゼン溶液を乾燥した後、窒素雰囲気中にて基板621を加熱した。さらに、基板621の、赤色発光素子601Rおよび緑色発光素子601Gを形成すべき領域をキシレンによってリンスした。これにより、各正孔注入層641Rおよび641G上に、それぞれ、上記一般式(16)で表わされる化合物で構成される平均厚さ10nm 10
mの中間層642Rおよび642Gを形成した。

【0156】

<5A>次に、赤色発光素子601Rを形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、上記一般式(17)で表わされる化合物の1.2wt%テトラメチルベンゼン溶液を塗布した。

<5B>次に、緑色発光素子601Gを形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、上記一般式(19)で表わされる化合物の1.2wt%テトラメチルベンゼン溶液を塗布した。

<5C>次に、5Aおよび5Bの各工程で塗布した、上記一般式(17)で表わされる化合物のテトラメチルベンゼン溶液と、上記一般式(19)で表わされる化合物のテトラ 20
メチルベンゼン溶液とを乾燥した後、窒素雰囲気中にて基板621を加熱する。これにより、各中間層642Rおよび642G上に、それぞれ、上記一般式(17)で表わされる化合物で構成される平均厚さ60nmの赤色発光層605Rと、上記一般式(19)で表わされる化合物で構成される平均厚さ60nmの緑色発光層605Gとを形成した。

【0157】

<6>次に、赤色発光素子601Rを形成すべき領域、緑色発光素子601Gを形成すべき領域および青色発光素子601Bを形成すべき領域に、それぞれ位置する、赤色発光層605R、緑色発光層605Gおよび正孔注入層641B上に、真空蒸着法を用いて、

-NPDで構成される平均厚さ10nmの正孔輸送層643を形成した。

<7>次に、正孔輸送層643上に、真空蒸着法を用いて以下に示す構成材料で構成さ 30
れる平均厚さ20nmの青色発光層605Bを形成した。

ここで、青色発光層605Bの構成材料としては、ホスト材料として上記式(8)で表わされる化合物を用い、ゲスト材料として上記式(11)で表わされる化合物を用いた。また、青色発光層中のゲスト材料(ドーパント)の含有量(ドーパ濃度)は、ホスト材料に対して重量比で5.0%とした。

【0158】

<8>次に、青色発光層605B上に、真空蒸着法を用いて、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(Alq_3)で構成される平均厚さ20nmの電子輸送層662を形成した。

<9>次に、電子輸送層662上に、真空蒸着法を用いてフッ化リチウム(LiF)で 40
構成される、平均厚さ1nmの第2電子注入層663を形成した。

<10>次に、第2電子注入層663上に、真空蒸着法を用いてAlで構成される、平均厚さ100nmの陰極608を形成した。

<11>次に、形成した各層を覆うように、ガラス製の保護カバー(封止部材)を被せ、エポキシ樹脂により固定、封止した。

以上の工程により、実施例2に対して、第1電子注入層361の形成が省略された、図15に示すようなボトムエミッション構造の表示装置を製造した。

【0159】

(比較例24R)

図16は、比較例24Rに係る発光装置の模式断面図であり、図12の赤色発光素子3 50

01Rに対応している。

<1>まず、平均厚さ1.0mmの透明なガラス基板を基板721として用意した。次に、この基板721上に、スパッタ法により、平均厚さ50nmのITO膜を形成した後、このITO膜をフォトリソグラフィ法を用いてパターニングすることでITO電極(陽極703R)を形成した。

そして、陽極703Rが形成された基板721をアセトン、2-プロパノールの順に浸漬し、超音波洗浄した後、酸素プラズマ処理を施した。

<2>次に、陽極703Rが形成された基板721上に、スピコート法により、アクリル系樹脂で構成される絶縁層を形成した後、この絶縁層をフォトリソグラフィ法を用いてITO電極を露出するようにパターニングすることで隔壁(バンク)を形成した。さらに、隔壁が形成された基板721の表面を、まずO₂ガスを処理ガスとしてプラズマ処理する。これにより陽極703Rの表面と隔壁の表面(壁面を含む)が活性化され親液化する。続いて、隔壁が形成された基板721の表面を、CF₄ガスを処理ガスとしてプラズマ処理する。これにより、アクリル系樹脂からなる隔壁の表面のみにCF₄ガスが反応して撥液化される。

【0160】

<3>次に、赤色発光素子701Rを形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、1.0wt%PEDOT/PSS水分散液を塗布した。さらに、塗布したPEDOT/PSS水分散液を乾燥した後、大気中にて基板721を加熱し、陽極703R上に、PEDOT/PSSで構成される平均厚さ50nmのイオン伝導性の正孔注入層741Rを形成した。

<4>次に、赤色発光素子701Rを形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、上記一般式(16)で表わされる化合物の1.5wt%テトラメチルベンゼン溶液を塗布した。さらに、塗布した上記一般式(16)で表わされる化合物のテトラメチルベンゼン溶液を乾燥した後、窒素雰囲気中にて基板721を加熱した。続いて、基板721の、赤色発光素子701Rを形成すべき領域をキシレンによってリンスした。これにより、各正孔注入層741R上に、上記一般式(16)で表わされる化合物で構成される平均厚さ10nmの中間層742Rを形成した。

【0161】

<5>次に、赤色発光素子701Rを形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、上記一般式(17)で表わされる化合物の1.2wt%テトラメチルベンゼン溶液を塗布した。さらに、塗布した上記一般式(17)で表わされる化合物のテトラメチルベンゼン溶液を乾燥した後、窒素雰囲気中にて基板721を加熱する。これにより、各中間層742R上に、上記一般式(17)で表わされる化合物で構成される平均厚さ80nmの赤色発光層705Rを形成した。

<6>次に、赤色発光層705R上に、Cs₂CO₃を蒸着源として真空蒸着法にて形成した平均厚さ1nmのCsを含む蒸着膜を形成し、第2電子注入層763とした。

<7>次に、第2電子注入層763上に、真空蒸着法を用いてAlで構成される、平均厚さ100nmの陰極708を形成した。

<8>次に、形成した各層を覆うように、ガラス製の保護カバー(封止部材)を被せ、エポキシ樹脂により固定、封止した。

【0162】

以上の工程により、図16に示すようなボトムエミッション構造の赤色発光素子701Rを製造した。この赤色発光素子701Rは、実施例2の赤色発光素子301R、比較例1の赤色発光素子401R、比較例22の赤色発光素子501Rおよび比較例23の赤色発光素子601Rの特性を規格化するために用いた。

【0163】

(比較例24G)

図17は、比較例24Gに係る発光装置の模式断面図であり、図12の緑色発光素子301Gに対応している。

< 1 > まず、平均厚さ 1.0 mm の透明なガラス基板を基板 8 2 1 として用意した。次に、この基板 8 2 1 上に、スパッタ法により、平均厚さ 50 nm の I T O 膜を形成した後、この I T O 膜をフォトリソグラフィ法を用いてパターンニングすることで I T O 電極（陽極 8 0 3 G）を形成した。

そして、陽極 8 0 3 G が形成された基板 8 2 1 をアセトン、2 - プロパノールの順に浸漬し、超音波洗浄した後、酸素プラズマ処理を施した。

< 2 > 次に、陽極 8 0 3 G が形成された基板 8 2 1 上に、スピンコート法により、アクリル系樹脂で構成される絶縁層を形成した後、この絶縁層をフォトリソグラフィ法を用いて I T O 電極を露出するようにパターンニングすることで隔壁（バンク）を形成した。さらに、隔壁が形成された基板 8 2 1 の表面を、まず O₂ ガスを処理ガスとしてプラズマ処理する。これにより陽極 8 0 3 G の表面と隔壁の表面（壁面を含む）が活性化され親液化する。続いて、隔壁が形成された基板 8 2 1 の表面を、C F₄ ガスを処理ガスとしてプラズマ処理する。これにより、アクリル系樹脂からなる隔壁の表面のみに C F₄ ガスが反応して撥液化される。

【 0 1 6 4 】

< 3 > 次に、緑色発光素子 8 0 1 G を形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、1.0 wt % P E D O T / P S S 水分散液を塗布した。さらに、塗布した P E D O T / P S S 水分散液を乾燥した後、大気中にて基板 8 2 1 を加熱し、陽極 8 0 3 G 上に、P E D O T / P S S で構成される平均厚さ 50 nm のイオン伝導性の正孔注入層 8 4 1 G を形成した。

< 4 > 次に、緑色発光素子 8 0 1 G を形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、上記一般式（16）で表わされる化合物の 1.5 wt % テトラメチルベンゼン溶液を塗布した。さらに、塗布した上記一般式（16）で表わされる化合物のテトラメチルベンゼン溶液を乾燥した後、窒素雰囲気中にて基板 8 2 1 を加熱した。続いて、基板 8 2 1 の、緑色発光素子 8 0 1 G を形成すべき領域をキシレンによってリンスした。これにより、各正孔注入層 8 4 1 G 上に、上記一般式（16）で表わされる化合物で構成される平均厚さ 10 nm の中間層 8 4 2 G を形成した。

【 0 1 6 5 】

< 5 > 次に、緑色発光素子 8 0 1 G を形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、上記一般式（19）で表わされる化合物の 1.2 wt % テトラメチルベンゼン溶液を塗布した。さらに、塗布した上記一般式（19）で表わされる化合物のテトラメチルベンゼン溶液を乾燥した後、窒素雰囲気中にて基板 8 2 1 を加熱する。これにより、各中間層 8 4 2 G 上に、上記一般式（19）で表わされる化合物で構成される平均厚さ 80 nm の緑色発光層 8 0 5 G を形成した。

< 6 > 次に、緑色発光層 8 0 5 G 上に、C s₂ C O₃ を蒸着源として真空蒸着法にて形成した平均厚さ 1 nm の C s を含む蒸着膜を形成し、第 2 電子注入層 8 6 3 とした。

< 7 > 次に、第 2 電子注入層 8 6 3 上に、真空蒸着法を用いて A 1 で構成される、平均厚さ 100 nm の陰極 8 0 8 を形成した。

< 8 > 次に、形成した各層を覆うように、ガラス製の保護カバー（封止部材）を被せ、エポキシ樹脂により固定、封止した。

【 0 1 6 6 】

以上の工程により、図 1 7 に示すようなボトムエミッション構造の緑色発光素子 8 0 1 G を製造した。この緑色発光素子 8 0 1 G は、実施例 2 の緑色発光素子 3 0 1 G、比較例 2 1 の緑色発光素子 4 0 1 G、比較例 2 2 の緑色発光素子 5 0 1 G および比較例 2 3 の緑色発光素子 6 0 1 G の特性を規格化するために用いた。

【 0 1 6 7 】

（比較例 2 4 B）

図 1 8 は、比較例 2 4 B に係る発光装置の模式断面図であり、図 1 2 の青色発光素子 3 0 1 B に対応している。

< 1 > まず、平均厚さ 1.0 mm の透明なガラス基板を基板 9 2 1 として用意した。次

10

20

30

40

50

に、この基板 9 2 1 上に、スパッタ法により、平均厚さ 5 0 n m の I T O 膜を形成した後、この I T O 膜をフォトリソグラフィ法を用いてパターンニングすることで I T O 電極（陽極 9 0 3 B）を形成した。

そして、陽極 9 0 3 B が形成された基板 9 2 1 をアセトン、2 - プロパノールの順に浸漬し、超音波洗浄した後、酸素プラズマ処理を施した。

< 2 > 次に、陽極 9 0 3 B が形成された基板 9 2 1 上に、スピコート法により、アクリル系樹脂で構成される絶縁層を形成した後、この絶縁層をフォトリソグラフィ法を用いて I T O 電極を露出するようにパターンニングすることで隔壁（バンク）を形成した。さらに、隔壁が形成された基板 9 2 1 の表面を、まず O_2 ガスを処理ガスとしてプラズマ処理する。これにより陽極 9 0 3 B の表面と隔壁の表面（壁面を含む）が活性化され親液化する。続いて、隔壁が形成された基板 9 2 1 の表面を、 CF_4 ガスを処理ガスとしてプラズマ処理する。これにより、アクリル系樹脂からなる隔壁の表面のみに CF_4 ガスが反応して撥液化される。

10

【 0 1 6 8 】

< 3 > 次に、青色発光素子 9 0 1 B を形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、1 . 0 w t % P E D O T / P S S 水分散液を塗布した。さらに、塗布した P E D O T / P S S 水分散液を乾燥した後、大気中にて基板 9 2 1 を加熱し、陽極 9 0 3 B 上に、P E D O T / P S S で構成される平均厚さ 5 0 n m のイオン伝導性の正孔注入層 9 4 1 B を形成した。

< 4 > 次に、正孔注入層 9 4 1 B 上に、真空蒸着法を用いて、 $-NPD$ で構成される平均厚さ 1 0 n m の正孔輸送層 9 4 3 B を形成した。

20

< 5 > 次に、正孔輸送層 9 4 3 B 上に、真空蒸着法を用いて以下に示す構成材料で構成される平均厚さ 2 0 n m の青色発光層 9 0 5 B を形成した。

ここで、青色発光層 9 0 5 B の構成材料としては、ホスト材料として上記式（ 8 ）で表わされる化合物を用い、ゲスト材料として上記式（ 1 1 ）で表わされる化合物を用いた。また、青色発光層中のゲスト材料（ドーパント）の含有量（ドーブ濃度）は、ホスト材料に対して重量比で 5 . 0 % とした。

【 0 1 6 9 】

< 6 > 次に、青色発光層 9 0 5 B 上に、真空蒸着法を用いて、トリス（ 8 - キノリノラト）アルミニウム（ Alq_3 ）で構成される平均厚さ 2 0 n m の電子輸送層 9 6 2 を形成した。

30

< 7 > 次に、電子輸送層 9 6 2 上に、真空蒸着法を用いてフッ化リチウム（ LiF ）で構成される、平均厚さ 1 n m の第 2 電子注入層 9 6 3 を形成した。

< 8 > 次に、第 2 電子注入層 9 6 3 上に、真空蒸着法を用いて Al で構成される、平均厚さ 1 0 0 n m の陰極 9 0 8 を形成した。

< 9 > 次に、形成した各層を覆うように、ガラス製の保護カバー（封止部材）を被せ、エポキシ樹脂により固定、封止した。

【 0 1 7 0 】

以上の工程により、図 1 8 に示すようなボトムエミッション構造の青色発光素子 9 0 1 B を製造した。この青色発光素子 9 0 1 B は、実施例 2 の青色発光素子 3 0 1 B、比較例 2 1 の青色発光素子 4 0 1 B、比較例 2 2 の青色発光素子 5 0 1 B および比較例 2 3 の青色発光素子 6 0 1 B の特性を規格化するために用いた。

40

【 0 1 7 1 】

（比較例 2 5 B）

図 1 9 は、比較例 2 5 B に係る発光装置の模式断面図であり、図 1 2 の青色発光素子 3 0 1 B に対応している。

< 1 > まず、平均厚さ 1 . 0 m m の透明なガラス基板を基板 2 1 2 1 として用意した。次に、この基板 2 1 2 1 上に、スパッタ法により、平均厚さ 5 0 n m の I T O 電極（陽極 2 1 0 3 B）を形成した。

そして、陽極 2 1 0 3 B が形成された基板 2 1 2 1 をアセトン、2 - プロパノールの順

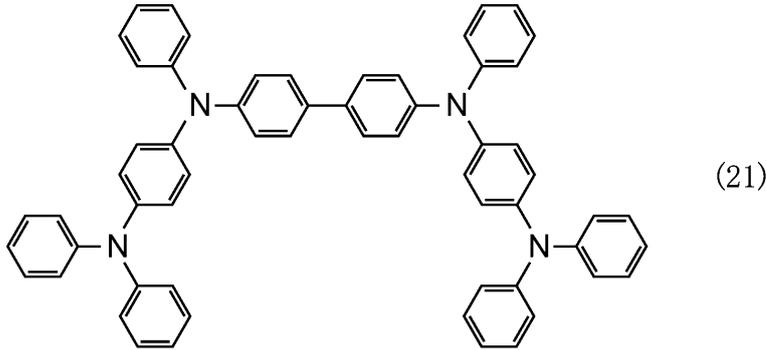
50

に浸漬し、超音波洗浄した後、酸素プラズマ処理を施した。

< 2 >次に、陽極 2 1 0 3 B 上に、真空蒸着法を用いて、下記式 (2 1) で表わされる化合物で構成される平均厚さ 5 0 n m の正孔注入層 2 1 4 1 B を形成した。

【 0 1 7 2 】

【 化 1 1 】



10

【 0 1 7 3 】

< 3 >次に、正孔注入層 2 1 4 1 B 上に、真空蒸着法を用いて、 - N P D で構成される平均厚さ 1 0 n m の正孔輸送層 2 1 4 3 B を形成した。

< 4 >次に、正孔輸送層 2 1 4 3 B 上に、真空蒸着法を用いて以下に示す構成材料で構成される平均厚さ 2 0 n m の青色発光層 2 1 0 5 B を形成した。

ここで、青色発光層 2 1 0 5 B の構成材料としては、ホスト材料として上記式 (8) で表わされる化合物を用い、ゲスト材料として上記式 (1 1) で表わされる化合物を用いた。また、青色発光層中のゲスト材料 (ドープ) の含有量 (ドープ濃度) は、ホスト材料に対して重量比で 5 . 0 % とした。

< 5 >次に、青色発光層 2 1 0 5 B 上に、真空蒸着法を用いて、トリス (8 - キノリノラト) アルミニウム (A l q₃) で構成される平均厚さ 2 0 n m の電子輸送層 2 1 6 2 を形成した。

【 0 1 7 4 】

< 6 >次に、電子輸送層 2 1 6 2 上に、真空蒸着法を用いてフッ化リチウム (L i F) で構成される、平均厚さ 1 n m の第 2 電子注入層 2 1 6 3 を形成した。

< 7 >次に、第 2 電子注入層 2 1 6 3 上に、真空蒸着法を用いて A l で構成される、平均厚さ 1 0 0 n m の陰極 2 1 0 8 を形成した。

< 8 >次に、形成した各層を覆うように、ガラス製の保護カバー (封止部材) を被せ、エポキシ樹脂により固定、封止した。

以上の工程により、図 1 9 に示すような陽極 2 1 0 3 B 上の各層が蒸着層で構成され、正孔注入層 2 1 4 1 B にイオン伝導性の材料を用いず、かつ第 1 電子注入層を有しない、ボトムエミッション構造の青色発光素子 2 1 0 1 B を製造した。

【 0 1 7 5 】

(比較例 2 6 B)

図 2 0 は、比較例 2 6 B に係る発光装置の模式断面図であり、図 1 2 の青色発光素子 3 0 1 B に対応している。

< 1 >まず、平均厚さ 1 . 0 m m の透明なガラス基板を基板 2 2 2 1 として用意した。次に、この基板 2 2 2 1 上に、スパッタ法により、平均厚さ 5 0 n m の I T O 電極 (陽極 2 2 0 3 B) を形成した。

そして、陽極 2 2 0 3 B が形成された基板 2 2 2 1 をアセトン、2 - プロパノールの順に浸漬し、超音波洗浄した後、酸素プラズマ処理を施した。

< 2 >次に、陽極 2 2 0 3 B 上に、真空蒸着法を用いて、上記式 (2 1) で表わされる化合物で構成される平均厚さ 5 0 n m の正孔注入層 2 2 4 1 B を形成した。

< 3 >次に、陽極 2 2 4 1 B 上に、C s₂C O₃ を蒸着源として真空蒸着法にて形成した

30

40

50

平均厚さ 0.5 nm の Cs を含む蒸着膜を形成し、第 1 電子注入層 2261B とした。

【0176】

<4>次に、第 1 電子注入層 2261B 上に、真空蒸着法を用いて、 Mg:Ag で構成される平均厚さ 10 nm の正孔輸送層 2243B を形成した。

<5>次に、正孔輸送層 2243B 上に、真空蒸着法を用いて以下に示す構成材料で構成される平均厚さ 20 nm の青色発光層 2205B を形成した。

ここで、青色発光層 2205B の構成材料としては、ホスト材料として上記式(8)で表わされる化合物を用い、ゲスト材料として上記式(11)で表わされる化合物を用いた。また、青色発光層中のゲスト材料(ドーパント)の含有量(ドーパ濃度)は、ホスト材料に対して重量比で 5.0% とした。

【0177】

<6>次に、青色発光層 2205B 上に、真空蒸着法を用いて、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(Alq_3)で構成される平均厚さ 20 nm の電子輸送層 2262 を形成した。

<7>次に、電子輸送層 2262 上に、真空蒸着法を用いてフッ化リチウム(LiF)で構成される、平均厚さ 1 nm の第 2 電子注入層 2263 を形成した。

<8>次に、第 2 電子注入層 2263 上に、真空蒸着法を用いて Al で構成される、平均厚さ 100 nm の陰極 2208 を形成した。

<9>次に、形成した各層を覆うように、ガラス製の保護カバー(封止部材)を被せ、エポキシ樹脂により固定、封止した。

【0178】

以上の工程により、図 20 に示すような各層が蒸着層で構成される青色発光素子を製造した。詳しくは、陽極 2203B 上の各層が蒸着層で構成され、正孔注入層 2241B にイオン伝導性の材料を用いず、かつ第 1 電子注入層 2261B を有する、ボトムエミッション構造の青色発光素子 2201B を製造した。

【0179】

(比較例 27R)

図 16 を用いて説明する。

前記比較例 24R における前記工程<5>を、下記工程<5'>のように変更したこと以外は、前記比較例 24R と同様にして、図 16 に示すようなボトムエミッション構造の赤色発光素子 701R を製造した。この比較例 27R の赤色発光素子 701R は、実施例 2 の赤色発光素子 301R の特性を規格化するために用いた。

<5'>次に、赤色発光素子 701R を形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、上記一般式(18)で表わされる化合物の 1.2 wt% テトラメチルベンゼン溶液を塗布した。さらに、塗布した上記一般式(18)で表わされる化合物のテトラメチルベンゼン溶液を乾燥した後、窒素雰囲気中にて基板 721 を加熱する。これにより、各中間層 742R 上に、上記一般式(18)で表わされる化合物で構成される平均厚さ 80 nm の赤色発光層 705R を形成した。

【0180】

(比較例 27G)

図 17 を用いて説明する。

前記比較例 24G における前記工程<5>を、下記工程<5'>のように変更したこと以外は、前記比較例 24G と同様にして、図 17 に示すようなボトムエミッション構造の緑色発光素子 801G を製造した。この比較例 27G の緑色発光素子 801G は、実施例 2 の緑色発光素子 301G の特性を規格化するために用いた。

<5'>次に、緑色発光素子 801G を形成すべき領域に位置する隔壁の内側に、インクジェット法を用いて、上記一般式(20)で表わされる化合物の 1.2 wt% テトラメチルベンゼン溶液を塗布した。さらに、塗布した上記一般式(20)で表わされる化合物のテトラメチルベンゼン溶液を乾燥した後、窒素雰囲気中にて基板 821 を加熱する。これにより、各中間層 842G 上に、上記一般式(20)で表わされる化合物で構成される

10

20

30

40

50

平均厚さ80nmの緑色発光層805Gを形成した。

【0181】

(比較例27B)

図18を用いて説明する。

前記比較例24Bにおける前記工程<4>、前記工程<5>および前記工程<6>を、それぞれ、下記工程<4'>、下記工程<5'>および下記工程<6'>のように変更したこと以外は、前記比較例24Bと同様にして、図18に示すようなボトムエミッション構造の青色発光素子901Bを製造した。この比較例27Bの青色発光素子901Bは、実施例2の青色発光素子301Bの特性を規格化するために用いた。

【0182】

<4'>次に、正孔注入層941B上に、真空蒸着法を用いて、上記式(6)で表わされる化合物で構成される平均厚さ10nmの正孔輸送層943Bを形成した。

<5'>次に、正孔輸送層943B上に、真空蒸着法を用いて以下に示す構成材料で構成される平均厚さ10nmの青色発光層905Bを形成した。

ここで、青色発光層905Bの構成材料としては、ホスト材料として上記式(10)で表わされる化合物を用い、ゲスト材料として上記式(12)で表わされる化合物を用いた。また、青色発光層中のゲスト材料(ドーパント)の含有量(ドーパ濃度)は、ホスト材料に対して重量比で5.0%とした。

<6'>次に、青色発光層905B上に、真空蒸着法を用いて、上記式(14)で表わされる化合物で構成される平均厚さ30nmの電子輸送層962を形成した。

【0183】

4. 評価。

各実施例および各比較例の表示装置および発光素子について、それぞれ、輝度が 10 cd/m^2 となるように発光素子に定電流を流し、このときに発光する発光素子の光の色を目視にて観察した。

ここで、 10 cd/m^2 という低輝度の値を選んだ理由は、本発明の各実施例の各発光素子および各比較例の各発光素子において、例えば高輝度側(高電流密度側)で所望の発光色が得られたとしても、低輝度側(低電流密度側)に行くにつれて発光色が変化し、低輝度側(低電流密度側)では所望の発光色が得られない場合があったためである。逆に、低輝度側(低電流密度側)で所望の発光色が得られれば、高輝度側(高電流密度側)でも問題なく所望の発光色が得られた。なお、ここで所望の発光色が得られるとは、赤色発光素子では赤色発光が、緑色発光素子では緑色発光が、青色発光素子では青色発光が得られることを指す。

【0184】

また、各実施例および各比較例の表示装置および発光素子について、それぞれ、輝度が $1,000\text{ cd/m}^2$ となるように発光素子に定電流を流し、発光素子にかかる電圧、発光素子から放出された光の電流効率を測定した。

さらに、各実施例および各比較例の表示装置および発光素子について、それぞれ、初期輝度が $1,000\text{ cd/m}^2$ となるように発光素子に定電流を流し、初期輝度の80%となるまでの時間(LT80)を測定した。

そして、実施例2、比較例21、22、23については、比較例24R、24G、24Bで測定された測定値を基準として規格した値を求めた。また、実施例3については、比較例27R、27G、27Bで測定された測定値を基準として規格した値を求めた。

これらの結果を表1、表2に示す。

【0185】

10

20

30

40

【表 1】

素子構造		実施例2	比較例21	比較例22	比較例23
色 (10cd/m ²)	R	赤	ピンク	赤	青
	G	緑	青緑	緑	青
	B	青	青	淡青	青
規格化 電流効率 (1000cd/m ²)	R	0.89	0.80	0.85	— ※5
	G	0.89	0.91	0.78	— ※6
	B	1.00	0.82	0.05	1.00
規格化電圧 (1000cd/m ²)	R	1.08	1.25	1.06	— ※5
	G	1.15	1.27	1.12	— ※6
	B	1.00	1.01	1.36	1.00
規格化寿命 (LT80)	R	0.72	0.13	0.91	— ※5
	G	0.74	0.38	0.66	— ※6
	B	1.00	0.51	0.01	1.00

※1 Redの数値データは比較例24Rの場合の値で規格化されている

※2 Greenの数値データは比較例24Gの場合の値で規格化されている

※3 Blueの数値データは比較例24Bの場合の値で規格化されている

※4 太字は特性が不十分な項目を示す

不十分の判断基準は以下の通り

- ・色に関して、R画素が赤色、G画素が緑色、B画素が青色でない場合
- ・規格化電流効率が0.70未満の場合
- ・規格化電圧が1.20以上の場合
- ・規格化寿命が0.60未満の場合

※5 本来、赤色に発光すべきものが青色になったため、数値を示す意味がない

※6 本来、緑色に発光すべきものが青色になったため、数値を示す意味がない

【表 2】

素子構造		実施例3
色 (10cd/m ²)	R	赤
	G	緑
	B	青
規格化 電流効率 (1000cd/m ²)	R	0.93
	G	0.94
	B	1.00
規格化電圧 (1000cd/m ²)	R	1.02
	G	1.07
	B	1.00
規格化寿命 (LT80)	R	0.65
	G	0.69
	B	1.00

- ※1 Redの数値データは比較例27Rの場合の値で規格化されている
 ※2 Greenの数値データは比較例27Gの場合の値で規格化されている
 ※3 Blueの数値データは比較例27Bの場合の値で規格化されている

表 1、2 から明らかなように、各実施例の表示装置において、これらが備える発光素子は、赤色発光素子 301R では赤色発光層 305R と青色発光層 305B との間に、緑色発光素子 301G では緑色発光層 305G と青色発光層 305B との間に、青色発光素子 301B では正孔注入層 341B と青色発光層 305B との間に、それぞれ、キャリア選択層として第 1 電子注入層 361 と正孔輸送層 343 とが介挿された構成となっていることにより、赤色発光素子 301R では赤色発光層 305R が、緑色発光素子 301G では緑色発光層 305G が、青色発光素子 301B では青色発光層 305B が、それぞれ、選択的に発光した。その結果、赤色、緑色および青色の各発光素子 301R、301G、301B において、それぞれ、高い色純度の赤色発光、緑色発光および青色発光が得られた。また、赤色、緑色および青色の発光素子 301R、301G、301B すべてにおいて、実施例 2 では 0.89 以上、実施例 3 では 0.93 以上という高い規格化電流効率が得られ、発光効率に優れた素子となった。さらに、赤色、緑色および青色の発光素子 301R、301G、301B すべてにおいて、実施例 2 では 0.72 以上、実施例 3 では 0.65 以上という優れた規格化寿命が得られ、長寿命化が図られたものとなった。加えて、赤色および緑色の発光素子 301R、301G の規格化電圧は、実施例 2 では 1.15 以下、実施例 3 では 1.07 以下、に抑えられており、駆動電圧の観点からも優れた特性が得られた。

【0187】

実施例 2 および実施例 3 に対して、比較例 21 の表示装置では、第 1 電子注入層 361 と正孔輸送層 343 との介挿が省略されている。このため、赤色発光素子 401R および緑色発光素子 401G では、それぞれ、青色発光層 405B から赤色発光層 405R および緑色発光層 405G への電子の注入が円滑に行われず、その結果、赤色および緑色の他に、青色が発光してしまう結果となった。これによって、赤色発光素子 401R および緑色発光素子 401G において、それぞれ、赤色および緑色の色純度が大幅に低下した。これは、比較例 1 の赤色発光素子 401R および緑色発光素子 401G において、青色発光層 405B から、赤色発光層 405R もしくは緑色発光層 405G への電子注入性が不十分であるため、赤色発光層 405R もしくは緑色発光層 405G のみならず、青色発光層

405Bも同時に発光したためである。

さらに、比較例21の赤色発光素子401Rおよび緑色発光素子401Gの規格化寿命(LT80)が、それぞれ、0.13および0.38と低い値を示した。これは、比較例1の赤色発光素子401Rおよび緑色発光素子401Gにおいて、青色発光層405Bから、赤色発光層405Rもしくは緑色発光層405Gへの電子注入性が不十分であるため、赤色発光層405Rもしくは緑色発光層405Gの陰極408側界面の電子による劣化が大きかったためだと考えられる。

【0188】

また、比較例21の青色発光素子401Bの規格化寿命も0.51と低い値となった。これは、比較例21の青色発光素子401Bの正孔輸送層443Bをインクジェット法で成膜したためである。つまり、真空蒸着法のような気相プロセスを用いれば、正孔輸送層443Bの陰極408側界面を、真空以外の雰囲気にはさらすことなく、次の青色発光層405Bの成膜を連続的に行うことができるが、インクジェット法のような液相プロセスを用いると、正孔輸送層443Bの成膜は真空雰囲気で行うことが困難であるため、正孔輸送層443Bの成膜は真空以外の雰囲気(例えば大気や窒素)で行うことになり、少なくとも正孔輸送層443Bの陰極408側界面は真空以外の雰囲気にはさらされることになる。このように液相プロセスを用いて正孔輸送層443Bを成膜した場合、正孔輸送層443Bの陰極408側界面が汚染され易くなり、これが青色発光素子401Bの寿命を短くする。また、液相プロセスで正孔輸送層443Bの成膜を行う場合、正孔輸送材料を溶媒に溶解させた溶液を成膜に用いるため、正孔輸送層443B内に極微量の溶媒が残留し、これが正孔輸送層443B全体を汚染するため、青色発光素子401Bの寿命を短くしていると考えられる。

【0189】

加えて、比較例21の赤色発光素子401Rおよび緑色発光素子401Gの規格化電圧が1.25および1.27と高い値を示した。これは、比較例21の赤色発光素子401Rおよび緑色発光素子401Gにおいて、青色発光層405Bから、赤色発光層405Rもしくは緑色発光層405Gへの電子注入性が不十分であるため、赤色発光層405Rおよび緑色発光層405Gの陰極408側界面での電子に対するエネルギー障壁が高いという状態が生じ、その結果、駆動電圧が2割以上上昇するという結果になったと考えられる。

【0190】

また、比較例22の表示装置では、実施例2および実施例3に対して、正孔輸送層343の介挿が省略されている。しかしながら、赤色発光素子501Rおよび緑色発光素子501Gにおいて、青色発光層505Bと赤色発光層505Rおよび緑色発光層505Gの間に第1電子注入層561が存在しているため、青色発光層505Bから赤色発光層505Rおよび緑色発光層505Gへの電子の注入が円滑に行われ、その結果、赤色発光素子501Rでは赤色発光層505Rのみが、緑色発光素子501Gでは緑色発光層505Gのみが、選択的に発光し、青色発光層505Bの発光を抑制することができた。但し、青色発光素子501Bにおいて、第1電子注入層561が青色発光層505Bに接する構造となっているため、この第1電子注入層561が青色発光層505Bの発光を阻害し、このため、規格化電流効率と規格化寿命が極端に低い値となり、実用レベルの特性に程遠い結果となった。また、電流効率が極端に低くなったことに起因して、駆動電圧も1.36と大幅に上昇する結果となった。

【0191】

また、比較例23の表示装置では、実施例2および実施例3に対して、第1電子注入層361の介挿が省略されている。

このため、赤色発光素子601Rにおいて、青色発光層605Bから正孔輸送層643への電子注入、および正孔輸送層643から赤色発光層605Rへの電子の注入が円滑に行われず、このため、赤色発光層605Rはほとんど発光せず、青色発光層605Bが強く発光してしまう結果となった。

10

20

30

40

50

同様に、比較例 2 3 の表示装置の緑色発光素子 6 0 1 G において、青色発光層 6 0 5 B から正孔輸送層 6 4 3 への電子注入、および正孔輸送層 6 4 3 から緑色発光層 6 0 5 G への電子の注入が円滑に行わない。このため、緑色発光層 6 0 5 G はほとんど発光せず、青色発光層 6 0 5 B が強く発光してしまう結果となった。

つまり、比較例 2 3 の表示装置では、赤色発光素子 6 0 1 R と緑色発光素子 6 0 1 G と青色発光素子 6 0 1 B の全てが青色に発光した。

【 0 1 9 2 】

以上の各実施例と各比較例の結果をまとめると以下の通り。まず、赤色発光素子と緑色発光素子において、所望の発光色および 0 . 6 0 以上の実用レベルの規格化寿命が得られたのは、実施例 2、実施例 3 および比較例 2 2 である。

しかしながら、比較例 2 2 の青色発光素子 5 0 1 B の電流効率は極端に低く、寿命も極端に短かったため、比較例 2 2 は表示装置として実用レベルに達しなかった。

次に、青色発光素子において、所望の発光色および 0 . 6 0 以上の実用レベルの規格化寿命が得られたのは、実施例 2、実施例 3 および比較例 2 3 である。しかしながら、比較例 2 3 の赤色発光素子 6 0 1 R と緑色発光素子 6 0 1 G は、青色に発光したため、表示装置として実用レベルに達しなかった。

【 0 1 9 3 】

以上より、表示装置として実用レベルに達したのは、実施例 2 と実施例 3 のみであった。

なお、本発明の実施例 2 および実施例 3 の赤色発光素子 3 0 1 R、緑色発光素子 3 0 1 G および青色発光素子 3 0 1 B の全てにおいて、所望の色が得られたのは、第 1 電子注入層 3 6 1 と正孔輸送層 3 4 3 の積層体がキャリア選択層として機能したためである。また、本発明の実施例 2 および実施例 3 の赤色発光素子 3 0 1 R および緑色発光素子 3 0 1 G において、0 . 6 0 以上の実用レベルの規格化寿命が得られたのも、第 1 電子注入層 3 6 1 と正孔輸送層 3 4 3 との積層体がキャリア選択層として機能したためである。さらに、本発明の各実施例の青色発光素子 3 0 1 B において、0 . 6 0 以上の実用レベルの規格化寿命が得られたのは、第 1 電子注入層 3 6 1 と正孔輸送層 3 4 3 との積層体がキャリア選択層として機能し、且つ、正孔輸送層 3 4 3 と青色発光層 3 0 5 B を真空蒸着法によって成膜したためである。

【 0 1 9 4 】

比較例 2 1 と比較例 2 3 の青色発光素子の比較より、比較例 2 3 の真空蒸着法によって成膜した正孔輸送層 6 4 3 を有する青色発光素子 6 0 1 B では、比較例 2 1 のインクジェット法によって成膜した正孔輸送層 4 4 3 B を有する青色発光素子 4 0 1 B に比べ、2 倍近い寿命が得られ、比較例 2 3 の青色発光素子 6 0 1 B の発光寿命は実用レベルに達した。さらに実施例 2 と比較例 2 3 の青色発光素子の比較により、実施例 2 の青色発光素子 3 0 1 B の発光寿命は、比較例 2 3 の青色発光素子 6 0 1 B の発光寿命と同等であり、実用レベルに達していることがわかる。これは、実施例 2 の正孔輸送層 3 4 3 と青色発光層 3 0 5 B を、比較例 2 3 の正孔輸送層 6 4 3 と青色発光層 6 0 5 B と同様に、真空蒸着法にて成膜したことに起因する。

同様に、実施例 3 と比較例 2 7 B の青色発光素子の比較により、実施例 3 の青色発光素子 3 0 1 B の発光寿命は、比較例 2 7 B の青色発光素子 9 0 1 B の発光寿命と同等であり、実用レベルに達していることがわかる。これは、実施例 3 の正孔輸送層 3 4 3 と青色発光層 3 0 5 B を、比較例 2 7 B の正孔輸送層 9 4 3 と青色発光層 9 0 5 B と同様に、真空蒸着法にて成膜したことに起因する。

【 0 1 9 5 】

また、前述の電流効率の測定方法に従って測定した測定値から、比較例 2 3 の青色発光素子 6 0 1 B の電流効率と、実施例 2 の青色発光素子 3 0 1 B の電流効率とを、それぞれ、比較例 2 3 の青色発光素子 6 0 1 B の電流効率で規格化した値を求めた。さらに、比較例 2 5 B の青色発光素子 2 1 0 1 B の電流効率と、比較例 2 6 B の青色発光素子 2 2 0 1 B の電流効率とを、それぞれ、比較例 2 5 B の青色発光素子 2 1 0 1 B の電流効率で規格

10

20

30

40

50

化した値を求めた。

これらの結果を表3、表4に示す。

【0196】

【表3】

第1電子注入層の有無	なし (比較例23)	あり (実施例2)
規格化電流効率 (1000cd/m ²)	1.00	1.01

10

※ 第1電子注入層がない場合(比較例23)の値で規格化されている

【0197】

【表4】

第1電子注入層の有無	なし (比較例25B)	あり (比較例26B)
規格化電流効率 (1000cd/m ²)	1.00	0.09

20

※ 第1電子注入層がない場合(比較例25B)の値で規格化されている

【0198】

ここで、表3は、青色発光素子601Bおよび301Bがそれぞれ有する正孔注入層641Bおよび341Bが、イオン伝導性の正孔注入材料で構成される場合において、第1電子注入層361の有無が青色発光素子601Bおよび301Bの電流効率にどう影響するかを示すものである。これに対し、表4は、青色発光素子2101Bおよび2201Bがそれぞれ有する正孔注入層2141Bおよび2241Bが、イオン伝導性の正孔注入材料で構成されない場合において、第1電子注入層2261Bの有無が青色発光素子2101Bおよび2201Bの電流効率にどう影響するかを示すものである。

30

表3から明らかなように、正孔注入層641Bおよび341Bがイオン伝導性の正孔注入材料で構成される場合、第1電子注入層361を有する青色発光素子301Bの電流効率は、第1電子注入層361を有しない青色発光素子601Bの電流効率と、大きく変わらない。これに対して、表4から明らかなように、正孔注入層2141Bおよび2241Bがイオン伝導性の正孔注入材料で構成されない場合、第1電子注入層2261Bを有する青色発光素子2201Bの電流効率は、第1電子注入層2261Bを有しない青色発光素子2101Bの電流効率に比べ、大幅に低下する結果となった。

【0199】

つまり、正孔注入層/電子注入層/正孔輸送層/青色発光層/電子輸送層という同一の積層構造(積層体)であっても、正孔注入層をイオン伝導性の正孔注入材料で構成しなければ、第1電子注入層2261Bの存在により、青色発光素子2201Bの青色発光が著しく阻害される結果となった。

40

このことは、正孔注入層2241Bがイオン伝導性の正孔輸送材料で構成されない場合、第1電子注入層2261Bに含まれる電子注入材料が正孔輸送層2243Bや青色発光層2205Bに拡散し、これによって、青色発光層2205Bの青色発光が阻害されたことを示す。

【0200】

これに対して、正孔注入層341Bがイオン伝導性の正孔輸送材料で構成される場合、第1電子注入層361に含まれる電子注入材料が主として、正孔注入層341Bに拡散、もしくは正孔注入層341Bの陰極308側界面に吸着するため、正孔輸送層343や青

50

色発光層 3 0 5 B への拡散が大幅に抑制された。

つまり、実施例 2 および実施例 3 において、第 1 電子注入層 3 6 1 と正孔輸送層 3 4 3 の積層体から成るキャリア選択層を備える青色発光素子 3 0 1 B を、高い電流効率（発光効率）で発光させるには、正孔注入層 3 4 1 B にイオン伝導性の正孔注入材料を用いる必要がある。

【 0 2 0 1 】

なお、本発明は上述した実施形態に限定されず、上述した実施形態に種々の変更や改良などを加えることが可能である。変形例を以下に述べる。

【 0 2 0 2 】

（変形例 1）

図 5 を用いて説明する。

上記第 2 実施形態では、発光素子 1 R、1 G および 1 B に対して本発明の発光素子を適用して、発光素子 1 R および 1 G の第 3 の層が、それぞれ、赤色発光層 5 R および緑色発光層 5 G であり、且つ、発光素子 1 R および 1 G の第 1 の層が青色発光層 5 B である場合について説明した。しかしながら、本発明の適用範囲は、かかる場合に限定されず、発光素子 1 R および 1 G の第 3 の層と第 1 の層が、それぞれ、異なる発光色の発光層であれば良く、例えば、発光素子 1 R および 1 G の第 3 の層が、それぞれ、黄色および橙色、第 1 の層が緑色を発光するものであっても良い。この場合、発光素子 1 R は赤色発光層 5 R に代えて黄色発光層を備え、発光素子 1 G は緑色発光層 5 G に代えて橙色発光層を備えるものとなる。さらに、発光素子 1 R および 1 G は、青色発光層 5 B に代えて緑色発光層を備えるものとなる。

ただし、第 2 実施形態のように、発光素子 1 R および 1 G の、それぞれの第 3 の層に赤色発光層 5 R および緑色発光層 5 G を、第 1 の層に青色発光層 5 B を、適用することが好ましい。

【 0 2 0 3 】

（変形例 2）

上記各実施形態では、ディスプレイ装置 1 0 0 を、基板 2 1 側から光を取り出すボトムエミッション構造のディスプレイパネルに適用した場合について説明したが、これに限定されず、封止基板 2 0 側から光を取り出すトップエミッション構造のディスプレイパネルにも適用することが可能である。これによって、ディスプレイ装置 1 0 0 (1 1 0) の色再現範囲を向上させることができる。

【 0 2 0 4 】

（変形例 3）

上記各実施形態では、ディスプレイ装置 1 0 0 の光 R、G、B を基板 2 1 側から透過させるにあたって、それぞれの光に対応したカラーフィルター（色変換層）を設けていないが、基板 2 1 に接する面もしくは基板 2 1 内に、R G B の各サブ画素に対応して設けられたカラーフィルターを有する構造としても良い。これによって、ディスプレイ装置 1 0 0 (1 1 0) の色再現範囲を向上させることができる。

【 符号の説明 】

【 0 2 0 5 】

1 …… 発光素子、1 R, 3 0 1 R, 4 0 1 R, 5 0 1 R, 6 0 1 R, 7 0 1 R …… 赤色発光素子、1 G, 3 0 1 G, 4 0 1 G, 5 0 1 G, 6 0 1 G, 8 0 1 G …… 緑色発光素子、1 B, 3 0 1 B, 4 0 1 B, 5 0 1 B, 6 0 1 B, 9 0 1 B, 2 1 0 1 B, 2 2 0 1 B …… 青色発光素子、3, 3 R, 3 G, 3 B, 3 0 3 R, 3 0 3 G, 3 0 3 B, 4 0 3 R, 4 0 3 G, 4 0 3 B, 5 0 3 R, 5 0 3 G, 5 0 3 B, 6 0 3 R, 6 0 3 G, 6 0 3 B, 7 0 3 R, 8 0 3 G, 9 0 3 B, 2 1 0 3 B, 2 2 0 3 B …… 陽極、4 1, 4 1 R, 4 1 G, 4 1 B, 3 4 1 R, 3 4 1 G, 3 4 1 B, 4 4 1 R, 4 4 1 G, 4 4 1 B, 5 4 1 R, 5 4 1 G, 5 4 1 B, 6 4 1 R, 6 4 1 G, 6 4 1 B, 7 4 1 R, 8 4 1 G, 9 4 1 B, 2 1 4 1 B, 2 2 4 1 B …… 正孔注入層、4 2 R, 4 2 G, 3 4 2 R, 3 4 2 G, 4 4 2 R, 4 4 2 G, 5 4 2 R, 5 4 2 G, 6 4 2 R, 6 4 2 G, 7 4 2 R, 8 4 2 G …… 中

10

20

30

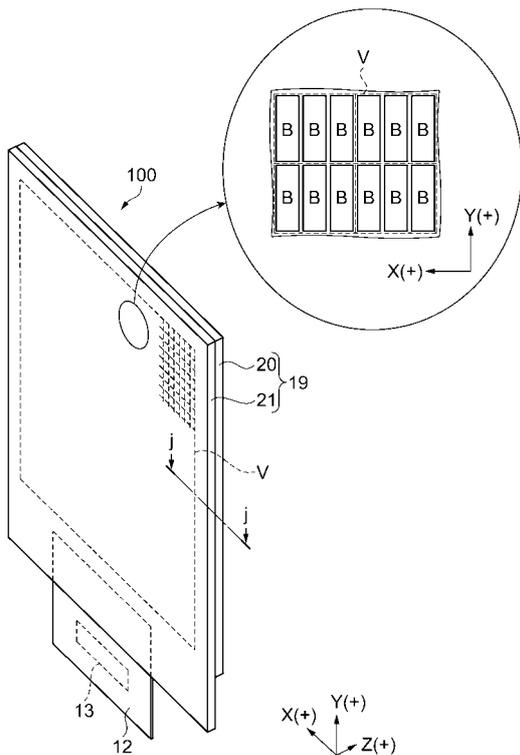
40

50

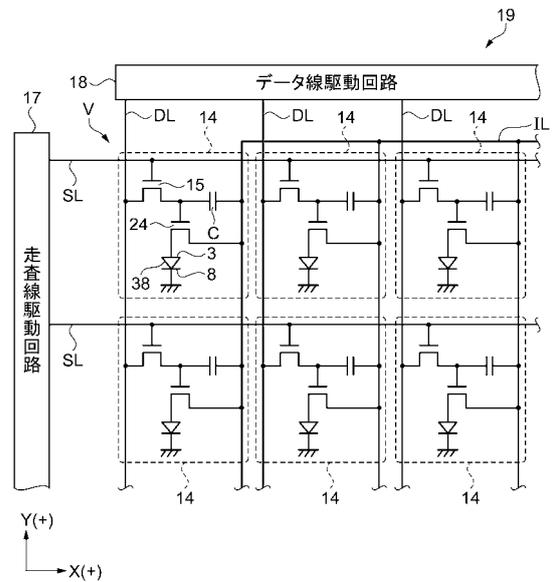
間層、43, 343, 443B, 543B, 643, 943B, 2143B, 2243B
正孔輸送層、46キャリア選択層、5R, 305R, 405R, 505R, 60
 5R, 705R赤色発光層、5発光層としての発光層、5G, 305G, 405
 G, 505G, 605G, 805G...緑色発光層、5B, 305B, 405B, 505B
 , 605B, 905B, 2105B, 2205B青色発光層、61, 361, 561
 , 2261B第1電子注入層、38機能層、63, 363, 463, 563, 6
 63, 763, 863, 963, 2163, 2263第2電子注入層、62, 362
 , 462, 562, 662, 962, 2162, 2262電子輸送層、8, 308,
 408, 508, 608, 708, 808, 908, 2108, 2208陰極、19
 , 29表示パネル、20封止基板、21, 321, 421, 521, 621, 7
 21, 821, 921, 2121, 2221基板、100, 110表示装置とし
 てのディスプレイ装置、1100電子機器としてのパーソナルコンピューター、12
 00電子機器としての携帯電話機、1300電子機器としてのデジタルスチル
 カメラ。

10

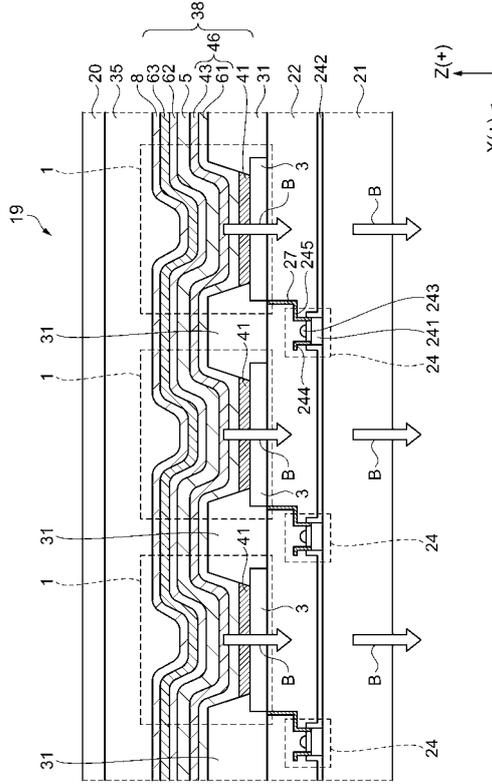
【図1】



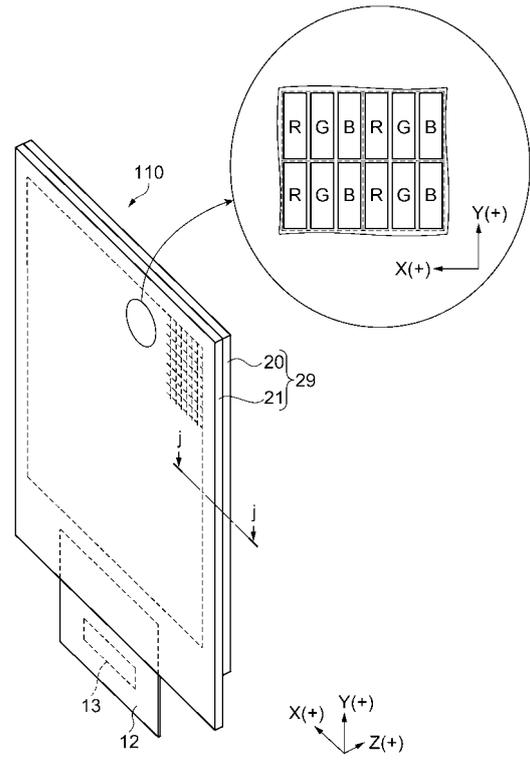
【図2】



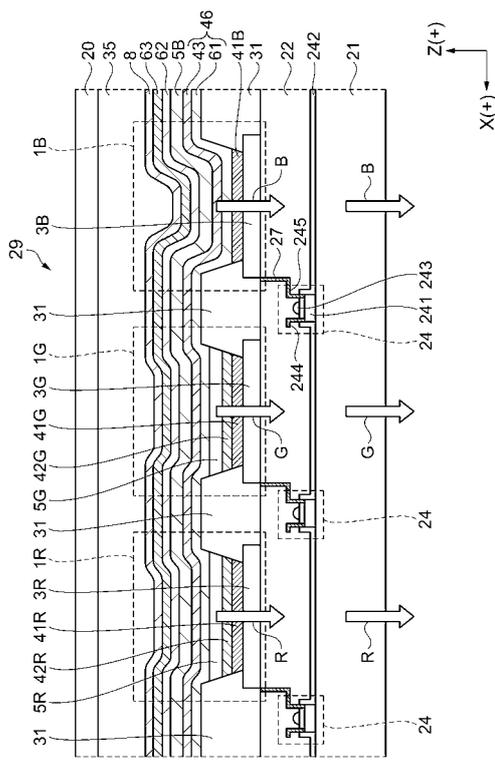
【 図 3 】



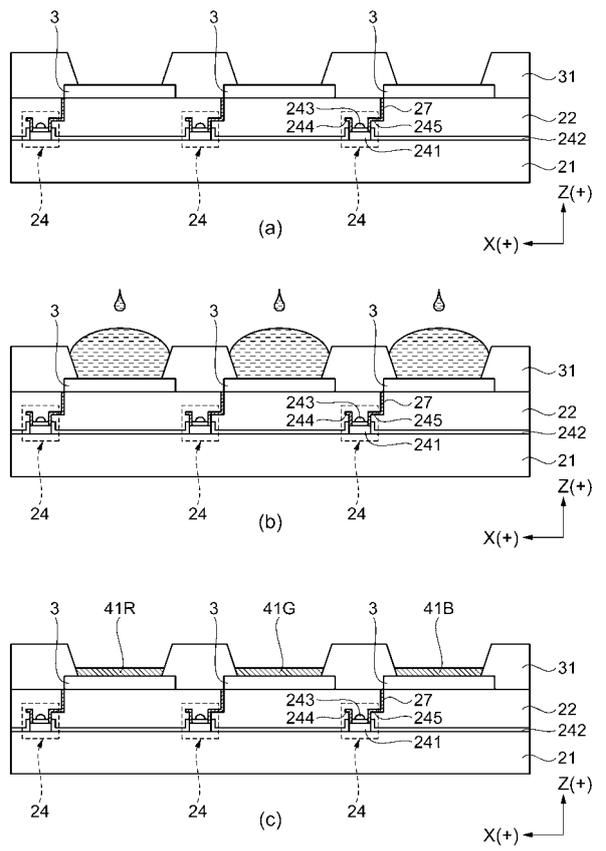
【 図 4 】



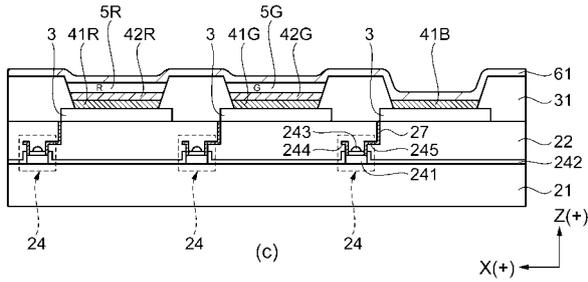
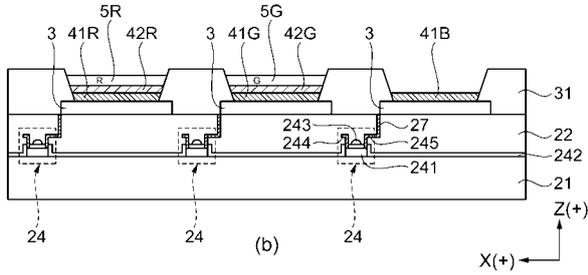
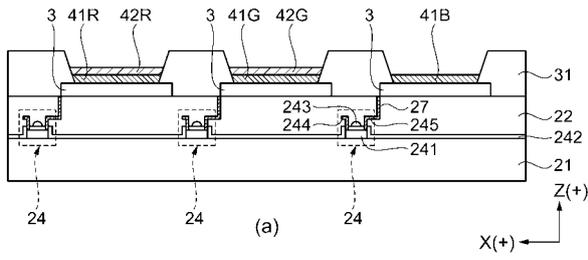
【 図 5 】



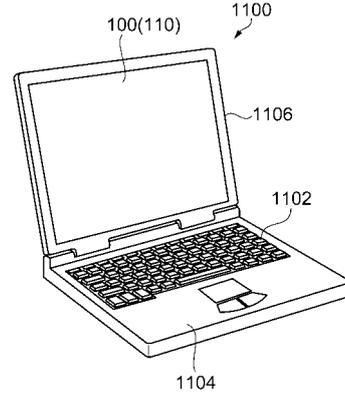
【 図 6 】



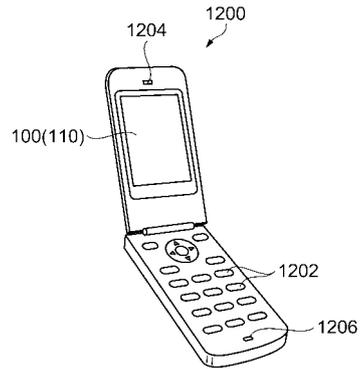
【图 7】



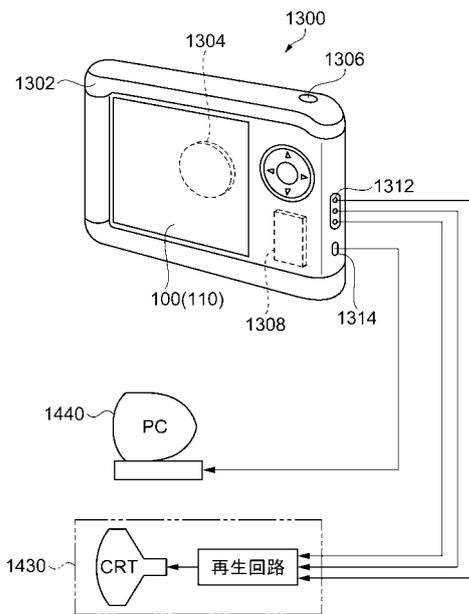
【图 8】



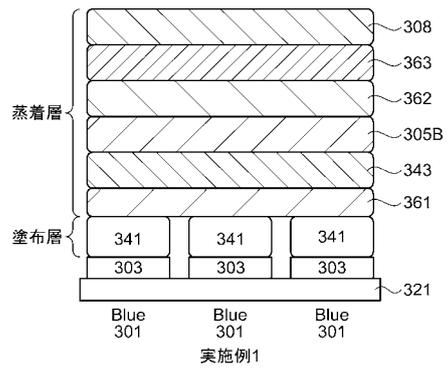
【图 9】



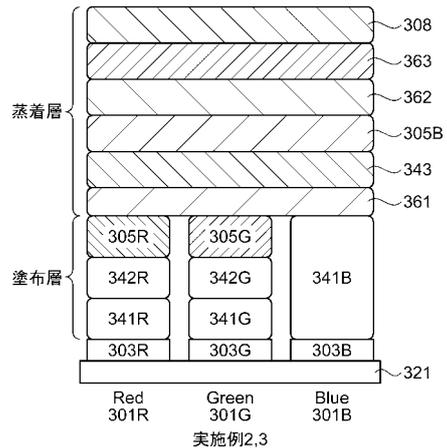
【图 10】



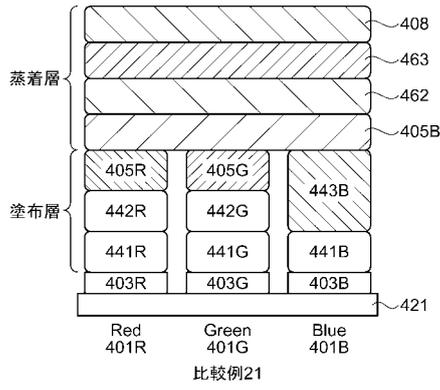
【图 11】



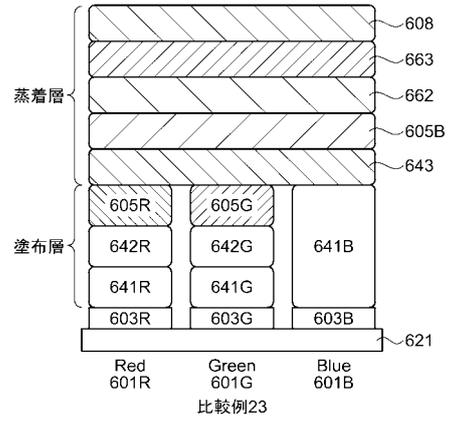
【图 12】



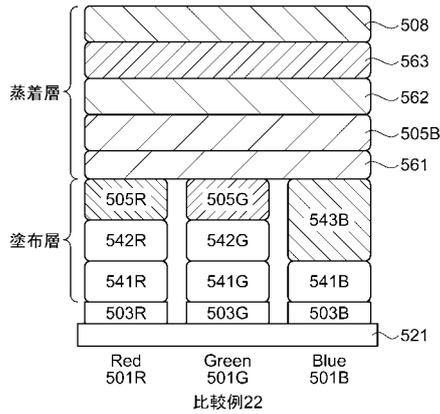
【圖 13】



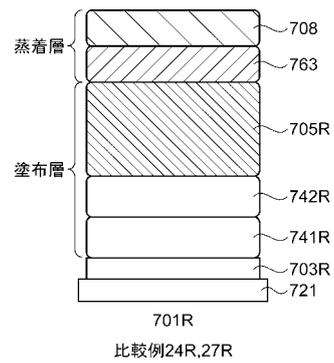
【圖 15】



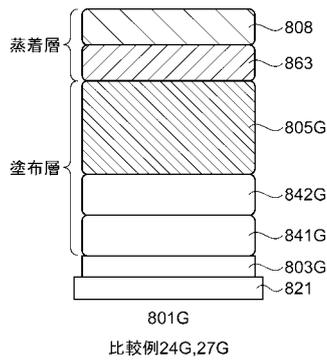
【圖 14】



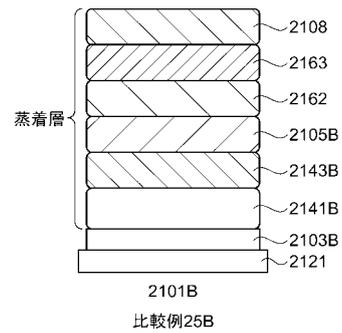
【圖 16】



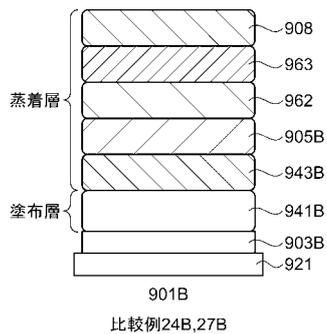
【圖 17】



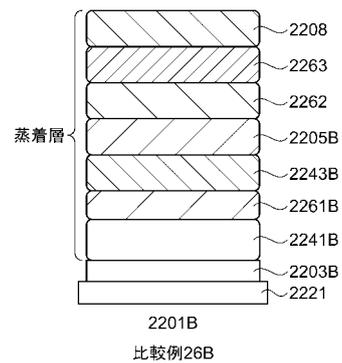
【圖 19】



【圖 18】



【圖 20】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

G 0 9 F 9/30 3 6 5 Z

(56)参考文献 特開2006-191040(JP,A)

特表2010-528426(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 1 L 5 1 / 5 0

H 0 1 L 2 7 / 3 2

H 0 5 B 3 3 / 1 2

G 0 9 F 9 / 3 0