

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4164251号
(P4164251)

(45) 発行日 平成20年10月15日 (2008.10.15)

(24) 登録日 平成20年8月1日 (2008.8.1)

(51) Int.Cl.	F I
H O 5 B 33/26 (2006.01)	H O 5 B 33/26 Z
H O 1 L 51/50 (2006.01)	H O 5 B 33/14 A
G O 9 F 9/30 (2006.01)	G O 9 F 9/30 3 6 5 Z
H O 1 L 27/32 (2006.01)	

請求項の数 8 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2001-334343 (P2001-334343)	(73) 特許権者	000221926
(22) 出願日	平成13年10月31日 (2001.10.31)		東北パイオニア株式会社
(65) 公開番号	特開2003-142277 (P2003-142277A)		山形県天童市大字久野本字日光1105番地
(43) 公開日	平成15年5月16日 (2003.5.16)	(74) 代理人	100063565
審査請求日	平成16年2月27日 (2004.2.27)		弁理士 小橋 信淳
		(74) 代理人	100118898
			弁理士 小橋 立昌
		(72) 発明者	渡辺 輝一
			山形県米沢市八幡原4丁目3146番地7
			東北パイオニア株式会社米沢工場内
		審査官	本田 博幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機ELカラーディスプレイ及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

透明電極と少なくとも発光層を含む複数の有機化合物材料層と金属電極とを透明基板上に順次積層してなる有機EL素子を要素として、異なる有機化合物材料によって異なる発光色を呈する前記発光層からなる前記有機EL素子を複数配列してなる有機ELカラーディスプレイにおいて、

前記透明電極は、発光色に対応した異なる膜厚を有し、

前記発光層を除く前記有機化合物材料層のうちで同一機能を有するいずれかの機能層の少なくとも一層が一定膜厚を有し、

前記各有機EL素子の前記透明電極と前記有機化合物材料層は、波長を中心波長として発光する前記発光層の発光界面から前記透明電極と前記透明基板との境界までの光学距離が $\lambda/4$ の偶数倍と略等しくなるような膜厚で、成膜されていることを特徴とする有機ELカラーディスプレイ。

【請求項2】

透明電極と少なくとも発光層を含む複数の有機化合物材料層と金属電極とを透明基板上に順次積層してなる有機EL素子を要素として、異なる有機化合物材料によって異なる発光色を呈する前記発光層からなる前記有機EL素子を複数配列してなる有機ELカラーディスプレイにおいて、

前記透明電極は、発光色に対応した異なる膜厚を有し、

前記発光層を除く前記有機化合物材料層のうちで同一機能を有するいずれかの機能層の

10

20

少なくとも一層が一定膜厚を有し、

前記各有機 E L 素子の前記透明電極と前記有機化合物材料層は、波長 λ を中心波長として発光する前記発光層の発光界面から前記透明電極と前記透明基板との境界までの光学距離が $\lambda/4$ の偶数倍と略等しく、且つ前記発光層の発光界面から前記金属電極と前記有機化合物材料層との境界までの光学距離が $\lambda/4$ の奇数倍と略等しくなるような膜厚で、成膜されていることを特徴とする有機 E L カラーディスプレイ。

【請求項 3】

前記発光層の発光界面から前記有機化合物材料層と前記透明電極との境界までの光学距離が $\lambda/4$ の奇数倍と略等しくなるような膜厚で、前記有機化合物材料層が成膜されていることを特徴とする請求項 2 の有機 E L カラーディスプレイ。

10

【請求項 4】

透明電極と少なくとも発光層を含む複数の有機化合物材料層と金属電極とを透明基板上に順次積層してなる有機 E L 素子を要素として、異なる有機化合物材料によって異なる発光色を呈する前記発光層からなる前記有機 E L 素子を複数配列してなる有機 E L カラーディスプレイにおいて、

前記透明電極は、発光色に対応した異なる膜厚を有し、

前記発光層を除く前記有機化合物材料層のうちで同一機能を有するいずれかの機能層の少なくとも一層が一定膜厚を有し、

前記各有機 E L 素子の前記透明電極と前記有機化合物材料層は、波長 λ を中心波長として発光する前記発光層の発光界面から前記透明電極と前記有機化合物材料層との境界までの光学距離、前記発光層の発光界面から前記金属電極と前記有機化合物材料層との境界までの光学距離、且つ前記透明電極の前記有機化合物材料層との界面と前記透明基板の前記透明電極との界面までの光学距離が $\lambda/4$ と略等しくなるような膜厚で、成膜されていることを特徴とする有機 E L カラーディスプレイ。

20

【請求項 5】

屈折率 n_3 、膜厚 d_3 である透明電極、少なくとも屈折率 n_1 、膜厚 d_1 である電子輸送層、屈折率 n_2 、膜厚 d_2 である正孔輸送層、発光層を含む複数の有機化合物材料層と金属電極とを透明基板上に順次積層してなる有機 E L 素子を要素として、異なる有機化合物材料によって異なる発光色を呈する前記発光層からなる前記有機 E L 素子を複数配列してなる有機 E L カラーディスプレイにおいて、

30

前記透明電極は、発光色に対応した異なる膜厚を有し、

前記発光層を除く前記有機化合物材料層のうちで同一機能を有するいずれかの機能層の少なくとも一層が一定膜厚を有し、

異なる発光色を呈する前記有機 E L 素子毎に、波長 λ を各発光色の中心波長として各発光層の発光界面から前記金属電極と前記有機化合物材料層との境界までの光学距離 ($n_1 \cdot d_1$)、各発光層の発光界面から前記透明電極と前記有機化合物材料層との界面までの光学距離 ($n_2 \cdot d_2$)、且つ前記透明電極の前記有機化合物材料層の界面と前記透明基板の前記透明電極との界面までの光学距離 ($n_3 \cdot d_3$) が $\lambda/4$ と略等しくなるような膜厚で成膜されていることを特徴とする有機 E L カラーディスプレイ。

【請求項 6】

40

透明電極と少なくとも発光層を含む複数の有機化合物材料層と金属電極とを透明基板上に順次積層してなる有機 E L 素子を要素として、異なる有機化合物材料によって異なる発光色を呈する前記発光層からなる前記有機 E L 素子を複数配列してなる有機 E L カラーディスプレイの製造方法において、

前記透明電極を発光色に対応してそれぞれ異なる膜厚に成膜する工程を有すると共に、前記有機 E L 素子のすべてについて、同一の有機化合物材料からなる連続した一定膜厚を有する共通層を積層する共通積層工程を少なくとも 1 工程以上有し、

波長 λ を中心波長として発光する前記発光層の発光界面から前記透明電極と前記透明基板との境界までの光学距離が $\lambda/4$ の偶数倍と略等しくなるような膜厚で、前記有機化合物材料層と前記透明電極が成膜されることを特徴とする有機 E L カラーディスプレイの製

50

造方法。

【請求項 7】

透明電極と少なくとも発光層を含む複数の有機化合物材料層と金属電極とを透明基板上に順次積層してなる有機 E L 素子を要素として、異なる有機化合物材料によって異なる発光色を呈する前記発光層からなる前記有機 E L 素子を複数配列してなる有機 E L カラーディスプレイの製造方法において、

前記透明電極を発光色に対応してそれぞれ異なる膜厚に成膜する工程を有すると共に、前記有機 E L 素子のすべてについて、同一の有機化合物材料からなる連続した一定膜厚を有する共通層を積層する共通積層工程を少なくとも 1 工程以上有し、

波長 を中心波長として発光する前記発光層の発光界面から前記透明電極と前記透明基板との境界までの光学距離が $\lambda/4$ の偶数倍と略等しく、且つ前記発光層の発光界面から前記金属電極と前記有機化合物材料層との境界までの光学距離が $\lambda/4$ の奇数倍と略等しくなるような膜厚で、前記有機化合物材料層と透明電極が成膜されていることを特徴とする有機 E L カラーディスプレイの製造方法。

【請求項 8】

前記発光層の発光界面から前記有機化合物材料層と前記透明電極との境界までの光学距離が $\lambda/4$ の奇数倍と略等しくなるような膜厚で、前記有機化合物材料層が成膜されていることを特徴とする請求項 7 記載の有機 E L カラーディスプレイの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、複数の発光色を呈する発光層からなる有機 E L（エレクトロルミネッセンス）素子を要素とした有機 E L カラーディスプレイ及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

有機 E L ディスプレイは、有機 E L 素子を基本要素とするもので、平面基板上に形成された有機 E L 素子を点灯又は非点灯することで、画像表示を行うものである。有機 E L 素子とは、所定面積の電極を対向配置して、一方を正電圧が印加される陽極、他方を負電圧が印加される陰極とし、この電極間に発光層を含む有機化合物材料層を介在させたものであり、電極間に電圧を印加することで、陰極から電子が、陽極から正孔がそれぞれ発光層に注入され、この発光層中で電子 - 正孔の再結合が起こることにより発光が生じる面発光素子である。この有機 E L 素子を単位面発光要素として平面基板上にマトリクス状に形成し、これをドットマトリクス駆動することにより、高精細な画像が表示できるフラットパネルディスプレイを形成することができる。

【0003】

また、有機化合物材料の研究によって、色純度の高い R、G、B 各発光色を呈する有機 E L 素子が開発されたことを受けて、この各色の素子を画素毎に配設して、フルカラー表示を行う有機 E L カラーディスプレイが開発されている。図 8 は、その素子構造を示す説明図である。

【0004】

同図において、透明なガラス等から成る基板 1 上には、TFT 2 が形成されており、更にはITO等の透明導電材料からなる透明電極 3（陽極）が 1 つの要素毎に独立して形成されている。この透明電極 3 間には、ポリイミド等からなる絶縁膜 4 が形成されている。そして、この透明電極 3 上に、複数の有機化合物材料層 5 が形成され、その有機化合物材料層 5 の上を覆って、Al 等からなる金属電極（陰極）6 が形成されている。有機化合物材料層 5 は、基板 1 上の透明電極 3 及び絶縁膜 4 上に形成される正孔輸送機能層（正孔注入層 51，正孔輸送層 52）、その上に形成される、異なる有機化合物材料によって異なる色を発光する発光層 50B，50G，50R、その上に形成される電子輸送機能層（電子輸送層 53，電子注入層 54）からなる。また、破線間の矢印の領域は RGB 各色の発光領域を示している。

【 0 0 0 5 】

このような素子構造からなる有機 E L カラーディスプレイにおいては、発光層 5 2 B , 5 2 G , 5 2 R から放射して基板 1 から出射する光として、直接透明電極 3 を介して基板 1 から出射する光、金属電極 6 側に出射して金属電極 3 の表面で反射されて基板 1 から出射する光、基板 1 , 透明電極 3 及び多層化された有機化合物材料層 5 の各界面で反射して基板 1 から出射する光が存在し、これらの光が干渉して出力に影響を及ぼすことが知られている。特開平 2 0 0 0 - 3 2 3 2 7 7 号公報には、発光層を除く有機化合物材料層の各層を発光色に対応してそれぞれ異なる膜厚に設定し、反射干渉現象を利用することで各色取り出し光の高効率化を図ることが記載されている。

【 0 0 0 6 】

上述の説明では、アクティブマトリクス型の有機 E L カラーディスプレイを例にして説明したが、単純マトリクス (パッシブ) 型の有機 E L カラーディスプレイも、素子構造自体には大きな違いはなく、同様に反射干渉現象を利用した出力の高効率化が図られている。

【 0 0 0 7 】

【 発明が解決しようとする課題 】

前述の特開平 2 0 0 0 - 3 2 3 2 7 7 号公報に記載されたものでは、透明電極の膜厚を一定にすることを前提としているので、有機化合物材料層と透明電極との境界で反射する反射光を対象とした反射干渉現象と、透明電極と基板との境界で反射する反射光を対象にした反射干渉現象とを共に考慮した取り出し光の高効率化ができないという問題がある。また、発光層を除いた有機化合物材料層を各色に対応して異なる膜厚に設定しているが、有機化合物材料層の膜厚は、本来その機能を十分に発揮するために設定されるべきものであり、この膜厚を反射干渉現象を考慮して設定した場合には、各色発光層の電圧輝度効率が低下してしまう問題があった。

【 0 0 0 8 】

更には、発光層を除いた有機化合物材料層である正孔輸送機能層及び電子輸送機能層は一般には各色に拘わらず各機能毎に同じ材料で且つ均一な膜厚とすることがなされており、この各機能層の膜厚を各色毎に異なる膜厚にすると生産性が悪化する問題が生じる。

【 0 0 0 9 】

本発明は、このような事情に対処するために提案されたものであって、各種の反射光を考慮して取り出し光の高効率化を達成することができると共に、発光層を除いた有機化合物材料層はその機能に応じた膜厚を設定することができ、また良好な生産性を確保できる有機 E L カラーディスプレイ及びその製造方法を提供することを目的とするものである。

【 0 0 1 0 】

【 課題を解決するための手段 】

上記目的を達成するために、本発明の有機 E L カラーディスプレイ又はその製造方法は、以下の特徴を具備するものである。

【 0 0 1 1 】

一つには、透明電極と少なくとも発光層を含む複数の有機化合物材料層と金属電極とを透明基板上に順次積層してなる有機 E L 素子を要素として、異なる有機化合物材料によって異なる発光色を呈する前記発光層からなる前記有機 E L 素子を複数配列してなる有機 E L カラーディスプレイにおいて、前記透明電極は、発光色に対応した異なる膜厚を有し、前記発光層を除く前記有機化合物材料層のうちで同一機能を有するいずれかの機能層の少なくとも一層が一定膜厚を有し、前記各有機 E L 素子の前記透明電極と前記有機化合物材料層は、波長 を中心波長として発光する前記発光層の発光界面から前記透明電極と前記透明基板との境界までの光学距離が / 4 の偶数倍と略等しくなるような膜厚で、成膜されていることを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

また一つには、透明電極と少なくとも発光層を含む複数の有機化合物材料層と金属電極とを透明基板上に順次積層してなる有機 E L 素子を要素として、異なる有機化合物材料によって異なる発光色を呈する前記発光層からなる前記有機 E L 素子を複数配列してなる有

10

20

30

40

50

機 E L カラーディスプレイにおいて、前記透明電極は、発光色に対応した異なる膜厚を有し、前記発光層を除く前記有機化合物材料層のうちで同一機能を有するいずれかの機能層の少なくとも一層が一定膜厚を有し、前記各有機 E L 素子の前記透明電極と前記有機化合物材料層は、波長 を中心波長として発光する前記発光層の発光界面から前記透明電極と前記透明基板との境界までの光学距離が $\lambda/4$ の偶数倍と略等しく、且つ前記発光層の発光界面から前記金属電極と前記有機化合物材料層との境界までの光学距離が $\lambda/4$ の奇数倍と略等しくなるような膜厚で、成膜されていることを特徴とする。

【0013】

また一つには、前述の特徴に併せて、前記発光層の発光界面から前記有機化合物材料層と前記透明電極との境界までの光学距離が $\lambda/4$ の奇数倍と略等しくなるような膜厚で、前記有機化合物材料層が成膜されていることを特徴とする。

【0014】

また一つには、透明電極と少なくとも発光層を含む複数の有機化合物材料層と金属電極とを透明基板上に順次積層してなる有機 E L 素子を要素として、異なる有機化合物材料によって異なる発光色を呈する前記発光層からなる前記有機 E L 素子を複数配列してなる有機 E L カラーディスプレイにおいて、前記透明電極は、発光色に対応した異なる膜厚を有し、前記発光層を除く前記有機化合物材料層のうちで同一機能を有するいずれかの機能層の少なくとも一層が一定膜厚を有し、前記各有機 E L 素子の前記透明電極と前記有機化合物材料層は、波長 を中心波長として発光する前記発光層の発光界面から前記透明電極と前記有機化合物材料層との境界までの光学距離、前記発光層の発光界面から前記金属電極と前記有機化合物材料層との界面までの光学距離、且つ前記透明電極の前記有機化合物材料層との界面と前記透明基板の前記透明電極との界面までの光学距離が $\lambda/4$ と略等しくなるような膜厚で、成膜されていることを特徴とする。

【0015】

また一つには、屈折率 n_3 、膜厚 d_3 である透明電極、少なくとも屈折率 n_1 、膜厚 d_1 である電子輸送層、屈折率 n_2 、膜厚 d_2 である正孔輸送層、発光層を含む複数の有機化合物材料層と金属電極とを透明基板上に順次積層してなる有機 E L 素子を要素として、異なる有機化合物材料によって異なる発光色を呈する前記発光層からなる前記有機 E L 素子を複数配列してなる有機 E L カラーディスプレイにおいて、前記透明電極は、発光色に対応した異なる膜厚を有し、前記発光層を除く前記有機化合物材料層のうちで同一機能を有するいずれかの機能層の少なくとも一層が一定膜厚を有し、異なる発光色を呈する前記有機 E L 素子毎に、波長 を各発光色の中心波長として各発光層の発光界面から前記金属電極と前記有機化合物材料層との境界までの光学距離 ($n_1 \cdot d_1$)、各発光層の発光界面から前記透明電極と前記有機化合物材料層との界面までの光学距離 ($n_2 \cdot d_2$)、且つ前記透明電極の前記有機化合物材料層の界面と前記透明基板の前記透明電極との界面までの光学距離 ($n_3 \cdot d_3$) が $\lambda/4$ と略等しくなるような膜厚で成膜されていることを特徴とする。

【0016】

また一つには、透明電極と少なくとも発光層を含む複数の有機化合物材料層と金属電極とを透明基板上に順次積層してなる有機 E L 素子を要素として、異なる有機化合物材料によって異なる発光色を呈する前記発光層からなる前記有機 E L 素子を複数配列してなる有機 E L カラーディスプレイの製造方法において、前記透明電極を発光色に対応してそれぞれ異なる膜厚に成膜する工程を有すると共に、前記有機 E L 素子のすべてについて、同一の有機化合物材料からなる連続した一定膜厚を有する共通層を積層する共通積層工程を少なくとも1工程以上有し、波長 を中心波長として発光する前記発光層の発光界面から前記透明電極と前記透明基板との境界までの光学距離が $\lambda/4$ の偶数倍と略等しくなるような膜厚で、前記有機化合物材料層と前記透明電極が成膜されることを特徴とする。

【0017】

透明電極と少なくとも発光層を含む複数の有機化合物材料層と金属電極とを透明基板上に順次積層してなる有機 E L 素子を要素として、異なる有機化合物材料によって異なる発

10

20

30

40

50

光色を呈する前記発光層からなる前記有機ＥＬ素子を複数配列してなる有機ＥＬカラーディスプレイの製造方法において、前記透明電極を発光色に対応してそれぞれ異なる膜厚に成膜する工程を有すると共に、前記有機ＥＬ素子のすべてについて、同一の有機化合物材料からなる連続した一定膜厚を有する共通層を積層する共通積層工程を少なくとも１工程以上有し、波長を中心波長として発光する前記発光層の発光界面から前記透明電極と前記透明基板との境界までの光学距離が $\lambda/4$ の偶数倍と略等しく、且つ前記発光層の発光界面から前記金属電極と前記有機化合物材料層との境界までの光学距離が $\lambda/4$ の奇数倍と略等しくなるような膜厚で、前記有機化合物材料層と透明電極が成膜されていることを特徴とする。

【００１８】

10

また一つには、前記発光層の発光界面から前記有機化合物材料層と前記透明電極との境界までの光学距離が $\lambda/4$ の奇数倍と略等しくなるような膜厚で、前記有機化合物材料層が成膜されていることを特徴とする。

【００２８】

前記各請求項に係る発明は以下の作用を奏するものである。

【００２９】

本発明によると、透明電極の膜厚を発光色に対応させて異なる膜厚に設定することにより、有機化合物材料層と透明電極との境界で反射する反射光と、透明電極と基板との境界で反射する反射光との両方を考慮して、取り出し光の干渉による高効率化を設定することができる。また、透明電極のみによって干渉による高効率化を達成する場合には、有機化合物材料層の各機能層は、各機能の応じた膜厚又は生産性を考慮に入れた均一な膜厚とすることが可能になる。これによって、生産性又は発光層の発光効率の最適化を図りながら、取り出し光の高効率化を達成することが可能になる。

20

【００３０】

特に、有機化合物材料層の各機能層の少なくとも一層を、ディスプレイの全面において一定膜厚とするか又は同一の有機化合物材料により形成することにより、生産性の向上を図ることが可能になる。この一定膜厚又は同一材料の機能層としては、発光層から陽極側に積層された正孔輸送層或いは正孔注入層、又は発光層から陰極側に積層された電子輸送層とすることができる。

【００３１】

30

また、発光層から放射して透明電極と透明基板との境界で反射して再び発光層側に戻る光を対象にした反射干渉現象を考慮して取り出し光の高効率化を達成することができる。

【００３２】

また、発光層から放射して透明電極と透明基板との境界で反射して再び発光層側に戻る光及び発光層から後面方向に放射して金属電極の界面で反射して前面基板側に向けられる光を対象とした反射干渉現象を考慮して取り出し光の高効率化を達成することができる。

【００３３】

また、発光層から放射して有機化合物材料層と透明電極との境界で反射して再び発光層側に戻る光を対象にした反射干渉現象を考慮して、取り出し光の高効率化を達成することができる。

40

【００３４】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図面を参照して説明する。図１は本発明の有機ＥＬカラーディスプレイにおける第１の実施形態を示す説明図である。図はＲＧＢ各色の発光領域における層構造を示している。この実施形態は、各色の有機化合物材料層及び透明電極の膜厚を全て光学膜厚としたものである。有機ＥＬカラーディスプレイは複数の有機ＥＬ素子を要素としており、各々の有機ＥＬ素子は、異なる有機化合物材料によって異なる発光色を呈する発光層を備えており、各色の有機ＥＬ素子が複数配列して有機ＥＬカラーディスプレイを形成している。そして、各有機ＥＬ素子は、透明なガラス等から成る基板１、その上に形成されたＩＴＯ等の透明電極３、有機化合物材料層５を形成する正孔輸送機能層５

50

A, 発光層 50R (50G, 50B), 電子輸送機能層 5B、及び A1 等から成る金属電極 6 から構成され、この金属電極 6 が図示省略した SiN₄ 等から成る封止材で覆われている。

【0035】

各有機 EL 素子において、独立して別個に積層された発光層 50R, 50G, 50B はそれぞれ電流印加時に異なる発光色の赤, 緑, 青を呈する異なる有機化合物材料から成っており、有機 EL カラーディスプレイは、赤, 緑及び青の発光色の有機 EL 素子の組を一つの画素として、例えば、これら複数画素をマトリクス配列することによりカラー表示を行うものである。

【0036】

まず、図 2 によって、有機 EL 素子における反射干渉現象について説明する。ここで、電子輸送機能層 5B, 正孔輸送機能層 5A, 透明電極 3 はそれぞれ n_1 , n_2 , n_3 の屈折率を有し、各膜厚が d_1 , d_2 , d_3 であるとする。そして、基板 1 の屈折率を n_4 とすると、 $n_1 \quad n_2 < n_3 > n_4$ の関係にあるとする。

【0037】

この場合に、反射干渉現象の対象として考慮すべき光の態様は、発光層 50 の発光界面 50a (発光層 50 と正孔輸送機能層 5A との界面を発光界面とする。) から前面に放射される光 a、発光界面 50a から後面に放射される光 a'、発光界面 50a から後面に放射されて金属電極の界面で反射する光 b、発光界面 50a から前面に放射されて正孔輸送機能層 5A と透明電極 3 との境界で反射して再び発光界面 50a に戻る光 c、発光界面 50a から前面に放射されて透明電極 3 と基板 1 との境界で反射して再び発光界面 50a に戻る光 d となる。実際上の発光領域は素子構造や使用する有機化合物材料に大きく依存するが、発光層 50 と正孔輸送機能層 5A との界面から数 ~ 数十 nm に分布していると考えられるので、前述の発光界面 50a を定義して、そこからの光学距離によって反射干渉現象を検討するものとする。

【0038】

そして、波長 λ の光 a と光 b が強め合う条件は (1) 式のとおおり、すなわち、波長 λ を中心波長として発光する発光層の発光界面 50a から金属電極 6 の界面までの光学距離 $n_1 \cdot d_1$ が $\lambda/4$ の奇数倍である。

【0039】

【数 1】

$$n_1 \cdot d_1 = \frac{\lambda}{4} (2m - 1) \quad (m = 1, 2, \dots) \quad \dots (1)$$

【0040】

また、波長 λ の光 a' と光 d が強め合う条件は (2) 式のとおおり、すなわち、波長 λ を中心波長として発光する発光層の発光界面 50a から透明電極 3 と基板 1 との境界までの光学距離 $(n_2 \cdot d_2 + n_3 \cdot d_3)$ が $\lambda/4$ の偶数倍である。

【0041】

【数 2】

$$n_2 \cdot d_2 + n_3 \cdot d_3 = \frac{\lambda}{4} 2m \quad (m = 1, 2, \dots) \quad \dots (2)$$

【0042】

更に、中心波長 λ の光 a' と光 c が強め合う条件は (3) 式のとおおり、すなわち、波長 λ を中心波長として発光する発光層の発光界面 50a から有機化合物材料層 5 と透明電極 3 との境界までの光学距離 $(n_2 \cdot d_2)$ が $\lambda/4$ の奇数倍である。

【0043】

【数 3】

$$n_2 \cdot d_2 = \frac{\lambda}{4} (2m-1) \quad (m=1, 2, \dots) \quad \dots (3)$$

【0044】

したがって、(1)～(3)式を全て満足する光学距離の関係は、以下のとおりである。

【0045】

【数4】

$$n_1 \cdot d_1 = n_2 \cdot d_2 = n_3 \cdot d_3 = (2m-1) \lambda / 4 \quad \dots (4)$$

10

【0046】

【数5】

$$m=1 \text{ とすると、} n_1 \cdot d_1 = n_2 \cdot d_2 = n_3 \cdot d_3 = \lambda / 4 \quad \dots (5)$$

図1の実施形態では、RGBの各色における電子輸送機能層5B、正孔輸送機能層5A、透明電極3に対して、RGBに相当する中心波長 ($\lambda_R = 650 \text{ nm}$, $\lambda_G = 520 \text{ nm}$, $\lambda_B = 460 \text{ nm}$) から $\lambda_R / 4$, $\lambda_G / 4$, $\lambda_B / 4$ を求めて(5)式より各層の光学距離を以下のように設定している。

【0047】

20

【数6】

$$R \text{ (赤): } n_1 \cdot d_1 = n_2 \cdot d_2 = n_3 \cdot d_3 = \lambda_R / 4$$

$$G \text{ (緑): } n_1 \cdot d_1 = n_2 \cdot d_2 = n_3 \cdot d_3 = \lambda_G / 4$$

$$B \text{ (青): } n_1 \cdot d_1 = n_2 \cdot d_2 = n_3 \cdot d_3 = \lambda_B / 4$$

【0048】

ここで、透明電極3(ITO)の各色毎の屈折率は、 $n_3(\lambda_R) = 1.81$, $n_3(\lambda_G) = 1.94$, $n_4(\lambda_B) = 2.00$ であるから、透明電極3の各色毎の膜厚(nm)は、 $d_3(\lambda_R) = 90$, $d_3(\lambda_G) = 67$, $d_4(\lambda_B) = 58$ となる。このように透明電極3の各色における膜厚 d_3 を発光色に対応した異なる厚さにすることで、(1)～(3)式を全て満たして、考慮した全ての光が互いに強め合うような設定が可能になり、各色発光層から放射した光を最も効率よく取り出すことができる。

30

【0049】

[設定例1] 電子輸送機能層をAlq、正孔輸送機能層をNPB、透明電極をITO、基板をASガラスとして、図1の実施形態における設定例を以下に示す。ここで $n_1 \sim n_4$ は各波長($\lambda_R = 650 \text{ nm}$, $\lambda_G = 520 \text{ nm}$, $\lambda_B = 460 \text{ nm}$)における屈折率の実測値を示している。

【0050】

【表1】

40

		R	G	B
中心波長	$\lambda [\text{nm}]$	650	520	460
電子輸送機能層	$n_1 / d_1 [\text{nm}]$	1.75 / 93	1.80 / 72	1.85 / 62
正孔輸送機能層	$n_2 / d_2 [\text{nm}]$	1.80 / 90	1.86 / 70	1.94 / 59
ITO	$n_3 / d_3 [\text{nm}]$	1.81 / 90	1.94 / 67	2.00 / 58
基板	n_4	1.52	1.52	1.52

50

【 0 0 5 1 】

次に、本発明の有機 E L カラーディスプレイの第 2 の実施形態を図 3 を参照して説明する（以下の各実施形態において、前述の実施形態と同一の部位には同一の符号を付して一部説明を省略する。また、図は R G B 各色の発光領域における層構造を示しており、発光層を図示省略している。）。この実施形態は、発光界面 5 0 a から前面に放射されて正孔輸送機能層 5 A と透明電極 3 との境界で反射して再び発光界面 5 0 a に戻る光 c を無視して、反射光としては、発光界面 5 0 a から後面に放射されて金属電極の界面で反射する光 b 及び発光界面 5 0 a から前面に放射されて透明電極 3 と基板 1 との境界で反射して再び発光界面 5 0 a に戻る光 d のみを考慮したものである。

【 0 0 5 2 】

以下に、前述の設定例 1 における各層境界（電子輸送機能層；A 1 q，正孔輸送機能層；N P B，透明電極；I T O，基板；A S ガラス）での電界振幅反射率の実測値を示す。

【 0 0 5 3 】

【表 2】

発光色		屈折率	反射率
R 6 5 0 nm	電子輸送機能層	1 . 7 5	1 . 4 %
	正孔輸送機能層	1 . 8 0	
	透明電極	1 . 8 1	0 . 3 %
	基板	1 . 5 2	
G 5 2 0 nm	電子輸送機能層	1 . 8 0	1 . 6 %
	正孔輸送機能層	1 . 8 6	
	透明電極	1 . 9 4	2 . 1 %
	基板	1 . 5 2	
B 4 6 0 nm	電子輸送機能層	1 . 8 5	2 . 4 %
	正孔輸送機能層	1 . 9 5	
	透明電極	2 . 0 0	1 . 5 %
	基板	1 . 5 2	

【 0 0 5 4 】

この表から明らかなように、実際には、有機化合物材料層間又は有機化合物材料層と透明電極 3 との境界での反射率は、透明電極 3 と基板 1 との境界における反射率と比較するとかなり小さく、前者の反射光を無視することは実用上問題にならない。したがって、前述の（ 1 ）式と（ 2 ）式のみ、すなわち、波長 λ を中心波長として発光する発光層の発光界面 5 0 a から透明電極 3 と基板 1 との境界までの光学距離 $(n_2 \cdot d_2 + n_3 \cdot d_3)$ が $\lambda/4$ の偶数倍であり、且つ発光界面 5 0 a から金属電極 6 の界面までの光学距離 d_1 が $\lambda/4$ の奇数倍となる関係から、 $m = 1$ として以下の関係を得る。

【 0 0 5 5 】

【 数 7 】

$$n_1 \cdot d_1 = \lambda / 4, \quad n_2 \cdot d_2 + n_3 \cdot d_3 = \lambda / 2 \quad \cdots (7)$$

【 0 0 5 6 】

ここで、 d_2 と d_3 については、例えば各色で駆動電圧をそろえるように膜厚設定を行う。すなわち、正孔輸送機能層を厚く形成し、透明電極を薄くすると、電流輝度特性は変わらないが電圧輝度特性は劣化するので、これを利用して、駆動条件が各色毎に同じになるように正孔輸送機能層 d_2 の膜厚を設定することができる。そして、透明電極膜厚 d_3 を各色毎に異なる値とすることで(7)式を満足することが可能になり、実用的な取り出し光の高効率化も併せて達成することができるものである。

10

【 0 0 5 7 】

次に、本発明の有機ELカラーディスプレイにおける第3の実施形態を図4によって説明する。この実施形態では、図3の実施形態と同様に有機化合物材料層間の反射及び有機化合物材料層と透明電極との境界での反射を無視して、(1)式と(2)式のみから $n_1 \cdot d_1 = \lambda / 4$ 、 $n_2 \cdot d_2 + n_3 \cdot d_3 = \lambda / 2$ の条件を求め、これに対して、正孔輸送機能層5Aの膜厚 d_2 を各色共通の一定値として設定したものである。これによると、透明電極3膜形成後に正孔輸送機能層5Aをパネル一面に様に形成することができるので生産性の向上を図ることができる。正孔輸送機能層5AはNPB等の単一材料からなる正孔輸送層の単層であっても良いし、正孔輸送層と透明電極との間にCuPC等から成る単一材料の正孔注入層を積層させたものでもよい。

20

【 0 0 5 8 】

[設定例2] 電子輸送機能層をAlq、正孔輸送機能層をNPB、透明電極をITO、基板をASガラスとして、図4の実施形態における設定例を以下に示す。ここで $n_1 \sim n_4$ は各波長($R = 650 \text{ nm}$, $G = 520 \text{ nm}$, $B = 460 \text{ nm}$)における屈折率の実測値を示している。

【 0 0 5 9 】

【 表 3 】

30

		R	G	B
中心波長	$\lambda [\text{nm}]$	650	520	460
電子輸送機能層	$n_1 / d_1 [\text{nm}]$	1.75 / 93	1.80 / 72	1.85 / 62
正孔輸送機能層	$n_2 / d_2 [\text{nm}]$	1.80 / 70	1.86 / 70	1.94 / 70
ITO	$n_3 / d_3 [\text{nm}]$	1.81 / 109	1.94 / 67	2.00 / 47
基板	n_4	1.52	1.52	1.52

【 0 0 6 0 】

40

次に、本発明の有機ELカラーディスプレイにおける第4の実施形態を図5によって説明する。この実施形態においては、透明電極3、正孔輸送機能層5Aについては図4の実施形態と同様であり、陰極側の電子輸送機能層5Bの膜厚 d_1 を各色共通の一定値として設定したものである。この場合には、膜厚 d_1 を各色共通の一定値にすることにより、前述の(1)式を全ての色において満足することはできなくなる。したがって、特定の色のみに(1)式を満足させた膜厚 d_1 を設定すると共に、透明電極3の膜厚 d_3 を各色毎に異なる値に設定し、(2)式を満足するように正孔輸送機能層5Aの膜厚 d_2 を設定する。これによると、実用的に取り出し光の高効率化を達成しながら、正孔輸送機能層5Aと電子輸送機能層5Bを共に一定膜厚とすることで、更に生産性の向上を図ることができる。この際の電子輸送機能層5Bは、Alq等からなる単一材料の電子輸送層の単層であっ

50

ても良いし、電子輸送層と金属電極 6 との間に Li_2O 等から成る単一材料の電子注入層を積層させたものでもよい。

【0061】

〔設定例 3〕電子輸送機能層を Alq 、正孔輸送機能層を NPB 、透明電極を ITO 、基板を AS ガラスとして、図 5 の実施形態における設定例を以下に示す。ここで $n_1 \sim n_4$ は各波長 ($\lambda_R = 650 \text{ nm}$, $\lambda_G = 520 \text{ nm}$, $\lambda_B = 460 \text{ nm}$) における屈折率の実測値を示している。

【0062】

【表 4】

		R	G	B
中心波長	$\lambda [\text{nm}]$	650	520	460
電子輸送機能層	$n_1 / d_1 [\text{nm}]$	1.75 / 72	1.80 / 72	1.85 / 72
正孔輸送機能層	$n_2 / d_2 [\text{nm}]$	1.80 / 70	1.86 / 70	1.94 / 70
ITO	$n_3 / d_3 [\text{nm}]$	1.81 / 109	1.94 / 67	2.00 / 47
基板	n_4	1.52	1.52	1.52

10

【0063】

以下に、本発明に係る有機 EL カラーディスプレイの製造方法を説明する。図 6 において、まず、同図 (a) に示すように、それぞれ ITO からなる RGB 用の透明電極 3 をガラス基板 1 上に形成する。透明電極の膜厚 d_3 は表 4 に示すように RGB の各発光色に対応して異なる値となるように予め設定されており、各色毎のマスキを用いて蒸着時間を各色毎に設定して所望の膜厚を形成する。

20

【0064】

次に同図 (b) に示すように、真空蒸着等によって正孔輸送機能層 5A を透明電極 3 の上に一様に形成する。この正孔輸送機能層 5A は前述のように NPB の単層であってもよいし、正孔注入層として CuPC 等の単層を積層した後の NPB を積層するようにしてもよい。いずれにしても、この正孔輸送機能層 5A の形成は、同一の有機化合物材料からなる連続した一定膜厚を有する共通層を積層する工程とする。

30

【0065】

次に同図 (c) に示すように、各色毎に発光層 50 を形成し、更にその上に真空蒸着等によって電子輸送機能層 5B を一様に形成する。この電子輸送機能層 5B は前述のように Alq の単層であってもよいし、この単層を積層した後に電子注入層として Li_2O 等の単層を積層するようにしてもよい。いずれにしても、この電子輸送機能層 5B の形成は、同一の有機化合物材料からなる連続した一定膜厚を有する共通層を積層する工程とする。そして、同図 (d) に示すように、電子輸送機能層 5B 上に Al-Li 等の低仕事関数の金属電極 6 を蒸着又はスパッタ等の手段で成膜し、更にその上を図示省略した封止材で覆う。

40

【0066】

この製造方法によると、透明電極 3 の形成工程はマスク等を用いた各色毎に膜厚を設定する煩雑な工程を要するが、その後の成膜工程を簡略化することが可能になる。特に、基板上に透明電極 3 を形成した状態で資材を流通させることを考えると、ディスプレイの生産性を著しく向上させることが可能になる。

【0067】

そして、正孔輸送機能層 5A 及び電子輸送機能層 5B を表 4 の膜厚 d_2 及び膜厚 d_1 とするように設定することで、実用的に有効な範囲で反射干渉現象による取り出し光の高効率化を達成することも可能になる。

【0068】

50

図 7 は、本発明に係る有機 E L カラーディスプレイの製造方法における他の実施形態を示す説明図である。これは、各色取り出し光の高効率化を最も重要視した [設定例 1] を得るための実施形態である。まず、同図 (a) に示すように、それぞれ I T O からなる R G B 用の透明電極 3 をガラス基板 1 上に膜厚 d_3 が表 1 に示す値となるように形成する。そして、この透明電極 3 上に正孔輸送機能層の共通層 5 A ' を同一の有機化合物材料からなる連続した一定膜厚で形成する。この共通層 5 A ' の膜厚は、表 1 における d_2 の最小値 (5 9 n m) に設定されている。

【 0 0 6 9 】

次に同図 (b) に示すように、R 及び G に対して正孔輸送機能層を必要な厚さだけ付加して、R G B 各色の膜厚 d_2 が表 1 に示す値になるように、正孔輸送機能層 5 A を形成する。更に同図 (c) に示すように、各色毎の発光層 5 0 を形成した後、電子輸送機能層の共通層 5 B ' を同一の有機化合物材料からなる連続した一定膜厚で形成する。この共通層 5 B ' の膜厚は、表 1 における d_1 の最小値 (6 2 n m) に設定されている。

【 0 0 7 0 】

そして、同図 (d) に示すように、R 及び G に対して電子輸送機能層を必要な厚さだけ付加して、R G B 各色の膜厚 d_1 が表 1 に示す値になるように、電子輸送機能層 5 B を形成する。以下、前述の実施形態と同様に電子輸送機能層 5 B 上に金属電極 6 を成膜し、更にその上を封止材で覆う。また、この実施形態においても、前述の実施形態と同様に、正孔輸送機能層 5 A は N P B 等の単層であってもよいし、正孔注入層として C u P C 等の単層を積層した後の N P B を積層するようにしてもよく、電子輸送機能層 5 B は、A l q 等の単層であってもよいし、この単層を積層した後に電子注入層として L i ₂ O 等の単層を積層するようにしてもよい。

【 0 0 7 1 】

この製造方法によると、前述の (1) ~ (3) 式を全て満足する膜厚の設定をすることで、各色の取り出し光を最大限高効率化することが可能になると共に、有機化合物材料層の形成に際して共通層を先に形成して、その後に各色の層を付加するようにしたので、膜形成の時間を短縮化することが可能になり、生産性の向上を図ることができる。

【 0 0 7 2 】

【 発明の効果 】

本発明は、このように構成されるので、各種の反射光を考慮して取り出し光の高効率化を達成することができると共に、発光層を除いた有機化合物材料層はその機能に応じた膜厚を設定することができ、また良好な生産性を確保することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の有機 E L カラーディスプレイにおける実施形態を示す説明図である。

【 図 2 】 有機 E L 素子における反射干渉現象を説明する説明図である。

【 図 3 】 本発明の有機 E L カラーディスプレイにおける実施形態を示す説明図である。

【 図 4 】 本発明の有機 E L カラーディスプレイにおける実施形態を示す説明図である。

【 図 5 】 本発明の有機 E L カラーディスプレイにおける実施形態を示す説明図である。

【 図 6 】 本発明の有機 E L カラーディスプレイの製造方法における実施形態を示す説明図である。

【 図 7 】 本発明の有機 E L カラーディスプレイの製造方法における実施形態を示す説明図である。

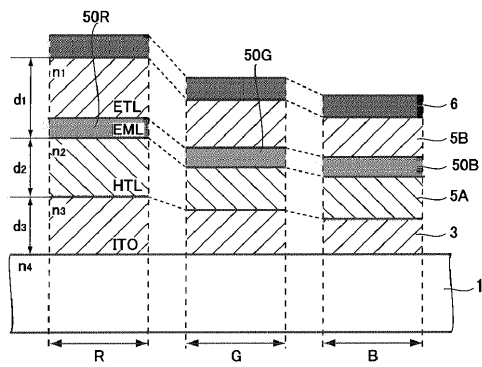
【 図 8 】 従来の有機 E L カラーディスプレイの素子構造を示す説明図である。

【 符号の説明 】

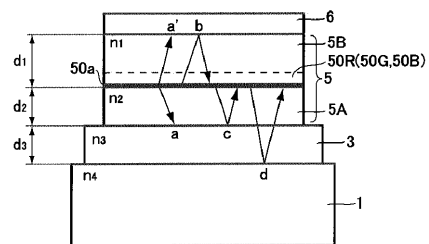
- 1 基板
- 2 T F T
- 3 透明電極
- 4 絶縁膜
- 5 有機化合物材料層
- 5 A 正孔輸送機能層

- 5 B 電子輸送機能層
- 5 0 発光層
- 6 金属電極

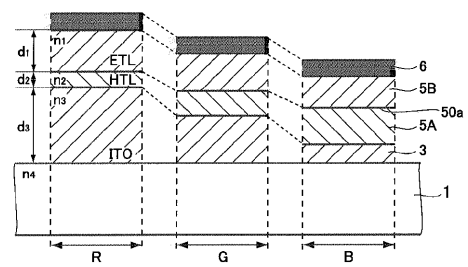
【図 1】



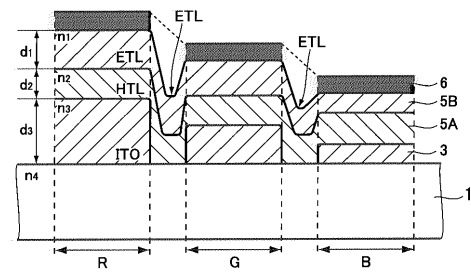
【図 2】



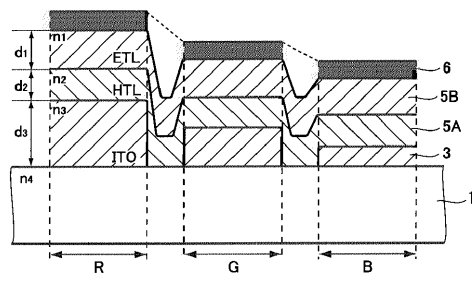
【図 3】



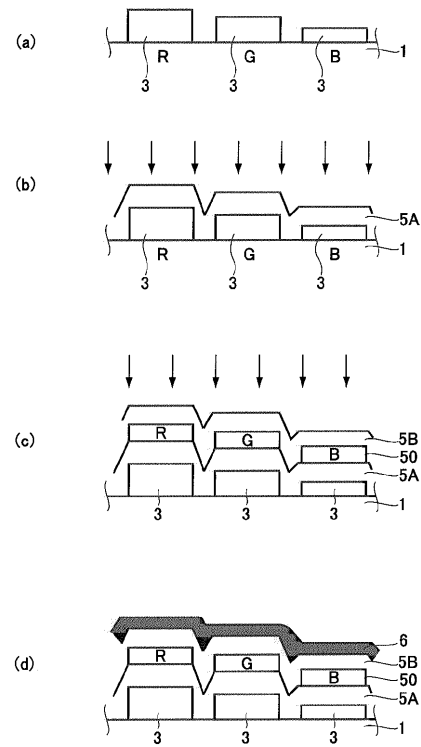
【図 4】



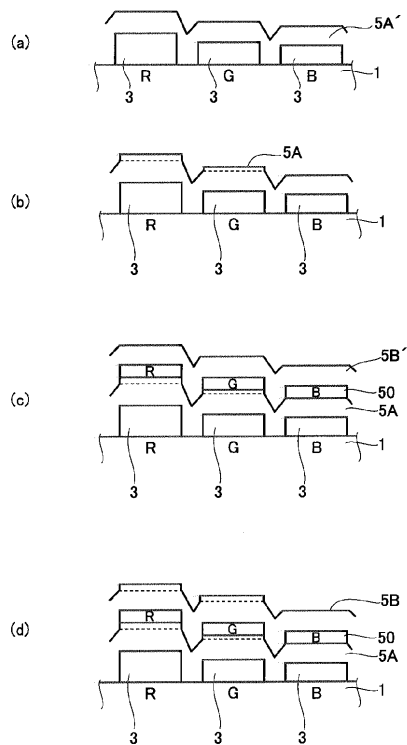
【図 5】



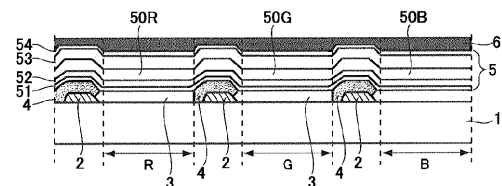
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平06-275381(JP,A)
特開平07-240277(JP,A)
特開平11-219789(JP,A)
特開2000-243573(JP,A)
特開2000-323277(JP,A)
国際公開第01/015246(WO,A1)
特開2002-289350(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05B 33/26

H01L 51/50

H01L 27/32

专利名称(译)	有机EL彩色显示器及其制造方法		
公开(公告)号	JP4164251B2	公开(公告)日	2008-10-15
申请号	JP2001334343	申请日	2001-10-31
[标]申请(专利权)人(译)	东北先锋股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	日本东北先锋公司		
当前申请(专利权)人(译)	日本东北先锋公司		
[标]发明人	渡辺輝一		
发明人	渡辺 輝一		
IPC分类号	H05B33/26 H01L51/50 G09F9/30 H01L27/32 H05B33/14 H05B33/24		
CPC分类号	H01L51/5265		
FI分类号	H05B33/26.Z H05B33/14.A G09F9/30.365.Z G09F9/30.365 H01L27/32 H05B33/24		
F-TERM分类号	3K007/AB03 3K007/AB17 3K007/BB06 3K007/CB01 3K007/DB03 3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC05 3K107/CC45 3K107/DD10 3K107/DD71 3K107/DD72 3K107/DD74 3K107/DD75 3K107/FF06 3K107/FF15 5C094/AA10 5C094/AA42 5C094/BA12 5C094/BA27 5C094/CA24 5C094/DA13 5C094/GB10		
审查员(译)	本田博之		
其他公开文献	JP2003142277A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：为了提供有机EL彩色显示器，可以根据其功能设置除发光层之外的有机化合物材料层的膜厚度，能够通过考虑各种反射来高效地输出光，能够保持良好的生产力。解决方案：通过在透明基板上依次层叠透明电极3，具有空穴传输功能的层5A，发光层50R，50B，50C，具有电子传输功能的层5B和金属电极6来形成有机EL元件。。使用上述有机元素作为组分的有机EL彩色显示器通过根据有机化合物材料的变化和透明电极3的厚度排列具有各种颜色的发光层的多个有机EL元件来构成。根据发光的颜色使各个有机EL元件彼此不同。

$$1 - d_1 = \frac{1}{4} (2m-1) \quad (m=1, 2, \dots)$$