

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5783780号
(P5783780)

(45) 発行日 平成27年9月24日 (2015. 9. 24)

(24) 登録日 平成27年7月31日 (2015. 7. 31)

(51) Int. Cl.	F 1		
H05B 33/24 (2006.01)	H05B 33/24		
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/14	A	
H05B 33/12 (2006.01)	H05B 33/12	B	
G09F 9/30 (2006.01)	H05B 33/22	A	
H01L 27/32 (2006.01)	H05B 33/22	C	

請求項の数 10 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2011-93719 (P2011-93719)
 (22) 出願日 平成23年4月20日 (2011. 4. 20)
 (65) 公開番号 特開2012-15097 (P2012-15097A)
 (43) 公開日 平成24年1月19日 (2012. 1. 19)
 審査請求日 平成26年3月24日 (2014. 3. 24)
 (31) 優先権主張番号 特願2010-127867 (P2010-127867)
 (32) 優先日 平成22年6月3日 (2010. 6. 3)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100096828
 弁理士 渡辺 敬介
 (74) 代理人 100110870
 弁理士 山口 芳広
 (72) 発明者 梶本 典史
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ヤノン株式会社内
 審査官 濱野 隆

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1有機EL素子と、前記第1有機EL素子の発する色と異なる色を発する第2有機EL素子と、を有し、

前記第1有機EL素子及び前記第2有機EL素子が、それぞれ第1電極と、電荷輸送性材料とドーパント材料とを含む第1電荷輸送層と、電荷輸送性材料とドーパント材料とを含む第2電荷輸送層と、発光層と、第2電極と、をこの順で有し、

前記第1電荷輸送層が、前記第1有機EL素子と、前記第2有機EL素子とで共通し、かつ同じ膜厚の層であり、

前記第2電荷輸送層の膜厚が、前記第1有機EL素子と、前記第2有機EL素子とで異なり、

前記第1電荷輸送層に含まれるドーパント材料の濃度が、前記第2電荷輸送層に含まれるドーパント材料の濃度よりも低く、

前記第1電極が陽極であり、

前記第2電極が陰極であり、

前記第1電荷輸送層が第1正孔輸送層であり、

前記第2電荷輸送層が第2正孔輸送層であり、

前記ドーパント材料がアクセプター性ドーパント材料であり、

前記第1電荷輸送層に含まれる電荷輸送性材料と、前記第2電荷輸送層に含まれる電荷輸送性材料と、が、ともに正孔輸送性材料であることを特徴とする、表示装置。

10

20

【請求項 2】

第 1 有機 E L 素子と、前記第 1 有機 E L 素子の発する色と異なる色を発する第 2 有機 E L 素子と、を有し、

前記第 1 有機 E L 素子及び前記第 2 有機 E L 素子が、それぞれ第 1 電極と、電荷輸送性材料とドーパント材料とを含む第 1 電荷輸送層と、電荷輸送性材料とドーパント材料とを含む第 2 電荷輸送層と、発光層と、第 2 電極と、をこの順で有し、

前記第 1 電荷輸送層が、前記第 1 有機 E L 素子と、前記第 2 有機 E L 素子とで共通し、かつ同じ膜厚の層であり、

前記第 2 電荷輸送層の膜厚が、前記第 1 有機 E L 素子と、前記第 2 有機 E L 素子とで異なり、

前記第 1 電荷輸送層に含まれるドーパント材料の濃度が、前記第 2 電荷輸送層に含まれるドーパント材料の濃度よりも低く、

前記第 1 電極が陰極であり、

前記第 2 電極が、陽極であり、

前記第 1 電荷輸送層が第 1 電子輸送層であり、

前記第 2 電荷輸送層が第 2 電子輸送層であり、

前記ドーパント材料がドナー性ドーパント材料であり、

前記第 1 電荷輸送層に含まれる電荷輸送性材料と、前記第 2 電荷輸送層に含まれる電荷輸送性材料と、が、ともに電子輸送性材料であることを特徴とする、表示装置。

【請求項 3】

前記第 2 電荷輸送層の膜厚が大きいほど、前記第 2 電荷輸送層に含まれるドーパント材料の濃度が高いことを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の表示装置。

【請求項 4】

前記第 1 電荷輸送層に含まれる電荷輸送性材料と、前記第 2 電荷輸送層に含まれる電荷輸送性材料とが同じであることを特徴とする、請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の表示装置。

【請求項 5】

前記第 1 有機 E L 素子及び前記第 2 有機 E L 素子において、それぞれ下記 [A] に示す関係を満たしていることを特徴とする、請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の表示装置。

【数 1】

$$\left(2m - \frac{3}{2}\right) \times \frac{\lambda}{4n} \leq d \leq \left(2m - \frac{1}{2}\right) \times \frac{\lambda}{4n} \quad [A]$$

([A] において、m は、自然数を表し、 λ は、有機 E L 素子から取り出されるスペクトルの最大ピーク波長を表し、n は、第 1 電荷輸送層の屈折率と第 2 電荷輸送層の屈折率の平均を表し、d は、発光位置から反射電極までの距離を表す。)

【請求項 6】

第 1 有機 E L 素子と、前記第 1 有機 E L 素子の発する色と異なる色を発する第 2 有機 E L 素子と、を有し、

前記第 1 有機 E L 素子及び前記第 2 有機 E L 素子が、それぞれ第 1 電極と、電荷輸送性材料を含み、ドーパント材料を含まない第 1 電荷輸送層と、電荷輸送性材料とドーパント材料とを含む第 2 電荷輸送層と、発光層と、第 2 電極と、をこの順で有し、

前記第 1 電荷輸送層が、前記第 1 有機 E L 素子と、前記第 2 有機 E L 素子とで共通し、かつ同じ膜厚の層であり、

前記第 2 電荷輸送層の膜厚が、前記第 1 有機 E L 素子と、前記第 2 有機 E L 素子とで異なり、

前記第 1 電極が陽極であり、

前記第 2 電極が陰極であり、

前記第 1 電荷輸送層が第 1 正孔輸送層であり、

10

20

30

40

50

前記第 2 電荷輸送層が第 2 正孔輸送層であり、
前記ドーパント材料がアクセプター性ドーパント材料であり、
前記第 1 電荷輸送層に含まれる電荷輸送性材料と、前記第 2 電荷輸送層に含まれる電荷輸送性材料と、が、ともに正孔輸送性材料であることを特徴とする、表示装置。

【請求項 7】

第 1 有機 E L 素子と、前記第 1 有機 E L 素子の発する色と異なる色を発する第 2 有機 E L 素子と、を有し、

前記第 1 有機 E L 素子及び前記第 2 有機 E L 素子が、それぞれ第 1 電極と、電荷輸送性材料を含み、ドーパント材料を含まない第 1 電荷輸送層と、電荷輸送性材料とドーパント材料とを含む第 2 電荷輸送層と、発光層と、第 2 電極と、をこの順で有し、

前記第 1 電荷輸送層が、前記第 1 有機 E L 素子と、前記第 2 有機 E L 素子とで共通し、かつ同じ膜厚の層であり、

前記第 2 電荷輸送層の膜厚が、前記第 1 有機 E L 素子と、前記第 2 有機 E L 素子とで異なり、

前記第 1 電極が陰極であり、

前記第 2 電極が陽極であり、

前記第 1 電荷輸送層が第 1 電子輸送層であり、

前記第 2 電荷輸送層が第 2 電子輸送層であり、

前記ドーパント材料がドナー性ドーパント材料であり、

前記第 1 電荷輸送層に含まれる電荷輸送性材料と、前記第 2 電荷輸送層に含まれる電荷輸送性材料と、が、ともに電子輸送性材料であることを特徴とする、表示装置。

【請求項 8】

前記第 2 電荷輸送層の膜厚が大きいほど、前記第 2 電荷輸送層に含まれるドーパント材料の濃度が高いことを特徴とする、請求項 6 又は 7 に記載の表示装置。

【請求項 9】

前記第 1 電荷輸送層に含まれる電荷輸送性材料と、前記第 2 電荷輸送層に含まれる電荷輸送性材料とが同じであることを特徴とする、請求項 6 乃至 8 のいずれか一項に記載の表示装置。

【請求項 10】

前記第 1 有機 E L 素子及び前記第 2 有機 E L 素子において、それぞれ下記 [A] に示す関係を満たしていることを特徴とする、請求項 6 乃至 9 のいずれか一項に記載の表示装置。

【数 2】

$$\left(2m - \frac{3}{2}\right) \times \frac{\lambda}{4n} \leq d \leq \left(2m - \frac{1}{2}\right) \times \frac{\lambda}{4n} \quad [A]$$

([A] において、m は、自然数を表し、 λ は、有機 E L 素子から取り出されるスペクトルの最大ピーク波長を表し、n は、第 1 電荷輸送層の屈折率と第 2 電荷輸送層の屈折率の平均を表し、d は、発光位置から反射電極までの距離を表す。)

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

液晶表示装置に代わる次世代の表示装置として、有機 E L 素子が提案され、現在では有機 E L の研究開発は盛んに行われている。有機 E L 素子は、陽極、陰極からそれぞれ注入された正孔、電子が発光層にて再結合することで発光する電子素子である。このため、有機 E L 素子の発光効率を向上させるには、全電流に対する再結合電流の割合、つまりキャリアバランス因子が重要であることがよく知られている。ここでキャリアバランスを高め

10

20

30

40

50

るには、発光層中の再結合過程の最適化だけでなく、電極から発光層への電荷注入輸送過程の最適化も必要となる。

【0003】

ただし、複数の発光色を出力する有機ELアレイにおいて、電極から発光層までの電荷の流れ易さ、つまり必要とされる導電率が発光色ごとで異なることが多い。これは、発光層のバンドギャップ、移動度といった材料物性、及び取り出し効率向上のための電荷輸送層の最適な膜厚が発光色ごとで異なることに起因する。つまり、同一の材料を用いて電荷輸送層を構成した場合、発光色ごとに高いキャリアバランスを達成することは困難であるといえる。

【0004】

ところで、電荷輸送性材料中にドナー性（あるいはアクセプター性）のドーパントを混合した共蒸着膜は電荷輸送層としてしばしば使用される。この共蒸着膜は、ホスト（電荷輸送性材料）とドーパントと間で生じる電荷移動により、バルクの導電率と接合界面の電荷注入特性が向上することから駆動電圧低減が可能となる。また、ドーパントが含まれている共蒸着膜は、ドーパント濃度によりその導電率を制御できるといった利点がある。特許文献1では、発光色ごとにドーパントのドーパント濃度を最適化させることにより、上記の課題を解決することを試みている。

【0005】

しかし、特許文献1にて開示されている表示装置では、各素子が隔壁によって分けがなされているので、発光色ごとに電荷輸送層を含む全ての層のパターニングが必要となる。このため、成膜マスクのアライメントズレに起因した着膜ズレが生じた場合、基板電極表面を発光層等の低導電率層で十分に被覆できず、陽極と陰極との間でショートを生じしてしまう。つまり、発光色ごとに電荷輸送層をパターン形成する従来の技術では非点灯素子の数が増加してしまい、生産性を著しく低下させる恐れがあった。

【0006】

一方で、着膜ズレによるショートを防ぐ技術として、電荷輸送性材料を基板面内方向に連続に形成する方法が知られている。この方法を採用する場合、使用する電荷輸送性材料は導電率の低い材料が一般的に望ましい。これは、着膜ズレの部位にて発生する陽極と陰極との間のショート電流や駆動素子とその隣接素子との間での意図しない電氣的接続、いわゆる隣接クロストークを効果的に抑制できることによるものである。しかしながら、導電率の低い材料を電荷輸送性材料として使用した場合、発光色ごとに高いキャリアバランスを達成することが困難になるといった問題が生じる。さらには、注入特性も電荷輸送層に比べ低い場合、電荷輸送層の膜厚が大きくなることに伴う発光素子の駆動電圧の上昇といった問題が新たに発生してしまう。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2004-119201号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、その目的は、発光色ごとに高い発光効率及び低い駆動電圧を保ちながらショートや隣接クロストークが抑制された表示装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の表示装置の第一の態様は、第1有機EL素子と、前記第1有機EL素子の発する色と異なる色を発する第2有機EL素子と、を有し、

前記第1有機EL素子及び前記第2有機EL素子が、それぞれ第1電極と、電荷輸送性材料とドーパント材料とを含む第1電荷輸送層と、電荷輸送性材料とドーパント材料とを

10

20

30

40

50

含む第2電荷輸送層と、発光層と、第2電極と、をこの順で有し、

前記第1電荷輸送層が、前記第1有機EL素子と、前記第2有機EL素子とで共通し、かつ同じ膜厚の層であり、

前記第2電荷輸送層の膜厚が、前記第1有機EL素子と、前記第2有機EL素子とで異なり、

前記第1電荷輸送層に含まれるドーパント材料の濃度が、前記第2電荷輸送層に含まれるドーパント材料の濃度よりも低く、

前記第1電極が陽極であり、

前記第2電極が陰極であり、

前記第1電荷輸送層が第1正孔輸送層であり、

前記第2電荷輸送層が第2正孔輸送層であり、

前記ドーパント材料がアクセプター性ドーパント材料であり、

前記第1電荷輸送層に含まれる電荷輸送性材料と、前記第2電荷輸送層に含まれる電荷輸送性材料と、が、ともに正孔輸送性材料であることを特徴とする。

本発明の表示装置の第二の態様は、第1有機EL素子と、前記第1有機EL素子の発する色と異なる色を発する第2有機EL素子と、を有し、

前記第1有機EL素子及び前記第2有機EL素子が、それぞれ第1電極と、電荷輸送性材料とドーパント材料とを含む第1電荷輸送層と、電荷輸送性材料とドーパント材料とを含む第2電荷輸送層と、発光層と、第2電極と、をこの順で有し、

前記第1電荷輸送層が、前記第1有機EL素子と、前記第2有機EL素子とで共通し、かつ同じ膜厚の層であり、

前記第2電荷輸送層の膜厚が、前記第1有機EL素子と、前記第2有機EL素子とで異なり、

前記第1電荷輸送層に含まれるドーパント材料の濃度が、前記第2電荷輸送層に含まれるドーパント材料の濃度よりも低く、

前記第1電極が陰極であり、

前記第2電極が、陽極であり、

前記第1電荷輸送層が第1電子輸送層であり、

前記第2電荷輸送層が第2電子輸送層であり、

前記ドーパント材料がドナー性ドーパント材料であり、

前記第1電荷輸送層に含まれる電荷輸送性材料と、前記第2電荷輸送層に含まれる電荷輸送性材料と、が、ともに電子輸送性材料であることを特徴とする。

【0010】

また、本発明の表示装置の第三の態様は、第1有機EL素子と、前記第1有機EL素子の発する色と異なる色を発する第2有機EL素子と、を有し、

前記第1有機EL素子及び前記第2有機EL素子が、それぞれ第1電極と、電荷輸送性材料を含み、ドーパント材料を含まない第1電荷輸送層と、電荷輸送性材料とドーパント材料とを含む第2電荷輸送層と、発光層と、第2電極と、をこの順で有し、

前記第1電荷輸送層が、前記第1有機EL素子と、前記第2有機EL素子とで共通し、かつ同じ膜厚の層であり、

前記第2電荷輸送層の膜厚が、前記第1有機EL素子と、前記第2有機EL素子とで異なり、

前記第1電極が陽極であり、

前記第2電極が陰極であり、

前記第1電荷輸送層が第1正孔輸送層であり、

前記第2電荷輸送層が第2正孔輸送層であり、

前記ドーパント材料がアクセプター性ドーパント材料であり、

前記第1電荷輸送層に含まれる電荷輸送性材料と、前記第2電荷輸送層に含まれる電荷輸送性材料と、が、ともに正孔輸送性材料であることを特徴とする。

本発明の表示装置の第四の態様は、第1有機EL素子と、前記第1有機EL素子の発す

10

20

30

40

50

る色と異なる色を発する第2有機EL素子と、を有し、

前記第1有機EL素子及び前記第2有機EL素子が、それぞれ第1電極と、電荷輸送性材料を含み、ドーパント材料を含まない第1電荷輸送層と、電荷輸送性材料とドーパント材料とを含む第2電荷輸送層と、発光層と、第2電極と、をこの順で有し、

前記第1電荷輸送層が、前記第1有機EL素子と、前記第2有機EL素子とで共通し、かつ同じ膜厚の層であり、

前記第2電荷輸送層の膜厚が、前記第1有機EL素子と、前記第2有機EL素子とで異なり、

前記第1電極が陰極であり、

前記第2電極が陽極であり、

前記第1電荷輸送層が第1電子輸送層であり、

前記第2電荷輸送層が第2電子輸送層であり、

前記ドーパント材料がドナー性ドーパント材料であり、

前記第1電荷輸送層に含まれる電荷輸送性材料と、前記第2電荷輸送層に含まれる電荷輸送性材料と、が、ともに電子輸送性材料であることを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、発光色ごとに高い発光効率及び低い駆動電圧を保ちながらショートや隣接クロストークが抑制された表示装置を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の表示装置における実施形態の例を示す平面模式図である。

【図2】図1中のAA'断面を示す断面模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

本発明の表示装置は、基板と、基板上に設けられる第1有機EL素子と、第2有機EL素子と、を有する構成である。ここで第1有機EL素子の発光色と、第2有機EL素子の発光色とはそれぞれ異なっている。ただし、基板上に設けられる有機EL素子は2種類に限定されるものではない。第1有機EL素子や第2有機EL素子とは発光色が異なる有機EL素子(第3有機EL素子、第4有機EL素子、・・・)を基板上にさらに設けてもよい。

【0014】

本発明において、各有機EL素子(第1有機EL素子、第2有機EL素子)は、それぞれ第1電極と、第1電荷輸送層と、第2電荷輸送層と、発光層と、第2電極と、をこの順で有する。ここで第1電荷輸送層は、各有機EL素子で共通し、かつ同じ膜厚の層であり、電荷輸送性材料とドーパントとを含んでいる。一方、第2電荷輸送層は、その膜厚が、各有機EL素子で異なる層であり、第1電荷輸送層と同様に、電荷輸送性材料とドーパントとを含んでいる。

【0015】

また本発明において、第1電荷輸送層に含まれるドーパントの濃度は、第2電荷輸送層に含まれるドーパント材料の濃度よりも低い。

【0016】

以下、図面を参照しながら本発明の表示装置の実施形態について説明する。

【0017】

図1は、本発明の表示装置における実施形態の例を示す平面模式図である。また図2は、図1中のAA'断面を示す断面模式図である。図1の表示装置1は、画素100をマトリックス状に配置された表示領域101を備えている。また図1の表示装置1に備えられている画素100は、それぞれ発光素子として図2に示される有機EL素子(R発光素子2、G発光素子3、B発光素子4のいずれか)を有している。

【0018】

10

20

30

40

50

図1の表示装置1は、基板10上に3種類の有機EL素子、即ち、第1有機EL素子(R発光素子)2、第2有機EL素子(G発光素子)3、第3有機EL素子(B発光素子)4がそれぞれ設けられている。

【0019】

各有機EL素子(2~4)は、それぞれ基板10上に、下記(a)~(f)で示される層がこの順で設けられている。

- (a) 反射電極21と透明電極22とからなる第1電極20
- (b) 第1電荷輸送層31
- (c) 第2電荷輸送層32(32R、32G、32B)
- (d) 発光層40(40R、40G、40B)
- (e) 第3電荷輸送層50
- (f) 第2電極60

10

【0020】

ただし本発明の表示装置の実施形態はこれに限定されるものではない。例えば、発光層40と第2電荷輸送層32(又は第3電荷輸送層50)との間に電荷輸送層をさらに設けてもよいし、第3電荷輸送層50と第2電極60との間に電荷輸送層をさらに設けてもよい。

【0021】

図1の表示装置1において、3種類の電荷輸送層(31、32、50)は、第1電極20及び第2電極60の特性によって正孔輸送層又は電子輸送層となる。即ち、図1の表示装置において、第1電極20が陽極(第2電極60が陰極)の場合は、第1電荷輸送層31及び第2電荷輸送層32が正孔輸送層になり、第3電荷輸送層50が電子輸送層になる。一方、第1電極20が陰極(第2電極60が陽極)の場合は、第1電荷輸送層31及び第2電荷輸送層32が電子輸送層になり、第3電荷輸送層50が正孔輸送層になる。

20

【0022】

以下、図1の表示装置1を構成する各層・部材について説明する。

【0023】

図1の表示装置1で使用される基板10として、各種のガラス基板、Poly-Siやa-Si(アモルファスシリコン)等で半導体を形成したTFT(薄膜トランジスタ)等の駆動回路を形成したガラス基板、シリコンウエハー上に駆動に回路を形成したガラス基板、シリコンウエハー上に駆動回路を設けたもの等を挙げることができる。

30

【0024】

第1電極20に含まれる反射電極21としては、反射率の高い材料が好ましい。ここで第1電極20を陽極にする場合、反射電極21の構成材料として、例えば、金、白金、銀やアルミニウム、マグネシウム等の金属材料やこれら金属材料の合金が挙げられる。また、第1電極20を陽極にする場合、反射電極21上に酸化インジウム錫や酸化インジウム亜鉛等の透明導電材料からなる透明電極22を積層する方が、正孔注入性の観点から好ましい。一方、第1電極20を陰極にする場合でも、材料自体の仕事関数によっては、上述した金属材料やその合金を反射電極21の材料として使用することができる。この場合においても、反射電極21上に透明電極22を設けるのが好ましい。ここで第1電極20を陰極とする場合、透明電極22の構成材料として、上述の透明導電性材料(酸化インジウム錫や酸化インジウム亜鉛等)を使用してもよい。

40

【0025】

第1電極20上に設けられる第1電荷輸送層31は、各有機EL素子の基板10の面内方向に対して連続した形態で形成されている。即ち、第1電荷輸送層31は、各有機EL素子に共通する層として設けられる。このため、第1電極20の表面を十分に被覆することができるので、着膜ズレに起因した第1電極20と第2電極60と間のショートを防止することができる。

【0026】

上述したように、第1電荷輸送層31は、電荷輸送性材料とドーパントとを含んでいる

50

。ここで第1電荷輸送層31に含まれるドーパントの濃度は、第2電荷輸送層32(32R、32G、32B)よりも低く、かつ高い注入特性を保ちながら適切なバルク抵抗が確保することが可能となるように決定されることが望ましい。具体的には、1重量%以下が好ましい。特に0.5重量%以下が好ましい。これにより、低い駆動電圧を保ちながら、着膜ズレが生じた部位での陽極と陰極との間の抵抗を確保することができるので陽極と陰極との間のショートを抑制することが可能となる。同時に、駆動している有機EL素子とその隣接している素子とが電氣的に接続する隣接クロストーク現象を抑制することが可能となる。ちなみに、隣接クロストークが十分抑制できるバルク抵抗値として、例えば、以下の条件下においては 2.5×10^4 cm以下とされる。

(i) 第1電荷輸送層31の膜厚：100nm

(ii) 画素サイズ：100 μ m \times 100 μ m

(iii) 画素間距離：10 μ m

(iv) コントラスト比：500：1

【0027】

ただし第1電荷輸送層31の最適なバルク抵抗は、膜厚、I-V特性、画素間距離といった表示装置の設計及び特性によって異なるため、表示装置ごとにその抵抗値を決定すればよい。

【0028】

第2電荷輸送層32(32R、32G、32B)は、各有機EL素子において、個別に設けられている層であり、その膜厚は、有機EL素子の発光色によりそれぞれ異なるように設定されている。尚、第2電荷輸送層32の膜厚の設定方法については、後述する。

【0029】

第2電荷輸送層32は、第1電荷輸送層31と同様に、電荷輸送性材料とドーパントとを含んでいる。ここで第2電荷輸送層32に含まれるドーパントの濃度は、各有機EL素子において、効率と駆動電圧とが最適になるように決定するのが望ましい。具体的には、3重量%乃至7重量%が望ましい。特に、第2電荷輸送層32の膜厚が大きくなる場合、駆動電圧の高電圧化を防止するために、ドーパントの濃度を高くして導電率を高めるように設定するのが好ましい。このことにより、高い発光効率と低電圧化の両立が可能となる。従って、第2電荷輸送層32に含まれるドーパントの濃度は、第2電荷輸送層32の膜厚が厚いほど大きくすることが望ましい。

【0030】

また異種材料間の界面エネルギー障壁に由来する高電圧化を防ぐために、第1電荷輸送層31と第2電荷輸送層32とで使用される電荷輸送性材料(ホスト)を同一にすることが望ましい。このことにより、ドーパントの濃度のみで2種類の電荷輸送層31、32の導電率を制御することが可能となり、デバイス設計が容易になる。

【0031】

一方、第1電荷輸送層31と第2電荷輸送層32と界面における電圧上昇が生じなければ、第1電荷輸送層31に含まれる電荷輸送性材料と、第2電荷輸送層32に含まれる電荷輸送性材料とを異なる材料にしてもよい。この場合、第1電荷輸送層31には第1電極20との電荷輸送特性がよくなる材料を選択することが可能になると共に、第2電荷輸送層32には発光層40への電荷注入輸送特性がよくなる材料を選択することが可能になる。これにより高い発光効率に加えて、低電圧化が可能となる。

【0032】

図2の表示装置1において、第1電極20が陽極である場合、第1電荷輸送層31は第1正孔輸送層であり、第2電荷輸送層32は第2正孔輸送層である。そして第1電荷輸送層31、第2電荷輸送層32が、それぞれ第1正孔輸送層、第2正孔輸送層である場合、各正孔輸送層に含まれる電荷輸送性材料は正孔輸送性材料である。一方、各正孔輸送層に含まれるドーパントは、アクセプター性ドーパント材料(p型ドーパント)である。

【0033】

p型ドーパントとして、例えば、特許3571977号で開示されているようなシアン

10

20

30

40

50

系有機化合物や、酸化バナジウム、酸化モリブデン、酸化タングステン等の無機化合物等といった電子吸引性の高い材料が好ましい。正孔輸送性材料としては、公知の材料を用いることができる。

【0034】

図2の表示装置1において、第1電極20が陰極である場合、第1電荷輸送層31は第1電子輸送層であり、第2電荷輸送層32は第2電子輸送層である。そして第1電荷輸送層31、第2電荷輸送層32が、それぞれ第1電子輸送層、第2電子輸送層である場合、各電子輸送層に含まれる電荷輸送性材料は電子輸送性材料である。一方、各電子輸送層に含まれるドーパントは、ドナー性ドーパント材料(電子供与性ドーパント)である。

【0035】

電子輸送性材料としては、公知の電子輸送性の有機材料、例えば、アルミキノリノール錯体やフェナントロリン化合物等が好ましく用いることができる。

【0036】

一方、ドナー性(電子供与性)ドーパントとしては、電子輸送層の電子注入効率を向上させるために仕事関数の低い金属、もしくはその化合物を用いることが好ましい。ここで金属として、例えば、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類等といった仕事関数が低い金属が好ましい。この中でもアルカリ金属化合物は、大気中での取り扱いが比較的容易なため好ましい。例えば、アルカリ金属化合物としてセシウム化合物が好ましく、炭酸セシウムは大気中で安定であり、取り扱いが容易である。

【0037】

本発明の有機ELアレイにおいて、第1電荷輸送層31及び第2電荷輸送層32(32R、32G、32B)は、各有機EL素子の光の取り出し効率を向上させるために、その膜厚が適宜調整される。

【0038】

具体的には、発光波長を λ 、発光層40の発光位置から反射電極21までの距離を d 、有機化合物層の屈折率を n としたときに、下記式1を満たすことで、発光する光と、反射電極21で反射する光との干渉が最大となる。尚、本実施形態において、有機化合物層の屈折率とは、第1電荷輸送層と第2電荷輸送層と必要に応じて発光層との屈折率の平均を表す。

【0039】

【数1】

$$d = (2m - 1) \times \frac{\lambda}{4n} \quad \text{[式1]}$$

(m は、自然数。)

【0040】

即ち、各色の有機EL素子の発光位置から反射電極までの光学距離が、各有機EL素子から取り出されるスペクトルの最大ピーク波長の $1/4$ 倍の奇数倍であるときに、光の取り出し効率が最大となる。

【0041】

このとき、実際の表示装置では電極表面の位相シフトの影響、正面の取り出し効率とトレードオフの関係にある視野角特性等も考慮すると、必ずしも上記膜厚と厳密に一致させる必要はない。具体的には、 nd が式1を満たす値から $\pm 1/8$ 以内の誤差があってもよい。つまり、 d は、下記式[A]の関係を満たしていればよい。尚、下記式[A]において、 m は、好ましくは、2である。

【0042】

【数2】

$$\left(2m - \frac{3}{2}\right) \times \frac{\lambda}{4n} \leq d \leq \left(2m - \frac{1}{2}\right) \times \frac{\lambda}{4n} \quad \text{[A]}$$

10

20

30

40

50

【 0 0 4 3 】

ところで図 2 の表示装置 1 は、赤、緑、青色のすべての有機 E L 素子で同一の干渉次数の構成を例として示したが、本発明においては、有機 E L アレイを構成する赤、緑、青色の E L 素子における干渉次数 m の組み合わせは任意である。

【 0 0 4 4 】

一方、第 2 電荷輸送層 (3 2 R、3 2 G、3 2 B) の膜厚は、それぞれ式 1 に基づいて設定される d から、下記式によって求められる。なお、有機化合物層の屈折率は、各層で同じであると仮定している。

[第 2 電荷輸送層の膜厚]

= $d - ([\text{透明電極 } 2 2 \text{ の膜厚 }] + [\text{第 } 1 \text{ 電荷輸送層 } 3 1 \text{ の膜厚 }] + [\text{発光位置から発光層 } 4 0 \cdot \text{第 } 2 \text{ 電荷輸送層 } 3 2 \text{ 界面との距離 }])$

10

【 0 0 4 5 】

また、表示装置の中で第 2 電荷輸送層の膜厚が最小の有機 E L 素子において、ドーパントの濃度が低くても高い発光効率を実現される場合、当該第 2 電荷輸送層の膜厚を 0 にすることが好ましい。図 1 の表示装置 1 を例にとると、有機 E L 素子 (B 発光素子) 4 に含まれる第 2 電荷輸送層 3 2 B の膜厚を 0 にすることに相当する。これにより、ショート防止と高い発光効率の両立に加え、成膜マスク合わせ回数を減らすことができ成膜プロセスを簡易化することが可能となる。

【 0 0 4 6 】

発光層 4 0 及び第 3 電荷輸送層 5 0 は、それぞれ公知の材料 (発光材料、電荷輸送性材料) を用いて形成される。また、発光層 4 0 の隣に正孔ブロック層や電子ブロック層を設けてもよい。

20

【 0 0 4 7 】

第 2 電極 6 0 は、半透明性の電極である。ここで第 2 電極 6 0 を陰極とする場合、その具体的な態様として、金属材料を光が透過する程度に薄膜状にした電極が挙げられる。金属材料として、例えば、金、白金、銀、アルミニウム、クロム、マグネシウム又はこれらの合金が好ましい。一方、第 2 電極 6 0 を陽極とする場合、材料自体の仕事関数によっては上述した金属材料 (又はその合金) を陽極の材料として使用してもよい。また半透明性の電極である第 2 電極 6 0 は、十分な反射性能を有すると同時にできるだけ光の吸収が抑制されることが好ましい。このため、その膜厚は、好ましくは、1 nm 以上 3 0 nm 以下

30

【 0 0 4 8 】

本発明の表示装置は、大気中の水分や酸素による劣化を防ぐ目的で封止を行う必要がある。ここで封止の方法としては公知の方法を用いることができる。

【 0 0 4 9 】

(変形例)

さらには、第 1 電荷輸送層 3 1 に含まれる電荷輸送性材料が、第 1 電極 2 0 との間における正孔注入特性が良い材料の場合は、それ自体で電荷輸送層となるため、第 1 電荷輸送層 3 1 に含まれるドーパントの濃度を 0 重量%にしてもよい。ドーパントの濃度を 0 重量%にすることで、ショートを防止するのに十分な膜厚をできるだけ薄くすることが可能となる。これにより、発光色ごとで第 2 電荷輸送層 3 2 におけるドーパント濃度の自由度が増し、高い発光効率と低電圧化の両立がより容易になる。

40

【 実施例 】

【 0 0 5 0 】

以下、実施例に従って本発明を説明していくが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【 0 0 5 1 】

< 実施例 1 >

図 1 に示す表示装置を以下に示す方法で作製した。

【 0 0 5 2 】

50

ガラス基板（基板 10）上に、スパッタリング法にてアルミニウム合金（AlNd）を成膜して反射電極（反射性陽極）21を形成した。このとき反射電極21の膜厚を100nmとした。次に、スパッタリング法により、反射電極21上に、ITOを成膜して透明電極（透明性陽極）22を形成した。このとき透明電極22の膜厚を38nmとした。尚、反射電極21及び透明電極22は、第1電極（陽極）20として機能する。次に、第1電極20が形成されている基板10上に、ポリイミド膜を成膜し、パターンニング処理を行うことにより画素分離膜（不図示）を形成した。このとき画素分離膜の高さは1μmであり、テーパ角は40°であった。次に、第1電極20及び画素分離膜が形成されている基板10を、アセトン、イソプロピルアルコール（IPA）で順次超音波洗浄した後、IPAで煮沸洗浄してから乾燥させた。次に、この基板表面に対してUV/オゾン洗浄を施した。

10

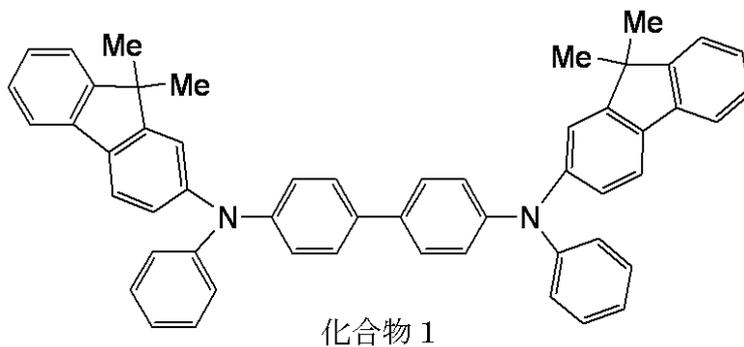
【0053】

次に、下記化合物1で示されるアミン系有機化合物（ホスト）と、下記化合物2で示されるシアン系有機化合物（アクセプター性ドーパント）とを、重量比が99：1となるように共蒸着して第1電荷輸送層（第1正孔輸送層）31を形成した。このとき第1電荷輸送層31は、赤、緑、青の各有機EL素子に共通する層として形成した。また第1電荷輸送層31の膜厚を80nmとし、蒸着時の真空度を 1×10^{-4} Paとし、成膜レートを $0.01 \text{ nm/sec} \sim 0.3 \text{ nm/sec}$ とした。

【0054】

【化1】

20



30

【0055】

次に、B発光素子について第2電荷輸送層（第2正孔輸送層）は形成せず、R発光素子及びG発光素子についてそれぞれ第2電荷輸送層32（32R、32G）を形成した。具体的には、シャドーマスクを用いてR発光素子及びG発光素子の第2電荷輸送層をそれぞれ形成した。R発光素子の第2電荷輸送層32Rを形成する際には、アミン系有機化合物（化合物1、ホスト）と、シアン系有機化合物（化合物2、ドーパント）とを、重量比95：5で共蒸着した。尚、このとき形成された第2電荷輸送層32Rの膜厚を95nmとし、蒸着時の真空度を 1×10^{-4} Paとし、成膜レートを $0.01 \text{ nm/sec} \sim 0.3 \text{ nm/sec}$ とした。一方、G発光素子の第2電荷輸送層32Gを形成する際には、アミン系有機化合物（化合物1、ホスト）と、シアン系有機化合物（化合物2、ドーパント）とを、重量比97：3で共蒸着した。尚、このとき形成された第2電荷輸送層32Gの膜厚を35nmとし、蒸着時の真空度を 1×10^{-4} Paとし、成膜レートを $0.01 \text{ nm/sec} \sim 0.3 \text{ nm/sec}$ とした。

40

【0056】

次に、各有機EL素子を構成する発光層を形成した。使用した材料、重量比及び形成した発光層の膜厚を以下に示す。

【0057】

【表 1】

	ホスト	ゲスト (発光材料)	重量比 (ホスト:ゲスト)	膜厚 [nm]
R発光層	Alq ₃	Ir(piq) ₃	91:1	20
G発光層	Alq ₃	Coumarin6	99:1	20
B発光層	Balq	Perylene	90:10	20

(蒸着時の真空度: 1×10^{-4} Pa、成膜レート: $0.01 \text{ nm/sec} \sim 0.1 \text{ nm/sec}$)

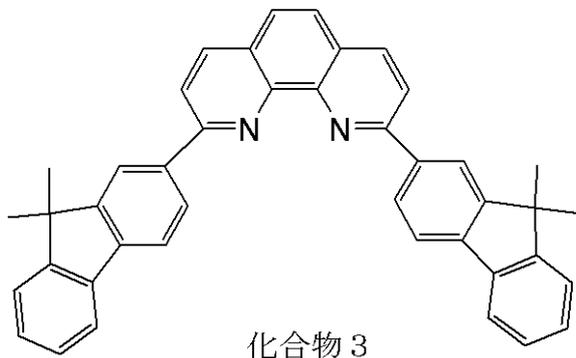
10

【0058】

次に、下記化合物3で示されるフェナントロリン化合物と炭酸セシウムとを、層中のセシウム濃度が8.3重量%となるように共蒸着して、第3電荷輸送層(電子注入層)50を形成した。このとき第3電荷輸送層50の蒸着時の膜厚を20nmとし、真空度を 1×10^{-4} Paとし、成膜レートを $0.01 \text{ nm/sec} \sim 0.3 \text{ nm/sec}$ とした。

【0059】

【化2】



20

【0060】

次に、加熱蒸着法により、第3電荷輸送層50上に銀(Ag)を成膜して、第2電極(半透明性陰極)60を形成した。このとき第2電極60の膜厚を12nmとした。

30

【0061】

最後に、窒素雰囲気中のグローブボックスにおいて、乾燥剤を入れたガラスキャップにより封止した。以上により、表示装置を作製した。

【産業上の利用可能性】

【0062】

本発明の有機ELアレイは、テレビ、携帯情報端末、携帯電話、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラのモニタ等の構成部材として利用することができる。

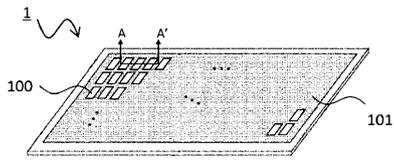
【符号の説明】

【0063】

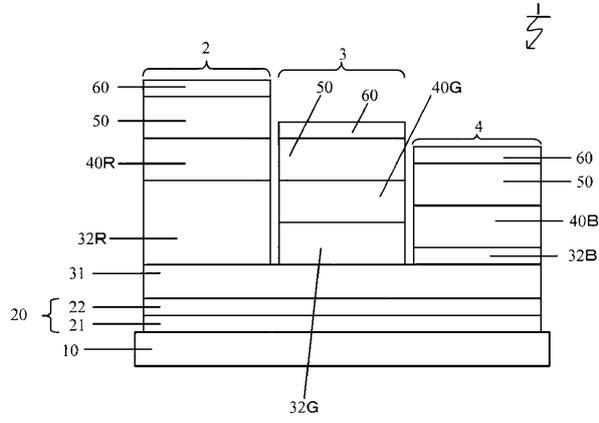
1: 表示装置、2: R発光素子、3: G発光素子、4: B発光素子、10: 基板、20: 第1電極、21: 反射電極、22: 透明電極、31: 第1電荷輸送層、32: 第2電荷輸送層、40: 発光層、50: 第3電荷輸送層、60: 第2電極

40

【 図 1 】



【 図 2 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 9 F 9/30 3 6 5

(56)参考文献 特開2000-323277(JP,A)
特開2002-367787(JP,A)
国際公開第2005/039247(WO,A1)
特開2005-166641(JP,A)
国際公開第2005/064994(WO,A1)
特開2005-235742(JP,A)
特開2008-028371(JP,A)
特開2008-130485(JP,A)
特開2008-141174(JP,A)
特開2009-246354(JP,A)
米国特許出願公開第2003/0044639(US,A1)
米国特許出願公開第2005/0196893(US,A1)
国際公開第2010/001817(WO,A1)
米国特許出願公開第2011/0121268(US,A1)
特開2000-315583(JP,A)
米国特許第06541909(US,B1)
特表平11-504754(JP,A)
米国特許第06023073(US,A)
特開2007-208217(JP,A)
特開2006-156344(JP,A)
米国特許出願公開第2010/0006872(US,A1)
特開2002-289358(JP,A)
特開2000-196140(JP,A)
米国特許第06566807(US,B1)
特開平07-065958(JP,A)
米国特許第05601903(US,A)
米国特許出願公開第2005/0274961(US,A1)
米国特許出願公開第2006/0240279(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 5 B 3 3 / 2 4
G 0 9 F 9 / 3 0
H 0 1 L 2 7 / 3 2
H 0 1 L 5 1 / 5 0
H 0 5 B 3 3 / 1 2