

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-28318

(P2012-28318A)

(43) 公開日 平成24年2月9日(2012.2.9)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
H 05 B 33/12 (2006.01)	H 05 B 33/12	C 3 K 1 O 7
H 01 L 51/50 (2006.01)	H 05 B 33/22	B
	H 05 B 33/14	A

審査請求 未請求 請求項の数 22 O L (全 53 頁)

(21) 出願番号 特願2011-139987 (P2011-139987)
 (22) 出願日 平成23年6月24日 (2011.6.24)
 (31) 優先権主張番号 特願2010-144697 (P2010-144697)
 (32) 優先日 平成22年6月25日 (2010.6.25)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000153878
 株式会社半導体エネルギー研究所
 神奈川県厚木市長谷398番地
 (72) 発明者 能渡 広美
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
 半導体エネルギー研究所内
 濑尾 哲史
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
 半導体エネルギー研究所内
 (72) 発明者 大澤 信晴
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
 半導体エネルギー研究所内

最終頁に続く

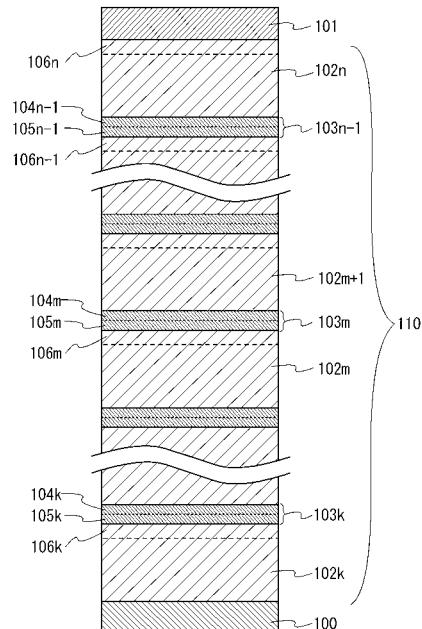
(54) 【発明の名称】発光素子、発光装置、ディスプレイ及び電子機器

(57) 【要約】

【課題】E-L層が電荷発生層により仕切られて積層する構造を有する発光素子において高精細なディスプレイで使用した場合においても、駆動電圧の大きな上昇を伴わずに近接する画素間でのクロストークを抑制することが可能な発光素子を提供することを課題とする。

【解決手段】複数のE-L層が電荷発生層によって仕切られている発光素子において、電荷発生領域の陽極側に接して設けられた電子リレー層と、当該電子リレー層に接して設けられた電子輸送層とを有し、当該電子輸送層はアルカリ土類金属を含み、さらに電子輸送層に含まれるアルカリ土類金属が、電子輸送層と電子リレー層の界面から陽極側に向かってその濃度が小さくなるような濃度勾配を有する構成を有する発光素子を提供する。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

陽極と陰極の間に n (n は 2 以上の自然数) 層の E L 層を有し、
 前記陽極から m (m は自然数、 $1 \leq m \leq n - 1$) 番目の E L 層と $m + 1$ 番目の E L 層の間に、第 1 の層及び第 2 の層を有し、
 前記第 1 の層は、前記 $m + 1$ 番目の E L 層と前記第 2 の層との間に接して設けられ、
 前記第 2 の層は、前記第 1 の層と前記 m 番目の E L 層との間に接して設けられ、
 前記 m 番目の E L 層は、少なくとも、発光層と、前記第 2 の層と接する電子輸送層とを含み、
 前記第 1 の層は、正孔輸送性を有する第 1 の物質及び正孔輸送性を有する第 1 の物質に対するアクセプター性物質を含み、

前記第 2 の層は、電子輸送性を有する第 2 の物質を含み、
 前記電子輸送層は電子輸送性を有する第 3 の物質及びアルカリ土類金属を含み、
 前記アルカリ土類金属は、前記電子輸送層において、前記第 2 の層と接する界面から陽極側に向かってその濃度が低くなる濃度勾配を有する発光素子。

【請求項 2】

陽極と陰極の間に n (n は 2 以上の自然数) 層の E L 層を有し、
 前記陽極から m (m は自然数、 $1 \leq m \leq n - 1$) 番目の E L 層と $m + 1$ 番目の E L 層の間に、第 1 の層及び第 2 の層を有し、
 前記第 1 の層は、前記 $m + 1$ 番目の E L 層と前記第 2 の層との間に接して設けられ、
 前記第 2 の層は、前記第 1 の層と前記 m 番目の E L 層との間に接して設けられ、
 前記 m 番目の E L 层は、少なくとも、発光層と、前記第 2 の層と接する電子輸送層とを含み、
 前記第 1 の層は、正孔輸送性を有する第 1 の物質及び正孔輸送性を有する第 1 の物質に対するアクセプター性物質を含み、
 前記第 2 の層は、電子輸送性を有する第 2 の物質及び電子輸送性を有する第 2 の物質に対するドナー性物質を含み、
 前記電子輸送層は電子輸送性を有する第 3 の物質及びアルカリ土類金属を含み、
 前記アルカリ土類金属は、前記電子輸送層において、前記第 2 の層と接する界面から陽極側に向かってその濃度が低くなる濃度勾配を有する発光素子。

【請求項 3】

請求項 2 において、前記ドナー性物質が、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、アルカリ金属化合物、アルカリ土類金属化合物または希土類金属の化合物である発光素子。

【請求項 4】

請求項 2 又は請求項 3 において、前記第 2 の層の膜厚は、 1 nm 以上 10 nm 以下であることを特徴とする発光素子。

【請求項 5】

請求項 2 又は請求項 3 において、前記第 2 の層は前記第 2 の物質に対して質量比で、 0.001 以上 0.1 以下の比率でドナー性物質が含まれていることを特徴とする発光素子。

【請求項 6】

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一項に記載の発光素子において、
 前記第 2 の物質の LUMO 準位が、 -5.0 eV 以上 -3.0 eV 以下である発光素子。

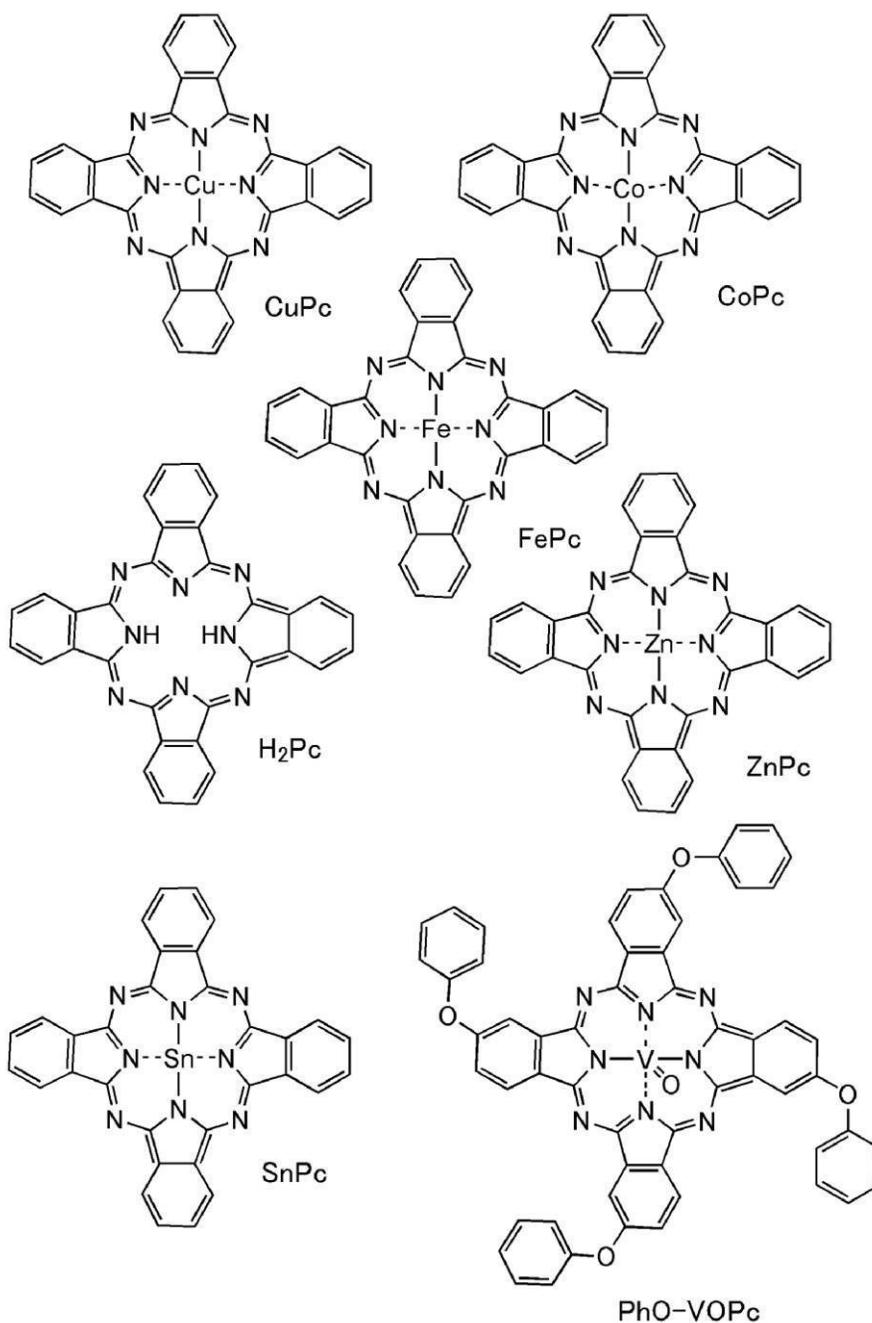
【請求項 7】

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一項において、前記第 2 の物質はペリレン誘導体または含窒素縮合芳香族化合物であることを特徴とする発光素子。

【請求項 8】

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一項において、前記第 2 の物質は、下記構造式で示されるフタロシアニン系材料のいずれかであることを特徴とする発光素子。

【化13】



10

20

30

40

【請求項9】

請求項1乃至請求項5のいずれか一項において、前記第2の物質は、金属-酸素結合と芳香族配位子を有する金属錯体であることを特徴とする発光素子。

【請求項10】

請求項1乃至請求項5のいずれか一項において、前記第2の物質は、金属-酸素の二重結合を有する金属錯体であることを特徴とする発光素子。

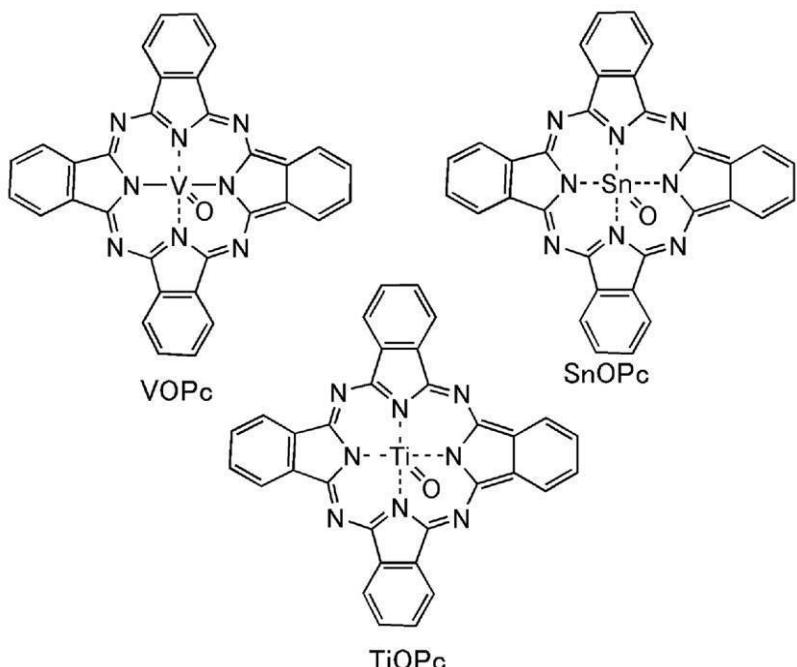
【請求項11】

請求項9又は請求項10において、前記金属錯体がフタロシアニン系材料である発光素子。

【請求項12】

請求項11において、前記フタロシアニン系材料が下記構造式で示される物質のいずれかである発光素子。

【化14】



【請求項13】

請求項1乃至請求項12のいずれか一において、前記電子輸送層に含まれるアルカリ土類金属が、カルシウム、ストロンチウム又はバリウムである発光素子。

【請求項14】

請求項1乃至請求項12のいずれか一において、前記電子輸送層に含まれるアルカリ土類金属が、カルシウムである発光素子。

【請求項15】

請求項1乃至請求項14のいずれか一において、前記アクセプター性物質は、遷移金属酸化物または元素周期表における第4族乃至第8族に属する金属の酸化物である発光素子。

【請求項16】

請求項1乃至請求項14のいずれか一において、前記アクセプター性物質は、酸化モリブデンである発光素子。

【請求項17】

請求項1乃至請求項16のいずれか一において、前記第1の層は、前記第1の物質を含む層と、前記アクセプター性物質を含む層とが積層されてなる構造を有する発光素子。

【請求項18】

請求項1乃至請求項17のいずれか一項に記載の発光素子を複数用いて作製された発光装置。

【請求項19】

請求項18において、前記発光素子はマトリクス状に配置されており、隣り合う前記発光素子における発光領域間の距離が3μm以上40μm以下である発光装置。

【請求項20】

請求項18において、前記発光素子はマトリクス状に配置されており、隣り合う前記発光素子における発光領域間の距離が5μm以上30μm以下である発光装置。

【請求項21】

請求項18乃至請求項20のいずれか一項に記載の発光装置を含むディスプレイ。

【請求項22】

請求項18乃至請求項20のいずれか一項に記載の発光装置を含む電子機器。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【技術分野】**【0001】**

本発明は、一对の電極間に有機化合物を含む発光層を有する発光素子に関する。また、当該発光素子を用いた発光装置、並びに当該発光装置を用いた電子機器に関する。

【背景技術】**【0002】**

近年モバイル機器の発展は目覚しく、小型の映像再生機や、携帯電話に付属のディスプレイなどにより、いつでもどこでも手軽に映像作品を楽しめるようになっている。また、ダウンロードや小型のメモリが映像の媒介手段となりつつあり、その需要はますます大きくなっていることが予想される。10

【0003】

携帯電話に付属されるディスプレイなどの小型のディスプレイで、高品質な映像を楽しむためには、当該ディスプレイが十分に高精細化されたディスプレイであることが要求される。

【0004】

ところで、一对の電極間に有機化合物を含む発光層を有する発光素子（エレクトロルミネッセンス素子：EL素子ともいう）は、高速応答が可能であり、直流低電圧駆動、また、薄型、軽量に作製できることから、フラットパネルディスプレイ素子やモバイルディスプレイ用素子として実用化も進められている。

【0005】

EL素子は一对の電極と、当該電極間に設けられた発光物質を含むEL層とを有しており、EL層に電流を流すことによって含まれる発光物質が励起され、発光する。そのため、このようなEL素子において大きな発光強度を得るためにには、相当する大きさの電流を当該発光層に流すこととなり、消費電力もそれに伴って大きくなる。また、流す電流が大きくなるほどEL素子の劣化は促進される。20

【0006】

そこで、複数のEL層を積層して、同じ電流密度の電流を流した際に、EL層が単層である発光素子より高輝度の発光を得ることが可能な発光素子が提案されている（例えば特許文献1参照）。特許文献1で開示されている発光素子は、複数の発光ユニット（EL層）が、電荷発生層により仕切られた構造を有している。30

【先行技術文献】**【特許文献】****【0007】****【特許文献1】特開2003-272860号公報****【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0008】**

高精細なディスプレイを作製する場合、照明用途や画素サイズの大きいディスプレイでは起きない問題が発生する場合がある。そのような問題の一つとして、近接する画素間での干渉現象、いわゆるクロストークと呼ばれる問題がある。40

【0009】

特許文献1のように、EL層が電荷発生層により仕切られて積層する構造を有する発光素子では、電荷発生層で発生した電子をEL層へと注入しやすくし、駆動電圧の低減を図るために、電子注入バッファー層が電荷発生層と共に中間層として設けられる場合も多い。特に、単色のディスプレイや、カラーフィルタもしくは色変換層を用いてフルカラー化を実現したディスプレイにおいて、このような発光素子を用い高精細なディスプレイを作製すると、複数の発光素子において当該中間層を共有していることから、クロストークが起きやすいという問題があった。

【0010】

図1を用いて詳しく説明する。図1では、2層のEL層（第1のEL層12a、第2の

10

20

30

40

50

EL層12b)が中間層13により仕切られて積層する素子を複数用いて作製された発光装置を例に、隣接する3画素(画素1、画素2、画素3)を抜き出して図示した。中間層13は電荷発生層と電子注入バッファー層を少なくとも有する層である。各画素は、おのの陽極10(画素1の陽極10-1、画素2の陽極10-2、画素3の陽極10-3)と陰極11との間にこれらEL層(第1のEL層12a、第2のEL層12b)、中間層13及び陰極11は複数の発光素子に共通して設けられている。画素2が選択された場合、陽極10-2と陰極11間に電圧が印加され、陽極10-2と陰極11との間に電流が流れ、画素2における第1のEL層12a-2及び第2のEL層12b-2から発光が得られる。画素サイズの大きい発光装置であれば、たとえ中間層13の導電率がある程度高くても、画素間の距離が大きいために横方向の電流は充分に減衰し、クロストークを起こす心配は少ない(図1(A))。しかし、高精細な発光装置である場合、高精細化に伴って画素間距離も小さくなつてゆくため、中間層を介して横方向に流れた電流が、選択された画素ではない画素1や画素3の第2のEL層12b(第2のEL層12b-1、第2のEL層12b-3)を発光させ、クロストークが起きてしまう(図1(B))。

10

【0011】

しかし、中間層13を、高精細な発光装置のクロストークを抑制できるほどに導電率が低い材料で形成してしまうと、発光素子の駆動電圧が大きく上昇してしまう恐れがある。

【0012】

そこで本発明の一態様では、EL層が電荷発生層により仕切られて積層する構造を有する発光素子において、高精細なディスプレイで使用した場合においても、駆動電圧の大きな上昇を伴わずに近接する画素間でのクロストークを抑制することが可能な発光素子を提供することを課題とする。なお、EL層が電荷発生層により仕切られて積層する構造を有する発光素子は、電流効率が高く高輝度発光が可能な発光素子である。

20

【0013】

また、本発明の一態様では、駆動電圧の大きな上昇を伴わずに近接する画素間でのクロストークが抑制された、高精細な発光装置を提供することを課題とする。ひいては、消費電力が小さく、信頼性が高く且つ表示品質の高い発光装置またはディスプレイを提供することを課題とする。

30

【0014】

また、本発明の一態様では、表示品質が高い発光装置を提供することを課題とする。また、表示品質の高いディスプレイを提供することを課題とする。また、表示品質の高いディスプレイ部を有する電子機器を提供することを課題とする。

【0015】

本発明では上記課題の少なくとも一を解決することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明者らは、複数のEL層が電荷発生領域によって仕切られている発光素子において、電荷発生領域の陽極側に接して設けられた電子リレー層と、当該電子リレー層に接して設けられた電子輸送層とを有し、当該電子輸送層はアルカリ土類金属を含み、さらに電子輸送層に含まれるアルカリ土類金属が、電子輸送層と電子リレー層の界面から陽極側に向かってその濃度が低くなるような濃度勾配を有する構成を有する発光素子が上記課題を解決できることを見出した。

40

【0017】

すなわち、本発明の一態様は、陽極と陰極の間にn(nは2以上の自然数)層のEL層を有し、陽極からm(mは自然数、1 m n - 1)番目のEL層とm+1番目のEL層の間に、第1の層及び第2の層を有し、第1の層は、m+1番目のEL層と第2の層との間に接して設けられ、第2の層は、第1の層とm番目のEL層との間に接して設けられ、m番目のEL層は、少なくとも、発光層と、第2の層と接する電子輸送層とを含み、第1の層は、正孔輸送性を有する第1の物質及び正孔輸送性を有する第1の物質に対するア

50

セプター性物質を含み、第2の層は、電子輸送性を有する第2の物質を含み、電子輸送層は電子輸送性を有する第3の物質及びアルカリ土類金属を含み、アルカリ土類金属は、電子輸送層において、第2の層と接する界面から陽極側に向かってその濃度が低くなる濃度勾配を有する発光素子である。

【0018】

また、本発明の他の一態様は、陽極と陰極の間に n (n は 2 以上の自然数) 層の EL 層を有し、陽極から m (m は自然数、 $1 \leq m \leq n - 1$) 番目の EL 層と $m + 1$ 番目の EL 層の間に、第1の層及び第2の層を有し、第1の層は、 $m + 1$ 番目の EL 層と第2の層との間に接して設けられ、第2の層は、第1の層と m 番目の EL 層との間に接して設けられ、 m 番目の EL 層は、少なくとも、発光層と、第2の層と接する電子輸送層とを含み、第1の層は、正孔輸送性を有する第1の物質及び正孔輸送性を有する第1の物質に対するアクセプター性物質を含み、第2の層は、電子輸送性を有する第2の物質及び電子輸送性を有する第2の物質に対するドナー性物質を含み、電子輸送層は電子輸送性を有する第3の物質及びアルカリ土類金属を含み、アルカリ土類金属は、電子輸送層において、第2の層と接する界面から陽極側に向かってその濃度が低くなる濃度勾配を有する発光素子である。
10

【0019】

また、本発明の他の一態様は、上記構成を有する発光素子において、ドナー性物質が、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、アルカリ金属化合物、アルカリ土類金属化合物または希土類金属化合物である発光素子である。また、本発明の他の一態様は、上記構成を有する発光素子において、第2の層の膜厚が、 1 nm 以上 10 nm 以下であることを特徴とする発光素子である。
20

【0020】

また、本発明の他の一態様は、上記構成を有する発光素子において、第2の層は第2の物質に対して質量比で、 0.001 以上 0.1 以下の比率でドナー性物質が含まれていることを特徴とする発光素子である。

【0021】

また、本発明の他の一態様は、上記構成を有する発光素子において、第2の物質の LUMO 準位が、 -5.0 eV 以上 -3.0 eV 以下である発光素子である。

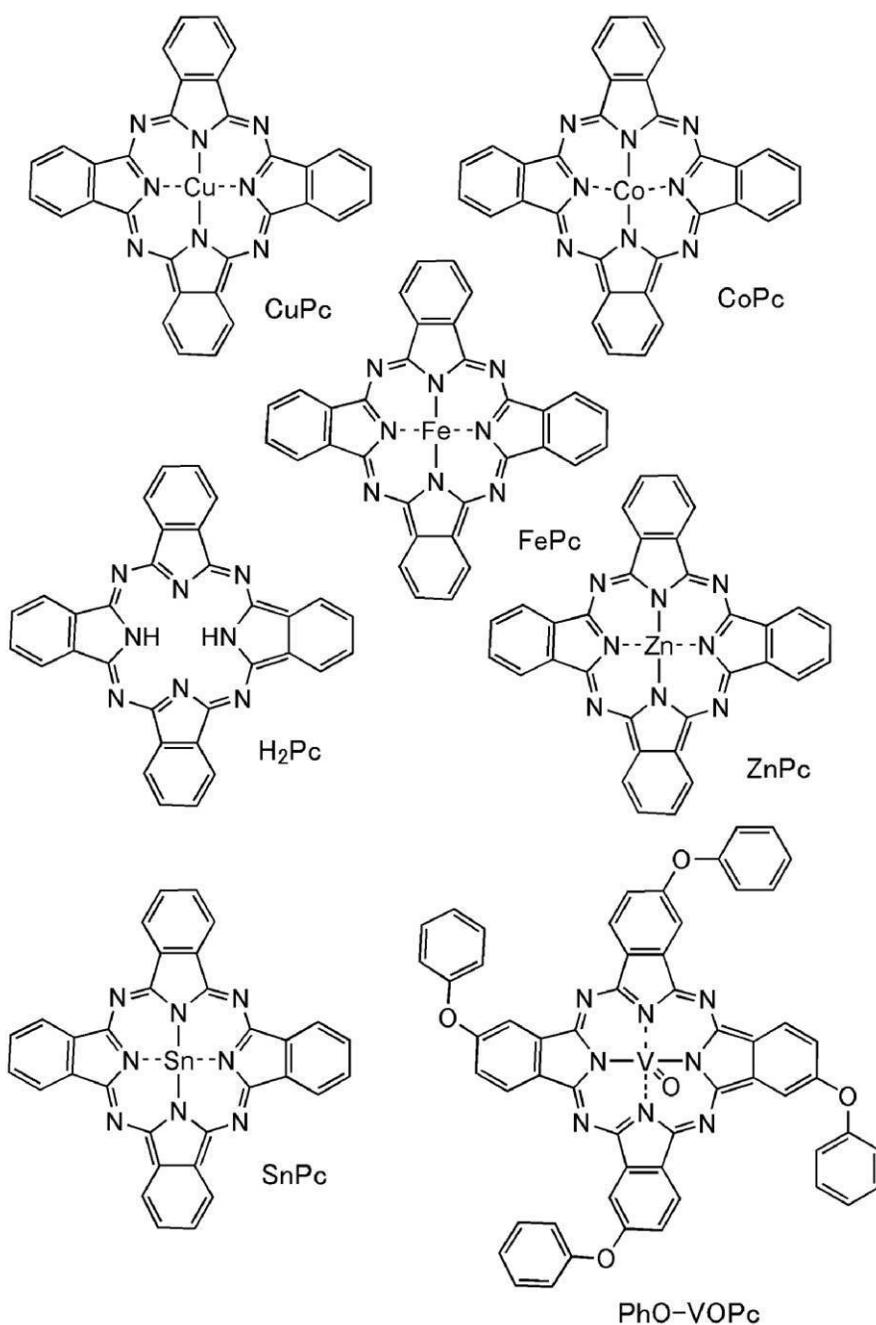
【0022】

また、本発明の他の一態様は、上記構成を有する発光素子において、第2の物質はペリレン誘導体または含窒素縮合芳香族化合物であることを特徴とする発光素子である。
30

【0023】

また、本発明の他の一態様は、上記構成を有する発光素子において、第2の物質は、下記構造式で示されるフタロシアニン系材料のいずれかであることを特徴とする発光素子である。

【化1】



10

20

30

40

【0024】

また、本発明の他の一態様は、上記構成を有する発光素子において、第2の物質は、金属-酸素結合と芳香族配位子を有する金属錯体であることを特徴とする発光素子である。

【0025】

また、本発明の他の一態様は、上記構成を有する発光素子において、第2の物質は、金属-酸素の二重結合を有する金属錯体であることを特徴とする発光素子である。

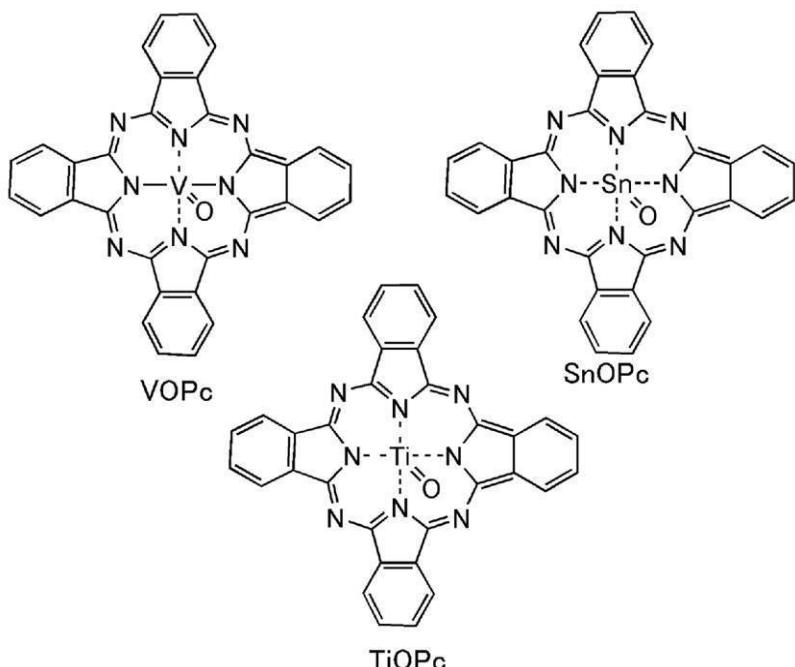
【0026】

また、本発明の他の一態様は、上記構成を有する発光素子において、金属錯体がフタロシアニン系材料である発光素子である。

【0027】

また、本発明の他の一態様は、上記構成を有する発光素子において、フタロシアニン系材料が下記構造式で示される物質のいずれかである発光素子である。

【化 2】



[0 0 2 8]

また、本発明の他の一態様は、上記構成を有する発光素子において、電子輸送層に含まれるアルカリ土類金属が、カルシウム、ストロンチウム又はバリウムである発光素子である。

【 0 0 2 9 】

また、本発明の他の一態様は、上記構成を有する発光素子において、電子輸送層に含まれるアルカリ土類金属が、カルシウムである発光素子である。

[0 0 3 0]

また、本発明の他の一態様は、上記構成を有する発光素子において、アクセプター性物質は、遷移金属酸化物である発光素子である。

[0 0 3 1]

また、本発明の他の一態様は、上記構成を有する発光素子において、アクセプター性物質は、元素周期表における第4族乃至第8族に属する金属の酸化物である発光素子である。

【 0 0 3 2 】

また、本発明の他の一態様は、上記構成を有する発光素子において、アクセプター性物質は、酸化モリブデンである発光素子である。

[0 0 3 3]

また、本発明の他の一態様は、上記構成を有する発光素子において、第1の層は、第1の物質を含む層と、アクセプター性物質を含む層とが積層されてなる構造を有する発光素子である。

[0 0 3 4]

また、本発明の他の一態様は、上記構成を有する発光素子を複数用いて作製された発光装置である。

〔 0 0 3 5 〕

また、本発明の他の一態様は、上記構成を有する発光装置において、発光素子がマトリクス状に配置されており、隣り合う発光素子における発光領域間の距離が3μm以上40μm以下である発光装置である。

[0 0 3 6]

また、本発明の他の一態様は、上記構成を有する発光装置において、発光素子はマトリクス状に配置されており、隣り合う発光素子における発光領域間の距離が $5 \mu\text{m}$ 以上 30

10

20

30

40

50

μm 以下である発光装置である。

【0037】

また、本発明の他の一態様は、上記構成を有する発光装置を含むディスプレイである。

【0038】

また、本発明の他の一態様は、上記構成を有する発光装置を含む電子機器である。

【発明の効果】

【0039】

本発明の一態様では、高精細なディスプレイで使用した場合においても、駆動電圧の大きな上昇を伴わずに近接する画素間でのクロストークを抑制することが可能であり、且つ高輝度発光が可能な発光素子を提供することができる。

10

【0040】

また、本発明の一態様では、駆動電圧の大きな上昇を伴わずに近接する画素間でのクロストークが抑制された、高精細な発光装置を提供することができる。

【0041】

また、本発明の一態様では、表示品質の高い発光装置を提供することができる。また、表示品質の高いディスプレイを提供することができる。また、表示品質の高いディスプレイ部を有する電子機器を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図1】クロストーク発生の概念図。

20

【図2】本発明の一態様である発光素子の構造を説明する図。

【図3】本発明の一態様である発光装置を表す図。

【図4】本発明の一態様である発光装置を表す図。

【図5】本発明の一態様である発光装置を表す図。

【図6】本発明の一態様である発光装置を表す図。

【図7】本発明の一態様である電子機器の例示。

【図8】本発明の一態様である発光素子の構造を説明する図。

【図9】発光素子1及び発光素子2の電流密度 - 輝度特性を表す図。

【図10】発光素子1及び発光素子2の電圧 - 輝度特性を表す図。

30

【図11】発光素子1及び発光素子2の輝度 - 電流効率特性を表す図。

【図12】発光素子1及び発光素子2の輝度 - 外部量子効率特性を表す図。

【図13】発光素子1及び発光素子2の発光スペクトル。

【図14】発光素子1を用いたディスプレイ(ディスプレイ1)の光学顕微鏡写真。

【図15】発光素子2を用いたディスプレイ(ディスプレイ2)の光学顕微鏡写真。

【図16】比較発光素子1を用いたディスプレイ(ディスプレイ3)の光学顕微鏡写真。

【図17】ディスプレイ1(上段)、ディスプレイ2(中段)及びディスプレイ3(下段)の発光スペクトル。

【図18】本発明の一態様である発光素子の構造を説明する図。

【図19】発光素子3及び発光素子4の電圧 - 輝度特性を表す図。

40

【図20】発光素子3及び発光素子4の電圧 - 電流特性を表す図。

【図21】発光素子3及び発光素子4の電圧 - 電流密度特性を表す図。

【図22】比較発光素子2を用いたディスプレイ(ディスプレイ4)の光学顕微鏡写真。

【発明を実施するための形態】

【0043】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。但し、本発明は多くの異なる態様で実施することが可能であり、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。

【0044】

(実施の形態1)

50

図2に本発明の一態様である発光素子の概念図を示す。図2に示す発光素子は一対の電極(陽極100、陰極101)間にn層のEL層を有している。最も陽極100側のEL層を1番目のEL層102k、最も陰極101側のEL層をn番目のEL層102nとした。図2の発光素子にはEL層(1番目のEL層102k・・・m番目のEL層102m・・・n番目のEL層102n)、中間層(1番目の中間層103k・・・m番目の中間層103m・・・n-1番目の中間層103n-1)、第1の層(1番目の第1の層104k・・・m番目の第1の層104m・・・n-1番目の第1の層104n-1)、第2の層(1番目の第2の層105k・・・m番目の第2の層105m・・・n-1番目の第2の層105n-1)、電子輸送層(1番目の電子輸送層106k・・・m番目の電子輸送層106m・・・n-1番目の電子輸送層106n-1、n番目の電子輸送層106n)などが含まれている。なお、複数のEL層を総称してEL層102、複数の中間層を総称して中間層103、複数の第1の層を総称して第1の層104、複数の第2の層を総称して第2の層105及び複数の電子輸送層を総称して電子輸送層106と呼ぶ場合もある。また、陽極100と陰極101に挟まれたEL層102とEL層間に存在する各中間層を総称して有機化合物を含む層110とする。

10

【0045】

m番目のEL層102m(mは自然数、1 m n-1)とm+1番目のEL層102m+1との間にはm番の中間層103mが、m番目のEL層102m、m+1番目のEL層102m+1の両方と接して設けられている。m番の中間層103mはm+1番のEL層102m+1と接するm番の第1の層104mと、m番の第1の層104mとm番のEL層102mの両方に接するm番の第2の層105mからなっている。ここで、中間層103は電源等と接続されていない、フローティング状態にある。また、第1の層104は電荷発生層として機能する層であり正孔輸送性の第1の物質と正孔輸送性を有する第1の物質に対するアクセプター性物質を含む。第2の層105は第1の層104で発生した電子を受け取り、EL層102の電子輸送層106へ電子を渡す機能を有する電子リレー層であり、少なくとも電子輸送性の第2の物質を含んでいる。

20

【0046】

また、EL層102は有機化合物を含み、特定の機能を担う複数の層を有している。当該複数の層として、EL層102は少なくとも発光物質を有する発光層と、電子輸送性の第3の物質を含む電子輸送層106を有しており、m番目のEL層102mはm番目の電子輸送層106mを有している。なお、本実施の形態において、電子輸送層は、各EL層中最も陰極101側に設けられており、m番目のEL層102mが有するm番目の電子輸送層106mは、m番の中間層103mの第2の層105mと接して形成されている。電子輸送層106は電子輸送性の第3の物質とアルカリ土類金属(マグネシウム、カルシウム、ストロンチウム及びバリウムのいずれか)を含んでおり、当該アルカリ土類金属は、電子輸送層106内において第2の層105との界面から陽極100側に向かってその濃度が低くなつてゆく濃度勾配を有している。

30

【0047】

なお、図2ではEL層が多数設けられている図を例示して説明しているが、n=2や3であるような図示したよりも少ない数のEL層を有する発光素子も、もちろん本発明の一態様である。例えば、EL層102が2層である場合は、n=2であり、m番目のEL層102mは1番目のEL層102kに相当し、m+1番目のEL層102m+1はn番目のEL層102nに相当する。

40

【0048】

第1の層104は上述のように、電荷発生層として機能する層であり、正孔輸送性の第1の物質とアクセプター性物質を含んでいる。第1の層104は、電極(陽極100、陰極101)間に電圧を印加した際、含まれるアクセプター物質が正孔輸送性の第1の物質から電子を引き抜くことによって電子及び正孔が発生し、電荷発生層として機能する。m番目の第1の層104mで発生した正孔はm+1番目のEL層102m+1に注入され、m+1番目のEL層102m+1の発光に用いられる。また、同時にm番目の第1の層1

50

0.4 mで発生した電子は、m番目の第2の層105 mを介してm番目のEL層102 mの電子輸送層(m番目の電子輸送層106 m)に注入され、m番目のEL層102 mの発光に用いられる。第1の層104は10 nm以上200 nm以下の厚さで形成されることが好ましい。

【0049】

第1の層104に含まれるアクセプター物質としては、遷移金属酸化物や元素周期表第4族から第8族に属する金属の酸化物を用いることができる。酸化バナジウム、酸化ニオブ、酸化タンタル、酸化クロム、酸化モリブデン、酸化タンゲステン、酸化マンガン、酸化レニウムは電子受容性が高いため好ましい物質である。特に酸化モリブデンは、吸湿性が低いという特徴を有するため、水分によって悪影響が及ぼされる恐れのあるEL素子に用いるには、より好ましい材料である。10

【0050】

正孔輸送性の第1の物質としては、芳香族アミン化合物、カルバゾール誘導体、芳香族炭化水素、高分子化合物(オリゴマー、デンドリマー、ポリマー等)など、様々な有機化合物を用いることができる。なお、 $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有する物質であることが好ましい。ただし、電子よりも正孔の輸送性の高い物質であれば用いることができる。

【0051】

上記芳香族アミン化合物の具体例としては、4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル(略称:N P B)やN,N'-ビス(3-メチルフェニル)-N,N'-ジフェニル-[1,1'-ビフェニル]-4,4'-ジアミン(略称:T P D)、4,4',4'''-トリス(カルバゾール-9-イル)トリフェニルアミン(略称:T C T A)、4,4',4'''-トリス(N,N-ジフェニルアミノ)トリフェニルアミン(略称:T D A T A)、4,4',4'''-トリス[N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ]トリフェニルアミン(略称:M T D A T A)、N,N'-ビス(4-メチルフェニル)-N,N'-ジフェニル-p-フェニレンジアミン(略称:D T D P P A)、4,4'-ビス[N-(4-ジフェニルアミノフェニル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル(略称:D P A B)、1,3,5-トリス[N-(4-ジフェニルアミノフェニル)-N-フェニルアミノ]ベンゼン(略称:D P A 3 B)、4-フェニル-4'-(9-フェニルフルオレン-9-イル)トリフェニルアミン(略称:B P A F L P)等が挙げられる。20

【0052】

上記カルバゾール誘導体の具体例としては、3-[N-(9-フェニルカルバゾール-3-イル)-N-フェニルアミノ]-9-フェニルカルバゾール(略称:P C z P C A 1)、3,6-ビス[N-(9-フェニルカルバゾール-3-イル)-N-フェニルアミノ]-9-フェニルカルバゾール(略称:P C z P C A 2)、3-[N-(1-ナフチル)-N-(9-フェニルカルバゾール-3-イル)アミノ]-9-フェニルカルバゾール(略称:P C z P C N 1)等が挙げられる。その他、4,4'-ジ(N-カルバゾリル)ビフェニル(略称:C B P)、1,3,5-トリス[4-(N-カルバゾリル)フェニル]ベンゼン(略称:T C P B)、9-[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]-9H-カルバゾール(略称:C z P A)、9-フェニル-3-[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]-9H-カルバゾール(略称:P C z P A)、1,4-ビス[4-(N-カルバゾリル)フェニル]-2,3,5,6-テトラフェニルベンゼン等が挙げられる。30

【0053】

上記芳香族炭化水素の具体例としては、2-tert-ブチル-9,10-ジ(2-ナフチル)アントラセン(略称:t-B u D N A)、2-tert-ブチル-9,10-ジ(1-ナフチル)アントラセン、9,10-ビス(3,5-ジフェニルフェニル)アントラセン(略称:D P P A)、2-tert-ブチル-9,10-ビス(4-フェニルフェニル)アントラセン(略称:t-B u D B A)、9,10-ジ(2-ナフチル)アントラ40

10

20

30

40

50

セン(略称:DNA)、9,10-ジフェニルアントラセン(略称:DPA nth)、2-tert-ブチルアントラセン(略称:t-BuA nth)、9,10-ビス[4-メチル-1-ナフチル]アントラセン(略称:DMNA)、9,10-ビス[2-(1-ナフチル)フェニル]-2-tert-ブチルアントラセン、9,10-ビス[2-(1-ナフチル)フェニル]アントラセン、2,3,6,7-テトラメチル-9,10-ジ(1-ナフチル)アントラセン、9,9'-ビアントリル、10,10'-ジフェニル-9,9'-ビアントリル、10,10'-ビス(2-フェニルフェニル)-9,9'-ビアントリル、10,10'-ビス[(2,3,4,5,6-ペンタフェニル)フェニル]-9,9'-ビアントリル、アントラセン、テトラセン、ルブレン、ペリレン、2,5,8,11-テトラ(tert-ブチル)ペリレン等が挙げられる。また、当該芳香族炭化水素は、ビニル骨格を有していてもよい。ビニル基を有している芳香族炭化水素としては、例えば、4,4'-ビス(2,2-ジフェニルビニル)ビフェニル(略称:DPVBi)、9,10-ビス[4-(2,2-ジフェニルビニル)フェニル]アントラセン(略称:DPVPA)等が挙げられる。

10

【0054】

上記高分子化合物の具体例としては、ポリ(N-ビニルカルバゾール)(略称:PVK)やポリ(4-ビニルトリフェニルアミン)(略称:PVTPA)等が挙げられる。

【0055】

ここで、第1の層104に用いる正孔輸送性の第1の物質としては、アミン骨格を含まない物質を用いることがより好ましい構成である。アミン骨格を含まない正孔輸送性の第1の物質とアクセプター性物質とを用いて第1の層104を構成した場合、アミン骨格を含む正孔輸送性の物質を用いた場合に比べ、電荷移動相互作用に基づく吸収が発生しにくくなる。しかも、電荷移動相互作用に基づく吸収が発生しなくても、電荷発生層として十分に機能する。このことにより、可視光領域に吸収ピークを有さない電荷発生層として機能する層を形成することができるため、光の吸収による発光効率の低下を防ぐことができる。

20

【0056】

従来、電荷発生層として機能する層においては、酸化還元反応により電荷移動錯体が形成されることが重要であるとされていた。特許文献1では正孔輸送性物質として用いる有機化合物のイオン化ポテンシャルが5.7eV以上になると、アクセプター性物質との間で酸化還元反応が起こりにくくなるとされている。このことから、酸化還元反応を積極的に引き起こすために、電荷発生層の正孔輸送性物質として用いる有機化合物としてはイオノン化ポテンシャルが5.7eV以下の物質、具体的にはアリールアミンのようなアミン骨格を有する電子供与性の高い物質が必要と考えられてきた。しかし、このようなアミン骨格を有する化合物とアクセプター性物質との間で酸化還元反応が起き、電荷移動錯体が形成されると、電荷移動相互作用に基づく吸収が可視光領域及び赤外光領域に発生してしまう。このような吸収、特に可視光領域の吸収は発光効率を低下させる要因となってしまうが、電荷発生層には電荷移動錯体の形成が不可欠であり、吸収はやむを得ないものとされていた。

30

【0057】

しかし、アミン骨格を含まないイオノン化ポテンシャルの高い正孔輸送性物質を第1の物質とし、アクセプター物質と共に第1の層104を形成することで、電荷移動相互作用に基づく吸収を示さないにもかかわらず電荷発生層として機能する層が得られる。この場合、従来の電荷発生層の概念とは異なり、電界印加によるアシストにより電荷が発生していると考えられる。実際、アミン骨格を含まない正孔輸送性物質であるカルバゾール誘導体、9-[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]-9H-カルバゾール(略称:CzPA)は、イオノン化ポテンシャルが5.7eV(理研計器社製、AC-2で測定)であり、イオノン化ポテンシャルの数値としてはかなり大きい物質である。そのためか、CzPAとアクセプター性物質である酸化モリブデンとを混合しても電荷移動相互作用に

40

50

基づく吸収は発生しない。しかし、CzPAと酸化モリブデンとを混合した材料を用いて第1の層104を形成し、発光素子を作製すると第1の層104は電荷発生層として機能する。このように、本実施の形態における発光素子は電荷発生層を備えているが、アミン骨格を含まない正孔輸送性物質を電荷発生層における正孔輸送性の第1の物質として用いることによって、電荷移動相互作用に基づく可視光の吸収による発光効率の低下を防ぐことができる。この結果から、アミン骨格を含まない正孔輸送性物質のイオン化ポテンシャルは、5.7eV以上が好ましい。

【0058】

なお、アミン骨格を含まない正孔輸送性物質としては、上述したCBP、TCPB、CzPA、PCzPA、1,4-ビス[4-(N-カルバゾール)フェニル]-2,3,5,6-テトラフェニルベンゼン等のカルバゾール誘導体や、t-BuDNA、DPPA、t-BuDBA、DNA、DPAnth、t-BuAnth、DMNA、2-tert-ブチル-9,10-ジ(1-ナフチル)アントラセン、9,10-ビス[2-(1-ナフチル)フェニル]-2-tert-ブチルアントラセン、9,10-ビス[2-(1-ナフチル)フェニル]アントラセン、2,3,6,7-テトラメチル-9,10-ジ(1-ナフチル)アントラセン、2,3,6,7-テトラメチル-9,10-ジ(2-ナフチル)アントラセン、9,9'-ビアントリル、10,10'-ジフェニル-9,9'-ビアントリル、10,10'-ビス(2-フェニルフェニル)-9,9'-ビアントリル、10,10'-ビス[(2,3,4,5,6-ペンタフェニル)フェニル]-9,9'-ビアントリル、アントラセン、DPVBi、DPVPA等の芳香族炭化水素が挙げられる。
さらに、PVKのようなカルバゾール誘導体のポリマーを用いても良い。

【0059】

なお、第1の層104においては、正孔輸送性の第1の物質に対して質量比で0.1以上4.0以下の比率でアクセプター物質を含む複合材料を用いることが好ましい。

【0060】

第1の層104は10nm以上200nm以下の厚さを有するように形成することができる。第1の層104を、正孔輸送性の第1の物質とアクセプター物質との複合材料により形成した場合、厚さを大きくしても導電率の変化が小さいため、第1の層104を厚く形成したことによる発光素子の駆動電圧の上昇を抑えることができる。このような材料により第1の層104を形成することで、当該第1の層104の膜厚を調整することによって、駆動電圧の上昇を伴うことなく、発光素子の光学調整が可能となる。

【0061】

第1の層104は同一膜中に正孔輸送性の第1の物質とアクセプター物質の両方を含有する場合だけではなく、正孔輸送性の第1の物質を含む層とアクセプター物質を含む層とが積層された構造とすることもできる。ただし、積層構造の場合にはm番目の第1の層104mにおける正孔輸送性の第1の物質を含む層がm+1番目のEL層102m+1と接し、アクセプター物質を含む層がm番目の第2の層105mに接するように形成する。

【0062】

第2の層105は第1の層104で発生した電子を受け取り、EL層102の電子輸送層106へ電子を渡す機能を有する電子リレー層であり、少なくとも電子輸送性の第2の物質を含む。m番目の中間層103mの第2の層(m番目の第2の層105m)は、m番目の第1の層104mで発生した電子を受け取り、m番目のEL層102mの電子輸送層(m番目の電子輸送層106m)へ電子を渡す。

【0063】

ここで、第2の層105における電子輸送性の第2の物質のLUMO準位は、第1の層104におけるアクセプター性物質のLUMO準位と、電子輸送層106における電子輸送性の第3の物質のLUMO準位との間となるように形成する。また、第2の層105が電子輸送性を有する第2の物質に対するドナー性物質を含む場合には、当該ドナー性物質のドナー準位も第1の層104におけるアクセプター性物質のLUMO準位と、電子輸送層106における電子輸送性の第3の物質のLUMO準位との間となるようにする。具体

的なエネルギー準位の数値としては、第2の層105における電子輸送性の第2の物質のLUMO準位は-5.0eV以上、好ましくは-5.0eV以上-3.0eV以下とするとい。

【0064】

第1の層104、第2の層105及び電子輸送層106が、このようなエネルギー関係を有する本実施の形態の発光素子は、第2の層105が第1の層104で発生した電子を、EL層102に注入する際の電子の注入障壁を小さくする機能を有するため、駆動電圧の上昇を抑制することができる。

【0065】

なお、第2の層105における電子輸送性の第2の物質としてはフタロシアニン系の材料又は金属-酸素結合と芳香族配位子を有する金属錯体を用いることが好ましい。

10

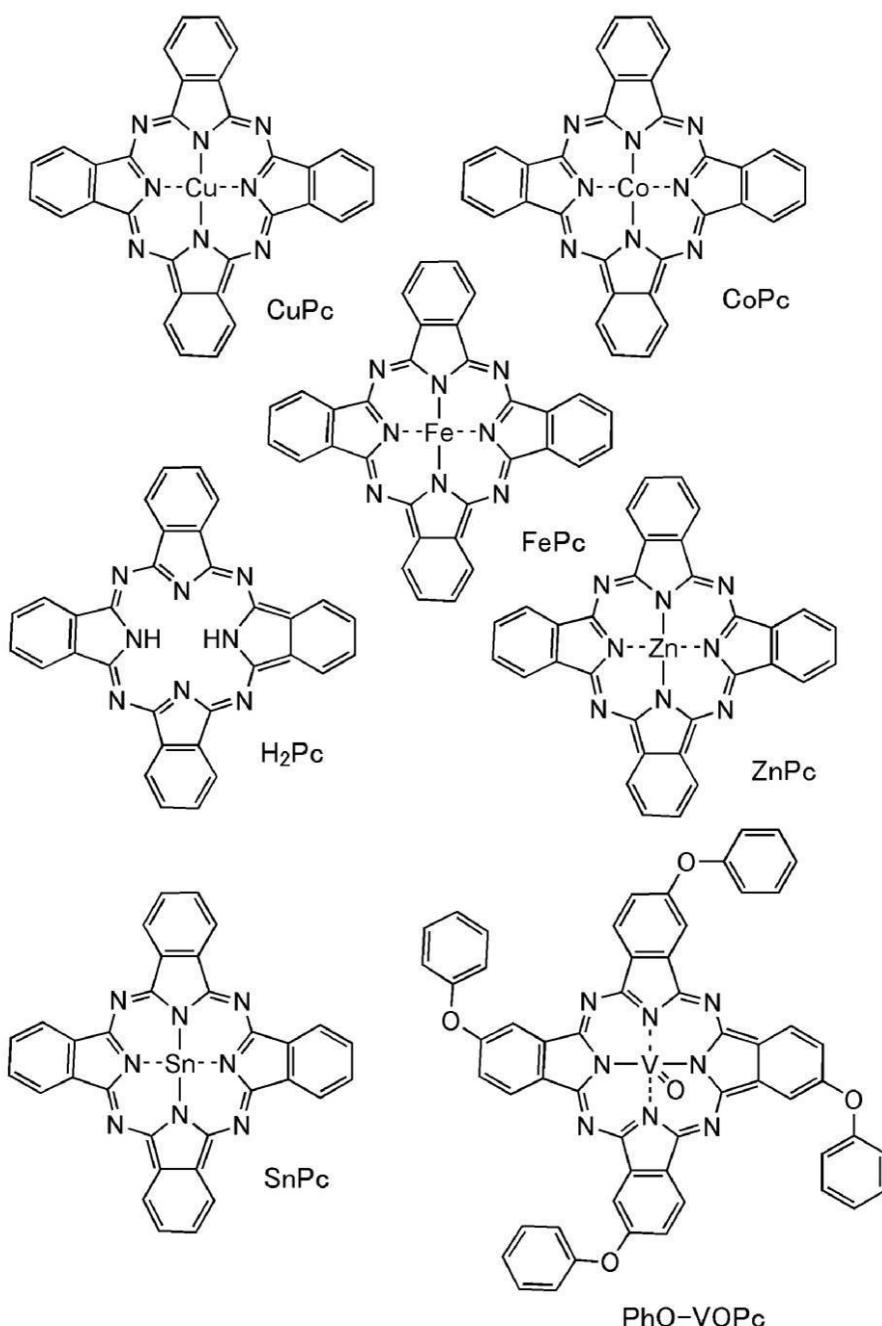
【0066】

フタロシアニン系材料を第2の物質として使用する場合は、具体的には以下の構造式で示されるCuPc(Copper(II) phthalocyanine)、H₂Pc(Phthalocyanine)、SnPc(Phthalocyanine tin(II) complex)、ZnPc(Phthalocyanine zinc complex)、CoPc(Cobalt(II) phthalocyanine, -form)、FePc(Phthalocyanine Iron)及びPhO-VO Pc(Vanadyl 2,9,16,23-tetraphenoxy-29H,31H-phthalocyanine)のいずれかを用いることが好ましい。以下に示すフタロシアニン系材料は、中心金属がCu、Co、Fe、Zn、Sn、Vであるフタロシアニン、または中心金属を有さないフタロシアニンである。

20

【0067】

【化3】



【0068】

金属 - 酸素結合と芳香族配位子を有する金属錯体を第2の物質として用いる場合は、金属 - 酸素の二重結合を有する金属錯体を用いることが好ましい。金属 - 酸素の二重結合はアクセプター性（電子を受容しやすい性質）を有するため、電子の移動（授受）がより容易になる。また、金属 - 酸素の二重結合を有する金属錯体は安定であると考えられる。したがって、金属 - 酸素の二重結合を有する金属錯体を用いることにより発光素子を低電圧でより安定に駆動することが可能になる。

【0069】

金属 - 酸素結合と芳香族配位子を有する金属錯体としてはフタロシアニン系材料が好ましい。具体的には、以下の構造式で示されるVOPc (Vanadyl phthalocyanine)、SnOPc (Phthalocyanine tin(IV) oxide complex) 及びTiOPc (Phthalocyanine titanium oxide complex) のいずれかは、分子構造的に金属 - 酸素の二重結合が他の分子に対して作用しやすく、アクセプター性が高いため好ましい。つまり、以下

10

20

30

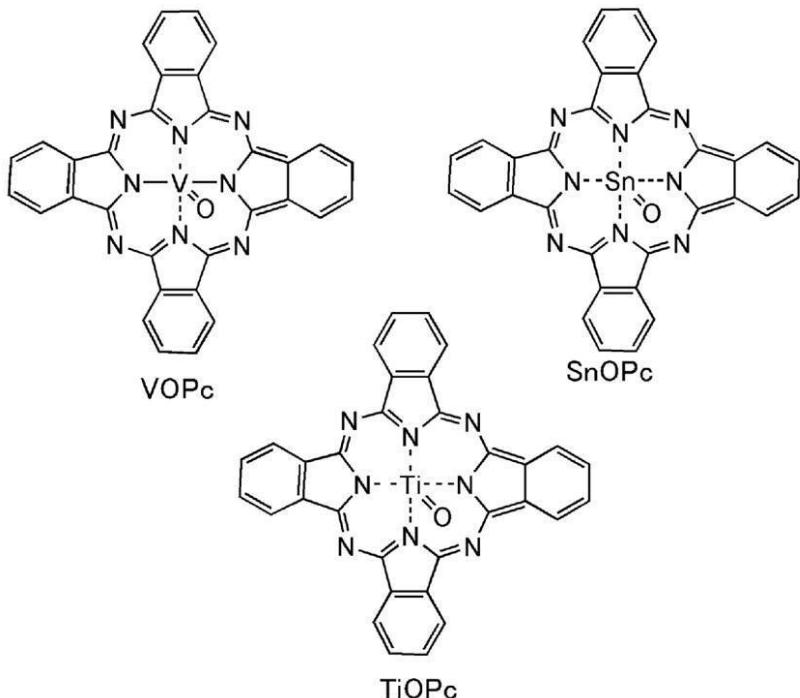
40

50

に示すフタロシアニン系材料は、中心金属（V、Sn又はTi）が酸素原子と結合し、金属-酸素の二重結合を有しており、これにより電子の移動（授受）がより容易になり、発光素子を低電圧で駆動することが可能になる。

【0070】

【化4】

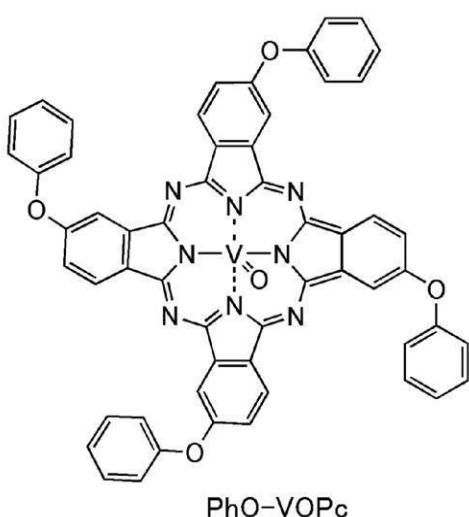


【0071】

なお、上述したフタロシアニン系材料としては、フェノキシ基を有するものが好ましい。具体的には以下の構造式で示されるPhO-VOPc (Vanadyl 2,9,16,23-tetraphenoxy-29H,31H-phthalocyanine) (SYNTHON製) のような、フェノキシ基を有するフタロシアニン誘導体が好ましい。フェノキシ基を有するフタロシアニン誘導体は、溶媒に可溶である。そのため、発光素子を形成する上で扱いやすいという利点を有する。また、溶媒に可溶であるため、成膜に用いる装置のメンテナンスが容易になるという利点を有する。

【0072】

【化5】



【0073】

第2の層105はさらにドナー性物質を含んでいても良い。ドナー性物質としては、ア

50

ルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属及びこれらの化合物（アルカリ金属化合物（酸化リチウムなどの酸化物、ハロゲン化物、炭酸リチウムや炭酸セシウムなどの炭酸塩を含む）、アルカリ土類金属化合物（酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む）、又は希土類金属化合物（酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む））の他、テトラチアナフタセン（略称：TTN）、ニッケロセン、デカメチルニッケロセンなどの有機化合物を用いることができる。第2の層105にこれらドナー性物質を含ませることによって、電子の移動が容易となり、発光素子をより低電圧で駆動することが可能になる。

【0074】

第2の層105にドナー性物質を含ませる場合、電子輸送性の第2の物質としては上記のした材料の他、電荷発生層である第1の層に含まれるアクセプター性物質のアクセプター準位より高いLUMO準位を有する物質を用いることができる。具体的なエネルギー準位としては、-5.0eV以上、好ましくは-5.0eV以上-3.0eV以下の範囲のLUMO準位が好ましい。このような物質としては例えば、ペリレン誘導体や、含窒素縮合芳香族化合物などが挙げられる。なお、含窒素縮合芳香族化合物は、安定であるため、第2の層105を形成する為に用いる材料として、好ましい材料である。さらに、当該含窒素縮合芳香族化合物のうち、シアノ基やフルオロ基などの電子吸引基を有する化合物を用いる構成は、第2の層105において電子の受け取りが容易となるため、より好ましい構成である。

【0075】

ペリレン誘導体の具体例としては、3,4,9,10-ペリレンテトラカルボン酸二無水物（略称：PTCDA）、3,4,9,10-ペリレンテトラカルボキシリックビスベンゾイミダゾール（略称：PTCBI）、N,N'-ジオクチル-3,4,9,10-ペリレンテトラカルボン酸ジイミド（略称：PTCDI-C8H）、N,N'-ジヘキシル-3,4,9,10-ペリレンテトラカルボン酸ジイミド（略称：Hex-PTC）等が挙げられる。

【0076】

また、含窒素縮合芳香族化合物の具体例としては、ピラジノ[2,3-f][1,10]フェナントロリン-2,3-ジカルボニトリル（略称：PPDN）、2,3,6,7,10,11-ヘキサシアノ-1,4,5,8,9,12-ヘキサアザトリフェニレン（略称：HAT(CN)₆）、2,3-ジフェニルピリド[2,3-b]ピラジン（略称：2PYPR）、2,3-ビス(4-フルオロフェニル)ピリド[2,3-b]ピラジン（略称：F2PYPR）等が挙げられる。

【0077】

その他にも、7,7,8,8,-テトラシアノキノジメタン（略称：TCNQ）、1,4,5,8,-ナフタレンテトラカルボン酸二無水物（略称：NTCDA）、パーフルオロペンタセン、銅ヘキサデカフルオロフタロシアニン（略称：F₁₆CuPc）、N,N'-ビス(2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-ペンタデカフルオロオクチル)-1,4,5,8-ナフタレンテトラカルボン酸ジイミド（略称：NTCDI-C8F）、3',4'-ジブチル-5,5''-ビス(ジシアノメチレン)-5,5'''-ジヒドロ-2,2':5',2'''-テルチオフェン）（略称：DCMT）、メタノフラーレン（例えば、[6,6]-フェニルC₆1酪酸メチルエステル等を用いることができる。

【0078】

なお、第2の層105にドナー性物質を含ませる場合、電子輸送性の第2の物質とドナー性物質との共蒸着などの方法によって第2の層を形成すれば良い。なお、ドナー性物質を含ませる場合、第2の層105の膜厚を1nm乃至10nmとすることは、第2の層105起因のクロストークの発生を抑制することができるため好ましい構成である。なお、同じ理由により、第2の層105には第2の物質に対して質量比で0.001以上0.1以下の比率で、上記ドナー性物質を含ませると良い。

【0079】

10

20

30

40

50

各 E L 層は機能分離した複数の層が積層されることで構成されており、少なくとも発光物質を含む発光層（図示せず）と電子輸送性の第3の物質を含む電子輸送層を有している。

【0080】

電子輸送層106は第2の層105に接して設けられており、電子輸送性の第3の物質とアルカリ土類金属（マグネシウム、カルシウム、ストロンチウム及びバリウムのいずれか）を含んでいる。電子輸送層106内において、アルカリ土類金属は第2の層105との界面から陽極100側に向かってその濃度が低くなつてゆく濃度勾配を有している。なお、この濃度勾配は、電子輸送層106と第2の層105との間に当該アルカリ土類金属の極薄い膜を成膜することによって、拡散が起り、形成することができる。

10

【0081】

また、第2の層105と電子輸送層106との間に5nm以下の当該アルカリ土類金属の極薄い層が残っていても良い。なお、アルカリ土類金属の極薄い層としては、アルカリ土類金属が島状に存在している状態も含むものとする。この場合、電子輸送層106中のアルカリ土類金属の濃度は、アルカリ土類金属の極薄い層と電子輸送層106との界面から陽極100方向に向かってその濃度が低くなつて行く濃度勾配を有する。

【0082】

なお、第2の層105にドナー性物質を含ませる場合、当該アルカリ土類金属は第2の層105にも拡散してゆくため、これをドナー性物質として利用しても良い。

20

【0083】

ところで、第2の層105を設けずに、アクセプター性物質を含む第1の層104と接して、このような電子輸送層106（もしくはアルカリ土類金属の極薄い層）を形成すると、第1の層104に含まれるアクセプター性物質とアルカリ土類金属との相互作用から発光素子の駆動電圧が大きく上昇してしまう。そこで、第2の層105を第1の層104と電子輸送層106（もしくはアルカリ土類金属の極薄い層）の間に形成することによって、第1の層104で発生した電子が電子輸送層106へ注入される際の注入障壁が緩和され、且つ、アクセプター性物質とアルカリ土類金属との相互作用を防止できるため、駆動電圧の大きな上昇を避けることができる。すなわち、アルカリ土類金属を含む電子輸送層106（もしくはアルカリ土類金属の極薄い層）と、アクセプター性物質を含む第1の層104とを、単に積層するだけでは、クロストークを抑制することが可能となつても、駆動電圧が上昇してしまう。そのトレードオフを克服する手段が第2の層105の形成であると言える。

30

【0084】

また、電子輸送層106に含まれる物質又は上記極薄い層を形成する物質がアルカリ土類金属であることによって、高精細なディスプレイであつても、隣接する画素への干渉を有効に低減させることができる。なお、電子輸送層106に含まれるアルカリ土類金属及び極薄い層を形成するアルカリ土類金属が、カルシウム、ストロンチウム及びバリウムのいずれかである構成は、当該金属の電子注入性が高いことから好ましい構成である。

【0085】

電子輸送性の第3の物質としては、トリス（8-キノリノラト）アルミニウム（略称：Alq）、トリス（4-メチル-8-キノリノラト）アルミニウム（略称：Almq₃）、ビス（10-ヒドロキシベンゾ[_h]キノリナト）ベリリウム（略称：BeBq₂）、ビス（2-メチル-8-キノリノラト）（4-フェニルフェノラト）アルミニウム（略称：BA1q）などのキノリン骨格またはベンゾキノリン骨格を有する金属錯体等を用いることができる。また、この他ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)ベンズオキサゾラト]亜鉛（略称：Zn(BOX)₂）、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)ベンゾチアゾラト]亜鉛（略称：Zn(BTZ)₂）などのオキサゾール系、チアゾール系配位子を有する金属錯体なども用いることができる。さらに、金属錯体以外にも、2-(4-フェニリル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール（略称：PBD）、1,3-ビス[5-(p-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-

40

50

オキサジアゾール - 2 - イル] ベンゼン (略称 : O X D - 7) 、 9 - [4 - (5 - フェニル - 1 , 3 , 4 - オキサジアゾール - 2 - イル) フェニル] - 9 H - カルバゾール (略称 : C O 1 1) 、 3 - (4 - ビフェニリル) - 4 - フェニル - 5 - (4 - t e r t - ブチルフェニル) - 1 , 2 , 4 - トリアゾール (略称 : T A Z) 、 バソフェナントロリン (略称 : B P h e n) 、 バソキュブロイン (略称 : B C P) などの複素芳香族化合物も用いることができる。ここに述べた物質は、主に $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の電子移動度を有する物質である。なお、正孔よりも電子の輸送性の高い物質であれば、これら以外のものを用いてもよい。また、電子輸送層 106 は、単層のものだけでなく、上記物質からなる層を二層以上積層したものを用いてもよい。またポリ [(9 , 9 - ジヘキシルフルオレン - 2 , 7 - ジイル) - c o - (ピリジン - 3 , 5 - ジイル)] (略称 : P F - P y) 、 ポリ [(9 , 9 - ジオクチルフルオレン - 2 , 7 - ジイル) - c o - (2 , 2 ' - ビピリジン - 6 , 6 ' - ジイル)] (略称 : P F - B P y) などの高分子化合物を用いることもできる。

【 0 0 8 6 】

なお、陰極に接する E L 層に関しては電子輸送層は形成されていなくても良く、形成されている場合においてもアルカリ土類金属を含まなくても良い。また、陰極と当該 E L 層との間には第 2 の層を形成する必要がないため、当該 E L 層に電子輸送層が形成されている場合においてもその電子輸送層が第 2 の層に接している必要は無い。

【 0 0 8 7 】

発光層は、発光物質を含む層である。当該発光物質としては、以下に示す蛍光性化合物及びりん光性化合物を適用することが可能である。

【 0 0 8 8 】

蛍光性化合物としては、N , N ' - ビス [4 - (9 H - カルバゾール - 9 - イル) フェニル] - N , N ' - ジフェニルスチルベン - 4 , 4 ' - ジアミン (略称 : Y G A 2 S) 、 4 - (9 H - カルバゾール - 9 - イル) - 4 ' - (1 0 - フェニル - 9 - アントリル) トリフェニルアミン (略称 : Y G A P A) 、 4 - (9 H - カルバゾール - 9 - イル) - 4 ' - (9 , 1 0 - ジフェニル - 2 - アントリル) トリフェニルアミン (略称 : 2 Y G A P P A) 、 N , 9 - ジフェニル - N - [4 - (1 0 - フェニル - 9 - アントリル) フェニル] - 9 H - カルバゾール - 3 - アミン (略称 : P C A P A) 、 ペリレン、 2 , 5 , 8 , 1 1 - テトラ - t e r t - ブチルペリレン (略称 : T B P) 、 4 - (1 0 - フェニル - 9 - アントリル) - 4 ' - (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) トリフェニルアミン (略称 : P C B A P A) 、 N , N ' , - (2 - t e r t - ブチルアントラセン - 9 , 1 0 - ジイルジ - 4 , 1 - フェニレン) ビス [N , N ' , N ' - トリフェニル - 1 , 4 - フェニレンジアミン] (略称 : D P A B P A) 、 N , 9 - ジフェニル - N - [4 - (9 , 1 0 - ジフェニル - 2 - アントリル) フェニル] - 9 H - カルバゾール - 3 - アミン (略称 : 2 P C A P P A) 、 N - [4 - (9 , 1 0 - ジフェニル - 2 - アントリル) フェニル] - N , N ' , N ' - トリフェニル - 1 , 4 - フェニレンジアミン (略称 : 2 D P A P P A) 、 N , N , N ' , N ' , N ' , N ' , N ' , N ' , - オクタフェニルジベンゾ [g , p] クリセン - 2 , 7 , 1 0 , 1 5 - テトラアミン (略称 : D B C 1) 、 クマリン 3 0 、 N - (9 , 1 0 - ジフェニル - 2 - アントリル) - N , 9 - ジフェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - アミン (略称 : 2 P C A P A) 、 N - [9 , 1 0 - ビス (1 , 1 ' - ビフェニル - 2 - イル) - 2 - アントリル] - N , 9 - ジフェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - アミン (略称 : 2 P C A B P h A) 、 N - (9 , 1 0 - ジフェニル - 2 - アントリル) - N , N ' , N ' - トリフェニル - 1 , 4 - フェニレンジアミン (略称 : 2 D P A P A) 、 N - [9 , 1 0 - ビス (1 , 1 ' - ビフェニル - 2 - イル) - 2 - アントリル] - N , N ' , N ' - トリフェニル - 1 , 4 - フェニレンジアミン (略称 : 2 D P A B P h A) 、 9 , 1 0 - ビス (1 , 1 ' - ビフェニル - 2 - イル) - N - [4 - (9 H - カルバゾール - 9 - イル) フェニル] - N - フェニルアントラセン - 2 - アミン (略称 : 2 Y G A B P h A) 、 N , N , 9 - トリフェニルアントラセン - 9 - アミン (略称 : D P h A P h A) 、 クマリン 5 4 5 T 、 N , N ' - ジフェニルキナクリドン、 (略称 : D P Q d) 、 ル

10

20

30

40

50

ブレン、5,12-ビス(1,1'-ジフェニル-4-イル)-6,11-ジフェニルテトラセン(略称:BPT)、2-{2-[4-(ジメチルアミノ)フェニル]エテニル}-6-メチル-4H-ピラン-4-イリデン)プロパンジニトリル(略称:DCM 1)、2-{2-メチル-6-[2-(2,3,6,7-テトラヒドロ-1H,5H-ベンゾ[ij]キノリジン-9-イル)エテニル]-4H-ピラン-4-イリデン}プロパンジニトリル(略称:DCM 2)、N,N,N',N'-テトラキス(4-メチルフェニル)テトラセン-5,11-ジアミン(略称:p-mPhTD)、7,14-ジフェニル-N,N,N',N'-テトラキス(4-メチルフェニル)アセナフト[1,2-a]フルオランテン-3,10-ジアミン(略称:p-mPhAFD)、2-{2-イソプロピル-6-[2-(1,1,7,7-テトラメチル-2,3,6,7-テトラヒドロ-1H,5H-ベンゾ[ij]キノリジン-9-イル)エテニル]-4H-ピラン-4-イリデン}プロパンジニトリル(略称:DCJTI)、2-{2-tert-ブチル-6-[2-(1,1,7,7-テトラメチル-2,3,6,7-テトラヒドロ-1H,5H-ベンゾ[ij]キノリジン-9-イル)エテニル]-4H-ピラン-4-イリデン}プロパンジニトリル(略称:DCJTB)、2-(2,6-ビス{2-[4-(ジメチルアミノ)フェニル]エテニル}-4H-ピラン-4-イリデン)プロパンジニトリル(略称:BisDCM)、2-{2,6-ビス[2-(8-メトキシ-1,1,7,7-テトラメチル-2,3,6,7-テトラヒドロ-1H,5H-ベンゾ[ij]キノリジン-9-イル)エテニル]-4H-ピラン-4-イリデン}プロパンジニトリル(略称:BisDCJT)などが挙げられる。
10

【0089】

りん光性化合物としては、ビス[2-(4',6'-ジフルオロフェニル)ピリジナト-N,C^{2'}]イリジウム(III)テトラキス(1-ピラゾリル)ボラート(略称:FIr6)、ビス[2-(4',6'-ジフルオロフェニル)ピリジナト-N,C^{2'}]イリジウム(III)ピコリナート(略称:FIrpic)、ビス[2-(3',5'-ビストリフルオロメチルフェニル)ピリジナト-N,C^{2'}]イリジウム(III)ピコリナート(略称:Ir(CF₃ppy)₂(pic))、ビス[2-(4',6'-ジフルオロフェニル)ピリジナト-N,C^{2'}]イリジウム(III)アセチルアセトナート(略称:FIr(acac))、トリス(2-フェニルピリジナト)イリジウム(III)(略称:Ir(ppp)₃)、ビス(2-フェニルピリジナト)イリジウム(III)アセチルアセトナート(略称:Ir(ppp)₂(acac))、ビス(ベンゾ[h]キノリナト)イリジウム(III)アセチルアセトナート(略称:Ir(bzq)₂(acac))、トリス(ベンゾ[h]キノリナト)イリジウム(III)(略称:Ir(bzq)₃)、ビス(2,4-ジフェニル-1,3-オキサゾラト-N,C^{2'})イリジウム(III)アセチルアセトナート(略称:Ir(dpo)₂(acac))、ビス[2-(4'-パーフルオロフェニルフェニル)ピリジナト]イリジウム(III)アセチルアセトナート(略称:Ir(p-PF-ph)₂(acac))、ビス(2-フェニルベンゾチアゾラト-N,C^{2'})イリジウム(III)アセチルアセトナート(略称:Ir(bt)₂(acac))、(アセチルアセトナト)ビス[2,3-ビス(4-フルオロフェニル)-5-メチルピラジナト]イリジウム(III)(略称:Ir(Fdppr-Me)₂(acac))、(アセチルアセトナト)ビス{2-(4-メトキシフェニル)-3,5-ジメチルピラジナト}イリジウム(III)(略称:Ir(dmmoppr)₂(acac))、ビス[2-(2'-ベンゾ[4,5-]チエニル)ピリジナト-N,C^{3'}]イリジウム(III)アセチルアセトナート(略称:Ir(btp)₂(acac))、ビス(1-フェニルイソキノリナト-N,C^{2'})イリジウム(III)アセチルアセトナート(略称:Ir(piq)₂(acac))、(アセチルアセトナト)ビス[2,3-ビス(4-フルオロフェニル)キノキサリナト]イリジウム(III)(略称:Ir(Fdpq)₂(acac))、(ジピバロイルメタナト)ビス(2,3,5-トリフェニルピラジナト)イリジウム(III)(略称:Ir(tppr)₂(dpm))、(アセチルアセトナト)ビス(2,3,5-トリフェニルピラジナト)イリジウム(III) 20

10

20

30

40

50

I) (略称 : I r (t p p r)₂ (a c a c)) 、 2 , 3 , 7 , 8 , 1 2 , 1 3 , 1 7 , 1 8 - オクタエチル - 2 1 H , 2 3 H - ポルフィリン白金 (I I) (略称 : P t O E P) 、 トリス (アセチルアセトナト) (モノフェナントロリン) テルビウム (I I I) (略称 : T b (a c a c)₃ (P h e n)) 、 トリス (1 , 3 - ジフェニル - 1 , 3 - プロパンジオナト) (モノフェナントロリン) ユーロピウム (I I I) (略称 : E u (D B M)₃ (P h e n)) 、 トリス [1 - (2 - テノイル) - 3 , 3 , 3 - トリフルオロアセトナト] (モノフェナントロリン) ユーロピウム (I I I) (略称 : E u (T T A)₃ (P h e n)) などが挙げられる。

【 0 0 9 0 】

なお、発光層はホスト材料にこれらの発光物質を分散させた構造とすることが好ましい。ホスト材料としては、例えば、N P B 、 T P D 、 T C T A 、 T D A T A 、 M T D A T A 、 4 , 4 ' - ビス [N - (スピロ - 9 , 9 ' - ビフルオレン - 2 - イル) - N フェニルアミノ] ビフェニル (略称 : B S P B) などの芳香族アミン化合物、P C z P C A 1 、 P C z P C A 2 、 P C z P C N 1 、 C B P 、 T C P B 、 C z P A 等のカルバゾール誘導体などの正孔輸送性物質を用いることができる。

10

【 0 0 9 1 】

また、ポリ [N - (4 - { N ' - [4 - (4 - ジフェニルアミノ) フェニル] フェニル - N ' - フェニルアミノ } フェニル) メタクリルアミド] (略称 : P T P D M A) 、ポリ [N , N ' - ビス (4 - ブチルフェニル) - N , N ' - ビス (フェニル) ベンジジン] (略称 : P o l y - T P D) などの高分子化合物を含む正孔輸送性物質を用いることができる。

20

【 0 0 9 2 】

また、例えば、A l q 、 A l m q₃ 、 B e B q₂ 、 B A l q などのキノリン骨格またはベンゾキノリン骨格を有する金属錯体、Z n (B O X)₂ 、 Z n (B T Z)₂ などのオキサゾール系、チアゾール系配位子を有する金属錯体、P B D 、 O X D - 7 、 C O 1 1 、 T A Z 、 B P h e n 、 B C P などの電子輸送性物質もホスト材料として用いることができる。

30

【 0 0 9 3 】

発光層は各 E L 層中に少なくとも 1 層あれば良く、異なる発光物質又は / 及びホスト材料を有する発光層もしくは同じ発光物質及びホスト材料を有していてもその濃度が異なる発光層が各 E L 層中に複数層あっても良い。もちろん、各 E L 層における発光層の構成は同じであっても異なっていても良い。

30

【 0 0 9 4 】

各 E L 層を構成する電子輸送層及び発光層以外の層としては、正孔注入性物質を含み正孔注入性を有する層 (正孔注入層) 、正孔輸送性物質を含み正孔輸送性を有する層 (正孔輸送層) 、バイポーラ性 (電子輸送性及び正孔輸送性を同時に有する性質) 物質を含みバイポーラ性を有する層などが挙げられる。上記層及びその他公知の他の機能層を適宜組み合わせて各 E L 層を構成することができる。なお、陰極 1 0 1 に接する n 番目の E L 層 1 0 2 n には、陰極 1 0 1 に最も近い層として電子注入性物質を含み電子注入性を有する層 (電子注入層) がさらに設けられていても良い。また、1 番目の E L 層 1 0 2 k と陽極 1 0 0 との間及び n 番目の E L 層 1 0 2 n と陰極 1 0 1 との間にはそれぞれ電荷発生層を設けることもできる。

40

【 0 0 9 5 】

以下に、正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層について述べる。

【 0 0 9 6 】

正孔注入層は正孔注入物質を含む層である。当該正孔注入物質としては、例えば、酸化モリブデン、酸化バナジウム、酸化ルテニウム、酸化タンゲステン、酸化マンガンなどの金属酸化物を用いることができる。また、フタロシアニン (略称 : H₂ P c) 、銅 (I I) フタロシアニン (略称 : C u P c) 等のフタロシアニン系の化合物を用いることができる。また、P E D O T / P S S (略称) 等の高分子を用いることもできる。

50

【0097】

正孔輸送層は、正孔輸送性物質を含む層である。正孔輸送層が有する正孔輸送性物質は、上述の第1の層104に含まれる正孔輸送性物質と同様の物質を適用することが可能である。そのため、ここでは前述の説明を援用する。なお、正孔輸送層は単層で構成されるものばかりではなく、上記物質からなる層が2層以上積層した構造であっても良い。

【0098】

n番目のEL層102nに設けることができる電子注入層は、電子注入性物質を含む層である。電子注入性物質としては、フッ化リチウム(LiF)、フッ化セシウム(CsF)、フッ化カルシウム(CaF₂)等のアルカリ金属、アルカリ土類金属、またはこれらの化合物が挙げられる。また、電子輸送性物質中にアルカリ金属、アルカリ土類金属、又はこれらの化合物を含有させたもの(例えば、Alq(略称)中にマグネシウム(Mg)を含有させたもの等)を当該電子注入性物質として適用することも可能である。この様な構造とすることにより、陰極101からの電子注入効率をより高めることができる。

10

【0099】

1番目のEL層102kと陽極100との間又はn番目のEL層102nと陰極101との間には、電荷発生層を設けることもできる。1番目のEL層102kと陽極100との間又はn番目のEL層102nと陰極101との間に電荷発生層を設ける場合、電荷発生層は、正孔輸送性物質とアクセプター物質とを含む複合材料により形成する。なお、電荷発生層は、同一膜中に正孔輸送性物質と、アクセプター性物質とを含有する場合だけでなく、正孔輸送性物質を含む層と、アクセプター性物質を含む層とが積層されていても良い。ただし、積層構造の場合には、アクセプター性物質を含む層が、陽極100又は陰極101と接する構造とする。

20

【0100】

1番目のEL層102kと陽極100との間又はn番目のEL層102nと陰極101との間に電荷発生層を設けることにより、電極を形成する物質の仕事関数を考慮せずに陽極100又は陰極101を形成することが可能となる。なお、1番目のEL層102kと陽極100との間又はn番目のEL層102nと陰極101との間に設けられる電荷発生層は、上述の第1の層104と同様の構成及び物質を適用することが可能である。そのため、前述の説明を援用する。

30

【0101】

なお、これら層を適宜組み合わせて積層することにより、各EL層を形成することができる。また、各EL層の形成方法としては、用いる材料によって種々の方法(例えば真空蒸着法などの乾式法、インクジェット法やスピンコート法などの湿式法等)を適用することができる。各層で異なる作製方法を適用しても良い。

【0102】

陽極100としては、仕事関数の大きい(具体的には4.0eV以上が好ましい)金属、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物などを用いることが好ましい。具体的には、酸化インジウム-酸化スズ(ITO: Indium Tin Oxide)、ケイ素または酸化ケイ素を含有した酸化インジウム-酸化スズ、酸化インジウム-酸化亜鉛(IZO: Indium Zinc Oxide)、酸化タンゲステン及び酸化亜鉛を含有した酸化インジウム等が挙げられる。

40

【0103】

また、金(Au)、白金(Pt)、ニッケル(Ni)、タンゲステン(W)、クロム(Cr)、モリブデン(Mo)、鉄(Fe)、コバルト(Co)、銅(Cu)、パラジウム(Pd)、チタン(Ti)、または金属材料の窒化物(例えば、窒化チタン等)、酸化モリブデン、酸化バナジウム、酸化ルテニウム、酸化タンゲステン、酸化マンガン、酸化チタン等を用いてよい。また、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)、ポリアニリン/ポリ(スチレンスルホン酸)(PAni/PSS)等の導電性ポリマーを用いてよい。但し、前述したように、陽極100と接して電荷発生領域を設ける場合には、仕事関数の大小に関わらず、Al、A

50

g 等様々な導電性材料を陽極 100 に用いることができる。

【0104】

陽極 100 は、通常、スパッタリング法などにより成膜すれば良い。例えば、酸化インジウム・酸化亜鉛 (IZO) 膜は、酸化インジウムに対し 1 ~ 20 wt % の酸化亜鉛を加えたターゲットを用いてスパッタリング法により形成することができる。また、酸化タンゲステン及び酸化亜鉛を含有した酸化インジウム膜は、酸化インジウムに対し酸化タンゲステンを 0.5 ~ 5 wt %、酸化亜鉛を 0.1 ~ 1 wt % 含有したターゲットを用いてスパッタリング法により形成することができる。また、陽極 100 はゾル・ゲル法などを用いて作製することも可能である。

【0105】

陰極 101 としては、仕事関数の小さい（具体的には 3.8 eV 以下であることが好ましい）金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物などを用いることができる。例えば元素周期表の第 1 族または第 2 族に属する元素、すなわちリチウム (Li) やセシウム (Cs) 等のアルカリ金属、およびマグネシウム (Mg)、カルシウム (Ca)、ストロンチウム (Sr) 等のアルカリ土類金属、およびこれらを含む合金 (MgAg, AlLi)、ユウロピウム (Eu)、イッテルビウム (Yb) 等の希土類金属およびこれらを含む合金等を用いることができる。なお、アルカリ金属、アルカリ土類金属、これらを含む合金の膜は、真空蒸着法を用いて形成することができる。また、アルカリ金属またはアルカリ土類金属を含む合金の膜はスパッタリング法により形成することも可能である。また、銀ペーストなどをインクジェット法などにより成膜することも可能である。

10

20

【0106】

この他、アルカリ金属化合物、アルカリ土類金属化合物、または希土類金属化合物（例えば、フッ化リチウム (LiF)、酸化リチウム (LiO_x)、フッ化セシウム (CsF)、フッ化カルシウム (CaF₂)、フッ化エルビウム (ErF₃) など）の膜と、アルミニウム等の金属膜とを積層することによって、陰極 101 を形成することも可能である。但し、前述したように、陰極 101 と接して電荷発生層を設ける場合には、仕事関数の大小に関わらず導電性材料を陰極 101 に用いることができる。

【0107】

なお、本実施の形態に示す発光素子においては、陽極 100 および陰極 101 のうち、少なくとも一方が可視光に対する透光性を有すればよい。透光性は、ITO のような透明電極を用いるか、あるいは電極の膜厚を薄くすることにより確保できる。また、薄く形成した材料と透明電極との積層構造を有していても良い。

30

【0108】

本実施の形態における発光素子は複数の EL 層を有するため、各々の EL 層における発光が合わさった発光を得ることができる。すなわち、同じ発光物質を含む発光層を有する EL 層が複数積層されている場合は、当該 EL 層が一層で構成されている発光素子と比較して同じ電流密度であっても、大きな輝度を得ることができる。また、異なる発光色を呈する発光物質を含む EL 層を積層して本実施の形態における発光素子を作製した場合は、プロードなスペクトルを有する発光素子や、白色発光を呈する発光素子を得ることができる。白色発光を呈する発光素子とカラーフィルタを用いた構成を有するディスプレイは高精細化にも有利である。

40

【0109】

以上のような構成を有する本実施の形態における発光素子は、電子輸送層 106 と第 2 の層 105 が接して形成され、且つ電子輸送層 106 はアルカリ土類金属を含んでおり、当該アルカリ土類金属が電子輸送層 106 と第 2 の層 105 との界面から陽極側に向かってその濃度が低くなっている。これにより、複数の EL 層が電荷発生層により仕切られた発光素子を、高精細な（例えば隣り合う発光素子における発光領域間距離が 40 μm 以下。）ディスプレイに適用したとしても、隣接する発光素子への干渉現象を駆動電圧の大きな上昇なく、有效地に低減し、高品質な画像を提供することができるディスプレイを作製することができるようになる。なお、複数の EL 層が電荷発生層によ

50

り仕切られた発光素子は高い電流効率やブロードな発光スペクトルもしくは白色発光の実現を容易に可能とする発光素子である。

【0110】

(実施の形態2)

本実施の形態では、実施の形態1に示した発光素子を用いて作製された発光装置の一例について説明する。なお、本発明の一態様である発光装置は以下に説明する構成を有する発光装置のみに限定されず、その表示を担う部分（本実施の形態では画素部602）に実施の形態1に示した発光素子が含まれているもの全てを含むものとする。

【0111】

本実施の形態では、実施の形態1に示した発光素子を用いて作製された発光装置の一例について図3を用いて説明する。なお、図3（A）は、発光装置を示す上面図、図3（B）は図3（A）をA-A'およびB-B'で切断した断面図である。この発光装置は、発光素子の発光を制御するものとして、点線で示された駆動回路部（ソース線駆動回路）601、画素部602、駆動回路部（ゲート線駆動回路）603を含んでいる。また、604は封止基板、605はシール材であり、シール材605で囲まれた内側は、空間607になっている。封止基板604には乾燥材625が設けられていても良い。

【0112】

なお、引き回し配線608はソース線駆動回路601及びゲート線駆動回路603に入力される信号を伝送するための配線であり、外部入力端子となるFPC（フレキシブルプリントサーキット）609からビデオ信号、クロック信号、スタート信号、リセット信号等を受け取る。なお、ここではFPCしか図示されていないが、このFPCにはプリント配線基板（PWB）が取り付けられていても良い。本明細書における発光装置には、発光装置本体だけでなく、それにFPCもしくはPWBが取り付けられた状態をも含むものとする。

【0113】

次に、断面構造について図3（B）を用いて説明する。素子基板610上には駆動回路部及び画素部が形成されているが、ここでは、駆動回路部であるソース線駆動回路601と、画素部602中の一つの画素が示されている。

【0114】

なお、ソース線駆動回路601はnチャネル型TFT623とpチャネル型TFT624とを組み合わせたCMOS回路が形成される。また、駆動回路は、種々のCMOS回路、PMOS回路もしくはNMOS回路で形成しても良い。また、本実施の形態では、基板上に駆動回路を形成したドライバ一体型を示すが、必ずしもその必要はなく、駆動回路を基板上ではなく外部に形成することもできる。

【0115】

また、画素部602はスイッチング用TFT611と、電流制御用TFT612と、そのドレインに電気的に接続された第1の電極613と、当該第1の電極613、有機化合物を含む層616、第2の電極617よりなる発光素子とを含む複数の画素により形成される。

【0116】

図3に示したTFTは、半導体層を中心として基板と逆側にゲート電極が設けられたトップゲート型のものであるが、TFTの構造については、特に限定はなく、例えばボトムゲート型のものでもよい。また、ボトムゲート型の場合には、チャネルを形成する半導体層の上に保護膜が形成されたもの（チャネル保護型）でもよいし、又はチャネルを形成する半導体層の一部が凹状になったもの（チャネルエッチ型）でもよい。

【0117】

また、TFTを構成する半導体層の材料としては、シリコン（Si）及びゲルマニウム（Ge）等の元素周期表における第14族元素、ガリウムヒ素及びインジウムリン等の化合物、並びに酸化亜鉛及び酸化スズ等の酸化物など半導体特性を示す物質であればどのような材料を用いてもよい。加えて、当該半導体層は、結晶質構造、非晶質構造のどちらの

10

20

30

40

50

構造であってもよい。

【0118】

さらに、半導体特性を示す酸化物（酸化物半導体）としては、インジウム、ガリウム、アルミニウム、亜鉛及びスズから選んだ元素の複合酸化物を用いることができる。例えば、酸化亜鉛（ZnO）、酸化亜鉛を含む酸化インジウム（IZO：Indium Zinc Oxide）、並びに酸化インジウム、酸化ガリウム、及び酸化亜鉛からなる酸化物（IGZO：Indium Gallium Zinc Oxide）をその例に挙げることができる。また、結晶質構造の半導体層の具体例としては、単結晶半導体、多結晶半導体、若しくは微結晶半導体が挙げられる。これらはレーザー結晶化によって形成されたものでもよいし、例えばニッケル等を用いた固相成長法による結晶化によって形成されたものでもよい。

10

【0119】

なお、本明細書において微結晶半導体とは、ギブスの自由エネルギーを考慮すれば非晶質と单結晶の中間的な準安定状態に属するものである。すなわち、自由エネルギー的に安定な第3の状態を有する半導体であって、短距離秩序を持ち格子歪みを有する。微結晶半導体の代表例である微結晶シリコンは、そのラマンスペクトルが单結晶シリコンを示す520cm⁻¹よりも低波数側に、シフトしている。即ち、单結晶シリコンを示す520cm⁻¹とアモルファスシリコンを示す480cm⁻¹の間に微結晶シリコンのラマンスペクトルのピークがある。また、未結合手（ダングリングボンド）を終端するため水素またはハロゲンを少なくとも1原子%またはそれ以上含ませている。さらに、ヘリウム、アルゴン、クリプトン、ネオンなどの希ガス元素を含ませて格子歪みをさらに助長させることで、安定性が増し良好な微結晶半導体層が得られる。

20

【0120】

なお、半導体層が非晶質構造の物質、例えばアモルファスシリコンで形成される場合には、発光素子を駆動するための回路を構成するトランジスタは全てNチャネル型トランジスタで構成された回路を有する発光装置であることが好ましい。当該発光装置の作製工程が簡略化されるためである。また、酸化亜鉛（ZnO）、酸化亜鉛を含む酸化インジウム（IZO）、酸化インジウムと酸化ガリウムと酸化亜鉛からなる酸化物（IGZO）などはN型の半導体である。そのため、これらの酸化物を半導体層に適用したトランジスタはNチャネル型となる。なお、当該発光装置は、Nチャネル型またはPチャネル型のいずれか一のトランジスタで構成された回路を有する発光装置でもよいし、両方のトランジスタで構成された回路を有する発光装置でもよい。

30

【0121】

第1の電極613の端部は、絶縁物614により覆われている。第1の電極613と絶縁物614を覆って形成される有機化合物を含む層616の被覆性を良好なものとするため、絶縁物614の上端部または下端部に曲率を有する曲面が形成されるようになるとよい。例えば、絶縁物614の材料としてポジ型の感光性アクリルを用い、絶縁物614の上端部のみに曲率半径（0.2μm～3μm）を有する曲面を持たせることができる。絶縁物614の材料としては、光の照射によってエッチャントに不溶解性となるネガ型、或いは光の照射によってエッチャントに溶解性となるポジ型のいずれも使用することができる。

40

【0122】

第1の電極613上には、有機化合物を含む層616、および第2の電極617が積層され、発光素子が構成されている。ここで、第1の電極613は陽極として機能し、第2の電極617は陰極として機能する。また、有機化合物を含む層616は、実施の形態1に記載した有機化合物を含む層110と同様の構成を有している。

【0123】

図3においてはひとつの発光素子のみ図示しているが、発光素子を用いたディスプレイは、複数の発光素子を同様に形成しマトリクス状に配置することによって作製される。本発明の一態様である本実施の形態における発光装置は、隣接する画素における発光領域間

50

が非常に狭い高精細なディスプレイであっても、隣接画素へのクロストークを有効に抑制した表示品質の高いディスプレイとすることができる。なお、このクロストークの抑制は、実用化の妨げとなるほどの駆動電圧の上昇を伴わないことも特徴である。

【0124】

ここで、発光素子の詳しい構造及び材料については実施の形態1において説明したため、繰り返しとなる説明を省略する。実施の形態1を参照されたい。なお、本実施の形態における第1の電極613、有機化合物を含む層616、第2の電極617はそれぞれ実施の形態1における陽極100、有機化合物を含む層110、陰極101に相当する。

【0125】

上述してきた駆動回路、画素部のTFT及び発光素子が形成された素子基板610と、封止基板604とをシール材605によって貼り合わせることにより、素子基板610、封止基板604、およびシール材605で囲まれた空間607に、実施の形態1で示した発光素子が備えられた構造の発光装置が提供される。なお、空間607には、充填材が充填されており、不活性気体（窒素やアルゴン等）が充填される場合の他、シール材605で充填される場合もある。

10

【0126】

なお、シール材605にはエポキシ系樹脂を用いるのが好ましい。また、これらの材料はできるだけ酸素や水を透過しない材料であることが望ましい。また、封止基板604に用いる材料としてガラス基板や石英基板の他、FRP（Fiberglass-Reinforced Plastics）、PVF（ポリビニルフロライド）、ポリエステルまたはアクリル等からなるプラスチック基板を用いることができる。

20

【0127】

以上のようにして、実施の形態1に示した発光素子を用いて作製された、本発明の一態様である発光装置を得ることができる。

【0128】

本実施の形態における発光装置は、実施の形態1に示した発光素子を用いており、高精細で表示品質の高い発光装置の実現が可能である。また、実施の形態1に示した発光素子は電流効率が高くまた高輝度発光が可能であること及びクロストークの抑制を大きな駆動電圧の上昇なく実現可能であることから、本実施の形態における発光装置は駆動電圧の小さい発光装置とすることができます。また、駆動時間に対する劣化の度合いが小さい、信頼性の高い発光装置とすることができます。

30

【0129】

以上のように、本実施の形態では、トランジスタによって発光素子の駆動を制御するアクティブマトリクス型の発光装置の一例について説明したが、この他、パッシブマトリクス型の発光装置であってもよい。図4には実施の形態1に示した発光素子を用いて作製したパッシブマトリクス型の発光装置の一例を示す。なお、図4(A)は、発光装置を示す斜視図、図4(B)は図4(A)をX-Yで切断した断面図である。図4において、基板951上には、電極952と電極956との間には有機化合物を含む層955が設けられている。電極952の端部は絶縁層953で覆われている。そして、絶縁層953上には隔壁層954が設けられている。隔壁層954の側壁は、基板面に近くなるに伴って、一方の側壁と他方の側壁との間隔が狭くなっていくような傾斜を有する。つまり、隔壁層954の短辺方向の断面は、台形状である。このように、隔壁層954を設けることで、静電気等に起因した発光素子の不良を防ぐことが出来る。パッシブマトリクス型の発光装置においても、実施の形態1に示した発光素子を用いており、高精細で表示品質の高い発光装置の実現が可能である。また、実施の形態1に示した発光素子は電流効率が高くまた高輝度発光が可能であること及びクロストークの抑制を大きな駆動電圧の上昇なく実現可能であることから、本実施の形態における発光装置は駆動電圧の小さい発光装置とすることができます。また、駆動時間に対する劣化の度合いが小さい、信頼性の高い発光装置とすることができます。

40

【0130】

50

また、フルカラー表示とするためには、発光素子からの光が発光装置の外部に出る為の光路上に着色層もしくは色変換層を設ければ良い。着色層を設けることによってフルカラー化を実現した発光装置の例を図5(A)及び(B)に示す。図5(A)には基板1001、下地絶縁膜1002、ゲート絶縁膜1003、ゲート電極1006～1008、第1の層間絶縁膜1020、第2の層間絶縁膜1021、周辺部1042、画素部1040、駆動回路部1041、発光素子の第1の電極1024W、1024R、1024G、1024B、隔壁1025、有機化合物を含む層1028、発光素子の第2の電極1029、封止基板1031、シール材1032などが図示されている。また、着色層(赤色の着色層1034R、緑色の着色層1034G、青色の着色層1034B)は透明な基材1033に設ける。また、黒色層(ブラックマトリックス)1035をさらに設けても良い。着色層及び黒色層が設けられた透明な基材1033は、位置合わせし、基板1001に固定される。なお、着色層、及び黒色層は、オーバーコート層1036で覆われている。また、本実施の形態においては、光が着色層を透過せずに外部へと出る発光層と、各色の着色層を透過して外部に光が出る発光層とがあり、着色層を透過しない光は白、着色層を透過する光は赤、青、緑となることから、4色の画素で映像を表現することができる。

10

【0131】

また、以上に説明した発光装置では、TFTが形成されている基板1001側に光を取り出す構造(ボトムエミッション型)の発光装置としたが、封止基板1031側に発光を取り出す構造(トップエミッション型)の発光装置としても良い。トップエミッション型の発光装置の断面図を図6に示す。この場合、基板1001は光を通さない基板を用いることができる。TFTと発光素子の陽極とを接続する接続電極を作製するまでは、ボトムエミッション型の発光装置と同様に形成する。その後、第3の層間絶縁膜1037を電極1022を覆って形成する。この第3の層間絶縁膜1037は平坦化の役割を担っていても良い。第3の層間絶縁膜1037は第2の層間絶縁膜と同様の材料の他、他の公知の材料を用いて形成することができる。

20

【0132】

発光素子の第1の電極1024W、1024R、1024G、1024Bはここでは陽極とするが、陰極であっても構わない。また、図6のようなトップエミッション型の発光装置である場合、第1の電極を反射電極とすることが好ましい。有機化合物を含む層1028の構成は、実施の形態1で説明したような構成とし、白色の発光が得られるような素子構造とする。白色の発光が得られる構成としては、EL層を2層用いた場合には一方のEL層における発光層から青色の光が、もう一方のEL層における発光層から橙色の光が得られるような構成や、一方のEL層における発光層から青色の光が、もう一方のEL層における発光層からは赤色と緑色の光が得られるような構成などが考えられる。また、EL層を3層用いた場合には、それぞれの発光層から、赤色、緑色、青色の発光が得られるようにすることで白色発光を呈する発光素子を得ることができる。なお、実施の形態1で示した構成を適用しているのであれば、白色発光をえる構成はこれに限らないことはもちろんである。

30

【0133】

着色層は、発光素子からの光が外部へと出る光路上に設ける。図5(A)のようなボトムエミッション型の発光装置の場合、透明な基材1033に着色層1034R、1034G、1034Bを設けて基板1001に固定することによって設けることができる。また、図5(B)のように着色層をゲート絶縁膜1003と第1の層間絶縁膜1020との間に設ける構成としても良い。図6のようなトップエミッションの構造であれば着色層(赤色の着色層1034R、緑色の着色層1034G、青色の着色層1034B)を設けた封止基板1031で封止を行うこともできる。封止基板1031には画素と画素との間に位置するように黒色層(ブラックマトリックス)1035を設けても良い。着色層(赤色の着色層1034R、緑色の着色層1034G、青色の着色層1034B)や黒色層(ブラックマトリックス)1035はオーバーコート層1036によって覆われていても良い。なお封止基板1031は透光性を有する基板を用いることとする。

40

50

【0134】

こうして得られた有機発光素子の一対の電極間に電圧を印加すると白色の発光領域1044Wが得られる。また、着色層と組み合わせることで、赤色の発光領域1044Rと、青色の発光領域1044Bと、緑色の発光領域1044Gとが得られる。本実施の形態の発光装置は実施の形態1に記載の発光素子を用いていることから、高精細で表示品質の高い発光装置の実現が可能である。また、実施の形態1に示した発光素子は電流効率が高くまた高輝度発光が可能であること及びクロストークの抑制を大きな駆動電圧の上昇なく実現可能であることから、本実施の形態における発光装置は駆動電圧の小さい発光装置とすることができる。また、駆動時間に対する劣化の度合いが小さい、信頼性の高い発光装置とすることができます。

10

【0135】

また、ここでは赤、緑、青、白の4色でフルカラー表示を行う例を示したが特に限定されず、赤、緑、青の3色でフルカラー表示を行ってもよい。

【0136】

また、本実施の形態は実施の形態1と自由に組み合わせることができる。

【0137】

(実施の形態3)

本実施の形態では、実施の形態2で説明したような本発明を適用した一態様である発光装置を用いて完成させた様々な電子機器および照明器具の例について、図7を用いて説明する。

20

【0138】

発光装置を適用した電子機器として、例えば、テレビジョン装置（テレビ、またはテレビジョン受信機ともいう）、コンピュータ用などのモニタ、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、デジタルフォトフレーム、携帯電話機（携帯電話、携帯電話装置ともいう）、携帯型ゲーム機、携帯情報端末、音響再生装置、パチンコ機などの大型ゲーム機などが挙げられる。これらの電子機器の具体例を以下に示す。

【0139】

図7(A)は、テレビジョン装置の一例を示している。テレビジョン装置は、筐体7101に表示部7103が組み込まれている。表示部7103により、映像を表示することができる。実施の形態2で説明したような本発明の一態様である発光装置を表示部7103に用いることができる。また、ここでは、スタンド7105により筐体7101を支持した構成を示している。このような表示部7103を有するテレビジョン装置は、表示部7103の表示品質が高いことから高いことから、高画質なテレビジョン装置とすることができます。また、表示部7103の消費電力を低くすることができますから、消費電力の低いテレビジョン装置とすることができます。

30

【0140】

テレビジョン装置の操作は、筐体7101が備える操作スイッチや、別体のリモコン操作機7110により行うことができる。リモコン操作機7110が備える操作キー7109により、チャンネルや音量の操作を行うことができ、表示部7103に表示される映像を操作することができる。また、リモコン操作機7110に、当該リモコン操作機7110から出力する情報を表示する表示部7107を設ける構成としてもよい。

40

【0141】

なお、テレビジョン装置は、受信機やモデムなどを備えた構成とする。受信機により一般的のテレビ放送の受信を行うことができ、さらにモデムを介して有線または無線による通信ネットワークに接続することにより、一方向（送信者から受信者）または双方向（送信者と受信者間、あるいは受信者間同士など）の情報通信を行うことも可能である。

【0142】

図7(B)はコンピュータであり、本体7201、筐体7202、表示部7203、キーボード7204、外部接続ポート7205、ポインティングデバイス7206等を含む。なお、コンピュータは、実施の形態2で説明したような本発明の一態様である発光装置を

50

その表示部 7203 に用いることにより作製される。このような表示部 7203 を有するコンピュータは、表示部 7203 の表示品質が高いことから高いことから、高画質な表示画面を有するコンピュータとすることができる。また、表示部 7203 の消費電力を低くすることができることから、消費電力の低いコンピュータとすることができる。

【0143】

図 7 (C) は携帯型遊技機であり、筐体 7301 と筐体 7302 の 2 つの筐体で構成されており、連結部 7303 により、開閉可能に連結されている。筐体 7301 には、実施の形態 2 で説明したような本発明の一態様である発光装置を用いた表示部 7304 が組み込まれ、筐体 7302 には表示部 7305 が組み込まれている。また、図 7 (C) に示す携帯型遊技機は、その他、スピーカ部 7306、記録媒体挿入部 7307、LED ランプ 7308、入力手段（操作キー 7309、接続端子 7310、センサ 7311（力、変位、位置、速度、加速度、角速度、回転数、距離、光、液、磁気、温度、化学物質、音声、時間、硬度、電場、電流、電圧、電力、放射線、流量、湿度、傾度、振動、におい又は赤外線を測定する機能を含むもの）、マイクロフォン 7312）等を備えている。もちろん、携帯型遊技機の構成は上述のものに限定されず、少なくとも表示部 7304 および表示部 7305 の両方、または一方に発光装置を用いていればよく、その他付属設備が適宜設けられた構成とすることができる。図 7 (C) に示す携帯型遊技機は、記録媒体に記録されているプログラム又はデータを読み出して表示部に表示する機能や、他の携帯型遊技機と無線通信を行って情報を共有する機能を有する。なお、図 7 (C) に示す携帯型遊技機が有する機能はこれに限定されず、様々な機能を有することができる。上述のような表示部 7304 を有する携帯型遊技機は、表示部 7304 の表示品質が高いことから高いことから、高画質な携帯型遊技機とすることができる。また、表示部 7304 の消費電力を低くすることができることから、消費電力の低い携帯型遊技機とすることができる。

【0144】

図 7 (D) は、携帯電話機の一例を示している。携帯電話機は、筐体 7401 に組み込まれた表示部 7402 の他、操作ボタン 7403、外部接続ポート 7404、スピーカ 7405、マイク 7406 などを備えている。なお、携帯電話機は、実施の形態 2 で説明したような本発明の一態様である発光装置を表示部 7402 に用いることにより作製される。このような表示部 7402 を有する携帯電話機は、表示部 7402 の表示品質が高いことから高いことから、高画質な画面を有する携帯電話機とすることができる。また、表示部 7402 の消費電力を低くすることができることから、消費電力の低い携帯電話機とすることができる。

【0145】

図 7 (D) に示す携帯電話機は、表示部 7402 を指などで触ることで、情報を入力することができる構成とすることもできる。この場合、電話を掛ける、或いはメールを作成するなどの操作は、表示部 7402 を指などで触ることにより行うことができる。

【0146】

表示部 7402 の画面は主として 3 つのモードがある。第 1 は、画像の表示を主とする表示モードであり、第 2 は、文字等の情報の入力を主とする入力モードである。第 3 は表示モードと入力モードの 2 つのモードが混合した表示 + 入力モードである。

【0147】

例えば、電話を掛ける、或いはメールを作成する場合は、表示部 7402 を文字の入力を主とする文字入力モードとし、画面に表示させた文字の入力操作を行えばよい。この場合、表示部 7402 の画面のほとんどにキーボードまたは番号ボタンを表示させることが好みしい。

【0148】

また、携帯電話機内部に、ジャイロ、加速度センサ等の傾きを検出するセンサを有する検出装置を設けることで、携帯電話機の向き（縦か横か）を判断して、表示部 7402 の画面表示を自動的に切り替えるようにすることができる。

【0149】

10

20

30

40

50

また、画面モードの切り替えは、表示部 7402 を触れること、又は筐体 7401 の操作ボタン 7403 の操作により行われる。また、表示部 7402 に表示される画像の種類によって切り替えるようにすることもできる。例えば、表示部に表示する画像信号が動画のデータであれば表示モード、テキストデータであれば入力モードに切り替える。

【0150】

また、入力モードにおいて、表示部 7402 の光センサで検出される信号を検知し、表示部 7402 のタッチ操作による入力が一定期間ない場合には、画面のモードを入力モードから表示モードに切り替えるように制御してもよい。

【0151】

表示部 7402 は、イメージセンサとして機能させることもできる。例えば、表示部 7402 に掌や指で触れ、掌紋、指紋等を撮像することで、本人認証を行うことができる。また、表示部に近赤外光を発光するバックライトまたは近赤外光を発光するセンシング用光源を用いれば、指静脈、掌静脈などを撮像することもできる。

10

【0152】

以上のように、実施の形態 2 に記載の発光装置を適用して電子機器を得ることができる。このように、実施の形態 2 に記載の発光装置の適用範囲は極めて広く、あらゆる分野の電子機器に適用することが可能である。

20

【0153】

なお、本実施の形態に示す構成は、実施の形態 1 乃至実施の形態 2 に示した構成を適宜組み合わせて用いることができる。

【実施例 1】

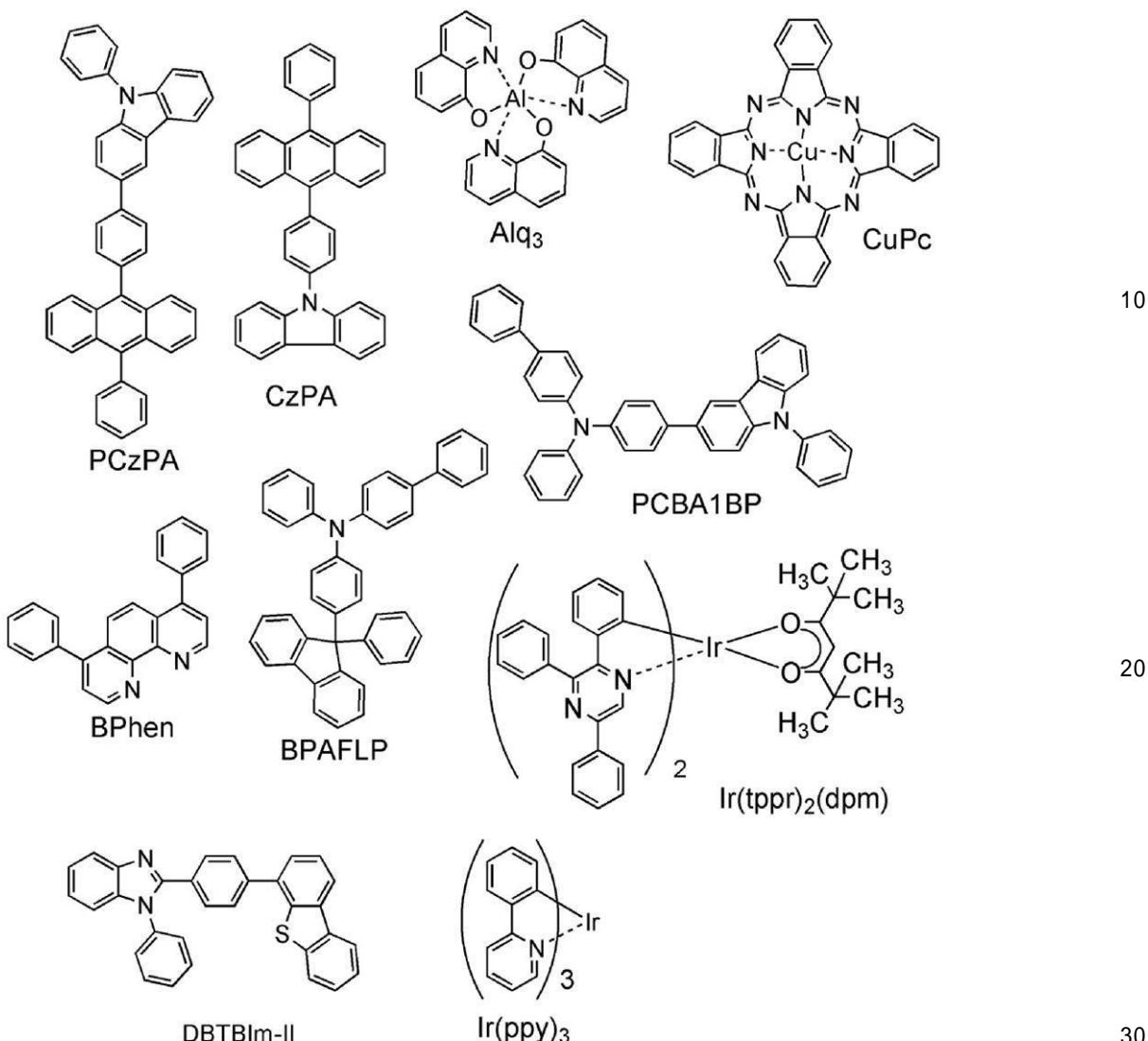
【0154】

(発光素子)

本実施例では実施の形態 1 で示した本発明の一態様である発光素子について、図 8 を参考しながら説明する。また、本実施例で用いた材料の化学式を以下に示す。

【0155】

【化6】



【0156】

以下に、本実施例の発光素子1の作製方法を示す。

【0157】

まず、ガラス基板800上に膜厚110nmのケイ素若しくは酸化ケイ素を含むインジウム錫酸化物をスパッタリング法で成膜し、その表面を、2mm角の大きさで表面が露出するよう周辺をポリイミド膜で覆い、第1の電極801を形成した。電極面積は2mm×2mmとした。

【0158】

この基板上に発光素子を形成するための前処理として、基板表面を水で洗浄し、200で1時間焼成した後、UVオゾン処理を370秒行った。その後、 10^{-4} Pa程度まで内部が減圧された真空蒸着装置に基板を導入し、真空蒸着装置内の加熱室で、170で30分間の真空焼成を行った。その後、基板を30分程度、放冷した。

【0159】

次に、第1の電極801が形成された面が下方となるように、第1の電極801が形成された基板を真空蒸着装置内に設けられた基板ホルダーに固定し、 10^{-4} Pa程度まで減圧した後、9-[4-(9-フェニルカルバゾール-3-イル)]フェニル-10-フェニルアントラセン（略称：PCzPA）と酸化モリブデン（VI）とを共蒸着することにより、第1の電荷発生層802を形成した。その膜厚は50nmとし、PCzPAと酸化モリブデン（VI）との比率は、重量比で2:1（=PCzPA:酸化モリブデン）となるように調節した。なお、共蒸着法とは、一つの処理室内で複数の蒸発源から同時に蒸

着を行う蒸着法である。

【0160】

続いて、抵抗加熱を用いた蒸着法により、P C z P A を 30 nm の膜厚となるように成膜し、第1の正孔輸送層 803 を形成した。

【0161】

この後、P C z P A と S D 1 (商品名; S F C C o . , L t d 製)とを共蒸着することにより、10 nm の膜厚の第1の発光層 804 を形成した。ここで、P C z P A と S D 1との比率は重量比で 1 : 0 . 0 5 (= P C z P A : S D 1) となるように調節した。続いて、9 - [4 - (10 - フェニル - 9 - アントリル) フェニル] - 9 H - カルバゾール(略称: C z P A)と S D 1 を共蒸着することによって 25 nm の膜厚の第2の発光層 805 を形成した。ここで、C z P A と S D 1との比率は重量比で 1 : 0 . 0 5 (= C z P A : S D 1) となるように調節した。第1の発光層 804 と第2の発光層 805 は共に青色の蛍光物質である S D 1 を含み、青色の発光を呈する。

10

【0162】

第2の発光層 805 を形成したら、トリス(8 - キノリノラト)アルミニウム(略称: A l q₃)を 10 nm 成膜することによって第1の電子輸送層 806 を、続いてバソフェナントロリン(略称: B P h e n)を 15 nm を成膜することによって第2の電子輸送層 807 を形成した。

20

【0163】

この後、カルシウムを 1 nm 形成した。

【0164】

続いて、銅フタロシアニン(略称: C u P c)を 2 nm 形成して電子リレー層である第2の層 808 を形成し、4 - フェニル - 4' - (9 - フェニルフルオレン - 9 - イル) トリフェニルアミン(略称: B P A F L P)と酸化モリブデンとを共蒸着することで、第2の電荷発生層である第1の層 809 を形成して、中間層 810 とした。第1の層 809 の膜厚は 50 nm となるように形成し、B P A F L P と酸化モリブデン(V I)との比率は、重量比で 2 : 1 (= B P A F L P : 酸化モリブデン) となるように調節した。

20

【0165】

なお、カルシウムは有機化合物中に分散してゆくため、第2の電子輸送層 807 中に分散し、第2の電子輸送層 807 中において第2の層 808 と第2の電子輸送層 807 との界面から第1の電極 801 側に向かってその濃度が減少してゆく濃度勾配を作る。

30

【0166】

中間層 810 を形成した後、4 - フェニル - 4' - (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) トリフェニルアミン(略称: P C B A 1 B P)を 10 nm 蒸着することによって、第2の正孔輸送層 811 を形成した。

30

【0167】

この後、P C B A 1 B P と、(ジピバロイルメタナト)ビス(2,3,5 - トリフェニルピラジナト)イリジウム(I I I)(略称: I r (t p p r)₂ (d p m))とを共蒸着することにより、10 nm の膜厚の第3の発光層 812 を形成した。ここで、P C B A 1 B P と I r (t p p r)₂ (d p m)との比率は重量比で 1 : 0 . 0 5 (= P C B A 1 B P : I r (t p p r)₂ (d p m)) となるように調節した。続いて、2 - [4 - (ジベンゾチオフェン - 4 - イル) フェニル] - 1 - フェニル - 1 H - ベンゾイミダゾール(略称: D B T B I m - I I)と P C B A 1 B P 及びトリス(2 - フェニルピリジナト - N , C²)イリジウム(I I I)(略称: I r (p p y)₃)を共蒸着することによって 30 nm の膜厚の第4の発光層 813 を形成した。ここで、D B T B I m - I I と P C B A 1 B P 、I r (p p y)₃ の比率は重量比で 1 : 0 . 1 : 0 . 0 8 (= D B T B I m - I I : P C B A 1 B P : I r (p p y)₃) となるように調節した。ここで、第3の発光層 812 は赤色りん光物質である I r (t p p r)₂ (d p m)を含み、赤色の発光を呈する。また、第4の発光層 813 は緑色りん光物質である I r (p p y)₃ を含み、緑色の発光を呈する。

40

50

【0168】

第4の発光層813を形成したら、D B T B I m - I I を15nm、続いてB P h e nを15nm蒸着し、第3の電子輸送層814及び第4の電子輸送層815を形成し、この後、電子注入層816としてフッ化リチウムを1nmした。最後にアルミニウムを200nmの膜厚となるように成膜することによって第2の電極817を形成し、発光素子1を作製した。

【0169】

発光素子2は、発光素子1における第1の電子輸送層806をA1q₃に代えてCzP Aを用いて形成することによって作製した。

【0170】

以上により得られた発光素子1及び発光素子2を、窒素雰囲気のグローブボックス内において、発光素子が大気に曝されないように封止する作業を行った後、これら発光素子の動作特性について測定を行った。なお、測定は室温(25℃に保たれた雰囲気)で行った。

【0171】

発光素子1及び発光素子2の電流密度-輝度特性を図9に、電圧-輝度特性を図10に、輝度-電流効率特性を図11に、輝度外部量子効率特性を図12に示す。また、発光素子1及び発光素子2に1mAの電流を流したときの発光スペクトルを図13に示す。

【0172】

図11及び図12から、発光素子1は1000cd/m²付近における電流効率が58.8cd/A、外部量子効率が25.0%、発光素子2は同様に電流効率が61.4cd/A、外部量子効率が26.3%と非常に高い効率を示した。このように、実施の形態1に記載の構成を有する発光素子1及び発光素子2は非常に高い発光効率で発光を提供することができる発光素子であることがわかる。また、図9から、1000cd/m²前後の輝度を得るための電流密度が発光素子1では1.75mA/cm²、発光素子2では1.61mA/cm²と非常に小さい電流密度で大きな輝度が得られていることがわかる。

【0173】

さらに、図10から、発光素子1及び発光素子2は1000cd/m²付近の輝度を得るために、6V乃至7Vで駆動ができており、特許文献1における発光素子の1000cd/m²付近の駆動電圧が12V程度であることをかんがみても低電圧で駆動が可能な発光素子であることがわかる。

【0174】

また、図13より、発光素子1及び発光素子2は赤、緑、青の発光ピークがバランスよく表れており、カラーフィルタを用いることでディスプレイ用途に好適に用いることができることがわかる。

【0175】

(クロストークの検証)

続いて、発光素子1及び発光素子2と同様の構成を有する発光素子を複数用いて各画素における異なる色の画素間における発光領域間の距離が約8μmである高精細なディスプレイを作製し、クロストークの有無を検証した結果を示す。

【0176】

図14は発光素子1と同様の構成を有する発光素子を用いたディスプレイ(ディスプレイ1)の光学顕微鏡写真である。図14(W)がすべての画素を点灯させた際の写真であり、隣り合う異なる色を表現する画素間における発光領域間の距離は約4μmである。図14(R)、図14(G)、図14(B)はそれぞれ赤、緑、青の素子のみを点灯させた結果である。図15は発光素子2と同様の構成を有する発光素子を用いたディスプレイ(ディスプレイ2)の光学顕微鏡写真である。図15(W)がすべての画素を点灯させた際の写真であり、隣り合う異なる色を表現する画素間における発光領域間の距離は約4μmである。図15(R)、図15(G)、図15(B)はそれぞれ赤、緑、青の素子のみを点灯させた結果である。なお、当該二つのディスプレイも本発明の一態様である。

10

20

30

40

50

【0177】

図16は発光素子1とほぼ同じ構成を有する比較発光素子1を複数用いて作製したディスプレイ(ディスプレイ3)の光学顕微鏡写真である。比較発光素子1は発光素子1の作製方法において、カルシウムを1nm成膜する工程を、酸化リチウム(Li₂O)を0.1nm成膜する工程に代えて作製した発光素子である。図16(W)がすべての画素を点灯させた際の写真であり、図16(R)、図16(G)、図16(B)はそれぞれ赤、緑、青の画素のみを点灯させた結果である。なお、ディスプレイの構成は同様の構成である。

【0178】

図22は発光素子1とほぼ同じ構成を有する比較発光素子2を複数用いて作製したディスプレイ(ディスプレイ4)の光学顕微鏡写真である。比較発光素子2は発光素子1の作製方法において、第1の電子輸送層806から電子リレー層である第2の層808を形成する工程を、第1の電子輸送層806としてBPhenを10nm、第2の電子輸送層807として、BPhenとLiの共蒸着膜(組成は重量比でBPhen:Li=1:0.02)を20nm形成する工程に替えて作製した発光素子である。図22(A)は写真左半分が青の画素のみを点灯した青色表示領域、右半分がどの画素も点灯させていない非表示領域である。非表示領域と青色表示領域との境界は図中に示した位置である。図22(B)は写真左半分がどの画素も点灯させていない非表示領域、右半分が赤の画素のみを点灯した赤色表示領域であり、非表示領域と赤色表示領域との境界は図中に示した位置である。

10

20

30

【0179】

図16より、アルカリ土類金属であるカルシウムの代わりにアルカリ金属の酸化物である酸化リチウムを用いた比較発光素子1を用いたディスプレイ(ディスプレイ3)においては、選択したラインに隣接する異なる色の素子まで発光てしまっていることがわかる。特に青の画素のみ点灯させた図16(B)を見ると、暗いながらも赤の画素が全ての発光領域において点灯てしまっている。当該ディスプレイの短辺方向の画素ピッチ(隣り合う画素の同じ辺から辺までの距離)が26μmであり、発光領域間の距離が8μmであることから、ディスプレイ3では、少なくとも8μm+26μm+μmクロストークしているということができ、発光領域間の距離が40μm程度あってもクロストークの心配があると言うことができる。ましてや、発光領域の距離が30μmではクロストークの発生は確実である。

【0180】

また、図22より、アルカリ土類金属であるカルシウムの代わりにアルカリ金属であるリチウムをBPhenにドープした膜を用いた比較発光素子を使用するディスプレイ(ディスプレイ4)では、青色のみ表示されている領域であるにもかかわらず赤、緑のラインも同程度に発光してしまっていたり、赤色表示領域であるにもかかわらず緑のラインも同程度に発光してしまっていたり、非表示領域であるにもかかわらず発光する素子が存在したりしてしまっている。特にディスプレイ4においては、選択された画素の隣の画素のみならず、そのまた隣やそれ以上乖離した画素においても発光が確認されている。

30

【0181】

図14及び図15より、本発明の一態様であるディスプレイ1及びディスプレイ2では、このようなクロストークが有効に低減されていることもわかる。発光領域間の距離が8μmであること及び画素の輪郭がはっきりしていることから、発光領域間の距離が3μm、余裕を持って見積もって5μmであれば、本発明を適用したディスプレイではクロストークの発生を抑制できる。

40

【0182】

続いて、図17に、ディスプレイ1乃至ディスプレイ3において、赤のラインの発光素子のみ駆動、緑のラインの発光素子のみ駆動及び青のラインの発光素子のみ駆動した場合の発光スペクトルを示した。図中、上段がディスプレイ1、中段がディスプレイ2、下段がディスプレイ3である。図17からわかるように、比較発光素子1を用いた比較例であ

50

るディスプレイ3のみ、選択されたライン以外の色のピークが明瞭に観察されており、クロストークが起きていることがわかる。

【0183】

このように、本発明の一形態である発光素子1及び発光素子2を用いたディスプレイは、発光領域間の距離が約4μmと非常に小さくても、隣接する画素に対するクロストークが抑制されており、発光素子1及び発光素子2は高品質な画像を提供することができる発光素子であることがわかる。

【0184】

以上、本発明の一形態である発光素子1及び発光素子2は、複数のEL層間が電荷発生層で仕切られている構成を有する発光素子であるが、駆動電圧が大きく上昇することなく、高精細なディスプレイにおいてもクロストークを抑制することができる発光素子である。また、当該発光素子は電流効率が高く、高輝度発光が可能である。

10

【0185】

また、本発明の一態様であるディスプレイ1及びディスプレイ2は、駆動電圧の大きな上昇を伴わずに近接する画素間でのクロストークが抑制された、高精細なディスプレイであることがわかる。このような特徴を有するディスプレイ1及びディスプレイ2は、表示品質の高いディスプレイとすることが可能である。

【0186】

(参考例1)

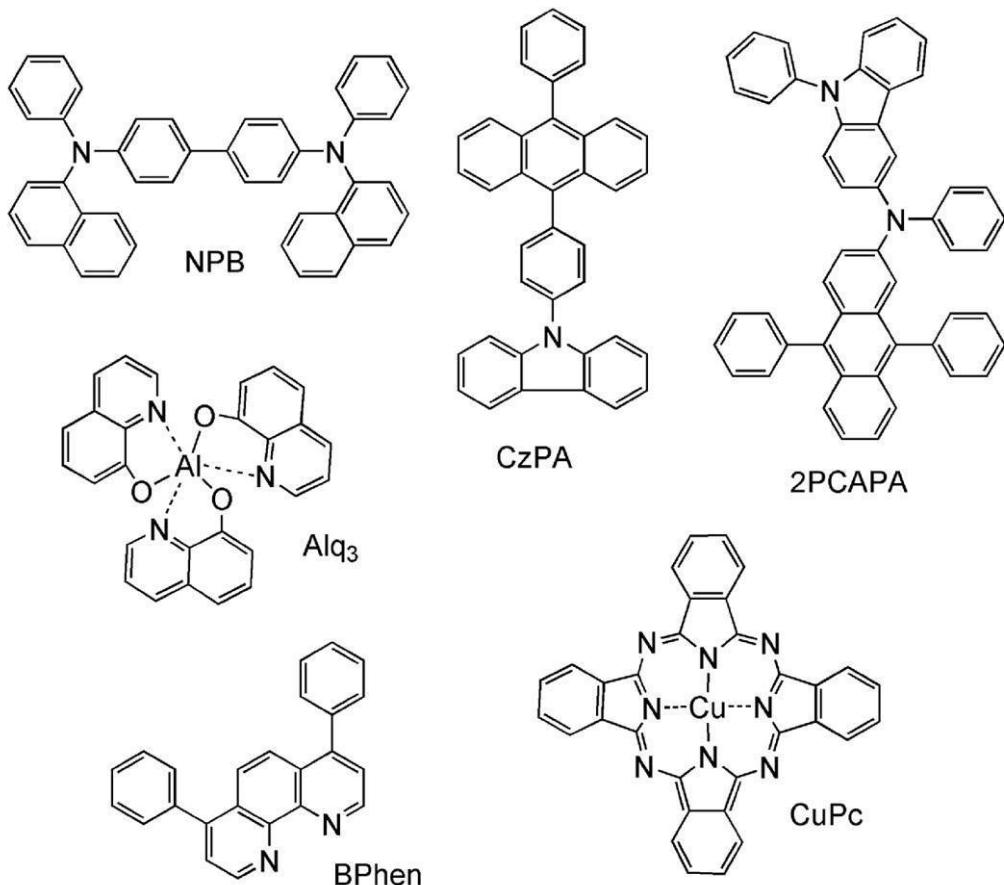
参考例として、電子リレー層の有無に対する発光素子の特性変化を検証した結果を示す。当該検証結果を参考例とした理由は、本発明の構成をすべて満たす発光素子における検証ではないためである。しかし、当該検証結果は本発明の構成を有する発光素子においても十分に適用できる結果であることは、当業者であれば充分に理解できることである。

20

【0187】

本参考例では、図18で示すような構造を有する発光素子において、電子リレー層の有無の効果について説明する。本参考例で使用した材料の化学式を以下に示す。

【化7】



【0188】

以下に本参考例の発光素子3及び発光素子4の作製方法を示す。

【0189】

まず、ガラス基板900上に膜厚110nmのケイ素若しくは酸化ケイ素を含むインジウム錫酸化物をスパッタリング法で成膜し、その表面を、2mm角の大きさで表面が露出するよう周辺をポリイミド膜で覆い、第1の電極901を形成した。電極面積は2mm×2mmとした。

【0190】

この基板上に発光素子を形成するための前処理として、基板表面を水で洗浄し、200で1時間焼成した後、UVオゾン処理を370秒行った。その後、 10^{-4} Pa程度まで内部が減圧された真空蒸着装置に基板を導入し、真空蒸着装置内の加熱室で、170で30分間の真空焼成を行った。その後、基板を30分程度、放冷した。

【0191】

次に、第1の電極901が形成された面が下方となるように、第1の電極901が形成された基板を真空蒸着装置内に設けられた基板ホルダーに固定し、 10^{-4} Pa程度まで減圧した後、4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル(略称:NPB)と酸化モリブデン(VI)とを共蒸着することにより、第1の電荷発生層902を形成した。その膜厚は50nmとし、NPBと酸化モリブデン(VI)との比率は、重量比で4:1(=NPB:酸化モリブデン)となるように調節した。なお、共蒸着法とは、一つの処理室内で複数の蒸発源から同時に蒸着を行う蒸着法である。

【0192】

続いて、抵抗加熱を用いた蒸着法により、NPBを30nmの膜厚となるように成膜し、正孔輸送層903を形成した。

【0193】

この後、9-[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]-9H-カルバゾ

10

20

30

40

50

ール（略称：CzPA）とN-(9,10-ジフェニル-2-アントリル)-N,9-ジフェニル-9H-カルバゾール-3-アミン（略称：2PCAPA）とを共蒸着することにより、30nmの膜厚の発光層904を形成した。ここで、CzPAと2PCAPAとの比率は重量比で1:0.05（=CzPA:2PCAPA）となるように調節した。

【0194】

発光層904を形成したら、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム（略称：Alq₃）を10nm成膜することによって第1の電子輸送層905を、続いてバソフェナントロリン（略称：BPhen）を10nmを成膜することによって第2の電子輸送層906を形成した。

【0195】

この後、カルシウムを1nm成膜した。

【0196】

続いて、銅フタロシアニン（略称：CuPc）を2nm形成して電子リレー層である第2の層907を形成し、NPBと酸化モリブデンとを共蒸着することで、第2の電荷発生層である第1の層908を形成した。第1の層908の膜厚は20nmとし、NPBと酸化モリブデン(VI)との比率は、重量比で4:1（=NPB:酸化モリブデン）となるように調節した。

【0197】

なお、カルシウムは有機化合物中に分散してゆくため、第2の電子輸送層906中に分散し、第2の電子輸送層906中において第2の層907と第2の電子輸送層906との界面から第1の電極901側に向かってその濃度が減少してゆく濃度勾配を作る。

【0198】

そして、最後にアルミニウムを200nmの膜厚となるように成膜することによって第2の電極909を形成し、発光素子3を作製した。

【0199】

発光素子4は、発光素子3とほぼ同様の構成を有するが、電子リレー層である第2の層を形成せずに作製した発光素子である。

【0200】

図19に電圧-輝度特性を表す図を、図20に電圧-電流密度特性を表す図を、図21に電圧-電流密度特性を表す図をそれぞれ示す。これらの図より、電子リレー層である第2の層907を形成した発光素子3が、電子リレー層を備えていない発光素子4より大きく低電圧化されていることがわかる。

【0201】

発光素子3における第2の層907及び第1の層908の構成は、発光素子1及び発光素子2における中間層810（第2の層808及び第1の層809）の構成と同様の構成であり、発光素子3におけるEL層910、第2の層907及び第1の層908の3層の積層構造は、実施例の発光素子1及び発光素子2におけるEL層818、第2の層808及び第1の層809の積層構造と同様であることから、電子リレー層である第2の層808を形成することによる低電圧化効果は発光素子1及び発光素子2においても現れているであろうことは容易に理解できる。

【0202】

以上のように、実施例である発光素子1及び発光素子2が電圧の大きな上昇なく、クロストークを抑制することが可能な発光素子であることにおいて、第2の層を形成することは非常に好ましい構成であることがわかった。

【0203】

(参考例2)

上記実施例1で用いた4-フェニル-4'-(9-フェニルフルオレン-9-イル)トリフェニルアミン（略称：BPALP）の合成方法について具体的に説明する。BPALPの構造を以下に示す。

【0204】

10

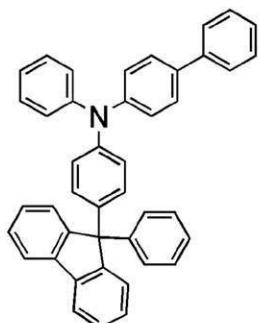
20

30

40

50

【化8】



10

BPAFLP

【0205】

[ステップ1：9-(4-ブロモフェニル)-9-フェニルフルオレンの合成法]

100 mL 三口フラスコにて、マグネシウムを 1.2 g (50 mmol) 減圧下で 30 分加熱攪拌し、マグネシウムを活性化させた。これを室温に冷まして窒素雰囲気とした後、ジブロモエタン数滴を加えて発泡、発熱するのを確認した。ここにジエチルエーテル 10 mL 中に溶かした 2-ブロモビフェニル 1.2 g (50 mmol) をゆっくり滴下した後、2.5 時間加熱還流攪拌してグリニヤール試薬とした。

【0206】

4-ブロモベンゾフェノンを 1.0 g (40 mmol)、ジエチルエーテルを 100 mL を 500 mL 三口フラスコに入れた。ここに先に合成したグリニヤール試薬をゆっくり滴下した後、9 時間加熱還流攪拌した。

20

【0207】

反応後、この混合液をろ過して濾物を得た。得られた濾物を酢酸エチル 150 mL に溶かし、ここに 1 N - 塩酸を酸性になるまで加えて 2 時間攪拌した。この液体の有機層の部分を水で洗浄し、硫酸マグネシウムを加えて水分を取り除いた。この懸濁液をろ過し、得られた濾液を濃縮し粘度の高い物質を得た。

【0208】

500 mL なすフラスコに、このアメ状物質と、冰酢酸 50 mL と、塩酸 1.0 mL を入れ、窒素雰囲気下、130 °C で 1.5 時間加熱攪拌し、反応させた。

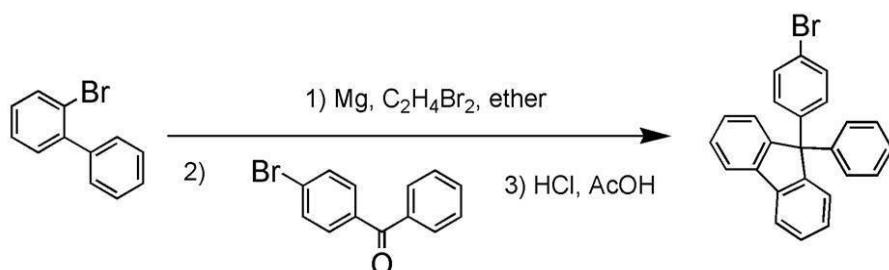
30

【0209】

反応後、この反応混合液をろ過して濾物を得た。得られた濾物を水、水酸化ナトリウム水、水、メタノールの順で洗浄したのち乾燥させ、目的物の白色粉末を収量 1.1 g、収率 69 % で得た。また、上記合成法の反応スキームを下記式に示す。

【0210】

【化9】



40

【0211】

[ステップ2：4-フェニル-4'-(9-フェニルフルオレン-9-イル)トリフェニルアミン(略称：BPAFLP)の合成法]

100 mL 三口フラスコへ、9-(4-ブロモフェニル)-9-フェニルフルオレンを 3.2 g (8.0 mmol)、4-フェニル-ジフェニルアミンを 2.0 g (8.0 mm

50

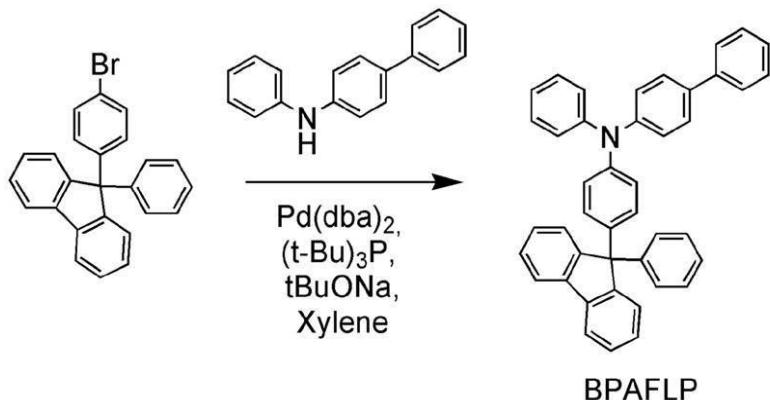
o 1)、ナトリウム *tert*-ブトキシドを 1.0 g (10 mmol) 、ビス(ジベンジリデンアセトン)パラジウム(0)を 23 mg (0.04 mmol) 加え、フラスコ内の雰囲気を窒素置換した。この混合物へ、脱水キシレン 20 mL を加えた。この混合物を、減圧下で攪拌しながら脱気した後、トリ(*tert*-ブチル)ホスフィン (10 wt % ヘキサン溶液) 0.2 mL (0.1 mmol) を加えた。この混合物を、窒素雰囲気下、110°で2時間加熱攪拌し、反応させた。

【0212】

反応後、この反応混合液にトルエン 200 mL を加え、この懸濁液をフロリジール(和光純薬工業株式会社、カタログ番号 : 540-00135)、セライト(和光純薬工業株式会社、カタログ番号 : 531-16855)を通してろ過した。得られたろ液を濃縮し、シリカゲルカラムクロマトグラフィー(展開溶媒 トルエン : ヘキサン = 1 : 4)による精製を行った。得られたフラクションを濃縮し、アセトンとメタノールを加えて超音波をかけたのち、再結晶したところ、目的物の白色粉末を収量 4.1 g、収率 92% で得た。また、上記合成法の反応スキームを下記式に示す。

【0213】

【化10】



【0214】

シリカゲル薄層クロマトグラフィー(TLC)でのR_f値(展開溶媒 酢酸エチル : ヘキサン = 1 : 10)は、目的物は 0.41、9-(4-ブロモフェニル)-9-フェニルフルオレンは 0.51、4-フェニル-ジフェニルアミンは 0.27 だった。

【0215】

上記ステップ2で得られた化合物を核磁気共鳴法(NMR)により測定した。以下に測定データを示す。測定結果から、フルオレン誘導体であるBPAFLP(略称)が得られたことがわかった。

【0216】

¹H NMR(CDCI₃, 300 MHz) : (ppm) = 6.63 - 7.02 (m, 3H), 7.06 - 7.11 (m, 6H), 7.19 - 7.45 (m, 18H), 7.53 - 7.55 (m, 2H), 7.75 (d, J = 6.9, 2H)

【0217】

(参考例3)

本参考例では、実施例1で使用した2-[4-(ジベンゾチオフェン-4-イル)フェニル]-1-フェニル-1H-ベンゾイミダゾール(略称: DBTBI m - II)の合成方法について説明する。DBTBI m - IIの構造式を以下に示す。

【0218】

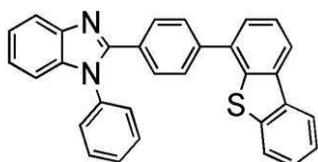
10

20

30

40

【化11】



【0219】

2 - (4 - ブロモフェニル) - 1 - フェニル - 1 H - ベンゾイミダゾール 5 . 1 g (1 5 m m o l) と、ジベンゾチオフェン - 4 - ボロン酸 3 . 7 g (1 6 m m o l) と、トリ (オルト - トリル) ホスフィン 0 . 2 g (0 . 7 m m o l) を 5 0 0 m L の三口フラスコに入れ、フラスコ内を窒素置換した。この混合物に 2 . 0 m m o l / L 炭酸カリウム水溶液 1 6 m L と、トルエン 5 5 m L と、エタノール 1 8 m L を加え、減圧下で攪拌することにより脱気した。この混合物に酢酸パラジウム (I I) 3 3 m g (0 . 2 m m o l) を加え、窒素気流下、8 0 で 6 時間攪拌した。

10

【0220】

所定時間経過後、得られた混合物に水を加え、水層をクロロホルムで抽出した。得られた抽出溶液と有機層を合わせ、飽和食塩水で洗浄後、硫酸マグネシウムで乾燥した。この混合物を自然濾過した。得られた濾液を濃縮して油状物を得た。この油状物をシリカゲルカラムクロマトグラフィーにより精製した。クロマトグラフィーは、トルエンを展開溶媒に用いて行った。得られたフラクションを濃縮して固体を得た。この固体にヘキサンを加えて超音波を照射し、固体を吸引濾過したところ、目的物である白色粉末を収量 5 . 8 g 、収率 8 8 % で得た。

20

【0221】

得られた白色粉末 2 . 8 g をトレインサブリメーション法により昇華精製した。昇華精製は、圧力 2 . 4 P a 、アルゴン流量 5 m L / m i n の条件で、白色粉末を 2 3 5 で加熱して行った。昇華精製後、淡黄色ガラス状固体を収量 2 . 2 g 、収率 7 9 % で得た。

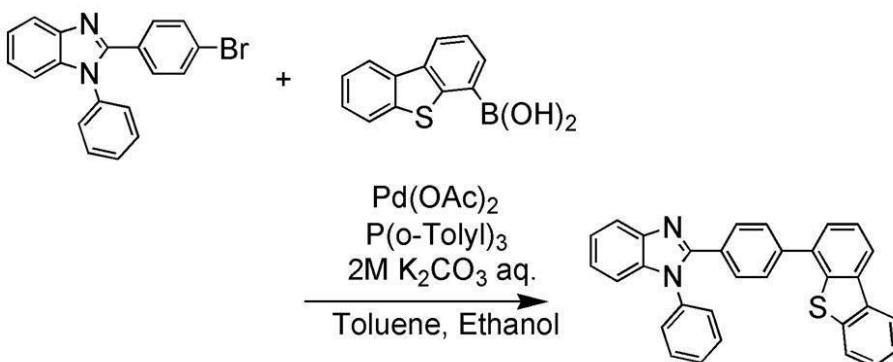
【0222】

上記合成方法の合成スキームを以下に示す。

【0223】

【化12】

30



40

【0224】

核磁気共鳴法 (N M R) によって、得られた物質を測定した。測定データを以下に示す。測定結果より、得られた淡黄色ガラス状固体が、目的物である 2 - [4 - (ジベンゾチオフェン - 4 - イル) フェニル] - 1 - フェニル - 1 H - ベンゾイミダゾール (略称 : D B T B I m - I I) であることを確認した。

【0225】

¹ H N M R (C D C l ₃ , 3 0 0 M H z) : (p p m) = 7 . 2 7 - 7 . 3 0 (m , 2 H) 、 7 . 3 2 - 7 . 6 0 (m , 1 0 H) 、 7 . 6 7 - 7 . 7 5 (m , 4 H) 、 7 . 8 2 - 7 . 8 5 (m , 1 H) 、 7 . 8 3 (d d , J = 8 . 4 H z , 1 . 5 H z , 1 H) 、 8 . 1 3 - 8 . 1 9 (m , 2 H) 。

50

【符号の説明】

【0 2 2 6】

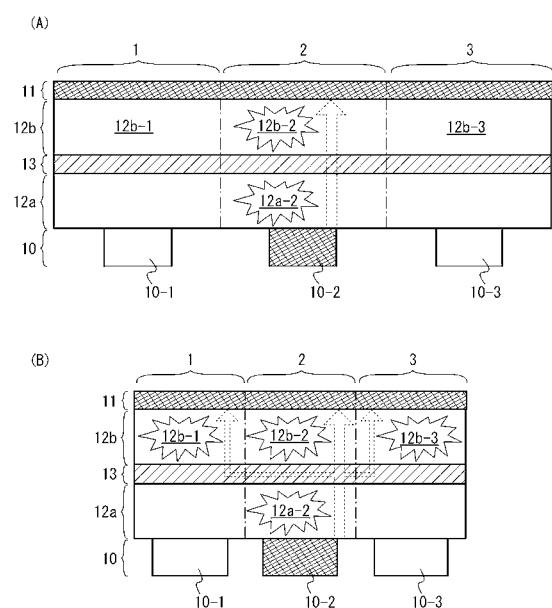
1 画素		
2 画素		
3 画素		
1 0 陽極		
1 0 - 1 画素 1 の陽極		
1 0 - 2 画素 2 の陽極		
1 0 - 3 画素 3 の陽極		
1 1 陰極	10	
1 2 a 第 1 の E L 層		
1 2 a - 2 第 1 の E L 層		
1 2 b 第 2 の E L 層		
1 2 b - 1 第 2 の E L 層		
1 2 b - 2 第 2 の E L 層		
1 2 b - 3 第 2 の E L 層		
1 3 中間層		
1 0 0 陽極		
1 0 1 陰極		
1 0 2 E L 層	20	
1 0 2 k 1 番目の E L 層		
1 0 2 m m 番目の E L 層		
1 0 2 m + 1 m + 1 番目の E L 層		
1 0 2 n n 番目の E L 層		
1 0 3 中間層		
1 0 3 k 1 番目の中間層		
1 0 3 m m 番目の中間層		
1 0 3 n - 1 n - 1 番目の中間層		
1 0 4 第 1 の層		
1 0 4 k 1 番目の第 1 の層	30	
1 0 4 m m 番目の第 1 の層		
1 0 4 n - 1 n - 1 番目の第 1 の層		
1 0 5 第 2 の層		
1 0 5 k 1 番目の第 2 の層		
1 0 5 m m 番目の第 2 の層		
1 0 5 n - 1 n - 1 番目の第 2 の層		
1 0 6 電子輸送層		
1 0 6 k 1 番目の電子輸送層		
1 0 6 m m 番目の電子輸送層		
1 0 6 n - 1 n - 1 番目の電子輸送層	40	
1 0 6 n n 番目の電子輸送層		
1 1 0 有機化合物を含む層		
6 0 1 駆動回路部 (ソース線駆動回路)		
6 0 2 画素部		
6 0 3 駆動回路部 (ゲート線駆動回路)		
6 0 4 封止基板		
6 0 5 シール材		
6 0 7 空間		
6 0 8 配線		
6 0 9 F P C (フレキシブルプリントサーキット)	50	

6 1 0	素子基板	
6 1 1	スイッチング用 TFT	
6 1 2	電流制御用 TFT	
6 1 3	第1の電極	
6 1 4	絶縁物	
6 1 6	有機化合物を含む層	
6 1 7	第2の電極	
6 1 8	発光素子	
6 2 3	nチャネル型 TFT	10
6 2 4	pチャネル型 TFT	
6 2 5	乾燥材	
8 0 0	ガラス基板	
8 0 1	第1の電極	
8 0 2	第1の電荷発生層	
8 0 3	第1の正孔輸送層	
8 0 4	第1の発光層	
8 0 5	第2の発光層	
8 0 6	第1の電子輸送層	
8 0 7	第2の電子輸送層	
8 0 8	第2の層(電子リレー層)	20
8 0 9	第1の層(第2の電荷発生層)	
8 1 0	中間層	
8 1 1	第2の正孔輸送層	
8 1 2	第3の発光層	
8 1 3	第4の発光層	
8 1 4	第3の電子輸送層	
8 1 5	第4の電子輸送層	
8 1 6	電子注入層	
8 1 7	第2の電極	
8 1 8	EL層	30
9 0 0	ガラス基板	
9 0 1	第1の電極	
9 0 2	第1の電荷発生層	
9 0 3	正孔輸送層	
9 0 4	発光層	
9 0 5	第1の電子輸送層	
9 0 6	第2の電子輸送層	
9 0 7	第2の層(電子リレー層)	
9 0 8	第1の層(第2の電荷発生層)	
9 0 9	第2の電極	40
9 1 0	EL層	
9 5 1	基板	
9 5 2	電極	
9 5 3	絶縁層	
9 5 4	隔壁層	
9 5 5	有機化合物を含む層	
9 5 6	電極	
1 0 0 1	基板	
1 0 0 2	下地絶縁膜	
1 0 0 3	ゲート絶縁膜	50

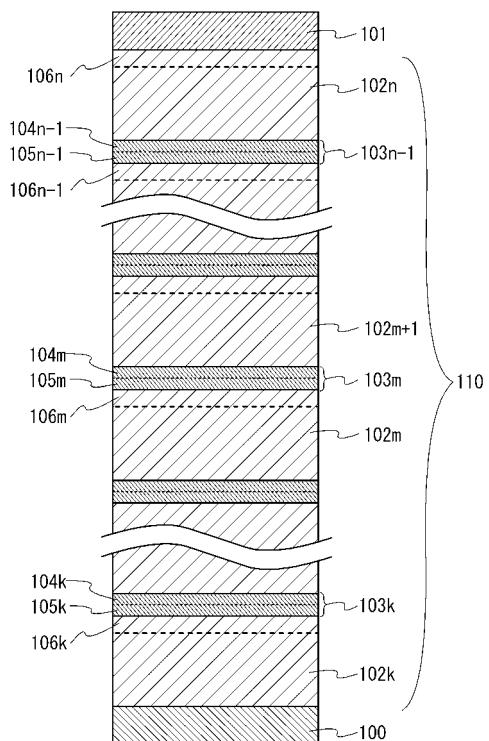
1 0 0 6	ゲート電極	
1 0 0 7	ゲート電極	
1 0 0 8	ゲート電極	
1 0 2 0	第1の層間絶縁膜	
1 0 2 1	第2の層間絶縁膜	
1 0 2 2	電極	
1 0 2 4 W	発光素子の第1の電極	
1 0 2 4 R	発光素子の第1の電極	
1 0 2 4 G	発光素子の第1の電極	10
1 0 2 4 B	発光素子の第1の電極	
1 0 2 5	隔壁	
1 0 2 8	有機化合物を含む層	
1 0 2 9	発光素子の第2の電極	
1 0 3 1	封止基板	
1 0 3 2	シール材	
1 0 3 3	透明な基材	
1 0 3 4 R	赤色の着色層	
1 0 3 4 G	緑色の着色層	
1 0 3 4 B	青色の着色層	
1 0 3 5	黒色層(ブラックマトリックス)	20
1 0 3 6	オーバーコート層	
1 0 3 7	第3の層間絶縁膜	
1 0 4 0	画素部	
1 0 4 1	駆動回路部	
1 0 4 2	周辺部	
1 0 4 4 W	白色の発光領域	
1 0 4 4 R	赤色の発光領域	
1 0 4 4 B	青色の発光領域	
1 0 4 4 G	緑色の発光領域	
7 1 0 1	筐体	30
7 1 0 3	表示部	
7 1 0 5	スタンド	
7 1 0 7	表示部	
7 1 0 9	操作キー	
7 1 1 0	リモコン操作機	
7 2 0 1	本体	
7 2 0 2	筐体	
7 2 0 3	表示部	
7 2 0 4	キーボード	
7 2 0 5	外部接続ポート	40
7 2 0 6	ポインティングデバイス	
7 3 0 1	筐体	
7 3 0 2	筐体	
7 3 0 3	連結部	
7 3 0 4	表示部	
7 3 0 5	表示部	
7 3 0 6	スピーカ部	
7 3 0 7	記録媒体挿入部	
7 3 0 8	L E D ランプ	
7 3 0 9	操作キー	50

7 3 1 0	接続端子
7 3 1 1	センサ
7 3 1 2	マイクロフォン
7 4 0 1	筐体
7 4 0 2	表示部
7 4 0 3	操作ボタン
7 4 0 4	外部接続ポート
7 4 0 5	スピーカ
7 4 0 6	マイク

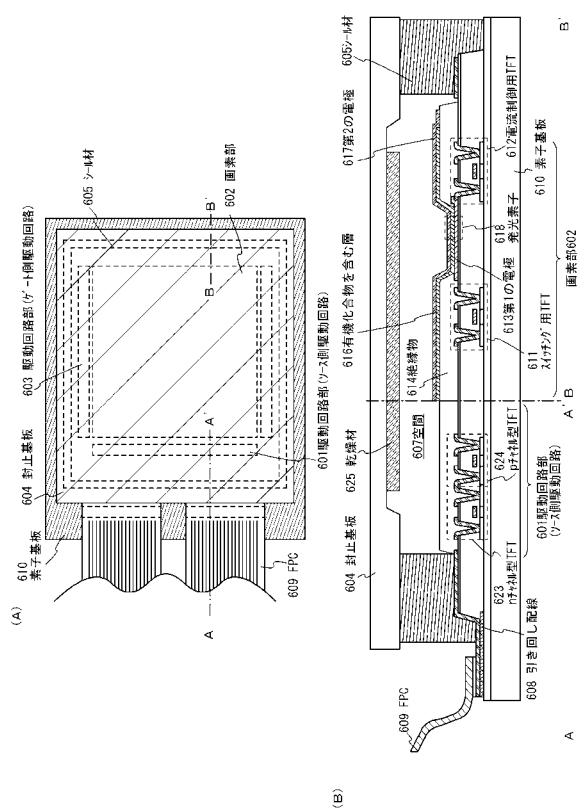
【図 1】



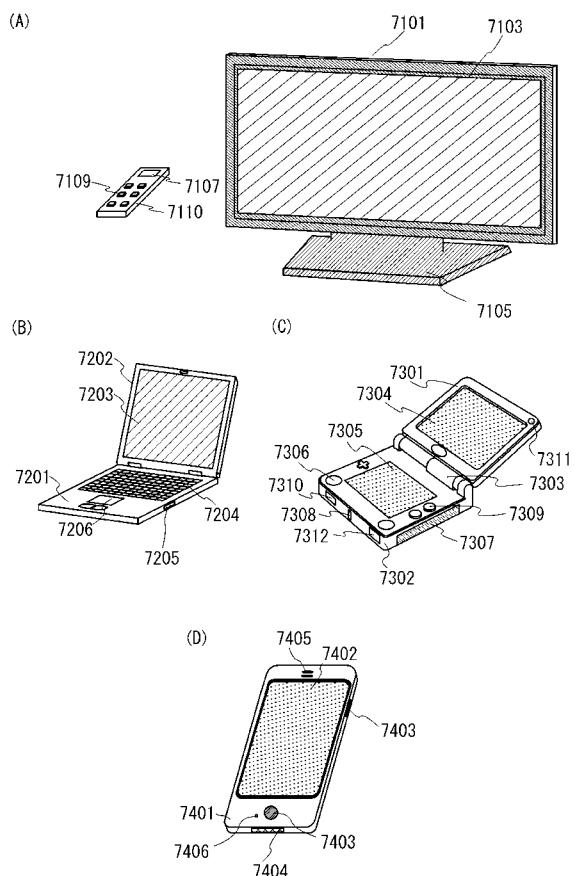
【図 2】



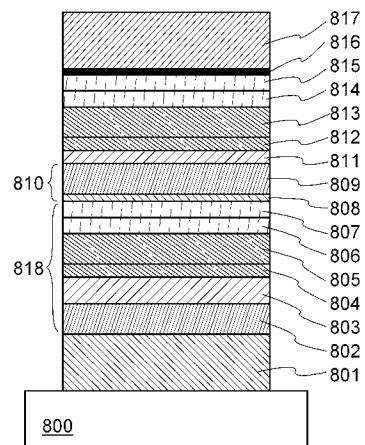
【図3】



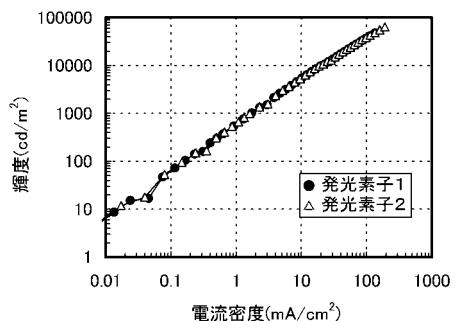
【図7】



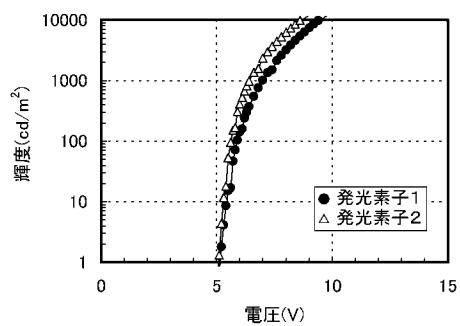
【図8】



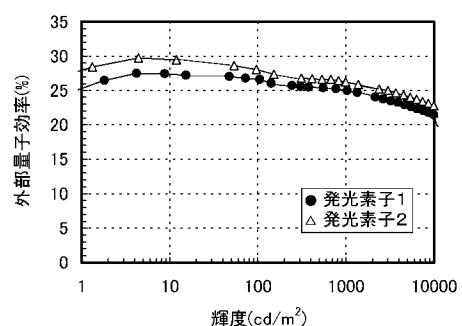
【図9】



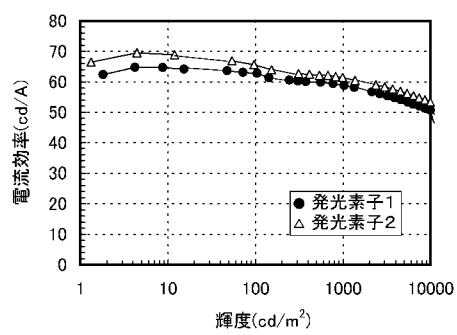
【図10】



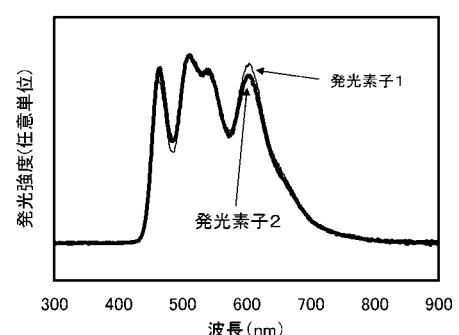
【図12】



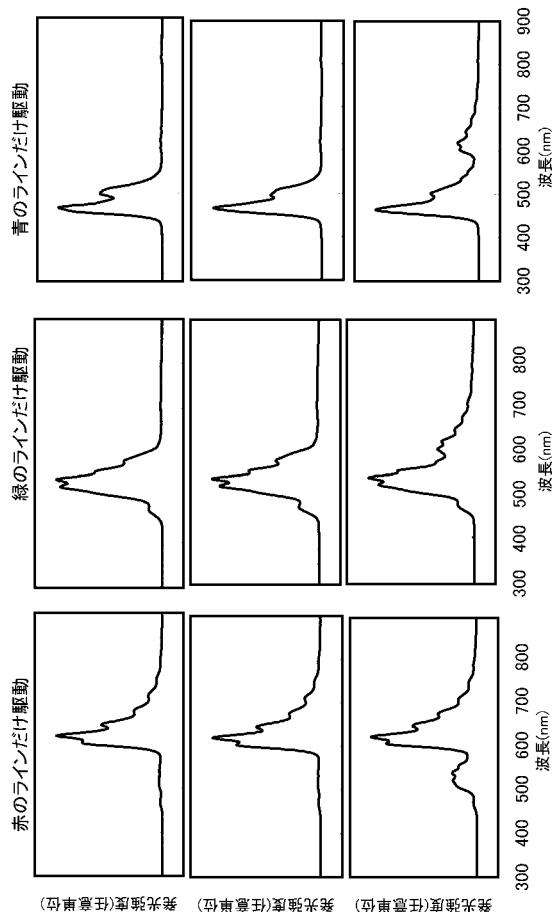
【図11】



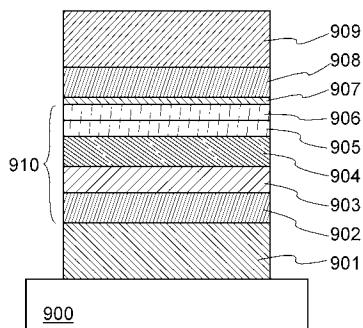
【図13】



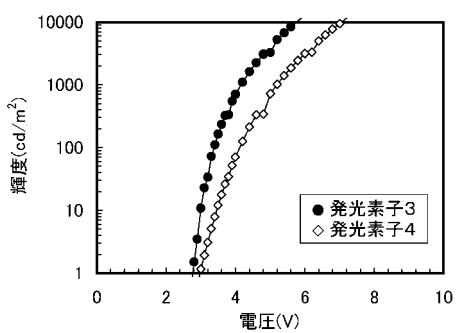
【図 17】



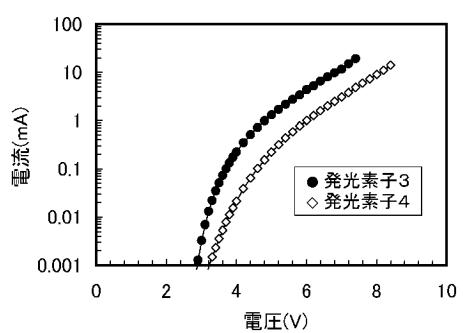
【図 18】



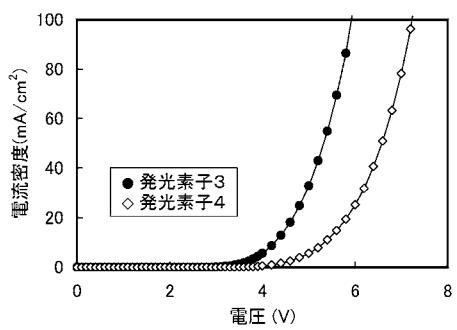
【図 19】



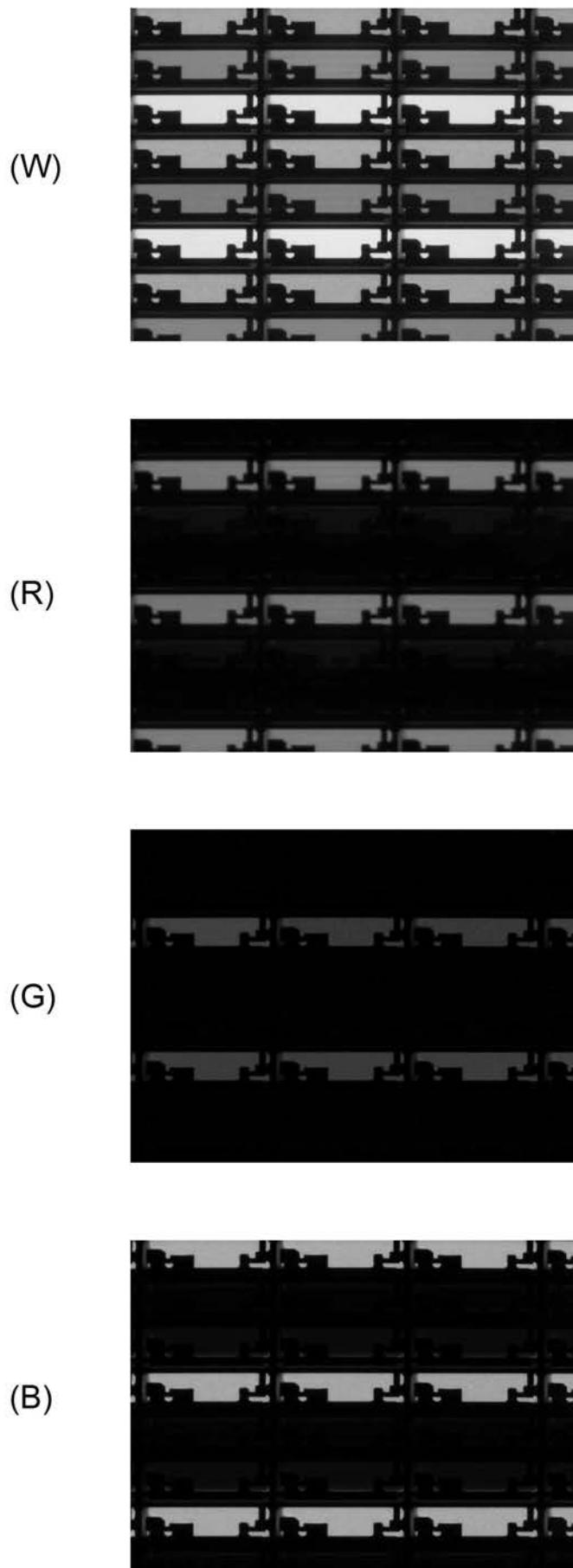
【図 20】



【図 21】



【図14】



【図15】

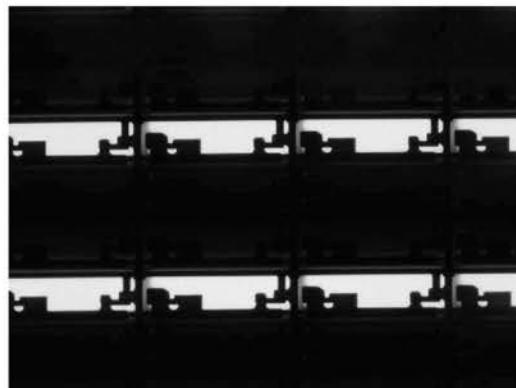
(W)



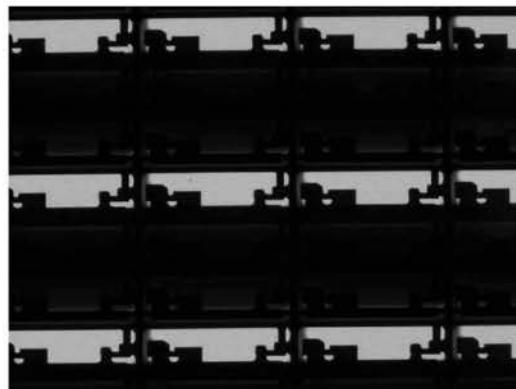
(R)



(G)



(B)



【図16】

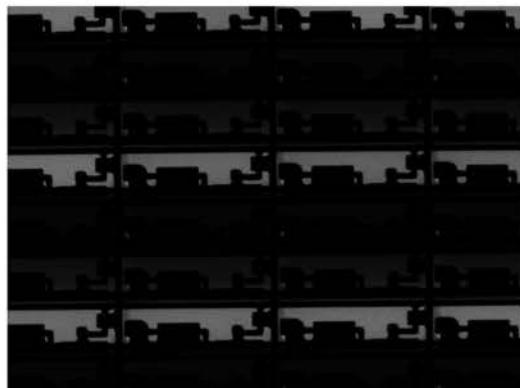
(W)



(R)



(G)

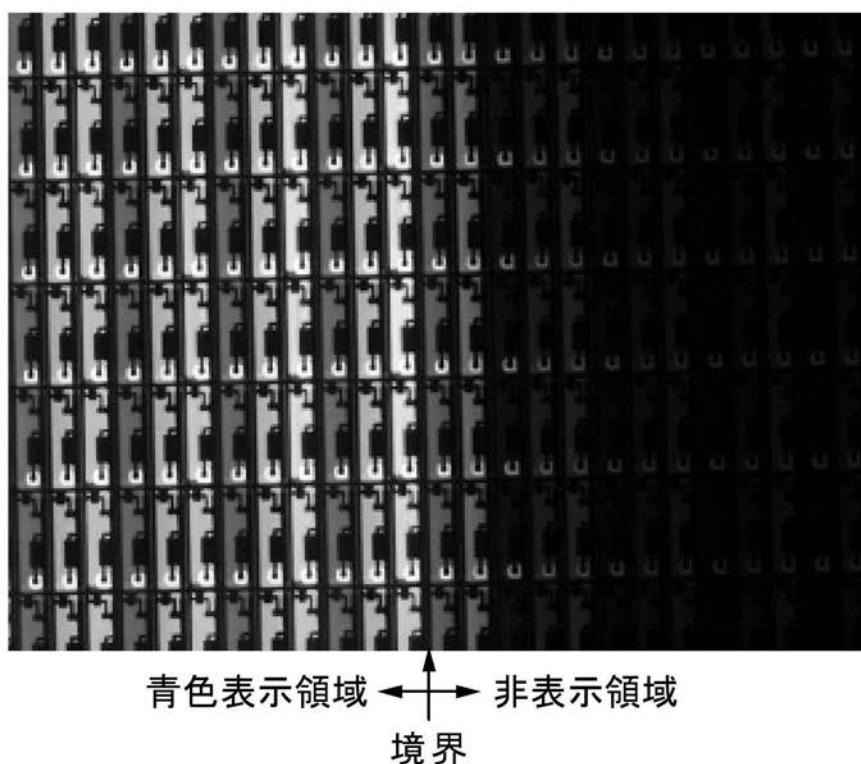


(B)

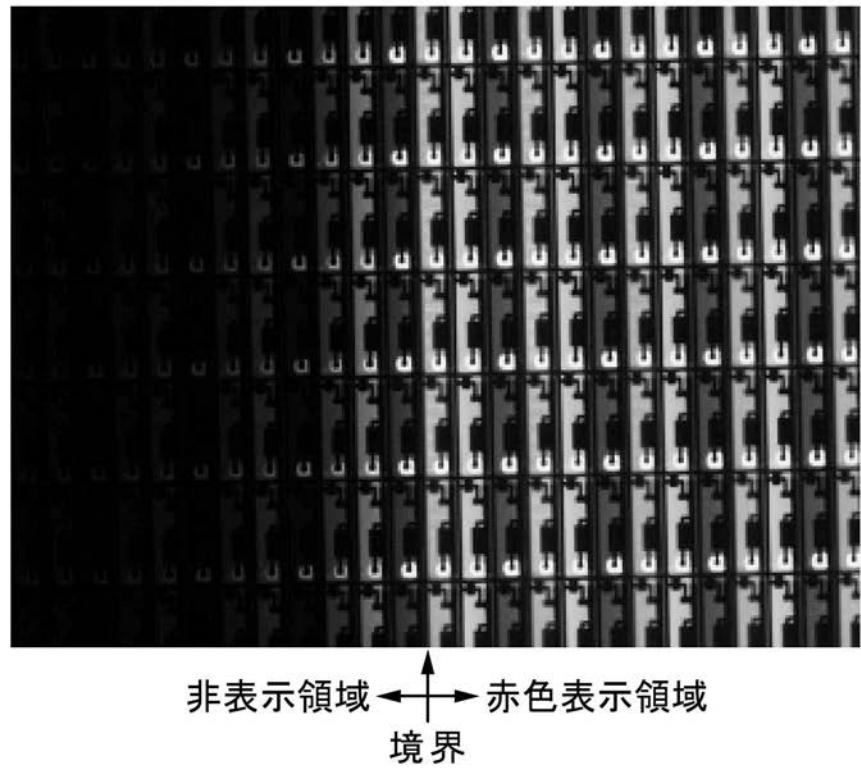


【図 2 2】

(A)



(B)



フロントページの続き

F ターム(参考) 3K107 AA01 BB01 BB02 CC02 CC04 CC12 CC14 CC21 CC33 CC35
DD52 DD76 DD77 DD78 DD80 DD84 DD86 EE02 EE03 FF14
FF15 FF19

专利名称(译)	发光器件，发光器件，显示器和电子器件		
公开(公告)号	JP2012028318A	公开(公告)日	2012-02-09
申请号	JP2011139987	申请日	2011-06-24
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社半导体能源研究所		
申请(专利权)人(译)	半导体能源研究所有限公司		
[标]发明人	能渡 広美 瀬尾 哲史 大澤 信晴		
发明人	能渡 広美 瀬尾 哲史 大澤 信晴		
IPC分类号	H05B33/12 H01L51/50		
CPC分类号	H01L27/3244 H01L51/0059 H01L51/0072 H01L51/0074 H01L51/0078 H01L51/0081 H01L51/0085 H01L51/5004 H01L51/5052 H01L51/5278 H01L2251/5346 Y10S428/917		
FI分类号	H05B33/12.C H05B33/22.B H05B33/14.A H01L27/32		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/BB02 3K107/CC02 3K107/CC04 3K107/CC12 3K107/CC14 3K107/ /CC21 3K107/CC33 3K107/CC35 3K107/DD52 3K107/DD76 3K107/DD77 3K107/DD78 3K107/DD80 3K107/DD84 3K107/DD86 3K107/EE02 3K107/EE03 3K107/FF14 3K107/FF15 3K107/FF19		
优先权	2010144697 2010-06-25 JP		
其他公开文献	JP5912309B2 JP2012028318A5		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种发光元件，其具有EL层被电荷产生层分隔并用于高清晰度显示器的结构，而不会引起驱动电压的大幅增加，相邻像素之间的串扰并且是一种能够抑制发光的发光元件。解决方案：在其中多个EL层由电荷产生层分隔的发光元件中，电子中继层设置为与电荷产生区的阳极侧接触，电子传输层设置为与电子中继层接触其中电子传输层含有碱土金属，电子传输层中含有的碱土金属从电子传输层和电子中继层之间的界面向阳极侧的浓度较小发光元件具有浓度梯度的结构，使得发光元件的浓度梯度改变。The

