

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 8 月 18 日(18.08.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/129536 A1

- (51) 国際特許分類:
H05B 33/12 (2006.01) *H01L 51/50* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/053593
- (22) 国際出願日: 2016 年 2 月 5 日(05.02.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-027014 2015 年 2 月 13 日(13.02.2015) JP
- (71) 出願人: 出光興産株式会社 (IDEMITSU KOSAN CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1008321 東京都千代田区丸の内三丁目 1 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 河村 祐一郎 (KAWAMURA Yuichiro); 〒2990293 千葉県袖ヶ浦市上泉 1 2 8 0 番地 Chiba (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人樹之下知的財産事務所 (KINOSHITA & ASSOCIATES); 〒1670051 東京都杉並区荻窪五丁目 2 6 番 1 3 号 荻窪 T Mビル 3 階 Tokyo (JP).

- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: ORGANIC EL LIGHT-EMITTING APPARATUS AND ELECTRONIC INSTRUMENT

(54) 発明の名称: 有機 EL 発光装置および電子機器



- 2 Positive electrode
3 Positive hole infusion layer
4 Positive hole transport layer
5 15 G (first light-emitting layer)
35 R (third light-emitting layer)
50 B (common layers)
6 Electron transport layer
7 Electron infusion layer
8 Negative electrode

(57) Abstract: An organic EL light-emitting apparatus according to the present invention comprises a plurality of pixels having first pixels (10) and second pixels (20), wherein the first pixels (10) and the second pixels (20) have common layers (50) provided in common across the first pixels (10) and the second pixels (20), wherein pixels (10, 30) other than the second pixels (20) respectively have non-common layers, wherein the common layers (50) have delayed fluorescent compounds, the second pixels (20) emitting light from the common layers (50) and the pixels (10, 30) other than the second pixels emitting light from the respective non-common layers.

(57) 要約: 第一の画素 (10) および第二の画素 (20) を含む複数の画素を備え、第一の画素 (10) および第二の画素 (20) は、第一の画素 (10) および第二の画素 (20) に亘って共通して設けられた共通層 (50) を有し、第二の画素 (20) 以外の画素 (10, 30) は、それぞれ非共通層を有し、共通層 (50) は、遅延蛍光性の化合物を含み、第二の画素 (20) は、共通層 (50) からの発光を呈し、第二の画素以外の画素 (10, 30) は、それぞれの非共通層からの発光を呈する、有機 EL 発光装置 (1)。

WO 2016/129536 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：有機ＥＬ発光装置および電子機器

技術分野

[0001] 本発明は、有機ＥＬ発光装置および電子機器に関する。

背景技術

[0002] 従来、ディスプレイに用いられる発光装置としては、液晶表示装置などが用いられていたが、近年、新たな発光装置として、有機エレクトロルミネセンス素子（以下、有機ＥＬ素子と略記する場合がある。）を用いた有機ＥＬ発光装置も実用化されつつある。有機ＥＬ素子では、陽極と陰極との間に、発光層を含む発光帯域を備え、発光層に注入された正孔と電子との再結合によって生じる励起子（エキシトン）エネルギーから発光を得る。

[0003] カラーディスプレイに用いられる発光装置の方式としては、例えば、３色発光方式が採用されている。３色発光方式では、赤色（Ｒ）、緑色（Ｇ）および青色（Ｂ）の光の三原色を発光可能な素子をそれぞれ形成し、各色の発光強度を制御することでカラー表示を得る。

例えば、特許文献１には、赤、緑、青の各透明画素電極が形成され、赤と緑の透明画素電極上のみに赤色と緑色それぞれの有機発光層が形成され、さらに全面に青色の発光層が形成され、さらにこれらの上層に対向電極が形成されている有機ＥＬ発光装置が記載されている。特許文献１に記載の有機ＥＬ発光装置において、各色の発光層には、蛍光発光性の化合物が含まれる。

[0004] また、特許文献２によれば、赤、黄色燐光発光素子または緑色燐光発光素子に対して電子輸送層および三重項ブロック層として機能でき、青色蛍光発光素子に対しては、正孔注入、輸送層として機能できる材料からなる隣接層を設けることによって、高効率の有機ＥＬ多色発光装置が得られる旨が記載されている。

[0005] また、非特許文献１によれば、燐光発光性の増感剤を用いて蛍光発光色素を励起する機構の有機発光素子によって、蛍光発光型の有機発光素子の発光

効率を向上させる方法が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開平 1 0－1 5 3 9 6 7 号公報

特許文献2：国際公開第 2 0 1 2／1 5 7 2 1 1 号

非特許文献

[0007] 非特許文献1：M.A.Baldo、他 2 名、「High-Efficiency fluorescent organic light-emitting devices using a phosphorescent sensitizer」、N A T U R E、2 0 0 0 年 2 月 1 7 日、4 0 3 巻、P. 7 5 0～7 5 3

非特許文献2：Takahiro Higuchi、他 2 名、「High-Efficiency White Organic Light-Emitting Diodes Based on a Blue Thermally Activated Delayed Fluorescent Emitter Combined with Green and Red Fluorescent Emitters」、Advanced Materials、(DOI:10.1002/adma.201404967)

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 本発明の目的は、発光効率を向上させることのできる有機 E L 発光装置を提供すること、および当該有機 E L 発光装置を備える電子機器を提供することである。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の一態様に係る有機 E L 発光装置は、第一の画素および第二の画素を含む複数の画素を備え、前記第一の画素および前記第二の画素は、前記第一の画素および前記第二の画素に亘って共通して設けられた共通層を有し、前記第二の画素以外の画素は、それぞれ非共通層を有し、前記共通層は、遅延蛍光性の化合物を含み、前記第二の画素は、前記共通層からの発光を呈し、前記第二の画素以外の画素は、それぞれの前記非共通層からの発光を呈する。

本発明の一態様に係る電子機器は、前述の本発明の一態様に係る有機ＥＬ発光装置を備える。

[0010] 本発明の一態様によれば、発光効率を向上させることのできる有機ＥＬ発光装置、および当該有機ＥＬ発光装置を備える電子機器を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]第一実施形態に係る有機ＥＬ発光装置の概略図である。

[図2]過渡ＰＬを測定する装置の概略図である。

[図3]過渡ＰＬの減衰曲線の一例を示す図である。

[図4]第二実施形態に係る有機ＥＬ発光装置の概略図である。

[図5]第三実施形態に係る有機ＥＬ発光装置の概略図である。

発明を実施するための形態

[0012] [第一実施形態]

図１には、本実施形態に係る有機ＥＬ発光装置１の概略図が示されている。

有機ＥＬ発光装置１は、第一の画素１０、第二の画素２０、および第三の画素３０を有する。本実施形態では、有機ＥＬ発光装置１は、第一の画素１０、第二の画素２０、および第三の画素３０を並列に有する。本実施形態では、第一の画素１０が緑色の発光を呈し、第二の画素２０が青色の発光を呈し、第三の画素３０が赤色の発光を呈する有機ＥＬ発光装置１を例に挙げて説明する。「第二の画素以外の画素」とは、第二の画素とは構成の異なる画素をいい、例えば、本実施形態では、第一の画素、および第三の画素が「第二の画素以外の画素」に相当する。「第二の画素以外の画素」は、本実施形態のように２種類の画素に限定されず、１種類でもよいし、３種類以上であってもよい。

[0013] 有機ＥＬ発光装置１は、陽極２、正孔注入層３、正孔輸送層４、発光帯域５、電子輸送層６、電子注入層７、および陰極８を含んでいる。陽極２、正孔注入層３、正孔輸送層４、発光帯域５、電子輸送層６、電子注入層７、お

よび陰極 8 は、この順番で積層されている。

[0014] 発光帯域 5 は、有機 EL 発光装置 1 の発光を担う。発光帯域 5 の構成は、第一の画素 10、第二の画素 20、および第三の画素 30 においてそれぞれ異なる。発光帯域 5 は、遅延蛍光性の化合物（遅延蛍光性化合物と称する場合がある。）を含む共通層 50 を有する。本実施形態の共通層 50 は、第一の画素 10、第二の画素 20、および第三の画素 30 に亘って共通して設けられた層である。共通層 50 は、共通層 50 に含まれる遅延蛍光性化合物の励起によって生じたエネルギーを第一の画素 10 や第三の画素 30 が有する非共通層にエネルギー移動させ、非共通層に含まれる化合物を増感させる。本実施形態では、共通層 50 は、蛍光発光性の化合物（第一の蛍光発光性化合物と称する場合がある。）をさらに含んでもよい。

[0015] 第一の画素 10 の発光帯域 5 は、正孔輸送層 4 と電子輸送層 6 との間に、非共通層としての第一の発光層 15 を有し、第一の発光層 15 と電子輸送層 6 との間に共通層 50 が設けられている。第一の発光層 15 は、共通層 50 に接している。第一の発光層 15 に含まれる化合物は、共通層 50 に含まれる遅延蛍光性化合物から直接、あるいは第一の蛍光発光性化合物を介し、エネルギーを受容して増感される。本実施形態では、第一の発光層 15 は、第二の蛍光発光性化合物を含む。第一の発光層 15 と接する共通層 50 が遅延蛍光性化合物を含んでいることにより、第二の蛍光発光性化合物を効率良く発光させることができる。つまり、第一の画素 10 の発光効率を向上させることができる。

[0016] 第二の画素 20 の発光帯域 5 は、共通層 50 を有する。第二の画素 20 は、共通層 50 からの発光を呈する。したがって、第二の画素における共通層 50 は、有機 EL 発光装置 1 における第二の発光層としても機能する。第二の画素 20 において共通層 50 が遅延蛍光性化合物および第一の蛍光発光性化合物を含んでいる場合は、第一の蛍光発光性化合物を効率良く発光させることができる。つまり、第二の画素 20 の発光効率を向上させることができる。第一の蛍光発光性化合物の一重項エネルギーよりも、遅延蛍光性化合物

の一重項エネルギーが大きいことが好ましい。

共通層 50 は、さらに第三の化合物を含んでもよい。第三の化合物の一重項エネルギーは、遅延蛍光性化合物の一重項エネルギーよりも大きいことが好ましい。共通層 50 が第一の蛍光発光性化合物を含んでいる場合は、第一の蛍光発光性化合物の一重項エネルギーよりも、遅延蛍光性化合物の一重項エネルギーが大きく、さらに遅延蛍光性化合物の一重項エネルギーよりも第三の化合物の一重項エネルギーが大きいことが好ましい。

[0017] 第三の画素 30 の発光帯域 5 は、正孔輸送層 4 と電子輸送層 6 との間に、非共通層としての第三の発光層 35 を有し、第三の発光層 35 と電子輸送層 6 との間に共通層 50 が設けられている。第三の発光層 35 は、共通層 50 に接している。第三の発光層 35 に含まれる化合物は、共通層 50 に含まれる遅延蛍光性化合物から直接、あるいは第一の蛍光発光性化合物を介しエネルギーを受容して増感される。本実施形態では、第三の発光層 35 は、第三の蛍光発光性化合物を含む。第三の発光層 35 と接する共通層 50 が遅延蛍光性化合物を含んでいることにより、第三の蛍光発光性化合物を効率良く発光させることができる。つまり、第三の画素 30 の発光効率を向上させることができる。

[0018] 有機 EL 発光装置 1 において、第二の画素 20 が共通層 50 からの発光を呈し、第一の画素 10 は、共通層 50 からの発光ではなく、第一の発光層 15 からの発光を呈し、第三の画素 30 も、共通層 50 からの発光ではなく、第三の発光層 35 からの発光を呈することが好ましい。また、第一の画素 10 が共通層 50 からの発光と第一の発光層 15 からの発光の混色の発光を呈してもよい。第三の画素 30 が共通層 50 からの発光と第三の発光層 35 からの発光の混色の発光を呈してもよい。

[0019] 共通層 50 からの発光のピーク波長は、非共通層としての第一の発光層 15 および第三の発光層 35 からの発光のピーク波長よりも小さいことが好ましい。このようなピーク波長の関係を満たすことで、共通層 50 から第一の発光層 15 へのエネルギーの移動、および共通層 50 から第三の発光層 35

へのエネルギーの移動が効率良く生じる。

[0020] 共通層 50 に含まれる遅延蛍光性化合物の発光準位のエネルギーは、非共通層としての第一の発光層 15 に含まれる化合物の発光準位のエネルギー、および第三の発光層 35 に含まれる化合物の発光準位のエネルギーよりも大きいことが好ましい。このような発光準位のエネルギーの関係を満たすことで、共通層 50 から第一の発光層 15 へのエネルギーの移動、および共通層 50 から第三の発光層 35 へのエネルギーの移動が効率良く生じる。

[0021] ・遅延蛍光性

遅延蛍光（熱活性化遅延蛍光）については、「有機半導体のデバイス物性」（安達千波矢編、講談社発行）の 261～268 ページで解説されている。その文献の中で、蛍光発光材料の励起一重項状態と励起三重項状態のエネルギー差 ΔE_{13} を小さくすることができれば、通常は遷移確率が低い励起三重項状態から励起一重項状態への逆エネルギー移動が高確率で生じ、熱活性化遅延蛍光（Thermally Activated delayed Fluorescence, TADF）が発現すると説明されている。さらに、当該文献中の図 10.38 で、遅延蛍光の発生メカニズムが説明されている。本実施形態における遅延蛍光性化合物は、このようなメカニズムで発生する熱活性化遅延蛍光を示す化合物である。遅延蛍光の発光は過渡 PL（Photo Luminescence）測定により確認できる。

[0022] 過渡 PL 測定から得た減衰曲線に基づいて遅延蛍光の挙動を解析することもできる。過渡 PL 測定とは、試料にパルスレーザーを照射して励起させ、照射を止めた後の PL 発光の減衰挙動（過渡特性）を測定する手法である。TADF 材料における PL 発光は、最初の PL 励起で生成する一重項励起子からの発光成分と、三重項励起子を經由して生成する一重項励起子からの発光成分に分類される。最初の PL 励起で生成する一重項励起子の寿命は、ナノ秒オーダーであり、非常に短い。そのため、当該一重項励起子からの発光は、パルスレーザーを照射後、速やかに減衰する。

一方、遅延蛍光は、寿命の長い三重項励起子を經由して生成する一重項励

起子からの発光であるため、ゆるやかに減衰する。このように最初のPL励起で生成する一重項励起子からの発光と、三重項励起子を経由して生成する一重項励起子からの発光とでは、時間的に大きな差がある。そのため、遅延蛍光由来の発光強度を求めることができる。

[0023] 図2には、過渡PLを測定するための例示的装置の概略図が示されている。

本実施形態の過渡PL測定装置100は、所定波長の光を照射可能なパルスレーザー部101と、測定試料を収容する試料室102と、測定試料から放射された光を分光する分光器103と、2次元像を結像するためのストリークカメラ104と、2次元像を取り込んで解析するパーソナルコンピュータ105と、を備える。なお、過渡PLの測定は、本実施形態で説明する装置に限定されない。

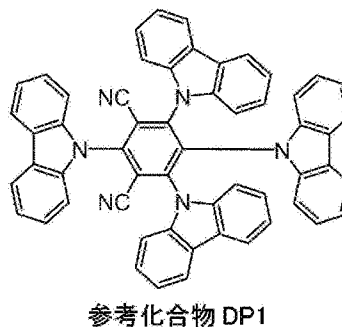
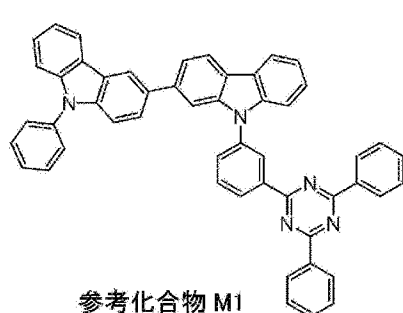
試料室102に収容される試料は、マトリックス材料に対し、ドーピング材料が12質量%の濃度でドーピングされた薄膜を石英基板に成膜することで得られる。

試料室102に収容された薄膜試料に対し、パルスレーザー部101からパルスレーザーを照射して、ドーピング材料を励起させる。励起光の照射方向に対して90度の方向へ発光を取り出し、取り出した光を分光器103で分光し、ストリークカメラ104内で2次元像を結像する。その結果、縦軸が時間に対応し、横軸が波長に対応し、輝点が発光強度に対応する2次元画像を得ることができる。この2次元画像を所定の時間軸で切り出すと、縦軸が発光強度であり、横軸が波長である発光スペクトルを得ることができる。また、当該2次元画像を波長軸で切り出すと、縦軸が発光強度の対数であり、横軸が時間である減衰曲線（過渡PL）を得ることができる。

[0024] 例えば、マトリックス材料として、下記参考化合物M1を用い、ドーピング材料として下記参考化合物DP1を用いて上述のようにして薄膜試料Aを作製し、過渡PL測定を行った。

[0025]

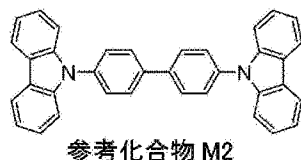
[化1]



[0026] ここでは、前述の薄膜試料 A、および薄膜試料 B を用いて減衰曲線を解析した。薄膜試料 B は、マトリックス材料として下記参考化合物 M 2 を用い、ドーピング材料として前記参考化合物 D P 1 を用いて、上述のようにして薄膜試料を作製した。

図 3 には、薄膜試料 A および薄膜試料 B について測定した過渡 P L から得た減衰曲線が示されている。

[0027] [化2]



[0028] 上記したように過渡 P L 測定によって、縦軸を発光強度とし、横軸を時間とする発光減衰曲線を得ることができる。この発光減衰曲線に基づいて、光励起により生成した一重項励起状態から発光する蛍光と、三重項励起状態を経由し、逆エネルギー移動により生成する一重項励起状態から発光する遅延蛍光との、蛍光強度比を見積もることができる。遅延蛍光性の材料では、素早く減衰する蛍光の強度に対し、緩やかに減衰する遅延蛍光の強度の割合が、ある程度大きい。

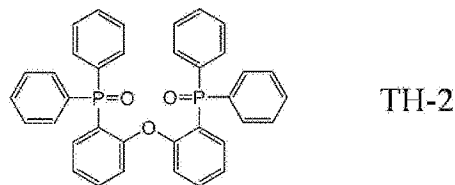
本実施形態における遅延蛍光発光量は、図 2 の装置を用いて求めることができる。前記遅延蛍光性化合物は、当該遅延蛍光性化合物が吸収する波長のパルス光（パルスレーザーから照射される光）で励起された後、当該励起状態から即座に観察される P r o m p t 発光（即時発光）と、当該励起後、即座には観察されず、その後観察される D e l a y 発光（遅延発光）とが存在

する。本実施形態においては、D e l a y 発光（遅延発光）の量が P r o m p t 発光（即時発光）の量に対して 5 % 以上であることが好ましい。

P r o m p t 発光と D e l a y 発光の量は、“N a t u r e 492, 234-238, 2012”に記載された方法と同様の方法により求めることができる。なお、P r o m p t 発光および D e l a y 発光の量の算出に使用される装置は、前記文献に記載の装置に限定されない。

また、遅延蛍光性の測定に用いられる試料は、例えば、遅延蛍光性化合物と下記化合物 T H - 2 とを、遅延蛍光性化合物の割合が 12 質量 % となるように石英基板の上に共蒸着し、膜厚 100 nm の薄膜を形成した試料を使用することができる。

[0029] [化3]



[0030] ・ T A D F 機構

遅延蛍光性化合物として $\Delta S T (D F)$ が小さい化合物を用いることが好ましく、外部から与えられる熱エネルギーによって、遅延蛍光性化合物の三重項準位から遅延蛍光性化合物の一重項準位への逆項間交差が起こり易くなる。有機 E L 素子内部の電気励起された励起子の励起三重項状態が、逆項間交差によって、励起一重項状態へスピン交換がされるエネルギー状態変換機構を T A D F 機構と呼ぶ。最低励起一重項状態 S 1 と最低励起三重項状態 T 1 との差を、 $\Delta S T$ として定義する。

[0031] 本実施形態では、第二の画素 20 の発光帯域 5 における共通層 50 は、遅延蛍光性化合物を含む。また、第二の画素 20 の発光帯域 5 における共通層 50 は、第一の蛍光発光性化合物をさらに含んでもよい。遅延蛍光性化合物として $\Delta S T (D F)$ の小さな化合物を用いると、最低励起三重項状態 T 1 (D F) は、熱エネルギーにより、最低励起一重項状態 S 1 (D F) への逆項間交差が可能である。そして、遅延蛍光性化合物の最低励起一重項状

態S 1 (D F) から第一の蛍光発光性化合物の最低励起一重項状態S 1 (M 1) へのフェルスター型エネルギー移動が生じる。この結果、第一の蛍光発光性化合物の最低励起一重項状態S 1 (M 1) からの蛍光発光を観測することができる。

[0032] 本実施形態では、第一の画素1 0の発光帯域5における共通層5 0は、第一の発光層1 5に接しており、この第一の発光層1 5は、第二の蛍光発光性化合物を含む。そのため、遅延蛍光性化合物の最低励起一重項状態S 1 (D F) から第二の蛍光発光性化合物の最低励起一重項状態S 1 (M 2) へのフェルスター型エネルギー移動が生じるか、あるいは共通層5 0に第一の蛍光発光性化合物を含む場合、第一の蛍光発光性化合物の最低励起一重項状態S 1 (M 1) から第二の蛍光発光性化合物の最低励起一重項状態S 1 (M 2) へのフェルスター型エネルギー移動が生じる。この結果、第二の蛍光発光性化合物の最低励起一重項状態S 1 (M 2) からの蛍光発光を観測することができる。遅延蛍光性化合物の一重項エネルギーS (D F) は、第二の蛍光発光性化合物の一重項エネルギーS (M 2) よりも大きいことが好ましい。

[0033] 本実施形態では、第三の画素3 0の発光帯域5における共通層5 0は、第三の発光層3 5に接しており、この第三の発光層3 5は、第三の蛍光発光性化合物を含む。そのため、遅延蛍光性化合物の最低励起一重項状態S 1 (D F) から第三の蛍光発光性化合物の最低励起一重項状態S 1 (M 3) へのフェルスター型エネルギー移動が生じるか、あるいは共通層5 0に第一の蛍光発光性化合物を含む場合、第一の蛍光発光性化合物の最低励起一重項状態S 1 (M 1) から第三の蛍光発光性化合物の最低励起一重項状態S 1 (M 3) へのフェルスター型エネルギー移動が生じる。この結果、第三の蛍光発光性化合物の最低励起一重項状態S 1 (M 3) からの蛍光発光を観測することができる。遅延蛍光性化合物の一重項エネルギーS (D F) は、第三の蛍光発光性化合物の一重項エネルギーS (M 3) よりも大きいことが好ましい。

[0034] 本実施形態の有機EL発光装置1のように、遅延蛍光性化合物を共通層5 0に用いることで、発光効率を向上させることができる。さらに、互いに異

なる発光色を呈する複数の画素を有する有機EL発光装置1においても、共通層50を各画素に亘って共通して設ければよいと、構成や製造工程を簡素化できる。

従来、共通層に蛍光発光性の化合物を含む有機EL発光装置や、燐光発光性の化合物を含む有機EL発光装置などが提案されている。これらの有機EL発光装置では、共通層から近接する発光層へエネルギー移動させ、近接する発光層に含まれる化合物への増感効果によって、発光効率を向上させることを試みている。

例えば、共通層に燐光発光性の化合物を用いることで、内部量子収率を100%まで高めることができる。しかしながら、燐光は禁制遷移であるため、フェルスター半径（エネルギーが移動する距離）が小さく、共通層から発光層へのエネルギー移動において課題がある。

また、共通層に蛍光発光性の化合物を用いた場合、蛍光は許容遷移であるため、フェルスター半径は大きく、共通層から発光層へエネルギー移動し易い。しかしながら、EL内部量子収率は、25%であるため、発光効率において課題がある。

本実施形態の有機EL発光装置1で共通層50に含まれる遅延蛍光性化合物は、内部量子収率を100%まで高めることができると考えられる。さらに、遅延蛍光は許容遷移であるためフェルスター半径が大きく、共通層から発光層へエネルギー移動し易い。ゆえに、本実施形態の有機EL発光装置1によれば、発光効率を向上させることができる。

[0035] 本実施形態の有機EL発光装置1において、共通層50が第一の蛍光発光性化合物を含んでいる場合、共通層50内にて遅延蛍光性化合物から第一の蛍光発光性化合物へのエネルギー移動が起こる。さらに第一の蛍光発光性化合物の放射速度定数が、遅延蛍光性化合物の放射速度定数よりも大きいため、フェルスター半径は大きく、共通層50から第二の蛍光発光性化合物や第三の蛍光発光性化合物へエネルギー移動し易くなる。よって、有機EL発光装置1は、発光効率の点でより好ましい。

[0036] 本実施形態の有機EL発光装置1において、第一の発光層15および第三の発光層35は、それぞれ蛍光発光性化合物を含んでいる。蛍光発光性化合物は、遅延蛍光性化合物や燐光発光性化合物よりも吸光係数が高いため、共通層50の遅延蛍光性化合物からのエネルギーを受け取り易い。よって、有機EL発光装置1は、発光効率の点でより好ましい。

[0037] 本実施形態において、遅延蛍光性化合物の77[K]におけるエネルギーギャップ $T_{77K}(DF)$ は、第一の蛍光発光性化合物の77[K]におけるエネルギーギャップ $T_{77K}(M1)$ よりも大きいことが好ましい。 $T_{77K}(DF)$ は、2.0 eV以上であることが好ましく、2.2 eV以上であることがより好ましい。

[0038] ・三重項エネルギーと77[K]におけるエネルギーギャップとの関係

ここで、三重項エネルギーと77[K]におけるエネルギーギャップとの関係について説明する。本実施形態では、77[K]におけるエネルギーギャップは、通常定義される三重項エネルギーとは異なる点がある。

三重項エネルギーの測定は、次のようにして行われる。まず、測定対象となる化合物を石英基板上に蒸着した試料、または適切な溶媒中に溶解した溶液を石英ガラス管内に封入した試料を作製する。この試料について、低温(77[K])で燐光スペクトル(縦軸:燐光発光強度、横軸:波長とする。)を測定し、この燐光スペクトルの短波長側の立ち上がりに対して接線を引き、その接線と横軸との交点の波長値に基づいて、所定の換算式から三重項エネルギーを算出する。

ここで、本実施形態に用いる遅延蛍光性化合物としては、 ΔST が小さい化合物であることが好ましい。 ΔST が小さいと、低温(77[K])状態でも、項間交差、及び逆項間交差が起こりやすく、励起一重項状態と励起三重項状態とが混在する。その結果、上記と同様にして測定されるスペクトルは、励起一重項状態および励起三重項状態の両者からの発光を含んでおり、いずれの状態から発光したのかについて峻別することは困難であるが、基本的には三重項エネルギーの値が支配的と考えられる。

そのため、本実施形態では、通常の三重項エネルギー T と測定手法は同じであるが、その厳密な意味において異なることを区別するため、次のようにして測定される値をエネルギーギャップ T_{77K} と称する。薄膜を用いて測定する場合には、測定対象となる化合物を石英基板上に膜厚 100 nm で蒸着して試料を作製する。この試料について、低温(77 [K])で燐光スペクトル(縦軸: 燐光発光強度、横軸: 波長とする。)を測定し、この燐光スペクトルの短波長側の立ち上がりに対して接線を引き、その接線と横軸との交点の波長値 $\lambda_{\text{edge}}\text{ [nm]}$ に基づいて、次の換算式(F1)から算出されるエネルギー量をエネルギーギャップ T_{77K} とする。

$$\text{換算式 (F1)} : T_{77K} [\text{eV}] = 1239.85 / \lambda_{\text{edge}}$$

燐光スペクトルの短波長側の立ち上がりに対する接線は以下のように引く。燐光スペクトルの短波長側から、スペクトルの極大値のうち、最も短波長側の極大値までスペクトル曲線上を移動する際に、長波長側に向けて曲線上の各点における接線を考える。この接線は、曲線が立ち上がるにつれ(つまり縦軸が増加するにつれ)、傾きが増加する。この傾きの値が極大値をとる点において引いた接線(すなわち変曲点における接線)が、当該燐光スペクトルの短波長側の立ち上がりに対する接線とする。

なお、スペクトルの最大ピーク強度の 15% 以下のピーク強度をもつ極大点は、上述の最も短波長側の極大値には含めず、最も短波長側の極大値に最も近い、傾きの値が極大値をとる点において引いた接線を当該燐光スペクトルの短波長側の立ち上がりに対する接線とする。

燐光の測定には、(株)日立ハイテクノロジー製のF-4500形分光蛍光光度計本体を用いることができる。なお、測定装置はこの限りではなく、冷却装置及び低温用容器と、励起光源と、受光装置とを組み合わせることにより、測定してもよい。

[0039] ・一重項エネルギー S

一重項エネルギー S は、次のようにして測定される。

測定対象となる化合物を石英基板上に膜厚 100 nm で蒸着して試料を作

製し、常温（300 K）でこの試料の発光スペクトル（縦軸：発光強度、横軸：波長とする。）を測定する。この発光スペクトルの短波長側の立ち上がりに対して接線を引き、その接線と横軸との交点の波長値 λ_{edge} [nm]に基づいて、次に示す換算式（F 2）から算出される。

$$\text{換算式（F 2）： } S [\text{eV}] = 1239.85 / \lambda_{\text{edge}}$$

吸収スペクトルは、分光光度計で測定する。例えば、日立社製の分光光度計（装置名：U3310）等を用いることができる。

[0040] 発光スペクトルの短波長側の立ち上がりに対する接線は以下のように引く。発光スペクトルの短波長側から、スペクトルの極大値のうち、最も短波長側の極大値までスペクトル曲線上を移動する際に、長波長側に向けて曲線上の各点における接線を考える。この接線は、曲線が立ち上がるにつれ（つまり縦軸が増加するにつれ）、傾きが増加する。この傾きの値が極大値をとる点において引いた接線（すなわち変曲点における接線）が、当該発光スペクトルの短波長側の立ち上がりに対する接線とする。

なお、スペクトルの最大ピーク強度の15%以下のピーク強度をもつ極大点は、上述の最も短波長側の極大値には含めず、最も短波長側の極大値に最も近い、傾きの値が極大値をとる点において引いた接線を当該発光スペクトルの短波長側の立ち上がりに対する接線とする。

なお、石英基板上に蒸着した試料を用いた測定結果と、溶液を用いた測定結果とが大きく異なる場合には、その原因として分子の会合体の形成や溶媒との強い相互作用などが考えられる。そのため、測定対象となる化合物と、エネルギーギャップが大きくエキサイプレックスを形成しない適切な他の材料とを、石英基板上に共蒸着した試料を用いて上記の測定を行うこともできる。

[0041] （基板）

有機EL発光装置1は、支持体としての基板をさらに有していてもよい。基板としては、例えば、ガラス、石英、プラスチックなどを用いることができる。また、可撓性基板を用いてもよい。可撓性基板とは、折り曲げること

ができる（フレキシブル）基板のことである。可撓性基板としては、例えば、ポリカーボネートやポリ塩化ビニルからなるプラスチック基板等が挙げられる。

[0042] （陽極）

陽極 2 には、仕事関数の大きい（具体的には 4.0 eV 以上）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好ましい。陽極 2 の材質としては、具体的には、例えば、酸化インジウム－酸化スズ（ITO: Indium Tin Oxide）、珪素若しくは酸化珪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、酸化タングステン、および酸化亜鉛を含有した酸化インジウム、グラフェン等が挙げられる。この他、陽極 2 の材質としては、金（Au）、白金（Pt）、または金属材料の窒化物（例えば、窒化チタン）等が挙げられる。

[0043] （正孔注入層）

正孔注入層 3 は、正孔注入性の高い物質を含む層である。正孔注入性の高い物質としては、例えば、モリブデン酸化物、チタン酸化物、バナジウム酸化物、レニウム酸化物、ルテニウム酸化物、クロム酸化物、ジルコニウム酸化物、ハフニウム酸化物、タンタル酸化物、銀酸化物、タングステン酸化物、マンガン酸化物、芳香族アミン化合物、および高分子化合物（オリゴマー、 dendrimer、ポリマー等）等が挙げられる。

[0044] （正孔輸送層）

正孔輸送層 4 は、正孔輸送性の高い物質を含む層である。正孔輸送層 4 に用いられる化合物としては、例えば、芳香族アミン化合物、カルバゾール誘導体、およびアントラセン誘導体等が挙げられる。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）等の高分子化合物を正孔輸送層 4 に用いることもできる。但し、電子よりも正孔の輸送性の高い物質であれば、これら以外の化合物を正孔輸送層 4 に用いてもよい。なお、正孔輸送性の高い物質を含む層は、単層であってもよいし、上記物質からなる層が二層以上積層された積層であって

もよい。

[0045] (蛍光発光性化合物)

共通層 50、第一の発光層 15 および第三の発光層 35 に含まれる蛍光発光性化合物は、一重項励起状態から発光可能な化合物である。蛍光発光性化合物の種類は特に限定されない。青色の発光を呈する蛍光発光性化合物としては、例えば、ピレン誘導体、スチリルアミン誘導体、クリセン誘導体、フルオランテン誘導体、フルオレン誘導体、ジアミン誘導体、およびトリアリールアミン誘導体等が挙げられる。緑色の発光を呈する蛍光発光性化合物としては、例えば、クマリン誘導体、ピロメテンホウ素錯体、および芳香族アミン誘導体等が挙げられる。赤色の発光を呈する蛍光発光性化合物としては、例えば、テトラセン誘導体、ペリフランテン誘導体、ピロメテンホウ素錯体およびジアミン誘導体等が挙げられる。

[0046] 第一の発光層 15 および第三の発光層 35 は、前述の蛍光発光性化合物を他の物質（ホスト材料）に分散させた構成としてもよい。発光性の高い物質を分散させるための物質としては、各種の化合物を用いることができる。ホスト材料としては、発光性の高い物質よりも最低空軌道準位（LUMO準位）が高く、最高被占有軌道準位（HOMO準位）が低い物質を用いることが好ましい。

発光性の高い物質を分散させるための物質（ホスト材料）としては、例えば、金属錯体、複素環化合物、縮合芳香族化合物、および芳香族アミン化合物が挙げられる。金属錯体としては、例えば、アルミニウム錯体、ベリリウム錯体、および亜鉛錯体等が挙げられる。複素環化合物としては、例えば、オキサジアゾール誘導体、ベンゾイミダゾール誘導体、ジベンゾフラン誘導体、ジベンゾチオフェン誘導体、アジン誘導体、インドール誘導体、カルバゾール誘導体、およびフェナントロリン誘導体等が挙げられる。縮合芳香族化合物としては、例えば、アントラセン誘導体、フェナントレン誘導体、トリフェニレン誘導体、ピレン誘導体、およびクリセン誘導体等が挙げられる。芳香族アミン化合物としては、例えば、トリアリールアミン誘導体、およ

び縮合多環芳香族アミン誘導体等が挙げられる。

[0047] (電子輸送層)

電子輸送層 6 は、電子輸送性の高い物質を含む層である。電子輸送層 6 に用いられる化合物としては、例えば、金属錯体、複素芳香族化合物、および高分子化合物等が挙げられる。金属錯体としては、例えば、アルミニウム錯体、ベリリウム錯体、および亜鉛錯体等が挙げられる。複素芳香族化合物としては、例えば、イミダゾール誘導体、ベンゾイミダゾール誘導体、アジン誘導体、カルバゾール誘導体、およびフェナントロリン誘導体等が挙げられる。

[0048] (電子注入層)

電子注入層 7 は、電子注入性の高い物質を含む層である。電子注入層 7 に用いられる化合物としては、例えば、アルカリ金属、アルカリ土類金属、アルカリ金属化合物、およびアルカリ土類金属化合物等が挙げられる。電子注入層 7 に用いられる化合物の具体例としては、例えば、リチウム (Li)、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)、およびリチウム酸化物 (LiO_x) 等が挙げられる。金属錯体としては、例えば、リチウムキノリノラト (LiQ) 錯体などが挙げられる。

[0049] (陰極)

陰極 8 には、仕事関数の小さい (具体的には 3.8 eV 以下) 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好ましい。陰極 8 に用いられる化合物の具体例としては、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) 等のアルカリ土類金属、およびこれらを含む合金 (例えば、MgAg や AlLi)、ユーロピウム (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が挙げられる。

[0050] (膜厚)

有機ＥＬ発光装置１の各層の膜厚は、上記で特に言及した以外には制限されない。一般に膜厚が薄すぎるとピンホール等の欠陥が生じやすく、逆に厚すぎると高い印加電圧が必要となり効率が悪くなるため、通常、膜厚は、数ｎｍから１μｍの範囲が好ましい。

[0051] (層形成方法)

有機ＥＬ発光装置１の各層の形成方法としては、上記で特に言及した以外には制限されず、乾式成膜法や湿式成膜法等の公知の方法を採用できる。乾式成膜法としては、例えば、真空蒸着法、スパッタリング法、プラズマ法、イオンプレーティング法などが挙げられる。湿式成膜法としては、例えば、スピンドコーティング法、ディッピング法、フローコーティング法、インクジェット法などが挙げられる。

[0052] <電子機器>

有機ＥＬ発光装置１は、表示装置や発光装置等の電子機器に使用できる。表示装置としては、例えば、有機ＥＬパネルモジュール等の表示部品、テレビ、携帯電話、タブレットもしくはパーソナルコンピュータ等が挙げられる。発光装置としては、例えば、照明、もしくは車両用灯具等が挙げられる。

[0053] [第二実施形態]

第二実施形態に係る有機ＥＬ発光装置の構成について説明する。第二実施形態の説明において第一実施形態と同一の構成要素は、同一符号や名称を付す等して説明を省略もしくは簡略化する。また、第二実施形態では、特に言及されない材料や化合物については、第一実施形態で説明した材料や化合物と同様の材料や化合物を用いることができる。

[0054] 図４には、本実施形態に係る有機ＥＬ発光装置１Ａの概略図が示されている。本実施形態の有機ＥＬ発光装置１Ａは、共通層５１が第一の画素１１および第二の画素２１に亘って共通して設けられた層である点、第三の画素３１は、共通層５１と接していない点で、第一実施形態の有機ＥＬ発光装置１と相違する。その他の点については第一実施形態と同様である。

[0055] 本実施形態では、第一の画素１１が赤色の発光を呈し、第二の画素２１が

青色の発光を呈し、第三の画素 3 1 が緑色の発光を呈する有機 EL 発光装置 1 A を例に挙げて説明する。

[0056] 有機 EL 発光装置 1 A の発光帯域 5 A は、遅延蛍光性化合物を含む共通層 5 1 を有する。本実施形態では、共通層 5 1 は、第一の蛍光発光性化合物をさらに含んでもよい。

[0057] 第一の画素 1 1 の発光帯域 5 A は、正孔輸送層 4 と電子輸送層 6 との間に、非共通層としての第一の発光層 1 5 A を有し、第一の発光層 1 5 A と電子輸送層 6 との間に共通層 5 1 が設けられている。第一の発光層 1 5 A は、共通層 5 1 に接している。本実施形態では、第一の発光層 1 5 A は、第二の蛍光発光性化合物を含むので、前述と同様、第一の画素 1 1 の発光効率を向上させることができる。

[0058] 第二の画素 2 1 の発光帯域 5 A は、共通層 5 1 を有する。第二の画素 2 1 は、共通層 5 1 からの発光を呈する。第二の画素 2 1 において共通層 5 1 が遅延蛍光性化合物を含んでいる。また、共通層 5 1 が第一の蛍光発光性化合物を含んでいる場合、前述と同様、第二の画素 2 1 の発光効率を向上させることができる。第一の蛍光発光性化合物の一重項エネルギーよりも、遅延蛍光性化合物の一重項エネルギーが大きいことが好ましい。

[0059] 第三の画素 3 1 の発光帯域 5 A は、正孔輸送層 4 と電子輸送層 6 との間に、非共通層としての第三の発光層 3 5 A を有する。

[0060] 共通層 5 1 からの発光のピーク波長は、非共通層としての第一の発光層 1 5 A からの発光のピーク波長よりも小さいことが好ましい。このようなピーク波長の関係を満たすことで、共通層 5 1 から第一の発光層 1 5 A へエネルギー移動し易い。

[0061] 共通層 5 1 に含まれる遅延蛍光性化合物の発光準位のエネルギーは、非共通層としての第一の発光層 1 5 A に含まれる化合物の発光準位のエネルギーよりも大きいことが好ましい。このような発光準位のエネルギーの関係を満たすことで、共通層 5 1 から第一の発光層 1 5 A へエネルギー移動し易い。

[0062] 本実施形態の有機 EL 発光装置 1 A によっても、発光効率を向上させるこ

とができる。

[0063] 〔第三実施形態〕

第三実施形態に係る有機EL発光装置の構成について説明する。第三実施形態の説明において第一実施形態や第二実施形態と同一の構成要素は、同一符号や名称を付す等して説明を省略もしくは簡略化する。また、第三実施形態では、特に言及されない材料や化合物については、第一実施形態で説明した材料や化合物と同様の材料や化合物を用いることができる。

[0064] 図5には、本実施形態に係る有機EL発光装置1Bの概略図が示されている。本実施形態の有機EL発光装置1Bは、共通層52が第一の画素12および第二の画素22に亘って共通して設けられた層である点、第三の画素32は、共通層52と接していない点、共通層52と第一の発光層15Bとの間に障壁層9を含む点、並びに第一の画素12が赤色の発光を呈し、第二の画素22が緑色の発光を呈し、第三の画素32が青色の発光を呈する点において第一実施形態の有機EL発光装置1と相違する。その他の点については第一実施形態と同様である。

[0065] 有機EL発光装置1Bの発光帯域5Bは、遅延蛍光性化合物を含む共通層52を有する。本実施形態では、共通層52は、第一の蛍光発光性化合物をさらに含んでもよい。第一の蛍光発光性化合物の一重項エネルギーよりも、遅延蛍光性化合物の一重項エネルギーが大きいことが好ましい。

[0066] 第一の画素12の発光帯域5Bは、正孔輸送層4と電子輸送層6との間に、非共通層としての第一の発光層15Bを有し、第一の発光層15Bと電子輸送層6との間に共通層52を有する。本実施形態では、第一の発光層15Bは、第二の蛍光発光性化合物を含む。

本実施形態では、共通層52と第一の発光層15Bとの間に障壁層9をさらに有する。障壁層9に含まれる化合物の T_{77K} [K]におけるエネルギーギャップ T_{77K} (BL)は、共通層52に含まれる遅延蛍光性化合物の T_{77K} [K]におけるエネルギーギャップ T_{77K} (DF)以上であることが好ましく、障壁層9に含まれる化合物の T_{77K} (BL)は、共通層52に含まれる遅延蛍光

性化合物の T_{77K} (DF) よりも大きいことがより好ましい。このような障壁層 9 を共通層 5 2 と第一の発光層 1 5 B との間に含んでいることにより、共通層 5 2 から第一の発光層 1 5 B への三重項エネルギーの移動を抑制し、共通層 5 2 の内部で三重項励起子から一重項励起子へ変換した後に一重項エネルギーを第一の発光層 1 5 B へと移動させることができる。そのため、有機 EL 発光装置 1 B によれば、第一の画素 1 2 の発光効率を向上させることができる。

[0067] さらに、障壁層 9 に含まれる化合物の 7 7 [K] におけるエネルギーギャップ T_{77K} (BL) は、非共通層としての第一の発光層 1 5 B に含まれる第二の蛍光発光性化合物の 7 7 [K] におけるエネルギーギャップ T_{77K} (M2) 以上であることが好ましい。障壁層 9 に含まれる化合物の一重項エネルギーは、第二の蛍光発光性化合物の一重項エネルギー以上であることが好ましく、第二の蛍光発光性化合物の一重項エネルギーよりも大きいことがより好ましい。

[0068] 第二の画素 2 2 の発光帯域 5 B は、共通層 5 2 を有する。第二の画素 2 2 は、共通層 5 2 からの発光を呈する。第二の画素 2 2 において共通層 5 2 が遅延蛍光性化合物を含んでいる。また、共通層 5 2 が第一の蛍光発光性化合物を含んでいる場合、前述と同様、第二の画素 2 2 の発光効率を向上させることができる。

[0069] 第三の画素 3 2 の発光帯域 5 B は、正孔輸送層 4 と電子輸送層 6 との間に、非共通層としての第三の発光層 3 5 B を有する。

[0070] 共通層 5 2 からの発光のピーク波長は、非共通層としての第一の発光層 1 5 B からの発光のピーク波長よりも小さいことが好ましい。このようなピーク波長の関係を満たすことで、共通層 5 2 から第一の発光層 1 5 B へエネルギー移動し易い。

[0071] 共通層 5 2 に含まれる遅延蛍光性化合物の発光準位のエネルギーは、非共通層としての第一の発光層 1 5 B に含まれる化合物の発光準位のエネルギーよりも大きいことが好ましい。このような発光準位のエネルギーの関係を満

たすことで、共通層 5 2 から第一の発光層 1 5 B へエネルギー移動し易い。

[0072] 本実施形態の有機 EL 発光装置 1 B によっても、発光効率を向上させることができる。

[0073] 〔実施形態の変形例〕

なお、本発明は、上述の実施形態に限定されない。本発明の目的を達成できる範囲での変更、改良などは、本発明に含まれる。

[0074] 例えば、前記実施形態では、各画素が、赤色、緑色、または青色の発光を呈する態様を例に挙げて説明したが、本発明はこのような態様に限定されない。画素が呈するその他の発光色としては、例えば、黄色、橙色、水色、紫色及び白色などが挙げられる。

[0075] 他の有機 EL 発光装置としては、例えば、第二実施形態の有機 EL 発光装置 1 A において、第一の画素が緑色の発光を呈し、第三の画素が赤色の発光を呈する態様に変更した態様が挙げられる。

[0076] 他の有機 EL 発光装置としては、例えば、第二実施形態の有機 EL 発光装置 1 A を、第一の画素が赤色の発光を呈し、第二の画素が緑色の発光を呈し、第三の画素が青色の発光を呈する態様に変更した態様が挙げられる。

[0077] 共通層および非共通層を積層させる順序は、前述の実施形態で例示した態様に限定されない。例えば、共通層と陽極との間に非共通層を設けてもよいし、共通層と陰極との間に非共通層を設けてもよい。例えば、第一実施形態の有機 EL 発光装置において、第一の画素の非共通層としての第一の発光層を電子輸送層と共通層との間に設け、第三の画素の非共通層としての第三の発光層を正孔輸送層と共通層との間に設けた態様であってもよい。

[0078] 障壁層は、第三実施形態以外の有機 EL 発光装置において設けられていてもよい。障壁層は、共通層と非共通層との間に設けられる。例えば、第一実施形態の有機 EL 発光装置において、第一の画素の非共通層としての第一の発光層と共通層との間に第一の障壁層を設け、第三の画素の非共通層としての第三の発光層と共通層との間に第二の障壁層を設けてもよい。複数の障壁層を有する有機 EL 発光装置において、それぞれの障壁層に含まれる化合物

は、同じでも異なってもよい。障壁層に用いられる化合物は、障壁層と接する非共通層としての発光層に含まれる化合物や、共通層に含まれる遅延蛍光性化合物に応じて、適宜、選択される。

[0079] 前記実施形態では、非共通層としての発光層に蛍光発光性化合物を含む態様を例に挙げて説明したが、本発明はこれらの態様に限定されない。例えば、非共通層としての発光層は、燐光発光性化合物を含んでいてもよい。共通層は遅延蛍光性化合物を含んでいるので、従来の有機EL発光装置に比べて、共通層から燐光発光性化合物を含む層へエネルギー移動し易い。燐光発光性化合物は三重項励起状態から発光可能な化合物である。青色の発光を呈する燐光発光性化合物としては、例えば、イリジウム錯体、オスミウム錯体、および白金錯体等の金属錯体が使用される。緑色の発光を呈する燐光発光性化合物としては、例えば、イリジウム錯体、テルビウム錯体等が使用される。赤色の発光を呈する燐光発光性化合物としては、例えば、イリジウム錯体、白金錯体、およびユーロピウム錯体等の金属錯体が使用される。発光層は、燐光発光性化合物および前述のホスト材料を含んでいてもよい。

[0080] 共通層に直接または障壁層等を介して間接的に接する発光層に含まれる発光性の化合物は、各画素で同じ発光型であっても、異なる発光型であってもよい。例えば、第一実施形態の有機EL発光装置において、第一の画素の第一の発光層には燐光発光性化合物が含まれ、第三の画素の第三の発光層には蛍光発光性化合物が含まれている態様でもよいし、第一の発光層に蛍光発光性化合物が含まれ、第三の発光層に燐光発光性化合物が含まれている態様でもよい。

[0081] また、非共通層としての発光層にも遅延蛍光性化合物が含まれていてもよい。この場合、発光層には、遅延蛍光性化合物および蛍光発光性化合物が含まれていることがより好ましい。

[0082] 有機EL発光装置の発光帯域の構成は、前記実施形態の例示に限定されない。例えば、発光帯域は、下記表1～4に示すNo. 1～36の構成であってもよい。

表 1 ～ 4 において、D F は、遅延蛍光性化合物を表し、F L は、蛍光発光性化合物を表し、P H は、燐光発光性化合物を表す。N o. 1 の構成では、第一、第二、および第三の画素に亘って共通して設けられる共通層は、D F + F L、すなわち、遅延蛍光性化合物および蛍光発光性化合物を含んでいることを示している。第一の発光層および第三の発光層は、F L、すなわち、蛍光発光性の化合物を含んでいることを示している。なお、表 1 ～ 4 において、同じ記号であっても、互いに異なる化合物を示す場合もある。例えば、N o. 1 の構成では、第一の発光層に含まれる蛍光発光性化合物 F L と、第三の発光層に含まれる蛍光発光性化合物 F L とは、異なる化合物である場合がある。また、各画素の層構成において、共通層／発光層のように、積層構成を「／」で示している。表 1 ～ 4 においては、積層構成は、直接積層されていてもよいし、共通層と発光層との間に障壁層を含んでいてもよい。

また、表 1 ～ 4 においては、共通層として、「共通層 (D F + F L)」の構成を例示したが、本発明は、これらの態様に限定されず、蛍光発光性化合物 F L を含まない構成の「共通層 (D F)」であってもよい。

さらに、表 1 ～ 4 においては、第一の発光層又は第三の発光層として、「第一の発光層 (D F)」、「第三の発光層 (D F)」の構成を例示したが、本発明は、これらの態様に限定されず、蛍光発光性化合物 F L を含む構成の「第一の発光層 (D F + F L)」、「第三の発光層 (D F + F L)」であってもよい。

[0083] [表1]

No.	第二の画素 (青色)	第一の画素 (緑色)	第三の画素 (赤色)
1	共通層 (D F + F L)	共通層 (D F + F L) / 第一の発光層 (F L)	共通層 (D F + F L) / 第三の発光層 (F L)
2			共通層 (D F + F L) / 第三の発光層 (P H)
3			共通層 (D F + F L) / 第三の発光層 (D F)
4		共通層 (D F + F L) / 第一の発光層 (P H)	共通層 (D F + F L) / 第三の発光層 (F L)
5			共通層 (D F + F L) / 第三の発光層 (P H)
6			共通層 (D F + F L) / 第三の発光層 (D F)
7		共通層 (D F + F L) / 第一の発光層 (D F)	共通層 (D F + F L) / 第三の発光層 (F L)
8			共通層 (D F + F L) / 第三の発光層 (P H)
9			共通層 (D F + F L) / 第三の発光層 (D F)

[0084]

[表2]

No.	第三の画素 （青色）	第二の画素 （緑色）	第一の画素 （赤色）
10	第三の発光層（DF）	共通層（DF+FL）	共通層（DF+FL）／第一の発光層（FL）
11			共通層（DF+FL）／第一の発光層（PH）
12			共通層（DF+FL）／第一の発光層（DF）
13	第三の発光層（FL）		共通層（DF+FL）／第一の発光層（FL）
14			共通層（DF+FL）／第一の発光層（PH）
15			共通層（DF+FL）／第一の発光層（DF）
16	第三の発光層（PH）		共通層（DF+FL）／第一の発光層（FL）
17			共通層（DF+FL）／第一の発光層（PH）
18			共通層（DF+FL）／第一の発光層（DF）

[0085] [表3]

No.	第二の画素 (青色)	第三の画素 (緑色)	第一の画素 (赤色)
19	共通層 (DF+FL)	第三の発光層 (DF)	共通層 (DF+FL) / 第一の発光層 (FL)
20			共通層 (DF+FL) / 第一の発光層 (PH)
21			共通層 (DF+FL) / 第一の発光層 (DF)
22		第三の発光層 (FL)	共通層 (DF+FL) / 第一の発光層 (FL)
23			共通層 (DF+FL) / 第一の発光層 (PH)
24			共通層 (DF+FL) / 第一の発光層 (DF)
25		第三の発光層 (PH)	共通層 (DF+FL) / 第一の発光層 (FL)
26			共通層 (DF+FL) / 第一の発光層 (PH)
27			共通層 (DF+FL) / 第一の発光層 (DF)

[0086] [表4]

No.	第二の画素 (青色)	第一の画素 (緑色)	第三の画素 (赤色)
28	共通層 (DF+FL)	共通層 (DF+FL) / 第一の発光層 (FL)	第三の発光層 (DF)
29		共通層 (DF+FL) / 第一の発光層 (PH)	
30		共通層 (DF+FL) / 第一の発光層 (DF)	
31		共通層 (DF+FL) / 第一の発光層 (FL)	第三の発光層 (FL)
32		共通層 (DF+FL) / 第一の発光層 (PH)	
33		共通層 (DF+FL) / 第一の発光層 (DF)	
34		共通層 (DF+FL) / 第一の発光層 (FL)	第三の発光層 (PH)
35		共通層 (DF+FL) / 第一の発光層 (PH)	
36		共通層 (DF+FL) / 第一の発光層 (DF)	

[0087] 有機EL発光装置は、各画素から放射される光の色を変換させる色変換装置を備えていてもよい。色変換装置としては、カラーフィルタ等が挙げられる。例えば、第一の画素の発光が、共通層からの発光と発光層からの発光との混色である場合に、有機EL発光装置に色変換装置を設けることにより、共通層からの発光を遮断し、発光層からの発光を透過させることもできる。

[0088] 発光層は、1層に限られず、複数の発光層が積層されていてもよい。一画素が複数の発光層を有する場合、少なくとも1つの発光層が、共通層に直接的に接するか、または障壁層等を介して間接的に接していることが好ましい。一画素に含まれる複数の発光層は、同じ発光型であっても、異なる発光型であってもよい。一画素に含まれる複数の発光層は、互いに隣接して設けら

れていてもよいし、中間層を介して複数の発光ユニットが積層された、いわゆるタンデム型の積層構造であってもよい。

[0089] 発光層と電子輸送層との間や、発光層と正孔輸送層との間には、共通層と発光層との間に設けた前述の障壁層とは別に、ブロック層を隣接させて設けてもよい。ブロック層は、発光層に接して配置され、正孔、電子および励起子の少なくともいずれかを阻止することが好ましい。

例えば、共通層と正孔輸送層との間に発光層を有する場合、発光層と正孔輸送層との間に第一のブロック層を設けることが好ましい。また、共通層と電子輸送層との間に発光層を有する場合、発光層と電子輸送層との間に第二のブロック層を設けることが好ましい。

有機EL発光装置が第一のブロック層を有する場合、当該第一のブロック層は、正孔を輸送し、電子が当該第一のブロック層よりも陽極側の層（例えば、正孔輸送層）に到達することを阻止する。

有機EL発光装置が第二のブロック層を有する場合、当該第二のブロック層は、電子を輸送し、正孔が当該第二のブロック層よりも陰極側の層（例えば、電子輸送層）に到達することを阻止する。

また、励起エネルギーが発光層からその周辺層に漏れ出さないように、第一のブロック層および第二のブロック層の少なくともいずれかを、発光層に隣接させてもよい。発光層で生成した励起子が、当該ブロック層よりも電極側の層（例えば、電子輸送層や正孔輸送層）に移動することを阻止する。発光層とブロック層とは接合していることが好ましい。

[0090] 有機EL発光装置において、各画素をそれぞれ独立に発光させることができるように、共通層を設けつつ、画素同士を分離させてもよい。例えば、陽極を画素ごとに分離させてもよいし、陽極から正孔輸送層または発光層までの層構成を画素ごとに分離させてもよいし、電子輸送層から陰極までの層構成を分離させてもよいし、陰極を画素ごとに分離させてもよい。分離させた画素同士の間には、絶縁膜等を介在させてもよい。

[0091] 有機EL発光装置を画素ごとに駆動させるために、各画素を駆動させる薄

膜トランジスタを基板に形成し、さらに各画素に対応する画素電極（陽極）を形成し、画素電極の上に前述の各層を形成させてもよい。

[0092] また、前記実施形態では、3種類以上の画素が並列して設けられている有機EL発光装置を例に挙げて説明したが、2種類の画素が並列して設けられている有機EL発光装置であってもよい。また、有機EL発光装置は、2種類以上の画素からなる組を複数備えていてもよい。例えば、第一の画素、第二の画素、および第三の画素の3種類の画素からなる組を、複数備える有機EL発光装置であってもよい。

[0093] 第一の実施形態の有機EL発光装置に限らず、本発明の有機EL発光装置は、電子機器に利用できる。

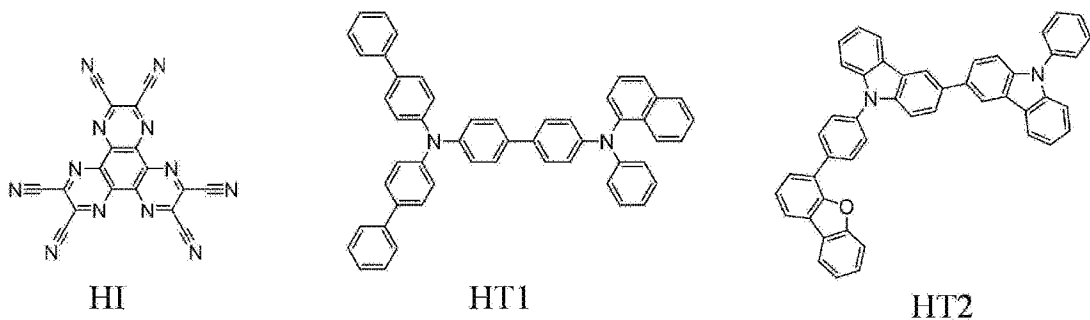
[0094] その他、本発明の実施における具体的な構造および形状などは、本発明の目的を達成できる範囲で他の構造などとしてもよい。

実施例

[0095] 本発明に係る実施例を説明する。本発明はこれらの実施例によって限定されない。

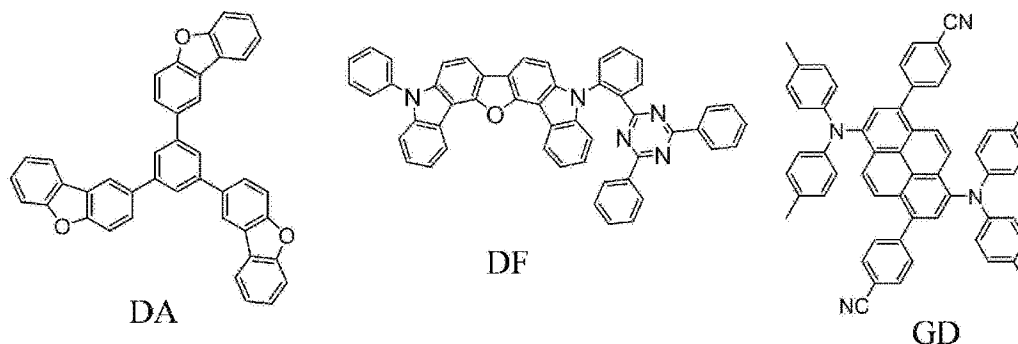
[0096] 有機EL発光装置の製造に用いた化合物を以下に示す。

[0097] [化4]

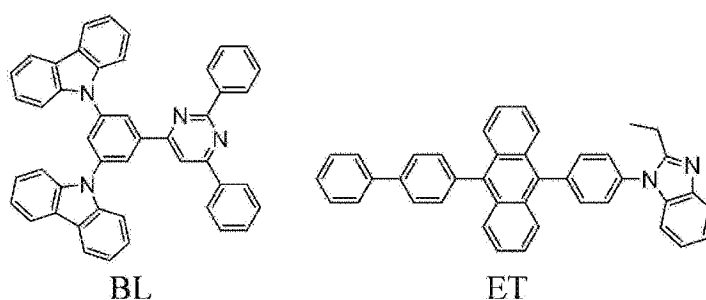


[0098]

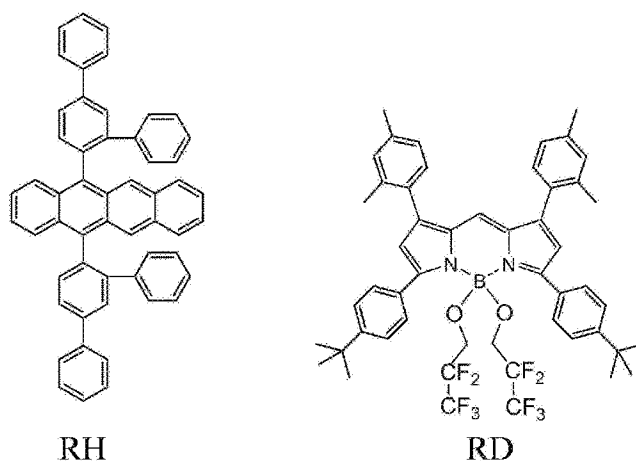
[化5]



[0099] [化6]



[0100] [化7]



[0101] <化合物の評価>

次に、本実施例で使用了化合物の物性を測定した。測定方法および算出方法を以下に示す。

[0102] (遅延蛍光性)

遅延蛍光性は図2に示す装置を利用して過渡PLを測定することにより確認した。前記化合物DFと前記化合物TH-2とを、化合物DFの割合が1

2質量%となるように石英基板上に共蒸着し、膜厚100nmの薄膜を形成して試料を作製した。前記化合物DFが吸収する波長のパルス光（パルスレーザーから照射される光）で励起された後、当該励起状態から即座に観察されるPrompt発光（即時発光）と、当該励起後、即座には観察されず、その後観察されるDelay発光（遅延発光）とが存在する。本実施例における遅延蛍光性とは、Delay発光（遅延発光）の量がPrompt発光（即時発光）の量に対して5%以上を意味する。

化合物DFについて、Delay発光（遅延発光）の量がPrompt発光（即時発光）の量に対して5%以上あることが確認された。

Prompt発光とDelay発光の量は、“Nature 492, 234–238, 2012”に記載された方法と同様の方法により、求めることができる。なお、Prompt発光とDelay発光の量の算出に使用される装置は、図2の装置や文献に記載された装置に限定されない。

[0103]（発光準位のエネルギー）

各化合物の発光準位のエネルギーは、下記の通りである。各化合物の発光準位のエネルギーは、前述の一重項エネルギーの測定方法に準じて測定される。

化合物DF：2.73 eV

化合物GD：2.44 eV

化合物RD：2.00 eV

[0104] <有機EL発光装置の構成>

実施例1～2の有機EL発光装置における第一の画素（R）および第二の画素（G）の構成を簡略的に表5に示す。実施例1～2の有機EL発光装置において、第二の画素（G）は、同じ構成である。実施例1～2の有機EL発光装置には、共通層（G）を共通して設けた。

[0105]

[表5]

実施例1～2	実施例1	実施例2
第二の画素(G)	第一の画素(R)	第一の画素(R)
陰極	陰極	陰極
電子注入層	電子注入層	電子注入層
電子輸送層	電子輸送層	電子輸送層
ブロック層	ブロック層	ブロック層
共通層(G)	共通層(G)	共通層(G)
第二の正孔輸送層	第一の発光層(R)	障壁層
	第二の正孔輸送層	第一の発光層(R)
第一の正孔輸送層	第一の正孔輸送層	第二の正孔輸送層
正孔注入層	正孔注入層	第一の正孔輸送層
陽極	正孔注入層	正孔注入層
	陽極	陽極

[0106] 比較例1の有機EL発光装置における画素(R)の構成を簡略的に表6に示す。比較例1の有機EL発光装置には、化合物DFを含有しない共通層を設けた。

[0107] [表6]

比較例1
第一の画素(R)
陰極
電子注入層
電子輸送層
ブロック層
共通層(G)
第一の発光層(R)
第二の正孔輸送層
第一の正孔輸送層
正孔注入層
陽極

[0108] <有機EL発光装置の作製>

有機EL発光装置を以下のように作製した。

[0109] (実施例1)

25mm×75mm×1.1mm厚のITO透明電極(陽極)付きガラス基板(ジオマティック社製)を、イソプロピルアルコール中で5分間超音波洗浄を行なった後、UVオゾン洗浄を30分間行なった。ITOの膜厚は、130nmとした。

洗浄後の透明電極ライン付きガラス基板を真空蒸着装置の基板ホルダーに装着した。まず、透明電極ラインが形成されている側の面上に透明電極を覆うように化合物H Iを蒸着し、第一の画素（R）および第二の画素（G）の正孔注入層を形成した。正孔注入層の膜厚は、5 nmとした。

次に、正孔注入層の上に、化合物H T 1を蒸着し、H I膜上に第一の画素（R）および第二の画素（G）の第一の正孔輸送層を形成した。第一の正孔輸送層の膜厚は、80 nmとした。

次に、第二の画素（G）の第一の正孔輸送層の上に、化合物H T 2を蒸着し、第二の正孔輸送層を形成した。第二の正孔輸送層の膜厚は、10 nmとした。

また、第一の画素（R）の第一の正孔輸送層の上に、化合物H T 2を蒸着し、第二の正孔輸送層を形成した。第二の正孔輸送層の膜厚は、5 nmとした。さらに、第二の正孔輸送層の上に、化合物R Hと、化合物R Dとを共蒸着し、第一の発光層（R）を形成した。第一の発光層（R）の膜厚は、5 nmとした。第一の発光層（R）における化合物R Dの濃度を1質量%とした。

続いて、第二の画素（G）の第二の正孔輸送層、および第一の画素（R）の第一の発光層（R）の上に、同時に、化合物D Aと、化合物D Fと、化合物G Dとを共蒸着し、第一の画素（R）および第二の画素（G）に共通して亘る共通層（G）を形成した。共通層（G）における化合物D Fの濃度を50質量%とし、化合物G Dの濃度を1質量%とした。共通層（G）の膜厚は5 nmとした。

次に、第一の画素（R）および第二の画素（G）の共通層（G）の上に、化合物B Lを蒸着し、膜厚5 nmのブロック層を形成した。

次に、第一の画素（R）および第二の画素（G）のブロック層の上に、化合物E Tを蒸着し、膜厚20 nmの電子輸送層を形成した。

次に、第一の画素（R）および第二の画素（G）の電子輸送層上に、フッ化リチウム（L i F）を蒸着し、膜厚1 nmの電子注入層を形成した。

そして、第一の画素（R）および第二の画素（G）の電子注入層の上に、金属アルミニウム（Al）を蒸着し、膜厚80nmの陰極を形成した。

実施例1の有機EL発光装置の構成を略式的に示すと、次のとおりである。

第一の画素（R）：ITO（130） / HI（5） / HT1（80） / HT2（5） / RH
:RD（5, RD:1%） / DA:DF:GD（5, DF:50%, GD:1%） / BL（5） / ET（20） /
LiF（1） / Al（80）

第二の画素（G）：ITO（130） / HI（5） / HT1（80） / HT2（10） /
DA:DF:GD（5, DF:50%, GD:1%） / BL（5） / ET（20） / LiF（1） / Al（80）
)

なお、括弧内の数字は、膜厚（単位：nm）を示す。また、同じく括弧内において、パーセント表示された数字は、層に含まれる化合物の割合（質量％）を示す。

[0110]（実施例2）

実施例2の有機EL発光装置において、第二の画素（G）は、実施例1と同様であり、第一の画素（R）は、以下の点で実施例1と相違する。

第一の画素（R）の第一の発光層（R）の上に、化合物HT2を蒸着し障壁層とした。障壁層の膜厚は、1nmとした。

障壁層の上に積層される共通層（G）から陰極までの構成は、実施例1の第一の画素（R）と同様である。

実施例2の有機EL発光装置における第一の画素（R）の構成を略式的に示すと、次のとおりである。

第一の画素（R）：ITO（130） / HI（5） / HT1（80） / HT2（5） / RH
:RD（5, RD:1%） / HT2（1） / DA:DF:GD（5, DF:50%, GD:1%） / BL（5） / ET
（20） / LiF（1） / Al（80）

[0111]（比較例1）

比較例1の有機EL発光装置は、実施例1の第一の画素（R）における共通層（G）中にDFを含まない点、および第二の画素（G）を備えていない

点で、実施例 1 の有機 EL 発光装置と相違する。

比較例 1 の有機 EL 発光装置の構成を略式的に示すと、次のとおりである。

第一の画素 (R) : IT0 (130) / HI (5) / HT1 (80) / HT2 (5) / RH :RD (5, RD:1%) / DA:GD (5, GD:1%) / BL (5) / ET (20) / LiF (1) / Al (80)

[0112] <有機 EL 発光装置の評価>

実施例 1 ～ 2 および比較例 1 において作製した有機 EL 素子について、以下の評価を行った。評価結果を表 7 に示す。

[0113] ・輝度－電流効率 (L / J)

電流密度が $10 \text{ mA} / \text{cm}^2$ となるように、作製した有機 EL 発光装置に電圧を印加し、その時の輝度 L (単位 cd / m^2) を、分光放射輝度計 (コニカミノルタ株式会社製、商品名 : CS-1000) を用いて計測した。

得られた輝度に対し、輝度－電流効率 (単位 cd / A) を算出した。なお、表 7 には、比較例 1 の輝度－電流効率を 1 とした相対値で示した。

[0114] ・ピーク波長 λ_p

得られた上記分光放射輝度スペクトルからピーク波長 λ_p を求めた。

第一の画素 (R) からのピーク波長 $\lambda_p (R)$ は、 620 nm であった。第二の画素 (G) からの発光のピーク波長 $\lambda_p (G)$ は、 532 nm であった。

[0115] [表 7]

	共通層	L/J (相対値)	$\lambda_p (G)$ (nm)	$\lambda_p (R)$ (nm)
実施例 1	DFあり	2.2	532	620
実施例 2	DFあり	2.3	532	620
比較例 1	DFなし	1	532	620

[0116] 遅延蛍光性化合物を含有する共通層を備えた実施例 1 ～ 2 の有機 EL 発光装置によれば、共通層に DF を含有しない比較例 1 の有機 EL 発光装置に比べて、輝度－電流効率が 2.2 ～ 2.3 倍向上した。特に、実施例 2 では、共通層と発光層との間に障壁層を用いたため、実施例 1 よりも輝度－電流効

率（ L/J ）が向上した。

符号の説明

[0117] 1, 1 A, 1 B…有機EL発光装置、9…障壁層、10, 11, 12…第一の画素、15, 15 A, 15 B…第一の発光層（非共通層）、20, 21, 22…第二の画素、30, 31, 32…第三の画素、35, 35 A, 35 B…第三の発光層、50, 51, 52…共通層。

請求の範囲

- [請求項1] 第一の画素および第二の画素を含む複数の画素を備え、
前記第一の画素および前記第二の画素は、前記第一の画素および前記第二の画素に亘って共通して設けられた共通層を有し、
前記第二の画素以外の画素は、それぞれ非共通層を有し、
前記共通層は、遅延蛍光性の化合物を含み、
前記第二の画素は、前記共通層からの発光を呈し、
前記第二の画素以外の画素は、それぞれの前記非共通層からの発光を呈する、
有機EL発光装置。
- [請求項2] 前記共通層からの発光のピーク波長は、前記非共通層からの発光のピーク波長よりも小さい、請求項1に記載の有機EL発光装置。
- [請求項3] 前記遅延蛍光性の化合物の発光準位のエネルギーは、前記非共通層に含まれる化合物の発光準位のエネルギーよりも大きい、
請求項1または請求項2に記載の有機EL発光装置。
- [請求項4] 前記第一の画素は、前記非共通層としての第一の発光層と、前記第一の発光層および前記共通層の間に含まれる障壁層と、を有し、
前記障壁層に含まれる化合物の一重項エネルギーは、前記第一の発光層に含まれる第二の蛍光発光性化合物の一重項エネルギー以上である、
請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の有機EL発光装置。
- [請求項5] 前記共通層は、蛍光発光性の化合物をさらに含む、
請求項1から請求項4のいずれか一項に記載の有機EL発光装置。
- [請求項6] 前記共通層に含まれる前記蛍光発光性の化合物の一重項エネルギーよりも、前記遅延蛍光性の化合物の一重項エネルギーが大きい、
請求項5に記載の有機EL発光装置。
- [請求項7] 前記第一の画素は、前記非共通層としての第一の発光層を有し、
前記第一の発光層は、第二の蛍光発光性化合物を含む、

- 請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載の有機 EL 発光装置。
- [請求項8] 前記第一の画素は、赤色の発光を呈し、
前記第二の画素は、緑色の発光を呈する、
請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載の有機 EL 発光装置。
- [請求項9] 前記第一の画素は、赤色または緑色の発光を呈し、
前記第二の画素は、青色の発光を呈する、
請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載の有機 EL 発光装置。
- [請求項10] 第三の画素をさらに備え、
前記共通層は、前記第一の画素、前記第二の画素および前記第三の画素に亘って共通して設けられ、
前記第一の画素は、前記非共通層としての第一の発光層を有し、
前記第一の画素は、前記第一の発光層からの発光を呈し、
前記第三の画素は、前記非共通層としての第三の発光層を有し、
前記第三の画素は、前記第三の発光層からの発光を呈する、
請求項 1 から請求項 9 のいずれか一項に記載の有機 EL 発光装置。
- [請求項11] 前記第三の画素は、第三の蛍光発光性化合物を含む、
請求項 10 に記載の有機 EL 発光装置。
- [請求項12] 前記第一の画素は、赤色の発光を呈し、
前記第二の画素は、青色の発光を呈し、
前記第三の画素は、緑色の発光を呈する、
請求項 10 または請求項 11 に記載の有機 EL 発光装置。
- [請求項13] 前記第一の画素および前記第二の画素を含む複数の画素は、それぞれ陽極を含み、
前記陽極と前記共通層との間に正孔輸送層を含む、
請求項 1 から請求項 12 のいずれか一項に記載の有機 EL 発光装置。
- [請求項14] 前記第一の画素および前記第二の画素を含む複数の画素は、それぞれ陰極を含み、

前記陰極と前記共通層との間に電子輸送層を含む、

請求項 1 から請求項 1 3 のいずれか一項に記載の有機 E L 発光装置

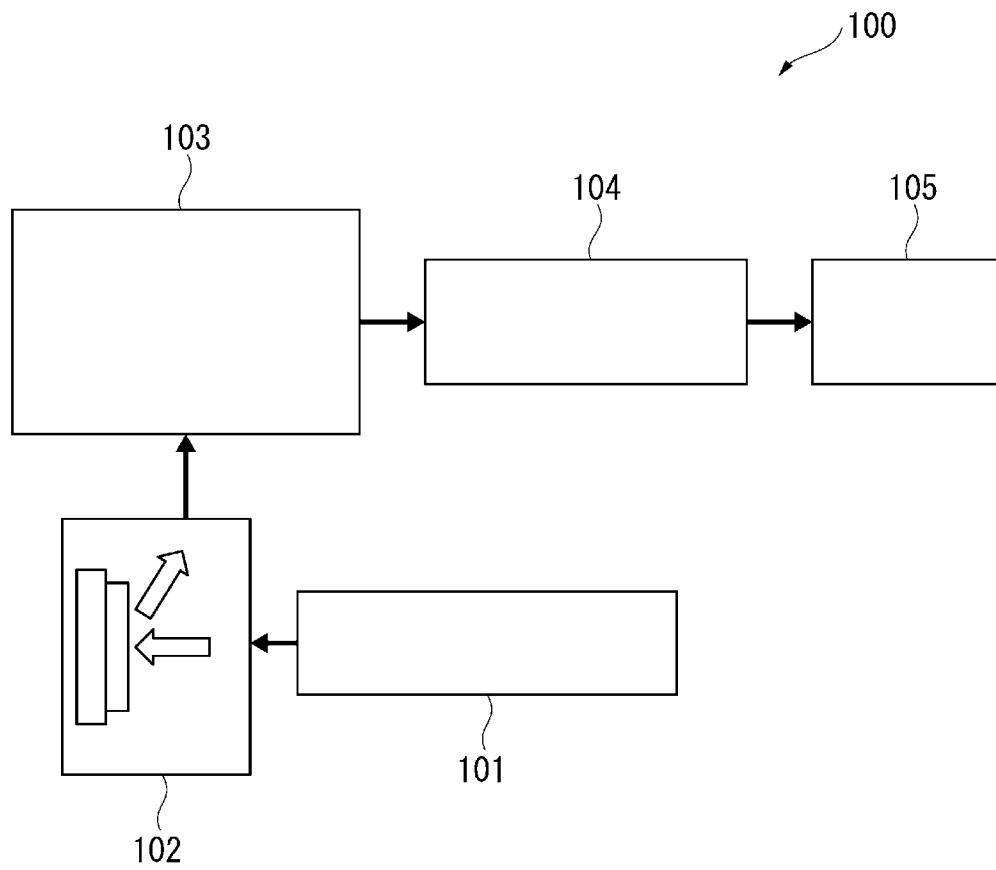
。

[請求項15] 請求項 1 から請求項 1 4 のいずれか一項に記載の有機 E L 発光装置
を備える電子機器。

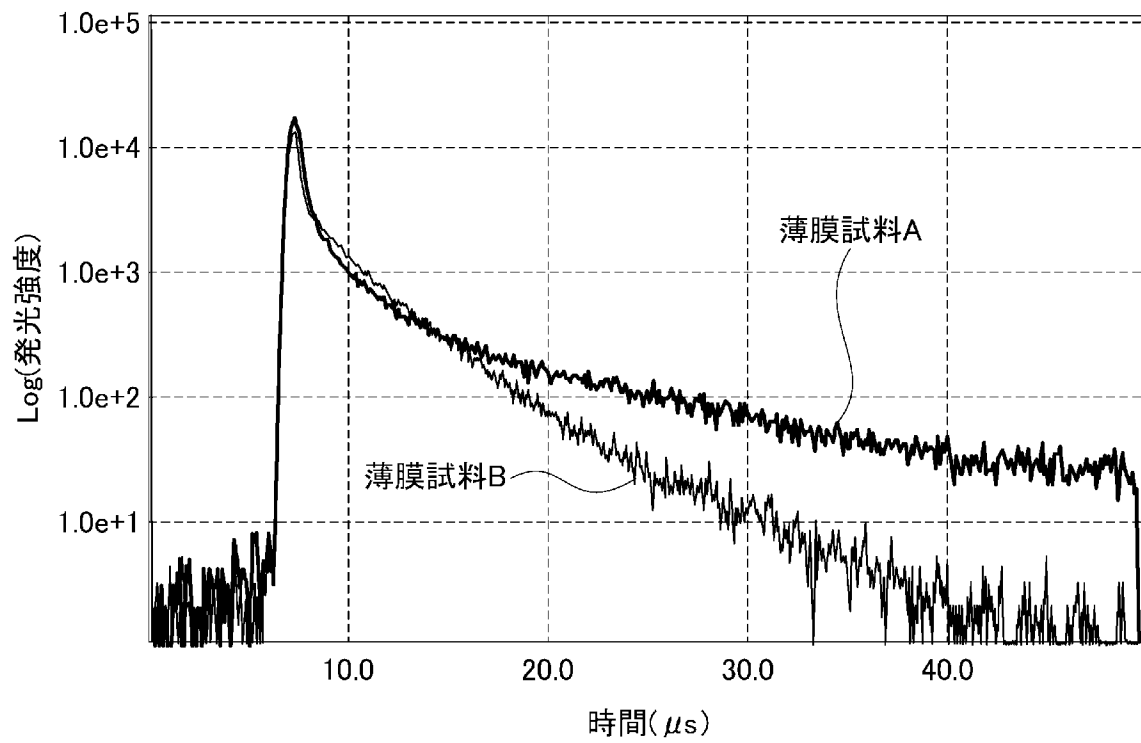
[図1]



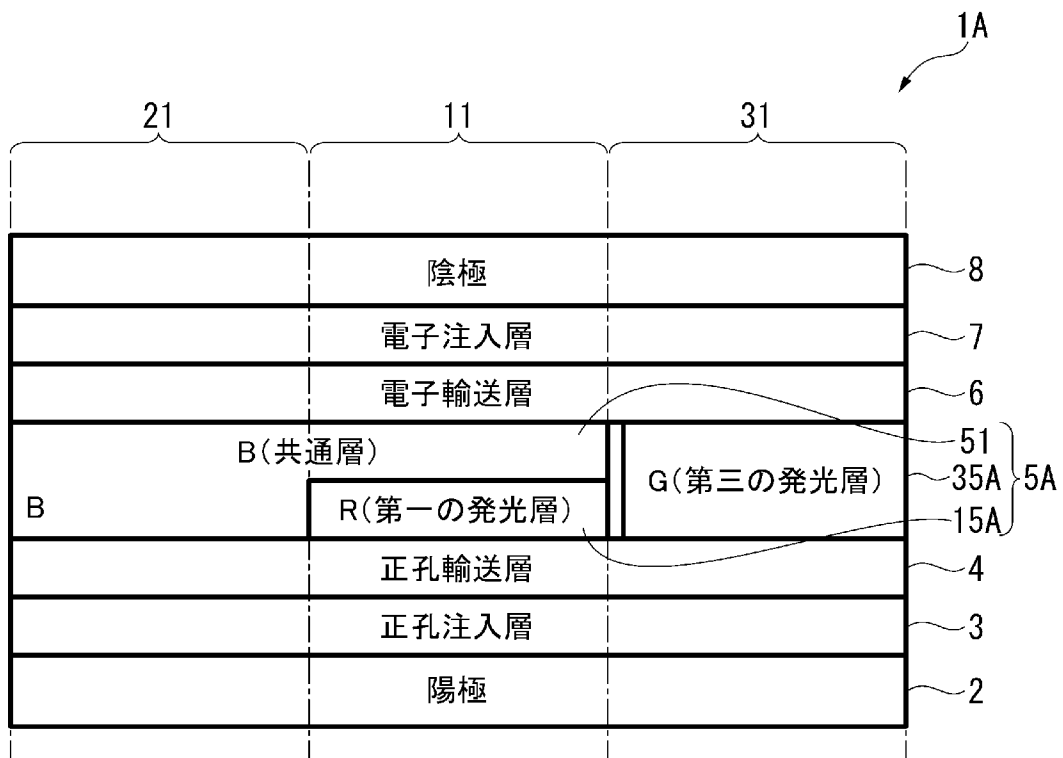
[図2]



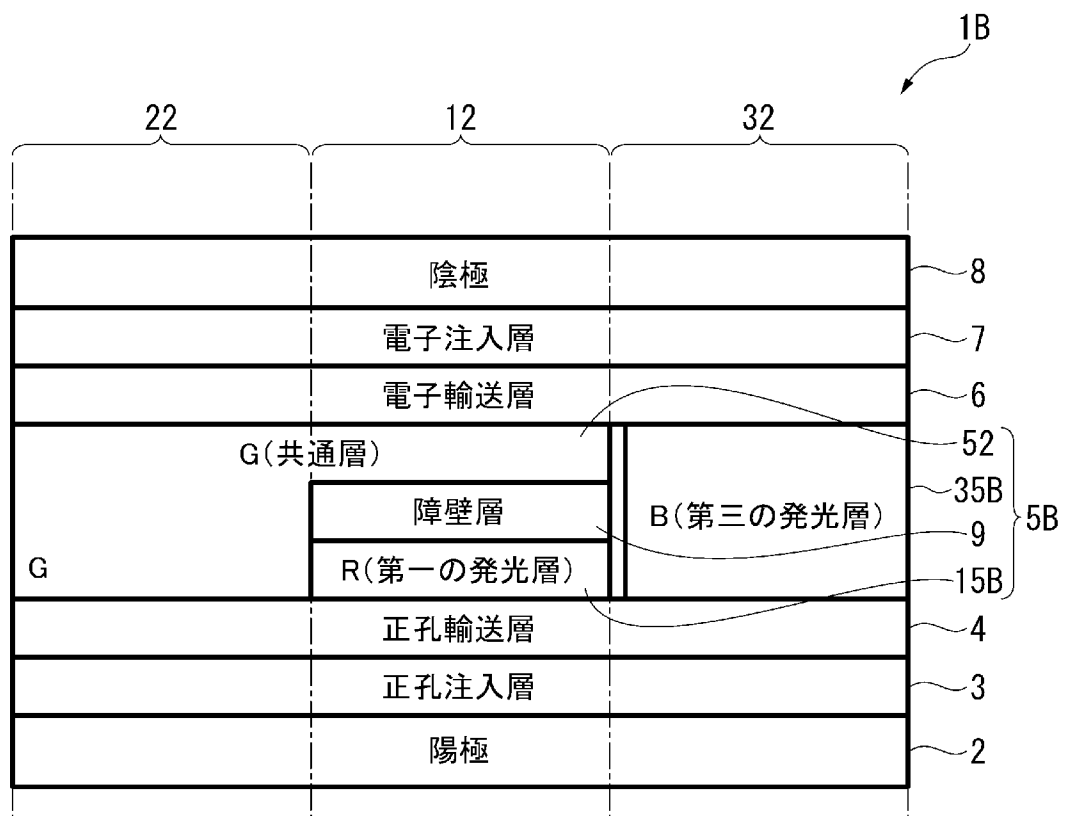
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/053593

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05B33/12(2006.01) i, H01L51/50(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H05B33/12, H01L51/50

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2008-159778 A (Sony Corp.), 10 July 2008 (10.07.2008), paragraphs [0040] to [0043], [0053] to [0054], [0074], [0077] to [0112], [0120] to [0125]; fig. 2, 5, 8, 11 to 15 & US 2008/0157657 A1 paragraphs [0057] to [0060], [0070] to [0071], [0091], [0094] to [0129], [0137] to [0142]; fig. 2A to 2B, 5, 8, 11 to 15G	1-15

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
18 April 2016 (18.04.16)

Date of mailing of the international search report
10 May 2016 (10.05.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/053593

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2014/157619 A1 (Kyushu University), 02 October 2014 (02.10.2014), paragraphs [0013] to [0016], [0119] to [0125]; fig. 1 to 6 & EP 2980877 A paragraphs [0014] to [0017], [0050] to [0060]; fig. 1 to 6 & CN 105074951 A & TW 201503445 A & KR 10-2015-0135511 A	1-15
Y	JP 2014-199857 A (Toppan Printing Co., Ltd.), 23 October 2014 (23.10.2014), paragraphs [0017] to [0018], [0028], [0034], [0039]; fig. 1 (Family: none)	4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H05B33/12(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H05B33/12, H01L51/50

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2008-159778 A（ソニー株式会社） 2008.07.10, 段落[0040]-[0043], [0053]-[0054], [0074], [0077]- [0112], [0120]-[0125], 図 2, 5, 8, 11-15 & US 2008/0157657 A1, 段落[0057]-[0060], [0070]-[0071], [0091], [0094]-[0129], [0137]-[0142], 図 2A-2B, 5, 8, 11-15G	1-15

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

18.04.2016

国際調査報告の発送日

10.05.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

本田 博幸

20

2905

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 2014/157619 A1 (国立大学法人九州大学) 2014. 10. 02, 段落[0013]-[0016], [0119]-[0125], 図 1-6 & EP 2980877 A, 段落[0014]-[0017], [0050]-[0060], 図 1-6 & CN 105074951 A & TW 201503445 A & KR 10-2015-0135511 A	1-15
Y	JP 2014-199857 A (凸版印刷株式会社) 2014. 10. 23, 段落[0017]-[0018], [0028], [0034], [0039], 図 1 (ファミリーなし)	4