

(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
2011年3月3日(03.03.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/024348 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 51/50 (2006.01) *H05B 33/10* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/002902
- (22) 国際出願日: 2010年4月22日(22.04.2010)
- (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 2009-193380 2009年8月24日(24.08.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について):
シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA)
[JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町
2番2号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 藤田悦昌
(FUJITA, Yoshimasa).
- (74) 代理人: 特許業務法人原謙三国際特許事務所
(HARAKENZO WORLD PATENT & TRADE-
MARK); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋2
丁目北2番6号 大和南森町ビル Osaka (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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT, ORGANIC ELECTROLUMINESCENT DISPLAY DEVICE, ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ILLUMINATING DEVICE, AND METHOD FOR MANUFACTURING ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT

(54) 発明の名称: 有機エレクトロルミネッセンス素子、有機エレクトロルミネッセンス表示装置、有機エレクトロルミネッセンス照明装置、および有機エレクトロルミネッセンス素子の製造方法

[図1]

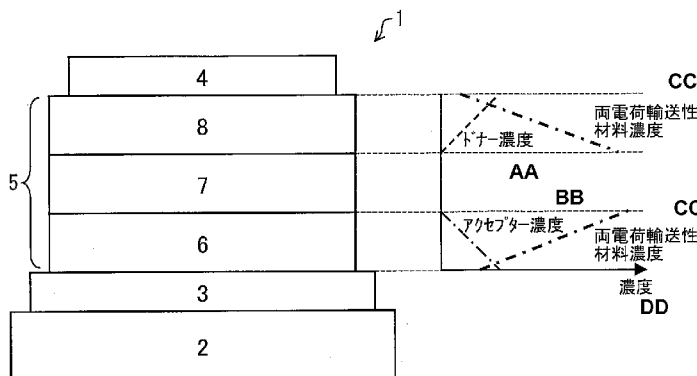


FIG. 1:
AA DONOR CONCENTRATION
BB ACCEPTOR CONCENTRATION
CC CONCENTRATION OF POSITIVE AND NEGATIVE CHARGE-TRANSPORTING MATERIAL
DD CONCENTRATION

(57) Abstract: Disclosed is an organic electroluminescent element which is provided with an anode (3), a cathode (4), and an organic EL layer (5), which is disposed between the anode (3) and the cathode (4) and contains a positive and negative charge-transporting material. The organic EL layer (5) includes: an acceptor region (6), which is disposed on the anode (3) side, and is doped with an acceptor; a donor region (8), which is disposed on the cathode (4) side and is doped with a donor; and a light emitting region (7), which is disposed between the acceptor region (6) and the donor region (8), and is doped with an organic light emitting material. The acceptor is doped such that the concentration thereof is gradually reduced toward the light emitting region (7) from the anode (3) side in the acceptor region (6), and the donor is doped such that the concentration thereof is gradually reduced toward the light emitting region (7) from the cathode (4) side in the donor region (8). Thus, the organic EL element having a high luminance, high efficiency and long service life can be provided with the simple structure.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2011/024348 A1



本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、陽極(3)、陰極(4)、および陽極(3)と陰極(4)との間に両電荷輸送性材料を含む有機EL層(5)を備え、有機EL層(5)は、陽極(3)側に位置し、アクセプターがドーブされたアクセプター領域(6)と、陰極(4)側に位置し、ドナーがドーブされたドナー領域(8)と、アクセプター領域(6)とドナー領域(8)との間に位置し、且つ、有機発光材料がドーブされた発光領域(7)とを含み、アクセプターは、アクセプター領域(6)において陽極(3)側から発光領域(7)に向かって濃度が低くなるように勾配がつけられ、ドナーは、ドナー領域(8)において陰極(4)側から発光領域(7)に向かって濃度が低くなるように勾配がつけられている。よって、単純な構造で、高輝度、高効率且つ長寿命の有機EL素子を提供することができる。

明 細 書

発明の名称：

有機エレクトロルミネッセンス素子、有機エレクトロルミネッセンス表示装置、有機エレクトロルミネッセンス照明装置、および有機エレクトロルミネッセンス素子の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、単純な構造で高輝度、高効率および長寿命を実現する有機エレクトロルミネッセンス素子、有機エレクトロルミネッセンス表示装置、有機エレクトロルミネッセンス照明装置、および有機エレクトロルミネッセンス素子の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、高度情報化に伴い、フラットパネルディスプレイのニーズが高まっている。フラットパネルディスプレイとしては、非自発光型の液晶ディスプレイ（LCD）、自発光型のプラズマディスプレイ（PDP）、無機エレクトロルミネッセンス（無機EL）ディスプレイ、または有機エレクトロルミネッセンス（以下、「有機EL」または「有機LED」ともいう）ディスプレイ等が知られているが、これらのフラットパネルディスプレイの中でも、有機ELディスプレイの進歩は著しい。

[0003] これまで、有機ELディスプレイの発光効率・寿命を向上させるために、材料の改良およびデバイス構造の多層化を行なってきた。特に、現在、燐光材料を用いて高効率・長寿命の有機EL素子を得るために、図5に示すように、陽極32と陰極39との間に正孔注入層33、正孔輸送層34、発光層35、正孔ブロッキング層36、電子輸送層37、および電子注入層38の6層からなる多層構造が取られている。図5は、従来の有機エレクトロルミネッセンス素子の構成を示す概略図である。

[0004] 一方、非特許文献1には、高電荷移動度を示す両極性材料を用いた「ホモ接合」と呼ばれる簡単な構造を持つ有機EL素子について記載されている。

図6は、従来の有機エレクトロルミネッセンス素子の構成を示す概略図である。

- [0005] 図6に示すように、非特許文献1の有機EL素子40は、基板41上に設けられた陽極42と陰極43との間に、両電荷輸送性材料を含む両電荷輸送性発光層47が挟持された単純な構造である。この両電荷輸送性発光層47は、アクセプターがドーピングされたアクセプタードーピング領域44、発光材料がドーピングされた発光材料ドーピング領域45、およびドナーがドーピングされたドナードーピング領域46を含む。非特許文献1には、このような単純な構造の有機EL素子において、蛍光および燐光の両方によってEL発光させること、ならびに青・緑・赤の三原色EL発光をさせることが記載されている。

先行技術文献

非特許文献

- [0006] 非特許文献1：ADVANCED MATERIALS 2009, 21, 1-4

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] しかし、有機EL素子を多層構造とした場合、製造プロセスにおける処理の複雑化、および製造装置のコスト増加という問題がある。
- [0008] また、層構造を単純化した有機EL素子40では、時間の経過に伴い、発光効率または輝度が低下するという問題がある。これは、両電荷輸送性発光層47において、高濃度にアクセプターまたはドナーがドーピングされた領域44、46と、有機発光材料がドーピングされた領域45とが接していることに起因する。
- [0009] つまり、アクセプターのHOMO (Highest Occupied Molecular Orbital : 最高被占軌道) 準位は両電荷輸送性材料のHOMO準位よりも低い。よって、非特許文献1のように高濃度のアクセプターがドーピングされた領域44が、有機発光材料がドーピングされた領域45と接していると、両者のHOMO準位の差が大きいために陽極から注入される正孔がアクセプタードーピング領域4

4 を介して発光材料ドープ領域 4 5 の両電荷輸送性材料まで効率よく伝播できない。一方、ドナーの LUMO (Lowest Unoccupied Molecular Orbital : 最低被占軌道) 準位は両電荷輸送性材料の LUMO 準位よりも高い。よって、高濃度にドナーがドープされた領域 4 4 と有機発光材料がドープされた領域 4 5 と接していると、両者の LUMO 準位の差が大きいために陰極から注入される電子がドナードープ領域 4 6 を介して発光材料ドープ領域 4 5 の両電荷輸送性材料まで効率よく伝播できない。したがって、発光材料ドープ領域 4 5 において正孔と電子とが効率よく再結合されないため、多層構造からなる有機 EL 素子と比較して、輝度、発光効率および寿命が劣る。

[0010] 本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、単純な構造で、高輝度、高効率、且つ長寿命の有機 EL 素子を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、上記の課題を解決するために、

陽極、陰極、および上記陽極と上記陰極との間に両電荷輸送性材料を含む有機層を備え、

上記有機層は、上記陽極側に位置し、アクセプターがドープされた第 1 の領域と、上記陰極側に位置し、ドナーがドープされた第 2 の領域と、上記第 1 の領域と上記第 2 の領域との間に位置し、且つ、有機発光材料がドープされた第 3 の領域とを含み、

上記アクセプターは、上記第 1 の領域において上記陽極側から上記第 3 の領域に向かって濃度が低くなるように勾配がつけられ、

上記ドナーは、上記第 2 の領域において上記陰極側から上記第 3 の領域に向かって濃度が低くなるように勾配がつけられていることを特徴としている。

[0012] 上記の構成によれば、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子（以下、「有機 EL 素子」ともいう）は、陽極と陰極との間に設けられた有機層が

両電荷輸送性材料を含み、陽極側にアクセプターがドーピングされた第1の領域があり、陰極側にドナーがドーピングされた第2の領域がある。また、第1の領域では、アクセプターの両電荷輸送性材料に対する濃度が、陽極側から低下していくように濃度勾配がつけられており、第2の領域では、ドナーの両電荷輸送性材料に対する濃度が、陰極側から低下していくように濃度勾配がつけられている。

[0013] つまり、第1の領域では、陽極に接している側はアクセプターの濃度が最も高く、有機発光材料がドーピングされている有機層の中心に向かって濃度が低くなっていく。このため、アクセプターを伝播していた正孔が両電荷輸送性材料に効率よく伝播され、最終的に有機発光材料がドーピングされている第3の領域では、正孔を完全に両電荷輸送性材料中に伝播させることができる。

[0014] 一方、第2の領域では、陰極に接している側はドナーの濃度が最も高く、有機発光材料がドーピングされている有機層の中心に向かって濃度が低くなっていく。このため、ドナーを伝播していた電子が両電荷輸送性材料に効率よく伝播され、最終的に有機発光材料がドーピングされている第3の領域では、電子を完全に両電荷輸送性材料中に伝播させることができる。

[0015] したがって、本発明に係る有機EL素子によれば、正孔および電子を有機発光材料がドーピングされている第3の領域まで円滑に輸送し、当該領域において効率よく再結合させることができるため、高輝度且つ高効率の発光を長期に亘って保つことができる。

[0016] 本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス表示装置は、上記の課題を解決するために、本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子を薄膜トランジスタ基板上に形成した表示手段を備えることを特徴としている。また、本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス照明装置は、本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子を備えることを特徴としている。

[0017] 上記の構成によれば、有機発光材料がドーピングされている領域まで効率よく正孔および電子を注入し、輸送することが可能な有機エレクトロルミネッセンス素子を備えているため、高輝度、高効率且つ長寿命の表示装置、ならば

に照明装置を提供することができる。

[0018] 本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子の製造方法は、上記の課題を解決するために、アクセプター、有機発光材料、ドナーおよび両電荷輸送性材料が充填された各蒸着源が並列に設置されており、上記各蒸着源に沿って基板を移動させたとき、上記各蒸着源から上記基板に対して上記アクセプター、上記有機発光材料、上記ドナーおよび上記両電荷輸送性材料を蒸着することを特徴としている。

[0019] 上記の構成によれば、予め設置されたアクセプター、有機発光材料、およびドナーの各蒸着源（供給手段ともいう）に沿って基板を移動させたとき、各供給手段から材料が供給される。この供給方法としてたとえば蒸着法を用いた場合、基板を各供給手段に沿って移動させる動作のみで当該基板上に各材料を蒸着させることができる。よって、効率よく本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子を製造することができる。

発明の効果

[0020] 本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、陽極、陰極、および上記陽極と上記陰極との間に両電荷輸送性材料を含む有機層を備え、上記有機層は、上記陽極側に位置し、アクセプターがドーピングされた第1の領域と、上記陰極側に位置し、ドナーがドーピングされた第2の領域と、上記第1の領域と上記第2の領域との間に位置し、且つ、有機発光材料がドーピングされた第3の領域とを含み、上記アクセプターは、上記第1の領域において上記陽極側から上記第3の領域に向かって濃度が低くなるように勾配がつけられ、上記ドナーは、上記第2の領域において上記陰極側から上記第3の領域に向かって濃度が低くなるように勾配がつけられている。よって、単純な構造で、高輝度、高効率、且つ長寿命の有機EL素子を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明の第1の実施形態に係る有機エレクトロルミネッセンス素子の構成を示す概略図である。

[図2]本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子における有機EL層の形成

方法を示す説明図である。

[図3]本発明の第2の実施形態に係る有機エレクトロルミネッセンス素子の構成を示す概略図である。

[図4]本発明の一実施形態に係る有機エレクトロルミネッセンスディスプレイの構成を示す概略図である。

[図5]従来の有機エレクトロルミネッセンス素子の構成を示す概略図である。

[図6]従来の有機エレクトロルミネッセンス素子の構成を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0022] 本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子の一実施形態について、図1～図3を参照して以下に説明する。なお、以下、「有機エレクトロルミネッセンス素子」を単に「有機EL素子」ともいう。

[0023] [1. 有機EL素子の第1の実施形態]

(有機EL素子の構成)

図1は、本発明の第1の実施形態に係る有機EL素子の構成を示す概略図である。なお、図1に示すグラフは有機EL素子1の各層に含まれるアクセプター、ドナーおよび両電荷輸送性材料の膜厚方向の濃度を示しており、有機EL素子1の層構造と位置が対応するように示している。すなわち、図1のグラフ中、ドナー濃度を示す直線および該直線と交わる両電荷輸送性材料濃度を示す直線は、後述するドナー領域8におけるドナー濃度および両電荷輸送性材料濃度を示し、アクセプター濃度を示す直線および該直線と交わる両電荷輸送性材料濃度を示す直線は、後述するアクセプター領域6におけるアクセプター濃度および両電荷輸送性材料濃度を示す。

[0024] 図1に示すように、本実施形態に係る有機EL素子1は、陽極3、陰極4および有機EL層（有機層）5を備えている。

[0025] 有機EL素子1は、単層の有機EL層5を有する発光素子である。具体的には、有機EL素子1は基板2の上に設けられた陽極3と陰極4との間に、単層の有機EL層5を備えている。

[0026] 陽極3は、電圧が印加されることにより、有機EL層5に正孔を注入する

電極である。また、陰極 4 は、電圧が印加されることにより、有機 EL 層 5 に電子を注入する電極である。本実施形態において、陽極 3 は基板 2 の上に直接積層されているが、基板 2 の上に陰極 4 が設けられていてもよい。すなわち、有機 EL 素子 1 の一方の電極を陽極 3 とした場合、もう一方の電極が陰極 4 となるように、対として機能するように配置すればよい。

[0027] 有機 EL 層 5 は、両電荷輸送性材料を含む単層の発光層である。つまり、有機 EL 層 5 は、正孔および電子（以下、これらを総称して「電荷」または「キャリア」ともいう）を輸送するとともに、これら電荷が再結合することにより発光する。

[0028] また、有機 EL 層 5 は、有機 EL 層 5 の陽極 3 側に位置し、アクセプターがドーピングされたアクセプター領域（第 1 の領域）6 と、陰極 4 側に位置し、ドナーがドーピングされたドナー領域（第 2 の領域）8 と、アクセプター領域 6 とドナー領域 8 との間に位置し、且つ、有機発光材料がドーピングされた発光領域（第 3 の領域）7 とを有している。

[0029] 次に、有機 EL 素子 1 の各構成についてさらに詳細に説明する。

[0030] （有機 EL 層 5 の構成）

上述したように、有機 EL 層 5 は、陽極 3 と陰極 4 との間に設けられた単層の発光層であり、陽極 3 側に位置するアクセプター領域 6、陰極 4 側に位置するドナー領域 8、アクセプター領域 6 とドナー領域 8 との間に位置する発光領域 7 を有している。しかしながら、本発明に係る有機 EL 素子は、この構成に限定されるものではなく、たとえばアクセプター領域 6 と発光領域 7 との間に、アクセプターおよび有機発光材料が含まれていない両電荷輸送性材料領域を含んでいてもよい。また、ドナー領域 8 と発光領域 7 との間に、上記ドナーおよび上記有機発光材料が含まれていない両電荷輸送性材料領域を含んでいてもよい。

[0031] 有機 EL 層 5 は、両電荷輸送性材料を含み、アクセプター、ドナーおよび有機発光材料をドーピングすればよいが、これに限定されるものではなく、たとえば結着用樹脂などの高分子材料または無機材料に、これらの材料が分散さ

れていてもよい。

- [0032] アクセプターがドーピングされたアクセプター領域 6、またはドナーがドーピングされたドナー領域 8 では、バンド構造が変化するためにキャリア濃度が上昇する。これにより、当該領域における電荷注入効率を十分に高めることができるため、各電極と有機 EL 層 5 との間に、正孔注入層または電子注入層を設ける必要がない。
- [0033] また、当該領域のバンド構造の変化により、電荷の伝導度も十分に向上させることができる。そのため、各電極と有機 EL 層 5 との間に正孔輸送層または電子輸送層を設ける必要がない。このように、有機 EL 素子 1 によれば、各電極間に有機 EL 層 5 のみを備えた構成であっても、この有機 EL 層 5 が正孔・電子注入層、および正孔・電子輸送層としての機能を有しているため、単純な構造で高輝度且つ高効率に発光させることができる。
- [0034] 有機 EL 層 5 のアクセプター領域 6 における厚さの割合の範囲としては、特に限定されるものではなく、たとえば、有機 EL 層 5 の膜厚全体を 100 としたとき、陽極 3 側から 90 の範囲であればよく、陽極 3 側から 70 の範囲であることがより好ましい。
- [0035] 有機 EL 層 5 のドナー領域 8 における厚さの割合の範囲としては、特に限定されるものではなく、たとえば、有機 EL 層 5 の膜厚全体を 100 としたとき、陰極 4 側から 90 の範囲であればよく、陰極 4 側から 70 の範囲であることがより好ましい。なお、ここに示すアクセプター領域 6 およびドナー領域 8 における厚さの割合の範囲は、あくまでそれぞれが取り得る割合の範囲を示すものであり、アクセプター領域 6 およびドナー領域 8 の厚さの割合を足しても 100 を越えるものではない。
- [0036] また、有機 EL 層 5 の発光領域 7 における厚さの割合の範囲としては、特に限定されるものではなく、たとえば、有機 EL 層 5 の膜厚全体を 100 としたとき、有機 EL 層 5 の中心から 50 の範囲であればよく、有機 EL 層 5 の中心から 20 の範囲であることがより好ましい。
- [0037] さらに、アクセプター領域 6 では、陽極 3 側から発光領域 7 に向かってア

アクセプターの濃度が低くなるように濃度勾配がつけられており、ドナー領域 8 では、陰極 4 側から発光領域 7 に向かってドナーの濃度が低くなるように濃度勾配がつけられていればよい。濃度勾配のつけ方としては、例えば、連続的であってもよく、段階的であってもよい。

[0038] つまり、アクセプター領域 6 では、陽極に接している側はアクセプターの濃度が最も高く、有機発光材料がドーピングされている発光領域 7 に向かって濃度が低くなっていく。このため、アクセプターを伝播していた正孔が両電荷輸送性材料に効率よく伝播され、最終的に有機発光材料がドーピングされている発光領域 7 では、正孔を完全に両電荷輸送性材料中に伝播させることができる。

[0039] 一方、ドナー領域 8 では、陰極 4 に接している側はドナーの濃度が最も高く、有機発光材料がドーピングされている発光領域 7 に向かって濃度が低くなっていく。このため、ドナーを伝播していた電子が両電荷輸送性材料に効率よく伝播され、最終的に有機発光材料がドーピングされている発光領域 7 では、電子を完全に両電荷輸送性材料中に伝播させることができる。

[0040] したがって、正孔および電子を有機発光材料がドーピングされている発光領域 7 まで円滑に輸送し、当該領域において効率よく再結合させることができるため、高輝度且つ高効率の発光を長期に亘って保つことができる。

[0041] アクセプター領域 6 におけるアクセプター濃度としては、特に限定されるものではなく、たとえば 0.1 ~ 40 wt % の範囲であればよく、1 ~ 20 wt % の範囲であることがより好ましい。

[0042] ドナー領域 8 におけるドナー濃度としては、特に限定されるものではなく、たとえば 0.1 ~ 40 wt % の範囲であればよく、1 ~ 20 wt % の範囲であることがより好ましい。

[0043] なお、アクセプター領域 6 におけるアクセプターの濃度勾配、およびドナー領域 8 におけるドナーの濃度勾配は、発光領域 7 に向かって低くなるようにつけられていればよいが、指数関数的につけられていることがより好ましい。

- [0044] また、例えば、アクセプター領域6におけるアクセプターの濃度勾配が、陽極3からの距離の2乗に比例して、陽極3側から発光領域7に向かって濃度が減少するようにつけられ、ドナー領域8におけるドナーの濃度勾配が、陰極4からの距離の2乗に比例して、陰極4側から発光領域7に向かって濃度が減少するようにつけられていてもよい。なお、濃度勾配のつけ方は両電極からの距離の2乗に限定されるものではなく、距離の n 乗（ $n = 1, 2, 3, 4, 5$ 等）に比例して低くなるように濃度勾配をつけてもよい。
- [0045] これにより、正孔および電子を発光領域7の両電荷輸送性材料に、より効率よく伝播することができるため、発光効率を向上させることができる。また、発光材料からアクセプターおよびドナーへの励起エネルギーのエネルギー移動に伴う発光効率の低下を、効果的に防止することができる。
- [0046] また、発光領域7では、アクセプター領域6およびドナー領域8に面している側から中心に向かって、有機発光材料の濃度が高くなるように勾配がつけられていることが好ましい。
- [0047] つまり、アクセプター領域6と発光領域7との界面領域では、有機発光材料の濃度が低くなっている。そのため、アクセプターを伝播していた正孔を界面領域において効率よく両電荷輸送性材料に伝播させることができ、最終的に発光領域7において正孔を完全に両電荷輸送性材料中に伝播させることができる。
- [0048] 同様に、ドナー領域8と発光領域7との界面領域では、有機発光材料の濃度が低くなっている。そのため、ドナーを伝播していた電子を界面領域において効率よく両電荷輸送性材料中に伝播させることができ、最終的に発光領域7において電子を完全に両電荷輸送性材料中に伝播させることができる。
- [0049] 発光領域7における有機発光材料の濃度としては、特に限定されるものではなく、発光領域7の中心近傍では、たとえば $0.1 \sim 30 \text{ wt} \%$ の範囲であればよく、 $1 \sim 20 \text{ wt} \%$ の範囲であることがより好ましい。
- [0050] 有機EL層5の膜厚は特に限定されるものではなく、たとえば $1 \sim 1,000 \text{ nm}$ の範囲であればよいが、 $10 \sim 200 \text{ nm}$ の範囲であることがより

好ましい。たとえば膜厚が10nm以上であれば、ゴミ等の異物によって生じる画素欠陥を防ぐことができる。また、たとえば膜厚が200nm以下であれば、有機EL層5の抵抗成分によって生じる駆動電圧の上昇を抑えることができる。

[0051] なお、マイクロキャビティー効果（干渉効果）によって色純度を向上させる場合には、所望の発光色ごとに最適な膜厚に調整すればよい。

[0052] （有機EL層5を構成する材料）

両電荷輸送性材料は、低分子材料または高分子材料に分類される。有機EL層5に用いることが可能な両電荷輸送性材料は特に限定されるものではなく、たとえば有機ELに用いられる公知の両電荷輸送性材料を用いることができる。

[0053] たとえば、低分子材料としては、ビス（カルバゾール）ベンゾジフラン（CZBDF）等のベンゾフラン誘導体、シクロペンタジエン誘導体、テトラフェニルブタジエン誘導体、トリフェニルアミン誘導体、オキサジアゾール誘導体、バソフェナントロリン誘導体、ピラゾロキノリン誘導体、スチリルベンゼン誘導体、スチリルアリーレン誘導体、アミノスチリル誘導体、シロール誘導体、チオフェン環化合物、ピリジン環化合物、ペリノン誘導体、ペリレン誘導体、オリゴチオフェン誘導体、クマリン誘導体、ルブレン誘導体、キナクリドン誘導体、スクアリウム誘導体、ポルフィリン誘導体、スチリル系色素、テトラセン誘導体、ピラゾリン誘導体、トリフマニルアミン誘導体、アントラセン誘導体、ジフェニルアントラセン誘導体、ピレン誘導体、カルバゾール誘導体、オキサジアゾールダイマー、ピラゾリンダイマー、アルミキノリノール錯体、ベンゾキノリノールベリリウム錯体、ベンゾオキサゾール亜鉛錯体、ベンゾチアゾール亜鉛錯体、アゾメチル亜鉛錯体、ポルフィリン亜鉛錯体、ユーロビウム錯体、イリジウム錯体、白金錯体、中心金属にAl、Zn、Be、Pt、Ir、Tb、Eu、Dy等の金属を有し、配位子にオキサジアゾール、チアジアゾール、フェニルピリジン、フェニルベンゾイミダゾール、キノリン構造等を有する金属錯体等が挙げられる。

- [0054] また、高分子材料としては、ポリ（オキサジアゾール）（ Poly-OXZ ）、ポリスチレン誘導体（ PSS ）、ポリアニリン-樟脳スルホン酸（ PANI-CSA ）、ポリ（トリフェニルアミン-オキサジアジゾール）誘導体（ Poly-TPD-OXD ）、ポリ（カルバゾール-トリアゾール）誘導体（ Poly-Cz-TAZ ）等が挙げられる。
- [0055] なお、高効率の発光を得るためには、励起エネルギーを燐光発光材料中に閉じ込める必要があるため、燐光発光材料の三重項励起準位（ T_1 ）よりも励起準位の高い一重項励起準位（ S_1 ）をもつ両電荷輸送性材料を用いることが好ましい。すなわち、 S_1 （両電荷輸送性材料） $> T_1$ （有機発光材料）の関係が成り立つことがより好ましい。よって、両電荷輸送性材料としては、励起準位が高く、且つ、高い正孔移動度を持つカルバゾール基、トリアゾール基、またはベンゾフラン基を用いることがより好ましい。
- [0056] また、有機EL層5において、上述した各材料が他の材料に分散されている場合、当該他の材料としては、特に限定されるものではないが、高分子材料としては、たとえば、ポリビニルカルバゾール、ポリカーボネート、ポリエチレンテレフタレート等が挙げられ、無機材料としては、たとえば、酸化シリコン、酸化錫等が挙げられる。
- [0057] アクセプターとしては、特に限定されるものではなく、有機ELに用いられる公知のアクセプター材料を用いることができる。アクセプター材料としては、たとえば、金（ Au ）、プラチナ（ Pt ）、タングステン（ W ）、イリジウム（ Ir ）、 POCl_3 、 AsF_6 、塩素（ Cl ）、バリウム（ Br ）、ヨウ素（ I ）、酸化バナジウム（ V_2O_5 ）、酸化モリブデン（ MoO_2 ）等の無機材料、 TCNQ （7, 7, 8, 8, -テトラシアノキノジメタン）、 TCNQF_4 （テトラフルオロテトラシアノキノジメタン）、 TCNE （テトラシアノエチレン）、 HCNB （ヘキサシアノブタジエン）、 DDQ （ジシクロジシアノベンゾキノン）等のシアノ基を有する化合物、 TNF （トリニトロフルオレノン）、 DNF （ジニトロフルオレノン）等のニトロ基を有する化合物、フルオラニル、クロラニル、ブロマニル等の有機材料が挙げられ

る。

[0058] これらのアクセプター材料のうち、キャリア濃度をより効果的に増加させるためには、TCNQ、TCNQF₄、TCNE、HCNB、DDQ等のシアノ基を有する化合物を用いることがより好ましい。

[0059] ドナーとしては、特に限定されるものではなく、従来の有機EL素子に用いられる公知のドナー材料を用いることができる。ドナー材料としては、たとえば、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類元素、Al（アルミニウム）、Ag（銀）、Cu（銅）、In（インジウム）等の無機材料、アニリン類、フェニレンジアミン類、ベンジジン類（N, N, N', N' -テトラフェニルベンジジン、N, N' -ビス（3-メチルフェニル）-N, N' -ビス（フェニル）-ベンジジン、N, N' -ジ（ナフタレン-1-イル）-N, N' -ジフェニル-ベンジジン等）、トリフェニルアミン類（トリフェニルアミン、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、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、4, 4', 4'' -トリス（N-（1-ナフチル）-N-フェニル-アミノ）-トリフェニルアミン等）、トリフェニルジアミン類（N, N' -ジ（4-メチル-フェニル）-N, N' -ジフェニル-1, 4-フェニレンジアミン）等の芳香族3級アミンを骨格にもつ化合物、フェナントレン、ピレン、ペリレン、アントラセン、テトラセン、ペンタセン等の縮合多環化合物（ただし、縮合多環化合物は置換基を有してもよい）、TTF（テトラチアフルバレン）類、ジベンゾフラン、フェノチアジン、カルバゾール等の有機材料が挙げられる。

[0060] これらのドナー材料のうち、キャリア濃度をより効果的に増加させるためには、芳香族3級アミンを骨格にもつ化合物、縮合多環化合物、またはアルカリ金属を用いることがより好ましい。

[0061] また、有機EL層5に用いることが可能な有機発光材料は特に限定されるものではなく、たとえば有機ELに用いられる公知の有機発光材料を用いることができる。

[0062] そのような有機発光材料としては、たとえばスチリル誘導体、ペリレン、イリジウム錯体、クマリン誘導体、ルモーゲンフレッド、ジシアノメチレンピラン、フェノキサゾン、ポリフィリン誘導体等の蛍光材料、ビス〔（４，６－ジフルオロフェニル）－ピリジナト－N，C2’〕ピコリネート イリジウム（III）（F Ir p i c）、トリス（２－フェニルピリジル）イリジウム（III）（I r（p p y）₃）、トリス（１－フェニルイソキノリン）イリジウム（III）（I r（p i q）₃）、トリス（ビフェニルキノキサリナト）イリジウム（III）（Q 3 I r）等の燐光発光有機金属錯体等が挙げられる。

[0063] 消費電力を大幅に低減させることを目的とした場合、有機発光材料としては燐光発光材料を用いることがより好ましい。

[0064] 両電荷輸送性材料に対するアクセプター材料の添加割合は、たとえば０．１～５０ｗｔ％であることが好ましく、１～２０ｗｔ％であることがより好ましい。また、両電荷輸送性材料に対するドナー材料の添加割合は、たとえば０．１～５０ｗｔ％であることが好ましく、１～２０ｗｔ％であることがより好ましい。さらに、両電荷輸送性材料に対する有機発光材料の添加割合は、たとえば０．１～５０ｗｔ％であることが好ましく、１～２０ｗｔ％であることがより好ましい。

[0065] また、両電荷輸送性材料に対する有機発光材料の添加割合は、両電荷輸送性材料に対するアクセプター材料の添加割合よりも少ない方がより好ましい。これにより、有機ＥＬ層５において、高い正孔・電子注入能力、および高い発光効率を効果的に両立させることができる。

[0066] （有機ＥＬ層５の形成方法）

有機ＥＬ層５の形成方法としては、たとえば公知のウェットプロセス、公知のドライプロセス、熱転写法、およびレーザー転写法などが挙げられる。

[0067] ウェットプロセスとしては、たとえばスピコート法、ディッピング法、ドクターブレード法、吐出コート法、およびスプレーコート法などの塗布法、ならびにインクジェット法、凸版印刷法、凹版印刷法、スクリーン印刷法

、マイクログラビアコート法、およびノズルプリンティング法などの印刷法が挙げられる。

[0068] なお、これらのウェットプロセスを用いて有機EL層5を形成する場合、上述の材料を、たとえばレベリング剤等の溶剤に溶解し、分散させた有機EL層形成用の塗液を用いればよい。また、この塗液の物性を調整するために添加剤を添加してもよい。添加剤としては、たとえば塗膜の均一性向上を目的とした場合、アセトン、クロロホルム、テトラヒドロフラン、トルエン、キシレン、トリメチルベンゼン、テトラメチルベンゼン、クロロベンゼン、ジクロロベンゼン、ジエチルベンゼン、シメン、テトラリン、シクロヘキシルベンゼン、ドデシルベンゼン、イソプロピルベンゼン、ジイソプロピルベンゼン、イソプロピルキシレン、*tert*-ブチルキシレン、メチルナフタレン等を用いることができる。また、粘度の調整を目的とした場合、アニソール、ジメトキシベンゼン、トリメトキシベンゼン、メトキシトルエン、ジメトキシトルエン、トリメトキシトルエン、ジメチルアニソール、トリメチルアニソール、エチルアニソール、プロピルアニソール、イソプロピルアニソール、ブチルアニソール、メチルエチルアニソール、エトキシエーテル、ブトキシエーテル、ベンジルメチルエーテル、ベンジルエチルエーテル等を用いることができる。

[0069] また、ドライプロセスとしては、たとえば真空蒸着法、電子線（EB）蒸着法、分子線エピタキシー（MBE）法、スパッタリング法、有機気相蒸着（OVPD）法などが挙げられる。

[0070] さらに、有機EL層5の形成方法は、アクセプター、両電荷輸送性材料、有機発光材料、およびドナーが充填された蒸着源（供給手段）をそれぞれ直列に設置し、この蒸着源に沿って基板2を移動させたとき、各蒸着源から基板2に対してアクセプター、有機発光材料、およびドナーを蒸着させる方法を用いてもよい。

[0071] たとえば、図2に示すように、予めアクセプターを充填した蒸着源20、両電荷輸送性材料を充填した蒸着源21A、21B、有機発光材料を充填し

た蒸着源 2 2、およびドナーを充填した蒸着源 2 3 を水平に直列に設置しておいてもよい。図 2 は、本実施形態の有機 EL 素子 1 における有機 EL 層 5 の形成方法を示す説明図であり、水平に設置された各蒸着源を横から見た図である。

[0072] このように設置された各蒸着源からは上方向に材料が蒸着されている。そこで、これら蒸着源から材料を蒸着される側を、各蒸着源の並んでいる方向に沿って（図 2 中「x」方向）基板 2 を搬送することによって、アクセプター、両電荷輸送性材料、有機発光材料、両電荷輸送性材料、およびドナーの順に基板 2 上に成膜させることができる。このようなインライン型蒸着装置を用いることによって、より効率良く生産することができる。

[0073] なお、各蒸着源から材料を蒸着する方向は上方向に限定されるものではなく、たとえば下向きであってもよいし、水平方向であってもよい。すなわち、蒸着源からは上下左右いずれの方向に材料を蒸着してもよい。

[0074] ただし、各蒸着源が水平に設置されるとき、蒸着源からは鉛直下向きまたは水平方向に材料を蒸着することがより好ましい。この場合、材料の供給を受ける側に沿って基板 2 を移動させて有機 EL 層 5 を形成することによって、たとえばフルカラーの有機 EL 素子を製造する場合に、生産ラインにおいて各色を塗り分けるために使用するシャドーマスクを宙吊りにしておく必要がなくなる。よって、宙吊りによって生じるマスクの撓みを低減することが可能となるため、たとえば大型の基板上に EL 素子を作製する場合、当該マスクを用いてパターンニングすることが可能となる。その結果、生産性を向上させ、コストを低下させることができる。

[0075] なお、有機 EL 素子 1 の製造方法はこれに限定されるものではなく、たとえば、アクセプター、有機発光材料、ドナーおよび両電荷輸送性材料を充填したるつぼが面状蒸着源に接続され、るつぼと面状蒸着源との間に有機材料の蒸気をコントロールするためのバルブが設置された蒸着装置を用いてもよい。

[0076] この蒸着装置では、基板を面状蒸着源の上側、下側、または鉛直方向に置

いて成膜する方式である。このような蒸着装置を用いた成膜方法においても、蒸着源に沿って基板を搬送することで有機EL層5が形成されるため、より効率よく有機EL素子1を生産することが可能となる。

[0077] さらに、この蒸着源の下側または鉛直方向を、基板を搬送することによって、塗分け用のマスクを宙づりする必要がなくなり、大型基板を用いたとしてもマスクパターニングが可能となり、より好ましい。

[0078] (電極の構成)

有機EL素子1を構成する電極は、陽極3および陰極4のように対として機能すればよい。

[0079] 各電極は1つの電極材料からなる単層構造であってもよいし、複数の電極材料からなる積層構造であってもよい。有機EL素子1の電極として用いることが可能な電極材料としては、特に限定されるものではなく、たとえば公知の電極材料を用いることができる。

[0080] 電極材料としては、陽極材料として、たとえば有機EL層5に対して効率よく正孔を注入することができる、仕事関数が4.5以上の電極材料が好ましく、陰極材料として、有機EL層5に対して効率よく電子を注入することができる、仕事関数が4.5以下の電極材料が好ましい。

[0081] 仕事関数が4.5以上の電極材料としては、たとえば金(Au)、白金(Pt)、およびニッケル(Ni)等の金属、ならびにインジウム(In)と錫(Sn)とからなる酸化物(ITO)、錫(Sn)の酸化物(SnO₂)、インジウム(In)と亜鉛(Zn)とからなる酸化物(IZO)等の透明電極材料を含む。

[0082] また、仕事関数が4.5以下の電極材料としては、たとえばリチウム(Li)、カルシウム(Ca)、セリウム(Ce)、バリウム(Ba)、アルミニウム(Al)等の金属、またはこれらの金属を含有するMg:Ag合金、Li:Al合金等の合金を含む。

[0083] なお、従来の有機EL素子には、正孔・電子注入を効率よく行なうために、陽極には上述の仕事関数が4.5以上の電極材料を用い、陰極には仕事関

数が4.5以下の電極材料を用いる必要がある。

[0084] しかしながら、本実施形態に係る有機EL素子1では、有機EL層5のアクセプター領域6にアクセプターがドーピングされ、ドナー領域8にドナーがドーピングされているため、バンド構造が変化し、電荷注入効率が向上している。そのため、陽極3に仕事関数が4.5以下の電極材料を用いてもよいし、陰極4に仕事関数が4.5以上の電極材料を用いてもよい。

[0085] 電極の形成方法としては、特に限定されるものではなく、たとえばEB蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法、および抵抗加熱蒸着法等の公知の方法により形成することができる。

[0086] また、必要に応じて、上述の方法により形成した電極を、フォトリソグラフィ法またはレーザー剥離法によってパターン化することも可能であり、さらにシャドーマスクと組み合わせることによって、直接パターン化した電極を形成することも可能である。

[0087] 各電極の膜厚は、特に限定されるものではないが、50nm以上であることが好ましい。たとえば膜厚が50nm以上であれば、配線抵抗が高くなることによって生じる駆動電圧の上昇を防ぐことができる。

[0088] なお、有機EL層5において得られた発光を、一方の電極側から取り出す、すなわち外部へ向けて放射させることもある。この場合、発光を取り出す側の電極としては、透明電極を用いることが好ましい。この透明電極を形成するために用いる透明電極材料としては、特に限定されるものではないが、ITOまたはIZOであることが特に好ましい。

[0089] 透明電極の膜厚は、たとえば50～500nmの範囲内であることが好ましく、100～300nmの範囲内であることがより好ましい。たとえば膜厚が50nm以上であれば、配線抵抗が高くなることによって生じる駆動電圧の上昇を防ぐことができる。また、膜厚が500nm以下であれば、光の透過率を低下させることなく、輝度の低下を防ぐことができる。

[0090] また、マイクロキャビティー効果（干渉効果）によって色純度または発光効率を向上させる場合、発光を取り出す側の電極としては、半透明電極を用

いることが好ましい。半透明電極を形成するために用いる電極材料としては、たとえば金属の半透明電極単体を用いてもよいし、金属の半透明電極単体と透明電極材料とを組み合わせ用いてもよい。そのような半透明電極材料として、反射率および透過率の観点から、銀を用いることがより好ましい。

[0091] 半透明電極の膜厚は、たとえば5～30 nmの範囲内であることが好ましい。たとえば膜厚が5 nm以上であれば、光を十分に反射させることが可能であり、干渉の効果も十分に得ることができる。また、膜厚が30 nm以下であれば、光の透過率を急激に低下させることがなく、輝度および発光効率の低下を防ぐことができる。

[0092] また、有機EL層5において得られた発光を、陽極3（もしくは陰極4）側から取り出す場合、他方の電極である陰極4（もしくは陽極3）としては、光を透過しない電極材料を用いることが好ましい。そのような電極材料としては、タンタルもしくは炭素等の黒色電極、アルミニウム、銀、金、アルミニウム－リチウム合金、アルミニウム－ネオジウム合金、またはアルミニウム－シリコン合金等の反射性金属電極を用いてもよいし、透明電極と前記反射性金属電極（反射電極）とを組み合わせ用いてもよい。

[0093] [2. 有機EL素子の第2の実施形態]

次に、本発明に係る有機EL素子の第2の実施形態について説明する。図3は、本発明の第2の実施形態に係る有機エレクトロルミネッセンス素子の構成を示す概略図である。なお、図3に示すグラフは有機EL素子10の各層に含まれるアクセプター、ドナーおよび両電荷輸送性材料の膜厚方向の濃度を示しており、有機EL素子10の層構造と位置が対応するように示している。すなわち、図3のグラフ中、ドナー濃度および該ドナー濃度と交わる両電荷輸送性材料濃度を示す直線は、後述する両電荷輸送性材料領域16およびドナー領域17におけるドナー濃度および両電荷輸送性材料濃度を示し、アクセプター濃度および該アクセプター濃度と交わる両電荷輸送性材料濃度を示す直線は、後述するアクセプター領域13および両電荷輸送性材料領域14におけるアクセプター濃度および両電荷輸送性材料濃度を示す。

- [0094] 図3に示すように、本実施形態に係る有機EL素子10は、陽極12、陰極18および有機EL層19を備えている。なお、本実施形態に係る有機EL素子10は、実施形態1と有機EL層19の構成が異なるのみで、その他は実施形態1と同様の構成を有している。
- [0095] 本実施形態に係る有機EL素子10は、有機EL層5のアクセプター領域13と発光領域15との間に、アクセプターおよび有機発光材料が含まれていない両電荷輸送性材料領域14を含んでいる。また、ドナー領域17と発光領域15との間に、ドナーおよび有機発光材料が含まれていない両電荷輸送性材料領域16を含んでいる。
- [0096] つまり、アクセプター領域13から輸送された正孔を有機発光材料がドーピングされている発光領域15へ注入する前に、アクセプターおよび有機発光材料が含まれていない両電荷輸送性材料領域14を介する。これにより、有機発光材料とアクセプターとが直接接することがないため、有機発光材料において生成された励起子がアクセプターにエネルギー移動して失活することを防止することができる。よって、高い発光効率を効果的に実現することができる。
- [0097] また、ドナー領域17から輸送された電子を有機発光材料がドーピングされている発光領域15へ注入する前に、ドナーおよび有機発光材料が含まれていない両電荷輸送性材料領域を介する。これにより、有機発光材料とドナーとが直接接することがないため、有機発光材料において生成された励起子がドナーにエネルギー移動して失活することを防止することができる。よって、高い発光効率を効果的に実現することができる。
- [0098] 両電荷輸送性材料領域14、16の膜厚は特に限定されないが、5～30nmの範囲内であることがより好ましい。両電荷輸送性材料領域14、16の膜厚がこの範囲内であれば、正孔および電子の注入・輸送が容易となるため、高い特性（例えば、最高輝度、高効率、長寿命および低駆動電圧など）が得られる。
- [0099] なお、両電荷輸送性材料領域14、16は、アクセプター領域13および

ドナー領域 17 の両方に設けられていてもよいし、どちらか一方が設けられていてもよい。

[0100] 〔 3. 有機 EL 表示装置 〕

次に、本発明に係る有機 EL 表示装置の一実施形態について、図 4 を参照して以下に説明する。図 4 は、本発明の一実施形態に係る有機 EL パネル（表示手段）の構成を示す概略図である。

[0101] 本実施形態に係る有機 EL 表示装置は、上述した有機 EL 素子 1 を備えたアクティブマトリクス型の表示装置である。具体的には、TFT（薄膜トランジスタ）が形成されたアクティブマトリクス基板の上に、複数の有機 EL 素子 1 が積層された構成の有機 EL パネル 50 を備えている。

[0102] （有機 EL パネル 50 の構成）

本実施形態に係る有機 EL パネル 50 は、図 4 に示すように、基板 2、陽極 3、陰極 4、有機 EL 層 5、TFT 回路／配線 51、層間絶縁膜 52、封止膜 53、樹脂膜 54、封止基板 55、および偏光板 56 を備えている。

[0103] 基板 2 は、その上面に TFT 回路／配線 51 が設けられて、アクティブマトリクス基板として機能する。

[0104] アクティブマトリクス基板は、基材となる基板 2 の上に、複数の走査信号線、データ信号線、および走査信号線とデータ信号線との交差部に TFT が配置されている。また、このような構成のアクティブマトリクス駆動素子の 2 行を 1 組とし、走査信号線がそれぞれ上下に配置されている。

[0105] アクティブマトリクス基板には、画素毎にスイッチング用の TFT と駆動用の TFT とが配置されており、TFT の上には層間絶縁膜 32 および平坦化層（図示せず）が順に形成されている。これら TFT のうち、駆動用の TFT は、平坦化層に形成されるコンタクトホールを介して、陽極 3 と電氣的に接続している。また、一画素中には、駆動用の TFT のゲート部分に接続された保持容量が配置されている。この保持容量は、駆動用の TFT のゲート電位を定電位にする。

[0106] また、アクティブマトリクス基板に複数設置された陽極 3 の上には、有機

ＥＬ層５が並置または積層されていればよい。ここで、有機ＥＬパネルに用いる有機ＥＬ層５としては、特に限定されるものではないが、たとえば赤色、緑色および青色の３色の有機ＥＬ層５を用いることが好ましい。これにより、フルカラーの有機ＥＬ表示装置を実現することができる。この有機ＥＬ層５の上に陰極４が設けられて有機ＥＬ素子１として機能する。

[0107] なお、本実施形態に係る有機ＥＬパネル５０は、電圧駆動デジタル階調方式により駆動が行なわれるが、これに限定されるものではなく、たとえば電流駆動アナログ階調方式により駆動が行なわれてもよい。

[0108] ＴＦＴの数は特に限定されるものではなく、上述したように２つのＴＦＴを用いて有機ＥＬ素子１を駆動させてもよいし、２つ以上のＴＦＴを用いて有機ＥＬ素子１を駆動させてもよい。２つ以上のＴＦＴを用いた場合、ＴＦＴのバラつきを防止することができる。

[0109] また、有機ＥＬ素子１の最表面、すなわちアクティブマトリクス基板に接していない陰極４の表面を保護するために、陰極４の上に封止膜５３、または樹脂膜５４を介して封止基板５５を設けていてもよい。これにより、有機ＥＬ素子１を水分等から保護することができる。

[0110] さらに、有機ＥＬパネル５０では、封止基板５５の上に偏光板５６を備えていてもよい。これにより、有機ＥＬパネル５０のコントラストを向上させることができる。

[0111] 次に、本実施形態に係る有機ＥＬパネル５０の各構成の詳細について説明する。

[0112] （基板２）

基板２としては、たとえば、ガラスもしくは石英等を含む無機材料基板、ポリエチレンテレフタレート、ポリカルバゾールもしくはポリイミド等を含むプラスチック基板、アルミナ等を含むセラミックス基板等の絶縁性基板、またはアルミニウム（Ａｌ）もしくは鉄（Ｆｅ）等を含む金属基板に酸化シリコン（ＳｉＯ₂）、有機絶縁材料等を含む絶縁物を表面にコーティングした基板、Ａｌ等を含む金属基板の表面を陽極酸化等の方法で絶縁化処理を施し

た基板等が挙げられる。

[0113] ここで、有機EL素子1をアクティブマトリクス駆動させるためにポリシリコンTFTを低温プロセスで形成する場合、基板2としては、500℃以下の温度で融解せず、歪みも生じない基板を用いることがより好ましい。さらに、当該ポリシリコンTFTを高温プロセスで形成する場合、1,000℃以下の温度で融解せず、歪みも生じない基板を用いることがより好ましい。

[0114] また、有機ELパネル50において、たとえば、有機EL層5において得られた発光をアクティブマトリクス基板と接していない側、すなわち陰極4側（図4中、偏光板56の上の矢印で示す方向）から取り出す場合には、使用する基板材料は特に限定されないが、たとえば当該発光をアクティブマトリクス基板と接している側の電極、すなわち陽極3側から取り出す場合には、基板材料としては透明または半透明の基板材料を用いることが好ましい。

[0115] （TFT回路／配線51）

TFTとしては、公知のTFTを用いればよく、TFTの代わりに金属—絶縁体—金属（MIM）ダイオードを用いることもできる。

[0116] また、TFTは、公知の材料、構造および形成方法を用いて形成することができる。TFTの活性層の材料としては、たとえば、非晶質シリコン（アモルファスシリコン）、多結晶シリコン（ポリシリコン）、微結晶シリコン、セレン化カドミウム等の無機半導体材料、または、ポリチオフェン誘導体、チオフェンオリゴマー、ポリ（p-フェリレンビニレン）誘導体、ナフタセン、ペンタセン等の有機半導体材料が挙げられる。また、TFTの構造としては、たとえば、スタガ型、逆スタガ型、トップゲート型、コプレーナ型が挙げられる。

[0117] TFTを構成する活性層の形成方法としては、プラズマ誘起化学気相成長（PECVD）法により成膜したアモルファスシリコンに不純物をイオンドーピングする方法、シラン（SiH₄）ガスを用いた減圧化学気相成長（LPCVD）法によりアモルファスシリコンを形成し、固相成長法によりアモル

ファスシリコンを結晶化してポリシリコンを得た後、イオン打ち込み法によりイオンドーピングする方法、 Si_2H_6 ガスを用いたLPCVD法または SiH_4 ガスを用いたPECVD法によりアモルファスシリコンを形成し、エキシマレーザー等のレーザーによりアニールし、アモルファスシリコンを結晶化してポリシリコンを得た後、イオンドーピングを行なう方法（低温プロセス）、LPCVD法またはPECVD法によりポリシリコン層を形成し、1,000℃以上で熱酸化することによりゲート絶縁膜を形成し、その上にn+ポリシリコンのゲート電極を形成し、その後、イオンドーピングを行なう方法（高温プロセス）、有機半導体材料をインクジェット法等により形成する方法、ならびに有機半導体材料の単結晶膜を得る方法等が挙げられる。

[0118] TFTのゲート絶縁膜は、公知の材料を用いて形成することができる。たとえば、PECVD法、LPCVD法等により形成された SiO_2 またはポリシリコン膜を熱酸化して得られる SiO_2 等が挙げられる。また、本実施形態に係る有機ELパネル50に用いられるTFTの信号電極線、走査電極線、共通電極線、第1駆動電極および第2駆動電極は、公知の材料を用いて形成することができ、たとえば、タンタル（Ta）、アルミニウム（Al）、銅（Cu）等が挙げられる。本実施形態に係る有機ELパネルのTFTは、上記のような構成で形成することができるが、これらの材料、構造および形成方法に限定されるものではない。

[0119] （層間絶縁膜52）

層間絶縁膜52としては、公知の材料を用いればよく、たとえば酸化シリコン（ SiO_2 ）、窒化シリコン（ SiN 、または Si_2N_4 ）、酸化タンタル（ TaO 、または、 Ta_2O_5 ）等の無機材料、またはアクリル樹脂、レジスト材料等の有機材料等が挙げられる。

[0120] 層間絶縁膜52の形成方法としては、化学気相成長（CVD）法、真空蒸着法等のドライプロセス、スピコート法等のウェットプロセスが挙げられる。また、必要に応じてフォトリソグラフィ法等によりパターンニングすることもできる。

[0121] また、有機EL層5において得られた発光をアクティブマトリクス基板と接していない側、すなわち陰極4側から取り出す場合、遮光性を兼ね備えた遮光性絶縁膜を用いることが好ましい。これにより、外光が基板上に形成されたTFTに入射しても、TFT特性に変化が生じることを防ぐことができる。

[0122] 遮光性層間絶縁膜としては、フタロシアニン、キナクロドン等の顔料または染料をポリイミド等の高分子樹脂に分散したもの、カラーレジスト、ブラックマトリクス材料、 $\text{Ni}_x\text{Zn}_y\text{Fe}_2\text{O}_4$ 等の無機絶縁材料等が挙げられる。なお、層間絶縁膜は、これらの絶縁膜または遮光性絶縁膜のいずれかを用いてもよいし、これらを組み合わせて用いてもよい。本実施形態に係る有機ELパネルの遮光性層間絶縁膜は、上記のような構成で形成することができるが、これらの材料、構造および形成方法に限定されるものではない。

[0123] (平坦化膜)

基板2上にTFT等を形成した場合、基板2の表面には凹凸が形成される。この凹凸による有機EL素子1の欠陥（たとえば、画素電極の欠損、有機EL層の欠損、対向電極の断線、画素電極と対向電極の短絡、耐圧の低下等）の発生を防止するために、層間絶縁膜52上に平坦化膜を設けてもよい。

[0124] 平坦化膜は、公知の材料を用いて形成することができ、たとえば、酸化シリコン、窒化シリコン、酸化タンタル等の無機材料、ポリイミド、アクリル樹脂、レジスト材料等の有機材料等が挙げられる。

[0125] 平坦化膜の形成方法としては、CVD法、真空蒸着法等のドライプロセス、スピンコート法等のウエットプロセスが挙げられるが、本発明はこれらの材料および形成方法に限定されるものではない。また、平坦化膜は、単層構造でも多層構造でもよい。

[0126] (有機EL素子1)

本実施形態に係る有機ELパネル50は、単層の有機EL層5を含む有機EL素子1を備えていればよい。しかしながら、上述した有機EL素子1の構成に限定されるものではなく、たとえば、アクティブマトリクス基板上に

接している側の電極のエッジ部に、リークを防止するための絶縁性のエッジカバーを設けていてもよく、有機EL素子1をウエットプロセスによって作製する場合には、塗布される塗液を保持するための絶縁性の隔壁層を設けていてもよい。

[0127] (偏光板56)

また、本発明の有機ELパネル50には、有機EL層5において得られた発光を取り出す側に、偏光板56を設けていてもよい。偏光板56としては、特に限定されるものではないが、たとえば従来の直線偏光板と、 $\lambda/4$ 板とを組み合わせたものがより好ましい。偏光板56を設けることによって、有機ELパネル50のコントラストを向上させることができる。

[0128] (封止膜53、封止基板55)

本実施形態に係る有機ELパネル50では、封止膜53または封止基板55を含む封止構造を有していることが好ましい。封止構造としては、たとえば封止膜53および封止基板55を組み合わせた構成であってもよいし、封止膜53または封止基板55のいずれかのみを用いた構成であってもよい。

[0129] 封止膜53としては、たとえば無機膜または樹脂膜等が挙げられ、封止基板55としては、たとえばガラス基板等が挙げられる。なお、有機EL層5において得られた発光を封止層が形成された側から取り出す場合、封止膜53または封止基板55としては透明材料を用いることが好ましい。

[0130] 封止膜53および封止基板55の形成方法は特に限定されるものではなく、公知の封止材料および封止方法により形成することができる。そのような形成方法としては、たとえば、窒素ガスまたはアルゴンガス等の不活性ガスをガラスまたは金属等で封止する方法、もしくは封入した不活性ガス中に酸化バリウム等の吸湿剤等を混入する方法が挙げられる。この他にも、たとえばスピンコート法、ODF (One Drop Fill : 液状滴下法) またはラミレート法を用いて、電極上に樹脂を塗布するか、もしくは貼り合わせることによって封止膜53を形成することもできる。

[0131] このように、電極上に封止構造を設けることによって、外部からの有機E

Ｌ素子１内への酸素または水分の混入を防止することが可能であり、有機ＥＬ素子１の寿命が向上する。なお、封止膜５３または封止基板５５に使用する材料もしくは形成方法は、これに限定されるものではない。

[0132] なお、本発明は上述した有機ＥＬ表示装置に限定されるものではなく、本発明に係る有機ＥＬ素子を備えた有機ＥＬ照明装置も本発明の範囲に含まれる。

実施例

[0133] 以下、本発明を実施例に基づいて説明するが、本発明はこの実施例に限定されない。

[0134] 〔実施例１：本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子の電気特性評価〕

実施例１では、以下の方法により有機ＥＬ素子を作製し、電気特性を評価した。

[0135] （有機ＥＬ素子の作製）

まず、面抵抗 $10\Omega/\square$ である 50mm 角のインジウムスズ酸化物（ITO）が表面に形成された透明基板を使用し、陽極となるITOを 2mm 幅のストライプにパターニングした。次に、この基板を水洗し、純水超音波洗浄を 10 分間、アセトン超音波洗浄を 10 分間、イソプロピルアルコール蒸気洗浄を 5 分間さらに行ない、 100°C において 1 時間乾燥させた。その後、基板を抵抗加熱蒸着装置内の基板ホルダーに固定し、 $1\times 10^{-4}\text{Pa}$ 以下の真空まで減圧した。

[0136] 次に、基板の上に両電荷輸送性発光層（有機ＥＬ層）を膜厚 100nm 形成した。このとき、両電荷輸送性材料としてはビス（カルバゾリン）ベンゾジフラン（CZBDF）、アクセプターとしてはテトラフルオロテトラシアノキノジメタン（TCNQF₄）、有機発光材料としてはトリス（２－フェニルピリジン）イリジウム（III）（Ir（ppy）₃）、ドナーとしてはテトラチアフルバレン（TTF）を用いた。

[0137] また、アクセプターを陽極から 40nm の位置に至る領域に、陽極側から

直線的にドーピング濃度が低下するように、共蒸着によりドーピングした。具体的には、陽極側でTCNQF₄のドーピング濃度を最大の15wt%とし、陽極から40nmの位置でドーピング濃度を0wt%となるようにドーピングした。

[0138] 同様に、ドナーを陰極から40nmの位置に至る領域に、陰極側から直線的にドーピング濃度が低下するように、共蒸着によりドーピングした。具体的には、陰極側でTTFのドーピング濃度を最大の10wt%とし、陰極から40nmの位置でドーピング濃度を0wt%となるようにドーピングした。さらに、両電荷輸送性発光層の中心に位置する領域(20nm)には、Ir(ppy)₃をドーピング濃度が6wt%となるように共蒸着によりドーピングした。

[0139] 次に、銀(Ag)を両電荷輸送性発光層の上に蒸着(蒸着速度:2nm/秒)することにより、膜厚100nmの陰極を形成した。

[0140] 最後に、この基板にUV(ultra violet)硬化樹脂を介してガラス基板を張り合わせ、UVランプを用いて6,000mJのUV光を照射することによって樹脂を硬化させ、封止した。これにより、陽極、両電荷輸送性発光層および陰極からなる、すなわち単層の有機層からなる有機EL素子を得た。

[0141] (有機EL素子の電気特性評価)

次に、実施例1において得られた有機EL素子の電気特性を評価した。なお、電気特性は、OLEDデバイス光学特性検査装置(大塚電子株式会社製)を用いて測定した。

[0142] 実施例1の有機EL素子に5Vの電圧を印加したときの特性を測定した結果、発光効率が33cd/A、輝度が14,000cd/m²であった。また、輝度を1,000cd/m²に調節したときから輝度が半減するまでの寿命を測定した結果、20,000時間であった。

[0143] [比較例1:多層構造の有機エレクトロルミネッセンス素子]

比較例1では、以下の方法により、6層の有機層からなる有機EL素子を作製した。

[0144] まず、面抵抗10Ω/□である50mm角のインジウムスズ酸化物(ITO)が表面に形成された透明基板を使用し、陽極となるITOを2mm幅

のストライプにパターニングした。次に、この基板を水洗し、純水超音波洗浄を10分間、アセトン超音波洗浄を10分間、イソプロピルアルコール蒸気洗浄を5分間さらに行ない、100℃において1時間乾燥させた。その後、基板を抵抗加熱蒸着装置内の基板ホルダーに固定し、 1×10^{-4} Pa以下の真空まで減圧した。

[0145] 次に、正孔注入材料としてLGC101 (LG Chem, LTD. 製) を用いて、抵抗加熱蒸着法により膜厚20 nmの正孔注入層を形成した。

[0146] その後、正孔輸送材料としてN, N'-di-1-ナフチル-N, N'-ジフェニル-1, 1'-ビフェニル-1, 1'-ビフェニル-4, 4'-ジアミン (NPB) を用いて、抵抗加熱蒸着法により膜厚40 nmの正孔注入層を形成した。

[0147] また、ホスト材料として、ビス(カルバゾリン)ベンゾジフラン(CZBD F)、および有機発光材料として、トリス(2-フェニルピリジン)イリジウム(I I I) (Ir(pp y)₃)を用いて、抵抗加熱蒸着法により膜厚30 nmの発光層を形成した。このとき、ホスト材料に対して共蒸着によりIr(pp y)₃を8 wt %ドープした。

[0148] 次に、正孔ブロッキング材料として、2, 9-ジメチル-4, 7-ジフェニル-1, 10-フェナントロリン(BCP)を用いて、抵抗加熱蒸着法により膜厚10 nmの正孔ブロッキング層を形成した。

[0149] その後、電子輸送材料として、アルミキノリノール錯体(A l q 3)を用い抵抗加熱蒸着法により膜厚20 nmの電子輸送層を形成した。

[0150] また、電子注入材料として、フッ化リチウム(L i F)を用いて、抵抗加熱蒸着法により膜厚1 nmの電子注入層を形成した。

[0151] さらに、銀(A g)を電子注入層の上に蒸着(蒸着速度: 2 nm/秒)して積層することにより、膜厚100 nmの陰極を形成した。

[0152] 最後に、この基板にUV硬化樹脂を介してガラス基板を張り合わせ、UVランプを用いて6, 000 nmのUV光を照射することによって樹脂を硬化させ、封止した。これにより、陽極、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、正

孔ブロッキング層、電子輸送層、電子注入層および陰極からなる、すなわち多層構造の有機層からなる有機EL素子を得た。

[0153] 得られた比較例1の有機EL素子を、実施例1と同様の方法により電気特性を測定した結果、発光効率が 32 cd/A 、輝度が $12,000\text{ cd/m}^2$ であった。また、輝度を $1,000\text{ cd/m}^2$ に調節したときから輝度が半減するまでの寿命を測定した結果、 $16,000$ 時間であった。

[0154] [比較例2：単層構造の有機エレクトロルミネッセンス素子]

比較例2では、実施例1と同様の方法により、単層の有機層からなる有機EL素子を作製した。ただし、比較例2では、アクセプターおよびドナーをドーピングさせるときに濃度勾配をつけず、陽極側 40 nm の領域にはTCNQF₄をドーピング濃度が $15\text{ wt\%}$ で一定となるようにドーピングし、陰極側 40 nm の領域にはTTFをドーピング濃度が $10\text{ wt\%}$ で一定となるようにドーピングした。また、両電荷輸送性発光層の中心に位置する領域(20 nm)には、Ir(ppy)₃をドーピング濃度が $6\text{ wt\%}$ となるようにドーピングした。

[0155] 得られた比較例2の有機EL素子を、実施例1と同様の方法により電気特性を測定した結果、発光効率が 20 cd/A 、輝度が $8,000\text{ cd/m}^2$ であった。また、輝度を $1,000\text{ cd/m}^2$ に調節したときから輝度が半減するまでの寿命を測定した結果、 $6,000$ 時間であった。

[0156] ここで、比較例2の有機EL素子を比較例1の有機EL素子と比較したところ、発光効率は比較例1の 32 cd/A から 20 cd/A に低下し、輝度は比較例1の $12,000\text{ cd/m}^2$ から $8,000\text{ cd/m}^2$ に低下していた。また、輝度半減寿命も比較例1の $16,000$ 時間から、 $6,000$ 時間と非常に短くなっていた。

[0157] この結果から、比較例2では高濃度のアクセプターがドーピングされた領域と有機発光材料がドーピングされた領域が接しているため、アクセプターを介して伝搬される正孔が、有機発光材料がドーピングされた領域の両電荷輸送性材料に効率良く伝搬することができないことが分かった。また、高濃度のドナーがドーピングされた領域と有機発光材料をドーピングされた領域が接しているため、ド

ナーを介して伝搬される電子が、有機発光材料がドーピングされた領域の両電荷輸送性材料に効率良く伝搬することができないことが分かった。

[0158] 一方、実施例1の有機EL素子を比較例1, 2の有機EL素子と比較すると、発光効率は比較例2の20 cd/Aから33 cd/Aと大幅に向上し、多層積層型素子である比較例1の32 cd/Aと同等の特性が得られていることが分かった。また、輝度も比較例2の8,000 cd/m²から14,000 cd/m²に大幅に向上し、比較例1の12,000 cd/m²と同等の特性が得られている。さらに、輝度半減寿命についても、比較例2の6,000時間から20,000時間に大幅に向上し、比較例1の16,000時間と同等の特性が得られていることが分かった。

[0159] この結果から、実施例1の有機EL素子では、アクセプターに濃度勾配をつけることにより、正孔が伝播される領域のHOMO準位は、陽極に接している側で最も低く、有機発光材料がドーピングされている領域側で両電荷輸送性材料のHOMO準位とほぼ一致することから、陽極から注入される正孔を有機発光材料がドーピングされている領域まで効率よく輸送することができることが分かった。

[0160] また、ドナーに濃度勾配をつけることにより、電子が伝播される領域のLUMO準位は、陰極に接している側で最も高く、有機発光材料がドーピングされている領域側で両電荷輸送性材料のLUMO準位とほぼ一致することから、陰極から注入される電子を有機発光材料がドーピングされている領域まで効率よく輸送することができることが分かった。

[0161] [実施例2]

実施例2では、実施例1と同様の方法により有機EL素子を作製した。ただし、実施例1ではアクセプターおよびドナーをドーピングさせる際、直線的に濃度勾配をつけたのに対し、実施例2では、指数関数的に濃度勾配をつけた。

[0162] 得られた実施例2の有機EL素子を、実施例1と同様の方法により電気特性を測定した結果、発光効率が45 cd/A、輝度が22,000 cd/m²

であった。また、輝度を $1,000 \text{ cd/m}^2$ に調節したときから輝度が半減するまでの寿命を測定した結果、 $24,000$ 時間であった。

[0163] ここで、実施例 1 および実施例 2 の有機 EL 素子を比較したところ、発光効率 は実施例 1 の 33 cd/A から 45 cd/A に向上し、輝度も実施例 1 の $14,000 \text{ cd/m}^2$ から $22,000 \text{ cd/m}^2$ に向上した。さらに、輝度半減寿命も実施例 1 の $20,000$ 時間から $24,000$ 時間に向上した。

[0164] この結果から、アクセプターおよびドナーの濃度勾配を、直線的な勾配から、指数関数的な勾配にすることにより、さらに効率良く、正孔および電子が発光領域で両電荷輸送性材料に効率良く伝搬することができることが分かった。また、より効果的に、発光材料からアクセプターおよびドナーへの励起エネルギーのエネルギー移動に伴う発光効率の低下を防止できることがわかった。

[0165] [実施例 3]

実施例 3 では、両電荷輸送性材料として CZBDF、アクセプターとして TCNQF₄、有機発光材料として Ir(ppy)₃、ドナーとして TTF を用いて、実施例 1 と同様の方法により、膜厚 120 nm の両電荷輸送性発光層を形成した。

[0166] ただし、実施例 3 では、陽極から 40 nm の位置に至る領域に、陽極側で TCNQF₄ のドーピング濃度を最大の $15 \text{ wt}\%$ とし、陽極から 40 nm の位置でドーピング濃度を $0 \text{ wt}\%$ となるように、指数関数的にドーピング濃度が低下するよう共蒸着によりドーピングした。

[0167] 同様に、陰極から 40 nm の位置に至る領域に、陰極側で TTF のドーピング濃度を最大の $10 \text{ wt}\%$ とし、陰極から 40 nm の位置でドーピング濃度を $0 \text{ wt}\%$ となるように、指数関数的にドーピング濃度が低下するよう共蒸着によりドーピングした。さらに、両電荷輸送性発光層の中心に位置する領域 (20 nm) には、アクセプター、ドナーおよび、有機発光材料がドーピングされていない両電荷輸送性材料のみから構成される領域を介して、Ir(ppy)₃ をドーピング

濃度が6 w t %となるように共蒸着によりドーブした。

[0168] 得られた実施例3の有機EL素子を、実施例1と同様の方法により電気特性を測定した結果、発光効率が50 cd/A、輝度が25,000 cd/m²であった。また、輝度を1,000 cd/m²に調節したときから輝度が半減するまでの寿命を測定した結果、30,000時間であった。

[0169] ここで、実施例2および実施例3の有機EL素子を比較したところ、発光効率は実施例2の45 cd/Aから50 cd/Aに向上し、輝度も実施例2の22,000 cd/m²から25,000 cd/m²に向上した。さらに、輝度半減寿命も実施例2の24,000時間から30,000時間に向上した。

[0170] この結果から、アクセプター、もしくはドナーがドーブされた領域と有機発光材料がドーブされている領域の間に、両電荷輸送性材料のみがドーブされている領域を設けることによって、さらに効率良く、正孔および電子が発光領域で両電荷輸送性材料に効率良く伝搬することが可能となり、且つ、発光領域で形成された励起子が、両電荷輸送性材料で形成される領域で閉じ込められ、アクセプター領域またはドナー領域における励起子の失活を完全に防止することができることが分かった。

[0171] [実施例4：有機EL表示装置の作製]

本実施例では、以下の方法により有機EL表示装置を作製した。

[0172] まず、ガラス基板上に、PECVD法を用いて、アモルファスシリコン半導体膜を形成した。この基板に結晶化処理を施すことにより多結晶シリコン半導体膜を形成した。

[0173] 次に、フォトリソグラフィ法を用いて多結晶シリコン半導体膜を複数の島状にパターンニングした。続いて、パターンニングした多結晶シリコン半導体層の上にゲート絶縁膜およびゲート電極層を順に形成し、フォトリソグラフィ法を用いてパターンニングした。

[0174] その後、パターンニングした多結晶シリコン半導体膜にリン等の不純物元素をドーピングすることによってソースおよびドレイン領域を形成し、TFT

素子を作製した後、平坦化膜を形成した。

[0175] 平坦化膜としては、PECVD法で形成した窒化シリコン膜、およびスピコーターでアクリル系樹脂層を順に積層することによって形成した。

[0176] 具体的には、まず窒化シリコン膜を形成した後、窒化シリコン膜とゲート絶縁膜とを一括してエッチングすることによりソースおよび／またはドレイン領域に通ずるコンタクトホールを形成し、続いて、ソース配線を形成した。その後、アクリル系樹脂層を形成し、ゲート絶縁膜および窒化シリコン膜に穿孔したドレイン領域のコンタクトホールと同じ位置に、ドレイン領域に通ずるコンタクトホールを形成した。これにより、アクティブマトリクス基板を得た。

[0177] なお、平坦化膜としての機能は、アクリル系樹脂層で実現される。また、TFTのゲート電位を定電位にするための保持容量は、スイッチング用TFTのドレインと駆動用TFTのソースとの間に層間絶縁膜等の絶縁膜を介することによって形成した。

[0178] アクティブマトリクス基板には、平坦化層を貫通して駆動用TFTと、赤色、緑色、青色画素の有機EL素子の第1電極（陽極または陰極）とをそれぞれ電氣的に接続するコンタクトホールを設けた。

[0179] 第1電極は、まずAg（銀）を用いて100nmの膜を形成し、引き続きITO（酸化インジウム－酸化錫）を用いて20nmの膜厚で形成されている。このとき、第1電極の面積を300μm×300μmとした。

[0180] 次に、第1電極のSiO₂をスパッタリング法により200nm積層し、従来のフォトリソグラフィ法により、第1電極のエッジ部を覆うように、パターン化した。ここで、第1電極の端から10μm分だけ4辺をSiO₂で覆う構造とし、アクティブマトリクス基板を得た。

[0181] このアクティブマトリクス基板を洗浄した。アクティブマトリクス基板の洗浄は、アセトンおよびIPAを用いて、超音波洗浄を10分間行ない、次にUV－オゾン洗浄を30分間行った。

[0182] （青色画素の形成）

次に、第1電極の表面にシャドーマスクを用いた蒸着法により、青色発光画素を形成した。両電荷輸送性材料としてCZBDF、アクセプターとしてTCNQF₄、ドナーとしてCs（セシウム）、有機青色発光材料としてビス〔（4，6-ジフルオロフェニル）-ピリジナト-N，C2〕（ピコリナト）イリジウム（Irpic）T1=2.8eV（Irpic）を用いて、膜厚120nmの両電荷輸送性発光層を形成した。

[0183] ただし、陽極から40nmの位置に至る領域に、陽極側でTCNQF₄のドーピング濃度を最大の20wt%とし、陽極から40nmの位置でドーピング濃度を0wt%となるように、直線的にドーピング濃度が低下するように共蒸着によりドーピングした。同様に、陰極から40nmの位置に至る領域に、陰極側でCsのドーピング濃度を最大の10wt%とし、陰極から40nmの位置でドーピング濃度を0wt%となるように、直線的にドーピング濃度が低下するよう共蒸着によりドーピングした。さらに、両電荷輸送性発光層の中心に位置する領域（20nm）には、アクセプター、ドナーおよび、有機発光材料がドーピングされていない両電荷輸送性材料のみから構成される領域（それぞれ10nm）を介して、Irpicをドーピング濃度が6wt%となるように共蒸着によりドーピングした。

[0184] （緑色画素の形成）

次に、第1電極の表面にシャドーマスクを用いた蒸着法により、緑色発光画素を形成した。両電荷輸送性材料としてDPABDF、アクセプターとしてTCNQF₄、ドナーとしてCs、有機緑色発光材料としてIr(ppy)₃を用いて、膜厚160nmの両電荷輸送性発光層を形成した。

[0185] ただし、陽極から80nmの位置に至る領域に、陽極側でTCNQF₄のドーピング濃度を最大の20wt%とし、陽極から80nmの位置でドーピング濃度を0wt%となるように、直線的にドーピング濃度が低下するように共蒸着によりドーピングした。同様に、陰極から40nmの位置に至る領域に、陰極側でCsのドーピング濃度を最大の10wt%とし、陰極から40nmの位置でドーピング濃度を0wt%となるように、直線的にドーピング濃度が低下するよう共蒸着によ

りドーピングした。さらに、両電荷輸送性発光層の中心に位置する領域（20 nm）には、アクセプター、ドナーおよび、有機発光材料がドーピングされていない両電荷輸送性材料のみから構成される領域（それぞれ20 nm）を介して、Ir（ppy）₃をドーピング濃度が6 wt %となるように共蒸着によりドーピングした。

[0186] （赤色画素の形成）

次に、第1電極の表面にシャドーマスクを用いた蒸着法により、赤色発光画素を形成した。両電荷輸送性材料としてDPABDF、アクセプターとしてTCNQF₄、ドナーとしてCs、有機赤色発光材料としては、トリス（1-フェニルイソキノリン）イリジウム（III）T1=2.0 eV（Ir（piq）₃）を用いて、膜厚200 nmの両電荷輸送性発光層を形成した。

[0187] ただし、陽極から140 nmの位置に至る領域に、陽極側でTCNQF₄のドーピング濃度を最大の20 wt %とし、陽極から140 nmの位置でドーピング濃度を0 wt %となるように、直線的にドーピング濃度が低下するように共蒸着によりドーピングした。同様に、陰極から40 nmの位置に至る領域に、陰極側でCsのドーピング濃度を最大の10 wt %とし、陰極から40 nmの位置でドーピング濃度を0 wt %となるように、直線的にドーピング濃度が低下するよう共蒸着によりドーピングした。さらに、両電荷輸送性発光層の中心に位置する領域（20 nm）には、アクセプター、ドナーおよび、有機発光材料がドーピングされていない両電荷輸送性材料のみから構成される領域（それぞれ20 nm）を介して、Ir（piq）₃をドーピング濃度が6 wt %となるように共蒸着によりドーピングした。

[0188] これら3色の画素を形成した後、第2電極（第1電極と対となる電極）を形成した。

[0189] まず、画素が形成された基板を金属蒸着用チャンバーに固定した。次に、第2電極形成用のシャドーマスクと当該基板とをアライメントし、有機EL層の表面に真空蒸着法により銀を所望のパターンで形成（厚さ：10 nm）した。これにより、半透明の第2電極を形成した。

[0190] さらに、半透明の第2電極上に、プラズマCVD法により、 $2\mu\text{m}$ の SiO_2 からなる無機保護層を、シャドーマスクを用いてディスプレイからの配線の取り出し部分（FPC接続部分）だけ無機保護層が形成されないようにパターンニング形成した。

[0191] 次に、封止ガラスにUV硬化型樹脂接着材がディスペンサーにより塗布された封止ガラスを前記基板とドライエアー環境下（水分量： -80°C ）で張り合わせ、硬化用UV光を照射し、硬化した。

[0192] このとき、有機EL層において生じた光を外部へ取り出す方向に位置する基板に、偏光板を張り合わせ、有機ELパネルを得た。

[0193] その後、この有機ELパネルに、外部駆動回路等を実装することにより、有機EL表示装置を得た。

[0194] 以上、作製した有機EL表示装置の発光を確認したところムラもなく、高輝度（ $300\text{cd}/\text{m}^2$ ）で、均一な発光が得られた。

[0195] 〔実施例5〕

実施例5では、実施例1と同様の方法により有機EL素子を作製した。ただし、実施例1ではアクセプターおよびドナーをドーピングさせる際、直線的に濃度勾配をつけたのに対し、実施例5では、それぞれ電極からの距離の2乗に比例して濃度が電極から減少するように濃度勾配をつけた。

[0196] 得られた実施例5の有機EL素子を、実施例1と同様の方法により電気特性を測定した結果、発光効率が $40\text{cd}/\text{A}$ 、輝度が $21,000\text{cd}/\text{m}^2$ であった。また、輝度を $1,000\text{cd}/\text{m}^2$ に調節したときから輝度が半減するまでの寿命を測定した結果、 $22,000$ 時間であった。

[0197] ここで、実施例1および実施例5の有機EL素子を比較したところ、発光効率は実施例1の $33\text{cd}/\text{A}$ から $40\text{cd}/\text{A}$ に向上し、輝度も実施例1の $14,000\text{cd}/\text{m}^2$ から $21,000\text{cd}/\text{m}^2$ に向上した。さらに、輝度半減寿命も実施例1の $20,000$ 時間から $22,000$ 時間に向上した。

[0198] この結果から、アクセプターおよびドナーの濃度勾配を、直線的な勾配か

ら、電極からの距離の2乗に比例して濃度が電極から減少するような勾配にすることにより、さらに効率よく、正孔および電子が発光領域において両電荷輸送性材料に伝播できることがわかった。また、発光材料からアクセプターおよびドナーへの励起エネルギーのエネルギー移動に伴う発光効率の低下を、より効果的に防止できることがわかった。

[0199] 〔実施例6〕

実施例6では、実施例1と同様の方法により有機EL素子を作製した。ただし、実施例1ではアクセプターおよびドナーをドーピングさせる際、直線的に濃度勾配をつけたのに対し、実施例6では、それぞれ電極からの距離の3乗に比例して濃度が電極から減少するように濃度勾配をつけた。

[0200] 得られた実施例6の有機EL素子を、実施例1と同様の方法により電気特性を測定した結果、発光効率が 41 cd/A 、輝度が $22,000\text{ cd/m}^2$ であった。また、輝度を $1,000\text{ cd/m}^2$ に調節したときから輝度が半減するまでの寿命を測定した結果、 $22,000$ 時間であった。

[0201] ここで、実施例1および実施例6の有機EL素子を比較したところ、発光効率は実施例1の 33 cd/A から 41 cd/A に向上し、輝度も実施例1の $14,000\text{ cd/m}^2$ から $22,000\text{ cd/m}^2$ に向上した。さらに、輝度半減寿命も実施例1の $20,000$ 時間から $22,000$ 時間に向上した。

[0202] この結果から、アクセプターおよびドナーの濃度勾配を、直線的な勾配から、電極からの距離の3乗に比例して濃度が電極から減少するような勾配にすることにより、さらに効率よく、正孔および電子が発光領域において両電荷輸送性材料に伝播できることがわかった。また、発光材料からアクセプターおよびドナーへの励起エネルギーのエネルギー移動に伴う発光効率の低下を、より効果的に防止できることがわかった。

[0203] 〔実施例7〕

実施例7では、実施例1と同様の方法により有機EL素子を作製した。ただし、実施例1ではアクセプターおよびドナーをドーピングさせる際、直線的に

濃度勾配をつけたのに対し、実施例 7 では、それぞれ電極からの距離の 4 乗に比例して濃度が電極から減少するように濃度勾配をつけた。

[0204] 得られた実施例 7 の有機 EL 素子を、実施例 1 と同様の方法により電気特性を測定した結果、発光効率が 42 cd/A 、輝度が $22,000 \text{ cd/m}^2$ であった。また、輝度を $1,000 \text{ cd/m}^2$ に調節したときから輝度が半減するまでの寿命を測定した結果、 $22,000$ 時間であった。

[0205] ここで、実施例 1 および実施例 7 の有機 EL 素子を比較したところ、発光効率は実施例 1 の 33 cd/A から 42 cd/A に向上し、輝度も実施例 1 の $14,000 \text{ cd/m}^2$ から $22,000 \text{ cd/m}^2$ に向上した。さらに、輝度半減寿命も実施例 1 の $20,000$ 時間から $22,000$ 時間に向上した。

[0206] この結果から、アクセプターおよびドナーの濃度勾配を、直線的な勾配から、電極からの距離の 4 乗に比例して濃度が電極から減少するような勾配にすることにより、さらに効率よく、正孔および電子が発光領域において両電荷輸送性材料に伝播できることがわかった。また、発光材料からアクセプターおよびドナーへの励起エネルギーのエネルギー移動に伴う発光効率の低下を、より効果的に防止できることがわかった。

[0207] [実施例 8]

実施例 8 では、実施例 1 と同様の方法により有機 EL 素子を作製した。ただし、実施例 1 ではアクセプターおよびドナーをドーピングさせる際、直線的に濃度勾配をつけたのに対し、実施例 7 では、それぞれ電極からの距離の 5 乗に比例して濃度が電極から減少するように濃度勾配をつけた。

[0208] 得られた実施例 8 の有機 EL 素子を、実施例 1 と同様の方法により電気特性を測定した結果、発光効率が 43 cd/A 、輝度が $22,000 \text{ cd/m}^2$ であった。また、輝度を $1,000 \text{ cd/m}^2$ に調節したときから輝度が半減するまでの寿命を測定した結果、 $22,000$ 時間であった。

[0209] ここで、実施例 1 および実施例 8 の有機 EL 素子を比較したところ、発光効率は実施例 1 の 33 cd/A から 43 cd/A に向上し、輝度も実施例 1

の14,000 cd/m²から22,000 cd/m²に向上した。さらに、輝度半減寿命も実施例1の20,000時間から22,000時間に向上した。

[0210] この結果から、アクセプターおよびドナーの濃度勾配を、直線的な勾配から、電極からの距離の5乗に比例して濃度が電極から減少するような勾配にすることにより、さらに効率よく、正孔および電子が発光領域において両電荷輸送性材料に伝播できることがわかった。また、発光材料からアクセプターおよびドナーへの励起エネルギーのエネルギー移動に伴う発光効率の低下を、より効果的に防止できることがわかった。

[0211] [実施例9]

実施例9では、実施例2と同様の方法により有機EL素子を作製した。ただし、実施例9では、両電荷輸送性発光層の中心に位置する領域(20nm)に、Ir(ppy)₃をドーピング濃度が6wt%となるように共蒸着によりドーピングする際、両電荷輸送性発光層の中心部(陽極から50nmの位置)において最大ドーピング量6wt%となり、それぞれ陽極または陰極に向かって指数関数的にドーピング濃度が減少するように濃度勾配をつけた。

[0212] 得られた実施例9の有機EL素子を、実施例1と同様の方法により電気特性を測定した結果、発光効率が50 cd/A、輝度が24,000 cd/m²であった。また、輝度を1,000 cd/m²に調節したときから輝度が半減するまでの寿命を測定した結果、35,000時間であった。

[0213] ここで、実施例2および実施例9の有機EL素子を比較したところ、発光効率は実施例2の45 cd/Aから50 cd/Aに向上し、輝度も実施例2の22,000 cd/m²から24,000 cd/m²に向上した。さらに、輝度半減寿命も実施例2の24,000時間から35,000時間に向上した。

[0214] この結果から、発光材料の濃度勾配を、指数関数的な勾配にすることにより、さらに効率よく、正孔および電子が発光領域において両電荷輸送性材料に伝播できることがわかった。また、発光材料からアクセプターおよびドナ

一への励起エネルギーのエネルギー移動に伴う発光効率の低下を、より効果的に防止できることがわかった。

[0215] 〔実施例 10〕

実施例 10 では、実施例 2 と同様の方法により有機 EL 素子を作製した。ただし、実施例 10 では、両電荷輸送性発光層の中心に位置する領域（20 nm）に、Ir（ppy）₃ をドーピング濃度が 6 wt % となるように共蒸着によりドーピングする際、両電荷輸送性発光層の中心部（陽極から 50 nm の位置）において最大ドーピング量 6 wt % となり、それぞれ陽極または陰極に向かって距離の 2 乗に比例してドーピング濃度が減少するように濃度勾配をつけた。

[0216] 得られた実施例 10 の有機 EL 素子を、実施例 1 と同様の方法により電気特性を測定した結果、発光効率が 52 cd/A、輝度が 24,000 cd/m² であった。また、輝度を 1,000 cd/m² に調節したときから輝度が半減するまでの寿命を測定した結果、37,000 時間であった。

[0217] ここで、実施例 2 および実施例 10 の有機 EL 素子を比較したところ、発光効率は実施例 2 の 45 cd/A から 52 cd/A に向上し、輝度も実施例 2 の 22,000 cd/m² から 24,000 cd/m² に向上した。さらに、輝度半減寿命も実施例 2 の 24,000 時間から 37,000 時間に向上した。

[0218] この結果から、発光材料の濃度勾配を、それぞれ陽極または陰極に向かって距離の 2 乗に比例してドーピング濃度が減少するような勾配にすることにより、さらに効率よく、正孔および電子が発光領域において両電荷輸送性材料に伝播できることがわかった。また、発光材料からアクセプターおよびドナーへの励起エネルギーのエネルギー移動に伴う発光効率の低下を、より効果的に防止できることがわかった。

[0219] 〔実施例 11〕

実施例 11 では、実施例 2 と同様の方法により有機 EL 素子を作製した。ただし、実施例 11 では、両電荷輸送性発光層の中心に位置する領域（20 nm）に、Ir（ppy）₃ をドーピング濃度が 6 wt % となるように共蒸着によ

りドーピングする際、両電荷輸送性発光層の中心部（陽極から50 nmの位置）において最大ドーピング量6 wt %となり、それぞれ陽極または陰極に向かって距離の3乗に比例してドーピング濃度が減少するように濃度勾配をつけた。

[0220] 得られた実施例11の有機EL素子を、実施例1と同様の方法により電気特性を測定した結果、発光効率が53 cd/A、輝度が24,000 cd/m²であった。また、輝度を1,000 cd/m²に調節したときから輝度が半減するまでの寿命を測定した結果、38,000時間であった。

[0221] ここで、実施例2および実施例11の有機EL素子を比較したところ、発光効率は実施例2の45 cd/Aから53 cd/Aに向上し、輝度も実施例2の22,000 cd/m²から24,000 cd/m²に向上した。さらに、輝度半減寿命も実施例2の24,000時間から38,000時間に向上した。

[0222] この結果から、発光材料の濃度勾配を、それぞれ陽極または陰極に向かって距離の3乗に比例してドーピング濃度が減少するような勾配にすることにより、さらに効率よく、正孔および電子が発光領域において両電荷輸送性材料に伝播できることがわかった。また、発光材料からアクセプターおよびドナーへの励起エネルギーのエネルギー移動に伴う発光効率の低下を、より効果的に防止できることがわかった。

[0223] [実施例12]

実施例12では、実施例2と同様の方法により有機EL素子を作製した。ただし、実施例12では、両電荷輸送性発光層の中心に位置する領域（20 nm）に、Ir(ppy)₃をドーピング濃度が6 wt %となるように共蒸着によりドーピングする際、両電荷輸送性発光層の中心部（陽極から50 nmの位置）において最大ドーピング量6 wt %となり、それぞれ陽極または陰極に向かって距離の4乗に比例してドーピング濃度が減少するように濃度勾配をつけた。

[0224] 得られた実施例12の有機EL素子を、実施例1と同様の方法により電気特性を測定した結果、発光効率が53 cd/A、輝度が24,000 cd/m²であった。また、輝度を1,000 cd/m²に調節したときから輝度が

半減するまでの寿命を測定した結果、33,000時間であった。

[0225] ここで、実施例2および実施例12の有機EL素子を比較したところ、発光効率は実施例2の45cd/Aから53cd/Aに向上し、輝度も実施例2の22,000cd/m²から24,000cd/m²に向上した。さらに、輝度半減寿命も実施例2の24,000時間から33,000時間に向上した。

[0226] この結果から、発光材料の濃度勾配を、それぞれ陽極または陰極に向かって距離の4乗に比例してドーパ濃度が減少するような勾配にすることにより、さらに効率よく、正孔および電子が発光領域において両電荷輸送性材料に伝播できることがわかった。また、発光材料からアクセプターおよびドナーへの励起エネルギーのエネルギー移動に伴う発光効率の低下を、より効果的に防止できることがわかった。

[0227] [実施例13]

実施例13では、実施例2と同様の方法により有機EL素子を作製した。ただし、実施例13では、両電荷輸送性発光層の中心に位置する領域(20nm)に、Ir(ppy)₃をドーパ濃度が6wt%となるように共蒸着によりドーパする際、両電荷輸送性発光層の中心部(陽極から50nmの位置)において最大ドーパ量6wt%となり、それぞれ陽極または陰極に向かって距離の5乗に比例してドーパ濃度が減少するように濃度勾配をつけた。

[0228] 得られた実施例13の有機EL素子を、実施例1と同様の方法により電気特性を測定した結果、発光効率が54cd/A、輝度が24,000cd/m²であった。また、輝度を1,000cd/m²に調節したときから輝度が半減するまでの寿命を測定した結果、38,000時間であった。

[0229] ここで、実施例2および実施例13の有機EL素子を比較したところ、発光効率は実施例2の45cd/Aから54cd/Aに向上し、輝度も実施例2の22,000cd/m²から24,000cd/m²に向上した。さらに、輝度半減寿命も実施例2の24,000時間から38,000時間に向上した。

- [0230] この結果から、発光材料の濃度勾配を、それぞれ陽極または陰極に向かって距離の5乗に比例してドーパ濃度が減少するような勾配にすることにより、さらに効率よく、正孔および電子が発光領域において電子を両電荷輸送性材料に伝播できることがわかった。また、発光材料からアクセプターおよびドナーへの励起エネルギーのエネルギー移動に伴う発光効率の低下を、より効果的に防止できることがわかった。
- [0231] 本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変さらが可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。
- [0232] また、本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子において、上記第3の領域において、上記第1の領域および上記第2の領域に面している側から中心に向かって上記有機発光材料の濃度が高くなるように勾配がつけられていることが好ましい。
- [0233] 上記の構成によれば、第1の領域と第3の領域との界面領域では、有機発光材料の濃度が低くなっている。そのため、アクセプターを伝播していた正孔を界面領域において効率よく両電荷輸送性材料に伝播させることができ、最終的に第3の領域において正孔を完全に両電荷輸送性材料中に伝播させることができる。
- [0234] 同様に、第2の領域と第3の領域との界面領域では、有機発光材料の濃度が低くなっている。そのため、ドナーを伝播していた電子を界面領域において効率よく両電荷輸送性材料中に伝播させることができ、最終的に第3の領域において電子を完全に両電荷輸送性材料中に伝播させることができる。
- [0235] また、本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、上記第1の領域と上記第3の領域との間に、上記アクセプターおよび上記有機発光材料が含まれていない両電荷輸送性材料領域を含むことが好ましい。
- [0236] 上記の構成によれば、第1の領域から輸送された正孔を有機発光材料がドーパされている第3の領域へ注入する前に、アクセプターおよび有機発光材

料が含まれていない両電荷輸送性材料領域を介する。

[0237] これにより、有機発光材料とアクセプターとが直接接することがないため、有機発光材料において生成された励起子がアクセプターにエネルギー移動して失活することを防止することができる。よって、高い発光効率を効果的に実現することができる。

[0238] また、本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、上記第2の領域と上記第3の領域との間に、上記ドナーおよび上記有機発光材料が含まれていない両電荷輸送性材料領域を含むことが好ましい。

[0239] 上記の構成によれば、第2の領域から輸送された電子を有機発光材料がドープされている第3の領域へ注入する前に、ドナーおよび有機発光材料が含まれていない両電荷輸送性材料領域を介する。

[0240] これにより、有機発光材料とドナーとが直接接することがないため、有機発光材料において生成された励起子がドナーにエネルギー移動して失活することを防止することができる。よって、高い発光効率を効果的に実現することができる。

[0241] さらに、本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子において、上記両電荷輸送性材料領域の膜厚は、5～30nmであることが好ましい。これにより、正孔および電子の注入・輸送が容易となるため、高い特性（例えば、最高輝度、高効率、長寿命および低駆動電圧など）が得られる。

[0242] また、本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子において、上記第1の領域における上記アクセプターの濃度勾配、および上記第2の領域における上記ドナーの濃度勾配は、指数関数的につけられていることが好ましい。

[0243] 上記の構成によれば、正孔および電子を第3の領域の両電荷輸送性材料に、より効率よく伝播することができるため、発光効率を向上させることができる。

[0244] さらに、本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子では、上記第1の領域における上記アクセプターの濃度勾配は、上記陽極からの距離の n 乗

($n \geq 1$) に比例して、該陽極側から上記第 3 の領域に向かって濃度が減少するようにつけられており、上記第 2 の領域における上記ドナーの濃度勾配は、上記陰極からの距離の n 乗 ($n \geq 1$) に比例して、該陰極側から上記第 3 の領域に向かって濃度が減少するようにつけられていることが好ましい。

[0245] また、本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子の製造方法において、上記各供給手段が水平に設置され、上記各供給手段から鉛直下向きにアクセプター、有機発光材料、ドナーおよび両電荷輸送性材料が供給されるとき、上記各供給手段からアクセプター、有機発光材料、ドナーおよび両電荷輸送性材料の供給を受ける側を上記基板を移動させることが好ましい。また、本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子の製造方法において、上記各供給手段が水平に設置され、上記各供給手段から水平方向にアクセプター、有機発光材料、ドナーおよび両電荷輸送性材料が供給されるとき、上記各供給手段からアクセプター、有機発光材料、ドナーおよび両電荷輸送性材料の供給を受ける側を上記基板を移動させることが好ましい。

[0246] 上記の構成によれば、水平に設置された各供給手段からは、アクセプター、有機発光材料、ドナーおよび両電荷輸送性材料が、鉛直下向きまたは水平方向に供給される。このような供給手段から上記各材料の供給を受ける側に沿って基板を移動させることにより、たとえばフルカラーの有機 EL 素子を製造する場合に、生産ラインにおいて各色を塗り分けるために使用するシャドーマスクを宙吊りにしておく必要がなくなる。よって、宙吊りによって生じるマスクの撓みを低減することが可能となるため、たとえば大型の基板上に EL 素子を作製する場合、当該マスクを用いてパターニングすることが可能となる。その結果、生産性を向上させて、コストを低下させることができる。

産業上の利用可能性

[0247] 本発明は、有機 EL 素子を用いた各種デバイスに利用することが可能であり、たとえばテレビ等の表示装置または照明装置等に利用することができる。

符号の説明

- [0248] 1, 1 0 有機 E L 素子
- 2, 1 1 基板
- 3, 1 2 陽極
- 4, 1 8 陰極
- 5, 1 9 有機 E L 層（有機層）

請求の範囲

- [請求項1] 陽極、陰極、および上記陽極と上記陰極との間に両電荷輸送性材料を含む有機層を備え、
- 上記有機層は、上記陽極側に位置し、アクセプターがドーブされた第1の領域と、上記陰極側に位置し、ドナーがドーブされた第2の領域と、上記第1の領域と上記第2の領域との間に位置し、且つ、有機発光材料がドーブされた第3の領域とを含み、
- 上記アクセプターは、上記第1の領域において上記陽極側から上記第3の領域に向かって濃度が低くなるように勾配がつけられ、
- 上記ドナーは、上記第2の領域において上記陰極側から上記第3の領域に向かって濃度が低くなるように勾配がつけられていることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [請求項2] 上記第3の領域において、上記第1の領域および上記第2の領域に面している側から中心に向かって上記有機発光材料の濃度が高くなるように勾配がつけられていることを特徴とする請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [請求項3] 上記第1の領域と上記第3の領域との間に、上記アクセプターおよび上記有機発光材料が含まれていない両電荷輸送性材料領域を含むことを特徴とする請求項1または2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [請求項4] 上記第2の領域と上記第3の領域との間に、上記ドナーおよび上記有機発光材料が含まれていない両電荷輸送性材料領域を含むことを特徴とする請求項1または2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [請求項5] 上記両電荷輸送性材料領域の膜厚は、5～30nmであることを特徴とする請求項3または4に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [請求項6] 上記第1の領域における上記アクセプターの濃度勾配、および上記

第2の領域における上記ドナーの濃度勾配は、指数関数的につけられていることを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項7] 上記第1の領域における上記アクセプターの濃度勾配は、上記陽極からの距離の n 乗（ $n \geq 1$ ）に比例して、該陽極側から上記第3の領域に向かって濃度が減少するようにつけられており、

 上記第2の領域における上記ドナーの濃度勾配は、上記陰極からの距離の n 乗（ $n \geq 1$ ）に比例して、該陰極側から上記第3の領域に向かって濃度が減少するようにつけられていることを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項8] 請求項1～7のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を薄膜トランジスタ基板上に形成した表示手段を備えることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス表示装置。

[請求項9] 請求項1～7のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を備えることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス照明装置。

[請求項10] 請求項1～7のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を製造する方法であって、

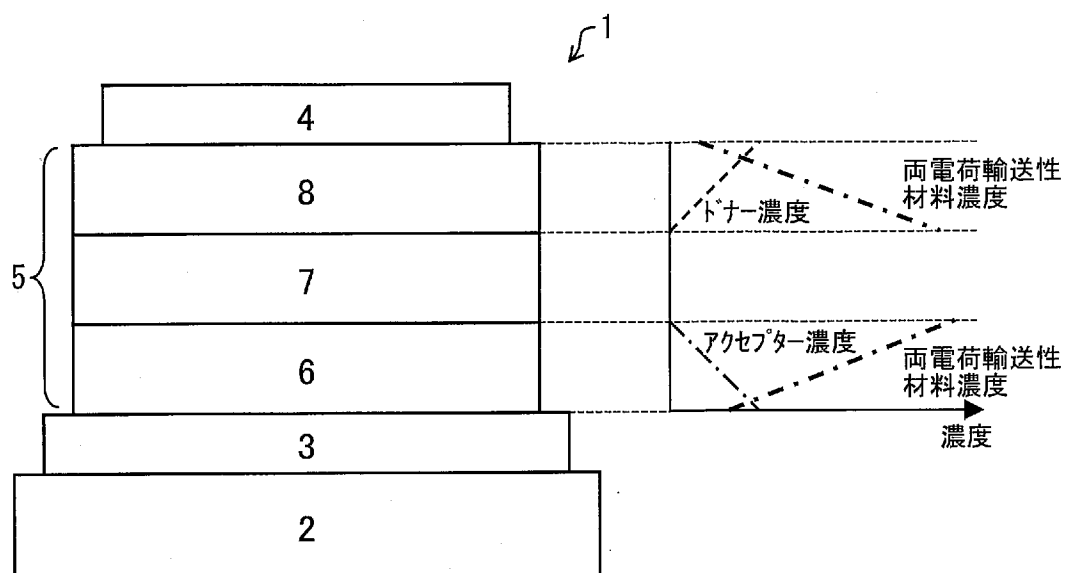
 アクセプター、有機発光材料、ドナーおよび両電荷輸送性材料が充填された各蒸着源が並列に設置されており、上記各蒸着源に沿って基板を移動させたとき、上記各蒸着源から上記基板に対して上記アクセプター、上記有機発光材料、上記ドナーおよび上記両電荷輸送性材料を蒸着することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子の製造方法。

[請求項11] 上記各蒸着源が水平に設置され、上記各蒸着源から鉛直下向きにアクセプター、有機発光材料、ドナーおよび両電荷輸送性材料を蒸着するとき、上記各蒸着源からアクセプター、有機発光材料、ドナーおよび両電荷輸送性材料を蒸着される側を上記基板を移動させることを特

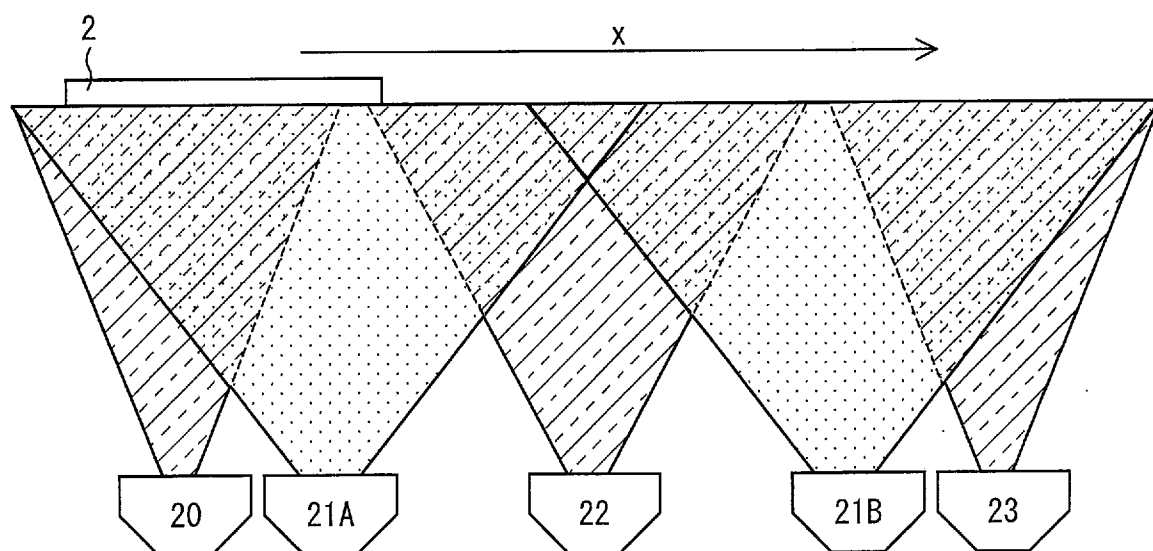
徴とする請求項 10 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子の製造方法。

[請求項12] 上記各蒸着源が上下方向に設置され、上記各蒸着源から水平方向にアクセプター、有機発光材料、ドナーおよび両電荷輸送性材料を蒸着するとき、上記各蒸着源からアクセプター、有機発光材料、ドナーおよび両電荷輸送性材料を蒸着される側を上記基板を移動させることを特徴とする請求項 10 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子の製造方法。

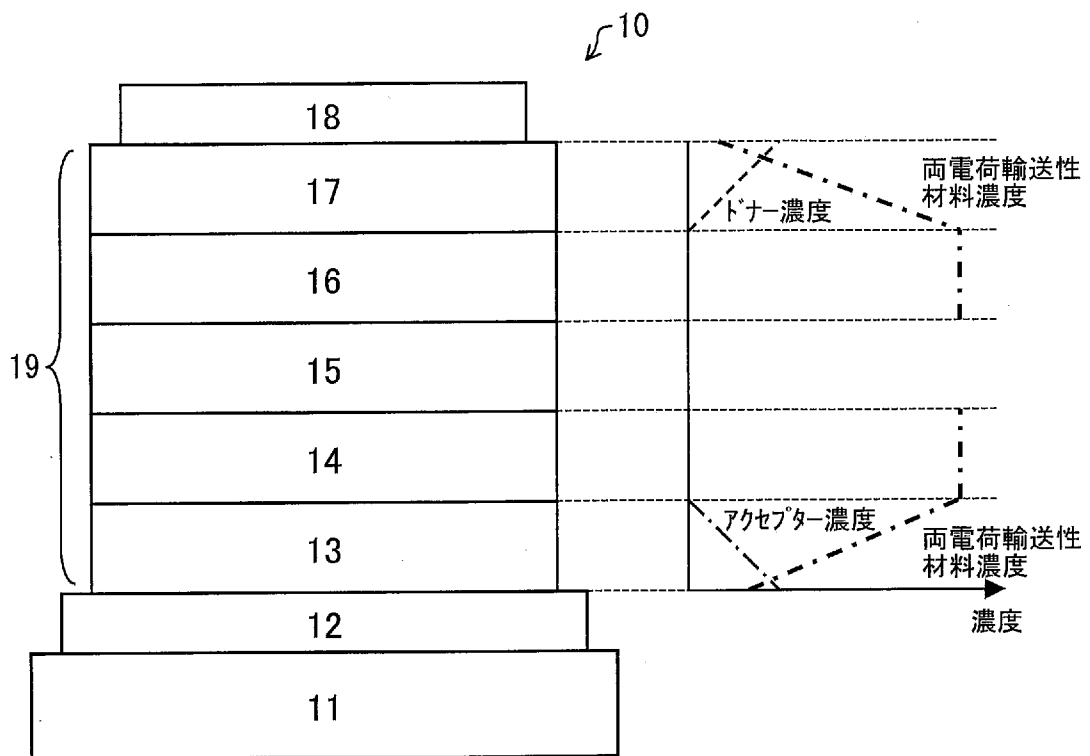
[図1]



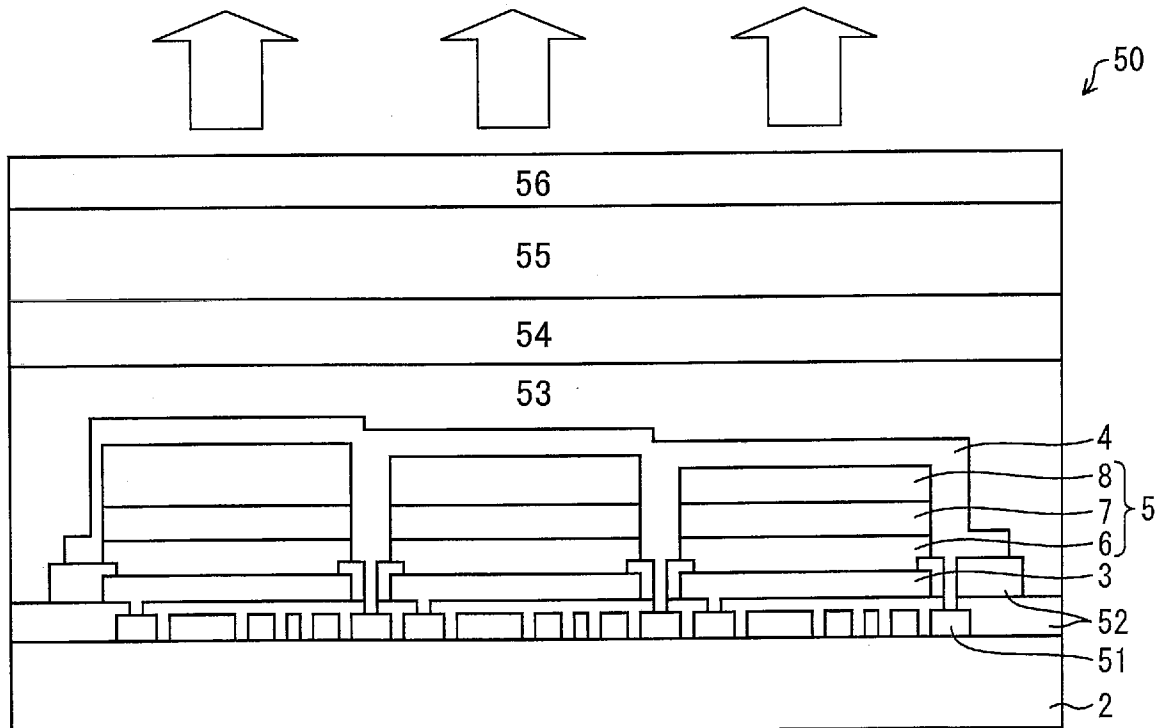
[図2]



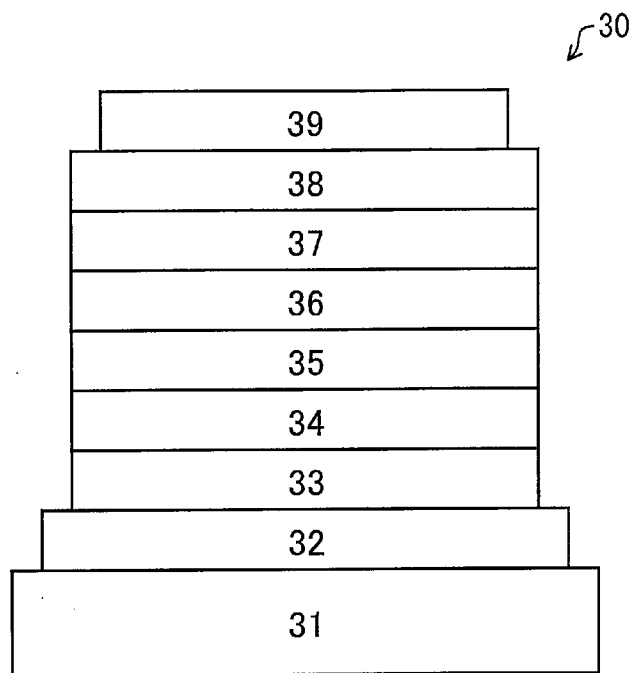
[図3]



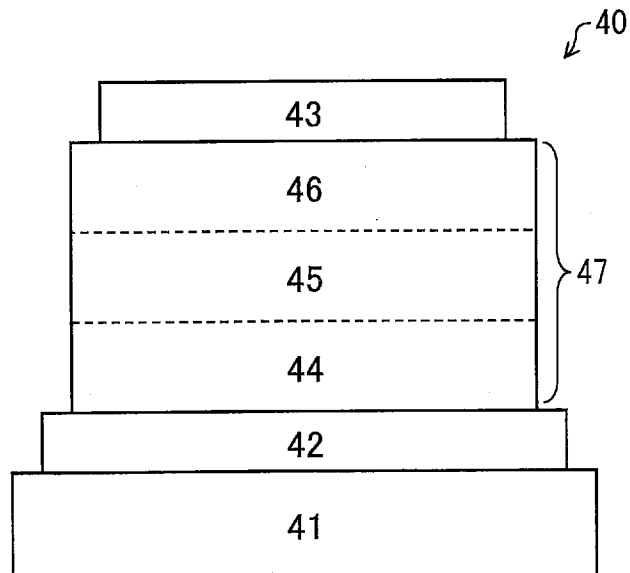
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/002902

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L51/50(2006.01) i, H05B33/10(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)

H01L51/50, H05B33/10

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 1996-2010

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2010 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2010

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2005-85529 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 31 March 2005 (31.03.2005), claims 1 to 6; paragraphs [0030], [0036], [0116] to [0121] (Family: none)	1-12
Y	JP 2006-173619 A (AU Optronics Corp.), 29 June 2006 (29.06.2006), claims 1 to 12 & US 2006/0131562 A1 & US 2008/0057609 A1 & CN 1713788 A & CN 101165942 A	1-12

☒ 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
17 June, 2010 (17.06.10)Date of mailing of the international search report
29 June, 2010 (29.06.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/002902

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 2008/102644 A1 (Dainippon Printing Co., Ltd.), 28 August 2008 (28.08.2008), paragraphs [0061] to [0125] & US 2010/0096622 A & EP 2117063 A1 & CN 101611505 A & KR 10-2009-0121317 A	1-12
Y	WO 2005/064994 A1 (Fujitsu Ltd.), 14 July 2005 (14.07.2005), claims 1 to 20; pages 11 to 15; fig. 8 & US 2008/0038583 A1	1-12
A	JP 2007-208217 A (Fujifilm Corp.), 16 August 2007 (16.08.2007), claims 1 to 9 & US 2007/0181876 A1	1-12
A	JP 2008-522395 A (Thomson Licensing), 26 June 2008 (26.06.2008), claims 1 to 10 & EP 1820228 A & WO 2006/056586 A1 & FR 2878652 A & KR 10-2007-0084534 A & CN 101138106 A	1-12
A	JP 11-504754 A (International Business Machines Corp.), 27 April 1999 (27.04.1999), entire text; all drawings & US 6023073 A & EP 864182 A & EP 1347518 A2 & WO 1997/020355 A1	1-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H01L51/50(2006.01)i, H05B33/10(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. H01L51/50, H05B33/10			
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 日本国公開実用新案公報 日本国実用新案登録公報 日本国登録実用新案公報 1922-1996年 1971-2010年 1996-2010年 1994-2010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)			
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. 2005-85529 A (富士写真フイルム株式会社) 2005.03.31, 【請求項1】 - 【請求項6】, 段落【0030】, 【0036】, 【0116】 - 【0121】 (ファミリーなし)	1-12	
Y	JP 2006-173619 A (友達光電股▲ふん▼有限公司) 2006.06.29, 【請求項1】 - 【請求項12】 & US 2006/0131562 A1 & US 2008/0057609 A1 & CN 1713788 A & CN 101165942 A	1-12	
☒ 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 17.06.2010		国際調査報告の発送日 29.06.2010	
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) 濱野 隆 電話番号 03-3581-1101 内線 3271 20 9108	

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 2008/102644 A1 (大日本印刷株式会社) 2008.08.28, 段落【0061】 - 【0125】 & US 2010/0096622 A & EP 2117063 A1 & CN 101611505 A & KR 10-2009-0121317 A	1-12
Y	WO 2005/064994 A1 (富士通株式会社) 2005.07.14, 【請求項 1】 - 【請求項 20】, 第 11-15 頁, 【図 8】 & US 2008/0038583 A1	1-12
A	JP 2007-208217 A (富士フイルム株式会社) 2007.08.16, 【請求項 1】 - 【請求項 9】 & US 2007/0181876 A1	1-12
A	JP 2008-522395 A (トムソン ライセンシング) 2008.06.26, 【請求項 1】 - 【請求項 10】 & EP 1820228 A & WO 2006/056586 A1 & FR 2878652 A & KR 10-2007-0084534 A & CN 101138106 A	1-12
A	JP 11-504754 A (インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション) 1999.04.27, 全文全図 & US 6023073 A & EP 864182 A & EP 1347518 A2 & WO 1997/020355 A1	1-12