

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02012/020452

発行日 平成25年10月28日 (2013.10.28)

(43) 国際公開日 平成24年2月16日 (2012.2.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05B 33/26 (2006.01)	H05B 33/26	Z
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/14	A
H05B 33/28 (2006.01)	H05B 33/22	A
H05B 33/10 (2006.01)	H05B 33/22	C
	H05B 33/28	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 34 頁) 最終頁に続く

出願番号 特願2011-546513 (P2011-546513)	(71) 出願人 000005821
(21) 国際出願番号 PCT/JP2010/005028	パナソニック株式会社
(22) 国際出願日 平成22年8月10日 (2010.8.10)	大阪府門真市大字門真1006番地
(81) 指定国 AP (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP (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, SE, SI, SK, SM, TR), OA (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), 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	(74) 代理人 100090446 弁理士 中島 司朗
	(74) 代理人 100125597 弁理士 小林 国人
	(74) 代理人 100146798 弁理士 川畑 孝二
	(74) 代理人 100121027 弁理士 木村 公一
	(72) 発明者 倉田 恵子 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

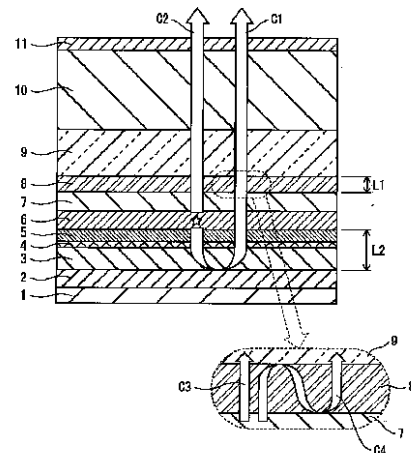
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機発光素子、有機発光装置、有機表示パネル、有機表示装置および有機発光素子の製造方法

(57) 【要約】

有機発光素子は、反射陽極 2 と、透明陰極 8 と、青色光を出射する有機発光層 6 と、反射陽極 2 と有機発光層 6 との間に配置された第 1 機能層と、有機発光層 6 と透明陰極 8 との間に配置された第 2 機能層と、透明陰極 8 上に配置される被覆層とを備える。第 1 機能層は、光学的な厚みが 0 nm よりも大きく 316 nm 以下である。第 2 機能層のうち透明陰極 8 に隣接する層は、透明陰極 8 との屈折率差が 0.1 以上 0.7 以下である。透明陰極 8 は、厚みが 0 nm よりも大きく 70 nm 以下であり、かつ、屈折率が 2.0 以上 2.4 以下であり、かつ、光学的な厚みが 0 nm よりも大きく 168 nm 以下である。被覆層のうち透明陰極に隣接する層は、透明陰極 8 との屈折率差が 0.1 以上 0.7 以下である。

【図6】



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入射された光を反射する第 1 電極と、
 前記第 1 電極に対向して配置され、入射された光を透過する第 2 電極と、
 前記第 1 電極と前記第 2 電極との間に配置され、青色光を出射する有機発光層と、
 前記第 1 電極と前記有機発光層との間に配置され、1 または 2 以上の層からなる第 1 機能層と、
 前記有機発光層と前記第 2 電極との間に配置される 1 または 2 以上の層からなる第 2 機能層と、

前記第 2 電極を覆うように配置される 1 または 2 以上の層からなる被覆層と、
 を備え、

前記有機発光層から出射された前記青色光の一部が、前記第 1 機能層を通じて前記第 1 電極に入射され、前記第 1 電極により反射された後、前記第 1 機能層、前記有機発光層、前記第 2 機能層、前記第 2 電極および前記被覆層を通じて外部に出射される第 1 光路と、
 前記有機発光層から出射された前記青色光の残りの一部が、前記第 1 電極側に進行することなく、前記第 2 機能層を通じて前記第 2 電極に進行し、前記第 2 電極および前記被覆層を通じて外部に出射される第 2 光路と、

が形成され、

前記第 1 機能層は、

光学的な厚みが 0 nm よりも大きく 316 nm 以下であり、

前記第 2 機能層のうち、前記第 2 電極に隣接する層は、

前記第 2 電極との屈折率差が 0.1 以上 0.7 以下であり、

前記第 2 電極は、

厚みが 0 nm よりも大きく 70 nm 以下であり、かつ、屈折率が 2.0 以上 2.4 以下であり、かつ、光学的な厚みが 0 nm よりも大きく 168 nm 以下であり、

前記被覆層のうち、前記第 2 電極に隣接する層は、

前記第 2 電極との屈折率差が 0.1 以上 0.7 以下である、

ことを特徴とする有機発光素子。

【請求項 2】

前記第 1 機能層の厚み X_3 と、前記第 2 電極の厚み Y_3 とが、以下 [数 1] の関係式で囲まれた範囲内の値を取る、請求項 1 記載の有機発光素子。

[数 1]

$$X_3 = R_x \cos \theta - R_y \sin \theta + X_0$$

$$Y_3 = R_x \cos \theta + R_y \sin \theta + Y_0$$

-

$$X_0 = 31, Y_0 = 35, R_x = 5.2, R_y = 27, \theta = 0.15(\text{rad})$$

【請求項 3】

前記第 1 機能層の厚み X_3 と、前記第 2 電極の厚み Y_3 とが、以下 [数 2] の関係式で囲まれた範囲内の値を取る、請求項 1 記載の有機発光素子。

[数 2]

$$X_3 = R_x \cos \theta - R_y \sin \theta + X_0$$

$$Y_3 = R_x \cos \theta + R_y \sin \theta + Y_0$$

-

$$X_0 = 130, Y_0 = 35, R_x = 8, R_y = 15, \theta = 0.20(\text{rad})$$

【請求項 4】

前記第 2 機能層のうち、前記第 2 電極に隣接する層は、屈折率が 1.7 以上 2.1 以下であり、

前記被覆層のうち、前記第 2 電極に隣接する層は、屈折率が 1.7 以上 2.1 以下である、請求項 1 記載の有機発光素子。

【請求項 5】

10

20

30

40

50

前記第2電極は、厚みが30nm以上60nm以下であり、光学的な厚みが60nm以上144nm以下である、請求項1記載の有機発光素子。

【請求項6】

前記第2電極は、厚みが30nm以上70nm以下であり、光学的な厚みが60nm以上168nm以下である、請求項1記載の有機発光素子。

【請求項7】

前記第2機能層は、前記有機発光層に電子を輸送する電子輸送層を有し、

前記第2電極は、陰極であり、

前記被覆層は、前記陰極上に形成される第1封止層と、前記第1封止層上に形成される第2封止層を有する、請求項1記載の有機発光素子。

10

【請求項8】

前記電子輸送層は、厚みが31.5nm以上38.5nm以下であり、かつ、屈折率が1.7以上2.1以下であり、

前記陰極は、厚みが31.5nm以上38.5nm以下であり、かつ、屈折率が2.0以上2.4以下であり、かつ、光学的な厚みが63nm以上92.4nm以下であり、

前記第1封止層は、膜厚が558nm以上682nm以下であり、かつ、屈折率が1.7以上2.1以下であり、

前記第2封止層は、厚みが5400nm以上6600nm以下であり、かつ、屈折率が1.3以上1.7以下である、請求項7記載の有機発光素子。

【請求項9】

20

前記第1電極は、陽極であり、

前記第1機能層は、前記陽極上に形成される透明導電層と、前記透明導電層上に形成される正孔注入層と、前記正孔注入層上に形成される正孔輸送層とを有する、請求項1または7記載の有機発光素子。

【請求項10】

前記透明導電層は、厚みが14.4nm以上17.6nm以下であり、かつ、屈折率が1.9以上2.3以下であり、

前記正孔注入層は、厚みが4.5nm以上5.5nm以下であり、かつ、屈折率が1.8以上2.2以下であり、

前記正孔輸送層は、厚みが9nm以上11nm以下であり、かつ、屈折率が1.5以上1.9以下である、請求項9記載の有機発光素子。

30

【請求項11】

前記透明導電層は、厚みが63nm以上77nm以下であり、かつ、屈折率が1.9以上2.3以下であり、

前記正孔注入層は、厚みが36nm以上44nm以下であり、かつ、屈折率が1.8以上2.2以下であり、

前記正孔輸送層は、厚みが18nm以上22nm以下であり、かつ、屈折率が1.5以上1.9以下である、請求項9記載の有機発光素子。

【請求項12】

前記第1機能層の光学的な厚みが49.0nm以上73.5nm以下であり、

40

前記第2電極の光学的な厚みが63nm以上92.4nm以下である、請求項1に記載の有機発光素子。

【請求項13】

前記第1機能層の光学的な厚みが212nm以上316nm以下であり、

前記第2電極の光学的な厚みが63nm以上92.4nm以下である、請求項1に記載の有機発光素子。

【請求項14】

請求項1から13までのいずれかに記載の有機発光素子を有する有機発光装置。

【請求項15】

請求項1から13までのいずれかに記載の有機発光素子を有する有機表示パネル。

50

【請求項 16】

請求項 1 から 13 までのいずれかに記載の有機発光素子を有する有機表示装置。

【請求項 17】

入射された光を反射する第 1 電極を準備する第 1 工程と、
 前記第 1 電極上に、1 または 2 以上の層からなる第 1 機能層を設ける第 2 工程と、
 前記第 1 機能層上に、青色光を出射する有機発光層を設ける第 3 工程と、
 前記有機発光層上に、前記第 1 機能層とは異なる 1 または 2 以上の層からなる第 2 機能層を設ける第 4 工程と、
 前記第 2 機能層上に、入射された光を透過する第 2 電極を設ける第 5 工程と、
 前記第 2 電極を覆うように、1 または 2 以上の層からなる被覆層を設ける第 6 工程と、
 を含み、
 前記第 2 工程では、
 前記第 1 機能層が、光学的な厚みが 0 nm よりも大きく 316 nm 以下となるように形成され、
 前記第 4 工程では、
 前記第 2 機能層のうち、前記第 2 電極に隣接する層が、前記第 2 電極との屈折率差が 0.1 以上 0.7 以下である材料を用いて形成され、
 前記第 5 工程では、
 前記第 2 電極が、厚みが 0 nm よりも大きく 70 nm 以下であり、かつ、屈折率が 2.0 以上 2.4 以下であり、かつ、光学的な厚みが 0 nm よりも大きく 168 nm 以下となるように形成され、
 前記第 6 工程では、
 前記被覆層のうち、前記第 2 電極に隣接する層が、前記第 2 電極との屈折率差が 0.1 以上 0.7 以下である材料を用いて形成される、
 ことを特徴とする有機発光素子の製造方法。

【請求項 18】

前記第 5 工程では、
 前記第 2 電極の厚み Y_3 が、前記第 2 工程において形成した第 1 機能層の厚み X_3 に対し、以下 [数 1] の関係式で囲まれた範囲内の値を取るように形成される、請求項 17 記載の有機発光素子の製造方法。

[数 1]

$$X_3 = R_x \cos \theta - R_y \sin \theta + X_0$$

$$Y_3 = R_x \cos \theta + R_y \sin \theta + Y_0$$

-

$$X_0 = 31, Y_0 = 35, R_x = 5.2, R_y = 27, \theta = 0.15(\text{rad})$$

【請求項 19】

前記第 5 工程では、
 前記第 2 電極の厚み Y_3 が、前記第 2 工程において形成した第 1 機能層の厚み X_3 に対し、以下 [数 2] の関係式で囲まれた範囲内の値を取るように形成される、請求項 17 記載の有機発光素子の製造方法。

[数 2]

$$X_3 = R_x \cos \theta - R_y \sin \theta + X_0$$

$$Y_3 = R_x \cos \theta + R_y \sin \theta + Y_0$$

-

$$X_0 = 130, Y_0 = 35, R_x = 8, R_y = 15, \theta = 0.20(\text{rad})$$

【請求項 20】

前記第 4 工程では、
 前記第 2 機能層のうち、前記第 2 電極に隣接する層が、屈折率が 1.7 以上 2.1 以下である材料を用いて形成され、
 前記第 6 工程では、

10

20

30

40

50

前記被覆層のうち、前記第 2 電極に隣接する層が、屈折率が 1.7 以上 2.1 以下である材料を用いて形成される、請求項 17 記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 2 1】

前記第 1 工程では、

前記第 1 電極として陽極が形成され、

前記第 2 工程は、

前記第 1 機能層として、前記陽極上に透明導電層を形成し、前記透明導電層上に正孔注入層を形成し、前記正孔注入層上に正孔輸送層を形成する工程であって、

前記透明導電層は、屈折率が 1.9 以上 2.3 以下である材料を用いて、厚みが 14.4 nm 以上 17.6 nm 以下に形成され、

10

前記正孔注入層は、屈折率が 1.8 以上 2.2 以下である材料を用いて、厚みが 4.5 nm 以上 5.5 nm 以下に形成され、

前記正孔輸送層は、屈折率が 1.5 以上 1.9 以下である材料を用いて、厚みが 9 nm 以上 11 nm 以下に形成され、

前記第 3 工程では、

前記有機発光層は、屈折率が 1.6 以上 2.0 以上である材料を用いて、厚みが 36 nm 以上 44 nm 以下に形成され、

前記第 4 工程では、

前記第 2 機能層として、前記有機発光層に電子を輸送する電子輸送層が、屈折率が 1.7 以上 2.1 以下である材料を用いて、厚みが 31.5 nm 以上 38.5 nm 以下に形成され、

20

前記第 5 工程では、

前記第 2 電極として、前記電子輸送層上に陰極が、屈折率が 2.0 以上 2.4 以下である材料を用いて、厚みが 31.5 nm 以上 38.5 nm 以下であって、かつ、光学的な厚みが 63 nm 以上 92.4 nm 以下となるように形成され、

前記第 6 工程は、

前記被覆層として、前記陰極上に第 1 封止層を形成し、前記第 1 封止層上に第 2 封止層を形成する工程であって、

前記第 1 封止層は、屈折率が 1.7 以上 2.1 以下である材料を用いて、厚みが 55.8 nm 以上 68.2 以下に形成され、

30

前記第 2 封止層は、屈折率が 1.3 以上 1.7 以下である材料を用いて、厚みが 5400 nm 以上 6600 nm 以下に形成される、

請求項 17 記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 2 2】

前記第 1 工程では、

前記第 1 電極として陽極が形成され、

前記第 2 工程は、

前記第 1 機能層として、前記陽極上に透明導電層を形成し、前記透明導電層上に正孔注入層を形成し、前記正孔注入層上に正孔輸送層を形成する工程であって、

前記透明導電層は、屈折率が 1.9 以上 2.3 以下である材料を用いて、厚みが 63 nm 以上 77 nm 以下に形成され、

40

前記正孔注入層は、屈折率が 1.8 以上 2.2 以下である材料を用いて、厚みが 36 nm 以上 44 nm 以下に形成され、

前記正孔輸送層は、屈折率が 1.5 nm 以上 1.9 以下である材料を用いて、厚みが 18 nm 以上 22 nm 以下に形成され、

前記第 3 工程では、

前記有機発光層は、屈折率が 1.6 nm 以上 2.0 以上である材料を用いて、厚みが 36 nm 以上 44 nm 以下に形成され、

前記第 4 工程では、

前記第 2 機能層として、前記有機発光層に電子を輸送する電子輸送層が、屈折率が 1.

50

7以上2.1以下である材料を用いて、厚みが31.5nm以上38.5nm以下に形成され、

前記第5工程では、

前記第2電極として、前記電子輸送層上に陰極が、屈折率が2.0以上2.4以下である材料を用いて、厚みが31.5nm以上38.5nm以下であって、かつ、光学的な厚みが63nm以上92.4nm以下となるように形成され、

前記第6工程は、

前記被覆層として、前記陰極上に第1封止層を形成し、前記第1封止層上に第2封止層を形成する工程であって、

前記第1封止層は、屈折率が1.7以上2.1以下である材料を用いて、厚みが558nm以上682以下に形成され、

前記第2封止層は、屈折率が1.3以上1.7以下である材料を用いて、厚みが5400nm以上6600nm以下に形成される、

請求項17記載の有機発光素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機材料の電界発光現象を利用した有機発光素子に関し、特に、有機発光素子の光学設計に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、デジタルテレビ等の表示装置に用いられる表示パネルとして、有機材料の電界発光現象を利用した有機EL(Electro Luminescence)パネルの採用が提案されている。有機ELパネルは、赤、緑、青の各色の有機発光素子が配列された構成を有している。

【0003】

有機ELパネルでは、消費電力低減や長寿命化などの観点から、有機発光素子の光取り出し効率を向上させることが重要である。そこで、特許文献1では、基板上に反射陽極、透明導電層、正孔注入層、正孔輸送層、有機発光層、電子輸送層、電子注入層、透明陰極が積層された有機発光素子において、有機発光層から直接に透明陰極に向かう光と、有機発光層から反射陽極で反射されて透明陰極に向かう光との干渉効果を利用することにより光取り出し効率を高める技術が提案されている。具体的には、透明導電層(屈折率2.2)の厚みを183nm、正孔注入層(屈折率1.85)の厚みを80nm、正孔輸送層(屈折率1.85)の厚みを20nmとしたところ、波長470nmの青色光の光取り出し効率が2.0%から3.0%に向上したことが記載されている(段落0043-0045)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2003-272855号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、有機発光素子において、青色光の光取り出し効率は、緑色光や赤色光の光取り出し効率に比較すると未だ十分とは言えず、さらなる改善の余地がある。

【0006】

そこで、本発明は、青色光の光取り出し効率を高めることができる有機発光素子、有機発光装置、有機表示パネル、有機表示装置および有機発光素子の製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

10

20

30

40

50

本発明の一態様である有機発光素子は、入射された光を反射する第1電極と、前記第1電極に対向して配置され、入射された光を透過する第2電極と、前記第1電極と前記第2電極との間に配置され、青色光を出射する有機発光層と、前記第1電極と前記有機発光層との間に配置され、1または2以上の層からなる第1機能層と、前記有機発光層と前記第2電極との間に配置される1または2以上の層からなる第2機能層と、前記第2電極を覆うように配置される1または2以上の層からなる被覆層と、を備え、前記有機発光層から出射された前記青色光の一部が、前記第1機能層を通じて前記第1電極に入射され、前記第1電極により反射された後、前記第1機能層、前記有機発光層、前記第2機能層、前記第2電極および前記被覆層を通じて外部に出射される第1光路と、前記有機発光層から出射された前記青色光の残りの一部が、前記第1電極側に進行することなく、前記第2機能層を通じて前記第2電極に進行し、前記第2電極および前記被覆層を通じて外部に出射される第2光路と、が形成され、前記第1機能層は、光学的な厚みが0nmよりも大きく316nm以下であり、前記第2機能層のうち、前記第2電極に隣接する層は、前記第2電極との屈折率差が0.1以上0.7以下であり、前記第2電極は、厚みが0nmよりも大きく70nm以下であり、かつ、屈折率が2.0以上2.4以下であり、かつ、光学的な厚みが0nmよりも大きく168nm以下であり、前記被覆層のうち、前記第2電極に隣接する層は、前記第2電極との屈折率差が0.1以上0.7以下である。

10

【発明の効果】

【0008】

本発明の一態様である有機発光素子では、第1機能層の厚みが適切に調整されているので、有機発光層から出射されて直接に第2電極に向かう光と、有機発光層から出射されて第1電極で反射されて第2電極に向かう光との干渉効果により青色光を強め合わせることができる。その上、第2電極とこれに隣接する層との屈折率差および第2電極の厚みが適切に調整されているので、第2電極内での多重反射により青色光をさらに強め合わせることができる。これらの相乗効果により、青色光の光取り出し効率を大幅に高めることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】有機発光層と反射陽極との間に配置された機能層の厚みL2と光取り出し効率との関係を示す図

30

【図2】透明陰極の厚みと光取り出し効率との関係を示す図

【図3】有機発光層と反射陽極との間に配置された機能層の厚みと光取り出し効率との関係を示す図

【図4】本発明の実施形態に係る有機発光素子の構造を模式的に示す図

【図5】本発明の実施形態に係る有機発光素子に形成される光路を示す図

【図6】有機発光素子の各層の屈折率、消衰係数、膜厚(nm)および光学的膜厚(nm)を示す図

【図7】輝度とxy色度のy値との比をマッピングした図

【図8】輝度とy値との比が335以上かそれ未満かの境界にあるデータと、数1から得られるデータとをプロットした図

40

【図9】カラーフィルタによる色度補正をした場合の光取り出し効率とxy色度のy値との比をマッピングした図

【図10】赤、緑、青の各色の光取り出し効率および色度を、透明陰極の厚みが100nmの場合と35nmの場合とで比較するための図

【図11】有機発光素子の各層の屈折率、消衰係数、膜厚(nm)および光学的膜厚(nm)を示す図

【図12】輝度とxy色度のy値との比をマッピングした図

【図13】輝度とy値との比が285以上かそれ未満かの境界にあるデータと、数2から得られるデータとをプロットした図

【図14】カラーフィルタによる色度補正をした場合の光取り出し効率とxy色度のy値

50

との比をマッピングした図

【図15】本発明の実施形態に係る有機表示パネルの画素構造を模式的に示す断面図

【図16】本発明の実施形態に係る有機表示装置の機能ブロックを示す図

【図17】本発明の実施形態に係る有機表示装置の外観を例示する図

【図18】本発明の実施形態に係る有機表示パネルの製造方法を説明するための図

【図19】本発明の実施形態に係る有機表示パネルの製造方法を説明するための図

【発明を実施するための形態】

【0010】

[本発明の一態様を得るに至った経緯]

以下、本発明の態様を具体的に説明するに先立ち、本発明の態様を得るに至った経緯について説明する。

【0011】

まず、発明者らは、光取り出し効率を高めるため、有機発光素子に共振器(cavity)構造を採用することとした。具体的には、基板上に反射陽極、透明導電層、正孔注入層、正孔輸送層、有機発光層、電子輸送層、電子注入層、透明陰極が積層された有機発光素子において、光が干渉効果により強められるように反射陽極と有機発光層との間に配置された機能層(即ち、透明導電層、正孔注入層および正孔輸送層)の厚みを調整することとした。

【0012】

図1は、有機発光層と反射陽極との間に配置された機能層の厚み L_2 と光取り出し効率との関係を示す図である。図1に示すように、機能層の厚み L_2 を変化させると光取り出し効率が増加する。通常、共振器構造では、光取り出し効率が極大値を示すように機能層の厚み L_2 が調整される。本明細書では、説明の便宜上、それらの共振器構造を、機能層の厚みの小さい順に、1st cavity、2nd cavityと呼ぶこととする。なお、発明者らの研究により、少なくとも青色光では、光取り出し効率が極大値のときに色度が目標色度に近いとは限らないことが判明している。色度が目標色度から遠ければ、その分だけカラーフィルタ(CF)により色度補正をする必要があり、その結果、もともとの光取り出し効率が極大値であっても光取り出し効率が大幅に低下してしまい極大値ではなくなる場合がある。この傾向は、特に、2nd cavityで顕著に見られる。そこで、機能層の厚みを2nd cavityに合わせるのではなく、敢えて2nd cavityからずらして1st cavityと2nd cavityとの間に合わせることもある。このときの共振器構造を便宜上、1.5 cavityと呼ぶこととする。図1の結果から、2nd cavityよりも1st cavityを採用したほうが光取り出し効率を高められることが分かる。また、CF有りの場合には、上記の理由により、2nd cavityよりも1.5 cavityを採用したほうが光取り出し効率を高めることができる。

【0013】

このように共振器構造を採用することにより、ある程度は光取り出し効率を高められるものの、青色光は緑色光や赤色光に比べて光取り出し効率が低く、有機発光素子を採用した有機表示装置を製品化するには未だ十分であるとは言えない。そのため、光取り出し効率をさらに高める必要がある。

【0014】

有機発光素子の共振器構造としては、陽極と陰極の一方を反射性とし他方を透過性とする片側反射のタイプと、陽極と陰極の一方を反射性とし他方を半反射性(ハーフミラー)とする両側反射のタイプとがある。発明者らが検討している片側反射のタイプでは、光取り出し効率に主に寄与するのは、反射陽極と有機発光層との間に配置された機能層の厚みであることが知られている。そのため、従来、機能層の厚みは電氣的な観点だけでなく光学的な観点からも検討されているものの、機能層以外の層の厚みは、本来の機能を発揮する観点のみから検討されていることが多い。具体的には、透明電極を覆うように配置される封止層の厚みは、封止性を確保する観点から数 μm に設定され、透明陰極の厚みは導電性を確保する観点から数100nmに設定されている。

【0015】

10

20

30

40

50

上記の通り、従来の技術常識としては、透明陰極の厚みは導電性を確保するため比較的厚膜である数100nmにすればよいという程度の認識に留まっていた。しかしながら、発明者らが、上記技術常識にとらわれずに透明陰極の厚みについても光学的な観点から検討してみたところ、透明陰極の厚みと光取り出し効率との間に関連性があることが判明した。図2は、透明陰極の厚みと光取り出し効率との関係を示す図である。ここでは、透明陰極としてITO (Indium Tin Oxide) が採用され、出射光のxy色度のy値が0.075になるようにカラーフィルタで色度補正をかけた場合での光取り出し効率(c d / A)がプロットされている。図2によれば、透明陰極の厚みを変化させると、光取り出し効率が周期的に変化することが分かる。これは、透明陰極内での多重反射により光の干渉効果が現れていることを示唆している。また、透明陰極の厚みを0nmより大きく70nm以下の範囲にすると、従来の100nm程度の場合に比較して、光取り出し効率が高くなる

10

【0016】

また、図2では、透明陰極の膜厚を変化させているが、図3では、有機発光層と反射陽極との間に配置された透明導電層の厚みを変化させている。図3によれば、透明導電層の厚みが16nm(正孔注入層の厚みを5nm、正孔輸送層の厚みを10nmとしたので、機能層の厚みとしては31nmに相当)のとき、透明陰極の厚みが35nmの場合は上記の従来技術である100nmの場合と比較して、約1.6倍の光取り出し効率の向上が得られることが分かる。さらに、図3によれば、35nmと100nmとで透明陰極の厚みを変えても、機能層の厚みの変化に対する光取り出し効率の変化の挙動(例えば、光取り出し効率のピークが周期的に現れること、ピークの位置、1st cavityの光取り出し効率が2nd cavityの光取り出し効率よりも高いことなど)がほとんど変わらないことが分かる。これは、機能層の厚みと透明陰極の厚みとを別個独立して設計することができ、双方を最適に調整することで更なる光取り出し効率の向上を得られることを示唆している。

20

【0017】

このような知見は、従来は見落とされていた透明陰極の厚みも含めて発明者らが光学的な観点から検討して初めて得られたものである。本発明の一態様である有機発光素子の構成は、このような新たな知見に基づいて得られたものである。

[本発明の一態様の概要]

本発明の一態様である有機発光素子は、入射された光を反射する第1電極と、前記第1電極に対向して配置され、入射された光を透過する第2電極と、前記第1電極と前記第2電極との間に配置され、青色光を出射する有機発光層と、前記第1電極と前記有機発光層との間に配置され、1または2以上の層からなる第1機能層と、前記有機発光層と前記第2電極との間に配置される1または2以上の層からなる第2機能層と、前記第2電極を覆うように配置される1または2以上の層からなる被覆層と、を備え、前記有機発光層から出射された前記青色光の一部が、前記第1機能層を通じて前記第1電極に入射され、前記第1電極により反射された後、前記第1機能層、前記有機発光層、前記第2機能層、前記第2電極および前記被覆層を通じて外部に出射される第1光路と、前記有機発光層から出射された前記青色光の残りの一部が、前記第1電極側に進行することなく、前記第2機能層を通じて前記第2電極に進行し、前記第2電極および前記被覆層を通じて外部に出射される第2光路と、が形成され、前記第1機能層は、光学的な厚みが0nmよりも大きく316nm以下であり、前記第2機能層のうち、前記第2電極に隣接する層は、前記第2電極との屈折率差が0.1以上0.7以下であり、前記第2電極は、厚みが0nmよりも大きく70nm以下であり、かつ、屈折率が2.0以上2.4以下であり、かつ、光学的な厚みが0nmよりも大きく168nm以下であり、前記被覆層のうち、前記第2電極に隣接する層は、前記第2電極との屈折率差が0.1以上0.7以下である。

30

40

【0018】

上記構成によれば、第1機能層の厚みが適切に調整されているので、有機発光層から出射されて直接に第2電極に向かう光と、有機発光層から出射されて第1電極で反射されて第2電極に向かう光との干渉効果により青色光を強め合わせることができる。その上、第

50

2電極とこれに隣接する層との屈折率差および第2電極の厚みが適切に調整されているので、第2電極内での多重反射により青色光をさらに強め合わせることができる。これらの相乗効果により、青色光の光取り出し効率を大幅に高めることができる。

【0019】

また、前記第1機能層の厚み $X3$ と、前記第2電極の厚み $Y3$ とが、以下[数1]の関係式で囲まれた範囲内の値を取ることとしてもよい。

【0020】

[数1]

$$X3 = R_x \cos \theta - R_y \sin \theta + X0$$

$$Y3 = R_x \sin \theta + R_y \cos \theta + Y0$$

-

$$X0 = 31, Y0 = 35, R_x = 5.2, R_y = 27, \theta = 0.15(\text{rad})$$

また、前記第1機能層の厚み $X3$ と、前記第2電極の厚み $Y3$ とが、以下[数2]の関係式で囲まれた範囲内の値を取ることとしてもよい。

【0021】

[数2]

$$X3 = R_x \cos \theta - R_y \sin \theta + X0$$

$$Y3 = R_x \sin \theta + R_y \cos \theta + Y0$$

-

$$X0 = 130, Y0 = 35, R_x = 8, R_y = 15, \theta = 0.20(\text{rad})$$

また、前記第2機能層のうち、前記第2電極に隣接する層は、屈折率が1.7以上2.1以下であり、前記被覆層のうち、前記第2電極に隣接する層は、屈折率が1.7以上2.1以下であることとしてもよい。

【0022】

また、前記第2電極は、厚みが30nm以上60nm以下であり、光学的な厚みが60nm以上144nm以下であることとしてもよい。

【0023】

また、前記第2電極は、厚みが30nm以上70nm以下であり、光学的な厚みが60nm以上168nm以下であることとしてもよい。

【0024】

また、前記第2機能層は、前記有機発光層に電子を輸送する電子輸送層を有し、前記第2電極は、陰極であり、前記被覆層は、前記陰極上に形成される第1封止層と、前記第1封止層上に形成される第2封止層を有することとしてもよい。

【0025】

また、前記電子輸送層は、厚みが31.5nm以上38.5nm以下であり、かつ、屈折率が1.7以上2.1以下であり、前記陰極は、厚みが31.5nm以上38.5nm以下であり、かつ、屈折率が2.0以上2.4以下であり、かつ、光学的な厚みが63nm以上92.4nm以下であり、前記第1封止層は、膜厚が558nm以上682nm以下であり、かつ、屈折率が1.7以上2.1以下であり、前記第2封止層は、厚みが5400nm以上6600nm以下であり、かつ、屈折率が1.3以上1.7以下であることとしてもよい。

【0026】

また、前記第1電極は、陽極であり、前記第1機能層は、前記陽極上に形成される透明導電層と、前記透明導電層上に形成される正孔注入層と、前記正孔注入層上に形成される正孔輸送層とを有することとしてもよい。

【0027】

また、前記透明導電層は、厚みが14.4nm以上17.6nm以下であり、かつ、屈折率が1.9以上2.3以下であり、前記正孔注入層は、厚みが4.5nm以上5.5nm以下であり、かつ、屈折率が1.8以上2.2以下であり、前記正孔輸送層は、厚みが9nm以上11nm以下であり、かつ、屈折率が1.5以上1.9以下であることとして

10

20

30

40

50

もよい。

【0028】

また、前記透明導電層は、厚みが63nm以上77nm以下であり、かつ、屈折率が1.9以上2.3以下であり、前記正孔注入層は、厚みが36nm以上44nm以下であり、かつ、屈折率が1.8以上2.2以下であり、前記正孔輸送層は、厚みが18nm以上22nm以下であり、かつ、屈折率が1.5以上1.9以下であることとしてもよい。

【0029】

また、前記第1機能層の光学的な厚みが49.0nm以上73.5nm以下であり、前記第2電極の光学的な厚みが63nm以上92.4nm以下であることとしてもよい。

【0030】

また、前記第1機能層の光学的な厚みが212nm以上316nm以下であり、前記第2電極の光学的な厚みが63nm以上92.4nm以下であることとしてもよい。

【0031】

本発明の一態様である有機発光装置は、上記の有機発光素子を有する。

【0032】

本発明の一態様である有機表示パネルは、上記の有機発光素子を有する。

【0033】

本発明の一態様である有機表示装置は、上記の有機発光素子を有する。

【0034】

本発明の一態様である有機発光素子の製造方法は、入射された光を反射する第1電極を準備する第1工程と、前記第1電極上に、1または2以上の層からなる第1機能層を設ける第2工程と、前記第1機能層上に、青色光を出射する有機発光層を設ける第3工程と、前記有機発光層上に、前記第1機能層とは異なる1または2以上の層からなる第2機能層を設ける第4工程と、前記第2機能層上に、入射された光を透過する第2電極を設ける第5工程と、前記第2電極を覆うように、1または2以上の層からなる被覆層を設ける第6工程と、を含み、前記第2工程では、前記第1機能層が、光学的な厚みが0nmよりも大きく316nm以下となるように形成され、前記第4工程では、前記第2機能層のうち、前記第2電極に隣接する層が、前記第2電極との屈折率差が0.1以上0.7以下である材料を用いて形成され、前記第5工程では、前記第2電極が、厚みが0nmよりも大きく70nm以下であり、かつ、屈折率が2.0以上2.4以下であり、かつ、光学的な厚みが0nmよりも大きく168nm以下となるように形成され、前記第6工程では、前記被覆層のうち、前記第2電極に隣接する層が、前記第2電極との屈折率差が0.1以上0.7以下である材料を用いて形成される。

【0035】

また、前記第5工程では、前記第2電極の厚みY3が、前記第2工程において形成した第1機能層の厚みX3に対し、以下[数1]の関係式で囲まれた範囲内の値を取るよう形成されることとしてもよい。

【0036】

[数1]

$$X3 = Rxc \cos \theta - Rysin \theta + X0$$

$$Y3 = Rxc \sin \theta + Rysin \theta + Y0$$

-

$$X0=31, Y0=35, Rx=5.2, Ry=27, \theta=0.15(\text{rad})$$

また、前記第5工程では、前記第2電極の厚みY3が、前記第2工程において形成した第1機能層の厚みX3に対し、以下[数2]の関係式で囲まれた範囲内の値を取るよう形成されることとしてもよい。

【0037】

[数2]

$$X3 = Rxc \cos \theta - Rysin \theta + X0$$

$$Y3 = Rxc \sin \theta + Rysin \theta + Y0$$

10

20

30

40

50

X0=130、Y0=35、Rx=8、Ry=15、 $\theta=0.20(\text{rad})$

また、前記第4工程では、前記第2機能層のうち、前記第2電極に隣接する層が、屈折率が1.7以上2.1以下である材料を用いて形成され、前記第6工程では、前記被覆層のうち、前記第2電極に隣接する層が、屈折率が1.7以上2.1以下である材料を用いて形成されることとしてもよい。

【0038】

また、前記第1工程では、前記第1電極として陽極が形成され、前記第2工程は、前記第1機能層として、前記陽極上に透明導電層を形成し、前記透明導電層上に正孔注入層を形成し、前記正孔注入層上に正孔輸送層を形成する工程であって、前記透明導電層は、屈折率が1.9以上2.3以下である材料を用いて、厚みが14.4nm以上17.6nm以下に形成され、前記正孔注入層は、屈折率が1.8以上2.2以下である材料を用いて、厚みが4.5nm以上5.5nm以下に形成され、前記正孔輸送層は、屈折率が1.5以上1.9以下である材料を用いて、厚みが9nm以上11nm以下に形成され、前記第3工程では、前記有機発光層は、屈折率が1.6以上2.0以上である材料を用いて、厚みが36nm以上44nm以下に形成され、前記第4工程では、前記第2機能層として、前記有機発光層に電子を輸送する電子輸送層が、屈折率が1.7以上2.1以下である材料を用いて、厚みが31.5nm以上38.5nm以下に形成され、前記第5工程では、前記第2電極として、前記電子輸送層上に陰極が、屈折率が2.0以上2.4以下である材料を用いて、厚みが31.5nm以上38.5nm以下であって、かつ、光学的な厚みが63nm以上92.4nm以下となるように形成され、前記第6工程は、前記被覆層として、前記陰極上に第1封止層を形成し、前記第1封止層上に第2封止層を形成する工程であって、前記第1封止層は、屈折率が1.7以上2.1以下である材料を用いて、厚みが558nm以上682nm以下に形成され、前記第2封止層は、屈折率が1.3以上1.7以下である材料を用いて、厚みが5400nm以上6600nm以下に形成されることとしてもよい。

10

20

【0039】

また、前記第1工程では、前記第1電極として陽極が形成され、前記第2工程は、前記第1機能層として、前記陽極上に透明導電層を形成し、前記透明導電層上に正孔注入層を形成し、前記正孔注入層上に正孔輸送層を形成する工程であって、前記透明導電層は、屈折率が1.9以上2.3以下である材料を用いて、厚みが63nm以上77nm以下に形成され、前記正孔注入層は、屈折率が1.8以上2.2以下である材料を用いて、厚みが36nm以上44nm以下に形成され、前記正孔輸送層は、屈折率が1.5nm以上1.9以下である材料を用いて、厚みが18nm以上22nm以下に形成され、前記第3工程では、前記有機発光層は、屈折率が1.6nm以上2.0以上である材料を用いて、厚みが36nm以上44nm以下に形成され、前記第4工程では、前記第2機能層として、前記有機発光層に電子を輸送する電子輸送層が、屈折率が1.7以上2.1以下である材料を用いて、厚みが31.5nm以上38.5nm以下に形成され、前記第5工程では、前記第2電極として、前記電子輸送層上に陰極が、屈折率が2.0以上2.4以下である材料を用いて、厚みが31.5nm以上38.5nm以下であって、かつ、光学的な厚みが63nm以上92.4nm以下となるように形成され、前記第6工程は、前記被覆層として、前記陰極上に第1封止層を形成し、前記第1封止層上に第2封止層を形成する工程であって、前記第1封止層は、屈折率が1.7以上2.1以下である材料を用いて、厚みが558nm以上682nm以下に形成され、前記第2封止層は、屈折率が1.3以上1.7以下である材料を用いて、厚みが5400nm以上6600nm以下に形成されることとしてもよい。

30

40

[有機発光素子の構造]

図4は、本発明の実施形態に係る有機発光素子の構造を模式的に示す図である。

【0040】

有機発光素子は、基板1、反射陽極2、透明導電層3、正孔注入層4、正孔輸送層5、

50

有機発光層 6、電子輸送層 7、透明陰極 8、薄膜封止層 9、樹脂封止層 10 および基板 11 を備える。以下、透明導電層 3、正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 を「第 1 機能層」と称し、電子輸送層 7 を「第 2 機能層」と称し、薄膜封止層 9 および樹脂封止層 10 を「被覆層」と称することがある。

【0041】

有機発光素子では、反射陽極 2 の存在により共振器構造が実現されている。図 5 に示すように、有機発光素子には、有機発光層 6 から出射された青色光の一部が、第 1 機能層を通じて反射陽極に入射され、反射陽極により反射された後、第 1 機能層、有機発光層 6、第 2 機能層、透明陰極 8 および被覆層を通じて外部に出射される第 1 光路 C1 と、有機発光層 6 から出射された青色光の残りの一部が、反射陽極 2 側に進行することなく、第 2 機能層を通じて透明陰極 8 に進行し、透明陰極 8 および被覆層を通じて外部に出射される第 2 光路 C2 とが形成される。第 1 光路を通る光と第 2 光路を通る光とが干渉効果で強め合うように第 1 機能層の膜厚 L2 を調整することで、有機発光素子の光取り出し効率を高めることができる。

10

【0042】

また、有機発光素子には、透明陰極 8 をそのまま通過して外部に出射される第 3 光路 C3 のほかに、透明陰極 8 内で電子輸送層 7 および薄膜封止層 9 との界面で多重反射した後、外部に出射される第 4 光路 C4 が形成される。第 4 光路を通る光が干渉効果で強め合うように透明陰極 8 の膜厚 L1 を調整することで、有機発光素子の光取り出し効率をさらに高めることができる。

20

【0043】

以下、各層の光学定数および厚みの好ましい範囲について、シミュレーション結果を参照しながら説明する。

[シミュレーション (1st cavity)]

<条件>

図 6 に、有機発光素子の各層の屈折率、消衰係数、膜厚 (nm) および光学的膜厚 (nm) を示す。シミュレーションは平均値 (ave) で実施しているが、実際の有機発光素子では光学特性に製品誤差が生じるため、 $\pm 10\%$ 程度の誤差を見込んで最小値 (min) および最大値 (max) を規定している。透明導電層の材料は IZO (Indium Zinc Oxide)、透明陰極の材料は ITO (Indium Tin Oxide)、反射陽極の材料はアルミニウム、有機発光層の材料はサメイション (SUMATION) 社製の BP105 である。

30

<検討 1>

前出の図 2 の結果は、図 6 のパラメータのうち透明陰極の厚みを変化させたときに得られたものである。図 2 から、透明陰極の厚みが 0 nm よりも大きく 70 nm 以下の範囲であれば、厚みを 100 nm とした場合に比較して光取り出し効率が高められることが分かる。また、前述のように、透明陰極の厚みに応じて光取り出し効率が変わるのは、透明陰極内での光の干渉効果が現れたものと考えられる。そのため、図 2 の結果に見られる光取り出し効率の向上には、透明陰極とそれに隣接する層との屈折率差も寄与すると考えられる。そうすると、透明陰極については、以下の条件を満たせば、光取り出し効率が高められると言える。

40

(1) 透明陰極の厚み L1 : $0 \text{ nm} < L1 < 70 \text{ nm}$

(2) 透明陰極の屈折率 n : $2.0 < n < 2.4$

(3) 透明陰極の光学的な厚み Lc1 : $0 \text{ nm} < Lc1 < 168 \text{ nm}$

(4) 透明陽極と電子輸送層との屈折率差 ndif : $0.1 < ndif < 0.7$

(5) 透明陽極と薄膜封止層との屈折率差 ndif : $0.1 < ndif < 0.7$

なお、光学的な厚みは、単層構造の場合には膜厚と屈折率の積により求められ、2 以上の多層構造の場合には、層毎に膜厚と屈折率の積をとり、得られた積を合計することにより求められる。

【0044】

また、前出の図 3 の結果は、図 6 のパラメータのうち透明導電層の厚みを変化させたと

50

きに得られたものである。図3から、透明導電層の厚みが16nmのときに光取り出し効率が極大値を取ることが分かる。透明導電層の厚みを変化させたときに光取り出し効率が変わるのは、有機発光層から出射されて第1光路C1を進む光と、有機発光層から出射されて第2光路C2を進む光との光の干渉効果が現れたものと考えられる。したがって、光取り出し効率の向上には、実質的には第1機能層の厚みが寄与しており、光取り出し効率を最も向上させるには、第1機能層の厚みを31nmにすればよい。なお、製品誤差を考慮すると、第1機能層については、以下の条件を満たせば、光取り出し効率が高められると言える。

(6) 第1機能層の厚み $L_2 : 27.9 \text{ nm} \leq L_2 \leq 34.1 \text{ nm}$

(7) 第1機能層の光学的な厚み $L_{c2} : 49.0 \text{ nm} \leq L_{c2} \leq 73.5 \text{ nm}$

以上より、条件(1)~(7)を満たすことにより、光取り出し効率を高めることができる。

<検討2>

図7は、横軸を第1機能層の厚みとし、縦軸を透明陰極の厚みとして、輝度とxy色度のy値との比をマッピングした図である。青色光では、共振器構造を採用して出射光の輝度を高めても、色度(特に、y値)が目標色度からずれてしまうことがある。そのため、出射光の色度のずれを抑えながら輝度を高める必要がある。輝度とy値との比は、色度のずれを抑える効果と輝度を高める効果のバランスを評価するのに有効な指標であり、その値が大きいほど好ましい。図7(a)は、290~350の範囲を幅20の等高線で区画したものであり、図7(b)は、図7(a)から評価が良好である335~350の範囲を抜き出して、幅5の等高線で区画したものである。図7(b)に示した良好な範囲を楕円でフィッティングすると、以下の[数1]の関係式が得られた。

【0045】

[数1]

$$X_3 = R_x \cos \theta - R_y \sin \theta + X_0$$

$$Y_3 = R_x \sin \theta + R_y \cos \theta + Y_0$$

$$X_0 = 31, Y_0 = 35, R_x = 5.2, R_y = 27, \theta = 0.15(\text{rad})$$

ここで X_3 は第1機能層の厚み L_2 であり、 Y_3 は透明陰極の厚み L_1 である。

【0046】

図8は、輝度とy値との比が335以上かそれ未満かの境界にあるデータと、数1から得られるデータとをプロットした図である。これによれば、数1は精度良くフィッティングできていることが分かる。

【0047】

以上より、第1機能層の厚み X_3 と、透明陰極の厚み Y_3 とが、数1の関係式で囲まれた範囲内の値を取ることによって、青色光の出射光の色度のずれを抑えながら輝度を高めることができる。

<検討3>

カラーフィルタによる色度補正をした場合の光取り出し効率について図8と同様にマッピングしたところ、図9の結果が得られた。図9から、透明陰極の厚み L_1 が60nm以下であるのがより好ましいことが分かる。また、透明陰極の厚み L_1 は、0nmよりも大きければよいが、本来の目的である導電性を確保するため30nm以上であるのがより好ましい。

【0048】

以上より、透明陰極の厚み L_1 のより好ましい範囲は30nm以上60nm以下であると言える。そのときの光学的な厚みは60nm(=30×2.0)以上144(=60×2.4)nmである。

<検討4>

また、図2および図3に示すように、透明陰極の厚みが35nm、第1機能層の厚みが31nmの場合に光取り出し効率の改善効果が高い。図7を見ると、透明陰極の厚みが3

10

20

30

40

50

5 nm、第1機能層の厚みが31 nmの場合は、輝度とy値との比が345～350の範囲である。そうすると、逆に、輝度とy値との比が345～350の範囲であれば、透明陰極の厚みが35 nm、第1機能層の厚みが31 nmの場合と同じ効果が得られると言える。

【0049】

図7では、輝度とy値との比が345～350の範囲内であるのは、第1機能層の厚みが27 nm以上32 nm以下であり、かつ、透明陰極の厚みが35 nm以上53 nm以下の場合である。したがって、この条件を満たしていれば、光取り出し効率の改善効果が高いと言え、より好ましい。

<検討5>

図10は、赤、緑、青の各色の光取り出し効率および色度を、透明陰極の厚みが100 nmの場合と35 nmの場合とで比較するための図である。

【0050】

透明陰極の厚みを35 nmにすると、100 nmの場合に比べて、青色光で165%、緑色光で112%の光取り出し効率の向上が見られる。一方、赤色光では、光取り出し効率が低下してしまうが、特性に問題が生じない程度である。

[シミュレーション(1.5 cavity)]

次に、共振器構造として1.5 cavityを採用した場合のシミュレーションについて説明する。

<検討6>

図11に、有機発光素子の各層の屈折率、消衰係数、膜厚(nm)および光学的膜厚(nm)を示す。1st cavityと1.5 cavityとでは、第1機能層の厚みL2が異なるだけである。すなわち、1st cavityでは、第1機能層の厚みが27.9以上34.1以下であり、光学的な厚みが49.0以上73.5 nm以下であるのに対し、1.5 cavityでは第1機能層の厚みが11.7以上14.3以下であり、光学的な厚みが21.2以上31.6以下である。それ以外のパラメータについては、1st cavityと1.5 cavityとで同じである。

【0051】

前出の図2の結果は、図11のパラメータのうち透明陰極の厚みを変化させたときに得られたものである。図2から明らかなように、透明陰極内での多重反射に基づく光取り出し効率の向上効果は、1st cavityと1.5 cavityとで同じである。したがって、1.5 cavityの場合でも1st cavityの場合と同様に、以下の条件を満たせば、光取り出し効率が高められると言える。

(1) 透明陰極の厚み $L1$: $0 \text{ nm} < L1 < 70 \text{ nm}$

(2) 透明陰極の屈折率 n : $2.0 < n < 2.4$

(3) 透明陰極の光学的な厚み $Lc1$: $0 \text{ nm} < Lc1 < 168 \text{ nm}$

(4) 透明陽極と電子輸送層との屈折率差 $ndif$: $0.1 < ndif < 0.7$

(5) 透明陽極と薄膜封止層との屈折率差 $ndif$: $0.1 < ndif < 0.7$

<検討7>

1.5 cavityについても、輝度とxy色度のy値との比をマッピングすると図12のようになる。また、1.5 cavityで光取り出し効率の改善効果が高くなるのは、透明陰極の厚みが35 nm、第1機能層の厚みが130 nmの場合である。

図12(b)に示した良好な範囲を楕円でフィッティングすると、以下の[数2]の関係式が得られた。

【0052】

[数2]

$$X3 = R_x \cos \theta - R_y \sin \theta + X0$$

$$Y3 = R_x \sin \theta + R_y \cos \theta + Y0$$

-

$$X0=130, Y0=35, R_x=8, R_y=15, \theta=0.20(\text{rad})$$

ここでX3は第1機能層の厚みL2であり、Y3は透明陰極の厚みL1である。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 3 】

図 1 3 は、輝度と y 値との比が 2 8 5 以上かそれ未満かの境界にあるデータと、数 2 から得られるデータとをプロットした図である。これによれば、数 2 は精度良くフィッティングできていることが分かる。

【 0 0 5 4 】

以上より、第 1 機能層の厚み X3 と、透明陰極の厚み Y3 とが、数 2 の関係式で囲まれた範囲内の値を取ることによって、青色光の出射光の色度のずれを抑えながら輝度を高めることができる。

< 検討 8 >

1.5 cavity についても、カラーフィルタによる色度補正をした場合の光取り出し効率についてマッピングすると、図 1 4 のようになる。図 1 4 から、透明陰極の厚み L 1 が 7 0 nm 以下であるのがより好ましいことが分かる。また、透明陰極の厚み L 1 は、本来の目的である導電性を確保するため 3 0 nm 以上であるのが好ましい。

10

【 0 0 5 5 】

以上より、1.5 cavity の場合、透明陰極の厚み L 1 のより好ましい範囲は 3 0 nm 以上 7 0 nm 以下であると言える。そのときの光学的な厚みは 6 0 nm (= 3 0 × 2 . 0) 以上 1 6 8 (= 7 0 × 2 . 4) nm である。

< 検討 9 >

上記の検討 4 と同様の議論を適用すると、1.5 cavity では、第 1 機能層の厚みが 1 2 9 nm 以上 1 3 7 nm 以下であり、かつ、透明陰極の厚みが 3 5 nm 以上 4 2 nm 以下であれば、光取り出し効率の改善効果が高く、より好ましいと言える。

20

[有機表示パネル]

図 1 5 は、本発明の実施形態に係る有機表示パネルの画素構造を模式的に示す断面図である。有機表示パネルでは、赤、緑、青の各色の画素が行方向及び列方向にマトリクス状に規則的に配置されている。各画素は有機材料を用いた有機発光素子で構成されている。

【 0 0 5 6 】

青色の有機発光素子は、基板 1、反射陽極 2、透明導電層 3、正孔注入層 4、正孔輸送層 5、有機発光層 6 b、電子輸送層 7、透明陰極 8、薄膜封止層 9、樹脂封止層 1 0、基板 1 1 を含む。緑色の有機発光素子は、有機発光層 6 g を除き、青色の有機発光素子と同様の構成を有する。赤色の有機発光素子も、有機発光層 6 r を除き、青色の有機発光素子と同様の構成を有する。この例では、各色の有機発光素子において、基板 1、電子輸送層 7、透明陰極 8、薄膜封止層 9、樹脂封止層 1 0 が共通であり、それ以外の層はバンク 1 2 で区分されている。また、必要に応じて、カラーフィルタ 1 3 b、1 3 g、1 3 r が設けられる。

30

[各層の具体例]

< 基板 >

基板 1 は、例えば、TFT (Thin Film Transistor) 基板である。基板 1 の材料は、例えば、ソーダガラス、無蛍光ガラス、燐酸系ガラス、硼酸系ガラスなどのガラス板及び石英板、並びに、アクリル系樹脂、スチレン系樹脂、ポリカーボネート系樹脂、エポキシ系樹脂、ポリエチレン、ポリエステル、シリコン系樹脂などのプラスチック板又はプラスチックフィルム、並びに、アルミナなどの金属板又は金属ホイルなどである。

40

【 0 0 5 7 】

< バンク >

バンク 1 2 は、絶縁性材料により形成されていれば良く、有機溶剤耐性を有することが好ましい。また、バンク 1 2 はエッチング処理、ベーク処理などされることがあるので、それらの処理に対する耐性の高い材料で形成されることが好ましい。バンク 1 2 の材料は、樹脂などの有機材料であっても、ガラスなどの無機材料であっても良い。有機材料として、アクリル系樹脂、ポリイミド系樹脂、ノボラック型フェノール樹脂などを使用するこ

50

とができ、無機材料として、シリコンオキサイド (SiO_2)、シリコンナイトライド (Si_3N_4) などを使用することができる。

【0058】

< 反射陽極 >

反射陽極 2 は、基板 1 に配された TFT に電氣的に接続されており、有機発光素子の正極として機能すると共に、有機発光層 6 b, 6 g, 6 r から反射陽極 2 に向けて出射された光を反射する機能を有する。反射機能は、反射陽極 2 の構成材料により発揮されるものでもよいし、反射陽極 2 の表面部分に反射コーティングを施すことにより発揮されるものでもよい。反射陽極 2 は、例えば、Ag (銀)、APC (銀、パラジウム、銅の合金)、ARA (銀、ルビジウム、金の合金)、MoCr (モリブデンとクロムの合金)、NiCr (ニッケルとクロムの合金) 等で形成されている。

10

< 透明導電層 >

透明導電層 3 は、製造過程において反射陽極 2 が自然酸化するのを防止する保護層として機能する。透明導電層 3 の材料は、有機発光層 6 b, 6 g, 6 r で発生した光に対して十分な透光性を有する導電性材料により形成されればよく、例えば、ITO や IZO などが好ましい。室温で成膜しても良好な導電性を得ることができるからである。

< 正孔注入層 >

正孔注入層 4 は、正孔を有機発光層 6 b, 6 g, 6 r に注入する機能を有する。例えば、酸化タングステン (WO_x)、酸化モリブデン (MoO_x)、酸化モリブデンタングステン ($\text{Mo}_x\text{W}_y\text{O}_z$) などの遷移金属の酸化物で形成される。遷移金属の酸化物で形成することで、電圧 - 電流密度特性を向上させ、また、電流密度を高めて発光強度を高めることができる。なお、これ以外に、遷移金属の窒化物などの金属化合物も適用できる。

20

< 正孔輸送層 >

正孔輸送層 5 の材料は、例えば、特開平 5 - 163488 号に記載のトリアゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、ポリアリールアルカン誘導体、ピラゾリン誘導体及びピラゾロン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、アリアルアミン誘導体、アミノ置換カルコン誘導体、オキサゾール誘導体、スチリルアントラセン誘導体、フルオレノン誘導体、ヒドラゾン誘導体、スチルベン誘導体、ポリフィリン化合物、芳香族第三級アミン化合物及びスチリルアミン化合物、ブタジエン化合物、ポリスチレン誘導体、ヒドラゾン誘導体、トリフェニルメタン誘導体、テトラフェニルベンジン誘導体である。特に好ましくは、ポリフィリン化合物、芳香族第三級アミン化合物及びスチリルアミン化合物である。

30

< 有機発光層 >

有機発光層 6 b, 6 g, 6 r の材料は、例えば、特開平 5 - 163488 号公報に記載のオキシノイド化合物、ペリレン化合物、クマリン化合物、アザクマリン化合物、オキサゾール化合物、オキサジアゾール化合物、ペリノン化合物、ピロロピロール化合物、ナフタレン化合物、アントラセン化合物、フルオレン化合物、フルオランテン化合物、テトラセン化合物、ピレン化合物、コロネン化合物、キノロン化合物及びアザキノロン化合物、ピラゾリン誘導体及びピラゾロン誘導体、ローダミン化合物、クリセン化合物、フェナントレン化合物、シクロペンタジエン化合物、スチルベン化合物、ジフェニルキノン化合物、スチリル化合物、ブタジエン化合物、ジシアノメチレンピラン化合物、ジシアノメチレンチオピラン化合物、フルオレsein 化合物、ピリリウム化合物、チアピリリウム化合物、セレナピリリウム化合物、テルロピリリウム化合物、芳香族アルダジエン化合物、オリゴフェニレン化合物、チオキサンテン化合物、アンスラセン化合物、シアニン化合物、アクリジン化合物、8 - ヒドロキシキノリン化合物の金属鎖体、2 - ビビリジン化合物の金属鎖体、シッフ塩と III 族金属との鎖体、オキシ金属鎖体、希土類鎖体等の蛍光物質である。

40

< 電子輸送層 >

電子輸送層 7 の材料は、例えば、特開平 5 - 163488 号公報のニトロ置換フルオレノン誘導体、チオピランジオキサイド誘導体、ジフェキノン誘導体、ペリレンテトラカル

50

ボキシル誘導体、アントラキノジメタン誘導体、フレオレニリデンメタン誘導体、アントロン誘導体、オキサジアゾール誘導体、ペリノン誘導体、キノリン錯体誘導体である。

【0059】

なお、電子注入性を更に向上させる点から、上記電子輸送層を構成する材料に、Na, Ba, Caなどのアルカリ金属またはアルカリ土類金属をドーピングしてもよい。

<透明陰極>

透明陰極8は、有機EL素子の負極として機能する。透明陰極8の材料は、有機発光層6b, 6g, 6rで発生した光に対して十分な透光性を有する導電性材料により形成されればよく、例えば、ITOやIZOなどが好ましい。

<薄膜封止層>

薄膜封止層9は、基板1との間に挟まれた各層が水分や空気に晒されることを防止する機能を有する。薄膜封止層9の材料は、例えば、窒化シリコン(SiN)、酸化シリコン(SiON)や樹脂等である。

<樹脂封止層>

樹脂封止層10は、基板1から薄膜封止層9までの各層からなる背面パネルと、カラーフィルタ13b, 13g, 13rが形成された基板11とを貼り合わせるとともに、各層が水分や空気に晒されることを防止する機能を有する。樹脂封止層10の材料は、例えば、樹脂接着剤等である。

<カラーフィルタ>

カラーフィルタ13b, 13g, 13rは、有機発光素子から出射された光の色度を矯正する機能を有する。

[有機表示装置]

図16は、本発明の実施形態に係る有機表示装置の機能ブロックを示す図である。図17は、本発明の実施形態に係る有機表示装置の外観を例示する図である。有機表示装置15は、有機表示パネル16と、これに電氣的に接続された駆動制御部17とを備える。有機表示パネル16は、図15に示す画素構造を有するものである。駆動制御部17は、各有機発光素子の反射陽極2と透明陰極8との間に電圧を印加する駆動回路18~21と、駆動回路18~21の動作を制御する制御回路22とからなる。

[有機表示パネルの製造方法]

次に、有機ELパネルの製造方法を説明する。図18、図19は、本発明の実施形態に係る有機表示パネルの製造方法を説明するための図である。

【0060】

まず、基板1上に反射陽極2を蒸着法やスパッタ法等によって形成する(図18(a))。次に、反射陽極2上に、蒸着法やスパッタ法等により透明導電層3を形成する(図18(b))。このとき、透明導電層3の厚みを上述した範囲内に適宜調整する。

【0061】

次に、透明導電層3上に、例えば、スパッタ法等により正孔注入層4を形成し、バンク12を形成し、さらに、正孔注入層4上に、例えば、インクジェット法等により正孔輸送層5を形成する(図18(c))。

【0062】

次に、正孔輸送層5上に、有機発光層6b, 6g, 6rを形成する(図18(d))。

【0063】

次に、有機発光層6b, 6g, 6r上に電子輸送層7を形成する(図19(a))。

【0064】

次に、電子輸送層7上に、透明陰極8を形成する(図19(b))。このとき、透明陰極8の厚みを上述した範囲内に適宜調整する。

【0065】

次に、透明陰極8上に薄膜封止層9を形成し、カラーフィルタ13b, 13g, 13rが形成された基板11を、樹脂封止層10を用いて貼り合わせる(図19(c))。

【0066】

10

20

30

40

50

以上、本発明を実施形態に基づいて説明したが、本発明は上記実施形態に限られない。例えば、以下のような変形例がある。

(1) 実施形態では、第1機能層が透明導電層3、正孔注入層4および正孔輸送層5から構成されているが、本発明は、これに限らない。これらの何れかが無くてもよいし、これ以外の機能層が含まれていてもよい。

(2) 実施形態では、第2機能層が電子輸送層7から構成されているが、本発明は、これに限らない。例えば、電子注入層が含まれていてもよい。

(3) シミュレーションでは、各層の屈折率、膜厚、光学的な厚みに関して、好ましい範囲が規定されているが、その中でも最適な範囲が図6、図11に示された数値範囲である。図6、図11に示された数値範囲を満たすことにより、光取り出し効率をより向上させることができる。

【産業上の利用可能性】

【0067】

本発明の有機発光素子は、有機ELパネル等の有機表示パネル、有機ELディスプレイ等の有機表示装置、有機EL照明等の有機発光装置などに利用可能である。

【符号の説明】

【0068】

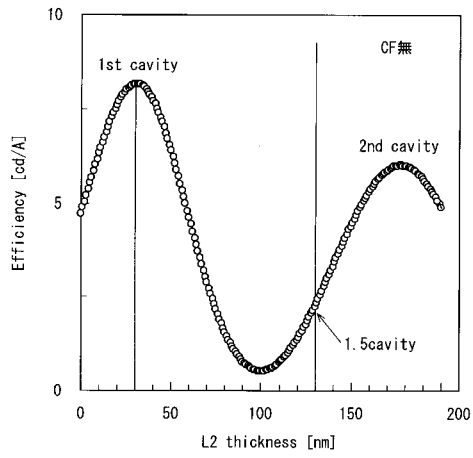
- | | | |
|---------------|---------|----|
| 1 | 基板 | |
| 2 | 反射陽極 | |
| 3 | 透明導電層 | 20 |
| 4 | 正孔注入層 | |
| 5 | 正孔輸送層 | |
| 6, 6b, 6g, 6r | 有機発光層 | |
| 7 | 電子輸送層 | |
| 8 | 透明陰極 | |
| 9 | 薄膜封止層 | |
| 10 | 樹脂封止層 | |
| 11 | 基板 | |
| 12 | バンク | |
| 13b, 13g, 13r | カラーフィルタ | 30 |
| 15 | 有機表示装置 | |
| 16 | 有機表示パネル | |
| 17 | 駆動制御部 | |
| 18 ~ 21 | 駆動回路 | |
| 22 | 制御回路 | |

10

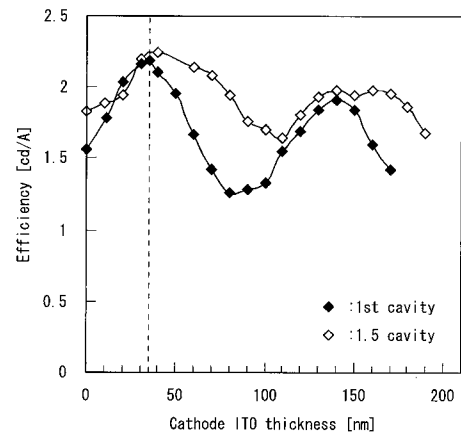
20

30

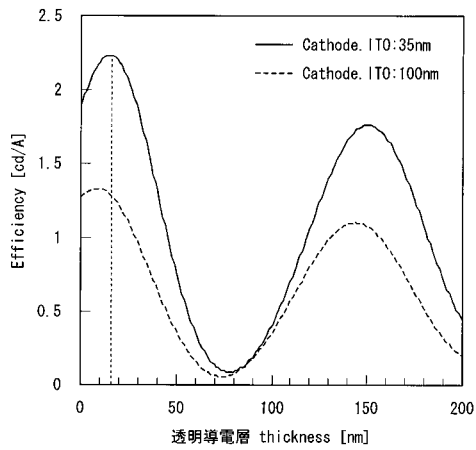
【 図 1 】



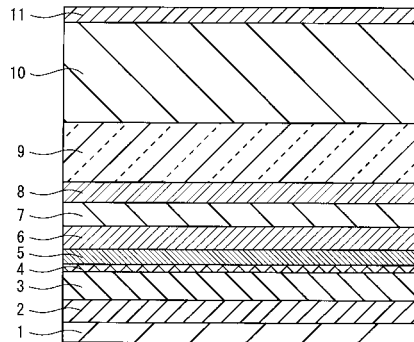
【 図 2 】



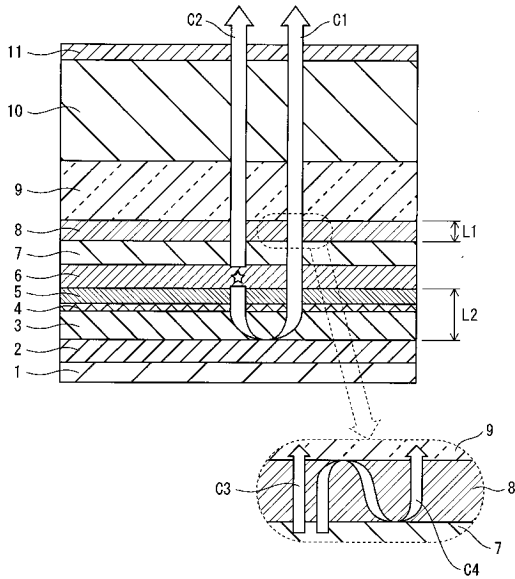
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

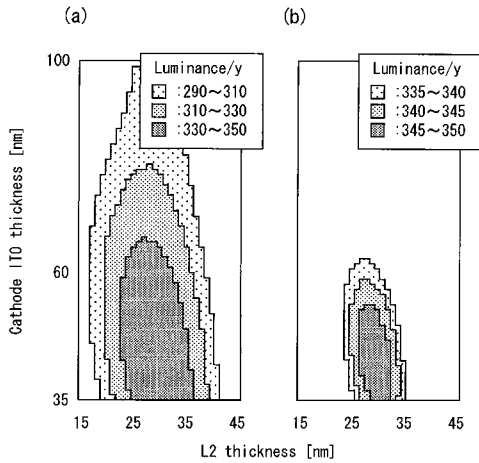
	屈折率 (n)		
	min	ave	max
樹脂封止層	1.3	1.5	1.7
薄膜封止層	1.7	1.9	2.1
透明陰極	2.0	2.2	2.4
電子輸送層	1.7	1.9	2.1
発光層 (Blue)	1.6	1.8	2.0
正孔輸送層	1.5	1.7	1.9
正孔注入層	1.8	2.0	2.2
透明導電層	1.9	2.1	2.3
反射陽極	0.12	0.14	0.19

	消費係数 (k)		
	min	ave	max
樹脂封止層	0.00	0.00	0.00
薄膜封止層	0.00	0.011	0.08
透明陰極	0.00	0.15	0.55
電子輸送層	0.10	0.18	0.30
発光層 (Blue)	0.00	0.15	0.62
正孔輸送層	0.13	0.15	0.17
正孔注入層	0	0.17	0.91
透明導電層	0	0.19	0.60
反射陽極	1.52	2.9	5.3

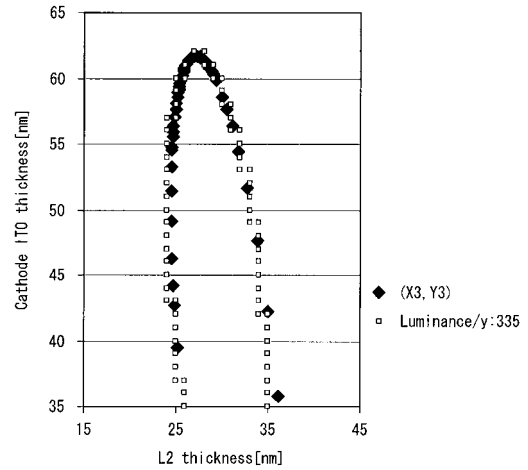
	膜厚 [nm]			
	min	ave	max	
樹脂封止層	5400	6000	6600	
薄膜封止層	558	620	682	
透明陰極	31.5	35	38.5	
電子輸送層	31.5	35	38.5	
発光層 (Blue)	36	40	44	
正孔輸送層	9	10	11	
正孔注入層	4.5	27.9	5	31
透明導電層	14.4	16	17.6	34.1
反射陽極	135	150	165	

	光学の膜厚 [nm]		
	min	ave	max
樹脂封止層	7020	9000	11220
薄膜封止層	949	1178	1432
透明陰極	63	77	92.4
電子輸送層	53.6	66.5	80.9
発光層 (Blue)	57.6	72	88
正孔輸送層	13.5	17	20.9
正孔注入層	8.1	49.0	12.1
透明導電層	27.4	33.6	40.5
反射陽極			

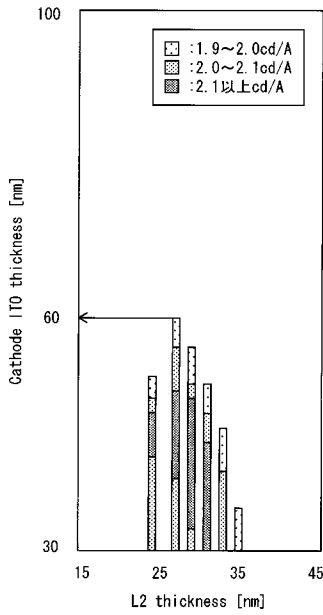
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 1 0 】

	Cathode ITO 100nm			Cathode ITO 35nm			UP (%)
	効率 (cd/A)	x	y	効率 (cd/A)	x	y	
Red	12.6	0.67	0.33	10.3	0.67	0.33	82
Green	40.4	0.29	0.65	45.2	0.29	0.66	112
Blue	1.3	0.13	0.07	2.2	0.13	0.08	165

【 図 1 1 】

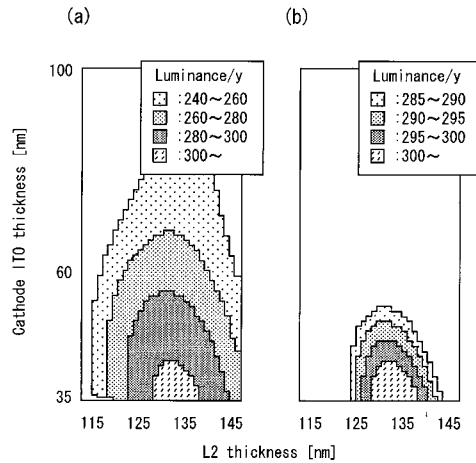
	屈折率 (n)		
	min	ave	max
樹脂封止層	1.3	1.5	1.7
薄膜封止層	1.7	1.9	2.1
透明陰極	2.0	2.2	2.4
電子輸送層	1.7	1.9	2.1
発光層 (Blue)	1.6	1.8	2.0
正孔輸送層	1.5	1.7	1.9
正孔注入層	1.8	2.0	2.2
透明導電層	1.9	2.1	2.3
反射陽極	0.12	0.14	0.19

	消衰係数 (k)		
	min	ave	max
樹脂封止層	0.00	0.00	0.00
薄膜封止層	0.00	0.011	0.08
透明陰極	0.00	0.15	0.55
電子輸送層	0.10	0.18	0.30
発光層 (Blue)	0.00	0.15	0.62
正孔輸送層	0.13	0.15	0.17
正孔注入層	0	0.17	0.91
透明導電層	0	0.19	0.60
反射陽極	1.52	2.9	5.3

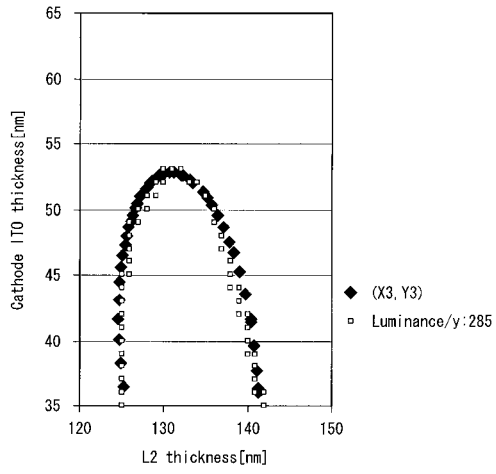
	膜厚 [nm]		
	min	ave	max
樹脂封止層	5400	6000	6600
薄膜封止層	558	620	682
透明陰極	31.5	35	38.5
電子輸送層	31.5	35	38.5
発光層 (Blue)	36	40	44
正孔輸送層	18	20	22
正孔注入層	36	40	44
透明導電層	63	70	77
反射陽極	135	150	165

	光学的膜厚 [nm]		
	min	ave	max
樹脂封止層	7020	9000	11220
薄膜封止層	949	1178	1432
透明陰極	63	77	92.4
電子輸送層	53.6	66.5	80.9
発光層 (Blue)	57.6	72	88
正孔輸送層	27	34	41.8
正孔注入層	64.8	80	96.8
透明導電層	119.7	147	177.1
反射陽極			

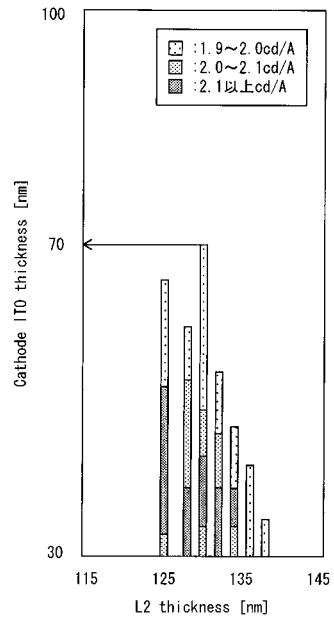
【 図 1 2 】



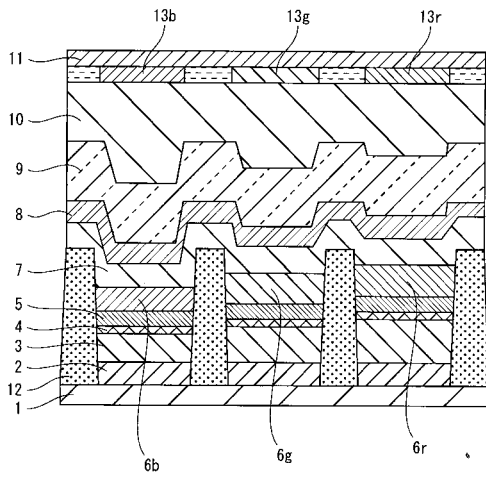
【 図 1 3 】



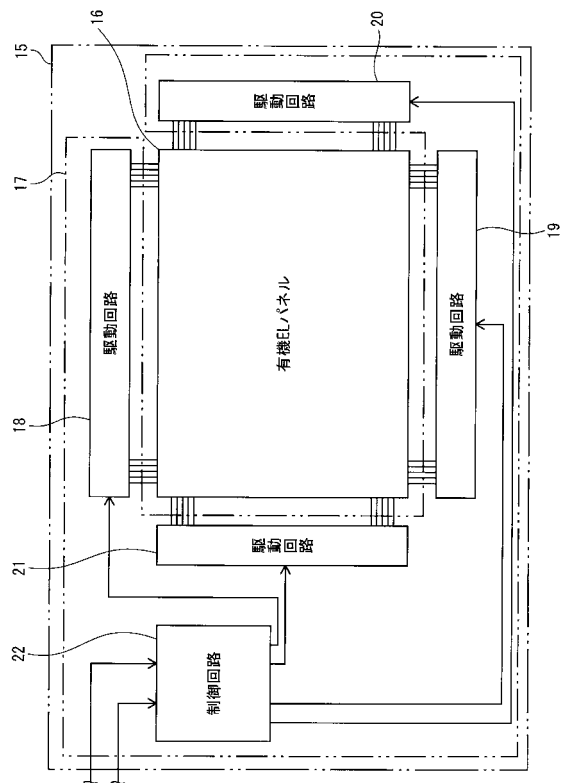
【 図 1 4 】



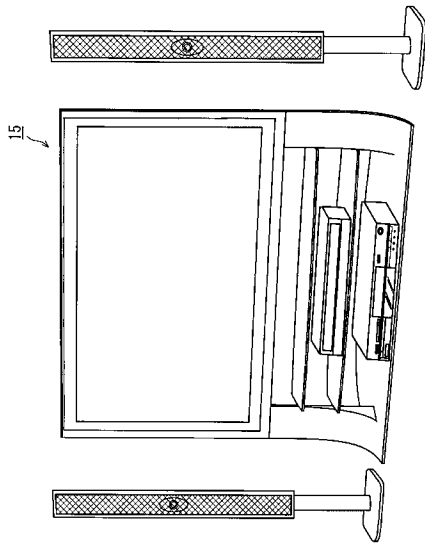
【 図 1 5 】



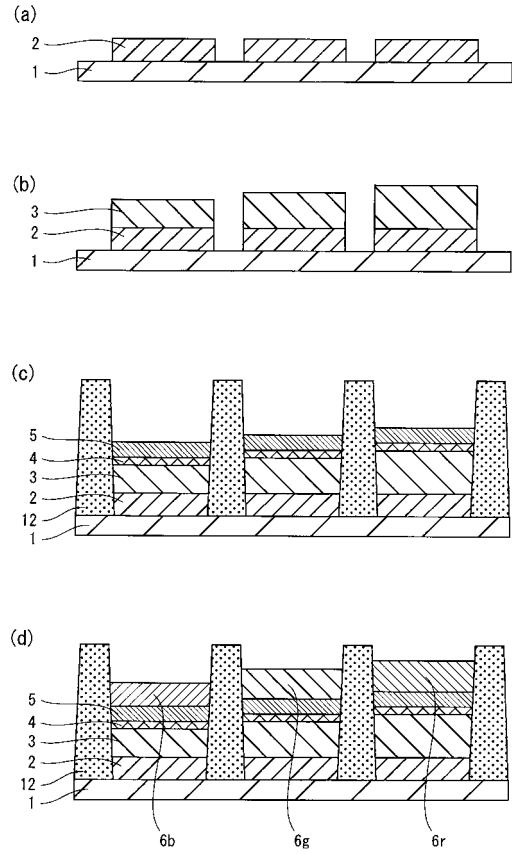
【 図 1 6 】



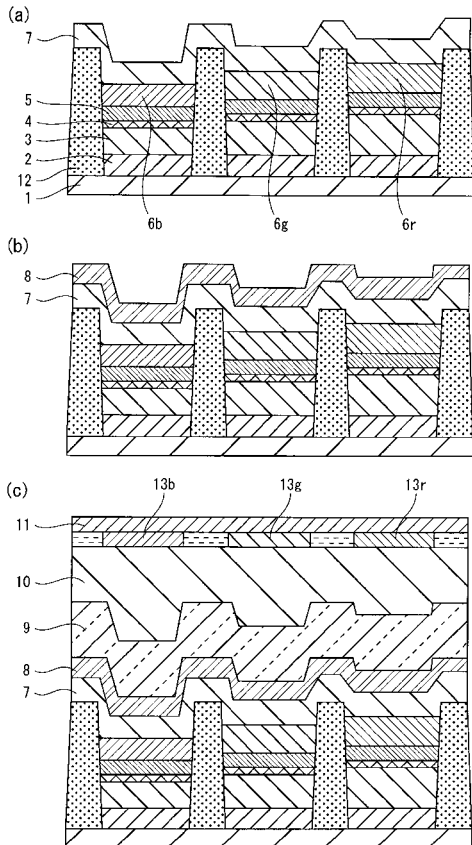
【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



【 図 1 9 】



【手続補正書】

【提出日】平成25年4月3日(2013.4.3)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

入射された光を反射する第1電極と、
 前記第1電極に対向して配置され、入射された光を透過する第2電極と、
 前記第1電極と前記第2電極との間に配置され、青色光を出射する有機発光層と、
 前記第1電極と前記有機発光層との間に配置され、1または2以上の層からなる第1機能層と、
 前記有機発光層と前記第2電極との間に配置される1または2以上の層からなる第2機能層と、
 前記第2電極を覆うように配置される1または2以上の層からなる被覆層と、
 を備え、
 前記有機発光層から出射された前記青色光の一部が、前記第1機能層を通じて前記第1電極に入射され、前記第1電極により反射された後、前記第1機能層、前記有機発光層、前記第2機能層、前記第2電極および前記被覆層を通じて外部に出射される第1光路と、
 前記有機発光層から出射された前記青色光の残りの一部が、前記第1電極側に進行することなく、前記第2機能層を通じて前記第2電極に進行し、前記第2電極および前記被覆層を通じて外部に出射される第2光路と、
 が形成され、
 前記第1機能層は、
 光学的な厚みが0nmよりも大きく316nm以下であり、
 前記第2機能層のうち、前記第2電極に隣接する層は、
 前記第2電極との屈折率差が0.1以上0.7以下であり、
 前記第2電極は、
 厚みが0nmよりも大きく70nm以下であり、かつ、屈折率が2.0以上2.4以下であり、かつ、光学的な厚みが0nmよりも大きく168nm以下であり、
 前記被覆層のうち、前記第2電極に隣接する層は、
 前記第2電極との屈折率差が0.1以上0.7以下であり、
前記有機発光層から出射された前記青色光のうち、前記第2電極をそのまま通過して外部に出射される光路を通る光と、前記第2電極内で前記第2機能層および前記被覆層との界面で多重反射した後、外部に出射される光路を通る光とが、干渉効果で強め合う、
 ことを特徴とする有機発光素子。

【請求項2】

前記第1機能層の厚み X_3 と、前記第2電極の厚み Y_3 とが、以下[数1]の関係式で囲まれた範囲内の値を取る、請求項1記載の有機発光素子。

[数1]

$$X_3 = R_x \cos \theta_0 - R_y \sin \theta_0 + X_0$$

$$Y_3 = R_x \sin \theta_0 + R_y \cos \theta_0 + Y_0$$

-

$$X_0 = 31, Y_0 = 35, R_x = 5.2, R_y = 27, \theta_0 = 0.15(\text{rad})$$

【請求項3】

前記第1機能層の厚み X_3 と、前記第2電極の厚み Y_3 とが、以下[数2]の関係式で囲まれた範囲内の値を取る、請求項1記載の有機発光素子。

[数2]

$$X3=Rxcos \cos -Rysin \sin +X0$$

$$Y3=Rxcos \sin +Rysin \cos +Y0$$

-

$$X0=130、Y0=35、Rx=8、Ry=15、 \theta=0.20(\text{rad})$$

【請求項 4】

前記第 2 機能層のうち、前記第 2 電極に隣接する層は、屈折率が 1.7 以上 2.1 以下であり、

前記被覆層のうち、前記第 2 電極に隣接する層は、屈折率が 1.7 以上 2.1 以下である、請求項 1 記載の有機発光素子。

【請求項 5】

前記第 2 電極は、厚みが 30 nm 以上 60 nm 以下であり、光学的な厚みが 60 nm 以上 144 nm 以下である、請求項 1 記載の有機発光素子。

【請求項 6】

前記第 2 電極は、厚みが 30 nm 以上 70 nm 以下であり、光学的な厚みが 60 nm 以上 168 nm 以下である、請求項 1 記載の有機発光素子。

【請求項 7】

前記第 2 機能層は、前記有機発光層に電子を輸送する電子輸送層を有し、

前記第 2 電極は、陰極であり、

前記被覆層は、前記陰極上に形成される第 1 封止層と、前記第 1 封止層上に形成される第 2 封止層を有する、請求項 1 記載の有機発光素子。

【請求項 8】

前記電子輸送層は、厚みが 31.5 nm 以上 38.5 nm 以下であり、かつ、屈折率が 1.7 以上 2.1 以下であり、

前記陰極は、厚みが 31.5 nm 以上 38.5 nm 以下であり、かつ、屈折率が 2.0 以上 2.4 以下であり、かつ、光学的な厚みが 63 nm 以上 92.4 nm 以下であり、

前記第 1 封止層は、膜厚が 558 nm 以上 682 nm 以下であり、かつ、屈折率が 1.7 以上 2.1 以下であり、

前記第 2 封止層は、厚みが 5400 nm 以上 6600 nm 以下であり、かつ、屈折率が 1.3 以上 1.7 以下である、請求項 7 記載の有機発光素子。

【請求項 9】

前記第 1 電極は、陽極であり、

前記第 1 機能層は、前記陽極上に形成される透明導電層と、前記透明導電層上に形成される正孔注入層と、前記正孔注入層上に形成される正孔輸送層とを有する、請求項 1 または 7 記載の有機発光素子。

【請求項 10】

前記透明導電層は、厚みが 14.4 nm 以上 17.6 nm 以下であり、かつ、屈折率が 1.9 以上 2.3 以下であり、

前記正孔注入層は、厚みが 4.5 nm 以上 5.5 nm 以下であり、かつ、屈折率が 1.8 以上 2.2 以下であり、

前記正孔輸送層は、厚みが 9 nm 以上 11 nm 以下であり、かつ、屈折率が 1.5 以上 1.9 以下である、請求項 9 記載の有機発光素子。

【請求項 11】

前記透明導電層は、厚みが 63 nm 以上 77 nm 以下であり、かつ、屈折率が 1.9 以上 2.3 以下であり、

前記正孔注入層は、厚みが 36 nm 以上 44 nm 以下であり、かつ、屈折率が 1.8 以上 2.2 以下であり、

前記正孔輸送層は、厚みが 18 nm 以上 22 nm 以下であり、かつ、屈折率が 1.5 以上 1.9 以下である、請求項 9 記載の有機発光素子。

【請求項 12】

前記第 1 機能層の光学的な厚みが 49.0 nm 以上 73.5 nm 以下であり、

前記第 2 電極の光学的な厚みが 63 nm 以上 92.4 nm 以下である、請求項 1 に記載の有機発光素子。

【請求項 13】

前記第 1 機能層の光学的な厚みが 212 nm 以上 316 nm 以下であり、

前記第 2 電極の光学的な厚みが 63 nm 以上 92.4 nm 以下である、請求項 1 に記載の有機発光素子。

【請求項 14】

請求項 1 から 13 までのいずれかに記載の有機発光素子を有する有機発光装置。

【請求項 15】

請求項 1 から 13 までのいずれかに記載の有機発光素子を有する有機表示パネル。

【請求項 16】

請求項 1 から 13 までのいずれかに記載の有機発光素子を有する有機表示装置。

【請求項 17】

入射された光を反射する第 1 電極を準備する第 1 工程と、

前記第 1 電極上に、1 または 2 以上の層からなる第 1 機能層を設ける第 2 工程と、

前記第 1 機能層上に、青色光を出射する有機発光層を設ける第 3 工程と、

前記有機発光層上に、前記第 1 機能層とは異なる 1 または 2 以上の層からなる第 2 機能層を設ける第 4 工程と、

前記第 2 機能層上に、入射された光を透過する第 2 電極を設ける第 5 工程と、

前記第 2 電極を覆うように、1 または 2 以上の層からなる被覆層を設ける第 6 工程と、
を含み、

前記第 2 工程では、

前記第 1 機能層が、光学的な厚みが 0 nm よりも大きく 316 nm 以下となるように形成され、

前記第 4 工程では、

前記第 2 機能層のうち、前記第 2 電極に隣接する層が、前記第 2 電極との屈折率差が 0.1 以上 0.7 以下である材料を用いて形成され、

前記第 5 工程では、

前記第 2 電極が、厚みが 0 nm よりも大きく 70 nm 以下であり、かつ、屈折率が 2.0 以上 2.4 以下であり、かつ、光学的な厚みが 0 nm よりも大きく 168 nm 以下となるように形成され、

前記第 6 工程では、

前記被覆層のうち、前記第 2 電極に隣接する層が、前記第 2 電極との屈折率差が 0.1 以上 0.7 以下である材料を用いて形成され、

前記有機発光層から出射された前記青色光のうち、前記第 2 電極をそのまま通過して外部に出射される光路を通る光と、前記第 2 電極内で前記第 2 機能層および前記被覆層との界面で多重反射した後、外部に出射される光路を通る光とが、干渉効果で強め合う、

ことを特徴とする有機発光素子の製造方法。

【請求項 18】

前記第 5 工程では、

前記第 2 電極の厚み Y3 が、前記第 2 工程において形成した第 1 機能層の厚み X3 に対し、以下 [数 1] の関係式で囲まれた範囲内の値を取るように形成される、請求項 17 記載の有機発光素子の製造方法。

[数 1]

$$X3 = R_x \cos \theta - R_y \sin \theta + X0$$

$$Y3 = R_x \cos \theta + R_y \sin \theta + Y0$$

-

$$X0 = 31, Y0 = 35, R_x = 5.2, R_y = 27, \theta = 0.15(\text{rad})$$

【請求項 19】

前記第 5 工程では、

前記第 2 電極の厚み Y_3 が、前記第 2 工程において形成した第 1 機能層の厚み X_3 に対し、以下 [数 2] の関係式で囲まれた範囲内の値を取るよう形成される、請求項 17 記載の有機発光素子の製造方法。

[数 2]

$$X_3 = R_x \cos \theta \cos \alpha - R_y \sin \theta \sin \alpha + X_0$$

$$Y_3 = R_x \cos \theta \sin \alpha + R_y \sin \theta \cos \alpha + Y_0$$

- -

$$X_0 = 130, Y_0 = 35, R_x = 8, R_y = 15, \theta = 0.20(\text{rad})$$

【請求項 20】

前記第 4 工程では、

前記第 2 機能層のうち、前記第 2 電極に隣接する層が、屈折率が 1.7 以上 2.1 以下である材料を用いて形成され、

前記第 6 工程では、

前記被覆層のうち、前記第 2 電極に隣接する層が、屈折率が 1.7 以上 2.1 以下である材料を用いて形成される、請求項 17 記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 21】

前記第 1 工程では、

前記第 1 電極として陽極が形成され、

前記第 2 工程は、

前記第 1 機能層として、前記陽極上に透明導電層を形成し、前記透明導電層上に正孔注入層を形成し、前記正孔注入層上に正孔輸送層を形成する工程であって、

前記透明導電層は、屈折率が 1.9 以上 2.3 以下である材料を用いて、厚みが 14.4 nm 以上 17.6 nm 以下に形成され、

前記正孔注入層は、屈折率が 1.8 以上 2.2 以下である材料を用いて、厚みが 4.5 nm 以上 5.5 nm 以下に形成され、

前記正孔輸送層は、屈折率が 1.5 以上 1.9 以下である材料を用いて、厚みが 9 nm 以上 11 nm 以下に形成され、

前記第 3 工程では、

前記有機発光層は、屈折率が 1.6 以上 2.0 以上である材料を用いて、厚みが 36 nm 以上 44 nm 以下に形成され、

前記第 4 工程では、

前記第 2 機能層として、前記有機発光層に電子を輸送する電子輸送層が、屈折率が 1.7 以上 2.1 以下である材料を用いて、厚みが 31.5 nm 以上 38.5 nm 以下に形成され、

前記第 5 工程では、

前記第 2 電極として、前記電子輸送層上に陰極が、屈折率が 2.0 以上 2.4 以下である材料を用いて、厚みが 31.5 nm 以上 38.5 nm 以下であって、かつ、光学的な厚みが 63 nm 以上 92.4 nm 以下となるよう形成され、

前記第 6 工程は、

前記被覆層として、前記陰極上に第 1 封止層を形成し、前記第 1 封止層上に第 2 封止層を形成する工程であって、

前記第 1 封止層は、屈折率が 1.7 以上 2.1 以下である材料を用いて、厚みが 558 nm 以上 682 以下に形成され、

前記第 2 封止層は、屈折率が 1.3 以上 1.7 以下である材料を用いて、厚みが 5400 nm 以上 6600 nm 以下に形成される、

請求項 17 記載の有機発光素子の製造方法。

【請求項 22】

前記第 1 工程では、

前記第 1 電極として陽極が形成され、

前記第 2 工程は、

前記第1機能層として、前記陽極上に透明導電層を形成し、前記透明導電層上に正孔注入層を形成し、前記正孔注入層上に正孔輸送層を形成する工程であって、

前記透明導電層は、屈折率が1.9以上2.3以下である材料を用いて、厚みが63nm以上77nm以下に形成され、

前記正孔注入層は、屈折率が1.8以上2.2以下である材料を用いて、厚みが36nm以上44nm以下に形成され、

前記正孔輸送層は、屈折率が1.5nm以上1.9以下である材料を用いて、厚みが18nm以上22nm以下に形成され、

前記第3工程では、

前記有機発光層は、屈折率が1.6nm以上2.0以上である材料を用いて、厚みが36nm以上44nm以下に形成され、

前記第4工程では、

前記第2機能層として、前記有機発光層に電子を輸送する電子輸送層が、屈折率が1.7以上2.1以下である材料を用いて、厚みが31.5nm以上38.5nm以下に形成され、

前記第5工程では、

前記第2電極として、前記電子輸送層上に陰極が、屈折率が2.0以上2.4以下である材料を用いて、厚みが31.5nm以上38.5nm以下であって、かつ、光学的な厚みが63nm以上92.4nm以下となるように形成され、

前記第6工程は、

前記被覆層として、前記陰極上に第1封止層を形成し、前記第1封止層上に第2封止層を形成する工程であって、

前記第1封止層は、屈折率が1.7以上2.1以下である材料を用いて、厚みが558nm以上682以下に形成され、

前記第2封止層は、屈折率が1.3以上1.7以下である材料を用いて、厚みが5400nm以上6600nm以下に形成される、

請求項17記載の有機発光素子の製造方法。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2010/005028
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>H05B33/24(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i, H05B33/04(2006.01)i, H05B33/10(2006.01)i, H05B33/22(2006.01)i, H05B33/26(2006.01)i, H05B33/28(2006.01)i</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) <i>H05B33/24, H01L51/50, H05B33/04, H05B33/10, H05B33/22, H05B33/26, H05B33/28</i> 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.
X A Y A Y	JP 2007-66883 A (Canon Inc.), 15 March 2007 (15.03.2007), paragraphs [0013], [0014], [0036] to [0056], [0070] to [0098]; fig. 1 & US 2007/0029539 A1 JP 2008-59791 A (Canon Inc.), 13 March 2008 (13.03.2008), paragraphs [0015] to [0061]; fig. 1, 4 & US 2008/0054797 A1 & CN 101137257 A & KR 10-2008-0020509 A JP 2007-123065 A (Seiko Epson Corp.), 17 May 2007 (17.05.2007), paragraph [0005] (Family: none)	1, 2, 4-18, 20-22 3, 19 1, 2, 4-18, 20-22 3, 19 1, 2, 4-18, 20-22
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 12 October, 2010 (12.10.10)		Date of mailing of the international search report 02 November, 2010 (02.11.10)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/005028

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-518557 A (LG Chem, Ltd.), 27 May 2010 (27.05.2010), claims 1, 4, 10, 14; paragraphs [0008], [0019], [0020], [0026], [0034], [0035] to [0038] & WO 2008/097046 A1 & DE 112008000348 T & KR 10-2008-0073256 A & CN 101606436 A	1, 2, 4-18, 20-22
Y	JP 2009-49135 A (Sony Corp.), 05 March 2009 (05.03.2009), paragraphs [0055], [0056]; fig. 3 & US 2009/0079336 A1 & KR 10-2009-0018580 A & CN 101447506 A	1, 2, 4-18, 20-22

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2010/005028	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H05B33/24(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i, H05B33/04(2006.01)i, H05B33/10(2006.01)i, H05B33/22(2006.01)i, H05B33/26(2006.01)i, H05B33/28(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. H05B33/24, H01L51/50, H05B33/04, H05B33/10, H05B33/22, H05B33/26, H05B33/28			
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 1971-2010年 日本国実用新案登録公報 1996-2010年 日本国登録実用新案公報 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	
X A	JP 2007-66883 A (キヤノン株式会社) 2007.03.15, 段落【0013】, 【0014】, 【0036】 - 【0056】, 【0070】 - 【0098】, 図1 & US 2007/0029539 A1	1, 2, 4- 18, 20- 22 3, 19	
Y A	JP 2008-59791 A (キヤノン株式会社) 2008.03.13, 段落【0015】 - 【0061】, 図1, 図4 & US 2008/0054797 A1 & CN 101137257 A & KR 10-2008-0020509 A	1, 2, 4- 18, 20- 22 3, 19	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 12.10.2010		国際調査報告の発送日 02.11.2010	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 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) 池田 博一	20 3491
		電話番号 03-3581-1101 内線	3271

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 0 / 0 0 5 0 2 8
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	JP 2007-123065 A (セイコーエプソン株式会社) 2007.05.17, 段落【0005】 (ファミリーなし)	1, 2, 4- 18, 20- 22
Y	JP 2010-518557 A (エルジー・ケム・リミテッド) 2010.05.27, 請求項1, 4, 10, 14, 段落【0008】, 【0019】, 【0020】, 【0026】, 【0034】, 【0035】 - 【0038】 & WO 2008/097046 A1 & DE 112008000348 T & KR 10-2008-0073256 A & CN 101606436 A	1, 2, 4- 18, 20- 22
Y	JP 2009-49135 A (ソニー株式会社) 2009.03.05, 段落【0055】, 【0056】, 図3 & US 2009/0079336 A1 & KR 10-2009-0018580 A & CN 101447506 A	1, 2, 4- 18, 20- 22

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
H 0 5 B 33/10

(72)発明者 松末 哲征
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

(72)発明者 米田 和弘
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

Fターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC05 CC06 DD10 DD23 DD24 DD27 DD72 DD75
EE50 FF06 FF15

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

专利名称(译)	有机发光装置，有机发光装置，有机显示面板，有机显示装置和制造有机发光装置的方法		
公开(公告)号	JPWO2012020452A1	公开(公告)日	2013-10-28
申请号	JP2011546513	申请日	2010-08-10
[标]申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
[标]发明人	倉田惠子 松末哲征 米田和弘		
发明人	倉田 惠子 松末 哲征 米田 和弘		
IPC分类号	H05B33/26 H01L51/50 H05B33/28 H05B33/10		
CPC分类号	H05B33/28 H01L51/5234 H01L51/5265		
FI分类号	H05B33/26.Z H05B33/14.A H05B33/22.A H05B33/22.C H05B33/28 H05B33/10		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC05 3K107/CC06 3K107/DD10 3K107/DD23 3K107/DD24 3K107/DD27 3K107/DD72 3K107/DD75 3K107/EE50 3K107/FF06 3K107/FF15		
代理人(译)	中岛四郎 川端弘治 木村浩一		
其他公开文献	JP5574450B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

有机发光元件包括反射阳极，第一功能层，发射蓝光的有机发光层，第二功能层，透明阴极和涂层。第一功能层的光学厚度大于0nm但不大于316nm。透明阴极与第二功能层内的与透明阴极相邻的层或被覆层内的与透明阴极相邻的层之间的折射率差为0.1以上且0.7以下。透明阴极的物理厚度大于0nm但不大于70nm，折射率为2.0至2.4（包括端值），并且光学厚度大于0nm但不大于168nm。

[006]

