

(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
2010年12月16日(16.12.2010)

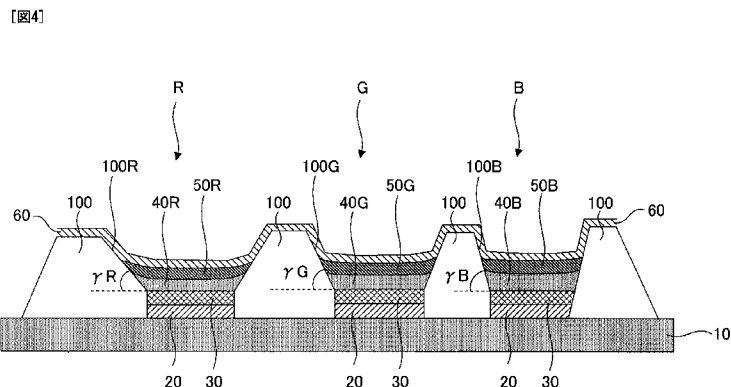
PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/143360 A1

- (51) 国際特許分類:
H05B 33/22 (2006.01) H05B 33/12 (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/003343
- (22) 国際出願日: 2010年5月18日(18.05.2010)
- (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 2009-140542 2009年6月11日(11.06.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): パナソニック株式会社(PANASONIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 吉田英博(YOSHIDA, Hidehiro). 奥本健二(OKUMOTO, Kenji). 江嶋恒行(EJIMA, Tsuneyuki). 中谷修平(NAKATANI, Shuhei).
- (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 (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), 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))
- (74) 代理人: 鷲田 公一(WASHIDA, Kimihito); 〒2060034 東京都多摩市鶴牧1丁目24-1 新都市センタービル5階 Tokyo (JP).

(54) Title: ORGANIC EL DISPLAY

(54) 発明の名称: 有機ELディスプレイ



(57) Abstract: Disclosed is a coated type organic EL display wherein the light extraction efficiencies of all organic light-emitting elements are improved even when the organic light-emitting elements have different organic light-emitting layers for respective emission colors. Specifically disclosed is an organic EL display which comprises a substrate, a red organic light-emitting element (R), a green organic light-emitting element (G), and a blue organic light-emitting element (B), said organic light-emitting elements being arranged on the substrate. Each of the organic light-emitting elements has a pixel electrode that is a reflective electrode, a functional layer that is formed on the pixel electrode by coating, an organic light-emitting layer that is arranged on the functional layer, a counter electrode that is a transparent electrode arranged on the organic light-emitting layer, and a tapered bank that defines the functional layer formed by coating. The amounts of the functional layers formed by coating are different among the element (R), the element (G) and the element (B), and the tapered angles of the banks defining the functional layers are different among the element (R), the element (G) and the element (B).

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2010/143360 A1



塗布型の有機ＥＬディスプレイにおいて、有機発光素子が発光の色毎に異なる有機発光層を有していても、全ての有機発光素子からの光取出し効率を高めることを目的とする。具体的に本発明は、基板と、前記基板に配置された赤色の有機発光素子Ｒと、緑色の有機発光素子Ｇと、青色の有機発光素子Ｂと、を含む有機ＥＬディスプレイであって：前記有機発光素子のそれぞれは、反射電極である画素電極と、前記画素電極上に塗布形成された機能層と、前記機能層上に配置された有機発光層と、前記有機発光層上に配置された透明電極である対向電極と、前記塗布形成された機能層を規定するテーパ状のバンクとを有し；前記塗布形成された機能層の量が、前記素子Ｒと、前記素子Ｇと、前記素子Ｂ毎に相違し；かつ前記機能層を規定するバンクのテーパ角度は、前記素子Ｒと、前記素子Ｇと、前記素子Ｂ毎に相違する、有機ＥＬディスプレイを提供する。

明 細 書

発明の名称：有機ＥＬディスプレイ

技術分野

[0001] 本発明は、有機ＥＬディスプレイに関する。

背景技術

[0002] 有機ＥＬディスプレイは、基板に配置された複数の有機発光素子を有する。有機発光素子は、基本的に、画素電極と、有機発光層と、対向電極とを有する。有機発光層で正孔と電子とが電子－正孔対を形成し、それが発光性の励起子として有機発光層が発光する。有機発光層から発せられた光は、画素電極または対向電極のうちの透明電極を通して、外部に取出される。この光の取出し効率は数％であり、向上が求められている。

[0003] 光の取出し効率を高めるために、画素電極または対向電極のうちの一方を透明電極として、かつもう一方を反射電極とする（例えば、特許文献１および特許文献２を参照）。有機発光層からの発光を効率的に透明電極から取出すためである。このとき、有機発光層からの発光の一部は、透明電極に向かって発光し；他の一部は反射電極に向かい、反射電極で反射されて透明電極に向かう。そのため、有機発光層から透明電極に向かう光と、反射電極で反射されて透明電極向かう光とが、互いに減衰しないようにすれば、光の取出し効率を向上させることができる。

[0004] 反射電極である金属電極と有機発光層との間に透明導電膜を配置して、取出し光が減衰しないように、有機発光層から反射電極までの光学的距離を調整する技術が報告されている（特許文献３、特許文献４、特許文献５を参照）。

[0005] また、有機発光素子の機能層（有機発光層など）を、機能層の材料を含む溶液を塗布し、乾燥させて形成する技術が知られている。溶液の塗布領域は、隔壁（バンク）で規定されている。例えば、塗布領域を規定する隔壁（バンク）をフッ素樹脂とする技術などが報告されている（特許文献６および特

許文献 7 を参照)。隔壁の高さやテーパ角度を適切に設定することで、塗布形成される機能層の厚さを設定し、膜厚均一性を高める必要がある。

- [0006] 塗布形成する機能層の形状プロファイルは、溶液の溶質や溶媒の種類、およびそれらの含有割合によって相違する。例えば、有機発光素子の各色のカラーフィルター膜を塗布形成しようとするときには、塗布する溶液の溶質が色毎に相違する。そのため、隔壁（バンク）の高さやテーパ角度が同じであると、カラーフィルター膜の形状が色毎に相違しやすい。そこで、カラーフィルター膜の色毎に、隔壁（バンク）の高さやテーパ角度を変えて、カラーフィルター膜の膜厚均一性を高める技術が報告されている（特許文献 8 を参照）。

先行技術文献

特許文献

- [0007] 特許文献 1：特開 2007-250520 号公報
特許文献 2：米国特許公報 2007/0188093 号
特許文献 3：特開 2003-272855 号公報
特許文献 4：特開 2000-323277 号公報
特許文献 5：米国特許公報 2003/0044639 号
特許文献 6：特開 2009-117391 号公報
特許文献 7：米国特許公報 2009/0224664 号
特許文献 8：特開 2007-310156 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0008] 有機電界発光素子は、赤色発光する有機発光素子 R と、緑色発光する有機発光素子 G と、青色発光する有機発光素子 B とに分類されうる。各有機発光素子に含まれる有機発光層の全てを白色発光する有機発光層として、白色光をカラーフィルターで着色することもあるが；有機発光素子毎に、赤色発光する有機発光層、緑色発光する有機発光層、または青色発光する有機発光層

を配置してもよい。

[0009] 有機発光層の成分が異なると、有機発光層から発せられる光の波長 λ も相違する。そして波長 λ によって、光取出し効率を高めるための条件も相違する。そのため、光の取出し効率を高める条件も素子毎に相違する。

[0010] 本発明は、塗布型の有機ELディスプレイにおいて、有機発光素子が発光色毎に異なる有機発光層を有していても、全ての有機発光素子からの光取出し効率を高めることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明者は、各有機発光素子における塗布形成される有機発光層と反射電極との間に配置された「機能層」の厚さを調整することで、全ての有機発光素子のそれぞれの光取出し効率を高めることを検討した。

[0012] 塗布形成される機能層の厚さを調整するには、機能材料を含む溶液の塗布量を調整することが考えられる。ところが、溶液の塗布量は、各有機EL素子を規定するバンクの形状によってある程度決定されるので、塗布量の調整には限界がある。一方で、塗布形成される機能層の厚さを調整するには、機能材料を含む溶液の濃度を調整することが考えられる。ところが前述したように、塗布する溶液の濃度によって、形成される機能層の形状プロフィールが変わってしまう。従って、各有機発光素子のバンクが同一であると、全ての素子の機能層の形状を適切に制御することが困難となる。

[0013] 詳細は後述するが本発明者は、塗布する機能材料の溶液の濃度と、バンクの形状と、乾燥により形成される機能層の形状とに重要な関係があることを見いだした。つまり、塗布する溶液の濃度に応じて、素子毎にバンクを適切に制御すれば、全ての有機発光素子の光取出し効率を高めることができることを見いだして本発明を完成させた。

[0014] 本発明の第1は、以下に示す有機ELディスプレイパネルに関する。これらの有機ELディスプレイパネルは、トップエミッション型となりうる。

[1] 基板と、前記基板に配置された赤色発光する有機発光素子Rと、緑色発光する有機発光素子Gと、青色発光する有機発光素子Bと、を含む有機

ＥＬディスプレイであって：前記有機発光素子のそれぞれは、反射電極である画素電極と、前記画素電極上に塗布形成された機能層と、前記機能層上に配置された有機発光層と、前記有機発光層上に配置された透明電極である対向電極と、前記塗布形成された機能層を規定するテーパ状のバンクとを有し；前記塗布形成された機能層の量が、前記素子Ｒと、前記素子Ｇと、前記素子Ｂ毎に相違し、かつ前記機能層を規定するバンクのテーパ角度は、前記素子Ｒと、前記素子Ｇと、前記素子Ｂ毎に相違する、有機ＥＬディスプレイ。

〔２〕前記塗布形成された機能層は、電子ブロック層または正孔輸送層である、〔１〕に記載の有機ＥＬディスプレイ。

〔３〕前記塗布形成された機能層は、正孔注入層である、〔１〕に記載の有機ＥＬディスプレイ。

〔４〕前記塗布形成された機能層の厚さが、前記素子Ｒと、前記素子Ｇと、前記素子Ｂ毎に相違する、〔１〕に記載の有機ＥＬディスプレイ。

[0015] 本発明の第２は、以下に示す有機ＥＬディスプレイパネルに関する。これらの有機ＥＬディスプレイパネルは、ボトムエミッション型となりうる。

〔５〕基板と、前記基板に配置された赤色発光する有機発光素子Ｒと、緑色発光する有機発光素子Ｇと、青色発光する有機発光素子Ｂと、を含む有機ＥＬディスプレイであって：前記有機発光素子のそれぞれは、透明電極である画素電極と、前記画素電極上に配置された有機発光層と、前記有機発光層上に塗布形成された機能層と、前記機能層上に配置された反射電極である対向電極と、前記塗布形成された機能層を規定するテーパ状のバンクとを有し；前記塗布形成された機能層の量が、前記素子Ｒと、前記素子Ｇと、前記素子Ｂ毎に相違し、かつ前記機能層を規定するバンクのテーパ角度は、前記素子Ｒと、前記素子Ｇと、前記素子Ｂ毎に相違する、有機ＥＬディスプレイ。

〔６〕前記塗布形成された機能層は、電子輸送層である、〔５〕に記載の有機ＥＬディスプレイ。

〔７〕前記塗布形成された機能層の厚さが、前記素子Ｒと、前記素子Ｇと、前記素子Ｂ毎に相違する、〔５〕に記載の有機ＥＬディスプレイ。

発明の効果

- [0016] 本発明の有機ELディスプレイは、有機発光素子に含まれる有機発光層の成分が、発光色毎に相違しているにもかかわらず、全ての有機発光素子の光取出し効率が高められている。そのため、輝度が高く、コントラストの高い有機ELディスプレイが得られる。しかも、本発明の有機ELディスプレイは、塗布型の有機ELディスプレイとなりうるため、ディスプレイの大型化や、その生産性の向上などが実現されうる。

図面の簡単な説明

- [0017] [図1]本発明の有機ELディスプレイに含まれる有機EL素子の概略断面図であり、光学的距離Lを説明するための図である。
- [図2]機能材料溶液の濃度と、バンクのテーパ面のテーパ角度と、形成される機能層の形状との関係を説明する図である。
- [図3]機能材料溶液の濃度と、バンクのテーパ面のテーパ角度と、形成される機能層の形状との関係を説明する図である。
- [図4]本発明の有機ELディスプレイの一例を示す断面図である。
- [図5]本発明の有機ELディスプレイの他の例を示す断面図である。
- [図6]本発明の有機ELディスプレイに含まれる有機発光素子の設計プロセスのフローを示す図である。
- [図7]設計例1における光取り出し効率と、正孔輸送層の厚さとの関係を示すグラフである。
- [図8]設計例2における光取り出し効率と、正孔輸送層の厚さとの関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

- [0018] 有機ELディスプレイについて

本発明の有機ELディスプレイは、基板と、前記基板に配置された複数の有機発光素子を有する。有機発光素子は、赤色発光する有機発光素子Rと、緑色発光する有機発光素子Gと、青色発光をする有機発光素子Bと、を含む。各有機発光素子は、RGB毎に、異なる成分の有機発光層を有することが

好ましい。

- [0019] 基板は、特に限定されないが、ガラス基板などである。また基板には、薄膜トランジスタ（駆動TFT）が配置されていてもよく、薄膜トランジスタ（TFT）のソースまたはドレイン電極が、有機発光素子の画素電極（後述）と接続していてもよい。
- [0020] 各有機発光素子は少なくとも、画素電極と、有機発光層と、対向電極とを有する。有機発光層は塗布形成されていてもよい。また、各有機発光素子は有機発光層や、塗布形成される機能層（後述）を規定するためのバンクを有する。
- [0021] 通常は、有機発光素子の画素電極がアノード電極であり、対向電極がカソード電極である。トップエミッション型の有機ELディスプレイを得る場合には、画素電極を反射電極として、対向電極と透明電極とする。ボトムエミッション型の有機ELディスプレイパネルを得る場合には、画素電極を透明電極として、対向電極を反射電極とする。
- [0022] 反射電極の例には、アルミニウムや銀などの金属電極や、APC（AgPdCu）などの合金電極などが含まれる。透明電極の例には、ITO電極やIZO電極などが含まれる。また、透明電極はMgAg薄膜でもよい。MgAg薄膜は、半透明電極として知られており、ナノメートルレベルの厚みであれば、必要な透明性を有しうる。
- [0023] 図1には、基板1に有機発光素子が配置された状態を示す図である。構造を簡略化して、基板1と、反射電極2と、塗布形成される機能層3と、各色の有機発光層4と、透明電極5とが示されているが、もちろん有機発光素子には他の構成部材が含まれていてもよい。
- [0024] 図1に示されるように、有機発光層4から発せられる光の一部は透明電極5に向かって、透明電極5を通過する（Xを参照）。一方、他の一部は反射電極2に向かい（Y1を参照）、反射電極2で反射されて、有機発光層4を通過して透明電極5に向かい（Y2を参照）、透明電極5を通過する。このとき、Xで示される光と、Y3で示される光とが強め合うことができれば、

透明電極 5 を通して光を取出す効率が高まる。

- [0025] X で示される光と Y 3 で示される光とが強めあうための条件は、有機発光層 4 からの発光波長 α と、有機発光層 4 から反射電極 2 までの光学的距離 L とに依存する。光学的距離 L は、有機発光層 4 および有機発光層と反射電極との間に積層された層（図 1 では機能層 3 のみ）のそれぞれの、「厚さ」と「屈折率」とに依存する。具体的に、光学的距離 L は下記式で示される。

[数1]

$$L = \sum_i n_i d_i$$

- [0026] 上記数式において、 d_i ($i = 1, 2, 3 \dots$) は、有機発光層、および有機発光層と反射電極との間に積層された各層の「厚み」を示す。上記数式において、 n_i ($i = 1, 2, 3 \dots$) は、有機発光層、および有機発光層と反射電極との間に積層された各層の「屈折率」を示す。

- [0027] 上記数式で示される光学的距離 L が、有機発光層の発光波長 α と以下の関係を満たすときに、図 1 における X で示される光と Y 3 で示される光とが強めあうことができる。

[数2]

$$L = \frac{2n+1}{4} \lambda \quad (n = 0, 1, 2, \dots)$$

- [0028] 前述の通り、本発明の有機 EL ディスプレイパネルの各有機発光素子は、RGB 毎に、異なる成分の有機発光層を有する。有機発光素子 R に含まれる有機発光層の発光波長 α_R 、有機発光素子 G に含まれる有機発光層の発光波長 α_G 、有機発光素子 B に含まれる有機発光層の発光波長 α_B は、互いに異なる。従って、X で示される光と Y 3 で示される光とが強めあうことができる光学的距離 L も、有機発光素子の RGB 毎に異なる。

- [0029] 本発明の有機 EL ディスプレイは、有機発光素子の光学的距離 L を、RGB 毎に適切に調整するために、有機発光層と反射電極との間に配置された機

能層の厚さを、RGB毎に調整することを特徴とする。厚さが調整される機能層を、以下に「機能層M」とも称する。

[0030] 有機発光層と反射電極との間に配置された機能層（機能層M）とは、有機ELディスプレイがトップエミッション方式であるか、またはボトムエミッション方式であるかで異なる。

[0031] 有機ELディスプレイがトップエミッション方式である場合には、通常、反射電極がアノード電極となるため、前記機能層Mの例には、電子ブロック層、正孔輸送層（インターレーヤーなどと称されることもある）、および正孔注入層などが含まれる。機能層Mとなる正孔輸送層は、例えば芳香族3級アミン、あるいはそれを構造単位として含むポリマーまたはオリゴマーからなる。芳香族3級アミンの例には、トリフェニルアミンが含まれる。芳香族3級アミンを構造単位として含むポリマーまたはオリゴマーとは、例えば、フルオレン単位とトリフェニルアミン単位とを含む共重合体である。正孔注入層は、例えばPEDOT（3,4-ポリエチレンジオキシチオフェン）からなる。さらに、塗布形成できるのであれば、機能層Mは透明導電性膜（塗布型ITO膜など）であってもよい。

[0032] 前記機能層Mは、好ましくは正孔輸送層である。正孔輸送層の厚さは多少増減しても、有機発光素子の発光特性が影響を受けにくいからである。

[0033] 有機ELディスプレイがボトムエミッション方式である場合には、通常、反射電極がカソード電極となるため、前記機能層Mの例には、電子輸送層や、塗布形成できる透明導電性膜（塗布型ITO膜など）が含まれる。

[0034] 本発明の有機ELディスプレイは、有機発光素子の有機発光層と反射電極との間に配置された塗布形成された機能層（機能層M）の厚さが、RGB毎に異なる。塗布形成された機能層（機能層M）の厚さを調整するには、塗布する機能材料の量を調整すればよい。塗布する機能材料の量を調整するために、機能材料を含む溶液の塗布容量を調整してもよい。しかしながら、有機発光素子の塗布領域はバンクで規定されており、塗布領域に提供できる溶液の容量は、ある程度限定される。そこで、塗布する機能材料の量を調整する

には、機能材料を含む溶液の濃度を調整することもある。

[0035] 機能材料を含む溶液の塗布容量や濃度を調整すると、ある一定容量における機能材料溶液の粘度が変化する。塗布された溶液の粘度は、バンクで規定された塗布領域における溶液の乾燥様式に大きな影響を与える。具体的には、図 2 A に示されるように、バンク 7 で規定された塗布領域 8 に、濃度の高い機能材料溶液があると、バンクのテーパ面 7-1 と乾燥後の機能層 9 との接触角度 θ が大きくなりやすく；一方、図 2 B に示されるように、バンク 7 で規定された塗布領域 8 に、濃度の低い機能材料溶液があると、バンク 7 のテーパ面 7-1 と乾燥後の機能層 9 との接触角度 θ' が小さくなりやすい。従って、同一形状のバンク、特にテーパ角度が同一のバンクで規定された領域に、濃度の異なる機能材料溶液があると、濃度毎に全く異なる形状の機能層が形成される。

[0036] この接触角度 θ の差は、液滴の乾燥における後退接触角の差によるものである。塗布領域における液滴の溶液の濃度が高く、粘度が高い場合には、後退接触角が大きくなり；塗布領域における液滴の溶液の濃度が低く、粘度が低い場合には、後退接触角が小さくなる。

[0037] 塗布領域を規定するバンク 7 は、塗布形成される機能層 9 の厚さ均一性が高まるように配置される必要がある。機能材料溶液の濃度と、バンクのテーパ角度と、機能層の形状（例えば、厚さ均一性）との関係は、必ずしも一義的に定まるものではないが、一般的には、以下が導かれる。つまり、濃度の高い機能材料溶液が塗布領域に提供される場合には、バンク 7 のテーパ角度 γ を大きくすれば、バンクのテーパ面と機能層との接触角度 θ が大きくなっても、機能層の厚さ均一性が高まりうる（図 3 A 参照）。一方、濃度の低い機能材料溶液が塗布領域に提供される場合には、バンク 7 のテーパ角度 γ' を小さくすれば、バンクのテーパ面と機能層との接触角度 θ' が小さくなっても、機能層の厚さ均一性が高まりうる（図 3 B 参照）。

[0038] このように、本発明の有機 EL ディスプレイの各有機発光素子の光学的距離 L を、RGB 毎に適切に設定するために、機能層 M の厚さを RGB 毎に調

整し；機能層Mの厚さを調整するために、塗布する機能材料の量を調整し；塗布する機能材料の量を調整するために、塗布する機能材料溶液の塗布容量や濃度を調整する。そして、塗布領域における機能材料溶液の濃度に応じて、各有機発光素子の塗布領域を規定するバンクのテーパ角度を調整する。その結果、本発明の有機ELディスプレイの各有機発光素子は、RGB毎に機能層Mの量が相違し、かつバンクのテーパ角度が相違する。

[0039] 図4に、本発明の有機ELディスプレイの一例を示す。図4には、有機ELディスプレイの有機発光素子R、有機発光素子G、有機発光素子Bの断面が示される。各有機発光素子は、基板10に配置されており；反射電極である画素電極20と、正孔注入層30と、正孔輸送層40（40R、40G、40B）と、有機発光層50（50R、50G、50B）と、透明電極である対向電極60とを有する。有機発光素子Rに含まれる有機発光層50Rは赤色光を発生し、有機発光素子Gに含まれる有機発光層50Gは緑色光を発生し、有機発光素子Bに含まれる有機発光層50Bは青色光を発生する。

[0040] 各有機発光素子の正孔輸送層40（40R、40G、40B）と、有機発光層50（50R、50G、50B）は塗布形成されており、バンク100によって規定されている。有機発光素子Rを規定するバンクのテーパ面100Rのテーパ角度を γ_R ；有機発光素子Gを規定するバンクのテーパ面100Gのテーパ角度を γ_G ；有機発光素子Bを規定するバンクのテーパ面100Bのテーパ角度を γ_B は、以下の式（1）の関係を満たしている。

$$\gamma_R < \gamma_G < \gamma_B \quad \cdots (1)$$

[0041] また、正孔輸送層40Rと、正孔輸送層40Gと、正孔輸送層40Bは、その厚さが相違しており、その材料の量も相違しており、以下の式（2）の関係を満たす。

$$40R < 40G < 40B \quad \cdots (2)$$

[0042] 図5に、本発明の有機ELディスプレイの他の例を示す。図5には、有機ELディスプレイの各有機発光素子の断面が示されている。有機ELディスプレイは、前述の有機ELディスプレイと同様の層構成を有する。つまり、

画素電極 20 と、正孔注入層 30 と、正孔輸送層 40 (40R、40G、40B) と、有機発光層 50 (50R、50G、50B) と、対向電極 60 とを有する。さらに、正孔輸送層 40R、40G、40B の厚さと材料の量が、互いに相違している。

[0043] 図 5 に示される有機 EL ディスプレイは、バンクが、下層バンク 100'-1 と上層バンク 100'-2 とを含む二段バンク 100' であることを特徴とする。下層バンク 100'-1 は、おもに正孔輸送層 40 を規定しており；上層バンク 100'-2 は、おもに有機発光層 50 を規定している。

[0044] 図 4 に示される有機 EL ディスプレイと同様に、図 5 に示される有機 EL ディスプレイの下層バンク 100'-1 のテーパ面のテーパ角度 (γ_R 、 γ_G 、 γ_B) が、有機発光素子 RGB 毎に異なっている。上層バンクのテーパ面のテーパ角度 (γ_R' 、 γ_G' 、 γ_B') は、有機発光素子 RGB 毎に異なってもよいが、同一であってもよい。

[0045] 前記の通り、本発明の有機 EL ディスプレイの有機発光層 50R、50G、50B は、その材料成分が相違する。従って、各有機発光材料を含む塗布溶液の物性も相違する。そのため、溶液の物性に合わせて、バンクの形状を調整する必要がある。有機 EL ディスプレイ 1' によれば、下層バンク 100'-1 にて正孔輸送層 40 の形状を制御しつつ、上層バンク 100'-2 にて有機発光層 50 の形状を制御することができる。

[0046] 図 6 を参照して、本発明の有機 EL ディスプレイにおける各有機発光素子の設計プロセスのフローを説明する。

[0047] まず、有機発光素子の層構成を設定する (S1)。有機発光素子の層構成には、少なくとも、画素電極と、有機発光層と、対向電極とが含まれる。画素電極および対向電極のうちの一方を反射電極と設定し、他方を透明電極と設定する。有機発光層と反射電極との間には、さらに塗布形成される機能層 M を配置する。機能層 M の厚さにより、有機発光素子の光学的距離 L が調整される。

[0048] 有機発光素子の層構成を決定したのち、光学的距離を調整するための機能

層M以外の層の厚さを決定する。特に、有機発光層、および有機発光層と反射電極との間にある各層の厚さ d_i の決定が重要である。さらに、有機発光層、および有機発光層と反射電極との間にある各層の屈折率 n_i を求める（S 2）。

[0049] 次に、有機発光層からの発光波長 α を求める。有機発光層からの発光波長 α は、有機発光材料に依存する。前記の通り、光取出し効率を高めるには、光学的距離 L が、以下の式を満たす必要があるので、下記式を満たす所望の光学的距離 L' を設定する（S 3）。

[数3]

$$L' = \frac{2n+1}{4} \lambda \quad (n = 0, 1, 2, \dots)$$

[0050] そして、光学的距離 L' を満たすように、機能層Mの厚さを特定する。つまり、機能層M以外の各層の厚さは、予め決められているので、機能層M以外の各層の厚さおよび屈折率を下記式にあてはめて、機能層Mの厚さを決めればよい（S 4）。

[数4]

$$L' = \sum_i n_i d_i$$

[0051] 機能層Mの厚さを決定したのち、その厚さの機能層Mを形成するために必要な機能材料の量を求める（S 5）。必要な機能材料の量から、塗布領域に提供する機能材料溶液の容量、および機能材料溶液の濃度を特定する（S 6）。提供する機能材料溶液の容量は、塗布領域の面積や、バンクの高さなどによって影響を受ける。

[0052] 塗布容量と濃度とを特定した機能材料溶液と、塗布領域を規定するバンクの表面自由エネルギーなどから、機能材料溶液の乾燥様式を考慮して、塗布領域を規定するバンクのテーパ面のテーパ角度を決定する（S 7）。一般的には前記の通り、機能材料溶液の塗布容量が多く、濃度が高いほど、バンク

のテーパ角度を大きくし；機能材料溶液の塗布量が少なく、濃度が低いほど、バンクのテーパ角度を小さくする。

[0053] このプロセスを、有機発光素子R、有機発光素子G、有機発光素子Bのそれぞれについて行う。

[0054] 機能層Mの厚さを決定するために、有機ELデバイスシミュレータsetfos (semiconducting emissive thin film optics simulator) を用いてもよい。

[0055] 以下において、より具体的な有機電界発光素子（対向電極を通して光を取り出すトップエミッション型）の設計例を示す。

[0056] [設計例1]

画素電極：APC電極

正孔注入層：酸化タングステン (WO_x)、膜厚 d_1 ($=100\text{ nm}$)、屈折率 n_1

正孔輸送層：ポリアニリン系、膜厚 d_2 、屈折率 n_2

有機発光層：赤色光、緑色光または青色光（発光波長 α ）を発するポリフルオレン、膜厚 d_3 ($=50\text{ nm}$)、屈折率 n_3

対向電極：ITO電極

[0057] 正孔注入層である酸化タングstenは、スパッタリングなどによって一括成膜するので、素子毎に膜厚さを変えることは困難である。有機発光層は、塗布法（インクジェット印刷法）により成膜されるので、素子毎に膜厚さを変えることは可能であるが、有機発光層の膜厚は素子の発光効率や寿命などに大きな影響を与える。そのため、有機発光層の膜厚の自由度には厳しい制限があり、光学的距離を調整するための機能層として有機発光層を用いることは困難である。

[0058] そこで、正孔輸送層を、光学的距離を調整するための機能層（機能層M）として用いる。

[0059] 設計例1における光学的距離Lは、 $L = n_1 d_1 + n_2 d_2 + n_3 d_3$ で示される。一方、光学的距離Lが、 $L = (2n + 1) \lambda / 4$ を満たすと、光取出し効率が高まる。よって、両者を満たすように、正孔輸送層の厚さ d_2 を設定

する。

[0060] 有機ELデバイスシミュレータsetfosでの分析結果を図7のグラフに示す。縦軸は、光取出し効率を、横軸は正孔輸送層の厚さ d_2 を示す。図7のグラフに示されるように、RGB毎に最適な厚さ d_2 が相違することがわかる。例えば、素子Rは、正孔輸送層の厚さが約120nmであるときに光取出し効率が高く；素子Gは、正孔輸送層の厚さが約56nmであるときに、光取出し効率が高く；素子Bは、正孔輸送層の厚さが約16nmであるときに、光取出し効率が高い。

[0061] また、グラフに示されてはいないが、素子Rの正孔輸送層の膜厚を低下させるべく、正孔注入層の厚さを100nmから180nmに変更したとすると、素子Rは正孔輸送層が18nmであるときに；素子Gは正孔輸送層が90nmであるときに；素子Bは正孔輸送層が34nmであるときに、光取出し効率が高くなる。このように、正孔輸送層の厚さを調整する必要がある。

[0062] もちろん、有機発光層と反射画素電極との間に他の層を追加した場合も、正孔輸送層の厚さを調整する必要がある。

[0063] 得られた厚さから、正孔輸送層を形成するための塗布材料の濃度を求め、バンクとの接触角度を計算し、バンクのテーパ面のテーパ角度を設定する。それにより、光学的距離が調整され、光取出し効率が高い有機ELディスプレイを得ることができる。

[0064] [設計例2]

画素電極：APC電極（200nm）

正孔注入層：酸化タングステン（ WO_x ）、膜厚 d_1 （=100nm）、屈折率 n_1

正孔輸送層：フルオレン単位とトリフェニルアミン単位とを含む共重合体、膜厚 d_2 、屈折率 n_2 （設計例1とは、屈折率の異なる正孔輸送層を用いた）

有機発光層：赤色光、緑色光または青色光（発光波長 α ）を発するポリフルオレン、膜厚 d_3 （=50nm）、屈折率 n_3

電子輸送層：バリウム、膜厚 d_4 ($= 5 \text{ nm}$)、屈折率 n_4

対向電極：MgAg電極（膜厚 10 nm ）

[0065] 設計例2における光学的距離 L は、 $L = n_1 d_1 + n_2 d_2 + n_3 d_3$ で示される。一方、光学的距離 L が、 $L = (2n + 1) \lambda / 4$ を満たすと、光取出し効率が高まる。よって、両者を満たすように、正孔輸送層の厚さ d_2 を設定する。

[0066] 有機ELデバイスシミュレータsetfosでの分析結果を図8のグラフに示す。図7におけるグラフと同様に、縦軸は、光取出し効率を、横軸は正孔輸送層の厚さ d_2 を示す。図8のグラフに示されるように、素子Rは、正孔輸送層の厚さが約 140 nm であるときに光取出し効率が高く；素子Gは、正孔輸送層の厚さが約 70 nm であるときに、光取出し効率が高く；素子Bは、正孔輸送層の厚さが約 40 nm であるときに、光取出し効率が高いことがわかる。

[0067] 本出願は、2009年6月11日出願の特願2009-140542号に基づく優先権を主張する。当該特願2009-140542号の明細書および図面に記載された事項は、本願に援用される。

産業上の利用可能性

[0068] 本発明により、輝度が高く、コントラストの高い有機ELディスプレイを、塗布法で得ることができる。

符号の説明

- [0069]
- 1 基板
 - 2 反射電極
 - 3 塗布形成される機能層
 - 4 有機発光層
 - 5 透明電極
 - 7 バンク
 - 7-1 バンクのテーパ面
 - 8 塗布領域

9 機能層

10 基板

20 画素電極

30 正孔注入層

40, 40R, 40G, 40B 正孔輸送層

50, 50R, 50G, 50B 有機発光層

60 対向電極

100 バンク

100R, 100G, 100B バンクのテーパ面

100' 二段バンク

100' - 1 下層バンク

100' - 2 上層バンク

R 赤色発光する有機発光素子

G 緑色発光する有機発光素子

B 青色発光する有機発光素子

請求の範囲

- [請求項1] 基板と、前記基板に配置された赤色発光する有機発光素子Rと、緑色発光する有機発光素子Gと、青色発光する有機発光素子Bと、を含む有機ELディスプレイであって、
- 前記有機発光素子のそれぞれは、反射電極である画素電極と、前記画素電極上に塗布形成された機能層と、前記機能層上に配置された有機発光層と、前記有機発光層上に配置された透明電極である対向電極と、前記塗布形成された機能層を規定するテーパ状のバンクと、を有し、
- 前記塗布形成された機能層の量が、前記素子Rと、前記素子Gと、前記素子B毎に相違し、かつ
- 前記機能層を規定するバンクのテーパ角度は、前記素子Rと、前記素子Gと、前記素子B毎に相違する、有機ELディスプレイ。
- [請求項2] 前記塗布形成された機能層は、電子ブロック層または正孔輸送層である、請求項1に記載の有機ELディスプレイ。
- [請求項3] 前記塗布形成された機能層は、正孔注入層である、請求項1に記載の有機ELディスプレイ。
- [請求項4] 前記塗布形成された機能層の厚さが、前記素子Rと、前記素子Gと、前記素子B毎に相違する、請求項1に記載の有機ELディスプレイ。
- [請求項5] 基板と、前記基板に配置された赤色発光する有機発光素子Rと、緑色発光する有機発光素子Gと、青色発光する有機発光素子Bと、を含む有機ELディスプレイであって、
- 前記有機発光素子のそれぞれは、透明電極である画素電極と、前記画素電極上に配置された有機発光層と、前記有機発光層上に塗布形成された機能層と、前記機能層上に配置された反射電極である対向電極と、前記塗布形成された機能層を規定するテーパ状のバンクと、を有し、

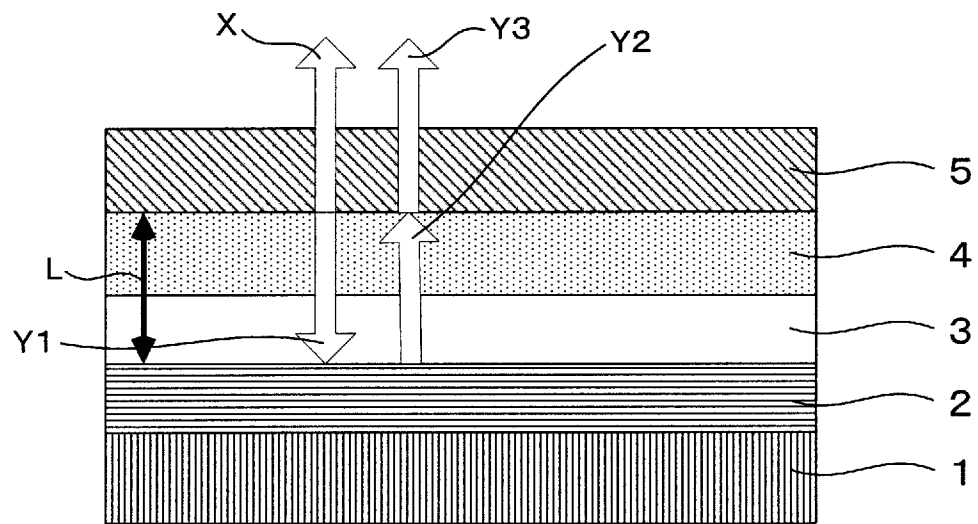
前記塗布形成された機能層の量が、前記素子Rと、前記素子Gと、前記素子B毎に相違し、かつ

前記機能層を規定するバンクのテーパ角度は、前記素子Rと、前記素子Gと、前記素子B毎に相違する、有機ELディスプレイ。

[請求項6] 前記塗布形成された機能層は、電子輸送層である、請求項5に記載の有機ELディスプレイ。

[請求項7] 前記塗布形成された機能層の厚さが、前記素子Rと、前記素子Gと、前記素子B毎に相違する、請求項5に記載の有機ELディスプレイ。

[図1]



[図2]

図2A

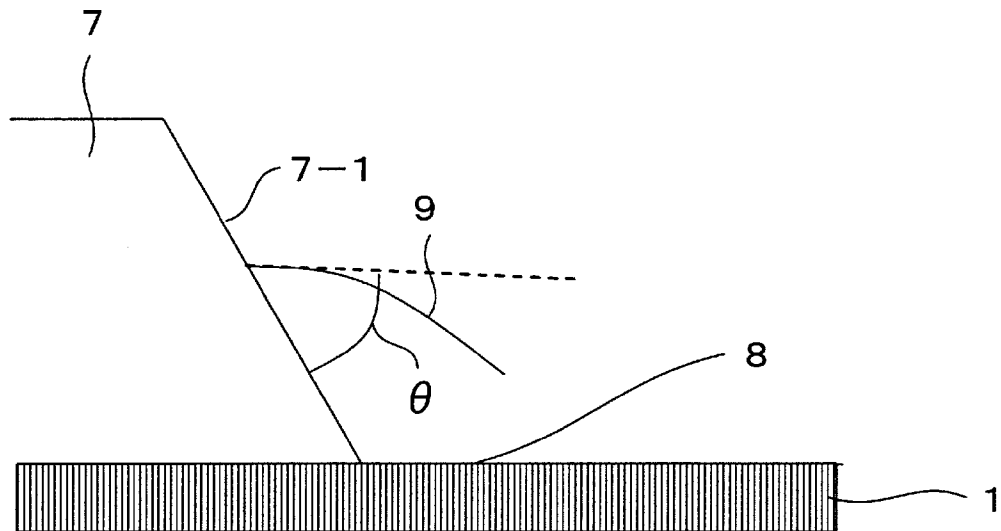
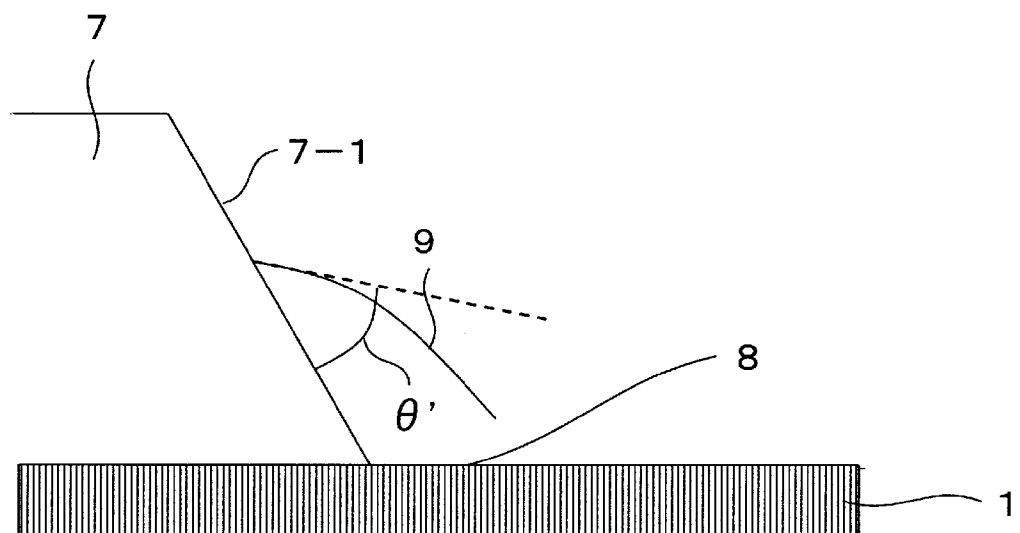


図2B



[図3]

図3A

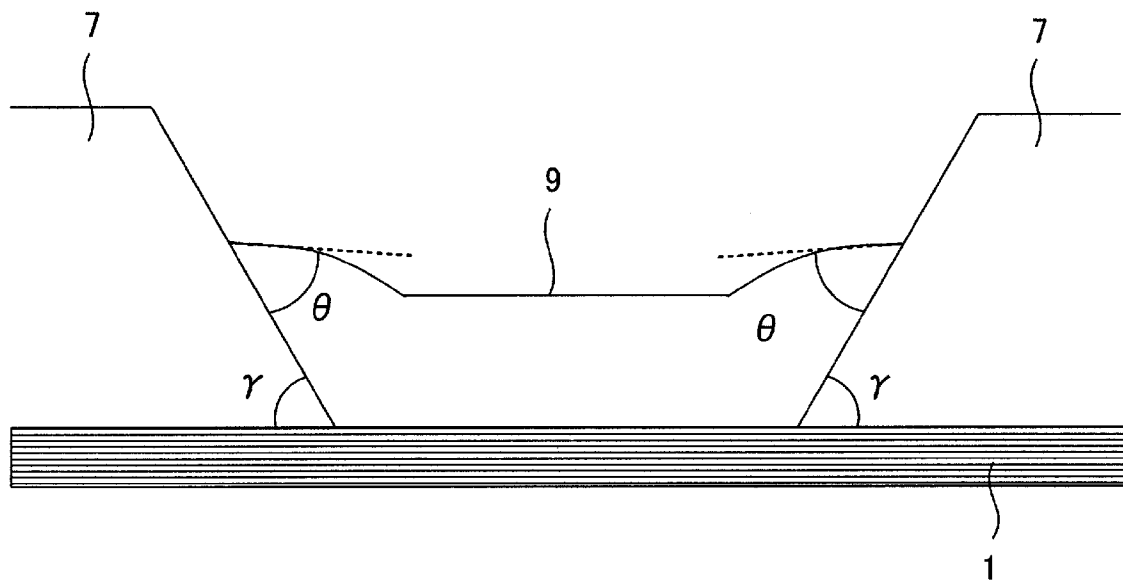
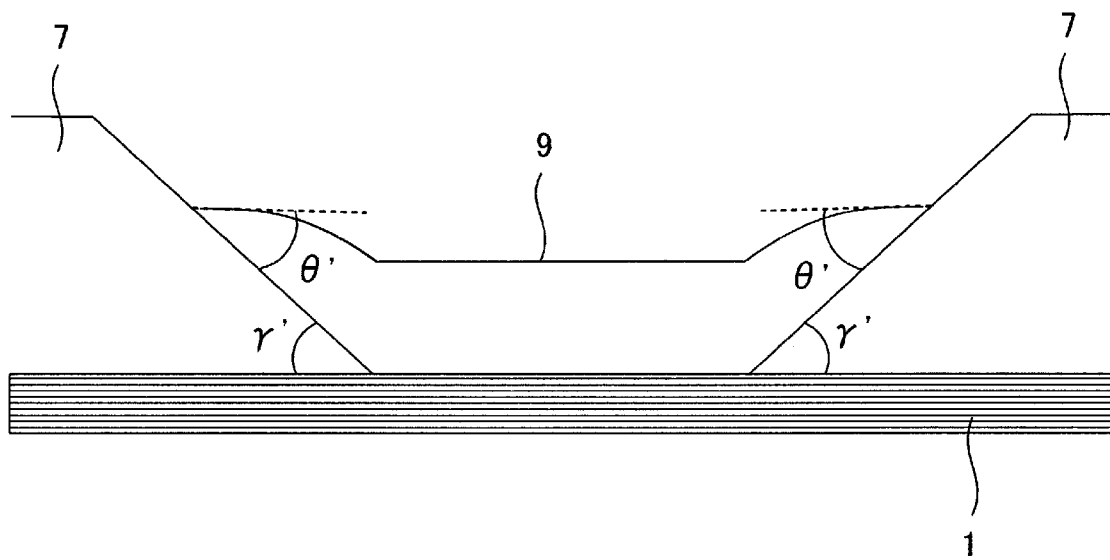
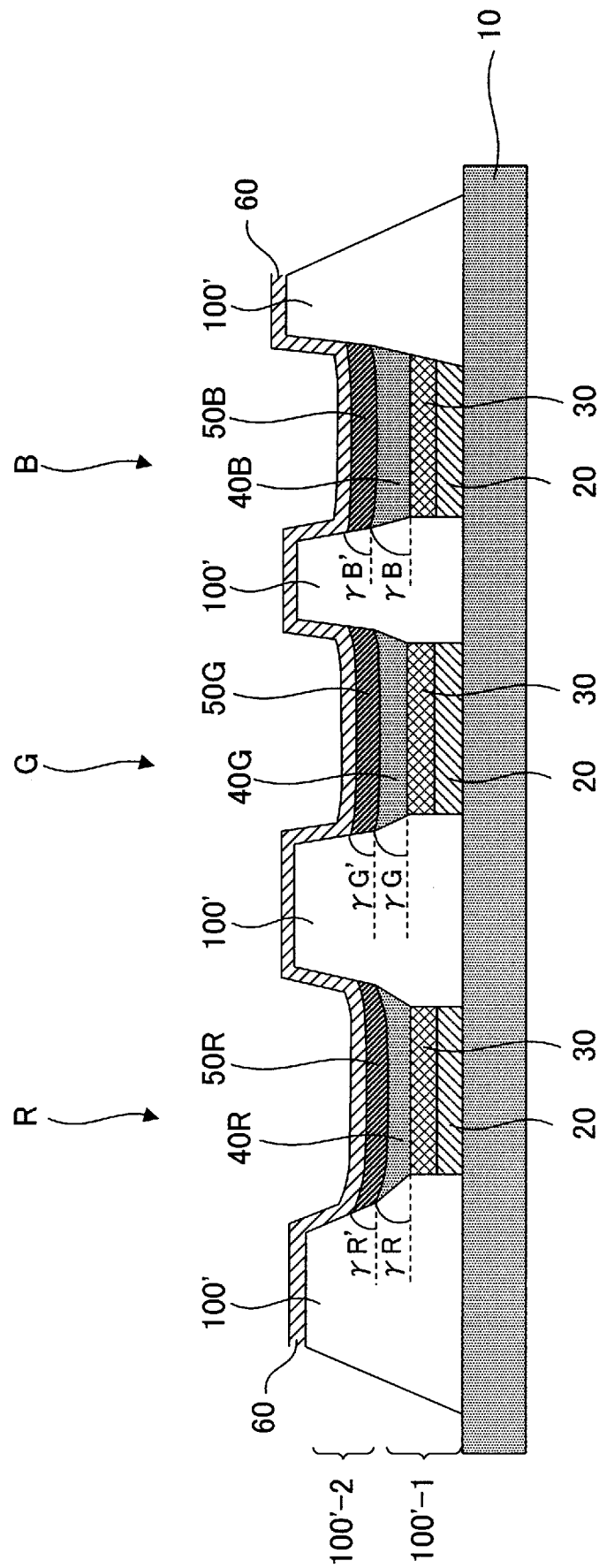


図3B

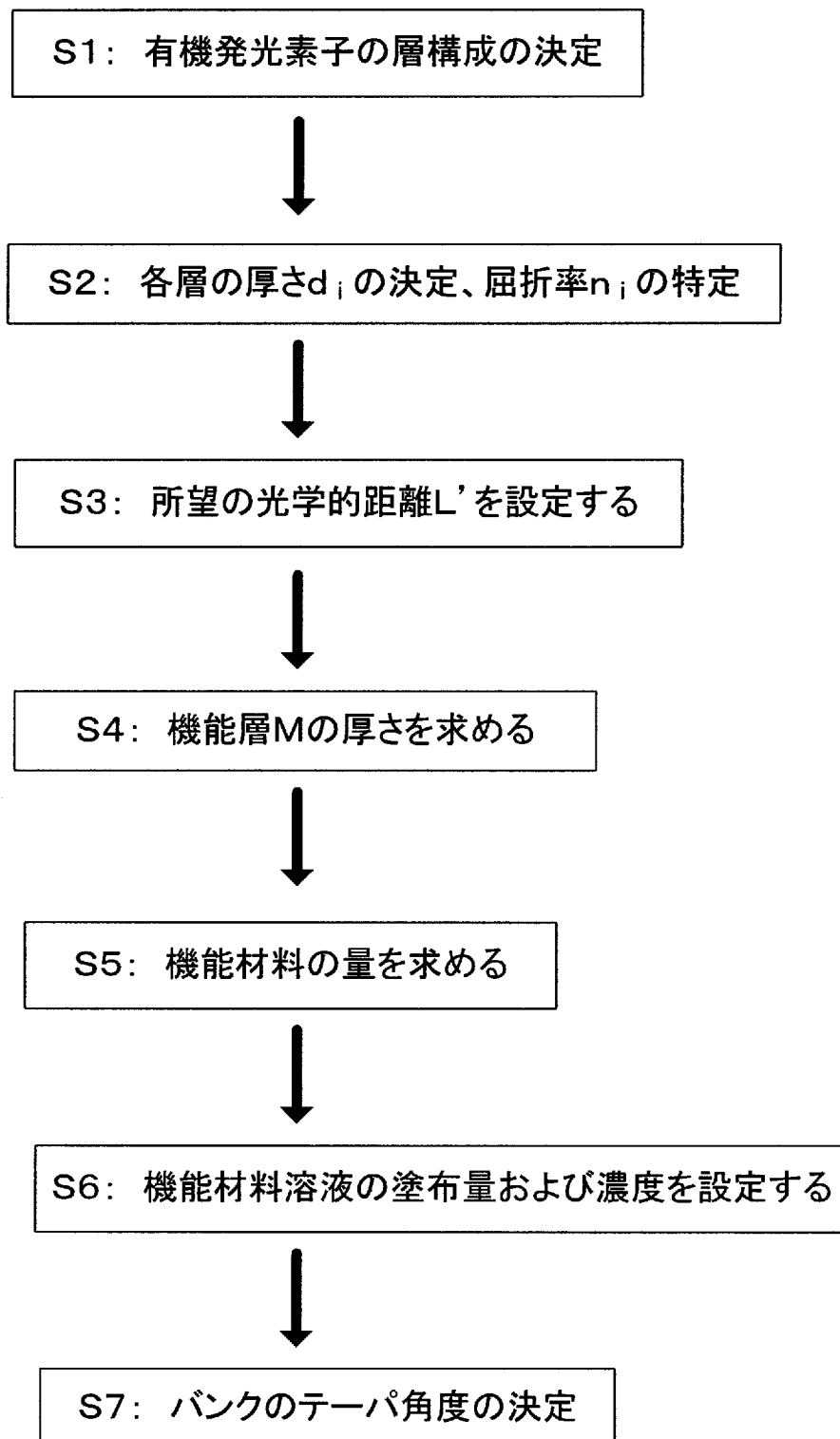


The figure shows three cross-sectional views of LEDs, labeled R, G, and B from left to right. Each view includes a substrate 10 at the bottom. The R LED has a p-type layer 60, an n-type layer 100, and a quantum well structure consisting of barrier layers 40R and 50R, and an active layer 100R. A dashed line indicates the interface between the active layer and the barrier layers, labeled γ R. The G LED has a similar structure with layers 40G, 50G, and 100G, and an interface labeled γ G. The B LED has a similar structure with layers 40B, 50B, and 100B, and an interface labeled γ B.

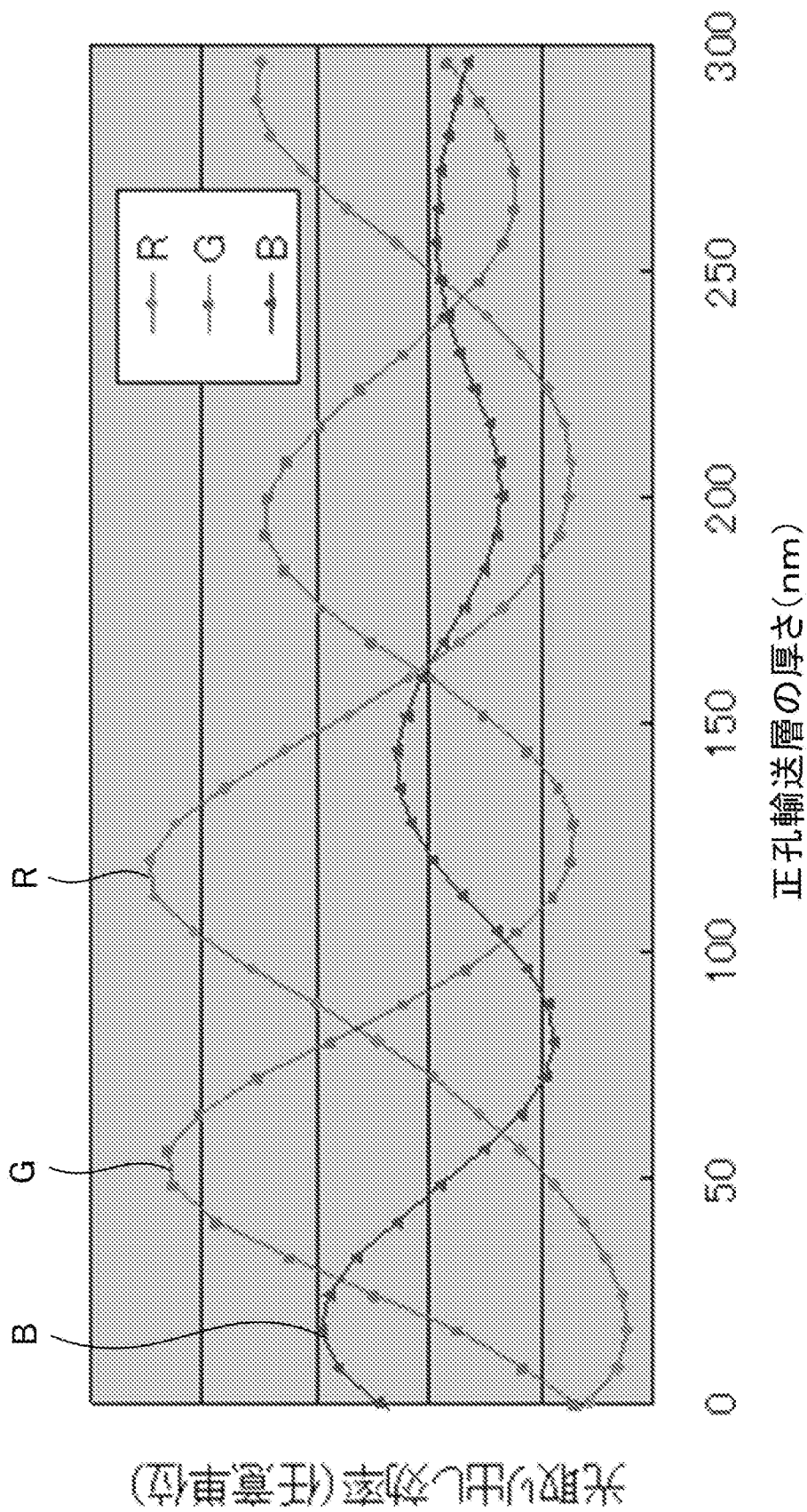
[図5]



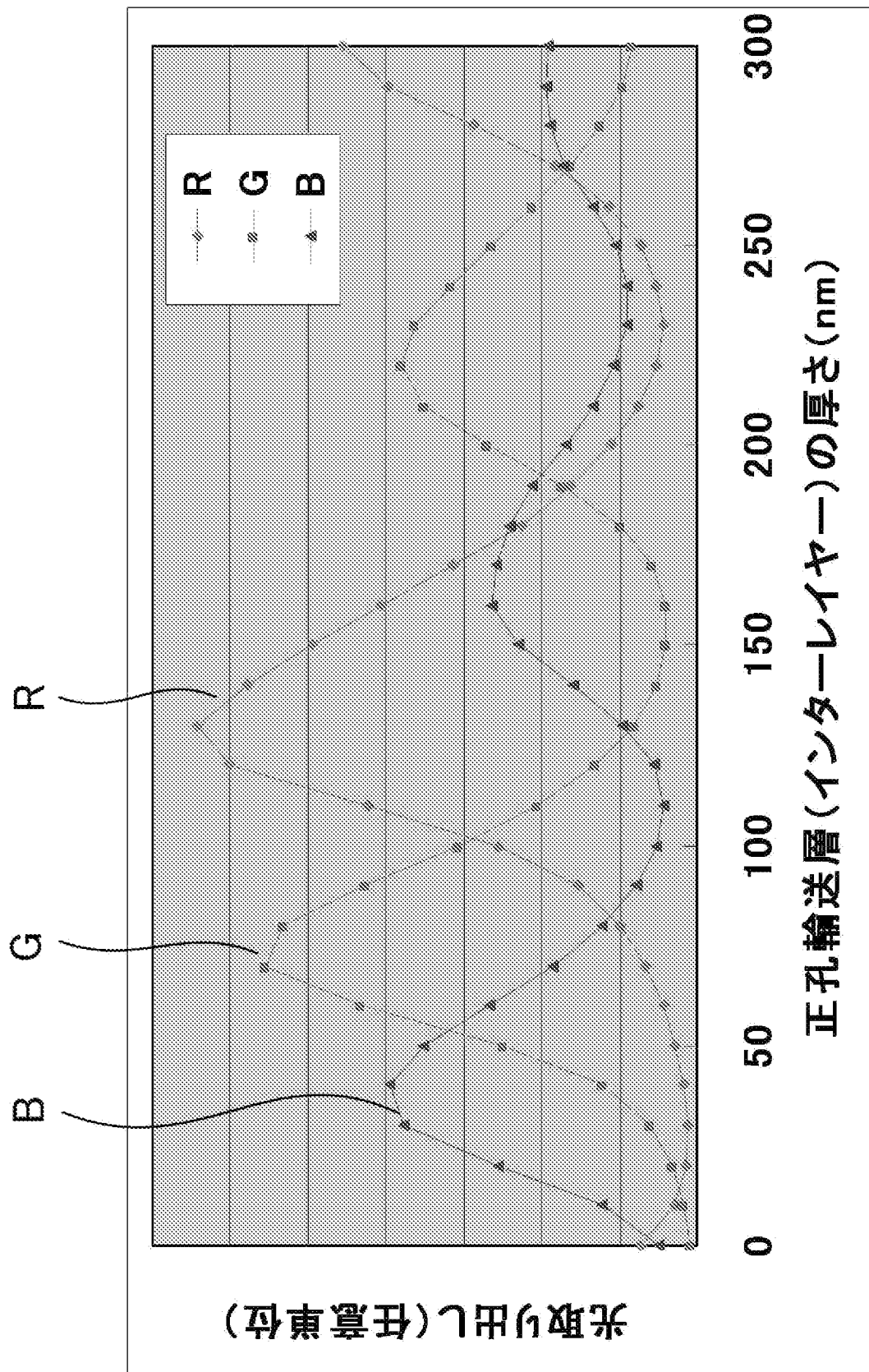
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/003343

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05B33/22(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i, H05B33/12(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H05B33/22, H01L51/50, H05B33/12

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 2007-310156 A (Seiko Epson Corp.), 29 November 2007 (29.11.2007), paragraphs [0002], [0006], [0070], [0094] to [0115]; fig. 9, 11 (Family: none)	1-7
Y	JP 2005-317255 A (Seiko Epson Corp.), 10 November 2005 (10.11.2005), paragraphs [0058] to [0062] (Family: none)	1-7
Y	JP 2008-270182 A (Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd.), 06 November 2008 (06.11.2008), paragraph [0123] & US 2008/0233669 A1 & CN 101271869 A	1-7

☒ 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
27 July, 2010 (27.07.10)Date of mailing of the international search report
03 August, 2010 (03.08.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/003343

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 2008-270731 A (Toppan Printing Co., Ltd.), 06 November 2008 (06.11.2008), paragraphs [0146] to [0148] & US 2008/0231179 A1	5-7
A	JP 2006-4743 A (Toshiba Matsushita Display Technology Co., Ltd.), 05 January 2006 (05.01.2006), fig. 2 (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H05B33/22 (2006.01)i, H01L51/50 (2006.01)i, H05B33/12 (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 (I P C))

Int.Cl. H05B33/22, H01L51/50, H05B33/12

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
Y	JP 2007-310156 A (セイコーエプソン株式会社) 2007. 11. 29, 【0002】、【0006】、【0070】、【0094】-【0115】、 【図9】、【図11】 (ファミリーなし)	1-7
Y	JP 2005-317255 A (セイコーエプソン株式会社) 2005. 11. 10, 【0058】-【0062】 (ファミリーなし)	1-7

☒ 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

27. 07. 2010

国際調査報告の発送日

03. 08. 2010

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / 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)

東松 修太郎

20

3208

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2008-270182 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 2008. 11. 06, 【0 1 2 3】 & US 2008/0233669 A1 & CN 101271869 A	1-7
Y	JP 2008-270731 A (凸版印刷株式会社) 2008. 11. 06, 【0 1 4 6】－【0 1 4 8】 & US 2008/0231179 A1	5-7
A	JP 2006-4743 A (東芝松下ディスプレイテクノロジー) 2006. 01. 05, 【図 2】 (ファミリーなし)	1-7