

(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
2015年5月7日(07.05.2015)

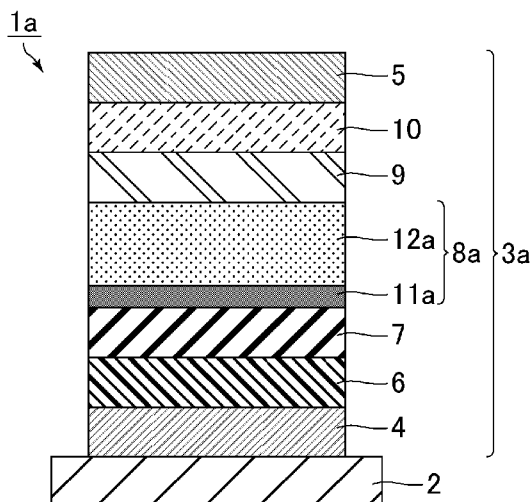


(10) 国際公開番号
WO 2015/064432 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 51/50 (2006.01) *H01L 27/32* (2006.01)
G09F 9/30 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/078024
- (22) 国際出願日: 2014年10月22日(22.10.2014)
- (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 2013-225631 2013年10月30日(30.10.2013) JP
- (71) 出願人: 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: 塚本 優人(TSUKAMOTO Yuto). 菊池 克浩(KIKUCHI Katsuhiko). 二星 学(NIBOSHI Manabu). 磯村 良幸(ISOMURA Yoshiyuki). 内田 秀樹(UCHIDA Hideki). 遠藤 礼隆(ENDO Ayataka). 伊藤 麻絵(ITO Asae).
- (74) 代理人: 特許業務法人 安富国際特許事務所(YASUTOMI & ASSOCIATES); 〒5320003 大阪府大阪市淀川区宮原3丁目5番36号 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロピア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT AND ORGANIC ELECTROLUMINESCENT DISPLAY PANEL

(54) 発明の名称: 有機エレクトロルミネッセンス素子、及び、有機エレクトロルミネッセンス表示パネル



(57) Abstract: The present invention provides: an organic electroluminescent element, whereby light emission efficiently is sufficiently increased, and excellent manufacture efficiency can be achieved; and an organic electroluminescent display panel that is provided with the organic electroluminescent element. This organic electroluminescent element is sequentially provided with an anode, a light-emitting layer, and a cathode. The light-emitting layer has a light-emitting dopant layer, and a light-emitting host layer. The light-emitting dopant layer contains a light-emitting dopant material, and does not substantially contain a light-emitting host material, and the light-emitting host layer contains the light-emitting host material, and does not substantially contain the light-emitting dopant material.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/064432 A1



本発明は、発光効率を十分に高め、製造効率を優れたものとすることができる有機エレクトロルミネッセンス素子と、上記有機エレクトロルミネッセンス素子を備える有機エレクトロルミネッセンス表示パネルとを提供する。本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子は、陽極と、発光層と、陰極とを順に備える有機エレクトロルミネッセンス素子であって、上記発光層は、発光ドーパント層及び発光ホスト層を有し、上記発光ドーパント層は、発光ドーパント材料を含有し、発光ホスト材料を実質的に含有せず、上記発光ホスト層は、発光ホスト材料を含有し、発光ドーパント材料を実質的に含有しないものである。

明 細 書

発明の名称：

有機エレクトロルミネッセンス素子、及び、有機エレクトロルミネッセンス表示パネル

技術分野

[0001] 本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子（以下、「有機ＥＬ素子」とも言う。）、及び、有機エレクトロルミネッセンス表示パネル（以下、「有機ＥＬ表示パネル」とも言う。）に関する。より詳しくは、発光効率の高い有機ＥＬ素子、及び、上記有機ＥＬ素子を備える有機ＥＬ表示パネルに関するものである。

背景技術

[0002] 近年、薄型表示装置に用いられる表示素子として、有機材料の電界発光を利用した有機ＥＬ素子が注目されている。有機ＥＬ素子は、陽極から注入された正孔と陰極から注入された電子とが両電極間に配置された発光層内で再結合することによって発光するものである。このような自発光型の有機ＥＬ素子は、高輝度発光、高速応答、広視野角、薄型軽量等の優れた特徴を有しており、表示パネルや照明等の様々な分野に応用されることが期待されている。

[0003] 有機ＥＬ素子の発光層としては、通常、発光を主に担う発光ドーパント材料と、正孔及び電子の輸送を主に担う発光ホスト材料とが共蒸着により混合された層が用いられている。このような構成に対して、有機ＥＬ素子を更に高機能化させることが検討されており、例えば、以下が挙げられる。

[0004] 上述したような通常の発光層の他に、発光ドーパント材料の濃度が１００重量％である層が配置された有機ＥＬ素子が知られている（例えば、特許文献１参照）。

[0005] 通常の発光層の他に、発光ホスト材料を主成分として発光ドーパント材料を含まない層が配置された有機ＥＬ素子が知られている（例えば、特許文献２

参照)。

[0006] 通常の発光層の代わりに、再結合中心として働いて発光する蛍光性有機化合物からなり、平均膜厚が蛍光性有機化合物の単分子膜の膜厚よりも薄い島状薄膜が配置された有機EL素子が知られている(例えば、特許文献3参照)。

[0007] 通常の発光層の他に、陽極及び陰極間に配置された有機化合物層と陰極との間に、金属又は金属塩でドーピングした金属ドーピング層が配置された有機EL素子が知られている(例えば、特許文献4、5参照)。

[0008] 通常の発光層を構成する材料の特性を所定のものとし、所定の特性を有する障壁層が配置された有機EL素子が知られている(例えば、特許文献6参照)。また、通常の発光層を構成する材料の特性を所定のものとして複数積層させた有機EL素子が知られている(例えば、特許文献7、8参照)。

[0009] 通常の発光層の他に、効率増強層が配置された有機EL素子が知られている(例えば、非特許文献1、2参照)。

先行技術文献

特許文献

- [0010] 特許文献1：特開2009-48893号公報
特許文献2：特開2004-253373号公報
特許文献3：特開2001-267077号公報
特許文献4：特開2010-16413号公報
特許文献5：特開2010-45415号公報
特許文献6：国際公開第2010/134352号
特許文献7：特開2010-50227号公報
特許文献8：特開2008-198801号公報

非特許文献

- [0011] 非特許文献1：アラカネ等(T. Arakane, et al)、「新しいディープブルー蛍光材料と高性能化への応用(New Deep Blue Fluorescent Materials and Their Ap

plication to High Performance)」、ID W' 11、2011、p. 799-802

非特許文献2：カワムラ等 (M. Kawamura, et al)、
「効率増強層を伴う高効率蛍光の青色有機発光ダイオード (Highly Efficient Fluorescent Blue OLEDs with Efficiency-enhancement Layer)」、SID 10 DIGEST、2010、p. 560-563

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0012] 有機EL素子において、発光ホスト材料及び発光ドーパント材料が混合された発光層を用いると、発光領域が広がり、発光効率が低下することがあった。特に、青色蛍光材料で遅延蛍光させる場合、三重項-三重項融合 (TTF: Triplet-Triplet Fusion) 現象が発生しにくく、発光効率が高まらないことがあった。この理由について、以下に説明する。
- [0013] 図16は、従来の有機EL表示パネルを示す断面模式図である。図16に示すように、有機EL表示パネル101cは、基板2と、基板2上に配置された有機EL素子103cとを有している。有機EL素子103cは、基板2側から順に、陽極4、正孔輸送層7、発光層108b、電子輸送層9、及び、陰極5を有している。発光層108bは、発光ドーパント材料19、及び、発光ホスト材料20が共蒸着により混合された構成を有している。この場合、発光ドーパント材料19は発光層108b全体に分散されているため、図16に示すように、有機EL素子103cの発光領域ER3は発光層108b全体に広がっている。
- [0014] 高効率な発光を実現するためには、発光層内で生成される励起子の領域を狭い領域に限定し、励起子の密度を増加させることが考えられる。特に、青色蛍光材料で遅延蛍光させる場合は、TTF現象が発生しやすいように励起子の密度を増加させることが重要である。
- [0015] しかしながら、図16に示すような有機EL素子103cにおいては、発光

領域 E R 3 が発光層 1 0 8 b 全体に広がっているため、励起子の密度が減少し、発光効率が低下することがあった。特に、青色蛍光材料で遅延蛍光を利用する場合は、T T F 現象が発生しにくくなり、発光効率が低下することがあった。

[0016] また、発光領域 E R 3 が発光層 1 0 8 b 全体に広がることによって、励起子が発光層 1 0 8 b に隣接する層（例えば、正孔輸送層 7、電子輸送層 9）に流出してしまうことが考えられる。この現象は、発光層 1 0 8 b に隣接する層の最低三重項状態のエネルギー準位（以下、「T 1 準位」とも言う。）が、発光層 1 0 8 b を構成する材料の T 1 準位よりも低いと生じてしまう。このため、発光層 1 0 8 b に隣接する層の種類が限定されるだけでなく、励起子の流出を防止するための層を更に配置することが必要になり、その結果、有機 E L 素子の構造が複雑し、製造効率が低下することがあった。

[0017] 更に、発光層 1 0 8 b は、発光ドーパント材料 1 9、及び、発光ホスト材料 2 0 を共蒸着することにより形成されるため、各材料の所望の重量比を実現するように蒸着速度を制御することが困難であり、製造効率が低下することがあった。

[0018] 以上より、従来の有機 E L 素子 1 0 3 c は、発光効率を十分に高め、製造効率を優れたものとする点において工夫の余地があった。

[0019] 上記特許文献 1 は、駆動電圧が低く、発光効率が高い有機 E L 素子を提供すると開示している。しかしながら、上記特許文献 1 に記載の発明は、上記特許文献 1 の図 1 に示されたように、発光ドーパント材料及び発光ホスト材料が混合された発光層を有しているため、発光効率を十分に高める点において工夫の余地があった。また、このような発光層は、発光ドーパント材料及び発光ホスト材料を共蒸着することにより形成されるため、製造効率を優れたものとする点において工夫の余地があった。

[0020] 上記特許文献 2 は、耐久性を損なうことなく低電圧の駆動が可能な有機 E L 素子を提供すると開示している。しかしながら、上記特許文献 2 に記載の発明は、上記特許文献 2 の図 1 に示されたように、発光ドーパント材料及び発

光ホスト材料が混合された発光層を有しているため、発光効率を十分に高める点において工夫の余地があった。また、このような発光層は、発光ドーパント材料及び発光ホスト材料を共蒸着することにより形成されるため、製造効率を優れたものとする点において工夫の余地があった。

[0021] 上記特許文献3は、新たな層構成を有し、蛍光性有機化合物を有効に活用することが可能な有機EL素子を提供すると開示している。しかしながら、上記特許文献3に記載の発明では、正孔輸送層と電子輸送層との間に発光を担う島状薄膜が配置されており、島状薄膜が分布していない領域では、正孔輸送層と電子輸送層とが直結してしまうため、正孔及び電子の再結合が島状薄膜内で発生せず、その結果、発光効率が低下してしまうことが考えられる。よって、上記特許文献3に記載の発明は、発光効率を十分に高める点において工夫の余地があった。

[0022] 上記特許文献4は、駆動電圧が低く、高効率、高輝度発光素子の作製を可能とする有機EL素子を提供すると開示している。しかしながら、上記特許文献4に記載の発明は、上記特許文献4の図1に示されたように、発光ドーパント材料及び発光ホスト材料が混合された発光層を有しているため、発光効率を十分に高める点において工夫の余地があった。また、このような発光層は、発光ドーパント材料及び発光ホスト材料を共蒸着することにより形成されるため、製造効率を優れたものとする点において工夫の余地があった。

[0023] 上記特許文献5は、駆動電圧を低下させるとともに、発光スペクトルの制御が可能な有機EL素子を提供すると開示している。しかしながら、上記特許文献5に記載の発明は、上記特許文献5の図1に示されたように、発光ドーパント材料及び発光ホスト材料が混合された発光層を有しているため、発光効率を十分に高める点において工夫の余地があった。また、このような発光層は、発光ドーパント材料及び発光ホスト材料を共蒸着することにより形成されるため、製造効率を優れたものとする点において工夫の余地があった。これは、上記特許文献7、8についても同様である。

[0024] 上記特許文献6は、発光層内部においてTTF現象を効率的に引き起こし、

従来の蛍光素子の限界値と言われていた内部量子効率25%を大きく超える高効率な有機EL素子を提供すると開示している。しかしながら、TTF現象は二つの励起子間で発生する現象であるため、発光ドーパント材料の濃度が低い場合は、TTF現象が発生しにくくなると考えられる。よって、上記特許文献6に記載の発明は、発光効率を十分に高める点において工夫の余地があった。これは、上記非特許文献1、2についても同様である。

[0025] 本発明は、上記現状に鑑みてなされたものであり、発光効率を十分に高め、製造効率を優れたものとすることができる有機EL素子と、上記有機EL素子を備える有機EL表示パネルとを提供することを目的とするものである。

課題を解決するための手段

[0026] 本発明者らは、発光効率を十分に高め、製造効率を優れたものとすることができる有機EL素子について種々検討したところ、発光層を、発光ドーパント材料及び発光ホスト材料が別々の層に含有された構成とすることに着目した。そのような構成とすることによって、発光領域を、発光ドーパント材料から構成される発光ドーパント層と、発光ホスト材料から構成される発光ホスト層との界面付近の狭い領域に限定することができるため、励起子の密度が増加し、発光効率を高めることができることを見出した。また、発光ドーパント材料と発光ホスト材料との間の励起発光を活用することもできるようになるため、それによっても発光効率を高めることができることを見出した。更に、発光ドーパント材料及び発光ホスト材料を共蒸着することなく発光層を形成できるため、製造効率を優れたものとするところを見出した。これにより、上記課題をみごとに解決することができることに想到し、本発明に到達したものである。

[0027] すなわち、本発明の一態様は、陽極と、発光層と、陰極とを順に備える有機エレクトロルミネッセンス素子であって、上記発光層は、発光ドーパント層及び発光ホスト層を有し、上記発光ドーパント層は、発光ドーパント材料を含有し、発光ホスト材料を実質的に含有せず、上記発光ホスト層は、発光ホスト材料を含有し、発光ドーパント材料を実質的に含有しない有機エレクト

ロルミネッセンス素子であってもよい。

[0028] 本発明の別の一態様は、基板と、上記基板上に配置された上記有機エレクトロルミネッセンス素子とを備える有機エレクトロルミネッセンス表示パネルであってもよい。

発明の効果

[0029] 本発明によれば、発光効率を十分に高め、製造効率を優れたものとすることができる有機EL素子と、上記有機EL素子を備える有機EL表示パネルとを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0030] [図1]実施例1の有機EL表示パネルを示す断面模式図である。
[図2]図1中の有機EL素子の駆動原理を説明する説明図である。
[図3]実施例2の有機EL表示パネルを示す断面模式図である。
[図4]図3中の有機EL素子の駆動原理を説明する説明図である。
[図5]実施例3の有機EL表示パネルを示す断面模式図である。
[図6]比較例1の有機EL表示パネルを示す断面模式図である。
[図7]比較例2の有機EL表示パネルを示す断面模式図である。
[図8]実施例4の有機EL表示パネルを示す断面模式図である。
[図9]実施例5の有機EL表示パネルを示す断面模式図である。
[図10]実施例6の有機EL表示パネルを示す断面模式図である。
[図11]実施例7の有機EL表示パネルを示す断面模式図である。
[図12]実施例7の有機EL表示パネルの陰極側のバンド相関図である。
[図13]実施例8の有機EL表示パネルを示す断面模式図である。
[図14]実施例8の有機EL表示パネルの陰極側のバンド相関図である。
[図15]実施例9の有機EL表示パネルを示す断面模式図である。
[図16]従来の有機EL表示パネルを示す断面模式図である。

発明を実施するための形態

[0031] 以下に実施例を掲げ、本発明について図面を参照して更に詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例のみに限定されるものではない。また、各実施例

の構成は、本発明の要旨を逸脱しない範囲において適宜組み合わせられてもよいし、変更されてもよい。

[0032] 本明細書中、発光層は、発光ドーパント層及び発光ホスト層からなる。発光ホスト層は、単層であってもよく、複数の層から構成されるものであってもよい。発光ホスト層を構成する複数の層は、本発明の効果を阻害しない範囲で、その一部に微量の発光ドーパント材料を含有した層を有してもよく、その濃度を層内で変化させてもよい。この場合の発光ドーパント材料の濃度は、20重量%以下であることが好ましい。また、本明細書中、有機エレクトロルミネッセンスは、「有機EL」とも表記する。有機ELは、有機発光ダイオード（OLED: Organic Light Emitting Diode）とも呼ばれる。

[0033] （実施例1）

実施例1は、基板側から順に、陽極、発光層、及び、陰極を含む有機EL素子と、上記有機EL素子を備える有機EL表示パネルとに関し、発光層が、陽極側に発光ドーパント層を有し、陰極側に発光ホスト層を有する構成に関する。

[0034] 図1は、実施例1の有機EL表示パネルを示す断面模式図である。図1に示すように、有機EL表示パネル1aは、基板2と、基板2上に配置された有機EL素子3aとを有している。有機EL素子3aは、基板2側から順に、陽極4、正孔注入層6、正孔輸送層7、発光層8a、電子輸送層9、電子注入層10、及び、陰極5を有している。発光層8aは、陽極4側に発光ドーパント層11aを有し、陰極5側に発光ホスト層12aを有している。

[0035] 基板2としては、薄膜トランジスタ素子を有するアクティブマトリックス基板を用い、陽極4と薄膜トランジスタ素子とを接続することで、有機EL素子3aを駆動させた。基板2としては、その他に、例えば、透明基板等を用いることができる。透明基板としては、ガラス基板、プラスチック基板等が挙げられる。透明基板として、折り曲げ可能なプラスチック基板を用いる場合、フレキシブルな有機EL表示パネルを得ることができる。

- [0036] 実施例1の有機EL表示パネル1aは、陽極4が光反射性を有し、陰極5が光透過性を有する場合で、陰極5側から光を出射するトップ・エミッション型である。
- [0037] 陽極4としては、基板2側から順に、アルミニウム（Al）とインジウム亜鉛酸化物（IZO：Indium Zinc Oxide）とが積層されたもの（以下、「Al／IZO」とも言う。）を用い、その厚みを、例えば、50nmとする。光反射性を有する電極としては、その他に、例えば、Al、インジウム（In）等を用いることができる。
- [0038] 陰極5としては、インジウムスズ酸化物（ITO：Indium Tin Oxide）を用い、その厚みを、例えば、100nmとする。ITOはスパッタ法にて蒸着した。光透過性を有する電極としては、その他に、例えば、IZO等を用いることができる。
- [0039] 正孔注入層6としては、4，4'-ビス[N-（1-ナフチル）-N-フェニル-アミノ]-ビフェニル（ α -NPD）と三酸化モリブデン（MoO₃）とを重量比80：20で共蒸着したものを、その厚みを、例えば、40nmとする。正孔注入層6としては、その他に、通常の有機EL素子が有するものを用いることができる。
- [0040] 正孔輸送層7としては、 α -NPDを用い、その厚みを、例えば、30nmとする。正孔輸送層7としては、その他に、通常の有機EL素子が有するものを用いることができる。
- [0041] 電子輸送層9としては、バトフェナントロリン（Bphen：Bathophenanthroline）を用い、その厚みを、例えば、15nmとする。電子輸送層9としては、その他に、通常の有機EL素子が有するものを用いることができる。
- [0042] 電子注入層10としては、フッ化リチウム（LiF）を用い、その厚みを、例えば、1nmとする。電子注入層10としては、その他に、通常の有機EL素子が有するものを用いることができる。
- [0043] 発光ドーパント層11aを構成する発光ドーパント材料としては、ジアミン

ピレン系の青色遅延蛍光材料を用い、その濃度を100重量%とした。発光ドーパント層11aの厚みは、例えば、0.1nmとする。発光ドーパント材料としては、蛍光ドーパント材料又は燐光ドーパント材料のどちらでも用いることができ、燐光ドーパント材料としては、例えば、トリス(2-フェニルピリジナート)イリジウム(Ir(ppy)₃)等が挙げられる。発光ドーパント層11aは、発光ホスト材料を実質的に含有せず、例えば、発光ドーパント材料以外の微量の不純物が含有されていてもよい。発光ドーパント層が発光ホスト材料を実質的に含有しないとは、発光ドーパント層の特性に影響を及ぼす材料として含有しないとの意味であり、コンタミネーション又は不純物として、発光ホスト材料を数重量%以下(好ましくは、3重量%以下)の範囲で含有することも含む。発光ドーパント層11a中の発光ドーパント材料の濃度は、90重量%以上であることが好ましく、100重量%であることが特に好ましい。発光ドーパント材料の濃度が90重量%以上である場合、TTF現象を積極的に利用して発光効率を更に高めることができる。発光ドーパント層11aの厚みは、5nm以下であることが好ましく、1nm以下であることがより好ましく、0.1nm以下であることが特に好ましい。発光ドーパント層11aの厚みが5nm以下である場合、励起子の密度が更に増加し、発光効率を更に高めることができる。また、発光ドーパント層11aの厚みを薄くすることによって、発光ドーパント材料の使用量を抑制することができるため、製造コストを低減して製造効率を更に優れたものとしたり、隣接する画素間での混色の発生を十分に防止したりすることができる。

[0044] 発光ホスト層12aを構成する発光ホスト材料としては、バイポーラ特性を有し、電子輸送特性が高い蛍光材料系の出光興産社製のBH-232を用いた。蛍光材料系の発光ホスト材料としては、他に、例えば、上記特許文献7に記載のアントラセン誘導体を用いることができる。燐光材料系の発光ホスト材料としては、例えば、上記特許文献8に記載の電子輸送特性が高い発光ホスト材料(電子輸送性ホスト)を用いることができ、イミダゾール誘導体

等が挙げられる。発光ホスト層 12a の厚みは、例えば、30 nm とする。発光ホスト層 12a は、発光ドーパント材料を実質的に含有しない。発光ホスト層が発光ドーパント材料を実質的に含有しないとは、発光ホスト層の特性に影響を及ぼす材料として含有しないとの意味であり、コンタミネーション又は不純物として、微量（好ましくは、20 重量%以下）の発光ドーパント材料を含有することも含む。発光ホスト材料の最高被占軌道（HOMO : Highest Occupied Molecular Orbital）準位は、発光ドーパント材料の HOMO 準位よりも低く、発光ホスト材料の HOMO 準位と発光ドーパント材料の HOMO 準位との差は、0.2 eV 以下であることが好ましい。また、発光ホスト材料の最低空軌道（LUMO : Lowest Unoccupied Molecular Orbital）準位は、発光ドーパント材料の LUMO 準位よりも高く、発光ホスト材料の LUMO 準位と発光ドーパント材料の LUMO 準位との差は、0.2 eV 以下であることが好ましい。

[0045] 発光ホスト材料としては、発光ドーパント材料の励起子の生成を促進し、正孔及び電子の両方を輸送できるバイポーラ特性を有するものであることが好ましく、例えば、1, 3, 5-トリス（N-フェニルベンゾイミダゾール-2-イル）ベンゼン（TPBI）が挙げられる。この場合、発光ホスト材料の正孔移動度を μ_h 、電子移動度を μ_e とすると、発光効率を更に高める観点から、 $1 < \mu_e / \mu_h$ であることが好ましい。ここで、バイポーラ特性が失われるにつれて正孔及び電子が移動しにくくなり、その結果、駆動電圧の上昇や素子寿命の低下につながるため、 μ_e / μ_h が 100 以上の場合は、これらのデメリットの方が発光効率の上昇よりも大きくなってしまふことがある。よって、 μ_e / μ_h は、 $1 < \mu_e / \mu_h < 100$ であることがより好ましく、 $1 < \mu_e / \mu_h < 10$ であることが特に好ましい。 μ_e / μ_h が 100 未満である場合は、発光効率の上昇の方がこれらのデメリットよりも大きくなる。 μ_e / μ_h が 10 未満である場合は、通常の有機 EL 素子の厚みが数 10 nm 程度であり、発光領域が発光ドーパント層 11a 側に十分に寄るため、発光効率を

更に高めることができる。また、これとともに、電子注入層 10、及び、電子輸送層 9 の電子注入・輸送特性が、正孔注入層 6、及び、正孔輸送層 7 の正孔注入・輸送特性よりも高いことが好ましく、有機 EL 素子 3 a を駆動する際に発光ホスト層 12 a 内の電子の個数が正孔の個数よりも多い状態であることが好ましい。

[0046] 実施例 1 の有機 EL 素子 3 a は、以下の原理で駆動させることができる。

[0047] 図 2 は、図 1 中の有機 EL 素子の駆動原理を説明する説明図である。図 2 に示すように、陽極 4 から正孔注入層 6、及び、正孔輸送層 7 を介して、発光ドーパント層 11 a の発光ホスト層 12 a 側に正孔が注入される。これに対して、陰極 5 から電子注入層 10、電子輸送層 9、及び、発光ホスト層 12 a を介して、発光ドーパント層 11 a の発光ホスト層 12 a 側に電子が注入される。その結果、有機 EL 素子 3 a では、正孔及び電子が発光ドーパント層と発光ホスト層との界面付近（発光ドーパント層 11 a の発光ホスト層 12 a 側）で再結合することによって発光する。この場合、発光領域 ER1 が、発光ドーパント層 11 a と発光ホスト層 12 a との界面付近の狭い領域に限定されて、励起子の密度が増加するため、正孔及び電子が再結合する確率が増加し、その結果、発光効率を十分に高めることができる。特に、ドーパント材料として、遅延蛍光が生じる青色蛍光材料を用いる場合は、励起子の密度の増加に伴って TTF 現象が発生する確率も増加し、その結果、発光効率を更に高めることができる。また、発光ドーパント層 11 a と発光ホスト層 12 a との間で励起子の遷移が発生することによっても、発光効率を充分に高めることができる。

[0048] また、発光層 8 a は、発光ドーパント材料及び発光ホスト材料を共蒸着することなく形成されるため、蒸着速度の制御が容易であり、発光層の特性のばらつきが発生しにくくなる。よって、製造効率を優れたものとすることができる。

[0049] 更に、上述したように、発光層が分布していない領域では、正孔輸送層と電子輸送層とが直結してしまうため、正孔及び電子の再結合が発光層内で発生

せず、その結果、発光効率が低下してしまうことが懸念される。しかしながら、実施例１の有機ＥＬ素子３ａでは、発光ドーパント層１１ａ上に発光ホスト層１２ａが配置されており、正孔輸送層７と電子輸送層９との間の距離が離れているため、上述したような発光効率の低下を十分に防止することができる。

[0050] なお、有機ＥＬ素子３ａは、実施例１の構成以外に、正孔ブロッキング層、及び、電子ブロッキング層を適宜含んでもよいし、正孔注入層６と正孔輸送層７とを一体化した正孔注入層兼正孔輸送層や、電子輸送層９と電子注入層１０とを一体化した電子注入層兼電子輸送層のような２以上の機能を有する層を含んでもよい。また、実施例１の有機ＥＬ素子３ａが有する各層の配置を逆転させた構成、すなわち、基板２側から順に、陰極５、電子注入層１０、電子輸送層９、発光ホスト層１２ａ、発光ドーパント層１１ａ、正孔輸送層７、正孔注入層６、及び、陽極４が配置された構成で、陰極５側から光を出射するボトム・エミッション型の有機ＥＬ表示パネルであっても、実施例１と同様な効果を奏することは明らかである。

[0051] （実施例２）

実施例２は、基板側から順に、陽極、発光層、及び、陰極を含む有機ＥＬ素子と、上記有機ＥＬ素子を備える有機ＥＬ表示パネルとに関し、発光層が、陽極側に発光ホスト層を有し、陰極側に発光ドーパント層を有する構成に関する。実施例２の有機ＥＬ素子は、発光ドーパント層及び発光ホスト層の配置以外、実施例１の有機ＥＬ素子と同様であるため、重複する点については説明を省略する。

[0052] 図３は、実施例２の有機ＥＬ表示パネルを示す断面模式図である。図３に示すように、有機ＥＬ表示パネル１ｂは、基板２と、基板２上に配置された有機ＥＬ素子３ｂとを有している。有機ＥＬ素子３ｂは、基板２側から順に、陽極４、正孔注入層６、正孔輸送層７、発光層８ｂ、電子輸送層９、電子注入層１０、及び、陰極５を有している。発光層８ｂは、陽極４側に発光ホスト層１２ａを有し、陰極５側に発光ドーパント層１１ａを有している。

[0053] 発光ホスト層 12a を構成する発光ホスト材料としては、バイポーラ特性を有し、正孔輸送特性が高い燐光材料系の 4, 4'-N, N'-ジカルバゾール-ビフェニル (CBP) を用いた。燐光材料系の発光ホスト材料としては、他に、例えば、上記特許文献 8 に記載の正孔輸送特性が高い発光ホスト材料 (正孔輸送性ホスト) を用いることができ、1, 3-ジ (N-カルバゾリル) ベンゼン (mCP) や、4, 4', 4'-トリス (N-カルバゾリル) -トリフェニルアミン (TC TA) のようなカルバゾール誘導体等が挙げられる。発光ホスト層 12a の厚みは、例えば、30 nm とする。発光ホスト材料としては、発光ドーパント材料の励起子の生成を促進し、正孔及び電子の両方を輸送できるバイポーラ特性を有するものであることが好ましい。この場合、発光ホスト材料の正孔移動度を μ_h 、電子移動度を μ_e とすると、発光効率を更に高める観点から、 $1 < \mu_h / \mu_e$ であることが好ましい。ここで、バイポーラ特性が失われるにつれて正孔及び電子が移動しにくくなり、その結果、駆動電圧の上昇や素子寿命の低下につながるため、 μ_h / μ_e が 100 以上の場合は、これらのデメリットの方が発光効率の上昇よりも大きくなってしまふことがある。よって、 μ_h / μ_e は、 $1 < \mu_h / \mu_e < 100$ であることがより好ましく、 $1 < \mu_h / \mu_e < 10$ であることが特に好ましい。 μ_h / μ_e が 100 未満である場合は、発光効率の上昇の方がこれらのデメリットよりも大きくなる。 μ_h / μ_e が 10 未満である場合は、通常の有機 EL 素子の厚みが数 10 nm 程度であり、発光領域が発光ドーパント層 11a 側に十分に寄るため、発光効率を更に高めることができる。また、これとともに、正孔注入層 6、及び、正孔輸送層 7 の正孔注入・輸送特性が、電子注入層 10、及び、電子輸送層 9 の電子注入・輸送特性よりも高いことが好ましく、有機 EL 素子 3b を駆動する際に発光ホスト層 12a 内の正孔の個数が電子の個数よりも多い状態であることが好ましい。

[0054] 実施例 2 の有機 EL 素子 3b は、以下の原理で駆動させることができる。

[0055] 図 4 は、図 3 中の有機 EL 素子の駆動原理を説明する説明図である。図 4 に示すように、陽極 4 から正孔注入層 6、正孔輸送層 7、及び、発光ホスト層

12aを介して、発光ドーパント層11aの発光ホスト層12a側に正孔が注入される。これに対して、陰極5から電子注入層10、及び、電子輸送層9を介して、発光ドーパント層11aの発光ホスト層12a側に電子が注入される。その結果、有機EL素子3bでは、正孔及び電子が発光ドーパント層と発光ホスト層との界面付近（発光ドーパント層11aの発光ホスト層12a側）で再結合することによって発光する。この場合、発光領域ER2が、発光ドーパント層11aと発光ホスト層12aとの界面付近の狭い領域に限定されて、励起子の密度が増加するため、実施例1と同様に発光効率を十分に高めることができる。

[0056] また、発光層8bは、発光ドーパント材料及び発光ホスト材料を共蒸着することなく形成されるため、実施例1と同様に製造効率を優れたものとすることができる。

[0057] なお、有機EL素子3bは、実施例2の構成以外に、正孔ブロッキング層、及び、電子ブロッキング層を適宜含んでもよいし、正孔注入層6と正孔輸送層7とを一体化した正孔注入層兼正孔輸送層や、電子輸送層9と電子注入層10とを一体化した電子注入層兼電子輸送層のような2以上の機能を有する層を含んでもよい。また、実施例2の有機EL素子3bが有する各層の配置を逆転させた構成、すなわち、基板2側から順に、陰極5、電子注入層10、電子輸送層9、発光ドーパント層11a、発光ホスト層12a、正孔輸送層7、正孔注入層6、及び、陽極4が配置された構成で、陰極5側から光を出射するボトム・エミッション型の有機EL表示パネルであっても、実施例2と同様な効果を奏することは明らかである。

[0058] （実施例3）

実施例3は、基板側から順に、陽極、発光層、及び、陰極を含む有機EL素子と、上記有機EL素子を備えるトップ・エミッション型の有機EL表示パネルとに関し、発光層が、陽極側に発光ドーパント層を有し、陰極側に発光ホスト層を有する構成に関する。また、発光ホスト層と陰極との間に、電子輸送特性を有する物質にn型の不純物がドーパされた材料から構成されるド

ープ電子輸送層が配置された場合である。実施例3の有機EL素子は、電子輸送層の代わりにドーピング電子輸送層が配置され、電子注入層を配置しないこと以外、実施例1の有機EL素子と同様であるため、重複する点については説明を省略する。

[0059] 図5は、実施例3の有機EL表示パネルを示す断面模式図である。図5に示すように、有機EL表示パネル1cは、基板2と、基板2上に配置された有機EL素子3cとを有している。有機EL素子3cは、基板2側から順に、陽極4、正孔注入層6、正孔輸送層7、発光層8c、ドーピング電子輸送層13、及び、陰極5を有している。発光層8cは、陽極4側に発光ドーパント層11bを有し、陰極5側に発光ホスト層12bを有している。発光ドーパント層11bは、その厚みを1nmとしたこと以外、実施例1の発光ドーパント層11aと同様である。発光ホスト層12bは、その厚みを29nmとしたこと以外、実施例1の発光ホスト層12aと同様である。また、正孔輸送層7のT1準位(2.5eV)は、発光ドーパント層11bのT1準位(2.0eV)よりも高い。

[0060] ドーピング電子輸送層13としては、電子輸送層を構成する材料であるBphenに、n型の不純物として炭酸セシウム(Cs_2CO_3)を、その濃度が1重量%となるようにドーピングしたものを用い、その厚みを15nmとした。n型の不純物としては、その他に、例えば、アルカリ金属の酸化物又は炭酸塩や、アルカリ土類金属の酸化物又は炭酸塩を用いることができ、酸化リチウム(Li_2O)や炭酸バリウム(BaCO_3)等が挙げられるが、原子量が高い元素の方が熱拡散等の影響を受けにくく、信頼性がより高いため、 BaCO_3 の方がより好ましい。

[0061] 実施例3の有機EL素子の発光層8cは、実施例1の有機EL素子の発光層8aと同様な構成であるため、発光領域が発光ドーパント層11bと発光ホスト層12bとの界面付近の狭い領域に限定されて、発光効率が充分に高まることは明らかである。

[0062] また、発光層8cは、発光ドーパント材料及び発光ホスト材料を共蒸着する

ことなく形成されるため、実施例 1 と同様に製造効率を優れたものとすることができる。

[0063] 実施例 3 の有機 EL 表示パネルによれば、これらの効果に加えて、以下の追加効果を更に奏することができる。

[0064] まず、1 つ目の追加効果について説明する。図 16 に示すような従来の有機 EL 表示パネル 101c において、トップ・エミッション型の有機 EL 表示パネルとするために、陰極 5 として ITO 又は IZO を用いると、ITO 又は IZO の仕事関数（約 -5 eV ）と電子輸送層の LUMO 準位との差が大きい場合は、電子輸送層側への電子注入性能が低下してしまうことが懸念される。しかしながら、実施例 3 の有機 EL 表示パネル 1c では、発光ホスト層 12b と陰極 5 との間にドーパ電子輸送層 13 が配置されており、ドーパ電子輸送層 13 自身が電荷を有しているため、陰極 5 とオーミックに接続することができ、上述したような電子注入性能の低下を十分に防止することができる。また、ドーパ電子輸送層 13 の電子輸送特性は高いため、ドーパ電子輸送層 13 の LUMO 準位を発光ホスト層 12b の LUMO 準位に近づければ、発光ホスト層 12b に電子をより容易に注入することができる。

[0065] 次に、2 つ目の追加効果について説明する。図 16 に示すような従来の有機 EL 表示パネル 101c において、トップ・エミッション型の有機 EL 表示パネルとするために、陰極 5 として ITO 又は IZO を用いる場合、陰極 5 の形成時（例えば、スパッタ時）に放出される二次電子、プラズマ等によって、既に形成された各層（例えば、電子輸送層 9）がダメージを受けてしまい、それらの層の機能が低下してしまうことが懸念される。しかしながら、実施例 3 の有機 EL 表示パネル 1c では、発光ホスト層 12b と陰極 5 との間にドーパ電子輸送層 13 が配置されており、ドーパ電子輸送層 13 自身が電荷を有しているため、陰極 5 の形成時にドーパ電子輸送層 13 の表面がダメージを受けても、ドーパ電子輸送層 13 の電子輸送特性の低下を十分に防止することができる。また、ドーパ電子輸送層 13 の厚みを意図的に厚くすることで、陰極 5 より前に既に形成された各層へのダメージを十分に防止す

ることができる。上述したようなダメージを十分に防止する観点から、ドーピング電子輸送層 13 の厚みは、5 nm 以上であることが好ましく、10 nm 以上であることがより好ましい。なお、ドーピング電子輸送層 13 の厚みを数 100 nm 程度まで厚くしても透明性が維持されるため、光学的なロスはない。

[0066] なお、図 16 に示すような従来の有機 EL 表示パネル 101c の発光層 108b のように、発光ドーパント材料 19、及び、発光ホスト材料 20 が混合された構成である場合、発光領域 ER3 が発光層 108b 全体に広がっていることは既に説明したが、この場合、発光層 108b の陰極 5 側にも発光点が存在する。ここで、従来の有機 EL 表示パネル 101c において、発光層 108b 上に、実施例 3 で用いたドーピング電子輸送層 13 を配置すると、発光層 108b の陰極 5 側に発生した励起子がドーピング電子輸送層 13 によってクエンチングされてしまうため、発光効率が低下してしまう。よって、従来の有機 EL 表示パネル 101c に対して、実施例 3 で用いたドーピング電子輸送層 13 を配置するためには、発光層 108b とドーピング電子輸送層 13 との間に、別の緩衝層（例えば、電子輸送層）を更に配置する必要があるが、この場合、製造効率が低下してしまう。しかしながら、実施例 3 の有機 EL 表示パネル 1c では、発光ドーパント層 11b とドーピング電子輸送層 13 との間に発光ホスト層 12b が配置されており、発光ドーパント層 11b とドーピング電子輸送層 13 との間の距離が離れているため、励起子がドーピング電子輸送層 13 によってクエンチングされることがない。

[0067] （比較例 1）

比較例 1 は、基板側から順に、陽極、発光層、及び、陰極を含む有機 EL 素子と、上記有機 EL 素子を備える有機 EL 表示パネルとに関し、発光層が、発光ドーパント材料及び発光ホスト材料が混合された混合層である構成に関する。比較例 1 の有機 EL 素子は、発光層の構成以外、実施例 3 の有機 EL 素子と同様であるため、重複する点については説明を省略する。

[0068] 図 6 は、比較例 1 の有機 EL 表示パネルを示す断面模式図である。図 6 に示すように、有機 EL 表示パネル 101a は、基板 2 と、基板 2 上に配置され

た有機EL素子103aとを有している。有機EL素子103aは、基板2側から順に、陽極4、正孔注入層6、正孔輸送層7、発光層108a、ドーパント電子輸送層13、及び、陰極5を有している。発光層108aは、発光ドーパント材料及び発光ホスト材料が混合された混合層114aである。

[0069] 混合層114aとしては、発光ドーパント材料であるIr(ppy)3と発光ホスト材料であるCBPとを重量比90:10で共蒸着したものを、その厚みを30nmとした。

[0070] (比較例2)

比較例2は、基板側から順に、陽極、発光層、及び、陰極を含む有機EL素子と、上記有機EL素子を備える有機EL表示パネルとに関し、発光層が、発光ドーパント材料及び発光ホスト材料が混合された混合層である構成に関する。比較例2の有機EL素子は、発光層の構成、陰極の構成、及び、ドーパント電子輸送層の代わりに電子輸送層と電子注入層とを順に積層させたものを配置したこと以外、実施例3の有機EL素子と同様であるため、重複する点については説明を省略する。

[0071] 図7は、比較例2の有機EL表示パネルを示す断面模式図である。図7に示すように、有機EL表示パネル101bは、基板2と、基板2上に配置された有機EL素子103bとを有している。有機EL素子103bは、基板2側から順に、陽極4、正孔注入層6、正孔輸送層7、発光層108a、電子輸送層9、電子注入層10、及び、陰極105を有している。発光層108aは、発光ドーパント材料及び発光ホスト材料が混合された混合層114aである。陰極105は、基板2側から順に、金属層15a、及び、透明導電層18を有している。

[0072] 電子輸送層9としては、Bphenを用い、その厚みを15nmとした。

[0073] 電子注入層10としては、フッ化リチウム(LiF)を用い、その厚みを0.5nmとした。

[0074] 陰極105を構成する金属層15aとしては、マグネシウム(Mg)及び銀(Ag)の合金(以下、「Mg-Ag」とも言う。)を用い、その厚みを1

nmとした。陰極105を構成する透明導電層18としては、ITOを用い、その厚みを100nmとした。

[0075] [評価結果]

比較例1、2の有機EL素子について、実施例3の有機EL素子に対する発光効率を評価した。発光効率は、検出器としてトプコン社製の色彩輝度計（BM-5A）を備えた、大塚電子社製のFPDモジュール検査装置（MD series）を用いて、輝度1000cd/m²において評価した。

[0076] 比較例1の有機EL素子の発光効率は、実施例3の有機EL素子の発光効率と比較して、20%低下した。これは、比較例1の有機EL素子の発光層108aが、発光ドーパント材料及び発光ホスト材料が混合された構成であるため、発光領域が広がってしまい、その結果、発光効率が低下したためであると考えられる。更に、比較例1の有機EL素子において、ドーパ電子輸送層13が発光層108a上に配置されているため、発光層108aのドーパ電子輸送層13側に発生した励起子がドーパ電子輸送層13によってクエンチングされてしまい、その結果、発光効率が低下したためであると考えられる。

[0077] 比較例2の有機EL素子は、ほとんど発光しなかった。これは、陰極105側から光を出射するために厚みを薄くしたMg-Ag（金属層15a）が、ITO（透明導電層18）を形成する際にダメージを受けてしまい、その影響が電子注入層10、電子輸送層9等まで及んでしまったためであると考えられる。

[0078] 以上より、実施例3の有機EL素子は、発光ドーパント材料及び発光ホスト材料が別々の層に含有された発光層8cを有し、ドーパ電子輸送層13が配置された構成であるため、発光効率を十分に高めるとともに、陰極5を形成する際のダメージを十分に防止することができる。

[0079] （実施例4）

実施例4は、基板側から順に、陽極、発光層、及び、陰極を含む有機EL素子と、上記有機EL素子を備えるトップ・エミッション型の有機EL表示パ

ネルとに関し、発光層が、陽極側に発光ドーパント層を有し、陰極側に発光ホスト層を有する構成に関する。また、発光ホスト層が、2種類の発光ホスト材料から構成された場合である。実施例4の有機EL素子は、発光ホスト層の構成以外、実施例3の有機EL素子と同様であるため、重複する点については説明を省略する。

[0080] 図8は、実施例4の有機EL表示パネルを示す断面模式図である。図8に示すように、有機EL表示パネル1dは、基板2と、基板2上に配置された有機EL素子3dとを有している。有機EL素子3dは、基板2側から順に、陽極4、正孔注入層6、正孔輸送層7、発光層8d、ドープ電子輸送層13、及び、陰極5を有している。発光層8dは、陽極4側に発光ドーパント層11bを有し、陰極5側に発光ホスト層12cを有している。発光ホスト層12cは、2種類の発光ドーパント材料から構成されている。

[0081] 発光ホスト層12cとしては、バイポーラ特性を有し、電子輸送特性が高いTPBIと正孔輸送特性を有するCBPとを重量比80:20で混合させたものを用い、その厚みを29nmとした。発光ホスト層12cは、発光ドーパント材料を実質的に含有しない。

[0082] 実施例4の有機EL素子の発光層8dは、発光ホスト層の構成以外、実施例3の有機EL素子の発光層8cと同様な構成であるため、発光領域が発光ドーパント層11bと発光ホスト層12cとの界面付近の狭い領域に限定されて、発光効率が十分に高まることは明らかである。

[0083] また、発光層8dは、発光ドーパント材料及び発光ホスト材料を共蒸着することなく形成されるため、実施例3と同様に製造効率を優れたものとすることができる。

[0084] 更に、実施例4の有機EL表示パネルは、ドープ電子輸送層13が配置されているため、実施例3の追加効果を奏することができる。

[0085] 実施例4の有機EL表示パネルによれば、これらの効果に加えて、以下の追加効果を更に奏することができる。

[0086] 実施例3で用いた発光ホスト材料のような、バイポーラ特性を有し、電子輸

送特性が高い材料（以下、「発光ホスト材料A」とも言う。）を用いると、発光ホスト材料Aで構成される発光ホスト層中の電子の個数は正孔の個数よりも多くなり、発光ドーパント層まで電子を輸送することができる。一方、発光ホスト材料Aは、正孔に対する耐性が低いことがある。正孔が過剰に注入される場合は、発光ドーピング層で発光に利用しきれなかった正孔が発光ホスト層に流入し、発光ホスト層内に滞積してしまうため、発光ホスト材料Aを劣化させてしまうことがある。そこで、発光ホスト層を構成する材料として、発光ホスト材料A以外に正孔輸送特性を有する材料（以下、「発光ホスト材料B」とも言う。）を更に加えることで、発光ホスト層内に滞積した正孔を発光ホスト材料Aから逃がすことができ、発光ホスト材料Aの劣化を十分に防止することができる。ここで、発光ホスト材料Bの方に正孔を移動しやすくする観点からは、発光ホスト材料BのLUMO準位が発光ホスト材料AのLUMO準位よりも高いことが好ましい。また、発光ホスト材料Bの方に電子を移動しにくくする観点からは、発光ホスト材料BのHOMO準位が発光ホスト材料AのHOMO準位よりも高いことが好ましい。

[0087] [評価結果]

実施例3、4の有機EL表示パネルを構成する有機EL素子について、素子寿命を評価した。素子寿命は、常温下で、初期輝度が 2000 cd/m^2 の場合の電流値を維持しながら駆動し、輝度をモニタリングし続けることで測定された駆動時間に対する輝度劣化率を用いて評価した。使用装置としては、システム技研社製の寿命評価システム（有機ELデバイスLife-Time Testシステム）を用い、フォトダイオードで輝度を測定してモニタリングを行った。その結果、実施例4の有機EL素子の素子寿命は、実施例3の有機EL素子の素子寿命と比較して長かった。これは、 2000 cd/m^2 の高い初期輝度で発光させた場合、正孔が発光ホスト層に過剰に流入してしまうが、実施例4のように発光ホスト材料Bを加えたことで、発光ホスト材料Aの劣化が抑制されたためである。

[0088] (実施例5)

実施例 5 は、基板側から順に、陽極、発光層、及び、陰極を含む有機 EL 素子と、上記有機 EL 素子を備えるトップ・エミッション型の有機 EL 表示パネルとに関し、発光層が、陽極側に発光ドーパント層を有し、陰極側に発光ホスト層を有する構成に関する。また、発光ホスト層が、陽極側から順に、その一部に発光ドーパント材料が混入された混合層と、発光ドーパント材料を含有しない発光ホスト層とを有する場合である。実施例 5 の有機 EL 素子は、発光層の構成以外、実施例 3 の有機 EL 素子と同様であるため、重複する点については説明を省略する。

[0089] 図 9 は、実施例 5 の有機 EL 表示パネルを示す断面模式図である。図 9 に示すように、有機 EL 表示パネル 1 e は、基板 2 と、基板 2 上に配置された有機 EL 素子 3 e とを有している。有機 EL 素子 3 e は、基板 2 側から順に、陽極 4、正孔注入層 6、正孔輸送層 7、発光層 8 e、ドーパ電子輸送層 1 3、及び、陰極 5 を有している。発光層 8 e は、陽極 4 側に発光ドーパント層 1 1 b を有し、陰極 5 側に発光ホスト層 1 2 e を有している。発光ホスト層 1 2 e は、陽極 4 側から順に、発光ドーパント材料及び発光ホスト材料が混合された混合層 1 4 a、及び、発光ドーパント材料を含有しない発光ホスト層 1 2 d を有している。発光ホスト層 1 2 d は、その膜厚を 19 nm としたこと以外、実施例 3 の発光ホスト層 1 2 b と同様である。

[0090] 混合層 1 4 a としては、発光ドーパント材料であるジアミンピレン系の青色遅延蛍光材料と発光ホスト材料である蛍光材料系の出光興産社製の BH-232 とを重量比 5 : 95 で共蒸着したものをを用い、その厚みを 10 nm とした。

[0091] 実施例 4 で既に説明したように、印加電圧や正孔輸送層を構成する材料の種類によっては、発光ホスト層に正孔が流入することがあり、これは発光ホスト層を構成する発光ホスト材料の劣化を招くだけでなく、発光ホスト層自身で励起子を生成させることになる。発光ホスト層内で生成された励起子は、エネルギーを伴って発光ドーパント層に移動することで発光するが、その一部は拡散して、発光ホスト材料が発光してしまったり、失活したりすること

があり、その結果、混色の発生や発光効率の低下につながることもある。そこで、発光ホスト層の一部に発光ドーパント材料を混入する、すなわち、発光ドーパント材料及び発光ホスト材料が混合された混合層 1 4 a を更に配置することによって、発光ホスト層内で生成された励起子も発光に利用することができるため、発光効率を更に高めることができる。また、発光ホスト材料の劣化を十分に防止することができるため、有機 EL 素子の素子寿命を長くすることができる。

[0092] なお、発光ホスト層内で生成された励起子は、発光ドーパント層 1 1 b との界面付近に多く分布しているため、発光効率を更に高める観点から、混合層 1 4 a 中の発光ドーパント材料の濃度は、発光ホスト層 1 2 d 側から発光ドーパント層 1 1 b 側へ高くすることが好ましい。

[0093] また、発光層 8 e の一部は、発光ドーパント材料及び発光ホスト材料を共蒸着することなく形成されるため、実施例 3 と同様に製造効率を優れたものとすることができる。

[0094] 更に、実施例 5 の有機 EL 表示パネルは、ドープ電子輸送層 1 3 が配置されているため、実施例 3 の追加効果を奏することができる。

[0095] [評価結果]

実施例 3、5 の有機 EL 表示パネルを構成する有機 EL 素子について、初期輝度が 2000 cd/m^2 の場合の素子寿命を評価した。その結果、実施例 5 の有機 EL 素子の素子寿命は、実施例 3 の有機 EL 素子の素子寿命と比較して長かった。これは、混合層 1 4 a を配置したことで、発光ホスト層内で生成された励起子が発光に効率よく利用されたためである。

[0096] (実施例 6)

実施例 6 は、基板側から順に、陽極、発光層、及び、陰極を含む有機 EL 素子と、上記有機 EL 素子を備えるトップ・エミッション型の有機 EL 表示パネルとに関し、発光層が、陽極側に発光ドーパント層を有し、陰極側に発光ホスト層を有する構成に関する。また、発光ホスト層が、陽極側から順に、その一部に発光ドーパント材料が混入された混合層と、発光ドーパント材料

を含有しない発光ホスト層とを有する場合である。実施例6の有機EL素子は、発光層の構成以外、実施例5の有機EL素子と同様であるため、重複する点については説明を省略する。

[0097] 図10は、実施例6の有機EL表示パネルを示す断面模式図である。図10に示すように、有機EL表示パネル1fは、基板2と、基板2上に配置された有機EL素子3fとを有している。有機EL素子3fは、基板2側から順に、陽極4、正孔注入層6、正孔輸送層7、発光層8f、ドープ電子輸送層13、及び、陰極5を有している。発光層8fは、陽極4側に発光ドーパント層11bを有し、陰極5側に発光ホスト層12fを有している。発光ホスト層12fは、陽極4側から順に、発光ドーパント材料及び発光ホスト材料が混合された混合層14b、及び、発光ドーパント材料を含有しない発光ホスト層12dを有している。

[0098] 混合層14bとしては、発光ドーパント材料であるジアミンピレン系の青色遅延蛍光材料と発光ホスト材料である蛍光材料系の出光興産社製のBH-232とを共蒸着したものをを用い、その厚みを10nmとした。ここで、混合層14b中の発光ドーパント材料の濃度は、発光ホスト層12d側が0重量%で、発光ドーパント層11b側が100重量%となるように、発光ホスト層12d側から発光ドーパント層11b側へ連続的に高くなるように設定した。このように混合層14b中の発光ドーパント材料の濃度が変化する状態は、傾斜蒸着法を用いることで実現できる。

[0099] 実施例6の有機EL素子は、発光層の構成以外、実施例5の有機EL素子と同様であり、発光ドーパント材料及び発光ホスト材料が混合された混合層が更に配置された点でも実施例5と同様であるため、実施例5と同様な効果を奏することは明らかである。

[0100] [評価結果]

実施例3、6の有機EL表示パネルを構成する有機EL素子について、初期輝度が2000cd/m²の場合の素子寿命を評価した。その結果、実施例6の有機EL素子の素子寿命は、実施例3の有機EL素子の素子寿命と比較し

て長かった。これは、混合層 14 b を配置したことで、発光ホスト層内で生成された励起子が発光に効率よく利用されたためである。

[0101] (実施例 7)

実施例 7 は、基板側から順に、陽極、発光層、及び、陰極を含む有機 EL 素子と、上記有機 EL 素子を備えるトップ・エミッション型の有機 EL 表示パネルとに関し、発光層が、陽極側に発光ドーパント層を有し、陰極側に発光ホスト層を有する構成に関する。また、発光ホスト層と陰極との間に、電子輸送層、金属層、及び、p 型の酸化物層が順に配置された場合である。実施例 7 の有機 EL 素子は、ドープ電子輸送層の代わりに、電子輸送層、金属層、及び、p 型の酸化物層を順に積層させたものを配置したこと以外、実施例 3 の有機 EL 素子と同様であるため、重複する点については説明を省略する。

[0102] 図 11 は、実施例 7 の有機 EL 表示パネルを示す断面模式図である。図 11 に示すように、有機 EL 表示パネル 1 g は、基板 2 と、基板 2 上に配置された有機 EL 素子 3 g とを有している。有機 EL 素子 3 g は、基板 2 側から順に、陽極 4、正孔注入層 6、正孔輸送層 7、発光層 8 c、電子輸送層 9、金属層 15 b、p 型の酸化物層 16、及び、陰極 5 を有している。

[0103] 電子輸送層 9 としては、Bphen を用い、その厚みを 15 nm とした。電子輸送層 9 としては、その他に、通常有機 EL 素子が有するものを用いることができる。

[0104] 金属層 15 b としては、Li を用い、その厚みを 1 nm とした。Li はアルカリディスペンスーを用いて蒸着した。金属層 15 b としては、その他に、カルシウム (Ca) 等を用いることができる。

[0105] p 型の酸化物層 16 としては、 MoO_3 を用い、その厚みを 15 nm とした。p 型の酸化物層 16 としては、その他に、五酸化バナジウム (V_2O_5) 等を用いることができる。

[0106] 実施例 7 の有機 EL 素子の発光層 8 c は、実施例 3 の有機 EL 素子の発光層 8 c と同様な構成であるため、実施例 7 の有機 EL 素子は、発光効率を充分

に高め、製造効率を優れたものとすることができる。

[0107] 実施例7の有機EL表示パネルによれば、これらの効果に加えて、以下の追加効果を更に奏することができる。

[0108] 金属層15b (Li)、p型の酸化物層16 (MoO_3)、陰極5 (ITO) は、自身が電荷を有している導電性材料であるため、互いにオーミックに接続されており、電荷の受け渡しをスムーズに行うことができる。これらの電荷の受け渡しについて、図12を用いて説明する。図12は、実施例7の有機EL表示パネルの陰極側のバンド相関図である。図12に示すように、p型の酸化物層16 (MoO_3 、仕事関数： -5.8 eV) は電荷発生層として機能し、陰極5 (ITO、仕事関数： -5.0 eV) から正孔が注入されると、金属層15b (Li) に電子を注入することができる。このように、陰極5 (ITO) から金属層15b (Li) までは電荷をスムーズに輸送することができる。ここで、電子輸送層9を構成する材料のLUMO準位は -3.05 eV であり、金属層15b (Li) の仕事関数 -2.9 eV よりも低い。よって、電子を金属層15b (Li) から電子輸送層9へ障壁なく注入することができる。

[0109] また、 MoO_3 は無機の酸化物であるため、実施例3で既に説明したようなドーパ電子輸送層を構成する材料によっては、ドーパ電子輸送層13上に陰極5 (ITO) を形成する際のダメージは、p型の酸化物層16 (MoO_3) 上に陰極5 (ITO) を形成する際のダメージと比較して大きくなってしまふことがある。このような場合、実施例7のような構成を用いることで、電子輸送層を構成する材料にドーパントをドーパすることなく陰極5 (ITO) 形成時のダメージを十分に防止することができ、電子を陰極5 (ITO) から電子輸送層9側へ障壁なく注入することができる。

[0110] [評価結果]

実施例3、7の有機EL表示パネルを構成する有機EL素子について、特性（駆動電圧）を評価した。駆動電圧は、検出器としてトプコン社製の色彩輝度計 (BM-5A) を備えた、大塚電子社製のFPDモジュール検査装置 (

MD series) 用いて、輝度 1000 cd/m^2 において測定した。その結果、実施例 7 の有機 EL 素子の駆動電圧は、実施例 3 の有機 EL 素子の駆動電圧と比較して低下した。これは、陰極 5 (ITO) 形成時における、p 型の酸化物層 16 (MoO_3) へのダメージと実施例 3 のドーパ電子輸送層 13 へのダメージとの違いによるものである。ドーパ電子輸送層 13 を構成するドーパント自身は活性度が強く、反応性が高いため、ドーパ量を増加させても、わずかに残った活性材料が陰極 5 (ITO) 形成時にダメージを受けることがある。一方、p 型の酸化物層 16 (MoO_3) は活性度が低いため、陰極 5 (ITO) 形成時にほとんどダメージを受けない。また、電子輸送層を構成する材料によっては、ドーパ電子輸送層を配置する効果が得られない場合もあるため、実施例 7 の構成を用いることで、有機 EL 素子を構成する材料の選択肢が増え、製造効率を更に優れたものとすることができる。

[0111] (実施例 8)

実施例 8 は、基板側から順に、陽極、発光層、及び、陰極を含む有機 EL 素子と、上記有機 EL 素子を備えるトップ・エミッション型の有機 EL 表示パネルとに関し、発光層が、陽極側に発光ドーパント層を有し、陰極側に発光ホスト層を有する構成に関する。また、発光ホスト層と陰極との間に、電子輸送層、金属層、及び、p 型のドーパントがドーパされた材料から構成される p 型ドーパ層が順に配置された場合である。実施例 8 の有機 EL 素子は、p 型の酸化物層の代わりに、p 型ドーパ層を配置したこと以外、実施例 7 の有機 EL 素子と同様であるため、重複する点については説明を省略する。

[0112] 図 13 は、実施例 8 の有機 EL 表示パネルを示す断面模式図である。図 13 に示すように、有機 EL 表示パネル 1h は、基板 2 と、基板 2 上に配置された有機 EL 素子 3h とを有している。有機 EL 素子 3h は、基板 2 側から順に、陽極 4、正孔注入層 6、正孔輸送層 7、発光層 8c、電子輸送層 9、金属層 15b、p 型ドーパ層 17、及び、陰極 5 を有している。

[0113] p 型ドーパ層 17 としては、 MoO_3 (p 型のドーパント) と正孔輸送層を構成する材料である α -NPD とを重量比 20 : 80 で共蒸着したものをを用い

、その厚みを15nmとした。

[0114] 実施例8の有機EL素子の発光層8cは、実施例3の有機EL素子の発光層8cと同様な構成であるため、実施例8の有機EL素子は、発光効率を十分に高め、製造効率を優れたものとすることができる。

[0115] 実施例8の有機EL表示パネルによれば、これらの効果に加えて、以下の追加効果を更に奏することができる。

[0116] p型ドーピング層17のように、正孔輸送層を構成する材料にp型のドーパントをドーピングすることで電荷移動錯体が形成されるため、p型ドーピング層17内には充分な量の電荷が存在している。金属層15b(Li)、p型ドーピング層17、陰極5(ITO)は、自身が電荷を有している導電性材料であるため、互いにオーミックに接続されており、電荷の受け渡しをスムーズに行うことができる。これらの電荷の受け渡しについて、図14を用いて説明する。図14は、実施例8の有機EL表示パネルの陰極側のバンド相関図である。図14に示すように、p型ドーピング層17(仕事関数:-5.8eV)は電荷発生層として機能し、陰極5(ITO、仕事関数:-5.0eV)から正孔が注入されると、金属層15b(Li)に電子を注入することができる。このように、陰極5(ITO)から金属層15b(Li)までは電荷をスムーズに輸送することができる。ここで、電子輸送層9を構成する材料のLUMO準位は-3.05eVであり、金属層15b(Li)の仕事関数-2.9eVよりも低い。よって、電子を金属層15b(Li)から電子輸送層9へ障壁なく注入することができる。

[0117] p型ドーピング層17は、活性度の低い材料(MoO₃)をドーピングしたものであるため、陰極5(ITO)形成時に受けるダメージが小さい。また、実施例3で既に説明したようなドーピング電子輸送層を構成する材料によっては、ドーピング電子輸送層13上に陰極5(ITO)を形成する際のダメージは、p型ドーピング層17上に陰極5(ITO)を形成する際のダメージと比較して大きくなってしまふことがある。このような場合、実施例8のような構成を用いることで、電子輸送層を構成する材料にドーパントをドーピングすることなく陰極5

(ITO) 形成時のダメージを十分に防止することができ、電子を陰極 5 (ITO) から電子輸送層 9 側へ障壁なく注入することができる。

[0118] [評価結果]

実施例 3、8 の有機 EL 表示パネルを構成する有機 EL 素子について、特性を評価した。その結果、実施例 8 の有機 EL 素子の駆動電圧は、実施例 3 の有機 EL 素子の駆動電圧と比較して低下した。これは、陰極 5 (ITO) 形成時における、p 型ドープ層 17 へのダメージと実施例 3 のドープ電子輸送層 13 へのダメージとの違いによるものである。ドープ電子輸送層 13 を構成するドーパント自身は活性度が強く、反応性が高いため、ドーパ量を増加させても、わずかに残った活性材料が陰極 5 (ITO) 形成時にダメージを受けることがある。一方、p 型ドープ層 17 は活性度が低いため、陰極 5 (ITO) 形成時にほとんどダメージを受けない。また、電子輸送層を構成する材料によっては、ドープ電子輸送層を配置する効果が得られない場合もあるため、実施例 8 の構成を用いることで、有機 EL 素子を構成する材料の選択肢が増え、製造効率を更に優れたものとすることができる。

[0119] また、実施例 8 の有機 EL 表示パネルにおいて、金属層 15b と p 型ドープ層 17 との間に、実施例 7 で用いたような MoO_3 等の p 型の酸化物層を配置しても同様な効果を奏することができる。

[0120] (実施例 9)

実施例 9 は、基板側から順に、陽極、発光層、及び、陰極を含む有機 EL 素子と、上記有機 EL 素子を備えるトップ・エミッション型の有機 EL 表示パネルとに関し、発光層が、陽極側に発光ドーパント層を有し、陰極側に発光ホスト層を有する構成に関する。また、発光ホスト層と陰極との間に実施例 3 で既に説明したようなドープ電子輸送層が配置され、陰極が、基板側から順に金属層及び透明導電層を有する場合である。実施例 9 の有機 EL 素子は、陰極の構成以外、実施例 3 の有機 EL 素子と同様であるため、重複する点については説明を省略する。

[0121] 図 15 は、実施例 9 の有機 EL 表示パネルを示す断面模式図である。図 15

に示すように、有機EL表示パネル1 iは、基板2と、基板2上に配置された有機EL素子3 iとを有している。有機EL素子3 iは、基板2側から順に、陽極4、正孔注入層6、正孔輸送層7、発光層8 c、ドープ電子輸送層1 3、及び、陰極5 aを有している。陰極5 aは、基板2側から順に、金属層1 5 c、及び、透明導電層1 8を有している。

[0122] 陰極5 aを構成する金属層1 5 cとしては、Agを用い、その厚みを19 nmとした。金属層1 5 cとしては、その他に、一般的な金属を用いることができる。陰極5 aを構成する透明導電層1 8としては、ITOを用い、その厚みを100 nmとした。

[0123] 実施例9の有機EL素子の発光層8 cは、実施例3の有機EL素子の発光層8 cと同様な構成であるため、実施例9の有機EL素子は、発光効率を十分に高め、製造効率を優れたものとすることができる。

[0124] 実施例9の有機EL表示パネルによれば、これらの効果に加えて、以下の追加効果を更に奏することができる。

[0125] Agは、光半透過性を有しているが干渉効果を強めることができるため、正面輝度を高めることができる。また、金属層1 5 c (Ag)を配置することで、陰極5 (ITO)形成時におけるドープ電子輸送層1 3へのダメージを更に防止することができる。

[0126] [評価結果]

実施例3、9の有機EL表示パネルを構成する有機EL素子について、特性を評価した。その結果、実施例9の有機EL素子の駆動電圧は、実施例3の有機EL素子の駆動電圧と比較して低下した。これは、陰極5 (ITO)形成時において、金属層1 5 c (Ag)がドープ電子輸送層1 3を保護する役割を果たし、ドープ電子輸送層1 3へのダメージが十分に低下したためである。

[0127] [付記]

以下に、本発明に係る有機EL素子の好ましい態様の例を挙げる。各例は、本発明の要旨を逸脱しない範囲において適宜組み合わせられてもよい。

[0128] 上記発光層は、上記陽極側に上記発光ドーパント層を有し、上記陰極側に上記発光ホスト層を有するものであってもよい。これにより、上記発光ホスト材料の電荷輸送特性に合わせて、上記発光ドーパント層及び上記発光ホスト層を効果的に活用することができる。

[0129] 上記発光ホスト材料は、バイポーラ特性を有し、上記発光ホスト材料の正孔移動度は、電子移動度よりも小さいものであってもよい。上記発光ホスト材料の正孔移動度及び電子移動度は、 $10^{-7} \sim 10^{-4} \text{ m}^2 / (\text{V} \cdot \text{s})$ 程度であり、正孔移動度が電子移動度よりも $1 / 10$ 程度小さいことが好ましい。これにより、上記発光ドーパント層及び上記発光ホスト層の配置に合わせて、発光効率を更に高めることができる。なお、上記発光ホスト材料を複数有する場合は、上記発光ホスト材料の正孔移動度の中の最大値が、電子移動度の中の最小値よりも小さいことが好ましい。

[0130] 上記発光層は、上記陽極側に上記発光ホスト層を有し、上記陰極側に上記発光ドーパント層を有するものであってもよい。これにより、上記発光ホスト材料の電荷輸送特性に合わせて、上記発光ドーパント層及び上記発光ホスト層を効果的に活用することができる。

[0131] 上記発光ホスト材料は、バイポーラ特性を有し、上記発光ホスト材料の正孔移動度は、電子移動度よりも大きいものであってもよい。上記発光ホスト材料の正孔移動度及び電子移動度は、 $10^{-7} \sim 10^{-4} \text{ m}^2 / (\text{V} \cdot \text{s})$ 程度であり、正孔移動度が電子移動度よりも 10 倍程度大きいことが好ましい。これにより、上記発光ドーパント層及び上記発光ホスト層の配置に合わせて、発光効率を更に高めることができる。なお、上記発光ホスト材料を複数有する場合は、上記発光ホスト材料の正孔移動度の中の最小値が、電子移動度の中の最大値よりも大きいことが好ましい。

[0132] 上記発光ドーパント層の厚みは、 5 nm 以下であってもよい。これにより、励起子の密度が更に増加し、発光効率を更に高めることができる。また、上記発光ドーパント層の厚みを薄くすることによって、上記発光ドーパント材料の使用量を抑制することができるため、製造効率を更に優れたものとし、

隣接する画素間での混色の発生を十分に防止することができる。

[0133] 上記発光ドーパント層中の上記発光ドーパント材料の濃度は、90重量%以上であってもよい。これにより、特に、青色蛍光材料で遅延蛍光させる場合は、TTF現象を積極的に利用して発光効率を更に高めることができる。

[0134] 次に、本発明に係る有機EL表示パネルの好ましい態様の例を挙げる。各例は、本発明の要旨を逸脱しない範囲において適宜組み合わせられてもよい。

[0135] 上記有機エレクトロルミネッセンス表示パネルは、上記陰極側から光を出射するトップ・エミッション型であり、上記有機エレクトロルミネッセンス素子は、上記基板側から順に、上記陽極、正孔輸送層、上記発光ドーパント層、上記発光ホスト層、ドーパ電子輸送層、及び、上記陰極を含み、上記ドーパ電子輸送層は、電子輸送特性を有する物質にドーパントがドーパされた材料から構成されるものであってもよい。これにより、ドーパ電子輸送層自身が電荷を有していることを利用して、上記陰極からの電子注入性能の低下を十分に防止することができる。また、ドーパ電子輸送層を配置することで、上記陰極より前に既に形成された各層に対して、上記陰極を形成する際のダメージを十分に防止することができる。

[0136] 上記ドーパントは、n型の不純物であってもよい。これにより、上記ドーパ電子輸送層で電子を好適に輸送することができる。

[0137] 上記正孔輸送層を構成する材料の最低三重項状態のエネルギー準位は、上記発光ドーパント材料の最低三重項状態のエネルギー準位よりも高いものであってもよい。これにより、正孔を上記正孔輸送層から上記発光ドーパント層へ障壁なく輸送することができる。なお、上記正孔輸送層を構成する材料、及び、上記発光ドーパント材料を複数有する場合は、上記正孔輸送層を構成する材料の最低三重項状態のエネルギー準位の中の最小値が、上記発光ドーパント材料の最低三重項状態のエネルギー準位の中の最大値よりも高いことが好ましい。

[0138] 上記発光ホスト層は、少なくとも2種類の発光ホスト材料を含有するものであってもよい。上記少なくとも2種類の発光ホスト材料は、電子輸送特性を

有する材料、及び、正孔輸送特性を有する材料を含んでいるものであってもよい。これにより、上記正孔輸送特性を有する材料で上記電子輸送特性を有する材料の劣化を十分に防止する効果を利用して、上記発光ホスト層を効果的に活用することができる。

[0139] 上記正孔輸送特性を有する材料の最高被占軌道準位は、上記電子輸送特性を有する材料の最高被占軌道準位よりも高いものであってもよい。これにより、上記正孔輸送特性を有する材料の方に電子を移動しにくくする効果を利用して、上記発光ホスト層を効果的に活用することができる。なお、上記正孔輸送特性を有する材料、及び、上記電子輸送特性を有する材料を複数有する場合は、上記正孔輸送特性を有する材料の最高被占軌道準位の中の最小値が、上記電子輸送特性を有する材料の最高被占軌道準位の中の最大値よりも高いことが好ましい。

[0140] 上記正孔輸送特性を有する材料の最低空軌道準位は、上記電子輸送特性を有する材料の最低空軌道準位よりも高いものであってもよい。これにより、上記正孔輸送特性を有する材料の方に正孔を移動しやすくする効果を利用して、上記発光ホスト層を効果的に活用することができる。なお、上記正孔輸送特性を有する材料、及び、上記電子輸送特性を有する材料を複数有する場合は、上記正孔輸送特性を有する材料の最低空軌道準位の中の最小値が、上記電子輸送特性を有する材料の最低空軌道準位の中の最大値よりも高いことが好ましい。

[0141] 上記発光ホスト層は、上記陽極側に混合層を有し、上記混合層は、発光ドーパント材料及び発光ホスト材料が混合された層であってもよい。これにより、上記発光ホスト層内で生成された励起子も発光に利用することができるため、発光効率を更に高めることができる。また、上記発光ホスト材料の劣化を十分に防止することができるため、有機EL素子の素子寿命を長くすることができる。

[0142] 上記混合層中の上記発光ドーパント材料の濃度は、上記陰極側から上記陽極側へ高くなるものであってもよい。これにより、上記発光ホスト層内で生成

された励起子に加えて、上記発光ドーパント層と上記混合層との界面付近に分布している励起子も効率よく発光に利用することができるため、発光効率を更に高めることができる。また、上記発光ホスト材料の劣化を十分に防止することができるため、有機EL素子の素子寿命を長くすることができる。

[0143] 上記有機エレクトロルミネッセンス表示パネルは、上記陰極側から光を出射するトップ・エミッション型であり、上記有機エレクトロルミネッセンス素子は、上記基板側から順に、上記陽極、正孔輸送層、上記発光ドーパント層、上記発光ホスト層、電子輸送層、金属層、p型の酸化物層、及び、上記陰極を含むものであってもよい。これにより、電子を上記陰極から上記電子輸送層側へ障壁なく輸送することができる。また、上記p型の酸化物層を配置することで、上記陰極より前に既に形成された各層に対して、上記陰極を形成する際のダメージを十分に防止することができる。

[0144] 上記有機エレクトロルミネッセンス表示パネルは、上記陰極側から光を出射するトップ・エミッション型であり、上記有機エレクトロルミネッセンス素子は、上記基板側から順に、上記陽極、正孔輸送層、上記発光ドーパント層、上記発光ホスト層、電子輸送層、金属層、p型ドーパ層、及び、上記陰極を含み、上記p型ドーパ層は、p型のドーパントがドーパされた材料から構成されるものであってもよい。これにより、電子を上記陰極から上記電子輸送層側へ障壁なく輸送することができる。また、上記p型ドーパ層を配置することで、上記陰極より前に既に形成された各層に対して、上記陰極を形成する際のダメージを十分に防止することができる。

[0145] 上記p型ドーパ層は、正孔輸送特性を有する物質に上記p型のドーパントがドーパされた材料から構成されるものであってもよい。これにより、上記p型ドーパ層内に十分な量の電荷が存在する効果を利用して、上記p型ドーパ層を効果的に活用することができる。

[0146] 上記金属層の仕事関数は、上記電子輸送層を構成する材料の最低空軌道準位よりも高いものであってもよい。これにより、電子を上記金属層から上記電子輸送層へ障壁なく輸送することができる。なお、上記電子輸送層を構成す

る材料を複数有する場合は、上記金属層の仕事関数が、上記電子輸送層を構成する材料の最低空軌道準位の中の最大値よりも高いことが好ましい。

[0147] 上記陰極は、上記基板側から順に、金属層、及び、透明導電層を有するものであってもよい。これにより、上記陰極より前に既に形成された各層に対して、上記陰極を形成する際のダメージを十分に防止することができる。

[0148] 以上に、本発明に係る有機EL表示パネルの好ましい態様の例を挙げたが、それらの例の中で有機EL素子の特徴に係るものは、本発明に係る有機EL素子の好ましい態様の例でもある。

符号の説明

[0149] 1 a、1 b、1 c、1 d、1 e、1 f、1 g、1 h、1 i、1 0 1 a、1 0 1 b、1 0 1 c : 有機EL表示パネル
2 : 基板
3 a、3 b、3 c、3 d、3 e、3 f、3 g、3 h、3 i、1 0 3 a、1 0 3 b、1 0 3 c : 有機EL素子
4 : 陽極
5、5 a、1 0 5 : 陰極
6 : 正孔注入層
7 : 正孔輸送層
8 a、8 b、8 c、8 d、8 e、8 f、1 0 8 a、1 0 8 b : 発光層
9 : 電子輸送層
1 0 : 電子注入層
1 1 a、1 1 b : 発光ドーパント層
1 2 a、1 2 b、1 2 c、1 2 d、1 2 e、1 2 f : 発光ホスト層
1 3 : ドープ電子輸送層
1 4 a、1 4 b、1 1 4 a : 混合層
1 5 a、1 5 b、1 5 c : 金属層
1 6 : p型の酸化物層
1 7 : p型ドーパ層

18 : 透明導電層

19 : 発光ドーパント材料

20 : 発光ホスト材料

ER1、ER2、ER3 : 発光領域

請求の範囲

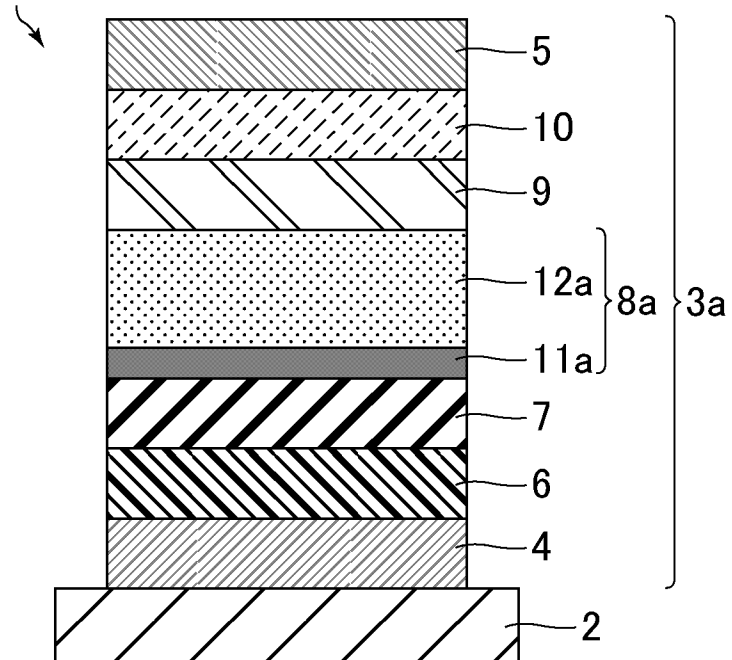
- [請求項1] 陽極と、
発光層と、
陰極とを順に備える有機エレクトロルミネッセンス素子であって、
前記発光層は、発光ドーパント層及び発光ホスト層を有し、
前記発光ドーパント層は、発光ドーパント材料を含有し、発光ホスト材料を実質的に含有せず、
前記発光ホスト層は、発光ホスト材料を含有し、発光ドーパント材料を実質的に含有しないことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [請求項2] 前記発光層は、前記陽極側に前記発光ドーパント層を有し、前記陰極側に前記発光ホスト層を有することを特徴とする請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [請求項3] 前記発光ホスト材料は、バイポーラ特性を有し、
前記発光ホスト材料の正孔移動度は、電子移動度よりも小さいことを特徴とする請求項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] 前記発光層は、前記陽極側に前記発光ホスト層を有し、前記陰極側に前記発光ドーパント層を有す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5] 前記発光ホスト材料は、バイポーラ特性を有し、
前記発光ホスト材料の正孔移動度は、電子移動度よりも大きいことを特徴とする請求項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] 前記発光ドーパント層の厚みは、5 nm以下であることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。
- [請求項7] 前記発光ドーパント層中の前記発光ドーパント材料の濃度は、90重量%以上であることを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

- [請求項8] 基板と、前記基板上に配置された請求項1～7のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子と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パネル。
- [請求項9] 前記有機エレクトロルミネッセンス表示パネルは、前記陰極側から光を出射するトップ・エミッション型であり、
前記有機エレクトロルミネッセンス素子は、前記基板側から順に、前記陽極、正孔輸送層、前記発光ドーパント層、前記発光ホスト層、ドーパント電子輸送層、及び、前記陰極を含み、
前記ドーパント電子輸送層は、電子輸送特性を有する物質にドーパントがドーパされた材料から構成されることを特徴とする請求項8に記載の有機エレクトロルミネッセンス表示パネル。
- [請求項10] 前記ドーパントは、n型の不純物であることを特徴とする請求項9に記載の有機エレクトロルミネッセンス表示パネル。
- [請求項11] 前記正孔輸送層を構成する材料の最低三重項状態のエネルギー準位は、前記発光ドーパント材料の最低三重項状態のエネルギー準位よりも高いことを特徴とする請求項9又は10に記載の有機エレクトロルミネッセンス表示パネル。
- [請求項12] 前記発光ホスト層は、少なくとも2種類の発光ホスト材料を含有することを特徴とする請求項9～11のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス表示パネル。
- [請求項13] 前記少なくとも2種類の発光ホスト材料は、電子輸送特性を有する材料、及び、正孔輸送特性を有する材料を含んでいることを特徴とする請求項12に記載の有機エレクトロルミネッセンス表示パネル。
- [請求項14] 前記正孔輸送特性を有する材料の最高被占軌道準位は、前記電子輸送特性を有する材料の最高被占軌道準位よりも高いことを特徴とする請求項13に記載の有機エレクトロルミネッセンス表示パネル。
- [請求項15] 前記正孔輸送特性を有する材料の最低空軌道準位は、前記電子輸送特性を有する材料の最低空軌道準位よりも高いことを特徴とする請求項

13又は14に記載の有機エレクトロルミネッセンス表示パネル。

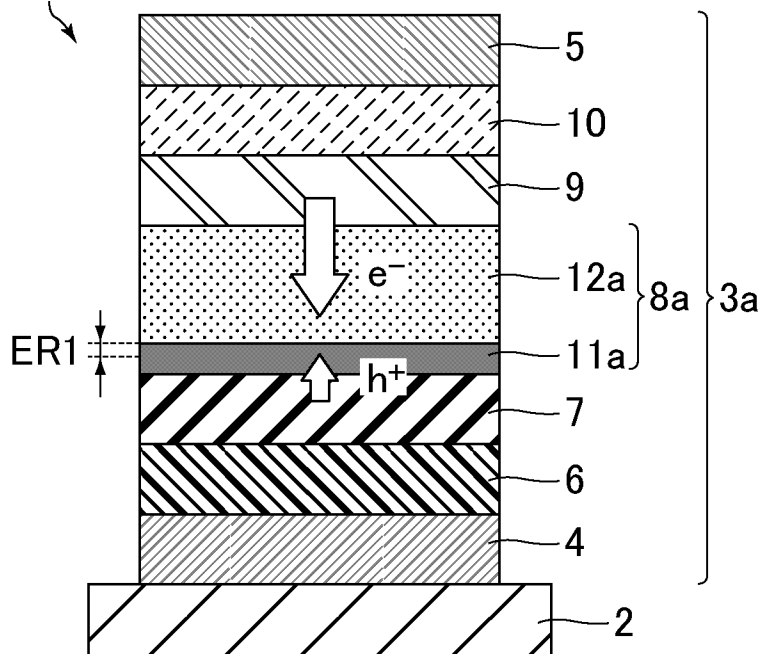
[図1]

1a



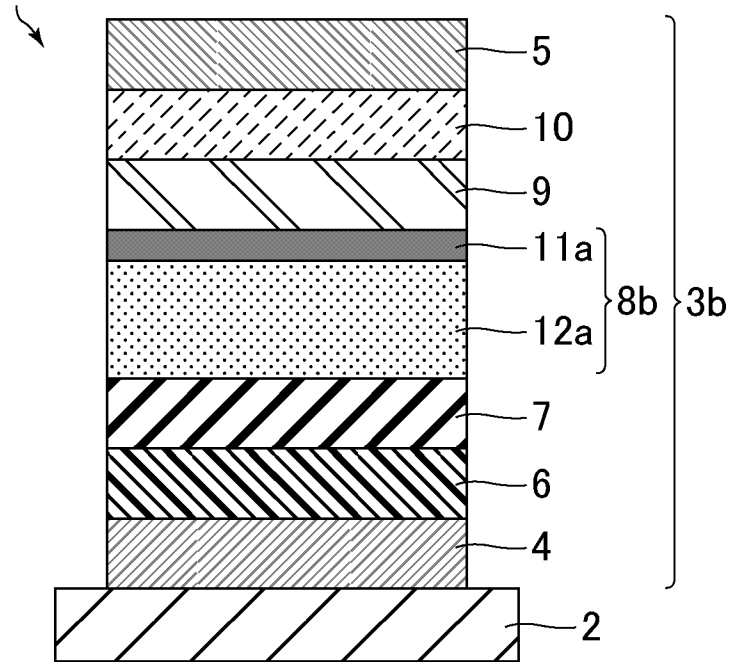
[図2]

1a



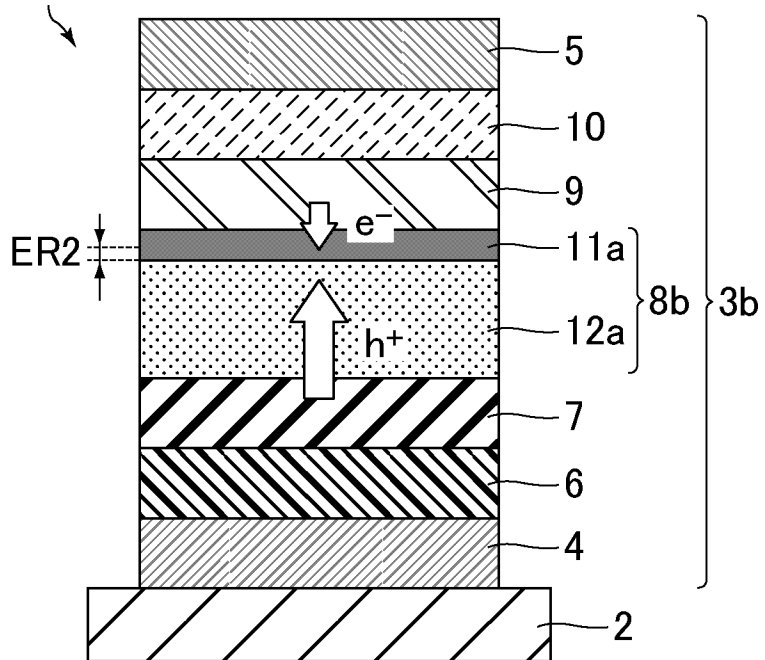
[図3]

1b

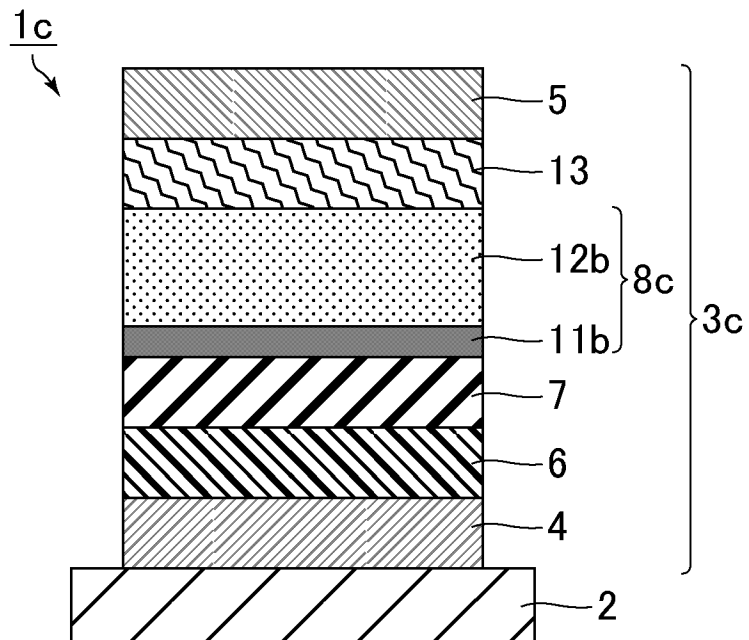


[図4]

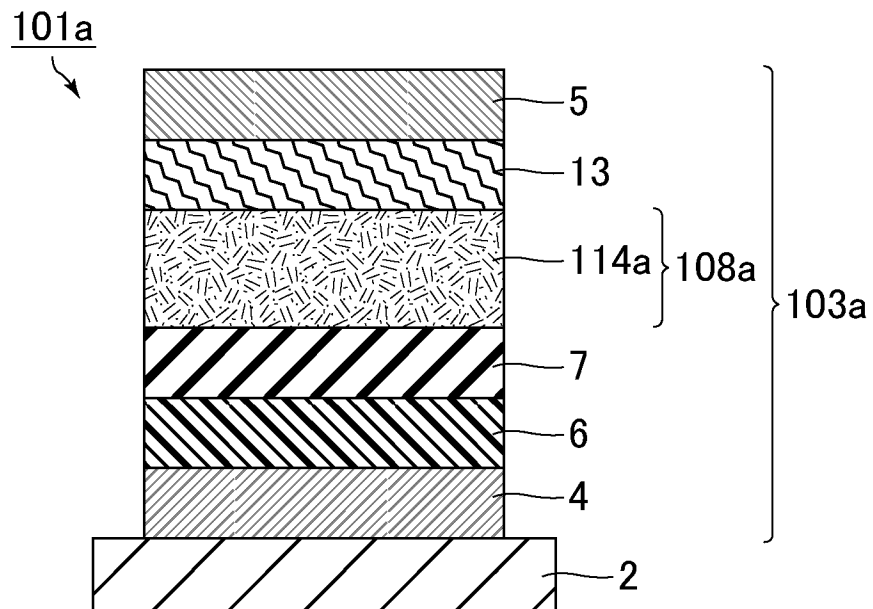
1b



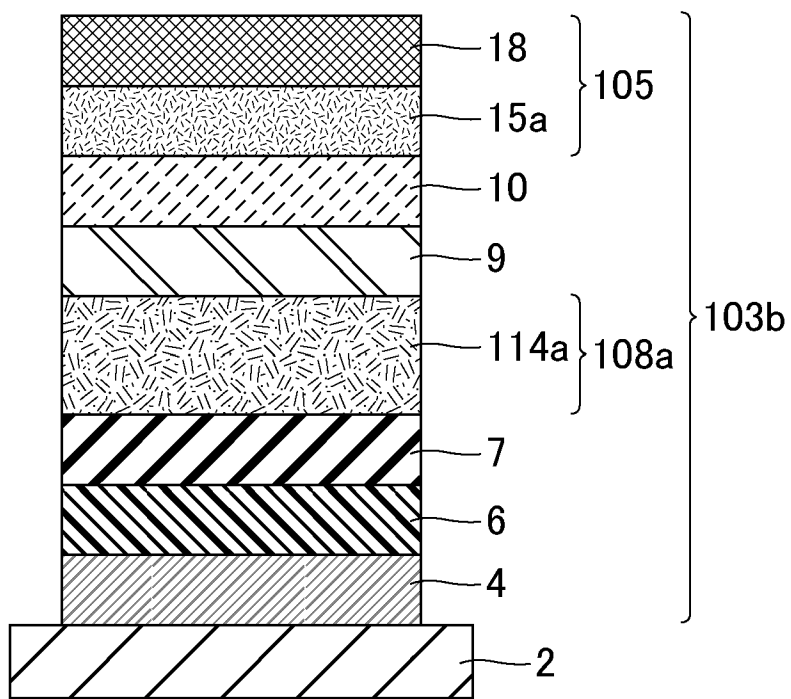
[図5]

1c

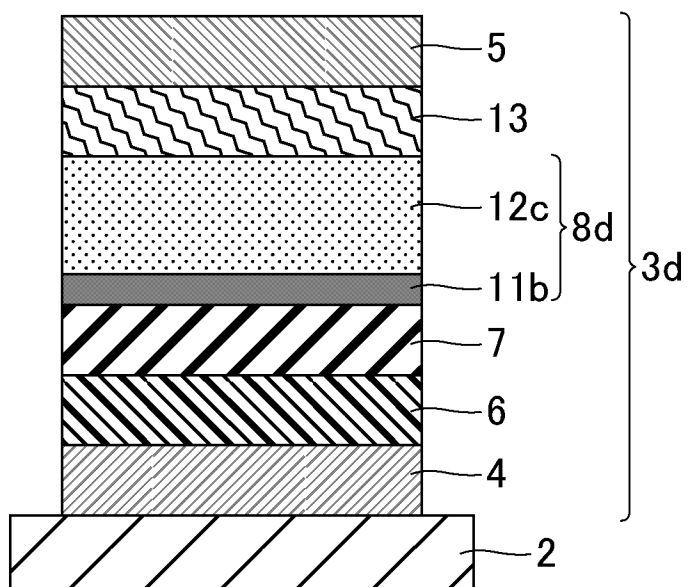
[図6]

101a

[図7]
101b

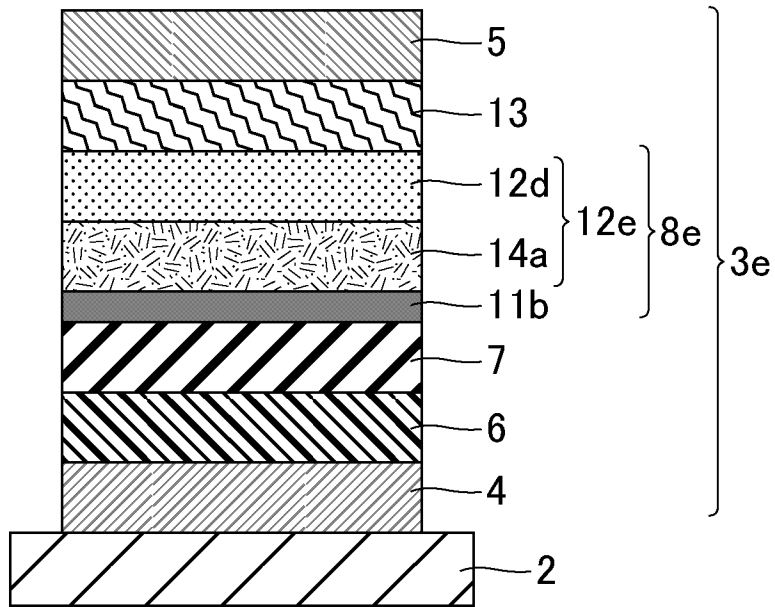


[図8]
1d



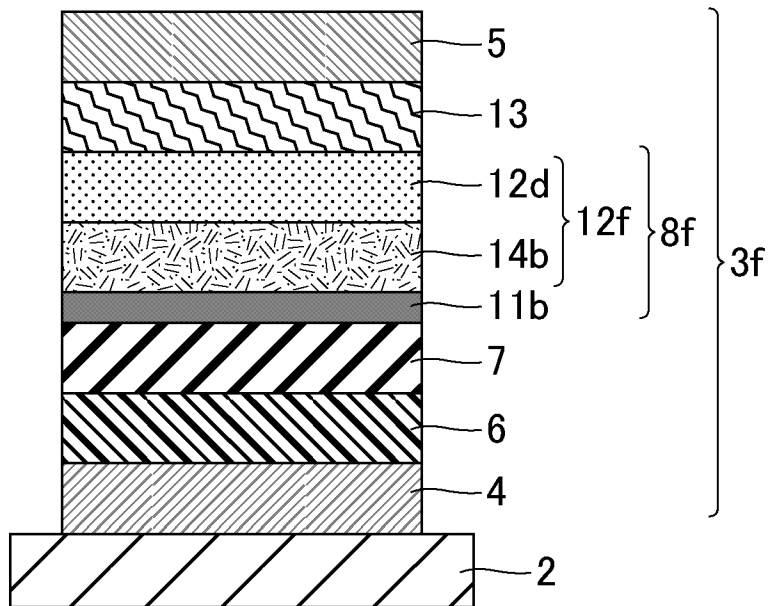
[図9]

1e

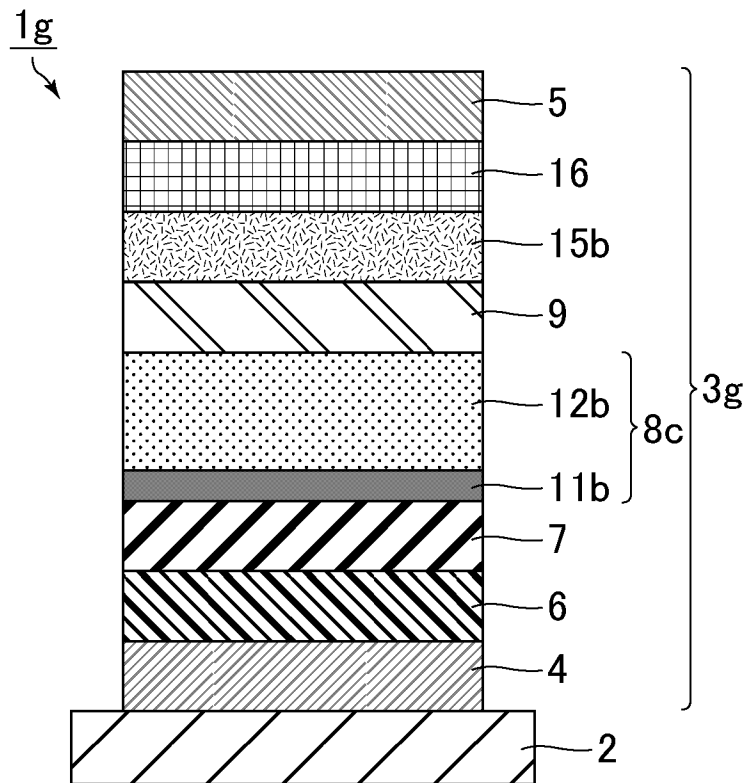


[図10]

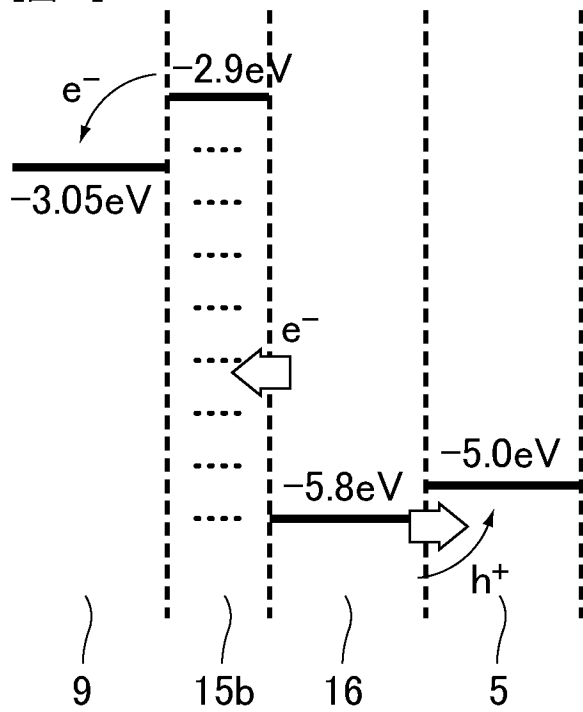
1f



[図11]

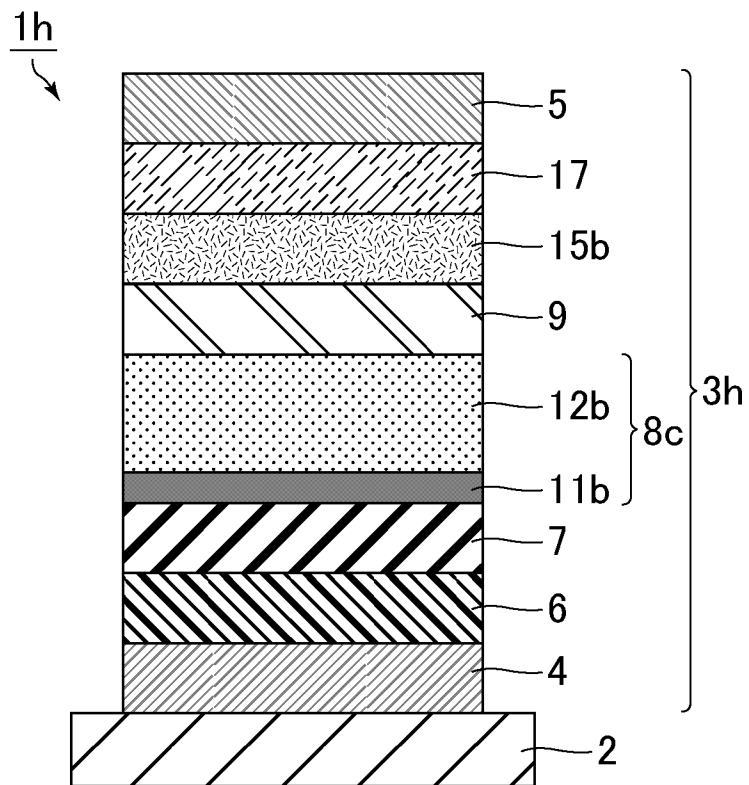


[図12]

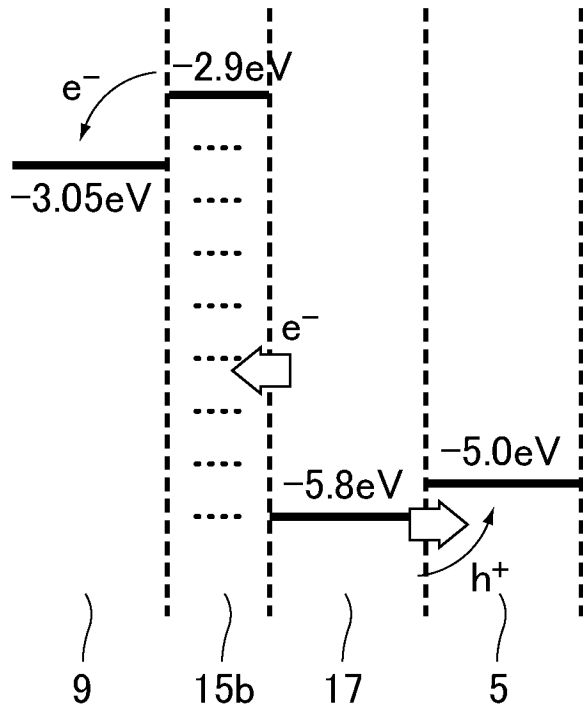


[図13]

1h

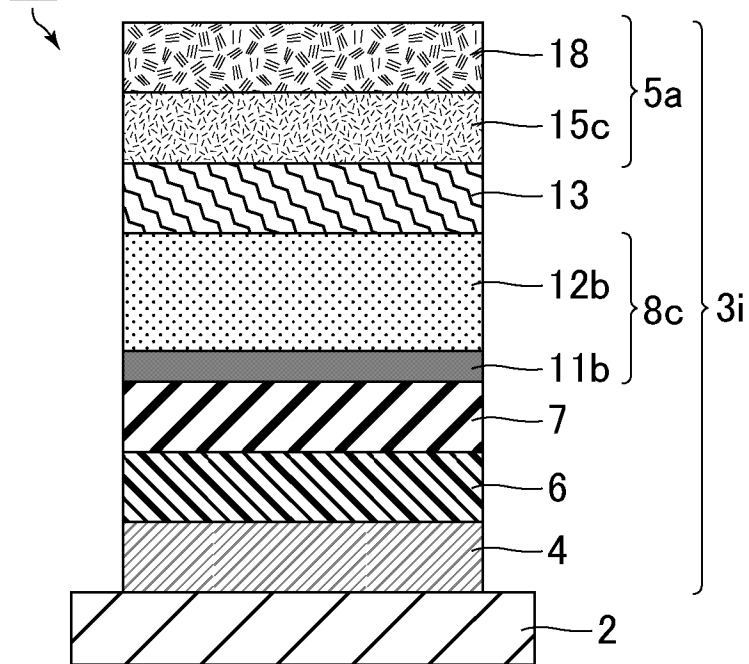


[図14]



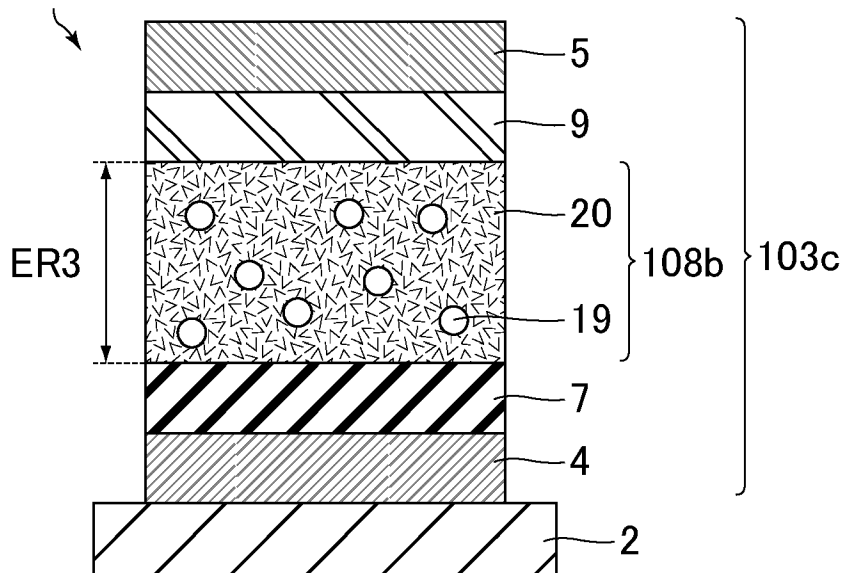
[図15]

1i



[図16]

101c



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/078024

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L51/50(2006.01)i, G09F9/30(2006.01)i, H01L27/32(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, G09F9/30, H01L27/32

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 Y A	JP 2003-109768 A (Toray Industries, Inc.), 11 April 2003 (11.04.2003), paragraphs [0001], [0044] (Family: none)	1-2, 4, 7-10 3, 5-6 11-15
X Y	JP 2010-270396 A (Samsung Mobile Display Co., Ltd.), 02 December 2010 (02.12.2010), paragraphs [0002], [0076] & US 2010/0297349 A1 & EP 2264213 A1 & KR 10-2010-0126124 A & CN 101892451 A & TW 201100577 A	1-2, 4, 7-10 3, 5-6

☒ 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
15 January 2015 (15.01.15)

Date of mailing of the international search report
27 January 2015 (27.01.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/078024

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2002-216969 A (Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.), 02 August 2002 (02.08.2002), paragraphs [0002], [0045] to [0048] (Family: none)	1-5, 7-10
Y	JP 2010-192137 A (Seiko Epson Corp.), 02 September 2010 (02.09.2010), paragraphs [0022], [0023] (Family: none)	3, 5-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L51/50(2006.01)i, G09F9/30(2006.01)i, H01L27/32(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. H01L51/50, G09F9/30, H01L27/32

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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	J P 2 0 0 3 - 1 0 9 7 6 8 A （東レ株式会社）2 0 0 3 . 0 4 . 1 1、段落【0 0 0 1】、【0 0 4 4】 （ファミリーなし）	1 - 2、4、7 - 1 0
Y		3、5 - 6
A		1 1 - 1 5

☒ 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

1 5 . 0 1 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 7 . 0 1 . 2 0 1 5

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 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

中山 佳美

2 0

3 9 1 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 1

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
X	J P 2010-270396 A (三星モバイルディスプレイ株式會社) 2010. 12. 02、段落【0002】、【0076】	1-2、4、7-10
Y	& US 2010/0297349 A1 & EP 2264213 A1 & KR 10-2010-0126124 A & CN 101892451 A & TW 201100577 A	3、5-6
X	J P 2002-216969 A (株式会社豊田中央研究所) 2002. 08. 02、段落【0002】、【0045】乃至【0048】 (ファミリーなし)	1-5、7-10
Y	J P 2010-192137 A (セイコーエプソン株式会社) 2010. 09. 02、段落【0022】、【0023】 (ファミリーなし)	3、5-6