

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02012/073269

発行日 平成26年5月19日(2014.5.19)

(43) 国際公開日 平成24年6月7日(2012.6.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
<b>H01L 51/50 (2006.01)</b>	H05B 33/22	C 3K107
<b>H05B 33/26 (2006.01)</b>	H05B 33/14	A
<b>H05B 33/12 (2006.01)</b>	H05B 33/26	Z
<b>H05B 33/10 (2006.01)</b>	H05B 33/12	B
	H05B 33/22	D

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 50 頁) 最終頁に続く

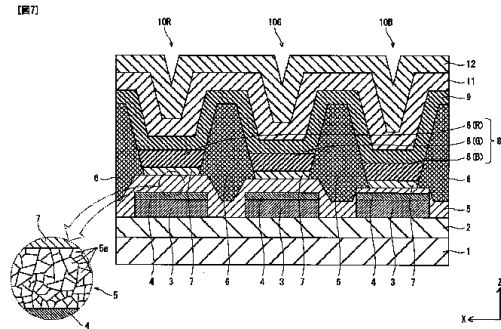
出願番号 特願2012-546565 (P2012-546565)	(71) 出願人 000005821
(21) 国際出願番号 PCT/JP2010/006928	パナソニック株式会社
(22) 国際出願日 平成22年11月29日(2010.11.29)	大阪府門真市大字門真1006番地
(81) 指定国 AP (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, 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, I D, 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, S M, 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
	(74) 代理人 100175411 弁理士 土田 幸雄
	(74) 代理人 100174861 弁理士 中島 安洋

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機ELパネル、有機ELパネルの製造方法、有機ELパネルを用いた有機発光装置、及び有機ELパネルを用いた有機表示装置

(57) 【要約】

有機ELパネル10は、陽極3と、陰極11と、有機発光層8(R)、8(G)、8(B)と、正孔注入層5と正孔輸送層7とを含む第1機能層とを備える。前記正孔注入層は、酸化タングステンを含む金属酸化物のみから構成され、R、G、B各色の厚みが5nm以上40nm以下であり、少なくとも1色について他の色とは異なる厚みを有し、前記正孔輸送層は、R、G、B各色ともに厚みが等しい範囲にあり、前記有機発光層は、R、G、B各色ともに厚みが等しい範囲にある。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

R（レッド）、G（グリーン）、B（ブルー）の各色に対応して設けられ、入射された光を反射する陽極と、

前記陽極に対向して配置され、入射された光を透過する陰極と、

前記陽極と前記陰極との間に配置され、R（レッド）、G（グリーン）、B（ブルー）の各色に対応して設けられ、前記陽極と前記陰極との間に電圧が印加されることにより前記R、G、B各色の光を出射する有機発光層と、

前記陽極と前記有機発光層との間に配置され、前記R、G、B各色に対応して設けられ、正孔を注入するための正孔注入層と、前記正孔注入層上に設けられ、正孔を前記有機発光層に輸送するための正孔輸送層を含む2以上の層からなる第1機能層とを備え、

前記有機発光層から出射された前記R、G、B各色の光の一部が、前記第1機能層を通じて前記陽極側に進行し前記陽極により反射された後、前記第1機能層、前記有機発光層および前記陰極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R、G、B各色の光の残りの一部が、前記陽極側に進行することなく前記陰極側に進行し、前記陰極を通じて外部に出射される第2光路が形成され、

前記正孔注入層は、酸化タングステンを含む金属酸化物のみから構成され、R、G、B各色の厚みが5nm以上40nm以下であり、少なくとも1色について他の色とは異なる厚みを有し、

前記正孔輸送層は、R、G、B各色ともに厚みが等しい範囲にあり、

前記有機発光層は、R、G、B各色ともに厚みが等しい範囲にある

ことを特徴とする有機ELパネル。

## 【請求項2】

前記酸化タングステンを構成するタングステン元素は、タングステン元素が取り得る最大価数である6価の状態、および前記最大価数である6価よりも低い5価の状態で酸化タングステン膜に含まれ、かつ、

前記酸化タングステン膜は、粒径がナノメートルオーダーの大きさである前記酸化タングステンの結晶を含む

請求項1記載の有機ELパネル。

## 【請求項3】

前記5価のタングステン元素の原子数を、前記6価のタングステン元素の原子数で割った値である $W^{5+}/W^{6+}$ が3.2%以上である

請求項2に記載の有機ELパネル。

## 【請求項4】

前記5価の状態のタングステン元素の存在によって、前記正孔注入層のバンド構造には、価電子帯で最も低い結合エネルギーよりも1.8~3.6eV低い結合エネルギー領域内に占有準位を有している

請求項2または3に記載の有機ELパネル。

## 【請求項5】

前記酸化タングステン膜は、粒径が3~10ナノメートルの大きさである前記酸化タングステンの結晶を複数個含む

ことを特徴とする請求項2~4のいずれかに記載の有機ELパネル。

## 【請求項6】

前記R、G、B各色の前記第1機能層の膜厚は、36nm以上69nm以下であり、

前記R、G、B各色における前記有機発光層から前記陽極までの光学的な距離は、72nm以上131nm以下である

請求項1記載の有機ELパネル。

## 【請求項7】

前記正孔注入層は、R、G、B毎に厚みが異なっている

10

20

30

40

50

請求項 6 記載の有機ELパネル。

【請求項 8】

前記正孔注入層は、酸化タンゲステンのみから構成される  
請求項 6 記載の有機ELパネル。

【請求項 9】

前記正孔注入層は、  
前記 R の厚みが 36 nm 以上 40 nm 以下であり、  
前記 G の厚みが 30 nm 以上 34 nm 以下であり、  
前記 B の厚みが 8 nm 以上 12 nm 以下であり、  
前記正孔輸送層は、前記 R, G, B 各色の厚みが 7 nm 以上 13 nm 以下であって、か  
つ、等しく、  
前記有機発光層は、前記 R, G, B 各色の厚みが 32 nm 以上 48 nm 以下であって、  
かつ、等しい

請求項 6 記載の有機ELパネル。

【請求項 10】

前記正孔注入層は、  
前記 R の厚みが 36 nm 以上 40 nm 以下であり、  
前記 G の厚みが 26 nm 以上 30 nm 以下であり、  
前記 B の厚みが 4 nm 以上 8 nm 以下であり、  
前記正孔輸送層は、前記 R, G, B 各色の厚みが 12 nm 以上 18 nm 以下であって、  
かつ、等しく、  
前記有機発光層は、前記 R, G, B 各色の厚みが 32 nm 以上 48 nm 以下であって、  
かつ、等しい、

請求項 6 記載の有機ELパネル。

【請求項 11】

前記第 1 機能層は、前記陽極上に形成される透明導電層を含み、  
前記透明導電層は、R, G, B 各色ともに厚みが等しい範囲にあり、  
前記有機発光層と前記陰極との間には、前記第 1 機能層と異なる、電子注入輸送層を含  
む第 2 機能層が設けられ、前記電子注入輸送層は、R, G, B 各色ともに厚みが等しい範  
囲にある

請求項 6 記載の有機ELパネル。

【請求項 12】

R (レッド), G (グリーン), B (ブルー) の各色に対応して設けられ、入射された  
光を反射する陽極と、  
前記陽極に対向して配置され、入射された光を透過する陰極と、  
前記陽極と前記陰極との間に配置され、R (レッド), G (グリーン), B (ブルー)  
の各色に対応して設けられ、前記陽極と前記陰極との間に電圧が印加されることにより前  
記 R, G, B 各色の光を出射する有機発光層と、  
前記陽極と前記有機発光層との間に配置され、前記 R, G, B 各色に対応して設けられ  
、正孔を注入するための正孔注入層と、前記正孔注入層上に設けられ、正孔を前記有機発  
光層に輸送するための正孔輸送層を含む 2 以上の層からなる第 1 機能層とを備え、  
前記有機発光層から出射された前記 R, G, B 各色の光の一部が、前記第 1 機能層を通  
じて前記陽極側に進行し前記陽極により反射された後、前記第 1 機能層、前記有機発光層  
および前記陰極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 R, G, B 各色の光の残りの一部が、前記陽極側に  
進行することなく前記陰極側に進行し、前記陰極を通じて外部に出射される第 2 光路が形  
成され、

前記正孔注入層は、酸化タンゲステンを含む金属酸化物のみから構成され、かつ、R,  
G, B 各色ごとに厚みが異なり、R に関する厚みが 36 nm 以上 40 nm 以下であ  
り、G に関する厚みが 30 nm 以上 34 nm 以下であり、B に関する厚みが 8 nm 以上 1

2 nm以下であり、

前記正孔輸送層は、Rに関する厚みが7 nm以上13 nm以下であり、Gに関する厚みが7 nm以上13 nm以下であり、Bに関する厚みが7 nm以上13 nm以下であり、

前記有機発光層は、Rに関する厚みが32 nm以上48 nm以下であり、Gに関する厚みが32 nm以上48 nm以下であり、Bに関する厚みが32 nm以上48 nm以下である、

ことを特徴とする有機ELパネル。

【請求項13】

前記酸化タングステンを構成するタングステン元素は、タングステン元素が取り得る最大価数である6価の状態、および前記最大価数である6価よりも低い5価の状態酸化タングステン膜に含まれ、かつ、

前記酸化タングステン膜は、粒径がナノメートルオーダーの大きさである前記酸化タングステンの結晶を含む

請求項12記載の有機ELパネル。

【請求項14】

前記5価のタングステン元素の原子数を、前記6価のタングステン元素の原子数で割った値である $W^{5+}/W^{6+}$ が3.2%以上である

請求項13に記載の有機ELパネル。

【請求項15】

前記5価の状態のタングステン元素の存在によって、前記正孔注入層のバンド構造には、価電子帯で最も低い結合エネルギーよりも1.8~3.6 eV低い結合エネルギー領域内に占有準位を有している

請求項13または14に記載の有機ELパネル。

【請求項16】

前記酸化タングステン膜は、粒径が3~10ナノメートルの大きさである前記酸化タングステンの結晶を複数個含む

ことを特徴とする請求項13~15のいずれかに記載の有機ELパネル。

【請求項17】

前記R、G、B各色の前記第1機能層の膜厚は、36 nm以上69 nm以下であり、

前記R、G、B各色における前記有機発光層から前記陽極までの光学的な距離は、72 nm以上131 nm以下である

請求項12記載の有機ELパネル。

【請求項18】

R（レッド）、G（グリーン）、B（ブルー）の各色に対応して設けられ、入射された光を反射する陽極と、

前記陽極に対向して配置され、入射された光を透過する陰極と、

前記陽極と前記陰極との間に配置され、R（レッド）、G（グリーン）、B（ブルー）の各色に対応して設けられ、前記陽極と前記陰極との間に電圧が印加されることにより前記R、G、B各色の光を出射する有機発光層と、

前記陽極と前記有機発光層との間に配置され、前記R、G、B各色に対応して設けられ、正孔を注入するための正孔注入層と、前記正孔注入層上に設けられ、正孔を前記有機発光層に輸送するための正孔輸送層を含む2以上の層からなる第1機能層とを備え、

前記有機発光層から出射された前記R、G、B各色の光の一部が、前記第1機能層を通じて前記陽極側に進行し前記陽極により反射された後、前記第1機能層、前記有機発光層および前記陰極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R、G、B各色の光の残りの一部が、前記陽極側に進行することなく前記陰極側に進行し、前記陰極を通じて外部に出射される第2光路が形成され、

前記正孔注入層は、酸化タングステンを含む金属酸化物のみから構成され、かつ、R、G、B各色ごとに厚みが異なっており、Rに関する厚みが36 nm以上40 nm以下であ

10

20

30

40

50

り、Gに関する厚みが26nm以上30nm以下であり、Bに関する厚みが4nm以上8nm以下であり、

前記正孔輸送層は、Rに関する厚みが12nm以上18nm以下であり、Gに関する厚みが12nm以上18nm以下であり、Bに関する厚みが12nm以上18nm以下であり、

前記有機発光層は、Rに関する厚みが32nm以上48nm以下であり、Gに関する厚みが32nm以上48nm以下であり、Bに関する厚みが32nm以上48nm以下である

ことを特徴とする有機ELパネル。

【請求項19】

10

前記R、G、B各色の前記第1機能層の膜厚は、36nm以上69nm以下であり、前記R、G、B各色における前記有機発光層から前記陽極までの光学的な距離は、72nm以上131nm以下である

請求項18記載の有機ELパネル。

【請求項20】

入射された光を反射する陽極をR（レッド）、G（グリーン）、B（ブルー）の各色に対応して設ける第1工程と、

前記陽極の上方に、R（レッド）、G（グリーン）、B（ブルー）の各色に対応して、正孔を注入する正孔注入層と、正孔を輸送する正孔輸送層を含む、2以上の層からなる第1機能層を設ける第2工程と、

20

前記R、G、B各色の機能層の上方に、それぞれR、G、B各色の光を出射する有機発光層を設ける第3工程と、

前記有機発光層の上方に、前記陽極と対向するように、入射された光を透過する陰極を設ける第4工程とを含み、

前記第2工程では、前記正孔注入層を、酸化タンゲステンを含む金属酸化物のみから構成し、前記正孔注入層の厚みをR、G、B各色が5nm以上40nm以下で、かつ、少なくともいずれかの1色について他の色とは異なる厚みになるように形成し、

前記第3工程では、前記有機発光層の厚みを、R、G、B各色ともに等しい範囲となるように形成する

ことを特徴とする有機ELパネルの製造方法。

30

【請求項21】

前記第2工程では、前記正孔輸送層の厚みをR、G、B各色ともに等しい範囲となるように形成し、かつ、

前記R、G、B各色の第1機能層の膜厚を36nm以上69nm以下に形成し、前記R、G、B各色における前記有機発光層から前記陽極までの光学的な距離を72nm以上131nm以下となるように形成する

請求項20記載の有機ELパネルの製造方法。

【請求項22】

前記第2工程では、

前記正孔注入層を、前記酸化タンゲステンを蒸着法またはスパッタ法を用いて前記陽極上に成膜することにより形成し、

40

前記正孔輸送層を、前記正孔輸送材料を含むインクを印刷法またはインクジェット法を用いて前記正孔注入層上に成膜することにより形成し、

前記第3工程では、

前記有機発光層を、有機発光材料を含むインクを印刷法またはインクジェット法を用いて前記正孔輸送層上に成膜することにより形成する

請求項21記載の有機ELパネルの製造方法。

【請求項23】

前記第2工程における、前記正孔注入層を形成する工程は、

前記陽極上に、前記酸化タンゲステンから構成される層を形成する形成工程と、

50

前記酸化タングステンから構成される層上に、感光性レジスト材料からなる層を積層する積層工程と、

R, G, B毎に異なる光透過率を有するマスクを用いて、前記感光性レジスト層を選択的に露光することにより、前記R, G, Bごとに前記感光性レジスト層の厚みを異なるように調整する調整工程と、

前記厚みを調整した感光性レジスト層を、現像液を用いてエッチングすると共に、前記正孔注入層の上部を含む一部を前記現像液を用いて除去することにより、前記R, G, Bごとに前記正孔注入層の厚みが異なるように成形する成形工程と、

前記成形工程後、前記正孔注入層から前記感光性レジスト層を除去する除去工程とを含む

10

請求項21記載の有機ELパネルの製造方法。

【請求項24】

前記第2工程では、

第1機能層として前記陽極上に形成される透明導電層を含み、

前記透明導電層の厚みをR, G, B各色ともに等しい範囲となるように形成し、

前記第3工程と前記第4工程との間において、

前記有機発光層上に、電子注入輸送層を含む第2機能層を設ける工程をさらに含み、当該工程では、前記電子注入輸送層の厚みをR, G, B各色ともに等しい範囲となるように形成する

請求項21記載の有機ELパネルの製造方法。

20

【請求項25】

前記第2工程は、アルゴンガスと酸素ガスからなるスパッタガス、および、タングステンからなるターゲットを用い、前記スパッタガスの全圧が2.3Pa以上7.0Pa以下であるとともに、前記スパッタガスの全圧に対する前記酸素ガス分圧の割合が50%以上70%以下であり、かつ、前記ターゲットの単位面積当たりの投入電力である投入電力密度が1.5W/cm<sup>2</sup>以上6.0W/cm<sup>2</sup>以下であり、かつ、前記スパッタガスの全圧を投入電力密度で割った値である全圧/投入電力密度が0.7Pa·cm<sup>2</sup>/Wよりも大きい成膜条件下で酸化タングステン膜を成膜することにより、前記正孔注入層を形成する

請求項20記載の有機ELパネルの製造方法。

【請求項26】

前記第2工程において、

前記酸化タングステン膜を構成するタングステン元素が、前記タングステン元素が取得する最大価数である6価の状態および、前記6価よりも低い5価の状態の前記酸化タングステン膜に含まれるように、かつ、粒径がナノメートルオーダーの大きさである酸化タングステンの結晶が含まれるように、前記酸化タングステン膜を成膜する

請求項25記載の有機ELパネルの製造方法。

【請求項27】

前記第2工程は、前記全圧/投入電力密度が3.2Pa·cm<sup>2</sup>/Wよりも小さい

請求項25記載の有機ELパネルの製造方法。

【請求項28】

請求項20～27のいずれかに記載の製造方法により製造された有機ELパネルを用いた有機発光装置。

【請求項29】

請求項20～27のいずれかに記載の製造方法により製造された有機ELパネルを用いた有機表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機ELパネル、有機ELパネルの製造方法、有機ELパネルを用いた有機発光装置、及び有機ELパネルを用いた有機表示装置に関する。

30

40

50

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、研究・開発が進んでいる有機ELパネルは、有機材料の電界発光現象を利用した表示パネルである。同パネルは、基板上にR（レッド）、G（グリーン）、B（ブルー）の各色のサブピクセルが配列された構成を有している。

## 【0003】

有機ELパネルでは、消費電力の低減や長寿命化などの観点から、R、G、B各色のサブピクセルの光取り出し効率を向上させることが重要である。

## 【0004】

そこで、特許文献1では、基板上に反射膜、層間絶縁膜、第1透明電極、正孔輸送層、有機発光層、電子注入層、第2透明電極が積層された有機発光表示装置において、有機発光層から直接に第2透明電極に向かう直接光と、発光層から反射膜を経て第2透明電極に向かう反射光との光の干渉効果を利用することにより出射光強度を高める技術が提案されている（段落0022 - 0024）。

10

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0005】

【特許文献1】特許第4046948号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

20

## 【0006】

ところで近年、有機ELパネルの大型化が進んでおり、消費電力の低減の重要性が一層高まっている。そのため駆動電圧のさらなる低減が求められている。

## 【0007】

本発明は、より一層消費電力を低減した有機ELパネル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】

## 【0008】

上記課題を解決するために、本発明の一態様に係る有機ELパネルは、R（レッド）、G（グリーン）、B（ブルー）の各色に対応して設けられ、入射された光を反射する陽極と、前記陽極に対向して配置され、入射された光を透過する陰極と、前記陽極と前記陰極との間に配置され、R（レッド）、G（グリーン）、B（ブルー）の各色に対応して設けられ、前記陽極と前記陰極との間に電圧が印加されることにより前記R、G、B各色の光を出射する有機発光層と、前記陽極と前記有機発光層との間に配置され、前記R、G、B各色に対応して設けられ、正孔を注入するための正孔注入層と、前記正孔注入層上に設けられ、正孔を前記有機発光層に輸送するための正孔輸送層を含む2以上の層からなる第1機能層とを備え、前記有機発光層から出射された前記R、G、B各色の光の一部が、前記第1機能層を通じて前記陽極側に進行し前記陽極により反射された後、前記第1機能層、前記有機発光層および前記陰極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R、G、B各色の光の残りの一部が、前記陽極側に進行することなく前記陰極側に進行し、前記陰極を通じて外部に出射される第2光路が形成され、前記正孔注入層は、酸化タンゲステンを含む金属酸化物のみから構成され、R、G、B各色の厚みが5nm以上40nm以下であり、少なくとも1色について他の色とは異なる厚みを有し、前記正孔輸送層は、R、G、B各色ともに厚みが等しい範囲にあり、前記有機発光層は、R、G、B各色ともに厚みが等しい範囲にあるとした。

30

40

## 【発明の効果】

## 【0009】

本発明の一態様に係る有機ELパネルでは、前記正孔輸送層及び前記有機発光層は、R、G、B各色ともに厚みが等しい範囲にあり、前記正孔注入層で膜厚調整している。この正孔注入層は、酸化タンゲステンを含む金属酸化物のみから構成され、R、G、B各色の厚みが5nm以上40nm以下である。

50

## 【 0 0 1 0 】

これにより、所定の電流密度を得るための駆動電圧をほぼ一定にできるため、厚膜化による駆動電圧の増加を防止することができる。正孔注入層の R , G , B 各色で膜厚調整した場合に膜厚が厚くなる部分があったとしても、当該部分の駆動電圧は膜厚が薄い部分の駆動電圧とほぼ同等になるので、有機ELパネル全体として駆動電圧を低減することができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 1 1 】

【 図 1 】 正孔注入層の膜厚と駆動電圧との関係を示す。

【 図 2 】 ( a ) 有機発光層の膜厚を 5 5 n m から 1 0 5 n m まで 1 0 n m 刻みで設定した場合の各膜厚における電流密度と駆動電圧との関係を示す。( b ) 電流密度が 1 0 m A / c m <sup>2</sup> のときの各膜厚と駆動電圧との関係を示す。

【 図 3 】 ( a ) 正孔輸送層の膜厚を 3 0 n m 、 6 0 n m 、 8 0 n m 、 1 0 0 n m と設定した場合の各膜厚における電流密度と駆動電圧との関係を示す。( b ) 電流密度が 1 0 m A / c m <sup>2</sup> のときの各膜厚と駆動電圧との関係を示す。

【 図 4 】 ( a ) 正孔注入層の膜厚を 5 n m から 4 0 n m まで 5 n m 刻みで設定した場合の各膜厚における電流密度と駆動電圧との関係を示す。( b ) 電流密度が 1 0 m A / c m <sup>2</sup> のときの各膜厚と駆動電圧との関係を示す。

【 図 5 】 ( a ) 正孔注入層の R , G , B の各膜厚で光取り出し効率を調整した場合(実施例 1 - 1、実施例 1 - 2)、及び有機発光層の R , G , B の各膜厚で光取り出し効率を調整した場合(比較例 1)のシミュレーション条件及び結果を示す。( b ) 正孔輸送層、正孔注入層、及び透明導電層の屈折率を示す。

【 図 6 】 正孔注入層の R , G , B の各膜厚で光取り出し効率を調整した場合(実施例 2 - 1、実施例 2 - 2)、及び有機発光層の R , G , B の各膜厚で光取り出し効率を調整した場合(比較例 2)のシミュレーション条件及び結果を示す。

【 図 7 】 実施の形態 1 に係る有機ELパネル 1 0 の構造を模式的に示す断面図である。

【 図 8 】 実施の形態 1 に係る有機ELパネル 1 0 の製造工程の一例を示す図である。

【 図 9 】 実施の形態 1 に係る有機EL表示パネル 1 0 の製造工程のうち図 8 に示す工程に後続する部分の一例を示す図である。

【 図 1 0 】 ホールオンリー素子 1 0 1 の構成を示す模式的な断面図である。

【 図 1 1 】 ホールオンリー素子の印加電圧と電流密度の関係曲線を示すデバイス特性図である。

【 図 1 2 】 有機 E L 素子 2 0 1 の構成を示す模式的な断面図である。

【 図 1 3 】 有機 E L 素子 2 0 1 の印加電圧と電流密度の関係曲線を示すデバイス特性図である。

【 図 1 4 】 酸化タンゲステン膜表面の X P S 測定による W 5 p <sub>3/2</sub>、W 4 f <sub>5/2</sub>、W 4 f <sub>7/2</sub> に帰属されるスペクトルを示す図である。

【 図 1 5 】 ( a ) 図 1 4 に示すサンプル A に係るピークフィッティング解析結果を示す図と、( b ) サンプル E に係るピークフィッティング解析結果を示す図である。

【 図 1 6 】 酸化タンゲステン膜表面の U P S スペクトルを示す図である。

【 図 1 7 】 酸化タンゲステン膜表面の U P S スペクトルを示す図である。

【 図 1 8 】 酸化タンゲステン膜表面の構造を説明するための図である。

【 図 1 9 】 酸化タンゲステン膜断面の T E M 写真である。

【 図 2 0 】 酸化タンゲステン膜が、( a ) ナノクリスタル構造である場合のホール伝導を模式的に示す図と、( b ) アモルファス構造である場合のホール伝導を模式的に示す図である。

【 図 2 1 】 本実施の形態の表示装置 1 0 0 の外観を例示した図である。

【 図 2 2 】 本実施の形態の表示装置 1 0 0 の全体構成を模式的に示すブロック図である。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 1 2 】

10

20

30

40

50

[ 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のに先立ち、本発明の態様を得るに至った経緯について説明する。

【 0 0 1 3 】

従来、有機ELパネルでは、光取り出し効率を調整するため、共振器構造が採用されている。この共振器構造として、光反射性を有する反射陽極と、光透過性を有する透明陰極とを用い、反射陽極と透明陰極との間に有機発光層を、反射陽極と有機発光層との間に1または2以上の層からなる機能層を、それぞれ配置する形態がある。

【 0 0 1 4 】

この共振器構造によれば、有機発光層から出射された光の一部が、機能層を通じて陽極側に進行し陽極により反射された後、機能層、有機発光層および陰極を通じて外部に出射される第1光路と、有機発光層から出射された光の残りの一部が、陽極側に進行することなく陰極側に進行し、陰極を通じて外部に出射される第2光路が形成される。

【 0 0 1 5 】

そして、この共振器構造では、有機発光層および機能層の光学的厚みを設定することにより、光取り出し効率が調整される。この場合、一般的に、有機発光層または機能層のうちの正孔輸送層の膜厚を適宜設定することにより、有機ELパネルの光取り出し効率が調整されている。なぜなら、有機発光層、および当該有機発光層に正孔を輸送する有機材料から形成される正孔輸送層は、インクジェット法等の塗布方式を用いて形成されており、塗布方式は、膜厚の制御が比較的容易であるためである。

【 0 0 1 6 】

本発明者らは、上述した有機ELパネルについて鋭意研究の結果、有機発光層または正孔輸送層の膜厚を、適宜設定して光取り出し効率を調整した場合、所定の電流密度を得るために必要とされる駆動電圧にバラつきが生じることを確認した。より詳細には、膜厚が厚くなるにつれて駆動電圧が増加することを確認した。このときの具体的な実験内容および結果については、図2(a)(b)、図3(a)(b)を用いて後述する。

【 0 0 1 7 】

そこで、本発明者らは、機能層の内、陽極から注入された正孔を正孔輸送層に対して注入する正孔注入層に着眼し、有機発光層または正孔輸送層ではなく、正孔注入層の膜厚を、適宜設定することにより、光取り出し効率を調整することを着想した。

【 0 0 1 8 】

ここで、正孔注入層としては、従来、PEDOT(ポリチオフェン、poly(ethylenedioxy)thiophene)などの有機材料を用いる形態、および金属酸化物などの無機材料を用いる形態が存在しており、この場合、当業者であれば、膜厚調整の容易化の点から、塗布方式を用いて形成できる有機材料を用いる形態を選択することが考えられる。その技術常識に反し、本発明者らは、正孔注入層として、蒸着またはスパッタ法を用いて形成される無機材料を用いる形態、特に、金属酸化物を用いる形態について検討したのである。

【 0 0 1 9 】

そして、本発明者らは、金属酸化物として酸化タングステンを用いて、正孔注入層を所定条件の下で成膜し、その膜厚を30nm、50nm、70nmに設定して実験を行った。このとき、正孔注入層は、有機材料を含有させずに酸化タングステンのみから構成した。なぜなら、有機材料は、一般的に、金属酸化物に比べて導電性が低いため、有機材料を含有させた場合、駆動電圧が高くなってしまい、駆動電圧の低減が困難になると考えたためである。図1は、その実験結果を示す。しかしながら、この実験では、厚膜化に伴い駆動電圧が増加する傾向があることを示す結果となった(図1の系列1参照)。この結果からすると、正孔注入層の膜厚を設定することにより光取り出し効率を調整する手法は、必ずしも有効ではないとも思われる。

【 0 0 2 0 】

しかし、本発明者らは、上記実験結果を受けて諦めることなく、更に考察を重ね、たしかに、厚膜化に伴い駆動電圧が増加する傾向が認められるものの、薄膜領域では駆動電圧

10

20

30

40

50

が小さくなっており、その増加幅が緩やかになるのではないかと推論を立てた。

【0021】

そこで、さらに本発明者らは、酸化タングステンを用いて正孔注入層を所定条件の下で成膜し、その膜厚を5 nm以上40 nm以下の範囲で5 nm刻みに設定して実験を行った。このときの具体的な実験内容および結果については、図4(a)(b)を用いて後述する。

【0022】

その結果、上記範囲内においては異なる膜厚においても、所定の電流密度を得るための駆動電圧をほぼ一定にできることを見出した(図1の系列2参照)。

【0023】

すなわち、有機発光層または正孔輸送層は、所定の発光効率を満たす駆動電圧の、膜厚に対する依存性が高いのに対し、酸化タングステンから構成した薄層構造を有する正孔注入層は、所定の発光効率を満たす駆動電圧の、膜厚に対する依存性が低いことを知見し得た。

【0024】

以上のような実験、考察、新たな知見を積み重ねることにより、本発明者らは、本発明の一態様である有機ELパネルの構成を得ることができたのである。

【0025】

また、本発明者らは、上記知見を得た後、有機発光層の膜厚で光取り出し効率を調整する実験と、正孔注入層の膜厚で光取り出し効率を調整する実験を行った。その結果、有機発光層の膜厚を変化させた場合と、正孔注入層の膜厚を変化させた場合とで、光取り出し効率に大差がないことを確認した。

【0026】

それらの結果、光学的な補正を有機発光層または正孔輸送層ではなく、酸化タングステンから構成した正孔注入層で行うことにより、良好な光学特性を満たしつつ、駆動電圧の低減を図ることができる、という本発明の一態様である有機ELパネルに想到するに至ったのである。

【0027】

[実施の態様]

本発明の一態様である有機ELパネルは、R(レッド)、G(グリーン)、B(ブルー)の各色に対応して設けられ、入射された光を反射する陽極と、前記陽極に対向して配置され、入射された光を透過する陰極と、前記陽極と前記陰極との間に配置され、R(レッド)、G(グリーン)、B(ブルー)の各色に対応して設けられ、前記陽極と前記陰極との間に電圧が印加されることにより前記R、G、B各色の光を出射する有機発光層と、前記陽極と前記有機発光層との間に配置され、前記R、G、B各色に対応して設けられ、正孔を注入するための正孔注入層と、前記正孔注入層上に設けられ、正孔を前記有機発光層に輸送するための正孔輸送層を含む2以上の層からなる第1機能層とを備え、前記有機発光層から出射された前記R、G、B各色の光の一部が、前記第1機能層を通じて前記陽極側に進行し前記陽極により反射された後、前記第1機能層、前記有機発光層および前記陰極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R、G、B各色の光の残りの一部が、前記陽極側に進行することなく前記陰極側に進行し、前記陰極を通じて外部に出射される第2光路が形成され、前記正孔注入層は、酸化タングステンを含む金属酸化物のみから構成され、R、G、B各色の厚みが5 nm以上40 nm以下であり、少なくとも1色について他の色とは異なる厚みを有し、前記正孔輸送層は、R、G、B各色ともに厚みが等しい範囲にあり、前記有機発光層は、R、G、B各色ともに厚みが等しい範囲にあるとした。

【0028】

本発明の一態様に係る有機ELパネルでは、前記正孔輸送層及び前記有機発光層は、R、G、B各色ともに厚みが等しい範囲にあり、前記正孔注入層で膜厚調整している。この正孔注入層は、酸化タングステンを含む金属酸化物のみから構成され、R、G、B各色の厚

10

20

30

40

50

みが5 nm以上40 nm以下である。

【0029】

これにより、所定の電流密度を得るための駆動電圧をほぼ一定にできるため、厚膜化による駆動電圧の増加を防止することができる。正孔注入層のR、G、B各色で膜厚調整した場合に膜厚が厚くなる部分があったとしても、当該部分の駆動電圧は膜厚が薄い部分の駆動電圧とほぼ同等になるので、有機ELパネル全体として駆動電圧を低減することができる。

【0030】

ここで、本発明の別の態様として、前記酸化タングステンを構成するタングステン元素は、タングステン元素が取り得る最大価数である6価の状態、および前記最大価数である6価よりも低い5価の状態に酸化タングステン膜に含まれ、かつ、前記酸化タングステン膜は、粒径がナノメートルオーダーの大きさである前記酸化タングステンの結晶を含むとしてもよい。

10

【0031】

本態様の有機ELパネルでは、酸化タングステンを構成するタングステン元素を、最大価数である6価の状態および当該最大価数よりも低い5価の状態とすることで、正孔注入層に酸素欠陥に類する構造を持たせることができる。これに加え、酸化タングステンの結晶粒径をナノメートルオーダーの大きさとするので、それに伴って、酸素欠陥に類する構造が多く存在する結晶粒界が酸化タングステン層内に数多く形成される。これにより、酸化タングステン膜の膜厚方向にホール伝導経路を張り巡らすことができるので、低い駆動電圧で効率的なホールの伝導を実現できる。

20

【0032】

ここで、本発明の別の態様として、前記5価のタングステン元素の原子数を、前記6価のタングステン元素の原子数で割った値である $W^{5+}/W^{6+}$ が3.2%以上であるとしてもよい。

【0033】

本態様の有機ELパネルでは、6価のタングステン原子に対し、5価のタングステン原子が3.2%以上含まれていることで、より良好なホール伝導効率を得ることができる。

【0034】

ここで、本発明の別の態様として、前記5価の状態のタングステン元素の存在によって、前記正孔注入層のバンド構造には、価電子帯で最も低い結合エネルギーよりも1.8~3.6 eV低い結合エネルギー領域内に占有準位を有しているとしてもよい。

30

【0035】

本態様の有機ELパネルでは、この占有準位が存在することで、正孔注入層と正孔輸送層との間のホール注入障壁を小さく抑えることができる。その結果、より良好なホール注入効率を得ることができる。

【0036】

ここで、本発明の別の態様として、前記酸化タングステン膜は、粒径が3~10ナノメートルの大きさである前記酸化タングステンの結晶を複数個含むとしてもよい。

【0037】

ここで、本発明の別の態様として、前記R、G、B各色の前記第1機能層の膜厚は、36 nm以上69 nm以下であり、前記R、G、B各色における前記有機発光層から前記陽極までの光学的な距離は、72 nm以上131 nm以下であるとしてもよい。

40

【0038】

本発明者らは、第1機能層の膜厚が36 nm以上69 nm以下の範囲で、かつ、R、G、B各色における前記有機発光層から前記陽極までの光学的な距離が、72 nm以上131 nm以下の範囲である場合、正孔注入層の膜厚を調整して得られる光取り出し効率は、有機発光層の膜厚を調整して得られる光取り出し効率と大差がないことを確認した。

【0039】

本発明の一態様に係る有機ELパネルでは、R、G、B各色の前記第1機能層の膜厚は、

50

36 nm以上69 nm以下であり、前記R、G、B各色における前記有機発光層から前記陽極までの光学的な距離は、72 nm以上131 nm以下である。

【0040】

これにより、有機発光層の膜厚を調整して得られる光取り出し効率と同等の光取り出し効率を達成することができる。

【0041】

このように、本発明の一態様に係る有機ELパネルでは、有機発光層の膜厚で光取り出し効率を調整した場合と同等の光取り出し効率を実現しつつ、駆動電圧を低減することができる。

【0042】

なお、本発明の一態様に係る有機ELパネルでは、色度についても、有機発光層の膜厚を調整した場合と同等の色度が実現できることも判明している。

【0043】

ここで、本発明の別の態様として、前記正孔注入層は、R、G、B毎に厚みが異なっているとしてもよい。

【0044】

ここで、本発明の別の態様として、前記正孔注入層は、酸化タンゲステンのみから構成されるときもよい。

【0045】

本発明者らは、正孔注入層を酸化タンゲステンから構成し、その膜厚を5 nm以上40 nm以下の範囲で5 nm刻みに設定した場合、上記範囲内においては異なる膜厚においても、所定の電流密度を得るための駆動電圧をほぼ一定にできることを確認した。

【0046】

本態様の有機ELパネルでは、前記正孔注入層は、酸化タンゲステンのみから構成されるので、所定の電流密度を得るための駆動電圧をほぼ一定にすることができる。

【0047】

ここで、本発明の別の態様として、前記正孔注入層は、前記Rの厚みが36 nm以上40 nm以下であり、前記Gの厚みが30 nm以上34 nm以下であり、前記Bの厚みが8 nm以上12 nm以下であり、前記正孔輸送層は、前記R、G、B各色の厚みが7 nm以上13 nm以下であって、かつ、等しく、前記有機発光層は、前記R、G、B各色の厚みが32 nm以上48 nm以下であって、かつ、等しいとしてもよい。

【0048】

また、本発明の別の態様として、前記正孔注入層は、前記Rの厚みが36 nm以上40 nm以下であり、前記Gの厚みが26 nm以上30 nm以下であり、前記Bの厚みが4 nm以上8 nm以下であり、前記正孔輸送層は、前記R、G、B各色の厚みが12 nm以上18 nm以下であって、かつ、等しく、前記有機発光層は、前記R、G、B各色の厚みが32 nm以上48 nm以下であって、かつ、等しいとしてもよい。

【0049】

ここで、本発明の一態様である有機ELパネルは、前記第1機能層は、前記陽極上に形成される透明導電層を含み、前記透明導電層は、R、G、B各色ともに厚みが等しい範囲にあり、前記有機発光層と前記陰極との間には、前記第1機能層と異なる、電子注入輸送層を含む第2機能層が設けられ、前記電子注入輸送層は、R、G、B各色ともに厚みが等しい範囲にあるとしてもよい。

【0050】

ここで、本発明の一態様である有機ELパネルは、R（レッド）、G（グリーン）、B（ブルー）の各色に対応して設けられ、入射された光を反射する陽極と、前記陽極に対向して配置され、入射された光を透過する陰極と、前記陽極と前記陰極との間に配置され、R（レッド）、G（グリーン）、B（ブルー）の各色に対応して設けられ、前記陽極と前記陰極との間に電圧が印加されることにより前記R、G、B各色の光を出射する有機発光層と、前記陽極と前記有機発光層との間に配置され、前記R、G、B各色に対応して設けら

10

20

30

40

50

れ、正孔を注入するための正孔注入層と、前記正孔注入層上に設けられ、正孔を前記有機発光層に輸送するための正孔輸送層を含む2以上の層からなる第1機能層とを備え、前記有機発光層から出射された前記R、G、B各色の光の一部が、前記第1機能層を通じて前記陽極側に進行し前記陽極により反射された後、前記第1機能層、前記有機発光層および前記陰極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R、G、B各色の光の残りの一部が、前記陽極側に進行することなく前記陰極側に進行し、前記陰極を通じて外部に出射される第2光路が形成され、前記正孔注入層は、酸化タンゲステンを含む金属酸化物のみから構成され、かつ、R、G、B各色ごとに厚みが異なっており、Rに関する厚みが36nm以上40nm以下であり、Gに関する厚みが30nm以上34nm以下であり、Bに関する厚みが8nm以上12nm以下であり、前記正孔輸送層は、Rに関する厚みが7nm以上13nm以下であり、Gに関する厚みが7nm以上13nm以下であり、Bに関する厚みが7nm以上13nm以下であり、前記有機発光層は、Rに関する厚みが32nm以上48nm以下であり、Gに関する厚みが32nm以上48nm以下であり、Bに関する厚みが32nm以上48nm以下であるとした。

10

20

30

40

50

**【0051】**

本態様の有機ELパネルでは、所定の電流密度を得るための駆動電圧をほぼ一定にできるため、厚膜化による駆動電圧の増加を防止することができる。

**【0052】**

ここで、本発明の一態様である有機ELパネルは、前記R、G、B各色の前記第1機能層の膜厚は、36nm以上69nm以下であり、前記R、G、B各色における前記有機発光層から前記陽極までの光学的な距離は、72nm以上131nm以下であるとしてもよい。

**【0053】**

本態様の有機ELパネルでは、有機発光層の膜厚を調整して得られる光取り出し効率と同等の光取り出し効率を達成することができる。

**【0054】**

したがって、有機発光層の膜厚で光取り出し効率を調整した場合と同等の光取り出し効率を実現しつつ、駆動電圧を低減することができる。

**【0055】**

ここで、本発明の一態様である有機ELパネルは、R（レッド）、G（グリーン）、B（ブルー）の各色に対応して設けられ、入射された光を反射する陽極と、前記陽極に対向して配置され、入射された光を透過する陰極と、前記陽極と前記陰極との間に配置され、R（レッド）、G（グリーン）、B（ブルー）の各色に対応して設けられ、前記陽極と前記陰極との間に電圧が印加されることにより前記R、G、B各色の光を出射する有機発光層と、前記陽極と前記有機発光層との間に配置され、前記R、G、B各色に対応して設けられ、正孔を注入するための正孔注入層と、前記正孔注入層上に設けられ、正孔を前記有機発光層に輸送するための正孔輸送層を含む2以上の層からなる第1機能層とを備え、前記有機発光層から出射された前記R、G、B各色の光の一部が、前記第1機能層を通じて前記陽極側に進行し前記陽極により反射された後、前記第1機能層、前記有機発光層および前記陰極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R、G、B各色の光の残りの一部が、前記陽極側に進行することなく前記陰極側に進行し、前記陰極を通じて外部に出射される第2光路が形成され、前記正孔注入層は、酸化タンゲステンを含む金属酸化物のみから構成され、かつ、R、G、B各色ごとに厚みが異なっており、Rに関する厚みが36nm以上40nm以下であり、Gに関する厚みが26nm以上30nm以下であり、Bに関する厚みが4nm以上8nm以下であり、前記正孔輸送層は、Rに関する厚みが12nm以上18nm以下であり、Gに関する厚みが12nm以上18nm以下であり、Bに関する厚みが12nm以上18nm以下であり、前記有機発光層は、Rに関する厚みが32nm以上48nm以下であり、Gに関する厚みが32nm以上48nm以下であり、Bに関する厚みが32nm以上48nm以下であるとした。

**【0056】**

本態様の有機ELパネルでは、所定の電流密度を得るための駆動電圧をほぼ一定にできるため、厚膜化による駆動電圧の増加を防止することができる。

【0057】

ここで、本発明の一態様である有機ELパネルは、前記R、G、B各色の前記第1機能層の膜厚は、36nm以上69nm以下であり、前記R、G、B各色における前記有機発光層から前記陽極までの光学的な距離は、72nm以上131nm以下であるとしてもよい。

【0058】

本態様の有機ELパネルでは、有機発光層の膜厚を調整して得られる光取り出し効率と同等の光取り出し効率を達成することができる。

【0059】

したがって、有機発光層の膜厚で光取り出し効率を調整した場合と同等の光取り出し効率を実現しつつ、駆動電圧を低減することができる。

【0060】

ここで、本発明の一態様である有機ELパネルの製造方法は、入射された光を反射する陽極をR（レッド）、G（グリーン）、B（ブルー）の各色に対応して設ける第1工程と、前記陽極の上方に、R（レッド）、G（グリーン）、B（ブルー）の各色に対応して、正孔を注入する正孔注入層と、正孔を輸送する正孔輸送層を含む、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R、G、B各色の機能層の上方に、それぞれR、G、B各色の光を出射する有機発光層を設ける第3工程と、前記有機発光層の上方に、前記陽極と対向するように、入射された光を透過する陰極を設ける第4工程とを含み、前記第2工程では、前記正孔注入層を酸化タンゲステンを含む金属酸化物のみから構成し、前記正孔注入層の厚みをR、G、B各色が5nm以上40nm以下で、かつ、少なくともいずれかの1色について他の色とは異なる厚みになるように形成し、前記第3工程では、前記有機発光層の厚みを、R、G、B各色ともに等しい範囲となるように形成するとした。

【0061】

ここで、本発明の別の態様として、前記第2工程では、前記正孔輸送層の厚みをR、G、B各色ともに等しい範囲となるように形成し、かつ、前記R、G、B各色の第1機能層の膜厚を36nm以上69nm以下に形成し、前記R、G、B各色における前記有機発光層から前記陽極までの光学的な距離を72nm以上131nm以下となるように形成するとしてもよい。

【0062】

ここで、本発明の別の態様として、前記第2工程では、前記正孔注入層を、前記酸化タンゲステンを蒸着法またはスパッタ法を用いて前記陽極上に成膜することにより形成し、前記正孔輸送層を、前記正孔輸送材料を含むインクを印刷法またはインクジェット法を用いて前記正孔注入層上に成膜することにより形成し、前記第3工程では、前記有機発光層、有機発光材料を含むインクを印刷法またはインクジェット法を用いて前記正孔輸送層上に成膜することにより形成するとしてもよい。

【0063】

ここで、本発明の別の態様として、前記第2工程における、前記正孔注入層を形成する工程は、前記陽極上に、前記酸化タンゲステンから構成される層を形成する形成工程と、前記酸化タンゲステンから構成される層上に、感光性レジスト材料からなる層を積層する積層工程と、R、G、B毎に異なる光透過率を有するマスクを用いて、前記感光性レジスト層を選択的に露光することにより、前記R、G、Bごとに前記感光性レジスト層の厚みを異なるように調整する調整工程と、前記厚みを調整した感光性レジスト層を現像液を用いてエッチングすると共に、前記正孔注入層の上部を含む一部を前記現像液を用いて除去することにより、前記R、G、Bごとに前記正孔注入層の厚みが異なるように成形する成形工程と、前記成形工程後、前記正孔注入層から前記感光性レジスト層を除去する除去工程とを含むとしてもよい。

【0064】

10

20

30

40

50

ここで、本発明の別の態様として、前記第2工程では、第1機能層として前記陽極上に形成される透明導電層を含み、前記透明導電層の厚みをR、G、B各色ともに等しい範囲となるように形成し、前記第3工程と前記第4工程との間において、前記有機発光層上に、電子注入輸送層を含む第2機能層を設ける工程をさらに含み、当該工程では、前記電子注入輸送層の厚みをR、G、B各色ともに等しい範囲となるように形成するとしてもよい。

#### 【0065】

ここで、本発明の別の態様として、前記第2工程は、アルゴンガスと酸素ガスからなるスパッタガス、および、タングステンからなるターゲットを用い、前記スパッタガスの全圧が2.3 Pa以上7.0 Pa以下であるとともに、前記スパッタガスの全圧に対する前記酸素ガス分圧の割合が50%以上70%以下であり、かつ、前記ターゲットの単位面積当たりの投入電力である投入電力密度が $1.5 \text{ W/cm}^2$ 以上 $6.0 \text{ W/cm}^2$ 以下であり、かつ、前記スパッタガスの全圧を投入電力密度で割った値である全圧/投入電力密度が $0.7 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^2/\text{W}$ よりも大きい成膜条件下で酸化タングステン膜を成膜することにより、前記正孔注入層を形成するとしてもよい。

10

#### 【0066】

ここで、本発明の別の態様として、前記第2工程において、前記酸化タングステン膜を構成するタングステン元素が、前記タングステン元素が取り得る最大価数である6価の状態および、前記6価よりも低い5価の状態の前記酸化タングステン膜に含まれるように、かつ、粒径がナノメートルオーダーの大きさである酸化タングステンの結晶が含まれるように、前記酸化タングステン膜を成膜するとしてもよい。

20

#### 【0067】

ここで、本発明の別の態様として、前記第2工程は、前記全圧/投入電力密度が $3.2 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^2/\text{W}$ よりも小さいとしてもよい。

#### 【0068】

ここで、本発明の別の態様として、上記本発明の一態様に係る製造方法により製造された有機ELパネルを用いた有機発光装置としてもよい。

#### 【0069】

本態様の有機発光装置は、上記本発明の一態様に係る製造方法により製造された有機ELパネルを用いることで得られるものであり、上記理由により、駆動電圧を低減することができる。

30

#### 【0070】

ここで、本発明の別の態様として、上記本発明の一態様に係る製造方法により製造された有機ELパネルを用いた有機表示装置としてもよい。

#### 【0071】

本態様の有機表示装置は、上記本発明の一態様に係る製造方法により製造された有機ELパネルを用いることで得られるものであり、上記理由により、駆動電圧を低減することができる。

#### 【0072】

##### [実施の形態1]

40

##### <概要>

本実施の形態の有機ELパネルは、正孔注入層のR、G、Bの各膜厚を5 nm以上40 nm以下の薄膜領域に設定し光取り出し効率を調整している。まず、このことによる、有機発光層または正孔輸送層の各膜厚で光取り出し効率を調整する場合に対する優位性を説明する。その後、正孔注入層のR、G、Bの各膜厚で光取り出し効率を調整した場合と、有機発光層のR、G、Bの各膜厚で光取り出し効率を調整した場合のシミュレーションについて説明する。最後に、本実施の形態の有機ELパネルの構成について具体的に説明する。

##### <有機発光層及び正孔輸送層の膜厚と駆動電圧との関係>

有機発光層及び正孔輸送層の膜厚をそれぞれ変化させたとき電流密度と駆動電圧とがどのように変化するのか説明する。

50

## 【0073】

図2(a)は、有機発光層の膜厚を55nmから105nmまで10nm刻みで設定した場合の各膜厚における電流密度と駆動電圧との関係を示している。図2(a)に示すように、有機発光層の膜厚が厚くなるほど、同じ電流密度を得るために必要となる駆動電圧が大きくなる。また、後述する正孔注入層の膜厚を変化させた場合(図4(a)参照)に比べ、各膜厚間での駆動電圧のばらつきが大きい。

## 【0074】

また、図2(b)は、電流密度が10mA/cm<sup>2</sup>のときの各膜厚と駆動電圧との関係を示している。図2(b)に示すように、膜厚が厚くなるにつれて駆動電圧が大きくなっており、各膜厚間での駆動電圧のばらつきが大きい。例えば、最大で(すなわち、有機発光層の膜厚が55nmの場合と105nmの場合とでは)、3.4Vの差がある。

10

## 【0075】

以上のことより、有機発光層のR、G、Bの各膜厚で光取り出し効率を調整した場合には、R、G、Bの各膜厚のうち膜厚が厚くなるものについては駆動電圧が大きくなるため、消費電力の低減を実現することができない。

## 【0076】

続いて図3(a)は、正孔輸送層の膜厚を30nm、60nm、80nm、100nmと設定した場合の各膜厚における電流密度と駆動電圧との関係を示している。図3(a)に示すように、有機発光層の場合と同様、正孔輸送層の膜厚が厚くなるほど、同じ電流密度を得るために必要となる駆動電圧が大きくなっており、正孔注入層の膜厚を変化させた場合に比べ、各膜厚間での駆動電圧のばらつきも大きい。

20

## 【0077】

また、図3(b)は、電流密度が10mA/cm<sup>2</sup>のときの各膜厚と駆動電圧との関係を示している。図3(b)に示すように、膜厚が厚くなるにつれて駆動電圧が大きくなっており、各膜厚間での駆動電圧のばらつきが大きい。例えば、最大で(すなわち、正孔輸送層の膜厚が30nmの場合と100nmの場合とでは)、2.7Vの差がある。

## 【0078】

有機発光層の膜厚で光取り出し効率を調整する場合に比べ、膜厚を厚くした際の駆動電圧の増加幅は小さいものの、厚膜化に伴う駆動電圧の増大は免れない。

<正孔注入層の膜厚と駆動電圧との関係>

30

次に、正孔注入層の膜厚を薄膜領域で変化させたとき電流密度と駆動電圧とがどのように変化するのが説明する。図4(a)は、正孔注入層の膜厚を5nmから40nmまで5nm刻みで設定した場合の各膜厚における電流密度と駆動電圧との関係を示している。図4(a)に示すように、有機発光層の膜厚を変化させた場合、及び正孔輸送層の膜厚を変化させた場合に比べ、各膜厚間での駆動電圧のばらつきが明らかに小さい。

## 【0079】

また、図4(b)は、電流密度が10mA/cm<sup>2</sup>のときの各膜厚と駆動電圧との関係を示している。図4(b)に示すように、正孔注入層の膜厚が5nm以上40nm以下の範囲においてはどの膜厚であっても駆動電圧は6.7Vまたは6.8Vであり、駆動電圧のばらつきが小さいことがわかる。

40

## 【0080】

すなわち、正孔注入層のR、G、Bの各膜厚で光取り出し効率を調整し、かつ正孔注入層の膜厚を5nm以上40nm以下の範囲とした場合には、厚膜化による駆動電圧の増大を回避できるので、消費電力の低減を実現することができる。

## 【0081】

このように駆動電圧のばらつきが小さくなるのは、正孔注入層が金属酸化物で構成されるため、有機物から構成される有機発光層や正孔輸送層に比べ、導電性が高いためと考えられる。

## 【0082】

また、正孔注入層の膜厚が5nm以上40nmの範囲で駆動電圧のばらつきが小さくな

50

る理由は、必ずしも明確ではないが、以下のように推測される。なお、ここでは簡単に説明し、詳細は後述する。

【0083】

本実施の形態によれば、正孔注入層は、酸化タングステンからなる薄膜構造（厚みが5 nm以上40 nm以下）である。酸化タングステンを構成するタングステン元素は、タングステン元素が取り得る最大価数である6価の状態、および当該最大価数である6価よりも低い5価の状態に酸化タングステン膜に含まれることにより、正孔注入層にホール伝導部となる部分が存在する。加えて、酸化タングステン膜は、粒径がナノメートルオーダーの大きさである酸化タングステンの結晶を含むことにより、結晶粒界となる部分が増えるため、ホール伝導に寄与する電子軌道の重なりが形成される。この結果、正孔注入層内部における電気導電性が向上するので、駆動電圧が小さくなって安定するというものである。

10

<第1シミュレーション>

続いて、正孔注入層のR、G、Bの各膜厚で光取り出し効率を調整した場合と、有機発光層のR、G、Bの各膜厚で光取り出し効率を調整した場合のシミュレーションについて説明する。図5(a)は、正孔注入層のR、G、Bの各膜厚で光取り出し効率を調整した場合（実施例1-1、実施例1-2）、及び有機発光層のR、G、Bの各膜厚で光取り出し効率を調整した場合（比較例1）のシミュレーション条件及び結果を示している。ただし、図5(a)のシミュレーションでは、光取り出し効率として、電流効率を用いている。また、図5(b)は、正孔輸送層、正孔注入層、及び透明導電層の屈折率を示している。

20

【0084】

比較例1、及び実施例1-1における各層の膜厚

図中の比較例1では、有機発光層のR、G、Bの各膜厚で光取り出し効率を調整しており、具体的には、有機発光層のRの膜厚が、80 nm、Gの膜厚が80 nm、Bの膜厚が50 nmに設定されている。電子輸送層、正孔輸送層、正孔注入層、及び透明導電層についてはそれぞれ、R、G、Bで共通の膜厚に設定されている。

【0085】

図中の実施例1-1では、正孔注入層のR、G、Bの各膜厚で光取り出し効率を調整しており、具体的には、正孔注入層のRの膜厚が、38 nm、Gの膜厚が32 nm、Bの膜厚が10 nmに設定されている。電子輸送層、正孔輸送層、及び透明導電層については比較例1と同様の膜厚に設定されている。また、有機発光層については、R、G、Bで共通の膜厚であり、予備実験によりデバイス性能を保證できると考えられる40 nmに設定されており、比較例1の有機発光層の膜厚80 nmより薄膜になっている。

30

【0086】

比較例1と実施例1-1との比較

続いて、電流効率、色度、駆動電圧、消費電力、及びtotal消費電力について比較例1と実施例1-1とを対比しながら説明する。

【0087】

電流効率に関して、Rについては比較例1では7.9 cd/Aであるのに対し、実施例1-1では9.3 cd/Aであり、約18%の向上が見られる。Gについては比較例1では41 cd/Aであるのに対し、実施例1-1では40 cd/Aであり、約4%低下している。Bについては比較例1と実施例1-1とで変化はなかった。

40

【0088】

Rについては約18%の大幅な改善であるのに対し、Gについては約4%の小幅な悪化であるので、全体としては、電流効率は向上していると言える。

【0089】

また、色度については、RとBに関しては比較例1と実施例1-1とで、値が全く同じになっている。ただし、Gについては比較例1では(0.28, 0.66)であるのに対し、実施例1-1では(0.29, 0.66)であり、xの値が0.01増加している。

50

ここで、例えば E B U 規格によれば、G は ( 0 . 2 9 , 0 . 6 0 ) と規定されている。したがって、E B U 規格に基づく、G については実施例 1 - 1 の方が向上しているといえる。

【 0 0 9 0 】

これらのことから、電流効率及び色度に関して、有機発光層の R , G , B の各膜厚で調整した場合と、正孔注入層の R , G , B の各膜厚で調整した場合とで大差はなく、むしろ電流効率及び色度については後者の方が若干向上することがわかる。

【 0 0 9 1 】

また、駆動電圧については、比較例 1 に比べて実施例 1 - 1 では大幅に改善されている。具体的には、比較例 1 では、R が 6 . 1 V , G が 8 . 2 V , B が 6 . 2 V であるのに対し、実施例 1 - 1 では、R が 4 . 4 V , G が 4 . 9 V , B が 5 . 4 V となっており、R で約 2 8 %、G で約 4 0 %、B で約 1 3 % 低下している。

10

【 0 0 9 2 】

このため消費電力についても比較例 1 に比べて実施例 1 - 1 では改善されている。total 消費電力で比較例 1 と実施例 1 - 1 とを比べると、比較例 1 では 2 7 . 1 1 W であるのに対し、実施例 1 - 1 では 2 1 . 7 7 W であり、実施例 1 - 1 では比較例 1 に対し約 2 0 % 削減できる。

【 0 0 9 3 】

以上のことより、正孔注入層の R , G , B の各膜厚で光取り出し効率を調整することにより、有機発光層で調整した場合と比較し、電流効率及び色度については維持あるいは若干向上させつつ、駆動電圧を低減することができる。

20

【 0 0 9 4 】

実施例 1 - 2 における各層の膜厚

図中の実施例 1 - 2 は、正孔注入層の R , G , B の各膜厚で光取り出し効率を調整した他の実施例であり、正孔注入層の R の膜厚が、3 8 n m、G の膜厚が 2 8 n m、B の膜厚が 6 n m に設定されている。また、実施例 1 - 1 と比較し電子輸送層及び正孔輸送層の膜厚が 5 n m 厚く設定されている。

【 0 0 9 5 】

比較例 1 と実施例 1 - 2 との比較

続いて、電流効率、色度、駆動電圧、消費電力、及び total 消費電力について比較例 1 と実施例 1 - 2 とを対比しながら説明する。

30

【 0 0 9 6 】

電流効率に関して、R については比較例 1 では 7 . 9 c d / A であるのに対し、実施例 1 - 2 では 9 . 3 c d / A であり、約 1 8 % の向上が見られる。G については比較例 1 では 4 1 c d / A であるのに対し、実施例 1 - 2 では 3 9 c d / A であり、約 5 % 低下している。B については比較例 1 と実施例 1 - 2 とで変化はなかった。

【 0 0 9 7 】

R については約 1 8 % の大幅な改善であるのに対し、G については約 5 % の小幅な悪化であるので、全体としては、電流効率は向上していると言える。

【 0 0 9 8 】

また、色度については、R に関しては比較例 1 と実施例 1 - 2 とで、値が全く同じになっている。ただし、G については比較例 1 では ( 0 . 2 8 , 0 . 6 6 ) であるのに対し、実施例 1 - 2 では ( 0 . 2 9 , 0 . 6 6 ) であり、x の値が 0 . 0 1 増加している。したがって、上記同様の理由により、G については実施例 1 - 2 の方が向上しているといえる。B については比較例 1 では ( 0 . 1 3 , 0 . 0 7 4 ) であるのに対し、実施例 1 - 2 では ( 0 . 1 3 , 0 . 0 7 5 ) であり、Y の値が 0 . 0 0 1 増加している。ここで、例えば E B U 規格によれば、B は ( 0 . 1 5 , 0 . 0 6 ) と規定されている。したがって、B については実施例 1 - 2 の方が低下しているといえる。

40

【 0 0 9 9 】

G については約 4 % の改善であるのに対し、B については約 1 % の悪化であるので、全

50

体としては、色度は向上しているといえる。

【0100】

これらのことから、実施例1-2についても、実施例1-1と同様、電流効率及び色度に関して、有機発光層のR、G、Bの各膜厚で調整した場合と、正孔注入層のR、G、Bの各膜厚で調整した場合とで大差はなく、むしろ電流効率及び色度については後者の方が若干向上することがわかる。

【0101】

また、駆動電圧についても、実施例1-1と同じように、比較例1に比べて実施例1-2では大幅に改善されている。具体的には、比較例1では、Rが6.1V、Gが8.2V、Bが6.2Vであるのに対し、実施例1-2では、Rが4.6V、Gが5.1V、Bが5.6Vとなっており、Rで約25%、Gで約38%、Bで約10%改善している。

10

【0102】

このため消費電力についても比較例1に比べて実施例1-2では改善されている。total消費電力で比較例1と実施例1-2とを比べると、比較例1では27.11Wであるのに対し、実施例1-2では22.15Wであり、実施例1-2では比較例1に対し約18%削減できる。

【0103】

このように、実施例1-1より電子輸送層及び正孔輸送層の膜厚を5nm厚く設定することで条件をより厳しくした場合であっても、実施例1-1に比べて若干劣るものの、比較例1に対して大幅にtotal消費電力を改善することができる。

20

【0104】

第1機能層の膜厚と光学距離

正孔輸送層、正孔注入層、及び透明導電層(以下、これらをまとめて「第1機能層」という)の合計膜厚に関して、実施例1-1のBが最も薄く36nmであり、実施例1-2のRが最も厚く69nmである。

【0105】

陽極と有機発光層との間の光学距離に関して、実施例1-1のBが最も短く72nmであり、実施例1-2のRが最も長く131nmである。

【0106】

すなわち、第1機能層の膜厚が36nm以上69nm以下の範囲であり、光学距離が72nm以上131nm以下の範囲において、電流効率及び色度を維持または向上させつつ駆動電圧を低減することができる。

30

【0107】

なお、光学距離は、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。ただし、各層の屈折率については図5(b)に示すものを用いる。

<第2シミュレーション>

続いて、正孔注入層のR、G、Bの各膜厚で光取り出し効率を調整した場合と、有機発光層のR、G、Bの各膜厚で光取り出し効率を調整した場合の別のシミュレーションについて説明する。ここでは、40型のFHD仕様の有機ELパネルを想定している。

【0108】

図6は、正孔注入層のR、G、Bの各膜厚で光取り出し効率を調整した場合(実施例2-1、実施例2-2)、及び有機発光層のR、G、Bの各膜厚で光取り出し効率を調整した場合(比較例2)のシミュレーション条件及び結果を示している。

40

【0109】

比較例2、実施例2-1、及び実施例2-2における各層の膜厚は、比較例1、実施例1-1、及び実施例1-2における各層の膜厚と同様であるので、ここでは説明を省略する。

【0110】

比較例2と実施例2-1との比較

続いて、電流効率、色度、駆動電圧、消費電力、及びtotal消費電力について比較

50

例 2 と実施例 2 - 1 とを対比しながら説明する。

【 0 1 1 1 】

電流効率、色度、及び駆動電圧について、比較例 1 と実施例 1 - 1 との対比と同様であるので、ここでは説明を省略する。

【 0 1 1 2 】

消費電力について、比較例 2 に比べて実施例 2 - 1 では改善されている。total 消費電力で比較例 2 と実施例 2 - 1 とを比べると、比較例 2 では 1 0 1 . 0 0 W であるのに対し、実施例 2 - 1 では 8 1 . 0 8 W であり、実施例 2 - 1 では比較例 2 に対し約 2 0 % 削減できる。

【 0 1 1 3 】

以上のことより、正孔注入層の R , G , B の各膜厚で光取り出し効率を調整することにより、有機発光層で調整した場合と比較し、電流効率及び色度については維持あるいは若干向上させつつ、駆動電圧を低減することができる。

【 0 1 1 4 】

比較例 2 と実施例 2 - 2 との比較

続いて、電流効率、色度、駆動電圧、消費電力、及びtotal 消費電力について比較例 2 と実施例 2 - 2 とを対比しながら説明する。

【 0 1 1 5 】

電流効率、色度、及び駆動電圧について、基本的には、比較例 1 と実施例 1 - 2 との対比と同様である。実施例 1 - 2 では R の電流効率が 3 9 c d / A であるのに対し、実施例 2 - 2 では、4 0 c d / A である。また、実施例 1 - 2 では B の色度が ( 0 . 1 3 , 0 . 0 7 5 ) であるのに対し、実施例 1 - 2 では、( 0 . 1 3 , 0 . 0 7 4 ) である。ただし、各層の膜厚は実施例 1 - 2 と実施例 2 - 2 と同様であるため、これらはばらつきであると考えられる。

【 0 1 1 6 】

消費電力について、比較例 2 に比べて実施例 2 - 2 では改善されている。total 消費電力で比較例 2 と実施例 2 - 2 とを比べると、比較例 1 では 1 0 1 . 0 0 W であるのに対し、実施例 2 - 2 では 8 2 . 5 0 W であり、実施例 2 - 2 では比較例 2 に対し約 1 8 % 削減できる。

【 0 1 1 7 】

また、第 1 機能層の膜厚と光学距離については第 1 シミュレーションで説明した通りである。本シミュレーションにおいても、各層の屈折率については図 5 ( b ) に示すものを用いる。

< 有機ELパネルの構成 >

図 7 は、実施の形態 1 に係る有機ELパネル 1 0 の構造を模式的に示す断面図である。有機ELパネル 1 0 では、R ( レッド ) , G ( グリーン ) , B ( ブルー ) 各色のサブピクセル 1 0 R , 1 0 G , 1 0 B が行列状に配置されている。以下、有機ELパネル 1 0 の構造について詳細に説明する。

【 0 1 1 8 】

図 7 に示すように、実施の形態 1 の有機ELパネル 1 0 では、TFT基板 1 上に層間絶縁膜 2 が形成されており、この層間絶縁膜 2 上に、陽極 3 がサブピクセル単位で行列状にパターンニングして形成されている。X 軸方向に隣り合う 3 つのサブピクセル 1 0 R , 1 0 G , 1 0 B の組み合わせにより 1 画素 ( ピクセル ) が構成される。

【 0 1 1 9 】

各陽極 3 上には透明導電層 4 が形成され、それぞれの透明導電層 4 を覆うように層間絶縁膜 2 上には正孔注入層 5 が形成されている。ただし、正孔注入層 5 の膜厚が、R , G , B 各々で異なっている。上記シミュレーションで示したように、正孔注入層 5 の膜厚は、5 n m 以上 4 0 n m 以下であるのが好ましい。

【 0 1 2 0 】

正孔注入層 5 上であって陽極 3 間に相当する領域にはバンク 6 が形成されている。バン

10

20

30

40

50

ク6で規定された領域内において陽極3上には、正孔輸送層7が形成され、正孔輸送層7上には所定の色の有機発光層8が積層されている(以下、陽極3と有機発光層8との間に設けられた、透明導電層4、正孔注入層5、及び正孔輸送層7をまとめて「第1機能層」という)。ただし、正孔輸送層7及び有機発光層8はそれぞれ、R、G、B各色ともに厚みが等しい範囲にある。ここで、厚みが等しい範囲とは、(i)R、G、B各色の設計値が同一であり、実測値も同一である場合の他、(ii)R、G、B各色の設計値が同一であるが、製造誤差の範囲内(例えば一層当たり $\pm 5$  [nm])で実測値がずれている場合も含む。

【0121】

さらに、有機発光層8上には、電子輸送層9、陰極11、及び封止層12が、それぞれバンク6で規定された領域を超えて隣接するサブピクセルのものと連続するように形成されている。ただし、電子輸送層9は、R、G、B各色ともに厚みが等しい範囲にある。厚みが等しい範囲とは、上記(i)、(ii)で示した通りである。

10

【0122】

また、有機ELパネル10では、陽極3の存在により共振器構造が実現されている。有機ELパネル10には、有機発光層8から出射された光の一部が、第1機能層を通じて陽極3側に進行し陽極3により反射された後、第1機能層、有機発光層8および陰極11を通じて外部に出射される第1光路と、有機発光層8から出射された光の残りの一部が陽極3側に進行することなく陰極11側に進行し、陰極11を通じて外部に出射される第2光路とが形成される。

20

【0123】

第1光路を通る反射光と第2光路を通る直接光とが干渉効果で強め合うように有機発光層8(R)、8(G)、8(B)と陽極3との間の距離を調整することで、有機ELパネルの光取り出し効率を高めることができる。距離の調整は、第1機能層の膜厚を調整することにより実現できる。

【0124】

具体的には、R、G、B各色の第1機能層の膜厚は、上記シミュレーションで示したように、36nm以上69nm以下に調整されていることが好ましい。

【0125】

その際、正孔注入層の膜厚に関してRが36nm以上40nm以下、Gが30nm以上34nm以下、Bが8nm以上12nm以下であり、正孔輸送層の膜厚に関してR、G、Bがそれぞれ7nm以上13nm以下であって、かつ、等しく、有機発光層の膜厚に関してR、G、Bがそれぞれ32nm以上48nm以下であって、かつ、等しいことが好ましい。

30

【0126】

特に、実施例1-1及び実施例2-1で示したように、正孔輸送層の膜厚に関してRが38nm、Gが32nm、Bが10nmであり、正孔輸送層の膜厚に関してR、G、Bが各々共通の10nmであり、有機発光層の膜厚に関してR、G、Bが各々共通の40nmであることがより好ましい。

【0127】

また、正孔注入層の膜厚に関してRが36nm以上40nm以下、Gが26nm以上30nm以下、Bが4nm以上8nm以下であり、正孔輸送層の膜厚に関してR、G、Bがそれぞれ12nm以上18nm以下であって、かつ、等しく、有機発光層の膜厚に関してR、G、Bがそれぞれ32nm以上48nm以下であって、かつ、等しいとしてもよい。

40

【0128】

この場合には特に、実施例1-2及び実施例2-2で示したように、正孔輸送層の膜厚に関してRが38nm、Gが28nm、Bが6nmであり、正孔輸送層の膜厚に関してR、G、Bが各々共通の15nmであり、有機発光層の膜厚に関してR、G、Bが各々共通の40nmであることがより好ましい。

【0129】

50

また、R、G、B各色における有機発光層8から陽極3までの光学的な距離は、72nm以上131nm以下に調整されていることが好ましい。

<各層の具体例>

TFT基板1は、例えば、無アルカリガラス、ソーダガラス、無蛍光ガラス、燐酸系ガラス、硼酸系ガラス、石英、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、又はアルミナ等の絶縁性材料の基板本体上に、TFT、配線部材、および前記TFTを被覆するパッシベーション膜など(図示せず)を形成した構成である。また、前記基板本体は有機樹脂フィルムであってもかまわない。

【0130】

10

層間絶縁膜2は、TFT基板1の表面段差を平坦に調整するために設けられ、ポリイミド系樹脂またはアクリル系樹脂等の絶縁材料で構成されている。

【0131】

陽極3は、Al(アルミニウム)、あるいはアルミニウム合金で形成されている。なお、陽極3は、例えば、Ag(銀)、銀とパラジウムと銅との合金、銀とルビジウムと金との合金、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)等で形成されていても良い。本実施の形態1に係る有機ELパネル10はトップエミッション型であるので、陽極3は、光反射性の材料で形成されていることが好ましい。

【0132】

20

透明導電層4は、製造過程において陽極3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4の材料は、有機発光層8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。

【0133】

正孔注入層5は、正孔を有機発光層8に注入する機能を有する。例えば、酸化タングステン( $WO_x$ )、酸化モリブデンタングステン( $Mo_xWyOz$ )などの遷移金属の酸化物を含む金属酸化物のみから形成される。有機材料を含有することなく、遷移金属の酸化物を含む金属酸化物のみから形成し、かつ、5nm以上40nm以下である薄膜構造とすることで、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。

30

【0134】

また、正孔注入層5の厚みは、10nmより厚く、40nm以下であることがより好ましい。その理由を以下に説明する。

【0135】

ここでは、正孔注入層5が、例えば、厚さ30nmの酸化タングステン膜( $WO_x$ )からなる場合を想定する。酸化タングstenは、その組成式 $WO_x$ において、 $x$ が概ね $2 < x < 3$ の範囲における実数である。正孔注入層5は、できるだけ酸化タングstenのみで構成されることが望ましいが、通常レベルで混入し得る程度に、微量の不純物が含まれていてもよい。

【0136】

40

ここで、酸化タングsten膜は所定の成膜条件で成膜されている。この所定の成膜条件についての詳細は(有機ELパネル10の製造方法)の項および(正孔注入層5の成膜条件について)の項で詳細に説明する。酸化タングsten膜がこの所定の成膜条件下で成膜されていることにより、図7の拡大図に示すように、酸化タングsten膜は、酸化タングstenの結晶5aを多数含んでいる。各々の結晶5aの粒径はナノメートルオーダーの大きさとなるように形成されている。例えば、正孔注入層5が厚さ30nm程度であるのに対し、結晶5aの粒径は3~10nm程度である。以下、粒径がナノメートルオーダーの大きさの結晶5aを「ナノクリスタル5a」と称し、ナノクリスタル5aからなる層の構造を「ナノクリスタル構造」と称する。なお、正孔注入層5における、ナノクリスタル構造をとっている領域以外の領域には、アモルファス構造も含まれる。

50

## 【0137】

上記のようなナノクリスタル構造を有する正孔注入層5において、酸化タングステンを構成するタングステン原子(W)は、タングステンが取り得る最大価数の状態および当該最大価数よりも低い価数の状態を有するように分布している。一般に、酸化タングステンの結晶構造は均一ではなく、酸素欠陥に類する構造が含まれる。このうち、酸素欠陥に類する構造を有しない結晶構造の酸化タングステンの中では、タングステンの取り得る最大価数は6価の状態である。一方、酸素欠陥に類する構造を有する結晶構造の酸化タングステンの中では、タングステンの価数は最大価数よりも低い5価の状態であることが分かっている。なお、酸化タングステンの膜中は、上記の最大価数、最大価数よりも低い価数等、様々な価数の状態のタングステン原子が集まって構成されており、膜全体で見ると、それらの様々な価数の平均の価数となっている。

10

## 【0138】

ここで、酸素欠陥に類する構造をとることで、当該構造に基づく電子準位により、ホール伝導効率が向上するとの報告がある(非特許文献 Kaname Kanai et al., Organic Electronics 11, 188 (2010).)。さらに、この酸素欠陥に類する構造は結晶の表面に多く存在することが分かっている。この点については、図18を用いて後述する。

## 【0139】

したがって、酸化タングステン中において、タングステンを6価または5価の状態を有するように分布させ、正孔注入層5に酸素欠陥に類する構造を持たせることにより、ホール伝導効率の向上が望める。すなわち、陽極3から正孔注入層5に供給された正孔は結晶粒界に存在する酸素欠陥を伝導するので、酸化タングステン膜をナノクリスタル構造とすることで、正孔が伝導する経路を増やすことができ、ホール伝導効率の向上につながる。したがって、有機ELパネル10を起動させる駆動電圧を下げるのが可能となる。

20

## 【0140】

また、正孔注入層5は化学的耐性が高い、すなわち、不要な化学反応を起こしにくい酸化タングステんで構成されている。したがって、正孔注入層5が、同層の形成後に行われる工程等において用いられる溶液等と触れた場合であっても、溶解、変質、分解等による正孔注入層5の損傷を抑制することができる。このように、正孔注入層5が、化学的耐性が高い材料で構成されていることにより、正孔注入層5のホール伝導性能の低下を防ぐことができる。

30

## 【0141】

本実施の形態における正孔注入層5は、ナノクリスタル構造の酸化タングステンのみから構成されている場合と、ナノクリスタル構造の酸化タングステンとアモルファス構造の酸化タングステンの両方から構成されている場合の、双方を含むものとする。また、ナノクリスタル構造は、正孔注入層5の全体に存在することが望ましいが、陽極3と正孔注入層5が接する界面から、正孔注入層5と正孔輸送層7が接する界面との間に一箇所でも粒界が繋がっていれば、正孔注入層5の下端から上端へのホールを伝導させることができる。

## 【0142】

なお、結晶化した酸化タングステンを含む酸化タングステン膜を正孔注入層として用いる例自体は、過去にも報告されている。例えば、非特許文献(Jingze Li et al., Synthetic Metals 151, 141 (2005).)には、酸化タングステン膜を450 のアニーリングで結晶化することによりホール伝導性が向上することが示されている。しかしながら、上記非特許文献では正孔注入層が成膜される基板等の他層への影響を含めて、大型有機ELパネルを量産するに堪える実用性については示されていない。さらに、正孔注入層に積極的に酸素欠陥を有する酸化タングステンのナノクリスタルを形成することも示されていない。本発明に係る正孔注入層5は、化学反応を起こしにくく、安定であり、大型有機ELパネルの量産プロセスにも耐える酸化タングステン膜で構成されている。さらに、酸化タングステン膜に積極的に酸素欠陥を存在さ

40

50

せることにより、優れたホール伝導性およびホール注入効率を実現している点で、従来技術と大きく異なるものである。

【0143】

バンク6は、樹脂等の有機材料で形成されており絶縁性を有する。有機材料の例として、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等が挙げられる。バンク6は、有機溶剤耐性を有することが好ましい。さらに、バンク6はエッチング処理、ベーク処理等がされることがあるので、それらの処理に対して過度に変形、変質などをしてしないような耐性の高い材料で形成されることが好ましい。

【0144】

正孔輸送層7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、アリールアミン誘導体、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形成される。

【0145】

有機発光層8は、例えば、ポリフルオレン、ポリフェニレンビニレン、ポリアセチレン、ポリフェニレン、ポリパラフェニレンエチレン、ポリ3-ヘキシルチオフェンやこれらの誘導体などの高分子材料や、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、ジフェニルキノロン化合物、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、フルオレセイン化合物、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、チオキサテン化合物、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錯体、2-ビピリジン化合物の金属錯体、シッフ塩とIII族金属との錯体、オキシニ金属錯体、希土類錯体等の蛍光物質で形成されることが好ましい。

【0146】

電子輸送層9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、ペリレントラカルボキシル誘導体、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形成される。

【0147】

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。

【0148】

陰極11は、例えば、ITO（酸化インジウムスズ）やIZO（酸化インジウム亜鉛）等で形成される。有機ELパネル10はトップエミッション型であるので、陰極10は、光透過性の材料で形成されることが好ましい。

【0149】

封止層12は、有機発光層8等が水分に晒されたり、空気に晒されたりすることを抑制する機能を有し、例えば、SiO（酸化シリコン）、SiN（窒化シリコン）、SiON（酸窒化シリコン）、SiC（炭化ケイ素）、SiOC（炭素含有酸化シリコン）、Al

10

20

30

40

50

N（窒化アルミニウム）、 $Al_2O_3$ （酸化アルミニウム）等の材料で形成される。有機ELパネル10はトップエミッション型であるので、封止層11は、光透過性の材料で形成されることが好ましい。

<本実施の形態の有機ELパネル10の製造方法>

続いて、本実施の形態の有機ELパネル10の製造工程を例示する。図8, 9は、有機ELパネル10の製造工程の一例を示す図である。なお、図8, 9では、有機ELパネル10の一部を抜き出して模式的に示している。

【0150】

まず、TFT基板1の主面上に形成された層間絶縁膜2上に、スパッタリング法によりAg薄膜を成膜し、当該Ag薄膜上にITO薄膜を成膜する。Ag薄膜及びITO薄膜を、例えば、フォトリソグラフィでパターニングすることにより行列状に陽極3及び透明導電層4を形成する（図8(a)参照）。なお、Ag薄膜及びITO薄膜の成膜には、スパッタリング法の他に、真空蒸着法を用いることもできる。

10

【0151】

次に、透明導電層4を含むTFT基板1の表面に対し、 $WO_x$ 、又は $Mo_xWyO_z$ を含む組成物を用いて真空蒸着、スパッタリングなどの技術により $WO_x$ 、又は $Mo_xWyO_z$ の薄膜51を形成する（形成工程）。そして、薄膜51上にフォトレジストを一様に塗布する（積層工程）（図8(b)参照）。

【0152】

次に、塗布したフォトレジストの上に、R, G, B毎に異なる光透過率を有するハーフトーンマスクを重ねる。そして、ハーフトーンマスクの上から感光させ、R, G, Bごとに厚みが異なるようにレジストパターンを形成する（調整工程）。その後、フォトレジスト及び薄膜51の上部を含む一部を現像液で洗い出す（成形工程）。これによりR, G, Bごとに厚みが異なる薄膜51のパターニングが完了する。その後、パターニングされた薄膜51の上のフォトレジスト（レジスト残渣）を純水で洗浄して除去する（除去工程）。これで、R, G, Bで膜厚の異なる正孔注入層5が完成する（図8(c)参照）。

20

【0153】

次に、正孔注入層5上に絶縁性有機材料からなるバンク材料層を形成する。バンク材料層の形成は、例えば塗布等により行うことができる。次に、バンク材料層上に所定形状の開口部を持つマスクを重ね、マスクの上から感光させた後、余分なバンク材料層を現像液で洗い出す。これによりバンク材料層のパターニングが完了する。以上で、バンク6が完成する（図9(a)参照）。

30

【0154】

次に、バンク6で区画された各領域内において、陽極3上に、インクジェット法により、正孔輸送層の材料を含む組成物インク（以下、単に「インク」という。）を充填し、そのインクを乾燥させることにより、正孔輸送層7を形成する。

【0155】

次に、バンク6で区画された各領域内に例えばインクジェット法により有機EL材料を含む組成物インクを滴下し、そのインクを乾燥させて有機発光層8を形成する（図9(b)参照）。なお、有機発光層8は、ディスペンサー法、ノズルコート法、スピコート法、凹版印刷、凸版印刷等により形成しても良い。

40

【0156】

次に、例えば真空蒸着により電子輸送層9を形成し、さらに陰極11となるITO薄膜及び封止層12を形成する（図9(c)参照）。

【0157】

続いて、酸化タングステン膜が酸化タングステンの結晶5aを多数含むための成膜条件について詳細に説明する。

【0158】

上述のように、酸化タングステン膜は、真空蒸着、スパッタリングなどの技術により形成されるが、特に、反応性スパッタ法で成膜することが好適である。具体的には、金属タ

50

ングステンをターゲットとし、アルゴンガスをスパッタガスとし、酸素ガスを反応性ガスとしてチャンパー内に導入する。この状態で高電圧によりアルゴンをイオン化し、ターゲットに衝突させる。このとき、スパッタリング現象により放出された金属タングステンが酸素ガスと反応して酸化タングステンとなり、透明導電層4上に酸化タングステン膜が成膜される。

#### 【0159】

なお、この成膜条件の詳細については次項で述べるが、簡単に述べると、(1)アルゴンガスと酸素ガスから構成されるスパッタガスの全圧が2.3 Pa以上7.0 Pa以下であり、かつ、(2)スパッタガスの全圧に対する酸素ガス分圧が50%以上70%以下である。さらに(3)ターゲットの単位面積当たりの投入電力(投入電力密度)は1.5 W/cm<sup>2</sup>以上6.0 W/cm<sup>2</sup>以下であり、かつ、(4)スパッタガスの全圧を投入電力密度で割った値である全圧/電力密度が0.7 Pa・cm<sup>2</sup>/Wより大きくなるように設定することが好適である。このような成膜条件により、ナノクリスタル構造を有する酸化タングステン膜が形成される。

10

#### 【0160】

前述したように、正孔注入層5を構成する酸化タングステンは化学的耐性が高い。したがって、正孔注入層5が、この後の工程で用いられる溶液等と触れた場合であっても、溶解、変質、分解等による正孔注入層5の損傷を抑制することができる。

<正孔注入層5の成膜条件に関する各種実験と考察>

(正孔注入層5の成膜条件について)

本実施の形態では、正孔注入層5を構成する酸化タングステンを所定の成膜条件で成膜することで、正孔注入層5にナノクリスタル構造を意図的に存在させることによりホール伝導性を向上させ、有機ELパネル10を低電圧駆動できるようにしている。この所定の成膜条件について詳細に説明する。

20

#### 【0161】

スパッタ装置としてDCマグネトロンスパッタ装置を用い、ターゲットは金属タングステンとした。基板温度の制御は行わなかった。スパッタガスはアルゴンガスで構成し、反応性ガスは酸素ガスで構成し、各々のガスを同等の流量とする反応性スパッタ法を用いる条件下で成膜することが好適であると考えられる。

#### 【0162】

結晶性の高い酸化タングステン膜を形成する為には、原子が基板に成膜されて規則性を持って膜化する必要があり、出来る限り低い蒸着レートで成膜されることが望ましい。ここで、スパッタ成膜における成膜レートは、上述した(1)~(4)の条件に依存すると考えられる。そして、後述する実験を行った結果、(1)~(4)が上記の数値範囲を取る場合、駆動電圧が低減されることを確認しており、このことにより、結晶性の高い酸化タングステン膜が得られていることになる。

30

#### 【0163】

なお、上記(1)に関し、後述する実験条件においては、スパッタガスの全圧は上限値が4.7 Paであるが、少なくとも7.0 Paまでは同様な傾向を示すことが別途、確認されている

40

また、上記(2)に関し、スパッタガス全圧に対する酸素ガス分圧の割合は50%に設定されているが、少なくとも50%以上70%以下において、駆動電圧の低減が確認されている。

#### 【0164】

さらに、上記(4)に関し、補足説明する。アルゴンガスと酸素ガスの流量比率が同等の場合、投入電力密度と成膜時圧力(全圧)によって決定すると考えられる。(3)の投入電力密度は、スパッタされるタングステン原子またはタングステン原子クラスターの数とエネルギーを変化させる。つまり、投入電力密度を低くすることによって、スパッタされるタングステンの数が低減し、基板に成膜されるタングステンを低エネルギーで成膜でき、低成膜レートでの膜化が期待できる。(1)の成膜時の全圧は、スパッタされ気相中

50

に放出されたタングステン原子またはタングステン原子クラスターが成膜基板に到着するまでの平均自由行程を変化させる。つまり、全圧が高いとタングステン原子またはタングステン原子クラスターが基板に到着するまでに成膜チャンパー内のガス成分と衝突を繰り返す確率が上昇して、飛来しているタングステン原子またはタングステン原子クラスターのランダム性が増すことによって、基板に成膜されるタングステンの数が低減し、タングステンを低エネルギーで成膜できると考えられる。それにより低成膜レートでの膜化が期待できる。

#### 【0165】

しかし、前記スパッタの成膜レートを変化させる前記投入電力密度、前記成膜時の全圧をそれぞれ単独で制御しデバイス特性を高めるには限界があると考えられる。そこで、成膜時の全圧 (Pa) / 投入電力密度 ( $W/cm^2$ ) によって、これを新たに成膜条件 (4) と規定し、タングステン原子の成膜レートを決定する指標とした。

10

#### 【0166】

上記成膜条件 (4) が高い程、駆動電圧が低くなって、成膜レートが低く、一方、前記成膜パラメータ (4) が低い程、駆動電圧が高くなって、成膜レートが高い傾向であることが実験的に確認された。

#### 【0167】

具体的には、全圧 / 電力密度は後述する実験条件の通り、 $0.78 Pa \cdot cm^2 / W$  以上であり、 $0.7 Pa \cdot cm^2 / W$  よりも大きいことが必要であると考えられ、より確実には、 $0.8 Pa \cdot cm^2 / W$  以上であることが好ましいと考えられる。一方、全圧 / 電力密度の上限値については、実験条件上、 $3.13 Pa \cdot cm^2 / W$  以下であり、 $3.2 Pa \cdot cm^2 / W$  よりも小さければよいと考えられ、より確実には、 $3.1 Pa \cdot cm^2 / W$  以下であることが好ましいと考えられるが、上記の通り、成膜レートの点からすると、必ずしも上限値には制約されないと考えられる。

20

#### 【0168】

次に、上記成膜条件の有効性を確認するための諸実験を行った。

#### 【0169】

まず、正孔注入層 5 から正孔輸送層 7 へのホール伝導効率の、成膜条件依存性の評価を行うため、評価デバイスとして図 10 に示すようなホールオンリー素子 101 を作製した。

30

#### 【0170】

実際に動作する有機 EL 素子においては、電流を形成するキャリアはホールと電子の両方である。したがって、有機 EL 素子の電気特性には、ホール電流以外にも電子電流が反映されている。しかし、ホールオンリー素子では、陰極からの電子の注入が阻害されるため、電子電流はほとんど流れず、全電流は、ほぼホール電流のみから構成されることとなる。すなわち、キャリアはホールのみと見なすことができ、ホールオンリー素子はホール伝導効率の評価に好適である。

#### 【0171】

図 10 に示すように、ホールオンリー素子 101 は、基板 107 上に、厚さ 50 nm の ITO 薄膜からなる陽極 102、厚さ 30 nm の酸化タングステンからなる正孔注入層 103、厚さ 20 nm の TFB からなる正孔輸送層 104、厚さ 70 nm の F8BT からなる有機発光層 105、厚さ 100 nm の金からなる陰極 106 を順次積層した構成とした。なお、ここでは、ホール伝導効率の評価を目的としているため、有機発光層 105 を 32 nm 以上 48 nm 以下の範囲でなく、70 nm に形成しているが、有機 EL パネル 101 においては、上述した範囲が好ましいことは言うまでもない。

40

#### 【0172】

ホールオンリー素子 101 の作製工程において、正孔注入層 103 は、DC マグネトロンスパッタ装置を用い、反応性スパッタ法で成膜した。チャンパー内ガスは、アルゴンガスおよび酸素ガスの少なくともいずれかから構成し、ターゲットは金属タングステンを用いた。基板温度は制御せず、全圧は各ガスの流量で調節するものとした。表 1 に示すよう

50

に、A～Eの5種の成膜条件でホールオンリー素子101を作製した。表1に示すように、各成膜条件によって、全圧および投入電力密度を変化させた。チャンバー内のアルゴンガスおよび酸素ガスの分圧はそれぞれ50%である。

【0173】

以下、成膜条件Aで成膜したホールオンリー素子101をHOD-A、成膜条件Bで成膜したホールオンリー素子101をHOD-B、成膜条件Cで成膜したホールオンリー素子101をHOD-C、成膜条件Dで成膜したホールオンリー素子101をHOD-D、成膜条件Eで成膜したホールオンリー素子101をHOD-Eと称する。

【0174】

【表1】

10

成膜条件	全圧 (Pa)	酸素分圧 (%)	投入電力密度 (W/cm <sup>2</sup> )	全圧/電力密度 (Pa·cm <sup>2</sup> /W)
A	4.70	50	1.50	3.13
B	4.70	50	3.00	1.57
C	4.70	50	6.00	0.78
D	2.35	50	1.50	1.57
E	2.35	50	6.00	0.39

20

作製した各ホールオンリー素子を直流電源108に接続し、電圧を印加した。このときの印加電圧を変化させ、電圧値に応じて流れた電流値を素子の単位面積当たりの値(電流密度)に換算した。

【0175】

図11は、各ホールオンリー素子の印加電圧と電流密度の関係曲線を示すデバイス特性図である。図中縦軸は電流密度(mA/cm<sup>2</sup>)、横軸は印加電圧(V)である。

【0176】

表2は、当該実験によって得られたHOD-A～HOD-Eの各サンプルの駆動電圧の値を示したものである。表2中の「駆動電圧」とは、実用的な具体値である電流密度0.3mA/cm<sup>2</sup>のときの印加電圧である。

30

【0177】

【表2】

サンプル名	駆動電圧(V)
HOD-A	6.25
HOD-B	7.50
HOD-C	8.50
HOD-D	8.50
HOD-E	9.49

40

この駆動電圧が小さいほど、正孔注入層103のホール伝導効率は高いと言える。なぜなら、各ホールオンリー素子において、正孔注入層103以外の各部位の作製方法は同一

50

であるから、正孔注入層 103 を除く、隣接する 2 つの層の間のホール注入障壁は一定と考えられる。また、当該実験で用いた陽極 102 と正孔注入層 103 は、オーミック接続をしていることが、別の実験で確認している。したがって、正孔注入層 103 の成膜条件による駆動電圧の違いは、正孔注入層 103 から正孔輸送層 104 へのホール伝導効率を強く反映したものであると言える。

【0178】

表 2、図 11 に示されるように、HOD - A ~ HOD - E は、成膜時の全圧を下げるるとともに投入電力密度を最大にした条件で作製した HOD - E と比較して、ホール伝導効率が優れていることがわかる。

【0179】

以上、ホールオンリー素子 101 における正孔注入層 103 のホール伝導効率に関する検証について述べたが、有機 EL パネルにおいても、正孔注入層 5 から正孔輸送層 7 へのホール伝導効率の成膜条件依存性は、本質的にホールオンリー素子 101 と同じである。このことを確認するために、A ~ E の各成膜条件で成膜した正孔注入層を用いた有機 EL 素子 201 を作製した。ただし、ここでは、作製した各有機 EL 素子は、図 12 に示すように、基板 207 上に厚さ 50 nm の ITO 薄膜からなる陽極 202 を形成し、さらに陽極 202 上に厚さ 30 nm の酸化タンゲステンからなる正孔注入層 203、厚さ 20 nm の TFB からなる正孔輸送層 204、厚さ 70 nm の F8BT からなる有機発光層 205、厚さ 5 nm のバリウムおよび厚さ 100 nm のアルミニウムからなる陰極 206 を順次積層した構成とした。以下、成膜条件 A で成膜した有機 EL 素子 201 を BPD - A、成膜条件 B で成膜した有機 EL 素子 201 を BPD - B、成膜条件 C で成膜した有機 EL 素子 201 を BPD - C、成膜条件 D で成膜した有機 EL 素子 201 を BPD - D、成膜条件 E で成膜した有機 EL 素子 201 を BPD - E と称する。

【0180】

作製した成膜条件 A ~ E の各有機 EL 素子 201 を直流電源 208 に接続し、電圧を印加した。このときの印加電圧を変化させ、電圧値に応じて流れた電流値を素子の単位面積当たりの値（電流密度）に換算した。

【0181】

図 13 は、各有機 EL 素子の印加電圧と電流密度の関係曲線を示すデバイス特性図である。図中縦軸は電流密度 ( $\text{mA} / \text{cm}^2$ )、横軸は印加電圧 (V) である。表 3 は、当該実験によって得られた BOD - A ~ BOD - E の各サンプルの駆動電圧の値を示したものである。表 3 中の「駆動電圧」とは、実用的な具体値である電流密度  $8 \text{ mA} / \text{cm}^2$  のときの印加電圧である。

【0182】

【表 3】

サンプル名	駆動電圧 (V)
BPD-A	9.25
BPD-B	11.25
BPD-C	11.50
BPD-D	12.25
BPD-E	14.00

表 3、図 13 に示されるように、BPD - E は他の有機 EL 素子と比較して、最も電流密度 印加電圧曲線の立ち上がりが遅く、高い電流密度を得る為には、最も高い印加電圧

であることが確認された。これは、それぞれ同じ成膜条件のホールオンリー素子HOD-A～HOD-Eと同様の傾向である。

【0183】

以上の結果により、正孔注入層203のホール伝導効率の成膜条件依存性が、有機EL素子201においても、ホールオンリー素子101の場合と同様に作用していることが確認された。すなわち、成膜条件A、B、C、Dの範囲となる成膜条件下で成膜を行うことにより、有機EL素子201においても、正孔注入層203から正孔輸送層204へのホール伝導効率を向上させ、それにより低電圧駆動が実現される。このように、ホールオンリー素子101に限らず、有機EL素子201においても、正孔注入層203から正孔輸送層204へのホール伝導効率を向上させることができるので、有機ELパネル10において、正孔注入層5から正孔輸送層7へのホール伝導効率を向上させ、それにより低電圧駆動が実現される。

10

【0184】

なお、上記においては、投入電力の条件は、表1に示したように投入電力密度で表した。本実験で用いたDCマグネトロンスパッタ装置とは異なるDCマグネトロンスパッタ装置を用いる場合は、ターゲット裏面のマグネットのサイズに合わせて、投入電力密度が上記条件になるように投入電力を調節することにより、本実験と同様に、ホール伝導効率の優れた酸化タングステン膜からなる正孔注入層を得ることができる。なお、全圧、酸素分圧については、装置やターゲットサイズ及び、ターゲットマグネットサイズに依存しない。

20

【0185】

また、正孔注入層の反応性スパッタ法による成膜時は、室温環境下に配置されるスパッタ装置において、基板温度を意図的には設定していない。したがって、少なくとも成膜前の基板温度は室温である。ただし、成膜中に基板温度は数10度程度上昇する可能性がある。

【0186】

なお、本願発明者は別の実験により、酸素分圧を上げすぎた場合には逆に駆動電圧が上昇してしまうことを確認している。したがって、酸素分圧は50%～70%であることが望ましい。

【0187】

以上の実験結果より、低電圧駆動には成膜条件A、B、C、Dで作製した正孔注入層を備える有機ELパネルが好ましく、より好ましくは成膜条件A、Bで作製した有機ELパネルである。以下、成膜条件A、B、C、Dで作製した正孔注入層を備える有機ELパネルを本願の対象とする。

30

【0188】

(正孔注入層におけるタングステンの化学状態について)

本実施の形態の有機ELパネル10の正孔注入層5を構成する酸化タングステンには、上述したナノクリスタル構造が存在している。このナノクリスタル構造は、先の実験で示した成膜条件の調整により形成されるものである。詳細を以下に述べる。

【0189】

前述の成膜条件A～Eで成膜した酸化タングステンにおける、ナノクリスタル構造の存在を確認するために、硬X線光電子分光(HAXPES)測定(以下、単に「XPS測定」と記載する。)実験を行った。ここで、一般に硬X線光電子分光スペクトル(以下、単に「XPSスペクトル」と記載する。)は、測定対象物の表面と、光電子を取り出す検出器において光電子を検出する方向とがなす角度によって、膜の平均価数を反映する情報深さが決まる。そこで本実験では、XPS測定における光電子検出方向と、酸化タングステン膜の表面のなす角度が40°となる条件で測定を行い、酸化タングステン膜の厚み方向の平均の価数の状態を観察するものとした。

40

【0190】

XPS測定条件は以下の通りである。なお、測定中、チャージアップは発生しなかった

50

## 【0191】

(XPS測定条件)

使用機器 : R-4000 (VG-SCIENTA社製)

光源 : シンクロトロン放射光 (7856 eV)

バイアス : なし

出射角 : 基板表面とのなす角が40°

測定点間隔 : 0.05 eV

表1に示すA~Eの各成膜条件でXPS測定用のサンプルを作製した。ガラス上に成膜されたITO導電性基板の上に、厚さ30nmの正孔注入層を、前記の反応性スパッタ法により成膜することにより、XPS測定用のサンプルとした。以降、成膜条件A、B、C、D、Eで作製したXPS測定用サンプルを、それぞれサンプルA、サンプルB、サンプルC、サンプルD、サンプルEと称する。続いて、サンプルA~Eの各成功注入層の表面に対してXPS測定を行った。その結果のスペクトルを図14に示す。

10

## 【0192】

図14の横軸は結合エネルギーを示しており、X線を基準としたときの各準位に存在する光電子のエネルギーに相当し、左方向を正の向きとした。縦軸は光電子強度を示しており、観測された光電子の個数に相当する。図14に示すように3つのピークが観測され、各ピークは図の左から右に向かって、それぞれタングステンの $5p_{3/2}$ 準位 ( $W 5p_{3/2}$ )、 $4f_{5/2}$ 準位 ( $W 4f_{5/2}$ )、 $4f_{7/2}$ 準位 ( $W 4f_{7/2}$ )に対応するピークであると帰属した。

20

## 【0193】

次に、サンプルAのスペクトルと比較例としてサンプルEのスペクトルの $W 5p_{3/2}$ 、 $W 4f_{5/2}$ 、 $W 4f_{7/2}$ に帰属されたピークに対し、ピークフィッティング解析を行った。

ピークフィッティング解析は以下のようにして行った。

## 【0194】

具体的には、光電子分光解析用ソフト「XPSpeak Version 4.1」を用いて行った。まず、硬X線のエネルギーの7940 eVの光イオン化断面積から、 $W 4f_{7/2}$ 準位、 $W 4f_{5/2}$ 準位、 $W 5p_{3/2}$ 準位に対応するピーク面積強度の比率を、 $W 4f_{7/2} : W 4f_{5/2} : W 5p_{3/2} = 4 : 3 : 10.5$ で固定し、表4に示すように、 $W 4f_{7/2}$ の6価表面欠陥準位 ( $W^{6+} 4f_{7/2}$ )に帰属されるピークトップを35.7 eVのエネルギー値に合わせた。次に、 $W 5p_{3/2}$ の表面光電子ピーク ( $W^{5+} 5p_{3/2}$ )、6価表面欠陥準位 ( $W^{6+} 5p_{3/2}$ )、5価表面欠陥準位 ( $W^{5+} 5p_{3/2}$ )に帰属される各帰属ピークのピークエネルギー値とピーク半値幅を、表4に示す数値に設定した。同様に、 $W 4f_{5/2}$ 、 $W 4f_{7/2}$ に対しても、表面光電子ピーク ( $W^{5+} 4f_{5/2}$ 、 $W^{5+} 4f_{7/2}$ )、6価表面欠陥準位 ( $W^{6+} 4f_{5/2}$ )、5価表面欠陥準位 ( $W^{5+} 4f_{5/2}$ 、 $W^{5+} 4f_{7/2}$ )に帰属される各帰属ピークのピークエネルギー値とピーク半値幅の値を、表4のように設定した。ピーク強度を任意の強度に設定した後、Gaussian-Lorentzianの混合関数を用いて最大100回演算することにより、最終的なピークフィッティング解析結果を得た。上記混合関数におけるLorentzian関数の比率は表4の通りである。

30

40

## 【0195】

【表 4】

	W5p <sub>3/2</sub>			W4f <sub>5/2</sub>			W4f <sub>7/2</sub>		
	W <sup>sur</sup> 5p <sub>3/2</sub>	W <sup>6+</sup> 5p <sub>3/2</sub>	W <sup>5+</sup> 5p <sub>3/2</sub>	W <sup>sur</sup> 4f <sub>5/2</sub>	W <sup>6+</sup> 4f <sub>5/2</sub>	W <sup>5+</sup> 4f <sub>5/2</sub>	W <sup>sur</sup> 4f <sub>7/2</sub>	W <sup>6+</sup> 4f <sub>7/2</sub>	W <sup>5+</sup> 4f <sub>7/2</sub>
帰属ピーク									
ピーク エネルギー値 (eV)	42.30 } } 43.07	41.20 } } 41.30	39.70 } } 38.65	38.75 } } 39.13	37.80 } } 37.85	36.72 } } 36.95	36.60 } } 36.90	35.70 (基準)	34.60 } } 34.80
ピーク 半値幅 (eV)	1.73 } } 2.40	1.93 } } 2.24	1.8 } } 2.86	1.40 } } 1.60	0.87 } } 0.98	0.90 } } 1.50	1.40 } } 1.60	0.87 } } 0.98	0.90 } } 1.50
Lorentzian関数 の比率(%)	0 } } 40	13 } } 40	0 } } 25	0 } } 57	0 } } 6	0 } } 20	0 } } 57	0 } } 6	0 } } 20

10

20

30

40

最終的なピークフィッティング解析結果を図に示す。図15(a)は、サンプルAの解

50

析結果、図15(b)はサンプルEの解析結果である。

【0196】

両図において、破線 (sample A、sample E) は実測スペクトル (図5のスペクトルに相当)、二点鎖線 (surface) は表面光電子ピーク  $W^{5+} 5p_{3/2}$ 、 $W^{5+} 4f_{5/2}$ 、 $W^{5+} 4f_{7/2}$  に帰属されるスペクトル、点線 ( $W^{6+}$ ) は6価表面欠陥準位  $W^{6+} 5p_{3/2}$ 、 $W^{6+} 4f_{7/2}$ 、( $W^{6+} 4f_{5/2}$ ) に帰属されるスペクトル、一点鎖線 ( $W^{5+}$ ) は5価表面欠陥準位  $W^{5+} 5p_{3/2}$ 、 $W^{5+} 4f_{5/2}$ 、 $W^{5+} 4f_{7/2}$  に帰属されるスペクトルである。実線 (fit) は、二点鎖線と点線と一点鎖線で示すスペクトルを足し合わせたスペクトルである。なお、両図において、一点鎖線で示した5価タングステンに帰属されるピークは、5価の状態のタングステンのみに由来するものとみなした。

10

【0197】

図15の各図に示すように、 $5p_{3/2}$ 、 $4f_{5/2}$ 、 $4f_{7/2}$  の各準位に帰属されるスペクトルは、正孔注入層の表面からの光電子によるピーク (surface) と、正孔注入層の層内で光電子が検出される深さに含まれる6価タングステンのピーク ( $W^{6+}$ ) と、同深さに含まれる5価タングステンのピーク ( $W^{5+}$ ) の足し合わせにより構成されていることが分かる。

【0198】

また、図15(a)に示すように、サンプルAでは、 $W^{6+}$  のスペクトルにおける  $5p_{3/2}$ 、 $4f_{5/2}$ 、 $4f_{7/2}$  の各準位に帰属されるピークから、0.3~1.8 eV 低い結合エネルギー領域において、各々の準位に対応する  $W^{5+}$  のピークが存在することが見て取れる。一方、図15(b)に示すように、サンプルEでは、そのような  $W^{5+}$  のピークは見取れない。分かりやすくするために、図15(a)および(b)の右側に、サンプルAおよびサンプルEの  $W^{5+}$  のスペクトルにおける  $4f_{7/2}$  に帰属されるピークの拡大図を示した。同図の(c)で示したように、サンプルAでははっきりと  $W^{5+}$  のピークが存在していること確認できるが、サンプルEでは  $W^{5+}$  のピークは確認できない。

20

【0199】

さらに、図15の各拡大図の細部に着目すると、サンプルAでは実線 (fit) で示すピークフィッティングの足し合わせのスペクトルと、点線 ( $W^{6+}$ ) で示す  $W^{6+}$  のスペクトルとの間で大きく「ずれ」がある一方で、サンプルEではサンプルAほどの「ずれ」はない。すなわち、サンプルAにおけるこの「ずれ」が5価タングステンの存在を示唆するものであると推察される。

30

【0200】

次に、サンプルA~Eにおける、6価タングステンの元素数に対する5価タングステンの元素数の存在比率である  $W^{5+}/W^{6+}$  を算出した。この存在比率は、各サンプルのピークフィッティング解析で得たスペクトルにおける  $W^{5+}$  (一点鎖線) のピークの面積強度を、 $W^{6+}$  (点線) のピークの面積強度で除算することにより算出した。

【0201】

なお、原理上、 $W 4f_{7/2}$  における  $W^{6+}$  のピーク的面積強度と  $W^{5+}$  のピーク的面積強度の比率により、6価タングステン原子の数と5価タングステン原子の数の存在比を表すことは、 $W 5p_{3/2}$  ならびに  $W 4f_{5/2}$  に帰属されるピークから前記存在比を表すことと同義である。実際、本検討において、 $W 4f_{7/2}$  における  $W^{5+} 4f_{7/2}$  の面積強度と  $W^{6+} 4f_{7/2}$  の面積強度の比率は、 $W 5p$ 、 $W 4f_{5/2}$  の場合でも同じ値であることを確認している。よって、以降の考察においては、 $W 4f_{7/2}$  に帰属されるピークのみを用いて検討を行うこととした。

40

【0202】

表5にサンプルA~Eの  $W^{5+}/W^{6+}$  を示す。

【0203】

【表 5】

サンプル名	$W^{5+}/W^{6+}$
サンプルA	7.4%
サンプルB	6.1%
サンプルC	3.2%
サンプルD	3.2%
サンプルE	1.8%

10

表 5 に示す  $W^{5+}/W^{6+}$  の値より、最も多くの 5 価タングステン原子が含まれるのはサンプル A であり、続いてサンプル B、サンプル C、サンプル D の順にその比率が少ないことを確認した。また、表 3 および表 5 の結果より、 $W^{5+}/W^{6+}$  の値が大きいほど、有機 EL 素子の駆動電圧が低くなることが明らかとなった。

## 【0204】

(正孔注入層におけるタングステンの電子状態について)

20

前述の成膜条件 A ~ D で成膜した酸化タングステンには、その電子状態において、価電子帯の上端、すなわち価電子帯で最も低い結合エネルギーよりも、 $1.8 \sim 3.6 \text{ eV}$  低い結合エネルギー領域内に占有準位が存在している。この占有準位が正孔注入層の最高占有準位に該当し、すなわち、その結合エネルギー範囲は正孔注入層のフェルミ面に最も近い。以降、この占有準位を「フェルミ面近傍の占有準位」と称する。

## 【0205】

このフェルミ面近傍の占有準位が存在することで、正孔注入層 5 と正孔輸送層 7 との積層界面では、いわゆる界面準位接続がなされ、正孔輸送層 7 の最高被占軌道の結合エネルギーが、正孔注入層 5 の前記フェルミ面近傍の占有準位の結合エネルギーと、ほぼ等しくなる。すなわち、この占有準位が存在することで、正孔注入層 5 と正孔輸送層 7 との間のホール注入障壁を小さく抑えることができる。その結果、より良好なホール伝導効率を得ることができ、低電圧で駆動が可能となる。

30

## 【0206】

なお、ここで言う「ほぼ等しくなる」および「界面準位接続がなされた」とは、正孔注入層 5 と正孔輸送層 7 との界面において、フェルミ面近傍の占有準位で最も低い結合エネルギーと、最高被占軌道で最も低い結合エネルギーとの差が、 $\pm 0.3 \text{ eV}$  以内の範囲にあることを意味している。

## 【0207】

さらに、ここで言う「界面」とは、正孔注入層 5 の表面と、当該表面から  $0.3 \text{ nm}$  以内の距離における正孔輸送層 7 とを含む領域を指す。

40

## 【0208】

また、前記フェルミ面近傍の占有準位は、正孔注入層 5 の全体に存在することが望ましいが、少なくとも正孔輸送層 7 との界面に存在すればよい。

## 【0209】

次に、前述のサンプル A およびサンプル E の正孔注入層に対し、フェルミ面近傍の占有準位の存在を確認する実験を、紫外光電子分光 (UPS) 測定を用いて行った。

## 【0210】

サンプル A、E はいずれも、スパッタ装置内において正孔注入層を成膜した後、当該スパッタ装置に連結され窒素ガスが充填されたグローブボックス内に移送し、大気曝露しない状態を保った。そして、当該グローブボックス内でトランスファーベッセルに封入し、

50

光電子分光装置に装着した。これにより、正孔注入層を成膜後に大気曝露することなく、UPS測定を実施した。

【0211】

ここで、一般にUPSスペクトルは、測定対象物の表面から深さ数nmまでにおける、価電子帯などの占有準位の状態を反映したものになる。そこで本実験では、UPS測定を用いて正孔注入層の表層における占有準位の状態を観察するものとした。

【0212】

UPS測定条件は以下の通りである。なお、測定中チャージアップは発生しなかった。

【0213】

(UPS測定条件)

使用機器 : 走査型X線光電子分光分析装置 PHI5000 VersaProbe (アルバック・ファイ社製)

光源 : He I線

バイアス : なし

出射角 : 基板法線方向

測定点間隔 : 0.05 eV

図16に、サンプルAにおける正孔注入層表面のUPSスペクトルを示す。横軸の結合エネルギーの原点は基板のフェルミ面とし、左方向を正の向きとした。以下、図16を用いて、正孔注入層の各占有準位について説明する。

【0214】

一般に酸化タンゲステンが示すUPSスペクトルにおいて、最も大きく急峻な立ち上がりは一意に定まる。この立ち上がりの変曲点を通る接線を線(i)、その横軸との交点を点(iii)とする。これにより、酸化タンゲステンのUPSスペクトルは、点(iii)から高結合エネルギー側に位置する領域(ア)と、低結合エネルギー側(すなわちフェルミ面側)に位置する領域(イ)に分けられる。

【0215】

ここで、先の同様のXPS測定を用いて、サンプルA、Eとも、タンゲステン原子と酸素原子の数の比率がほぼ1:3であること確認した。具体的には、正孔注入層の表面から深さ数nmまでにおけるタンゲステンと酸素の組成比を見積もることにより行った。

【0216】

この比率より、サンプルA、Eのいずれにおいても、正孔注入層は少なくとも表面から深さ数nm以内の範囲において、三酸化タンゲステンを基本とする原子配置を基本構造(詳細は次項で述べる)に持つと考えられる。したがって、図16における領域(ア)は、上記基本構造に由来する占有準位であり、いわゆる価電子帯に対応する領域である。なお、本願発明者は正孔注入層のX線吸収微細構造(XAFS)測定を行い、サンプルA、Eのいずれにおいても、上記基本構造が形成されていることを確認した。

【0217】

したがって、図16における領域(イ)は、価電子帯と伝導帯の間のバンドギャップに対応するが、本UPSスペクトルが示すように、酸化タンゲステンにはこの領域にも、価電子帯とは別の占有準位が存在することがあることが知られている。これは上記基本構造とは異なる別の構造に由来する準位であり、いわゆるバンドギャップ間準位(in-gap stateあるいはgap state)である。

【0218】

続いて図17に、サンプルA、Eにおける各正孔注入層の、領域(イ)におけるUPSスペクトルを示す。図17に示すスペクトルの強度は、図16における点(iii)よりも3~4eVほど高結合エネルギー側に位置するピーク(ii)のピークトップの値で規格化した。図17にも図16の点(iii)と同じ横軸位置に点(iii)を示している。横軸は点(iii)を基準とした相対値(相対結合エネルギー)として表し、左から右(フェルミ面側)に向かって結合エネルギーが低くなるように示している。

【0219】

10

20

30

40

50

図17に示されるように、サンプルAの正孔注入層では、点(i i i)からおおよそ3.6 eV低い結合エネルギーの位置から、点(i i i)からおおよそ1.8 eV低い結合エネルギーの位置までの領域に、ピークの存在が確認できる。このピークの明瞭な立ち上がり位置を図中に点(i v)で示した。このようなピークは、サンプルEでは確認できない。

#### 【0220】

このように、UPSスペクトルにおいて点(i i i)から1.8~3.6 eV程度低い結合エネルギーの領域内に隆起(ピークとは限らない)した構造を持つ酸化タングステンを、正孔注入層として用いることにより、有機ELパネルにおいて優れたホール伝導効率が発揮できるようになっている。

10

#### 【0221】

ここで、当該隆起の程度が急峻であるほど、ホール注入効率が高くなることが分かっている。したがって、図17に示すように、点(i i i)から2.0~3.2 eV程度低い結合エネルギーの領域は、比較的当該隆起構造を確認しやすく、かつ、その隆起が比較的急峻である領域として、特に重要であると言える。

#### 【0222】

( $W^{5+}/W^{6+}$ の値と駆動電圧の関係)

図18は酸化タングステン膜表面の構造を説明するための図である。ここでは酸化タングステンとして三酸化タングステン( $WO_3$ )を例に挙げて説明する。図18に示すように、酸化タングステンの単結晶は、酸素原子がタングステン原子に対し8面体配位で結合したルチル構造を基本構造に持つ。なお、図18では、単純化のために三酸化タングステン単結晶をルチル構造で示しているが、実際は歪んだルチル構造である。

20

#### 【0223】

図18に示すように、結晶内部においてタングステン原子が酸素原子で終端されているが、結晶粒界においては終端酸素原子(b)とそれに囲まれた終端されていないタングステン原子(a)が存在すると考えられる。非特許文献(I. N. Yakovkin et al., Surface Science 601, 1481 (2007).)では、第一原理計算により、結晶粒界の全てのタングステン原子が酸素原子で終端されるよりも、図18のように周期的に一部のタングステン原子(a)が終端されない構造の方がエネルギー的に安定すると開示されている。この理由として、結晶粒界の全てのタングステン原子が酸素原子で終端されると終端酸素原子同士の電気的な斥力が大きくなり、かえって不安定化するからであると報告している。つまり、結晶粒界においては、表面に酸素欠陥に類する構造(a)がある方が安定するのである。

30

#### 【0224】

ここでは、酸素原子で終端されているタングステン原子、すなわち、酸素欠陥に類する構造(a)を有しないタングステン原子が6個タングステン原子に対応している。一方、酸素原子で終端されていないタングステン原子、すなわち、酸素欠陥に類する構造(a)を有するタングステン原子が5個タングステン原子(5個以上6個未満も含む)に対応している。

#### 【0225】

5個タングステン原子は、8面体配位している酸素原子の1つがなくなることによって非共有電子対を有する構造を有していると思われる。つまり、5個タングステン原子は自身が持つ非共有電子対をホールに供与し、それにより当該電子を供与した5個タングステン原子はホールを有することになると考えられる。正孔注入層に印加されたバイアス電圧によって、5個タングステン原子に存在する非共有電子対の供与が連続的に生じることで、ホールは低い電位方向に、電子は高い電位方向に移動し、ホール伝導が生じると考えられる。よって、サンプルAのように $W^{5+}/W^{6+}$ の値が高い、すなわち、5個タングステン原子の比率が高い正孔注入層ではホール伝導経路が多く、低電圧でのホール伝導により低電圧駆動が実現し、結果として有機ELパネルにおいて優れたホール伝導効率が発揮できるようになっている。

40

50

## 【0226】

また、サンプルC、Dにおいては、 $W^{5+} / W^{6+}$ の値がサンプルAほど高くはないが、3.2%程度であっても良好なホール伝導が生じていることも確認された。

## 【0227】

(正孔注入層5におけるタングステンの微細構造について)

正孔注入層5を構成する酸化タングステン膜には、ナノクリスタル構造が存在している。このナノクリスタル構造は、成膜条件の調整により形成されるものである。詳細を以下に述べる。

## 【0228】

表1で示した成膜条件A、B、C、D、Eで成膜した酸化タングステン膜における、ナノクリスタル構造の存在を確認するために、透過電子顕微鏡(TEM)観察実験を行った。

10

## 【0229】

TEM観察用のサンプルにおける酸化タングステン層は、表1に示す条件にてDCマグネトロンスパッタ装置を用い、反応性スパッタ法で成膜した。当該サンプルの構成としては、ガラス上に成膜されたITO導電性基板の上に、厚さ30nmの正孔注入層を前記の反応性スパッタ法により成膜した。以降、成膜条件A、B、C、D、Eで作製したTEM観察用サンプルを、それぞれサンプルA、サンプルB、サンプルC、サンプルD、サンプルEと称する。なお、TEM観察は、先のXPS測定により、サンプルA、B、C、Dに5価タングステン原子が含まれていることを確認した上でを行っている。

20

## 【0230】

ここで、一般にTEM観察は、観察する面に対する厚みを薄片化し観察を行う。本実施の形態での薄片化は、酸化タングステン膜における断面からの深さ方向の厚みを、収束イオンビーム(FIB)装置を用いてサンプル加工し、100nm程度の薄片化とした。FIB加工とTEM観察の条件は以下の通りである。

## 【0231】

(FIB加工条件)

使用機器：Quanta 200 (FEI社製)

加速電圧：30kV (最終仕上げ5kV)

薄片膜厚：~50nm

30

(TEM観察条件)

使用機器：トプコンEM-002B (トプコンテクノハウス社製)

観察方法：高分解能電子顕微鏡法

加速電圧：200kV

図19に、サンプルA、B、C、D、Eの正孔注入層断面のTEM観察写真を示す。写真のスケールは、写真内に記載したスケールバーに従い、TEM写真の表示サイズは560×560ピクセルで表示している。また、図19で示すTEM観察写真は、黒暗部から薄明部までを256階調に平均分割し表示している。

## 【0232】

図19に示すTEM写真から、サンプルA、B、C、Dにおいては部分的に明部が同方向に配列していることにより、規則的に配列した線状構造が確認される。この線状構造は、TEM写真中の縮尺より、およそ1.85~5.55の間隔で配列していることがわかった。

40

## 【0233】

一方で、サンプルEにおいては明部が不規則に分散しており、規則的に配列した線状構造は確認されなかった。TEM写真において、上記の線状構造がある領域は、酸化タングステンの一つのナノクリスタルを表しており、TEM写真より、サンプルA、B、C、Dでは酸化タングステンのナノクリスタル構造の形成が確認された。一方、サンプルEにおいてはナノクリスタル構造の形成は確認されなかった。

## 【0234】

50

図19のサンプルAのTEM写真において、ナノクリスタルの任意の1つを白線枠にて図示した。なお、この輪郭線は正確なものではなく、あくまで例示である。というのは、実際には、TEM写真に写っているのは最表面だけではなく、下層の様子も写り込んでいるため、正確な輪郭を特定することが困難であるからである。サンプルAにおいて白線枠にて図示している一のナノクリスタルの大きさは、おおよそ3~10nm程度である。

#### 【0235】

(注入されたホールのホール伝導に関する考察)

上述しているように、酸化タングステンの単結晶は酸素原子がタングステン原子に対し8面体配位で結合した、歪んだルチル構造を基本構造としていると考えられる。このルチル構造が秩序性を持たずに膜化した場合はアモルファス構造となり、ルチル構造が秩序性を持って膜化した場合はナノクリスタル構造になると考えられる。

10

#### 【0236】

酸化タングステン膜に5価タングステン原子が存在している場合、タングステン原子に対して8面体配位している酸素原子の1つがなくなることによって、タングステン原子は非共有電子対を有する構造をしていると思われる。つまり、5価タングステン原子は自身が持つ非共有電子対を、ホールを有するタングステン原子に供与し、非共有電子対を供与した5価タングステン原子はホールを有することになると考えられる。正孔注入層に印加されたバイアス電圧によって、5価タングステン原子に存在する非共有電子対の供与が連続的に生じることで、ホールは低い電位方向に、電子は高い電位方向に移動し、ホール伝導が生じると考えられる。よって、5価タングステン原子が多く含まれるほど、ホール伝導に寄与するタングステン原子が多く存在することになり、ホール伝導効率は向上する。しかし、5価タングステン原子を多く含んでいることが、ホール伝導性が向上する必要十分条件とはならない。この理由について図20を用いて説明する。

20

#### 【0237】

図20(b)は、ホッピング伝導によりホール110が伝導される様子の概念図であり、アモルファス構造の場合におけるホール110の伝導を示す図である。アモルファス構造では、同図において、111で示した部分はルチル構造が秩序性を持つ結晶質の部分(偏析した結晶111)であり、偏析した結晶111の表面には5価タングステン原子が多く存在する。一方、偏析した結晶111以外の領域112においてはルチル構造が秩序性を持たず、アモルファス部分となっており、5価タングステン原子は偏析した結晶111の表面ほど多くは存在しない。アモルファス構造においては、偏析した結晶111の表面に5価タングステン原子が存在しているものの、5価タングステン原子と近接する他の5価タングステン原子の間は各々のタングステン原子の軌道の重なりがない為に、各々の5価タングステン原子間をホール110がホッピングすることによってホールが伝導すると思われる。つまり、アモルファス構造の場合、5価タングステン原子間の距離が長く、ホール伝導部位となり得る5価タングステン原子間でのホールの授受には、5価タングステン原子間に非常に高い電圧を印加する必要があるが生じ素子としての駆動電圧も高電圧化する。

30

#### 【0238】

一方、図20(a)は、ナノクリスタルの表面を介してホール110が伝導される様子の概念図であり、ナノクリスタル構造の場合におけるホール110の伝導を示す図である。ナノクリスタル構造では、同図に示すように、ルチル構造が秩序性を持って存在しているため、膜全体が微細な結晶質となっており、ホール伝導様式はアモルファス膜の場合とは異なる。前述したように、5価タングステン原子が存在するのはナノクリスタル109同士の表面部分であり、この表面部分がホール伝導部となる。ナノクリスタル構造では、このホール伝導部となる表面部分がつながりを有していることによって低い電圧でホール110が伝導できると考えられる。

40

#### 【0239】

以上説明したように、良好なホール伝導性をもつ金属酸化物膜の構造としては、(1)ホール伝導部となる部分が存在すること、および、(2)結晶粒界となる部分を増やすことにより、ホール伝導に寄与する電子軌道の重なりを形成することが必要であると考ら

50

れる。すなわち、(1)金属元素自身が取り得る最大価数より低い価数の状態の金属元素が存在し、(2)ナノクリスタル構造となるような金属酸化物膜が、ホール伝導に好適な構造と言える。

#### 【0240】

次に、低価数を含むナノクリスタルの結晶性の酸化タングステンが低電圧駆動を実現することの要因がホール伝導性の向上による効果が支配的である点について述べる。正孔注入層5は、透明導電層4と正孔注入層5の界面で形成されるホール注入障壁及び、正孔注入層5と正孔輸送層7の界面で形成されるホール注入障壁の低減によっても駆動電圧の低減を図ることが可能である。本検討においては、ホール注入特性の異なる表4に示すBPD-D、BPD-Eと同じ正孔注入層203で作製した酸化タングステン膜についてUPS測定を用いてホール伝導エネルギー値の解析を行った。BPD-D、BPD-Eは図13に示すように電流密度 $10\text{ mA/cm}^2$ においては、おおよそ2V程度の駆動電圧の違いが確認されたが、UPSによるホール伝導エネルギー値の違いはなかった。すなわち、BPD-D、BPD-Eのホール注入電圧の違いは、陽極202と正孔注入層203の界面で形成されるホール注入障壁及び、正孔注入層203と正孔輸送層204の界面で形成されるホール注入障壁の違いによって形成されるのではなく、前述の正孔注入層203の膜構造に起因するものであることを確認した。

#### <表示装置100の全体構成>

本実施の形態に係る表示装置100について説明する。図21は、本実施の形態の表示装置100の外観を例示した図である。図22は、表示装置100の全体構成を模式的に示すブロック図である。

#### 【0241】

図22に示すように、表示装置100は、有機ELパネル10と、これに接続された駆動制御部20とを有し構成されている。有機ELパネル10は、有機材料の電界発光現象を利用したトップエミッション型の有機ELパネルである。

#### 【0242】

また、駆動制御部20は、4つの駆動回路21~24と制御回路25とから構成されている。

#### 【0243】

なお、実際の表示装置100では、有機ELパネル10に対する駆動制御部20の配置については、これに限られない。

#### 【0244】

以上のように本実施の形態によれば、有機ELパネル10において、正孔輸送層7及び有機発光層8は、R、G、B各色ともに厚みが等しい範囲にあり、正孔注入層5で膜厚調整している。この正孔注入層5は、酸化タングステン $\text{WO}_x$ を含む金属酸化物のみから構成され、R、G、B各色の厚みが5nm以上40nm以下である。

#### 【0245】

これにより、所定の電流密度を得るための駆動電圧をほぼ一定にできるため、有機発光層8で膜厚調整した場合に比べ、駆動電圧を低減することができる。

#### 【0246】

また、有機ELパネル10では、R、G、B各色の第1機能層の膜厚は、36nm以上69nm以下であり、R、G、B各色における有機発光層8から陽極3までの光学的な距離は、72nm以上131nm以下である。

#### 【0247】

これにより、有機発光層8の膜厚を調整して得られる光取り出し効率と同等の光取り出し効率を達成することができる。

#### 【0248】

このように、有機ELパネル10では、有機発光層8の膜厚で光取り出し効率を調整した場合と同等の光取り出し効率を実現しつつ、駆動電圧を低減することができる。

#### 【0249】

10

20

30

40

50

さらに、色度についても、有機発光層 8 の膜厚を調整した場合と同等の色度が実現できる。

【0250】

また、正孔注入層の R、G、B の各膜厚で光取り出し効率を調整することにより、駆動電圧に対する依存性の高い有機発光層 8 及び正孔輸送層 7 を最大限薄膜化することができる。

【0251】

以上、本発明に係る有機ELパネル 10 について、実施の形態に基づいて説明したが、本発明は上記実施の形態に限られないことは勿論である。

(1) 上記実施の形態では、正孔注入層は、R、G、B 毎に厚みが異なっていたが、これに限らず、少なくとも 1 色について他の色と厚みが異なっていればよい。例えば、R と G とが同じ膜厚で、B のみ膜厚が異なる構成としてもよい。

(2) 上記実施の形態では、正孔注入層は、遷移金属の酸化物を含む金属酸化物のみから形成されるとしたが、酸化タンゲステンのみから構成されるとしてもよい。

(3) 上記実施の形態では、表示装置を例に挙げて説明したが、これに限らず、上記有機ELパネルを発光装置に適用することも可能である。

【産業上の利用可能性】

【0252】

本発明は、例えば、家庭用もしくは公共施設、あるいは業務用の各種表示装置、テレビジョン装置、携帯型電子機器用ディスプレイ等に利用可能である。

【符号の説明】

【0253】

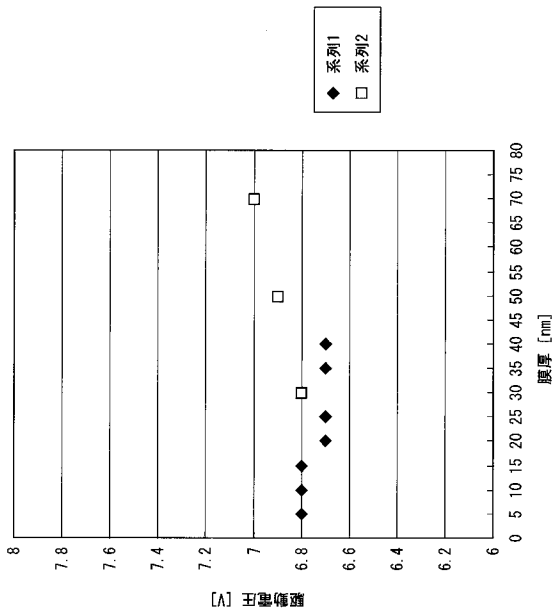
1	TFT基板
2	層間絶縁膜
3	陽極
4	透明導電層
5	正孔注入層
6	バンク
7	正孔輸送層
8	有機発光層
9	電子輸送層
10	有機ELパネル
11	陰極
12	封止層
20	駆動制御部
21 - 24	駆動回路
25	制御回路
100	表示装置

10

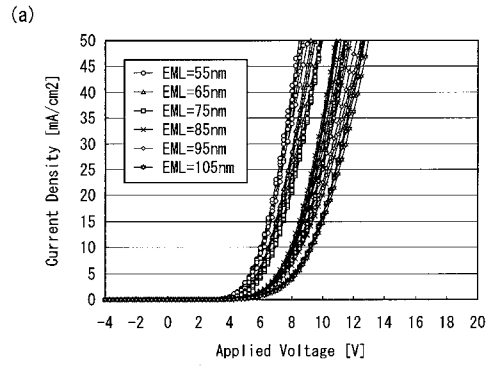
20

30

【 図 1 】



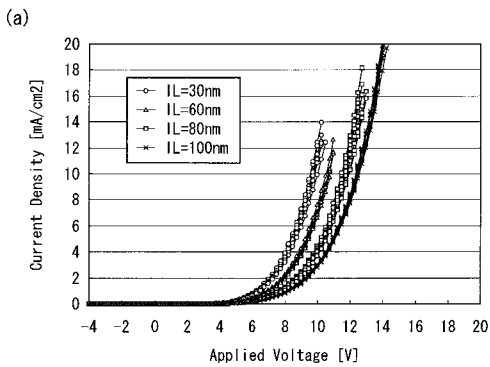
【 図 2 】



(b)

EML膜厚 (nm)	55	65	75	85	95	105
駆動電圧 (V) @10mA	6.0	6.6	6.8	8.1	8.3	9.4

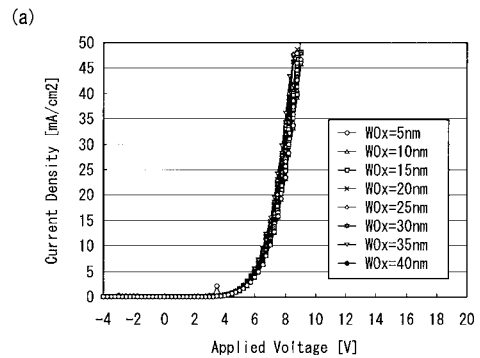
【 図 3 】



(b)

IL膜厚 (nm)	30	60	80	100
駆動電圧 (V) @10mA	9.6	10.5	11.5	12.3

【 図 4 】



(b)

W0x膜厚 (nm)	5	10	15	20	25	30	35	40
駆動電圧 (V) @10mA	6.8	6.8	6.8	6.7	6.7	6.8	6.7	6.7

【 図 5 】

(a)

比較例 1	膜圧 [nm]	R			G			B					
		電子輸送層	有機発光層	正孔輸送層	正孔注入層	透明導電層	電子輸送層	有機発光層	正孔輸送層	正孔注入層	透明導電層		
		30	80	10	5	16	30	80	10	5	16		
		7.9	41	2.2	(0.67, 0.33)			(0.28, 0.66)			(0.13, 0.074)		
		6.1	8.2	6.2	2.98			5.06			19.07		
		27.11			21.77			81.08					
実施例 1-1	膜圧 [nm]	R			G			B					
		電子輸送層	有機発光層	正孔輸送層	正孔注入層	透明導電層	電子輸送層	有機発光層	正孔輸送層	正孔注入層	透明導電層		
		30	40	10	38	16	30	40	10	38	16		
		64	122	40	69	131	58	113	37	59	81		
		9.3	4.4	2.2	(0.67, 0.33)			(0.29, 0.66)			(0.13, 0.074)		
		4.4	4.9	5.4	2.39			4.07			15.31		
		21.77			81.08			22.15					
実施例 1-2	膜圧 [nm]	R			G			B					
		電子輸送層	有機発光層	正孔輸送層	正孔注入層	透明導電層	電子輸送層	有機発光層	正孔輸送層	正孔注入層	透明導電層		
		35	40	15	38	16	35	40	15	38	16		
		69	131	39	69	131	59	122	37	59	81		
		9.3	4.4	2.2	(0.67, 0.33)			(0.29, 0.66)			(0.13, 0.074)		
		4.6	5.1	5.6	2.43			4.14			15.58		
		22.15			82.50			22.15					

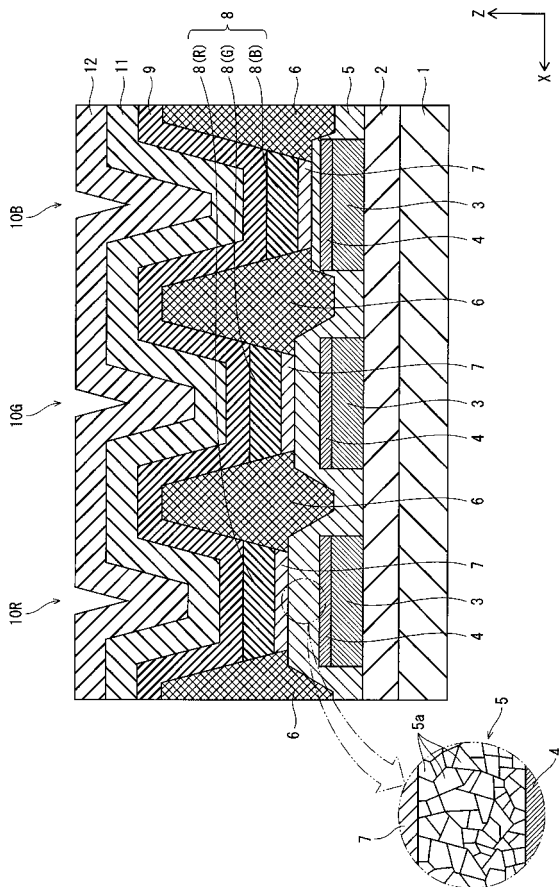
(b)

屈折率	R			G			B			
	電子輸送層	有機発光層	正孔輸送層	正孔注入層	透明導電層	電子輸送層	有機発光層	正孔輸送層	正孔注入層	透明導電層
	1.84	1.74	1.72	1.93	1.98	1.78	1.69	1.74	1.98	2.04
	1.76	1.84	1.83	2.03	2.10	1.76	1.84	1.83	2.03	2.10

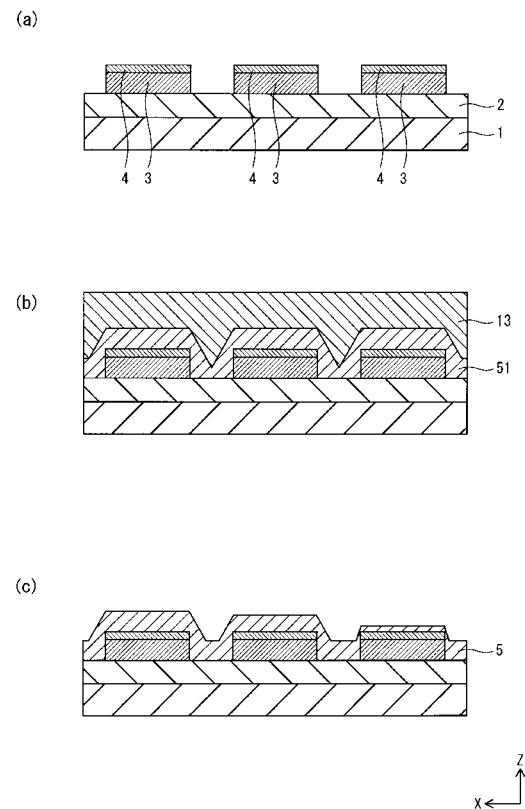
【 図 6 】

比較例 2	膜圧 [nm]	R			G			B					
		電子輸送層	有機発光層	正孔輸送層	正孔注入層	透明導電層	電子輸送層	有機発光層	正孔輸送層	正孔注入層	透明導電層		
		30	80	10	5	16	30	80	10	5	16		
		7.9	41	2.2	(0.67, 0.33)			(0.28, 0.66)			(0.13, 0.074)		
		6.1	8.2	6.2	12.66			20.91			67.43		
		101.00			81.08			82.50					
実施例 2-1	膜圧 [nm]	R			G			B					
		電子輸送層	有機発光層	正孔輸送層	正孔注入層	透明導電層	電子輸送層	有機発光層	正孔輸送層	正孔注入層	透明導電層		
		30	40	10	38	16	30	40	10	38	16		
		64	122	40	69	131	58	113	37	59	81		
		9.3	4.4	2.2	(0.67, 0.33)			(0.29, 0.66)			(0.13, 0.074)		
		4.4	4.9	5.4	10.16			16.78			54.13		
		81.08			82.50			82.50					
実施例 2-2	膜圧 [nm]	R			G			B					
		電子輸送層	有機発光層	正孔輸送層	正孔注入層	透明導電層	電子輸送層	有機発光層	正孔輸送層	正孔注入層	透明導電層		
		35	40	15	38	16	35	40	15	38	16		
		69	131	39	69	131	59	122	37	59	81		
		9.3	4.4	2.2	(0.67, 0.33)			(0.29, 0.66)			(0.13, 0.074)		
		4.6	5.1	5.6	10.34			17.08			55.08		
		82.50			82.50			82.50					

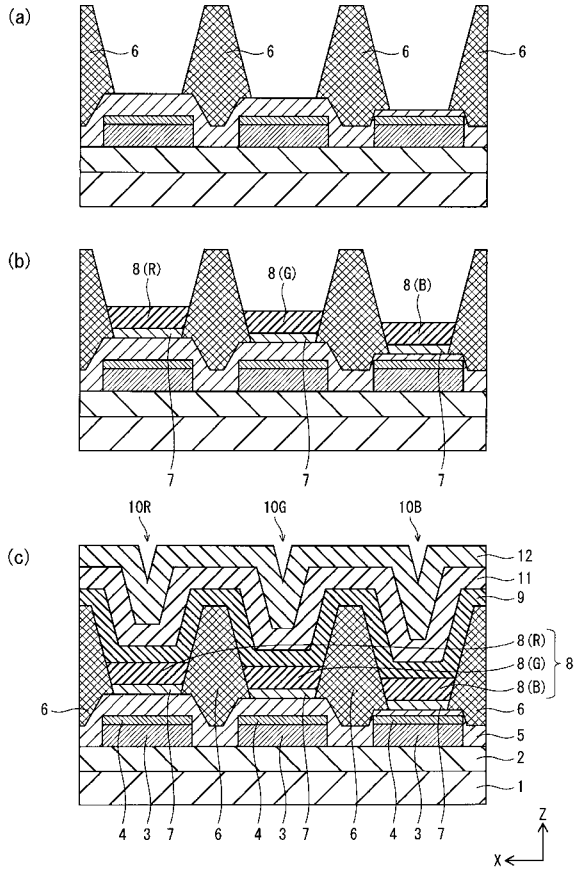
【 図 7 】



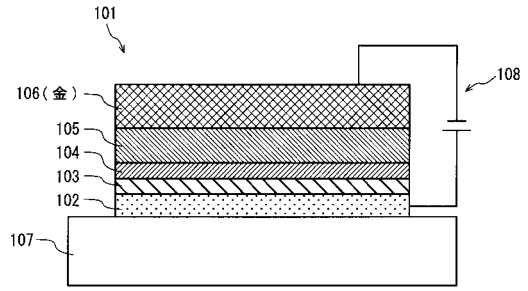
【 図 8 】



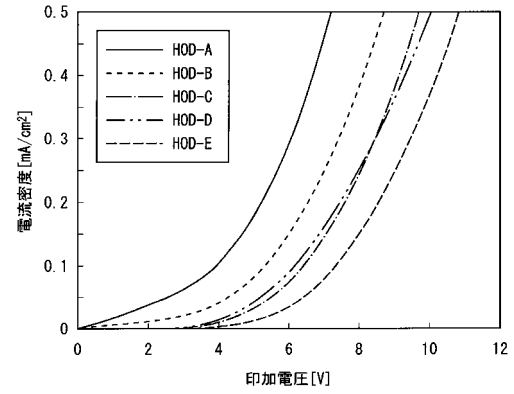
【図 9】



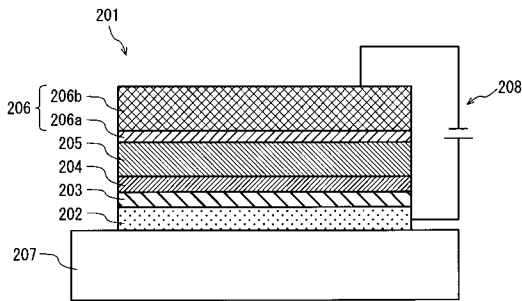
【図 10】



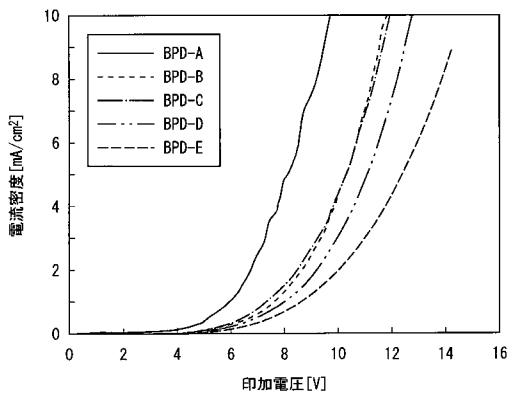
【図 11】



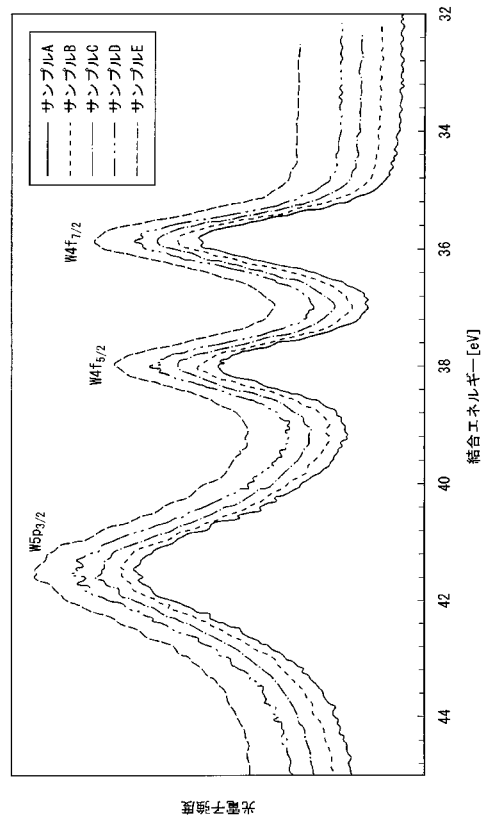
【図 12】



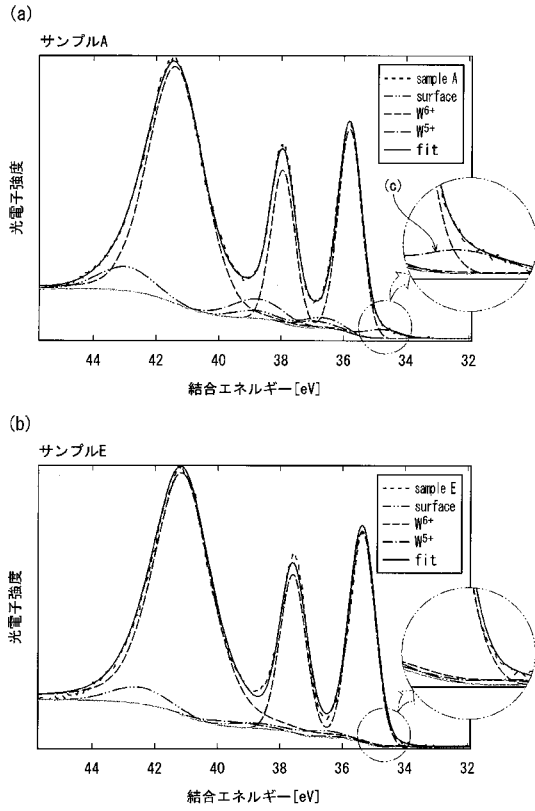
【図 13】



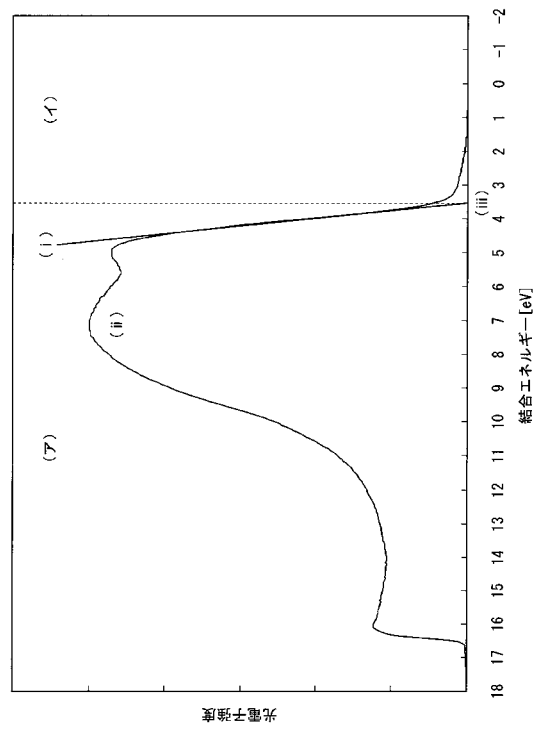
【図 14】



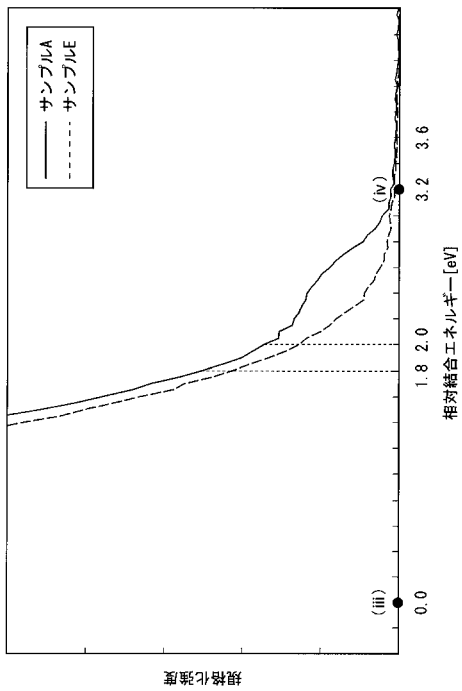
【 図 1 5 】



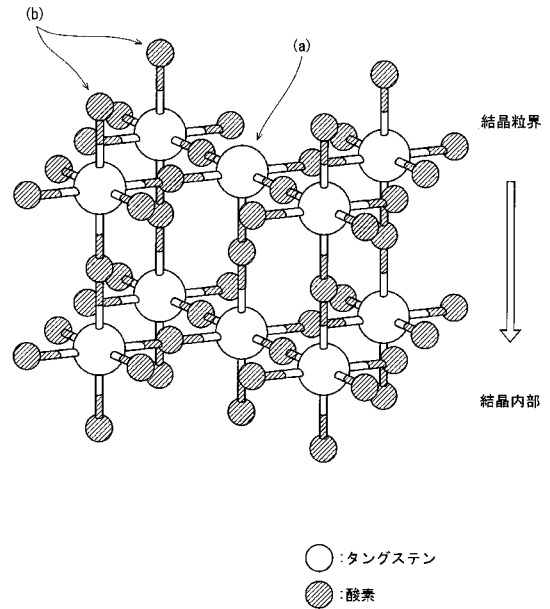
【 図 1 6 】



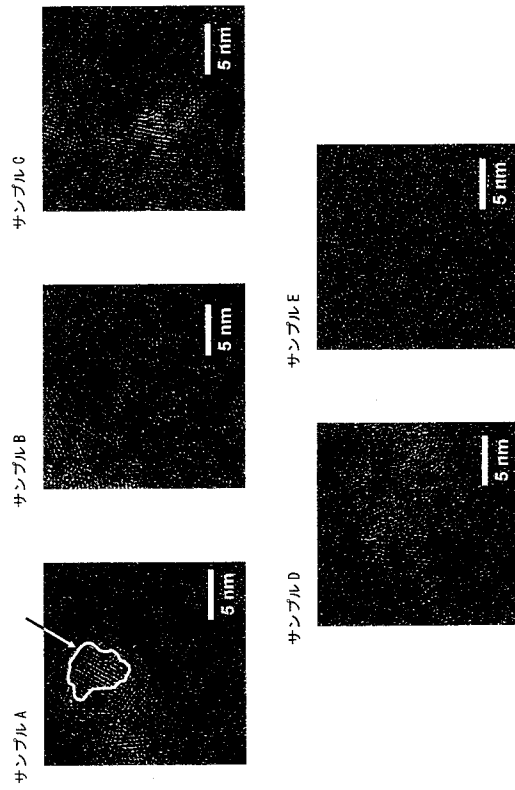
【 図 1 7 】



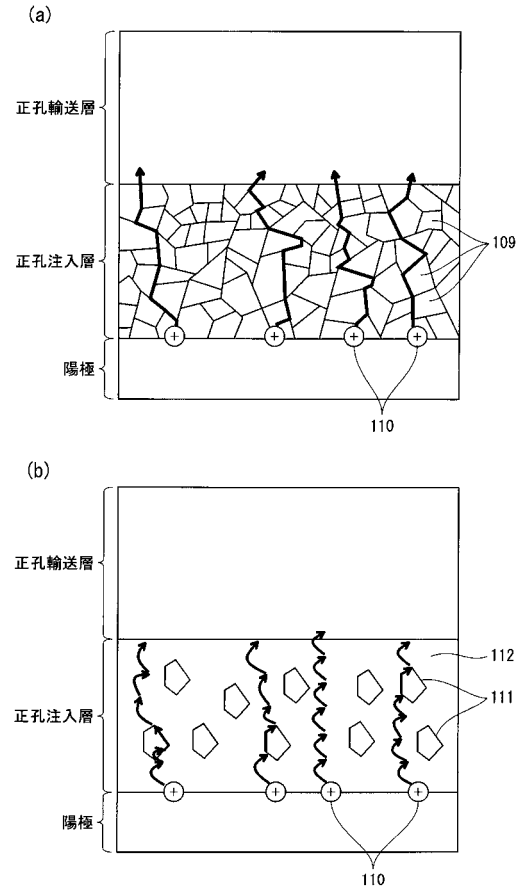
【 図 1 8 】



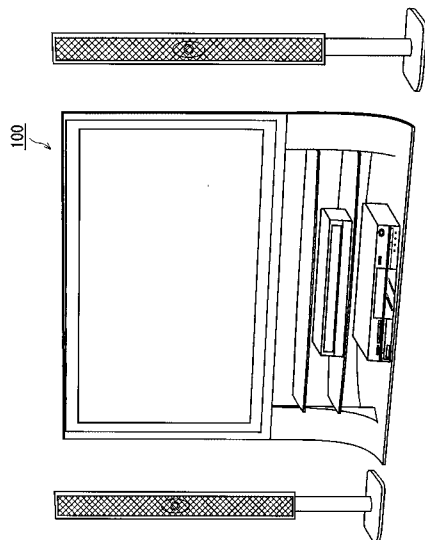
【 図 1 9 】



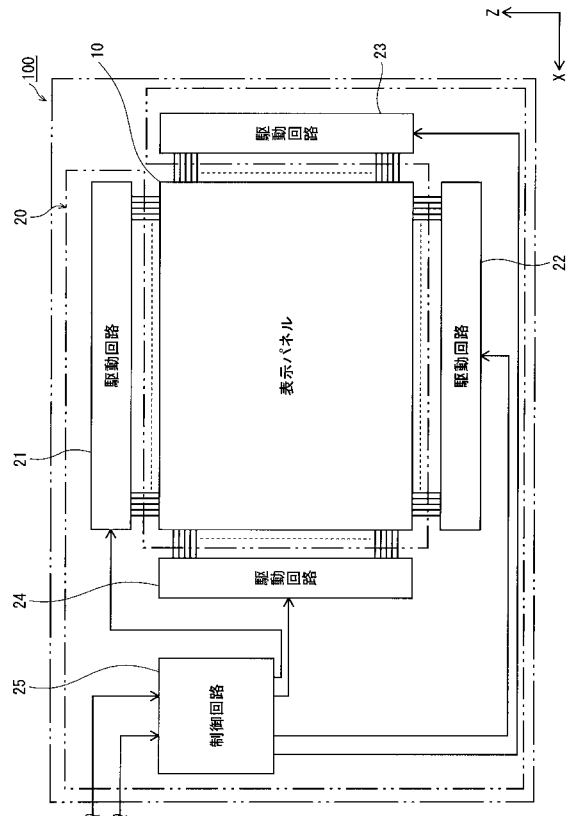
【 図 2 0 】



【 図 2 1 】



【 図 2 2 】



## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2010/006928
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> H01L51/50(2006.01)i, G09F9/30(2006.01)i, H01L27/32(2006.01)i, H05B33/10(2006.01)i, H05B33/12(2006.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L51/50, G09F9/30, H01L27/32, H05B33/10, 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 1996-2011 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-10670 A (Panasonic Corp.), 14 January 2010 (14.01.2010), paragraphs [0037], [0052] to [0063], [0071] to [0074]; fig. 1 (Family: none)	1-29
A	JP 2010-103374 A (Panasonic Corp.), 06 May 2010 (06.05.2010), paragraphs [0038] to [0063], [0099] to [0113], [0074], [0079], [0090]; fig. 1 & US 2010/0102310 A & US 2010/0102310 A1	1-29
A	WO 2010/092795 A1 (Panasonic Corp.), 19 August 2010 (19.08.2010), paragraphs [0023] to [0067], [0082] & WO 2010/092797 A & WO 2010/092795 A1	1-29
<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 03 February, 2011 (03.02.11)		Date of mailing of the international search report 15 February, 2011 (15.02.11)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/006928

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-44103 A (Sumitomo Chemical Co., Ltd.), 26 February 2009 (26.02.2009), claims 1 to 8; paragraphs [0010] to [0063] & WO 2009/022554 A1	1-29
A	JP 2010-165461 A (Seiko Epson Corp.), 29 July 2010 (29.07.2010), paragraphs [0048] to [0054], [0065] to [0066]; fig. 4 (Family: none)	1-29
A	WO 2006/008987 A1 (Idemitsu Kosan Co., Ltd.), 26 January 2006 (26.01.2006), paragraphs [0028], [0045]; fig. 4 & EP 1768467 A1 & WO 2006/008987 A & WO 2006/008987 A1 & KR 10-2007-0044432 A & CN 1977568 A	1-29
A	JP 2010-108706 A (Seiko Epson Corp.), 13 May 2010 (13.05.2010), paragraphs [0045] to [0050] (Family: none)	1-29

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2010/006928									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H01L51/50(2006.01)i, G09F9/30(2006.01)i, H01L27/32(2006.01)i, H05B33/10(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 (IPC)) Int.Cl. H01L51/50, G09F9/30, H01L27/32, H05B33/10, 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2011年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2011年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2011年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2011年	日本国実用新案登録公報	1996-2011年	日本国登録実用新案公報	1994-2011年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2011年										
日本国実用新案登録公報	1996-2011年										
日本国登録実用新案公報	1994-2011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									
A	JP 2010-10670 A (パナソニック株式会社) 2010.01.14, 段落【0037】、【0052】-【0063】、【0071】-【0074】、【図1】 (ファミリーなし)	1-29									
A	JP 2010-103374 A (パナソニック株式会社) 2010.05.06, 段落【0038】-【0063】、【0099】-【0113】、【0074】、【0079】、【0090】、 【図1】 & US 2010/0102310 A & US 2010/0102310 A1	1-29									
<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		の日の後に公表された文献									
「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		「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									
「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		「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									
「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)		「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									
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献									
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願											
国際調査を完了した日 03.02.2011		国際調査報告の発送日 15.02.2011									
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) 濱野 隆	20 4844								
		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 6 9 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
A	WO 2010/092795 A1 (パナソニック株式会社) 2010.08.19, 段落 [0023] - [0067], [0082] & WO 2010/092797 A & WO 2010/092795 A1	1-29
A	JP 2009-44103 A (住友化学株式会社) 2009.02.26, 【請求項 1】 - 【請求項 8】, 段落 【0010】 - 【0063】 & WO 2009/022554 A1	1-29
A	JP 2010-165461 A (セイコーエプソン株式会社) 2010.07.29, 段落 【0048】 - 【0054】, 【0065】 - 【0066】, 【図 4】 (ファミリーなし)	1-29
A	WO 2006/008987 A1 (出光興産株式会社) 2006.01.26, 段落 【0028】, 【0045】, 【図 4】 & EP 1768467 A1 & WO 2006/008987 A & WO 2006/008987 A1 & KR 10-2007-0044432 A & CN 1977568 A	1-29
A	JP 2010-108706 A (セイコーエプソン株式会社) 2010.05.13, 段落 【0045】 - 【0050】 (ファミリーなし)	1-29

## 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 33/22 B  
 H 0 5 B 33/10

(74)代理人 100148194

弁理士 小林 義周

(72)発明者 山田 隆太

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 倉田 恵子

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 藤村 慎也

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 藤田 浩史

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 塚本 義朗

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 小松 隆宏

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 大内 暁

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 CC12 CC42 DD10 DD23 DD24 DD27  
 DD58 DD70 DD72 DD78 DD84 DD87 FF06 FF15 FF16 FF19  
 GG04 GG05 GG08 GG12 GG28

(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EL面板，有机EL面板的制造方法，使用有机EL面板的有机发光装置以及使用有机EL面板的有机显示装置		
公开(公告)号	<a href="#">JPWO2012073269A1</a>	公开(公告)日	2014-05-19
申请号	JP2012546565	申请日	2010-11-29
[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	山田隆太 倉田惠子 藤村慎也 藤田浩史 塚本義朗 小松隆宏 大内暁		
发明人	山田 隆太 倉田 惠子 藤村 慎也 藤田 浩史 塚本 義朗 小松 隆宏 大内 暁		
IPC分类号	H01L51/50 H05B33/26 H05B33/12 H05B33/10		
CPC分类号	H01L27/32 H01L27/3211 H01L51/5056 H01L51/5088 H01L51/5265 H01L51/56 H01L2251/558 H05B33/22		
FI分类号	H05B33/22.C H05B33/14.A H05B33/26.Z H05B33/12.B H05B33/22.D H05B33/22.B H05B33/10		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC05 3K107/CC06 3K107/CC12 3K107/CC42 3K107/DD10 3K107/DD23 3K107/DD24 3K107/DD27 3K107/DD58 3K107/DD70 3K107/DD72 3K107/DD78 3K107/DD84 3K107/DD87 3K107/FF06 3K107/FF15 3K107/FF16 3K107/FF19 3K107/GG04 3K107/GG05 3K107/GG08 3K107/GG12 3K107/GG28		
代理人(译)	中岛四郎 川端弘治 木村浩一 土田由纪夫 小林 義周		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

#### 摘要(译)

有机EL面板10具有第一功能，其包括阳极3，阴极11，有机发光层8(R)，8(G)，8(B)，空穴注入层5和空穴传输层7。和层。空穴注入层仅由含有氧化钨的金属氧化物构成，R，G，B各自的厚度为5nm以上且40nm以下，至少一种颜色具有与其他颜色不同的厚度，空穴传输层在R，G，B的每种颜色中具有相等的厚度，并且有机发光层在R，G，B的每种颜色中具有相等的厚度。

[FIG. 7]

