

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-100938

(P2011-100938A)

(43) 公開日 平成23年5月19日(2011.5.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 51/50 (2006.01)	H O 5 B 33/14 B	3 K 1 0 7
H O 5 B 33/26 (2006.01)	H O 5 B 33/26 Z	
	H O 5 B 33/22 C	
	H O 5 B 33/22 A	

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2009-256281 (P2009-256281)	(71) 出願人	000004628
(22) 出願日	平成21年11月9日 (2009.11.9)		株式会社日本触媒
			大阪府大阪市中央区高麗橋4丁目1番1号
		(74) 代理人	100075409
			弁理士 植木 久一
		(74) 代理人	100115082
			弁理士 菅河 忠志
		(74) 代理人	100125243
			弁理士 伊藤 浩彰
		(74) 代理人	100129757
			弁理士 植木 久彦
		(72) 発明者	森井 克行
			大阪府吹田市西御旅町5番8号 株式会社
			日本触媒内
		Fターム(参考)	3K107 AA02 BB01 CC43 DD17 DD46X DD60

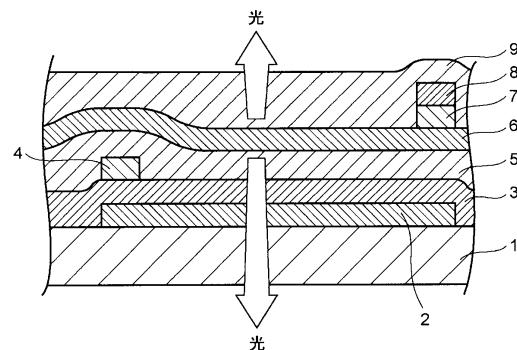
(54) 【発明の名称】 有機発光素子、該有機発光素子を用いた表示装置、及び電子機器

(57) 【要約】

【課題】従来の有機発光素子の性能を損なうことなく一層薄型化された有機発光素子を実現し、この有機発光素子を用いてフレキシブル（折り曲げ可能）な表示装置、およびこれを用いた電子機器を提供することを目的とする。

【解決手段】基板1と、基板1上に形成されたゲート電極2と、ゲート電極2上に形成されたゲート絶縁膜3と、ゲート絶縁膜3上に形成された第1電極（ソース電極4）と、第1の電極上に形成された少なくとも1層の有機化合物層6と、有機化合物層6上に形成された第2電極（ドレイン電極8）とを有するものである。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板と、
 前記基板上に形成されたゲート電極と、
 前記ゲート電極上に形成されたゲート絶縁膜と、
 前記ゲート絶縁膜上に形成された第 1 電極と、
 前記第 1 電極上に形成された少なくとも 1 層の有機化合物層と、
 前記有機化合物層上に形成された第 2 電極と、
 を有する有機発光素子。

【請求項 2】

10

前記第 1 電極がソース電極であり、該ソース電極上であって前記有機化合物層の下に第 1 の金属酸化物層が形成され、前記第 2 電極がドレイン電極であり、前記有機化合物層上であって前記ドレイン電極の下に第 2 の金属酸化物層が形成されている請求項 1 に記載の有機発光素子。

【請求項 3】

前記基板の垂直方向からみて、前記ソース電極と前記ドレイン電極とが前記基板の水平方向に互いに離れて形成されている請求項 2 に記載の有機発光素子。

【請求項 4】

前記基板の垂直方向からみて、前記ソース電極と前記ドレイン電極との間の領域内に前記ゲート電極が形成されている請求項 3 に記載の有機発光素子。

20

【請求項 5】

前記基板の垂直方向からみて、前記ドレイン電極と前記ゲート電極が重なって形成されている請求項 3 に記載の有機発光素子。

【請求項 6】

前記基板の垂直方向からみて、前記ソース電極と前記ドレイン電極と前記ゲート電極が重なって形成されており、前記ソース電極の幅は、前記ドレイン電極の幅よりも狭く、かつ前記ゲート電極の幅よりも狭い請求項 2 に記載の有機発光素子。

【請求項 7】

前記第 1 の金属酸化物層が酸化亜鉛を含む請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の有機発光素子。

30

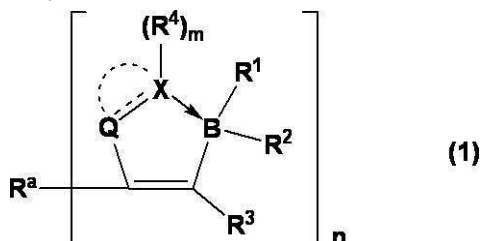
【請求項 8】

前記第 2 の金属酸化物層が酸化モリブデンを含む請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の有機発光素子。

【請求項 9】

前記有機化合物層が下記式 (1) で示されるホウ素化合物である請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の有機発光素子。

【化 1】



40

〔式中、 R^1 、 R^2 および R^3 は、同一または相異なり、置換基を有していてもよいアリール基または複素環基であるか、あるいは、 R^1 、 R^2 および R^3 のいずれか 2 個が互いに結合して環を形成しており； R^4 は水素原子または置換基であり； m は 0 ～ 2 の整数であり； m が 2 である場合、複数個存在する R^4 は同一または相異なり； Q は連結基であり

50

；Xは窒素原子、酸素原子、硫黄原子、リン原子またはセレン原子であり；点線の半円弧はQとXとが共通する環の一部であってもよいことを表し；QとXとの間の点線および実線は単結合または二重結合を表し；XからBに向かう矢印は配位結合を表し；R^aは水素または1～4価の有機骨格であり；nは1～4の整数であり；nが2～4の整数である場合、複数個存在するR¹、R²、R³、R⁴、m、Q、X、点線の半円弧、ならびに、QとXとの間の点線および実線は、各々、同一または相異なる]

【請求項10】

前記有機化合物層が高分子材料である請求項1～8のいずれかに記載の有機発光素子。

【請求項11】

前記高分子材料は、ポリフルオレンまたはその誘導体である請求項10に記載の有機発光素子。

10

【請求項12】

前記ソース電極は、仕事関数がインジウム酸化錫（ITO）と同等もしくはそれ以上の値を持つ材料を含む請求項2ないし11のいずれかに記載の有機発光素子。

【請求項13】

前記ソース電極がフッ素酸化錫（FTO）を含む請求項12に記載の有機発光素子。

【請求項14】

請求項1ないし13のいずれかに記載の有機発光素子を備えることを特徴とする表示装置。

【請求項15】

請求項14に記載の表示装置を備えることを特徴とする電子機器。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機発光素子、その有機発光素子を用いた表示装置、及び電子機器に関するものである。

【背景技術】

【0002】

陰極および陽極と、これらに挟まれる少なくとも一層の発光性有機化合物層（有機エレクトロルミネッセンス層）によって形成される有機エレクトロルミネッセンス（EL）素子（以下、「有機発光素子」と記載する。）は、無機EL素子に比べて印加電圧を大幅に低下させることができ、多彩な発光色の素子が作製可能である（例えば、非特許文献1～3、特許文献1～3参照）。

30

【0003】

また、この有機発光素子については既に様々な発光色の素子、また高輝度、高効率の素子が開発されており、表示装置の画素としての利用や光源としての利用など多種多様な実用化用途が検討されている。

【0004】

現在、より高性能な有機発光素子を得るため、材料の開発・改良をはじめ、様々なデバイス構造が提案されており、活発な研究が行われている（特許文献4参照）。

40

【0005】

図12は、下記特許文献4に記載されている従来の表示装置50の断面図である。表示装置50は、複数の有機発光素子51を有する層と、各々の有機発光素子51を駆動するスイッチング素子である薄膜トランジスタ52を有する層の二層を重ねることにより所謂1T1C（1トランジスタ1キャパシタ）構造を形成している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開平10-153967号公報

【特許文献2】特開平10-12377号公報

50

【特許文献 3】特開平 1 1 - 4 0 3 5 8 号公報

【特許文献 4】特開 2 0 0 7 - 5 3 2 8 6 号公報

【非特許文献】

【0 0 0 7】

【非特許文献 1】Appl.Phys.Lett.51(12),21 September 1987,p.913

【非特許文献 2】Appl.Phys.Lett.71(1),7 July 1997,p.34

【非特許文献 3】Nature 357,477 1992

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 8】

10

しかしながら従来の表示装置では、上述のように有機発光素子を有する層と薄膜トランジスタを有する層の二層が必要であるために、表示装置全体の薄型化には自ずと限界があった。

【0 0 0 9】

したがって本発明の目的は、従来の有機発光素子の性能を損なうことなく一層薄型化された有機発光素子を実現し、この有機発光素子を用いてフレキシブル（折り曲げ可能）な表示装置、およびこれを用いた電子機器を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0 0 1 0】

上記目的を達成し得た本発明の有機発光素子は、基板と、前記基板上に形成されたゲート電極と、前記ゲート電極上に形成されたゲート絶縁膜と、前記ゲート絶縁膜上に形成された第 1 電極と、前記第 1 電極上に形成された少なくとも 1 層の有機化合物層と、前記有機化合物層上に形成された第 2 電極とを有するものである。

20

【0 0 1 1】

このような構成により、スイッチング機能素子であるトランジスタを有機発光素子内に形成することができるため、表示装置の薄型化に有利である。

【0 0 1 2】

上記有機発光素子において、前記第 1 電極がソース電極であり、該ソース電極上であって前記有機化合物層の下に第 1 の金属酸化物層が形成され、前記第 2 電極がドレイン電極であり、前記有機化合物層上であって前記ドレイン電極の下に第 2 の金属酸化物層が形成されていることが望ましい。

30

【0 0 1 3】

このような構成により、有機発光素子を封止すること無しに安定かつ優れた発光効率を実現することが可能となる。

【0 0 1 4】

上記有機発光素子において、前記基板の垂直方向からみて、前記ソース電極と前記ドレイン電極とが前記基板の水平方向に互いに離れて形成されている態様とすることができる。

【0 0 1 5】

上記有機発光素子において、前記基板の垂直方向からみて、前記ソース電極と前記ドレイン電極との間の領域内に前記ゲート電極が形成されている。

40

【0 0 1 6】

ゲート電極を特定の領域内に配置することにより、隣接する発光箇所への影響を最小限に抑えることができる。

【0 0 1 7】

上記有機発光素子において、前記基板の垂直方向からみて、前記ドレイン電極と前記ゲート電極が重なって形成されている構成をとることが望ましい。

【0 0 1 8】

ドレイン電極とゲート電極を重ねることにより有機発光素子を小型化できるとともに、ゲート電極から発生する電界がソース電極に遮蔽されることなく整流に関与するという有

50

利な効果を発揮させることができる。

【 0 0 1 9 】

上記有機発光素子において、前記基板の垂直方向からみて前記ソース電極と前記ドレイン電極と前記ゲート電極が重なって形成されており、前記ソース電極の幅は、前記ドレイン電極の幅よりも狭く、かつ前記ゲート電極の幅よりも狭くすることが好ましい。

【 0 0 2 0 】

ソース電極、ドレイン電極、およびゲート電極を重ねることにより有機発光素子を小型化できるとともに、ゲート電極から発生する電界がソース電極に遮蔽される影響を小さくできるという有利な効果がある。

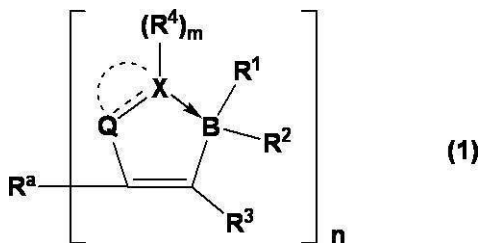
【 0 0 2 1 】

上記有機発光素子において、前記第 1 の金属酸化物層が酸化亜鉛を含む構成、或いは、前記第 2 の金属酸化物層が酸化モリブデンを含む構成とすることが望ましい。

【 0 0 2 2 】

上記有機発光素子において、前記有機化合物層を下記式 (1) で示されるホウ素化合物で構成することが望ましい。

【 化 1 】



【 0 0 2 3 】

[式中、 R^1 、 R^2 および R^3 は、同一または相異なり、置換基を有していてもよいアリール基または複素環基であるか、あるいは、 R^1 、 R^2 および R^3 のいずれか 2 個が互いに結合して環を形成しており； R^4 は水素原子または置換基であり； m は 0 ~ 2 の整数であり； m が 2 である場合、複数個存在する R^4 は同一または相異なり； Q は連結基であり； X は窒素原子、酸素原子、硫黄原子、リン原子またはセレン原子であり；点線の半円弧は Q と X とが共通する環の一部であってもよいことを表し； Q と X との間の点線および実線は単結合または二重結合を表し； X から B に向かう矢印は配位結合を表し； R^a は水素または 1 ~ 4 価の有機骨格であり； n は 1 ~ 4 の整数であり； n が 2 ~ 4 の整数である場合、複数個存在する R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 m 、 Q 、 X 、点線の半円弧、ならびに、 Q と X との間の点線および実線は、各々、同一または相異なる]

【 0 0 2 4 】

上記有機発光素子において、前記有機化合物層を高分子材料で構成することが望ましい。

【 0 0 2 5 】

上記有機発光素子において、前記高分子材料をポリフルオレンまたはその誘導体とすることが望ましい。

【 0 0 2 6 】

上記有機発光素子において、前記ソース電極は、仕事関数がインジウム酸化錫 (ITO) と同等もしくはそれ以上の値を持つ材料を含む構成とすることが望ましい。

【 0 0 2 7 】

上記有機発光素子において、前記ソース電極がフッ素酸化錫 (FTO) を含む構成とすることが望ましい。

【 0 0 2 8 】

上記目的を達成し得た本発明の表示装置および電子機器は、上記の本発明の有機発光素子を用いたものである。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 9 】

本発明によれば、従来の有機発光素子の性能を損なうことなく一層薄型化された有機発光素子を実現し、この有機発光素子を用いてフレキシブル（折り曲げ可能）な表示装置、およびこれを用いた電子機器を提供することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 0 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態 1 における有機発光素子の断面図である。

【 図 2 】 本発明の実施の形態 2 における有機発光素子の断面図である。

【 図 3 】 本発明の実施の形態 3 における有機発光素子の断面図である。

【 図 4 】 本発明の実施の形態 4 における有機発光素子の断面図である。

10

【 図 5 】 本発明の実施の形態 5 における有機発光素子の平面図である。

【 図 6 】 図 5 に示した有機発光素子の A - A 断面図である。

【 図 7 】 本発明の実施の形態 6 における有機発光素子の平面図である。

【 図 8 】 図 7 に示した有機発光素子の B - B 断面図である。

【 図 9 】 本発明の表示装置を適用した移動体通信端末機の構成を示す斜視図である。

【 図 1 0 】 本発明の表示装置を適用したモバイル型のパーソナルコンピュータの構成を示す斜視図である。

【 図 1 1 】 本発明の表示装置を適用した電子ペーパーの構成を示す図である。

【 図 1 2 】 従来の表示装置の断面図である。

【 発明を実施するための形態 】

20

【 0 0 3 1 】

以下、本発明の有機発光素子、表示装置および電子機器を図面に基づき説明する。

【 0 0 3 2 】

（実施の形態 1）

図 1 は、本発明の実施の形態 1 における有機発光素子の断面図である。

図 1 において、基板 1 上の所定の位置にパターンニングされたゲート電極 2、ゲート電極 2 上のゲート絶縁膜 3、ゲート絶縁膜 3 上にパターンニングされたソース電極 4、ソース電極 4 上の第 1 の金属酸化物層 5、第 1 の金属酸化物層 5 上の有機化合物層 6、有機化合物層 6 上にパターンニングされた第 2 の金属酸化物層 7 及びドレイン電極 8 がそれぞれ形成されている。実施の形態 1 における有機発光素子は、ドレイン電極 8 等の絶縁性を維持する観点で保護膜 9 によって覆われていてもよい。

30

【 0 0 3 3 】

図 1 の有機発光素子において、ゲート電極 2、ゲート絶縁膜 3、ソース電極 4、有機化合物層 6、及びドレイン電極 8 により 1 つのトランジスタが構成されている。有機化合物層 6 は、トランジスタの活性領域（チャネル層）として作用する。

【 0 0 3 4 】

また図 1 の有機発光素子において、電気伝導性のあるソース電極 4 と電気伝導性のあるドレイン電極 8 とが有機化合物層 6 を挟む構成を有しているので、これらが一種のキャパシタを構成している。ドレイン電極 8 には通常、正の電位が印加され、ソース電極 4 はドレイン電極 8 の電位に対して相対的に負の電位が印加される。ソース電極 4 とドレイン電極 8 との間の電位差が増大すればソース電極 4 とドレイン電極 8 との間の有機化合物層 6 に一定量以上の電荷が流れ、これに伴い有機化合物層 6 からの発光が観察される（図 1 の矢印参照）。

40

【 0 0 3 5 】

ソース電極 4 とドレイン電極 8 との間の電位差は、ゲート電極 2 に印加される電位によって制御される。ゲート電極 2 に印加される電位により有機化合物層 6 中に形成される空乏層の広さが制御される。これによってドレイン電極 8 からソース電極 4 に流れるドレイン電流量が調節できるため、ソース電極 4 とドレイン電極 8 との間の電位差が制御される。

【 0 0 3 6 】

50

本発明では、ソース電極 4 がトランジスタのソース電極の役割と有機発光素子（キャパシタ）の陰極の役割を兼ね、ドレイン電極 8 がトランジスタのドレイン電極の役割と有機発光素子（キャパシタ）の陽極の役割を兼ねるため、一つのトランジスタにより 1 T 1 C を形成することができる。したがって、上記従来の表示装置 50 のように有機発光素子 51 を有する層と薄膜トランジスタ 52 を有する層の二層を別々に設ける必要がなく、薄くて柔軟性のある表示装置を提供することができる。以下、ソース電極 4 を「陰極」と記載する場合があり、ドレイン電極 8 を「陽極」と記載する場合がある。

【0037】

ここまで、実施の形態 1 における有機発光素子の基本的構成および動作について説明したが、各電極の配置については上記の例に限られるものではなく、少なくとも基板 1 上に、ゲート電極 2、ゲート絶縁膜 3、ソース電極 4、有機化合物層 6、ドレイン電極 8 が順次積層された構造のものであれば 1 T 1 C 構造を提供することができる。

10

【0038】

ただし、実施の形態 1 では第 1 電極をソース電極 4、第 2 電極をドレイン電極 8 とした場合について説明したが、必ずしもその必要はなく、第 1 電極（有機化合物層 6 の下側）をドレイン電極 8 とし、第 2 電極（有機化合物層 6 の上側）をソース電極 4 としてもよい。

【0039】

実施の形態 1 では基板 1 の垂直方向からみてソース電極 4 とドレイン電極 8 とが基板 1 の水平方向に互いに離れて形成されている例について説明した。これは、ソース電極 4 とドレイン電極 8 とが離れていることにより、有機化合物層 6 中に形成されるチャネル層に対してゲート電極 2 を近づけることができ、ゲート電極 2 からの電界が一層確実にチャネル層に印加されることを目的としたものである。しかし、例えばソース電極 4 とドレイン電極 8 が基板 1 の垂直方向からみて重なるように配置されていたとしてもゲート電極 2 によるトランジスタのドレイン電流制御は可能である。したがって、本発明においてソース電極 4 とドレイン電極 8 が配置される位置が特に制限されるものではない。

20

【0040】

各電極の配置のバリエーションについては、後述の実施の形態 2 以降において説明することとし、以下では本発明にかかる有機発光素子の各構成要素について詳しく説明する。

【0041】

30

（１）基板

基板 1 は、有機発光素子の支持体となるものであり、さらにここでは陰極が直接作製される支持体でもある。本実施形態の有機発光素子は、光の取り出し方向を制限されるものではなく、基板 1 側から光を取り出す構成（ボトムエミッション型）の場合と、基板 1 とは反対側の陽極から光を取り出す構成（トップエミッション型）の場合と、その両方が可能な場合（透明型）の 3 つが考えられる。ボトムエミッション型の場合、基板 1 および陰極は、それぞれ、実質的に透明（無色透明、着色透明または半透明）とされている。

【0042】

基板 1 の構成材料としては、例えば、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリプロピレン、シクロオレフィンポリマー、ポリアミド、ポリエーテルサルフォン、ポリメチルメタクリレート、ポリカーボネート、ポリアリレートのような樹脂材料や、石英ガラス、ソーダガラスのようなガラス材料等、或いはシリコンが挙げられ、これらのうちの 1 種または 2 種以上を組み合わせる用いることができる。

40

【0043】

このような基板 1 の厚さは、特に限定されないが、0.1 ~ 30 mm 程度であることが好ましく、0.1 ~ 10 mm 程度であることがより好ましい。

【0044】

トップエミッション型の場合、基板 1 には、透明基板および不透明基板のいずれも用いることができる。

【0045】

50

不透明基板としては、例えば、アルミナのようなセラミックス材料で構成された基板、ステンレス鋼のような金属基板の表面に酸化膜（絶縁膜）を形成したもの、樹脂材料で構成された基板等が挙げられる。

【0046】

本実施の形態における陰極は、通常の有機発光素子と異なり仕事関数を小さくするという制約を受けない。つまり、仕事関数の大きな材料を用いることができ、大気下での安定性を獲得するためにはその方が望ましい。その他に求められる特性としては、導電性に優れていること、そしてボトムエミッション型および透明型の場合、その透過性に優れていることである。これらは陽極においても同様で、仕事関数が大きく、導電性に優れ、トップエミッション型および透明型の場合、透過性に優れている材料を用いることが望ましい。

10

【0047】

(2) ゲート電極

ゲート電極2は、陰極（ソース電極）と陽極（ドレイン電極）との間の電位差を制御するための制御電極として機能する。ゲート電極2の構成材料としては、導電性を有するものであれば特に制限されることなく使用できるが、電気伝導率の高いアルミニウム、銀、銅、金、不純物をドーピングされたシリコン等が好ましく用いられる。

【0048】

ゲート電極2の厚さは特に制限されないが、最低1層乃至数層の原子層を成膜させるために例えば1nm以上、好ましくは5nm以上とする。上限も特に制限されないが、ゲート電極2を画素毎にパターンニングする場合はゲート電極2の端部の段差が大きくなり過ぎることは好ましくない。ゲート電極2よりも上側に形成される各層の平坦性が保たれなくなるからである。このような観点から、ゲート電極2の厚さは、例えば1μm以下、好ましくは0.1μm以下とすることが望ましい。ゲート電極2に光透過性を要求する場合には、例えば0.02μm以下、好ましくは0.01μm以下とする。

20

【0049】

(3) ゲート絶縁膜

ゲート絶縁膜3は、チャネル層を構成する有機化合物層6、或いは、ソース電極4とゲート電極2とがショートしないように設けられる絶縁膜であり、例えばSiO₂膜により構成される。有機発光素子を用いた表示装置の動作を高速にさせるためには、誘電率の高い絶縁膜を使用する。高誘電率の材料として、例えばHfSiON膜を用いることができる。

30

【0050】

(4) 陰極（ソース電極）、陽極（ドレイン電極）

陰極および陽極の構成材料としては、例えば、ITO（インジウム酸化錫）、IZO（インジウム酸化亜鉛）、FTO（フッ素酸化錫）、In₂O₃、SnO₂、Sb含有SnO₂、Al含有ZnO等の導電性金属酸化物、Au、Pt、Ag、Cuまたはこれらを含む合金等が挙げられ、これらのうちの1種または2種以上を組み合わせる用いることができる。本実施の形態のように、ソース電極4を陰極として用いる場合には、ソース電極4或いはドレイン電極8の構成材料として好ましくはAuが用いられる。ソース電極4或いはドレイン電極8のAuは、後述する程度の厚さに形成すると透明となるが、ITO（インジウム酸化錫）、IZO（インジウム酸化亜鉛）、FTO（フッ素酸化錫）等の導電性金属酸化物を用いて透明とすることもできる。

40

【0051】

陰極の厚さは特に限定されないが、10～200nm程度であることが好ましく、30～150nm程度であることがより好ましい。また、Au、Pt、Ag、Cu等の金属材料を用いる場合、例えば厚さを5～50nm程度、好ましくは5～30nm程度、さらに好ましくは5～10nm程度にすることで光透過可能となるため、ボトムエミッション型の陰極として使用することができる。

【0052】

50

陽極の厚さも特に限定されないが、10～10000nm程度であることが好ましく、30～150nm程度であることがより好ましい。また、Au、Pt、Ag、Cu等の金属材料を用いる場合でも、例えば厚さを10～50nm程度、好ましくは5～30nm程度、さらに好ましくは5～10nm程度にすることで光透過可能となるため、トップエミッション型の陽極として使用することができる。

【0053】

陰極、陽極の幅(図1の左右方向の幅)は、5～20μm(より好ましくは8～15μm)とすることが望ましい。また、図1において、陰極と陽極との間隔(基板1の面内方向であって、図1の左右方向)は、1～20μm(より好ましくは5～15μm)とすることが望ましい。

10

【0054】

(5)有機化合物層

有機化合物層6は、有機発光素子の発光を担う層であり、少なくとも発光材料を含む層である。それゆえ、発光材料と正孔輸送性有機材料との混合もしくは積層であっても構わない。発光材料の構成材料としては、各種高分子の発光材料(高分子材料)、各種低分子の発光材料(低分子材料)を単独または組み合わせて用いることができる。

【0055】

発光材料としては、各種高分子の発光材料(高分子材料)や、特定のホウ素化合物等の各種低分子の発光材料(低分子材料)を単独または組み合わせて用いることができる。

【0056】

高分子の発光材料としては、例えば、トランス型ポリアセチレン、シス型ポリアセチレン、ポリ(ジ-フェニルアセチレン)(PDPA)、ポリ(アルキル、フェニルアセチレン)(PAPA)のようなポリアセチレン系化合物、ポリ(パラ-フェニレン)(PPV)、ポリ(2,5-ジアルコキシ-パラ-フェニレンビニレン)(RO-PPV)、シアノ-置換-ポリ(パラ-フェニレン)(CN-PPV)、ポリ(2-ジメチルオクチルシリル-パラ-フェニレンビニレン)(DMOS-PPV)、ポリ(2-メトキシ,5-(2'-エチルヘキソキシ)-パラ-フェニレンビニレン)(MEH-PPV)のようなポリパラフェニレンビニレン系化合物、ポリ(3-アルキルチオフエン)(PAT)、ポリ(オキシプロピレン)トリオール(POPT)のようなポリチオフエン系化合物、ポリ(9,9-ジアルキルフルオレン)(PDAF)、ポリ(ジオクチルフルオレン-アルト-ベンゾチアゾール)(F8BT)、α,ω-ビス[N,N'-ジ(メチルフェニル)アミノフェニル]-ポリ[9,9-ビス(2-エチルヘキシル)フルオレン-2,7-ジル](PF2/6am4)、ポリ(9,9-ジオクチル-2,7-ジビニレンフルオレニル-オルト-コ(アントラセン-9,10-ジイル))のようなポリフルオレン系化合物、ポリ(パラ-フェニレン)(PPP)、ポリ(1,5-ジアルコキシ-パラ-フェニレン)(RO-PPP)のようなポリパラフェニレン系化合物、ポリ(N-ビニルカルバゾール)(PVK)のようなポリカルバゾール系化合物、ポリ(メチルフェニルシラン)(PMPS)、ポリ(ナフチルフェニルシラン)(PNPS)、ポリ(ピフェニルフェニルシラン)(PBPS)のようなポリシラン系化合物等が挙げられる。中でも、F8BTを用いることが好ましい。

30

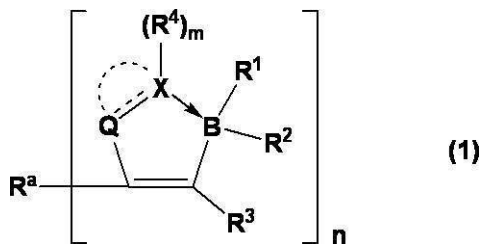
40

【0057】

一方、低分子の発光材料としては、例えば、下記式(1)で示されるホウ素化合物で構成することが望ましい。

【0058】

【化 2】



【 0 0 5 9 】

[式中、 R^1 、 R^2 および R^3 は、同一または相異なり、置換基を有していてもよいアリール基または複素環基であるか、あるいは、 R^1 、 R^2 および R^3 のいずれか 2 個が互いに結合して環を形成しており； R^4 は水素原子または置換基であり； m は 0 ~ 2 の整数であり； m が 2 である場合、複数個存在する R^4 は同一または相異なり； Q は連結基であり； X は窒素原子、酸素原子、硫黄原子、リン原子またはセレン原子であり；点線の半円弧は Q と X とが共通する環の一部であってもよいことを表し； Q と X との間の点線および実線は単結合または二重結合を表し； X から B に向かう矢印は配位結合を表し； R^a は水素または 1 ~ 4 価の有機骨格であり； n は 1 ~ 4 の整数であり； n が 2 ~ 4 の整数である場合、複数個存在する R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 m 、 Q 、 X 、点線の半円弧、ならびに、 Q と X との間の点線および実線は、各々、同一または相異なる]

10

【 0 0 6 0 】

上記式 (1) において、 R^1 、 R^2 または R^3 で表される、置換基を有していてもよいアリール基における「アリール基」としては、例えば、フェニル基、ビフェニリル基（例えば、4 - ビフェニリル基など）、ナフチル基（例えば、2 - ナフチル基など）、テトラヒドロナフチル基（例えば、5, 6, 7, 8 - テトラヒドロナフタレン - 2 - イル基など）、インデニル基（例えば、1H - インデン - 5 - イル基など）、インダニル基（例えば、インダン - 5 - イル基など）などが挙げられるが、これらのアリール基に限定されるものではない。これらのアリール基のうち、フェニル基、ビフェニリル基（例えば、4 - ビフェニリル基など）、ナフチル基（例えば、2 - ナフチル基など）が好適である。

20

【 0 0 6 1 】

R^1 、 R^2 または R^3 で表される、置換基を有していてもよい複素環基における「複素環基」としては、例えば、ピロリル基（例えば、2 - ピロリル基など）、ピリジル基（例えば、2 - ピリジル基など）、キノリル基（例えば、2 - キノリル基など）、ペリリジニル基（例えば、4 - ペリリジニル基など）、ペリリジノ基、フリル基（例えば、2 - フリル基など）、チエニル基（例えば、2 - チエニル基など）などが挙げられるが、これらの複素環基に限定されるものではない。これらの複素環基のうち、ピリジル基（例えば、2 - ピリジル基など）、チエニル基（例えば、2 - チエニル基など）が好適である。

30

【 0 0 6 2 】

これらの置換基を有していてもよいアリール基および複素環基における「置換基」としては、例えば、ハロゲン原子（例えば、フッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子）、ハロアルキル基（例えば、フルオロメチル基、ジフルオロメチル基、トリフルオロメチル基など）、炭素数 1 ~ 4 の直鎖状もしくは分岐鎖状アルキル基（例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、ブチル基、イソブチル基、tert - ブチル基など）、炭素数 5 ~ 7 の環状アルキル基（例えば、シクロペンチル基、シクロヘキシル基など）、炭素数 1 ~ 8 の直鎖状もしくは分岐鎖状アルコキシ基（例えば、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、イソプロポキシ基、ブトキシ基、イソブトキシ基、tert - ブトキシ基、ペンチルオキシ基、ヘキシルオキシ基、ヘプチルオキシ基、オクチルオキシ基など）、ヒドロキシ基、ニトロ基、シアノ基、アミノ基、各アルキル基が炭素数 1 ~ 4 であるモノもしくはジアルキルアミノ基（例えば、メチルアミノ基、エチルアミノ基、ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基など）、アシル基（例えば、アセチル基、プロピオニル基、ブチリル基など）、炭素数 2 ~ 6 のアルケニル基（例えば、ビニル基、1 - プロペニ

40

50

ル基、アリール基など)、炭素数 2 ~ 6 のアルキニル基 (例えば、エチニル基、1 - プロピニル基、プロパルギル基など)、フェニル基、置換フェニル基 (例えば、4 - フルオロフェニル基、4 - クロロフェニル基、4 - メチルフェニル基 (p - トリル基)、4 - メトキシフェニル基、4 - ニトロフェニル基など)、カルバモイル基、N, N - ジアルキルカルバモイル基 (例えば、N, N - ジメチルカルバモイル基、N, N - ジエチルカルバモイル基、N, N - ジプロピルカルバモイル基など) などが挙げられるが、これらの置換基に限定されるものではない。

【0063】

あるいは、 R^1 、 R^2 および R^3 は、いずれか 2 個が互いに結合して環を形成していてもよい。このような環としては、例えば、 R^1 と R^2 とが結合した結果、ボロール環、ベンゾボロール環、ジベンゾボロール環、1, 4 - ジヒドロポリニン環、1, 4 - ジヒドロベンゾ [b] ポリニン環、5, 10 - ジヒドロジベンゾ [b, e] ポリニン環、4H - 1, 4 - オキサポリニン環、4H - ベンゾ [b] [1, 4] オキサポリニン環、10H - ジベンゾ [b, e] [1, 4] オキサポリニン環、1, 4 - ジヒドロ - 1, 4 - アザポリニン環、1, 4 - ジヒドロベンゾ [b] [1, 4] アザポリニン環、5, 10 - ジヒドロジベンゾ [b, e] [1, 4] アザポリニン環などを形成した場合; R^1 と R^3 とが結合した結果、5, 6 - ジヒドロジベンゾ [b, d] ポリニン環などを形成した場合; さらにこれらの環が置換基を有する場合; などが挙げられるが、これらの環に限定されるものではない。上記式 (1) において、 R^4 で表される置換基としては、例えば、置換基を有していてもよいアリール基および複素環基における「置換基」として列挙した上記のような置換基が挙げられるが、これらの置換基に限定されるものではない。

10

20

【0064】

上記式 (1) において、m は、X に結合した置換基 R^4 の数であり、X の原子価や、Q と X との間の結合が単結合または二重結合のいずれであるか、Q と X とが共通する環の一部であるか否かなどに応じて、0 ~ 2 の整数である。なお、m が 2 である場合、複数個存在する R^4 は同一または相異なる。

【0065】

上記式 (1) において、Q で表される連結基としては、例えば、 $=C<$ 、 $=CH-$ 、 $-CH<$ 、 $-CH_2-$ 、 $-CH_2CH_2-$ 、 $-C_6H_4-$ (例えば、 $-(1, 2-C_6H_4)-$ など)、 $-C_{10}H_6-$ (例えば、 $-(1, 2-C_{10}H_6)-$ など)、 $-CO-$ 、 $-CS-$ 、 $-CH_2N<$ 、 $-CH_2N=$ などが挙げられるが、これらの連結基に限定されるものではない。これらの連結基のうち、 $=C<$ 、 $-CH_2-$ 、 $-CH_2CH_2-$ が好適である。

30

【0066】

上記式 (1) において、X は窒素原子、酸素原子、硫黄原子、リン原子またはセレン原子である。これらの原子のうち、窒素原子、酸素原子が好適である。

【0067】

上記式 (1) において、点線の半円弧で表される Q と X とが共通する環としては、例えば、ピロール環、ピリジン環、インドール環、イソインドール環、キノリン環、イソキノリン環、フラン環、ピラン環、ベンゾフラン環、イソベンゾフラン環、クロメン環、イソクロメン環、ホスフィンドール環、イソホスフィンドール環、ホスフィノリン環、イソホスフィノリン環、チオフェン環、チオピラン環、チオクロメン環、イソチオクロメン環、セレノフェン環、セレノピラン環、セレノクロメン環、イソセレノクロメン環などが挙げられるが、これらの環に限定されるものではない。これらの環は、置換基を有していてもよい。これらの環のうち、ピリジン環、キノリン環、フラン環、チオフェン環が好適である。

40

【0068】

上記式 (1) において、 R^a で表される 1 価の有機骨格としては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、シクロヘキシル基、フェニル基、4 - メチルフェニル基 (p - トリル基)、ナフチル基 (例えば、2 - ナフチル基など) などが挙げられ

50

、 R^a で表される2価の有機骨格としては、例えば、メチレン基、エチレン基、トリメチレン基、プロピレン基、フェニレン基（例えば、1,4-フェニレン基など）、ナフチレン基（例えば、2,6-ナフチレン基など）などが挙げられ、 R^a で表される3価の有機骨格としては、例えば、メタントリイル基、エタントリイル基（例えば、エタン-1,1,2-トリイル基など）、プロパントリイル基（例えば、プロパン-1,2,3-トリイル基など）、ベンゼントリイル基（例えば、ベンゼン-1,3,5-トリイル基など）、ナフタレントリイル基（例えば、ナフタレン-1,4,6-トリイル基など）などが挙げられ、 R^a で表される4価の有機骨格としては、例えば、メタンテトライル基、エタンテトライル基（例えば、エタン-1,1,2,2-テトライル基など）、プロパンテトライル基（例えば、プロパン-1,1,2,3-テトライル基など）、ベンゼンテトライル基（例えば、ベンゼン-1,2,4,5-テトライル基など）、ナフタレントテトライル基（例えば、ナフタレン-1,4,5,8-テトライル基など）などが挙げられるが、これらの有機骨格に限定されるものではない。

10

【0069】

上記式(1)において、 n は、 R^a で表される水素または1~4価の有機骨格に結合した含ホウ素環部分（角括弧で囲まれた部分）の数であり、 R^a が水素である場合、 n は1であり、 R^a が1~4価の有機骨格である場合、 n は1~4の整数である。なお、 n が2~4の整数である場合、複数個存在する R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 m 、 Q 、 X 、点線の半円弧、ならびに、 Q と X との間の点線および実線は、各々、同一または相異なる。

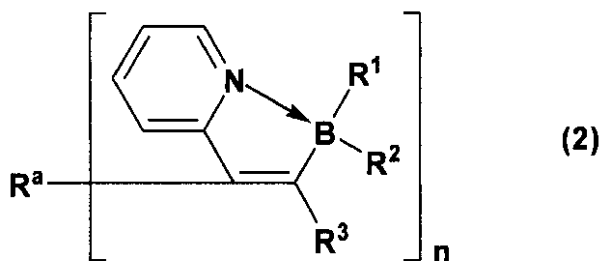
20

【0070】

上記式(1)において、好ましくは、 Q および X が共通する環の一部であり、より好ましくは、上記共通する環がピリジン環、キノリン環またはチオフェン環であり、 X が該ピリジン環または該キノリン環の窒素原子あるいは該チオフェン環の硫黄原子であり、 m が0である。すなわち、下記式(2)：

【0071】

【化3】



30

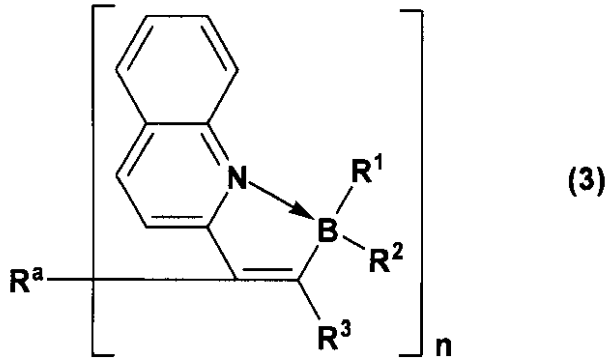
【0072】

[式中、 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^a および n は上記式(1)と同じ意味を有し； n が2~4の整数である場合、複数個存在する R^1 、 R^2 および R^3 は、各々、同一または相異なり；ピリジン環は置換基を有していてもよく；NからBに向かう矢印は配位結合を表す]で示されるホウ素化合物、および、下記式(3)：

【0073】

40

【化 4】



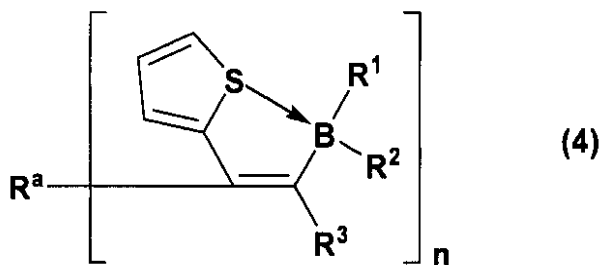
10

【 0 0 7 4 】

[式中、 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^a および n は上記式 (1) と同じ意味を有し ; n が 2 ~ 4 の整数である場合、複数個存在する R^1 、 R^2 および R^3 は、各々、同一または相異なり ; キノリン環は置換基を有していてもよく ; N から B に向かう矢印は配位結合を表す]
で示されるホウ素化合物、および、下記式 (4) :

【 0 0 7 5 】

【化 5】



20

【 0 0 7 6 】

[式中、 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^a および n は上記式 (1) と同じ意味を有し ; n が 2 ~ 4 の整数である場合、複数個存在する R^1 、 R^2 および R^3 は、各々、同一または相異なり ; チオフェン環は置換基を有していてもよく ; S から B に向かう矢印は配位結合を表す]
で示されるホウ素化合物が好適である。

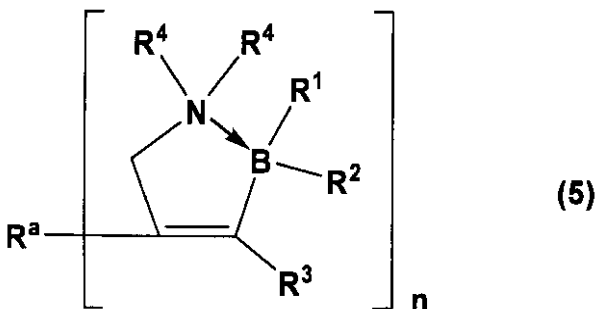
30

【 0 0 7 7 】

また、上記式 (1) において、好ましくは、Q がメチレン基であり、X が窒素原子であり、 m が 2 である。すなわち、下記式 (5) :

【 0 0 7 8 】

【化 6】



40

【 0 0 7 9 】

[式中、 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^a および n は上記式 (1) と同じ意味を有し ; n が 1 である場合、複数個存在する R^4 は同一または相異なり ; n が 2 ~ 4 の整数である場合、複数個存在する R^1 、 R^2 、 R^3 および R^4 は、各々、同一または相異なり ; N から B

50

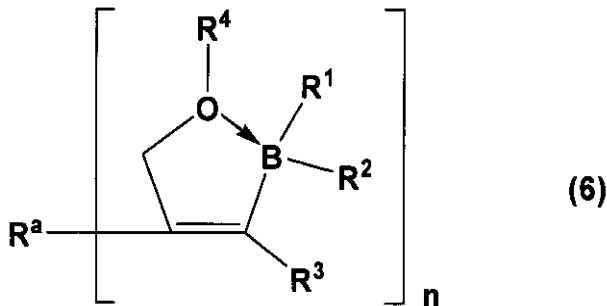
に向かう矢印は配位結合を表す]
で示されるホウ素化合物が好適である。

【0080】

さらに、上記式(1)において、好ましくは、Qがメチレン基であり、Xが酸素原子であり、mが1である。すなわち、下記式(6)：

【0081】

【化7】



10

【0082】

[式中、 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^a およびnは上記式(1)と同じ意味を有し；nが2～4の整数である場合、複数個存在する R^1 、 R^2 、 R^3 および R^4 は、各々、同一または相異なり；OからBに向かう矢印は配位結合を表す]
で示されるホウ素化合物が好適である。

20

【0083】

また、他の低分子の発光材料としては、例えば、配位子に下記化2で示す2,2'-ビピリジン-4,4'-ジカルボン酸を持つ、3配位のイリジウム錯体、ファクトリス(2-フェニルピリジン)イリジウム($\text{Ir}(\text{ppy})_3$)、8-ヒドロキシキノリンアルミニウム(Alq_3)、トリス(4-メチル-8キノリノレート)アルミニウム(III)(Almq_3)、8-ヒドロキシキノリン 亜鉛(Znq_2)、(1,10-フェナントロリン)-トリス-(4,4,4-トリフルオロ-1-(2-チエニル)-ブタン-1,3-ジオネート)ユーロピウム(III)($\text{Eu}(\text{TTA})_3(\text{phen})$)、2,3,7,8,12,13,17,18-オクタエチル-21H,23H-ポルフィンプラチナム(II)のような各種金属錯体、ジスチルベンゼン(DSB)、ジアミノジスチルベンゼン(DADSB)のようなベンゼン系化合物、ナフタレン、ナイルレッドのようなナフタレン系化合物、フェナントレンのようなフェナントレン系化合物、クリセン、6-ニトロクリセンのようなクリセン系化合物、ペリレン、N,N'-ビス(2,5-ジ-t-ブチルフェニル)-3,4,9,10-ペリレン-ジ-カルボキシイミド(BPPC)のようなペリレン系化合物、コロネンのようなコロネン系化合物、アントラセン、ビススチルルアントラセンのようなアントラセン系化合物、ピレンのようなピレン系化合物、4-(ジシアノメチレン)-2-メチル-6-(パラジメチルアミノスチリル)-4H-ピラン(DCM)のようなピラン系化合物、アクリジンのようなアクリジン系化合物、スチルベンのようなスチルベン系化合物、2,5-ジベンゾオキサゾールチオフェンのようなチオフェン系化合物、ベンゾオキサゾールのようなベンゾオキサゾール系化合物、ベンゾイミダゾールのようなベンゾイミダゾール系化合物、2,2'-(パラフェニレンジビニレン)-ビスベンゾチアゾールのようなベンゾチアゾール系化合物、ビスチリル(1,4-ジフェニル-1,3-ブタジエン)、テトラフェニルブタジエンのようなブタジエン系化合物、ナフタルイミドのようなナフタルイミド系化合物、クマリンのようなクマリン系化合物、ペリノンのようなペリノン系化合物、オキサジアゾールのようなオキサジアゾール系化合物、アルダジン系化合物、1,2,3,4,5-ペンタフェニル-1,3-シクロペンタジエン(PPCP)のようなシクロペンタジエン系化合物、キナクリドン、キナクリドンレッドのようなキナクリドン系化合物、ピロロピリジン、チアジアゾロピリジンのようなピリジン系化合物、2,2',7,7'-テトラフェニル-9,9'-スピロピフルオ

30

40

50

レンのようなスピロ化合物、フタロシアニン (H_2Pc)、銅フタロシアニンのような金属または無金属のフタロシアニン系化合物等が挙げられる。

【0084】

正孔輸送性有機材料は、有機化合物層6内での正孔の輸送を促進させるものである。

【0085】

この正孔輸送性有機材料には、各種p型の高分子材料や、各種p型の低分子材料を単独または組み合わせて用いることができる。

【0086】

p型の高分子材料(有機ポリマー)としては、例えば、ポリアリールアミン、フルオレン-アリールアミン共重合体、フルオレン-ピチオフェン共重合体、ポリ(N-ビニルカルバゾール)、ポリビニルピレン、ポリビニルアントラセン、ポリチオフェン、ポリアルキルチオフェン、ポリヘキシルチオフェン、ポリ(p-フェニレンビニレン)、ポリチニレンビニレン、ピレンホルムアルデヒド樹脂、エチルカルバゾールホルムアルデヒド樹脂またはその誘導体等が挙げられる。

【0087】

また、前記化合物は、他の化合物との混合物として用いることもできる。一例として、ポリチオフェンを含有する混合物としては、ポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン/スチレンスルホン酸)(PEDOT/PSS)等が挙げられる。

【0088】

一方、p型の低分子材料としては、例えば、1,1-ビス(4-ジ-パラ-トリアミノフェニル)シクロヘキサン、1,1'-ビス(4-ジ-パラ-トリルアミノフェニル)-4-フェニル-シクロヘキサンのようなアリールシクロアルカン系化合物、4,4',4''-トリメチルトリフェニルアミン、N,N,N',N'-テトラフェニル-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン、N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(3-メチルフェニル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン(TPD1)、N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(4-メトキシフェニル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン(TPD2)、N,N,N',N'-テトラキス(4-メトキシフェニル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン(TPD3)、N,N'-ジ(1-ナフチル)-N,N'-ジフェニル-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン(α -NPD)、TPTEのようなアリールアミン系化合物、N,N,N',N'-テトラフェニル-パラ-フェニレンジアミン、N,N,N',N'-テトラ(パラ-トリル)-パラ-フェニレンジアミン、N,N,N',N'-テトラ(メタ-トリル)-メタ-フェニレンジアミン(PDA)のようなフェニレンジアミン系化合物、カルバゾール、N-イソプロピルカルバゾール、N-フェニルカルバゾールのようなカルバゾール系化合物、スチルベン、4-ジ-パラ-トリルアミノスチルベンのようなスチルベン系化合物、 O_xZ のようなオキサゾール系化合物、トリフェニルメタン、m-MTDATAのようなトリフェニルメタン系化合物、1-フェニル-3-(パラ-ジメチルアミノフェニル)ピラゾリンのようなピラゾリン系化合物、ベンジン(シクロヘキサジエン)系化合物、トリアゾールのようなトリアゾール系化合物、イミダゾールのようなイミダゾール系化合物、1,3,4-オキサジアゾール、2,5-ジ(4-ジメチルアミノフェニル)-1,3,4-オキサジアゾールのようなオキサジアゾール系化合物、アントラセン、9-(4-ジエチルアミノスチリル)アントラセンのようなアントラセン系化合物、フルオレノン、2,4,7-トリニトロ-9-フルオレノン、2,7-ビス(2-ヒドロキシ-3-(2-クロロフェニルカルバモイル)-1-ナフチルアゾ)フルオレノンのようなフルオレノン系化合物、ポリアニリンのようなアニリン系化合物、シラン系化合物、1,4-ジチオケト-3,6-ジフェニル-ピロロ-(3,4-c)ピロロピロールのようなピロール系化合物、フローレンのようなフローレン系化合物、ポルフィリン、金属テトラフェニルポルフィリンのようなポルフィリン系化合物、キナクリドンのようなキナクリドン系化合物、フタロシアニン、銅フタロシアニン、テトラ(t-ブチル)銅フタロシアニン、鉄フタロシアニンのような金属または無金属のフタロシアニン系化合物、銅ナフタロシアニン、バナジルナフタロ

10

20

30

40

50

シアニン、モノクロロガリウムナフタロシアニンのような金属または無金属のナフタロシアニン系化合物、 N, N' -ジ(ナフタレン-1-イル)- N, N' -ジフェニル-ベンジジン、 N, N, N', N' -テトラフェニルベンジジンのようなベンジジン系化合物等が挙げられる。

【0089】

有機化合物層6の厚さは特に限定されないが、有機化合物層6が薄過ぎると陽極と陰極とがショートを起こす可能性があり、一方、有機化合物層6が厚過ぎると有機発光素子の駆動電圧が高くなり過ぎる可能性がある。そこで、有機化合物層6の厚さは、例えば10～150nm程度とすることが好ましく、40～100nm程度とすることがより好ましい。

10

【0090】

有機化合物層6は、正孔注入性を促進する第2の金属酸化物層7(後述する)から注入された正孔を輸送するとともに、電子注入性を促進する第1の金属酸化物層5(後述する)から電子を受け取る。そして正孔と電子とが再結合し、この再結合に際して放出されたエネルギーによりエキシトン(励起子)が生成し、エキシトンが基底状態に戻る際にエネルギー(蛍光やりん光)を放出(発光)する。

【0091】

これらの中でも、有機化合物層6の構成材料としては、高分子の発光材料を主とするものが好ましい。液相プロセスにより成膜が可能な高分子材料は、電子注入性金属酸化物層6とより多くの接触面を作り得る。これにより、より発光効率の優れたものとすることができる。

20

【0092】

有機化合物層6の構成材料としては、特に、ポリフルオレンまたその誘導体を主成分とする高分子の発光材料を用いることが好ましい。これにより、発光効率をより向上させることができる。

【0093】

(6) 第1の金属酸化物層

第1の金属酸化物層5は陰極から電子を注入し有機化合物層6への輸送を促進するものである。第1の金属酸化物層5は本発明の必須の構成要素ではないが、本発明の第1電極を陰極(ソース電極)とした場合は、後述する理由で第1の金属酸化物層5を用いることが推奨される。

30

【0094】

第1の金属酸化物層5を構成する金属酸化物としては、伝導バンドのエネルギー準位が高いものが好ましく、特に限定されないが、酸化チタン(TiO_2)、酸化亜鉛(ZnO)、酸化タングステン(WO_3)、酸化ニオブ(Nb_2O_5)、酸化鉄(Fe_2O_3)等が挙げられ、これらのうち1種または2種以上を組み合わせ用いることができる。この中でも、 n 形半導体特性を有する酸化亜鉛(ZnO)を用いることが好ましい。

【0095】

この第1の金属酸化物層5の成膜方法は特に制限されるものではなく、気相成膜法であるプラズマCVD、熱CVD、レーザーCVD等の化学蒸着法(CVD)、真空蒸着、スパッタリング、イオンプレーティング等の乾式メッキ法、溶射法、そして液相成膜法である電解メッキ、浸漬メッキ、無電解メッキ等の湿式メッキ法、ゾル・ゲル法、MOD法、スプレー熱分解法、微粒子分散液を用いたドクターブレード法、スピンコート法、インクジェット法、スクリーンプリンティング法などの印刷技術を用いることができる。中でも、スプレー熱分解法が好ましく用いられる。

40

【0096】

第1の金属酸化物層5の厚さは特に限定されないが、1～1000nm程度であることが好ましく、より好ましくは1～100nm程度、さらに好ましくは1～10nm程度である。第1の金属酸化物層5の厚さの上限を定めるのは、第1の金属酸化物層5が厚すぎると透過する光が着色されてしまうからである。

50

【0097】

(7) 第2の金属酸化物層

第2の金属酸化物層7は陽極から正孔を注入し有機化合物層6への輸送を促進するものである。第2の金属酸化物層7は、本発明の必須の構成要素ではないが、本発明の第2電極を陽極（ドレイン電極）とした場合は、第2の金属酸化物層7を用いることが推奨される。

【0098】

第2の金属酸化物層7を構成する金属酸化物としては、仕事関数が大きな化合物が好ましく、特に限定されないが、例えば、酸化バナジウム (V_2O_5)、酸化モリブテン (MoO_3)、酸化ルテニウム (RuO_2)、酸化レニウム (ReO_3) 等が挙げられ、これらのうちの1種または2種以上を組み合わせる用いることができる。

10

【0099】

これらの中でも、特に、p形半導体特性を有する酸化バナジウムもしくは酸化モリブテンを主成分とするものが好適である。酸化バナジウムもしくは酸化モリブテンを主材料として構成することにより、第2の金属酸化物層7を正孔輸送力に特に優れたものとすることができる。

【0100】

また、特に酸化バナジウムもしくは酸化モリブテンは、それ自体の正孔輸送性が高いため、陽極から有機化合物層6への正孔の注入効率が低下するのを好適に防止することもできるという利点がある。

20

【0101】

この第2の金属酸化物層7の成膜方法は特に制限されるものではなく、気相成膜法であるプラズマCVD、熱CVD、レーザーCVD等の化学蒸着法(CVD)、真空蒸着、スパッタリング、イオンプレーティング等の乾式メッキ法、溶射法、そして液相成膜法である電解メッキ、浸漬メッキ、無電解メッキ等の湿式メッキ法、ゾル・ゲル法、MOD法、スプレー熱分解法、微粒子分散液を用いたドクターブレード法、スピンコート法、インクジェット法、スクリーンプリンティング法などの印刷技術を用いることができる。中でも真空蒸着法が好ましく用いられる。

【0102】

第2の金属酸化物層7の厚さは特に限定されないが、1~1000nm程度であることが好ましく、5~50nm程度であることがより好ましい。さらに好ましくは5~10nm程度である。第2の金属酸化物層7の厚さの上限を定めるのは、第2の金属酸化物層7が厚すぎると透過する光が着色されてしまうからである。

30

【0103】

さらに、本発明の必須構成要件ではないが、封止のための保護膜9を設けてもよく、その構成材料としては、一般的に用いられる封止材料を用いることができる。例えば、Al、Au、Cr、Nb、Ta、Tiまたはこれらを含む合金、酸化シリコン、各種樹脂材料等を挙げることができる。

【0104】

次に、有機化合物層6と陰極の間に上記第1の金属酸化物層5、有機化合物層6と陽極の間に第2の金属酸化物層7を設けることが望ましい理由について以下に説明する。

40

【0105】

有機化合物層6と陰極（ソース電極4）の間の第1の金属酸化物層5は、陰極自身に大気安定な仕事関数の大きな材料を用いることを可能にする。通常、電子注入のために仕事関数の小さい材料を陰極に使用する必要があるところを、その内部の電子注入部に、伝導バンドのエネルギー準位の高い、既に酸化した金属酸化物を用いることで、大気下での安定な電子注入を実現したものである。そのため、陰極と第1の金属酸化物層5との十分な電氣的、物理的接触が必要であり、そのため、一例として基板1側に陰極を配置する構造を採った。これにより、高温のプロセスにも十分耐え得る素子構造を提供することができる。

50

【 0 1 0 6 】

その観点からは、以下に示す金属酸化物系導電材料を陰極とし、その上に熱分解法等によって第 1 の金属酸化物層 5 を形成する等、陰極と第 1 の金属酸化物層 5 との接触を十分に工程を適用することが好ましい。

【 0 1 0 7 】

有機化合物層 6 と陽極の間の第 2 の金属酸化物層 7 は、大気下でもより安定な素子を実現するため、ここでも金属酸化物を用いた。ここでは、有機化合物層 6 と第 2 の金属酸化物層 7 との電氣的、物理的接触を確実なものにするため、プロセス上の観点から気相成膜法を用いることがより好ましい。

【 0 1 0 8 】

以上のように、有機化合物層 6 と各電極（陽極および陰極）と間に挟まれた層が金属酸化物であるという特徴、及び、有機化合物層 6 と第 1 および第 2 の金属酸化物層（5, 7）との電氣的、物理的接触が十分である界面が形成されているという二つの特徴により、電子は大気安定な陰極から、また正孔も大気安定な陽極から有機化合物層 6 に注入される。

【 0 1 0 9 】

（製造プロセス例）

以上のような有機発光素子は、例えば、次のようにして製造することができる。

【 0 1 1 0 】

以下では、有機化合物層 6 を、高分子材料を主材料として構成する場合を代表に説明する。

【 0 1 1 1 】

[1] まず、基板 1 を用意し、この基板 1 上に陰極を形成する。

【 0 1 1 2 】

陰極は、例えば、プラズマ CVD、熱 CVD、レーザー CVD 等の化学蒸着法（CVD）、真空蒸着、スパッタリング、イオンプレーティング等の乾式メッキ法、溶射法のような気相成膜法、電解メッキ、浸漬メッキ、無電解メッキ等の湿式メッキ法、ゾル・ゲル法、MOD 法のような液相成膜法、金属箔の接合等を用いて形成することができる。FTO はスパッタ法が難しく、CVD 法やスプレー熱分解法が用いられる。

【 0 1 1 3 】

[2] 次に、陰極上に第 1 の金属酸化物層 5 を形成する。

【 0 1 1 4 】

第 1 の金属酸化物層 5 は、例えば、前述のような気相成膜法や液相成膜法等を用いて形成することができる。

【 0 1 1 5 】

これらの中でも、第 1 の金属酸化物層 5 は、液相成膜法のスプレー熱分解法を用いて形成するのがより好ましい。スプレー熱分解法によれば、第 1 の金属酸化物層 5 をより緻密にかつ陰極との接触よく形成することができ、その結果、前述したような効果がより顕著なものとなる。

【 0 1 1 6 】

[3] 次に、第 1 の金属酸化物層 5 の上面に、有機化合物層 6 として発光性の高分子材料を形成する。もちろん、この中に正孔輸送性材料を混ぜることも可能であるし、先に発光性高分子材料を形成しておき、その上に正孔輸送材料を形成する積層も可能である。ここでは単層成膜の例を示す。積層はこれらを繰り返すことによって実現できる。

【 0 1 1 7 】

まず、有機化合物層 6 を構成する高分子材料を溶媒（液状媒体）に溶解して液状材料を調製する。

【 0 1 1 8 】

溶媒としては、例えば、硝酸、硫酸、アンモニア、過酸化水素、水、二硫化炭素、四塩化炭素、エチレンカーボネイト等の無機溶媒や、メチルエチルケトン（MEK）、アセト

10

20

30

40

50

ン、ジエチルケトン、メチルイソブチルケトン（MIBK）、メチルイソプロピルケトン（MIPK）、シクロヘキサノン等のケトン系溶媒、メタノール、エタノール、イソプロパノール、エチレングリコール、ジエチレングリコール（DEG）、グリセリン等のアルコール系溶媒、ジエチルエーテル、ジイソプロピルエーテル、1, 2 - ジメトキシエタン（DME）、1, 4 - ジオキサン、テトラヒドロフラン（THF）、テトラヒドロピラン（THP）、アニソール、ジエチレングリコールジメチルエーテル（ジグリム）、ジエチレングリコールエチルエーテル（カルビツール）等のエーテル系溶媒、メチルセロソルブ、エチルセロソルブ、フェニルセロソルブ等のセロソルブ系溶媒、ヘキサン、ペンタン、ヘプタン、シクロヘキサン等の脂肪族炭化水素系溶媒、トルエン、キシレン、ベンゼン等の芳香族炭化水素系溶媒、ピリジン、ピラジン、フラン、ピロール、チオフェン、メチルピロリドン等の芳香族複素環化合物系溶媒、N, N - ジメチルホルムアミド（DMF）、N, N - ジメチルアセトアミド（DMA）等のアミド系溶媒、クロロベンゼン、ジクロロメタン、クロロホルム、1, 2 - ジクロロエタン等のハロゲン化合物系溶媒、酢酸エチル、酢酸メチル、ギ酸エチル等のエステル系溶媒、ジメチルスルホキシド（DMSO）、スルホラン等の硫黄化合物系溶媒、アセトニトリル、プロピオニトリル、アクリロニトリル等のニトリル系溶媒、ギ酸、酢酸、トリクロロ酢酸、トリフルオロ酢酸等の有機酸系溶媒のような各種有機溶媒、または、これらを含む混合溶媒等が挙げられる。

10

【0119】

これらの中でも、溶媒としては、非極性溶媒が好適であり、例えば、キシレン、トルエン、シクロヘキシルベンゼン、ジハイドロベンゾフラン、トリメチルベンゼン、テトラメチルベンゼン等の芳香族炭化水素系溶媒、ピリジン、ピラジン、フラン、ピロール、チオフェン、メチルピロリドン等の芳香族複素環化合物系溶媒、ヘキサン、ペンタン、ヘプタン、シクロヘキサン等の脂肪族炭化水素系溶媒等が挙げられ、これらを単独または混合して用いることができる。

20

【0120】

次に、この液状材料を第1の金属酸化物層5上に供給して、液状被膜を形成する。

【0121】

この液状材料の供給方法としては、例えば、スピンコート法、キャストイング法、マイクログラビアコート法、グラビアコート法、バーコート法、ロールコート法、ワイヤーバーコート法、ディップコート法、スプレーコート法、スクリーン印刷法、フレキソ印刷法、オフセット印刷法、インクジェット印刷法等の各種塗布法を用いることができる。かかる塗布法によれば、液状被膜を比較的容易に形成することができる。

30

【0122】

次に、液状被膜中から溶媒を除去する。

【0123】

[4] 次に、有機化合物層6の上に、第2の金属酸化物層7を形成する。

【0124】

第2の金属酸化物層7は、例えば、前述のような気相成膜法や液相成膜法等を用いて形成することができる。

40

【0125】

これらの中でも、第2の金属酸化物層7は、気相成膜法を用いて形成するのがより好ましい。気相成膜法によれば、有機化合物層6の表面を壊すことなく清浄にかつ陽極と接触よく形成することができ、その結果、前述したような効果がより顕著なものとなる。

【0126】

[5] 次に、最終工程として第2の金属酸化物層7上に陽極を形成する。

【0127】

陽極は、例えば、真空蒸着法、スパッタリング法、金属箔の接合等を用いて形成することができる。

【0128】

この後に、封止工程を行ってもよい。すなわち、陽極の絶縁性を保つため、必要により

50

保護膜 9 を形成してもよい。

【 0 1 2 9 】

以上のような工程を経て、本発明の有機発光素子が製造される。

【 0 1 3 0 】

このような有機発光素子は、例えば光源として使用することができる。また、複数の有機発光素子をマトリックス状に配置することにより、表示装置を構成することができる。

【 0 1 3 1 】

なお、表示装置の駆動方式は特に限定されず、アクティブマトリックス方式、パッシブマトリックス方式のいずれであってもよい。

【 0 1 3 2 】

(実施の形態 2)

次に、図 2 を参照しながら本発明の実施の形態 2 における有機発光素子について説明する。図 2 は、本発明の実施の形態 2 における有機発光素子の断面図である。図 2 において、基板 1 上に、ゲート電極 2、ゲート絶縁膜 3、ソース電極 4、金属酸化物層 5、有機化合物層 6、第 2 の金属酸化物層 7、ドレイン電極 8 が順次積層されており、この点で実施の形態 1 で説明した有機発光素子と同様のものである。

【 0 1 3 3 】

本発明の実施の形態 2 における有機発光素子が実施の形態 1 のものと異なる点は、ゲート電極 2 が小さめにパターンニングされることにより、ゲート電極 2 はソース電極 4 とドレイン電極 8 との間に配置される。これは、ゲート電極 2 の動作が隣接又は近接する有機発光素子に電界の影響を及ぼさないようにするためである。また、ソース電極 4 とドレイン電極 8 との間の所望の位置にゲート電極 2 を設けることができる。このため、有機化合物層 6 のうちドレイン電流を安定して制御するのに適した位置を選択してゲート電極 2 を設けることができる。

【 0 1 3 4 】

(実施の形態 3)

次に、図 3 を参照しながら本発明の実施の形態 3 における有機発光素子について説明する。図 3 は、本発明の実施の形態 3 における有機発光素子の断面図である。図 3 において、基板 1 上に、ゲート電極 2、ゲート絶縁膜 3、ソース電極 4、金属酸化物層 5、有機化合物層 6、第 2 の金属酸化物層 7、ドレイン電極 8 が順次積層されている。実施の形態 3 においては、基板 1 の垂直方向からみて、ドレイン電極 8 とゲート電極 2 が重なって形成されており、ソース電極 4 はゲート電極 2 に重ならない位置に形成されている。このように各電極を構成することにより、実施の形態 1 または 2 の有機発光素子よりも 1 画素あたりの面積をコンパクトにして形成することができる。

【 0 1 3 5 】

また、有機化合物層 6 のうちドレイン電極 8 の直下部分は、チャネル層として重要な役割を果たす部分であるが、この部分に重ねてゲート電極 2 を形成することにより、トランジスタの整流特性を安定させることができることも実施の形態 3 における有機発光素子の有利な作用効果の一つである。

【 0 1 3 6 】

(実施の形態 4)

次に、図 4 を参照しながら本発明の実施の形態 4 における有機発光素子について説明する。図 4 は、本発明の実施の形態 4 における有機発光素子の断面図である。図 4 において、基板 1 上に、ゲート電極 2、ゲート絶縁膜 3、ソース電極 4、金属酸化物層 5、有機化合物層 6、第 2 の金属酸化物層 7、ドレイン電極 8 が順次積層されている。実施の形態 4 においては、基板 1 の垂直方向からみて、ソース電極 4 とドレイン電極 8 とゲート電極 2 が重なって形成されており、ソース電極 4 の幅は、ドレイン電極 8 の幅よりも狭く、かつ、ゲート電極 2 の幅よりも狭く形成されている。

【 0 1 3 7 】

実施の形態 4 における有機発光素子は、基板 1 の垂直方向からみて、ソース電極 4 とド

10

20

30

40

50

レイン電極 8 とゲート電極 2 が重なって形成されているため、実施の形態 3 における有機発光素子に比べてさらにコンパクトに形成されている。なお、ソース電極 4 の幅が狭く形成されているため、ゲート電極 2 からの電界がソース電極 4 によって遮蔽される程度は限定的であり、ソース電極 4、ドレイン電極 8、ゲート電極 2 は、トランジスタとして十分機能する。

【0138】

(実施の形態 5)

次に、図 5 及び図 6 を参照しながら本発明の実施の形態 5 における有機発光素子について説明する。図 5 は、本発明の実施の形態 5 における有機発光素子の平面図であり、図 6 は、図 5 に示した有機発光素子の A - A 断面図である。図 5 及び図 6 において、基板 1 上に、ゲート電極 2、ゲート絶縁膜 3、ゲート電極 2 の中央部上のソース電極 4、金属酸化物層 5、有機化合物層 6、円状に形成された第 2 の金属酸化物層 7 及びドレイン電極 8 が順次積層されている。このような構成であれば、トランジスタの各電極は、基板 1 を含む面内方向に非対称性がないため、安定して動作する。また、ドレイン電流の流れる方向がソース電極 4 を中心として放射状になるので、トランジスタがコンパクトかつ大容量となる。

10

【0139】

図 5 において、有機発光素子の各電極は、例えば次のように構成することができる。

ソース電極 4 の直径	10 μm
ソース電極 4 とドレイン電極 8 との間隔	10 μm
ドレイン電極 8 の幅 (内径と外径の差)	10 μm
ドレイン電極 8 の外径	50 μm

20

したがって、1つの発光ポイントを約 50 μm で構成することができ、RGB の 1 画素では約 200 μm 以内で構成できる。これは、スーパーハイビジョン (4000 画素 $\times$ 2000 画素) の画像を約 50 インチで構成することができるサイズに相当するものである。

【0140】

(実施の形態 6)

次に、図 7 及び図 8 を参照しながら本発明の実施の形態 6 における有機発光素子について説明する。図 7 は、本発明の実施の形態 6 における有機発光素子の平面図であり、図 8 は、図 7 に示した有機発光素子の B - B 断面図である。図 7 及び図 8 において、基板 1 上に、ゲート電極 2、ゲート絶縁膜 3、ゲート電極 2 の中央部上のソース電極 4、第 1 の金属酸化物層 5、有機化合物層 6、ソース電極 4 を囲むようにして設けられた枠状の第 2 の金属酸化物層 7 及びドレイン電極 8 が順次積層されている。本実施の形態における有機発光素子においても、トランジスタがコンパクトかつ大容量となる。

30

【0141】

また、本実施の形態では、発光ポイントが細長い形状を有しているため、RGB の 3 原色を並べて 1 画素としたとき、1 画素の形状を正方形にすることができる。

【0142】

以上の説明においては、第 2 の金属酸化物層 7 がドレイン電極 8 と同じ形にパターンニングされたものを中心に説明したが、第 2 の金属酸化物層 7 はパターンニングされていてもよいし、図 8 に示すようにパターンニングされずに一様に設けられていてもよい。

40

【0143】

以上の説明においては、ゲート絶縁膜 3 を基板 1 上に一様に形成する例について説明したが、ゲート電極 2 上にパターンニングしてゲート電極 2 と同じ形状に形成してもよい。

【0144】

以上の説明においては、第 1 の金属酸化物層 5 を基板 1 上に一様に形成する例について説明したが、ソース電極 4 上にパターンニングしてソース電極 4 と同じ形状に形成してもよい。

【0145】

50

以上の説明においては、有機化合物層 6 を基板 1 上に一様に形成する例について説明したが、パターンニングされて基板 1 上の一部に形成してもよい。また、異なる色を発光する有機化合物層 6 を画素毎に個別に形成してもよい。

【 0 1 4 6 】

以上の説明においては、第 2 の金属酸化物層 7 を基板 1 上に一様に形成する例を中心に説明したが、図 8 に示すように、ドレイン電極 8 と同時にパターンニングしてドレイン電極 8 と同じ形状に形成してもよい。

【 0 1 4 7 】

最後に、本発明の有機発光素子を適用した表示装置、及びこれを用いた電子機器の一例について説明する。

10

【 0 1 4 8 】

図 9 は、本発明の表示装置 1 0 0 を適用した移動体通信端末機 1 0 2 の構成を示す斜視図であり、図 1 0 は、本発明の表示装置 1 0 0 を適用したモバイル型のパーソナルコンピューター 1 0 1 の構成を示す斜視図であり、図 1 1 は、本発明の表示装置 1 0 0 を適用した電子ペーパー 1 0 3 の構成を示す図である。

【 0 1 4 9 】

その他にも本発明の表示装置 1 0 0 は、デジタルスチルカメラ、テレビ、ビデオカメラ、ビューファインダ型、モニタ直視型のビデオテープレコーダ、ラップトップ型パーソナルコンピューター、カーナビゲーション装置、ページャ、電子手帳（通信機能付も含む）、電子辞書、電卓、電子ゲーム機器、ワードプロセッサ、ワークステーション、テレビ電話、防犯用テレビモニタ、電子双眼鏡、POS 端末、タッチパネルを備えた機器（例えば金融機関のキャッシュディスプレイ、自動券売機）、医療機器（例えば電子体温計、血圧計、血糖計、心電表示装置、超音波診断装置、内視鏡用表示装置）、魚群探知機、各種測定機器、計器類（例えば、車両、航空機、船舶の計器類）、フライトシュミレータ、その他各種モニタ類、プロジェクター等の投射型表示装置等に適用することができる。

20

【 符号の説明 】

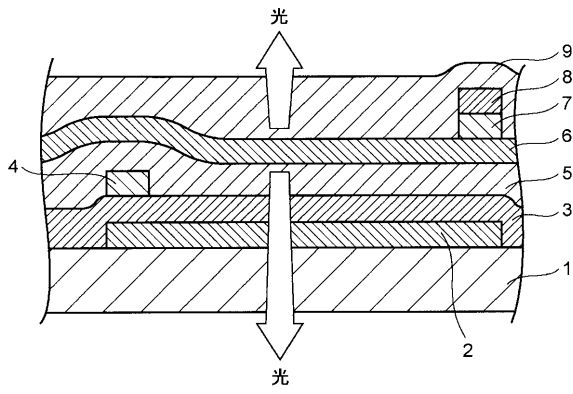
【 0 1 5 0 】

- 1 基板
- 2 ゲート電極
- 3 ゲート絶縁膜
- 4 ソース電極
- 5 第 1 の金属酸化物層
- 6 有機化合物層
- 7 第 2 の金属酸化物層
- 8 ドレイン電極
- 9 保護膜
- 5 0 表示装置
- 5 1 有機発光素子
- 5 2 薄膜トランジスタ
- 1 0 0 表示装置
- 1 0 1 パーソナルコンピューター
- 1 0 2 移動体通信端末機
- 1 0 3 電子ペーパー

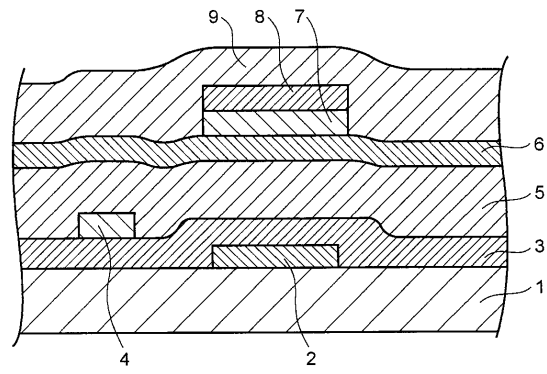
30

40

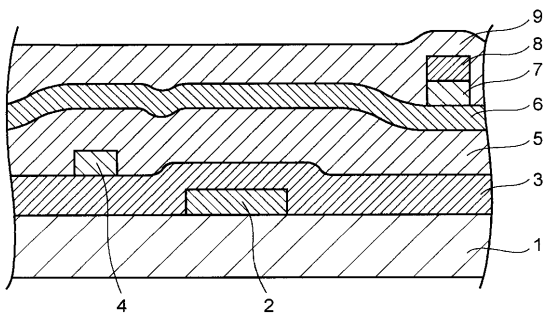
【図 1】



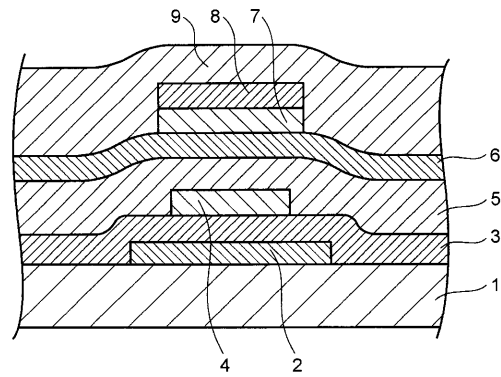
【図 3】



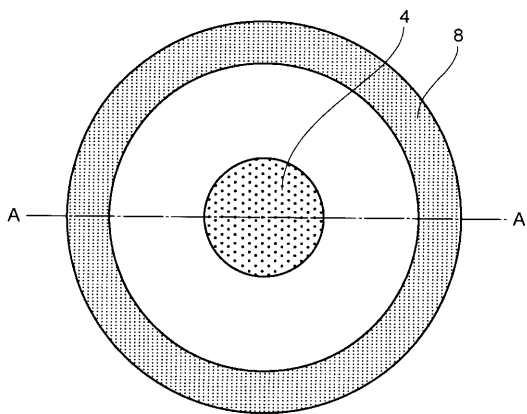
【図 2】



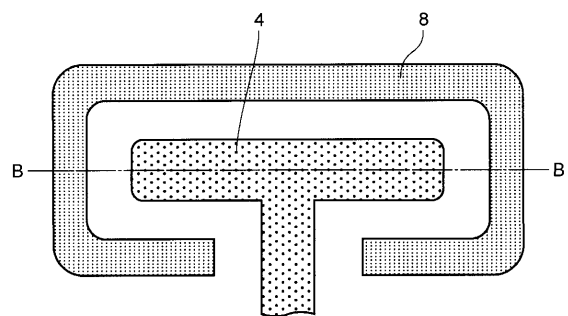
【図 4】



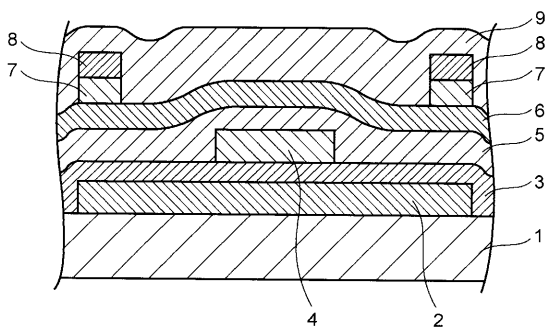
【図 5】



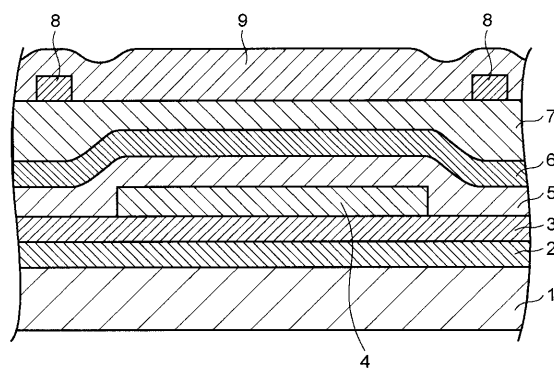
【図 7】



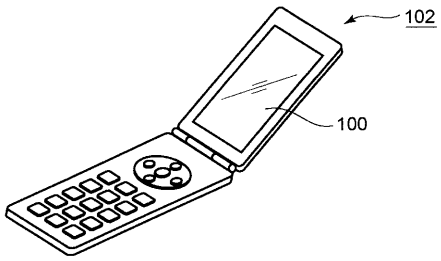
【図 6】



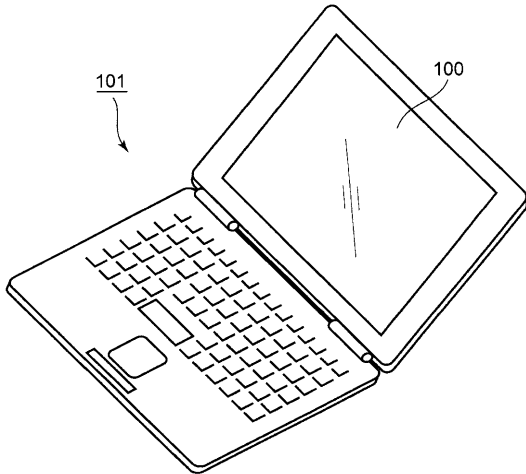
【図 8】



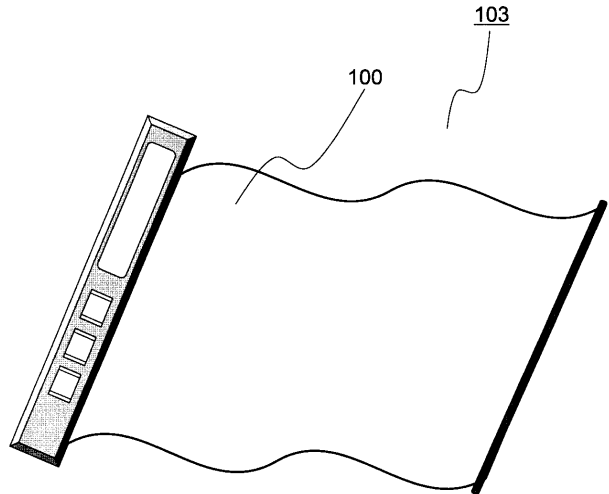
【図 9】



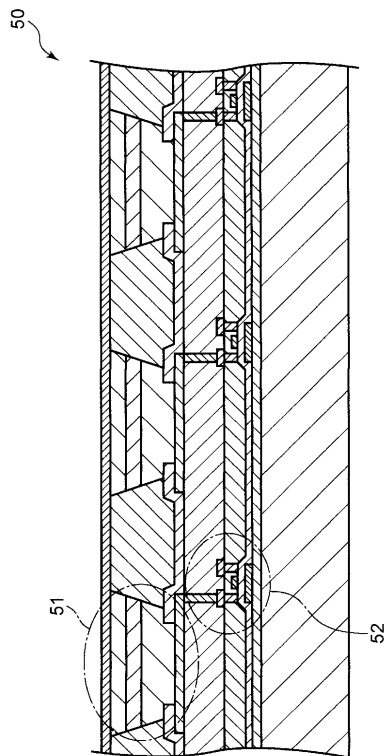
【図 10】



【図 11】



【図 12】



专利名称(译)	有机发光元件		
公开(公告)号	JP2011100938A	公开(公告)日	2011-05-19
申请号	JP2009256281	申请日	2009-11-09
[标]申请(专利权)人(译)	日本触媒株式会社		
申请(专利权)人(译)	日本触媒株式会社		
[标]发明人	森井克行		
发明人	森井 克行		
IPC分类号	H01L51/50 H05B33/26		
FI分类号	H05B33/14.B H05B33/26.Z H05B33/22.C H05B33/22.A		
F-TERM分类号	3K107/AA02 3K107/BB01 3K107/CC43 3K107/DD17 3K107/DD46X 3K107/DD60		
代理人(译)	Kankawa忠 伊藤 浩彰		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：实现在不损害传统有机发光元件的性能的情况下制造得更薄的有机发光元件，并通过使用有机发光元件提供柔性（可弯曲）显示装置，以及电子设备使用相同的。解决方案：有机发光元件包括基板1，形成在基板1上的栅电极2，形成在栅电极2上的栅极绝缘膜3，形成在栅极绝缘膜3上的第一电极（源电极4），形成在第一电极上的至少一层的有机化合物层6和形成在有机化合物层6上的第二电极（漏电极8）。

