

(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2011-119411

(P2011-119411A)

(43) 公開日 平成23年6月16日(2011.6.16)

(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 33/22 D	3 K 1 〇 7
H O 5 B 33/26 (2006.01)	H O 5 B 33/14 A	4 J 1 〇 〇
C O 8 F 12/30 (2006.01)	H O 5 B 33/26 Z	
	C O 8 F 12/30	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 38 頁)

(21) 出願番号	特願2009-274877 (P2009-274877)	(71) 出願人	000002185
(22) 出願日	平成21年12月2日 (2009.12.2)		ソニー株式会社
			東京都港区港南1丁目7番1号
		(74) 代理人	100098785
			弁理士 藤島 洋一郎
		(74) 代理人	100109656
			弁理士 三反崎 泰司
		(74) 代理人	100130915
			弁理士 長谷部 政男
		(74) 代理人	100155376
			弁理士 田名網 孝昭
		(72) 発明者	中村 明史
			東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株 式会社内

最終頁に続く

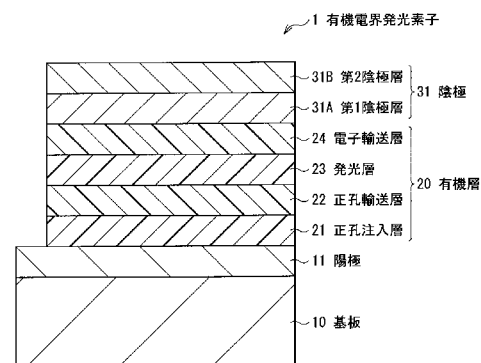
(54) 【発明の名称】 有機電界発光素子および表示装置

(57) 【要約】

【課題】発光効率が高く、かつ信頼性の向上した有機電界発光素子を提供する。

【解決手段】少なくともアルミニウムを含む陽極11と、陰極31との間に発光層23を含む有機層20を備えている。有機層20は、陽極11と発光層23との間に、スルホン酸誘導体からなる正孔注入層21を有している。正孔注入層21がスルホン酸誘導体により構成されていることにより、正孔注入性が向上し、陽極11からの正孔が発光層23へ効率よく輸送される。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

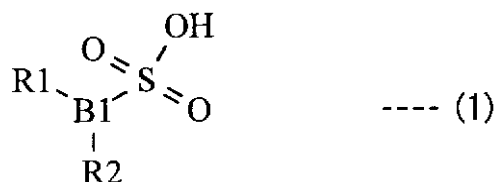
少なくともアルミニウム (A 1) を含む陽極と、
陰極と、
前記陽極と陰極との間に、発光層を含む有機層とを備え、
前記有機層は、前記陽極と前記発光層との間に、スルホン酸誘導体からなる正孔注入層
を有する
有機電界発光素子。

【請求項 2】

前記スルホン酸誘導体は、式 (1) で表される化合物を含む、請求項 1 に記載の有機電
界発光素子。

10

【化 1】



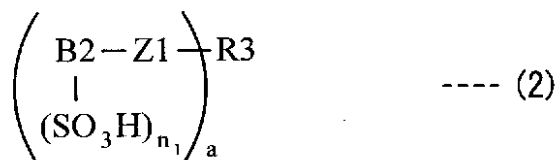
(B 1 は、ベンゼン環、ナフタレン環、アントラセン環、フェナントレン環もしくは複素
環を有する 3 価の基である。 R 1 および R 2 は、カルボキシル基あるいは水酸基である。
)

20

【請求項 3】

前記スルホン酸誘導体は、式 (2) で表される化合物、式 (3) で表される構造部を有
する化合物および式 (4) で表される構造部を有する高分子化合物のうちの少なくとも 1
種を含む、請求項 1 に記載の有機電界発光素子。

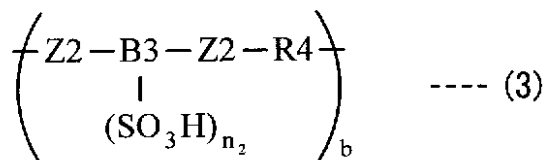
【化 2】



30

(Z 1 は、酸素原子、硫黄原子あるいは - N H - である。 B 2 は、ナフタレン環もしくは
アントラセン環を有する (n₁ + 1) 価の基である。 R 3 は、炭化水素基、1, 3, 5 -
トリアジン環を有する基、式 (5) で表される構造部を有する基、式 (6) で表される構
造部を有する基あるいはそれらの誘導体であり、その価数は a である。 a は 1 以上の整数
である。 n₁ は 1 以上 4 以下の整数である。)

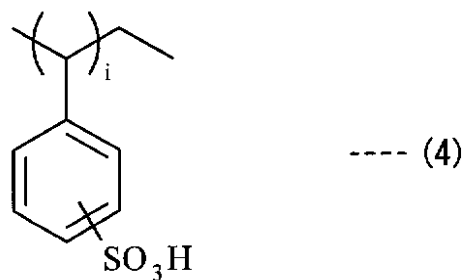
【化 3】



40

(Z 2 は、各々独立して、酸素原子、硫黄原子あるいは - N H - である。 B 3 は、ナフタ
レン環もしくはアントラセン環を有する (n₂ + 2) 価の基である。 R 4 は、炭化水素基
、1, 3, 5 - トリアジン環を有する基、式 (5) に示した構造部を有する基、式 (6)
に示した構造部を有する基あるいはそれらの誘導体である。 b は 1 以上の整数である。 n
₂ は 1 以上 4 以下の整数である。)

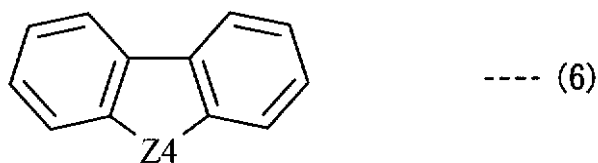
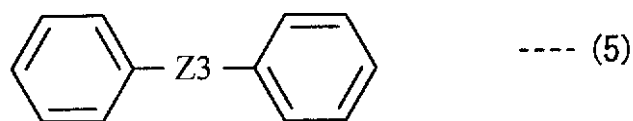
【化 4】



10

(i は 1 以上の整数である。)

【化 5】



20

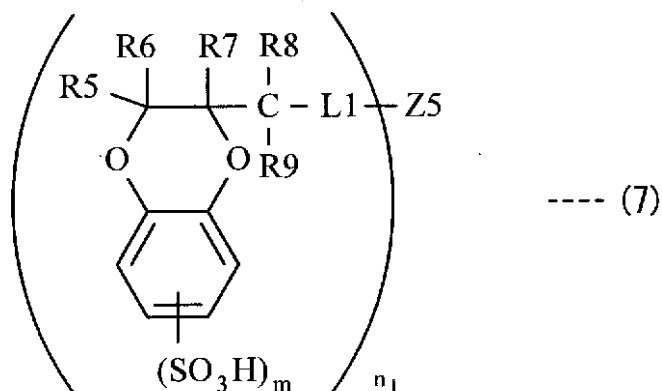
(Z 3 および Z 4 は、酸素原子、硫黄原子、スルフィニル基 (- S (= O) -) あるいはスルホニル基 (- S (= O)₂ -)、または、窒素原子、ケイ素原子、リン原子もしくは P (= O) 基のいずれかを含む基である。)

【請求項 4】

前記スルホン酸誘導体は、式 (7) で表される化合物、式 (8) で表される化合物、式 (9) および式 (10) のうちの少なくとも式 (9) で表される構造部を有する化合物、ならびに、式 (11) および式 (12) のうちの少なくとも式 (11) で表される構造部を有する化合物からなる群のうちの少なくとも 1 種を含む、請求項 1 に記載の有機電界発光素子。

30

【化 6】



40

(R 5 ~ R 9 は、水素原子あるいはハロゲン原子、または、炭化水素基あるいはその誘導体である。 L 1 は、単結合、または、酸素原子、硫黄原子あるいは - N H - である。 Z 5 は、水素原子、スルフィニル基あるいはスルホニル基、または、炭化水素基、1, 3, 5 - トリアジン環を有する基、式 (5) に示した構造部を有する基、式 (6) に示した構造部を有する基あるいはそれらの誘導体、または、窒素原子、ケイ素原子、リン原子もしくは P (= O) 基のいずれかを含む基、または、L 1 が単結合の場合にはハロゲン原子ある

50

【化 7】



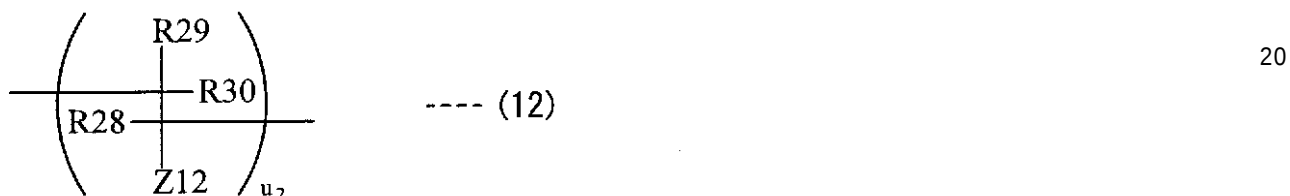
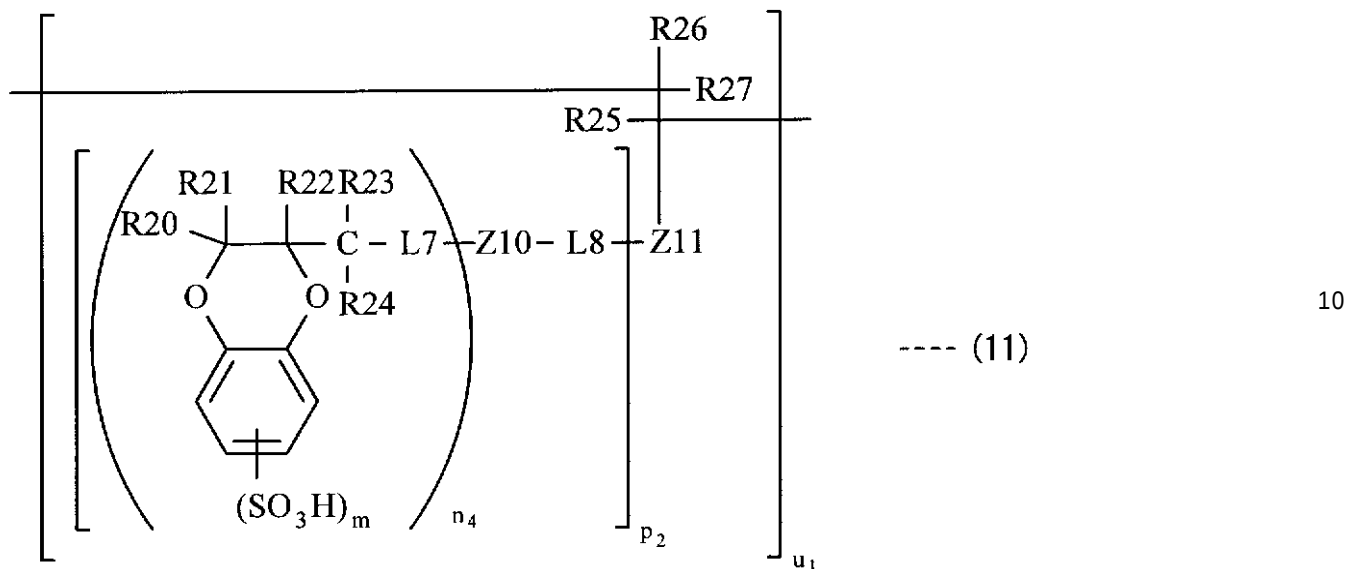
20

【化 8】



50

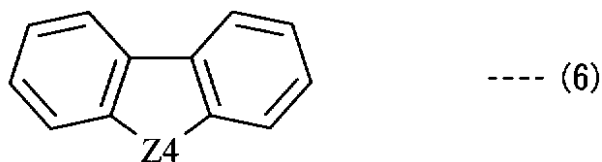
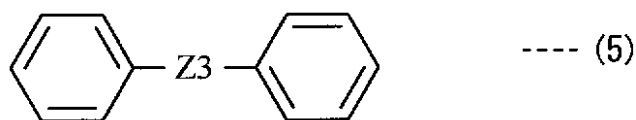
【化 9】



(R 2 0 ~ R 3 0 は、水素原子あるいはハロゲン原子、または、炭化水素基あるいはその誘導体である。 L 7 および L 8 は、単結合、または、酸素原子、硫黄原子あるいは - N H - である。 Z 1 0 ~ Z 1 2 は、炭化水素基、1, 3, 5 - トリアジン環を有する基、式 (5) に示した構造部を有する基、式 (6) に示した構造部を有する基あるいはそれらの誘導体であり、Z 1 0 の価数は (n₄ + 1)、Z 1 1 の価数は (p₂ + 1) である。 m は 1 以上 4 以下の整数である。 n₄、p₂ および u₁ は 1 以上の整数である。 u₂ は 0 以上の整数である。ただし、u₁ および u₂ は 1 u₁ + u₂ 1 0 0 0 0 を満たす。)

30

【化 1 0】



(Z 3 および Z 4 は、酸素原子、硫黄原子、スルフィニル基あるいはスルホニル基、または、窒素原子、ケイ素原子、リン原子もしくは P (= O) 基のいずれかを含む基である。)

【請求項 5】

前記スルホン酸誘導体は、式 (1 3) で表される構造部を有する化合物を含む、請求項 1 に記載の有機電界発光素子。

50

$$\left[\left(\text{CF}_2 - \text{CF}_2 \right)_x \text{CF} - \text{CF}_2 \right]_y \left(\begin{array}{c} \text{O} \\ | \\ \text{CF}_2 \\ | \\ \text{F}_3\text{C} - \text{CF} \end{array} \right)_z \text{O} - \text{CF}_2 - \text{CF}_2 - \text{S}(=\text{O})_2\text{OH} \quad \text{---- (13)}$$

10

20

30

40

50

求されるディスプレイに用いるものとしては、発光寿命が短く、十分な寿命特性が得られていなかった。そこで、寿命特性の向上を目的として、有機層に用いられる有機材料（有機EL材料）、特に正孔輸送層に用いられる正孔輸送材料について検討されている。具体的には、正孔輸送材料として、カルバゾール誘導体を用いる技術が提案されている。

【0005】

このような有機EL材料の研究により、携帯電話用あるいはMP3プレーヤ用のディスプレイやカムコーダ用ビューファインダなどのディスプレイとしての使用には、十分な寿命特性が確保できるようになった。これによって、車載オーディオ用途あるいはモバイル機器用途のディスプレイとして商品化が進められているが、CRTや液晶ディスプレイなどのテレビ用のディスプレイとしての表示寿命までには至っていない。このため、さらに

10

【0006】

この表示装置に用いられる有機電界発光素子としては、上面発光型の有機電界発光素子が知られている。具体的には、例えば、図4に示したように、上面発光型の有機電界発光素子101は、薄膜トランジスタ（Thin Film Transistor；TFT）などの駆動回路を有する駆動基板102上に、光反射性の陽極103、有機層104および光透過性の陰極105がこの順で積層された構成を有している。有機層104は、陽極103側から順に、正孔輸送層104A、発光層104Bおよび電子輸送層104Cを有している。これにより、駆動基板102の反対側（陰極105側）から発光光を取り出せるため、発光部の開口率を向上させるうえで有利となる。この開口率の向上によって、有機層104に印加する電流密度を低く抑えても、十分な発光輝度が得られるため、寿命特性の向上に繋がることになる。

20

【0007】

このような上面発光型の有機電界発光素子における陽極は、陰極側から発光光を効率的に取り出すために、反射率の高い材料により構成されている。この材料としては、例えば、アルミニウムが挙げられる。しかしながら、アルミニウムは、仕事関数が比較的小さいため、有機層に対して十分に正孔を注入することが難しく、良好な発光効率を得られにくい。そこで、このことを補うために、副成分金属として、銅、パラジウム、金あるいはニッケルなどの仕事関数が高い金属を20～30%含むアルミニウム合金を用いることが提

30

【0008】

また、陽極の材料としては、アルミニウムを主成分とし、副成分金属としてパラジウムなどよりも安価であると共にアルミニウムの仕事関数よりも相対的に低いネオジム等を用いることも提案されている（例えば、特許文献2参照）。この場合には、陽極上に設けられた正孔注入層の材料として、アザトリフェニレンやトリフェニレンの誘導体を用いられている。ところが、これらの正孔注入性の材料は、結晶性が強いため、微結晶薄膜になりやすく、これにより剥離、水分の浸入が生じ、長時間駆動するとダークスポットが成長しやすくなり、信頼性に問題があった。

40

【0009】

ところで、有機層を構成する各層は、通常、真空蒸着法などの気相法により成膜されている。この場合、例えば、陽極上に異物が存在すると、その異物の上に有機層が成膜されるため、陽極上に被覆されない箇所（非被覆部）が生じる。そして、その非被覆部が生じた状態で有機層の上に、陰極を設けると、非被覆部において陽極と陰極とが短絡し、その短絡が生じた画素において発光しないことになる。これによっても、信頼性が低下しやすいという問題がある。

【0010】

そこで、これらの問題を解決するために、正孔注入層として、アニリン誘導体に電子受容物質をドーピングした混合層を、塗布法により形成することが提案されている（例えば、特許文献3参照）。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】特開2003-234193号公報

【特許文献2】特開2006-079836号公報

【特許文献3】特開2002-151272号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

しかしながら、特許文献3の技術では、塗布条件および塗布後の焼成条件等によっては、陽極からの正孔注入性に大きく影響する電子受容性物質が、膜中において凝集して偏在することにより、発光効率が低下しやすいという問題があった。また、正孔注入層において、2種類以上の混合物が用いられているため、均質な組成を保つことが難しいという問題もあった。これらのことから、さらに発光効率および信頼性の高い有機電界発光素子が望まれている。

10

【0013】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、発光効率が高く、かつ信頼性の向上した有機電界発光素子および表示装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明の有機電界発光素子は、少なくともアルミニウム（Al）を含む陽極と、陰極と、陽極と陰極との間に、発光層を含む有機層とを備え、有機層は、陽極と発光層との間に、スルホン酸誘導体からなる正孔注入層を有するものである。また、本発明の表示装置は、本発明の有機電界発光素子を備えたものである。

20

【0015】

ここで、スルホン酸誘導体は、構造中に1あるいは2以上のスルホン酸基を有する化合物であるが、スルホン酸誘導体からなる正孔注入層には、正孔注入層中にスルホン酸誘導体以外のものを含むことを排除するものではない。例えば、スルホン酸誘導体の合成時に用いる溶媒あるいはその溶媒に含まれる不純物や、正孔注入層あるいはそれ以外の有機層を形成する際に混入する不純物や水などが正孔注入層中に含まれていることを否定するものではない。

30

【0016】

本発明の有機電界発光素子および表示装置では、陽極と発光層との間にスルホン酸誘導体からなる正孔注入層を有している。これにより、少なくともアルミニウムを含む陽極から発光層への良好な正孔注入性が得られるため、有機層に対して電界を印加すると、発光層が印加された電流に対して効率よく発光する。その上、正孔注入層がスルホン酸誘導体の他に、他の化合物を含む場合やスルホン酸誘導体以外の化合物により構成されている場合と比較して、製造時の環境に左右されることなく、均質性の高い正孔注入層が得られるため、良好な正孔注入性を長期間維持できる。

40

【発明の効果】

【0017】

本発明の有機電界発光素子または表示装置によれば、少なくともアルミニウムを含む陽極と発光層との間にスルホン酸誘導体からなる正孔注入層を有するようにしたので、発光層への良好な正孔注入性が得られることにより、高い発光効率を得ることができる。その上、均質性の高い正孔注入層が得られるため、長時間駆動しても発光強度が維持され、寿命特性等の信頼性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の一実施の形態に係る有機電界発光素子の断面構成を表す模式図である。

【図2】図1に示した有機電界発光素子を備えた表示装置の断面構成を表す模式図である

50

。

【図 3】実験例における正孔注入層の厚さと駆動電圧との関係を表す特性図である。

【図 4】従来の有機電界発光素子の構成を説明するための断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。説明する順序は以下の通りである。

1. 有機電界発光素子（上面発光型の例）
2. 表示装置（有機電界発光素子の使用例）
3. 変形例

10

【0020】

[1. 有機電界発光素子（上面発光型の例）]

図 1 は、本発明の一実施の形態に係る有機電界発光素子 1 の断面構成を表している。有機電界発光素子 1（有機 EL 素子）は、例えばカラーディスプレイなどの表示装置に用いられるものであり、基板 10 上に、陽極 11、有機層 20 および陰極 31 をこの順で備えている。また、有機層 20 は、陽極 11 側から順に、正孔注入層 21、正孔輸送層 22、発光層 23 および電子輸送層 24 を積層した構造を有している。ここでは、発光層 23 から発せられる光（以下、発光光という）が陰極 31 側から取り出される上面発光型について説明する。

【0021】

20

基板 10 は、例えば、ガラスなどの透明基板や、シリコン基板や、フィルム状のフレキシブル基板などを含んで構成されている。また、基板 10 は、複数の有機電界発光素子 1 を用いた表示装置において駆動方式がアクティブマトリックス方式である場合には、画素ごとに TFT などの駆動回路が設けられたものなどでもよい。この場合の基板 10 には、画素ごとに、陽極 11 がマトリックス状に設けられており、これによりアクティブマトリックス方式の表示装置では、各画素が独立して駆動する。

【0022】

陽極 11 は、発光層 23 に電界を印加する一方の電極であり、可視光を反射できるように形成されている。陽極 11 は、可視光の実質的全波長成分を反射できるように形成されていることが好ましい。発光効率が向上するからである。陽極 11 は、少なくともアルミニウムを含んで構成されている。アルミニウムは、反射率が高いうえに、比較的安価であるため、陽極 11 がアルミニウムを含むことにより、発光効率が向上すると共に、製造コストが低く抑えられるからである。陽極 11 を構成する材料としては、例えば、アルミニウムを主成分として含み、かつ副成分としてアルミニウムよりも相対的に仕事関数が低い元素を含む合金（以下、アルミニウム合金という）が好ましい。陽極 11 の安定性が向上すると共に十分な正孔注入性が得られるからである。アルミニウム合金が含む副成分としては、中でも、ランタノイド系列元素が好ましい。ランタノイド系列元素の仕事関数は高くはないが、陽極 11 がランタノイド系列元素を含むアルミニウム合金により構成されることにより、十分な正孔注入性が得られると共に安定性がより向上するからである。また、アルミニウム合金は、副成分として、ランタノイド系列元素の他に、ケイ素や銅などを含んでいてもよい。アルミニウム合金に含まれる副成分元素の含有量は、10 重量%以下であることが好ましい。これにより、陽極 11 では、良好な反射率が得られ、導電性も高くなり、さらに基板 10 との密着性も向上する。更に、有機電界発光素子 1 を製造する際に、アルミニウム合金の反射率が良好かつ安定的に維持される共に、高い加工精度および化学的安定性が得られる。

30

40

【0023】

また、陽極 11 は、その構成材料として上記のアルミニウム合金を用いる場合には、例えば、複数の層により形成されていてもよい。具体的には、このアルミニウム合金を含む層を第 1 層とし、有機層 20 側に優れた光透過性を有する第 2 層を設けた 2 層構造としてもよい。この優れた光透過性を有する第 2 層を構成する材料としては、上記のアルミニウ

50

ム合金の酸化物、タングステンの酸化物、モリブデンの酸化物、ジルコニウムの酸化物、クロムの酸化物、タンタルの酸化物、バナジウムの酸化物、スズの酸化物、亜鉛の酸化物、ITOあるいはIZOなどが挙げられる。中でも、アルミニウム合金の酸化物は、アルミニウム合金を含む第1層を形成したのちに、超高真空中に保持していなければ、その第1層の表面が酸化されて自然に形成される。このため、真空蒸着法やスパッタ法などの成膜工程を行わなくてもよいことから好ましい。また、アルミニウム合金を含む層を第1層とし、この第1層と基板10との間に、陽極11と基板10との密着性を向上させるために、導電性を有する第2層を形成してもよい。この導電性を有する第2層を構成する材料としては、例えば、ITOやIZOなどの透明導電性材料などが挙げられる。なお、陽極11では、上記で説明した2層構造の双方を併せて有していてもよい。すなわち、基板10との密着性を向上させるための導電性を有する層と、その上に設けられた上記したアルミニウム合金を含む層と、その上に設けられた優れた光透過性を有する層とを備えた3層構造としてもよい。

10

【0024】

なお、陽極11の主成分は、アルミニウムに限らず、例えば、ニッケル、銀、金、白金、パラジウム、セレン、ロジウム、ルテニウム、イリジウム、レニウム、タングステン、モリブデン、クロム、タンタルあるいはニオブ、またはこれらのうちの1種あるいは2種以上を含む合金や、それらの酸化物などでもよい。その他に、陽極11の主成分は、酸化スズ、ITO、酸化亜鉛あるいは酸化チタンなどでもよい。これらは単独で用いてもよいし、複数種を併せて用いてもよい。

20

【0025】

有機層20が備えた正孔注入層21は、陽極11において生じた正孔を正孔輸送層22に効率よく注入するためのものである。正孔注入層21は、1種あるいは2種以上のスルホン酸誘導体により構成され、スルホン酸誘導体は、電子受容性を有している。これにより、正孔注入層21が正孔輸送層22の側から電子を受容して陽極11へ輸送することによって、陽極11からの正孔をより効率よく正孔輸送層22に注入できる。すなわち、スルホン酸誘導体が電子受容性物質として作用することにより、陽極11から発光層23への正孔注入性が向上するため、駆動電圧が低く抑えられ、高い発光効率が得られると共に、寿命特性を向上させることができる。更に、正孔注入層21がスルホン酸誘導体のみから構成されることにより、製造時の環境に左右されることなく、正孔注入層21の均質性が向上するため、ダークスポットの発生や長時間の駆動によるダークスポットの成長が抑制されるうえに、陽極11との密着性も高いため、信頼性が向上する。なお、正孔注入層21には、上記の特性(効果)に影響しなければ、スルホン酸誘導体の他に、不純物や水が含まれていてもよい。正孔注入層21中における不純物等の含有量は、例えば2重量%程度である。

30

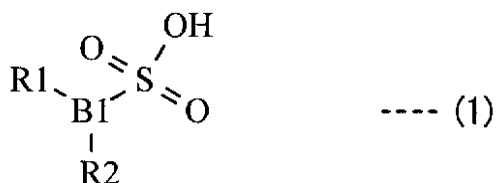
【0026】

スルホン酸誘導体は、1あるいは2以上のスルホン酸基を有する化合物であれば任意であるが、例えば、式(1)で表される化合物が挙げられる。優れた正孔注入性が得られるからである。式(1)に示したもののうちの1種を単独で用いられてもよいし、複数種を混合して用いてもよく、他のスルホン酸誘導体と併せて用いてもよい。

40

【0027】

【化1】



(B1は、ベンゼン環、ナフタレン環、アントラセン環、フェナントレン環もしくは複素環を有する3価の基である。R1およびR2は、カルボキシル基あるいは水酸基である。

50

)

【 0 0 2 8 】

式(1)に示した化合物は、水酸基あるいはカルボキシル基を有するスルホン酸化合物である。式(1)中で説明したB1は、上記のようにベンゼン環等を有していれば、ベンゼン環等にさらに置換基が導入されていてもよい。ベンゼン環等に導入される置換基としては、例えば、ハロゲン原子、炭化水素基、あるいはスルホン酸基などが挙げられる。B1に結合したスルホン酸基は、B1に含まれるベンゼン環等を構成する炭素原子と結合してもよいし、ベンゼン環等に導入された置換基と結合してもよいが、ベンゼン環等を構成する炭素原子と結合していることが好ましい。高い正孔注入性が得られるからである。このことは、B1に結合するR1およびR2についても同様である。R1およびR2は、同じ種類の基でもよいし、異なる種類の基でもよい。

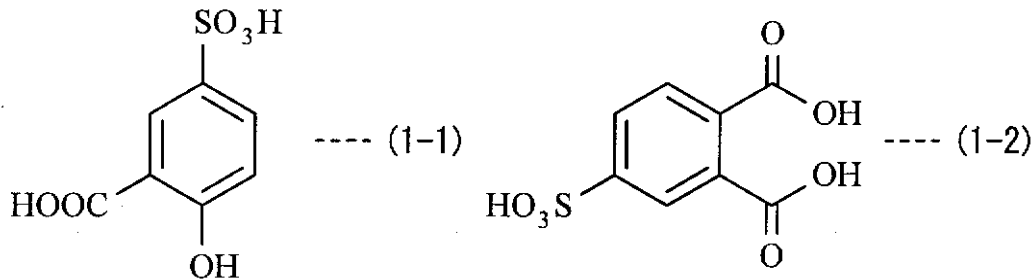
10

【 0 0 2 9 】

式(1)に示した化合物の具体例としては、式(1-1)で表される化合物(5-スルホサリチル酸)あるいは式(1-2)で表される化合物(4-スルホフタル酸)などが挙げられる。十分な正孔注入性が得られるからである。ただし、式(1)に示した化合物は、以下の化合物に限定されない。

【 0 0 3 0 】

【化2】



20

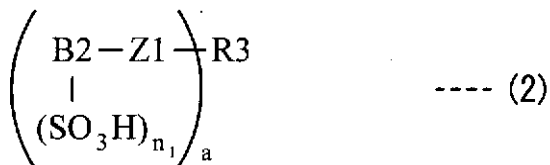
【 0 0 3 1 】

また、スルホン酸誘導体としては、例えば、式(2)で表される化合物、式(3)で表される構造部を有する化合物、あるいは式(4)で表される構造部を有する高分子化合物などが挙げられる。優れた正孔注入性が得られるからである。これらは単独で用いてもよいし、複数種を混合して用いてもよく、他のスルホン酸誘導体と併せて用いてもよい。

30

【 0 0 3 2 】

【化3】

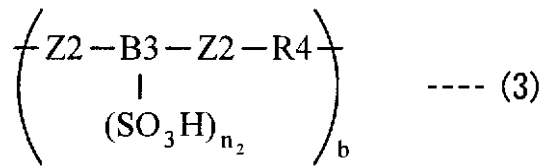


(Z1は、酸素原子、硫黄原子あるいは-NH-である。B2は、ナフタレン環もしくはアントラセン環を有する($n_1 + 1$)価の基である。R3は、炭化水素基、1,3,5-トリアジン環を有する基、式(5)で表される構造部を有する基、式(6)で表される構造部を有する基あるいはそれらの誘導体であり、その価数はaである。aは1以上の整数である。 n_1 は1以上4以下の整数である。)

40

【 0 0 3 3 】

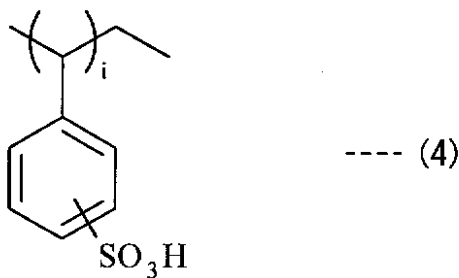
【化 4】



(Z 2 は、各々独立して、酸素原子、硫黄原子あるいは - N H - である。 B 3 は、ナフタレン環もしくはアントラセン環を有する ($n_2 + 2$) 価の基である。 R 4 は、炭化水素基、1, 3, 5 - トリアジン環を有する基、式 (5) に示した構造部を有する基、式 (6) に示した構造部を有する基あるいはそれらの誘導体である。 b は 1 以上の整数である。 n_2 は 1 以上 4 以下の整数である。)

【 0 0 3 4 】

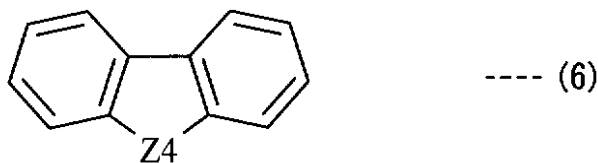
【化 5】



(i は 1 以上の整数である。)

【 0 0 3 5 】

【化 6】



(Z 3 および Z 4 は、酸素原子、硫黄原子、スルフィニル基 (- S (= O) -) あるいはスルホニル基 (- S (= O) ₂ -)、または、窒素原子、ケイ素原子、リン原子もしくは P (= O) 基のいずれかを含む基である。)

【 0 0 3 6 】

式 (2) に示した化合物は、ナフタレン環あるいはアントラセン環と 1 あるいは 2 以上のスルホン酸基とを有する化合物である。式 (2) 中で説明した Z 1 について、酸素原子は - O - (オキシ基あるいはエーテル結合)、硫黄原子は - S - (チオ基あるいはチオエーテル結合) を表している。このことは、以降においても同様である。また、式 (2) 中で説明した B 2 は、ナフタレン環等を有していれば、ナフタレン環等にさらに置換基が導入されていてもよい。ナフタレン環等に導入される置換基としては、例えば、ハロゲン原子あるいは炭化水素基などが挙げられる。このため、B 2 に結合する Z 1 およびスルホン酸基は、B 2 に含まれるナフタレン環等を構成する炭素原子と結合してもよいし、ナフタレン環等に導入された置換基と結合してもよいが、ナフタレン環等を構成する炭素原子と結合していることが好ましい。高い正孔注入性が得られるからである。また、式 (2) 中

10

20

30

40

50

で説明した R 3 の詳細は以下の通りである。炭化水素基は、直鎖状であってもよいし、分岐状であってもよいし、脂環式あるいは芳香族環などの環状構造を含んでいてもよい。中でも、炭化水素基は、芳香族環を含むことが好ましい。高い正孔注入性が得られるからである。炭化水素基等（炭化水素基、1, 3, 5 - トリアジン環を有する基、式（5）に示した構造部を有する基および式（6）に示した構造部を有する基）の誘導体は、炭化水素基等に含まれる水素原子のうちの 1 または 2 以上が他の原子あるいは原子団により置換された基であり、すなわち炭化水素基等に置換基が導入された基である。その置換基は、炭化水素基やハロゲン原子やスルホン酸基でもよいし、それ以外の基でもよい。この誘導体の意味することは以降においても同様である。

【0037】

10

式（5）中で説明した Z 3 および式（6）中で説明した Z 4 について、窒素原子、ケイ素原子、リン原子もしくは P（=O）基のいずれかを含む基は、それらの原子あるいは P（=O）基を含んでいれば、その他に水素原子やハロゲン原子や置換基を有していてもよい。

【0038】

式（3）に示した構造部を有する化合物は、その繰り返し単位の中にナフタレン環あるいはアントラセン環と 1 あるいは 2 以上のスルホン酸基とを有する化合物である。式（3）中で説明した Z 2 は、同じ種類の基でもよいし、異なる種類の基でもよい。Z 2 のその他の詳細は式（2）中の Z 1 と同様である。また、式（3）中で説明した B 3 に関する詳細は、式（2）中の B 2 と同様であると共に、式（3）中で説明した R 4 に関する詳細は式（2）中の R 3 と同様である。

20

【0039】

式（4）に示した構造部を有する高分子化合物は、スチレンスルホン酸誘導体である。式（4）中に説明した i は、例えばスチレンスルホン酸誘導体の重合度を表し、1 以上であれば任意であるが、1000 程度が好ましい。高い正孔注入性が得られると共に、塗布法により容易に正孔注入層 21 が形成されるからである。なお、i = 1000 程度とは、i が 1000 以上のものと、i が 1000 より小さいものとが混合されている状態を表し、i の平均が 1000 程度であることを表している。

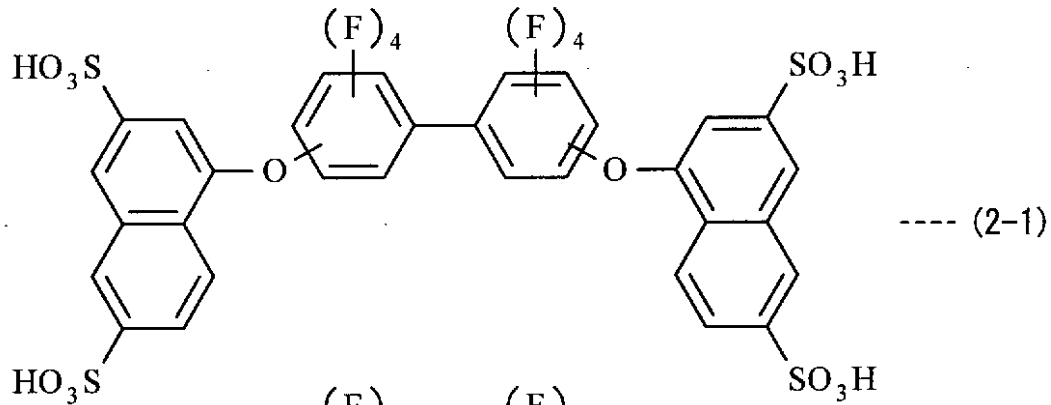
【0040】

式（2）に示した化合物の具体例としては、式（2-1）あるいは式（2-2）で表される化合物などが挙げられる。十分な正孔注入性が得られるからである。また、式（3）に示した構造部を有する化合物の具体例としては、式（3-1）で表される構造部を有する化合物などが挙げられる。十分な正孔注入性が得られるからである。ただし、式（2）に示した化合物および式（3）に示した構造部を有する化合物は、以下に示した化合物に限定されない。また、式（4）に示した構造部を有する高分子化合物の具体例としては、式（4）中の i が 1000 程度の高分子化合物が挙げられる。十分な正孔注入性が得られるからである。

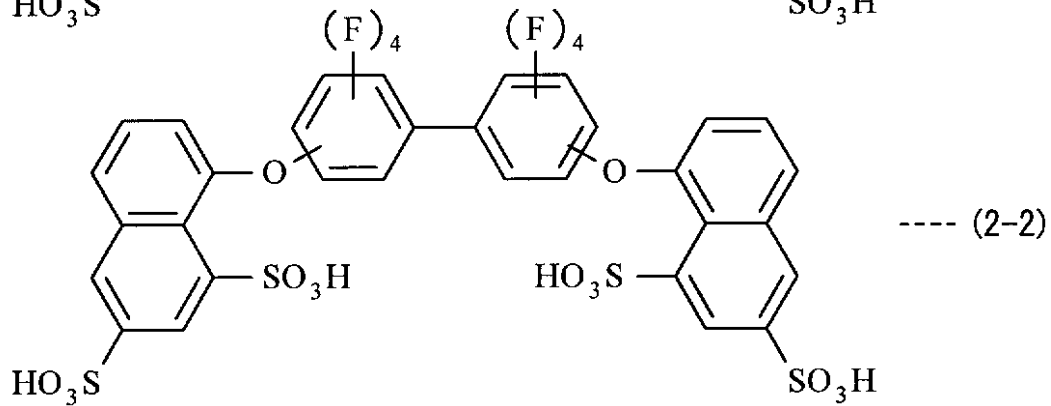
30

【0041】

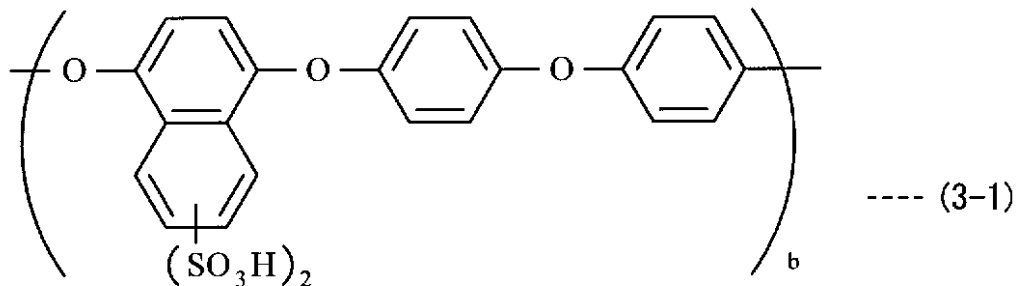
【化 7】



10



20



30

(式(3-1)中において、bは5である。)

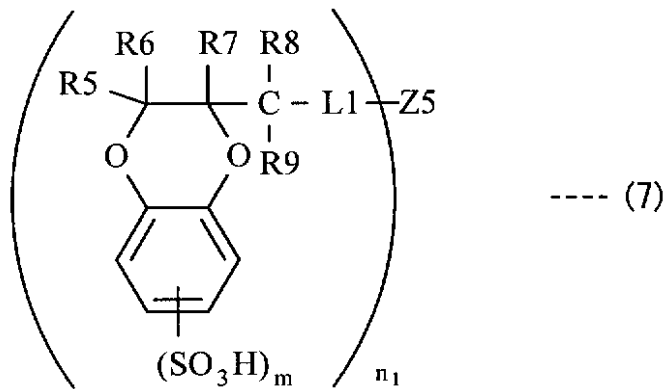
【0042】

また、スルホン酸誘導体としては、例えば、式(7)で表される化合物、式(8)で表される化合物、式(9)および式(10)のうちの少なくとも式(9)で表される構造部を有する化合物、あるいは、式(11)および式(12)のうちの少なくとも式(11)で表される構造部を有する化合物などが挙げられる。優れた正孔注入性が得られるからである。これらは単独で用いてもよいし、複数種を混合して用いてもよく、他のスルホン酸誘導体と併せて用いてもよい。

40

【0043】

【化 8】



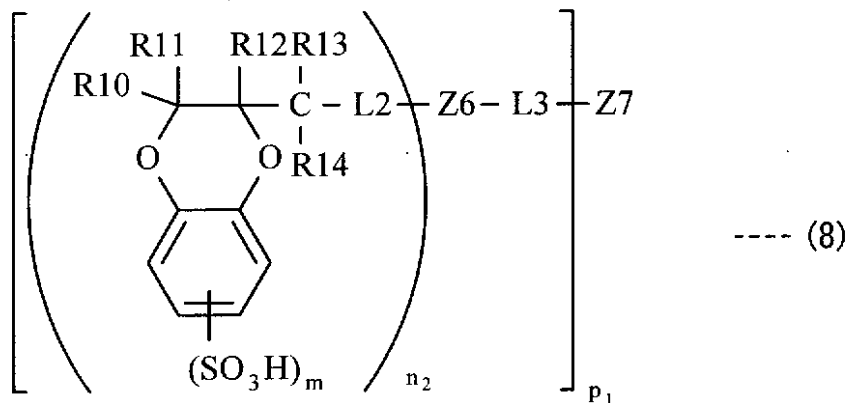
10

(R 5 ~ R 9 は、水素原子あるいはハロゲン原子、または、炭化水素基あるいはその誘導体である。 L 1 は、単結合、または、酸素原子、硫黄原子あるいは - N H - である。 Z 5 は、水素原子、スルフィニル基あるいはスルホニル基、または、炭化水素基、 1 , 3 , 5 - トリアジン環を有する基、式 (5) に示した構造部を有する基、式 (6) に示した構造部を有する基あるいはそれらの誘導体、または、窒素原子、ケイ素原子、リン原子もしくは P (= O) 基のいずれかを含む基、または、 L 1 が単結合の場合にはハロゲン原子あるいは硫黄原子である。 n₁ は 1 以上の整数である。 m は 1 以上 4 以下の整数である。)

20

【 0 0 4 4 】

【化 9】



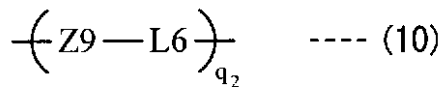
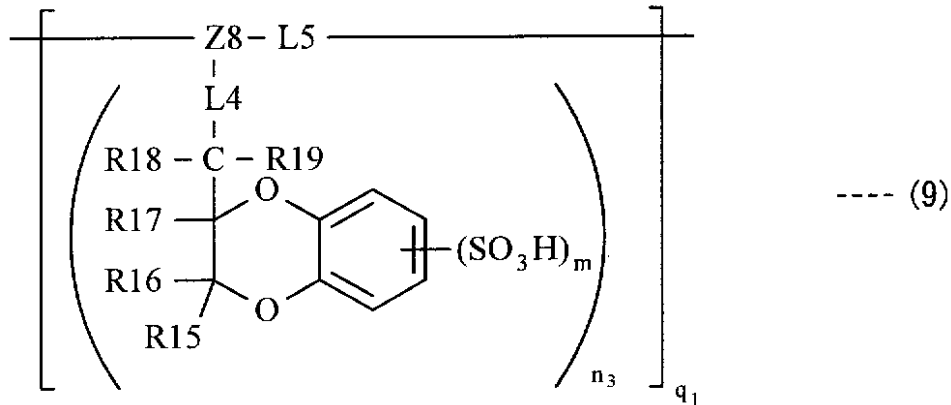
30

(R 1 0 ~ R 1 4 は、水素原子あるいはハロゲン原子、または、炭化水素基あるいはその誘導体である。 L 2 および L 3 は、単結合、または、酸素原子、硫黄原子あるいは - N H - である。 Z 6 は、炭化水素基、 1 , 3 , 5 - トリアジン環を有する基、式 (5) に示した構造部を有する基、式 (6) に示した構造部を有する基あるいはそれらの誘導体であり、その価数は (n₂ + 1) である。 Z 7 は、水素原子、スルフィニル基あるいはスルホニル基、または、炭化水素基、 1 , 3 , 5 - トリアジン環を有する基、式 (5) に示した構造部を有する基、式 (6) に示した構造部を有する基あるいはそれらの誘導体、または、窒素原子、ケイ素原子、リン原子もしくは P (= O) 基のいずれかを含む基、または、 L 2 および L 3 が単結合の場合にはハロゲン原子あるいは硫黄原子であり、その価数は p₁ である。 m は 1 以上 4 以下の整数である。 n₂ および p₁ は 1 以上の整数である。)

40

【 0 0 4 5 】

【化 1 0】

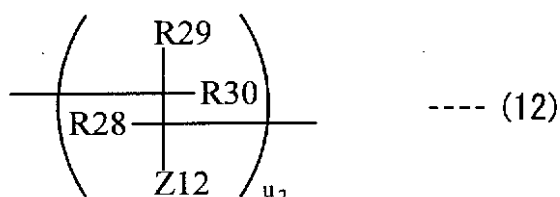
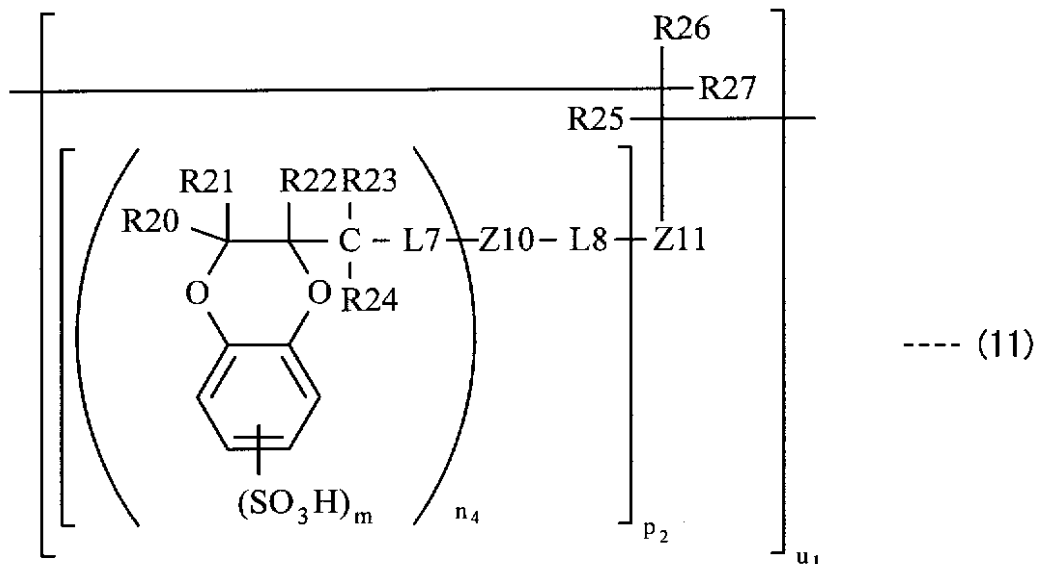


(R 1 5 ~ R 1 9 は、水素原子あるいはハロゲン原子、または、炭化水素基あるいはその誘導体である。 L 4 ~ L 6 は、単結合、または、酸素原子、硫黄原子あるいは - N H - である。 Z 8 は、炭化水素基、1, 3, 5 - トリアジン環を有する基、式 (5) に示した構造部を有する基、式 (6) に示した構造部を有する基あるいはそれらの誘導体であり、その価数は ($n_3 + 2$) である。 Z 9 は、炭化水素基、1, 3, 5 - トリアジン環を有する基、式 (5) に示した構造部を有する基、式 (6) に示した構造部を有する基あるいはそれらの誘導体である。 m は 1 以上 4 以下の整数である。 n_3 および q_1 は 1 以上の整数である。 q_2 は 0 以上の整数である。ただし、 q_1 および q_2 は $1 \leq q_1 + q_2 \leq 10000$ を満たす。)

20

【 0 0 4 6】

【化 1 1】



(R 2 0 ~ R 3 0 は、水素原子あるいはハロゲン原子、または、炭化水素基あるいはその誘導体である。 L 7 および L 8 は、単結合、または、酸素原子、硫黄原子あるいは - N H - である。 Z 1 0 ~ Z 1 2 は、炭化水素基、 1 , 3 , 5 - トリアジン環を有する基、式 (5) に示した構造部を有する基、式 (6) に示した構造部を有する基あるいはそれらの誘導体であり、 Z 1 0 の価数は ($n_4 + 1$)、Z 1 1 の価数は ($p_2 + 1$) である。 m は 1 以上 4 以下の整数である。 n_4 、 p_2 および u_1 は 1 以上の整数である。 u_2 は 0 以上の整数である。ただし、 u_1 および u_2 は $1 \leq u_1 + u_2 \leq 10000$ を満たす。)

【 0 0 4 7 】

式 (7) に示した化合物等は、いずれも 1 , 4 - ベンゾジオキサン骨格のベンゼン環に 1 あるいは 2 以上のスルホン酸基が導入された 1 , 4 - ベンゾジオキサンスルホン酸化合物である。

【 0 0 4 8 】

式 (7) に示した化合物について、R 5 ~ R 9 は、同じ種類の基でもよいし、異なる種類の基でもよい。R 5 ~ R 9 の詳細は以下の通りである。ハロゲン原子の種類は、フッ素、塩素あるいはヨウ素など、任意であるが、中でもフッ素が好ましい。より高い正孔注入性が得られるからである。炭化水素基は、その炭素数やその構造などは任意であり、例えば、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、シクロアルキル基あるいはフェニル基などである。炭化水素基の誘導体は、例えば、ハロゲン化アルキル基などである。式 (7) 中で説明した L 1 について、単結合は、R 8 および R 9 が導入された炭素原子と Z 5 とが直接結合することを表している。式 (7) 中で説明した Z 5 の詳細は、以下の通りである。炭化水素基等およびそれらの誘導体については、上記した式 (2) 中の R 3 についての炭化水素基等と同様である。窒素原子、ケイ素原子、リン原子もしくは P (= O) 基のいずれかを含む基については、式 (4) 中で説明した Z 4 についての窒素原子を含む基等と同様である。ただし、Z 5 は、L 1 が単結合である場合には、ハロゲン原子あるいは硫黄原子である。

【 0 0 4 9 】

式 (8) に示した化合物について、R 1 0 ~ R 1 4 は、同じ種類の基でもよいし、異なる種類の基でもよい。このことは、L 2 および L 3、ならびに、Z 6 および Z 7 についても同様である。R 1 0 ~ R 1 4 に関する詳細は、式 (7) 中の R 5 ~ R 9 に関する詳細と同様であると共に、L 2 および L 3 に関する詳細は、式 (7) 中の L 1 に関する詳細と同様である。また、Z 6 および Z 7 に関する詳細は、それらの基の価数を除き式 (7) 中の Z 5 と同様であるが、L 2 および L 3 が共に単結合の場合には、ハロゲン原子あるいは硫黄原子である。

【 0 0 5 0 】

式 (9) および式 (1 0) のうちの少なくとも式 (9) に示した構造部を有する化合物 (以下、式 (9) に示した構造部を有する化合物という) について、R 1 5 ~ R 1 9 は、同じ種類の基でもよいし、異なる種類の基でもよい。このことは、L 4 ~ L 6、ならびに Z 8 および Z 9 についても同様である。R 1 5 ~ R 1 9 に関する詳細は、式 (7) 中の R 5 ~ R 9 に関する詳細と同様であると共に、L 4 ~ L 6 に関する詳細は、式 (7) 中の L 1 に関する詳細と同様である。また、Z 8 および Z 9 に関する詳細は、それらの基の価数を除き式 (7) 中の Z 5 と同様である。なお、Z 9 は、2 価以上の基でもよい。

【 0 0 5 1 】

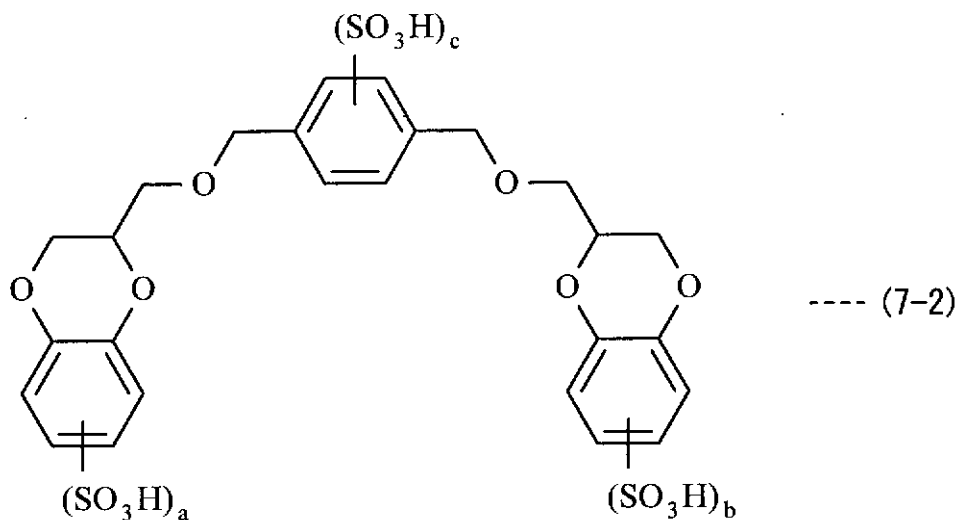
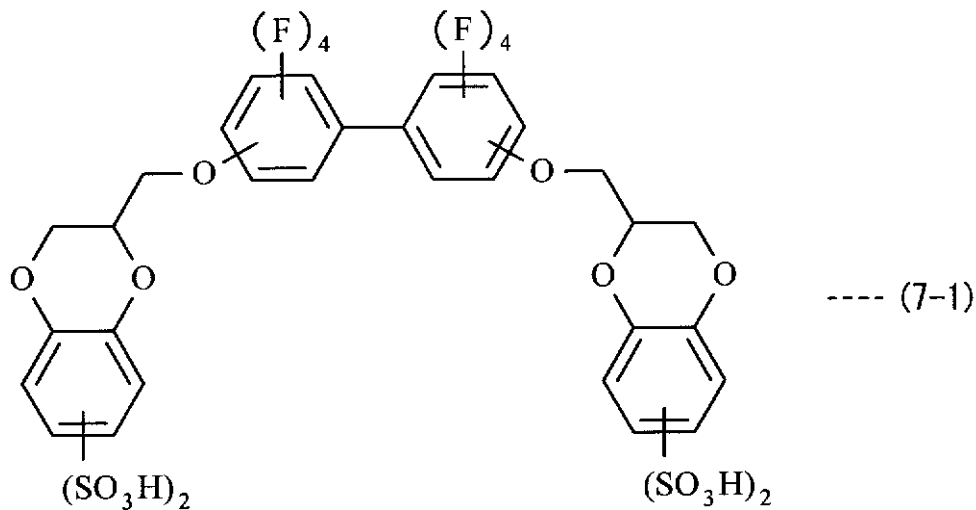
式 (1 1) および式 (1 2) のうちの少なくとも式 (1 1) に示した構造部を有する化合物 (以下、式 (1 1) に示した構造部を有する化合物という) について、R 2 0 ~ R 3 0 は、同じ種類の基でもよいし、異なる種類の基でもよい。このことは、L 7 および L 8、ならびに Z 1 0 ~ Z 1 2 についても同様である。R 2 0 ~ R 3 0 に関する詳細は、式 (7) 中の R 5 ~ R 9 に関する詳細と同様であると共に、L 7 および L 8 に関する詳細は、式 (7) 中の L 1 に関する詳細と同様である。また、Z 1 0 ~ Z 1 2 に関する詳細は、それらの基の価数を除き式 (7) 中の Z 5 と同様である。

【 0 0 5 2 】

式(7)に示した化合物の具体例としては、例えば、式(7-1)あるいは式(7-2)で表される化合物などが挙げられる。十分な正孔注入性が得られるからである。また、式(8)に示した化合物の具体例としては、例えば、式(8-1)～式(8-4)で表される化合物などが挙げられる。十分な正孔注入性が得られるからである。また、式(9)に示した構造部を有する化合物の具体例としては、例えば、式(9-1)で表される構造部を有する化合物などが挙げられる。十分な正孔注入性が得られるからである。さらに、式(11)に示した構造部を有する化合物の具体例としては、例えば、式(11-1)で表される構造部を有する化合物などが挙げられる。十分な正孔注入性が得られるからである。ただし、式(7)に示した化合物、式(8)に示した化合物、式(9)に示した構造部を有する化合物および式(11)に示した構造部を有する化合物は、以下に示した化合物に限定されない。

【0053】

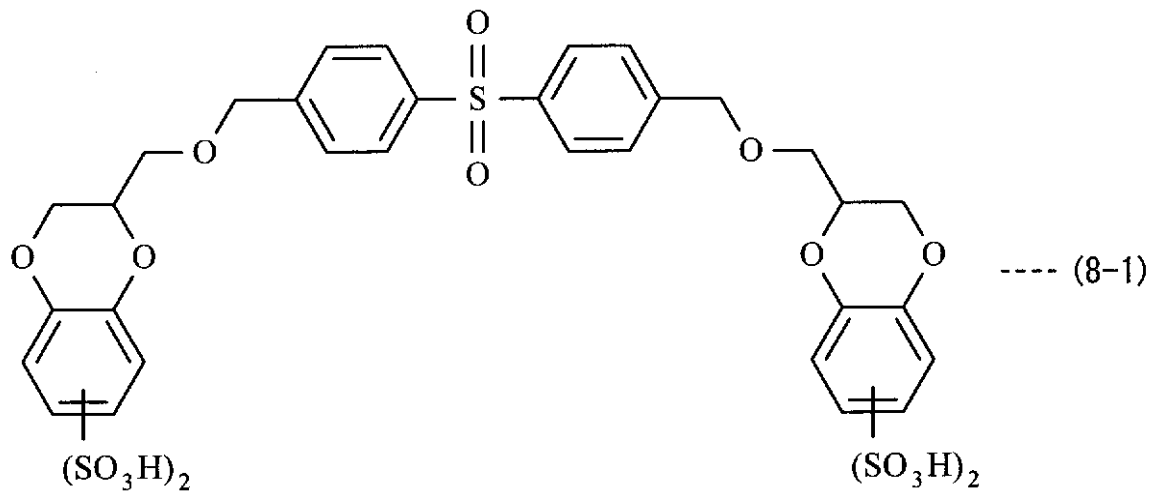
【化12】



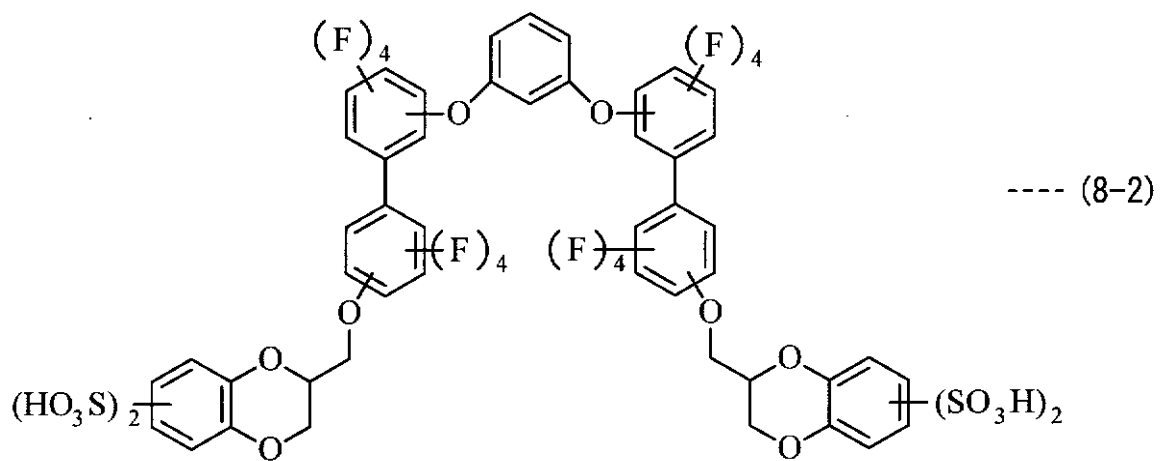
(式(7-2)中において、a、bおよびcは2 ≤ a + b + c ≤ 4を満たす整数である。)

【0054】

【化 1 3】



10

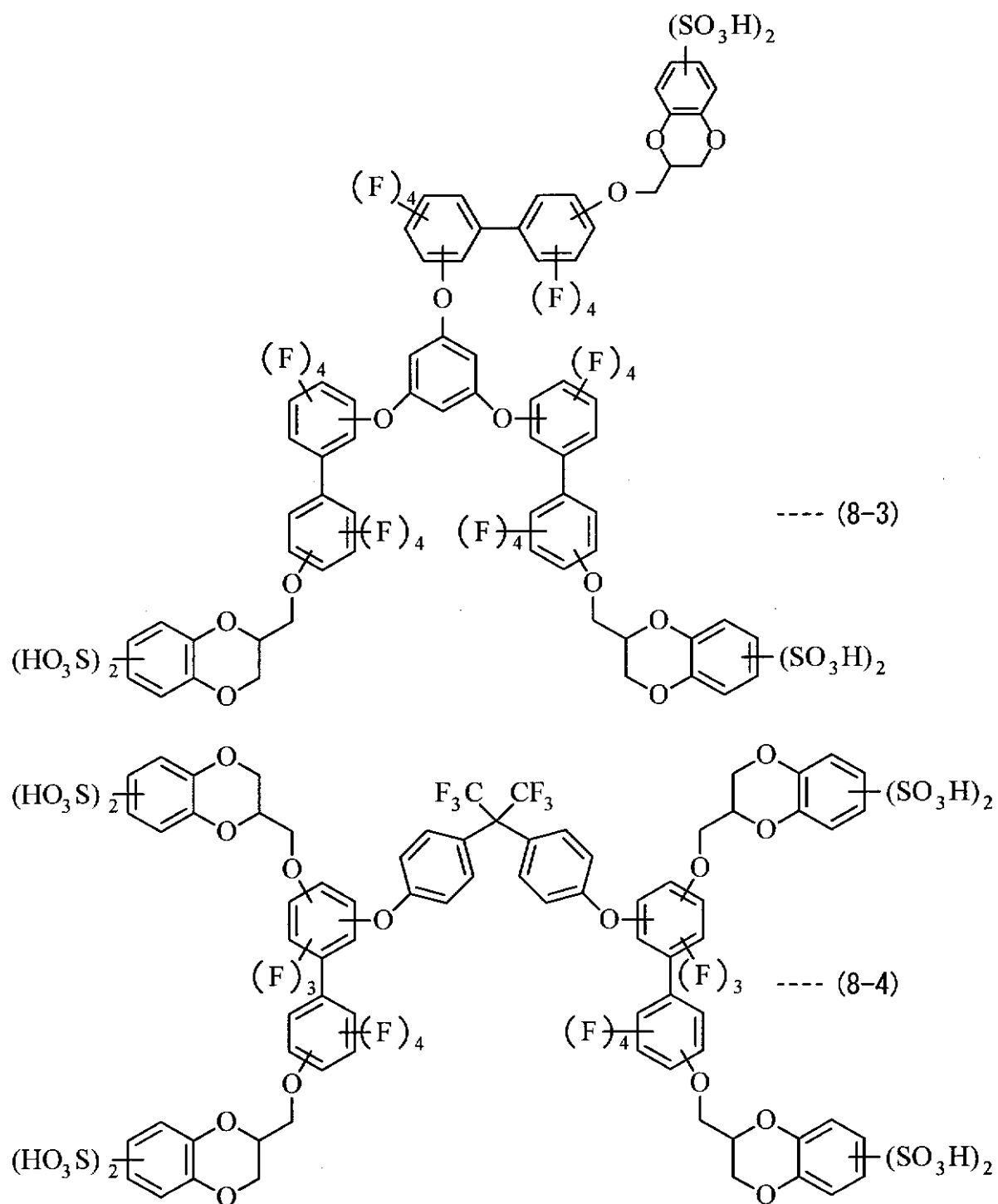


20

30

【 0 0 5 5 】

【化 1 4】



【 0 0 5 6 】

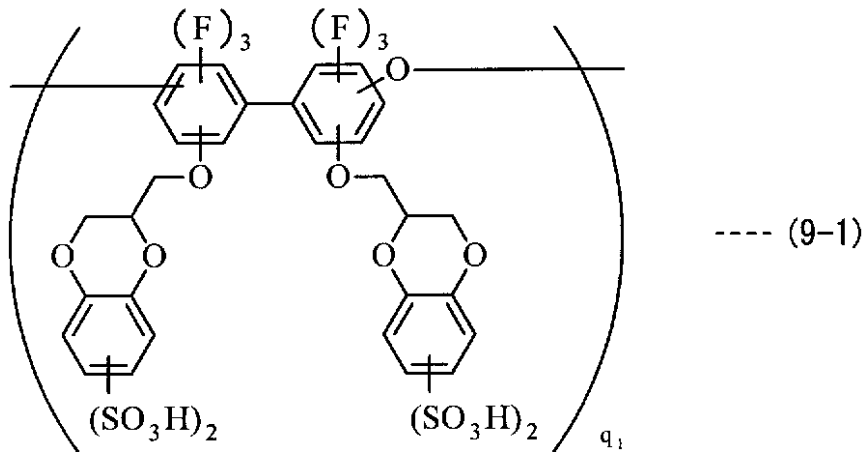
10

20

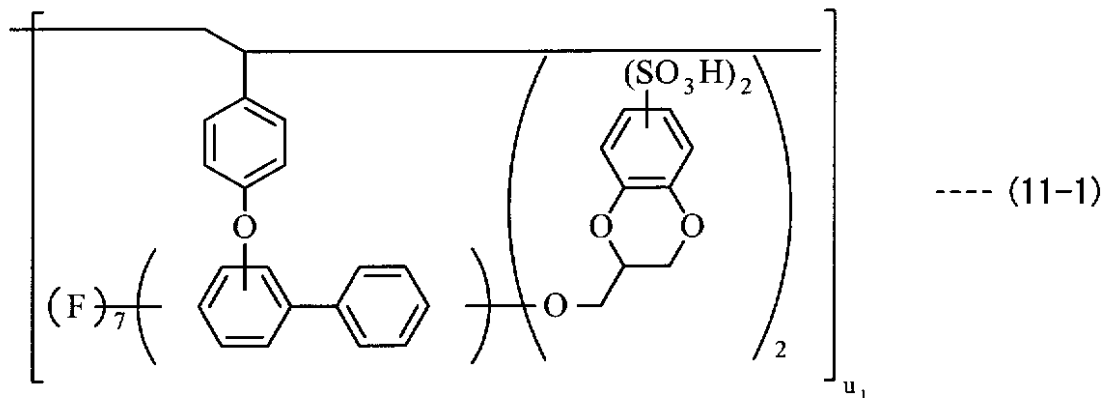
30

40

【化 1 5】



10



20

30

(式(9-1)中において $q_1 = 5$ である。式(11-1)中において、 u_1 は5であり、ビフェニル骨格に結合する3つの酸素原子はビフェニル骨格を構成する炭素原子のいずれかに結合し、ビフェニル骨格に結合する7つのフッ素原子はビフェニル骨格を構成する炭素原子のうちの酸素原子が結合していない炭素原子に結合している。)

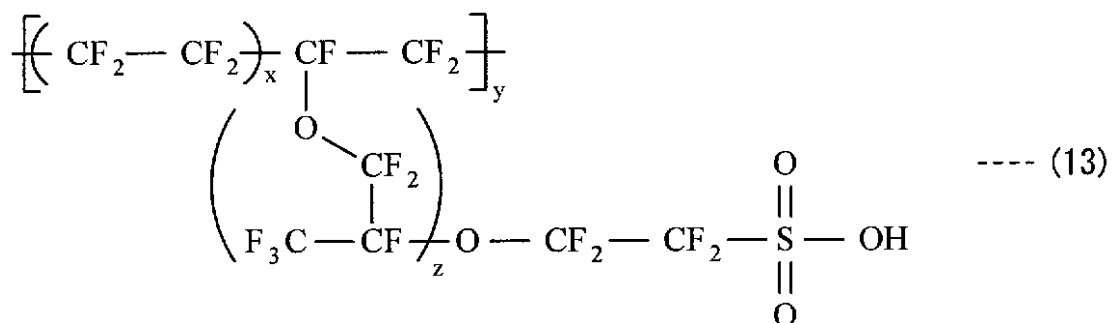
【0057】

また、スルホン酸誘導体としては、例えば、式(13)で表される構造部を有する化合物などが挙げられる。優れた正孔注入性が得られるからである。これらは単独で用いてもよいし、複数種を混合して用いてもよく、他のスルホン酸誘導体と併せて用いてもよい。

【0058】

【化 1 6】

40



50

(x 、 y および z は 1 以上の整数である。)

【0059】

式(13)に示した構造部を有する化合物は、フッ素化されたエーテルスルホン酸誘導体である。式(13)中の x 、 y および z は、1 以上の整数であれば、それぞれ同一でもよいし、異なってもよい。式(13)に示した構造部を有する化合物の具体例としては、例えば、式(13)中の x 、 y および z の合計が 20 以下の化合物などが挙げられる。十分な正孔注入性が得られるからである。

【0060】

なお、スルホン酸誘導体であれば、上記した式(1)に示した化合物等に限定されるものではないが、上記した式(1)に示した化合物等のうちの 1 種あるいは 2 種以上を用いて正孔注入層 21 を形成することにより、より高い正孔注入性が得られる。

10

【0061】

正孔注入層 21 の膜厚は、特に限定されないが、5 nm 以上 50 nm 以下であることが好ましい。その範囲外よりも駆動電圧を低く抑えることができるため、発光効率と共に寿命特性などの信頼性が向上するからである。中でも、正孔注入層 21 の膜厚は、10 nm 以上 35 nm 以下が好ましい。より高い効果が得られるからである。

【0062】

正孔注入層 21 を形成する方法としては、湿式方式(塗布法)が好ましい。これにより、正孔注入層 21 を形成する前に、陽極 11 およびその周縁部の上に異物があつたとしても、その異物による短絡が抑制される。具体的には、湿式方法を用いて形成した有機膜は、陽極 11 上に異物があつたとしても、非被覆部が生じないように、陽極 11 を良好に被覆できる。このため、陰極 31 の形成時において、有機層 20 の非被覆部によって生じるおそれがある電極間の短絡の発生が抑制され、これにより、非発光の素子が生じにくくなる。その結果、歩留まりが向上し、低コスト化が可能になり、真空蒸着法などの気相法を用いた場合と比べると、さらに低コスト化が可能になる。湿式方式としては、例えば、スピンコート法、ディップコート法、インクジェット法、あるいはスプレー法などの一般的な方法が挙げられる。湿式方式で有機層 20 の各層を形成する場合に用いる溶媒としては、例えば、水、メタノール、 N, N -ジメチルホルムアミド、 N, N -ジメチルアセトアミド、 N -メチルピロリドン、 N, N' -ジメチルイミダゾリジノン、ジメチルスルホキシド、クロロホルム、トルエン、またはメタノールなどが挙げられる。

20

30

【0063】

上記の溶媒の他に、粘度、沸点などを調整するために、シクロヘキサノール、エチレングリコール、エチレングリコールジクリシジルエーテル、1,3-オクチレングリコール、ジエチレングリコール、ジプロピレングリコール、トリエチレングリコール、トリプロピレングリコール、1,3-ブタンジオール、1,4-ブタンジオール、プロピレングリコール、ヘキシレングリコール、ブチルセロソルブ、ジエチレングリコールジエチルエーテル、ジプロピレングリコールモノメチルエーテル、エチルカルビトール、ジアセトンアルコール、 γ -ブチロラクトンまたは乳酸エチルなどの溶媒を混合して用いてもよい。

【0064】

正孔輸送層 22 は、正孔注入層 21 から注入された正孔を発光層 23 へ効率よく輸送するためのものである。この正孔輸送層 22 を構成する材料としては、例えば、 N, N' -ビス(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(NPD)、 N, N' -ジフェニル- N, N' -ビス(3-メチルフェニル)-1,1'-ジフェニル-4,4'-ジアミン(TPD)、あるいは N, N' -ジフェニル- N, N' -ビス[N-フェニル- N -(2-ナフチル)-4'-アミノビフェニル-4-イル]-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン(NPTE)などが挙げられる。なお、正孔注入層 21 を正孔輸送層 22 として用いてもよい。

40

【0065】

発光層 23 は、陽極 11 と陰極 31 との間で電界が印加された際に、陽極 11 側から注入された正孔と、陰極 31 側から注入された電子とが再結合し、光を発生する領域である

50

。発光層 2 3 を構成する材料としては、発光機能（正孔と電子との再結合の場を提供し、この再結合を発光につなげる機能）と共に、例えば、電荷の注入機能および電荷の輸送機能を有するものが好ましい。これにより、発光効率が向上する一方で、正孔輸送層 2 2 および後述する電子輸送層 2 4 を設けなくとも、発光することが可能となる。ここでいう電荷の注入機能とは、電界印加時において、正孔注入層 2 1 からの正孔を注入することができると共に、陰極 3 1 からの電子を注入することができる機能のことである。また、電荷の輸送機能とは、注入された正孔および電子を電界の力で移動させる機能のことである。すなわち、この発光層 2 3 は、正孔輸送性を有する正孔輸送層 2 2 および電子輸送性を有する電子輸送層 2 4 を兼ね備えたものでもよい。

【0066】

発光層 2 3 は、例えば、ホストとなる化合物（ホスト材料）に対して、各色（青色、緑色、赤色）の発光色素（発光性ゲスト材料）がドーピングされており、電界が印加されると、その発光色素の色調に従って、各色を発光する。

【0067】

ホスト材料としては、例えば、ナフタレン誘導体、インデン誘導体、フェナントレン誘導体、ピレン誘導体、ナフタセン誘導体、トリフェニレン誘導体、アントラセン誘導体、ペリレン誘導体、ピセン誘導体、フルオランテン誘導体、アセフェナントリレン誘導体、ペンタフェン誘導体、ペンタセン誘導体、コロネン誘導体、ブタジエン誘導体、スチルベン誘導体、トリス（8 - キノリノラト）アルミニウム錯体あるいはビス（ベンゾキノリノラト）ベリリウム錯体などが挙げられる。具体的には、例えば、9 , 10 - ジ（2 - ナフチル）アントラセン（ADN）などが挙げられる。

【0068】

また、発光性ゲスト材料としては、発光効率が高い材料、例えば、低分子蛍光色素、蛍光性の高分子、さらには金属錯体等の有機発光材料が用いられる。以下で各色の発光ゲスト材料について説明する。

【0069】

青色の発光性ゲスト材料とは、約 400 nm ~ 490 nm の波長範囲に発光のピークを有する化合物のことであり、このような有機化合物としては、ナフタレン誘導体、アントラセン誘導体、ナフタセン誘導体、スチリルアミン誘導体あるいはビス（アジニル）メテンハウ素錯体などが挙げられる。具体的には、アミノナフタレン誘導体、アミノアントラセン誘導体、アミノクリセン誘導体、アミノピレン誘導体、スチリルアミン誘導体あるいはビス（アジニル）メテンハウ素錯体が挙げられ、これらのうちの 1 種あるいは 2 種以上が好ましく用いられる。

【0070】

緑色の発光性ゲスト材料とは、約 490 nm ~ 580 nm の波長範囲に発光のピークを有する化合物ことであり、このような有機化合物としては、ナフタレン誘導体、アントラセン誘導体、ピレン誘導体、ナフタセン誘導体、フルオランテン誘導体、ペリレン誘導体、クマリン誘導体、キナクリドン誘導体、インデノ [1 , 2 , 3 - c d] ペリレン誘導体あるいはビス（アジニル）メテンハウ素錯体ピラン系色素などが挙げられる。具体的には、アミノアントラセン誘導体、フルオランテン誘導体、クマリン誘導体、キナクリドン誘導体、インデノ [1 , 2 , 3 - c d] ペリレン誘導体あるいはビス（アジニル）メテンハウ素錯体が挙げられ、これらのうちの 1 種あるいは 2 種以上が好ましく用いられる。

【0071】

赤色発光性ゲスト材料とは、約 580 nm ~ 700 nm の波長範囲に発光のピークを有する化合物のことであり、このような有機化合物としては、ニールレッドや、DCM1（{ 4 - ジシアノメチレン - 2 - メチル - 6 (p - ジメチルアミノスチリル) - 4 H - ピラン }）あるいは DCJT（{ 4 - (ジシアノメチレン) - 2 - t - ブチル - 6 - (ジュロリジルスチリル) - ピラン }）などのピラン誘導体や、スクアリリウム誘導体や、ボルフィリン誘導体や、クロリン誘導体や、ユーロジリン誘導体などが挙げられ、これらのうちの 1 種あるいは 2 種以上が好ましく用いられる。

10

20

30

40

50

【0072】

なお、発光層23は、上記した各色の発光性ゲスト材料を用いて、それらのうちの1色を発光するようにしてもよいし、各色のうちの1色を発光する層を積層して発光光を白色としてもよい。すなわち、発光層23は、青色発光層、緑色発光層あるいは赤色発光層のうちのいずれかでもよいし、それらを積層して白色発光層としてもよい。もちろん、上記以外の色調を発光するようにしてもよい。

【0073】

電子輸送層24は、陰極31から注入された電子を発光層23に効率よく輸送するためのものである。電子輸送層24を構成する材料としては、例えば、キノリン、ペリレン、フェナントロリン、ビススチリル、ピラジン、トリアゾール、オキサゾール、オキサジアゾール、フルオレノン、またはこれらの誘導体や金属錯体が挙げられる。具体的には、トリス(8-ヒドロキシキノリン)アルミニウム(略称Alq3)が挙げられ、その他、アントラセン、ナフタレン、フェナントレン、ピレン、アントラセン、ペリレン、プタジエン、クマリン、アクリジン、スチルベンあるいは1,10-フェナントロリンまたはこれらの誘導体や金属錯体などが挙げられる。これらは単独で用いてもよく、複数種を混合して用いてもよい。

【0074】

陰極31は、発光層23に電界を印加する一方の電極であり、光透過性の材料により構成されている。これにより、発光層23からの発光光およびその発光光が陽極11表面において反射した光が、陰極31から外側へ取り出されることとなる。この陰極31は、発光層23側に仕事関数が小さい材料を用いた層が形成されており、発光層23側から順に第1陰極層31Aおよび第2陰極層31Bが積層されている。

【0075】

第1陰極層31Aは、光透過性が良好であると共に、仕事関数が小さく、かつ電子輸送層24に電子を効率よく注入することが可能な材料により構成されている。このような材料としては、例えば、 Li_2O 、 Cs_2O 、 LiF あるいは CaF_2 などのアルカリ金属酸化物、アルカリ金属弗化物、アルカリ土類金属酸化物あるいはアルカリ土類弗化物などが挙げられる。これらは単独で用いてもよいし、複数種を混合して用いてもよい。

【0076】

また、第2陰極層31Bは、薄膜のMgAg電極材料やCa電極材料などの光透過性を有し、かつ導電性が良好な材料により構成されている。また、有機電界発光素子1が、特に陽極11と陰極31との間で発光光を共振させて取り出すキャビティ構造を備える場合には、第2陰極層31Bは、例えば、Mg-Ag(9:1)10nm厚のような半透過性反射材料を用いて構成してもよい。

【0077】

なお、陰極31は、必要に応じて、第2陰極層31B上に、電極の劣化抑制のための封止電極として第3陰極層(図示せず)を積層した構造でもよい。

【0078】

陰極31の各層(第1陰極層31A、第2陰極層31Bおよび必要に応じて第3陰極層)を形成する方法としては、真空蒸着法、スパッタリング法あるいはプラズマCVD法などが挙げられる。

【0079】

このような有機電界発光素子1は、例えば、以下のように製造することができる。

【0080】

まず、基板10上に陽極11を蒸着法やスパッタリング法などにより形成し、続いて、陽極11上に、有機層20を形成する。この場合には、まず、陽極11の上に、スルホン酸誘導体からなる正孔注入層21をスピンコート法等の湿式方式(塗布法)により形成する。続いて、正孔注入層21の上に、真空蒸着法などの気相方式により、正孔輸送層22、発光層23および電子輸送層24をこの順で積層する。これにより、有機層20が形成される。最後に、電子輸送層24の上に、蒸着法などにより、第1陰極層31Aおよび第

10

20

30

40

50

2 陰極層 3 1 B をこの順で積層して、陰極 3 1 を形成する。これにより、図 1 に示した有機電界発光素子が完成する。なお、ここでは、有機層 2 0 のうち、正孔輸送層 2 2、発光層 2 3 および電子輸送層 2 4 を真空蒸着法など気相方式により形成したが、湿式方式により形成してもよい。これにより、上記したように異物混入による短絡の発生がより抑制され、歩留まり等がより向上する。

【0081】

この有機電界発光素子 1 では、陽極 1 1 と陰極 3 1 との間に電圧が印加され、有機層 2 0 に電界がかかると、陽極 1 1 からの正孔が、正孔注入層 2 1 により正孔輸送層 2 2 へ効率よく注入される。この注入された正孔を正孔輸送層 2 2 が発光層 2 3 へ効率よく輸送する。その一方で、陰極 3 1 からの電子が電子輸送層 2 4 を介して発光層 2 3 に輸送される。このように陽極 1 1 側から移動してきた正孔と、陰極 3 1 側から移動してきた電子とが、発光層 2 3 において再結合し、光を発することとなる。この発光層 2 3 からの発光光と、この発光光が陽極 1 1 の表面で反射した光とが陰極 3 1 を透過して射出される。

10

【0082】

本実施の形態の有機電界発光素子 1 では、陽極 1 1 と発光層 2 3 との間にスルホン酸誘導体からなる正孔注入層 2 1 を有している。これにより、少なくともアルミニウムを含む陽極 1 1 から発光層 2 3 への良好な正孔注入性が得られるため、有機層 2 0 に対して電界を印加すると、発光層 2 3 が印加された電流に対して効率よく発光する。その上、正孔注入層 2 1 がスルホン酸誘導体の他に、他の化合物（例えば、アニリン誘導体など）を含む場合やスルホン酸誘導体以外の化合物（例えば、アザトリフェニレン誘導体など）により構成されている場合と比較して、製造時の環境に左右されることなく、均質性の高い正孔注入層 2 1 が得られるため、良好な正孔注入性を長期間維持できる。よって、高い発光効率が得られると共に、寿命特性などの信頼性を向上させることができる。更に、安価なアルミニウムを陽極 1 1 に用いることに加えて、正孔注入層 2 1 に高価なアニリン誘導体を用いる必要がないため、低コスト化が可能となる。

20

【0083】

また、アルミニウムは反射率が高いため、少なくともアルミニウムを含む陽極 1 1 を用いることにより、陰極 3 1 を透過する光量を確保することができる。すなわち、駆動電圧を低く抑えることも可能となる。さらに、陽極 1 1 が、アルミニウムを主成分として含み、かつ副成分としてアルミニウムよりも仕事関数が低い元素を含むようにすれば、十分な正孔注入性が得られると共に安定性が向上するため、良好な発光効率を維持しつつ、信頼性をより向上させることができる。

30

【0084】

この場合、正孔注入層 2 1 を構成するスルホン酸誘導体が、式 (1) に示した化合物を含む、または、式 (2) に示した化合物、式 (3) で表される構造部を有する化合物および式 (4) に示した構造部を含む高分子化合物のうちの少なくとも 1 種を含む、または、式 (7) に示した化合物、式 (8) に示した化合物、式 (9) に示した構造部を有する化合物および式 (11) に示した構造部を有する化合物のうちの少なくとも 1 種を含む、または、式 (13) に示した構造部を有する化合物を含むことにより、より高い発光効率が得られると共に、寿命特性などの信頼性をより向上させることができる。

40

【0085】

特に、正孔注入層 2 1 が塗布法により形成されることにより、高い発光効率が得られるうえに、陽極 1 1 上の異物による短絡の発生が抑えられるため、リーク素子が減少し、信頼性をさらに向上させることができる。その上、コストが抑えられ、歩留まりが向上する。

【0086】

さらに、正孔注入層 2 1 の厚さを 5 nm 以上 50 nm 以下にすることにより、駆動電圧をより低く抑えることができるため、より高い発光効率が得られると共に、寿命特性がより向上するため、特に信頼性を向上させることができる。

【0087】

50

次に、上記した有機電界発光素子 1 の適用例について説明する。ここで、表示装置を例に挙げると、上記した有機電界発光素子 1 は以下のように用いられる。

【0088】

[2 . 表示装置]

図 2 は表示装置の断面構成を表している。この表示装置は、TFT などの駆動回路（図示せず）を備えた基板 10 の上に絶縁層 12 および有機電界発光素子 1R, 1G, 1B を有する構成となっている。また、この表示装置では、有機電界発光素子 1R, 1G, 1B の上に、それらを覆うように保護層 32 が形成され、この保護層 32 上に設けられた接着層 33 により接着された封止用基板 40 により全面にわたって封止されている。すなわち、ここで説明する表示装置の駆動方式は、アクティブマトリックス方式である。

10

【0089】

基板 10 は、ガラスなどの透明基板や、シリコン基板や、フィルム状のフレキシブル基板などの上に、有機電界発光素子 1R, 1G, 1B ごとに TFT などの駆動回路（図示せず）および平坦化絶縁膜（図示せず）が設けられている。

【0090】

有機電界発光素子 1R, 1G, 1B は、上記した有機電界発光素子 1 と同様の構成を有している。ここでは、有機電界発光素子 1R, 1G, 1B から取り出される光は、表示装置において、それぞれ赤色、緑色および青色を呈することとする。なお、ここでは、後述する封止用基板 40 がカラーフィルタ（図示せず）を有しているので、有機電界発光素子 1R, 1G, 1B が有する発光層 23 は、同一の構成を有しているが、それぞれ異なる構成を有していてもよい。その場合には、有機電界発光素子 1R, 1G, 1B において、それぞれの発光層 23 が含む発光性ゲスト材料が異なることとなる。

20

【0091】

絶縁層 12 は、有機電界発光素子 1R, 1G, 1B の陽極 11 と陰極 31 との絶縁性を確保すると共に発光領域を正確に所望の形状にするためのものである。この絶縁層 12 は、基板 10 の上において、有機電界発光素子 1R, 1G, 1B の各陽極 11 との間に、各陽極 11 を取り囲み、開口部を形成するように設けられている。このような絶縁層 12 は、例えばポリイミドなどの感光性樹脂により構成されている。なお、ここでは、有機層 20 および陰極 31 は、絶縁層 12 の上にも連続して設けられているが、発光光が生じるのは絶縁層 12 の開口部（陽極 11 の上部）だけである。

30

【0092】

保護層 32 は、有機層 20 に水分などが侵入することを防止するためのものであり、透過水性および吸水性の低い材料により構成されると共に十分な厚みを有している。また、保護層 32 は、発光層 23 で発生した光に対する透過性が高く、例えば 80 % 以上の透過率を有する材料により構成されている。このような保護層 32 は、例えば、厚さが $2\mu\text{m}$ ~ $3\mu\text{m}$ 程度であり、アモルファスな絶縁性材料により構成されている。具体的には、アモルファスシリコン ($\alpha\text{-Si}$)、アモルファス炭化シリコン ($\alpha\text{-SiC}$)、アモルファス窒化シリコン ($\alpha\text{-Si}_{1-x}\text{N}_x$) あるいはアモルファスカーボン ($\alpha\text{-C}$) が好ましい。これらのアモルファスな絶縁性材料は、グレインを構成しないので透水性が低く、良好な保護層 32 となる。また、保護層 32 は、ITO のような透明導電性材料により構成されていてもよい。

40

【0093】

接着層 33 は、例えば、熱硬化型樹脂または紫外線硬化型樹脂により構成されている。

【0094】

封止用基板 40 は、有機電界発光素子 1R, 1G, 1B の陰極 31 側に位置しており、接着層 33 と共に有機電界発光素子 1R, 1G, 1B を封止するものである。この封止用基板 40 は、有機電界発光素子 1R, 1G, 1B で発生した光を透過可能なガラスなどの材料により構成されている。封止用基板 40 には、例えば、カラーフィルタ（図示せず）が設けられている。これにより、有機電界発光素子 1R, 1G, 1B で発生した光を取り出すと共に、有機電界発光素子 1R, 1G, 1B ならびにその間の配線（図示せず）にお

50

いて反射された外光を吸収し、コントラストを改善するようになっていてもよい。

【0095】

カラーフィルタは、封止用基板40のどちら側の面に設けられてもよいが、有機電界発光素子1R, 1G, 1Bの側に設けられることが好ましい。カラーフィルタが表面に露出せず、接着層33により保護することができるからである。また、発光層23とカラーフィルタとの間の距離が狭くなることにより、有機電界発光素子1R, 1G, 1Bから射出された光が隣接する他の色のカラーフィルタに入射して混色を生じることを避けることができるからである。カラーフィルタは、赤色フィルタ、緑色フィルタおよび青色フィルタ（いずれも図示せず）を有しており、有機電界発光素子1R, 1G, 1Bに対応して順に配置されている。赤色フィルタ、緑色フィルタおよび青色フィルタは、それぞれ例えば矩形形状で隙間なく形成されている。これらの赤色フィルタ、緑色フィルタおよび青色フィルタは、顔料を混入した樹脂によりそれぞれ構成されていてもよい。この顔料を選択することにより、目的とする赤、緑あるいは青の波長域における光透過率が高く、他の波長域における光透過率が低くなるように調整されている。

10

【0096】

この表示装置は、例えば、次のようにして製造することができる。

【0097】

まず、基板10を用意し、その上に、例えばスパッタリング法により、陽極11を形成し、例えばドライエッチングにより所定の形状に成形する。

【0098】

続いて、基板10の全面にわたり、陽極11を覆うように感光性樹脂を塗布し、例えばフォトリソグラフィ法により発光領域に対応して開口部を設け、焼成することにより、絶縁層12を形成する。

20

【0099】

そののち、例えば、上記した有機電界発光素子1を製造する際の手順と同様の手順により、有機層20を形成したのち、有機層20の上に陰極31を形成する。このようにして、有機電界発光素子1R, 1G, 1Bを形成する。

【0100】

有機電界発光素子1R, 1G, 1Bを形成したのち、これらの上に保護層32を形成する。保護層32の形成方法は、下地に対して影響を及ぼすことのない程度に、成膜粒子のエネルギーが小さい成膜方法、例えば蒸着法またはCVD法が好ましい。また、保護層32は、陰極31を大気に暴露することなく、陰極31の形成と連続して行うことが望ましい。大気中の水分や酸素により有機層20が劣化してしまうのを抑制することができるからである。さらに、有機層20の劣化による輝度の低下を防止するため、保護層32の成膜温度は常温に設定すると共に、保護層32の剥がれを防止するために膜のストレスが最小になる条件で成膜することが望ましい。

30

【0101】

また、例えば、封止用基板40の上に、赤色フィルタの材料をスピンコートなどにより塗布し、フォトリソグラフィ技術によりパターンニングして焼成することにより赤色フィルタを形成する。続いて、赤色フィルタと同様にして、青色フィルタおよび緑色フィルタを順次形成する。

40

【0102】

そののち、保護層32の上に、接着層33を形成し、この接着層33を介して封止用基板40を貼り合わせる。その際、封止用基板40のカラーフィルタを形成した面を、有機電界発光素子1R, 1G, 1B側にして配置することが好ましい。以上により、図2に示した表示装置が完成する。

【0103】

このような表示装置では、画像データに基づいて選択された各有機電界発光素子1R, 1G, 1Bにおいて、陽極11および陰極31の間に駆動電圧が印加されると、有機層20に電界がかかる。この電界がかかった有機層20では、発光層23において正孔と電子

50

とが再結合して発光光が生じる。この発光光は、カラーフィルタおよび封止用基板 40 を透過して取り出される。

【0104】

この表示装置によれば、有機電界発光素子 1R, 1G, 1B が、上記した有機電界発光素子 1 と同様の構成を有していることにより、高い発光効率を得られると共に、寿命特性などの信頼性を向上させることができる。この他の作用効果については、上記した有機電界発光素子 1 と同様である。

【0105】

[3. 変形例]

なお、本実施の形態における有機電界発光素子 1 では、有機層 20 を構成する正孔注入層 21、正孔輸送層 22、発光層 23 および電子輸送層 24 をそれぞれ単層で形成する場合について主に説明したが、各層を複数層で形成するようにしてもよい。この場合においても、同様の作用効果を得ることができる。

【0106】

また、上記した実施の形態および変形例では、単一の有機層 20 を備えた有機電界発光素子について説明したが、有機層 20 を積層して、いわゆるスタック型としてもよい。このスタック型とは、マルチフォトンエミッション素子 (MPE 素子) とも呼ばれる構成であり、例えば、特開 2003-272860 号公報に記載されている。このように、複数の有機層 20 が絶縁性の電荷発生層を介して積層された場合でも、同様の作用効果を得ることができる。

【実施例】

【0107】

本発明の具体的な実施例について、詳細に説明する。

【0108】

(実験例 1-1)

以下の手順により、図 1 に示した有機電界発光素子 1 を作製した。

【0109】

まず、30mm×30mm のガラスからなる基板 10 上に、陽極 11 を形成した。この場合には、第 1 層として、ランタノイド系元素であるネオジウム (Nd) を 10 重量% 含むアルミニウム合金層 (AlNd 層; 厚さ 150nm) を蒸着した。続いて、この第 1 層を大気に暴露し、陽極 11 の第 2 層として、厚さ 5nm のアルミニウム合金の自然酸化膜を第 1 層の表面に形成した。なお、陽極 11 の反射率は、波長 450nm の光に対して 90% 以上であった。

【0110】

続いて、陽極 11 の上に、発光領域となる 2mm×2mm の開口部を有するように、RF スパッタ法により酸化ケイ素 (SiO₂) からなる絶縁層を形成した。

【0111】

次に、陽極 11 および絶縁層上に有機層 20 を形成した。まず、陽極 11 上に、厚さ 20nm の正孔注入層 21 を形成した。この場合、正孔注入層 21 を構成する材料として、式 (1) に示した化合物である式 (1-1) に示した化合物 (5-スルホサリチル酸) を用いた。これを、N, N'-ジメチルイミダゾリジノン (DMI) に固形分濃度 1.5 重量% で溶解させた。この溶液を用いて、大気雰囲気下で、スピンコート法 (3000rpm、120秒) により塗布膜を形成した。続いて、大気雰囲気中の加熱炉により、この塗布膜を 200℃、30 分間加熱し、乾燥させたのち、大気中にて室温 (25℃、湿度 40%) まで冷却させた。

【0112】

続いて、正孔注入層 21 上に、厚さ 118nm の正孔輸送層 22 を蒸着法により形成した。この際、蒸着速度は 0.2~0.4nm/秒とした。この場合には、正孔輸送層 22 を形成する材料としては、式 (14) で表される化合物 (α-NPD) を用いた。

【0113】

10

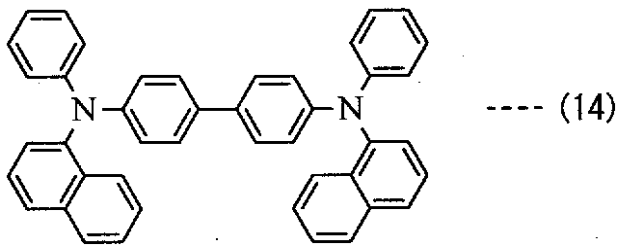
20

30

40

50

【化 1 7】



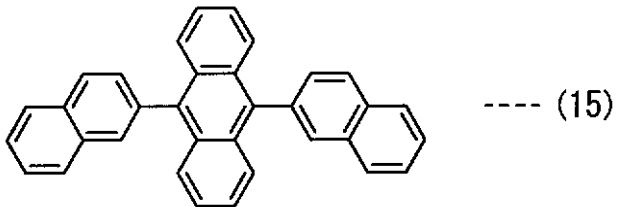
【 0 1 1 4】

10

次に、正孔輸送層 2 2 上に、膜厚 3 0 n m の発光層 2 3 を蒸着法により形成した。この場合には、ホスト材料として式 (1 5) で表される化合物 (A D N) を用い、発光性ゲスト材料 (ドーパント) として式 (1 6) で表される化合物 (アミノクリセン誘導体) をドーピングした。蒸着速度は、それぞれ 2 . 0 n m / 秒 (ホスト材料)、0 . 1 1 n m / 秒 (発光性ゲスト材料) として、発光性ゲスト材料のドーピング量は濃度が膜厚比で 5 % となるようにした。

【 0 1 1 5】

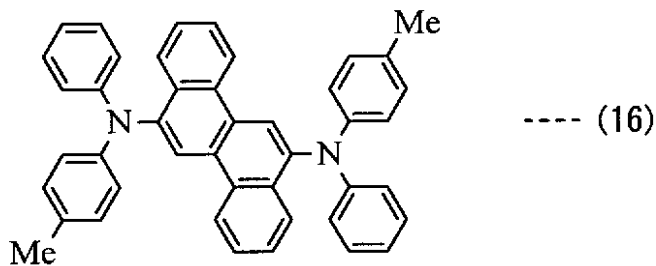
【化 1 8】



20

【 0 1 1 6】

【化 1 9】



30

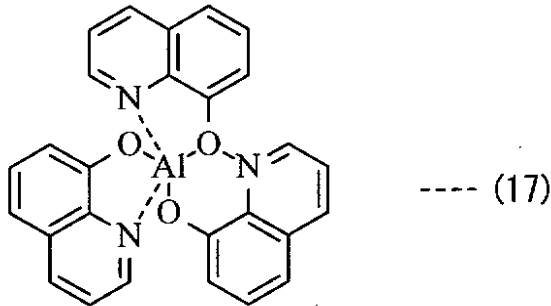
【 0 1 1 7】

続いて、発光層 2 3 上に、厚さ 2 0 n m の電子輸送層 2 4 を蒸着法により形成した。この場合には、式 (1 7) で表される化合物 (A 1 q 3) を 2 n m / 秒の蒸着速度で蒸着した。これにより、有機層 2 0 が形成された。

40

【 0 1 1 8】

【化 2 0】



10

【 0 1 1 9】

次に、有機層 2 0 上に、第 1 陰極層 3 1 A および第 2 陰極層 3 1 B を有する陰極 3 1 を真空蒸着法により形成した。この場合には、LiF よりなる厚さ約 0.3 nm の第 1 陰極層 3 1 A を、0.01 nm/秒の蒸着速度で形成したのち、MgAg (体積比 9:1) よりなる厚さ 10 nm の第 2 陰極層 3 1 B を 1.5 nm/秒 (Mg) および 0.17 nm/秒 (Ag) の蒸着速度で形成した。これにより、図 1 に示した有機電界発光素子 1 が完成した。なお、本実験例では、上記した有機電界発光素子 1 を 100 個作製した。このことは以下の実験例 1 - 2 ~ 1 - 19 においても同様である。

【 0 1 2 0】

(実験例 1 - 2)

20

正孔注入層 2 1 を形成する際に、式 (1 - 1) に示した化合物に代えて、式 (1) に示した化合物である式 (1 - 2) に示した化合物 (4 - スルホフタル酸) を用いたことを除き、実験例 1 - 1 と同様の手順を経た。

【 0 1 2 1】

(実験例 1 - 3)

正孔注入層 2 1 を形成する際に、式 (1 - 1) に示した化合物に代えて、式 (2) に示した化合物である式 (2 - 1) に示した化合物 (ナフタレンジスルホン酸化合物) を用いたことを除き、実験例 1 - 1 と同様の手順を経た。

【 0 1 2 2】

(実験例 1 - 4)

30

正孔注入層 2 1 を形成する際に、式 (1 - 1) に示した化合物に代えて、式 (2) に示した化合物である式 (2 - 2) に示した化合物 (ナフタレンジスルホン酸化合物) を用いたことを除き、実験例 1 - 1 と同様の手順を経た。

【 0 1 2 3】

(実験例 1 - 5)

正孔注入層 2 1 を形成する際に、式 (1 - 1) に示した化合物に代えて、式 (3) に示した構造部を有する化合物である式 (3 - 1) に示した構造部を有する化合物 (ナフタレンジスルホン酸化合物) を用いたことを除き、実験例 1 - 1 と同様の手順を経た。ここでは式 (3 - 1) 中の $b = 5$ のものを用いた。

【 0 1 2 4】

(実験例 1 - 6)

40

正孔注入層 2 1 を形成する際に、式 (1 - 1) に示した化合物に代えて、式 (4) に示した構造部を有する高分子化合物 (スチレンスルホン酸化合物) を用いたことを除き、実験例 1 - 1 と同様の手順を経た。ここでは式 (4) 中の i が 1000 程度のものを用いた。

【 0 1 2 5】

(実験例 1 - 7)

正孔注入層 2 1 を形成する際に、式 (1 - 1) に示した化合物に代えて、式 (7) に示した化合物である式 (7 - 1) に示した化合物 (1, 4 - ベンゾジオキサンスルホン酸化合物) を用いたことを除き、実験例 1 - 1 と同様の手順を経た。

50

【0126】

(実験例1-8)

正孔注入層21を形成する際に、式(1-1)に示した化合物に代えて、式(7)に示した化合物である式(7-2)に示した化合物を用いたことを除き、実験例1-1と同様の手順を経た。ここでは式(7-2)中の $a + b + c = 2 \sim 4$ のものをを用いた。

【0127】

(実験例1-9)

正孔注入層21を形成する際に、式(1-1)に示した化合物に代えて、式(8)に示した化合物である式(8-1)に示した化合物を用いたことを除き、実験例1-1と同様の手順を経た。

10

【0128】

(実験例1-10)

正孔注入層21を形成する際に、式(1-1)に示した化合物に代えて、式(8)に示した化合物である式(8-4)に示した化合物を用いたことを除き、実験例1-1と同様の手順を経た。

【0129】

(実験例1-11)

正孔注入層21を形成する際に、式(1-1)に示した化合物に代えて、式(8)に示した化合物である式(8-2)に示した化合物を用いたことを除き、実験例1-1と同様の手順を経た。

20

【0130】

(実験例1-12)

正孔注入層21を形成する際に、式(1-1)に示した化合物に代えて、式(8)に示した化合物である式(8-3)に示した化合物を用いたことを除き、実験例1-1と同様の手順を経た。

【0131】

(実験例1-13)

正孔注入層21を形成する際に、式(1-1)に示した化合物に代えて、式(11)に示した構造部を有する化合物として、式(11-1)に示した構造部を有する化合物を用いたことを除き、実験例1-1と同様の手順を経た。ここでは式(11-1)中の u_1 が5のものをを用いた。

30

【0132】

(実験例1-14)

正孔注入層21を形成する際に、式(1-1)に示した化合物に代えて、式(9)に示した構造部を有する化合物である式(9-1)に示した構造部を有する化合物を用いたことを除き、実験例1-1と同様の手順を経た。ここでは式(9-1)中の $q_1 = 5$ のものをを用いた。

【0133】

(実験例1-15)

正孔注入層21を形成する際に、式(1-1)に示した化合物に代えて、式(13)に示した構造部を有する化合物(フッ素化されたエーテルスルホン酸化合物)を用いたことを除き、実験例1-1と同様の手順を経た。ここでは式(13)中の x 、 y および z が $x + y + z = 20$ のものをを用いた。

40

【0134】

(実験例1-16)

正孔注入層21を形成する際に、式(1-1)に示した化合物に代えて、式(1-1)に示した化合物と式(9-1)に示した構造部を有する化合物との混合物(モル比1:1)を用いたことを除き、実験例1-1と同様の手順を経た。ここでは式(9-1)に示した構造部を有する化合物として式(9-1)中の $q_1 = 5$ のものをを用いた。

【0135】

50

次に、実験例 1 - 1 ~ 1 - 16 に対する比較例として、実験例 1 - 17 ~ 1 - 19 について説明する。

【0136】

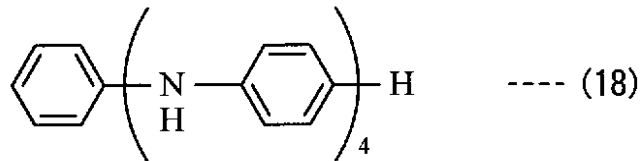
(実験例 1 - 17)

正孔注入層 21 を形成する際に、式 (1 - 1) に示した化合物に代えて、式 (18) に示したアニリン 5 量体と式 (1 - 1) に示した化合物とをモル比 (式 (18) : 式 (1 - 1)) で 1 : 3 にて混合した混合物を用いたことを除き、実験例 1 - 1 と同様の手順を経た。

【0137】

【化 21】

10



【0138】

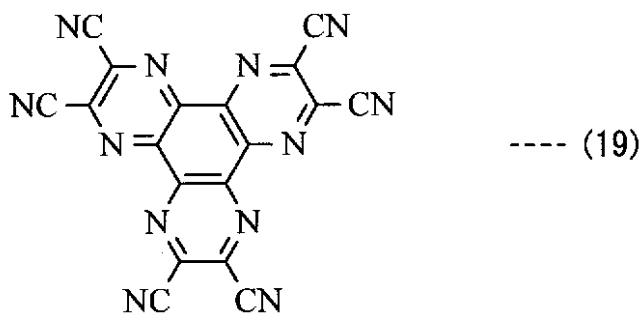
(実験例 1 - 18)

正孔注入層 21 を形成する際に、式 (1 - 1) に示した化合物に代えて、式 (19) に示したアザトリフェニレン誘導体を用いると共に、真空蒸着法 (蒸着速度 1 nm / 秒、膜厚 20 nm) によって形成したことを除き、実験例 1 - 1 と同様の手順を経た。

20

【0139】

【化 22】



30

【0140】

(実験例 1 - 19)

正孔注入層 21 を設けずに、式 (14) に示した化合物 (α -NPD) を用いた正孔輸送層 22 の膜厚を 138 nm としたことを除き、実験例 1 - 1 と同様の手順を経た。

【0141】

これらの実験例 1 - 1 ~ 1 - 19 の有機電界発光素子 1 について、駆動電圧および発光効率を測定すると共に発光寿命を評価し、さらに、ダークスポット成長およびリーク素子数を調べたところ、表 1 に示した結果が得られた。

40

【0142】

駆動電圧および発光効率を測定する際には、電流密度を $10 \text{ mA} / \text{cm}^2$ とした。また、発光寿命を評価する際には、電流密度 ; ピーク $100 \text{ mA} / \text{cm}^2$ 、 duty ; 50 % として駆動した時の初期輝度に対する相対輝度が 10 % 低下するまでの時間を測定した。また、ダークスポット成長は、電流密度 $10 \text{ mA} / \text{cm}^2$ における初期のダークスポット総面積と、1000 時間駆動後のダークスポット総面積とを測定し、それらの面積比 = [(1000 時間駆動後のダークスポット総面積) / (初期のダークスポット総面積)] により評価した。なお、上記した特性評価は、いずれも酸素濃度が 0.5 ppm 以下の窒素ガス雰囲気中において、雰囲気温度 25 、露点温度 - 80 の条件で行った。また、駆

50

動電圧および発光効率は一リーク素子を除く素子の平均値であり、発光寿命およびダークスポットの成長の結果は一リークしていない一つの素子の結果である。

【 0 1 4 3 】

【 表 1 】

	正孔注入層 の材料	駆動電圧 (V)	発光効率 (cd/A)	寿命 (h)	ダークスポット の成長 (面積比)	リーク素子数 (100 個中)
実験例 1-1	式(1-1)	5.2	6.9	682	1.0	0
実験例 1-2	式(1-2)	5.1	7.1	696	1.0	0
実験例 1-3	式(2-1)	4.9	6.8	673	1.0	0
実験例 1-4	式(2-2)	4.9	7.0	685	1.0	0
実験例 1-5	式(3-1)	5.1	7.1	689	1.0	0
実験例 1-6	式(4)	5.1	7.1	678	1.0	0
実験例 1-7	式(7-1)	4.8	7.3	703	1.0	0
実験例 1-8	式(7-2)	5.2	7.0	681	1.0	0
実験例 1-9	式(8-1)	4.9	7.0	690	1.0	0
実験例 1-10	式(8-4)	4.9	7.2	679	1.0	0
実験例 1-11	式(8-2)	5.0	6.9	695	1.0	0
実験例 1-12	式(8-3)	4.9	6.9	701	1.0	0
実験例 1-13	式(11-1)	5.1	7.0	675	1.0	0
実験例 1-14	式(9-1)	5.0	7.1	699	1.0	0
実験例 1-15	式(13)	5.2	7.1	702	1.0	0
実験例 1-16	式(1-1) +式(9-1)	5.0	7.0	688	1.0	0
実験例 1-17	式(1-1) +式(18)	6.8	4.3	210	1.3	0
実験例 1-18	式(19)	4.8	7.2	682	2.0	7
実験例 1-19	—	15.2	1.3	未測定	未測定	9

【 0 1 4 4 】

表 1 に示したように、実験例 1 - 1 ~ 1 - 1 6 では、実験例 1 - 1 7 ~ 1 - 1 9 と比較して、駆動電圧、発光効率、寿命、ダークスポットの成長およびリーク素子数において、いずれも良好な素子特性を示した。

【 0 1 4 5 】

実験例 1 - 1 ~ 1 - 1 6 と実験例 1 - 1 7 とを比較すると、実験例 1 - 1 7 では、駆動電圧、発光効率、寿命およびダークスポットの成長の点で劣っていた。この実験例 1 - 1 7 の結果は、以下によるものと考えられる。実験例 1 - 1 7 では、正孔注入層 2 1 がアニ

リン誘導体とスルホン酸誘導体とを混合して形成されている。このため、正孔注入層 2 1 の形成工程における焼成後の冷却工程において、大気中の水分が膜表面に結露し、その結露部分でスルホン酸誘導体が凝集する。これにより、正孔注入層 2 1 中においてスルホン酸誘導体とアニリン誘導体との分布の偏りが生じ、スルホン酸誘導体が疎の部分では、非発光状態もしくは低輝度状態、すなわち、ダークスポットとなる。そして、このような分布の偏りが、駆動電圧の上昇および発光効率の低下を引き起こし、分布の偏りが駆動時間と共に進行したため、発光寿命が短くなり、ダークスポットが成長した。これに対して、実験例 1 - 1 ~ 1 - 1 6 でも上記した結露は起こりうるが、正孔注入層 2 1 がスルホン酸誘導体のみで形成されていることにより、結露してもスルホン酸誘導体の分布の偏りが起こることはない。

10

【0146】

実験例 1 - 1 8 では、実験例 1 - 1 ~ 1 - 1 6 と比較して、駆動電圧、発光効率および寿命は、ほぼ同等であるが、リーク素子数が増大した。これは、実験例 1 - 1 8 の正孔注入層 2 1 を真空蒸着法によって成膜したことにより、陽極 1 1 上に存在した異物の有機層 2 0 による被覆率が低かったため、陽極 1 1 と陰極 3 1 の間で短絡が生じた素子が多くなったものと考えられる。また、実験例 1 - 1 7 では、正孔注入層 2 1 は、陽極 1 1 との付着力も低いため、膜剥がれによるダークスポットの成長が速くなったものと考えられる。

【0147】

実験例 1 - 1 9 では、正孔注入層 2 1 を形成していないので、発光層 2 3 への正孔注入性が低かったため、駆動電圧が上昇し、発光効率が低下したものと考えられる。また、実験例 1 - 1 9 では、有機層 2 0 が塗布法で成膜された層を持たないため、リーク素子数が多くなったものと考えられる。

20

【0148】

これらのことから、少なくともアルミニウムを含む陽極 1 1 を備えた有機電界発光素子 1 では、以下のことが確認された。すなわち、正孔注入層 2 1 が、スルホン酸誘導体のみから形成されることにより、駆動電圧を低く抑えつつ、高い発光効率を得ることができると共に、寿命特性等が向上するため、信頼性を向上させることができる。

【0149】

(実験例 2 - 1 ~ 2 - 1 0)

正孔注入層 2 1 を構成する材料を含む溶液濃度 (固形分濃度 0 . 2 ~ 2 . 5 重量 %) および塗布膜を形成する際のスピンコート回転数 (7 5 0 ~ 6 0 0 0 r p m) を調整することにより、表 2 に示したように正孔注入層 2 1 の膜厚を変更すると共に、正孔輸送層 2 2 の膜厚を変更したことを除き、実験例 1 - 1 4 と同様に有機電界発光素子を作製した。この場合、正孔注入層 2 1 の膜厚を、3 , 4 , 5 , 1 0 , 2 0 , 3 5 , 5 0 , 5 5 , 6 0 , 7 0 n m とし、各正孔注入層 2 1 に対応する正孔輸送層 2 2 の膜厚を、それぞれ 1 3 5 , 1 3 4 , 1 3 3 , 1 2 8 , 1 1 8 , 1 0 3 , 8 8 , 8 3 , 7 8 , 6 8 n m とした。これらの実験例 2 - 1 ~ 2 - 1 0 の有機電界発光素子について、駆動電圧を測定したところ、表 2 および図 3 に示した結果が得られた。なお、実験例 2 - 5 は、実験例 1 - 1 4 と同じである。

30

【0150】

40

【表 2】

	正孔注入層 の厚さ (nm)	正孔輸送層 の厚さ (nm)	駆動電圧 (V)
実験例 2-1	3	135	10
実験例 2-2	4	134	7
実験例 2-3	5	133	5.5
実験例 2-4	10	128	5.1
実験例 2-5	20	118	5
実験例 2-6	35	103	5.2
実験例 2-7	50	88	5.8
実験例 2-8	55	83	6.5
実験例 2-9	60	78	8
実験例 2-10	70	68	12

10

20

【0151】

図3(A)は、駆動電圧と正孔注入層21の膜厚との相関関係を表したものである。また、図3(B)は、図3(A)の膜厚10nm以下の部分を拡大したものである。更に、表2は正孔注入層21の各膜厚における駆動電圧の数値データの一覧である。これらの結果から、正孔注入層21の膜厚は5nm以上50nm以下において駆動電圧が低く抑えられることがわかった。すなわち、少なくともアルミニウムを含む陽極11を備えた有機電界発光素子1では、正孔注入層21の膜厚は5nm以上50nm以下であることが好ましいことが確認された。

30

【0152】

ちなみに、正孔注入層21の膜厚が5nm未満における駆動電圧の急激な上昇は、正孔注入層21による陽極11の被覆が不完全になったため、正孔注入層21として機能する十分な膜厚に達していないものと考えられる。また、正孔注入層21の膜厚が50nmより厚い場合における駆動電圧の急激な上昇は、正孔注入層21の抵抗による電圧降下が顕著に影響したものと考えられる。

【0153】

なお、本実施例では示していないが、式(9-1)に示した構造部を有する化合物以外の他のスルホン酸誘導体(式(1-1)に示した化合物等)を用いて、正孔注入層21の厚さを上記のように変化させて駆動電圧を測定したところ、駆動電圧は実験例2-1~2-10と同じ傾向を示した。その一方で、スルホン酸誘導体とアニリン誘導体とを含む正孔注入層21の厚さを上記のように変化させて駆動電圧を測定したところ、いずれの厚さにおいても駆動電圧は、実験例2-1~2-10よりも著しく高くなった。すなわち、本実施例の有機電界発光素子1では、正孔注入層21の厚さに依存することなく、駆動電圧を低く抑えることができるため、高い発光効率を得られ、かつ信頼性が向上する。特に、正孔注入層21の厚さを上記の範囲にすることにより、駆動電圧をより低く抑えることができるため、発光効率および信頼性をより向上させることができる。

40

【0154】

以上、実施の形態および実施例を挙げて本発明を説明したが、本発明は、上記した実施

50

の形態および実施例において説明した態様に限定されず、種々の変形が可能である。例えば、上記した実施の形態および実施例では、上面発光型の有機電界発光素子について説明したが、下面発光型としてもよい。この場合には、基板を透明材料により構成し、基板上に、上記した陰極、有機層および陽極の順で積層し、その有機層を陰極側から順に、電子輸送層、発光層、正孔輸送層および正孔注入層が積層した構造にする。

【0155】

また、上記した実施の形態では、アクティブマトリックス方式の表示装置について説明したが、パッシブ方式の表示装置であってもよい。

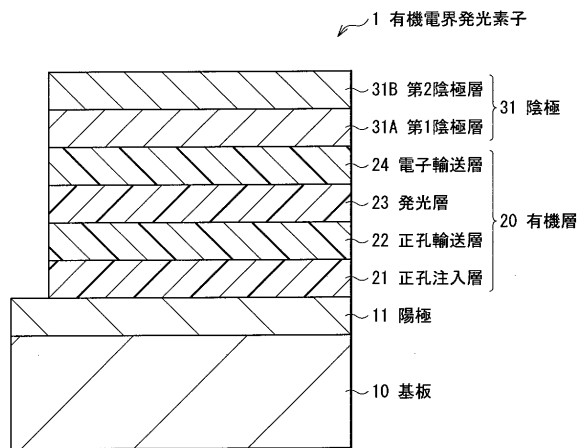
【符号の説明】

【0156】

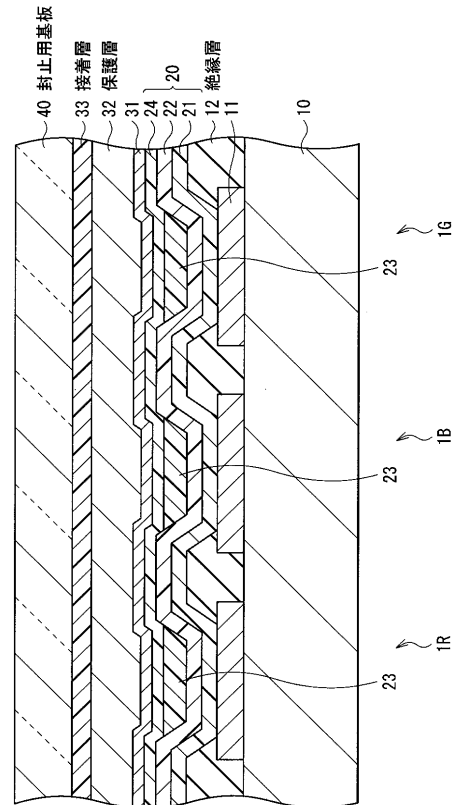
1, 1R, 1B, 1G ... 有機電界発光素子、10 ... 基板、11 ... 陽極、12 ... 絶縁層、20 ... 有機層、21 ... 正孔注入層、22 ... 正孔輸送層、23 ... 発光層、24 ... 電子輸送層、31 ... 陰極、31A ... 第1陰極層、31B ... 第2陰極層、32 ... 保護層、33 ... 接着層、40 ... 封止用基板。

10

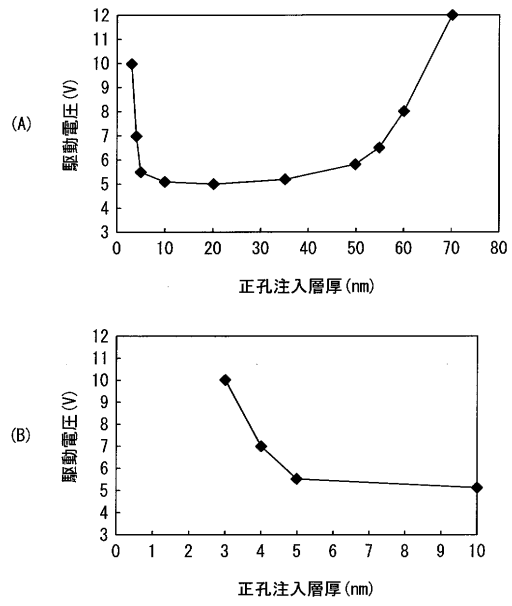
【図1】



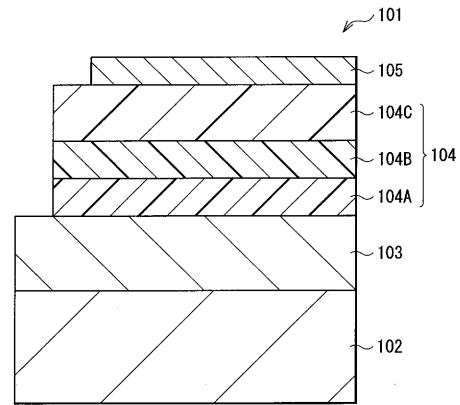
【図2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 氏家 康晴

東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 ソニー株式会社内

(72)発明者 鬼島 靖典

東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 ソニー株式会社内

F ターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC04 CC21 DD21 DD23 DD27 DD44X DD71 DD78
DD79 DD87 FF15 FF18 GG06
4J100 AB07P BA56P JA43

专利名称(译)	有机电致发光器件和显示器件		
公开(公告)号	JP2011119411A	公开(公告)日	2011-06-16
申请号	JP2009274877	申请日	2009-12-02
[标]申请(专利权)人(译)	索尼公司		
申请(专利权)人(译)	索尼公司		
[标]发明人	中村明史 氏家康晴 鬼島靖典		
发明人	中村 明史 氏家 康晴 鬼島 靖典		
IPC分类号	H01L51/50 H05B33/26 C08F12/30		
CPC分类号	H01L51/5088 H01L51/0052 H01L51/0059 H01L51/006 H01L51/0072		
FI分类号	H05B33/22.D H05B33/14.A H05B33/26.Z C08F12/30		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC04 3K107/CC21 3K107/DD21 3K107/DD23 3K107/DD27 3K107/DD44X 3K107/DD71 3K107/DD78 3K107/DD79 3K107/DD87 3K107/FF15 3K107/FF18 3K107/GG06 4J100/AB07P 4J100/BA56P 4J100/JA43		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供一种具有高发光效率和改善的可靠性的有机电致发光器件。 解决方案：在包含至少铝的阳极11和阴极31之间提供包括发光层23的有机层20。有机层20具有在阳极11和发光层23之间由磺酸衍生物制成的空穴注入层21。由于空穴注入层21由磺酸衍生物形成，因此空穴注入性得到改善，并且来自阳极11的空穴被有效地传输到发光层23。点域1

