

(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2011-233855

(P2011-233855A)

(43) 公開日 平成23年11月17日(2011.11.17)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H01L 51/50</b> (2006.01)	H05B 33/14 B	3K107
<b>H05B 33/12</b> (2006.01)	H05B 33/22 D	4C204
<b>H05B 33/10</b> (2006.01)	H05B 33/12 C	4H006
<b>C09K 11/06</b> (2006.01)	H05B 33/10	
<b>C07C 211/54</b> (2006.01)	C09K 11/06 690	
審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 58 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2010-140561 (P2010-140561)	(71) 出願人	000002185 ソニー株式会社 東京都港区港南1丁目7番1号
(22) 出願日	平成22年6月21日(2010.6.21)	(74) 代理人	100098785 弁理士 藤島 洋一郎
(31) 優先権主張番号	特願2010-90724 (P2010-90724)	(74) 代理人	100109656 弁理士 三反崎 泰司
(32) 優先日	平成22年4月9日(2010.4.9)	(74) 代理人	100130915 弁理士 長谷部 政男
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100155376 弁理士 田名網 孝昭
		(72) 発明者	松元 寿樹 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社社内
		最終頁に続く	

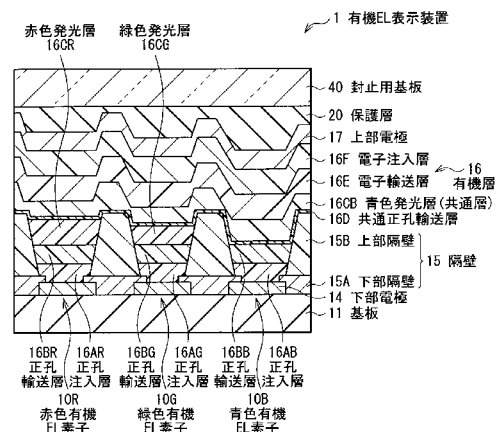
(54) 【発明の名称】 有機EL表示装置およびその製造方法並びにこの方法に用いる溶液

## (57) 【要約】

【課題】青色有機EL素子の発光効率および寿命特性を向上させることが可能な有機EL表示装置およびその製造方法を提供する

【解決手段】下部電極14上に正孔注入層16AR, 16AG, 16ABを形成する。赤色有機EL素子10R, 緑色有機EL素子10Gについて、正孔輸送層16BR, 16BG, 低分子材料を含む赤色発光層16CRおよび緑色発光層16CGを塗布法により形成する。青色有機EL素子10Bの正孔注入層16ABの上に正孔輸送層16BBを塗布法によりしたのち、赤色発光層16CR, 緑色発光層16CGおよび青色有機EL素子10B用の正孔輸送層16BBの全面に共通正孔輸送層16Dを蒸着により形成する。青色発光層16CBの全面に電子輸送層16E, 電子注入層16Fおよび上部電極17を順に形成し有機EL表示装置を得る。

【選択図】図3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基板に、青色の第 1 有機 E L 素子およびその他の色の第 2 有機 E L 素子の各々ごとに設けられた下部電極と、

前記下部電極の上に前記第 1 有機 E L 素子および第 2 有機 E L 素子の各々ごとに設けられた正孔注入または正孔輸送の少なくとも一方の特性を有する第 1 正孔注入・輸送層と、

前記第 2 有機 E L 素子用の第 1 正孔注入・輸送層上に設けられたその他の色の第 2 有機発光層と、

前記第 2 有機発光層および前記第 1 有機 E L 素子用の前記第 1 正孔注入・輸送層の全面に設けられると共に、低分子材料からなる第 2 正孔注入・輸送層と、

前記第 2 正孔注入・輸送層の全面に設けられた青色の第 1 有機発光層と、

前記第 1 有機発光層の全面に順に設けられた電子注入または電子輸送の少なくとも一方の特性を有する電子注入・輸送層および上部電極と

を備えた有機 E L 表示装置。

## 【請求項 2】

前記第 2 有機 E L 素子は、赤色有機 E L 素子、緑色有機 E L 素子または黄色有機 E L 素子のうちの少なくとも 1 種である、請求項 1 に記載の有機 E L 表示装置。

## 【請求項 3】

前記第 2 有機 E L 素子の第 2 有機発光層は、それぞれ高分子材料および低分子材料を含み、前記高分子材料と前記低分子材料との混合比は、高分子材料：低分子材料が 10：1 以上 1：2 以下である、請求項 2 に記載の有機 E L 表示装置。

## 【請求項 4】

前記第 1 有機発光層は低分子材料からなる、請求項 1 に記載の有機 E L 表示装置。

## 【請求項 5】

前記第 1 正孔注入・輸送層は正孔注入層および前記正孔注入層上の正孔輸送層を有し、前記青色有機 E L 素子の正孔輸送層は低分子材料からなり、前記第 2 有機 E L 素子の前記第 1 正孔注入・輸送層は高分子材料からなる、請求項 2 に記載の有機 E L 表示装置。

## 【請求項 6】

前記第 1 正孔注入・輸送層は正孔注入層および前記正孔注入層上の正孔輸送層を有し、前記第 1 有機 E L 素子の正孔輸送層は高分子材料からなり、前記第 2 有機 E L 素子の第 1 正孔注入・輸送層は高分子材料からなる、請求項 2 に記載の有機 E L 表示装置。

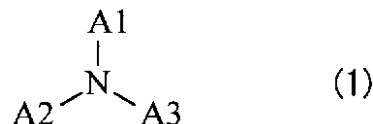
## 【請求項 7】

前記第 2 有機 E L 素子の第 1 前記正孔注入・輸送層は高分子材料からなり、前記第 1 有機 E L 素子は前記正孔注入層のみからなる、請求項 2 に記載の有機 E L 表示装置。

## 【請求項 8】

前記第 1 正孔注入・輸送層、前記第 2 正孔注入・輸送層、前記第 1 有機 E L 素子および前記第 2 有機 E L 素子の有機発光層に用いられる低分子材料は、式 (1) で表される化合物である、請求項 3 に記載の有機 E L 表示装置。

## 【化 1】



(A 1 ~ A 3 は芳香族炭化水素基、複素環基またはそれらの誘導体である。)

## 【請求項 9】

前記低分子材料は、式 (2) で表される (但し、式 (1) に含まれる化合物を除く) 化合物である、請求項 3 に記載の有機 E L 表示装置。

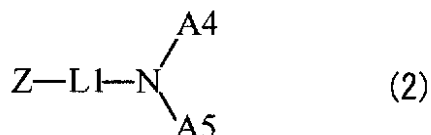
10

20

30

40

## 【化 2】



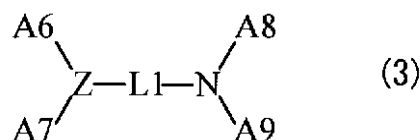
( Z は含窒素炭化水素基あるいはその誘導体である。 L 1 は 2 価の芳香族環基が 1 ないし 4 個結合した基、具体的には 1 ~ 4 個の芳香族環が連結した 2 価の基、またはその誘導体である。 A 4 および A 5 は、芳香族炭化水素基あるいは芳香族複素環基、またはその誘導体である。但し、 A 4 および A 5 は互いに結合して環状構造を形成してもよい。 )

10

## 【請求項 10】

前記低分子材料は、式 ( 3 ) で表わされる ( 但し、式 ( 1 ) に含まれる化合物を除く ) 化合物である、請求項 3 に記載の有機 EL 表示装置。

## 【化 3】



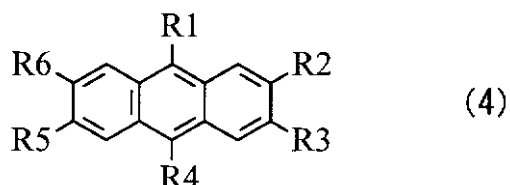
( L 2 は 2 価の芳香族環基が 2 ないし 6 個結合した基である。具体的には 2 ~ 6 個の芳香族環が連結した 2 価の基、またはその誘導体である。 A 6 ~ A 9 は、芳香族炭化水素基あるいは複素環基、またはその誘導体が 1 ~ 10 個結合した基である。 )

20

## 【請求項 11】

前記第 1 の有機発光層は、式 ( 4 ) で表わされる化合物により構成されている、請求項 3 に記載の有機 EL 表示装置。

## 【化 4】



30

( R 1 ~ R 6 は、水素原子、ハロゲン原子、水酸基、シアノ基、ニトロ基、または炭素数 20 以下のカルボニル基を有する基、カルボニルエステル基を有する基、アルキル基、アルケニル基、アルコキシル基あるいはそれらの誘導体、炭素数 30 以下のシリル基を有する基、アリール基を有する基、複素環基を有する基、アミノ基を有する基あるいはそれらの誘導体である。 )

## 【請求項 12】

基板に下部電極を青色の第 1 有機 EL 素子およびその他の色の第 2 有機 EL 素子の各々ごとに形成する工程と、

40

前記下部電極の上に正孔注入または正孔輸送の少なくとも一方の特性を有する第 1 正孔注入・輸送層を第 1 有機 EL 素子および第 2 有機 EL 素子の各々ごとに塗布法により形成する工程と、

前記第 2 有機 EL 素子用の前記第 1 正孔注入・輸送層の上にその他の色の第 2 有機発光層を塗布法により形成する工程と、

前記第 2 有機発光層および前記第 1 有機 EL 素子用の第 1 正孔注入・輸送層の全面に低分子材料からなる第 2 正孔注入・輸送層を蒸着法により形成する工程と、

前記第 2 の正孔注入・輸送層の全面に低分子材料からなる青色発光層を蒸着法により形成する工程と、

50

前記青色発光層の全面に電子注入または電子輸送の少なくとも一方の特性を有する電子注入・輸送層および上部電極を順に形成する工程と

を含む有機ＥＬ表示装置の製造方法。

【請求項１３】

前記塗布法として、インクジェット方式、ノズルコート方式、スピンコート方式、オフセット方式、フレキソ方式または凸版方式を用いる、請求項１２記載の有機ＥＬ表示装置の製造方法。

【請求項１４】

前記第２有機発光層を、前記低分子材料および高分子材料を含む混合材料を用いた塗布法により形成する、請求項１２に記載の有機ＥＬ表示装置の製造方法。

10

【請求項１５】

基板に、青色の第１有機ＥＬ素子およびその他の色の第２有機ＥＬ素子の各々ごとに設けられた下部電極と、

前記下部電極の上に前記第１有機ＥＬ素子および第２有機ＥＬ素子の各々ごとに設けられた正孔注入または正孔輸送の少なくとも一方の特性を有する第１正孔注入・輸送層と、

前記第２有機ＥＬ素子用の第１正孔注入・輸送層上に設けられたその他の色の第２有機発光層と、

前記第２有機発光層および前記第１有機ＥＬ素子用の前記第１正孔注入・輸送層の全面に設けられると共に、低分子材料からなる第２正孔注入・輸送層と、

20

前記第２正孔注入・輸送層の全面に設けられた青色の第１有機発光層と、

前記第１有機発光層の全面に順に設けられた電子注入または電子輸送の少なくとも一方の特性を有する電子注入・輸送層および上部電極とを備えた有機ＥＬ表示装置の前記第２有機発光層を塗布形成するための溶液であって、

高分子材料と低分子材料とを有機溶媒によって溶解させてなる、溶液。

【請求項１６】

前記第２有機ＥＬ素子の第２有機発光層は、それぞれ高分子材料および低分子材料を含み、前記高分子材料と前記低分子材料との混合比は、高分子材料：低分子材料が１０：１以上１：２以下である、請求項１５に記載の溶液。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【０００１】

本発明は、有機エレクトロルミネセンス（ＥＬ；Electro Luminescence）現象を利用して発光する有機ＥＬ表示装置およびその製造方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

情報通信産業の発達が加速するにつれて、高度な性能を有する表示素子が要求されている。その中で、次世代表示素子として注目されている有機ＥＬ素子は自発発光型表示素子として視野角が広くてコントラストが優秀なだけでなく応答時間が速いという長所がある。

40

【０００３】

有機ＥＬ素子を形成する発光層等は、低分子材料と高分子材料に大別される。一般に、低分子材料の方がより高い発光効率、長寿命を示すことが知られており、特に青色の性能は高いとされる。

【０００４】

また、その有機膜の形成方法として、低分子材料は真空蒸着法等の乾式法（蒸着法）、高分子材料は、スピンコーティング方式、インクジェット方式、ノズルコート方式等の湿式法（塗付法）により成膜されている。

【０００５】

真空蒸着法は、有機薄膜の形成材料を溶媒に溶解させる必要がなく、成膜後に溶媒を除去する工程が不要という利点がある。但し、真空蒸着法はメタルマスクによる塗り分けが

50

難しく、特に大型のパネルの作製における設備製造コストが高いため、大画面基板への適用が難しく、量産にも難があるなどの欠点を有していた。そこで表示画面の大面积化が比較的容易なインクジェット方式やノズルコート方式が注目されている。

【0006】

しかしながら、インクジェット方式やノズルコート方式において用いられる高分子材料の中で、特に青色の発光材料は発光輝度および寿命特性が低く実用的ではないため、湿式法によるパターンニングは困難とされていた。

【0007】

そこで、例えば特許文献1において、インクジェットを含んだ湿式法で形成された赤色発光層、緑色発光層の上部に、湿式法では特性が不十分な青色発光層以降を共通層として真空蒸着法で形成した表示装置が開示されている。このような構造とすることにより、青色発光層に対する微細なパターンニングが不要であり、大型化への実現性が高い。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2006-140434号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、特許文献1に挙げた手法で作成した有機EL表示装置は、実用性を考えると2つの大きな問題があった。一つ目は、青色有機EL素子の発光特性である。青色正孔注入層・輸送層は、インクジェット等の塗布法で形成するため、残存溶媒や界面の環境汚染によって発光界面で障壁が生じ、青色有機EL素子の発光効率が低下すると共に、寿命の低下等が起こる。二つ目は、赤色有機EL素子および緑色有機EL素子の発光特性である。インクジェット等の塗布法で形成した赤色発光層および緑色発光層上に青色発光層を蒸着法で形成すると、塗布法で形成した膜と蒸着法で形成した膜との界面障壁によってキャリアバランスが崩れる。そのため、赤色有機EL素子および緑色有機EL素子の発光効率が低下し、寿命が低下すると共に発光色度も変化する。このようなことからさらなる改善が求められていた。

20

【0010】

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、赤色発光層と緑色発光層上の特性変化を抑制しつつ、青色有機EL素子の発光効率および寿命特性を向上させることが可能な有機EL表示装置およびその製造方法を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明による有機EL表示装置は、以下の(A)～(F)の構成要素を備えたものである。

(A) 基板に、青色の第1有機EL素子およびその他の色の第2有機EL素子の各々ごとに設けられた下部電極

(B) 下部電極の上に第1有機EL素子および第2有機EL素子の各々ごとに設けられた正孔注入または正孔輸送の少なくとも一方の特性を有する第1正孔注入・輸送層

40

(C) 第2有機EL素子用の第1正孔注入・輸送層上に設けられたその他の色の第2有機発光層

(D) 第2有機発光層および第1有機EL素子用の第1正孔注入・輸送層の全面に設けられると共に、低分子材料からなる第2正孔注入・輸送層

(E) 第2正孔注入・輸送層の全面に設けられた青色の第1有機発光層

(F) 第1有機発光層の全面に順に設けられた電子注入または電子輸送の少なくとも一方の特性を有する電子注入・輸送層および上部電極

【0012】

ここで、低分子材料とは例えば重量平均分子量5万以下のモノマーとする。なお、ここ

50

では、分子量の好ましい範囲を示したものであり、本発明では分子量が上記範囲を超えた低分子材料を必ずしも除外するものではない。

【0013】

本発明の有機EL表示装置では、青色の第1有機EL素子用の第1正孔注入・輸送層およびその他の色の第2有機発光層の全面に、低分子材料からなる第2正孔注入・輸送層を設けることにより、第1有機発光層への正孔の注入効率が向上する。

【0014】

本発明による有機EL表示装置の製造方法は、以下の(A)～(F)の工程を含むものである。

(A) 基板に下部電極を青色の第1有機EL素子およびその他の色の第2有機EL素子の各々ごとに形成する工程

(B) 下部電極の上に正孔注入または正孔輸送の少なくとも一方の特性を有する第1正孔注入・輸送層を第1有機EL素子および第2有機EL素子の各々ごとに塗布法により形成する工程

(C) 第2有機EL素子用の第1正孔注入・輸送層の上にその他の色の第2有機発光層を塗布法により形成する工程

(D) 第2有機発光層および第1有機EL素子用の第1正孔注入・輸送層の全面に低分子材料からなる第2正孔注入・輸送層を蒸着法により形成する工程

(E) 第2の正孔注入・輸送層の全面に低分子材料からなる青色発光層を蒸着法により形成する工程

(F) 青色発光層の全面に電子注入または電子輸送の少なくとも一方の特性を有する電子注入・輸送層および上部電極を順に形成する工程

【0015】

本発明の有機EL表示装置の製造方法では、青色の第1有機EL素子用の第1正孔注入・輸送層およびその他の色の第2有機発光層の全面に、低分子材料からなる第2正孔注入・輸送層を蒸着法により形成することにより青色の第1有機発光層との界面が改善され、第1有機発光層への正孔の注入効率が向上する。

【0016】

本発明による溶液は、上記構成を有する有機EL表示装置の第2有機発光層を塗布形成するための溶液であって、高分子材料と低分子材料とを有機溶媒によって溶解させたものである。

【発明の効果】

【0017】

本発明の有機EL表示装置およびその製造方法によれば、青色の第1有機EL素子用の第1正孔注入・輸送層およびその他の色の第2有機発光層の全面に、低分子材料からなる第2正孔注入・輸送層を蒸着法により形成するようにしたので、青色の第1有機発光層との界面が改善され、第1有機発光層への正孔の注入効率が向上する。これにより、第1有機EL発光素子の発光効率および寿命特性を向上させることが可能になる。よって、第1有機EL素子および第2有機EL素子を配列形成してなる有機EL表示装置のさらなる高発光効率化、長寿命化が可能になる。また、第2有機発光層上に第2正孔注入・輸送層を蒸着するようにした。この第2正孔注入・輸送層は正孔注入・輸送機能に加えて電子輸送層としても機能するため、第2有機発光層への電子注入性が阻害されないため、赤色有機EL素子および緑色有機EL素子の発光効率および寿命の低下や発光色度の変化を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る有機EL表示装置の構成を表す図である。

【図2】図1に示した画素駆動回路の一例を表す図である。

【図3】図1に示した表示領域の構成を表す断面図である。

【図4】図1に示した有機EL表示装置の製造方法の流れを表す図である。

10

20

30

40

50

【図 5】図 4 に示した製造方法を工程順に表す断面図である。

【図 6】図 5 に続く工程を表す断面図である。

【図 7】図 6 に続く工程を表す断面図である。

【図 8】本発明の第 2 の実施の形態に係る有機 E L 表示装置の構成を表す断面図である。

【図 9】上記実施の形態の表示装置を含むモジュールの概略構成を表す平面図である。

【図 10】上記実施の形態の表示装置の適用例 1 の外観を表す斜視図である。

【図 11】( A ) は適用例 2 の表側から見た外観を表す斜視図であり、( B ) は裏側から見た外観を表す斜視図である。

【図 12】適用例 3 の外観を表す斜視図である。

【図 13】適用例 4 の外観を表す斜視図である。

10

【図 14】( A ) は適用例 5 の開いた状態の正面図、( B ) はその側面図、( C ) は閉じた状態の正面図、( D ) は左側面図、( E ) は右側面図、( F ) は上面図、( G ) は下面図である。

【図 15】H O M O の値と輝度半減時間の関係を表す特性図である。

【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以下の順に詳細に説明する。

1. 第 1 の実施の形態

( 赤色・緑色発光層および青色正孔輸送層上に第 2 の正孔注入・輸送層を形成した有機 E L 表示装置 )

20

2. 第 2 の実施の形態

( 青色正孔輸送層を設けず青色正孔注入層上に第 2 の正孔注入・輸送層を形成した有機 E L 表示装置 )

【0020】

( 第 1 の実施の形態 )

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る有機 E L 表示装置の構成を表すものである。この有機 E L 表示装置は、有機 E L テレビジョン装置などとして用いられるものであり、例えば、基板 11 の上に、表示領域 110 として、後述する複数の赤色有機 E L 素子 10 R, 緑色有機 E L 素子 10 G, 青色有機 E L 素子 10 B がマトリクス状に配置されたものである。表示領域 110 の周辺には、映像表示用のドライバである信号線駆動回路 120 および走査線駆動回路 130 が設けられている。

30

【0021】

表示領域 110 内には画素駆動回路 140 が設けられている。図 2 は、画素駆動回路 140 の一例を表したものである。画素駆動回路 140 は、後述する下部電極 14 の下層に形成されたアクティブ型の駆動回路である。すなわち、この画素駆動回路 140 は、駆動トランジスタ T r 1 および書き込みトランジスタ T r 2 と、これらトランジスタ T r 1, T r 2 の間のキャパシタ ( 保持容量 ) C s と、第 1 の電源ライン ( V c c ) および第 2 の電源ライン ( G N D ) の間において駆動トランジスタ T r 1 に直列に接続された赤色有機 E L 素子 10 R ( または緑色有機 E L 素子 10 G, 青色有機 E L 素子 10 B ) とを有する。駆動トランジスタ T r 1 および書き込みトランジスタ T r 2 は、一般的な薄膜トランジスタ ( T F T ( Thin Film Transistor ) ) により構成され、その構成は例えば逆スタガ構造 ( いわゆるボトムゲート型 ) でもよいしスタガ構造 ( トップゲート型 ) でもよく特に限定されない。

40

【0022】

画素駆動回路 140 において、列方向には信号線 120 A が複数配置され、行方向には走査線 130 A が複数配置されている。各信号線 120 A と各走査線 130 A との交差点が、赤色有機 E L 素子 10 R, 緑色有機 E L 素子 10 G, 青色有機 E L 素子 10 B のいずれか一つ ( サブピクセル ) に対応している。各信号線 120 A は、信号線駆動回路 120 に接続され、この信号線駆動回路 120 から信号線 120 A を介して書き込みトランジスタ T r 2 のソース電極に画像信号が供給されるようになっている。各走査線 130 A は走

50

査線駆動回路 130 に接続され、この走査線駆動回路 130 から走査線 130A を介して書き込みトランジスタ Tr2 のゲート電極に走査信号が順次供給されるようになっている。

#### 【0023】

また、表示領域 110 には、赤色の光を発生する赤色有機 EL 素子（第 2 有機 EL 素子）10R と、緑色の光を発生する緑色有機 EL 素子（第 2 有機 EL 素子）10G と、青色の光を発生する青色有機 EL 素子（第 1 有機 EL 素子）10B とが、順に全体としてマトリクス状に配置されている。なお、隣り合う赤色有機 EL 素子 10R、緑色有機 EL 素子 10G、青色有機 EL 素子 10B の組み合わせが一つの画素（ピクセル）を構成している。

10

#### 【0024】

図 3 は図 1 に示した表示領域 110 の断面構成を表したものである。赤色有機 EL 素子 10R、緑色有機 EL 素子 10G、青色有機 EL 素子 10B は、それぞれ、基板 11 の側から、上述した画素駆動回路 140 の駆動トランジスタ Tr1 および平坦化絶縁膜（図示せず）を間にして、陽極としての下部電極 14、隔壁 15、後述する発光層 16C を含む有機層 16 および陰極としての上部電極 17 がこの順に積層された構成を有している。

#### 【0025】

このような赤色有機 EL 素子 10R、緑色有機 EL 素子 10G、青色有機 EL 素子 10B は、保護層 20 により被覆され、更にこの保護層 20 上に熱硬化型樹脂または紫外線硬化型樹脂などの接着層（図示せず）を間にしてガラスなどよりなる封止用基板 40 が全面にわたって貼り合わされることにより封止されている。

20

#### 【0026】

基板 11 は、その一主面側に赤色有機 EL 素子 10R、緑色有機 EL 素子 10G、青色有機 EL 素子 10B が配列形成される支持体であって、公知のものであって良く、例えば、石英、ガラス、金属箔、もしくは樹脂製のフィルムやシートなどが用いられる。この中でも石英やガラスが好ましく、樹脂製の場合には、その材質としてポリメチルメタクリレート（PMMA）に代表されるメタクリル樹脂類、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ポリブチレンナフタレート（PBN）などのポリエステル類、もしくはポリカーボネート樹脂などが挙げられるが、透水性や透ガス性を抑える積層構造、表面処理を行うことが必要である。

30

#### 【0027】

下部電極 14 は、基板 11 に、赤色有機 EL 素子 10R、緑色有機 EL 素子 10G、青色有機 EL 素子 10B の各々ごとに設けられている。下部電極 14 は、例えば、積層方向の厚み（以下、単に厚みと言う）が 10nm 以上 1000nm 以下であり、クロム（Cr）、金（Au）、白金（Pt）、ニッケル（Ni）、銅（Cu）、タンゲステン（W）あるいは銀（Ag）などの金属元素の単体または合金が挙げられる。また、下部電極 14 は、これらの金属元素の単体または合金よりなる金属膜と、インジウムとスズの酸化物（ITO）、InZnO（インジウム亜鉛オキシド）、酸化亜鉛（ZnO）とアルミニウム（Al）との合金などの透明導電膜との積層構造を有していてもよい。なお、下部電極 14 が陽極として使われる場合には、下部電極 14 は正孔注入性の高い材料により構成されることが望ましい。但し、アルミニウム（Al）合金のように、表面の酸化皮膜の存在や、仕事関数が大きくないことによる正孔注入障壁が問題となる材料においても、適切な正孔注入層を設けることによって下部電極 14 として使用することが可能である。

40

#### 【0028】

隔壁 15 は、下部電極 14 と上部電極 17 との絶縁性を確保すると共に発光領域を所望の形状にするためのものである。更に、後述する製造工程においてインクジェットまたはノズルコート方式による塗布を行う際の隔壁としての機能も有している。隔壁 15 は、例えば、SiO<sub>2</sub>等の無機絶縁材料よりなる下部隔壁 15A の上に、ポジ型感光性ポリベンゾオキサゾール、ポジ型感光性ポリイミドなどの感光性樹脂よりなる上部隔壁 15B を有している。隔壁 15 には、発光領域に対応して開口が設けられている。なお、有機層 16

50



ないし上部電極 17 は、開口だけでなく隔壁 15 の上にも設けられていてもよいが、発光が生じるのは隔壁 15 の開口だけである。

【0029】

赤色有機 EL 素子 10R の有機層 16 は、例えば、下部電極 14 の側から順に、正孔注入層 16AR，正孔輸送層 16BR，赤色発光層 16CR，共通正孔輸送層（第 2 正孔注入・輸送層）16D，青色発光層 16CB，電子輸送層 16E および電子注入層 16F を積層した構成を有する。緑色有機 EL 素子 10G の有機層 16 は、例えば、下部電極 14 の側から順に、正孔注入層 16AG，正孔輸送層 16BG，緑色発光層 16CG，共通正孔輸送層 16D，青色発光層 16CB，電子輸送層 16E および電子注入層 16F を積層した構成を有する。青色有機 EL 素子 10B の有機層 16 は、例えば、下部電極 14 の側から順に、正孔注入層 16AB，正孔輸送層 16BB，共通正孔輸送層 16D，青色発光層 16CB，電子輸送層 16E および電子注入層 16F を積層した構成を有する。これらのうち共通正孔輸送層 16D，青色発光層 16CB，電子輸送層 16E および電子注入層 16F は、赤色有機 EL 素子 10R，緑色有機 EL 素子 10G，青色有機 EL 素子 10B の共通層として設けられている。

10

【0030】

正孔注入層 16AR，16AG，16AB は、各発光層 16C（赤色発光層 16CR，緑色発光層 16CG，青色発光層 16CB）への正孔注入効率を高めるためのものであると共に、リークを防止するためのバッファ層であり、下部電極 14 の上に赤色有機 EL 素子 10R，緑色有機 EL 素子 10G，青色有機 EL 素子 10B の各々ごとに設けられている。

20

【0031】

正孔注入層 16AR，16AG，16AB の厚みは例えば 5nm～100nm であることが好ましく、より好ましくは 8nm～50nm である。正孔注入層 16AR，16AG，16AB の構成材料は、電極や隣接する層の材料との関係で適宜選択すればよく、ポリアニリン、ポリチオフェン、ポリピロール、ポリフェニレンビニレン、ポリチエニレンビニレン、ポリキノリン、ポリキノキサリンおよびそれらの誘導体、芳香族アミン構造を主鎖又は側鎖に含む重合体などの導電性高分子、金属フタロシアニン（銅フタロシアニン等）、カーボンなどが挙げられる。

【0032】

正孔注入層 16AR，16AG，16AB に用いられる材料が高分子材料である場合には、その高分子材料の重量平均分子量（Mw）は 1 万～30 万の範囲であればよく、特に 5000～20 万程度が好ましい。また、2000～1 万程度のオリゴマーを用いてもよいが、Mw が 5000 未満では正孔輸送層以後の層を形成する際に、正孔注入層が溶解してしまう虞がある。また 30 万を超えると材料がゲル化し、成膜が困難になる虞がある。

30

【0033】

正孔注入層 16AR，16AG，16AB の構成材料として使用される典型的な導電性高分子としては、例えばポリアニリン、オリゴアニリンおよびポリ（3，4-エチレンジオキシチオフェン）（PEDOT）などのポリジオキシチオフェンが挙げられる。この他、エイチ・シー・スタルク製 Nafion（商標）で市販されているポリマー、または商品名 Liqueon（商標）で溶解形態で市販されているポリマーや、日産化学製エルソース（商標）や、綜研化学製導電性ポリマーベラゾール（商標）などがある。

40

【0034】

赤色有機 EL 素子 10R，緑色有機 EL 素子 10G の正孔輸送層 16BR，16BG は、赤色発光層 16CR，緑色発光層 16CG への正孔輸送効率を高めるためのものである。正孔輸送層 16BR，16BG は、正孔注入層 16AR，16AG の上に赤色有機 EL 素子 10R，緑色有機 EL 素子 10G の各々ごとに設けられている。

【0035】

正孔輸送層 16BR，16BG の厚みは、素子の全体構成にもよるが、例えば 10nm～200nm であることが好ましく、さらに好ましくは 15nm～150nm である。正

50

孔輸送層 16BR, 16BG を構成する高分子材料としては、有機溶媒に可溶な発光材料、例えば、ポリビニルカルバゾール、ポリフルオレン、ポリアニリン、ポリシランまたはそれらの誘導体、側鎖または主鎖に芳香族アミンを有するポリシロキサン誘導体、ポリチオフェンおよびその誘導体、ポリピロールなどを用いることができる。

#### 【0036】

正孔輸送層 16BR, 16BG に用いられる材料が高分子材料である場合には、その重量平均分子量 (Mw) は 5 万 ~ 30 万であることが好ましく、特に、10 万 ~ 20 万であることが好ましい。Mw が 5 万未満では、発光層 16C を形成するとき、高分子材料中の低分子成分が脱落し、正孔注入層 16A, 正孔輸送層 16B にドットが生じるため、有機 EL 素子の初期性能が低下したり、素子の劣化を引き起こすおそれがある。一方、30 万を越えると、材料がゲル化するため、成膜が困難になるおそれがある。なお、重量平均分子量 (Mw) は、テトラヒドロフランを溶媒として、ゲル浸透クロマトグラフィー (GPC; Gel Permeation Chromatography) により、ポリスチレン換算の重量平均分子量を求めた値である。

10

#### 【0037】

赤色発光層 16CR, 緑色発光層 16CG は、電界をかけることにより電子と正孔との再結合が起こり、光を発生するものである。赤色発光層 16CR, 緑色発光層 16CG の厚みは、素子の全体構成にもよるが、例えば 10 nm ~ 200 nm であることが好ましく、さらに好ましくは 15 nm ~ 150 nm である。赤色発光層 16CR, 緑色発光層 16CG は高分子 (発光) 材料に低分子材料が添加された混合材料により構成されている。ここで低分子材料とは、モノマーまたはこのモノマーを 2 ~ 10 個結合したオリゴマーとし、5 万以下の重量平均分子量を有するものが好ましい。なお、重量平均分子量が上記範囲を超えた低分子材料を必ずしも除外するものではない。

20

#### 【0038】

赤色発光層 16CR および緑色発光層 16CG は、詳細は後述するが、例えばインクジェット等の塗付法により形成する。その際、高分子材料および低分子材料を例えばトルエン、キシレン、アニソール、シクロヘキサノン、メシチレン (1, 3, 5 - トリメチルベンゼン)、ブサイドクメン (1, 2, 4 - トリメチルベンゼン)、ジハイドロベンゾフラン、1, 2, 3, 4 - テトラメチルベンゼン、テトラリン、シクロヘキシルベンゼン、1 - メチルナフタレン、p - アニシルアルコール、ジメチルナフタレン、3 - メチルビフェニル、4 - メチルビフェニル、3 - イソプロピルビフェニル、モノイソプロピルナフタレンなどの有機溶媒に少なくとも 1 種類以上使って溶解し、この混合溶液を用いて形成する。

30

#### 【0039】

赤色発光層 16CR, 緑色発光層 16CG を構成する高分子材料としては、例えばポリフルオレン系高分子誘導体や、(ポリ)パラフェニレンビニレン誘導体、ポリフェニレン誘導体、ポリビニルカルバゾール誘導体、ポリチオフェン誘導体、ペリレン系色素、クマリン系色素、ローダミン系色素、あるいは上記高分子に有機 EL 材料をドーブしたものが挙げられる。ドーブ材料としては、例えばルブレン、ペリレン、9, 10 ジフェニルアントラセン、テトラフェニルブタジエン、ナイルレッド、クマリン 6 等を用いることができる。

40

#### 【0040】

また、赤色発光層 16CR, 緑色発光層 16CG を構成する高分子材料に低分子材料を添加することが好ましい。これにより、共通層である青色発光層 16CB から赤色発光層 16CR または緑色発光層 16CG への正孔および電子の注入効率が向上する。以下にその原理を説明する。

#### 【0041】

従来の有機 EL 発光素子では、高分子材料のみから構成される赤色発光層 16CR, 緑色発光層 16CG の上部に共通層として低分子材料からなる青色発光層 16CB を形成しており、赤色発光層 16CR, 緑色発光層 16CG のエネルギー準位と、青色発光層 16CB のエネルギー準位との差は大きい。このため、青色発光層 16CB と赤色発光層 16

50

C R および 緑色 発光 層 1 6 C G 各々 との 間の 正孔 または 電子 の 注入 効率 は 非常 に 低く、 前述 の よう に、 本来 の 高分子 材料 から なる 発光 層 が 有す る 特性 を 十分 に 得る こ と が でき ない という 問題 が あった。 本 実施 の 形態 では、 この 正孔 または 電子 の 注入 特性 を 向上 さ せる た め に、 赤色 発光 層 1 6 C R、 緑色 発光 層 1 6 C G が 有す る エネルギ ー 準位 と、 青色 発光 層 1 6 C B が 有す る エネルギ ー 準位 との 差 を 小 さ く す る 低分子 材料 (モノマー または オリゴマー) を 赤色 発光 層 1 6 C R、 緑色 発光 層 1 6 D G に 添加 す る も の で あ る。 こ こ で は、 赤色 発光 層 1 6 C R、 緑色 発光 層 1 6 C R の 最高 占有 分子 軌道 (Highest Occupied Molecular Orbital; HOMO) 準位 および 最低 非占有 分子 軌道 (Lowest Unoccupied Molecular Orbital; LUMO) 準位 と、 青色 発光 層 1 6 C B の HOMO (最高 占有 分子 軌道) 準位 および 最低 非占有 分子 軌道 (LUMO) 準位 と 赤色 発光 層 1 6 C R および 緑色 発光 層 1 6 C G に 添加 す る 低分子 材料 の HOMO (最高 占有 分子 軌道) 準位 および 最低 非占有 分子 軌道 (LUMO) 準位 との 関係 を 考慮 す る。 具 体 的 な 添加 す る 低分子 材料 と し て は、 赤色 発光 層 1 6 C R または 緑色 発光 層 1 6 C G の それ ぞれ の LUMO より 低い 値 を 有す る と 共に、 青色 発光 層 の LUMO より 高い 値 を 有 し、 か つ、 赤色 発光 層 1 6 C R または 緑色 発光 層 1 6 C G の それ ぞれ の HOMO より 高い 値 を 有す る と 共に、 青色 発光 層 の HOMO より 低い 値 を 有す る 化合物 を 選択 す る。

10

#### 【0042】

また、 赤色 発光 層 1 6 C R および 緑色 発光 層 1 6 C G に 添加 す る 低分子 材料 は、 低分子 化合物 が 同 じ 反応 または 類似 の 反応 を 連鎖 的 に 繰 り 返す こ と に よ り 生じ た 高分子 量 の 重合 体 または 縮合体 の 分子 から なる 化合物 以外 の も の で あ っ て、 分子 量 が 実質 的 に 単一 で あ る も の を 指す。 また 加熱 に よ る 分子 間 の 新 た な 化学 結合 は 生じ ず、 単分子 で 存在 す る。 こ の よう な 低分子 材料 の 重量 平均 分子 量 (Mw) は 5 万 以下 で あ る こ と が 好 ま し い。 こ れ は 分子 量 の 大 き い、 例 え ば 5 万 以上 の 材料 に 比 べ て あ る 程度 小 さ い 分子 量 の 材料 の ほ う が 多様 な 特性 を 有 し、 正孔 または 電子 の 移動 度 や バンド ギャップ あ る い は 溶媒 へ の 溶解 度 な ど を 調整 し や す い た め で あ る。 また、 低分子 材料 の 添加 量 は、 赤色 発光 層 1 6 C R または 緑色 発光 層 1 6 C G に 用い ら れ る 高分子 材料 : 低分子 材料 の 混合 比率 が、 そ の 重量 比 で 10 : 1 以上 1 : 2 以下 に な る よう に す る こ と が 好 ま し い。 高分子 材料 : 低分子 材料 の 混合 比率 が 10 : 1 未 満 で は、 低分子 材料 の 添加 に よ る 効果 が 低 く な る た め で あ る。 また、 こ の 混合 比率 が 1 : 2 を 超 え る 場 合 に は、 発光 材料 と し て の 高分子 材料 が 有す る 特性 が 得 ら れ に く く な る た め で あ る。

20

30

#### 【0043】

上述 の よう に、 赤色 発光 層 1 6 C R および 緑色 発光 層 1 6 C G へ 低分子 材料 を 添加 す る こ と に よ り、 正孔 および 電子 の キャリア バランス を 調整 す る こ と が よ り 簡易 に な る。 こ れ に よ り、 後述 す る 共通 正孔 輸送 層 1 6 D と 青色 発光 層 1 6 C B および 電子 輸送 層 1 6 E を 形成 す る こ と に よ っ て 起 こ る、 赤色 発光 層 1 6 C R および 緑色 発光 層 1 6 C G へ の 電子 注入 性 の 低下 および 正孔 輸送 性 の 低下 が 抑制 さ れ る。 即 ち、 赤色 有機 EL 素子 1 0 R および 緑色 有機 EL 素子 1 0 G の 発光 効率 および 寿命 の 低下、 駆動 電圧 の 上昇 および 発光 色度 の 変化 が 抑制 さ れ る。

#### 【0044】

こ の よう な 低分子 材料 と し て は、 例 え ば、 ベンジン、 スチリル アミン、 トリフェニル アミン、 ポルフィリン、 トリフェニレン、 アザトリフェニレン、 テトラシアノキノジメタン、 トリアゾール、 イミダゾール、 オキサジアゾール、 ポリアリールアルカン、 フェニレンジアミン、 アリールアミン、 オキサゾール、 アントラセン、 フルオレノン、 ヒドラゾン、 スチルベン あ る い は こ れ ら の 誘導 体、 また は、 ポリシラン 系 化合物、 ビニルカルバゾール 系 化合物、 チオフェン 系 化合物 あ る い は アニリン 系 化合物 等 の 複素 環 式 共役 系 の モノマー あ る い は オリゴマー を 用い る こ と が でき る。

40

#### 【0045】

さ ら に 具 体 的 な 材料 と し て は、 - ナフチルフェニルフェニレンジアミン、 ポルフィリン、 金属テトラフェニルポルフィリン、 金属ナフタロシアニン、 ヘキサシアノアザトリフェニレン、 7,7,8,8 - テトラシアノキノジメタン (TCNQ)、 7,7,8,8 - テトラ

50

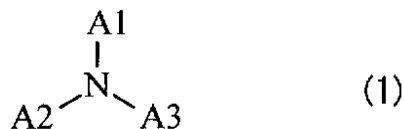
シアノ - 2, 3, 5, 6 - テトラフルオロキノジメタン ( F 4 - T C N Q )、テトラシアノ 4, 4, 4 - トリス ( 3 - メチルフェニルフェニルアミノ ) トリフェニルアミン、N、N、N'、N' - テトラキス ( p - トリル ) p - フェニレンジアミン、N、N、N'、N' - テトラフェニル - 4, 4' - ジアミノビフェニル、N - フェニルカルバゾール、4 - ジ - p - トリルアミノスチルベン、ポリ ( パラフェニレンビニレン )、ポリ ( チオフェンビニレン )、ポリ ( 2, 2' - チエニルピロール ) などが挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【 0 0 4 6 】

さらに好ましくは、下記の式 ( 1 ) ~ 式 ( 3 ) で表わされる低分子材料が挙げられる。

【 0 0 4 7 】

【 化 1 】

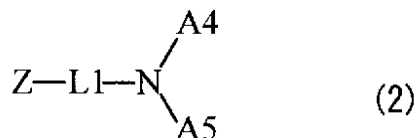


10

( A 1 ~ A 3 は芳香族炭化水素基、複素環基またはそれらの誘導体である。 )

【 0 0 4 8 】

【 化 2 】

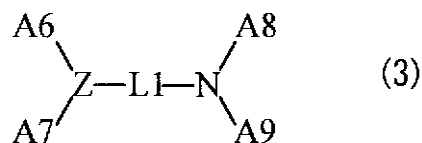


20

( Z は含窒素炭化水素基あるいはその誘導体である。 L 1 は 2 価の芳香族環基が 1 ないし 4 個結合した基、具体的には 1 ~ 4 個の芳香族環が連結した 2 価の基、またはその誘導体である。 A 4 および A 5 は、芳香族炭化水素基あるいは芳香族複素環基、またはその誘導体である。但し、A 4 および A 5 は互いに結合して環状構造を形成してもよい。 )

【 0 0 4 9 】

【 化 3 】



30

( L 2 は 2 価の芳香族環基が 2 ないし 6 個結合した基である。具体的には 2 ~ 6 個の芳香族環が連結した 2 価の基、またはその誘導体である。 A 6 ~ A 9 は、芳香族炭化水素基あるいは複素環基、またはその誘導体が 1 ~ 10 個結合した基である。 )

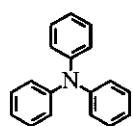
【 0 0 5 0 】

式 ( 1 ) に示した化合物の具体例としては、以下の式 ( 1 - 1 ) ~ 式 ( 1 - 48 ) などの化合物が挙げられる。

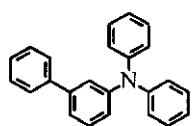
【 0 0 5 1 】

40

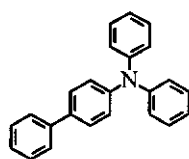
## 【化 4】



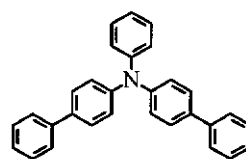
(1-1)



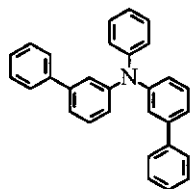
(1-2)



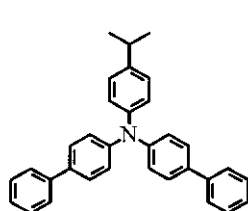
(1-3)



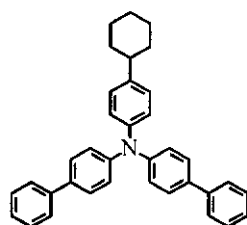
(1-4)



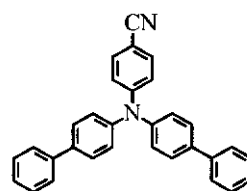
(1-5)



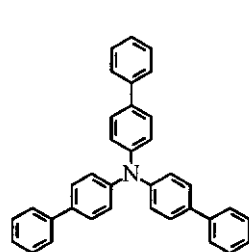
(1-6)



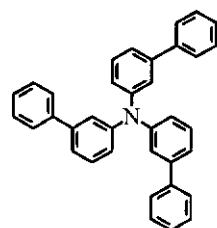
(1-7)



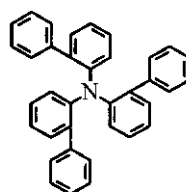
(1-8)



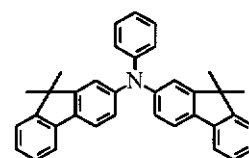
(1-9)



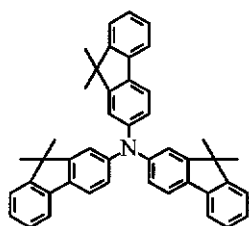
(1-10)



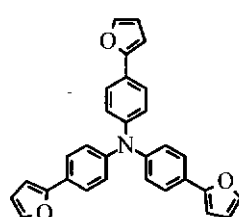
(1-11)



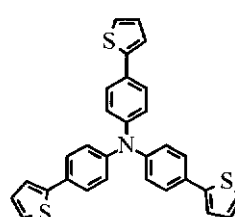
(1-12)



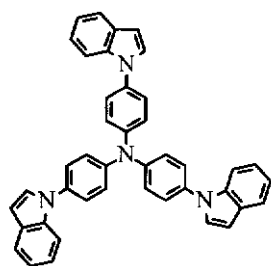
(1-13)



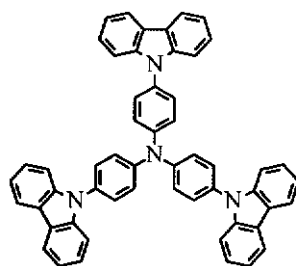
(1-14)



(1-15)



(1-16)



(1-17)

## 【 0 0 5 2 】

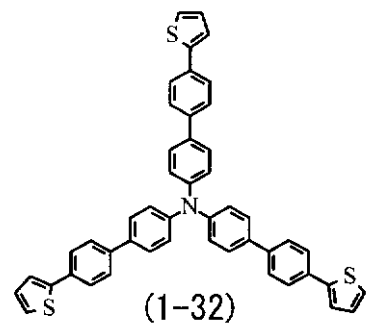
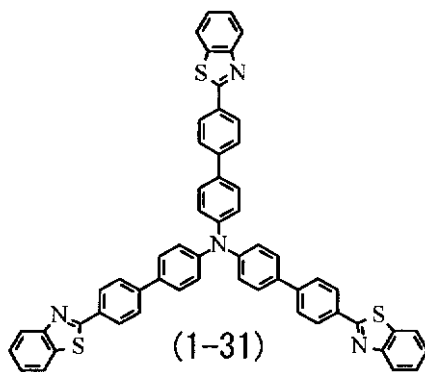
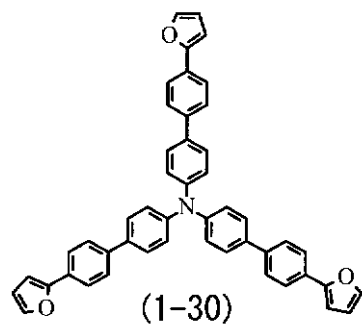
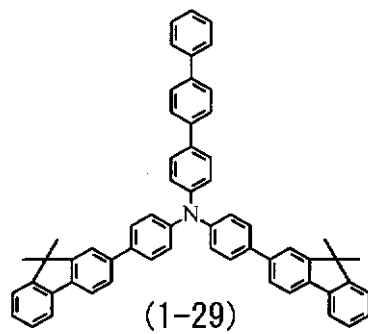
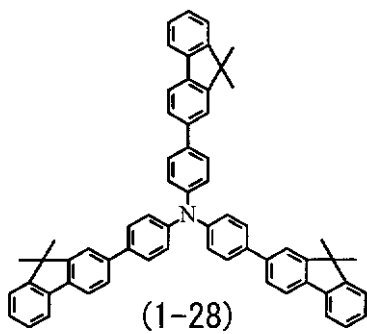
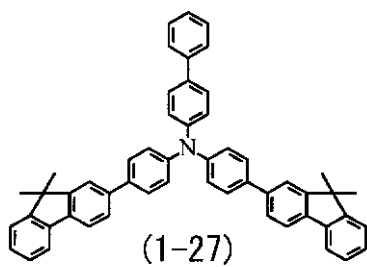
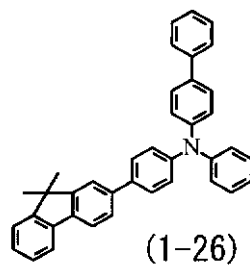
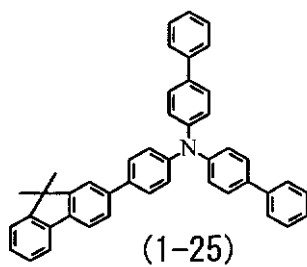
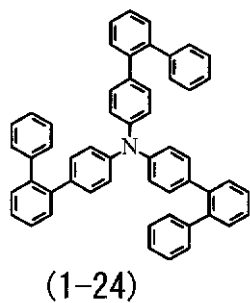
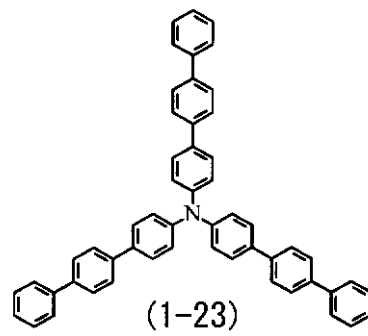
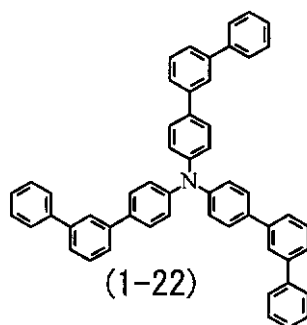
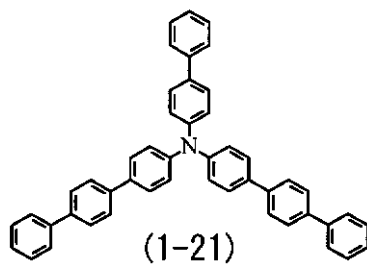
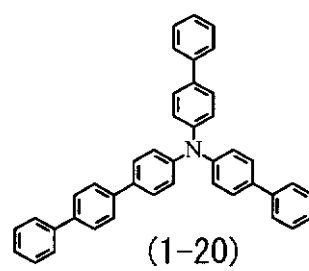
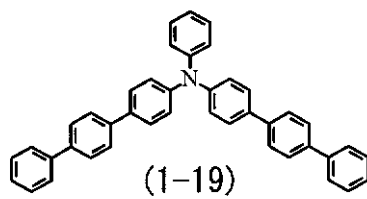
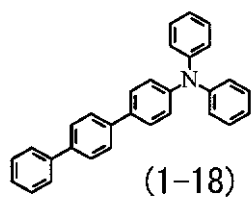
10

20

30

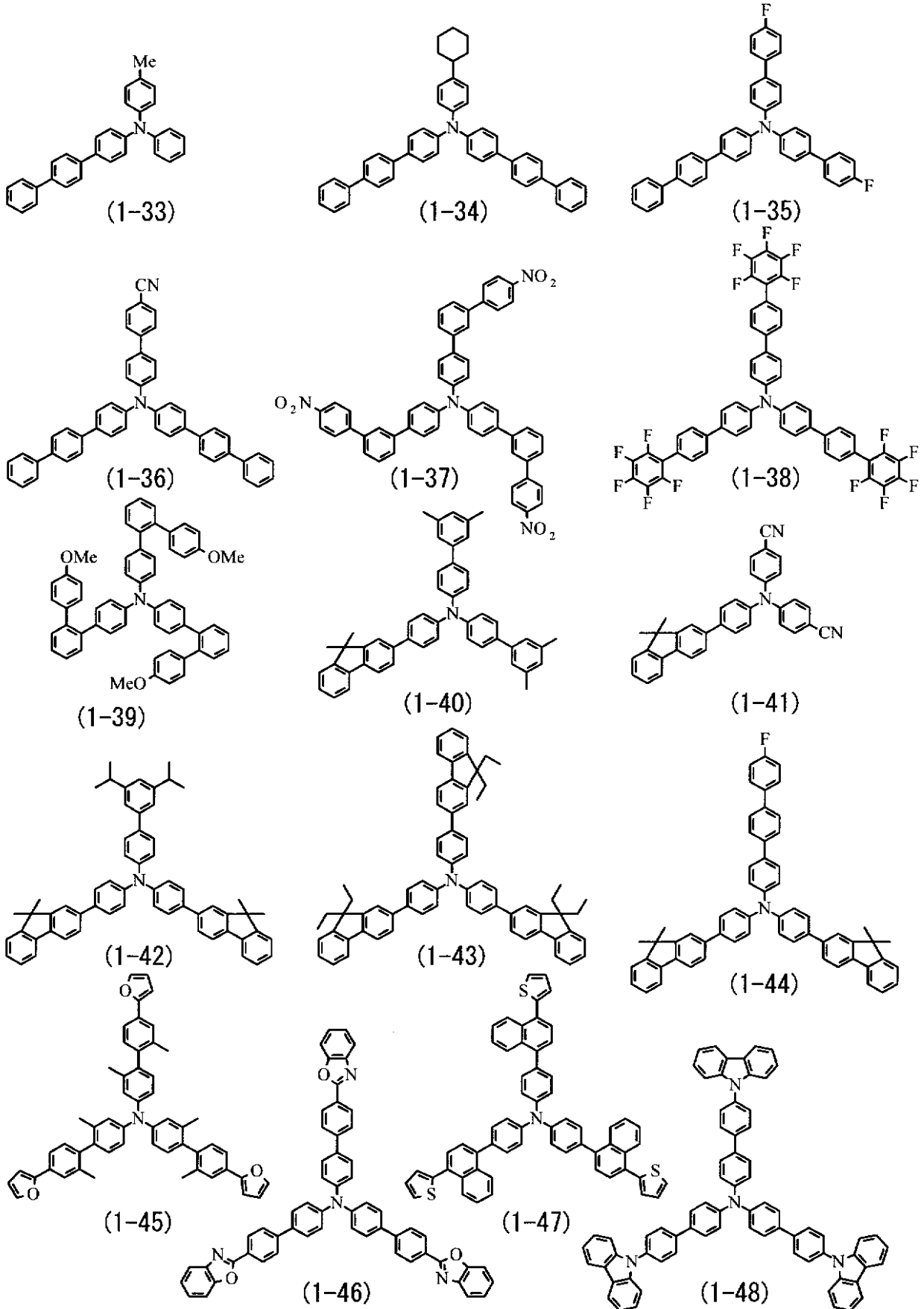
40

【化 5】



【 0 0 5 3 】

## 【化 6】



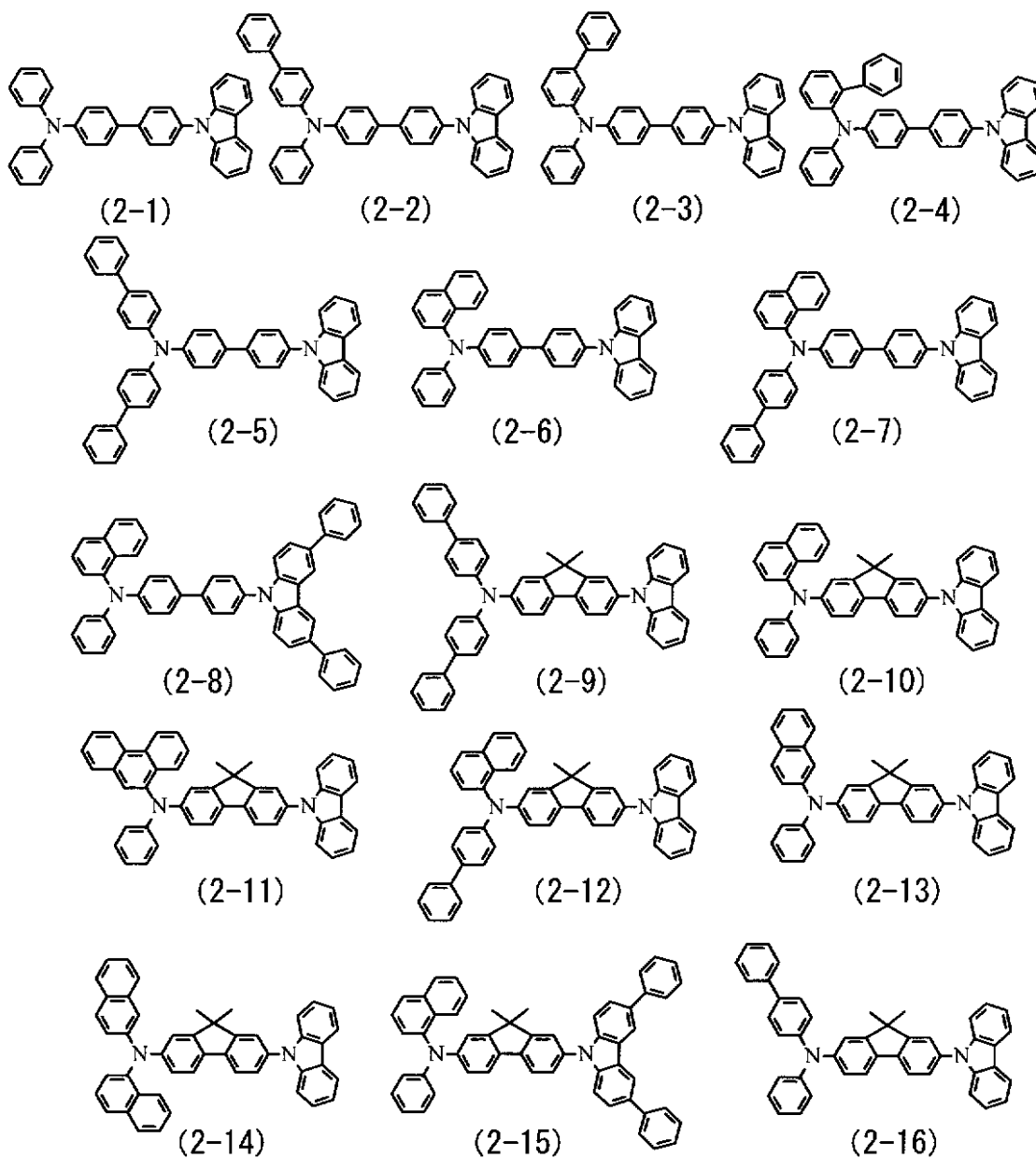
## 【 0 0 5 4 】

式(2)に示した化合物の具体例としては、以下の式(2-1)~式(2-69)など

の化合物が挙げられる。なお、ここでL1に結合する含窒素炭化水素基として、例えばカルバゾール基やインドール基を有する化合物を挙げたがこれに限らない。例えばイミダゾール基を用いてもよい。

【 0 0 5 5 】

【 化 7 】



10

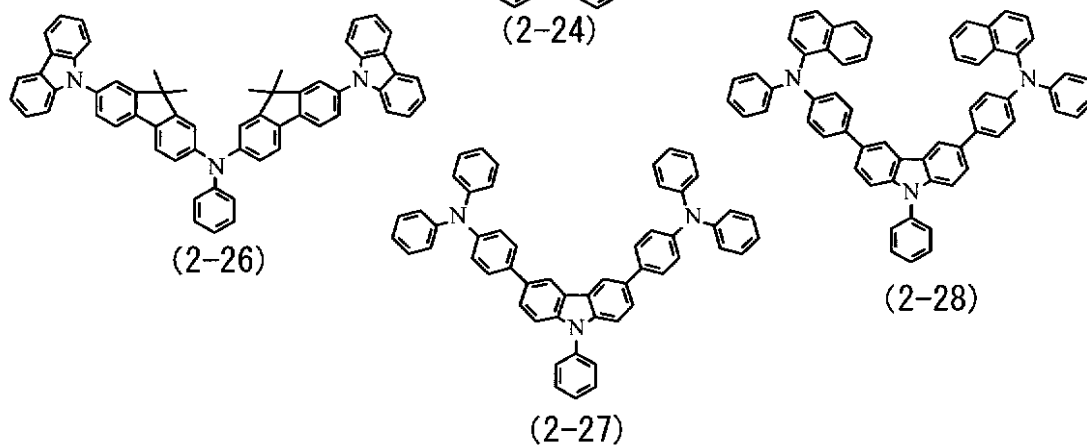
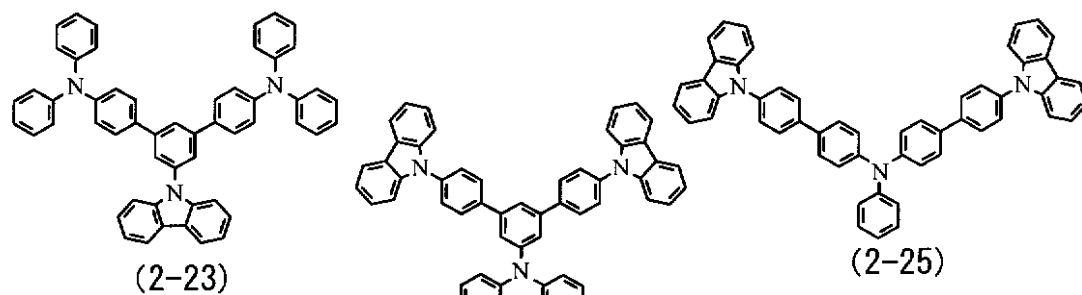
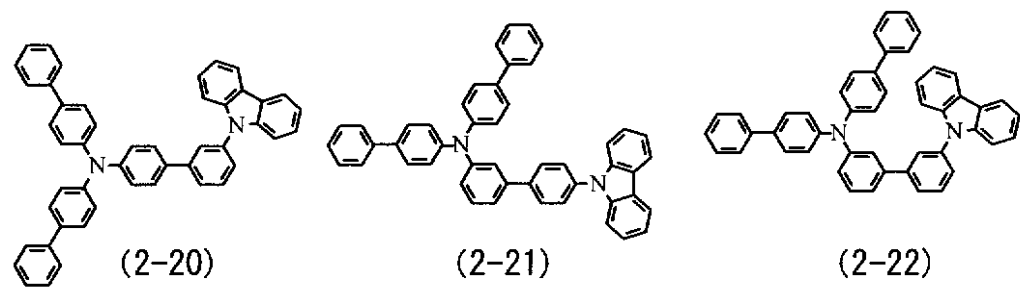
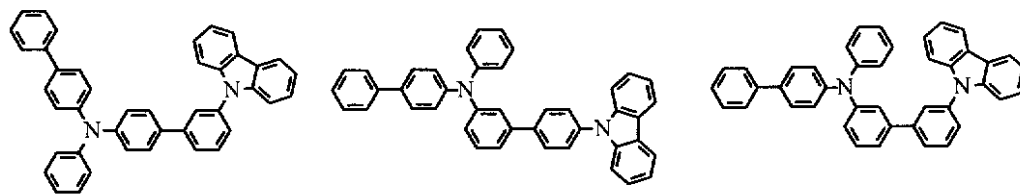
20

30

【 0 0 5 6 】

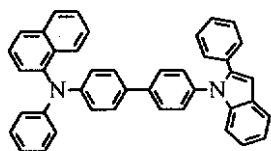


## 【化 8】

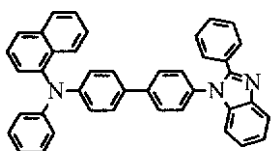


【 0 0 5 7 】

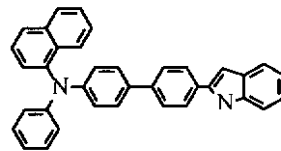
## 【化 9】



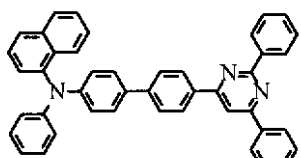
(2-29)



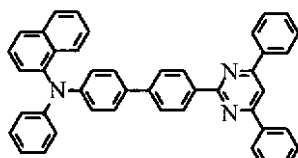
(2-30)



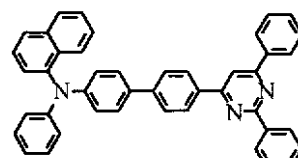
(2-31)



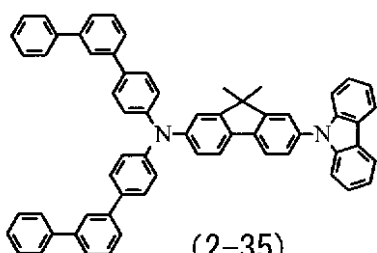
(2-32)



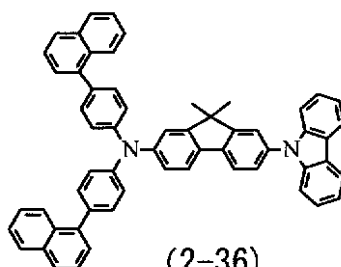
(2-33)



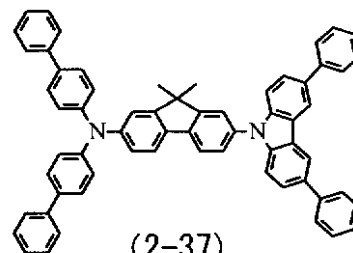
(2-34)



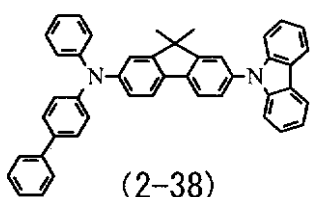
(2-35)



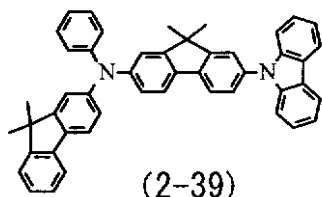
(2-36)



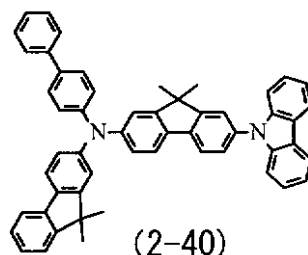
(2-37)



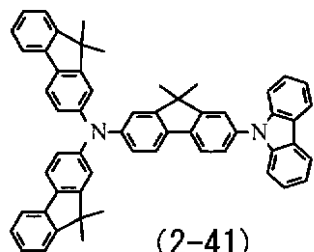
(2-38)



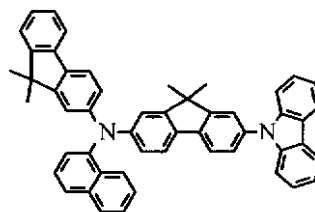
(2-39)



(2-40)



(2-41)



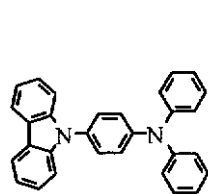
(2-42)

10

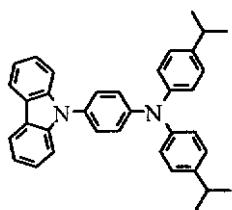
20

30

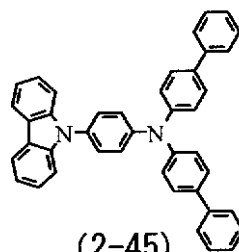
【化 1 0】



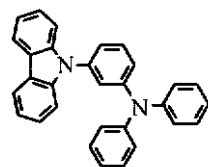
(2-43)



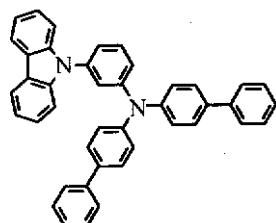
(2-44)



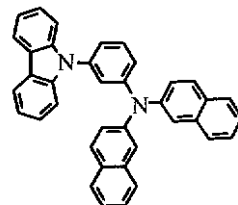
(2-45)



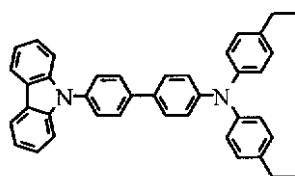
(2-46)



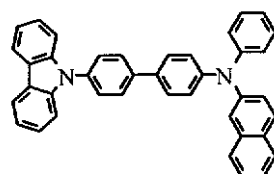
(2-47)



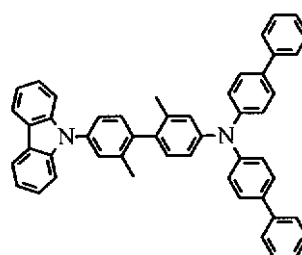
(2-48)



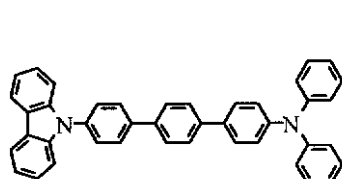
(2-49)



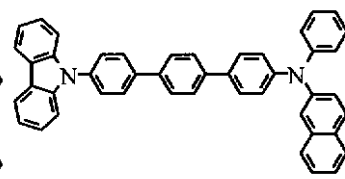
(2-50)



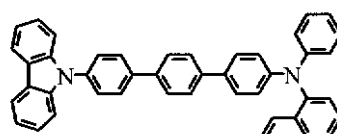
(2-51)



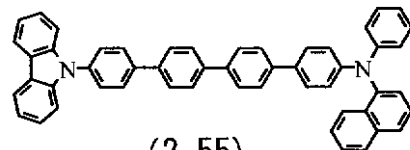
(2-52)



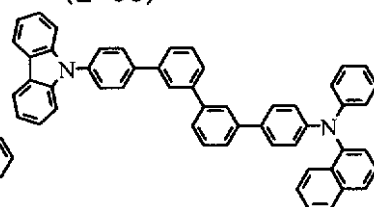
(2-53)



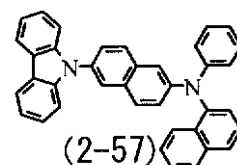
(2-54)



(2-55)



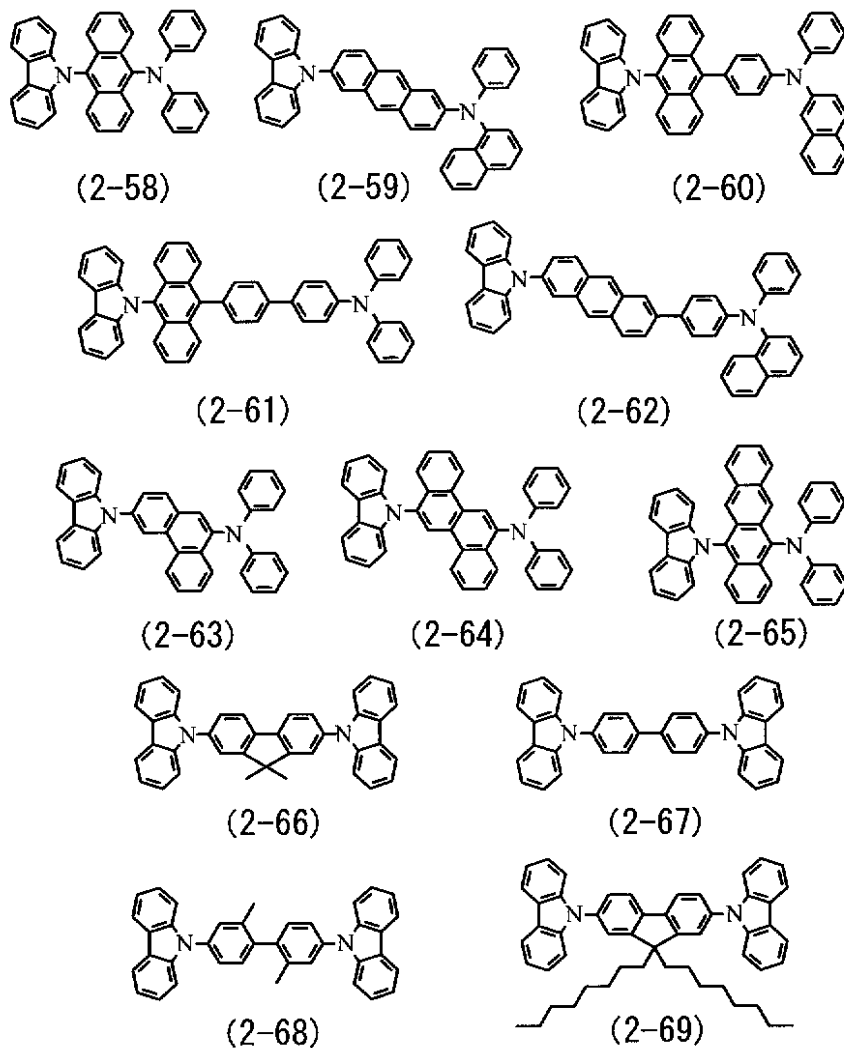
(2-56)



(2-57)

【 0 0 5 9】

## 【化 1 1】



10

20

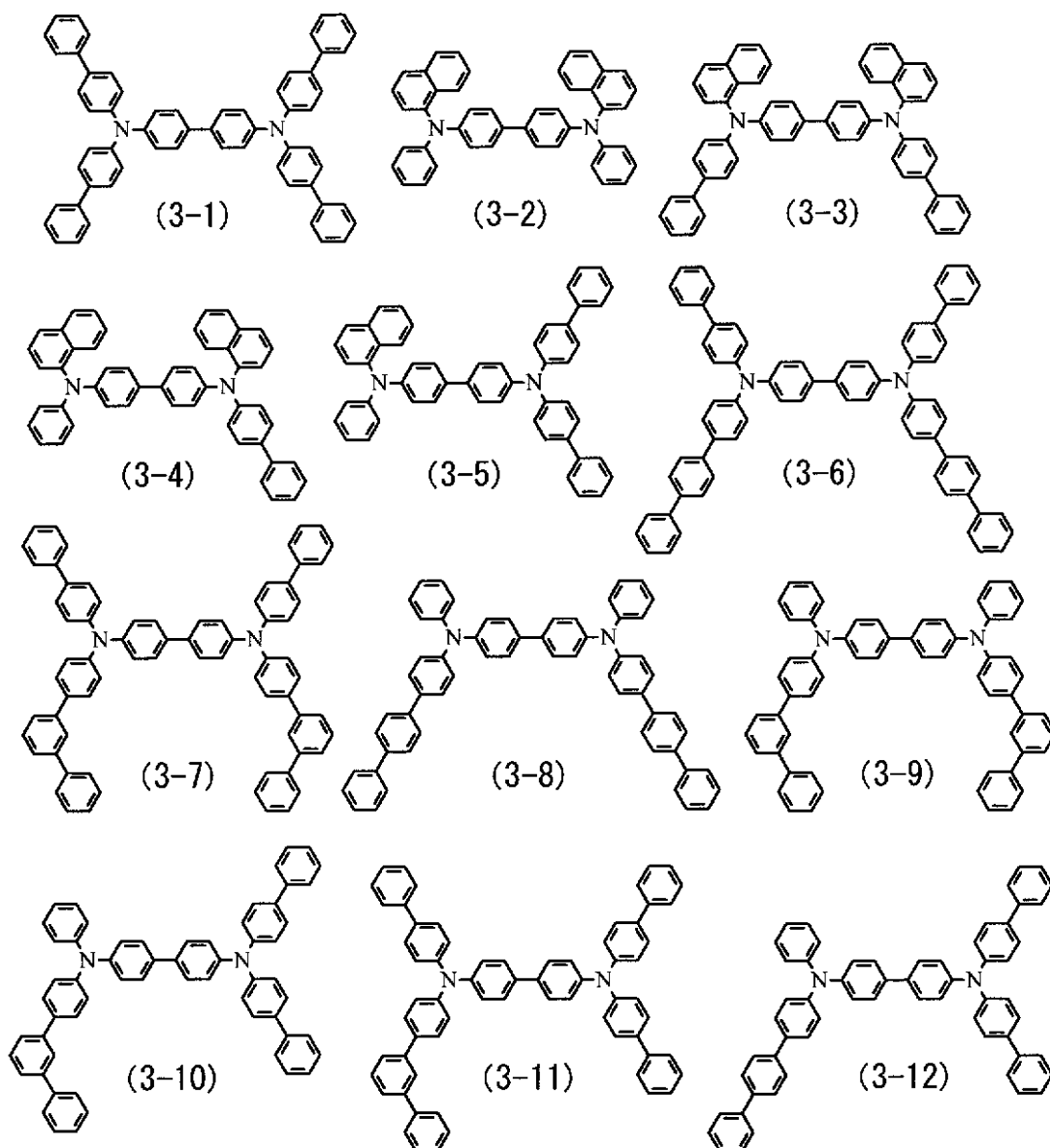
30

## 【0060】

式(3)に示した化合物の具体例としては、以下の式(3-1)～式(3-45)などの化合物が挙げられる。

## 【0061】

## 【化 1 2】



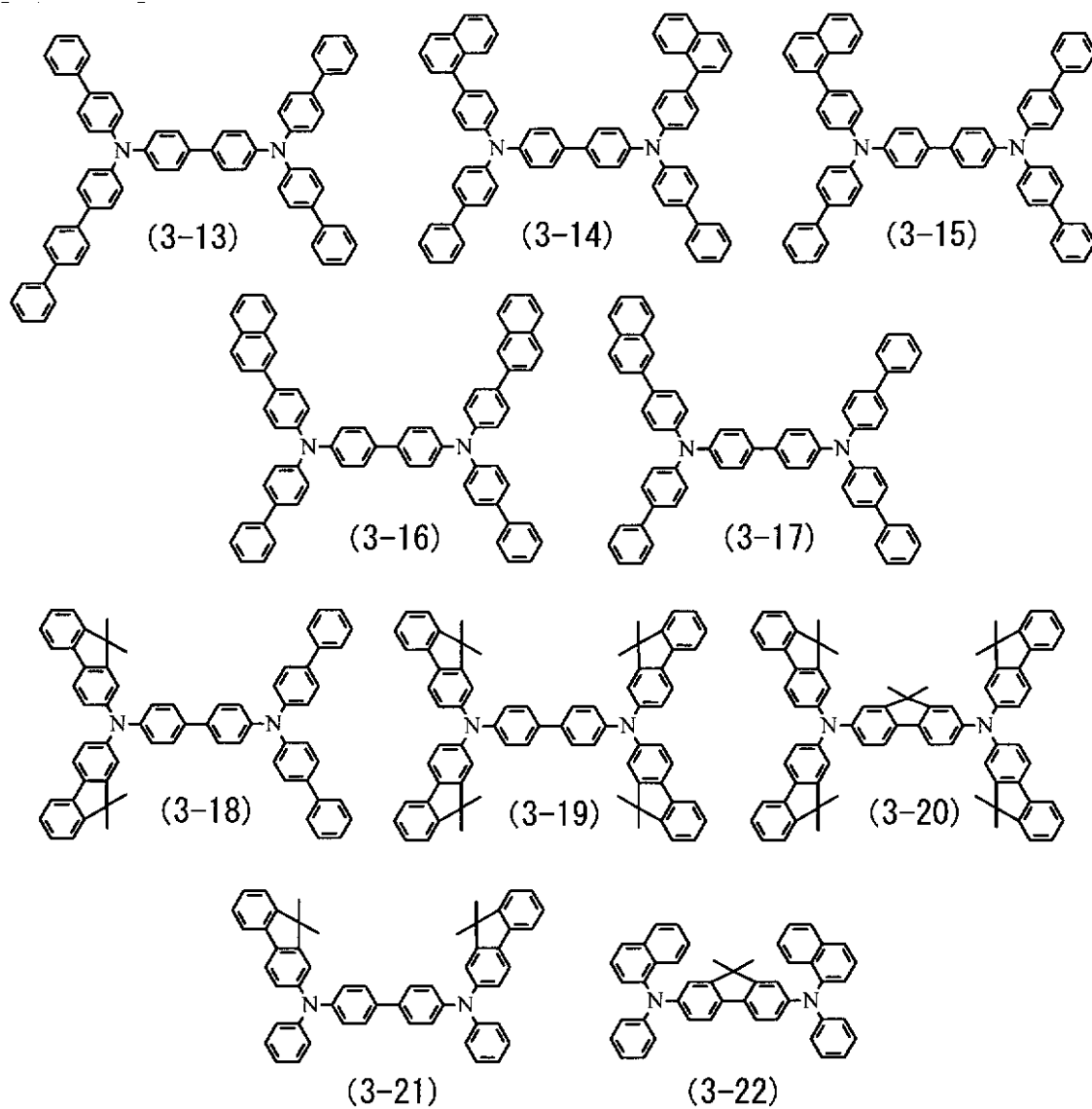
10

20

30

## 【 0 0 6 2 】

## 【化 1 3】



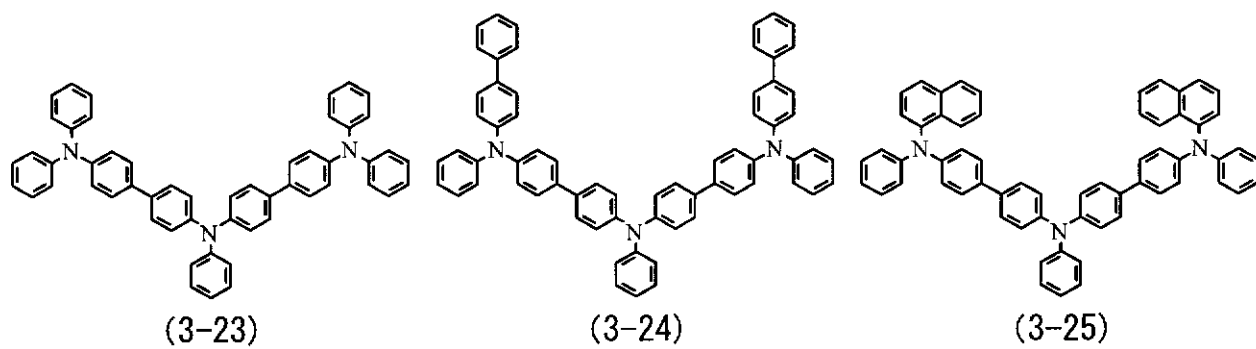
10

20

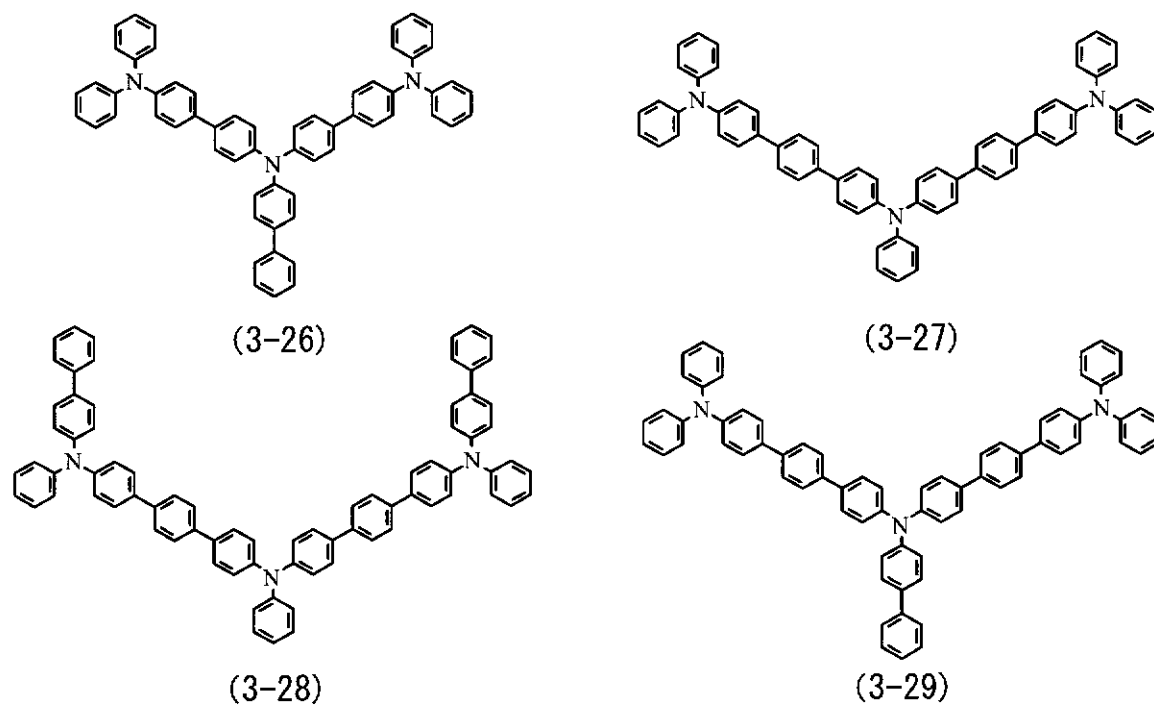
30

## 【 0 0 6 3 】

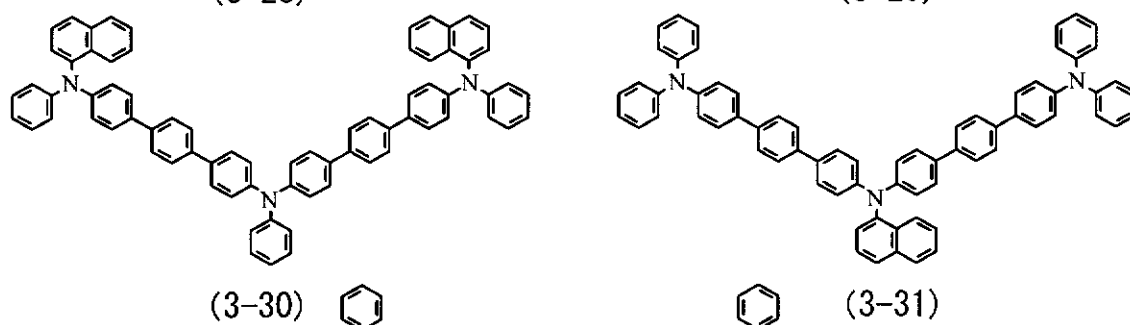
【化 1 4】



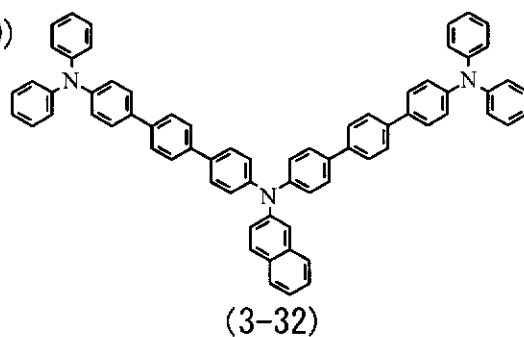
10



20



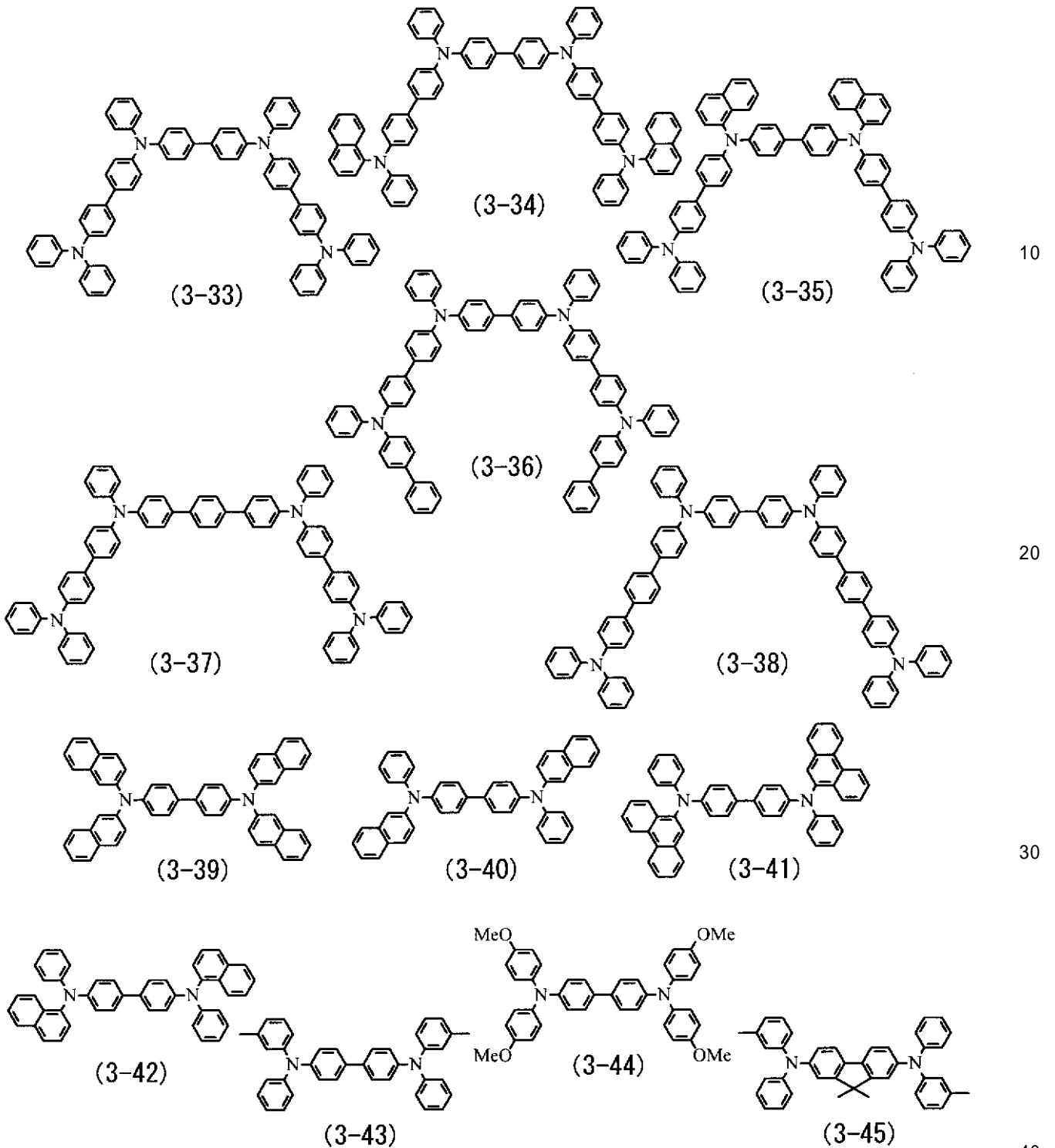
30



40

【 0 0 6 4 】

## 【化 1 5】



## 【0065】

なお、赤色発光層 16CR および緑色発光層 16CG に添加する低分子材料は 1 種類だけでなく、複数種類を混合して用いてもよい。

## 【0066】

青色有機 EL 素子 10B の正孔輸送層 16BB は、青色発光層 16CB への正孔輸送効率を高めるためのものであり、正孔注入層 16AB の上に設けられている。正孔輸送層 16BB の厚みは、素子の全体構成にもよるが、例えば 10 nm ~ 200 nm であることが好ましく、さらに好ましくは 15 nm ~ 150 nm である。

## 【0067】

10

20

30

40

50



正孔輸送層 16BB は、低分子材料（モノマーおよびオリゴマー）または高分子材料のいずれでもよい。ここで用いる低分子材料のうちモノマーは赤色発光層 16CR および緑色発光層 16CG に添加する低分子材料と同様の低分子化合物の重合体または縮合体等の化合物以外のものであって、分子量が単一であるものであり、単分子で存在するものである。また、オリゴマーはモノマーが複数個結合したものであり、重量平均分子量（Mw）は 5 万以下のものを指す。更に高分子材料は正孔輸送層 16BR, 16BG に用いられる高分子材料と同様に、重量平均分子量が 5 万～30 万の範囲であればよく、と特に 10 万～20 万程度が好ましい。なお、正孔輸送層 16BB に用いる低分子材料および高分子材料は分子量および重量平均分子量の異なる 2 種以上の材料を混合して用いてもよい。

#### 【0068】

正孔輸送層 16BB に用いられる低分子材料としては、例えば、ベンジン、スチリルアミン、トリフェニルアミン、ポルフィリン、トリフェニレン、アザトリフェニレン、テトラシアノキノジメタン、トリアゾール、イミダゾール、オキサジアゾール、ポリアリーラルカン、フェニレンジアミン、アリーラルアミン、オキサゾール、アントラセン、フルオレノン、ヒドラゾン、スチルベンあるいはこれらの誘導体、または、ポリシラン系化合物、ビニルカルバゾール系化合物、チオフェン系化合物あるいはアニリン系化合物等の複素環式共役系のモノマー、オリゴマーまたはポリマーを用いることができる。

#### 【0069】

さらに具体的な材料としては、 $\alpha$ -ナフチルフェニルフェニレンジアミン、ポルフィリン、金属テトラフェニルポルフィリン、金属ナフトロシアニン、ヘキサシアノアザトリフェニレン、7,7,8,8-テトラシアノキノジメタン（TCNQ）、7,7,8,8-テトラシアノ-2,3,5,6-テトラフルオロキノジメタン（F4-TCNQ）、テトラシアノ4,4',4''-トリス（3-メチルフェニルフェニルアミノ）トリフェニルアミン、N,N,N',N'-テトラキス（p-トリル）p-フェニレンジアミン、N,N,N',N'-テトラフェニル-4,4'-ジアミノビフェニル、N-フェニルカルバゾール、4-ジ-p-トリルアミノスチルベン、ポリ（パラフェニレンビニレン）、ポリ（チオフェンビニレン）、ポリ（2,2'-チエニルピロール）などが挙げられるが、これらに限定されるものではない。

#### 【0070】

さらに上記の式（1）～式（3）で表わされる低分子材料を用いて構成されているものが好ましく、具体例としては、上記の式（1-1）～式（1-48）、式（2-1）～式（2-69）および式（3-1）～式（3-49）に示した化合物が挙げられる。

#### 【0071】

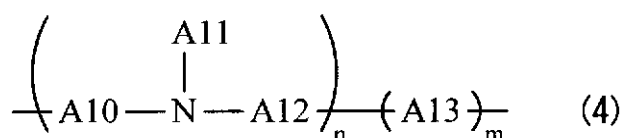
高分子材料としては、電極や隣接する層の材料との関係で適宜選択すればよく、有機溶媒に可溶な発光材料、例えば、ポリビニルカルバゾール、ポリフルオレン、ポリアニリン、ポリシランまたはそれらの誘導体、側鎖または主鎖に芳香族アミンを有するポリシロキサン誘導体、ポリチオフェンおよびその誘導体、ポリピロールなどを用いることができる。

#### 【0072】

さらに好ましくは、隣接する有機層との密着性が良好であり、有機溶媒に可溶な性質を有する式（4）で表わされる高分子材料が挙げられる。

#### 【0073】

#### 【化16】



10

20

30

40

(A 1 0 ~ A 1 3 は、芳香族炭化水素基またはその誘導体が 1 ~ 1 0 個結合した基、あるいは複素環基またはその誘導体が 1 ~ 1 5 個結合した基である。n および m は 0 ~ 1 0 0 0 0 の整数であり、n + m は 1 0 ~ 2 0 0 0 0 の整数である。)

【0074】

また、n 部および m 部の配列順序は任意であり、例えばランダム重合体、交互共重合体、周期的共重合体、ブロック共重合体のいずれであってもよい。更に、n および m は 5 ~ 5 0 0 0 の整数であることが好ましく、更に好ましくは 1 0 ~ 3 0 0 0 の整数である。また、n + m は 1 0 ~ 1 0 0 0 0 の整数であることが好ましく、更に好ましくは 2 0 ~ 6 0 0 0 の整数である。

【0075】

上記式(4)の A 1 0 ~ A 1 3 における芳香族炭化水素基の具体例としては、例えばベンゼン、フルオレン、ナフタレン、アントラセン、あるいはこれらの誘導体、またはフェニレンビニレン誘導体、スチリル誘導体等が挙げられる。複素環基の具体例としては、例えばチオフエン、ピリジン、ピロール、カルバゾール、あるいはこれらの誘導体が挙げられる。

【0076】

また、上記式(4)の A 1 0 ~ A 1 3 が置換基を有する場合、この置換基は、例えば炭素数 1 ~ 1 2 の直鎖あるいは分岐のアルキル基、アルケニル基である。具体的には、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、sec-ブチル基、tert-ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基、ヘプチル基、オクチル基、ノニル基、デシル基、ウンデシル基、ドデシル基、ビニル基、アリル基等であることが好ましい。

【0077】

式(4)に示した化合物の具体例としては、例えば以下の式(4-1)~式(4-3)に示した化合物、ポリ[(9,9-ジオクチルフルオレニル-2,7-ジイル)-co-(4,4'-(N-(4-sec-ブチルフェニル))ジフェニルアミン)](TFB, 式(4-1))、ポリ[(9,9-ジオクチルフルオレニル-2,7-ジイル)-alt-co-(N,N'-ビス{4-ブチルフェニル}-ベンジジンN,N'-{1,4-ジフェニレン})](式(4-2))、ポリ[(9,9-ジオクチルフルオレニル-2,7-ジイル)](PFO, 式(4-3))が好ましいが、この限りではない。

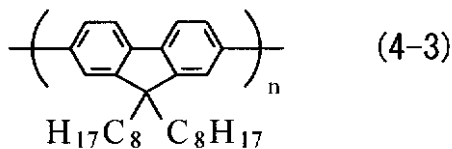
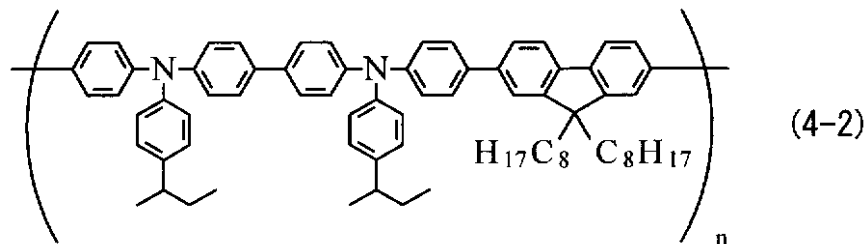
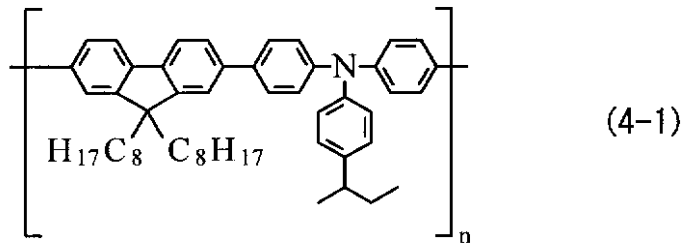
【0078】

10

20

30

## 【化 17】



## 【0079】

共通正孔輸送層 16D は、後述する青色発光層 16CB への正孔の注入効率を向上させるものであり、赤色発光層 16CR、緑色発光層 16CG および青色有機 EL 素子 10B 用の正孔輸送層 16BB の全面に共通層として設けられている。共通正孔輸送層 16D の厚みは、素子の全体構成にもよるが、例えば 1nm ~ 20nm であることが好ましく、さらに好ましくは 1nm ~ 10nm である。

## 【0080】

共通正孔輸送層 16D は蒸着法を用いて形成するため、低分子材料、特にモノマーを用いることが好ましい。オリゴマーまたは高分子材料のような重合された分子は蒸着中分解が起こる虞があるためである。なお、共通正孔輸送層 16D に用いる低分子材料は分子量の異なる 2 種以上の材料を混合して用いてもよい。

## 【0081】

共通正孔輸送層 16D に用いられる低分子材料としては、赤色発光層 16CR、緑色発光層 16CG および青色正孔輸送層 16CB において説明した低分子材料と同様に、例えば、ベンジン、スチリルアミン、トリフェニルアミン、ポルフィリン、トリフェニレン、アザトリフェニレン、テトラシアノキノジメタン、トリアゾール、イミダゾール、オキサジアゾール、ポリアリーラルカン、フェニレンジアミン、アリーラルアミン、オキサゾール、アントラセン、フルオレノン、ヒドラゾン、スチルベンあるいはこれらの誘導体、または、ポリシラン系化合物、ビニルカルバゾール系化合物、チオフェン系化合物あるいはアニリン系化合物等の複素環式共役系のモノマー、オリゴマーまたはポリマーを用いることができる。

## 【0082】

さらに具体的な材料としては、 $\pi$ -ナフチルフェニルフェニレンジアミン、ポルフィリン、金属テトラフェニルポルフィリン、金属ナフタロシアニン、ヘキサシアノアザトリフェニレン、7,7,8,8-テトラシアノキノジメタン (TCNQ)、7,7,8,8-テトラシアノ-2,3,5,6-テトラフルオロキノジメタン (F4-TCNQ)、テトラシアノ4,4,4-トリス(3-メチルフェニルフェニルアミノ)トリフェニルアミン、N、

10

20

30

40

50

N、N'、N'-テトラキス(p-トリル)p-フェニレンジアミン、N、N、N'、N'-テトラフェニル-4、4'-ジアミノビフェニル、N-フェニルカルバゾール、4-ジ-p-トリルアミノスチルベン、ポリ(パラフェニレンビニレン)、ポリ(チオフェンビニレン)、ポリ(2、2'-チエニルピロール)などが挙げられるが、これらに限定されるものではない。

#### 【0083】

さらに上記の式(1)~式(3)で表わされる低分子材料を用いて構成されているものが好ましく、具体例としては、以下の式(1-1)~式(1-48)、式(2-1)~式(2-69)および式(3-1)~式(3-49)に示した化合物が挙げられる。

#### 【0084】

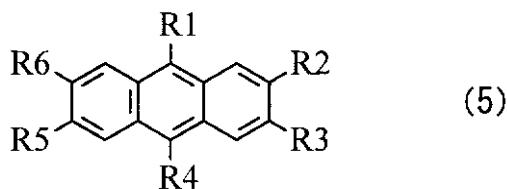
青色発光層16CBは、電界をかけることにより電子と正孔との再結合が起こり、光を発生するものであり、共通正孔輸送層16D上の全面に設けられている。青色発光層16CBは、アントラセン化合物をホスト材料として青色もしくは緑色の蛍光性色素のゲスト材料がドーピングされており、青色もしくは緑色の発光光を発生する。

#### 【0085】

このうち、青色発光層16CBを構成するホスト材料は、式(4)に表わされる化合物をホスト材料として用いることが好ましい。

#### 【0086】

#### 【化18】



(R1~R6は、水素原子、ハロゲン原子、水酸基、または炭素数20以下のアルキル基、アルケニル基、カルボニル基を有する基、カルボニルエステル基を有する基、アルコキシ基を有する基、シアノ基を有する基、ニトロ基を有する基、あるいはそれらの誘導体、炭素数30以下のシリル基を有する基、アリール基を有する基、複素環基を有する基、アミノ基を有する基あるいはそれらの誘導体である。)

#### 【0087】

式(4)で表わされる化合物におけるR1~R6が示すアリール基を有する基としては、例えば、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、フルオレニル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、1-クリセニル基、6-クリセニル基、2-フルオランテニル基、3-フルオランテニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、p-t-ブチルフェニル基等が挙げられる。

#### 【0088】

また、R1~R6が示す複素環基を有する基としては、ヘテロ原子として酸素原子(O)、窒素原子(N)、硫黄原子(S)を含有する5員環または6員環の芳香環基であり、炭素数2~20の縮合多環芳香環基が挙げられる。このような複素環基としては、例えばチエニル基、フリル基、ピロリル基、ピリジル基、キノリル基、キノキサリル基、イミダゾピリジル基、ベンゾチアゾール基が挙げられる。代表的なものとしては、1-ピロリル基、2-ピロリル基、3-ピロリル基、ピラジニル基、2-ピリジニル基、3-ピリジニル基、4-ピリジニル基、1-インドリル基、2-インドリル基、3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-インドリル基、1-イソイ

10

20

30

40

50

ンドリル基、2 - イソインドリル基、3 - イソインドリル基、4 - イソインドリル基、5 - イソインドリル基、6 - イソインドリル基、7 - イソインドリル基、2 - フリル基、3 - フリル基、2 - ベンゾフラニル基、3 - ベンゾフラニル基、4 - ベンゾフラニル基、5 - ベンゾフラニル基、6 - ベンゾフラニル基、7 - ベンゾフラニル基、1 - イソベンゾフラニル基、3 - イソベンゾフラニル基、4 - イソベンゾフラニル基、5 - イソベンゾフラニル基、6 - イソベンゾフラニル基、7 - イソベンゾフラニル基、キノリル基、3 - キノリル基、4 - キノリル基、5 - キノリル基、6 - キノリル基、7 - キノリル基、8 - キノリル基、1 - イソキノリル基、3 - イソキノリル基、4 - イソキノリル基、5 - イソキノリル基、6 - イソキノリル基、7 - イソキノリル基、8 - イソキノリル基、2 - キノキサリニル基、5 - キノキサリニル基、6 - キノキサリニル基、1 - カルバゾリル基、2 - カルバゾリル基、3 - カルバゾリル基、4 - カルバゾリル基、9 - カルバゾリル基、1 - フェナンスリジニル基、2 - フェナンスリジニル基、3 - フェナンスリジニル基、4 - フェナンスリジニル基、6 - フェナンスリジニル基、7 - フェナンスリジニル基、8 - フェナンスリジニル基、9 - フェナンスリジニル基、10 - フェナンスリジニル基、1 - アクリジニル基、2 - アクリジニル基、3 - アクリジニル基、4 - アクリジニル基、9 - アクリジニル基、などが挙げられる。

10

**【0089】**

R1 ~ R6 が示すアミノ基を有する基としては、アルキルアミノ基、アリールアミノ基、アラルキルアミノ基などのいずれでもよい。これらは、炭素数1 ~ 6個の脂肪族炭化水素基および/または1 ~ 4個の芳香環基を有することが好ましい。このような基としては、ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基、ジブチルアミノ基、ジフェニルアミノ基、ジトリルアミノ基、ビスピフェニルアミノ基、ジナフチルアミノ基が挙げられる。なお、上記置換基は2以上の置換基からなる縮合環を形成していてもよく、さらにその誘導体でもよい。

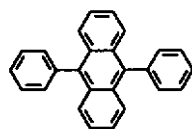
20

**【0090】**

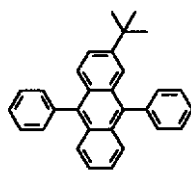
式(5)に示した化合物の具体例としては、以下の式(5-1) ~ 式(5-51)などの化合物が挙げられる。

**【0091】**

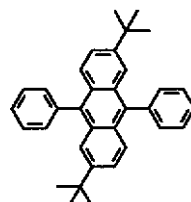
【化 1 9】



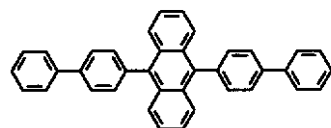
(5-1)



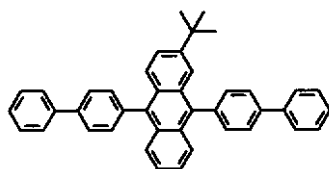
(5-2)



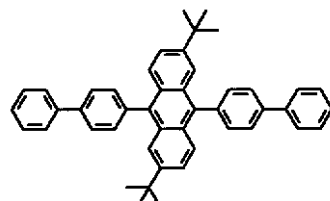
(5-3)



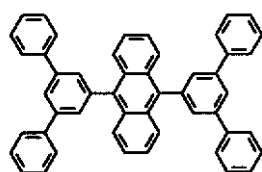
(5-4)



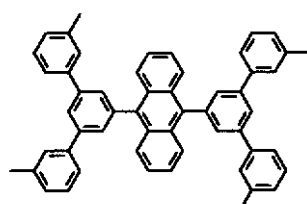
(5-5)



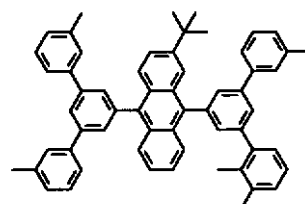
(5-6)



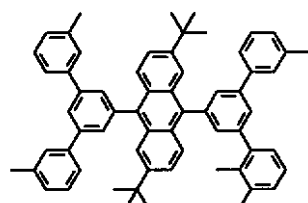
(5-7)



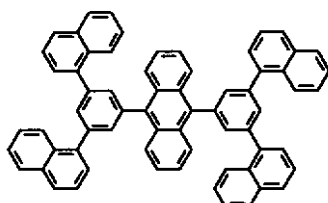
(5-8)



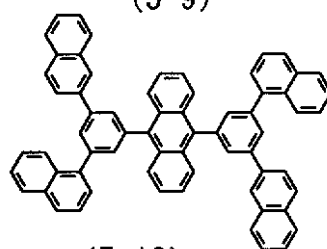
(5-9)



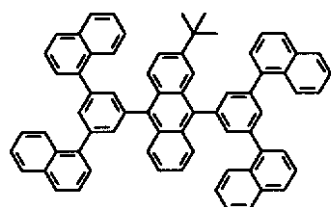
(5-10)



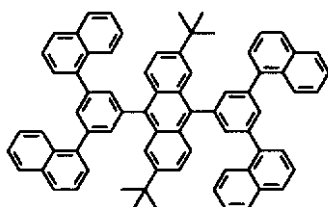
(5-11)



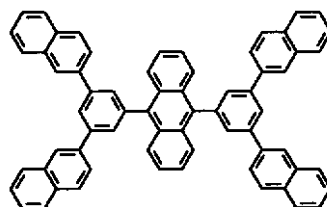
(5-12)



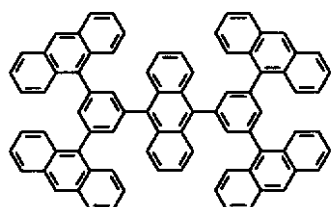
(5-13)



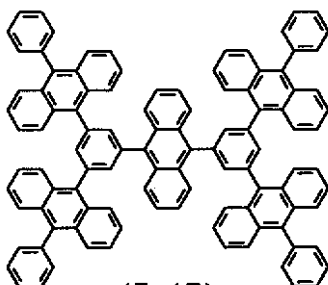
(5-14)



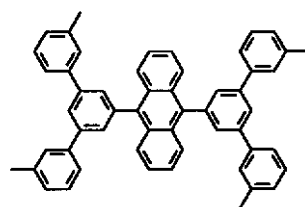
(5-15)



(5-16)



(5-17)



(5-18)

10

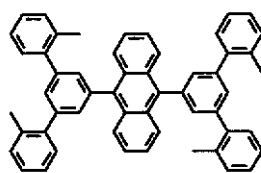
20

30

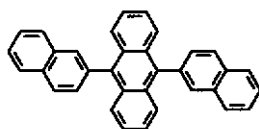
40

【 0 0 9 2 】

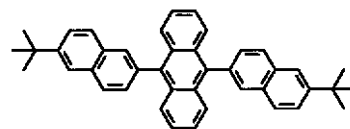
【化 2 0】



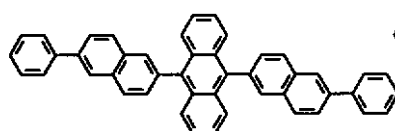
(5-19)



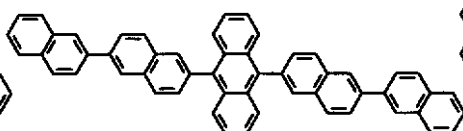
(5-20)



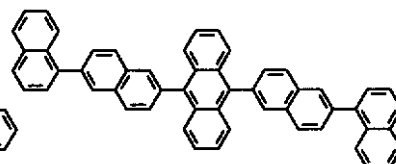
(5-21)



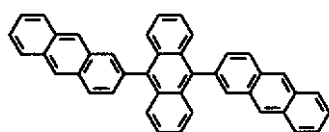
(5-22)



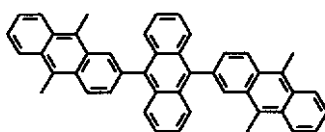
(5-23)



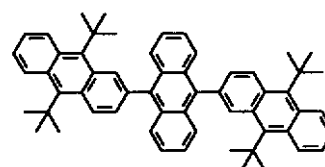
(5-24)



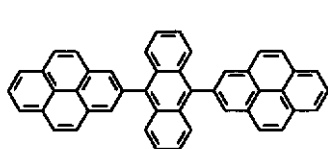
(5-25)



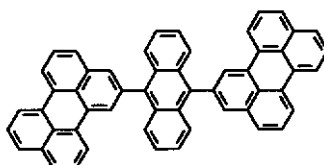
(5-26)



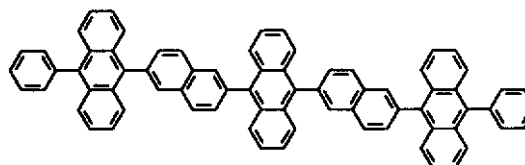
(5-27)



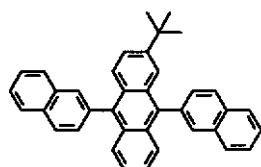
(5-28)



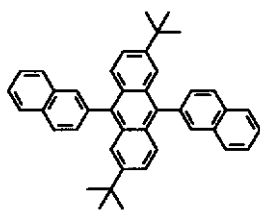
(5-29)



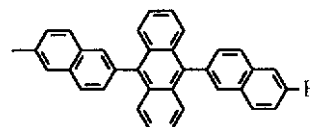
(5-30)



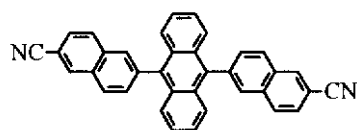
(5-31)



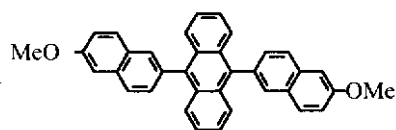
(5-32)



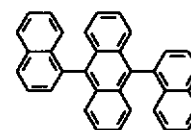
(5-33)



(5-34)



(5-35)



(5-36)

10

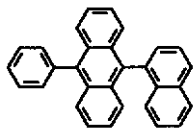
20

30

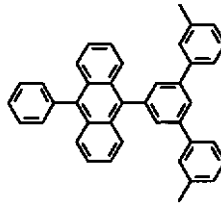
40

【 0 0 9 3 】

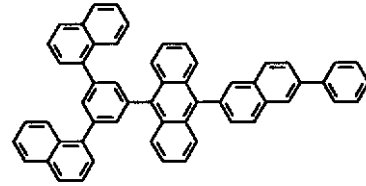
## 【化 2 1】



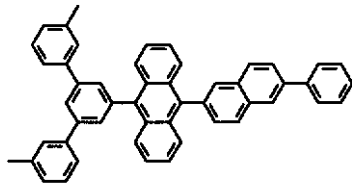
(5-37)



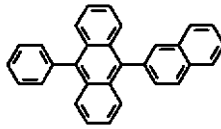
(5-38)



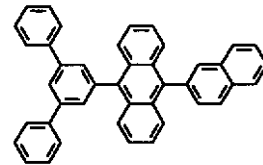
(5-39)



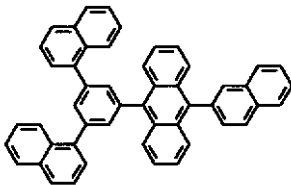
(5-40)



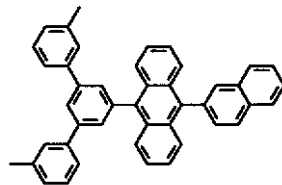
(5-41)



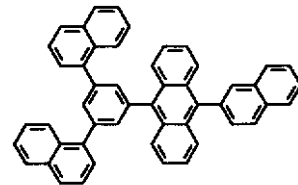
(5-42)



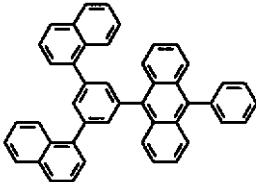
(5-43)



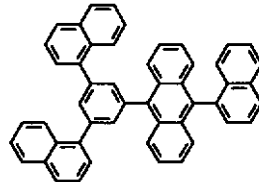
(5-44)



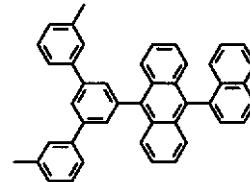
(5-45)



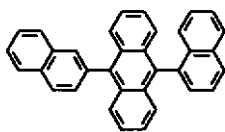
(5-46)



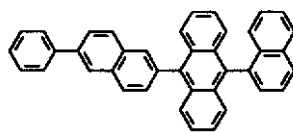
(5-47)



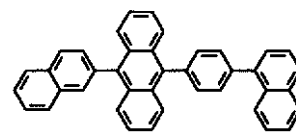
(5-48)



(5-49)



(5-50)



(5-51)

## 【 0 0 9 4 】

一方、青色発光層 1 6 C B を構成する発光性ゲスト材料としては、発光効率が高い材料、例えば、低分子蛍光材料、りん光色素あるいは金属錯体等の有機発光材料が用いられる。

## 【 0 0 9 5 】

ここで青色の発光性ゲスト材料とは、発光の波長範囲が約 4 0 0 n m ~ 4 9 0 n m の範囲にピークを有する化合物を示す。このよう化合物として、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、ビス(アジニル)メテンホウ素錯体などの有機物質が用いられる。なかでも、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、ビス

10

20

30

40

50



(アジニル)メテンホウ素錯体から選択されることが好ましい。

【0096】

電子輸送層16Eは、赤色発光層16CR、緑色発光層16CG、青色発光層16CBへの電子輸送効率を高めるためのものであり、青色発光層16CBの全面に共通層として設けられている。電子輸送層16Eの材料としては、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、フラーレン、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)、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

10

【0097】

電子注入層16Fは、電子注入効率を高めるためのものであり、電子輸送層16Eの全面に共通層として設けられている。電子注入層16Fの材料としては、例えばリチウム(Li)の酸化物である酸化リチウム(Li<sub>2</sub>O)や、セシウム(Cs)の複合酸化物である炭酸セシウム(Cs<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)、さらにはこれらの酸化物及び複合酸化物の混合物を用いることができる。また、電子注入層16Fは、このような材料に限定されることなく、例えば、カルシウム(Ca)、バリウム(Ba)等のアルカリ土類金属、リチウム、セシウム等のアルカリ金属、さらにはインジウム(In)、マグネシウム(Mg)等の仕事関数の小さい金属、さらにはこれらの金属の酸化物及び複合酸化物、フッ化物等を、単体

20

【0098】

上部電極17は、例えば、厚みが2nm以上15nm以下であり、金属導電膜により構成されている。具体的には、Al、Mg、CaまたはNaの合金が挙げられる。中でも、マグネシウムと銀との合金(Mg-Ag合金)は、薄膜での導電性と吸収の小ささを兼ね備えているので好ましい。Mg-Ag合金におけるマグネシウムと銀との比率は特に限定されないが、膜厚比でMg:Ag=20:1~1:1の範囲であることが望ましい。また、上部電極17の材料は、AlとLiとの合金(Al-Li合金)でもよい。

【0099】

更に、上部電極17は、アルミキノリン錯体、スチリルアミン誘導体、フタロシアニン誘導体等の有機発光材料を含有した混合層でもよい。この場合には、さらに第3層としてMgAgのような光透過性を有する層を別途有していてもよい。なお、上部電極17は、アクティブマトリックス駆動方式の場合、有機層16と隔壁15とによって、下部電極14と絶縁された状態で基板11上にベタ膜状に形成され、赤色有機EL素子10R、緑色有機EL素子10G、青色有機EL素子10Bの共通電極として用いられる。

30

【0100】

保護層20は、例えば厚みが2~3μmであり、絶縁性材料または導電性材料のいずれにより構成されていてもよい。絶縁性材料としては、無機アモルファス性の絶縁性材料、例えばアモルファスシリコン(-Si)、アモルファス炭化シリコン(-SiC)、アモルファス窒化シリコン(-Si<sub>1-x</sub>N<sub>x</sub>)、アモルファスカーボン(-C)などが好ましい。このような無機アモルファス性の絶縁性材料は、グレインを構成しないため透水性が低く、良好な保護膜となる。

40

【0101】

封止用基板40は、赤色有機EL素子10R、緑色有機EL素子10G、青色有機EL素子10Bの上部電極17の側に位置しており、接着層(図示せず)と共に赤色有機EL素子10R、緑色有機EL素子10G、青色有機EL素子10Bを封止するものである。封止用基板40は、赤色有機EL素子10R、緑色有機EL素子10G、青色有機EL素子10Bで発生した光に対して透明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、カラーフィルタおよびブラックマトリクスとしての遮光膜(いずれ

50

も図示せず)が設けられており、赤色有機EL素子10R, 緑色有機EL素子10G, 青色有機EL素子10Bで発生した光を取り出すと共に、赤色有機EL素子10R, 緑色有機EL素子10G, 青色有機EL素子10B並びにその間の配線にお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る。

#### 【0102】

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、赤色有機EL素子10R, 緑色有機EL素子10G, 青色有機EL素子10B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おり、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

#### 【0103】

更に、カラーフィルタにおける透過率の高い波長範囲と、共振器構造MC1から取り出したい光のスペクトルのピーク波長とは一致している。これにより、封止用基板40から入射する外光のうち、取り出したい光のスペクトルのピーク波長に等しい波長を有するもののみがカラーフィルタを透過し、その他の波長の外光が有機EL素子10R, 10G, 10Bに侵入することが防止される。

#### 【0104】

遮光膜は、例えば黒色の着色剤を混入した光学濃度が1以上の黒色の樹脂膜、または薄膜の干渉を利用した薄膜フィルタにより構成されている。このうち黒色の樹脂膜により構成するようにすれば、安価で容易に形成することができるので好ましい。薄膜フィルタは、例えば、金属, 金属窒化物あるいは金属酸化物よりなる薄膜を1層以上積層し、薄膜の干渉を利用して光を減衰させるものである。薄膜フィルタとしては、具体的には、クロムと酸化クロム(III)( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ )とを交互に積層したものが挙げられる。

20

#### 【0105】

この有機EL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。

#### 【0106】

図4は、この有機EL表示装置の製造方法の流れを表したものであり、図5ないし図7は図4に示した製造方法を工程順に表したものである。まず、上述した材料よりなる基板11の上に駆動トランジスタTr1を含む画素駆動回路140を形成し、例えば感光性樹脂よりなる平坦化絶縁膜(図示せず)を設ける。

30

#### 【0107】

(下部電極14を形成する工程)

次いで、基板11の全面に例えばITOよりなる透明導電膜を形成し、この透明導電膜をパターニングすることにより、図5(A)に示したように、下部電極14を赤色有機EL素子10R, 緑色有機EL素子10G, 青色有機EL素子10Bの各々ごとに形成する(ステップS101)。その際、下部電極14を、平坦化絶縁膜(図示せず)のコンタクトホール(図示せず)を介して駆動トランジスタTr1のドレイン電極と導通させる。

40

#### 【0108】

(隔壁15を形成する工程)

続いて、同じく図5(A)に示したように、下部電極14上および平坦化絶縁膜(図示せず)上に、例えばCVD(Chemical Vapor Deposition; 化学気相成長)法により、 $\text{SiO}_2$ 等の無機絶縁材料を成膜し、フォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を用いてパターニングすることにより、下部隔壁15Aを形成する。

#### 【0109】

そののち、同じく図5(A)に示したように、下部隔壁15Aの所定位置、詳しくは画素の発光領域を囲む位置に、上述した感光性樹脂よりなる上部隔壁15Bを形成する。これにより、上部隔壁15Aおよび下部隔壁15Bよりなる隔壁15が形成される(ステップS102)。

50

## 【0110】

隔壁15を形成したのち、基板11の下部電極14および隔壁15を形成した側の表面を酸素プラズマ処理し、その表面に付着した有機物等の汚染物を除去して濡れ性を向上させる。具体的には、基板11を所定温度、例えば70～80 程度に加熱し、続いて大気圧下で酸素を反応ガスとするプラズマ処理（O<sub>2</sub>プラズマ処理）を行う。

## 【0111】

（撥水化処理を行う工程）

プラズマ処理を行ったのち、撥水化処理（撥液化処理）を行う（ステップS103）ことにより、特に上部隔壁15Bの上面及び側面の濡れ性を低下させる。具体的には、大気圧下で4フッ化メタンを反応ガスとするプラズマ処理（CF<sub>4</sub>プラズマ処理）を行い、その後、プラズマ処理のために加熱された基板11を室温まで冷却することで、上部隔壁15Bの上面及び側面を撥液化し、その濡れ性を低下させる。

10

## 【0112】

なお、このCF<sub>4</sub>プラズマ処理においては、下部電極14の露出面および下部隔壁15Aについても多少の影響を受けるが、下部電極14の材料であるITOおよび下部隔壁15Aの構成材料であるSiO<sub>2</sub>などはフッ素に対する親和性に乏しいため、酸素プラズマ処理で濡れ性が向上した面は濡れ性がそのままに保持される。

## 【0113】

（正孔注入層16AR, 16AG, 16ABを形成する工程）

撥水化処理を行ったのち、図5（B）に示したように、上部隔壁15Bに囲まれた領域内に、上述した材料よりなる正孔注入層16AR, 16AG, 16ABを形成する（ステップS104）。この正孔注入層16AR, 16AG, 16ABは、スピンコート法や液滴吐出法などの塗布法により形成する。特に、上部隔壁15Bに囲まれた領域に正孔注入層16AR, 16AG, 16ABの形成材料を選択的に配する必要上、液滴吐出法であるインクジェット方式や、ノズルコート方式を用いることが好ましい。

20

## 【0114】

具体的には、例えばインクジェット方式により、正孔注入層16AR, 16AG, 16ABの形成材料であるポリアニリンやポリチオフェン等の溶液または分散液を下部電極14の露出面上に配する。その後、熱処理（乾燥処理）を行うことにより、正孔注入層16AR, 16AG, 16ABを形成する。

30

## 【0115】

熱処理においては、溶媒または分散媒を乾燥後、高温で加熱する。ポリアニリンやポリチオフェン等の導電性高分子を用いる場合、大気雰囲気、もしくは酸素雰囲気が好ましい。酸素による導電性高分子の酸化により、導電性が発現しやすくなるためである。

## 【0116】

加熱温度は、150 ～ 300 が好ましく、さらに好ましくは180 ～ 250 である。時間は、温度、雰囲気にもよるが、5分～300分程度が好ましく、さらに好ましくは、10分～240分である。この乾燥後の膜厚みは、5nm～100nmが好ましい。さらに好ましくは、8nm～50nmである。

## 【0117】

（赤色有機EL素子10Rおよび緑色有機EL素子10Gの正孔輸送層16BR, 16BGを形成する工程）

正孔注入層16AR, 16AG, 16ABを形成したのち、図5（C）に示したように、正孔注入層16AR, 16AGの上に、上述した高分子材料よりなる正孔輸送層16BR, 16BGを赤色有機EL素子10R, 緑色有機EL素子10Gの各々ごとに形成する（ステップS105）。この正孔輸送層16BR, 16BGは、スピンコート法や液滴吐出法などの塗布法により形成する。特に、上部隔壁15Bに囲まれた領域に正孔輸送層16BR, 16BGの形成材料を選択的に配する必要上、液滴吐出法であるインクジェット方式や、ノズルコート方式を用いることが好ましい。

40

## 【0118】

50

具体的には、例えばインクジェット方式により、正孔輸送層 1 6 B R , 1 6 B G の形成材料である高分子ポリマーの溶液または分散液を正孔注入層 1 6 A R , 1 6 A G の露出面上に配する。その後、熱処理（乾燥処理）を行うことにより、赤色有機 E L 素子 1 0 R , 緑色有機 E L 素子 1 0 G の正孔輸送層 1 6 B R , 1 6 B G を形成する。

#### 【 0 1 1 9 】

熱処理においては、溶媒または分散媒を乾燥後、高温で加熱する。塗布する雰囲気や溶媒を乾燥、加熱する雰囲気としては、窒素（ $N_2$ ）を主成分とする雰囲気中が好ましい。酸素や水分があると、作成された有機 E L 表示装置の発光効率や寿命が低下する虞がある。特に、加熱工程においては、酸素や水分の影響が大きいため、注意が必要である。酸素濃度は、0 . 1 p p m 以上 1 0 0 p p m 以下が好ましく、5 0 p p m 以下であればより好ましい。1 0 0 p p m より多い酸素があると、形成した薄膜の界面が汚染され、得られた有機 E L 表示装置の発行効率や寿命が低下する虞がある。また、0 . 1 p p m 未満の酸素濃度の場合、素子の特性は問題ないが、現状の量産のプロセスとして、雰囲気を 0 . 1 p p m 未満に保持するための装置コストが多くなる可能性がある。

10

#### 【 0 1 2 0 】

また、水分については、露点が例えば - 8 0 以上 - 4 0 以下であることが好ましい。更に、- 5 0 以下であればより好ましく、- 6 0 以下であれば更に好ましい。- 4 0 より高い水分があると、形成した薄膜の界面が汚染され、得られた有機 E L 表示装置の発光効率や寿命が低下する虞がある。また、- 8 0 未満の水分の場合、素子の特性は問題ないが、現状の量産のプロセスとして、雰囲気を - 8 0 未満に保持するための装置コストが多くなる可能性がある。

20

#### 【 0 1 2 1 】

加熱温度は、1 0 0 ~ 2 3 0 が好ましく、さらに好ましくは 1 0 0 ~ 2 0 0 である。少なくとも、正孔注入層 1 6 A R , 1 6 A G , 1 6 A B 形成時の温度よりも低いことが好ましい。時間は、温度、雰囲気にもよるが、5 分 ~ 3 0 0 分程度が好ましく、さらに好ましくは、1 0 分 ~ 2 4 0 分である。乾燥後の膜厚みは、素子の全体構成にもよるが、1 0 n m ~ 2 0 0 n m が好ましい。さらに、1 5 n m ~ 1 5 0 n m であればより好ましい。

#### 【 0 1 2 2 】

（赤色発光層 1 6 C R および緑色発光層 1 6 C G を形成する工程）

30

赤色有機 E L 素子 1 0 R , 緑色有機 E L 素子 1 0 G の正孔輸送層 1 6 B R , 1 6 B G を形成したのち、図 6 ( A ) に示したように、赤色有機 E L 素子の正孔輸送層 1 6 B R の上に上述した高分子材料および低分子材料の混合材料よりなる赤色発光層 1 6 C R を形成する。また、緑色有機 E L 素子の正孔輸送層 1 6 B G の上に上述した高分子材料および低分子材料の混合材料よりなる緑色発光層 1 6 C G を形成する（ステップ S 1 0 6 ）。赤色発光層 1 6 C R および緑色発光層 1 6 C G は、スピンコート法や液滴吐出法などの塗布法により形成する。特に、上部隔壁 1 5 B に囲まれた領域に赤色発光層 1 6 C R および緑色発光層 1 6 C G の形成材料を選択的に配する必要上、液滴吐出法であるインクジェット方式や、ノズルコート方式を用いることが好ましい。

40

#### 【 0 1 2 3 】

具体的には、例えばインクジェット方式により、赤色発光層 1 6 C R および緑色発光層 1 6 C G の形成材料である高分子材料および低分子材料を、例えば 1 重量% になるように、キシレンとシクロヘキシルベンゼンを 2 : 8 に混合した溶媒に溶解した混合溶液または分散液を正孔輸送層 1 6 B R , 1 6 B G の露出面上に配する。その後、上記赤色有機 E L 素子 1 0 R および緑色有機 E L 素子 1 0 G の正孔輸送層 1 6 B R , 1 6 B G を形成する工程で説明した熱処理（乾燥処理）と同様の方法および条件の熱処理を行うことにより、赤色発光層 1 6 B R および緑色発光層 1 6 B G を形成する。

#### 【 0 1 2 4 】

（青色有機 E L 素子 1 0 B の正孔輸送層 1 6 B B を形成する工程）

50

赤色発光層 1 6 C R および緑色発光層 1 6 C G を形成したのち、図 6 ( B ) に示したよ

うに、青色有機発光素子 10B 用の正孔注入層 16AB の上に、上述した低分子材料よりなる正孔輸送層 16BB を形成する（ステップ S107）。正孔輸送層 16BB は、スピコート法や液滴吐出法などの塗布法により形成する。特に、上部隔壁 15B に囲まれた領域に正孔輸送層 16BB の形成材料を選択的に配する必要上、液滴吐出法であるインクジェット方式や、ノズルコート方式を用いることが好ましい。

#### 【0125】

具体的には、例えばインクジェット方式により、正孔輸送層 16BB の形成材料である低分子の溶液または分散液を正孔注入層 16AB の露出面上に配する。その後、上記赤色有機 EL 素子 10R および緑色有機 EL 素子 10G の正孔輸送層 16BR, 16BG を形成する工程で説明した熱処理（乾燥処理）と同様の方法および条件の熱処理を行うことにより、正孔輸送層 16BB を形成する。

10

#### 【0126】

（工程の順序について）

赤色有機 EL 素子 10R, 緑色有機 EL 素子 10G の正孔輸送層 16BR, 16BG を形成する工程と、青色有機 EL 素子 10B の正孔輸送層 16BB を形成する工程と、赤色発光層 16CR および緑色発光層 16CG を形成する工程とは、いずれの順番で行ってもよいが、少なくとも、形成する層を展開する下地が先に形成されており、加熱乾燥各工程の加熱工程を経ていることが必要である。また、加熱工程時の温度が、前工程よりも少なくとも同等もしくは低い温度で行うように、塗布する必要がある。例えば、赤色発光層 16CR および緑色発光層 16CG の加熱温度が、130 であり、青色有機 EL 素子 10B 用の正孔輸送層 16BB の加熱温度が同じ 130 である場合、赤色発光層 16CR および緑色発光層 16CG の塗布を行い、乾燥せずに、続けて、青色有機 EL 素子 10B 用の正孔輸送層 16BB の塗布をした後、赤色発光層 16CR, 緑色発光層 16CG および青色有機 EL 素子 10B 用の正孔輸送層 16BB の乾燥、加熱工程を行ってもよい。

20

#### 【0127】

また、上記各工程において、乾燥と加熱とは別個の工程として分けて行うことが好ましい。理由として、乾燥工程では、塗布したウェット膜が、非常に流動しやすいために、膜ムラが起きやすいからである。好ましい乾燥工程は、常圧で均一に真空乾燥する方法であり、さらに、乾燥中に風などをあてずに乾燥させることが望ましい。加熱工程では、ある程度、溶媒が飛んで流動性が低下し、硬化した膜になっており、そこからゆっくりと、熱をかけることにより、微量に残存している溶媒を取り除いたり、発光材料や正孔輸送層の材料を分子レベルで再配列を起こさせることが可能となる。

30

#### 【0128】

（共通正孔輸送層 16D を形成する工程）

青色有機 EL 素子 10B 用の正孔輸送層 16BB および赤色発光層 16CR, 緑色発光層 16CG まで形成したのち、図 6（C）に示したように、蒸着法により、赤色発光層 16CR, 緑色発光層 16CG および青色有機 EL 素子 10B 用の正孔輸送層 16BB の全面に、上述した低分子材料よりなる共通正孔輸送層 16D を共通層として形成する（ステップ S108）。

#### 【0129】

40

（青色発光層 16CB を形成する工程）

共通正孔輸送層 16D を形成したのち、図 6（D）に示したように、蒸着法により、共通正孔輸送層 16D の全面に、上述した低分子材料よりなる青色発光層 16CB を共通層として形成する（ステップ S109）。

#### 【0130】

（電子輸送層 16E, 電子注入層 16F および上部電極 17 を形成する工程）

青色発光層 16CB を形成したのち、図 7（A）, 図 7（B）および図 7（C）に示したように、この青色発光層 16CB の全面に、蒸着法により、上述した材料よりなる電子輸送層 16E, 電子注入層 16F および上部電極 17 を形成する（ステップ S110, S111, S112）。

50

## 【0131】

上部電極17を形成したのち、図1に示したように、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、例えば蒸着法やCVD法により、保護層20を形成する。例えば、アモルファス窒化シリコンからなる保護層20を形成する場合には、CVD法によって2~3 $\mu$ mの膜厚に形成する。この際、有機層16の劣化による輝度の低下を防止するため、成膜温度を常温に設定すると共に、保護層20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。

## 【0132】

共通正孔輸送層16D、青色発光層16CB、電子輸送層16E、電子注入層16F、上部電極17および保護層20は、マスクを用いることなく全面にベタ膜として形成される。また、共通正孔輸送層16D、青色発光層16CB、電子輸送層16E、電子注入層16F、上部電極17および保護層20の形成は、望ましくは、大気に暴露されることなく同一の成膜装置内において連続して行われる。これにより大気中の水分による有機層16の劣化が防止される。

## 【0133】

なお、下部電極14と同一工程で補助電極（図示せず）を形成した場合、補助電極の上部にベタ膜で形成された有機層16を、上部電極17を形成する前にレーザアブレーションなどの手法によって除去してもよい。これにより上部電極17を補助電極に直接接続させることが可能となり、接触性が向上する。

## 【0134】

保護層20を形成したのち、例えば、上述した材料よりなる封止用基板40に、上述した材料よりなる遮光膜を形成する。続いて、封止用基板40に赤色フィルタ（図示せず）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（図示せず）と同様にして、青色フィルタ（図示せず）および緑色フィルタ（図示せず）を順次形成する。

## 【0135】

そののち、保護層20の上に、接着層（図示せず）を形成し、この接着層を間にして封止用基板40を貼り合わせる。以上により図1ないし図3に示した表示装置が完成する。

## 【0136】

この表示装置では、各画素に対して走査線駆動回路130から書き込みトランジスタTr2のゲート電極を介して走査信号が供給されると共に、信号線駆動回路120から画像信号が書き込みトランジスタTr2を介して保持容量Csに保持される。すなわち、この保持容量Csに保持された信号に応じて駆動トランジスタTr1がオンオフ制御され、これにより、赤色有機EL素子10R、緑色有機EL素子10G、青色有機EL素子10Bに駆動電流Idが注入され、正孔と電子とが再結合して発光が起こる。この光は、下面発光（ボトムエミッション）の場合には下部電極14および基板11を透過して、上面発光（トップエミッション）の場合には上部電極17、カラーフィルタ（図示せず）および封止用基板40を透過して取り出される。

## 【0137】

その際、上述のように従来用いられている塗付法によって形成された青色正孔輸送層16BB上に直接青色発光層16CBを設けた場合には、以下の理由により青色発光層16CBの本来の特性が発揮されていなかった。まず、第1の理由としては塗付法による青色正孔輸送層16BBの形成時に混入する水分や残存溶媒等による正孔注入性の低下が挙げられる。第2の理由としては、青色正孔輸送層16BBは大気環境下で形成されるため界面汚染等による劣化が挙げられる。

## 【0138】

本実施の形態の有機EL表示装置では、青色正孔輸送層16BB上に低分子材料からなる共通正孔輸送層16Dを蒸着法により形成するようにしたので、大気中の水分などの混入が抑制され、青色発光層16CBとの界面が改善される。これにより、青色発光層16CBへの正孔注入効率が改善され、青色発光層16CBの本来の特性に近い値を得ること

10

20

30

40

50

が可能となる。

【0139】

なお、共通正孔輸送層16Dは蒸着法によって形成するため、赤色発光層16CRおよび緑色発光層16CG上にも共通正孔輸送層16Dが形成される。これにより赤色発光層16CRおよび緑色発光層16CGと、青色発光層16CBとは共通正孔輸送層16Dを介して積層されることとなる。共通正孔輸送層16Dは、赤色発光層16CRおよび緑色発光層16CG上では通常は電子ブロック性を示すため、赤色発光層16CRおよび緑色発光層16CGへの電子注入性は悪化する。また、従来のように、赤色発光層16CRおよび緑色発光層16CGが高分子材料のみから構成されている場合には、低分子材料から構成されている共通正孔輸送層16Dとのエネルギーレベルの差が大きいため正孔輸送性能が低下する。そのため、赤色発光層16CRおよび緑色発光層16CGへ注入される電子および正孔が不足し、駆動電圧が増大したり、発光効率が低下したりする。また、正孔および電子の注入が適切に行われなため、赤色有機EL素子10Rまたは緑色有機EL素子10Gを発光させた際に、430~500nmにピークを持つ青色の発光を伴うという問題があった。即ち、赤色光または緑色光に青色光が混色することによって赤色有機EL素子10Rおよび緑色有機EL素子10Gの色度が変化してしまう。これは、ディスプレイを構成する表示素子としては大きな問題となる。

10

【0140】

これに対して、本実施の形態では、赤色発光層16CRおよび緑色発光層16CGを、高分子材料に低分子材料を添加した混合材料により形成しているため、エネルギーレベルの差が小さくなり、正孔輸送性能が改善されると共に適宜調整することが可能となる。また、共通正孔輸送層16Dは、赤色発光層16CRおよび緑色発光層16CGに添加した低分子材料と同系統の材料(式(1)~式(3)に示した化合物)により形成されているため、各層のエネルギーレベル等の差を小さくする。更に、共通正孔輸送層16Dは、青色発光層16CBを形成する材料とも同系統の材料で形成されているため、青色発光層16CBを介して赤色発光層16CRおよび緑色発光層16CGへ注入される電子の輸送性能も優れている。従って、赤色発光層16CRおよび緑色発光層16CGと共通正孔輸送層16Dとの間の正孔輸送性および電子輸送性の障壁が軽減され、上述した駆動電圧および発光効率の問題が解決される。また、赤色有機EL素子10Rまたは緑色有機EL素子10Gを発光させた際の青色の発光が抑えられるため、赤色発光素子10Rおよび緑色発光素子10Gの色度変化が抑制される。即ち、表示素子として用いることが可能な赤色有機EL素子10Rおよび緑色有機EL素子10Gを提供することが可能となる。

20

30

【0141】

このように本実施の形態では、青色正孔輸送層16BBおよび赤色発光層16CRおよび緑色発光層16CB上の全面に低分子材料からなる共通正孔輸送層16Dを蒸着法により形成するようにしたので、青色発光層16CBの界面が改善される。これにより、青色発光層16CBへの正孔の注入効率が改善され、青色発光層16CBの本来の特性に近い値を得ることが可能となる。すなわち、青色有機EL素子10Bの発光効率および寿命特性が向上するため、赤色有機EL素子10R、緑色有機EL素子10Gおよび青色有機EL素子10Bを配列形成してなるカラー有機EL表示装置のさらなる高発光効率化、長寿命化が可能になる。

40

【0142】

(第2の実施の形態)

第1の実施の形態と同一の構成要素については同一符号を付してその説明は省略する。本発明の第2の実施の形態に係る有機EL表示装置の構成は図示しないが、第1の実施の形態と同様に、例えば基板11の上に複数の赤色有機EL素子20R、緑色有機EL素子20G、青色有機EL素子20Bがマトリクス状に配置された表示領域が形成されている。表示領域内には画素駆動回路が設けられている。

【0143】

また、表示領域には、赤色の光を発生する赤色有機EL素子20Rと、緑色の光を発生

50

する緑色有機ＥＬ素子２０Ｇと、青色の光を発生する青色有機ＥＬ素子２０Ｂとが、順に全体としてマトリクス状に配置されている。なお、隣り合う赤色有機ＥＬ素子２０Ｒ，緑色有機ＥＬ素子２０Ｇ，青色有機ＥＬ素子２０Ｂの組み合わせが一つの画素（ピクセル）を構成している。

#### 【０１４４】

また、表示領域の周辺には第１の実施の形態と同様に、映像表示用のドライバである信号線駆動回路および走査線駆動回路が設けられている。

#### 【０１４５】

図８は第２の実施の形態における有機ＥＬ装置の表示領域の断面構成を表したものである。赤色有機ＥＬ素子２０Ｒ，緑色有機ＥＬ素子２０Ｇ，青色有機ＥＬ素子２０Ｂは、第１の実施の形態と同様に、それぞれ、基板１１の側から、画素駆動回路の駆動トランジスタＴｒ１および平坦化絶縁膜（図示せず）を間にして、陽極としての下部電極１４、隔壁１５、後述する発光層２６Ｃを含む有機層２６および陰極としての上部電極１７がこの順に積層された構成を有している。発光層２６を除く基板１１，下部電極１４，隔壁１５，上部電極１７，保護層３０および封止用基板４０は第１の実施の形態と同様の構成である。

10

#### 【０１４６】

赤色有機ＥＬ素子２０Ｒの有機層２６は、例えば、第１の実施の形態における赤色有機ＥＬ素子１０Ｒと同様に下部電極１４の側から順に、正孔注入層２６ＡＲ，正孔輸送層２６ＢＲ，赤色発光層２６ＣＲ，共通正孔輸送層（第２正孔注入・輸送層）２６Ｄ，青色発光層２６ＣＢ，電子輸送層２６Ｅおよび電子注入層２６Ｆを積層した構成を有する。緑色有機ＥＬ素子２０Ｇの有機層２６は、例えば、第１の実施の形態における緑色有機ＥＬ素子１０Ｇと同様に下部電極１４の側から順に、正孔注入層２６ＡＧ，正孔輸送層２６ＢＧ，緑色発光層２６ＣＧ，共通正孔輸送層２６Ｄ，青色発光層２６ＣＢ，電子輸送層２６Ｅおよび電子注入層２６Ｆを積層した構成を有する。青色有機ＥＬ素子２０Ｂの有機層２６は、例えば、下部電極１４の側から順に、正孔注入層２６ＡＢ，共通正孔輸送層２６Ｄ，青色発光層２６ＣＢ，電子輸送層２６Ｅおよび電子注入層２６Ｆを積層した構成を有し、青色の正孔輸送層がない点が第１の実施の形態と異なる。これらのうち共通正孔輸送層２６Ｄ，青色発光層２６ＣＢ，電子輸送層２６Ｅおよび電子注入層２６Ｆは、赤色有機ＥＬ素子２０Ｒ，緑色有機ＥＬ素子２０Ｇ，青色有機ＥＬ素子２０Ｂの共通層として設けられている。

20

30

#### 【０１４７】

本実施の形態の有機ＥＬ装置では第１の実施の形態の効果に加えて、更に青色有機ＥＬ素子２０Ｂの寿命特性を向上させることができる。また、青色有機ＥＬ素子２６Ｂの正孔注入層２０ＡＢ上に直接共通正孔輸送層２６Ｄを設けることにより、製造工程数が削減されると共に、コストを抑えることも可能となる。

#### 【０１４８】

（モジュールおよび適用例）

以下、上記実施の形態で説明した有機ＥＬ表示装置の適用例について説明する。上記実施の形態の有機ＥＬ表示装置は、テレビジョン装置，デジタルカメラ，ノート型パーソナルコンピュータ，携帯電話等の携帯端末装置あるいはビデオカメラなど、外部から入力された映像信号あるいは内部で生成した映像信号を、画像あるいは映像として表示するあらゆる分野の電子機器の表示装置に適用することが可能である。

40

#### 【０１４９】

（モジュール）

上記実施の形態の有機ＥＬ表示装置は、例えば、図９に示したようなモジュールとして、後述する適用例１～５などの種々の電子機器に組み込まれる。このモジュールは、例えば、基板１１の一辺に、保護層３０および封止用基板４０から露出した領域２１０を設け、この露出した領域２１０に、信号線駆動回路１２０および走査線駆動回路１３０の配線を延長して外部接続端子（図示せず）を形成したものである。外部接続端子には、信号の

50



入出力のためのフレキシブルプリント配線基板（FPC；Flexible Printed Circuit）220が設けられていてもよい。

【0150】

（適用例1）

図10は、上記実施の形態の有機EL表示装置が適用されるテレビジョン装置の外観を表したものである。このテレビジョン装置は、例えば、フロントパネル310およびフィルターガラス320を含む映像表示画面部300を有しており、この映像表示画面部300は、上記実施の形態に係る有機EL表示装置により構成されている。

【0151】

（適用例2）

図11は、上記実施の形態の有機EL表示装置が適用されるデジタルカメラの外観を表したものである。このデジタルカメラは、例えば、フラッシュ用の発光部410、表示部420、メニュースイッチ430およびシャッターボタン440を有しており、その表示部420は、上記実施の形態に係る有機EL表示装置により構成されている。

【0152】

（適用例3）

図12は、上記実施の形態の有機EL表示装置が適用されるノート型パーソナルコンピュータの外観を表したものである。このノート型パーソナルコンピュータは、例えば、本体510、文字等の入力操作のためのキーボード520および画像を表示する表示部530を有しており、その表示部530は、上記実施の形態に係る有機EL表示装置により構成されている。

【0153】

（適用例4）

図13は、上記実施の形態の有機EL表示装置が適用されるビデオカメラの外観を表したものである。このビデオカメラは、例えば、本体部610、この本体部610の前方側に設けられた被写体撮影用のレンズ620、撮影時のスタート/ストップスイッチ630および表示部640を有しており、その表示部640は、上記実施の形態に係る有機EL表示装置により構成されている。

【0154】

（適用例5）

図14は、上記実施の形態の有機EL表示装置が適用される携帯電話機の外観を表したものである。この携帯電話機は、例えば、上側筐体710と下側筐体720とを連結部（ヒンジ部）730で連結したものであり、ディスプレイ740、サブディスプレイ750、ピクチャーライト760およびカメラ770を有している。そのディスプレイ740またはサブディスプレイ750は、上記実施の形態に係る有機EL表示装置により構成されている。

【0155】

更に、本発明の具体的な実施例について説明する。なお、実施例1～6は第1の実施の形態に対応する実施例であり、青色有機EL素子10Bは正孔注入層16AB上に正孔注入輸送層16BBを有する。実施例7は第2の実施の形態に対応する実施例であり、青色有機EL素子20Bは正孔輸送層を持たず、正孔注入層26AB上に直接共通正孔輸送層26Dが設けられたものである。

【0156】

まず、共通正孔輸送層16Dの形成および赤色発光層16CR、緑色発光層16CGへの低分子材料の添加による共通正孔輸送層16Dから赤色発光層16CRあるいは緑色発光層16CGへの正孔および電子の輸送特性の向上を確認するため以下の実験を行った。

【0157】

正孔だけを注入する「正孔オンリーデバイス」を作製し、その駆動電圧を測定した。まず、共通正孔輸送層16Dを設けず、赤色発光層16CRおよび緑色発光層16CGに低分子材料を添加した正孔オンリーデバイスの駆動電圧は、低分子材料が未添加のものより

10

20

30

40

50

3 V 低下した。即ち、高分子材料からなる赤色発光層 16 C R および緑色発光層 16 C G に低分子材料を添加することにより駆動電圧の上昇を抑制することができたため正孔輸送特性が向上したといえる。次に低分子材料は添加せず、赤色発光層 16 C R および緑色発光層 16 C G 上に共通正孔輸送層 16 D を厚み 1 nm ~ 20 nm で形成した正孔オンリーデバイスの駆動電圧は、共通正孔輸送層 16 D を設けない場合と比較して 2 V ~ 4 V 低下した。このことから赤色発光層 16 C R および緑色発光層 16 C G に低分子材料を添加しつつ、共通正孔輸送層 16 D を設けることにより、正孔輸送特性は更に向上すると推測できる。

#### 【0158】

次に、電子だけを注入する「電子オンリーデバイス」を作製し、その駆動電圧を測定した。まず、赤色発光層 16 C R および緑色発光層 16 C G への低分子材料は未添加の電子オンリーデバイスでの駆動電圧を測定した。赤色発光層 16 C R および緑色発光層 16 C G への電子の注入量は、共通正孔輸送層 16 D の厚みにより変化し、共通正孔輸送層 16 D の厚さが増加するにつれて駆動電圧が上昇することがわかった。具体的には共通正孔輸送層 16 D の厚さを 10 nm とした場合の駆動電圧は 1 nm のときよりも 0.2 V 程度上昇した。更に、20 nm とした場合の駆動電圧は 1.5 V の上昇がみられた。このことから、共通正孔輸送層 16 D はその厚みの増加に伴って電子ブロック層としての機能が高くなることが予想されるが、20 nm 程度までなら赤色発光層 16 C R および緑色発光層 16 C G へ十分な電子の注入量が確保される。従って、共通正孔輸送層 16 D の厚みは、1 ~ 20 nm の範囲であることが好ましく、更に好ましくは 1 nm ~ 10 nm であるといえる。

10

20

#### 【0159】

次に、赤色発光層 16 C R および緑色発光層 16 C G 上に共通正孔輸送層 16 D を有し、赤色発光層 16 C R および緑色発光層 16 C G を構成する高分子材料に対して低分子材料を 2 : 1 の割合で添加した電子オンリーデバイスでの駆動電圧を測定した。その結果、駆動電圧は、低分子材料を未添加の電子オンリーデバイスに比べて 1.5 V 低下した。このことから、赤色発光層 16 C R および緑色発光層 16 C G へ低分子材料を添加し、且つ赤色発光層 16 C R および緑色発光層 16 C G 上に共通正孔輸送層 16 D を形成することによって電子注入特性が更に向上することが確認された。

30

#### 【0160】

以上の結果から、共通正孔輸送層 16 D を形成し、且つ赤色発光層 16 C R、緑色発光層 16 C G への低分子材料を添加することによって赤色発光層 16 C R あるいは緑色発光層 16 C G への正孔および電子の輸送特性が向上することがわかる。

#### 【0161】

上記結果をもとに実施例 1 ~ 7 における共通正孔輸送層 16 D の膜厚を 1 nm ~ 10 nm とし、各膜厚における各有機 EL 素子 10 R, 10 G, 10 B の寿命および発光効率等を測定した。

#### 【0162】

(実施例 1 ~ 6)

赤色有機 EL 素子 10 R, 緑色有機 EL 素子 10 G および青色有機 EL 素子 10 B それぞれを、25 mm x 25 mm の基板 11 で作製した。

40

#### 【0163】

まず、基板 11 としてガラス基板 (25 mm x 25 mm) を用意し、この基板 11 に、下部電極 14 として、厚み 120 nm の Ag - Pd - Cu 合金よりなる銀合金層と、厚み 10 nm の ITO よりなる透明導電膜との 2 層構造を形成した (ステップ S101)。

#### 【0164】

続いて、正孔注入層 16 A R, 16 A G, 16 A B として、大気中でスピンコート法により、ND1501 (日産化学製ポリアニリン) を 15 nm の厚みで塗布したのち、220、30 分間、ホットプレート上で熱硬化させた (ステップ S104)。

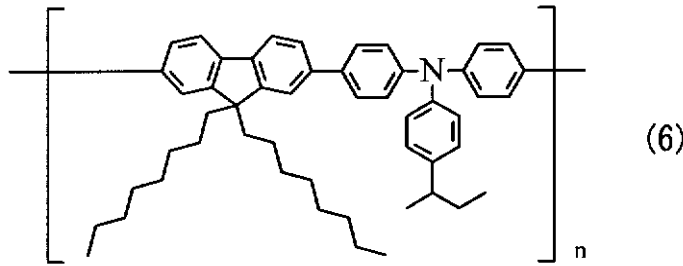
#### 【0165】

50

そののち、 $N_2$ 雰囲気下（露点 - 60、酸素濃度 10 ppm）において、正孔注入層 16AR, 16AG の上に、正孔輸送層 16BR, 16BG として、式 (6) に示したポリマー（ポリビニルカルバゾール）をスピンコート法により塗布した。厚みは、赤色有機 EL 素子 10R 用の正孔輸送層 16BR については 150 nm、緑色有機 EL 素子 10G 用の正孔輸送層 16BG については 20 nm とした。そののち、 $N_2$ 雰囲気下（露点 - 60、酸素濃度 10 ppm）において、180、60 分、ホットプレート上で熱硬化させた（ステップ S105）。

【0166】

【化 22】



10

【0167】

正孔輸送層 16BR, 16BG を形成したのち、赤色有機 EL 素子 10R の正孔輸送層 10BR の上に赤色発光層 16CR としてベンゾチアジアゾールをブロックに持つフルオレノン系ポリアリーレン材料に、例えば式 (2-38) に示した低分子材料を重量比 2 : 1 の割合で混合した混合材料をキシレンに溶解させ、80 nm の厚みでスピンコート法により塗布した。また、緑色有機 EL 素子 10G の正孔輸送層 16BG の上に緑色発光層 16CG としてアントラセンをブロックに持つフルオレノン系ポリアリーレン材料に、例えば式 (2-38) に示した低分子材料を重量比 2 : 1 の割合で混合した混合材料をキシレンに溶解させ、80 nm の厚みでスピンコート法により塗布した。続いて、 $N_2$ 雰囲気下（露点 - 60、酸素濃度 10 ppm）において、130、10 分、ホットプレート上で熱硬化させた（ステップ S106）。

20

【0168】

赤色発光層 16CR, 緑色発光層 16CG を形成したのち、青色有機 EL 素子 10B 用の正孔注入層 16AB の上に正孔輸送層 16BB として、例えば式 (2-66) に示した低分子材料を 50 nm の厚みでスピンコート法により塗布した。そののち、 $N_2$ 雰囲気下（露点 - 60、酸素濃度 10 ppm）において、100、60 分、ホットプレート上で加熱した（ステップ S107）。

30

【0169】

正孔輸送層 16BB を形成したのち、赤色発光層 16CR まで形成した赤色有機 EL 素子 10R 用の基板 11 と、緑色発光層 16CG まで形成した緑色有機 EL 素子 10G 用の基板 11 と、正孔輸送層 16BB まで形成した青色有機 EL 素子 10B 用の基板 11 とを真空蒸着機に移動させ、共通正孔輸送層 16D 以降の層を蒸着した。

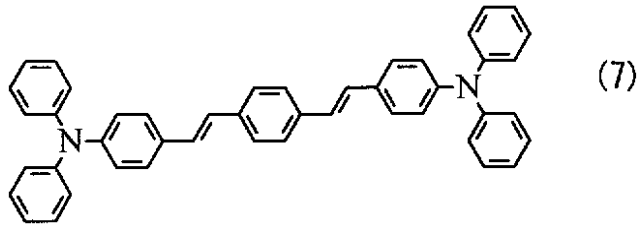
40

【0170】

まず、共通正孔輸送層 16D として、例えば式 (2-66) に示した低分子材料をそれぞれ 1 nm, 2 nm, 5 nm, 10 nm の厚さになるように蒸着した（ステップ S108）。続いて、青色発光層 16CB として式 (4-20) に示した ADN (9, 10 - ジ (2 - ナフチル) アントラセン) と、式 (7) に示した青色ドーパントとを重量比 95 : 5 の割合で共蒸着した（ステップ S109）。

【0171】

## 【化 2 3】



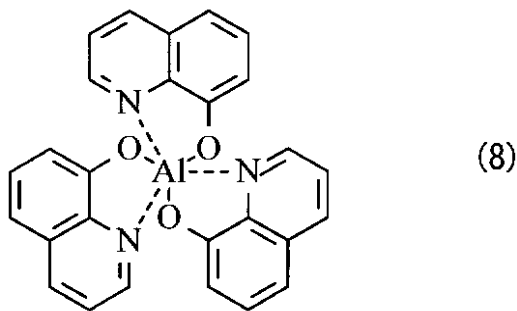
## 【 0 1 7 2】

青色発光層 16 C B を形成したのち、電子輸送層 16 E として式 ( 8 ) に示した Al q 3 ( 8 - ヒドロキシキノリンアルミニウム ) を真空蒸着法により、15 nm の厚みで蒸着させた ( ステップ S 1 1 0 ) 。続いて、同じく蒸着法により、電子注入層 16 F として Li F を 0 . 3 nm の厚みで成膜し ( ステップ S 1 1 1 ) 、上部電極 17 として Mg - Ag を 10 nm の厚みで形成した ( ステップ S 1 1 2 ) 。最後に、CVD 法により Si N よりなる保護層 20 を形成し、透明樹脂を用いて固体封止を行った。このようにして得られた赤色有機 EL 素子 10 R , 緑色有機 EL 素子 10 G , 青色有機 EL 素子 10 B を組み合わせることによりフルカラー有機 EL 表示装置 ( 実施例 1 - 1 ~ 6 - 4 ) を得た。

10

## 【 0 1 7 3】

## 【化 2 4】



20

## 【 0 1 7 4】

## ( 実施例 7 )

赤色有機 EL 素子 20 R , 緑色有機 EL 素子 20 G および青色有機 EL 素子 20 B それぞれについて、実施例 1 と同様に、25 mm x 25 mm の基板 11 に下部電極 14 として、厚み 120 nm の Ag - Pd - Cu 合金よりなる銀合金層と、厚み 10 nm の ITO よりなる透明導電膜との 2 層構造を形成した ( ステップ S 1 0 1 ) 。

30

## 【 0 1 7 5】

続いて、正孔注入層 26 A R , 26 A G , 26 A B として、大気中でスピンコート方式により、ND 1501 ( 日産化学製ポリアニリン ) を 65 nm の厚みで塗布したのち、220 、 30 分間、ホットプレート上で熱硬化させた ( ステップ S 1 0 4 ) 。

## 【 0 1 7 6】

そののち、実施例と同様に、N<sub>2</sub> 雰囲気下 ( 露点 - 60 、酸素濃度 10 ppm ) において、正孔注入層 26 A R , 26 A G の上に、正孔輸送層 26 B R , 26 B G として、式 ( 5 ) に示したポリマー ( ポリビニルカルバゾール ) をスピンコート方式により塗布した。厚みは、赤色有機 EL 素子 20 R 用の正孔輸送層 26 B R については 150 nm 、緑色有機 EL 素子 20 G 用の正孔輸送層 26 B G については 20 nm とした。そののち、N<sub>2</sub> 雰囲気下 ( 露点 - 60 、酸素濃度 10 ppm ) において、130 、 60 分、ホットプレート上で熱硬化させた ( ステップ S 1 0 5 ) 。

40

## 【 0 1 7 7】

正孔輸送層 26 B R , 26 B G を形成したのち、赤色有機 EL 素子 20 R の正孔輸送層 20 B R の上に赤色発光層 26 C R としてベンゾチアジアゾールをブロックに持つフルオ

50

レノン系ポリアリーレン材料に式(2-38)に示した低分子材料を重量比2:1の割合で混合した混合材料をキシレンに溶解させ、80nmの厚みでスピンコート法により塗布した。また、緑色有機EL素子20Gの正孔輸送層26BGの上に緑色発光層26CGとしてアントラセンをブロックに持つフルオレノン系ポリアリーレン材料に式(2-38)に示した低分子材料を重量比2:1の割合で混合した混合材料をキシレンに溶解させ、80nmの厚みでスピンコート方式により塗布した。続いて、N<sub>2</sub>雰囲気下(露点-60、酸素濃度10ppm)において、130、10分、ホットプレート上で熱硬化させた(ステップS106)。

#### 【0178】

続いて、赤色発光層26CRまで形成した赤色有機EL素子20R用の基板11と、緑色発光層26CGまで形成した緑色有機EL素子20G用の基板11と、正孔注入層26ABまで形成した青色有機EL素子20B用の基板11とを真空蒸着機に移動させ、共通正孔輸送層26D以降の層を蒸着により形成した。

10

#### 【0179】

まず、共通正孔輸送層26Dとして、式(2-66)に示した低分子正孔輸送材料を赤色発光層26CR、緑色発光層26CBおよび青色正孔注入層26AB上の全面に、それぞれ5nm、10nm形成した。次に、青色発光層26CBとして、式(5-20)に示したADN(9,10-ジ(2-ナフチル)アントラセン)と、式(6)に示した青色ドーパントとを重量比95:5の割合で共蒸着した(ステップS108)。

#### 【0180】

青色発光層26CBを形成したのち、実施例1と同様に、電子輸送層26E、電子注入層26Fおよび上部電極17を形成した(ステップS109~111)。最後に、CVD法によりSiNよりなる保護層30を形成し、透明樹脂を用いて固体封止を行った。このようにして得られた赤色有機EL素子20R、緑色有機EL素子20G、青色有機EL素子20Bを組み合わせることによりフルカラー有機EL表示装置(実施例7)を得た。

20

#### 【0181】

実施例1~7として作製した有機EL表示装置の赤色有機EL素子10R、20R、緑色有機EL素子10G、20Gおよび青色有機EL素子10B、20Bについて、電流密度100mA/cm<sup>2</sup>で定電流駆動させた輝度半減時間(寿命)をそれぞれ測定した。また、電流密度10mA/cm<sup>2</sup>での駆動時における駆動電圧(V)、発光効率(cd/A)および色度を測定した。実施例1-1~6-4および実施例7の組成の一覧を表1に示す。また、これらの測定結果を表2~14に示す。

30

#### 【0182】

【表 1】

	共通正孔輸送層		青色有機 EL 素子		緑色有機 EL 素子	赤色有機 EL 素子
	材料	厚さ (nm)	正孔輸送層	発光層	発光層の低分子材料	発光層の低分子材料
実施例 1-1	式(2-66)	1	式(2-66)	AND	式(2-38)	式(2-38)
実施例 1-2	式(2-66)	2	式(2-66)	AND	式(2-38)	式(2-38)
実施例 1-3	式(2-66)	5	式(2-66)	AND	式(2-38)	式(2-38)
実施例 1-4	式(2-66)	10	式(2-66)	AND	式(2-38)	式(2-38)
実施例 2-1	式(2-6)	1	式(2-6)	AND	式(2-6)	式(2-6)
実施例 2-2	式(2-6)	2	式(2-6)	AND	式(2-6)	式(2-6)
実施例 2-3	式(2-6)	5	式(2-6)	AND	式(2-6)	式(2-6)
実施例 2-4	式(2-6)	10	式(2-6)	AND	式(2-6)	式(2-6)
実施例 3-1	式(2-6)	1	式(2-38)	AND	式(2-6)	式(2-6)
実施例 3-2	式(2-6)	2	式(2-38)	AND	式(2-6)	式(2-6)
実施例 3-3	式(2-6)	5	式(2-38)	AND	式(2-6)	式(2-6)
実施例 3-4	式(2-6)	10	式(2-38)	AND	式(2-6)	式(2-6)
実施例 4-1	式(3-33)	1	式(3-13)	AND	式(3-13)	式(3-13)
実施例 4-2	式(3-33)	2	式(3-13)	AND	式(3-13)	式(3-13)
実施例 4-3	式(3-33)	5	式(3-13)	AND	式(3-13)	式(3-13)
実施例 4-4	式(3-33)	10	式(3-13)	AND	式(3-13)	式(3-13)
実施例 5-1	式(2-61)	1	式(3-17)	AND	式(3-22)	式(3-22)
実施例 5-2	式(2-61)	2	式(3-17)	AND	式(3-22)	式(3-22)
実施例 5-3	式(2-61)	5	式(3-17)	AND	式(3-22)	式(3-22)
実施例 5-4	式(2-61)	10	式(3-17)	AND	式(3-22)	式(3-22)
実施例 6-1	式(2-45)	1	式(2-14)	AND	式(2-38)	式(3-7)
実施例 6-2	式(2-45)	2	式(2-14)	AND	式(2-38)	式(3-7)
実施例 6-3	式(2-45)	5	式(2-14)	AND	式(2-38)	式(3-7)
実施例 6-4	式(2-45)	10	式(2-14)	AND	式(2-38)	式(3-7)
実施例 7-1	式(2-6)	5	—	AND	—	—
実施例 7-2	式(2-6)	10	—	AND	—	—
参考例 1	—	—	式(2-66)	AND	式(2-38)	式(2-38)
参考例 2	—	—	式(2-6)	AND	式(2-6)	式(2-6)
参考例 3	—	—	式(2-38)	AND	式(2-6)	式(2-6)
参考例 4	—	—	式(3-13)	AND	式(3-13)	式(3-13)
参考例 5	—	—	式(3-17)	AND	式(3-22)	式(3-22)
参考例 6	—	—	式(2-14)	AND	式(2-38)	式(3-7)
参考例 7	式(2-6)	5	式(2-66)	AND	—	—
参考例 8	式(2-6)	10	式(2-66)	AND	—	—

【表 2】

	輝度半減時間		
	青色有機 EL 素子	緑色有機 EL 素子	赤色有機 EL 素子
参考例 1	240h	300h	200h
実施例 1-1	480h	300h	200h
実施例 1-2	520h	300h	200h
実施例 1-3	530h	300h	200h
実施例 1-4	530h	300h	200h

10

【0184】

【表 3】

	青色有機 EL 素子			緑色有機 EL 素子			赤色有機 EL 素子		
	発光 効率 (cd/A)	電圧 (V)	色度	発光 効率 (cd/A)	電圧 (V)	色度	発光 効率 (cd/A)	電圧 (V)	色度
参考例 1	7.2	5.3	0.15 0.15	17.0	4.8	0.26 0.65	8.4	7.1	0.67 0.32
実施例 1-1	8.0	5.4	0.15 0.15	17.0	4.8	0.26 0.65	8.4	7.1	0.67 0.32
実施例 1-2	8.2	5.4	0.15 0.15	17.0	4.9	0.26 0.65	8.4	7.2	0.67 0.32
実施例 1-3	8.2	5.6	0.15 0.15	17.0	5.1	0.26 0.65	8.4	7.4	0.67 0.32
実施例 1-4	8.2	5.8	0.15 0.15	17.0	5.3	0.26 0.65	8.4	7.6	0.67 0.32

20

30

【0185】

【表 4】

	輝度半減時間		
	青色有機 EL 素子	緑色有機 EL 素子	赤色有機 EL 素子
参考例 2	230h	270h	170h
実施例 2-1	460h	270h	170h
実施例 2-2	470h	270h	170h
実施例 2-3	475h	270h	170h
実施例 2-4	475h	270h	170h

40

【0186】

【表 5】

	青色有機 EL 素子			緑色有機 EL 素子			赤色有機 EL 素子		
	発光 効率 (cd/A)	電圧 (V)	色度	発光 効率 (cd/A)	電圧 (V)	色度	発光 効率 (cd/A)	電圧 (V)	色度
参考例 2	7.3	5.3	0.15 0.15	13.2	5.2	0.26 0.65	8.0	7.5	0.67 0.32
実施例 2-1	8.0	5.4	0.15 0.15	13.2	5.3	0.26 0.65	8.0	7.6	0.67 0.32
実施例 2-2	8.1	5.4	0.15 0.15	13.2	5.4	0.26 0.65	8.0	7.7	0.67 0.32
実施例 2-3	8.1	5.5	0.15 0.15	13.2	5.5	0.26 0.65	8.0	7.8	0.67 0.32
実施例 2-4	8.1	5.5	0.15 0.15	13.2	5.5	0.26 0.65	8.0	7.8	0.67 0.32

10

【0187】

【表 6】

	輝度半減時間		
	青色有機 EL 素子	緑色有機 EL 素子	赤色有機 EL 素子
参考例 3	240h	270h	170h
実施例 3-1	475h	270h	170h
実施例 3-2	495h	270h	170h
実施例 3-3	500h	270h	170h
実施例 3-4	500h	270h	170h

30

【0188】

【表 7】

	青色有機 EL 素子			緑色有機 EL 素子			赤色有機 EL 素子		
	発光 効率 (cd/A)	電圧 (V)	色度	発光 効率 (cd/A)	電圧 (V)	色度	発光 効率 (cd/A)	電圧 (V)	色度
参考例 3	7.3	5.3	0.15 0.15	13.2	5.2	0.26 0.65	8.0	7.5	0.67 0.32
実施例 3-1	8.1	5.3	0.15 0.15	13.2	5.3	0.26 0.65	8.0	7.6	0.67 0.32
実施例 3-2	8.3	5.4	0.15 0.15	13.2	5.4	0.26 0.65	8.0	7.7	0.67 0.32
実施例 3-3	8.3	5.5	0.15 0.15	13.2	5.5	0.26 0.65	8.0	7.8	0.67 0.32
実施例 3-4	8.3	5.5	0.15 0.15	13.2	5.5	0.26 0.65	8.0	7.8	0.67 0.32

40

【0189】

50



【表 8】

	輝度半減時間		
	青色有機 EL 素子	緑色有機 EL 素子	赤色有機 EL 素子
参考例 4	200h	300h	200h
実施例 4-1	530h	300h	200h
実施例 4-2	540h	300h	200h
実施例 4-3	545h	300h	200h
実施例 4-4	545h	300h	200h

10

【0190】

【表 9】

	青色有機 EL 素子			緑色有機 EL 素子			赤色有機 EL 素子		
	発光 効率 (cd/A)	電圧 (V)	色度	発光 効率 (cd/A)	電圧 (V)	色度	発光 効率 (cd/A)	電圧 (V)	色度
参考例 4	7.3	4.5	0.15 0.15	16.0	4.8	0.26 0.64	8.4	7.1	0.65 0.33
実施例 4-1	7.6	4.6	0.15 0.15	16.0	4.8	0.26 0.65	8.4	7.1	0.66 0.32
実施例 4-2	7.6	4.6	0.15 0.15	16.0	4.9	0.26 0.64	8.4	7.2	0.67 0.32
実施例 4-3	7.6	4.6	0.15 0.15	16.0	5.1	0.26 0.65	8.4	7.4	0.67 0.32
実施例 4-4	7.6	4.6	0.15 0.15	16.1	5.3	0.27 0.65	8.4	7.6	0.67 0.32

20

30

【0191】

【表 10】

	輝度半減時間		
	青色有機 EL 素子	緑色有機 EL 素子	赤色有機 EL 素子
参考例 5	150h	322h	198h
実施例 5-1	445h	320h	199h
実施例 5-2	448h	321h	201h
実施例 5-3	450h	322h	200h
実施例 5-4	450h	321h	202h

40

【0192】

【表 1 1】

	青色有機 EL 素子			緑色有機 EL 素子			赤色有機 EL 素子		
	発光 効率 (cd/A)	電圧 (V)	色度	発光 効率 (cd/A)	電圧 (V)	色度	発光 効率 (cd/A)	電圧 (V)	色度
参考例 5	7.0	4.8	0.15 0.15	16.2	4.6	0.26 0.64	8.4	7.1	0.65 0.33
実施例 5-1	7.8	4.7	0.15 0.15	16.2	4.7	0.26 0.65	8.4	7.1	0.66 0.32
実施例 5-2	7.8	4.8	0.15 0.15	16.3	4.6	0.26 0.64	8.5	7.2	0.67 0.32
実施例 5-3	7.8	4.9	0.15 0.15	16.2	4.6	0.26 0.65	8.4	7.4	0.67 0.32
実施例 5-4	7.8	4.9	0.15 0.15	16.2	4.6	0.27 0.65	8.6	7.6	0.67 0.32

10

【0 1 9 3】

【表 1 2】

	輝度半減時間		
	青色有機 EL 素子	緑色有機 EL 素子	赤色有機 EL 素子
参考例 6	190h	330h	180h
実施例 6-1	300h	328h	181h
実施例 6-2	310h	329h	182h
実施例 6-3	310h	330h	183h
実施例 6-4	310h	330h	183h

30

【0 1 9 4】

【表 1 3】

	青色有機 EL 素子			緑色有機 EL 素子			赤色有機 EL 素子		
	発光 効率 (cd/A)	電圧 (V)	色度	発光 効率 (cd/A)	電圧 (V)	色度	発光 効率 (cd/A)	電圧 (V)	色度
参考例 6	6.5	6.1	0.15 0.15	16.1	4.6	0.25 0.64	8.4	7.3	0.65 0.31
実施例 6-1	6.6	6.1	0.15 0.15	16.2	4.7	0.26 0.65	8.4	7.3	0.66 0.32
実施例 6-2	6.6	6.1	0.15 0.15	16.2	4.6	0.26 0.64	8.5	7.2	0.66 0.32
実施例 6-3	6.6	6.2	0.15 0.15	16.2	4.6	0.26 0.65	8.4	7.4	0.67 0.32
実施例 6-4	6.7	6.2	0.15 0.15	16.2	4.6	0.27 0.65	8.6	7.3	0.67 0.33

40

【0 1 9 5】

50

【表 1 4】

	青色有機 EL 素子			
	輝度半減時間	発光効率 (cd/A)	電圧 (V)	色度
参考例 7	500h	8.3	5.5	0.15, 0.15
実施例 7-1	520h	8.2	5.2	0.15, 0.15
実施例 8	500h	8.3	5.5	0.15, 0.15
実施例 7-2	520h	8.2	5.2	0.15, 0.15

10

## 【0196】

表 2 (実施例 1 - 1) からわかるように、厚さ 1 nm の共通正孔輸送層 1 6 D を設けることにより、青色有機 EL 素子 1 0 B の輝度半減時間は共通正孔輸送層 1 6 D を設けていない参考例 1 と比較して 2 4 0 時間から 4 8 0 時間に向上している。更に、表 3 からわかるように、発光効率は 7.2 cd/A から 8.0 cd/A に向上している。これはスピンコート方式 (塗布法) によって形成した青色正孔注入層 1 6 B B と、蒸着により形成した青色発光層 1 6 C B との間に蒸着により形成した共通正孔輸送層 1 6 D を挿入したことにより、空気中の水分やごみなどによる環境汚染が低減され青色発光層 1 6 C B の界面が改善されたことにより正孔輸送性能が向上したためと考えられる。

20

## 【0197】

また、共通正孔輸送層 1 6 D の厚さを 2 nm とすると輝度半減時間および発光効率が更に向上している。即ち、厚さ 1 nm 以上の共通正孔輸送層 1 6 D を設けることで輝度半減時間および発光効率の大幅な向上がみられるが、2 nm 以上の厚さとする事でより輝度半減時間および発光効率が向上することがわかる。但し、実施例 1 - 2 ~ 1 - 4 からわかるように、共通正孔輸送層 1 6 D を厚くすることで駆動電圧が上昇する傾向があるため、共通正孔輸送層 1 6 D の厚さは好ましくは 1 nm 以上 10 nm 以下が適していると言える。

## 【0198】

以上のような効果は表 4 ~ 表 1 3 からわかるように、実施例 1 において用いた低分子材料に限らず、一般式 1 ~ 3 の具体例として挙げた化合物であればどのような組み合わせでも得られる。具体的には、実施例 2 のように赤色発光層 1 6 C R および緑色発光層 1 6 C G と、青色正孔輸送層 1 6 B B と、共通正孔輸送層 1 6 D に用いる低分子材料が全て同一でも、実施例 5 のように全て異なる低分子材料でも構わない。また、実施例 6 のように、赤色発光層 1 6 C R および緑色発光層 1 6 C G に添加する低分子材料が異なっても構わない。このように、共通正孔輸送層 1 6 D を設けることにより青色有機 EL 素子 1 0 B の特性は向上する。特に、輝度半減時間は従来の青色有機 EL 素子と比較して約 2 倍、あるいはそれ以上の著しい向上が得られる。

30

## 【0199】

また、表 8 からわかるように、青色正孔輸送層 2 6 B B を設けずに青色正孔注入層 2 6 A B 上に直接共通正孔輸送層 2 6 D を形成した実施例 2 でも、実施例 1 - 1 ~ 1 - 1 2 と同様の効果が得られ、特に輝度半減時間は更に向上している。

40

## 【0200】

次に、青色正孔輸送層 1 6 B B に式 (4 - 1) に示した高分子材料 (TFB) を、共通正孔輸送層 1 6 D に、式 (2 - 6 6) (実施例 8)、式 (2 - 6) (実施例 9) に示した低分子材料を用いた場合の各膜厚 1 nm ~ 10 nm における青色有機 EL 素子 1 0 B の寿命、発光効率、駆動電圧および色度を測定した。表 1 5 は実施例 8, 9 の組成の一覧であり、表 1 6 はその測定結果である。なお、青色有機 EL 素子 1 0 B の構成、作製方法および測定条件は上記実施例 1 ~ 6 と同様である。

50

【 0 2 0 1 】

【 表 1 5 】

	共通正孔輸送層		青色発光層	
	材料	厚さ (nm)	正孔輸送材	発光層
実施例 8-1	式(2-66)	1	式(4-1)	AND
実施例 8-2	式(2-66)	2	式(4-1)	AND
実施例 8-3	式(2-66)	5	式(4-1)	AND
実施例 8-4	式(2-66)	10	式(4-1)	AND
実施例 9-1	式(2-6)	1	式(4-1)	AND
実施例 9-2	式(2-6)	2	式(4-1)	AND
実施例 9-3	式(2-6)	5	式(4-1)	AND
実施例 9-4	式(2-6)	10	式(4-1)	AND

10

【 0 2 0 2 】

【 表 1 6 】

	青色有機 EL 素子			
	輝度半減時間	効率 (cd/A)	電圧 (V)	色度
参考例 1	240h	7.2	5.3	0.15, 0.15
実施例 8-1	260h	7.5	5.4	0.15, 0.15
実施例 8-2	400h	8.0	5.5	0.15, 0.15
実施例 8-3	550h	8.3	5.6	0.15, 0.15
実施例 8-4	550h	8.3	5.7	0.15, 0.15
参考例 2	230h	7.3	5.3	0.15, 0.15
実施例 9-1	275h	7.6	5.3	0.15, 0.15
実施例 9-2	420h	8.0	5.4	0.15, 0.15
実施例 9-3	500h	8.2	5.5	0.15, 0.15
実施例 9-4	500h	8.2	5.5	0.15, 0.15

20

30

【 0 2 0 3 】

表 1 6 からわかるように、共通正孔輸送層 1 6 D の厚さが 1 nm における輝度半減時間は参考例 1, 2 とほぼ同等の結果であり、青色正孔輸送層 1 6 B B に低分子材料を用いた実施例 1 ~ 6 ほどの改善は見られなかった。しかし、共通正孔輸送層 1 6 D の膜厚を厚くすることで輝度半減時間は徐々に向上し、厚さが 5 nm 以上で実施例 1 ~ 6 で得られた輝度半減時間を超える効果が得られた。これは、以下の理由が考えられる。まず、オリゴマー材料や高分子材料はその分子量の大きさから低分子材料（特にモノマー）に比べて正孔移動度は低下するが、共通正孔輸送層 1 6 D を設けることにより青色正孔輸送層 1 6 B B の正孔移動度の低下が緩和され電気特性が改善される。また、一般的に高分子材料はモノマーよりもガラス転移点が高いため高温での加熱処理が可能となる。これにより劣化因子となる製造時に用いた溶媒等の残留物を低減することができる。これらのことから上記実施例の結果が得られたと考えられる。

40

【 0 2 0 4 】

但し、上記のように青色正孔輸送層 1 6 B B に高分子材料を適用したことによる輝度半

50

減時間の改善効果は、全ての高分子材料で得られるものではなく、HOMOの値が一定の範囲内の特性を有する高分子材料によって得られる。図15は様々なHOMOの値を有する高分子材料を青色正孔輸送層16BBに用いた場合の各HOMOの値と輝度半減時間の関係を表した特性図である。共通正孔輸送層16Dの材料および膜厚、その他の条件は実施例9-4に準ずる。なお、ここで示したHOMOの値は大気中光電子分光装置によって測定した値である。図15からわかるように、HOMOの値が5.3以上5.6以下の範囲内の高分子材料を青色正孔輸送層16BBに用いた場合には輝度半減時間が大幅に向上するのに対し、HOMOの値が5.2以下および5.7以上の高分子材料を用いた場合には輝度半減時間の改善が見られないか、悪化する傾向があった。これは以下の理由が考えられる。共通正孔輸送層16Dに用いられる低分子材料はHOMOの値が5.4~5.6を示すものが多い。青色正孔輸送層16BBにHOMOの値が5.2以下または5.7以上の高分子材料を用いると、共通正孔輸送層16Dと青色正孔輸送層16BBとの間のHOMOの値の差が大きくなり、正孔輸送時の障壁が大きくなる。これより、青色発光層16CBへの正孔注入効率が低下し輝度半減時間が悪化する。なお、実施例8,9において用いたTFBのHOMOの値は5.45である。以上のことから、正孔輸送層16BBにHOMOの値が5.3以上5.6以下の高分子材料を用いることにより、輝度半減時間が更に向上することがわかる。

10

#### 【0205】

なお、本実施例1~9では正孔注入層16AR, 16AG, 16ABおよび正孔輸送層16BR, 16BG, 16BBをスピンコート方式を用いて形成したが、塗付方式は限定しない。インクジェット方式、ノズルコート方式、オフセット方式、フレキソ方式または凸版方式等の各種印刷方式を用いて形成した有機EL表示装置でも本実施例の結果と同様の結果が得られた。

20

#### 【0206】

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、本発明は上記実施の形態および実施例に限定されるものではなく、種々変形が可能である。

#### 【0207】

例えば、上記実施の形態および実施例において説明した各層の材料および厚み、または成膜方法および成膜条件などは限定されるものではなく、他の材料および厚みとしてもよく、または他の成膜方法および成膜条件としてもよい。

30

#### 【0208】

また、上記実施例1~7では青色正孔輸送層16BBとして低分子材料(モノマー)を用いたがこれに限らず、重合化されたオリゴマー材料や高分子材料を用いてもよい。例えば、実施例8,9で用いた高分子材料のほかにHOMOが上記適正な範囲であれば、正孔輸送性能の調整のために平均分子量が異なる分子を複数混合しても構わない。なお、スピンコート方式やインクジェット方式等の塗付法において低分子材料を用いた場合には、一般的に塗布する溶液の粘度が小さくなってしまいうため膜厚の調整範囲が限定されてしまうことがある。この問題は、分子量を増加させたオリゴマー材料やポリマー材料を用いることによって解決する。

40

#### 【0209】

更にまた、上記実施の形態および実施例では共通正孔輸送層16Dを一種類の低分子材料を用いて蒸着法によって形成したが、分子量の異なる複数の低分子材料、例えば式(2-9)および式(2-10)を混合して共蒸着法によって形成しても青色有機EL素子10Bの特性を向上させることができる。また、例えば前記ホール輸送を式(2-9)と式(2-10)を合わせて1nm以上形成した場合においても、青色の特性改善効果がある。

#### 【0210】

また、上記実施の形態および実施例では赤色発光層16CRおよび緑色発光層16CGに低分子材料を添加して正孔輸送特性を向上させたが、赤色発光層16CRおよび緑色発光層16CGを構成する高分子材料として正孔輸送を担う構造部や置換基を有する高分子

50

材料を用いることによって同様の効果を得ることができる。

#### 【0211】

更に、上記実施の形態および実施例では、有機EL素子10R, 10G, 10Bの構成を具体的に挙げて説明したが、全ての層を備える必要はなく、また、他の層を更に備えていてもよい。また、上記実施の形態および実施例では、青色以外の有機EL素子として赤色および緑色の有機EL素子を備えた表示装置について説明したが、本発明は青色有機EL素子と黄色有機EL素子からなる表示装置への適用も可能である。

#### 【0212】

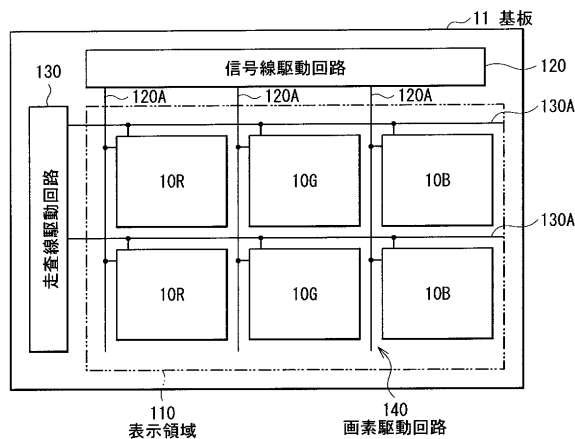
更にまた、上記実施の形態では、アクティブマトリクス型の表示装置の場合について説明したが、本発明はパッシブマトリクス型の表示装置への適用も可能である。更にまた、アクティブマトリクス駆動のための画素駆動回路の構成は、上記実施の形態で説明したものに限られず、必要に応じて容量素子やトランジスタを追加してもよい。その場合、画素駆動回路の変更に応じて、上述した信号線駆動回路120や走査線駆動回路130のほかに、必要な駆動回路を追加してもよい。

#### 【符号の説明】

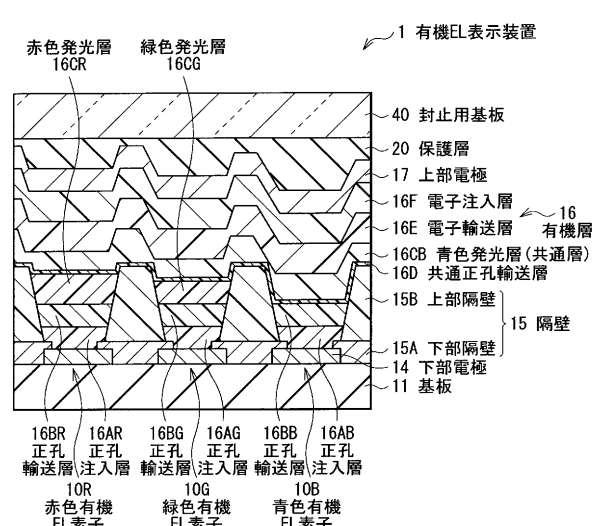
#### 【0213】

10R, 20R...赤色有機EL素子、10G, 20G...緑色有機EL素子、10B, 20B...青色有機EL素子、11...基板、14...下部電極、15...隔壁、16, 26...有機層、16AR, 16AG, 16AB, 26AR, 26AG, 26AB...正孔注入層、16BR, 16BG, 16BB, 26BR, 26BG...正孔輸送層、16CR, 26CR...赤色発光層、16CG, 26CG...緑色発光層、16CB, 26CB...青色発光層、16D, 26D...共通正孔輸送層、16E, 26E...電子輸送層、16F, 26F...電子注入層、17...上部電極、30...保護層、40...封止用基板

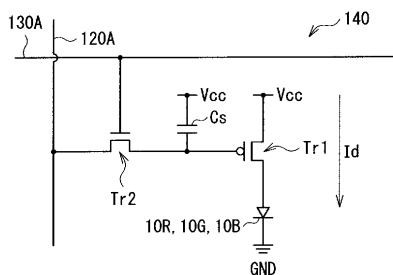
【図1】



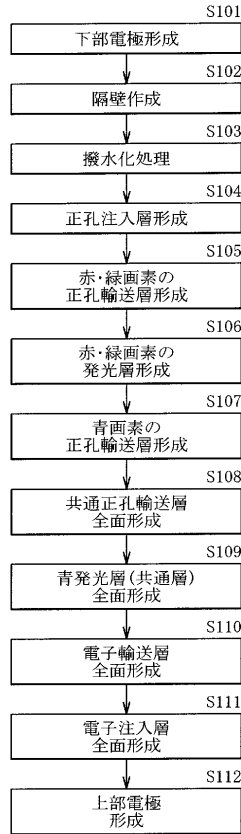
【図3】



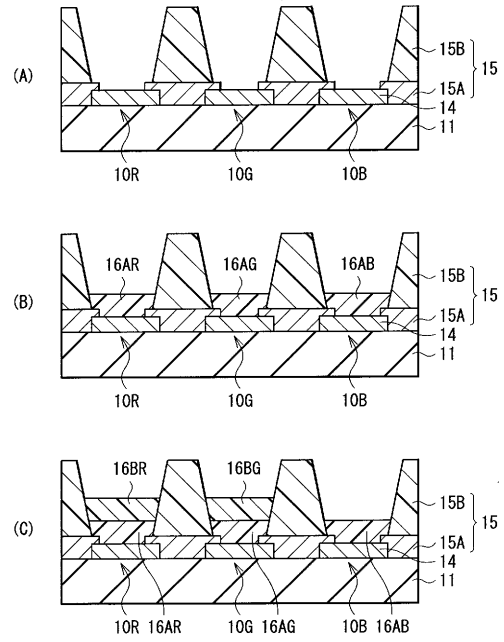
【図2】



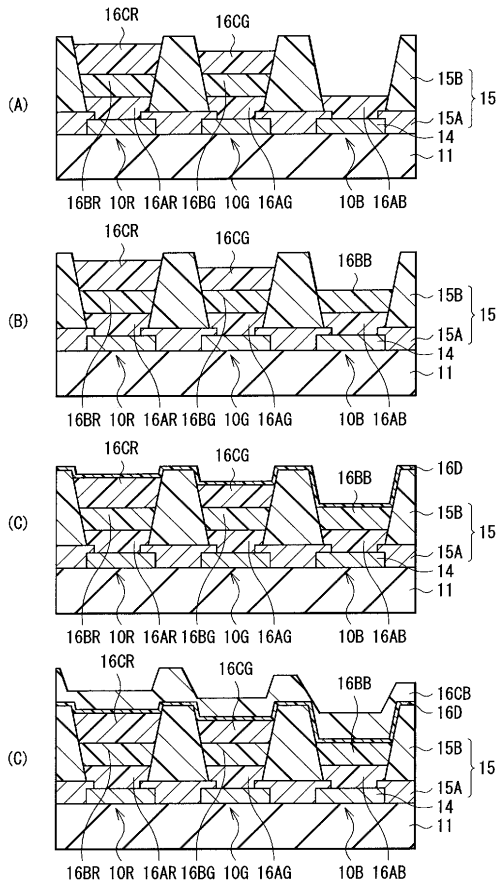
【図 4】



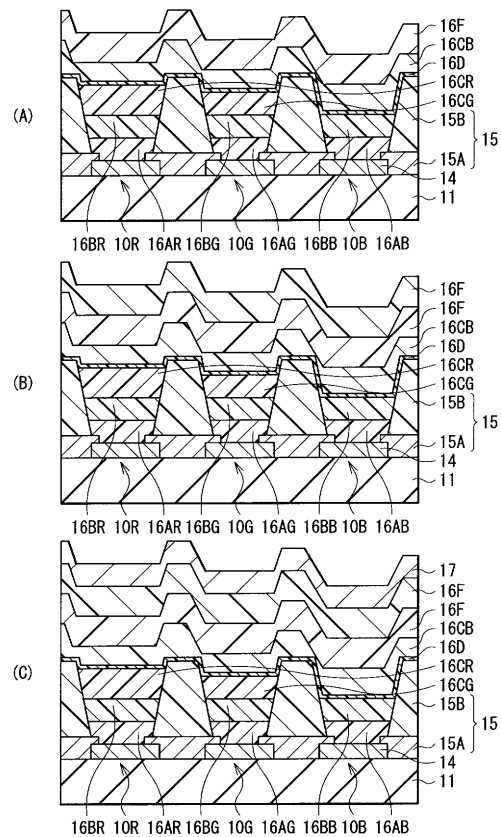
【図 5】



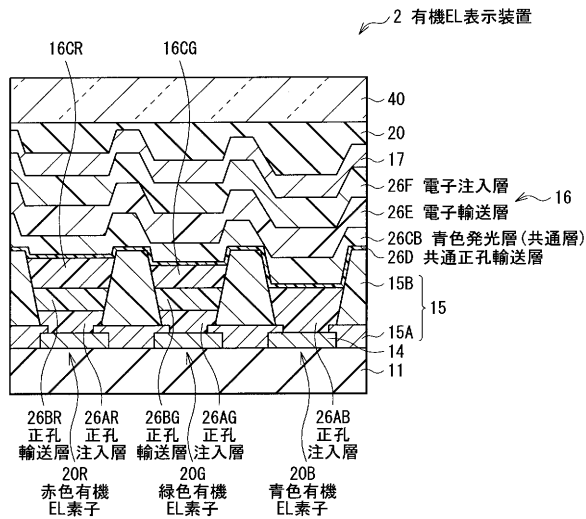
【図 6】



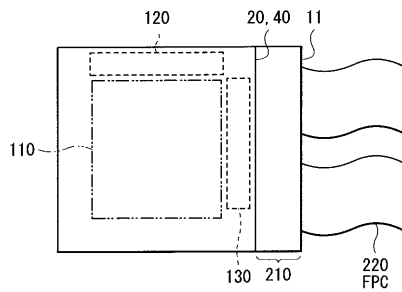
【図 7】



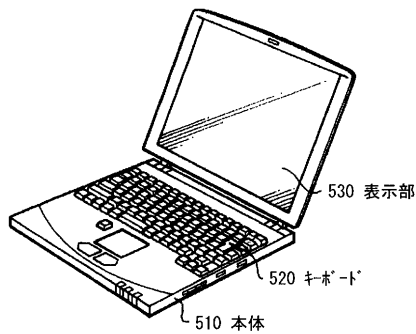
【 図 8 】



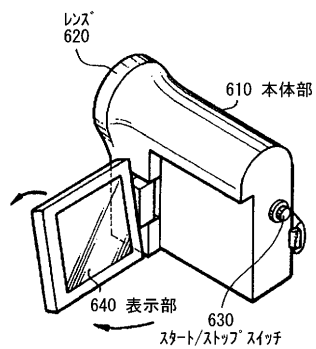
【 図 9 】



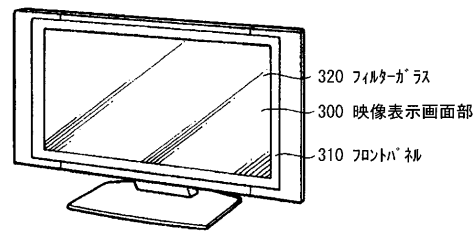
【 図 1 2 】



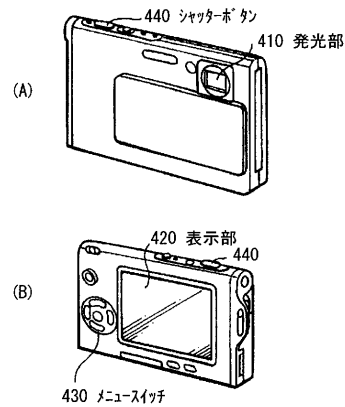
【 図 1 3 】



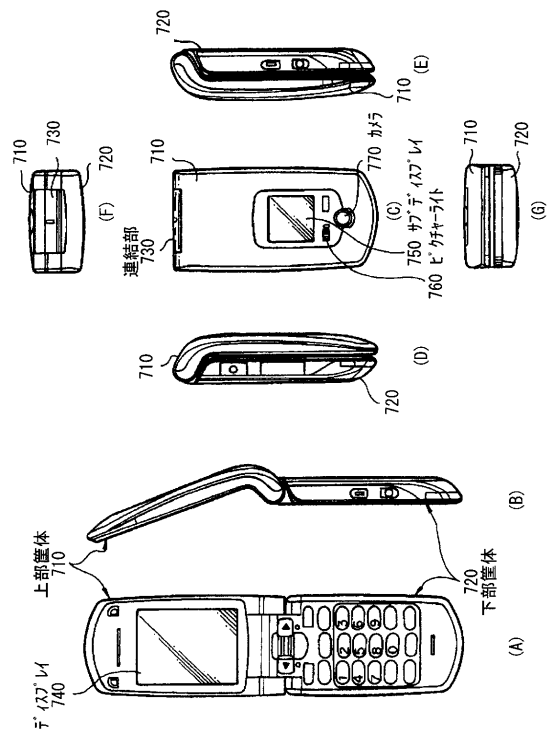
【 図 1 0 】



【 ㊦ 1 1 】

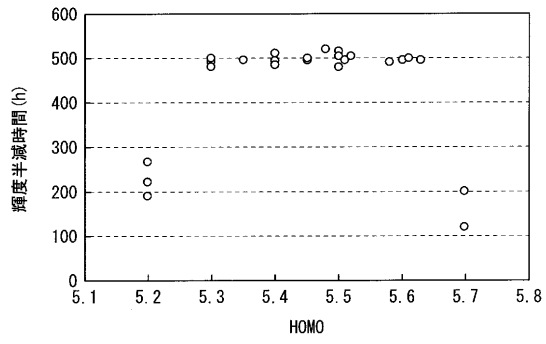


【 ㊦ 1 4 】





【 図 1 5 】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	テーマコード(参考)
<b>C 0 7 D 209/86</b>	<b>(2006.01)</b>	C 0 7 C 211/54	
		C 0 7 D 209/86	

(72)発明者 肥後 智之  
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 吉永 禎彦  
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 今井 利明  
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 DD51 DD53 DD59 DD60 DD70 DD71  
DD72 DD79 FF14 GG04 GG06 GG07 GG08  
4C204 CB25 DB01 EB01 FB16 GB01  
4H006 AA03 AB92

专利名称(译)	有机EL显示装置及其制造方法和用于该方法的溶液		
公开(公告)号	<a href="#">JP2011233855A</a>	公开(公告)日	2011-11-17
申请号	JP2010140561	申请日	2010-06-21
[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	松元寿樹 肥後智之 吉永禎彦 今井利明		
发明人	松元 寿樹 肥後 智之 吉永 禎彦 今井 利明		
IPC分类号	H01L51/50 H05B33/12 H05B33/10 C09K11/06 C07C211/54 C07D209/86		
CPC分类号	H01L51/504 C09K11/06 C09K2211/1014 C09K2211/1029 C09K2211/1033 C09K2211/1037 C09K2211/1044 C09K2211/1088 C09K2211/1092 H01L27/3211 H01L33/08 H01L51/5036 H01L51/56 H05B33/14		
FI分类号	H05B33/14.B H05B33/22.D H05B33/12.C H05B33/10 C09K11/06.690 C07C211/54 C07D209/86 G09F9/30.365 H01L27/32 H05B33/12.B		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC04 3K107/CC21 3K107/DD51 3K107/DD53 3K107/DD59 3K107/DD60 3K107/DD70 3K107/DD71 3K107/DD72 3K107/DD79 3K107/FF14 3K107/GG04 3K107/GG06 3K107/GG07 3K107/GG08 4C204/CB25 4C204/DB01 4C204/EB01 4C204/FB16 4C204/GB01 4H006/AA03 4H006/AB92 5C094/AA10 5C094/AA37 5C094/BA03 5C094/BA27 5C094/DA13 5C094/FB01 5C094/FB12 5C094/FB14 5C094/FB15 5C094/GB01 5C094/JA08		
优先权	2010090724 2010-04-09 JP		
其他公开文献	JP2011233855A5 JP5678487B2		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

## 摘要(译)

要解决的问题：提供一种改善蓝色有机EL元件的发光效率和寿命特性的有机EL显示装置及其制造方法。溶剂：在一个上形成空穴注入层16AR，16AG和16AB。在红色有机EL元件10R和绿色有机EL元件10G上，形成包含低分子材料的空穴传输层16BR和16BG，以及包含低分子材料的红色发光层16CR和绿色发光层16CG。涂层方法。在通过涂覆方法在蓝色有机EL元件10B的空穴注入层16AB上形成空穴传输层16BB之后，通过完全气相沉积在红色发光层16CR上形成公共空穴传输层16D，绿色发光层16CG和蓝色有机EL元件10B的空穴传输层16BB。在整个蓝色发光层16CB上依次形成电子传输层16E，电子注入层16F和上电极17，从而获得有机EL显示装置。

