

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003 - 151775

(P2003 - 151775A)

(43)公開日 平成15年5月23日(2003.5.23)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-コ-ド [*] (参考)
H 0 5 B 33/14		H 0 5 B 33/14	B 3 K 0 0 7
C 0 7 C 15/56		C 0 7 C 15/56	4 H 0 0 6
211/61		211/61	
C 0 9 K 11/06	610	C 0 9 K 11/06	610
	620		620

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 28数) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001 - 361504(P2001 - 361504)

(22)出願日 平成13年11月27日(2001.11.27)

(31)優先権主張番号 特願2001 - 259684(P2001 - 259684)

(32)優先日 平成13年8月29日(2001.8.29)

(33)優先権主張国 日本(JP)

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

(72)発明者 外山 弥

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

富士通株式会社内

(72)発明者 佐藤 博之

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

富士通株式会社内

(74)代理人 100107515

弁理士 廣田 浩一

最終頁に続く

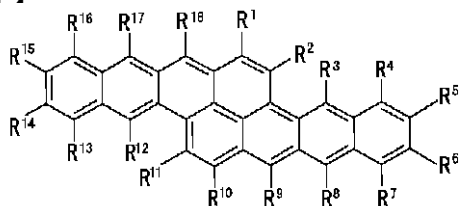
(54)【発明の名称】 縮合八環芳香族化合物並びにそれを用いた有機 E L 素子及び有機 E L ディスプレイ

(57)【要約】

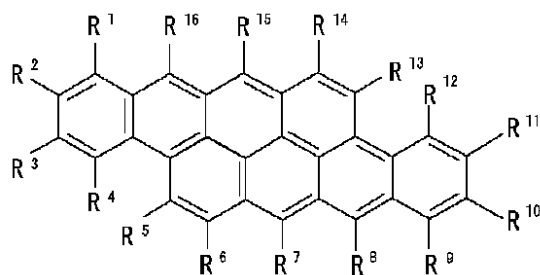
【課題】 新規な縮合八環芳香族化合物を用い、赤色光の色純度が高く発光効率・発光輝度等に優れた有機 E L 素子を提供する。

【解決手段】 正極及び負極の間に、発光層を含む有機薄膜層を有し、該有機薄膜層が、2つのナフタセンを分子の長さ方向が互いに平行になるように縮合させてなり、置換基を導入可能な部位の数が14、16及び18のいずれかであり、かつ点対称骨格を有する縮合八環芳香族化合物を含有する有機 E L 素子。縮合八環芳香族化合物が下記化1～3のいずれかで表される態様が好ましい。

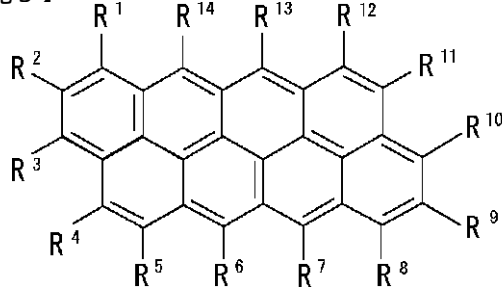
【化1】



【化2】



【化3】

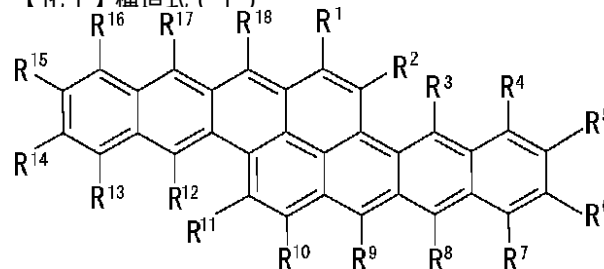


【特許請求の範囲】

【請求項1】 正極及び負極の間に、発光層を含む有機薄膜層を有してなり、該有機薄膜層が、2つのナフタセンを分子の長さ方向が互いに平行になるように縮合させてなり、置換基を導入可能な部位の数が14、16及び18のいずれかであり、かつ点対称骨格を有する縮合八環芳香族化合物を含有することを特徴とする有機EL素子。

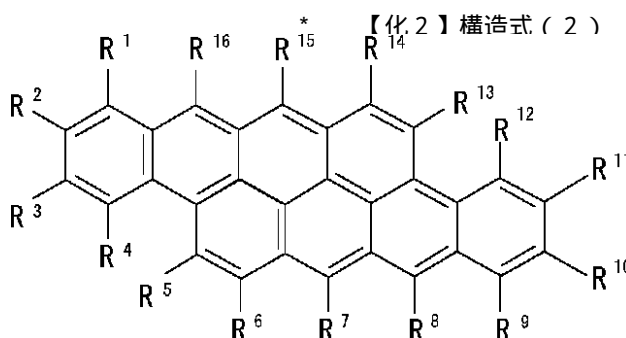
【請求項2】 縮合八環芳香族化合物が、下記構造式(1)から(3)のいずれかで表される請求項1に記載の有機EL素子。

*【化1】構造式(1)



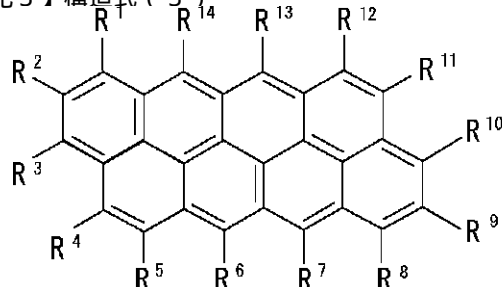
ただし、 $R^1 \sim R^{18}$ は、互いに同一であってもよいし異なってもよく、水素原子又は置換基を表す。

【化2】構造式(2)



ただし、 $R^1 \sim R^{16}$ は、互いに同一であってもよいし異なってもよく、水素原子又は置換基を表す。

【化3】構造式(3)



ただし、 $R^1 \sim R^{14}$ は、互いに同一であってもよいし異なってもよく、水素原子又は置換基を表す。

【請求項3】 構造式(1)における $R^1 \sim R^{18}$ の少なくとも1つ、構造式(2)における $R^1 \sim R^{16}$ の少なくとも1つ、又は、構造式(3)における $R^1 \sim R^{14}$ の少なくとも1つがアリール基である請求項2に記載の有機EL素子。

【請求項4】 構造式(1)における $R^1 \sim R^{18}$ の少なくとも1つ、構造式(2)における $R^1 \sim R^{16}$ の少なくとも1つ、又は、構造式(3)における $R^1 \sim R^{14}$ の少なくとも1つがアリールアミノ基である請求項2又は3に記載の有機EL素子。

【請求項5】 構造式(1)における $R^1 \sim R^{18}$ の少なくとも1つ、構造式(2)における $R^1 \sim R^{16}$ の少なくとも1つ、又は、構造式(3)における $R^1 \sim R^{14}$ の少なくとも1つがジアリールアミノ基である請求項2から4のいずれかに記載の有機EL素子。

【請求項6】 発光層が、光吸収波長が縮合八環芳香族化合物よりも短波長側にありかつ発光波長が該縮合八環

芳香族化合物の光吸収波長付近にあるホスト化合物を含有する請求項1から5のいずれかに記載の有機EL素子。

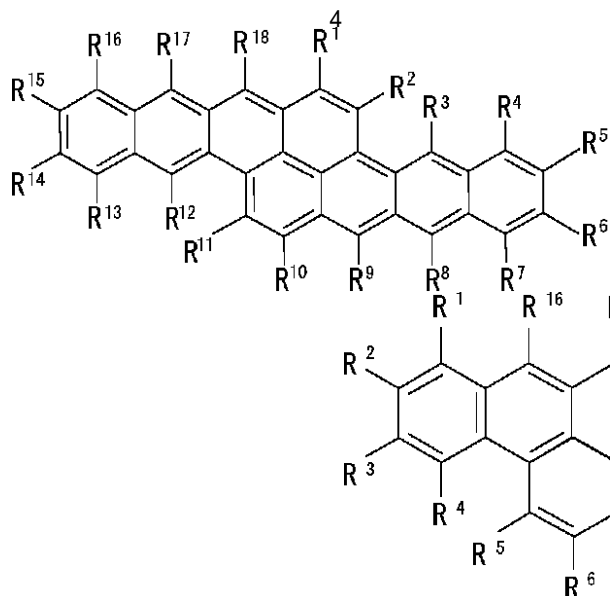
【請求項7】 発光層が、ホスト化合物を n 種(n は1以上の整数を表す)含有し、該ホスト化合物のうち、光吸収波長の短いものから順に、第1ホスト化合物、第2ホスト化合物、・・・、第 $n-1$ ホスト化合物、第 n ホスト化合物とすると、該第1ホスト化合物の発光波長が該第2ホスト化合物の光吸収波長付近にあり、該第2ホスト化合物の発光波長が該第3ホスト化合物の光吸収波長付近にあり、・・・、該第 $n-1$ ホスト化合物の発光波長が該第 n ホスト化合物の光吸収波長付近にあり、該第 n ホスト化合物の発光波長が該縮合八環芳香族化合物の光吸収波長付近にある請求項1から6のいずれかに記載の有機EL素子。

【請求項8】 2つのナフタセンを分子の長さ方向が互いに平行になるように縮合させてなり、置換基を導入可能な部位の数が14、16及び18のいずれかであり、かつ点対称骨格を有することを特徴とする縮合八環芳香族化合物(ただし、該置換基を導入可能な部位が総て水素原子である場合を除く)。

【請求項9】 下記構造式(1)から(3)のいずれかで表される請求項8に記載の縮合八環芳香族化合物。

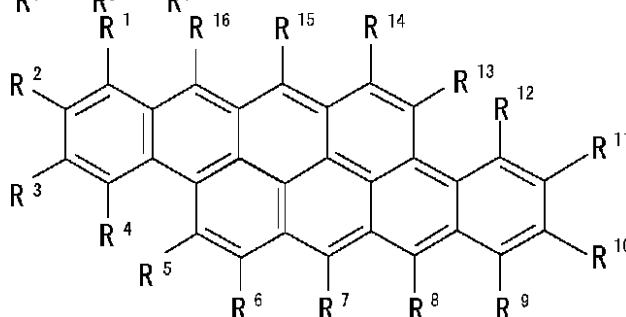
【化4】構造式(1)

ただし、 $R^1 \sim R^{18}$ は、互いに同一であってもよいし異なってもよく、水素原子又は置換基を表す。



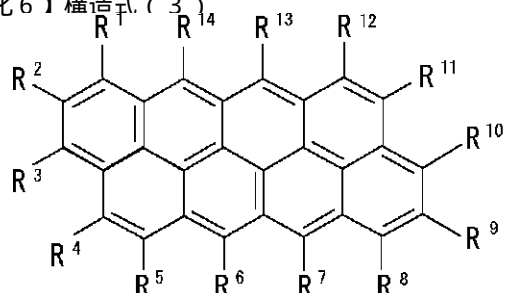
ただし、R¹～R¹⁸は、互いに同一であってもよいし異なってもよく、水素原子又は置換基を表す（ただし、総てが水素原子である場合を除く）。

【化5】構造式（2）



ただし、R¹～R¹⁶は、互いに同一であってもよいし異なってもよく、水素原子又は置換基を表す（ただし、総てが水素原子である場合を除く）。

【化6】構造式（3）



ただし、R¹～R¹⁴は、互いに同一であってもよいし異なってもよく、水素原子又は置換基を表す（ただし、総てが水素原子である場合を除く）。

【請求項10】 請求項1から7のいずれかに記載の有機EL素子を用いたことを特徴とする有機ELディスプレイ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、有機EL素子に好適な縮合八環芳香族化合物、該縮合八環芳香族化合物を用いた有機EL素子、及び、該有機EL素子を用いた有機ELディスプレイに関する。

【0002】

【従来の技術】有機EL素子は、自発光、高速応答などの特徴を持ち、フラットパネルディスプレイへの適用が期待されている。この有機EL素子を用いてフルカラーのフラットパネルディスプレイを実現する場合、3原色（青色（B）、緑色（G）、赤色（R））をそれぞれ発色可能な有機EL素子が必要となる。このうち、赤色（R）を発光可能な有機EL素子として、例えば、C. W. Tang, S. A. VanSlyke, and C. H. Chen, Applied Physics Letters vol.65, 3610 (1989)には、DCM色素

を用いた有機EL素子が記載されている。また、特開平9-13024号公報（特願平7-160676号）、特開平9-296166号公報（特願平8-111437号）、特開平11-251061号公報（特願平10-50464号）、特開平11-251062号公報（特願平10-50465号）、再公表特許公報（国際公開番号WO98/00474号公報、特願平10-503982号）等には、赤色蛍光発光性を有するポルフィン化合物又はポルフィリン化合物を発光材料として用いた有機EL素子が提案されている。更に、特開平11-144868号公報（特願平9-303047号）には、赤色蛍光発光性を有するビスアンスレン化合物を用いた有機EL素子が提案されている。しかし、これらの有機EL素子の場合、いずれも発光色、発光効率が実用上十分ではないという問題があり、実用上更なる改良が求められている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、かかる要望に応え、従来における前記問題を解決し、以下の目的を達成することを課題とする。本発明は、赤色光の色純度が高く発光効率・発光輝度等に優れ、有機EL素子に好適な縮合八環芳香族化合物、該縮合八環芳香族化合物を用い、赤色光の色純度が高く発光効率・発光輝度等に優れた有機EL素子、及び、該有機EL素子を用いた高性能な有機ELディスプレイを提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するために発明者らが鋭意検討した結果、以下の知見を得た。即ち、特定の縮合八環芳香族化合物は、赤色光の色純度が高く発光効率・発光輝度等に優れ、赤色発光用の有機EL素子に特に好適であり、該縮合八環芳香族化合物を用いた有機EL素子及び有機ELディスプレイは、赤色光の色純度が高く発光効率・発光輝度等に優れ、高性能で

あり、従来のものよりも高輝度で発光可能であるという知見である。また、該縮合八環芳香族化合物は、正孔（キャリア）又は電子の輸送性に優れ、該縮合八環芳香族化合物を正孔輸送層及び電子輸送層の少なくとも一方に用いた有機 EL 素子及び有機 EL ディスプレイは、赤色光の色純度が高く発光効率・発光輝度等に優れ、高性能であり、従来のものよりも高輝度で発光可能であるという知見である。本発明は、本発明者らによる前記知見に基づくものであり、前記課題を解決するための手段は、後述の（付記 1）～（付記 33）として記載した通りである。

【0005】前記（付記 1）～（付記 3）に記載の縮合八環芳香族化合物は、赤色光の色純度が高く発光効率・発光輝度等に優れ、有機 EL 素子に好適に用いることができる。前記（付記 4）に記載の縮合八環芳香族化合物は、アリール縮合八環芳香族化合物であり、赤色光の色純度が高く発光効率・発光輝度等に優れる上に電子輸送性に優れ、前記有機 EL 素子における電子輸送層及び発光層に好適に用いることができ、前記（付記 5）に記載の縮合八環芳香族化合物は、アリールアミノ縮合八環芳香族化合物、ジアリールアミノ縮合八環芳香族化合物であり、赤色光の色純度が高く発光効率・発光輝度等に優れる上に正孔（キャリア）輸送性に優れ、前記有機 EL 素子における正孔輸送層及び発光層に好適に用いることができる。前記（付記 6）～（付記 7）に記載の縮合八環芳香族化合物は、安定であり、有機 EL 素子に好適に用いることができる。

【0006】前記（付記 11）～（付記 12）に記載の有機 EL 素子においては有機薄膜層が、前記（付記 13）に記載の有機 EL 素子においては発光層が、それぞれ特定の縮合八環芳香族化合物を含有するため、また、前記（付記 30）に記載の有機 EL 素子は発光層の厚みが特定の範囲であるので、赤色光の色純度が高く発光効率・発光輝度等に優れ、有機 EL ディスプレイに好適に用いることができる。有機薄膜層が含有する縮合八環芳香族化合物が、それぞれ、前記（付記 15）に記載の有機 EL 素子ではアリール縮合八環芳香族化合物であるので、前記（付記 16）に記載の有機 EL 素子ではアリールアミノ縮合八環芳香族化合物であるので、前記（付記 17）に記載の有機 EL 素子ではジアリールアミノ縮合八環芳香族化合物であるので、赤色光（600～780 nm）の色純度が高く発光効率・発光輝度等に優れる。前記（付記 18）に記載の有機 EL 素子は、電子輸送層が前記縮合八環芳香族化合物を含有し、前記（付記 19）に記載の有機 EL 素子では、該縮合八環芳香族化合物が電子輸送性に優れるアリール縮合八環芳香族化合物であるので、赤色光の色純度が高く発光効率・発光輝度等により優れる。前記（付記 20）に記載の有機 EL 素子は、正孔輸送層が前記縮合八環芳香族化合物を含有し、前記（付記 21）に記載の有機 EL 素子では、該縮

合八環芳香族化合物が正孔（キャリア）輸送性に優れるアリールアミノ縮合八環芳香族化合物、ジアリールアミノ縮合八環芳香族化合物であるので、赤色光の色純度が高く発光効率・発光輝度等により優れる。前記（付記 22）～（付記 23）に記載の有機 EL 素子は、安定な縮合八環芳香族化合物を含有するので、耐久性に優れ、赤色光の色純度が高く発光効率・発光輝度等に優れる。

【0007】前記（付記 24）に記載の有機 EL 素子は、その発光層が、縮合八環芳香族化合物をゲスト化合物とすると、発光波長が該ゲスト化合物の光吸収波長付近にあるホスト化合物をも含有する。該発光層は、主成分であるホスト化合物として製膜性に優れる材料を選択することができるため、前記縮合八環芳香族化合物自体の製膜性に関わらず製膜性に優れる。また、前記発光層においては、正極から注入された正孔と、負極から注入された電子とが再結合することにより、再結合サイトとなった分子が励起されるが、該発光層は前記ゲスト化合物及び前記ホスト化合物を含有するので、双方の化合物が前記再結合サイトになり得る。前記発光層においては、主成分である前記ホスト化合物が前記再結合サイトとなる割合が多く、該ホスト化合物が前記再結合サイトである場合には、まず、該ホスト化合物が励起される。そして、該ホスト化合物の発光波長と、前記ゲスト化合物（縮合八環芳香族化合物）の吸収波長とが重なり合う場合、該ホスト化合物から該ゲスト化合物（縮合八環芳香族化合物）へと励起エネルギーが効率的に移動し、該ホスト化合物は発光することなく基底状態に戻り、励起状態となった該ゲスト化合物（縮合八環芳香族化合物）のみが励起エネルギーを赤色光として放出するため、色純度の高い赤色発光が得られる。前記（付記 28）に記載の有機 EL 素子では、前記ホスト化合物がアルミニウムキノリン錯体（Alq）であるので、該アルミニウムキノリン錯体（Alq）からゲスト化合物である縮合八環芳香族化合物への励起エネルギーの効率的かつ有効な移動が生じ、該アルミニウムキノリン錯体（Alq）の発光を殆ど生ずることないため、色純度の高い赤色光が得られる。また、一般に薄膜中に発光分子が単独又は高濃度で存在する場合には、発光分子どうしが接近することにより発光分子間で相互作用が生じ、「濃度消光」と呼ばれる発光効率低下現象が起こるが、前記発光層においては、前記ゲスト化合物である前記縮合八環芳香族化合物が前記ホスト化合物中に比較的低濃度で分散されているので、前記「濃度消光」が効果的に抑制され、発光効率に優れる。

【0008】前記（付記 25）に記載の有機 EL 素子は、その発光層が、縮合八環芳香族化合物をゲスト化合物とすると、発光波長が第 2 ホスト化合物の光吸収波長付近にある第 1 ホスト化合物、光吸収波長が該第 1 ホスト化合物の発光波長付近にありかつ発光波長が第 3 ホスト化合物の光吸収波長付近にある第 2 ホスト化合物、・

・ ・ ・ 及び、光吸収波長が第 $n - 1$ ホスト化合物の発光波長付近にありかつ発光波長が該ゲスト化合物の光吸収波長付近にある第 n ホスト化合物、をも含有する。該発光層は、主成分である第 1 ホスト化合物～第 n ホスト化合物として製膜性に優れる材料を選択することができるため、前記縮合八環芳香族化合物自体の製膜性に関わらず製膜性に優れる。また、前記発光層においては、正極から注入された正孔と、負極から注入された電子とが再結合することにより、再結合サイトとなった分子が励起されるが、該発光層は前記ゲスト化合物及び前記第 1 ホスト化合物～第 n ホスト化合物を含有するので、双方の化合物が前記再結合サイトになり得る。前記発光層においては、主成分である前記第 1 ホスト化合物～第 n ホスト化合物が前記再結合サイトとなる割合が多く、第 k ホスト化合物 (k は 1 以上 n 以下の整数) が前記再結合サイトである場合には、まず、該第 k ホスト化合物が励起される。そして、該第 k ホスト化合物の発光波長と、第 $k + 1$ ホスト化合物の吸収波長とが重なり合い、第 $k + 1$ ホスト化合物の発光波長と、第 $k + 2$ ホスト化合物の吸収波長とが重なり合い、・ ・ ・、第 n ホスト化合物の発光波長と、前記ゲスト化合物 (縮合八環芳香族化合物) の吸収波長とが重なり合う場合、ホスト化合物からゲスト化合物 (縮合八環芳香族化合物) へと励起エネルギーが効率的に移動し、該ホスト化合物は発光することなく基底状態に戻り、励起状態となった該ゲスト化合物 (縮合八環芳香族化合物) のみが励起エネルギーを赤色光として放出するため、色純度の高い赤色発光が得られる。前記 (付記 29) に記載の有機 EL 素子では、ホスト化合物の数が 2 (即ち $n = 2$) であり、第 1 ホスト化合物がアルミニウムキノリン錯体 (Alq) であり、第 2 ホスト化合物がルブレンであるので、該アルミニウムキノリン錯体 (Alq) からルブレンへ、該ルブレンから縮合八環芳香族化合物へと、励起エネルギーの効率的かつ有効な移動が生じ、該アルミニウムキノリン錯体 (Alq) 及びルブレンの発光を殆ど生ずることないため、色純度の高い赤色光が得られる。また、一般に薄膜中に発光分子が単独又は高濃度で存在する場合には、発光分子どうしが接近することにより発光分子間で相互作用が生じ、「濃度消光」と呼ばれる発光効率低下現象が起こるが、前記発光層においては、前記ゲスト化合物である前記縮合八環芳香族化合物が前記ホスト化合物中に比較的低濃度で分散されているので、前記「濃度消光」が効果的に抑制され、発光効率に優れる。

【0009】前記 (付記 26) に記載の有機 EL 素子では、前記ホスト化合物と前記縮合八環芳香族化合物とのモル比が特定の関係にあるので、該ホスト化合物から該縮合八環芳香族化合物へと励起エネルギーが効率的に移動すると共に濃度消光による発光効率低下を避けることができる。前記 (付記 27) に記載の有機 EL 素子では、 n 種のホスト化合物の内、縮合八環芳香族化合物の*

*吸収波長付近に発光波長があるホスト化合物と、該縮合八環芳香族化合物とのモル比が特定の関係にあるので、該中間ゲスト化合物から該縮合八環芳香族化合物へと励起エネルギーが効率的に移動すると共に濃度消光による発光効率低下を避けることができる。

【0010】前記 (付記 32) に記載の有機 EL ディスプレイは、前記 (付記 11) から (付記 31) のいずれかに記載の有機 EL 素子を用いているので、赤色光の色純度が高く発光効率・発光輝度等に優れる。前記 (付記 33) に記載の有機 EL ディスプレイは、パッシブマトリクスパネル方式又はアクティブマトリクスパネル方式で発光し、該有機 EL ディスプレイにおいて前記有機 EL 素子は、駆動電流が印加された際に赤色に発光する。

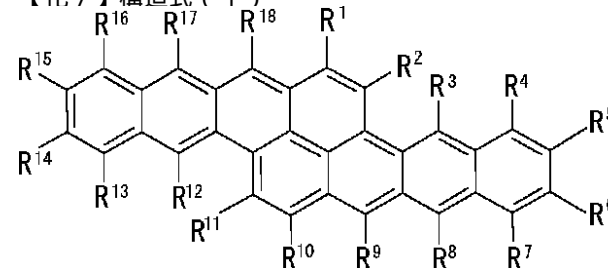
【0011】

【発明の実施の形態】<縮合八環芳香族化合物>本発明の縮合八環芳香族化合物は、2つのナフタセンを分子の長さ方向が互いに平行になるように縮合させてなり、置換基を導入可能な部位の数が 14、16 及び 18 のいずれかであり、かつ点対称骨格を有する (ただし、該置換基を導入可能な部位が総て水素原子である場合、即ち該置換基を導入可能な部位が置換基で置換されていない縮合八環炭化水素化合物である場合、を除く)。

【0012】前記縮合八環芳香族化合物としては、縮合八環炭化水素化合物及びその誘導体が挙げられ、具体的には、以下の構造式 (1) から (3) のいずれかで表されるものが好適に挙げられる。なお、前記構造式 (1) で表される縮合八環芳香族化合物は、ジナフト (2' : 3' - 3 : 4) (2'' : 3'' - 8 : 9) ピレン化合物 (以下「ジナフトピレン化合物」と略称する) であり、前記構造式 (2) で表される縮合八環芳香族化合物は、2, 3, 8, 9 - ジベンズアンサンズレン化合物 (以下「ジベンズアンサンズレン化合物」と略称する) であり、前記構造式 (3) で表される縮合八環芳香族化合物は、peri - ナフタセノナフタセン化合物 (以下「ナフタセノナフタセン化合物」と略称する) である。

【0013】

【化 7】構造式 (1)

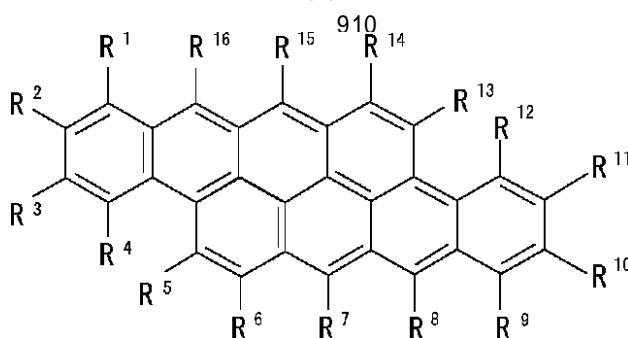


ただし、 $R^1 \sim R^{18}$ は、互いに同一であってもよいし異なってもよく、水素原子又は置換基を表す (ただし、総てが水素原子である場合を除く)。

【0014】

【化 8】構造式 (2)

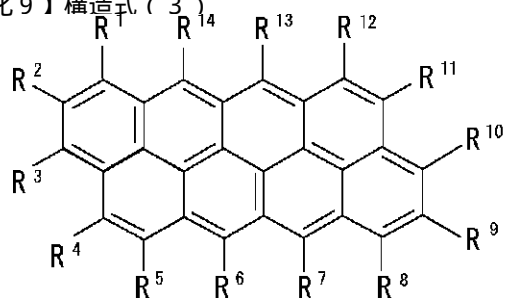
(6)



ただし、R¹ ~ R¹⁶は、互いに同一であってもよいし異なってもよく、水素原子又は置換基を表す（ただし、総てが水素原子である場合を除く）。

【0015】

【化9】構造式(3)



ただし、R¹ ~ R¹⁴は、互いに同一であってもよいし異なってもよく、水素原子又は置換基を表す（ただし、総てが水素原子である場合を除く）。

【0016】前記置換基としては、前記縮合八環芳香族化合物の発色が赤色（R）を示す限り（発光波長が580 ~ 780 nm程度である限り）、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、ハロゲン原子、水酸基、シアノ基、アルキル基、アルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、アリールアミノ基、ジアリールアミノ基、などから選択されるのが好ましい。

【0017】前記縮合八環芳香族化合物が前記置換基を有する場合、該置換基の作用乃至効果としては以下の通りである。前記置換基がハロゲン原子又はアルキル基である場合、これらの置換基は、該縮合八環芳香族化合物と後述のホスト化合物との親和性を増大させる。前記置換基が水酸基、シアノ基、アルコキシ基又はアリールオキシ基である場合、これらの置換基は、該縮合八環芳香族化合物の発光色を長波長方向へのシフトさせる。前記置換基がアリール基である場合、該置換基は、該縮合八環芳香族化合物の平面性母核への立体構造化により、分子間の会合による濃度消光を抑制させる。前記置換基がアリールアミノ基又はジアリールアミノ基である場合、これらの置換基は、該縮合八環芳香族化合物の発光色を長波長方向へのシフトさせ、また、該縮合八環芳香族化合物の正孔輸送性を増大させ、また、該縮合八環芳香族化合物の平面性母核への立体構造化により、分子間の会合による濃度消光を抑制させる。

【0018】前記ハロゲン原子としては、例えば、フッ素、塩素、臭素などが挙げられる。前記アルキル基としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、炭素数が1 ~ 10の直鎖状、分岐状若しくは環状のアルキル基が好適に挙げられ、具体的には、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、ターシャリーブチル、ペンチル、イソペンチル、ヘキシル、イソヘキシル、ヘプチル、イソヘプチル、オクチル、イソオクチル、ノニル、イソノニル、デシル、イソデシル、シクロペンチル、シクロブチル、シクロペンチル、シクロヘキシル、シクロヘプチル、シクロオクチル、シクロノニル、シクロデシル、などが好適に挙げられる。

【0019】前記アルコキシ基は、-OR（Rは、上述のアルキル基を表す）で表され、例えば、メトキシ、エトキシ、プロポキシ、イソプロポキシ、シクロプロポキシ、ブトキシ、イソブトキシ、シクロブトキシ、シクロペントキシ、シクロヘキシロキシ、などが挙げられる。

【0020】前記アリール基としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、単環芳香族環の基、芳香族環が4環以下結合してなる基、5環以下の縮合芳香族環を有し、炭素、酸素、窒素及び硫黄の原子数の合計が30以下である基、などが好適に挙げられる。

【0021】該単環芳香族環の基としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、フェニル、トリル、キシリル、クメニル、スチリル、メシチル、シンナミル、フェネチル、ベンズヒドリル、などが挙げられ、これらは置換基で置換されていてもよい。

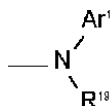
【0022】該芳香族環が4環以下結合してなる基としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、ナフチル、アントリル、フェナントリル、インデニル、アズレニル、ベンズアントラセニル、などが挙げられ、これらは置換基で置換されていてもよい。

【0023】該5環以下の縮合芳香族環を有し、炭素、酸素、窒素及び硫黄の原子数の合計が30以下である基としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、ピロリル、フリル、チエニル、ピリジル、キノリル、イソキノリル、イミダゾイ

ル、ピリジニル、ピロロピリジニル、チアゾイル、ピリミジニル、チオフェニル、インドリル、キノリニル、ピリニル、アデニル、などが挙げられ、これらは置換基で置換されていてもよい。

【0024】前記アリールオキシ基、前記アリールアミノ基及び前記ジアリールアミノ基におけるアリール基は、上述のアリール基と同様である。前記アリールアミノ基としては、例えば、下記式で表されるものが好適に挙げられる。

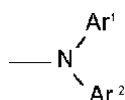
【化10】



ただし、 Ar^1 は、アリール基を表す。該アリール基としては、上述のアリール基が挙げられる。 R^{19} は、水素原子、又は、炭素数が1～10の直鎖状、分岐状若しくは環状のアルキル基を表す。かかるアルキル基としては、上述のものが挙げられる。

【0025】前記ジアリールアミノ基としては、例えば、下記式で表されるものが好適に挙げられる。

【化11】



ただし、 Ar^1 及び Ar^2 は、互いに同一であってもよいし異なってもよく、それぞれアリール基を表す。該アリール基としては、上述のアリール基が好適に挙げられる。

【0026】前記縮合八環芳香族化合物は、有機EL素子に好適に用いることができ、該有機EL素子における有機薄膜層、特に発光層等に好適に用いることができる。

【0027】前記構造式(1)における $\text{R}^1 \sim \text{R}^{18}$ の少なくとも1つは、前記構造式(2)における $\text{R}^1 \sim \text{R}^{16}$ の少なくとも1つは、又は、前記構造式(3)における $\text{R}^1 \sim \text{R}^{14}$ の少なくとも1つは、アリール基、アリールアミノ基及びジアリールアミノ基から選択される少なくとも1種であるのが好ましい。この場合、該縮合八環芳香族化合物は、赤色光の色純度が高く発光効率・発光輝度等に優れ、有機EL素子に好適に用いることができる点で有利である。

【0028】前記構造式(1)における $\text{R}^1 \sim \text{R}^{18}$ の少なくとも1つ、前記構造式(2)における $\text{R}^1 \sim \text{R}^{16}$ の少なくとも1つ、又は、前記構造式(3)における $\text{R}^1 \sim \text{R}^{14}$ の少なくとも1つがアリール基である場合、該縮合八環芳香族化合物は電子輸送性に優れたアリール縮合八環芳香族化合物であり、前記有機EL素子における電子輸送層及び発光層の少なくとも一方に好適に用いることができる。

【0029】前記構造式(1)における $\text{R}^1 \sim \text{R}^{18}$ の

少なくとも1つ、前記構造式(2)における $\text{R}^1 \sim \text{R}^{16}$ の少なくとも1つ、又は、前記構造式(3)における $\text{R}^1 \sim \text{R}^{14}$ の少なくとも1つがアリールアミノ基である場合、該縮合八環芳香族化合物は正孔(キャリア)輸送性に優れたアリールアミノ縮合八環芳香族化合物であり、また、前記構造式(1)における $\text{R}^1 \sim \text{R}^{18}$ の少なくとも1つ、前記構造式(2)における $\text{R}^1 \sim \text{R}^{16}$ の少なくとも1つ、又は、前記構造式(3)における $\text{R}^1 \sim \text{R}^{14}$ の少なくとも1つがジアリールアミノ基である場合、該縮合八環芳香族化合物は正孔(キャリア)輸送性に優れたジアリールアミノ縮合八環芳香族化合物であり、それぞれ前記有機EL素子における正孔輸送層及び発光層の少なくとも一方に好適に用いることができる。

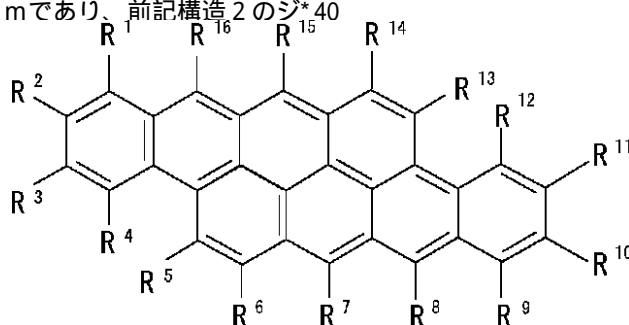
【0030】前記構造式(1)においては、 $\text{R}^1 \sim \text{R}^8$ 及び $\text{R}^{10} \sim \text{R}^{17}$ が水素原子であり、 R^9 及び R^{18} がフェニル基、フェニルアミノ基及びジフェニルアミノ基のいずれかである場合(「構造1」)には、安定であるので、該縮合八環芳香族化合物(ジナフトピレン化合物)は前記有機EL素子に好適に用いることができ、 R^9 及び R^{18} は互いに同一である場合には、その効果が顕著である点で好ましい。また、上記同様に、前記構造式(1)においては、 $\text{R}^2 \sim \text{R}^9$ 及び $\text{R}^{11} \sim \text{R}^{18}$ が水素原子であり、 R^1 及び R^{10} がフェニル基、フェニルアミノ基及びジフェニルアミノ基のいずれかである場合(「構造2」)、 $\text{R}^1 \sim \text{R}^7$ 、 $\text{R}^9 \sim \text{R}^{16}$ 及び R^{18} が水素原子であり、 R^8 及び R^{17} がフェニル基、フェニルアミノ基及びジフェニルアミノ基のいずれかである場合(「構造3」)、 $\text{R}^1 \sim \text{R}^6$ 、 $\text{R}^8 \sim \text{R}^{15}$ 及び $\text{R}^{17} \sim \text{R}^{18}$ が水素原子であり、 R^7 及び R^{16} がフェニル基、フェニルアミノ基及びジフェニルアミノ基のいずれかである場合(「構造4」)、なども好ましい。

【0031】前記構造式(2)においては、 $\text{R}^1 \sim \text{R}^6$ 、 $\text{R}^8 \sim \text{R}^{14}$ 及び R^{16} が水素原子であり、 R^7 及び R^{15} がフェニル基、フェニルアミノ基及びジフェニルアミノ基のいずれかである場合(「構造1」)には、安定であるので、該縮合八環芳香族化合物(ジベンズアンサンズレン化合物)は前記有機EL素子に好適に用いることができ、 R^7 及び R^{15} は互いに同一である場合には、その効果が顕著である点で好ましい。また、上記同様に、前記構造式(2)において、 $\text{R}^1 \sim \text{R}^5$ 、 $\text{R}^7 \sim \text{R}^{13}$ 及び $\text{R}^{15} \sim \text{R}^{16}$ が水素原子であり、 R^6 及び R^{14} がフェニル基、フェニルアミノ基及びジフェニルアミノ基のいずれかである場合(「構造2」)、 $\text{R}^1 \sim \text{R}^7$ 及び $\text{R}^9 \sim \text{R}^{15}$ が水素原子であり、 R^8 及び R^{16} がフェニル基、フェニルアミノ基及びジフェニルアミノ基のいずれかである場合(「構造3」)、 $\text{R}^2 \sim \text{R}^8$ 及び $\text{R}^{10} \sim \text{R}^{16}$ が水素原子であり、 R^1 及び R^9 がフェニル基、フェニルアミノ基及びジフェニルア

ミノ基のいずれかである場合（「構造 4」）、なども好ましい。

【0032】前記構造式（3）においては、 $R^1 \sim R^5$ 、 $R^7 \sim R^{12}$ 及び R^{14} が水素原子であり、 R^6 及び R^{13} がフェニル基、フェニルアミノ基及びジフェニルアミノ基のいずれかである場合（「構造 1」）には、安定であるので、該縮合八環芳香族化合物（ナフタセノナフタセン）は前記有機 EL 素子に好適に用いることができ、 R^6 及び R^{13} は互いに同一である場合には、その効果が顕著である点で好ましい。また、上記同様に、前記構造式（3）においては、 $R^1 \sim R^4$ 、 $R^6 \sim R^{11}$ 及び $R^{13} \sim R^{14}$ が水素原子であり、 R^5 及び R^{12} がフェニル基、フェニルアミノ基及びジフェニルアミノ基のいずれかである場合（「構造 2」）、 $R^1 \sim R^6$ 及び $R^8 \sim R^{13}$ が水素原子であり、 R^7 及び R^{14} がフェニル基、フェニルアミノ基及びジフェニルアミノ基のいずれかである場合（「構造 3」）、 $R^2 \sim R^7$ 及び $R^9 \sim R^{14}$ が水素原子であり、 R^1 及び R^8 がフェニル基、フェニルアミノ基及びジフェニルアミノ基のいずれかである場合（「構造 4」）、なども好ましい。

【0033】なお、前記構造式（1）～（3）においては、置換基の種類及び数が同じであれば、置換基の位置の違いによる吸収ピーク波長の差は一般に小さい。例えば、富士通（株）製の分子軌道計算プログラム（WinMOPAC V3.0）を用いて分子軌道計算による吸収ピーク位置予測をすると、前記構造式（1）における前記構造 1～4 において 2 つの置換基がフェニル基であるジフェニルナフトピレン化合物である場合については、前記構造 1 のジフェニルナフトピレン化合物の吸収ピーク波長は 508 nm であり、前記構造 2 のジフェニルナフトピレン化合物の吸収ピーク波長は 503 nm であり、前記構造 3 のジフェニルナフトピレン化合物の吸収ピーク波長は 498 nm であり、前記構造 4 のジフェニルナフトピレン化合物の吸収ピーク波長は 492 nm である。また、前記構造式（2）における前記構造 1～4 において 2 つの置換基がフェニル基であるジフェニルジベンズアンサンスレン化合物である場合については、前記構造 1 のジフェニルジベンズアンサンスレン化合物の吸収ピーク波長は 534 nm であり、前記構造 2 のジ⁴⁰



ただし、 $R^1 \sim R^{16}$ は、互いに同一であってもよいし

*フェニルナフタセノナフトピレン化合物の吸収ピーク波長は 522 nm であり、前記構造 3 のジフェニルジベンズアンサンスレン化合物の吸収ピーク波長は 533 nm であり、前記構造 4 のジフェニルジベンズアンサンスレン化合物の吸収ピーク波長は 521 nm である。

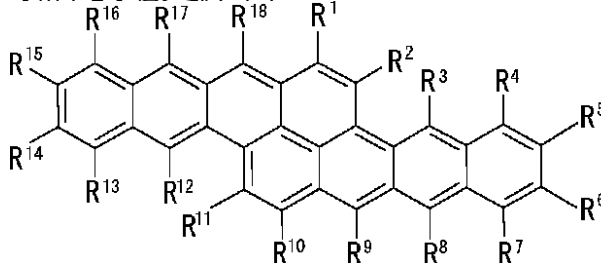
【0034】本発明の縮合八環芳香族化合物は、各種分野において好適に使用することができるが、以下の本発明の有機 EL 素子及び有機 EL ディスプレイに特に好適に使用することができる。

【0035】＜有機 EL 素子＞本発明の有機 EL 素子は、正極及び負極の間に、発光層を含む有機薄膜層を有してなり、該有機薄膜層が、2 つのナフタセンを分子の長さ方向が互いに平行になるように縮合させてなり、置換基を導入可能な部位の数が 14、16、18 及び 20 のいずれかであり、かつ点対称骨格を有する縮合八環芳香族化合物を含有する。

【0036】前記縮合八環芳香族化合物としては、例えば、以下の構造式（1）から（3）のいずれかで表されるものが好適に挙げられる。なお、前記構造式（1）で表される縮合八環芳香族化合物は、ジナフトピレン化合物であり、前記構造式（2）で表される縮合八環芳香族化合物は、ジベンズアンサンスレン化合物であり、前記構造式（3）で表される縮合八環芳香族化合物は、ナフタセノナフタセンである。

【0037】

【化 1 2】構造式（1）



ただし、 $R^1 \sim R^{18}$ は、互いに同一であってもよいし異なってもよく、水素原子又は置換基を表す。なお、該置換基としては、上述のものと同様のものが挙げられる。

【0038】

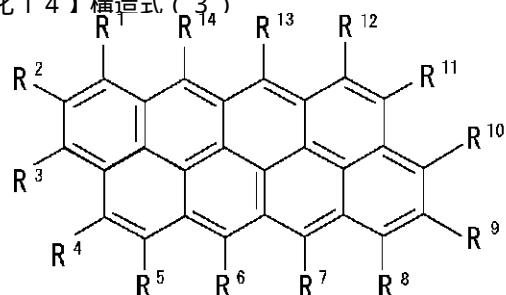
【化 1 3】構造式（2）

異なってもよく、水素原子又は置換基を表す。な

お、該置換基としては、上述のものと同様のものが挙げられる。

【0039】

【化14】構造式(3)



ただし、 $R^1 \sim R^{14}$ は、互いに同一であってもよいし異なってもよく、水素原子又は置換基を表す。なお、該置換基としては、上述のものと同様のものが挙げられる。

【0040】前記縮合八環芳香族化合物は前記有機薄膜層に含有されるが、該有機薄膜層における電子輸送層、正孔輸送層及び発光層の少なくともいずれかに含有されるのが好ましく、該発光層に含有されるのがより好ましく、該電子輸送層若しくは該発光層及び電子輸送層、又は、該正孔輸送層若しくは該発光層及び正孔輸送層に含有されるのが特に好ましい。

【0041】なお、該縮合八環芳香族化合物が前記発光層及び電子輸送層又は前記発光層及び正孔輸送層に含有される場合、該発光層及び電子輸送層又は該発光層及び正孔輸送層は互いに別の層であってもよいし、発光層兼電子輸送層又は発光層兼正孔輸送層としての1つの層であってもよい。

【0042】前記発光層に含有される縮合八環芳香族化合物としては、前記構造式(1)については、 $R^1 \sim R^{18}$ の少なくとも1つが、アリール基、アリールアミノ基及びジアリールアミノ基から選択される少なくとも1種であるのが好ましく、 $R^1 \sim R^8$ 及び $R^{10} \sim R^{17}$ が水素原子であり、 R^9 及び R^{18} がフェニル基、フェニルアミノ基及びジフェニルアミノ基のいずれかであるのがより好ましく、更に R^9 及び R^{18} が互いに同一であるのが特に好ましい。

【0043】また、前記構造式(2)については、 $R^1 \sim R^{16}$ の少なくとも1つが、アリール基、アリールアミノ基及びジアリールアミノ基から選択される少なくとも1種であるのが好ましく、 $R^1 \sim R^6$ 、 $R^8 \sim R^{14}$ 及び R^{16} が水素原子であり、 R^7 及び R^{15} がフェニル基、フェニルアミノ基及びジフェニルアミノ基のいずれかであるのがより好ましく、更に R^7 及び R^{15} が互いに同一であるのが特に好ましい。

【0044】また、前記構造式(3)については、 $R^1 \sim R^{14}$ の少なくとも1つが、アリール基、アリールアミノ基及びジアリールアミノ基から選択される少なくとも1種であるのが好ましく、 $R^1 \sim R^5$ 、 $R^7 \sim R^{12}$

及び R^{14} が水素原子であり、 R^6 及び R^{13} がフェニル基、フェニルアミノ基及びジフェニルアミノ基のいずれかであるのがより好ましく、更に R^6 及び R^{13} が互いに同一であるのが特に好ましい。

【0045】これらの場合において、前記好ましい場合には、該有機EL素子は、赤色光の色純度が高く発光効率・発光輝度等に優れる点で有利であり、前記より好ましい場合及び前記特に好ましい場合には、該縮合八環芳香族化合物が、安定であるので、更に該有機EL素子は、耐久性に優れる点で有利である。なお、前記アリールアミノ基としては、上述の式で表されるものが好ましく、前記ジアリールアミノ基としては、上述の式で表されるものが好ましい。

【0046】前記電子輸送層、又は、前記電子輸送層及び前記発光層に含有される前記縮合八環芳香族化合物としては、前記構造式(1)については、 $R^1 \sim R^{18}$ の少なくとも1つがアリール基であるのが好ましく、 $R^1 \sim R^8$ 及び $R^{10} \sim R^{17}$ が水素原子であり、 R^9 及び R^{18} がフェニル基であるのがより好ましく、 R^9 及び R^{18} が互いに同一であるのが特に好ましい。

【0047】また、前記構造式(2)については、 $R^1 \sim R^{16}$ の少なくとも1つが、アリール基であるのが好ましく、 $R^1 \sim R^6$ 、 $R^8 \sim R^{14}$ 及び R^{16} が水素原子であり、 R^7 及び R^{15} がフェニル基であるのがより好ましく、更に R^7 及び R^{15} が互いに同一であるのが特に好ましい。

【0048】また、前記構造式(3)については、 $R^1 \sim R^{14}$ の少なくとも1つが、アリール基であるのが好ましく、 $R^1 \sim R^5$ 、 $R^7 \sim R^{12}$ 及び R^{14} が水素原子であり、 R^6 及び R^{13} がフェニル基であるのがより好ましく、更に R^6 及び R^{13} が互いに同一であるのが特に好ましい。

【0049】これらの場合において、前記好ましい場合には、該縮合八環芳香族化合物が電子輸送性に優れるアリール縮合八環芳香族化合物であり、該有機EL素子は、赤色光の色純度が高く発光効率・発光輝度等により優れる点で有利であり、前記より好ましい場合及び前記特に好ましい場合には、該縮合八環芳香族化合物は、安定であるので、更に該有機EL素子は、耐久性に優れる点で有利である。

【0050】前記正孔輸送層、又は、前記正孔輸送層及び前記発光層に含有される縮合八環芳香族化合物としては、前記構造式(1)については、 $R^1 \sim R^{18}$ の少なくとも1つが前記アリールアミノ基及び前記ジアリールアミノ基のいずれかであるのが好ましく、 $R^1 \sim R^8$ 及び $R^{10} \sim R^{17}$ が水素原子であり、 R^9 及び R^{18} がフェニルアミノ基及びジフェニルアミノ基のいずれかであるのがより好ましく、 R^9 及び R^{18} が互いに同一であるのが特に好ましい。

【0051】また、前記構造式(2)については、 R^1

17

～ R^{16} の少なくとも1つが、アリアルアミノ基及びジアリアルアミノ基から選択される少なくとも1種であるのが好ましく、 $R^1 \sim R^6$ 、 $R^8 \sim R^{14}$ 及び R^{16} が水素原子であり、 R^7 及び R^{15} がフェニルアミノ基及びジフェニルアミノ基のいずれかであるのがより好ましく、更に R^7 及び R^{15} が互いに同一であるのが特に好ましい。

【0052】また、前記構造式(3)については、 $R^1 \sim R^{14}$ の少なくとも1つが、アリアルアミノ基及びジアリアルアミノ基から選択される少なくとも1種であるのが好ましく、 $R^1 \sim R^5$ 、 $R^7 \sim R^{12}$ 及び R^{14} が水素原子であり、 R^6 及び R^{13} がフェニルアミノ基及びジフェニルアミノ基のいずれかであるのがより好ましく、更に R^6 及び R^{13} が互いに同一であるのが特に好ましい。

【0053】これらの場合において、前記好ましい場合には、該縮合八環芳香族化合物が正孔(キャリア)輸送性に優れるアリアルアミノ縮合八環芳香族化合物、ジアリアルアミノ縮合八環芳香族化合物であり、該有機EL素子は、赤色光の色純度が高く発光効率・発光輝度等に20より優れる点で有利であり、前記より好ましい場合及び前記特に好ましい場合には、該縮合八環芳香族化合物が、安定であるので、更に該有機EL素子は、耐久性に優れる点で有利である。

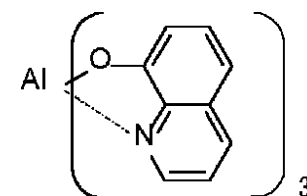
【0054】前記発光層は、前記縮合八環芳香族化合物のほかに、ホスト化合物を含有しているのが好ましい。前記ホスト化合物としては、その発光波長が該縮合八環芳香族化合物の光吸収波長付近にある化合物が好ましい。これらの中でも、該縮合八環芳香族化合物の光吸収波長は500～650nmであることから、その光吸収30波長が縮合八環芳香族化合物よりも短波長側にあり、かつその発光波長が該縮合八環芳香族化合物の光吸収波長付近にある化合物が好ましく、具体的には、下記構造式で表されるアルミニウムキノリン錯体(Alq)(主発*

18

*光波長=530nm)、下記構造式で表される9,9'-ビアントリル(主発光波長=460nm)、下記構造式で表される4,4'-ビス(9-カルbazolil)-ビフェニル(CBP)(主発光波長=380nm)、下記構造式で表される4,4'-ビス(2,2'-ジフェニルビニル)-1,1'-ビフェニル(DPVBi)(主発光波長=470nm)、下記構造式で表されるp-セスキフェニル(主発光波長=400nm)、下記構造式で表される1,3,6,8-テトラフェニルピレン(主発光波長=440nm)、下記構造式で表されるN,N'-ジナフチル-N,N'-ジフェニル-[1,1'-ビフェニル]-4,4'-ジアミン(NPD)(主発光波長=430nm)、などが好ましく、アルミニウムキノリン錯体(Alq)が特に好ましい。

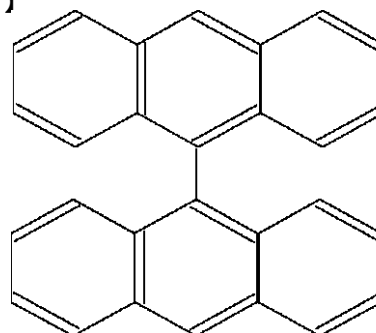
【0055】アルミニウムキノリン錯体(Alq)

【化15】



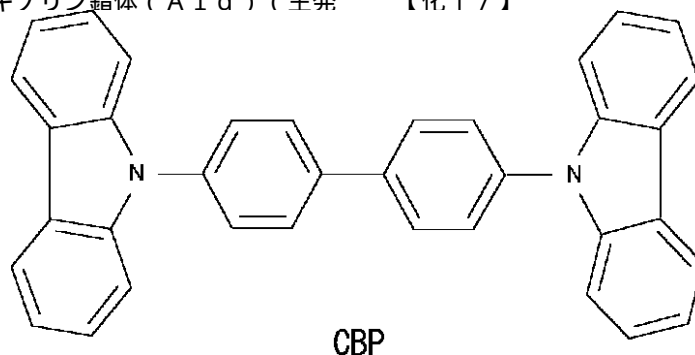
【0056】9,9'-ビアントリル

【化16】



【0057】

【化17】

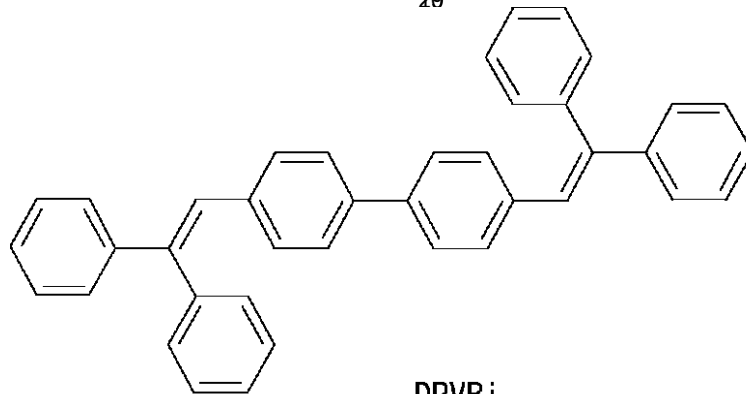


【0058】

【化18】

(11)

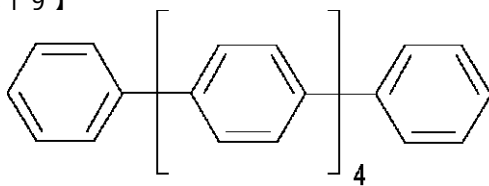
29



DPVBi

【0059】

【化19】



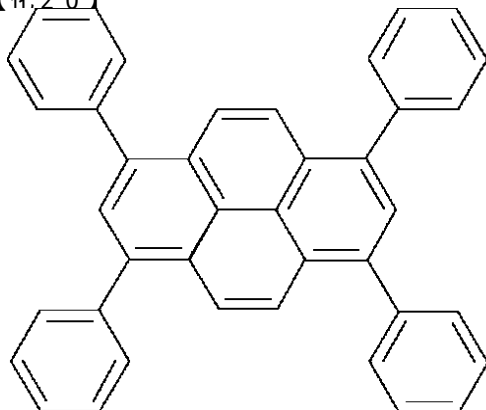
P-sec-フェニル

*【0061】

【化21】

【0060】

【化20】

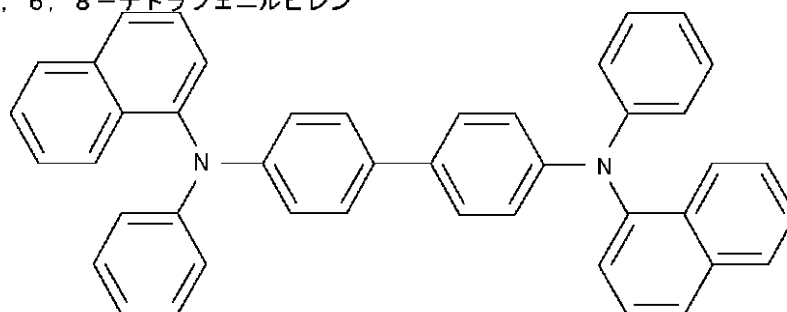


1, 3, 6, 8-テトラフェニルピレン

10

*

20



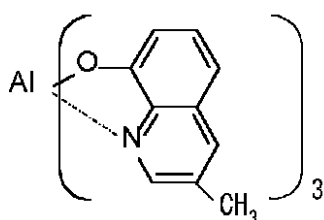
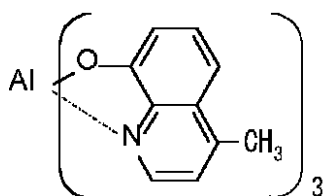
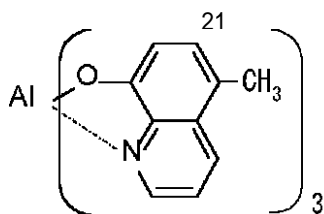
NPD

【0062】なお、該アルミニウムキノリン錯体（A1q）等の前記ホスト化合物は、その発光波長が前記縮合八環芳香族化合物の吸収波長との重なりがなくなる範囲内で適宜選択した置換基を有していてもよく、例えば、該アルミニウムキノリン錯体（A1q）の場合、下記構造式で表されるようなメチル置換体などが好適に挙

げられる。

【0063】

【化22】



【0064】前記発光層が、前記ホスト化合物を含有すると、該ホスト化合物として製膜性に優れる材料を選択することができるため、前記縮合八環芳香族化合物自体の製膜性に関わらず製膜性に優れる点で有利である。また、該発光層において、正極から注入された正孔と、負極から注入された電子とが再結合する再結合サイトが該ホスト化合物である場合には、まず、該ホスト化合物が励起される。そして、該ホスト化合物の発光波長と、前記ゲスト化合物（縮合八環芳香族化合物）の吸収波長とが重なり合う場合、該ホスト化合物から該ゲスト化合物（縮合八環芳香族化合物）へと励起エネルギーが効率的に移動し、該ホスト化合物は発光することなく基底状態に戻り、励起状態となった該ゲスト化合物（縮合八環芳香族化合物）のみが励起エネルギーを赤色光として放出するため、色純度の高い赤色発光が得られ、発光効率・発光輝度等に極めて優れる点で有利である。更に、該発光層においては、前記縮合八環芳香族化合物が前記ホスト化合物中に比較的低濃度で分散されており、前記「濃度消光」が効果的に抑制され、発光効率に優れる点で有利である。

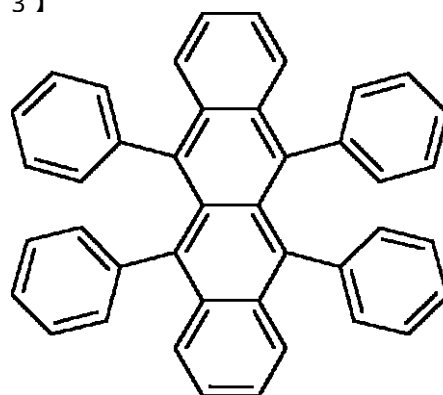
【0065】前記発光層は、前記ホスト化合物を n 種（ n は 1 以上の整数を表す）含有していてもよい。この場合、該 n 種のホスト化合物のうち、発光波長の短いものから順に、第 1 ホスト化合物、第 2 ホスト化合物、・・・、第 $n-1$ ホスト化合物、第 n ホスト化合物とすると、該第 1 ホスト化合物の発光波長が該第 2 ホスト化合物の光吸収波長付近にあり、該第 2 ホスト化合物の発光波長が該第 3 ホスト化合物の光吸収波長付近にあり、・・・、該第 $n-1$ ホスト化合物の発光波長が該第 n ホスト化合物の光吸収波長付近にあり、該第 n ホスト化合物*

*の発光波長が該縮合八環芳香族化合物の光吸収波長付近にあるのが好ましい。

【0066】前記ホスト化合物の中でも、アルミニウムキノリン錯体（Alq）（主発光波長 = 530 nm）とルブレン（主光吸収波長 = 530 nm：主発光波長 = 560 nm）との組合せ、などが好ましく、該縮合八環芳香族化合物の光吸収波長は 500 ~ 650 nm であることから、その主発光波長が 530 nm である前記アルミニウムキノリン錯体（Alq）と、その主光吸収波長が 530 nm であり、かつその主発光波長が 560 nm であり、下記構造式で表されるルブレンとの 2 種の組合せ（併用）がより好ましい。

【0067】

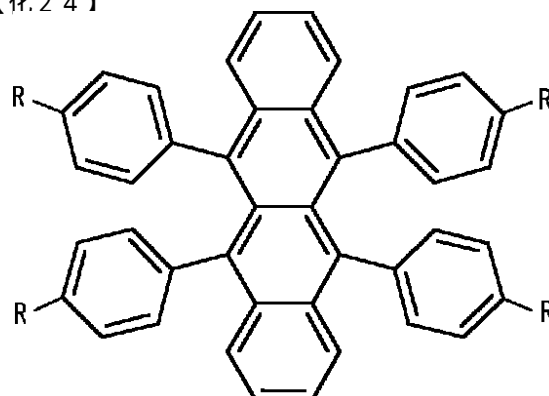
【化23】



【0068】なお、該アルミニウムキノリン錯体（Alq）、該ルブレン等の前記 n 種のホスト化合物は、前記縮合八環芳香族化合物の発光効率・発光輝度等を害しない範囲内で適宜選択した置換基を有していてもよく、例えば、該ルブレンの場合、下記構造式で表される置換体などが好適に挙げられる。

【0069】

【化24】



上記構造式中、R は、置換基を表し、該置換基としては、例えば、メチル基、ターシャリーブチル基、フェニル基などが挙げられる。

【0070】前記発光層が、 n 種の前記ホスト化合物を含有すると、第 1 ホスト化合物 ~ 第 n ホスト化合物として製膜性に優れる材料を選択することができるため、前

記縮合八環芳香族化合物自体の製膜性に関わらず製膜性に優れる点で有利である。また、該発光層において、正極から注入された正孔と、負極から注入された電子とが再結合する再結合サイトが該第 k ホスト化合物である場合には、まず、該第 k ホスト化合物が励起される。そして、該第 k ホスト化合物の発光波長と、第 $k+1$ ホスト化合物の吸収波長とが重なり合い、第 $k+1$ ホスト化合物の発光波長と、第 $k+2$ ホスト化合物の吸収波長とが重なり合い、 \dots 、第 n ホスト化合物の発光波長と、前記ゲスト化合物（縮合八環芳香族化合物）の吸収波長とが重なり合う場合、ホスト化合物からゲスト化合物（縮合八環芳香族化合物）へと励起エネルギーが効率的に移動し、該ホスト化合物は発光することなく基底状態に戻り、励起状態となった該ゲスト化合物（縮合八環芳香族化合物）のみが励起エネルギーを赤色光として放出するため、色純度の高い赤色発光が得られ、発光効率・発光輝度等に極めて優れる点で有利である。更に、該発光層においては、前記縮合八環芳香族化合物が前記第1ホスト化合物～第 n ホスト化合物中に比較的低濃度で分散されており、前記「濃度消光」が効果的に抑制され、発光効率に優れる点で有利である。

【0071】前記ホスト化合物の前記発光層における含有量としては、前記縮合八環芳香族化合物1モルに対し、通常、4モル以上程度であり、10モル以上であるのが好ましく、50モル以上であるのがより好ましい。前記ホスト化合物の前記発光層における含有量が、50モル%以上程度であると前記縮合八環芳香族化合物の発光効率・発光輝度等の向上効果が観られ、好ましい範囲であると該向上効果が十分であり、該より好ましい範囲であると該向上効果が顕著である。

【0072】前記ホスト化合物が n 種ある場合には、 n 種のホスト化合物の内、好ましくは2種のホスト化合物の内、前記縮合八環芳香族化合物の吸収波長付近に発光波長があるホスト化合物の前記発光層における含有量としては、該縮合八環芳香族化合物1モルに対し、0.5モル以上程度であるのが好ましく、1モル以上であるのがより好ましく、3モル以上であるのが特に好ましい。該ホスト化合物の前記発光層における含有量が、0.5モル%以上程度であると前記縮合八環芳香族化合物の発光効率・発光輝度等の向上効果が観られ、好ましい範囲であると該向上効果が十分であり、該より好ましい範囲であると該向上効果が顕著である。

【0073】本発明の有機EL素子における前記発光層は、電界印加時に前記正極、正孔注入層、前記正孔輸送層等から正孔を注入することができ、前記負極、電子注入層、前記電子輸送層等から電子を注入することができ、更に該正孔と該電子との再結合の場を提供し、該再結合の際に生ずる再結合エネルギーにより、赤色の発光を示す前記縮合八環芳香族化合物（発光分子）を発光させる機能を有していればよく、該縮合八環芳香族化合物

以外に、該赤色の発光を害しない範囲内において他の発光材料を含有していてもよい。

【0074】前記他の発光材料としては、赤色の発光を示すものが好適に挙げられ、例えば、特開平9-272863号公報に記載のニトロベンゾチアゾールアゾ化合物、特開平9-272864号、特開平10-158639号公報等に記載のユーロピウム錯体、などが挙げられる。

【0075】前記他の発光材料は、前記縮合八環芳香族化合物と同じ層に含有されていてもよいし、異なる層に含有されていてもよい。後者の場合には、前記発光層は複数層構造となる。

【0076】前記発光層は、公知の方法に従って形成することができるが、例えば、蒸着法、湿式製膜法、MBE（分子線エピタキシー）法、クラスターイオンビーム法、分子積層法、LB法、印刷法、転写法、などにより好適に形成することができる。これらの中でも、有機溶媒を用いず廃液処理の問題がなく、低コストで簡便かつ効率的に製造することができる点で蒸着法が好ましいが、前記有機薄膜層を単層構造に設計する場合には、例えば、該有機薄膜層を正孔輸送層兼発光層兼電子輸送層等として形成する場合には湿式製膜法も好ましい。

【0077】前記蒸着法としては、特に制限はなく、目的に応じて公知のものの中から適宜選択することができるが、例えば、真空蒸着法、抵抗加熱蒸着、化学蒸着法、物理蒸着法、などが挙げられ、該化学蒸着法としては、例えば、プラズマCVD法、レーザーCVD法、熱CVD法、ガスソースCVD法などが挙げられる。前記蒸着法による前記発光層の形成は、例えば、前記縮合八環芳香族化合物を真空蒸着することにより、該発光層が前記縮合八環芳香族化合物以外に前記ホスト化合物を含有する場合には該縮合八環芳香族化合物及び該ホスト化合物を真空蒸着による同時蒸着することにより、好適に行うことができる。

【0078】前記湿式製膜法としては、特に制限はなく、目的に応じて公知のものの中から適宜選択することができるが、例えば、インクジェット法、スピンコート法、ニーダーコート法、バーコート法、ブレードコート法、キャスト法、ディップ法、カーテンコート法などが挙げられる。

【0079】前記湿式製膜法の場合、前記発光層の材料を樹脂成分と共に溶解乃至分散させた溶液を用いる（塗布等する）ことができ、該樹脂成分としては、例えば、ポリビニルカルバゾール、ポリカーボネート、ポリ塩化ビニル、ポリスチレン、ポリメチルメタクリレート、ポリエステル、ポリスルホン、ポリフェニレンオキシド、ポリブタジエン、炭化水素樹脂、ケトン樹脂、フェノキシ樹脂、ポリアミド、エチルセルロース、酢酸ビニル、ABS樹脂、ポリウレタン、メラミン樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、アルキド樹脂、エポキシ樹脂、シリコー

ン樹脂、などが挙げられる。

【0080】前記湿式製膜法による前記発光層の形成は、例えば、前記縮合八環芳香族化合物及び必要に応じて用いる前記樹脂材料を溶剤に溶液（塗布液）を用いる（塗布し乾燥する）ことにより、該発光層が前記縮合八環芳香族化合物以外に前記ホスト化合物を含有する場合には該縮合八環芳香族化合物、該ホスト化合物及び必要に応じて用いる前記樹脂材料を溶剤に溶解した溶剤に溶液（塗布液）を用いる（塗布し乾燥する）ことにより、好適に行うことができる。

【0081】前記発光層の厚みとしては、1～50nmが好ましく、3～20nmがより好ましい。前記発光層の厚みが、前記好ましい数値範囲であると、該有機EL素子により発光される赤色光の純度が高く、発光効率・発光輝度が十分であり、前記より好ましい数値範囲であるとそれが顕著である点で有利である。

【0082】本発明の有機EL素子は、正極及び負極の間に、発光層を含む有機薄膜層を有してなり、目的に応じて保護層等のその他の層を有していてもよい。前記有機薄膜層は、少なくとも前記発光層を有し、更に必要に

【0083】 - 正極 -

前記正極としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、前記有機薄膜層に、具体的には該有機薄膜層が前記発光層のみを有する場合には該発光層に、該有機薄膜層が更に前記正孔輸送層を有する場合には該正孔輸送層に、該有機薄膜層が更に前記正孔注入層を有する場合には該正孔注入層に、正孔（キャリア）を供給することができるものが好ましい。

【0084】前記正極の材料としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、金属、合金、金属酸化物、電気伝導性化合物、これらの混合物などが挙げられ、これらの中でも仕事関数が4eV以上の材料が好ましい。

【0085】前記正極の材料の具体例としては、酸化スズ、酸化亜鉛、酸化インジウム、酸化インジウムスズ（ITO）等の導電性金属酸化物、金、銀、クロム、ニッケル等の金属、これらの金属と導電性金属酸化物との混合物又は積層物、ヨウ化銅、硫化銅等の無機導電性物質、ポリアニリン、ポリチオフェン、ポリピロール等の有機導電性材料、これらとITOとの積層物、などが挙げられる。これらは、1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。これらの中でも、導電性金属酸化物が好ましく、生産性、高伝導性、透明性などの観点からはITOが特に好ましい。

【0086】前記正極の厚みとしては、特に制限はなく、材料等により適宜選択可能であるが、1～5000nmが好ましく、20～200nmがより好ましい。

【0087】前記正極は、通常、ソーダライムガラス、

無アルカリガラス等のガラス、透明樹脂等の基板上に形成される。前記基板として前記ガラスを用いる場合、該ガラスからの溶出イオンを少なくする観点からは、前記無アルカリガラス、シリカなどのバリアコートをした前記ソーダライムガラスが好ましい。

【0088】前記基板の厚みとしては、機械的強度を保つのに十分な厚みであれば特に制限はないが、該基材としてガラスを用いる場合には、通常0.2mm以上であり、0.7mm以上が好ましい。

10 【0089】前記正極は、例えば、蒸着法、湿式製膜法、電子ビーム法、スパッタリング法、反応性スパッタリング法、MBE（分子線エピタキシー）法、クラスターイオンビーム法、イオンプレーティング法、プラズマ重合法（高周波励起イオンプレーティング法）、分子積層法、LB法、印刷法、転写法、化学反応法（ゾル-ゲル法など）により該ITOの分散物を塗布する方法、などの上述した方法により好適に形成することができる。

【0090】前記正極は、洗浄、その他の処理を行うことにより、該有機EL素子の駆動電圧を低下させたり、

20 【0091】 - 負極 -

前記負極としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、前記有機薄膜層に、具体的には該有機薄膜層が前記発光層のみを有する場合には該発光層に、該有機薄膜層が更に前記電子輸送層を有する場合には該電子輸送層に、該有機薄膜層及び該負極間に電子注入層を有する場合には該電子注入層に、電子を供給することができるものが好ましい。

【0092】前記負極の材料としては、特に制限はなく、前記電子輸送層、前記発光層などの該負極と隣接する層乃至分子との密着性、イオン化ポテンシャル、安定性等に応じて適宜選択することができ、例えば、金属、合金、金属酸化物、電気伝導性化合物、これらの混合物などが挙げられる。

【0093】前記負極の材料の具体例としては、アルカリ金属（例えばLi、Na、K、Csなど）、アルカリ土類金属（例えばMg、Caなど）、金、銀、鉛、アルミニウム、ナトリウム-カリウム合金又はそれらの混合金属、リチウム-アルミニウム合金又はそれらの混合金属、マグネシウム-銀合金又はそれらの混合金属、インジウム、イッテルビウム等の希土類金属、これらの合金、などが挙げられる。これらは1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。これらの中でも、仕事関数が4eV以下の材料が好ましく、アルミニウム、リチウム-アルミニウム合金又はそれらの混合金属、マグネシウム-銀合金又はそれらの混合金属、などがより好ましい。

【0094】前記負極の厚みとしては、特に制限はなく、該負極の材料等に応じて適宜選択することができるが、1～1000nmが好ましく、20～200nmがより好ましい。

【0095】前記負極は、例えば、蒸着法、湿式製膜法、電子ビーム法、スパッタリング法、反応性スパッタリング法、MBE（分子線エピタキシー）法、クラスターイオンビーム法、イオンプレーティング法、プラズマ重合法（高周波励起イオンプレーティング法）、分子積層法、LB法、印刷法、転写法、などの上述した方法により好適に形成することができる。前記負極の材料として2種以上を併用する場合には、該2種以上の材料を同時に蒸着し、合金電極等を形成してもよいし、予め調製した合金を蒸着させて合金電極等を形成してもよい。

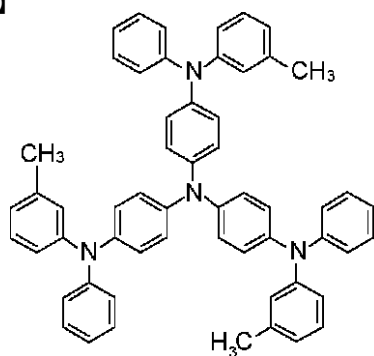
【0096】前記正極及び前記負極の抵抗値としては、低い方が好ましく、数百Ω以下であるのが好ましい。

【0097】- 正孔注入層 -

前記正孔注入層としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、電界印加時に前記正極から正孔を注入する機能を有しているものであるのが好ましい。前記正孔注入層の材料としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、銅フタロシアニン、ポリアニリン、下記式で表されるスターバーストアミン、などが好適に挙げられる。

【0098】

【化25】



【0099】前記正孔注入層の厚みとしては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、1～100nm程度が好ましく、5～50nmがより好ましい。前記正孔注入層は、例えば、蒸着法、湿式製膜法、電子ビーム法、スパッタリング法、反応性スパッタリング法、MBE（分子線エピタキシー）法、クラスターイオンビーム法、イオンプレーティング法、プラズマ重合法（高周波励起イオンプレーティング法）、分子積層法、LB法、印刷法、転写法、などの上述した方法により好適に形成することができる。

【0100】- 正孔輸送層 -

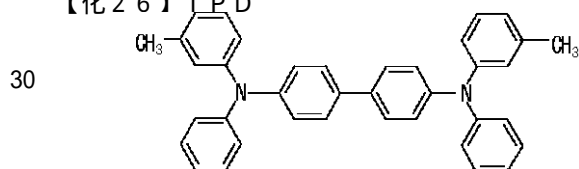
前記正孔輸送層としては、特に制限はなく、目的に応じ

て適宜選択することができるが、例えば、電界印加時に前記正極からの正孔を輸送する機能、前記負極から注入された電子を障壁する機能のいずれかを有しているものが好ましい。

【0101】前記正孔輸送層の材料としては、上述の通り前記縮合八環芳香族化合物を使用してもよいが、該縮合八環芳香族化合物以外の材料としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、芳香族アミン化合物、カルバゾール、イミダゾール、トリアゾール、オキサゾール、オキサジアゾール、ポリアリールアルカン、ピラゾリン、ピラズロン、フェニレンジアミン、アリールアミン、アミノ置換カルコン、スチリルアントラセン、フルオレノン、ヒドラゾン、スチルベン、シラザン、スチリルアミン、芳香族ジメチリデン化合物、ボルフィリン系化合物、ポリシラン系化合物、ポリ（N-ビニルカルバゾール）、アニリン系共重合体、チオフェンオリゴマー及びポリマー、ポリチオフェン等の導電性高分子オリゴマー及びポリマー、カーボン膜、などが挙げられる。これらは、1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよく、これらの中でも、芳香族アミン化合物が好ましく、具体的には、下記式で表されるTPD（N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス（3-メチルフェニル）-[1,1'-ビフェニル]-4,4'-ジアミン）、下記式で表されるNPD（N,N'-ジナフチル-N,N'-ジフェニル-[1,1'-ビフェニル]-4,4'-ジアミン）などがより好ましい。

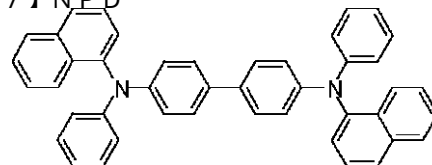
【0102】

【化26】 TPD



【0103】

【化27】 NPD



【0104】前記正孔輸送層の厚みとしては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、通常1～500nmであり、10～100nmが好ましい。

【0105】前記正孔輸送層は、例えば、蒸着法、湿式製膜法、電子ビーム法、スパッタリング法、反応性スパッタリング法、MBE（分子線エピタキシー）法、クラスターイオンビーム法、イオンプレーティング法、プラズマ重合法（高周波励起イオンプレーティング法）、分子積層法、LB法、印刷法、転写法、などの上述した方

法により好適に形成することができる。

【0106】- 電子輸送層 -

前記電子輸送層としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、前記負極からの電子を輸送する機能、前記正極から注入された正孔を障壁する機能のいずれかを有しているものが好ましい。

【0107】前記電子輸送層の材料としては、上述の通り前記縮合八環芳香族化合物を使用してもよいが、該縮合八環芳香族化合物以外の材料としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(Alq)等の8-キノリノール乃至その誘導体を配位子とする有機金属錯体などのキノリン誘導体、オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、フェナントリン誘導体、ペリレン誘導体、ピリジン誘導体、ピリミジン誘導体、キノキサリン誘導体、ジフェニルキノロン誘導体、ニトロ置換フルオレン誘導体など、などが挙げられる。

【0108】前記電子輸送層の厚みとしては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、通常1~500nm程度であり、10~50nmが好ましい。前記電子輸送層は、単層構造であってもよいし、積層構造であってもよい。前記電子輸送層は、例えば、蒸着法、湿式製膜法、電子ビーム法、スパッタリング法、反応性スパッタリング法、MBE(分子線エピタキシー)法、クラスターイオンビーム法、イオンプレーティング法、プラズマ重合法(高周波励起イオンプレーティング法)、分子積層法、LB法、印刷法、転写法、などの上述した方法により好適に形成することができる。

【0109】- その他の層 -

本発明の有機EL素子は、目的に応じて適宜選択したその他の層を有していてもよく、該その他の層としては、例えば、保護層、などが好適に挙げられる。

【0110】前記保護層としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、水分や酸素等の有機EL素子を劣化促進させる分子乃至物質が有機EL素子内に侵入することを抑止可能であるものが好ましい。前記保護層の材料としては、例えば、In、Sn、Pb、Au、Cu、Ag、Al、Ti、Ni等の金属、MgO、SiO、SiO₂、Al₂O₃、GeO、NiO、CaO、BaO、Fe₂O₃、Y₂O₃、TiO₂等の金属酸化物、SiN、SiN_xO_y等の窒化物、MgF₂、LiF、AlF₃、CaF₂等の金属フッ化物、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリメチルメタクリレート、ポリイミド、ポリウレア、ポリテトラフルオロエチレン、ポリクロロトリフルオロエチレン、ポリジクロロジフルオロエチレン、クロロトリフルオロエチレンとジクロロジフルオロエチレンとの共重合体、テトラフルオロエチレンと少なくとも1種のモノマーとを含むモノマー混合物を共重合させて得られる

共重合体、共重合主鎖に環状構造を有する含フッ素共重合体、吸水率1%以上の吸水性物質、吸水率0.1%以下の防湿性物質などが挙げられる。

【0111】前記保護層は、例えば、蒸着法、湿式製膜法、スパッタリング法、反応性スパッタリング法、MBE(分子線エピタキシー)法、クラスターイオンビーム法、イオンプレーティング法、プラズマ重合法(高周波励起イオンプレーティング法)、印刷法、転写法、などの上述した方法により好適に形成することができる。

【0112】本発明の有機EL素子の構造としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、その層構成としては、例えば、以下の(1)~(13)の層構成、即ち、(1)正極/正孔注入層/正孔輸送層/発光層/電子輸送層/電子注入層/負極、(2)正極/正孔注入層/正孔輸送層/発光層/電子輸送層/負極、(3)正極/正孔輸送層/発光層/電子輸送層/電子注入層/負極、(4)正極/正孔輸送層/発光層/電子輸送層/負極、(5)正極/正孔注入層/正孔輸送層/発光層兼電子輸送層/電子注入層/負極、(6)正極/正孔注入層/正孔輸送層/発光層兼電子輸送層/負極、(7)正極/正孔輸送層/発光層兼電子輸送層/電子注入層/負極、(8)正極/正孔輸送層/発光層兼電子輸送層/負極、(9)正極/正孔注入層/正孔輸送層兼発光層/電子輸送層/電子注入層/負極、(10)正極/正孔注入層/正孔輸送層兼発光層/電子輸送層/負極、(11)正極/正孔輸送層兼発光層/電子輸送層/電子注入層/負極、(12)正極/正孔輸送層兼発光層/電子輸送層/負極、(13)正極/正孔輸送層兼発光層兼電子輸送層/負極、などが好適に挙げられる。

【0113】これらの層構成の内、前記(4)正極/正孔輸送層/発光層/電子輸送層/負極の態様を図示すると、図1の通りであり、有機EL素子10は、ガラス基板12上に形成された正極14(例えばITO電極)と、正孔輸送層16と、発光層18と、電子輸送層20と、負極22(例えばAl-Li電極)とをこの順に積層してなる層構成を有する。なお、正極14(例えばITO電極)と負極22(例えばAl-Li電極)とは電源を介して互いに接続されている。正孔輸送層16と発光層18と電子輸送層20とで赤色発光用の有機薄膜層24が形成されている。

【0114】本発明の有機EL素子の発色波長としては、580~780nmが好ましく、600~650nmがより好ましい。本発明の有機EL素子の発光効率としては、電圧10V以下で赤色発光することが望まれ、7V以下で赤色発光するのが好ましく、5V以下で赤色発光するのがより好ましい。本発明の有機EL素子の発光輝度としては、印加電圧10Vにおいて、100cd/m²以上であるのが好ましく、500cd/m²以上であるのがより好ましく、1000cd/m²以上であるのが特に好ましい。

【0115】本発明の有機EL素子は、例えば、コンピュータ、車載用表示器、野外表示器、家庭用機器、業務用機器、家電用機器、交通関係表示器、時計表示器、カレンダー表示器、ルミネッセントスクリーン、音響機器等をはじめとする各種分野において好適に使用することができるが、以下の本発明の有機ELディスプレイに特に好適に使用することができる。

【0116】＜有機ELディスプレイ＞本発明の有機ELディスプレイは、前記本発明の有機EL素子を用いたこと以外は、特に制限はなく、公知の構成を適宜採用することができる。

【0117】前記有機ELディスプレイは、赤色の単色発光のものであってもよいし、多色発光のフルカラータイプのものであってもよい。前記有機ELディスプレイをフルカラータイプのものである方法としては、例えば「月刊ディスプレイ」、2000年9月号、33～37ページに記載されているように、色の3原色（青色（B）、緑色（G）、赤色（R））に対応する光をそれぞれ発光する有機EL素子を基板上に配置する3色発光法、白色発光用の有機EL素子による白色発光をカラーフィルターを通して3原色に分ける白色法、青色発光用の有機EL素子による青色発光を蛍光色素層を通して赤色（R）及び緑色（G）に変換する色変換法、などが知られているが、本発明においては、用いる前記本発明の有機EL素子が赤色発光用であるので、3色発光法を特に好適に採用することができる。

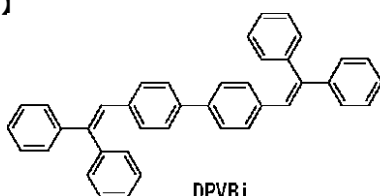
【0118】前記3色発光法によりフルカラータイプの有機ELディスプレイを製造する場合には、赤色発光用としての前記本発明の有機EL素子のほかに、緑色発光用の有機EL素子及び青色発光用の有機EL素子が必要になる。

【0119】前記緑色発光用の有機EL素子としては、特に制限はなく、公知のものの中から適宜選択することができるが、例えば層構成が、ITO（正極）/前記NPD/前記Alq/Al-Li（負極）、であるものなどが好適に挙げられる。

【0120】前記青色発光用の有機EL素子としては、特に制限はなく、公知のものの中から適宜選択することができるが、例えば層構成が、ITO（正極）/前記NPD/下記式で表されるDPVBi/前記Alq/Al-Li（負極）、であるものなどが好適に挙げられる。前記DPVBiは、4,4'-ビス（2,2'-ジフェニル-エタン-1-イル）-ビフェニルである。

【0121】

【化28】



*【0122】前記有機ELディスプレイの態様としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、「日経エレクトロニクス」、No. 765, 2000年3月13日号、55～62ページに記載されているような、パッシブマトリクスパネル、アクティブマトリクスパネルなどが好適に挙げられる。

【0123】前記パッシブマトリクスパネルは、例えば、図2に示すように、ガラス基板12上に、互いに平行に配置された帯状の正極14（例えばITO電極）を有し、正極14上に、互いに順番に平行にかつ正極14と略直交方向に配置された帯状の赤色発光用の有機薄膜層24、緑色発光用の有機薄膜層26及び青色発光用の有機薄膜層28を有し、赤色発光用の有機薄膜層24、緑色発光用の有機薄膜層26及び青色発光用の有機薄膜層28上に、これらと同形状の負極22を有してなる。

【0124】前記パッシブマトリクスパネルにおいては、例えば、図3に示すように、複数の正極14からなる正極ライン30と、複数の負極22からなる負極ライン32とが互いに略直行方向に交差して回路が形成されている。各交差点に位置する、赤色発光用、緑色発光用及び青色発光用の各有機薄膜層24、26及び28が画素として機能し、各画素に対応して有機EL素子34が複数存在している。該パッシブマトリクスパネルにおいて、正極ライン30における正極14の1つと、負極ライン32における負極22の1つとに対し、定電流源36により電流を印加すると、その際、その交差点に位置する有機EL薄膜層に電流が印加され、該位置の有機EL薄膜層が発光する。この画素単位の発光を制御することにより、容易にフルカラーの画像を形成することができる。

【0125】前記アクティブマトリクスパネルは、例えば、図4に示すように、ガラス基板12上に、走査線、データライン及び電流供給ラインが碁盤目状に形成されており、碁盤目状を形成する走査線等に接続され、各碁盤目に配置されたTFT回路40と、TFT回路40により駆動可能であり、各碁盤目中に配置された正極14（例えばITO電極）とを有し、正極14上に、互いに順番に平行に配置された帯状の赤色発光用の有機薄膜層24、緑色発光用の有機薄膜層26及び青色発光用の有機薄膜層28を有し、赤色発光用の有機薄膜層24、緑色発光用の有機薄膜層26及び青色発光用の有機薄膜層28上に、これらを全部覆うようにして配置された負極22を有してなる。赤色発光用の有機薄膜層24、緑色発光用の有機薄膜層26及び青色発光用の有機薄膜層28は、それぞれ、正孔輸送層16、発光層18及び電子輸送層20を有している。

【0126】前記アクティブマトリクスパネルにおいては、例えば、図5に示すように、複数平行に設けられた走査線46と、複数平行に設けられたデータライン42及び電流供給ライン44とが互いに直交して碁盤目を形

成しており、各基盤目には、スイッチング用TFT48と、駆動用TFT50とが接続されて回路が形成されている。駆動回路38から電流を印加すると、基盤目毎にスイッチング用TFT48と駆動用TFT50とが駆動可能となっている。そして、各基盤目は、赤色発光用、緑色発光用及び青色発光用の各有機薄膜素子24、26及び28が画素として機能し、該アクティブマトリクスパネルにおいて、横方向に配置された走査線46の1つと、縦方向に配置された電流供給ライン44とに対し、駆動回路38から電流を印加すると、その際、その交差10点に位置するスイッチング用TFT48が駆動し、それに伴い駆動用TFT50が駆動し、該位置の有機EL素子52が発光する。この画素単位の発光を制御することにより、容易にフルカラーの画像を形成することができる。

【0127】本発明の有機ELディスプレイは、例えば、コンピュータ、車載用表示器、野外表示器、家庭用機器、業務用機器、家電用機器、交通関係表示器、時計表示器、カレンダー表示器、ルミネッセントスクリーン、音響機器等をはじめとする各種分野において好適に使用20することができる。

【0128】

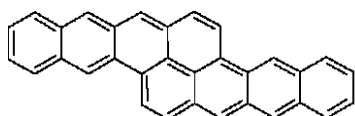
【実施例】以下、本発明の実施例を具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例に何ら限定されるものではない。

【0129】[合成例1] ジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレンの合成

下記式で表されるジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレンは、文献(Journal of the Chemical Society 1949年、2013ページ)に従い合成し30た。

【0130】

【化29】



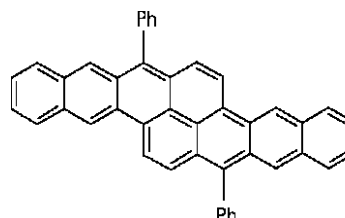
【0131】[合成例2] 5,10-ジフェニル-ジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレンの合成

ジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレンを四塩化炭素に溶解し、冷却しながら1モル当量の臭素を加えて4時間反応させプロモ化した後、常法に従って精製し、5,10-ジプロモジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレンを得た。こうして得た5,10-ジプロモジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレンに、2モル当量のフェニルボロン酸[Ph-B(OH)₂]を(ただし、「Ph」はフェニル基を表す)、0.01モル当量のテトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム(0)[Pd(PPh₃)₄]を(ただし、「Ph」はフェニル基を表す)触媒として、50

キシレン/2M炭酸ナトリウム水溶液中で12時間還流し反応させた。その後、常法に従って精製して、下記式で表される5,10-ジフェニル-ジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレンを合成した(ただし、式中、「Ph」はフェニル基を表す)。

【0132】

【化30】

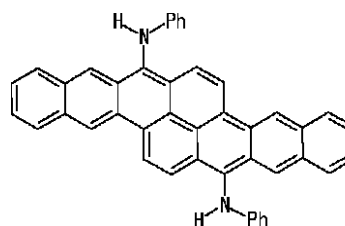


【0133】[合成例3] 5,10-ビス(フェニルアミノ)ジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレンの合成

ジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレンを四塩化炭素に溶解し、冷却しながら1モル当量の臭素を加えて4時間反応させプロモ化した後、常法に従って精製し、5,10-ジプロモジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレンを得た。こうして得た5,10-ジプロモジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレンに、フェニルアミン、炭酸カリウム及び銅粉を加え、200℃で30時間反応させた。反応液を水で希釈した後、クロロホルムで反応物を抽出した。その後、常法に従って精製して、下記式で表される5,10-ビス(フェニルアミノ)ジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレンを合成した(ただし、式中、「Ph」はフェニル基を表す)。

【0134】

【化31】



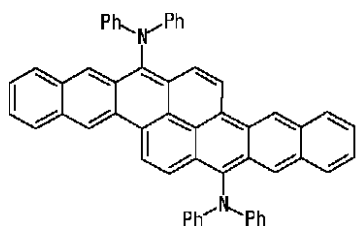
【0135】[合成例4] 5,10-ビス(ジフェニルアミノ)ジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレンの合成

ジナフトピレンを四塩化炭素に溶解し、冷却しながら1モル当量の臭素を加えて4時間反応させプロモ化した後、常法に従って精製し、5,10-ジプロモジナフトピレンを得た。こうして得た5,10-ジプロモジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレンに、ジフェニルアミン、炭酸カリウム及び銅粉を加え、200℃で30時間反応させた。反応液を水で希釈した後、クロロホルムで反応物を抽出した。その後、常法に従って精製し、下記式で表される5,10-ビス(ジフェニルアミノ)ジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレンを合成した(ただし、式中、「Ph」はフェニル基を表す)。

9)ピレンを合成した(ただし、式中、「Ph」はフェニル基を表す)。

【0136】

【化32】



【0137】(実施例1)ジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレンを発光層に用いた積層型の有機EL素子を以下のようにして作製した。即ち、正極としてのITO電極を形成したガラス基板を、水、アセトン及びイソプロピルアルコールにて洗浄し、真空蒸着装置(真空度=1×10⁻⁶Torr(1.3×10⁻⁴Pa)、基板温度=室温)を用いて、このITO電極上に正孔輸送層としての前記TPDを厚みが50nmとなるように被覆した。次に、このTPDによる正孔輸送層上に、ジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレン及び前記Alqを、該ジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレン1分子(1モル)に対し前記Alq99分子(99モル)となるようにして、厚みが20nmの発光層を同時蒸着により形成した。そして、該発光層上に電子輸送層としての前記Alqを厚みが30nmとなるように被覆した。更に、該Alqによる前記電子輸送層上に負極としてのAl-Li合金(Liの含有量=0.5重量%)を厚みが50nmとなるように蒸着した。以上により、有機EL素子を作製した。作製した有機EL素子における、ITO電極(正極)及びAl-Li合金(負極)に電圧を印加すると、該有機EL素子においては、電圧5V以上で赤色発光が観測され、印加電圧10Vにおいて発光輝度980cd/m²の波長600nmをピークとする赤色発光が観測された。

【0138】(実施例2)実施例1において、発光層を、ジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレン、前記Alq及び前記ルブレンを、該ジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレン1分子(1モル)に対し、前記Alq94分子(94モル)、前記ルブレン5分子(5モル)となるようにして同時蒸着により形成したこと以外は、実施例1と同様にして有機EL素子を作製した。作製した有機EL素子における、ITO電極(正極)及びAl-Li合金(負極)に電圧を印加すると、該有機EL素子においては、電圧5V以上で赤色発光が観測され、印加電圧10Vにおいて発光輝度1500cd/m²の波長600nmをピークとする赤色発光が観測された。

【0139】(実施例3)実施例1において、ジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレンを、5、

10-ジフェニル-ジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレンに代えた以外は、実施例1と同様にして有機EL素子を作製した。作製した有機EL素子における、ITO電極(正極)及びAl-Li合金(負極)に電圧を印加すると、該有機EL素子においては、電圧5V以上で赤色発光が観測され、印加電圧10Vにおいて発光輝度1390cd/m²の波長630nmをピークとする赤色発光が観測された。

【0140】(実施例4)実施例2において、ジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレンを、5、10-ジフェニル-ジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレンに代えた以外は、実施例2と同様にして有機EL素子を作製した。作製した有機EL素子における、ITO電極(正極)及びAl-Li合金(負極)に電圧を印加すると、該有機EL素子においては、電圧5V以上で赤色発光が観測され、印加電圧10Vにおいて発光輝度2010cd/m²の波長630nmをピークとする赤色発光が観測された。

【0141】(実施例5)実施例1において、ジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレンを、5、10-ビス(フェニルアミノ)ジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレンに代えた以外は、実施例1と同様にして有機EL素子を作製した。作製した有機EL素子における、ITO電極(正極)及びAl-Li合金(負極)に電圧を印加すると、該有機EL素子においては、電圧5V以上で赤色発光が観測され、印加電圧10Vにおいて発光輝度1260cd/m²の波長650nmをピークとする赤色発光が観測された。

【0142】(実施例6)実施例2において、ジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレンを、5、10-ビス(フェニルアミノ)ジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレンに代えた以外は、実施例2と同様にして有機EL素子を作製した。作製した有機EL素子における、ITO電極(正極)及びAl-Li合金(負極)に電圧を印加すると、該有機EL素子においては、電圧5V以上で赤色発光が観測され、印加電圧10Vにおいて発光輝度1700cd/m²の波長650nmをピークとする赤色発光が観測された。

【0143】(実施例7)実施例1において、ジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレンを、5、10-ビス(ジフェニルアミノ)ジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレンに代え、発光層に前記Alqを用いず、電子輸送層の厚みを50nmにした以外は、実施例1と同様にして有機EL素子を作製した。作製した有機EL素子における、ITO電極(正極)及びAl-Li合金(負極)に電圧を印加すると、該有機EL素子においては、電圧6V以上で赤色発光が観測され、印加電圧10Vにおいて発光輝度650cd/m²の波長655nmをピークとする赤色発光が観測された。

【0144】(実施例8)実施例1において、ジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレンを、5,10-ビス(ジフェニルアミノ)ジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレンに代えた以外は、実施例1と同様にして有機EL素子を作製した。作製した有機EL素子における、ITO電極(正極)及びAl-Li合金(負極)に電圧を印加すると、該有機EL素子においては、電圧5V以上で赤色発光が観測され、印加電圧10Vにおいて発光輝度1300cd/m²の波長655nmをピークとする赤色発光が観測された。

【0145】(実施例9)実施例2において、ジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレンを、5,10-ビス(ジフェニルアミノ)ジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレンに代えた以外は、実施例2と同様にして有機EL素子を作製した。作製した有機EL素子における、ITO電極(正極)及びAl-Li合金(負極)に電圧を印加すると、該有機EL素子においては、電圧5V以上で赤色発光が観測され、印加電圧10Vにおいて発光輝度1820cd/m²の波長655nmをピークとする赤色発光が観測された。

【0146】(実施例10)実施例1において、ジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレンを、5,10-ビス(ジフェニルアミノ)ジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレンに代え、正孔輸送層を形成せず、発光層を厚みが50nmの正孔輸送層兼発光層とした以外は、実施例1と同様にして有機EL素子を作製した。作製した有機EL素子における、ITO電極(正極)及びAl-Li合金(負極)に電圧を印加すると、該有機EL素子においては、電圧6V以上で赤色発光が観測され、印加電圧10Vにおいて発光輝度380cd/m²の波長655nmをピークとする赤色発光が観測された。

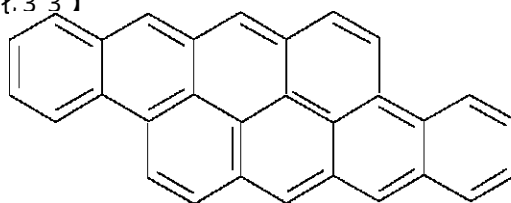
【0147】(実施例11)実施例1において、ジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレンを、5,10-ジフェニル-ジナフト(2':3'-3:4)(2":3"-8:9)ピレンに代え、電子輸送層を形成せず、発光層を厚みが30nmの電子輸送層兼発光層とした以外は、実施例1と同様にして有機EL素子を作製した。作製した有機EL素子における、ITO電極(正極)及びAl-Li合金(負極)に電圧を印加すると、該有機EL素子においては、電圧7V以上で赤色発光が観測され、印加電圧10Vにおいて発光輝度160cd/m²の波長630nmをピークとする赤色発光が観測された。

【0148】[合成例5] ジベンズアンサンスレンの合成
下記式で表されるジベンズアンサンスレンは、文献(Bericht、76巻、329ページ(1943))に従い合成した。

【0149】

*50

*【化33】

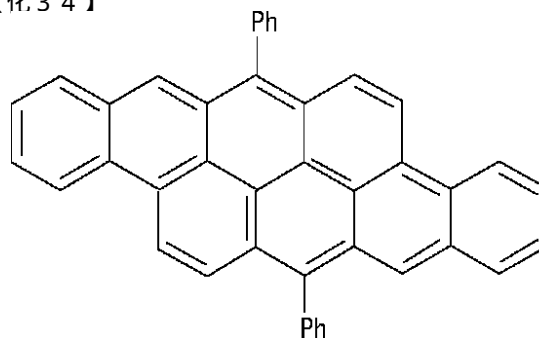


【0150】[合成例6] 7,15-ジフェニル-ジベンズアンサンスレンの合成

- 10 ジベンズアンサンスレンを四塩化炭素に溶解し、冷却しながら1モル当量の臭素を加えて4時間反応させプロモ化した後、常法に従って精製し、7,15-ジプロモジベンズアンサンスレンを得た。こうして得た7,15-ジプロモジベンズアンサンスレンに、2モル当量のフェニルボロン酸[Ph-B(OH)₂]を(ただし、「Ph」はフェニル基を表す)、0.01モル当量のテトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム(0)[Pd(PPh₃)₄]を(ただし、「Ph」はフェニル基を表す)触媒として、キシレン/2M炭酸ナトリウム水溶液中で12時間還流し反応させた。その後、常法に従って精製して、下記式で表される7,15-ジフェニル-ジベンズアンサンスレンを合成した(ただし、式中、「Ph」はフェニル基を表す)。

【0151】

【化34】

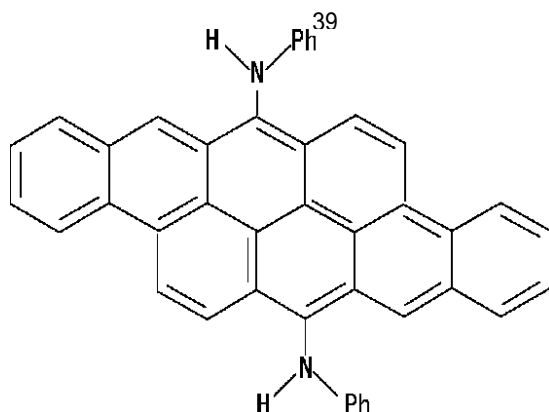


【0152】[合成例7] 7,15-ビス(フェニルアミノ)ジベンズアンサンスレンの合成

- 40 ジベンズアンサンスレンを四塩化炭素に溶解し、冷却しながら1モル当量の臭素を加えて4時間反応させプロモ化した後、常法に従って精製し、7,15-ジプロモジベンズアンサンスレンを得た。こうして得た7,15-ジプロモジベンズアンサンスレンに、フェニルアミン、炭酸カリウム及び銅粉を加え、200℃で30時間反応させた。反応液を水で希釈した後、クロロホルムで反応物を抽出した。その後、常法に従って精製して、下記式で表される7,15-ビス(フェニルアミノ)ジベンズアンサンスレンを合成した(ただし、式中、「Ph」はフェニル基を表す)。

【0153】

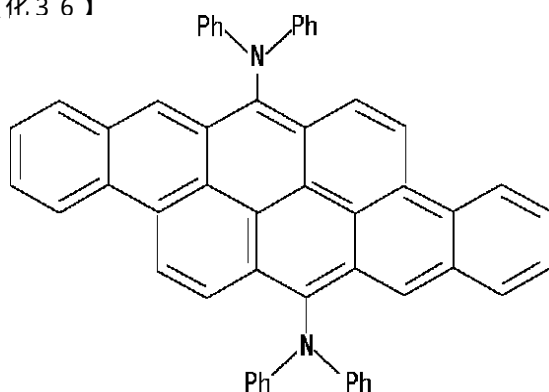
【化35】



【0154】[合成例8] 7,15-ビス(ジフェニルアミノ)ジベンズアンサンスレンの合成
ジベンズアンサンスレンを四塩化炭素に溶解し、冷却しながら1モル当量の臭素を加えて4時間反応させブrom化した後、常法に従って精製し、7,15-ジブロモジベンズアンサンスレンを得た。こうして得た7,15-ジブロモジベンズアンサンスレンに、ジフェニルアミン、炭酸カリウム及び銅粉を加え、200℃で30時間反応させた。反応液を水で希釈した後、クロロホルムで

【0155】

【化.36】



【0156】(実施例12) ジベンズアンサンスレンを発光層に用いた積層型の有機EL素子を以下のようにして作製した。即ち、正極としてのITO電極を形成したガラス基板を、水、アセトン及びイソプロピルアルコールにて洗浄し、真空蒸着装置(真空度 = 1×10^{-6} Torr (1.3×10^{-4} Pa)、基板温度 = 室温)を用いて、このITO電極上に正孔輸送層としての前記TPDを厚みが50nmとなるように被覆した。次に、このTPDによる正孔輸送層上に、ジベンズアンサンスレン及び前記Alqを、該ジベンズアンサンスレン1分子(1モル)に対し前記Alq99分子(99モル)となるようにして、厚みが20nmの発光層を同時蒸着により形成した。そして、該発光層上に電子輸送層としての前記Alqを厚みが30nmとなるように被覆した。更

に、該Alqによる前記電子輸送層上に負極としてのAl-Li合金(Liの含有量 = 0.5質量%)を厚みが50nmとなるように蒸着した。以上により、有機EL素子を作製した。作製した有機EL素子における、ITO電極(正極)及びAl-Li合金(負極)に電圧を印加すると、該有機EL素子においては、電圧5V以上で赤色発光が観測され、印加電圧10Vにおいて発光輝度790cd/m²の波長620nmをピークとする赤色発光が観測された。

10 【0157】(実施例13) 実施例12において、発光層を、ジベンズアンサンスレン、前記Alq及び前記ルブレンを、該ジベンズアンサンスレン1分子(1モル)に対し、前記Alq94分子(94モル)、前記ルブレン5分子(5モル)となるようにして同時蒸着により形成したこと以外は、実施例12と同様にして有機EL素子を作製した。作製した有機EL素子における、ITO電極(正極)及びAl-Li合金(負極)に電圧を印加すると、該有機EL素子においては、電圧5V以上で赤色発光が観測され、印加電圧10Vにおいて発光輝度1380cd/m²の波長620nmをピークとする赤色発光が観測された。

【0158】(実施例14) 実施例12において、ジベンズアンサンスレンを、7,15-ジフェニル-ジベンズアンサンスレンに代えた以外は、実施例12と同様にして有機EL素子を作製した。作製した有機EL素子における、ITO電極(正極)及びAl-Li合金(負極)に電圧を印加すると、該有機EL素子においては、電圧5V以上で赤色発光が観測され、印加電圧10Vにおいて発光輝度1450cd/m²の波長650nmをピークとする赤色発光が観測された。

30 【0159】(実施例15) 実施例13において、ジベンズアンサンスレンを、7,15-ジフェニル-ジベンズアンサンスレンに代えた以外は、実施例13と同様にして有機EL素子を作製した。作製した有機EL素子における、ITO電極(正極)及びAl-Li合金(負極)に電圧を印加すると、該有機EL素子においては、電圧5V以上で赤色発光が観測され、印加電圧10Vにおいて発光輝度2240cd/m²の波長650nmをピークとする赤色発光が観測された。

【0160】(実施例16) 実施例12において、ジベンズアンサンスレンを、7,15-ビス(フェニルアミノ)-ジベンズアンサンスレンに代えた以外は、実施例12と同様にして有機EL素子を作製した。作製した有機EL素子における、ITO電極(正極)及びAl-Li合金(負極)に電圧を印加すると、該有機EL素子においては、電圧5V以上で赤色発光が観測され、印加電圧10Vにおいて発光輝度1060cd/m²の波長660nmをピークとする赤色発光が観測された。

【0161】(実施例17) 実施例13において、ジベンズアンサンスレンを、7,15-ビス(フェニルアミ

ノ) - ジベンズアンサンスレンに代えた以外は、実施例 13 と同様に有機 E L 素子を作製した。作製した有機 E L 素子における、ITO 電極 (正極) 及び Al-Li 合金 (負極) に電圧を印加すると、該有機 E L 素子においては、電圧 5 V 以上で赤色発光が観測され、印加電圧 10 V において発光輝度 1410 cd/m^2 の波長 660 nm をピークとする赤色発光が観測された。

【0162】(実施例 18) 実施例 12 において、ジベンズアンサンスレンを、7,15-ビス(ジフェニルアミノ) - ジベンズアンサンスレンに代え、発光層に前記 Alq を用いず、電子輸送層の厚みを 50 nm にした以外は、実施例 12 と同様に有機 E L 素子を作製した。作製した有機 E L 素子における、ITO 電極 (正極) 及び Al-Li 合金 (負極) に電圧を印加すると、該有機 E L 素子においては、電圧 6 V 以上で赤色発光が観測され、印加電圧 10 V において発光輝度 550 cd/m^2 の波長 670 nm をピークとする赤色発光が観測された。

【0163】(実施例 19) 実施例 12 において、ジベンズアンサンスレンを、7,15-ビス(ジフェニルアミノ) - ジベンズアンサンスレンに代えた以外は、実施例 12 と同様に有機 E L 素子を作製した。作製した有機 E L 素子における、ITO 電極 (正極) 及び Al-Li 合金 (負極) に電圧を印加すると、該有機 E L 素子においては、電圧 5 V 以上で赤色発光が観測され、印加電圧 10 V において発光輝度 1100 cd/m^2 の波長 670 nm をピークとする赤色発光が観測された。

【0164】(実施例 20) 実施例 13 において、ジベンズアンサンスレンを、7,15-ビス(ジフェニルアミノ) - ジベンズアンサンスレンに代えた以外は、実施例 13 と同様に有機 E L 素子を作製した。作製した有機 E L 素子における、ITO 電極 (正極) 及び Al-Li 合金 (負極) に電圧を印加すると、該有機 E L 素子においては、電圧 5 V 以上で赤色発光が観測され、印加電圧 10 V において発光輝度 1410 cd/m^2 の波長 670 nm をピークとする赤色発光が観測された。

【0165】(実施例 21) 実施例 12 において、ジベンズアンサンスレンを、7,15-ビス(ジフェニルアミノ) - ジベンズアンサンスレンに代え、正孔輸送層を形成せず、発光層を厚みが 50 nm の正孔輸送層兼発光層とした以外は、実施例 12 と同様に有機 E L 素子を作製した。作製した有機 E L 素子における、ITO 電極 (正極) 及び Al-Li 合金 (負極) に電圧を印加すると、該有機 E L 素子においては、電圧 6 V 以上で赤色発光が観測され、印加電圧 10 V において発光輝度 300 cd/m^2 の波長 670 nm をピークとする赤色発光が観測された。

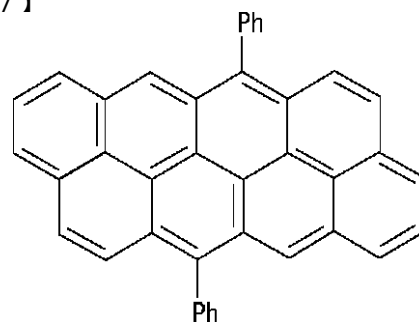
【0166】(実施例 22) 実施例 12 において、ジベンズアンサンスレンを、7,15-ジフェニル - ジベンズアンサンスレンに代え、電子輸送層を形成せず、発光

*層を厚みが 30 nm の電子輸送層兼発光層とした以外は、実施例 12 と同様に有機 E L 素子を作製した。作製した有機 E L 素子における、ITO 電極 (正極) 及び Al-Li 合金 (負極) に電圧を印加すると、該有機 E L 素子においては、電圧 7 V 以上で赤色発光が観測され、印加電圧 10 V において発光輝度 190 cd/m^2 の波長 650 nm をピークとする赤色発光が観測された。

【0167】[合成例 9] 6,13-ジフェニル - ナフタセノナフタセンの合成
ナフタセノナフタセン (Chemical Abstract Service (CAS) RegistryNumber 180-50-1) を四塩化炭素に溶解し、冷却しながら 1 モル当量の臭素を加えて 4 時間反応させプロモ化した後、常法に従って精製し、6,13-ジプロモナフタセノナフタセンを得た。こうして得た 6,13-ジプロモナフタセノナフタセンに、2 モル当量のフェニルボロン酸 [Ph-B(OH)₂] を (ただし、「Ph」はフェニル基を表す)、0.01 モル当量のテトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム(0) [Pd(PPh₃)₄] を (ただし、「Ph」はフェニル基を表す) 触媒として、キシレン / 2 M 炭酸ナトリウム水溶液中で 12 時間還流し反応させた。その後、常法に従って精製して、下記式で表される 6,13-ジフェニル - ナフタセノナフタセンを合成した (ただし、式中、「Ph」はフェニル基を表す)。

【0168】

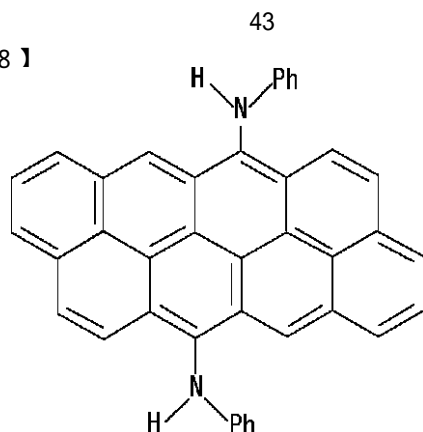
【化 37】



【0169】[合成例 10] 6,13-ビス(フェニルアミノ)ナフタセノナフタセンの合成
ナフタセノナフタセンを四塩化炭素に溶解し、冷却しながら 1 モル当量の臭素を加えて 4 時間反応させプロモ化した後、常法に従って精製し、6,13-ジプロモナフタセノナフタセンを得た。こうして得た 6,13-ジプロモナフタセノナフタセンに、フェニルアミン、炭酸カリウム及び銅粉を加え、200℃で 30 時間反応させた。反応液を水で希釈した後、クロロホルムで反応物を抽出した。その後、常法に従って精製して、下記式で表される 6,13-ビス(フェニルアミノ)ナフタセノナフタセンを合成した (ただし、式中、「Ph」はフェニル基を表す)。

【0170】

【化38】

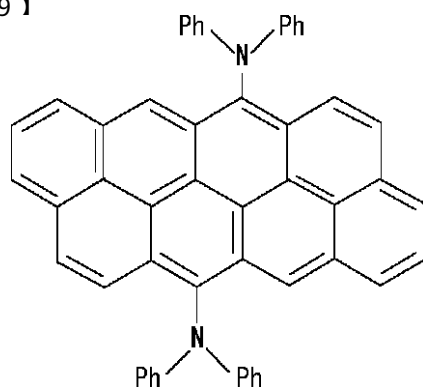


【0171】[合成例11] 6,13-ビス(ジフェニルアミノ)ナフタセノナフタセンの合成

ナフタセノナフタセンを四塩化炭素に溶解し、冷却しながら1モル当量の臭素を加えて4時間反応させブrom化した後、常法に従って精製し、6,13-ジブromナフタセノナフタセンを得た。こうして得た6,13-ジブromナフタセノナフタセンに、ジフェニルアミン、炭酸カリウム及び銅粉を加え、200℃で30時間反応させた。反応液を水で希釈した後、クロロホルムで反応物を抽出した。その後、常法に従って精製し、下記式で表される6,13-ビス(ジフェニルアミノ)ナフタセノナフタセンを合成した(ただし、式中、「Ph」はフェニル基を表す)。

【0172】

【化39】



【0173】(実施例23) ナフタセノナフタセンを発光層に用いた積層型の有機EL素子を以下のようにして作製した。即ち、正極としてのITO電極を形成したガラス基板を、水、アセトン及びイソプロピルアルコールにて洗浄し、真空蒸着装置(真空度 = 1×10^{-6} Torr (1.3×10^{-4} Pa)、基板温度 = 室温)を用いて、このITO電極上に正孔輸送層としての前記TPDを厚みが50nmとなるように被覆した。次に、このTPDによる正孔輸送層上に、ナフタセノナフタセン及び前記Alqを、該ナフタセノナフタセン1分子(1モル)に対し前記Alq99分子(99モル)となるようにして、厚みが20nmの発光層を同時蒸着により形成した。そして、該発光層上に電子輸送層としての前記Alqを厚みが30nmとなるように被覆した。更に、該

Alqによる前記電子輸送層上に負極としてのAl-Li合金(Liの含有量 = 0.5質量%)を厚みが50nmとなるように蒸着した。以上により、有機EL素子を作製した。作製した有機EL素子における、ITO電極(正極)及びAl-Li合金(負極)に電圧を印加すると、該有機EL素子においては、電圧5V以上で赤色発光が観測され、印加電圧10Vにおいて発光輝度820cd/m²の波長600nmをピークとする赤色発光が観測された。

10 【0174】(実施例24) 実施例23において、発光層を、ナフタセノナフタセン、前記Alq及び前記ルブレンを、該ナフタセノナフタセン1分子(1モル)に対し、前記Alq94分子(94モル)、前記ルブレン5分子(5モル)となるようにして同時蒸着により形成したこと以外は、実施例23と同様にして有機EL素子を作製した。作製した有機EL素子における、ITO電極(正極)及びAl-Li合金(負極)に電圧を印加すると、該有機EL素子においては、電圧5V以上で赤色発光が観測され、印加電圧10Vにおいて発光輝度1400cd/m²の波長600nmをピークとする赤色発光が観測された。

【0175】(実施例25) 実施例23において、ナフタセノナフタセンを、6,13-ジフェニル-ナフタセノナフタセンに代えた以外は、実施例23と同様にして有機EL素子を作製した。作製した有機EL素子における、ITO電極(正極)及びAl-Li合金(負極)に電圧を印加すると、該有機EL素子においては、電圧5V以上で赤色発光が観測され、印加電圧10Vにおいて発光輝度1500cd/m²の波長630nmをピークとする赤色発光が観測された。

【0176】(実施例26) 実施例24において、ナフタセノナフタセンを、6,13-ジフェニル-ナフタセノナフタセンに代えた以外は、実施例24と同様にして有機EL素子を作製した。作製した有機EL素子における、ITO電極(正極)及びAl-Li合金(負極)に電圧を印加すると、該有機EL素子においては、電圧5V以上で赤色発光が観測され、印加電圧10Vにおいて発光輝度2300cd/m²の波長630nmをピークとする赤色発光が観測された。

【0177】(実施例27) 実施例23において、ナフタセノナフタセンを、6,13-ビス(フェニルアミノ)-ナフタセノナフタセンに代えた以外は、実施例23と同様にして有機EL素子を作製した。作製した有機EL素子における、ITO電極(正極)及びAl-Li合金(負極)に電圧を印加すると、該有機EL素子においては、電圧5V以上で赤色発光が観測され、印加電圧10Vにおいて発光輝度1100cd/m²の波長650nmをピークとする赤色発光が観測された。

【0178】(実施例28) 実施例24において、ナフタセノナフタセンを、6,13-ビス(フェニルアミ

ノ) - ナフタセノナフタセンに代えた以外は、実施例 24 と同様にして有機 E L 素子を作製した。作製した有機 E L 素子における、ITO 電極 (正極) 及び Al-Li 合金 (負極) に電圧を印加すると、該有機 E L 素子においては、電圧 5 V 以上で赤色発光が観測され、印加電圧 10 V において発光輝度 1450 cd/m^2 の波長 650 nm をピークとする赤色発光が観測された。

【0179】(実施例 29) 実施例 23 において、ナフタセノナフタセンを、6,13-ビス(ジフェニルアミノ) - ナフタセノナフタセンに代え、発光層に前記 Al-Li 合金 (負極) に電圧を印加すると、該有機 E L 素子においては、電圧 6 V 以上で赤色発光が観測され、印加電圧 10 V において発光輝度 600 cd/m^2 の波長 655 nm をピークとする赤色発光が観測された。

【0180】(実施例 30) 実施例 23 において、ナフタセノナフタセンを、6,13-ビス(ジフェニルアミノ) - ナフタセノナフタセンに代えた以外は、実施例 23 と同様にして有機 E L 素子を作製した。作製した有機 E L 素子における、ITO 電極 (正極) 及び Al-Li 合金 (負極) に電圧を印加すると、該有機 E L 素子においては、電圧 5 V 以上で赤色発光が観測され、印加電圧 10 V において発光輝度 1150 cd/m^2 の波長 655 nm をピークとする赤色発光が観測された。

【0181】(実施例 31) 実施例 24 において、ナフタセノナフタセンを、6,13-ビス(ジフェニルアミノ) - ナフタセノナフタセンに代えた以外は、実施例 24 と同様にして有機 E L 素子を作製した。作製した有機 E L 素子における、ITO 電極 (正極) 及び Al-Li 合金 (負極) に電圧を印加すると、該有機 E L 素子においては、電圧 5 V 以上で赤色発光が観測され、印加電圧 10 V において発光輝度 1450 cd/m^2 の波長 655 nm をピークとする赤色発光が観測された。

【0182】(実施例 32) 実施例 23 において、ナフタセノナフタセンを、6,13-ビス(ジフェニルアミノ) - ナフタセノナフタセンに代え、正孔輸送層を形成せず、発光層を厚みが 50 nm の正孔輸送層兼発光層と

した以外は、実施例 23 と同様にして有機 E L 素子を作製した。作製した有機 E L 素子における、ITO 電極 (正極) 及び Al-Li 合金 (負極) に電圧を印加すると、該有機 E L 素子においては、電圧 6 V 以上で赤色発光が観測され、印加電圧 10 V において発光輝度 320 cd/m^2 の波長 655 nm をピークとする赤色発光が観測された。

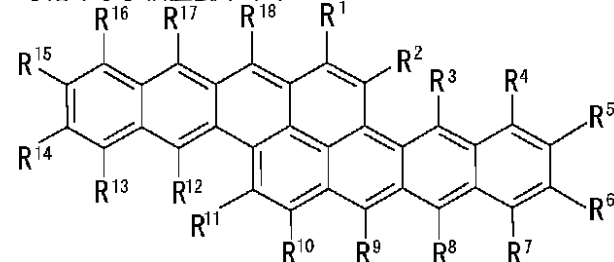
【0183】(実施例 33) 実施例 23 において、ナフタセノナフタセンを、6,13-ジフェニル - ナフタセノナフタセンに代え、電子輸送層を形成せず、発光層を厚みが 30 nm の電子輸送層兼発光層とした以外は、実施例 23 と同様にして有機 E L 素子を作製した。作製した有機 E L 素子における、ITO 電極 (正極) 及び Al-Li 合金 (負極) に電圧を印加すると、該有機 E L 素子においては、電圧 7 V 以上で赤色発光が観測され、印加電圧 10 V において発光輝度 220 cd/m^2 の波長 630 nm をピークとする赤色発光が観測された。

【0184】ここで、本発明の好ましい態様を付記すると、以下の通りである。

(付記 1) 2つのナフタセンを分子の長さ方向が互いに平行になるように縮合させてなり、置換基を導入可能な部位の数が 14、16 及び 18 のいずれかであり、かつ点対称骨格を有することを特徴とする縮合八環芳香族化合物 (ただし、該置換基を導入可能な部位が総て水素原子である場合を除く)。

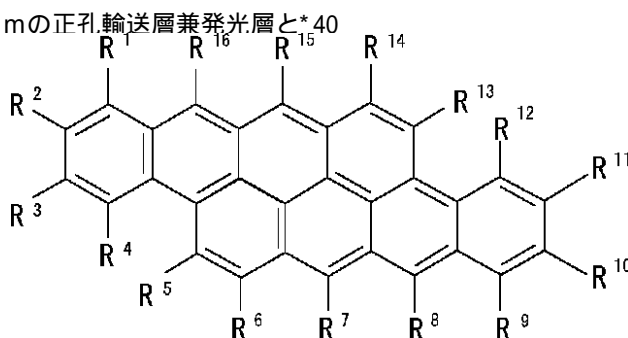
(付記 2) 下記構造式 (1) から (3) のいずれかで表される付記 1 に記載の縮合八環芳香族化合物。

【化 40】構造式 (1)



ただし、 $R^1 \sim R^{18}$ は、互いに同一であってもよいし異なってもよく、水素原子又は置換基を表す (ただし、総てが水素原子である場合を除く)。

【化 41】構造式 (2)

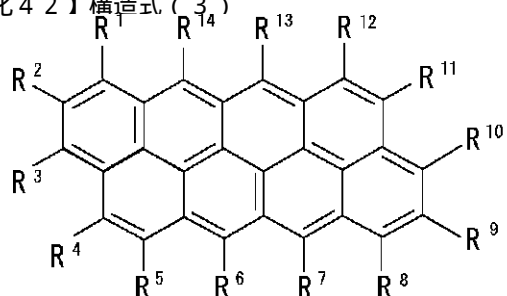


ただし、 $R^1 \sim R^{16}$ は、互いに同一であってもよいし

異なってもよく、水素原子又は置換基を表す (ただ

し、総てが水素原子である場合を除く)。

【化42】構造式(3)



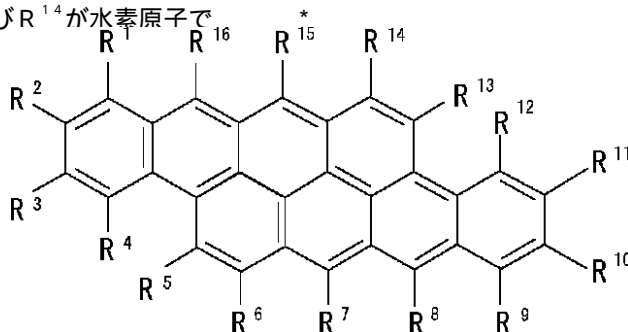
ただし、 $R^1 \sim R^{14}$ は、互いに同一であってもよいし異なってもよく、水素原子又は置換基を表す(ただし、総てが水素原子である場合を除く)。

(付記3) 置換基が、ハロゲン原子、水酸基、シアノ基、アルキル基、アルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、アリールアミノ基、及び、ジアリールアミノ基から選択される付記2に記載の縮合八環芳香族化合物。

(付記4) 構造式(1)における $R^1 \sim R^{18}$ の少なくとも1つ、構造式(2)における $R^1 \sim R^{16}$ の少なくとも1つ、又は、構造式(3)における $R^1 \sim R^{14}$ の少なくとも1つが、アリール基である付記2又は3に記載の縮合八環芳香族化合物。

(付記5) 構造式(1)における $R^1 \sim R^{18}$ の少なくとも1つ、構造式(2)における $R^1 \sim R^{16}$ の少なくとも1つ、又は、構造式(3)における $R^1 \sim R^{14}$ の少なくとも1つが、アリールアミノ基及びジアリールアミノ基から選択される少なくとも1種である付記2から4のいずれかに記載の縮合八環芳香族化合物。

(付記6) 構造式(1)における、 $R^1 \sim R^8$ 及び $R^{10} \sim R^{17}$ が水素原子であり、 R^9 及び R^{18} がフェニル基、フェニルアミノ基及びジフェニルアミノ基のいずれかである、構造式(2)における、 $R^1 \sim R^6$ 、 $R^8 \sim R^{14}$ 及び R^{16} が水素原子であり、 R^7 及び R^{15} がフェニル基、フェニルアミノ基及びジフェニルアミノ基のいずれかである、又は、構造式(3)における、 $R^1 \sim R^5$ 、 $R^7 \sim R^{12}$ 及び R^{14} が水素原子で



ただし、 $R^1 \sim R^{16}$ は、互いに同一であってもよいし異なってもよく、水素原子又は置換基を表す。

【化45】構造式(3)

*あり、 R^6 及び R^{13} がフェニル基、フェニルアミノ基及びジフェニルアミノ基のいずれかである付記2から5のいずれかに記載の縮合八環芳香族化合物。

(付記7) 構造式(1)における R^9 及び R^{18} が、構造式(2)における R^7 及び R^{15} が、又は、構造式(3)における R^6 及び R^{13} が、互いに同一である付記2から6のいずれかに記載の縮合八環芳香族化合物。

(付記8) 有機EL素子に用いられる付記1から7のいずれかに記載の縮合八環芳香族化合物。

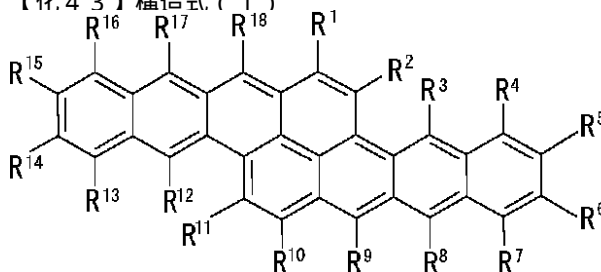
10 (付記9) 有機EL素子における電子輸送層及び発光層の少なくとも一方に用いられる付記4に記載の縮合八環芳香族化合物。

(付記10) 有機EL素子における正孔輸送層及び発光層の少なくとも一方に用いられる付記5に記載の縮合八環芳香族化合物。

(付記11) 正極及び負極の間に、発光層を含む有機薄膜層を有してなり、該有機薄膜層が、2つのナフタセンを分子の長さ方向が互いに平行になるように縮合させてなり、置換基を導入可能な部位の数が14、16及び18のいずれかであり、かつ点対称骨格を有する縮合八環芳香族化合物を含有することを特徴とする有機EL素子。

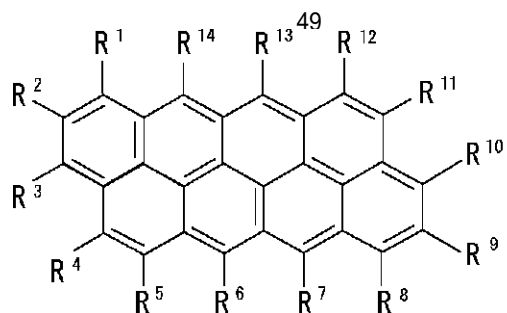
20 (付記12) 縮合八環芳香族化合物が、下記構造式(1)から(3)のいずれかで表される付記11に記載の有機EL素子。

【化43】構造式(1)



ただし、 $R^1 \sim R^{18}$ は、互いに同一であってもよいし異なってもよく、水素原子又は置換基を表す。

【化44】構造式(2)



ただし、 $R^1 \sim R^{14}$ は、互いに同一であってもよいし異なってもよく、水素原子又は置換基を表す。

(付記 13) 発光層が縮合八環芳香族化合物を含有する付記 11 又は 12 に記載の有機 EL 素子。

(付記 14) 置換基が、ハロゲン原子、水酸基、シアノ基、アルキル基、アルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、アリールアミノ基、及び、ジアリールアミノ基から選択される付記 12 又は 13 に記載の有機 EL 素子。

(付記 15) 構造式 (1) における $R^1 \sim R^{18}$ の少なくとも 1 つ、構造式 (2) における $R^1 \sim R^{16}$ の少なくとも 1 つ、又は、構造式 (3) における $R^1 \sim R^{14}$ の少なくとも 1 つがアリール基である付記 12 から 14 のいずれかに記載の有機 EL 素子。

(付記 16) 構造式 (1) における $R^1 \sim R^{18}$ の少なくとも 1 つ、構造式 (2) における $R^1 \sim R^{16}$ の少なくとも 1 つ、又は、構造式 (3) における $R^1 \sim R^{14}$ の少なくとも 1 つがアリールアミノ基である付記 12 から 15 のいずれかに記載の有機 EL 素子。

(付記 17) 構造式 (1) における $R^1 \sim R^{18}$ の少なくとも 1 つ、構造式 (2) における $R^1 \sim R^{16}$ の少なくとも 1 つ、又は、構造式 (3) における $R^1 \sim R^{14}$ の少なくとも 1 つがジアリールアミノ基である付記 12 から 16 のいずれかに記載の有機 EL 素子。

(付記 18) 有機薄膜層が、電子輸送層を有し、該電子輸送層が縮合八環芳香族化合物を含有する付記 11 から 17 のいずれかに記載の有機 EL 素子。

(付記 19) 電子輸送層が含有する縮合八環芳香族化合物における $R^1 \sim R^{18}$ の少なくとも 1 つがアリール基である付記 18 に記載の有機 EL 素子。

(付記 20) 有機薄膜層が、正孔輸送層を有し、該正孔輸送層が縮合八環芳香族化合物を含有する付記 11 から 17 のいずれかに記載の有機 EL 素子。

(付記 21) 正孔輸送層が含有する縮合八環芳香族化合物における $R^1 \sim R^{18}$ の少なくとも 1 つがアリールアミノ基及びジアリールアミノ基のいずれかである付記 20 に記載の有機 EL 素子。

(付記 22) 構造式 (1) における、 $R^1 \sim R^8$ 及び $R^{10} \sim R^{17}$ が水素原子であり、 R^9 及び R^{18} がフェニル基、フェニルアミノ基及びジフェニルアミノ基のいずれかである、構造式 (2) における、 $R^1 \sim R^6$ 、 $R^8 \sim R^{14}$ 及び R^{16} が水素原子であり、 R^7 及び R^{15}

*¹⁵ がフェニル基、フェニルアミノ基及びジフェニルアミノ基のいずれかである、又は、構造式 (3) における、 $R^1 \sim R^5$ 、 $R^7 \sim R^{12}$ 及び R^{14} が水素原子であり、 R^6 及び R^{13} がフェニル基、フェニルアミノ基及びジフェニルアミノ基のいずれかである付記 12 から 21 のいずれかに記載の有機 EL 素子。

(付記 23) 構造式 (1) における R^9 及び R^{18} が、構造式 (2) における R^7 及び R^{15} が、又は、構造式 (3) における R^6 及び R^{13} が、互いに同一である付記 12 から 22 のいずれかに記載の有機 EL 素子。

(付記 24) 発光層が、光吸収波長が縮合八環芳香族化合物よりも短波長側にありかつ発光波長が該縮合八環芳香族化合物の光吸収波長付近にあるホスト化合物を含有する付記 11 から 23 のいずれかに記載の有機 EL 素子。

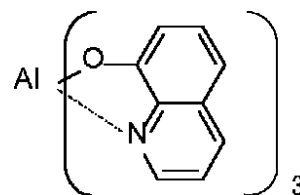
(付記 25) 発光層が、ホスト化合物を n 種 (n は 1 以上の整数を表す) 含有し、該ホスト化合物のうち、光吸収波長の短いものから順に、第 1 ホスト化合物、第 2 ホスト化合物、・・・、第 $n-1$ ホスト化合物、第 n ホスト化合物とすると、該第 1 ホスト化合物の発光波長が該第 2 ホスト化合物の光吸収波長付近にあり、該第 2 ホスト化合物の発光波長が該第 3 ホスト化合物の光吸収波長付近にあり、・・・、該第 $n-1$ ホスト化合物の発光波長が該第 n ホスト化合物の光吸収波長付近にあり、該第 n ホスト化合物の発光波長が該縮合八環芳香族化合物の光吸収波長付近にある付記 11 から 23 のいずれかに記載の有機 EL 素子。

(付記 26) ホスト化合物の含有量が、縮合八環芳香族化合物 1 モルに対し、90 モル以上である付記 24 又は 25 に記載の有機 EL 素子。

(付記 27) n 種のホスト化合物の内、縮合八環芳香族化合物の吸収波長付近に発光波長があるホスト化合物の含有量が、縮合八環芳香族化合物 1 モルに対し、1 モル以上である付記 25 又は 26 に記載の有機 EL 素子。

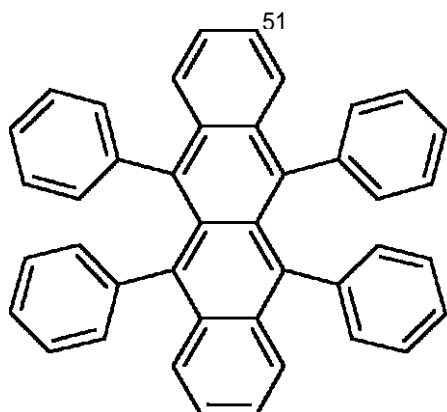
(付記 28) ホスト化合物が、下記構造式で表されるアルミニウムキノリン錯体 (Al q) である付記 24 から 27 のいずれかに記載の有機 EL 素子。

【化 46】



(付記 29) ホスト化合物が、下記構造式で表されるアルミニウムキノリン錯体 (Al q) 及び下記構造式で表されるルブレンである付記 25 から 28 のいずれかに記載の有機 EL 素子。

【化 47】



(付記 30) 発光層の厚みが 5 ~ 50 nm である付記 11 から 29 のいずれかに記載の有機 EL 素子。

(付記 31) 発色波長が 600 ~ 650 nm である付記 11 から 30 のいずれかに記載の有機 EL 素子。

(付記 32) 付記 11 から 31 のいずれかに記載の有機 EL 素子を用いたことを特徴とする有機 EL ディスプレイ。

(付記 33) パッシブマトリクスパネル及びアクティブマトリクスパネルのいずれかであり、付記 11 から 31 のいずれかに記載の有機 EL 素子を赤色発光用として用いる付記 32 に記載の有機 EL ディスプレイ。

【0185】

【発明の効果】本発明によると、従来における前記問題を解決し、赤色光の色純度が高く発光効率・発光輝度等に優れ、有機 EL 素子に好適な縮合八環芳香族化合物、該縮合八環芳香族化合物を用い、赤色光の色純度が高く発光効率・発光輝度等に優れた有機 EL 素子、及び、該有機 EL 素子を用いた高性能な有機 EL ディスプレイを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】図 1 は、本発明の有機 EL 素子における層構成の一例を説明するための概略説明図である。

【図 2】図 2 は、パッシブマトリクス方式の有機 EL ディスプレイ (パッシブマトリクスパネル) の一構造例を

説明するための概略説明図である。

【図 3】図 3 は、図 2 に示すパッシブマトリクス方式の有機 EL ディスプレイ (パッシブマトリクスパネル) における回路を説明するための概略説明図である。

【図 4】図 4 は、アクティブマトリクス方式の有機 EL ディスプレイ (アクティブマトリクスパネル) の一構造例を説明するための概略説明図である。

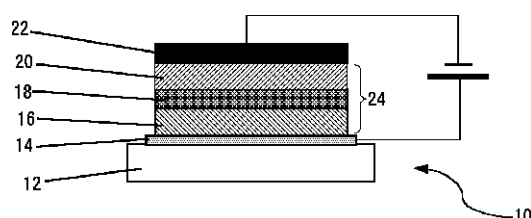
【図 5】図 5 は、図 4 に示すアクティブマトリクス方式の有機 EL ディスプレイ (アクティブマトリクスパネ

ル) における回路を説明するための概略説明図である。

【符号の説明】

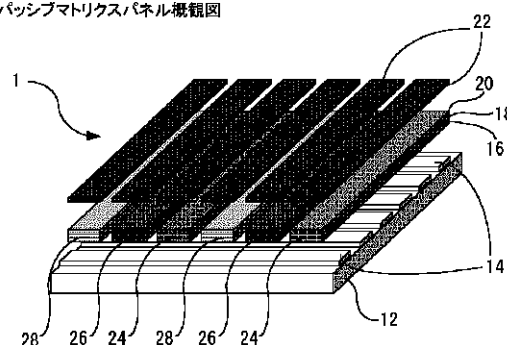
1	有機 EL ディスプレイ
10	有機 EL 素子
12	ガラス基板
14	負極
16	電子輸送層
18	発光層
20	正孔輸送層
22	正極
24	赤色発光用の有機薄膜層
26	緑色発光用の有機薄膜層
28	青色発光用の有機薄膜層
30	正極ライン
32	負極ライン
34	有機 EL 素子
36	定電流源
38	駆動回路
40	TFT 回路
42	データライン
44	電源供給ライン
46	走査線
48	スイッチング用 TFT
50	駆動用 TFT
52	有機 EL 素子

【図 1】

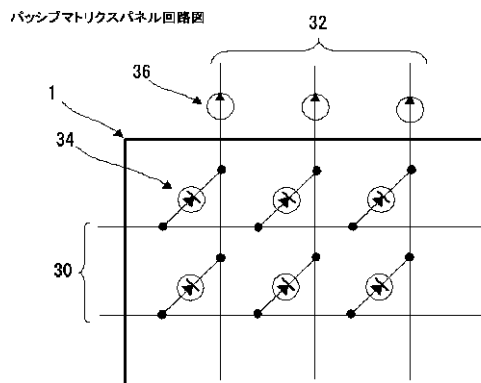


【図 2】

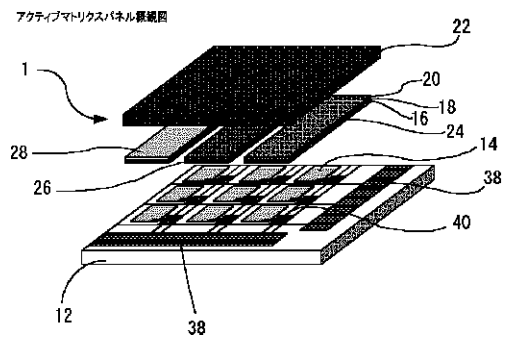
パッシブマトリクスパネル概観図



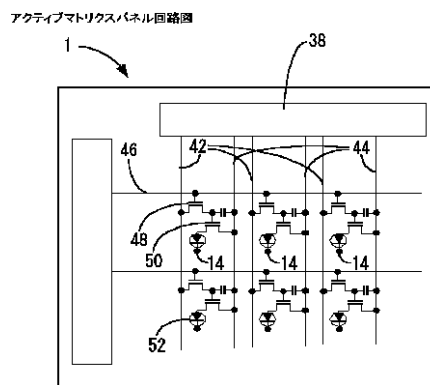
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

C 0 9 K 11/06

H 0 5 B 33/22

識別記号

6 9 0

F I

C 0 9 K 11/06

H 0 5 B 33/22

テームコード^{*} (参考)

6 9 0

D

(72)発明者 松浦 東

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番

1号 富士通株式会社内

(72)発明者 成澤 俊明

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番

1号 富士通株式会社内

Fターム(参考) 3K007 AB02 AB03 AB04 AB06 BA06

CA01 CB01 DA01 DB03 EB00

4H006 AA01 AA03 AB91

专利名称(译)	<无法获取翻译>		
公开(公告)号	JP2003151775A5	公开(公告)日	2005-07-07
申请号	JP2001361504	申请日	2001-11-27
[标]申请(专利权)人(译)	富士通株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士通株式会社		
[标]发明人	外山 弥 佐藤 博之 松浦 東 成澤 俊明		
发明人	外山 弥 佐藤 博之 松浦 東 成澤 俊明		
IPC分类号	H01L51/00 C07C15/56 C07C15/20 H01L51/50 C07C211/61 H01L51/30 C09K11/06 H05B33/14 H05B33/22		
CPC分类号	H01L51/006 H01L51/0059 H01L51/0081 Y10S428/917 H01L51/0071 C07C2103/54 H01L51/5012 H01L51/0056 C07C15/20 H01L51/005 C07C211/61 C07C2603/54		
FI分类号	H05B33/14.B C07C15/56 C07C211/61 C09K11/06.610 C09K11/06.620 C09K11/06.690 H05B33/22.D		
F-TERM分类号	3K007/AB02 3K007/AB03 3K007/AB04 3K007/AB06 3K007/BA06 3K007/CA01 3K007/CB01 3K007/DA01 3K007/DB03 3K007/EB00 4H006/AA01 4H006/AA03 4H006/AB91 3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC02 3K107/CC04 3K107/CC07 3K107/DD53 3K107/DD59 3K107/DD68 3K107/DD69 3K107/FF13		
代理人(译)	广田 幸一		
优先权	2001259684 2001-08-29 JP		
其他公开文献	JP2003151775A JP4024526B2		

摘要(译)

解决的问题：提供一种有机EL装置，其使用新型的耦合的八环芳族化合物，并且具有高的红光色纯度和优异的发光效率，发光亮度等。 解决方案：在正极和负极之间提供一个包含发光层的有机薄膜层，该有机薄膜层是通过缩合两个并四苯而形成的，从而使分子的长度方向彼此平行。 包含具有点对称骨架的耦合八环芳族化合物的有机EL器件，其中可引入基团的位点数为14、16或18。 优选其中耦合的八环芳族化合物由以下化学式1-3中的任何一个表示的实施方式。 [化学1] [化学2] [化学3]