

(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2004-75567  
(P2004-75567A)

(43) 公開日 平成16年3月11日(2004.3.11)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
<b>C07C</b> 15/62	C07C 15/62	3K007
<b>C09K</b> 11/06	C09K 11/06 610	4H006
<b>H05B</b> 33/14	C09K 11/06 620	
<b>H05B</b> 33/22	C09K 11/06 625	
	C09K 11/06 650	
審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 22 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2002-234833 (P2002-234833)	(71) 出願人	000183646 出光興産株式会社 東京都千代田区丸の内3丁目1番1号
(22) 出願日	平成14年8月12日 (2002.8.12)	(74) 代理人	100078732 弁理士 大谷 保
		(72) 発明者	池田 秀嗣 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地
		(72) 発明者	松浦 正英 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地
		(72) 発明者	川村 久幸 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地
		Fターム(参考)	3K007 AB02 AB04 DB03 4H006 AA01 AA03 AB91

(54) 【発明の名称】 オリゴアリーレン誘導体及びそれを利用した有機エレクトロルミネッセンス素子

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 高発光効率の青色発光が可能なオリゴアリーレン誘導体及びそれを利用した有機エレクトロルミネッセンス素子を提供する。

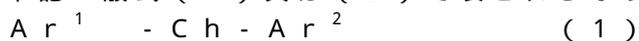
【解決手段】 式(1)又は(2)で表されるオリゴアリーレン誘導体、並びに陰極と陽極間に少なくとも発光層を含む一層又は複数層からなる有機薄膜層が挟持されている有機エレクトロルミネッセンス素子において、該有機薄膜層の少なくとも1層が、前記オリゴアリーレン誘導体を単独もしくは混合物の成分として含有する有機エレクトロルミネッセンス素子である。Ar1-Ch-AR2(1)Ch1-L-Ch2(2)(Ch並びにCh1およびCh2は、置換もしくは無置換の核炭素数14~20の縮合芳香族環を有する基、AR1およびAR2は、置換もしくは無置換の核原子数5~30のアリール基、Lは、連結基。)

【選択図】 なし

## 【特許請求の範囲】

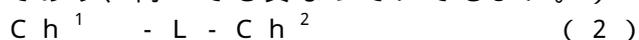
## 【請求項 1】

下記一般式 (1) 又は (2) で表されるオリゴアリーレン誘導体。



(式中、Ch は、少なくともひとつの置換もしくは無置換の核炭素数 14 ~ 20 の縮合芳香族環を有する基である。

Ar<sup>1</sup> 及び Ar<sup>2</sup> は、それぞれ置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 30 のアリール基であり、同一でも異なってもよい。)



(式中、L は連結基である。Ch<sup>1</sup> 及び Ch<sup>2</sup> は、それぞれ少なくともひとつの置換もしくは無置換の核炭素数 14 ~ 20 の縮合芳香族環を有する基であり、同一でも異なってもよい。)

## 【請求項 2】

下記一般式 (3) 又は (4) で表されるオリゴアリーレン誘導体。

## 【化 1】



(3)

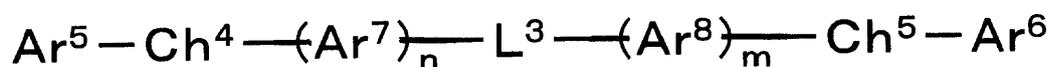
20

(式中、Ch<sup>3</sup> は、置換もしくは無置換の核炭素数 14 ~ 20 のアリール基である。L<sup>1</sup> 及び L<sup>2</sup> は、それぞれ連結基であり、同一でも異なってもよい。a 及び b は、それぞれ 0 ~ 1 の整数である。

Ar<sup>3</sup> 及び Ar<sup>4</sup> は、それぞれ置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 30 のアリール基であり、同一でも異なってもよい。

ただし、Ch<sup>3</sup> が置換もしくは無置換のピレンである場合、Ar<sup>3</sup> 及び / 又は Ar<sup>4</sup> は、置換もしくは無置換の - ナフチル誘導体である。)

## 【化 2】



(4)

30

(式中、L<sup>3</sup> は連結基である。Ch<sup>4</sup> 及び Ch<sup>5</sup> は、それぞれ置換もしくは無置換の核原子数 14 ~ 20 のアリーレン基であり、同一でも異なってもよい。

Ar<sup>5</sup> 及び Ar<sup>6</sup> は、それぞれ置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 30 のアリール基であり、同一でも異なってもよい。

Ar<sup>7</sup> 及び Ar<sup>8</sup> は、それぞれ置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 30 のアリーレン基であり、同一でも異なってもよい。n 及び m は、それぞれ 0 ~ 1 の整数である。)

## 【請求項 3】

一般式 (1) 及び (2) において、それぞれ縮合芳香族環が、フェナンスレン、ピレン、クリセン、トリフェニレン及びペリレンから選ばれる請求項 1 に記載のオリゴアリーレン誘導体。

## 【請求項 4】

一般式 (3) における Ch<sup>3</sup> のアリール基が、フェナンスレン、ピレン、クリセン、トリフェニレン及びペリレンから選ばれる基であり、一般式 (4) における Ch<sup>4</sup> 及び C

50

h<sup>5</sup> のアリーレン基が、それぞれフェナンスリレン、ピレニレン、クリセニレン、トリフェニレン及びペリレニレンから選ばれる基である請求項 2 に記載のオリゴアリーレン誘導体。

【請求項 5】

有機エレクトロルミネッセンス素子用発光材料である請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載のオリゴアリーレン誘導体。

【請求項 6】

有機エレクトロルミネッセンス素子用正孔輸送材料である請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載のオリゴアリーレン誘導体。

【請求項 7】

陰極と陽極間に少なくとも発光層を含む一層又は複数層からなる有機薄膜層が挟持されている有機エレクトロルミネッセンス素子において、該有機薄膜層の少なくとも 1 層が、請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載のオリゴアリーレン誘導体を単独もしくは混合物の成分として含有する有機エレクトロルミネッセンス素子。

10

【請求項 8】

前記発光層が、請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載のオリゴアリーレン誘導体を含有する請求項 7 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 9】

前記発光層が、請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載のオリゴアリーレン誘導体を主成分として含有する請求項 7 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

20

【請求項 10】

前記発光層が、さらにアリールアミン化合物を含有する請求項 7 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 11】

前記発光層が、さらにスチリルアミン化合物を含有する請求項 7 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 12】

前記有機薄膜層が正孔輸送層を有し、該正孔輸送層が、請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載のオリゴアリーレン誘導体を単独もしくは混合物の成分として含有する有機エレクトロルミネッセンス素子。

30

【請求項 13】

前記正孔輸送層が、請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載のオリゴアリーレン誘導体を主成分として含有する請求項 12 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、オリゴアリーレン誘導体及びそれを利用した有機エレクトロルミネッセンス素子に関し、さらに詳しくは、発光効率が高い青色発光が可能なオリゴアリーレン誘導体及びそれを利用した有機エレクトロルミネッセンス素子に関するものである。

【0002】

40

【従来の技術】

有機エレクトロルミネッセンス素子（以下エレクトロルミネッセンスを EL と略記することがある）は、電界を印加することより、陽極より注入された正孔と陰極より注入された電子の再結合エネルギーにより蛍光性物質が発光する原理を利用した自発光素子である。イーストマン・コダック社の C. W. Tang らによる積層型素子による低電圧駆動有機 EL 素子の報告（C. W. Tang, S. A. Vanslyke, アプライドフィジックスレターズ（Applied Physics Letters）, 51 巻、913 頁、1987 年等）がなされて以来、有機材料を構成材料とする有機 EL 素子に関する研究が盛んに行われている。Tang らは、トリス（8-ヒドロキシキノリノールアルミニウム）を発光層に、トリフェニルジアミン誘導体を正孔輸送層に用いている。積層構

50

造の利点としては、発光層への正孔の注入効率を高めること、陰極より注入された電子をブロックして再結合により生成する励起子の生成効率を高めること、発光層内で生成した励起子を閉じ込めること等が挙げられる。この例のように有機EL素子の素子構造としては、正孔輸送（注入）層、電子輸送発光層の2層型、または正孔輸送（注入）層、発光層、電子輸送（注入）層の3層型等がよく知られている。こうした積層型構造素子では注入された正孔と電子の再結合効率を高めるため、素子構造や形成方法の工夫がなされている。

【0003】

また、発光材料としてはトリス（8-キノリノラート）アルミニウム錯体等のキレート錯体、クマリン誘導体、テトラフェニルプタジエン誘導体、ビススチリルアリーレン誘導体、オキサジアゾール誘導体等の発光材料が知られており、それらからは青色から赤色までの可視領域の発光が得られることが報告されており、カラー表示素子の実現が期待されている（例えば、特開平8-239655号公報、特開平7-138561号公報、特開平3-200289号公報等）。

しかし、青色発光素子に関しては、信頼性が高く安定な素子を提供する青色発光材料は少ない。一般に、青色発光材料は結晶性が高い。例えば、ジフェニルアントラセンは高い蛍光量子収率を持つにも関わらず、結晶性が高く、この化合物を発光材料に用いて、素子を作製しても高発光効率で信頼性の高い素子を提供できなかった〔C. Adachi, et al., Appli. Phys. Lett., 56, 799 (1990)〕。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、前記の課題を解決するためなされたもので、発光効率が高い青色発光が可能なオリゴアリーレン誘導体及びそれを利用した有機EL素子を提供することを目的とする。

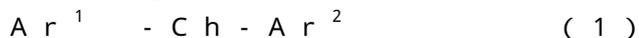
【0005】

【課題を解決するための手段】

本発明者らは、前記目的を達成するために、鋭意研究を重ねた結果、下記一般式（1）～（4）のいずれかで表される特定構造のオリゴアリーレン誘導体を有機EL素子の発光材料や正孔輸送材料として用いることにより、発光効率が高い青色発光が可能であることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0006】

すなわち、本発明は、下記一般式（1）～（4）のいずれかで表されるオリゴアリーレン誘導体を提供するものである。



（式中、Chは、少なくともひとつの置換もしくは無置換の核炭素数14～20の縮合芳香族環を有する基である。

Ar<sup>1</sup> 及びAr<sup>2</sup> は、それぞれ置換もしくは無置換の核原子数5～30のアリール基であり、同一でも異なってもよい。）



（式中、Lは連結基である。Ch<sup>1</sup> 及びCh<sup>2</sup> は、それぞれ少なくともひとつの置換もしくは無置換の核炭素数14～20の縮合芳香族環を有する基であり、同一でも異なってもよい。）

【0007】

【化3】



(3)

10

20

30

40

50

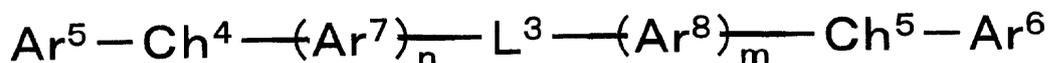
(式中、 $Ch^3$  は、置換もしくは無置換の核炭素数 14 ~ 20 のアリール基である。  
 $L^1$  及び  $L^2$  は、それぞれ連結基であり、同一でも異なってもよい。a 及び b は、それぞれ 0 ~ 1 の整数である。

$Ar^3$  及び  $Ar^4$  は、それぞれ置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 30 のアリール基であり、同一でも異なってもよい。

ただし、 $Ch^3$  が置換もしくは無置換のピレンである場合、 $Ar^3$  及び / 又は  $Ar^4$  は、置換もしくは無置換の - ナフチル誘導体である。)

【0008】

【化4】



(4)

(式中、 $L^3$  は連結基である。 $Ch^4$  及び  $Ch^5$  は、それぞれ置換もしくは無置換の核原子数 14 ~ 20 のアリーレン基であり、同一でも異なってもよい。

$Ar^5$  及び  $Ar^6$  は、それぞれ置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 30 のアリール基であり、同一でも異なってもよい。

$Ar^7$  及び  $Ar^8$  は、それぞれ置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 30 のアリーレン基であり、同一でも異なってもよい。n 及び m は、それぞれ 0 ~ 1 の整数である。)

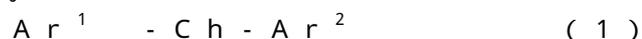
【0009】

また、本発明は、陰極と陽極間に少なくとも発光層を含む一層又は複数層からなる有機薄膜層が挟持されている有機 EL 素子において、該有機薄膜層の少なくとも 1 層が、前記一般式 (1) ~ (4) のいずれかで表されるオリゴアリーレン誘導体を単独もしくは混合物の成分として含有する有機 EL 素子を提供するものである。

【0010】

【発明の実施の形態】

本発明のオリゴアリーレン誘導体は、下記一般式 (1) 又は (2) で表されるものである。



$Ch$  は、少なくともひとつの置換もしくは無置換の核炭素数 14 ~ 20 の縮合芳香族環を有する基である。

$Ch$  が示す縮合芳香族環としては、フェナンスレン、ピレン、クリセン、トリフェニレン又はペリレン等が挙げられ、ピレン又はクリセンが好ましい。

$Ar^1$  及び  $Ar^2$  は、それぞれ置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 30 のアリール基であり、同一でも異なってもよい。

【0011】

$Ar^1$  及び  $Ar^2$  が示す置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 30 のアリール基の例としては、フェニル基、1 - ナフチル基、2 - ナフチル基、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фтаセニル基、2 - ナфтаセニル基、9 - ナфтаセニル基、1 - ピレニル基、2 - ピレニル基、4 - ピレニル基、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、p - ターフェニル - 4 - イル基、p - ターフェニル - 3 - イル基、p - ターフェニル - 2 - イル基、m - ターフェニル - 4 - イル基、m - ターフェニル - 3 - イル基、m - ターフェニル - 2 - 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、p - (2 - フェニルプロピル)フェニル基、3 - メチル - 2 - ナフチル基、4 - メチル - 1 - ナフチル基、4 - メチル - 1 - アントリル基、4' - メチルビフェニルイル基、4'' -

10

20

30

40

50

t - ブチル - p - ターフェニル - 4 - イル基、フルオレニル基等が挙げられる。

【0012】



Lは連結基である。この連結基としては、例えば、単結合、メチレン基、エチレン基、ジメチルメチレン基、ジフェニルメチレン基、ラクトン環、ペプチド基等の構造を有するものが挙げられ、特に、単結合が好ましい。これらの基は置換されていてもよい。

$\text{Ch}^1$  及び  $\text{Ch}^2$  の縮合芳香族環の例としては、前記  $\text{Ch}$  が示す縮合芳香族環と同様のものが挙げられる。

【0013】

前記一般式(1)は、上記一般式(3)で表されると好ましい。

$\text{Ch}^3$  は、置換もしくは無置換の核炭素数14~20のアリール基である。このアリール基の例としては、フェナンスレン、ピレン、クリセン、トリフェニレン又はペリレン等が挙げられ、ピレン又はクリセンが好ましい。

$\text{L}^1$  及び  $\text{L}^2$  は、それぞれ連結基であり、同一でも異なってもよい。この連結基の例としては、前記Lが示す連結基と同様のものが挙げられる。これらの基は置換されていてもよい。a及びbは、それぞれ0~1の整数である。

$\text{Ar}^3$  及び  $\text{Ar}^4$  は、それぞれ置換もしくは無置換の核原子数5~30のアリール基であり、同一でも異なってもよい。このアリール基の例としては、前記  $\text{Ar}^1$  及び  $\text{Ar}^2$  が示すアリール基と同様のものが挙げられる。

ただし、 $\text{Ch}^3$  が置換もしくは無置換のピレンである場合、 $\text{Ar}^3$  及び/又は  $\text{Ar}^4$  は、置換もしくは無置換の - ナフチル誘導体である。

【0014】

前記一般式(2)は、上記一般式(4)で表されると好ましい。

$\text{L}^3$  は連結基である。この連結基の例としては、前記Lが示す連結基と同様のものが挙げられる。この基は置換されていてもよい。

$\text{Ch}^4$  及び  $\text{Ch}^5$  は、それぞれ置換もしくは無置換の核原子数14~20のアリーレン基であり、同一でも異なってもよい。このアリーレン基の例としては、フェナンスリレン、ピレニレン、クリセニレン、トリフェニレニレン又はペリレニレン等が挙げられ、ピレニレン又はクリセニレンが好ましい。

$\text{Ar}^5$  及び  $\text{Ar}^6$  は、それぞれ置換もしくは無置換の核原子数5~30のアリール基であり、同一でも異なってもよい。このアリール基の例としては、前記  $\text{Ar}^1$  及び  $\text{Ar}^2$  が示すアリール基と同様のものが挙げられる。

$\text{Ar}^7$  及び  $\text{Ar}^8$  は、それぞれ置換もしくは無置換の核原子数5~30のアリーレン基であり、同一でも異なってもよい。このアリーレン基の例としては、前記  $\text{Ar}^1$  及び  $\text{Ar}^2$  が示すアリール基を2価の基としたものが挙げられる。n及びmは、それぞれ0~1の整数である。

【0015】

前記  $\text{Ch}$ 、 $\text{Ch}^1 \sim \text{Ch}^5$ 、 $\text{Ar}^1 \sim \text{Ar}^8$  が示す基における置換基としては、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、ニトロ基、シアノ基、アルキル基、アリール基、シクロアルキル基、アルコキシ基、芳香族複素環基、アラルキル基、アリールオキシ基、アリー

ルチオ基、アルコキシカルボニル基、又はカルボキシル基などが挙げられる。

また、前記L、 $\text{L}^1 \sim \text{L}^3$  が示す基の置換基としても、これらの基が挙げられる。

【0016】

本発明の一般式(1)~(4)で表されるオリゴアリーレン誘導体の具体例を以下に示すが、これら例示化合物に限定されるものではない。

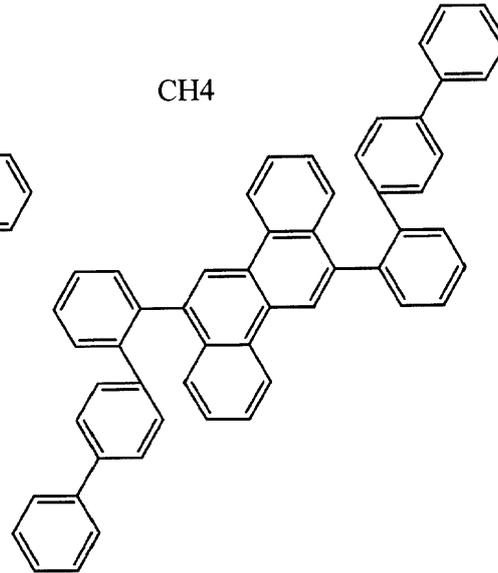
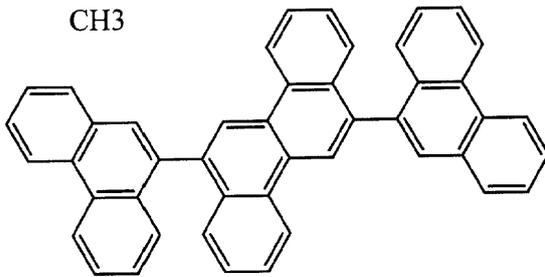
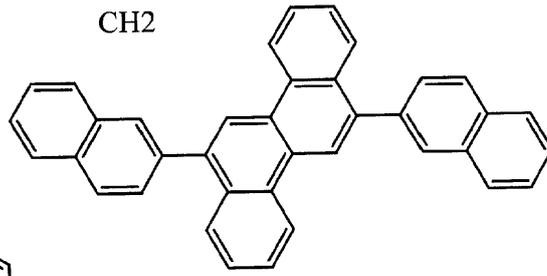
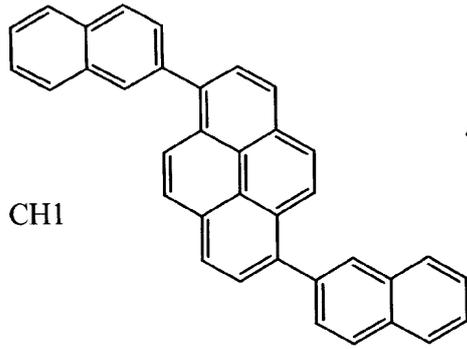
【化5】

10

20

30

40

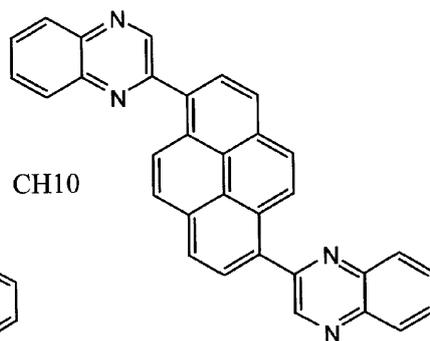
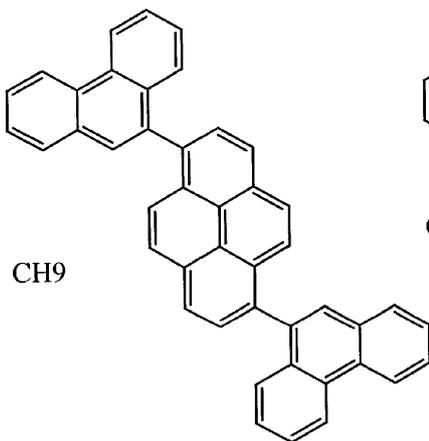
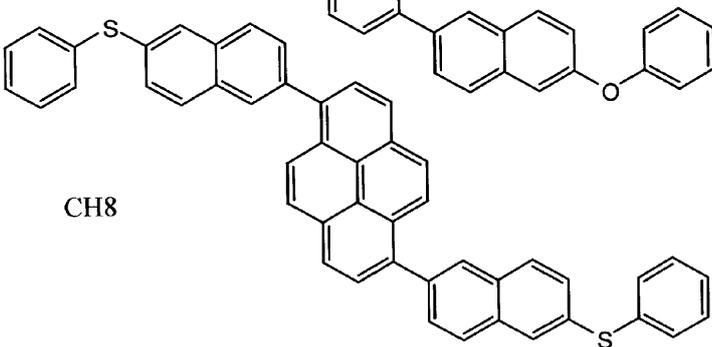
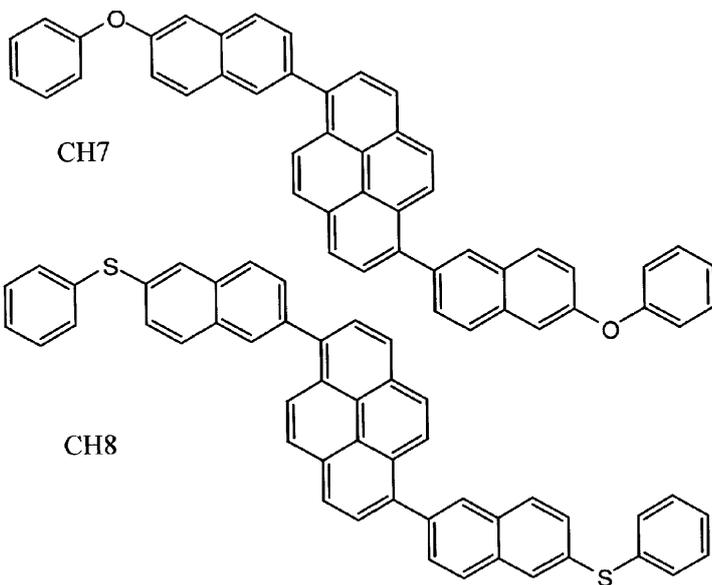
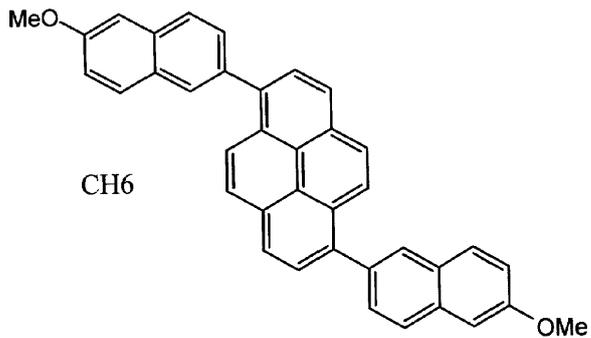
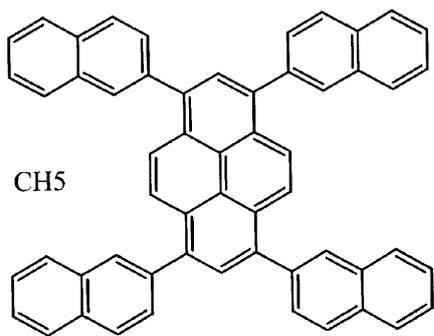


10

20

30

【 0 0 1 7 】  
【 化 6 】



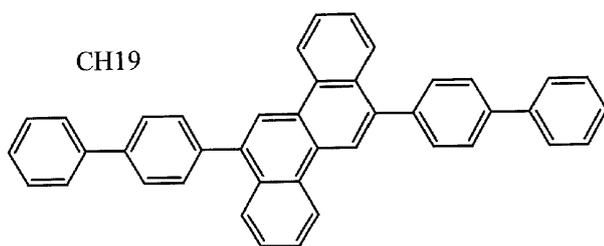
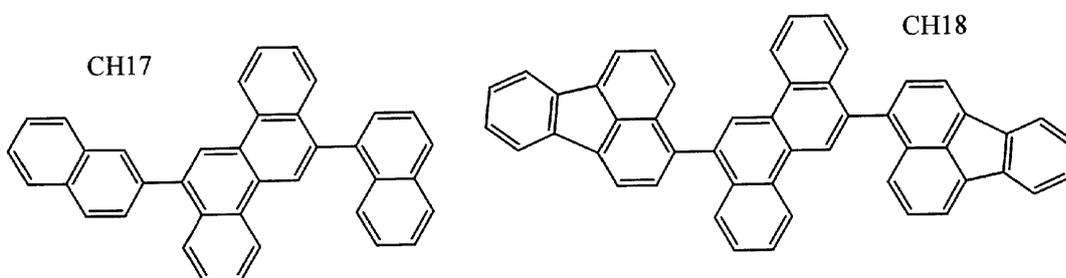
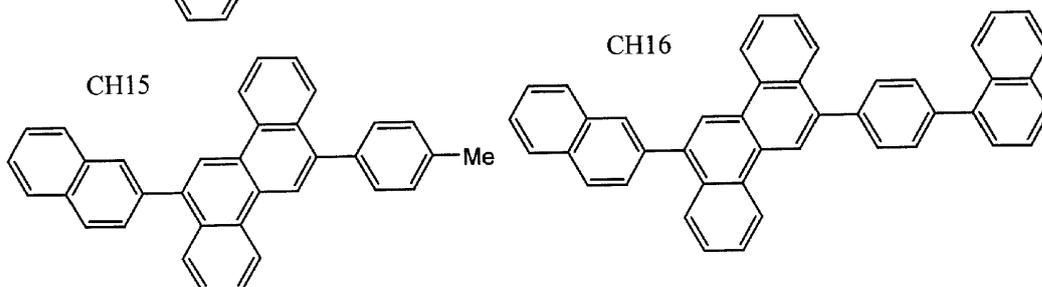
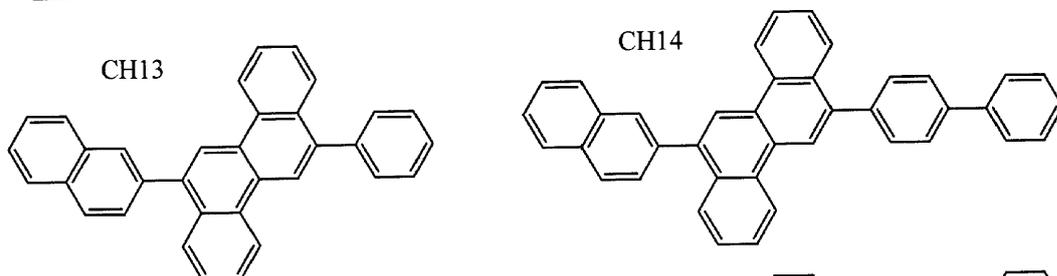
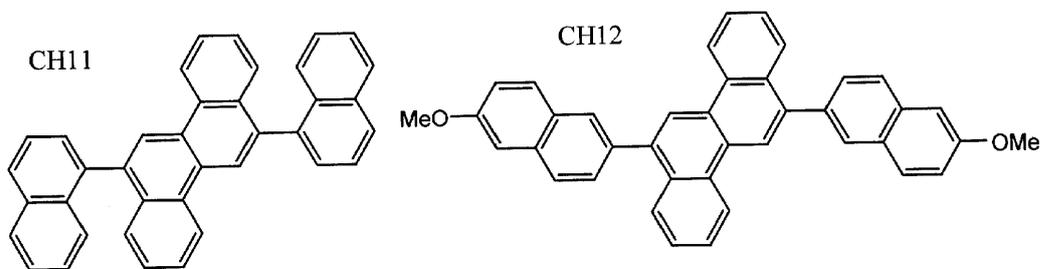
10

20

30

40

【 0 0 1 8 】  
【 化 7 】



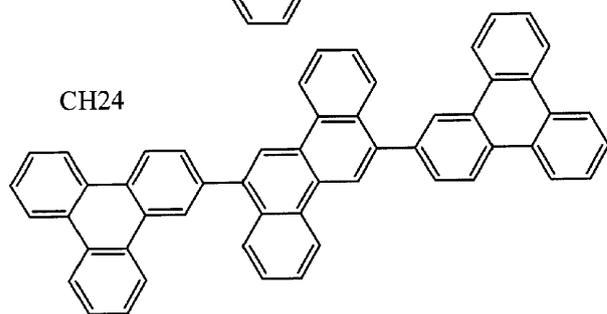
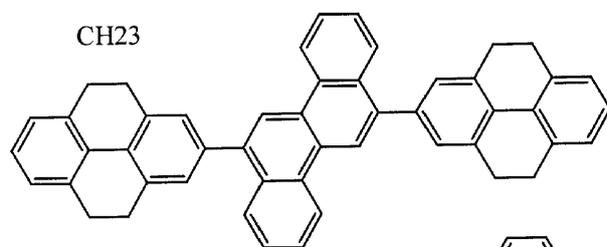
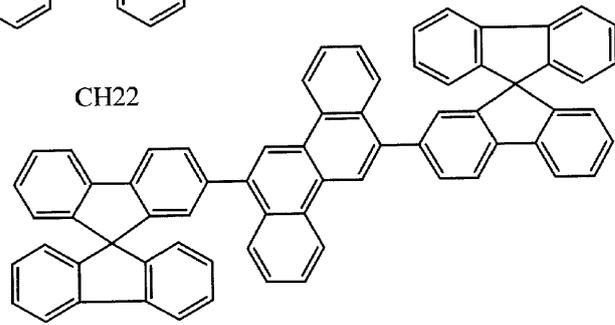
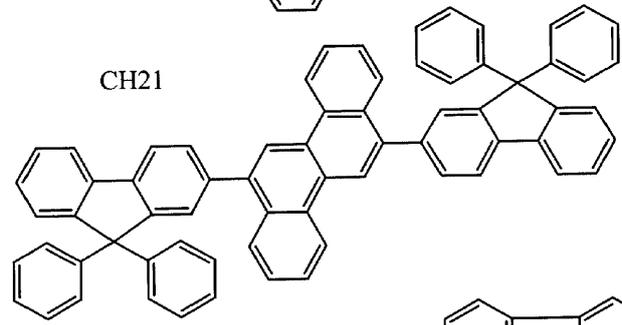
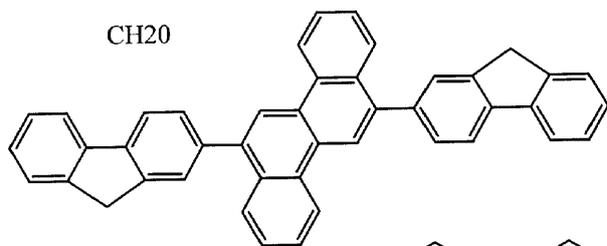
10

20

30

【 0 0 1 9 】

【 化 8 】



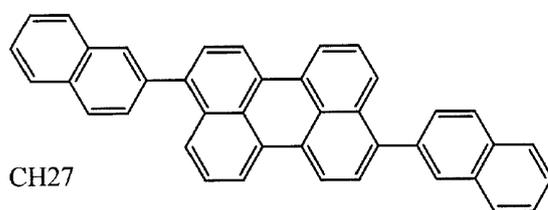
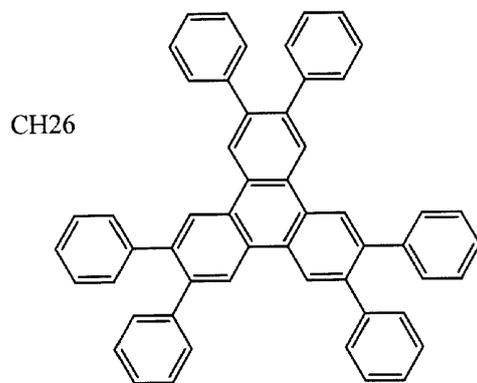
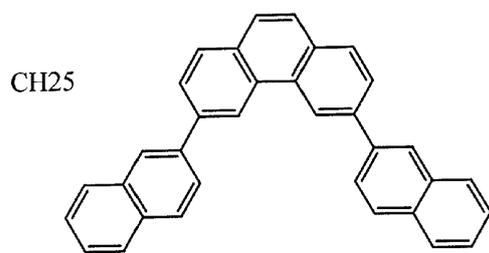
10

20

30

40

【 0 0 2 0 】  
【 化 9 】

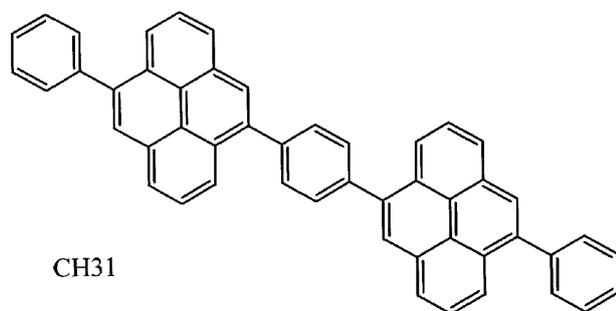
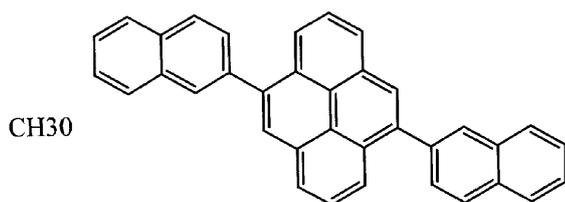
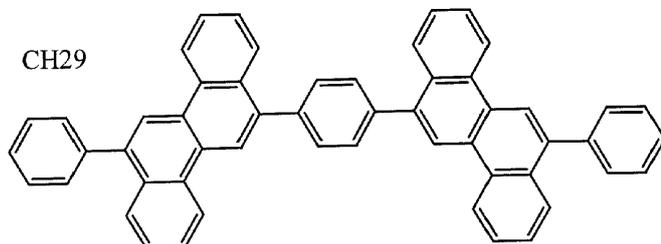
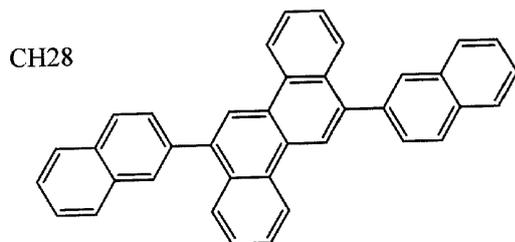


10

20

30

【 0 0 2 1 】  
【 化 1 0 】

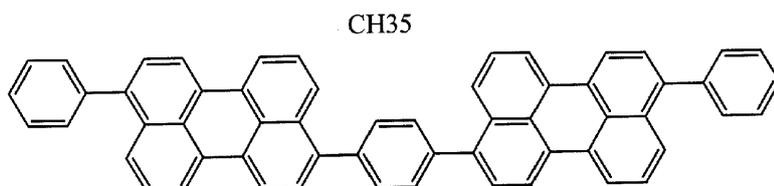
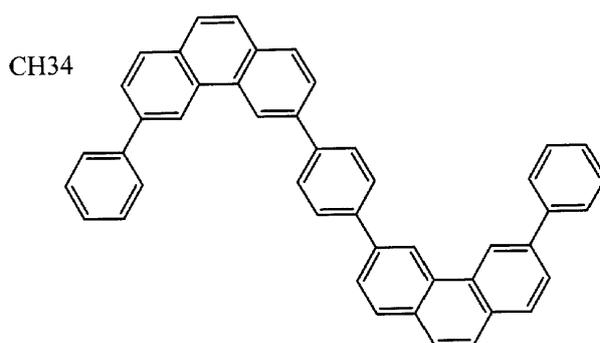
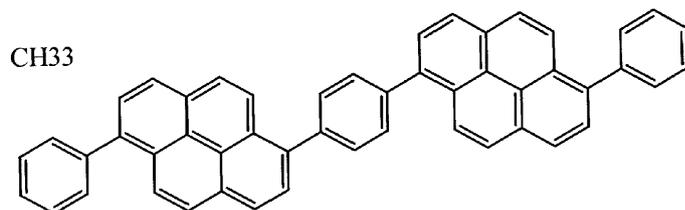
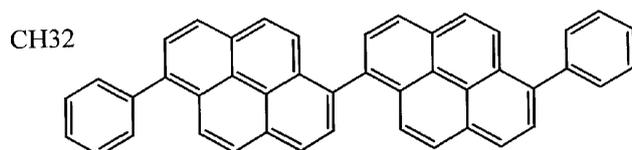


10

20

30

【 0 0 2 2 】  
【 化 1 1 】



10

20

30

## 【0023】

本発明のオリゴアリーレン誘導体は、有機EL素子用発光材料及び正孔輸送材料として用いると好ましい。

本発明の有機EL素子は、陰極と陽極間に少なくとも発光層を含む一層又は複数層からなる有機薄膜層が挟持されている有機EL素子において、該有機薄膜層の少なくとも1層が、前記一般式(1)~(4)のいずれかで表されるオリゴアリーレン誘導体を単独もしくは混合物の成分として含有する。

前記発光層が、一般式(1)~(4)のいずれかで表されるオリゴアリーレン誘導体を含有すると好ましく、特に発光層が、主成分として含有すると好ましい。

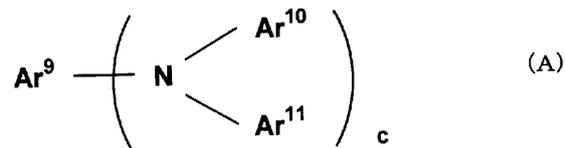
40

## 【0024】

また、本発明の有機EL素子は、前記発光層が、さらにアリールアミン化合物及び/又はスチリルアミン化合物を含有すると好ましい。

スチリルアミン化合物としては、下記一般式(A)で表されるものが好ましい。

## 【化12】



## 【0025】

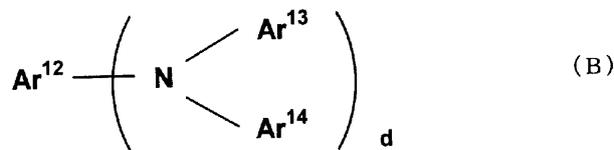
(式中、 $\text{Ar}^9$  は、フェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、スチルベン基、ジスチリルアリアル基から選ばれる基であり、 $\text{Ar}^{10}$  及び  $\text{Ar}^{11}$  は、それぞれ水素原子又は炭素数が6～20の芳香族基であり、 $\text{Ar}^9$ 、 $\text{Ar}^{10}$  及び  $\text{Ar}^{11}$  は置換されてもよい。 $c$  は1～4の整数である。さらに好ましくは  $\text{Ar}^6$  又は  $\text{Ar}^7$  の少なくとも一方はスチリル基で置換されている。)

ここで、炭素数が6～20の芳香族基としては、フェニル基、ナフチル基、アントラニル基、フェナンスリル基、ターフェニル基等が挙げられる。

## 【0026】

アリアルアミン化合物としては、下記一般式(B)で表されるものが好ましい。

## 【化13】



(式中、 $\text{Ar}^{12}$ ～ $\text{Ar}^{14}$  は、置換もしくは無置換の核炭素数5～40のアリアル基である。 $d$  は1～4の整数である。)

## 【0027】

ここで、核炭素数が5～40のアリアル基としては、例えば、フェニル基、ナフチル基、アントラニル基、フェナンスリル基、ピレニル基、コロニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、ピローリル基、フラニル基、チオフェニル基、ベンゾチオフェニル基、オキサジアゾリル基、ジフェニルアントラニル基、インドリル基、カルバゾリル基、ピリジル基、ベンゾキノリル基、フルオランテニル基、アセナフトフルオランテニル基、スチルベン基等が挙げられる。なお、このアリアル基の好ましい置換基としては、炭素数1～6のアルキル基(エチル基、メチル基、*i*-プロピル基、*n*-プロピル基、*s*-ブチル基、*t*-ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基等)、炭素数1～6のアルコキシ基(エトキシ基、メトキシ基、*i*-プロポキシ基、*n*-プロポキシ基、*s*-ブトキシ基、*t*-ブトキシ基、ペントキシ基、ヘキシルオキシ基、シクロペントキシ基、シクロヘキシルオキシ基等)、核原子数5～40のアリアル基、核原子数5～40のアリアル基で置換されたアミノ基、核原子数5～40のアリアル基を有するエステル基、炭素数1～6のアルキル基を有するエステル基、シアノ基、ニトロ基、ハロゲン原子等が挙げられる。

## 【0028】

前記有機薄膜層が正孔輸送層を有し、該正孔輸送層が、一般式(1)～(4)のいずれかで表されるオリゴアリーレン誘導体を単独もしくは混合物の成分として含有してもよく、特に主成分として含有すると好ましい。

## 【0029】

以下、本発明の有機EL素子の素子構成について説明する。

本発明の有機EL素子の代表的な素子構成としては、

- (1) 陽極 / 発光層 / 陰極
- (2) 陽極 / 正孔注入層 / 発光層 / 陰極
- (3) 陽極 / 発光層 / 電子注入層 / 陰極

10

20

30

40

50

- ( 4 ) 陽極 / 正孔注入層 / 発光層 / 電子注入層 / 陰極
- ( 5 ) 陽極 / 有機半導体層 / 発光層 / 陰極
- ( 6 ) 陽極 / 有機半導体層 / 電子障壁層 / 発光層 / 陰極
- ( 7 ) 陽極 / 有機半導体層 / 発光層 / 付着改善層 / 陰極
- ( 8 ) 陽極 / 正孔注入層 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子注入層 / 陰極
- ( 9 ) 陽極 / 絶縁層 / 発光層 / 絶縁層 / 陰極
- ( 10 ) 陽極 / 無機半導体層 / 絶縁層 / 発光層 / 絶縁層 / 陰極
- ( 11 ) 陽極 / 有機半導体層 / 絶縁層 / 発光層 / 絶縁層 / 陰極
- ( 12 ) 陽極 / 絶縁層 / 正孔注入層 / 正孔輸送層 / 発光層 / 絶縁層 / 陰極
- ( 13 ) 陽極 / 絶縁層 / 正孔注入層 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子注入層 / 陰極

10

などの構造を挙げることができる。

これらの中で通常( 8 )の構成が好ましく用いられるが、もちろんこれらに限定されるものではない。

この有機EL素子は、通常透光性の基板上に作製する。この透光性基板は有機EL素子を支持する基板であり、その透光性については、400~700nmの可視領域の光の透過率が50%以上であるものが望ましく、さらに平滑な基板を用いるのが好ましい。

#### 【0030】

このような透光性基板としては、例えば、ガラス板、合成樹脂板などが好適に用いられる。ガラス板としては、特にソーダ石灰ガラス、バリウム・ストロンチウム含有ガラス、鉛ガラス、アルミノケイ酸ガラス、ホウケイ酸ガラス、バリウムホウケイ酸ガラス、石英などで成形された板が挙げられる。また、合成樹脂板としては、ポリカーボネート樹脂、アクリル樹脂、ポリエチレンテレフタレート樹脂、ポリエーテルサルファイド樹脂、ポリサルフォン樹脂などの板が挙げられる。

20

次に、上記の陽極としては、仕事関数の大きい(4eV以上)金属、合金、電気伝導性化合物又はこれらの混合物を電極物質とするものが好ましく用いられる。このような電極物質の具体例としては、Auなどの金属、CuI、ITO(インジウムチンオキシド)、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{In-Zn-O}$ などの導電性材料が挙げられる。この陽極を形成するには、これらの電極物質を、蒸着法やスパッタリング法等の方法で薄膜を形成させることができる。この陽極は、上記発光層からの発光を陽極から取り出す場合、陽極の発光に対する透過率が10%より大きくなるような特性を有していることが望ましい。また、陽極のシート抵抗は、数百 $\Omega$ 以下のものが好ましい。さらに、陽極の膜厚は、材料にもよるが通常10nm~1 $\mu\text{m}$ 、好ましくは10~200nmの範囲で選択される。

30

#### 【0031】

次に、陰極としては、仕事関数の小さい(4eV以下)金属、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが用いられる。このような電極物質の具体例としては、ナトリウム、ナトリウム-カリウム合金、マグネシウム、リチウム、マグネシウム・銀合金、アルミニウム/酸化アルミニウム、 $\text{Al/Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Al/LiO}_2$ 、 $\text{Al/LiF}$ 、アルミニウム・リチウム合金、インジウム、希土類金属などが挙げられる。この陰極はこれらの電極物質を蒸着やスパッタリング等の方法により薄膜を形成させることにより、作製することができる。

40

ここで、発光層からの発光を陰極から取り出す場合、陰極の発光に対する透過率は10%より大きくすることが好ましい。また、陰極としてのシート抵抗は数百 $\Omega$ 以下が好ましく、さらに、膜厚は通常10nm~1 $\mu\text{m}$ 、好ましくは50~200nmである。

#### 【0032】

本発明の有機EL素子においては、このようにして作製された一对の電極の少なくとも一方の表面に、カルコゲナイド層、ハロゲン化金属層又は金属酸化物層(以下、これらを表面層ということがある。)を配置するのが好ましい。具体的には、発光層側の陽極表面にケイ素やアルミニウムなどの金属のカルコゲナイド(酸化物を含む)層を、また、発光層側の陰極表面にハロゲン化金属層又は金属酸化物層を配置するのがよい。これにより、駆動の安定化を図ることができる。

50

## 【0033】

上記カルコゲナイドとしては、例えば  $\text{SiO}_x$  ( $1 < x < 2$ )、 $\text{AlO}_x$  ( $1 < x < 1.5$ )、 $\text{SiON}$ 、 $\text{SiAlON}$ などが好ましく挙げられ、ハロゲン化金属としては、例えば  $\text{LiF}$ 、 $\text{MgF}_2$ 、 $\text{CaF}_2$ 、フッ化希土類金属などが好ましく挙げられ、金属酸化物としては、例えば  $\text{Cs}_2\text{O}$ 、 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{BaO}$ 、 $\text{CaO}$ などが好ましく挙げられる。

## 【0034】

さらに、本発明の有機EL素子においては、このようにして作製された一对の電極の少なくとも一方の表面に電子伝達化合物と還元性ドーパントの混合領域又は正孔伝達化合物と酸化性ドーパントの混合領域を配置するのも好ましい。このようにすると、電子伝達化合物が還元され、アニオンとなり混合領域がより発光層に電子を注入、伝達しやすくなる。また、正孔伝達化合物は酸化され、カチオンとなり混合領域がより発光層に正孔を注入、伝達しやすくなる。好ましい酸化性ドーパントとしては、各種ルイス酸やアクセプター化合物がある。好ましい還元性ドーパントとしては、アルカリ金属、アルカリ金属化合物、アルカリ土類金属、希土類金属及びこれらの化合物がある。

本発明の有機EL素子においては、発光層は、

- 1 注入機能；電界印加時に陽極又は正孔注入層より正孔を注入することができ、陰極又は電子注入層より電子を注入することができる機能
- 2 輸送機能；注入した電荷（電子と正孔）を電界の力で移動させる機能
- 3 発光機能；電子と正孔の再結合の場を提供し、これを発光につなげる機能を有する。

## 【0035】

この発光層を形成する方法としては、例えば蒸着法、スピコート法、LB法等の公知の方法を適用することができる。発光層は、特に分子堆積膜であることが好ましい。ここで分子堆積膜とは、気相状態の材料化合物から沈着され形成された薄膜や、溶液状態または液相状態の材料化合物から固体化され形成された膜のことであり、通常この分子堆積膜は、LB法により形成された薄膜（分子累積膜）とは凝集構造、高次構造の相違や、それに起因する機能的な相違により区分することができる。

また、特開昭57-51781号公報に開示されているように、樹脂等の結着剤と材料化合物とを溶剤に溶かして溶液とした後、これをスピコート法等により薄膜化することによっても、発光層を形成することができる。

## 【0036】

本発明においては、本発明の目的が損なわれない範囲で、所望により、発光層に、本発明のオリゴアリーレン誘導体からなる発光材料以外の他の公知の発光材料を含有させてもよく、また、本発明のオリゴアリーレン誘導体からなる発光材料を含む発光層に、他の公知の発光材料を含む発光層を積層してもよい。

次に、正孔注入・輸送層は、発光層への正孔注入を助け、発光領域まで輸送する層であって、正孔移動度が大きく、イオン化エネルギーが通常  $5.5 \text{ eV}$  以下と小さい。このような正孔注入・輸送層としてはより低い電界強度で正孔を発光層に輸送する材料が好ましく、さらに正孔の移動度が、例えば  $10^4 \sim 10^6 \text{ V/cm}$  の電界印加時に、少なくとも  $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{V} \cdot \text{秒}$  であるものが好ましい。このような正孔輸送材料としては、本発明のオリゴアリーレン誘導体が有用であり、こり他、従来、光導伝材料において正孔の電荷輸送材料として慣用されているものや、有機EL素子の正孔注入層に使用されている公知のものの中から任意のものを選択して用いることができる。

そして、この正孔注入・輸送層を形成するには、正孔注入・輸送材料を、例えば真空蒸着法、スピコート法、キャスト法、LB法等の公知の方法により薄膜化すればよい。この場合、正孔注入・輸送層としての膜厚は、特に制限はないが、通常は  $5 \text{ nm} \sim 5 \mu\text{m}$  である。

## 【0037】

次に、電子注入層・輸送層は、発光層への電子の注入を助け、発光領域まで輸送する層で

10

20

30

40

50

あって、電子移動度が大きく、また付着改善層は、この電子注入層の中で特に陰極との付着が良い材料からなる層である。電子注入層に用いられる材料としては、8-ヒドロキシキノリンまたはその誘導体の金属錯体が好適である。上記8-ヒドロキシキノリンまたはその誘導体の金属錯体の具体例としては、オキシシノイド(一般に8-キノリノール又は8-ヒドロキシキノリン)のキレートを含む金属キレートオキシシノイド化合物、例えばトリス(8-キノリノール)アルミニウムを電子注入材料として用いることができる。

#### 【0038】

また、一般的に有機EL素子は、超薄膜に電界を印可するために、リークやショートによる画素欠陥が生じやすい。これを防止するために、一对の電極間に絶縁性の薄膜層を挿入しても良い。

絶縁層に用いられる材料としては、例えば、酸化アルミニウム、弗化リチウム、酸化リチウム、弗化セシウム、酸化セシウム、酸化マグネシウム、弗化マグネシウム、酸化カルシウム、弗化カルシウム、窒化アルミニウム、酸化チタン、酸化珪素、酸化ゲルマニウム、窒化珪素、窒化ホウ素、酸化モリブデン、酸化ルテニウム、酸化バナジウム等が挙げられる。これらの混合物や積層物を用いてもよい。

#### 【0039】

次に、本発明の有機EL素子を作製する方法については、例えば上記の材料及び方法により陽極、発光層、必要に応じて正孔注入層、及び必要に応じて電子注入層を形成し、最後に陰極を形成すればよい。また、陰極から陽極へ、前記と逆の順序で有機EL素子を作製することもできる。

#### 【0040】

以下、透光性基板上に、陽極/正孔注入層/発光層/電子注入層/陰極が順次設けられた構成の有機EL素子の作製例について説明する。

まず、適当な透光性基板上に、陽極材料からなる薄膜を1 $\mu$ m以下、好ましくは10~200nmの範囲の膜厚になるように、蒸着法あるいはスパッタリング法により形成し、陽極とする。次に、この陽極上に正孔注入層を設ける。正孔注入層の形成は、前述したように真空蒸着法、スピコート法、キャスト法、LB法等の方法により行うことができるが、均質な膜が得られやすく、かつピンホールが発生しにくい等の点から真空蒸着法により形成することが好ましい。真空蒸着法により正孔注入層を形成する場合、その蒸着条件は使用する化合物(正孔注入層の材料)、目的とする正孔注入層の結晶構造や再結合構造等により異なるが、一般に蒸着源温度50~450、真空度 $10^{-7}$ ~ $10^{-3}$  torr、蒸着速度0.01~50nm/秒、基板温度-50~300、膜厚5nm~5 $\mu$ mの範囲で適宜選択することが好ましい。

#### 【0041】

次に、この正孔注入層上に発光層を設ける。この発光層の形成も、本発明に係る発光材料を用いて真空蒸着法、スパッタリング、スピコート法、キャスト法等の方法により、発光材料を薄膜化することにより形成できるが、均質な膜が得られやすく、かつピンホールが発生しにくい等の点から真空蒸着法により形成することが好ましい。真空蒸着法により発光層を形成する場合、その蒸着条件は使用する化合物により異なるが、一般的に正孔注入層の形成と同様な条件範囲の中から選択することができる。膜厚は10~40nmの範囲が好ましい。

#### 【0042】

次に、この発光層上に電子注入層を設ける。この場合にも正孔注入層、発光層と同様、均質な膜を得る必要から真空蒸着法により形成することが好ましい。蒸着条件は正孔注入層、発光層と同様の条件範囲から選択することができる。

そして、最後に陰極を積層して有機EL素子を得ることができる。陰極は金属から構成されるもので、蒸着法、スパッタリングを用いることができる。しかし、下地の有機物層を製膜時の損傷から守るためには真空蒸着法が好ましい。

以上の有機EL素子の作製は、一回の真空引きで、一貫して陽極から陰極まで作製することが好ましい。

10

20

30

40

50

## 【0043】

この有機EL素子に直流電圧を印加する場合、陽極を+、陰極を-の極性にして、3~40Vの電圧を印加すると、発光が観測できる。また、逆の極性で電圧を印加しても電流は流れず、発光は全く生じない。さらに、交流電圧を印加した場合には、陽極が+、陰極が-の極性になった時のみ均一な発光が観測される。この場合、印加する交流の波形は任意でよい。

## 【0044】

## 【実施例】

次に、本発明を実施例によりさらに詳細に説明するが、本発明は、これらの例によってなんら限定されるものではない。

10

実施例1(2,6-ビス(2-ナフチル)ピレン(CH1)の合成)

Ar雰囲気下、2,6-ジブROMピレン3g、2-ナフタレンボロン酸3.6g(東京化成社製)及びテトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム(0)0.36g(広島和光社製)をトルエン100ml中に溶かし、これに炭酸ナトリウム5gを24mlの水に溶かしたものを加え、10時間還流した後、一晩放置した。

反応混合物を濾過し、水、メタノール、アセトンで洗浄して2.9gの淡黄色固体を得た。

この化合物のFD-MS(フィールドイオン質量分析)を測定したところ、 $C_{36}H_{22} = 454$  に対し、 $m/z = 454$  が得られたことから、この化合物を2,6-ビス(2-ナフチル)ピレン(CH1)と同定した(収率77%)。

20

## 【0045】

実施例2(6,12-ビス(1-ナフチル)-クリセン(CH2)の合成)

Ar雰囲気下、6,12-ジブROMクリセン3g、1-ナフタレンボロン酸4g(東京化成社製)及びテトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム(0)0.36g(広島和光社製)をトルエン100ml中に溶かし、これに炭酸ナトリウム5gを24mlの水に溶かしたものを加え、10時間還流した後、一晩放置した。

反応混合物を濾過し、水、メタノール、アセトンで洗浄して3.2gの淡黄色固体を得た。

この化合物のFD-MSを測定したところ、 $C_{38}H_{24} = 480$  に対し、 $m/z = 480$  が得られたことから、この化合物を6,12-ビス(1-ナフチル)-クリセン(CH2)と同定した(収率85%)。

30

## 【0046】

実施例3(6,12-ビス(9-フェナンスリル)-クリセン(CH3)の合成)

Ar雰囲気下、6,12-ジブROMクリセン3g、9-フェナンスレンボロン酸5g(東京化成社製)及びテトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム(0)0.36g(広島和光社製)をトルエン100ml中に溶かし、これに炭酸ナトリウム5gを24mlの水に溶かしたものを加え、10時間還流した後、一晩放置した。

反応混合物を濾過し、水、メタノール、アセトンで洗浄して4.2gの淡黄色固体を得た。

この化合物のFD-MSを測定したところ、 $C_{46}H_{28} = 580$  に対し、 $m/z = 580$  が得られたことから、この化合物を6,12-ビス(9-フェナンスリル)-クリセン(CH3)と同定した(収率93%)。

40

## 【0047】

実施例4(6,12-ビス(2-ターフェニル)-クリセン(CH4)の合成)

Ar雰囲気下、6,12-ジブROMクリセン3g、2-ターフェニルボロン酸5g及びテトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム(0)0.36g(広島和光社製)をトルエン100ml中に溶かし、これに炭酸ナトリウム5gを24mlの水に溶かしたものを加え、10時間還流した後、一晩放置した。

反応混合物を濾過し、水、メタノール、アセトンで洗浄して4.2gの淡黄色固体を得た。

50

この化合物のFD-MSを測定したところ、 $C_{54}H_{36} = 684$  に対し、 $m/z = 684$  が得られたことから、この化合物を6,12-ビス(2-ターフェニル)-クリセン( $C_{54}H_{36}$ )と同定した(収率79%)。

【0048】

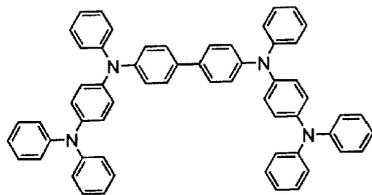
実施例5(有機EL素子の製造)

25mm×75mm×1.1mm厚のITO透明電極付きガラス基板(ジオマテック社製)をイソプロピルアルコール中で超音波洗浄を5分間行なった後、UVオゾン洗浄を30分間行なった。洗浄後の透明電極ライン付きガラス基板を真空蒸着装置の基板ホルダーに装着し、まず透明電極ラインが形成されている側の面上に前記透明電極を覆うようにして膜厚60nmの下記N,N'-ビス(N,N'-ジフェニル-4-アミノフェニル)-N,N'-ジフェニル-4,4'-ジアミノ-1,1'-ピフェニル膜(以下、TPD232膜)を成膜した。このTPD232膜は、正孔注入層として機能する。続いて、このTPD232膜上に膜厚20nmの下記N,N,N',N'-テトラ(4-ピフェニル)-ジアミノピフェニレン膜(以下、TBDB膜)を成膜した。この膜は正孔輸送層として機能する。さらに、このTBDB膜上に、発光材料(ホスト材料)として膜厚40nmのCH1を蒸着し成膜した。同時に発光分子(ドーパント)として、下記のスチリル基を有するアミン化合物D1をCH1に対し、重量比でCH1:D1=40:2で蒸着した。この膜は、発光層として機能する。この膜上に膜厚10nmのAlq膜を成膜した。これは、電子注入層として機能する。この後、還元性ドーパントであるLi(Li源:サエスゲッター社製)とAlqを二元蒸着させ、電子注入層(陰極)としてAlq:Li膜(膜厚10nm)を形成した。このAlq:Li膜上に金属Alを蒸着させ金属陰極を形成し有機EL素子を形成した。

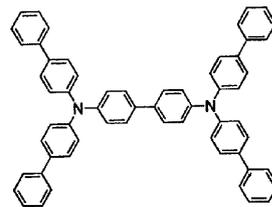
得られた有機EL素子について、発光輝度100nit付近の発光効率を測定し、その結果を表1に示す。

【0049】

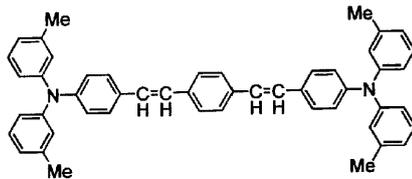
【化14】



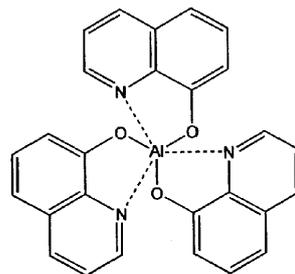
TPD232



TBDB



D 1



Alq

【0050】

実施例6(有機EL素子の製造)

実施例5において、ドーパントとしてスチリル基を有するアミン化合物D1の代わりに、

10

20

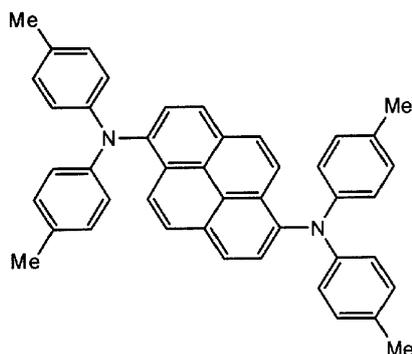
30

40

50

下記芳香族アミン D 2 を用いたこと以外は同様にして有機 E L 素子を製造し、同様に発光効率を測定した。その結果を表 1 に示す。

【化 1 5】



D2

10

【0051】

実施例 7 ~ 12 (有機 E L 素子の製造)

実施例 5 において、ホスト材料及びドーパントとして、表 1 に示すものを用いたこと以外は同様にして有機 E L 素子を製造し、同様に発光効率を測定した。それらの結果を表 1 に示す。

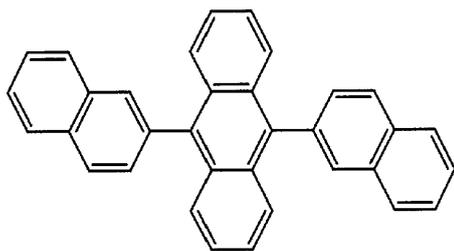
20

【0052】

比較例 1 (有機 E L 素子の製造)

実施例 5 において、ホスト材料として C H 1 の代わりに、下記化合物 a n 1 を用いたこと以外は同様にして有機 E L 素子を製造し、同様に発光効率を測定した。その結果を表 1 に示す。

【化 1 6】



an1

30

【0053】

比較例 2 (有機 E L 素子の製造)

比較例 1 において、ドーパントとしてスチリル基を有するアミン化合物 D 1 の代わりに、芳香族アミン D 2 を用いたこと以外は同様にして有機 E L 素子を製造し、同様に発光効率を測定した。その結果を表 1 に示す。

40

【0054】

【表 1】

表 1

	発光層		発光効率 (cd/A)	発光色
	ホスト材料	ドーパント		
実施例5	CH1	D1	11.1	青
実施例6	CH1	D2	11.5	青
実施例7	CH2	D1	10.5	青
実施例8	CH2	D2	10.7	青
実施例9	CH3	D1	10.2	青
実施例10	CH3	D2	10.4	青
実施例11	CH4	D1	10.3	青
実施例12	CH4	D2	10.6	青
比較例1	an1	D1	9.0	青
比較例2	an1	D2	9.3	青

10

## 【0055】

表1に示したように、実施例5～12の有機EL素子は、比較例1及び2に対して、発光効率が高い青色発光が得られた。

## 【0056】

## 【発明の効果】

以上、詳細に説明したように、本発明のオリゴアリーレン誘導体を利用した有機EL素子は、高い発光効率の青色発光が得られる。このためフルカラー用の有機EL素子として有用である。

20

---

フロントページの続き

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

F I

テーマコード(参考)

C 0 9 K 11/06 6 9 0

H 0 5 B 33/14 B

H 0 5 B 33/22 D