

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3735288号

(P3735288)

(45) 発行日 平成18年1月18日(2006.1.18)

(24) 登録日 平成17年10月28日(2005.10.28)

(51) Int. Cl.

F I

<b>HO 1 L 51/50</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 5 B 33/14	B
<b>CO 7 D 307/80</b>	<b>(2006.01)</b>	CO 7 D 307/80	
<b>CO 7 D 307/81</b>	<b>(2006.01)</b>	CO 7 D 307/81	
<b>CO 7 D 307/82</b>	<b>(2006.01)</b>	CO 7 D 307/82	
<b>CO 7 D 307/84</b>	<b>(2006.01)</b>	CO 7 D 307/84	

請求項の数 11 (全 48 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-333315 (P2001-333315)  
 (22) 出願日 平成13年10月30日(2001.10.30)  
 (65) 公開番号 特開2003-142263 (P2003-142263A)  
 (43) 公開日 平成15年5月16日(2003.5.16)  
 審査請求日 平成13年10月30日(2001.10.30)

(73) 特許権者 000005821  
 松下電器産業株式会社  
 大阪府門真市大字門真1006番地  
 (73) 特許権者 000005201  
 富士写真フイルム株式会社  
 神奈川県南足柄市中沼210番地  
 (74) 代理人 100101823  
 弁理士 大前 要  
 (72) 発明者 松尾 三紀子  
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下  
 電器産業株式会社内  
 (72) 発明者 佐藤 徹哉  
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下  
 電器産業株式会社内

最終頁に続く

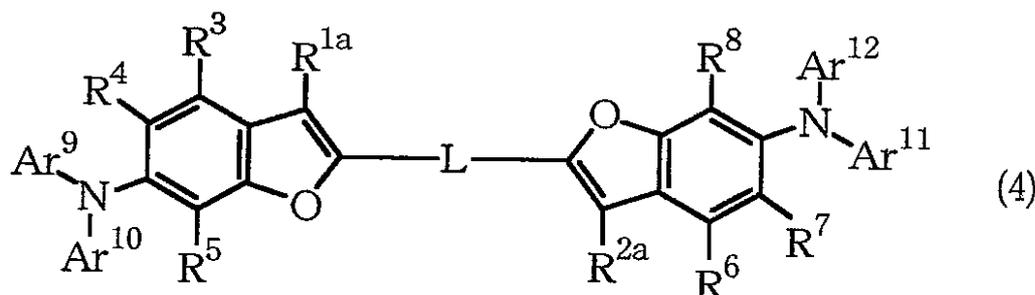
(54) 【発明の名称】 発光素子およびこれを用いた装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

陽極と陰極との間に発光領域を有する層が設けられている発光素子であって、前記層に下記一般式(4)で表される化合物である発光材料が含まれていることを特徴とする発光素子。

【化4】



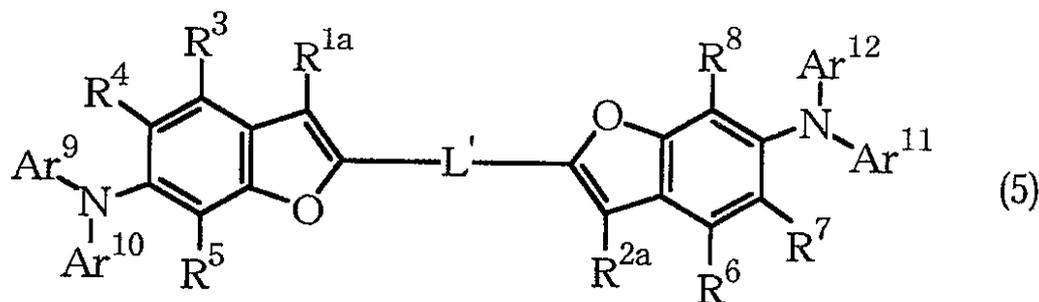
(式中、 $R^{1a}$  および  $R^{2a}$  は同一または異なっていてもよく、それぞれシアノ基、トリフルオロメチル基、メチル基、メトキシ基またはフッ素原子であり、 $R^3$ 、 $R^4$ 、 $R^5$ 、 $R^6$ 、 $R^7$ 、および  $R^8$  は、それぞれ同一または異なっていてもよく、それぞれ水素原子または置換基であり、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよく、L は、置換基を有してもよい縮合アリール基、または置換基を有してもよい複素環式化合物基を含む

連結基であり、 $Ar^9$ 、 $Ar^{10}$ 、 $Ar^{11}$ 、および $Ar^{12}$ は、それぞれ同一または異なっているいてもよく、それぞれアリール基またはヘテロ芳香環基であり、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよく、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよい。)

【請求項 2】

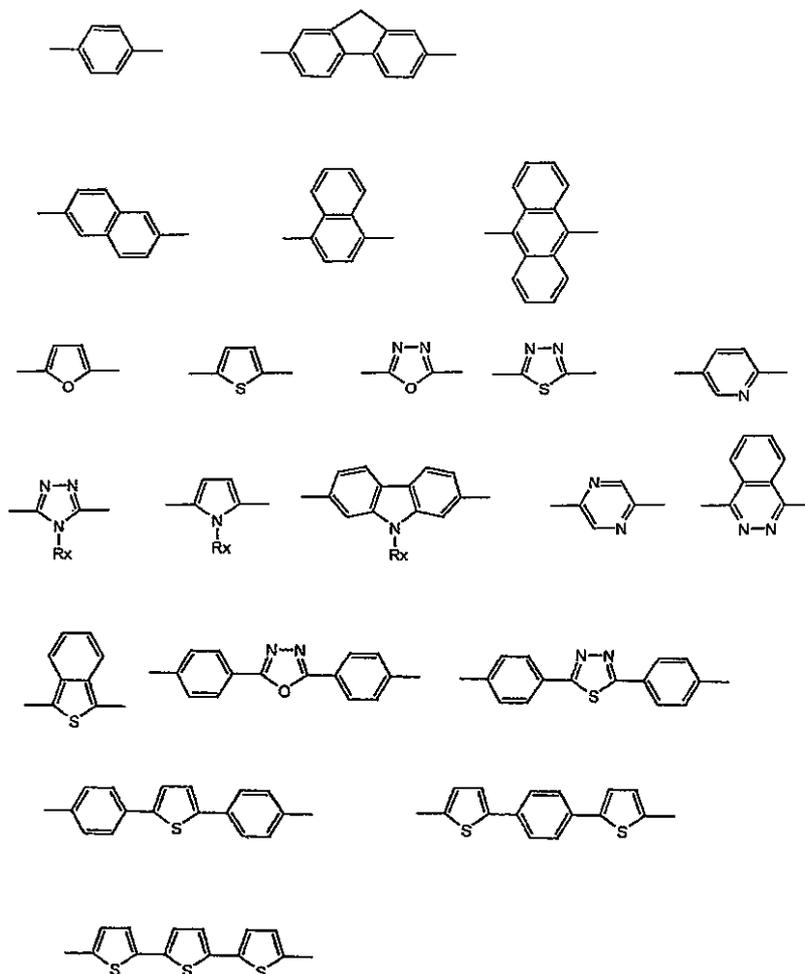
陽極と陰極との間に発光領域を有する層が設けられている発光素子であって、前記層に下記一般式(5)で表される化合物である発光材料が含まれていることを特徴とする発光素子。

【化 5】



(式中、 $R^{1a}$ および $R^{2a}$ は、同一または異なっているいてもよく、それぞれシアノ基、トリフルオロメチル基、メチル基、メトキシ基またはフッ素原子であり、 $R^3$ 、 $R^4$ 、 $R^5$ 、 $R^6$ 、 $R^7$ 、および $R^8$ は、それぞれ同一または異なっているいてもよく、それぞれ水素原子または置換基であり、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよく、 $Ar^9$ 、 $Ar^{10}$ 、 $Ar^{11}$ 、および $Ar^{12}$ は、それぞれ同一または異なっているいてもよく、それぞれアリール基またはヘテロ芳香環基であり、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよく、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよい。 $L'$ は、下記一般式(6)で表される連結基である。

## 【化6】



(6)

10

20

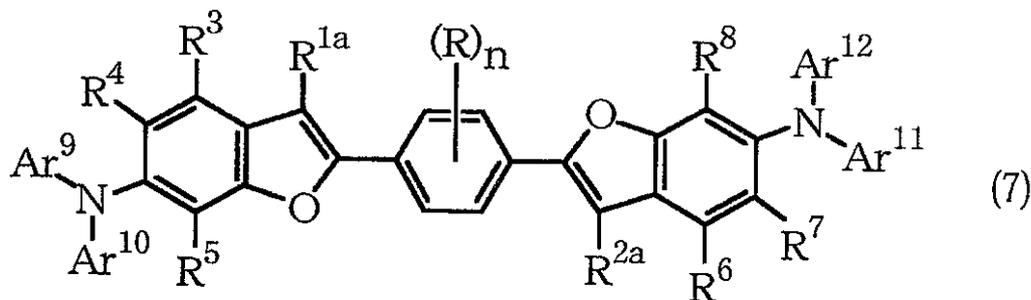
式中、 $R^x$ は、脂肪族炭化水素基、アリール基、または芳香族ヘテロ環基である。)

## 【請求項3】

30

陽極と陰極との間に発光領域を有する層が設けられている発光素子であって、前記層に下記一般式(7)で表される化合物である発光材料が含まれていることを特徴とする発光素子。

## 【化7】



(7)

40

(式中、 $R^{1a}$ および $R^{2a}$ は、同一または異なっていてもよく、それぞれシアノ基、トリフルオロメチル基、メチル基、メトキシ基またはフッ素原子であり、 $R^3$ 、 $R^4$ 、 $R^5$ 、 $R^6$ 、 $R^7$ 、および $R^8$ は、それぞれ同一または異なっていてもよく、それぞれ水素原子または置換基であり、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよく、 $Ar^9$ 、 $Ar^{10}$ 、 $Ar^{11}$ 、および $Ar^{12}$ は、それぞれ同一または異なっていてもよく、それぞれアリール基またはヘテロ芳香環基であり、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよく、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよい。Rは

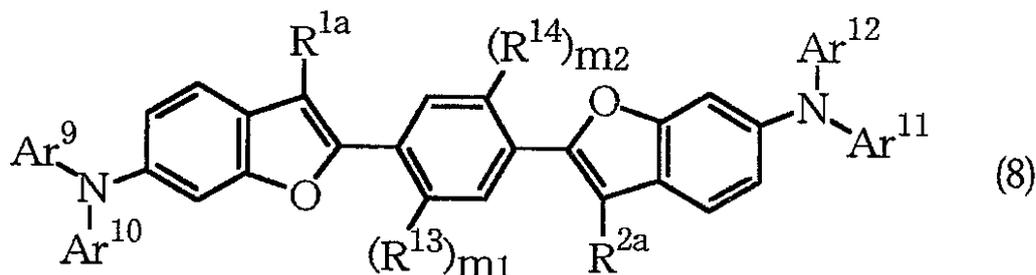
50

、置換基であり、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよく、 $n$ は0ないし4の整数を表す。)

【請求項4】

陽極と陰極との間に発光領域を有する層が設けられている発光素子であって、前記層に下記一般式(8)で表される化合物である発光材料が含まれていることを特徴とする発光素子。

【化8】



(式中、 $R^{1a}$ および $R^{2a}$ は、同一または異なっていてもよく、それぞれシアノ基、トリフルオロメチル基、メチル基、メトキシ基またはフッ素原子であり、 $R^3$ 、 $R^4$ 、 $R^5$ 、 $R^6$ 、 $R^7$ 、および $R^8$ は、それぞれ同一または異なっていてもよく、それぞれ水素原子または置換基であり、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよく、 $Ar^9$ 、 $Ar^{10}$ 、 $Ar^{11}$ 、および $Ar^{12}$ は、それぞれ同一または異なっていてもよく、それぞれアリール基またはヘテロ芳香環基であり、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよく、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよい。 $R^{13}$ および $R^{14}$ は、置換基であり、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよく、 $m_1$ および $m_2$ は0または1を表す。)

【請求項5】

前記発光素子は、陰極と陽極の間にホール輸送層と電子輸送層とが積層された発光素子であって、前記ホール輸送層が請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の発光領域を有する層であることを特徴とする発光素子。

【請求項6】

前記発光素子は、陰極と陽極の間にホール輸送層と電子輸送層とが積層された発光素子であって、前記電子輸送層が請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の発光領域を有する層であることを特徴とする発光素子。

【請求項7】

前記発光素子は、陽極と陰極との間に発光層を含む発光素子であって、前記発光層が請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の発光領域を有する層であることを特徴とする発光素子。

【請求項8】

画像信号を発生する画像信号出力部と、前記画像信号出力部からの画像信号に基づいて電流を発生する駆動部と、前記駆動部から発生した電流に基づいて発光する発光部とを備えた表示装置であって、前記発光部は少なくとも1個の発光素子を有し、該発光素子が請求項1ないし請求項7のいずれかに記載の発光素子であることを特徴とする表示装置。

【請求項9】

複数個の発光素子が基板上にマトリクス状に配設されている請求項8に記載の表示装置。

【請求項10】

前記発光素子が、発光素子の駆動制御用の薄膜トランジスタが設けられた基板上に積層して形成されたことを特徴とする請求項8に記載の表示装置。

【請求項11】

電流を発生する駆動部と、前記駆動部から発生した電流に基づいて発光する発光部とを

備えた照明装置であって、前記発光部は少なくとも1個の発光素子を有し、該発光素子が請求項1ないし請求項7のいずれかに記載の発光素子であることを特徴とする照明装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、発光素子およびこの発光素子を用いた装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

有機エレクトロルミネッセンス素子は、陽極および陰極の両電極から注入された電荷（ホールおよび電子）が発光体中で再結合して励起子を生成し、それが発光材料の分子を励起して発光するという、いわゆる注入型発光素子であるため、低電圧で駆動できる。

10

【0003】

有機エレクトロルミネッセンス素子としては、まず、有機薄膜をホール輸送性材料からなる薄膜と電子輸送性材料からなる薄膜との2層構造として、各々の電極から有機薄膜中に注入されたホールと電子とが再結合することにより発光する素子構造が開発された（Applied Physics Letters, 51, 1987, P.913.）。

【0004】

また、正孔輸送材料、発光材料、電子輸送材料の3層構造が開発された（Japanese Journal of Applied Physics, Vol.27, No.2, P.269.）。さらに、発光層に蛍光色素をドーピングして素子の高機能化を図ったものが報告された（Journal of Applied Physics, 65, 1989, P.3610., 特開昭63-264692号公報）。これらの報告では、アルミキノリンからなる有機発光層に、クマリン誘導体やDCM1などの蛍光色素をドーピングした素子を作成し、色素を適切に選択することで発光色が変わることを見出した。さらに、発光効率も非ドーピングの場合に比べ上昇することを明らかにした。

20

【0005】

発光材料に用いる有機化合物は、その多様性から、理論的には分子構造を変化させることによって発光色を任意に変えることができるという利点がある。したがって、分子設計を施すことにより、フルカラーディスプレイに必要な色純度のよいR（赤）、G（緑）、B（青）の3色を揃えることは容易であるといえる。

【0006】

有機ELの発光は、有機化合物の電子の広がりによるπ-π\*遷移のエネルギー遷移に伴う吸収・発光過程によるものが多い。具体的には、ベンゼン環などの電子共役系を有する化合物で、発光が観察される。

30

【0007】

一般に、吸収（発光）波長は共役系の長さに比例する。すなわち、電子が大きく広がっていると原理的には発光色は赤色化し、電子の広がりが小さい場合には、発光色は青色化する。たとえば、特開平2-18457号公報において、ベンゾフランに、電子供与性第三級アミンとメチン基で連結された電子吸引基とを結合させて、共鳴極限状態が可能な構造とすることにより、共役系を拡張させて長波長化を実現したものが示されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、有機化合物において共役系を拡張して長波長化させた場合には、濃度消光を招きやすいという問題がある。これは、分子間の距離が狭くなると分子間同士の相互作用が強まり、励起分子から基底分子に対して電子移動相互作用が生じ、結果的に無放射遷移という形でエネルギーが放出されることが原因となる。この濃度消光は赤色発光材料で特に著しく、材料の選択肢が制限されるという問題がある。この結果、現在までに、色純度の高い発光材料、特に発光効率や発光輝度の良好な赤色発光材料は開発されていない。

40

【0009】

また、共役系を拡張させるために導入されるビニル基は、光酸化を受けやすく、素子特性の劣化を招くという問題がある。

50

## 【0010】

従って、本願は、濃度消光を招きにくい赤色発光材料およびこれを用いた発光素子ならびにこの発光素子を用いた装置を提供することを目的とする。

## 【0011】

また、本願は、光酸化を受けにくく、素子特性が長期間安定な発光素子を提供することを目的とする。

## 【0012】

## 【課題を解決するための手段】

本発明者らは、上記課題を解決すべく鋭意検討した結果、新規な赤色発光材料を見出し、これを用いた発光素子を得た。

## 【0013】

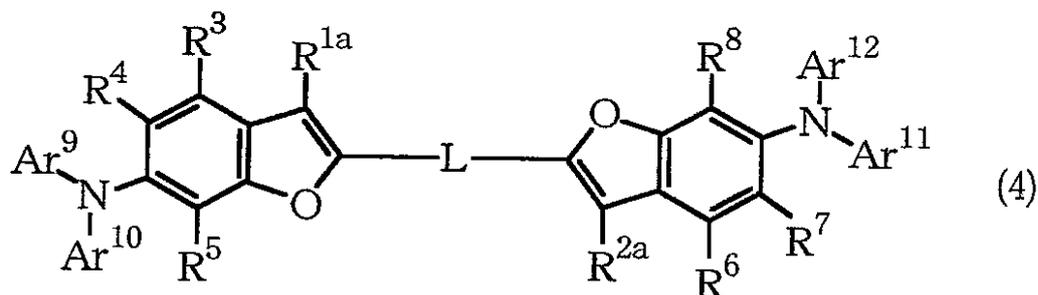
すなわち、本発明は、以下の通りである。

## 【0024】

本発明は、陽極と陰極との間に発光領域を有する層が設けられている発光素子であって、前記層に下記一般式(4)で表される化合物である発光材料が含まれていることを特徴とする。

## 【0025】

## 【化12】



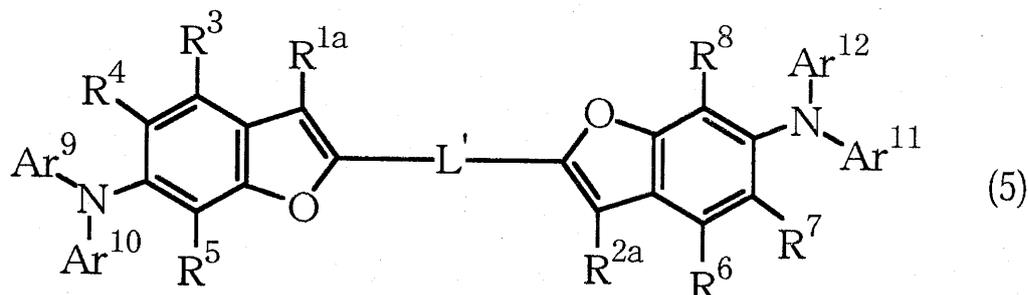
(式中、 $R^{1a}$ および $R^{2a}$ は同一または異なってもよく、それぞれシアノ基、トリフルオロメチル基、メチル基、メトキシ基またはフッ素原子であり、 $R^3$ 、 $R^4$ 、 $R^5$ 、 $R^6$ 、 $R^7$ 、および $R^8$ は、それぞれ同一または異なってもよく、それぞれ水素原子または置換基であり、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよく、Lは、置換基を有してもよい縮合アリール基、または置換基を有してもよい複素環式化合物基を含む連結基であり、 $Ar^9$ 、 $Ar^{10}$ 、 $Ar^{11}$ 、および $Ar^{12}$ は、それぞれ同一または異なってもよく、それぞれアリール基またはヘテロ芳香環基であり、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよく、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよい。)

## 【0026】

前記発光材料は、下記一般式(5)で表される化合物であればさらに好ましい。

## 【0027】

## 【化13】



(式中、 $R^{1a}$ および $R^{2a}$ は、同一または異なってもよく、それぞれシアノ基、トリフルオロメチル基、メチル基、メトキシ基またはフッ素原子であり、 $R^3$ 、 $R^4$ 、 $R^5$ 、 $R^6$ 、

10

20

30

40

50



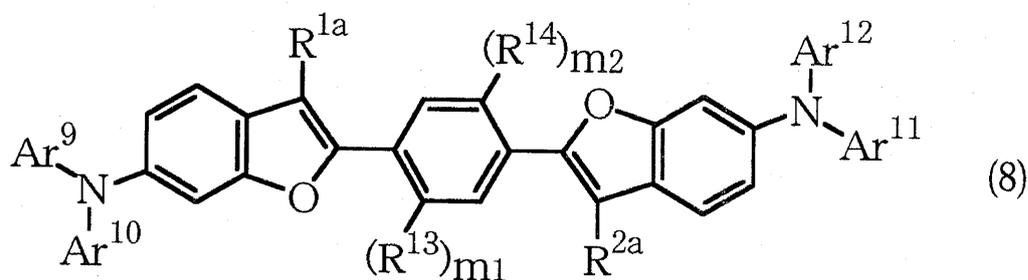
Ar<sup>10</sup>、Ar<sup>11</sup>、およびAr<sup>12</sup>は、それぞれ同一または異なってもよく、それぞれアリール基またはヘテロ芳香環基であり、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよく、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよい。Rは、置換基であり、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよく、nは0ないし4の整数を表す。)

【0030】

前記発光材料は、下記一般式(8)で表される化合物であれば特に好ましい。

【0031】

【化16】



(式中、R<sup>1a</sup>およびR<sup>2a</sup>は、同一または異なってもよく、それぞれシアノ基、トリフルオロメチル基、メチル基、メトキシ基またはフッ素原子であり、R<sup>3</sup>、R<sup>4</sup>、R<sup>5</sup>、R<sup>6</sup>、R<sup>7</sup>、およびR<sup>8</sup>は、それぞれ同一または異なってもよく、それぞれ水素原子または置換基であり、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよく、Ar<sup>9</sup>、Ar<sup>10</sup>、Ar<sup>11</sup>、およびAr<sup>12</sup>は、それぞれ同一または異なってもよく、それぞれアリール基またはヘテロ芳香環基であり、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよく、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよい。R<sup>13</sup>およびR<sup>14</sup>は、置換基であり、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよく、m<sub>1</sub>およびm<sub>2</sub>は0または1を表す。)

【0032】

このような発光素子としては、陰極と陽極の間にホール輸送層と電子輸送層とが積層された発光素子であって、前記ホール輸送層が上記発光領域を有する層であってもよい。

【0033】

このような発光素子としては、陰極と陽極の間にホール輸送層と電子輸送層とが積層された発光素子であって、前記電子輸送層が上記発光領域を有する層であってもよい。

【0034】

このような発光素子としては、陽極と陰極との間に発光層を含む発光素子であって、前記発光層が上記発光領域を有する層であってもよい。

【0035】

発光素子に、上記発光材料を用いると、色純度のよい、濃度消光の少ない赤色発光素子が得られる。

【0036】

また、上記発光素子を用いると、以下のような表示装置や照明装置を得ることができる。

【0037】

画像信号を発生する画像信号出力部と、前記画像信号出力部からの画像信号に基づいて電流を発生する駆動部と、前記駆動部から発生した電流に基づいて発光する発光部とを備えた表示装置であって、前記発光部は少なくとも1個の発光素子を有し、該発光素子が上記発光素子であることを特徴とする表示装置。

【0038】

前記表示装置は、複数個の発光素子が基板上にマトリクス状に配設されているものであってもよい。

【0039】

前記表示装置は、前記発光素子が、発光素子の駆動制御用の薄膜トランジスタが設けられ

10

20

30

40

50

た基板の上に積層して形成されていてもよい。

【0040】

電流を発生する駆動部と、前記駆動部から発生した電流に基づいて発光する発光部とを備えた照明装置であって、前記発光部は少なくとも1個の発光素子を有し、該発光素子が上記発光素子であることを特徴とする照明装置。

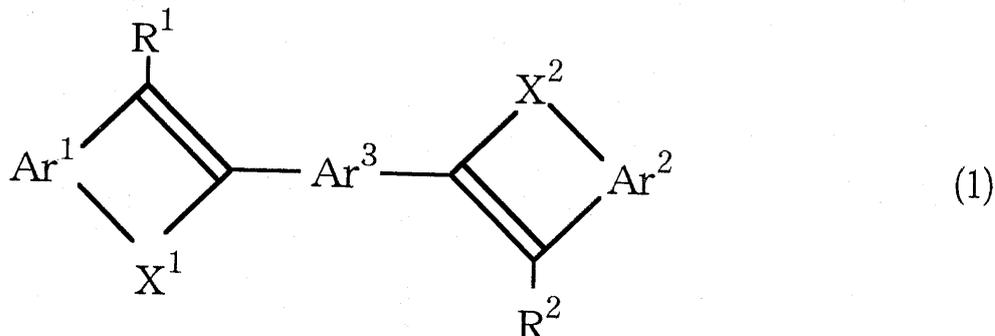
【0041】

【発明の実施の形態】

本発明の発光素子の参考例として用いられる発光材料は、下記一般式(1)で表される化合物である。

【0042】

【化17】



【0043】

式中、 $Ar^1$ および $Ar^2$ は、同一または異なってもよく、置換基を有していてもよく、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよいアリール基、または複素環式化合物基であり、 $Ar^3$ は、置換基を有していてもよく、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよいアリール基、または複素環式化合物基を含む連結基であり、 $R^1$ および $R^2$ は同一または異なってもよく、それぞれ水素原子または置換基であり、 $X^1$ および $X^2$ はそれぞれ酸素原子または硫黄原子である。

【0044】

$R^1$ および $R^2$ は同一または異なってもよく、それぞれ水素原子または置換基である。  
 $R^1$ または $R^2$ で表される置換基としては、例えば、アルキル基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~10の、直鎖または分岐のアルキル基、またはシクロアルキル基であってよい。例えばメチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、ブチル基、イソブチル基、第2級ブチル基、第3級ブチル基、ペンチル基、イソペンチル基、ヘキシル基、ヘプチル基、オクチル基、ノニル基、デシル基、ヘキサデシル基、シクロプロピル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基などが挙げられ、好ましくはメチル基、エチル基、イソプロピル基、第3級ブチル基、オクチル基、デシル基、ヘキサデシル基、シクロプロピル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基である。)、アルケニル基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~10の直鎖または分岐のアルケニル基であって、例えばビニル基、1-プロペニル基、アリル基、イソプロペニル基、1-ブテニル基、2-ブテニル基、3-ブテニル基、1,3-ブタジエニル基、2-ペンテニル基、3-ペンテニル基などが挙げられ、好ましくはビニル基、アリル基、2-ブテニル基、3-ペンテニル基である。)、アルキニル基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~10の直鎖または分岐のアルキニル基であって、例えばプロパルギル基、3-ペンチニル基などが挙げられる。)、アリール基(好ましくは炭素数6~30、より好ましくは炭素数6~20、特に好ましくは炭素数6~12のアリール基であって、例えばフェニル基、3-メチルフェニル基、ナフチル基などが挙げられる。)、アミノ基(好ましくは炭素数0~30、より好ましくは炭素数0~20、特に好ましくは炭素数0~10のアミノ基であって、例えばアミノ基、メチルアミノ基、ジメチルアミノ基、

10

20

30

40

50

ジエチルアミノ基、ジベンジルアミノ基、ジフェニルアミノ基、ジトリルアミノ基などが挙げられる。)、アルコキシ基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~10の直鎖または分岐のアルコキシ基であって、例えばメトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、イソプロポキシ基、ブトキシ基、2-エチルヘキシロキシ基などが挙げられる。)、アリーロキシ基(好ましくは炭素数6~30、より好ましくは炭素数6~20、特に好ましくは炭素数6~12のアリーロキシ基であって、例えばフェニロキシ基、1-ナフチロキシ基、2-ナフチロキシ基などが挙げられる。)、アシル基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数2~12のアシル基であって、例えばアセチル基、ベンゾイル基、ホルミル基、ピバロイル基などが挙げられる。)、アルコキシカルボニル基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~12のアルコキシカルボニル基であって、例えばメトキシカルボニル基、エトキシカルボニル基などが挙げられる。)、アリーロキシカルボニル基(好ましくは炭素数7~30、より好ましくは炭素数7~20、特に好ましくは炭素数7~12のアリーロキシカルボニル基であって、例えばフェニロキシカルボニル基などが挙げられる。)、アシルオキシ基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~10のアシルオキシ基であって、例えばアセトキシ基、ベンゾイルオキシ基などが挙げられる。)、アシルアミノ基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~10のアシルアミノ基であって、例えばアセチルアミノ基、ベンゾイルアミノ基などが挙げられる。)、アルコキシカルボニルアミノ基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~12のアルコキシカルボニルアミノ基であって、例えばメトキシカルボニルアミノ基などが挙げられる。)、アリーロキシカルボニルアミノ基(好ましくは炭素数7~30、より好ましくは炭素数7~20、特に好ましくは炭素数7~12のアリーロキシカルボニルアミノ基であって、フェニロキシカルボニルアミノ基などが挙げられる。)、スルホニルアミノ基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12のスルホニルアミノ基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12のスルホニルアミノ基であって、例えばメタンスルホニルアミノ基、ベンゼンスルホニルアミノ基などが挙げられる。)、スルファモイル基(好ましくは炭素数0~30、より好ましくは炭素数0~20、特に好ましくは炭素数0~12のスルファモイル基であって、例えばスルファモイル基、メチルスルファモイル基、ジメチルスルファモイル基、フェニルスルファモイル基などが挙げられる。)、カルバモイル基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12のカルバモイル基であって、例えばカルバモイル基、メチルカルバモイル基、ジエチルカルバモイル基、フェニルカルバモイル基などが挙げられる。)、アルキルチオ基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12のアルキルチオ基であって、例えばメチルチオ基、エチルチオ基などが挙げられる。)、アリールチオ基(好ましくは炭素数6~30、より好ましくは炭素数6~20、特に好ましくは炭素数6~12のアリールチオ基であって、例えばフェニルチオ基などが挙げられる。)、スルホニル基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12のスルホニル基であって、例えばメシル基、トシル基などが挙げられる。)、スルフィニル基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12のスルフィニル基であって、例えばメタンスルフィニル基、ベンゼンスルフィニル基などが挙げられる。)、ウレイド基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12のウレイド基であって、例えばウレイド基、メチルウレイド基、フェニルウレイド基などが挙げられる。)、リン酸アミド基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12のリン酸アミド基であって、ジエチルリン酸アミド基、フェニルリン酸アミド基などが挙げられる。)、ヒドロキシ基、メルカプト基、ハロゲン原子(例えばフッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子など)、シアノ基、ス

10

20

30

40

50

ルホ基、カルボキシル基、ニトロ基、ヒドロキサム酸基、スルフィノ基、ヒドラジノ基、イミノ基、ヘテロ環基（好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～12のヘテロ環基である。ヘテロ原子として、例えば窒素原子、酸素原子、硫黄原子を含む。具体的には、イミダゾリル基、ピリジル基、キノリル基、フリル基、チエニル基、ピペリジル基、モルホリノ基、ベンズオキサゾリル基、ベンズイミダゾリル基、ベンズチアゾリル基などが挙げられる。）、シリル基（好ましくは炭素数3～40、より好ましくは炭素数3～30、特に好ましくは炭素数3～24のシリル基であって、例えばトリメチルシリル基、トリフェニルシリル基などが挙げられる。）などが挙げられる。これらの置換基は更に置換されていてよく、置換基が2つ以上あるときは同一の置換基であってよく、異なっていてよい。これらの置換基が更に置換されている場合の置換基は、上記置換基と同義である。

10

## 【0045】

$R^1$ および $R^2$ は、本発明の発光素子に用いられる発光物質の吸収（発光）波長あるいは吸収（発光）強度に大きく関与する。このため、 $R^1$ および $R^2$ の置換基を選択することで、発光物質の吸収波長や吸収強度を調整できる。具体的には、発光物質の吸収波長を長波長化させるには電子吸引性基を用い、吸収強度を増加させるためには電子供与基を用いる。

## 【0046】

本発明の発光素子に用いられる発光材料において好ましい電子吸引基とは、Hammett則において0.2以上の値を有するものである。一方、好ましい電子供与基とは、Hammett則の値を直接共鳴の効果を含まない共鳴極性効果を考慮して補正したタフト則による $\rho_R$ 値が負の値を持つものである。好ましい電子吸引基の具体例としては、例えばハロゲン置換アルキル基（例えばフルオロ置換アルキル基など）、芳香族ヘテロ環基、シアノ基、スルホニル基などが挙げられ、さらに好ましくはトリフルオロメチル基、シアノ基であり、特に好ましくはシアノ基である。一方、好ましい電子供与基の具体例としては、例えばアルキル基、アリール基、アルコキシ基、アリーロキシ基、ハロゲン原子などが挙げられ、更に好ましくはメチル基、エチル基、メトキシ基、フェノキシ基、ハロゲン原子であり、特に好ましくはメチル基、メトキシ基、フッ素原子である。

20

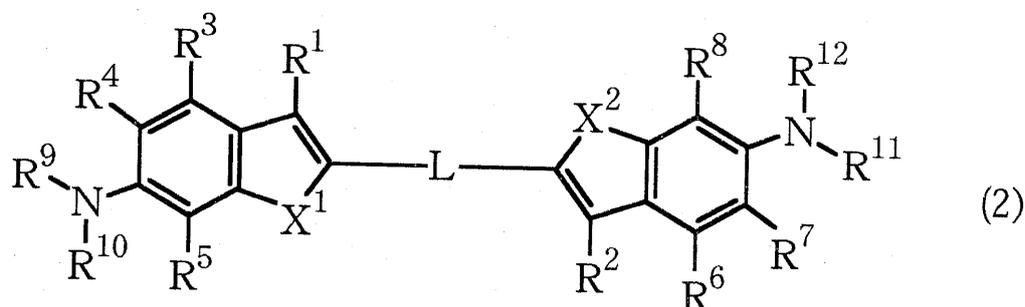
## 【0047】

また、上記一般式(1)で表される化合物は、下記一般式(2)で表される化合物であれば他の参考例として好ましい。

30

## 【0048】

## 【化18】



40

## 【0049】

式中、 $R^1$ 、 $R^2$ 、 $R^3$ 、 $R^4$ 、 $R^5$ 、 $R^6$ 、 $R^7$ および $R^8$ は、それぞれ同一または異なってもよく、それぞれ水素原子または置換基であり、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよく、 $R^9$ 、 $R^{10}$ 、 $R^{11}$ および $R^{12}$ は、それぞれ同一または異なってもよく、それぞれ水素原子または置換基であり、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよく、Lは、置換基を有していてもよく、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよいアリール基、または複素環式化合物基を含む連結基であり、 $X^1$ および $X^2$ はそれぞれ酸素原子または硫黄原子である。

## 【0050】

50

$R^1$ 、 $R^2$ 、 $R^3$ 、 $R^4$ 、 $R^5$ 、 $R^6$ 、 $R^7$ および $R^8$ の置換基としては、上記式(1)で挙げた $R^1$ 、 $R^2$ の置換基が挙げられる。

【0051】

$R^9$ 、 $R^{10}$ 、 $R^{11}$ および $R^{12}$ で表される置換基としては、脂肪族炭化水素基、アリアル基またはヘテロ環基が挙げられ、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよい。

【0052】

$R^9$ 、 $R^{10}$ 、 $R^{11}$ および $R^{12}$ で表される脂肪族炭化水素基としては、直鎖または分岐の鎖状の炭化水素基、または脂環式の炭化水素基であってよく、好ましくはアルキル基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~10の直鎖または分岐のアルキル基、またはシクロアルキル基であってよい。例えばメチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、ブチル基、イソブチル基、第2級ブチル基、第3級ブチル基、ペンチル基、イソペンチル基、ヘキシル基、ヘプチル基、オクチル基、ノニル基、デシル基、ヘキサデシル基、シクロプロピル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基などが挙げられ、好ましくはメチル基、エチル基、イソプロピル基、第3級ブチル基、オクチル基、デシル基、ヘキサデシル基、シクロプロピル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基である。)、アルケニル基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~10の直鎖または分岐のアルケニル基であって、例えばビニル基、1-プロペニル基、アリル基、イソプロペニル基、1-ブテニル基、2-ブテニル基、3-ブテニル基、1,3-ブタジエニル基、2-ペンテニル基、3-ペンテニル基などが挙げられ、好ましくはビニル基、アリル基、2-ブテニル基、3-ペンテニル基である。)、アルキニル基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~10の直鎖または分岐のアルキニル基であって、例えばプロパルギル基、3-ペンチニル基などが挙げられる。)が挙げられ、より好ましくはアルキル基、アルケニル基であり、更に好ましくはアルキル基である。

【0053】

$R^9$ 、 $R^{10}$ 、 $R^{11}$ および $R^{12}$ で表されるアリアル基としては、単環または縮合環のアリアル基であってよく、好ましくは炭素数6~30、より好ましくは炭素数6~20、特に好ましくは炭素数6~12のアリアル基であって、例えばフェニル基、3-メチルフェニル基、4-メトキシフェニル基、3-トリフルオロメチルフェニル基、ペンタフルオロフェニル基、ピフェニル基、フルオレニル基、ターフェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、アントリル基、ピレニル基などが挙げられる。

【0054】

$R^9$ 、 $R^{10}$ 、 $R^{11}$ および $R^{12}$ で表されるヘテロ環基としては、単環または縮合環のヘテロ環基であってよく、好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~12のヘテロ環基である。ヘテロ原子として、好ましくは窒素原子、酸素原子、硫黄原子またはセレン原子の少なくとも一つを含む芳香族ヘテロ環基である。ヘテロ環の具体例としては、ピロリジン、ピペリジン、ピロール、フラン、チオフェン、イミダゾリン、イミダゾール、ベンズイミダゾール、ナフトイミダゾール、チアゾリジン、チアゾール、ベンズチアゾール、ナフトチアゾール、イソチアゾール、オキサゾリン、オキサゾール、ベンズオキサゾール、ナフトオキサゾール、イソオキサゾール、セレナゾール、ベンズセレナゾール、ナフトセレナゾール、ピリジン、キノリン、イソキノリン、インドール、インドレニン、ピラゾール、ピラジン、ピリミジン、ピリダジン、トリアジン、インダゾール、プリン、フタラジン、ナフチリジン、キノキサリン、キナゾリン、シンノリン、プテリジン、フェナントリジン、フェナントロリン、テトラザインデンなどが挙げられる。ヘテロ環として好ましくはフラン、チオフェン、ピリジン、キノリン、ピラジン、ピリミジン、ピリダジン、トリアジン、フタラジン、ナフチリジン、キノキサリン、キナゾリンであり、より好ましくはフラン、チオフェン、ピリジン、キノリンであり、更に好ましくはチオフェンである。

【0055】

10

20

30

40

50

$R^9$ 、 $R^{10}$ 、 $R^{11}$ および $R^{12}$ で表される脂肪族炭化水素基、アリール基、ヘテロ環基は、さらに置換基を有していてもよい。置換基としては、上記式(1)で挙げた $R^1$ および $R^2$ で表される置換基が挙げられる。

【0056】

また、 $R^9$ 、 $R^{10}$ 、 $R^{11}$ および $R^{12}$ は、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよい。好ましい縮合環は、 $R^9$ と $R^{10}$ 、および $R^{11}$ と $R^{12}$ とがそれぞれ結合して5~7員環を形成したものである。好ましい縮合環としては、例えばピロール環、ピロリジン環、ピペリジン環、モリホリン環、インドール環、カルバゾール環、フェノキサジン環、フェノチアジン環、アゼピン環、ベンゾアゼピン環などが挙げられる。また、 $R^9$ と $R^4$ 、 $R^{10}$ と $R^5$ 、 $R^{11}$ と $R^7$ 、 $R^{12}$ と $R^8$ とがそれぞれ結合して環を形成したものであってもよく、例えばコロリジン環などが挙げられる。

10

【0057】

$R^9$ 、 $R^{10}$ 、 $R^{11}$ および $R^{12}$ として好ましくは、アルキル基、アリール基、芳香族ヘテロ環基であり、より好ましくはアリール基、芳香族ヘテロ環基であり、更に好ましくはアリール基、芳香族アゾール基、チエニル基であり、特に好ましくはアリール基、チエニル基である。

【0058】

Lは、置換基を有していてもよく、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよいアリール基、または複素環式化合物基を含む連結基である。

【0059】

このような連結基は、連結基内で隣接するアリール基または複素環式化合物基がほぼ同一平面状に存在している。この結果、電子共役系が広がり、発光分子の発光波長を長波長化させることができる。

20

【0060】

Lを構成するアリール環としては、単環または縮合環のいずれでもよく、例えばベンゼン環、ナフタレン環、アントラセン環、フェナントレン環、ピレン環などやこれらの組み合わせから成る環などが挙げられる。

【0061】

Lを構成する芳香族ヘテロ環としては、単環または縮合環のいずれでもよく、例えばフラン環、チオフェン環、ピロール環、オキサゾール環、チアゾール環、イミダゾール環、オキサジアゾール環、チアジアゾール環、トリアゾール環、ベンゾオキサゾール環、ベンゾチアゾール環、ピリジン環、ピリミジン環、ピラジン環、トリアジン環、キノリン環、キノキサリン環、ナフチリジン環、フタラジン環、カルバゾール環、アクリジン環などやこれらの組み合わせから成る環など挙げられる。

30

【0062】

Lを構成する連結基は、アリール基、または複素環式化合物基を少なくとも一つ含んでいればよい。また、隣接するアリール基および/または複素環式化合物基が互いに結合していてもよい。例えば、カルボニル基やエチレン基などのように、連結基内で隣接するアリール基または複素環式化合物基がほぼ同一平面状に存在できる基を介して結合していてもよい。

40

【0063】

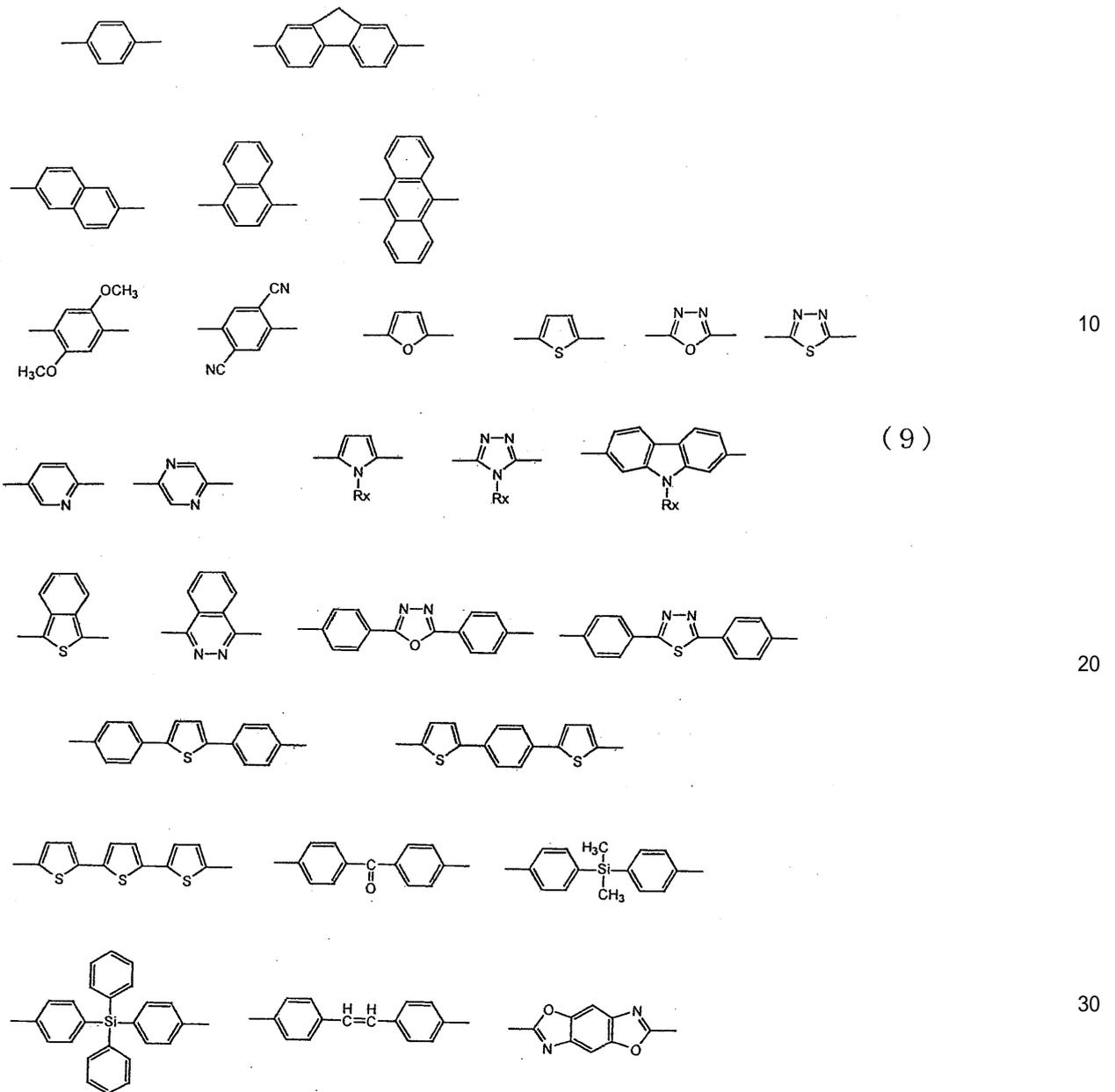
連結基を構成するアリール基、または複素環式化合物基は、置換基を有していてもよい。置換基としては、上記 $R^1$ および $R^2$ に用いられる置換基が挙げられる。好ましい置換基としては、アルキル基、アリール基、アルコキシ基、アリールオキシ基、シアノ基が挙げられる。

【0064】

前記Lが、下記一般式(9)で表される連結基であると好ましい。

【0065】

【化19】



## 【0066】

式中、置換基  $R^x$  は、脂肪族炭化水素基、アリール基、芳香族ヘテロ環基を表す。脂肪族炭化水素基、アリール基、芳香族ヘテロ環基は、上記  $R^1$  および  $R^2$  に用いられる脂肪族炭化水素基、アリール基、芳香族ヘテロ環基であればよい。

## 【0067】

$X^1$  および  $X^2$  はそれぞれ酸素原子または硫黄原子である。好ましくは酸素原子である。

## 【0068】

上記一般式(2)で表される発光材料のなかで、参考例として好ましい発光材料は、下記一般式(3)で表される化合物である。

## 【0069】

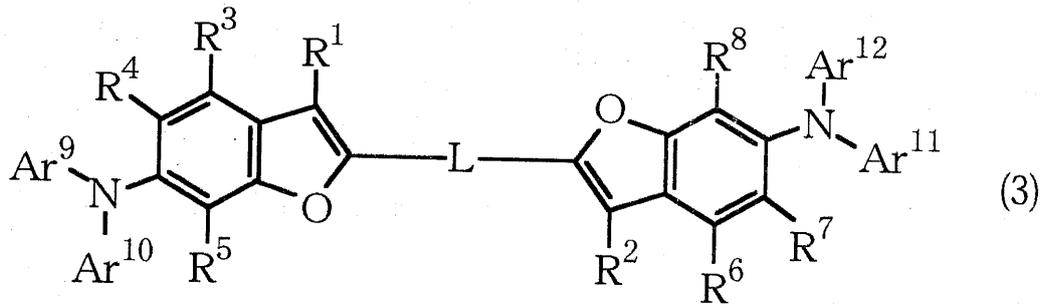
## 【化20】

10

20

30

40



## 【0070】

式中、 $Ar^9$ 、 $Ar^{10}$ 、 $Ar^{11}$ および $Ar^{12}$ は、それぞれ同一または異なっていてもよく、それぞれアリール基またはヘテロ芳香環基であり、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよく、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよく、 $R^1$ 、 $R^2$ 、 $R^3$ 、 $R^4$ 、 $R^5$ 、 $R^6$ 、 $R^7$ および $R^8$ は、それぞれ同一または異なっていてもよく、それぞれ水素原子または置換基であり、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよく、 $L$ は、置換基を有していてもよく、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよいアリール基、または複素環式化合物基を含む連結基である。

10

## 【0071】

$Ar^9$ 、 $Ar^{10}$ 、 $Ar^{11}$ 、および $Ar^{12}$ のアリール基またはヘテロ芳香環基は、上記一般式(2)で挙げた $R^9$ 、 $R^{10}$ 、 $R^{11}$ および $R^{12}$ のアリール基またはヘテロ芳香環基と同義であり、好ましいアリール基またはヘテロ芳香環基の範囲も同様である。

20

## 【0072】

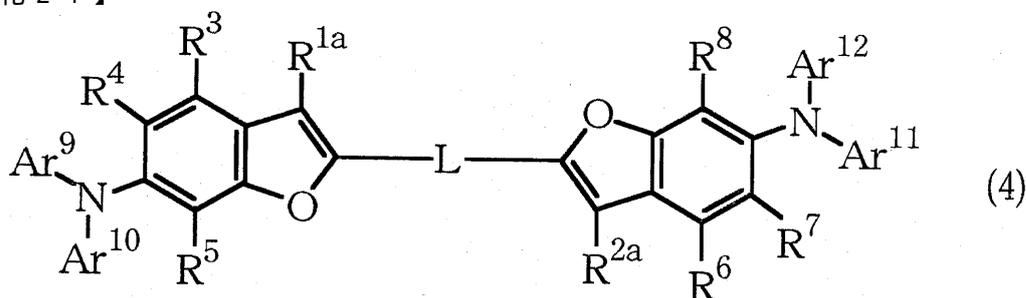
$R^1$ 、 $R^2$ 、 $R^3$ 、 $R^4$ 、 $R^5$ 、 $R^6$ 、 $R^7$ 、 $R^8$ 、および $L$ は、上記一般式(2)で挙げた $R^1$ 、 $R^2$ 、 $R^3$ 、 $R^4$ 、 $R^5$ 、 $R^6$ 、 $R^7$ 、 $R^8$ 、および $L$ と同義であり、好ましい範囲も同様である。

## 【0073】

本発明の発光素子に用いられる発光材料は、下記一般式(4)で表される化合物である。

## 【0074】

## 【化21】



30

## 【0075】

式中、 $R^{1a}$ および $R^{2a}$ は同一または異なっていてもよく、それぞれシアノ基、トリフルオロメチル基、メチル基、メトキシ基またはフッ素原子であり、 $R^3$ 、 $R^4$ 、 $R^5$ 、 $R^6$ 、 $R^7$ 、および $R^8$ は、それぞれ同一または異なっていてもよく、それぞれ水素原子または置換基であり、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよく、 $L$ は、置換基を有してもよい縮合アリール基、または置換基を有してもよい複素環式化合物基を含む連結基であり、 $Ar^9$ 、 $Ar^{10}$ 、 $Ar^{11}$ 、および $Ar^{12}$ は、それぞれ同一または異なっていてもよく、それぞれアリール基またはヘテロ芳香環基であり、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよく、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよい。

40

## 【0076】

50

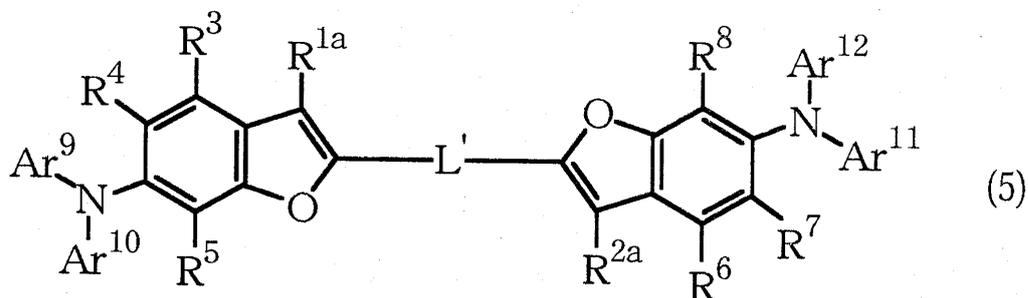
$R^3$ 、 $R^4$ 、 $R^5$ 、 $R^6$ 、 $R^7$ 、 $R^8$ 、 $L$ 、 $Ar^9$ 、 $Ar^{10}$ 、 $Ar^{11}$ 、および $Ar^{12}$ は、上記一般式(2)および(3)で挙げた $R^3$ 、 $R^4$ 、 $R^5$ 、 $R^6$ 、 $R^7$ 、 $R^8$ 、 $L$ 、 $Ar^9$ 、 $Ar^{10}$ 、 $Ar^{11}$ 、および $Ar^{12}$ と同義であり、好ましい範囲も同様である。

【0077】

上記一般式(2)で表される発光材料のなかで、好ましい発光材料は、下記一般式(5)で表される化合物である。

【0078】

【化22】



10

式中、 $R^{1a}$ および $R^{2a}$ は、同一または異なってもよく、それぞれシアノ基、トリフルオロメチル基、メチル基、メトキシ基またはフッ素原子であり、 $R^3$ 、 $R^4$ 、 $R^5$ 、 $R^6$ 、 $R^7$ 、および $R^8$ は、それぞれ同一または異なってもよく、それぞれ水素原子または置換基であり、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよく、 $Ar^9$ 、 $Ar^{10}$ 、 $Ar^{11}$ 、および $Ar^{12}$ は、それぞれ同一または異なってもよく、それぞれアリール基またはヘテロ芳香環基であり、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよく、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよい。 $L'$ は、下記一般式(6)で表される連結基である。

20

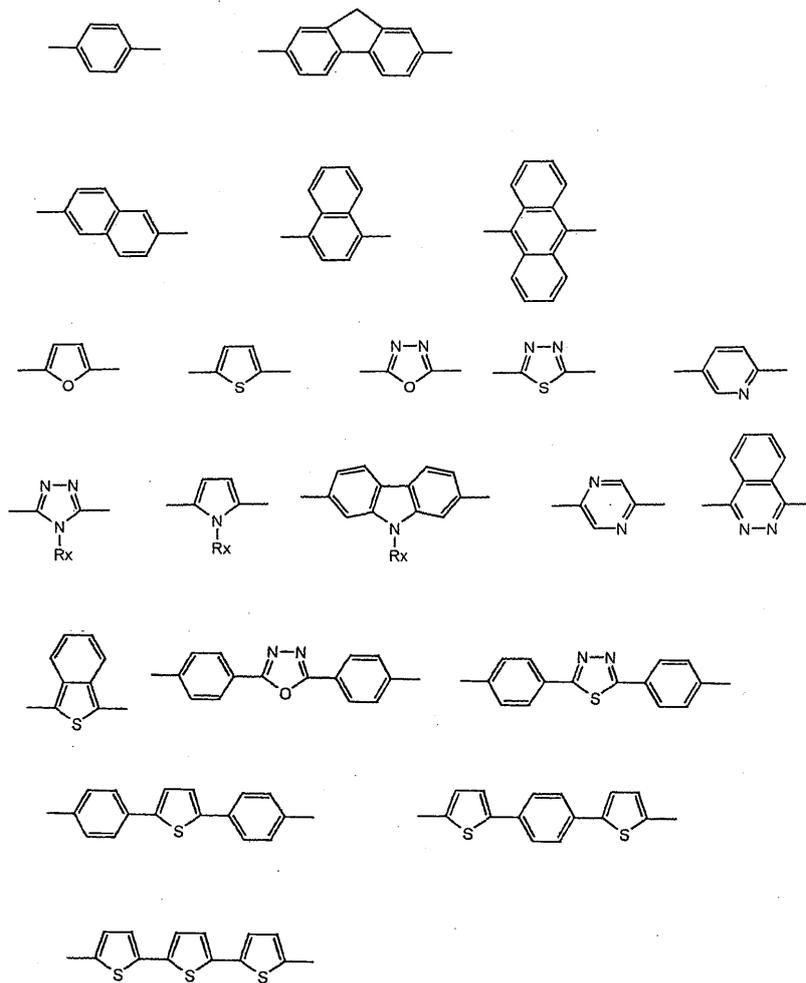
【0079】

式中、 $R^{1a}$ 、 $R^{2a}$ 、 $R^3$ 、 $R^4$ 、 $R^5$ 、 $R^6$ 、 $R^7$ 、 $R^8$ 、 $Ar^9$ 、 $Ar^{10}$ 、 $Ar^{11}$ 、および $Ar^{12}$ は、上記一般式(2)、(3)、および(4)で挙げた $R^{1a}$ 、 $R^{2a}$ 、 $R^3$ 、 $R^4$ 、 $R^5$ 、 $R^6$ 、 $R^7$ 、 $R^8$ 、 $Ar^9$ 、 $Ar^{10}$ 、 $Ar^{11}$ 、および $Ar^{12}$ と同義であり、好ましい範囲も同様である。上記と同義である。 $L'$ は、下記一般式(6)で表される連結基である。

【0080】

【化23】

30



(6)

10

20

## 【0081】

式中、 $R^x$ は、脂肪族炭化水素基、アリール基、または芳香族ヘテロ環基である。

## 【0082】

より好ましい上記L'で表される連結基は、アリーレン基であり、更に好ましくはフェニレン、ナフチレン、ピフェニレン基、ターフェニレン基、アンスリレン基であり、特に好ましくはフェニレン、ナフチレン、アンスリレン基である。

30

## 【0083】

L'で表される連結基を構成するアリーール基、または複素環式化合物基は、置換基を有していてもよい。置換基としては、上記 $R^1$ および $R^2$ に用いられる置換基が挙げられる。好ましい置換基としては、アルキル基、アリーール基、アルコキシ基、アリーールオキシ基、シアノ基が挙げられる。より好ましくはアルコキシ基、シアノ基である。

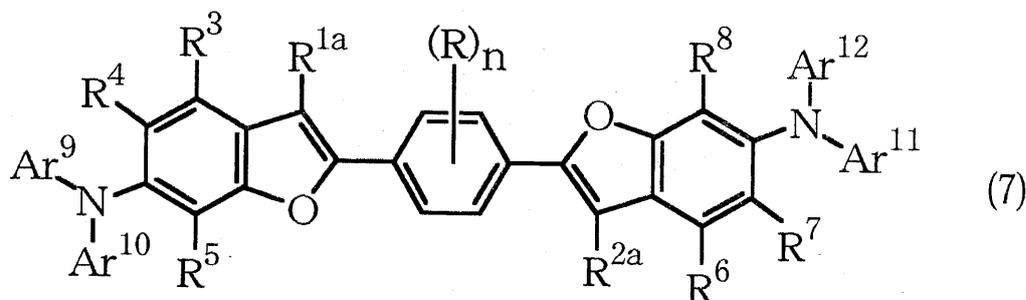
## 【0084】

上記一般式(2)で表される発光材料のなかで、より好ましい発光材料は、下記一般式(7)で表される化合物である。

40

## 【0085】

## 【化24】



式中、 $R^{1a}$ および $R^{2a}$ は、同一または異なってもよく、それぞれシアノ基、トリフルオロメチル基、メチル基、メトキシ基またはフッ素原子であり、 $R^3$ 、 $R^4$ 、 $R^5$ 、 $R^6$ 、 $R^7$ 、および $R^8$ は、それぞれ同一または異なってもよく、それぞれ水素原子または置換基であり、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよく、 $Ar^9$ 、 $Ar^{10}$ 、 $Ar^{11}$ 、および $Ar^{12}$ は、それぞれ同一または異なってもよく、それぞれアリール基またはヘテロ芳香環基であり、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよく、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよい。 $R$ は、置換基であり、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよく、 $n$ は0ないし4の整数を表す。

【0086】

式中、 $R^{1a}$ 、 $R^{2a}$ 、 $R^3$ 、 $R^4$ 、 $R^5$ 、 $R^6$ 、 $R^7$ 、 $R^8$ 、 $Ar^9$ 、 $Ar^{10}$ 、 $Ar^{11}$ 、および $Ar^{12}$ は、上記一般式(2)、(3)、および(4)で挙げた $R^{1a}$ 、 $R^{2a}$ 、 $R^3$ 、 $R^4$ 、 $R^5$ 、 $R^6$ 、 $R^7$ 、 $R^8$ 、 $Ar^9$ 、 $Ar^{10}$ 、 $Ar^{11}$ 、および $Ar^{12}$ と同義であり、好ましい範囲も同様である。

【0087】

式中、 $R$ は、置換基を表す。置換基としては、上記一般式(2)で挙げた $R^1$ および $R^2$ に用いられる置換基が挙げられる。好ましい置換基としては、アルキル基、アリール基、アルコキシ基、アリールオキシ基、シアノ基が挙げられる。より好ましくはアルコキシ基、シアノ基であり、更に好ましくはシアノ基である。

【0088】

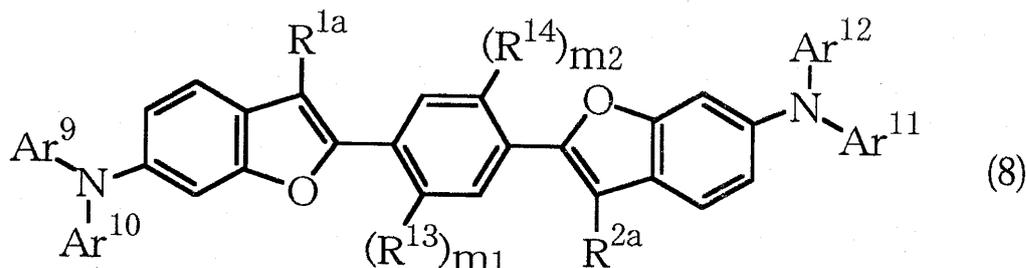
式中、 $n$ は、0ないし4の整数を表す。好ましい $n$ は0ないし2である。 $n$ が、2、3または4の場合、複数個の置換基は同一であっても、異なってもよい。また、可能な場合は、置換基同士が結合して環を形成していてもよい。

【0089】

上記一般式(2)で表される発光材料のなかで、特に好ましい発光材料は、下記一般式(8)で表される化合物である。

【0090】

【化25】



式中、 $R^{1a}$ および $R^{2a}$ は、同一または異なってもよく、それぞれシアノ基、トリフルオロメチル基、メチル基、メトキシ基またはフッ素原子であり、 $R^3$ 、 $R^4$ 、 $R^5$ 、 $R^6$ 、 $R^7$ 、および $R^8$ は、それぞれ同一または異なってもよく、それぞれ水素原子または置換基であり、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよく、 $Ar^9$ 、 $Ar^{10}$ 、 $Ar^{11}$ 、および $Ar^{12}$ は、それぞれ同一または異なってもよく、それぞれアリ

10

20

30

40

50

ール基またはヘテロ芳香環基であり、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよく、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよい。R<sup>13</sup>およびR<sup>14</sup>は、置換基であり、隣接置換基同士が互いに結合して縮合環が形成されていてもよく、m<sub>1</sub>およびm<sub>2</sub>は0または1を表す。

【0091】

式中、R<sup>1a</sup>、R<sup>2a</sup>、R<sup>3</sup>、R<sup>4</sup>、R<sup>5</sup>、R<sup>6</sup>、R<sup>7</sup>、R<sup>8</sup>、Ar<sup>9</sup>、Ar<sup>10</sup>、Ar<sup>11</sup>、およびAr<sup>12</sup>は、上記一般式(2)、(3)、および(4)で挙げたR<sup>1a</sup>、R<sup>2a</sup>、R<sup>3</sup>、R<sup>4</sup>、R<sup>5</sup>、R<sup>6</sup>、R<sup>7</sup>、R<sup>8</sup>、Ar<sup>9</sup>、Ar<sup>10</sup>、Ar<sup>11</sup>、およびAr<sup>12</sup>と同義であり、好ましい範囲も同様である。

【0092】

式中、R<sup>13</sup>およびR<sup>14</sup>は、置換基を表す。置換基としては、上記一般式(2)で挙げたR<sup>1</sup>およびR<sup>2</sup>に用いられる置換基が挙げられる。好ましい置換基としては、アルキル基、アリール基、アルコキシ基、アリールオキシ基、シアノ基が挙げられる。より好ましくはアルコキシ基、シアノ基であり、更に好ましくはシアノ基である。

【0093】

m<sub>1</sub>およびm<sub>2</sub>は、それぞれ0または1を表す。

【0094】

以下に、構造式(10)-1~(10)-82で表される発光材料の具体例を挙げるが、本発明はこれらに限定されるものではない。

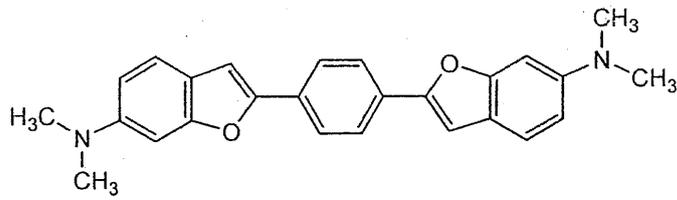
【0095】

【化26】

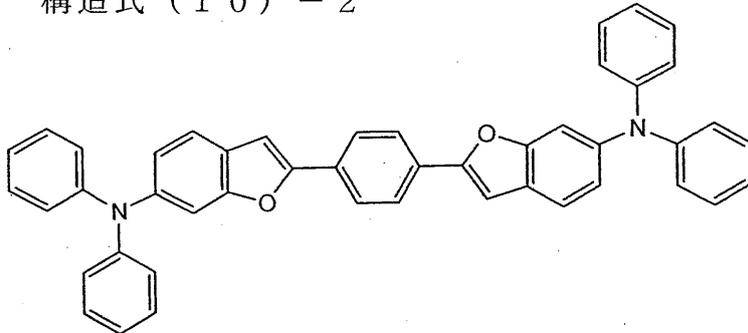
10

20

構造式 (10) - 1

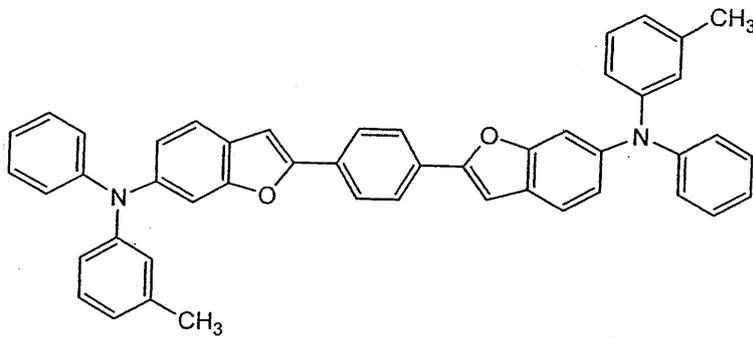


構造式 (10) - 2



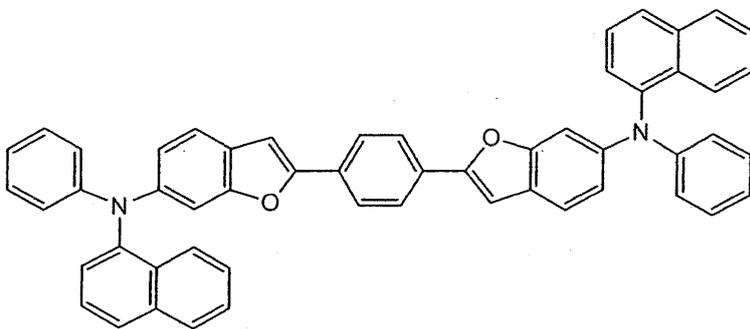
10

構造式 (10) - 3



20

構造式 (10) - 4



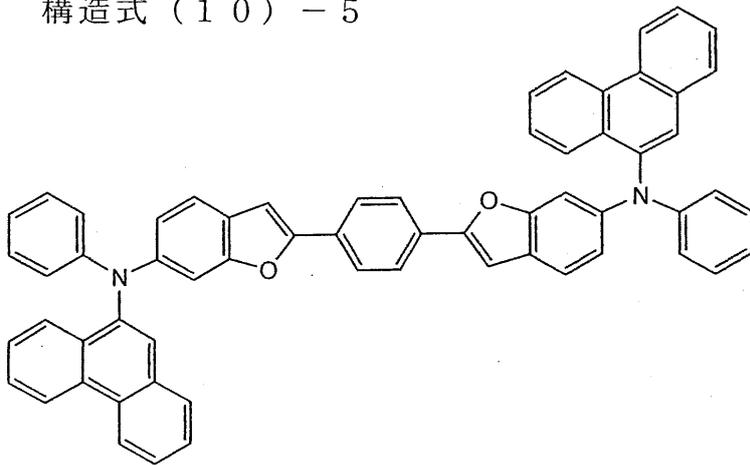
30

【0096】

【化27】

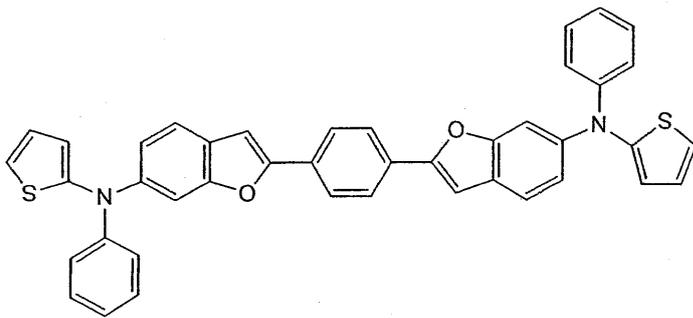
40

構造式 (10) - 5



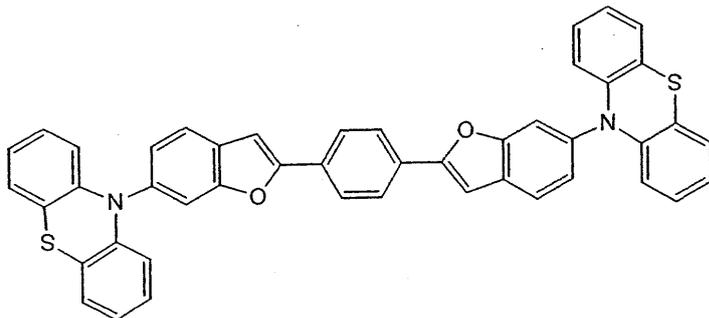
10

構造式 (10) - 6



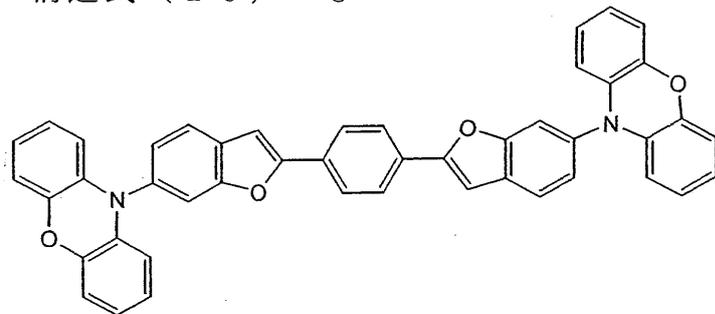
20

構造式 (10) - 7



30

構造式 (10) - 8

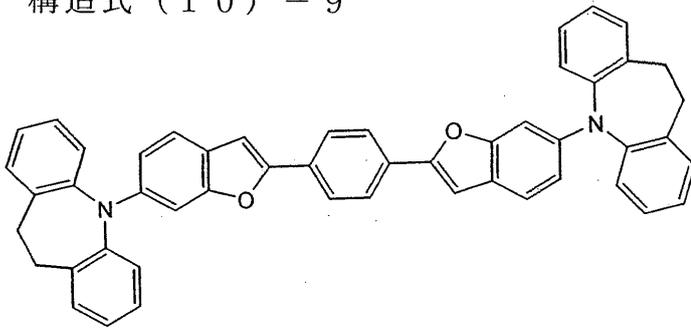


40

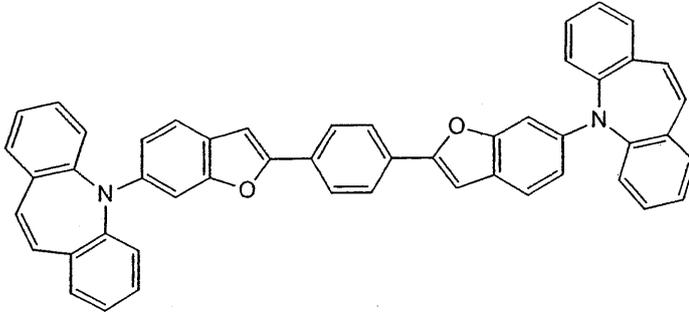
【0097】

【化28】

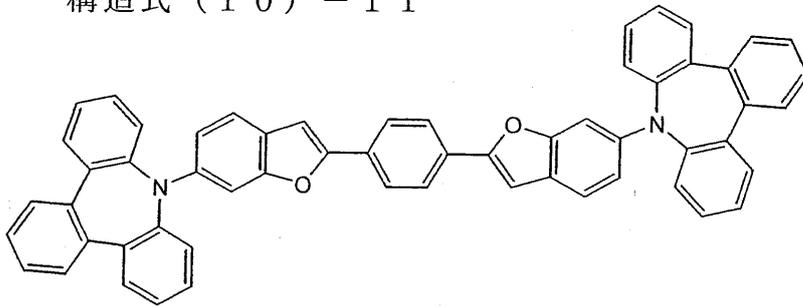
構造式 (10) - 9



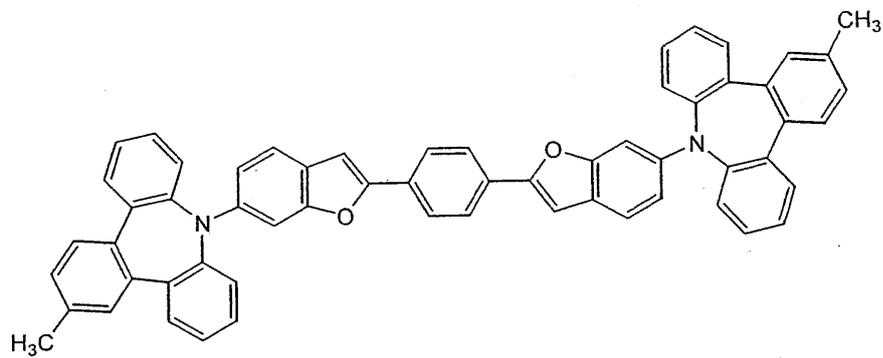
構造式 (10) - 10



構造式 (10) - 11



構造式 (10) - 12



【0098】

【化29】

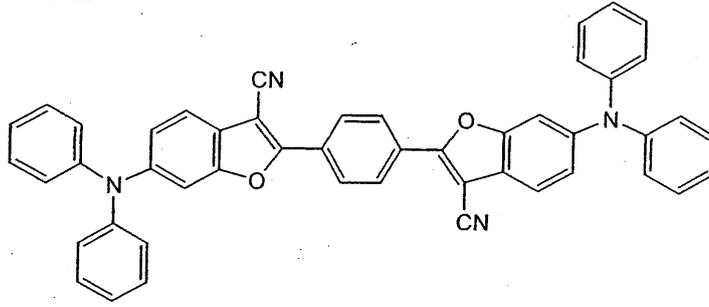
10

20

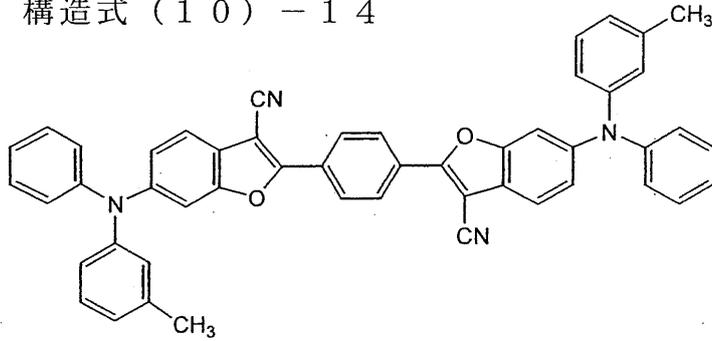
30

40

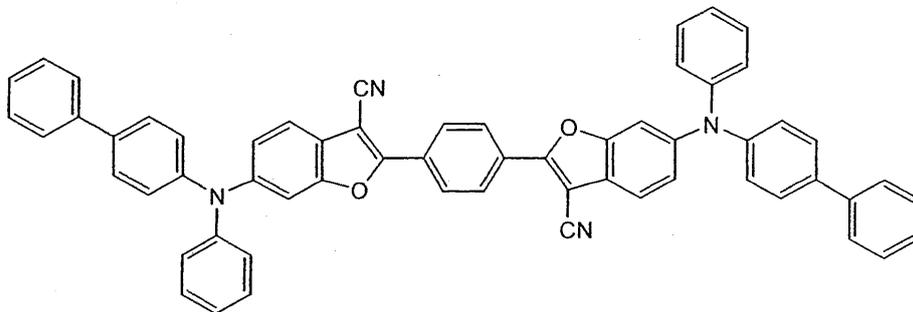
構造式 (10) - 13



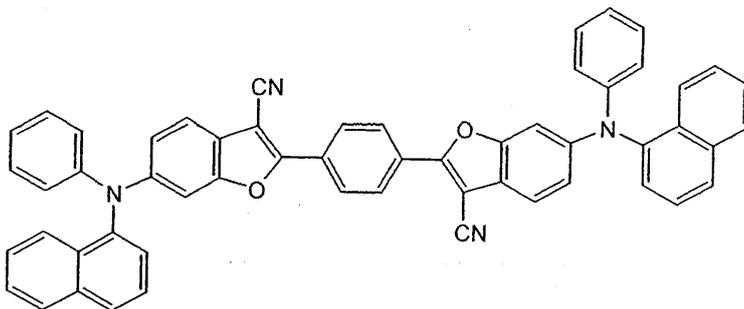
構造式 (10) - 14



構造式 (10) - 15



構造式 (10) - 16



【0099】

【化30】

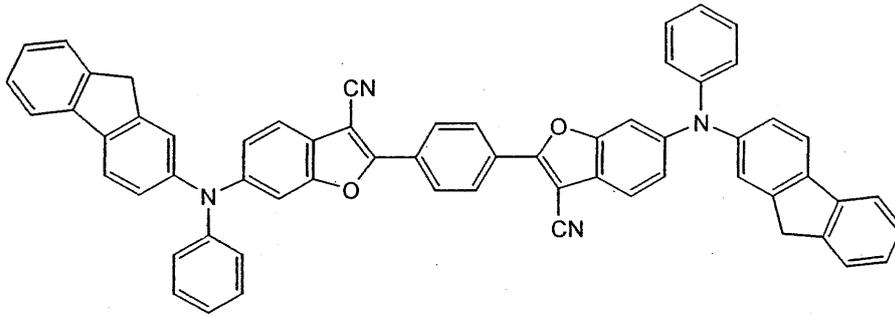
10

20

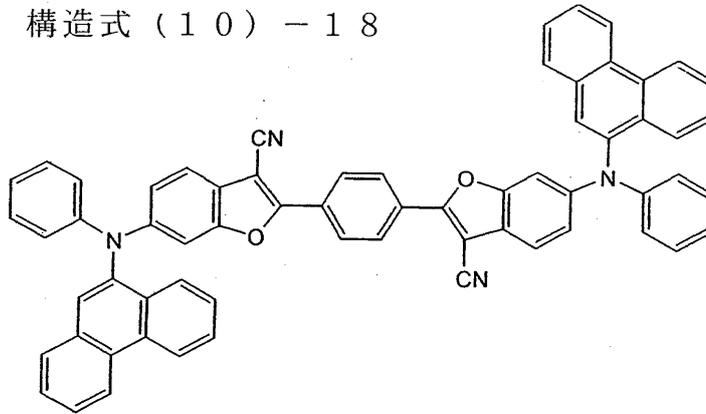
30

40

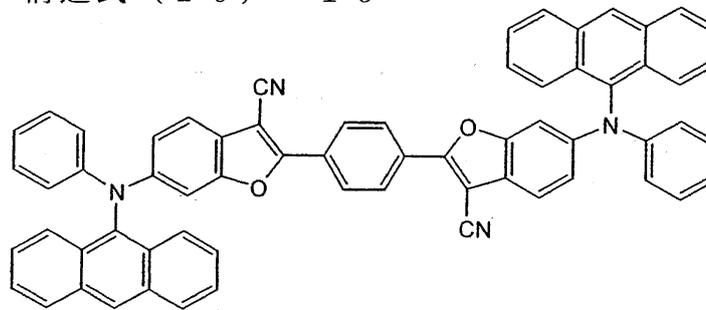
構造式 (10) - 17



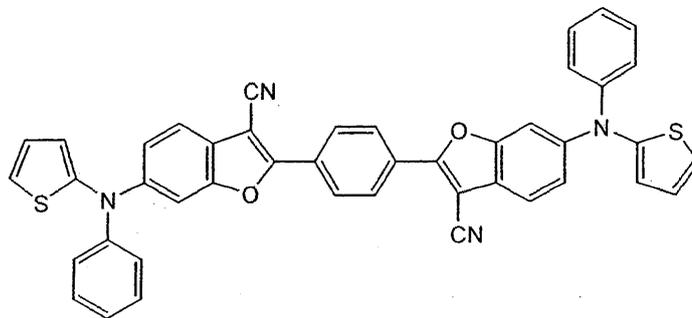
構造式 (10) - 18



構造式 (10) - 19



構造式 (10) - 20



【0100】

【化31】

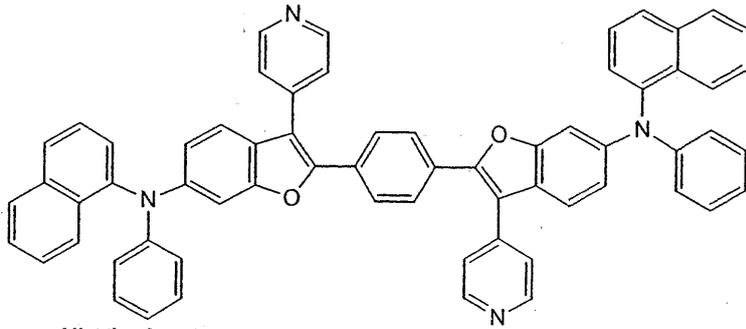
10

20

30

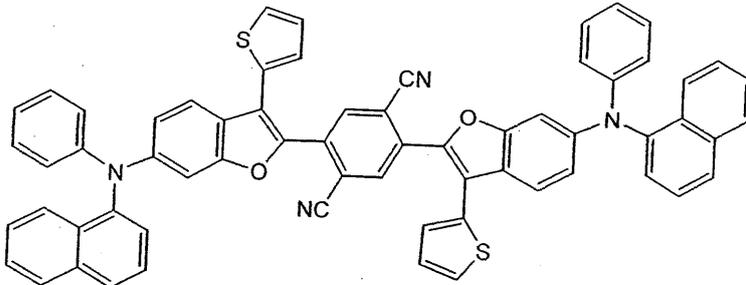
40

構造式 (10) - 2 1



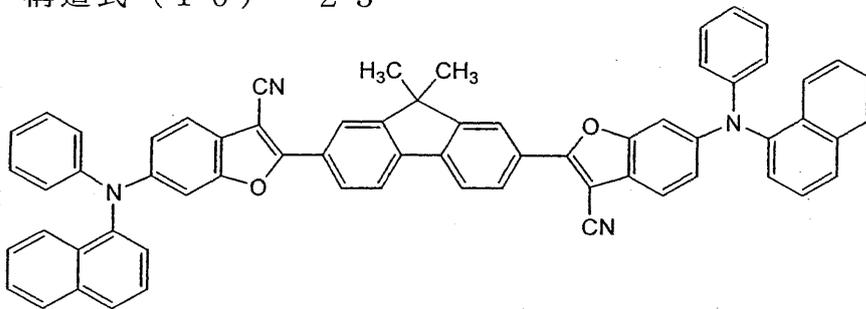
10

構造式 (10) - 2 2



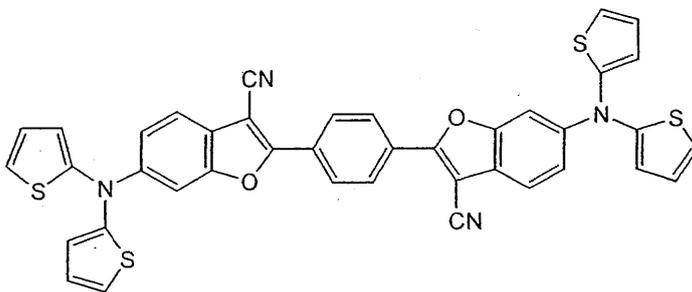
20

構造式 (10) - 2 3



30

構造式 (10) - 2 4

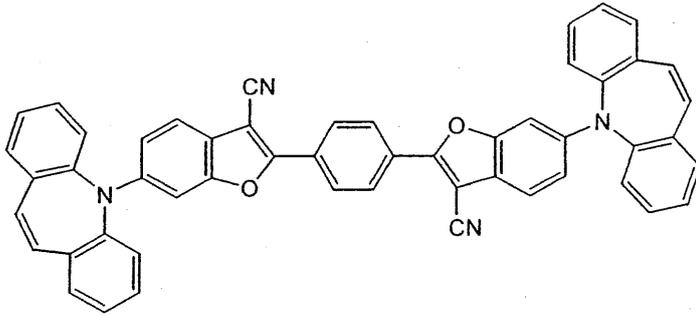


【 0 1 0 1 】

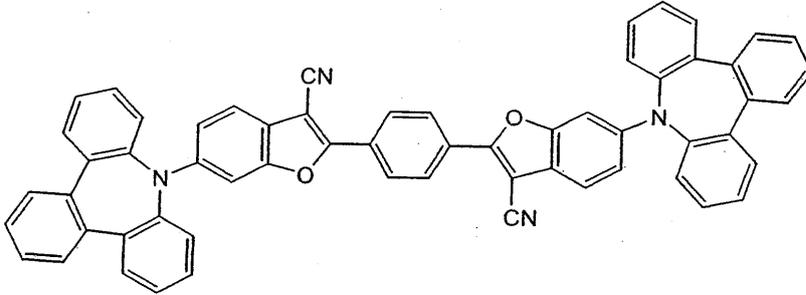
【 化 3 2 】

40

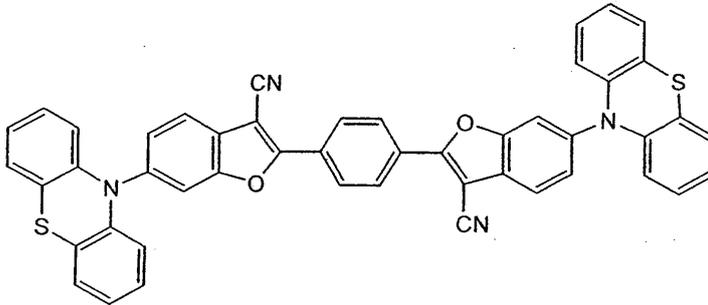
構造式 (10) - 25



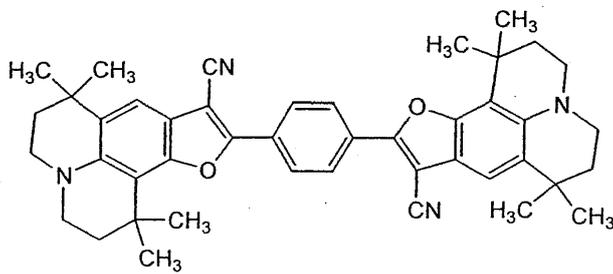
構造式 (10) - 26



構造式 (10) - 27



構造式 (10) - 28



【 0 1 0 2 】

【 化 3 3 】

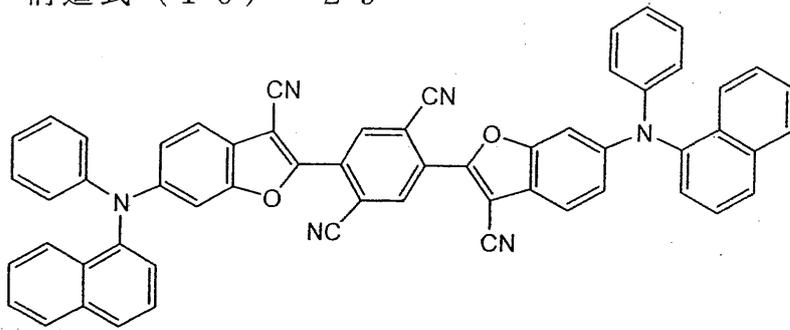
10

20

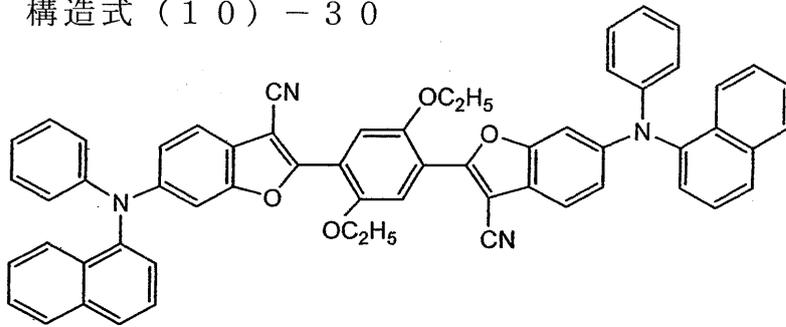
30

40

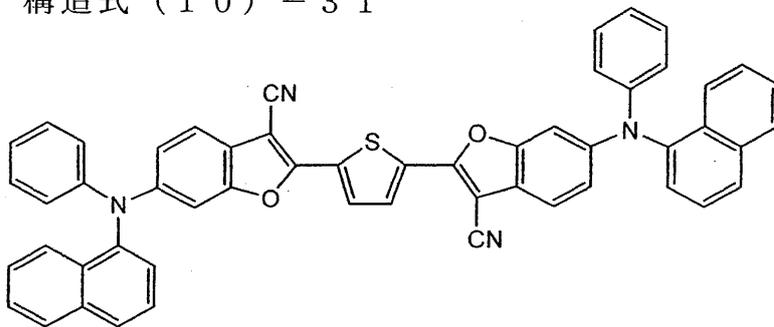
構造式 (10) - 29



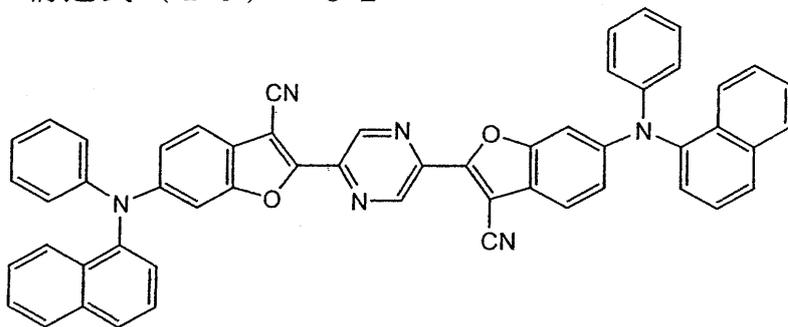
構造式 (10) - 30



構造式 (10) - 31



構造式 (10) - 32



【0103】

【化34】

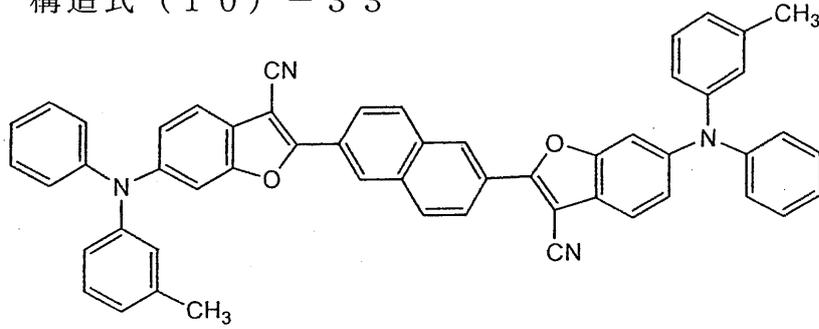
10

20

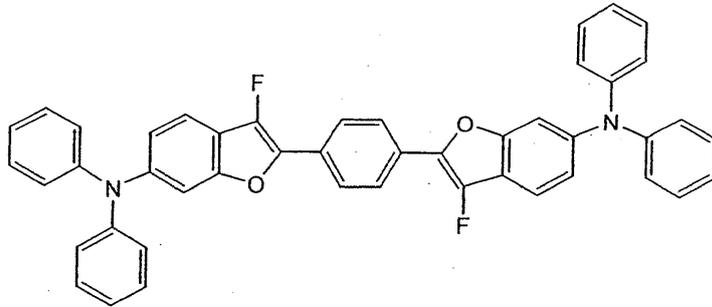
30

40

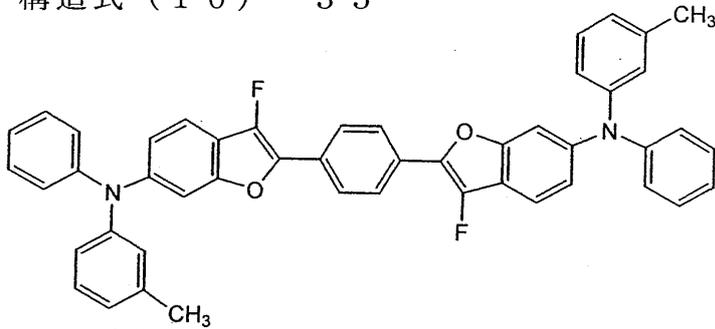
構造式 (10) - 33



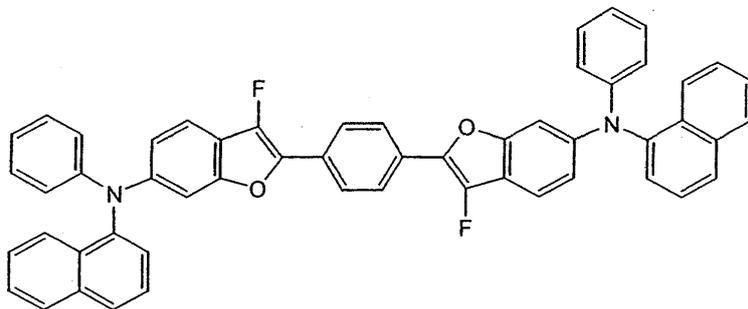
構造式 (10) - 34



構造式 (10) - 35



構造式 (10) - 36



【0104】

【化35】

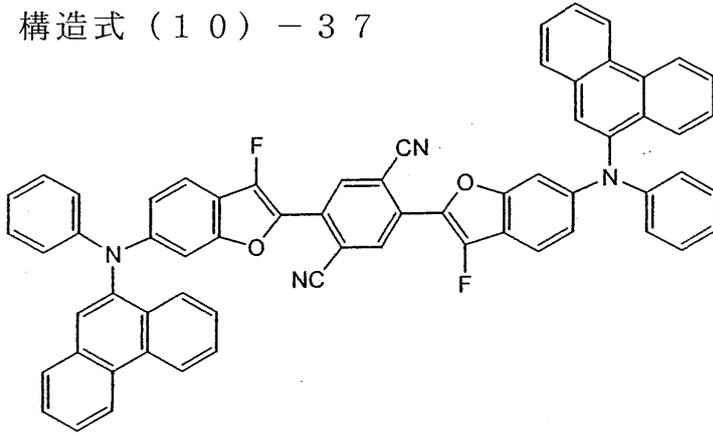
10

20

30

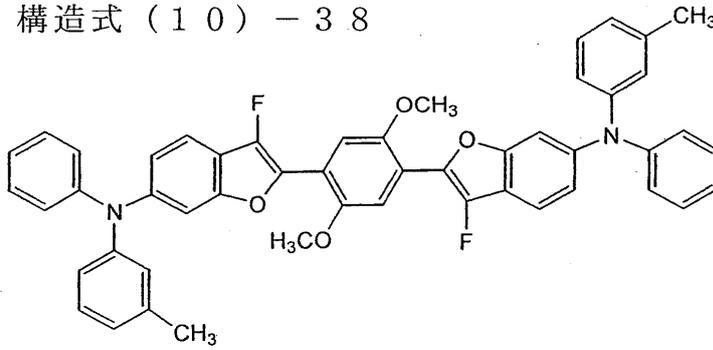
40

構造式 (10) - 37



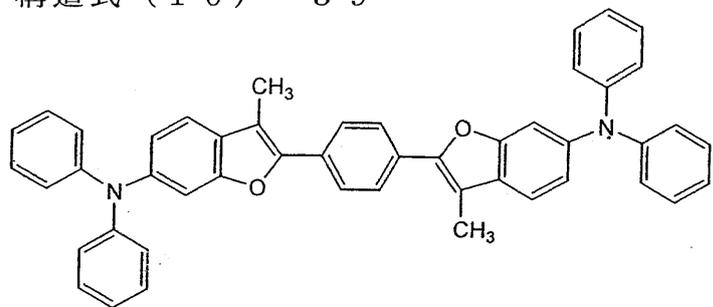
10

構造式 (10) - 38



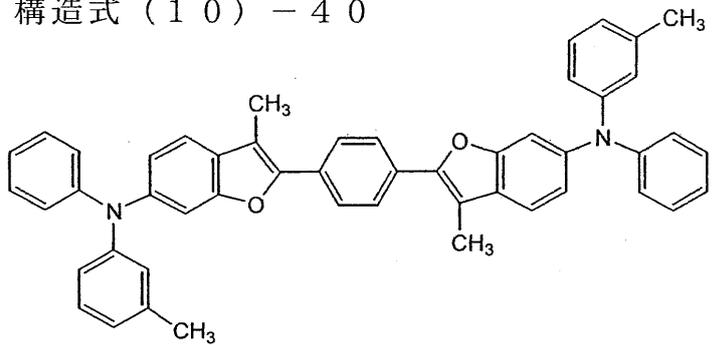
20

構造式 (10) - 39



30

構造式 (10) - 40

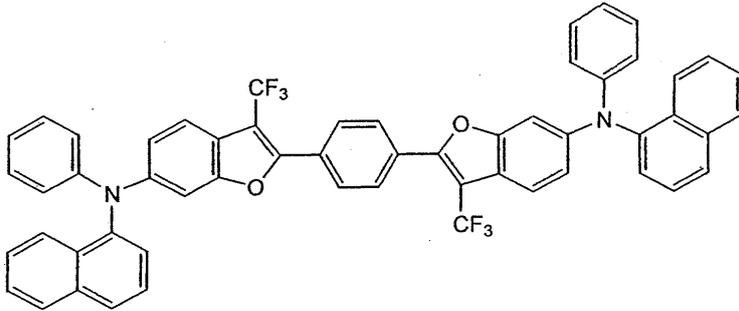


40

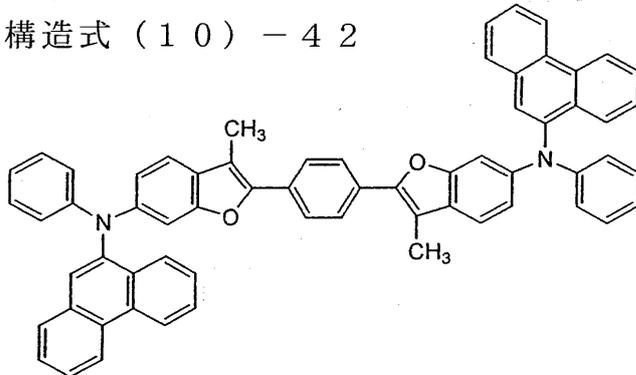
【0105】

【化36】

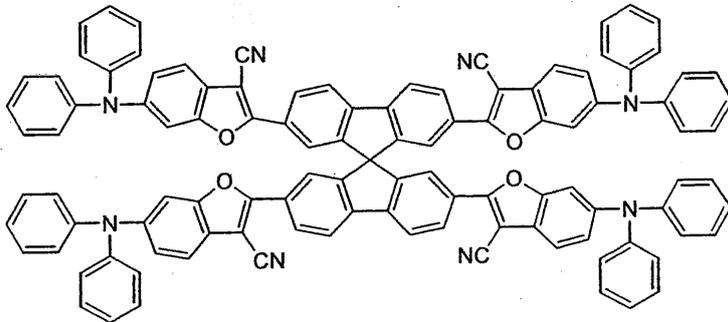
構造式 (10) - 4 1



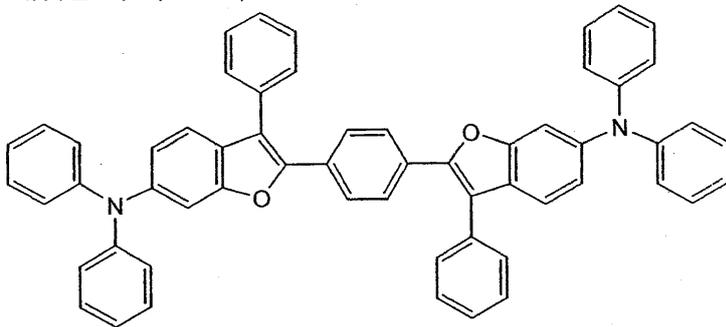
構造式 (10) - 4 2



構造式 (10) - 4 3



構造式 (10) - 4 4



【 0 1 0 6 】

【 化 3 7 】

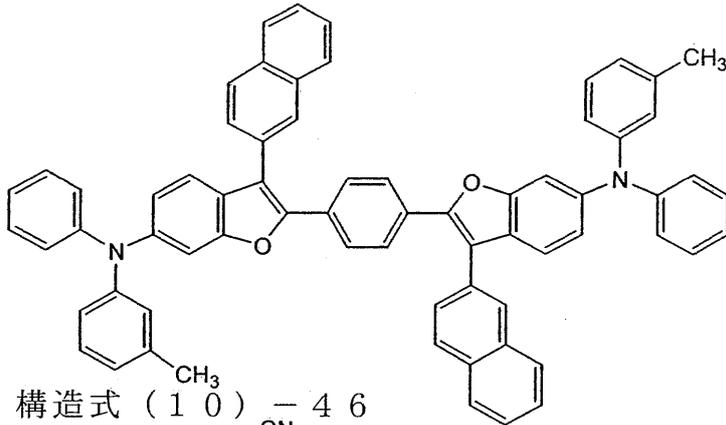
10

20

30

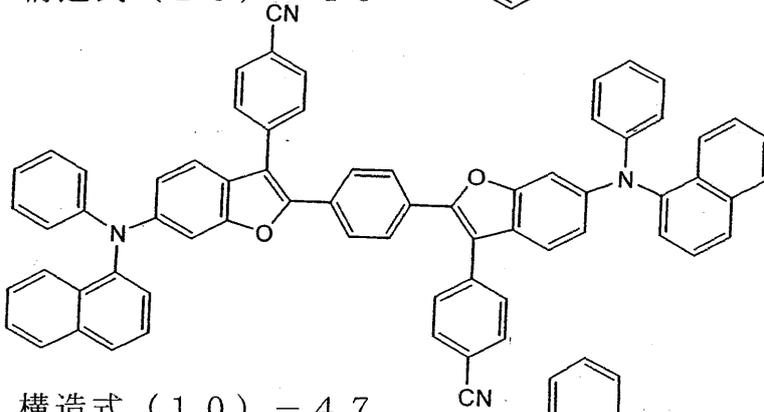
40

構造式 (10) - 45



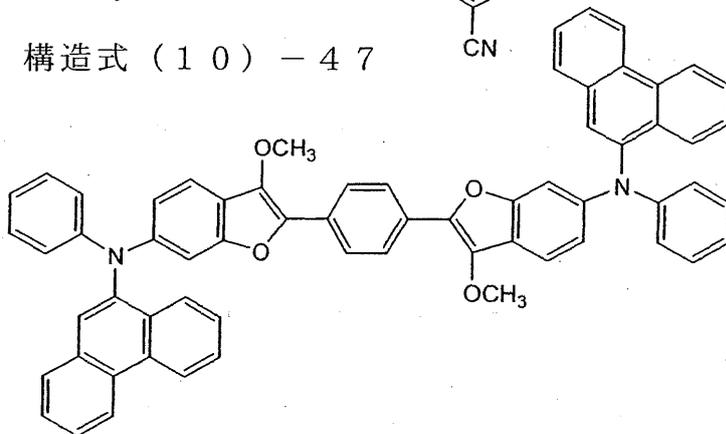
10

構造式 (10) - 46



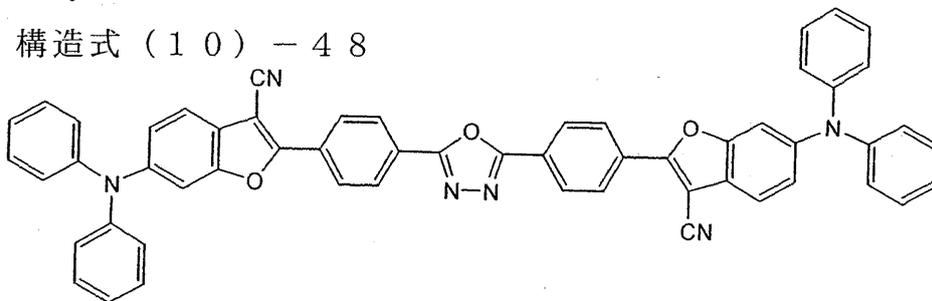
20

構造式 (10) - 47



30

構造式 (10) - 48

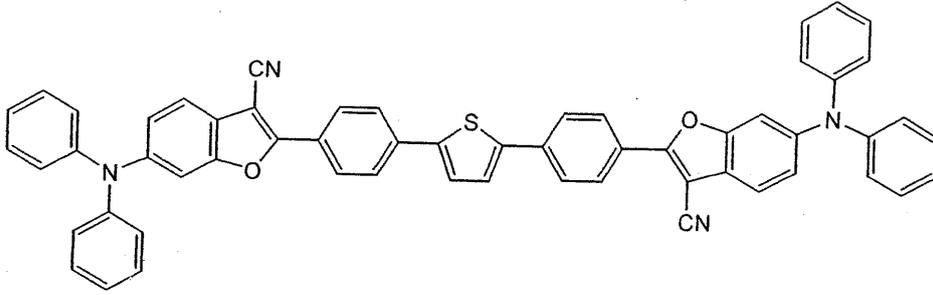


40

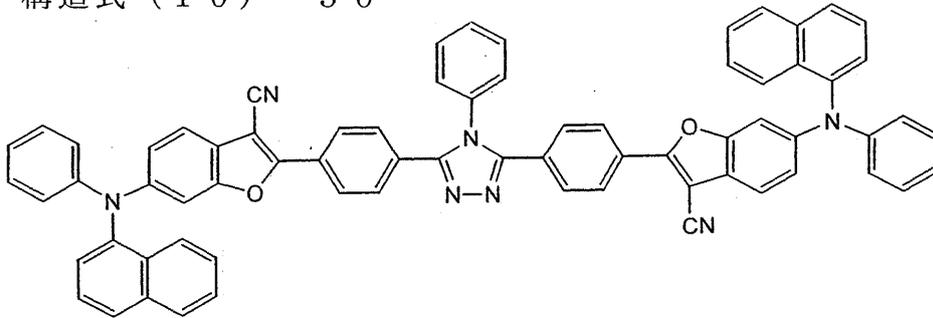
【0107】

【化38】

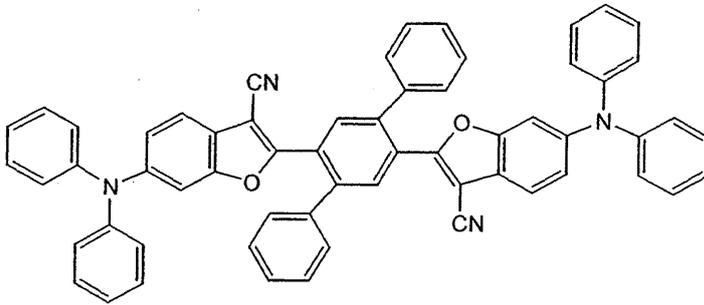
構造式 (10) - 49



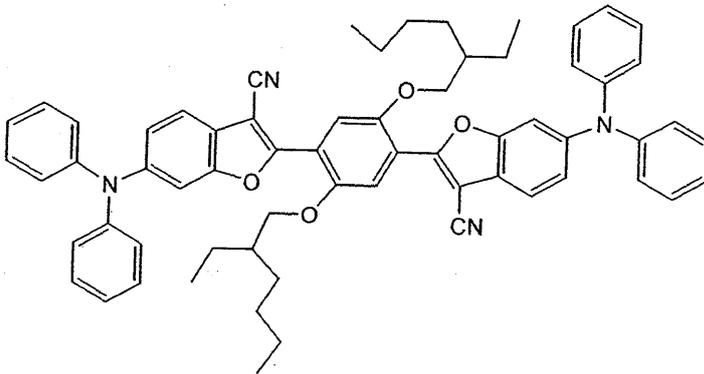
構造式 (10) - 50



構造式 (10) - 51



構造式 (10) - 52



【0108】

【化39】

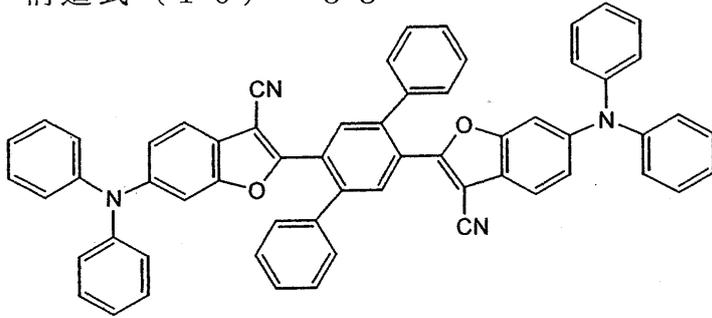
10

20

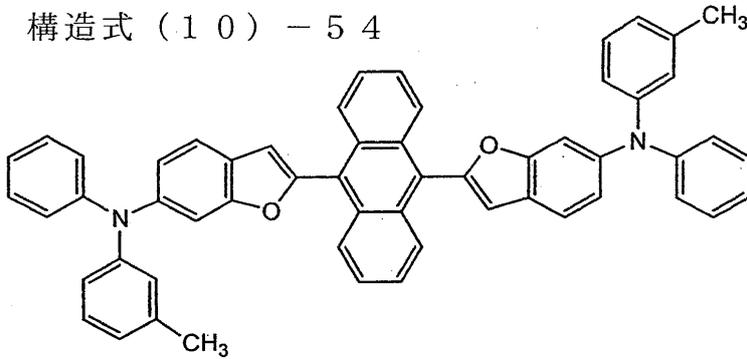
30

40

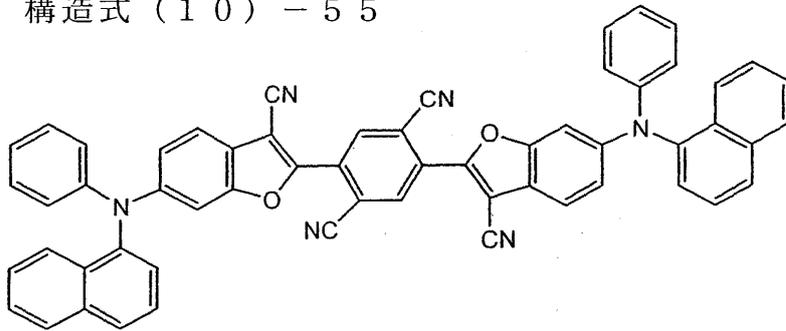
構造式 (10) - 53



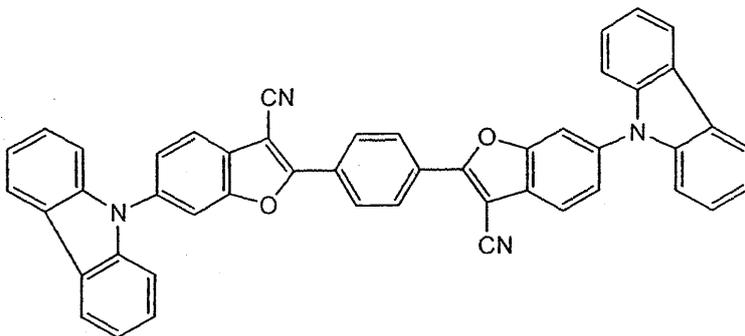
構造式 (10) - 54



構造式 (10) - 55



構造式 (10) - 56



【0109】

【化40】

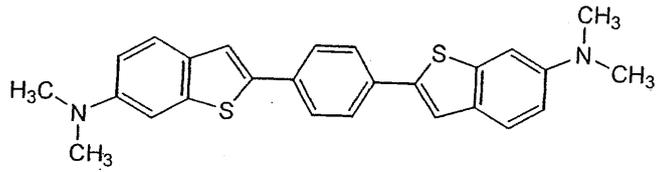
10

20

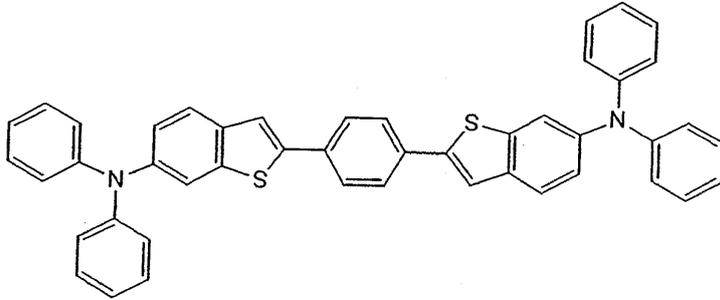
30

40

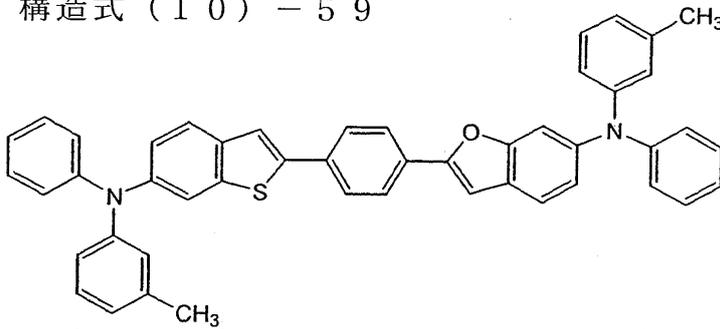
構造式 (10) - 57



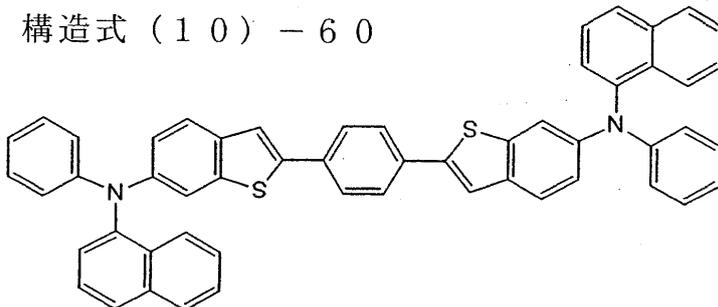
構造式 (10) - 58



構造式 (10) - 59



構造式 (10) - 60



【0110】

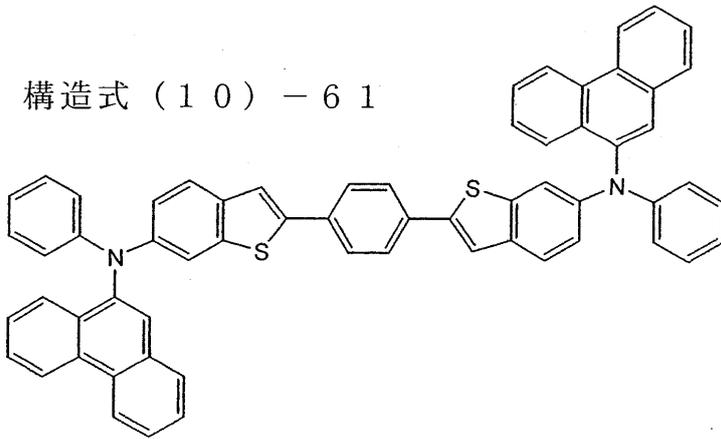
【化41】

10

20

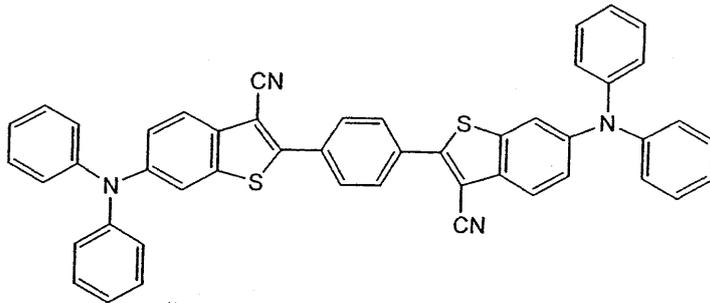
30

構造式 (10) - 6 1



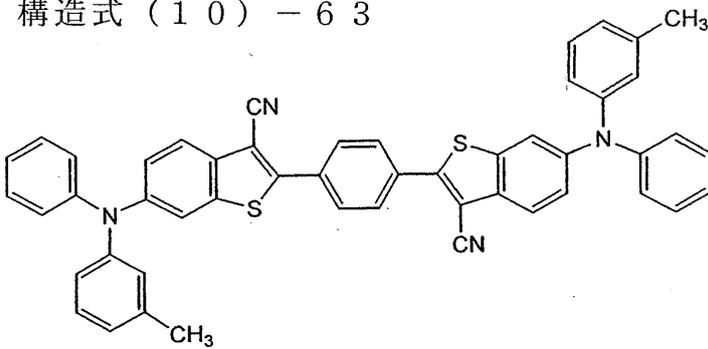
10

構造式 (10) - 6 2



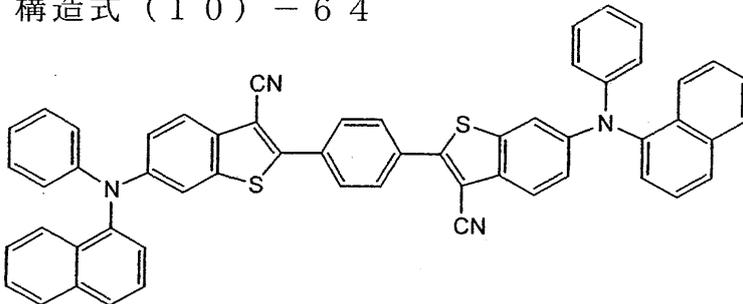
20

構造式 (10) - 6 3



30

構造式 (10) - 6 4

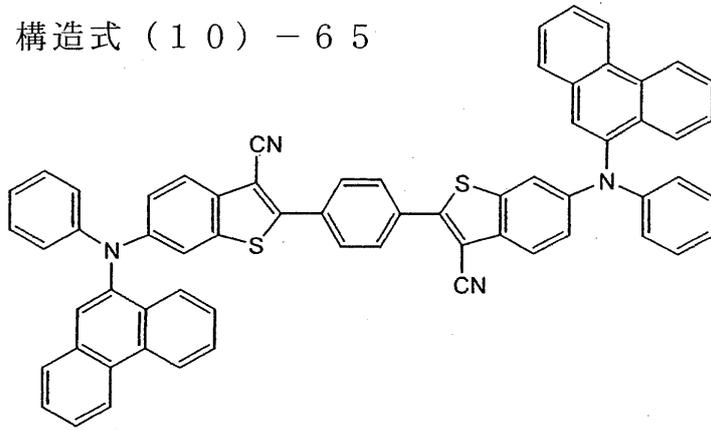


40

【 0 1 1 1 】

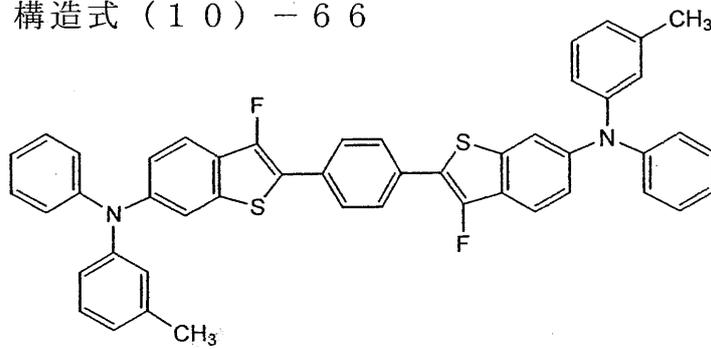
【 化 4 2 】

構造式 (10) - 65



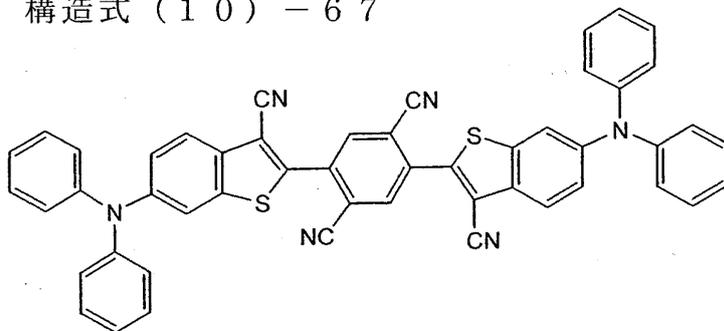
10

構造式 (10) - 66



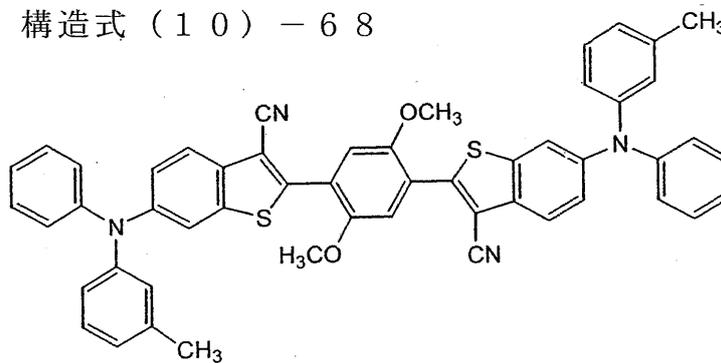
20

構造式 (10) - 67



30

構造式 (10) - 68

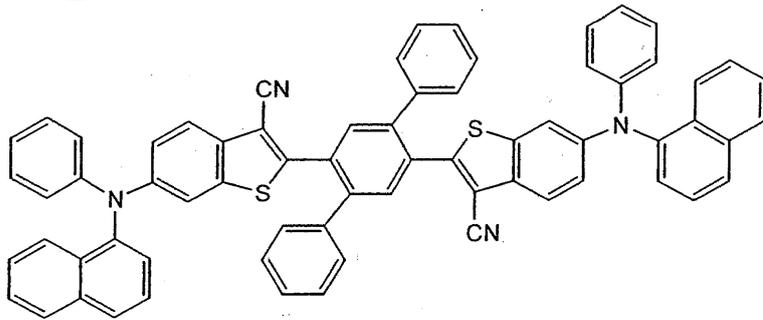


40

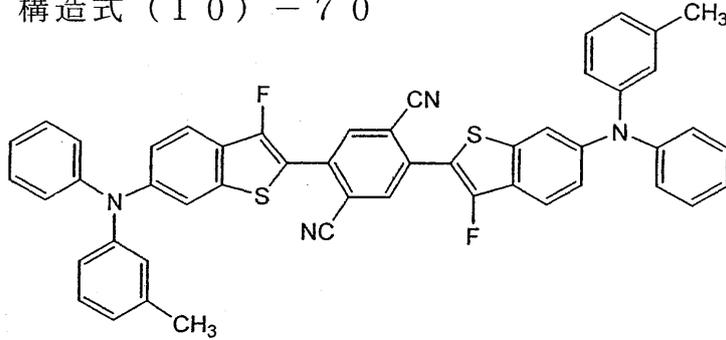
【 0 1 1 2 】

【 化 4 3 】

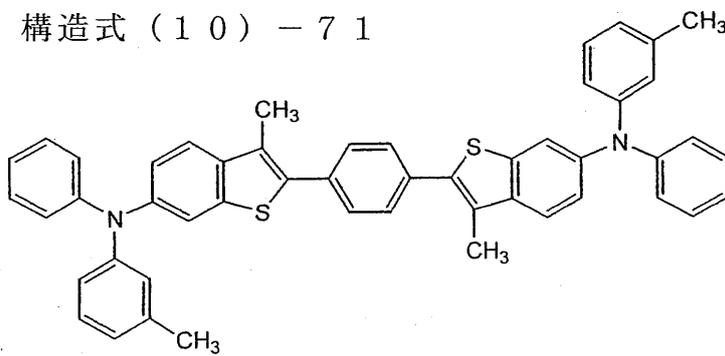
構造式 (10) - 69



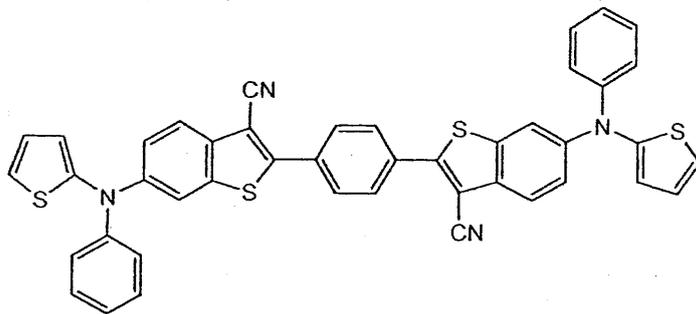
構造式 (10) - 70



構造式 (10) - 71



構造式 (10) - 72



【0113】

【化44】

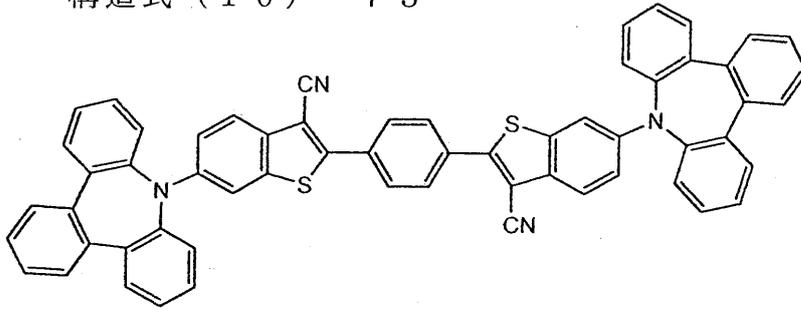
10

20

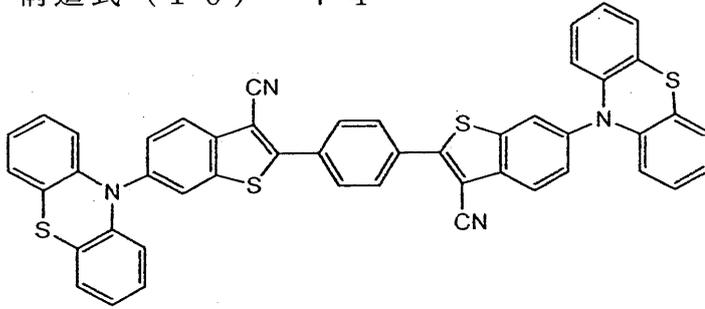
30

40

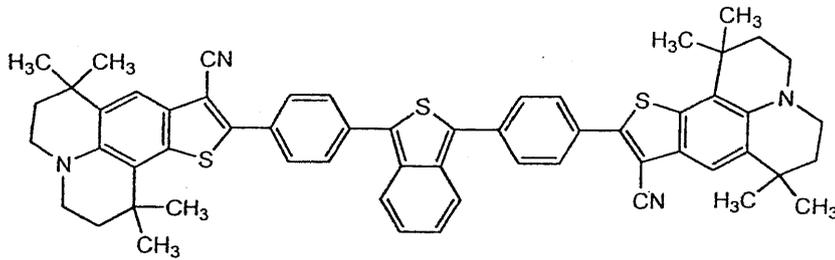
構造式 (10) - 73



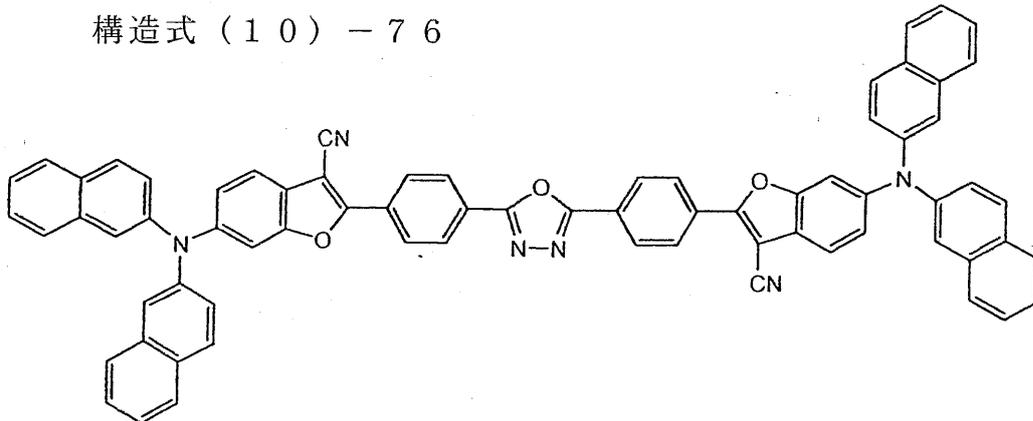
構造式 (10) - 74



構造式 (10) - 75



構造式 (10) - 76



【0114】

【化45】

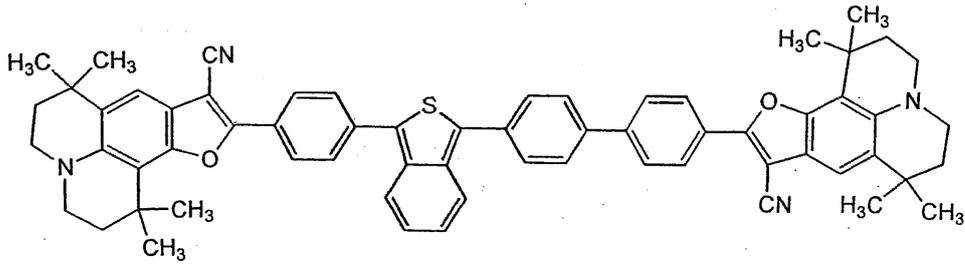
10

20

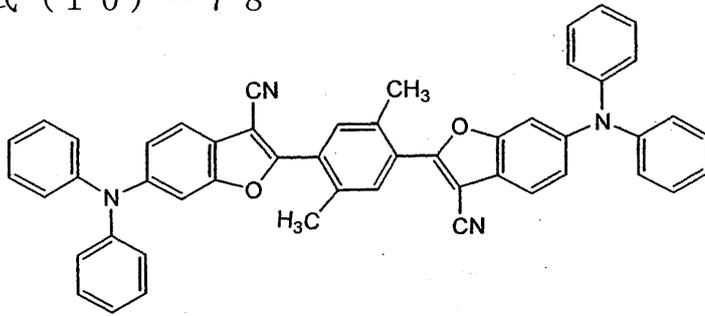
30

40

構造式 (10) - 77

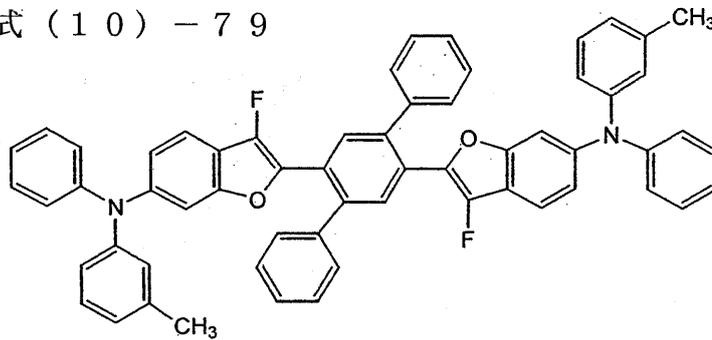


構造式 (10) - 78



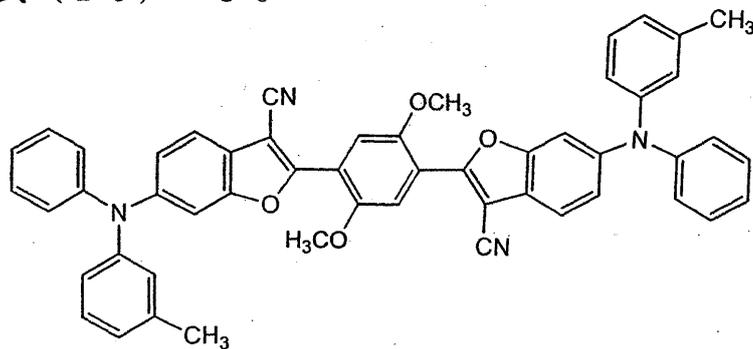
10

構造式 (10) - 79



20

構造式 (10) - 80



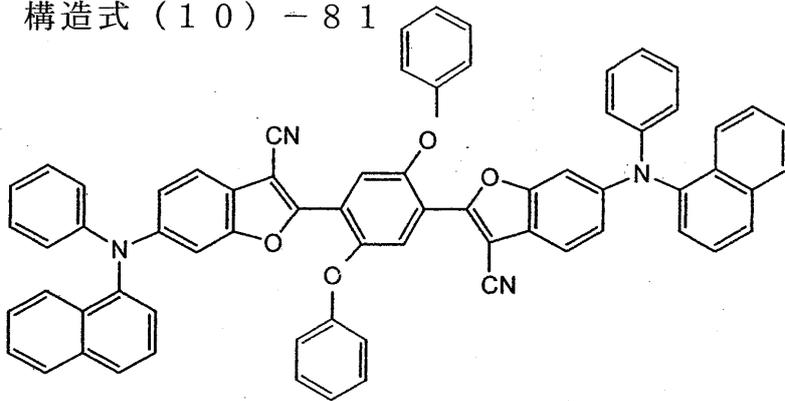
30

【 0 1 1 5 】

【 化 4 6 】

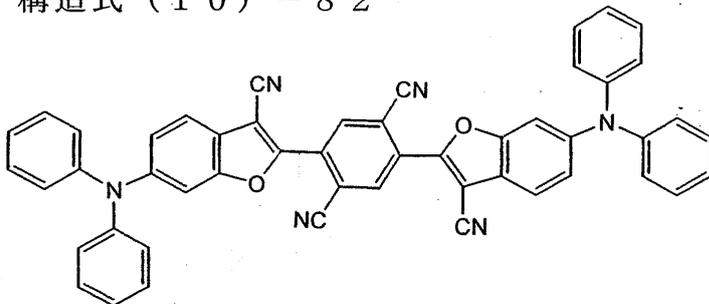
40

構造式(10)-81



10

構造式(10)-82



20

## 【0116】

本発明の発光素子に用いられる発光材料は、例えば、以下の文献に記載の方法に基づいて製造できる。具体的には、J. Indian. Chem. Soc., 33, 175, 181(1956)、J. Indian. Chem. Soc., 34, 347, 350(1957)、J. Chem. Soc., 822, 824(1958)、J. Chem. Soc., 3544, 3545(1959)、Chem. Ber., 57, 23, 26(1924)、J. Chem. Soc. Perkin Trans. 2, 8.1511(1997)、Tetrahedron Lett., 40, 22, 4211(1997)に記載されている方法による。

## 【0117】

本発明の発光素子は、陽極と陰極との間に、発光領域を有する層を含む発光素子である。前記発光領域を有する層は、上記発光材料を含むものである。

30

## 【0118】

本発明の発光素子は、発光領域を有する層以外に、他の機能層を含んで構成されていてもよい。図1は、本発明で用いることのできる発光素子の一例を示す模式図である。例えば、図1に示すように、透明基板1上に、陽極2、ホール輸送層3、発光層4、電子輸送層5、および陰極6が、この順に積層形成されたものであってもよい。この構成は、通称DH構造と呼ばれる。

## 【0119】

上記の構成以外にも、電子輸送層5の機能を発光層4が兼ね備えたSH-A構造、ホール輸送層3の機能を発光層4が兼ね備えたSH-B構造、ホール輸送層3と電子輸送層5の両方の機能を発光層4が兼ね備えた単層構造いずれの構造であっても、本発明の発光素子として使用できる。

40

## 【0120】

本明細書中で、発光素子とは、ホール輸送電極と電子注入電極との間に、少なくとも発光層などの機能層を有する素子を意味する。機能層は、全ての機能層が有機材料からなる層で構成されていてもよく、無機材料からなる層を含んで構成されていてもよい。例えば、電子輸送層を無機材料からなる層とし、ホール輸送層を有機材料からなる層としてもよく、逆に電子輸送層を有機材料からなる層とし、ホール輸送層を無機材料からなる層としてもよい。あるいは、ホール輸送層、発光層、電子輸送層のいずれか1つの層若しくは複数の層を、無機材料を含む層としてもよい。

## 【0121】

50

図1の構造の発光素子は、例えば以下のようにして製造できる。透明基板1は、適度の強度を有し、素子作成にあたり、蒸着時等の熱により悪影響を受けず、透明なものであれば特に限定されない。透明基板1の材料として、例えばガラス（例えばコーニング1737など）や透明な樹脂、例えばポリエチレン、ポリプロピレン、ポリエーテルサルホン、ポリカーボネート、ポリエーテルエーテルケトンなどが挙げられる。この実施形態の表示素子だけでなく、本発明に係る表示素子は、前記の透明基板1上に順次積層することにより形成できる。

#### 【0122】

本発明に係る表示素子全般にいえることであるが、図示の陽極2は、通常、透明導電性膜で構成する。かかる透明導電性膜の材料としては、4 eV程度より大きい仕事関数を持つ導電性物質を用いることが好ましい。かかる物質として、炭素、アルミニウム、バナジウム、鉄、コバルト、ニッケル、銅、亜鉛、タングステン、銀、錫、金などこれらの合金のような金属の他、酸化錫、酸化インジウム、酸化アンチモン、酸化亜鉛、酸化ジルコニウムなどの金属酸化物およびそれらの固溶体や混合体（例えばITO（インジウム錫酸化物）など）などの導電性金属化合物のような導電性化合物を例示できる。

10

#### 【0123】

陽極2を形成する場合、透明基板1上に、前記したような導電性物質を用い、蒸着、スパッタリングなどの手法やゾル-ゲル法あるいはかかる物質を樹脂などに分散させて塗布するなどの手法を用いて所望の透光性と導電性が確保されるように陽極を形成すればよい。特に、ITO膜は、その透明性を向上させ、あるいは抵抗率を低下させる目的で、スパッタリング、エレクトロンビーム蒸着、イオンプレーティングなどの方法で、成膜される。

20

#### 【0124】

また、陽極2の膜厚は、必要とされるシート抵抗値と可視光透過率から決定される。発光素子の場合、比較的駆動電流密度が高いので、シート抵抗値を小さくする必要がある。そのため、膜厚は100nm以上の厚さであることが多い。

#### 【0125】

次に、陽極2の上にホール輸送層3を形成する。図示のホール輸送層3を含め、本発明にかかる発光素子において、ホール輸送層の形成のために用いることができるホール輸送材料としては、公知のものを使用できるが、好ましくは発光安定性、耐久性に優れたトリフェニルアミンを基本骨格として有する誘導体である。

30

#### 【0126】

具体的には、特開平7-126615号公報に記載のテトラフェニルベンジジン化合物、トリフェニルアミン3量体、およびベンジジン2量体、特開平8-48656号公報に記載の種々のテトラフェニルジアミン誘導体、特開平7-65958号公報に記載の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(MTPD(通称TPD))などが挙げられる。特開平10-228982号公報に記載のトリフェニルアミン4量体が、さらに好ましい。その他、ジフェニルアミノ-フェニルスチルベン、ジフェニルアミノフェニル-フェニルスチルベン等を使用することもできる。また、p層を形成するアモルファスシリコンなどの無機材料を使用してもよい。

40

#### 【0127】

ホール輸送層3の厚さは、10nm~1000nm程度とすればよい。ホール輸送層3の厚さが10nmより薄くなると、発光効率はよいが、絶縁破壊等しやすくなり、素子の寿命が短くなる。一方、ホール輸送層3の厚さが1000nmより厚くなると、所定の輝度に発光させるためには印加電圧を高くする必要があり、発光効率が悪いとともに、素子の劣化を招きやすい。

#### 【0128】

次に、ホール輸送層3の上に発光層4を形成する。図1に係る発光素子の発光層4については、上記した発光物質を含んで構成される。

#### 【0129】

50

発光層4の厚さは、5 nm ~ 1000 nm程度とすればよい。発光層の厚さが5 nmより薄くなると、発光効率はよいが、絶縁破壊等しやすくなり、素子の寿命が短くなる。一方、発光層の厚さが1000 nmより厚くなると、所定の輝度に発光させるためには印加電圧を高くする必要があり、発光効率が悪いとともに、素子の劣化を招きやすい。通常は、5 nm ~ 1000 nm程度の膜厚であればよい。

**【0130】**

発光層4には、上記発光材料に加え、電荷輸送能を向上させる目的で、ホール輸送材料や電子輸送材料をさらに添加してもよい。また、発光材料を高分子マトリックス中に分散させてもよい。

**【0131】**

次に、発光層4の上に、電子輸送層5を形成する。図示の電子輸送層5を含め、本発明にかかる発光素子において電子輸送層の形成のために用いることのできる電子輸送材料としては、公知のものが使用できる。好ましくは、トリス(8-キノリラト)アルミニウム(アルミキノリン、以下Alqという)である。他の電子輸送材料としては、トリス(4-メチル-8-キノリラト)アルミニウムなどの金属錯体、3-(2'-ベンゾチアゾリル)-7-ジエチルアミノクマリンなどが挙げられる。

**【0132】**

電子輸送層5の厚さは、10 nm ~ 1000 nm程度とすればよい。電子輸送層の厚さが10 nmより薄くなると、発光効率はよいが、絶縁破壊等しやすくなり、素子の寿命が短くなる。一方、電子輸送層の厚さが1000 nmより厚くなると、所定の輝度に発光させるためには印加電圧を高くする必要があり、発光効率が悪いとともに、素子の劣化を招きやすい。

**【0133】**

ホール輸送層3、および電子輸送層5は、それぞれ単層でもよいが、イオン化ポテンシャルなどを考慮して複数の層から形成されてもよい。

**【0134】**

ホール輸送層3、発光層4、電子輸送層5は、それぞれ蒸着法により形成してもよいし、これらの層を形成する材料を溶解した溶液やこれらの層を形成する材料を適当な樹脂とともに溶解した溶液を用い、ディップコート法、スピンコート法等の塗布法により形成してもよい。ラングミュア・プロジェット(LB)法によってもよい。好ましい成膜法は、真空蒸着法である。真空蒸着法によると、上記各層において、アモルファス状態の均質な層が形成できるからである。

**【0135】**

ホール輸送層3、発光層4、電子輸送層5は、それぞれ単独で形成してもよいが、真空中で連続して各層を形成することが好ましい。連続して形成すれば各層の界面に不純物が付着することを防止できるので、動作電圧の低下を防止し、発光効率の向上、長寿命化などといった特性を改善できる。

**【0136】**

ホール輸送層3、発光層4、電子輸送層5のいずれかの層が、複数の化合物を含む場合であって、真空蒸着法を用いて層を形成する場合には、単独の化合物を入れた複数のポートを個別に温度制御して共蒸着することが好ましいが、予め複数の化合物を混合したものを蒸着してもよい。

**【0137】**

なお、図示してはいないが上記電子輸送層5の上に、電子注入/輸送特性向上のための電子注入層が形成されていてもよい。電子注入層形成のための電子注入材料には、従来公知の各種電子注入材料を用いることができるが、好ましくはアルカリ金属(リチウム、ナトリウムなど)、アルカリ土類金属(ベリリウム、マグネシウムなど)、あるいはこれらの塩、酸化物などを用いることができる。

**【0138】**

電子注入層は、蒸着やスパッタリング等の方法で形成できる。また、その厚さは、0.1

10

20

30

40

50

nm ~ 20 nm 程度とする。

【0139】

次に、電子輸送層5の上に、陰極6を形成する。図1に示す陰極6を含め、本発明にかかる発光素子における陰極は低仕事関数の小さい金属の合金を用いることが望ましい。上記電子注入層が形成されている場合は、アルミニウムや銀などの仕事関数の大きい金属を積層することもできる。また、陰極を透明ないし半透明な材質で形成すると、陰極側から面発光を取り出すことができる。

【0140】

陰極6を形成する場合、前記したような金属材料を用い、蒸着、スパッタリングなどの手法により陰極を形成する。陰極の膜厚は、10 nm ~ 500 nm、より好ましくは50 nm ~ 500 nmの範囲が導電性および製造安定性の点から好ましい。

10

【0141】

本発明の発光素子に用いられる発光材料は、高色純度の赤色発光物質を含む。従って、ホワイトバランスが改善され、高品位の表示装置並びに照明装置を提供できる。表示装置は、複数の本発明の発光素子を基板上にマトリクス状に配設されていてもよく、本発明の発光素子は発光素子の駆動制御用の薄膜トランジスタが設けられた基板上に積層して形成されていてもよい。照明装置は、面発光型の新規な光源として新たな照明空間を創出することができる。また、他の光学的用途にも適用することができる。

【0142】

【実施例】

20

以下、実施例に基づいて、本発明の内容を具体的に説明する。

(実施例1)

表1に示す構造を有する化合物について、非経験的分子軌道法による構造最適化を行った。プログラムは、Gaussian 98 Wを用い、最小基底系で計算を行った。最小基底系での計算は、分子構造に関しては精度よく求められる。一方、エネルギー評価に関しては、定量的な評価は困難であるが、定性的な比較・評価においてはよい結果が得られる。結果を表1に示す。

【0143】

【表1】

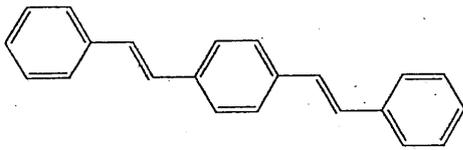
	吸収波長 (nm)	振動子強度
比較化合物1	204.9	2.55
比較化合物2	214.7	2.24
実施化合物1	214.5	2.29
実施化合物2	227.3	2.08
実施化合物3	219.2	2.31

30

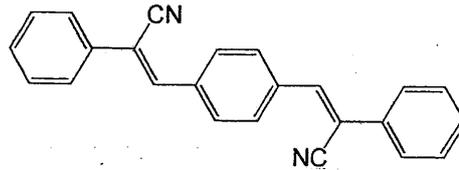
【0144】

【化47】

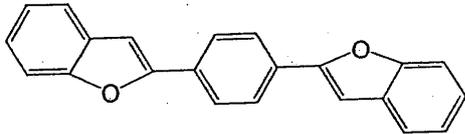
比較化合物 1



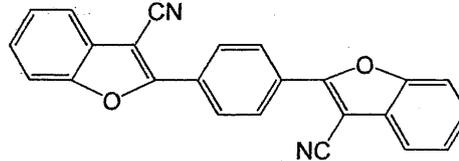
比較化合物 2



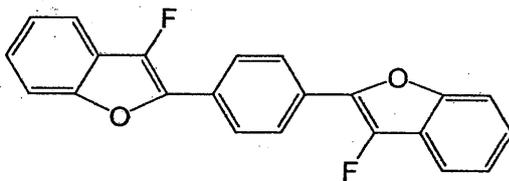
実施化合物 1



実施化合物 2



実施化合物 3



10

20

## 【0145】

表1からわかるように、トランススチルベン（比較化合物1）では、ベンゼン環同士のねじれ角が大きく、電子共役系の拡張が阻害されている。これにより、トランススチルベンの吸収波長の値が小さくなっている。一方、ビニル基を含み環状構造を形成しているもの（実施化合物1～3）は、それぞれの芳香環がほぼ同一平面上にあり、電子共役系が広がっている。ここで、「ほぼ同一平面」とは、ある一つの芳香環に対して、他の芳香環が $\pm 10^\circ$ 以下のねじれ角であることをいう。ビニル基を含み環状構造を形成する化合物が上記環状構造に置換基を持たない場合でも、トランススチルベンに比べて吸収波長の値が大きく、長波長化していることがわかった。

## 【0146】

上記環状構造に、電子吸引基であるシアノ基を付加すると、さらに長波長化した。また、電子供与基であるフッ素原子を付加すると、吸収強度に相当する振動子強度が増加した。このことから、電子供与基を付加することにより、電子密度が増加し、電子遷移確率が向上していることが確認された。

## 【0147】

（実施例2）

本実施例では、図1に示す素子構成の一実施例を記す。ITOを成膜したガラス基板の上に、N,N'-ビス(4'-ジフェニルアミノ-4-ピフェニル)-N,N'-ジフェニルペンジジンからなる50nmの膜厚のホール輸送層を形成した。次に、構造式(10)-2、(10)-13、(10)-16、(10)-24、(10)-26、(10)-34、(10)-40、(10)-41、(10)-47、(10)-54、(10)-60、(10)-66、(10)-73、(10)-82に示す材料を20nm蒸着して発光層を形成した。次に、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム（以下、Alqという）からなる20nmの膜厚の電子輸送層を形成した。この電子輸送層上に、リチウムを1nm蒸着した。次に、アルミニウムからなる100nmの膜厚の陰極を形成し、図1に示される発光素子を製造した。

30

40

## 【0148】

本発光素子に直流電圧を印加して、発光素子の特性を評価した。結果を表2に示す。

## 【0149】

【表2】

50

例示化合物	発光効率 (cd/A)	発光波長 (nm)
構造式 2	2.2	620
構造式 13	2.3	630
構造式 16	2.3	640
構造式 24	2.4	635
構造式 26	2.2	635
構造式 34	3.1	625
構造式 40	2.8	620
構造式 41	2.2	645
構造式 47	2.8	630
構造式 54	2.7	640
構造式 60	2.3	625
構造式 66	2.6	630
構造式 73	2.1	635
構造式 82	2.2	640

10

## 【0150】

表2から明らかなように、本発明の発光材料は、高い発光効率で、赤色発光した。

20

## 【0151】

(実施例3)

発光材料として構造式2の化合物を用い、構造式2の化合物とN,N'-ビス(4'-ジフェニルアミノ-4-ピフェニル)-N,N'-ジフェニルベンジジンとを1:100、1:10、1:1のモル比で共蒸着した以外は、実施例3と同様にして発光素子を作製した。これらの素子に直流電圧を印加して発光させたところ、発光効率が3.2cd/A、2.6cd/A、2.5cd/Aの赤色発光が得られた。

## 【0152】

他の化合物についても同様に混合比を変えて発光層を形成したところ、同様の傾向が見られた。

30

## 【0153】

(実施例4)

発光材料として構造式34の化合物を用い、構造式34の化合物とAlqとを1:100、1:10、1:1のモル比で共蒸着した以外は、実施例3と同様にして発光素子を作製した。これらの素子に直流電圧を印加して発光させたところ、発光効率が4.5cd/A、3.6cd/A、3.4cd/Aの赤色発光が得られた。

## 【0154】

他の化合物についても同様に混合比を変えて発光層を形成したところ、同様の傾向が見られた。

40

## 【0155】

(実施例5)

上記各実施例で得られた発光素子を初期輝度500cd/m<sup>2</sup>で定電流点灯試験を行ったところ、1000時間以上安定して発光し続けた。

## 【0156】

(実施例6)

実施例2~4で作成した発光素子をそれぞれ100×100のマトリクス状に配列した電界発光表示装置を作成し、動画を表示させた。表示装置は、画像信号を発生する画像信号出力部と、前記画像信号出力部からの画像信号を発生する走査電極駆動回路と信号駆動回路を有する駆動部と100×100のマトリクス状に配列された発光素子を有する発光部

50

とを備えている。いずれの表示装置も色純度の高い良好な画像が得られた。また、繰り返し電界発光表示装置を作成しても、装置間のばらつきがなく、面内均一性の優れた装置が得られた。

【0157】

(実施例7)

実施例2～4で作成した発光素子をフィルム基板上に作成し、電圧を印加し点灯したところ、輝度の損失につながる間接照明を用いることなく、局面状の均一な面発光照明装置が得られた。照明装置は、電流を発生する駆動部と前記駆動部から発生した電流に基づいて発光する発光素子を有する発光部とを備えている。またこの例では、照明装置は液晶表示パネルのバックライトとして用いた。

10

【0158】

【発明の効果】

以上で説明したように、本発明では、濃度消光を招きにくい赤色発光材料を用いた発光素子ならびにこの発光素子を用いた装置を提供することができる。

【0159】

また、本発明では、光酸化を受けにくく、素子特性が長期間安定な発光素子を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

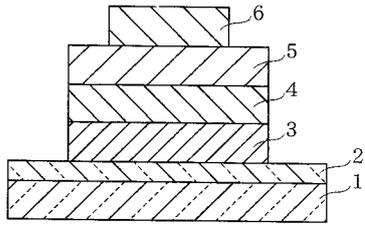
【図1】本発明の発光素子の一態様を模式的に示す図である。

【符号の説明】

- 1 透明基板
- 2 陽極
- 3 ホール輸送層
- 4 発光層
- 5 電子輸送層
- 6 陰極

20

【 図 1 】



## フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I	
<b>C 0 7 D 333/58</b>	<b>(2006.01)</b>	C 0 7 D 333/58	
<b>C 0 7 D 405/14</b>	<b>(2006.01)</b>	C 0 7 D 405/14	
<b>C 0 7 D 409/14</b>	<b>(2006.01)</b>	C 0 7 D 409/14	
<b>C 0 7 D 413/14</b>	<b>(2006.01)</b>	C 0 7 D 413/14	
<b>C 0 9 K 11/06</b>	<b>(2006.01)</b>	C 0 9 K 11/06	6 3 5
		C 0 9 K 11/06	6 4 0
		C 0 9 K 11/06	6 4 5
		C 0 9 K 11/06	6 5 0
		C 0 9 K 11/06	6 5 5
		C 0 9 K 11/06	6 9 0
		H 0 5 B 33/22	B
		H 0 5 B 33/22	D

- (72)発明者 杉浦 久則  
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
- (72)発明者 岡田 久  
神奈川県南足柄市中沼 2 1 0 番地 富士写真フィルム株式会社内
- (72)発明者 新居 一巳  
神奈川県南足柄市中沼 2 1 0 番地 富士写真フィルム株式会社内

審査官 渡辺 陽子

- (56)参考文献 特開 2 0 0 1 - 2 9 1 5 9 0 ( J P , A )  
特開平 0 5 - 1 0 9 4 8 5 ( J P , A )  
特開平 0 9 - 3 2 3 9 9 6 ( J P , A )

## (58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

H05B 33/14  
H05B 33/22  
C09K 11/06  
CA(STN)  
REGISTRY(STN)