

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4161262号
(P4161262)

(45) 発行日 平成20年10月8日 (2008. 10. 8)

(24) 登録日 平成20年8月1日 (2008. 8. 1)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 51/50 (2006. 01)

C O 9 K 11/06 (2006. 01)

H O 5 B 33/22 B

H O 5 B 33/22 D

C O 9 K 11/06 6 1 5

C O 9 K 11/06 6 2 5

C O 9 K 11/06 6 4 5

請求項の数 9 (全 81 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-165852 (P2003-165852)
 (22) 出願日 平成15年6月11日 (2003. 6. 11)
 (65) 公開番号 特開2004-87463 (P2004-87463A)
 (43) 公開日 平成16年3月18日 (2004. 3. 18)
 審査請求日 平成16年1月26日 (2004. 1. 26)
 (31) 優先権主張番号 特願2002-185675 (P2002-185675)
 (32) 優先日 平成14年6月26日 (2002. 6. 26)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000002185
 ソニー株式会社
 東京都港区港南1丁目7番1号
 (74) 代理人 100076059
 弁理士 逢坂 宏
 (72) 発明者 石橋 義
 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ
 ニー株式会社内
 (72) 発明者 市村 真理
 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ
 ニー株式会社内
 (72) 発明者 田村 眞一郎
 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ
 ニー株式会社内

最終頁に続く

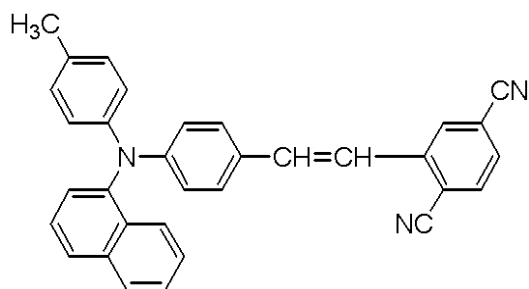
(54) 【発明の名称】 有機電界発光素子、及びそれを用いた発光又は表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

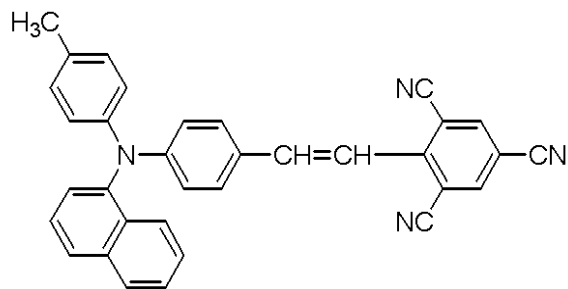
【請求項 1】

発光領域を有する有機層が陽極と陰極との間に設けられている有機電界発光素子において、前記有機層の構成層のうちの少なくとも1層が、下記構造式(17)-1~(17)-68で表されるスチリル化合物の少なくとも1種と、電荷輸送能を持つ材料とを含む混合層からなることを特徴とする有機電界発光素子。

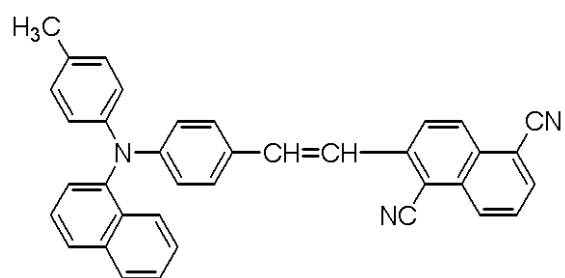
【化 1】



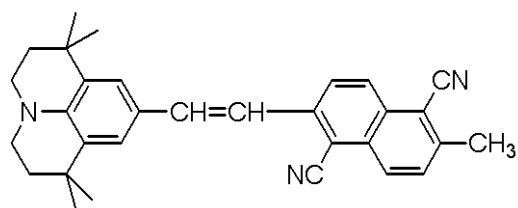
(17)-1



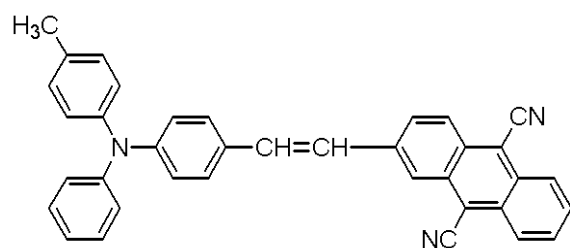
(17)-2



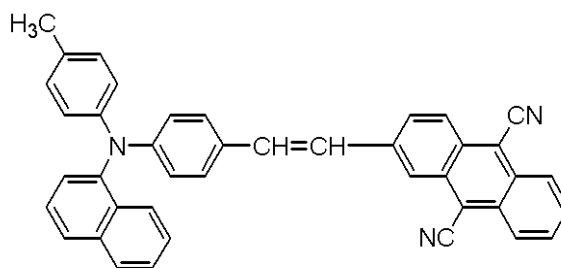
(17)-3



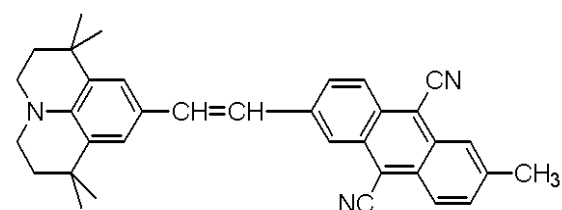
(17)-4



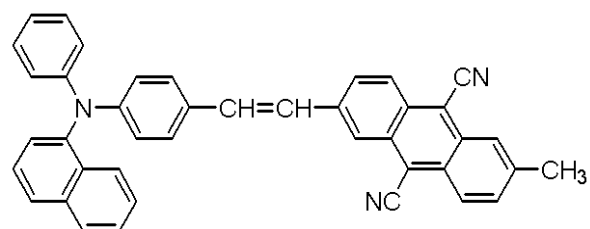
(17)-5



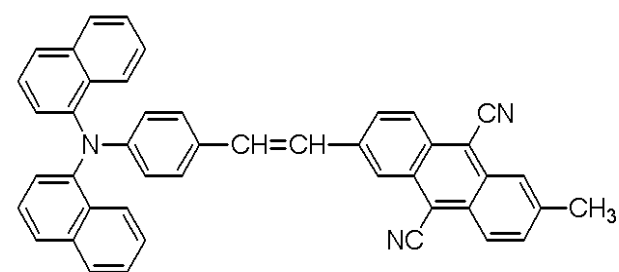
(17)-6



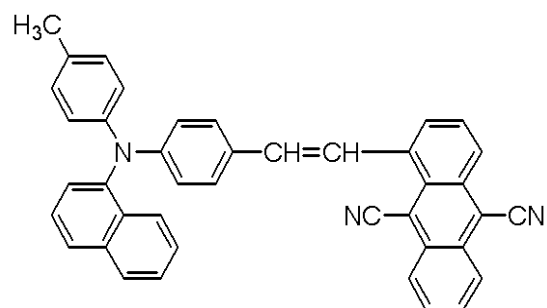
(17)-7



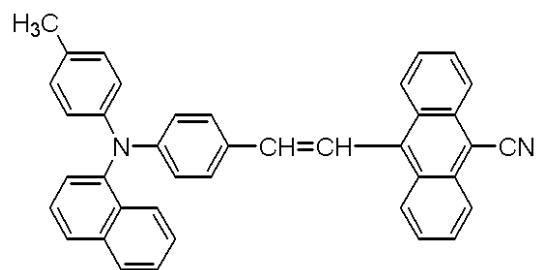
(17)-8



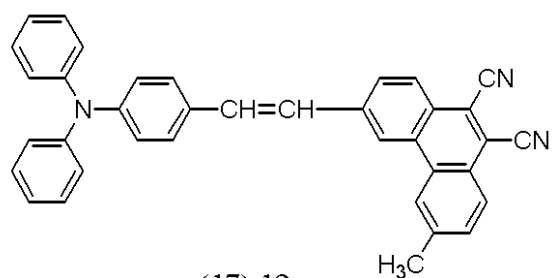
(17)-9



(17)-10



(17)-11



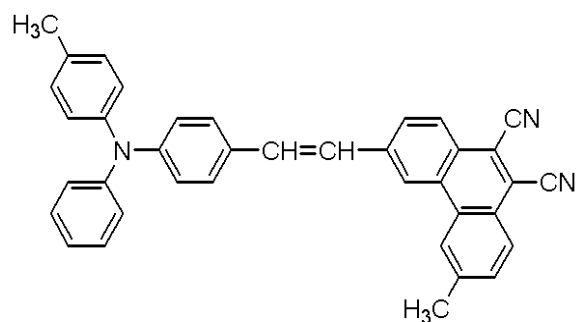
(17)-12

10

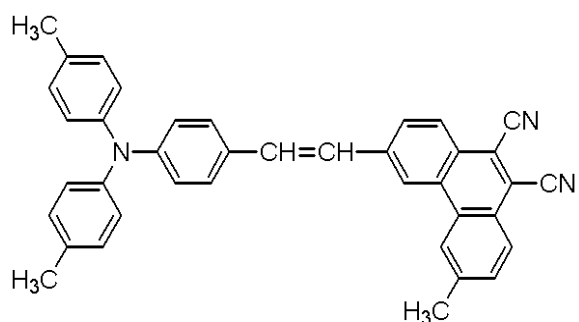
20

30

40

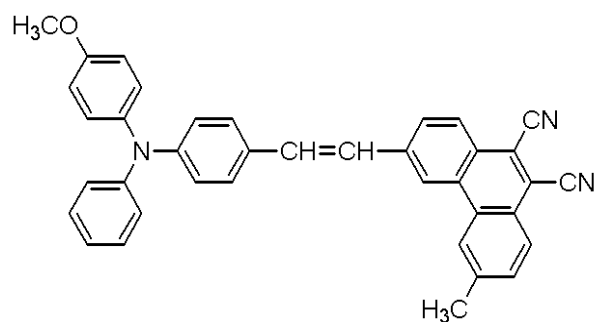


(17)-13

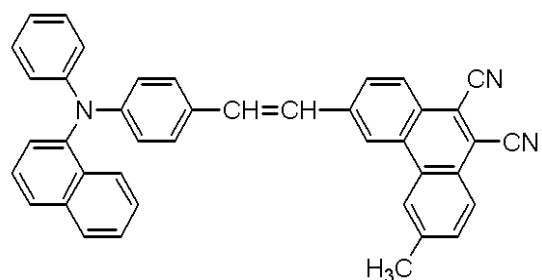


(17)-14

10

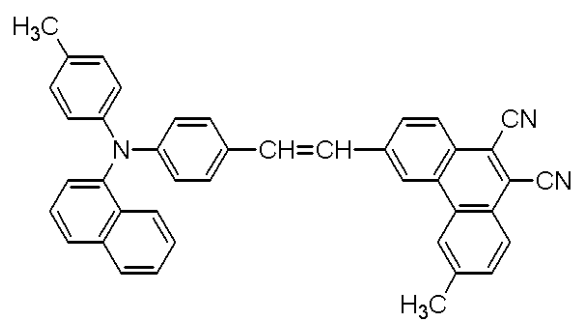


(17)-15

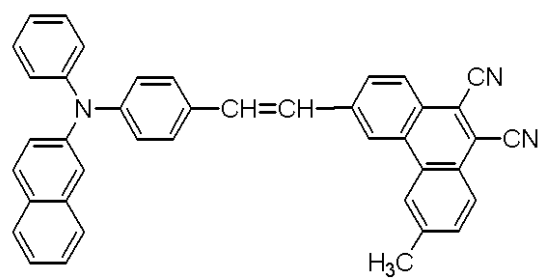


(17)-16

20

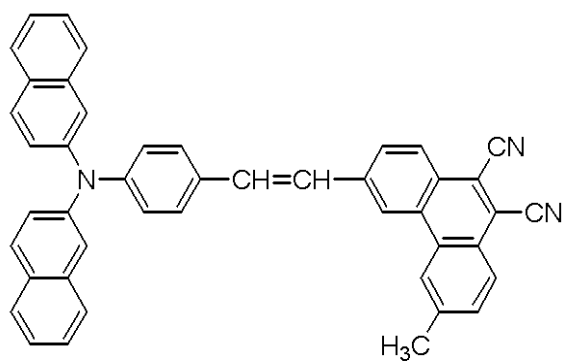


(17)-17

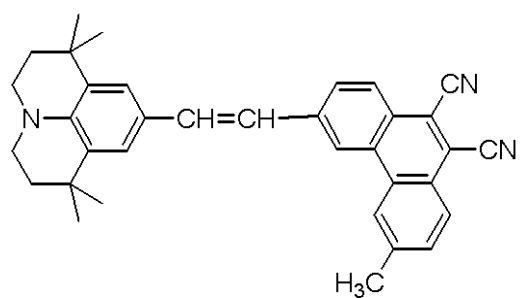


(17)-18

30

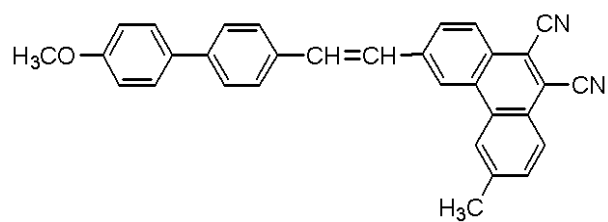


(17)-19

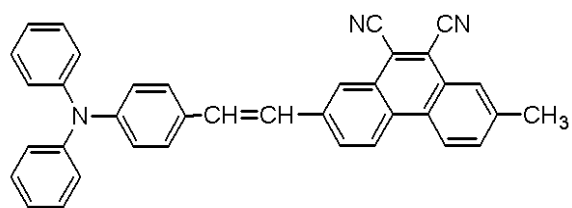


(17)-20

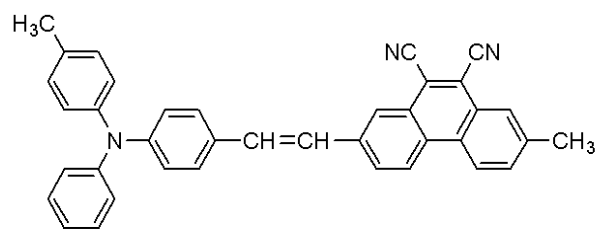
40



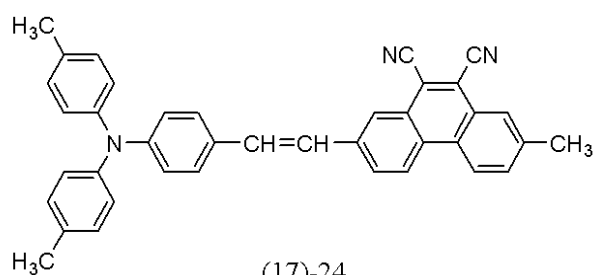
(17)-21



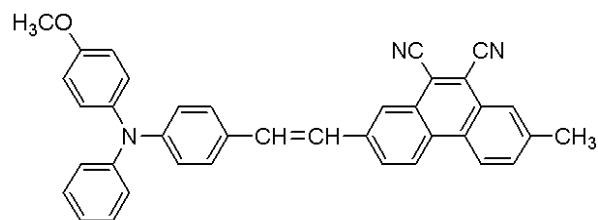
(17)-22



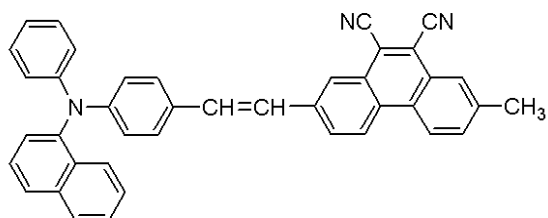
(17)-23



(17)-24

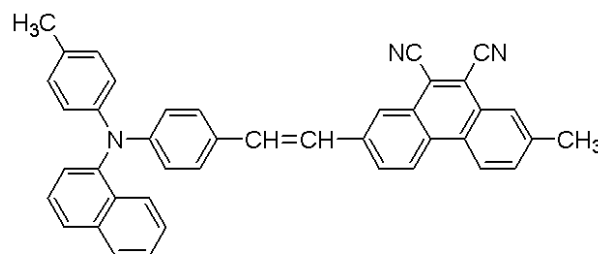


(17)-25

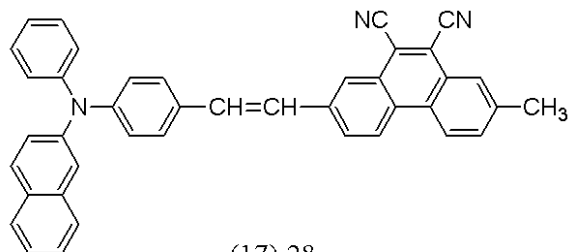


(17)-26

10

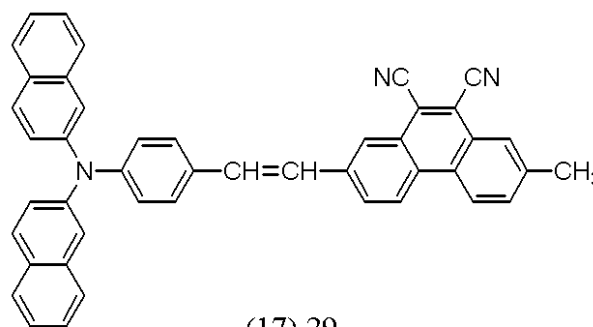


(17)-27

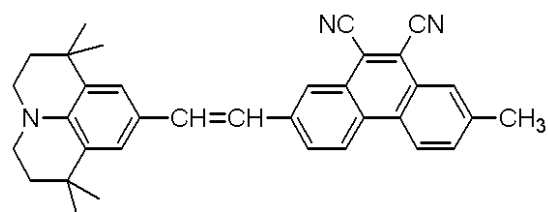


(17)-28

20

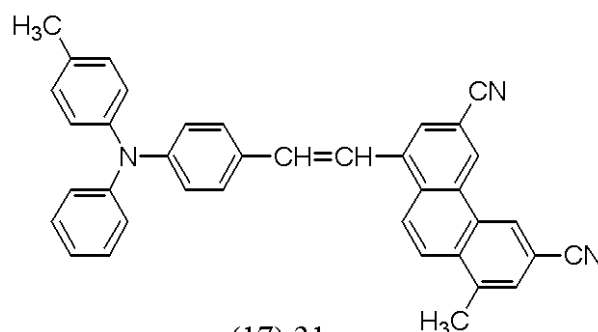


(17)-29

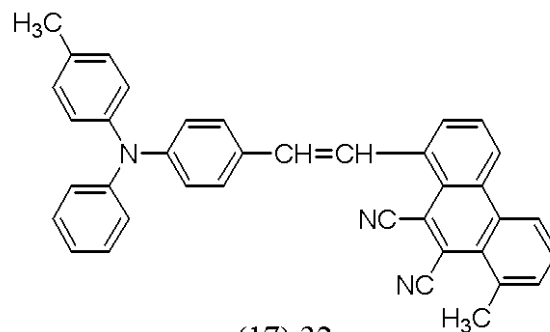


(17)-30

30

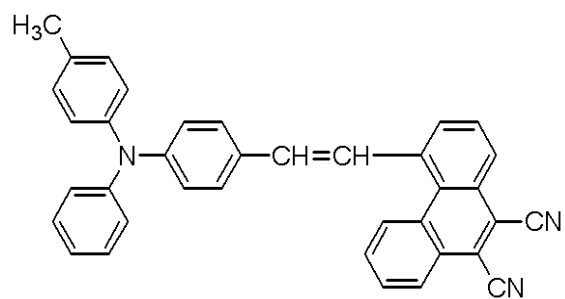


(17)-31

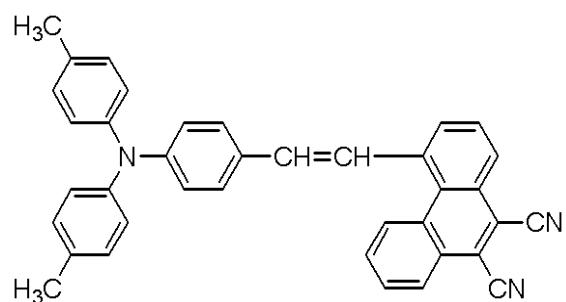


(17)-32

40

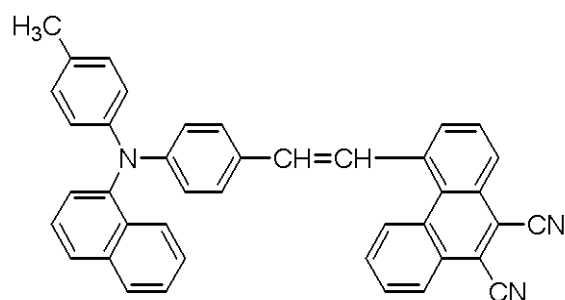


(17)-33

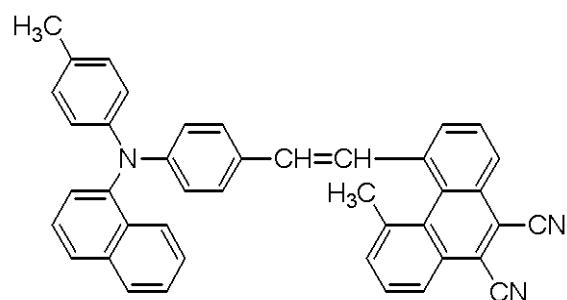


(17)-34

10

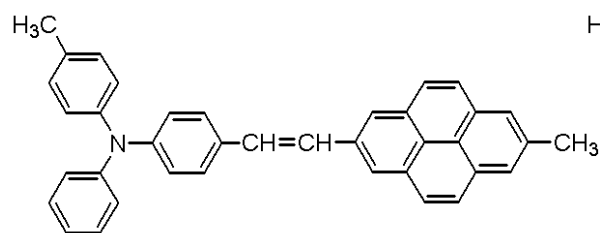


(17)-35

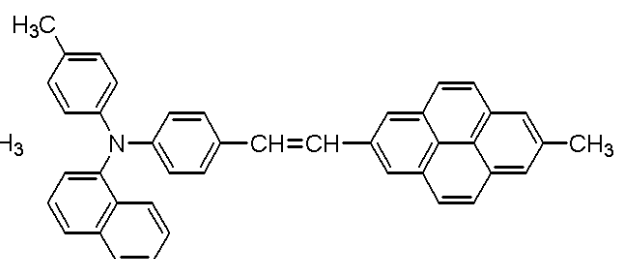


(17)-36

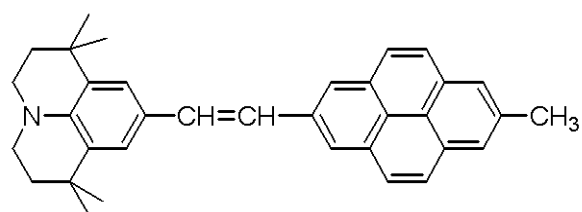
20



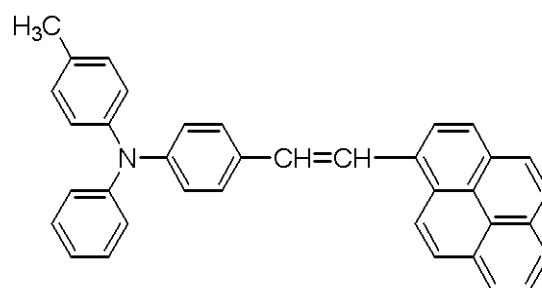
(17)-37



(17)-38

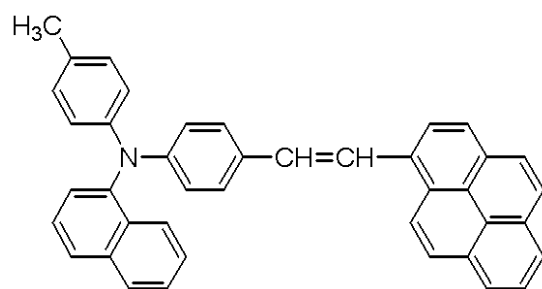


(17)-39

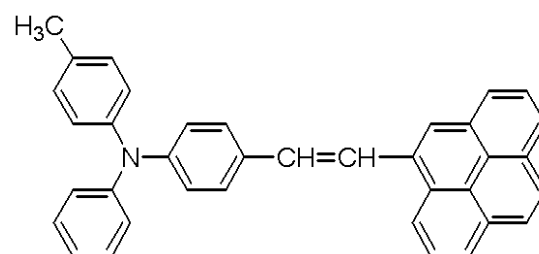


(17)-40

30

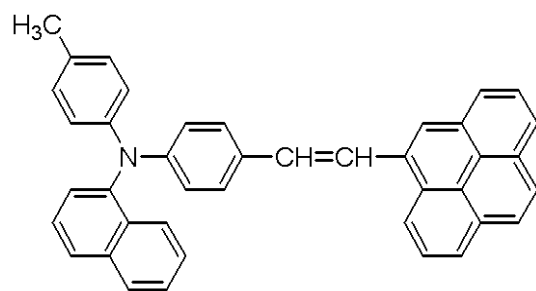


(17)-41

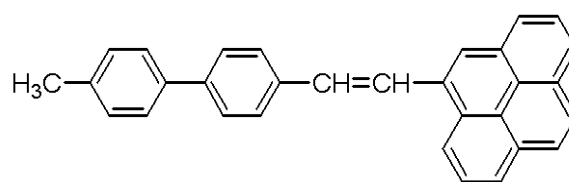


(17)-42

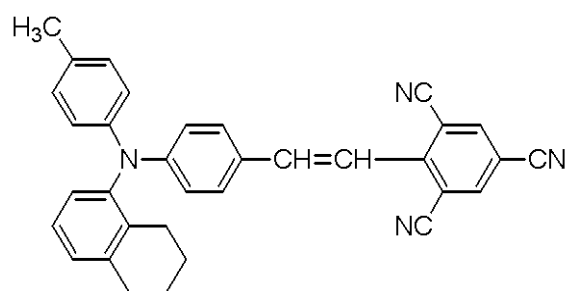
40



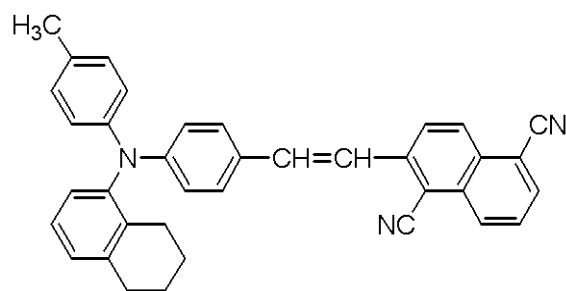
(17)-43



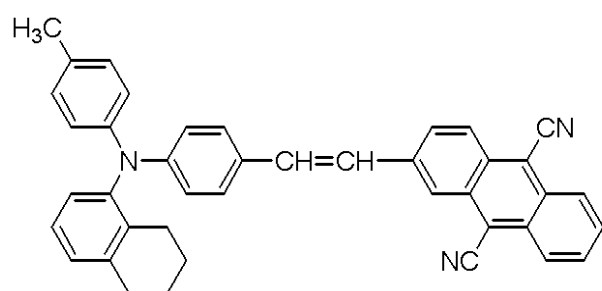
(17)-44



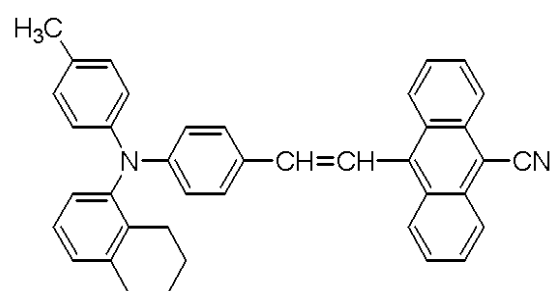
(17)-45



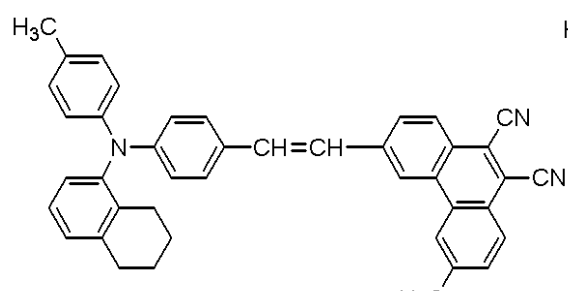
(17)-46



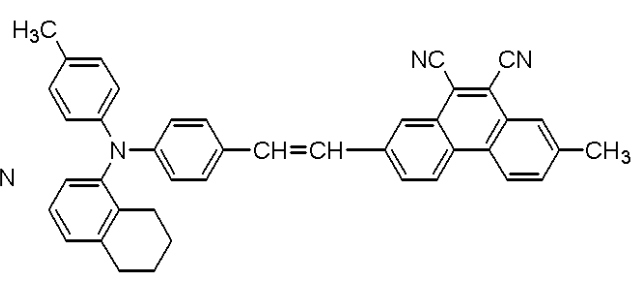
(17)-47



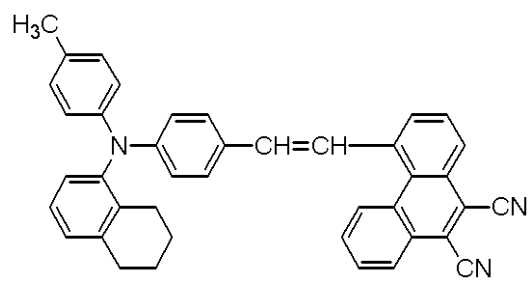
(17)-48



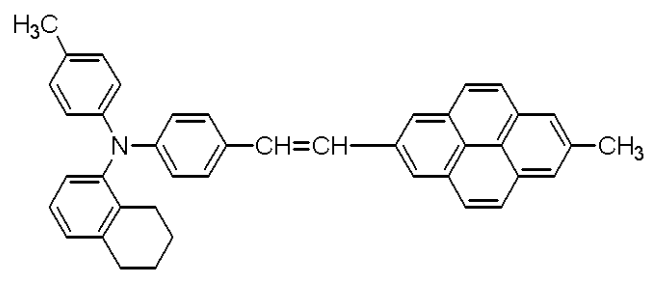
(17)-49



(17)-50



(17)-51



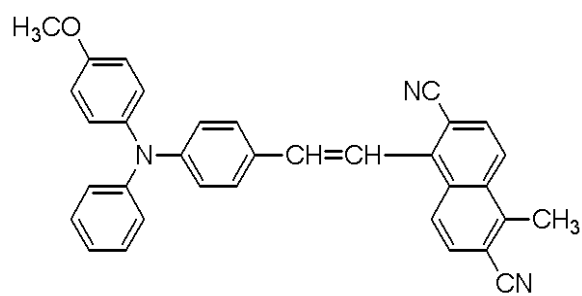
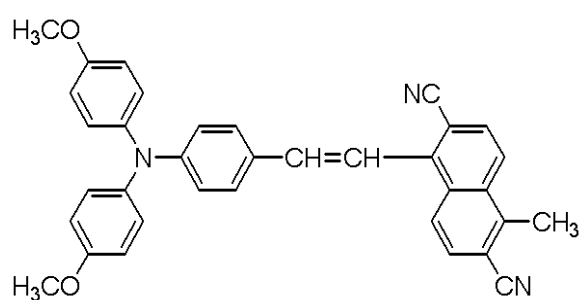
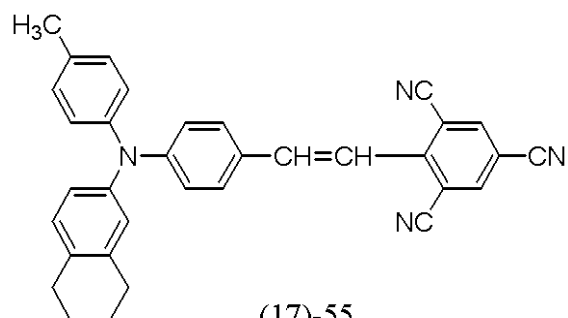
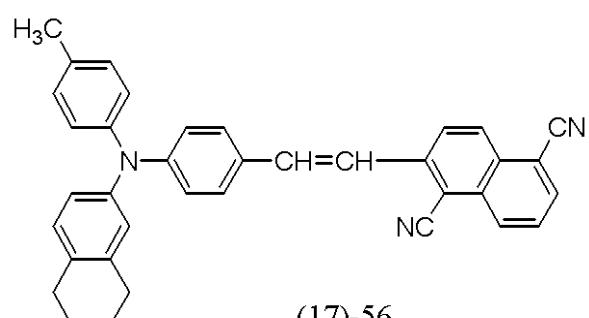
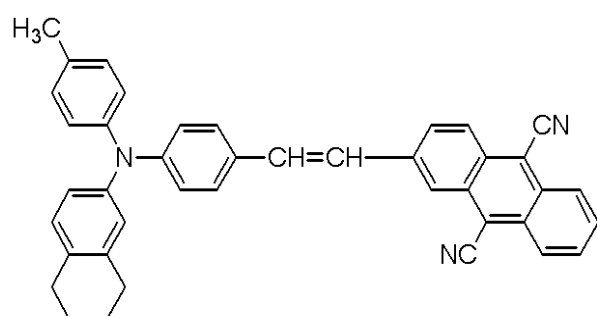
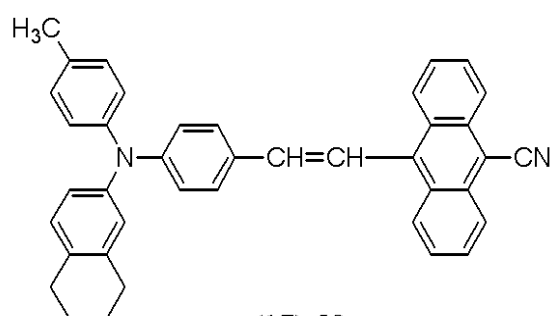
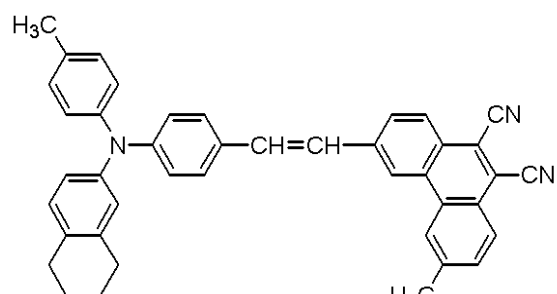
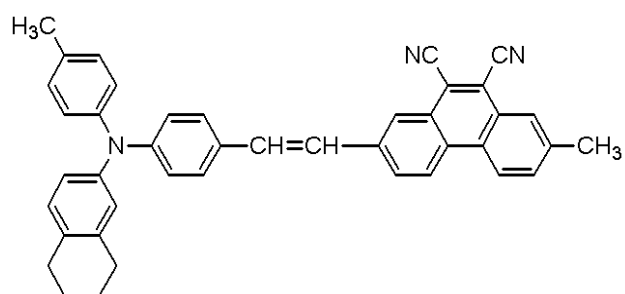
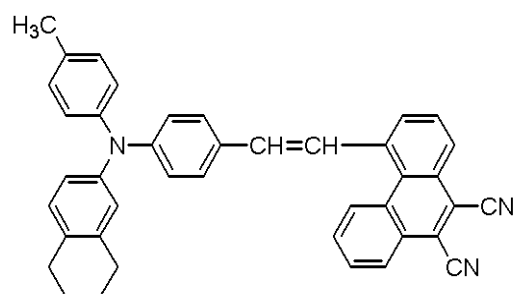
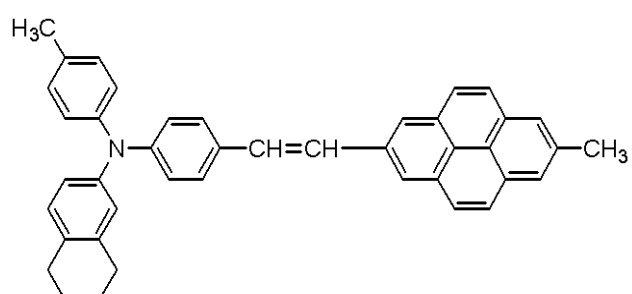
(17)-52

10

20

30

40

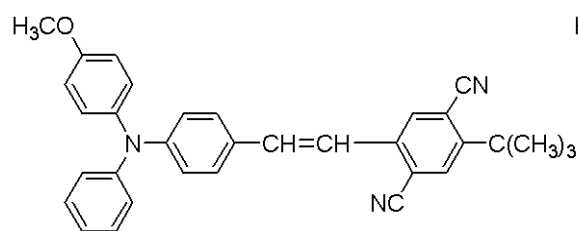
(17)-53(17)-54(17)-55(17)-56(17)-57(17)-58(17)-59(17)-60(17)-61(17)-62

10

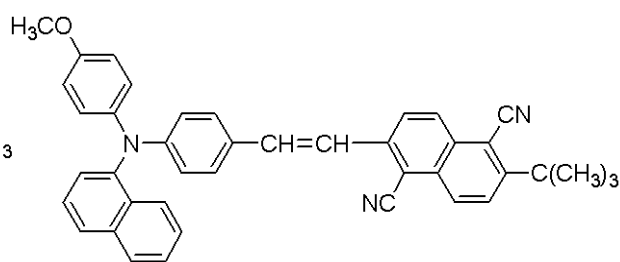
20

30

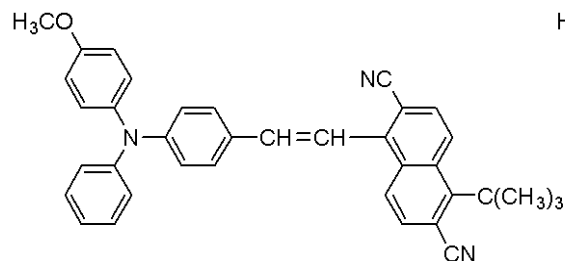
40



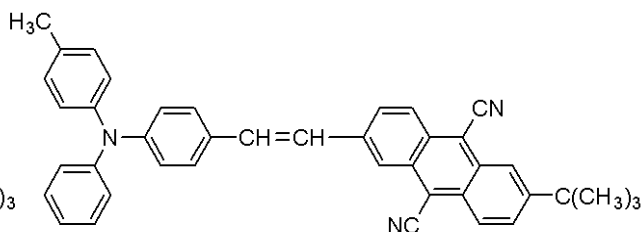
(17)-63



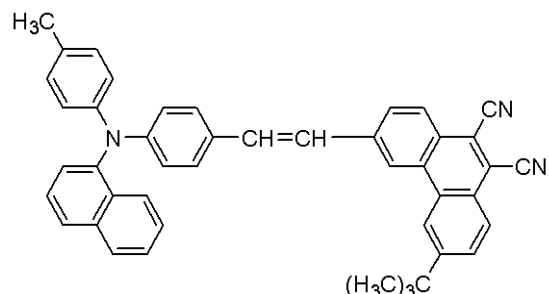
(17)-64



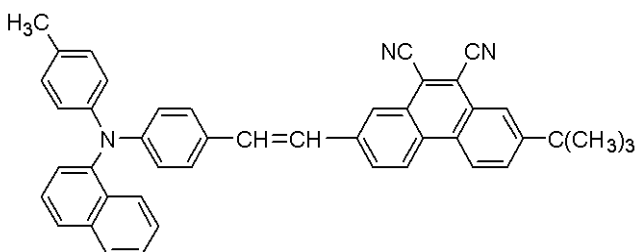
(17)-65



(17)-66



(17)-67



(17)-68

【請求項 2】

前記有機層が、正孔輸送層と電子輸送層とが積層された有機積層構造をなしており、前記有機積層構造のうちの少なくとも前記電子輸送層が、前記構造式(17)-1~(17)-68のいずれかで表されるスチリル化合物の少なくとも1種を含む前記混合層からなる、請求項1に記載した有機電界発光素子。

【請求項 3】

前記有機層が、正孔輸送層と電子輸送層とが積層された有機積層構造をなしており、前記有機積層構造のうちの少なくとも前記正孔輸送層が、前記構造式(17)-1~(17)-68のいずれかで表されるスチリル化合物の少なくとも1種を含む前記混合層からなる、請求項1に記載した有機電界発光素子。

【請求項 4】

前記有機層が、正孔輸送層と電子輸送層とが積層された有機積層構造をなしており、前記正孔輸送層が、前記構造式(17)-1~(17)-68のいずれかで表されるスチリル化合物の少なくとも1種を含む前記混合層からなり、かつ前記電子輸送層が、前記構造式(17)-1~(17)-68のいずれかで表されるスチリル化合物の少なくとも1種を含む前記混合層からなる、請求項1に記載した有機電界発光素子。

【請求項 5】

前記有機層が、正孔輸送層と発光層と電子輸送層とが積層された有機積層構造をなしており、前記有機積層構造のうちの少なくとも前記発光層が、前記構造式(17)-1~(17)-68のいずれかで表されるスチリル化合物の少なくとも1種を含む前記混合層からなる、請求項1に記載した有機電界発光素子。

【請求項 6】

前記混合層において、前記構造式(17)-1~(17)-68のいずれかで表されるスチリル化合物の少なくとも1種が5~90重量%の濃度範囲で、電荷輸送能を持つ前記材料に混合されている、請求項1に記載した有機電界発光素子。

【請求項 7】

前記混合層が、前記構造式(17)-1~(17)-68のいずれかで表されるスチリル化合物の少なくとも1種と、600nm~700nmの範囲に発光極大を有する赤色又は橙色発光色素を含む、請求項1に記載した有機電界発光素子。

【請求項 8】

請求項1~7のいずれか1項に記載した有機電界発光素子を用いた発光又は表示装置。

【請求項 9】

前記有機電界発光素子を画素の少なくとも一部に用いたディスプレイデバイスとして構成された、請求項8に記載した発光又は表示装置。

【発明の詳細な説明】

10

【0001】**【発明の属する技術分野】**

本発明は、発光領域を有する有機層が陽極と陰極との間に設けられている有機電界発光素子(有機EL素子)、及びこれを用いたディスプレイデバイス等の発光又は表示装置に関するものである。

【0002】**【従来の技術】**

軽量で高効率のフラットパネルディスプレイが、例えばコンピュータやテレビジョンの画面表示用として盛んに研究、開発されている。

【0003】

20

まず、ブラウン管(CRT)は、輝度が高く、色再現性が良いため、現在ディスプレイとして最も多く使われているが、嵩高く、重く、また消費電力も高いという問題がある。

【0004】

また、軽量で高効率のフラットパネルディスプレイとして、アクティブマトリックス駆動等の液晶ディスプレイが商品化されているが、液晶ディスプレイは視野角が狭く、また自発光でないために、周囲が暗い環境下ではバックライトの消費電力が大きいことや、今後実用化が期待されている高精細度の高速ビデオ信号に対して十分な応答性能を有しない等の問題点がある。特に、大画面サイズのディスプレイを製造することは困難であり、そのコストが高いこと等の課題もある。

【0005】

30

これに対する代替として、発光ダイオードを用いたディスプレイの可能性はあるが、やはり製造コストが高く、また、1つの基板上に発光ダイオードのマトリックス構造を形成することが難しい等の問題があり、ブラウン管に取って代わる低価格のディスプレイ候補としては、実用化までの課題が大きい。

【0006】

これらの諸課題を解決する可能性のあるフラットパネルディスプレイとして、最近、有機発光材料を用いた有機電界発光素子(有機EL素子)が注目されている。即ち、発光材料として有機化合物を用いることにより、自発光で、応答速度が高速であり、視野角依存性の無いフラットパネルディスプレイの実現が期待されている。

【0007】

40

有機電界発光素子の構成は、透光性の正極と金属陰極との間に、電流の注入によって発光する発光材料を含む有機薄膜を形成したものである。C. W. Tang、S. A. VanSlyke等はApplied Physics Letters第51巻12号913~915頁(1987年)掲載の研究報告において、有機薄膜を正孔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正孔(ホール)と電子が再結合することにより発光する素子構造を開発した(シングルヘテロ構造の有機EL素子)。

【0008】

この素子構造では、正孔輸送材料または電子輸送材料のいずれかが発光材料を兼ねており、発光は発光材料の基底状態と励起状態のエネルギーギャップに対応した波長帯で起きる。このような2層構造とすることにより、大幅な駆動電圧の低減、発光効率の改善が行

50

われた。

【 0 0 0 9 】

その後、C. Adachi、S. Tokita、T. Tsutsui、S. Saito等の Japanese Journal of Applied Physics 第 2 7 巻 2 号 L 2 6 9 ~ L 2 7 1 頁 (1 9 8 8 年) 掲載の研究報告に記載されているように、正孔輸送材料、発光材料、電子輸送材料の 3 層構造 (ダブルヘテロ構造の有機 E L 素子) が開発され、更に、C. W. Tang、S. A. VanSlyke、C. H. Chen等の Journal of Applied Physics 第 6 5 巻 9 号 3 6 1 0 ~ 3 6 1 6 頁 (1 9 8 9 年) 掲載の研究報告に記載されているように、電子輸送材料中に発光材料を含ませた素子構造などが開発された。これらの研究により、低電圧で、高輝度の発光の可能性が検証され、近年、研究開発が非常に活発に行われている。

10

【 0 0 1 0 】

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と言える。従って、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良い R (赤)、G (緑)、B (青) の 3 色を揃えることは、無機物を用いた薄膜 E L 素子と比べて容易であると言える。

【 0 0 1 1 】

現在、後記の非特許文献 1 で報告されているように、電子輸送材料として、トリス (8 - キノリノール) アルミニウム (以下、A l q₃と略記する。) に 4 - ジシアノメチレン - 6 - (p - ジメチルアミノスチリル) - 2 - メチル - 4 H - ピラン (以下、DCMと略記する。) をドーブした赤色発光の例等がある。

20

【 0 0 1 2 】

また、後記の非特許文献 2 で報告されている B S B - B C N は、1 0 0 0 c d / m²以上の高い輝度を実現している。

【 0 0 1 3 】

また、後記の特許文献 1 においては、特定のスチリル化合物を有機電界発光材料とすることを提案している。

【 0 0 1 4 】

【非特許文献 1】

Chem.Funct.Dyes,Proc.Int.Symp.,2nd P.536(1993)

30

【非特許文献 2】

T.Tsutsui,D.U.Kim,Inorganic and Organic electroluminescence 会議(1996、Berlin)

【特許文献 1】

特開平 7 - 1 8 8 6 4 9 号 (特許請求の範囲、第 5 頁右欄 8 行目 ~ 第 2 2 頁右欄 5 行目、図 1 ~ 図 3)

【 0 0 1 5 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、実際には有機電界発光素子においても、解決しなければならない問題がある。安定した高輝度の赤色発光素子の開発は難しく、上記非特許文献 1 に示されている電子輸送材料のように A l q₃に D C M をドーブした赤色発光の例等は、輝度、信頼性ともにディスプレイ材料としては満足のいくものではない。

40

【 0 0 1 6 】

また、上記非特許文献 2 に示されている B S B - B C N は、1 0 0 0 c d / m²以上の高い輝度を実現しているが、フルカラーに対応する赤色としての色度が完全なものとは言えない。

【 0 0 1 7 】

さらに高輝度で安定かつ色純度の高い赤色発光素子の実現が、望まれているのが現状である。

【 0 0 1 8 】

50

また、上記特許文献 1 においては、特定のスチリル化合物を有機電界発光材料とすることを提案しているが、目的の発光色が青色であり、赤色等の他の色波長を得ることを目的としたものではない。

【 0 0 1 9 】

本発明の目的は、高い蛍光収率を有し、熱安定性にも優れた化合物を用いて、赤色等の比較的長波長の発光色を任意に選択でき、色純度が良く、高輝度かつ安定な発光を生じる有機電界発光素子、及びこれを用いた発光又は表示装置を提供することにある。

【 0 0 2 0 】

【課題を解決するための手段】

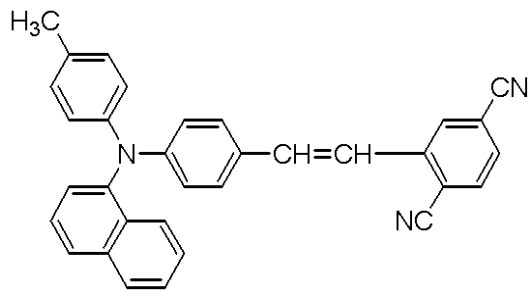
本発明者は、上記課題を解決するために鋭意検討した結果、特に、特定のスチリル化合物と、これに効率良くエネルギーを伝達することが可能な材料とから発光領域を構成した有機電界発光素子を作製すれば、高輝度、高信頼性であって熱安定性も良好であり、赤色等の比較的長波長の色純度が良好な発光素子を提供できることを見出し、本発明に到達したものである。

【 0 0 2 1 】

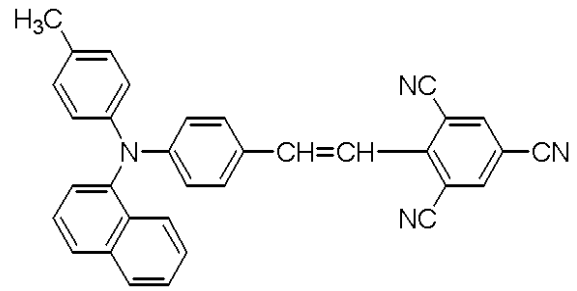
即ち、本発明は、発光領域を有する有機層が陽極と陰極との間に設けられ、電流の注入によって発光する有機物質を構成要素として含む有機電界発光素子において、前記有機層の構成層のうちの少なくとも 1 層が、下記構造式 (1 7) - 1 ~ (1 7) - 6 8 で表される特定のスチリル化合物の少なくとも 1 種 (1 種であってよいが、2 種又はそれ以上であってもよい。) と、電荷輸送能を持つ材料とを含む混合層からなることを特徴とする有機電界発光素子に係るものである。

【 0 0 2 2 】

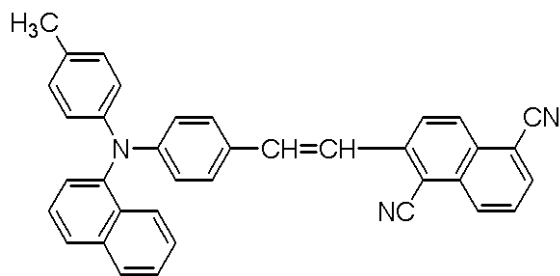
【化 2】



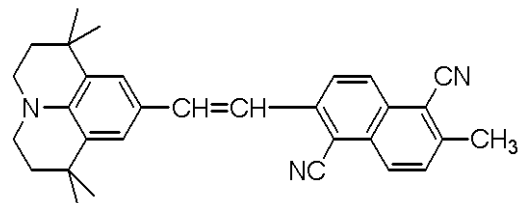
(17)-1



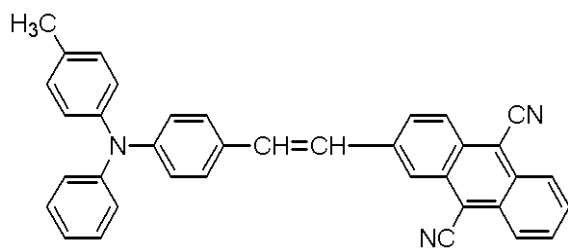
(17)-2



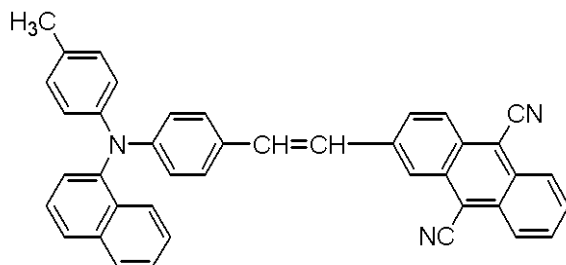
(17)-3



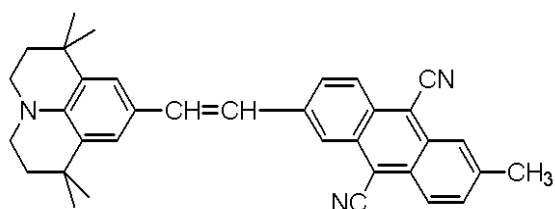
(17)-4



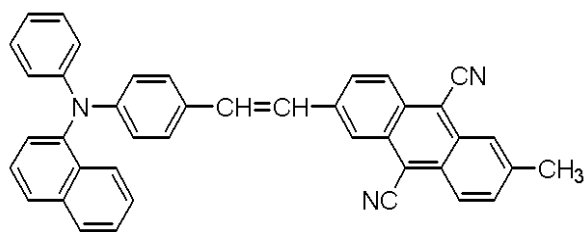
(17)-5



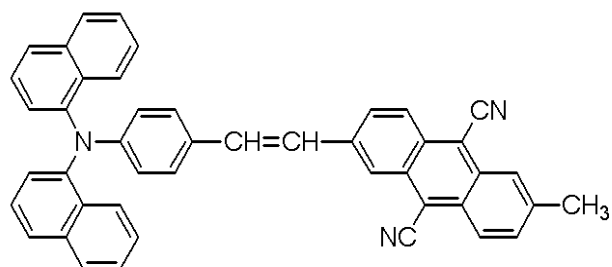
(17)-6



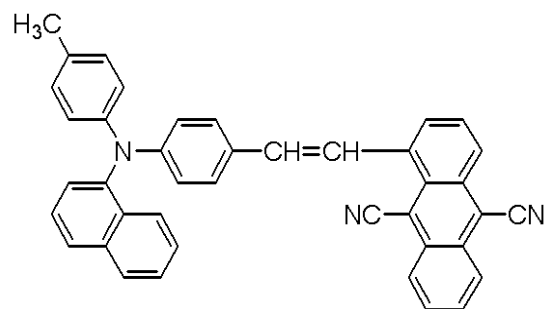
(17)-7



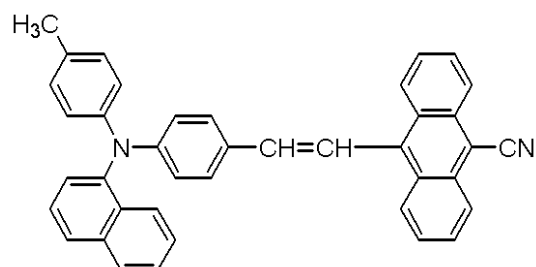
(17)-8



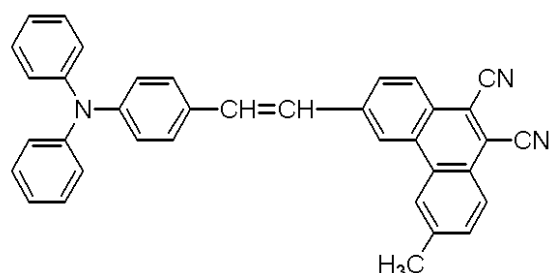
(17)-9



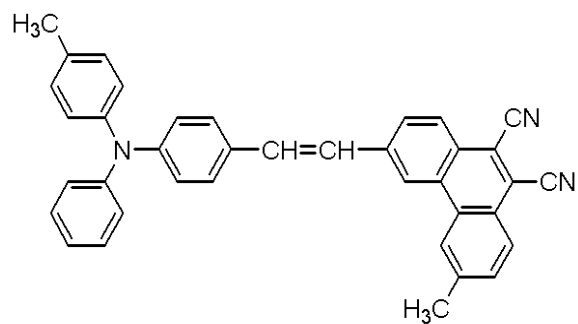
(17)-10



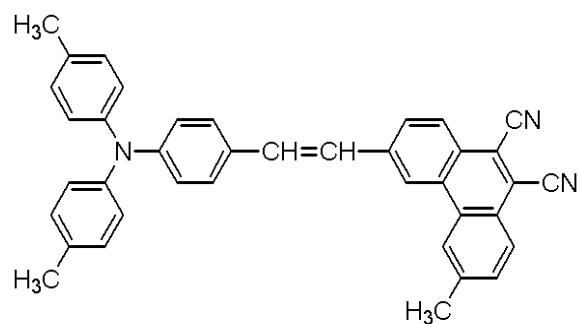
(17)-11



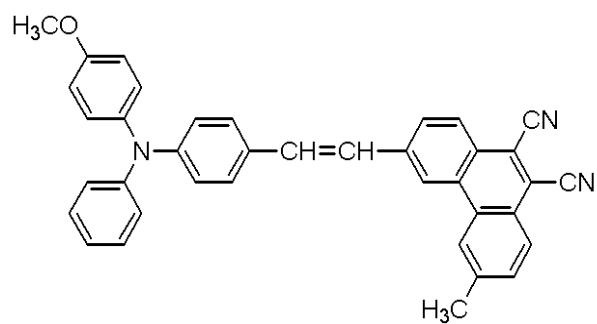
(17)-12



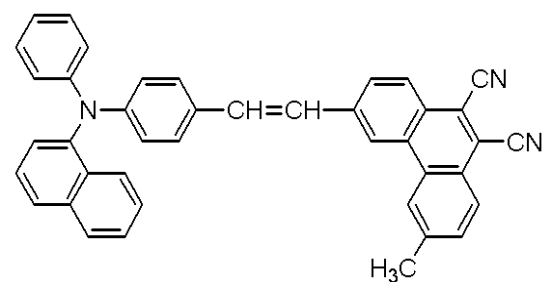
(17)-13



(17)-14



(17)-15



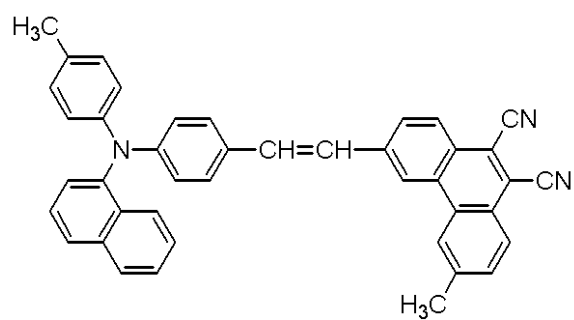
(17)-16

10

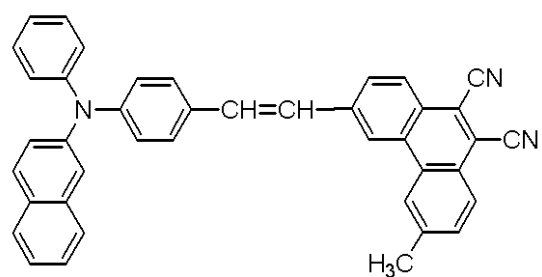
20

30

40

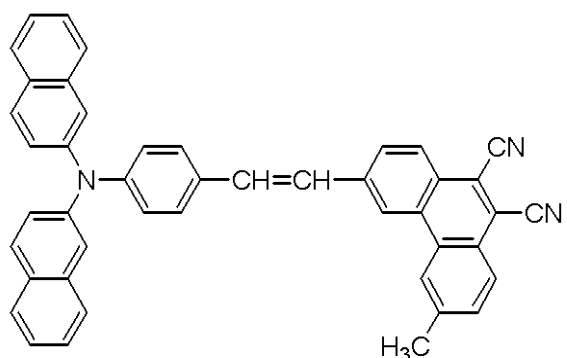


(17)-17

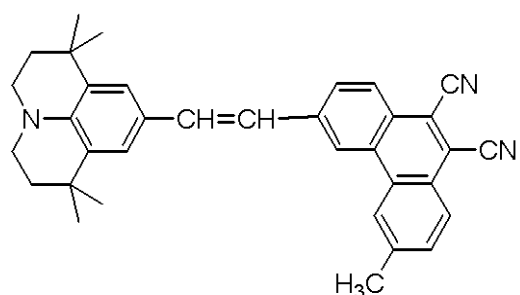


(17)-18

10

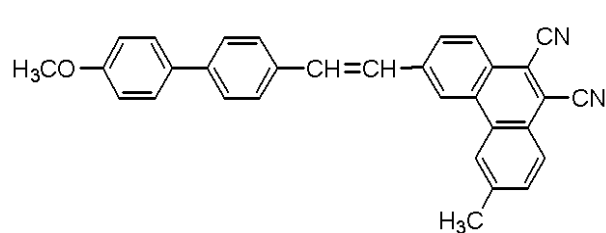


(17)-19

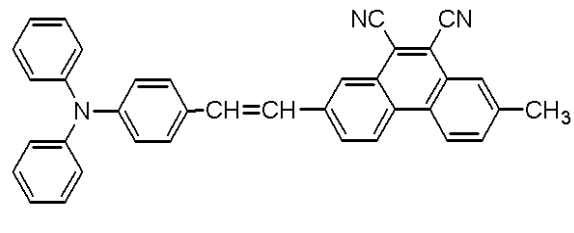


(17)-20

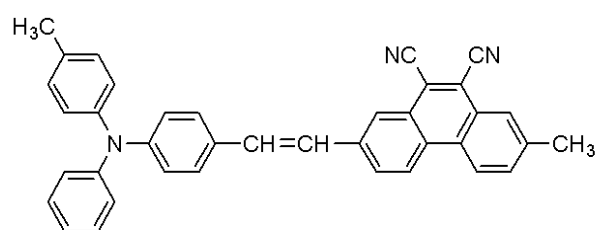
20



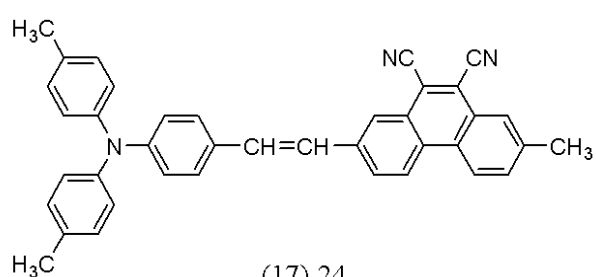
(17)-21



(17)-22

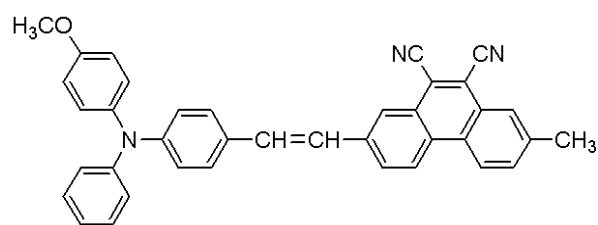


(17)-23

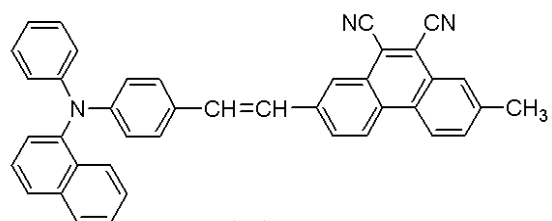


(17)-24

30

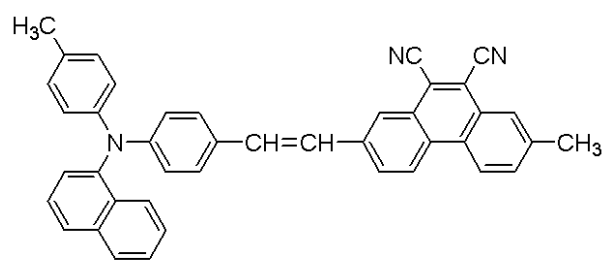


(17)-25

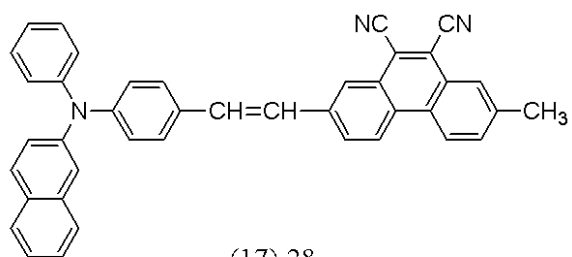


(17)-26

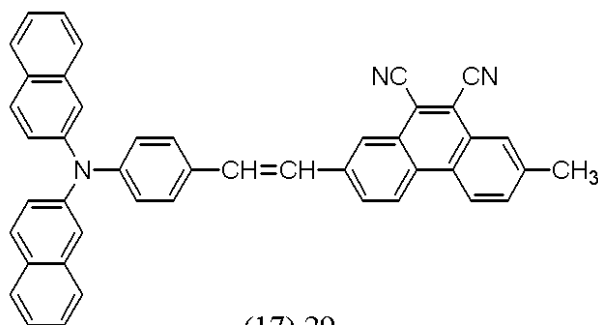
40



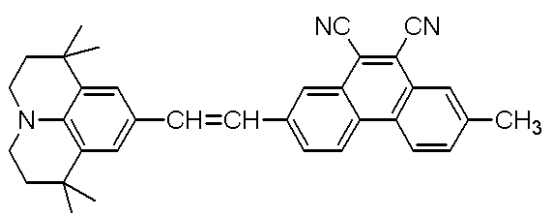
(17)-27



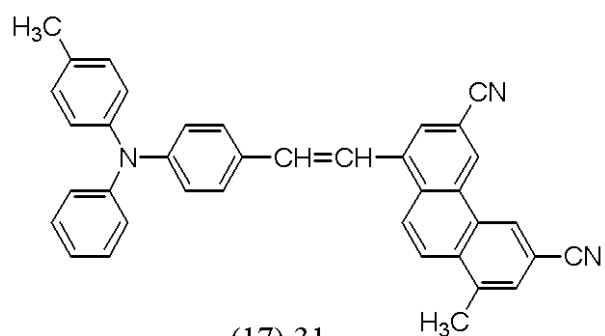
(17)-28



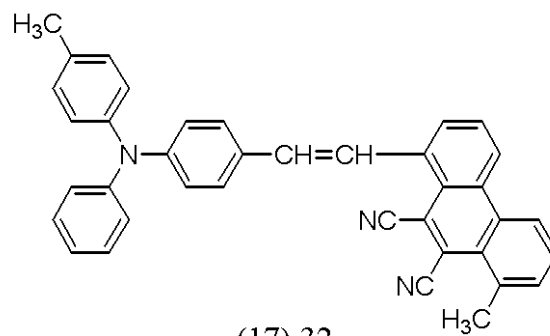
(17)-29



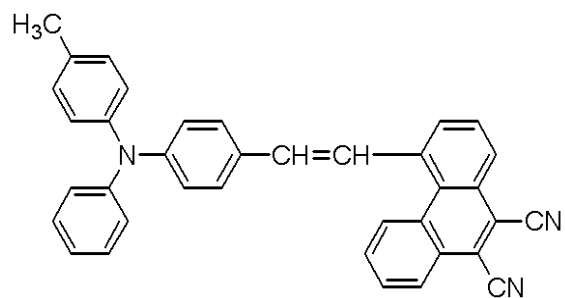
(17)-30



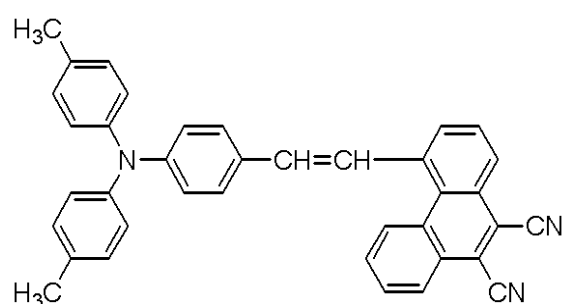
(17)-31



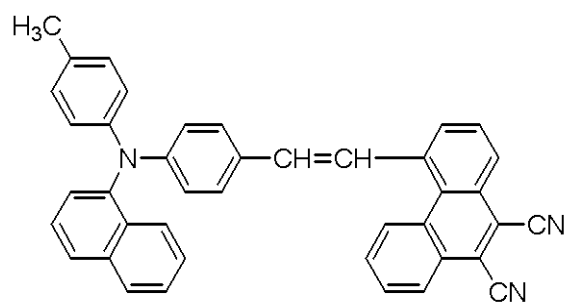
(17)-32



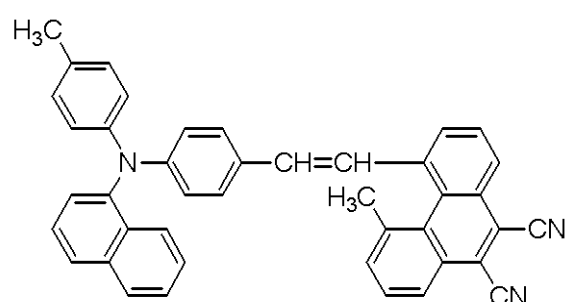
(17)-33



(17)-34



(17)-35



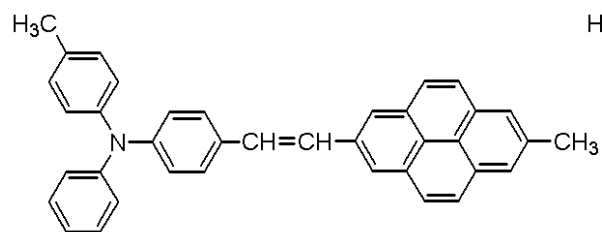
(17)-36

10

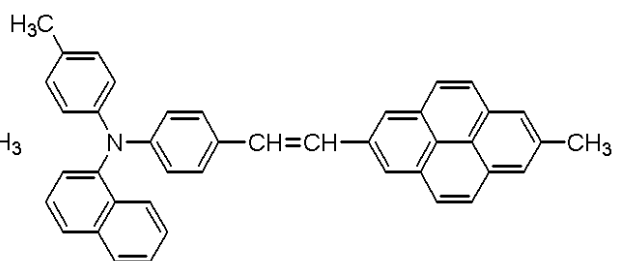
20

30

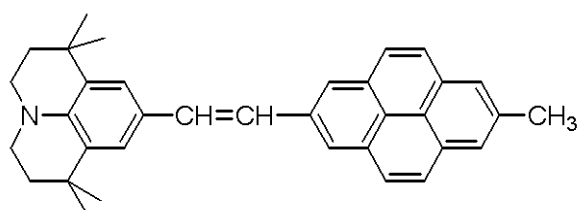
40



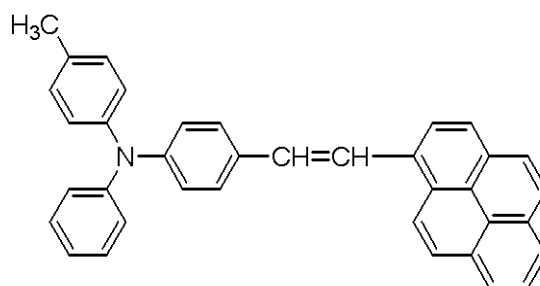
(17)-37



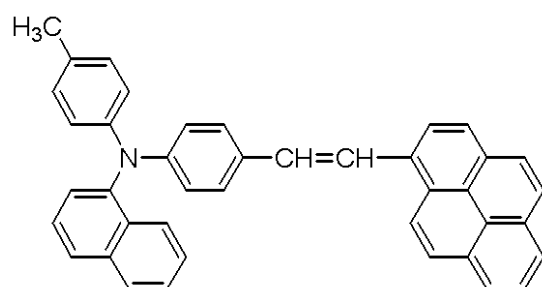
(17)-38



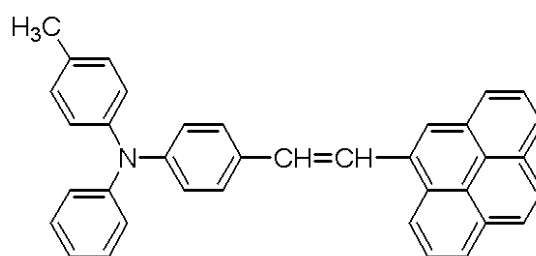
(17)-39



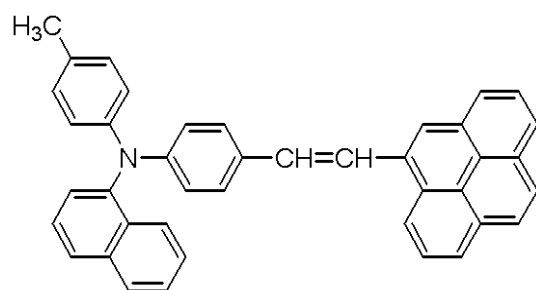
(17)-40



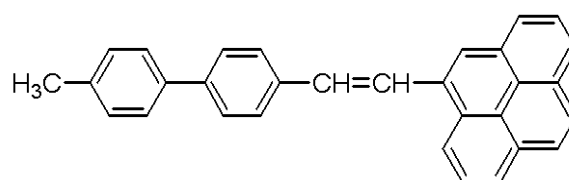
(17)-41



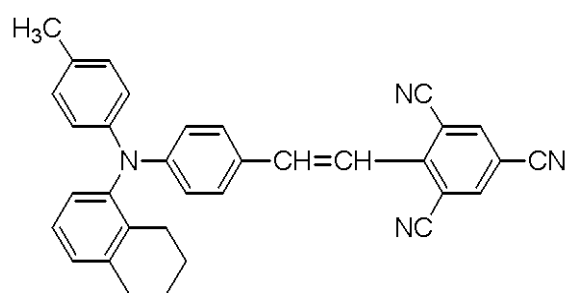
(17)-42



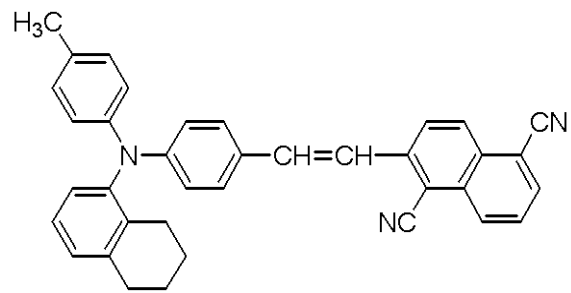
(17)-43



(17)-44



(17)-45



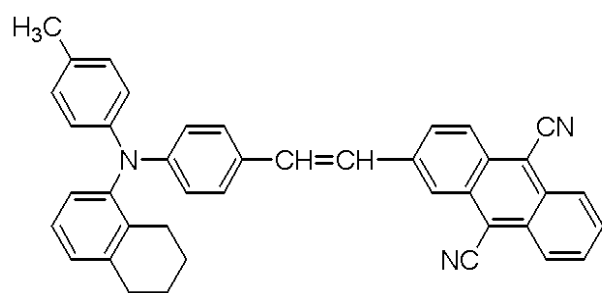
(17)-46

10

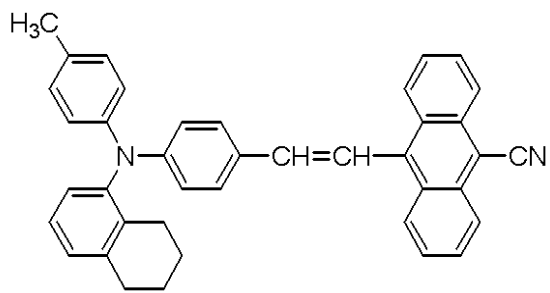
20

30

40

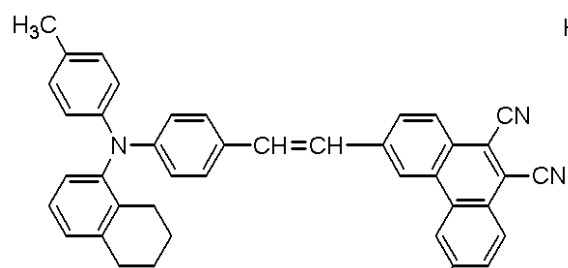


(17)-47

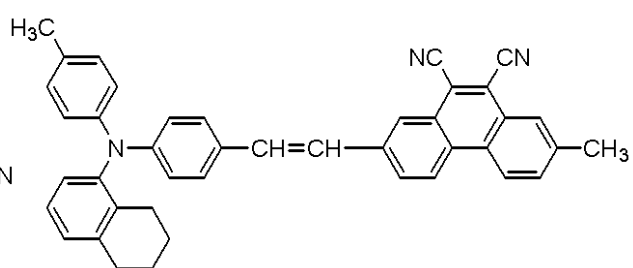


(17)-48

10

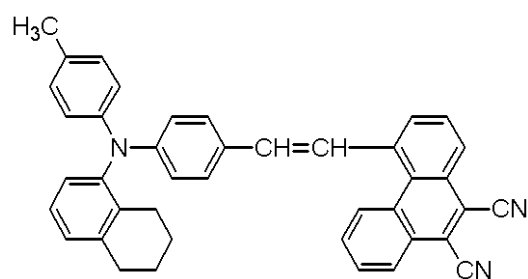


(17)-49

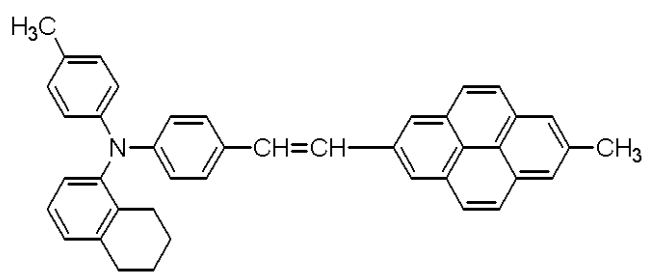


(17)-50

20

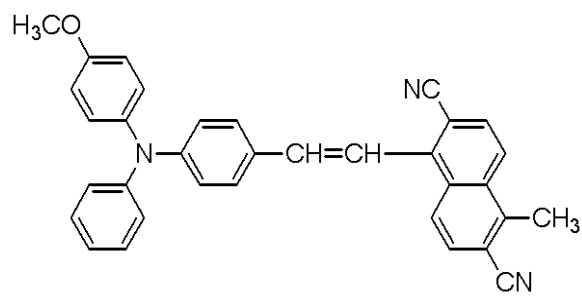


(17)-51

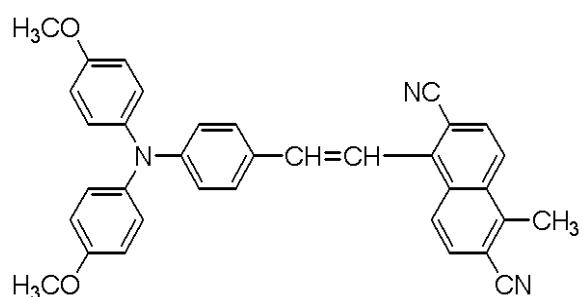


(17)-52

30

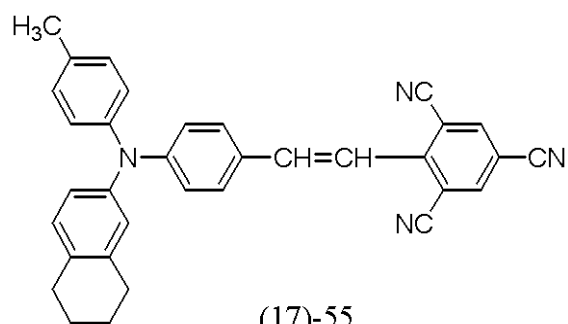


(17)-53

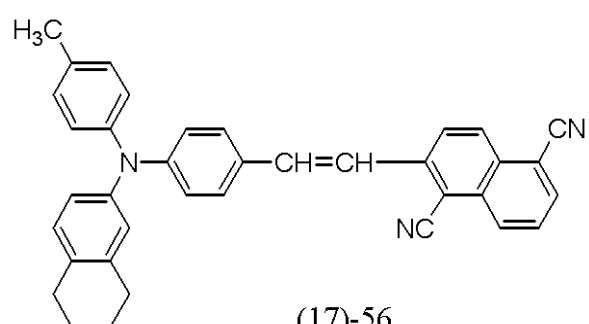


(17)-54

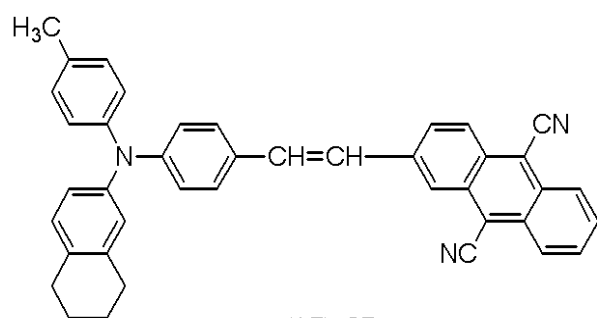
40



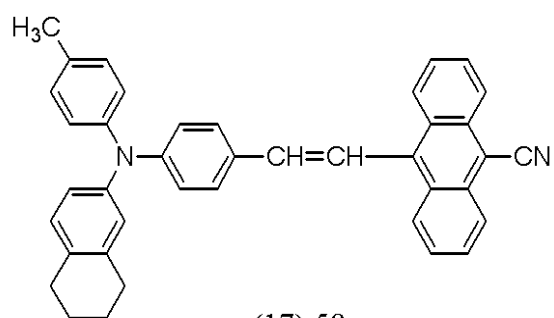
(17)-55



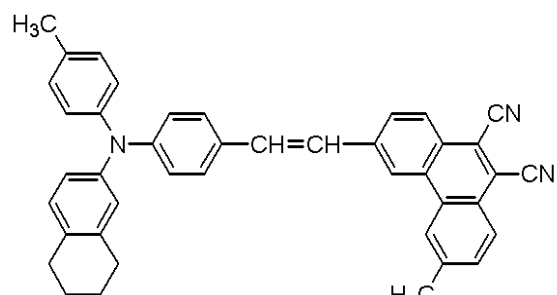
(17)-56



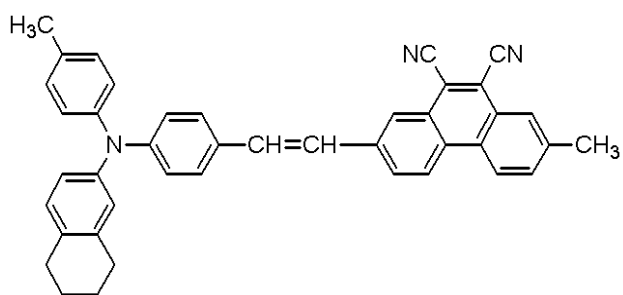
(17)-57



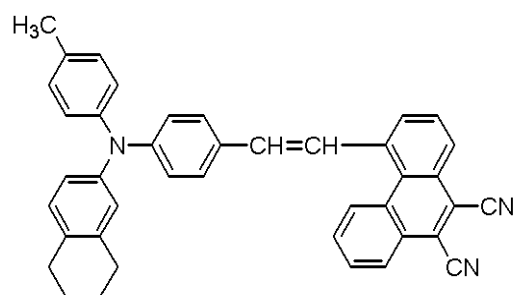
(17)-58



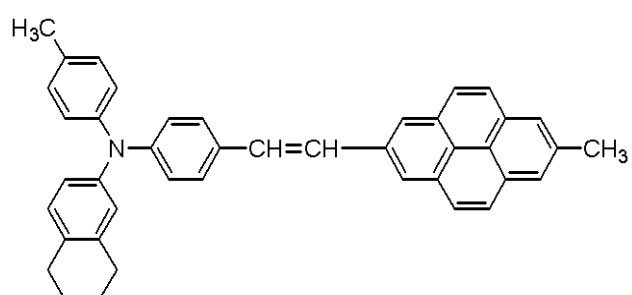
(17)-59



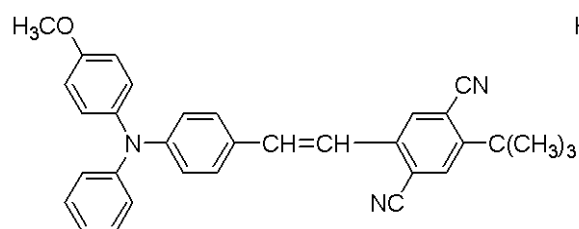
(17)-60



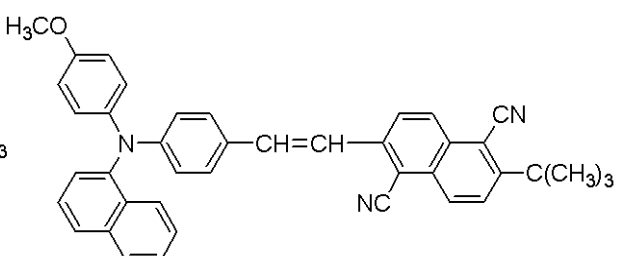
(17)-61



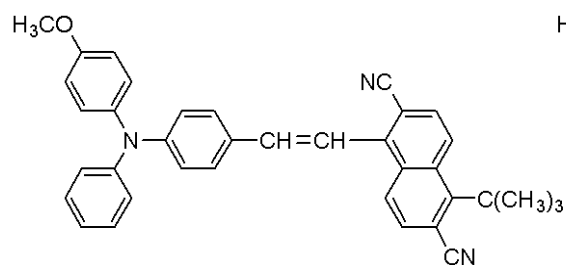
(17)-62



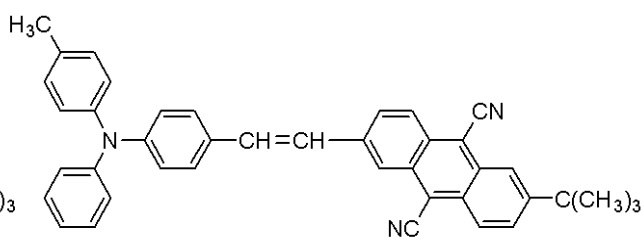
(17)-63



(17)-64



(17)-65



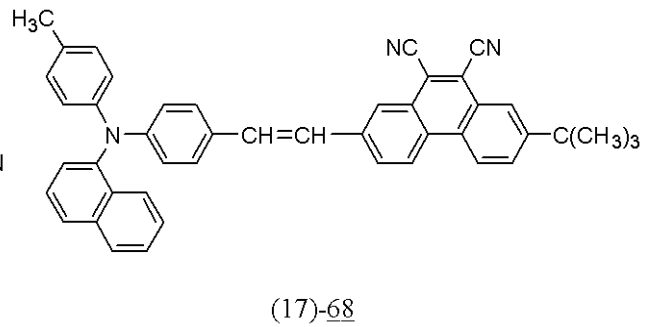
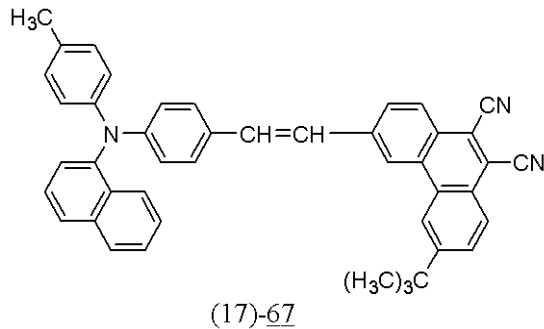
(17)-66

10

20

30

40



【 0 0 2 3 】

10

これらのスチリル化合物のうち、例えば構造式(17)-3におけるシアノ基の導入位置は、他の導入位置と比べて比較的短めの発光波長が得られるが、後者の場合は、分子骨格が安定化して発光波長をより長くすることができる。

【 0 0 2 4 】

また、本発明の化合物を含む混合層を形成するに使用可能な材料としては、本発明の化合物の他に、正孔輸送性材料(例えば、芳香族アミン類等)、電子輸送性材料(例えば、 Alq_3 、ピラゾリン類、オキサジアゾール類、トリアゾール類、フェニレン類等)、または一般に赤色発光用ドーパントとして用いられる一連の化合物(DCMおよびその類似化合物、ポルフィリン類、フタロシアニン類、ペリレン化合物、ナイルレッド、スクアリリウム化合物等)が挙げられる(以下、同様)。

20

【 0 0 2 5 】

本発明の有機電界発光素子において、前記有機層が、正孔輸送層と電子輸送層とが積層された有機積層構造をなしており、前記有機積層構造のうちの少なくとも前記電子輸送層が、前記構造式(17)-1~(17)-68で表されるスチリル化合物の少なくとも1種を含む前記混合層からなっている。

【 0 0 2 6 】

また、前記有機層が、正孔輸送層と電子輸送層とが積層された有機積層構造をなしており、前記有機積層構造のうちの少なくとも前記正孔輸送層が、前記構造式(17)-1~(17)-68で表されるスチリル化合物の少なくとも1種を含む前記混合層からなっている。

30

【 0 0 2 7 】

また、前記有機層が、正孔輸送層と電子輸送層とが積層された有機積層構造をなしており、前記正孔輸送層が、前記構造式(17)-1~(17)-68のいずれかで表されるスチリル化合物の少なくとも1種を含む前記混合層からなり、かつ前記電子輸送層が、前記構造式(17)-1~(17)-68で表されるスチリル化合物の少なくとも1種を含む前記混合層からなっている。

【 0 0 2 8 】

また、前記有機層が、正孔輸送層と発光層と電子輸送層とが積層された有機積層構造をなしており、前記有機積層構造のうちの少なくとも前記発光層が、前記構造式(17)-1~(17)-68のいずれかで表されるスチリル化合物の少なくとも1種を含む前記混合層からなっている。

40

【 0 0 2 9 】

また、前記混合層において、前記構造式(17)-1~(17)-68のいずれかで表されるスチリル化合物の少なくとも1種が5~90重量%の濃度範囲で、電荷輸送能を持つ前記材料に混合されているのがよい。

【 0 0 3 0 】

また、前記混合層が、前記構造式(17)-1~(17)-68のいずれかで表されるスチリル化合物の少なくとも1種と、600nm~700nmの範囲に発光極大を有する赤色又は橙色発光色素とを含むのがよい。

【 0 0 3 1 】

50

なお、上記した「混合層」とは、典型的には、上記スチリル化合物とその他の化合物との混合層を意味するが、これ以外にも、上記スチリル化合物に包含される２種又はそれ以上のスチリル化合物の混合層も意味する場合がある。このような混合層とすることによって、複数の化合物の組み合わせで所望の輝度や色度の赤色発光等を生ぜしめることができる。

【００３２】

本発明の有機電界発光素子は、例えば画素の少なくとも一部に用いたディスプレイデバイスとして構成された発光又は表示装置に好適なものである（以下、同様）。

【００３３】

図１～図６には、本発明に基づく有機電界発光素子（有機ＥＬ素子）の例をそれぞれ示す。

10

【００３４】

図１は、陰極３を発光光２０が透過する上面発光型の有機電界発光素子Ａであって、発光光２０は保護層４の側からも観測できる。図２は、陰極３での反射光も発光光２０として得る下面発光型の有機電界発光素子Ｂを示す。

【００３５】

図中、１は有機電界発光素子を形成するための基板である。ガラス、プラスチック及び他の適宜の材料を用いることができる。また、有機電界発光素子を他の表示素子と組み合わせる場合には、基板を共用することもできる。２は透明、半透明又は不透明の電極であり、ITO（Indium tin oxide）、 SnO_2 、Au、Ag、Al、Cr等が使用で

20

【００３６】

また、５は有機発光層であり、上記したスチリル化合物を発光材料として含有している（但し、上記スチリル化合物は、少なくとも１種がその他の化合物と混合して、或いは複数種のスチリル化合物を併用して含有：以下、同様）。この発光層について、有機電界発光２０を得る層構成としては、従来公知の種々の構成を用いることができる。

【００３７】

後記するように、例えば、正孔（ホール）輸送層と電子輸送層のいずれかを構成する材料が発光性を有する場合、これらの薄膜を積層した構造が使用できる。更に、本発明の目的を満たす範囲で電荷輸送性能を上げるために、正孔輸送層と電子輸送層のいずれか若しくは両方が、複数種の材料の薄膜を積層した構造、又は、複数種の材料を混合した組成からなる薄膜を使用するのを妨げない。

30

【００３８】

また、発光性能を上げるために、少なくとも１種以上の蛍光性の材料を用いて、この薄膜を正孔輸送層と電子輸送層の間に挟持した構造、更に少なくとも１種以上の蛍光性の材料を正孔輸送層若しくは電子輸送層、又はこれらの両方に含ませた構造を使用してもよい。これらの場合には、発光効率を改善するために、正孔（ホール）又は電子の輸送を制御するための薄膜をその層構成に含ませることも可能である。

【００３９】

上記のスチリル化合物は、電子輸送性能と正孔輸送性能の両方を持つため、素子構造中、電子輸送性材料との混合発光層としても、或いは正孔輸送性材料との混合発光層としても用いることが可能である。また、該化合物を含む混合層を電子輸送層と正孔輸送層に挟み込んだ構成で発光材料として用いることも可能である。

40

【００４０】

上記のスチリル化合物のうち異なる２種類以上の化合物を含む混合層を発光層として用いてもよい。適切な２種類以上の化合物の組み合わせを選ぶことにより、素子の電気的な特性を大きく変えることなく、発光色を任意に選ぶことが可能となる。

【００４１】

また、上記のスチリル化合物のアリール部に、ハロゲン原子、ニトロ基、シアノ基、トリフルオロメチル基、置換基を有してもよいアルキル基、置換基を有してもよいアルコキ

50

シル基などの置換基を導入することにより、発光層を形成する薄膜の結晶化を抑制し、アモルファス性を向上させることができ、結果として発光素子の信頼性（特に半減寿命）を向上させることができる。

【0042】

なお、図1及び図2中、3は陰極であり、電極材料としては、Ag、Au、Al、Cr、In等の金属、又はこの金属とLi、Mg、Ca等の活性な金属との合金、或いはこれらが積層した構造が使用できる（以下、同様）。この陰極は更に、アルカリ金属又はアルカリ土類金属の酸化物又はフッ化物（LiF、 Li_2O 等）等を複合又は積層した構造であってよい（以下、同様）。上面発光型の有機電界発光素子においては、陰極の厚さを調節することにより、用途に合った光透過率を得ることができる。また、図中、4は封止、保護層であり、有機電界発光素子全体を覆う構造とすることで、その効果が上がる。気密性が保たれば、適宜の材料を使用することができる。

10

【0043】

本発明に基づく有機電界発光素子においては、有機層が、正孔輸送層と電子輸送層とが積層された有機積層構造（シングルヘテロ構造）を有しており、正孔輸送層又は電子輸送層の形成材料として前記スチリル化合物を含む混合層が用いられてよい。或いは、有機層が正孔輸送層と発光層と電子輸送層とが順次積層された有機積層構造（ダブルヘテロ構造）を有しており、発光層の形成材料として前記スチリル化合物を含む混合層が用いられてよい。

【0044】

これらの混合層における前記スチリル化合物の混合比率は5～90重量％が望ましく、2種以上の該材料を混合することにより、電子と正孔が再結合を起こして発光する領域が界面に留まらず、発光層内に広げることができる。このように発光領域を発光層内に広げることにより、素子の信頼性を向上させることができる。

20

【0045】

このような有機積層構造を有する有機電界発光素子の例を示すと、図3は、透光性の基板1上に、透光性の陽極2と、正孔輸送層6と電子輸送層7とからなる有機層5aと、陰極3とが順次積層された積層構造を有し、この積層構造が保護層4によって封止されてなる、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子Cである。

【0046】

図3に示すように発光層を省略した層構成の場合には、正孔輸送層6と電子輸送層7の界面から所定波長の発光20を発生する。この発光は基板1側から観測される。

30

【0047】

また、図4は、透光性の基板1上に、透光性の陽極2と、正孔輸送層10と発光層11と電子輸送層12とからなる有機層5bと、陰極3とが順次積層された積層構造を有し、この積層構造が保護層4によって封止されてなる、ダブルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子Dである。

【0048】

図4に示した有機電界発光素子においては、陽極2と陰極3の間に直流電圧を印加することにより、陽極2から注入された正孔が正孔輸送層10を経て、また陰極3から注入された電子が電子輸送層12を経て、それぞれ発光層11に到達する。この結果、発光層11においては電子/正孔の再結合が生じて励起子が生成し、この励起子から所定波長の発光を発生する。

40

【0049】

上述した各有機電界発光素子C、Dにおいて、電荷輸送能を有する正孔輸送性材料として使用可能な材料としては、ベンジジン又はその誘導体、スチリルアミン又はその誘導体、トリフェニルメタン又はその誘導体をはじめ、ポルフィリン又はその誘導体、トリアゾール又はその誘導体、イミダゾール又はその誘導体、オキサジアゾール又はその誘導体、ポリアリールアルカン又はその誘導体、フェニレンジアミン又はその誘導体、アリールアミン又はその誘導体、オキサゾール又はその誘導体、アントラセン又はその誘導体、フル

50

オレノン又はその誘導体、ヒドラゾン又はその誘導体、スチルベン又はその誘導体、またはポリシラン系化合物、ビニルカルバゾール系化合物、チオフェン系化合物、アニリン系化合物等の複素環式共役系のモノマー、オリゴマー、ポリマー等が挙げられる（以下、同様）。

【0050】

具体的には、 α -ナフチルフェニルジアミン、ポルフィリン、金属テトラフェニルポルフィリン、金属ナフタロシアニン、4,4',4''-トリメチルトリフェニルアミン、4,4',4''-トリス(3-メチルフェニルフェニルアミノ)トリフェニルアミン、N,N,N',N''-テトラキス(p-トリル)p-フェニレンジアミン、N,N,N',N''-テトラフェニル-4,4'-ジアミノビフェニル、N-フェニルカルバゾール、4-ジ-p-トリルアミノスチルベン、ポリ(パラフェニレンビニレン)、ポリ(チオフェンビニレン)、ポリ(2,2'-チエニルピロール)等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

10

【0051】

また、電荷輸送能を有する電子輸送性材料として使用可能な材料としては、キノリン又はその誘導体、ペリレン又はその誘導体、ビススチリル又はその誘導体、ピラジン又はその誘導体等が挙げられる（以下、同様）。

【0052】

具体的には、8-ヒドロキシキノリンアルミニウム(Alq_3)、アントラセン、ナフタレン、フェナントレン、ピレン、クリセン、ペリレン、ブタジエン、クマリン、アクリジン、スチルベン、又はこれらの誘導体等が挙げられる。

20

【0053】

基板1は、例えば、ガラス、プラスチック等の光透過性の材料を適宜用いることができる。また、他の表示素子と組み合わせて用いる場合や、図3及び図4に示した積層構造をマトリックス状に配置する場合等は、この基板を共用してもよい。

【0054】

また、陽極2は、透明電極であり、ITOや SnO_2 等が使用できる。この陽極2と正孔輸送層6（又は正孔輸送層10）との間には、電荷注入効率を改善する目的で、無機物、有機物もしくは有機金属化合物、例えば2-TNATA(4,4',4''-トリス(2-ナフチルフェニルアミノ)トリフェニルアミン)や、米国特許第4720432号に記載のポルフィリン化合物等（以下、同様）からなる薄膜を設けてもよい。なお、保護層4が金属等の導電性材料で形成されている場合は、陽極2の側面に絶縁膜が設けられていてもよい。

30

【0055】

また、有機電界発光素子Cにおける有機層5aは、正孔輸送層6と電子輸送層7とが積層された有機層であり、これらのいずれか又は双方に上記したスチリル化合物を含む混合層として、発光性の正孔輸送層6又は電子輸送層7を形成してよい。有機電界発光素子Dにおける有機層5bは、正孔輸送層10と上記したスチリル化合物を含む混合物からなる発光層11と電子輸送層12とが積層された有機層であるが、その他、種々の積層構造を採ることができる。例えば、正孔輸送層と電子輸送層のいずれか若しくは両方が発光してもよい。

40

【0056】

また、正孔輸送層において、正孔輸送性能を向上させるため、複数種の正孔輸送材料を積層した正孔輸送層を形成してもよい。

【0057】

また、有機電界発光素子Cにおいて、発光層は電子輸送性発光層7であってよいが、電源8から印加される電圧によっては、正孔輸送層6やその界面で発光される場合がある。同様に、有機電界発光素子Dにおいて、発光層は層11以外に、電子輸送層12であってよく、正孔輸送層10であってよい。発光性能を向上させるため、少なくとも1種の蛍光性材料を用いた発光層11を正孔輸送層と電子輸送層との間に挟持させた構造である

50

のがよい。或いは、この蛍光性材料を正孔輸送層又は電子輸送層、或いはこれら両層に含有させた構造を構成してよい。このような場合、発光効率を改善するために、正孔又は電子の輸送を制御するための薄膜（ホールブロッキング層やエキシトン生成層など）をその層構成に含ませることも可能である。

【0058】

また、陰極3に用いる材料としては、Li、Mg、Ca等の活性な金属とAg、Al、In等の金属との合金を使用でき、これらの金属層が積層した構造であってもよい。なお、陰極の厚みや材質を適宜選択することによって、用途に見合った有機電界発光素子を作製できる。

【0059】

また、保護層4は、封止膜として作用するものであり、有機電界発光素子全体を覆う構造とすることにより、電荷注入効率や発光効率を向上できる。なお、その気密性が保たれれば、アルミニウム、金、クロム等の単体金属又は合金や、酸化シリコン、窒化シリコン等のシリコン化合物、有機物など、適宜その材料を選択できる。

【0060】

図5は、基板1上に、陽極2と、正孔輸送層6と電子輸送層7とからなる有機層5cと、透明又は半透明の陰極3とが順次積層された積層構造を有し、この積層構造が保護層4によって封止されてなる、シングルヘテロ構造の上面発光型の有機電界発光素子Eである。この場合、正孔輸送層6と電子輸送層7との界面から、所定波長の発光20を発生し、この発光は陰極3又は保護層4側から観測される。

【0061】

図6は、基板1上に、陽極2と、正孔注入層9と正孔輸送層10と発光層11と電子輸送層12とからなる有機層5dと、透明又は半透明の陰極3とが順次積層された積層構造を有し、この積層構造が保護層4によって封止されてなる、上面発光型の有機電界発光素子Fである。この有機電界発光素子においても、図4に示した有機電界発光素子と同様に、発光層11において、電子/正孔の再結合が生じて励起子が生成し、この励起子から所定波長の発光が発生する。

【0062】

上述した各有機電界発光素子E、Fにおいて、基板1は、例えば、Ag、Au、Al、Cr、In等、又はその合金等のような光反射性の材料を適宜用いることができる、また、他の表示素子と組み合わせて用いる場合や、図5及び図6に示した積層構造をマトリックス状に配置する場合等は、この基板を共用してもよい。

【0063】

また、この基板1上の陽極2は、反射性電極であり、Ag、Au、Al、Cr、In、又はその合金等を使用でき、またITO等を積層して使用でき、その厚みは成膜性及び反射性を考慮すると、50nm以上とするのがよく、200nm以下とすることができる。こうした陽極を用いると、基板1は上記した光反射性材料に限らず、ガラス等の透明又は半透明材料を用いてもよい。

【0064】

また、図6に示すように、陽極2と正孔輸送層10（又は正孔輸送層6）との間には、電荷注入効率を改善する目的で、無機物、有機物もしくは有機金属化合物からなる正孔注入層9を設けてもよい。なお、保護層4が金属等の導電性材料で形成されている場合は、絶縁分離のために、陽極2の側面に絶縁膜が設けられていてもよい。

【0065】

有機電界発光素子Eにおける有機層5cは、正孔輸送層6と電子輸送層7とが積層された有機層であり、これらのいずれか又は双方に上記したスチリル化合物を含む混合層として、発光性の正孔輸送層6又は電子輸送層7を形成してよい。有機電界発光素子Fにおける有機層5dは、正孔輸送層10と、上記したスチリル化合物を含む混合物からなる発光層11と、電子輸送層12とが積層された有機層であるが、その他、種々の積層構造を採ることができる。例えば、正孔輸送層と電子輸送層のいずれか若しくは両方が発光しても

10

20

30

40

50

よい。

【0066】

また、正孔輸送層において、正孔輸送性能を向上させるため、複数種の正孔輸送材料を積層した正孔輸送層を形成してもよい。

【0067】

また、有機電界発光素子Eにおいて、発光層は電子輸送性発光層7であってよいが、電源8から印加される電圧によっては、正孔輸送層6やその界面で発光される場合がある。同様に、有機電界発光素子Fにおいて、発光層は層11以外に、電子輸送層12であってよく、正孔輸送層10であってよい。発光性能を向上させるため、少なくとも1種の蛍光性材料を用いた発光層11を正孔輸送層と電子輸送層との間に挟持させた構造であるのがよい。或いは、この蛍光性材料を正孔輸送層又は電子輸送層、或いはこれら両層に含有させた構造を構成してよい。このような場合、発光効率を改善するために、正孔又は電子の輸送を制御するための薄膜（ホールプロッキング層やエキシトン生成層など）をその層構成に含ませることも可能である。

10

【0068】

また、陰極3に用いる材料としては、Li、Mg、Ca等の活性な金属とAg、Al、In等の金属との合金を使用でき、これらの金属層が積層した構造であってもよい。なお、陰極の厚みや材質を適宜選択することによって、用途に見合った有機電界発光素子を作製できるが、陰極の厚みは0.5～15nm、更には0.5～5nm程度が望ましい。

【0069】

20

また、保護層4は、封止膜として作用するものであり、有機電界発光素子全体を覆う構造とすることにより、電荷注入効率や発光効率を向上できる。なお、その気密性が保たれれば、アルミニウム、金、クロム、酸化シリコン、窒化シリコン等の単体金属又は合金、化合物など、適宜その材料を選択できる。

【0070】

上述した各有機電界発光素子E、Fにおいては、発光層が陽極と陰極との間に挟持された構造であり、発光した光は陽極と陰極との間で多重干渉を生じる。陽極及び陰極の反射率、透過率などの光学的な特性と、これらに挟持された有機層の膜厚とを適当に選ぶことにより、多重干渉効果を積極的に利用することができ、素子E、Fより取り出される発光波長を制御することが可能となる。これにより、発光色度を改善することも可能となる。この多重干渉効果のメカニズムについては、J.Yamada等によるAM-LCD Digest of Technical Papers, OD-2, P77-80(2002)を参照することができる。

30

【0071】

上記した各有機電界発光素子に印加する電流は通常、直流であるが、パルス電流や交流を用いてもよい。電流値、電圧値は、素子破壊しない範囲内であれば特に制限はないが、有機電界発光素子の消費電力や寿命を考慮すると、なるべく小さい電気エネルギーで効率良く発光させることが望ましい。

【0072】

次に、図7は、本発明の有機電界発光素子を用いた平面ディスプレイの構成例である。図示の如く、例えばフルカラーディスプレイの場合は、赤(R)、緑(G)及び青(B)の3原色を発光可能な有機層5(5a, 5b, 5c, 5d)が、陰極3と陽極2との間に配されている。陰極3及び陽極2は、互いに交差するストライプ状に設けることができ、輝度信号回路14及びシフトレジスタ内蔵の制御回路15により選択されて、それぞれに信号電圧が印加され、これによって、選択された陰極3及び陽極2が交差する位置(画素)の有機層が発光するように構成されている。

40

【0073】

即ち、図7は例えば8×3RGB単純マトリックスであって、正孔輸送層と、発光層及び電子輸送層のいずれか少なくとも一つからなる積層体5を陰極3と陽極2の間に配設したものである(図3又は図4、図5又は図6参照)。陰極と陽極は、ともにストライプ状にパターンニングするとともに、互いにマトリックス状に直交させ、シフトレジスタ内蔵の

50

制御回路 15 及び輝度信号回路 14 により時系列的に信号電圧を印加し、その交叉位置で発光するように構成されたものである。かかる構成の EL 素子は、文字・記号等のディスプレイとしては勿論、画像再生装置としても使用できる。また、陰極 3 と陽極 2 のストライプ状パターンを赤 (R)、緑 (G)、青 (B) の各色毎に配し、マルチカラーあるいはフルカラーの全固体型フラットパネルディスプレイを構成することが可能となる。また、上記の単純マトリックス方式のみならず、アクティブマトリックス方式での駆動も可能である。

【0074】

【実施例】

次に、本発明の実施例を示すが、本発明はこれに限定されるものではない。

10

【0075】

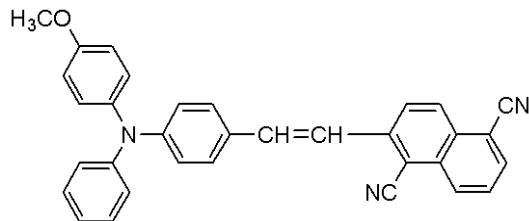
参考例 1

この参考例は、下記構造式 (18) - 1 のアミノスチリル化合物と、 α -NPD (α -ナフチルフェニルジアミン) との混合層を正孔輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0076】

【化 3】

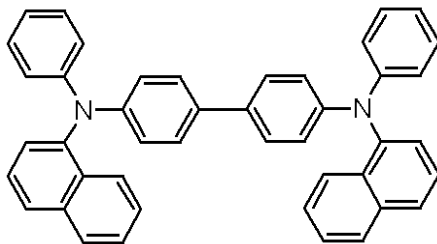
構造式 (18) - 1 :



20

【化 4】

α -NPD :



30

【0077】

まず、真空蒸着装置中に、100 nm の厚さの ITO からなる陽極が一表面に形成された 30 mm × 30 mm のガラス基板をセッティングした。蒸着マスクとして複数の 2.0 mm × 2.0 mm の単位開口を有する金属マスクを基板に近接して配置し、真空蒸着法により 10^{-4} Pa 以下の真空下で上記構造式 (18) - 1 のスチリル化合物と正孔輸送材料である α -NPD とを重量比 1 : 1 で混合した層を例えば 50 nm の厚さに正孔輸送層 (兼発光層) として成膜した。蒸着レートは各々 0.1 nm / 秒とした。

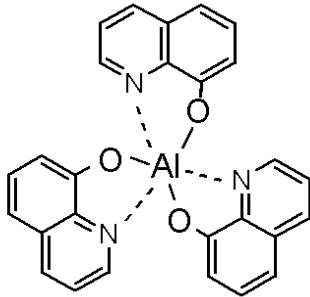
40

【0078】

さらに、電子輸送層材料として下記構造式の Alq_3 (トリス (8-キノリノール) アルミニウム) を正孔輸送層に接して蒸着した。 Alq_3 からなるこの電子輸送層の膜厚も例えば 50 nm とし、蒸着レートは 0.2 nm / 秒とした。

【0079】

【化 5】

Alq₃:

10

【0080】

陰極材料としてはMgとAgの混合膜を採用し、これも蒸着により、例えばMgとAgの混合比を1:3として200nmの厚さに形成し、参考例1による図3に示した如き有機電界発光素子を作製した。

【0081】

このように作製した参考例1の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、分光測定を行った結果、620nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。分光測定は、大塚電子社製のフォトダイオードアレイを検出器とした分光器を用いた。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで1500cd/m²の輝度が得られた。

20

【0082】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300cd/m²で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで2500時間であった。

【0083】

参考例2

この参考例は、上記構造式(18)-1のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0084】

まず、真空蒸着装置中に、100nmの厚さのITOからなる陽極が一表面に形成された30mm×30mmのガラス基板をセッティングした。蒸着マスクとして複数の2.0mm×2.0mmの単位開口を有する金属マスクを基板に近接して配置し、真空蒸着法により10⁻⁴Pa以下の真空下で前記構造式のα-NPDを例えば50nmの厚さに成膜した。蒸着レートは0.1nm/秒とした。

30

【0085】

さらに、上記構造式(18)-1のスチリル化合物と電子輸送性材料であるAlq₃とを重量比1:1で混合した層を正孔輸送層に接して蒸着した。上記構造式(18)-1のアミノスチリル化合物とAlq₃とからなる電子輸送層(兼発光層)の膜厚も例えば50nmとし、蒸着レートは各々0.2nm/秒とした。

40

【0086】

陰極材料としてはMgとAgの混合膜を採用し、これも蒸着により、例えばMgとAgの混合比を1:3として200nmの厚さに形成し、参考例2による図3に示した如き有機電界発光素子を作製した。

【0087】

このように作製した参考例2の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例1と同様に分光測定を行った結果、620nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで2600cd/m²の輝度が得られた。

【0088】

50

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m^2 で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで2700時間であった。

【0089】

参考例3

この参考例は、上記構造式(18)-1のスチリル化合物と、上記構造式の Alq_3 との混合層を電子輸送性発光層として用い、ダブルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0090】

まず、真空蒸着装置中に、100nmの厚さのITOからなる陽極が一表面に形成された $30\text{ mm} \times 30\text{ mm}$ のガラス基板をセッティングした。蒸着マスクとして複数の $2.0\text{ mm} \times 2.0\text{ mm}$ の単位開口を有する金属マスクを基板に近接して配置し、真空蒸着法により 10^{-4} Pa 以下の真空下で上記構造式の $\alpha\text{-NPD}$ を例えば30nmの厚さに成膜した。蒸着レートは 0.2 nm/秒 とした。

【0091】

さらに、発光材料として上記構造式(18)-1のスチリル化合物と Alq_3 とを重量比1:1で正孔輸送層に接して蒸着した。上記構造式(18)-1のスチリル化合物と Alq_3 との混合層からなる発光層の膜厚も例えば30nmとし、蒸着レートは各々 0.2 nm/秒 とした。

【0092】

さらに、電子輸送性材料として上記構造式の Alq_3 を発光層に接して蒸着した。 Alq_3 の膜厚を例えば30nmとし、蒸着レートは 0.2 nm/秒 とした。

【0093】

陰極材料としてはMgとAgの混合膜を採用し、これも蒸着により、例えばMgとAgの混合比を1:3として200nmの厚さに形成し、参考例3による図4に示した如き有機電界発光素子を作製した。

【0094】

このように作製した参考例3の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例1と同様に分光測定を行った結果、620nmに発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで 3200 cd/m^2 の輝度が得られた。

【0095】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m^2 で電流値を一定に通電して連続発光して強制劣化させた際、輝度が半減するまで3500時間であった。

【0096】

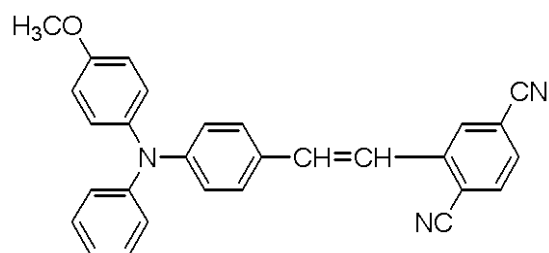
参考例4

この参考例は、上記構造式(18)-1のスチリル化合物と、下記構造式(18)-2のスチリル化合物との混合層を発光層として用い、ダブルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0097】

【化6】

構造式(18)-2:



10

20

30

40

50

【0098】

まず、真空蒸着装置中に、100 nmの厚さのITOからなる陽極が一表面に形成された30 mm×30 mmのガラス基板をセッティングした。蒸着マスクとして複数の2.0 mm×2.0 mmの単位開口を有する金属マスクを基板に近接して配置し、真空蒸着法により 10^{-4} Pa以下の真空下で上記構造式の α -NPDを例えば30 nmの厚さに成膜した。蒸着レートは0.2 nm/秒とした。

【0099】

さらに、発光材料として上記構造式(18)-1のスチリル化合物と上記構造式(18)-2のスチリル化合物とを重量比1:3で正孔輸送層に接して共蒸着した。上記構造式(18)-1のスチリル化合物と上記構造式(18)-2のスチリル化合物との混合層からなる発光層の膜厚も例えば30 nmとし、蒸着レートは上記構造式(18)-1の化合物は0.1 nm/秒、上記構造式(18)-2の化合物は0.3 nm/秒とした。

10

【0100】

さらに、電子輸送性材料として上記構造式のAlq₃を発光層に接して蒸着した。Alq₃の膜厚を例えば30 nmとし、蒸着レートは0.2 nm/秒とした。

【0101】

陰極材料としてはMgとAgの混合膜を採用し、これも蒸着により、例えばMgとAgの混合比を1:3として200 nmの厚さに形成し、参考例4による図4に示した如き有機電界発光素子を作製した。

【0102】

このように作製した参考例4の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、参考例1と同様に分光測定を行った結果、610 nmに発光ピークを有するスペクトルを得た。電圧-輝度測定を行ったところ、8 Vで2200 cd/m²の輝度が得られた。

20

【0103】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300 cd/m²で電流値を一定に通電して連続発光して強制劣化させた際、輝度が半減するまで1000時間であった。

【0104】

参考例5

この参考例は、上記構造式(18)-1のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

30

【0105】

層構造、成膜法とも参考例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0106】

このように作製した参考例5の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、参考例1と同様に分光測定を行った結果、608 nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8 Vで1000 cd/m²の輝度が得られた。

40

【0107】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300 cd/m²で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで800時間であった。

【0108】

参考例6

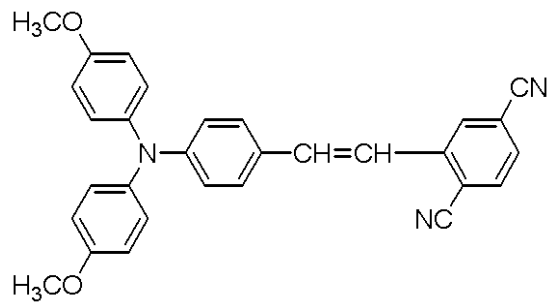
この参考例は、下記構造式(18)-3のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0109】

50

【化 7】

構造式 (1 8) - 3 :



10

【 0 1 1 0 】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【 0 1 1 1 】

このように作製した参考例 6 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、610 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 500 cd/m² の輝度を得られた。

【 0 1 1 2 】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 700 時間であった。

20

【 0 1 1 3 】

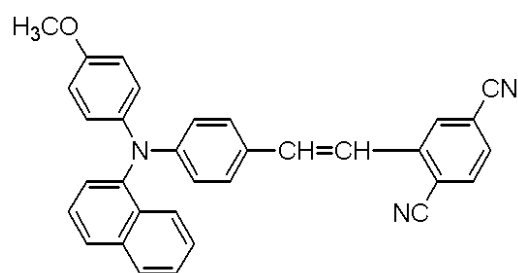
参考例 7

この参考例は、下記構造式 (1 8) - 4 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq₃ との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【 0 1 1 4 】

【化 8】

構造式 (1 8) - 4 :



30

【 0 1 1 5 】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【 0 1 1 6 】

このように作製した参考例 7 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、605 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 1200 cd/m² の輝度を得られた。

40

【 0 1 1 7 】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 1100 時間であった。

【 0 1 1 8 】

実施例 1

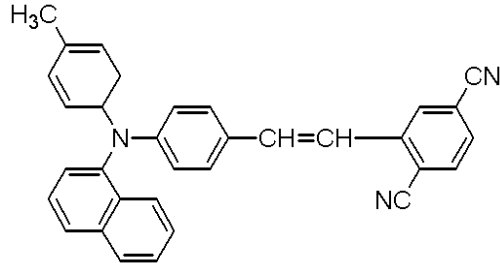
50

本実施例は、下記構造式(17) - 1のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0119】

【化9】

構造式(17) - 1:



10

【0120】

層構造、成膜法とも参考例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0121】

このように作製した実施例1の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、参考例1と同様に分光測定を行った結果、600nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで1000cd/m²の輝度を得られた。

20

【0122】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300cd/m²で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで1400時間であった。

【0123】

参考例8

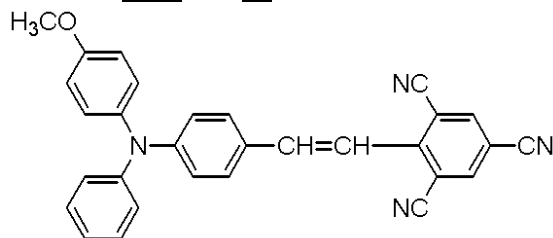
この参考例は、下記構造式(18) - 5のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

30

【0124】

【化10】

構造式(18) - 5:



40

【0125】

層構造、成膜法とも参考例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0126】

このように作製した参考例8の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、参考例1と同様に分光測定を行った結果、615nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで900cd/m²の輝度を得られた。

【0127】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300cd/m²で電流値を一定に通電して連続発光し、

50

強制劣化させた際、輝度が半減するまで 850 時間であった。

【0128】

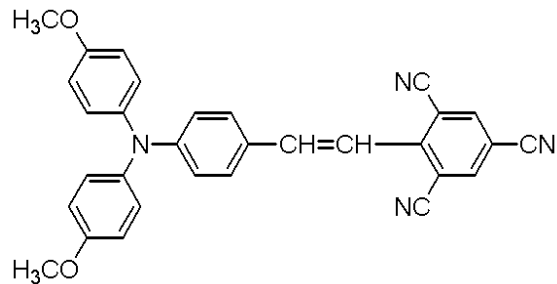
参考例 9

この参考例は、下記構造式 (18) - 6 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq₃ との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0129】

【化11】

構造式 (18) - 6 :



10

【0130】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0131】

このように作製した参考例 9 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、620 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 800 cd/m² の輝度が得られた。

20

【0132】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 700 時間であった。

【0133】

参考例 10

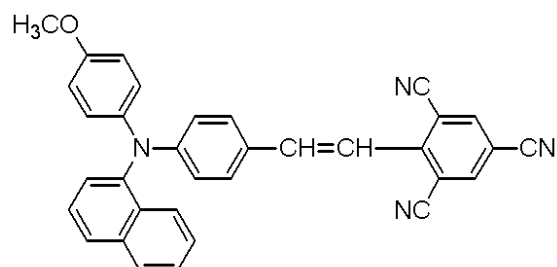
この参考例は、下記構造式 (18) - 7 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq₃ との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

30

【0134】

【化12】

構造式 (18) - 7 :



40

【0135】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0136】

このように作製した参考例 10 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、615 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測

50

定を行ったところ、8 Vで1100 cd/m²の輝度を得られた。

【0137】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300 cd/m²で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで1000時間であった。

【0138】

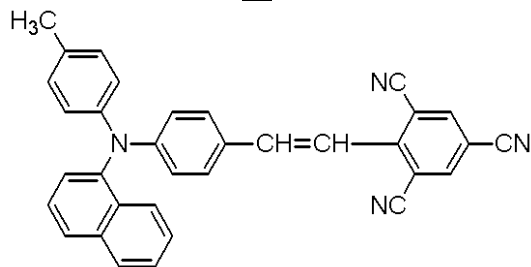
実施例2

本実施例は、下記構造式(17)-2のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0139】

【化13】

構造式(17)-2:



【0140】

層構造、成膜法とも参考例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0141】

このように作製した実施例2の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、参考例1と同様に分光測定を行った結果、610 nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8 Vで950 cd/m²の輝度を得られた。

【0142】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300 cd/m²で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで1300時間であった。

【0143】

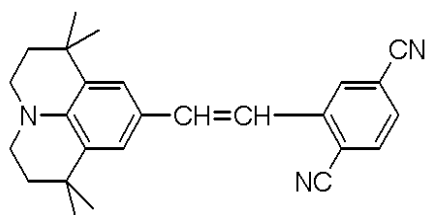
参考例11

この参考例は、下記構造式(18)-8のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0144】

【化14】

構造式(18)-8:



【0145】

層構造、成膜法とも参考例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0146】

このように作製した参考例 1 1の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、参考例 1と同様に分光測定を行った結果、605 nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 Vで850 cd/m²の輝度が得られた。

【0147】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300 cd/m²で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで650時間であった。

【0148】

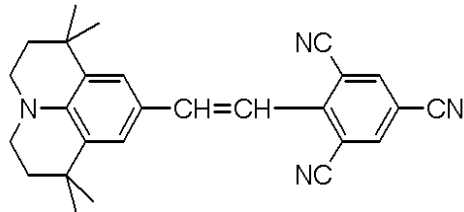
参考例 1 2

この参考例は、下記構造式(18) - 9のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0149】

【化15】

構造式(18) - 9 :



【0150】

層構造、成膜法とも参考例 2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0151】

このように作製した参考例 1 2の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、参考例 1と同様に分光測定を行った結果、610 nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 Vで750 cd/m²の輝度が得られた。

【0152】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300 cd/m²で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで500時間であった。

【0153】

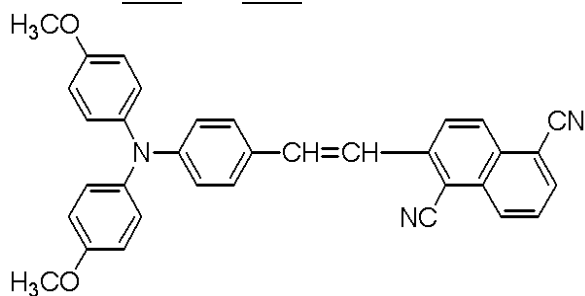
参考例 1 3

この参考例は、下記構造式(18) - 10のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0154】

【化16】

構造式(18) - 10 :



10

20

30

40

50

【 0 1 5 5 】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【 0 1 5 6 】

このように作製した参考例 1 3 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、625 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 1000 cd/m² の輝度が得られた。

【 0 1 5 7 】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 1500 時間であった。

10

【 0 1 5 8 】

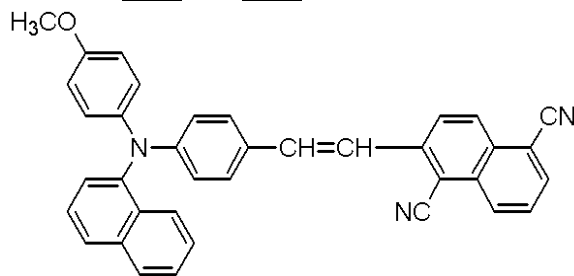
参考例 1 4

この参考例は、下記構造式 (18) - 11 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq₃ との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【 0 1 5 9 】

【 化 1 7 】

構造式 (18) - 11 :



20

【 0 1 6 0 】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【 0 1 6 1 】

このように作製した参考例 1 4 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、610 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 2000 cd/m² の輝度が得られた。

30

【 0 1 6 2 】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 2800 時間であった。

【 0 1 6 3 】

実施例 3

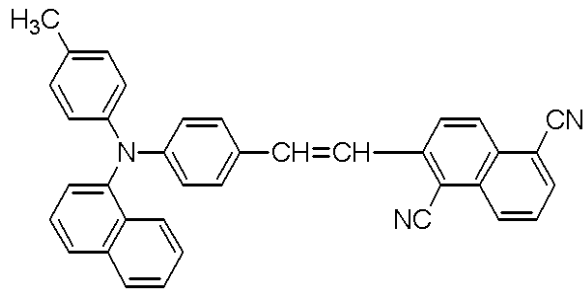
本実施例は、下記構造式 (17) - 3 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq₃ との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

40

【 0 1 6 4 】

【 化 1 8 】

構造式 (17) - 3 :



【0165】

層構造、成膜法とも参考例 2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

10

【0166】

このように作製した実施例 3の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、参考例 1と同様に分光測定を行った結果、605 nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 Vで1800 cd/m²の輝度が得られた。

【0167】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300 cd/m²で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで3300時間であった。

【0168】

20

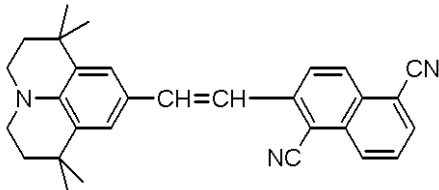
参考例 15

この参考例は、下記構造式(18) - 12のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0169】

【化19】

構造式(18) - 12:



30

【0170】

層構造、成膜法とも参考例 2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0171】

このように作製した参考例 15の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、参考例 1と同様に分光測定を行った結果、605 nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 Vで880 cd/m²の輝度が得られた。

40

【0172】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300 cd/m²で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで700時間であった。

【0173】

実施例 4

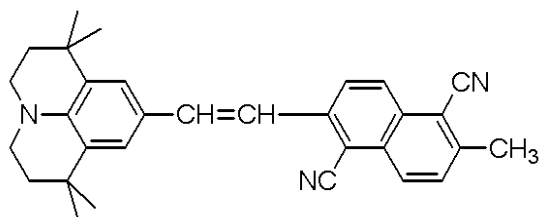
本実施例は、下記構造式(17) - 4のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0174】

50

【化 20】

構造式 (17) - 4 :



【0175】

10

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0176】

このように作製した実施例 4 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、605 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 900 cd/m² の輝度が得られた。

【0177】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 850 時間であった。

20

【0178】

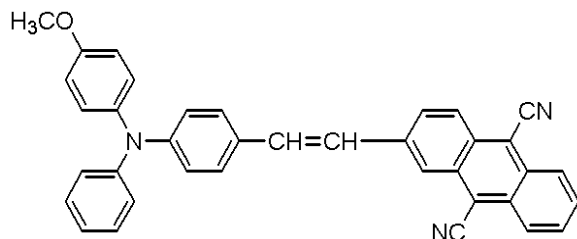
参考例 16

この参考例は、下記構造式 (18) - 13 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq₃ との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0179】

【化 21】

構造式 (18) - 13 :



30

【0180】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0181】

このように作製した参考例 16 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、700 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 250 cd/m² の輝度が得られた。

40

【0182】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 350 時間であった。

【0183】

実施例 5

本実施例は、下記構造式 (17) - 5 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq₃ との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光

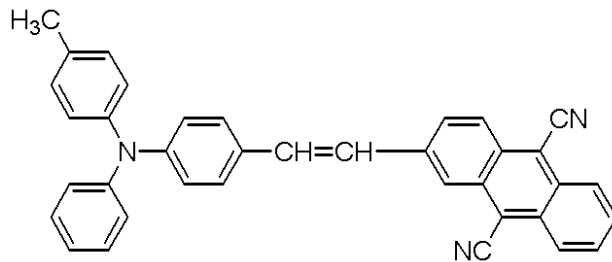
50

素子を作製した例である。

【 0 1 8 4 】

【 化 2 2 】

構造式 (1 7) - 5 :



10

【 0 1 8 5 】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【 0 1 8 6 】

このように作製した実施例 5 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、690 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 180 cd/m² の輝度が得られた。

【 0 1 8 7 】

20

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 450 時間であった。

【 0 1 8 8 】

参考例 1 7

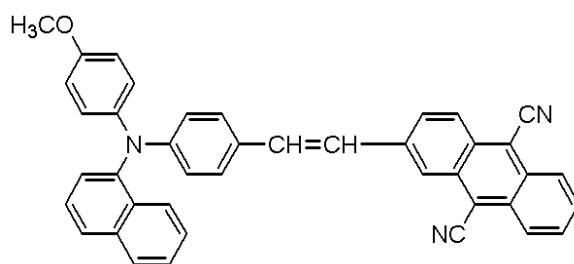
この参考例は、下記構造式 (1 8) - 1 4 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq₃ との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【 0 1 8 9 】

【 化 2 3 】

30

構造式 (1 8) - 1 4 :



【 0 1 9 0 】

40

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【 0 1 9 1 】

このように作製した参考例 1 7 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、690 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 330 cd/m² の輝度が得られた。

【 0 1 9 2 】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 390 時間であった。

50

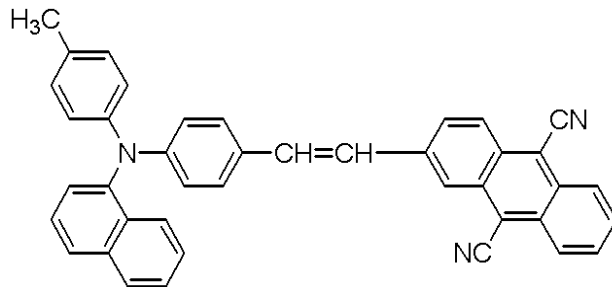
【 0 1 9 3 】

実施例 6

本実施例は、下記構造式 (1 7) - 6 のスチリル化合物と、上記構造式の A 1 q₃ との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【 0 1 9 4 】

【 化 2 4 】

構造式 (1 7) - 6 :

10

【 0 1 9 5 】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【 0 1 9 6 】

このように作製した実施例 6 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、680 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 280 cd / m² の輝度が得られた。

20

【 0 1 9 7 】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd / m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 500 時間であった。

【 0 1 9 8 】

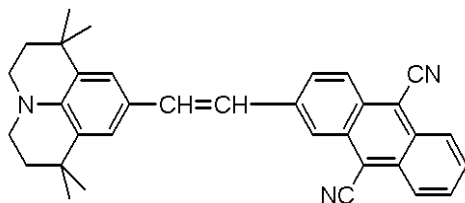
参考例 1 8

この参考例は、下記構造式 (1 8) - 1 5 のスチリル化合物と、上記構造式 A 1 q₃ との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

30

【 0 1 9 9 】

【 化 2 5 】

構造式 (1 8) - 1 5 :

40

【 0 2 0 0 】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【 0 2 0 1 】

このように作製した参考例 1 8 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、680 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 220 cd / m² の輝度が得られた。

【 0 2 0 2 】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察

50

されなかった。また、初期輝度 300 cd/m^2 で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 210 時間であった。

【0203】

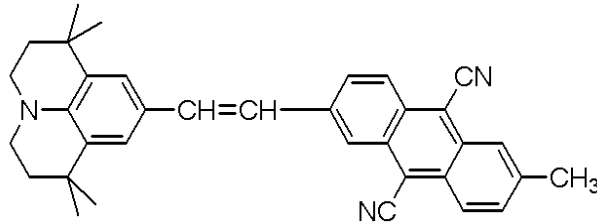
実施例 7

本実施例は、下記構造式 (17) - 7 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq_3 との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0204】

【化 26】

構造式 (17) - 7 :



【0205】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0206】

このように作製した実施例 7 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、 675 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、 8 V で 240 cd/m^2 の輝度が得られた。

【0207】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m^2 で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 240 時間であった。

【0208】

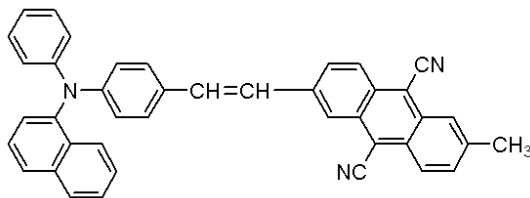
実施例 8

本実施例は、下記構造式 (17) - 8 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq_3 との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0209】

【化 27】

構造式 (17) - 8 :



【0210】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0211】

このように作製した実施例 8 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、 680 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、 8 V で 260 cd/m^2 の輝度が得られた。

【0212】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m^2 で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで320時間であった。

【0213】

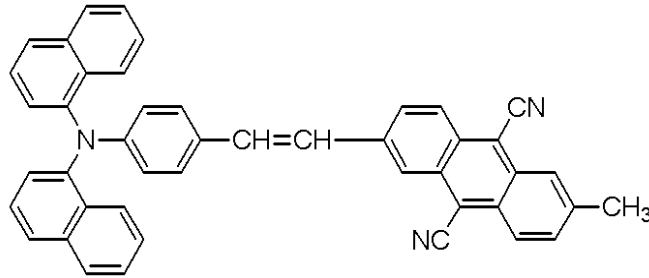
実施例9

本実施例は、下記構造式(17)-9のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0214】

【化28】

構造式(17)-9:



【0215】

層構造、成膜法とも参考例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0216】

このように作製した実施例9の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例1と同様に分光測定を行った結果、680nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで 180 cd/m^2 の輝度が得られた。

【0217】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m^2 で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで280時間であった。

【0218】

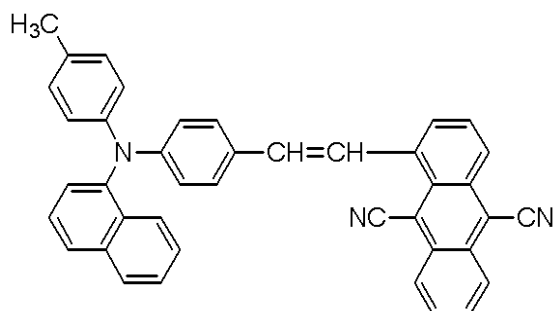
実施例10

本実施例は、下記構造式(17)-10のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0219】

【化29】

構造式(17)-10:



【0220】

層構造、成膜法とも参考例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0221】

10

20

30

40

50

このように作製した実施例 10 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、675 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 340 cd/m² の輝度が得られた。

【0222】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 600 時間であった。

【0223】

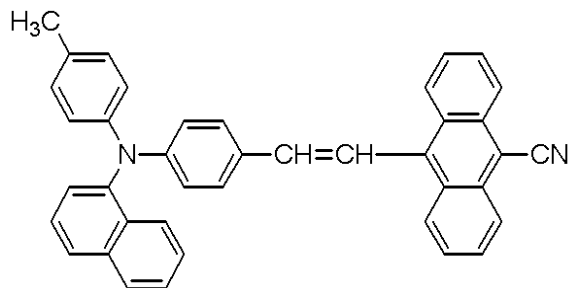
実施例 11

本実施例は、下記構造式 (17) - 11 のスチリル化合物と、上記構造式 A1q₃ との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0224】

【化30】

構造式 (17) - 11 :



【0225】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0226】

このように作製した実施例 11 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、630 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 550 cd/m² の輝度が得られた。

【0227】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 780 時間であった。

【0228】

実施例 12

本実施例は、下記構造式 (17) - 12 のスチリル化合物と、上記構造式の A1q₃ との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0229】

【化31】

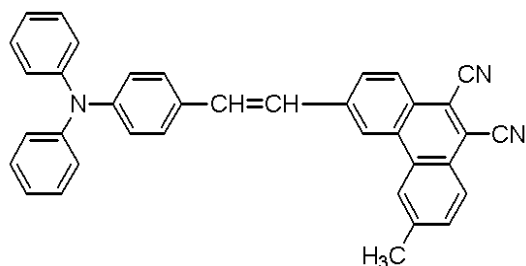
構造式 (17) - 12 :

10

20

30

40



【 0 2 3 0 】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

10

【 0 2 3 1 】

このように作製した実施例 1 2 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、640 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 700 cd/m² の輝度が得られた。

【 0 2 3 2 】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 1500 時間であった。

【 0 2 3 3 】

20

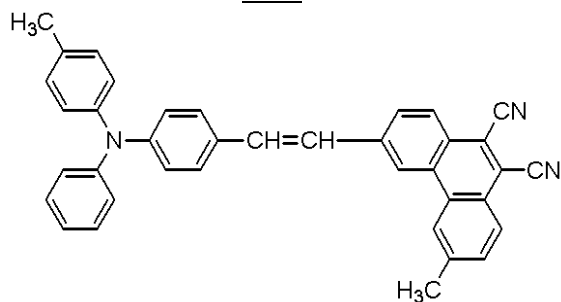
実施例 1 3

本実施例は、下記構造式 (17) - 1 3 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq₃ との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【 0 2 3 4 】

【 化 3 2 】

構造式 (17) - 1 3 :



30

【 0 2 3 5 】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【 0 2 3 6 】

このように作製した実施例 1 3 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、645 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 720 cd/m² の輝度が得られた。

40

【 0 2 3 7 】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 2200 時間であった。

【 0 2 3 8 】

実施例 1 4

本実施例は、下記構造式 (17) - 1 4 のスチリル化合物と、上記の構造式の Alq₃ との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界

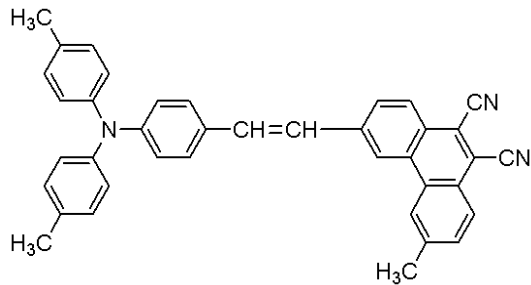
50

発光素子を作製した例である。

【 0 2 3 9 】

【 化 3 3 】

構造式 (1 7) - 1 4 :



10

【 0 2 4 0 】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【 0 2 4 1 】

このように作製した実施例 1 4 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、648 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 750 cd/m² の輝度が得られた。

【 0 2 4 2 】

20

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 3200 時間であった。

【 0 2 4 3 】

実施例 1 5

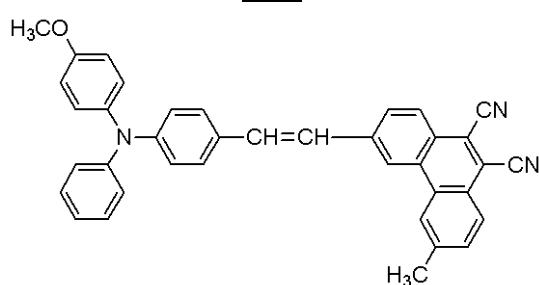
本実施例は、下記構造式 (1 7) - 1 5 のスチリル化合物と、上記構造式の A l q₃ との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【 0 2 4 4 】

【 化 3 4 】

30

構造式 (1 7) - 1 5 :



【 0 2 4 5 】

40

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【 0 2 4 6 】

このように作製した実施例 1 5 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、665 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 850 cd/m² の輝度が得られた。

【 0 2 4 7 】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 2500 時間であった。

50

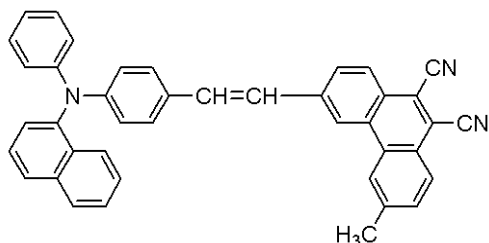
【 0 2 4 8 】

実施例 1 6

本実施例は、下記構造式 (1 7) - 1 6 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq_3 との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【 0 2 4 9 】

【 化 3 5 】

構造式 (1 7) - 1 6 :

10

【 0 2 5 0 】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【 0 2 5 1 】

このように作製した実施例 1 6 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、638 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 1200 cd/m² の輝度が得られた。

20

【 0 2 5 2 】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 5000 時間であった。

【 0 2 5 3 】

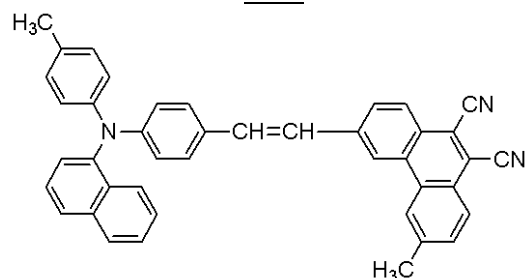
実施例 1 7

本実施例は、下記構造式 (1 7) - 1 7 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq_3 との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

30

【 0 2 5 4 】

【 化 3 6 】

構造式 (1 7) - 1 7 :

40

【 0 2 5 5 】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【 0 2 5 6 】

このように作製した実施例 1 7 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、640 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 1150 cd/m² の輝度が得られた。

【 0 2 5 7 】

50

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m^2 で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで5500時間であった。

【0258】

実施例18

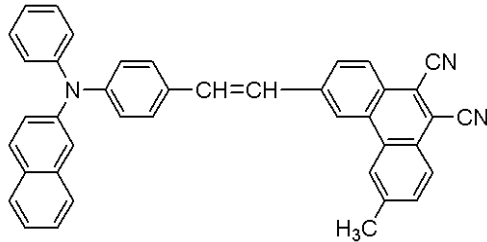
本実施例は、下記構造式(17)-18のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0259】

【化37】

10

構造式(17)-18:



【0260】

層構造、成膜法とも参考例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

20

【0261】

このように作製した実施例18の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例1と同様に分光測定を行った結果、645nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで 1180 cd/m^2 の輝度が得られた。

【0262】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m^2 で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで4800時間であった。

【0263】

30

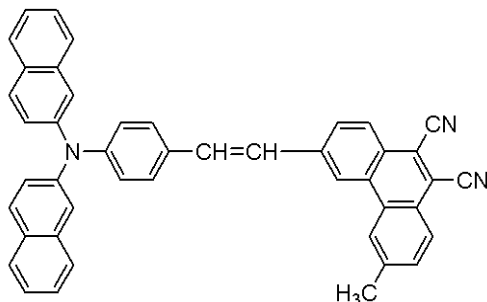
実施例19

本実施例は、下記構造式(17)-19のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0264】

【化38】

構造式(17)-19:



40

【0265】

層構造、成膜法とも参考例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0266】

このように作製した実施例19の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流

50

電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1と同様に分光測定を行った結果、647 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 950 cd/m^2 の輝度が得られた。

【0267】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m^2 で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで5100時間であった。

【0268】

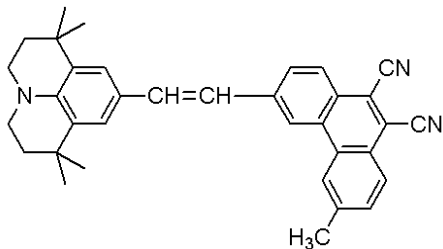
実施例 20

本実施例は、下記構造式(17) - 20 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq₃ との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0269】

【化39】

構造式(17) - 20 :



【0270】

層構造、成膜法とも参考例 2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0271】

このように作製した実施例 20 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1と同様に分光測定を行った結果、632 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 890 cd/m^2 の輝度が得られた。

【0272】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m^2 で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで1500時間であった。

【0273】

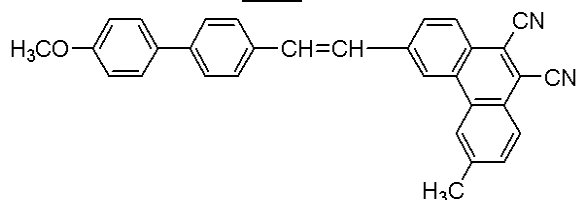
実施例 21

本実施例は、下記構造式(17) - 21 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq₃ との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0274】

【化40】

構造式(17) - 21 :



【0275】

層構造、成膜法とも参考例 2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0276】

10

20

30

40

50

このように作製した実施例 2 1 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、585 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 300 cd/m² の輝度が得られた。

【0277】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 850 時間であった。

【0278】

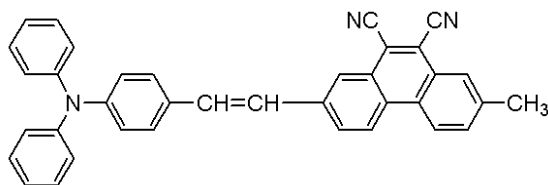
実施例 2 2

本実施例は、下記構造式 (17) - 22 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq₃ との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0279】

【化 4 1】

構造式 (17) - 22 :



【0280】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0281】

このように作製した実施例 2 2 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、580 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 580 cd/m² の輝度が得られた。

【0282】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 1200 時間であった。

【0283】

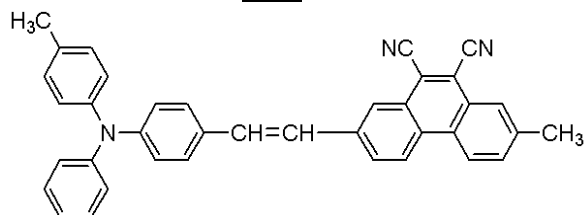
実施例 2 3

本実施例は、下記構造式 (17) - 23 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq₃ との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0284】

【化 4 2】

構造式 (17) - 23 :



【0285】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0286】

このように作製した実施例 2 3 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、650 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 620 cd/m² の輝度が得られた。

【0287】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 1500 時間であった。

【0288】

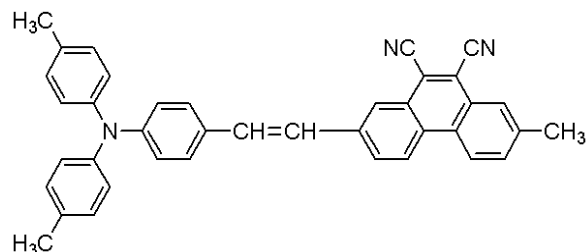
実施例 2 4

本実施例は、下記構造式 (17) - 24 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq₃ との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0289】

【化 4 3】

構造式 (17) - 24 :



【0290】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0291】

このように作製した実施例 2 4 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、660 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 520 cd/m² の輝度が得られた。

【0292】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 850 時間であった。

【0293】

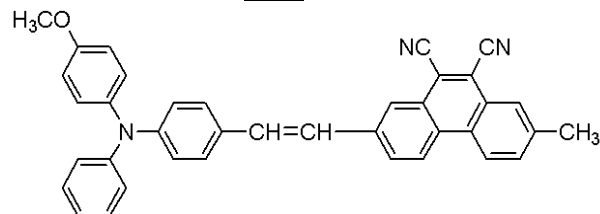
実施例 2 5

本実施例は、下記構造式 (17) - 25 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq₃ との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0294】

【化 4 4】

構造式 (17) - 25 :



【0295】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【 0 2 9 6 】

このように作製した実施例 2 5 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、6 6 5 n m 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 7 5 0 c d / m² の輝度が得られた。

【 0 2 9 7 】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 3 0 0 c d / m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 7 2 0 時間であった。

【 0 2 9 8 】

10

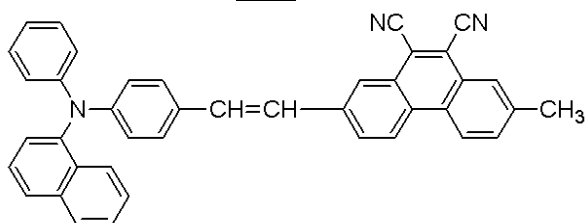
実施例 2 6

本実施例は、下記構造式 (1 7) - 2 6 のスチリル化合物と、上記の構造式の A l q₃ との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【 0 2 9 9 】

【 化 4 5 】

構造式 (1 7) - 2 6 :



20

【 0 3 0 0 】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【 0 3 0 1 】

このように作製した実施例 2 6 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、6 4 5 n m 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 9 5 0 c d / m² の輝度が得られた。

30

【 0 3 0 2 】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 3 0 0 c d / m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 1 2 0 0 時間であった。

【 0 3 0 3 】

実施例 2 7

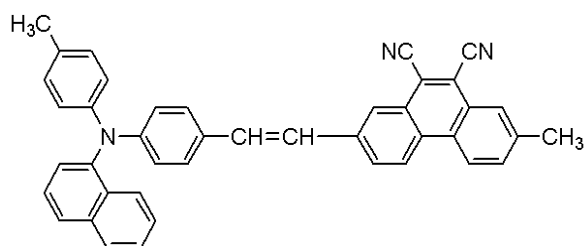
本実施例は、下記構造式 (1 7) - 2 7 のスチリル化合物と、上記構造式の A l q₃ との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

40

【 0 3 0 4 】

【 化 4 6 】

構造式 (1 7) - 2 7 :



50

【 0 3 0 5 】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【 0 3 0 6 】

このように作製した実施例 2 7 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、650 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 900 cd/m² の輝度が得られた。

【 0 3 0 7 】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m² で電流値を一定に通電して連続発光し、
10 強制劣化させた際、輝度が半減するまで 1550 時間であった。

【 0 3 0 8 】

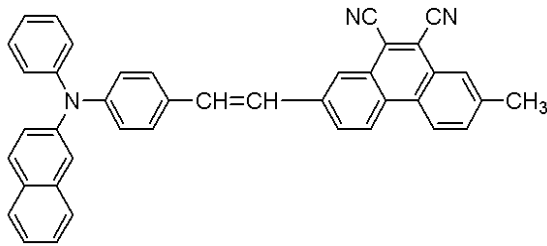
実施例 2 8

本実施例は、下記構造式 (1 7) - 2 8 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq₃ との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【 0 3 0 9 】

【 化 4 7 】

構造式 (1 7) - 2 8 :



20

【 0 3 1 0 】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【 0 3 1 1 】

このように作製した実施例 2 8 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、655 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 1000 cd/m² の輝度が得られた。
30

【 0 3 1 2 】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m² で電流値を一定に通電して連続発光し、
強制劣化させた際、輝度が半減するまで 1300 時間であった。

【 0 3 1 3 】

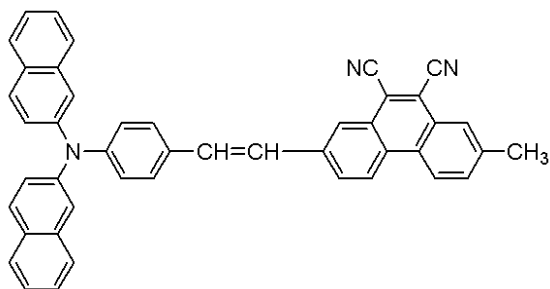
実施例 2 9

本実施例は、下記構造式 (1 7) - 2 9 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq₃ との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。
40

【 0 3 1 4 】

【 化 4 8 】

構造式 (1 7) - 2 9 :



【0315】

層構造、成膜法とも参考例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

10

【0316】

このように作製した実施例29の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例1と同様に分光測定を行った結果、655nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで1100cd/m²の輝度が得られた。

【0317】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300cd/m²で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで1100時間であった。

【0318】

20

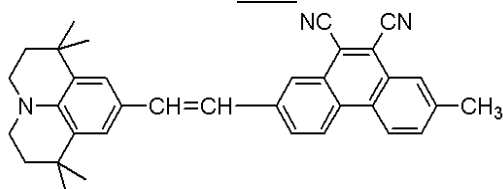
実施例30

本実施例は、下記構造式(17)-30のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0319】

【化49】

構造式(17)-30:



30

【0320】

層構造、成膜法とも参考例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0321】

このように作製した実施例30の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例1と同様に分光測定を行った結果、642nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで350cd/m²の輝度が得られた。

40

【0322】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300cd/m²で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで250時間であった。

【0323】

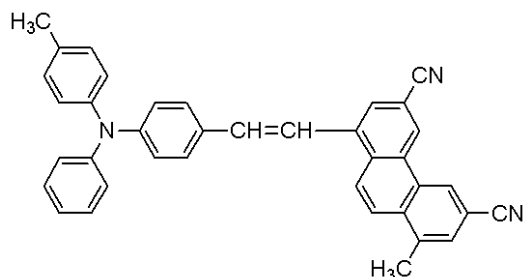
実施例31

本実施例は、下記構造式(17)-31のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0324】

50

【化 5 0】

構造式 (1 7) - 3 1 :

10

【 0 3 2 5 】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【 0 3 2 6 】

このように作製した実施例 3 1 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、640 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 250 cd/m² の輝度を得られた。

【 0 3 2 7 】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 180 時間であった。

20

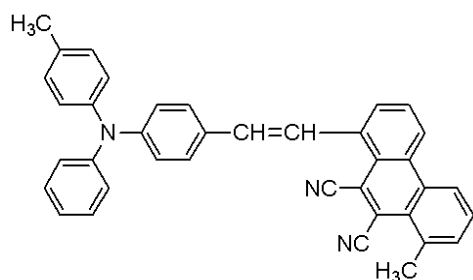
【 0 3 2 8 】

実施例 3 2

本実施例は、下記構造式 (1 7) - 3 2 のスチリル化合物と、上記構造式の A1 q₃ との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【 0 3 2 9 】

【化 5 1】

構造式 (1 7) - 3 2 :

30

【 0 3 3 0 】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【 0 3 3 1 】

このように作製した実施例 3 2 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、625 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 280 cd/m² の輝度を得られた。

40

【 0 3 3 2 】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 240 時間であった。

【 0 3 3 3 】

実施例 3 3

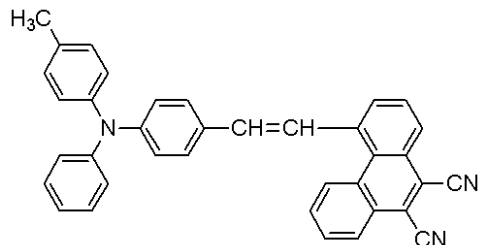
50

本実施例は、下記構造式(17)-33のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0334】

【化52】

構造式(17)-33:



10

【0335】

層構造、成膜法とも参考例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0336】

このように作製した実施例33の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例1と同様に分光測定を行った結果、635nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで350cd/m²の輝度が得られた。

20

【0337】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300cd/m²で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで750時間であった。

【0338】

実施例34

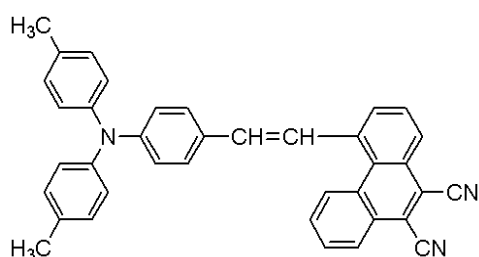
本実施例は、下記構造式(17)-34のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0339】

30

【化53】

構造式(17)-34:



【0340】

40

層構造、成膜法とも参考例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0341】

このように作製した実施例34の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例1と同様に分光測定を行った結果、640nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで300cd/m²の輝度が得られた。

【0342】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300cd/m²で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで600時間であった。

50

【 0 3 4 3 】

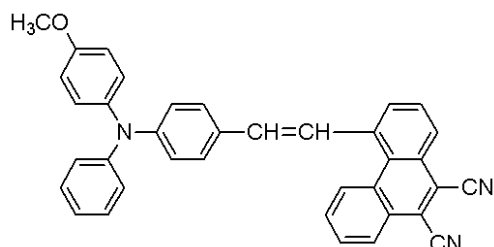
参考例 1 9

この参考例は、下記構造式 (1 8) - 1 6 のスチリル化合物と、上記構造式の A 1 q₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【 0 3 4 4 】

【 化 5 4 】

構造式 (1 8) - 1 6 :



10

【 0 3 4 5 】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【 0 3 4 6 】

このように作製した参考例 1 9 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、650 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 400 cd/m² の輝度が得られた。

20

【 0 3 4 7 】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 300 時間であった。

【 0 3 4 8 】

実施例 3 5

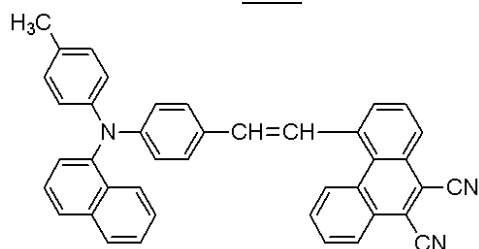
本実施例は、下記構造式 (1 7) - 3 5 のスチリル化合物と、上記構造式の A 1 q₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

30

【 0 3 4 9 】

【 化 5 5 】

構造式 (1 7) - 3 5 :



40

【 0 3 5 0 】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【 0 3 5 1 】

このように作製した実施例 3 5 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、645 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 520 cd/m² の輝度が得られた。

【 0 3 5 2 】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察

50

されなかった。また、初期輝度 300 cd/m^2 で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 1050 時間であった。

【0353】

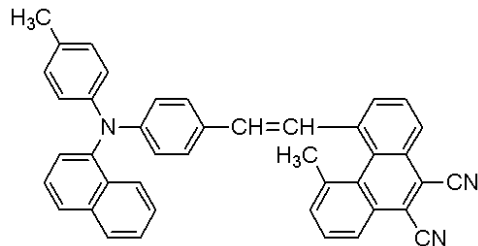
実施例 36

本実施例は、下記構造式 (17) - 36 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq_3 との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0354】

【化56】

構造式 (17) - 36 :



【0355】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0356】

このように作製した実施例 36 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、 647 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、 8 V で 500 cd/m^2 の輝度が得られた。

【0357】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m^2 で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 1200 時間であった。

【0358】

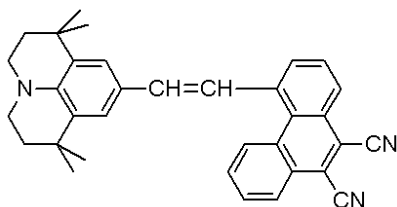
参考例 20

この参考例は、下記構造式 (18) - 17 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq_3 との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0359】

【化57】

構造式 (18) - 17 :



【0360】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0361】

このように作製した参考例 20 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、 633 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、 8 V で 220 cd/m^2 の輝度が得られた。

【0362】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m^2 で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで230時間であった。

【0363】

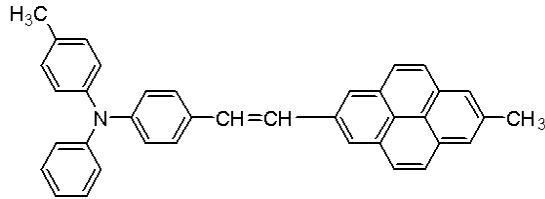
実施例37

本実施例は、下記構造式(17)-37のスチリル化合物と、上記構造式の Alq_3 との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0364】

【化58】

構造式(17)-37:



【0365】

層構造、成膜法とも参考例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0366】

このように作製した実施例37の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、参考例1と同様に分光測定を行った結果、595nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで 380 cd/m^2 の輝度が得られた。

【0367】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m^2 で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで180時間であった。

【0368】

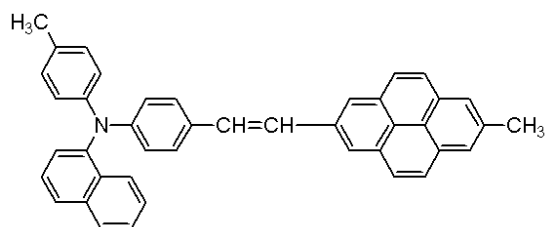
実施例38

本実施例は、下記構造式(17)-38のスチリル化合物と、上記構造式の Alq_3 との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0369】

【化59】

構造式(17)-38:



【0370】

層構造、成膜法とも参考例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0371】

このように作製した実施例38の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、参考例1と同様に分光測定を行った結果、590nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで 320 cd/m^2 の輝度が得られた。

【 0 3 7 2 】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m^2 で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで250時間であった。

【 0 3 7 3 】

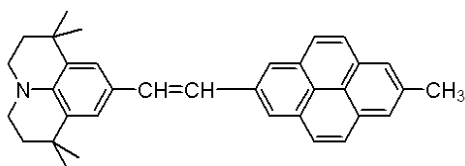
実施例 3 9

本実施例は、下記構造式(17) - 39のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【 0 3 7 4 】

【 化 6 0 】

構造式(17) - 39:



【 0 3 7 5 】

層構造、成膜法とも参考例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【 0 3 7 6 】

このように作製した実施例39の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、参考例1と同様に分光測定を行った結果、588nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで 210 cd/m^2 の輝度が得られた。

【 0 3 7 7 】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m^2 で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで150時間であった。

【 0 3 7 8 】

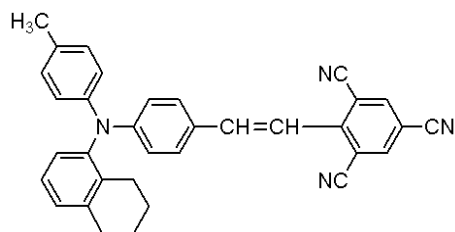
実施例 4 0

本実施例は、下記構造式(17) - 45のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【 0 3 7 9 】

【 化 6 1 】

構造式(17) - 45:



【 0 3 8 0 】

層構造、成膜法とも参考例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【 0 3 8 1 】

このように作製した実施例40の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、参考例1と同様に分光測定を行った結果、605nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで 1000 cd/m^2 の輝度が得られた。

【 0 3 8 2 】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m^2 で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで1350時間であった。

【 0 3 8 3 】

実施例 4 1

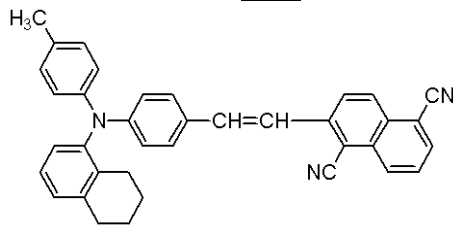
本実施例は、下記構造式(17) - 46のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【 0 3 8 4 】

10

【化 6 2】

構造式(17) - 46:



【 0 3 8 5 】

20

層構造、成膜法とも参考例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【 0 3 8 6 】

このように作製した実施例41の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、参考例1と同様に分光測定を行った結果、600nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで 1950 cd/m^2 の輝度が得られた。

【 0 3 8 7 】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m^2 で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで3500時間であった。

30

【 0 3 8 8 】

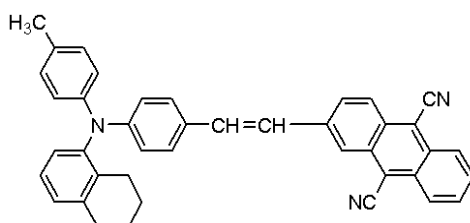
実施例 4 2

本実施例は、下記構造式(17) - 47のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【 0 3 8 9 】

【化 6 3】

構造式(17) - 47:



40

【 0 3 9 0 】

層構造、成膜法とも参考例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【 0 3 9 1 】

このように作製した実施例42の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例1と同様に分光測定を行

50

った結果、670 nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 Vで290 cd/m²の輝度が得られた。

【0392】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300 cd/m²で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで520時間であった。

【0393】

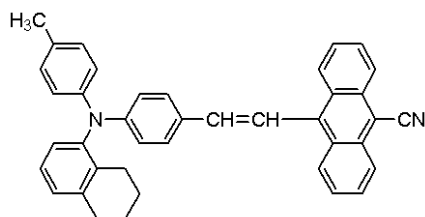
実施例 4 3

本実施例は、下記構造式(17) - 48のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0394】

【化64】

構造式(17) - 48:



【0395】

層構造、成膜法とも参考例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0396】

このように作製した実施例43の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例1と同様に分光測定を行った結果、625 nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 Vで620 cd/m²の輝度が得られた。

【0397】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300 cd/m²で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで770時間であった。

【0398】

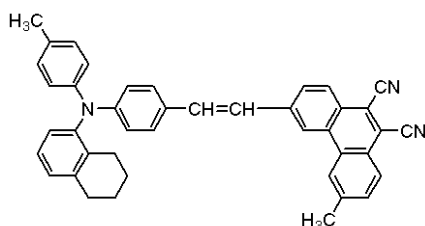
実施例 4 4

本実施例は、下記構造式(17) - 49のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0399】

【化65】

構造式(17) - 49:



【0400】

層構造、成膜法とも参考例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0401】

このように作製した実施例44の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流

電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、実施例 1と同様に分光測定を行った結果、635 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 1260 cd/m^2 の輝度が得られた。

【0402】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m^2 で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで5400時間であった。

【0403】

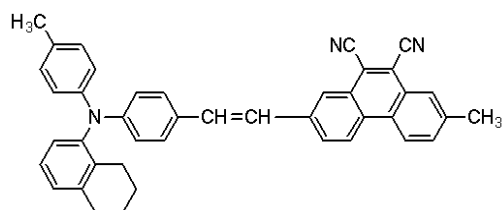
実施例 4 5

本実施例は、下記構造式(17) - 50 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq₃ との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0404】

【化66】

構造式(17) - 50 :



【0405】

層構造、成膜法とも参考例 2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0406】

このように作製した実施例 4 5の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1と同様に分光測定を行った結果、645 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 950 cd/m^2 の輝度が得られた。

【0407】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m^2 で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで1600時間であった。

【0408】

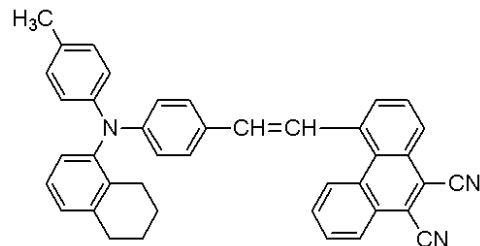
実施例 4 6

本実施例は、下記構造式(17) - 51 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq₃ との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0409】

【化67】

構造式(17) - 51 :



【0410】

層構造、成膜法とも参考例 2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0411】

このように作製した実施例 4 6 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、640 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 550 cd/m² の輝度が得られた。

【0412】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 1000 時間であった。

【0413】

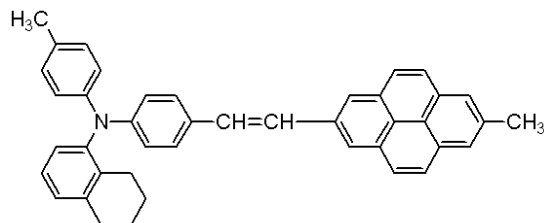
実施例 4 7

本実施例は、下記構造式 (17) - 52 のスチリル化合物と、上記構造式の A1q₃ との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0414】

【化 6 8】

構造式 (17) - 52 :



【0415】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0416】

このように作製した実施例 4 7 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、587 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 360 cd/m² の輝度が得られた。

【0417】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 270 時間であった。

【0418】

実施例 4 8

本実施例は、上記構造式 (17) - 1 のスチリル化合物と上記構造式 (17) - 6 のスチリル化合物との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0419】

まず、真空蒸着装置中に、100 nm の厚さの ITO からなる陽極が一表面に形成された 30 mm × 30 mm のガラス基板をセッティングした。蒸着マスクとして、複数の 2.0 mm × 2.0 mm の単位開口を有する金属マスクを基板に近接して配置し、真空蒸着法によって 10⁻⁴ Pa 以下の真空下で上記構造式の α-NPD を例えば 50 nm の厚さに成膜とした。蒸着レートは 0.1 nm/秒とした。

【0420】

さらに、上記構造式 (17) - 1 のスチリル化合物と上記構造式 (17) - 6 のスチリル化合物とを混合した層を正孔輸送層に接して蒸着した。この場合、構造式 (17) - 1 のスチリル化合物の重量比を幾通りかに変えて作製した。スチリル化合物の混合層の膜厚も例えば 50 nm とした。

【0421】

陰極材料としてはMgとAgの混合膜を採用し、これも蒸着により、例えばMgとAgの混合比を1:3として200nmの厚さに形成し、有機電界発光素子を作製した。

【0422】

このように作製した実施例48の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光スペクトルは2つのスチリル化合物の混合比によって変化し、発光ピークが600nmから680nmの範囲で任意の波長を選ぶことができた。この際、素子の電圧-電流特性など電気的な特性を大きく変えることはなかった。

【0423】

参考例21

この参考例は、上記構造式(18)-11のスチリル化合物と上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用いたシングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子において、発光層中の構造式(18)-11のスチリル化合物の濃度と発光色、駆動電圧、素子寿命の関係を調べた例である。それぞれの結果を下記表1に示す。

【0424】

層構造、成膜法とも参考例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0425】

【表1】

表1 参考例21の素子特性

発光層中の構造式(18)-11 のスチリル化合物の濃度 (重量%)	300cd/m ² における 色度	300cd/m ² における 駆動電圧 (V)	初期輝度=300cd/m ² における 半減寿命 (時間)
0	0.348,0.523	6.5	-
5	0.588,0.411	8.5	3500
10	0.595,0.404	8.1	3300
20	0.602,0.397	7.7	3200
30	0.608,0.391	7.2	3000
50	0.612,0.387	7.0	2800
75	0.611,0.388	6.8	2700
90	0.612,0.387	6.6	2600
100	0.613,0.386	6.5	400

【0426】

表1から明らかなように、発光層中のスチリル化合物の濃度が増すにつれて深い赤色の発光を呈し、駆動電圧は低下するが、素子寿命は低減する。このような発光層中のスチリル化合物の濃度と素子特性の関係から、色度、駆動電圧と半減寿命のすべてを兼ね備えた実用的に最適な濃度が存在することになる。この参考例21の場合では、スチリル化合物の濃度が5~90重量%のうち、30~90重量%で使用することが望ましいことがわかった。

【0427】

比較例1

この比較例は、上記構造式(17)-17で示されるスチリル化合物と、上記構造式(17)-17で示されるスチリル化合物においてアリール部から所定の置換基(メチル基)を取り除いた下記構造式のスチリル化合物A-1を用いて作製した有機電界発光素子の素子特性を比較した例である。

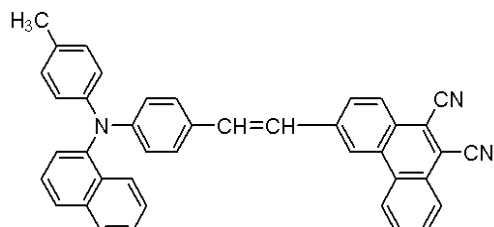
【0428】

それぞれのスチリル化合物と上記構造式の Alq_3 との混合層（重量比 1 : 1）を電子輸送性発光層として用いたシングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製し、それぞれの素子特性を下記表 2 に比較して示す。層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0429】

【化69】

構造式 A - 1 :



10

【0430】

素子構造 :

素子 1 (実施例 17) : ITO / α -NPD (50 nm) / 構造式 (17) - 17 のスチリル化合物 + Alq_3 (50 nm) / Mg : Ag (200 nm)

素子 2 (比較例 1) : ITO / α -NPD (50 nm) / 化合物 A - 1 のスチリル化合物 + Alq_3 (50 nm) / Mg : Ag (200 nm)

20

【0431】

【表2】

表 2 素子特性の比較

	EL極大 (nm)	8Vにおける発光強度 (cd/m ²)	初期輝度=300cd/m ² における半減寿命 (時間)
素子 1	640	1150	5500
素子 2	640	1000	4700

30

【0432】

表 2 から、構造式 (17) - 17 のスチリル化合物と Alq_3 との混合層を発光層に用いた素子 1 では、構造式 (17) - 17 のスチリル化合物が分子内アリール部にシアノ基、メチル基を有することにより、発光層のアモルファス性を向上させることが可能となり、その結果、アリール部の置換基の異なる素子 2 と比較して連続点灯半減寿命を向上させることができた。

【0433】

実施例 49

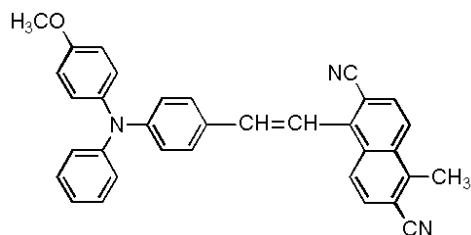
本実施例は、下記構造式 (17) - 53 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq_3 との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

40

【0434】

【化70】

構造式 (17) - 53 :



【0435】

層構造、成膜法とも参考例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0436】

このように作製した実施例49の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、参考例1と同様に分光測定を行った結果、595nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで1500cd/m²の輝度が得られた。

【0437】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300cd/m²で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで1600時間であった。

【0438】

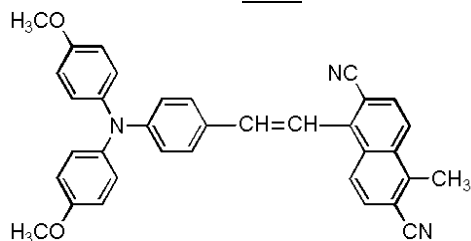
実施例50

本実施例は、下記構造式(17)-54のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0439】

【化71】

構造式(17)-54：



【0440】

層構造、成膜法とも参考例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0441】

このように作製した実施例50の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、参考例1と同様に分光測定を行った結果、605nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで1100cd/m²の輝度が得られた。

【0442】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300cd/m²で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで950時間であった。

【0443】

実施例51

本実施例は、上記構造式(17)-17のスチリル化合物と、上記構造式のα-NPDとの混合層、及び上記構造式(17)-17のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層の積層膜を発光層として用い、ダブルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0444】

まず、真空蒸着法により、100 nmの厚さのITOからなる陽極が一表面に形成された30 mm×30 mmのガラス基板上に、上記構造式の α -NPDを例えば25 nmの厚さに成膜した。さらに、発光材料として上記構造式(17)-17のスチリル化合物と α -NPDを重量比1:1で正孔輸送層に接して蒸着した。上記構造式(17)-17のスチリル化合物と α -NPDとの混合層からなる発光層の膜厚も例えば25 nmとした。さらに、同じく発光材料として上記構造式(17)-17のスチリル化合物とAlq₃を重量比1:1で蒸着した。上記構造式(17)-17のスチリル化合物とAlq₃との混合層からなる発光層の膜厚も例えば25 nmとした。

【0445】

さらに、電子輸送性材料として上記構造式のAlq₃を発光層に接して蒸着した。Alq₃の膜厚を例えば25 nmとした。

【0446】

陰極材料としてはMgとAgの混合膜を採用し、これも蒸着により、例えばMgとAgの混合比を1:3として200 nmの厚さに形成し、有機電界発光素子を作製した。

【0447】

このように作製した実施例51の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例1と同様に分光測定を行った結果、640 nmに発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8 Vで900 cd/m²の輝度が得られた。

【0448】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300 cd/m²で電流値を一定に通電して連続発光して強制劣化させた際、輝度が半減するまで3900時間であった。

【0449】

実施例52

本実施例は、上記構造式(17)-17のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃及び上記構造式の α -NPDとの混合層を発光層として用い、ダブルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0450】

まず、真空蒸着法により、100 nmの厚さのITOからなる陽極が一表面に形成された30 mm×30 mmのガラス基板上に、上記構造式の α -NPDを例えば30 nmの厚さに成膜した。さらに、発光材料として上記構造式(17)-17のスチリル化合物とAlq₃及び α -NPDを重量比2:1:1で正孔輸送層に接して蒸着した。上記構造式(17)-17のスチリル化合物とAlq₃及び α -NPDとの混合層からなる発光層の膜厚も例えば30 nmとした。

【0451】

さらに、電子輸送性材料として上記構造式のAlq₃を発光層に接して蒸着した。Alq₃の膜厚を例えば30 nmとした。

【0452】

陰極材料としてはMgとAgの混合膜を採用し、これも蒸着により、例えばMgとAgの混合比を1:3として200 nmの厚さに形成し、有機電界発光素子を作製した。

【0453】

このように作製した実施例52の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例1と同様に分光測定を行った結果、640 nmに発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8 Vで1000 cd/m²の輝度が得られた。

【0454】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300 cd/m²で電流値を一定に通電して連続発光して

10

20

30

40

50

強制劣化させた際、輝度が半減するまで 4 1 0 0 時間であった。

【 0 4 5 5 】

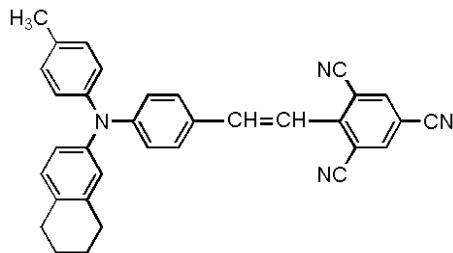
実施例 5 3

本実施例は、下記構造式 (1 7) - 5 5 のスチリル化合物と、上記構造式の A 1 q₃ との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【 0 4 5 6 】

【 化 7 2 】

構造式 (1 7) - 5 5 :



10

【 0 4 5 7 】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【 0 4 5 8 】

このように作製した実施例 5 3 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、6 0 5 n m 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 9 0 0 c d / m² の輝度を得られた。

20

【 0 4 5 9 】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 3 0 0 c d / m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 1 0 0 0 時間であった。

【 0 4 6 0 】

実施例 5 4

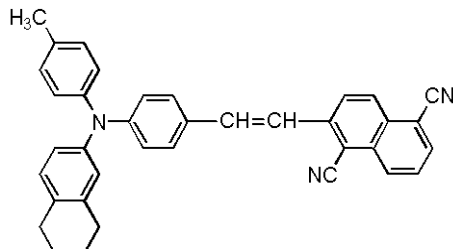
本実施例は、下記構造式 (1 7) - 5 6 のスチリル化合物と、上記構造式の A 1 q₃ との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

30

【 0 4 6 1 】

【 化 7 3 】

構造式 (1 7) - 5 6 :



40

【 0 4 6 2 】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【 0 4 6 3 】

このように作製した実施例 5 4 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、6 0 0 n m 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 1 7 0 0 c d / m² の輝度を得られた。

【 0 4 6 4 】

50

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m^2 で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで3200時間であった。

【0465】

実施例55

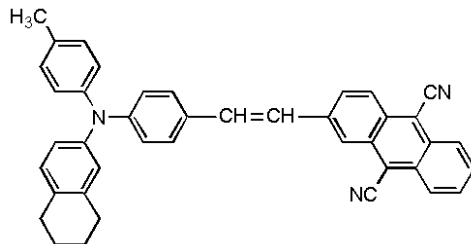
本実施例は、下記構造式(17)-57のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0466】

【化74】

10

構造式(17)-57:



【0467】

層構造、成膜法とも参考例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

20

【0468】

このように作製した実施例55の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例1と同様に分光測定を行った結果、670nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで 280 cd/m^2 の輝度が得られた。

【0469】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m^2 で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで500時間であった。

【0470】

30

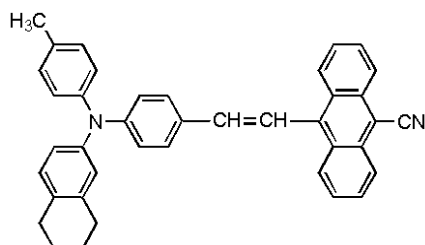
実施例56

本実施例は、下記構造式(17)-58のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0471】

【化75】

構造式(17)-58:



40

【0472】

層構造、成膜法とも参考例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0473】

このように作製した実施例56の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例1と同様に分光測定を行った結果、625nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測

50

定を行ったところ、8 Vで630 cd/m²の輝度を得られた。

【0474】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300 cd/m²で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで700時間であった。

【0475】

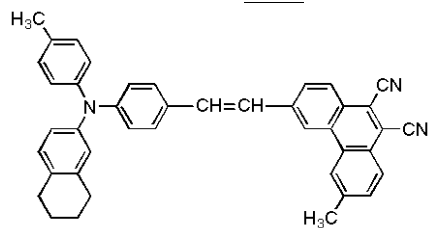
実施例57

本実施例は、下記構造式(17)-59のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0476】

【化76】

構造式(17)-59:



【0477】

層構造、成膜法とも参考例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0478】

このように作製した実施例57の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例1と同様に分光測定を行った結果、635 nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8 Vで1220 cd/m²の輝度を得られた。

【0479】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300 cd/m²で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで5200時間であった。

【0480】

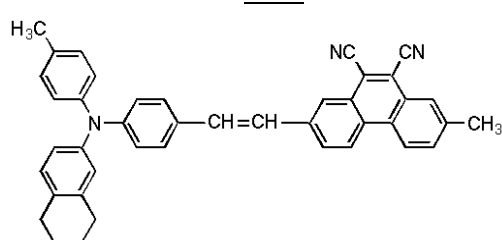
実施例58

本実施例は、下記構造式(17)-60のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0481】

【化77】

構造式(17)-60:



【0482】

層構造、成膜法とも参考例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0483】

このように作製した実施例58の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流

10

20

30

40

50

電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1と同様に分光測定を行った結果、645 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 1000 cd/m^2 の輝度を得られた。

【0484】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m^2 で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで1500時間であった。

【0485】

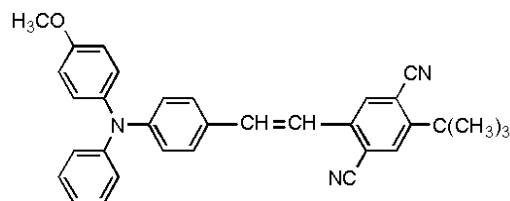
実施例 59

本実施例は、下記構造式(17) - 63 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq₃ との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0486】

【化78】

構造式(17) - 63 :



【0487】

層構造、成膜法とも参考例 2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0488】

このように作製した実施例 59 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、参考例 1と同様に分光測定を行った結果、610 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8 V で 950 cd/m^2 の輝度を得られた。

【0489】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m^2 で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで750時間であった。

【0490】

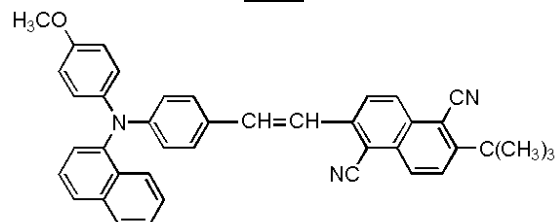
実施例 60

本実施例は、下記構造式(17) - 64 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq₃ との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0491】

【化79】

構造式(17) - 64 :



【0492】

層構造、成膜法とも参考例 2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0493】

このように作製した実施例 6 0 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、 610 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、 8 V で 2000 cd/m^2 の輝度が得られた。

【0494】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m^2 で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 2700 時間であった。

【0495】

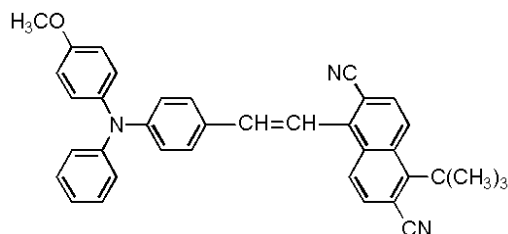
実施例 6 1

本実施例は、下記構造式 (17) - 6 5 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq_3 との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0496】

【化 8 0】

構造式 (17) - 6 5 :



【0497】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0498】

このように作製した実施例 6 1 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は橙色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、 595 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、 8 V で 1400 cd/m^2 の輝度が得られた。

【0499】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m^2 で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 1500 時間であった。

【0500】

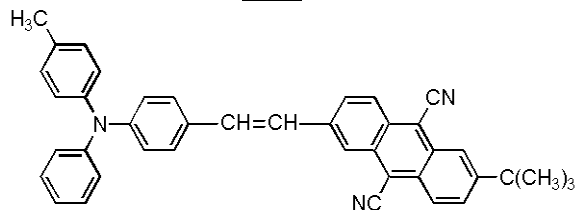
実施例 6 2

本実施例は、下記構造式 (17) - 6 6 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq_3 との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0501】

【化 8 1】

構造式 (17) - 6 6 :



【0502】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0503】

このように作製した実施例 6 2 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、 690 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、 8 V で 170 cd/m^2 の輝度が得られた。

【0504】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m^2 で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 450 時間であった。

【0505】

10

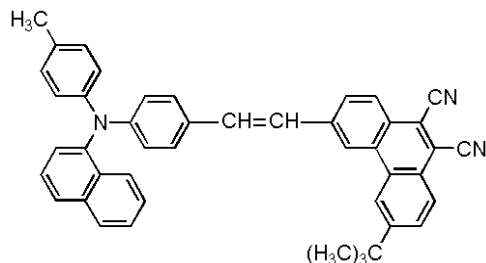
実施例 6 3

本実施例は、下記構造式 (17) - 6 7 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq_3 との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0506】

【化 8 2】

構造式 (17) - 6 7 :



20

【0507】

層構造、成膜法とも 参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0508】

このように作製した実施例 6 3 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、 640 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、 8 V で 1100 cd/m^2 の輝度が得られた。

30

【0509】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m^2 で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 5300 時間であった。

【0510】

実施例 6 4

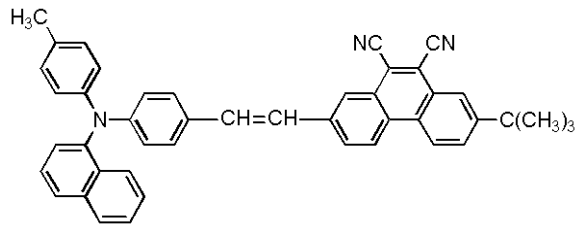
本実施例は、下記構造式 (17) - 6 8 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq_3 との混合層を電子輸送性発光層として用い、シングルヘテロ構造の下面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

40

【0511】

【化 8 3】

構造式 (17) - 6 8 :



【0512】

層構造、成膜法とも参考例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0513】

10

このように作製した実施例64の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例1と同様に分光測定を行った結果、650nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで900cd/m²の輝度が得られた。

【0514】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300cd/m²で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで1600時間であった。

【0515】

比較例2

20

この比較例は、上記構造式(17)-2のスチリル化合物と上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用いた素子と、上記構造式(17)-2のスチリル化合物のみの単独膜を電子輸送性発光層として用いた素子の素子特性を比較した例である。

【0516】

層構造、成膜法とも参考例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0517】

素子構造：

素子3(実施例2)：ITO/α-NPD(50nm)/構造式(17)-2のスチリル化合物+Alq₃(50nm)/Mg:Ag(200nm)

素子4(比較例2)：ITO/α-NPD(50nm)/化合物(17)-2のスチリル化合物(50nm)/Mg:Ag(200nm)

30

【0518】

素子3及び素子4の発光色はいずれも橙色であり、参考例1と同様に分光測定を行った結果、610nm付近に発光ピークを有する同様のスペクトルが得られた。

【0519】

これらの有機電界発光素子に対して初期輝度300cd/m²で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで、素子3では1300時間であったのに対して、スチリル化合物単独膜を発光層として使用した素子4では350時間となった。

【0520】

40

比較例3

この比較例は、上記構造式(17)-3のスチリル化合物と上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用いた素子と、上記構造式(17)-3のスチリル化合物のみの単独膜を電子輸送性発光層として用いた素子の素子特性を比較した例である。

【0521】

層構造、成膜法とも参考例2に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0522】

素子構造：

素子5(実施例3)：ITO/α-NPD(50nm)/構造式(17)-3のスチリル化合物+Alq₃(50nm)/Mg:Ag(200nm)

50

素子 6 (比較例 3) : I T O / α - N P D (5 0 n m) / 構造式 (1 7) - 3 のスチリル化合物 (5 0 n m) / M g : A g (2 0 0 n m)

【 0 5 2 3 】

素子 5 及び素子 6 の発光色はいずれも橙色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、6 0 5 n m 付近に発光ピークを有する同様のスペクトルが得られた。

【 0 5 2 4 】

これらの有機電界発光素子に対して初期輝度 3 0 0 c d / m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで、素子 5 では 3 3 0 0 時間であったのに対して、スチリル化合物単独膜を発光層として使用した素子 6 では 6 0 0 時間となった。

10

【 0 5 2 5 】

比較例 4

この比較例は、上記構造式 (1 7) - 6 のスチリル化合物と上記構造式の A l q₃ との混合層を電子輸送性発光層として用いた素子と、上記構造式 (1 7) - 6 のスチリル化合物のみの単独膜を電子輸送性発光層として用いた素子の素子特性を比較した例である。

【 0 5 2 6 】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【 0 5 2 7 】

素子構造 :

素子 7 (実施例 6) : I T O / α - N P D (5 0 n m) / 構造式 (1 7) - 6 のスチリル化合物 + A l q₃ (5 0 n m) / M g : A g (2 0 0 n m)

20

素子 8 (比較例 4) : I T O / α - N P D (5 0 n m) / 構造式 (1 7) - 6 のスチリル化合物 (5 0 n m) / M g : A g (2 0 0 n m)

【 0 5 2 8 】

素子 7 及び素子 8 の発光色はいずれも赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、6 8 0 n m 付近に発光ピークを有する同様のスペクトルが得られた。

【 0 5 2 9 】

これらの有機電界発光素子に対して初期輝度 3 0 0 c d / m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで、素子 7 では 5 0 0 時間であったのに対して、スチリル化合物単独膜を発光層として使用した素子 8 では 1 2 0 時間となった。

30

【 0 5 3 0 】

比較例 5

この比較例は、上記構造式 (1 7) - 1 1 のスチリル化合物と上記構造式 A l q₃ との混合層を電子輸送性発光層として用いた素子と、上記構造式 (1 7) - 1 1 のスチリル化合物のみの単独膜を電子輸送性発光層として用いた素子の素子特性を比較した例である。

【 0 5 3 1 】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【 0 5 3 2 】

素子構造 :

素子 9 (実施例 1 1) : I T O / α - N P D (5 0 n m) / 構造式 (1 7) - 1 1 のスチリル化合物 + A l q₃ (5 0 n m) / M g : A g (2 0 0 n m)

40

素子 1 0 (比較例 5) : I T O / α - N P D (5 0 n m) / 構造式 (1 7) - 1 1 のスチリル化合物 (5 0 n m) / M g : A g (2 0 0 n m)

【 0 5 3 3 】

素子 9 及び素子 1 0 の発光色はいずれも赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、6 3 0 n m 付近に発光ピークを有する同様のスペクトルが得られた。

【 0 5 3 4 】

これらの有機電界発光素子に対して初期輝度 3 0 0 c d / m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで、素子 9 では 7 8 0 時間であった

50

のに対して、スチリル化合物単独膜を発光層として使用した素子 10 では 170 時間となった。

【0535】

比較例 6

この比較例は、上記構造式 (17) - 17 のスチリル化合物と上記構造式の Alq_3 との混合層を電子輸送性発光層として用いた素子と、上記構造式 (17) - 17 のスチリル化合物のみの単独膜を電子輸送性発光層として用いた素子の素子特性を比較した例である。

【0536】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

10

【0537】

素子構造：

素子 11 (実施例 17) : ITO / α -NPD (50 nm) / 構造式 (17) - 17 のスチリル化合物 + Alq_3 (50 nm) / Mg : Ag (200 nm)

素子 12 (比較例 6) : ITO / α -NPD (50 nm) / 構造式 (17) - 17 のスチリル化合物 (50 nm) / Mg : Ag (200 nm)

【0538】

素子 11 及び素子 12 の発光色はいずれも赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、640 nm 付近に発光ピークを有する同様のスペクトルが得られた。

【0539】

20

これらの有機電界発光素子に対して初期輝度 300 cd/m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで、素子 11 では 5500 時間であったのに対して、スチリル化合物単独膜を発光層として使用した素子 12 では 800 時間となった。

【0540】

比較例 7

この比較例は、上記構造式 (17) - 27 のスチリル化合物と上記構造式 Alq_3 の混合層を電子輸送性発光層として用いた素子と、上記構造式 (17) - 27 のスチリル化合物のみの単独膜を電子輸送性発光層として用いた素子の素子特性を比較した例である。

【0541】

30

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0542】

素子構造：

素子 13 (実施例 27) : ITO / α -NPD (50 nm) / 構造式 (17) - 27 のスチリル化合物 + Alq_3 (50 nm) / Mg : Ag (200 nm)

素子 14 (比較例 7) : ITO / α -NPD (50 nm) / 構造式 (17) - 27 のスチリル化合物 (50 nm) / Mg : Ag (200 nm)

【0543】

素子 13 及び素子 14 の発光色はいずれも赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、650 nm 付近に発光ピークを有する同様のスペクトルが得られた。

40

【0544】

これらの有機電界発光素子に対して初期輝度 300 cd/m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで、素子 13 では 1550 時間であったのに対して、スチリル化合物単独膜を発光層として使用した素子 14 では 280 時間となった。

【0545】

比較例 8

この比較例は、上記構造式 (17) - 35 のスチリル化合物と上記構造式の Alq_3 との混合層を電子輸送性発光層として用いた素子と、上記構造式 (17) - 35 のスチリル化合物のみの単独膜を電子輸送性発光層として用いた素子の素子特性を比較した例である

50

。

【0546】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0547】

素子構造：

素子 15 (実施例 35) : ITO / α -NPD (50 nm) / 構造式 (17) - 35 のスチリル化合物 + Alq_3 (50 nm) / Mg : Ag (200 nm)

素子 16 (比較例 8) : ITO / α -NPD (50 nm) / 構造式 (17) - 35 のスチリル化合物 (50 nm) / Mg : Ag (200 nm)

【0548】

10

素子 15 及び素子 16 の発光色はいずれも赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、645 nm 付近に発光ピークを有する同様のスペクトルが得られた。

【0549】

これらの有機電界発光素子に対して初期輝度 300 cd/m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで、素子 15 では 1050 時間であったのに対して、スチリル化合物単独膜を発光層として使用した素子 16 では 180 時間となった。

【0550】

比較例 9

この比較例は、上記構造式 (17) - 38 のスチリル化合物と上記構造式の Alq_3 との混合層を電子輸送性発光層として用いた素子と、上記構造式 (17) - 38 のスチリル化合物のみの単独膜を電子輸送性発光層として用いた素子の素子特性を比較した例である。

20

。

【0551】

層構造、成膜法とも参考例 2 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0552】

素子構造：

素子 17 (実施例 38) : ITO / α -NPD (50 nm) / 構造式 (17) - 38 のスチリル化合物 + Alq_3 (50 nm) / Mg : Ag (200 nm)

素子 18 (比較例 9) : ITO / α -NPD (50 nm) / 構造式 (17) - 38 のスチリル化合物 (50 nm) / Mg : Ag (200 nm)

30

【0553】

素子 17 及び素子 18 の発光色はいずれも橙色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、590 nm 付近に発光ピークを有する同様のスペクトルが得られた。

【0554】

これらの有機電界発光素子に対して初期輝度 300 cd/m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで、素子 17 では 250 時間であったのに対して、スチリル化合物単独膜を発光層として使用した素子 18 では 70 時間となった。

【0555】

40

実施例 65

本実施例は、上記構造式 (17) - 17 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq_3 との混合層を電子輸送性発光層として用い、上面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0556】

まず、真空蒸着装置中に、100 nm の厚さの銀合金と、更にその上部に成膜された 10 nm の厚さの ITO とからなる陽極が一表面に形成された 30 mm × 30 mm のガラス基板をセッティングした。蒸着マスクとして、複数の 2.0 mm × 2.0 mm の単位開口を有する金属マスクを基板に近接して配置し、真空蒸着法により 10⁻⁴ Pa 以下の真空中で下記構造式の 2-TNATA を例えば 20 nm 成膜し、続いてその上に、 α -NPD を

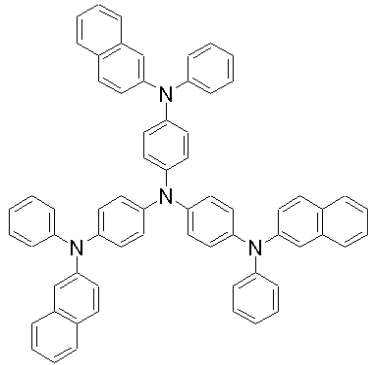
50

例えば 43 nm の厚さに成膜した。蒸着レートは各々 0.1 nm / 秒とした。

【0557】

【化84】

2-TNATA:



10

【0558】

更に、上記構造式(17)-17のスチリル化合物と電子輸送性材料である Alq₃とを重量比 1:1 で混合した層を正孔輸送層に接して蒸着した。上記構造式(17)-17のアミノスチリル化合物と Alq₃とからなる電子輸送層(兼発光層)の膜厚も例えば 30 nm とし、蒸着レートは各々 0.2 nm / 秒とした。

【0559】

20

更に、その上に、電子輸送層として Alq₃を例えば 36 nm の厚さに成膜した。

【0560】

陰極材料としては Mg と Ag の混合膜を採用し、これも蒸着により、例えば Mg と Ag の混合比を 5:1 として 12 nm の厚さに形成し、図 6 に示した如き有機電界発光素子を作製した。

【0561】

このように作製した実施例 65 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、640 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8 V で 850 cd / m² の輝度が得られた。

30

【0562】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd / m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化させた際、輝度が半減するまで 8300 時間であった。

【0563】

実施例 66

本実施例は、上記構造式(17)-18のスチリル化合物と、上記構造式の Alq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、上面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0564】

40

層構造、成膜法ともに実施例 65 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0565】

このように作製した実施例 66 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、640 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8 V で 900 cd / m² の輝度が得られた。

【0566】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に 1 ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd / m² で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化された際、輝度が半減するまで 7000 時間であった。

50

【0567】

実施例 6 7

本実施例は、上記構造式(17) - 19のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、上面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0568】

層構造、成膜法ともに実施例65に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0569】

このように作製した実施例67の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例1と同様に分光測定を行った結果、643nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8Vで800cd/m²の輝度を得られた。

10

【0570】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300cd/m²で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化された際、輝度が半減するまで6000時間であった。

【0571】

実施例 6 8

本実施例は、上記構造式(17) - 12のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、上面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

20

【0572】

層構造、成膜法ともに実施例65に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0573】

このように作製した実施例68の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例1と同様に分光測定を行った結果、640nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8Vで650cd/m²の輝度を得られた。

【0574】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300cd/m²で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化された際、輝度が半減するまで2200時間であった。

30

【0575】

実施例 6 9

本実施例は、上記構造式(17) - 13のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、上面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0576】

層構造、成膜法ともに実施例65に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0577】

このように作製した実施例69の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例1と同様に分光測定を行った結果、642nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、8Vで680cd/m²の輝度を得られた。

40

【0578】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300cd/m²で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化された際、輝度が半減するまで3500時間であった。

【0579】

実施例 7 0

50

本実施例は、上記構造式(17)-14のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、上面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0580】

層構造、成膜法ともに実施例65に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0581】

このように作製した実施例70の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例1と同様に分光測定を行った結果、645nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで660cd/m²の輝度を得られた。

10

【0582】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300cd/m²で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化された際、輝度が半減するまで3800時間であった。

【0583】

実施例71

本実施例は、上記構造式(17)-15のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、上面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0584】

20

層構造、成膜法ともに実施例65に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0585】

このように作製した実施例71の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例1と同様に分光測定を行った結果、650nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで700cd/m²の輝度を得られた。

【0586】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300cd/m²で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化された際、輝度が半減するまで3300時間であった。

30

【0587】

実施例72

本実施例は、上記構造式(17)-16のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、上面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0588】

層構造、成膜法ともに実施例65に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0589】

このように作製した実施例72の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例1と同様に分光測定を行った結果、640nm付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧-輝度測定を行ったところ、8Vで1100cd/m²の輝度を得られた。

40

【0590】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度300cd/m²で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化された際、輝度が半減するまで6000時間であった。

【0591】

実施例73

本実施例は、上記構造式(17)-6のスチリル化合物と、上記構造式のAlq₃との混合層を電子輸送性発光層として用い、上面発光型の有機電界発光素子を作製した例であ

50

る。

【0592】

層構造、成膜法ともに実施例 6 5 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0593】

このように作製した実施例 7 3 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、 655 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、 8 V で 200 cd/m^2 の輝度が得られた。

【0594】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m^2 で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化された際、輝度が半減するまで 500 時間であった。

【0595】

実施例 7 4

本実施例は、上記構造式 (1 7) - 8 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq_3 との混合層を電子輸送性発光層として用い、上面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0596】

層構造、成膜法ともに実施例 6 5 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0597】

このように作製した実施例 7 4 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、 655 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、 8 V で 210 cd/m^2 の輝度が得られた。

【0598】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m^2 で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化された際、輝度が半減するまで 350 時間であった。

【0599】

参考例 2 2

この参考例は、上記構造式 (1 8) - 1 1 のスチリル化合物と、上記構造式の Alq_3 との混合層を電子輸送性発光層として用い、上面発光型の有機電界発光素子を作製した例である。

【0600】

層構造、成膜法ともに実施例 6 5 に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0601】

このように作製した参考例 2 2 の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は赤色であり、参考例 1 と同様に分光測定を行った結果、 630 nm 付近に発光ピークを有するスペクトルを得た。また、電圧 - 輝度測定を行ったところ、 8 V で 1800 cd/m^2 の輝度が得られた。

【0602】

この有機電界発光素子を作製後、窒素雰囲気下に1ヶ月間放置したが、素子劣化は観察されなかった。また、初期輝度 300 cd/m^2 で電流値を一定に通電して連続発光し、強制劣化された際、輝度が半減するまで 2500 時間であった。

【0603】

【発明の作用効果】

本発明の有機電界発光素子及び発光装置によれば、発光領域を有する有機層が陽極と陰極との間に設けられている有機電界発光素子において、前記有機層の構成層の少なくとも1層が、前記構造式 (1 7) - 1 ~ (1 7) - 6 8 で表される特定のスチリル化合物の少なくとも1種と、電荷輸送能を持つ材料とを含む混合層からなっているので、高輝度、高

10

20

30

40

50

信頼性であって熱安定性も良好であり、赤色等の比較的長波長の発光色を任意に選択でき、色純度が良好な有機電界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】 本発明に基づく有機電界発光素子の要部概略断面図である。

【図 2】 同、有機電界発光素子の他の例の要部概略断面図である。

【図 3】 同、有機電界発光素子の他の例の要部概略断面図である。

【図 4】 同、有機電界発光素子の他の例の要部概略断面図である。

【図 5】 同、有機電界発光素子の他の例の要部概略断面図である。

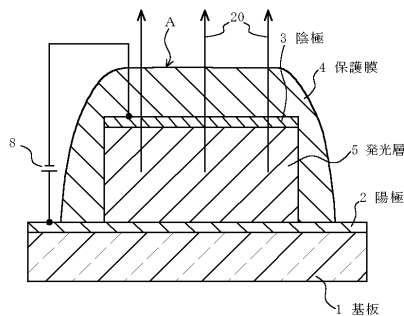
【図 6】 同、有機電界発光素子の更に他の例の要部概略断面図である。

【図 7】 同、有機電界発光素子を用いたフルカラーの平面ディスプレイの構成図である 10

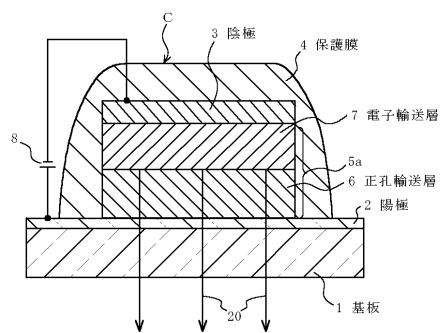
【符号の説明】

1 ... 基板、2 ... 透明電極（陽極）、3 ... 陰極、4 ... 保護膜、5、5 a、5 b ... 有機層、6 ... 正孔輸送層、7 ... 電子輸送層、8 ... 電源、9 ... 正孔注入層、10 ... 正孔輸送層、11 ... 発光層、12 ... 電子輸送層、14 ... 輝度信号回路、15 ... 制御回路、20 ... 発光光、A、B、C、D、E、F ... 有機電界発光素子

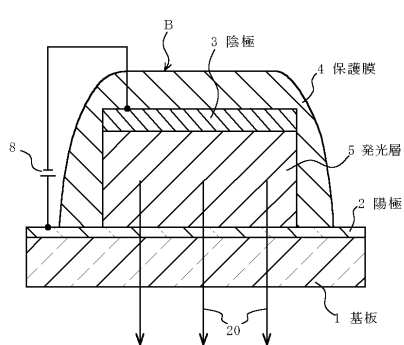
【図 1】



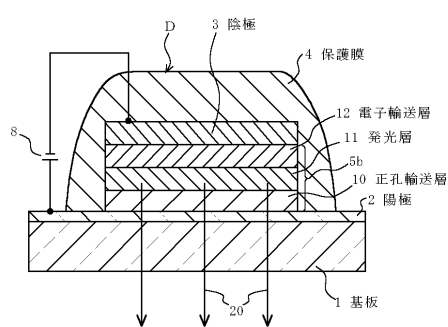
【図 3】



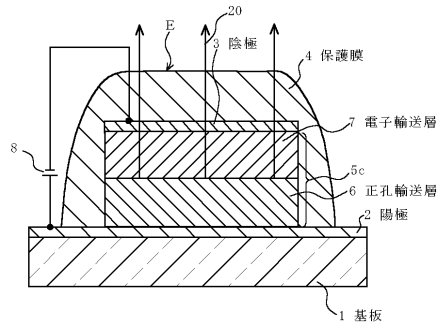
【図 2】



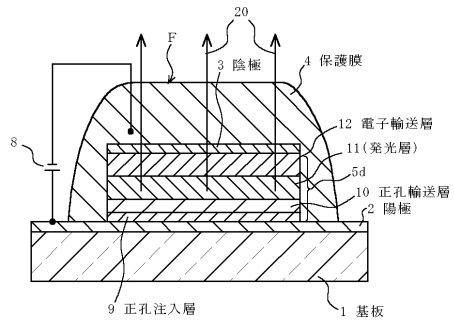
【図 4】



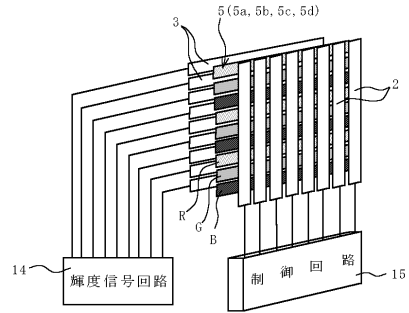
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

C 0 9 K 11/06 6 9 0

H 0 5 B 33/14 B

(72)発明者 植田 尚之

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内

審査官 中野 孝一

(56)参考文献 特開 2 0 0 2 - 1 3 4 2 7 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

C09K11/06、H05B33/14、CA(STN)、REGISTRY(STN)

专利名称(译)	有机电致发光器件和使用其的发光或显示器件		
公开(公告)号	JP4161262B2	公开(公告)日	2008-10-08
申请号	JP2003165852	申请日	2003-06-11
[标]申请(专利权)人(译)	索尼公司		
申请(专利权)人(译)	索尼公司		
当前申请(专利权)人(译)	索尼公司		
[标]发明人	石橋義 市村真理 田村真一郎 植田尚之		
发明人	石橋 義 市村 真理 田村 真一郎 植田 尚之		
IPC分类号	H01L51/50 C09K11/06 H01L51/00 H01L51/30		
CPC分类号	H01L51/0054 C09K11/06 C09K2211/1003 C09K2211/1007 C09K2211/1011 C09K2211/1014 C09K2211/1029 H01L51/0052 H01L51/006 H01L51/0081 H01L51/5012 H01L51/5048 Y10S428/917		
FI分类号	H05B33/22.B H05B33/22.D C09K11/06.615 C09K11/06.625 C09K11/06.645 C09K11/06.690 H05B33 /14.B		
F-TERM分类号	3K007/AB02 3K007/AB04 3K007/AB11 3K007/AB14 3K007/DB03 3K007/FA01 3K107/AA01 3K107 /BB01 3K107/CC02 3K107/CC04 3K107/CC06 3K107/CC07 3K107/CC24 3K107/CC42 3K107/CC45 3K107/DD53 3K107/DD59 3K107/DD73 3K107/DD76 3K107/DD78 3K107/FF13 3K107/FF14		
代理人(译)	逢坂浩司		
审查员(译)	中野浩一		
优先权	2002185675 2002-06-26 JP		
其他公开文献	JP2004087463A JP2004087463A5		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供具有高亮度特性，高可靠性和优异的热稳定性的有机场发光元件，提供诸如红色的相对长波长的可选发光颜色，并且具有良好的色纯度，并且提供使用该元件的发光器件或显示器件。ŽSOLUTION：在有机场发射元件中，阳极2;空穴传输层10;发光层11;电子传输层12;阴极3按此顺序堆叠在玻璃基板上，其中发光层11包括至少一种对应于通式Y-CH = CH-X的苯乙烯基化合物的混合层（其中X是芳基）包括具有取代基的苯基，例如氰基或甲基，Y是具有氨基苯基作为骨架的基团）;和具有电荷传输能力的材料。Ž

