

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3994799号

(P3994799)

(45) 発行日 平成19年10月24日(2007.10.24)

(24) 登録日 平成19年8月10日(2007.8.10)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 51/50 (2006.01)

H O 5 B 33/22 B

C O 9 K 11/06 (2006.01)

H O 5 B 33/14 B

C O 9 K 11/06 6 6 O

請求項の数 7 (全 36 頁)

(21) 出願番号 特願2002-169802 (P2002-169802)
 (22) 出願日 平成14年6月11日(2002.6.11)
 (65) 公開番号 特開2004-14440 (P2004-14440A)
 (43) 公開日 平成16年1月15日(2004.1.15)
 審査請求日 平成17年6月2日(2005.6.2)

(73) 特許権者 000001270
 コニカミノルタホールディングス株式会社
 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号
 (72) 発明者 山田 岳俊
 東京都日野市さくら町1番地コニカ株式会
 社内
 (72) 発明者 北 弘志
 東京都日野市さくら町1番地コニカ株式会
 社内

審査官 井上 千弥子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス素子及び表示装置

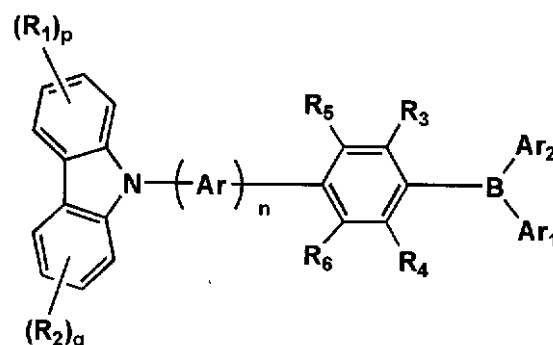
(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電子輸送層及び発光層を有する有機エレクトロルミネッセンス素子において、下記一般式(1)で表される化合物を含有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化1】

一般式(1)

(式中、 R_1 及び R_2 はそれぞれ独立に置換基を表し、 Ar は2価のアリーレン基を表し、

n は 0 ～ 8 の整数を表し、 p は 1 ～ 4 の整数を表し、 q は 1 ～ 4 の整数を表す。 p が 2 以上の整数を表す場合、複数の R_1 は同一であっても異なってもよく、 q が 2 以上の整数を表す場合、複数の R_2 は同一であっても異なってもよい。 p が 2 以上の場合で、かつ複数の R_1 が隣接する場合は互いに縮合して環を形成していてもよく、 q が 2 以上の場合で、かつ複数の R_2 が隣接する場合は互いに縮合して環を形成していてもよく、さらに R_1 と R_2 とで環を形成してもよい。 $R_3 \sim R_6$ は水素原子または置換基を表し、 R_3 と R_5 及び／または R_4 と R_6 とで環を形成してもよい。ただし、 R_3 または R_4 の少なくとも一方は置換基を表す。 Ar_1 及び Ar_2 はそれぞれ独立にアリール基を表す。)

【請求項 2】

前記一般式 (1) で表される化合物を電子輸送層に含有することを特徴とする請求項 1 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。 10

【請求項 3】

前記一般式 (1) で表される化合物を発光層に含有することを特徴とする請求項 1 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 4】

発光層がホスト化合物及びりん光性化合物を含有し、該ホスト化合物が前記一般式 (1) で表される化合物であることを特徴とする請求項 3 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 5】

りん光性化合物がイリジウム化合物、オスミウム化合物または白金化合物であることを特徴とする請求項 4 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。 20

【請求項 6】

りん光性化合物がイリジウム化合物であることを特徴とする請求項 5 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 7】

請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を有することを特徴とする表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子及び表示装置に関し、詳しくは、発光輝度に優れた有機エレクトロルミネッセンス素子及び表示装置に関する。 30

【0002】

【従来の技術】

発光型の電子ディスプレイデバイスとして、エレクトロルミネッセンスディスプレイ (ELD) がある。ELD の構成要素としては、無機エレクトロルミネッセンス素子や有機エレクトロルミネッセンス (以下有機 EL と略記する) 素子が挙げられる。無機エレクトロルミネッセンス素子は平面型光源として使用されてきたが、発光素子を駆動させるためには交流の高電圧が必要である。有機 EL 素子は、一般的には発光する化合物を含有する発光層を、陰極と陽極で挟んだ構成を有し、発光層に電子及び正孔を注入して、再結合させることにより励起子 (エキシトン) を生成させ、このエキシトンが失活する際の光の放出 (蛍光・燐光) を利用して発光する素子であり、数 V ～ 数十 V 程度の電圧で発光が可能であり、さらに、自己発光型であるために視野角に富み、視認性が高く、薄膜型の完全固体素子であるために省スペース、携帯性等の観点から注目されている。 40

【0003】

しかしながら、今後の実用化に向けた有機 EL 素子には、さらなる低消費電力で効率よく高輝度に発光する有機 EL 素子の開発が望まれている。これまで、様々な有機 EL 素子が報告されている。例えば、Appl. Phys. Lett., Vol. 51, 913 頁あるいは特開昭 59-194393 号に記載の正孔注入層と有機発光体層とを組み合わせたもの、特開昭 63-295695 号に記載の正孔注入層と電子注入輸送層とを組み合わせ 50

たもの、Jpn. Journal of Applied Physics, vol. 127, No. 2第269～271頁に記載の正孔移動層と発光層と電子移動層とを組み合わせたものがそれぞれ開示されている。しかしながら、より高輝度な有機EL素子が求められており、エネルギー変換効率、発光量子効率の更なる向上が期待されている。また、発光寿命が短いという問題点も指摘されている。こうした経時での輝度劣化の要因は完全には解明されていないが、発光中の有機EL素子は自ら発する光、及びその時に発生する熱等によって薄膜を構成する有機化合物自体の分解、薄膜中での有機化合物の結晶化等、有機EL素子材料である有機化合物に由来する要因も指摘されている。

【0004】

有機EL用の発光材料は有機化合物であるがゆえに非常に広範囲に渡る化合物が検討されており、炭素、窒素、酸素、硫黄という典型的な元素の組み合わせ以外にも、その他の特徴的な元素を含む化合物も検討されている。例えば、ホウ素を含有する化合物を使う例も報告されており、特開2000-290645、同2000-294373、同2001-72971、同2001-93670等に記載されているが、何れも発光寿命、発光輝度に問題があった。

【0005】

また、電子輸送材料は、現在のところ知見が少なく、反結合軌道を利用することも相俟って、実用に耐える有用な高性能電子輸送材料は見い出されていない。例えば、九州大学の研究グループは、オキサジアゾール系誘導体である2-(4-ビフェニル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジゾール(t-BuPBD)をはじめ、薄膜安定性を向上させたオキサジアゾール2量体系誘導体の1,3-ビス(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジゾル(OXD-1)、1,3-ビス(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジゾル(OXD-7)(Jpn. J. Appl. Phys. vol. 31(1992), p. 1812)を提案している。また、山形大学の研究グループは、電子ブロック性に優れたトリアゾール系電子輸送材料を用いることによりによる白色発光の素子を作製している(Science, 3 March 1995, Vol. 267, p. 1332)。さらに、特開平5-331459号には、フェナントロリン誘導体が電子輸送材料として有用であることが記載されている。

【0006】

しかし、従来の電子輸送材料では、薄膜形成能が低く、容易に結晶化が起るため、発光素子が破壊されてしまう問題があり、実用に耐える素子性能を発現できなかった。これらの問題を解決する有機エレクトロルミネッセンス材料として、特開平9-87616号、同9-194487号、特開2000-186094において、分子内にケイ素原子を含む化合物を発光材料または電子輸送材料として用いる例が記載されているが、発光効率及び発光寿命の両立については十分ではなかった。

【0007】

また、発光層をホスト化合物及び微量の蛍光体で構成することにより、発光効率の向上を達成するという方法が報告されている。例えば、特許第3093796号では、スチルベン誘導体、ジスチルアアリーレン誘導体またはトリススチルアアリーレン誘導体に微量の蛍光体をドーブし、発光輝度の向上、素子の長寿命化を達成している。

【0008】

また、8-ヒドロキシキノリンアルミニウム錯体をホスト化合物としてこれに微量の蛍光体をドーブした有機発光層を有する素子(特開昭63-264692号)、8-ヒドロキシキノリンアルミニウム錯体をホスト化合物としてこれにキナクリドン系色素をドーブした有機発光層を有する素子(特開平3-255190号)が知られている。以上のように、蛍光量子収率の高い蛍光体をドーブすることによって、従来の素子に比べて発光輝度を向上させている。しかし、上記のドーブされる微量の蛍光体からの発光は、励起一重項からの発光であり、励起一重項からの発光を用いる場合、一重項励起子と三重項励起子の生成比が1:3であるため発光性励起種の生成確率が25%であることと、光の取り出し効

10

20

30

40

50

率が約20%であるため、外部取り出し量子効率(η_{ext})の限界は5%とされている。ところが、プリンストン大から励起三重項からの燐光発光を用いる有機EL素子が報告がされて以来(M. A. Baldo et al., nature、395巻、151~154ページ(1998年))、室温で燐光を示す材料の研究が活発になってきている(例えば、M. A. Baldo et al., nature、403巻、17号、750~753ページ(2000年)、US特許6097147号等)。励起三重項を使用すると、内部量子効率の上限が100%となるため、励起一重項の場合に比べて原理的に発光効率が最大4倍となり、冷陰極管とほぼ同等の性能が得られ照明用にも応用可能であり注目されている。

【0009】

10

りん光性化合物をドーパントとして用いるときのホストは、りん光性化合物の発光極大波長よりも短波な領域に発光極大波長を有することが必要であることはもちろんであるが、その他にも満たすべき条件があることが分かってきた。

【0010】

The 10th International Workshop on Inorganic and Organic Electroluminescence (EL'00、浜松)では、りん光性化合物についていくつかの報告がなされている。例えば、Ikai等はホール輸送性の化合物をりん光性化合物のホストとして用いている。また、M. E. Thompson等は、各種電子輸送性材料をりん光性化合物のホストとして、これらに新規なイリジウム錯体をドーピングして用いている。さらに、Tsuetsui等は、ホールブロック層の導入により高い発光効率を得ている。なお、ホールブロック層とは、通常の有機EL素子で使われている電子輸送層と構成的には同じものであるが、その機能が電子輸送機能よりも発光層から陰極側に漏れ出すホールの移動を阻止する機能が有力であるためにホールブロック層と名付けられているものであり、一種の電子輸送層と解釈することもできる。従って本願においてはホールブロック層も電子輸送層と称することとし、その層で用いられる材料(ホールブロッカー)も電子輸送材料と称す。

20

【0011】

りん光性化合物のホスト化合物については、例えば、C. Adachi et al., Appl. Phys. Lett., 77巻、904ページ(2000年)等に詳しく記載されているが、高輝度の有機EL素子を得るためにホスト化合物に必要とされる性質について、より新しい観点からのアプローチが必要である。

30

【0012】

しかし、いずれの報告も、素子の発光輝度の向上及び耐久性を両立しうる構成は得られていない。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、発光輝度及び耐久性の高い有機エレクトロルミネッセンス素子及びそれを用いた表示装置を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】

40

本発明の上記目的は下記構成により達成された。

【0015】

1. 電子輸送層及び発光層を有する有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記一般式(1)で表される化合物を含有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0016】

2. 前記一般式(1)で表される化合物を電子輸送層に含有することを特徴とする上記1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0017】

3. 前記一般式(1)で表される化合物を発光層に含有することを特徴とする上記1記載

50

の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0018】

4. 発光層がホスト化合物及びりん光性化合物を含有し、該ホスト化合物が前記一般式(1)で表される化合物であることを特徴とする上記3記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0019】

5. りん光性化合物がイリジウム化合物、オスミウム化合物または白金化合物であることを特徴とする上記4記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0020】

6. りん光性化合物がイリジウム化合物であることを特徴とする上記5記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。 10

【0021】

7. 上記1～6のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を有することを特徴とする表示装置。

【0022】

以下本発明を詳細に説明する。

本発明者は発光輝度及び耐久性の両立について詳細に検討した結果、特定構造の含ホウ素カルバゾール化合物をりん光発光用のホスト化合物として用いること、及び／または特定構造の含ホウ素カルバゾール化合物を電子輸送材料(ホールブロッカー)として用いることにより、発光輝度及び耐久性の高い有機エレクトロルミネッセンス素子及びそれを用いた表示装置が得られることを見出した。 20

【0023】

一般式(1)で表される化合物について説明する。

R_1 及び R_2 で表される置換基としては、アルキル基(メチル基、エチル基、 i -プロピル基、ヒドロキシエチル基、メトキシメチル基、トリフルオロメチル基、 t -ブチル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、ベンジル基等)、アルケニル基(ビニル基、プロペニル基、スチリル基等)、アルキニル基(エチニル基等)、アリール基(フェニル基、ナフチル基、 p -トリル基、 p -クロロフェニル基等)、アルキルオキシ基(メトキシ基、エトキシ基、 i -プロポキシ基、ブトキシ基等)、アリールオキシ基(フェノキシ基等)、アルキルチオ基(メチルチオ基、エチルチオ基、 i -プロピルチオ基等)、アリールチオ基(フェニルチオ基等)、ハロゲン原子(フッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子等)、アミノ基(ジメチルアミノ基、メチルアミノ基、ジフェニルアミノ基等)、シアノ基、ニトロ基、複素環基(ピロール基、ピロリジル基、ピラゾリル基、イミダゾリル基、ピリジル基、ベンズイミダゾリル基、ベンゾチアゾリル基、ベンゾオキサゾリル基等)等が挙げられる。芳香族基としては上記アリール基及びヘテロアリール基(ピロール基、ピラゾリル基、イミダゾリル基、ピリジル基、ベンズイミダゾリル基、ベンゾチアゾリル基、ベンゾオキサゾリル等)が挙げられ、それぞれの置換基は更に任意の置換基で置換されていてもよい。また、隣接する置換基同士は互いに縮合し環を形成してもよい。 30

【0024】

$R_3 \sim R_6$ は水素原子または置換基を表すが、その具体例は前記 R_1 と同義である。 R_3 または R_4 の少なくとも一方は置換基を表すが、特に好ましい置換基はアルキル基である。 40

【0025】

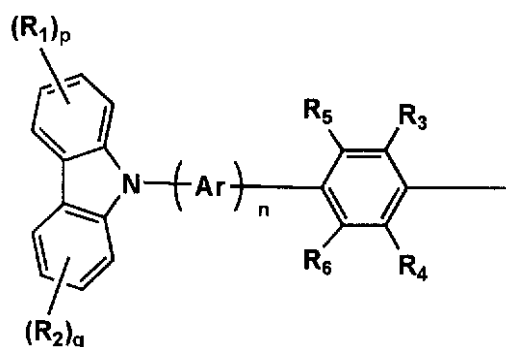
A_r で表される2価のアリーレン基は、任意の芳香族化合物の任意の位置から、水素原子または置換基を2個取り除いた残基のことであり、アリーレン基は炭化水素で構成されていても、ヘテロ原子を含む複素環であっても、縮合していてもよい。

【0026】

A_{r1} 及び A_{r2} で表されるアリール基としては、芳香族炭化水素環基であっても芳香族複素環基であってもよく、さらに縮合環を形成していてもよい。具体例としては、フェニル基、1-ナフチル基、9-アントリル基、9-フェナンスリル基、2-ピリジル基、4-キノリル基、2-チエニル基等が挙げられる。なお、 A_{r1} または A_{r2} のいずれか一方が 50

、
【 0 0 2 7 】

【 化 2 】



10

【 0 0 2 8 】

で表されることが好ましい。

本発明の化合物は、固体状態において強い蛍光を持つ化合物であり、電場発光性にも優れており、発光材料として有効に使用できる。また、金属電極からの優れた電子注入性及び電子輸送性に非常に優れているため、他の発光材料または本発明の化合物を発光材料として用いた素子において、本発明の化合物を電子輸送材料（またはホールブロッカー）として使用した場合優れた発光効率を示す。

20

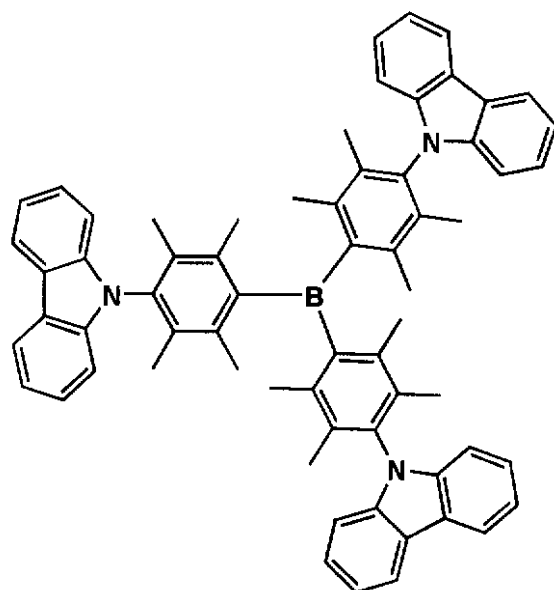
【 0 0 2 9 】

以下に具体的な化合物の例を挙げるが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【 0 0 3 0 】

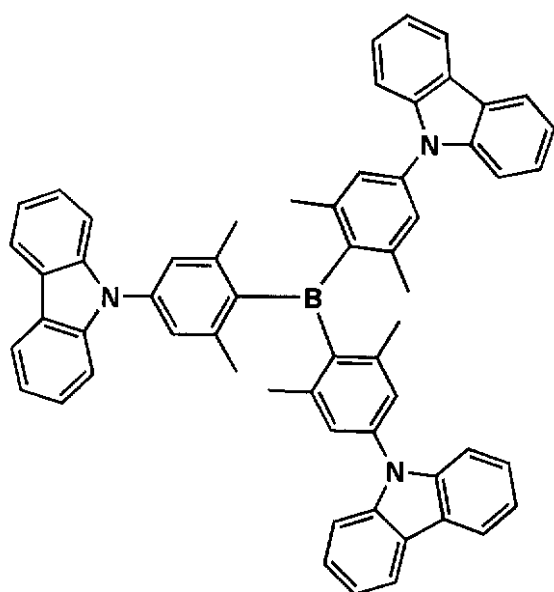
【 化 3 】

1



10

2

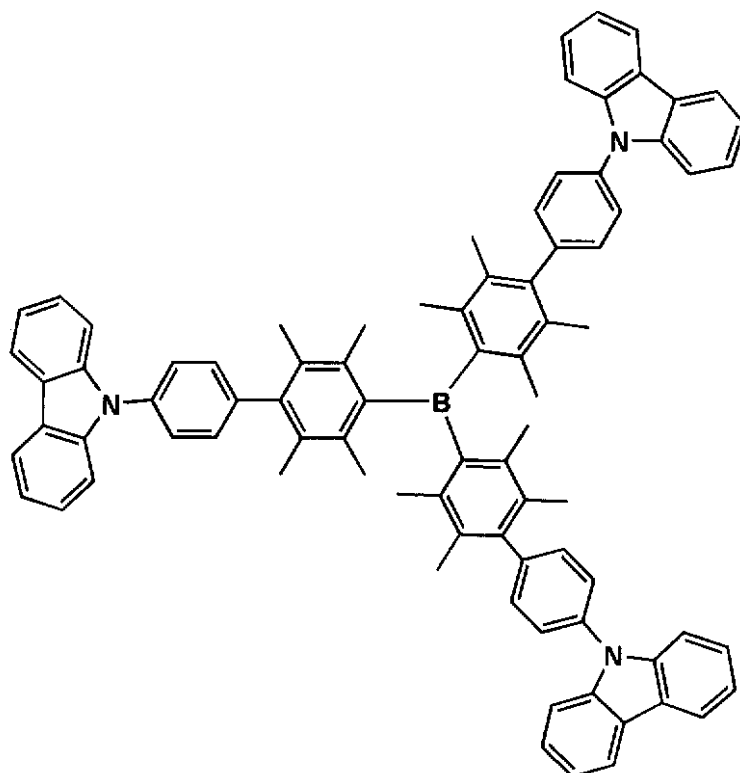


20

30

【 0 0 3 1 】
【 化 4 】

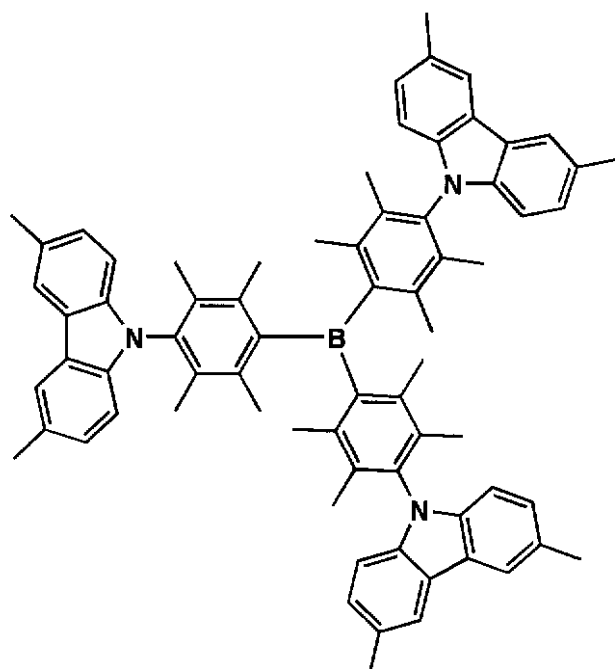
3



10

20

4



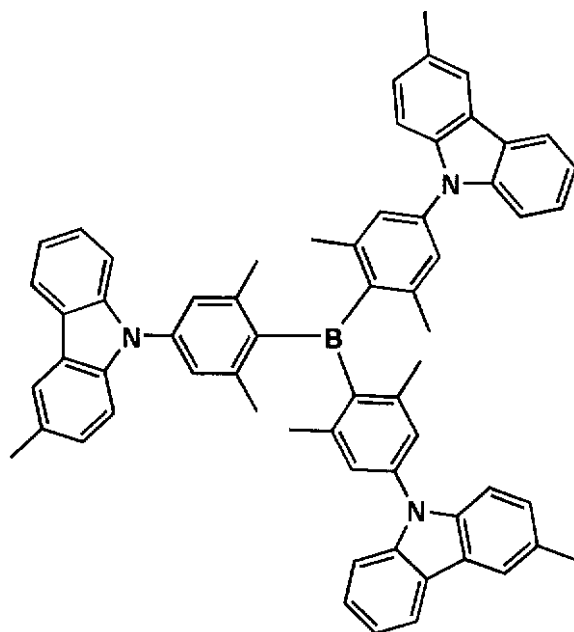
30

40

【0032】

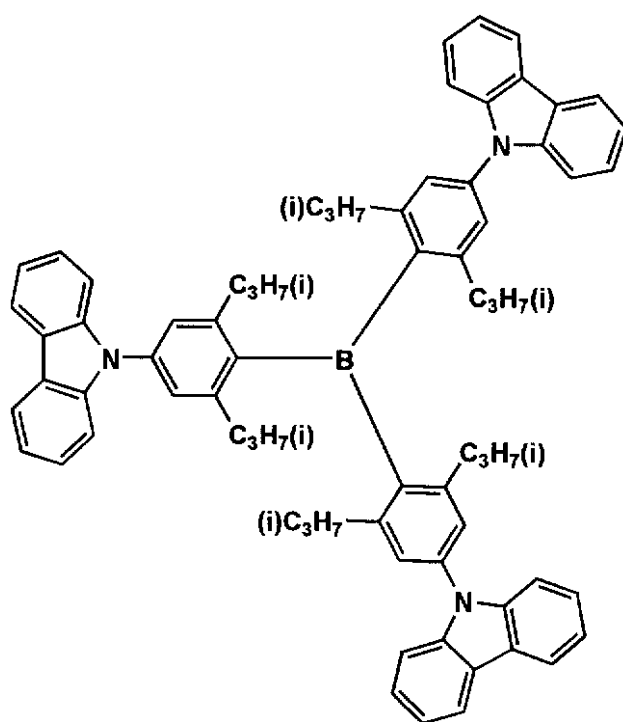
【化5】

5



10

6



20

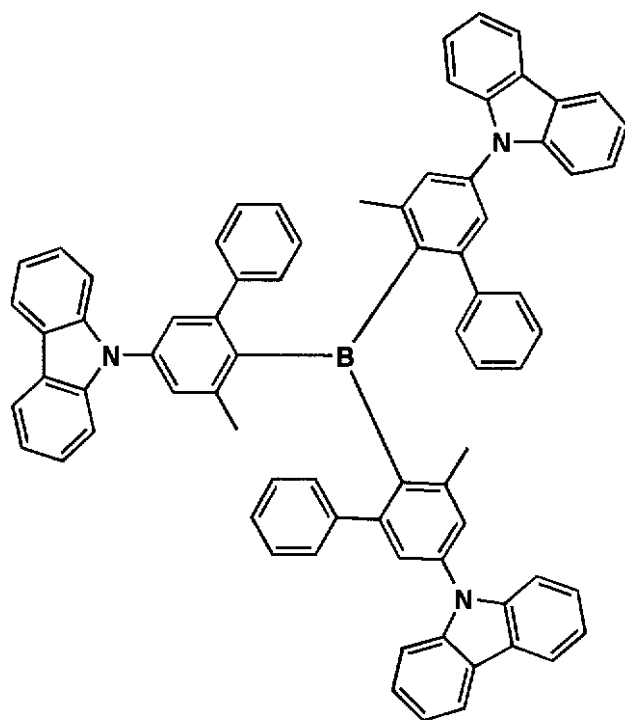
30

【 0 0 3 3 】

【 化 6 】

40

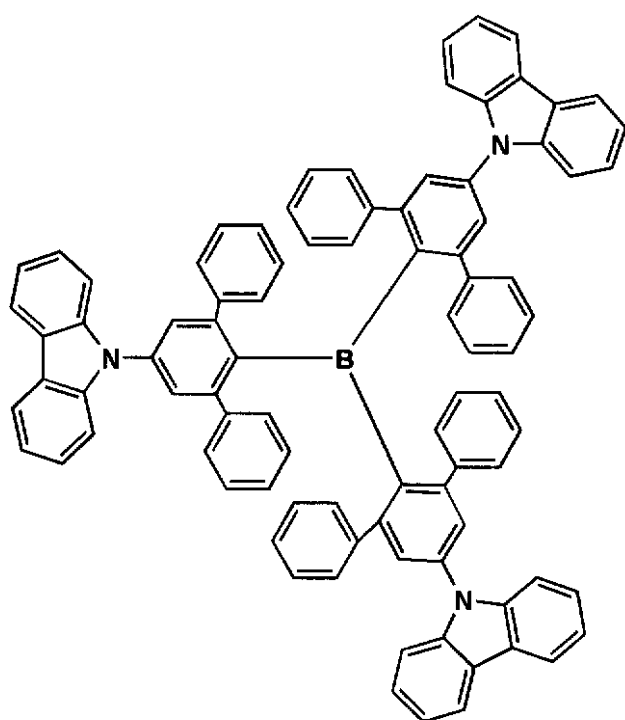
7



10

20

8



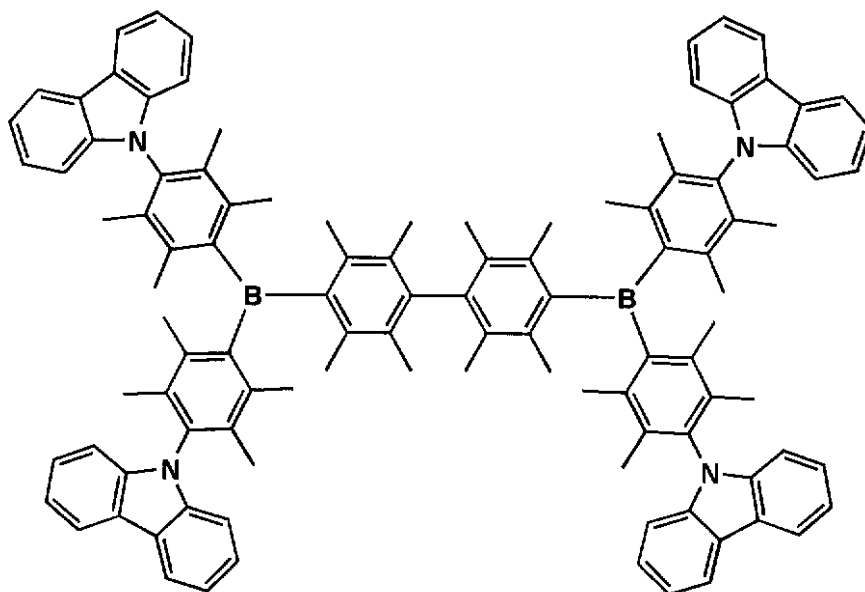
30

40

【 0 0 3 4 】

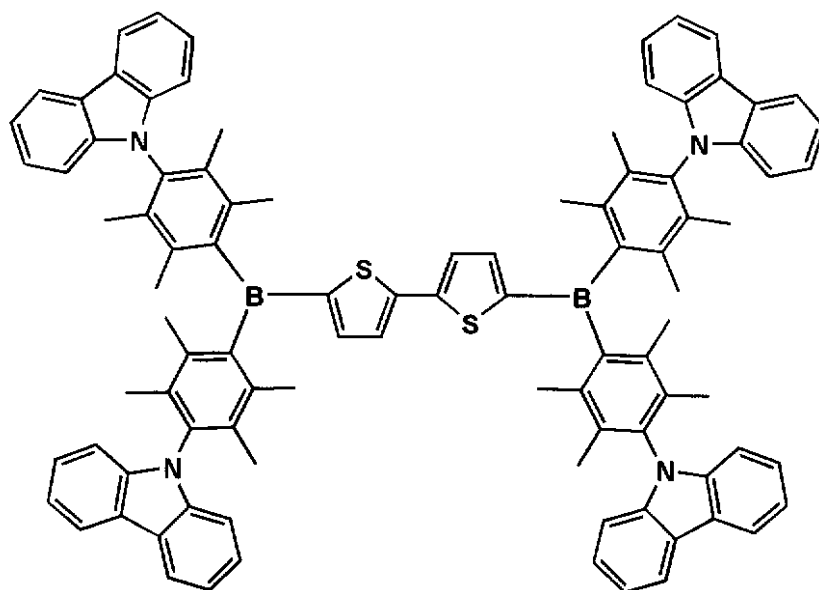
【 化 7 】

9



10

10

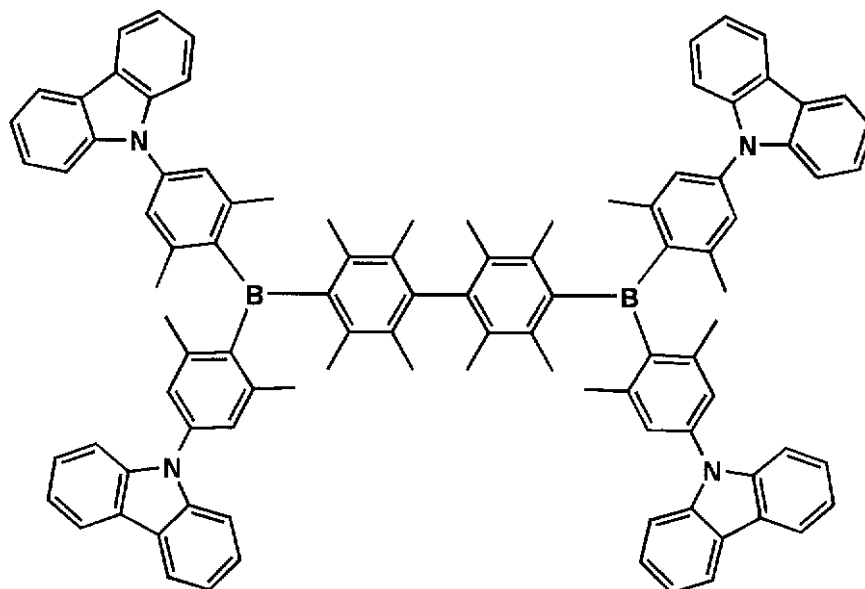


20

30

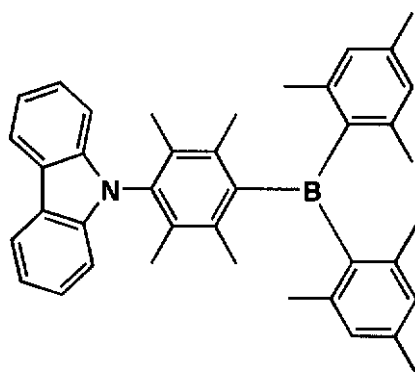
【 0 0 3 5 】
【 化 8 】

11



10

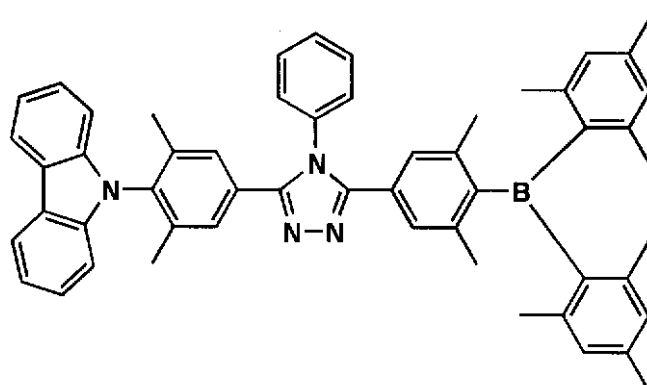
12



20

30

13

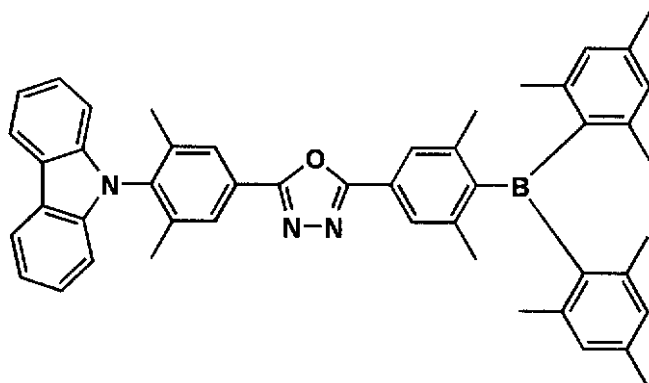


40

【0036】

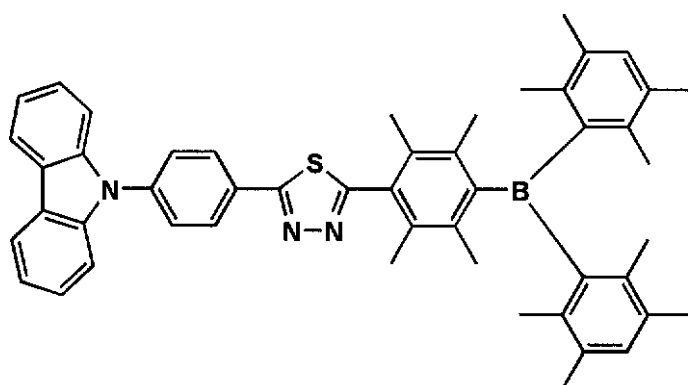
【化9】

14



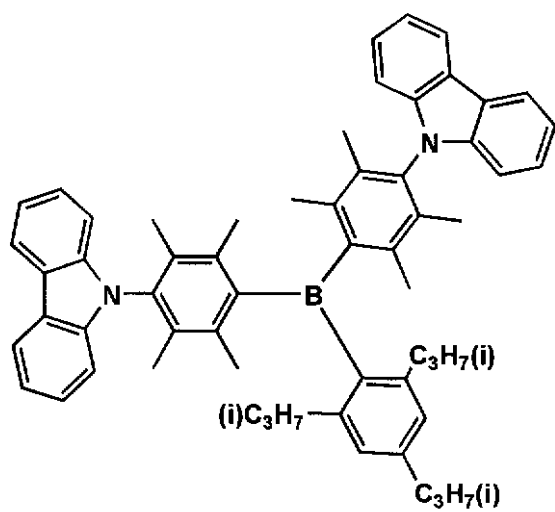
10

15



20

16

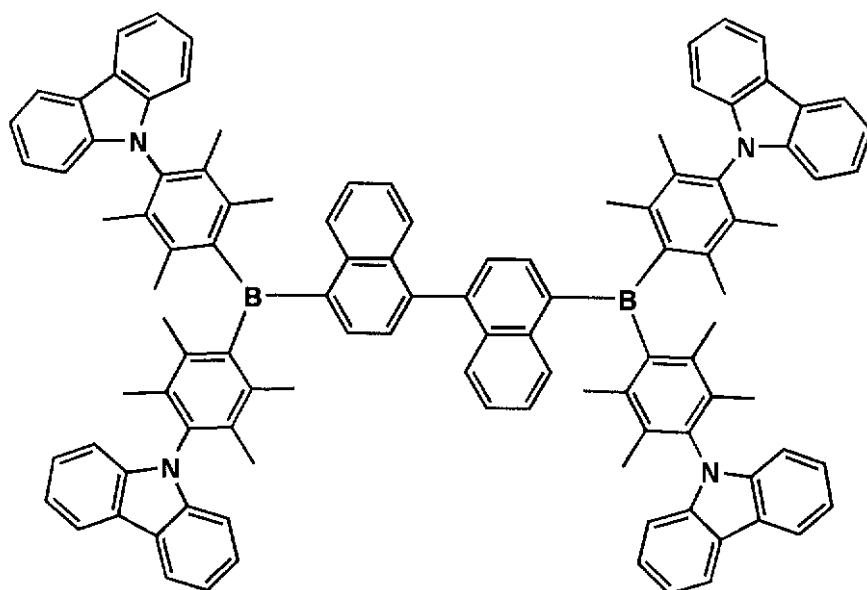


30

【 0 0 3 7 】
【 化 1 0 】

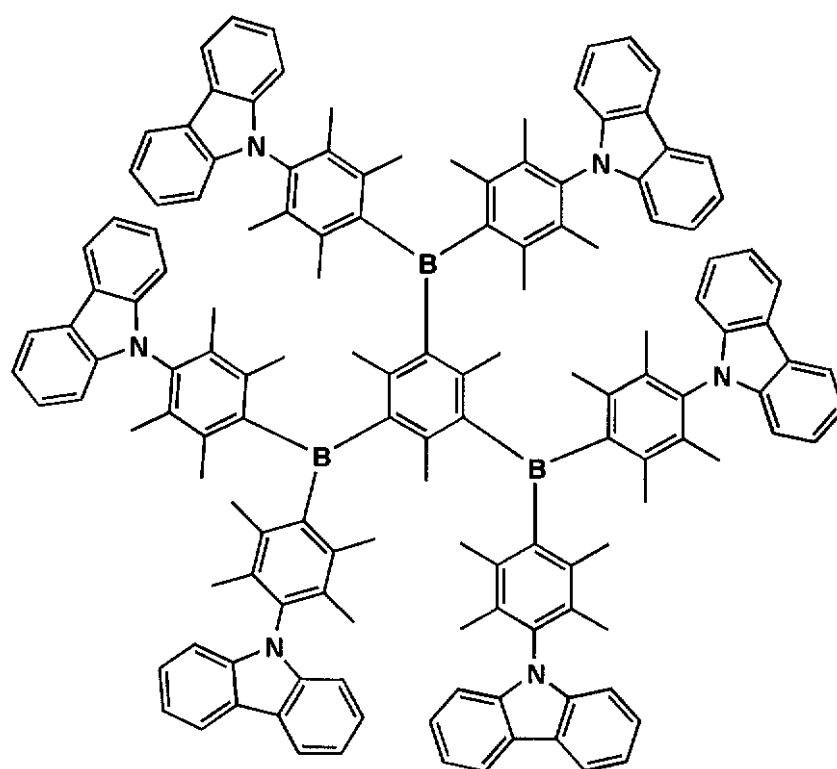
40

17



10

18



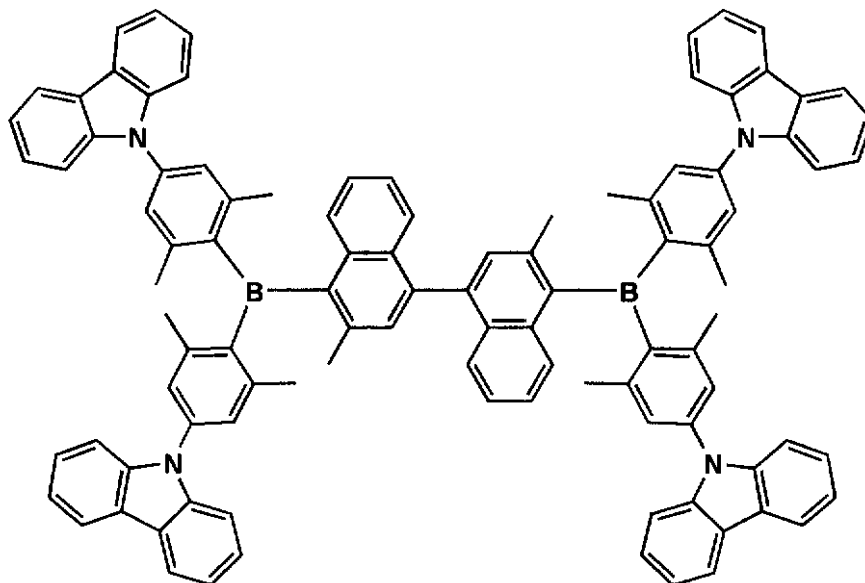
20

30

【0038】
【化11】

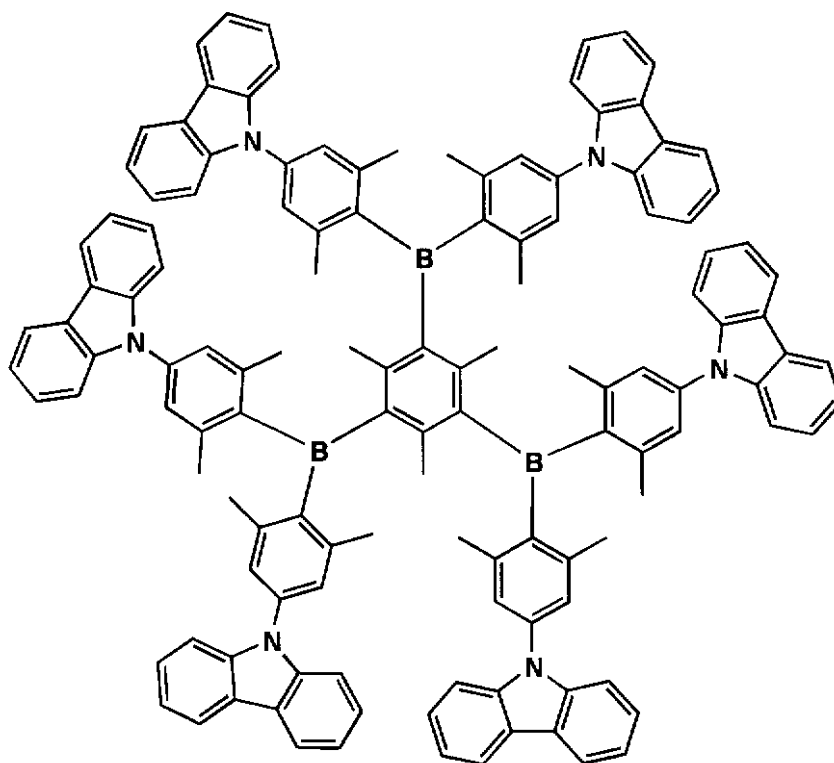
40

19



10

20



20

30

40

【0039】

本発明の化合物は、特開2001-93670及びJ. Am. Chem. Soc. 120, p. 9714 (1998) 記載の方法に準じて合成することができる。

【0040】

また、本発明者等はりん光性化合物のホスト化合物について鋭意検討を重ねた結果、本発明の含ホウ素カルバゾール化合物をホスト化合物として用いて、有機EL素子を作製した場合に、素子の発光輝度及び寿命が改善されることを見出した。

【0041】

本発明においてホスト化合物とは、2種以上の化合物で構成される発光層中において、混合比（質量）の最も多い化合物であり、それ以外の化合物はドーパント化合物という。例

50

えば、発光層を化合物 A、化合物 B という 2 種で構成しその混合比が $A : B = 10 : 90$ であれば化合物 A がドーパント化合物であり、化合物 B がホスト化合物である。更に、発光層を化合物 A、化合物 B、化合物 C の 3 種から構成し、その混合比が $A : B : C = 5 : 10 : 85$ であれば、化合物 A、化合物 B がドーパント化合物であり、化合物 C がホスト化合物である。本発明におけるりん光性化合物はドーパント化合物の一種である。

【0042】

本発明のりん光性化合物とは励起三重項からの発光が観測される化合物であり、りん光量子収率が 25°C において 0.001 以上の化合物である。りん光量子収率は好ましくは 0.01 以上であり、更に好ましくは 0.1 以上である。

【0043】

上記りん光量子収率は、第 4 版実験化学講座 7 の分光 II の 398 ページ（1992 年版、丸善）に記載の方法により測定できる。溶液中でのりん光量子収率は種々の溶媒を用いて測定できるが、本発明に用いられるりん光性化合物とは、任意の溶媒のいずれかにおいて上記りん光量子収率が達成されればよい。

【0044】

本発明に用いられるりん光性化合物は、好ましくは元素の周期律表で VIII 属の金属を含有する錯体系化合物であり、さらに好ましくは、イリジウム、オスミウム、または白金錯体系化合物であり、より好ましくはイリジウム錯体系化合物である。

【0045】

以下に、本発明で用いられるりん光性化合物の具体例を示すが、これらに限定されるものではない。これらの化合物は、例えば、*Inorg. Chem.* 40 巻、1704-1711 に記載の方法等により合成できる。

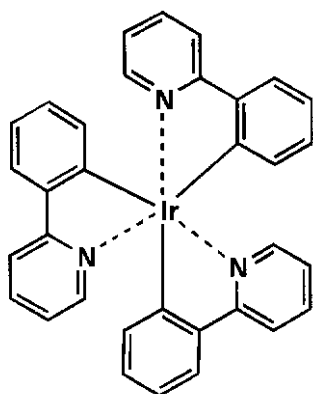
【0046】

【化 12】

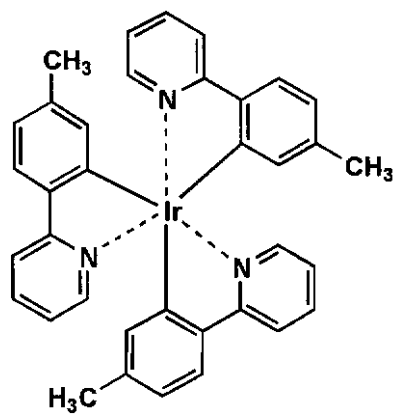
10

20

Ir-1

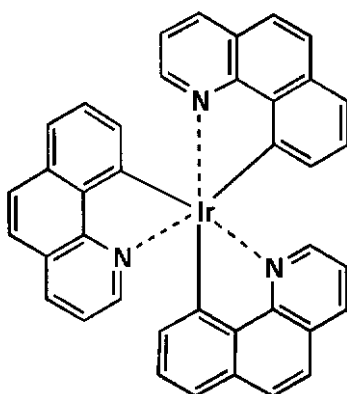


Ir-2

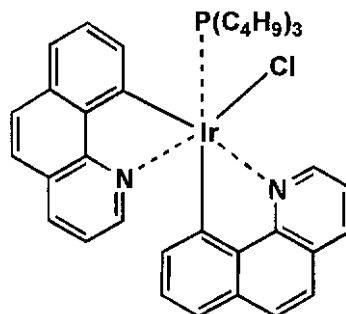


10

Ir-3

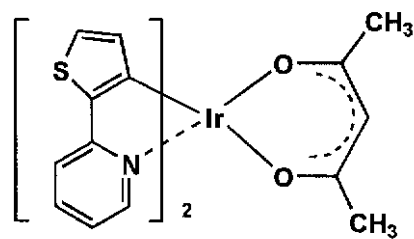


Ir-4

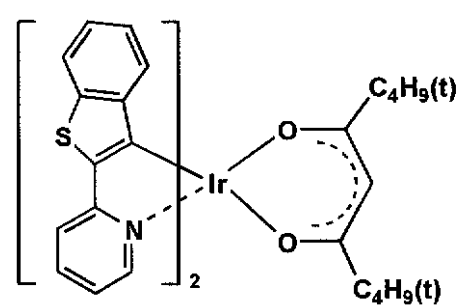


20

Ir-5



Ir-6



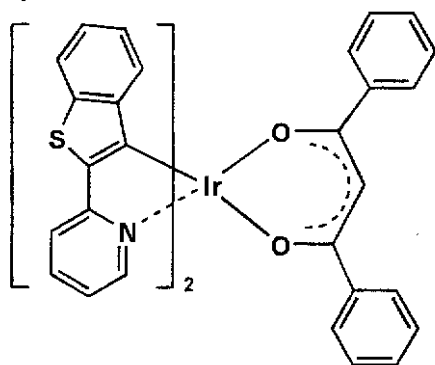
30

【 0 0 4 7 】

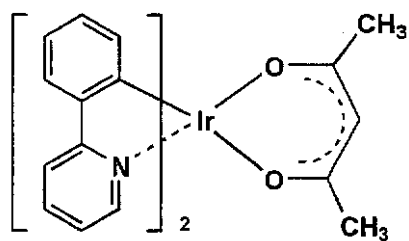
【 化 1 3 】

40

Ir-7

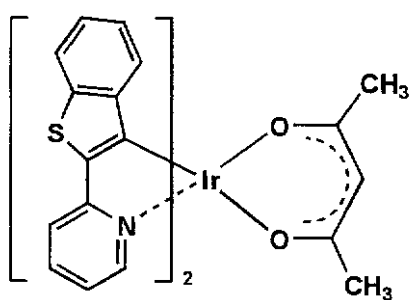


Ir-8

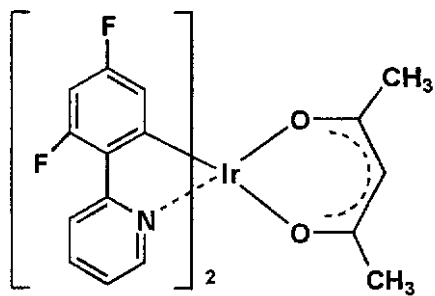


10

Ir-9

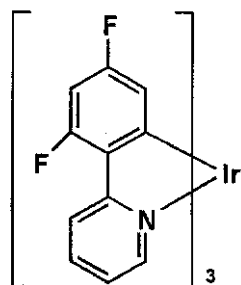


Ir-10

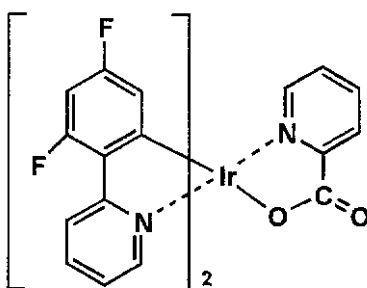


20

Ir-11

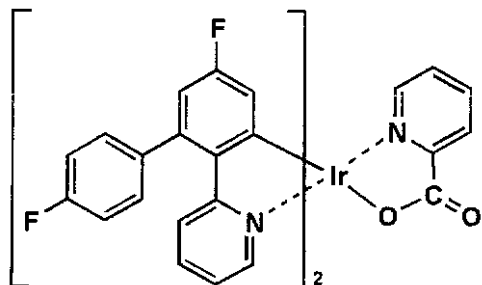


Ir-12



30

Ir-13

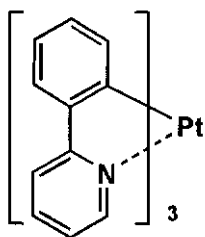


40

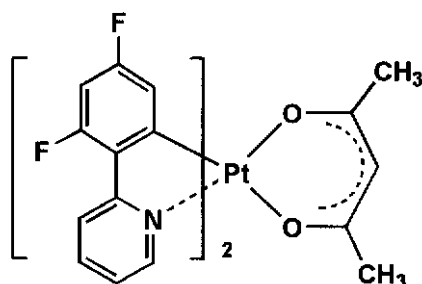
【 0 0 4 8 】

【 化 1 4 】

Pt-1

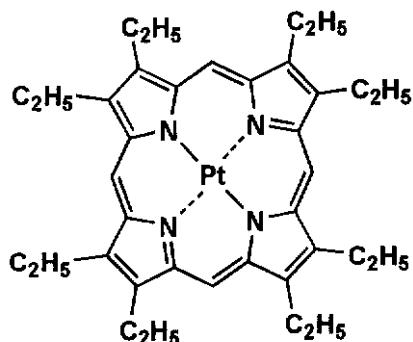


Pt-2



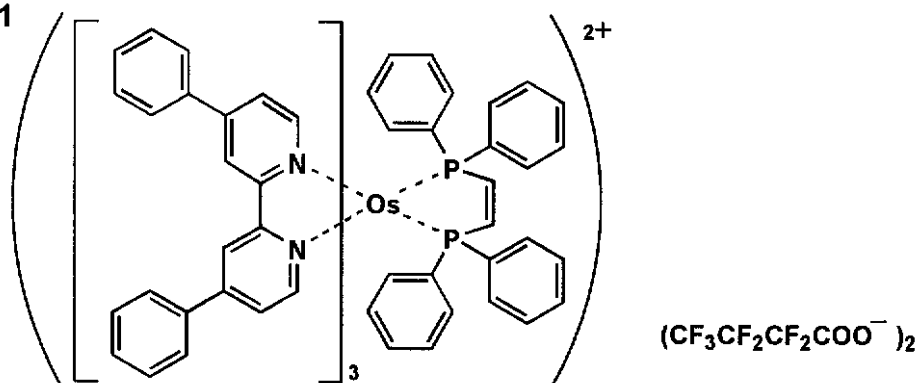
10

Pt-3



20

A-1



30

【0049】

また、別の形態では、ホスト化合物とりん光性化合物の他に、りん光性化合物からの発光の極大波長よりも長波な領域に、蛍光極大波長を有する蛍光性化合物を少なくとも1種含有する場合もある。この場合、ホスト化合物とりん光性化合物からのエネルギー移動で、有機EL素子としての電界発光は蛍光性化合物からの発光が得られる。蛍光性化合物として好ましいのは、溶液状態で蛍光量子収率が高いものである。ここで、蛍光量子収率は0.1以上、特に0.3以上が好ましい。具体的には、クマリン系色素、ピラン系色素、シアニン系色素、クロコニウム系色素、スクアリウム系色素、オキソベンツアントラセン系色素、フルオレセイン系色素、ローダミン系色素、ピリリウム系色素、ペリレン系色素、スチルベン系色素、ポリチオフェン系色素または希土類錯体系蛍光体等が挙げられる。

40

【0050】

ここでの蛍光量子収率も、前記第4版実験化学講座7の分光IIの362ページ（1992年版、丸善）に記載の方法により測定することができる。

【0051】

以下、有機EL素子について説明する。

有機EL素子における発光層は、広義の意味では、陰極と陽極からなる電極に電流を流し

50

た際に発光する層のことを指す。具体的には、陰極と陽極からなる電極に電流を流した際に発光する蛍光性化合物を含有する層のことを指す。通常、有機EL素子是一对の電極の間に発光層を挟持した構造をとる。本発明の有機EL素子は、必要に応じ発光層、電子輸送層の他に、正孔輸送層、陽極バッファ層及び陰極バッファ層等を有し、陰極と陽極で挟持された構造をとる。

【0052】

具体的には、

(i) 陽極／発光層／電子輸送層／陰極

(ii) 陽極／正孔輸送層／発光層／電子輸送層／陰極

(iii) 陽極／陽極バッファ層／正孔輸送層／発光層／電子輸送層／陰極バッファ層／陰極等で示される構造がある。 10

【0053】

上記化合物を用いて発光層を形成する方法としては、例えば蒸着法、スピンコート法、キャスト法、LB法等の公知の方法により薄膜を形成する方法があるが、特に分子堆積膜であることが好ましい。ここで、分子堆積膜とは、上記化合物の気相状態から沈着され形成された薄膜や、該化合物の熔融状態または液相状態から固体化され形成された膜のことである。通常、この分子堆積膜はLB法により形成された薄膜（分子累積膜）と、凝集構造、高次構造の相違やそれに起因する機能的な相違により区別することができる。

【0054】

また、この発光層は、特開昭57-51781号に記載されているように、樹脂等の結着材と共に発光材料として上記化合物を溶剤に溶かして溶液とした後、これをスピンコート法等により塗布して薄膜形成することにより得ることができる。 20

【0055】

このようにして形成された発光層の膜厚については特に制限はなく、状況に応じて適宜選択することができるが、通常は5nm～5μmの範囲である。

【0056】

ここで、本発明に記載のりん光性化合物は、具体的には、前述のように、重金属錯体系化合物であり、好ましくは元素の周期律表でVIII属の金属を中心金属とする錯体系化合物であり、さらに好ましくは、オスミウム、イリジウムまたは白金錯体系化合物である。

【0057】

これらのりん光性化合物としては、前記のようなりん光量子収率が、25℃において0.001以上、好ましくは0.01以上である他、前記ホストとなる蛍光性化合物の蛍光極大波長よりも長いりん光発光極大波長を有するものであり、これにより、例えば、ホストとなる蛍光性化合物の発光極大波長より長波のりん光性化合物を用いてりん光性化合物の発光、即ち三重項状態を利用した、ホスト化合物の蛍光極大波長よりも長波において電界発光する有機EL素子を得ることができる。従って、用いられるりん光性化合物のりん光発光極大波長としては特に制限されるものではなく、原理的には、中心金属、配位子、配位子の置換基等を選択することで得られる発光波長を変化させることができる。 30

【0058】

例えば、350～440nmの領域に蛍光極大波長を有する蛍光性化合物をホスト化合物として用い、例えば、緑の領域にりん光を持ったイリジウム錯体を用いることで緑領域に電界発光する有機EL素子を得ることができる。 40

【0059】

また、別の形態では、前記のように、ホスト化合物としての蛍光性化合物Aとりん光性化合物の他に、りん光性化合物からの発光の極大波長よりも長波な領域に、蛍光極大波長を有するもう一つの蛍光性化合物Bを少なくとも1種含有する場合もあり、蛍光性化合物Aとりん光性化合物からのエネルギー移動で、有機EL素子としての電界発光は蛍光性化合物Bからの発光を得ることもできる。

【0060】

本明細書の蛍光性化合物が発光する色は、「新編色彩科学ハンドブック」（日本色彩学会 50

編、東京大学出版会、1985)の108頁の図4. 16において、分光放射輝度計CS-1000(ミノルタ製)で測定した結果をCIE色度座標に当てはめたときの色で決定される。

【0061】

ホスト化合物の分子量は600~2000であることが好ましく、この分子量範囲にあると、Tg(ガラス転移温度)が上昇し、熱安定性が向上し、素子寿命が改善される。より好ましくは分子量が800~2000である。また、Tgは100度以上であることが好ましい。また、この範囲内の分子量であると発光層を真空蒸着法により容易に作製することができ、有機EL素子の製造が容易になる。さらに、有機EL素子中における蛍光性化合物の熱安定性もよくなる。

10

【0062】

次に正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層、電子輸送層等発光層と組み合わせて有機EL素子を構成するその他の層について説明する。

【0063】

正孔注入層、正孔輸送層は、陽極より注入された正孔を発光層に伝達する機能を有し、この正孔注入層、正孔輸送層を陽極と発光層の間に介在させることにより、より低い電界で多くの正孔が発光層に注入され、そのうえ、発光層に陰極、電子注入層または電子輸送層より注入された電子は、発光層と正孔注入層もしくは正孔輸送層の界面に存在する電子の障壁により、発光層内の界面に累積され発光効率が向上する等発光性能の優れた素子となる。この正孔注入層、正孔輸送層の材料(以下、正孔注入材料、正孔輸送材料という)については、前記の陽極より注入された正孔を発光層に伝達する機能を有する性質を持つものであれば特に制限はなく、従来、光導伝材料において、正孔の電荷注入輸送材料として慣用されているものや有機EL素子の正孔注入層、正孔輸送層に使用される公知のものの中から任意のものを選択して用いることができる。

20

【0064】

上記正孔注入材料、正孔輸送材料は、正孔の注入もしくは輸送、電子の障壁性のいずれかを有するものであり、有機物、無機物のいずれであってもよい。この正孔注入材料、正孔輸送材料としては、例えばトリアゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、ポリアリールアルカン誘導体、ピラゾリン誘導体及びピラズロン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、アリールアミン誘導体、アミノ置換カルコン誘導体、オキサゾール誘導体、スチリルアントラセン誘導体、フルオレノン誘導体、ヒドラゾン誘導体、スチルベン誘導体、シラザン誘導体、アニリン系共重合体、また、導電性高分子オリゴマー、特にチオフェンオリゴマー等が挙げられる。正孔注入材料、正孔輸送材料としては、上記のものを使用することができるが、ポルフィリン化合物、芳香族第三級アミン化合物及びスチリルアミン化合物、特に芳香族第三級アミン化合物を用いることが好ましい。

30

【0065】

上記芳香族第三級アミン化合物及びスチリルアミン化合物の代表例としては、N, N, N', N'-テトラフェニル-4, 4'-ジアミノフェニル; N, N'-ジフェニル-N, N'-ビス(3-メチルフェニル)-[1, 1'-ビフェニル]-4, 4'-ジアミン(TPD); 2, 2'-ビス(4-ジ-*p*-トリルアミノフェニル)プロパン; 1, 1'-ビス(4-ジ-*p*-トリルアミノフェニル)シクロヘキサン; N, N, N', N'-テトラ-*p*-トリル-4, 4'-ジアミノビフェニル; 1, 1'-ビス(4-ジ-*p*-トリルアミノフェニル)-4-フェニルシクロヘキサン; ビス(4-ジメチルアミノ-2-メチルフェニル)フェニルメタン; ビス(4-ジ-*p*-トリルアミノフェニル)フェニルメタン; N, N'-ジフェニル-N, N'-ジ(4-メトキシフェニル)-4, 4'-ジアミノビフェニル; N, N, N', N'-テトラフェニル-4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル; 4, 4'-ビス(ジフェニルアミノ)クオードリフェニル; N, N, N-トリ(*p*-トリル)アミン; 4-(ジ-*p*-トリルアミノ)-4'-[4-(ジ-*p*-トリルアミノ)スチリル]スチルベン; 4-N, N-ジフェニルアミノ-(2-ジフェニルビニル)ベンゼン; 3-メトキシ-4'-N, N-ジフェニルアミノスチルベンゼン; N-フェニルカ

40

50

ルバゾール、さらには、米国特許第5,061,569号に記載されている2個の縮合芳香族環を分子内に有するもの、例えば4,4'-ビス〔N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ〕ビフェニル(NPD)、特開平4-308688号に記載されているトリフェニルアミンユニットが3つスターバースト型に連結された4,4',4"-トリス〔N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ〕トリフェニルアミン(MTDATA)等が挙げられる。

【0066】

さらにこれらの材料を高分子鎖に導入した、またはこれらの材料を高分子の主鎖とした高分子材料を用いることもできる。

【0067】

また、p型-Si、p型-SiC等の無機化合物も正孔注入材料、正孔輸送材料として使用することができる。この正孔注入層、正孔輸送層は、上記正孔注入材料、正孔輸送材料を、例えば真空蒸着法、スピコート法、キャスト法、LB法等の公知の方法により、薄膜化することにより形成することができる。正孔注入層、正孔輸送層の膜厚については特に制限はないが、通常は5nm~5μm程度である。この正孔注入層、正孔輸送層は、上記材料の1種または2種以上からなる一層構造であってもよく、同一組成または異種組成の複数層からなる積層構造であってもよい。

【0068】

さらに、必要に応じて用いられる電子輸送層は、陰極より注入された電子を発光層に伝達する機能を有していればよく、その材料としては従来公知の化合物の中から任意のものを

【0069】

この電子輸送層に用いられる材料(以下、電子輸送材料という)の例としては、ニトロ置換フルオレン誘導体、ジフェニルキノン誘導体、チオピランジオキシド誘導体、ナフタレンペリレン等の複素環テトラカルボン酸無水物、カルボジイミド、フレオレニリデンメタン誘導体、アントラキノジメタン及びアントロン誘導体、オキサジアゾール誘導体等が挙げられる。さらに、上記オキサジアゾール誘導体において、オキサジアゾール環の酸素原子を硫黄原子に置換したチアジアゾール誘導体、電子吸引基として知られているキノキサリン環を有するキノキサリン誘導体も、電子輸送材料として用いることができる。

【0070】

さらにこれらの材料を高分子鎖に導入した、またはこれらの材料を高分子の主鎖とした高分子材料を用いることもできる。

【0071】

また、8-キノリノール誘導体の金属錯体、例えばトリス(8-キノリノール)アルミニウム(Alq)、トリス(5,7-ジクロロ-8-キノリノール)アルミニウム、トリス(5,7-ジブromo-8-キノリノール)アルミニウム、トリス(2-メチル-8-キノリノール)アルミニウム、トリス(5-メチル-8-キノリノール)アルミニウム、ビス(8-キノリノール)亜鉛(Znq)等、及びこれらの金属錯体の中心金属がIn、Mg、Cu、Ca、Sn、GaまたはPbに置き替わった金属錯体も、電子輸送材料として用いることができる。その他、メタルフリー若しくはメタルフタロシアニン、またはそれらの末端がアルキル基やスルホン酸基等で置換されているものも、電子輸送材料として好ましく用いることができる。また、発光層の材料として例示したジスチルピラジン誘導体も、電子輸送材料として用いることができるし、正孔注入層、正孔輸送層と同様に、n型-Si、n型-SiC等の無機半導体も電子輸送材料として用いることができる。

【0072】

この電子輸送層は、上記化合物を、例えば真空蒸着法、スピコート法、キャスト法、LB法等の公知の薄膜形成法により製膜して形成することができる。電子輸送層としての膜厚は、特に制限はないが、通常は5nm~5μmの範囲で選ばれる。この電子輸送層は、これらの電子輸送材料1種または2種以上からなる一層構造であってもよいし、あるいは、同一組成または異種組成の複数層からなる積層構造であってもよい。

10

20

30

40

50

【0073】

また、本発明においては、蛍光性化合物は発光層のみに限定することではなく、発光層に隣接した正孔輸送層、または電子輸送層に前記りん光性化合物のホスト化合物となる蛍光性化合物と同じ領域に蛍光極大波長を有する蛍光性化合物を少なくとも1種含有させてもよく、それにより更に有機EL素子の発光効率を高めることができる。これらの正孔輸送層や電子輸送層に含有される蛍光性化合物としては、発光層に含有されるものと同様に蛍光極大波長が350～440nm、更に好ましくは390～410nmの範囲にある蛍光性化合物が用いられる。

【0074】

本発明の有機EL素子に好ましく用いられる基盤は、ガラス、プラスチック等の種類には特に限定はなく、また、透明のものであれば特に制限はない。本発明の有機EL素子に好ましく用いられる基盤としては例えばガラス、石英、光透過性プラスチックフィルムを挙げることができる。

10

【0075】

光透過性プラスチックフィルムとしては、例えばポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ポリエーテルスルホン（PES）、ポリエーテルイミド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリフェニレンスルフィド、ポリアリレート、ポリイミド、ポリカーボネート（PC）、セルローストリアセテート（TAC）、セルロースアセテートプロピオネート（CAP）等からなるフィルム等が挙げられる。

【0076】

20

次に、有機EL素子を作製する好適な例を説明する。例として、前記の陽極／正孔注入層／正孔輸送層／発光層／電子輸送層／電子注入層／陰極からなる有機EL素子の作製法について説明する。

【0077】

まず適当な基板上に、所望の電極用物質、例えば陽極用物質からなる薄膜を、1μm以下、好ましくは10～200nmの範囲の膜厚になるように、蒸着やスパッタリング等の方法により形成させて陽極を作製する。次に、この上に素子材料である正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層／電子注入層からなる薄膜を形成させる。

【0078】

さらに、陽極と発光層または正孔注入層の間、及び、陰極と発光層または電子注入層との間にはバッファ層（電極界面層）を存在させてもよい。

30

バッファ層とは、駆動電圧低下や発光効率向上のために電極と有機層間に設けられる層のことで、「有機EL素子とその工業化最前線（1998年11月30日エヌ・ティー・エス社発行）」の第2編第2章「電極材料」（第123頁～第166頁）に詳細に記載されており、陽極バッファ層と陰極バッファ層とがある。

【0079】

陽極バッファ層は、特開平9-45479号、同9-260062号、同8-288069号等にもその詳細が記載されており、具体例として、銅フタロシアニンに代表されるフタロシアニンバッファ層、酸化バナジウムに代表される酸化物バッファ層、アモルファスカーボンバッファ層、ポリアニリン（エメラルディン）やポリチオフェン等の導電性高分子を用いた高分子バッファ層等が挙げられる。

40

【0080】

陰極バッファ層は、特開平6-325871号、同9-17574号、同10-74586号等にもその詳細が記載されており、具体的にはストロンチウムやアルミニウム等に代表される金属バッファ層、フッ化リチウムに代表されるアルカリ金属化合物バッファ層、フッ化マグネシウムに代表されるアルカリ土類金属化合物バッファ層、酸化アルミニウム、酸化リチウムに代表される酸化物バッファ層等が挙げられる。

【0081】

上記バッファ層はごく薄い膜であることが望ましく、素材にもよるが、その膜厚は0.1～100nmの範囲が好ましい。

50

【0082】

さらに上記基本構成層の他に必要に応じてその他の機能を有する層を積層してもよく、例えば特開平11-204258号、同11-204359号、及び「有機EL素子とその工業化最前線（1998年11月30日エヌ・ティー・エス社発行）」の第237頁等に記載されている正孔阻止（ホールブロック）層等のような機能層を有していてもよい。

【0083】

次に有機EL素子の電極について説明する。有機EL素子の電極は、陰極と陽極からなる。

【0084】

この有機EL素子における陽極としては、仕事関数の大きい（4 eV以上）金属、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが好ましく用いられる。このような電極物質の具体例としてはAu等の金属、CuI、インジウムチンオキシド（ITO）、 SnO_2 、ZnO等の導電性透明材料が挙げられる。

10

【0085】

上記陽極は、蒸着やスパッタリング等の方法により、これらの電極物質の薄膜を形成させ、フォトリソグラフィ法で所望の形状のパターンを形成してもよく、あるいはパターン精度をあまり必要としない場合は（100 μm 以上程度）、上記電極物質の蒸着やスパッタリング時に所望の形状のマスクを介してパターンを形成してもよい。この陽極より発光を取り出す場合には、透過率を10%より大きくすることが望ましく、また、陽極としてのシート抵抗は数百 $\Omega/\square$ 以下が好ましい。さらに膜厚は材料にもよるが、通常10 nm

20

～1 μm 、好ましくは10～200 nmの範囲で選ばれる。

【0086】

一方、陰極としては、仕事関数の小さい（4 eV以下）金属（電子注入性金属と称する）、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが用いられる。このような電極物質の具体例としては、ナトリウム、ナトリウム-カリウム合金、マグネシウム、リチウム、マグネシウム/銅混合物、マグネシウム/銀混合物、マグネシウム/アルミニウム混合物、マグネシウム/インジウム混合物、アルミニウム/酸化アルミニウム（ Al_2O_3 ）混合物、インジウム、リチウム/アルミニウム混合物、希土類金属等が挙げられる。これらの中で、電子注入性及び酸化等に対する耐久性の点から、電子注入性金属とこれより仕事関数の値が大きく安定な金属である第二金属との混合物、例えばマグネシウム/銀混合物、マグネシウム/アルミニウム混合物、マグネシウム/インジウム混合物、アルミニウム/酸化アルミニウム（ Al_2O_3 ）混合物、リチウム/アルミニウム混合物等が好適である。上記陰極は、これらの電極物質を蒸着やスパッタリング等の方法により、薄膜を形成させることにより、作製することができる。また、陰極としてのシート抵抗は数百 $\Omega/\square$ 以下が好ましく、膜厚は通常10 nm～1 μm 、好ましくは50～200 nmの範囲で選ばれる。なお、発光を透過させるため、有機EL素子の陽極または陰極のいずれか一方が、透明または半透明であれば発光効率が向上するので好都合である。

30

【0087】

次に有機EL素子の作製方法について説明する。

薄膜化の方法としては、前記の如くスピンコート法、キャスト法、蒸着法等があるが、均質な膜が得られやすく、かつピンホールが生成しにくい等の点から、真空蒸着法が好ましい。薄膜化に、真空蒸着法を採用する場合、その蒸着条件は、使用する化合物の種類、分子堆積膜の目的とする結晶構造、会合構造等により異なるが、一般にボート加熱温度50～450℃、真空度 10^{-6} ～ 10^{-3} Pa、蒸着速度0.01～50 nm/秒、基板温度-50～300℃、膜厚5 nm～5 μm の範囲で適宜選ぶことが望ましい。

40

【0088】

前記の様に、適当な基板上に、所望の電極用物質、例えば陽極用物質からなる薄膜を、1 μm 以下、好ましくは10～200 nmの範囲の膜厚になるように、蒸着やスパッタリング等の方法により形成させて陽極を作製した後、該陽極上に前記の通り正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層/電子注入層からなる各層薄膜を形成させた後、その上に陰

50

極用物質からなる薄膜を $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $50\sim200\text{ nm}$ の範囲の膜厚になるように、例えば蒸着やスパッタリング等の方法により形成させ、陰極を設けることにより、所望の有機EL素子が得られる。この有機EL素子の作製は、一回の真空引きで一貫してこの様に正孔注入層から陰極まで作製するのが好ましいが、作製順序を逆にして、陰極、電子注入層、発光層、正孔注入層、陽極の順に作製することも可能である。このようにして得られた有機EL素子に、直流電圧を印加する場合には、陽極を+、陰極を-の極性として電圧 $5\sim40\text{ V}$ 程度を印加すると、発光が観測できる。また、逆の極性で電圧を印加しても電流は流れずに発光は全く生じない。さらに、交流電圧を印加する場合には、陽極が+、陰極が-の状態になったときのみ発光する。なお、印加する交流の波形は任意でよい。

10

【0089】**【実施例】**

以下、実施例を挙げて本発明を詳細に説明するが、本発明の態様はこれに限定されない。

【0090】

実施例1（発光材料）

陽極としてガラス上にITOを 150 nm 成膜した基板（NHテクノグラス社製：NA-45）にパターニングを行った後、このITO透明電極を設けた透明支持基板をi-プロピルアルコールで超音波洗浄し、乾燥窒素ガスで乾燥し、UVオゾン洗浄を5分間行った。この透明支持基板を、市販の真空蒸着装置の基板ホルダーに固定し、一方、モリブデン製抵抗加熱ポートに α -NPDを 200 mg 入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ポートに比較化合物1を 200 mg 入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ポートにバソキュプロイン（BCP）を 200 mg 入れ、さらに別のモリブデン製抵抗加熱ポートに Alq_3 を 200 mg 入れ、真空蒸着装置に取付けた。次いで、真空槽を $4\times10^{-4}\text{ Pa}$ まで減圧した後、 α -NPDの入った前記加熱ポートに通電して加熱し、蒸着速度 $0.1\sim0.3\text{ nm/sec}$ で透明支持基板に膜厚 50 nm で蒸着し、正孔輸送層を設けた。蒸着時の基板温度は室温であった。ついで、比較化合物1の入った前記加熱ポートに通電して加熱し、蒸着速度 $0.1\sim0.3\text{ nm/sec}$ で 30 nm の発光層を設けた。更に、BCPの入った前記加熱ポートに通電して加熱し、膜厚 10 nm の正孔阻止層を設けた。更に、 Alq_3 の入った前記加熱ポートに通電して加熱し、蒸着速度 $0.1\sim0.3\text{ nm/sec}$ で膜厚 20 nm の電子輸送層を設けた。

20

30

【0091】

次に、真空槽をあけ、電子輸送層の上にステンレス鋼製の長方形穴あきマスクを設置し、一方、モリブデン製抵抗加熱ポートにマグネシウム 3 g を入れ、タングステン製の蒸着用バスケットに銀を 0.5 g 入れ、再び真空槽を $2\times10^{-4}\text{ Pa}$ まで減圧した後、マグネシウム入りのポートに通電して蒸着速度 $1.5\sim2.0\text{ nm/sec}$ でマグネシウムを蒸着し、この際、同時に銀のバスケットを加熱し、蒸着速度 0.1 nm/sec で銀を蒸着し、前記マグネシウムと銀との混合物から成る陰極とすることにより、有機EL素子1-1を作製した。

【0092】

上記有機EL素子1-1の比較化合物1を表1に記載の化合物に替えた以外は有機EL素子1-1と同様にして、有機EL素子1-2～1-12を作製した。全ての有機EL素子の発光色は青色から緑色であった。

40

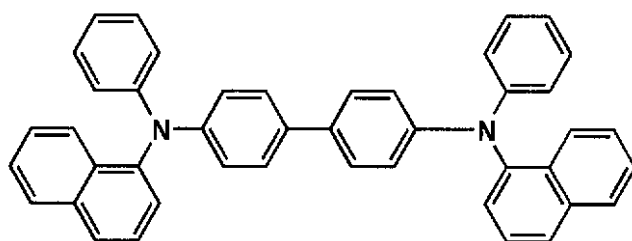
【0093】

これらの有機EL素子を $23\text{ }^\circ\text{C}$ 、乾燥窒素ガス雰囲気下で 10 V 直流電圧印加による連続点灯を行い、点灯開始時の発光輝度（ cd/m^2 ）及び耐久性の指標として輝度の半減時間を測定した。発光輝度は有機EL素子1-1を100とした相対値で表し、輝度の半減時間は有機EL素子1-1の輝度の半減時間を100とした相対値で表した。測定結果を表1に示す。発光輝度〔 cd/m^2 〕については、ミノルタ製CS-1000を用いて測定した。

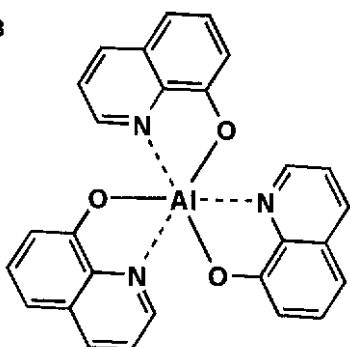
【0094】

50

【化 1 5】

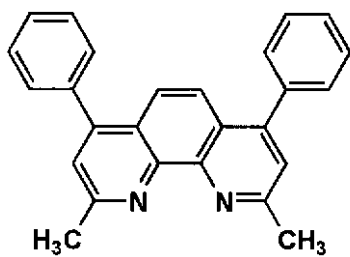
 α -NPD

10

Alq₃

20

BCP

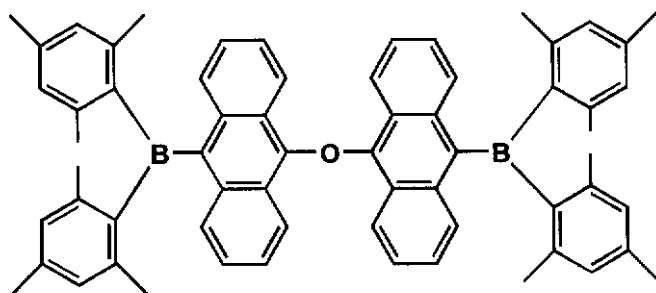


30

【0095】

【化 1 6】

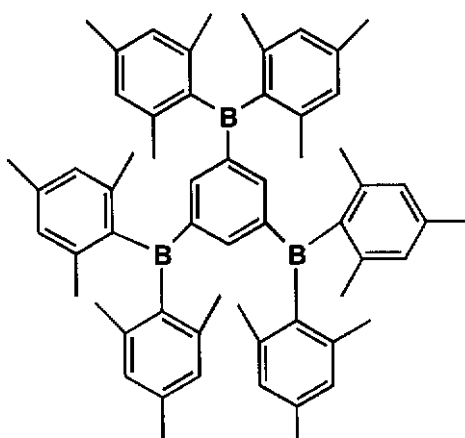
比較化合物1



特開2000-294373記載化合物

10

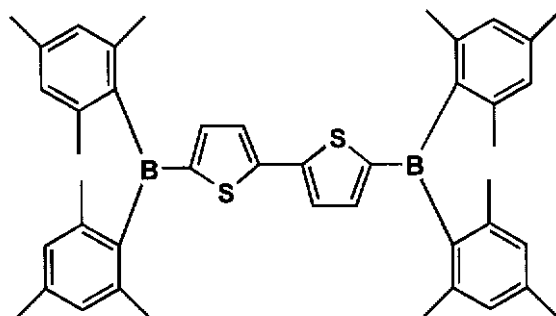
比較化合物2



特開2000-290645記載化合物

20

比較化合物3



特開2001-72971記載化合物

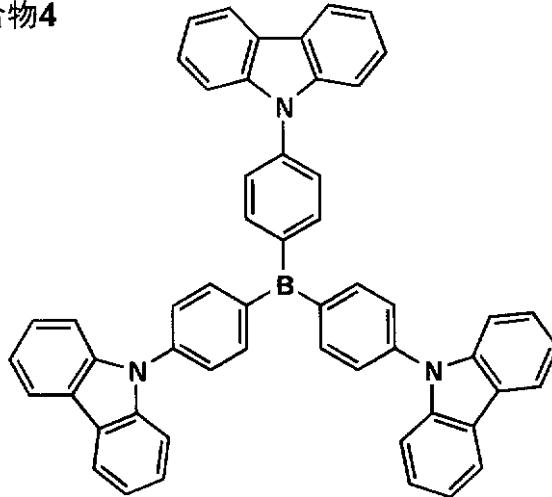
30

40

【0096】

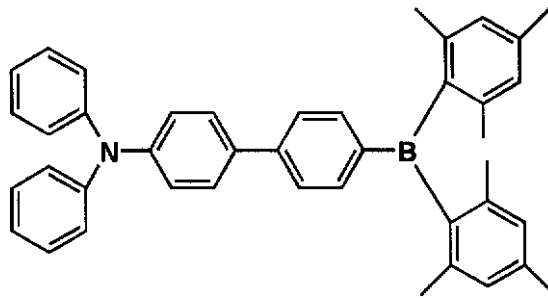
【化17】

比較化合物4



特開2001-93670記載化合物

比較化合物5



特開2001-93670記載化合物

【0097】

【表1】

有機 EL 素子 No.	発光層	発光輝度 (相対値)	輝度の半減時間 (相対値)	備考
1-1	化合物 1	100	100	比較例
1-2	化合物 2	120	75	比較例
1-3	化合物 3	134	110	比較例
1-4	化合物 4	148	50	比較例
1-5	化合物 5	140	75	比較例
1-6	1	322	355	本発明
1-7	3	354	305	本発明
1-8	6	302	410	本発明
1-9	9	285	300	本発明
1-10	13	225	310	本発明
1-11	18	310	280	本発明
1-12	19	330	290	本発明

【0098】

表1より、本発明の化合物を用いた有機EL素子は、類似構造を有する比較化合物を用いた有機EL素子に比べ、点灯開始時の発光輝度及び輝度の半減時間が改善されているのが分かる。

【0099】

実施例2（ホスト化合物）

本発明の化合物1とDCM-2を100：1の質量比で蒸着した膜厚30nmの発光層を使用する以外は、実施例1と同様の方法で有機EL素子2-1を作製した。

【0100】

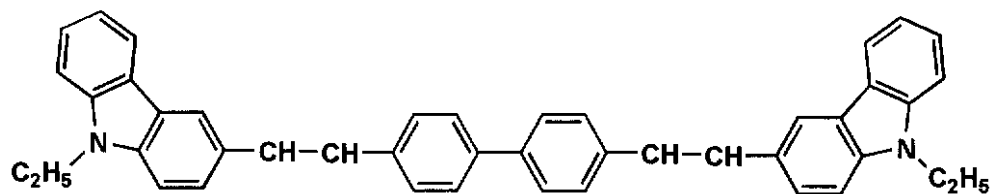
この有機EL素子を23℃度、乾燥窒素ガス雰囲気下で10V直流電圧印加すると、赤色の発光が得られた。 10

【0101】

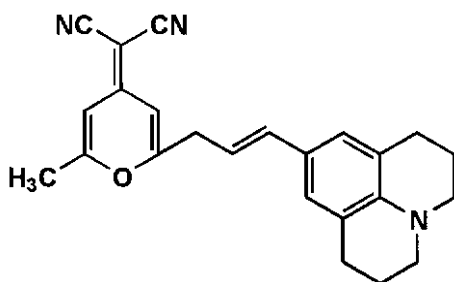
上記有機EL素子2-1の、DCM-2をQd-2またはBCzVBiに替えることによって作製した有機EL素子2-2、2-3からはそれぞれ、緑色または青色の発光が得られた。

【0102】

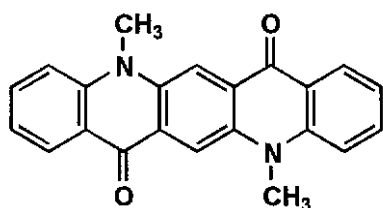
【化18】

BCzVBi

20

DCM-2

30

Qd-2

40

【0103】

実施例3（電子輸送材料）

陽極としてガラス上にITOを150nm成膜した基板（NHテクノグラス社製：NA-45）にパターニングを行った後、このITO透明電極を設けた透明支持基板をi-プロピルアルコールで超音波洗浄し、乾燥窒素ガスで乾燥し、UVオゾン洗浄を5分間行った 50

。この透明支持基板を、市販の真空蒸着装置の基板ホルダーに固定し、一方、モリブデン製抵抗加熱ボートに、 m -MTDA T X Aを200mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ボートにDPV B iを200mg入れ、また別のモリブデン製抵抗加熱ボートにBCPを200mg入れ真空蒸着装置に取付けた。

【0104】

次いで、真空槽を 4×10^{-4} Paまで減圧した後、 m -MTDA T X Aの入った前記加熱ボートに通電して加熱し、蒸着速度 $0.1 \sim 0.3$ nm/secで透明支持基板に膜厚25 nmで蒸着し、さらに、DPV B iの入った前記加熱ボートに通電して加熱し、蒸着速度 $0.1 \sim 0.3$ nm/secで膜厚20 nmで蒸着し、発光層を設けた。蒸着時の基板温度は室温であった。

10

【0105】

ついで、BCPの入った前記加熱ボートに通電して加熱し、蒸着速度 $0.1 \sim 0.3$ nm/secで30 nmの電子輸送層を設けた。

【0106】

次に、真空槽をあけ、電子輸送層の上にステンレス鋼製の長方形穴あきマスクを設置し、一方、モリブデン製抵抗加熱ボートにマグネシウム3 gを入れ、タングステン製の蒸着用バスケットに銀を0.5 g入れ、再び真空槽を 2×10^{-4} Paまで減圧した後、マグネシウム入りのボートに通電して蒸着速度 $1.5 \sim 2.0$ nm/secでマグネシウムを蒸着し、この際、同時に銀のバスケットを加熱し、蒸着速度 0.1 nm/secで銀を蒸着し、前記マグネシウムと銀との混合物からなる陰極とすることにより、有機EL素子3-1

20

を作製した。

【0107】

有機EL素子3-1のBCPを表2に記載の化合物に替えた以外は有機EL素子3-1と同様にして、有機EL素子3-2～3-12を作製した。

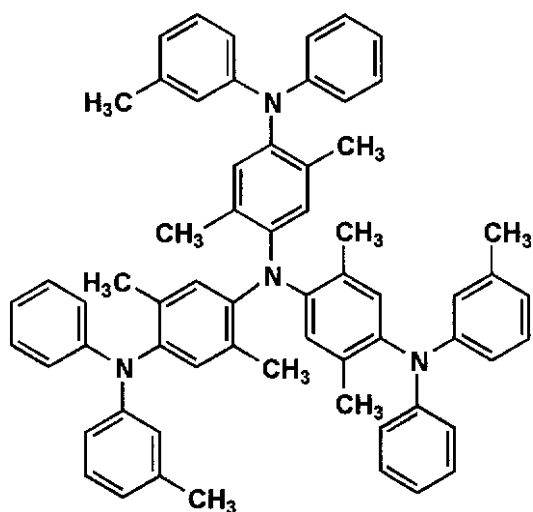
【0108】

これらの有機EL素子を 23°C 、乾燥窒素ガス雰囲気下で10 V直流電圧印加による連続点灯を行い、点灯開始時の発光輝度 (cd/m^2)、及び輝度の半減時間を測定した。発光輝度は有機EL素子3-1を100とした相対値で表し、輝度の半減時間は有機EL素子3-1の輝度の半減時間を100とした相対値で表した。測定結果を表2に示す。なお全ての素子において発光色は青色だった。

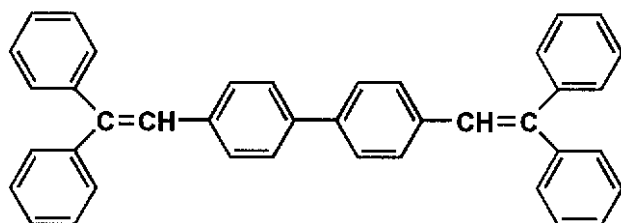
30

【0109】

【化19】

m-MTDATXA

10

DPVBi

20

【0110】

【表2】

有機 EL 素子 No.	電子輸送層	発光輝度 (相対値)	輝度の半減時間 (相対値)	備考
3-1	BCP	100	100	比較例
3-2	比較化合物 1	85	105	比較例
3-3	比較化合物 2	111	90	比較例
3-4	比較化合物 5	75	110	比較例
3-5	2	209	275	本発明
3-6	4	225	305	本発明
3-7	5	207	270	本発明
3-8	12	244	200	本発明
3-9	14	271	210	本発明
3-10	15	280	240	本発明
3-11	16	233	305	本発明
3-12	17	254	295	本発明

30

40

【0111】

表2より、本発明の化合物を用いた有機EL素子は、類似構造を有する比較化合物を用いた有機EL素子に比べ、点灯開始時の発光輝度及び輝度の半減する時間が改善されているのが分かる。

50

【0112】

実施例4（陰極バッファ層）

実施例3で作製した有機EL素子3-5の陰極をAlに置き換え、電子輸送層と陰極の間にフッ化リチウムを膜厚0.5nm蒸着して陰極バッファ層を設けた以外は同様にして有機EL素子4-1を作製した。

【0113】

実施例3と同様にこの有機EL素子を点灯開始時の発光輝度（ cd/m^2 ）、及び輝度の半減時間を測定したところ、有機EL素子3-1を100とした相対値の比較で、発光輝度315、輝度の半減時間420となった。また、有機EL素子3-6～3-12についても、同様に、陰極バッファ層を導入するとさらに効果的であった。

10

【0114】

実施例5（三色の発光）

実施例3で用いた有機EL素子の発光層をDPVB_iから、それぞれAlq₃またはAlq₃とDCM-2を100：1の質量比で蒸着した発光層に置き替えた以外は同様にして、有機EL素子を作製し、点灯開始時の発光輝度（ cd/m^2 ）及び輝度の半減時間を測定した。その結果、実施例3と同様に、本発明の化合物を電子輸送層に用いた有機EL素子は点灯開始時の発光輝度（ cd/m^2 ）及び輝度の半減時間の改善が確認された。

【0115】

なお、Alq₃を発光層に用いた場合は緑色の発光が得られ、Alq₃とDCM-2を100：1で共蒸着した発光層からは赤色の発光が得られた。

20

【0116】

実施例6

有機EL素子6-1～6-8を以下のようにして作製した。

【0117】

〈有機EL素子の作製〉

陽極として100mm×100mm×1.1mmのガラス基板上にITO（インジウムチンオキシド）を150nm成膜した基板（NHテクノグラス社製NA-45）にパターンニングを行った後、このITO透明電極を設けた透明支持基板をイソプロピルアルコールで超音波洗浄し、乾燥窒素ガスで乾燥し、UVオゾン洗浄を5分間行なった。

【0118】

この透明支持基板を、市販の真空蒸着装置の基板ホルダーに固定し、一方、モリブデン製抵抗加熱ポートに、 α -NPDを200mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ポートにCBPを200mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ポートにバソキュプロイン（BCP）を200mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ポートにIr-1（りん光性化合物）を100mg入れ、さらに別のモリブデン製抵抗加熱ポートにAlq₃を200mg入れ、真空蒸着装置に取付けた。次いで、真空槽を 4×10^{-4} Paまで減圧した後、 α -NPDの入った前記加熱ポートに通電して加熱し、蒸着速度0.1nm/secで透明支持基板に蒸着し、膜厚45nmの正孔輸送層を設けた。さらに、CBPとIr-1の入った前記加熱ポートに通電して加熱し、それぞれ蒸着速度0.1nm/sec、0.01nm/secで前記正孔輸送層上に共蒸着して膜厚20nmの発光層を設けた。なお、蒸着時の基板温度は室温であった。さらに、BCPの入った前記加熱ポートに通電して加熱し、蒸着速度0.1nm/secで前記発光層の上に蒸着して膜厚10nmの正孔阻止の役割も兼ねた電子輸送層を設けた。その上に、さらに、Alq₃の入った前記加熱ポートに通電して加熱し、蒸着速度0.1nm/secで前記電子輸送層の上に蒸着して更に膜厚40nmの電子注入層を設けた。なお、蒸着時の基板温度は室温であった。

30

40

【0119】

次に、フッ化リチウム0.5nm及びAlを110nm蒸着して陰極を形成し、有機EL素子6-1を作製した。

【0120】

発光層のCBPを表3に示す化合物に置き換えた以外は全く同じ方法で、有機EL素子6

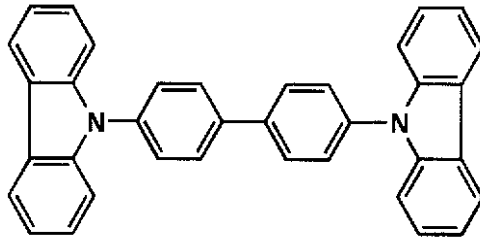
50

－ 2 ～ 6 － 9 を作製した。

【 0 1 2 1 】

【 化 2 0 】

CBP



10

【 0 1 2 2 】

〈有機 EL 素子 6 － 1 ～ 6 － 9 の発光輝度及び半減時間の評価〉

有機 EL 素子 6 － 1 では、初期駆動電圧 3 V で電流が流れ始め、発光層のドーパントであるりん光性化合物からの緑色の発光を示した。作製した有機 EL 素子について、23℃、乾燥窒素ガス雰囲気下で 9 V 直流電圧を印加した時の発光輝度及び発光寿命の指標として輝度の半減時間を測定した。発光輝度は有機 EL 素子 6 － 1 を 100 とした相対値で表し、輝度の半減時間は有機 EL 素子 6 － 1 を 100 とした相対値で表した。測定結果を表 3 に示す。発光輝度 [cd/m²] については、ミノルタ製 CS－1000 を用いて測定した。

20

【 0 1 2 3 】

【表 3】

有機 EL 素子 No.	電子輸送材料	発光輝度 (相対値)	輝度の半減時間 (相対値)	備考
6－1	CBP	100	100	比較例
6－2	比較化合物 1	45	80	比較例
6－3	1	148	200	本発明
6－4	7	144	215	本発明
6－5	12	155	180	本発明
6－6	15	133	205	本発明
6－7	16	146	240	本発明
6－8	17	155	190	本発明
6－9	19	172	210	本発明

30

40

【 0 1 2 4 】

表 3 から明らかなように、本発明の化合物をホストに用いた有機 EL 素子は、発光輝度が高く、半減時間が長いことから、有機 EL 素子として非常に有用であることが分かった。

【 0 1 2 5 】

りん光性化合物を Ir－11 または Ir－9 に変更した以外は有機 EL 素子 6 － 1 ～ 6 － 9 と同様にして作製した有機 EL 素子 6 － 10、6 － 11 においても同様の効果が得られた。なお、Ir－11 を用いた有機 EL 素子 6 － 10 からは青色の発光が、Ir－9 を用いた有機 EL 素子 6 － 11 からは赤色の発光が得られた。

【 0 1 2 6 】

実施例 7

50

実施例 6 で作製した有機 EL 素子 6-1 の電子輸送層に用いた BCP を表 4 に示す化合物に置き換えた以外は全く同じ方法で、有機 EL 素子 7-1 ~ 7-9 を作製した。

【0127】

〈有機 EL 素子 6-1、7-1 ~ 7-9 の発光輝度及び半減時間の評価〉

有機 EL 素子 6-1 では、初期駆動電圧 3 V で電流が流れ始め、発光層のドーパントであるりん光性化合物からの緑色の発光を示した。これらの有機 EL 素子を 23 °C、乾燥窒素ガス雰囲気下で 9 V 直流電圧を印加した時の発光輝度及び輝度の半減時間を測定した。発光輝度は有機エレクトロルミネッセンス素子 6-1 を 100 とした相対値で表し、輝度の半減時間も有機 EL 素子 6-1 を 100 とした相対値で表した。測定結果を表 4 に示す。発光輝度 [cd/m^2] については、ミノルタ製 CS-1000 を用いて測定した。

10

【0128】

【表 4】

有機 EL 素子 No.	電子輸送材料	発光輝度 (相対値)	輝度の半減時間 (相対値)	備考
6-1	BCP	100	100	比較例
7-1	比較化合物 2	41	105	比較例
7-2	比較化合物 4	62	50	比較例
7-3	比較化合物 5	96	62	本発明
7-4	3	141	245	本発明
7-5	9	130	225	本発明
7-6	13	171	280	本発明
7-7	14	158	285	本発明
7-8	15	140	310	本発明
7-9	18	151	280	本発明

20

【0129】

表 4 から明らかなように、本発明の化合物を電子輸送層（正孔阻止層）に用いた有機 EL 素子は、発光輝度が高く、半減時間が長いことから、有機 EL 素子として非常に有用であることが分かった。

30

【0130】

りん光性化合物を Ir-11 または Ir-9 に変更した以外は有機 EL 素子 7-1 ~ 7-9 と同様にして作製した有機 EL 素子 7-10、7-11 においても同様の効果が得られた。なお、Ir-11 を用いた有機 EL 素子 7-10 からは青色の発光が、Ir-9 を用いた有機 EL 素子 7-11 からは赤色の発光が得られた。

【0131】

実施例 8

実施例 6 で作製したそれぞれ赤色、緑色、青色発光の有機 EL 素子を同一基板上に並置し、図 1 に示すアクティブマトリクス方式フルカラー表示装置を作製した。

40

【0132】

図 1 には作製したフルカラー表示装置の表示部の模式図のみを示した。即ち同一基板上に、複数の走査線 5 及びデータ線 6 を含む配線部と、並置した複数の画素 3（発光の色が赤領域の画素、緑領域の画素、青領域の画素等）とを有し、配線部の走査線 5 及び複数のデータ線 6 は、それぞれ導電材料からなり、走査線 5 とデータ線 6 は格子状に直交して、直交する位置で画素 3 に接続している（詳細は図示せず）。複数の画素 3 は、それぞれの発光色に対応した有機 EL 素子、アクティブ素子であるスイッチングトランジスタと駆動トランジスタが設けられたアクティブマトリクス方式で駆動されており、走査線 5 から走査信号が印加されると、データ線 6 から画像データ信号を受け取り、受け取った画像データ

50

に応じて発光する。この様に各赤、緑、青の画素を適宜、並置することによって、フルカラー表示が可能となる。

【0133】

フルカラー表示装置を駆動することにより、輝度の高い鮮明なフルカラー動画表示が得られた。

【0134】

【発明の効果】

本発明により、発光輝度及び耐久性の高い有機エレクトロルミネッセンス素子及びそれを用いた表示装置を提供することができた。

【図面の簡単な説明】

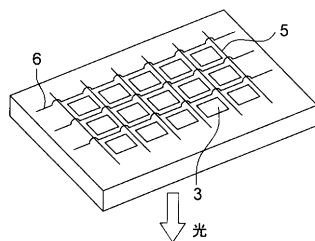
10

【図1】フルカラー表示装置の表示部の模式図である。

【符号の説明】

- 3 画素
- 5 走査線
- 6 データ線

【図1】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-234192 (JP, A)
特開2001-93670 (JP, A)
Chem. Commun., 2002, (23), 2900-2901

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 51/50

C09K 11/06

CA(STN)

REGISTRY(STN)

专利名称(译)	有机电致发光器件和显示器件		
公开(公告)号	JP3994799B2	公开(公告)日	2007-10-24
申请号	JP2002169802	申请日	2002-06-11
[标]申请(专利权)人(译)	柯尼卡株式会社		
申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达控股公司		
当前申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达控股公司		
[标]发明人	山田岳俊 北弘志		
发明人	山田 岳俊 北 弘志		
IPC分类号	H01L51/50 C09K11/06 H05B33/14 H05B33/22		
FI分类号	H05B33/22.B H05B33/14.B C09K11/06.660 C09K11/06.690		
F-TERM分类号	3K007/AB02 3K007/AB11 3K007/DB03 3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/BB02 3K107/CC02 3K107/CC04 3K107/CC22 3K107/DD53 3K107/DD59 3K107/DD64 3K107/DD67 3K107/DD68 3K107/DD69 3K107/DD74 3K107/DD78		
其他公开文献	JP2004014440A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供具有高发光亮度和耐久性的有机电致发光元件，以及使用它的显示装置。溶解：具有电子传输层和发光层的有机电致发光元件含有化学式[1]表示的化合物。式中，R^{SB} 1和 2 独立地表示取代基，Ar表示二价亚芳基，n是0至8的整数，p是1的整数对于4，q是1至4的整数，R₃至R₆表示氢原子或取代基，Ar₁和Ar₂独立地表示芳基。Ž

