

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4265216号
(P4265216)

(45) 発行日 平成21年5月20日(2009.5.20)

(24) 登録日 平成21年2月27日(2009.2.27)

(51) Int.Cl.		F I	
H01L	51/50 (2006.01)	H05B	33/14 B
C09K	11/06 (2006.01)	C09K	11/06 660
C07F	7/10 (2006.01)	H05B	33/22 B
		H05B	33/22 D
		C07F	7/10 S

請求項の数 5 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2002-369677 (P2002-369677)	(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
(22) 出願日	平成14年12月20日(2002.12.20)	(72) 発明者	木下 基 東京都日野市さくら町1番地コニカ株式会社 社内
(65) 公開番号	特開2004-200104 (P2004-200104A)	(72) 発明者	福田 光弘 東京都日野市さくら町1番地コニカ株式会社 社内
(43) 公開日	平成16年7月15日(2004.7.15)	(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 社内
審査請求日	平成17年12月13日(2005.12.13)	審査官	天野 宏樹

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および表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燐光性化合物をドーパント化合物として含有する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、該有機エレクトロルミネッセンス素子を構成するいずれか1層に、分子量が3500~3000である下記一般式(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。

一般式(1) $Si - [L - A]_4$

〔式中、Lは単なる結合手又は置換基を有さないフェニレン基を表し、Aはカルバゾール残基を表し、Lとの結合部位がカルバゾール骨格のN位である場合は、少なくともカルバゾール残基の3位と6位はアルキル基、アルキルオキシ基又はアルキル基若しくはアルキルオキシ基を有するフェニル基が置換されており、また、Lとの結合部位がカルバゾール残基の3位又は6位である場合は、カルバゾール骨格のN位はアルキル基若しくはアルキルオキシ基を有するフェニル基が置換されており、少なくとも前記Lが結合していないカルバゾール残基の3位又は6位はアルキル基又はアルキルオキシ基が置換されている。なお、複数のAは同じでも異なってもよい。〕

【請求項2】

前記一般式(1)で表される化合物をホスト化合物として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3】

前記燐光性化合物がイリジウム化合物、オスmium化合物又は白金化合物であることを

特徴とする請求項 1 又は 2 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 4】

前記燐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 3 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を構成要素とする表示装置。

【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する。

【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 (無機 EL 素子) や有機エレクトロルミネッセンス素子 (以下、有機 EL 素子ともいう) 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。

【0003】

一方、有機 EL 素子は、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、更に、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。

【0004】

しかしながら、今後の実用化に向けた有機 EL 素子には、更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。

【0005】

例えば、スチルベン誘導体、ジスチリルアリーレン誘導体またはトリススチリル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する技術 (例えば、特許文献 1 参照。)、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 (例えば、特許文献 2 参照。)、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 (例えば、特許文献 3 参照。)) 等が知られている。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、従来の有機 EL 素子に比べて発光輝度を向上させている。

【0006】

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、光の取り出し効率が約 20% であるため、外部取り出し量子効率 (ext) の限界は 5% とされている。

【0007】

ところが、プリンストン大より、励起三重項からの燐光発光を用いる有機 EL 素子の報告 (例えば、非特許文献 1 参照。) がされて以来、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、非特許文献 2 及び特許文献 4 参照。))。

【0008】

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 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。

10

20

30

40

50

【0009】

燐光性化合物をドーパントとして用いるときのホストは、燐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、燐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燐光性化合物のホストとして用いている。また、M.E. Tompson等は、各種電子輸送性材料を燐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ブして用いている。更に、Tsutsui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。

10

【0011】

燐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頁(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。

【0012】

しかし、何れの報告も、有機EL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。

20

【0013】

また、一方では、ホスト化合物及びドーパント化合物として燐光性化合物を各々含有する発光層を有する素子において、前記ホスト化合物としてカルバゾール誘導体を適用した例としては、4,4'-N,N'-dicarbazole-biphenyl (CBP)等が最も一般的であるが、これら従来のカルバゾール誘導体を用いても、発光効率及び耐久性の両立は達成されていない。特に、緑色より短波な発光については満足な発光効率を得られていない。

【0014】

CBP以外のカルバゾール誘導体としては、特開2001-257076公報、同2002-105445公報等に高分子タイプが、同2001-313179公報、同2002-75645公報等、中でも特開2002-100476公報にはケイ素を有するカルバゾール誘導体が記載されているが、これらのカルバゾール誘導体を用いた素子においても、発光効率及び耐久性を両立しうる構成は得られていない。

30

【0015】

【特許文献1】

特許第3093796号明細書

【0016】

【特許文献2】

特開昭63-264692号公報

【0017】

【特許文献3】

特開平3-255190号公報

40

【0018】

【特許文献4】

米国特許第6097147号明細書

【0019】

【非特許文献1】

M. A. Baldo et al., nature, 395巻、151-154ページ(1998年)

【0020】

50

【非特許文献2】

M. A. Baldo et al., nature, 403巻、17号、750-753
ページ(2000年)

【0021】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、発光輝度、発光効率が共に高く、かつ、耐久性に優れた有機エレクトロルミネッセンス素子、及びこれを有する表示装置を提供することである。

【0022】

【課題を解決するための手段】

本発明の上記目的は下記構成により達成された。

10

【0023】

(1) 燐光性化合物をドーパント化合物として含有する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、該有機エレクトロルミネッセンス素子を構成するいずれか1層に、分子量が350~3000である下記一般式(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。

【0024】

一般式(1) $Si - [L - A]_4$

[式中、Lは単なる結合手又は置換基を有さないフェニレン基を表し、Aはカルバゾール残基を表し、Lとの結合部位がカルバゾール骨格のN位である場合は、少なくともカルバゾール残基の3位と6位はアルキル基、アルキルオキシ基又はアルキル基若しくはアルキルオキシ基を有するフェニル基が置換されており、また、Lとの結合部位がカルバゾール残基の3位又は6位である場合は、カルバゾール骨格のN位はアルキル基若しくはアルキルオキシ基を有するフェニル基が置換されており、少なくとも前記Lが結合していないカルバゾール残基の3位又は6位はアルキル基又はアルキルオキシ基が置換されている。なお、複数のAは同じでも異なってもよい。]

20

(2) 前記一般式(1)で表される化合物をホスト化合物として発光層に含有することを特徴とする(1)記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0025】

(3) 前記燐光性化合物がイリジウム化合物、オスmium化合物又は白金化合物であることを特徴とする(1)又は(2)記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

30

【0026】

(4) 前記燐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(3)記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0027】

(5) (1)乃至(4)のいずれか1項記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を構成要素とする表示装置。

【0028】

本発明者等は、燐光発光用の材料について鋭意検討を重ねた結果、Siと特定のカルバゾール誘導体から構成される化合物が、光化学的、あるいは電気化学的な安定性、耐熱性に優れ、かつ比較的短波長に燐光発光を示すことを見出すとともに、本発明の化合物を用いて有機EL素子を作製した場合に、有機EL素子の発光輝度及び寿命が改善されることを見出し本発明に至ったものである。

40

【0029】

特に、青色発光において、発光輝度、発光効率の向上及び耐久性の両立を達成した有機EL素子、及びこれを用いた発光輝度の高い、耐久性の良好な表示装置を提供できることを見出した。

【0030】

【発明の実施の形態】

《一般式(1)で表される化合物》

本発明に係る一般式(1)で表される化合物(Siとカルバゾール誘導体から構成される

50

化合物)について説明する。

【0032】

Lは単なる結合手又は置換基を有さないフェニレン基を表す。

Aはカルバゾール残基を表し、Lとの結合部位がカルバゾール骨格のN位である場合は、少なくともカルバゾール残基の3位と6位は置換基を有してもよいアルキル基(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、シクロヘキシル基等。)、置換基を有してもよいアルキルオキシ基(メトキシ基、エトキシ基、i-プロポキシ基、ブトキシ基等。)、又は置換基を有するフェニル基(トリル基、キシリル基、トリメチルフェニル基、テトラメチルフェニル基、ピフェニル基、ターフェニル基等。)が置換されており、また、Lとの結合部位がカルバゾール残基の3位又は6位である場合は、カルバゾール骨格のN位は置換基を有するフェニル基(トリル基、キシリル基、トリメチルフェニル基、テトラメチルフェニル基、ピフェニル基、ターフェニル基等。)が置換されており、少なくとも前記Lが結合していないカルバゾール残基の3位又は6位は置換基を有してもよいアルキル基(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、シクロヘキシル基等。)又は置換基を有してもよいアルキルオキシ基(メトキシ基、エトキシ基、i-プロポキシ基、ブトキシ基等。)が置換されている。複数のAは同じでも異なってもよい。

10

【0033】

高性能有機EL素子を作製するためには、一般的に真空蒸着法が可能で、かつ、均一なアモルファスガラスを形成する材料を使用することが望ましい。使用される材料の分子量が350未満であると、ガラス転移温度が低く耐熱性に乏しい素子しか作製できず、また、ガラス状態の安定性に欠けるために結晶化しやすいことから、安定な素子を作製できない等の問題がある。一方、分子量が3000を超えるような高分子量では、真空蒸着による成膜ができない傾向があり、高性能有機ELを作製する上では問題となっている。

20

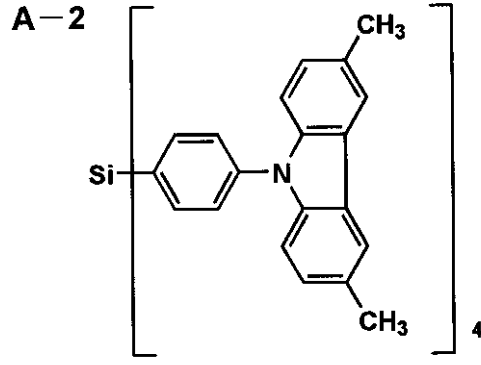
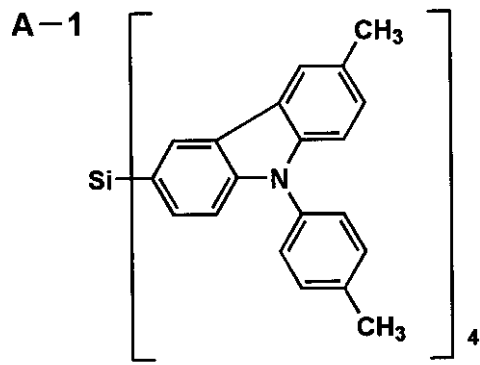
【0034】

以下に、具体的化合物例を示すが、本発明における化合物がこれらに限定されるものではない。

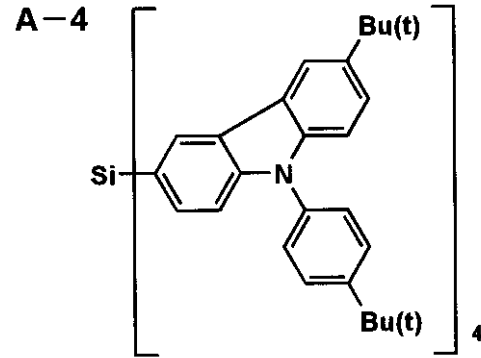
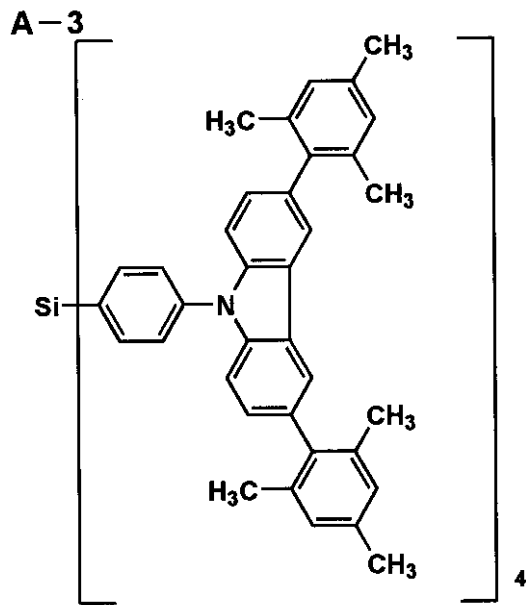
【0035】

【化1】

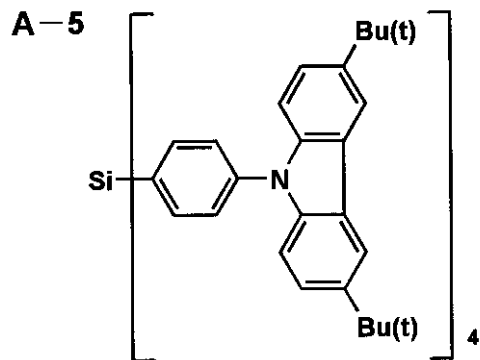
30



10



20

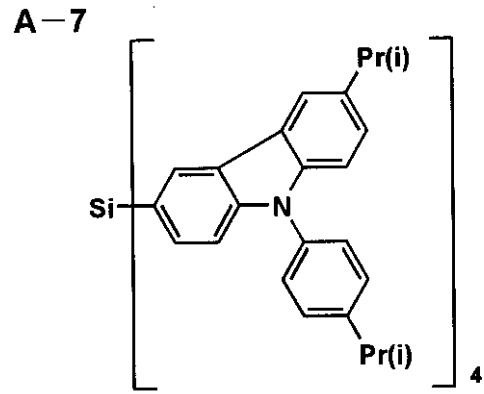
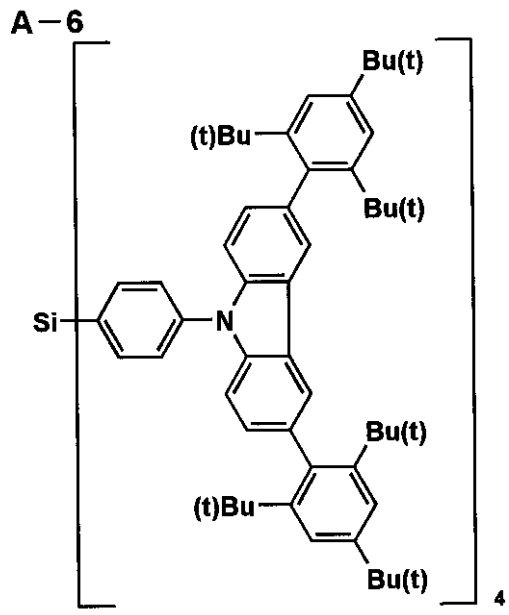


30

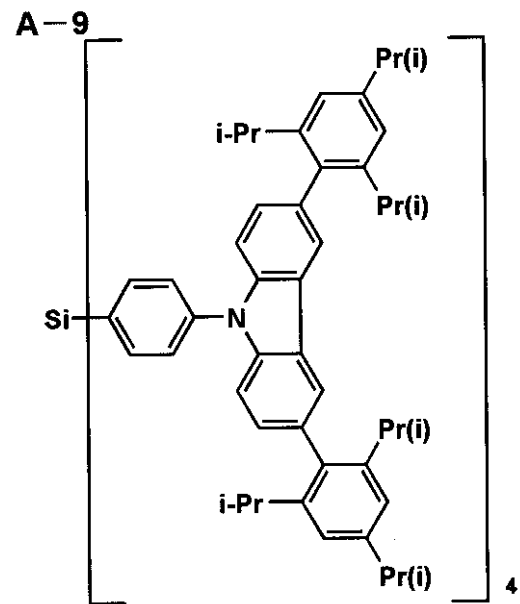
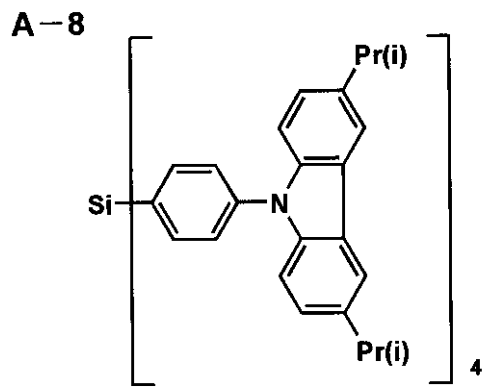
40

【 0 0 3 6 】

【 化 2 】

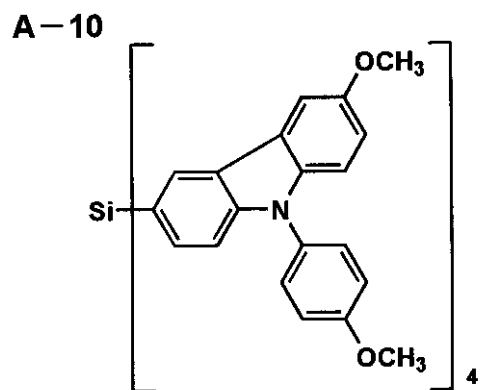


10



20

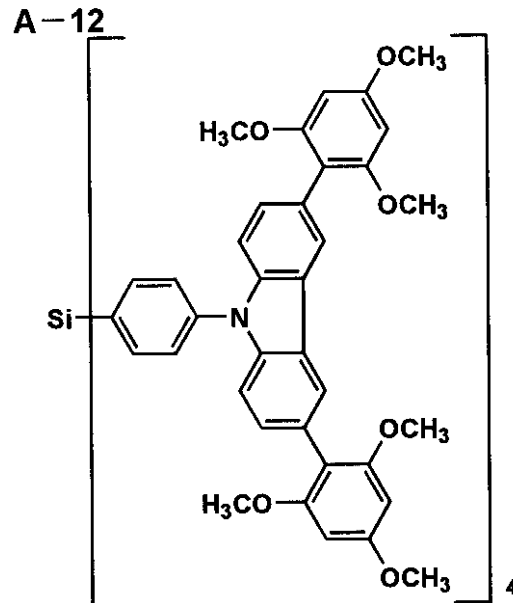
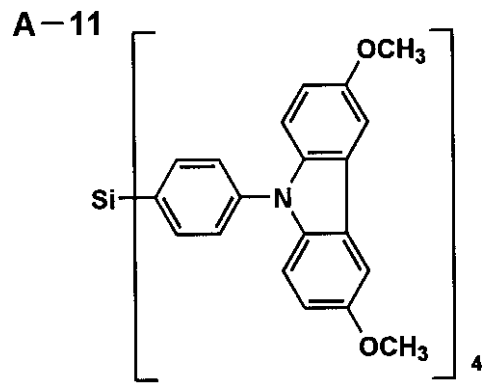
30



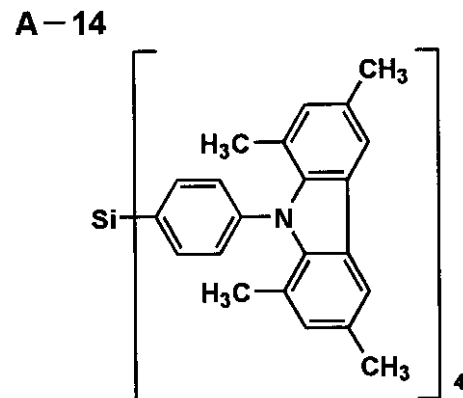
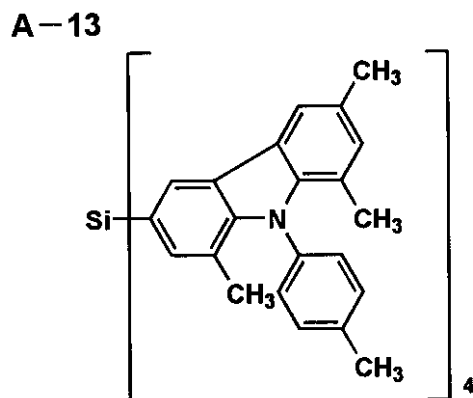
40

[0 0 3 7]

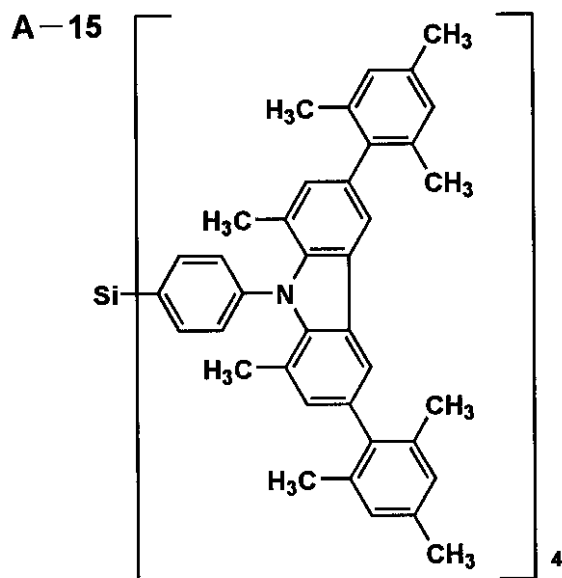
[化 3]



10



20



30

40

【 0 0 3 8 】

上記一般式(1)で表される化合物は、有機EL素子を構成する、下記に示すような何れかの層(例えば、正孔輸送層、発光層、正孔ブロック層、電子輸送層等)に含有していてもよいが、特に、後述するようにホスト化合物として発光層に含有する場合、または、発光層に隣接する層に含有する場合に、更に、高発光輝度、高発光効率を示し、かつ、耐久性が向上した有機EL素子が提供できることがわかった。

50

【0039】

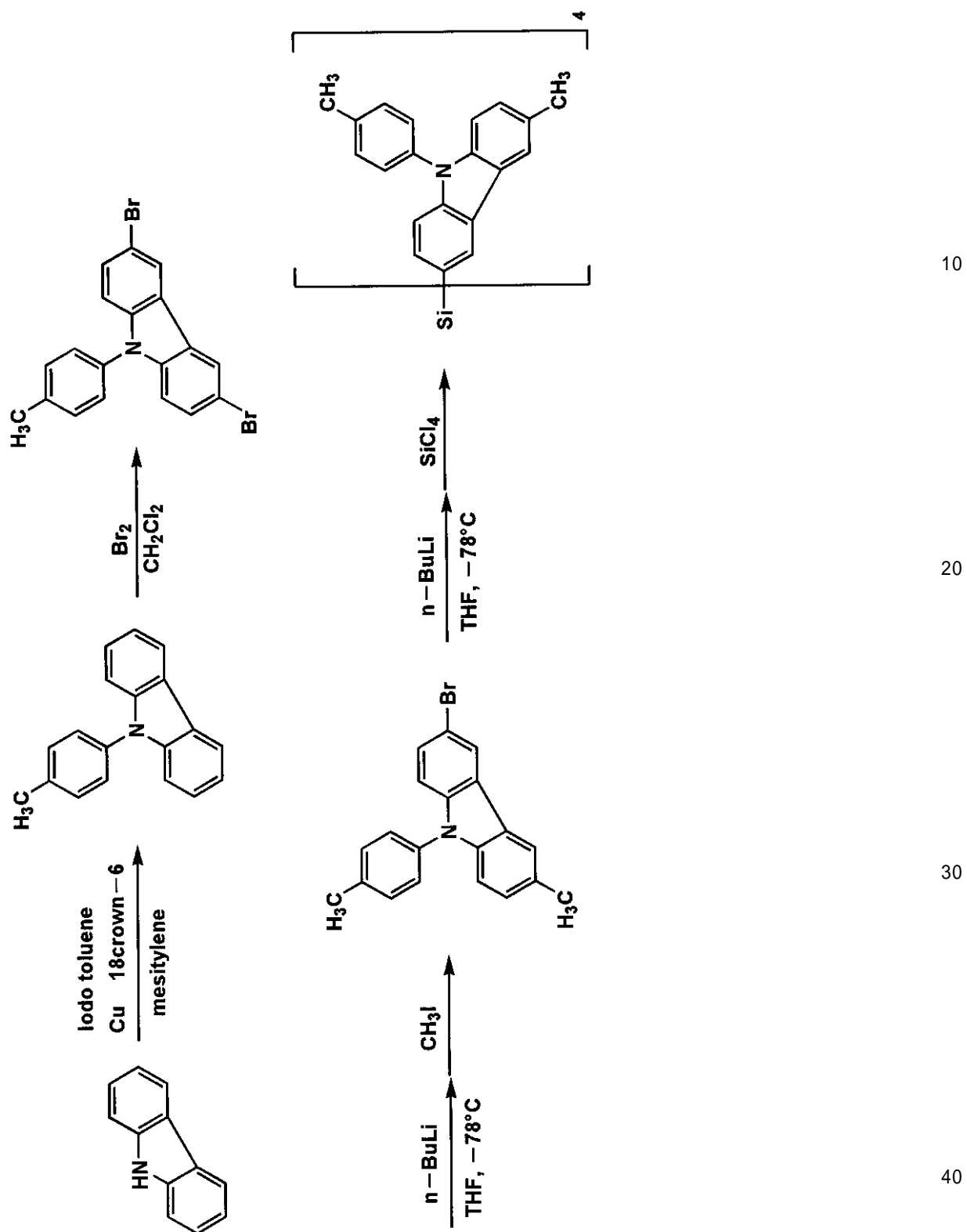
本発明に係る一般式(1)で表される化合物の、有機EL素子を構成するいずれか1層中での含有量としては、50質量%以上であることが好ましく、更に好ましくは、80~95質量%であり、特に好ましくは、90~95質量%である。

【0040】

本発明に係る、一般式(1)で表される化合物は従来公知の方法によって製造が可能である。以下に、例示した化合物A-1について合成経路の一例を示すが、その他の化合物も同様の方法及び下記文献及び公知の合成法によって製造することが可能である。

【0041】

【化4】



【 0 0 4 2 】

Buchanan Tucker, J. Chem. Soc., 1958, 2750

Steinhoff Henry, J. Org. Chem., 29, 1964, 2808

Spialter et al, J. Amer. Chem. Soc., 77, 1955, 6227

各化合物は、NMR（核磁気共鳴スペクトル）及びマススペクトルにより同定することができる。

【0043】

《ホスト化合物》：発光層中の主成分

本発明に係るホスト化合物について説明する。

【0044】

ここで、「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て混合比（質量）の最も多い化合物のことを意味し、それ以外の化合物については「ドープアント化合物」という。例えば、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がドープアント化合物であり、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がドープアント化合物であり、化合物cがホスト化合物である。

10

【0045】

ここで、本発明に係るホスト化合物としては、前記一般式(1)で表される化合物、従来公知の燐光性化合物、後述する蛍光性化合物等を用いることができる。

【0046】

《燐光性化合物》：発光層中のドープアント化合物の一種

本発明に係る、ドープアント化合物として用いられる燐光性化合物について説明する。

【0047】

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

20

【0048】

上記燐光量子収率は、第4版実験化学講座7の分光IIの398頁(1992年版、丸善)に記載の方法により測定できる。溶液中での燐光量子収率は種々の溶媒を用いて測定できるが、本発明に係る燐光性化合物は、任意の溶媒の何れかにおいて上記燐光量子収率が達成されることが好ましい。

【0049】

本発明に係る燐光性化合物としては、元素周期表で8~10族の金属を含有する錯体系化合物が好ましく、更に好ましくは、イリジウム化合物、オスミウム化合物または白金化合物(白金錯体系化合物)等が挙げられ、中でも最も好ましく用いられるのはイリジウム化合物である。

30

【0050】

ホスト化合物及びドープアント化合物として燐光性化合物を各々含有する発光層を有する本発明の有機EL素子において、有機EL素子を構成するいずれか1層には、前記一般式(1)で表される化合物を有し、発光極大波長が500nm以下であることが好ましい。

【0051】

本発明に用いられるホスト材料の最低励起三重項エネルギー準位は、発光材料の最低励起三重項エネルギー準位よりも高く、発光材料の最低励起三重項エネルギー準位の1.05~1.38倍であることが好ましい。ホスト材料の最低励起三重項エネルギー準位は、68kcal/mol(284.9kJ/mol)~90kcal/mol(377.1kJ/mol)であることが好ましい。

40

【0052】

本発明の有機EL素子において、発光層に隣接する層に含まれる有機材料の最低励起三重項エネルギー準位は、発光層を構成する材料の最低励起三重項エネルギー準位よりも高く、発光層を構成する材料の最低励起三重項エネルギー準位の1.05~1.38倍であることが好ましい。本発明の有機EL素子において、発光層に隣接する層に含まれる有機材料の最低励起三重項エネルギー準位が、68kcal/mol(284.9kJ/mol)~90kcal/mol(377.1kJ/mol)であることが好ましい。

【0053】

以下に、本発明に係る燐光性化合物の具体例を示すが、本発明はこれらに限定されない。

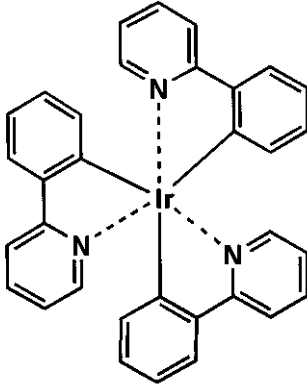
50

また、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。

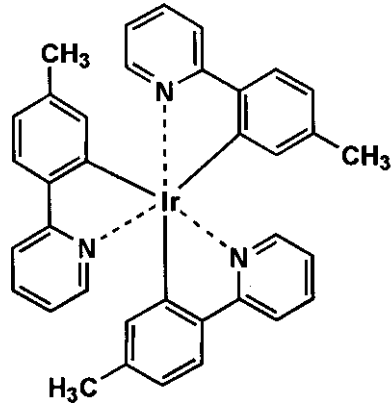
【0054】

【化5】

Ir-1

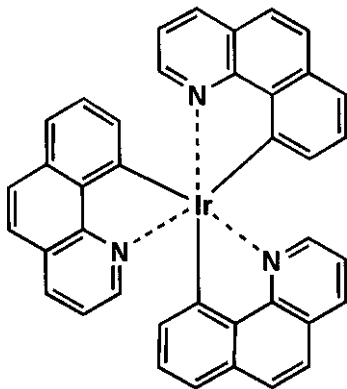


Ir-2

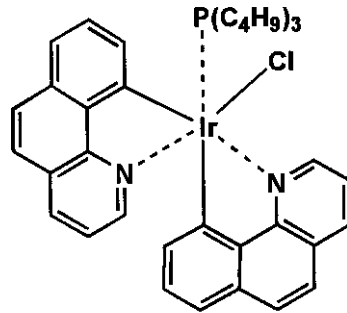


10

Ir-3

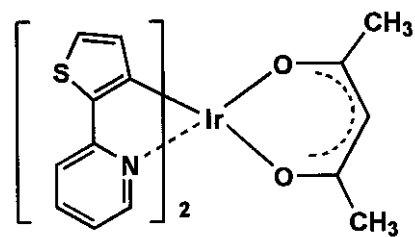


Ir-4

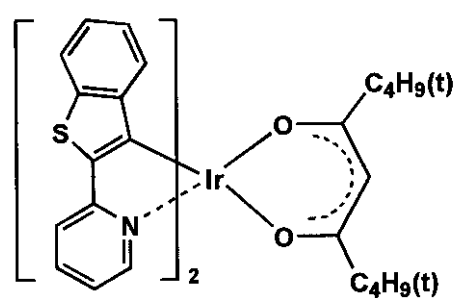


20

Ir-5



Ir-6



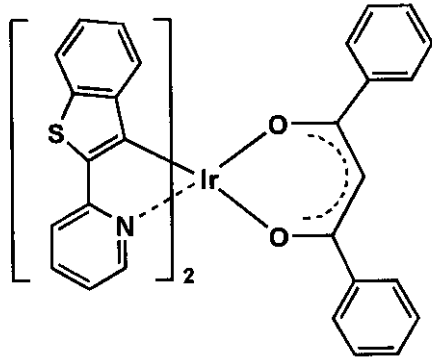
30

40

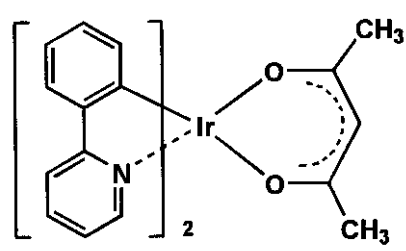
【0055】

【化6】

Ir-7

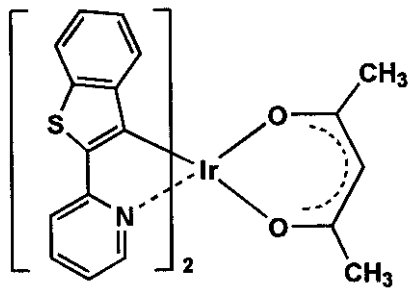


Ir-8

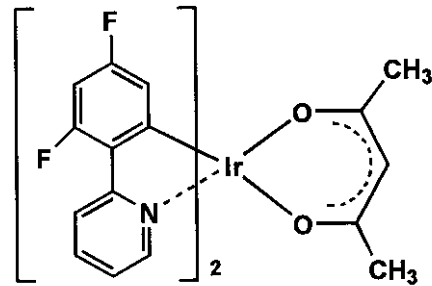


10

Ir-9

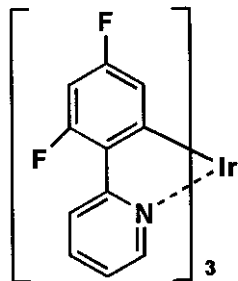


Ir-10

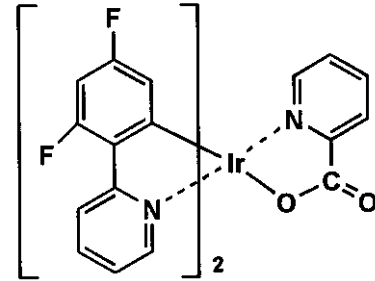


20

Ir-11

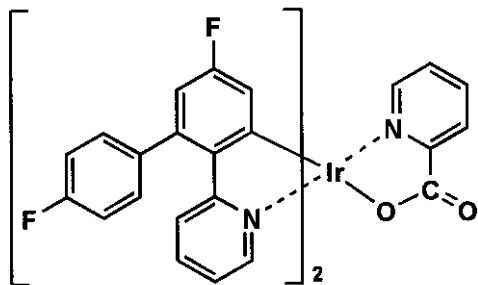


Ir-12



30

Ir-13

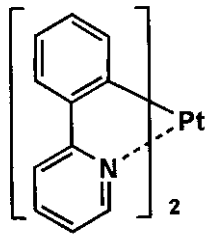


40

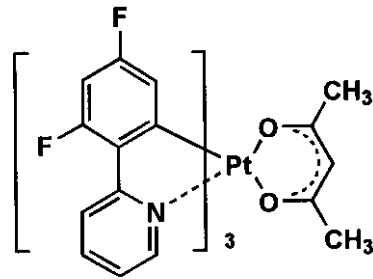
【 0 0 5 6 】

【 化 7 】

Pt-1

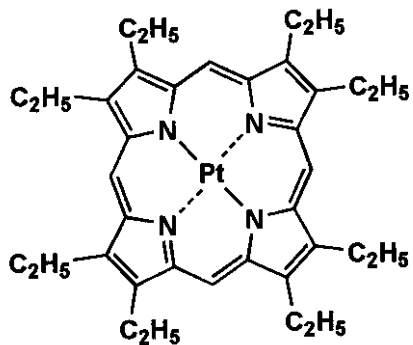


Pt-2



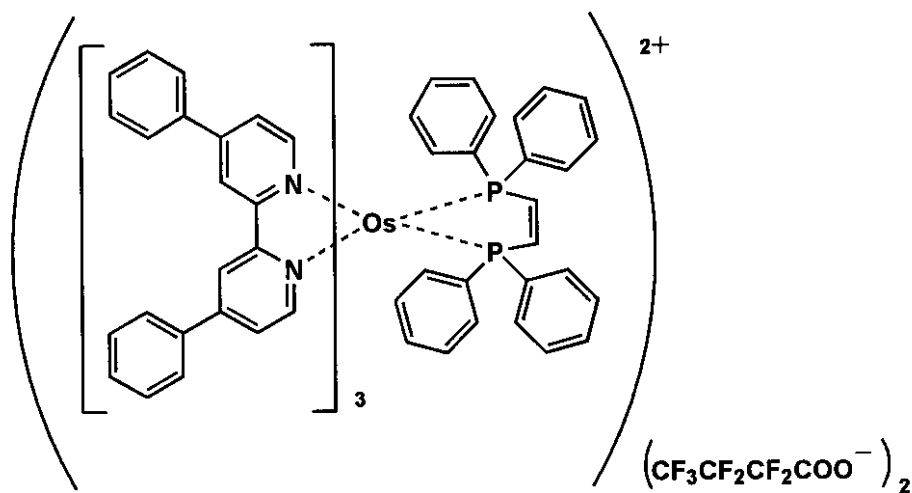
10

Pt-3



20

Os-1



30

【0057】

《蛍光性化合物》

本発明に用いられる蛍光性化合物について説明する。

【0058】

本発明では、ホスト化合物と燐光性化合物の他に、燐光性化合物からの発光の極大波長よりも長波長領域に、蛍光極大波長を有する蛍光性化合物を少なくとも1種含有してもよい。この場合、ホスト化合物と燐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10%以上であることが好ましく、更に好ましくは、30%以上である。

【0059】

具体的な蛍光性化合物としては、クマリン系色素、ピラン系色素、シアニン系色素、クロ

50

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。

【0060】

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頁(1992年版、丸善)に記載の方法により測定することができる。

【0061】

前記燐光性化合物は、前記のような燐光量子収率が、25%において0.001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燐光発光極大波長を有するものである。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燐光性化合物を用いて燐光性化合物の発光、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、用いられる燐光性化合物の燐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。

10

【0062】

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、緑の領域に燐光を有する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。

【0063】

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と燐光性化合物の他に、燐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と燐光性化合物B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。

20

【0064】

本発明に用いられる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。

30

【0065】

《有機EL素子の層構成》

本発明に係る有機EL素子の層構成について説明する。

【0066】

本発明の有機EL素子は、一对の電極(陽極、陰極)の間に、少なくとも1層の発光層を挟持した構造を有する。ここで、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た際に発光する層のことであり、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化合物を含有する層のことを指す。

【0067】

本発明の有機EL素子は、必要に応じ発光層の他に、正孔輸送層、電子輸送層、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。具体的には以下に示される構造が挙げられる。

40

【0068】

- (i) 陽極/発光層/陰極
- (ii) 陽極/正孔輸送層/発光層/陰極
- (iii) 陽極/発光層/電子輸送層/陰極
- (iv) 陽極/正孔輸送層/発光層/電子輸送層/陰極
- (v) 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

《発光層》

50

本発明に係る発光層について説明する。

【0069】

本発明では、上記一般式(1)で表される化合物を用いて発光層を形成することが好ましい。その形成方法としては、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ことができるが、本発明では、特に分子堆積膜が好ましい。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、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。

【0070】

また、この発光層は、特開昭57-51781号公報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。

【0071】

(発光層の膜厚)

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、5nm~5μmの範囲に膜厚調整することが好ましい。

【0072】

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。

【0073】

《正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層、電子輸送層》

本発明に用いられる、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、その上、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。

【0074】

《正孔注入材料、正孔輸送材料》

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有するものであれば特に制限はなく、従来、光導伝性材料において、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。

【0075】

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、電子の障壁性の何れかを有するものであり、有機物、無機物の何れであってもよい。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ゾロン誘導体、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、または、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。

【0076】

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'-ピフェニル]-4,4'-ジアミン(

10

20

30

40

50

T P D) ; 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 - フェニルカルバゾール、更に、米国特許第 5 , 0 6 1 , 5 6 9 号明細書に記載されている 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 (- N P D)、特開平 4 - 3 0 8 6 8 8 号公報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 (M T D A T A) 等が挙げられる。

10

【 0 0 7 7 】

更に、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。

20

【 0 0 7 8 】

または、p型 - S i、p型 - S i C 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。

【 0 0 7 9 】

(正孔注入層の膜厚、正孔輸送層の膜厚)

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、5 nm ~ 5 μ m 程度での範囲に調整することが好ましい。この正孔注入層、正孔輸送層は、上記材料の一種または二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。

30

【 0 0 8 0 】

《電子輸送層、電子輸送材料》

本発明に係る電子輸送層は、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選択して用いることができる。

【 0 0 8 1 】

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、チオピランジオキソド誘導体、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。更に、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。

40

【 0 0 8 2 】

更に、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。

【 0 0 8 3 】

または、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 (A l q)、トリス (5 , 7 - ジクロロ - 8 - キノリノール) アルミニウム、トリ

50

ス(5,7-ジプロモ-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。

【0084】

その他、メタルフリーまたはメタルフタロシアニン、更には、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。または、発光層の材料として例示したジスチリ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。

10

【0085】

この電子輸送層は、上記化合物を、例えば真空蒸着法、スピンコート法、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。

【0086】

(電子輸送層の膜厚)

電子輸送層の膜厚は特に制限はないが、5nm~5μmの範囲に調整することが好ましい。この電子輸送層は、これらの電子輸送材料一種または二種以上からなる一層構造であってもよいし、或いは、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。

20

【0087】

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燐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330~440nm、更に好ましくは360~410nmの範囲にある蛍光性化合物が用いられる。

【0088】

本発明においては、発光効率、及び耐久性の点から一般式(1)で表される化合物を電子輸送層に含有することが好ましい。

30

【0089】

《基盤(支持体ともいう)》

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、または、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。

【0090】

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。

40

【0091】

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EL素子の作製法について説明する。

【0092】

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

50

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。

【0093】

更に、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の間にはバッファ層（電極界面層）を存在させてもよい。

【0094】

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」（123～166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。

10

【0095】

陽極バッファ層は、特開平9-45479号公報、同9-260062号公報、同8-288069号公報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。

【0096】

陰極バッファ層は、特開平6-325871号公報、同9-17574号公報、同10-74586号公報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。

20

【0097】

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。

【0098】

更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号公報、同11-204359号公報、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。

30

【0099】

バッファ層は、陰極バッファ層または陽極バッファ層の少なくとも何れか1つの層内に一般式（1）で表される化合物の少なくとも1種が存在して、発光層として機能してもよい。

【0100】

《電極》

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。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（4eV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）、SnO₂、ZnO等の導電性透明材料が挙げられる。

40

【0101】

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、或いはパターン精度をあまり必要としない場合（100μm以上程度）は、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、または、陽極としてのシート抵抗は数百Ω以下が好ましい。更に膜厚は材料にもよるが、通常10nm～1μm、好ましくは10nm～200nmの範囲で選ばれる。

50

【0102】

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、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で薄膜を形成させることにより作製することができる。または、陰極としてのシート抵抗は数百 Ω 以下が好ましく、膜厚は通常10 nm~1 μ m、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何れか一方が、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。

10

【0103】

《有機EL素子の作製方法》

次に、有機EL素子の作製方法について説明する。

【0104】

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 $^{\circ}C$ 、真空度 10^{-6} ~ 10^{-3} Pa、蒸着速度0.01 nm/秒~50 nm/秒、基板温度-50~300 $^{\circ}C$ 、膜厚5 nm~5 μ mの範囲で適宜選ぶことが望ましい。

20

【0105】

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 μ m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、その上に陰極用物質からなる薄膜を1 μ m以下、好ましくは50~200 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て陰極を設け、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5~40 V程度を印加すると、発光が観測できる。または、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。更に、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。

30

40

【0106】

《表示装置》

本発明の有機EL素子は、照明用や露光光源のような一種のランプとして使用してもよいし、画像を投影するタイプのプロジェクション装置や、静止画像や動画像を直接視認するタイプの表示装置(ディスプレイ)として使用してもよい。動画再生用の表示装置として使用する場合は駆動方式は単純マトリクス(パッシブマトリクス)方式でもアクティブマトリクス方式でもどちらでもよい。または、異なる発光色を有する本発明の有機EL素子を2種以上使用することにより、フルカラー表示装置を作製することが可能である。

【0107】

本発明の有機EL素子から構成される表示装置の一例を図面に基づいて以下に説明する。

50

【 0 1 0 8 】

図 1 は、有機 E L 素子から構成される表示装置の一例を示した模式図である。有機 E L 素子の発光により画像情報の表示を行う、例えば、携帯電話等のディスプレイの模式図である。

【 0 1 0 9 】

ディスプレイ 1 は、複数の画素を有する表示部 A、画像情報に基づいて表示部 A の画像走査を行う制御部 B 等からなる。

【 0 1 1 0 】

制御部 B は、表示部 A と電氣的に接続され、複数の画素それぞれに外部からの画像情報に基づいて走査信号と画像データ信号を送り、走査信号により走査線毎の画素が画像データ信号に応じて順次発光して画像走査を行って画像情報を表示部 A に表示する。

10

【 0 1 1 1 】

図 2 は、表示部 A の模式図である。

表示部 A は基板上に、複数の走査線 5 及びデータ線 6 を含む配線部と、複数の画素 3 等を有する。表示部 A の主要な部材の説明を以下に行う。

【 0 1 1 2 】

図においては、画素 3 の発光した光が、白矢印方向（下方向）へ取り出される場合を示している。

【 0 1 1 3 】

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）。

20

【 0 1 1 4 】

画素 3 は、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に応じて発光する。発光の色が赤領域の画素、緑領域の画素、青領域の画素を、適宜、同一基板上に並置することによって、フルカラー表示が可能となる。

【 0 1 1 5 】

次に、画素の発光プロセスを説明する。

図 3 は、画素の模式図である。

【 0 1 1 6 】

画素は、有機 E L 素子 1 0、スイッチングトランジスタ 1 1、駆動トランジスタ 1 2、コンデンサ 1 3 等を備えている。複数の画素に有機 E L 素子 1 0 として、赤色、緑色、青色発光の有機 E L 素子を用い、これらを同一基板上に並置することでフルカラー表示を行うことができる。

30

【 0 1 1 7 】

図 3 において、制御部 B からデータ線 6 を介してスイッチングトランジスタ 1 1 のドレインに画像データ信号が印加される。そして、制御部 B から走査線 5 を介してスイッチングトランジスタ 1 1 のゲートに走査信号が印加されると、スイッチングトランジスタ 1 1 の駆動がオンし、ドレインに印加された画像データ信号がコンデンサ 1 3 と駆動トランジスタ 1 2 のゲートに伝達される。

40

【 0 1 1 8 】

画像データ信号の伝達により、コンデンサ 1 3 が画像データ信号の電位に応じて充電されるとともに、駆動トランジスタ 1 2 の駆動がオンする。駆動トランジスタ 1 2 は、ドレインが電源ライン 7 に接続され、ソースが有機 E L 素子 1 0 の電極に接続されており、ゲートに印加された画像データ信号の電位に応じて電源ライン 7 から有機 E L 素子 1 0 に電流が供給される。

【 0 1 1 9 】

制御部 B の順次走査により走査信号が次の走査線 5 に移ると、スイッチングトランジスタ 1 1 の駆動がオフする。しかし、スイッチングトランジスタ 1 1 の駆動がオフしてもコンデンサ 1 3 は充電された画像データ信号の電位を保持するので、駆動トランジスタ 1 2 の

50

駆動はオン状態が保たれて、次の走査信号の印加が行われるまで有機EL素子10の発光が継続する。順次走査により次に走査信号が印加されたとき、走査信号に同期した次の画像データ信号の電位に応じて駆動トランジスタ12が駆動して有機EL素子10が発光する。

【0120】

すなわち、有機EL素子10の発光は、複数の画素それぞれの有機EL素子10に対して、アクティブ素子であるスイッチングトランジスタ11と駆動トランジスタ12を設けて、複数の画素3それぞれの有機EL素子10の発光を行っている。このような発光方法をアクティブマトリクス方式と呼んでいる。

【0121】

ここで、有機EL素子10の発光は、複数の階調電位を持つ多値の画像データ信号による複数の階調の発光でもよいし、2値の画像データ信号による所定の発光量のオン、オフでもよい。

【0122】

また、コンデンサ13の電位の保持は、次の走査信号の印加まで継続して保持してもよいし、次の走査信号が印加される直前に放電させてもよい。

【0123】

本発明においては、上述したアクティブマトリクス方式に限らず、走査信号が走査されたときのみデータ信号に応じて有機EL素子10を発光させるパッシブマトリクス方式の発光駆動でもよい。

【0124】

図4は、パッシブマトリクス方式による表示装置の模式図である。図4において、複数の走査線5と複数の画像データ線6が画素3を挟んで対向して格子状に設けられている。

【0125】

順次走査により走査線5の走査信号が印加されたとき、印加された走査線5に接続している画素3が画像データ信号に応じて発光する。

【0126】

パッシブマトリクス方式では画素3にアクティブ素子がなく、製造コストの低減が計れる。

【0127】

【実施例】

以下、実施例により本発明を説明するが、本発明の実施態様はこれらに限定されるものではない。

【0128】

実施例1

《有機EL素子の作製》

有機EL素子OLED1-1~1-10を以下のように作製した。

【0129】

(有機EL素子OLED1-1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の膜厚で製膜した透明基板(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(陽極)を設けた透明支持基板をイソプロピルアルコール中で超音波洗浄し、乾燥窒素ガスで乾燥し、UVオゾン洗浄を5分間行なった。

【0130】

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-NPDを200mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ポートにカルバゾール誘導体(CBP)を200mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ポートにバソクロイン(BCP)を200mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ポートに燐光性化合物(Ir-12)を100mg入れ、更に別のモリブデン製抵抗加熱ポートにAlq₃を200

10

20

30

40

50

mg 入れ、真空蒸着装置に取付けた。

【0131】

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 0.1 nm / 秒で透明支持基板に蒸着し、膜厚 45 nm の正孔輸送層を設けた。更に、CBP (ホスト化合物として使用) と熾光性化合物 Ir-12 (ドーパント化合物として使用) の入った前記加熱ポートに通電して加熱し、各々蒸着速度 0.1 nm / 秒、 0.01 nm / 秒で前記正孔輸送層上に共蒸着して膜厚 20 nm 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。更に、BCP の入った前記加熱ポートに通電して加熱し、蒸着速度 0.1 nm / 秒で前記発光層の上に蒸着して膜厚 10 nm 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、更に、Alq₃ の入った前記加熱ポートに通電して加熱し、蒸着速度 0.1 nm / 秒で前記電子輸送層の上に蒸着して更に膜厚 40 nm 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。

10

【0132】

引き続きフッ化リチウム 0.5 nm 及びアルミニウム 110 nm を蒸着して、陰極バッファ層、陰極を各々形成し、有機 EL 素子 OLED 1-1 (比較例) を作製した。

【0133】

【化8】



20

30

【0134】

図5に、有機EL素子OLED 1-1の概略模式図を示す。

40

(有機EL素子OLED 1-2 ~ 1-10の作製)

上記有機EL素子OLED 1-1の作製において、発光層の形成に用いたホスト化合物CBPの代わりに、表1に示す化合物に置き換えた以外は全く同様にして、有機EL素子OLED 1-2 ~ 1-10を作製した。

【0135】

得られた有機EL素子OLED 1-1 ~ OLED 1-10の各々について下記のような評価を行った。

【0136】

《有機EL素子の評価》

以下のようにして有機EL素子の評価を行った。

50

【0137】

《発光輝度》

有機EL素子OLED1-1では、初期駆動電圧3Vで電流が流れ始め、発光層のドーパントである燐光性化合物(Ir-12)からの青色の発光を示した。

【0138】

次いで、有機EL素子OLED1-1を温度23℃、乾燥窒素ガス雰囲気下において、10V直流電圧を印加した時の発光輝度(cd/m^2)を測定した。発光輝度の測定はCS-1000(ミノルタ製)を用いた。

【0139】

次いで、有機EL素子OLED1-1の測定と同様にして、有機EL素子OLED1-2～1-10について発光輝度を測定した。発光輝度は、有機EL素子OLED1-1の発光輝度を100とする相対値で示す。

10

【0140】

《耐久性》

有機EL素子OLED1-1～1-10の各々において、 $10\text{mA}/\text{cm}^2$ の一定電流で駆動したときの初期輝度が半分に低下するのに要した時間、即ち、半減時間を耐久性の指標として示す。半減時間は、有機EL素子OLED1-1の半減時間を100とする相対値で示す。

得られた結果を表1に示す。

【0141】

20

【表1】

有機EL素子	ホスト化合物	発光輝度	半減時間	備考
OLED1-1	CBP	100	100	比較
OLED1-2	比較化合物1	102	110	比較
OLED1-3	比較化合物2	110	109	比較
OLED1-4	比較化合物3	107	112	比較
OLED1-5	比較化合物4	103	105	比較
OLED1-6	比較化合物5	95	103	比較
OLED1-7	比較化合物6	90	115	比較
OLED1-8	A-1	141	189	本発明
OLED1-9	A-2	145	194	本発明
OLED1-10	A-3	149	205	本発明

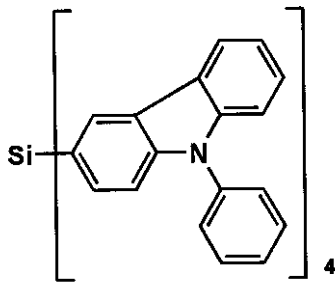
30

【0142】

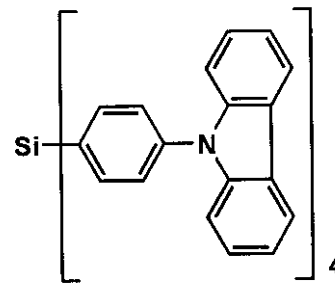
【化9】

40

比較化合物1

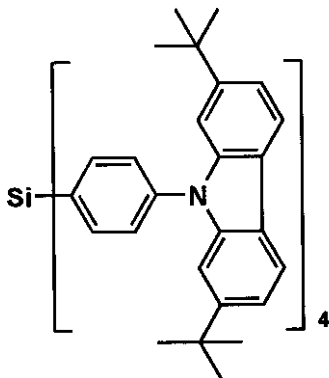


比較化合物2

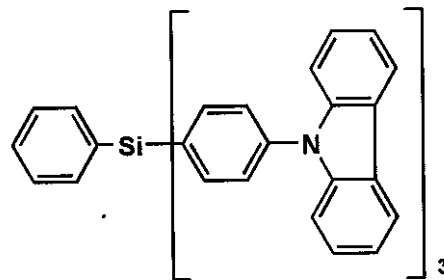


10

比較化合物3

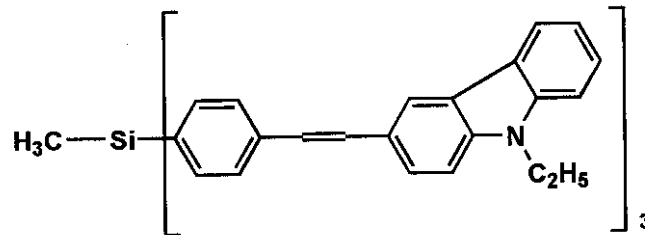


比較化合物4



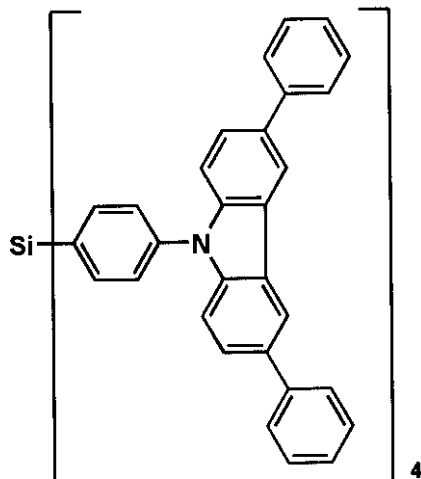
20

比較化合物5



30

比較化合物6



40

【0143】

表1から得られた結果を詳細に説明すると、CBPや比較化合物1、2、4および5においては、カルバゾール環の活性部位が適切な置換基で置換されていないため、比較化合物3においては、*t*-ブチル基で置換されているが活性部位をカルバゾール環の活性部位を保護していないために、半減寿命が短くなっている。比較化合物6においては活性部位がフェニル基で置換されているもののフェニル基を使用しているためにカルバゾール環と

50

の共役が広がり、バンドギャップが狭くなったために、効率が低下していることがわかる。

【0144】

一方、本発明に係る前記一般式(1)で表される化合物をホスト化合物として用いた有機エレクトロルミネッセンス素子(有機EL素子)は、発光輝度が高く、発光効率が向上し、且つ、耐久性が良好なことから、有機EL素子として非常に有用であることがわかった。

【0145】

また、燐光性化合物(Ir-12)をIr-1または、Ir-9に変更した以外は有機EL素子OLED1-1~1-10と同様にして作製した有機EL素子においても上記と同様の効果が得られた。特に、耐久性については大幅な改善がみられた。尚、Ir-1を用いた素子からは緑色の発光が、Ir-9を用いた素子からは赤色の発光が得られた。

【0146】

実施例2

実施例1で作製したそれぞれ赤色、緑色、青色発光有機EL素子を同一基板上に並置し、図1に記載のような形態を有する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、図2には、作製した前記表示装置の表示部A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)。前記複数画素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それぞれ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。

【0147】

該フルカラー表示装置を駆動することにより、輝度の高く耐久性の良好な、鮮明なフルカラー動画表示が得られた。

【0148】

【発明の効果】

本発明により、発光輝度、発光効率が共に高く、かつ、耐久性に優れた有機エレクトロルミネッセンス素子、及びこれを有する表示装置を提供することができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】有機EL素子から構成される表示装置の一例を示した模式図である。

【図2】表示部Aの模式図である。

【図3】画素の模式図である。

【図4】パッシブマトリクス方式による表示装置の模式図である。

【図5】有機EL素子OLED1-1の概略模式図である。

【符号の説明】

- 1 ディスプレイ
- 3 画素
- 5 走査線
- 6 データ線
- 7 電源ライン
- 10 有機EL素子
- 11 スwitchングトランジスタ
- 12 駆動トランジスタ
- 13 コンデンサ
- A 表示部

10

20

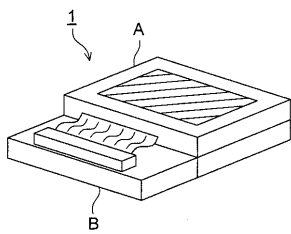
30

40

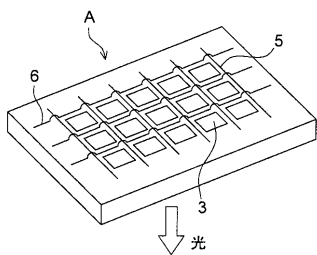
50

B 制御部

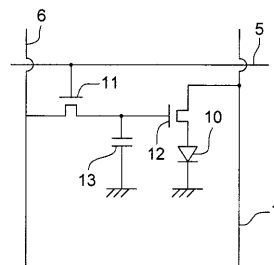
【図1】



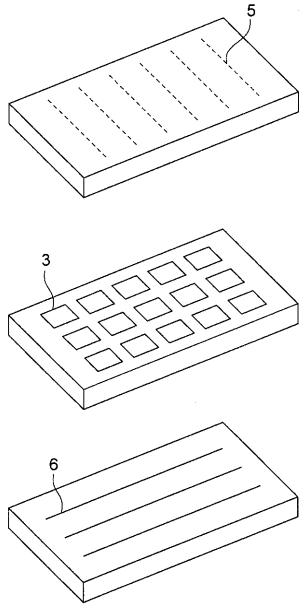
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

陰極 : Al(110nm)
陰極バッファ層(0.5nm)
電子注入層 : Alq ₃ (40nm)
電子輸送層 : BCP(10nm)
発光層 : CBP+Ir-12(20nm)
正孔注入/輸送層 : α -NPD(40nm)
陽極 : ITO(150nm)
透明支持基板(ガラス)

有機EL素子OLED1-1

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-329579(JP,A)
特開2000-351966(JP,A)
特開2004-178895(JP,A)
特開2004-079265(JP,A)
特開2003-243178(JP,A)
特開2004-200103(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C09K 11/06
H05B 33/14
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	JP4265216B2	公开(公告)日	2009-05-20
申请号	JP2002369677	申请日	2002-12-20
[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	木下基 福田光弘 北弘志		
发明人	木下基 福田光弘 北弘志		
IPC分类号	H01L51/50 C09K11/06 C07F7/10 H05B33/14 H05B33/22		
FI分类号	H05B33/14.B C09K11/06.660 H05B33/22.B H05B33/22.D C07F7/10.S		
F-TERM分类号	3K007/AB02 3K007/AB03 3K007/AB11 3K007/BA06 3K007/DB03 3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC02 3K107/CC04 3K107/CC21 3K107/DD53 3K107/DD59 3K107/DD64 3K107/DD67 3K107/DD68 3K107/DD69 3K107/FF18 4H049/VN01 4H049/VP01 4H049/VQ60 4H049/VR24 4H049/VU25		
其他公开文献	JP2004200104A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供具有高发光亮度，高发光效率和高耐久性的有机电致发光元件，并提供具有有机电致发光元件的显示装置。溶液：有机电致发光元件具有含磷光化合物作为掺杂剂化合物的发光层，并且具有特定结构的分子量为350-3,000的咪唑化合物包含在构成有机电致发光元件的任一层中。 Z

