

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-123392

(P2007-123392A)

(43) 公開日 平成19年5月17日(2007.5.17)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 51/50 (2006.01)	HO 5 B 33/14 B	3 K 0 0 7
CO 9 K 11/06 (2006.01)	HO 5 B 33/22 B	
	CO 9 K 11/06 6 6 0	
	CO 9 K 11/06 6 9 0	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 45 頁)

(21) 出願番号	特願2005-310975 (P2005-310975)	(71) 出願人	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17年10月26日(2005.10.26)	(72) 発明者	杉田 修一 東京都日野市さくら町1番地コニカミノル タテクノロジーセンター株式会社内
		Fターム(参考)	3K007 AB02 AB03 AB11 DB03 FA01

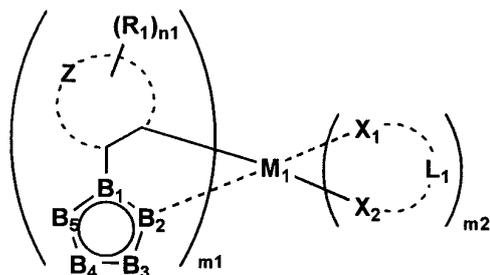
(54) 【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス素子、表示装置及び照明装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 発光輝度、量子効率が高く、かつ長寿命である有機エレクトロルミネッセンス素子の提供。

【解決手段】 一对の電極間に、下記一般式(1)で表される燐光性化合物を含む発光層を含む。

一般式(1)



【選択図】 なし

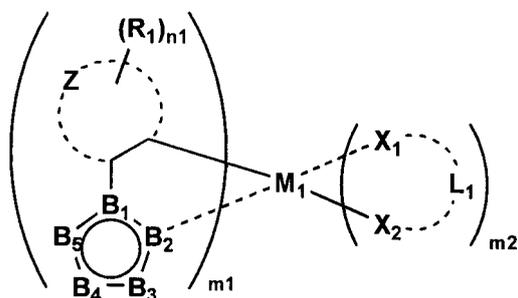
【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一対の電極間に、少なくとも下記一般式(1)で表される発光性化合物を含む発光層を含む構成層を有し、該構成層の少なくとも一層に、下記一般式(2)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)



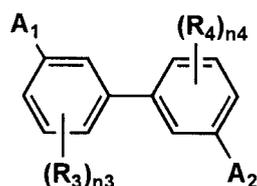
10

(式中、 R_1 は置換基を表す。 Z は5～7員環を形成するのに必要な非金属原子群を表す。 n_1 は0～5の整数を表す。 $B_1 \sim B_5$ は炭素原子、窒素原子、酸素原子または硫黄原子を表し、少なくとも一つは窒素原子を表す。これら5つの原子により単環の芳香族含窒素複素環が形成される。 M_1 は元素周期表における8～10族の金属を表す。 X_1 及び X_2 は炭素原子、窒素原子または酸素原子を表し、 L_1 は X_1 及び X_2 と共に2座の配位子を形成する原子群を表す。 m_1 は1～3の整数を表し、 m_2 は0～2の整数を表すが、 $m_1 + m_2$ は2または3である。)

20

【化 2】

一般式(2)

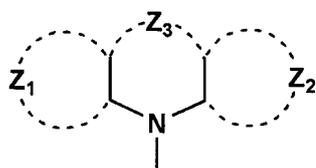


30

(式中、 R_3 及び R_4 は置換基を表す。 n_3 及び n_4 は0～3の整数を表す。 A_1 及び A_2 は下記一般式(3)で表される化合物を表す。)

【化 3】

一般式(3)



40

50

(式中、 Z_1 及び Z_2 は置換基を有してもよい芳香族複素環または芳香族炭化水素環を表し、 Z_3 は2価の連結基または単なる結合手を表す。)

【請求項2】

前記一般式(1)の M_1 がイリジウム原子であることを特徴とする請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項3】

前記一般式(1)の M_1 が白金原子であることを特徴とする請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項4】

前記発光層に前記一般式(2)で表される化合物を含有することを特徴とする請求項1~3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。 10

【請求項5】

前記構成層の少なくとも一層が正孔阻止層であり、該正孔阻止層に前記一般式(2)で表される化合物を含有することを特徴とする請求項1~4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。

【請求項6】

青色に発光することを特徴とする請求項1~5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。

【請求項7】

白色に発光することを特徴とする請求項1~5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。 20

【請求項8】

請求項1~7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。

【請求項9】

請求項1~7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照明装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子、表示装置及び照明装置に関する。 30

【背景技術】

【0002】

従来、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・リン光)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

【0004】

今後の実用化に向けた有機EL素子の開発としては、さらに低消費電力で、効率よく高輝度に発光する有機EL素子が望まれており、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 50

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。

【0005】

上記特許文献1～3に開示されている技術では、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（ η_{ext} ）の限界は5%とされている。

【0006】

ところが、プリンストン大より、励起三重項からのリン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、室温でリン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2参照）。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。例えば、多くの化合物がイリジウム錯体系等重金属錯体を中心に合成検討がなされている（例えば、非特許文献3参照）。

【0007】

また、ドーパントとしてトリス（2-フェニルピリジン）イリジウムを用いた検討がなされている（例えば、非特許文献2参照）。その他、ドーパントとして $L_2Ir(acac)$ 、例えば、 $(ppy)_2Ir(acac)$ （例えば、非特許文献4参照）を、またドーパントとして、トリス（2-（p-トリル）ピリジン）イリジウム（ $Ir(ptpy)_3$ ）、トリス（ベンゾ[h]キノリン）イリジウム（ $Ir(bzq)_3$ ）、 $Ir(bzq)_2ClP(Bu)_3$ を用いた検討（例えば、非特許文献5参照）、また、フェニルピラゾールを配位子に用いたイリジウム錯体等を用いた検討（例えば、特許文献4参照）が行われている。

【0008】

また、高い発光効率を得るために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（例えば、非特許文献6参照）。

【0009】

また、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（例えば、非特許文献4参照）。さらにホールブロック層の導入により発光効率向上のための検討が行われている。（例えば、非特許文献5参照）。

【0010】

さらに、高い発光効率を得るためにカルバゾール化合物とリン光発光化合物の組み合わせが検討されている（特許文献5）。

【0011】

しかしながら、従来の有機エレクトロルミネッセンス素子において、高い発光効率、特に青色発光において、改良が望まれている。また、発光輝度と寿命の両立においてもさらなる改良が望まれている。

【特許文献1】特許第3093796号公報

【特許文献2】特開昭63-264692号公報

【特許文献3】特開平3-255190号公報

【特許文献4】国際公開第04/085450号パンフレット

【特許文献5】米国特許第2002/0034656号明細書

【非特許文献1】M. A. Baldo et al., *nature*, 395巻、151-154ページ（1998年）

【非特許文献2】M. A. Baldo et al., *nature*, 403巻、17号、750-753ページ（2000年）

【非特許文献3】S. Lamansky et al., *J. Am. Chem. Soc.*

10

20

30

40

50

, 123 巻、4304 ページ (2001 年)

【非特許文献 4】M. E. Thompson et al., The 10th International Workshop on Inorganic and Organic Electroluminescence (EL'00、浜松)

【非特許文献 5】Moon-Jae Youn, Og, Tetsuo Tsutsui et al., The 10th International Workshop on Inorganic and Organic Electroluminescence (EL'00、浜松)

【非特許文献 6】Ikai et al., The 10th International Workshop on Inorganic and Organic Electroluminescence (EL'00、浜松) 10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

本発明は係る課題に鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、発光輝度が高く、外部取り出し量子効率が高く、かつ長寿命である有機エレクトロルミネッセンス素子、照明装置及び表示装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明の上記課題は、以下の構成により達成された。 20

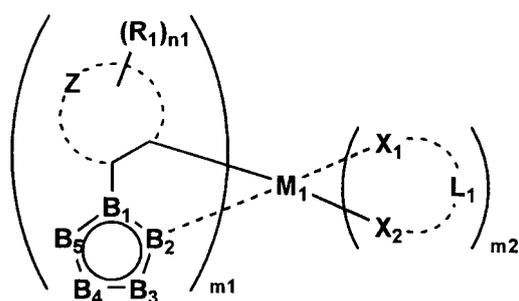
【0014】

1. 一对の電極間に、少なくとも下記一般式(1)で表される燐光性化合物を含む発光層を含む構成層を有し、該構成層の少なくとも一層に、下記一般式(2)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。

【0015】

【化1】

一般式(1)



30

【0016】

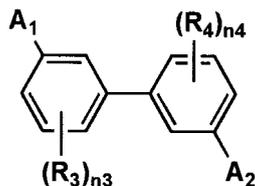
(式中、 R_1 は置換基を表す。 Z は5～7員環を形成するのに必要な非金属原子群を表す。 n_1 は0～5の整数を表す。 B_1 ～ B_5 は炭素原子、窒素原子、酸素原子または硫黄原子を表し、少なくとも一つは窒素原子を表す。これら5つの原子により単環の芳香族含窒素複素環が形成される。 M_1 は元素周期表における8～10族の金属を表す。 X_1 及び X_2 は炭素原子、窒素原子または酸素原子を表し、 L_1 は X_1 及び X_2 と共に2座の配位子を形成する原子群を表す。 m_1 は1～3の整数を表し、 m_2 は0～2の整数を表すが、 $m_1 + m_2$ は2または3である。)

40

【0017】

【化2】

一般式(2)



10

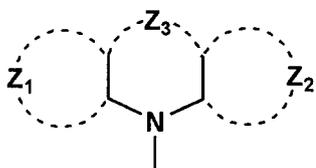
【0018】

(式中、 R_3 及び R_4 は置換基を表す。 n_3 及び n_4 は0～3の整数を表す。 A_1 及び A_2 は下記一般式(3)で表される化合物を表す。)

【0019】

【化3】

一般式(3)



20

【0020】

(式中、 Z_1 及び Z_2 は置換基を有してもよい芳香族複素環または芳香族炭化水素環を表し、 Z_3 は2価の連結基または単なる結合手を表す。)

2. 前記一般式(1)の M_1 がイリジウム原子であることを特徴とする1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0021】

30

3. 前記一般式(1)の M_1 が白金原子であることを特徴とする1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0022】

4. 前記発光層に前記一般式(2)で表される化合物を含有することを特徴とする1～3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。

【0023】

5. 前記構成層の少なくとも一層が正孔阻止層であり、該正孔阻止層に前記一般式(2)で表される化合物を含有することを特徴とする1～4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。

【0024】

40

6. 青色に発光することを特徴とする1～5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。

【0025】

7. 白色に発光することを特徴とする1～5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。

【0026】

8. 1～7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。

【0027】

9. 1～7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照明

50

装置。

【発明の効果】

【0028】

本発明によれば、発光輝度が高く、外部取り出し量子効率が高く、かつ長寿命である有機エレクトロルミネッセンス素子、照明装置及び表示装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0029】

以下、本発明を詳細に説明する。

【0030】

〔一般式(1)で表される燐光性化合物〕

本発明の一般式(1)で表される燐光性化合物について説明する。

【0031】

R₁で表される置換基としては、例えばアルキル基(例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、tert-ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基、オクチル基、ドデシル基、トリデシル基、テトラデシル基、ペンタデシル基等)、シクロアルキル基(例えば、シクロペンチル基、シクロヘキシル基等)、アルケニル基(例えば、ビニル基、アリル基等)、アルキニル基(例えば、エチニル基、プロパルギル基等)、芳香族炭化水素環基(芳香族炭素環基、アリール基等ともいい、例えば、フェニル基、p-クロロフェニル基、メシチル基、トリル基、キシリル基、ナフチル基、アントリル基、アズレニル基、アセナフテニル基、フルオレニル基、フェナントリル基、インデニル基、ピレニル基、ピフェニル基等)、芳香族複素環基(例えば、ピリジル基、ピリミジニル基、フリル基、ピロリル基、イミダゾリル基、ベンゾイミダゾリル基、ピラゾリル基、ピラジニル基、トリアゾリル基(例えば、1,2,4-トリアゾール-1-イル基、1,2,3-トリアゾール-1-イル基等)、オキサゾリル基、ベンゾオキサゾリル基、チアゾリル基、イソオキサゾリル基、イソチアゾリル基、フラザニル基、チエニル基、キノリル基、ベンゾフリル基、ジベンゾフリル基、ベンゾチエニル基、ジベンゾチエニル基、インドリル基、カルバゾリル基、カルボリニル基、ジアザカルバゾリル基(前記カルボリニル基のカルボリン環を構成する炭素原子の一つが窒素原子で置き換わったものを示す)、キノキサリニル基、ピリダジニル基、トリアジニル基、キナゾリニル基、フタラジニル基等)、複素環基(例えば、ピロリジル基、イミダゾリジル基、モルホリル基、オキサゾリジル基等)、アルコキシ基(例えば、メトキシ基、エトキシ基、プロピルオキシ基、ペンチルオキシ基、ヘキシルオキシ基、オクチルオキシ基、ドデシルオキシ基等)、シクロアルコキシ基(例えば、シクロペンチルオキシ基、シクロヘキシルオキシ基等)、アリールオキシ基(例えば、フェノキシ基、ナフチルオキシ基等)、アルキルチオ基(例えば、メチルチオ基、エチルチオ基、プロピルチオ基、ペンチルチオ基、ヘキシルチオ基、オクチルチオ基、ドデシルチオ基等)、シクロアルキルチオ基(例えば、シクロペンチルチオ基、シクロヘキシルチオ基等)、アリールチオ基(例えば、フェニルチオ基、ナフチルチオ基等)、アルコキシカルボニル基(例えば、メチルオキシカルボニル基、エチルオキシカルボニル基、ブチルオキシカルボニル基、オクチルオキシカルボニル基、ドデシルオキシカルボニル基等)、アリールオキシカルボニル基(例えば、フェニルオキシカルボニル基、ナフチルオキシカルボニル基等)、スルファモイル基(例えば、アミノスルホニル基、メチルアミノスルホニル基、ジメチルアミノスルホニル基、ブチルアミノスルホニル基、ヘキシルアミノスルホニル基、シクロヘキシルアミノスルホニル基、オクチルアミノスルホニル基、ドデシルアミノスルホニル基、フェニルアミノスルホニル基、ナフチルアミノスルホニル基、2-ピリジルアミノスルホニル基等)、アシル基(例えば、アセチル基、エチルカルボニル基、プロピルカルボニル基、ペンチルカルボニル基、シクロヘキシルカルボニル基、オクチルカルボニル基、2-エチルヘキシルカルボニル基、ドデシルカルボニル基、フェニルカルボニル基、ナフチルカルボニル基、ピリジルカルボニル基等)、アシルオキシ基(例えば、アセチルオキシ基、エチルカルボニルオキシ基、ブチルカルボニルオキシ基、オクチルカルボニルオキシ基、ドデシルカルボニルオキシ基、フェニルカルボニルオキシ

10

20

30

40

50

基等)、アミド基(例えば、メチルカルボニルアミノ基、エチルカルボニルアミノ基、ジメチルカルボニルアミノ基、プロピルカルボニルアミノ基、ペンチルカルボニルアミノ基、シクロヘキシルカルボニルアミノ基、2-エチルヘキシルカルボニルアミノ基、オクチルカルボニルアミノ基、ドデシルカルボニルアミノ基、フェニルカルボニルアミノ基、ナフチルカルボニルアミノ基等)、カルバモイル基(例えば、アミノカルボニル基、メチルアミノカルボニル基、ジメチルアミノカルボニル基、プロピルアミノカルボニル基、ペンチルアミノカルボニル基、シクロヘキシルアミノカルボニル基、オクチルアミノカルボニル基、2-エチルヘキシルアミノカルボニル基、ドデシルアミノカルボニル基、フェニルアミノカルボニル基、ナフチルアミノカルボニル基、2-ピリジルアミノカルボニル基等)、ウレイド基(例えば、メチルウレイド基、エチルウレイド基、ペンチルウレイド基、シクロヘキシルウレイド基、オクチルウレイド基、ドデシルウレイド基、フェニルウレイド基、ナフチルウレイド基、2-ピリジルアミノウレイド基等)、スルフィニル基(例えば、メチルスルフィニル基、エチルスルフィニル基、ブチルスルフィニル基、シクロヘキシルスルフィニル基、2-エチルヘキシルスルフィニル基、ドデシルスルフィニル基、フェニルスルフィニル基、ナフチルスルフィニル基、2-ピリジルスルフィニル基等)、アルキルスルホニル基(例えば、メチルスルホニル基、エチルスルホニル基、ブチルスルホニル基、シクロヘキシルスルホニル基、2-エチルヘキシルスルホニル基、ドデシルスルホニル基等)、アリールスルホニル基またはヘテロアリールスルホニル基(例えば、フェニルスルホニル基、ナフチルスルホニル基、2-ピリジルスルホニル基等)、アミノ基(例えば、アミノ基、エチルアミノ基、ジメチルアミノ基、ブチルアミノ基、シクロペンチルアミノ基、2-エチルヘキシルアミノ基、ドデシルアミノ基、アニリノ基、ナフチルアミノ基、2-ピリジルアミノ基等)、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシ基、メルカプト基、シリル基(例えば、トリメチルシリル基、トリイソプロピルシリル基、トリフェニルシリル基、フェニルジエチルシリル基等)等が挙げられる。

10

20

【0032】

これらの置換基のうち、好ましいものはアルキル基もしくはアリール基である。さらに好ましいものは無置換のアルキル基もしくはアリール基である。

【0033】

Zは5~7員環を形成するのに必要な非金属原子群を表す。Zにより形成される5~7員環としては、例えば、ベンゼン環、ナフタレン環、ピリジン環、ピリミジン環、ピロール環、チオフェン環、ピラゾール環、イミダゾール環、オキサゾール環及びチアゾール環等が挙げられる。これらのうちで好ましいものは、ベンゼン環である。

30

【0034】

$B_1 \sim B_5$ は炭素原子、窒素原子、酸素原子または硫黄原子を表し、少なくとも一つは窒素原子を表す。これら5つの原子により形成される単環の芳香族含窒素複素環としては、例えば、ピロール環、ピラゾール環、イミダゾール環、トリアゾール環、テトラゾール環、オキサゾール環、イソオキサゾール環、チアゾール環、イソチアゾール環、オキサジアゾール環及びチアジアゾール環等が挙げられる。これらのうちで好ましいものは、ピラゾール環、イミダゾール環であり、さらに好ましくはイミダゾール環である。

40

【0035】

L_1 は X_1 、 X_2 と共に2座の配位子を形成する原子群を表す。 $X_1 - L_1 - X_2$ で表される2座の配位子の具体例としては、例えば、置換または無置換のフェニルピリジン、フェニルピラゾール、フェニルイミダゾール、フェニルトリアゾール、フェニルテトラゾール、ピラザポール及びアセチルアセトン等が挙げられる。これらの基は上記の置換基によってさらに置換されていてもよい。

【0036】

m_1 は1~3の整数を表し、 m_2 は0~2の整数を表すが、 $m_1 + m_2$ は2または3である。中でも、 m_2 は0が好ましい。

【0037】

M_1 で表される金属としては、元素周期表の8~10族の遷移金属元素(単に遷移金属

50

ともいう)が用いられるが、中でも、イリジウム、白金が好ましく、さらに好ましくはイリジウムである。

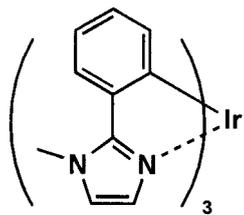
【0038】

以下に本発明の一般式(1)で表される燐光性化合物の具体的な例を挙げるが、本発明はこれらに限定されるものではない。

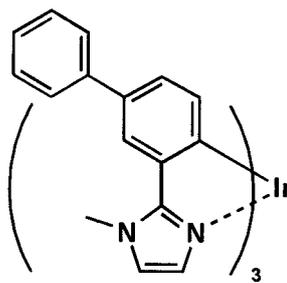
【0039】

【化 4】

1-1

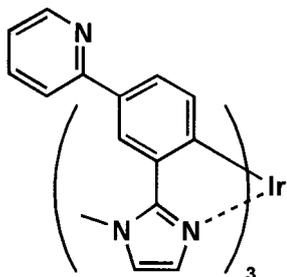


1-2

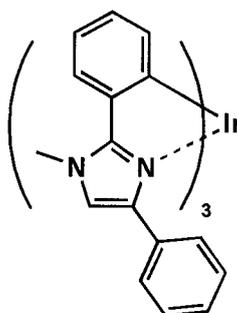


10

1-3

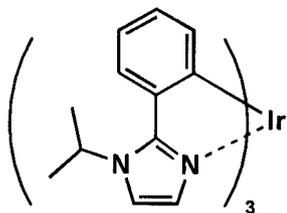


1-4

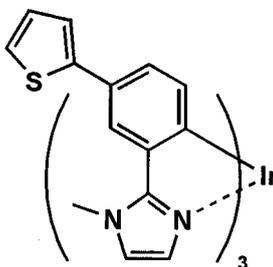


20

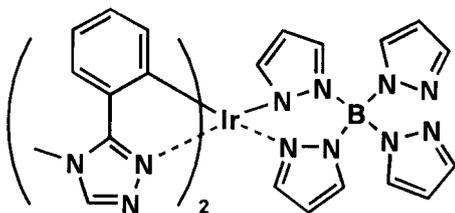
1-5



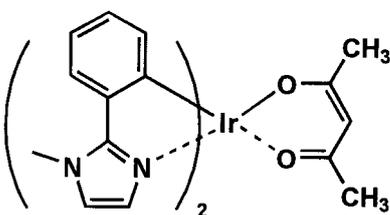
1-6



1-7

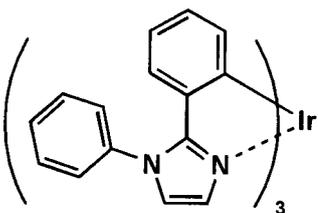


1-8

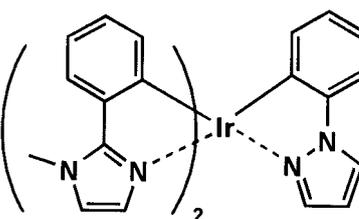


30

1-9



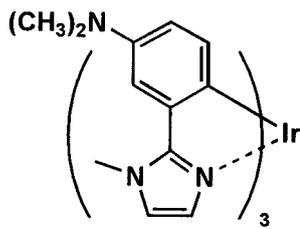
1-10



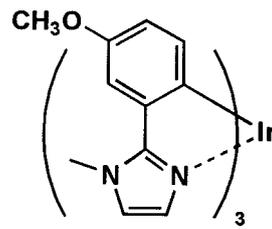
40

【化5】

1-11

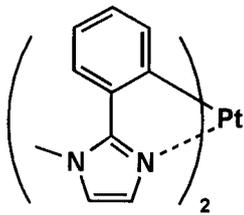


1-12

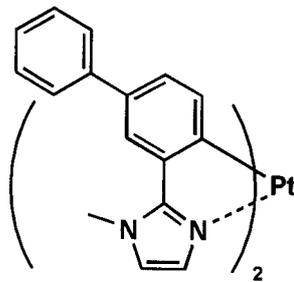


10

1-13

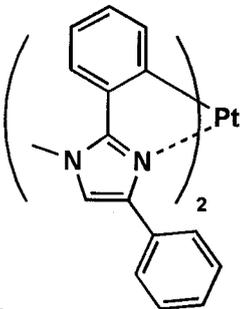


1-14

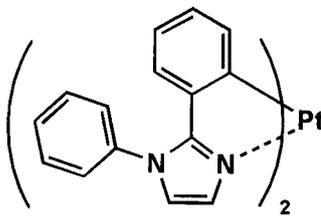


20

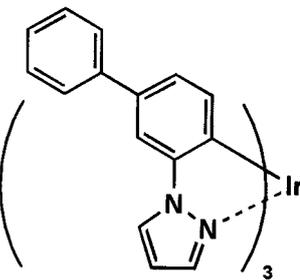
1-15



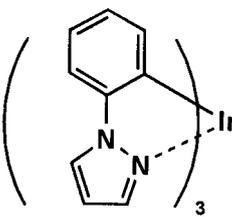
1-16



1-17

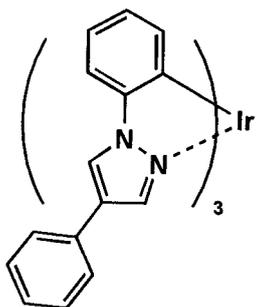


1-18

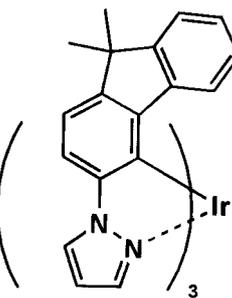


30

1-19



1-20

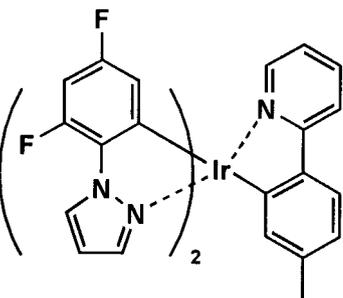


40

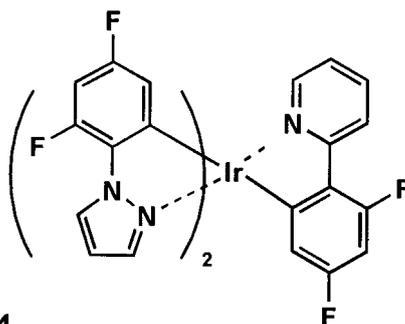
【0041】

【化 6】

1-21

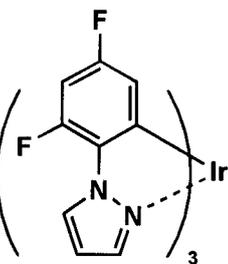


1-22

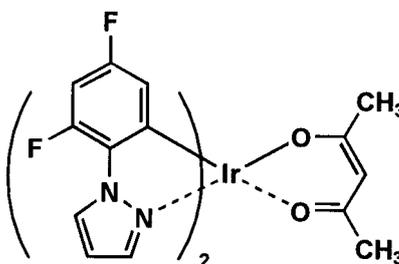


10

1-23

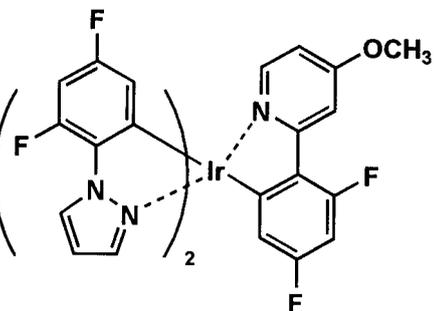


1-24

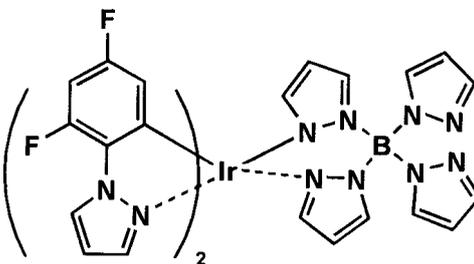


20

1-25

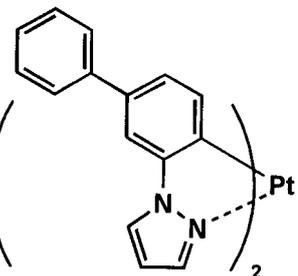


1-26

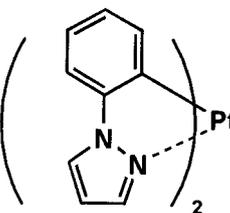


30

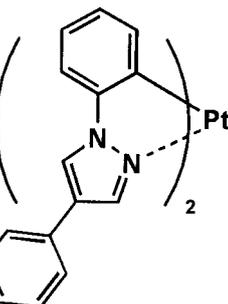
1-27



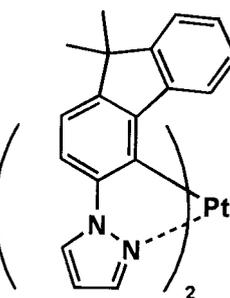
1-28



1-29



1-30

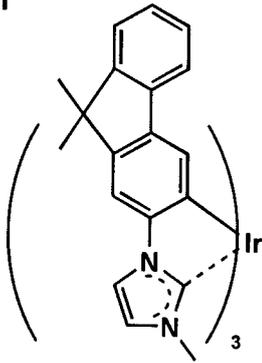


40

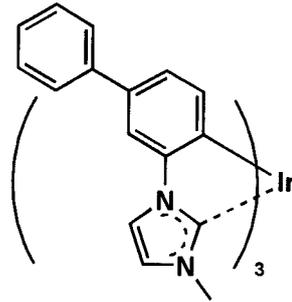
【 0 0 4 2 】

【化 7】

1-31

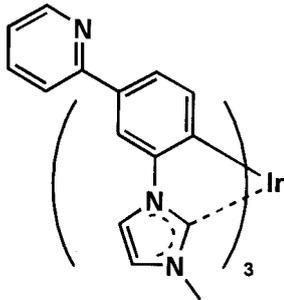


1-32

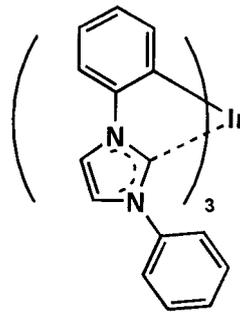


10

1-33

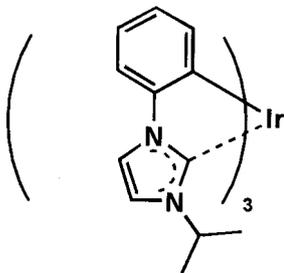


1-34

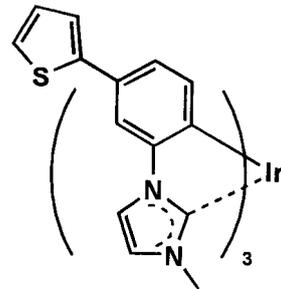


20

1-35

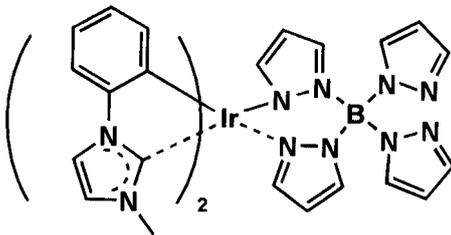


1-36

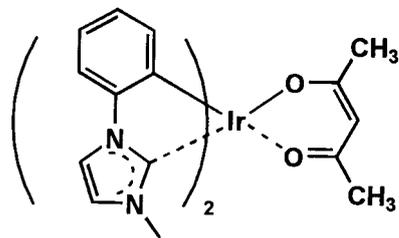


30

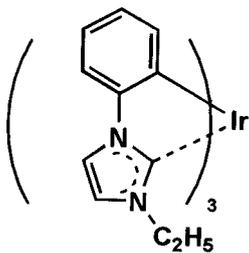
1-37



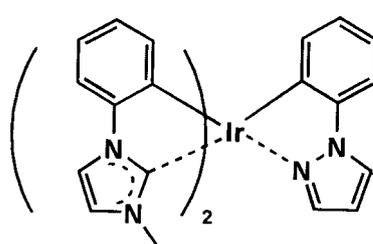
1-38



1-39



1-40

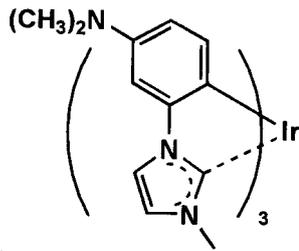


40

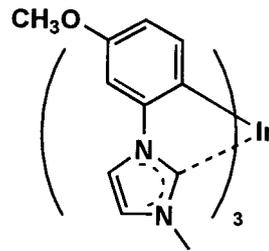
【 0 0 4 3 】

【化 8】

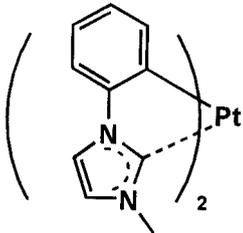
1-41



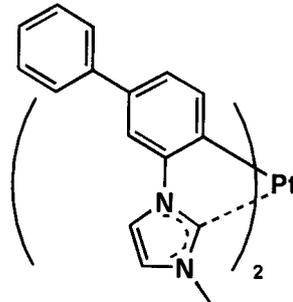
1-42



1-43

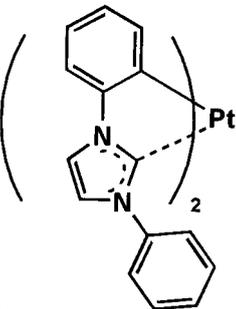


1-44

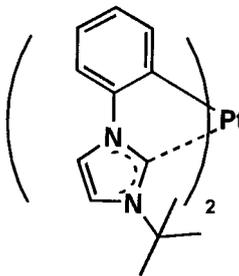


10

1-45

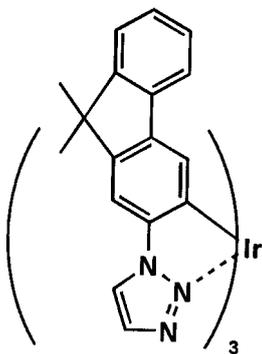


1-46

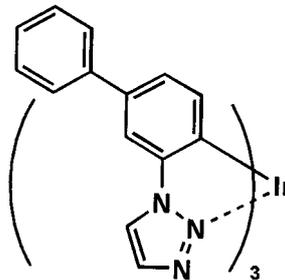


20

1-47

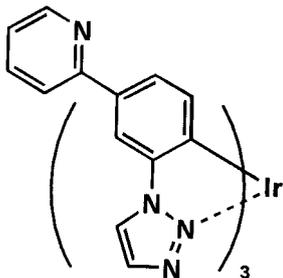


1-48

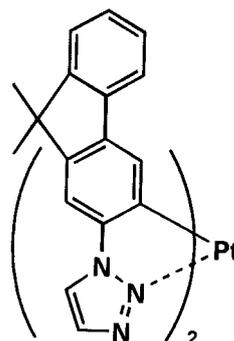


30

1-49



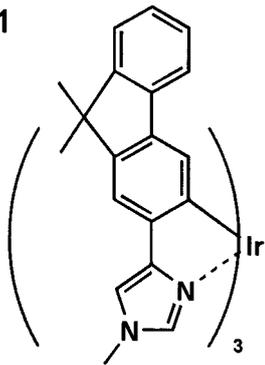
1-50



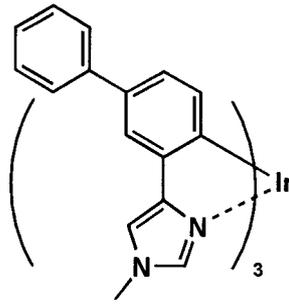
40

【化 9】

1-51

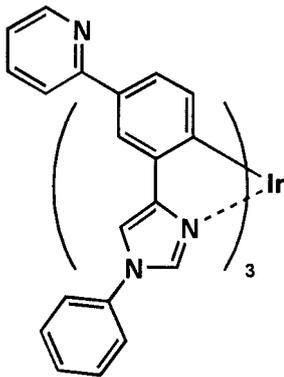


1-52

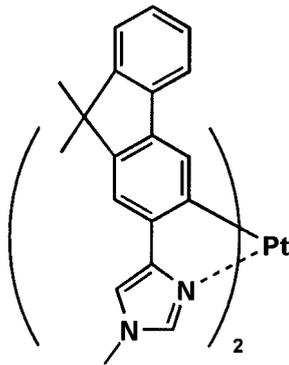


10

1-53

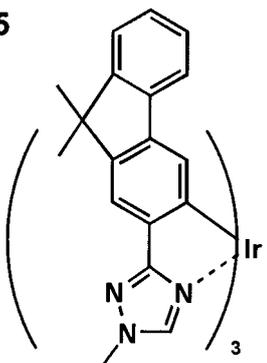


1-54

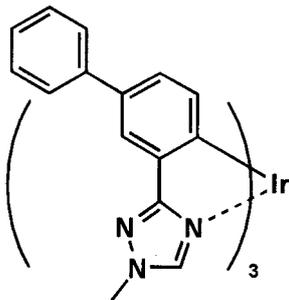


20

1-55

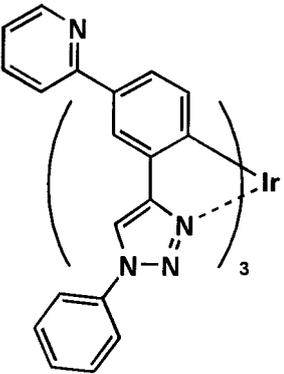


1-56

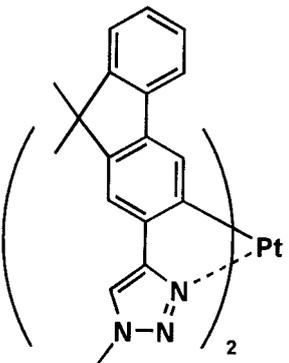


30

1-57



1-58

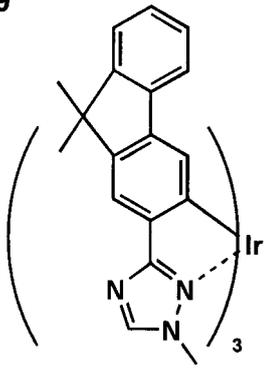


40

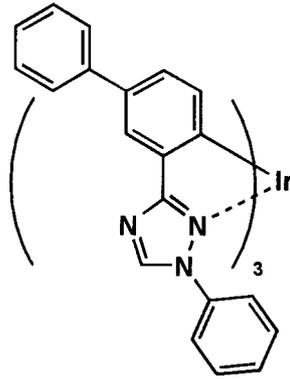
【 0 0 4 5 】

【化 1 0】

1-59

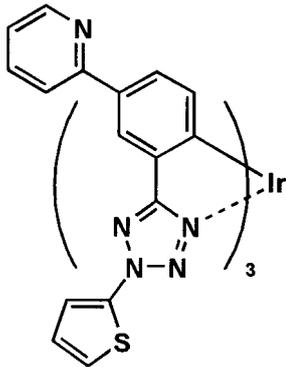


1-60

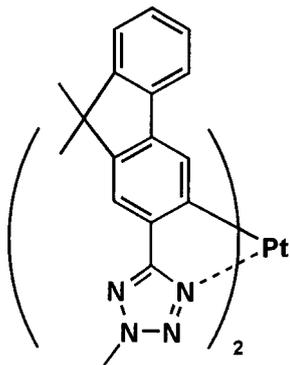


10

1-61

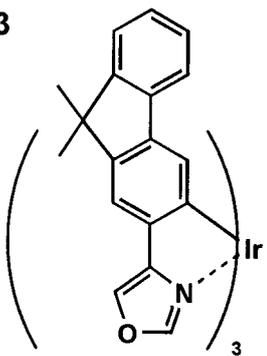


1-62

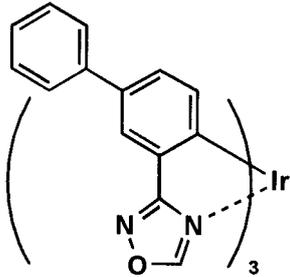


20

1-63

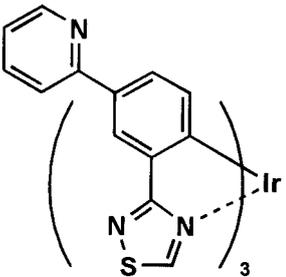


1-64

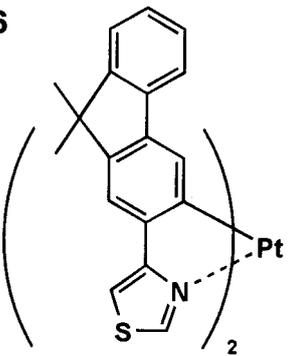


30

1-65



1-66

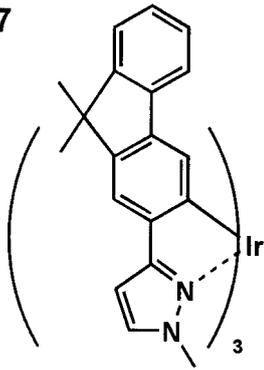


40

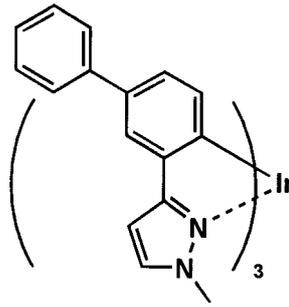
【 0 0 4 6 】

【化 1 1】

1-67

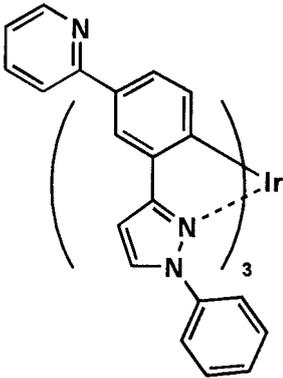


1-68

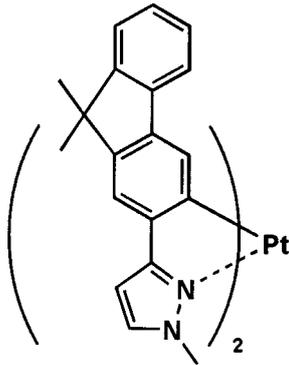


10

1-69

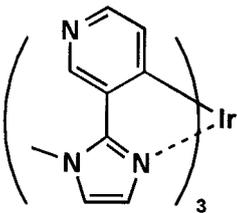


1-70

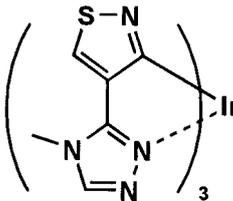


20

1-71

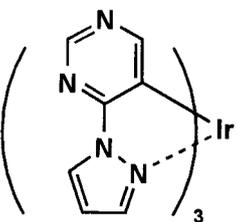


1-72

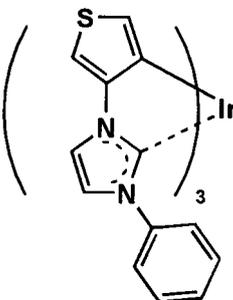


30

1-73



1-74



40

【0047】

これらの金属錯体は、例えば、Organic Letter誌, vol 13, No. 16, 2579~2581頁(2001)、Inorganic Chemistry, 第30巻, 第8号, 1685~1687頁(1991年)、J. Am. Chem. Soc., 123巻, 4304頁(2001年)、Inorganic Chemistry, 第40巻, 第7号, 1704~1711頁(2001年)、Inorganic Chemistry, 第41巻, 第12号, 3055~3066頁(2002年)、New Jo

50

Journal of Chemistry, 第26巻, 1171頁(2002年)、European Journal of Organic Chemistry, 第4巻, 695~709頁(2004年)、さらにこれらの文献中に記載の参考文献等の方法を適用することにより合成できる。

【0048】

〔一般式(2)で表される化合物〕

次に、一般式(2)で表される化合物について説明する。

【0049】

一般式(2)において、 R_3 及び R_4 で表される置換基としては、一般式(1)における R_1 で表される置換基と同義である。 n_3 及び n_4 は0~3の整数を表す。 A_1 及び A_2 は

10

下記一般式(3)で表される化合物を表す。

【0050】

〔一般式(3)で表される化合物〕

次に、一般式(3)で表される化合物について説明する。

【0051】

一般式(3)において、 Z_1 及び Z_2 は芳香族複素環または芳香族炭化水素環を形成する原子群を表すが、芳香族複素環としては、フラン環、チオフェン環、ピリジン環、ピリダジン環、ピリミジン環、ピラジン環、トリアジン環、ベンゾイミダゾール環、オキサジアゾール環、トリアゾール環、イミダゾール環、ピラゾール環、チアゾール環、インドール環、ベンゾイミダゾール環、ベンゾチアゾール環、ベンゾオキサゾール環、キノキサリン環、キナゾリン環、フタラジン環、カルバゾール環、カルボリン環、ジアザカルバゾール環(カルボリン環を構成する炭化水素環の炭素原子の一つがさらに窒素原子で置換されている環を示す)等が挙げられる。芳香族炭化水素環としては、ベンゼン環、ピフェニル環、ナフタレン環、アズレン環、アントラセン環、フェナントレン環、ピレン環、クリセン環、ナフタセン環、トリフェニレン環、*o*-テルフェニル環、*m*-テルフェニル環、*p*-テルフェニル環、アセナフテン環、コロネン環、フルオレン環、フルオラントレン環、ナフタセン環、ペンタセン環、ペリレン環、ペンタフェン環、ピセン環、ピレン環、ピラントレン環、アンスラアントレン環等が挙げられる。さらにこれら芳香族炭化水素環、芳香族複素環は置換基を有してもよい。

20

【0052】

Z_1 で形成される環のうち、好ましいものは芳香族複素環であり、さらに好ましいものはピリジン環である。

30

【0053】

Z_3 が表す2価の連結基としては、アルキレン、アルケニレン、アルキニレン、アリーレン等の炭化水素基の他、ヘテロ原子を含むものであってもよく、またチオフェン-2,5-ジイル基やピラジン-2,3-ジイル基のような芳香族複素環を有する化合物(ヘテロ芳香族化合物ともいう)に由来する2価の連結基であってもよいし、酸素や硫黄等のカルコゲン原子であってもよい。また、アルキルイミノ基、ジアルキルシランジイル基やジアリールゲルマンジイル基のようなヘテロ原子を会して連結する基でもよい。単なる結合手とは、連結する置換基同士を直接結合する結合手である。

40

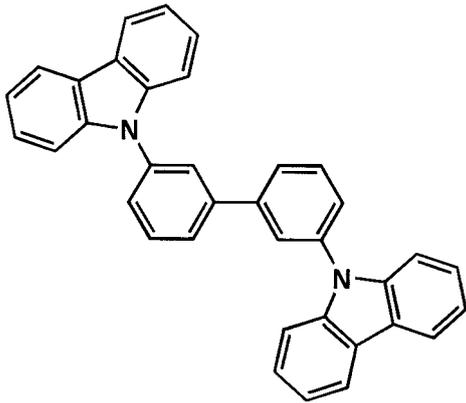
【0054】

以下に本発明の一般式(2)で表される化合物の具体的な例を挙げるが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0055】

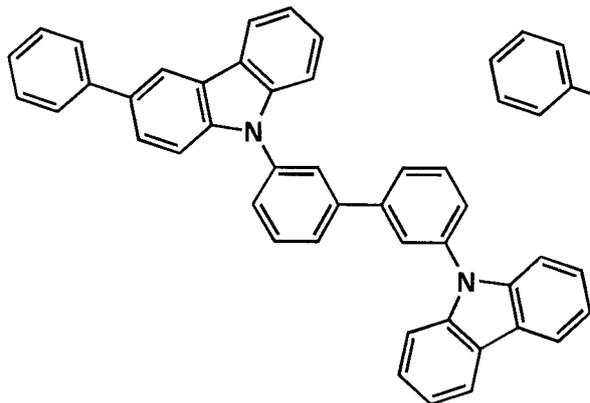
【化 1 2】

2-1

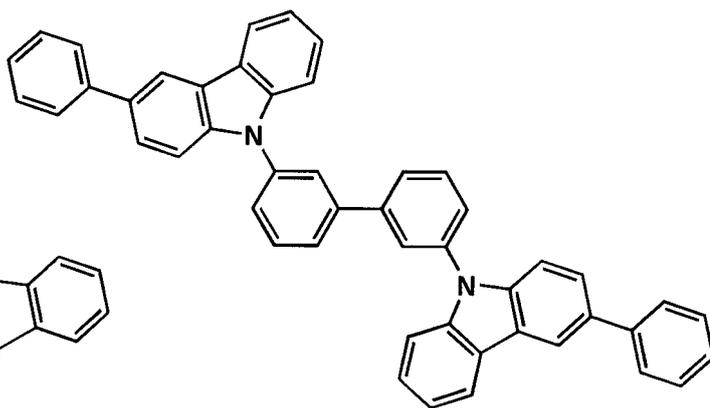


【化 1 3】

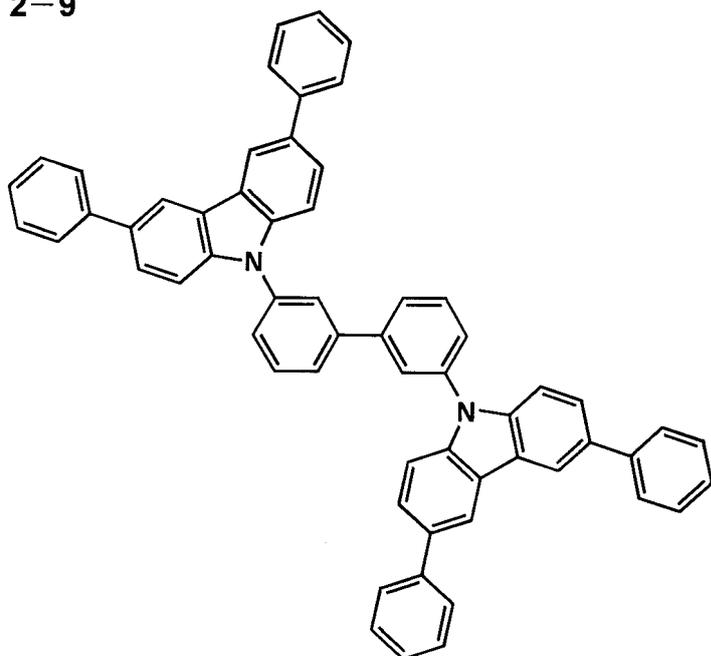
2-7



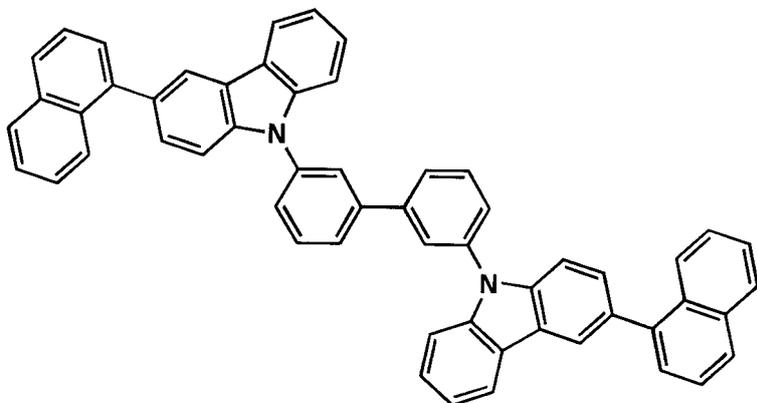
2-8



2-9



2-10



10

20

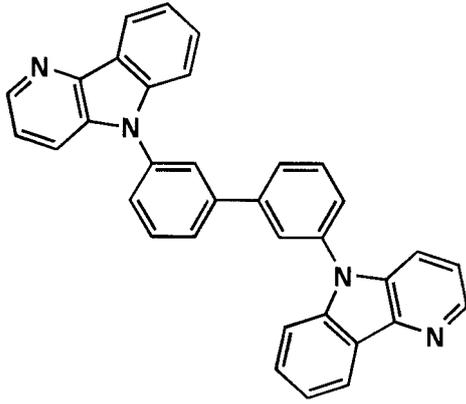
30

40

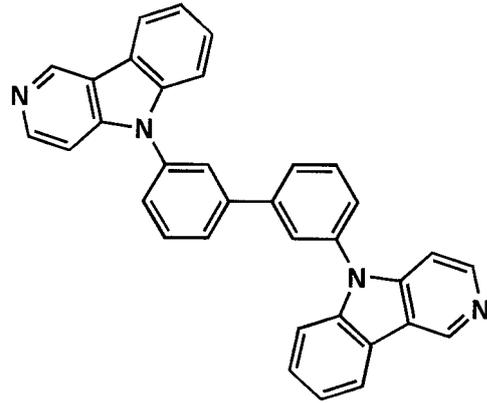
【 0 0 5 7 】

【化 1 4】

2-11

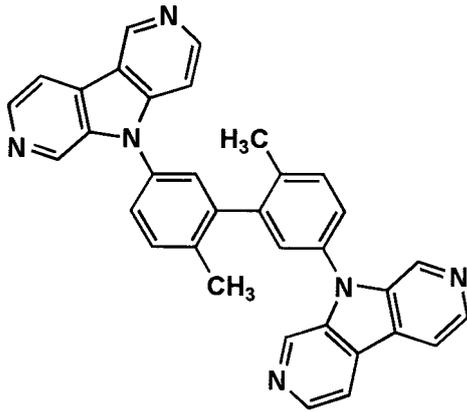


2-12

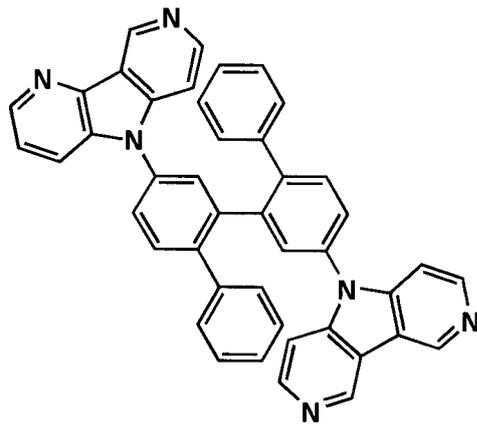


10

2-13

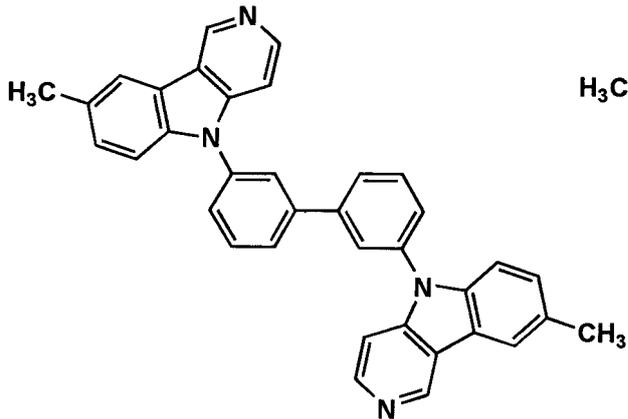


2-14

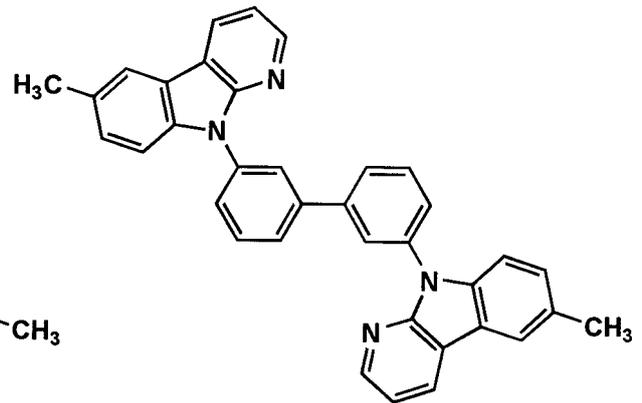


20

2-15



2-16



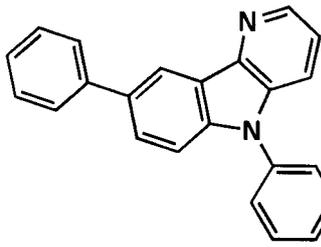
30

【 0 0 5 8 】

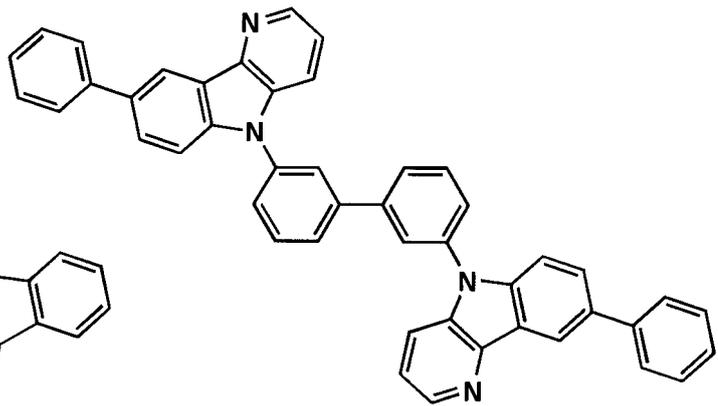
40

【化 1 5】

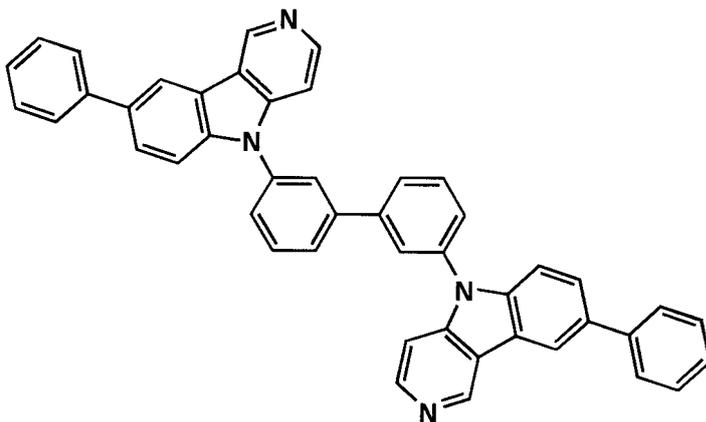
2-17



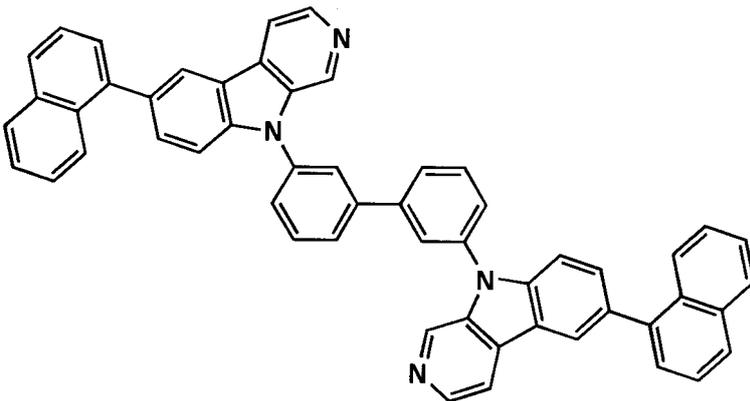
2-18



2-19



2-20



10

20

30

40

【0059】

本発明に係る一般式(1)または(2)で表される化合物は、各々有機EL素子用材料(バックライト、フラットパネルディスプレイ、照明光源、表示素子、電子写真用光源、記録光源、露光光源、読み取り光源、標識、看板、インテリア、光通信デバイス等)等の用途に用いられるが、その他の用途としては、有機半導体レーザ用材料(記録光源、露光光源、読み取り光源光通信デバイス、電子写真用光源等)、電子写真用感光体材料、有機TFT素子用材料(有機メモリ素子、有機演算素子、有機スイッチング素子)、有機波長変換素子用材料、光電変換素子用材料(太陽電池、光センサー等)等の広い分野に利用可能である。

【0060】

50

次に、本発明の有機EL素子の構成層について詳細に説明する。本発明において、有機EL素子の層構成の好ましい具体例を以下に示すが、本発明はこれらに限定されない。

【0061】

- (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 / 正孔輸送層 / 発光層 / 正孔阻止層 / 電子輸送層 / 陰極
- (iv) 陽極 / 正孔輸送層 / 発光層 / 正孔阻止層 / 電子輸送層 / 陰極バッファ層 / 陰極
- (v) 陽極 / 陽極バッファ層 / 正孔輸送層 / 発光層 / 正孔阻止層 / 電子輸送層 / 陰極バッファ層 / 陰極

なお、正孔輸送層は陽極に隣接し、電子輸送層は陰極に隣接していることが好ましい。

10

【0062】

《陽極》

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sid (ITO)、 SnO_2 、 ZnO 等の導電性透明材料が挙げられる。また、IDIXO(In_2O_3 - ZnO)等非晶質で透明導電膜を作製可能な材料を用いてもよい。陽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、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 Ω/\square 以下が好ましい。さらに膜厚は材料にもよるが、通常10~1000 nm、好ましくは10~200 nmの範囲で選ばれる。

20

【0063】

《陰極》

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、アルミニウム等が好適である。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 Ω/\square 以下が好ましく、膜厚は通常10 nm~5 μm 、好ましくは50~200 nmの範囲で選ばれる。なお、発光した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輝度が向上し好都合である。

30

40

【0064】

また、陰極に上記金属を1~20 nmの膜厚で作製した後に、陽極の説明で挙げた導電性透明材料をその上に作製することで、透明または半透明の陰極を作製することができる。これを応用することで陽極と陰極の両方が透過性を有する素子を作製することができる。

【0065】

次に、本発明の有機EL素子の構成層として用いられる、注入層、阻止層、電子輸送層等について説明する。

【0066】

50

《注入層：電子注入層、正孔注入層》

注入層は必要に応じて設け、電子注入層と正孔注入層があり、上記の如く陽極と発光層または正孔輸送層の間、及び陰極と発光層または電子輸送層との間に存在させてもよい。

【0067】

注入層とは、駆動電圧低下や発光輝度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、正孔注入層（陽極バッファ層）と電子注入層（陰極バッファ層）とがある。

【0068】

陽極バッファ層（正孔注入層）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（エメラルドイン）やポリチオフエ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。

【0069】

陰極バッファ層（電子注入層）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、酸化アルミニウムに代表される酸化物バッファ層等が挙げられる。上記バッファ層（注入層）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0.1nm～5μmの範囲が好ましい。

【0070】

《阻止層：正孔阻止層、電子阻止層》

阻止層は、上記の如く、有機化合物薄膜の基本構成層の他に必要に応じて設けられるものである。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237頁等に記載されている正孔阻止（ホールブロック）層がある。

【0071】

正孔阻止層とは広い意味では電子輸送層であり、電子を輸送する機能を有しつつ正孔を輸送する能力が著しく小さい正孔阻止材料からなり、電子を輸送しつつ正孔を阻止することで電子と正孔の再結合確率を向上させることができる。

【0072】

本発明の有機EL素子の正孔阻止層は、発光層に隣接して設けられている。

【0073】

本発明では、正孔阻止層の正孔阻止材料として前述した一般式（2）で表される化合物を含有させることが好ましい。これにより、より一層発光効率の高い有機EL素子とすることができる。さらにより一層長寿命化させることができる。

【0074】

一方、電子阻止層とは広い意味では正孔輸送層であり、正孔を輸送する機能を有しつつ電子を輸送する能力が著しく小さい材料からなり、正孔を輸送しつつ電子を阻止することで電子と正孔の再結合確率を向上させることができる。

【0075】

《発光層》

本発明に係る発光層は、電極または電子輸送層、正孔輸送層から注入されてくる電子及び正孔が再結合して発光する層であり、発光する部分は発光層の層内であっても発光層と隣接層との界面であってもよい。

【0076】

（ホスト化合物）

本発明の有機EL素子の発光層には、以下に示すホスト化合物と燐光性化合物（燐光発

光性化合物ともいう)が含有されることが好ましく、本発明においては、ホスト化合物として前述した一般式(2)で表される化合物を用いることが好ましい。これにより、より一層発光効率を高くすることができる。また、ホスト化合物として一般式(2)で表される化合物以外の化合物を含有してもよい。

【0077】

ここで、本発明においてホスト化合物とは、発光層に含有される化合物の中で室温(25)において燐光発光の燐光量子収率が、0.01未満の化合物と定義される。

【0078】

さらに公知のホスト化合物を複数種併用して用いてもよい。ホスト化合物を複数種用いることで、電荷の移動を調整することが可能であり、有機EL素子を高効率化することができる。また、燐光性化合物を複数種用いることで、異なる発光を混ぜることが可能となり、これにより任意の発光色を得ることができる。燐光性化合物の種類、ドーピング量を調整することで白色発光が可能であり、照明、バックライトへの応用もできる。

【0079】

これらの公知のホスト化合物としては、正孔輸送能、電子輸送能を有しつつ、かつ発光の長波長化を防ぎ、なおかつ高T_g(ガラス転移温度)である化合物が好ましい。

【0080】

公知のホスト化合物の具体例としては、以下の文献に記載されている化合物が挙げられる。

【0081】

特開2001-257076号公報、同2002-308855号公報、同2001-313179号公報、同2002-319491号公報、同2001-357977号公報、同2002-334786号公報、同2002-8860号公報、同2002-334788号公報、同2002-43056号公報、同2002-334789号公報、同2002-75645号公報、同2002-338579号公報、同2002-105445号公報、同2002-343568号公報、同2002-141173号公報、同2002-352957号公報、同2002-203683号公報、同2002-363227号公報、同2002-231453号公報、同2003-3165号公報、同2002-234888号公報、同2003-27048号公報、同2002-255934号公報、同2002-260861号公報、同2002-280183号公報、同2002-299060号公報、同2002-302516号公報、同2002-305083号公報、同2002-305084号公報、同2002-308837号公報等。

【0082】

また、発光層はホスト化合物としてさらに蛍光極大波長を有するホスト化合物を含有していてもよい。この場合、他のホスト化合物と燐光性化合物から蛍光性化合物へ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極大波長を有する他のホスト化合物からの発光も得られる。蛍光極大波長を有するホスト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、特に30%以上が好ましい。具体的な蛍光極大波長を有するホスト化合物としては、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等が挙げられる。蛍光量子収率は、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。

【0083】

(燐光性化合物(燐光発光性化合物))

発光層に使用される材料(以下、発光材料という)としては、上記のホスト化合物を含有すると同時に、燐光性化合物を含有することが好ましい。これにより、より発光効率の高い有機EL素子とすることができる。

10

20

30

40

50

【0084】

本発明に係る一般式(1)で表される燐光性化合物は励起三重項からの発光が観測される化合物であり、室温(25)にて燐光発光する化合物であり、燐光量子収率が25において0.01以上の化合物である。燐光量子収率は好ましくは0.1以上である。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、本発明に用いられる燐光性化合物は、任意の溶媒のいずれかにおいて上記燐光量子収率が達成されればよい。

【0085】

燐光性化合物の発光は原理としては2種挙げられ、一つはキャリアが輸送されるホスト化合物上でキャリアの再結合が起こってホスト化合物の励起状態が生成し、このエネルギーを燐光性化合物に移動させることで燐光性化合物からの発光を得るというエネルギー移動型、もう一つは燐光性化合物がキャリアトラップとなり、燐光性化合物上でキャリアの再結合が起こり燐光性化合物からの発光が得られるというキャリアトラップ型であるが、いずれの場合においても、燐光性化合物の励起状態のエネルギーはホスト化合物の励起状態のエネルギーよりも低いことが条件である。

10

【0086】

一般式(1)において、 M_1 で表される金属としては、元素周期表の8~10族の遷移金属元素(単に遷移金属ともいう)が用いられるが、中でも、イリジウム、白金が好ましく、さらに好ましくはイリジウムである。

20

【0087】

本発明においては、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が、燐光性化合物の燐光発光波長が380~480nmに燐光発光の極大波長を有することが好ましい。このような青色燐光発光の有機EL素子や、白色燐光発光の有機EL素子で、より一層発光効率を高めることができる。

【0088】

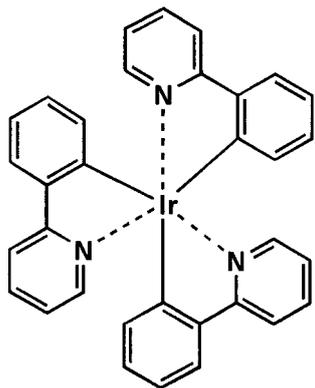
本発明においては、一般式(1)で表される燐光性化合物に、他の燐光性化合物を併用することができる。以下に、併用することができる燐光性化合物の具体例を示すが、本発明はこれに限定されない。これらの化合物は、例えば、Inorg. Chem. 40巻、1704~1711に記載の方法等により合成できる。

30

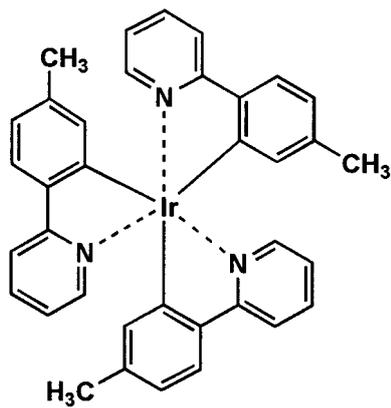
【0089】

【化 1 6】

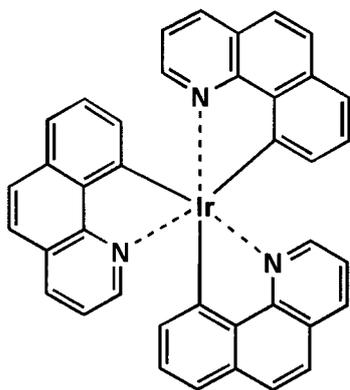
Ir-1



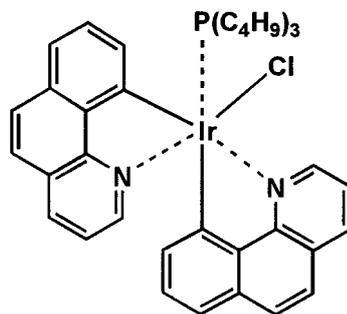
Ir-2



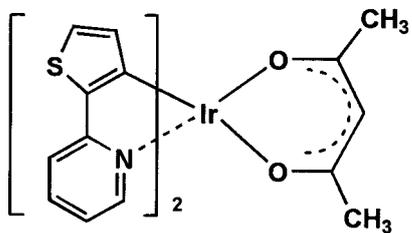
Ir-3



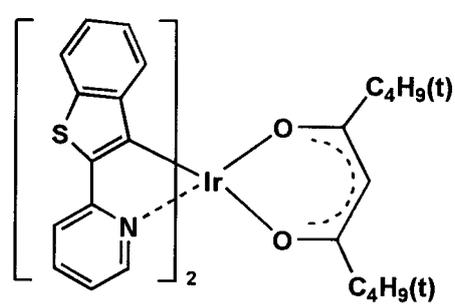
Ir-4



Ir-5



Ir-6



10

20

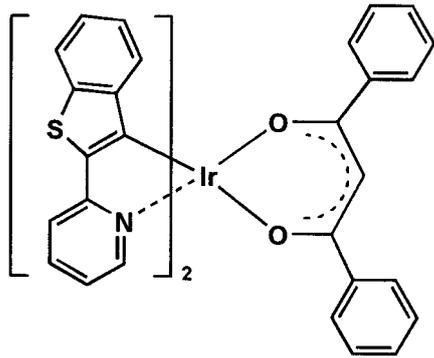
30

40

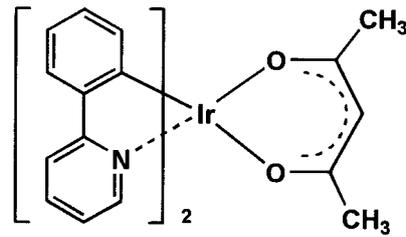
【 0 0 9 0 】

【化 17】

Ir-7

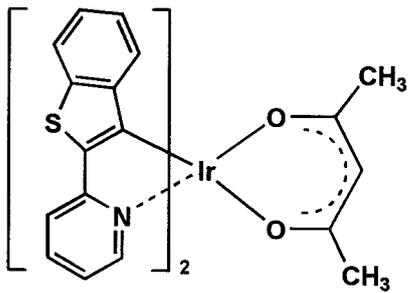


Ir-8

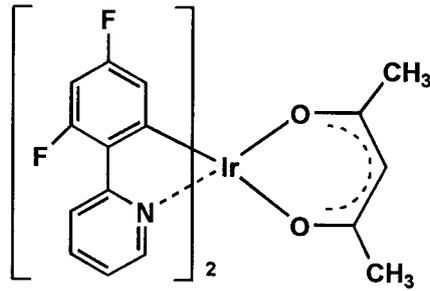


10

Ir-9

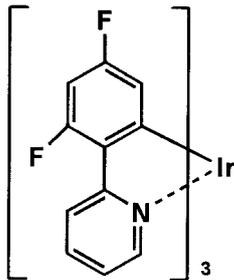


Ir-10

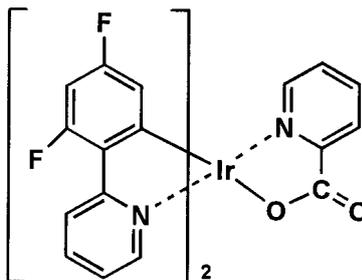


20

Ir-11

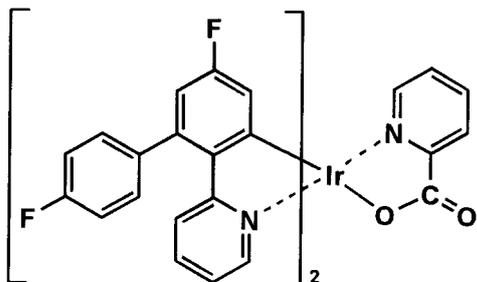


Ir-12



30

Ir-13

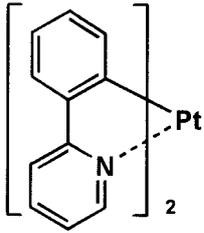


40

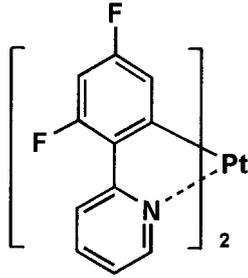
【 0 0 9 1 】

【化18】

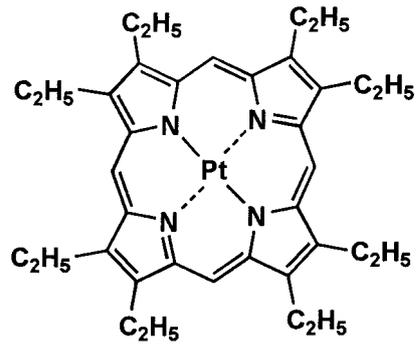
Pt-1



Pt-2



Pt-3

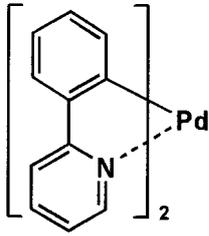


10

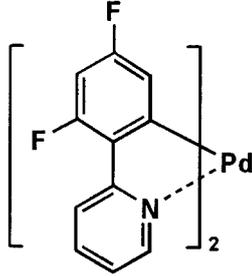
【0092】

【化19】

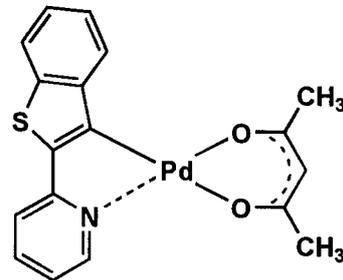
Pd-1



Pd-2



Pd-3

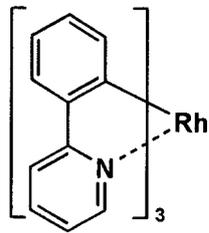


20

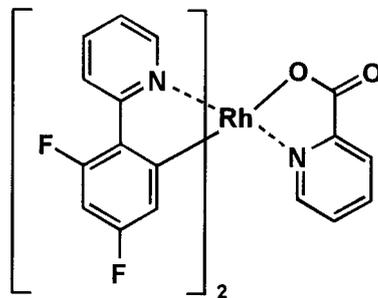
【0093】

【化20】

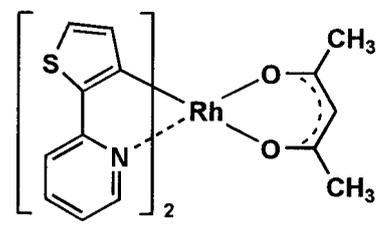
Rh-1



Rh-2



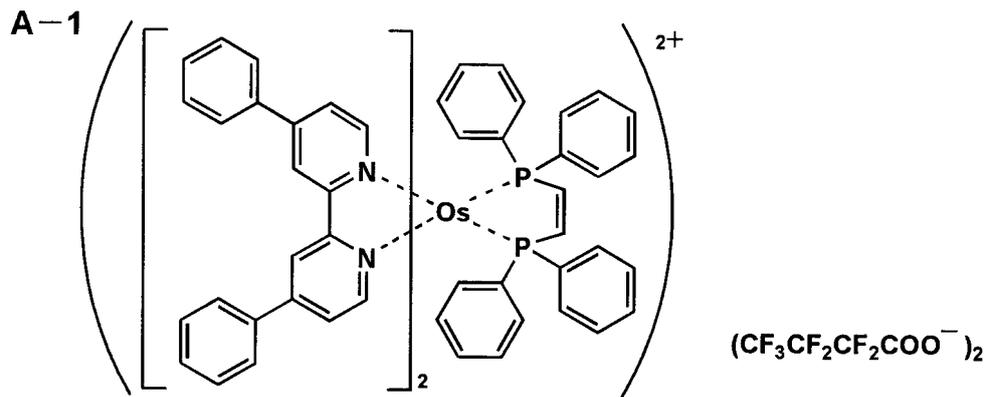
Rh-3



40

【0094】

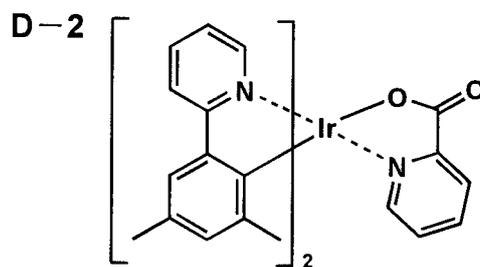
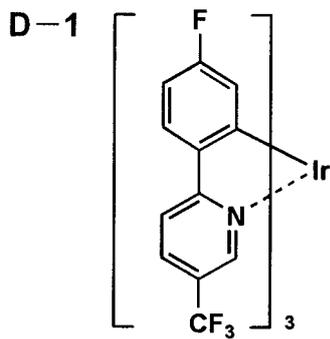
【化 2 1】



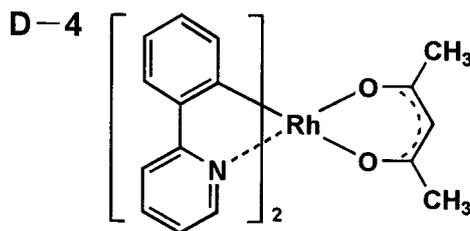
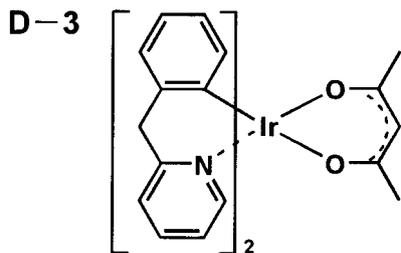
10

【 0 0 9 5】

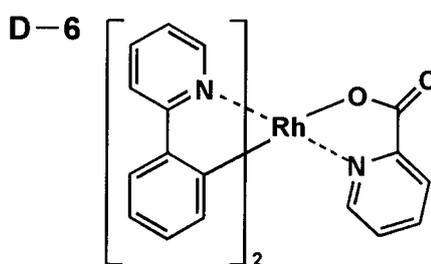
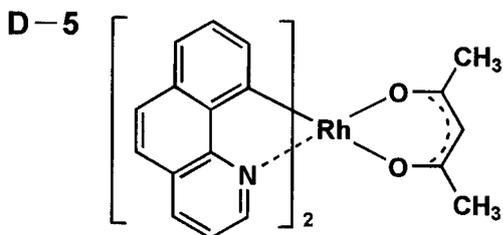
【化 2 2】



20



30



40

【 0 0 9 6】

本発明の有機EL素子や本発明に係る化合物の発光する色は、「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(コニカミノルタセンシング社製)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。

【 0 0 9 7】

発光層は上記化合物を、例えば、真空蒸着法、スピコート法、キャスト法、LB法、

50

インクジェット法等の公知の薄膜化法により製膜して形成することができる。発光層としての膜厚は特に制限はないが、通常は5 nm ~ 5 μm、好ましくは5 ~ 200 nmの範囲で選ばれる。この発光層はこれらの燐光性化合物やホスト化合物が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。

【0098】

《正孔輸送層》

正孔輸送層とは正孔を輸送する機能を有する正孔輸送材料からなり、広い意味で正孔注入層、電子阻止層も正孔輸送層に含まれる。正孔輸送層は単層または複数層設けることができる。

10

【0099】

正孔輸送材料としては、正孔の注入または輸送、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。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。

【0100】

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3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3級アミン化合物を用いることが好ましい。

20

【0101】

芳香族第3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 - フェニルカルバゾール、さらには米国特許第5, 061, 569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(NPD)、特開平4 - 308688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(MTDA)等が挙げられる。

30

40

【0102】

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。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。

【0103】

正孔輸送層は上記正孔輸送材料を、例えば、真空蒸着法、スピンコート法、キャスト法、インクジェット法を含む印刷法、LB法等の公知の方法により、薄膜化することにより

50

形成することができる。正孔輸送層の膜厚については特に制限はないが、通常は5 nm ~ 5 μm程度、好ましくは5 ~ 200 nmである。この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い。

【0104】

《電子輸送層》

電子輸送層とは電子を輸送する機能を有する材料からなり、広い意味で電子注入層、正孔阻止層も電子輸送層に含まれる。電子輸送層は単層または複数層設けることができる。

【0105】

従来、単層の電子輸送層、及び複数層とする場合は発光層に対して陰極側に隣接する電子輸送層に用いられる電子輸送材料（正孔阻止材料を兼ねる）としては、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、例えば、ニトロ置換フルオレン誘導体、ジフェニルキノ誘導体、チオピランジオキシド誘導体、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。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。

【0106】

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(A1q)、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。その他、メタルフリーも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。

【0107】

電子輸送層は上記電子輸送材料を、例えば、真空蒸着法、スピンコート法、キャスト法、インクジェット法を含む印刷法、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。電子輸送層の膜厚については特に制限はないが、通常は5 nm ~ 5 μm程度、好ましくは5 ~ 200 nmである。電子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い。

【0108】

《基体》

本発明の有機EL素子は、基体上に形成されているのが好ましい。

【0109】

本発明の有機EL素子に用いることのできる基体（以下、基板、基材、支持体等ともいう）としては、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が、好ましく用いられる基板としては、例えば、ガラス、石英、光透過性樹脂フィルムを挙げることができる。特に好ましい基体は、有機EL素子にフレキシブル性を与えることが可能な樹脂フィルムである。

【0110】

樹脂フィルムとしては、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、

10

20

30

40

50

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。樹脂フィルムの表面には、無機物、有機物の被膜またはその両者のハイブリッド被膜が形成されていてもよい。

【0111】

本発明の有機EL素子の発光の室温における外部取り出し効率は1%以上であることが好ましく、より好ましくは5%以上である。ここに、外部取り出し量子効率(%) = 有機EL素子外部に発光した光子数 / 有機EL素子に流した電子数 × 100である。

【0112】

また、カラーフィルター等の色相改良フィルター等を併用しても、有機EL素子からの発光色を蛍光体を用いて多色へ変換する色変換フィルターを併用してもよい。色変換フィルターを用いる場合においては、有機EL素子の発光のmaxは480nm以下が好ましい。

10

【0113】

《有機EL素子の作製方法》

本発明の有機EL素子の作製方法の一例として、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。

【0114】

まず適当な基体上に所望の電極物質、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、陽極を作製する。次に、この上に有機EL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、正孔阻止層の有機化合物薄膜を形成させる。

20

【0115】

この有機化合物薄膜の薄膜化の方法としては、前記の如く蒸着法、ウェットプロセス（スピンコート法、キャスト法、インクジェット法、印刷法）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、スピンコート法、インクジェット法、印刷法が特に好ましい。さらに層毎に異なる製膜法を適用してもよい。製膜に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等により異なるが、一般にポート加熱温度50~450、真空度 $10^{-6} \sim 10^{-2}$ Pa、蒸着速度0.01~50nm/秒、基板温度-50~300、膜厚0.1nm~5μm、好ましくは5~2000nmの範囲で適宜選ぶことが望ましい。

30

【0116】

これらの層を形成後、その上に陰極用物質からなる薄膜を、1μm以下好ましくは50nm~200nm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正孔注入層から陰極まで作製するのが好ましいが、途中で取り出して異なる製膜法を施しても構わない。その際、作業を乾燥不活性ガス雰囲気下で行う等の配慮が必要となる。

【0117】

本発明の多色の表示装置は発光層形成時のみシャドーマスクを設け、他層は共通であるのでシャドーマスク等のパターンニングは不要であり、一面に蒸着法、キャスト法、スピンコート法、インクジェット法、印刷法等で膜を形成できる。発光層のみパターンニングを行う場合、その方法に限定はないが、好ましくは蒸着法、インクジェット法、印刷法である。蒸着法を用いる場合においては、シャドーマスクを用いたパターンニングが好ましい。

40

【0118】

また作製順序を逆にして、陰極、電子注入層、電子輸送層、発光層、正孔輸送層、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多色の表示装置に、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2~40V程度を印加すると、発光が観測できる。また交流電圧を印加してもよい。なお、印加する交流の波形は任意でよい。

【0119】

50

本発明の表示装置は、表示デバイス、ディスプレイ、各種発光光源として用いることができる。表示デバイス、ディスプレイにおいて、青、赤、緑発光の3種の有機EL素子を用いることにより、フルカラーの表示が可能となる。

【0120】

表示デバイス、ディスプレイとしてはテレビ、パソコン、モバイル機器、AV機器、文字放送表示、自動車内の情報表示等が挙げられる。特に静止画像や動画像を再生する表示装置として使用してもよく、動画再生用の表示装置として使用する場合は単純マトリックス（パッシブマトリックス）方式でもアクティブマトリックス方式でもどちらでもよい。

【0121】

本発明の照明装置は家庭用照明、車内照明、時計や液晶用のバックライト、看板広告、信号機、光記憶媒体の光源、電子写真複写機の光源、光通信処理機の光源、光センサーの光源等が挙げられるがこれに限定するものではない。

【0122】

また、本発明の有機EL素子に共振器構造を持たせた有機EL素子として用いてもよい。このような共振器構造を有した有機EL素子の使用目的としては、光記憶媒体の光源、電子写真複写機の光源、光通信処理機の光源、光センサーの光源等が挙げられるが、これらに限定されない。また、レーザ発振をさせることにより、上記用途に使用してもよい。

【0123】

《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1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単純マトリックス（パッシブマトリックス）方式でもアクティブマトリッ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3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。または、一色の発光色、例えば、白色発光をカラーフィルターを用いてBGRにし、フルカラー化することも可能である。さらに有機ELの発光色を色変換フィルターを用いて他色に変換しフルカラー化することも可能であるが、その場合、有機EL発光のmaxは480nm以下であることが好ましい。

【0124】

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説明する。

【0125】

図1は、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。有機EL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。

【0126】

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。

【0127】

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。

【0128】

図2は、表示部Aの模式図である。

【0129】

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。図2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。

【0130】

10

20

30

40

50

配線部の走査線 5 及び複数のデータ線 6 は、各々導電材料からなり、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）。

【0131】

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。

【0132】

次に、画素の発光プロセスを説明する。

【0133】

図 3 は、画素の模式図である。

【0134】

画素は、有機 EL 素子 10、スイッチングトランジスタ 11、駆動トランジスタ 12、コンデンサ 13 等を備えている。複数の画素に有機 EL 素子 10 として、赤色、緑色、青色発光の有機 EL 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。

【0135】

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 11 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 11 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 11 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 13 と駆動トランジスタ 12 のゲートに伝達される。

【0136】

画像データ信号の伝達により、コンデンサ 13 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 12 の駆動がオンする。駆動トランジスタ 12 は、ドレインが電源ライン 7 に接続され、ソースが有機 EL 素子 10 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 EL 素子 10 に電流が供給される。

【0137】

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 11 の駆動がオフする。しかし、スイッチングトランジスタ 11 の駆動がオフしてもコンデンサ 13 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 12 の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。

【0138】

即ち、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ックス方式と呼んでいる。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。

【0139】

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。

【0140】

本発明においては、上述したアクティブマトリックス方式に限らず、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 素子を発光させるパッシブマトリックス方式の発光駆動でもよい。

10

20

30

40

50

【0141】

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。

【0142】

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。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。

【0143】

本発明に係わる有機EL材料は、また、照明装置として、実質白色の発光を生じる有機EL素子に適用できる。複数の発光材料により複数の発光色を同時に発光させて混色により白色発光を得る。複数の発光色の組み合わせとしては、青色、緑色、青色の3原色の3つの発光極大波長を含有させたものでもよいし、青色と黄色、青緑と橙色等の補色の関係を利用した2つの発光極大波長を含有したものでもよい。

【0144】

また、複数の発光色を得るための発光材料の組み合わせは、複数の燐光または蛍光を発光する材料(発光ドーパント)を、複数組み合わせたもの、蛍光または燐光を発光する発光材料と、該発光材料からの光を励起光として発光する色素材料とを組み合わせたものいずれでもよいが、本発明に係わる白色有機エレクトロルミネッセンス素子においては、発光ドーパントを複数組み合わせる方式が好ましい。

【0145】

複数の発光色を得るための有機エレクトロルミネッセンス素子の層構成としては、複数の発光ドーパントを、一つの発光層中に複数存在させる方法、複数の発光層を有し、各発光層中に発光波長の異なるドーパントをそれぞれ存在させる方法、異なる波長に発光する微小画素をマトリクス状に形成する方法等が挙げられる。

【0146】

本発明に係わる白色有機エレクトロルミネッセンス素子においては、必要に応じ製膜時にメタルマスクやインクジェットプリンティング法等でパターンニングを施してもよい。パターンニングする場合は、電極のみをパターンニングしてもいいし、電極と発光層をパターンニングしてもいいし、素子全層をパターンニングしてもいい。

【0147】

発光層に用いる発光材料としては特に制限はなく、例えば液晶表示素子におけるバックライトであれば、CF(カラーフィルター)特性に対応した波長範囲に適合するように、本発明に係わる白金錯体、また公知の発光材料の中から任意のものを選択して組み合わせる白色化すればよい。

【0148】

このように、白色発光有機EL素子は、前記表示デバイス、ディスプレイに加えて、各種発光光源、照明装置として、家庭用照明、車内照明、また、露光光源のような1種のランプとして、液晶表示装置のバックライト等、表示装置にも有用に用いられる。

【0149】

その他、時計等のバックライト、看板広告、信号機、光記憶媒体等の光源、電子写真複写機の光源、光通信処理機の光源、光センサーの光源等、さらには表示装置を必要とする一般の家庭用電気器具等広い範囲の用途が挙げられる。

【実施例】

【0150】

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

【0151】

実施例1

《有機EL素子1-1~1-20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

10

20

30

40

50

チンオキシド)を100nm製膜した基板(NHテクノグラス社製NA45)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

- NPDを200mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ポートにホスト化合物として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燐光性化合物として比較化合物1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。

【0152】

次いで真空槽を 4×10^{-4} Paまで減圧した後、-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/秒で透明支持基板に蒸着し、正孔輸送層を設けた。さらにCBPと比較化合物1の入った前記加熱ポートに通電して加熱し、それぞれ蒸着速度0.2nm/秒、0.012nm/秒で前記正孔輸送層上に共蒸着して発光層を設けた。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/秒で前記発光層の上に蒸着して膜厚10nmの正孔阻止層を設けた。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/秒で前記正孔阻止層の上に蒸着して、さらに膜厚40nmの電子輸送層を設けた。なお、蒸着時の基板温度は室温であった。

10

【0153】

引き続き、フッ化リチウム0.5nm及びアルミニウム110nmを蒸着して陰極を形成し、有機EL素子1-1を作製した。

20

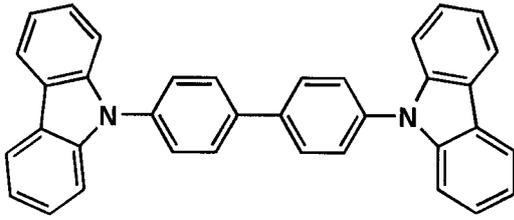
【0154】

有機EL素子1-1の作製において、発光層のホスト化合物として用いているCBPを表1に示す化合物に置き換え、燐光性化合物として用いている比較化合物1を表1に示す化合物に置き換えた以外は、有機EL素子1-1と同じ方法で有機EL素子1-2~1-20を作製した。上記で使用した化合物の構造を以下に示す。

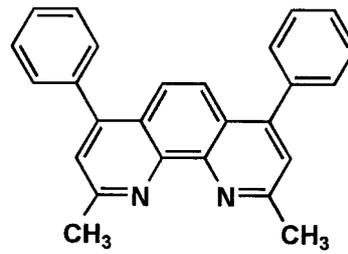
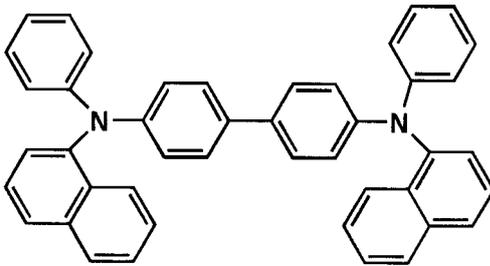
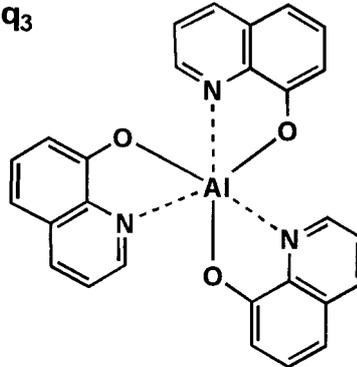
【0155】

【化 2 3】

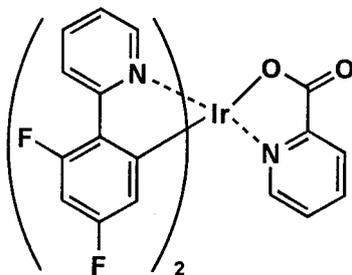
CBP



BCP

 α -NPDAlq₃

比較化合物1



10

20

30

40

【0156】

《有機EL素子1-1~1-20の評価》

以下のようにして、作製した有機EL素子1-1~1-20の評価を行った。

【0157】

(輝度)

分光放射輝度計CS-1000(コニカミノルタセンシング社製)を用いて輝度(cd/m^2)を求めた。輝度の測定結果は、有機EL素子1-1の測定値を100とする相対値で表した。

【0158】

(外部取り出し量子効率)

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 $2.5\text{mA}/\text{cm}^2$ の定電流を印加した時の外部取り出し量子効率(%)を測定した。なお測定には同様に分光放射輝度計CS-1000(コニカミノルタセンシング社製)を用いた。外部取り出し量子効率の測定結果は、有機EL素子1-1の測定値を100とする相対値で表した。

【0159】

以上により得られた結果を表1に示す。

【0160】

【表 1】

有機EL素子 No.	ホスト 化合物	りん光性 化合物	輝度 (相対値)	量子効率 (相対値)	備考
1-1	CBP	比較化合物 1	100	100	比較例
1-2	2-2	比較化合物 1	99	95	比較例
1-3	CBP	1-3	98	102	比較例
1-4	2-1	1-1	190	190	本発明
1-5	2-1	1-2	193	192	本発明
1-6	2-1	1-7	160	162	本発明
1-7	2-1	1-14	173	172	本発明
1-8	2-1	1-31	189	189	本発明
1-9	2-2	1-9	189	187	本発明
1-10	2-6	1-20	175	176	本発明
1-11	2-6	1-47	171	175	本発明
1-12	2-8	1-27	165	165	本発明
1-13	2-9	1-32	188	187	本発明
1-14	2-6	1-51	189	187	本発明
1-15	2-10	1-52	187	185	本発明
1-16	2-10	1-55	175	171	本発明
1-17	2-11	1-2	192	192	本発明
1-18	2-12	1-31	191	192	本発明
1-19	2-13	1-62	168	167	本発明
1-20	2-15	1-63	169	170	本発明

10

20

30

【0161】

表 1 より明らかのように、比較例に比べて、本発明の有機 EL 素子は輝度が高く、かつ外部取り出し量子効率が非常に優れていることが分かった。

【0162】

実施例 2

《有機 EL 素子 2-1 ~ 2-15 の作製》

陽極として 100 mm x 100 mm x 1.1 mm のガラス基板の上に ITO (インジウムチンオキシド) を 100 nm 製膜した基板 (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イソプロピルアルコールで超音波洗浄し、乾燥室素ガスで乾燥し、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 -NPD を 200 mg 入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ポートに発光層のホスト化合物として CBP を 200 mg 入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ポートに正孔阻止材料として BCP を 200 mg 入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ポートに発光層のりん光性化合物として比較化合物 1 を 100 mg 入れ、さらに別のモリブデン製抵抗加熱ポートに Alq₃ を 200 mg 入れ、真空蒸着装置に取付けた。

40

【0163】

次いで真空槽を 4×10^{-4} Pa まで減圧した後、-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、正孔輸送層を設けた。さらに、CBP と比較化合物 1 の入った前記加熱ポートに通電して加熱し、それぞれ蒸

50

着速度 0.2 nm/秒 、 0.012 nm/秒 で前記正孔輸送層上に共蒸着して発光層を設けた。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 0.1 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 0.1 nm/秒 で前記正孔阻止層の上に蒸着して、さらに膜厚 40 nm の電子輸送層を設けた。なお、蒸着時の基板温度は室温であった。

【0164】

引き続き、フッ化リチウム 0.5 nm 及びアルミニウム 110 nm を蒸着して陰極を形成し、有機EL素子2-1を作製した。

【0165】

有機EL素子2-1の作製において、正孔阻止材料として用いているBCPを表2に示す化合物に置き換え、燐光性化合物として用いている比較化合物1を表2に示す各化合物に置き換えた以外は、有機EL素子2-1と同じ方法で有機EL素子2-2～2-15を作製した。

10

【0166】

《有機EL素子2-1～2-15の評価》

実施例1と同様にして有機EL素子2-1～2-15の輝度、外部取り出し量子効率の評価を行った。さらに下記に示す測定法に従って、寿命の評価を行った。

【0167】

(寿命)

2.5 mA/cm^2 の一定電流で駆動したときに、輝度が発光開始直後の輝度(初期輝度)の半分に低下するのに要した時間を測定し、これを半減寿命時間(0.5)として寿命の指標とした。なお測定には分光放射輝度計CS-1000(コニカミノルタセンシング社製)を用いた。

20

【0168】

以上により得られた結果を表2に示す。なお、表2に記載の輝度、外部取り出し量子効率、寿命の測定結果は、有機EL素子2-1を100とした時の相対値で表した。

【0169】

【表 2】

有機EL素子 No.	正孔阻止 材料	りん光性 化合物	輝度 (相対値)	量子効率 (相対値)	備考
2-1	BCP	比較化合物 1	100	100	比較例
2-2	2-1	比較化合物 1	102	102	比較例
2-3	BCP	1-1	99	101	比較例
2-4	2-1	1-1	120	120	本発明
2-5	2-2	1-2	118	119	本発明
2-6	2-3	1-14	115	116	本発明
2-7	2-4	1-31	120	120	本発明
2-8	2-5	1-32	118	118	本発明
2-9	2-6	1-47	115	114	本発明
2-10	2-7	1-1	124	122	本発明
2-11	2-11	1-2	125	126	本発明
2-12	2-11	1-31	123	121	本発明
2-13	2-12	1-51	122	122	本発明
2-14	2-13	1-64	115	116	本発明
2-15	2-14	1-73	114	114	本発明

10

20

【0170】

表 2 より明らかなように、比較例に比べて、本発明の有機 EL 素子は、輝度が高く、外部取り出し量子効率に優れ、かつ長寿命化が達成されていることが分かった。

【0171】

実施例 3

《有機 EL 素子 3-1 ~ 3-8 の作製》

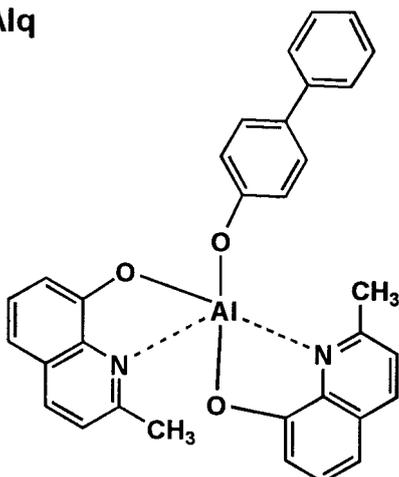
実施例 1 に記載の有機 EL 素子 1-1 の作製において、発光層のホスト化合物及び燐光性化合物を表 3 に記載の化合物に変更し、さらに BCP を B-Alq に変更した以外は同様にして、有機 EL 素子 3-1 ~ 3-8 を作製した。

30

【0172】

【化 2 4】

B-Alq



40

50

【0173】

《有機EL素子3-1～3-8の評価》

下記に示す測定法に従って、保存性の評価を行った。

【0174】

(保存性)

各有機EL素子を85で24時間保存した後、保存前後における2.5mA/cm²の定電流駆動での各輝度を測定し、各輝度比を下式に従って求め、これを保存性の尺度とした。

【0175】

保存性(%) = 保存後の輝度(2.5mA/cm²) / 保存前の輝度(2.5mA/cm²) × 100 10

以上により得られた結果を表3に示す。

【0176】

【表3】

有機EL素子 No.	ホスト 化合物	りん光性 化合物	保存性 (%)	備考
3-1	CBP	比較化合物1	48	比較例
3-2	2-1	1-1	81	本発明
3-3	2-1	1-2	82	本発明
3-4	2-7	1-14	76	本発明
3-5	2-8	1-31	79	本発明
3-6	2-10	1-54	74	本発明
3-7	2-11	1-1	83	本発明
3-8	2-12	1-31	83	本発明

20

【0177】

表3より明らかなように、比較例に比べて、本発明の有機EL素子は保存性に優れていることが分かった。 30

【0178】

実施例4

《有機EL素子4-1～4-8の作製》

実施例2に記載の有機EL素子2-1の作製において、発光層のホスト化合物(CBP)を、例示化合物2-1に変更し、さらに正孔阻止層の正孔阻止材料及び発光層のりん光性化合物を表4のように変更した以外は同様にして、有機EL素子4-1～4-8を作製した。

【0179】

《有機EL素子4-1～4-8の評価》

実施例3と同様にして有機EL素子4-1～4-8の保存性の評価を行い、得られた結果を表4に示す。

40

【0180】

【表 4】

有機EL素子 No.	正孔阻止 材料	りん光性 化合物	保存性 (%)	備考
4-1	B-Alq	比較化合物 1	48	比較例
4-2	2-1	1-1	78	本発明
4-3	2-2	1-2	77	本発明
4-4	2-7	1-14	74	本発明
4-5	2-8	1-31	76	本発明
4-6	2-10	1-70	71	本発明
4-7	2-11	1-1	81	本発明
4-8	2-12	1-31	80	本発明

10

【0181】

上表に記載の結果より明らかなように、比較例に比べて、本発明の有機EL素子は、保存性に優れていることが分かった。

【0182】

実施例 5

実施例 1 で作製した本発明の有機EL素子 1-5 と、実施例 1 で作製した本発明の有機EL素子 1-5 の燐光性化合物を Ir-1 に置き換えた以外は同様にして作製した緑色発光有機EL素子と、本発明の有機EL素子 1-5 の燐光性化合物を Ir-9 に置き換えた以外は同様にして作製した赤色発光有機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。図 2 には作製したフルカラー表示装置の表示部 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。このように各赤、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。

20

30

【0183】

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

【0184】

実施例 6

《照明装置の作製》

実施例 4 で作製した青色発光、緑色発光及び赤色発光の有機EL素子各々の非発光面をガラスケースで覆い、照明装置とした。照明装置は、発光効率が高く、発光寿命の長い白色光を発する薄型の照明装置として使用することができた。図 5 は照明装置の概略図で、図 6 は照明装置の断面図である。有機EL素子 101 をガラスカバー 102 で覆った。105 は陰極で 106 は有機EL層、107 は透明電極付きガラス基板である。なおガラスカバー 102 内には窒素ガス 108 が充填され、捕水剤 109 が設けられている。

40

【図面の簡単な説明】

【0185】

【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。

50

【図3】画素を構成する駆動回路の等価回路図である。

【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】照明装置の概略図である。

【図6】照明装置の断面図である。

【符号の説明】

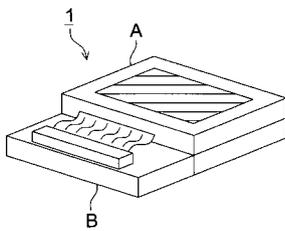
【0186】

- 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 スイッチングトランジスタ
- 12 駆動トランジスタ
- 13 コンデンサ
- A 表示部
- B 制御部
- 102 ガラスカバー
- 105 陰極
- 106 有機EL層
- 107 透明電極付きガラス基板
- 108 窒素ガス
- 109 捕水剤

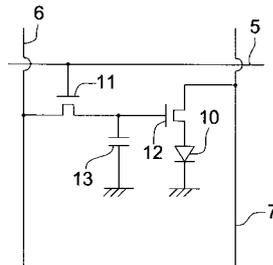
10

20

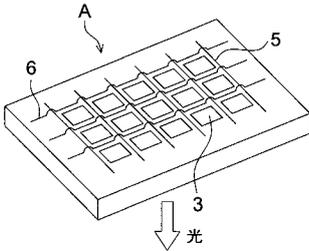
【図1】



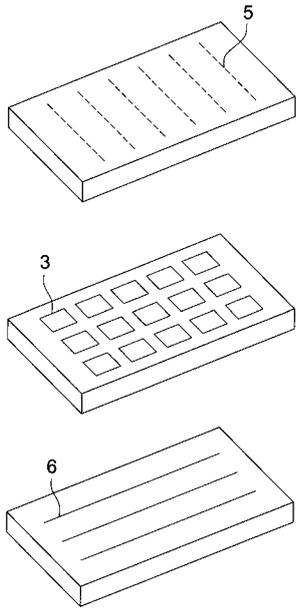
【図3】



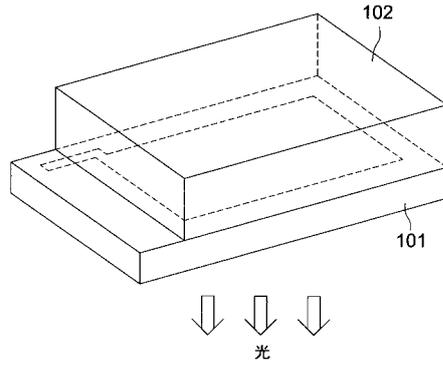
【図2】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

