(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6661234号
(P6661234)
(45)発行日　令和2年3月11日(2020.3.11)　(24)登録日　令和2年2月14日(2020.2.14)

(51)Int.Cl.　　F I
C07F 15/00 (2006.01)　C07F 15/00 CSPF
H01L 51/50 (2006.01)　H05B 33/14 B
C09K 11/06 (2006.01)　C09K 11/06 660

請求項の数 10　(全 52 頁)

(21)出願番号　特願2016-91106(P2016-91106)
(22)出願日　平成28年4月28日(2016.4.28)
(65)公開番号　特開2016-210772(P2016-210772A)
(43)公開日　平成28年12月15日(2016.12.15)
審査請求日　平成31年4月23日(2019.4.23)
(31)優先権主張番号　特願2015-91000(P2015-91000)
(32)優先日　平成27年4月28日(2015.4.28)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)

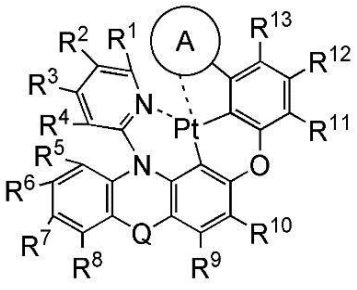
(73)特許権者　000153878
株式会社半導体エネルギー研究所
神奈川県厚木市長谷３９８番地
(72)発明者　井上　英子
神奈川県厚木市長谷３９８番地　株式会社半導体エネルギー研究所内
(72)発明者　金元　美樹
神奈川県厚木市長谷３９８番地　株式会社半導体エネルギー研究所内
(72)発明者　瀬尾　哲史
神奈川県厚木市長谷３９８番地　株式会社半導体エネルギー研究所内

審査官　西澤　龍彦

最終頁に続く

(54)【発明の名称】有機金属錯体、発光素子、発光装置、電子機器及び照明装置

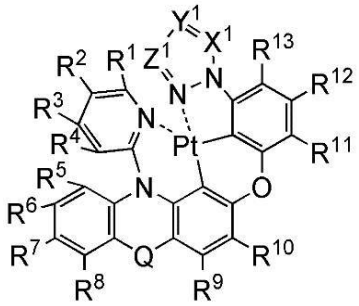
(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
下記式（Ｇ１）で表される有機金属錯体。
【化１】



(G1)

（但し、式（Ｇ１）において、Ｒ[1]乃至Ｒ[13]はそれぞれ独立に、水素、置換又は無置換の炭素数１乃至６のアルキル基、置換又は無置換のフェニル基のいずれかを表す。Ａは五員複素芳香環骨格を表し、当該骨格中に２又は３の窒素原子を含む。また、Ｑは硫黄原子又は酸素原子を表す。）
【請求項２】
下記式（Ｇ２）で表される有機金属錯体。

【化２】



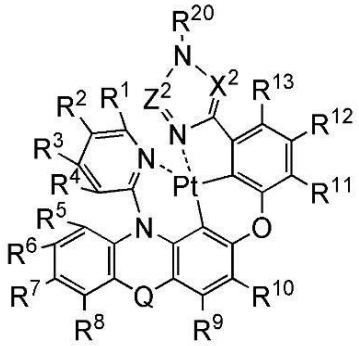
(G2)

（但し、式（Ｇ２）において、Ｒ[1]乃至Ｒ[13]はそれぞれ独立に、水素、置換又は無置換の炭素数１乃至６のアルキル基、置換又は無置換のフェニル基のいずれかを表す。また、Ｘ[1]、Ｙ[1]及びＺ[1]のうち２又は３が炭素原子であり、当該炭素原子は置換基を有していても有していなくても良く、Ｘ[1]、Ｙ[1]及びＺ[1]のうち２が炭素原子であるとき、Ｘ[1]、Ｙ[1]及びＺ[1]のうち１が窒素原子である。また、Ｑは硫黄原子又は酸素原子を表す。）

【請求項３】

下記式（Ｇ３）で表される有機金属錯体。

【化３】



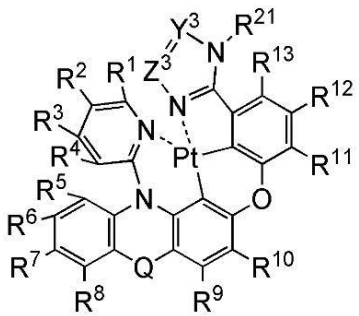
(G3)

（但し、式（Ｇ３）において、Ｒ[1]乃至Ｒ[13]及びＲ[20]はそれぞれ独立に、水素、置換又は無置換の炭素数１乃至６のアルキル基、置換又は無置換のフェニル基のいずれかを表す。また、Ｘ[2]及びＺ[2]の一方が炭素原子を表し、他方が炭素原子または窒素原子を表す。当該炭素原子は置換基を有していても有していなくても良い。また、Ｑは硫黄原子又は酸素原子を表す。）

【請求項４】

下記式（Ｇ４）で表される有機金属錯体。

【化４】



(G4)

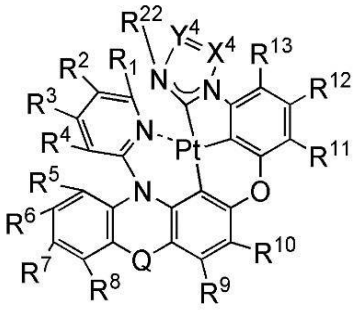
（但し、式（Ｇ４）において、Ｒ[1]乃至Ｒ[13]及びＲ[21]はそれぞれ独立に、水素、置換又は無置換の炭素数１乃至６のアルキル基、置換又は無置換のフェニル基のいずれかを

表す。また、Ｙ[3]及びＺ[3]の一方が炭素原子を表し、他方が炭素原子または窒素原子を表す。当該炭素原子は置換基を有していてもいなくても良い。また、Ｑは硫黄原子又は酸素原子を表す。）

【請求項５】

下記式（Ｇ５）で表される有機金属錯体。

【化５】



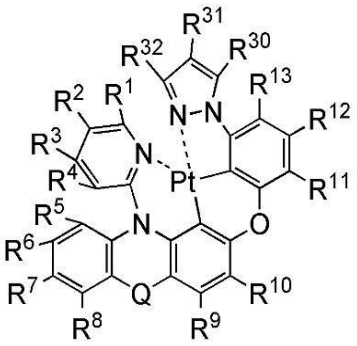
(G5)

（但し、式（Ｇ５）において、Ｒ[1]乃至Ｒ[13]及びＲ[22]はそれぞれ独立に、水素、置換又は無置換の炭素数１乃至６のアルキル基、置換又は無置換のフェニル基のいずれかを表す。また、Ｘ[4]及びＹ[4]の一方が炭素原子を表し、他方が炭素原子または窒素原子を表す。当該炭素原子は置換基を有していてもいなくても良い。また、Ｑは硫黄原子又は酸素原子を表す。）

【請求項６】

下記式（Ｇ６）で表される有機金属錯体。

【化６】



(G6)

（但し、式（Ｇ６）において、Ｒ[1]乃至Ｒ[13]及びＲ[30]乃至Ｒ[32]はそれぞれ独立に、水素、置換又は無置換の炭素数１乃至６のアルキル基、置換又は無置換のフェニル基のいずれかを表す。また、Ｑは硫黄原子又は酸素原子を表す。）

【請求項７】

請求項１乃至請求項６のいずれか一項に記載の有機金属錯体を用いた発光素子。

【請求項８】

請求項７に記載の発光素子と、トランジスタ、または、基板と、を有する発光装置。

【請求項９】

請求項８に記載の発光装置と、センサ、操作ボタン、スピーカ、または、マイクと、を有する電子機器。

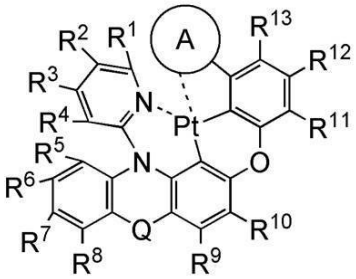
【請求項１０】

請求項８に記載の発光装置と、筐体と、を有する照明装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】
【０００１】
本発明の一態様は、有機金属錯体及び当該有機金属錯体を用いた発光素子、ディスプレイモジュール、照明モジュール、表示装置、発光装置、電子機器及び照明装置に関する。なお、本発明の一態様は、上記の技術分野に限定されない。本明細書等で開示する発明の一態様の技術分野は、物、方法、または、製造方法に関するものである。または、本発明の一態様は、プロセス、マシン、マニュファクチャ、または、組成物（コンポジション・オブ・マター）に関するものである。そのため、より具体的に本明細書で開示する本発明の一態様の技術分野としては、半導体装置、表示装置、液晶表示装置、発光装置、照明装置、蓄電装置、記憶装置、それらの駆動方法、または、それらの製造方法を一例として挙げることができる。
【背景技術】
【０００２】
薄型軽量、入力信号に対する高速な応答性、低消費電力などのポテンシャルから、次世代の照明装置や表示装置として有機化合物又は有機金属錯体を発光物質とする発光素子（有機ＥＬ素子）を用いた表示装置が開発、発表されている。
【０００３】
有機ＥＬ素子は電極間に発光層を挟んで電圧を印加することにより、電極から注入された電子およびホールが再結合して発光物質が励起状態となり、その励起状態が基底状態に戻る際に発光する。発光物質が発する光のスペクトルはその発光物質特有のものであり、異なる種類の発光物質を用いることによって、様々な色の発光を呈する発光素子を得ることができる。
【０００４】
このように発光素子を用いたディスプレイや照明装置はさまざまな電子機器に適用好適であるが、その性能にはまだまだ改善の余地がある。特に、緑から青色のりん光を発する材料の種類は多くなく、また、更なる特性の向上が求められている。
【０００５】
特許文献１にはフェノチアジン骨格を含む配位子を有するイリジウム錯体が開示されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００６】
【特許文献１】国際公開第２００４／０８１０１９号パンフレット
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００７】
本発明の一態様では、新規有機金属錯体を提供することを目的とする。または、黄色から青色のりん光を呈することが可能な有機金属錯体を提供することを目的とする。
【０００８】
または、本発明の他の一態様は、新しい発光素子を提供することを課題とする。または、発光効率の高い発光素子を提供することを目的とする。または、消費電力の小さいディスプレイモジュール、照明モジュール、発光装置、表示装置、電子機器、及び照明装置を各々提供することを目的とする。
【０００９】
本発明の一態様は上述の課題のうちいずれか一を解決すればよいものとする。なお、これらの課題の記載は、他の課題の存在を妨げるものではない。なお、本発明の一態様は、必ずしも、これらの課題の全てを有する必要はない。なお、これら以外の課題は、明細書、図面、請求項などの記載から、自ずと明らかとなるものであり、明細書、図面、請求項などの記載から、これら以外の課題を抽出することが可能である。
【課題を解決するための手段】

【００１０】
本発明の一態様の有機金属錯体は、下記一般式（Ｇ１）のように表すことができる。
【００１１】
【化１】



(G1)

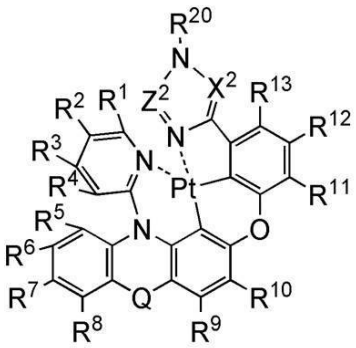
【００１２】
但し、上記一般式（Ｇ１）において、Ｒ[1]乃至Ｒ[13]はそれぞれ独立に、水素、置換又は無置換の炭素数１乃至６のアルキル基、置換又は無置換のフェニル基のいずれかを表す。Ａは五員複素芳香環骨格を表し、当該骨格中に２又は３の窒素原子を含む。また、Ｑは硫黄原子又は酸素原子を表す。
【００１３】
また、本発明の一態様の有機金属錯体は、下記一般式（Ｇ２）のように表すこともできる。
【００１４】
【化２】



(G2)

【００１５】
但し、上記一般式（Ｇ２）において、Ｒ[1]乃至Ｒ[13]はそれぞれ独立に、水素、置換又は無置換の炭素数１乃至６のアルキル基、置換又は無置換のフェニル基のいずれかを表す。また、Ｘ[1]、Ｙ[1]及びＺ[1]はそれぞれ独立に窒素原子又は炭素原子を表す。なお、Ｘ[1]、Ｙ[1]及びＺ[1]のうち、窒素原子は１又は０であるものとする。また、Ｑは硫黄原子又は酸素原子を表す。
【００１６】
Ｘ[1]、Ｙ[1]及びＺ[1]はそのうち２又は３が炭素原子であり、当該炭素原子は置換基を有していても良い。その際、当該置換基としては置換もしくは無置換の炭素数１乃至６のアルキル基又は置換もしくは無置換のフェニル基を用いることができる。
【００１７】
また、本発明の一態様の有機金属錯体は、下記一般式（Ｇ３）のように表すこともできる。
【００１８】

【化３】



(G3)

【００１９】

但し、上記一般式（Ｇ３）において、Ｒ[1]乃至Ｒ[13]及びＲ[20]はそれぞれ独立に、水素、置換又は無置換の炭素数１乃至６のアルキル基、置換又は無置換のフェニル基のいずれかを表す。また、Ｘ[2]及びＺ[2]はそれぞれ独立に窒素原子又は炭素原子を表す。なお、Ｘ[2]、Ｚ[2]において、一方が窒素原子であった場合、他方は炭素原子である。また、Ｑは硫黄原子又は酸素原子を表す。

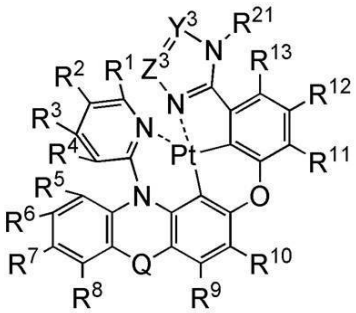
【００２０】

Ｘ[2]及びＺ[2]のどちらか又は両方が炭素原子である場合、当該炭素原子は置換基を有していても良い。その際、当該置換基としては置換もしくは無置換の炭素数１乃至６のアルキル基、又は、置換もしくは無置換のフェニル基を用いることができる。

【００２１】

また、本発明の一態様の有機金属錯体は、下記一般式（Ｇ４）のように表すこともできる。

【化４】



(G4)

【００２２】

但し、上記一般式（Ｇ４）において、Ｒ[1]乃至Ｒ[13]及びＲ[21]はそれぞれ独立に、水素、置換又は無置換の炭素数１乃至６のアルキル基、置換又は無置換のフェニル基のいずれかを表す。また、Ｙ[3]及びＺ[3]はそれぞれ独立に窒素原子又は炭素原子を表す。なお、Ｙ[3]及びＺ[3]において、一方が窒素原子である場合、他方は炭素原子であるものとする。また、Ｑは硫黄原子又は酸素原子を表す。

【００２３】

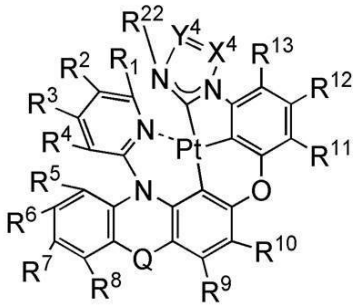
Ｙ[3]及びＺ[3]のどちらか又は両方が炭素原子である場合、当該炭素原子は置換基を有していても良い。その際、当該置換基としては置換もしくは無置換の炭素数１乃至６のアルキル基、又は、置換もしくは無置換のフェニル基を用いることができる。

【００２４】

また、本発明の一態様の有機金属錯体は、下記一般式（Ｇ５）のように表すこともできる。

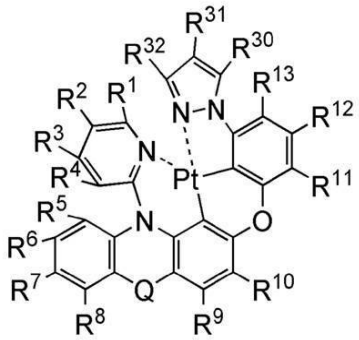
【００２５】

【化５】



(G5)

【００２６】
但し、上記一般式（Ｇ５）において、Ｒ[1]乃至Ｒ[13]及びＲ[22]はそれぞれ独立に、水素、置換又は無置換の炭素数１乃至６のアルキル基、置換又は無置換のフェニル基のいずれかを表す。また、Ｘ[4]及びＹ[4]はそれぞれ独立に窒素原子又は炭素原子を表す。なお、Ｘ[4]及びＹ[4]において、一方が窒素原子である場合、他方は炭素原子であるものとする。また、Ｑは硫黄原子又は酸素原子を表す。
【００２７】
Ｘ[4]及びＹ[4]のどちらか又は両方が炭素原子である場合、当該炭素原子は置換基を有していても良い。その際、当該置換基としては置換もしくは無置換の炭素数１乃至６のアルキル基、又は、置換もしくは無置換のフェニル基を用いることができる。
【００２８】
また、本発明の一態様の有機金属錯体は、下記一般式（Ｇ６）のように表すこともできる。
【００２９】
【化６】

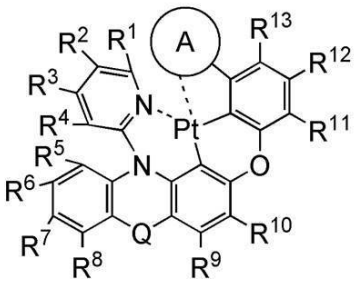


(G6)

【００３０】
但し、上記一般式（Ｇ６）において、Ｒ[1]乃至Ｒ[13]及びＲ[30]乃至Ｒ[32]はそれぞれ独立に、水素、置換又は無置換の炭素数１乃至６のアルキル基、置換又は無置換のフェニル基のいずれかを表す。また、Ｑは硫黄原子又は酸素原子を表す。
【００３１】
また、本発明の他の一態様は、上記構成を有する有機金属錯体において、Ｒ[30]及びＲ[32]が置換又は無置換のアルキル基である有機金属錯体である。
【００３２】
また、本発明の他の一態様は、上記構成を有する有機金属錯体において、Ｒ[31]が置換又は無置換のアルキル基又は置換又は無置換のフェニル基である有機金属錯体である。
【００３３】
また、本発明の他の一態様は、上記構成を有する有機金属錯体において、Ｒ[3]が置換又は無置換のアルキル基又は置換又は無置換のフェニル基である有機金属錯体である。
【００３４】
また、本発明の他の一態様は、上記構成を有する有機金属錯体において、Ｒ[3]及びＲ[3]

[1]のいずれか一又は両方がｔ－ブチル基又はフェニル基である有機金属錯体である。
【００３５】
　または、本発明の一態様は、上記有機金属錯体のいずれか一を用いた発光素子である。
【００３６】
　または、本発明の他の一態様は、上記発光素子のいずれかと、トランジスタ、または、基板と、を有する発光装置である。
【００３７】
　または、本発明の他の一態様は、上記発光装置と、センサ、操作ボタン、スピーカ、または、マイクとを有する電子機器である。
【００３８】
　または、本発明の他の一態様は、上記発光装置と、筐体とを有する照明装置である。
【００３９】
なお、本明細書中における発光装置とは、発光素子を用いた画像表示デバイスを含む。また、発光素子にコネクター、例えば異方導電性フィルム又はＴＣＰ（Ｔａｐｅ　Ｃａｒｒｉｅｒ　Ｐａｃｋａｇｅ）が取り付けられたモジュール、ＴＣＰの先にプリント配線板が設けられたモジュール、又は発光素子にＣＯＧ（Ｃｈｉｐ　Ｏｎ　Ｇｌａｓｓ）方式によりＩＣ（集積回路）が直接実装されたモジュールは、発光装置を有する場合がある。さらに、照明器具は、発光装置を有する場合がある。
【発明の効果】
【００４０】
本発明の一態様では、新規有機金属錯体を提供することができる。または、黄色から青色のりん光を呈する有機金属錯体を提供することができる。
【００４１】
　または、本発明の他の一態様は、新しい発光素子を提供することができる。または、消費電力の小さいディスプレイモジュール、照明モジュール、発光装置、表示装置、電子機器、及び照明装置を各々提供することができる。
【００４２】
　本発明の一態様は上述の効果のうちいずれか一を奏すればよいものとする。なお、これらの効果の記載は、他の効果の存在を妨げるものではない。なお、本発明の一態様は、必ずしも、これらの効果の全てを有する必要はない。なお、これら以外の効果は、明細書、図面、請求項などの記載から、自ずと明らかとなるものであり、明細書、図面、請求項などの記載から、これら以外の効果を抽出することが可能である。
【図面の簡単な説明】
【００４３】
【図１】発光素子の概念図。
【図２】アクティブマトリクス型発光装置の概念図。
【図３】アクティブマトリクス型発光装置の概念図。
【図４】アクティブマトリクス型発光装置の概念図。
【図５】パッシブマトリクス型発光装置の概念図。
【図６】照明装置を表す図。
【図７】電子機器を表す図。
【図８】光源装置を表す図。
【図９】照明装置を表す図。
【図１０】照明装置を表す図。
【図１１】車載表示装置及び照明装置を表す図。
【図１２】電子機器を表す図。
【図１３】電子機器を表す図
【図１４】［Ｐｔ（ｐｐｔＯｐｐｚ）］のＮＭＲチャート。
【図１５】［Ｐｔ（ｐｐｔＯｐｐｚ）］の室温における吸収スペクトル及び発光スペクトル。

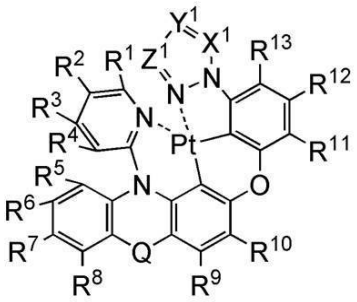
【図１６】［Ｐｔ（ｐｐｔＯｐｐｚ）］の７７Ｋにおける発光スペクトル。
【図１７】発光素子１の輝度－電流密度特性。
【図１８】発光素子１の電流効率－輝度特性。
【図１９】発光素子１の輝度－電圧特性。
【図２０】発光素子１の電流－電圧特性。
【図２１】発光素子１の外部量子効率－輝度特性。
【図２２】発光素子１の発光スペクトル。
【発明を実施するための形態】
【００４４】
以下、本発明の実施の態様について図面を用いて詳細に説明する。但し、本発明は以下の説明に限定されず、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本発明は以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。
【００４５】
本発明の一態様は、フェノチアジン骨格又はフェノキサジン骨格を含む４配位の配位子を有する白金錯体である。当該配位子は、フェノチアジン骨格又はフェノキサジン骨格の１０位の窒素にピリジル基を有し、２位の炭素にフェノキシ基を有する。またフェノキシ基は３位に五員複素芳香環残基を有し、当該五員複素芳香環残基は、その骨格中に２又は３の窒素原子を有する。また、フェノチアジン骨格又はフェノキサジン骨格の１位の炭素及びフェノキシ基の２位の炭素が白金と結合し、ピリジル基の窒素と五員複素芳香環の窒素又はカルベン炭素が白金に配位する構成となっている。
【００４６】
当該構成を有する有機金属錯体は新規有機金属錯体である。また、黄色から青色のりん光を呈することが可能な有機金属錯体である。
【００４７】
当該有機金属錯体は、下記一般式（Ｇ１）のように表すこともできる。
【００４８】
【化７】



(G1)

【００４９】
但し、上記一般式（Ｇ１）において、Ｒ[1]乃至Ｒ[13]はそれぞれ独立に、水素、置換又は無置換の炭素数１乃至６のアルキル基、置換又は無置換のフェニル基のいずれかを表す。Ａは五員複素芳香環骨格を表し、当該骨格中に２又は３の窒素原子を含む。また、Ｑは硫黄原子又は酸素原子を表す。
【００５０】
骨格中に２又は３の窒素原子を含む五員複素芳香環骨格の具体例としては、ピラゾリル基、イミダゾリル基、１，２，３－トリアゾリル基、１，２，４－トリアゾリル基、含窒素複素環式カルベン骨格（イミダゾリウム骨格、ベンゾイミダゾリウム骨格、トリアゾリウム骨格）等が挙げられる。
【００５１】
また、本発明の一態様の有機金属錯体は、下記一般式（Ｇ２）のように表すこともできる。
【００５２】

【化８】



(G2)

【００５３】

但し、上記一般式（Ｇ２）において、Ｒ[1]乃至Ｒ[13]はそれぞれ独立に、水素、置換又は無置換の炭素数１乃至６のアルキル基、置換又は無置換のフェニル基のいずれかを表す。また、Ｘ[1]、Ｙ[1]及びＺ[1]はそれぞれ独立に窒素原子又は炭素原子を表す。なお、Ｘ[1]、Ｙ[1]及びＺ[1]のうち、窒素原子は１又は０であるものとする。また、Ｑは硫黄原子又は酸素原子を表す。

【００５４】

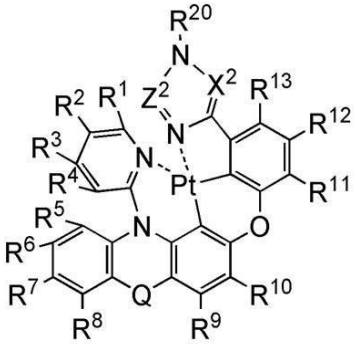
Ｘ[1]、Ｙ[1]及びＺ[1]はそのうち２又は３が炭素原子であり、当該炭素原子は置換基を有していてもいなくても良い。当該炭素原子が置換基を有する場合、当該置換基としては置換もしくは無置換の炭素数１乃至６のアルキル基又は置換もしくは無置換のフェニル基を用いることができる。

【００５５】

また、本発明の一態様の有機金属錯体は、下記一般式（Ｇ３）のように表すこともできる。

【００５６】

【化９】



(G3)

【００５７】

但し、上記一般式（Ｇ３）において、Ｒ[1]乃至Ｒ[13]及びＲ[20]はそれぞれ独立に、水素、置換又は無置換の炭素数１乃至６のアルキル基、置換又は無置換のフェニル基のいずれかを表す。また、Ｘ[2]及びＺ[2]はそれぞれ独立に窒素原子又は炭素原子を表す。なお、Ｘ[2]、Ｚ[2]において、一方が窒素原子であった場合、他方は炭素原子である。また、Ｑは硫黄原子又は酸素原子を表す。

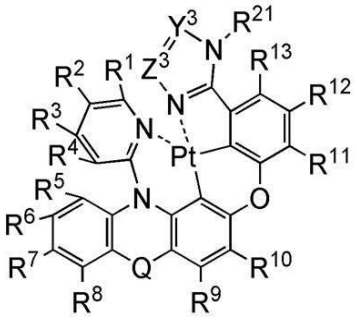
【００５８】

Ｘ[2]又はＺ[2]のどちらか又は両方が炭素原子である場合、当該炭素原子は置換基を有していてもいなくても良い。当該炭素原子が置換基を有する場合、当該置換基としては置換もしくは無置換の炭素数１乃至６のアルキル基又は置換もしくは無置換のフェニル基を用いることができる。

【００５９】

また、本発明の一態様の有機金属錯体は、下記一般式（Ｇ４）のように表すこともできる。

【化１０】



(G4)

【００６０】

但し、上記一般式（Ｇ４）において、Ｒ[1]乃至Ｒ[13]及びＲ[21]はそれぞれ独立に、水素、置換又は無置換の炭素数１乃至６のアルキル基、置換又は無置換のフェニル基のいずれかを表す。また、Ｙ[3]及びＺ[3]はそれぞれ独立に窒素原子又は炭素原子を表す。なお、Ｙ[3]及びＺ[3]において、一方が窒素原子である場合、他方は炭素原子であるものとする。また、Ｑは硫黄原子又は酸素原子を表す。

【００６１】

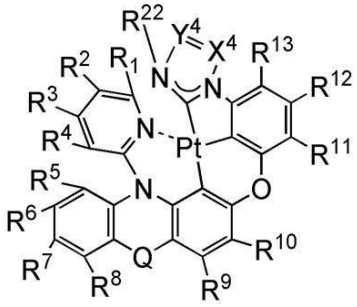
Ｙ[3]及びＺ[3]のどちらか又は両方が炭素原子である場合、当該炭素原子は置換基を有していてもいなくても良い。当該炭素原子が置換基を有する場合、当該置換基としては置換もしくは無置換の炭素数１乃至６のアルキル基又は置換もしくは無置換のフェニル基を用いることができる。

【００６２】

また、本発明の一態様の有機金属錯体は、下記一般式（Ｇ５）のように表すこともできる。

【００６３】

【化１１】



(G5)

【００６４】

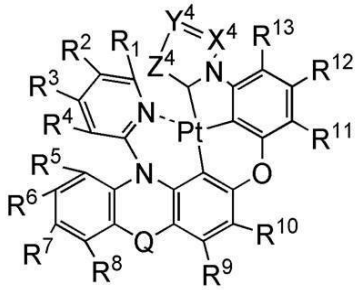
但し、上記一般式（Ｇ５）において、Ｒ[1]乃至Ｒ[13]及びＲ[22]はそれぞれ独立に、水素、置換又は無置換の炭素数１乃至６のアルキル基、置換又は無置換のフェニル基のいずれかを表す。また、Ｘ[4]及びＹ[4]はそれぞれ独立に窒素原子又は炭素原子を表す。なお、Ｘ[4]及びＹ[4]において、一方が窒素原子である場合、他方は炭素原子であるものとする。また、Ｘ[4]及びＹ[4]のいずれか一又は両方が炭素原子である場合、当該炭素原子は置換基を有していてもいなくても良い。また、Ｑは硫黄原子又は酸素原子を表す。

【００６５】

なお、上記一般式（Ｇ５）で表される有機金属錯体は、下記一般式（Ｇ５－１）、（Ｇ５－２）と表記することもできる。

【００６６】

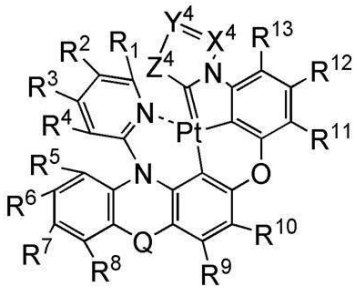
【化１２】



(G5-1)

【００６７】

【化１３】



(G5-2)

【００６８】

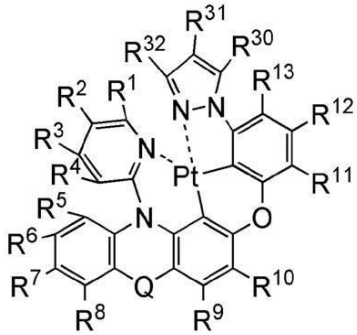
但し、上記一般式（Ｇ５－１）及び（Ｇ５－２）において、Ｒ^{1}乃至Ｒ^{13}はそれぞれ独立に、水素、置換又は無置換の炭素数１乃至６のアルキル基、置換又は無置換のフェニル基のいずれかを表す。また、Ｘ^{4}、Ｙ^{4}及びＺ^{4}はそれぞれ独立に窒素原子又は炭素原子を表す。なお、Ｘ^{4}、Ｙ^{4}及びＺ^{4}において、窒素原子は１又は２であるものとする。また、Ｘ^{4}、Ｙ^{4}及びＺ^{4}のいずれか一又は二が炭素原子である場合、当該炭素原子は置換基を有していてもいなくても良い。また、Ｑは硫黄原子又は酸素原子を表す。

【００６９】

また、本発明の一態様の有機金属錯体は、下記一般式（Ｇ６）のように表すこともできる。

【００７０】

【化１４】



(G6)

【００７１】

但し、上記一般式（Ｇ６）において、Ｒ^{1}乃至Ｒ^{13}及びＲ^{30}乃至Ｒ^{32}はそれぞれ独立に、水素、置換又は無置換の炭素数１乃至６のアルキル基、置換又は無置換のフェニル基のいずれかを表す。また、Ｑは硫黄原子又は酸素原子を表す。

【００７２】

なお、上記構成を有する有機金属錯体において、Ｒ^{30}及びＲ^{32}が置換又は無置換のアルキル基である有機金属錯体であることが好ましい。また、Ｒ^{30}及びＲ^{32}はメチル基であることが材料の熱物性や安定性が向上するためより好ましい。

【００７３】

また、上記構成を有する有機金属錯体において、フェノチアジン骨格又はフェノキサジン骨格の１０位の窒素に結合するピリジル基は窒素原子で中心金属である白金に配位するが、当該窒素原子から見てパラ位となる炭素に嵩高い置換基が存在することが材料の熱物性や安定性を向上させ、発光スペクトルの狭線化や発光効率の向上を目的とした特性が得られるため好ましい。すなわち、上記一般式で表される有機金属錯体において、R^3が置換又は無置換のアルキル基又は置換又は無置換のフェニル基であることが好ましく、特に置換又は無置換のｔ－ブチル基又は置換又は無置換のフェニル基であることが好ましい。

【００７４】

また、上記構成を有する有機金属錯体において、R^{31}に嵩高い置換基が存在することが材料の熱物性や安定性を向上させ、発光スペクトルの狭線化や発光効率の向上を目的とした特性が得られる為に好ましい。すなわち、上記一般式（Ｇ６）で表される有機金属錯体において、R^{31}が置換又は無置換のアルキル基又は置換又は無置換のフェニル基であることが好ましく、特に置換又は無置換のｔ－ブチル基又は置換又は無置換のフェニル基であることが好ましい。

【００７５】

なお、本明細書中において「置換又は無置換の炭素数１乃至６のアルキル基」と記載した場合や、炭素数１乃至６のアルキル基に対し「置換基を有していても良い」との記載がある場合、当該アルキル基に置換する置換基としてはハロゲノ基及び炭素数１乃至６のアルコキシ基等を用いることができる。また、同様に「置換又は無置換のフェニル基」と記載した場合や、フェニル基に対して「置換基を有していても良い」旨の記載がある場合、当該フェニル基に置換する置換基としては、炭素数１乃至６のアルキル基、ハロゲノ基及び炭素数１乃至６のアルコキシ基等を用いることができる。

【００７６】

また、炭素数１乃至６のアルキル基とは具体的には、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、ｎ‐ブチル基、ｓｅｃ‐ブチル基、イソブチル基、ｔｅｒｔ‐ブチル基、ｎ‐ペンチル基、１‐メチルブチル基、２‐メチルブチル基、３‐メチルブチル基、１‐エチルプロピル基、１，１‐ジメチルプロピル基、１，２‐ジメチルプロピル基、２，２‐ジメチルプロピル基、分枝を有するまたは有さないヘキシル基等があげられる。また、ハロゲノ基としては、フルオロ基、クロロ基、ブロモ基及びヨード基等が挙げられる。また、炭素数１乃至６のアルコキシ基としては、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、イソプロポキシ基、ブトキシ基、イソブトキシ基、ｔｅｒｔ－ブトキシ基、ペンチルオキシ基およびヘキシルオキシ基などの直鎖状または分岐鎖状アルキルオキシ基や、ビニルオキシ基、プロペニルオキシ基、ブテニルオキシ基、ペンテニルオキシ基、ヘキセニルオキシ基等のアルケニルオキシ基が挙げられる。

【００７７】

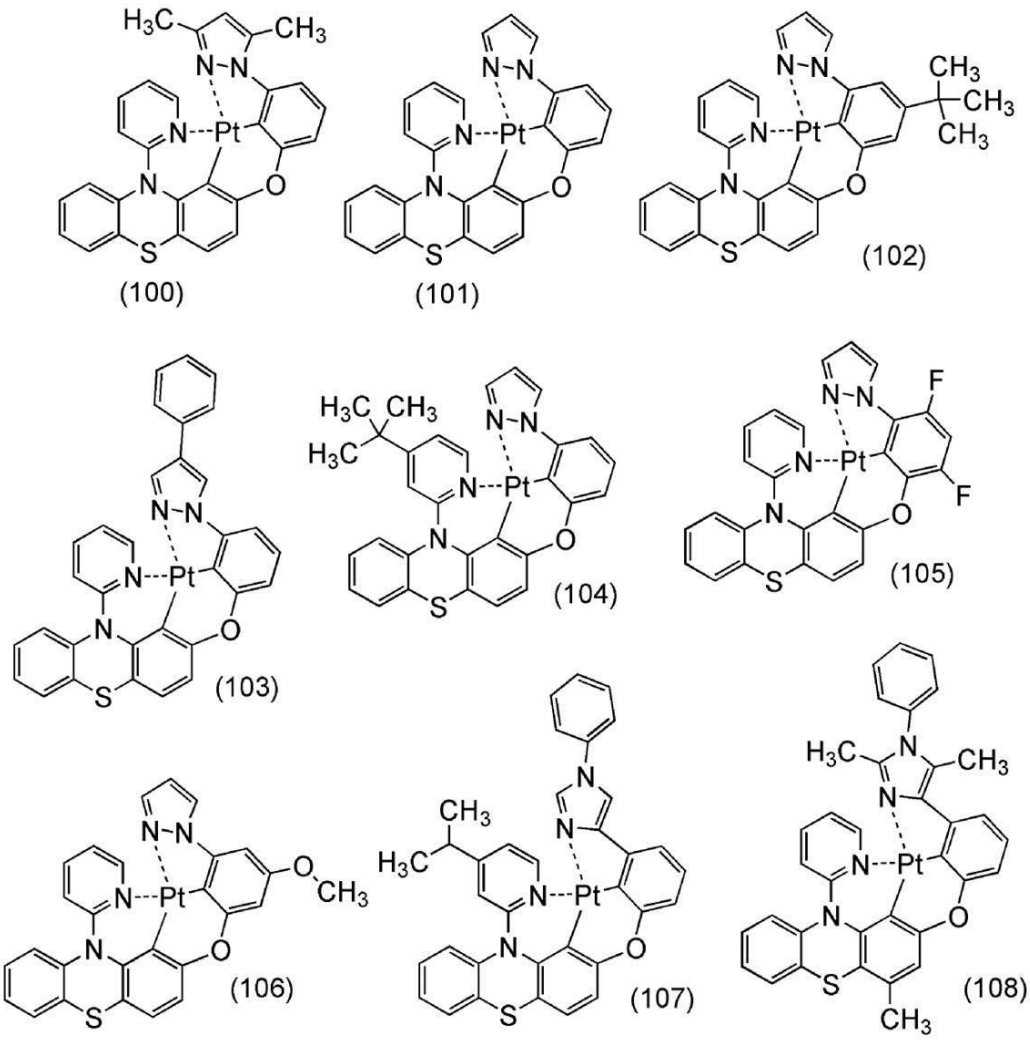
また、置換又は無置換のフェニル基の具体例としては、フェニル基、２－メチルフェニル基、２，５－ジメチルフェニル基、２，６－ジメチルフェニル基、２，６－ジエチルフェニル基、２，６－ジイソプロピルフェニル基、２，６－ジイソブチルフェニル基、２，６－ジシクロプロピルフェニル基、２，４，６－トリメチルフェニル基、４－フルオロフェニル基、２，６－ジフルオロフェニル基、４－トリフルオロメチルフェニル基、４－シアノフェニル基、４－メトキシフェニル基、３，４－ジメトキシフェニル基、３，４－メチレンジオキシフェニル基、４－トリフルオロメトキシフェニル基、４－ジメチルアミノフェニル基等が挙げられる。

【００７８】

以上のような構成を有する本発明の一態様の有機金属錯体の具体例の一部を以下に示す。

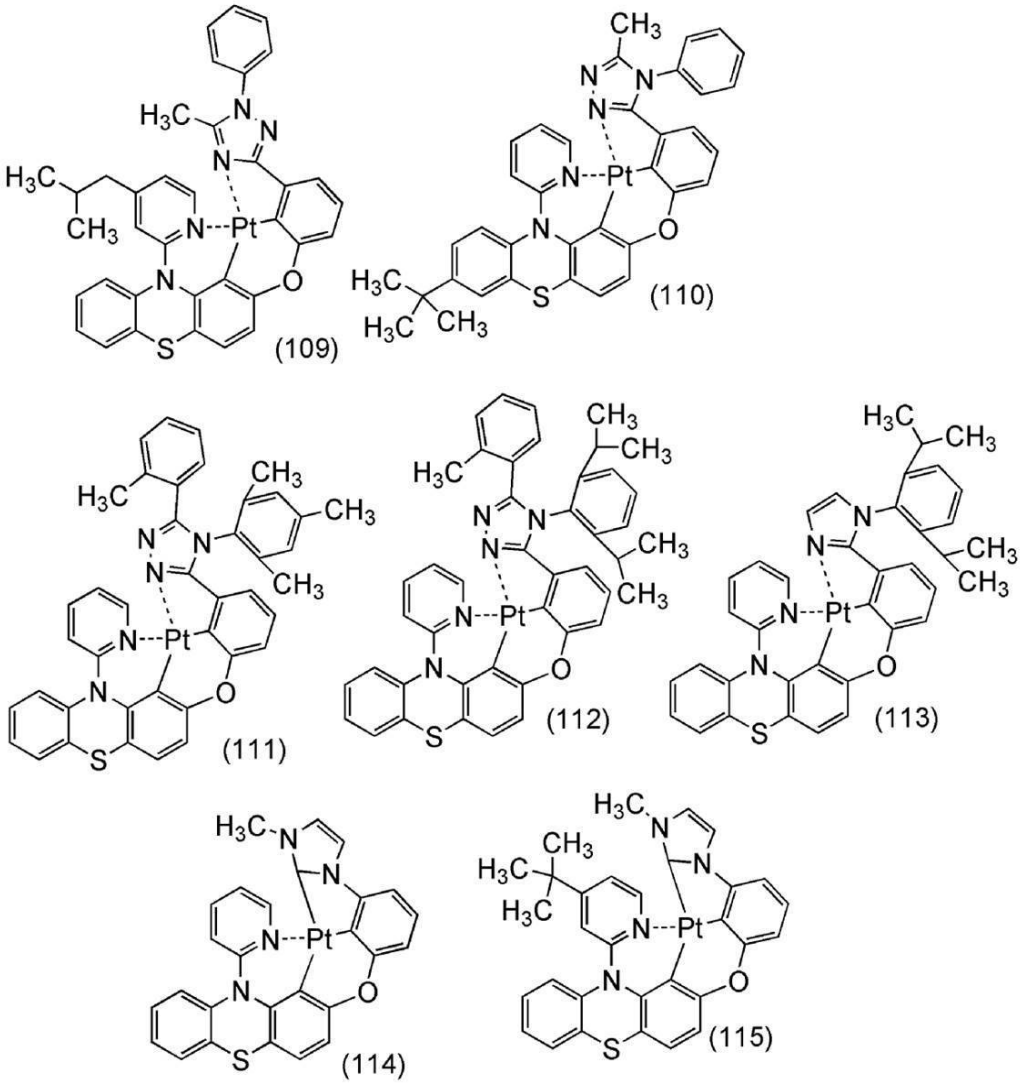
【００７９】

【化１５】



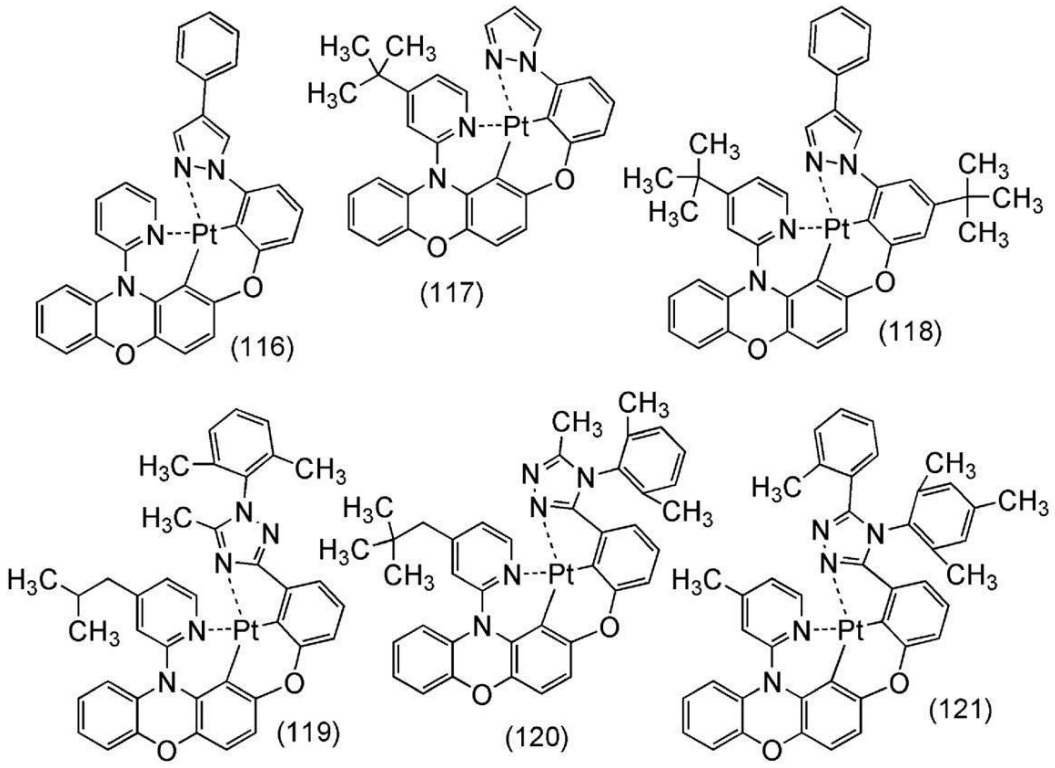
【００８０】

【化１６】



【００８１】

【化１７】



【００８２】

上述に示したような、本発明の一態様の有機金属錯体の合成方法の一例を以下に示す。

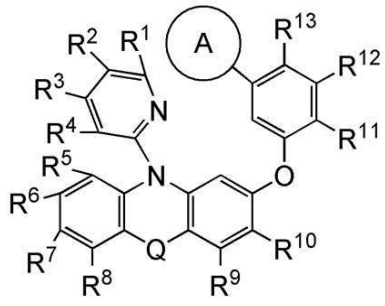
【００８３】

＜フェノチアジン誘導体又はフェノキサジン誘導体の合成法＞

まず、下記一般式（Ｇ０）で表されるフェノチアジン誘導体又はフェノキサジン誘導体の合成法の一例について説明する。なお、一般式（Ｇ０）中、Ｒ[1]乃至Ｒ[13]はそれぞれ独立に、水素、置換又は無置換の炭素数１乃至６のアルキル基、置換又は無置換のフェニル基のいずれかを表す。Ａは五員複素芳香環骨格を表し、当該骨格中に２又は３の窒素原子を含む。また、Ｑは硫黄又は酸素を表す。

【００８４】

【化１８】



(G0)

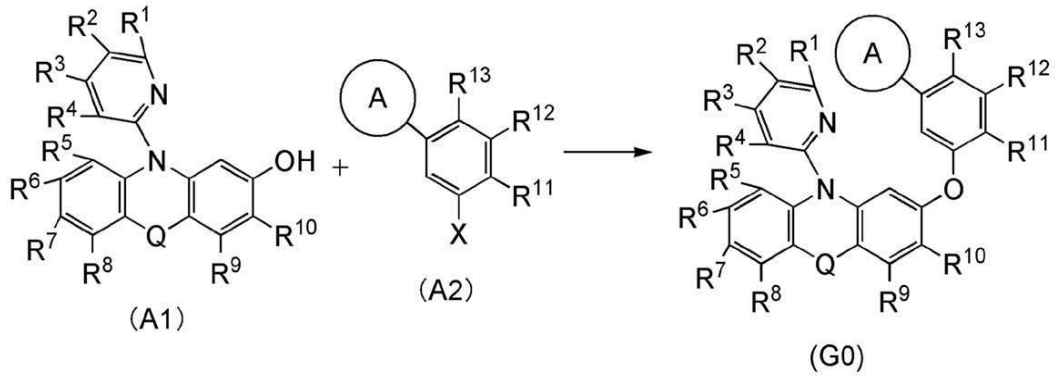
【００８５】

下記スキームに示すように、ヒドロキシ化合物（Ａ１）とハロゲン化物（Ａ２）とを反応させることにより、フェノチアジン誘導体又はフェノキサジン誘導体を得ることができる。なお、下記スキームにおいて、Ｘはハロゲン元素を表し、Ｒ[1]乃至Ｒ[13]はそれぞれ独立に、水素、置換又は無置換の炭素数１乃至６のアルキル基、置換又は無置換のフェニル基のいずれかを表す。Ａは五員複素芳香環骨格を表し、当該骨格中に２又は３の窒素原子を含む。ただし、フェノチアジン誘導体又はフェノキサジン誘導体の合成法は、下記スキームのみに限定されるものではない。例えば、ヒドロキシ化合物（Ａ１）の代わりにア

ルコキシド化合物を用いても良く、（Ａ１）がハロゲン化物で（Ａ２）がヒドロキシ化合物の組み合わせでも良い。

【００８６】

【化１９】



【００８７】

以上のように、フェノチアジン誘導体又はフェノキサジン誘導体は、ごく簡便な合成スキームにより合成することができる。

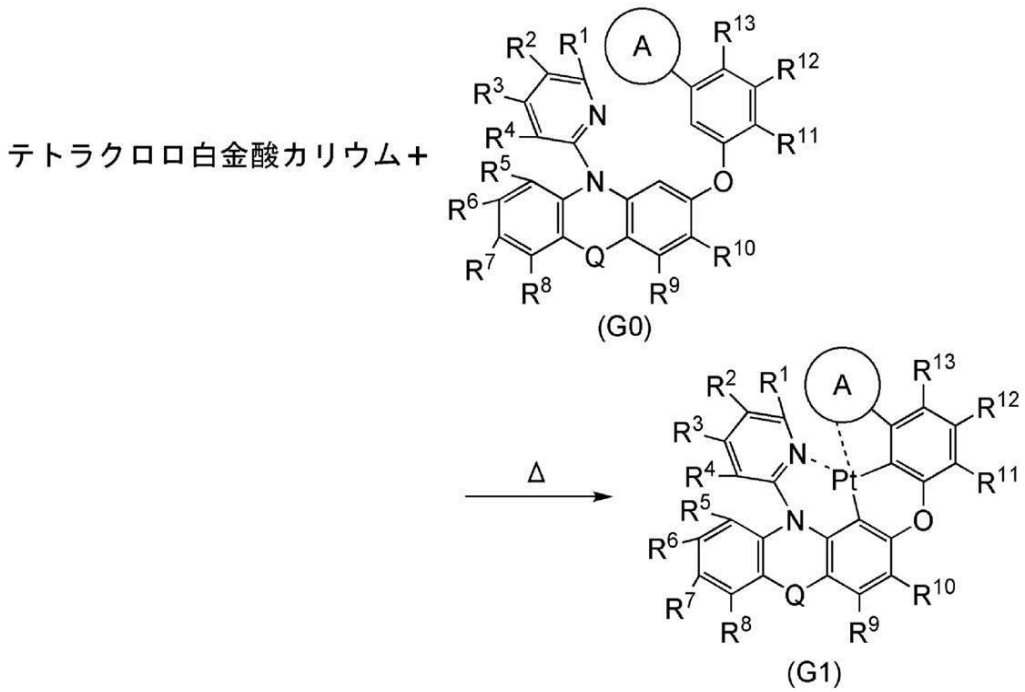
【００８８】

≪一般式（Ｇ１）で表される本発明の一態様の有機金属錯体の合成方法≫

まず、下記合成スキームに示すように、一般式（Ｇ０）で表されるフェノチアジン誘導体又はフェノキサジン誘導体と、テトラクロロ白金酸カリウムおよび酢酸、または酢酸を含む溶媒を用いて、不活性ガス雰囲気にて加熱することにより、一般式（Ｇ１）で表される本発明の一態様である有機金属錯体が得られる。

【００８９】

【化２０】



【００９０】

上記合成スキームにおいて、Ｒ[1]乃至Ｒ[13]はそれぞれ独立に、水素、置換又は無置換の炭素数１乃至６のアルキル基、置換又は無置換のフェニル基のいずれかを表す。Ａは五員複素芳香環骨格を表し、当該骨格中に２又は３の窒素原子を含む。

【００９１】

≪発光素子≫

続いて、本発明の一態様である発光素子の例について図１（Ａ）を用いて以下、詳細に説明する。

【００９２】

本実施の形態における発光素子は、第１の電極１０１と、第２の電極１０２とからなる一対の電極と、第１の電極１０１と第２の電極１０２との間に設けられたＥＬ層１０３とから構成されている。なお、第１の電極１０１は陽極として機能し、第２の電極１０２は陰極として機能するものとして、以下説明をする。

【００９３】

第１の電極１０１を陽極として機能させるためには、仕事関数の大きい（具体的には４．０ｅＶ以上）金属、合金、導電性化合物、およびこれらの混合物などを用いて形成することが好ましい。具体的には、例えば、酸化インジウム－酸化スズ（ＩＴＯ：Ｉｎｄｉｕｍ　Ｔｉｎ　Ｏｘｉｄｅ）、ケイ素若しくは酸化ケイ素を含有した酸化インジウム－酸化スズ、酸化インジウム－酸化亜鉛、酸化タングステン及び酸化亜鉛を含有した酸化インジウム（ＩＷＺＯ）等が挙げられる。これらの導電性金属酸化物膜は、通常スパッタリング法により成膜されるが、ゾル－ゲル法などを応用して作製しても構わない。作製方法の例としては、酸化インジウム－酸化亜鉛は、酸化インジウムに対し１乃至２０ｗｔ％の酸化亜鉛を加えたターゲットを用いてスパッタリング法により形成する方法などがある。また、酸化タングステン及び酸化亜鉛を含有した酸化インジウム（ＩＷＺＯ）は、酸化インジウムに対し酸化タングステンを０．５乃至５ｗｔ％、酸化亜鉛を０．１乃至１ｗｔ％含有したターゲットを用いてスパッタリング法により形成することもできる。この他、金（Ａｕ）、白金（Ｐｔ）、ニッケル（Ｎｉ）、タングステン（Ｗ）、クロム（Ｃｒ）、モリブデン（Ｍｏ）、鉄（Ｆｅ）、コバルト（Ｃｏ）、銅（Ｃｕ）、パラジウム（Ｐｄ）、または金属材料の窒化物（例えば、窒化チタン）等が挙げられる。グラフェンも用いることができる。なお、後述する複合材料を、ＥＬ層１０３における第１の電極１０１と接する層に用いることで、仕事関数に関わらず、電極材料を選択することができるようになる。

【００９４】

ＥＬ層１０３は積層構造を有し、当該積層構造のいずれかの層に上記一般式（Ｇ１）乃至（Ｇ６）のいずれかで表される有機金属錯体が含まれることが好ましい。

【００９５】

ＥＬ層１０３の積層構造は、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、電子注入層、キャリアブロック層、中間層等を適宜組み合わせて構成することができる。ここでは、ＥＬ層１０３は、第１の電極１０１の上に正孔注入層１１１、正孔輸送層１１２、発光層１１３、電子輸送層１１４、電子注入層１１５の順で積層構造を有する構成について説明する。各層を構成する材料の例について以下に具体的に示す。

【００９６】

正孔注入層１１１は、正孔注入性の高い物質を含む層である。モリブデン酸化物やバナジウム酸化物、ルテニウム酸化物、タングステン酸化物、マンガン酸化物等を用いることができる。この他、フタロシアニン（略称：H_2Pc）や銅フタロシアニン（ＣｕＰＣ）等のフタロシアニン系の化合物、４，４’－ビス［Ｎ－（４－ジフェニルアミノフェニル）－Ｎ－フェニルアミノ］ビフェニル（略称：ＤＰＡＢ）、Ｎ，Ｎ’－ビス｛４－［ビス（３－メチルフェニル）アミノ］フェニル｝－Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－（１，１’－ビフェニル）－４，４’－ジアミン（略称：ＤＮＴＰＤ）等の芳香族アミン化合物、或いはポリ（３，４－エチレンジオキシチオフェン）／ポリ（スチレンスルホン酸）（ＰＥＤＯＴ／ＰＳＳ）等の高分子等によっても正孔注入層１１１を形成することができる。

【００９７】

また、正孔注入層１１１として、正孔輸送性の物質にアクセプター性物質を含有させた複合材料を用いることができる。なお、正孔輸送性の物質にアクセプター性物質を含有させたものを用いることにより、電極の仕事関数に依らず電極を形成する材料を選ぶことができる。つまり、第１の電極１０１として仕事関数の大きい材料だけでなく、仕事関数の小さい材料も用いることができるようになる。アクセプター性物質としては、７，７，８

，８－テトラシアノ－２，３，５，６－テトラフルオロキノジメタン（略称：F_4－ＴＣＮＱ）、クロラニル等を挙げることができる。また、遷移金属酸化物を挙げることができる。また元素周期表における第４族乃至第８族に属する金属の酸化物を挙げることができる。具体的には、酸化バナジウム、酸化ニオブ、酸化タンタル、酸化クロム、酸化モリブデン、酸化タングステン、酸化マンガン、酸化レニウムは電子受容性が高いため好ましい。中でも特に、酸化モリブデンは大気中でも安定であり、吸湿性が低く、扱いやすいため好ましい。

【００９８】

複合材料に用いる正孔輸送性の物質としては、芳香族アミン化合物、カルバゾール誘導体、芳香族炭化水素、高分子化合物（オリゴマー、デンドリマー、ポリマー等）など、種々の有機化合物を用いることができる。なお、複合材料に用いる正孔輸送性の物質としては、10^{-6} ｃｍ^2／Ｖｓ以上の正孔移動度を有する物質であることが好ましい。以下では、複合材料における正孔輸送性の物質として用いることのできる有機化合物を具体的に列挙する。

【００９９】

複合材料に用いることのできる芳香族アミン化合物としては、Ｎ，Ｎ’－ジ（ｐ－トリル）－Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－ｐ－フェニレンジアミン（略称：ＤＴＤＰＰＡ）、４，４’－ビス［Ｎ－（４－ジフェニルアミノフェニル）－Ｎ－フェニルアミノ］ビフェニル（略称：ＤＰＡＢ）、Ｎ，Ｎ’－ビス｛４－［ビス（３－メチルフェニル）アミノ］フェニル｝－Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－（１，１’－ビフェニル）－４，４’－ジアミン（略称：ＤＮＴＰＤ）、１，３，５－トリス［Ｎ－（４－ジフェニルアミノフェニル）－Ｎ－フェニルアミノ］ベンゼン（略称：ＤＰＡ３Ｂ）等を挙げることができる。カルバゾール誘導体としては、具体的には、３－［Ｎ－（９－フェニルカルバゾール－３－イル）－Ｎ－フェニルアミノ］－９－フェニルカルバゾール（略称：ＰＣｚＰＣＡ１）、３，６－ビス［Ｎ－（９－フェニルカルバゾール－３－イル）－Ｎ－フェニルアミノ］－９－フェニルカルバゾール（略称：ＰＣｚＰＣＡ２）、３－［Ｎ－（１－ナフチル）－Ｎ－（９－フェニルカルバゾール－３－イル）アミノ］－９－フェニルカルバゾール（略称：ＰＣｚＰＣＮ１）、４，４’－ジ（Ｎ－カルバゾリル）ビフェニル（略称：ＣＢＰ）、１，３，５－トリス［４－（Ｎ－カルバゾリル）フェニル］ベンゼン（略称：ＴＣＰＢ）、９－［４－（１０－フェニル－９－アントリル）フェニル］－９Ｈ－カルバゾール（略称：ＣｚＰＡ）、１，４－ビス［４－（Ｎ－カルバゾリル）フェニル］－２，３，５，６－テトラフェニルベンゼン等を用いることができる。芳香族炭化水素としては、例えば、２－ｔｅｒｔ－ブチル－９，１０－ジ（２－ナフチル）アントラセン（略称：ｔ－ＢｕＤＮＡ）、２－ｔｅｒｔ－ブチル－９，１０－ジ（１－ナフチル）アントラセン、９，１０－ビス（３，５－ジフェニルフェニル）アントラセン（略称：ＤＰＰＡ）、２－ｔｅｒｔ－ブチル－９，１０－ビス（４－フェニルフェニル）アントラセン（略称：ｔ－ＢｕＤＢＡ）、９，１０－ジ（２－ナフチル）アントラセン（略称：ＤＮＡ）、９，１０－ジフェニルアントラセン（略称：ＤＰＡｎｔｈ）、２－ｔｅｒｔ－ブチルアントラセン（略称：ｔ－ＢｕＡｎｔｈ）、９，１０－ビス（４－メチル－１－ナフチル）アントラセン（略称：ＤＭＮＡ）、２－ｔｅｒｔ－ブチル－９，１０－ビス［２－（１－ナフチル）フェニル］アントラセン、９，１０－ビス［２－（１－ナフチル）フェニル］アントラセン、２，３，６，７－テトラメチル－９，１０－ジ（１－ナフチル）アントラセン、２，３，６，７－テトラメチル－９，１０－ジ（２－ナフチル）アントラセン、９，９’－ビアントリル、１０，１０’－ジフェニル－９，９’－ビアントリル、１０，１０’－ビス（２－フェニルフェニル）－９，９’－ビアントリル、１０，１０’－ビス［（２，３，４，５，６－ペンタフェニル）フェニル］－９，９’－ビアントリル、アントラセン、テトラセン、ルブレン、ペリレン、２，５，８，１１－テトラ（ｔｅｒｔ－ブチル）ペリレン等が挙げられる。また、この他、ペンタセン、コロネン等も用いることができる。ビニル骨格を有していてもよい。ビニル骨格を有している芳香族炭化水素としては、例えば、４，４’－ビス（２，２－ジフェニルビニル）ビフェニル（略称：ＤＰＶＢｉ）、９，１０－ビス［４－（２，２

－ジフェニルビニル）フェニル］アントラセン（略称：ＤＰＶＰＡ）等が挙げられる。

【０１００】

また、ポリ（Ｎ－ビニルカルバゾール）（略称：ＰＶＫ）やポリ（４－ビニルトリフェニルアミン）（略称：ＰＶＴＰＡ）、ポリ［Ｎ－（４－｛Ｎ’－［４－（４－ジフェニルアミノ）フェニル］フェニル－Ｎ’－フェニルアミノ｝フェニル）メタクリルアミド］（略称：ＰＴＰＤＭＡ）、ポリ［Ｎ，Ｎ’－ビス（４－ブチルフェニル）－Ｎ，Ｎ’－ビス（フェニル）ベンジジン］（略称：Ｐｏｌｙ－ＴＰＤ）等の高分子化合物を用いることもできる。

【０１０１】

正孔注入層を形成することによって、正孔の注入性が良好となり、駆動電圧の小さい発光素子を得ることが可能となる。

【０１０２】

なお、正孔注入層は、上述したアクセプター材料を単独または他の材料と混合して形成しても良い。この場合、アクセプター材料が正孔輸送層から電子を引き抜き、正孔輸送層に正孔注入することができる。アクセプター材料は引き抜いた電子を陽極へ輸送する。

【０１０３】

正孔輸送層１１２は、正孔輸送性の物質を含む層である。正孔輸送性の物質としては、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（略称：ＮＰＢ）やＮ，Ｎ’－ビス（３－メチルフェニル）－Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－［１，１’－ビフェニル］－４，４’－ジアミン（略称：ＴＰＤ）、４，４’，４’’－トリス（Ｎ，Ｎ－ジフェニルアミノ）トリフェニルアミン（略称：ＴＤＡＴＡ）、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（略称：ＭＴＤＡＴＡ）、４，４’－ビス［Ｎ－（スピロ－９，９’－ビフルオレン－２－イル）－Ｎ－フェニルアミノ］ビフェニル（略称：ＢＳＰＢ）、４－フェニル－４’－（９－フェニルフルオレン－９－イル）トリフェニルアミン（略称：ＢＰＡＦＬＰ）などの芳香族アミン化合物等を用いることができる。ここに述べた物質は、正孔輸送性が高く、主に10^{-6}ｃｍ^{2}／Ｖｓ以上の正孔移動度を有する物質である。また、上述の複合材料における正孔輸送性の物質として挙げた有機化合物も正孔輸送層１１２に用いることができる。また、ポリ（Ｎ－ビニルカルバゾール）（略称：ＰＶＫ）やポリ（４－ビニルトリフェニルアミン）（略称：ＰＶＴＰＡ）等の高分子化合物を用いることもできる。なお、正孔輸送性の物質を含む層は、単層のものだけでなく、上記物質からなる層が二層以上積層したものとしてもよい。

【０１０４】

発光層１１３は、蛍光発光を呈する層であっても、りん光発光を呈する層や熱活性化遅延蛍光（ＴＡＤＦ）を呈する層であってもいずれでも構わない。また、単層であっても、異なる発光物質が含まれる複数の層からなっていても良い。複数の層からなる発光層を形成する場合、りん光発光物質が含まれる層と蛍光発光物質が含まれる層が積層されていても良い。この際、りん光発光物質が含まれる層では、後述の励起錯体を利用することが好ましい。

【０１０５】

蛍光発光物質としては、例えば以下のような物質を用いることができる。また、これ以外の蛍光発光物質も用いることができる。５，６－ビス［４－（１０－フェニル－９－アントリル）フェニル］－２，２’－ビピリジン（略称：ＰＡＰ２ＢＰｙ）、５，６－ビス［４’－（１０－フェニル－９－アントリル）ビフェニル－４－イル］－２，２’－ビピリジン（略称：ＰＡＰＰ２ＢＰｙ）、Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－Ｎ，Ｎ’－ビス［４－（９－フェニル－９Ｈ－フルオレン－９－イル）フェニル］ピレン－１，６－ジアミン（略称：１，６ＦＬＰＡＰｒｎ）、Ｎ，Ｎ’－ビス（３－メチルフェニル）－Ｎ，Ｎ’－ビス［３－（９－フェニル－９Ｈ－フルオレン－９－イル）フェニル］ピレン－１，６－ジアミン（略称：１，６ｍＭｅｍＦＬＰＡＰｒｎ）、Ｎ，Ｎ’－ビス［４－（９Ｈ－カルバゾール－９－イル）フェニル］－Ｎ，Ｎ’－ジフェニルスチルベン－４，４’－ジアミン（略称

：ＹＧＡ２Ｓ）、４－（９Ｈ－カルバゾール－９－イル）－４’－（１０－フェニル－９－アントリル）トリフェニルアミン（略称：ＹＧＡＰＡ）、４－（９Ｈ－カルバゾール－９－イル）－４’－（９，１０－ジフェニル－２－アントリル）トリフェニルアミン（略称：２ＹＧＡＰＰＡ）、Ｎ，９－ジフェニル－Ｎ－［４－（１０－フェニル－９－アントリル）フェニル］－９Ｈ－カルバゾール－３－アミン（略称：ＰＣＡＰＡ）、ペリレン、２，５，８，１１－テトラ（ｔｅｒｔ－ブチル）ペリレン（略称：ＴＢＰ）、４－（１０－フェニル－９－アントリル）－４’－（９－フェニル－９Ｈ－カルバゾール－３－イル）トリフェニルアミン（略称：ＰＣＢＡＰＡ）、Ｎ，Ｎ’’－（２－ｔｅｒｔ－ブチルアントラセン－９，１０－ジイルジ－４，１－フェニレン）ビス［Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－トリフェニル－１，４－フェニレンジアミン］（略称：ＤＰＡＢＰＡ）、Ｎ，９－ジフェニル－Ｎ－［４－（９，１０－ジフェニル－２－アントリル）フェニル］－９Ｈ－カルバゾール－３－アミン（略称：２ＰＣＡＰＰＡ）、Ｎ－［４－（９，１０－ジフェニル－２－アントリル）フェニル］－Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－トリフェニル－１，４－フェニレンジアミン（略称：２ＤＰＡＰＰＡ）、Ｎ，Ｎ，Ｎ’，Ｎ’，Ｎ’’，Ｎ’’，Ｎ’’’，Ｎ’’’－オクタフェニルジベンゾ［ｇ，ｐ］クリセン－２，７，１０，１５－テトラアミン（略称：ＤＢＣ１）、クマリン３０、Ｎ－（９，１０－ジフェニル－２－アントリル）－Ｎ，９－ジフェニル－９Ｈ－カルバゾール－３－アミン（略称：２ＰＣＡＰＡ）、Ｎ－［９，１０－ビス（１，１’－ビフェニル－２－イル）－２－アントリル］－Ｎ，９－ジフェニル－９Ｈ－カルバゾール－３－アミン（略称：２ＰＣＡＢＰｈＡ）、Ｎ－（９，１０－ジフェニル－２－アントリル）－Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－トリフェニル－１，４－フェニレンジアミン（略称：２ＤＰＡＰＡ）、Ｎ－［９，１０－ビス（１，１’－ビフェニル－２－イル）－２－アントリル］－Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－トリフェニル－１，４－フェニレンジアミン（略称：２ＤＰＡＢＰｈＡ）、９，１０－ビス（１，１’－ビフェニル－２－イル）－Ｎ－［４－（９Ｈ－カルバゾール－９－イル）フェニル］－Ｎ－フェニルアントラセン－２－アミン（略称：２ＹＧＡＢＰｈＡ）、Ｎ，Ｎ，９－トリフェニルアントラセン－９－アミン（略称：ＤＰｈＡＰｈＡ）、クマリン５４５Ｔ、Ｎ，Ｎ’－ジフェニルキナクリドン（略称：ＤＰＱｄ）、ルブレン、５，１２－ビス（１，１’－ビフェニル－４－イル）－６，１１－ジフェニルテトラセン（略称：ＢＰＴ）、２－（２－｛２－［４－（ジメチルアミノ）フェニル］エテニル｝－６－メチル－４Ｈ－ピラン－４－イリデン）プロパンジニトリル（略称：ＤＣＭ１）、２－｛２－メチル－６－［２－（２，３，６，７－テトラヒドロ－１Ｈ，５Ｈ－ベンゾ［ｉｊ］キノリジン－９－イル）エテニル］－４Ｈ－ピラン－４－イリデン｝プロパンジニトリル（略称：ＤＣＭ２）、Ｎ，Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－テトラキス（４－メチルフェニル）テトラセン－５，１１－ジアミン（略称：ｐ－ｍＰｈＴＤ）、７，１４－ジフェニル－Ｎ，Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－テトラキス（４－メチルフェニル）アセナフト［１，２－ａ］フルオランテン－３，１０－ジアミン（略称：ｐ－ｍＰｈＡＦＤ）、２－｛２－イソプロピル－６－［２－（１，１，７，７－テトラメチル－２，３，６，７－テトラヒドロ－１Ｈ，５Ｈ－ベンゾ［ｉｊ］キノリジン－９－イル）エテニル］－４Ｈ－ピラン－４－イリデン｝プロパンジニトリル（略称：ＤＣＪＴＩ）、２－｛２－ｔｅｒｔ－ブチル－６－［２－（１，１，７，７－テトラメチル－２，３，６，７－テトラヒドロ－１Ｈ，５Ｈ－ベンゾ［ｉｊ］キノリジン－９－イル）エテニル］－４Ｈ－ピラン－４－イリデン｝プロパンジニトリル（略称：ＤＣＪＴＢ）、２－（２，６－ビス｛２－［４－（ジメチルアミノ）フェニル］エテニル｝－４Ｈ－ピラン－４－イリデン）プロパンジニトリル（略称：ＢｉｓＤＣＭ）、２－｛２，６－ビス［２－（８－メトキシ－１，１，７，７－テトラメチル－２，３，６，７－テトラヒドロ－１Ｈ，５Ｈ－ベンゾ［ｉｊ］キノリジン－９－イル）エテニル］－４Ｈ－ピラン－４－イリデン｝プロパンジニトリル（略称：ＢｉｓＤＣＪＴＭ）などが挙げられる。特に、１，６ＦＬＰＡＰｒｎや１，６ｍＭｅｍＦＬＰＡＰｒｎのようなピレンジアミン化合物に代表される縮合芳香族ジアミン化合物は、ホールトラップ性が高く、発光効率や信頼性に優れているため好ましい。

【０１０６】

発光層１１３において、りん光発光物質として用いることが可能な材料としては、例えば

以下のようなものが挙げられる。トリス｛２－［５－（２－メチルフェニル）－４－（２，６－ジメチルフェニル）－４Ｈ－１，２，４－トリアゾール－３－イル－κＮ２］フェニル－κＣ｝イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（ｍｐｐｔｚ－ｄｍｐ）$_3$］）、トリス（５－メチル－３，４－ジフェニル－４Ｈ－１，２，４－トリアゾラト）イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（Ｍｐｔｚ）$_3$］）、トリス［４－（３－ビフェニル）－５－イソプロピル－３－フェニル－４Ｈ－１，２，４－トリアゾラト］イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（ｉＰｒｐｔｚ－３ｂ）$_3$］）のような４Ｈ－トリアゾール骨格を有する有機金属イリジウム錯体や、トリス［３－メチル－１－（２－メチルフェニル）－５－フェニル－１Ｈ－１，２，４－トリアゾラト］イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（Ｍｐｔｚ１－ｍｐ）$_3$］）、トリス（１－メチル－５－フェニル－３－プロピル－１Ｈ－１，２，４－トリアゾラト）イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（Ｐｒｐｔｚ１－Ｍｅ）$_3$］）のような１Ｈ－トリアゾール骨格を有する有機金属イリジウム錯体や、ｆａｃ－トリス［１－（２，６－ジイソプロピルフェニル）－２－フェニル－１Ｈ－イミダゾール］イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（ｉＰｒｐｍｉ）$_3$］）、トリス［３－（２，６－ジメチルフェニル）－７－メチルイミダゾ［１，２－ｆ］フェナントリジナト］イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（ｄｍｐｉｍｐｔ－Ｍｅ）$_3$］）のようなイミダゾール骨格を有する有機金属イリジウム錯体や、ビス［２－（４’，６’－ジフルオロフェニル）ピリジナト－Ｎ，Ｃ$^{2'}$］イリジウム（ＩＩＩ）テトラキス（１－ピラゾリル）ボラート（略称：ＦＩｒ６）、ビス［２－（４’，６’－ジフルオロフェニル）ピリジナト－Ｎ，Ｃ$^{2'}$］イリジウム（ＩＩＩ）ピコリナート（略称：ＦＩｒｐｉｃ）、ビス｛２－［３’，５’－ビス（トリフルオロメチル）フェニル］ピリジナト－Ｎ，Ｃ$^{2'}$｝イリジウム（ＩＩＩ）ピコリナート（略称：［Ｉｒ（ＣＦ$_3$ｐｐｙ）$_2$（ｐｉｃ）］）、ビス［２－（４’，６’－ジフルオロフェニル）ピリジナト－Ｎ，Ｃ$^{2'}$］イリジウム（ＩＩＩ）アセチルアセトナート（略称：ＦＩｒａｃａｃ）のような電子吸引基を有するフェニルピリジン誘導体を配位子とする有機金属イリジウム錯体が挙げられる。これらは青色のりん光発光を示す化合物であり、４４０ｎｍから５２０ｎｍに発光のピークを有する化合物である。

【０１０７】

また、トリス（４－メチル－６－フェニルピリミジナト）イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（ｍｐｐｍ）$_3$］）、トリス（４－ｔ－ブチル－６－フェニルピリミジナト）イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（ｔＢｕｐｐｍ）$_3$］）、（アセチルアセトナト）ビス（６－メチル－４－フェニルピリミジナト）イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（ｍｐｐｍ）$_2$（ａｃａｃ）］）、（アセチルアセトナト）ビス（６－ｔｅｒｔ－ブチル－４－フェニルピリミジナト）イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（ｔＢｕｐｐｍ）$_2$（ａｃａｃ）］）、（アセチルアセトナト）ビス［６－（２－ノルボルニル）－４－フェニルピリミジナト］イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（ｎｂｐｐｍ）$_2$（ａｃａｃ）］）、（アセチルアセトナト）ビス［５－メチル－６－（２－メチルフェニル）－４－フェニルピリミジナト］イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（ｍｐｍｐｐｍ）$_2$（ａｃａｃ）］）、（アセチルアセトナト）ビス（４，６－ジフェニルピリミジナト）イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（ｄｐｐｍ）$_2$（ａｃａｃ）］）のようなピリミジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体や、（アセチルアセトナト）ビス（３，５－ジメチル－２－フェニルピラジナト）イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（ｍｐｐｒ－Ｍｅ）$_2$（ａｃａｃ）］）、（アセチルアセトナト）ビス（５－イソプロピル－３－メチル－２－フェニルピラジナト）イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（ｍｐｐｒ－ｉＰｒ）$_2$（ａｃａｃ）］）のようなピラジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体や、トリス（２－フェニルピリジナト－Ｎ，Ｃ$^{2'}$）イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（ｐｐｙ）$_3$］）、ビス（２－フェニルピリジナト－Ｎ，Ｃ$^{2'}$）イリジウム（ＩＩＩ）アセチルアセトナート（略称：［Ｉｒ（ｐｐｙ）$_2$（ａｃａｃ）］）、ビス（ベンゾ［ｈ］キノリナト）イリジウム（ＩＩ）アセチルアセトナート（略称：［Ｉｒ（ｂｚｑ）$_2$（ａｃａｃ）］）、トリス（ベンゾ［ｈ］キノリナト）イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（ｂｚｑ）$_3$］）、トリス（２－フェニルキノリナト－Ｎ，Ｃ$^{2'}$）イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（ｐｑ）

$_3$］）、ビス（２－フェニルキノリナト－Ｎ，Ｃ$^{2'}$）イリジウム（ＩＩＩ）アセチルアセトナート（略称：［Ｉｒ（ｐｑ）$_2$（ａｃａｃ）］）のようなピリジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体の他、トリス（アセチルアセトナト）（モノフェナントロリン）テルビウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｔｂ（ａｃａｃ）$_3$（Ｐｈｅｎ）］）のような希土類金属錯体が挙げられる。これらは主に緑色のりん光発光を示す化合物であり、５００ｎｍ乃至６００ｎｍに発光のピークを有する。なお、ピリミジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体は、信頼性や発光効率にも際だって優れるため、特に好ましい。

【０１０８】

また、（ジイソブチリルメタナト）ビス［４，６－ビス（３－メチルフェニル）ピリミジナト］イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（５ｍｄｐｐｍ）$_2$（ｄｉｂｍ）］）、ビス［４，６－ビス（３－メチルフェニル）ピリミジナト］（ジピバロイルメタナト）イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（５ｍｄｐｐｍ）$_2$（ｄｐｍ）］）、ビス［４，６－ジ（ナフタレン－１－イル）ピリミジナト］（ジピバロイルメタナト）イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（ｄ１ｎｐｍ）$_2$（ｄｐｍ）］）のようなピリミジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体や、（アセチルアセトナト）ビス（２，３，５－トリフェニルピラジナト）イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（ｔｐｐｒ）$_2$（ａｃａｃ）］）、ビス（２，３，５－トリフェニルピラジナト）（ジピバロイルメタナト）イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（ｔｐｐｒ）$_2$（ｄｐｍ）］）、（アセチルアセトナト）ビス［２，３－ビス（４－フルオロフェニル）キノキサリナト］イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（Ｆｄｐｑ）$_2$（ａｃａｃ）］）のようなピラジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体や、トリス（１－フェニルイソキノリナト－Ｎ，Ｃ$^{2'}$）イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（ｐｉｑ）$_3$］）、ビス（１－フェニルイソキノリナト－Ｎ，Ｃ$^{2'}$）イリジウム（ＩＩＩ）アセチルアセトナート（略称：［Ｉｒ（ｐｉｑ）$_2$（ａｃａｃ）］）のようなピリジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体の他、２，３，７，８，１２，１３，１７，１８－オクタエチル－２１Ｈ，２３Ｈ－ポルフィリン白金（ＩＩ）（略称：ＰｔＯＥＰ）のような白金錯体や、トリス（１，３－ジフェニル－１，３－プロパンジオナト）（モノフェナントロリン）ユーロピウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｅｕ（ＤＢＭ）$_3$（Ｐｈｅｎ）］）、トリス［１－（２－テノイル）－３，３，３－トリフルオロアセトナト］（モノフェナントロリン）ユーロピウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｅｕ（ＴＴＡ）$_3$（Ｐｈｅｎ）］）のような希土類金属錯体が挙げられる。これらは、赤色のりん光発光を示す化合物であり、６００ｎｍから７００ｎｍに発光のピークを有する。また、ピラジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体は、色度の良い赤色発光が得られる。

【０１０９】

また、以上で述べたりん光性化合物の他、様々なりん光性発光材料を選択し、用いてもよい。

【０１１０】

なお、本発明の一態様の有機金属錯体をりん光発光物質として用いることが好ましい。本発明の一態様の有機金属錯体は、効率良く発光するため、発光効率の高い発光素子を得ることができる。

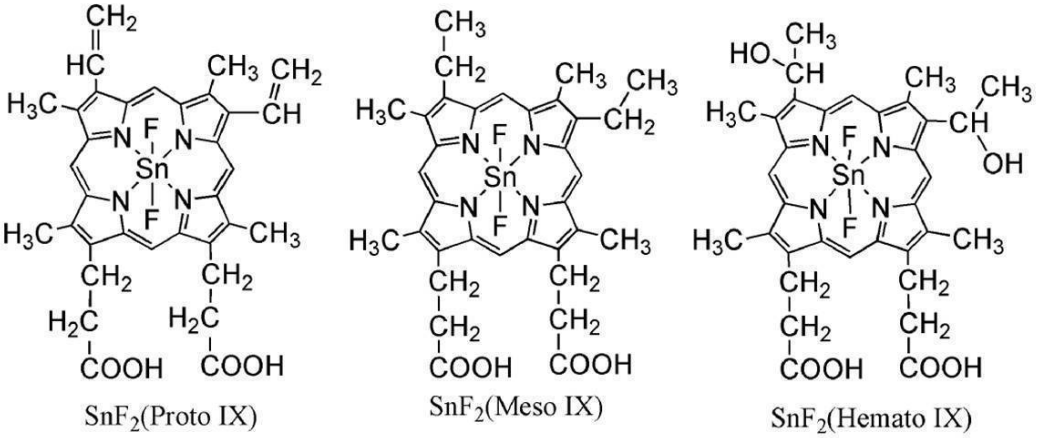
【０１１１】

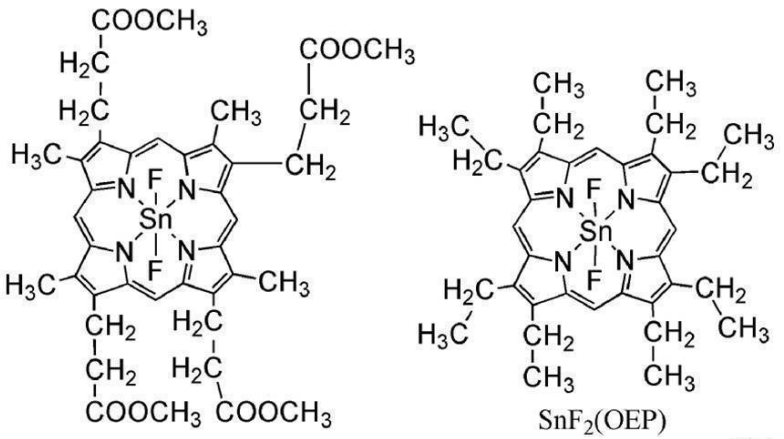
ＴＡＤＦ材料としてはフラーレン及びその誘導体、プロフラビン等のアクリジン誘導体、エオシン等を用いることができる。またマグネシウム（Ｍｇ）、亜鉛（Ｚｎ）、カドミウム（Ｃｄ）、スズ（Ｓｎ）、白金（Ｐｔ）、インジウム（Ｉｎ）、もしくはパラジウム（Ｐｄ）等を含む金属含有ポルフィリンを用いることができる。該金属含有ポルフィリンとしては、例えば、以下の構造式に示されるプロトポルフィリン－フッ化スズ錯体（ＳｎＦ$_2$（Ｐｒｏｔｏ　ＩＸ））、メソポルフィリン－フッ化スズ錯体（ＳｎＦ$_2$（Ｍｅｓｏ　ＩＸ））、ヘマトポルフィリン－フッ化スズ錯体（ＳｎＦ$_2$（Ｈｅｍａｔｏ　ＩＸ））、コプロポルフィリンテトラメチルエステル－フッ化スズ錯体（ＳｎＦ$_2$（Ｃｏｐｒｏ　ＩＩＩ－４Ｍｅ））、オクタエチルポルフィリン－フッ化スズ錯体（ＳｎＦ$_2$（ＯＥＰ））、エチオポルフィリン－フッ化スズ錯体（ＳｎＦ$_2$（Ｅｔｉｏ　Ｉ））、オクタエチル

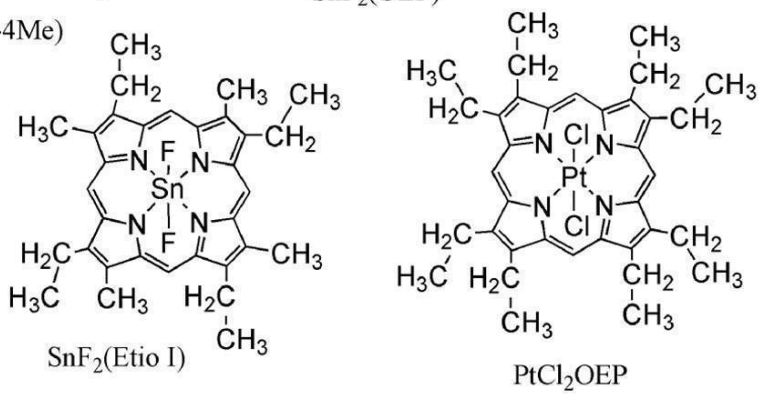
ポルフィリン－塩化白金錯体（ＰｔＣｌ$_2$ＯＥＰ）等も挙げられる。

【０１１２】

【化２１】





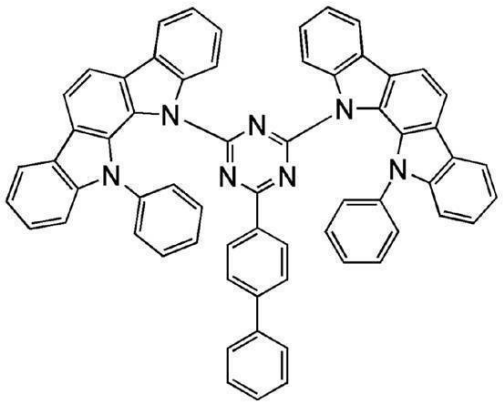


【０１１３】

また、以下の構造式に示される２－（ビフェニル－４－イル）－４，６－ビス（１２－フェニルインドロ［２，３－ａ］カルバゾール－１１－イル）－１，３，５－トリアジン（ＰＩＣ－ＴＲＺ）等のπ電子過剰型複素芳香環及びπ電子不足型複素芳香環を有する複素環化合物も用いることができる。該複素環化合物は、π電子過剰型複素芳香環及びπ電子不足型複素芳香環を有するため、電子輸送性及び正孔輸送性が高く、好ましい。なお、π電子過剰型複素芳香環とπ電子不足型複素芳香環とが直接結合した物質は、π電子過剰型複素芳香環のドナー性とπ電子不足型複素芳香環のアクセプター性が共に強くなり、Ｓ$_1$準位とＴ$_1$準位のエネルギー差が小さくなるため、特に好ましい。

【０１１４】

【化２２】



PIC-TRZ

【０１１５】
発光層のホスト材料としては、電子輸送性を有する材料や正孔輸送性を有する材料など様々なキャリア輸送材料を用いることができる。
【０１１６】
電子輸送性を有する材料としては、例えば、ビス（１０－ヒドロキシベンゾ［ｈ］キノリナト）ベリリウム（ＩＩ）（略称：ＢｅＢｑ$_2$）、ビス（２－メチル－８－キノリノラト）（４－フェニルフェノラト）アルミニウム（ＩＩＩ）（略称：ＢＡｌｑ）、ビス（８－キノリノラト）亜鉛（ＩＩ）（略称：Ｚｎｑ）、ビス［２－（２－ベンゾオキサゾリル）フェノラト］亜鉛（ＩＩ）（略称：ＺｎＰＢＯ）、ビス［２－（２－ベンゾチアゾリル）フェノラト］亜鉛（ＩＩ）（略称：ＺｎＢＴＺ）などの金属錯体や、２－（４－ビフェニリル）－５－（４－ｔｅｒｔ－ブチルフェニル）－１，３，４－オキサジアゾール（略称：ＰＢＤ）、３－（４－ビフェニリル）－４－フェニル－５－（４－ｔｅｒｔ－ブチルフェニル）－１，２，４－トリアゾール（略称：ＴＡＺ）、１，３－ビス［５－（ｐ－ｔｅｒｔ－ブチルフェニル）－１，３，４－オキサジアゾール－２－イル］ベンゼン（略称：ＯＸＤ－７）、９－［４－（５－フェニル－１，３，４－オキサジアゾール－２－イル）フェニル］－９Ｈ－カルバゾール（略称：ＣＯ１１）、２，２’，２’’－（１，３，５－ベンゼントリイル）トリス（１－フェニル－１Ｈ－ベンゾイミダゾール）（略称：ＴＰＢＩ）、２－［３－（ジベンゾチオフェン－４－イル）フェニル］－１－フェニル－１Ｈ－ベンゾイミダゾール（略称：ｍＤＢＴＢＩｍ－ＩＩ）などのポリアゾール骨格を有する複素環化合物や、２－［３－（ジベンゾチオフェン－４－イル）フェニル］ジベンゾ［ｆ，ｈ］キノキサリン（略称：２ｍＤＢＴＰＤＢｑ－ＩＩ）、２－［３’－（ジベンゾチオフェン－４－イル）ビフェニル－３－イル］ジベンゾ［ｆ，ｈ］キノキサリン（略称：２ｍＤＢＴＢＰＤＢｑ－ＩＩ）、２－［３’－（９Ｈ－カルバゾール－９－イル）ビフェニル－３－イル］ジベンゾ［ｆ，ｈ］キノキサリン（略称：２ｍＣｚＢＰＤＢｑ）、４，６－ビス［３－（フェナントレン－９－イル）フェニル］ピリミジン（略称：４，６ｍＰｎＰ２Ｐｍ）、４，６－ビス［３－（４－ジベンゾチエニル）フェニル］ピリミジン（略称：４，６ｍＤＢＴＰ２Ｐｍ－ＩＩ）などのジアジン骨格を有する複素環化合物や、３，５－ビス［３－（９Ｈ－カルバゾール－９－イル）フェニル］ピリジン（略称：３５ＤＣｚＰＰｙ）、１，３，５－トリ［３－（３－ピリジル）フェニル］ベンゼン（略称：ＴｍＰｙＰＢ）などのピリジン骨格を有する複素環化合物が挙げられる。上述した中でも、ジアジン骨格を有する複素環化合物やピリジン骨格を有する複素環化合物は、信頼性が良好であり好ましい。特に、ジアジン（ピリミジンやピラジン）骨格を有する複素環化合物は、電子輸送性が高く、駆動電圧低減にも寄与する。
【０１１７】
正孔輸送性を有する材料としては、４，４’－ビス［Ｎ－（１－ナフチル）－Ｎ－フェニルアミノ］ビフェニル（略称：ＮＰＢ）、Ｎ，Ｎ’－ビス（３－メチルフェニル）－Ｎ

，Ｎ’－ジフェニル－［１，１’－ビフェニル］－４，４’－ジアミン（略称：ＴＰＤ）、４，４’－ビス［Ｎ－（スピロ－９，９’－ビフルオレン－２－イル）－Ｎ－フェニルアミノ］ビフェニル（略称：ＢＳＰＢ）、４－フェニル－４’－（９－フェニルフルオレン－９－イル）トリフェニルアミン（略称：ＢＰＡＦＬＰ）、４－フェニル－３’－（９－フェニルフルオレン－９－イル）トリフェニルアミン（略称：ｍＢＰＡＦＬＰ）、４－フェニル－４’－（９－フェニル－９Ｈ－カルバゾール－３－イル）トリフェニルアミン（略称：ＰＣＢＡ１ＢＰ）、４，４’－ジフェニル－４’’－（９－フェニル－９Ｈ－カルバゾール－３－イル）トリフェニルアミン（略称：ＰＣＢＢｉ１ＢＰ）、４－（１－ナフチル）－４’－（９－フェニル－９Ｈ－カルバゾール－３－イル）トリフェニルアミン（略称：ＰＣＢＡＮＢ）、４，４’－ジ（１－ナフチル）－４’’－（９－フェニル－９Ｈ－カルバゾール－３－イル）トリフェニルアミン（略称：ＰＣＢＮＢＢ）、９，９－ジメチル－Ｎ－フェニル－Ｎ－［４－（９－フェニル－９Ｈ－カルバゾール－３－イル）フェニル］フルオレン－２－アミン（略称：ＰＣＢＡＦ）、Ｎ－フェニル－Ｎ－［４－（９－フェニル－９Ｈ－カルバゾール－３－イル）フェニル］スピロ－９，９’－ビフルオレン－２－アミン（略称：ＰＣＢＡＳＦ）などの芳香族アミン骨格を有する化合物や、１，３－ビス（Ｎ－カルバゾリル）ベンゼン（略称：ｍＣＰ）、４，４’－ジ（Ｎ－カルバゾリル）ビフェニル（略称：ＣＢＰ）、３，６－ビス（３，５－ジフェニルフェニル）－９－フェニルカルバゾール（略称：ＣｚＴＰ）、３，３’－ビス（９－フェニル－９Ｈ－カルバゾール）（略称：ＰＣＣＰ）などのカルバゾール骨格を有する化合物や、４，４’，４’’－（ベンゼン－１，３，５－トリイル）トリ（ジベンゾチオフェン）（略称：ＤＢＴ３Ｐ－ＩＩ）、２，８－ジフェニル－４－［４－（９－フェニル－９Ｈ－フルオレン－９－イル）フェニル］ジベンゾチオフェン（略称：ＤＢＴＦＬＰ－ＩＩＩ）、４－［４－（９－フェニル－９Ｈ－フルオレン－９－イル）フェニル］－６－フェニルジベンゾチオフェン（略称：ＤＢＴＦＬＰ－ＩＶ）などのチオフェン骨格を有する化合物や、４，４’，４’’－（ベンゼン－１，３，５－トリイル）トリ（ジベンゾフラン）（略称：ＤＢＦ３Ｐ－ＩＩ）、４－｛３－［３－（９－フェニル－９Ｈ－フルオレン－９－イル）フェニル］フェニル｝ジベンゾフラン（略称：ｍｍＤＢＦＦＬＢｉ－ＩＩ）などのフラン骨格を有する化合物が挙げられる。上述した中でも、芳香族アミン骨格を有する化合物やカルバゾール骨格を有する化合物は、信頼性が良好であり、また、正孔輸送性が高く、駆動電圧低減にも寄与するため好ましい。また、以上で述べた正孔輸送材料の他、様々な物質の中から正孔輸送材料を用いても良い。

【０１１８】

発光物質として蛍光発光物質を用いる場合は、９－フェニル－３－［４－（１０－フェニル－９－アントリル）フェニル］－９Ｈ－カルバゾール（略称：ＰＣｚＰＡ）、３－［４－（１－ナフチル）－フェニル］－９－フェニル－９Ｈ－カルバゾール（略称：ＰＣＰＮ）、９－［４－（１０－フェニル－９－アントラセニル）フェニル］－９Ｈ－カルバゾール（略称：ＣｚＰＡ）、７－［４－（１０－フェニル－９－アントリル）フェニル］－７Ｈ－ジベンゾ［ｃ，ｇ］カルバゾール（略称：ｃｇＤＢＣｚＰＡ）、６－［３－（９，１０－ジフェニル－２－アントリル）フェニル］－ベンゾ［ｂ］ナフト［１，２－ｄ］フラン（略称：２ｍＢｎｆＰＰＡ）、９－フェニル－１０－｛４－（９－フェニル－９Ｈ－フルオレン－９－イル）ビフェニル－４’－イル｝アントラセン（略称：ＦＬＰＰＡ）等のアントラセン骨格を有する材料が好適である。アントラセン骨格を有する物質を蛍光発光物質のホスト材料として用いると、発光効率、耐久性共に良好な発光層を実現することが可能である。特に、ＣｚＰＡ、ｃｇＤＢＣｚＰＡ、２ｍＢｎｆＰＰＡ、ＰＣｚＰＡは非常に良好な特性を示すため、好ましい選択である。

【０１１９】

なお、ホスト材料は複数種の物質を混合した材料であっても良く、混合したホスト材料を用いる場合は、電子輸送性を有する材料と、正孔輸送性を有する材料とを混合することが好ましい。電子輸送性を有する材料と、正孔輸送性を有する材料を混合することによって、発光層１１３の輸送性を容易に調整することができ、再結合領域の制御も簡便に行う

ことができる。正孔輸送性を有する材料と電子輸送性を有する材料の含有量の比は、正孔輸送性を有する材料：電子輸送性を有する材料＝１：９乃至９：１とすればよい。

【０１２０】

また、これら混合されたホスト材料同士で励起錯体を形成しても良い。当該励起錯体は、蛍光発光物質、りん光発光物質及びＴＡＤＦ材料の最も低エネルギー側の吸収帯の波長と重なるような発光を呈する励起錯体を形成するような組み合わせを選択することで、エネルギー移動がスムーズとなり、効率よく発光が得られるようになる。また、当該構成は駆動電圧も低下するため好ましい構成である。

【０１２１】

以上のような構成を有する発光層１１３は、真空蒸着法での共蒸着や、混合溶液として、グラビア印刷法、オフセット印刷法、インクジェット法、スピンコート法やディップコート法などを用いて作製することができる。

【０１２２】

電子輸送層１１４は、電子輸送性を有する物質を含む層である。電子輸送性を有する物質としては、上記ホスト材料に用いることが可能な電子輸送性を有する材料として挙げた材料や、アントラセン骨格を有する材料を用いることができる。

【０１２３】

また、電子輸送層と発光層との間に電子キャリアの移動を制御する層を設けても良い。これは上述したような電子輸送性の高い材料に、電子トラップ性の高い物質を少量添加した層であって、電子キャリアの移動を抑制することによって、キャリアバランスを調節することが可能となる。このような構成は、発光層を電子が突き抜けてしまうことにより発生する問題（例えば素子寿命の低下）の抑制に大きな効果を発揮する。

【０１２４】

また、電子輸送層１１４と第２の電極１０２との間に、第２の電極１０２に接して電子注入層１１５を設けてもよい。電子注入層１１５としては、フッ化リチウム（ＬｉＦ）、フッ化セシウム（ＣｓＦ）、フッ化カルシウム（CaF_2）等のようなアルカリ金属又はアルカリ土類金属又はそれらの化合物を用いることができる。例えば、電子輸送性を有する物質からなる層中にアルカリ金属又はアルカリ土類金属又はそれらの化合物を含有させたものを用いることができる。また、電子注入層１１５にエレクトライドを用いてもよい。エレクトライドとしては、例えば、カルシウムとアルミニウムの混合酸化物に電子を高濃度添加した物質等が挙げられる。なお、電子注入層１１５として、電子輸送性を有する物質からなる層中にアルカリ金属又はアルカリ土類金属を含有させたものを用いることにより、第２の電極１０２からの電子注入が効率良く行われるためより好ましい。

【０１２５】

また、電子注入層１１５の代わりに電荷発生層１１６を設けても良い（図１（Ｂ））。電荷発生層１１６は、電位をかけることによって当該層の陰極側に接する層に正孔を、陽極側に接する層に電子を注入することができる層のことである。電荷発生層１１６には、少なくともＰ型層１１７が含まれる。Ｐ型層１１７は、上述の正孔注入層１１１を構成することができる材料として挙げた複合材料を用いて形成することが好ましい。またＰ型層１１７は、複合材料を構成する材料として上述したアクセプター材料を含む膜と正孔輸送材料を含む膜とを積層して構成しても良い。Ｐ型層１１７に電位をかけることによって、電子輸送層１１４に電子が、陰極である第２の電極１０２に正孔が注入され、発光素子が動作する。この際、電子輸送層１１４の電荷発生層１１６に接する位置に、本発明の一態様の有機化合物を含む層が存在することによって、発光素子の駆動時間の蓄積に伴う輝度低下が抑制され、寿命の長い発光素子を得ることができる。

【０１２６】

なお、電荷発生層１１６はＰ型層１１７の他に電子リレー層１１８及び電子注入バッファ層１１９のいずれか一又は両方がもうけられていることが好ましい。

【０１２７】

電子リレー層１１８は少なくとも電子輸送性を有する物質を含み、電子注入バッファ層１

１９とＰ型層１１７との相互作用を防いで電子をスムーズに受け渡す機能を有する。電子リレー層１１８に含まれる電子輸送性を有する物質のＬＵＭＯ準位は、Ｐ型層１１７におけるアクセプター性物質のＬＵＭＯ準位と、電子輸送層１１４における電荷発生層１１６に接する層に含まれる物質のＬＵＭＯ準位との間であることが好ましい。電子リレー層１１８に用いられる電子輸送性を有する物質におけるＬＵＭＯ準位の具体的なエネルギー準位は－５．０ｅＶ以上、好ましくは－５．０ｅＶ以上－３．０ｅＶ以下とするとよい。なお、電子リレー層１１８に用いられる電子輸送性を有する物質としてはフタロシアニン系の材料又は金属－酸素結合と芳香族配位子を有する金属錯体を用いることが好ましい。

【０１２８】

電子注入バッファ層１１９には、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、およびこれらの化合物（アルカリ金属化合物（酸化リチウム等の酸化物、ハロゲン化物、炭酸リチウムや炭酸セシウム等の炭酸塩を含む）、アルカリ土類金属化合物（酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む）、または希土類金属の化合物（酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む））等の電子注入性の高い物質を用いることが可能である。

【０１２９】

また、電子注入バッファ層１１９が、電子輸送性を有する物質とドナー性物質を含んで形成される場合には、ドナー性物質として、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、およびこれらの化合物（アルカリ金属化合物（酸化リチウム等の酸化物、ハロゲン化物、炭酸リチウムや炭酸セシウム等の炭酸塩を含む）、アルカリ土類金属化合物（酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む）、または希土類金属の化合物（酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む））の他、テトラチアナフタセン（略称：ＴＴＮ）、ニッケロセン、デカメチルニッケロセン等の有機化合物を用いることもできる。なお、電子輸送性を有する物質としては、先に説明した電子輸送層１１４を構成する材料と同様の材料を用いて形成することができる。また、本発明の有機化合物を用いることもできる。

【０１３０】

第２の電極１０２を形成する物質としては、仕事関数の小さい（具体的には３．８ｅＶ以下）金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物などを用いることができる。このような陰極材料の具体例としては、リチウム（Ｌｉ）やセシウム（Ｃｓ）等のアルカリ金属、およびマグネシウム（Ｍｇ）、カルシウム（Ｃａ）、ストロンチウム（Ｓｒ）等の元素周期表の第１族または第２族に属する元素、およびこれらを含む合金（ＭｇＡｇ、ＡｌＬｉ）、ユウロピウム（Ｅｕ）、イッテルビウム（Ｙｂ）等の希土類金属およびこれらを含む合金等が挙げられる。しかしながら、第２の電極１０２と電子輸送層との間に、電子注入層を設けることにより、仕事関数の大小に関わらず、Ａｌ、Ａｇ、ＩＴＯ、ケイ素若しくは酸化ケイ素を含有した酸化インジウム－酸化スズ等様々な導電性材料を第２の電極１０２として用いることができる。これら導電性材料は、真空蒸着法やスパッタリング法などの乾式法、インクジェット法、スピンコート法等を用いて成膜することが可能である。また、ゾル－ゲル法を用いて湿式法で形成しても良いし、金属材料のペーストを用いて湿式法で形成してもよい。

【０１３１】

また、ＥＬ層１０３の形成方法としては、乾式法、湿式法を問わず、種々の方法を用いることができる。例えば、真空蒸着法、グラビア印刷法、オフセット印刷法、スクリーン印刷法、インクジェット法またはスピンコート法など用いても構わない。

【０１３２】

電極についても、ゾル－ゲル法を用いて湿式法で形成しても良いし、金属材料のペーストを用いて湿式法で形成してもよい。また、スパッタリング法や真空蒸着法などの乾式法を用いて形成しても良い。

【０１３３】

当該発光素子の発光は、第１の電極１０１または第２の電極１０２のいずれか一方または両方を通って外部に取り出される。従って、第１の電極１０１または第２の電極１０２のいずれか一方または両方を透光性を有する電極で形成する。

【０１３４】
なお、第１の電極１０１と第２の電極１０２との間に設けられる層の構成は、上記のものには限定されない。しかし、発光領域と電極やキャリア注入層に用いられる金属とが近接することによって生じる消光が抑制されるように、第１の電極１０１および第２の電極１０２から離れた部位に正孔と電子とが再結合する発光領域を設けた構成が好ましい。
【０１３５】
また、発光層１１３に接する正孔輸送層や電子輸送層、特に発光層１１３における再結合領域に近い方に接するキャリア輸送層は、発光層で生成した励起子からのエネルギー移動を抑制するため、そのバンドギャップが発光層を構成する発光物質もしくは、発光層に含まれる発光中心物質が有するバンドギャップより大きいバンドギャップを有する物質で構成することが好ましい。
【０１３６】
続いて、複数の発光ユニットを積層した構成の発光素子（積層型素子ともいう）の態様について、図１（Ｃ）を参照して説明する。この発光素子は、陽極と陰極との間に、複数の発光ユニットを有する発光素子である。一つの発光ユニットは、図１（Ａ）で示したＥＬ層１０３と同様な構成を有する。つまり、図１（Ａ）又は図１（Ｂ）で示した発光素子は、１つの発光ユニットを有する発光素子であり、図１（Ｃ）で示した発光素子は複数の発光ユニットを有する発光素子であるということができる。
【０１３７】
図１（Ｃ）において、第１の電極５０１と第２の電極５０２との間には、第１の発光ユニット５１１と第２の発光ユニット５１２が積層されており、第１の発光ユニット５１１と第２の発光ユニット５１２との間には電荷発生層５１３が設けられている。第１の電極５０１と第２の電極５０２はそれぞれ図１（Ａ）における第１の電極１０１と第２の電極１０２に相当し、図１（Ａ）の説明で述べたものと同じものを適用することができる。また、第１の発光ユニット５１１と第２の発光ユニット５１２は同じ構成であっても異なる構成であってもよい。
【０１３８】
電荷発生層５１３は、第１の電極５０１と第２の電極５０２に電圧を印加したときに、一方の発光ユニットに電子を注入し、他方の発光ユニットに正孔を注入する機能を有する。すなわち、図１（Ｃ）において、第１の電極の電位の方が第２の電極の電位よりも高くなるように電圧を印加した場合、電荷発生層５１３は、第１の発光ユニット５１１に電子を注入し、第２の発光ユニット５１２に正孔を注入するものであればよい。
【０１３９】
電荷発生層５１３は、図１（Ｂ）にて説明した電荷発生層１１６と同様の構成で形成することが好ましい。有機化合物と金属酸化物の複合材料は、キャリア注入性、キャリア輸送性に優れているため、低電圧駆動、低電流駆動を実現することができる。なお、発光ユニットの陽極側の面が電荷発生層５１３に接している場合は、電荷発生層５１３が発光ユニットの正孔注入層の役割も担うことができるため、発光ユニットは正孔輸送層を設けなくとも良い。
【０１４０】
また、電子注入バッファ層１１９を設ける場合、当該層が陽極側の発光ユニットにおける電子注入層の役割を担うため、当該発光ユニットには必ずしも重ねて電子注入層を形成する必要はない。
【０１４１】
なお、発光ユニット中、電荷発生層５１３における陽極側の面に接する層（代表的には陽極側の発光ユニットにおける電子輸送層）に実施の形態で説明した本発明の一態様の有機化合物が含まれることによって、駆動時間の蓄積に伴う輝度劣化を抑制することが可能となり、信頼性の良好な発光素子を得ることができる。
【０１４２】
図１（Ｃ）では、２つの発光ユニットを有する発光素子について説明したが、３つ以上

の発光ユニットを積層した発光素子についても、同様に適用することが可能である。本実施の形態に係る発光素子のように、一対の電極間に複数の発光ユニットを電荷発生層５１３で仕切って配置することで、電流密度を低く保ったまま、高輝度発光を可能とし、さらに長寿命な素子を実現できる。また、低電圧駆動が可能で消費電力が低い発光装置を実現することができる。

【０１４３】

また、それぞれの発光ユニットの発光色を異なるものにすることで、発光素子全体として、所望の色の発光を得ることができる。例えば、２つの発光ユニットを有する発光素子において、第１の発光ユニットで赤と緑の発光色、第２の発光ユニットで青の発光色を得ることで、発光素子全体として白色発光する発光素子を得ることも容易である。

【０１４４】

≪微小光共振器（マイクロキャビティ）構造≫

マイクロキャビティ構造を有する発光素子は、上記一対の電極を、反射電極と半透過・半反射電極とから構成することにより得られる。反射電極と半透過・半反射電極は上述の第１の電極と第２の電極に相当する。反射電極と半透過・半反射電極との間には少なくともＥＬ層を有し、ＥＬ層は少なくとも発光領域となる発光層を有している。

【０１４５】

ＥＬ層に含まれる発光層から射出される発光は、反射電極と半透過・半反射電極とによって反射され、共振する。なお、反射電極は、反射性を有する導電性材料により形成し、それに対する可視光の反射率が４０％乃至１００％、好ましくは７０％乃至１００％であり、かつその抵抗率が1×10^{-2}Ωｃｍ以下であるとする。また、半透過・半反射電極は、反射性および光透過性を有する導電性材料により形成され、それに対する可視光の反射率が２０％乃至８０％、好ましくは４０％乃至７０％であり、かつその抵抗率が1×10^{-2}Ωｃｍ以下であるとする。

【０１４６】

また、当該発光素子は、透明導電膜や上述の複合材料、キャリア輸送材料などの厚みを変えることで反射電極と半透過・半反射電極の間の光学的距離を変えることができる。これにより、反射電極と半透過・半反射電極との間において、共振する波長の光を強め、共振しない波長の光を減衰させることができる。

【０１４７】

なお、発光層から発する光のうち、反射電極によって反射されて戻ってきた光（第１の反射光）は、発光層から半透過・半反射電極に直接入射する光（第１の入射光）と大きな干渉を起こすため、反射電極と発光層の光学的距離を（２ｎ－１）λ／４（ただし、ｎは１以上の自然数、λは増幅したい色の波長）に調節することが好ましい。これにより、第１の反射光と第１の入射光との位相を合わせ発光層からの発光をより増幅させることができる。

【０１４８】

なお、上記構成においては、ＥＬ層に複数の発光層を有する構造であっても、単一の発光層を有する構造であっても良く、例えば、上述のタンデム型発光素子の構成と組み合わせて、一つの発光素子に電荷発生層を挟んで複数のＥＬ層を設け、それぞれのＥＬ層に単数もしくは複数の発光層を形成する構成に適用してもよい。

【０１４９】

≪発光装置≫

本発明の一態様の発光装置について図２を用いて説明する。なお、図２（Ａ）は、発光装置を示す上面図、図２（Ｂ）は図２（Ａ）をＡ－ＢおよびＣ－Ｄで切断した断面図である。この発光装置は、発光素子の発光を制御するものとして、点線で示された駆動回路部（ソース線駆動回路）６０１、画素部６０２、駆動回路部（ゲート線駆動回路）６０３を含んでいる。また、６０４は封止基板、６０５はシール材であり、シール材６０５で囲まれた内側は、空間６０７になっている。

【０１５０】

なお、引き回し配線６０８はソース線駆動回路６０１及びゲート線駆動回路６０３に入力される信号を伝送するための配線であり、外部入力端子となるＦＰＣ（フレキシブルプリントサーキット）６０９からビデオ信号、クロック信号、スタート信号、リセット信号等を受け取る。なお、ここではＦＰＣしか図示されていないが、このＦＰＣにはプリント配線基板（ＰＷＢ）が取り付けられていても良い。本明細書における発光装置には、発光装置本体だけでなく、それにＦＰＣもしくはＰＷＢが取り付けられた状態をも含むものとする。

【０１５１】

次に、断面構造について図２（Ｂ）を用いて説明する。素子基板６１０上には駆動回路部及び画素部が形成されているが、ここでは、駆動回路部であるソース線駆動回路６０１と、画素部６０２中の一つの画素が示されている。

【０１５２】

なお、ソース線駆動回路６０１はｎチャネル型ＦＥＴ６２３とｐチャネル型ＦＥＴ６２４とを組み合わせたＣＭＯＳ回路が形成される。また、駆動回路は、種々のＣＭＯＳ回路、ＰＭＯＳ回路もしくはＮＭＯＳ回路で形成しても良い。また、本実施の形態では、基板上に駆動回路を形成したドライバ一体型を示すが、必ずしもその必要はなく、駆動回路を基板上ではなく外部に形成することもできる。

【０１５３】

また、画素部６０２はスイッチング用ＦＥＴ６１１と、電流制御用ＦＥＴ６１２とそのドレインに電気的に接続された第１の電極６１３とを含む複数の画素により形成されているが、これに限定されず、３つ以上のＦＥＴと、容量素子とを組み合わせた画素部としてもよい。

【０１５４】

ＦＥＴに用いる半導体の種類及び結晶性については特に限定されず、非晶質半導体を用いてもよいし、結晶性半導体を用いてもよい。ＦＥＴに用いる半導体の例としては、第１３族半導体、第１４族半導体、化合物半導体、酸化物半導体、有機半導体材料を用いることができるが、特に、酸化物半導体を用いると好ましい。該酸化物半導体としては、例えば、Ｉｎ－Ｇａ酸化物、Ｉｎ－Ｍ－Ｚｎ酸化物（Ｍは、Ａｌ、Ｇａ、Ｙ、Ｚｒ、Ｌａ、Ｃｅ、またはＮｄ）等が挙げられる。なお、エネルギーギャップが２ｅＶ以上、好ましくは２．５ｅＶ以上、さらに好ましくは３ｅＶ以上の酸化物半導体材料を用いることで、トランジスタのオフ電流を低減することができるため、好ましい構成である。

【０１５５】

なお、第１の電極６１３の端部を覆って絶縁物６１４が形成されている。ここでは、ポジ型の感光性アクリル樹脂膜を用いることにより形成することができる。

【０１５６】

また、被覆性を良好なものとするため、絶縁物６１４の上端部または下端部に曲率を有する曲面が形成されるようにする。例えば、絶縁物６１４の材料としてポジ型の感光性アクリルを用いた場合、絶縁物６１４の上端部のみに曲率半径（０．２μｍ乃至３μｍ）を有する曲面を持たせることが好ましい。また、絶縁物６１４として、ネガ型の感光性樹脂、或いはポジ型の感光性樹脂のいずれも使用することができる。

【０１５７】

第１の電極６１３上には、ＥＬ層６１６及び第２の電極６１７がそれぞれ形成されている。これらはそれぞれ図１（Ａ）又は図１（Ｂ）で説明した第１の電極１０１、ＥＬ層１０３及び第２の電極１０２に相当する。

【０１５８】

ＥＬ層６１６には本発明の一態様の有機金属錯体が含まれることが好ましい。当該有機金属錯体は、発光層における発光中心物質として用いられることが好ましい。

【０１５９】

さらにシール材６０５で封止基板６０４を素子基板６１０と貼り合わせることにより、素子基板６１０、封止基板６０４、およびシール材６０５で囲まれた空間６０７に発光素

子６１８が備えられた構造になっている。なお、空間６０７には、充填材が充填されており、不活性気体（窒素やアルゴン等）が充填される場合の他、シール材６０５で充填される場合もある。封止基板には凹部を形成し、そこに乾燥材を設けると水分の影響による劣化を抑制することができ、好ましい構成である。

【０１６０】

シール材６０５にはエポキシ系樹脂やガラスフリットを用いるのが好ましい。また、これらの材料はできるだけ水分や酸素を透過しない材料であることが望ましい。また、素子基板６１０及び封止基板６０４に用いる材料としてガラス基板や石英基板の他、ＦＲＰ（Ｆｉｂｅｒ Ｒｅｉｎｆｏｒｃｅｄ Ｐｌａｓｔｉｃｓ）、ＰＶＦ（ポリビニルフロライド）、ポリエステルまたはアクリル等からなるプラスチック基板を用いることができる。

【０１６１】

例えば、本明細書等において、様々な基板を用いて、トランジスタや発光素子を形成することが出来る。基板の種類は、特定のものに限定されることはない。その基板の一例としては、半導体基板（例えば単結晶基板又はシリコン基板）、ＳＯＩ基板、ガラス基板、石英基板、プラスチック基板、金属基板、ステンレス・スチル基板、ステンレス・スチル・ホイルを有する基板、タングステン基板、タングステン・ホイルを有する基板、可撓性基板、貼り合わせフィルム、繊維状の材料を含む紙、又は基材フィルムなどがある。ガラス基板の一例としては、バリウムホウケイ酸ガラス、アルミノホウケイ酸ガラス、又はソーダライムガラスなどがある。可撓性基板、貼り合わせフィルム、基材フィルムなどの一例としては、以下のものがあげられる。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）、ポリエーテルサルフォン（ＰＥＳ）に代表されるプラスチックがある。または、一例としては、アクリル等の合成樹脂などがある。または、一例としては、ポリテトラフルオロエチレン（ＰＴＦＥ）、ポリプロピレン、ポリエステル、ポリフッ化ビニル、又はポリ塩化ビニルなどがある。または、一例としては、ポリアミド、ポリイミド、アラミド、エポキシ、無機蒸着フィルム、又は紙類などがある。特に、半導体基板、単結晶基板、又はＳＯＩ基板などを用いてトランジスタを製造することによって、特性、サイズ、又は形状などのばらつきが少なく、電流能力が高く、サイズの小さいトランジスタを製造することができる。このようなトランジスタによって回路を構成すると、回路の低消費電力化、又は回路の高集積化を図ることができる。

【０１６２】

また、基板として、可撓性基板を用い、可撓性基板上に直接、トランジスタや発光素子を形成してもよい。または、基板とトランジスタの間や、基板と発光素子の間に剥離層を設けてもよい。剥離層は、その上に半導体装置を一部あるいは全部完成させた後、基板より分離し、他の基板に転載するために用いることができる。その際、トランジスタは耐熱性の劣る基板や可撓性の基板にも転載できる。なお、上述の剥離層には、例えば、タングステン膜と酸化シリコン膜との無機膜の積層構造の構成や、基板上にポリイミド等の有機樹脂膜が形成された構成等を用いることができる。

【０１６３】

つまり、ある基板を用いてトランジスタや発光素子を形成し、その後、別の基板にトランジスタや発光素子を転置し、別の基板上にトランジスタや発光素子を配置してもよい。トランジスタや発光素子が転置される基板の一例としては、上述したトランジスタを形成することが可能な基板に加え、紙基板、セロファン基板、アラミドフィルム基板、ポリイミドフィルム基板、石材基板、木材基板、布基板（天然繊維（絹、綿、麻）、合成繊維（ナイロン、ポリウレタン、ポリエステル）若しくは再生繊維（アセテート、キュプラ、レーヨン、再生ポリエステル）などを含む）、皮革基板、又はゴム基板などがある。これらの基板を用いることにより、特性のよいトランジスタの形成、消費電力の小さいトランジスタの形成、壊れにくい装置の製造、耐熱性の付与、軽量化、又は薄型化を図ることができる。

【０１６４】

図３には白色発光を呈する発光素子を形成し、着色層（カラーフィルタ）等を設けるこ

とによってフルカラー化した発光装置の例を示す。図３（Ａ）には基板１００１、下地絶縁膜１００２、ゲート絶縁膜１００３、ゲート電極１００６、１００７、１００８、第１の層間絶縁膜１０２０、第２の層間絶縁膜１０２１、周辺部１０４２、画素部１０４０、駆動回路部１０４１、発光素子の第１の電極１０２４Ｗ、１０２４Ｒ、１０２４Ｇ、１０２４Ｂ、隔壁１０２５、ＥＬ層１０２８、発光素子の第２の電極１０２９、封止基板１０３１、シール材１０３２などが図示されている。

【０１６５】

また、図３（Ａ）では着色層（赤色の着色層１０３４Ｒ、緑色の着色層１０３４Ｇ、青色の着色層１０３４Ｂ）は透明な基材１０３３に設けている。また、黒色層（ブラックマトリックス）１０３５をさらに設けても良い。着色層及び黒色層が設けられた透明な基材１０３３は、位置合わせし、基板１００１に固定する。なお、着色層、及び黒色層は、オーバーコート層１０３６で覆われている。また、図３（Ａ）においては、光が着色層を透過せずに外部へと出る発光層と、各色の着色層を透過して外部に光が出る発光層とがあり、着色層を透過しない光は白、着色層を透過する光は赤、青、緑となることから、４色の画素で映像を表現することができる。

【０１６６】

なお、本発明の一態様の有機金属錯体を発光物質の一つとして用いた発光素子は、発光効率の高い発光素子とすることができ、消費電力の小さな発光素子とすることもできる。

【０１６７】

図３（Ｂ）では着色層（赤色の着色層１０３４Ｒ、緑色の着色層１０３４Ｇ、青色の着色層１０３４Ｂ）をゲート絶縁膜１００３と第１の層間絶縁膜１０２０との間に形成する例を示した。このように、着色層は基板１００１と封止基板１０３１の間に設けられていても良い。

【０１６８】

また、以上に説明した発光装置では、ＦＥＴが形成されている基板１００１側に光を取り出す構造（ボトムエミッション型）の発光装置としたが、封止基板１０３１側に発光を取り出す構造（トップエミッション型）の発光装置としても良い。トップエミッション型の発光装置の断面図を図４に示す。この場合、基板１００１は光を通さない基板を用いることができる。ＦＥＴと発光素子の陽極とを接続する接続電極を作製するまでは、ボトムエミッション型の発光装置と同様に形成する。その後、第３の層間絶縁膜１０３７を電極１０２２を覆って形成する。この絶縁膜は平坦化の役割を担っていても良い。第３の層間絶縁膜１０３７は第２の層間絶縁膜と同様の材料の他、他の様々な材料を用いて形成することができる。

【０１６９】

発光素子の第１の電極１０２４Ｗ、１０２４Ｒ、１０２４Ｇ、１０２４Ｂはここでは陽極とするが、陰極であっても構わない。また、図４のようなトップエミッション型の発光装置である場合、第１の電極を反射電極とすることが好ましい。ＥＬ層１０２８の構成は、図１（Ａ）または図１（Ｂ）のＥＬ層１０３として説明したような構成とし、且つ、白色の発光が得られるような素子構造とする。

【０１７０】

図４のようなトップエミッションの構造では着色層（赤色の着色層１０３４Ｒ、緑色の着色層１０３４Ｇ、青色の着色層１０３４Ｂ）を設けた封止基板１０３１で封止を行うことができる。封止基板１０３１には画素と画素との間に位置するように黒色層（ブラックマトリックス）１０３５を設けても良い。着色層（赤色の着色層１０３４Ｒ、緑色の着色層１０３４Ｇ、青色の着色層１０３４Ｂ）や黒色層（ブラックマトリックス）はオーバーコート層によって覆われていても良い。なお封止基板１０３１は透光性を有する基板を用いることとする。

【０１７１】

また、ここでは赤、緑、青、白の４色でフルカラー表示を行う例を示したが特に限定されず、赤、緑、青の３色や赤、緑、青、黄の４色でフルカラー表示を行ってもよい。

【０１７２】
図５には本発明の一態様であるパッシブマトリクス型の発光装置を示す。なお、図５（Ａ）は、発光装置を示す斜視図、図５（Ｂ）は図５（Ａ）をＸ－Ｙで切断した断面図である。図５において、基板９５１上には、電極９５２と電極９５６との間にはＥＬ層９５５が設けられている。電極９５２の端部は絶縁層９５３で覆われている。そして、絶縁層９５３上には隔壁層９５４が設けられている。隔壁層９５４の側壁は、基板面に近くなるに伴って、一方の側壁と他方の側壁との間隔が狭くなっていくような傾斜を有する。つまり、隔壁層９５４の短辺方向の断面は、台形状であり、底辺（絶縁層９５３の面方向と同様の方向を向き、絶縁層９５３と接する辺）の方が上辺（絶縁層９５３の面方向と同様の方向を向き、絶縁層９５３と接しない辺）よりも短い。このように、隔壁層９５４を設けることで、静電気等に起因した発光素子の不良を防ぐことが出来る。
【０１７３】
以上、説明した発光装置は、マトリクス状に配置された多数の微小な発光素子を、画素部に形成されたＦＥＴでそれぞれ制御することが可能であるため、画像の表現を行う表示装置として好適に利用できる発光装置である。
【０１７４】
≪照明装置≫
本発明の一態様である照明装置を図６を参照しながら説明する。図６（Ｂ）は照明装置の上面図、図６（Ａ）は図６（Ｂ）におけるｅ－ｆ断面図である。
【０１７５】
当該照明装置は、支持体である透光性を有する基板４００上に、第１の電極４０１が形成されている。第１の電極４０１は図１（Ａ）、（Ｂ）の第１の電極１０１に相当する。第１の電極４０１側から発光を取り出す場合、第１の電極４０１は透光性を有する材料により形成する。
【０１７６】
第２の電極４０４に電圧を供給するためのパッド４１２が基板４００上に形成される。
【０１７７】
第１の電極４０１上にはＥＬ層４０３が形成されている。ＥＬ層４０３は図１（Ａ）、（Ｂ）のＥＬ層１０３などに相当する。なお、これらの構成については当該記載を参照されたい。
【０１７８】
ＥＬ層４０３を覆って第２の電極４０４を形成する。第２の電極４０４は図１（Ａ）の第２の電極１０２に相当する。発光を第１の電極４０１側から取り出す場合、第２の電極４０４は反射率の高い材料を含んで形成される。第２の電極４０４はパッド４１２と接続することによって、電圧が供給される。
【０１７９】
第１の電極４０１、ＥＬ層４０３及び第２の電極４０４によって発光素子が形成される。当該発光素子を、シール材４０５、４０６を用いて封止基板４０７を固着し、封止することによって照明装置が完成する。シール材４０５、４０６はどちらか一方でもかまわない。また、内側のシール材４０６（図６（Ｂ）では図示せず）には乾燥剤を混ぜることもでき、これにより、水分を吸着することができ、信頼性の向上につながる。
【０１８０】
また、パッド４１２と第１の電極４０１の一部をシール材４０５、４０６の外に伸張して設けることによって、外部入力端子とすることができる。また、その上にコンバーターなどを搭載したＩＣチップ４２０などを設けても良い。
【０１８１】
≪電子機器≫
本発明の一態様である電子機器の例について説明する。電子機器として、例えば、テレビジョン装置（テレビ、またはテレビジョン受信機ともいう）、コンピュータ用などのモニタ、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、デジタルフォトフレーム、携帯電話機（

携帯電話、携帯電話装置ともいう）、携帯型ゲーム機、携帯情報端末、音響再生装置、パチンコ機などの大型ゲーム機などが挙げられる。これらの電子機器の具体例を以下に示す。

【０１８２】

図７（Ａ）は、テレビジョン装置の一例を示している。テレビジョン装置は、筐体７１０１に表示部７１０３が組み込まれている。また、ここでは、スタンド７１０５により筐体７１０１を支持した構成を示している。表示部７１０３により、映像を表示することが可能であり、表示部７１０３は、発光素子をマトリクス状に配列して構成されている。

【０１８３】

テレビジョン装置の操作は、筐体７１０１が備える操作スイッチや、別体のリモコン操作機７１１０により行うことができる。リモコン操作機７１１０が備える操作キー７１０９により、チャンネルや音量の操作を行うことができ、表示部７１０３に表示される映像を操作することができる。また、リモコン操作機７１１０に、当該リモコン操作機７１１０から出力する情報を表示する表示部７１０７を設ける構成としてもよい。

【０１８４】

なお、テレビジョン装置は、受信機やモデムなどを備えた構成とする。受信機により一般のテレビ放送の受信を行うことができ、さらにモデムを介して有線または無線による通信ネットワークに接続することにより、一方向（送信者から受信者）または双方向（送信者と受信者間、あるいは受信者間同士など）の情報通信を行うことも可能である。

【０１８５】

図７（Ｂ１）はコンピュータであり、本体７２０１、筐体７２０２、表示部７２０３、キーボード７２０４、外部接続ポート７２０５、ポインティングデバイス７２０６等を含む。なお、このコンピュータは、発光素子をマトリクス状に配列して表示部７２０３に用いることにより作製される。図７（Ｂ１）のコンピュータは、図７（Ｂ２）のような形態であっても良い。図７（Ｂ２）のコンピュータは、キーボード７２０４、ポインティングデバイス７２０６の代わりに第２の表示部７２１０が設けられている。第２の表示部７２１０はタッチパネル式となっており、第２の表示部７２１０に表示された入力用の表示を指や専用のペンで操作することによって入力を行うことができる。また、第２の表示部７２１０は入力用表示だけでなく、その他の画像を表示することも可能である。また表示部７２０３もタッチパネルであっても良い。二つの画面がヒンジで接続されていることによって、収納や運搬をする際に画面を傷つける、破損するなどのトラブルの発生も防止することができる。

【０１８６】

図７（Ｃ）（Ｄ）は、携帯情報端末の一例を示している。携帯情報端末は、筐体７４０１に組み込まれた表示部７４０２の他、操作ボタン７４０３、外部接続ポート７４０４、スピーカ７４０５、マイク７４０６などを備えている。なお、携帯情報端末は、発光素子をマトリクス状に配列して作製された表示部７４０２を有している。

【０１８７】

図７（Ｃ）及び（Ｄ）に示す携帯情報端末は、表示部７４０２を指などで触れることで、情報を入力することができる構成とすることもできる。この場合、電話を掛ける、或いはメールを作成するなどの操作は、表示部７４０２を指などで触れることにより行うことができる。

【０１８８】

表示部７４０２の画面は主として３つのモードがある。第１は、画像の表示を主とする表示モードであり、第２は、文字等の情報の入力を主とする入力モードである。第３は表示モードと入力モードの２つのモードが混合した表示＋入力モードである。

【０１８９】

例えば、電話を掛ける、或いはメールを作成する場合は、表示部７４０２を文字の入力を主とする文字入力モードとし、画面に表示させた文字の入力操作を行えばよい。この場合、表示部７４０２の画面のほとんどにキーボードまたは番号ボタンを表示させることが好

ましい。
【０１９０】
また、携帯電話機内部に、ジャイロ、加速度センサ等の傾きを検出するセンサを有する検出装置を設けることで、携帯電話機の向き（縦か横か）を判断して、表示部７４０２の画面表示を自動的に切り替えるようにすることができる。
【０１９１】
また、画面モードの切り替えは、表示部７４０２を触れること、又は筐体７４０１の操作ボタン７４０３の操作により行われる。また、表示部７４０２に表示される画像の種類によって切り替えるようにすることもできる。例えば、表示部に表示する画像信号が動画のデータであれば表示モード、テキストデータであれば入力モードに切り替える。
【０１９２】
また、入力モードにおいて、表示部７４０２の光センサで検出される信号を検知し、表示部７４０２のタッチ操作による入力が一定期間ない場合には、画面のモードを入力モードから表示モードに切り替えるように制御してもよい。
【０１９３】
表示部７４０２は、イメージセンサとして機能させることもできる。例えば、表示部７４０２に掌や指で触れ、掌紋、指紋等を撮像することで、本人認証を行うことができる。また、表示部に近赤外光を発光するバックライトまたは近赤外光を発光するセンシング用光源を用いれば、指静脈、掌静脈などを撮像することもできる。
【０１９４】
なお、上記電子機器は、本明細書中に示した構成を適宜組み合わせて用いることができる。
【０１９５】
また、表示部に本発明の一態様の有機金属錯体を含む発光素子を用いることが好ましい。当該発光素子は発光効率が良好な発光素子とすることが可能である。また、駆動電圧の小さい発光素子とすることが可能である。このため、本発明の一態様の有機金属錯体を含む電子機器は消費電力の小さい電子機器とすることができる。
【０１９６】
図８は、発光素子をバックライトに適用した液晶表示装置の一例である。図８に示した液晶表示装置は、筐体９０１、液晶層９０２、バックライトユニット９０３、筐体９０４を有し、液晶層９０２は、ドライバＩＣ９０５と接続されている。バックライトユニット９０３には、発光素子が用いられおり、端子９０６により、電流が供給されている。
【０１９７】
発光素子には本発明の一態様の有機金属錯体を含む発光素子を用いることが好ましく、当該発光素子を液晶表示装置のバックライトに適用することにより、消費電力の低減されたバックライトが得られる。
【０１９８】
図９は、本発明の一態様である電気スタンドの例である。図９に示す電気スタンドは、筐体２００１と、光源２００２を有し、光源２００２として発光素子を用いた照明装置が用いられている。
【０１９９】
図１０は、室内の照明装置３００１の例である。当該照明装置３００１には本発明の一態様の有機金属錯体を含む発光素子を用いることが好ましい。
【０２００】
本発明の一態様である自動車を図１１に示す。当該自動車はフロントガラスやダッシュボードに発光素子が搭載されている。表示領域５０００乃至表示領域５００５は発光素子を用いて設けられた表示領域である。本発明の一態様の有機金属錯体を用いることが好ましく、当該有機金属錯体を用いることによって消費電力の小さい発光素子とすることができる。また、これにより表示領域５０００乃至表示領域５００５は消費電力を抑えられるため、車載に好適である。

【０２０１】
表示領域５０００と表示領域５００１は、自動車のフロントガラスに設けられた、発光素子を用いる表示装置である。この発光素子を、第１の電極と第２の電極を透光性を有する電極で作製することによって、反対側が透けて見える、いわゆるシースルー状態の表示装置とすることができる。シースルー状態の表示であれば、自動車のフロントガラスに設置したとしても、視界の妨げになることなく設置することができる。なお、駆動のためのトランジスタなどを設ける場合には、有機半導体材料による有機トランジスタや、酸化物半導体を用いたトランジスタなど、透光性を有するトランジスタを用いると良い。
【０２０２】
表示領域５００２はピラー部分に設けられた発光素子を用いる表示装置である。表示領域５００２には、車体に設けられた撮像手段からの映像を映し出すことによって、ピラーで遮られた視界を補完することができる。また、同様に、ダッシュボード部分に設けられた表示領域５００３は車体によって遮られた視界を、自動車の外側に設けられた撮像手段からの映像を映し出すことによって、死角を補い、安全性を高めることができる。見えない部分を補完するように映像を映すことによって、より自然に違和感なく安全確認を行うことができる。
【０２０３】
表示領域５００４や表示領域５００５はナビゲーション情報、速度計や回転数、走行距離、給油量、ギア状態、空調の設定など、その他様々な情報を提供することができる。表示は使用者の好みに合わせて適宜その表示項目やレイアウトを変更することができる。なお、これら情報は表示領域５０００乃至表示領域５００３にも設けることができる。また、表示領域５０００乃至表示領域５００５は照明装置として用いることも可能である。
【０２０４】
図１２（Ａ）及び図１２（Ｂ）は２つ折り可能なタブレット型端末の一例である。図１２（Ａ）は、開いた状態であり、タブレット型端末は、筐体９６３０、表示部９６３１ａ、表示部９６３１ｂ、表示モード切り替えスイッチ９０３４、電源スイッチ９０３５、省電力モード切り替えスイッチ９０３６、留め具９０３３、操作スイッチ９０３８、を有する。なお、当該タブレット端末は、本発明の一態様の有機金属錯体を含む発光素子を備えた発光装置を表示部９６３１ａ、表示部９６３１ｂの一方又は両方に用いることにより作製される。
【０２０５】
表示部９６３１ａは、一部をタッチパネル領域９６３２ａとすることができ、表示された操作キー９６３７にふれることでデータ入力をすることができる。なお、表示部９６３１ａにおいては、一例として半分の領域が表示のみの機能を有する構成、もう半分の領域がタッチパネルの機能を有する構成を示しているが該構成に限定されない。表示部９６３１ａの全ての領域がタッチパネルの機能を有する構成としても良い。例えば、表示部９６３１ａの全面をキーボードボタン表示させてタッチパネルとし、表示部９６３１ｂを表示画面として用いることができる。
【０２０６】
また、表示部９６３１ｂにおいても表示部９６３１ａと同様に、表示部９６３１ｂの一部をタッチパネル領域９６３２ｂとすることができる。また、タッチパネルのキーボード表示切り替えボタン９６３９が表示されている位置に指やスタイラスなどでふれることで表示部９６３１ｂにキーボードボタンを表示することができる。
【０２０７】
また、タッチパネル領域９６３２ａとタッチパネル領域９６３２ｂに対して同時にタッチ入力することもできる。
【０２０８】
また、表示モード切り替えスイッチ９０３４は、縦表示または横表示などの表示の向きを切り替え、白黒表示やカラー表示の切り替えなどを選択できる。省電力モード切り替えスイッチ９０３６は、タブレット型端末に内蔵している光センサで検出される使用時の外

光の光量に応じて表示の輝度を最適なものとすることができる。タブレット型端末は光センサだけでなく、ジャイロ、加速度センサ等の傾きを検出するセンサなどの他の検出装置を内蔵させてもよい。

【０２０９】

また、図１２（Ａ）では表示部９６３１ｂと表示部９６３１ａの表示面積が同じ例を示しているが特に限定されず、一方のサイズともう一方のサイズが異なっていてもよく、表示の品質も異なっていてもよい。例えば一方が他方よりも高精細な表示を行える表示パネルとしてもよい。

【０２１０】

図１２（Ｂ）は、閉じた状態であり、本実施の形態におけるタブレット型端末では、筐体９６３０、太陽電池９６３３、充放電制御回路９６３４、バッテリー９６３５、ＤＣＤＣコンバータ９６３６を備える例を示す。なお、図１２（Ｂ）では充放電制御回路９６３４の一例としてバッテリー９６３５、ＤＣＤＣコンバータ９６３６を有する構成について示している。

【０２１１】

なお、タブレット型端末は２つ折り可能なため、未使用時に筐体９６３０を閉じた状態にすることができる。従って、表示部９６３１ａ、表示部９６３１ｂを保護できるため、耐久性に優れ、長期使用の観点からも信頼性の優れたタブレット型端末を提供できる。

【０２１２】

また、この他にも図１２（Ａ）及び図１２（Ｂ）に示したタブレット型端末は、様々な情報（静止画、動画、テキスト画像など）を表示する機能、カレンダー、日付又は時刻などを表示部に表示する機能、表示部に表示した情報をタッチ入力操作又は編集するタッチ入力機能、様々なソフトウェア（プログラム）によって処理を制御する機能、等を有することができる。

【０２１３】

タブレット型端末の表面に装着された太陽電池９６３３によって、電力をタッチパネル、表示部、または映像信号処理部等に供給することができる。なお、太陽電池９６３３は、筐体９６３０の一面または二面に設けられていると効率的なバッテリー９６３５の充電を行う構成とすることができるため好適である。

【０２１４】

また、図１２（Ｂ）に示す充放電制御回路９６３４の構成、及び動作について図１２（Ｃ）にブロック図を示し説明する。図１２（Ｃ）には、太陽電池９６３３、バッテリー９６３５、ＤＣＤＣコンバータ９６３６、コンバータ９６３８、スイッチＳＷ１乃至ＳＷ３、表示部９６３１について示しており、バッテリー９６３５、ＤＣＤＣコンバータ９６３６、コンバータ９６３８、スイッチＳＷ１乃至ＳＷ３が、図１２（Ｂ）に示す充放電制御回路９６３４に対応する箇所となる。

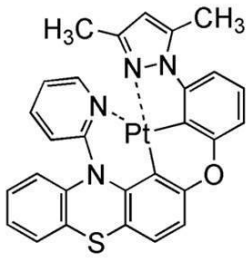
【０２１５】

まず外光により太陽電池９６３３により発電がされる場合の動作の例について説明する。太陽電池で発電した電力は、バッテリー９６３５を充電するための電圧となるようＤＣＤＣコンバータ９６３６で昇圧または降圧がなされる。そして、表示部９６３１の動作に太陽電池９６３３で充電された電力が用いられる際にはスイッチＳＷ１をオンにし、コンバータ９６３８で表示部９６３１に必要な電圧に昇圧または降圧をすることとなる。また、表示部９６３１での表示を行わない際には、ＳＷ１をオフにし、ＳＷ２をオンにしてバッテリー９６３５の充電を行う構成とすればよい。

【０２１６】

なお、太陽電池９６３３については、発電手段の一例として示したが、発電手段は特に限定されず、圧電素子（ピエゾ素子）や熱電変換素子（ペルティエ素子）などの他の発電手段によってバッテリー９６３５の充電を行う構成であってもよい。無線（非接触）で電力を送受信して充電する無接点電力伝送モジュールや、また他の充電手段を組み合わせて行う構成としてもよく、発電手段を有さなくとも良い。

【０２１７】
なお、本発明の一態様の有機金属錯体は有機薄膜太陽電池に用いることができる。より具体的には、キャリア輸送性があるため、キャリア輸送層に用いることができる。また、光励起するため、発電層として用いることができる。
【０２１８】
また、上記表示部９６３１を具備していれば、図１２に示した形状のタブレット型端末に限定されない。
【０２１９】
また、図１３（Ａ）～（Ｃ）に、折りたたみ可能な携帯情報端末９３１０を示す。図１３（Ａ）に展開した状態の携帯情報端末９３１０を示す。図１３（Ｂ）に展開した状態又は折りたたんだ状態の一方から他方に変化する途中の状態の携帯情報端末９３１０を示す。図１３（Ｃ）に折りたたんだ状態の携帯情報端末９３１０を示す。携帯情報端末９３１０は、折りたたんだ状態では可搬性に優れ、展開した状態では、継ぎ目のない広い表示領域により表示の一覧性に優れる。
【０２２０】
表示パネル９３１１はヒンジ９３１３によって連結された３つの筐体９３１５に支持されている。なお、表示パネル９３１１は、タッチセンサ（入力装置）を搭載したタッチパネル（入出力装置）であってもよい。また、表示パネル９３１１は、ヒンジ９３１３を介して２つの筐体９３１５間を屈曲させることにより、携帯情報端末９３１０を展開した状態から折りたたんだ状態に可逆的に変形させることができる。本発明の一態様の発光装置を表示パネル９３１１に用いることができる。表示パネル９３１１における表示領域９３１２は折りたたんだ状態の携帯情報端末９３１０の側面に位置する表示領域である。表示領域９３１２には、情報アイコンや使用頻度の高いアプリやプログラムのショートカットなどを表示させることができ、情報の確認やアプリなどの起動をスムーズに行うことができる。
【実施例１】
【０２２１】
≪合成例１≫
本合成例では、実施形態において構造式（１００）で表した本発明の一態様の有機金属錯体である｛２－［６－（３，５－ジメチル－ピラゾール－１－イル－κＮ^{2}）－１，２－フェニレン－κＣ^{1}］オキシ［１０－（２－ピリジニル－κＮ）－フェノチアジン－２，１－ジイル－κＣ^{1}］｝白金（ＩＩ）（略称：［Ｐｔ（ｐｐｔＯｐｐｚ）］）の合成例を具体的に例示する。以下に［Ｐｔ（ｐｐｔＯｐｐｚ）］の構造式を示す。
【０２２２】
【化２３】



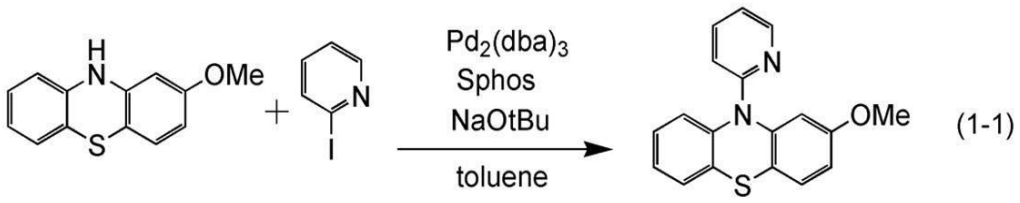
(100)

【０２２３】
＜ステップ１：２－メトキシ－１０－（ピリジン－２－イル）－フェノチアジンの合成＞
まず、２－メトキシフェノチアジン３．１ｇ、２－ヨードピリジン３．１ｇ、ナトリウム－ｔ－ブトキシド２．０ｇを、還流管を付けた三口フラスコ内に入れ、フラスコ内を窒素置換した。この混合物に、トルエン９７ｍＬ、２－ジシクロヘキシルホスフィノ－２’，６’－ジメトキシビフェニル（製品名：ＳＰｈｏｓ）０．５６ｇ、トリス（ジベンジリデンアセトン）ジパラジウム（０）（略称：Ｐｄ$_{2}$（ｄｂａ）$_{3}$）０．６２ｇを加え、１３

０℃で１４時間加熱攪拌した。得られた混合物に水を加え、酢酸エチルにて有機層を抽出した。抽出液を飽和食塩水にて洗浄した後、硫酸マグネシウムを加え、ろ過した。ろ液の溶媒を留去し、得られた残渣を酢酸エチル：ヘキサン＝１：５を展開溶媒としたフラッシュカラムクロマトグラフィーにて精製することにより目的物の茶色油状物を２．２ｇ、収率５２％で得た。ステップ１の合成スキームを下記式（１－１）に示す。

【０２２４】

【化２４】



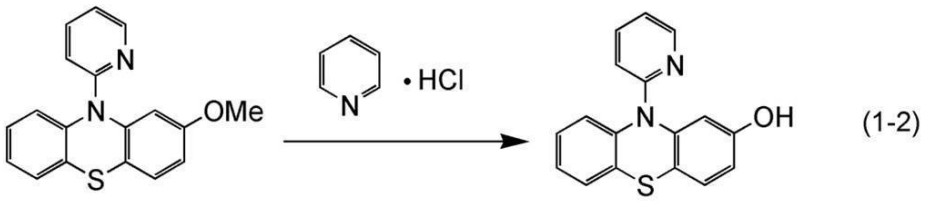
【０２２５】

＜ステップ２：２－ヒドロキシ－１０－（ピリジン－２－イル）－フェノチアジンの合成＞

次に、２－メトキシ－１０－（ピリジン－２－イル）－フェノチアジン７．１ｇ、ピリジン塩酸塩１３ｇを、還流管を付けた三口フラスコに入れ、フラスコ内を窒素置換し、１７０℃で７時間加熱攪拌した。さらにピリジン塩酸塩２ｇを加え、１７０℃で６時間加熱攪拌した。フラスコ内の温度を９０℃に下げ、そこで酢酸エチルと水を加え、３０分間攪拌した。得られた混合溶液の有機層を酢酸エチルで抽出した。抽出液を飽和食塩水にて洗浄し、硫酸マグネシウムを加え、ろ過した。ろ液の溶媒を留去し、得られた残渣に酢酸エチル：ヘキサン＝１：２の溶液を加え、ろ過した。このろ物を酢酸エチルに溶解しセライト（和光純薬工業株式会社、カタログ番号：５３１－１６８５５）を充填させたろ過補助剤に通した。ろ液の溶媒を留去し、トルエンにて再結晶することにより目的物の緑灰色固体を３．０ｇ、収率：４５％で得た。ステップ２の合成スキームを下記式（１－２）に示す。

【０２２６】

【化２５】



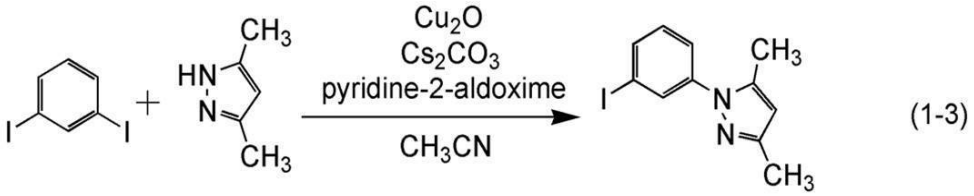
【０２２７】

＜ステップ３：１－（３－ヨードフェニル）－３，５－ジメチルピラゾールの合成＞

次に、１，３－ジヨードベンゼン５．０ｇ、３，５－ジメチルピラゾール１．６ｇ、酸化銅（Ｉ）２２０ｍｇ、ピリジン－２－アルドキシム３７０ｍｇ、炭酸セシウム１２ｇを、還流管を付けた三口フラスコに入れ、フラスコ内を窒素置換し、アセトニトリル３００ｍＬを加え、３７時間還流させた。得られた混合物をジクロロメタンに溶かし、セライトを充填したろ過補助剤に通した。ろ液の溶媒を留去し、酢酸エチル：ヘキサン＝１：５を展開溶媒としたシリカゲルカラムクロマトグラフィーにて精製することで目的物の褐色油状物を３．０ｇ、収率：４０％で得た。ステップ３の合成スキームを下記式（１－３）に示す。

【０２２８】

【化２６】



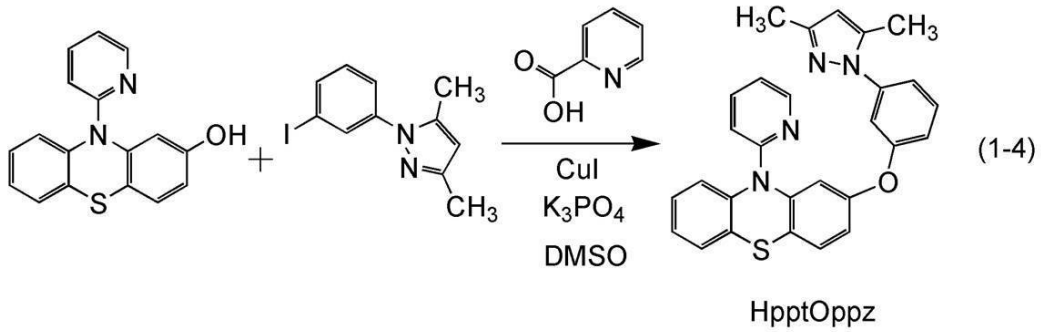
【０２２９】

＜ステップ４：２－［３－（３，５－ジメチルピラゾール－１－イル）フェノキシ］－１０－（ピリジン－２－イル）－フェノチアジン（略称：ＨｐｐｔＯｐｐｚ）の合成＞

次に、２－ヒドロキシ－１０－（ピリジン－２－イル）－フェノチアジン１．０ｇ、１－（３－ヨードフェニル）－３，５－ジメチルピラゾール１．３ｇ、ピコリン酸１．１ｇ、リン酸カリウム３．６ｇを、還流管を付けた三口フラスコに入れ、フラスコ内を窒素置換し、ジメチルスルホキシド１００ｍＬ、ヨウ化銅０．３３ｇを加え、１５０℃にて１４時間加熱した。さらにピコリン酸１．１ｇ、リン酸カリウム３．６ｇ、ヨウ化銅０．３３ｇを加え、１５０℃にて１５時間加熱した。得られた混合物に水を加え、酢酸エチルにて有機層を抽出した。抽出液を飽和食塩水にて洗浄し、硫酸マグネシウムを加え、ろ過した。ろ液の溶媒を留去し、得られた残渣を酢酸エチル：ヘキサン＝１：５を展開溶媒としたフラッシュカラムクロマトグラフィーにて精製することにより目的物の黄色固体を１．３ｇ、収率：８２％で得た。ステップ４の合成スキームを下記式（１－４）に示す。

【０２３０】

【化２７】



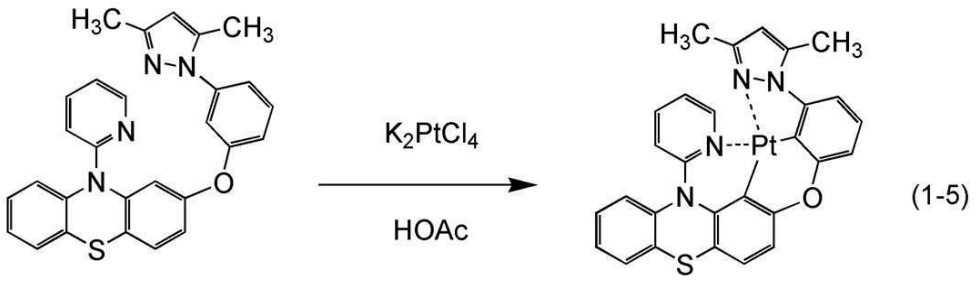
【０２３１】

＜ステップ５：｛２－［６－（３，５－ジメチル－ピラゾール－１－イル－κＮ^{2}）－１，２－フェニレン－κＣ^{1}］オキシ［１０－（２－ピリジニル－κＮ）－フェノチアジン－２，１－ジイル－κＣ^{1}］｝白金（ＩＩ）（略称：［Ｐｔ（ｐｐｔＯｐｐｚ）］）の合成＞

次に、ＨｐｐｔＯｐｐｚ１．３ｇ、テトラクロロ白金（ＩＩ）酸カリウム１．３ｇ、氷酢酸４０ｍＬをフラスコに入れ、フラスコ内を窒素置換し、５６時間還流させた。得られた混合物に水を加え２０分間撹拌し、ろ過した。このろ物を、ジクロロメタン：ヘキサン＝７：５を展開溶媒とした中性シリカゲルカラムクロマトグラフィーにて精製した。得られた目的物のフラクションから溶媒を留去し、クロロホルム、ジクロロメタン、メタノール、ヘキサンの混合溶媒にて再結晶したところ黄白色固体を０．４２ｇ、収率：２１％で得た。ステップ５の合成スキームを下記式（１－５）に示す。

【０２３２】

【化２８】



(1-5)

【０２３３】

なお、上記ステップ５で得られた黄白色固体の核磁気共鳴分光法（^{1}Ｈ－ＮＭＲ）による分析結果を下記に示す。また、^{1}Ｈ－ＮＭＲチャートを図１４に示す。これにより、本発明の一態様の有機金属錯体である［Ｐｔ（ｐｐｔＯｐｐｚ）］が得られたことがわかった。

【０２３４】

^{1}Ｈ－ＮＭＲ．δ（ＣＤＣｌ$_{3}$）：２．２３（ｓ，３Ｈ），２．６９（ｓ，３Ｈ），６．１２（ｓ，１Ｈ），６．９０－６．９９（ｍ，４Ｈ），７．０１－７．０３（ｔ，１Ｈ），７．１２－７．１７（ｍ，５Ｈ），７．３４－７．３７（ｔ，１Ｈ），７．６４－７．６７（ｔ，１Ｈ），８．８３（ｄｄ，１Ｈ）．

【０２３５】

次に、［Ｐｔ（ｐｐｔＯｐｐｚ）］のジクロロメタン溶液の紫外可視吸収スペクトル（以下、単に「吸収スペクトル」という）及び発光スペクトルを測定した。吸収スペクトルの測定には、紫外可視分光光度計（（株）日本分光製　Ｖ５５０型）を用い、ジクロロメタン溶液（０．０１５ｍｍｏｌ／Ｌ）を石英セルに入れ、室温で測定を行った。また、発光スペクトルの測定には、蛍光光度計（（株）浜松ホトニクス製　ＦＳ９２０）を用い、脱気したジクロロメタン溶液（０．０１５ｍｍｏｌ／Ｌ）を石英セルに入れ、室温で測定を行った。得られた吸収スペクトル及び発光スペクトルの測定結果を図１５に示す。横軸は波長、縦軸は吸収強度および発光強度を表す。また、図１５において２本の実線が示されているが、細い実線は吸収スペクトルを示し、太い実線は発光スペクトルを示している。図１５に示す吸収スペクトルは、ジクロロメタン溶液（０．０１５ｍｍｏｌ／Ｌ）を石英セルに入れて測定した吸収スペクトルから、ジクロロメタンのみを石英セルに入れて測定した吸収スペクトルを差し引いた結果を示している。

【０２３６】

図１５に示す通り、本発明の一態様の有機金属錯体［Ｐｔ（ｐｐｔＯｐｐｚ）］は、５６６ｎｍに発光ピークを有しており、ジクロロメタン溶液からは黄色の発光が観測された。

【０２３７】

次に、［Ｐｔ（ｐｐｔＯｐｐｚ）］の７７Ｋにおける発光スペクトルを測定した。発光スペクトルの測定には、絶対ＰＬ量子収率測定装置（（株）浜松ホトニクス製　Ｑｕａｎｔａｕｒｕｓ－ＱＹ　Ｃ１１３４７－０１）を用い、脱気した２－メチルテトラヒドロフラン溶液（０．０７９ｍｍｏｌ／Ｌ）を石英セルに入れ、測定を行った。得られた発光スペクトルの測定結果を図１６に示す。横軸は波長、縦軸は発光強度を表す。

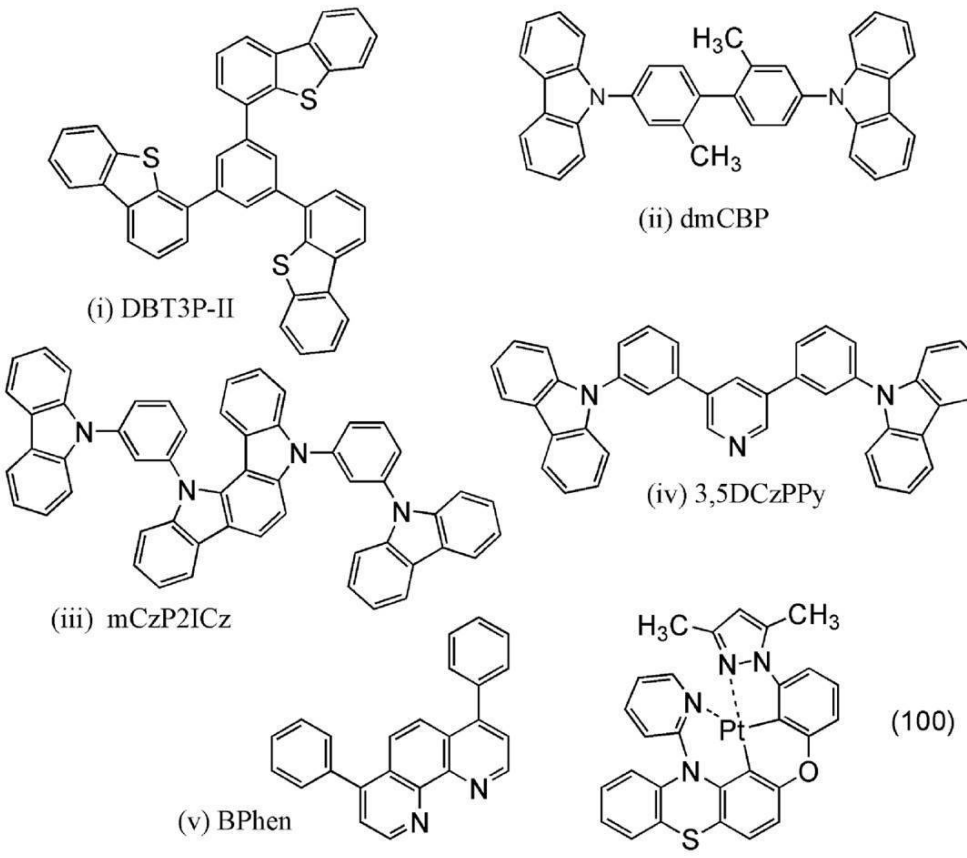
【０２３８】

図１６に示す通り、本発明の有機金属錯体［Ｐｔ（ｐｐｔＯｐｐｚ）］は、４５３ｎｍに発光ピークを有しており、２－メチルテトラヒドロフラン溶液からは青色の発光が観測された。

【０２３９】

なお、［Ｐｔ（ｐｐｔＯｐｐｚ）］は、その吸収スペクトルの４２０ｎｍ付近が三重項ＭＬＣＴ（ｍｅｔａｌ－ｔｏ　ｌｉｇａｎｄ　ｃｈａｒｇｅ　ｔｒａｎｓｆｅｒ）吸収帯と帰属できるため、りん光発光が可能である。

【実施例２】
【０２４０】
本実施例では、実施の形態で説明した本発明の一態様の有機金属錯体を用いた発光素子について説明する。発光素子１で用いた有機化合物の構造式を以下に示す。
【０２４１】
【化２９】



【０２４２】
（発光素子１の作製方法）
まず、ガラス基板上に、酸化珪素を含むインジウム錫酸化物（ＩＴＳＯ）をスパッタリング法にて成膜し、第１の電極１０１を形成した。なお、その膜厚は７０ｎｍとし、電極面積は２ｍｍ×２ｍｍとした。
【０２４３】
次に、基板上に発光素子を形成するための前処理として、基板表面を水で洗浄し、２００℃で１時間焼成した後、ＵＶオゾン処理を３７０秒行った。
【０２４４】
その後、10^{-4}Ｐａ程度まで内部が減圧された真空蒸着装置に基板を導入し、真空蒸着装置内の加熱室において、１７０℃で３０分間の真空焼成を行った後、基板を３０分程度放冷した。
【０２４５】
次に、第１の電極１０１が形成された面が下方となるように、第１の電極１０１が形成された基板を真空蒸着装置内に設けられた基板ホルダーに固定し、第１の電極１０１上に、抵抗加熱を用いた蒸着法により上記構造式（ｉ）で表される４，４’，４’’－（ベンゼン－１，３，５－トリイル）トリ（ジベンゾチオフェン）（略称：ＤＢＴ３Ｐ－ＩＩ）と酸化モリブデン（ＶＩ）とを重量比２：１（ＤＢＴ３Ｐ－ＩＩ：酸化モリブデン＝２：１）となるように１５ｎｍ共蒸着して正孔注入層１１１を形成した。
【０２４６】

次に、正孔注入層１１１上に、上記構造式（ｉｉ）で表される４，４’－ビス（９－カルバゾール）－２，２’－ジメチルビフェニル（略称：ｄｍＣＢＰ）を膜厚２０ｎｍとなるように蒸着し正孔輸送層１１２を形成した。

【０２４７】

続いて、上記構造式（ｉｉｉ）で表される５，１２－ビス［３－（９Ｈ－カルバゾール－９－イル）フェニル］－５，１２－ジヒドロ－インドロ［３，２－ａ］カルバゾール（略称：ｍＣｚＰ２ＩＣｚ）と、上記構造式（ｉｖ）で表される３，５－ビス［３－（９Ｈ－カルバゾール－９－イル）フェニル］ピリジン（略称：３５ＤＣｚＰＰｙ）と、上記構造式（１００）で表される｛２－［６－（３，５－ジメチル－ピラゾール－１－イル－κＮ^{2}）－１，２－フェニレン－κＣ^{1}］オキシ［１０－（２－ピリジニル－κＮ）－フェノチアジン－２，１－ジイル－κＣ^{1}］｝白金（ＩＩ）（略称：［Ｐｔ（ｐｐｔＯｐｐｚ）］）とを、重量比０．５：０．５：０．０５（＝ｍＣｚＰ２ＩＣｚ：３５ＤＣｚＰＰｙ：［Ｐｔ（ｐｐｔＯｐｐｚ）］）となるように３０ｎｍ共蒸着した後、３５ＤＣｚＰＰｙと［Ｐｔ（ｐｐｔＯｐｐｚ）］とを、重量比１：０．０５（＝３５ＤＣｚＰＰｙ：［Ｐｔ（ｐｐｔＯｐｐｚ）］）となるように１０ｎｍ共蒸着して発光層１１３を形成した。

【０２４８】

その後、発光層１１３上に、３５ＤＣｚＰＰｙを膜厚１０ｎｍとなるように蒸着した後、上記構造式（ｖ）で表されるバソフェナントロリン（略称：ＢＰｈｅｎ）を膜厚１５ｎｍとなるように蒸着し、電子輸送層１１４を形成した。

【０２４９】

電子輸送層１１４を形成した後、フッ化リチウム（ＬｉＦ）を膜厚１ｎｍとなるように蒸着して電子注入層１１５を形成し、続いてアルミニウムを２００ｎｍの膜厚となるように蒸着することで第２の電極１０２を形成して本実施例の発光素子１を作製した。

【０２５０】

発光素子１の素子構造を以下の表にまとめる。

【０２５１】

【表１】

正孔注入層	正孔輸送層	発光層		電子輸送層		電子注入層
15nm	20nm	30nm	10nm	10nm	15nm	1nm
DBT3P-II :MoOx (2:1)	dmCBP	mCzP2ICz: 35DCzPPy: [Pt(pptOppz] (0.5:0.5:0.05)	35DCzPPy: [Pt(pptOppz] (1:0.05)	35DCzPPy	BPhen	LiF

【０２５２】

発光素子１を、窒素雰囲気のグローブボックス内において、発光素子が大気に曝されないようにガラス基板により封止する作業（シール材を素子の周囲に塗布し、封止時にＵＶ処理、８０℃にて１時間熱処理）を行った後、この発光素子の初期特性及び信頼性について測定を行った。なお、測定は２５℃に保たれた雰囲気で行った。

【０２５３】

発光素子１の輝度－電流密度特性を図１７に、電流効率－輝度特性を図１８に、輝度－電圧特性を図１９に、電流－電圧特性を図２０に、外部量子効率－輝度特性を図２１に、発光スペクトルを図２２に示す。

【０２５４】

図１７乃至図２２より、発光素子１は緑色の発光を呈し、良好な効率で発光する発光素子であることがわかった。

【符号の説明】

【０２５５】

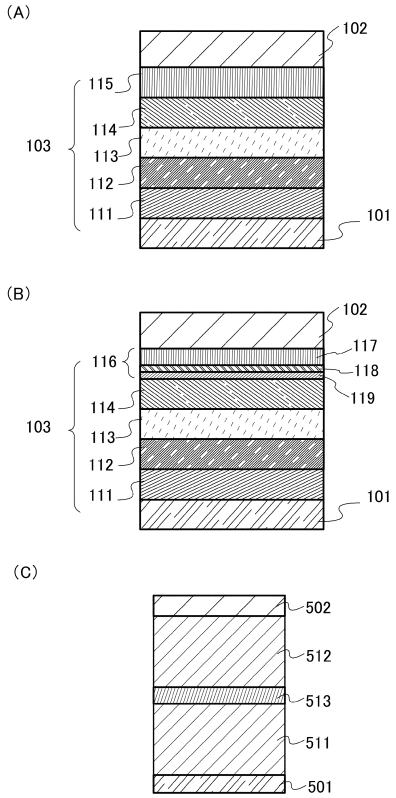
１０１　第１の電極

１０２　第２の電極
１０３　ＥＬ層
１１１　正孔注入層
１１２　正孔輸送層
１１３　発光層
１１４　電子輸送層
１１５　電子注入層
１１６　電荷発生層
１１７　Ｐ型層
１１８　電子リレー層
１１９　電子注入バッファ層
４００　基板
４０１　第１の電極
４０３　ＥＬ層
４０４　第２の電極
４０５　シール材
４０６　シール材
４０７　封止基板
４１２　パッド
４２０　ＩＣチップ
５０１　第１の電極
５０２　第２の電極
５１１　第１の発光ユニット
５１２　第２の発光ユニット
５１３　電荷発生層
６０１　駆動回路部（ソース線駆動回路）
６０２　画素部
６０３　駆動回路部（ゲート線駆動回路）
６０４　封止基板
６０５　シール材
６０７　空間
６０８　配線
６０９　ＦＰＣ（フレキシブルプリントサーキット）
６１０　素子基板
６１１　スイッチング用ＦＥＴ
６１２　電流制御用ＦＥＴ
６１３　第１の電極
６１４　絶縁物
６１６　ＥＬ層
６１７　第２の電極
６１８　発光素子
６２３　ｎチャネル型ＦＥＴ
６２４　ｐチャネル型ＦＥＴ
９０１　筐体
９０２　液晶層
９０３　バックライトユニット
９０４　筐体
９０５　ドライバＩＣ
９０６　端子
９５１　基板

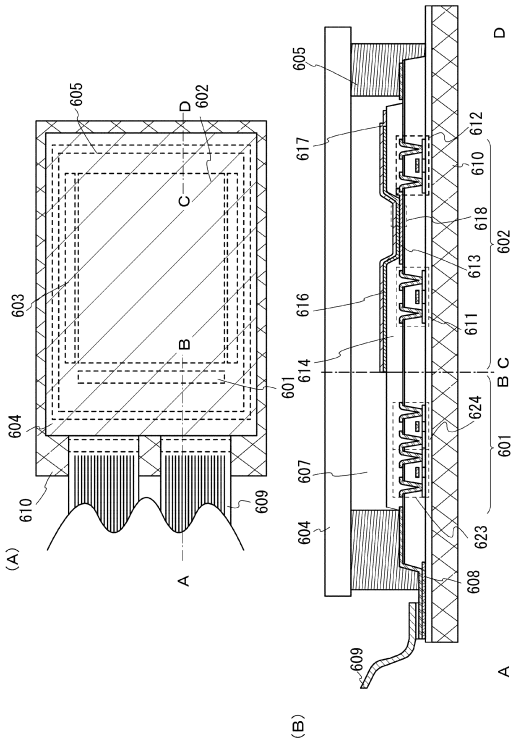
９５２　電極
９５３　絶縁層
９５４　隔壁層
９５５　ＥＬ層
９５６　電極
１００１　基板
１００２　下地絶縁膜
１００３　ゲート絶縁膜
１００６　ゲート電極
１００７　ゲート電極
１００８　ゲート電極
１０２０　第１の層間絶縁膜
１０２１　第２の層間絶縁膜
１０２２　電極
１０２４Ｗ　発光素子の第１の電極
１０２４Ｒ　発光素子の第１の電極
１０２４Ｇ　発光素子の第１の電極
１０２４Ｂ　発光素子の第１の電極
１０２５　隔壁
１０２８　ＥＬ層
１０２９　発光素子の第２の電極
１０３１　封止基板
１０３２　シール材
１０３３　透明な基材
１０３４Ｒ　赤色の着色層
１０３４Ｇ　緑色の着色層
１０３４Ｂ　青色の着色層
１０３５　黒色層（ブラックマトリックス）
１０３７　第３の層間絶縁膜
１０４０　画素部
１０４１　駆動回路部
１０４２　周辺部
２００１　筐体
２００２　光源
３００１　照明装置
５０００　表示領域
５００１　表示領域
５００２　表示領域
５００３　表示領域
５００４　表示領域
５００５　表示領域
７１０１　筐体
７１０３　表示部
７１０５　スタンド
７１０７　表示部
７１０９　操作キー
７１１０　リモコン操作機
７２０１　本体
７２０２　筐体
７２０３　表示部

７２０４　キーボード
７２０５　外部接続ポート
７２０６　ポインティングデバイス
７２１０　第２の表示部
７４０１　筐体
７４０２　表示部
７４０３　操作ボタン
７４０４　外部接続ポート
７４０５　スピーカ
７４０６　マイク
９０３３　留め具
９０３４　スイッチ
９０３５　電源スイッチ
９０３６　スイッチ
９０３８　操作スイッチ
９３１０　携帯情報端末
９３１１　表示パネル
９３１２　表示領域
９３１３　ヒンジ
９３１５　筐体
９６３０　筐体
９６３１　表示部
９６３１ａ　表示部
９６３１ｂ　表示部
９６３２ａ　タッチパネル領域
９６３２ｂ　タッチパネル領域
９６３３　太陽電池
９６３４　充放電制御回路
９６３５　バッテリー
９６３６　ＤＣＤＣコンバータ
９６３７　操作キー
９６３８　コンバータ
９６３９　ボタン

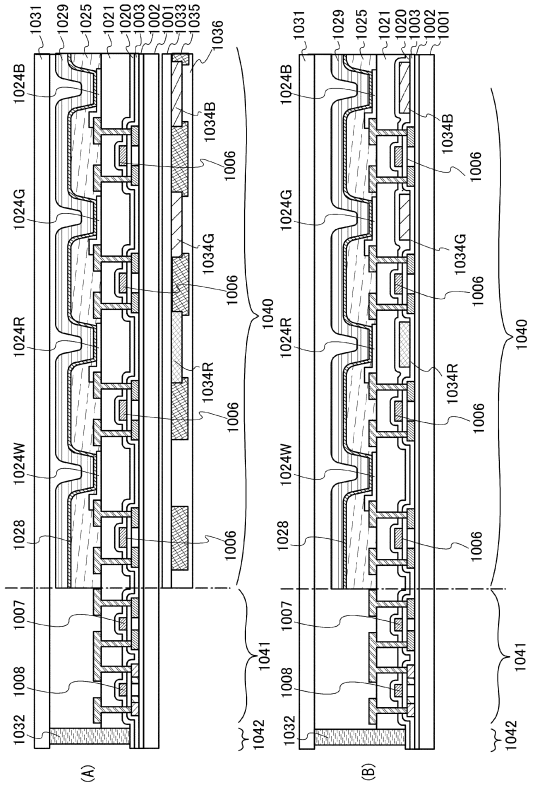
【図１】


(A)
102
115
114
113
112
111
103
101
(B)
102
117
116
118
119
114
113
112
111
103
101
(C)
502
512
513
511
501

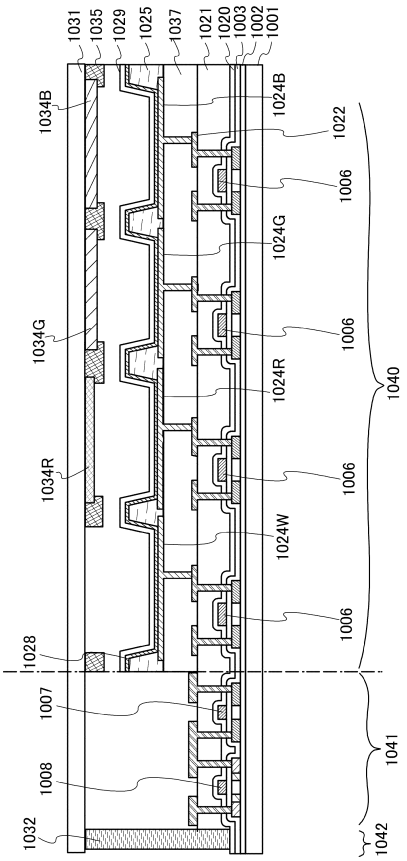
【図２】


605
D
602
C
603
B
601
604
610
609
A
(A)
605
617
612
610
618
613
602
616
611
614
B C
624
601
607
604
623
608
609
A
D
(B)

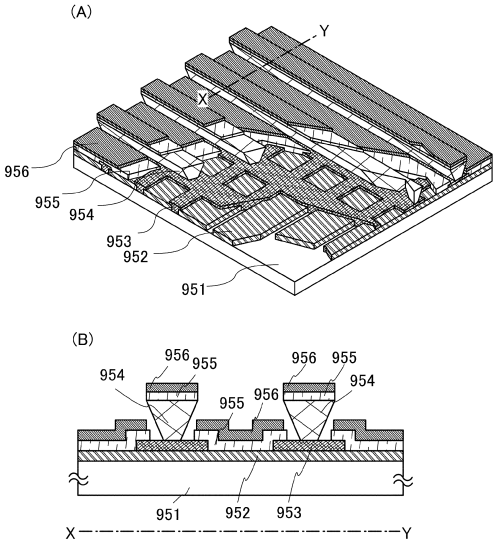
【図３】


1031
1029
1025
1021
1020
1003
1002
1001
1033
1035
1036
1024B
1034B
1006
1024G
1034G
1006
1024R
1034R
1006
1024W
1028
1006
1007
1008
1032
1040
1041
1042
(A)
1031
1029
1025
1021
1020
1003
1002
1001
1024B
1034B
1006
1024G
1034G
1006
1024R
1034R
1006
1024W
1028
1006
1007
1008
1032
1040
1041
1042
(B)

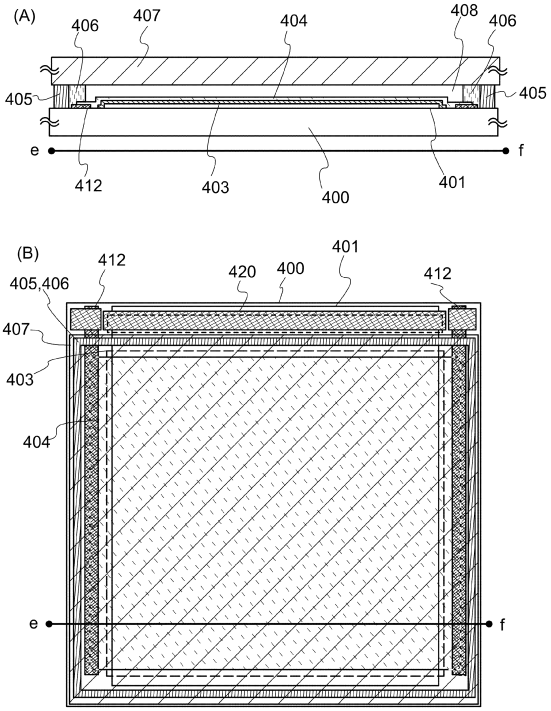
【図４】


1031
1035
1029
1025
1037
1021
1020
1003
1002
1001
1034B
1024B
1022
1006
1024G
1034G
1006
1024R
1034R
1006
1024W
1006
1028
1007
1008
1032
1040
1041
1042

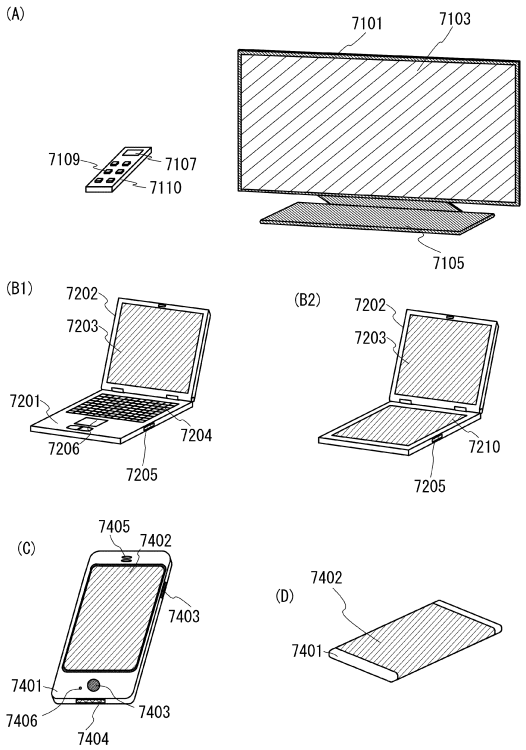
【図５】


(A)
Y
X
956
955
954
953
952
951
(B)
956
955
954
955
956
956
955
954
951
952
953
X
Y

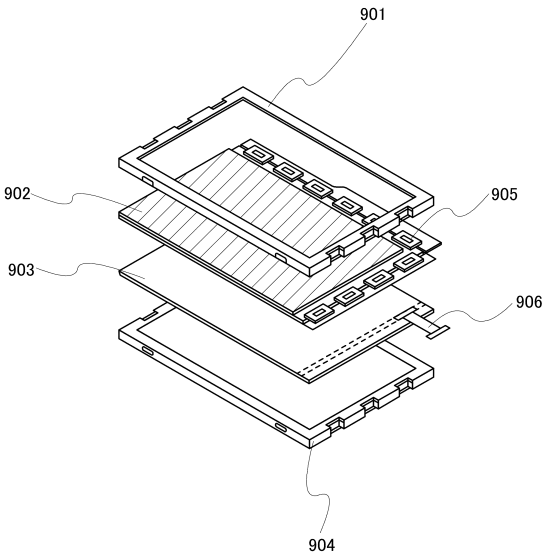
【図６】


(A)
406
407
404
408
406
405
405
e
f
412
403
400
401
(B)
412
401
405,406
420
400
412
407
403
404
e
f

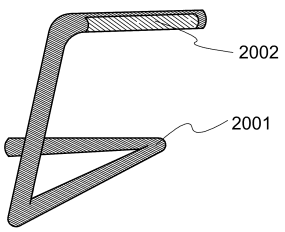
【図７】


(A)
7101
7103
7109
7107
7110
7105
(B1)
7202
7203
7201
7204
7206
7205
(B2)
7202
7203
7210
7205
(C)
7405
7402
7403
7401
7406
7403
7404
(D)
7402
7401

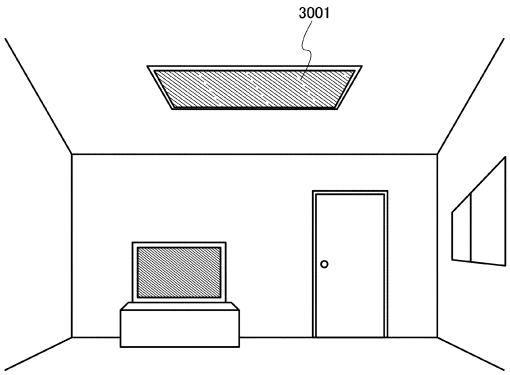
【図８】


901
902
905
903
906
904

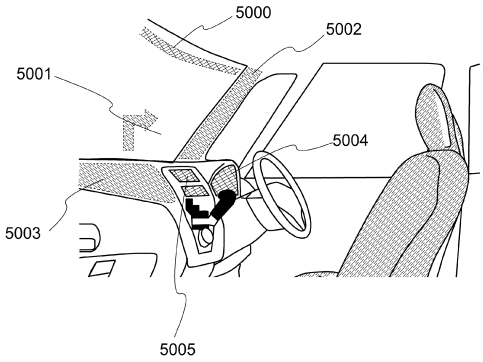
【図９】


2002
2001

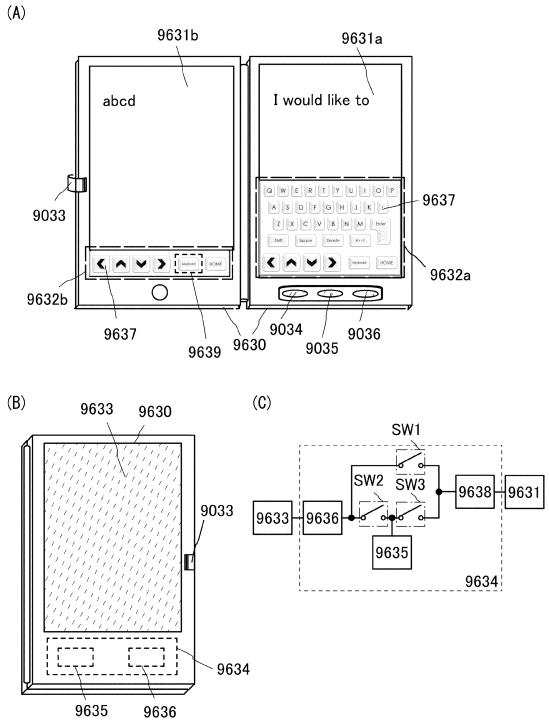
【図１０】



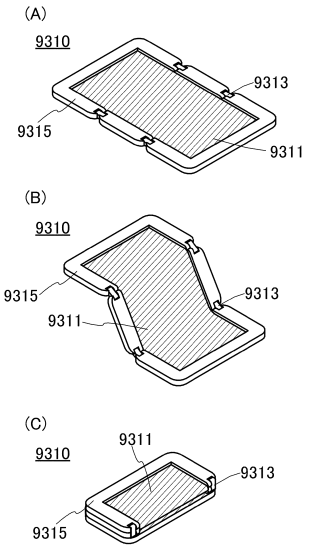
【図１１】



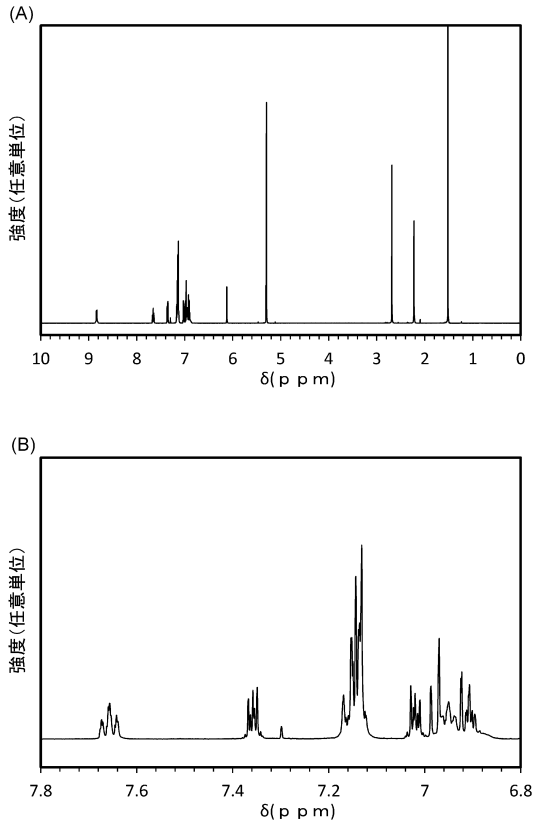
【図１２】



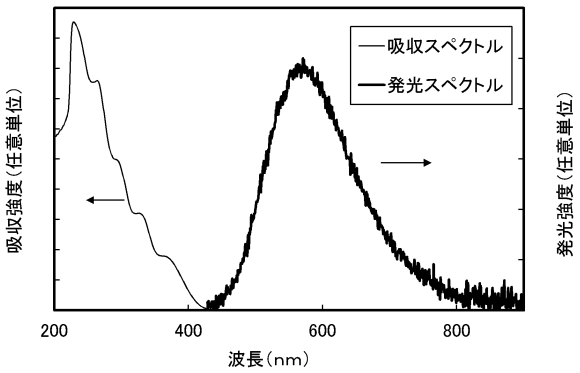
【図１３】



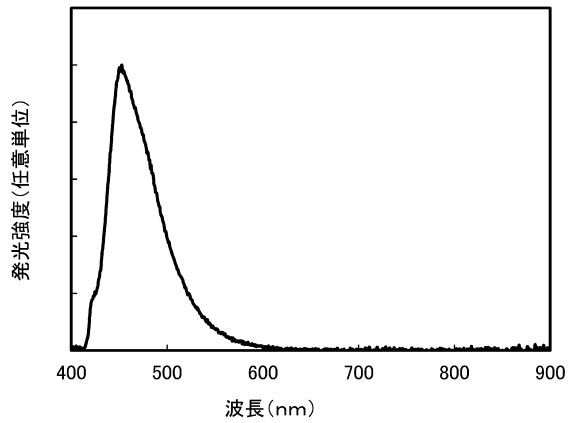
【図１４】



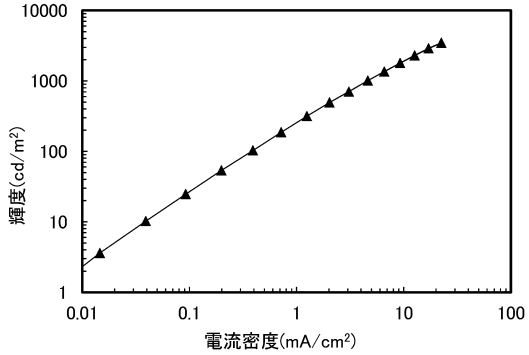
【図１５】



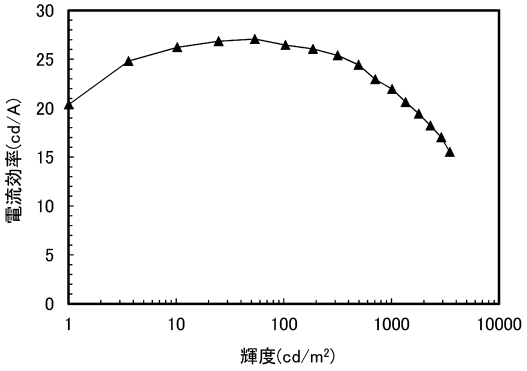
【図１６】



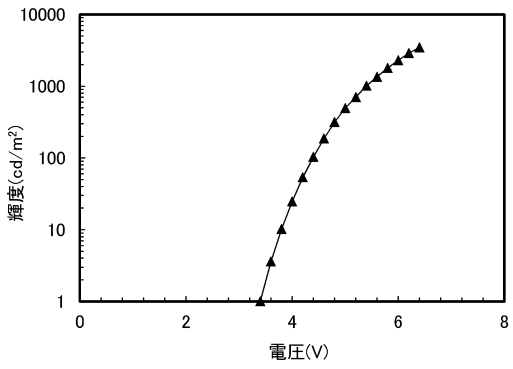
【図１７】



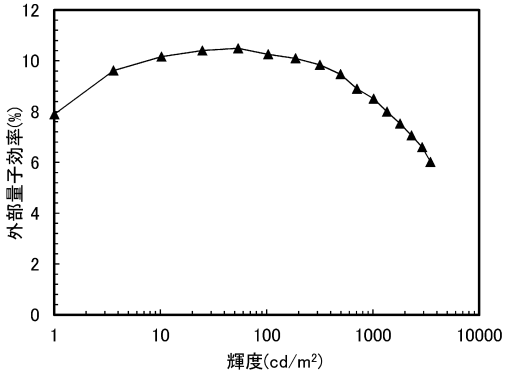
【図１８】



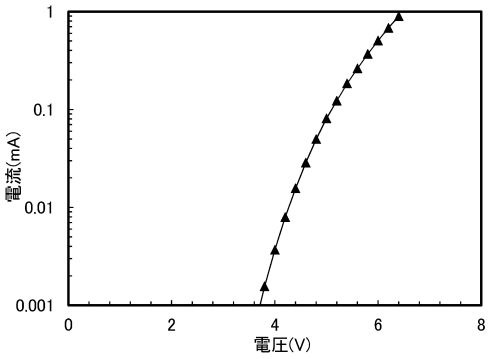
【図１９】



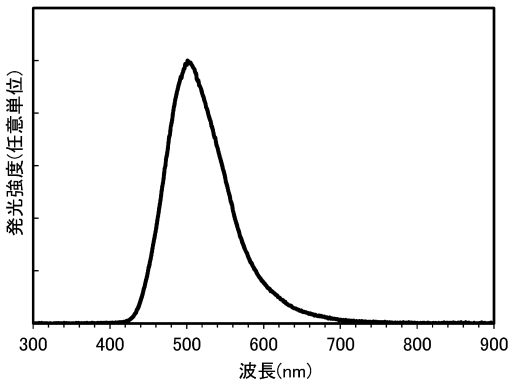
【図２１】



【図２０】



【図２２】



フロントページの続き

(56)参考文献 米国特許出願公開第２０１５／０３４９２７９（ＵＳ，Ａ１）
特開２０１４－２３９２２５（ＪＰ，Ａ）
特開２０１３－０５３１４９（ＪＰ，Ａ）
特開２０１５－０８１２５７（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２００４／０８１０１９（WO，Ａ１）
国際公開第２０１２／１６２４８８（WO，Ａ１）
LAI, SL et al., High Efficiency White Organic Light-Emitting Devices Incorporating Yellow Phosphorescent Platinum(II) Complex and Composite Blue Host, Advanced Functional Materials, ２０１３年, Vol. 23, pp. 5168-5176

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)
Ｃ０７Ｆ
ＣＡｐｌｕｓ／ＲＥＧＩＳＴＲＹ（ＳＴＮ）