



リアジン、1, 2, 4-トリアジン、ピロール、イミダゾール、フラン、チオフェンのいずれか一つを表し、R<sub>3</sub>、R<sub>6</sub>の少なくとも一つはカルバゾリル基を置換基として有するフェニル基を表し、前記R<sub>3</sub>またはR<sub>6</sub>がカルバゾリル基を置換基として有するフェニル基でない場合は、水素原子、脂肪族基または芳香族基を表す。R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>、R<sub>4</sub>、R<sub>5</sub>、R<sub>7</sub>、R<sub>8</sub>は水素原子を表す。nは2以上の自然数を表し、複数のカルバゾール誘導体残基は同じでも異なっていてもよい。

**【請求項2】**

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

**【請求項3】**

請求項1または2記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を有することを特徴とする表示装置。

**【発明の詳細な説明】**

**【0001】**

**【発明の属する技術分野】**

本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子及び表示装置に関し、詳しくは発光輝度、発光効率及び耐久性に優れた有機エレクトロルミネッセンス素子及びそれを有する表示装置に関する。

**【0002】**

**【従来の技術】**

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・熒光)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。

**【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素子が望まれているわけであり、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チリルアリーレン誘導体に、微量の蛍光体をドープし、発光輝度の向上、素子の長寿命化を達成する技術(例えば、特許文献1参照。)、8-ヒドロキシキノリンアルミニウム錯体をホスト化合物として、これに微量の蛍光体をドープ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プ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(ex t)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、励起三重項からの熒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、室温で熒光を示す材料の研究が活発になってきている(例えば、非特許文献2及び特許文献4参照。)。

10

20

30

40

50

## 【0007】

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。

## 【0008】

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されている（例えば、非特許文献3参照。）。

## 【0009】

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されている（例えば、非特許文献2参照。）。

10

## 【0010】

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（ $Ir(bzq)_3$ ）、 $Ir(bzq)_2ClP(Bu)_3$ 等を用いた検討（例えば、非特許文献5参照。）が行われている。

## 【0011】

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発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。）。

20

## 【0012】

また、各種電子輸送性材料を発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プして用いている（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高い発光効率を得ている（例えば、非特許文献5参照。）。

## 【0013】

しかし、緑色発光については理論限界である20%近くの外部取り出し効率が達成されているものの、他の発光色についてはまだ十分な効率が得られておらず改良が必要であり、また、今後の実用化に向けた有機EL素子では、更に、低消費電力で効率よく高輝度に発光する有機EL素子の開発が望まれている。

## 【0014】

こうした課題を解決すべく、前述の通りこれまでに多くの化合物が提案されているが、こうした化合物の1種として、カルバゾール誘導体について検討が行われている。例えば、特許文献5には電子輸送材料としてN-フェニルカルバゾールの誘導体が開示されているし、特許文献6には正孔注入材料としてビニレン基を介して連結されたビスカルバゾール類が開示されている。また特許文献7はカルバゾール骨格を有するポリマーを用いた発光素子を提案しており、さらには特許文献8においては、カルバゾールのN位にアリール基が結合した化合物が開示されている。しかしながらこれら公知の文献に記された化合物を用いた有機EL素子のいずれも、実用化に向けての課題とされる量子効率、発光輝度、耐久性等の諸性能全てを充分に満たしているとはいえない。

30

## 【0015】

## 【特許文献1】

40

特許第3093796号明細書

## 【0016】

## 【特許文献2】

特開昭63-264692号公報

## 【0017】

## 【特許文献3】

特開平3-255190号公報

## 【0018】

## 【特許文献4】

米国特許第6,097,147号明細書

50

- 【0019】  
 【特許文献5】  
 特開平8-60144号公報
- 【0020】  
 【特許文献6】  
 特開平5-194943号公報
- 【0021】  
 【特許文献7】  
 特開2001-257076号公報
- 【0022】  
 【特許文献8】  
 特開2002-100476号公報
- 【0023】  
 【非特許文献1】  
 M. A. Baldo et al., nature, 395巻、151-154ページ(1998年)
- 【0024】  
 【非特許文献2】  
 M. A. Baldo et al., nature, 403巻、17号、750-753ページ(2000年)
- 【0025】  
 【非特許文献3】  
 S. Lamansky et al., J. Am. Chem. Soc., 123巻、4304ページ(2001年)
- 【0026】  
 【非特許文献4】  
 M. E. Tompson et al., The 10th International Workshop on Inorganic and Organic Electroluminescence (EL'00、浜松)
- 【0027】  
 【非特許文献5】  
 Moon-Jae Youn. Ong, Tetsuo Tsutsui et al., The 10th International Workshop on Inorganic and Organic Electroluminescence (EL'00、浜松)
- 【0028】  
 【非特許文献6】  
 Ikai et al., The 10th International Workshop on Inorganic and Organic Electroluminescence (EL'00、浜松)
- 【0029】  
 【発明が解決しようとする課題】  
 本発明の目的は、高い発光輝度を示し、量子効率に優れ、かつ、半減寿命の長い有機EL素子及び表示装置を提供することである。特に、青色発光において、発光輝度、発光効率及び耐久性の両立を達成した有機EL素子、及びそれを用いた発光輝度の高い、耐久性の良好な表示装置を提供することである。
- 【0030】  
 【課題を解決するための手段】  
 本発明の上記目的は下記構成により達成された。
- 【0031】

1. 少なくとも 1 層の発光層を有し、該発光層からの発光が燐光発光を含む有機エレクトロルミネッセンス素子において、該有機エレクトロルミネッセンス素子を構成するいずれか 1 層に前記一般式 1 で表されるカルバゾール誘導体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。

## 【0037】

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

## 【0038】

3. 前記 1 または 2 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。

10

## 【0039】

以下、本発明を詳細に説明する。

本発明者等は、鋭意検討の結果、少なくとも 1 層の発光層を有し、発光層からの発光が燐光発光を含む有機 EL 素子において、有機 EL 素子を構成するいずれか 1 層に前記一般式 1 で表されるカルバゾール誘導体化合物を含有することにより、高い発光輝度を示し、量子効率に優れ、かつ、半減寿命の長い有機 EL 素子及び表示装置を提供できることを見い出した。

## 【0040】

一般式 1 で表されるカルバゾール誘導体化合物（以下、本発明に係る化合物ともいう）について詳しく説明する。

20

## 【0041】

一般式 1 における A は、ベンゼン、ピリジン、ピリダジン、ピリミジン、ピラジン、1, 3, 5 - トリアジン、1, 2, 4 - トリアジン、ピロール、イミダゾール、フラン、チオフェンのいずれか一つを表す。

## 【0042】

一般式 1 において R<sub>3</sub>、R<sub>6</sub> の少なくとも一つはカルバゾリル基を置換基として有するフェニル基を表し、前記 R<sub>3</sub> または R<sub>6</sub> がカルバゾリル基を置換基として有するフェニル基でない場合は、水素原子、脂肪族基または芳香族基を表す。R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>、R<sub>4</sub>、R<sub>5</sub>、R<sub>7</sub>、R<sub>8</sub> は水素原子を表す。n は 2 以上の自然数を表し、複数のカルバゾール誘導体残基は同じでも異なっていてもよい。

30

## 【0044】

本発明に係る化合物は、後述する有機 EL 素子の正孔輸送層、電子輸送層、発光層のいずれに用いることも可能であるが、好ましくは電子輸送層または発光層、特に好ましくは発光層において燐光発光性化合物へエネルギーを移動させて自身は発光することのない、当業に従事する技術者に「ホスト化合物」として知られる材料として用いた場合、量子効率と発光輝度に優れ、特に耐久性について高い性能を示す有機 EL 素子を作製することができる。本発明に係る化合物が公知の材料に対して優れた特性を示すことができる理由または動作機構については明らかではないが、置換基を有していないカルバゾール残基が有機 EL 素子としての動作時または保存時、特に動作時において電気的・熱的エネルギーにより分解するためか、または励起状態において好ましからざる化学反応を生じて分解するために、材料としての安定性を損なっているのではないかと推測される。本発明に係る化合物は置換基を有することによって、このような不安定性を減じることができ、これにより耐久性の高い有機 EL 素子の作製に好適なのではないかと考えられる。

40

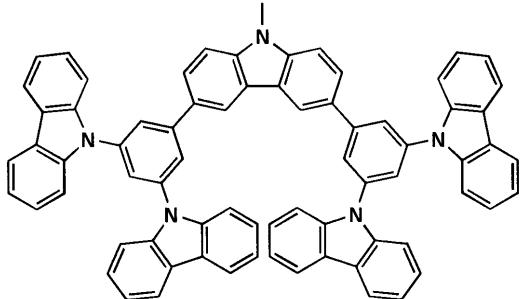
## 【0045】

以下に Z<sub>12</sub>、Z<sub>24</sub> として、本発明に係る化合物の部分構造をなすカルバゾール誘導体残基の例を示し、これらを部分構造とする本発明に係る化合物の例を 7、12、23、36、40、52、59 として示した。しかしながら、本発明の態様がこれら Z<sub>12</sub>、Z<sub>24</sub> 及び 7、12、23、36、40、52、59 の構造によって限定されるものではない。

## 【0046】

## 【化 2】

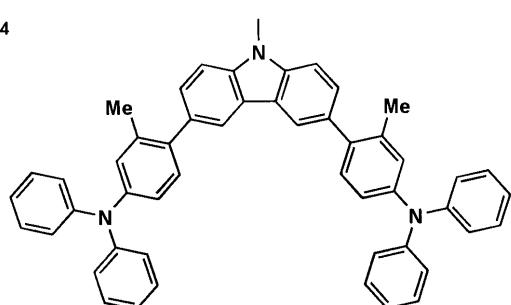
50

**Z<sub>12</sub>**

10

【 0 0 4 7 】

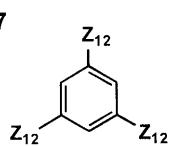
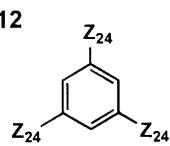
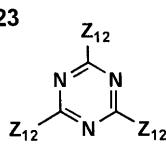
【 化 3 】

**Z<sub>24</sub>**

20

【 0 0 4 8 】

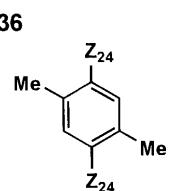
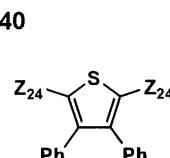
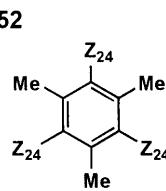
【 化 4 】

**7****12****23**

30

【 0 0 4 9 】

【 化 5 】

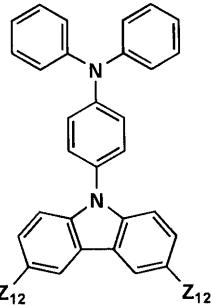
**36****40****52**

40

【 0 0 5 0 】

【 化 6 】

59



10

## 【0051】

また、本発明に係る化合物の分子量は600～2000であることが好ましい。分子量が600～2000であるとTg（ガラス転移温度）が上昇し、熱安定性が向上し、素子寿命が改善される。より好ましい分子量は800～2000である。

## 【0052】

本発明に係る化合物は、*Tetrahedron Lett.*, 39 (1998), 2367-2370ページ、日本国特許3161360号、*Angew. Chem. Int. Ed.*, 37 (1998), 2046-2067ページ、*Tetrahedron Lett.*, 41 (2000), 481-484ページ、*Synth. Commun.*, 11 (7), (1981), 513-519ページ、及び*Chem. Rev.*, 2002, 102, 1359-1469ページ等に記載の合成反応等、当業に従事する技術者には周知の合成方法によって製造することができる。

## 【0054】

## 《有機EL素子の構成層》

本発明の有機EL素子の構成層について説明する。

## 【0055】

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。

30

(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 / 陰極バッファー層 / 陰極

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

## 《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(4eV以上)金属、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが好ましく用いられる。このような電極物質の具体例としてはAu等の金属、CuI、インジウムチンオキシド(ITO)、SnO<sub>2</sub>、ZnO等の導電性透明材料が挙げられる。また、IDIXO (In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 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ー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(100μm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 / 以下が好ましい。さらに膜厚は材料にもよるが、通常10～1000nm、好ましくは10～200nmの範囲で選ばれる。

40

## 【0056】

50

## 《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 / 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。

## 【0057】

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、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。

## 【0058】

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、正孔輸送層、電子輸送層等について説明する。

## 【0059】

## 《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、上記のごと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。

## 【0060】

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(陽極バッファー層)と電子注入層(陰極バッファー層)とがある。

## 【0061】

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

## 【0062】

陰極バッファー層(電子注入層)は、特開平6-325871号、同9-17574号、同10-74586号等にもその詳細が記載されており、具体的にはストロンチウムやアルミニウム等に代表される金属バッファー層、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ー層、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ー層、酸化アルミニウムに代表される酸化物バッファー層等が挙げられる。上記バッファー層(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 0.1 nm ~ 5 μm の範囲が好ましい。

## 【0063】

## 《阻止層》：正孔阻止層、電子阻止層

阻止層は、上記のごとく、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

10

20

30

40

50

のである。例えば特開平11-204258号、同11-204359号、及び「有機EL素子とその工業化最前線（1998年11月30日エヌ・ティー・エス社発行）」の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。

【0064】

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。

【0065】

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。

10

【0066】

正孔輸送層とは正孔を輸送する機能を有する材料からなり、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、電子輸送層は単層または複数層設けることができる。

【0067】

本発明の有機EL素子においては、発光層のホスト、発光層に隣接する正孔輸送層、発光層に隣接する電子輸送層全ての材料の励起3重項エネルギーが燐光ドーパントの励起3重項エネルギーよりも大きいことが好ましい。特に発光層のホスト、発光層に隣接する正孔輸送層、発光層に隣接する電子輸送層の燐光スペクトルにおける0-0バンドの波長が450nm以下であることが好ましい。

20

【0068】

《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。

【0069】

発光層に使用される材料（以下、発光材料という）は、蛍光または燐光を発する有機化合物または錯体であることが好ましく、有機EL素子の発光層に使用される公知のものの中から適宜選択して用いることができる。このような発光材料は、主に有機化合物であり、所望の色調により、例えば、Macromol. Synth., 125巻, 17~25頁に記載の化合物等を用いることができる。発光材料は、発光性能の他に、正孔輸送機能や電子輸送機能を併せ持っていてもよく、正孔輸送材料や電子輸送材料のほとんどが、発光材料としても使用できる。発光材料は、p-ポリフェニレンビニレンやポリフルオレンのような高分子材料でもよく、さらに前記発光材料を高分子鎖に導入した、または前記発光材料を高分子の主鎖とした高分子材料を使用してもよい。

30

【0070】

この発光層は、上記化合物を、例えば真空蒸着法、スピンコート法、キャスト法、LB法等の公知の薄膜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5nm~5μm、好ましくは5~200nmの範囲で選ばれる。この発光層は、これらの発光材料1種または2種以上からなる一層構造であってもよいし、あるいは、同一組成または異種組成の複数層からなる積層構造であってもよい。本発明の有機EL素子の好ましい態様は、発光層が2種以上の材料からなり、その内の1種が本発明の化合物であるときである。

40

【0071】

また、この発光層は、特開昭57-51781号に記載されているように、樹脂等の接着材と共に上記発光材料を溶剤に溶かして溶液とした後、これをスピンコート法等により薄膜化して形成することができる。このようにして形成された発光層の膜厚については、特に制限はなく、状況に応じて適宜選択することができるが、通常は5nm~5μmの範囲、好ましくは5~200nmの範囲である。

50

## 【0072】

(ホスト化合物)

「ホスト化合物（以下、単にホストともいう）」とは、2種以上の化合物で構成される発光層中にて混合比（質量）の最も多い化合物のことを意味し、それ以外の化合物については「ドーパント化合物（単に、ドーパントともいう）」という。例えば、発光層を化合物A、化合物Bという2種で構成し、その混合比がA:B=10:90であれば化合物Aがドーパント化合物であり、化合物Bがホスト化合物である。更に、発光層を化合物A、化合物B、化合物Cの3種から構成し、その混合比がA:B:C=5:10:85であれば、化合物A、化合物Bがドーパント化合物であり、化合物Cがホスト化合物である。

## 【0073】

10

発光層のホスト化合物は、有機化合物または錯体であることが好ましく、本発明においては、ホスト化合物の励起3重項エネルギーが燐光ドーパントの励起3重項エネルギーよりも大きいことが好ましい。更にホスト化合物の燐光スペクトルにおける0-0バンドの波長が450nm以下であることが好ましい。これにより可視光、特にBGR発光が可能となる。

## 【0074】

20

つまりホスト化合物の励起3重項エネルギーが燐光ドーパントの励起3重項エネルギーよりも大きくすることにより、ホスト化合物からドーパントへのエネルギー移動型のドーパント発光が可能である。またホスト化合物の燐光スペクトルにおける0-0バンドの波長が450nm以下である化合物は非常にワイドエネルギーギャップ（イオン化ポテンシャル-電子親和力、HOMO-LUMO）であるので、キャリアトラップ型にも有利に働く。

## 【0075】

このようなホスト化合物としては、有機EL素子に使用される公知のものの中から任意のものを選択して用いることができ、また後述の正孔輸送材料や電子輸送材料のほとんどが発光層ホスト化合物としても使用できる。

## 【0076】

30

ポリビニルカルバゾールやポリフルオレンのような高分子材料でもよく、さらに前記ホスト化合物を高分子鎖に導入した、または前記ホスト化合物を高分子の主鎖とした高分子材料を使用してもよい。

## 【0077】

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Tg（ガラス転移温度）である化合物が好ましい。

## 【0078】

(ドーパント)

次にドーパントについて述べる。

## 【0079】

40

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、このエネルギーをドーパントに移動させることでドーパントからの発光を得るというエネルギー移動型、もう一つはドーパントがキャリアトラップとなり、ドーパント化合物上でキャリアの再結合が起こりドーパント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、ドーパント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。

## 【0080】

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

## 【0081】

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）

50

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ドーパントは、任意の溶媒の何れかにおいて上記燐光量子収率が達成されればよい。

【0082】

本発明で用いられる燐光ドーパントとしては、好ましくは元素の周期律表で8族の金属を含有する錯体系化合物であり、更に好ましくは、イリジウム化合物、オスミウム化合物、または白金化合物（白金錯体系化合物）、希土類錯体であり、中でも最も好ましいのはイリジウム化合物である。

【0083】

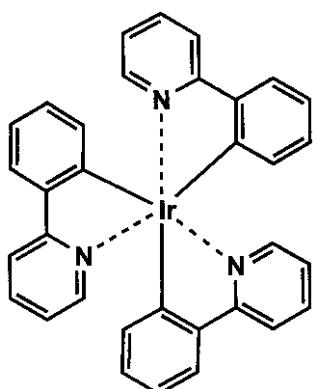
以下に、本発明で用いられる燐光性化合物の具体例を示すが、これらに限定されるものではない。これらの化合物は、例えば、Inorg. Chem. 40巻、1704～1711に記載の方法等により合成できる。

【0084】

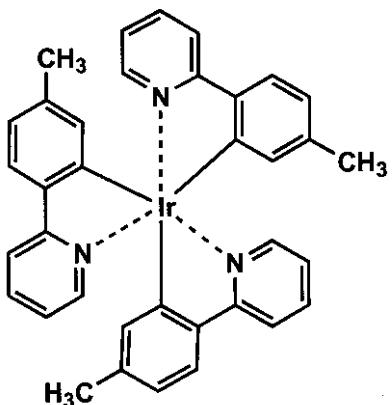
【化8】

10

Ir-1

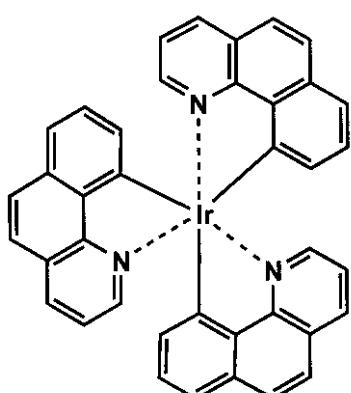


Ir-2

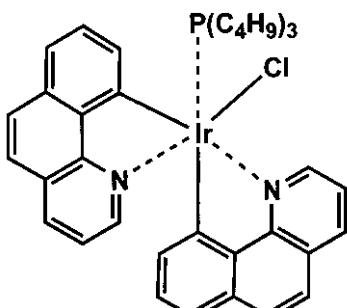


10

Ir-3

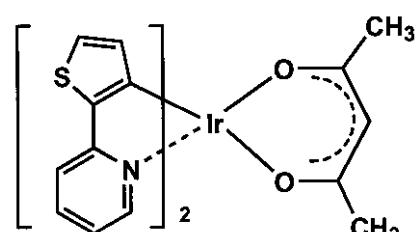


Ir-4

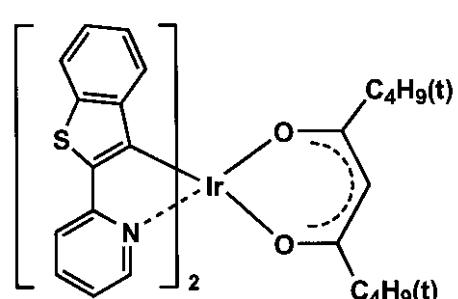


20

Ir-5



Ir-6



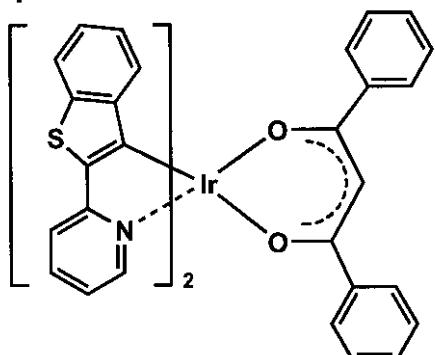
30

【 0 0 8 5 】

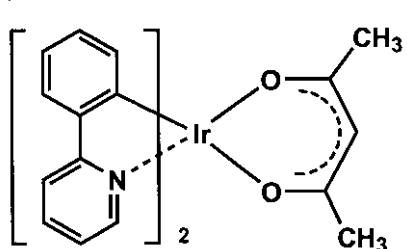
【 化 9 】

40

Ir-7

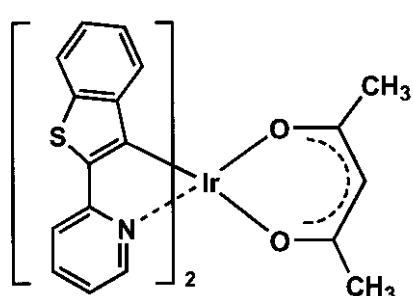


Ir-8

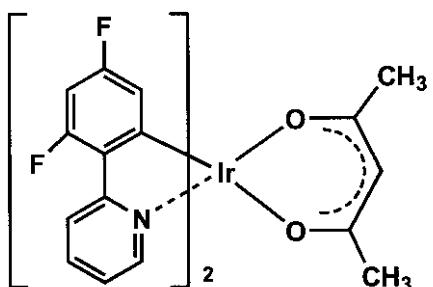


10

Ir-9

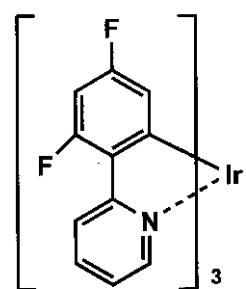


Ir-10

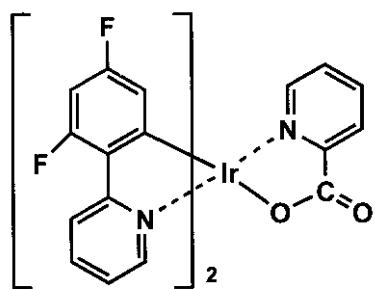


20

Ir-11

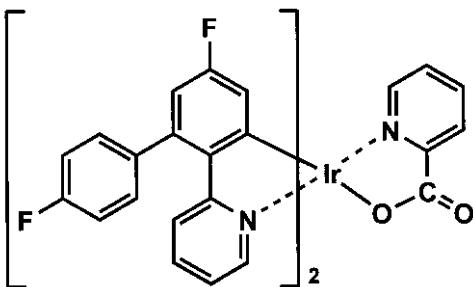


Ir-12



30

Ir-13

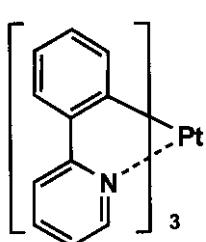


40

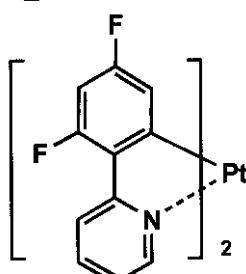
【 0 0 8 6 】

【 化 1 0 】

Pt-1

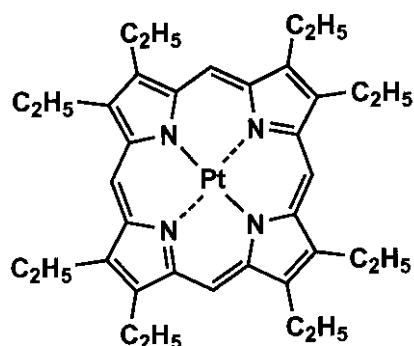


Pt-2



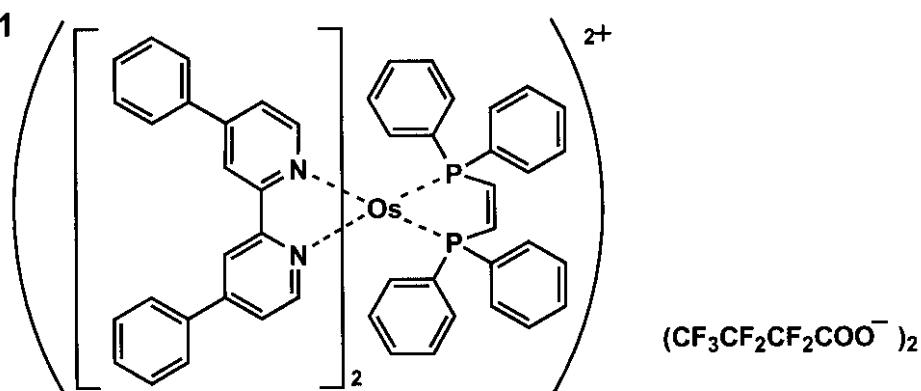
10

Pt-3



20

A-1



30

## 【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。また、ホスト化合物及び燐光ドーパントを複数種用いてよい。ホスト化合物を複数種もちいることで、電荷の移動を調整することができる。また、燐光ドーパント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。燐光ドーパントの種類、ドープ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。

40

## 【0088】

また、別の形態では、ホスト化合物と燐光性化合物の他に、燐光性化合物からの発光の極大波長よりも長波長領域に、蛍光極大波長を有する蛍光性化合物を少なくとも1種含有する場合もある。この場合、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性化合物からの発光が得られる。蛍光性化合物として好ましいのは、溶液状態で蛍光量子収率が高いものである。ここで、蛍光量子収率は10%以上、特に30%以上が好ましい。具体的な蛍光性化合物は、クマリン系色

50

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。

【0089】

本明細書の発光する色は、「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(ミノルタ製)で測定した結果をCIE色度座標に当てはめたときの色で決定される。

【0090】

この発光層は、熒光ドーパントとホスト化合物を、例えば真空蒸着法、スピンドロート法、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。発光層の膜厚については特に制限はないが、通常は5nm~5μm程度、好ましくは5~200nmである。

【0091】

《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。

【0092】

正孔輸送材料としては、特に制限はなく、従来、光導伝材料において、正孔の電荷注入輸送材料として慣用されているものやEL素子の正孔注入層、正孔輸送層に使用される公知のものの中から任意のものを選択して用いることができる。

【0093】

正孔輸送材料は、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ゾロン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、アリールアミン誘導体、アミノ置換カルコン誘導体、オキサゾール誘導体、スチリルアントラセン誘導体、フルオレノン誘導体、ヒドラゾン誘導体、スチルベン誘導体、シラザン誘導体、アニリン系共重合体、また、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。

【0094】

正孔輸送材料としては、上記のものを使用することができるが、ポルフィリン化合物、芳香族第三級アミン化合物及びスチリルアミン化合物、特に芳香族第三級アミン化合物を用いることが好ましい。

【0095】

芳香族第三級アミン化合物及びスチリルアミン化合物の代表例としては、N,N,N,N-テトラフェニル-4,4'-ジアミノフェニル; N,N,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,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

10

20

30

40

50

芳香族環を分子内に有するもの、例えば4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル(NPD)、特開平4-308688号に記載されているトリフェニルアミンユニットが3つスターバースト型に連結された4,4',4''-トリス[N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ]トリフェニルアミン(MTDATA)等が挙げられる。

【0096】

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。

【0097】

また、本発明においては発光層に隣接する正孔輸送層の正孔輸送材料の励起3重項エネルギーが燐光ドーパントの励起3重項エネルギーよりも大きいことが好ましい。更に発光層に隣接する正孔輸送層の正孔輸送材料の燐光スペクトルにおける0-0バンドの波長が450nm以下であることが好ましい。すなわち、正孔輸送材料は、正孔輸送能を有しつつかつ、燐光ドーパントからの発光の失活を防ぎ、なおかつ高Tgである化合物が好ましい。

【0098】

正孔輸送層は、上記正孔輸送材料を、例えば真空蒸着法、スピンドルコート法、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。正孔輸送層の膜厚については特に制限はないが、通常は5nm~5μm程度、好ましくは5~200nm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。

【0099】

《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。

【0100】

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、下記の材料が知られている。

【0101】

さらに、電子輸送層は、陰極より注入された電子を発光層に伝達する機能を有していればよく、その材料としては従来公知の化合物の中から任意のものを選択して用いることができる。

【0102】

この電子輸送層に用いられる材料(以下、電子輸送材料という)の例としては、ニトロ置換フルオレン誘導体、ジフェニルキノン誘導体、チオピランジオキシド誘導体、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。

【0103】

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。

【0104】

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-ジブロモ-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

10

20

30

40

50

(8-キノリノール)亜鉛(Znq)等、及びこれらの金属錯体の中心金属がIn、Mg、Cu、Ca、Sn、GaまたはPbに置き替わった金属錯体も、電子輸送材料として用いることができる。その他、メタルフリー若しくはメタルフタロシアニン、またはそれらの末端がアルキル基やスルホン酸基等で置換されているものも、電子輸送材料として好ましく用いることができる。また、発光層の材料として例示したジスチ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。

#### 【0105】

また、本発明においては発光層に隣接する電子輸送層の電子輸送材料の励起3重項エネルギーが燐光ドーパントの励起3重項エネルギーよりも大きいことが好ましい。更に発光層に隣接する電子輸送層の電子輸送材料の燐光スペクトルにおける0-0バンドの波長が450nm以下であることが好ましい。

10

#### 【0106】

電子輸送層は、上記電子輸送材料を、例えば真空蒸着法、スピンドル法、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5nm~5μm程度、好ましくは5~200nm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。

#### 【0107】

《基体(基板、基材、支持体等ともいう)》

20

本発明の有機EL素子に係る基体としては、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。

#### 【0108】

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、ポリカーボネート(PEC)、セルローストリニアセテート(TAC)、セルロースアセテートブロピオネート(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、無機物または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。

30

#### 【0109】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の発光の室温における外部取り出し効率は1%以上が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。

#### 【0110】

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。

40

#### 【0111】

《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。

#### 【0112】

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。

50

## 【0113】

この有機化合物薄膜の薄膜化の方法としては、前記の如くスピンコート法、キャスト法、インクジェット法、蒸着法、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、インクジェット法を含む印刷法が特に好ましい。さらに層ごと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 °C、真空度  $10^{-6}$  ~  $10^{-2}$  Pa、蒸着速度 0.01 ~ 50 nm / 秒、基板温度 -50 ~ 300 °C、膜厚 0.1 nm ~ 5 μm、好ましくは 5 ~ 200 nm の範囲で適宜選ぶことが望ましい。

## 【0114】

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、1 μm 以下好ましくは 50 ~ 200 nm の範囲の膜厚になるように、例えば蒸着やスパッタリング等の方法により形成させ、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かまわない。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。

## 【0115】

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。

## 【0116】

発光層のみパターニングを行う場合、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ニングが好ましい。

## 【0117】

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 ~ 40 V 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。

## 【0118】

本発明の多色の表示装置は、表示デバイス、ディスプレー、各種発光光源として用いることができる。表示デバイス、ディスプレーにおいて、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。

## 【0119】

表示デバイス、ディスプレーとしてはテレビ、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の駆動方式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。

## 【0120】

発光光源としては家庭用照明、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。

## 【0121】

また、本発明に係る有機 EL 素子に共振器構造を持たせた有機 EL 素子として用いてよい。

## 【0122】

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

10

20

30

40

50

に限定されない。また、レーザー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の駆動方式は単純マトリクス（パッシブマトリクス）方式でもアクティブマトリクス方式でもどちらでもよい。または、異なる発光色を有する本発明の有機EL素子を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以下に説明する。

【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と電気的に接続され、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。

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等とを有する。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。

【0129】

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）。

【0130】

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。

【0131】

次に、画素の発光プロセスを説明する。

図3は、画素の模式図である。

【0132】

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。

【0133】

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

10

20

30

40

50

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。

【 0 1 3 4 】

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。

【 0 1 3 5 】

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。

10

【 0 1 3 6 】

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

20

【 0 1 3 7 】

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。

【 0 1 3 8 】

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。

【 0 1 3 9 】

30

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

【 0 1 4 0 】

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。

【 0 1 4 1 】

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。

40

【 0 1 4 2 】

【 実施例 】

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

【 0 1 4 3 】

実施例 1

有機 EL 素子を以下のように作製した。陽極として  $100\text{ mm} \times 100\text{ mm} \times 1.1\text{ mm}$  のガラス基板上に ITO (インジウムチンオキシド) を  $100\text{ nm}$  製膜した基板 (NHT クノグラス社製 NA45) 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

50

洗浄を5分間行なった。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Ir(ppy)<sub>3</sub>を100mg入れ、更に別のモリブデン製抵抗加熱ポートにAlq<sub>3</sub>を200mg入れ、真空蒸着装置に取付けた。

【0144】

次いで、真空槽を $4 \times 10^{-4}$ 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/secで透明支持基板に蒸着し、膜厚25nmの正孔輸送層を設けた。更に、CBPと燐光性化合物Ir(ppy)<sub>3</sub>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/sec、0.012nm/secで前記正孔輸送層上に共蒸着して膜厚35nmの発光層を設けた。なお、蒸着時の基板温度は室温であった。更に、BCPの入った前記加熱ポートに通電して加熱し、蒸着速度0.1nm/secで前記発光層の上に蒸着して膜厚10nmの正孔阻止の役割も兼ねた電子輸送層を設けた。その上に、更に、Alq<sub>3</sub>の入った前記加熱ポートに通電して加熱し、蒸着速度0.1nm/secで前記電子輸送層の上に蒸着して更に膜厚40nmの電子注入層を設けた。なお、蒸着時の基板温度は室温であった。

10

【0145】

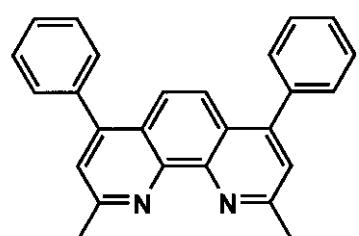
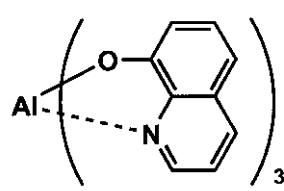
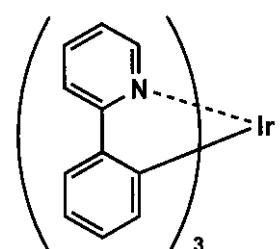
引き続きフッ化リチウム0.5nm及びアルミニウム110nmを蒸着して陰極を形成し、有機EL素子OLED1-1を作製した。図5はその断面図である。表1に示すその他の有機EL素子も、発光層のCBPを表1に示す化合物に置き換えた以外は全く同じ方法で作製した。上記で使用した化合物の構造を以下に示す。

20

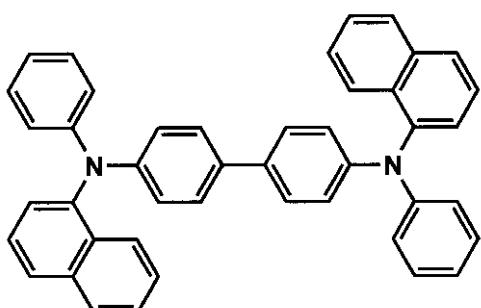
【0146】

【化11】

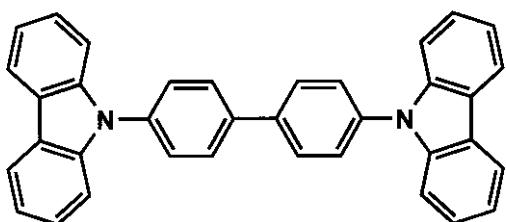
BCP

Alq<sub>3</sub>Ir(ppy)<sub>3</sub>

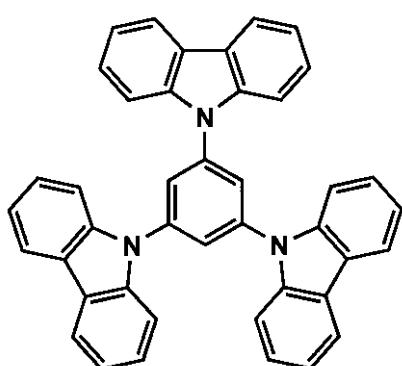
α-NPD



CBP

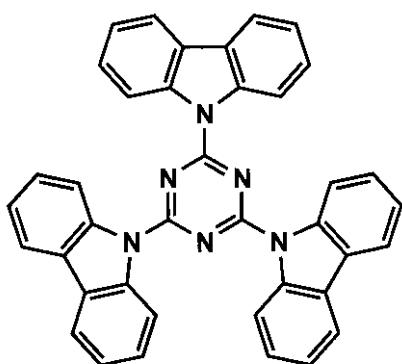


10



比較化合物1  
(公開特許2002-100476にて開示の化合物)

20



30

比較化合物2  
(公開特許2002-100476にて開示の化合物)

40

## 【0147】

## 有機EL素子の評価

以下のようにして作製した有機EL素子の評価を行い、その結果を表1に示す。

## 【0148】

(発光輝度、発光効率)

50

有機 E L 素子 O L E D 1 - 1 は、初期駆動電圧 3 V で電流が流れ始め、発光層のドーパントである燐光性化合物からの緑色の発光を示した。作製した有機 E L 素子について、23  
、乾燥窒素ガス雰囲気下で 10 V 直流電圧を印加した時の発光輝度 ( c d / m<sup>2</sup> ) 、発  
光効率 ( 1 m / W ) を測定した。発光輝度、発光効率は有機 E L 素子 O L E D 1 - 1 を 1  
00 とした時の相対値で表した。発光輝度については、CS - 1000 ( ミノルタ製 ) を  
用いて測定した。

## 【 0 1 4 9 】

## (耐久性)

2.5 m A / c m<sup>2</sup> の一定電流で駆動したときに初期輝度が元の半分に低下するのに要し  
た時間である半減寿命時間を指標として表した。半減寿命時間は有機 E L 素子 O L E D 1  
- 1 を 100 とした時の相対値で表した。

## 【 0 1 5 0 】

## 【表 1】

有機 E L 素子	ホスト化合物	発光輝度	発光効率	耐久性	備考
OLED1-1	CBP	100	100	100	比較(基準)
OLED1-2	3	138	141	168	参考例
OLED1-3	7	168	171	215	本発明
OLED1-4	8	162	158	166	参考例
OLED1-5	9	159	154	192	参考例
OLED1-6	11	152	155	167	参考例
OLED1-7	20	148	145	166	参考例
OLED1-8	24	164	164	175	参考例
OLED1-9	27	150	153	165	参考例
OLED1-10	31	162	160	180	参考例
OLED1-11	39	168	166	177	参考例
OLED1-12	46	156	154	182	参考例
OLED1-13	50	166	162	172	参考例
OLED1-14	56	151	150	158	参考例
OLED1-15	58	158	155	57	参考例
OLED1-16	59	147	143	204	本発明
OLED1-17	61	155	160	170	参考例
OLED1-18	62	144	139	163	参考例
OLED1-19	63	167	170	159	参考例
OLED1-20	比較化合物 1	128	124	88	比較
OLED1-21	比較化合物 2	132	132	108	比較

10

20

30

## 【 0 1 5 1 】

## 実施例 2

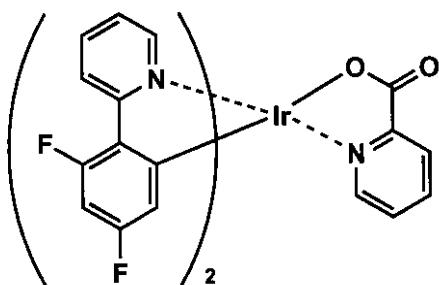
実施例 1 の有機 E L 素子 O L E D 1 - 1 の燐光性化合物を F I r ( p i c ) に置き換えた  
以外は全く同じ方法で有機 E L 素子 O L E D 2 - 1 を作製した。青色の発光を示すこの素  
子について、実施例 1 と同様の方法で発光輝度、発光効率を測定した。得られた結果を有  
機 E L 素子番号及び発光層に使用した化合物とともに表 2 に示す。

40

## 【 0 1 5 2 】

## 【化 1 2 】

## Flr(pic)



10

【0153】

【表2】

有機EL素子	ホスト化合物	発光輝度	発光効率	備考
OLED2-1	CBP	100	100	比較(基準)
OLED2-2	3	144	147	参考例
OLED2-3	7	189	192	本発明
OLED2-4	8	170	173	参考例
OLED2-5	9	185	188	参考例
OLED2-6	11	160	162	参考例
OLED2-7	24	162	160	参考例
OLED2-8	27	160	158	参考例
OLED2-9	31	190	189	参考例
OLED2-10	39	180	179	参考例
OLED2-11	比較化合物1	130	137	比較

20

【0154】

実施例3

30

実施例1の有機EL素子の電子輸送層に用いた化合物を、BCPから本発明に係る化合物及び比較化合物に置き換えた以外は全く同じ方法で有機EL素子を作製した。この有機EL素子について、実施例1と同様の方法で発光輝度、発光効率及び耐久性を測定した。得られた結果を有機EL素子番号及び電子輸送層に使用した化合物とともに表3に示す。

【0155】

【表3】

有機EL素子	電子輸送層	発光輝度	発光効率	耐久性	備考
OLED3-1	BCP	100	100	100	比較(基準)
OLED3-2	3	121	124	155	参考例
OLED3-3	7	142	139	188	本発明
OLED3-4	8	135	138	220	参考例
OLED3-5	9	144	146	242	参考例
OLED3-6	11	132	130	183	参考例
OLED3-7	24	126	124	174	参考例
OLED3-8	27	124	122	196	参考例
OLED3-9	31	148	144	195	参考例
OLED3-10	39	140	139	217	参考例
OLED3-11	比較化合物1	112	109	92	比較

40

50

## 【0156】

## 実施例4

前記実施例で作製した緑色及び青色発光有機EL素子、及び緑色発光有機EL素子の燐光性化合物をBtp2Ir(acac)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。

10

## 【0157】

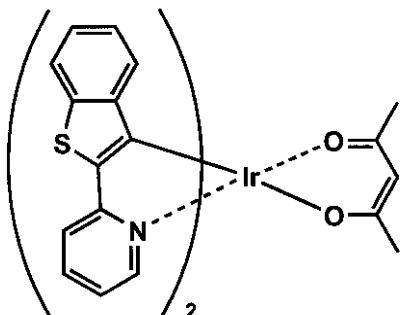
フルカラー表示装置を駆動することにより、輝度の高く耐久性の良好な、鮮明なフルカラー動画表示が得られた。

## 【0158】

## 【化13】

20

## Btp2Ir(acac)



30

## 【0159】

## 【発明の効果】

本発明により、高い発光輝度を示し、量子効率に優れ、かつ、半減寿命の長い有機EL素子及び表示装置を提供することができる。特に、青色発光において、発光輝度、発光効率及び耐久性の両立を達成した有機EL素子、及びそれを用いた発光輝度の高い、耐久性の良好な表示装置を提供することができる。

## 【図面の簡単な説明】

40

【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】表示部の模式図である。

【図3】画素の模式図である。

【図4】パッシブマトリクス方式フルカラー表示装置の模式図である。

【図5】有機EL素子1-1の断面図である。

## 【符号の説明】

1 ディスプレイ

3 画素

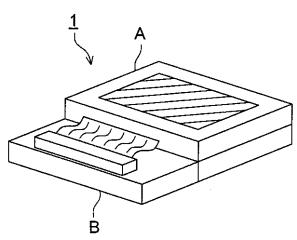
5 走査線

6 データ線

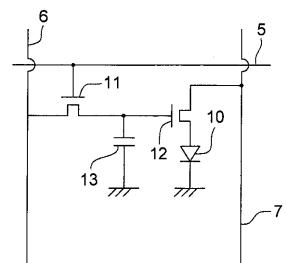
50

- 7 電源ライン  
 1 0 有機 E L 素子  
 1 1 スイッチングトランジスタ  
 1 2 駆動トランジスタ  
 1 3 コンデンサ  
 A 表示部  
 B 制御部

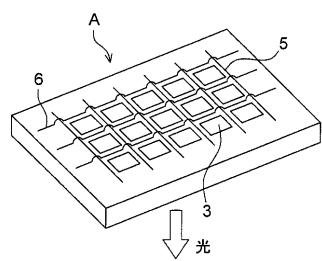
【図 1】



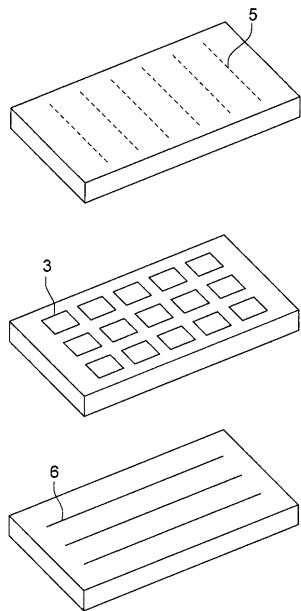
【図 3】



【図 2】



【図4】



【図5】

陰極 : Ag-Mg(200nm)
電子注入層 : Alq3(50nm)
電子輸送層 : BC(10nm)
発光層 : CBP+比較化合物1(30nm)
正孔注入／輸送層 : $\alpha$ -NPD(50nm)
陽極 : ITO(150nm)
透明支持基板(ガラス)

---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-021572(JP, A)  
特開2003-077674(JP, A)  
特開2003-335754(JP, A)  
特開2003-335753(JP, A)  
特開2003-317966(JP, A)  
国際公開第03/080760(WO, A1)  
特開2004-107263(JP, A)  
特開2004-091444(JP, A)  
特開2002-008860(JP, A)  
特開2001-313179(JP, A)  
国際公開第03/078541(WO, A1)  
特表2005-521210(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 51/50  
C09K 11/06  
CA/REGISTRY(STN)

专利名称(译)	有机电致发光器件和显示器件		
公开(公告)号	<a href="#">JP4427947B2</a>	公开(公告)日	2010-03-10
申请号	JP2002333320	申请日	2002-11-18
[标]申请(专利权)人(译)	柯尼卡株式会社		
申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达控股公司		
当前申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达控股公司		
[标]发明人	福田光弘 山田岳俊 北弘志		
发明人	福田 光弘 山田 岳俊 北 弘志		
IPC分类号	H01L51/50 C09K11/06 H05B33/14		
FI分类号	H05B33/14.B C09K11/06.640 C09K11/06.645 C09K11/06.650 C09K11/06.655		
F-TERM分类号	3K007/AB02 3K007/AB03 3K007/AB04 3K007/AB11 3K007/DB03 3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/BB02 3K107/BB03 3K107/BB04 3K107/BB05 3K107/BB06 3K107/CC02 3K107/CC04 3K107/CC21 3K107/DD53 3K107/DD59 3K107/DD67 3K107/DD68 3K107/DD69		
其他公开文献	JP2004171808A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

## 摘要(译)

种类：A1一种有机电致发光元件和显示装置，其具有高发光亮度，优异的量子效率和长的半衰期，特别是有机电致发光装置，其实现发光亮度和发光效率的提高以及蓝光发光的耐久性EL器件和使用其的显示器件，具有高发光亮度和良好的耐久性。解决方案：在具有至少一个发光层的有机电致发光器件中，从包含磷光的发光层发射的光，构成有机电致发光元件的层之一由下列通式1表示：一种有机电致发光器件，其特征在于含有待转化的咔唑衍生物化合物。嵌入图片

## 一般式1

