

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-98419

(P2013-98419A)

(43) 公開日 平成25年5月20日(2013.5.20)

(51) Int.Cl.	F 1		テーマコード (参考)
<b>H01L 51/50</b> (2006.01)	H05B 33/14	B	3K107
<b>C09K 11/06</b> (2006.01)	C09K 11/06	660	4C063
<b>C07F 9/50</b> (2006.01)	C07F 9/50		4H048
<b>C07F 1/08</b> (2006.01)	C07F 1/08	Z	4H050
<b>C07D 401/04</b> (2006.01)	C07D 401/04		

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2011-241271 (P2011-241271)  
 (22) 出願日 平成23年11月2日 (2011.11.2)

(71) 出願人 504145342  
 国立大学法人九州大学  
 福岡県福岡市東区箱崎六丁目10番1号  
 (74) 代理人 110000109  
 特許業務法人特許事務所サイクス  
 (72) 発明者 和田 淳  
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社  
 東芝内  
 (72) 発明者 チャン チシェン  
 福岡県福岡市東区箱崎六丁目10番1号  
 国立大学法人九州大学内  
 (72) 発明者 安田 琢磨  
 福岡県福岡市東区箱崎六丁目10番1号  
 国立大学法人九州大学内

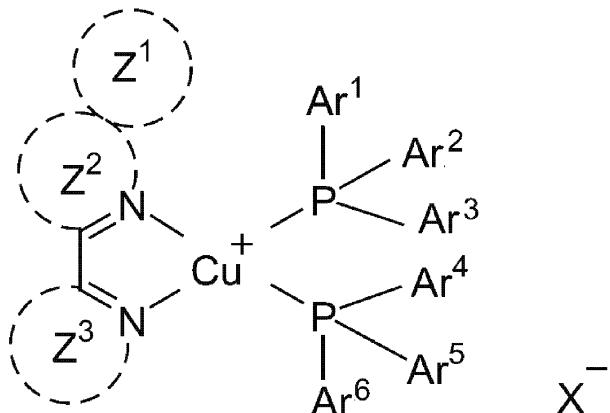
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】有機エレクトロルミネッセンス素子、並びにそれに用いる銅錯体および発光材料

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】安価で容易に合成することができる材料を用いて、発光効率が高い有機エレクトロルミネッセンス素子を提供する。

【解決手段】下記の一般式で表される銅錯体を発光層に用いた有機エレクトロルミネッセンス素子。



【選択図】なし

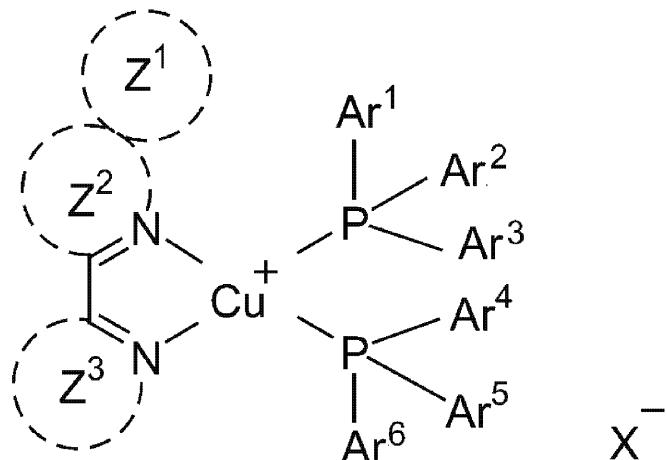
## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

陽極、陰極、および前記陽極と前記陰極の間に発光層を含む少なくとも1層の有機層を有する有機エレクトロルミネッセンス素子であって、前記発光層に下記一般式(1)で表される銅錯体を含むことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【化1】

一般式(1)



[一般式(1)において、Z<sup>1</sup>、Z<sup>2</sup>およびZ<sup>3</sup>は各々独立に環構造を表し、Z<sup>3</sup>の環骨格構成原子の少なくとも3つは窒素原子である。Z<sup>1</sup>、Z<sup>2</sup>、Z<sup>3</sup>およびこれらの環に融合した環の環骨格を構成する炭素原子とそれに結合した水素原子からなるC-H結合の総数は7以下である。Ar<sup>1</sup>、Ar<sup>2</sup>、Ar<sup>5</sup>およびAr<sup>6</sup>は、各々独立に置換もしくは無置換のアリール基を表す。Ar<sup>3</sup>およびAr<sup>4</sup>は各々独立に置換もしくは無置換のアリール基を表すか、一緒になって連結基を表す。X<sup>-</sup>は対イオンを表す。]

10

20

30

## 【請求項 2】

前記一般式(1)において、Z<sup>1</sup>の環骨格は炭素原子のみにより構成されているか、炭素原子および窒素原子により構成されており、Z<sup>2</sup>の環骨格は炭素原子および窒素原子により構成されており、Z<sup>3</sup>の環骨格は炭素原子および窒素原子により構成されていることを特徴とする請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

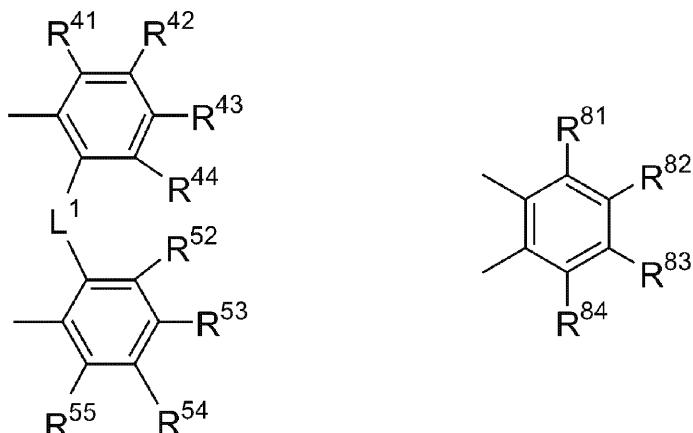
## 【請求項 3】

前記一般式(1)におけるZ<sup>2</sup>およびZ<sup>3</sup>がヘテロ芳香環であることを特徴とする請求項1または2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【請求項 4】

一般式(1)におけるAr<sup>3</sup>およびAr<sup>4</sup>が一緒になって以下のいずれかの構造を有する連結基を表すことを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化2】



10



20

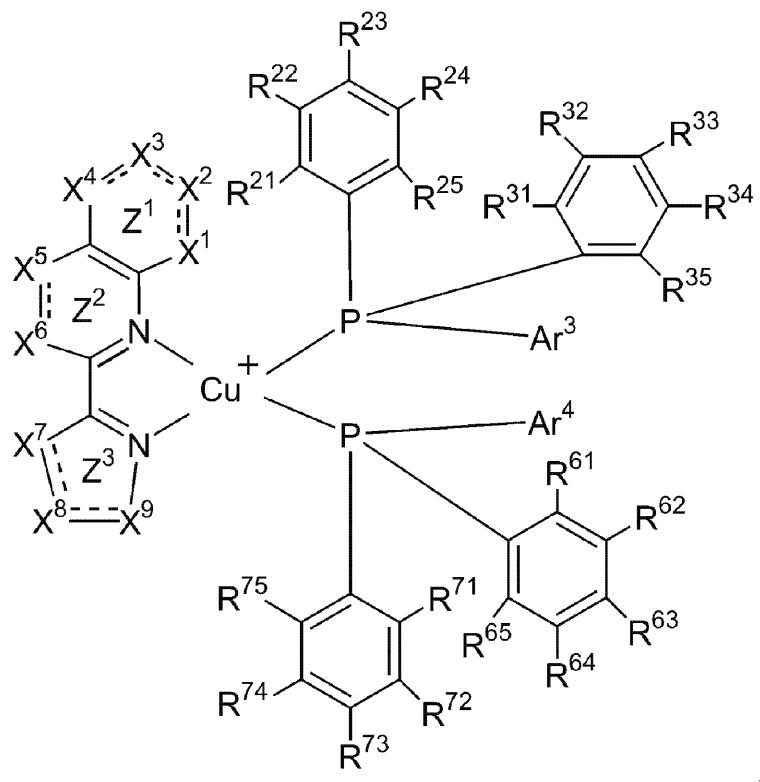
[上式において、R<sup>41</sup>～R<sup>44</sup>、R<sup>52</sup>～R<sup>55</sup>、R<sup>81</sup>～R<sup>84</sup>およびR<sup>91</sup>～R<sup>96</sup>は各々独立に水素原子または置換基を表し、同一の環骨格に結合する隣り合う置換基は互いに結合して連結基を形成してもよい。また、R<sup>44</sup>とR<sup>52</sup>は一緒になって単結合または連結基を形成してもよい。L<sup>1</sup>は単結合または連結基を表す。]

【請求項5】

前記銅錯体が下記一般式(2)で表される構造を有することを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化3】

一般式(2)



30

40

50

[一般式(2)において、 $X^1 \sim X^9$ は各々独立に $-N=$ 、 $-N(R^1)-$ 、 $-C(R^2)=$ または $-C(R^3)(R^4)-$ を表す。ただし、 $X^1$ と $X^2$ の結合、 $X^2$ と $X^3$ の結合、 $X^3$ と $X^4$ の結合のうち、隣り合う2つの結合がともに二重結合となることはない。 $X^7$ と $X^8$ の結合と $X^8$ と $X^9$ の結合は、ともに二重結合になることはない。 $Z^1$ 、 $Z^2$ 、 $Z^3$ およびこれらの環に融合した環の環骨格を構成する炭素原子とそれに結合した水素原子からなるC-H結合の総数は7以下である。 $R^1 \sim R^4$ 、 $R^{21} \sim R^{25}$ 、 $R^{31} \sim R^{35}$ 、 $R^{61} \sim R^{65}$ および $R^{71} \sim R^{75}$ は各々独立に水素原子または置換基を表し、同一の環骨格に結合する隣り合う置換基は互いに結合して連結基を形成してもよい。 $A^r^3$ および $A^r^4$ は各々独立に置換もしくは無置換のアリール基を表すか、一緒になって連結基を表す。 $X^-$ は対イオンを表す。]

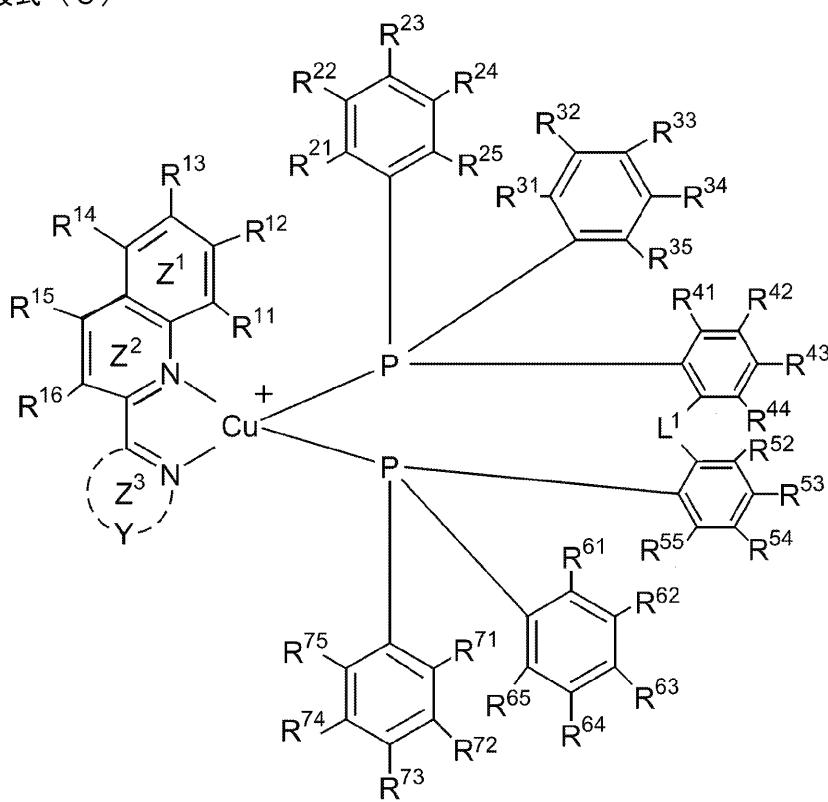
10

## 【請求項6】

前記銅錯体が下記一般式(3)で表される構造を有することを特徴とする請求項1~4のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【化4】

## 一般式(3)



20

30

40

[一般式(3)において、Yは $-N=C(R^{81})-N(R^{82})-$ 、 $-N=N-C(R^{83})(R^{84})-$ 、 $-N=N-N(R^{85})-$ 、 $-N(R^{86})-C(R^{87})=N-$ 、 $-N(R^{88})-N=C(R^{89})-$ 、 $-N(R^{90})-N=N-$ 、 $-C(R^{91})(R^{92})-N=N-$ または $-C(R^{93})=N-N(R^{94})$ を表す。 $Z^1$ 、 $Z^2$ 、 $Z^3$ およびこれらの環に融合した環の環骨格を構成する炭素原子とそれに結合した水素原子からなるC-H結合の総数は7以下である。 $R^{11} \sim R^{16}$ 、 $R^{21} \sim R^{25}$ 、 $R^{31} \sim R^{35}$ 、 $R^{41} \sim R^{44}$ 、 $R^{52} \sim R^{55}$ 、 $R^{61} \sim R^{65}$ 、 $R^{71} \sim R^{75}$ および $R^{81} \sim R^{94}$ は各々独立に水素原子または置換基を表し、同一の環骨格に結合する隣り合う置換基は互いに結合して連結基を形成してもよい。 $R^{44}$ と $R^{52}$ は一緒になって単結合または連結基を形成していてもよい。 $L^1$ は単結合または連結基を表す。 $X^-$ は対イオンを表す。]

## 【請求項7】

前記一般式(3)におけるYが $-N=N-N(R^{85})-$ または $-N(R^{90})-N=N-$ であることを特徴とする請求項6に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【請求項8】

50

前記一般式(3)におけるL<sup>1</sup>が単結合または-O-であることを特徴とする請求項6または7に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項9】

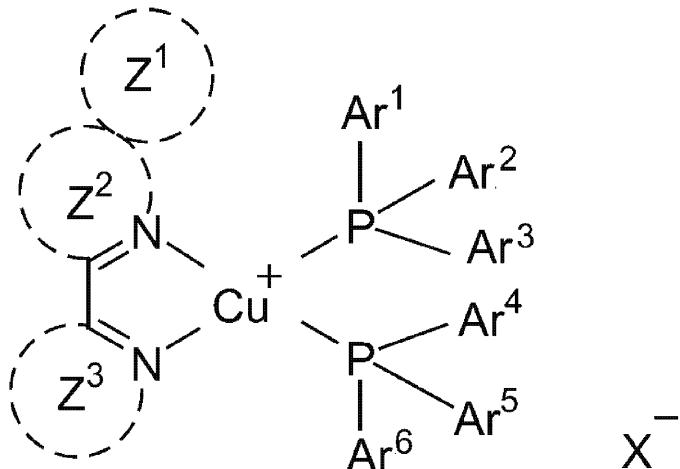
前記発光層がホスト材料と前記一般式(1)で表される銅錯体を含むゲスト材料を含有することを特徴とする請求項1~8のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項10】

下記一般式(1)で表される銅錯体。

【化5】

一般式(1)



10

20

30

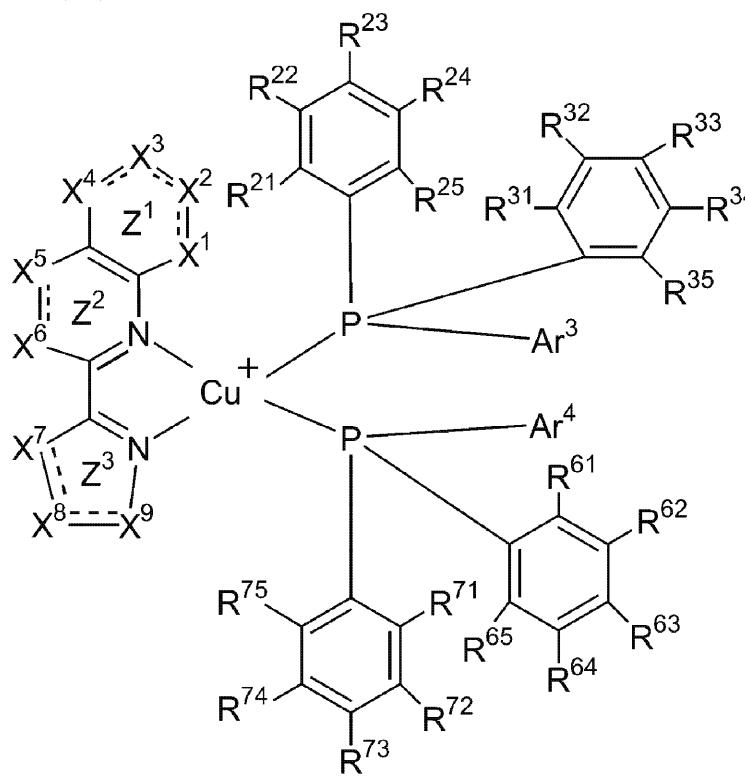
[一般式(1)において、Z<sup>1</sup>、Z<sup>2</sup>およびZ<sup>3</sup>は各々独立に環構造を表し、Z<sup>3</sup>の環骨格構成原子の少なくとも3つは窒素原子である。Z<sup>1</sup>、Z<sup>2</sup>、Z<sup>3</sup>およびこれらの環に融合した環の環骨格を構成する炭素原子とそれに結合した水素原子からなるC-H結合の総数は7以下である。Ar<sup>1</sup>、Ar<sup>2</sup>、Ar<sup>5</sup>およびAr<sup>6</sup>は、各々独立に置換もしくは無置換のアリール基を表す。Ar<sup>3</sup>およびAr<sup>4</sup>は各々独立に置換もしくは無置換のアリール基を表すか、一緒にになって連結基を表す。X<sup>-</sup>は対イオンを表す。]

【請求項11】

下記一般式(2)で表される銅錯体。

【化6】

一般式(2)



10

20

30

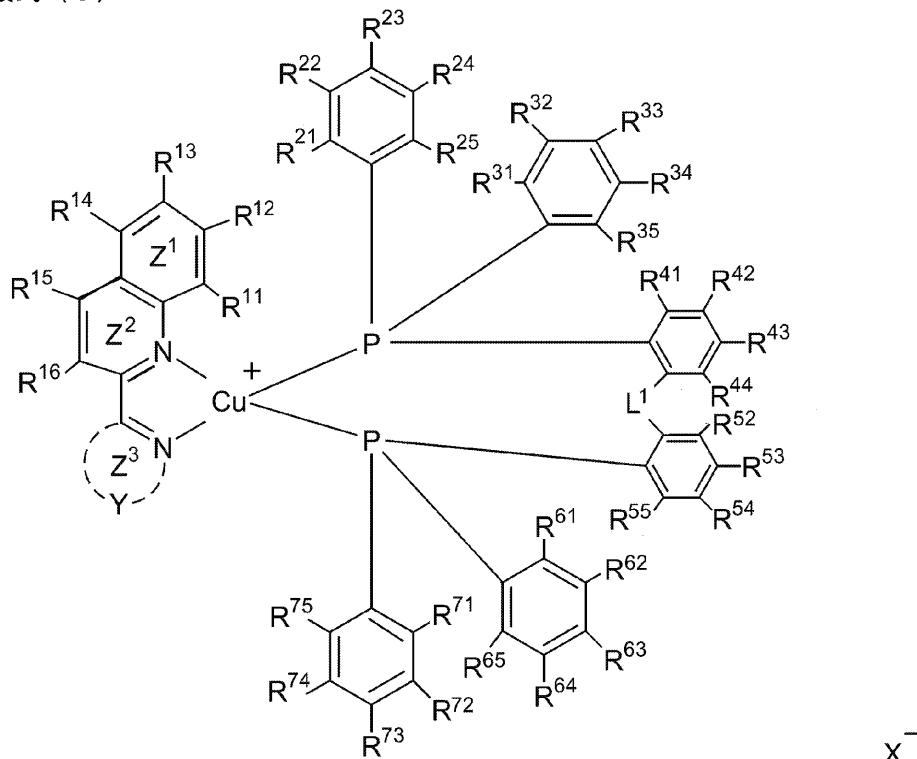
[一般式(2)において、 $X^1 \sim X^9$ は各々独立に $-N=$ 、 $-N(R^1)-$ 、 $-C(R^2)=$ または $-C(R^3)(R^4)-$ を表す。ただし、 $X^1$ と $X^2$ の結合、 $X^2$ と $X^3$ の結合、 $X^3$ と $X^4$ の結合のうち、隣り合う2つの結合がともに二重結合となることはない。 $X^7$ と $X^8$ の結合と $X^8$ と $X^9$ の結合は、ともに二重結合になることはない。 $Z^1$ 、 $Z^2$ 、 $Z^3$ およびこれらの環に融合した環の環骨格を構成する炭素原子とそれに結合した水素原子からなるC-H結合の総数は7以下である。 $R^1 \sim R^4$ 、 $R^{21} \sim R^{25}$ 、 $R^{31} \sim R^{35}$ 、 $R^{61} \sim R^{65}$ および $R^{71} \sim R^{75}$ は各々独立に水素原子または置換基を表し、同一の環骨格に結合する隣り合う置換基は互いに結合して連結基を形成してもよい。 $Ar^3$ および $Ar^4$ は各々独立に置換もしくは無置換のアリール基を表すか、一緒になって連結基を表す。 $X^-$ は対イオンを表す。]

## 【請求項12】

下記一般式(3)で表される銅錯体。

## 【化7】

一般式(3)



[一般式(3)において、Yは $-N=C(R^{81})-N(R^{82})-$ 、 $-N=N-C(R^{83})(R^{84})-$ 、 $-N=N-N(R^{85})-$ 、 $-N(R^{86})-C(R^{87})=N-$ 、 $-N(R^{88})-N=C(R^{89})-$ 、 $-N(R^{90})-N=N-$ 、 $-C(R^{91})(R^{92})-N=N-$ または $-C(R^{93})=N-N(R^{94})$ を表す。Z<sup>1</sup>、Z<sup>2</sup>、Z<sup>3</sup>およびこれらの環に融合した環の環骨格を構成する炭素原子とそれに結合した水素原子からなるC-H結合の総数は7以下である。R<sup>11</sup>～R<sup>16</sup>、R<sup>21</sup>～R<sup>25</sup>、R<sup>31</sup>～R<sup>35</sup>、R<sup>41</sup>～R<sup>44</sup>、R<sup>52</sup>～R<sup>55</sup>、R<sup>61</sup>～R<sup>65</sup>、R<sup>71</sup>～R<sup>75</sup>およびR<sup>81</sup>～R<sup>94</sup>は各々独立に水素原子または置換基を表し、同一の環骨格に結合する隣り合う置換基は互いに結合して連結基を形成してもよい。R<sup>44</sup>とR<sup>52</sup>は一緒になって単結合または連結基を形成していてもよい。L<sup>1</sup>は単結合または連結基を表す。X-は対イオンを表す。]

## 【請求項13】

請求項10～12のいずれか1項に記載の銅錯体を含有する発光材料。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、発光効率が高い有機エレクトロルミネッセンス素子（有機EL素子）と、それに用いる銅錯体を含む発光材料に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

有機エレクトロルミネッセンス素子の発光効率を高める研究が盛んに行われている。特に、内部量子効率が高い燐光を用いた有機エレクトロルミネッセンス素子の発光層に用いる材料を工夫することにより、発光効率を高める研究が種々なされてきている。最近では、イリジウム錯体や白金錯体などを発光材料（ゲスト）としてホスト材料中にドープしたものが発光層の主流となっている。しかしながら、イリジウムや白金は希少金属であることから、これらの錯体を用いる限り製造コストを低くすることができない。このため、イリジウムや白金にかわる金属を用いた錯体が種々検討されている。その中には、安価な銅を用いた錯体を発光材料として用いることを提案したものもある（特許文献1～3、非特許文献1～4参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】中国特許公開第100999528号公報

【特許文献2】特開2008-303152号公報

【特許文献3】特開2008-179697号公報

【非特許文献】

【0004】

【非特許文献1】Dalton Trans., 2011, 40, 686-693

【非特許文献2】Q. Zhang, Adv. Funct. Mater. 2007, 17, 2983-2990

10

【非特許文献3】C. Hsu, J. Am. Chem. Soc. 2011, 133, 12085-12099

【非特許文献4】Q. Zhang, Adv. Mater. 2004, 16, No.5, 432-436

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、これまでに提案されている銅錯体は、合成が容易ではないという問題や、有機エレクトロルミネッセンス素子に使用したときの発光効率がさほど高くないという問題を有している。特に、銅錯体を発光材料として用いた有機エレクトロルミネッセンス素子は、外部量子効率が5%を超えるものは極めて僅かしかない。

そこで、本発明者らはこれらの従来技術の課題を考慮して、安価で容易に合成することができる材料を用いて、発光効率が高い有機エレクトロルミネッセンス素子を提供することを目的として鋭意検討を進めた。

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記の目的を達成するために鋭意検討を進めた結果、本発明者らは、特定の構造を有する銅錯体を発光材料として発光層に用いれば、高い発光効率を示す有機エレクトロルミネッセンス素子を製造できることを見出した。本発明者らは、この知見に基づいて、上記の課題を解決する手段として、以下の本発明を提供するに至った。

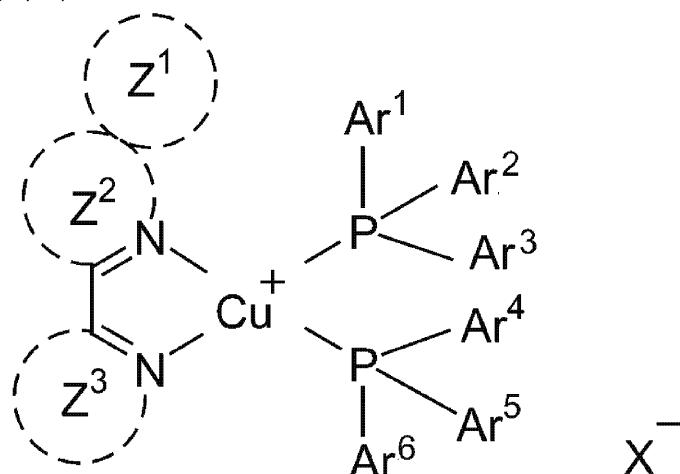
【0007】

[1] 陽極、陰極、および前記陽極と前記陰極の間に発光層を含む少なくとも1層の有機層を有する有機エレクトロルミネッセンス素子であって、前記発光層に下記一般式(1)で表される銅錯体を含むことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

30

【化1】

一般式(1)



40

[一般式(1)において、Z<sup>1</sup>、Z<sup>2</sup>およびZ<sup>3</sup>は各々独立に環構造を表し、Z<sup>3</sup>の環骨格構成原子の少なくとも3つは窒素原子である。Z<sup>1</sup>、Z<sup>2</sup>、Z<sup>3</sup>およびこれらの環に融合した環の環骨格を構成する炭素原子とそれに結合した水素原子からなるC-H結合の総数は7

50

以下である。Ar<sup>1</sup>、Ar<sup>2</sup>、Ar<sup>5</sup>およびAr<sup>6</sup>は、各々独立に置換もしくは無置換のアリール基を表す。Ar<sup>3</sup>およびAr<sup>4</sup>は各々独立に置換もしくは無置換のアリール基を表すか、一緒になって連結基を表す。X<sup>-</sup>は対イオンを表す。】

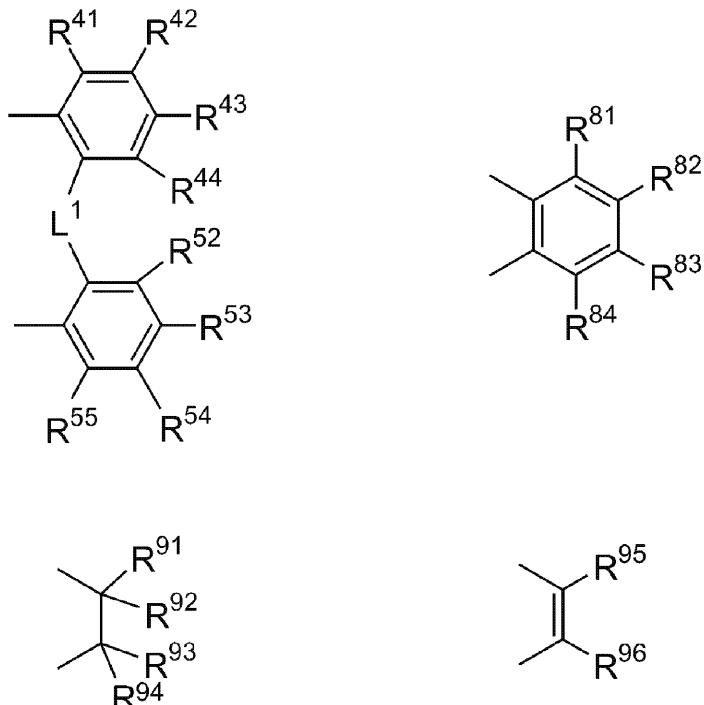
【0008】

[2] 前記一般式(1)において、Z<sup>1</sup>の環骨格は炭素原子のみにより構成されているか、炭素原子および窒素原子により構成されており、Z<sup>2</sup>の環骨格は炭素原子および窒素原子により構成されており、Z<sup>3</sup>の環骨格は炭素原子および窒素原子により構成されていることを特徴とする[1]に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[3] 前記一般式(1)におけるZ<sup>2</sup>およびZ<sup>3</sup>がヘテロ芳香環であることを特徴とする[1]または[2]に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[4] 一般式(1)におけるAr<sup>3</sup>およびAr<sup>4</sup>が一緒になって以下のいずれかの構造を有する連結基を表すことを特徴とする[1]～[3]のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化2】



[上式において、R<sup>41</sup>～R<sup>44</sup>、R<sup>52</sup>～R<sup>55</sup>、R<sup>81</sup>～R<sup>84</sup>およびR<sup>91</sup>～R<sup>96</sup>は各々独立に水素原子または置換基を表し、同一の環骨格に結合する隣り合う置換基は互いに結合して連結基を形成してもよい。また、R<sup>44</sup>とR<sup>52</sup>は一緒になって単結合または連結基を形成してもよい。L<sup>1</sup>は単結合または連結基を表す。】

【0009】

[5] 前記銅錯体が下記一般式(2)で表される構造を有することを特徴とする[1]～[4]のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

10

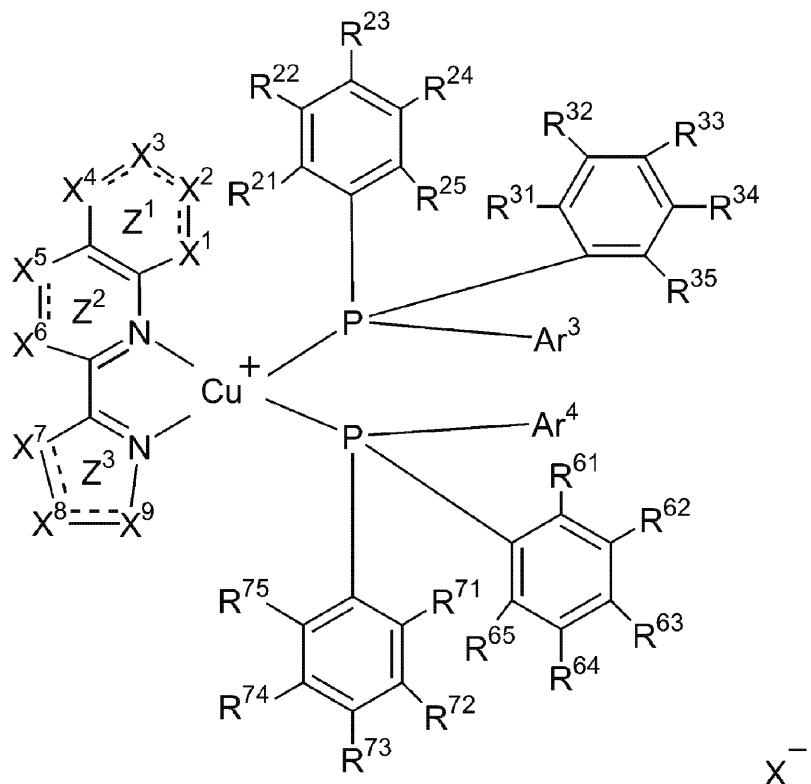
20

30

40

## 【化3】

一般式(2)



10

20

30

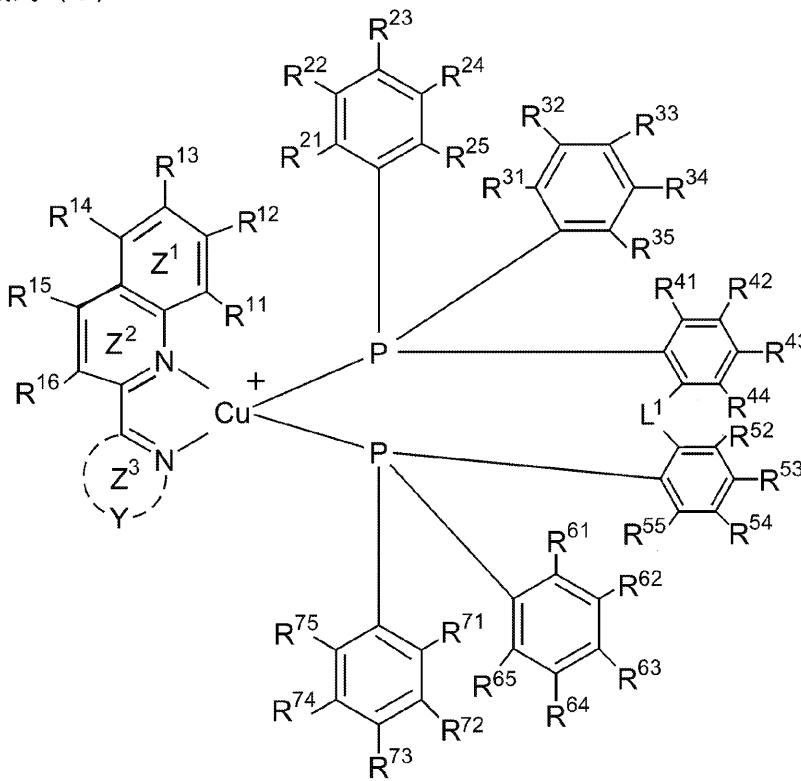
[一般式(2)において、 $X^1 \sim X^9$ は各々独立に $-N=$ 、 $-N(R^1)-$ 、 $-C(R^2)=$ または $-C(R^3)(R^4)-$ を表す。ただし、 $X^1$ と $X^2$ の結合、 $X^2$ と $X^3$ の結合、 $X^3$ と $X^4$ の結合のうち、隣り合う2つの結合がともに二重結合となることはない。 $X^7$ と $X^8$ の結合と $X^8$ と $X^9$ の結合は、ともに二重結合になることはない。 $Z^1$ 、 $Z^2$ 、 $Z^3$ およびこれらの環に融合した環の環骨格を構成する炭素原子とそれに結合した水素原子からなるC-H結合の総数は7以下である。 $R^1 \sim R^4$ 、 $R^{21} \sim R^{25}$ 、 $R^{31} \sim R^{35}$ 、 $R^{61} \sim R^{65}$ および $R^{71} \sim R^{75}$ は各々独立に水素原子または置換基を表し、同一の環骨格に結合する隣り合う置換基は互いに結合して連結基を形成してもよい。 $Ar^3$ および $Ar^4$ は各々独立に置換もしくは無置換のアリール基を表すか、一緒になって連結基を表す。 $X^-$ は対イオンを表す。]

## 【0010】

[6] 前記銅錯体が下記一般式(3)で表される構造を有することを特徴とする[1]～[4]のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【化4】

一般式(3)



[一般式(3)において、Yは $-N=C(R^{81})-N(R^{82})-$ 、 $-N=N-C(R^{83})(R^{84})-$ 、 $-N=N-N(R^{85})-$ 、 $-N(R^{86})-C(R^{87})=N-$ 、 $-N(R^{88})-N=C(R^{89})-$ 、 $-N(R^{90})-N=N-$ 、 $-C(R^{91})(R^{92})-N=N-$ または $-C(R^{93})=N-N(R^{94})$ を表す。Z<sup>1</sup>、Z<sup>2</sup>、Z<sup>3</sup>およびこれらの環に融合した環の環骨格を構成する炭素原子とそれに結合した水素原子からなるC-H結合の総数は7以下である。R<sup>11</sup>～R<sup>16</sup>、R<sup>21</sup>～R<sup>25</sup>、R<sup>31</sup>～R<sup>35</sup>、R<sup>41</sup>～R<sup>44</sup>、R<sup>52</sup>～R<sup>55</sup>、R<sup>61</sup>～R<sup>65</sup>、R<sup>71</sup>～R<sup>75</sup>およびR<sup>81</sup>～R<sup>94</sup>は各々独立に水素原子または置換基を表し、同一の環骨格に結合する隣り合う置換基は互いに結合して連結基を形成してもよい。R<sup>44</sup>とR<sup>52</sup>は一緒になって単結合または連結基を形成していてもよい。L<sup>1</sup>は単結合または連結基を表す。X<sup>-</sup>は対イオンを表す。]

[7] 前記一般式(3)におけるYが $-N=N-N(R^{85})-$ または $-N(R^{90})-N=N-$ であることを特徴とする[6]に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[8] 前記一般式(3)におけるL<sup>1</sup>が単結合または-O-であることを特徴とする[6]または[7]に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[9] 前記発光層がホスト材料と前記一般式(1)で表される銅錯体を含むゲスト材料を含有することを特徴とする[1]～[8]のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【0011】

[10] 前記一般式(1)で表される銅錯体。

[11] 前記一般式(2)で表される銅錯体。

[12] 前記一般式(3)で表される銅錯体。

[13] [10]～[12]のいずれか1項に記載の銅錯体を含有する発光材料。

## 【発明の効果】

## 【0012】

本発明の銅錯体を発光層に用いた有機エレクトロルミネッセンス素子は、発光効率が極めて高い。また、本発明の銅錯体は、安価で容易に合成することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0013】

【図1】実施例1の化合物1のフォトルミネッセンス(PL)スペクトルである。

【図2】実施例1の有機エレクトロルミネッセンス素子の層構成を示す概略断面図である。

【図3】実施例1の有機エレクトロルミネッセンス素子の電流密度-外部量子効率特性を示すグラフである。

【図4】実施例1の有機エレクトロルミネッセンス素子のエレクトロルミネッセンス(EL)スペクトルである。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0014】

以下において、本発明の内容について詳細に説明する。以下に記載する構成要件の説明は、本発明の代表的な実施態様や具体例に基づいてなされることがあるが、本発明はそのような実施態様や具体例に限定されるものではない。なお、本明細書において「～」を用いて表される数値範囲は、「～」の前後に記載される数値を下限値および上限値として含む範囲を意味する。

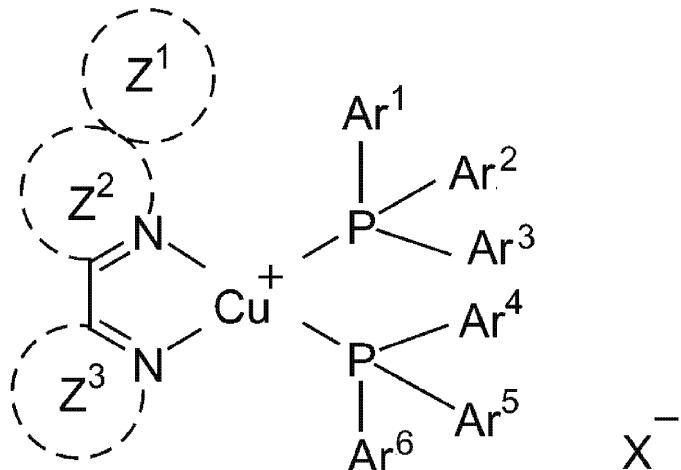
## 【0015】

## [一般式(1)で表される銅錯体]

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子は、下記一般式(1)で表される銅錯体を発光層に含むことを特徴とする。そこで、一般式(1)で表される銅錯体について、まず説明する。

## 【化5】

## 一般式(1)



## 【0016】

一般式(1)のZ<sup>1</sup>、Z<sup>2</sup>およびZ<sup>3</sup>は各々独立に環構造を表す。Z<sup>1</sup>で表される環、Z<sup>2</sup>で表される環、およびZ<sup>3</sup>で表される環の各環骨格を構成する原子数は、それぞれ5以上であることが好ましく、5～8であることがより好ましく、5～7であることがさらに好ましく、5または6であることがさらにより好ましい。Z<sup>2</sup>で表される環の環骨格を構成する原子数は6であることが特に好ましく、Z<sup>3</sup>で表される環の環骨格を構成する原子数は5であることが特に好ましい。

Z<sup>1</sup>で表される環の環骨格を構成する原子には、少なくとも炭素原子が含まれ、それ以外の原子が含まれていても良い。それ以外の原子としては、例えば窒素原子、酸素原子、硫黄原子が挙げられる。Z<sup>1</sup>で表される環の環骨格を構成する原子は、炭素原子だけであるか、炭素原子と窒素原子であることが好ましい。Z<sup>2</sup>で表される環およびZ<sup>3</sup>で表される環の各環骨格を構成する原子には、それぞれ少なくとも炭素原子と窒素原子が含まれ、それ以外の原子が含まれていても良い。好ましいのは、環骨格を構成する原子が炭素原子と窒素原子である場合である。Z<sup>3</sup>の環骨格構成原子の少なくとも3つは窒素原子である。窒素原子の数は3～5であることが好ましく、3または4であることがより好ましく、4

10

20

30

40

50

であることが最も好ましい。

【0017】

$Z^1 \sim Z^3$ で表される環の環骨格は、単結合と二重結合で構成されていることが好ましい。二重結合の数は、環骨格を構成する原子数mが偶数である場合は $m/2$ であることが好ましく、環骨格を構成する原子数mが奇数である場合は $(m-1)/2$ であることが好ましい。

$Z^1$ で表される環と $Z^2$ で表される環は融合している。 $Z^1$ で表される環、 $Z^2$ で表される環、および $Z^3$ で表される環には、それぞれさらに別の環が融合していてもよい。 $Z^1$ 、 $Z^2$ 、 $Z^3$ およびこれらの環に融合した環の環骨格を構成する炭素原子とそれに結合した水素原子からなるC-H結合の総数は7以下である。好ましくは6以下である。

10

【0018】

$Z^1$ で表される環の具体例として、ピリジン環、ピリダジン環、ピリミジン環、ピラジン環、トリアジン環、テトラジン環、2H-ピロール環、イミダゾール環、ピラゾール環、トリアゾール環、テトラゾール環、イミダゾリン環、ピラゾリン環、オキサゾール環、イソオキサゾール環、チアゾール環、イソチアゾール環、ピラゾリジン環、ピペリジン環、ピペラジン環、ピロリジン環、イミダゾリジン環、モルホリン環、ベンゼン環、シクロヘキサジエン環、シクロヘキセン環、シクロヘキサン環、シクロペンタジエン環、シクロペンタエン環、シクロペンタン環、シクロヘプタトリエン環、シクロヘプタジエン環、シクロヘプタエン環、シクロヘプタン環などを挙げることができ、ピリジン環、ピリダジン環、ピリミジン環、ピラジン環、トリアジン環、テトラジン環、トリアゾール環、テトラゾール環、ベンゼン環、シクロヘキサジエン環、シクロヘキセン環、シクロヘキサン環、シクロペンタジエン環、シクロペンタエン環、シクロペンタジエン環、シクロペンタエン環、シクロペンタジエン環がより好ましい。

20

$Z^2$ で表される環の具体例として、ピリジン環、ピリダジン環、ピリミジン環、ピラジン環、2H-ピロール環、イミダゾール環、ピラゾール環、トリアゾール環、テトラゾール環、イミダゾリン環、ピラゾリン環、オキサゾール環、イソオキサゾール環、チアゾール環、イソチアゾール環などを挙げることができ、ピリジン環、ピリダジン環、ピリミジン環、ピラジン環、トリアジン環、テトラジン環、2H-ピロール環、イミダゾール環、ピラゾール環、トリアゾール環、テトラゾール環が好ましく、ピリジン環、ピリダジン環、ピリミジン環、ピラジン環、トリアジン環、テトラジン環、トリアゾール環、テトラゾール環がより好ましい。

30

$Z^3$ で表される環の具体例として、トリアジン環、テトラジン環、トリアゾール環、テトラゾール環などを挙げることができ、トリアゾール環、テトラゾール環が好ましく、テトラゾール環がより好ましい。

【0019】

$A r^1$ 、 $A r^2$ 、 $A r^5$ および $A r^6$ は、各々独立に置換もしくは無置換のアリール基を表す。 $A r^3$ および $A r^4$ は各々独立に置換もしくは無置換のアリール基を表すか、一緒になって連結基を表す。ここでいうアリール基は、1つの芳香環からなるものであってもよいし、2以上の芳香環が融合した構造を有するものであってもよい。アリール基の炭素数は、6~22であることが好ましく、6~18であることがより好ましく、6~14であることがさらによく好ましく、6~10であること（すなわちフェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基）がさらにより好ましい。

40

芳香環に結合している置換基の数は特に制限されない。1つの芳香環あたり0~3個であることが好ましく、0~2個であることがより好ましい。また、 $A r^1 \sim A r^6$ に結合している置換基の種類は、同一であっても異なっていても構わない。例えば、 $A r^1 \sim A r^6$ にそれぞれ同じ置換基が1つまたは2つずつ置換している様態を挙げることができる。また、 $A r^1 \sim A r^6$ がすべて無置換である様態も挙げることができる。

【0020】

アリール基に結合している置換基は、電子供与基であっても電子吸引基であってもよい。電子供与基の例として、アルキル基（直鎖状、分枝状、環状のいずれであってもよく、好ましくは炭素数1~10であり、より好ましくは炭素数4~6であり、具体例としてメ

50

チル基、エチル基、プロピル基、ペンチル基、ヘキシル基、イソプロピル基を挙げることができる)、アルコキシ基(直鎖状、分枝状、環状のいずれであってもよく、好ましくは炭素数1~10であり、より好ましくは炭素数4~6であり、具体例としてメトキシ基、ヘキサオキシ基を挙げることができる)、アミノ基または置換アミノ基(好ましくは芳香族基で置換されたアミノ基であり、具体例としてジフェニルアミノ基、アニリル基、トリルアミノ基を挙げができる)、アリール基(単環でも融合環でもよいし、さらにアリール基で置換されていてもよく、具体例としてフェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基を挙げができる)、複素環構造を含む電子供与基(好ましくは窒素原子または硫黄原子を含む複素環構造を含む電子供与基であり、具体例として、チオフェニル基、ベンゾチオフェニル基、ジュロリジル基、ピロリル基、インドリル基、カルバゾリル基を挙げができる)。電子吸引基の例として、ニトロ基、パーカルオロアルキル基(好ましくは炭素数1~10であり、より好ましくは炭素数4~6であり、具体例としてトリフルオロメチル基を挙げができる)、スルホニル基、複素環構造を含む電子吸引基(好ましくは窒素原子または硫黄原子を含む複素環構造を含む電子吸引基であり、具体例として、オキサジアゾリル基、ベンゾチアジアゾリル基、テトラゾリル基、チアゾリル基、イミダゾリル基等を挙げができるが、トリアジノ基は除かれる。)、フォスフィンオキシド構造を含む基、シアノ基等を挙げができる。

10

20

30

40

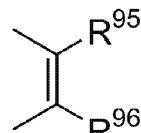
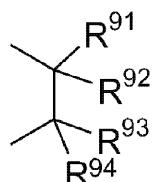
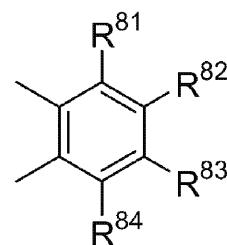
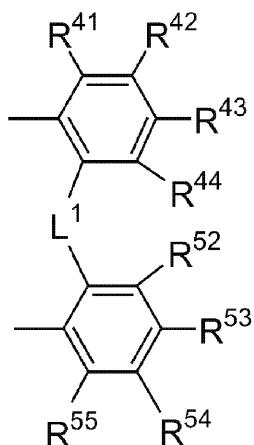
50

## 【0021】

$A^{r^3}$ および $A^{r^4}$ は各々独立に置換もしくは無置換のアリール基を表すか、一緒になって連結基を表す。 $A^{r^3}$ と $A^{r^4}$ が一緒になって連結基を表すとき、連結基には芳香環が含まれていてもいなくてもよい。好ましいのは芳香環が少なくとも1つ含まれている様である。連結基の最短連結鎖長は2原子以上であることが好ましく、2~8原子であることがより好ましく、2~5原子であることがさらに好ましい。連結基の具体例として、以下の構造を有する連結基を挙げができる。

## 【0022】

## 【化6】



## 【0023】

上式において、 $R^{41} \sim R^{44}$ 、 $R^{52} \sim R^{55}$ 、 $R^{81} \sim R^{84}$ および $R^{91} \sim R^{96}$ は各々独立に水素原子または置換基を表し、同一の環骨格に結合する隣り合う置換基は互いに結合して連結基を形成してもよい。ここでいう置換基については、上記のアリール基の置換基の説明と好ましい範囲を参照することができる。上式において、 $L^1$ は単結合または連結基を表

す。連結基は最短連結鎖長が原子数が1以上であり、1~3が好ましく、1または2がより好ましく、1が最も好ましい。連結基は、-O-、-S-、-N(R<sup>1</sup>)-、-C(R<sup>3</sup>)(R<sup>4</sup>)-であることがさらに好ましい。R<sup>1</sup>、R<sup>3</sup>およびR<sup>4</sup>は各々独立に水素原子または置換基を表す。ここでいう置換基については、上記のアリール基の置換基の説明を参照することができるが、好ましくはメチル基、エチル基である。L<sup>1</sup>は単結合または-O-であることがより好ましく、-O-であることがさらに好ましい。上式において、R<sup>44</sup>とR<sup>52</sup>は一緒にになって単結合または連結基を形成してもよい。ここでいう連結基の説明については、上記のL<sup>1</sup>の連結基の説明を参照することができる。例えば、-C(CH<sub>3</sub>)(CH<sub>3</sub>)-を好ましく採用することができる。

## 【0024】

10

一般式(1)におけるX<sup>-</sup>は対イオンを表す。対イオンの具体例として、BF<sub>4</sub><sup>-</sup>、F<sup>-</sup>、Cl<sup>-</sup>、Br<sup>-</sup>、I<sup>-</sup>、PF<sub>6</sub><sup>-</sup>、CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>、CF<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>、CF<sub>3</sub>SO<sub>3</sub><sup>-</sup>またはClO<sub>4</sub><sup>-</sup>を挙げることができる。これらの中では、合成が容易という点でBF<sub>4</sub><sup>-</sup>、PF<sub>6</sub><sup>-</sup>が好ましい。

。

## 【0025】

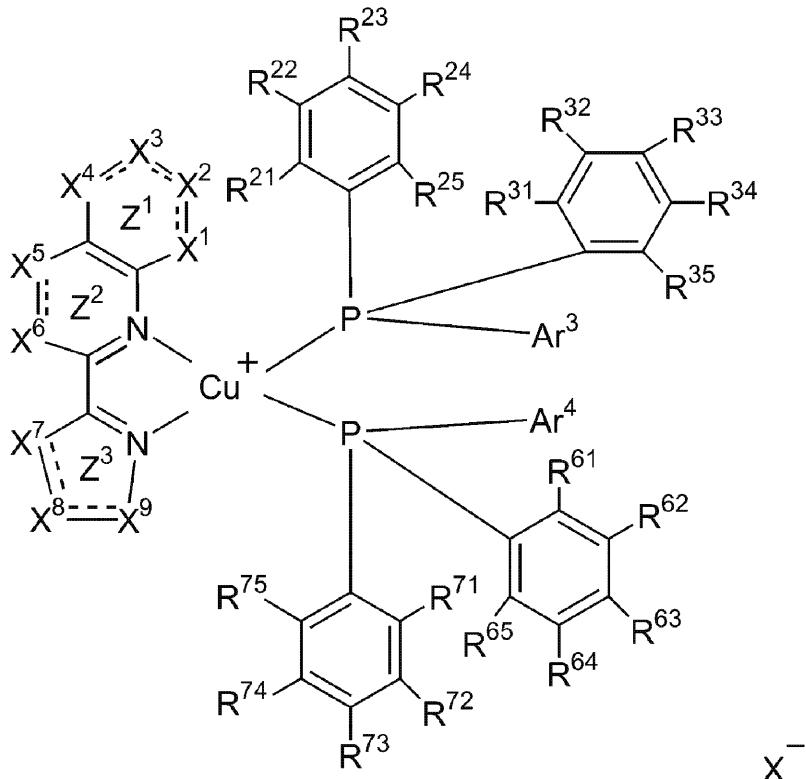
本発明で用いる銅錯体は、下記の一般式(2)で表される構造を有するものであることが好ましい。

## 【0026】

## 【化7】

## 一般式(2)

20



30

40

## 【0027】

一般式(2)において、X<sup>1</sup>~X<sup>9</sup>は各々独立に-N=、-N(R<sup>1</sup>)-、-C(R<sup>2</sup>)=または-C(R<sup>3</sup>)(R<sup>4</sup>)-を表す。ただし、X<sup>1</sup>とX<sup>2</sup>の結合、X<sup>2</sup>とX<sup>3</sup>の結合、X<sup>3</sup>とX<sup>4</sup>の結合のうち、隣り合う2つの結合がともに二重結合となることはない。X<sup>7</sup>とX<sup>8</sup>の結合とX<sup>8</sup>とX<sup>9</sup>の結合は、ともに二重結合になることはない。

X<sup>1</sup>~X<sup>4</sup>は、Z<sup>1</sup>がピリジン環、ピリダジン環、ピリミジン環、ピラジン環、トリアジン環、テトラジン環、ペリジン環、ペラジン環、ベンゼン環、シクロヘキサジエン環、シクロヘキセン環、シクロヘキサン環などを構成するように選択することが好ましく、Z<sup>1</sup>がピリジン環、ピリダジン環、ピリミジン環、ピラジン環、トリアジン環、テトラジ

50

ン環、ベンゼン環、シクロヘキサジエン環、シクロヘキセン環、シクロヘキサン環を構成するように選択することがより好ましい。また、 $X^1$ と $X^2$ の結合を共有するように $Z^1$ にさらに環が融合している構造や、 $X^2$ と $X^3$ の結合を共有するように $Z^1$ にさらに環が融合している構造も好ましい。

$X^5$ および $X^6$ は、 $Z^2$ がピリジン環、ピリミジン環、1,3,4-トリアジン環などを構成するように選択することが好ましい。

$X^7$ ～ $X^9$ は、 $Z^3$ がトリアゾール環、テトラゾール環などを構成するように選択することが好ましく、テトラゾール環を構成するように選択することがより好ましい。

$Z^1$ 、 $Z^2$ 、 $Z^3$ およびこれらの環に融合した環の環骨格を構成する炭素原子とそれに結合した水素原子からなるC-H結合の総数は7以下である。このため、この条件を満たすように、 $X^1$ ～ $X^9$ を決定する。10

#### 【0028】

$R^1$ ～ $R^4$ 、 $R^{21}$ ～ $R^{25}$ 、 $R^{31}$ ～ $R^{35}$ 、 $R^{61}$ ～ $R^{65}$ および $R^{71}$ ～ $R^{75}$ は各々独立に水素原子または置換基を表す。ここでいう置換基については、上記のアリール基の置換基の説明と好ましい範囲を参照することができる。同一の環骨格に結合する隣り合う置換基は互いに結合して連結基を形成してもよい。例えば、 $R^{21}$ と $R^{22}$ 、 $R^{22}$ と $R^{23}$ 、 $R^{23}$ と $R^{24}$ 、 $R^{24}$ と $R^{25}$ は、それぞれ互いに結合して連結基を形成してもよい。連結基を形成することによって、ベンゼン環にさらに環状構造が融合した構造が形成される。同様にして、 $R^{31}$ と $R^{32}$ 、 $R^{32}$ と $R^{33}$ 、 $R^{33}$ と $R^{34}$ 、 $R^{34}$ と $R^{35}$ なども、それぞれ互いに結合して連結基を形成してもよい。20

#### 【0029】

$A^r^3$ および $A^r^4$ は各々独立に置換もしくは無置換のアリール基を表すか、一緒になつて連結基を表す。 $A^r^3$ および $A^r^4$ については、上記の一般式(1)における $A^r^3$ および $A^r^4$ の説明と好ましい範囲を参照することができる。

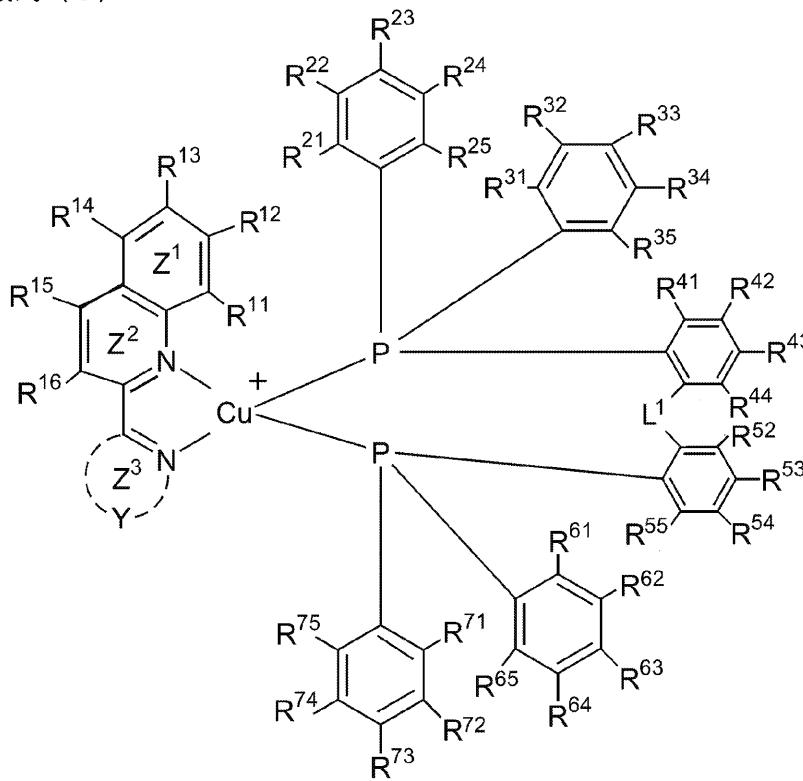
$X^-$ は対イオンを表す。対イオンについては、上記の一般式(1)における対イオンの説明と好ましい範囲を参照することができる。

#### 【0030】

本発明で用いる銅錯体は、下記の一般式(3)で表される構造を有するものであることが好ましい。

## 【化8】

一般式(3)



## 【0031】

一般式(3)において、Yは- $N=C(R^{81})-N(R^{82})-$ 、- $N=N-C(R^{83})(R^{84})-$ 、- $N=N-N(R^{85})-$ 、- $N(R^{86})-C(R^{87})=N-$ 、- $N(R^{88})-N=C(R^{89})-$ 、- $N(R^{90})-N=N-$ 、- $C(R^{91})(R^{92})-N=N-$ 、- $C(R^{93})=N-N(R^{94})-$ を表す。Yは- $N=C(R^{81})-N(R^{82})-$ 、- $N=N-C(R^{83})(R^{84})-$ 、- $N=N-N(R^{85})-$ 、- $N(R^{86})-C(R^{87})=N-$ 、- $N(R^{88})-N=C(R^{89})-$ 、- $N(R^{90})-N=N-$ であることが好ましく、- $N=N-N(R^{85})-$ 、- $N(R^{90})-N=N-$ であることがさらに好ましい。ここにおいて $R^{81} \sim R^{94}$ は各々独立に水素原子または置換基を表す。また、一般式(3)における $R^{11} \sim R^{16}$ も各々独立に水素原子または置換基を表す。ここでいう置換基については、上記のアリール基の置換基の説明と好ましい範囲を参照することができる。 $R^{81} \sim R^{94}$ は水素原子であることも好ましい。 $Z^1$ 、 $Z^2$ 、 $Z^3$ およびこれらの環に融合した環の環骨格を構成する炭素原子とそれに結合した水素原子からなるC-H結合の総数は7以下である。このため、この条件を満たすように、Yと $R^{11} \sim R^{16}$ を決定する。

## 【0032】

$R^{21} \sim R^{25}$ 、 $R^{31} \sim R^{35}$ 、 $R^{41} \sim R^{44}$ 、 $R^{52} \sim R^{55}$ 、 $R^{61} \sim R^{65}$ および $R^{71} \sim R^{75}$ は各々独立に水素原子または置換基を表す。また、同一の環骨格に結合する隣り合う置換基は互いに結合して連結基を形成してもよい。 $R^{44}$ と $R^{52}$ は一緒にになって単結合または連結基を形成していくてもよい。 $L^1$ は単結合または連結基を表す。 $X^-$ は対イオンを表す。これらについては、一般式(2)の対応する説明と好ましい範囲を参照することができる。一般式(3)における $L^1$ は単結合または- $O-$ であることがより好ましく、- $O-$ であることがさらに好ましい。

## 【0033】

一般式(1)で表される化合物の分子量は、例えば該化合物を含む有機層を蒸着法により製膜して利用することを意図する場合には、1500以下であることが好ましく、1200以下であることがより好ましく、1000以下であることがさらに好ましい。分子量の下限値については、例えば800以上とすることができます。

10

20

30

40

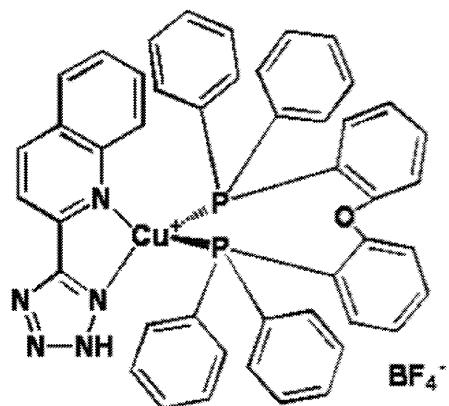
50

## 【0034】

以下において、一般式(1)で表される化合物の具体例を例示するが、本発明において用いることができる一般式(1)で表される化合物はこれらの具体例によって限定的に解釈されるべきものではない。なお、表中において、t-Buはtert-ブチル基、Hは水素原子を表す。

## 【0035】

## 【化9】



銅錯体 1

10

## 【0036】

20

【表1】

銅錯体番号	一般式(3)								
	Y	R <sup>12</sup>	R <sup>13</sup>	L <sup>1</sup>	R <sup>44</sup>	R <sup>52</sup>	他のR	X <sup>-</sup>	
2	-N=N-NH-	t-Bu	H	-O-	H	H	H	BF <sub>4</sub> <sup>-</sup>	
3	-N=N-NH-	H	t-Bu	-O-	H	H	H	BF <sub>4</sub> <sup>-</sup>	
4	-N=N-NH-	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	-O-	H	H	H	BF <sub>4</sub> <sup>-</sup>	
5	-N=N-NH-	H	H	-O-	-C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -	H	BF <sub>4</sub> <sup>-</sup>	10	
6	-N=N-NH-	t-Bu	H	-O-	-C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -	H	BF <sub>4</sub> <sup>-</sup>		
7	-N=N-NH-	H	t-Bu	-O-	-C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -	H	BF <sub>4</sub> <sup>-</sup>		
8	-N=N-NH-	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	-O-	-C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -	H	BF <sub>4</sub> <sup>-</sup>		
9	-N=N-NH-	H	H	単結合	H	H	H	BF <sub>4</sub> <sup>-</sup>	
10	-N=N-NH-	t-Bu	H	単結合	H	H	H	BF <sub>4</sub> <sup>-</sup>	20
11	-N=N-NH-	H	t-Bu	単結合	H	H	H	BF <sub>4</sub> <sup>-</sup>	
12	-N=N-NH-	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	単結合	H	H	H	BF <sub>4</sub> <sup>-</sup>	
13	-N=N-NH-	H	H	単結合	-C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -	H	BF <sub>4</sub> <sup>-</sup>		
14	-N=N-NH-	t-Bu	H	単結合	-C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -	H	BF <sub>4</sub> <sup>-</sup>		
15	-N=N-NH-	H	t-Bu	単結合	-C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -	H	BF <sub>4</sub> <sup>-</sup>		
16	-N=N-NH-	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	単結合	-C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -	H	BF <sub>4</sub> <sup>-</sup>		
17	-NH-N=N-	H	H	-O-	H	H	H	BF <sub>4</sub> <sup>-</sup>	
18	-NH-N=N-	t-Bu	H	-O-	H	H	H	BF <sub>4</sub> <sup>-</sup>	
19	-NH-N=N-	H	t-Bu	-O-	H	H	H	BF <sub>4</sub> <sup>-</sup>	30
20	-NH-N=N-	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	-O-	H	H	H	BF <sub>4</sub> <sup>-</sup>	
21	-NH-N=N-	H	H	-O-	-C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -	H	BF <sub>4</sub> <sup>-</sup>		
22	-NH-N=N-	t-Bu	H	-O-	-C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -	H	BF <sub>4</sub> <sup>-</sup>		
23	-NH-N=N-	H	t-Bu	-O-	-C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -	H	BF <sub>4</sub> <sup>-</sup>		
24	-NH-N=N-	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	-O-	-C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -	H	BF <sub>4</sub> <sup>-</sup>		
25	-NH-N=N-	H	H	単結合	H	H	H	BF <sub>4</sub> <sup>-</sup>	
26	-NH-N=N-	t-Bu	H	単結合	H	H	H	BF <sub>4</sub> <sup>-</sup>	
27	-NH-N=N-	H	t-Bu	単結合	H	H	H	BF <sub>4</sub> <sup>-</sup>	
28	-NH-N=N-	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	単結合	H	H	H	BF <sub>4</sub> <sup>-</sup>	

29	-NH-N=N-	H	H	単結合	-C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -	H	BF <sub>4</sub> -
30	-NH-N=N-	t-Bu	H	単結合	-C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -	H	BF <sub>4</sub> -
31	-NH-N=N-	H	t-Bu	単結合	-C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -	H	BF <sub>4</sub> -
32	-NH-N=N-	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	単結合	-C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -	H	BF <sub>4</sub> -
33	-N=N-CH <sub>2</sub> -	H	H	-O-	H	H	BF <sub>4</sub> -
34	-N=N-CH <sub>2</sub> -	t-Bu	H	-O-	H	H	BF <sub>4</sub> -
35	-N=N-CH <sub>2</sub> -	H	t-Bu	-O-	H	H	BF <sub>4</sub> -
36	-N=N-CH <sub>2</sub> -	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	-O-	H	H	BF <sub>4</sub> -
37	-N=N-CH <sub>2</sub> -	H	H	-O-	-C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -	H	BF <sub>4</sub> -
38	-N=N-CH <sub>2</sub> -	t-Bu	H	-O-	-C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -	H	BF <sub>4</sub> -
39	-N=N-CH <sub>2</sub> -	H	t-Bu	-O-	-C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -	H	BF <sub>4</sub> -
40	-N=N-CH <sub>2</sub> -	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	-O-	-C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -	H	BF <sub>4</sub> -
41	-N=N-CH <sub>2</sub> -	H	H	単結合	H	H	BF <sub>4</sub> -
42	-N=N-CH <sub>2</sub> -	t-Bu	H	単結合	H	H	BF <sub>4</sub> -
43	-N=N-CH <sub>2</sub> -	H	t-Bu	単結合	H	H	BF <sub>4</sub> -
44	-N=N-CH <sub>2</sub> -	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	単結合	H	H	BF <sub>4</sub> -
45	-N=N-CH <sub>2</sub> -	H	H	単結合	-C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -	H	BF <sub>4</sub> -
46	-N=N-CH <sub>2</sub> -	t-Bu	H	単結合	-C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -	H	BF <sub>4</sub> -
47	-N=N-CH <sub>2</sub> -	H	t-Bu	単結合	-C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -	H	BF <sub>4</sub> -
48	-N=N-CH <sub>2</sub> -	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	単結合	-C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -	H	BF <sub>4</sub> -
49	-CH <sub>2</sub> -N=N-	H	H	-O-	H	H	BF <sub>4</sub> -
50	-CH <sub>2</sub> -N=N-	t-Bu	H	-O-	H	H	BF <sub>4</sub> -
51	-CH <sub>2</sub> -N=N-	H	t-Bu	-O-	H	H	BF <sub>4</sub> -
52	-CH <sub>2</sub> -N=N-	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	-O-	H	H	BF <sub>4</sub> -
53	-CH <sub>2</sub> -N=N-	H	H	-O-	-C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -	H	BF <sub>4</sub> -
54	-CH <sub>2</sub> -N=N-	t-Bu	H	-O-	-C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -	H	BF <sub>4</sub> -
55	-CH <sub>2</sub> -N=N-	H	t-Bu	-O-	-C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -	H	BF <sub>4</sub> -
56	-CH <sub>2</sub> -N=N-	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	-O-	-C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -	H	BF <sub>4</sub> -
57	-CH <sub>2</sub> -N=N-	H	H	単結合	H	H	BF <sub>4</sub> -
58	-CH <sub>2</sub> -N=N-	t-Bu	H	単結合	H	H	BF <sub>4</sub> -
59	-CH <sub>2</sub> -N=N-	H	t-Bu	単結合	H	H	BF <sub>4</sub> -
60	-CH <sub>2</sub> -N=N-	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	単結合	H	H	BF <sub>4</sub> -
61	-CH <sub>2</sub> -N=N-	H	H	単結合	-C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -	H	BF <sub>4</sub> -
62	-CH <sub>2</sub> -N=N-	t-Bu	H	単結合	-C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -	H	BF <sub>4</sub> -
63	-CH <sub>2</sub> -N=N-	H	t-Bu	単結合	-C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -	H	BF <sub>4</sub> -
64	-CH <sub>2</sub> -N=N-	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	単結合	-C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -	H	BF <sub>4</sub> -

【0037】

[一般式(1)で表される銅錯体の合成法]

一般式(1)で表される銅錯体の合成法は特に制限されない。一般式(1)で表される銅錯体の合成は、既知の合成法や条件を適宜組み合わせることにより行うことができる。

例えば、好ましい合成法として、下記のスキームで表される合成法を挙げることができる。

【0038】

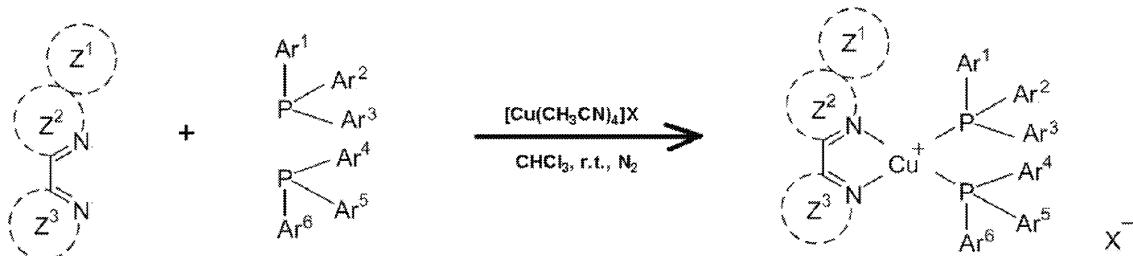
10

20

30

40

## 【化10】



## 【0039】

上記のスキームでは、テトラキス(アセトニトリル)銅(I)、含窒素系配位子、含ホスフィン系配位子を窒素雰囲気下、クロロホルム中、室温で攪拌することにより一般式(1)で表される銅錯体を合成することができる。

これらの反応の詳細については、後述の合成例を参考にすることができる。また、一般式(1)で表される銅錯体は、その他の公知の合成反応を組み合わせることによっても合成することができる。

## 【0040】

## [有機エレクトロルミネッセンス素子]

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子は、陽極、陰極、および陽極と陰極の間に有機層を有する構造を備えている。有機層は、少なくとも発光層を含むものであり、発光層のみからなるものであってもよいし、発光層の他に1層以上の有機層を有するものであってもよい。本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子は、発光層に一般式(1)で表される銅錯体を含むものである。

発光層において、一般式(1)で表される銅錯体はホスト材料中にドーパント材料(ゲスト材料)として含まれていることが好ましい。もっとも、発光層は一般式(1)で表される銅錯体だけで構成されていてもよい。

## 【0041】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子は、少なくとも陽極と有機層と陰極を積層した構造を有するものである。単層型有機エレクトロルミネッセンス素子の場合は、陽極と陰極の間に発光層だけを備えているが、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子は複数の有機層を備えているものであることが好ましい。発光層以外の有機層は、その機能に応じて、ホール注入層、ホール輸送層、電子ブロック層、発光層、ホールブロック層、電子輸送層、電子注入層などと呼ばれ、既知の材料を適宜組み合わせて用いることができる。陽極と陰極を含めた具体的な構成例として、陽極\発光層\陰極、陽極\ホール注入層\発光層\陰極、陽極\ホール注入層\ホール輸送層\発光層\陰極、陽極\ホール注入層\発光層\電子注入層\陰極、陽極\ホール注入層\ホール輸送層\発光層\電子注入層\陰極、陽極\ホール注入層\電子注入層\陰極、陽極\ホール注入層\ホール輸送層\発光層\電子注入層\陰極、陽極\ホール注入層\電子注入層\電子輸送層\陰極、陽極\ホール注入層\発光層\ホール阻止層\電子注入層\陰極を挙げることができる。これらの陽極\有機層\陰極の構造は、基板の上に形成することができる。なお、本発明で採用することができる構成はこれらに限定されるものではない。

## 【0042】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子を構成する各有機層や電極を製造する際には、既知の製造方法を適宜選択して採用することができる。また、各有機層や電極には、既知の有機エレクトロルミネッセンス素子に採用されている種々の材料を選択して用いることができる。さらに、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子には、公知の技術や公知の技術から容易に想到しうる様々な改変を必要に応じて加えることができる。以下において、有機エレクトロルミネッセンス素子を構成する代表的な材料について説明するが、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子に用いることができる材料は以下の記載によって制限的に解釈されることはない。

10

20

30

40

50

## 【0043】

## (基板)

基板は、陽極＼有機層＼陰極の構造を支える支持体として機能するとともに、陽極＼有機層＼陰極の構造を製造する際の基板として機能するものである。基板は、透明材料で構成されていても、半透明ないし不透明な材料で構成されていてもよい。陽極側から発光を取り出す場合は、透明な基板を用いることが好ましい。基板を構成する材料として、ガラス、石英、金属、ポリカーボネート、ポリエステル、ポリメタクリレート、ポリスルホンを挙げることができる。可撓性を有する基板を用いれば、フレキシブルな有機エレクトロルミネッセンス素子とすることができます。

## 【0044】

## (陽極)

陽極は、有機層へ向けてホールを注入する機能を有する。そのような陽極としては、仕事関数が高い材料を用いることが好ましく、例えば4 eV以上の材料を用いることが好ましい。具体的には、金属（例えば、アルミニウム、金、銀、ニッケル、パラジウム、白金）、金属酸化物（例えば、酸化インジウム、酸化スズ、酸化亜鉛、酸化インジウムと酸化スズの混合物 [ITO]、酸化亜鉛と酸化インジウムの混合物 [IZO]）、ハロゲン化金属（例えば、ヨウ化銅）、カーボンブラックを挙げることができる。また、ポリアニリン、ポリ(3-メチルチオフェン)、ポリピロール等の導電性ポリマーを用いることも可能である。陽極側から発光を取り出す場合は、ITOやIZOなどの発光に対する透過率が高い材料を用いることが好ましい。透過率は、10%以上であることが好ましく、50%以上であることがより好ましく、80%以上であることがさらに好ましい。また、陽極の厚みは、通常は3 nm以上であり、10 nm以上であることが好ましい。上限値は、例えば1 μm以下とすることができますが、陽極に透明性が要求されない場合はさらに厚くてもよく、例えば、上記の基板としての機能を陽極が兼ね備えるようにすることもできる。陽極は、例えば蒸着法、スパッタリング法、塗布法により形成することができる。導電性ポリマーを陽極に用いる場合は、電解重合法を用いて基板上に陽極を形成することも可能である。陽極の形成後は、ホール注入機能を向上させること等を目的として表面処理を行うことができる。表面処理の具体例として、プラズマ処理（例えば、アルゴンプラズマ処理、酸素プラズマ処理）、UV処理、オゾン処理などが挙げられる。

## 【0045】

## (ホール注入層およびホール輸送層)

ホール注入層は、ホールを陽極から発光層側へ輸送する機能を有する。ホール注入層は、一般に陽極の上に形成されることから、陽極表面との密着性に優れた層であることが好ましい。このため、薄膜形成能が高い材料で構成されることが好ましい。ホール輸送層は、ホールを発光層側へ輸送する機能を有している。ホール輸送層には、ホール輸送性に優れた材料から構成される。

ホール注入層およびホール輸送層には、ホール移動度が高くてイオン化工エネルギーが小さいホール輸送材料を用いる。イオン化工エネルギーは、例えば4.5~6.0 eVのものを好ましく選択することができる。ホール輸送材料としては、有機エレクトロルミネッセンス素子のホール注入層またはホール輸送層に用いることができるとされている種々の材料を適宜選択して用いることができる。ホール輸送材料は、繰り返し単位を有するポリマー材料であってもよいし、低分子化合物であってもよい。

## 【0046】

ホール輸送材料として、例えば、芳香族第三級アミン化合物、スチリルアミン化合物、オキサジアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、トリアゾール誘導体、ピラゾリン誘導体、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、ポリアリールアルカン誘導体、スチリルアントラセニン誘導体、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、シラン系重合体、アニリン系共重合体、チオフェン系重合体、ポルフィリン化合物、フタロシアニン系化合物、酸化モリブデン等の金属酸化物を挙げることができる。

10

20

30

40

50

## 【0047】

好みのホール輸送材料として、ポリ(エチレンジオキシ)チオフェン(PEDOT)、ポリ(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)を挙げることができる。その他にも、多様なホール輸送材料を用いることが可能である。例えば、芳香族第三級アミン化合物の具体例として、トリフェニルアミン、トリトリルアミン、N,N'-ジフェニル-N,N'-(3-メチルフェニル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン、N,N,N',N'-(4-メチルフェニル)-1,1'-フェニル-4,4'-ジアミン、N,N,N',N'-(4-メチルフェニル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン、N,N'-ジフェニル-N,N'-ジナフチル-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン、N,N'-(メチルフェニル)-N,N'-(4-n-ブチルフェニル)-フェナントレン-9,10-ジアミン、N,N-ビス(4-ジ-4-トリルアミノフェニル)-4-フェニル-シクロヘキサン、N,N'-ビス(4'-ジフェニルアミノ-4-ビフェニリル)-N,N'-ジフェニルベンジン、N,N'-ビス(4'-ジフェニルアミノ-4-フェニル)-N,N'-ジフェニルベンジン、N,N'-ビス(4'-ジフェニルアミノ-4-フェニル)-N,N'-ジ(1-ナフチル)ベンジン、N,N'-ビス(4'-フェニル(1-ナフチル)アミノ-4-フェニル)-N,N'-ジ(1-ナフチル)ベンジン等を挙げができる。また、フタロシアニン系化合物の具体例として、H<sub>2</sub>Pc、CuPc、CoPc、NiPc、ZnPc、PdPc、FePc、MnPc、ClAlPc、ClGaPc、ClInPc、ClSnPc、Cl<sub>2</sub>SiPc、(HO)AlPc、(HO)GaPc、VOPc、TiOPc、MoOPc、GaPc-O-GaPcを挙げができる[Pcはフタロシアニンを表す]。

10

20

30

## 【0048】

本発明で用いるホール輸送材料は、1層に1種のみを選択して用いてもよいし、1層に2種以上を組み合わせて用いてもよい。また、ホール注入層やホール輸送層は、例えば蒸着法、スパッタリング法、塗布法により形成することができる。ホール注入層やホール輸送層の厚みは、通常は3nm以上であり、10nm以上であることが好み。上限値は、例えば5μm以下とができる。

## 【0049】

30

## (発光層)

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の発光層は、ホスト材料とドーパント材料を含むものであってもよいし、単一材料のみからなるものであってもよい。本発明の一般式(1)で表される銅錯体は、ドーパント材料としても、発光層を構成する単一材料としても用いることが可能である。

発光層がホスト材料とドーパント材料を含むとき、濃度消光を防ぐために、ドーパント材料はホスト材料に対して10重量%以下で用いることが好み、5重量%以下で用いることがより好み。ドーパント材料およびホスト材料は、いずれも1種の材料を単独で用いてもよいし、2種以上の材料を組み合わせて用いてもよい。

## 【0050】

40

発光層に用いるホスト材料としては、ドーパント材料へのエネルギー移動効率の高い材料を選択して用いることが好み。例えば、1,3-ビス(カルバゾール-9-イル)ベンゼン[mCP]、ポリビニルカルバゾール[PVK]、4,4'-ビス(9-ジカルバゾリル)-2,2'-ビフェニル[CBP]、p-ビス(トリフェニルシリル)ベンゼン[UGH2]等を用いることができる。発光層は、ホスト材料とドーパント材料を溶媒に溶解したうえでスピンコート法などにより塗布することにより形成することができる。比較的分子量が低いホスト材料を用いる場合は、ホスト材料とドーパント材料を真空共蒸着することによって発光層を形成することができる。

## 【0051】

50

ホール輸送性の強いホスト材料を使用する場合は、発光層中にさらに電子輸送材料を含

有させてもよい。また、電子輸送性の強いホスト材料を使用する場合には、発光層中にさらにホール輸送材料を含有させてもよい。これによって、発光層内のホールと電子とのキャリアバランスをとって、発光効率を一段と向上させることが可能である。

発光層の厚さは、10～100nmであることが好ましい。

#### 【0052】

##### (ホールブロック層)

ホールブロック層は、発光層を経由したホールが陰極側へ移動するのを防げる機能を有する。発光層と陰極側の有機層との間に形成されることが好ましい。ホールブロック層を形成する有機材料としては、アルミニウム錯体化合物、ガリウム錯体化合物、フェナントロリン誘導体、シロール誘導体、キノリノール誘導体金属錯体、オキサジアゾール誘導体、オキサゾール誘導体を挙げることができる。具体的には、ビス(8-ヒドロキシキノリナート)(4-フェニルフェノラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-ヒドロキシキノリナート)(4-フェニルフェノラート)ガリウム、2,9-ジメチル-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン(BCP)等を挙げができる。ホールブロック層には、1種の有機材料を選択して単独で用いてもよいし、2種以上を組み合わせて用いてもよい。また、ホールブロック層は、例えば蒸着法、スパッタリング法、塗布法により形成することができる。ホールブロック層の厚みは、通常は3nm以上であり、10nm以上であることが好ましい。上限値は、例えば5μm以下とすることができる。

10

#### 【0053】

##### (電子注入層および電子輸送層)

20

電子注入層は、電子を陰極から発光層側へ輸送する機能を有する。電子注入層は、一般に陰極に接するように形成されることから、陰極表面との密着性に優れた層であることが好ましい。電子輸送層は、電子を発光層側へ輸送する機能を有している。電子輸送層には、電子輸送性に優れた材料から構成される。

電子注入層および電子輸送層には、電子移動度が高くてイオン化エネルギーが大きい電子輸送材料を用いる。電子輸送材料としては、有機エレクトロルミネッセンス素子の電子注入層または電子輸送層に用いることができるとされている種々の材料を選択して用いることができる。電子輸送材料は、繰り返し単位を有するポリマー材料であってもよいし、低分子化合物であってもよい。

30

#### 【0054】

電子輸送材料として、例えば、フルオレノン誘導体、アントラキノジメタン誘導体、ジフェノキノン誘導体、チオピランジオキシド誘導体、オキサゾール誘導体、チアゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、ペリレンテトラカルボン酸誘導体、キノキサリン誘導体、フレオレニリデンメタン誘導体、アントラキノジメタン誘導体、アントロン誘導体等を挙げができる。好ましい電子輸送材料の具体例として、ビス(2-(ジフェニルホスフィノ)フェニル)エーテルオキシド[DPEPO]、トリス[3-(3-ピリジル)-メチル]ボラン[3TPYMB]、バソフェナントロリン[BPhen]、2,5-ビス(1-フェニル)-1,3,4-オキサゾール、2,5-ビス(1-フェニル)-1,3,4-オキサジアゾール、2-(4'-tert-ブチルフェニル)-5-(4"-ビフェニル)1,3,4-オキサジアゾール、2,5-ビス(1-ナフチル)-1,3,4-オキサジアゾール、1,4-ビス[2-(5-フェニルオキサジアゾリル)]ベンゼン、1,4-ビス[2-(5-フェニルオキサジアゾリル)-4-tert-ブチルベンゼン]、2-(4'-tert-ブチルフェニル)-5-(4"-ビフェニル)-1,3,4-チアジアゾール、2,5-ビス(1-ナフチル)-1,3,4-チアジアゾール、1,4-ビス[2-(5-フェニルチアジアゾリル)]ベンゼン、2-(4'-tert-ブチルフェニル)-5-(4"-ビフェニル)-1,3,4-トリアゾール、2,5-ビス(1-ナフチル)-1,3,4-トリアゾール、1,4-ビス[2-(5-フェニルトリアゾリル)]ベンゼン、8-ヒドロキシキノリナートリチウム、ビス(8-ヒドロキシキノリナート)亜鉛、ビス(8-ヒドロキシキノリナート)銅、ビス(8-ヒドロキ

40

50

シキノリナート) マンガン、トリス(8-ヒドロキシキノリナート)アルミニウム [A1q3]、トリス(2-メチル-8-ヒドロキシキノリナート)アルミニウム、トリス(8-ヒドロキシキノリナート)ガリウム、ビス(10-ヒドロキシベンゾ[h]キノリナート)ベリリウム、ビス(10-ヒドロキシベンゾ[h]キノリナート)亜鉛、ビス(2-メチル-8-キノリナート)クロロガリウム、ビス(2-メチル-8-キノリナート)(o-クレゾラート)ガリウム、ビス(2-メチル-8-キノリナート)(1-ナフトラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリナート)(2-ナフトラート)ガリウム等が挙げられる。

#### 【0055】

本発明で用いる電子輸送材料は、1層に1種のみを選択して用いてもよいし、1層に2種以上を組み合わせて用いてもよい。また、電子注入層や電子輸送層は、例えば蒸着法、スパッタリング法、塗布法により形成することができる。電子注入層や電子輸送層の厚みは、通常は3nm以上であり、10nm以上であることが好ましい。上限値は、例えば5μm以下とすることができます。

10

#### 【0056】

##### (陰極)

陰極は、有機層へ向けて電子を注入する機能を有する。そのような陰極としては、仕事関数が低い材料を用いることが好ましく、例えば4eV以下の材料を用いることが好ましい。具体的には、金属(例えば、スズ、マグネシウム、インジウム、カルシウム、アルミニウム、銀)、合金(例えば、アルミニウム-リチウム合金、マグネシウム-銀合金、マグネシウム-インジウム合金)を挙げることができる。陰極側から発光を取り出す場合は、透過率が高い材料を用いることが好ましい。透過率は、10%以上であることが好ましく、50%以上であることがより好ましく、80%以上であることがさらに好ましい。また、陰極の厚みは、通常は3nm以上であり、10nm以上であることが好ましい。上限値は、例えば1μm以下とすることができますが、陰極に透明性が要求されない場合はさらに厚くてもよい。陰極は、例えば蒸着法、スパッタリング法により形成することができる。陰極の上には、陰極を保護するために保護層を形成することが好ましい。そのような保護層は、仕事関数が高くて安定な金属からなる層であることが好ましく、例えば、アルミニウム、銀、銅、ニッケル、クロム、金、白金等の金属層を形成することができる。

20

#### 【0057】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子は、さらに様々な用途へ応用することが可能である。例えば、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子を用いて、有機エレクトロルミネッセンス表示装置を製造することが可能であり、詳細については、时任静士、安達千波矢、村田英幸共著「有機ELディスプレイ」(オーム社)を参照することができる。また、特に本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子は、需要が大きい有機エレクトロルミネッセンス照明に応用することができる。

30

#### 【実施例】

#### 【0058】

以下に合成例、試験例および製造例を挙げて本発明の特徴をさらに具体的に説明する。以下に示す材料、処理内容、処理手順等は、本発明の趣旨を逸脱しない限り適宜変更することができる。したがって、本発明の範囲は以下に示す具体例により限定的に解釈されるべきものではない。

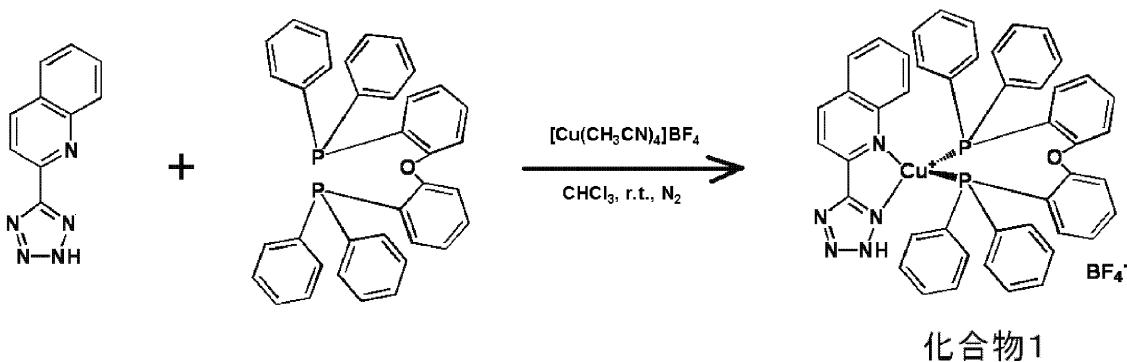
40

#### 【0059】

##### (合成例1)

以下のスキームにしたがって銅錯体1を合成した。

## 【化11】



10

## 【0060】

50 mL二つ口フラスコに、テトラキス(アセトニトリル)銅(I)テトラフルオロボレイト([Cu(CH<sub>3</sub>CN)<sub>4</sub>]BF<sub>4</sub>) (0.20 g, 0.64 mmol)とビス(2-ジフェニルホスフィノフェニル)エーテル(DPEphos) (0.34 g, 0.64 mmol)を入れ、真空乾燥を行った。フラスコ内を窒素で置換し、窒素置換したシリングを用いて、窒素バーリングしたクロロホルムを15 mL加えた。同様にして、別の50 mL二つ口フラスコを用意し、2-(5-テトラゾリル)キノリン(TzQu)を入れ、真空乾燥を行った。フラスコ内を窒素で置換し、窒素置換したシリングを用いて、窒素バーリングしたクロロホルムを5 mL加えた。1時間後、[Cu(CH<sub>3</sub>CN)<sub>4</sub>]BF<sub>4</sub>とDPEphosを含むクロロホルム溶液を、TzQuを含むクロロホルム溶液に加えた。反応溶液は無色から黄色に変化した。室温、窒素雰囲気下、さらに6時間攪拌した後、反応溶液をろ過して不溶物を取り除いた。ろ液の溶媒を留去した後、真空乾燥を行うと、黄色固体が得られた。黄色固体をクロロホルムに溶かし、ヘキサンを加えて溶液を飽和状態とし、一晩大気中に放置した(再結晶)。得られた黄色結晶をろ過して単離した後、真空乾燥を行い、銅錯体1を得た(収量: 0.45 g, 収率: 79%)。

20

<sup>1</sup>H NMR (400 MHz, CDCl<sub>3</sub>-d<sub>1</sub>): 8.40 - 8.08 (m, 1 H), 7.88 (d, 1 H), 7.41 - 6.72 (m, 33 H)

元素分析: Found (%): C, 59.22; H, 3.91; N, 7.56

Calcd. (%): for 銅錯体1: C, 59.05; H, 3.78; N, 7.41

30

## 【0061】

## (実施例1)

本実施例において、銅錯体1を2,6-ジカルバゾロ-1,5-ピリジン(以下、PYD2と表記)に10重量%ドープした薄膜を作製した。その薄膜のフォトルミネッセンス(PL)特性を、蛍光光度分光計(オリバ・ジョバンイボン社製: Fluoromax-4)と小型蛍光寿命測定装置(浜松ホトニクス社製: Quantaurus)を用いて測定した。得られたPLスペクトルを図1に、発光極大波長( $\lambda_{max}$ )、発光量子収率( $\phi$ )、発光寿命( $\tau_{ave}$ )、放射崩壊速度( $k_r$ )および無放射崩壊速度( $k_{nr}$ )を表2に示す。

40

さらに、銅錯体1を用いて図2に示す構造の有機エレクトロルミネッセンス素子を作製して、その発光効率等を評価した。

ガラス1上にインジウム・スズ酸化物(ITO)2をおよそ30~100 nmの厚さで製膜し、さらにその上にポリ(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)3を40 nmの厚さでスピンドルコート法で製膜した。次いで、銅錯体1と2,6-ジカルバゾロ-1,5-ピリジン(PYD2)のクロロベンゼン溶液(銅錯体1とPYD2の重量比は5:95)を用いてスピンドルコート法により発光層4を30 nmの厚さで製膜した。さらにその上に、ビス(2-(ジフェニルホスフィノ)フェニル)エーテルオキシド(DPEPO)5を厚さ40 nmで真空蒸着法により製膜した。次いで、フッ化リチウム(LiF)6を0.7 nm真空蒸着し、次いでアルミニウム(Al)7

50

を 100 nm の厚さに蒸着して、図 2 に示す層構成を有する有機エレクトロルミネッセンス素子とした。

製造した有機エレクトロルミネッセンス素子を、半導体パラメータ・アナライザ（アジレント・テクノロジー社製：E 5273A）、光パワーメータ測定装置（ニューポート社製：1930C）、および光学分光器（オーシャンオプティクス社製：USB2000）を用いて測定した。電流密度 - 外部量子効率特性を測定した結果を図 3 に示し、エレクトロルミネッセンス（EL）スペクトルを測定した結果を図 4 に示す。実施例 1 の有機エレクトロルミネッセンス素子は 7.4 % の高い外部量子効率を達成した。

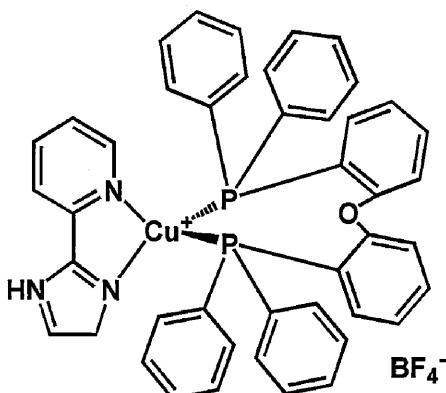
#### 【0062】

#### （比較例 1）

銅錯体 1 のかわりに中国特許公開第 100999528 号公報に記載されている下記の比較銅錯体 1 を用いた点を変更して、実施例 1 と同じ方法にしたがって、PYD2 に 10 wt % ドープした薄膜の PL 特性を評価した。結果を表 2 に示す。

#### 【0063】

#### 【化 12】



比較銅錯体 1

#### 【0064】

#### 【表 2】

錯体	$\lambda_{\text{max}} / \text{nm}$	$\phi$	$\tau_{\text{ave}}^c / \mu\text{s}$	$k_r / \text{s}^{-1}$	$k_{\text{nr}} / \text{s}^{-1}$
銅錯体 1	544	0.36	243.0	$1.5 \times 10^3$	$2.6 \times 10^3$
比較銅錯体 1	530	0.25	15.5	$1.6 \times 10^4$	$4.8 \times 10^4$

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0065】

本発明の銅錯体を用いた有機エレクトロルミネッセンス素子は、極めて高い発光効率を示す。本発明の銅錯体は安価で容易に合成することが可能であり、従来の銅錯体がほとんど達成することができなかった高い外部量子効率を達成するものであることから、産業上の利用可能性が高い。

#### 【符号の説明】

#### 【0066】

1 ガラス

2 ITO

3 PEDOT : PSS

4 発光層（銅錯体：PYD2）

5 DPEPO

6 LiF

10

20

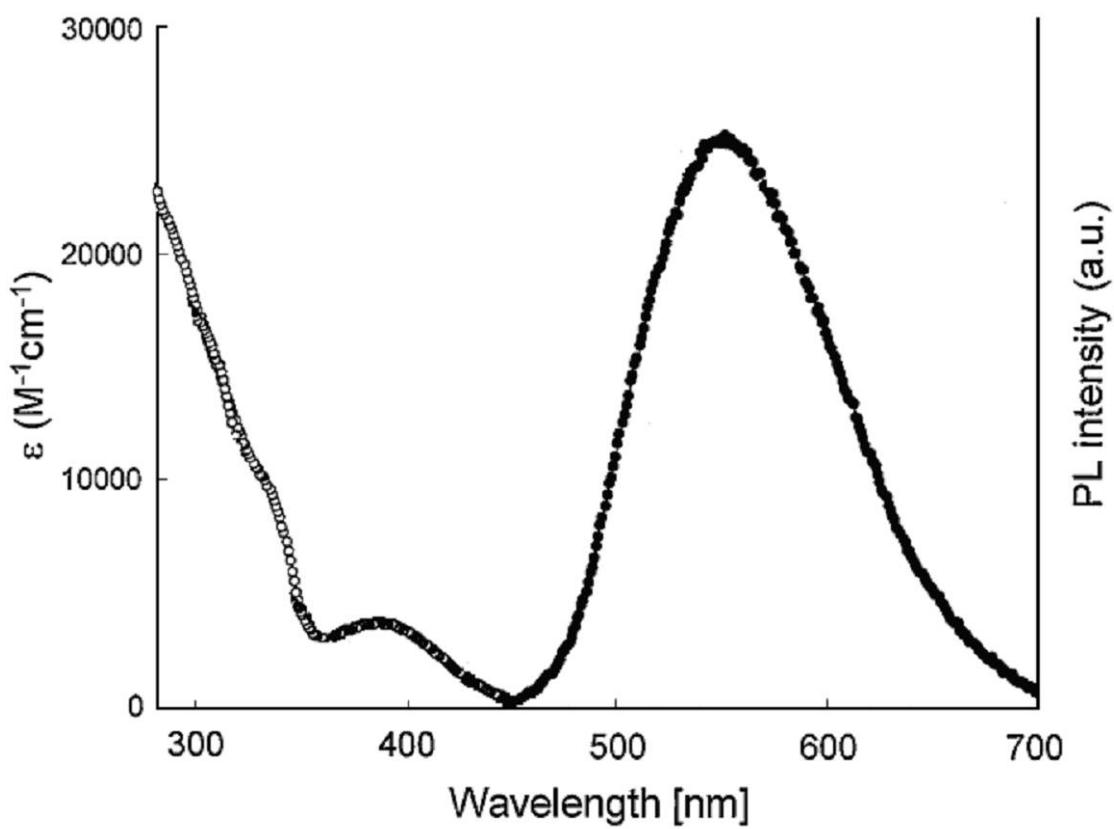
30

40

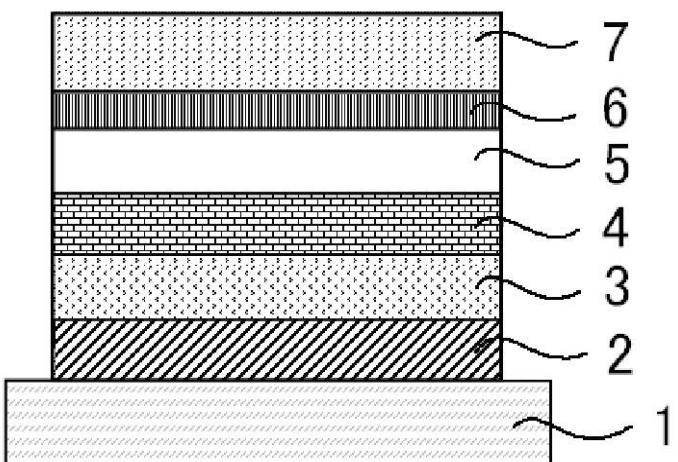
50

7 A 1

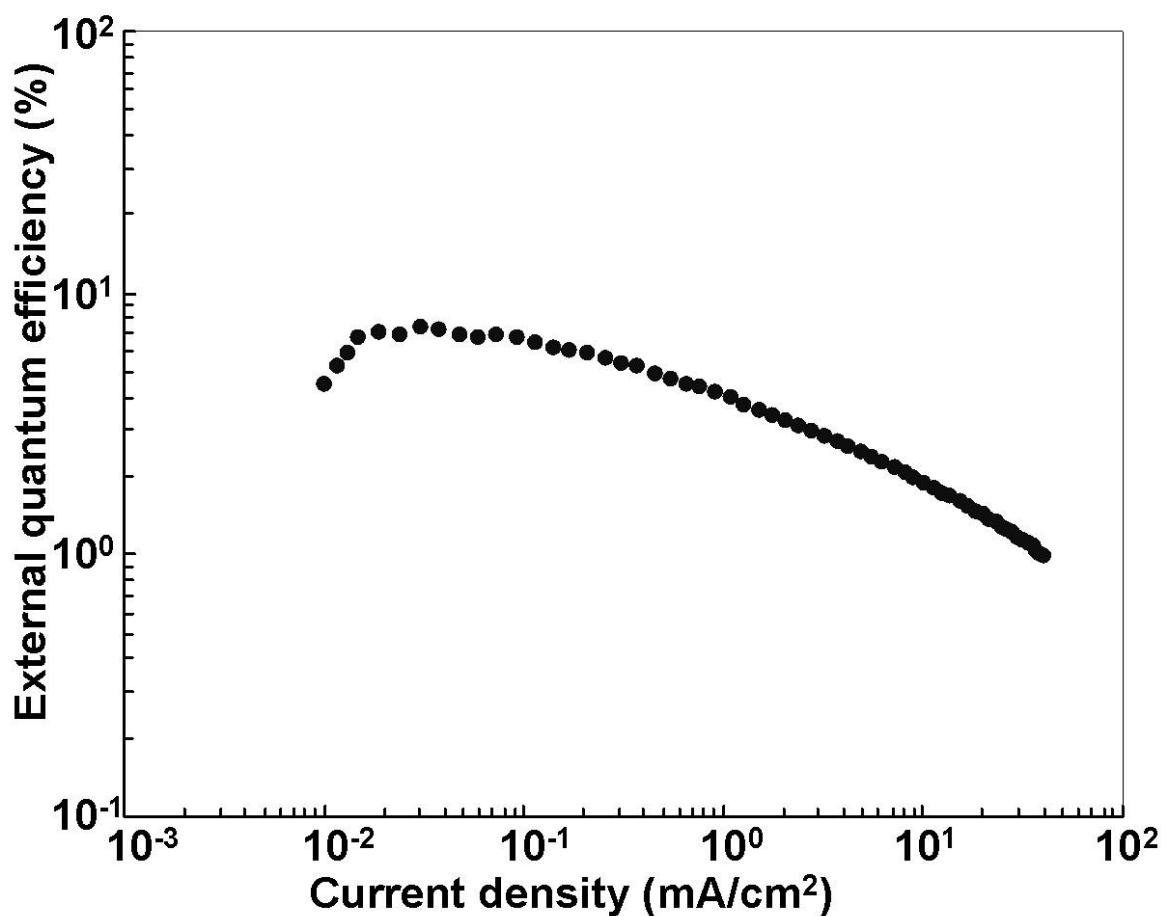
【図1】



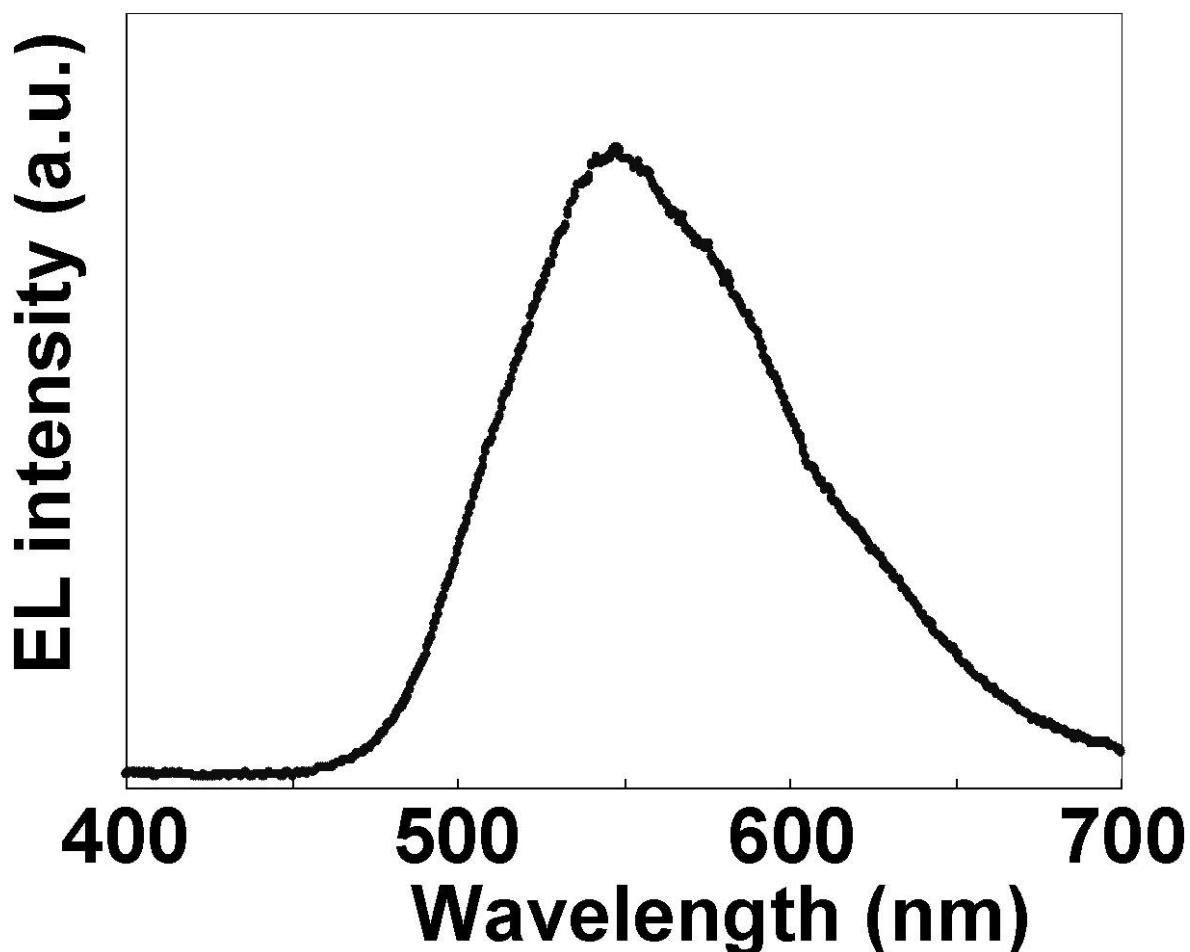
【図2】



【図3】



【図4】



---

フロントページの続き

(72)発明者 安達 千波矢

福岡県福岡市東区箱崎六丁目10番1号 国立大学法人九州大学内

F ターム(参考) 3K107 AA01 BB01 BB02 CC04 CC45 DD64 DD66 DD68 DD69  
4C063 AA01 BB01 CC41 CC42 CC47 DD14 EE10  
4H048 AA03 AB92 VA56 VB10  
4H050 AA03 AB92

专利名称(译)	有机电致发光器件，铜复合物和发光材料		
公开(公告)号	<a href="#">JP2013098419A</a>	公开(公告)日	2013-05-20
申请号	JP2011241271	申请日	2011-11-02
[标]申请(专利权)人(译)	国立大学法人九州大学		
申请(专利权)人(译)	国立大学法人九州大学		
[标]发明人	和田淳 チャンチシェン 安田琢磨 安達千波矢		
发明人	和田 淳 チャンチシェン 安田 琢磨 安達 千波矢		
IPC分类号	H01L51/50 C09K11/06 C07F9/50 C07F1/08 C07D401/04		
FI分类号	H05B33/14.B C09K11/06.660 C07F9/50 C07F1/08.Z C07D401/04		
F-Term分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/BB02 3K107/CC04 3K107/CC45 3K107/DD64 3K107/DD66 3K107/DD68 3K107/DD69 4C063/AA01 4C063/BB01 4C063/CC41 4C063/CC42 4C063/CC47 4C063/DD14 4C063/EE10 4H048/AA03 4H048/AB92 4H048/VA56 4H048/VB10 4H050/AA03 4H050/AB92		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

## 摘要(译)

解决的问题：通过使用廉价且易于合成的材料来提供具有高发光效率的有机电致发光元件。在发光层中使用由以下通式表示的铜配合物的有机电致发光器件。[选择图]无

