

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6402176号
(P6402176)

(45) 発行日 平成30年10月10日 (2018. 10. 10)

(24) 登録日 平成30年9月14日 (2018. 9. 14)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 51/50 (2006. 01)

H O 5 B 33/14 B

C O 7 F 5/02 (2006. 01)

H O 5 B 33/22 B

C O 9 K 11/06 (2006. 01)

C O 7 F 5/02 E

C O 7 D 487/04 (2006. 01)

C O 9 K 11/06 6 9 O

C O 9 K 11/06 6 6 O

請求項の数 11 (全 32 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-510140 (P2016-510140)

(86) (22) 出願日 平成27年2月23日 (2015. 2. 23)

(86) 国際出願番号 PCT/JP2015/055068

(87) 国際公開番号 W02015/146417

(87) 国際公開日 平成27年10月1日 (2015. 10. 1)

審査請求日 平成30年1月22日 (2018. 1. 22)

(31) 優先権主張番号 特願2014-59925 (P2014-59925)

(32) 優先日 平成26年3月24日 (2014. 3. 24)

(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000006644

新日鉄住金化学株式会社

東京都千代田区外神田四丁目14番1号

(74) 代理人 100132230

弁理士 佐々木 一也

(74) 代理人 100082739

弁理士 成瀬 勝夫

(74) 代理人 100088203

弁理士 佐野 英一

(74) 代理人 100100192

弁理士 原 克己

(74) 代理人 100198269

弁理士 久本 秀治

最終頁に続く

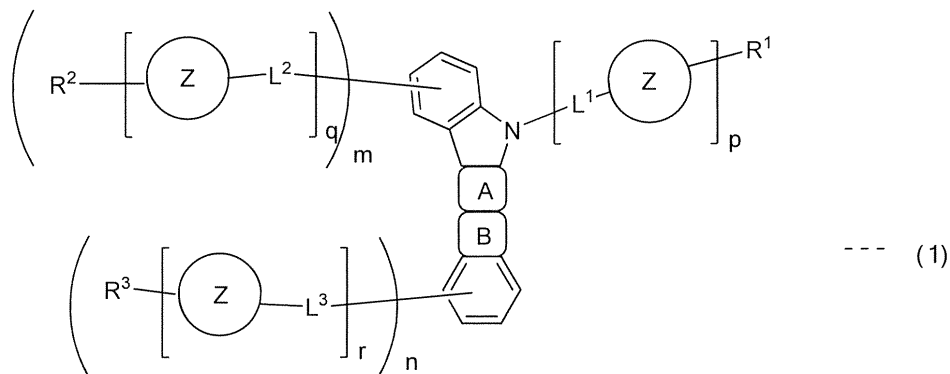
(54) 【発明の名称】 有機電界発光素子用材料及びこれを用いた有機電界発光素子

(57) 【特許請求の範囲】

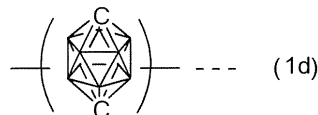
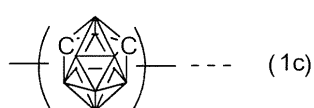
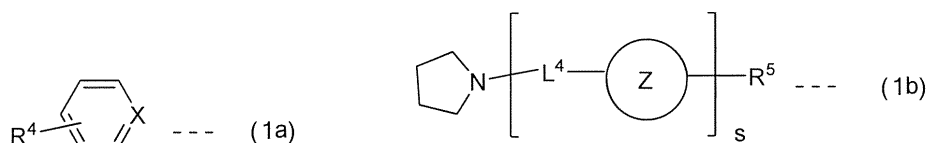
【請求項1】

一般式(1)で表されるカルボラン化合物からなる有機電界発光素子用材料。

【化 1】



10



20

ここで、環 A は隣接環と任意の位置で縮合する式 (1a) で表される芳香族環を示し、環 B は含窒素 5 員環が隣接環と任意の位置で縮合する式 (1b) で表される複素環を表し、X はメチン又は窒素原子を表す。

環 Z は式 (1c) 又は式 (1d) で表される $C_2B_{10}H_{10}$ の 2 価のカルボラン基を示し、分子内に環 Z が複数存在する場合は同一であっても異なってもよい。

p、q、r、s は繰り返し数であり、m、n は置換数であり、p、q、r、s および m、n は 0～5 の整数である。但し、 $q \times m$ 、 $r \times n$ 、p、及び s の内、何れか 1 つは 1 以上の整数である。

30

L^1 、 L^4 は各々独立に、単結合、又は置換若しくは未置換の炭素数 6～22 の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数 3～16 の芳香族複素環基、又は該置換若しくは未置換の芳香族炭化水素基及び該置換若しくは未置換の芳香族複素環基から選ばれる任意の芳香族基が 2～6 つ連結して構成される連結芳香族基を表し、連結芳香族基の場合は直鎖状であっても分岐状であってもよい。

L^2 、 L^3 は各々独立に、単結合、又は置換若しくは未置換の炭素数 6～22 の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数 3～18 の芳香族複素環基、又は該置換若しくは未置換の芳香族炭化水素基及び該置換若しくは未置換の芳香族複素環基から選ばれる任意の芳香族基が 2～6 つ連結して構成される連結芳香族基を表し、連結芳香族基の場合は直鎖状であっても分岐状であってもよい。

40

R^1 、 R^5 は、各々独立に、水素、置換若しくは未置換の炭素数 6～22 の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数 3～16 の芳香族複素環基、又は該置換若しくは未置換の芳香族炭化水素基及び該置換若しくは未置換の芳香族複素環基から選ばれる任意の芳香族基が 2～6 つ連結して構成される連結芳香族基を表し、連結芳香族基の場合は直鎖状であっても分岐状であってもよい。

R^2 、 R^3 、 R^4 は、各々独立に、水素、置換若しくは未置換の炭素数 6～22 の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数 3～18 の芳香族複素環基、又は該置換若しくは未置換の芳香族炭化水素基及び該置換若しくは未置換の芳香族複素環基から選ばれる任意の芳香族基が 2～6 つ連結して構成される連結芳香族基を表し、連結芳香族基の場合は

50

直鎖状であっても分岐状であってもよい。

【請求項 2】

X がメチンである請求項 1 に記載の有機電界発光素子用材料。

【請求項 3】

環 Z が、式 (1 c) で表される $C_2B_{10}H_{10}$ の 2 価のカルボラン基である請求項 1 に記載の有機電界発光素子用材料。

【請求項 4】

一般式 (1) において、q 及び r が 0 の整数である請求項 1 に記載の有機電界発光素子用材料。

【請求項 5】

L^1 、 L^4 が各々独立に、置換若しくは未置換の炭素数 6 ～ 18 の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数 3 ～ 16 の芳香族複素環基、又は該芳香族炭化水素基及び該芳香族複素環基から選ばれる芳香族基が 2 ～ 6 つ連結して構成されている連結芳香族基であり、 L^2 、 L^3 が各々独立に、置換若しくは未置換の炭素数 6 ～ 18 の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数 3 ～ 18 の芳香族複素環基、又は該芳香族炭化水素基及び該芳香族複素環基から選ばれる芳香族基が 2 ～ 6 つ連結して構成されている連結芳香族基である請求項 1 に記載の有機電界発光素子用材料。

【請求項 6】

L^1 、 L^4 が各々独立に、置換若しくは未置換の炭素数 3 ～ 16 の芳香族複素環基、又は該芳香族複素環基から選ばれる芳香族基が 2 ～ 6 つ連結して構成されている連結芳香族基であり、 L^2 、 L^3 が各々独立に、置換若しくは未置換の炭素数 3 ～ 18 の芳香族複素環基、又は該芳香族複素環基から選ばれる芳香族基が 2 ～ 6 つ連結して構成されている連結芳香族基である請求項 5 に記載の有機電界発光素子用材料。

【請求項 7】

R^1 、 R^5 が各々独立に、置換若しくは未置換の炭素数 6 ～ 18 の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数 3 ～ 16 の芳香族複素環基、又は該芳香族炭化水素基及び該芳香族複素環基から選ばれる芳香族基が 2 ～ 6 つ連結して構成されている連結芳香族基であり、 R^2 、 R^3 、 R^4 が各々独立に、置換若しくは未置換の炭素数 6 ～ 18 の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数 3 ～ 18 の芳香族複素環基、又は該芳香族炭化水素基及び該芳香族複素環基から選ばれる芳香族基が 2 ～ 6 つ連結して構成されている連結芳香族基である請求項 1 に記載の有機電界発光素子用材料。

【請求項 8】

基板上に、陽極、有機層及び陰極が積層されてなる有機電界発光素子において、該有機層の少なくとも 1 層が請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の有機電界発光素子用材料を含む有機層であることを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項 9】

有機電界発光素子用材料を含む有機層が、発光層、電子輸送層、および正孔阻止層からなる群れから選ばれる少なくとも一つの層である請求項 8 に記載の有機電界発光素子。

【請求項 10】

有機電界発光素子用材料を含む有機層が、燐光発光ドーパントを含有する発光層であることを特徴とする請求項 8 に記載の有機電界発光素子。

【請求項 11】

燐光発光ドーパントの発光波長が 600 nm 以下に発光極大波長を有する請求項 10 に記載の有機電界発光素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、カルボラン化合物を有機電界発光素子用材料として使用した有機電界発光素子に関するものであり、詳しくは、有機化合物を含む発光層に電界をかけて光を放出する薄膜型デバイスに関するものである。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

一般に、有機電界発光素子（以下、有機EL素子という）は、その最も簡単な構造としては発光層及び該層を挟んだ一对の対向電極から構成されている。すなわち、有機EL素子では、両電極間に電界が印加されると、陰極から電子が注入され、陽極から正孔が注入され、これらが発光層において再結合し、光を放出する現象を利用する。

【0003】

近年、有機薄膜を用いた有機EL素子の開発が行われるようになった。特に、発光効率を高めるため、電極からキャリア注入の効率向上を目的として電極の種類の最適化を行い、芳香族ジアミンからなる正孔輸送層と8-ヒドロキシキノリンアルミニウム錯体（Alq₃）からなる発光層とを電極間に薄膜として設けた素子の開発により、従来のアントラセン等の単結晶を用いた素子と比較して大幅な発光効率の改善がなされたことから、自発光・高速応答性といった特徴を持つ高性能フラットパネルへの実用化を目指して進められてきた。

【0004】

また、素子の発光効率を上げる試みとして、蛍光ではなく燐光を用いることも検討されている。上記の芳香族ジアミンからなる正孔輸送層とAlq₃からなる発光層とを設けた素子をはじめとした多くの素子が蛍光発光を利用したものであったが、燐光発光を用いる、すなわち、三重項励起状態からの発光を利用することにより、従来の蛍光（一重項）を用いた素子と比べて、3～4倍程度の効率向上が期待される。この目的のためにクマリン誘導体やベンゾフェノン誘導体を発光層とすることが検討されてきたが、極めて低い輝度しか得られなかった。また、三重項状態を利用する試みとして、ユーロピウム錯体を用いることが検討されてきたが、これも高効率の発光には至らなかった。近年では、発光の高効率化や長寿命化を目的にイリジウム錯体等の有機金属錯体を中心に研究が多数行われている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】W001/041512 A1

【特許文献2】特開2001-313178号公報

【特許文献3】特開2005-162709号公報

【特許文献4】特開2005-166574号公報

【特許文献5】W02013/094834 A1

【特許文献6】US2009/0167162 A1

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献1】J. Am. Chem. Soc. 2012, 134, 17982-17990

【0007】

高い発光効率を得るには、前記ドーパント材料と同時に、使用するホスト材料が重要になる。ホスト材料として提案されている代表的なものとして、特許文献1、2で紹介されているカルバゾール化合物の4,4'-ビス(9-カルバゾリル)ビフェニル（CBP）が挙げられる。CBPはトリス(2-フェニルピリジン)イリジウム錯体（Ir(ppy)₃）に代表される緑色燐光発光材料のホスト材料として使用した場合、CBPは正孔を流し易く電子を流しにくい特性上、電荷注入バランスが崩れ、過剰の正孔は電子輸送層側に流出し、結果としてIr(ppy)₃からの発光効率が低下する。

【0008】

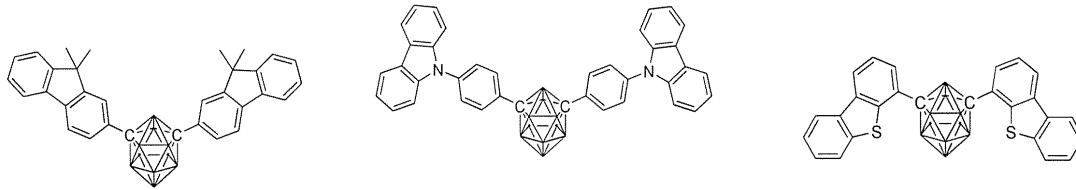
前述のように、有機EL素子で高い発光効率を得るには、高い三重項励起エネルギーを有し、かつ両電荷（正孔・電子）注入輸送特性においてバランスがとれたホスト材料が必要である。更に、電気化学的に安定であり、高い耐熱性と共に優れたアモルファス安定性を備える化合物が望まれており、更なる改良が求められている。

【0009】

特許文献3、4、5、6および非特許文献1においては、以下に示すようなカルボラン化合物が開示されている。

【0010】

【化1】



10

【発明の概要】

【0011】

有機EL素子をフラットパネルディスプレイ等の表示素子に応用するためには、素子の発光効率を改善すると同時に駆動時の安定性を十分に確保する必要がある。本発明は、上記現状に鑑み、高効率かつ高い駆動安定性を有した実用上有用な有機EL素子及びそれに適する化合物を提供することを目的とする。

【0012】

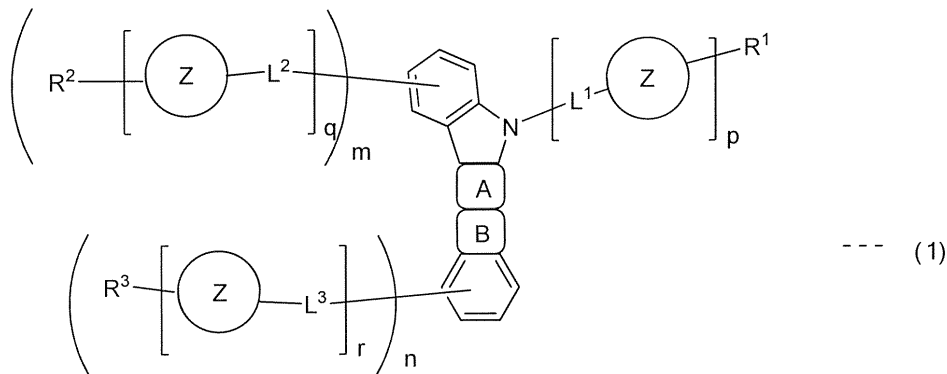
本発明者らは、鋭意検討した結果、インドロカルバゾール基上に少なくとも一つ以上のカルボラン基が結合した化合物を有機EL素子に用いることで優れた特性を示すことを見出し、本発明を完成するに至った。

20

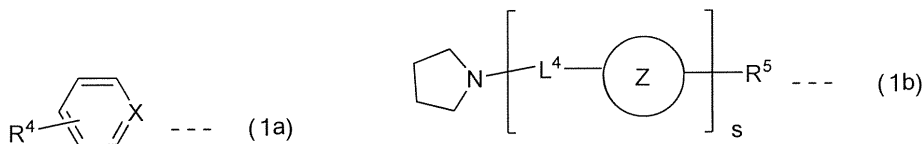
【0013】

本発明は、一般式(1)で表されるカルボラン化合物からなる有機電界発光素子用材料である。

【化2】



30



40



【0014】

ここで、環Aは隣接環と任意の位置で縮合する式(1a)で表される芳香族環を示し、環Bは置換基を有する含窒素5員環が隣接環と任意の位置で縮合する式(1b)で表され

50

る複素環を表し、Xはメチン又は窒素原子を表す。環Zは式(1c)又は式(1d)で表される $C_2B_{10}H_{10}$ の2価のカルボラン基を示し、分子内に環Zが複数存在する場合は同一であっても異なってもよい。p、q、r、sは繰り返し数を表し、m、nは置換数を表す。p、q、r、sおよびm、nは0～5の整数である。但し、 $q \times m$ 、 $r \times n$ 、p、及びsの内、何れか1つは1以上の整数である。

L^1 、 L^4 は各々独立に、単結合、又は置換若しくは未置換の炭素数6～22の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数3～16の芳香族複素環基、又は該置換若しくは未置換の芳香族炭化水素基及び該置換若しくは未置換の芳香族複素環基から選ばれる任意の芳香族基が2～6つ連結して構成される連結芳香族基を表し、連結芳香族基の場合は直鎖状であっても分岐状であってもよい。

10

L^2 、 L^3 は各々独立に、単結合、又は置換若しくは未置換の炭素数6～22の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数3～18の芳香族複素環基、又は該置換若しくは未置換の芳香族炭化水素基及び該置換若しくは未置換の芳香族複素環基から選ばれる任意の芳香族基が2～6つ連結して構成される連結芳香族基を表し、連結芳香族基の場合は直鎖状であっても分岐状であってもよい。

R^1 、 R^5 は、各々独立に、水素、置換若しくは未置換の炭素数6～22の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数3～16の芳香族複素環基、又は該置換若しくは未置換の芳香族炭化水素基及び該置換若しくは未置換の芳香族複素環基から選ばれる任意の芳香族基が2～6つ連結して構成される連結芳香族基を表し、連結芳香族基の場合は直鎖状であっても分岐状であってもよい。

20

R^2 、 R^3 、 R^4 は、各々独立に、水素、置換若しくは未置換の炭素数6～22の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数3～18の芳香族複素環基、又は該置換若しくは未置換の芳香族炭化水素基及び該置換若しくは未置換の芳香族複素環基から選ばれる任意の芳香族基が2～6つ連結して構成される連結芳香族基を表し、連結芳香族基の場合は直鎖状であっても分岐状であってもよい。

【0015】

一般式(1)において、Xがメチンであること、環Zが式(1c)で表される $C_2B_{10}H_{10}$ の2価のカルボラン基であること、又はq及びrが0の整数であることは、本発明の好ましい態様である。

【0016】

30

L^1 、 L^4 が各々独立に、置換若しくは未置換の炭素数6～18の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数3～16の芳香族複素環基、又は該芳香族炭化水素基及び該芳香族複素環基から選ばれる芳香族基が2～6つ連結して構成されている連結芳香族基であり、 L^2 、 L^3 が各々独立に、置換若しくは未置換の炭素数6～18の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数3～18の芳香族複素環基、又は該芳香族炭化水素基及び該芳香族複素環基から選ばれる芳香族基が2～6つ連結して構成されている連結芳香族基であることが好ましい。

【0017】

L^1 、 L^4 が各々独立に、置換若しくは未置換の炭素数3～16の芳香族複素環基、又は該芳香族複素環基から選ばれる芳香族基が2～6つ連結して構成されている連結芳香族基であり、 L^2 、 L^3 が各々独立に、置換若しくは未置換の炭素数3～18の芳香族複素環基、又は該芳香族複素環基から選ばれる芳香族基が2～6つ連結して構成されている連結芳香族基であることがより好ましい。

40

【0018】

R^1 、 R^5 が各々独立に、置換若しくは未置換の炭素数6～18の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数3～16の芳香族複素環基、又は該芳香族炭化水素基及び該芳香族複素環基から選ばれる芳香族基が2～6つ連結して構成されている連結芳香族基であり、 R^2 、 R^3 、 R^4 が各々独立に、置換若しくは未置換の炭素数6～18の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数3～18の芳香族複素環基、又は該芳香族炭化水素基及び該芳香族複素環基から選ばれる芳香族基が2～6つ連結して構成されている連結芳香

50

族基であることが好ましい。

【0019】

また、本発明は、基板上に、陽極、有機層及び陰極が積層されてなる有機電界発光素子において、上記の有機電界発光素子用材料を含む有機層を有する有機電界発光素子に関する。

【0020】

更に、上記有機電界発光素子用材料を含む有機層が、燐光発光ドーパントを含有することが好ましい。そして、燐光発光ドーパントの発光波長が600nm以下に発光極大波長を有することが望ましい。

【0021】

本発明の有機電界発光素子用材料は、インドロカルバゾール環に少なくとも一つ以上のカルボラン基又はこれを含む基が結合した構造をとる。このような構造的特徴を有するカルボラン化合物は、電子注入輸送性に影響を与える最低空軌道(LUMO)がカルボラン基上に分布し、正孔注入輸送性に影響を与える最高被占軌道(HOMO)がインドロカルバゾール基上に各々分布する。故にカルボラン基の数、カルボラン基若しくはインドロカルバゾール環に置換する置換基の種類や数を変えることで電荷注入輸送性を高いレベルで制御できる。さらにドーパントの最低三重項励起エネルギー(T1エネルギー)を閉じ込めるのに十分な高いT1エネルギーを有することから、ドーパントからの効率的な発光を可能とする。以上の特徴から、これを有機EL素子に使用することで素子の駆動電圧の低減ならびに高い発光効率を達成し得る。

また、本発明の有機電界発光素子用材料は、良好なアモルファス特性と高い熱安定性を示すと同時に励起状態で極めて安定であることから、これを用いた有機EL素子は駆動寿命が長く、実用レベルの耐久性を有する。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】有機EL素子の一構造例を示す断面図である。

【図2】本発明のカルボラン化合物のNMRチャートを示す。

【発明を実施するための形態】

【0023】

本発明の有機電界発光素子用材料は、前記一般式(1)で表されるカルボラン化合物である。このカルボラン化合物は、インドロカルバゾール環と少なくとも一つ以上のカルボラン基を有することにより、上記のような優れた効果をもたらすと考えられる。

【0024】

各式において、 L^1 、 L^4 は各々独立に、単結合、又は置換若しくは未置換の炭素数6～22の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数3～16の芳香族複素環基、又は連結芳香族基を表す。

【0025】

ここで、連結芳香族基は、上記芳香族炭化水素基、及び芳香族複素環基から選ばれる芳香族基の芳香族環が2～6つ連結して構成される鎖状に連結した芳香族基である。この連結芳香族基は直鎖状であっても分岐状であってもよく、連結する芳香族環は同一であっても異なってもよい。この連結芳香族基の説明は、 L^2 、 L^3 、及び $R^1 \sim R^5$ における連結芳香族基の説明と共通する。

【0026】

L^2 、 L^3 は各々独立に、単結合、又は置換若しくは未置換の炭素数6～22の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数3～18の芳香族複素環基、又は上記芳香族炭化水素基、及び芳香族複素環基から選ばれる芳香族基の芳香族環が2～6つ連結して構成される連結芳香族基を表す。分子内に $L^1 \sim L^4$ が複数存在する場合は同一であっても異なってもよい。

【0027】

各式において、 R^1 、 R^5 は各々独立に、水素、又は置換若しくは未置換の炭素数6～2

10

20

30

40

50

2の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数3～16の芳香族複素環基、又は上記芳香族炭化水素基、及び芳香族複素環基から選ばれる芳香族基の芳香族環が2～6つ連結して構成される連結芳香族基を表す。

【0028】

R^2 、 R^3 、 R^4 は、各々独立に、水素、又は置換若しくは未置換の炭素数6～22の芳香族炭化水素基、置換若しくは未置換の炭素数3～18の芳香族複素環基、又は上記芳香族炭化水素基、及び芳香族複素環基から選ばれる芳香族基の芳香族環が2～6つ連結して構成される連結芳香族基を表す。分子内に R^2 、 R^3 が複数存在する場合は同一であっても異なってもよい。

【0029】

$L^1 \sim L^4$ 及び $R^1 \sim R^5$ の説明において、未置換の芳香族炭化水素基の具体例としてはベンゼン、ナフタレン、フルオレン、アントラセン、フェナントレン、トリフェニレン、テトラフェニレン、フルオランテン、ピレン、クリセン等の芳香族炭化水素化合物、又はこれらが複数連結した芳香族炭化水素化合物から水素を除いて生じる基が挙げられ、好ましくはベンゼン、ナフタレン、フルオレン、フェナントレン、又はトリフェニレンから水素を除いて生じる基である。

【0030】

未置換の芳香族複素環基の具体例としてはピリジン、ピリミジン、トリアジン、キノリン、イソキノリン、キノキサリン、キナゾリン、ナフチリジン、カルバゾール、アクリジン、アゼピン、トリベンゾアゼピン、フェナジン、フェノキサジン、フェノチアジン、ジベンゾホスホール、ジベンゾボロール等の芳香族複素環化合物、又はこれらが複数連結した芳香族複素環化合物から水素を除いて生じる連結基が挙げられ、好ましくはピリジン、ピリミジン、トリアジン、カルバゾールから水素を除いて生じる基である。なお、 L^2 、 L^3 、 R^2 、 R^3 、 R^4 が芳香族複素環基である場合、又はそれを含む連結芳香族基である場合、芳香族複素環基の炭素数が3～18であるので、上記に加えて炭素数17～18の芳香族複素環化合物、例えばインドロカルバゾールから水素を除いて生じる基であることができる。

【0031】

芳香族炭化水素化合物又は芳香族複素環化合物が複数連結した芳香族化合物から水素を除いて生じる連結芳香族基は、芳香族環が2～6つ連結されて構成される基であり、連結される芳香族環は同一でも異なってもよく、芳香族炭化水素基と芳香族複素環基の両者が含まれてもよい。連結される芳香族環の数は2～4が好ましく、より好ましくは2又は3である。

【0032】

上記連結芳香族基の具体例としては、ビフェニル、ターフェニル、フェニルナフタレン、ジフェニルナフタレン、フェニルアントラセン、ジフェニルアントラセン、ジフェニルフルオレン、ビピリジン、ビピリミジン、ビトリアジン、ビスカルバゾール、フェニルピリジン、フェニルピリミジン、フェニルトリアジン、フェニルカルバゾール、ジフェニルピリジン、ジフェニルトリアジン、ビスカルバゾリルベンゼン等から水素を除いて生じる基が挙げられる。

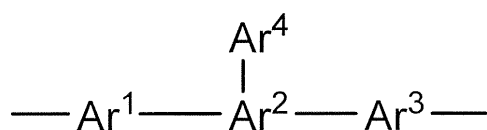
【0033】

上記芳香族炭化水素基、芳香族複素環基又は連結芳香族基は、置換基を有してもよく、置換基を有する場合、好ましい置換基としては、炭素数1～12のアルキル基、炭素数1～12のアルコキシ基、又はアセチル基である。より好ましくは、炭素数1～4のアルキル基、炭素数1～2のアルコキシ基、又はアセチル基である。

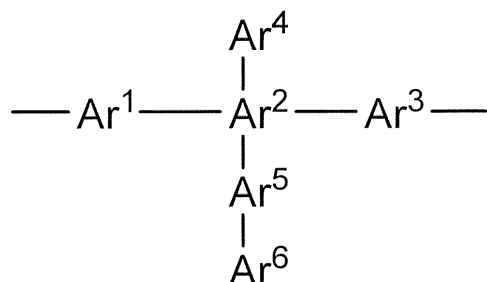
【0034】

ここで、上記連結芳香族基は、2個の基の場合、例えば、下式で表わされ、直鎖状、又は分岐状で連結されてもよい。

【化 3】



10

(Ar¹～Ar⁶は未置換の芳香族炭化水素環又は芳香族複素環)

20

【0035】

各式において、p、q、r、sは、繰り返し数を表し、0～5の整数を表す。また、m、nは置換数を表し、0～5の整数を表す。但し、q×m、r×n、p、及びsの内、何れか1つは1以上の整数である。

好ましくは、(m+n)は、0～3の整数であり、より好ましくは、(m+n)=0～1である。pとsは、いずれか一方又は両方が1以上の整数であることが好ましい。環Zの数は、1又は2が好ましい。

【0036】

一般式(1)において、環Aは隣接環の任意の位置で縮合する式(1a)で表される芳香族環を示す。環Bは隣接環の任意の位置で縮合する式(1b)で表される複素環を示し、窒素を含む5員環が隣接環と縮合する。

30

【0037】

式(1a)において、Xはメチン又は窒素原子を表し、好ましくはメチンである。

【0038】

各式において、環Zは式(1c)、又は(1d)で表される2価のカルボラン基(C₂B₁₀H₁₀)を示す。式(1c)、(1d)が有する2つの結合手はカルボラン骨格を構成するCから生じて、Bから生じて、Cから生じることが好ましい。

【0039】

式(1c)、(1d)で表されるカルボラン基の中でも、式(1c)で表されるカルボラン基が好ましい。

40

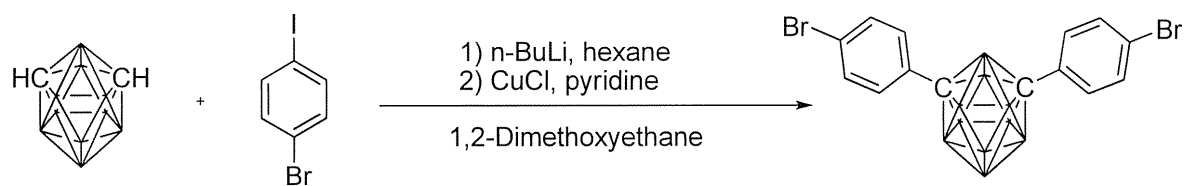
【0040】

一般式(1)で表されるカルボラン化合物は、目的とする化合物の構造に応じて原料を選択し、公知の手法を用いて合成することができる。

【0041】

Journal of Organometallic Chemistry, 1993, 462, p19-29に示される合成例を参考にして以下の反応式により(A-1)を合成することができる。

【化 4】



[A-1]

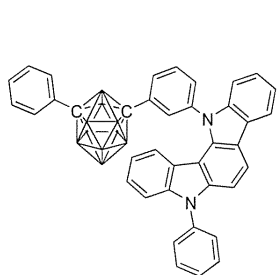
【 0 0 4 2 】

10

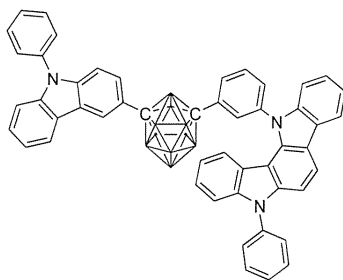
一般式（１）で表されるカルボラン化合物の具体例を以下に示すが、本発明の有機電界発光素子用材料はこれらに限定されない。

【 0 0 4 3 】

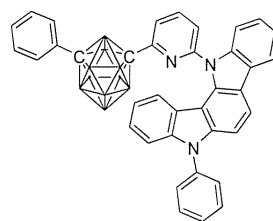
【化 5】



1

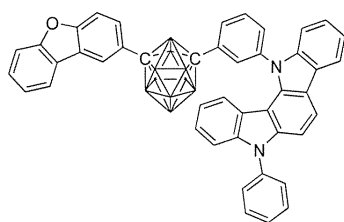


2

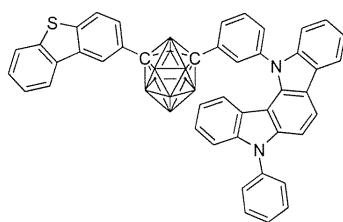


3

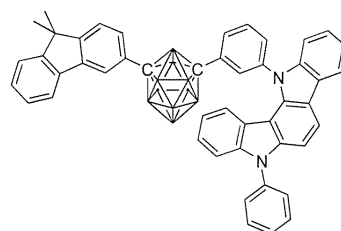
10



4

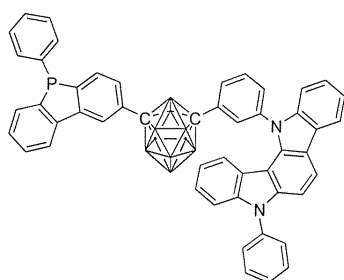


5

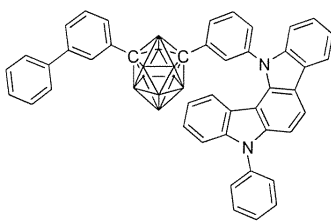


6

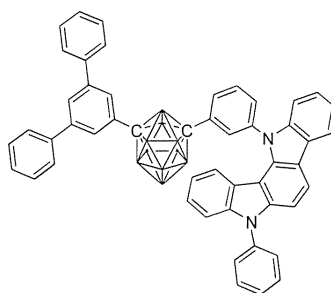
20



7

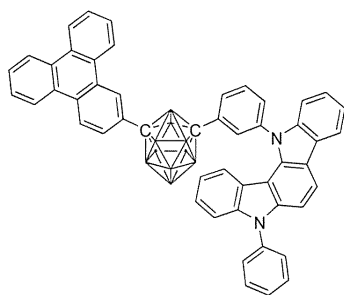


8

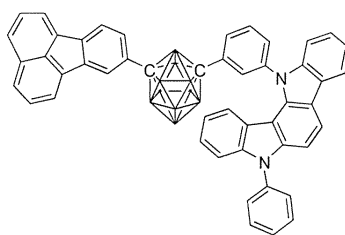


9

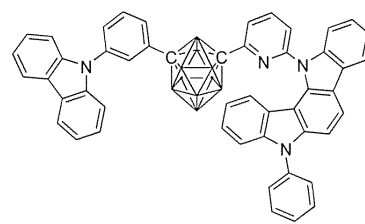
30



10



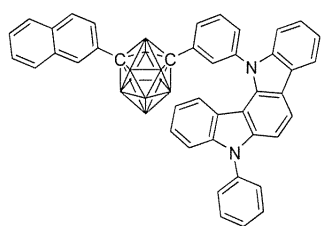
11



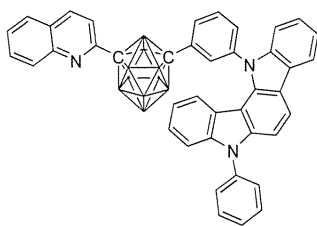
12

40

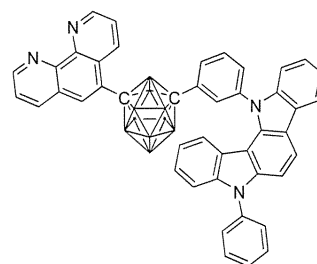
【化 6】



13

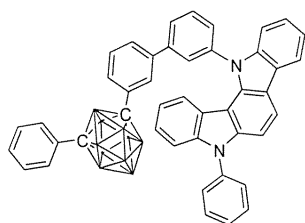


14

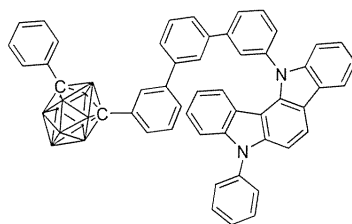


15

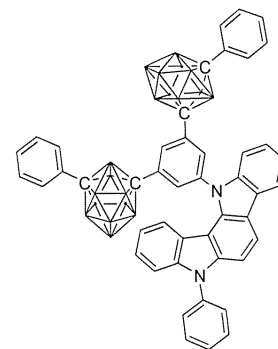
10



16

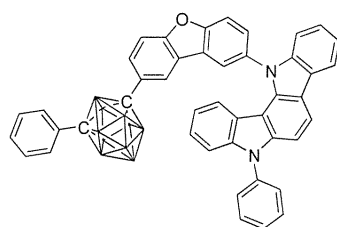


17

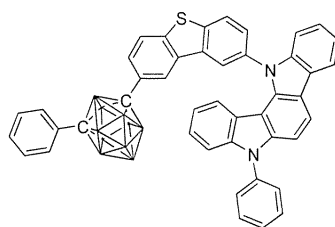


18

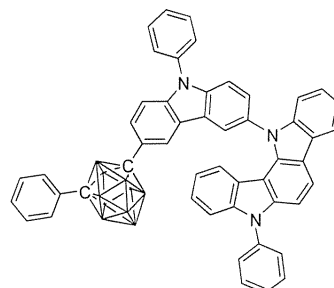
20



19

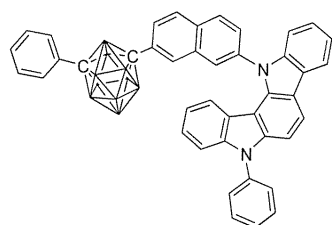


20

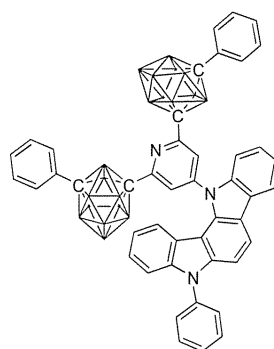


21

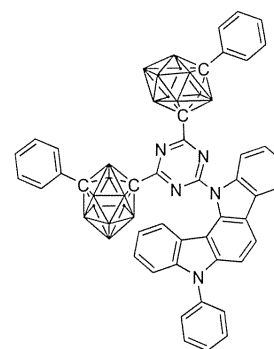
30



22



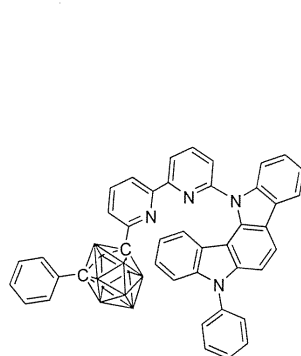
23



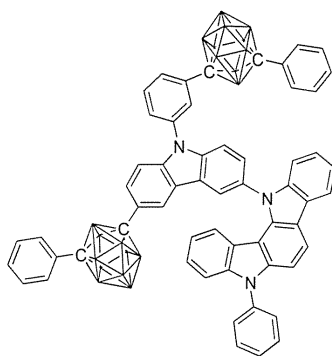
24

40

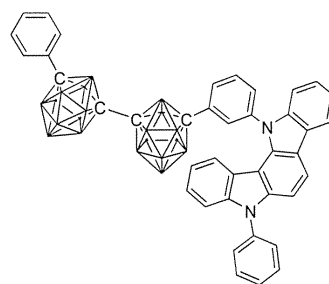
【化 7】



25

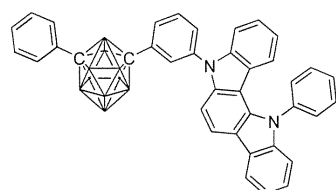


26

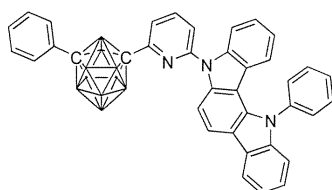


27

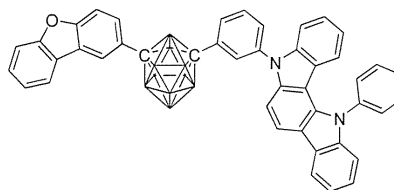
10



28

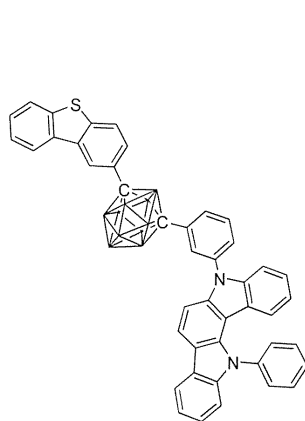


29

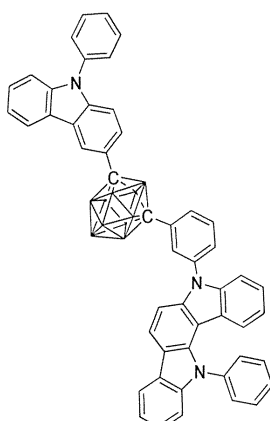


30

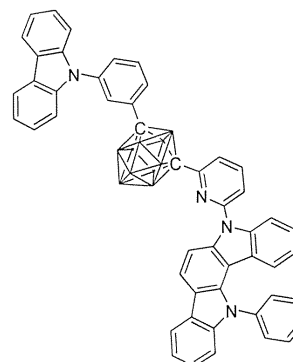
20



28-2



29-2

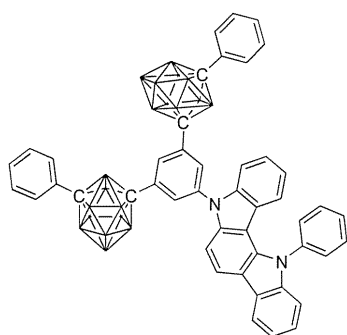


30-2

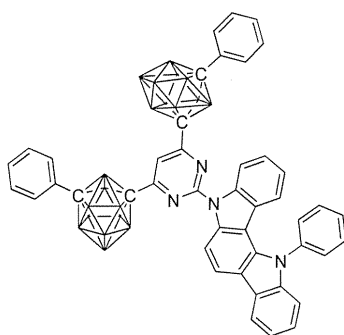
30

40

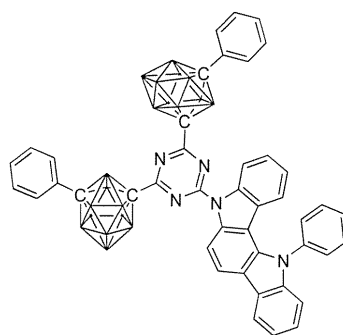
【化 8】



31

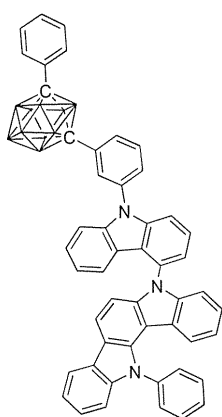


32

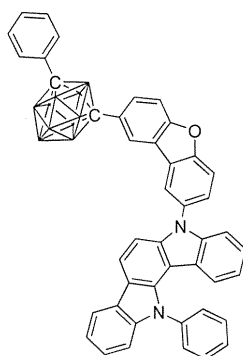


33

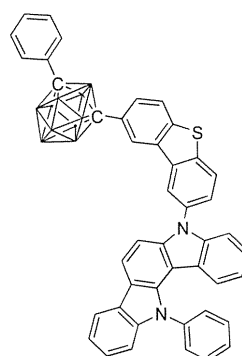
10



34

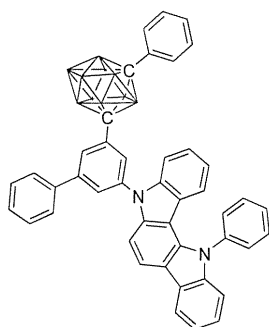


35

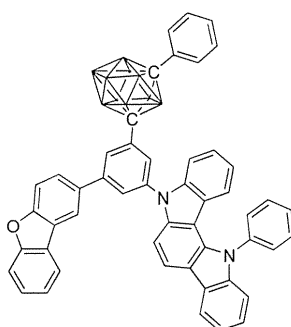


36

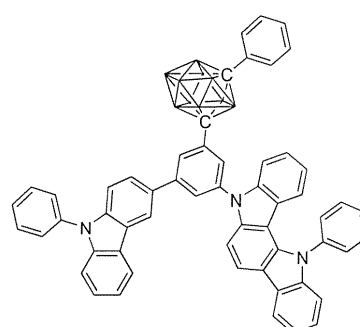
20



37



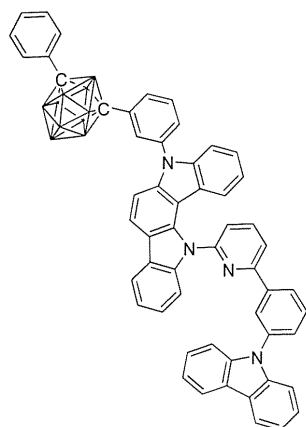
38



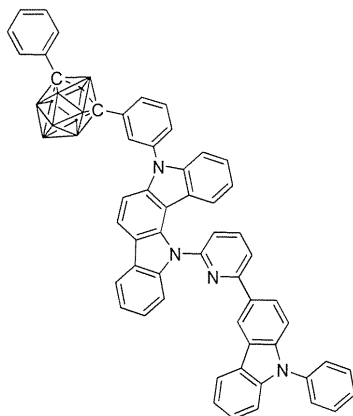
39

40

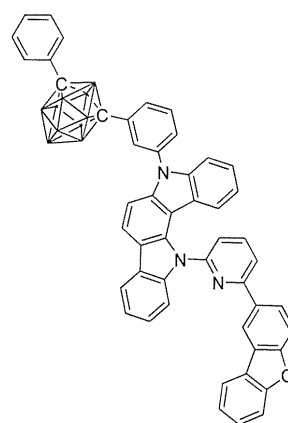
【化 9】



40

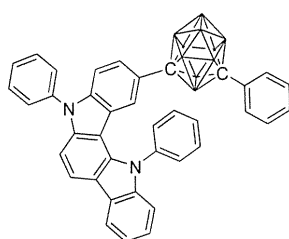


41

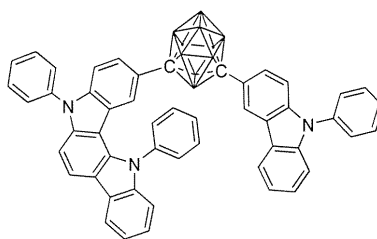


42

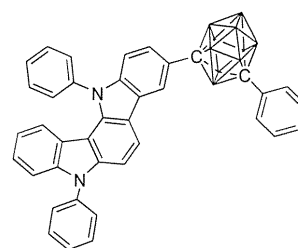
10



43

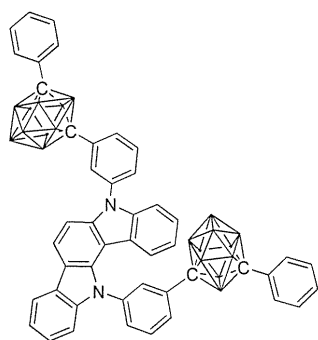


44

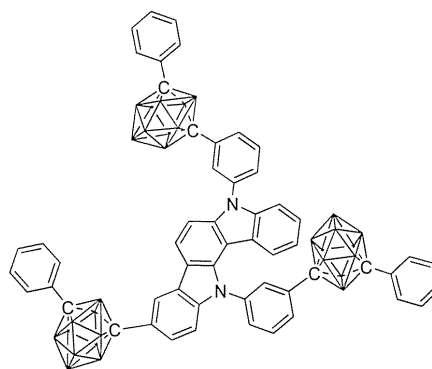


45

20



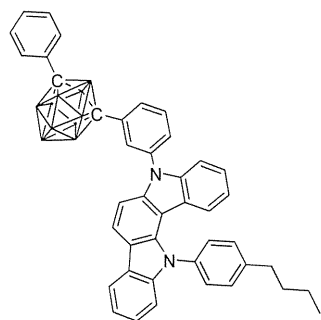
46



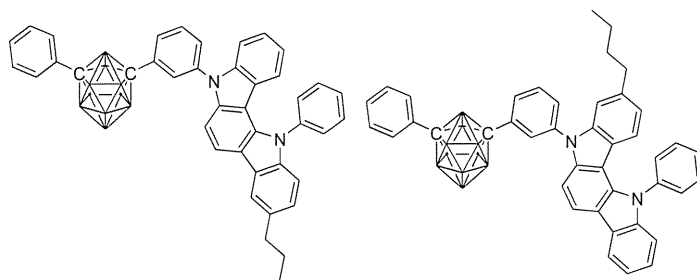
47

30

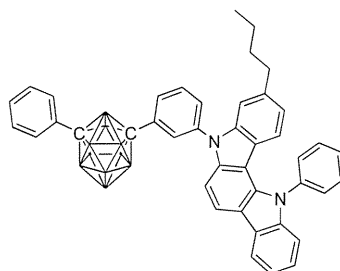
【化 10】



48

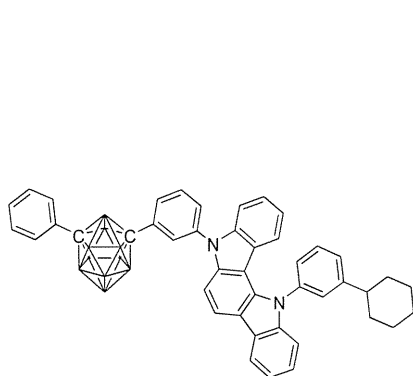


49

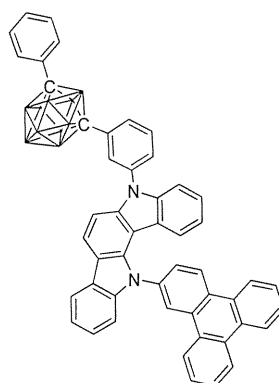


50

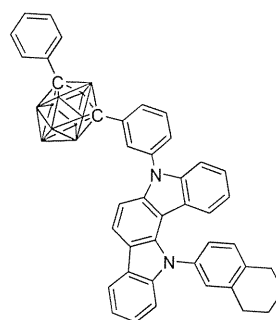
10



51

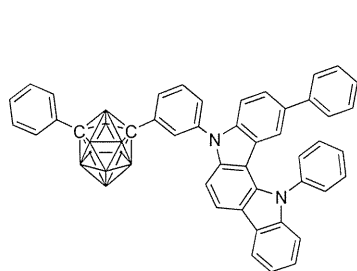


52

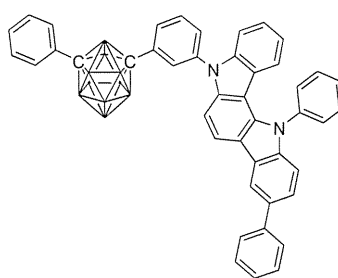


53

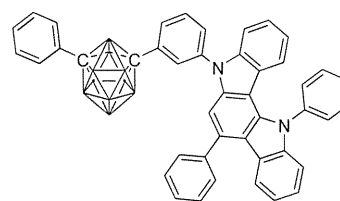
20



54



55

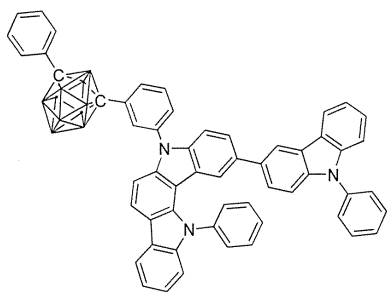


56

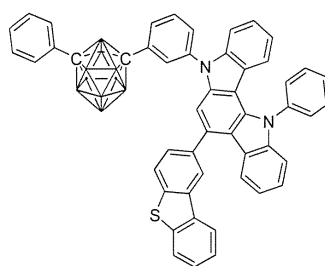
30

40

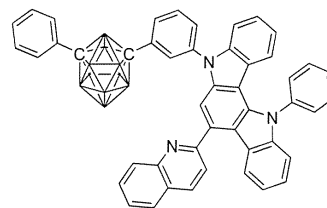
【化 1 1】



57

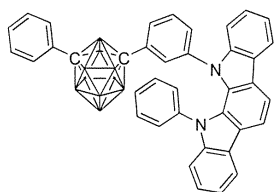


58

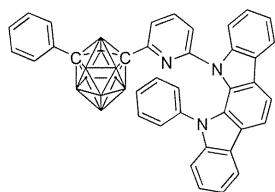


59

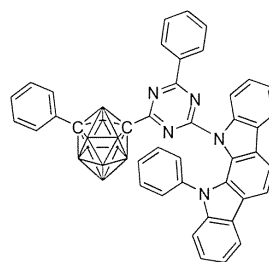
10



60

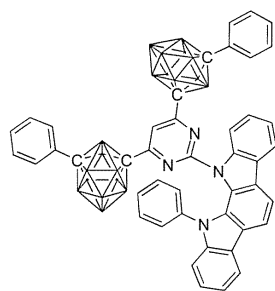


61

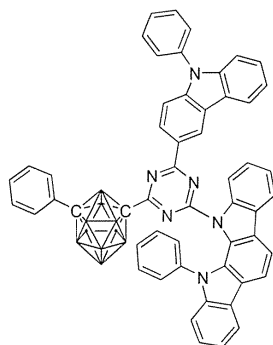


62

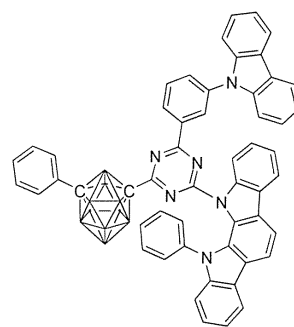
20



63

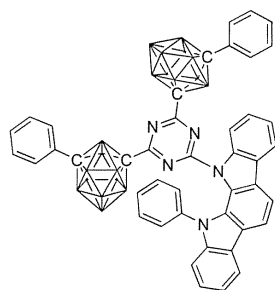


64

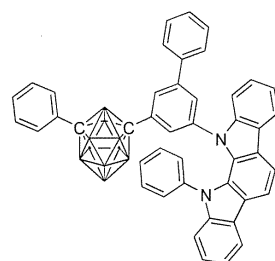


65

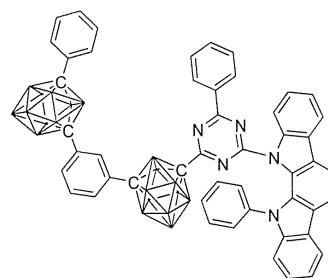
30



66



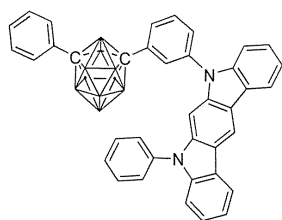
67



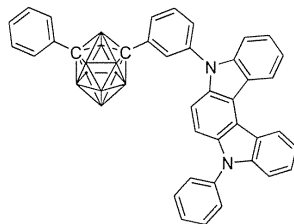
68

40

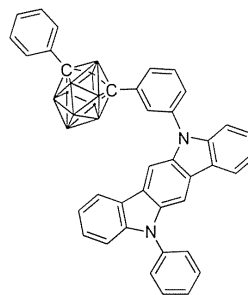
【化 1 2】



69

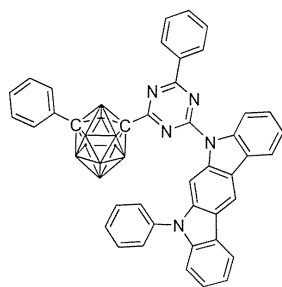


70

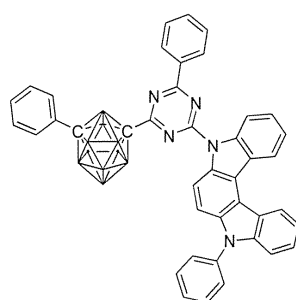


71

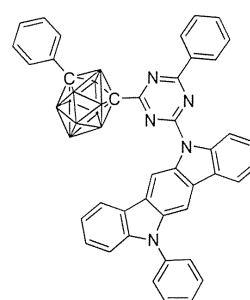
10



72

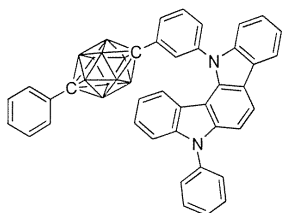


73

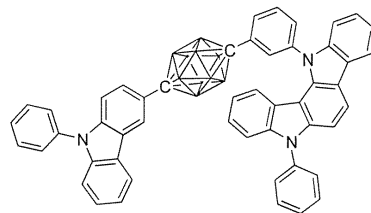


74

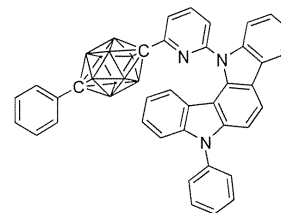
20



75

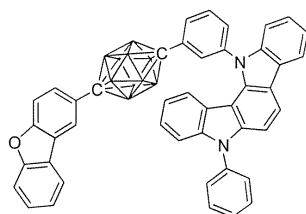


76

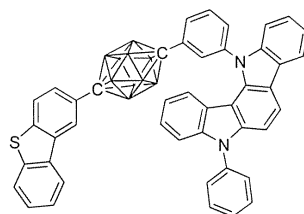


77

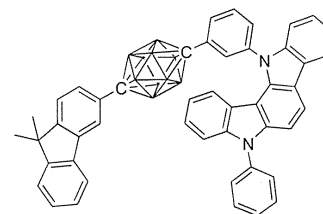
30



78



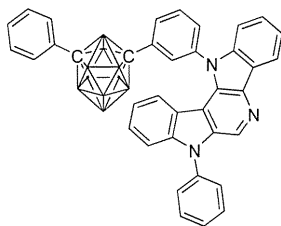
79



80

40

【化 1 3】



81

【0044】

10

本発明の有機電界発光素子用材料は、一般式（１）で表されるカルボラン化合物（本発明のカルボラン化合物又は本発明の材料ともいう。）からなる。基板上に、陽極、複数の有機層及び陰極が積層されてなる有機ＥＬ素子の少なくとも１つの有機層に、本発明のカルボラン化合物を含有させることにより、優れた有機電界発光素子を与える。含有させる有機層としては、発光層、電子輸送層又は正孔阻止層が適する。ここで、発光層に使用する場合は、蛍光発光、遅延蛍光発光又は燐光発光性のドーパントを含有する発光層のホスト材料として使用することができるほか、本発明のカルボラン化合物を蛍光及び遅延蛍光を放射する有機発光材料として使用することができる。蛍光及び遅延蛍光を放射する有機発光材料として使用する場合、励起一重項エネルギー、励起三重項エネルギーの少なくとも何れか一方が本発明のカルボラン化合物よりも高い値を有する他の有機化合物をホスト材料として使用することが好ましい。本発明のカルボラン化合物は、燐光発光ドーパントを含有する発光層のホスト材料として含有させることが特に好ましい。

20

【0045】

次に、本発明の有機電界発光素子用材料を用いた有機ＥＬ素子について説明する。

【0046】

本発明の有機ＥＬ素子は、基板上に積層された陽極と陰極の間に、少なくとも一つの発光層を有する有機層を有し、且つ少なくとも一つの有機層は、本発明の有機電界発光素子用材料を含む。有利には、燐光発光ドーパントと共に本発明の有機電界発光素子用材料を発光層中に含む。

【0047】

30

次に、本発明の有機ＥＬ素子の構造について、図面を参照しながら説明するが、本発明の有機ＥＬ素子の構造は何ら図示のものに限定されるものではない。

【0048】

図１は、本発明に用いられる一般的な有機ＥＬ素子の構造例を示す断面図であり、１は基板、２は陽極、３は正孔注入層、４は正孔輸送層、５は発光層、６は電子輸送層、７は陰極を各々表す。本発明の有機ＥＬ素子では発光層と隣接して励起子阻止層を有してもよく、また、発光層と正孔注入層との間に電子阻止層を有してもよい。励起子阻止層は発光層の陽極側、陰極側のいずれにも挿入することができ、両方同時に挿入することも可能である。本発明の有機ＥＬ素子では、基板、陽極、発光層及び陰極を必須の層として有するが、必須の層以外の層に、正孔注入輸送層、電子注入輸送層を有することがよく、更に発光層と電子注入輸送層の間に正孔阻止層を有することがよい。なお、正孔注入輸送層は、正孔注入層と正孔輸送層のいずれか又は両者を意味し、電子注入輸送層は、電子注入層と電子輸送層のいずれか又は両者を意味する。

40

【0049】

なお、図１とは逆の構造、すなわち、基板１上に陰極７、電子輸送層６、発光層５、正孔輸送層４、陽極２の順に積層することも可能であり、この場合も、必要により層を追加したり、省略したりすることが可能である。

【0050】

－基板－

本発明の有機ＥＬ素子は、基板に支持されていることが好ましい。この基板については

50

、特に制限はなく、従来から有機EL素子に慣用されているものであればよく、例えば、ガラス、透明プラスチック、石英などからなるものを用いることができる。

【0051】

－陽極－

有機EL素子における陽極としては、仕事関数の大きい（4 eV以上）金属、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが好ましく用いられる。このような電極物質の具体例としてはAu等の金属、CuI、インジウムチンオキシド（ITO）、 SnO_2 、ZnO等の導電性透明材料が挙げられる。また、IDIXO（ In_2O_3 －ZnO）等非晶質で透明導電膜を作製可能な材料を用いてもよい。陽極はこれらの電極物質を蒸着やスパッタリング等の方法により、薄膜を形成させ、フォトリソグラフィ法で所望の形状のパターンを形成してもよく、あるいはパターン精度をあまり必要としない場合は（100 μm 以上程度）、上記電極物質の蒸着やスパッタリング時に所望の形状のマスクを介してパターンを形成してもよい。あるいは、有機導電性化合物のように塗布可能な物質を用いる場合には、印刷方式、コーティング方式等湿式成膜法を用いることもできる。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 $\Omega/\square$ 以下が好ましい。更に膜厚は材料にもよるが、通常10～1000 nm、好ましくは10～200 nmの範囲で選ばれる。

10

【0052】

－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 $\Omega/\square$ 以下が好ましく、膜厚は通常10 nm～5 μm 、好ましくは50～200 nmの範囲で選ばれる。なお、発光した光を透過させるため、有機EL素子の陽極又は陰極のいずれか一方が、透明又は半透明であれば発光輝度が向上し好都合である。

20

30

【0053】

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、透明又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。

【0054】

－発光層－

発光層は、陽極及び陰極のそれぞれから注入された正孔及び電子が再結合することにより励起子が生成した後、発光する層であり、発光層には有機発光材料とホスト材料を含む。

40

発光層が蛍光発光層である場合、蛍光発光材料は少なくとも1種の蛍光発光材料を単独で使用してもよいが、蛍光発光材料を蛍光発光ドーパントとして使用し、ホスト材料を含むことが好ましい。

【0055】

発光層における蛍光発光材料としては、本発明のカルボラン化合物を用いることができるが、多数の特許文献等により知られているので、それらから選択することもできる。例えば、ベンゾオキサゾール誘導体、ベンゾチアゾール誘導体、ベンゾイミダゾール誘導体

50

、スチリルベンゼン誘導体、ポリフェニル誘導体、ジフェニルブタジエン誘導体、テトラフェニルブタジエン誘導体、ナフタルイミド誘導体、クマリン誘導体、縮合芳香族化合物、ペリノン誘導体、オキサジアゾール誘導体、オキサジン誘導体、アルダジン誘導体、ピラリジン誘導体、シクロペンタジエン誘導体、ビススチリルアントラセン誘導体、キナクリドン誘導体、ピロロピリジン誘導体、チアジアゾロピリジン誘導体、スチリルアミン誘導体、ジケトピロロピロール誘導体、芳香族ジメチリジン化合物、8-キノリノール誘導体の金属錯体やピロメテン誘導体の金属錯体、希土類錯体、遷移金属錯体に代表される各種金属錯体等、ポリチオフェン、ポリフェニレン、ポリフェニレンビニレン等のポリマー化合物、有機シラン誘導体等が挙げられる。好ましくは縮合芳香族化合物、スチリル化合物、ジケトピロロピロール化合物、オキサジン化合物、ピロメテン金属錯体、遷移金属錯体、ランタノイド錯体が挙げられ、より好ましくはナフタセン、ピレン、クリセン、トリフェニレン、ベンゾ[c]フェナントレン、ベンゾ[a]アントラセン、ペンタセン、ペリレン、フルオランテン、アセナフソフルオランテン、ジベンゾ[a,j]アントラセン、ジベンゾ[a,h]アントラセン、ベンゾ[a]ナフタセン、ヘキサセン、アンタントレン、ナフト[2,1-f]イソキノリン、 α -ナフタフェナントリジン、フェナントロオキサゾール、キノリノ[6,5-f]キノリン、ベンゾチオファントレン等が挙げられる。これらは置換基としてアルキル基、アリール基、芳香族複素環基、ジアリールアミノ基を有していてもよい。

10

【0056】

発光層における蛍光ホスト材料としては、本発明のカルボラン化合物を用いることができるが、多数の特許文献等により知られているので、それらから選択することもできる。例えば、ナフタレン、アントラセン、フェナンスレン、ピレン、クリセン、ナフタセン、トリフェニレン、ペリレン、フルオランテン、フルオレン、インデンなどの縮合アリール環を有する化合物やその誘導体、N, N'-ジナフチル-N, N'-ジフェニル-4, 4'-ジフェニル-1, 1'-ジアミンなどの芳香族アミン誘導体、トリス(8-キノリナート)アルミニウム(III)をはじめとする金属キレート化オキシノイド化合物、ジスチリルベンゼン誘導体などのビススチリル誘導体、テトラフェニルブタジエン誘導体、インデン誘導体、クマリン誘導体、オキサジアゾール誘導体、ピロロピリジン誘導体、ペリノン誘導体、シクロペンタジエン誘導体、ピロロピロール誘導体、チアジアゾロピリジン誘導体、ジベンゾフラン誘導体、カルバゾール誘導体、インドロカルバゾール誘導体、トリアジン誘導体、ポリマー系では、ポリフェニレンビニレン誘導体、ポリパラフェニレン誘導体、ポリフルオレン誘導体、ポリビニルカルバゾール誘導体、ポリチオフェン誘導体等が使用できるが特に限定されるものではない。

20

30

【0057】

前記蛍光発光材料を蛍光発光ドーパントとして使用し、ホスト材料を含む場合、蛍光発光ドーパントが発光層中に含有される量は、0.01~20重量%、好ましくは0.1~10重量%の範囲にあることがよい。

【0058】

通常、有機EL素子は、陽極、陰極の両電極より発光物質に電荷を注入し、励起状態の発光物質を生成し、発光させる。電荷注入型の有機EL素子の場合、生成した励起子のうち、一重項励起状態に励起されるのは25%であり、残り75%は三重項励起状態に励起されると言われている。Advanced Materials 2009, 21, 4802-4806.に示されているように、特定の蛍光発光物質は、項間交差等により三重項励起状態へとエネルギーが遷移した後、三重項-三重項消滅あるいは熱エネルギーの吸収により、一重項励起状態に逆項間交差され蛍光を放射し、熱活性化遅延蛍光を発現することが知られている。本発明の有機EL素子でも遅延蛍光を発現することができる。この場合、蛍光発光及び遅延蛍光発光の両方を含むこともできる。但し、発光の一部或いは部分的にホスト材料からの発光があってもよい。

40

【0059】

発光層が遅延蛍光発光層である場合、遅延発光材料は少なくとも1種の遅延発光材料を単独で使用しても構わないが、遅延蛍光材料を遅延蛍光発光ドーパントとして使用し、ホ

50

スト材料を含むことが好ましい。

【0060】

発光層における遅延蛍光発光材料としては、本発明のカルボラン化合物を用いることができるが、公知の遅延蛍光発光材料から選択することもできる。例えば、スズ錯体、インドロカルバゾール誘導体、銅錯体、カルバゾール誘導体等が挙げられる。具体的には、以下の非特許文献、特許文献に記載されている化合物が挙げられるが、これらの化合物に限定されるものではない。

【0061】

1) Adv. Mater. 2009, 21, 4802-4806、2) Appl. Phys. Lett. 98, 083302 (2011)、3) 特開2011-213643号公報、4) J. Am. Chem. Soc. 2012, 134, 14706-14709。

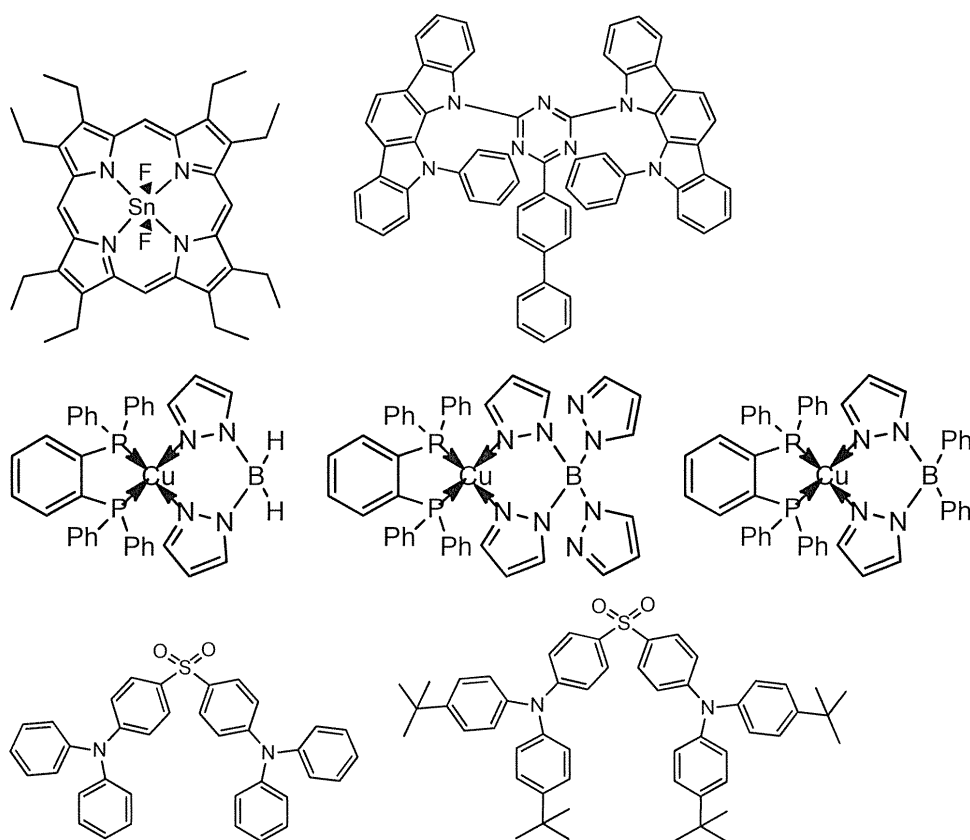
10

【0062】

遅延発光材料の具体的な例を示すが、下記の化合物に限定されるものではない。

【0063】

【化14】



20

30

【0064】

前記遅延蛍光発光材料を遅延蛍光発光ドーパントとして使用し、ホスト材料を含む場合、遅延蛍光発光ドーパントが発光層中に含有される量は、0.01～50重量%、好ましくは0.1～20重量%、より好ましくは0.01～10%の範囲にあることがよい。

40

【0065】

発光層における遅延蛍光ホスト材料としては、本発明のカルボラン化合物を用いることができるが、該カルボラン以外の化合物から選択することもできる。例えば、ナフタレン、アントラセン、フェナンスレン、ピレン、クリセン、ナフタセン、トリフェニレン、ペリレン、フルオランテン、フルオレン、インデンなどの縮合アリール環を有する化合物やその誘導体、N, N'-ジナフチル-N, N'-ジフェニル-4, 4'-ジフェニル-1, 1'-ジアミンなどの芳香族アミン誘導体、トリス(8-キノリナート)アルミニウム(III)をはじめとする金属キレート化オキシノイド化合物、ジスチリルベンゼン誘導体などのビススチリル誘導体、テトラフェニルブタジエン誘導体、インデン誘導体、クマリ

50

ン誘導体、オキサジアゾール誘導体、ピロロピリジン誘導体、ペリノン誘導体、シクロペンタジエン誘導体、ピロロピロール誘導体、チアジアゾロピリジン誘導体、ジベンゾフラン誘導体、カルバゾール誘導体、インドロカルバゾール誘導体、トリアジン誘導体、ポリマー系では、ポリフェニレンビニレン誘導体、ポリパラフェニレン誘導体、ポリフルオレン誘導体、ポリビニルカルバゾール誘導体、ポリチオフェン誘導体、アリールシラン誘導体等が使用できるが特に限定されるものではない。

【0066】

発光層が燐光発光層である場合、発光層は燐光発光ドーパントとホスト材料を含む。燐光発光ドーパント材料としては、ルテニウム、ロジウム、パラジウム、銀、レニウム、オスミウム、イリジウム、白金及び金から選ばれる少なくとも一つの金属を含む有機金属錯体を含有するものがよい。

10

【0067】

好ましい燐光発光ドーパントとしては、Ir等の貴金属元素を中心金属として有するIr(ppy)₃等の錯体類、Ir(bt)₂・acac₃等の錯体類、PtOEt₃等の錯体類が挙げられる。これらの錯体類の具体例を以下に示すが、下記の化合物に限定されない。

【0068】

[illegible]

前記燐光発光ドーパントが発光層中に含有される量は、2～40重量%、好ましくは5～30重量%の範囲にあることがよい。

発光層が燐光発光層である場合、発光層におけるホスト材料として、本発明のカルボラン化合物を用いることが好ましい。しかし、本発明のカルボラン化合物を発光層以外の他の何れかの有機層に使用する場合は、発光層に使用する材料は該カルボラン化合物以外の他のホスト材料であってもよい。また、本発明のカルボラン化合物と他のホスト材料を併用してもよい。更に、公知のホスト材料を複数種類併用して用いてもよい。

50

使用できる公知のホスト化合物としては、正孔輸送能、電子輸送能を有し、かつ発光の長波長化を防ぎ、なおかつ高いガラス転移温度を有する化合物であることが好ましい。

【0072】

このような他のホスト材料は、多数の特許文献等により知られているので、それらから選択することができる。ホスト材料の具体例としては、特に限定されるものではないが、インドール誘導体、カルバゾール誘導体、インドロカルバゾール誘導体、トリアゾール誘導体、オキサゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、ポリアリーラルアルカン誘導体、ピラゾリン誘導体、ピラズロン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、アリーラルアミン誘導体、アミノ置換カルコン誘導体、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、芳香族第三アミン化合物、スチリルアミン化合物、芳香族ジメチリデン系化合物、ポルフィリン系化合物、アントラキノジメタン誘導体、アントロン誘導体、ジフェニルキノン誘導体、チオピランジオキシド誘導体、ナフタレンペリレン等の複素環テトラカルボン酸無水物、フタロシアニン誘導体、8-キノリノール誘導体の金属錯体やメタルフタロシアニン、ベンゾオキサゾールやベンゾチアゾール誘導体の金属錯体に代表される各種金属錯体、ポリシラン系化合物、ポリ(N-ビニルカルバゾール)誘導体、アニリン系共重合体、チオフェンオリゴマー、ポリチオフェン誘導体、ポリフェニレン誘導体、ポリフェニレンビニレン誘導体、ポリフルオレン誘導体等の高分子化合物等が挙げられる。

10

【0073】

発光層は蛍光発光層、遅延蛍光発光層あるいは燐光発光層のいずれでもよいが、燐光発光層であることが好ましい。

20

【0074】

－注入層－

注入層とは、駆動電圧低下や発光輝度向上のために電極と有機層間に設けられる層のことで、正孔注入層と電子注入層があり、陽極と発光層又は正孔輸送層の間、及び陰極と発光層又は電子輸送層との間に存在させてもよい。注入層は必要に応じて設けることができる。

【0075】

－正孔阻止層－

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

30

【0076】

正孔阻止層に本発明のカルボラン化合物を用いることが好ましいが、該カルボラン化合物を他の何れかの有機層に使用する場合は、公知の正孔阻止層材料を用いてもよい。また、正孔阻止層材料としては、後述する電子輸送層の材料を必要に応じて用いることができる。

【0077】

－電子阻止層－

電子阻止層とは、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が再結合する確率を向上させることができる。

40

【0078】

電子阻止層の材料としては、後述する正孔輸送層の材料を必要に応じて用いることができる。電子阻止層の膜厚は好ましくは3～100nmであり、より好ましくは5～30nmである。

【0079】

－励起子阻止層－

励起子阻止層とは、発光層内で正孔と電子が再結合することにより生じた励起子が電荷輸送層に拡散することを阻止するための層であり、本層の挿入により励起子を効率的に発

50

光層内に閉じ込めることが可能となり、素子の発光効率を向上させることができる。励起子阻止層は発光層に隣接して陽極側、陰極側のいずれにも挿入することができ、両方同時に挿入することも可能である。

【0080】

励起子阻止層の材料としては、本発明のカルボラン化合物を用いることができるが、他の材料として、例えば、1, 3-ジカルバゾリルベンゼン (mCP) や、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) (BALq) が挙げられる。

【0081】

—正孔輸送層—

正孔輸送層とは正孔を輸送する機能を有する正孔輸送材料からなり、正孔輸送層は単層又は複数層設けることができる。

【0082】

正孔輸送材料としては、正孔の注入又は輸送、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。使用できる公知の正孔輸送材料としては本発明のカルボラン化合物を用いることが好ましいが、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。使用できる公知の正孔輸送材料としては、例えば、トリアゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、ポリアリーラルカン誘導体、ピラゾリン誘導体及びピラズロン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、アリーラルアミン誘導体、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が、フェニレンジアミン誘導体、アリーラルアミン誘導体等の芳香族第3級アミン化合物を用いることが好ましい。

【0083】

—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、電子輸送層は単層又は複数層設けることができる。

【0084】

電子輸送材料 (正孔阻止材料を兼ねる場合もある) としては、陰極より注入された電子を発光層に伝達する機能を有していればよい。電子輸送層には本発明のカルボランを用いることが好ましいが、従来公知の化合物の中から任意のものを選択して用いることができ、例えば、ニトロ置換フルオレン誘導体、ジフェニルキノロン誘導体、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。更に、上記オキサジアゾール誘導体において、オキサジアゾール環の酸素原子を硫黄原子に置換したチアジアゾール誘導体、電子吸引基として知られているキノキサリン環を有するキノキサリン誘導体も、電子輸送材料として用いることができる。更にこれらの材料を高分子鎖に導入した、又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。

【実施例】

【0085】

以下、本発明を実施例によって更に詳しく説明するが、本発明は勿論、これらの実施例に限定されるものではなく、その要旨を越えない限りにおいて、種々の形態で実施することが可能である。

【0086】

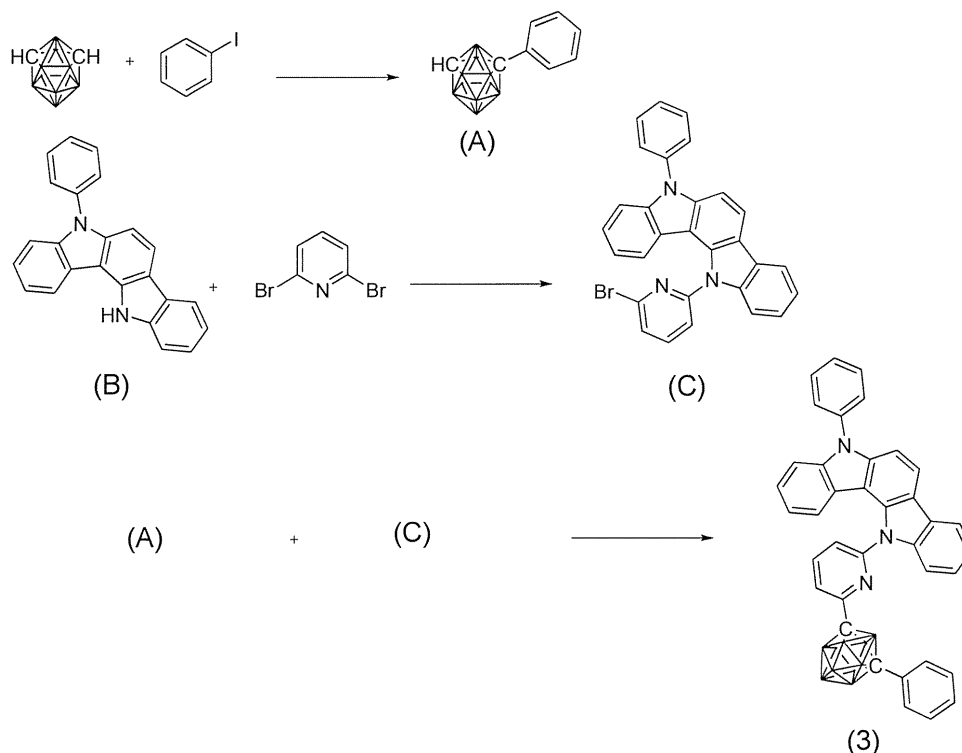
以下に示すルートにより有機電界発光素子用材料となるカルボラン化合物を合成した。なお、化合物番号は、上記化学式に付した番号に対応する。

【0087】

実施例 1

次の反応式に従い化合物 3 を合成する。

【化 16】



10

20

【0088】

窒素雰囲気下、*m*-カルボラン35.0 g (0.243 mol)、1, 2-ジメトキシエタン (DME) を340 mL加え、得られたDME溶液を0℃まで冷却した。2.69 Mの*n*-ブチルリチウムヘキサン溶液を96.6 mL滴下し、氷冷下で30分攪拌した。ピリジン 70 mLを加え、室温で10分攪拌後、塩化銅 (I) を74.6 g (0.753 mol)加え、65℃で30分攪拌した。その後、ヨードベンゼン 53.0 g (0.260 mol)を加え、95℃で一晩攪拌した。反応溶液を室温まで冷却した後に、析出した結晶をろ取し、溶媒を減圧留去した。得られた残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィーで精製を行い、中間体Aを38.7 g (0.191 mol、収率78.8%) 得た。

30

【0089】

窒素雰囲気下、中間体B 50.0 g (0.15 mol)、2, 6-ジブロモピリジン142.6 g (0.60 mol)、ヨウ化銅5.60 g (0.028 mol)、リン酸三カリウム160 g (0.760 mol)、*trans*-1, 2-シクロヘキサジアミン34.0 g (0.30 mol)、1,4-ジオキサンを1.5 L加え、120℃で一晩攪拌した。反応溶液を室温まで冷却した後に、析出した結晶をろ取し、溶媒を減圧留去した。得られた残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィーで精製を行い、白色固体として中間体Cを41.6 g (85.2 mmol、収率56.8%)を得た。

【0090】

窒素雰囲気下、中間体A 7.7 g (0.0383 mol)、DMEを85 mL加え、得られたDME溶液を0℃まで冷却した。2.65 Mの*n*-ブチルリチウムヘキサン溶液を15.0 mL滴下し、氷冷下で30分攪拌した。ピリジン 10.5 mLを加え、室温で10分攪拌後、塩化銅 (I) を11.8 g (0.118 mol)加え、65℃で30分攪拌した。その後、中間体C 20 g (0.041 mol)を加え、95℃で2日間攪拌した。反応溶液を室温まで冷却した後に、析出した結晶をろ取し、溶媒を減圧留去した。得られた残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィーで精製を行い、化合物3を4.3 g (6.85 mmol、収率17.9%) 得た。APCI-TOFMS, m/z 629 $[M+H]^+$ 、 1H -NMR測定結果 (測定溶媒: $CDCl_3$) を図2に示す。

40

【0091】

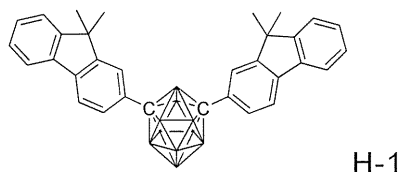
上記化合物3の合成例及び明細書中に記載の合成方法に準じて、化合物1、2、4、40、66、71及びH-1、H-2を合成した。

50

【0092】

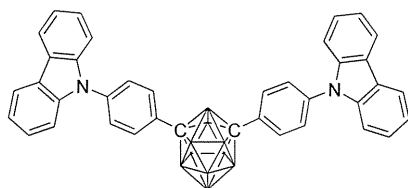
また、化合物 1、2、3、4、40、66、71 及び下記化合物 H-1、H-2、を使用して、有機 EL 素子を作製した。

【化 17】



H-1

10



H-2

【0093】

実施例 2

20

膜厚 70nm の酸化インジウムスズ (ITO) からなる陽極が形成されたガラス基板上に、各薄膜を真空蒸着法にて、真空度 2.0×10^{-5} Pa で積層させた。まず、ITO 上に正孔注入層として、銅フタロシアニン (CuPC) を 30 nm の厚さに形成した。次に、正孔輸送層としてジフェニルナフチルジアミン (NPD) を 15 nm の厚さに形成した。次に、正孔輸送層上に、発光層のホスト材料としての化合物 1 とドーパントとしての青色発光材料であるイリジウム錯体 [イリジウム (III) ビス (4,6-ジ-フルオロフェニル)-ピリジネート-N,C2'] ピコリネート] (FIrpic) とを異なる蒸着源から、共蒸着し、30 nm の厚さに発光層を形成した。FIrpic の濃度は 20 % であった。次に、電子輸送層として Alq_3 を 25 nm 厚さに形成した。更に、電子輸送層上に、電子注入層としてフッ化リチウム (LiF) を 1.0 nm 厚さに形成した。最後に、電子注入層上に、電極としてアルミニウム (Al) を 70 nm 厚さに形成した。得られた有機 EL 素子は、図 1 に示す有機 EL 素子において、陰極と電子輸送層の間に、電子注入層が追加された層構成を有する。

30

【0094】

得られた有機 EL 素子に外部電源を接続し直流電圧を印加したところ、表 1 に示すような発光特性を有することが確認された。表 1 において、輝度、電圧、及び発光効率は、 2.5 mA/cm^2 での値 (初期特性) を示す。なお、素子発光スペクトルの極大波長は 475 nm であり、FIrpic からの発光が得られていることがわかった。

【0095】

実施例 3 ~ 6

実施例 2 における発光層のホスト材料として、化合物 1 に代えて、化合物 2、3、4、又は 40 を用いた以外は実施例 2 と同様にして有機 EL 素子を作成した。

40

【0096】

比較例 1

実施例 2 における発光層のホスト材料として化合物 1 に代えて、mCP を用いた以外は実施例 2 と同様にして有機 EL 素子を作成した。

【0097】

比較例 2 ~ 3

実施例 2 における発光層のホスト材料として化合物 1 に代えて、化合物 H-1、H-2 を用いた以外は実施例 2 と同様にして有機 EL 素子を作成した。

【0098】

50

実施例 3～6 及び比較例 1～3 で得られた有機 EL 素子について、実施例 2 と同様に
て評価したところ、表 1 に示すような発光特性を有することが確認された。なお、実施例
3～6 及び比較例 1～3 で得られた有機 EL 素子の発光スペクトルの極大波長は 475 nm で
あり、FIrpic からの発光が得られていると同定された。

【0099】

【表 1】

	ホスト材料	輝度 (cd/m ²)	電圧 (V)	視感発光効率 (lm/W)
実施例 2	化合物 1	220	9.2	3.0
実施例 3	化合物 2	220	7.8	3.5
実施例 4	化合物 3	200	6.9	3.6
実施例 5	化合物 4	200	7.3	3.5
実施例 6	化合物 40	190	6.7	3.6
比較例 1	mCP	140	8.7	2.0
比較例 2	H-1	100	7.7	1.6
比較例 3	H-2	140	7.5	2.3

【0100】

実施例 7

膜厚 70nm の酸化インジウムスズ (ITO) からなる陽極が形成されたガラス基板上に、
各薄膜を真空蒸着法にて、真空度 2.0×10^{-5} Pa で積層させた。まず、ITO 上に正孔注入
層として、銅フタロシアニン (CuPC) を 30 nm の厚さに形成した。次に、正孔輸送層と
してジフェニルナフチルジアミン (NPD) を 15 nm の厚さに形成した。次に、正孔輸送層
上に、発光層のホスト材料としての化合物 1 とドープアントとしての Ir(ppy)₃ とを異なる蒸
着源から、共蒸着し、30 nm の厚さに発光層を形成した。Ir(ppy)₃ の濃度は 10 % であっ
た。次に、電子輸送層として Alq₃ を 25 nm の厚さに形成した。更に、電子輸送層上に、電
子注入層としてフッ化リチウム (LiF) を 1 nm の厚さに形成した。最後に、電子注入層上
に、電極としてアルミニウム (Al) を 70 nm の厚さに形成し、有機 EL 素子を作製した。

【0101】

得られた有機 EL 素子に外部電源を接続し直流電圧を印加したところ、表 2 に示すよう
な発光特性を有することが確認された。表 2 において、輝度、電圧及び発光効率は、20 m
A/cm²での駆動時の値 (初期特性) を示す。素子発光スペクトルの極大波長は 530 nm であ
り、Ir(ppy)₃ からの発光が得られていることがわかった。

【0102】

実施例 8～13

発光層のホスト材料として、化合物 1 に代えて、化合物 2、3、4、40、66、又は
71 を用いた以外は実施例 7 と同様にして有機 EL 素子を作成した。

【0103】

比較例 4～6

発光層のホスト材料として化合物 1 に代えて、CBP、H-1、又は H-2 を用いた以
外は実施例 7 と同様にして有機 EL 素子を作成した。

【0104】

実施例 7～13 及び比較例 4～6 で得られた有機 EL 素子について、実施例 7 と同様に
して評価したところ、表 2 に示すような発光特性を有することが確認された。なお、実施
例 7～13 及び比較例 4～6 で得られた有機 EL 素子の発光スペクトルの極大波長は 530

nmであり、Ir(ppy)₃からの発光が得られていると同定された。

【0105】

【表2】

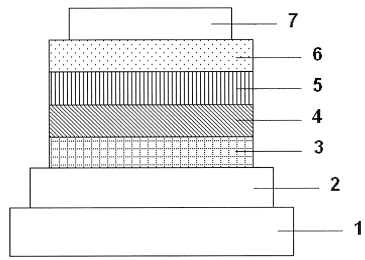
	ホスト材料	輝度 (cd/m ²)	電圧 (V)	視感発光効率 (lm/W)
実施例7	化合物1	2100	11.1	3.0
実施例8	化合物2	2100	9.5	3.5
実施例9	化合物3	2000	8.3	3.8
実施例10	化合物4	1900	8.8	3.4
実施例11	化合物40	1900	8.1	3.7
実施例12	化合物66	1800	9.2	3.1
実施例13	化合物71	1800	9.2	3.1
比較例4	CBP	1120	8.7	2.0
比較例5	H-1	1200	8.5	2.2
比較例6	H-2	1000	8.3	1.9

【産業上の利用可能性】

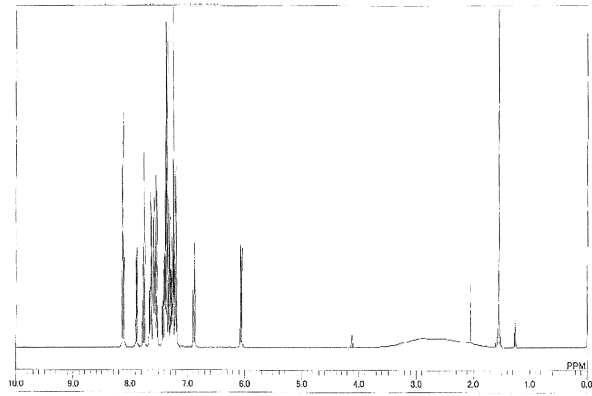
【0106】

基板上に、陽極、複数の有機層及び陰極が積層されてなる有機EL素子の少なくとも1つの有機層に、本発明のカルボラン化合物を含有させることにより、優れた有機電界発光素子を与える。含有させる有機層としては、発光層、電子輸送層又は正孔阻止層が適する。

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
C 0 7 D 487/04 1 3 7

- (72)発明者 小川 淳也
福岡県北九州市戸畑区大字中原先の浜4 6－8 0 新日鉄住金化学株式会社内
- (72)発明者 甲斐 孝弘
福岡県北九州市戸畑区大字中原先の浜4 6－8 0 新日鉄住金化学株式会社内
- (72)発明者 上田 季子
福岡県北九州市戸畑区大字中原先の浜4 6－8 0 新日鉄住金化学株式会社内
- (72)発明者 多田 匡志
福岡県北九州市戸畑区大字中原先の浜4 6－8 0 新日鉄住金化学株式会社内
- (72)発明者 古森 正樹
福岡県北九州市戸畑区大字中原先の浜4 6－8 0 新日鉄住金化学株式会社内
- (72)発明者 山本 敏浩
東京都千代田区外神田四丁目1 4 番1 号 新日鉄住金化学株式会社内

審査官 高松 大

- (56)参考文献 国際公開第2 0 1 3／0 8 8 9 3 4 (WO, A 1)
特開2 0 1 0－0 5 9 1 2 8 (JP, A)
特開2 0 0 5－1 6 6 5 7 4 (JP, A)
特開2 0 0 5－1 6 2 7 0 9 (JP, A)
特表2 0 1 0－5 3 2 3 9 9 (JP, A)
特表2 0 1 0－5 0 5 8 1 2 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 1 L 5 1／5 0
C 0 7 D 4 8 7／0 4
C 0 7 F 5／0 2
C 0 9 K 1 1／0 6
CAp l u s／REG I S T R Y (STN)

专利名称(译)	用于有机电致发光器件的材料和使用其的有机电致发光器件		
公开(公告)号	JP6402176B2	公开(公告)日	2018-10-10
申请号	JP2016510140	申请日	2015-02-23
[标]申请(专利权)人(译)	新日铁化学株式会社		
申请(专利权)人(译)	新日鉄住金化学株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	新日鉄住金化学株式会社		
[标]发明人	小川 淳也 甲斐 孝弘 上田 季子 多田 匡志 古森 正樹 山本 敏浩		
发明人	小川 淳也 甲斐 孝弘 上田 季子 多田 匡志 古森 正樹 山本 敏浩		
IPC分类号	H01L51/50 C07F5/02 C09K11/06 C07D487/04		
FI分类号	H05B33/14.B H05B33/22.B C07F5/02.E C09K11/06.690 C09K11/06.660 C07D487/04.137		
代理人(译)	佐佐木 哉 佐野 荣一 原 克己 修治Hisamoto		
优先权	2014059925 2014-03-24 JP		
其他公开文献	JPWO2015146417A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

公开了一种有机电致发光器件，其具有改善的器件发光效率，充分确保驱动稳定性，并且具有简单的结构和用于其中的有机电致发光器件的材料。一种用于有机电致发光器件的材料，包括具有吡啶并咔唑骨架和一个或多个经由直接或二价基团键合的碳硼烷基团的碳硼烷化合物。有机电致发光元件材料包括在有机电致发光元件的至少一个有机层中，所述有机电致发光元件具有有机层，所述有机层包括层叠在基板上的阳极和阴极之间的发光层。一。此外，有机电致发光元件包括用于有机电致发光元件的材料，作为包含磷光掺杂剂和主体材料的发光层的主体材料。

(1) 日本国特許庁(JP)		(2) 特 許 公 報 (52)		(3) 特許番号	
				特許第6402176号 (P6402176)	
(45) 発行日 平成30年10月10日 (2018.10.10)				(24) 登録日 平成30年9月14日 (2018.9.14)	
(51) Int. Cl.		F 1			
H 0 1 L 51/50 (2006.01)		H 0 5 B 33/14		B	
C 0 7 F 5/02 (2006.01)		H 0 5 B 33/22		B	
C 0 9 K 11/06 (2006.01)		C 0 7 F 5/02		E	
C 0 7 D 487/04 (2006.01)		C 0 9 K 11/06		6 9 0	
		C 0 9 K 11/06		6 6 0	
		請求項の概 11 (全 32 頁)		最終頁に続く	
(21) 出願番号 特願2016-510140 (P2016-510140)		(73) 特許権者 000006644		新日鉄住金化学株式会社	
(86) (22) 出願日 平成27年2月23日 (2015.2.23)				東京都千代田区外神田四丁目1番9号	
(86) 国際公開番号 PCT/JP2015/055068		(74) 代理人 弁理士 佐々木 一也		100132230	
(87) 国際公開番号 W02015/146417		(74) 代理人 弁理士 成瀬 勝夫		100082739	
(87) 国際公開日 平成27年10月11日 (2015.10.11)		(74) 代理人 弁理士 佐野 英一		100100192	
審査請求日 平成30年1月22日 (2018.1.22)		(74) 代理人 弁理士 原 克己		100198269	
(31) 優先権主張番号 特願2014-58925 (P2014-58925)		(74) 代理人 弁理士 久本 秀治			
(32) 優先日 平成26年3月24日 (2014.3.24)					
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)					
(54) 【発明の名称】 有機電界発光素子用材料及びこれを用いた有機電界発光素子				最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】有機電界発光素子用材料及びこれを用いた有機電界発光素子