

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5694939号  
(P5694939)

(45) 発行日 平成27年4月1日(2015.4.1)

(24) 登録日 平成27年2月13日(2015.2.13)

(51) Int.Cl.

F 1

C07D 403/14 (2006.01)  
H01L 51/50 (2006.01)  
C09K 11/06 (2006.01)C07D 403/14  
H05B 33/14  
H05B 33/22  
C09K 11/06C S P  
B  
B  
6 9 0

請求項の数 8 (全 49 頁)

(21) 出願番号 特願2011-530963 (P2011-530963)  
 (86) (22) 出願日 平成21年10月14日 (2009.10.14)  
 (65) 公表番号 特表2012-505829 (P2012-505829A)  
 (43) 公表日 平成24年3月8日 (2012.3.8)  
 (86) 國際出願番号 PCT/KR2009/005911  
 (87) 國際公開番号 WO2010/044607  
 (87) 國際公開日 平成22年4月22日 (2010.4.22)  
 審査請求日 平成24年10月12日 (2012.10.12)  
 (31) 優先権主張番号 10-2008-0100726  
 (32) 優先日 平成20年10月14日 (2008.10.14)  
 (33) 優先権主張国 韓国 (KR)

(73) 特許権者 500005066  
 チェイル インダストリーズ インコーポ  
レイテッド  
大韓民国 730-710 キョンサンブ  
ッド クミーシ コンダンドン 290  
 (74) 代理人 110000671  
 八田國際特許業務法人  
 (72) 発明者 ジュン, スンヒュン  
 大韓民国, 437-711 キョンギード  
, イワンシ, コチョンードン 332-  
2, チェイル インダストリーズ インコ  
ーポレイテッド, アールアンドディー セ  
ンター, 7エフ, フューチャー テクノロ  
ジー グループ

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ベンズイミダゾール化合物およびこれを含む有機光電素子

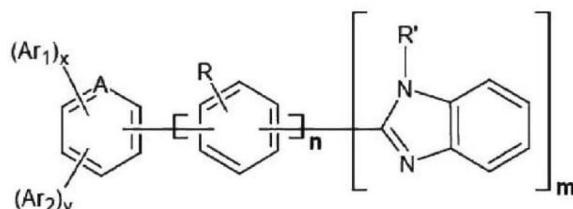
(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

下記化学式 1 で表されるベンズイミダゾール化合物：

【化 1】

[化学式 1]



10

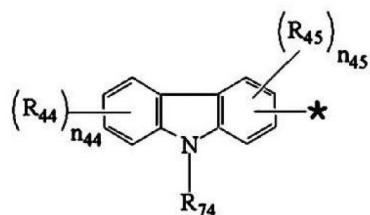
前記化学式 1 において、

A は、C H または N であり、

Ar<sub>1</sub> ~ Ar<sub>2</sub> は、互いに同一または異なるものであって、それぞれ独立して、下記化  
学式 2 4、3 2 および 3 3 で表される基からなる群より選択され、

【化2】

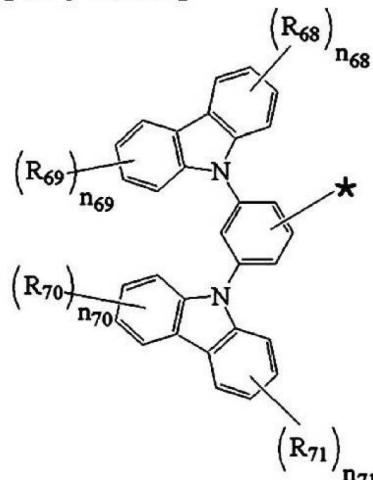
[化学式24]



【化3】

10

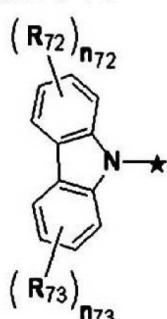
[化学式32]



20

【化4】

[化学式33]



30

前記化学式24、32および33において、

前記R<sub>44</sub>、R<sub>45</sub>、R<sub>68</sub>～R<sub>74</sub>は、互いに同一または異なるものであって、それ  
ぞれ独立して、ハロゲン原子、シアノ基、ヒドロキシ基、アミノ基、ニトロ基、カルボキ  
シル基、置換または非置換の炭素数1～30のアルキル基、置換または非置換の炭素数1  
～20のアルケニル基、置換または非置換の炭素数6～30のアリール基、置換または非  
置換の炭素数2～30のヘテロアリール基、置換または非置換の炭素数1～20のアルコ  
キシ基、置換または非置換の炭素数6～20のアリールオキシ基、置換または非置換の炭  
素数3～40のシリルオキシ基、置換または非置換の炭素数1～20のアシル基、置換ま  
たは非置換の炭素数2～20のアルコキシカルボニル基、置換または非置換の炭素数2～  
20のアシルオキシ基、置換または非置換の炭素数2～20のヘテロアリールオキシ基、  
置換または非置換の炭素数7～20のアリールオキシカルボニルアミノ基、置換または非  
置換の炭素数1～20のスルファモイルアミノ基、置換または非置換の炭素数1～20の  
スルホニル基、置換または非置換の炭素数1～20のアルキルチオール基、置換または非  
置換の炭素数6～20のアリールチオール基、置換または非置換の炭素数1～20のヘ  
テロシクロチオール基、置換または非置換の炭素数1～20のウレイド基、置換または非置

40

50

換の炭素数 1 ~ 20 の磷酸アミド基、および置換または非置換の炭素数 3 ~ 40 のシリル基からなる群より選択され、

前記  $n_{44}$ 、および  $n_{68} \sim n_{73}$  は、それぞれ独立して、0 ~ 4 の整数であり、

前記  $n_{45}$  は、それぞれ独立して、0 ~ 3 の整数であり、

$x$  および  $y$  は、互いに同一または異なるものであって、それぞれ独立して、0 ~ 5 の間の整数であり、ただし、 $\underline{2} \quad x + y \quad 5$  であり、

$n$  は、0 であり、

$R'$  は、置換または非置換の炭素数 1 ~ 50 のアルキルおよび置換または非置換の炭素数 6 ~ 50 のアリールからなる群より選択され、ならびに、

$m$  は、1 または 2 である。

10

【請求項 2】

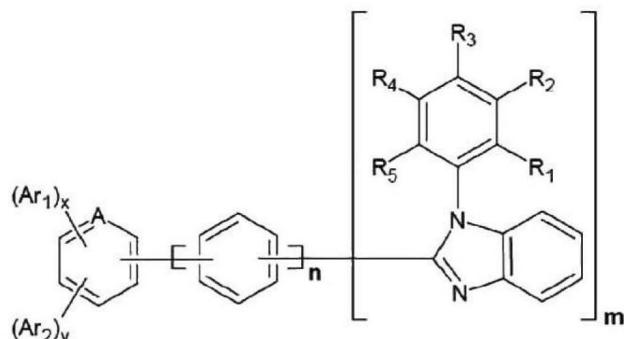
前記化学式 1において、 $R'$  は、置換または非置換の炭素数 6 ~ 50 のアリール基である、請求項 1 に記載のベンズイミダゾール化合物。

【請求項 3】

前記ベンズイミダゾール化合物は、下記化学式 2 で表されるものである、請求項 1 に記載のベンズイミダゾール化合物：

【化 5】

[化学式 2]



20

前記化学式 2において、

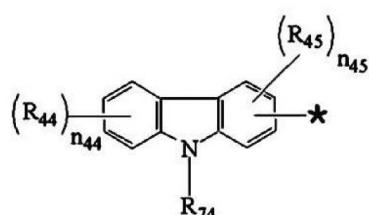
$A$  は、C H または N であり、

30

$Ar_1 \sim Ar_2$  は、互いに同一または異なるものであって、それぞれ独立して、下記化学式 24、32 および 33 で表される基からなる群より選択され、

【化 6】

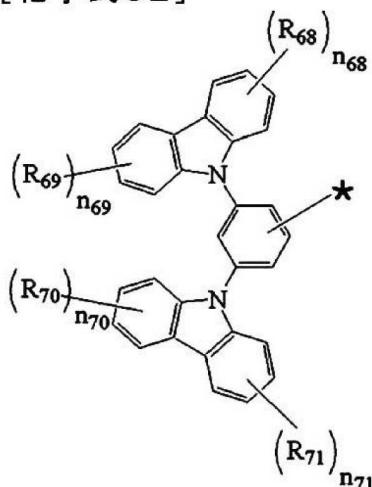
[化学式 24]



40

【化7】

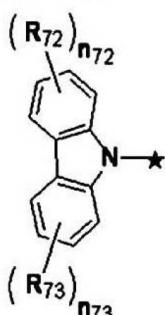
[化学式32]



10

【化8】

[化学式33]



20

前記化学式24、32および33において、

前記R<sub>4-4</sub>、R<sub>4-5</sub>、R<sub>6-8</sub>～R<sub>7-4</sub>は、互いに同一または異なるものであって、それ  
ぞれ独立して、ハロゲン原子、シアノ基、ヒドロキシ基、アミノ基、ニトロ基、カルボキ  
シル基、置換または非置換の炭素数1～30のアルキル基、置換または非置換の炭素数1  
～20のアルケニル基、置換または非置換の炭素数6～30のアリール基、置換または非  
置換の炭素数2～30のヘテロアリール基、置換または非置換の炭素数1～20のアルコ  
キシ基、置換または非置換の炭素数6～20のアリールオキシ基、置換または非置換の炭  
素数3～40のシリルオキシ基、置換または非置換の炭素数1～20のアシル基、置換ま  
たは非置換の炭素数2～20のアルコキシカルボニル基、置換または非置換の炭素数2～  
20のアシルオキシ基、置換または非置換の炭素数2～20のヘテロアリールオキシ基、  
置換または非置換の炭素数7～20のアリールオキシカルボニルアミノ基、置換または非  
置換の炭素数1～20のスルファモイルアミノ基、置換または非置換の炭素数1～20の  
スルホニル基、置換または非置換の炭素数1～20のアルキルチオール基、置換または非  
置換の炭素数6～20のアリールチオール基、置換または非置換の炭素数1～20のヘテ  
ロシクロチオール基、置換または非置換の炭素数1～20のウレトイド基、置換または非置  
換の炭素数1～20の磷酸アミド基、および置換または非置換の炭素数3～40のシリル  
基からなる群より選択され、

前記n<sub>4-4</sub>、およびn<sub>6-8</sub>～n<sub>7-3</sub>は、それぞれ独立して、0～4の整数であり、

前記n<sub>4-5</sub>は、それぞれ独立して、0～3の整数であり、

xおよびyは、互いに同一または異なるものであって、それぞれ独立して、0～5の間  
の整数であり、ただし、2 x + y = 5であり、

nは、0であり、

R<sub>1</sub>～R<sub>5</sub>は、互いに同一または異なるものであって、それぞれ独立して、水素原子、  
ハロゲン原子、シアノ基、ヒドロキシ基、アミノ基、ニトロ基、カルボキシル基、置換ま  
たは非置換の炭素数1～30のアルキル基、置換または非置換の炭素数6～30のアリール  
基、置換または非置換の炭素数2～30のヘテロアリール基、置換または非置換の炭素  
数3～40のシリルオキシ基、置換または非置換の炭素数1～20のアシル基、置換または  
非置換の炭素数2～20のアルコキシカルボニル基、置換または非置換の炭素数2～20  
のアシルオキシ基、置換または非置換の炭素数2～20のヘテロアリールオキシ基、  
置換または非置換の炭素数7～20のアリールオキシカルボニルアミノ基、置換または  
非置換の炭素数1～20のスルファモイルアミノ基、置換または非置換の炭素数1～20  
のスルホニル基、置換または非置換の炭素数1～20のアルキルチオール基、置換または  
非置換の炭素数6～20のアリールチオール基、置換または非置換の炭素数1～20のヘテ  
ロシクロチオール基、置換または非置換の炭素数1～20のウレトイド基、置換または非置  
換の炭素数1～20の磷酸アミド基、および置換または非置換の炭素数3～40のシリル  
基からなる群より選択され、

30

40

50

たは非置換の炭素数1～30のアルキル基、置換または非置換の炭素数1～20のアルケニル基、置換または非置換の炭素数6～30のアリール基、置換または非置換の炭素数2～30のヘテロアリール基、置換または非置換の炭素数1～20のアルコキシ基、置換または非置換の炭素数6～20のアリールオキシ基、置換または非置換の炭素数3～40のシリルオキシ基、置換または非置換の炭素数1～20のアシル基、置換または非置換の炭素数2～20のアルコキシカルボニル基、置換または非置換の炭素数2～20のアシルオキシ基、置換または非置換の炭素数2～20のヘテロアリールオキシ基、置換または非置換の炭素数7～20のアリールオキシカルボニルアミノ基、置換または非置換の炭素数1～20のスルファモイルアミノ基、置換または非置換の炭素数1～20のスルホニル基、置換または非置換の炭素数1～20のアルキルチオール基、置換または非置換の炭素数6～20のアリールチオール基、置換または非置換の炭素数1～20のヘテロシクロチオール基、置換または非置換の炭素数1～20のウレイド基、置換または非置換の炭素数1～20の磷酸アミド基、および置換または非置換の炭素数3～40のシリル基からなる群より選択され、ならびに、

mは、1または2である。

**【請求項4】**

請求項1～3のいずれか一項に記載のベンズイミダゾール化合物は、有機光電素子用電荷輸送材料または有機光電素子用ホスト材料として適用される、ベンズイミダゾール化合物。

**【請求項5】**

アノード、カソード、および前記アノードと前記カソードとの間に位置する少なくとも一層の有機薄膜層を含む、有機光電素子であって、

前記有機薄膜層のうちの少なくとも一層は、請求項1～3のいずれか一項に記載のベンズイミダゾール化合物を含む、有機光電素子。

**【請求項6】**

前記有機薄膜層は、発光層である、請求項5に記載の有機光電素子。

**【請求項7】**

前記有機薄膜層は、電子注入層(EIL)、電子輸送層(ETL)、正孔阻止層およびこれらの組み合わせからなる群より選択される、請求項5に記載の有機光電素子。

**【請求項8】**

請求項5に記載の有機光電素子を含む、表示装置。

**【発明の詳細な説明】**

**【技術分野】**

**【0001】**

本発明は、ベンズイミダゾール化合物およびこれを含む有機光電素子に関し、より詳しくは、有機溶媒に対する溶解度が高く、赤色～青色領域の広い波長範囲を有する蛍光および磷光を発生させることができるとため、有機光電素子において有機発光層のホスト材料、電子伝達材料、正孔遮断材料として、有用に適用可能な新規なベンズイミダゾール化合物およびこれを含む有機光電素子に関する。

**【背景技術】**

**【0002】**

有機光電素子(organic photoelectric device)は次世代ディスプレイデバイスとして注目されている。前記有機光電素子は低い電圧で駆動が可能であり、薄型化、広視野角、速い応答速度など、TFT-LCD (Thin Film Transistor-Liquid Crystal Display)で問題として指摘されている欠点を解消することができる。また、他のディスプレイ素子に比べて、中型以下ではTFT-LCDと同等またはそれ以上の画質を有することができ、製造工程も単純であるため、今後の価格競争で有利であると評価されている。

**【0003】**

有機光電素子は、透明ガラス基板上にアノードとしてITO透明電極パターンが形成されている形態を有する下板と、基板上にカソードとして金属電極が形成されている上板と

10

20

30

40

50

の間の空間に有機発光性素材が形成され、前記透明電極と前記金属電極との間に所定の電圧が印加される時、有機発光性素材に電流が流れて発光する性質を利用するディスプレイ装置である。

【0004】

このような有機光電素子に使用される有機発光性素材は、1987年イーストマンコダック (Eastman Kodak) 社では発光層形成用材料として低分子である芳香族ジアミンとアルミニウム錯体を利用している有機発光素子を最初開発し (Applied Physics Letters, 51, 913, 1987)、有機光電素子に対しては1987年にC.W.Tangなどが最初に実用的な性能を有する素子を報告した (Applied Physics Letters, 51(12), 913~915, 1987)。

10

【0005】

前記文献は有機層としてジアミン誘導体の薄膜 (正孔輸送層) とトリス (8-ヒドロキシ-キノレート) アルミニウム (tris(8-hydroxy-quinolate)aluminum, Alq<sub>3</sub>) の薄膜を積層した構造を記載している。前記Alq<sub>3</sub>の薄膜は電子輸送性発光層として機能する。

【0006】

一般に、有機光電素子は透明電極からなるアノード、発光領域を含む有機薄膜層、および金属カソードの順にガラス基板上に形成されている構造を有している。この際、前記有機薄膜層は、発光層、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、または電子注入層を含んでもよく、発光層の発光特性上、電子阻止層または正孔阻止層を追加的に含んでもよい。

20

【0007】

このような構造の有機光電ダイオードに電場が加えられると、アノードとカソードからそれぞれ正孔と電子が注入され、注入された正孔と電子は、それぞれの正孔輸送層と電子輸送層を経て発光層で再結合 (recombination) して発光励起子 (exciton) を形成する。このように形成された発光励起子は、基底状態 (ground states) に遷移しながら光を放出する。

【0008】

光の発光はそのメカニズムにより一重項状態のエキシトン (exciton) を利用する蛍光と三重項状態を利用する燐光とに区分される。

【0009】

30

最近は、蛍光発光物質のみならず、燐光発光物質も有機光電素子の発光物質として使用され得ることが知られており (D.F.O'Brienなど、Applied Physics Letters, 74(3), 442~444, 1999; M.A.Baldoなど、Applied Physics Letters, 75(1), 4~6, 1999)、このような燐光発光物質は基底状態から励起状態に電子が遷移した後、系間交差 (intersystem crossing) を通じて一重項励起子が三重項励起子に非発光遷移される。この際、前記三重項励起子が基底状態に遷移しながら発光するメカニズムからなる。

【0010】

前記三重項励起子の遷移時、直接基底状態に遷移することができず、電子スピンの切り替え (flipping) が進められた以降に基底状態に遷移する過程を経るため、蛍光よりも寿命 (発光時間) (life time) が長くなる特性を有する。つまり、蛍光発光の発光持続時間 (emission duration) は数ナノ秒 (several nano seconds) に過ぎないが、燐光発光の場合は相対的に長時間である数マイクロ秒 (several micro seconds) に該当する。

40

【0011】

また、量子力学的に考察すれば、有機光電素子においてアノードで注入された正孔とカソードで注入された電子とが再結合して発光励起子を形成する場合、一重項と三重項の生成比率は1:3であり、有機光電素子内で三重項発光励起子が一重項発光励起子よりも3倍程度多く生成される。

【0012】

したがって、蛍光の場合、一重項励起状態の確率が25% (三重項状態75%) であり、発光効率の限界がある反面、燐光を使用する場合、三重項励起状態の確率75%と一重

50

項励起状態の確率 25%まで利用することができるため、理論的には内部量子効率が100%まで可能である。したがって、熒光発光物質を使用する場合、蛍光発光物質に比べて4倍程度高い発光効率を達成することができるという長所がある。

【0013】

前述のような構造を有する有機光電素子において、発光状態の効率と安定性を増加させるために発光色素（ドーパント）を発光層（ホスト）に添加することもある。

【0014】

このような構造においては、発光層に如何なるホスト材料を使用するかによって発光素子の効率と性能が変動するが、その間の発光層（ホスト）研究を通じて、ナフタレン、アントラセン、フェナントレン、テトラセン、ピレン、ベンゾピレン、クリセン、ピセン、カルバゾール、フルオレン、ビフェニル、テルフェニル、トリフェニレンオキシド、ジハロビフェニル、トランス-スチルベン、1,4-ジフェニルブタジエンなどが含まれた物質が有機ホスト物質の例として提示されてきた。

【0015】

一般的に、ホスト材料として、4,4'-N,N'-ジカルバゾールビフェニル（CBP）が主に使用されるが、この化合物はガラス転移温度が110°C以下であり、対称性が過度によい。よって、素子の耐熱試験の結果によると、結晶化しやすく、短絡や画素欠陥が発生するなどの問題が発見される。

【0016】

また、CBPを含む大部分のホスト材料は正孔輸送性が電子輸送性よりもよい材料であって、注入された正孔の移動が注入された電子の移動よりも速いため、発光層でエキシトンが効果的に形成されないことによって、素子の発光効率が減少する現象が現れる。

【0017】

したがって、ホスト材料、あるいは、電子伝達材料、正孔遮断材料などとして使用される電荷輸送材料の熱的安定性が高く、三重項（T1）エネルギーが高い材料の開発が必要な実情である。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0018】

本発明の一実施形態は、ホスト材料、あるいは、電子伝達材料、正孔遮断材料などとして使用され得る、高い電荷輸送性、良好な膜安定性、高い三重項（T1）エネルギーを有する新規なベンズイミダゾール化合物を提供することにその目的がある。

【0019】

本発明の他の実施形態は、前記ベンズイミダゾール化合物を含む有機光電素子を提供することにその目的がある。

【課題を解決するための手段】

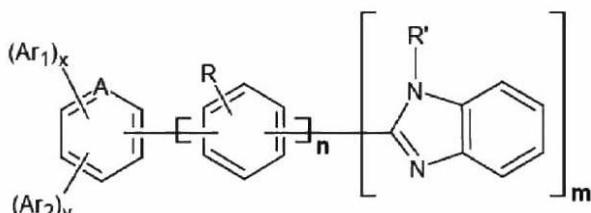
【0020】

本発明の一実施形態は、下記化学式1で表されるベンズイミダゾール化合物を提供する。

【0021】

【化1】

[化学式1]



【0022】

10

20

30

40

50

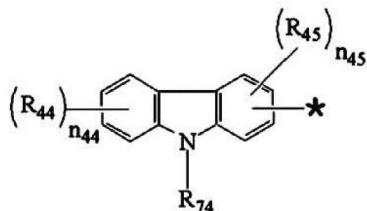
前記化学式1において、Aは、C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>またはNである。

【0023】

A<sub>r</sub><sub>1</sub>～A<sub>r</sub><sub>2</sub>は、互いに同一または異なるものであって、それぞれ独立して、下記化学式24、32および33で表される基からなる群より選択され、

【化2】

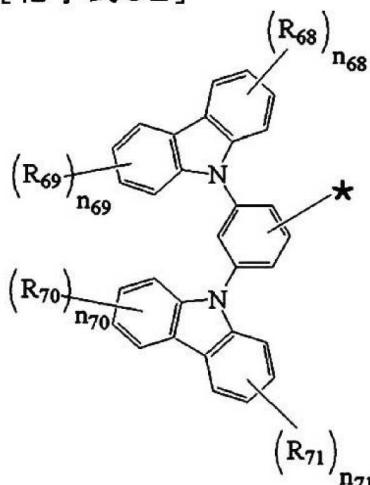
[化学式24]



10

【化3】

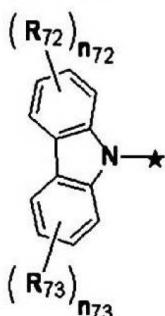
[化学式32]



20

【化4】

[化学式33]



30

前記化学式24、32および33において、

前記R<sub>44</sub>、R<sub>45</sub>、R<sub>68</sub>～R<sub>74</sub>は、互いに同一または異なるものであって、それぞれ独立して、ハロゲン原子、シアノ基、ヒドロキシ基、アミノ基、ニトロ基、カルボキシル基、置換または非置換の炭素数1～30のアルキル基、置換または非置換の炭素数1～20のアルケニル基、置換または非置換の炭素数6～30のアリール基、置換または非置換の炭素数2～30のヘテロアリール基、置換または非置換の炭素数1～20のアルコキシ基、置換または非置換の炭素数6～20のアリールオキシ基、置換または非置換の炭素数3～40のシリルオキシ基、置換または非置換の炭素数1～20のアシル基、置換または非置換の炭素数2～20のアルコキシカルボニル基、置換または非置換の炭素数2～20のアシルオキシ基、置換または非置換の炭素数2～20のヘテロアリールオキシ基、置換または非置換の炭素数7～20のアリールオキシカルボニルアミノ基、置換または非

40

50

置換の炭素数 1 ~ 20 のスルファモイルアミノ基、置換または非置換の炭素数 1 ~ 20 のスルホニル基、置換または非置換の炭素数 1 ~ 20 のアルキルチオール基、置換または非置換の炭素数 6 ~ 20 のアリールチオール基、置換または非置換の炭素数 1 ~ 20 のヘテロシクロチオール基、置換または非置換の炭素数 1 ~ 20 のウレイド基、置換または非置換の炭素数 1 ~ 20 の磷酸アミド基、および置換または非置換の炭素数 3 ~ 40 のシリル基からなる群より選択され、

前記  $n_{4,4}$  、および  $n_{6,8} \sim n_{7,3}$  は、それぞれ独立して、0 ~ 4 の整数であり、

前記  $n_{4,5}$  は、それぞれ独立して、0 ~ 3 の整数であり、

$x$  および  $y$  は、互いに同一または異なるものであって、それぞれ独立して、0 ~ 5 の間の整数であり、ただし、 $2 \leq x + y \leq 5$  であり、

$n$  は、0 であり、

$R'$  は、置換または非置換の炭素数 1 ~ 50 のアルキル、および、置換または非置換の炭素数 6 ~ 50 のアリールからなる群より選択され、

$m$  は、1 または 2 である。

#### 【0024】

本発明の他の実施形態は、アノード、カソード、および前記アノードと前記カソードとの間に位置する、少なくとも一層の有機薄膜層を含む有機光電素子であって、前記有機薄膜層のうちの少なくとも一層は、前記ベンズイミダゾール化合物を含む、有機光電素子を提供する。

#### 【0025】

本発明のさらに他の一実施形態は、前記有機光電素子を含む表示素子を提供する。

#### 【0026】

その他、本発明の実施形態の具体的な事項は以下の詳細な説明に含まれている。

#### 【発明の効果】

#### 【0027】

本発明によるベンズイミダゾール化合物は、ホスト材料、電子輸送材料、または正孔遮断材料として使用され得るため、有機光電素子の有機発光層、電子輸送層、正孔阻止層などの有機薄膜層に極めて有用に適用され得る。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0028】

【図1】本発明の一実施形態による有機光電素子の断面図である。

【図2】本発明の実施例4で製造した化合物M-6のL C - M S データを示した図面である。

【図3】本発明の実施例4で製造した化合物M-6のPL (photoluminescence) 波長グラフを示した図面である。

【図4】本発明の実施例8および比較例1で製造された溶液工程有機光電素子の電圧による電流密度グラフを示した図面である。

【図5】本発明の実施例9および比較例2で製造された溶液工程有機光電素子の電圧による電流密度グラフを示した図面である。

【図6】本発明の実施例8および比較例1で製造された溶液工程有機光電素子の電圧による輝度の変化グラフを示した図面である。

【図7】本発明の実施例9および比較例2で製造された溶液工程有機光電素子の電圧による輝度の変化グラフを示した図面である。

【図8】本発明の実施例8および比較例1で製造された溶液工程有機光電素子の輝度による電流効率の変化グラフを示した図面である。

【図9】本発明の実施例9および比較例2で製造された溶液工程有機光電素子の輝度による電流効率の変化グラフを示した図面である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0029】

以下、本発明の実施形態を詳しく説明する。ただし、これは例示として提示されるもの

10

20

30

40

50

であり、これにより本発明が制限されず、本発明は後述する特許請求の範囲の範疇により定義される。

【0030】

本明細書で「置換」とは、別途の定義がない限り、それぞれハロゲン基、シアノ基、ヒドロキシ基、アミノ基、ニトロ基、カルボキシル基、アゾ基、フェロ基、置換または非置換の炭素数1～30のアルキル基、置換または非置換の炭素数1～20のアルケニル基、置換または非置換の炭素数6～30のアリール基、置換または非置換の炭素数2～30のヘテロアリール基、置換または非置換の炭素数1～20のアルコキシ基、置換または非置換の炭素数6～20のアリールオキシ基、置換または非置換の炭素数3～40のシリルオキシ基、置換または非置換の炭素数1～20のアシリル基、置換または非置換の炭素数2～20のアルコキシカルボニル基、置換または非置換の炭素数2～20のアシリルオキシ基、置換または非置換の炭素数2～20のアリールオキシカルボニルアミノ基、置換または非置換の炭素数1～20のスルファモイルアミノ基、置換または非置換の炭素数1～20のスルホニル基、置換または非置換の炭素数1～20のアルキルチオール基、置換または非置換の炭素数6～20のアリールチオール基、置換または非置換の炭素数1～20のヘテロシクロチオール基、置換または非置換の炭素数1～20のウレイド基、置換または非置換の炭素数1～20の燐酸アミド基、および置換または非置換の炭素数3～40のシリル基からなる群より選択される置換基で置換されたことを意味する。

【0031】

また、本明細書で「ヘテロ」とは、別途の定義がない限り、一つの環内にN、O、S、およびPからなる群より選択されるヘテロ原子を1～3個含有することを意味する。

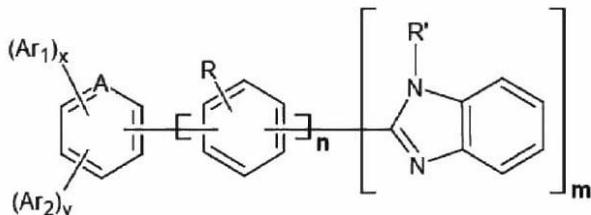
【0032】

本発明の一実施形態は、下記化学式1で表されるベンズイミダゾール化合物を提供する。

【0033】

【化2】

[化学式1]



【0034】

前記化学式1において、

Aは、C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>またはNであり、

A<sub>r1</sub>～A<sub>r2</sub>は、互いに同一または異なるものであって、それぞれ独立して、置換または非置換の炭素数6～30のアリール基、置換または非置換の炭素数2～30のヘテロアリール基、置換または非置換の炭素数6～30のアリールアミン基、置換または非置換の炭素数2～30のヘテロアリールアミン基、置換または非置換のカルバゾール基、および置換または非置換のフルオレン基からなる群より選択され、

xおよびyは、互いに同一または異なるものであって、それぞれ独立して、0～5の間の整数であり、ただし、1≤x+y≤5であり、

Rは、水素または炭素数1～7の低級アルキル基であり、

nは、0～3の間の整数であり、

R'は、置換または非置換の炭素数1～50のアルキル、および置換または非置換の炭素数6～50のアリールからなる群より選択され、

mは、1または2である。

10

20

30

40

50

## 【0035】

前記化学式1において、R'は、置換または非置換の炭素数6～50のアリール基であることがより好ましい。前記アリール基のより好ましい例としては、置換または非置換のフェニル基、および置換または非置換のナフチル基からなる群より選択されたものが挙げられる。

## 【0036】

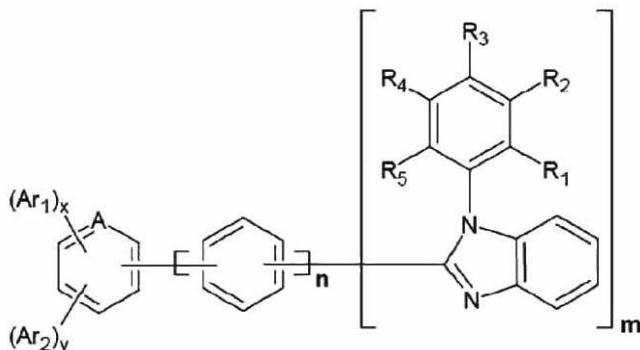
また、前記ベンズイミダゾール化合物は、下記化学式2で表されるものであると、より好ましい。

## 【0037】

## 【化3】

10

## [化学式2]



20

## 【0038】

前記化学式2において、

Aは、C HまたはNであり、

Ar<sub>1</sub>～Ar<sub>2</sub>は、互いに同一または異なるものであって、それぞれ独立して、置換または非置換の炭素数6～30のアリール基、置換または非置換の炭素数2～30のヘテロアリール基、置換または非置換の炭素数6～30のアリールアミン基、置換または非置換の炭素数2～30のヘテロアリールアミン基、置換または非置換のカルバゾール基、および置換または非置換のフルオレン基からなる群より選択され、

xおよびyは、互いに同一または異なるものであって、それぞれ独立して、0～5の間の整数であり、ただし、1 x+y 5であり、

nは、0～3の間の整数であり、

R<sub>1</sub>～R<sub>5</sub>は、互いに同一または異なるものであって、それぞれ独立して、水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、ヒドロキシ基、アミノ基、ニトロ基、カルボキシル基、置換または非置換の炭素数1～30のアルキル基、置換または非置換の炭素数1～20のアルケニル基、置換または非置換の炭素数6～30のアリール基、置換または非置換の炭素数2～30のヘテロアリール基、置換または非置換の炭素数1～20のアルコキシ基、置換または非置換の炭素数6～20のアリールオキシ基、置換または非置換の炭素数3～40のシリルオキシ基、置換または非置換の炭素数1～20のアシル基、置換または非置換の炭素数2～20のアルコキシカルボニル基、置換または非置換の炭素数2～20のアシルオキシ基、置換または非置換の炭素数2～20のヘテロアリールオキシ基、置換または非置換の炭素数7～20のアリールオキシカルボニルアミノ基、置換または非置換の炭素数1～20のスルファモイルアミノ基、置換または非置換の炭素数1～20のスルホニル基、置換または非置換の炭素数1～20のアルキルチオール基、置換または非置換の炭素数6～20のアリールチオール基、置換または非置換の炭素数1～20のヘテロシクロチオール基、置換または非置換の炭素数1～20のウレイド基、置換または非置換の炭素数1～20の磷酸アミド基、および置換または非置換の炭素数3～40のシリル基からなる群より選択され、

mは、1または2である。

## 【0039】

40

50

本発明の一実施形態によるベンズイミダゾール化合物を示す前記化学式において、 $Ar_1$ ～ $Ar_2$ は、互いに同一または異なるものであって、それぞれ独立して、置換または非置換の炭素数6～30のアリール基、置換または非置換の炭素数2～30のヘテロアリール基、置換または非置換の炭素数6～30のアリールアミン基、置換または非置換の炭素数2～30のヘテロアリールアミン基、置換または非置換のカルバゾール基、および置換または非置換のフルオレン基からなる群より選択されるものである。

#### 【0040】

この際、前記アリール基の好ましい例としては、置換または非置換のフェニル基、置換または非置換のトリル基、置換または非置換のナフチル基、置換または非置換のアントラセニル基、置換または非置換のテルフェニル基、置換または非置換のピレニル基、置換または非置換のジフェニルアントラセニル基、置換または非置換のジナフチルアントラセニル基、置換または非置換のペンタセニル基、置換または非置換のプロモフェニル基、置換または非置換のヒドロキシフェニル基、置換または非置換のスチルベン基、置換または非置換のアゾベンゼニル基、および置換または非置換のフェロセニル基からなる群より選択されたものを使用してもよい。また、ヘテロアリール基の好ましい例としては、置換または非置換のチエニル基、および置換または非置換のピリジル基からなる群より選択されたものを使用してもよい。

#### 【0041】

特に、前記 $Ar_1$ ～ $Ar_2$ は、互いに同一または異なるものであって、それぞれ独立して、置換または非置換の炭素数6～30のアリールアミン基、および置換または非置換のカルバゾール基からなる群より選択される場合、材料内で電子と正孔の移動特性が均衡を成し得るという利点があるため、より好ましい。

#### 【0042】

また、前記 $Ar_1$ ～ $Ar_2$ は、互いに同一または異なるものであって、それぞれ独立して、下記化学式3～33で表される化合物からなる群より選択されるものをより好ましく使用してもよい。

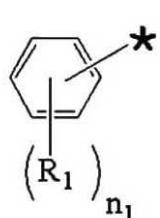
#### 【0043】

10

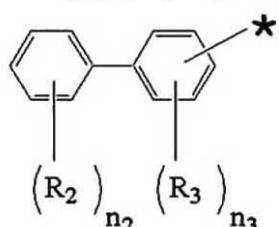
20

【化4-1】

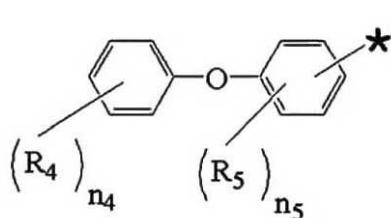
[化学式3]



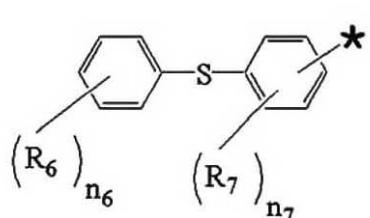
[化学式4]



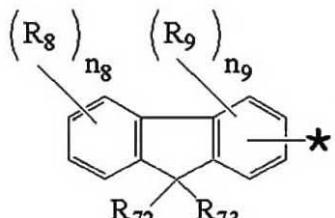
[化学式5]



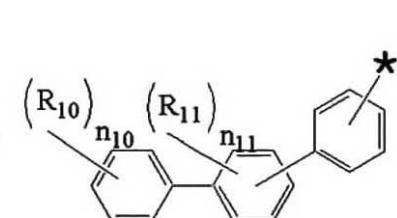
[化学式6]



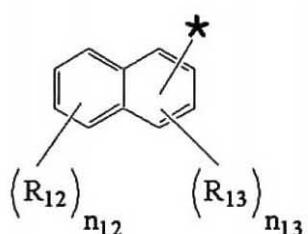
[化学式7]



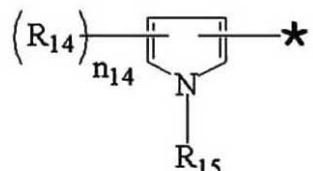
[化学式8]



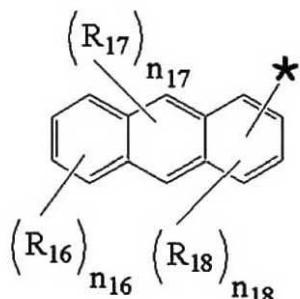
[化学式9]



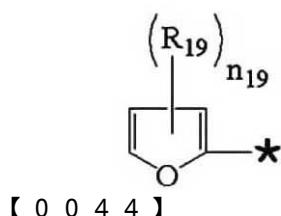
[化学式10]



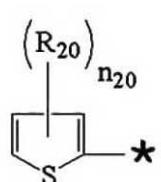
[化学式11]



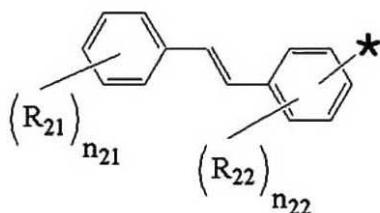
[化学式12]



[化学式13]



[化学式14]



【0044】

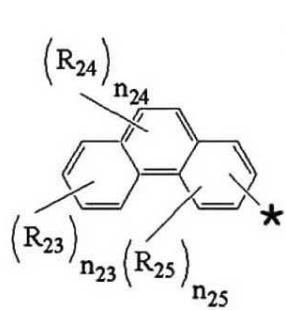
10

20

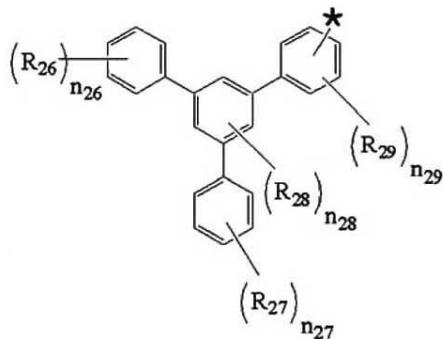
30

【化4-2】

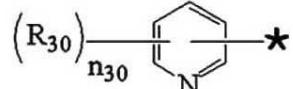
[化学式15]



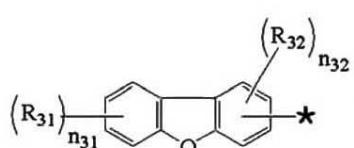
[化学式16]



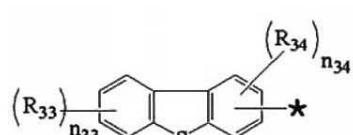
[化学式17]



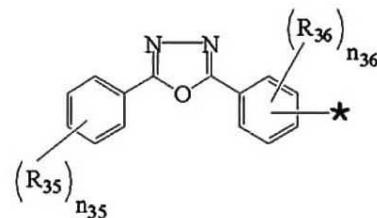
[化学式18]



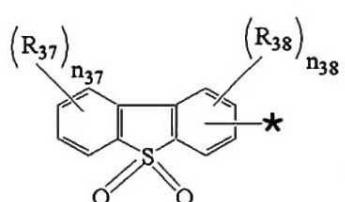
[化学式19]



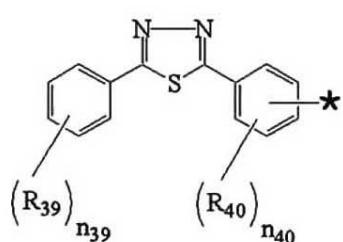
[化学式20]



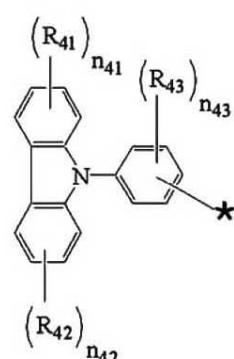
[化学式21]



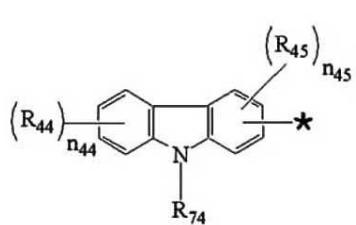
[化学式22]



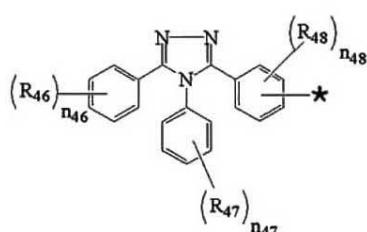
[化学式23]



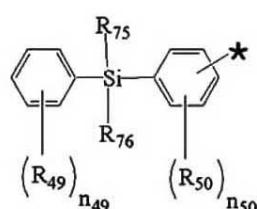
[化学式24]



[化学式25]



[化学式26]



【0045】

10

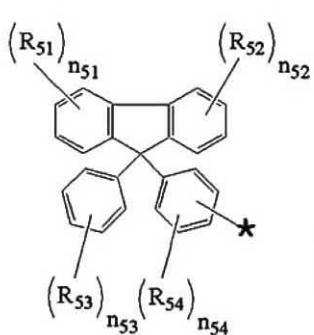
20

30

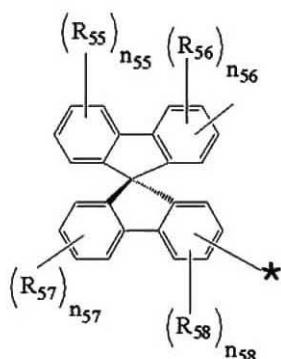
40

## 【化4-3】

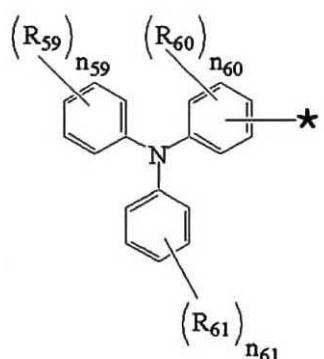
[化学式27]



[化学式28]

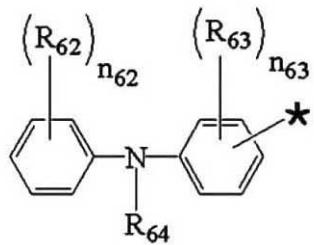


[化学式29]

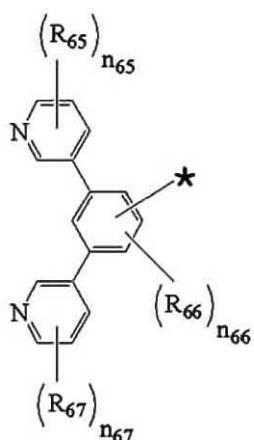


10

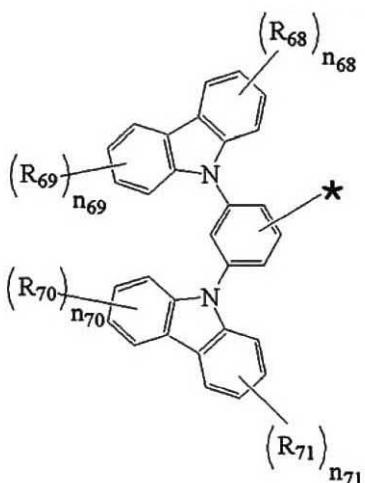
[化学式30]



[化学式31]

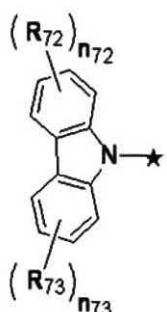


[化学式32]



20

[化学式33]



30

## 【0046】

前記化学式3～33において、

前記R<sub>1</sub>～R<sub>7</sub>は、互いに同一または異なるものであって、それぞれ独立して、ハロゲン原子、シアノ基、ヒドロキシ基、アミノ基、ニトロ基、カルボキシル基、置換または非置換の炭素数1～30のアルキル基、置換または非置換の炭素数1～20のアルケニル基、置換または非置換の炭素数6～30のアリール基、置換または非置換の炭素数2～30のヘテロアリール基、置換または非置換の炭素数1～20のアルコキシ基、置換または非置換の炭素数6～20のアリールオキシ基、置換または非置換の炭素数3～40のシリルオキシ基、置換または非置換の炭素数1～20のアシル基、置換または非置換の炭素数2～20のアルコキシカルボニル基、置換または非置換の炭素数2～20のアシルオキシ基、置換または非置換の炭素数2～20のヘテロアリールオキシ基、置換または非置換の

40

50

炭素数 7 ~ 20 のアリールオキシカルボニルアミノ基、置換または非置換の炭素数 1 ~ 20 のスルファモイルアミノ基、置換または非置換の炭素数 1 ~ 20 のスルホニル基、置換または非置換の炭素数 1 ~ 20 のアルキルチオール基、置換または非置換の炭素数 6 ~ 20 のアリールチオール基、置換または非置換の炭素数 1 ~ 20 のヘテロシクロチオール基、置換または非置換の炭素数 1 ~ 20 のウレトイド基、置換または非置換の炭素数 1 ~ 20 の磷酸アミド基、および置換または非置換の炭素数 3 ~ 40 のシリル基からなる群より選択され、

前記  $n_1$ 、 $n_2$ 、 $n_4$ 、 $n_6$ 、 $n_{10}$ 、 $n_{21}$ 、 $n_{26}$ 、 $n_{27}$ 、 $n_{35}$ 、 $n_{39}$ 、 $n_{46}$ 、 $n_{47}$ 、 $n_{49}$ 、 $n_{53}$ 、 $n_{59}$ 、 $n_{61}$ 、および  $n_{62}$  は、それぞれ独立して、0 ~ 5 の整数であり、

10

前記  $n_3$ 、 $n_5$ 、 $n_7$ 、 $n_8$ 、 $n_{11}$ 、 $n_{12}$ 、 $n_{16}$ 、 $n_{22}$ 、 $n_{23}$ 、 $n_{29}$ 、 $n_{30}$ 、 $n_{31}$ 、 $n_{33}$ 、 $n_{36}$ 、 $n_{37}$ 、 $n_{40}$ 、 $n_{41} \sim n_{44}$ 、 $n_{48}$ 、 $n_{50} \sim n_{52}$ 、 $n_{54}$ 、 $n_{55}$ 、 $n_{57}$ 、 $n_{60}$ 、 $n_{63}$ 、 $n_{65}$ 、および  $n_{67} \sim n_{73}$  は、それぞれ独立して、0 ~ 4 の整数であり、

前記  $n_9$ 、 $n_{13}$ 、 $n_{14}$ 、 $n_{18}$ 、 $n_{19}$ 、 $n_{20}$ 、 $n_{25}$ 、 $n_{28}$ 、 $n_{32}$ 、 $n_{34}$ 、 $n_{38}$ 、 $n_{45}$ 、 $n_{56}$ 、 $n_{58}$ 、および  $n_{66}$  は、それぞれ独立して、0 ~ 3 の整数であり、

前記  $n_{17}$ 、および  $n_{24}$  は、それぞれ独立して、0 ~ 2 の整数である。

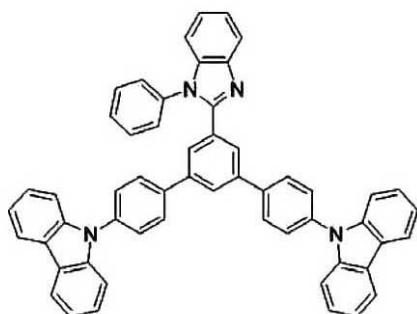
【0047】

本発明の一実施形態によるベンズイミダゾール化合物のより好ましい例は、次の化学式 20 34 ~ 131 で表される化合物のとおりである。

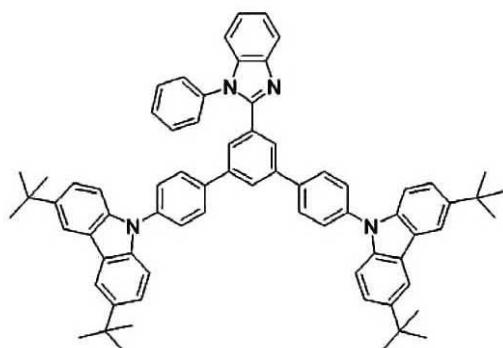
【0048】

【化 5 - 1】

[化学式 3 4]

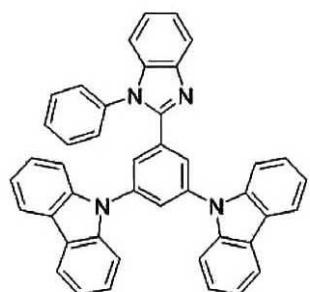


[化学式 3 5]

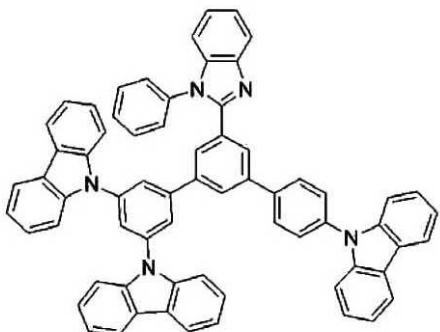


10

[化学式 3 6]

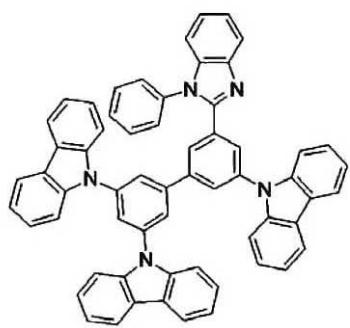


[化学式 3 7]

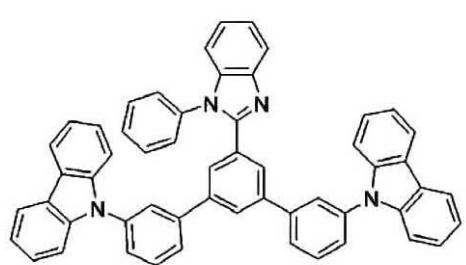


20

[化学式 3 8]



[化学式 3 9]

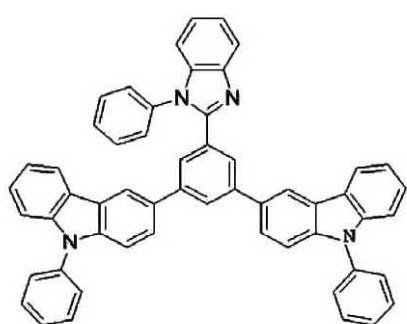


30

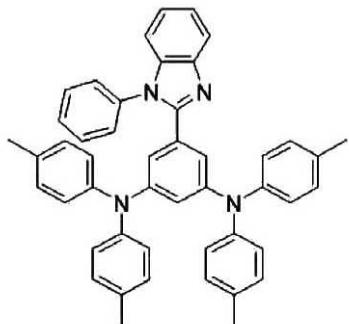
【0049】

【化 5 - 2】

[化学式 4 0]

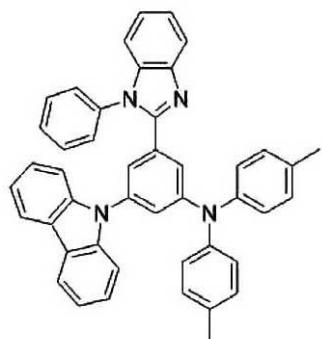


[化学式 4 1]

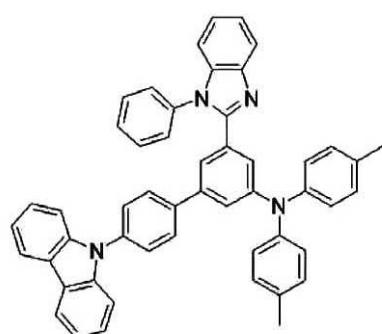


10

[化学式 4 2]

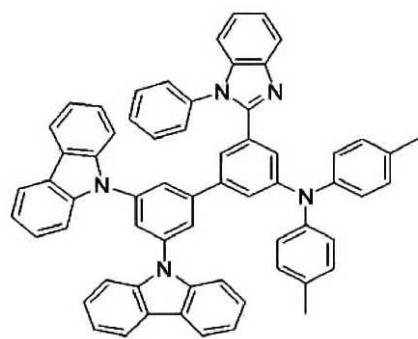


[化学式 4 3]

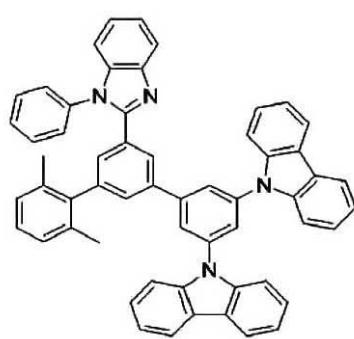


20

[化学式 4 4]



[化学式 4 5]

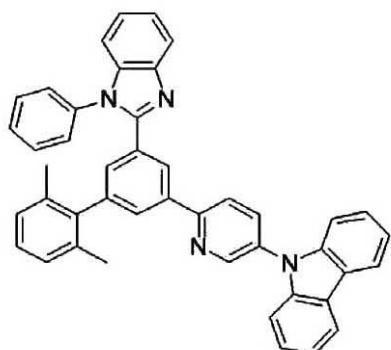


30

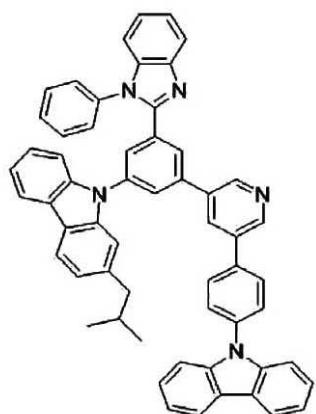
【0050】

【化 5 - 3】

[化学式 4 6]

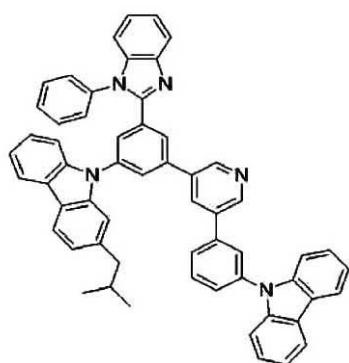


[化学式 4 7]

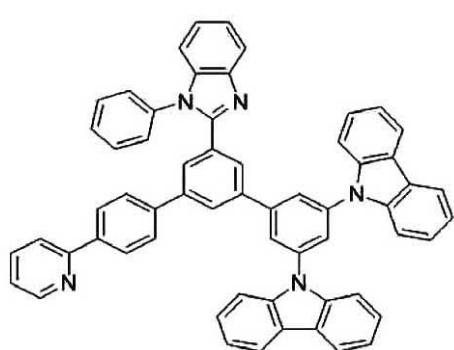


10

[化学式 4 8]

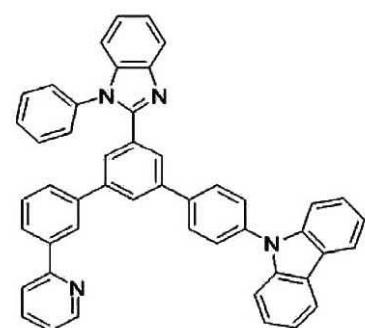


[化学式 4 9]

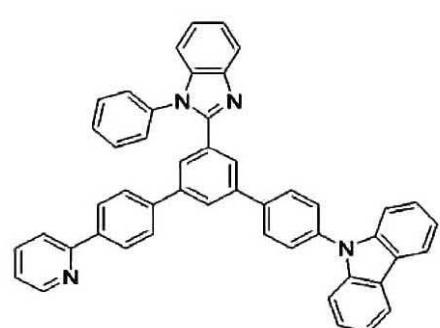


20

[化学式 5 0]



[化学式 5 1]

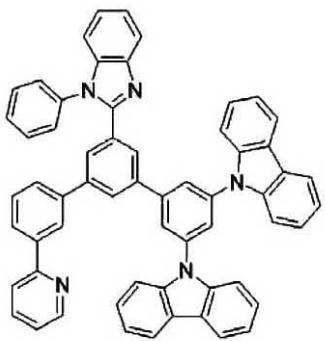


30

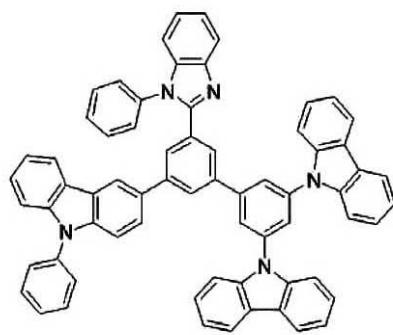
【0051】

【化 5 - 4】

[化学式 5 2]

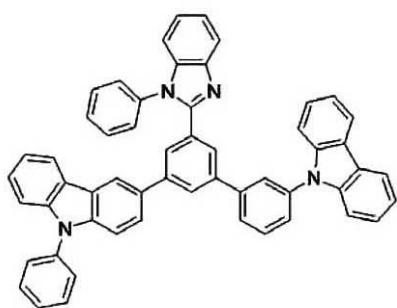


[化学式 5 3]

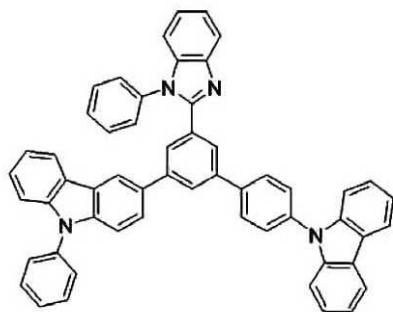


10

[化学式 5 4]

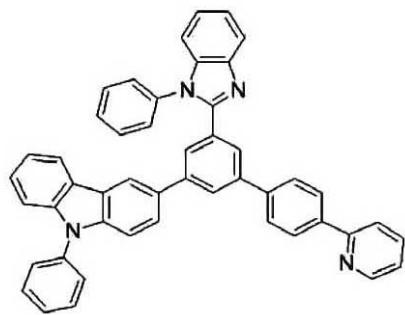


[化学式 5 5]

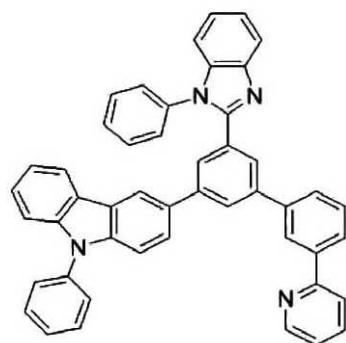


20

[化学式 5 6]



[化学式 5 7]

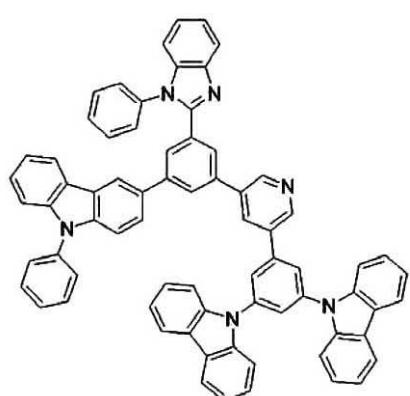


30

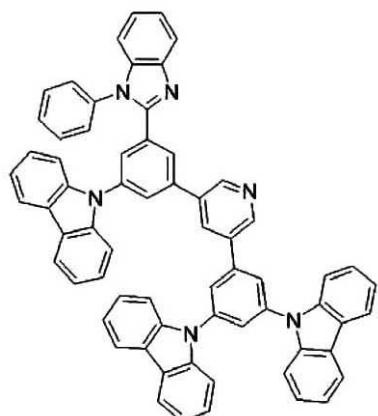
【0052】

【化 5 - 5】

[化学式 5 8]

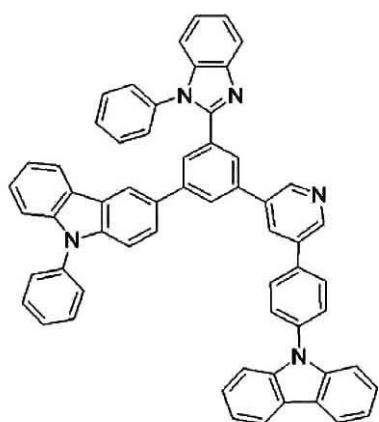


[化学式 5 9]

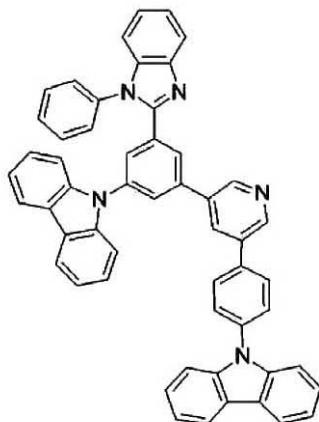


10

[化学式 6 0]

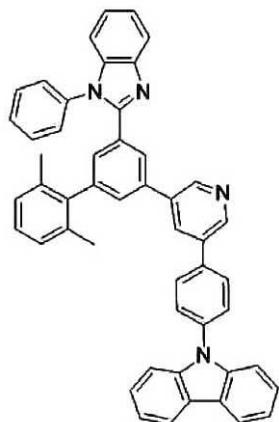


[化学式 6 1]

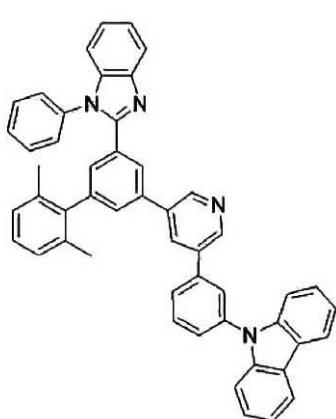


20

[化学式 6 2]



[化学式 6 3]



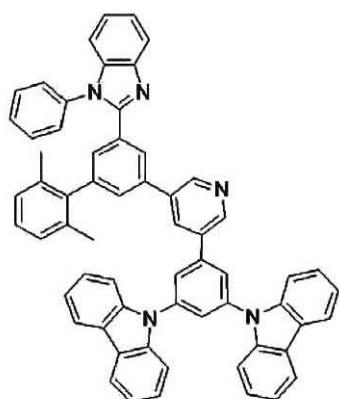
30

40

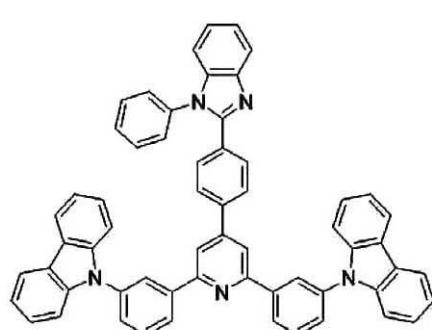
【0053】

【化 5 - 6】

[化学式 6 4]

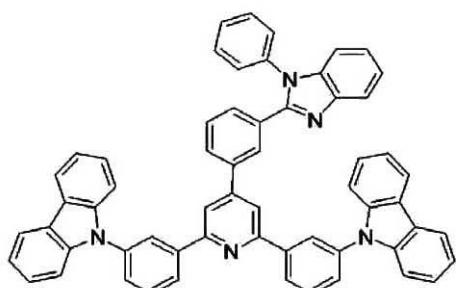


[化学式 6 5]

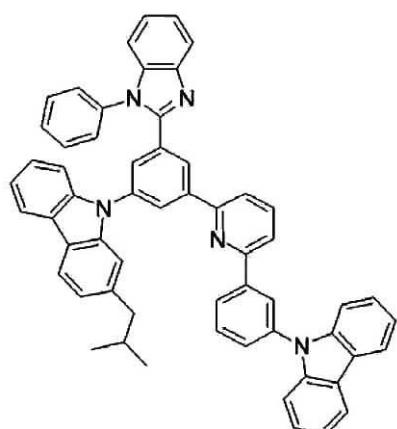


10

[化学式 6 6]

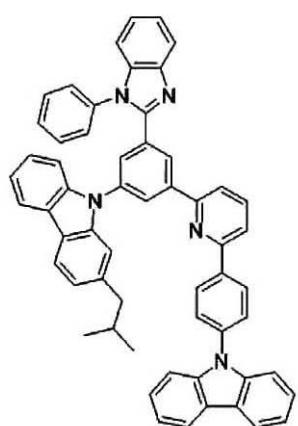


[化学式 6 7]

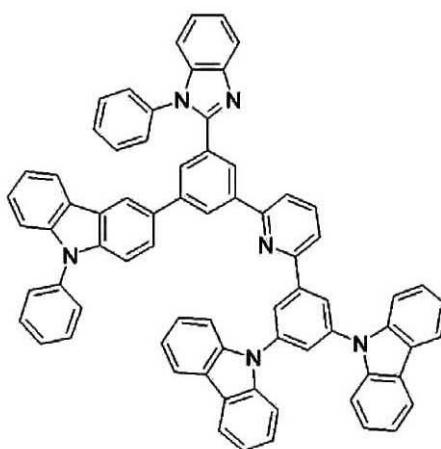


20

[化学式 6 8]



[化学式 6 9]



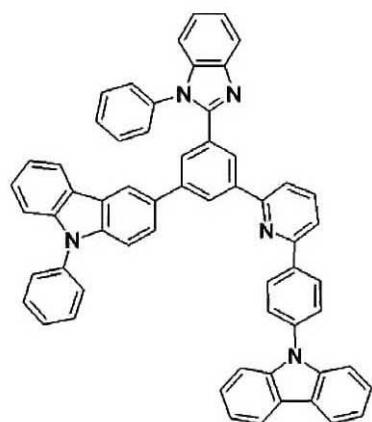
30

【0054】

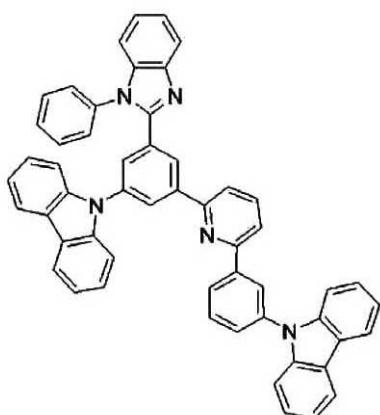
40

【化 5 - 7】

[化学式 7 0]

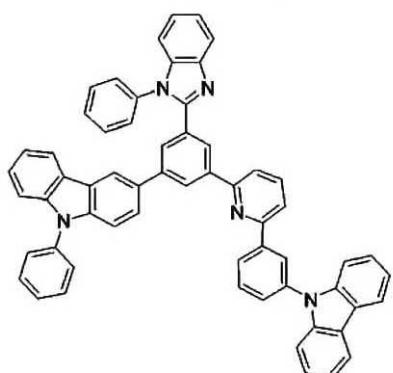


[化学式 7 1]

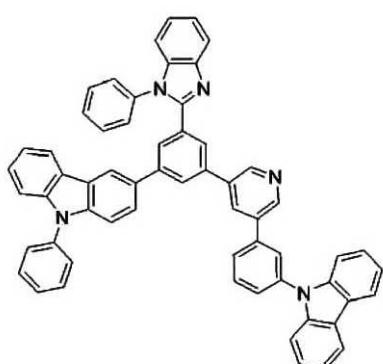


10

[化学式 7 2]

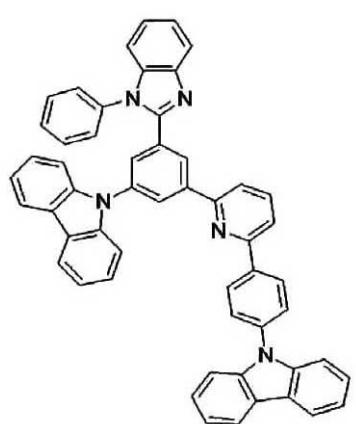


[化学式 7 3]

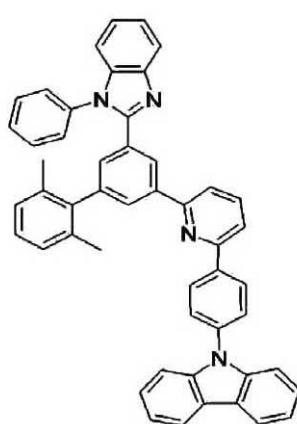


20

[化学式 7 4]



[化学式 7 5]



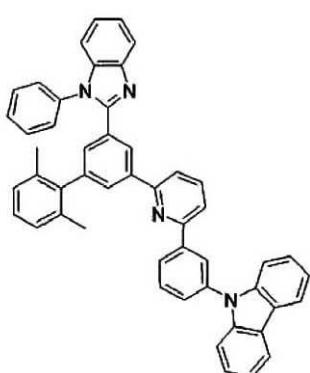
30

【0055】

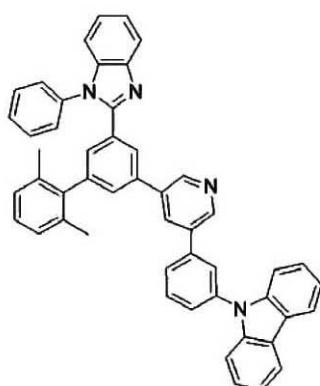
40

【化 5 - 8】

[化学式 7 6]

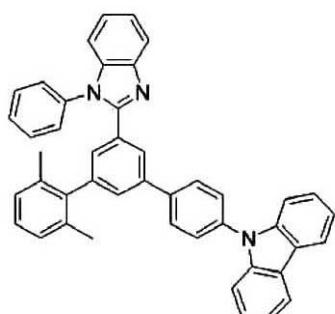


[化学式 7 7]

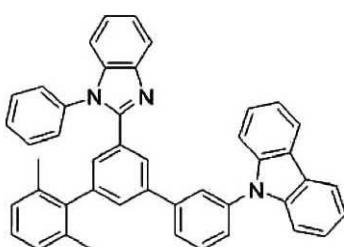


10

[化学式 7 8]

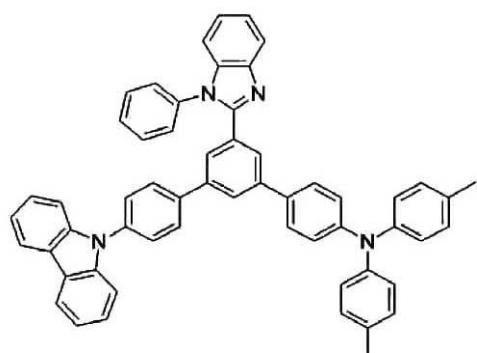


[化学式 7 9]

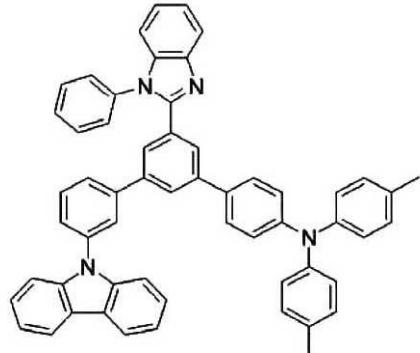


20

[化学式 8 0]



[化学式 8 1]

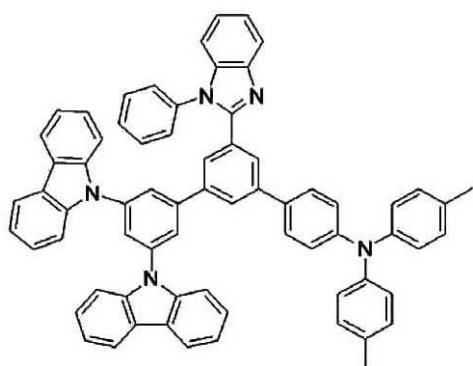


30

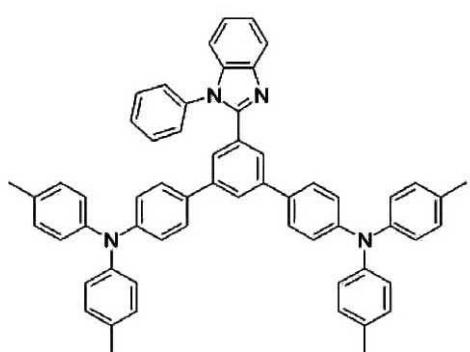
【0056】

【化5-9】

[化学式82]

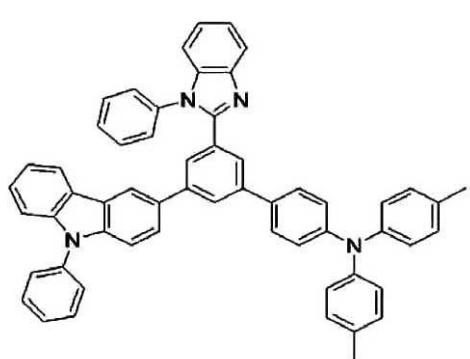


[化学式83]

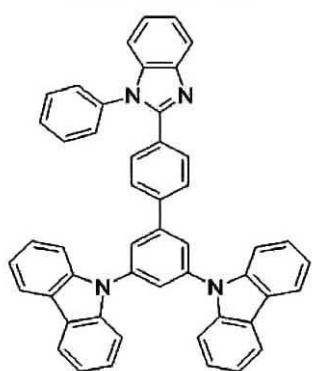


10

[化学式84]

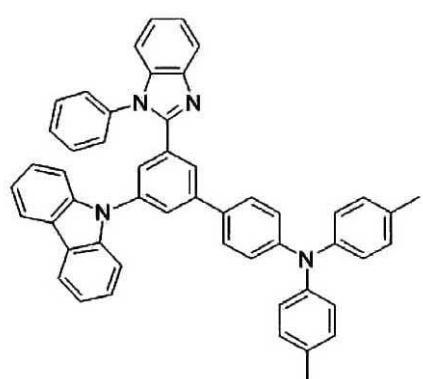


[化学式85]

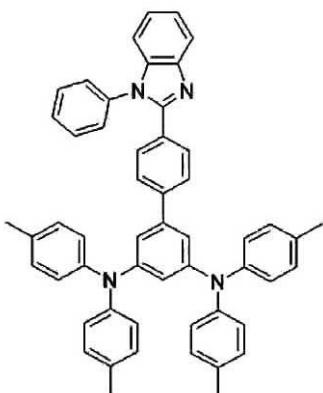


20

[化学式86]



[化学式87]

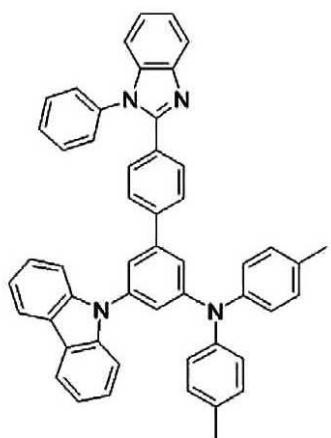


30

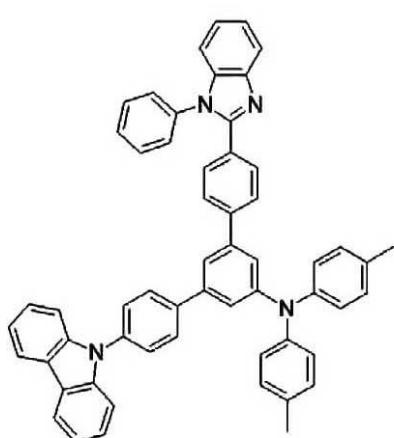
【0057】

【化 5 - 1 0 】

[化学式 8 8]

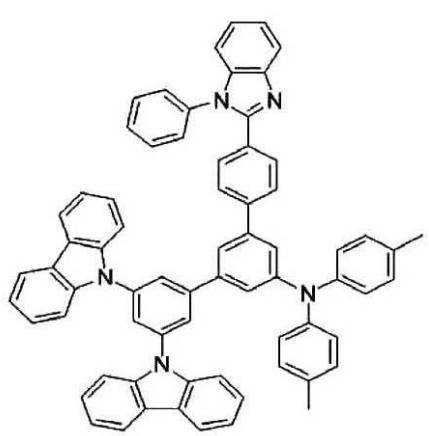


[化学式 8 9]

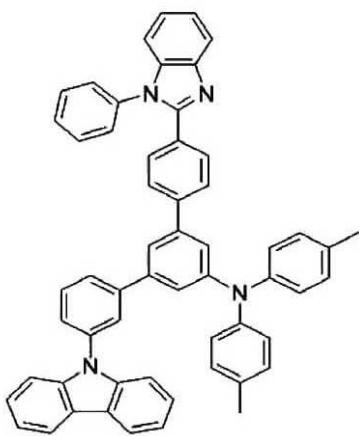


10

[化学式 9 0]

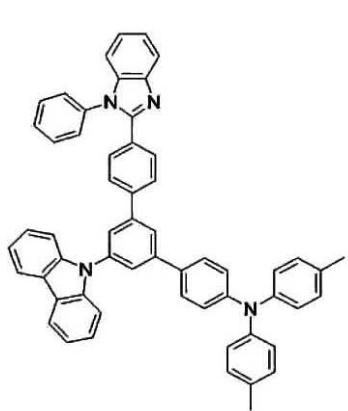


[化学式 9 1]

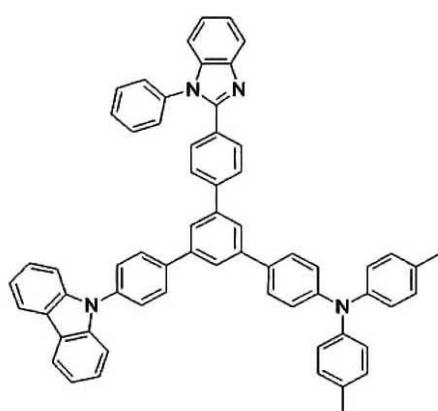


20

[化学式 9 2]



[化学式 9 3]

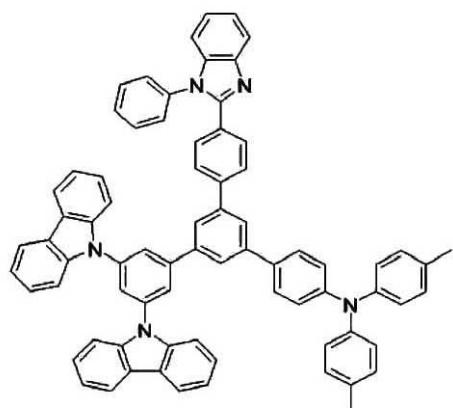


40

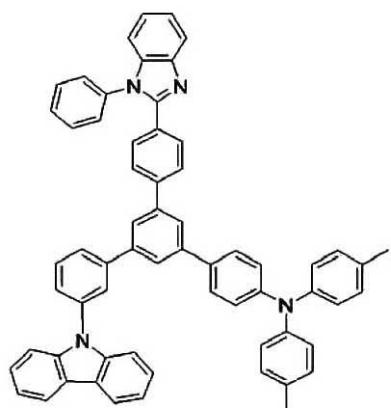
【0058】

【化 5 - 11】

[化学式 9 4]

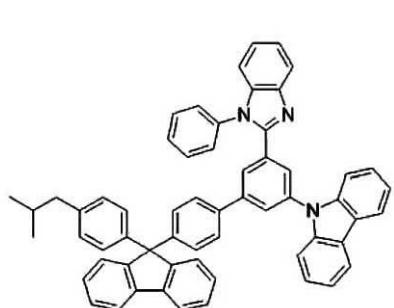


[化学式 9 5]

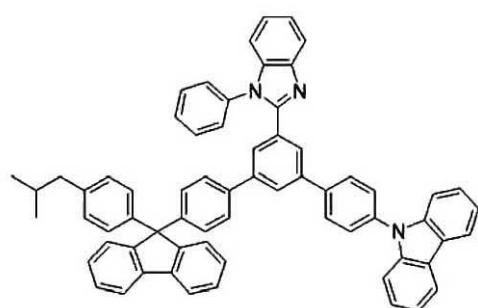


10

[化学式 9 6]

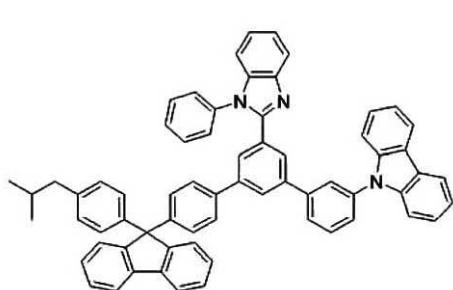


[化学式 9 7]

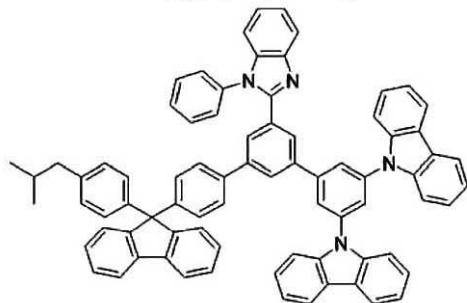


20

[化学式 9 8]



[化学式 9 9]

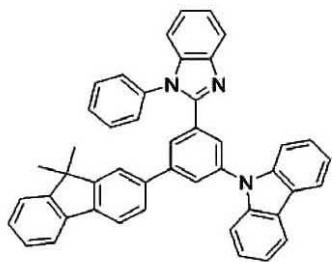


30

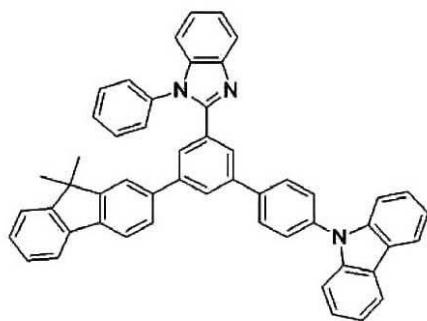
【0059】

【化 5 - 1 2 】

[化学式 100]

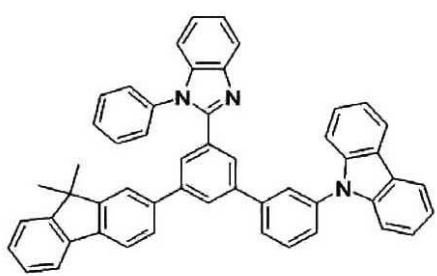


[化学式 101]

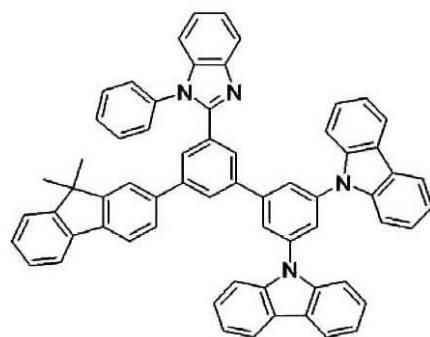


10

[化学式 102]

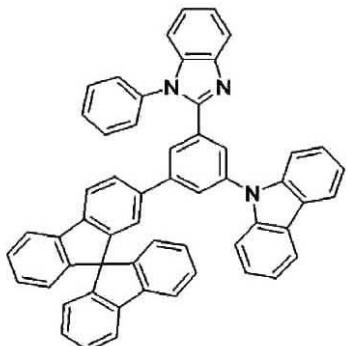


[化学式 103]

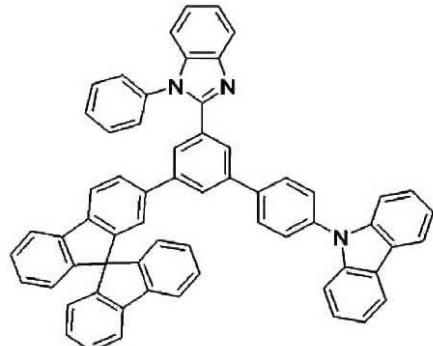


20

[化学式 104]



[化学式 105]

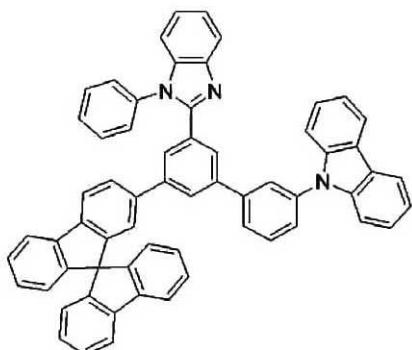


30

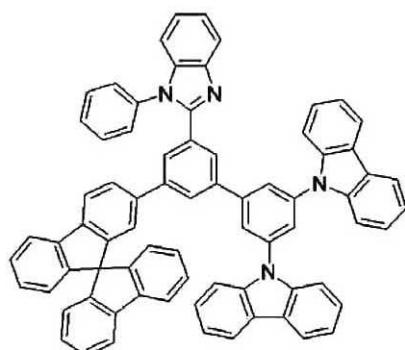
【0060】

【化 5 - 1 3 】

[化学式 1 0 6 ]

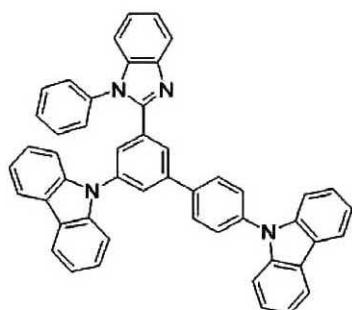


[化学式 1 0 7 ]

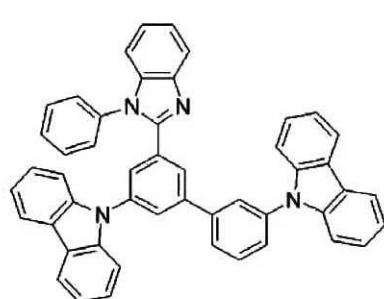


10

[化学式 1 0 8 ]

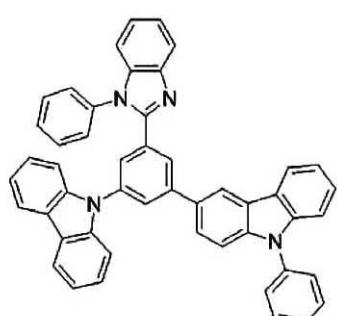


[化学式 1 0 9 ]

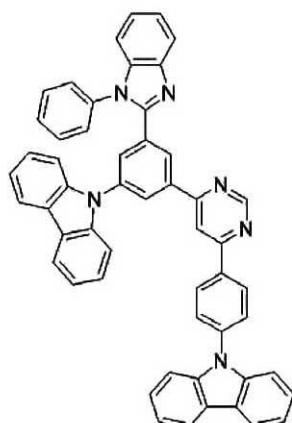


20

[化学式 1 1 0 ]



[化学式 1 1 1 ]



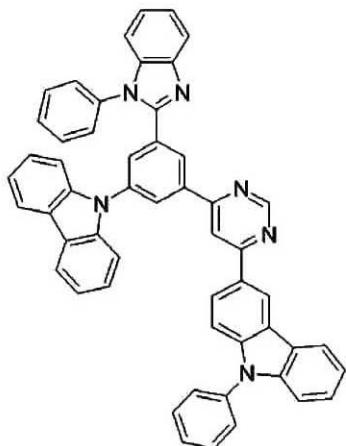
30

【 0 0 6 1 】

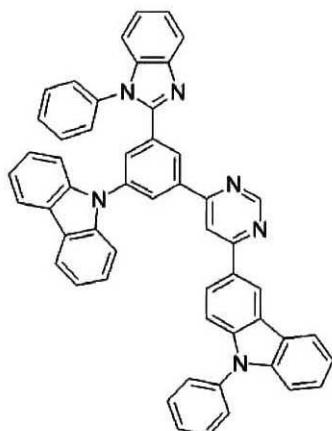
40

【化 5 - 1 4 】

[化学式 1 1 2 ]

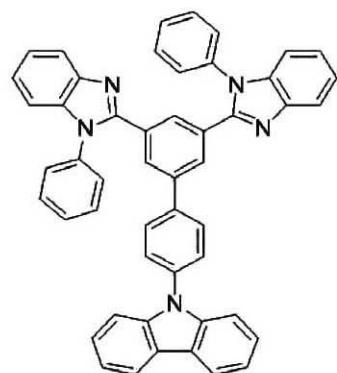


[化学式 1 1 3 ]

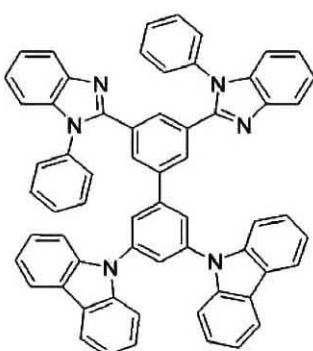


10

[化学式 1 1 4 ]

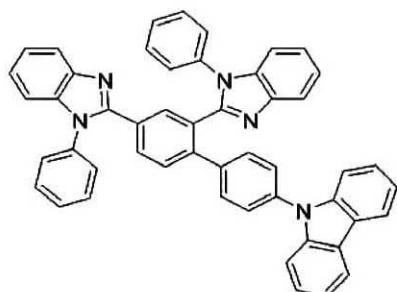


[化学式 1 1 5 ]

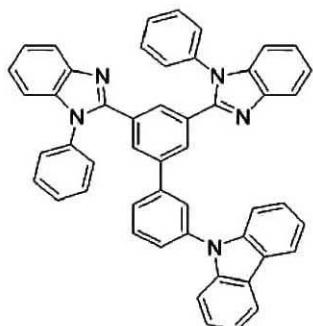


20

[化学式 1 1 6 ]



[化学式 1 1 7 ]



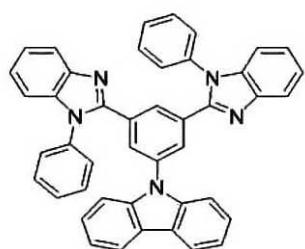
30

【 0 0 6 2 】

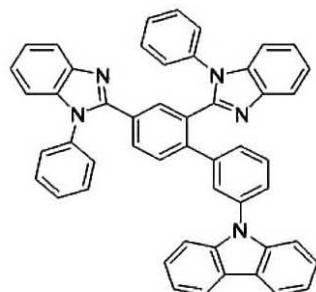
40

【化 5 - 1 5】

[化学式 118]

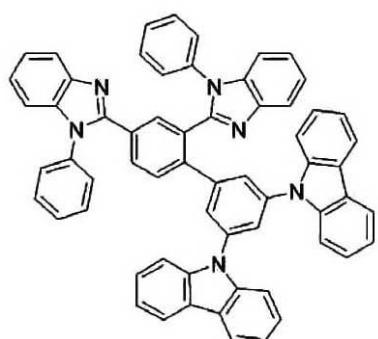


[化学式 119]

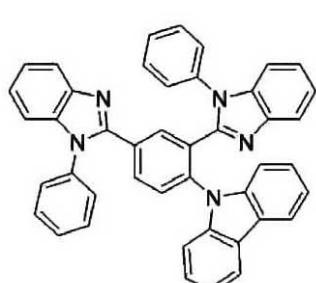


10

[化学式 120]

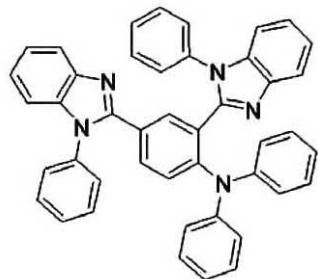


[化学式 121]

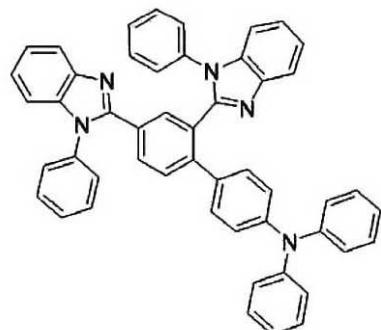


20

[化学式 122]



[化学式 123]

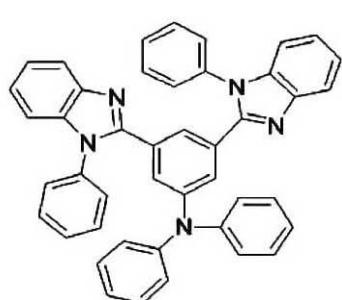


30

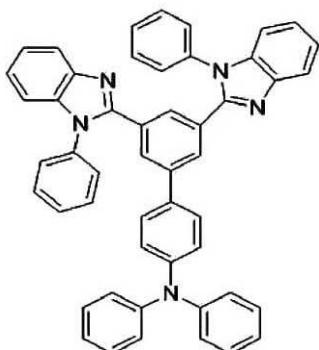
【0063】

【化 5 - 1 6】

[化学式 1 2 4]

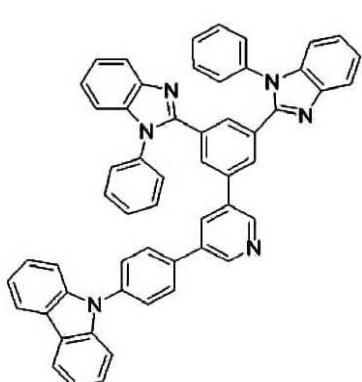


[化学式 1 2 5]

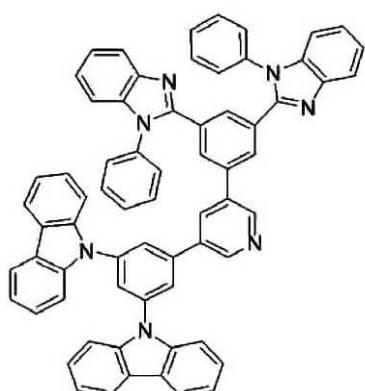


10

[化学式 1 2 6]

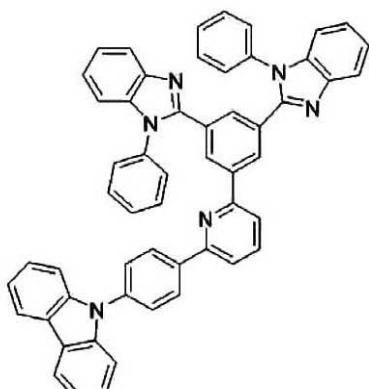


[化学式 1 2 7]

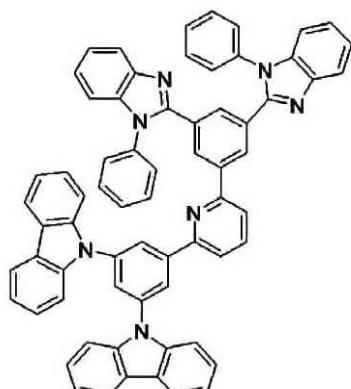


20

[化学式 1 2 8]



[化学式 1 2 9]



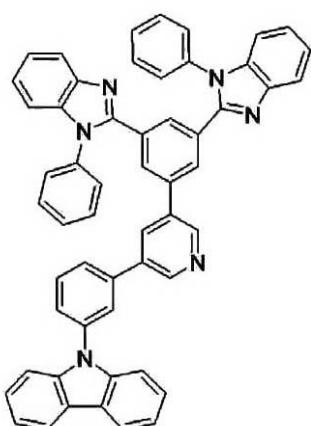
30

【0064】

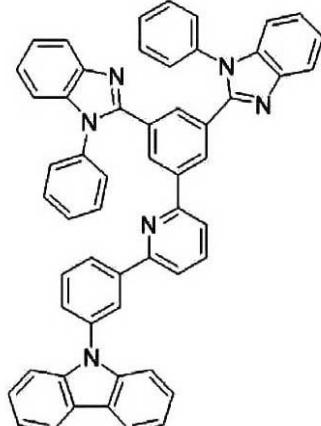
40

【化5-17】

[化学式130]



[化学式131]



10

【0065】

本発明の一実施形態によるベンズイミダゾール化合物は、有機光電素子用ホスト材料または有機光電素子用電荷輸送材料として有用に適用され得る。しかも、前記ベンズイミダゾール化合物は、光学的および電気的な特性を有しているため、非線形光学素材、電極材料、変色材料、ならびに、光スイッチ、センサー、モジュール、ウェーブガイド、有機トランジスター、レーザー、光吸收体、誘電体および分離膜(membrane)などの材料としても有用に適用され得る。

20

【0066】

前記ベンズイミダゾール化合物が電気発光ダイオード(light emitting diode)の正孔阻止層(hole blocking layer)と電子輸送層(ETL)とを兼ねて使用される場合、正孔阻止性は、分子内の正孔輸送性骨格によって、その特性が低下する傾向がある。したがって、前記化合物を正孔阻止層として使用する場合には、正孔輸送骨格が含まれていないことが好ましい。このような正孔輸送骨格としては、カルバゾール、アリールアミン、フェノキサジンなどを例示することができる。ただし、本発明の化合物が電子輸送性、正孔輸送性の両方を要求する場合には、前記正孔輸送性骨格を導入することが電気発光ダイオードの寿命向上および駆動電圧減少による手段である。

30

【0067】

本発明の他の実施形態は、アノード、カソード、および前記アノードと前記カソードとの間に位置する少なくとも一層の有機薄膜層を含む有機光電素子であって、前記有機薄膜層のうちの少なくとも一層は、前記本発明の一実施形態によるベンズイミダゾール化合物を含む有機光電素子である。前記有機光電素子は、有機発光ダイオード(organic light emission diode)、有機太陽電池、有機トランジスター、有機感光体ドラム、有機メモリ素子などを意味する。特に、前記有機光電素子は、有機発光ダイオードであることが好ましい。

40

【0068】

前記本発明によるベンズイミダゾール化合物は、有機薄膜層の発光層に適用してもよい。また、電子注入層(EIL)、電子輸送層(ETL)、正孔阻止層およびこれらの組み合わせからなる群より選択される有機薄膜層にも適用されうる。

【0069】

アノード、カソード、および前記アノードと前記カソードとの間に位置する有機薄膜層を含む有機光電素子は、アノード、発光層、およびカソードを含む、一般的な素子構成を有してもよい。しかも、前記有機光電素子の有機薄膜層は、界面層(inter-layer)、正孔輸送層(HTL)、および電子輸送層(ETL)をさらに含んで構成されてもよい。この際、前記界面層は、正孔注入層(HIL)、正孔阻止層、電子注入層(EIL)、電子阻止層のようなバッファー層を意味する。

50

## 【0070】

図1は、本発明の一実施形態による有機光電素子の断面図を模式的に示した図面である。図1は、基板11、アノード12、正孔輸送層(HTL)13、発光層14、電子輸送層(ETL)15、およびカソード16から構成された有機光電素子の構造を示す。

## 【0071】

図1を参照すると、有機光電素子は、前記化合物を利用して製造することができる。まず、基板11上部にアノード12用の物質をコーティングする。

## 【0072】

ここで、基板11としては、透明性、表面平滑性、取り扱いの容易性、および防水性に優れる、ガラス基板、または、透明プラスチック基板が使用されてもよい。

10

## 【0073】

また、前記アノード12用の物質としては、透明で伝導性に優れた酸化インジウム錫(ITO)、酸化錫(SnO<sub>2</sub>)、酸化亜鉛(ZnO)などが使用されてもよい。

## 【0074】

次に、正孔輸送層(HTL)13が、アノード12上部に真空蒸着、スパッタリング、またはスピニコーティングを利用して形成されてもよく、前記正孔輸送層(HTL)13上に発光層14が真空蒸着、スピニコーティング、インクジェットプリントティングなどの溶液コーティング法を利用して形成されてもよい。

## 【0075】

また、電子輸送層(ETL)15は、発光層14とカソード16との間に位置する。

20

## 【0076】

この際、前記発光層14、正孔輸送層(HTL)13、および電子輸送層(ETL)15の厚さは当該分野で使用する範囲で形成し、特に限定しないが、前記発光層14の厚さは5nm～1μmであることが好ましく、10～500nmであることがより好ましく、前記正孔輸送層(HTL)13、および電子輸送層(ETL)15の厚さはそれぞれ10～10,000であることが好ましい。

## 【0077】

前記電子輸送層(ETL)15は、通常の電子輸送層(ETL)15形成用の物質を使用して真空蒸着、スパッタリング、またはスピニコーティングを利用して形成されてもよい。

## 【0078】

30

前記正孔輸送層(HTL)13および電子輸送層(ETL)15は、キャリアを発光層14に効率的に伝達させることによって、発光層14内で発光結合の確率を高める役割を果たす。

## 【0079】

本発明で使用可能な正孔輸送層13形成用の物質は、特に制限されないが、ポリ(スチレンスルホン酸)(PSS)層でドーピングされたポリ(3,4-エチレンジオキシ-チオフェン)(PEDOT)、および、N,N'-ビス(3-メチルフェニル)-N,N-ジフェニル-[1,1'-ビフェニル]-4,4'-ジアミン(TPD)が好ましく使用されてもよい。

## 【0080】

40

本発明で使用可能な電子輸送層15形成用の物質は、特に制限されないが、アルミニウムトリヒドロキシキノリン(aluminum trihydroxyquinoline; Alq<sub>3</sub>)、2-(4-ビフェニルイル-5-フェニル-1,3,4-オキサジアゾール(2-(4-biphenyl)-5-phenyl-1,3,4-oxadiazole、PBD)のような、1,3,4-オキサジアゾール誘導体、1,3,4-トリス[3-フェニル-6-トリフルオロメチル]キノキサリン-2-イル]ベンゼン(1,3,4-tris[3-phenyl-6-trifluoromethyl]quinoxaline-2-yl]benzene、TPQ)のような、キノキサリン誘導体、トリアゾール誘導体などが好ましく使用されてもよい。

## 【0081】

また、前記化合物は、燐光発光可能な有機化合物と混合して使用してもよい。前記燐光有機化合物としては、三重項状態から燐光発光可能な有機金属錯体であり、少なくともメ

50

ンデル (Gregor Johann Mendel) の周期表VII族金属イオンを含む金属錯体を好ましく使用してもよい。前記周期表VII族金属イオンは、Fe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、およびPtからなる群より選択される金属イオンが好ましく使用されてもよく、IrまたはPtがより好ましく使用されてもよい。

## 【0082】

下記化学式132～134に具体的な金属錯体の例を挙げるが、前記金属錯体はこれらに限定されるのではない。

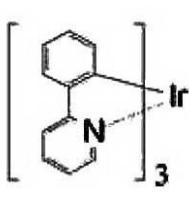
## 【0083】

## 【化6】

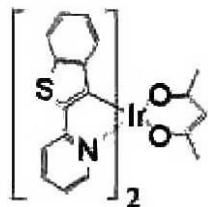
## [化学式132]



## [化学式133]



## [化学式134]



10

## 【0084】

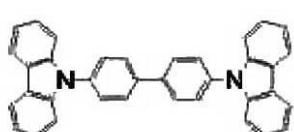
一方、溶液コーティング法を利用して、本発明の化合物で前記有機膜を形成する場合、他の低分子ホスト材料と混合して使用されてもよい。下記化学式135～138に低分子ホスト材料の具体的な例を挙げるが、本発明はこれらに限定されるのではない。

20

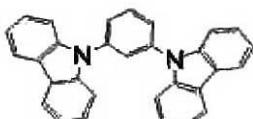
## 【0085】

## 【化7】

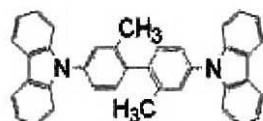
## [化学式135]



## [化学式136]

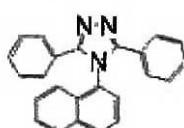


## [化学式137]



30

## [化学式138]



## 【0086】

また、本発明の化合物は、フルオレン系高分子、ポリフェニレンビニレン系、ポリパラフェニレン系などの共役二重結合を有する高分子とブレンディングして使用してもよく、また、バインダー樹脂を混合して使用してもよい。

40

## 【0087】

前記バインダー樹脂の例としては、ポリビニルカルバゾール (PVK)、ポリカーボネート、ポリエステル、ポリアリーレート、ポリスチレン、アクリル高分子、メタクリル高分子、ポリブチラル、ポリビニルアセタール、ジアリルフタレート高分子、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、シリコーン樹脂、ポリスルホン樹脂、またはウレアレジンなどがあり、これらの樹脂はそれぞれまたは組み合わせて使用してもよい。

## 【0088】

選択的には、正孔阻止層を真空蒸着などの方法で形成させて発光層14への正孔の伝達速度を制限し、電子・正孔の結合確率を増加させることができる。

## 【0089】

前記電子輸送層上にカソード16形成用の物質をコーティングする。

50

## 【0090】

前記カソード形成用の物質としては、仕事関数 (work function) が小さいリチウム (Li)、マグネシウム (Mg)、カルシウム (Ca)、アルミニウム (Al)、Al : Li、Ba : Li、またはCa : Li などが使用されてもよい。

## 【実施例】

## 【0091】

以下、本発明の具体的な実施例を提示する。ただし、以下に記載された実施例は本発明を具体的に例示したり説明するためのものに過ぎず、これらによって本発明が制限されなければならない。

## 【0092】

また、ここに記載されていない内容は、当該技術分野で熟練した者であれば十分に技術的に類推することができるものであるため、その説明を省略する。

## 【0093】

下記実施例3、5、7および9、ならびに参考例1、2、4、6および8では本発明の一実施形態による化合物を製造するための単量体M-1～M-9をそれぞれ反応式1～9のとおり製造した。

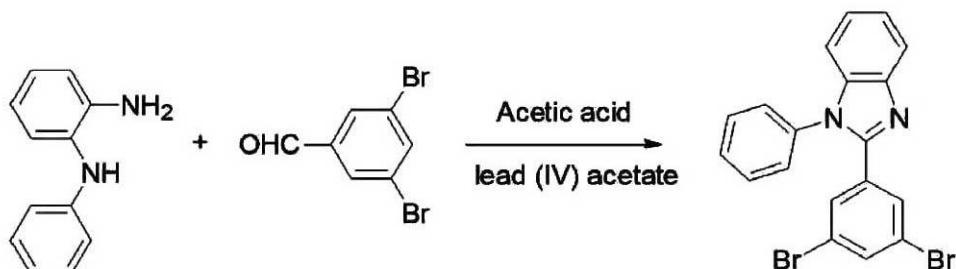
## 【0094】

〔合成例1〕：M-1の合成

## 【0095】

## 【化8】

## 〔反応式1〕



M-1

## 【0096】

500 ml の丸底フラスコに 3,5-ジプロモベンズアルデヒド 50 g (189 mmol) と N-フェニル-2,4-ジブロモアミン 38.3 g (208 mmol) を入れ、酢酸 200 ml を入れて 30 分間常温で攪拌した後、酢酸鉛 (lead, IV) 100 g (227 mmol) を入れて常温で 12 時間攪拌した。反応が終結した後、酢酸を減圧で除去して塩化メチレンで反応物を溶かした後、水で 5 回洗浄した。有機溶液を無水硫酸マグネシウムで乾燥させ、溶媒を除去して得られた固体を塩化メチレン溶媒にシリカゲルカラムで精製した後、塩化メチレン / ヘキサン混合溶媒 (1 : 6) に入れ、再結晶させて前記反応式1においてM-1で表される白色の固体 34 g (収率: 42%) を得た。

## 【0097】

〔参考例1〕：M-2の合成

## 【0098】

10

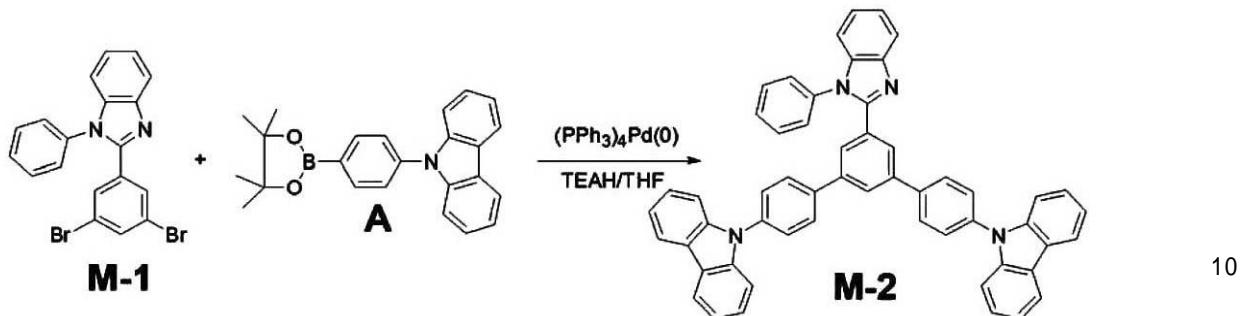
20

30

40

【化9】

【反応式2】



【0099】

温度計と還流コンデンサ、攪拌機付きの100mLの丸底フラスコに、アルゴン雰囲気でM-1(1.0g、2.3mmol)、物質A(1.89g、5.1mmol)、およびテトラキストリフェニルホスフィンパラジウム(0.23g、0.19mmol)を30mLのテトラヒドロフラン(tetrahydrofuran、THF)に溶かし、ここに20%テトラトリエチルアンモニウムヒドロキシド15mLを入れた後、75で24時間攪拌した。反応終了後、反応物を室温で冷却させ、塩化メチレンで数回抽出した後、水で数回洗浄した。この後、洗浄した反応物を無水硫酸マグネシウムで水分を除去し、これをろ過した後、溶媒を除去した。前記溶媒を除去した後、塩化メチレン/ヘキサン混合溶媒(1:6)で再結晶して白色のM-2を1.2g(収率:68.4%)得た。これを昇華および精製して0.79gの白色の結晶を得た。薄膜状態でこの物質の最大発光波長は383nmであった。LC-Mass理論値C<sub>55</sub>H<sub>36</sub>N<sub>4</sub>[MH]<sup>+</sup>753.2940、測定値:753.2978であった。

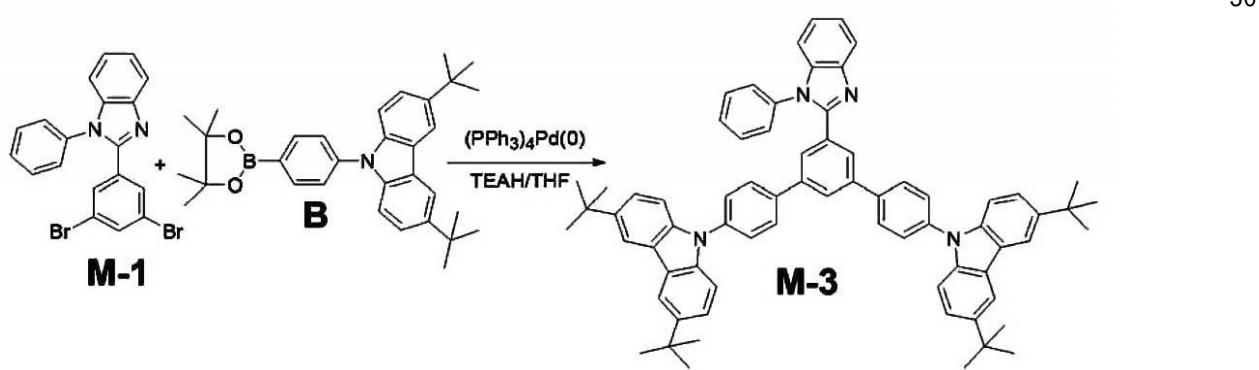
【0100】

【参考例2】：M-3の合成

【0101】

【化10】

【反応式3】



【0102】

温度計と還流コンデンサ、攪拌機付きの100mLの丸底フラスコにアルゴン雰囲気下でM-1(1.0g、2.3mmol)、物質B(2.37g、4.9mmol)、およびテトラキストリフェニルホスフィンパラジウム(0.23g、0.19mmol)を30mLのTHFに溶かし、ここに20%テトラトリエチルアンモニウムヒドロキシド15mLを入れた後、75で24時間攪拌した。反応終了後、反応物を室温で冷却させ、塩化メチレンで数回抽出した後、水で数回洗浄した。以降、洗浄した反応物を無水硫酸マグネシウムで水分を除去し、これをろ過した後、溶媒を除去した。溶媒を除去した後、塩化メチレン溶媒を使ってシリカゲルカラム精製して白色のM-3を1.78g(収率:78.1%)得た。薄膜状態でこの物質の最大発光波長は388nmであった。LC-Mass

50

s 理論値  $C_{71}H_{68}N_4$  [MH]<sup>+</sup> 977.5444、測定値：977.5442であった。

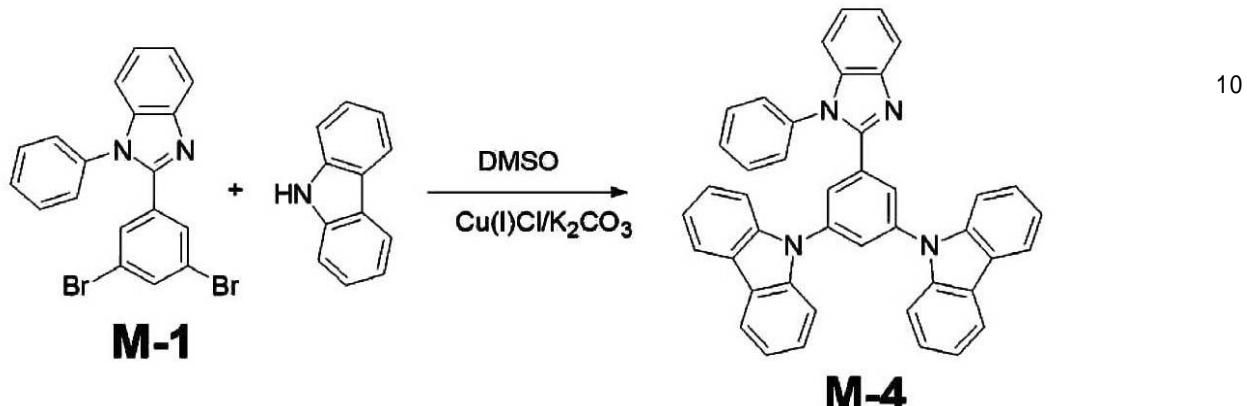
## 【0103】

【実施例3】：M-4の合成

## 【0104】

## 【化11】

## 【反応式4】



## 【0105】

温度計と還流コンデンサ、攪拌機付きの250m1の丸底フラスコにアルゴン雰囲気下でM-1(6g、14mmol)、カルバゾール(5.8g、35mmol)、塩化銅(1.5g、15.1mmol)、および炭酸カリウム(6g、43mmol)をジメチルスルホキシド(*N,N*-dimethylsulfoxide、DMSO)100m1に溶かした後、150で48時間攪拌した後、反応物を常温に下げ、減圧下でDMSOを除去した。残った固体を塩化メチレンに溶かした後、水で数回洗浄して無水硫酸マグネシウムで水分を除去し、これをろ過した後、溶媒を除去した。溶媒を除去した後、塩化メチレン溶媒でシリカゲルカラム精製して白色のM-4を5.5g(収率：65.4%)得た。薄膜状態でこの物質の最大発光波長は394nmであった。LC-Mass 理論値  $C_{43}H_{28}N_4$  [MH]<sup>+</sup> 601.2314、測定値：601.2384であった。

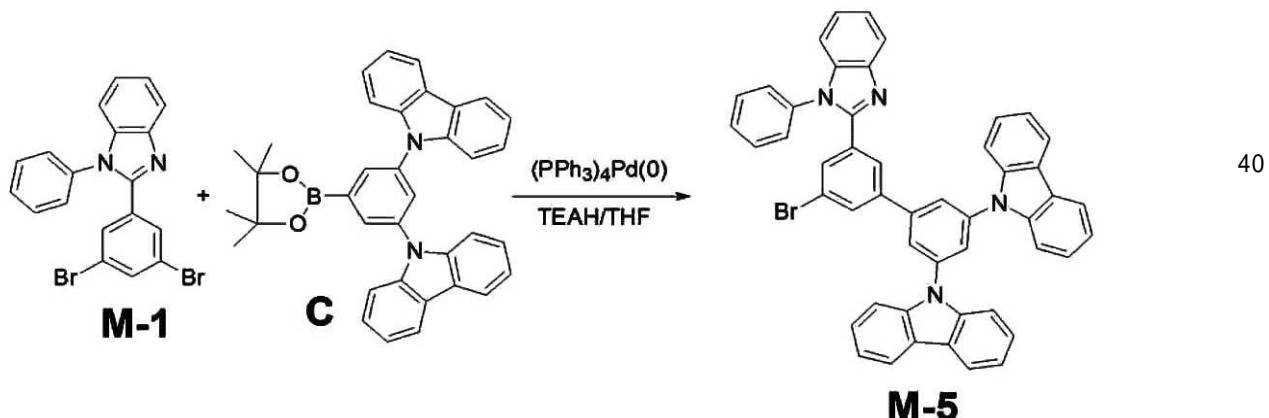
## 【0106】

【合成例2】：M-5の合成

## 【0107】

## 【化12】

## 【反応式5】



## 【0108】

温度計と還流コンデンサ、攪拌機付きの100m1の丸底フラスコにアルゴン雰囲気下でM-1(3.0g、7.0mmol)、物質C(3.74g、7.0mmol)、およ

10

20

30

40

50

ビテトラキストリフェニルホスフィンパラジウム (0.16 g, 0.14 mmol) を 50 mL の THF (tetrahydrofuran) に溶かし、ここに 20% テトラトリエチルアンモニウムヒドロキシド 20 mL を入れた後、75°C で 24 時間攪拌した。反応終了後、反応物を室温で冷却させ、塩化メチレンで数回抽出した後、水で数回洗浄した。この後、洗浄した反応物を無水硫酸マグネシウムで水分を除去し、これをろ過した後、溶媒を除去した。溶媒を除去した後、塩化メチレン溶媒を使用してシリカゲルカラム精製して白色の M-5 を 3.0 g (収率: 56.8%) 得た。

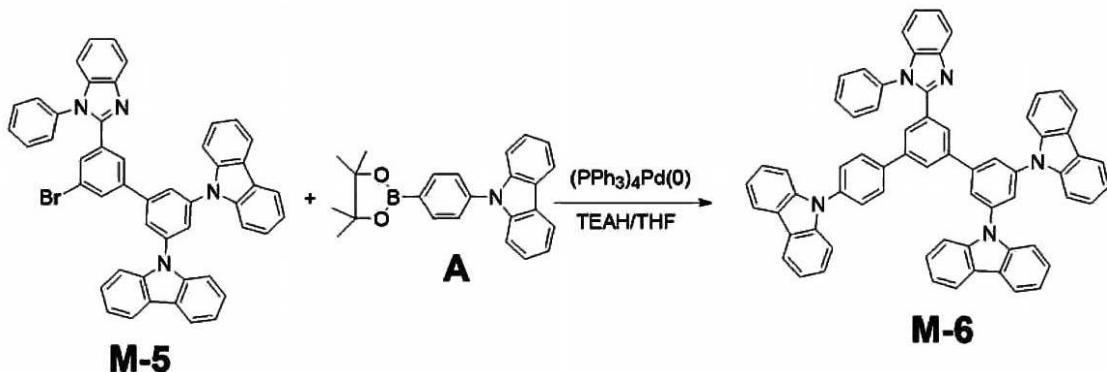
【0109】

【参考例 4】: M-6 の合成

【0110】

【化13】

【反応式 6】



【0111】

温度計と還流コンデンサ、攪拌機付きの 100 mL の丸底フラスコにアルゴン雰囲気下で M-5 (1.0 g, 1.3 mmol)、物質 A (0.53 g, 1.4 mmol)、およびテトラキストリフェニルホスフィンパラジウム (0.15 g, 0.16 mmol) を 30 mL の THF に溶かし、ここに 20% テトラトリエチルアンモニウムヒドロキシド 15 mL を入れた後、75°C で 24 時間攪拌した。反応終了後、反応物を室温で冷却させ、塩化メチレンで数回抽出した後、水で数回洗浄した。この後、洗浄した反応物を無水硫酸マグネシウムで水分を除去し、これをろ過した後、溶媒を除去した。溶媒を除去した後、塩化メチレン溶媒を使用してシリカゲルカラム精製して白色の M-6 を 1.0 g (収率: 82.6%) 得た。薄膜状態でこの物質の最大発光波長は 390 nm であった。LC-MS 理論値 C<sub>67</sub>H<sub>43</sub>N<sub>5</sub> [MH]<sup>+</sup> 918.3518、測定値: 918.3604 であった。

【0112】

【実施例 5】: M-7 の合成

【0113】

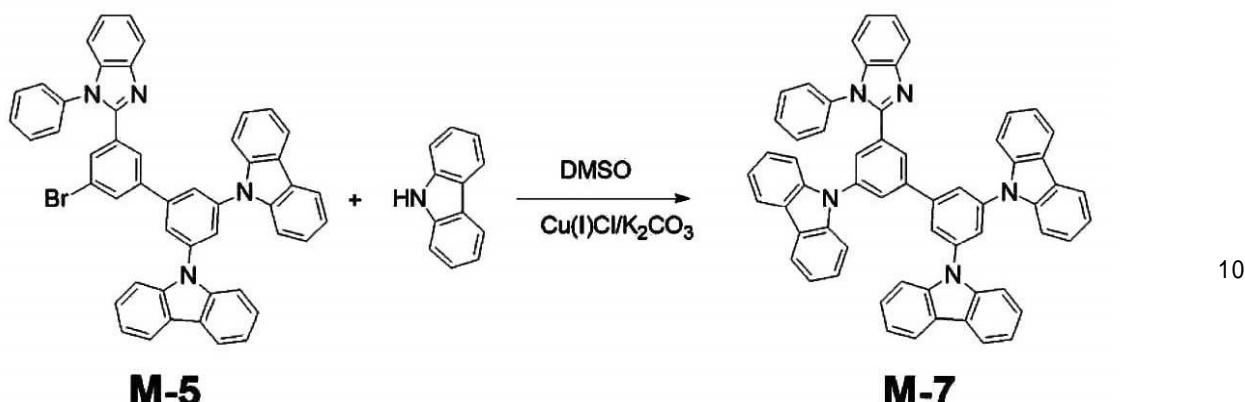
10

20

30

## 【化14】

## [反応式7]



## 【0114】

温度計と還流コンデンサ、攪拌機付きの250m1の丸底フラスコにアルゴン雰囲気下でM-5(1.3g、1.7mmol)、カルバゾール(0.57g、3.4mmol)、塩化銅(0.08g、0.86mmol)、および炭酸カリウム(5.46g、39mmol)をDMSO30m1に溶かした後、150で48時間攪拌した後、反応物を常温に下げる減圧下でDMSOを除去した。残った固体を塩化メチレンに溶かした後、水で数回洗浄して無水硫酸マグネシウムで水分を除去し、これをろ過した後、溶媒を除去した。溶媒を除去した後、塩化メチレン溶媒を使用してシリカゲルカラム精製して白色のM-7を0.66g(収率:45.5%)得た。薄膜状態でこの物質の最大発光波長は404nmであった。LC-Mass理論値C<sub>61</sub>H<sub>39</sub>N<sub>5</sub>[MH]<sup>+</sup>842.3205、測定値:842.3331であった。

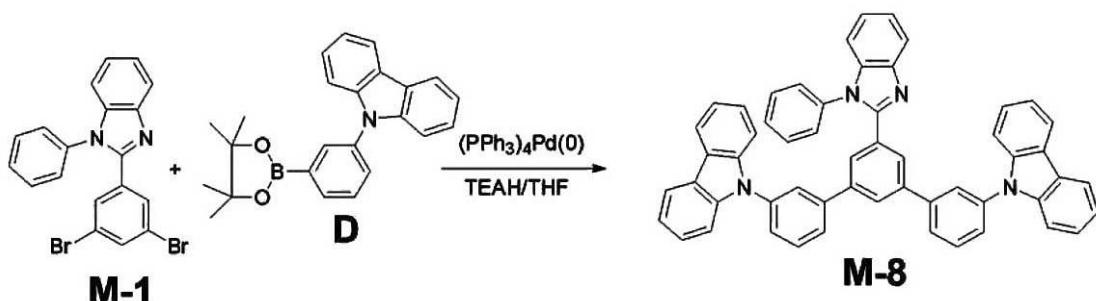
## 【0115】

[参考例6]：M-8の合成

## 【0116】

## 【化15】

## [反応式8]



## 【0117】

温度計と還流コンデンサ、攪拌機付きの100m1の丸底フラスコにアルゴン雰囲気下でM-1(1.9g、4.4mmol)、物質D(3.44g、9.3mmol)、およびテトラキストリフェニルホスフィンパラジウム(0.4g、0.34mmol)を30mLのTHFに溶かし、ここに20%テトラトリエチルアンモニウムヒドロキシド1.5mLを入れた後、75で24時間攪拌した。反応終了後、反応物を室温で冷却させ、塩化メチレンで数回抽出した後、水で数回洗浄した。その後、洗浄した反応物を無水硫酸マグネシウムで水分を除去し、これをろ過した後、溶媒を除去した。溶媒を除去した後、塩化メチレン溶媒を使用してシリカゲルカラム精製して白色のM-8を1.5g(収率:44.9%)得た。LC-Mass理論値C<sub>55</sub>H<sub>36</sub>N<sub>4</sub>[MH]<sup>+</sup>753.2940、測定値:753.2949であった。

10

20

30

40

50

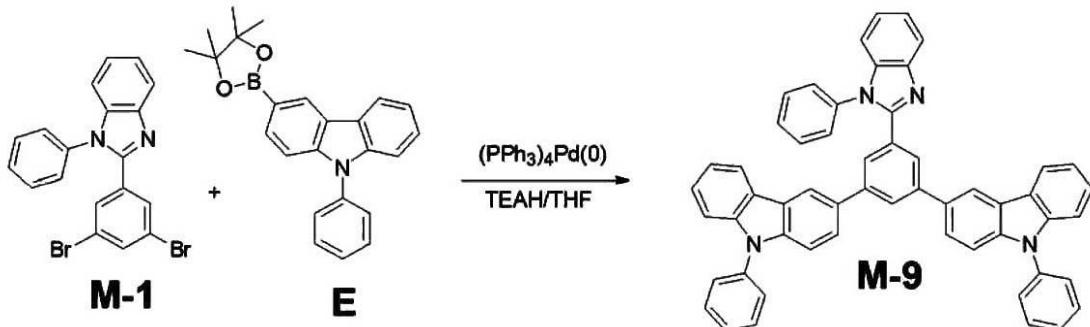
【0118】

〔実施例7〕：M-9の合成

【0119】

【化16】

〔反応式9〕



10

【0120】

温度計と還流コンデンサ、攪拌機付きの100mLの丸底フラスコにアルゴン雰囲気下でM-1(2.0g、4.6mmol)、物質E(3.62g、9.8mmol)、およびテトラキストリフェニルホスフィンパラジウム(0.4g、0.34mmol)を30mLのTHFに溶かし、ここに20%テトラトリエチルアンモニウムヒドロキシド15mLを入れた後、75℃で24時間攪拌した。反応終了後、反応物を室温で冷却させ、塩化メチレンで数回抽出した後、水で数回洗浄した。その後、洗浄した反応物を無水硫酸マグネシウムで水分を除去し、これをろ過した後、溶媒を除去した。溶媒を除去した後、塩化メチレン溶媒でシリカゲルカラム精製して白色のM-8を1.6g(収率:47.9%)得た。LC-Mass理論値C<sub>55</sub>H<sub>36</sub>N<sub>4</sub>[MH]<sup>+</sup>753.2940、測定値:753.2980であった。

20

【0121】

〔製造された化合物の分析および特性測定〕

前記実施例3、5および7、ならびに参考例1、2、4および6で製造された化合物(M-2～M-4、およびM-6～M-9)の構造分析のために、液体クロマトグラフィー質量分析器(LC-MS、Liquid Chromatograph-Mass Spectrometry)を利用して分子量を測定した。この際、参考例4で製造された前記M-6に対するLC-MS結果は図2に示した。

30

【0122】

前記実施例3、5および7、ならびに参考例1、2、4および6で製造された化合物(M-2～M-4、およびM-6～M-9)の蛍光特性を測定するために、ガラス基板に薄膜を形成させた後、HITACHI F-4500を利用してPL(photo luminescence)波長を測定した。この際、参考例4で製造された前記M-6に対するPL波長測定結果を図3に示した。図3を参照すれば、薄膜状態でM-6の最大発光波長は390nmであることが分かる。

40

【0123】

〔有機光電素子の製造〕

〔参考例8〕：溶液工程素子の製造

アノードとしてITO基板を使用し、前記基板上部にスピンドーティングしてポリ(3,4-エチレンジオキシ-チオフェン)(PEDOT)を形成した。次に、前記PEDOTの表面に、参考例4で製造されたM-6をホストとして使用し、ドーパントとしてIr(mppy)<sub>3</sub>を約13重量%でドーピングされるようにして発光層400をスピンドーティングにより形成した。発光層上にBA1qを真空蒸着して50厚さの正孔阻止層を形成した。その後、前記発光層上部にAlq<sub>3</sub>を真空蒸着して200厚さの電子輸送層を形成した。前記電子輸送層上部にLiF10とAl1000を順次に真空蒸着してカソードを形成することによって有機光電素子を完成了。

50

## 【0124】

前記有機光電素子は5層の有機薄膜層を有する構造からなっており、具体的にITO(1500)/PEDOT(600)/EML(M-6:Ir(mppy)<sub>3</sub>)(400)/Alq(50)/Alq<sub>3</sub>(200)/LiF(10)/Al(100)の構造で製作した。

## 【0125】

## 〔比較例1〕：溶液工程素子の製造

比較例として使用された素子の構造は、ITO(1500)/PEDOT(600)/EML(TCTA:TPBI(1:1)、Ir(mppy)<sub>3</sub>)(400)/Alq(50)/Alq<sub>3</sub>(200)/LiF(10)/Al(1000)の構造で製作した。 10

## 【0126】

この際、発光層として、4,4',4''-トリス(N-カルバゾリル)トリフェニルアミン(4,4',4''-tris(N-carbazolyl)triphenylamine、TCTA)、および、2,2',2''-(1,3,5-ベンゼントリイル)トリス(1-フェニル-1H-ベンズイミダゾール)(2,2',2''-1,3,5-benzenetriyl)tris(1-phenyl-1H-benzimidazole)、TPBI)を1:1の重量比で混合された混合物をホストとして使用し、ドーパントとしてIr(mppy)<sub>3</sub>を約13重量%ドーピングされるようにして発光層400をスピンドーピングにより形成した。これを除いた溶液工程素子の製造方法は前記参考例8の製造方法と同一に行った。 20

## 【0127】

## 〔実施例9〕：蒸着工程素子の製造

アノードとしてはITO基板を使用し、前記基板上部に真空蒸着工程により下記の素子構造を形成させた。

## 【0128】

ITO/DNTPD(600)/NPB(200)/M-4:Ir(ppy)<sub>3</sub>、7重量%(300)/BCP(50)/Alq<sub>3</sub>(250)/LiF(10)/Al(1000)

前記実施例9として使用された素子の正孔輸送層として、4,4'-ビス[N-[4-(N,N-ジ-m-トリルアミン)フェニル]-N-フェニルアミノ]ビフェニル(4,4'-bis[N-[4-(N,N-di-m-tolylamino)phenyl]-N-phenylamino]biphenyl、DNTPD)、および、[N-(1-ナフチル)-N-フェニル-アミノ]ビフェニル([N-(1-naphthyl)-N-phenyl-amino]biphenyl、NPB)をそれぞれ600、および200の厚さで真空蒸着して使用した。 30

## 【0129】

また、50厚さの2,9-ジメチル-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン(2,9-dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline、BCP)を正孔阻止層として使用した。発光層は実施例3で製造されたM-4をホストとして使用し、ドーパントとしてIr(ppy)<sub>3</sub>を約7重量%でドーピングされるようにした発光層300を真空蒸着して使用した。 40

## 【0130】

これを除いた蒸着工程素子の製造方法は前記参考例8の製造方法と同一に行った。

## 【0131】

## 〔比較例2〕：蒸着工程素子の製造

ITO/DNTPD(600)/NPB(200)/CBP:Ir(ppy)<sub>3</sub>、7重量%(300)/CBP(50)/Alq<sub>3</sub>(250)/LiF(10)/Al(1000)

前記比較例2として使用された素子の発光層は4,4'-N,N'-ジカルバゾール-ビフェニル(CBP)をホストとして使用してIr(ppy)<sub>3</sub>を7重量%でドーピングされるようにして300を真空蒸着して使用した。 50

## 【0132】

これを除いた蒸着工程素子の製造方法は前記実施例9の製造方法と同一に行った。

## 【0133】

## 〔有機発光素子の性能測定〕

参考例8、実施例9および比較例1～2による有機発光素子に対して電圧の変化による電流密度変化、電圧の変化による輝度変化、および輝度変化による発光効率変化を測定した。具体的な測定方法は次のとおりである。

## 【0134】

## 1) 電圧変化による電流密度の変化測定

前記製造されたそれぞれの有機発光素子に対し、電圧を0Vから上昇させながら電流-電圧計(Keithley 2400)を利用して単位素子に流れる電流値を測定し、測定された電流値を面積で分けて電流密度を測定した。その結果を図4および図5に示した。

## 【0135】

## 2) 電圧変化による輝度変化測定

前記製造されたそれぞれの有機発光素子に対し、電圧を0Vから上昇させながら輝度計(Minolta CS-1000A)を利用して輝度を測定した。その結果を図6および図7に示した。

## 【0136】

## 3) 輝度変化による発光効率測定

前記製造されたそれぞれの有機発光素子に対し、輝度変化による発光効率変化測定してその結果を図8および図9に示した。

## 【0137】

また、前記結果を総合して下記表1および2に示した。下記表1は、比較例1および参考例8で製造された溶液工程素子に対する性能評価結果である。

## 【0138】

## 【表1】

| 発光層種類 | 駆動電圧<br>(V)        | at 1000 cd/m <sup>2</sup> |        | しきい電圧<br>V <sub>turn on</sub><br>(V) | 最大(max)<br>発光効率<br>(cd/A)<br>(lm/W) |        |      |
|-------|--------------------|---------------------------|--------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------|------|
|       |                    | 発光効率<br>(cd/A)            | (lm/W) |                                      | (cd/A)                              | (lm/W) |      |
| 比較例1  | TCTA:TPBI<br>(1:1) | 9.80                      | 13.90  | 4.45                                 | 4.80                                | 16.50  | 4.71 |
| 参考例8  | M-6                | 8.2                       | 21.7   | 8.3                                  | 4.0                                 | 22.8   | 10.4 |

## 【0139】

前記表1、図4、図6、および図8を参照すれば、本発明の参考例の一実施形態によるベンズイミダゾール化合物は、有機発光素子のホスト物質として有機発光素子の駆動電圧を下げる、輝度と効率を向上させることができる。

## 【0140】

下記表2は、比較例2および実施例9で製造された蒸着工程素子に対する性能評価結果である。

## 【0141】

10

20

30

40

【表2】

| 発光層種類 | at 1000 cd/m <sup>2</sup> |             |                | しきい電圧<br>$V_{turn\ on}$ | 最大(max)<br>発光効率 |        |      |
|-------|---------------------------|-------------|----------------|-------------------------|-----------------|--------|------|
|       |                           | 駆動電圧<br>(V) | 発光効率<br>(cd/A) |                         | (lm/W)          | (cd/A) |      |
|       |                           |             |                |                         |                 | (lm/W) |      |
| 比較例2  | CBP                       | 8.8         | 17.8           | 7.6                     | 5               | 19.7   | 11.3 |
| 実施例9  | M-4                       | 7.0         | 35.4           | 19.3                    | 3.5             | 43.5   | 43.2 |

## 【0142】

前記表2、図5、図7、および図9を参照すれば、本発明の一実施形態によるベンズイミダゾール化合物は、有機発光素子のホスト物質として有機発光素子の駆動電圧を下げ、輝度と効率を向上させることが分かる。 10

## 【0143】

本発明は前記実施例に限定されず、互いに異なる多様な形態で製造され得、本発明が属する技術分野で通常の知識を有する者は本発明の技術的な思想や必須の特徴を変更せずに他の具体的な形態で実施され得ることを理解できるだろう。したがって、以上で記述した実施例はすべての面で例示的なものであり、限定的ではないと理解しなければならない。

## 【符号の説明】

## 【0144】

1 1 ... 基板、

20

1 2 ... アノード、

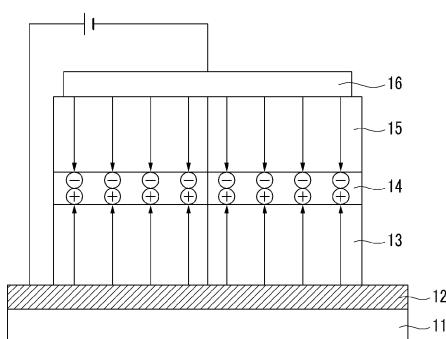
1 3 ... 正孔輸送層、

1 4 ... 有機発光層、

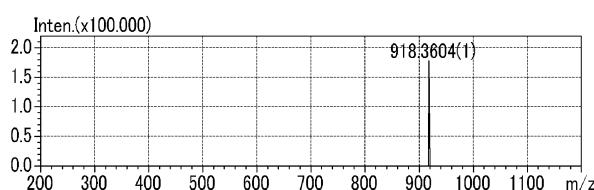
1 5 ... 電子輸送層、

1 6 ... カソード。

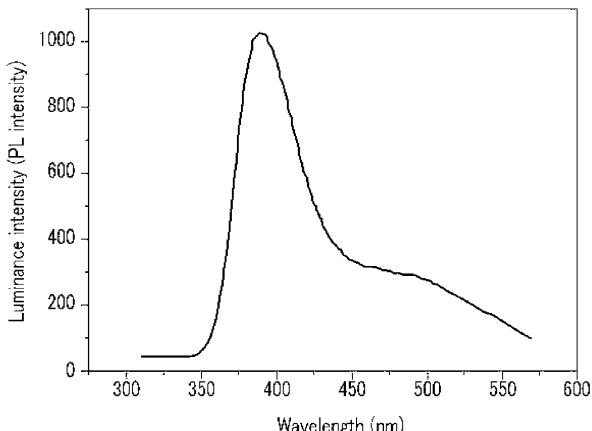
## 【図1】



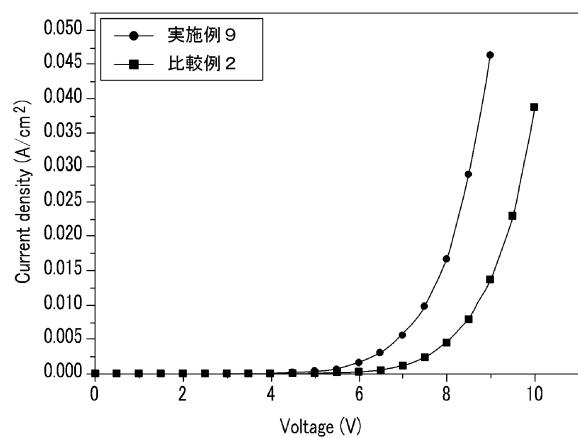
【図2】



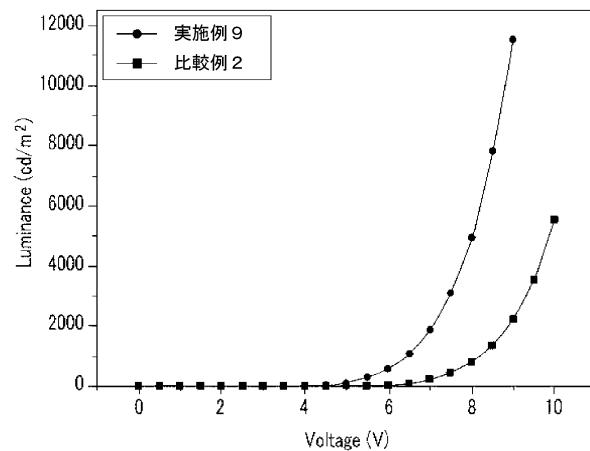
## 【図3】



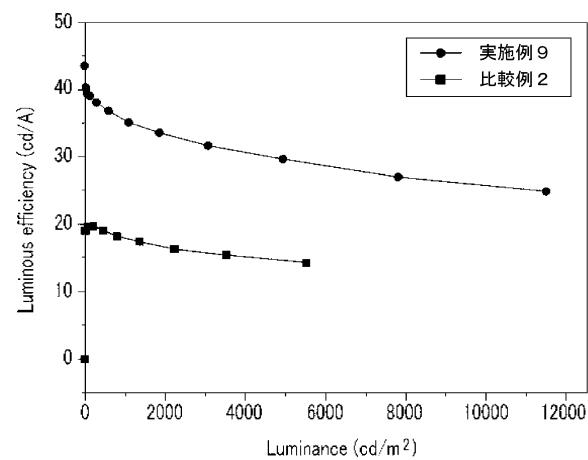
【図5】



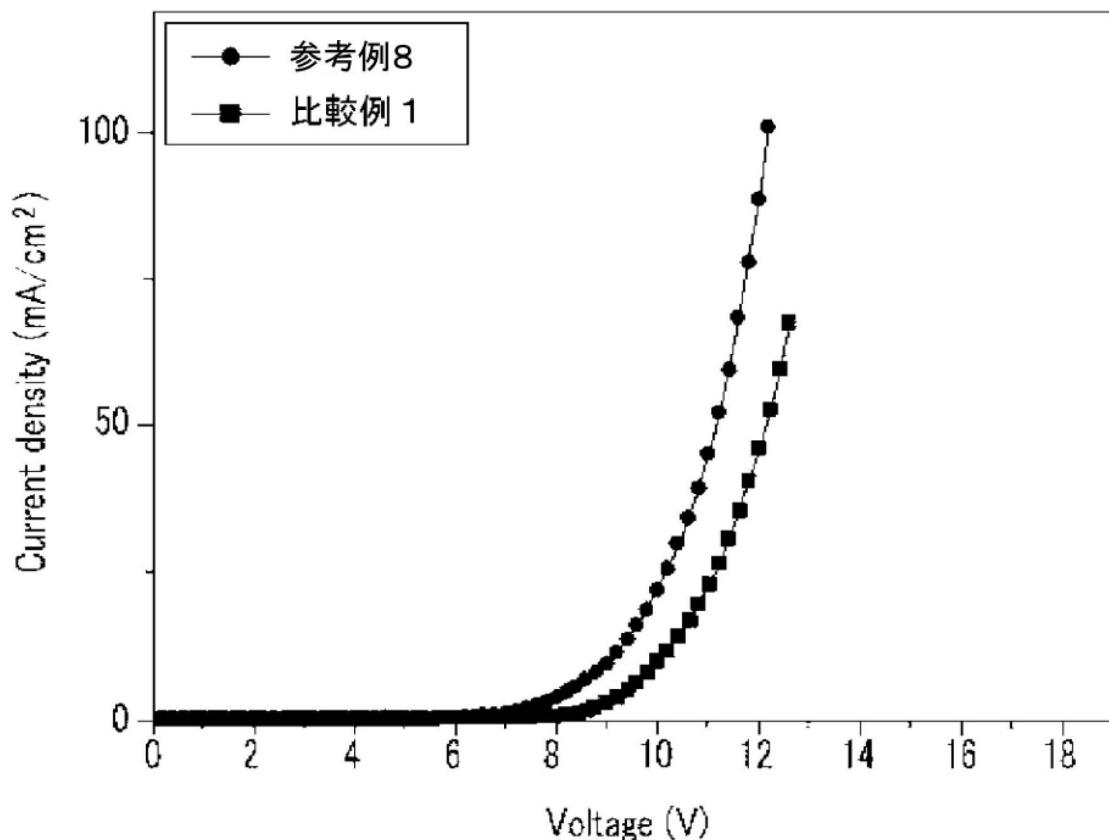
【図7】



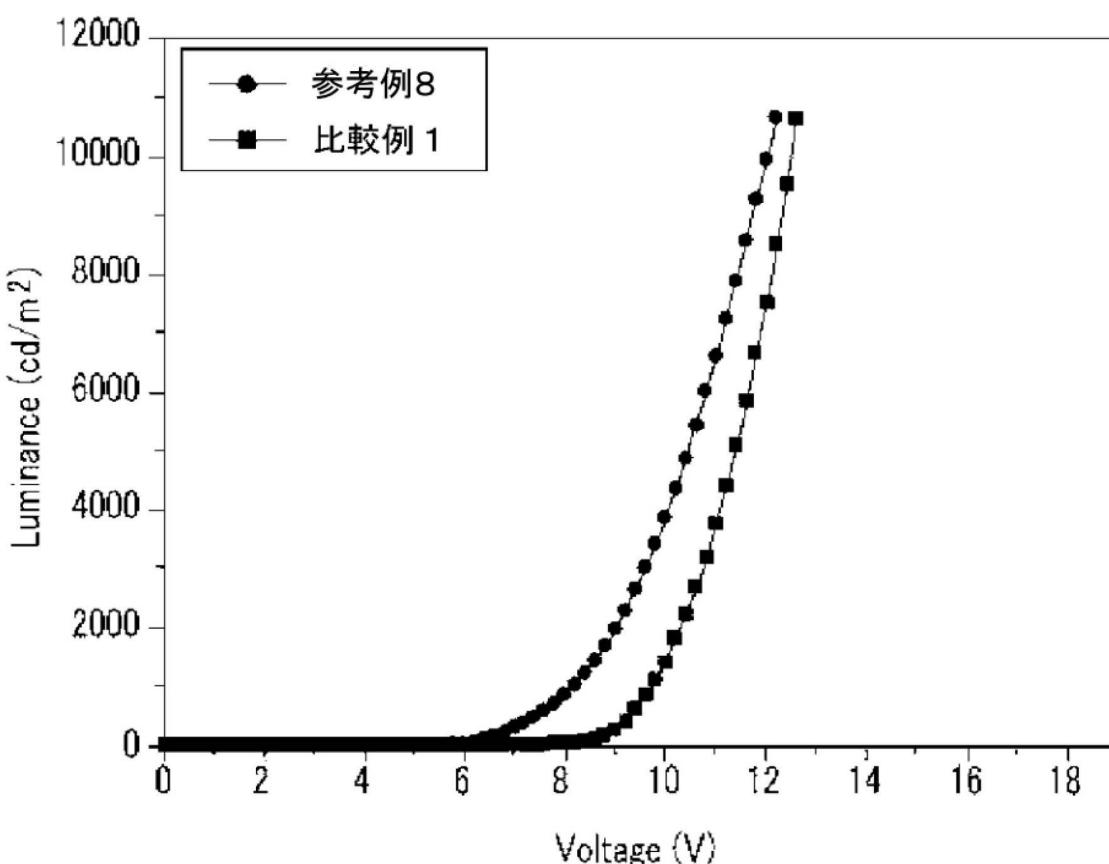
【図9】



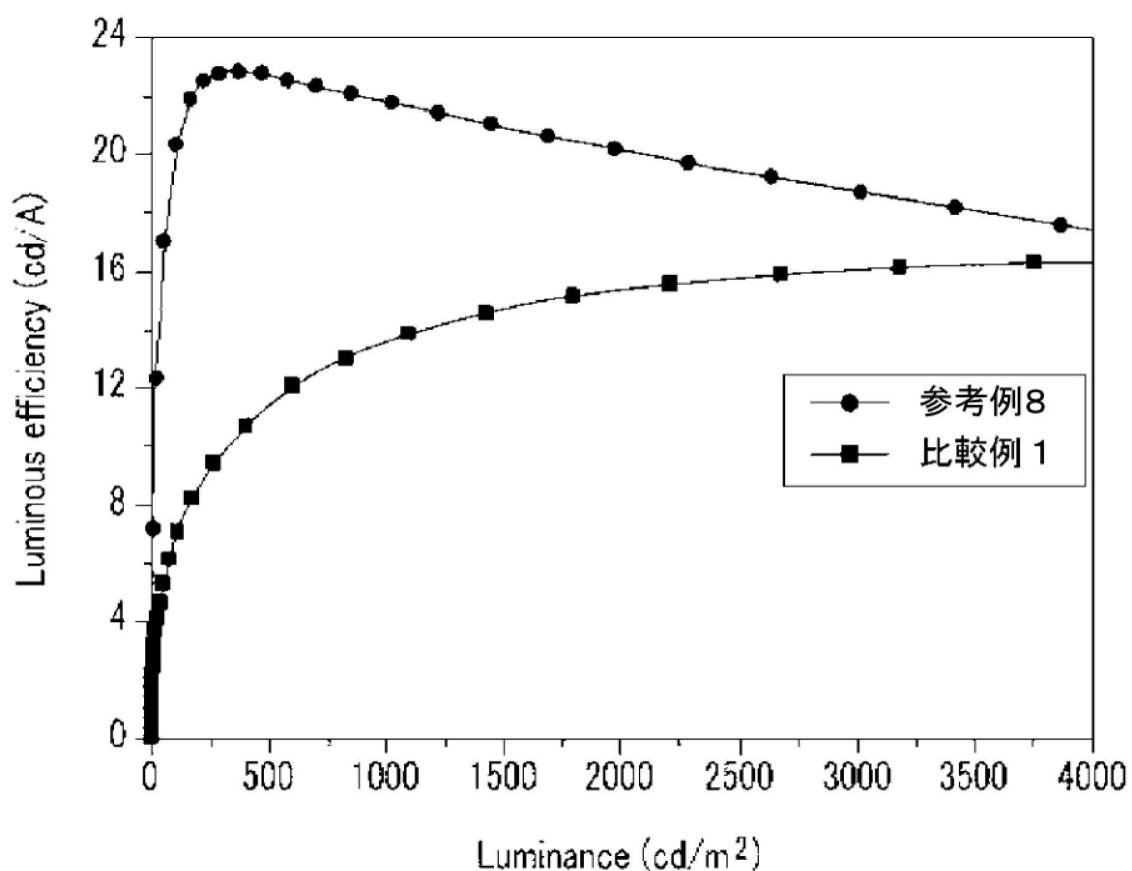
【図4】



【図6】



【図8】



## フロントページの続き

(72)発明者 キム,ヒュン-スン

大韓民国, 437-711 キョンギ-ド, イワン-シ, コチョン-ドン 332-2, チェイル  
 インダストリーズ インコーポレイテッド, アールアンドディー センター, 7エフ, フューチ  
 ャー テクノロジー グループ

(72)発明者 キム,ヨン-フン

大韓民国, 437-711 キョンギ-ド, イワン-シ, コチョン-ドン 332-2, チェイル  
 インダストリーズ インコーポレイテッド, アールアンドディー センター, 7エフ, フューチ  
 ャー テクノロジー グループ

(72)発明者 イ,ホ-ジエ

大韓民国, 437-711 キョンギ-ド, イワン-シ, コチョン-ドン 332-2, チェイル  
 インダストリーズ インコーポレイテッド, アールアンドディー センター, 7エフ, フューチ  
 ャー テクノロジー グループ

(72)発明者 イ,スン-キョン

大韓民国, 437-711 キョンギ-ド, イワン-シ, コチョン-ドン 332-2, チェイル  
 インダストリーズ インコーポレイテッド, アールアンドディー センター, 7エフ, フューチ  
 ャー テクノロジー グループ

(72)発明者 ユ,ヨン-スン

大韓民国, 437-711 キョンギ-ド, イワン-シ, コチョン-ドン 332-2, チェイル  
 インダストリーズ インコーポレイテッド, アールアンドディー センター, 7エフ, フューチ  
 ャー テクノロジー グループ

(72)発明者 チエ,ミ-ヨン

大韓民国, 437-711 キョンギ-ド, イワン-シ, コチョン-ドン 332-2, チェイル  
 インダストリーズ インコーポレイテッド, アールアンドディー センター, 7エフ, フューチ  
 ャー テクノロジー グループ

審査官 黒川 美陶

(56)参考文献 特開2001-247858 (JP, A)

特開2007-269772 (JP, A)

国際公開第2005/076669 (WO, A1)

国際公開第2007/111262 (WO, A1)

米国特許出願公開第2008/0233387 (US, A1)

特開2007-277306 (JP, A)

国際公開第2007/102683 (WO, A1)

特開2004-352655 (JP, A)

国際公開第2008/069586 (WO, A1)

米国特許出願公開第2008/0100207 (US, A1)

米国特許出願公開第2008/0079356 (US, A1)

国際公開第2007/069847 (WO, A1)

国際公開第2007/046658 (WO, A1)

米国特許出願公開第2009/0134783 (US, A1)

特開2002-249765 (JP, A)

国際公開第2003/050201 (WO, A1)

特開2003-313546 (JP, A)

特開2004-292766 (JP, A)

特開平10-106749 (JP, A)

特開昭59-075257 (JP, A)

特開2009-158848 (JP, A)

Mei-Yi Lai,et al , ANGEWANDTE CHEMIE , 2 0 0 8 年 , vol.47, no.3 , pp581-585  
A.R.Katritzky,et al , TETRAHEDRON LETTERS , 1 9 8 2 年 , vol.23, no.12 , pp1241-1242  
S.Petoud,et al , INORGANIC CHEMISTRY , 1 9 9 7 年 , 36 , pp1345-1353  
R.T.Stibrany,et al , INORGANIC CHEMISTRY , 2 0 0 4 年 , vol.43, no.4 , pp1472-1480  
P.K.Dubey,et al , INDIAN JOURNAL OF CHEMISTRY, SECTION B: ORGANIC CHEMISTRY INCLUDING MEDICINAL CHEMISTRY , 2 0 0 3 年 , vol. 42B, no. 9 , pp2115-2118  
W-S.Huang,et al , CHEMISTRY OF MATERIALS , 2 0 0 4 年 , vol. 16, no. 12 , pp2480-2488

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

C 0 7 D 4 0 3 / 0 0  
C A p l u s / R E G I S T R Y ( S T N )