

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-84256

(P2009-84256A)

(43) 公開日 平成21年4月23日(2009.4.23)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C07C 13/567 (2006.01)	C07C 13/567 C S P	3 K 1 0 7
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/14 B	4 H 0 0 6
C09K 11/06 (2006.01)	C09K 11/06 6 9 0	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 42 頁)

(21) 出願番号 特願2007-259866 (P2007-259866)
 (22) 出願日 平成19年10月3日 (2007. 10. 3)

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. Linux

(71) 出願人 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100096828
 弁理士 渡辺 敬介
 (74) 代理人 100110870
 弁理士 山口 芳広
 (72) 発明者 小菅 哲弥
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ヤノン株式会社内
 (72) 発明者 鎌谷 淳
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ヤノン株式会社内

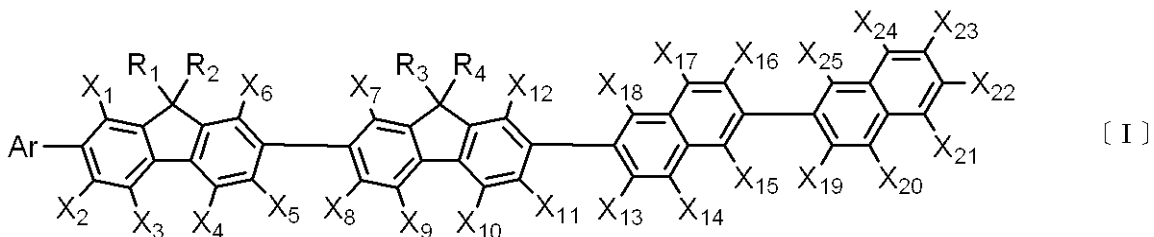
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ピナフチル化合物及びこれを用いた有機発光素子

(57) 【要約】

【課題】 新規なピナフチル化合物、及び低い駆動電圧において、発光効率がよく耐久性が高い有機発光素子を提供する。

【解決手段】 陽極と陰極と、該陽極と該陰極との間に挟持される有機化合物からなる層と、から構成され、該陽極及び該陰極のいずれかが透明又は半透明であり、該有機化合物からなる層に下記一般式〔I〕に記載のピナフチル化合物が少なくとも一種類含まれることを特徴とする、有機発光素子。



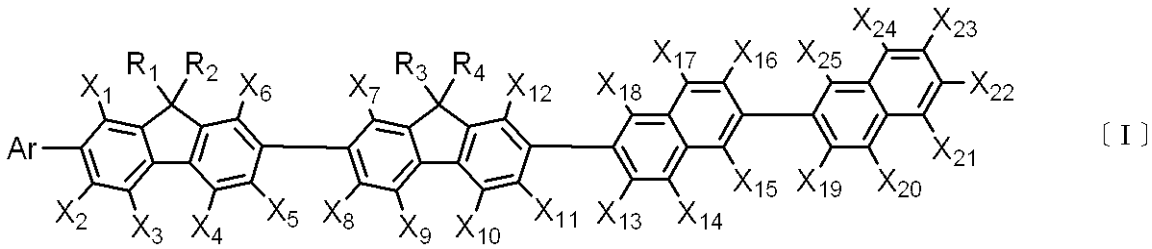
【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

下記一般式〔I〕で示されることを特徴とする、ピナフチル化合物。

【化 1】



10

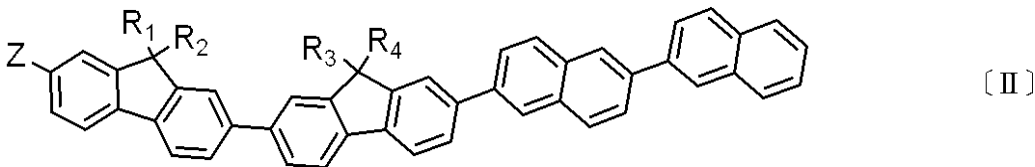
(式〔I〕において、Arは水素原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のフェニル基、置換あるいは無置換のフルオレニル基及び置換あるいは無置換の複素芳香環基からなる群より選ばれる置換基を表す。X₁乃至X₂₅は、それぞれ水素原子、置換あるいは無置換のアルキル基及び置換あるいは無置換のアルコキシ基からなる群より選ばれる置換基を表す。R₁乃至R₄は、それぞれ水素原子または置換あるいは無置換のアルキル基を表す。)

【請求項 2】

下記一般式〔II〕で示されることを特徴とする、請求項 1 に記載のピナフチル化合物。

20

【化 2】



(式〔II〕において、Zは水素原子又は置換あるいは無置換のフルオレニル基を表す。R₁乃至R₄は、それぞれ水素原子又は置換あるいは無置換のアルキル基を表す。)

【請求項 3】

陽極と陰極と、

該陽極と該陰極との間に挟持される有機化合物からなる層と、から構成され、

該陽極及び該陰極のいずれかが透明又は半透明であり、

該有機化合物からなる層に請求項 1 又は 2 に記載のピナフチル化合物が少なくとも一種類含まれることを特徴とする、有機発光素子。

30

【請求項 4】

前記ピナフチル化合物が発光層に含有されることを特徴とする、請求項 3 に記載の有機発光素子。

【請求項 5】

前記発光層が、ホストとゲストとから構成され、該ホストが前記ピナフチル化合物であることを特徴とする、請求項 4 に記載の有機発光素子。

40

【請求項 6】

前記ゲストが、燐光発光化合物であることを特徴とする、請求項 5 に記載の有機発光素子。

【請求項 7】

前記燐光発光化合物がイリジウム錯体であることを特徴とする、請求項 6 に記載の有機発光素子。

【請求項 8】

前記発光層が複数の燐光発光化合物を含有することを特徴とする、請求項 4 乃至 7 のいずれか一項に記載の有機発光素子。

【請求項 9】

50

前記陽極と前記陰極との間に電圧を印加することにより発光する電界発光素子であることを特徴とする、請求項 3 乃至 8 のいずれか一項に記載の有機発光素子。

【請求項 10】

請求項 3 乃至 9 のいずれか一項に記載の有機発光素子を使用することを特徴とする、表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ピナフチル化合物及びこれを用いた有機発光素子に関する。

【背景技術】

【0002】

有機発光素子は、陽極と陰極との間に蛍光発光有機化合物又は燐光発光有機化合物を含む薄膜が挟持されている素子である。また、各電極から電子及びホール（正孔）を注入して蛍光発光有機化合物又は燐光発光有機化合物の励起子を生成させこの励起子が基底状態に戻る際に、有機発光素子は光を放射する。

【0003】

有機発光素子における最近の進歩は著しく、その特徴として、低印加電圧で高輝度、発光波長の多様性、高速応答性、発光デバイスの薄型・軽量化が可能であること等が挙げられる。このことから、有機発光素子は、広汎な用途への可能性を示唆している。

【0004】

しかしながら、現状では更なる高輝度の光出力あるいは高変換効率が必要である。また、長時間の使用による経時変化や酸素を含む雰囲気気体や湿気等による劣化等の耐久性の面で未だ多くの問題がある。さらに、フルカラーディスプレイ等への応用を考えた場合、色純度が高い青、緑、赤色の発光が必要となるが、これらの問題に関してもまだ十分解決したとはいえない。

【0005】

これらを踏まえて、発光層等を構成する発光有機化合物として使用される芳香族化合物及び縮合多環芳香族化合物については数多く研究されているが、発光輝度や耐久性が十分に満足できるものが得られているとは言い難い。

【0006】

一方、発光層等を構成する発光有機化合物として使用される芳香族化合物や縮合多環芳香族化合物の具体例として、特許文献 1 乃至 8 が挙げられる。

【0007】

【特許文献 1】特開 2004 - 18510 号公報

【特許文献 2】特開 2004 - 43349 号公報

【特許文献 3】特開 2005 - 19219 号公報

【特許文献 4】特開 2005 - 222948 号公報

【特許文献 5】WO2005 / 123634 パンフレット

【特許文献 6】特開 2006 - 151966 号公報

【特許文献 7】WO2006 / 104044 パンフレット

【特許文献 8】WO2007 / 046658 パンフレット

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明の目的は、新規なピナフチル化合物を提供することである。また、本発明の他の目的は、低い駆動電圧において、発光効率がよく耐久性が高い有機発光素子を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明のピナフチル化合物は、下記一般式〔I〕で示されることを特徴とする。

10

20

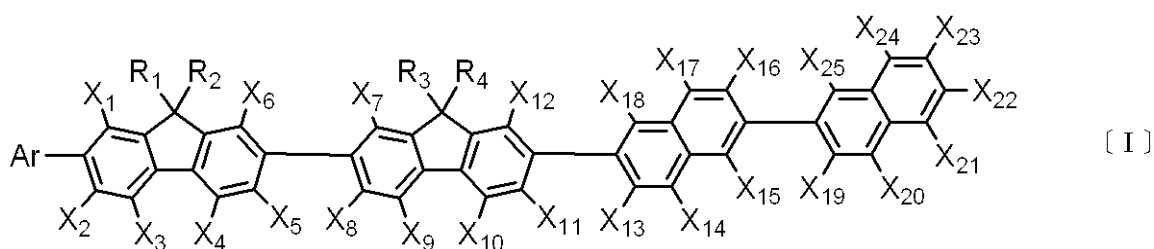
30

40

50

【0010】

【化1】



【0011】

10

(式〔I〕において、Arは水素原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のフェニル基、置換あるいは無置換のフルオレニル基及び置換あるいは無置換の複素芳香環基からなる群より選ばれる置換基を表す。X₁乃至X₂₅は、それぞれ水素原子、置換あるいは無置換のアルキル基及び置換あるいは無置換のアルコキシ基からなる群より選ばれる置換基を表す。R₁乃至R₄は、それぞれ水素原子又は置換あるいは無置換のアルキル基を表す。)

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、低い駆動電圧において、発光効率がよく駆動耐久性の優れた有機発光素子を提供することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

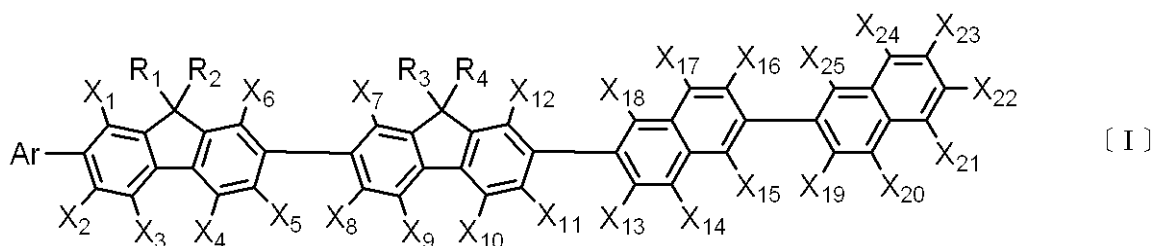
以下、本発明に関して詳細に説明する。まず、本発明のピナフチル化合物について説明する。

【0014】

本発明のピナフチル化合物は、下記一般式〔I〕で示されることを特徴とする。

【0015】

【化2】



30

【0016】

式〔I〕において、Arは水素原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のフェニル基、置換あるいは無置換のフルオレニル基及び置換あるいは無置換の複素芳香環基からなる群より選ばれる置換基を表す。

【0017】

40

Arで表されるアルキル基の具体例としては、メチル基、エチル基、n-プロピル基、iso-プロピル基、n-ブチル基、iso-ブチル基、sec-ブチル基、tert-ブチル基、n-ペンチル基、ネオペンチル基、n-ヘキシル基、n-オクチル基、n-デシル基、n-ドデシル基、シクロプロピル基、シクロブチル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、ノルボルニル基、アダマンチル基等が挙げられるが、もちろんこれらに限定されるものではない。

【0018】

Arで表されるアルコキシ基の具体例としては、メトキシ基、エトキシ基、iso-プロポキシ基、tert-ブトキシ基、アリロキシ基、ベンジルオキシ基等が挙げられるが、もちろんこれらに限定されるものではない。

50

【0019】

Arで表される複素芳香環基の具体例としては、ピリジル基、ピリダジル基、ピリミジニル基、ピラジニル基、トリアジル基、キノリル基、イソキノリル基、フタラジニル基、キナゾリニル基、キノキサリニル基、ナフチリジニル基、アクリジニル基、ベンゾキノリル基、フェナントロリル基、モノアザフルオレニル基、ジアザフルオレニル基、フェナジニル基、ピロリル基、ピラゾリル基、イミダゾリル基、トリアゾリル基、インドリル基、インドリジニル基、ベンゾイミダゾリル基、カルバゾリル基、ベンゾカルバゾリル基、チエニル基、ベンゾチエニル基、ジベンゾチエニル基、フリル基、ベンゾフリル基、イソベンゾフリル基、ジベンゾフリル基、オキサゾリル基、イソオキサゾリル基、ベンゾオキサゾリル基、オキサジアゾリル基、チアゾリル基、イソチアゾリル基、ベンゾチアゾリル基、チアジアゾリル基等が挙げられるが、もちろんこれらに限定されるものではない。

10

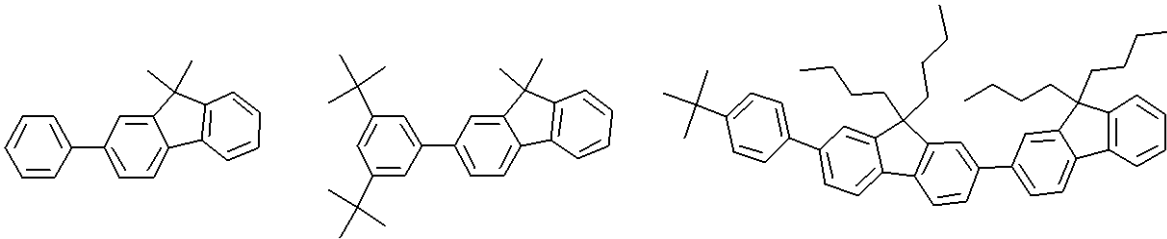
【0020】

上記のアルキル基、アルコキシ基、フェニル基、フルオレニル基及び複素芳香環基がさらに有してもよい置換基として、メチル基、トリフルオロメチル基、エチル基、プロピル基、*iso*-ブチル基、*tert*-ブチル基等のアルキル基、フェニル基、*tert*-ブチルフェニル基、ジメチルフェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、フルオレニル基、9,9-ジメチルフルオレニル基、9,9-ジエチルフルオレニル基、9,9-ジ-(*n*-ヘキシル)フルオレニル基、ビス-(9,9-ジエチルフルオレニル)基、下記に示す置換基

【0021】

【化3】

20



等の芳香環基、チエニル基、ピロリル基、ピリジル基等の複素芳香環基、ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基、ジベンジルアミノ基、ジフェニルアミノ基、ジトリルアミノ基、ジアニソリルアミノ基、ナフチルフェニルアミノ基等の置換アミノ基、メトキシ基、エトキシ基等のアルコキシ基、フェノキシ基、ナフトキシ基等のアリーロキシ基、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素等のハロゲン原子、水酸基、シアノ基、ニトロ基が挙げられるが、もちろんこれらに限定されるものではない。

30

【0022】

式〔I〕において、 X_1 乃至 X_{25} は、それぞれ水素原子、置換あるいは無置換のアルキル基及び置換あるいは無置換のアルコキシ基からなる群より選ばれる置換基を表す。

【0023】

X_1 乃至 X_{25} で表されるアルキル基の具体例としては、メチル基、エチル基、*n*-プロピル基、*iso*-プロピル基、*n*-ブチル基、*iso*-ブチル基、*sec*-ブチル基、*tert*-ブチル基、*n*-ペンチル基、ネオペンチル基、*n*-ヘキシル基、*n*-オクチル基、*n*-デシル基、*n*-ドデシル基、シクロプロピル基、シクロブチル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、ノルボルニル基、アダマンチル基等が挙げられるが、もちろんこれらに限定されるものではない。

40

【0024】

X_1 乃至 X_{25} で表されるアルコキシ基の具体例としては、メトキシ基、エトキシ基、*iso*-プロポキシ基、*tert*-ブトキシ基、アリロキシ基、ベンジルオキシ基等が挙げられるが、もちろんこれらに限定されるものではない。

【0025】

上記のアルキル基及びアルコキシ基がさらに有してもよい置換基として、メチル基、エ

50

チル基、プロピル基等のアルキル基、フェニル基、フェナントリル基、フルオレニル基等の炭化水素式芳香環基、チエニル基、ピロリル基、ピリジル基等の複素芳香環基、ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基、ジベンジルアミノ基、ジフェニルアミノ基、ジトリルアミノ基、ジアニソリルアミノ基等の置換アミノ基、メトキシ基、エトキシ基等のアルコキシ基、フェノキシ基、ナフトキシ基等のアリーロキシ基、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素等のハロゲン原子、水酸基、シアノ基、ニトロ基が挙げられるが、もちろんこれらに限定されるものではない。

【0026】

式〔I〕において、 R_1 乃至 R_4 は、それぞれ水素原子又は置換あるいは無置換のアルキル基を表す。

【0027】

R_1 乃至 R_4 で表されるアルキル基の具体例としては、メチル基、エチル基、*n*-プロピル基、*iso*-プロピル基、*n*-ブチル基、*iso*-ブチル基、*sec*-ブチル基、*tert*-ブチル基、*n*-ペンチル基、ネオペンチル基、*n*-ヘキシル基、*n*-オクチル基、*n*-デシル基、*n*-ドデシル基、シクロプロピル基、シクロブチル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、ノルボルニル基、アダマンチル基等が挙げられるが、もちろんこれらに限定されるものではない。

【0028】

上記のアルキル基がさらに有してもよい置換基として、メチル基、エチル基、プロピル基等のアルキル基、フェニル基、フェナントリル基、フルオレニル基等の炭化水素式芳香環基、チエニル基、ピロリル基、ピリジル基等の複素芳香環基、ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基、ジベンジルアミノ基、ジフェニルアミノ基、ジトリルアミノ基、ジアニソリルアミノ基等の置換アミノ基、メトキシ基、エトキシ基等のアルコキシ基、フェノキシ基、ナフトキシ基等のアリーロキシ基、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素等のハロゲン原子、水酸基、シアノ基、ニトロ基が挙げられるが、もちろんこれらに限定されるものではない。

【0029】

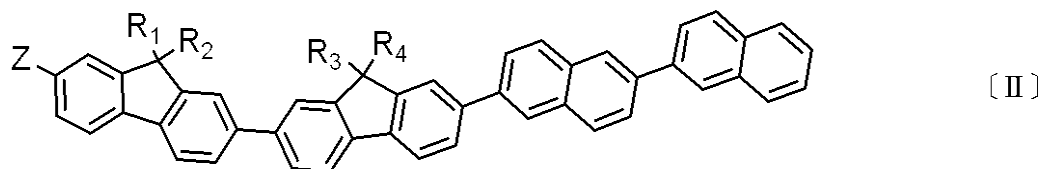
また式〔I〕のピナフチル化合物において、主骨格又は置換基に存在する水素原子の全部又は一部が重水素で置き換わっていてもよい。

【0030】

式〔I〕のピナフチル化合物は、好ましくは、式〔II〕で示される化合物である。

【0031】

【化4】



【0032】

式〔II〕において、 R_1 乃至 R_4 は、式〔I〕中の R_1 乃至 R_4 と同様である。

【0033】

式〔II〕において、Zは水素原子又は置換あるいは無置換のフルオレニル基を表す。

【0034】

Zで表されるフルオレニル基がさらに有してもよい置換基は、式〔I〕中のArがフルオレニル基である場合において、当該フルオレニル基がさらに有していてもよい置換基と同様である。

【0035】

次に、本発明のピナフチル化合物の合成方法について説明する。

【0036】

本発明のピナフチル化合物は、下記式〔III〕及び〔IV〕に示される、ボロン酸化

10

20

30

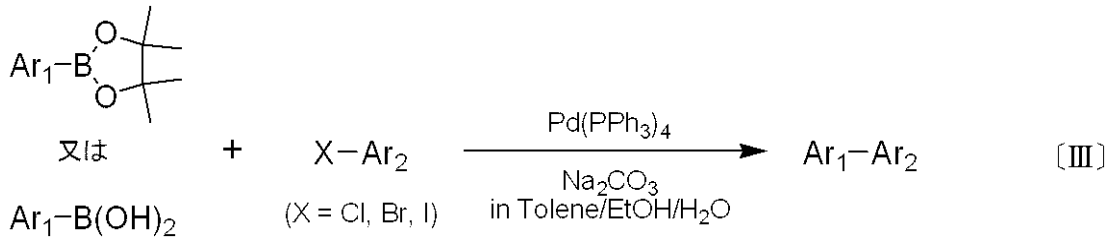
40

50

合物、ハロゲン化合物及びテトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム触媒を用いた鈴木-宮浦カップリング反応によって合成することができる。

【0037】

【化5】



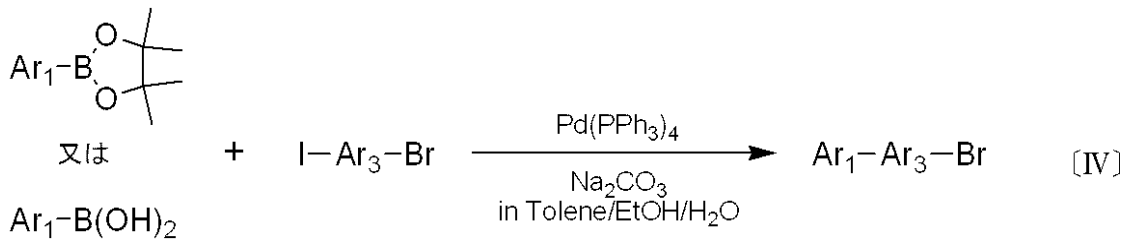
10

【0038】

〔式中、 Ar_1 及び Ar_2 は、それぞれ芳香環基又は複素芳香環基を表す。Xは塩素、臭素又はヨウ素原子を表す。〕

【0039】

【化6】



20

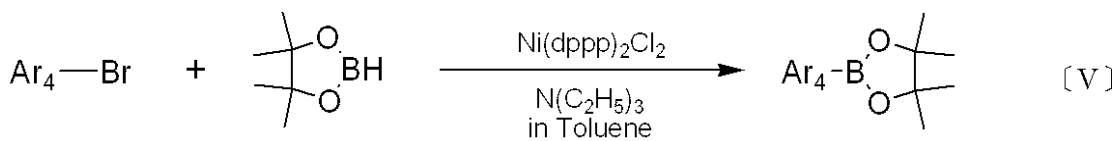
【0040】

〔式中、 Ar_3 は、炭化水素式芳香環基を表す。〕

尚、式〔III〕及び〔IV〕の反応で使用されるボロン酸化合物は、ハロゲン前駆体から下記式〔V〕に示す反応により得ることができる。

【0041】

【化7】



30

【0042】

〔式中、 Ar_4 は、芳香環基を表す。〕

【0043】

ここで式〔IV〕の反応において、ボロン酸化合物とヨードブロモ化合物との当量比を1対1にして反応を行うと、ヨウ素から選択的に反応してモノブロモ化合物が収率よく生成される。次に、このモノブロモ化合物をそのまま式〔III〕の反応に使用するか、又は式〔V〕の反応によりボロン酸エステルに変換してから式〔IV〕の反応において使用する。こうすることで、所望の芳香環が連結した本発明のビナフチル化合物を合成することができる。

40

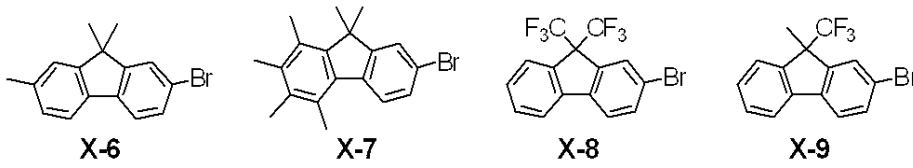
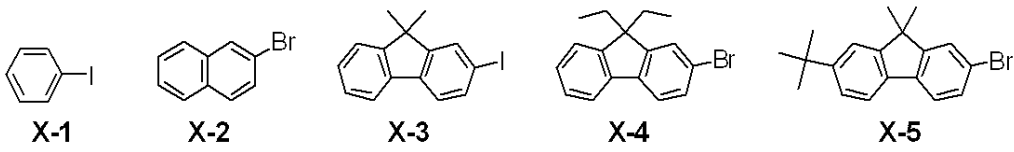
【0044】

本発明のビナフチル化合物を合成する際に用いる、ハロゲン化合物、ボロン酸化合物、及びヨードブロモ化合物のうち、代表的な化合物を以下に示すが、もちろん本発明はこれらに限定されるものではない。

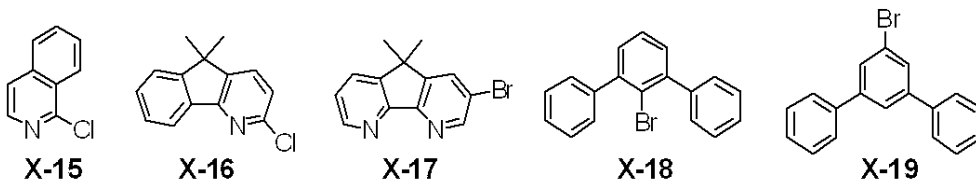
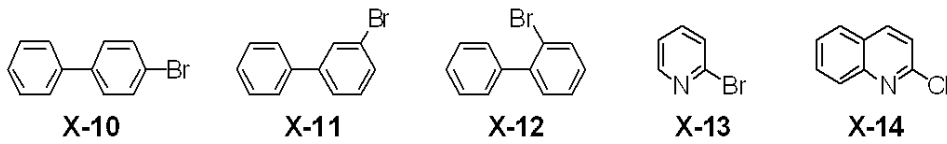
【0045】

【化 8】

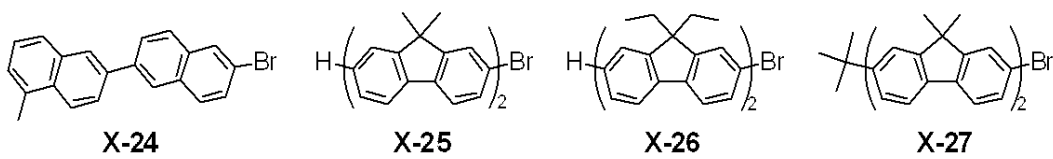
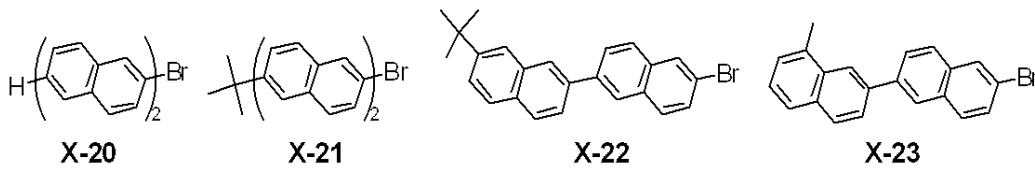
[ハロゲン化合物]



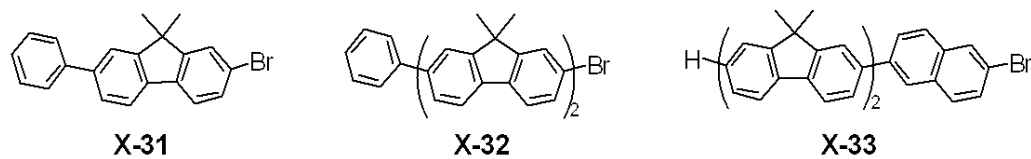
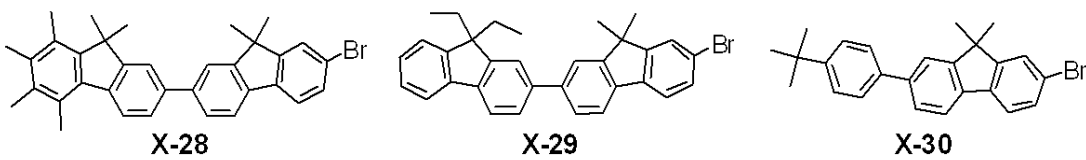
10



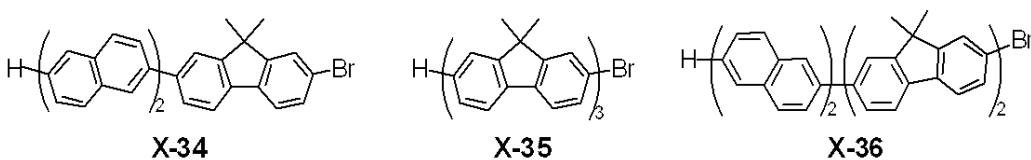
20



30



40

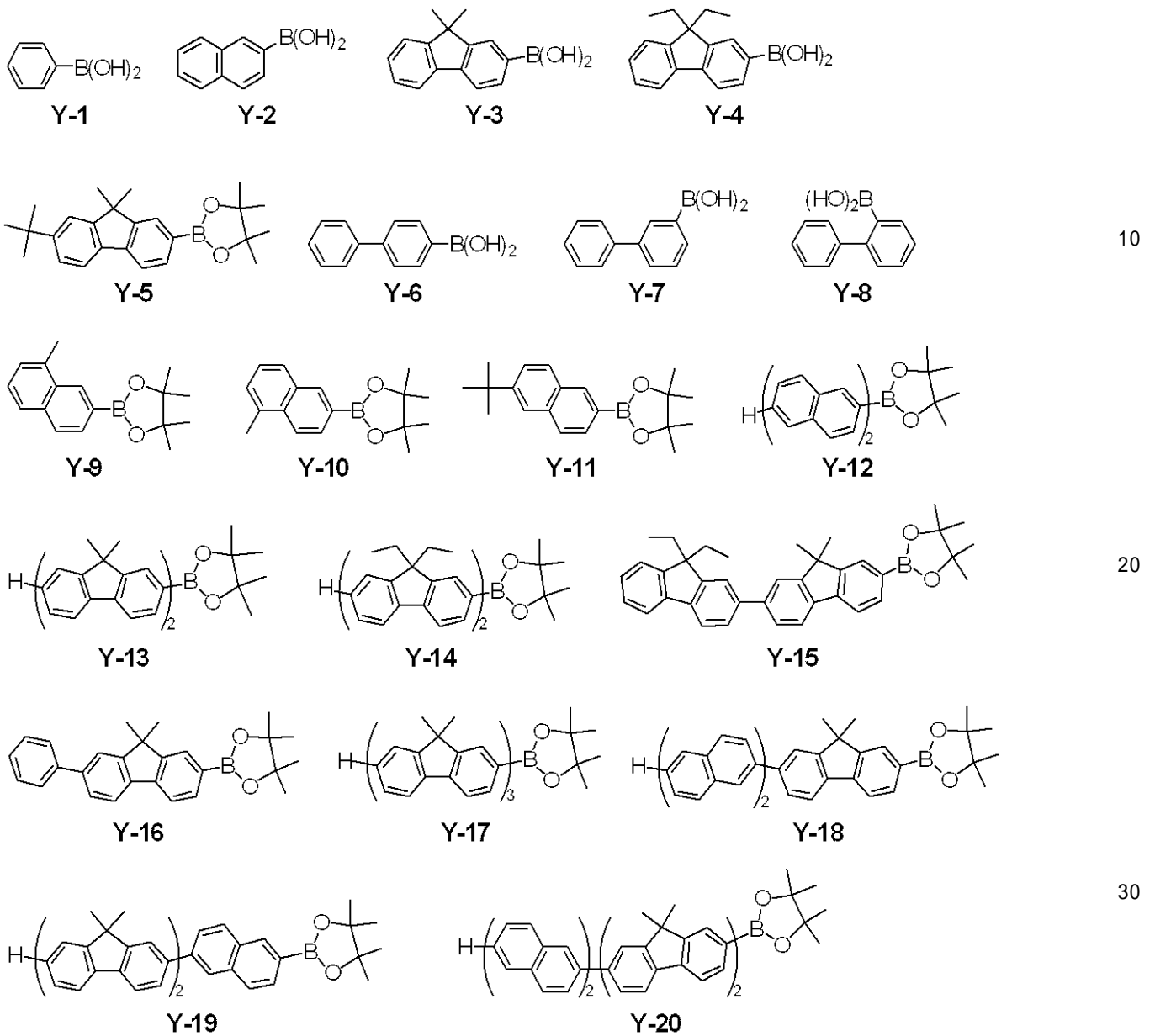


【 0 0 4 6 】

50

【化 9】

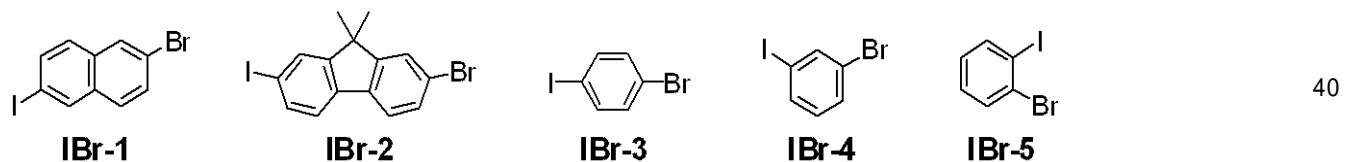
[ボロン酸化合物]



【0047】

【化 10】

[ヨードブロモ化合物]



【0048】

以上に示した化合物を用いて、式〔III〕乃至式〔V〕の反応を行うことで、本発明のピナフチル化合物を合成することができる。

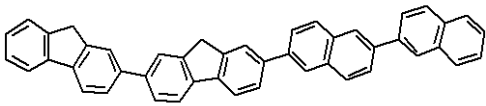
【0049】

以下、本発明の有機発光素子用ピナフチル化合物の具体的な構造式を下記に示すが、もちろん本発明はこれらに限定されるものではない。

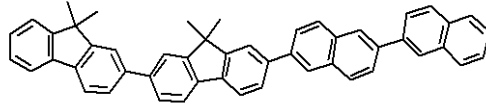
【0050】

【化 1 1】

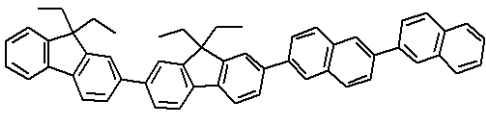
A-01



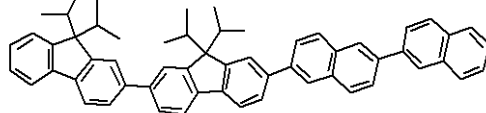
A-02



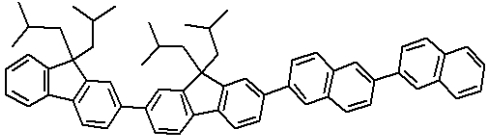
A-03



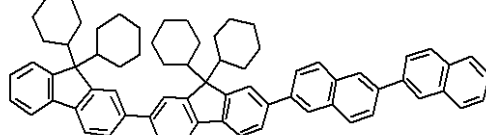
A-04



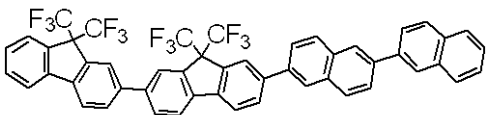
A-05



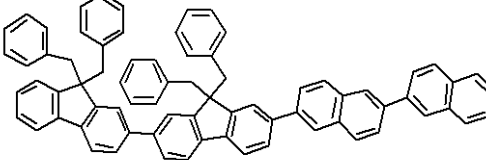
A-06



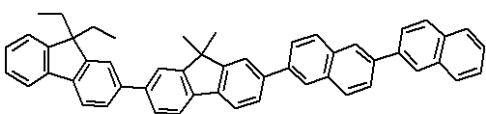
A-07



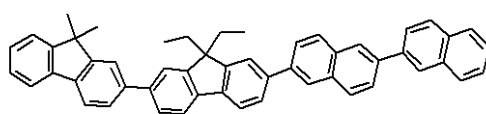
A-08



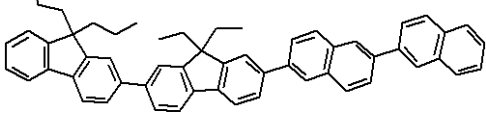
A-09



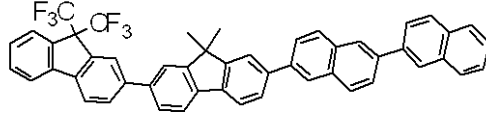
A-10



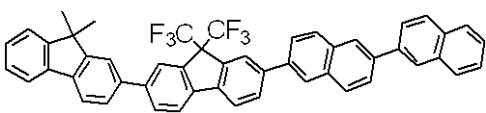
A-11



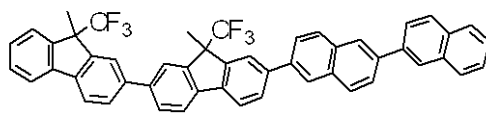
A-12



A-13



A-14



【 0 0 5 1】

10

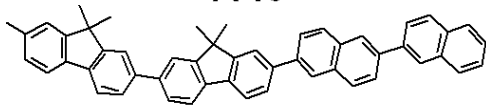
20

30

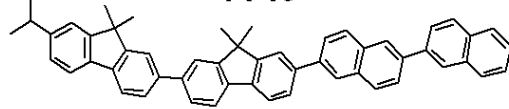
40

【化 1 2】

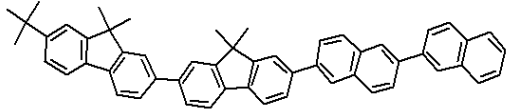
A-15



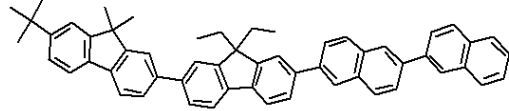
A-16



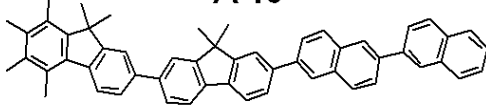
A-17



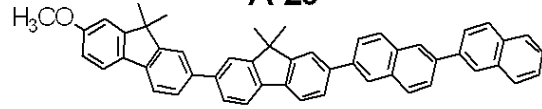
A-18



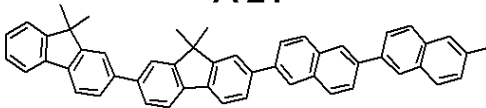
A-19



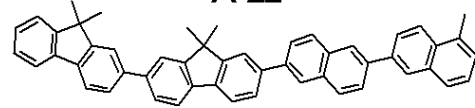
A-20



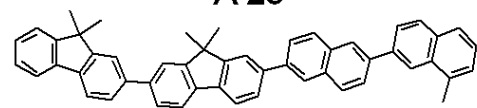
A-21



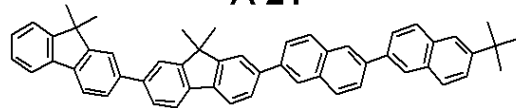
A-22



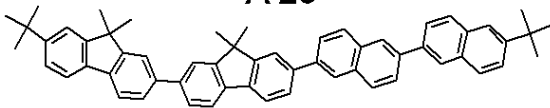
A-23



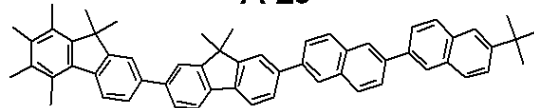
A-24



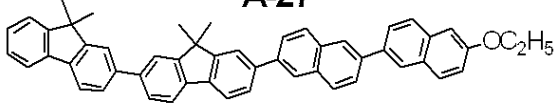
A-25



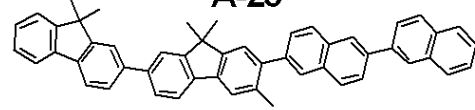
A-26



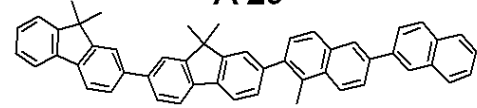
A-27



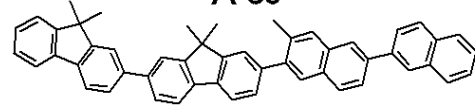
A-28



A-29



A-30



【 0 0 5 2】

10

20

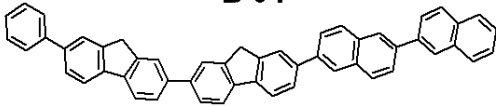
30

40

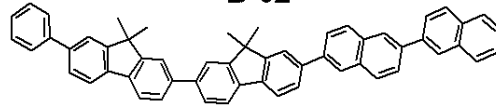
50

【化 1 3】

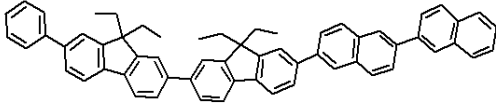
B-01



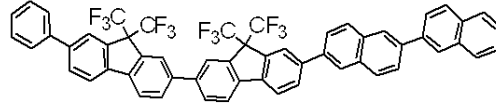
B-02



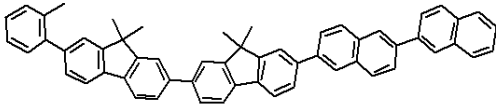
B-03



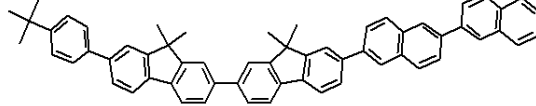
B-04



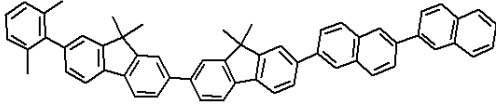
B-05



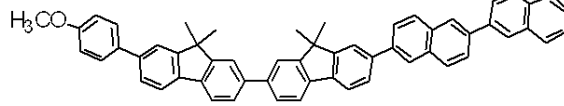
B-06



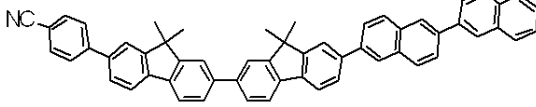
B-07



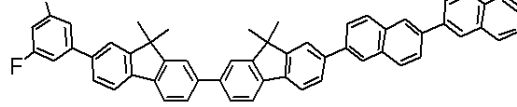
B-08



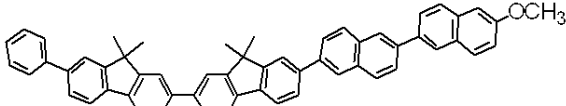
B-09



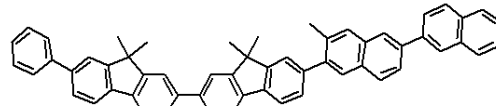
B-10



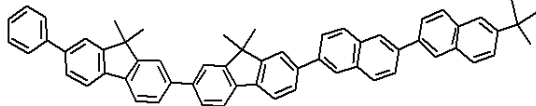
B-11



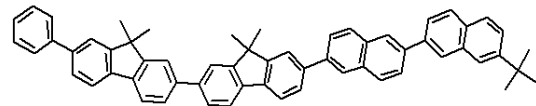
B-12



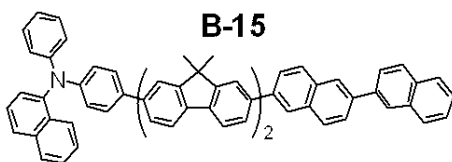
B-13



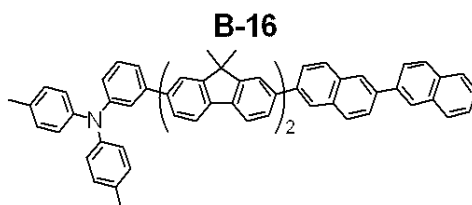
B-14



B-15



B-16



【 0 0 5 3】

10

20

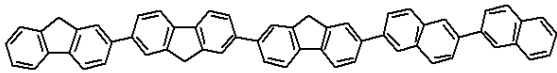
30

40

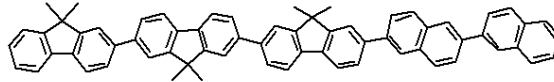
50

【化 1 4】

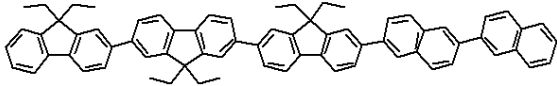
B-17



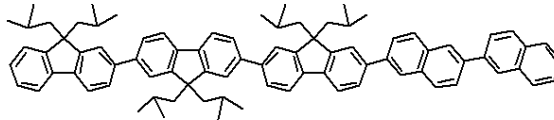
B-18



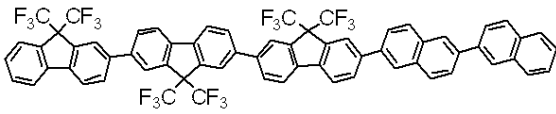
B-19



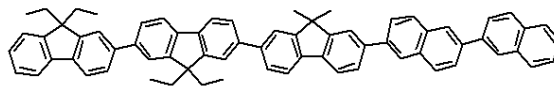
B-20



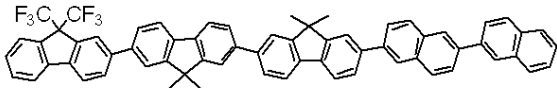
B-21



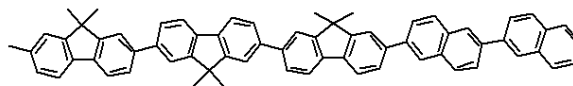
B-22



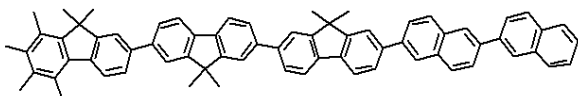
B-23



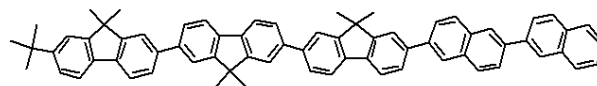
B-24



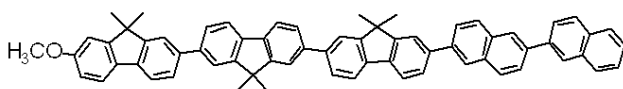
B-25



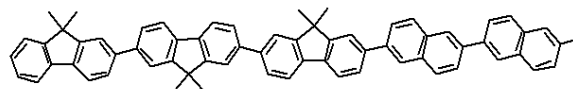
B-26



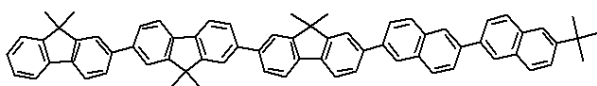
B-27



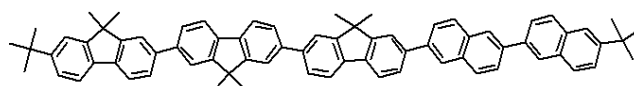
B-28



B-29



B-30



【 0 0 5 4 】

10

20

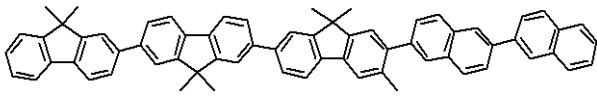
30

40

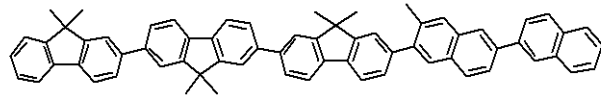
50

【化 1 5】

B-31

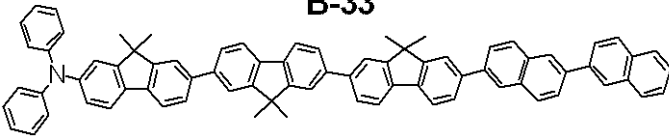


B-32

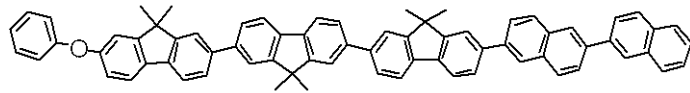


10

B-33

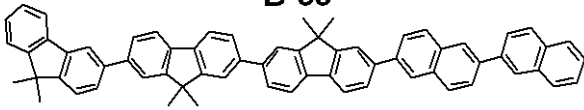


B-34

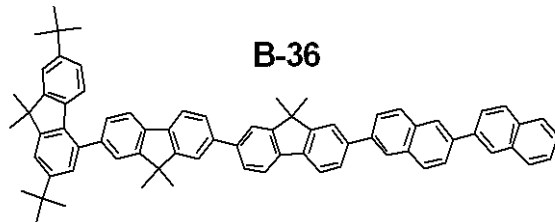


20

B-35



B-36

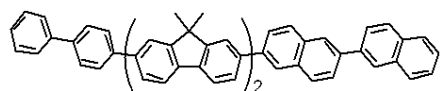


30

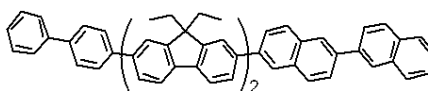
【 0 0 5 5 】

【化 1 6】

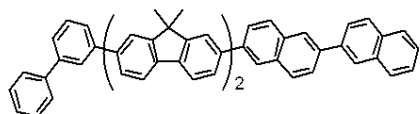
C-01



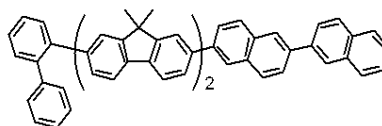
C-02



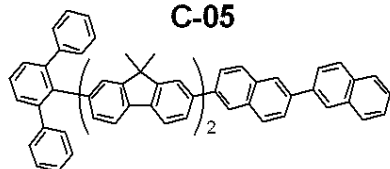
C-03



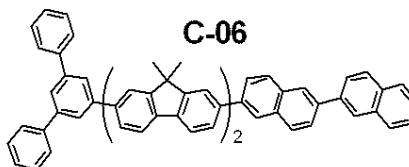
C-04



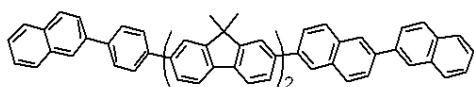
C-05



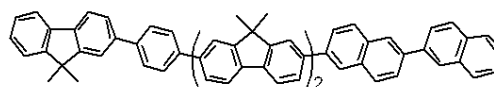
C-06



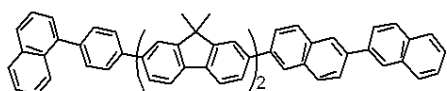
C-07



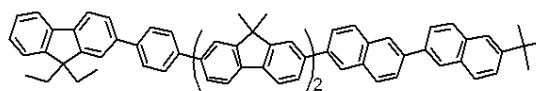
C-08



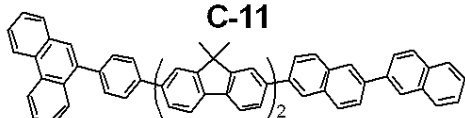
C-09



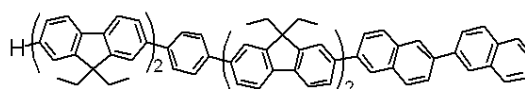
C-10



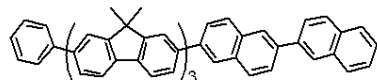
C-11



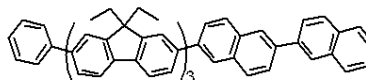
C-12



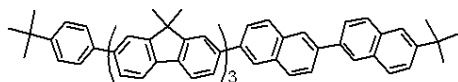
C-13



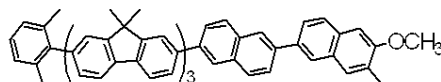
C-14



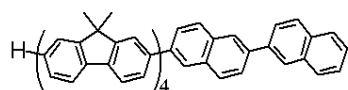
C-15



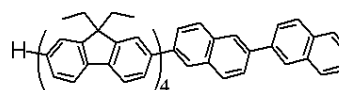
C-16



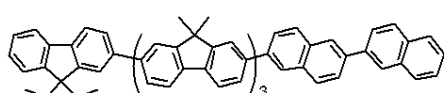
C-17



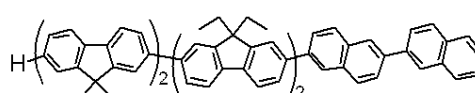
C-18



C-19



C-20



【 0 0 5 6】

10

20

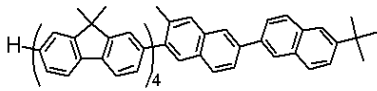
30

40

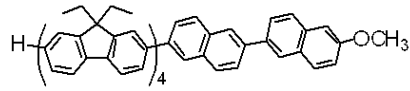
50

【化 1 7】

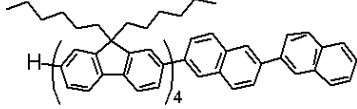
C-21



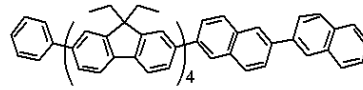
C-22



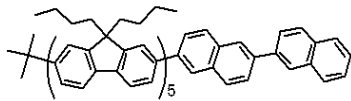
C-23



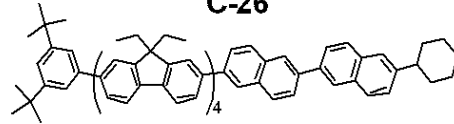
C-24



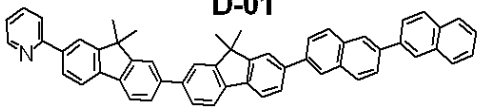
C-25



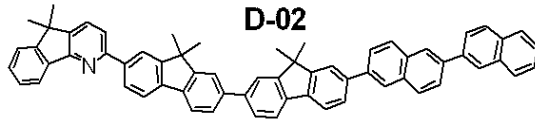
C-26



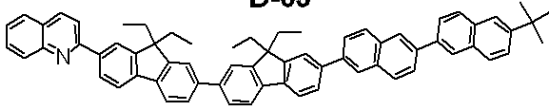
D-01



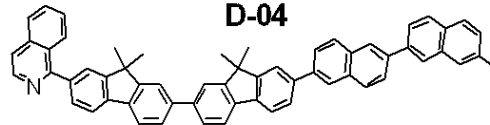
D-02



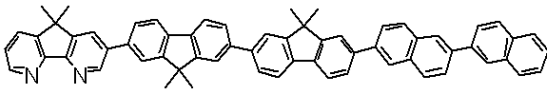
D-03



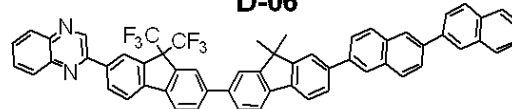
D-04



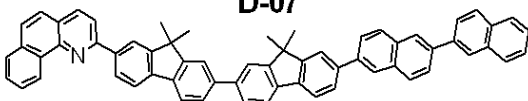
D-05



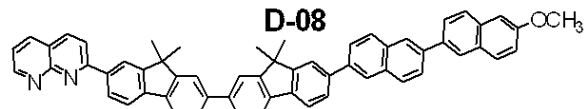
D-06



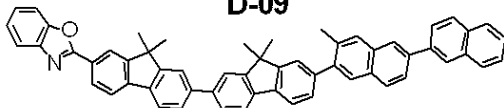
D-07



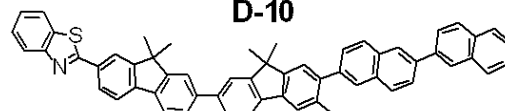
D-08



D-09



D-10



【 0 0 5 7 】

10

20

30

40

50

次に、本発明の有機発光素子について詳細に説明する。

【0058】

本発明の有機発光素子は、陽極と陰極と、陽極と陰極との間に挟持される有機化合物からなる層と、から構成される。また陽極及び陰極のいずれかが透明又は半透明である。本発明の有機発光素子は、好ましくは、陽極と陰極との間に電圧を印加することにより発光する電界発光素子である。

【0059】

以下、図面を参照しながら、本発明の有機発光素子について詳細に説明する。

【0060】

図1は、本発明の有機発光素子における第一の実施形態を示す断面図である。図1の有機発光素子10は、基板1上に、陽極2、発光層3及び陰極4が順次設けられている。この有機発光素子10は、発光層3が、ホール輸送能、電子輸送能及び発光性の性能を全て有する有機化合物で構成されている場合に有効である。また発光層3は、ホール輸送能、電子輸送能及び発光性の性能のいずれかの特性を有する有機化合物を、複数種混合して構成されていてもよい。

10

【0061】

図2は、本発明の有機発光素子における第二の実施形態を示す断面図である。図2の有機発光素子20は、基板1上に、陽極2、ホール輸送層5、電子輸送層6及び陰極4を順次設けられている。この有機発光素子20では、ホール輸送性及び電子輸送性のいずれかを備える発光性の有機化合物と、電子輸送性のみ又はホール輸送性のみを備える有機化合物とを、組み合わせて使用することが好ましい。また、有機発光素子20では、ホール輸送層5又は電子輸送層6が発光層を兼ねている。

20

【0062】

図3は、本発明の有機発光素子における第三の実施形態を示す断面図である。図3の有機発光素子30は、図2の有機発光素子20において、ホール輸送層5と電子輸送層6との間に発光層3を挿入したものである。この有機発光素子30は、キャリア輸送と発光の機能を分離したものであり、ホール輸送性、電子輸送性、発光性の各特性を有した有機化合物と適宜組み合わせで使用される。このため、極めて材料選択の自由度が増すとともに、発光波長を異にする種々の有機化合物が使用することが可能となり、発光色相の多様化が可能になる。さらに、中央の発光層3に各キャリアあるいは励起子を有効に閉じこめて、発光効率の向上を図ることも可能になる。

30

【0063】

また、図3の有機発光素子30において、陽極2とホール輸送層5との間にホール注入層を挿入してもよい。この場合、陽極2とホール輸送層5の密着性改善あるいはホールの注入性改善に効果があり、低電圧化に効果的である。

【0064】

さらに、図3において、ホールあるいは励起子(エキシトン)が陰極4側に抜けることを阻害する層(ホールブロック層、エキシトンブロック層)を、発光層3と電子輸送層6との間に挿入してもよい。イオン化ポテンシャルの非常に高い化合物をホールブロック層又はエキシトンブロック層の構成材料として使用すると、発光効率の向上に効果的である。

40

【0065】

ただし、図1乃至図3はあくまでごく基本的な素子構成であり、本発明のピナフチル化合物を用いた有機発光素子の構成はこれらに限定されるものではない。例えば、電極と有機層界面に絶縁性層を設ける、接着層あるいは干渉層を設ける、ホール輸送層がイオン化ポテンシャルの異なる二層から構成される、発光層が二層以上の積層構造から成る等、多様な層構成をとることができる。

【0066】

本発明の有機発光素子は、有機化合物からなる層に本発明のピナフチル化合物が少なくとも一種類含まれることを特徴とする。このとき、一つの層に含まれる本発明のピナフチ

50

ル化合物は、一種類であってもよく、二種類以上を組み合わせたものであってもよい。

【0067】

ここで本発明のピナフチル化合物が含まれる有機化合物からなる層とは、具体的には、図1乃至図3で示される発光層3、ホール輸送層5及び電子輸送層6である。好ましくは、発光層3である。

【0068】

また、発光層3は、本発明のピナフチル化合物のみで構成されていてもよいが、好ましくは、ホストとゲストとから構成される。本発明のピナフチル化合物は、好ましくは、ホストとして使用される。より好ましくは、ゲストである燐光発光化合物に対するホストであり、さらに好ましくは、ゲストである赤色燐光発光化合物に対するホストである。

10

【0069】

ここで燐光発光化合物として、好ましくは、イリジウム錯体、白金錯体、レニウム錯体、銅錯体、ユーロピウム錯体、ルテニウム錯体等の金属錯体である。さらに好ましくは、強い燐光発光性が知られているイリジウム錯体である。また、励起子やキャリアの伝達を補助させたりすることを目的として、発光層が複数の燐光発光化合物を含有していてもよい。

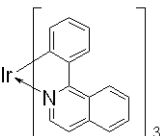
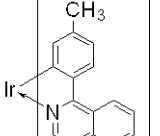
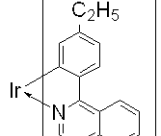
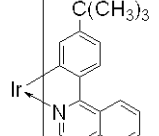
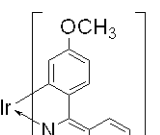
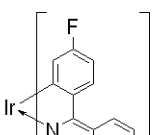
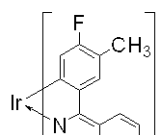
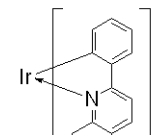
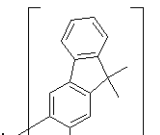
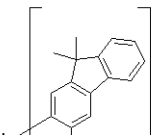
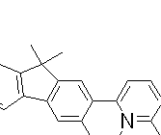
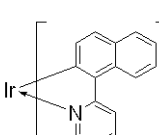
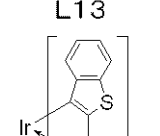
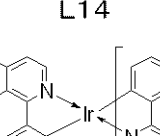
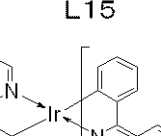
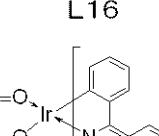
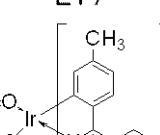
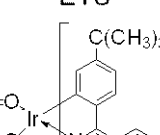
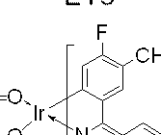
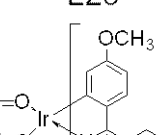
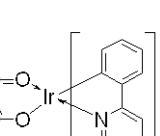
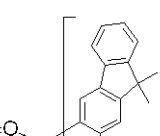
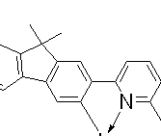
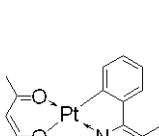
【0070】

以下、赤色燐光発光化合物となる金属錯体の具体的な構造式を下記の表に示すが、もちろん本発明はこれらに限定されるものではない。

【0071】

20

【表 1】

L01 	L02 	L03 	L04 
L05 	L06 	L07 	L08 
L09 	L10 	L11 	L12 
L13 	L14 	L15 	L16 
L17 	L18 	L19 	L20 
L21 	L22 	L23 	L24 

10

20

30

【0072】

ここで、ホストに対するゲストの濃度は、発光層3の構成材料の全体量を基準として、0.01重量%乃至50重量%であり、好ましくは、1重量%乃至20重量%である。特に、ゲストが燐光発光化合物である場合は、三重項-三重項消滅を防ぐために、ゲストの濃度は15重量%以下であることが望ましい。またゲストは、ホストからなる層全体に均一に含まれてもよいし、濃度勾配を有して含まれてもよいし、特定の領域に部分的に含ませてゲストを含まないホスト層の領域を設けてもよい。

40

【0073】

上記のように有機発光素子の発光層は、好ましくは、ホストとゲストとから構成される。ここでいうゲストとは、発光層内で主たる発光を担う化合物である。これに対してホストとは、発光層内でゲストの周囲にマトリックスとして存在する化合物であって、主にキャリアの輸送、及びゲストへの励起エネルギー供与を担う化合物である。ここで、有機発

50

光素子の発光層がキャリア輸送性のホストとゲストとからなる場合、発光に至る主な過程は、以下のいくつかの過程からなる。

- (1) 発光層内での電子・ホール輸送
- (2) ホストの励起子生成
- (3) ホスト分子間の励起エネルギー伝達
- (4) ホストからゲストへの励起エネルギー移動

【0074】

それぞれの過程におけるエネルギー移動や発光は、さまざまな失活過程と競争で起こる。

【0075】

有機発光素子の発光効率を高めるためには、発光中心材料そのものの発光量子収率を大きくする必要はあることは言うまでもない。その一方で、ホスト-ホスト間、又はホスト-ゲスト間のエネルギー移動が、いかに効率よくできるかについても大きな問題となる。また、有機発光素子の通電による発光劣化は、現在のところその原因は解明されていないが、少なくとも発光中心材料そのもの、又はその周辺分子による発光材料の環境変化に関連するものと想定される。また結晶化等によるアモルファス膜質の劣化、通電による有機層の経時劣化等も、有機発光素子の発光劣化の一因であると考えられている。

【0076】

さらに、通電による発光劣化の原因の一つとして、発光層内においてホール電流と電子電流の均衡(キャリアバランス)が取れていないことも考えられる。発光層へのキャリア注入量、及び発光層内でのキャリア輸送量について、両キャリア間で差が大きいと、キャリア再結合領域は発光層とキャリア輸送層との界面に偏り、発光領域が局所的になる可能性がある。この場合、長時間の通電により、発光層とキャリア輸送層との界面付近にキャリア溜まりを生じ、発光中心材料又はその周辺の分子が分子構造的な材料劣化等を起こしやすくなり、発光劣化につながる可能性が高い。

【0077】

ここでキャリアバランスを取るためには、特にホストとゲストとの関係が重要である。即ち、HOMO準位及びLUMO準位について、ゲストとホストとの相対的な高低関係を十分に考慮することが必要となる。さらに、ホール注入量及び電子注入量についてそれぞれ以下の点に考慮する必要がある。即ち、ホール注入量については、ホール輸送層HOMO準位と発光層のホストのHOMO準位との差によって生じるホール注入障壁を考慮する必要がある。電子注入量については、電子輸送層のLUMO準位と発光層のホストのLUMO準位との差によって生じる電子注入障壁を考慮する必要がある。従って、発光層のホストとなる化合物の分子設計は、発光層のゲスト及び発光層を挟持する両キャリアの輸送層との関係を考慮して、総合的に行う必要がある。

【0078】

ところで、本発明のピナフチル化合物は、2,2'-ピナフチル型構造であることから、特有の平面性と直線性を共有している。このため、アモルファス膜状態において高いキャリア輸送性を示す。即ち、2,2'-ピナフチル型構造が有する平面性は、分子間における大きな軌道相互作用を促して、分子間でのキャリアの授受を容易にする。また2,2'-ピナフチル型構造が有する直線性は、一分子内での共役長を長くして、非常に速い導線的な分子内キャリア伝導を、長距離に渡って可能にすると考えられる。2,2'-ピナフチル型構造によってもたらされる分子間キャリア伝導性及び分子内キャリア伝導性の向上が、アモルファス膜状態における高いキャリア輸送性に寄与している。従って、本発明のピナフチル化合物を発光層のホストとして使用すると、過大な印加電圧によるストレスを受けることなく、ホールと電子の両キャリアを効率的に輸送することが可能である。

【0079】

一方、ピナフチル化合物であっても、1,1'-ピナフチル型構造では、キャリア輸送性が低下し、上記の効果が十分に発揮できない可能性が高い。なぜならば、1,1'-ピ

10

20

30

40

50

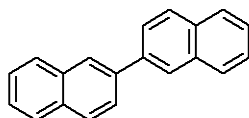
ナフチル型構造では、2つのナフタレン環に存在するペリ位の水素原子同士が、互いに立体反発することで、2つのナフタレン環が大きくねじれ、平面性が著しく失われるからである。

【0080】

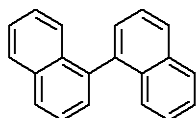
ここで下記に示す二種類のビナフチル化合物について、分子軌道計算により構造の最適化を行うと、2つのナフタレン環の二面角は、2, 2'-ビナフチルでは41.3°となり、1, 1'-ビナフチルでは69.1°となる。

【0081】

【化18】



2, 2'-ビナフチル



1, 1'-ビナフチル

10

【0082】

このことから、2, 2'-ビナフチル型構造の方が1, 1'-ビナフチル型構造よりも平面性が高く、より高いキャリア輸送性を示すと考えられる。

【0083】

また、本発明のビナフチル化合物は、2, 2'-ビナフチル構造の片側だけに、少なくとも2つ以上のフルオレン環が、オリゴ(フルオレン-2, 7-ジイル)基(オリゴフルオレン部位)として直接結合している。このオリゴフルオレン部位は、細長い共役面があるが、フルオレン環上の9位の置換基がフルオレン環の面外にあるため、分子間のスタックが顕著になる程の過度に高い平面性はない。従って、本発明のビナフチル化合物は、オリゴフルオレン部位をビナフチル骨格に直接導入することによって、分子全体の平面性を過度に高くせず直線性をさらに高めている。この構造は、キャリア伝導の観点で、前述の効果がさらに発揮される分子構造であると考えられる。

20

【0084】

さらに、本発明のビナフチル化合物は、分子全体として非対称形であることを特長としている。このため、本発明のビナフチル化合物は結晶性が低いので、膜のアモルファス性が高い。従って、本発明のビナフチル化合物を発光層のホストとして使用すると、長時間の駆動においても安定なアモルファス膜を維持することができ、かつ発光劣化が軽減される。また、本発明のビナフチル化合物は結晶性が低いので、有機溶媒に対する溶解性が高い。このため、本発明のビナフチル化合物は、製造及び精製が容易である。

30

【0085】

特に、本発明のビナフチル化合物のように、ナフタレン骨格が2つ連結した2, 2'-ビナフチル構造とするのが膜のアモルファス性を高めるので好ましい。ナフタレン骨格が3つ以上連結したオリゴ(ナフタレン-2, 6-ジイル)構造では、分子の平面性が高くなり過ぎて、結晶性、分子間のスタック性、及び有機溶媒に対する難溶解性がいずれも高くなる。そうすると安定なアモルファス膜を得ることが困難になるのみならず、再結晶や昇華精製等による材料の精製をも困難にするので好ましくない。

40

【0086】

さらに、フルオレン環上の9位の置換基の種類を変えることによって、本発明のビナフチル化合物は、有機溶媒に対する溶解性や、膜のアモルファス性をさらに向上させることができるだけでなく、キャリア移動度等の物性の微調整も容易にできる。例えば、フルオレン骨格の9位がエチル基である化合物は、9位がメチル基である化合物と比較して、溶解性が高くなる一方でキャリア移動度が低くなる。ただし、フルオレン骨格の9位にフェニル基等のアリール基が置換するのは、フルオレン骨格の9位でラジカルが生成しやすくなったり、酸化されやすくなったりする等の、化学的安定性の観点で好ましくない。

【0087】

以上のように、本発明のビナフチル化合物は、膜状態でのキャリア輸送性及びアモルフ

50

アス性が高いので、有機発光素子を構成する発光層のホストとして有効である。特に、赤色燐光発光素子において、ゲストであるイリジウム錯体等の燐光発光化合物に対するホストとして有効である。

【0088】

本発明のピナフチル化合物は、オリゴ（フルオレン-2,7-ジイル）と2,2'-ピナフチルを組み合わせた非対称の構造である。これにより分子内にCT性（電荷移動性）を有していることが分子軌道計算を行うことで解明される。ここでCT性とは、分子のHOMOとLUMOが、互いに分子内の異なる部分に偏在し、HOMO-LUMO間で電子が遷移する際に、空間的に大きな電子移動を必要とすることを意味する。本発明のピナフチル化合物の場合は、HOMOがオリゴ（フルオレン-2,7-ジイル）部位を中心に、LUMOが2,2'-ピナフチル部位を中心にそれぞれ偏在している。このため本発明のピナフチル化合物はCT性を有している。

10

【0089】

一方、一般には、他の多くの芳香族炭化水素化合物は π - π^* 性を示すが、本発明のピナフチル化合物のようにCT性は示さない。ここで π - π^* 性とは、HOMOとLUMOが分子全体に広がり、主に存在する位置について両者に差がないことを意味する。本発明のピナフチル化合物ではない、フルオレン及びナフタレンからなる種々の類似化合物では、CT性ではなく π - π^* 性を示すことを、分子軌道計算によって確認できる。

【0090】

さらに、本発明のピナフチル化合物は、上述した特異的なCT性、特に、HOMOがオリゴフルオレン部位に偏在することによって、HOMO準位が浅い（イオン化ポテンシャルが低い）ことを特長としている。この特長は、本発明のピナフチル化合物の構造的特徴である「非対称構造」、「オリゴ（フルオレン-2,7-ジイル）骨格」及び「2,2'-ピナフチル骨格」が全て揃った場合に生じる特異的なCT性によって、初めて発現されるものである。

20

【0091】

一般に、発光層のゲストのHOMO準位が、ホストのHOMO準位より浅く、その差が大きい場合には、発光層内のホールトラップ性が大きくなり、発光層内のホール移動度が著しく低下する。このような場合、発光領域はホール輸送層と発光層との界面付近に局在化しやすく、素子の発光劣化が著しくなると考えられる。さらに、ホストのHOMO準位が深くて、ホール輸送層と発光層との界面に大きなホール注入障壁がある場合は、上述したホール量不足による発光領域の局在化はさらに顕著になって、発光劣化もさらに著しくなる。

30

【0092】

ところで、イリジウム錯体等の燐光発光性の金属錯体は、一般に、HOMO準位が浅い化合物が多い。このため、これらの金属錯体が発光層のゲストである燐光発光素子においては、上述した発光領域の局在化を特に招きやすい。従って、このような燐光発光素子に対する発光層のホストは、発光層内のホール量を増加させるか、もしくは電子量を減少させることによって、発光層内のキャリアバランスをよくすることが求められる。

【0093】

特に、最大発光波長が570nm乃至680nmである赤色燐光発光素子において、HOMO準位が浅い本発明のピナフチル化合物を発光層のホストとして使用することは、非常に有効である。本発明のピナフチル化合物をホストとして使用することにより、発光層内のホールトラップ性と、ホール輸送層と発光層との界面におけるホール注入障壁が共に軽減される。またこれにより発光層内でのホールと電子とのキャリアバランスが向上して発光領域が拡大する。従って、キャリア溜まり等の発光劣化要因を抑制できる。以上より、高発光効率で長寿命の赤色燐光発光素子が得られる。

40

【0094】

ここで、赤色燐光発光素子に有効である理由は、本発明のピナフチル化合物の三重項励起準位（ T_1 準位）が、赤色燐光発光化合物の T_1 準位よりも高いからである。具体的には

50

、本発明のビナフチル化合物の三重項励起準位 (T_1 準位) は、 2.1 eV 程度である。一般に、燐光発光素子では、ホストの T_1 からの非放射失活による発光効率の低下を防ぐために、ホストの T_1 準位は、発光層内で主たる発光を担う燐光発光性のゲストの T_1 準位よりも高いことが必要とされている。炭化水素のみからなる化合物で、 2.0 eV 以上の T_1 準位と、 5.7 eV 以下の浅い HOMO 準位を共に有する化合物は、本発明のビナフチル化合物のように CT 性を利用した化合物を除いて、他に例はない。

【0095】

あるいは、本発明のビナフチル化合物が有する CT 性は、ホストのキャリア輸送過程、ホストの励起子生成過程、及び当該励起子生成過程で生じる励起エネルギーが燐光発光ゲストへ移動する過程等に、何らかの効果をもたらしていることも考えられる。

10

【0096】

ところで、本発明のビナフチル化合物は、青色蛍光発光素子を構成する発光層のホストとしても有効である。前述した、本発明のビナフチル化合物に備わる高いキャリア輸送性とアモルファス性は、蛍光発光素子を構成する発光層のホストとしても有効である。本発明のビナフチル化合物は、そのバンドギャップが 3 eV 程度で強い深青色発光性なので、青色発光するゲストへの励起エネルギー移動等の観点から、青色蛍光発光素子の発光層のホストによく適している。特に、本発明のビナフチル化合物は HOMO 準位が浅いので、ホール量を増加させて発光層内のキャリアバランスをよくする目的で、青色蛍光発光層のホストとして使用するのが好ましい。

【0097】

上述したように、本発明のビナフチル化合物は、好ましくは、赤色燐光発光素子の発光層あるいは青色蛍光発光素子の発光層に含まれるホストとして使用するものであるが、その用途はこれらに限定されることはない。具体的には、青色蛍光発光素子の発光層におけるゲストや電子輸送層の構成材料等として使用してもよい。特に、例示化合物 D-01 乃至 D-10 は、ホールを輸送しにくいヘテロ芳香環を分子中に含んでいるので、ホールプロッキング層の構成材料として使用してもよい。

20

【0098】

以上述べたように本発明の有機発光素子は、有機化合物からなる層に本発明のビナフチル化合物が少なくとも一種含まれるものである。特に本発明のビナフチル化合物は、発光層のホストとして使用されるものである。ここで、本発明の有機発光素子は、本発明のビナフチル化合物以外にも、必要に応じて従来公知の低分子系及び高分子系のホール輸送性化合物、発光性化合物あるいは電子輸送性化合物等を一緒に使用することができる。

30

【0099】

以下にこれらの化合物例を挙げる。

【0100】

ホール注入輸送性材料としては、陽極からのホールの注入が容易で、注入されたホールを発光層へと輸送することができるように、ホール移動度が高い材料が好ましい。正孔注入輸送性能を有する低分子及び高分子系材料としては、トリアリールアミン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、スチルベン誘導体、フタロシアニン誘導体、ポルフィリン誘導体、ポリ(ビニルカルバゾール)、ポリ(チオフェン)、その他導電性高分子が挙げられるが、もちろんこれらに限定されるものではない。

40

【0101】

主に発光機能に関わる発光材料としては、本発明のビナフチル化合物、及び上述した燐光発光化合物以外に、縮環化合物(例えばフルオレン誘導体、ピレン誘導体、テトラセン誘導体、9,10-ジフェニルアントラセン誘導体、ルブレン等)、キナクリドン誘導体、クマリン誘導体、スチルベン誘導体、トリス(8-キノリノラート)アルミニウム等の有機アルミニウム錯体、有機ベリリウム錯体、及びポリ(フェニレンピレン)誘導体、ポリ(フルオレン)誘導体、ポリ(フェニレン)誘導体等の高分子誘導体が挙げられるが、もちろんこれらに限定されるものではない。

【0102】

50

電子注入輸送性材料としては、陰極からの電子の注入が容易で、注入された電子を発光層へ輸送することができるものから任意に選ぶことができ、ホール注入輸送性材料のホール移動度とのバランス等を考慮して選択される。電子注入輸送性能を有する材料としては、オキサジアゾール誘導体、オキサゾール誘導体、ピラジン誘導体、トリアゾール誘導体、トリアジン誘導体、キノリン誘導体、キノキサリン誘導体、フェナントロリン誘導体、有機アルミニウム錯体等が挙げられるが、もちろんこれらに限定されるものではない。

【0103】

陽極材料としては、仕事関数ができるべく大きなものがよい。例えば、金、白金、銀、銅、ニッケル、パラジウム、コバルト、セレン、バナジウム、タングステン等の金属単体あるいはこれらを組み合わせた合金、酸化錫、酸化亜鉛、酸化インジウム、酸化錫インジウム(ITO)、酸化亜鉛インジウム等の金属酸化物が使用できる。また、ポリアニリン、ポリピロール、ポリチオフェン等の導電性ポリマーも使用できる。これらの電極物質は一種類を単独で使用してもよいし、二種類以上を併用して使用してもよい。また、陽極は一層で構成されていてもよく、複数の層で構成されていてもよい。

10

【0104】

一方、陰極材料としては、仕事関数の小さなものがよい。例えば、リチウム等のアルカリ金属、カルシウム等のアルカリ土類金属、アルミニウム、チタニウム、マンガン、銀、鉛、クロム等の金属単体が挙げられる。あるいはこれら金属単体を組み合わせた合金も使用することができる。例えば、マグネシウム-銀、アルミニウム-リチウム、アルミニウム-マグネシウム等が使用できる。酸化錫インジウム(ITO)等の金属酸化物の利用も可能である。これらの電極物質は一種類を単独で使用してもよいし、二種類以上を併用して使用してもよい。また、陰極は一層で構成されていてもよく、複数の層で構成されていてもよい。

20

【0105】

本発明の有機発光素子で使用される基板としては、特に限定するものではないが、金属製基板、セラミックス製基板等の不透明性基板、ガラス、石英、プラスチックシート等の透明性基板が用いられる。また、基板にカラーフィルター膜、蛍光色変換フィルター膜、誘電体反射膜等を用いて発色光をコントロールすることも可能である。

【0106】

尚、作製した素子に対して、酸素や水分等との接触を防止する目的で保護層あるいは封止層を設けることもできる。保護層としては、ダイヤモンド薄膜、金属酸化物、金属窒化物等の無機材料膜、フッ素樹脂、ポリエチレン、シリコン樹脂、ポリスチレン樹脂等の高分子膜、さらには、光硬化性樹脂等が挙げられる。また、ガラス、気体不透過性フィルム、金属等で被覆し、適当な封止樹脂により素子自体をパッケージングすることもできる。

30

【0107】

また、素子の光取り出し方向に関しては、ボトムエミッション構成(基板側から光を取り出す構成)及び、トップエミッション(基板の反対側から光を取り出す構成)のいずれも可能である。

【0108】

本発明の有機発光素子において、本発明のピナフチル化合物が含まれる層及びその他の有機化合物からなる層は、以下に示す方法により形成される。一般には真空蒸着法、イオン化蒸着法、スパッタリング、プラズマあるいは、適当な溶媒に溶解させて公知の塗布法(例えば、スピンコーティング、ディッピング、キャスト法、LB法、インクジェット法等)により薄膜を形成する。ここで真空蒸着法や溶液塗布法等によって層を形成すると、結晶化等が起こりにくく経時安定性に優れる。また塗布法で成膜する場合は、適当なバインダー樹脂と組み合わせて膜を形成することもできる。

40

【0109】

上記バインダー樹脂としては、ポリビニルカルバゾール樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリエステル樹脂、ABS樹脂、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、フェノール樹脂、エポ

50

キシ樹脂、シリコン樹脂、尿素樹脂等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。また、これらバインダー樹脂は、ホモポリマー又は共重合体として、一種類を単独で使用してもよいし、二種類以上を混合して使用してもよい。さらに必要に応じて、公知の可塑剤、酸化防止剤、紫外線吸収剤等の添加剤を併用してもよい。

【0110】

本発明の有機発光素子は、省エネルギーや高輝度が必要な製品への応用が可能である。応用例としては表示装置、プリンターの光源、照明装置、液晶表示装置のバックライト等が考えられる。

【0111】

表示装置としては、例えば、省エネルギーや高視認性・軽量のフラットパネルディスプレイが挙げられる。

10

【0112】

また、プリンターの光源としては、例えば、現在広く用いられているレーザービームプリンタのレーザー光源部を、本発明の有機発光素子に置き換えることができる。置き換える方法として、例えば、独立にアドレスできる有機発光素子をアレイ上に配置する方法が挙げられる。レーザー光源部を本発明の有機発光素子に置き換えても、感光ドラムに所望の露光を行うことで、画像形成することについては従来と変わりがない。ここで本発明の有機発光素子を用いることで、装置体積を大幅に減少することができる。

【0113】

照明装置やバックライトに関しては、本発明の有機発光素子を使用することで省エネルギー効果が期待できる。

20

【0114】

次に、本発明の有機発光素子を使用した表示装置について説明する。以下、図面を参照して、アクティブマトリクス方式を例にとり、本発明の表示装置を詳細に説明する。

【0115】

図4は、表示装置の一形態である、本発明の有機発光素子と駆動手段とを備えた表示装置の構成例を模式的に示す図である。図4の表示装置40は、走査信号ドライバー41、情報信号ドライバー42、電流供給源43が配置され、それぞれゲート選択線G、情報信号線I、電流供給線Cに接続される。ゲート選択線Gと情報信号線Iの交点には、画素回路44が配置される。走査信号ドライバー41は、ゲート選択線G1、G2、G3・・・Gnを順次選択し、これに同期して情報信号ドライバー42から画像信号が情報信号線I1、I2、I3・・・Inのいずれかを介して画素回路44に印加される。

30

【0116】

次に、画素の動作について説明する。図5は、図4の表示装置に配置されている1つの画素を構成する回路を示す回路図である。図5の画素回路50においては、ゲート選択線Giに選択信号が印加されると、第一の薄膜トランジスタ(TFT1)51がONになり、コンデンサー(C_{add})52に画像信号Iiが供給され、第二の薄膜トランジスタ(TFT2)53のゲート電圧を決定する。有機発光素子54には第二の薄膜トランジスタ(TFT2)(53)のゲート電圧に応じて電流供給線Ciより電流が供給される。ここで、第二の薄膜トランジスタ(TFT2)53のゲート電位は、第一の薄膜トランジスタ(TFT1)51が次に走査選択されるまでコンデンサー(C_{add})52に保持される。このため、有機発光素子54には、次の走査が行われるまで電流が流れ続ける。これにより1フレーム期間中常に有機発光素子54を発光させることが可能となる。

40

【0117】

図6は、図4の表示装置で使用されるTFT基板の断面構造の一例を示した模式図である。TFT基板の製造工程の一例を示しながら、構造の詳細を以下に説明する。図6の表示装置60を製造する際には、まずガラス等の基板61上に、上部に作られる部材(TFT又は有機層)を保護するための防湿膜62がコートされる。防湿膜62を構成する材料として、酸化ケイ素又は酸化ケイ素と窒化ケイ素との複合体等が用いられる。次に、スパッタリングによりCr等の金属を製膜することで、所定の回路形状にパターンニングしてゲ

50

ート電極 63 を形成する。続いて、酸化シリコン等をプラズマ CVD 法又は触媒化学気相成長法 (cat-CVD 法) 等により製膜し、パターニングしてゲート絶縁膜 64 を形成する。次に、プラズマ CVD 法等により (場合によっては 290 以上の温度でアニールして) シリコン膜を製膜し、回路形状に従ってパターニングすることで半導体層 65 を形成する。

【0118】

さらに、この半導体膜 65 にドレイン電極 66 とソース電極 67 とを設けることで TFT 素子 68 を作製し、図 5 に示すような回路を形成する。次に、この TFT 素子 68 の上部に絶縁膜 69 を形成する。次に、コンタクトホール (スルーホール) 70 を、金属からなる有機発光素子用の陽極 71 とソース電極 67 とが接続するように形成する。

10

【0119】

この陽極 71 の上に、多層あるいは単層の有機層 72 と、陰極 73 とを順次積層することにより、表示装置 60 を得ることができる。このとき、有機発光素子の劣化を防ぐために第一の保護層 74 や第二の保護層 75 を設けてもよい。本発明の有機発光素子を使用した表示装置を駆動することにより、良好な画質で、長時間表示にも安定な表示が可能になる。

【0120】

尚、上記の表示装置は、スイッチング素子に特に限定はなく、単結晶シリコン基板や MIM 素子、a-Si 型等でも容易に応用することができる。

20

【実施例】

【0121】

以下に実施例を挙げて本発明を具体的に説明する。ただし、本発明はこれらに限定されるものではない。

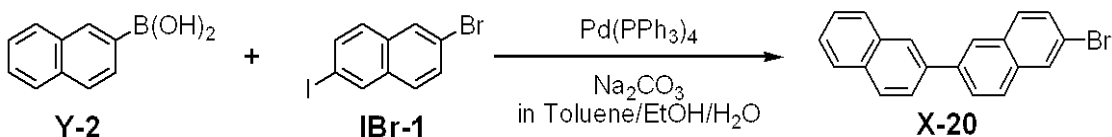
【0122】

< 実施例 1 > (例示化合物 A - 02 の合成)

(1) ハロゲン化合物 X - 20 の合成

【0123】

【化 19】



30

【0124】

窒素雰囲気下、以下に示す試薬、溶媒を 300 mL ナスフラスコに投入した。

【0125】

ボロン酸化合物 Y - 2 : 4.92 g (28.6 mmol)

ヨードプロモ化合物 IBr - 1 : 10.0 g (30.0 mmol)

トルエン : 100 mL

エタノール : 50 mL

【0126】

40

次に、10 重量% 炭酸ナトリウム水溶液 50 mL を加えた後、反応溶液を室温で 30 分攪拌した。次に、テトラキス (トリフェニルホスフィン) パラジウム 1.50 g (1.3 mmol) を加えた後、反応溶液を還流させながら 5 時間攪拌した。反応終了後、反応溶液を冷却したときに析出した結晶を濾取した。次に、この結晶をクロロベンゼンに加熱溶解させた後、短いアルミナカラムで熱時濾過して残存パラジウム等を除去した。続いてこの濾液を減圧濃縮することで粗生成物を得た。次にこの粗生成物を、エタノール/クロロホルム混合溶媒で加熱スラリー洗浄し、冷却後濾取した結晶を真空加熱乾燥することにより、ハロゲン化合物 X - 20 を 6.80 g (収率 71%) 得た。

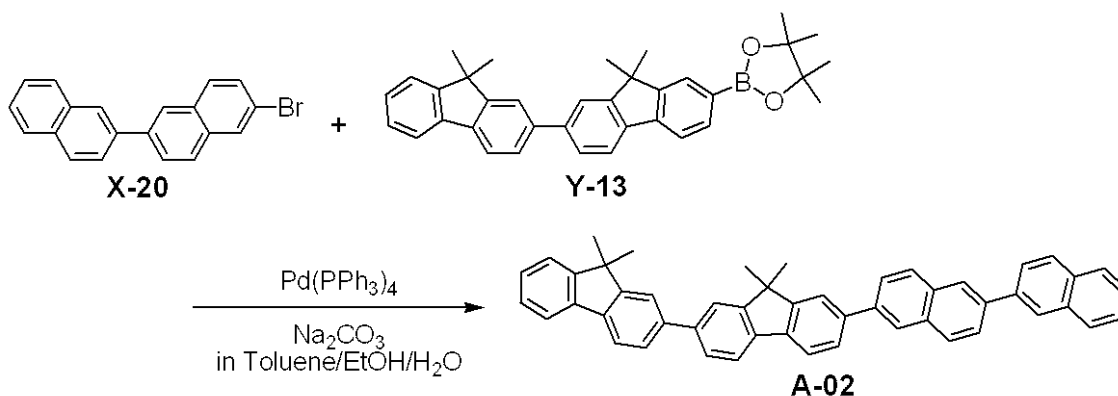
【0127】

(2) 例示化合物 A - 02 の合成

50

【 0 1 2 8 】

【 化 2 0 】



10

【 0 1 2 9 】

窒素雰囲気下、以下に示す試薬、溶媒を300 mLナスフラスコに投入した。

【 0 1 3 0 】

ハロゲン化合物 X - 20 : 2.50 g (7.50 mmol)

ボロン酸化合物 Y - 13 : 4.04 g (7.88 mmol)

トルエン : 100 mL

エタノール : 50 mL

20

【 0 1 3 1 】

次に、10重量%炭酸ナトリウム水溶液を50 mL加えた後、反応溶液を室温で30分攪拌した。続いて、テトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム0.43 g (0.38 mmol)を加えた後、反応溶液を還流させながら5時間攪拌した。反応終了後、反応溶液を冷却したときに析出した結晶を濾取した。次に、この結晶をクロロベンゼンに加熱溶解させた後、短いアルミナ/シリカゲル積層カラムで熱時濾過して残留パラジウム等を除去した。続いて、濾液を減圧濃縮することで粗生成物を得た。この粗生成物について、トルエン溶媒で加熱スラリー洗浄した後、クロロベンゼン溶媒による再結晶を行い、濾取した結晶を160 °Cで真空加熱乾燥することにより、例示化合物 A - 02 を4.38 g (収率91%)得た。さらに10⁻⁴ Pa、360 °Cの条件下で昇華精製を行い、高純度の昇華精製品を3.88 g (昇華精製収率89%)得た。

30

【 0 1 3 2 】

得られた化合物の同定を行った結果を以下に示す。

【 0 1 3 3 】

[MALDI-TOF-MS (マトリックス支援イオン化 - 飛行時間型質量分析)]

実測値 : m/z = 638.41 計算値 : C₅₀H₃₈ = 638.30

【 0 1 3 4 】

[¹H-NMR (400 Hz, CDCl₃)]

8.22 (dd, 2H), 8.18 (d, 1H), 8.06 (d, 1H), 8.04 (d, 1H), 8.02 - 7.80 (m, 10H), 7.78 (dd, 2H), 7.73 (dd, 2H), 7.68 (m, 2H), 7.58 - 7.45 (m, 3H), 7.36 (m, 2H), 1.67 (s, 6H), 1.58 (s, 6H)

40

【 0 1 3 5 】

また例示化合物 A - 02 について、以下に示す特性を評価した。

【 0 1 3 6 】

(A) 分子軌道計算

以下に示す計算条件で分子軌道計算を行った。

【 0 1 3 7 】

(計算条件)

Gaussian 03 : x86 - Linux - G03 Rev B.05

50

B3LYP/6-31G* Opt pop=minimal

【0138】

上記の分子軌道計算を行った結果について図を参照しながら説明する。図7は、例示化合物A-02の分子軌道計算結果における、HOMO及びLUMOの分子軌道を示す図である。図7に示されるように、HOMOがオリゴ(フルオレン-2,7-ジイル)部位を中心に、LUMOが2,2'-ピナフチル部位を中心にそれぞれ偏在し、CT性を有していることがわかった。尚、ここでいう、CT性とは、HOMOがフルオレン部位を中心に、LUMOがナフタレン部位を中心に偏在することをいうものである。

【0139】

(B)イオン化ポテンシャル

例示化合物A-02をクロロホルムに溶解させて、0.1重量%クロロホルム溶液を調製した。次に、このクロロホルム溶液をガラス基板上に滴下し、スピコートすることにより薄膜を得た。この薄膜について、光電子分光装置AC-2(理研計器株式会社製)を用いてイオン化ポテンシャルを測定した。測定の結果、例示化合物A-02のイオン化ポテンシャルは5.69 eVであった。

10

【0140】

(C)溶解性

例示化合物A-02について、130℃に加熱したクロロベンゼンへの溶解性を調べた。その結果、溶解度は16.0 g/Lであり、高い溶解性を示すことがわかった。

20

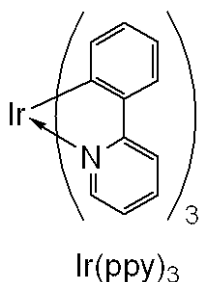
【0141】

(D)三重項励起準位(T_1 準位)

まず例示化合物A-02と下記に示すIr(ppy)₃とを、クロロホルムに溶解させて、溶質が0.1重量%のクロロホルム溶液を調製した。尚、Ir(ppy)₃は増感剤であり、例示化合物A-02とIr(ppy)₃との重量濃度比は3:1である。

【0142】

【化21】



30

【0143】

次にこのクロロホルム溶液をガラス基板上にスピコートすることで薄膜を得た。この薄膜について、Ar雰囲気下、77K、励起波長350nmにおいて燐光スペクトルの測定を行った。得られた燐光スペクトルの第一発光ピークのピーク波長から、三重項励起準位(T_1 準位)を評価したところ、 T_1 準位は2.11 eV(波長換算:588nm)であった。

40

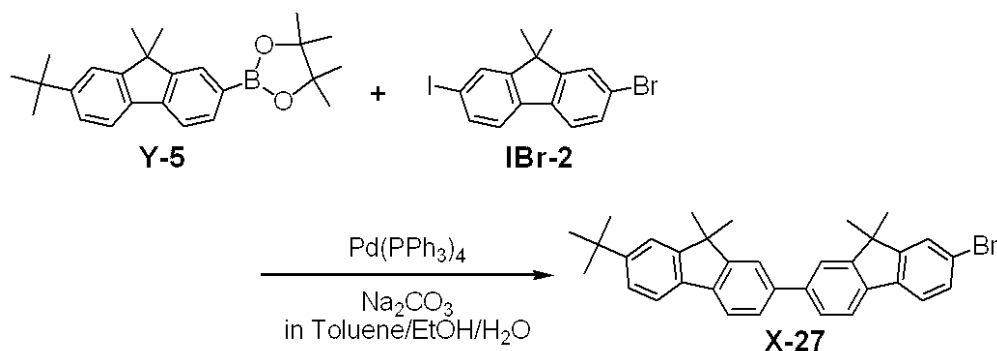
【0144】

<実施例2>(例示化合物A-17の合成)

(1)ハロゲン化合物X-27の合成

【0145】

【化 2 2】



10

【0 1 4 6】

窒素雰囲気下、以下に示す試薬、溶媒を100 mLナスフラスコに投入した。

【0 1 4 7】

ボロン酸化合物 Y - 5 : 1.00 g (2.66 mmol)

ヨードブromo化合物 IBr - 2 : 1.16 g (2.92 mmol)

トルエン : 30 mL

エタノール : 15 mL

【0 1 4 8】

次に、10重量%炭酸ナトリウム水溶液15 mLを加えた後、反応溶液を室温で30分攪拌した。続いて、テトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム0.15 g (0.13 mmol)を加えて、反応溶液を加熱還流させながら7時間攪拌した。次に、反応溶液を室温まで冷却した後、水を加えて反応を停止した。次に、トルエンを加え分液操作によって、有機層に含まれる生成物を抽出した。次に、この有機層を純水で2回洗浄した後、硫酸ナトリウムで乾燥させてから減圧濃縮することで粗生成物を得た。続いて、この組成物をシリカゲルカラムクロマトグラフィー(展開溶媒:ヘプタン/トルエン=3/1)で精製した。次に、エタノール/ヘプタン混合溶媒による加熱スラリー洗浄を行うことによりハロゲン化合物 X - 27を1.15 g (収率83%)得た。

20

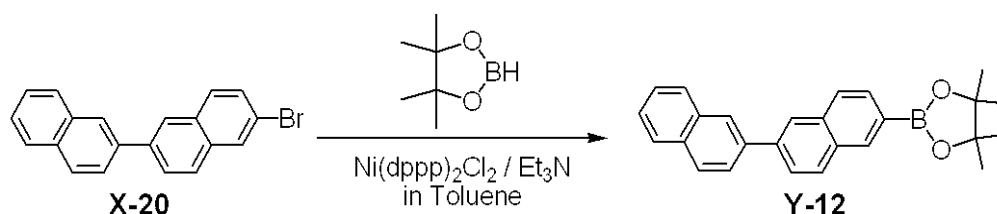
【0 1 4 9】

(2) ボロン酸化合物 Y - 12 の合成

30

【0 1 5 0】

【化 2 3】



【0 1 5 1】

窒素雰囲気下、以下に示す試薬、溶媒を300 mL三口フラスコに投入した。

40

【0 1 5 2】

脱水トルエン : 120 mL

ハロゲン化合物 X - 20 : 3.50 g (10.5 mmol)

(1,3-ビス[ジフェニルホスフィノ]プロパン)ジクロロニッケル(II) : 1.14 g (0.75 mmol)

【0 1 5 3】

次に、以下に示す試薬を加えた後、反応溶液を95乃至100で加熱しながら8時間攪拌した。

【0 1 5 4】

トリエチルアミン : 4.37 mL (31.5 mmol)

50

4, 4, 5, 5 - テトラメチル - 1, 3, 2 - ジオキサボロラン : 4.57 mL (31.5 mmol)

【 0 1 5 5 】

次に、反応溶液を室温まで冷却した後、水を加えて反応を停止した。次に、反応溶液を濾過して不溶物を除去した。濾液中の生成物をトルエンで抽出し、この抽出液を塩化ナトリウム水溶液で洗浄し、乾燥後、減圧濃縮することで粗生成物を得た。得られた粗生成物をシリカゲルカラムクロマトグラフィー（展開溶媒：ヘプタン/トルエン = 2 / 1）で精製することにより、ボロン酸化合物 Y - 12 を 2.88 g（収率 72%）得た。

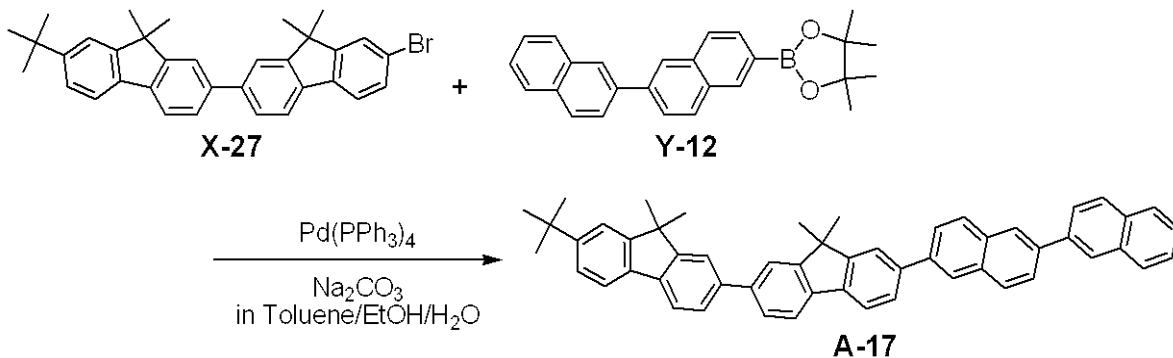
【 0 1 5 6 】

（ 3 ） 例示化合物 A - 17 の合成

10

【 0 1 5 7 】

【 化 2 4 】



20

【 0 1 5 8 】

窒素雰囲気下、以下に示す試薬、溶媒を 100 mL ナスフラスコに投入した。

【 0 1 5 9 】

ハロゲン化合物 X - 27 : 0.60 g (1.16 mmol)

ボロン酸化合物 Y - 12 : 0.40 g (1.05 mmol)

トルエン : 20 mL

エタノール : 10 mL

【 0 1 6 0 】

30

次に、10重量%炭酸ナトリウム水溶液 10 mL を加えた後、反応溶液を室温で 30 分攪拌した。続いて、テトラキス（トリフェニルホスフィン）パラジウム 60 mg (0.05 mmol) を加えた後、反応溶液を加熱還流させながら 5 時間攪拌した。次に、反応溶液を室温まで冷却した後、水を加えて反応を停止した。次に、分液操作によって、クロロホルムで生成物を抽出した。次に、この抽出液を純水で 2 回洗浄した後、硫酸ナトリウムで乾燥させてから減圧濃縮することで粗生成物を得た。続いて、この粗生成物をクロロホルムに溶解させ、短いアルミナ/シリカゲル積層カラムで熱時濾過して残留パラジウム等を除去した後、濾液を減圧濃縮することで粗結晶を得た。次に、この粗結晶をヘプタン/トルエン溶媒による加熱スラリー洗浄を行い、続いてトルエン溶媒による再結晶を行うことで得た結晶を 160 °C で真空加熱乾燥することにより、例示化合物 A - 17 を 670 mg（収率 92%）得た。さらに 10⁻⁴ Pa の減圧下、380 °C において昇華精製を行うことで、高純度の昇華精製品を 455 mg（昇華精製収率 68%）得た。

40

【 0 1 6 1 】

得られた化合物の同定を行った結果を以下に示す。

【 0 1 6 2 】

[MALDI - TOF - MS]

実測値 : m / z = 694.37 計算値 : C₅₄H₄₆ = 694.36

【 0 1 6 3 】

[¹H - NMR (400 Hz, CDCl₃)]

8.22 (dd, 2H), 8.18 (d, 1H), 8.06 (d, 1H), 8.04

50

(d, 1H), 8.02 - 7.83 (m, 9H), 7.82 - 7.75 (m, 2H), 7.74 (d, 1H), 7.72 - 7.66 (m, 3H), 7.65 (dd, 1H), 7.53 (m, 2H), 7.48 (d, 1H), 7.41 (dd, 1H), 1.67 (s, 6H), 1.58 (s, 6H), 1.41 (s, 9H)

【0164】

また例示化合物 A - 17 について、以下の特性を評価した。

【0165】

(A) 分子軌道計算

実施例 1 と同様の条件で分子軌道計算を行った。その結果、例示化合物 A - 17 も例示化合物 A - 02 と同様に CT 性があることが確認された。

10

【0166】

(B) イオン化ポテンシャル

実施例 1 と同じ条件でイオン化ポテンシャルを測定した。その結果、例示化合物 A - 17 のイオン化ポテンシャルは 5.53 eV であった。

【0167】

(C) 溶解性

例示化合物 A - 17 について、130 に加熱したクロロベンゼンへの溶解性を調べた。その結果、溶解度は 22.4 g/L であり、高い溶解性を示すことがわかった。

【0168】

(D) 三重項励起準位 (T_1 準位)

20

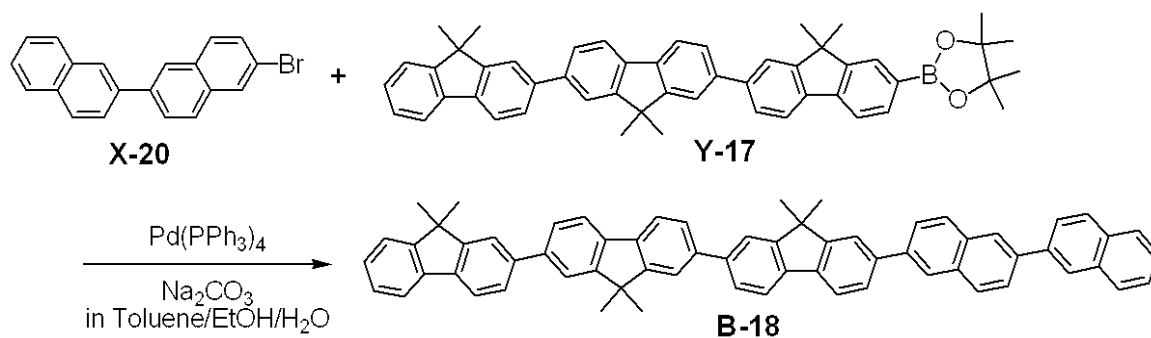
まず実施例 1 と同様の方法により、ガラス基板上に薄膜を形成した。この薄膜について実施例 1 と同様の測定を行い、実施例 1 と同様の方法で T_1 準位を評価したところ、 T_1 準位は 2.13 eV (波長換算: 582 nm) であった。

【0169】

< 実施例 3 > (例示化合物 B - 18 の合成)

【0170】

【化 25】



30

【0171】

窒素雰囲気下、以下に示す試薬、溶媒を 300 mL ナスフラスコに投入した。

【0172】

ハロゲン化合物 X - 20 : 0.68 g (2.04 mmol)

ボロン酸化合物 Y - 17 : 1.30 g (1.84 mmol)

トルエン : 80 mL

エタノール : 40 mL

40

【0173】

次に、10 重量% 炭酸ナトリウム水溶液 40 mL を加えた後、反応溶液を室温で 30 分攪拌した。次に、テトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム 0.11 g (0.095 mmol) を加えた後、反応溶液を還流させながら 4 時間攪拌した。次に、反応溶液を冷却した後、反応溶液中で析出した結晶を濾取した。次に、濾取した結晶をクロロベンゼンに加熱溶解させてから、少量のアルミナで熱時濾過して残留パラジウムを除去した後、濾液を減圧濃縮することで粗生成物を得た。得られた粗生成物について、クロロベンゼ

50

ン溶媒による再結晶を2回行い、濾取した結晶を集めて160 で真空加熱乾燥することにより、例示化合物B-18を986mg(収率64%)得た。さらに 10^{-4} Paの減圧下、420 において昇華精製を行うことで、高純度の昇華精製品を531mg(昇華精製収率54%)得た。

【0174】

得られた化合物の同定を行った結果を以下に示す。

[MALDI-TOF-MS]

実測値： $m/z = 830.41$ 計算値： $C_{65}H_{50} = 830.39$

【0175】

[1H -NMR(400Hz, $CDCl_3$)]

8.22(dd, 2H), 8.18(d, 1H), 8.07(d, 1H), 8.05(d, 1H), 8.02-7.80(m, 12H), 7.80-7.74(m, 4H), 7.74-7.70(m, 3H), 7.70-7.65(m, 3H), 7.53(m, 2H), 7.47(dd, 1H), 7.36(m, 2H), 1.68(s, 6H), 1.66(s, 6H), 1.58(s, 6H)

10

【0176】

また例示化合物B-18について、以下の特性を評価した。

(A)分子軌道計算

実施例1と同様の条件で分子軌道計算を行った。図8は、例示化合物B-18の分子軌道計算結果における、HOMO及びLUMOの分子軌道を示す図である。図8に示されるように、例示化合物B-18も例示化合物A-02と同様にCT性があることが確認された。

20

(B)イオン化ポテンシャル

実施例1と同じ条件でイオン化ポテンシャルを測定した。その結果、例示化合物B-18のイオン化ポテンシャルは5.72eVであった。

(C)溶解性

例示化合物B-18について、130 に加熱したクロロベンゼンへの溶解性を調べた。その結果、溶解度は9.4g/Lであり、高い溶解性を示すことがわかった。

(D)三重項励起準位(T_1 準位)

まず実施例1と同様の方法により、ガラス基板上に薄膜を形成した。この薄膜について実施例1と同様の測定を行い、実施例1と同様の方法で T_1 準位を評価したところ、 T_1 準位は2.14eV(波長換算：579nm)であった。

30

【0177】

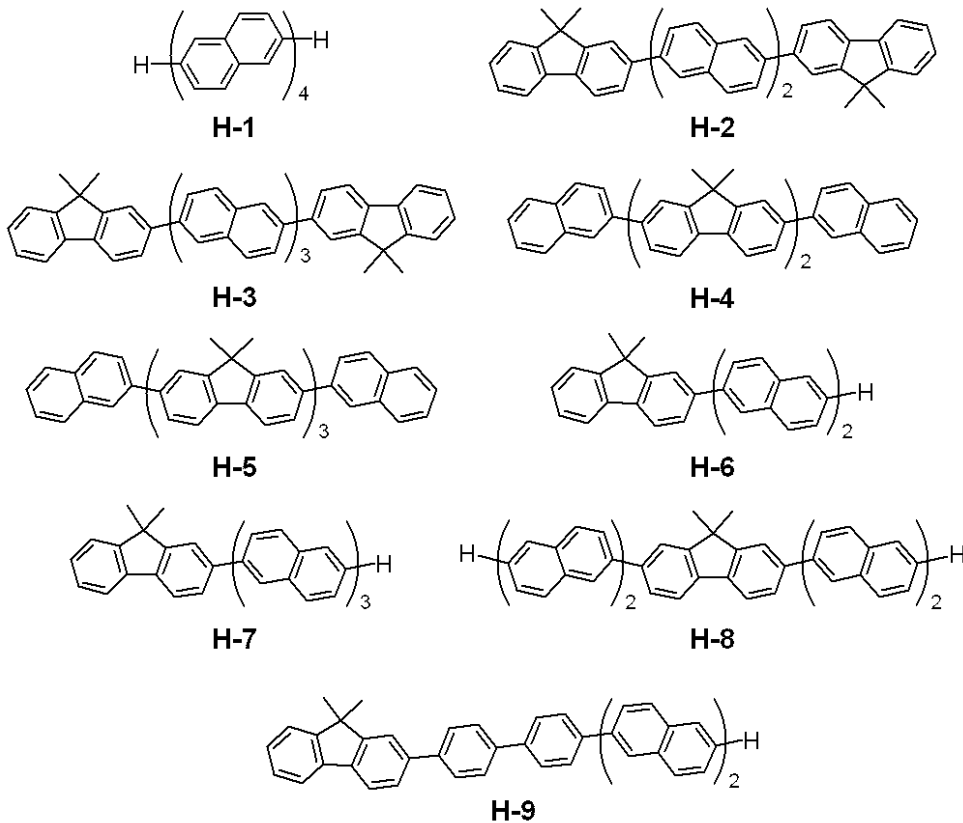
<比較例1乃至比較例9>

下記に示す、比較化合物H-1(比較例1)乃至比較化合物H-9(比較例9)について、以下の特性を評価した。

【0178】

【化 2 6】

[比較化合物]



10

20

【 0 1 7 9 】

(A) 分子軌道計算

比較化合物 H - 1 (比較例 1) 乃至比較化合物 H - 9 (比較例 9) について、実施例 1 - (A) と同様の条件で分子軌道計算を行った。図 9 は、比較化合物 H - 1 (比較例 1) の分子軌道計算結果における、HOMO 及び LUMO の分子軌道を示す図である。図 10 は、比較化合物 H - 2 (比較例 2) の分子軌道計算結果における、HOMO 及び LUMO の分子軌道を示す図である。図 9 及び図 10 より比較化合物 H - 1 及び比較化合物 H - 2 では π 性のみが認められ、本発明のピナフチル化合物の場合に見られる CT 性は見られなかった。また比較化合物 H - 3 (比較例 3) 乃至比較化合物 H - 9 (比較例 9) においても同様に分子軌道計算を行った結果、同様に π 性のみが認められ、本発明のピナフチル化合物の場合に見られる CT 性は見られなかった。

30

【 0 1 8 0 】

(B) イオン化ポテンシャルの比較

比較化合物 H - 2 (比較例 2)、比較化合物 H - 4 (比較例 4) 及び比較化合物 H - 5 (比較例 5) をそれぞれ合成し、実施例 1 - (B) と同じ条件でイオン化ポテンシャル (IP) を測定した。実施例 1 乃至 3 の結果と合わせて、結果を表 2 に示す。

40

【 0 1 8 1 】

【表 2】

		イオン化ポテンシャル
実施例1	例示化合物A-02	5.69 eV
実施例2	例示化合物A-17	5.53eV
実施例3	例示化合物B-18	5.72 eV
比較例2	比較化合物H-2	5.78 eV
比較例4	比較化合物H-4	5.85 eV
比較例5	比較化合物H-5	5.83 eV

10

【0182】

(C) 溶解性の比較

比較化合物H-2(比較例2)、比較化合物H-3(比較例3)及び比較化合物H-5(比較例5)をそれぞれ合成し、実施例1-(C)と同様の方法でクロロベンゼンへの溶解性を調べた。実施例1乃至3の結果と合わせて、結果を表3に示す。

【0183】

【表 3】

		溶解度 (クロロベンゼン, 130 °C)
実施例1	例示化合物A-02	16.0 g/L
実施例2	例示化合物A-17	22.4 g/L
実施例3	例示化合物B-18	9.4 g/L
比較例2	比較化合物H-2	3.3 g/L
比較例3	比較化合物H-3	0.6 g/L未滿
比較例5	比較化合物H-5	3.5 g/L

20

30

【0184】

表3より、いずれの比較化合物も、本発明のピナフチル化合物と比較して難溶性であることがわかった。尚、表3で0.6 g/L未滿とは、1Lの130のクロロベンゼンに、化合物0.6gが完全溶解しないことを示す。

【0185】

<実施例4>

図3に示す構造の有機発光素子を以下に示す方法で作製した。

【0186】

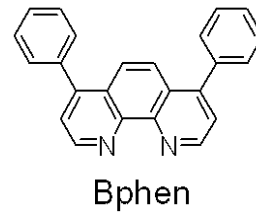
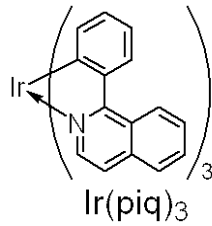
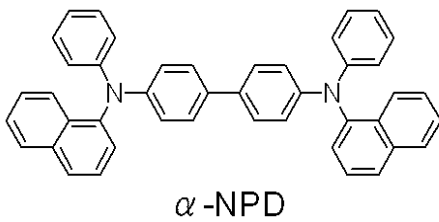
ガラス基板(基板1)上に、陽極2として酸化錫インジウム(ITO)をスパッタ法にて膜厚120nmで成膜したものを透明導電性支持基板(ITO基板)として使用した。このITO基板上に、以下の有機化合物層及び電極層を、 10^{-4} Paの真空チャンバー内で抵抗加熱による真空蒸着によって連続的に成膜した。具体的には、まずホール輸送層5として、-NPDを膜厚18nmで成膜した。次に、発光層3として、ホストである例示化合物A-02及びゲストであるIr(piq)₃を共蒸着し、膜厚30nmの混合膜を成膜した。ここで、発光層3全体に対するIr(piq)₃の含有量は10重量%である。次に電子輸送層6として、Bphenを膜厚40nmで成膜した。次にKFを膜厚1nmで成膜し、次いでAlを膜厚120nmで成膜した。ここで、KF膜及びAl膜は、陰極4として機能する。

40

50

【 0 1 8 7 】

【 化 2 7 】



【 0 1 8 8 】

10

次に、有機発光素子が、水分の吸着によって素子劣化が起こらないように、乾燥空気雰囲気中で保護用ガラス板をかぶせ、アクリル樹脂系接着材で封止した。以上のようにして有機発光素子を得た。

【 0 1 8 9 】

得られた有機発光素子について、ITO電極（陽極2）を正極、Al電極（陰極4）を負極にして、3.8Vの印加電圧をかけたところ、発光効率が6.5cd/Aで、輝度800cd/m²の赤色発光が観測された。またこの素子において、CIE色度座標は、(x, y) = (0.68, 0.32)であった。さらに、この素子を75mA/cm²の定電流密度を保ちながら200時間耐久駆動させると、初期輝度からの輝度減少率は10%であった。

20

【 0 1 9 0 】

< 実施例 5 >

実施例4において、発光層のホストを、例示化合物A-02に代えて、例示化合物A-17を使用した他は、実施例4と同様の方法で素子を作製した。また得られた素子について実施例4と同様に評価を行った。結果を表4に示す。

【 0 1 9 1 】

< 実施例 6 >

実施例4において、発光層のホストを、例示化合物A-02に代えて、例示化合物B-18を使用した他は、実施例4と同様の方法で素子を作製した。また得られた素子について実施例4と同様に評価を行った。結果を表4に示す。

30

【 0 1 9 2 】

< 比較例 10 >

実施例4において、発光層のホストを、例示化合物A-02に代えて、比較化合物H-4を使用した他は、実施例4と同様の方法で素子を作製した。また得られた素子について実施例4と同様に評価を行った。結果を表4に示す。

【 0 1 9 3 】

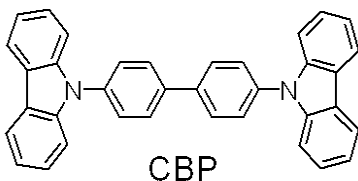
< 比較例 11 >

実施例4において、発光層のホストを、例示化合物A-02に代えて、下記に示す構造のCBPを使用した他は、実施例4と同様の方法で素子を作製した。また得られた素子について実施例4と同様に評価を行った。結果を表4に示す。

40

【 0 1 9 4 】

【 化 2 8 】



【 0 1 9 5 】

【表 4】

	ホスト	CIE 色度色度	印加電圧 @800cd/m ² (V)	発光効率 @800cd/m ² (cd/A)	200時間後の 輝度減少率 @75mA/cm ²
実施例4	例示化合物 A-02	(0.68, 0.32)	3.8	6.5	10%
実施例5	例示化合物 A-17	(0.68, 0.32)	4.1	5.9	16%
実施例6	例示化合物 B-18	(0.68, 0.32)	3.6	6.0	12%
比較例10	比較化合物 H-4	(0.67, 0.32)	5.9	4.3	55%
比較例11	CBP	(0.68, 0.32)	6.0	4.9	79%

10

【0196】

< 実施例 7 >

図 3 に示す構造の有機発光素子を以下に示す方法で作製した。

【0197】

20

実施例 4 と同様の方法で作製した ITO 基板上に、以下の有機化合物層及び電極層を、 10^{-4} Pa の真空チャンパー内で抵抗加熱による真空蒸着により連続的に成膜した。具体的には、まずホール輸送層 5 として $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ を膜厚 16 nm で成膜した。次に、発光層 3 として、ホストである例示化合物 A-02 と、ゲストである $\text{Ir}(\text{piq})_3$ と、補助ドープアントである $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ とを共蒸着し、膜厚 50 nm の混合膜を成膜した。ここで、発光層 3 全体に対する $\text{Ir}(\text{piq})_3$ 及び $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ の含有量は、それぞれ 5 重量%、15 重量%である。次に電子輸送層 6 として、Bphen を膜厚 50 nm で成膜した。次に KF を膜厚 1 nm で成膜し、次いで Al を膜厚 120 nm で成膜した。ここで、KF 膜及び Al 膜は、陰極 4 として機能する。

【0198】

30

次に、有機発光素子が、水分の吸着によって素子劣化が起こらないように、乾燥空気雰囲気中で保護用ガラス板をかぶせ、アクリル樹脂系接着材で封止した。以上のようにして有機発光素子を得た。

【0199】

得られた有機発光素子について、ITO 電極（陽極 2）を正極、Al 電極（陰極 4）を負極にして、4.0 V の印加電圧をかけたところ、発光効率が 8.1 cd/A で、輝度 1000 cd/m^2 の赤色発光が観測された。またこの素子において、CIE 色度座標は、 $(x, y) = (0.68, 0.32)$ であった。さらに、この素子を 100 mA/cm^2 の定電流密度を保ちながら 500 時間耐久駆動させると、初期輝度からの輝度減少率は 13% であった。

40

【0200】

< 実施例 8 >

実施例 7 において、発光層のホストを、例示化合物 A-02 に代えて、例示化合物 A-17 を使用した他は、実施例 7 と同様の方法で素子を作製した。また得られた素子について実施例 7 と同様に評価を行った。結果を表 5 に示す。

【0201】

< 実施例 9 >

実施例 7 において、発光層のホストを、例示化合物 A-02 に代えて、例示化合物 B-18 を使用した他は、実施例 7 と同様の方法で素子を作製した。また得られた素子について実施例 7 と同様に評価を行った。結果を表 5 に示す。

50

【0202】

<実施例10>

実施例7において、補助ドーパントを、 $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ に代えて、 $\alpha\text{-NPD}$ を使用し、発光層3全体に対する $\alpha\text{-NPD}$ の含有量を25重量%とした他は、実施例7と同様の方法で素子を作製した。また得られた素子について実施例7と同様に評価を行った。結果を表5に示す。

【0203】

<比較例12>

実施例7において、発光層のホストを、例示化合物A-02に代えて、比較化合物H-2を使用した他は、実施例7と同様の方法で素子を作製した。また得られた素子について実施例7と同様に評価を行った。結果を表5に示す。

【0204】

<比較例13>

実施例7において、発光層のホストを、例示化合物A-02に代えて、CBPを使用した他は、実施例7と同様の方法で素子を作製した。また得られた素子について実施例7と同様に評価を行った。結果を表5に示す。

【0205】

【表5】

	ホスト	補助ドーパント	CIE色度色度	印加電圧 @1000cd/m ² (V)	発光効率 @1000cd/m ² (cd/A)	500時間後の輝度減少率 @100mA/cm ²
実施例7	例示化合物A-02	$\text{Ir}(\text{ppy})_3$	(0.68, 0.32)	4.0	8.1	13%
実施例8	例示化合物A-17	$\text{Ir}(\text{ppy})_3$	(0.68, 0.32)	4.3	7.8	21%
実施例9	例示化合物B-18	$\text{Ir}(\text{ppy})_3$	(0.68, 0.32)	3.9	8.2	20%
実施例10	例示化合物A-02	$\alpha\text{-NPD}$	(0.67, 0.32)	3.5	7.7	25%
比較例12	比較化合物H-2	$\text{Ir}(\text{ppy})_3$	(0.68, 0.32)	5.2	4.3	81%
比較例13	CBP	$\text{Ir}(\text{ppy})_3$	(0.68, 0.32)	4.6	5.6	74%

【0206】

<実施例11>

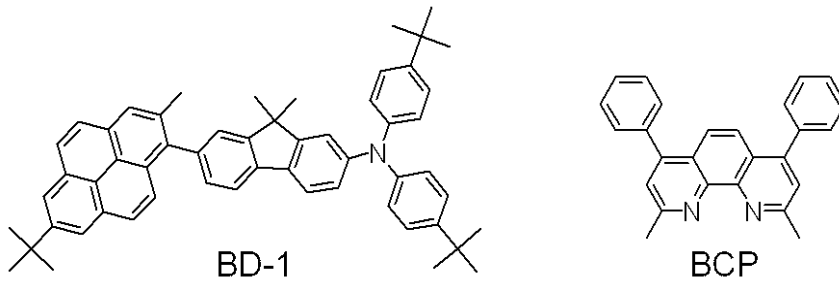
図3に示す構造の有機発光素子を以下に示す方法で作製した。

【0207】

実施例4と同様の方法で作製したITO基板上に、以下の有機化合物層及び電極層を、 10^{-4}Pa の真空チャンパー内で抵抗加熱による真空蒸着により連続的に成膜した。具体的には、まずホール輸送層5として、 $\alpha\text{-NPD}$ を膜厚16nmで成膜した。次に、発光層3として、ホストである例示化合物B-18とゲストである下記に示すBD-1とを共蒸着し膜厚30nmの混合物膜を成膜した。ここで発光層3全体に対するBD-1の含有量は5重量%である。次に電子輸送層6として、BCPを膜厚30nmで成膜した。次にKFを膜厚1nmで成膜し、次いでAlを膜厚120nmで成膜した。ここで、KF膜及びAl膜は、陰極4として機能する。

【0208】

【化 2 9】



【 0 2 0 9】

次に、有機発光素子が、水分の吸着によって素子劣化が起こらないように、乾燥空気雰囲気中で保護用ガラス板をかぶせ、アクリル樹脂系接着材で封止した。以上のようにして有機発光素子を得た。

【 0 2 1 0】

このようにして得られた有機発光素子について、ITO電極（陽極2）を正極、Al電極（陰極4）を負極にして、5.2Vの印加電圧をかけたところ、発光効率が6.8cd/Aである青色の発光が観測された。またこの素子において、CIE色度座標は、(x, y) = (0.15, 0.14)であった。さらに、この素子を30mA/cm²の定電流密度を維持しながら100時間耐久駆動させると、初期輝度からの輝度減少率は23%であった。

【 0 2 1 1】

<実施例12>

図3に示す構造の有機発光素子を作製した。

【 0 2 1 2】

実施例4と同様の方法で作製したITO基板の上に、バイエル社製のPEDOT（有機EL用）を滴下し、1000rpmで20秒間スピンコートした。次に、120の真空チャンバーで1時間乾燥することにより、膜厚40nmのホール輸送層5を形成した。次に、窒素雰囲気にした状態で、ホール輸送層5上に、以下の分量で調製した溶液を滴下し、2000rpmで20秒間スピンコートした。

【 0 2 1 3】

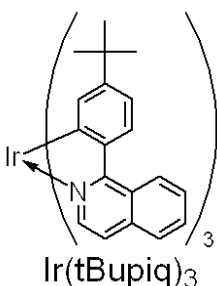
脱水クロロホルム：10g

例示化合物C - 18：100mg

下記に示されるIr(tBupiq)₃：9mg

【 0 2 1 4】

【化 3 0】



【 0 2 1 5】

次に、120の真空チャンバーで1時間乾燥することにより、膜厚50nmの発光層3を形成した。

【 0 2 1 6】

次に、発光層3までの層が積層されている基板を真空蒸着チャンバーに装着した。次に、電子輸送層6として、Bphenを真空蒸着して、膜厚40nmの薄膜を形成した。ここまでの工程において、有機化合物層の総膜厚は130nmである。次にKFを真空蒸着

10

20

30

40

50

により膜厚 1 nm で成膜し、次いで Al を真空蒸着により膜厚 120 nm で成膜した。ここで、KF 膜及び Al 膜は、陰極 4 として機能する。以上のようにして有機発光素子を得た。

【0217】

得られた有機発光素子について、ITO 電極（陽極 2）を正極、Al 電極（陰極 4）を負極にして、DC 電圧を印加することにより素子の特性を評価した。この素子において、輝度を 500 cd/m^2 としたときの電流効率は 1.6 cd/A であり、電力効率では 1.8 m/W であった。またこのときの発光スペクトルのピークは 621 nm であり、CIE 色度座標は $(x, y) = (0.68, 0.32)$ であった。

【図面の簡単な説明】

10

【0218】

【図 1】本発明の有機発光素子における第一の実施形態を示す断面図である。
 【図 2】本発明の有機発光素子における第二の実施形態を示す断面図である。
 【図 3】本発明の有機発光素子における第三の実施形態を示す断面図である。
 【図 4】本発明の有機発光素子と駆動手段を備えた表示装置の一構成例を模式的に示した図である。

【図 5】図 4 における表示装置に配置されている 1 つの画素を構成する回路の示す回路図である。

【図 6】TFT 基板の断面構造の一例を示した模式図である。

【図 7】例示化合物 A - 02 の分子軌道計算結果における、HOMO 及び LUMO の分子軌道を示す図である。

20

【図 8】例示化合物 B - 18 の分子軌道計算結果における、HOMO 及び LUMO の分子軌道を示す図である。

【図 9】比較化合物 H - 1 の分子軌道計算結果における、HOMO 及び LUMO の分子軌道を示す図である。

【図 10】比較化合物 H - 2 の分子軌道計算結果における、HOMO 及び LUMO の分子軌道を示す図である。

【符号の説明】

【0219】

30

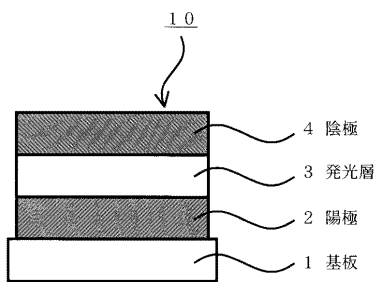
- 1 基板
- 2 陽極
- 3 発光層
- 4 陰極
- 5 ホール輸送層
- 6 電子輸送層
- 10, 20, 30 有機発光素子
- 40, 60 表示装置
- 41 走査信号ドライバー
- 42 情報信号ドライバー
- 43 電流供給源
- 44, 50 画素回路
- 51 第一の薄膜トランジスタ (TFT)
- 52 コンデンサー (C_{add})
- 53 第二の薄膜トランジスタ (TFT)
- 61 基板
- 62 防湿層
- 63 ゲート電極
- 64 ゲート絶縁膜
- 65 半導体膜
- 66 ドレイン電極

40

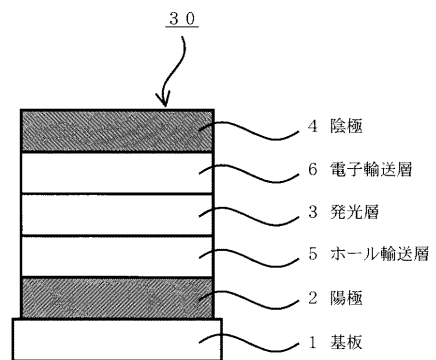
50

- 6 7 ソース電極
- 6 8 T F T 素子
- 6 9 絶縁膜
- 7 0 コンタクトホール（スルーホール）
- 7 1 陽極
- 7 2 有機層
- 7 3 陰極
- 7 4 第一の保護層
- 7 5 第二の保護層

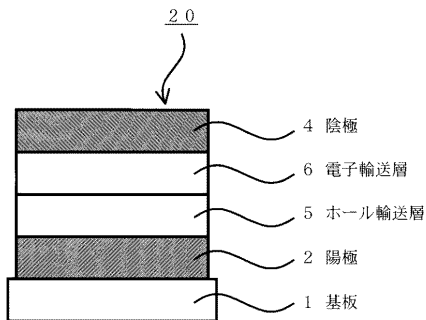
【 図 1 】



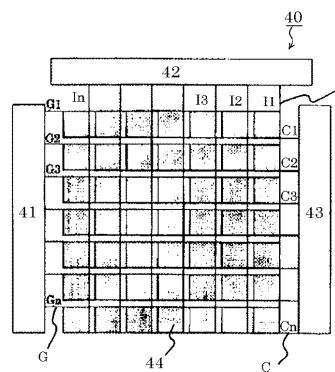
【 図 3 】



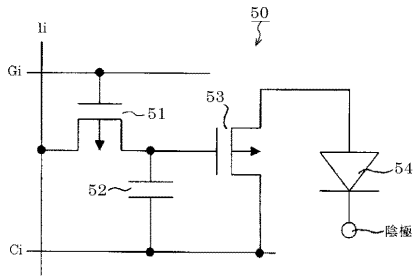
【 図 2 】



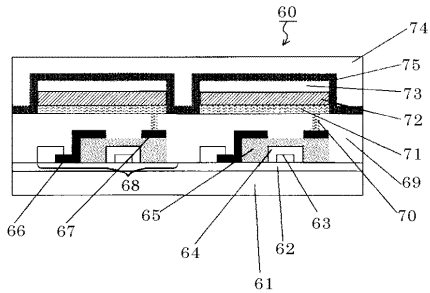
【 図 4 】



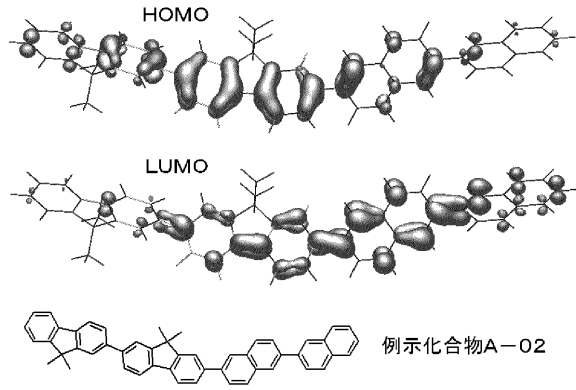
【图 5】



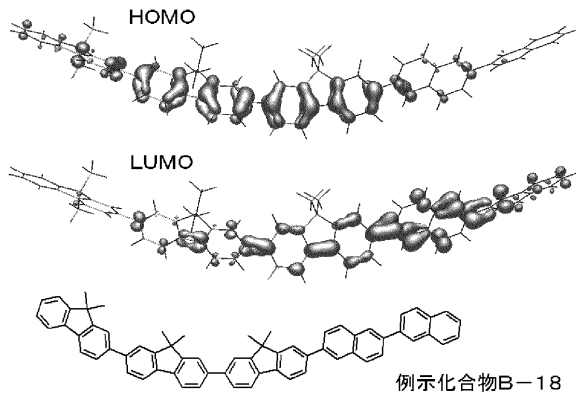
【图 6】



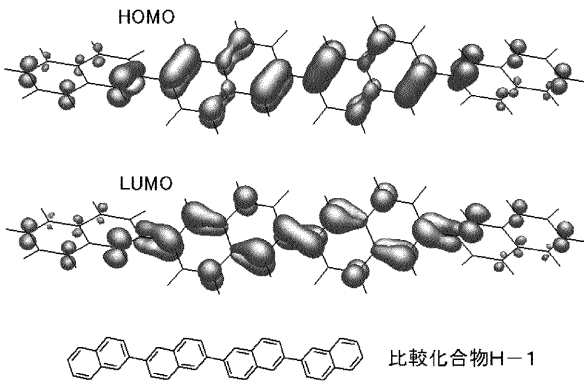
【图 7】



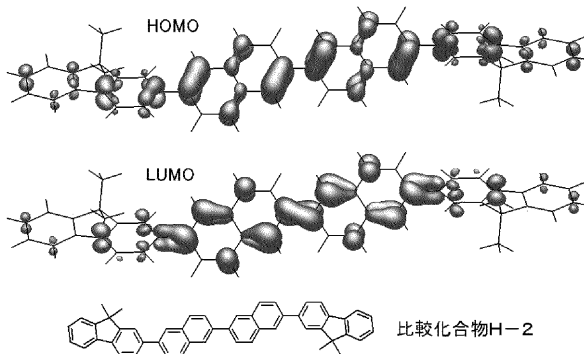
【图 8】



【图 9】



【图 10】



フロントページの続き

(72)発明者 安部 滋幹

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72)発明者 大石 亮太

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72)発明者 岸野 賢悟

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

Fターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC04 CC12 CC21 DD53 DD59 DD64 DD67 DD68
4H006 AA01 AA03 AB92 AC24 BA25 BA35