(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 8 月 2 日(02.08.2012)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/102333 A1

(51) 国際特許分類:
C07C 15/20 (2006.01) *C09K 11/06* (2006.01)
C07F 1/02 (2006.01) *H01L 51/50* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2012/051640

(22) 国際出願日: 2012 年 1 月 26 日(26.01.2012)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2011-015702 2011 年 1 月 27 日(27.01.2011) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ＪＮＣ株式会社 (JNC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008105 東京都千代田区大手町二丁目２番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 小野 洋平 (ONO Yohei) [JP/JP]; 〒2908551 千葉県市原市五井海岸５番地の１ ＪＮＣ石油化学株式会社 市原研究所内 Chiba (JP).

(74) 代理人: 小林 浩, 外 (KOBAYASHI Hiroshi et al.); 〒1040028 東京都中央区八重洲二丁目８番７号 福岡ビル９階 阿部・井窪・片山法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

WO 2012/102333 A1

(54) **Title**: NOVEL ANTHRACENE COMPOUND AND ORGANIC ELECTROLUMINESCENCE ELEMENT USING SAME

(54) 発明の名称 : 新規アントラセン化合物およびこれを用いた有機電界発光素子

(57) **Abstract**: Provided is an organic electroluminescence element having superior element service life. An anthracene compound in which a C_{10} or greater aryl is bonded to the 9-position and a naphthyl group is bonded to the 10-position, wherein a compound in which a specific aryl has been substituted, in particular, at the 7-position of the naphthyl group (which is bonded at the 2-position thereof to the anthracene) is used as a material for a luminescence layer to produce an organic electroluminescence element.

(57) 要約: 素子寿命が優れた有機電界発光素子を提供する。９位に炭素数１０以上のアリールが結合し、１０位にナフチル基が結合したアントラセン化合物において、ナフチル基（その２位においてアントラセンと結合）の特に７位に特定のアリールを置換させた化合物を発光層用材料として用いて、有機電界発光素子を製造する。

明　細　書

発明の名称 ：

新規アントラセン化合物およびこれを用いた有機電界発光素子

技術分野

[0001] 本発明は、新規アントラセン化合物および新規アントラセン発光層用材料、さらに例えばカラーディスプレイなどの表示装置の表示素子として好適な有機電界発光素子に関する。より詳しくは、新規アントラセン化合物を発光層に用いることによって、寿命などを改善させた有機電界発光素子（以下、有機ＥＬ素子または単に素子と略記することがある。）に関する。

背景技術

[0002] 有機ＥＬ素子は、自発光型の発光素子であり、表示用または照明用の発光素子として期待され、近年活発な研究がなされている。有機ＥＬ素子の実用化を促進するには、素子の低消費電力化、長寿命化が不可欠な要素であり、特に青色発光素子に関しては大きな問題となっている。

[0003] そのため、有機発光材料については様々な検討がされてきており、青色発光素子の発光効率向上、寿命向上を狙って、スチリルアレンやアントラセン誘導体などについて改良が進められてきた（例えば非特許文献１、特許文献１、２）。さらに、ディスプレイ向けに材料の開発が促進され、ＮＴＳＣ比の向上のためにより色純度の高い（発光スペクトルの波長が短く、半値幅が狭い）青色発光が得られる構成の材料が必要とされてきている。

[0004] これまで、青色素子の発光層用材料として、アントラセン誘導体に関する報告（下記特許文献１及び２、下記非特許文献１～５）があるが、高い色純度の発光を目的として、発光波長の短い材料を用いて発光層を形成すると、高い発光効率で有機ＥＬ素子の寿命特性を向上させることは難しかった。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2005-139390号公報

特許文献2：特開2004-6222号公報

非特許文献

[0006] 非特許文献1：Materials Science and Engineering: R: Reports Volume 39, Issues 5-6, Pages 143-222, 2002.

非特許文献2：Appl. Phys. Lett. 91, 251111 (2007)

非特許文献3：Appl. Phys. Lett. 89, 252903 (2006)

非特許文献4：Appl. Phys. Lett. 90, 123506 (2007)

非特許文献5：Appl. Phys. Lett. 91, 083515 (2007)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0007] 上記のような状況下、素子寿命などにおいて改善された高色純度の青色発光素子、およびこれを用いた表示装置の開発が望まれている。

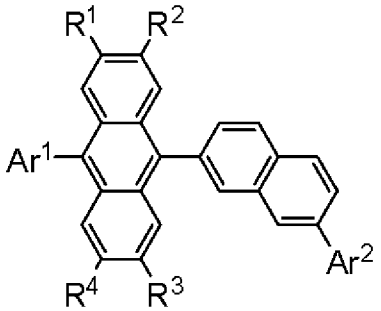
課題を解決するための手段

[0008] 本発明者らは、前記課題を解決するため鋭意検討した結果、一般式（１）で表される新規アントラセン化合物を開発し、それらを青色発光素子の発光層に用いる発光層用材料として用いることにより、素子寿命などにおいて改善された有機電界発光素子が得られることを見出し、本発明を完成した。

[0009] すなわち本発明は以下のような新規アントラセン化合物、発光層用材料、有機電界発光素子、および該有機電界発光素子を備えた表示装置、照明装置を提供する。

[0010] ［１］ 下記一般式（１）で表される化合物。

[化5]



(1)

式（１）中、

Ａｒ[1]は、置換されていてもよい、炭素数１０～３０のアリールであり、

Ａｒ[2]は、置換されていてもよい、炭素数６～３０のアリールであり、

Ｒ[1]～Ｒ[4]は、それぞれ独立して、水素または炭素数１～４のアルキルであり、そして、

式（１）で表される化合物における少なくとも１つの水素が重水素で置換されていてもよい。

[0011] ［２］　Ａｒ[1]は、ナフチル、ビフェニリル、ビナフチル、テルフェニリル、クアテルフェニリル、ナフチルフェニル、フェニルナフチル、フェナントリル、フェナントリルフェニル、クリセニル、ピレニルフェニルまたはトリフェニレニルであり、これらは炭素数１～１２のアルキルまたは炭素数３～１２のシクロアルキルで置換されていてもよく、

Ａｒ[2]は、フェニル、ナフチル、ビフェニリル、ビナフチル、テルフェニリル、クアテルフェニリル、ナフチルフェニル、フェニルナフチル、フェナントリル、フェナントリルフェニル、クリセニル、ピレニルフェニルまたはトリフェニレニルであり、これらは炭素数１～１２のアルキルまたは炭素数３～１２のシクロアルキルで置換されていてもよく、

Ｒ[1]～Ｒ[4]は、それぞれ独立して、水素、メチル、イソプロピルまたはｔ－ブチルであり、そして、

式（１）で表される化合物における少なくとも１つの水素が重水素で置換されていてもよい、

上記［１］に記載の化合物。

[0012] ［３］　Ａｒ[1]は、１－ナフチル、２－ナフチル、２－ビフェニリル、３－ビフェニリル、４－ビフェニリル、４－フェニル－１－ナフチル、ｍ－テルフェニル－５’－イル、フェナントレン－９－イルまたはトリフェニレン－２－イルであり、

Ａｒ[2]は、フェニル、１－ナフチル、２－ナフチル、２－ビフェニリル、３－ビフェニリル、４－ビフェニリル、ｍ－テルフェニル－５’－イル、４－

（ナフタレン－１－イル）フェニル、４－（ナフタレン－２－イル）フェニル、フェナントレン－９－イルまたはトリフェニレン－２－イルであり、

R^1～R^4は、水素であり、そして、

式（１）で表される化合物における少なくとも１つの水素が重水素で置換されていてもよい、

上記［１］または［２］に記載の化合物。

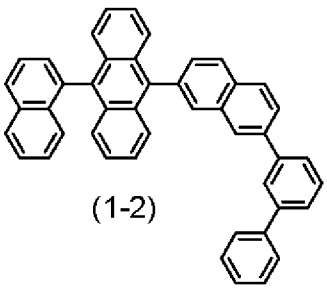
[0013] ［４］　Ar^1は、１－ナフチル、２－ビフェニリル、３－ビフェニリル、４－ビフェニリル、４－フェニル－１－ナフチル、ｍ－テルフェニル－５’－イル、フェナントレン－９－イルまたはトリフェニレン－２－イルであり、そして、

Ar^2における少なくとも１つの水素が重水素で置換されていてもよい、

上記［３］に記載の化合物。

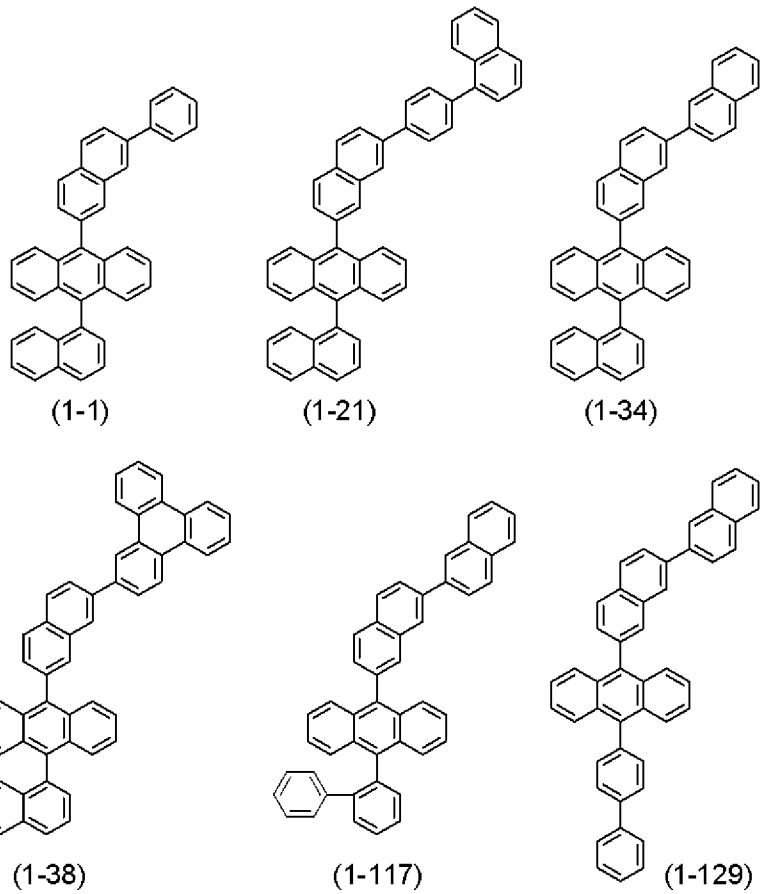
[0014] ［５］　下記式（１－２）で表される化合物。

[化6]



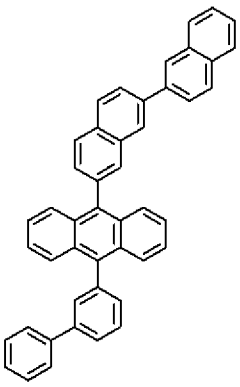
[0015] ［６］　下記式（１－１）、式（１－２１）、式（１－３４）、式（１－３８）、式（１－１１７）または式（１－１２９）で表される化合物。

［化7］

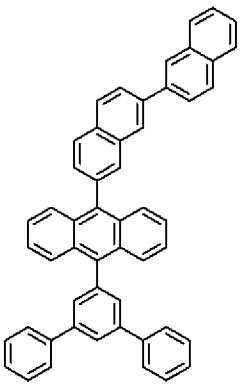


［0016］［７］　下記式（１－１６０）、式（１－１６２）、式（１－１６４）、式（１－１６６）、式（１－１７２）または式（１－１８４）で表される化合物。

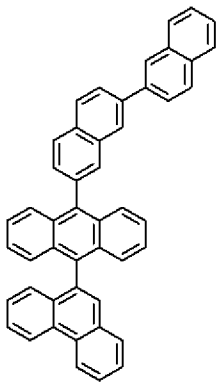
[化8]



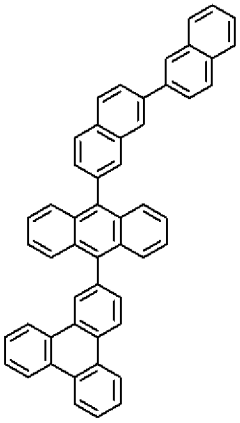
(1-160)



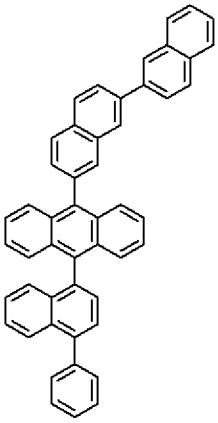
(1-162)



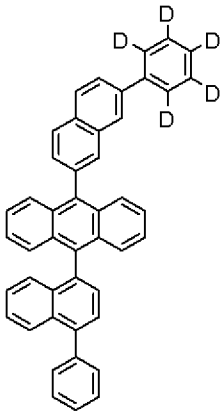
(1-164)



(1-166)



(1-172)



(1-184)

[0017] ［８］　上記［１］～［７］のいずれかに記載の化合物で表される発光層用材料。

[0018] ［９］　陽極および陰極からなる一対の電極と、該一対の電極間に配置され、上記［８］に記載する発光層用材料を含有する発光層とを有する、有機電界発光素子。

[0019] ［１０］　前記発光層に、スチルベン構造を有するアミン、芳香族アミン誘導体およびクマリン誘導体からなる群から選択される少なくとも１つを含有する、上記［９］に記載する有機電界発光素子。

[0020] ［１１］　さらに、前記陰極と前記発光層との間に配置された電子輸送層および／または電子注入層を有し、該電子輸送層および電子注入層の少なくとも１つは、キノリノール系金属錯体、ピリジン誘導体、フェナントロリン誘導体、ボラン誘導体およびベンゾイミダゾール誘導体からなる群から選択さ

れる少なくとも１つを含有する、上記［９］または［１０］に記載する有機電界発光素子。

[0021] ［１２］　前記電子輸送層および電子注入層の少なくとも１つは、さらに、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、アルカリ金属の酸化物、アルカリ金属のハロゲン化物、アルカリ土類金属の酸化物、アルカリ土類金属のハロゲン化物、希土類金属の酸化物、希土類金属のハロゲン化物、アルカリ金属の有機錯体、アルカリ土類金属の有機錯体および希土類金属の有機錯体からなる群から選択される少なくとも１つを含有する、上記［１１］に記載の有機電界発光素子。

[0022] ［１３］　上記［９］～［１２］のいずれかに記載する有機電界発光素子を備えた表示装置。

[0023] ［１４］　上記［９］～［１２］のいずれかに記載する有機電界発光素子を備えた照明装置。

発明の効果

[0024] 本発明の好ましい態様によれば、素子寿命が長い有機電界発光素子を提供することができる。特に、高色純度の青色発光素子として、従来の問題を解決することができる。さらに、この有効な有機電界発光素子を備えた表示装置および照明装置などを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]本実施形態に係る有機電界発光素子を示す概略断面図である。

発明を実施するための形態

[0026] １．一般式（１）で表されるアントラセン化合物

まず、上記一般式（１）で表されるアントラセン化合物について詳細に説明する。本発明の化合物は、９位に炭素数１０以上のアリールが結合し、１０位にナフチル基が結合したアントラセン化合物において、ナフチル基（その２位においてアントラセンと結合）の特に７位に特定のアリールを置換させた化合物であり、このような置換位置およびアリール構造を選択することで、発光層用材料としてより優れた素子寿命を達成した化合物である。

[0027] 一般式（１）のＡｒ[1]における「炭素数１０～３０のアリール」としては、炭素数１０～１８のアリールが好ましい。また、Ａｒ[2]における「炭素数６～３０のアリール」としては、炭素数６～２０のアリールが好ましい。

[0028] 具体的な「アリール」としては、単環系アリールであるフェニル、二環系アリールである（２－，３－，４－）ビフェニリル、縮合二環系アリールである（１－，２－）ナフチル、三環系アリールであるテルフェニリル（ｍ－テルフェニル－２’－イル、ｍ－テルフェニル－４’－イル、ｍ－テルフェニル－５’－イル、ｏ－テルフェニル－３’－イル、ｏ－テルフェニル－４’－イル、ｐ－テルフェニル－２’－イル、ｍ－テルフェニル－２－イル、ｍ－テルフェニル－３－イル、ｍ－テルフェニル－４－イル、ｏ－テルフェニル－２－イル、ｏ－テルフェニル－３－イル、ｏ－テルフェニル－４－イル、ｐ－テルフェニル－２－イル、ｐ－テルフェニル－３－イル、ｐ－テルフェニル－４－イル）、縮合三環系アリールである、アセナフチレン－（１－，３－，４－，５－）イル、フルオレン－（１－，２－，３－，４－，９－）イル、フェナレン－（１－，２－）イル、（１－，２－，３－，４－，９－）フェナントリル、四環系アリールであるクアテルフェニリル（５’－フェニル－ｍ－テルフェニル－２－イル、５’－フェニル－ｍ－テルフェニル－３－イル、５’－フェニル－ｍ－テルフェニル－４－イル、ｍ－クアテルフェニル）、縮合四環系アリールであるトリフェニレン－（１－，２－）イル、ピレン－（１－，２－，４－）イル、ナフタセン－（１－，２－，５－）イル、縮合五環系アリールであるペリレン－（１－，２－，３－）イル、ペンタセン－（１－，２－，５－，６－）イル、また、これらの組み合わせで得られる４－（ナフタレン－１－，－２－イル）フェニル、３－（ナフタレン－１－，－２－イル）フェニル、４－フェニルナフタレン－１－イル、１，１’－ビナフタレン－４－イル、４－（フェナントレン－９－イル）フェニルなどがあげられる。ただし、Ａｒ[1]としてはフェニルは選択されない。

[0029] 中でも、Ａｒ[1]としては１－ナフチル、２－ナフチル、２－ビフェニリル、

３－ビフェニリル、４－ビフェニリル、４－フェニル－１－ナフチル、ｍ－テルフェニル－５’－イル、フェナントレン－９－イルまたはトリフェニレン－２－イルが好ましく、１－ナフチル、２－ビフェニリル、３－ビフェニリル、４－ビフェニリル、４－フェニル－１－ナフチル、ｍ－テルフェニル－５’－イル、フェナントレン－９－イルまたはトリフェニレン－２－イルが特に好ましい。また、Ａｒ^{2}としては、フェニル、１－ナフチル、２－ナフチル、２－ビフェニリル、３－ビフェニリル、４－ビフェニリル、ｍ－テルフェニル－５’－イル、４－（ナフタレン－１－イル）フェニル、４－（ナフタレン－２－イル）フェニル、フェナントレン－９－イルまたはトリフェニレン－２－イルが好ましい。

[0030] 「アリール」への置換基としては、高い発光効率と優れた素子寿命が得られるものであれば特に限定されないが、好ましくは、炭素数１～１２のアルキル、炭素数３～１２のシクロアルキルまたはフッ素などが挙げられる。

[0031] この置換基としての「炭素数１～１２のアルキル」については、直鎖および分枝鎖のいずれでもよい。すなわち、炭素数１～１２の直鎖アルキルまたは炭素数３～１２の分枝鎖アルキルである。より好ましくは、炭素数１～６のアルキル（炭素数３～６の分枝鎖アルキル）であり、さらに好ましくは、炭素数１～４のアルキル（炭素数３～４の分枝鎖アルキル）である。具体例としては、メチル、エチル、ｎ－プロピル、イソプロピル、ｎ－ブチル、イソブチル、ｓ－ブチル、ｔ－ブチル、ｎ－ペンチル、イソペンチル、ネオペンチル、ｔ－ペンチル、ｎ－ヘキシル、１－メチルペンチル、４－メチル－２－ペンチル、３，３－ジメチルブチルまたは２－エチルブチルなどがあげられ、メチル、エチル、ｎ－プロピル、イソプロピル、ｎ－ブチル、イソブチル、ｓ－ブチルまたはｔ－ブチルが好ましく、メチル、イソプロピルまたはｔ－ブチルがより好ましい。

[0032] また、この置換基としての「炭素数３～１２のシクロアルキル」については、具体例としては、シクロプロピル、シクロブチル、シクロペンチル、シクロヘキシル、メチルシクロペンチル、シクロヘプチル、メチルシクロヘキ

シル、シクロオクチルまたはジメチルシクロヘキシルなどがあげられる。

[0033] 「アリール」への置換基については、無置換であることが好ましいが、置換基が存在する場合には、その数は例えば最大置換可能な数であり、好ましくは１～３個、より好ましくは１～２個、更に好ましくは１個である。

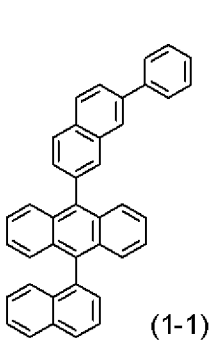
[0034] 一般式（１）のＲ[1]～Ｒ[4]における「炭素数１～４のアルキル」としては、上述したアリールの置換基としてのアルキルの説明を引用することができる。Ｒ[1]～Ｒ[4]としては、それぞれ独立して、水素、メチル、イソプロピルまたはｔ－ブチルが好ましく、水素がより好ましい。

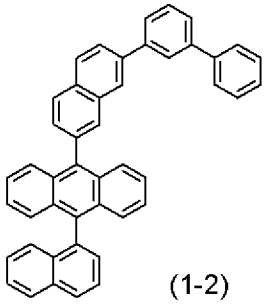
[0035] また、一般式（１）で表される化合物を構成する、アントラセン骨格における水素原子、アントラセンの９位や１０位に置換するＡｒ[1]やナフチル基における水素原子、また、Ａｒ[2]やＲ[1]～Ｒ[4]における水素原子の全てまたは一部が重水素であってもよい。

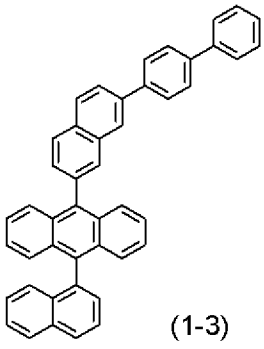
[0036] 上記式（１）で表される化合物の具体例としては、例えば、下記式（１－１）～式（１－１５９）で表される化合物や下記式（１－１６０）～式（１－１８４）で表される化合物があげられる。下記化合物の中でも、下記式（１－１）～式（１－４）、式（１－１９）、式（１－２１）、式（１－２６）、式（１－２７）、式（１－３０）、式（１－３４）、式（１－３７）、式（１－３８）、式（１－４０）～式（１－４３）、式（１－４６）、式（１－４７）、式（１－５０）～式（１－５３）、式（１－５５）～式（１－５８）、式（１－６１）、式（１－６２）、式（１－６５）～式（１－６８）、式（１－７０）～式（１－７３）、式（１－７６）、式（１－７７）、式（１－８０）～式（１－８３）、式（１－８５）～式（１－８８）、式（１－９１）、式（１－９２）および式（１－９５）～式（１－９８）で表される化合物が好ましい。また、式（１－１１２）、式（１－１１３）、式（１－１１６）、式（１－１１７）、式（１－１１９）、式（１－１２２）、式（１－１２４）、式（１－１２５）、式（１－１２８）、式（１－１２９）、式（１－１３１）、式（１－１３４）、式（１－１６０）、式（１－１６２）、式（１－１６４）、式（１－１６６）、式（１－１６８）、式（１

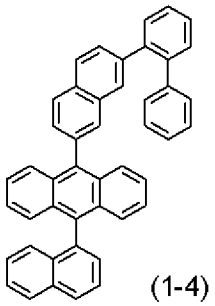
－１６９）、式（１－１７２）～式（１－１７４）、式（１－１７６）～式（１－１８４）で表される化合物が好ましい。

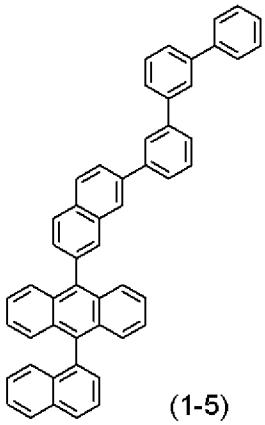
[0037] [化9]

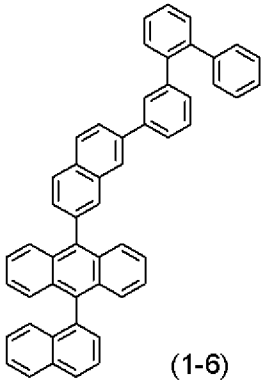

(1-1)

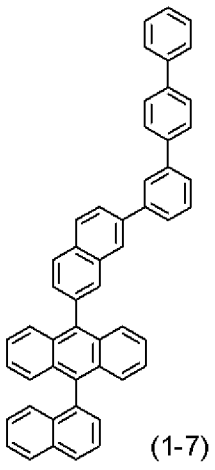

(1-2)

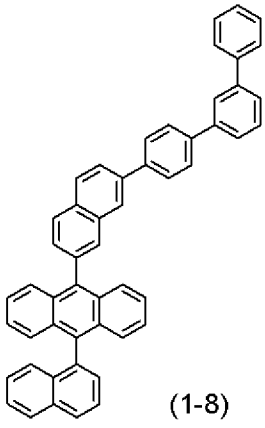

(1-3)

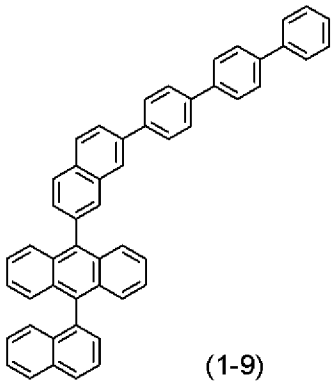

(1-4)


(1-5)


(1-6)

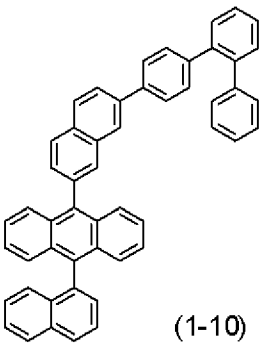

(1-7)


(1-8)

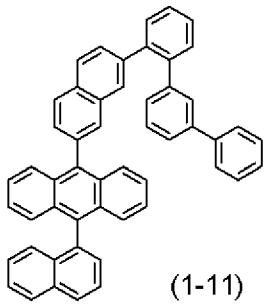

(1-9)

[0038]

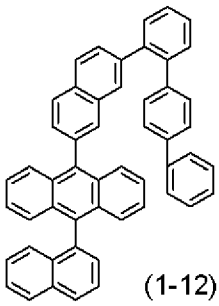
[化10]



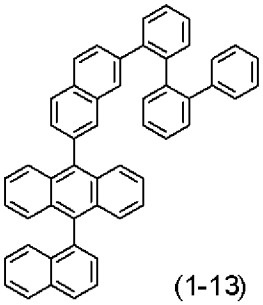
(1-10)



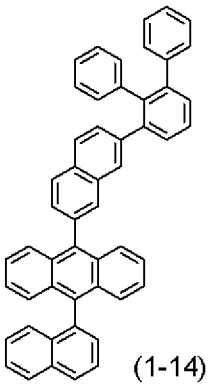
(1-11)



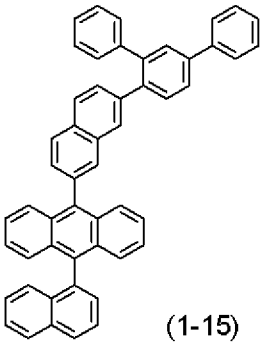
(1-12)



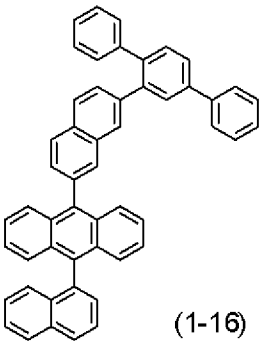
(1-13)



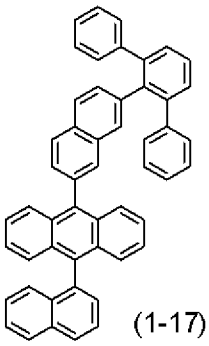
(1-14)



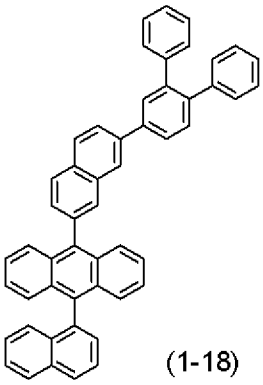
(1-15)



(1-16)



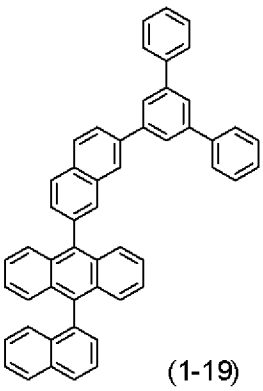
(1-17)



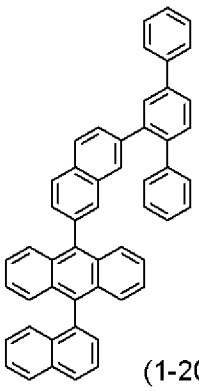
(1-18)

[0039]

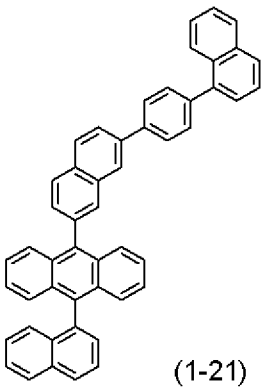
[化11]



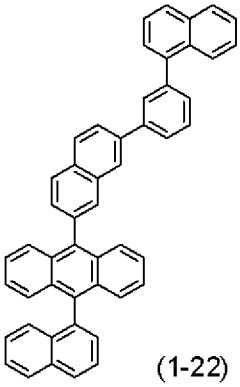
(1-19)



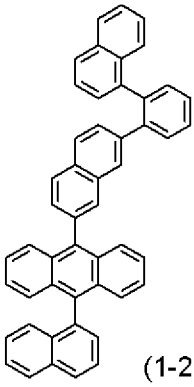
(1-20)



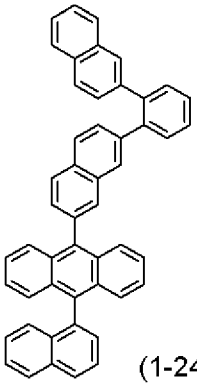
(1-21)



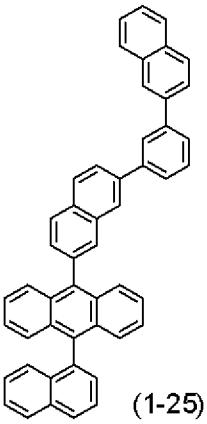
(1-22)



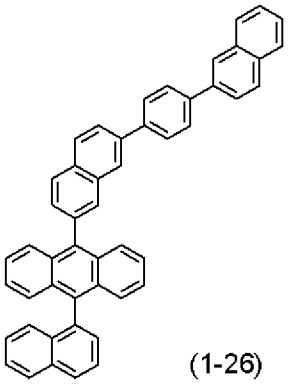
(1-23)



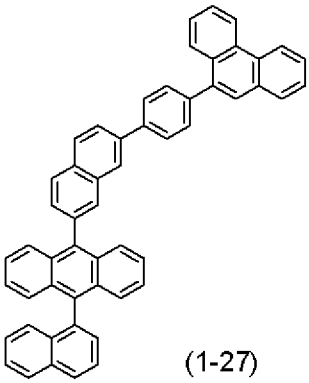
(1-24)



(1-25)



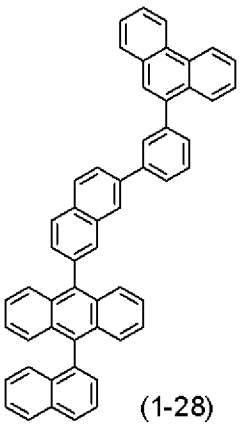
(1-26)

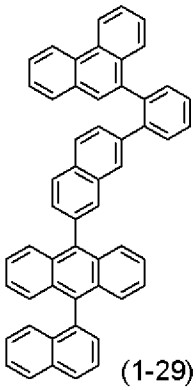


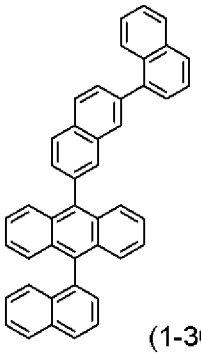
(1-27)

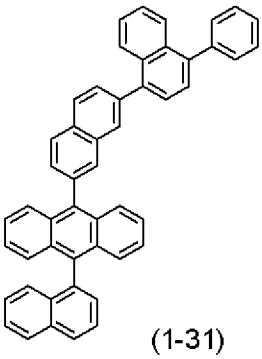
[0040]

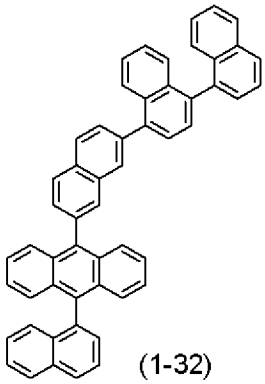
[化12]

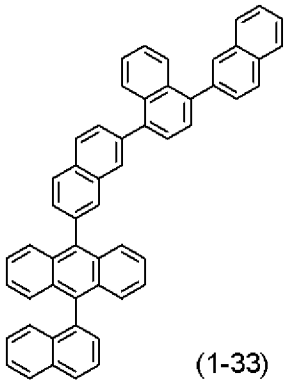

(1-28)

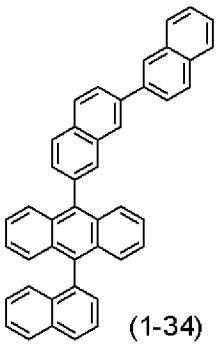

(1-29)

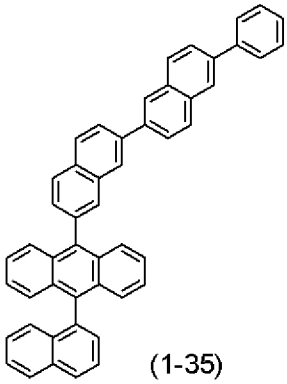

(1-30)

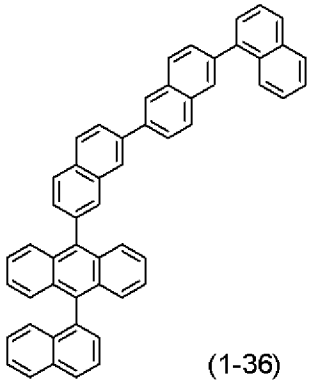

(1-31)


(1-32)


(1-33)

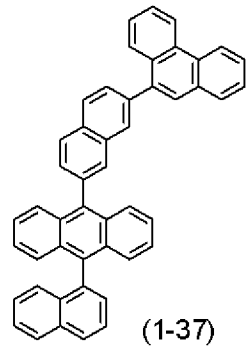

(1-34)

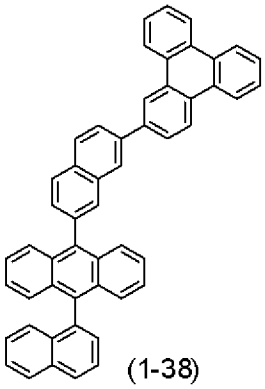

(1-35)

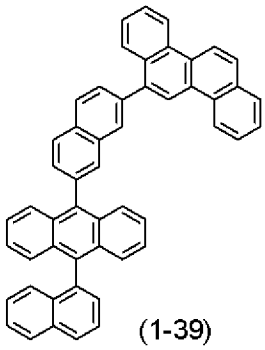

(1-36)

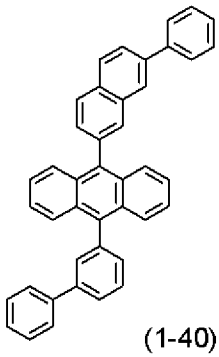
[0041]

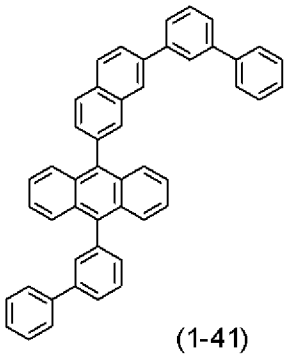
[化13]

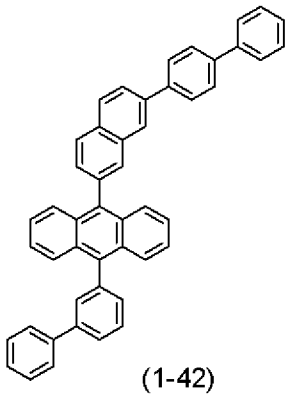

(1-37)

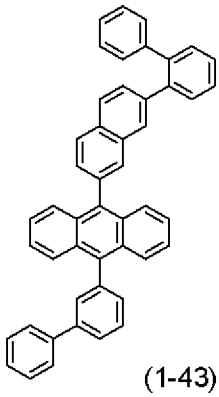

(1-38)

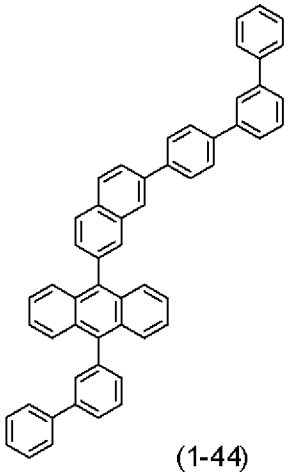

(1-39)

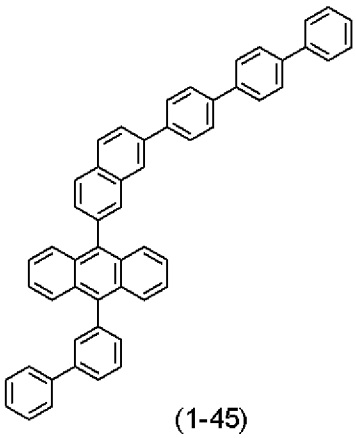

(1-40)


(1-41)


(1-42)

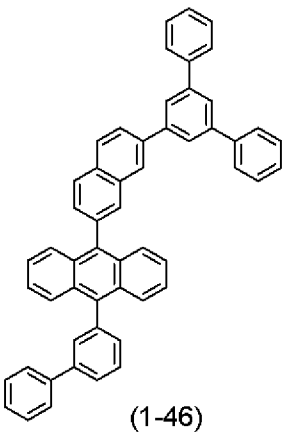

(1-43)


(1-44)

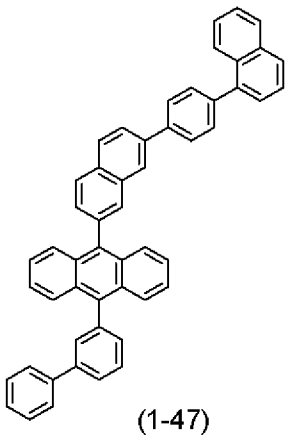

(1-45)

[0042]

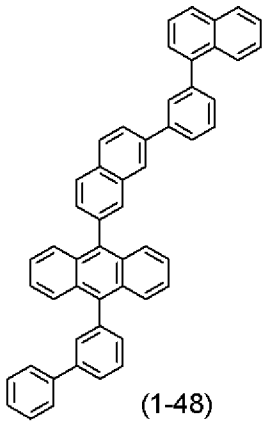
[化14]



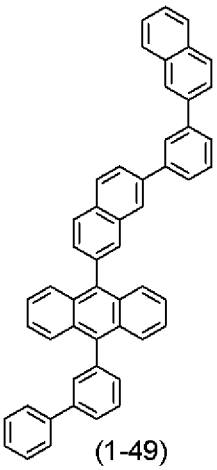
(1-46)



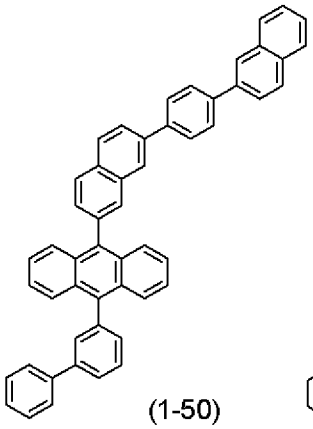
(1-47)



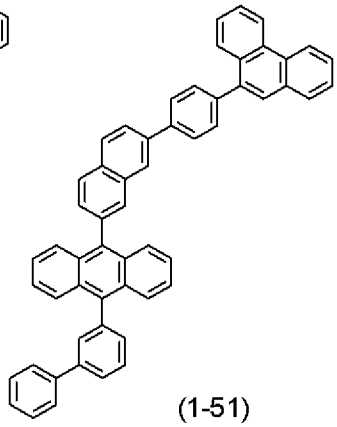
(1-48)



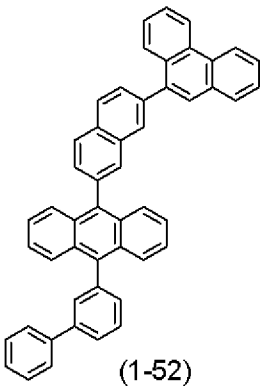
(1-49)



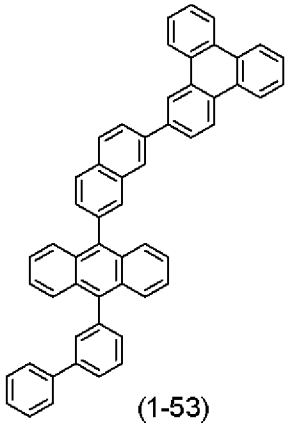
(1-50)



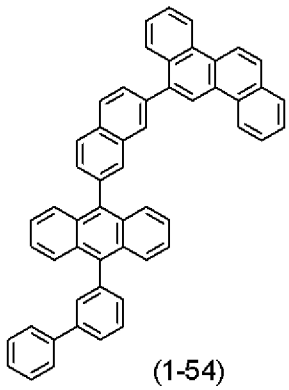
(1-51)



(1-52)



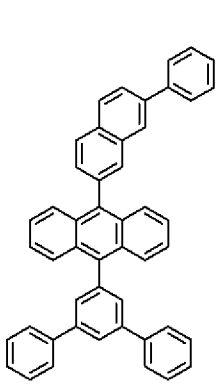
(1-53)

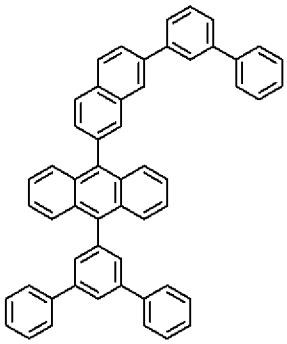


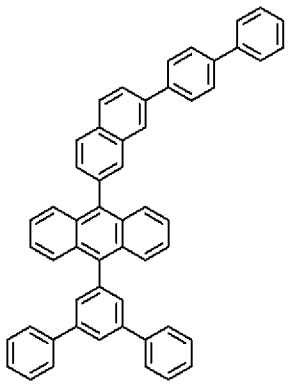
(1-54)

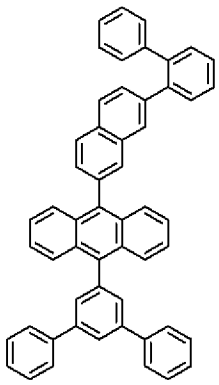
[0043]

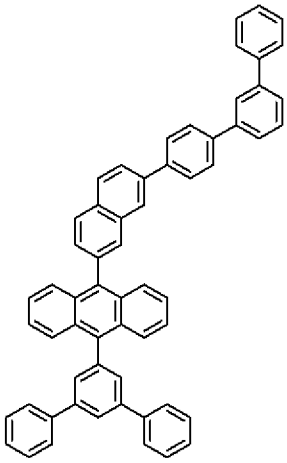
[化15]

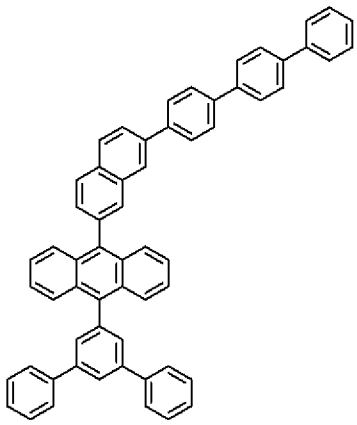

(1-55)

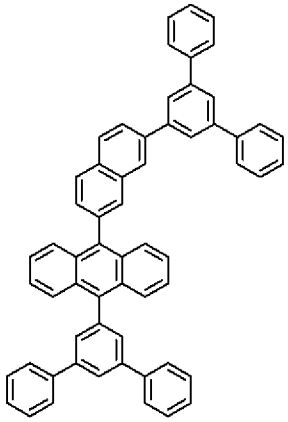

(1-56)

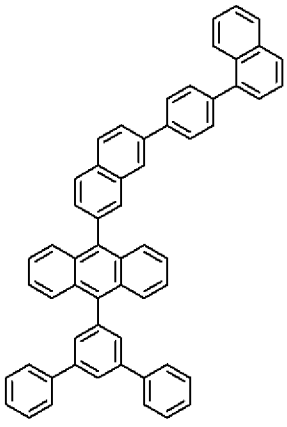

(1-57)

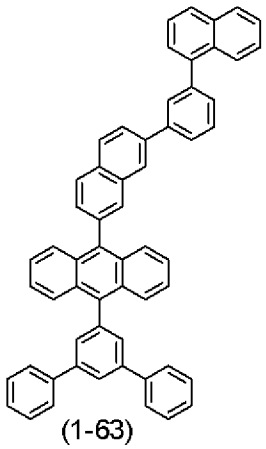

(1-58)


(1-59)


(1-60)

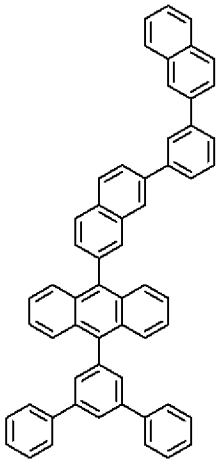

(1-61)

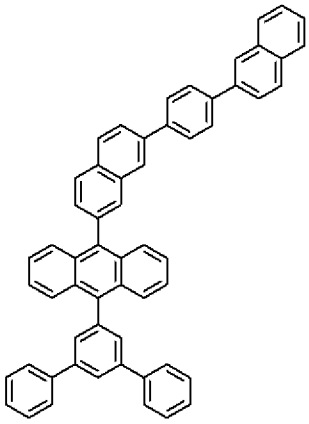

(1-62)

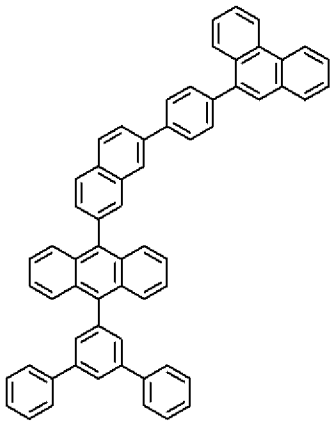

(1-63)

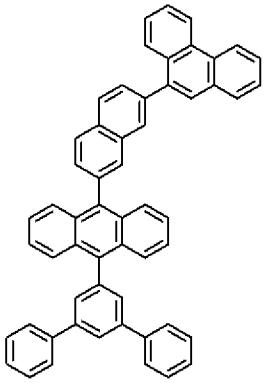
[0044]

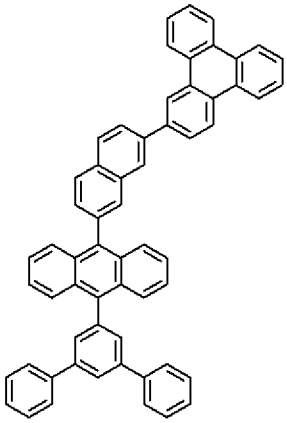
[化16]

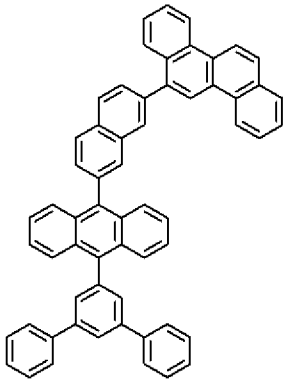

(1-64)

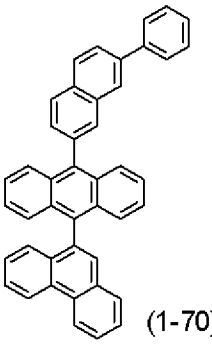

(1-65)

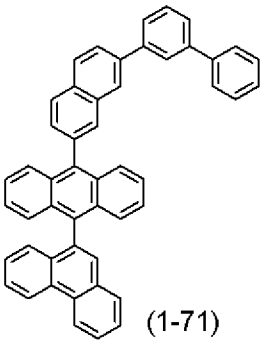

(1-66)

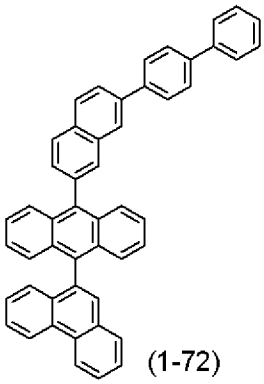

(1-67)


(1-68)


(1-69)

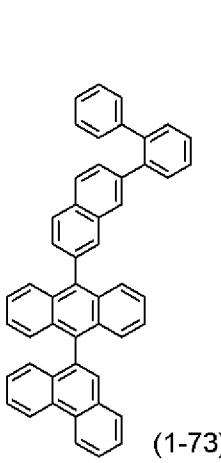

(1-70)

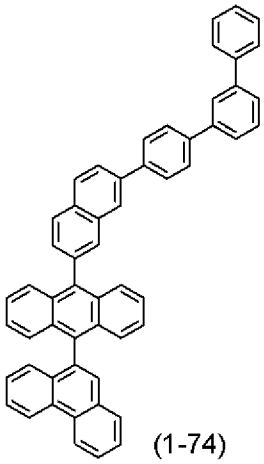

(1-71)

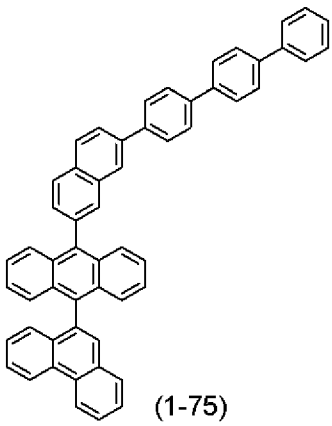

(1-72)

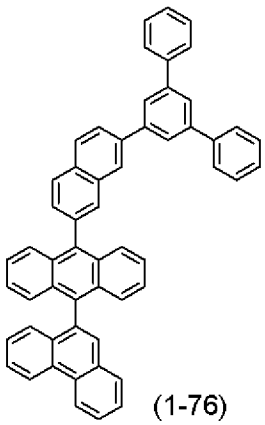
[0045]

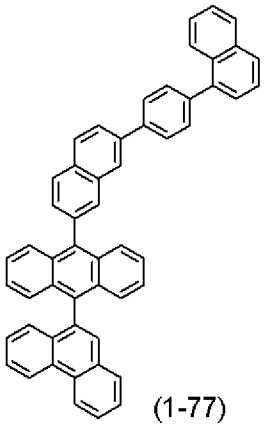
[化17]

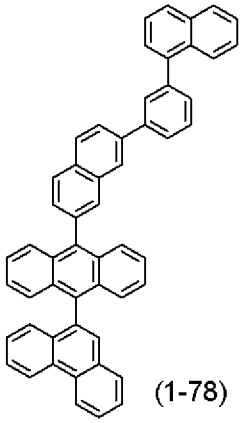

(1-73)

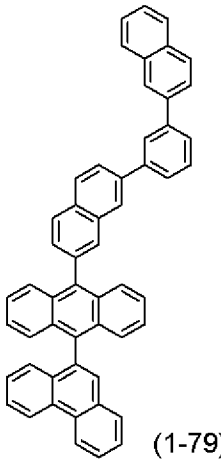

(1-74)

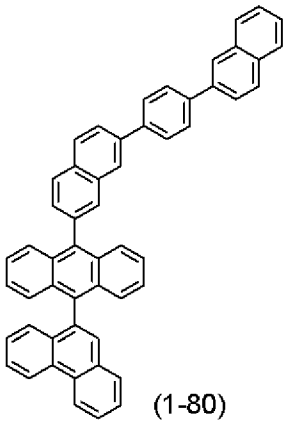

(1-75)

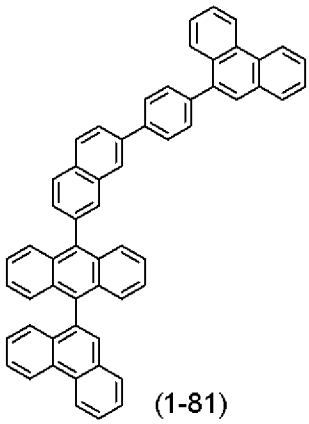

(1-76)


(1-77)


(1-78)

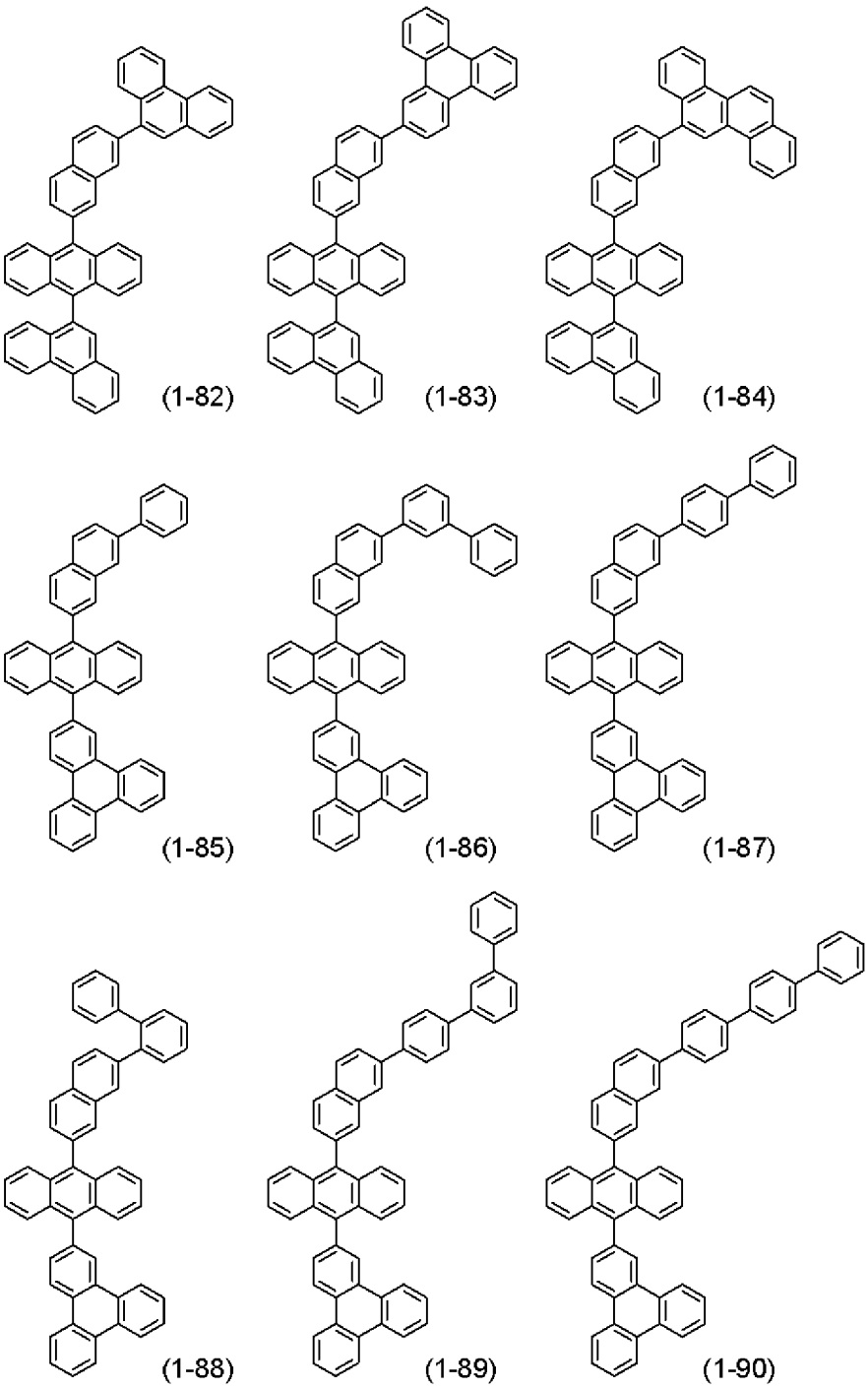

(1-79)


(1-80)


(1-81)

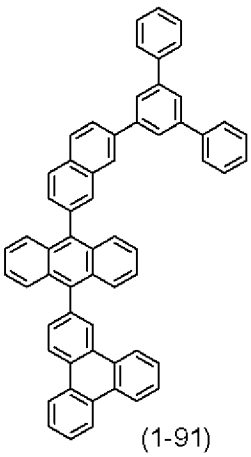
[0046]

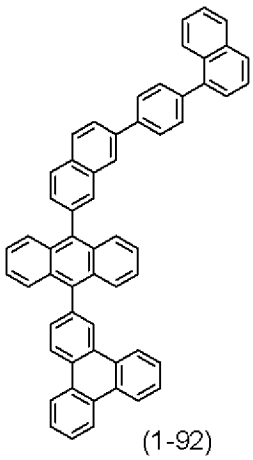
[化18]

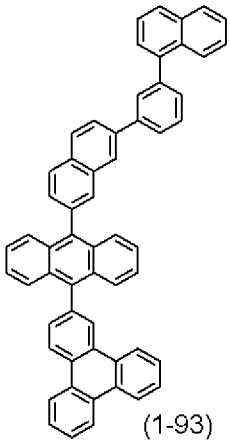


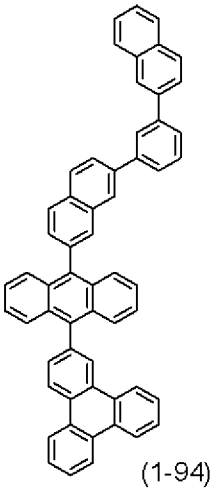
[0047]

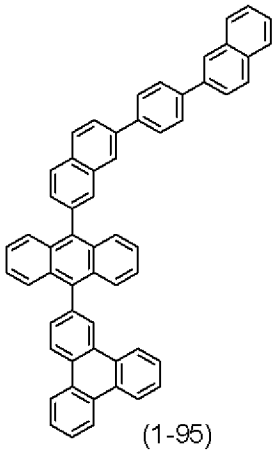
[化19]

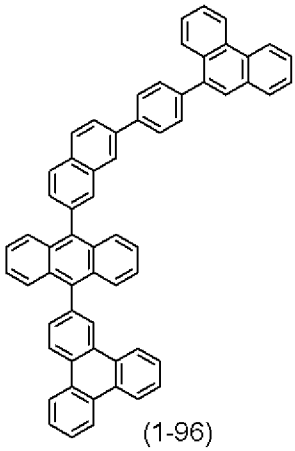

(1-91)

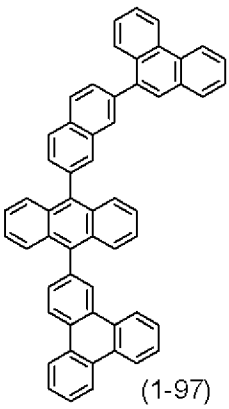

(1-92)

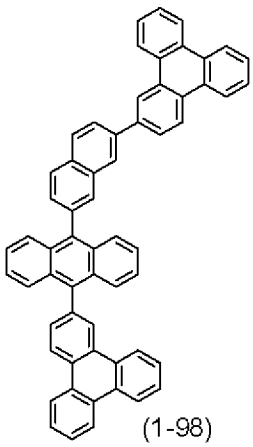

(1-93)

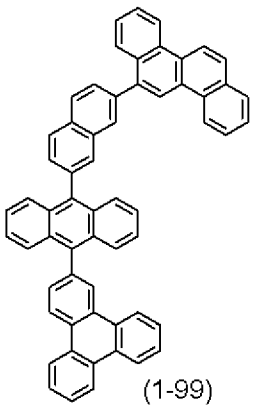

(1-94)


(1-95)


(1-96)

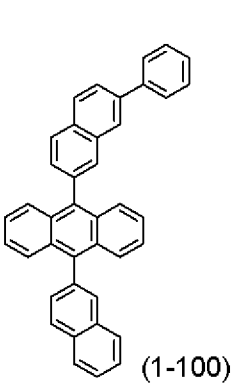

(1-97)

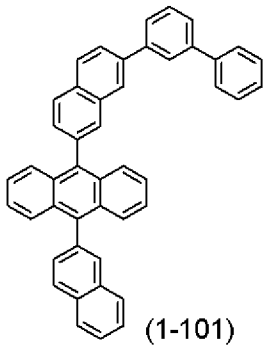

(1-98)

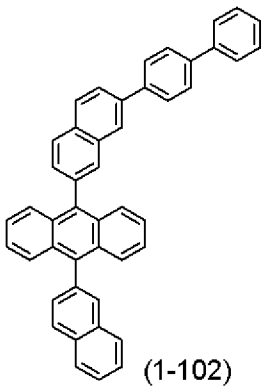

(1-99)

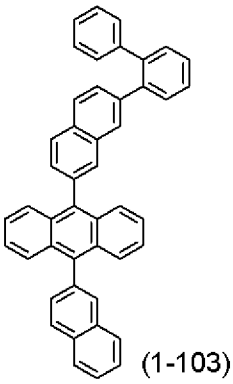
[0048]

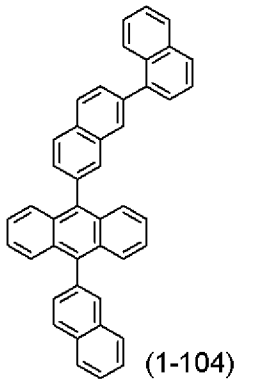
[化20]

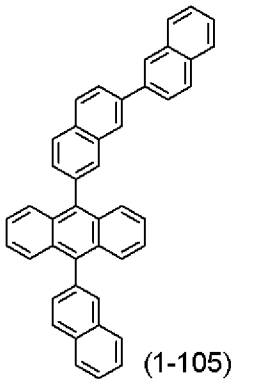

(1-100)

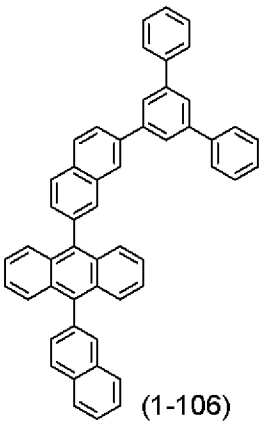

(1-101)

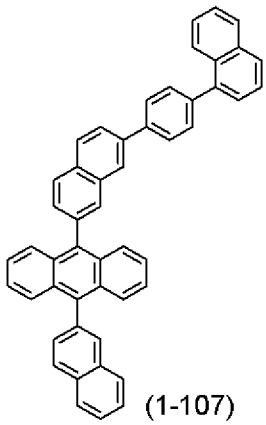

(1-102)

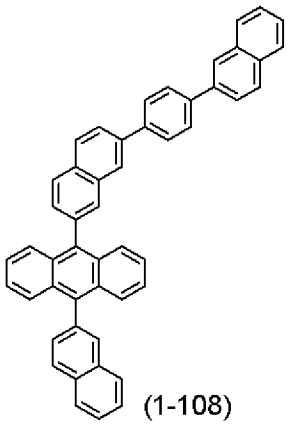

(1-103)


(1-104)


(1-105)

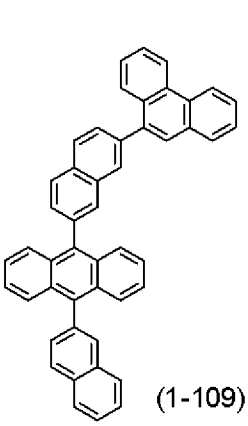

(1-106)

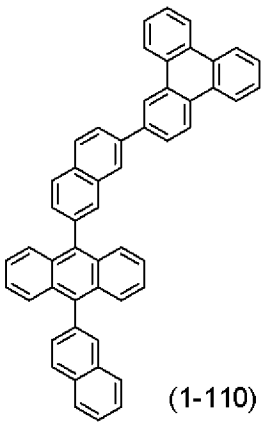

(1-107)

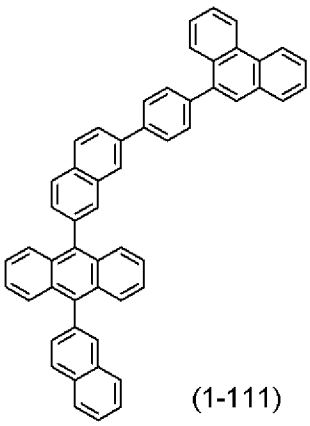

(1-108)

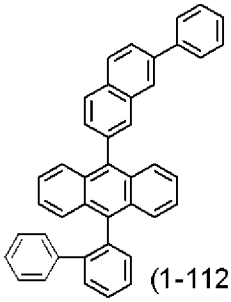
[0049]

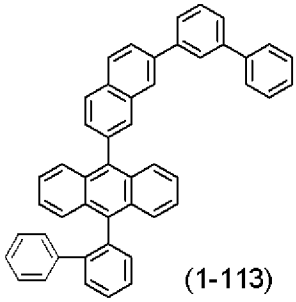
[化21]

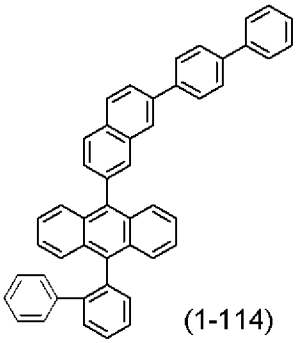

(1-109)

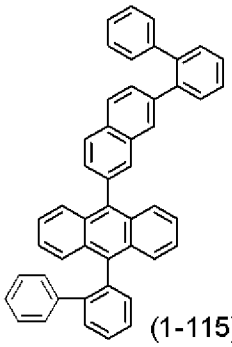

(1-110)

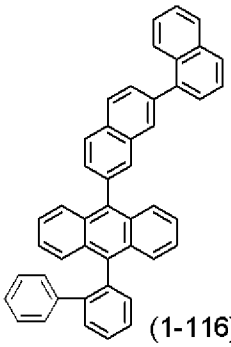

(1-111)

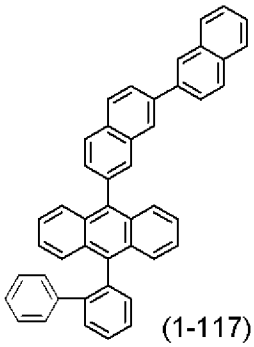

(1-112)


(1-113)


(1-114)

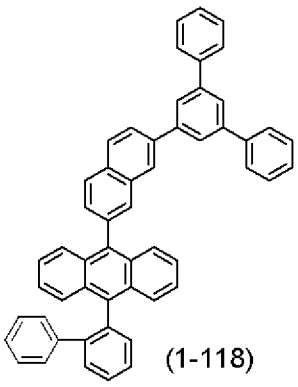

(1-115)

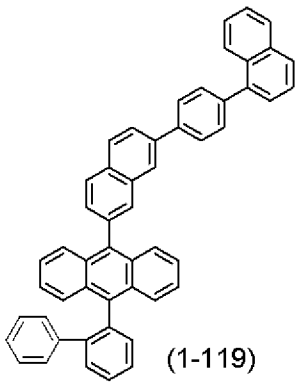

(1-116)

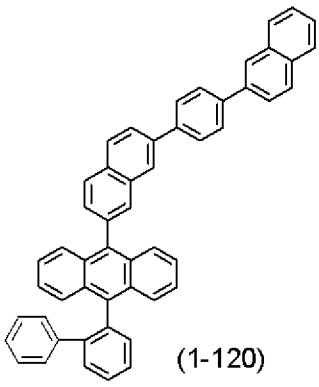

(1-117)

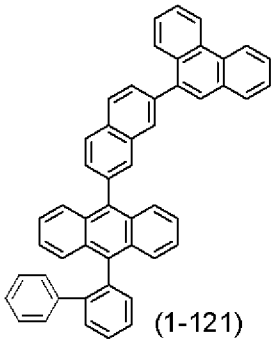
[0050]

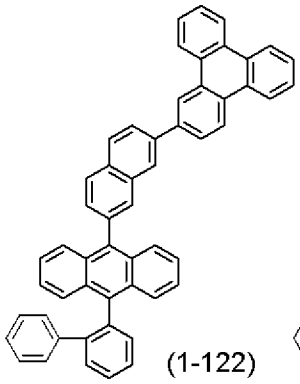
[化22]

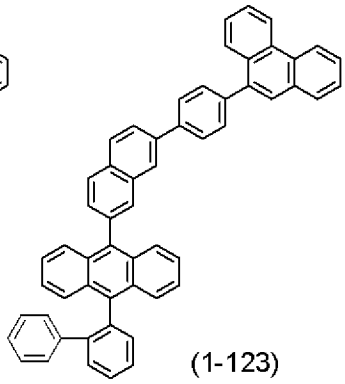

(1-118)

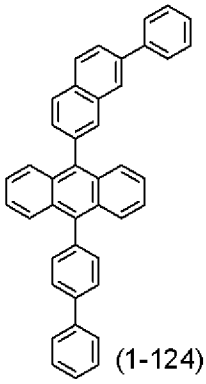

(1-119)

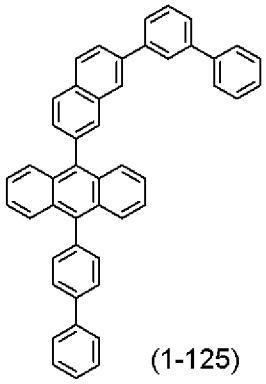

(1-120)

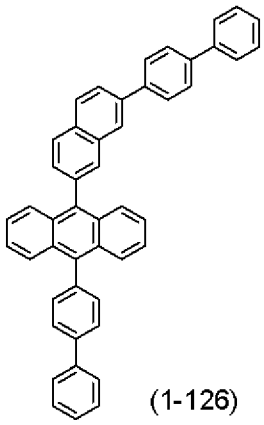

(1-121)


(1-122)


(1-123)

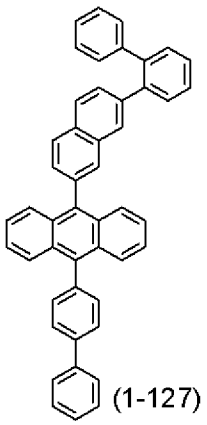

(1-124)

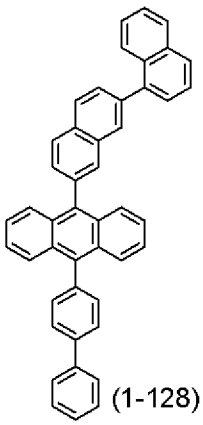

(1-125)

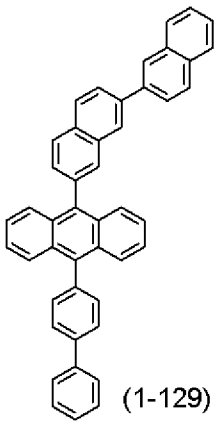

(1-126)

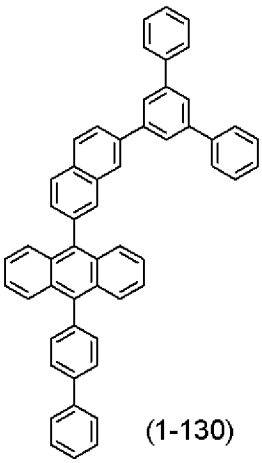
[0051]

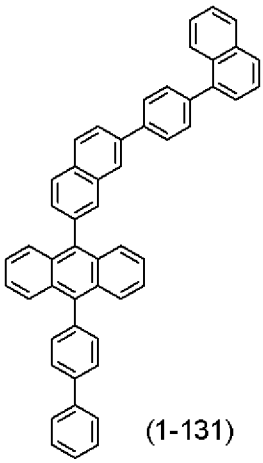
[化23]

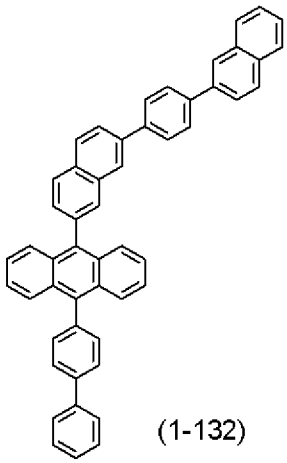

(1-127)

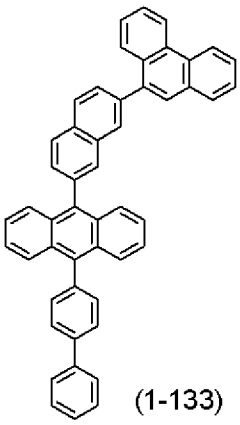

(1-128)

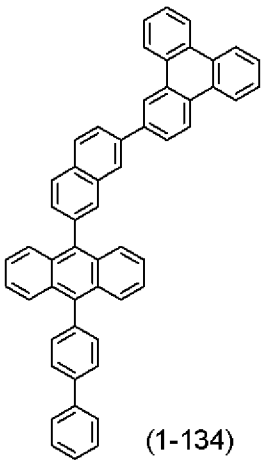

(1-129)

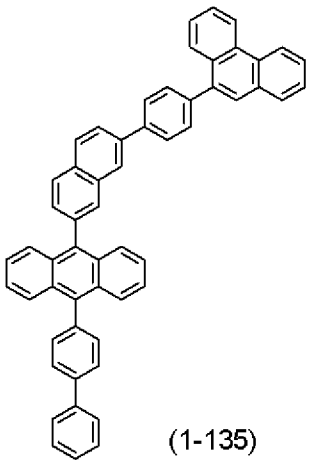

(1-130)


(1-131)


(1-132)

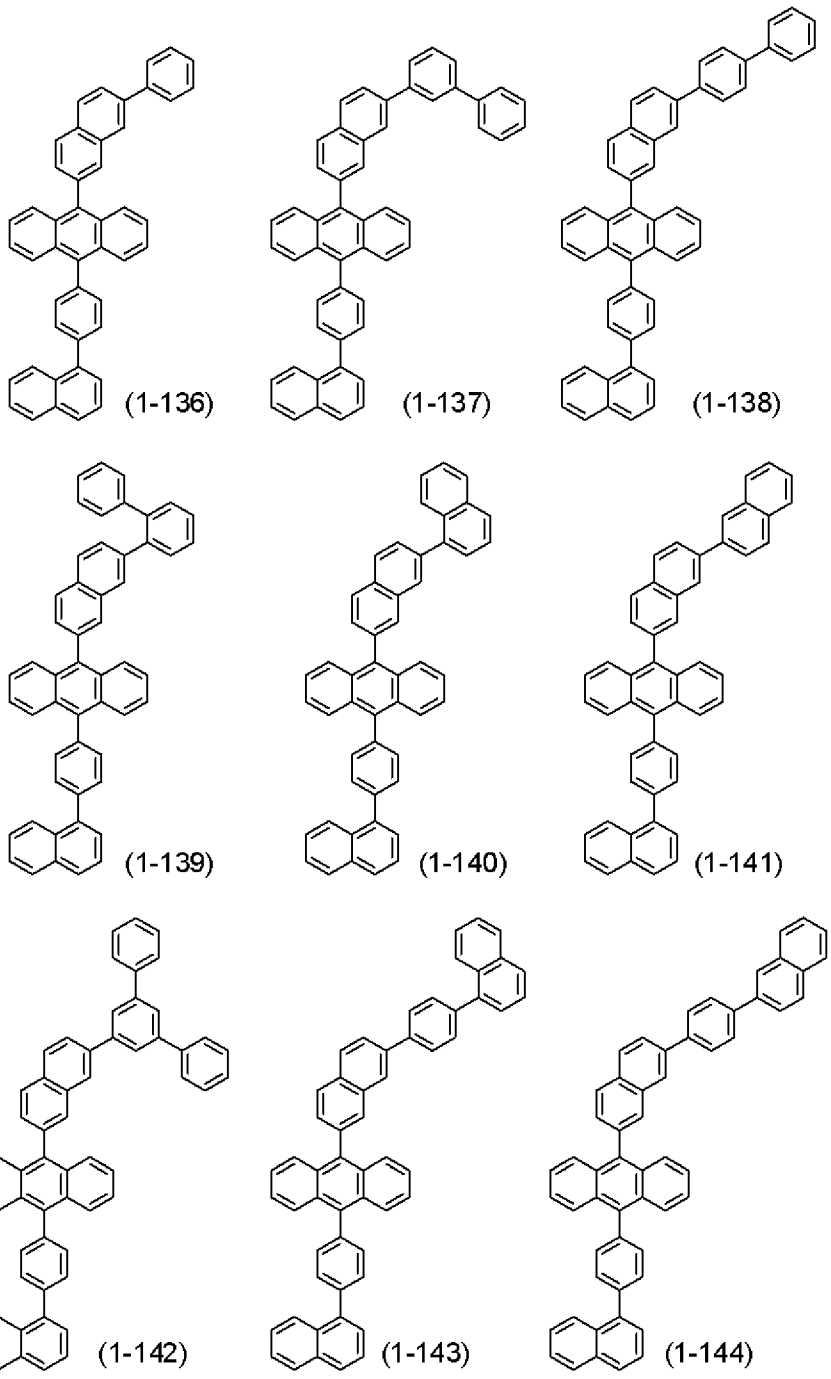

(1-133)


(1-134)


(1-135)

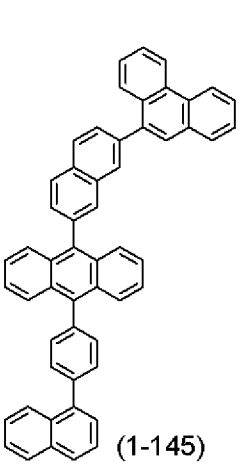
[0052]

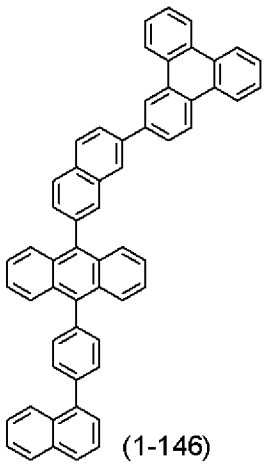
[化24]

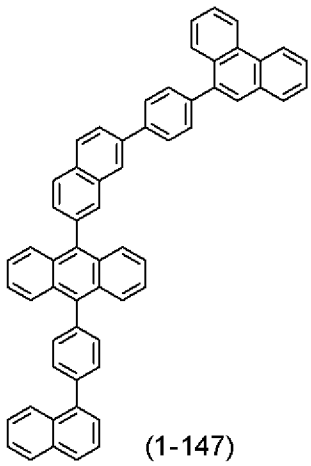


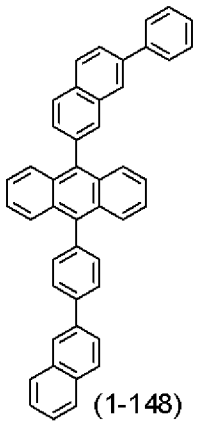
[0053]

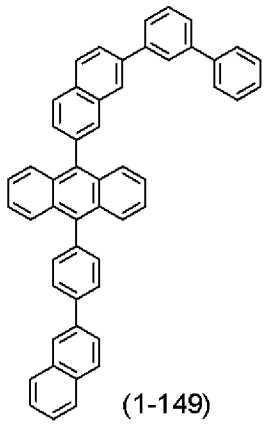
[化25]

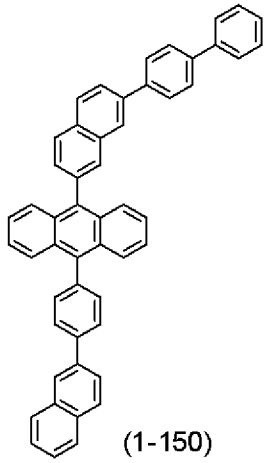

(1-145)

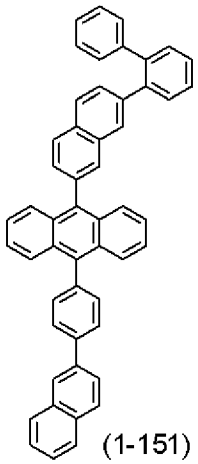

(1-146)

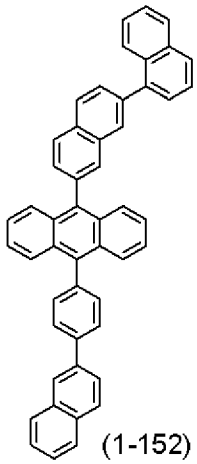

(1-147)

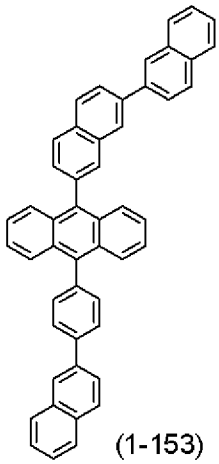

(1-148)


(1-149)


(1-150)

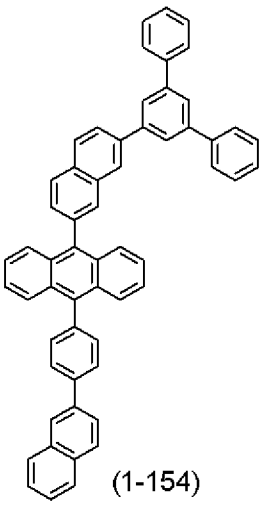

(1-151)


(1-152)

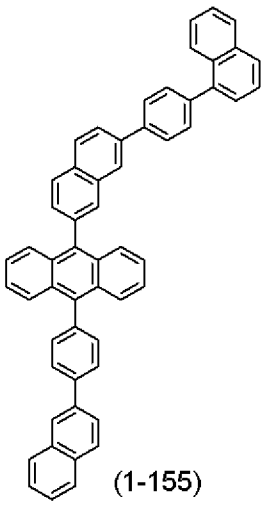

(1-153)

[0054]

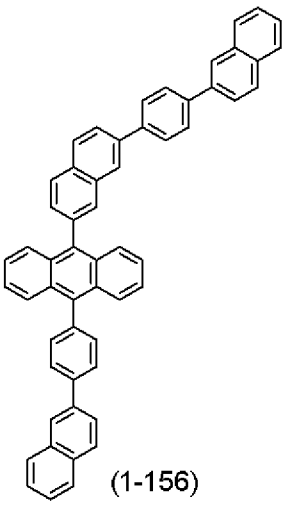
[化26]



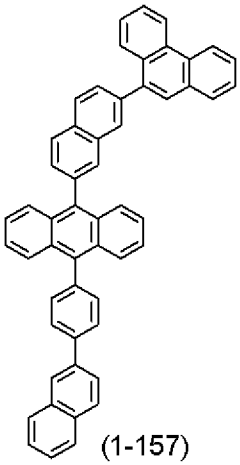
(1-154)



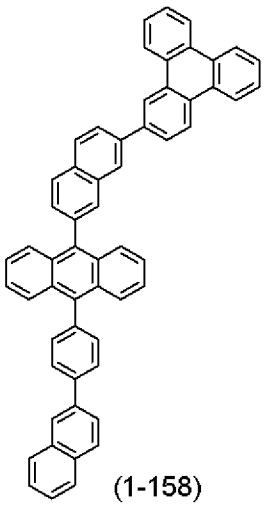
(1-155)



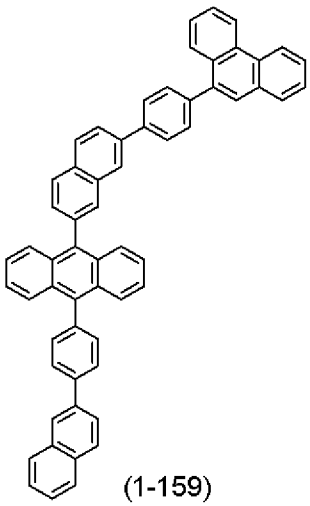
(1-156)



(1-157)



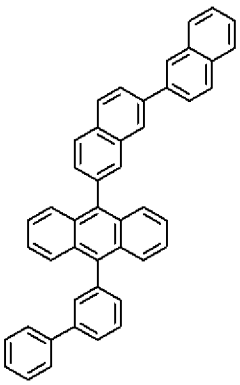
(1-158)



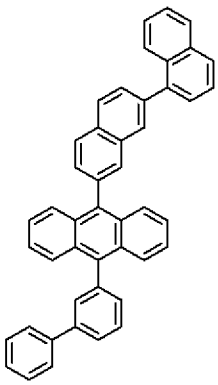
(1-159)

[0055]

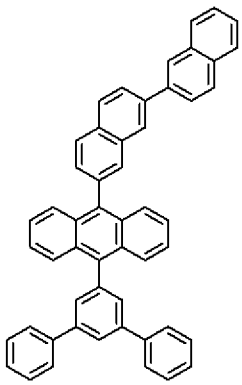
[化27]



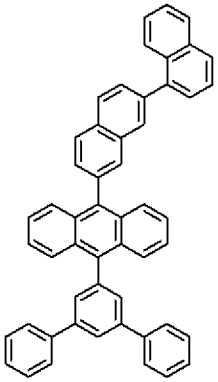
(1-160)



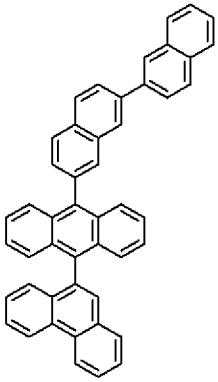
(1-161)



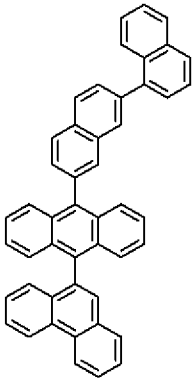
(1-162)



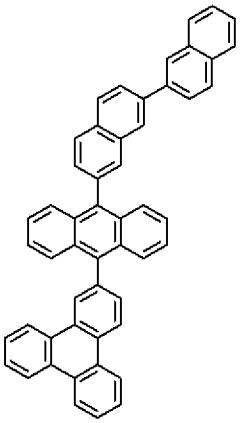
(1-163)



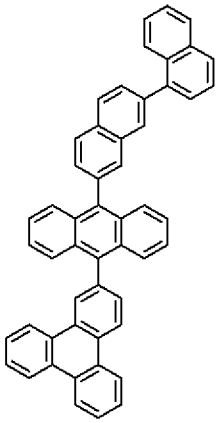
(1-164)



(1-165)



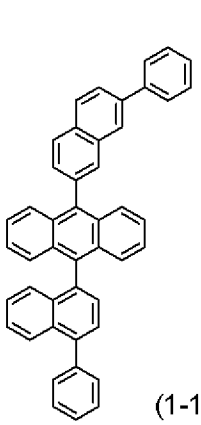
(1-166)

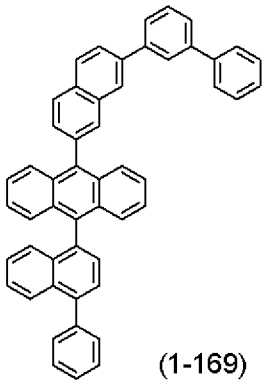


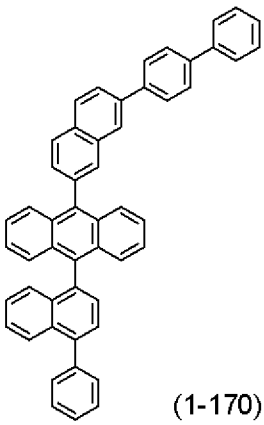
(1-167)

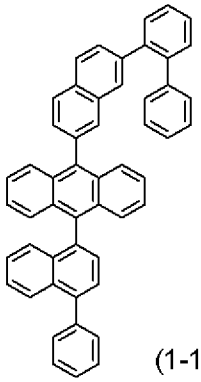
[0056]

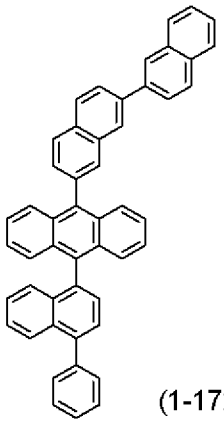
[化28]

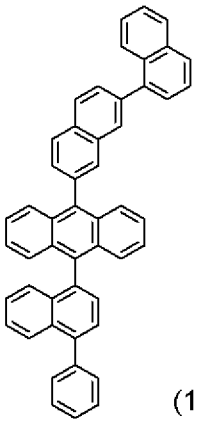

(1-168)

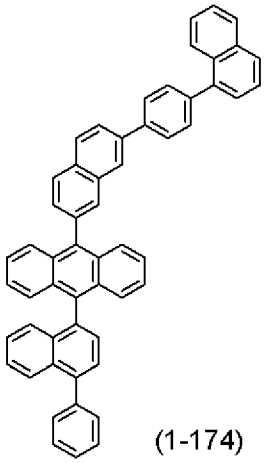

(1-169)

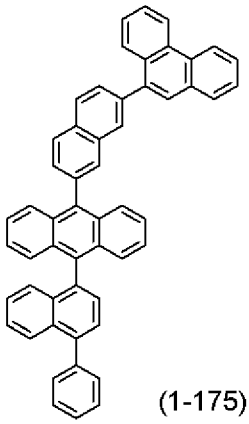

(1-170)

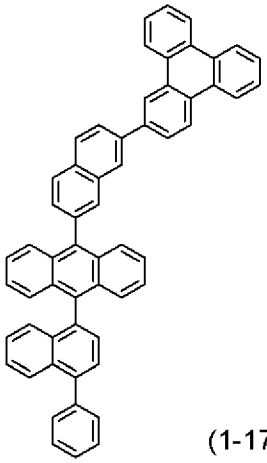

(1-171)


(1-172)


(1-173)

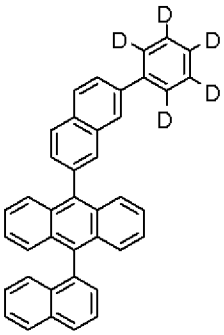

(1-174)

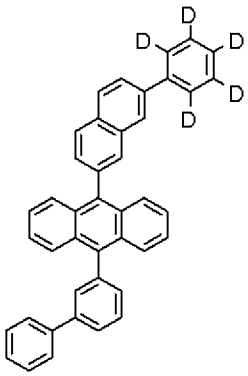

(1-175)

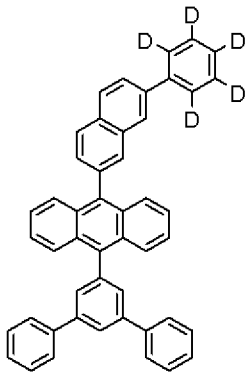

(1-176)

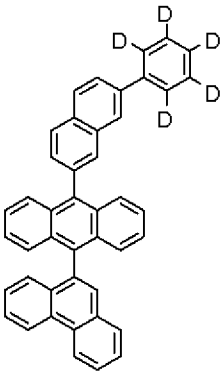
[0057]

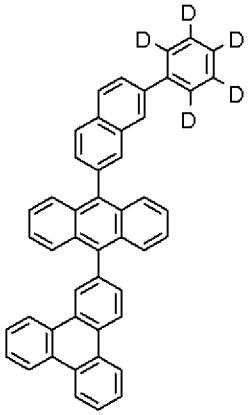
[化29]

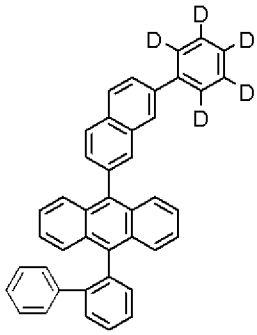

(1-177)

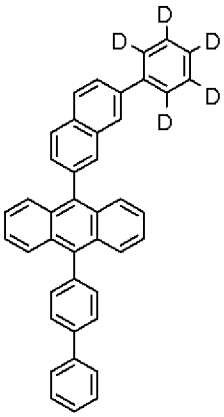

(1-178)

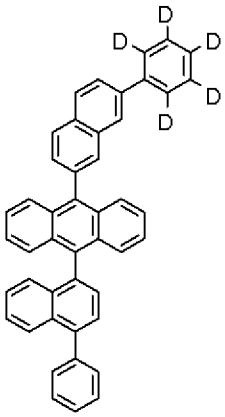

(1-179)


(1-180)


(1-181)


(1-182)


(1-183)


(1-184)

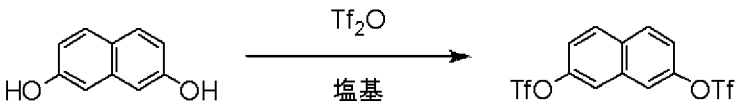
[0058] ２．式（１）で表されるアントラセン化合物の製造方法

式（１）で表されるアントラセン化合物は、既知の合成法を利用して製造することができる。例えば、下記の反応（Ａ－１）～（Ａ－３）に示す経路にしたがって合成することができる。また、下記の反応（Ｂ－１）～（Ｂ－５）に示す経路にしたがっても合成することもできる。

[0059] まず、反応（Ａ－１）～（Ａ－３）に示す経路について説明する。まず、反応（Ａ－１）では、塩基の存在下、２，７－ナフタレンジオールにトリフルオロメタンスルホン酸無水物を反応させることで、ナフタレン－２，７－ジイル　ビス（トリフルオロメタンスルホナート）を合成することができる。

[0060] [化30]

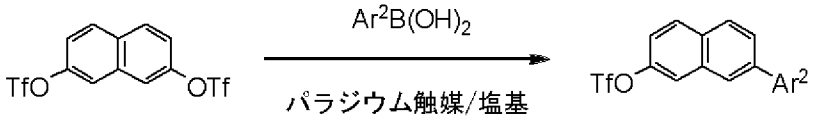
反応(A-1)



[0061] 次に、反応（Ａ－２）では、パラジウム触媒を用いて、塩基の存在下、ナフタレン－２，７－ジイル　ビス（トリフルオロメタンスルホナート）に１当量のアリールボロン酸（Ａｒ^{2}Ｂ（ＯＨ）$_{2}$）を鈴木カップリング反応させることで、アリール（Ａｒ^{2}）を有するナフタレンのトリフラートを合成することができる。なお、アリールボロン酸におけるアリール（Ａｒ^{2}）は、式（１）中のＡｒ^{2}と同じである。

[0062] [化31]

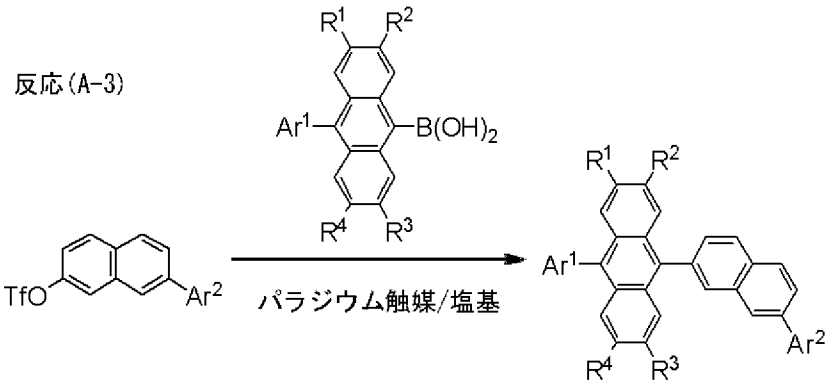
反応(A-2)



[0063] 最後に、反応（Ａ－３）では、パラジウム触媒を用いて、塩基の存在下、アリールを有するナフタレンのトリフラートにＡｒ^{1}で置換されたアントラセンボロン酸誘導体を鈴木カップリング反応させることにより、本発明の式（１）で表されるアントラセン化合物を合成することができる。なお、Ａｒ^{1}で置換されたアントラセンボロン酸誘導体は、９，１０－ジブロモアントラセンおよび種々のアリールボロン酸やハロゲン化アリールから合成したグリニャール試薬・亜鉛錯体などと各種カップリング反応を用いることで得られるＡｒ^{1}で置換されたブロモアントラセンを用い、公知の反応により得ることができる。また、ここでのＡｒ^{1}および置換基（Ｒ^{1}～Ｒ^{4}）は、式（１）中のＡｒ^{1}およびＲ^{1}～Ｒ^{4}と同じである。

[0064] [化32]

反応(A-3)

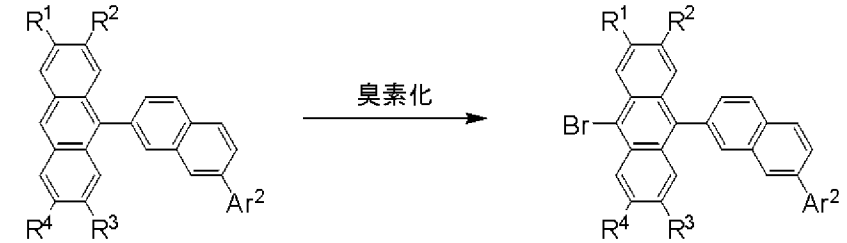


式（１）

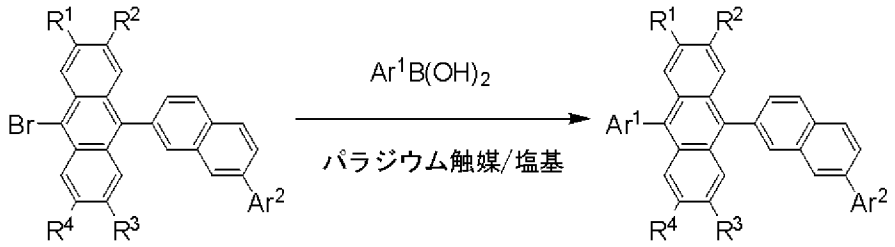
[0065] ここで、上述の反応（Ａ－３）の工程において、Ａｒ[1]で置換されたアントラセンボロン酸誘導体の代わり９－アントラセンボロン酸を用いることで９（１０）位が置換されていない中間体を合成し、反応（Ａ－３’）の工程でこの中間体を臭素化して、次に反応（Ａ－３’’）の工程で種々のアリールボロン酸と鈴木カップリングすることによっても、式（１）で表されるアントラセン化合物を合成することができる。

[0066] [化33]

反応(A-3’)



反応(A-3”)



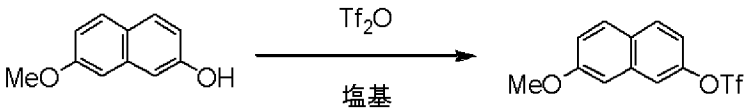
式（１）

[0067] 次に、反応（Ｂ－１）～（Ｂ－５）に示す経路について説明する。まず、

反応（Ｂ－１）では、塩基の存在下、７－メトキシ－２－ナフトールにトリフルオロメタンスルホン酸無水物を反応させることにより、７－メトキシナフタレン－２－イル　トリフルオロメタンスルホナートを合成することができる。

[0068] [化34]

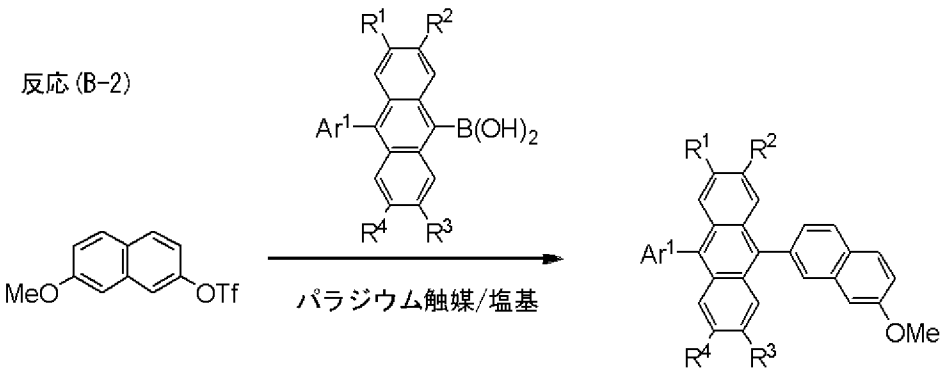
反応(B-1)



[0069] 次に、反応（Ｂ－２）では、パラジウム触媒を用いて、塩基の存在下、７－メトキシナフタレン－２－イル　トリフルオロメタンスルホナートにＡｒ[1]で置換されたアントラセンボロン酸誘導体を鈴木カップリング反応させることにより、１０位がＡｒ[1]で置換された９－（７－メトキシナフタレン－２－イル）アントラセン誘導体を合成することができる。なお、Ａｒ[1]および置換基（Ｒ[1]～Ｒ[4]）は、式（１）中のＡｒ[1]およびＲ[1]～Ｒ[4]と同じである。

[0070] [化35]

反応(B-2)

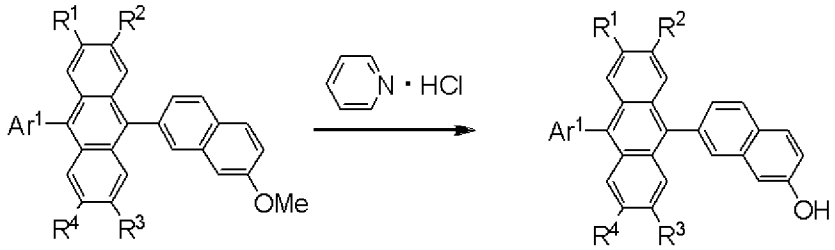


[0071] 次に、反応（Ｂ－３）では、１０位がＡｒ[1]で置換された９－（７－メトキシナフタレン－２－イル）アントラセン誘導体にピリジン塩酸塩を反応させることにより、脱メチル化反応を行い、ナフトール誘導体を合成することができる。このとき、溶媒としてＮＭＰなどを用いることもできる。

[0072]

[化36]

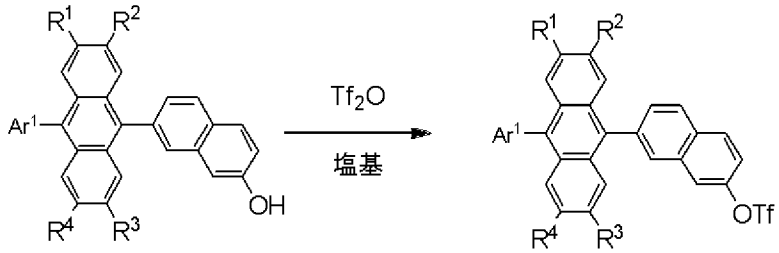
反応(B-3)



[0073] さらに、反応（Ｂ－４）では、反応（Ｂ－３）で得られたナフトール誘導体にトリフルオロメタンスルホン酸無水物を反応させることにより、Ａｒ[1]置換のアントラセン誘導体を有するナフタレンのトリフラートを合成することができる。

[0074] [化37]

反応(B-4)

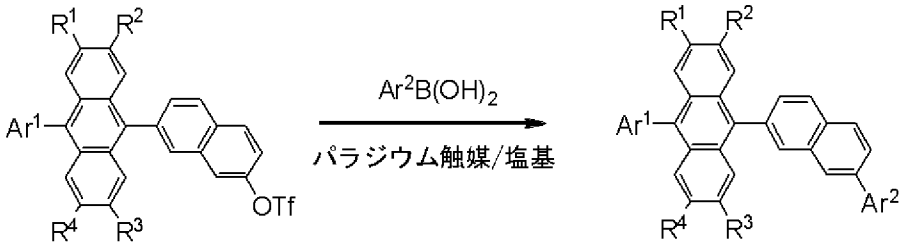


[0075] 最後に、反応（Ｂ－５）では、パラジウム触媒を用いて、塩基の存在下、反応（Ｂ－４）で得られたＡｒ[1]置換のアントラセン誘導体を有するナフタレンのトリフラートにアリールボロン酸（Ａｒ[2]Ｂ（ＯＨ）$_2$）を鈴木カップリング反応させることにより、本発明の式（１）で表されるアントラセン化合物を合成することができる。なお、アリールボロン酸におけるアリール（Ａｒ[2]）は、式（１）中のＡｒ[2]と同じである。

[0076]

[化38]

反応(B-5)



式（１）

[0077] 上述した反応（Ａ－２）、反応（Ａ－３）、反応（Ａ－３’’）、反応（Ｂ－２）および反応（Ｂ－５）においてパラジウム触媒を用いる場合には、例えば、Ｐｄ（ＰＰｈ$_3$）$_4$、ＰｄＣｌ$_2$（ＰＰｈ$_3$）$_2$、Ｐｄ（ＯＡｃ）$_2$、ビス（ジベンジリデンアセトン）パラジウム（０）（Ｐｄ（ｄｂａ）$_2$））、トリス（ジベンジリデンアセトン）二パラジウム（０）、トリス（ジベンジリデンアセトン）二パラジウムクロロホルム錯体（０）、［１．１’－ビス（ジフェニルホスフィノ）フェロセン］パラジウム（ＩＩ）ジクロリトジクロロメタン錯体（１：１）などを用いることができる。

[0078] また、反応促進のため、場合によりこれらのパラジウム化合物にホスフィン化合物を加えてもよい。ホスフィン化合物としては、例えば、トリ（ｔ－ブチル）ホスフィン、トリシクロヘキシルホスフィン、１－（Ｎ，Ｎ－ジメチルアミノメチル）－２－（ジｔ－ブチルホスフィノ）フェロセン、１－（Ｎ，Ｎ－ジブチルアミノメチル）－２－（ジｔ－ブチルホスフィノ）フェロセン、１－（メトキシメチル）－２－（ジｔ－ブチルホスフィノ）フェロセン、１，１’－ビス（ジｔ－ブチルホスフィノ）フェロセン、２，２’－ビス（ジｔ－ブチルホスフィノ）－１，１’－ビナフチル、２－メトキシ－２’－（ジｔ－ブチルホスフィノ）－１，１’－ビナフチルなどが挙げられる。

[0079] また、パラジウム触媒と共に用いられる塩基としては、例えば、炭酸ナトリウム、炭酸カリウム、炭酸セシウム、炭酸水素ナトリウム、水酸化ナトリウム、水酸化カリウム、水酸化バリウム、ナトリウムエトキシド、ナトリウ

ムｔ－ブトキシド、酢酸ナトリウム、酢酸カリウム、リン酸三カリウム、フッ化カリウムなどが挙げられる。

[0080] さらに、上述した反応（Ａ－２）、反応（Ａ－３）、反応（Ｂ－２）および反応（Ｂ－５）において用いられる溶媒としては、例えば、ベンゼン、トルエン、キシレン、Ｎ，Ｎ－ジメチルホルムアミド、テトラヒドロフラン、ジエチルエーテル、ｔ－ブチルメチルエーテル、１，４－ジオキサン、メタノール、エタノール、イソプロピルアルコール、シクロペンチルメチルエーテルなどが挙げられる。これらの溶媒は、単独で用いてもよく、混合溶媒として用いてもよい。反応は通常５０～１８０℃の温度範囲で実施されるが、より好ましくは７０～１３０℃である。

[0081] また、反応（Ａ－１）、反応（Ｂ－１）および反応（Ｂ－４）において塩基を用いる場合には、例えば、炭酸ナトリウム、炭酸カリウム、炭酸セシウム、炭酸水素ナトリウム、水酸化ナトリウム、水酸化カリウム、水酸化バリウム、酢酸ナトリウム、酢酸カリウム、リン酸三カリウム、フッ化カリウム、フッ化セシウム、トリメチルアミン、トリエチルアミン、ピリジンなどを用いることができる。

[0082] また、反応（Ａ－１）、反応（Ｂ－１）および反応（Ｂ－４）において用いられる溶媒としては、例えば、ピリジン、トルエン、キシレン、Ｎ，Ｎ－ジメチルホルムアミド、Ｎ，Ｎ－ジメチルアセトアミド、CH_2Cl_2、$CHCl_3$、CH_3CNなどが挙げられる。これらの溶媒は、単独で用いてもよく、混合溶媒として用いてもよい。反応は通常－１０～５０℃の温度範囲で実施されるが、より好ましくは０～３０℃である。

[0083] また、反応（Ｂ－３）において酸触媒を用いる場合には、例えば、硫酸、塩酸、ポリリン酸などの無機酸や、メタンスルホン酸、トリフルオロメタンスルホン酸などの有機酸や、シリカゲル、アルミナ、BF_3・OEt_2、$AlCl_3$、$AlBr_3$、$EtAlCl_2$、Et_2AlClなどのルイス酸などを用いることができる。また、反応溶媒としては、例えば、酢酸、CH_2Cl_2、$CHCl_3$、ニトロベンゼン、CS_2などが挙げられる。反応は通常－７０℃

～１５０℃の温度範囲で実施されるが、より好ましくは－１０～１００℃である。

[0084] また、反応（Ｂ－３）で用いられる反応溶媒としては、例えば、１－メチル－２－ピロリドン、Ｎ，Ｎ－ジメチルアセトアミド、ニトロベンゼン、ジメチルスルホキシド、ジクロロベンゼン、キノリンなどが挙げられる。溶媒は単独で用いてもよく、混合溶媒として用いてもよい。場合によっては、無溶剤でもよい。反応は通常１５０℃～２２０℃の温度範囲で実施されるが、より好ましくは１８０～２００℃である。

[0085] また、本発明の化合物には、少なくとも一部の水素原子が重水素で置換されているものも含まれるが、このような化合物は所望の箇所が重水素化された原料を用いることで、上記と同様に合成することができる。

[0086] ３．有機電界発光素子

本発明に係るアントラセン化合物は、例えば、有機電界発光素子の材料として用いることができる。以下に、本実施形態に係る有機電界発光素子について図面に基づいて詳細に説明する。図１は、本実施形態に係る有機電界発光素子を示す概略断面図である。

[0087] ＜有機電界発光素子の構造＞

図１に示された有機電界発光素子１００は、基板１０１と、基板１０１上に設けられた陽極１０２と、陽極１０２の上に設けられた正孔注入層１０３と、正孔注入層１０３の上に設けられた正孔輸送層１０４と、正孔輸送層１０４の上に設けられた発光層１０５と、発光層１０５の上に設けられた電子輸送層１０６と、電子輸送層１０６の上に設けられた電子注入層１０７と、電子注入層１０７の上に設けられた陰極１０８とを有する。

[0088] なお、有機電界発光素子１００は、作製順序を逆にして、例えば、基板１０１と、基板１０１上に設けられた陰極１０８と、陰極１０８の上に設けられた電子注入層１０７と、電子注入層１０７の上に設けられた電子輸送層１０６と、電子輸送層１０６の上に設けられた発光層１０５と、発光層１０５の上に設けられた正孔輸送層１０４と、正孔輸送層１０４の上に設けられた

正孔注入層１０３と、正孔注入層１０３の上に設けられた陽極１０２とを有する構成としてもよい。

[0089] 上記各層すべてがなくてはならないわけではなく、最小構成単位を陽極１０２と発光層１０５と陰極１０８とからなる構成として、正孔注入層１０３、正孔輸送層１０４、電子輸送層１０６、電子注入層１０７は任意に設けられる層である。また、上記各層は、それぞれ単一層からなってもよいし、複数層からなってもよい。

[0090] 有機電界発光素子を構成する層の態様としては、上述する「基板／陽極／正孔注入層／正孔輸送層／発光層／電子輸送層／電子注入層／陰極」の構成態様の他に、「基板／陽極／正孔輸送層／発光層／電子輸送層／電子注入層／陰極」、「基板／陽極／正孔注入層／発光層／電子輸送層／電子注入層／陰極」、「基板／陽極／正孔注入層／正孔輸送層／発光層／電子注入層／陰極」、「基板／陽極／正孔注入層／正孔輸送層／発光層／電子輸送層／陰極」、「基板／陽極／発光層／電子輸送層／電子注入層／陰極」、「基板／陽極／正孔輸送層／発光層／電子注入層／陰極」、「基板／陽極／正孔輸送層／発光層／電子輸送層／陰極」、「基板／陽極／正孔注入層／発光層／電子注入層／陰極」、「基板／陽極／正孔注入層／発光層／電子輸送層／陰極」、「基板／陽極／発光層／電子輸送層／陰極」、「基板／陽極／発光層／電子注入層／陰極」の構成態様であってもよい。

[0091] ＜有機電界発光素子における基板＞

基板１０１は、有機電界発光素子１００の支持体となるものであり、通常、石英、ガラス、金属、プラスチックなどが用いられる。基板１０１は、目的に応じて板状、フィルム状、またはシート状に形成され、例えば、ガラス板、金属板、金属箔、プラスチックフィルム、プラスチックシートなどが用いられる。なかでも、ガラス板、および、ポリエステル、ポリメタクリレート、ポリカーボネート、ポリスルホンなどの透明な合成樹脂製の板が好ましい。ガラス基板であれば、ソーダライムガラスや無アルカリガラスなどが用いられ、また、厚みも機械的強度を保つのに十分な厚みがあればよいので、

例えば、０．２ｍｍ以上あればよい。厚さの上限値としては、例えば、２ｍｍ以下、好ましくは１ｍｍ以下である。ガラスの材質については、ガラスからの溶出イオンが少ない方がよいので無アルカリガラスの方が好ましいが、SiO_2などのバリアコートを施したソーダライムガラスも市販されているのでこれを使用することができる。また、基板１０１には、ガスバリア性を高めるために、少なくとも片面に緻密なシリコン酸化膜などのガスバリア膜を設けてもよく、特にガスバリア性が低い合成樹脂製の板、フィルムまたはシートを基板１０１として用いる場合にはガスバリア膜を設けるのが好ましい。

[0092] ＜有機電界発光素子における陽極＞

陽極１０２は、発光層１０５へ正孔を注入する役割を果たすものである。なお、陽極１０２と発光層１０５との間に正孔注入層１０３および／または正孔輸送層１０４が設けられている場合には、これらを介して発光層１０５へ正孔を注入することになる。

[0093] 陽極１０２を形成する材料としては、無機化合物および有機化合物があげられる。無機化合物としては、例えば、金属（アルミニウム、金、銀、ニッケル、パラジウム、クロムなど）、金属酸化物（インジウムの酸化物、スズの酸化物、インジウムースズ酸化物（ＩＴＯ）、インジウムー亜鉛酸化物（ＩＺＯ）など）、ハロゲン化金属（ヨウ化銅など）、硫化銅、カーボンブラック、ＩＴＯガラスやネサガラスなどがあげられる。有機化合物としては、例えば、ポリ（３ーメチルチオフェン）などのポリチオフェン、ポリピロール、ポリアニリンなどの導電性ポリマーなどがあげられる。その他、有機電界発光素子の陽極として用いられている物質の中から適宜選択して用いることができる。

[0094] 透明電極の抵抗は、発光素子の発光に十分な電流が供給できればよいので限定されないが、発光素子の消費電力の観点からは低抵抗であることが望ましい。例えば、３００Ω／□以下のＩＴＯ基板であれば素子電極として機能するが、現在では１０Ω／□程度の基板の供給も可能になっていることから

、例えば１００～５Ω／□、好ましくは５０～５Ω／□の低抵抗品を使用することが特に望ましい。ＩＴＯの厚みは抵抗値に合わせて任意に選ぶ事ができるが、通常５０～３００ｎｍの間で用いられることが多い。

[0095] ＜有機電界発光素子における正孔注入層、正孔輸送層＞

正孔注入層１０３は、陽極１０２から移動してくる正孔を、効率よく発光層１０５内または正孔輸送層１０４内に注入する役割を果たすものである。正孔輸送層１０４は、陽極１０２から注入された正孔または陽極１０２から正孔注入層１０３を介して注入された正孔を、効率よく発光層１０５に輸送する役割を果たすものである。正孔注入層１０３および正孔輸送層１０４は、それぞれ、正孔注入・輸送材料の一種または二種以上を積層、混合するか、正孔注入・輸送材料と高分子結着剤の混合物により形成される。また、正孔注入・輸送材料に塩化鉄（III）のような無機塩を添加して層を形成してもよい。

[0096] 正孔注入・輸送性物質としては電界を与えられた電極間において正極からの正孔を効率よく注入・輸送することが必要で、正孔注入効率が高く、注入された正孔を効率よく輸送することが望ましい。そのためにはイオン化ポテンシャルが小さく、しかも正孔移動度が大きく、さらに安定性に優れ、トラップとなる不純物が製造時および使用時に発生しにくい物質であることが好ましい。

[0097] 正孔注入層１０３および正孔輸送層１０４を形成する材料としては、光導電材料において、正孔の電荷輸送材料として従来から慣用されている化合物、ｐ型半導体、有機電界発光素子の正孔注入層および正孔輸送層に使用されている公知のものの中から任意のものを選択して用いることができる。それらの具体例は、カルバゾール誘導体（Ｎ－フェニルカルバゾール、ポリビニルカルバゾールなど）、ビス（Ｎ－アリールカルバゾール）またはビス（Ｎ－アルキルカルバゾール）などのビスカルバゾール誘導体、トリアリールアミン誘導体（芳香族第３級アミノ基を主鎖あるいは側鎖に持つポリマー、１，１－ビス（４－ジ－ｐ－トリルアミノフェニル）シクロヘキサン、Ｎ，Ｎ

’－ジフェニル－Ｎ，Ｎ’－ジ（３－メチルフェニル）－４，４’－ジアミノビフェニル、Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－Ｎ，Ｎ’－ジナフチル－４，４’－ジアミノビフェニル、Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－Ｎ，Ｎ’－ジ（３－メチルフェニル）－４，４’－ジフェニル－１，１’－ジアミン、Ｎ，Ｎ’－ジナフチル－Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－４，４’－ジフェニル－１，１’－ジアミン、４，４’，４”－トリス（３－メチルフェニル（フェニル）アミノ）トリフェニルアミンなどのトリフェニルアミン誘導体、スターバーストアミン誘導体など）、スチルベン誘導体、フタロシアニン誘導体（無金属、銅フタロシアニンなど）、ピラゾリン誘導体、ヒドラゾン系化合物、ベンゾフラン誘導体やチオフェン誘導体、オキサジアゾール誘導体、ポルフィリン誘導体などの複素環化合物、ポリシランなどである。ポリマー系では前記単量体を側鎖に有するポリカーボネートやスチレン誘導体、ポリビニルカルバゾールおよびポリシランなどが好ましいが、発光素子の作製に必要な薄膜を形成し、陽極から正孔が注入できて、さらに正孔を輸送できる化合物であれば特に限定されるものではない。

[0098] また、有機半導体の導電性は、そのドーピングにより、強い影響を受けることも知られている。このような有機半導体マトリックス物質は、電子供与性の良好な化合物、または、電子受容性の良好な化合物から構成されている。電子供与物質のドーピングのために、テトラシアノキノンジメタン（ＴＣＮＱ）または２，３，５，６－テトラフルオロテトラシアノ－１，４－ベンゾキノンジメタン（Ｆ４ＴＣＮＱ）などの強い電子受容体が知られている（例えば、文献「M.Pfeiffer,A.Beyer,T.Fritz,K.Leo,Appl.Phys.Lett.,73(22),3202-3204(1998)」および文献「J.Blochwitz,M.Pheiffer,T.Fritz,K.Leo,Appl.Phys.Lett.,73（6），729-731（1998）」を参照）。これらは、電子供与型ベース物質（正孔輸送物質）における電子移動プロセスによって、いわゆる正孔を生成する。正孔の数および移動度によって、ベース物質の伝導性が、かなり大きく変化する。正孔輸送特性を有するマトリックス物質としては、例えばベンジジン誘導体（ＴＰＤなど）またはスターバーストアミン誘導体

（ＴＤＡＴＡなど）、あるいは、特定の金属フタロシアニン（特に、亜鉛フタロシアニンＺｎＰｃなど）が知られている（特開2005-167175号公報）。

[0099] ＜有機電界発光素子における発光層＞

発光層１０５は、電界を与えられた電極間において、陽極１０２から注入された正孔と、陰極１０８から注入された電子とを再結合させることにより発光するものである。発光層１０５を形成する材料としては、正孔と電子との再結合によって励起されて発光する化合物（発光性化合物）であればよく、安定な薄膜形状を形成することができ、かつ、固体状態で強い発光（蛍光）効率を示す化合物であるのが好ましい。本発明では、発光層用の材料として、上記式（１）で表される化合物を用いることができる。

[0100] 発光層は単一層でも複数層からなってもどちらでもよく、それぞれ発光層用材料（ホスト材料、ドーパント材料）により形成される。ホスト材料とドーパント材料は、それぞれ一種類であっても、複数の組み合わせであっても、いずれでもよい。ドーパント材料はホスト材料の全体に含まれていても、部分的に含まれていても、いずれであってもよい。ドーピング方法としては、ホスト材料との共蒸着法によって形成することができるが、ホスト材料と予め混合してから同時に蒸着してもよい。

[0101] ホスト材料の使用量はホスト材料の種類によって異なり、そのホスト材料の特性に合わせて決めればよい。ホスト材料の使用量の目安は、好ましくは発光層用材料全体の５０～９９．９９９重量％であり、より好ましくは８０～９９．９５重量％であり、さらに好ましくは９０～９９．９重量％である。本発明にかかる上記式（１）で表される化合物は特にホスト材料とすることが好ましい。

[0102] ドーパント材料の使用量はドーパント材料の種類によって異なり、そのドーパント材料の特性に合わせて決めればよい。ドーパントの使用量の目安は、好ましくは発光層用材料全体の０．００１～５０重量％であり、より好ましくは０．０５～２０重量％であり、さらに好ましくは０．１～１０重量％である。上記の範囲であれば、例えば、濃度消光現象を防止できるという点

で好ましい。

[0103] 本発明にかかる上記式（１）で表される化合物と併用することができるホスト材料としては、以前から発光体として知られていたアントラセンやピレンなどの縮合環誘導体、ビススチリルアントラセン誘導体やジスチリルベンゼン誘導体などのビススチリル誘導体、テトラフェニルブタジエン誘導体、シクロペンタジエン誘導体、フルオレン誘導体、ベンゾフルオレン誘導体などが挙げられる。

[0104] また、ドーパント材料としては、特に限定されるものではなく、既知の化合物を用いることができ、所望の発光色に応じて様々な材料の中から選択することができる。具体的には、例えば、フェナンスレン、アントラセン、ピレン、テトラセン、ペンタセン、ペリレン、ナフトピレン、ジベンゾピレン、ルブレンおよびクリセンなどの縮合環誘導体、ベンズオキサゾール誘導体、ベンズチアゾール誘導体、ベンズイミダゾール誘導体、ベンズトリアゾール誘導体、オキサゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、チアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、チアジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、ピラゾリン誘導体、スチルベン誘導体、チオフェン誘導体、テトラフェニルブタジエン誘導体、シクロペンタジエン誘導体、ビススチリルアントラセン誘導体やジスチリルベンゼン誘導体などのビススチリル誘導体（特開平１－２４５０８７号公報）、ビススチリルアリーレン誘導体（特開平２－２４７２７８号公報）、ジアザインダセン誘導体、フラン誘導体、ベンゾフラン誘導体、フェニルイソベンゾフラン、ジメシチルイソベンゾフラン、ジ（２－メチルフェニル）イソベンゾフラン、ジ（２－トリフルオロメチルフェニル）イソベンゾフラン、フェニルイソベンゾフランなどのイソベンゾフラン誘導体、ジベンゾフラン誘導体、７－ジアルキルアミノクマリン誘導体、７－ピペリジノクマリン誘導体、７－ヒドロキシクマリン誘導体、７－メトキシクマリン誘導体、７－アセトキシクマリン誘導体、３－ベンズチアゾリルクマリン誘導体、３－ベンズイミダゾリルクマリン誘導体、３－ベンズオキサゾリルクマリン誘導体などのクマリン誘導体、ジシアノメチレンピラン誘導体

、ジシアノメチレンチオピラン誘導体、ポリメチン誘導体、シアニン誘導体、オキソベンズアンスラセン誘導体、キサンテン誘導体、ローダミン誘導体、フルオレセイン誘導体、ピリリウム誘導体、カルボスチリル誘導体、アクリジン誘導体、オキサジン誘導体、フェニレンオキサイド誘導体、キナクリドン誘導体、キナゾリン誘導体、ピロロピリジン誘導体、フロピリジン誘導体、１，２，５－チアジアゾロピレン誘導体、ピロメテン誘導体、ペリノン誘導体、ピロロピロール誘導体、スクアリリウム誘導体、ビオラントロン誘導体、フェナジン誘導体、アクリドン誘導体、デアザフラビン誘導体、フルオレン誘導体およびベンゾフルオレン誘導体などがあげられる。

[0105] 発色光ごとに例示すると、青～青緑色ドーパント材料としては、ナフタレン、アントラセン、フェナンスレン、ピレン、トリフェニレン、ペリレン、フルオレン、インデン、クリセンなどの芳香族炭化水素化合物やその誘導体、フラン、ピロール、チオフェン、シロール、９－シラフルオレン、９，９’－スピロビシラフルオレン、ベンゾチオフェン、ベンゾフラン、インドール、ジベンゾチオフェン、ジベンゾフラン、イミダゾピリジン、フェナントロリン、ピラジン、ナフチリジン、キノキサリン、ピロロピリジン、チオキサンテンなどの芳香族複素環化合物やその誘導体、ジスチリルベンゼン誘導体、テトラフェニルブタジエン誘導体、スチルベン誘導体、アルダジン誘導体、クマリン誘導体、イミダゾール、チアゾール、チアジアゾール、カルバゾール、オキサゾール、オキサジアゾール、トリアゾールなどのアゾール誘導体およびその金属錯体およびＮ，Ｎ’－ジフェニル－Ｎ，Ｎ’－ジ（３－メチルフェニル）－４，４’－ジフェニル－１，１’－ジアミンに代表される芳香族アミン誘導体などがあげられる。

[0106] また、緑～黄色ドーパント材料としては、クマリン誘導体、フタルイミド誘導体、ナフタルイミド誘導体、ペリノン誘導体、ピロロピロール誘導体、シクロペンタジエン誘導体、アクリドン誘導体、キナクリドン誘導体およびルブレンなどのナフタセン誘導体などがあげられ、さらに上記青～青緑色ドーパント材料として例示した化合物に、アリール基、ヘテロアリール基、ア

リールビニル基、アミノ基、シアノ基など長波長化を可能とする置換基を導入した化合物も好適な例としてあげられる。

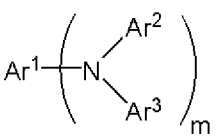
[0107] さらに、橙～赤色ドーパント材料としては、ビス（ジイソプロピルフェニル）ペリレンテトラカルボン酸イミドなどのナフタルイミド誘導体、ペリノン誘導体、アセチルアセトンやベンゾイルアセトンとフェナントロリンなどを配位子とするＥｕ錯体などの希土類錯体、４－（ジシアノメチレン）－２－メチル－６－（ｐ－ジメチルアミノスチリル）－４Ｈ－ピランやその類縁体、マグネシウムフタロシアニン、アルミニウムクロロフタロシアニンなどの金属フタロシアニン誘導体、ローダミン化合物、デアザフラビン誘導体、クマリン誘導体、キナクリドン誘導体、フェノキサジン誘導体、オキサジン誘導体、キナゾリン誘導体、ピロロピリジン誘導体、スクアリリウム誘導体、ビオラントロン誘導体、フェナジン誘導体、フェノキサゾン誘導体およびチアジアゾロピレン誘導体などあげられ、さらに上記青～青緑色および緑～黄色ドーパント材料として例示した化合物に、アリール基、ヘテロアリール基、アリールビニル基、アミノ基、シアノ基など長波長化を可能とする置換基を導入した化合物も好適な例としてあげられる。

[0108] その他、ドーパントとしては、化学工業２００４年６月号１３頁、および、それにあげられた参考文献などに記載された化合物などの中から適宜選択して用いることができる。

[0109] 上述するドーパント材料の中でも、特にスチルベン構造を有するアミン、ペリレン誘導体、ボラン誘導体、芳香族アミン誘導体、クマリン誘導体、ピラン誘導体またはピレン誘導体が好ましい。

[0110] スチルベン構造を有するアミンは、例えば、下記式で表される。

[化39]

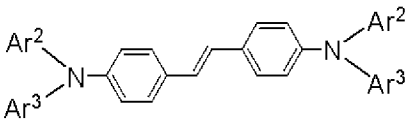


当該式中、Ａｒ[1]は炭素数６～３０のアリールに由来するｍ価の基であり、Ａｒ[2]およびＡｒ[3]は、それぞれ独立して炭素数６～３０のアリールであるが

、Ａｒ[1]～Ａｒ[3]の少なくとも１つはスチルベン構造を有し、Ａｒ[1]～Ａｒ[3]は置換されていてもよく、そして、ｍは１～４の整数である。

[0111] スチルベン構造を有するアミンは、下記式で表されるジアミノスチルベンがより好ましい。

[化40]



当該式中、Ａｒ[2]およびＡｒ[3]は、それぞれ独立して炭素数６～３０のアリールであり、Ａｒ[2]およびＡｒ[3]は置換されていてもよい。

[0112] 炭素数６～３０のアリールの具体例は、ベンゼン、ナフタレン、アセナフチレン、フルオレン、フェナレン、フェナントレン、アントラセン、フルオランテン、トリフェニレン、ピレン、クリセン、ナフタセン、ペリレン、スチルベン、ジスチリルベンゼン、ジスチリルビフェニル、ジスチリルフルオレンなどが挙げられる。

[0113] スチルベン構造を有するアミンの具体例は、Ｎ，Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－テトラ（４－ビフェニリル）－４，４’－ジアミノスチルベン、Ｎ，Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－テトラ（１－ナフチル）－４，４’－ジアミノスチルベン、Ｎ，Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－テトラ（２－ナフチル）－４，４’－ジアミノスチルベン、Ｎ，Ｎ’－ジ（２－ナフチル）－Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－４，４’－ジアミノスチルベン、Ｎ，Ｎ’－ジ（９－フェナントリル）－Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－４，４’－ジアミノスチルベン、４，４’－ビス［４”－ビス（ジフェニルアミノ）スチリル］－ビフェニル、１，４－ビス［４’－ビス（ジフェニルアミノ）スチリル］－ベンゼン、２，７－ビス［４’－ビス（ジフェニルアミノ）スチリル］－９，９－ジメチルフルオレン、４，４’－ビス（９－エチル－３－カルバゾビニレン）－ビフェニル、４，４’－ビス（９－フェニル－３－カルバゾビニレン）－ビフェニルなどが挙げられる。

また、特開2003-347056号公報、および特開2001-307884号公報等に記載されたスチルベン構造を有するアミンを用いてもよい。

[0114] ペリレン誘導体としては、例えば、３，１０－ビス（２，６－ジメチルフェニル）ペリレン、３，１０－ビス（２，４，６－トリメチルフェニル）ペリレン、３，１０－ジフェニルペリレン、３，４－ジフェニルペリレン、２，５，８，１１－テトラ－ｔ－ブチルペリレン、３，４，９，１０－テトラフェニルペリレン、３－（１’－ピレニル）－８，１１－ジ（ｔ－ブチル）ペリレン、３－（９’－アントリル）－８，１１－ジ（ｔ－ブチル）ペリレン、３，３’－ビス（８，１１－ジ（ｔ－ブチル）ペリレニル）などがあげられる。

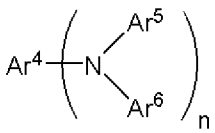
また、特開平11-97178号公報、特開2000-133457号公報、特開2000-26324号公報、特開2001-267079号公報、特開2001-267078号公報、特開2001-267076号公報、特開2000-34234号公報、特開2001-267075号公報、および特開2001-217077号公報などに記載されたペリレン誘導体を用いてもよい。

[0115] ボラン誘導体としては、例えば、１，８－ジフェニル－１０－（ジメシチルボリル）アントラセン、９－フェニル－１０－（ジメシチルボリル）アントラセン、４－（９’－アントリル）ジメシチルボリルナフタレン、４－（１０’－フェニル－９’－アントリル）ジメシチルボリルナフタレン、９－（ジメシチルボリル）アントラセン、９－（４’－ビフェニリル）－１０－（ジメシチルボリル）アントラセン、９－（４’－（Ｎ－カルバゾリル）フェニル）－１０－（ジメシチルボリル）アントラセンなどがあげられる。

また、国際公開第2000/40586号パンフレットなどに記載されたボラン誘導体を用いてもよい。

[0116] 芳香族アミン誘導体は、例えば、下記式で表される。

[化41]



当該式中、Ａｒ^{4}は炭素数６～３０のアリールに由来するｎ価の基であり、Ａｒ^{5}およびＡｒ^{6}はそれぞれ独立して炭素数６～３０のアリールであり、Ａｒ^{4}～Ａｒ^{6}は置換されていてもよく、そして、ｎは１～４の整数である。

[0117] 特に、Ar^4がアントラセン、クリセンまたはピレンに由来する２価の基であり、Ar^5およびAr^6がそれぞれ独立して炭素数６～３０のアリールであり、Ar^4～Ar^6は置換されていてもよく、そして、ｎは２である、芳香族アミン誘導体がより好ましい。

[0118] 炭素数６～３０のアリールの具体例は、ベンゼン、ナフタレン、アセナフチレン、フルオレンフェナレン、フェナントレン、アントラセン、フルオランテン、トリフェニレン、ピレン、クリセン、ナフタセン、ペリレン、ペンタセンなどが挙げられる。

[0119] 芳香族アミン誘導体としては、クリセン系としては、例えば、Ｎ，Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－テトラフェニルクリセン－６，１２－ジアミン、Ｎ，Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－テトラ（ｐ－トリル）クリセン－６，１２－ジアミン、Ｎ，Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－テトラ（ｍ－トリル）クリセン－６，１２－ジアミン、Ｎ，Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－テトラキス（４－イソプロピルフェニル）クリセン－６，１２－ジアミン、Ｎ，Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－テトラ（ナフタレン－２－イル）クリセン－６，１２－ジアミン、Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－Ｎ，Ｎ’－ジ（ｐ－トリル）クリセン－６，１２－ジアミン、Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－Ｎ，Ｎ’－ビス（４－エチルフェニル）クリセン－６，１２－ジアミン、Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－Ｎ，Ｎ’－ビス（４－エチルフェニル）クリセン－６，１２－ジアミン、Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－Ｎ，Ｎ’－ビス（４－イソプロピルフェニル）クリセン－６，１２－ジアミン、Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－Ｎ，Ｎ’－ビス（４－ｔ－ブチルフェニル）クリセン－６，１２－ジアミン、Ｎ，Ｎ’－ビス（４－イソプロピルフェニル）－Ｎ，Ｎ’－ジ（ｐ－トリル）クリセン－６，１２－ジアミンなどが挙げられる。

[0120] また、ピレン系としては、例えば、Ｎ，Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－テトラフェニルピレン－１，６－ジアミン、Ｎ，Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－テトラ（ｐ－トリル）ピレン－１，６－ジアミン、Ｎ，Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－テトラ（ｍ－トリル）ピレン－１，６－ジアミン、Ｎ，Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－テトラキス（４－イソプロピルフェニル）ピレン－１，６－ジアミン、Ｎ，Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－テトラキス

（３，４－ジメチルフェニル）ピレン－１，６－ジアミン、Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－Ｎ，Ｎ’－ジ（ｐ－トリル）ピレン－１，６－ジアミン、Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－Ｎ，Ｎ’－ビス（４－エチルフェニル）ピレン－１，６－ジアミン、Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－Ｎ，Ｎ’－ビス（４－エチルフェニル）ピレン－１，６－ジアミン、Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－Ｎ，Ｎ’－ビス（４－イソプロピルフェニル）ピレン－１，６－ジアミン、Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－Ｎ，Ｎ’－ビス（４－ｔ－ブチルフェニル）ピレン－１，６－ジアミン、Ｎ，Ｎ’－ビス（４－イソプロピルフェニル）－Ｎ，Ｎ’－ジ（ｐ－トリル）ピレン－１，６－ジアミン、Ｎ，Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－テトラキス（３，４－ジメチルフェニル）－３，８－ジフェニルピレン－１，６－ジアミンなどが挙げられる。

[0121] また、アントラセン系としては、例えば、Ｎ，Ｎ，Ｎ，Ｎ－テトラフェニルアントラセン－９，１０－ジアミン、Ｎ，Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－テトラ（ｐ－トリル）アントラセン－９，１０－ジアミン、Ｎ，Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－テトラ（ｍ－トリル）アントラセン－９，１０－ジアミン、Ｎ，Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－テトラキス（４－イソプロピルフェニル）アントラセン－９，１０－ジアミン、Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－Ｎ，Ｎ’－ジ（ｐ－トリル）アントラセン－９，１０－ジアミン、Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－Ｎ，Ｎ’－ジ（ｍ－トリル）アントラセン－９，１０－ジアミン、Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－Ｎ，Ｎ’－ビス（４－エチルフェニル）アントラセン－９，１０－ジアミン、Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－Ｎ，Ｎ’－ビス（４－エチルフェニル）アントラセン－９，１０－ジアミン、Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－Ｎ，Ｎ’－ビス（４－イソプロピルフェニル）アントラセン－９，１０－ジアミン、Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－Ｎ，Ｎ’－ビス（４－ｔ－ブチルフェニル）アントラセン－９，１０－ジアミン、Ｎ，Ｎ’－ビス（４－イソプロピルフェニル）－Ｎ，Ｎ’－ジ（ｐ－トリル）アントラセン－９，１０－ジアミン、２，６－ジ－ｔ－ブチル－Ｎ，Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－テトラ（ｐ－トリル）アントラセン－９，１０－ジアミン、２，６－ジ－ｔ－ブチル－Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－Ｎ，Ｎ’－ビス（４－イ

ソプロピルフェニル）アントラセンー９，１０ージアミン、２，６ージーｔーブチルーＮ，Ｎ’ービス（４ーイソプロピルフェニル）ーＮ，Ｎ’ージ（ｐートリル）アントラセンー９，１０ージアミン、２，６ージシクロヘキシルーＮ，Ｎ’ービス（４ーイソプロピルフェニル）ーＮ，Ｎ’ージ（ｐートリル）アントラセンー９，１０ージアミン、２，６ージシクロヘキシルーＮ，Ｎ’ービス（４ーイソプロピルフェニル）ーＮ，Ｎ’ービス（４ーｔーブチルフェニル）アントラセンー９，１０ージアミン、９，１０ービス（４ージフェニルアミノーフェニル）アントラセン、９，１０ービス（４ージ（１ーナフチルアミノ）フェニル）アントラセン、９，１０ービス（４ージ（２ーナフチルアミノ）フェニル）アントラセン、１０ージーｐートリルアミノー９ー（４ージーｐートリルアミノー１ーナフチル）アントラセン、１０ージフェニルアミノー９ー（４ージフェニルアミノー１ーナフチル）アントラセン、１０ージフェニルアミノー９ー（６ージフェニルアミノー２ーナフチル）アントラセンなどが挙げられる。

[0122] また、ピレン系としては、例えば、Ｎ，Ｎ，Ｎ，Ｎーテトラフェニルー１，８ーピレンー１，６ージアミン、Ｎービフェニルー４イルーＮービフェニルー１，８ーピレンー１，６ージアミン、N^1，N^6ージフェニルーN^1，N^6ービスー（４ートリメチルシラニルーフェニル）ー１Ｈ，８Ｈーピレンー１，６ージアミンなどが挙げられる。

[0123] また、他には、［４ー（４ージフェニルアミノーフェニル）ナフタレンー１ーイル］ージフェニルアミン、［６ー（４ージフェニルアミノーフェニル）ナフタレンー２ーイル］ージフェニルアミン、４，４’ービス［４ージフェニルアミノナフタレンー１ーイル］ビフェニル、４，４’ービス［６ージフェニルアミノナフタレンー２ーイル］ビフェニル、４，４”ービス［４ージフェニルアミノナフタレンー１ーイル］ーｐーテルフェニル、４，４”ービス［６ージフェニルアミノナフタレンー２ーイル］ーｐーテルフェニルなどがあげられる。

また、特開2006-156888号公報などに記載された芳香族アミン誘導体を用い

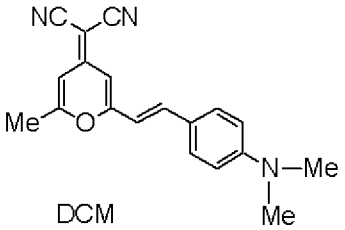
てもよい。

[0124] クマリン誘導体としては、クマリン－６、クマリン－３３４などがあげられる。

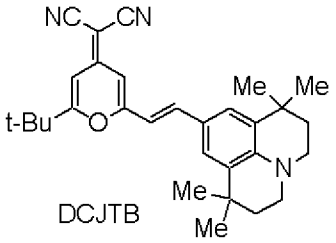
また、特開2004-43646号公報、特開2001-76876号公報、および特開平6-298758号公報などに記載されたクマリン誘導体を用いてもよい。

[0125] ピラン誘導体としては、下記のＤＣＭ、ＤＣＪＴＢなどがあげられる。

[化42]



DCM



DCJTB

また、特開2005-126399号公報、特開2005-097283号公報、特開2002-234892号公報、特開2001-220577号公報、特開2001-081090号公報、および特開2001-052869号公報などに記載されたピラン誘導体を用いてもよい。

[0126] ＜有機電界発光素子における電子注入層、電子輸送層＞

電子注入層１０７は、陰極１０８から移動してくる電子を、効率よく発光層１０５内または電子輸送層１０６内に注入する役割を果たすものである。電子輸送層１０６は、陰極１０８から注入された電子または陰極１０８から電子注入層１０７を介して注入された電子を、効率よく発光層１０５に輸送する役割を果たすものである。電子輸送層１０６および電子注入層１０７は、それぞれ、電子輸送・注入材料の一種または二種以上を積層、混合するか、電子輸送・注入材料と高分子結着剤の混合物により形成される。

[0127] 電子注入・輸送層とは、陰極から電子が注入され、さらに電子を輸送することをつかさどる層であり、電子注入効率が高く、注入された電子を効率よく輸送することが望ましい。そのためには電子親和力が大きく、しかも電子移動度が大きく、さらに安定性に優れ、トラップとなる不純物が製造時および使用時に発生しにくい物質であることが好ましい。しかしながら、正孔と電子の輸送バランスを考えた場合に、陽極からの正孔が再結合せずに陰極側

へ流れるのを効率よく阻止できる役割を主に果たす場合には、電子輸送能力がそれ程高くなくても、発光効率を向上させる効果は電子輸送能力が高い材料と同等に有する。したがって、本実施形態における電子注入・輸送層は、正孔の移動を効率よく阻止できる層の機能も含まれてもよい。

[0128] 電子輸送層１０６または電子注入層１０７を形成する材料（電子輸送材料）としては、光導電材料において電子伝達化合物として従来から慣用されている化合物、有機電界発光素子の電子注入層および電子輸送層に使用されている公知の化合物の中から任意に選択して用いることができる。

[0129] 電子輸送層または電子注入層に用いられる材料としては、炭素、水素、酸素、硫黄、ケイ素およびリンの中から選ばれる一種以上の原子で構成される芳香環もしくは複素芳香環からなる化合物、ピロール誘導体およびその縮合環誘導体および電子受容性窒素を有する金属錯体の中から選ばれる少なくとも一種を含有することが好ましい。具体的には、ナフタレン、アントラセンなどの縮合環系芳香環誘導体、４，４’－ビス（ジフェニルエテニル）ビフェニルに代表されるスチリル系芳香環誘導体、ペリノン誘導体、クマリン誘導体、ナフタルイミド誘導体、アントラキノンやジフェノキノンなどのキノン誘導体、リンオキサイド誘導体、カルバゾール誘導体およびインドール誘導体などがあげられる。電子受容性窒素を有する金属錯体としては、例えば、ヒドロキシフェニルオキサゾール錯体などのヒドロキシアゾール錯体、アゾメチン錯体、トロポロン金属錯体、フラボノール金属錯体およびベンゾキノリン金属錯体などがあげられる。これらの材料は単独でも用いられるが、異なる材料と混合して使用しても構わない。

[0130] また、他の電子伝達化合物の具体例として、ピリジン誘導体、ナフタレン誘導体、アントラセン誘導体、フェナントロリン誘導体、ペリノン誘導体、クマリン誘導体、ナフタルイミド誘導体、アントラキノン誘導体、ジフェノキノン誘導体、ジフェニルキノン誘導体、ペリレン誘導体、オキサジアゾール誘導体（１，３－ビス［（４－ｔ－ブチルフェニル）１，３，４－オキサジアゾリル］フェニレンなど）、チオフェン誘導体、トリアゾール誘導体（

Ｎ－ナフチル－２，５－ジフェニル－１，３，４－トリアゾールなど）、チアジアゾール誘導体、オキシン誘導体の金属錯体、キノリノール系金属錯体、キノキサリン誘導体、キノキサリン誘導体のポリマー、ベンザゾール類化合物、ガリウム錯体、ピラゾール誘導体、パーフルオロ化フェニレン誘導体、トリアジン誘導体、ピラジン誘導体、ベンゾキノリン誘導体（２，２’－ビス（ベンゾ［ｈ］キノリン－２－イル）－９，９’－スピロビフルオレンなど）、イミダゾピリジン誘導体、ボラン誘導体、ベンズイミダゾール誘導体（トリス（Ｎ－フェニルベンズイミダゾール－２－イル）ベンゼンなど）、ベンズオキサゾール誘導体、ベンズチアゾール誘導体、キノリン誘導体、テルピリジンなどのオリゴピリジン誘導体、ビピリジン誘導体、テルピリジン誘導体（１，３－ビス（４’－（２，２’：６’２”－テルピリジニル））ベンゼンなど）、ナフチリジン誘導体（ビス（１－ナフチル）－４－（１，８－ナフチリジン－２－イル）フェニルホスフィンオキサイドなど）、アルダジン誘導体、カルバゾール誘導体、インドール誘導体、リンオキサイド誘導体、ビススチリル誘導体などがあげられる。

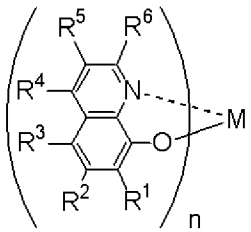
[0131] また、電子受容性窒素を有する金属錯体を用いることもでき、例えば、キノリノール系金属錯体やヒドロキシフェニルオキサゾール錯体などのヒドロキシアゾール錯体、アゾメチン錯体、トロポロン金属錯体、フラボノール金属錯体およびベンゾキノリン金属錯体などがあげられる。

[0132] 上述した材料は単独でも用いられるが、異なる材料と混合して使用しても構わない。

[0133] 上述した材料の中でも、キノリノール系金属錯体、ビピリジン誘導体、フェナントロリン誘導体またはボラン誘導体が好ましい。

[0134] キノリノール系金属錯体は、下記一般式（Ｅ－１）で表される化合物である。

[化43]



(E-1)

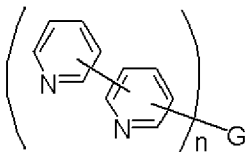
式中、Ｒ[1]～Ｒ[6]は水素または置換基であり、ＭはＬｉ、Ａｌ、Ｇａ、ＢｅまたはＺｎであり、ｎは１～３の整数である。

[0135] キノリノール系金属錯体の具体例としては、８－キノリノールリチウム、トリス（８－キノリノラート）アルミニウム、トリス（４－メチル－８－キノリノラート）アルミニウム、トリス（５－メチル－８－キノリノラート）アルミニウム、トリス（３，４－ジメチル－８－キノリノラート）アルミニウム、トリス（４，５－ジメチル－８－キノリノラート）アルミニウム、トリス（４，６－ジメチル－８－キノリノラート）アルミニウム、ビス（２－メチル－８－キノリノラート）（フェノラート）アルミニウム、ビス（２－メチル－８－キノリノラート）（２－メチルフェノラート）アルミニウム、ビス（２－メチル－８－キノリノラート）（３－メチルフェノラート）アルミニウム、ビス（２－メチル－８－キノリノラート）（４－メチルフェノラート）アルミニウム、ビス（２－メチル－８－キノリノラート）（２－フェニルフェノラート）アルミニウム、ビス（２－メチル－８－キノリノラート）（３－フェニルフェノラート）アルミニウム、ビス（２－メチル－８－キノリノラート）（４－フェニルフェノラート）アルミニウム、ビス（２－メチル－８－キノリノラート）（２，３－ジメチルフェノラート）アルミニウム、ビス（２－メチル－８－キノリノラート）（２，６－ジメチルフェノラート）アルミニウム、ビス（２－メチル－８－キノリノラート）（３，４－ジメチルフェノラート）アルミニウム、ビス（２－メチル－８－キノリノラート）（３，５－ジメチルフェノラート）アルミニウム、ビス（２－メチル－８－キノリノラート）（３，５－ジ－ｔ－ブチルフェノラート）アルミニウム、ビス（２－メチル－８－キノリノラート）（２，６－ジフェニルフェ

ノラート）アルミニウム、ビス（２－メチル－８－キノリノラート）（２，４，６－トリフェニルフェノラート）アルミニウム、ビス（２－メチル－８－キノリノラート）（２，４，６－トリメチルフェノラート）アルミニウム、ビス（２－メチル－８－キノリノラート）（２，４，５，６－テトラメチルフェノラート）アルミニウム、ビス（２－メチル－８－キノリノラート）（１－ナフトラート）アルミニウム、ビス（２－メチル－８－キノリノラート）（２－ナフトラート）アルミニウム、ビス（２，４－ジメチル－８－キノリノラート）（２－フェニルフェノラート）アルミニウム、ビス（２，４－ジメチル－８－キノリノラート）（３－フェニルフェノラート）アルミニウム、ビス（２，４－ジメチル－８－キノリノラート）（４－フェニルフェノラート）アルミニウム、ビス（２，４－ジメチル－８－キノリノラート）（３，５－ジメチルフェノラート）アルミニウム、ビス（２，４－ジメチル－８－キノリノラート）（３，５－ジ－ｔ－ブチルフェノラート）アルミニウム、ビス（２－メチル－８－キノリノラート）アルミニウム－μ－オキソ－ビス（２－メチル－８－キノリノラート）アルミニウム、ビス（２，４－ジメチル－８－キノリノラート）アルミニウム－μ－オキソ－ビス（２，４－ジメチル－８－キノリノラート）アルミニウム、ビス（２－メチル－４－エチル－８－キノリノラート）アルミニウム－μ－オキソ－ビス（２－メチル－４－エチル－８－キノリノラート）アルミニウム、ビス（２－メチル－４－メトキシ－８－キノリノラート）アルミニウム－μ－オキソ－ビス（２－メチル－４－メトキシ－８－キノリノラート）アルミニウム、ビス（２－メチル－５－シアノ－８－キノリノラート）アルミニウム－μ－オキソ－ビス（２－メチル－５－シアノ－８－キノリノラート）アルミニウム、ビス（２－メチル－５－トリフルオロメチル－８－キノリノラート）アルミニウム－μ－オキソ－ビス（２－メチル－５－トリフルオロメチル－８－キノリノラート）アルミニウム、ビス（１０－ヒドロキシベンゾ［ｈ］キノリン）ベリリウムなどがあげられる。

［0136］ ビピリジン誘導体は、下記一般式（Ｅ－２）で表される化合物である。

[化44]

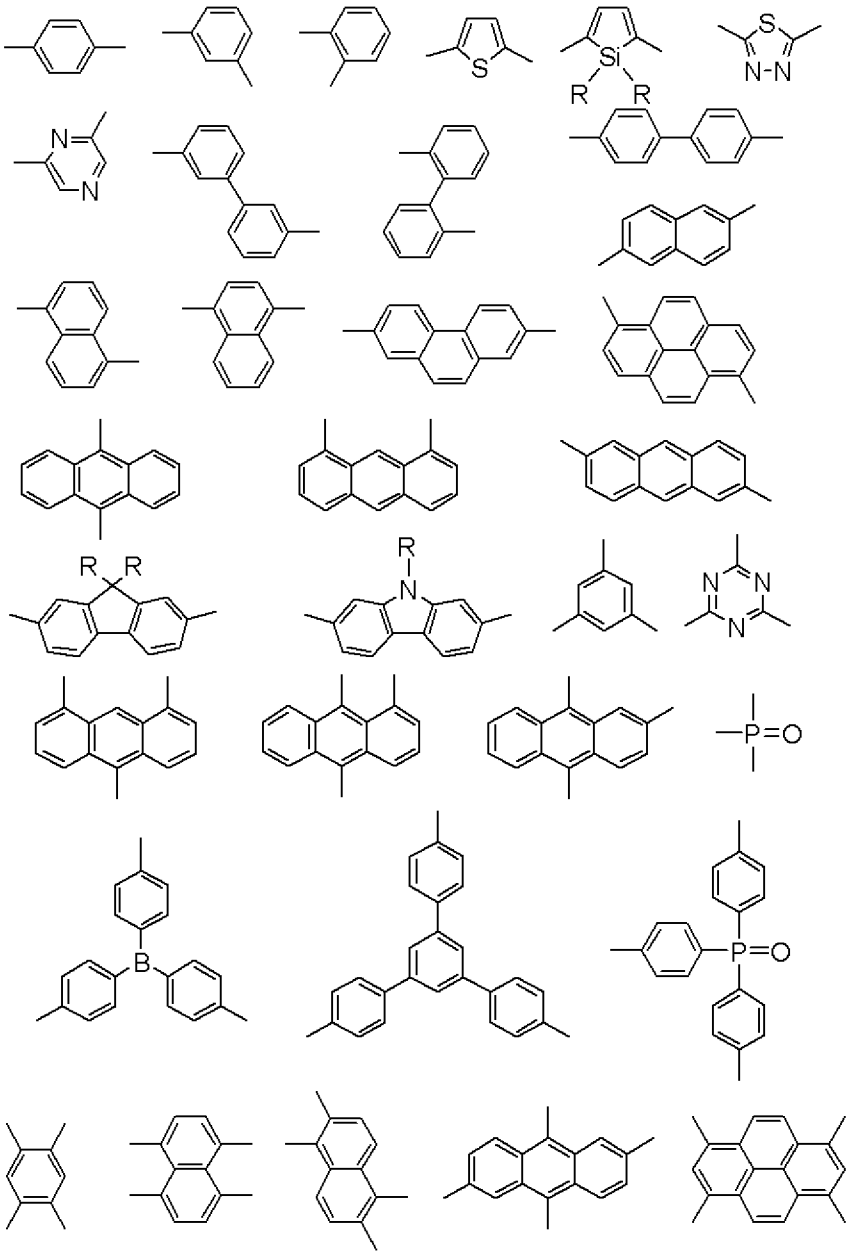


(E-2)

式中、Ｇは単なる結合手またはｎ価の連結基を表し、ｎは２～８の整数である。また、ピリジンーピリジンまたはピリジンーＧの結合に用いられない炭素原子は置換されていてもよい。

[0137] 一般式（Ｅ－２）のＧとしては、例えば、以下の構造式のものがあげられる。なお、下記構造式中のＲは、それぞれ独立して、水素、メチル、エチル、イソプロピル、シクロヘキシル、フェニル、１－ナフチル、２－ナフチル、ビフェニリルまたはテルフェニリルである。

[化45]

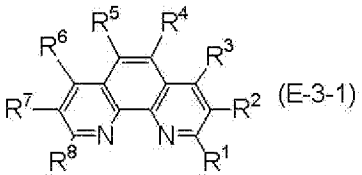


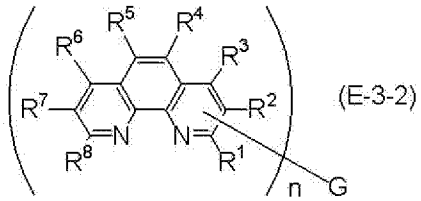
[0138] ピリジン誘導体の具体例としては、２，５－ビス（２，２’－ビピリジン－６－イル）－１，１－ジメチル－３，４－ジフェニルシロール、２，５－ビス（２，２’－ビピリジン－６－イル）－１，１－ジメチル－３，４－ジメシチルシロール、２，５－ビス（２，２’－ビピリジン－５－イル）－１，１－ジメチル－３，４－ジフェニルシロール、２，５－ビス（２，２’－ビピリジン－５－イル）－１，１－ジメチル－３，４－ジメシチルシロール、９，１０－ジ（２，２’－ビピリジン－６－イル）アントラセン、９，１

０－ジ（２，２’－ビピリジン－５－イル）アントラセン、９，１０－ジ（２，３’－ビピリジン－６－イル）アントラセン、９，１０－ジ（２，３’－ビピリジン－５－イル）アントラセン、９，１０－ジ（２，３’－ビピリジン－６－イル）－２－フェニルアントラセン、９，１０－ジ（２，３’－ビピリジン－５－イル）－２－フェニルアントラセン、９，１０－ジ（２，２’－ビピリジン－６－イル）－２－フェニルアントラセン、９，１０－ジ（２，２’－ビピリジン－５－イル）－２－フェニルアントラセン、９，１０－ジ（２，４’－ビピリジン－６－イル）－２－フェニルアントラセン、９，１０－ジ（２，４’－ビピリジン－５－イル）－２－フェニルアントラセン、９，１０－ジ（３，４’－ビピリジン－６－イル）－２－フェニルアントラセン、９，１０－ジ（３，４’－ビピリジン－５－イル）－２－フェニルアントラセン、３，４－ジフェニル－２，５－ジ（２，２’－ビピリジン－６－イル）チオフェン、３，４－ジフェニル－２，５－ジ（２，３’－ビピリジン－５－イル）チオフェン、６’６”－ジ（２－ピリジル）２，２’：４’，４”：２”，２”’－クアテルピリジンなどがあげられる。

[0139] フェナントロリン誘導体は、下記一般式（Ｅ－３－１）または（Ｅ－３－２）で表される化合物である。

[化46]


(E-3-1)


(E-3-2)

式中、Ｒ[1]～Ｒ[8]は水素または置換基であり、隣接する基は互いに結合して縮合環を形成してもよく、Ｇは単なる結合手またはｎ価の連結基を表し、ｎは２～８の整数である。また、一般式（Ｅ－３－２）のＧとしては、例えば、ビピリジン誘導体の欄で説明したものと同じものがあげられる。

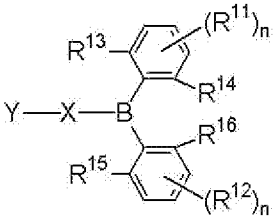
[0140] フェナントロリン誘導体の具体例としては、４，７－ジフェニル－１，１０－フェナントロリン、２，９－ジメチル－４，７－ジフェニル－１，１０－フェナントロリン、９，１０－ジ（１，１０－フェナントロリン－２－イ

ル）アントラセン、２，６－ジ（１，１０－フェナントロリン－５－イル）ピリジン、１，３，５－トリ（１，１０－フェナントロリン－５－イル）ベンゼン、９，９’－ジフルオルービス（１，１０－フェナントロリン－５－イル）、バソクプロインや１，３－ビス（２－フェニル－１，１０－フェナントロリン－９－イル）ベンゼンなどがあげられる。

[0141] 特に、フェナントロリン誘導体を電子輸送層、電子注入層に用いた場合について説明する。長時間にわたって安定な発光を得るには、熱的安定性や薄膜形成性に優れた材料が望まれ、フェナントロリン誘導体の中でも、置換基自身が三次元的立体構造を有するか、フェナントロリン骨格とのあるいは隣接置換基との立体反発により三次元的立体構造を有するもの、あるいは複数のフェナントロリン骨格を連結したものが好ましい。さらに、複数のフェナントロリン骨格を連結する場合、連結ユニット中に共役結合、置換もしくは無置換の芳香族炭化水素、置換もしくは無置換の芳香複素環を含んでいる化合物がより好ましい。

[0142] ボラン誘導体は、下記一般式（Ｅ－４）で表される化合物であり、詳細には特開2007-27587号公報に開示されている。

[化47]



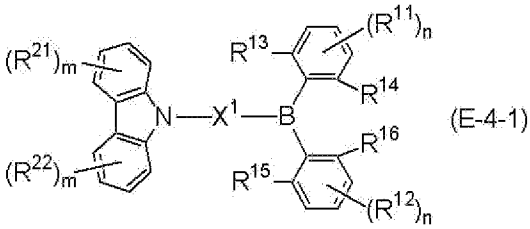
(E-4)

式中、Ｒ１１およびＲ１２は、それぞれ独立して、水素原子、アルキル基、置換されていてもよいアリール基、置換シリル基、置換されていてもよい窒素含有複素環基、またはシアノ基の少なくとも一つであり、Ｒ１３～Ｒ１６は、それぞれ独立して、置換されていてもよいアルキル基、または置換されていてもよいアリール基であり、Ｘは、置換されていてもよいアリーレン基であり、Ｙは、置換されていてもよい炭素数１６以下のアリール基、置換ボリル基、または置換されていてもよいカルバゾール基であり、そして、ｎはそれぞ

れ独立して０～３の整数である。

[0143] 上記一般式（Ｅ－４）で表される化合物の中でも、下記一般式（Ｅ－４－１）で表される化合物、さらに下記一般式（Ｅ－４－１－１）～（Ｅ－４－１－４）で表される化合物が好ましい。具体例としては、９－［４－（４－ジメシチルボリルナフタレン－１－イル）フェニル］カルバゾール、９－［４－（４－ジメシチルボリルナフタレン－１－イル）ナフタレン－１－イル］カルバゾールなどがあげられる。

[化48]

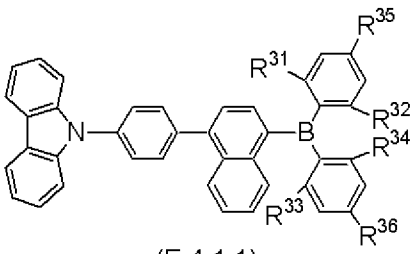


(E-4-1)

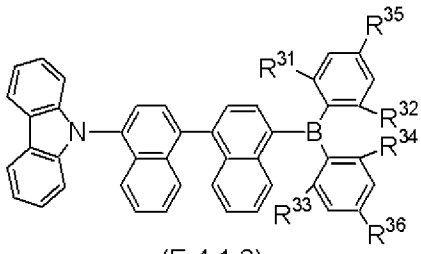
式中、Ｒ[11]およびＲ[12]は、それぞれ独立して、水素原子、アルキル基、置換されていてもよいアリール基、置換シリル基、置換されていてもよい窒素含有複素環基、またはシアノ基の少なくとも一つであり、Ｒ[13]～Ｒ[16]は、それぞれ独立して、置換されていてもよいアルキル基、または置換されていてもよいアリール基であり、Ｒ[21]およびＲ[22]は、それぞれ独立して、水素原子、アルキル基、置換されていてもよいアリール基、置換シリル基、置換されていてもよい窒素含有複素環基、またはシアノ基の少なくとも一つであり、Ｘ[1]は、置換されていてもよい炭素数２０以下のアリーレン基であり、ｎはそれぞれ独立して０～３の整数であり、そして、ｍはそれぞれ独立して０～４の整数である。

[0144]

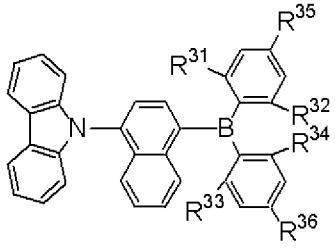
[化49]



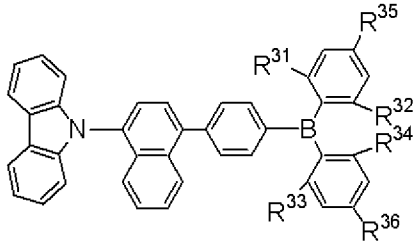
(E-4-1-1)



(E-4-1-2)



(E-4-1-3)

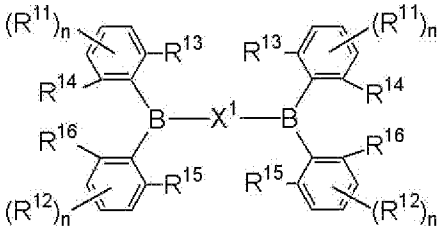


(E-4-1-4)

各式中、Ｒ３１～Ｒ３４は、それぞれ独立して、メチル、イソプロピルまたはフェニルのいずれかであり、そして、Ｒ３５およびＲ３６は、それぞれ独立して、水素、メチル、イソプロピルまたはフェニルのいずれかである。

[0145] 上記一般式（Ｅ－４）で表される化合物の中でも、下記一般式（Ｅ－４－２）で表される化合物、さらに下記一般式（Ｅ－４－２－１）で表される化合物が好ましい。

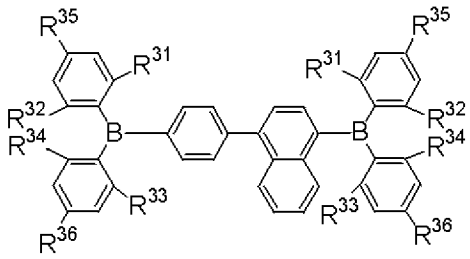
[化50]



(E-4-2)

式中、Ｒ１１およびＲ１２は、それぞれ独立して、水素原子、アルキル基、置換されていてもよいアリール基、置換シリル基、置換されていてもよい窒素含有複素環基、またはシアノ基の少なくとも一つであり、Ｒ１３～Ｒ１６は、それぞれ独立して、置換されていてもよいアルキル基、または置換されていてもよいアリール基であり、Ｘ１は、置換されていてもよい炭素数２０以下のアリーレン基であり、そして、ｎはそれぞれ独立して０～３の整数である。

[0146] [化51]

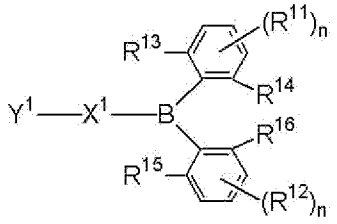


(E-4-2-1)

式中、Ｒ[31]～Ｒ[34]は、それぞれ独立して、メチル、イソプロピルまたはフェニルのいずれかであり、そして、Ｒ[35]およびＲ[36]は、それぞれ独立して、水素、メチル、イソプロピルまたはフェニルのいずれかである。

[0147] 上記一般式（Ｅ－４）で表される化合物の中でも、下記一般式（Ｅ－４－３）で表される化合物、さらに下記一般式（Ｅ－４－３－１）または（Ｅ－４－３－２）で表される化合物が好ましい。

[化52]

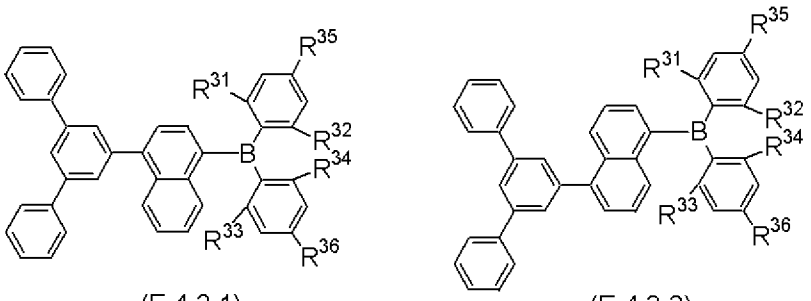


(E-4-3)

式中、Ｒ[11]およびＲ[12]は、それぞれ独立して、水素原子、アルキル基、置換されていてもよいアリール基、置換シリル基、置換されていてもよい窒素含有複素環基、またはシアノ基の少なくとも一つであり、Ｒ[13]～Ｒ[16]は、それぞれ独立して、置換されていてもよいアルキル基、または置換されていてもよいアリール基であり、Ｘ[1]は、置換されていてもよい炭素数１０以下のアリーレン基であり、Ｙ[1]は、置換されていてもよい炭素数１４以下のアリール基であり、そして、ｎはそれぞれ独立して０～３の整数である。

[0148]

[化53]

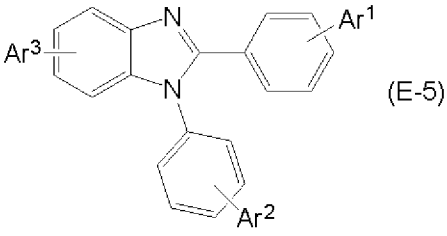


(E-4-3-1) (E-4-3-2)

各式中、Ｒ３１～Ｒ３４は、それぞれ独立して、メチル、イソプロピルまたはフェニルのいずれかであり、そして、Ｒ３５およびＲ３６は、それぞれ独立して、水素、メチル、イソプロピルまたはフェニルのいずれかである。

[0149] ベンゾイミダゾール誘導体は、下記一般式（Ｅ－５）で表される化合物である。

[化54]



(E-5)

式中、Ａｒ１～Ａｒ３はそれぞれ独立に水素または置換されてもよい炭素数６～３０のアリールである。特に、Ａｒ１が置換されてもよいアントリルであるベンゾイミダゾール誘導体が好ましい。

[0150] 炭素数６～３０のアリールの具体例は、フェニル、１－ナフチル、２－ナフチル、アセナフチレン－１－イル、アセナフチレン－３－イル、アセナフチレン－４－イル、アセナフチレン－５－イル、フルオレン－１－イル、フルオレン－２－イル、フルオレン－３－イル、フルオレン－４－イル、フルオレン－９－イル、フェナレン－１－イル、フェナレン－２－イル、１－フェナントリル、２－フェナントリル、３－フェナントリル、４－フェナントリル，９－フェナントリル、１－アントリル、２－アントリル、９－アントリル、フルオランテン－１－イル、フルオランテン－２－イル、フルオランテン－３－イル、フルオランテン－７－イル、フルオランテン－８－イル、

トリフェニレン－１－イル、トリフェニレン－２－イル、ピレン－１－イル、ピレン－２－イル、ピレン－４－イル、クリセン－１－イル、クリセン－２－イル、クリセン－３－イル、クリセン－４－イル、クリセン－５－イル、クリセン－６－イル、ナフタセン－１－イル、ナフタセン－２－イル、ナフタセン－５－イル、ペリレン－１－イル、ペリレン－２－イル、ペリレン－３－イル、ペンタセン－１－イル、ペンタセン－２－イル、ペンタセン－５－イル、ペンタセン－６－イルである。

[0151] ベンゾイミダゾール誘導体の具体例は、１－フェニル－２－（４－（１０－フェニルアントラセン－９－イル）フェニル）－１Ｈ－ベンゾ［ｄ］イミダゾール、２－（４－（１０－（ナフタレン－２－イル）アントラセン－９－イル）フェニル）－１－フェニル－１Ｈ－ベンゾ［ｄ］イミダゾール、２－（３－（１０－（ナフタレン－２－イル）アントラセン－９－イル）フェニル）－１－フェニル－１Ｈ－ベンゾ［ｄ］イミダゾール、５－（１０－（ナフタレン－２－イル）アントラセン－９－イル）－１，２－ジフェニル－１Ｈ－ベンゾ［ｄ］イミダゾール、１－（４－（１０－（ナフタレン－２－イル）アントラセン－９－イル）フェニル）－２－フェニル－１Ｈ－ベンゾ［ｄ］イミダゾール、２－（４－（９，１０－ジ（ナフタレン－２－イル）アントラセン－２－イル）フェニル）－１－フェニル－１Ｈ－ベンゾ［ｄ］イミダゾール、１－（４－（９，１０－ジ（ナフタレン－２－イル）アントラセン－２－イル）フェニル）－２－フェニル－１Ｈ－ベンゾ［ｄ］イミダゾール、５－（９，１０－ジ（ナフタレン－２－イル）アントラセン－２－イル）－１，２－ジフェニル－１Ｈ－ベンゾ［ｄ］イミダゾールである。

[0152] 電子輸送層または電子注入層には、さらに、電子輸送層または電子注入層を形成する材料を還元できる物質を含んでいてもよい。この還元性物質は、一定の還元性を有するものであれば、様々なものが用いられ、例えば、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、アルカリ金属の酸化物、アルカリ金属のハロゲン化物、アルカリ土類金属の酸化物、アルカリ土類金属のハロゲン化物、希土類金属の酸化物、希土類金属のハロゲン化物、アルカリ金

属の有機錯体、アルカリ土類金属の有機錯体および希土類金属の有機錯体からなる群から選択される少なくとも１つを好適に使用することができる。

[0153] 好ましい還元性物質としては、Ｎａ（仕事関数２．３６ｅＶ）、Ｋ（同２．２８ｅＶ）、Ｒｂ（同２．１６ｅＶ）またはＣｓ（同１．９５ｅＶ）などのアルカリ金属や、Ｃａ（同２．９ｅＶ）、Ｓｒ（同２．０～２．５ｅＶ）またはＢａ（同２．５２ｅＶ）などのアルカリ土類金属が挙げられ、仕事関数が２．９ｅＶ以下のものが特に好ましい。これらのうち、より好ましい還元性物質は、Ｋ、ＲｂまたはＣｓのアルカリ金属であり、さらに好ましくはＲｂまたはＣｓであり、最も好ましいのはＣｓである。これらのアルカリ金属は、特に還元能力が高く、電子輸送層または電子注入層を形成する材料への比較的少量の添加により、有機ＥＬ素子における発光輝度の向上や長寿命化が図られる。また、仕事関数が２．９ｅＶ以下の還元性物質として、これら２種以上のアルカリ金属の組み合わせも好ましく、特に、Ｃｓを含んだ組み合わせ、例えば、ＣｓとＮａ、ＣｓとＫ、ＣｓとＲｂ、またはＣｓとＮａとＫとの組み合わせが好ましい。Ｃｓを含むことにより、還元能力を効率的に発揮することができ、電子輸送層または電子注入層を形成する材料への添加により、有機ＥＬ素子における発光輝度の向上や長寿命化が図られる。

[0154] ＜有機電界発光素子における陰極＞

陰極１０８は、電子注入層１０７および電子輸送層１０６を介して、発光層１０５に電子を注入する役割を果たすものである。

[0155] 陰極１０８を形成する材料としては、電子を有機層に効率よく注入できる物質であれば特に限定されないが、陽極１０２を形成する材料と同様のものを用いることができる。なかでも、スズ、インジウム、カルシウム、アルミニウム、銀、銅、ニッケル、クロム、金、白金、鉄、亜鉛、リチウム、ナトリウム、カリウム、セシウムおよびマグネシウムなどの金属またはそれらの合金（マグネシウムー銀合金、マグネシウムーインジウム合金、フッ化リチウム／アルミニウムなどのアルミニウムーリチウム合金など）などが好ましい。電子注入効率をあげて素子特性を向上させるためには、リチウム、ナト

リウム、カリウム、セシウム、カルシウム、マグネシウムまたはこれら低仕事関数金属を含む合金が有効である。しかしながら、これらの低仕事関数金属は一般に大気中で不安定であることが多い。この点を改善するために、例えば、有機層に微量のリチウム、セシウムやマグネシウムをドーピングして、安定性の高い電極を使用する方法が知られている。その他のドーパントとしては、フッ化リチウム、フッ化セシウム、酸化リチウムおよび酸化セシウムのような無機塩も使用することができる。ただし、これらに限定されるものではない。

[0156] さらに、電極保護のために白金、金、銀、銅、鉄、スズ、アルミニウムおよびインジウムなどの金属、またはこれら金属を用いた合金、そしてシリカ、チタニアおよび窒化ケイ素などの無機物、ポリビニルアルコール、塩化ビニル、炭化水素系高分子化合物などを積層することが、好ましい例としてあげられる。これらの電極の作製法も、抵抗加熱、電子線ビーム、スパッタリング、イオンプレーティングおよびコーティングなど、導通を取ることができれば特に制限されない。

[0157] ＜各層で用いてもよい結着剤＞

以上の正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層および電子注入層に用いられる材料は単独で各層を形成することができるが、高分子結着剤としてポリ塩化ビニル、ポリカーボネート、ポリスチレン、ポリ（Ｎ－ビニルカルバゾール）、ポリメチルメタクリレート、ポリブチルメタクリレート、ポリエステル、ポリスルホン、ポリフェニレンオキサイド、ポリブタジエン、炭化水素樹脂、ケトン樹脂、フェノキシ樹脂、ポリアミド、エチルセルロース、酢酸ビニル樹脂、ＡＢＳ樹脂、ポリウレタン樹脂などの溶剤可溶性樹脂や、フェノール樹脂、キシレン樹脂、石油樹脂、ユリア樹脂、メラミン樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、アルキド樹脂、エポキシ樹脂、シリコーン樹脂などの硬化性樹脂などに分散させて用いることも可能である。

[0158] ＜有機電界発光素子の作製方法＞

有機電界発光素子を構成する各層は、各層を構成すべき材料を蒸着法、抵

抗加熱蒸着、電子ビーム蒸着、スパッタリング、分子積層法、印刷法、スピンコート法またはキャスト法、コーティング法などの方法で薄膜とすることにより、形成することができる。このようにして形成された各層の膜厚については特に限定はなく、材料の性質に応じて適宜設定することができるが、通常２ｎｍ～５０００ｎｍの範囲である。膜厚は通常、水晶発振式膜厚測定装置などで測定できる。蒸着法を用いて薄膜化する場合、その蒸着条件は、材料の種類、膜の目的とする結晶構造および会合構造などにより異なる。蒸着条件は一般的に、ボート加熱温度５０～４００℃、真空度10^{-6}～10^{-3}Ｐａ、蒸着速度０．０１～５０ｎｍ／秒、基板温度－１５０～＋３００℃、膜厚２ｎｍ～５μｍの範囲で適宜設定することが好ましい。

[0159] 次に、有機電界発光素子を作製する方法の一例として、陽極／正孔注入層／正孔輸送層／ホスト材料とドーパント材料からなる発光層／電子輸送層／電子注入層／陰極からなる有機電界発光素子の作製法について説明する。適当な基板上に、陽極材料の薄膜を蒸着法などにより形成させて陽極を作製した後、この陽極上に正孔注入層および正孔輸送層の薄膜を形成させる。この上にホスト材料とドーパント材料を共蒸着し薄膜を形成させて発光層とし、この発光層の上に電子輸送層、電子注入層を形成させ、さらに陰極用物質からなる薄膜を蒸着法などにより形成させて陰極とすることにより、目的の有機電界発光素子が得られる。なお、上述の有機電界発光素子の作製においては、作製順序を逆にして、陰極、電子注入層、電子輸送層、発光層、正孔輸送層、正孔注入層、陽極の順に作製することも可能である。

[0160] このようにして得られた有機電界発光素子に直流電圧を印加する場合には、陽極を＋、陰極を－の極性として印加すればよく、電圧２～４０Ｖ程度を印加すると、透明または半透明の電極側（陽極または陰極、および両方）より発光が観測できる。また、この有機電界発光素子は、パルス電流や交流電流を印加した場合にも発光する。なお、印加する交流の波形は任意でよい。

[0161] ＜有機電界発光素子の応用例＞

また、本発明は、有機電界発光素子を備えた表示装置または有機電界発光

素子を備えた照明装置などにも応用することができる。

有機電界発光素子を備えた表示装置または照明装置は、本実施形態にかかる有機電界発光素子と公知の駆動装置とを接続するなど公知の方法によって製造することができ、直流駆動、パルス駆動、交流駆動など公知の駆動方法を適宜用いて駆動することができる。

[0162] 表示装置としては、例えば、カラーフラットパネルディスプレイなどのパネルディスプレイ、フレキシブルカラー有機電界発光（ＥＬ）ディスプレイなどのフレキシブルディスプレイなどがあげられる（例えば、特開平10-335066号公報、特開2003-321546号公報、特開2004-281086号公報など参照）。また、ディスプレイの表示方式としては、例えば、マトリクスおよび／またはセグメント方式などがあげられる。なお、マトリクス表示とセグメント表示は同じパネルの中に共存していてもよい。

[0163] マトリクスとは、表示のための画素が格子状やモザイク状など二次元的に配置されたものをいい、画素の集合で文字や画像を表示する。画素の形状やサイズは用途によって決まる。例えば、パソコン、モニター、テレビの画像および文字表示には、通常一辺が３００μｍ以下の四角形の画素が用いられ、また、表示パネルのような大型ディスプレイの場合は、一辺がｍｍオーダーの画素を用いることになる。モノクロ表示の場合は、同じ色の画素を配列すればよいが、カラー表示の場合には、赤、緑、青の画素を並べて表示させる。この場合、典型的にはデルタタイプとストライプタイプがある。そして、このマトリクスの駆動方法としては、線順次駆動方法やアクティブマトリックスのどちらでもよい。線順次駆動の方が構造が簡単であるという利点があるが、動作特性を考慮した場合、アクティブマトリックスの方が優れる場合があるので、これも用途によって使い分けることが必要である。

[0164] セグメント方式（タイプ）では、予め決められた情報を表示するようにパターンを形成し、決められた領域を発光させることになる。例えば、デジタル時計や温度計における時刻や温度表示、オーディオ機器や電磁調理器などの動作状態表示および自動車のパネル表示などがあげられる。

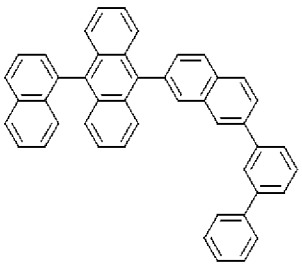
[0165] 照明装置としては、例えば、室内照明などの照明装置、液晶表示装置のバックライトなどがあげられる（例えば、特開2003-257621号公報、特開2003-277741号公報、特開2004-119211号公報など参照）。バックライトは、主に自発光しない表示装置の視認性を向上させる目的に使用され、液晶表示装置、時計、オーディオ装置、自動車パネル、表示板および標識などに使用される。特に、液晶表示装置、中でも薄型化が課題となっているパソコン用途のバックライトとしては、従来方式のものが蛍光灯や導光板からなっているため薄型化が困難であることを考えると、本実施形態に係る発光素子を用いたバックライトは薄型で軽量が特徴になる。

実施例

[0166] まず実施例で用いたアントラセン化合物の合成例について、以下に説明する。

[0167] ＜式（１－２）で表される化合物の合成例＞

[化55]



(1-2)

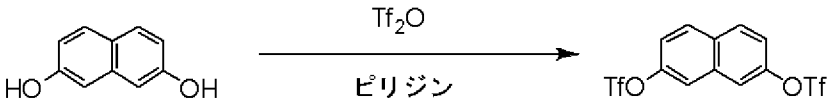
[0168] ＜ナフタレン－２，７－ジイル　ビス（トリフルオロメタンスルホナート）の合成＞

まず、窒素雰囲気下、２，７－ナフタレンジオール（４８．１ｇ）およびピリジン（３８０ｍｌ）をフラスコに入れ、０℃まで冷却した後、トリフルオロメタンスルホン酸無水物（２０３．１ｇ）をゆっくり滴下した。その後、反応液を０℃で１時間、室温で２時間攪拌した。次に、反応液に水を加え、トルエンで目的成分を抽出し、有機層を減圧濃縮して得られた粗製品を、シリカゲルでカラム精製（溶媒：ヘプタン／トルエン＝６／１（容量比））を行い、第１の中間体化合物であるナフタレン－２，７－ジイル　ビス（ト

リフルオロメタンスルホナート）（１１２．４ｇ）を得た。下記「反応１」にそのスキームを示す。

[0169] [化56]

反応１

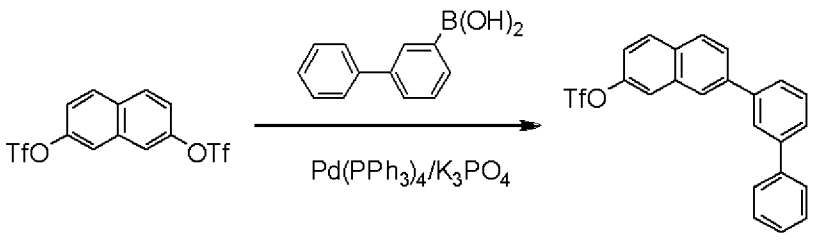


[0170] ＜７－（［１，１’－ビフェニル］－３－イル）ナフタレン－２－イル　トリフルオロメタンスルホナートの合成＞

窒素雰囲気下、上記反応１で得られた第１の中間体化合物であるナフタレン－２，７－ジイルービス（トリフルオロメタンスルホナート）（２５．５ｇ）、ｍ－ビフェニルボロン酸（１１．９ｇ）、テトラキス（トリフェニルホスフィン）パラジウム（０）（Ｐｄ（ＰＰｈ$_3$）$_4$）（１．３９ｇ）、リン酸カリウム（２５．５ｇ）およびテトラヒドロフラン（ＴＨＦ）とイソプロピルアルコール（ＩＰＡ）との混合溶媒（１００ｍｌ）（ＴＨＦ／ＩＰＡ＝４／１（容量比））をフラスコに入れ、４時間還流した。加熱終了後に反応液を冷却し、水を加え、トルエンで目的成分を抽出した。さらに、有機層を減圧濃縮して得られた粗製品をシリカゲルでカラム精製（溶媒：ヘプタン）を行い、第２の中間体化合物である７－（［１，１’－ビフェニル］－３－イル）ナフタレン－２－イル　トリフルオロメタンスルホナート（１４．８ｇ）を得た。下記「反応２」にそのスキームを示す。

[0171] [化57]

反応２



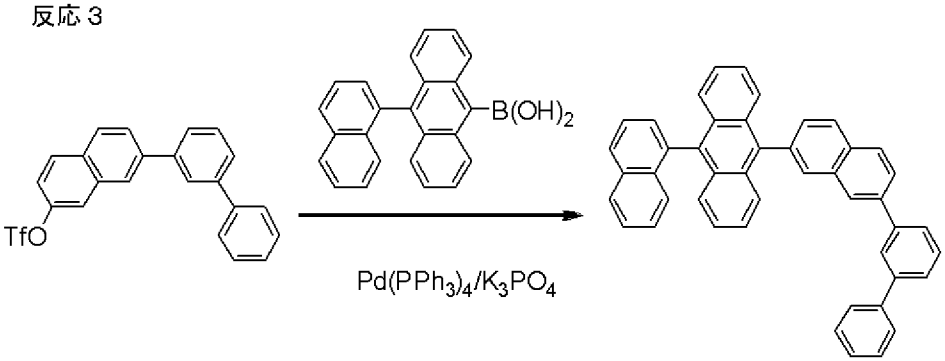
[0172] ＜９－（７－（［１，１’－ビフェニル］－３－イル）ナフタレン－２－イル）－１０－（ナフタレン－１－イル）アントラセンの合成＞

窒素雰囲気下、第２の中間体化合物である７－（［１，１’－ビフェニル

］－３－イル）ナフタレン－２－イル　トリフルオロメタンスルホナート（１．５０ｇ）、（１０－（ナフタレン－１－イル）アントラセン－９－イル）ボロン酸（１．２２ｇ）、テトラキス（トリフェニルホスフィン）パラジウム（０）（Ｐｄ（ＰＰｈ$_3$）$_4$）（０．１２ｇ）、リン酸カリウム（１．４９ｇ）および１，２，４－トリメチルベンゼン（シュードクメン）、ＩＰＡおよび水の混合溶媒１３ｍｌ（シュードクメン／ＩＰＡ／水＝１０／２／１（容量比））をフラスコに入れて、５時間還流した。加熱終了後に反応液を冷却し、トルエンおよび水を加え分液した。有機層を減圧留去し得られた固体をメタノールで洗浄した後、活性炭カラムクロマトグラフィー（溶媒：トルエン）で精製し、目的の式（１－２）で表される化合物である９－（７－（［１，１’－ビフェニル］－３－イル）ナフタレン－２－イル）－１０－（ナフタレン－１－イル）アントラセン（０．７ｇ）を得た。下記「反応３」にそのスキームを示す。（１０－（ナフタレン－１－イル）アントラセン－９－イル）ボロン酸は市販品を使用した。

[0173] [化58]

反応３



[0174] ＭＳスペクトルおよびＮＭＲ測定により目的化合物（１－２）の構造を確認した。

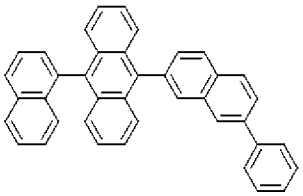
^{1}Ｈ－ＮＭＲ（ＣＤＣｌ$_3$）：δ＝８．１９（ｄ，１Ｈ）、８．０７～８．１７（ｍ，４Ｈ）、８．０３（ｄ，１Ｈ）、７．９９（ｍ，１Ｈ）、７．９４（ｄ，１Ｈ）、７．８０（ｄ，２Ｈ）、７．５６～７．７８（ｍ，８Ｈ）、７．４５～７．５２（ｍ，５Ｈ）、７．３８（ｍ，１Ｈ）、７．３２（ｍ，２Ｈ）、７．２０－７．２８（ｍ，４Ｈ）．

[0175] 目的化合物（１－２）のガラス転移温度（Ｔｇ）は、１３３．４℃であった。

［測定機器：Diamond DSC （PERKIN－ELMER社製）； 測定条件： 冷却速度200℃／Min.、昇温速度10℃／Min.］

[0176] ＜式（１－１）で表される化合物の合成例＞

[化59]



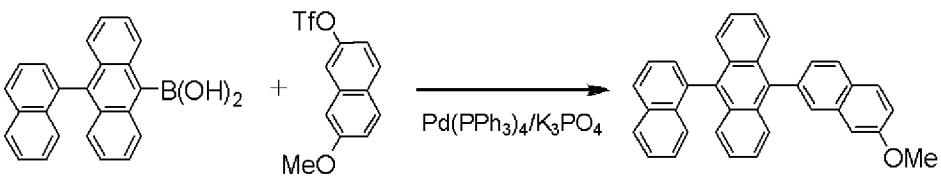
(1-1)

[0177] ＜９－（７－メトキシナフタレン－２－イル）－１０－（ナフタレン－１－イル）アントラセンの合成＞

窒素雰囲気下、（１０－（ナフタレン－１－イル）アントラセン－９－イル）ボロン酸（２５．１ｇ）、７－メトキシナフタレン－２－イル トリフルオロメタンスルホナート（２４．３ｇ）、Ｐｄ（ＰＰｈ$_3$）$_4$（０．９ｇ）、リン酸カリウム（３０．６ｇ）およびシュードクメン、ＩＰＡおよび水の混合溶媒２６０ｍｌ（シュードクメン／ＩＰＡ／水＝８／４／１（容量比））をフラスコに入れて、４．５時間還流した。加熱終了後に水を加え、室温まで冷却し、吸引濾過にて固体を採取した。得られた固体を水、次いでメタノールで洗浄した後、トルエンに溶解させ、シリカゲルショートカラムで精製した。溶媒をゆっくり減圧留去することで得られる結晶を、吸引濾過にて採取し、第３の中間体化合物である９－（７－メトキシナフタレン－２－イル）－１０－（ナフタレン－１－イル）アントラセン（１７．５ｇ）を得た。下記「反応４」にそのスキームを示す。

[0178] [化60]

反応４

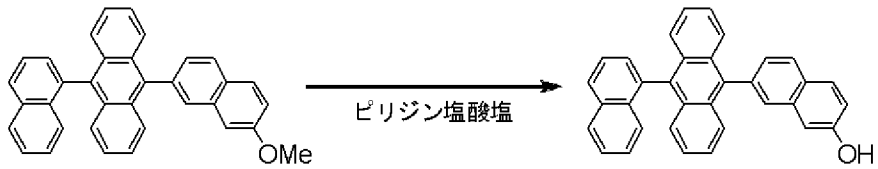


[0179] ＜７－（１０－（ナフタレン－１－イル）アントラセン－９－イル）ナフタレン－２－オールの合成＞

窒素雰囲気下、第３の中間体化合物である９－（７－メトキシナフタレン－２－イル）－１０－（ナフタレン－１－イル）アントラセン（１７．５）、ピリジン塩酸塩（２２．０ｇ）およびＮ－メチルピロリドン（３５ｍｌ）をフラスコに入れて、２００℃で６時間半撹拌した。加熱終了後、１００℃以下まで冷却し、水を加えて析出した固体を吸引濾過にて採取した。得られた粗製品をシリカゲルカラムクロマトグラフィー（溶媒：トルエン）で精製し、第４の中間体化合物である７－（１０－（ナフタレン－１－イル）アントラセン－９－イル）ナフタレン－２－オール（１６．０ｇ）を得た。下記「反応５」にそのスキームを示す。

[0180] [化61]

反応５

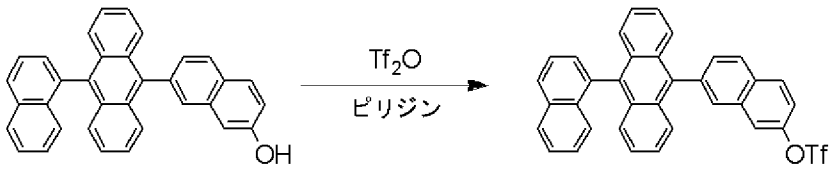


[0181] ＜７－（１０－（ナフタレン－１－イル）アントラセン－９－イル）ナフタレン－２－イル　トリフルオロメタンスルホナートの合成＞

窒素雰囲気下、第４の中間体化合物である７－（１０－（ナフタレン－１－イル）アントラセン－９－イル）ナフタレン－２－オール（１６．０ｇ）およびピリジン（１５０ｍｌ）をフラスコに入れ、０℃まで冷却した後、トリフルオロメタンスルホン酸無水物（１５．２ｇ）をゆっくり滴下した。その後、室温で３時間攪拌した後。再び０℃まで冷却し、水を加え反応を停止し、トルエンで目的成分を抽出した。有機層を減圧濃縮して得られた粗製品を、シリカゲルでカラム精製（溶媒：トルエン）を行い、第５の中間体化合物である７－（１０－（ナフタレン－１－イル）アントラセン－９－イル）ナフタレン－２－イル　トリフルオロメタンスルホナート（２０．０ｇ）を得た。下記「反応６」にそのスキームを示す。

[0182] [化62]

反応６

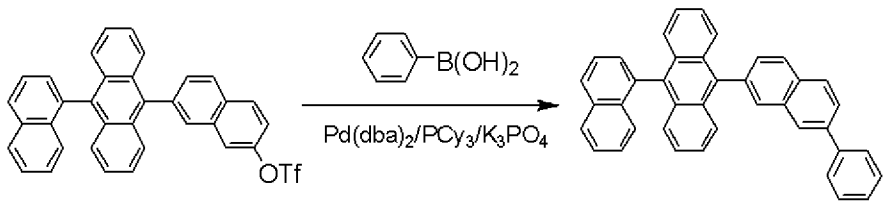


[0183] ＜９－（ナフタレン－１－イル）－１０－（７－フェニルナフタレン－２－イル）アントラセンの合成＞

窒素雰囲気下、第５の中間体化合物である７－（１０－（ナフタレン－１－イル）アントラセン－９－イル）ナフタレン－２－イル　トリフルオロメタンスルホナート（３．０ｇ）、フェニルボロン酸（０．８ｇ）、ビス（ジベンジリデンアセトン）パラジウム（０）（Ｐｄ（ｄｂａ）$_2$）（０．０３ｇ）、トリシクロヘキシルホスフィン（ＰＣｙ$_3$）（０．０３ｇ）、リン酸カリウム（２．２ｇ）およびトルエン、エタノールおよび水の混合溶媒２２ｍｌ（トルエン／エタノール／水＝９／１／１（容量比））をフラスコに入れて、２時間半還流した。加熱終了後に反応液を室温まで冷却し、メタノールを加え、析出物を吸引濾過にて採取した。得られた固体を水、次いでメタノールで洗浄後、更に酢酸エチルで洗浄した。得られた粗製品をトルエンに溶解させ、活性炭ショートカラムに通すことで着色成分を除去し、クロロベンゼンから再結晶することで、目的の式（１－１）で表される化合物である９－（ナフタレン－１－イル）－１０－（７－フェニルナフタレン－２－イル）アントラセン（１．２ｇ）を得た。下記「反応７」にそのスキームを示す。

[0184] [化63]

反応７



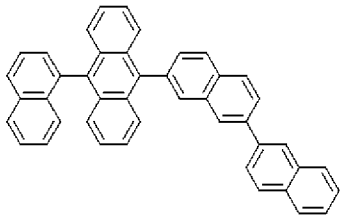
[0185] ＮＭＲ測定により目的化合物（１－１）の構造を確認した。

^{1}Ｈ－ＮＭＲ（ＣＤＣｌ$_3$）：δ＝８．０７～８．１７（ｍ，５Ｈ）、８．０

４（ｄ，１Ｈ）、７．８９（ｄｄ，１Ｈ）、７．７６～７．８２（ｍ，４Ｈ）、７．６５～７．７５（ｍ，２Ｈ）、７．６１（ｄ，１Ｈ）、７．４６～７．５４（ｍ，５Ｈ）、７．４１（ｍ，１Ｈ）、７．２９～７．３３（ｍ，２Ｈ）、７．２０－７．２８（ｍ，４Ｈ）．

[0186] ＜式（１－３４）で表される化合物の合成例＞

[化64]



(1-34)

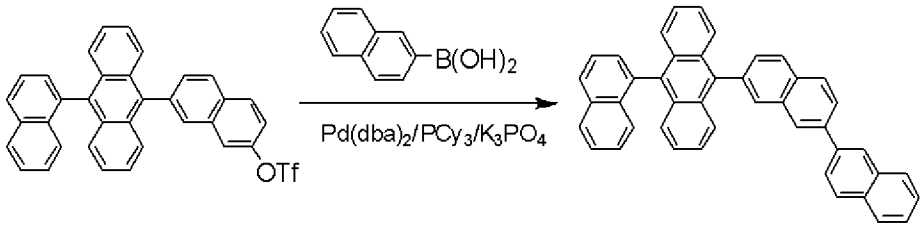
[0187] ＜９－（［２、２’－ビナフタレン］－７－イル）－１０－（ナフタレン－１－イル）アントラセンの合成＞

窒素雰囲気下、第５の中間体化合物である７－（１０－（ナフタレン－１－イル）アントラセン－９－イル）ナフタレン－２－イル　トリフルオロメタンスルホナート（３．０ｇ）、２－ナフタレンボロン酸（１．０ｇ）、（Ｐｄ（ｄｂａ）$_2$）（０．０３ｇ）、トリシクロヘキシルホスフィン（０．０３ｇ）、リン酸カリウム（２．２ｇ）およびトルエン、エタノールおよび水の混合溶媒２２ｍｌ（トルエン／エタノール／水＝９／１／１（容量比））をフラスコに入れて、３時間還流した。加熱終了後に反応液を室温まで冷却し、メタノールを加え、析出物を吸引濾過にて採取した。得られた固体を水、次いでメタノールで洗浄後、更に酢酸エチルで洗浄した。得られた粗製品をクロロベンゼンに溶解させ、活性炭ショートカラムに通すことで着色成分を除去し、更にクロロベンゼンから再結晶することで、目的の式（１－３４）で表される化合物である９－（［２、２’－ビナフタレン］－７－イル）－１０－（ナフタレン－１－イル）アントラセン（１．５ｇ）を得た。下記「反応８」にそのスキームを示す。

[0188]

[化65]

反応８

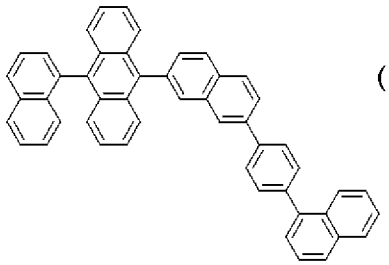


[0189] ＮＭＲ測定により目的化合物（１－３４）の構造を確認した。

^{1}Ｈ－ＮＭＲ（ＣＤＣｌ$_3$）：δ＝８．２６（ｄｄ，１Ｈ）、８．２４（ｓ，１Ｈ）、８．１１～８．１８（ｍ，３Ｈ）、８．０８（ｄ，１Ｈ）、７．８８～８．０５（ｍ，６Ｈ）、７．８１（ｄｄ，２Ｈ）、７．６６～７．７５（ｍ，２Ｈ）、７．６１（ｄ，１Ｈ）、７．４６～７．５６（ｍ，５Ｈ）、７．２９～７．３４（ｍ，２Ｈ）、７．２０－７．２８（ｍ，４Ｈ）．

[0190] ＜式（１－２１）で表される化合物の合成例＞

[化66]



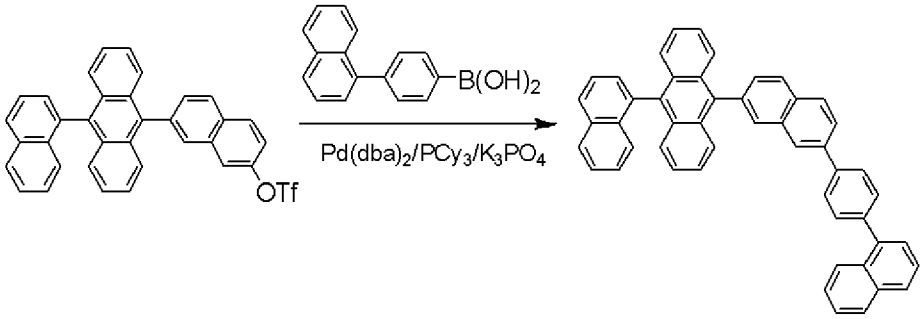
[0191] ＜９－（ナフタレン－１－イル）－１０－（７－（ナフタレン－１－イル）フェニル）ナフタレン－２－イル）アントラセンの合成＞

窒素雰囲気下、第５の中間体化合物である７－（１０－（ナフタレン－１－イル）アントラセン－９－イル）ナフタレン－２－イル　トリフルオロメタンスルホナート（３．０ｇ）、（４－（ナフタレン－１－イル）フェニル）ボロン酸（１．９ｇ）、ビス（ジベンジリデンアセトン）パラジウム（０）（Ｐｄ（ｄｂａ）$_2$）（０．０３ｇ）、トリシクロヘキシルホスフィン（０．０３ｇ）、リン酸カリウム（２．２ｇ）およびトルエン、エタノールおよび水の混合溶媒２２ｍｌ（トルエン／エタノール／水＝９／１／１（容量比））をフラスコに入れて、６時間半還流した。加熱終了後に反応液を室温ま

で冷却し、メタノールを加え、析出物を吸引濾過にて採取した。得られた固体を水、次いでメタノールで洗浄後、更に酢酸エチルで洗浄した。得られた粗製品をトルエンに溶解させ、活性炭ショートカラムに通すことで着色成分を除去した。溶媒を減圧留去し、得られた油状物質に酢酸エチルを加えることで析出した沈殿を吸引濾過にて採取し、目的の式（１－２１）で表される化合物である９－（ナフタレン－１－イル）－１０－（７－（ナフタレン－１－イル）フェニル）ナフタレン－２－イル）アントラセン（２．６ｇ）を得た。下記「反応９」にそのスキームを示す。

[0192] [化67]

反応９

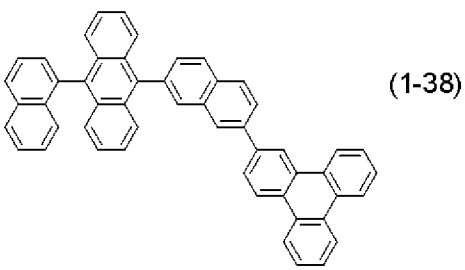


[0193] ＮＭＲ測定により目的化合物（１－２１）の構造を確認した。

^{1}Ｈ－ＮＭＲ（ＣＤＣｌ$_3$）：δ＝８．２４（ｄ，１Ｈ）、８．１２～８．１９（ｍ，３Ｈ）、８．０９（ｄ，１Ｈ）、８．０３（ｍ，２Ｈ）、７．９９（ｄｄ，１Ｈ）、７．８８～７．９６（ｍ，４Ｈ）、７．８３（ｄ，２Ｈ）、７．６４～７．７６（ｍ，４Ｈ）、７．６２（ｄ，１Ｈ）、７．４６～７．５９（ｍ，７Ｈ）、７．３１～７．３５（ｍ，２Ｈ）、７．２０－７．２８（ｍ，４Ｈ）．

[0194] ＜式（１－３８）で表される化合物の合成例＞

[化68]

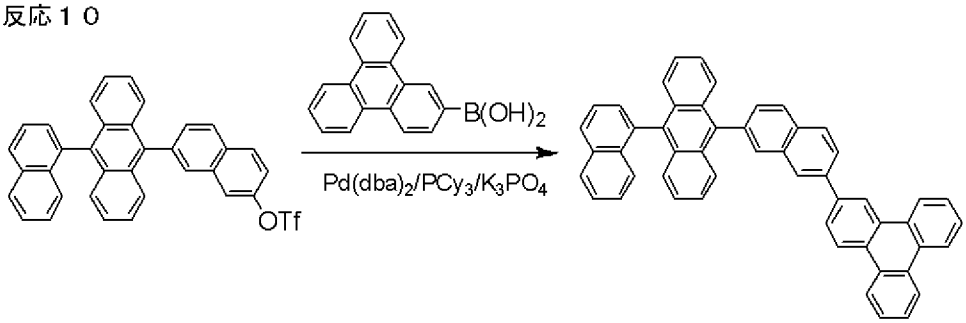

(1-38)

[0195] ＜２－（７－（１０－（ナフタレン－１－イル）アントラセン－９－イル）ナフタレン－２－イル）トリフェニレンの合成＞

窒素雰囲気下、第５の中間体化合物である７－（１０－（ナフタレン－１－イル）アントラセン－９－イル）ナフタレン－２－イル　トリフルオロメタンスルホナート（３．０ｇ）、２－トリフェニレンボロン酸（２．１ｇ）、Ｐｄ（ｄｂａ）$_2$（０．０３ｇ）、トリシクロヘキシルホスフィン（０．０３ｇ）、リン酸カリウム（２．２ｇ）およびトルエン、エタノールおよび水の混合溶媒２２ｍｌ（トルエン／エタノール／水＝９／１／１（容量比））をフラスコに入れて、２時間還流した。加熱終了後に反応液を室温まで冷却し、メタノールを加え、析出物を吸引濾過にて採取した。得られた固体を水、次いでメタノールで洗浄後、更に酢酸エチルで洗浄した。得られた粗製品をクロロベンゼンに溶解させ、活性炭ショートカラムに通すことで着色成分を除去し、更にクロロベンゼンから再結晶することで、目的の式（１－３８）で表される化合物である２－（７－（１０－（ナフタレン－１－イル）アントラセン－９－イル）ナフタレン－２－イル）トリフェニレン（１．９ｇ）を得た。下記「反応１０」にそのスキームを示す。

[0196] [化69]

反応１０

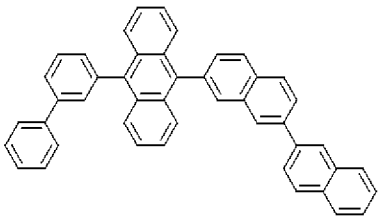


[0197] ＮＭＲ測定により目的化合物（１－３８）の構造を確認した。

^{1}Ｈ－ＮＭＲ（ＣＤＣｌ$_3$）：δ＝９．７５（ｓ，１Ｈ）、８．６８～８．９０（ｍ，６Ｈ）、８．３８（ｍ，１Ｈ）、８．０２～８．３０（ｍ，８Ｈ）、７．６０～７．９０（ｍ，１０Ｈ）、７．５３（ｍ，３Ｈ）、７．３５（ｍ，３Ｈ）．

[0198] ＜式（１－１６０）で表される化合物の合成例＞

[化70]



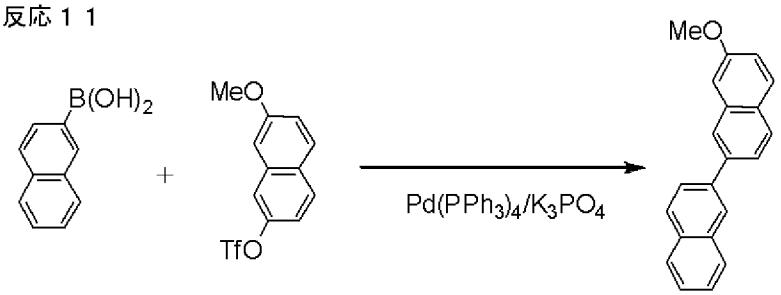
(1-160)

[0199] ＜７－メトキシー２，２’－ビナフタレンの合成の合成＞

窒素雰囲気下、２－ナフタレンボロン酸（３３．７ｇ）、ナフタレン－２，７－ジイルービス（トリフルオロメタンスルホナート）（５０．０ｇ）、Ｐｄ（ＰＰｈ$_3$）$_4$（５．７ｇ）、リン酸カリウム（６９．３ｇ）およびトルエンおよびエタノールの混合溶媒４００ｍｌ（トルエン／エタノール＝５／１（容量比））をフラスコに入れて、７時間還流した。加熱終了後に反応液を冷却し、水を加え、トルエンで目的成分を抽出した。次いで、有機層を減圧濃縮し、シリカゲルカラムカラムクロマトグラフィー（溶媒：トルエン）にて精製を行い、第６の中間体化合物である７－メトキシー２，２’－ビナフタレン（３２．０ｇ）を得た。下記「反応１１」にそのスキームを示す。

[0200] [化71]

反応１１



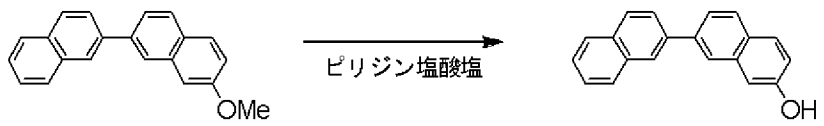
[0201] ＜［２，２’－ビナフタレン］－７－オールの合成＞

窒素雰囲気下、第６の中間体化合物である７－メトキシー２，２’－ビナフタレン（３１．０）、ピリジン塩酸塩（６３．０ｇ）およびＮ－メチルピロリドン（２０ｍｌ）をフラスコに入れて、２００℃で７時間撹拌した。加熱終了後、１００℃以下まで冷却し、水を加えて析出した固体を吸引濾過にて採取した。得られた固体をシリカゲルカラムクロマトグラフィー（溶媒：トルエン）で精製し、第７の中間体化合物である［２，２’－ビナフタレン

］－７－オール（２２．０ｇ）を得た。下記「反応１２」にそのスキームを示す。

[0202] [化72]

反応１２

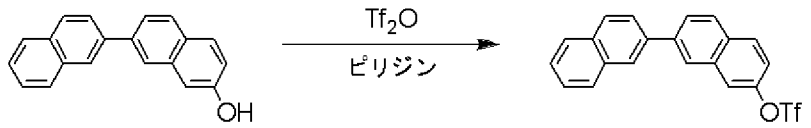


[0203] ＜［２，２’－ビナフタレン］－７－イル　トリフルオロメタンスルホナートの合成＞

窒素雰囲気下、第７の中間体化合物である［２，２’－ビナフタレン］－７－オール（２０．０ｇ）およびピリジン（２００ｍｌ）をフラスコに入れ、０℃まで冷却した後、トリフルオロメタンスルホン酸無水物（３０．２ｇ）をゆっくり滴下した。その後、室温で２時間攪拌した後。再び０℃まで冷却し、水を加え反応を停止し、トルエンで目的成分を抽出した。次いで、有機層を減圧濃縮し、シリカゲルカラムクロマトグラフィー（溶媒：トルエン）にて精製した。得られた粗製品をアセトンに溶解させ、ヘプタンを加えることで再沈殿をおこない、第８の中間体化合物である［２，２’－ビナフタレン］－７－イル　トリフルオロメタンスルホナート（１６．２ｇ）を得た。下記「反応１３」にそのスキームを示す。

[0204] [化73]

反応１３



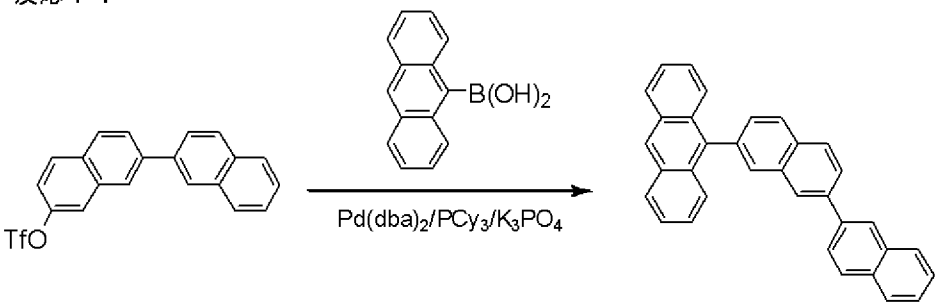
[0205] ＜９－（［２，２’－ビナフタレン］－７－イル）アントラセンの合成＞

窒素雰囲気下、第８の中間体化合物である［２，２’－ビナフタレン］－７－イル　トリフルオロメタンスルホナート（１６．０ｇ）、アントラセン－９－イルボロン酸（１３．３ｇ）、Ｐｄ（ｄｂａ）$_2$（０．７ｇ）、トリシクロヘキシルホスフィン（０．８ｇ）、リン酸カリウム（１６．９ｇ）およ

びトルエンおよびエタノールの混合溶媒１２０ｍｌ（トルエン／エタノール＝４／１（容量比））をフラスコに入れて、２時間半還流した。加熱終了後に反応液を冷却し、水およびトルエンを加え分液した。次いで有機層を減圧留去し得られた粗製品をシリカゲルカラムクロマトグラフィー（溶媒：トルエン）で精製した。溶媒を減圧留去し得られた固体をヘプタンで洗浄し、第９の中間体化合物である９－（［２，２’－ビナフタレン］－７－イル）アントラセン（１０．０ｇ）を得た。下記「反応１４」にそのスキームを示す。

[0206] [化74]

反応１４



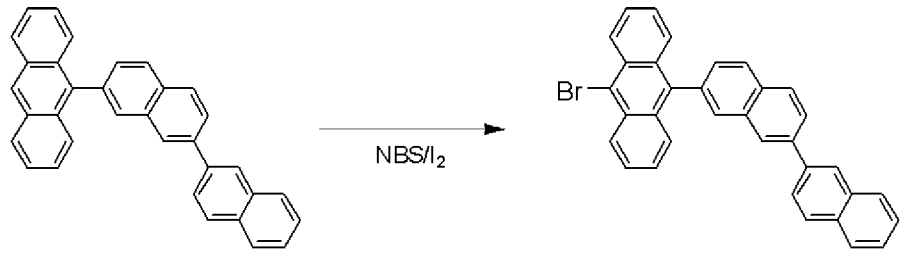
[0207] ＜９－（［２，２’－ビナフタレン］－７－イル）－１０－ブロモアントラセンの合成＞

窒素雰囲気下、第９の中間体化合物である９－（［２，２’－ビナフタレン］－７－イル）アントラセン（１０．０ｇ）、Ｎ－ブロモスクシンイミド（ＮＢＳ）（４．６ｇ）、ヨウ素（０．１ｇ）およびＴＨＦ（６０ｍｌ）をフラスコにいれて、室温で終夜撹拌した。チオ硫酸ナトリウム水溶液を加え、反応を停止し、水およびトルエンを加え分液した。次いで有機層を減圧留去し得られた固体をシリカゲルカラムクロマトグラフィー（溶媒：トルエン）で精製した。溶媒を減圧留去し得られた固体をヘプタンで洗浄し、第１０の中間体化合物である［９－（［２，２’－ビナフタレン］－７－イル）－１０－ブロモアントラセン（１１．０ｇ）を得た。下記「反応１５」にそのスキームを示す。

[0208]

[化75]

反応１５

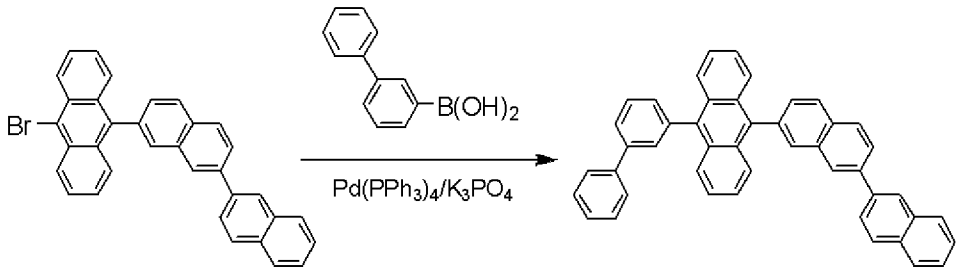


[0209] ＜９－（［１，１’－ビフェニル］－３－イル）－１０－（［２，２’－ビナフタレン］－７－イル）アントラセンの合成＞

窒素雰囲気下、第１０の中間体化合物である［９－（［２，２’－ビナフタレン］－７－イル）－１０－ブロモアントラセン（２．０ｇ）、ｍ－ビフェニルボロン酸（１．４ｇ）、Ｐｄ（ＰＰｈ$_3$）$_4$）（０．１ｇ）、リン酸カリウム（１．７ｇ）およびトルエンおよびエタノールの混合溶媒１６ｍｌ（トルエン／エタノール＝４／１（容量比））をフラスコに入れて、１０時間還流した。加熱終了後に反応液を室温まで冷却し、水を加え、析出物を吸引濾過にて採取した。得られた固体を水、次いでメタノールで洗浄後、更に酢酸エチルで洗浄した。得られた粗製品をシリカゲルカラムクロマトグラフィー（溶媒：クロロベンゼン）で精製し、最後にクロロベンゼンから再結晶することで、目的の式（１－１６０）で表される化合物である９－（［１，１’－ビフェニル］－３－イル）－１０－（［２，２’－ビナフタレン］－７－イル）アントラセン（０．５ｇ）を得た。下記「反応１６」にそのスキームを示す。

[0210] [化76]

反応１６

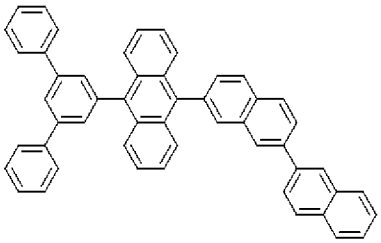


[0211] ＮＭＲ測定により目的化合物（１－１６０）の構造を確認した。

^{1}Ｈ－ＮＭＲ（ＣＤＣｌ$_3$）：δ＝８．２４（ｄ，２Ｈ）、８．１４（ｔ，２Ｈ）、８．０９（ｍ，１Ｈ）、７．８８～８．１５（ｍ，５Ｈ）、７．７６～７．８４（ｍ，６Ｈ）、７．７１（ｍ，３Ｈ）、７．６４（ｍ，１Ｈ）、７．４４～７．５６（ｍ，５Ｈ）、７．３２～７．３８（ｍ，５Ｈ）．

[0212] ＜式（１－１６２）で表される化合物の合成例＞

[化77]



(1-162)

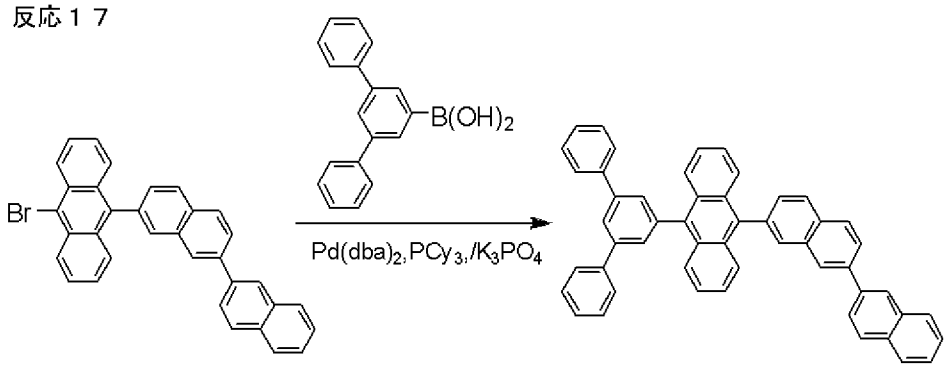
[0213] ＜９－（［１，１’：３’，１’’－テルフェニル］－５’－イル）－１０－（［２，２’－ビナフタレン］－７－イル）アントラセンの合成＞

窒素雰囲気下、第１０の中間体化合物である［９－（［２，２’－ビナフタレン］－７－イル）－１０－ブロモアントラセン（２．０ｇ）、［１，１’：３’，１’’－テルフェニル］－５’－イルボロン酸（１．０ｇ）、Ｐｄ（ｄｂａ）$_2$（０．０３ｇ）、トリシクロヘキシルホスフィン（０．０３ｇ）、リン酸カリウム（１．３ｇ）およびトルエンおよびエタノールの混合溶媒２０ｍｌ（トルエン／エタノール＝４／１（容量比））をフラスコに入れて、２時間還流した。加熱終了後に反応液を室温まで冷却し、水を加え反応を停止し、トルエンで目的物を抽出した。溶媒を減圧留去し、得られた粗製品をシリカゲルカラムクロマトグラフィー（溶媒：トルエン）で精製し、更に活性炭カラムクロマトグラフィー（溶媒：トルエン）で精製することで、目的の式（１－１６２）で表される化合物である９－（［１，１’：３’，１’’－テルフェニル］－５’－イル）－１０－（［２，２’－ビナフタレン］－７－イル）アントラセン（１．０ｇ）を得た。下記「反応１７」にそのスキームを示す。

[0214]

[化78]

反応１７

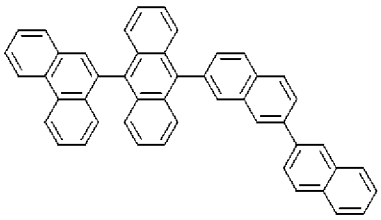


[0215] ＮＭＲ測定により目的化合物（１－１６２）の構造を確認した。

^{1}Ｈ－ＮＭＲ（ＣＤＣｌ$_3$）：δ＝８．２２～８．２７（ｍ，２Ｈ）、８．１４（ｔ，２Ｈ）、８．０９（ｓ，１Ｈ）、８．０５（ｍ，１Ｈ）、８．０２（ｄｄ，１Ｈ）、７．８８～８．００（ｍ，６Ｈ）、７．７６～７．８１（ｍ，８Ｈ）、７．６５（ｄｄ，１Ｈ）、７．４６～７．５５（ｍ，６Ｈ）、７．３３～７．４１（ｍ，６Ｈ）．

[0216] ＜式（１－１６４）で表される化合物の合成例＞

[化79]



(1-164)

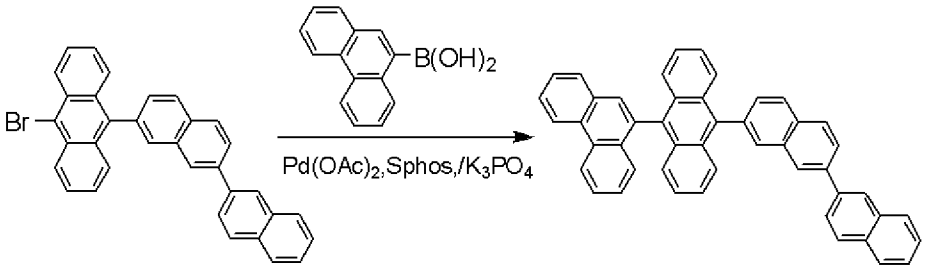
[0217] ＜９－（［２，２’－ビナフタレン］－７－イル）－１０－（フェナントレン－９－イル）アントラセンの合成＞

窒素雰囲気下、第１０の中間体化合物である［９－（［２，２’－ビナフタレン］－７－イル）－１０－ブロモアントラセン（２．０ｇ）、フェナントレン－９－イルボロン酸（１．１ｇ）、酢酸パラジウム（Ｐｄ（ＯＡｃ）$_2$）（０．０６ｇ）、２－ジシクロヘキシルホスフィノ－２’，６’－ジメトキシビフェニル（ＳＰｈｏｓ、アルドリッチ製）（０．０２ｇ）、リン酸カリウム（１．７ｇ）およびトルエンおよびエタノールの混合溶媒１０ｍｌ（トルエン／エタノール＝４／１（容量比））をフラスコに入れて、１０時間

還流した。加熱終了後に反応液を室温まで冷却し、水を加え、析出物を吸引濾過にて採取した。得られた固体を水、次いでメタノールで洗浄後、シリカゲルカラムクロマトグラフィー（溶媒：トルエン）で精製した。更にクロロベンゼンから再結晶することで、目的の式（１－１６４）で表される化合物である９－（［２，２’－ビナフタレン］－７－イル）－１０－（フェナントレン－９－イル）アントラセン（０．７ｇ）を得た。下記「反応１８」にそのスキームを示す。

[0218] [化80]

反応１８

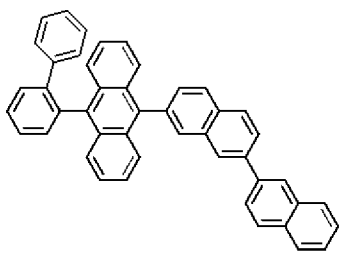


[0219] ＮＭＲ測定により目的化合物（１－１６４）の構造を確認した。

^{1}Ｈ－ＮＭＲ（ＣＤＣｌ$_3$）：δ＝８．９０（ｍ，２Ｈ）、８．２８（ｍ，１Ｈ）、８．２５（ｓ，１Ｈ）、８．１３～８．２０（ｍ，３Ｈ）、７．８９～８．０４（ｍ，７Ｈ）、７．８３（ｄ，２Ｈ）、７．６６～７．８１（ｍ，４Ｈ）、７．６２（ｄ，２Ｈ）、７．５３（ｍ，２Ｈ）、７．２８～７．３８（ｍ，４Ｈ）、７．２３（ｍ，２Ｈ）．

[0220] ＜式（１－１１７）で表される化合物の合成例＞

[化81]



(1-117)

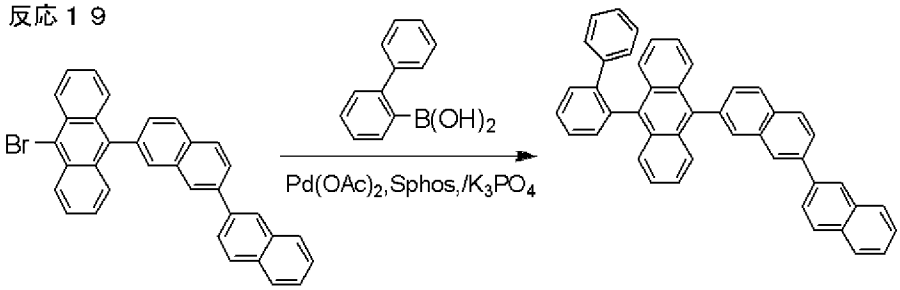
[0221] ＜９－（［１，１’－ビフェニル］－２－イル）－１０－（［２，２’－ビナフタレン］－７－イル））アントラセンの合成＞

窒素雰囲気下、第１０の中間体化合物である［９－（［２，２’－ビナフ

タレン］－７－イル）－１０－ブロモアントラセン（２．０ｇ）、ｏ－ビフェニルボロン酸（０．９ｇ）、Ｐｄ（ＯＡｃ）$_2$（０．０３ｇ）、ＳＰｈｏｓ（アルドリッチ製）（０．１２ｇ）、リン酸カリウム（１．７ｇ）およびシュードクメン、ｔ－ブチルアルコールおよび水の混合溶媒１４ｍｌ（シュードクメン／ｔ－ブチルアルコール／水＝１０／３／１（容量比））をフラスコに入れて、８時間還流した。加熱終了後に反応液を室温まで冷却し、水を加え反応を停止し、トルエンで抽出した。溶媒を減圧留去し、得られた固体をシリカゲルカラムクロマトグラフィー（溶媒：トルエン）で精製し、更に活性炭カラムクロマトグラフィー（溶媒：トルエン）で精製することで、目的の式（１－１１７）で表される化合物である９－（［１，１’－ビフェニル］－２－イル）－１０－（［２，２’－ビナフタレン］－７－イル））アントラセン（０．５ｇ）を得た。下記「反応１９」にそのスキームを示す。

[0222] [化82]

反応１９

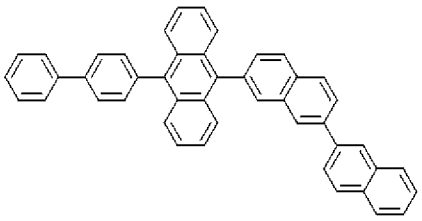


[0223] ＮＭＲ測定により目的化合物（１－１１７）の構造を確認した。

^{1}Ｈ－ＮＭＲ（ＣＤＣｌ$_3$）：δ＝８．２１（ｍ，２Ｈ）、８．１２（ｄ，１Ｈ）、８．０８（ｄｄ，１Ｈ）、７．８７～８．０３（ｍ，６Ｈ）、７．７１（ｄ，２Ｈ）、７．６７（ｍ，４Ｈ）、７．４５～７．５９（ｍ，５Ｈ）、７．２３～７．３２（ｍ，４Ｈ）、７．０３（ｍ，２Ｈ）、６．８８～６．９７（ｍ，３Ｈ）．

[0224] ＜式（１－１２９）で表される化合物の合成例＞

[化83]



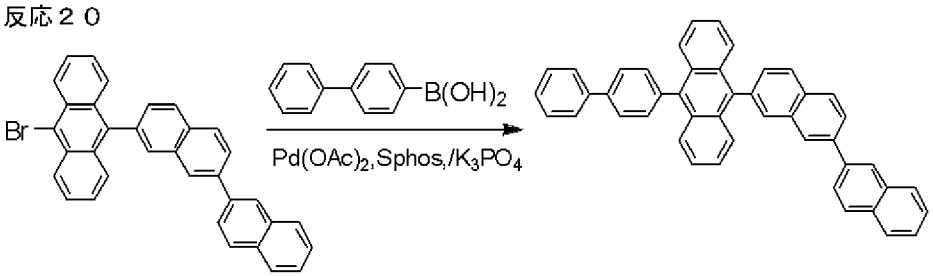
(1-129)

[0225] ＜９－（［１，１’－ビフェニル］－４－イル）－１０－（［２，２’－ビナフタレン］－７－イル））アントラセンの合成＞

窒素雰囲気下、第１０の中間体化合物である［９－（［２，２’－ビナフタレン］－７－イル）－１０－ブロモアントラセン（２．０ｇ）、ｐ－ビフェニルボロン酸（０．９ｇ）、Ｐｄ（ｄｂａ）$_2$（０．０５ｇ）、トリシクロヘキシルホスフィン（０．０５ｇ）、リン酸カリウム（１．７ｇ）およびトルエンおよびエタノールの混合溶媒１５ｍｌ（トルエン／エタノール＝４／１（容量比））をフラスコに入れて、３時間還流した。加熱終了後に反応液を室温まで冷却し、水を加え、析出物を吸引濾過にて採取した。得られた固体を水、次いでメタノールで洗浄後、シリカゲルカラムクロマトグラフィー（溶媒：トルエン）で精製し、更に活性炭カラムクロマトグラフィー（溶媒：トルエン）で精製することで、目的の式（１－１２９）で表される化合物である９－（［１，１’－ビフェニル］－４－イル）－１０－（［２，２’－ビナフタレン］－７－イル））アントラセン（０．６ｇ）を得た。下記「反応２０」にそのスキームを示す。

[0226] [化84]

反応２０



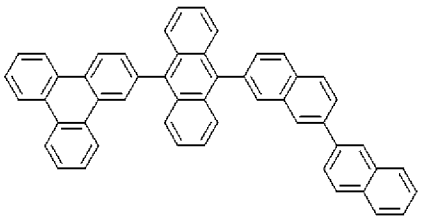
[0227] ＮＭＲ測定により目的化合物（１－１２９）の構造を確認した。

^{1}Ｈ－ＮＭＲ（ＣＤＣｌ$_3$）：δ＝８．２４（ｄ，２Ｈ）、８．１２（ｔ，２Ｈ）、８．０９（ｓ，１Ｈ）、７．８８～８．０３（ｍ，５Ｈ）、７．８６

（ｄ，２Ｈ）、７．８３（ｄ，２Ｈ）、７．７９（ｍ，４Ｈ）、７．６４（ｄｄ，１Ｈ）、７．６０（ｄ，２Ｈ）、７．４８～７．５６（ｍ，４Ｈ）、７．４３（ｔ，１Ｈ）、７．３３－７．４０（ｍ，４Ｈ）．

[0228] ＜式（１－１６６）で表される化合物の合成例＞

[化85]



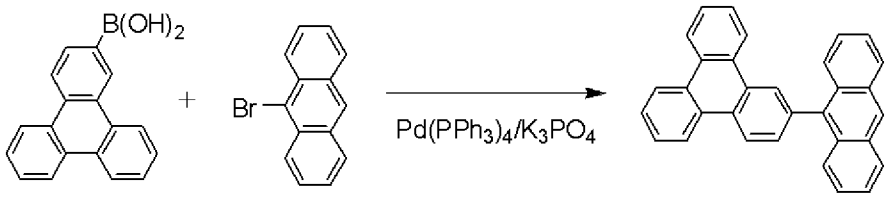
(1-166)

[0229] ＜２－（アントラセン－９－イル）トリフェニレンの合成＞

窒素雰囲気下、トリフェニレン－２－イルボロン酸（５．６ｇ）、９－ブロモアントラセン（３．５ｇ）、（Ｐｄ（ＰＰｈ$_3$）$_4$）（０．５ｇ）、リン酸カリウム（５．８ｇ）およびシュードクメン、ｔ－ブチルアルコールおよび水の混合溶媒４８ｍｌ（シュードクメン／ｔ－ブチルアルコール／水＝１０／１／１（容量比））をフラスコに入れて、８時間還流した。水を加え、析出物を吸引濾過にて採取した。得られた固体を水、次いでメタノールで洗浄後、シリカゲルカラムクロマトグラフィー（溶媒：トルエン）で精製した。次いでトルエン／酢酸エチル混合溶液から再結晶することで、第１１の中間体化合物である２－（アントラセン－９－イル）トリフェニレン（３．３ｇ）を得た。下記「反応２１」にそのスキームを示す。

[0230] [化86]

反応２１



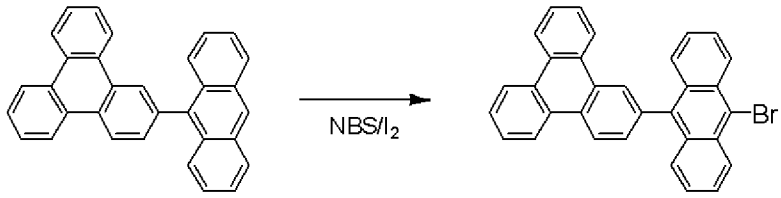
[0231] ＜２－（１０－ブロモアントラセン－９－イル）トリフェニレンの合成＞

窒素雰囲気下、第１１の中間体化合物である２－（アントラセン－９－イル）トリフェニレン（３．３ｇ）、Ｎ－ブロモスクシンイミド（ＮＢＳ）（

１．７ｇ）、ヨウ素（０．１ｇ）およびＴＨＦ（２５ｍｌ）をフラスコにいれて、室温で５時間撹拌した。チオ硫酸ナトリウム水溶液を加え、反応を停止し、析出物を吸引濾過にて採取した。得られた固体をメタノール、次いでヘプタンで洗浄後、シリカゲルカラムクロマトグラフィー（溶媒：トルエン）で精製し、第１２の中間体化合物である２－（１０－ブロモアントラセン－９－イル）トリフェニレン（３．５ｇ）を得た。下記「反応２２」にそのスキームを示す。

[0232] [化87]

反応２２



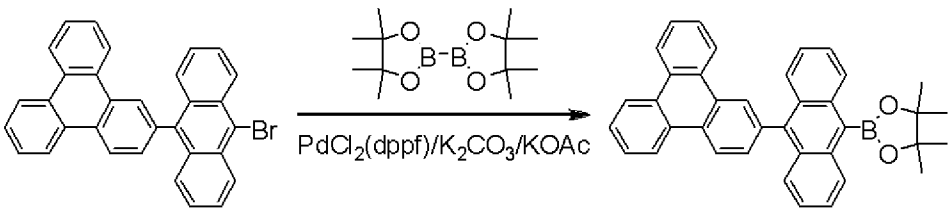
[0233] ＜４，４，５，５－テトラメチル－２－（１０－（トリフェニレン－２－イル）アントラセン－９－イル）－１，３，２－ジオキサボロランの合成＞

窒素雰囲気下、第１２の中間体化合物である２－（１０－ブロモアントラセン－９－イル）トリフェニレン（３．５ｇ）、ビスピナコラートジボロン（２．２ｇ）、$PdCl_2$（ｄｐｐｆ）（０．２ｇ）、炭酸カリウム（２．０ｇ）、酢酸カリウム（１．４ｇ）およびシクロペンチルメチルエーテル（２０ｍｌ）をフラスコに入れて、５時間還流した。反応液を室温まで冷却した後、水およびトルエンを加え分液した。溶媒を減圧留去し得られた粗製品を活性炭カラムクロマトグラフィー（溶媒：トルエン）で精製し、第１３の中間体化合物である４，４，５，５－テトラメチル－２－（１０－（トリフェニレン－２－イル）アントラセン－９－イル）－１，３，２－ジオキサボロラン（２．０ｇ）を得た。下記「反応２３」にそのスキームを示す。

[0234]

[化88]

反応２３



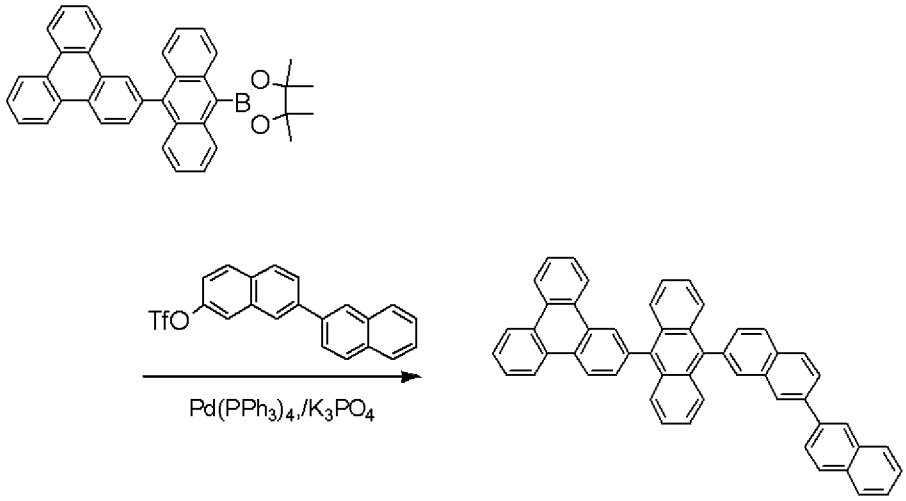
[0235] ＜２－（１０－（［２，２’－ビナフタレン］－７－イル）アントラセン－９－イル）トリフェニレンの合成＞

窒素雰囲気下、第１３の中間体化合物である４，４，５，５－テトラメチル－２－（１０－（トリフェニレン－２－イル）アントラセン－９－イル）－１，３，２－ジオキサボロラン（１．５ｇ）、［２，２’－ビナフタレン］－７－イル　トリフルオロメタンスルホナート（１．３ｇ）、Ｐｄ（ＰＰｈ$_3$）$_4$（０．２ｇ）、リン酸カリウム（１．２ｇ）およびトルエン、エタノールおよび水の混合溶媒１１ｍｌ（トルエン／エタノール／水＝８／２／１（容量比））をフラスコに入れて、４時間還流した。加熱終了後に反応液を室温まで冷却し、水を加え、析出物を吸引濾過にて採取した。得られた固体を水、次いでメタノールで洗浄後、クロロベンゼンに溶解させ、活性アルミナカラムクロマトグラフィー（溶媒：トルエン）を通した。更にクロロベンゼンから再結晶することで、目的の式（１－１６６）で表される化合物である２－（１０－（［２，２’－ビナフタレン］－７－イル）アントラセン－９－イル）トリフェニレン（０．９ｇ）を得た。下記「反応２４」にそのスキームを示す。

[0236]

[化89]

反応２４

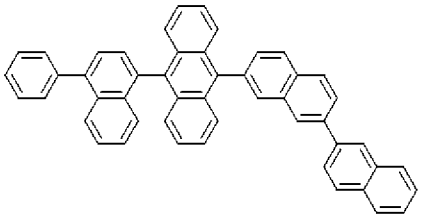


[0237] ＮＭＲ測定により目的化合物（１－１６６）の構造を確認した。

^{1}Ｈ－ＮＭＲ（ＣＤＣｌ$_3$）：δ＝８．９３（ｄ，１Ｈ）、８．８３（ｍ，２Ｈ）、８．７４（ｍ，２Ｈ）、８．６１（ｄ，１Ｈ）、８．２８（ｍ，１Ｈ）、８．２４（ｍ，１Ｈ）、８．１５（ｍ，３Ｈ）、７．９０～８．０５（ｍ，５Ｈ）、７．８０～７．８７（ｍ，５Ｈ）、７．７６（ｍ，２Ｈ）、７．６９（ｍ，２Ｈ）、７．６１（ｔ，１Ｈ）、７．５２（ｍ，２Ｈ）、７．３６（ｍ，４Ｈ）．

[0238] ＜式（１－１７２）で表される化合物の合成例＞

[化90]



(1-172)

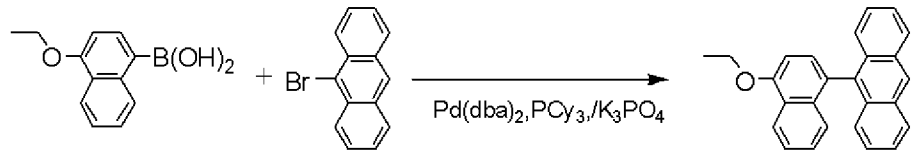
[0239] ＜９－（４－エトキシナフタレン－１－イル）アントラセンの合成＞

９－ブロモアントラセン（７５．０ｇ）、（４－エトキシナフタレン－１－イル）ボロン酸（７８．０ｇ）、Ｐｄ（ｄｂａ）$_2$（５．０ｇ）、トリシクロヘキシルホスフィン（４．９ｇ）、リン酸カリウム（１２４．０ｇ）およびシュードクメンおよびｔ－ブチルアルコールの混合溶媒４４０ｍｌ（シュ

ードクメン／ｔ－ブチルアルコール＝１０／１（容量比））をフラスコに入れて、８時間還流した。反応液を室温まで冷却した後、析出した固体を吸引ろ過にて採取し、その固体をＥＤＴＡ・４Ｎａ水溶液、水、メタノールの順で洗浄した。次いで加熱したクロロベンゼンに溶かし、シリカゲルを敷いた桐山ロートで吸引ろ過を行なった。ろ液を減圧留去して得られた粗製品をヘプタンで加熱洗浄し、第１４の中間体化合物である９－（４－エトキシナフタレン－１－イル）アントラセン（８７．１ｇ）を得た。下記「反応２５」にそのスキームを示す。

[0240] [化91]

反応２５

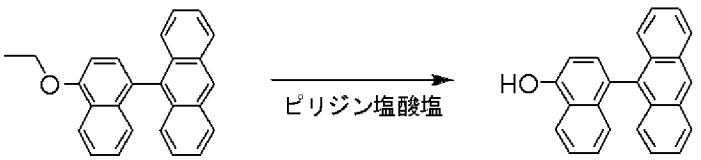


[0241] ＜４－（アントラセン－９－イル）ナフタレン－１－オールの合成＞

窒素雰囲気下、第１４の中間体化合物である９－（４－エトキシナフタレン－１－イル）アントラセン（８７．１ｇ）、ピリジン塩酸塩（２８９．０ｇ）および１－メチル－２－ピロリドン（８７ｍｌ）をフラスコに入れ、１７５℃で１６時間攪拌した。反応液を室温まで冷却した後、水を加え加熱洗浄を行い、吸引ろ過にて溶け残った固体を採取した。得られた固体をメタノールで加熱洗浄後、加熱したクロロベンゼンに溶かし、シリカゲルを敷いた桐山ロートで吸引ろ過を行なった。ろ液を適量減圧留去した後、ヘプタンを加えることで再沈殿を行い、第１５の中間体化合物である４－（アントラセン－９－イル）ナフタレン－１－オール（７４．３ｇ）得た。下記「反応２６」にそのスキームを示す。

[0242] [化92]

反応２６

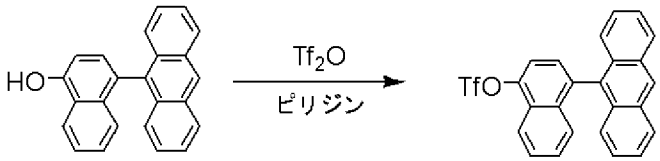


[0243] ＜４－（アントラセン－９－イル）ナフタレン－１－イル　トリフルオロメタンスルホナートの合成＞

窒素雰囲気下、第１５の中間体化合物である４－（アントラセン－９－イル）ナフタレン－１－オール（７４．０ｇ）およびピリジン（５００ｍｌ）の入ったフラスコを、氷浴で冷却し、トリフルオロメタンスルホン酸無水物（９８．０ｇ）を滴下した。滴下終了後、室温で１時間撹拌した後、水を加え、析出した固体を吸引ろ過にて採取した。得られた固体をメタノールで洗浄した後、トルエンに溶かし、シリカゲルを敷いた桐山ロートで吸引ろ過を行なった。ろ液を減圧留去して得られた粗製品を、ヘプタンから再結晶し、第１６の中間体化合物である４－（アントラセン－９－イル）ナフタレン－１－イル　トリフルオロメタンスルホナート（１００．２ｇ）を得た。下記「反応２７」にそのスキームを示す。

[0244] [化93]

反応２７



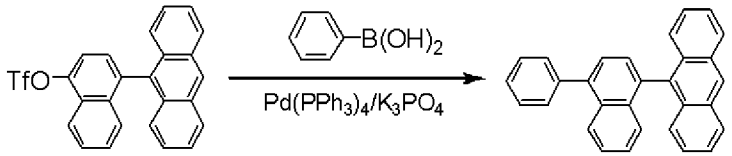
[0245] ＜９－（４－フェニルナフタレン－１－イル）アントラセンの合成＞

窒素雰囲気下、第１６の中間体化合物である４－（アントラセン－９－イル）ナフタレン－１－イル　トリフルオロメタンスルホナート（３０．０ｇ）、フェニルボロン酸（１２．１ｇ）、Ｐｄ（ＰＰｈ$_3$）$_4$（２．３ｇ）、リン酸カリウム（２８．１ｇ）およびシュードクメン、ｔ－ブチルアルコールおよび水の混合溶媒１５０ｍｌ（シュードクメン／ｔ－ブチルアルコール／水＝８／１／１（容量比））をフラスコに入れて、５時間半還流した。加熱終了後に反応液を室温まで冷却し、水を加え反応を停止し、トルエンで抽出した。溶媒を減圧留去した後、シリカゲルカラムクロマトグラフィー（溶媒：ヘプタン／トルエン混合溶媒）で精製した。この際、「有機化学実験のてびき（１）－物質取扱法と分離精製法－」株式会社化学同人出版、９４頁に

記載の方法を参考にして、展開液中のトルエンの比率を徐々に増加させて目的物を溶出させた。溶媒を減圧留去して得られた粗製品をヘプタン、次いでメタノールで洗浄し、第１７の中間体化合物である９－（４－フェニルナフタレン－１－イル）アントラセン（２４．１ｇ）を得た。下記「反応２８」にそのスキームを示す。

[0246] [化94]

反応２８

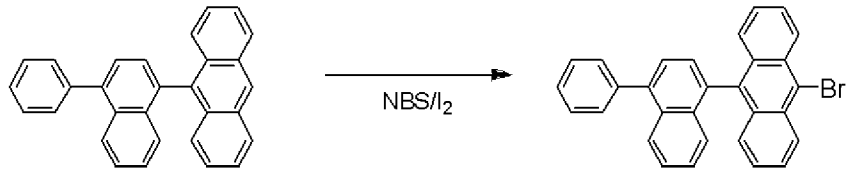


[0247] ＜９－ブロモ－１０－（４－フェニルナフチル－１－イル）アントラセンの合成＞

窒素雰囲気下、第１７の中間体化合物である９－（４－フェニルナフタレン－１－イル）アントラセン（２４．０ｇ）、Ｎ－ブロモスクシンイミド（ＮＢＳ）（１３．５ｇ）、ヨウ素（０．１ｇ）およびＴＨＦ（２００ｍｌ）をフラスコにいれて、室温で３時間半撹拌した。チオ硫酸ナトリウム水溶液を加え、反応を停止し、酢酸エチルで抽出した。次いで溶媒を減圧留去し、途中で析出する固体を吸引濾過にて採取した。得られた粗製品をメタノールで洗浄し、第１８の中間体化合物である９－ブロモ－１０－（４－フェニルナフチル－１－イル）アントラセン（２６．２ｇ）を得た。下記「反応２９」にそのスキームを示す。

[0248] [化95]

反応２９



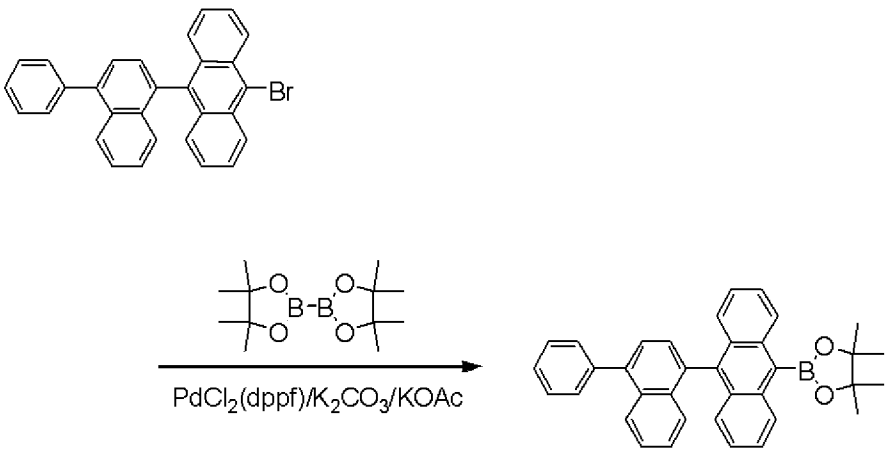
[0249] ＜４，４，５，５－テトラメチル－２－（１０－（４－フェニルナフタレン－１－イル）アントラセン－９－イル）－１，３，２－ジオキサボロランの

合成＞

窒素雰囲気下、第１８の中間体化合物である９－ブロモ－１０－（４－フェニルナフチル－１－イル）アントラセン（２６．０ｇ）、ビスピナコラートジボロン（１７．３ｇ）、ＰｄＣｌ$_2$（ｄｐｐｆ）（１．４ｇ）、炭酸カリウム（１５．６ｇ）、酢酸カリウム（１１．１ｇ）およびシクロペンチルメチルエーテル（２００ｍｌ）をフラスコに入れて、５時間還流した。反応液を室温まで冷却した後、トルエンを加え無機塩以外を溶解させ、吸引ろ過にて無機塩を除去した。溶媒を減圧留去し、得られた固体をヘプタンで洗浄後、シリカゲルショートカラム（溶媒：トルエン）により、着色成分を除去した。溶媒を減圧留去し、得られた油状物質にエタノールを加えることで再沈殿をさせ、第１９の中間体化合物である４，４，５，５－テトラメチル－２－（１０－（４－フェニルナフタレン－１－イル）アントラセン－９－イル）－１，３，２－ジオキサボロラン（２６．６ｇ）を得た。下記「反応３０」にそのスキームを示す。

[0250] [化96]

反応３０



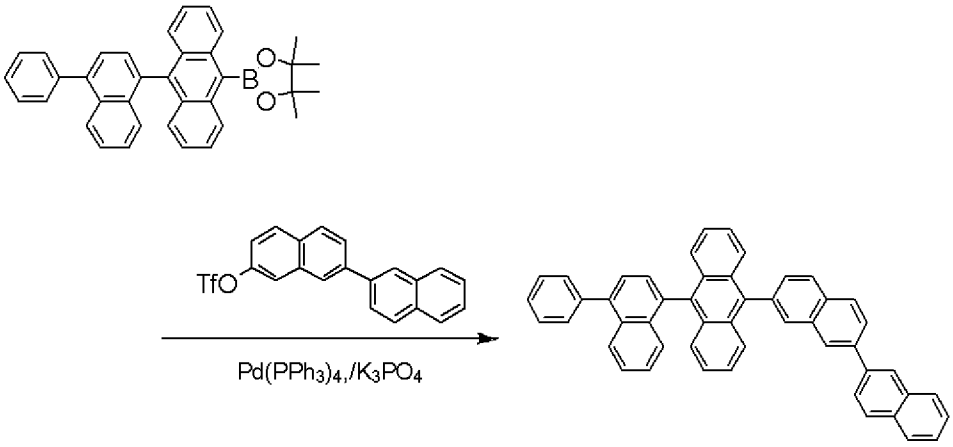
[0251] ＜２－（１０－（［２，２’－ビナフタレン］－７－イル）アントラセン－９－イル）トリフェニレンの合成＞

窒素雰囲気下、第１９の中間体化合物である４，４，５，５－テトラメチル－２－（１０－（４－フェニルナフタレン－１－イル）アントラセン－９－イル）－１，３，２－ジオキサボロラン（３．０ｇ）、［２，２’－ビナ

フタレン］－７－イル　トリフルオロメタンスルホナート（２．６ｇ）、Ｐｄ（ＰＰｈ$_3$）$_4$（０．３ｇ）、リン酸カリウム（２．５ｇ）およびトルエン、エタノールおよび水の混合溶媒２６ｍｌ（トルエン／エタノール／水＝８／４／１（容量比））をフラスコに入れて、２時間還流した。加熱終了後に反応液を室温まで冷却し、水およびトルエンを加え液した。溶媒を減圧留去した後、シリカゲルカラムクロマトグラフィー（溶媒：ヘプタン／トルエン＝４／１）で精製した。ここで得られた粗製品を酢酸エチルで洗浄することで、目的の式（１－１７２）で表される化合物である９－（［２，２’－ビナフタレン］－７－イル）－１０－（４－フェニルナフタレン－１－イル）アントラセン（１．７ｇ）を得た。下記「反応３１」にそのスキームを示す。

[0252] [化97]

反応３１

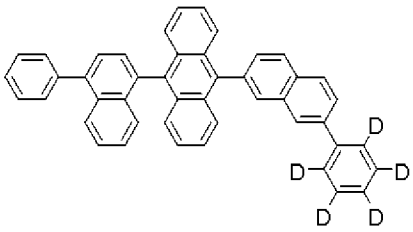


[0253] ＮＭＲ測定により目的化合物（１－１７２）の構造を確認した。

^{1}Ｈ－ＮＭＲ（ＣＤＣｌ$_3$）：δ＝８．２８（ｄ，１Ｈ）、８．２４（ｓ，１Ｈ）、８．１３～８．２０（ｍ，３Ｈ）、８．１０（ｄ，１Ｈ）、８．０４（ｄ，１Ｈ）、７．８８～８．０２（ｍ，４Ｈ）、７．８４（ｄ，２Ｈ）、７．６５～７．７６（ｍ，５Ｈ）、７．４９～７．６２（ｍ，７Ｈ）、７．４５（ｍ，１Ｈ）、７．２５－７．３７（ｍ，６Ｈ）．

[0254] ＜式（１－１８４）で表される化合物の合成例＞

[化98]



(1-184)

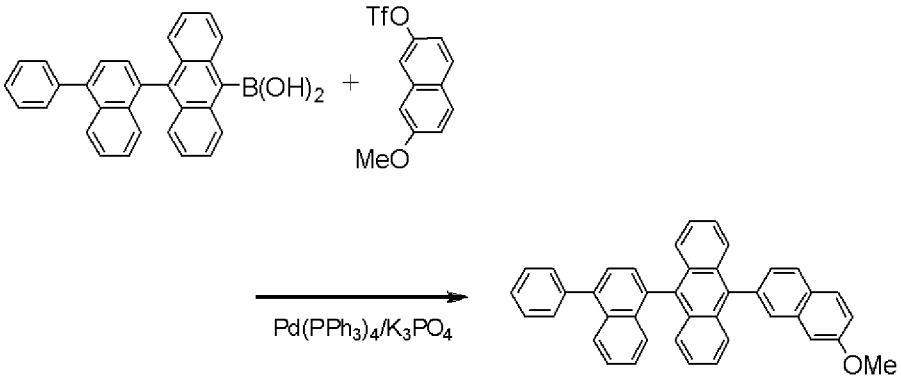
[0255] ＜９－（７－メトキシナフタレン－２－イル）－１０－（４－フェニルナフタレン－１－イル）アントラセンの合成＞

窒素雰囲気下、上記第１９の中間体化合物である４，４，５，５－テトラメチル－２－（１０－（４－フェニルナフタレン－１－イル）アントラセン－９－イル）－１，３，２－ジオキサボロラン（１０－（ナフタレン－１－イル）アントラセン－９－イル）ボロン酸（２３．０ｇ）、７－メトキシナフタレン－２－イル　トリフルオロメタンスルホナート（１８．０ｇ）、Ｐｄ（ＰＰｈ$_3$）$_4$（１．６ｇ）、リン酸カリウム（１９．３ｇ）およびシュードクメン、ＩＰＡおよび水の混合溶媒１２５ｍｌ（シュードクメン／ＩＰＡ／水＝２０／４／１（容量比））をフラスコに入れて、５時間還流した。加熱終了後、水およびトルエンを加え分液し、溶媒を減圧留去後に得られた固体をシリカゲルカラムクロマトグラフィー（溶媒：ヘプタン／トルエン＝１／１）で精製した。得られた粗製品を更にメタノールで洗浄し、第２０の中間体化合物である９－（７－メトキシナフタレン－２－イル）－１０－（４－フェニルナフタレン－１－イル）アントラセン（１６．３ｇ）を得た。下記「反応３２」にそのスキームを示す。

[0256]

[化99]

反応３２



[0257] ＜７－（１０－（４－フェニルナフタレン－１－イル）アントラセン－９－イル）ナフタレン－２－オールの合成＞

窒素雰囲気下、第２０の中間体化合物である９－（７－メトキシナフタレン－２－イル）－１０－（４－フェニルナフタレン－１－イル）アントラセン（１６．０）、ピリジン塩酸塩（１７．３ｇ）およびＮ－メチルピロリドン（３０ｍｌ）をフラスコに入れて、２００℃で８時間撹拌した。加熱終了後、１００℃以下まで冷却し、水およびトルエンを加え分液した。溶媒を減圧留去した後、シリカゲルカラムクロマトグラフィー（溶媒：トルエン）で精製し、第２１の中間体化合物である７－（１０－（４－フェニルナフタレン－１－イル）アントラセン－９－イル）ナフタレン－２－オール（１５．５ｇ）を得た。下記「反応３３」にそのスキームを示す。

[0258] [化100]

反応３３



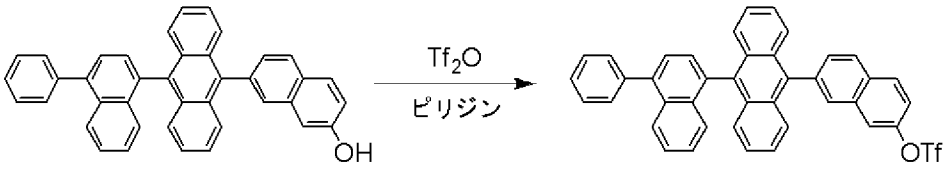
[0259] ＜７－（１０－（４－フェニルナフタレン－１－イル）アントラセン－９－イル）ナフタレン－２－イル　トリフルオロメタンスルホナートの合成＞

窒素雰囲気下、第２１の中間体化合物である７－（１０－（４－フェニルナフタレン－１－イル）アントラセン－９－イル）ナフタレン－２－オール

（１５．５ｇ）およびピリジン（１００ｍｌ）をフラスコに入れ、０℃まで冷却した後、トリフルオロメタンスルホン酸無水物（１６．９ｇ）をゆっくり滴下した。その後、室温で３時間攪拌した後。再び０℃まで冷却し、水を加え反応を停止し、トルエンで目的成分を抽出した。有機層を減圧濃縮した後、シリカゲルでカラム精製（溶媒：トルエン）を行い、得られた粗製品を更にヘプタンで洗浄することで、第２２の中間体化合物である７－（１０－（４－フェニルナフタレン－１－イル）アントラセン－９－イル）ナフタレン－２－イル　トリフルオロメタンスルホナート（１６．２ｇ）を得た。下記「反応３４」にそのスキームを示す。

[0260] [化101]

反応３４



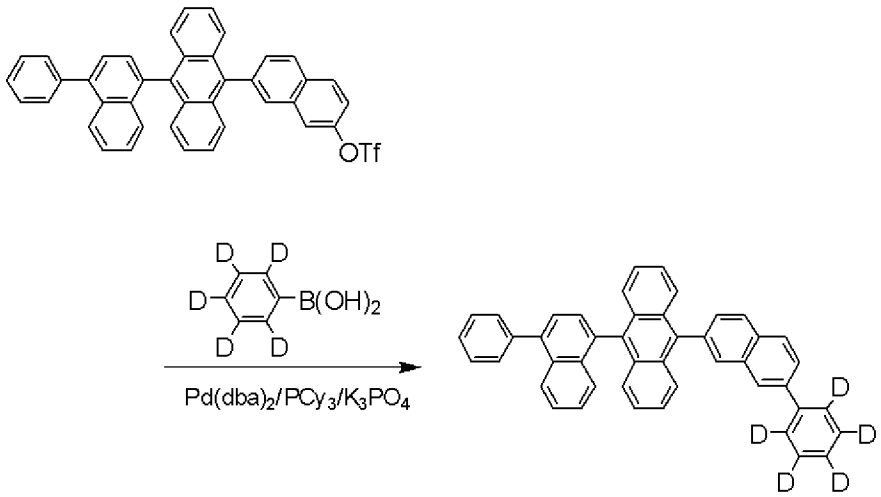
[0261] ＜９－（４－フェニルナフタレン－１－イル）－１０－（７－（［２，３，４，５，６－$^{2}H_{5}$］フェニル）ナフタレン－２－イル）アントラセンの合成＞

窒素雰囲気下、第２２の中間体化合物である７－（１０－（４－フェニルナフタレン－１－イル）アントラセン－９－イル）ナフタレン－２－イル　トリフルオロメタンスルホナート（３．５ｇ）、［２，３，４，５，６－$^{2}H_{5}$］フェニルボロン酸（１．０ｇ）、ビス（ジベンジリデンアセトン）パラジウム（０）（Ｐｄ（ｄｂａ）$_{2}$）（０．０３ｇ）、トリシクロヘキシルホスフィン（ＰＣｙ$_{3}$）（０．０３ｇ）、リン酸カリウム（２．３ｇ）およびトルエン、エタノールおよび水の混合溶媒２２ｍｌ（トルエン／エタノール／水＝９／１／１（容量比））をフラスコに入れて、３時間還流した。加熱終了後、反応液を室温まで冷却し、水およびトルエンを加え分液した。溶媒を減圧留去した後、シリカゲルカラムクロマトグラフィー（溶媒：ヘプタン／トルエン＝３／１（容量比））で精製し、目的の式（１－１８４）で表される化合物である９－（４－フェニルナフタレン－１－イル）－１０－（７－（［

２，３，４，５，６－$^{2}H_{5}$］フェニル）ナフタレン－２－イル）アントラセン（１．７ｇ）を得た。下記「反応３５」にそのスキームを示す。

[0262] [化102]

反応３５



[0263] ＮＭＲ測定により目的化合物（１－１８４）の構造を確認した。

^{1}Ｈ－ＮＭＲ（ＣＤＣｌ$_{3}$）：δ＝８．０８～８．１６（ｍ，５Ｈ）、７．８９（ｄ，１Ｈ）、７．８２（ｄ，２Ｈ）、７．６４～７．７３（ｍ，５Ｈ）、７．５６～７．６１（ｍ，４Ｈ）、７．５１（ｔ，１Ｈ）、７．４４（ｔ，１Ｈ）、７．２３－７．３５（ｍ，６Ｈ）．

[0264] 以下、本発明をさらに詳細に説明するために、本発明の化合物を用いた有機ＥＬ素子の実施例を示すが、本発明はこれらに限定されるものではない。

[0265] 実施例１および比較例１に係る素子を作製し、それぞれ、２０００ｃｄ／ｍ^{2}の輝度が得られる電流密度での定電流駆動試験における駆動開始電圧（Ｖ）、初期輝度の８０％（１６００ｃｄ／ｍ^{2}）以上の輝度を保持する時間（ｈｒ）の測定を行った。以下、実施例および比較例について詳細に説明する。

[0266] 作製した実施例１および比較例１に係る有機ＥＬ素子における、各層の材料構成を下記表１に示す。

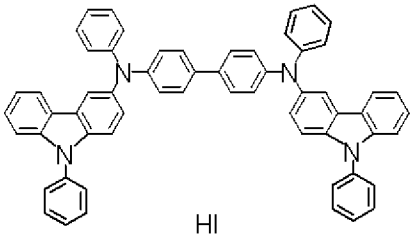
[表1]

	正孔注入層 (40nm)	正孔輸送層 (25nm)	発光層 (25nm)		電子輸送層 (25nm)	陰極 (1nm/100nm)
			ホスト	ドーパント		
実施例1	HI	NPD	化合物 (1-2)	BD1	ET1＋Liq	Liq/Al
比較例1	HI	NPD	BH1	BD1	ET1＋Liq	Liq/Al

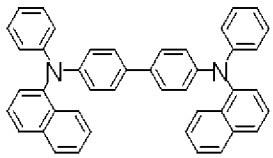
[0267] 表１において、「ＨＩ」はＮ[4]，Ｎ[4']－ジフェニル－Ｎ[4]，Ｎ[4']－ビス（９－フェニル－９Ｈ－カルバゾール－３－イル）－［１，１’－ビフェニル］－４，４’－ジアミン、「ＮＰＤ」はＮ，Ｎ’－ジフェニル－Ｎ，Ｎ’－ジナフチル－４，４’－ジアミノビフェニル、「ＢＨ１」は９－（６－（［１，１’－ビフェニル］－３－イル）ナフタレン－２－イル）－１０－フェニルアントラセン、「ＢＤ１」は７，７，Ｎ[5]，Ｎ[9]－テトラフェニル－Ｎ[5]，Ｎ[9]－ビス－（４－トリメチルシラニル－フェニル）－７Ｈ－ベンゾ〔ｃ〕フルオレン－５，９－ジアミン、「ＥＴ１」は２－（４－（９，１０－ジ（ナフタレン－２－イル）アントラセン－２－イル）－フェニル）－１－フェニル－１Ｈ－ベンゾ［ｄ］イミダゾール、そして「Ｌｉｑ」は８－キノリノールリチウムである。以下に化学構造を示す。

[0268]

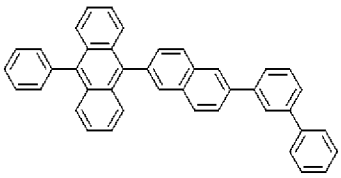
[化103]



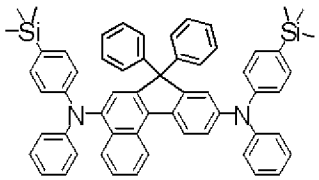
HI



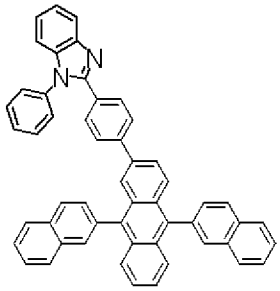
NPD



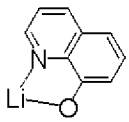
BH1



BD1



ET1



Liq

[0269] ＜実施例１＞

＜化合物（１－２）を発光層のホスト材料に用いた素子＞

スパッタリングにより１８０ｎｍの厚さに製膜したＩＴＯを１５０ｎｍまで研磨した、２６ｍｍ×２８ｍｍ×０．７ｍｍのガラス基板（（株）オプトサイエンス製）を透明支持基板とした。この透明支持基板を市販の蒸着装置（昭和真空（株）製）の基板ホルダーに固定し、ＨＩを入れたモリブデン製蒸着用ボート、ＮＰＤを入れたモリブデン製蒸着用ボート、本発明の化合物（１－２）を入れたモリブデン製蒸着用ボート、ＢＤ１を入れたモリブデン製蒸着用ボート、ＥＴ１を入れたモリブデン製蒸着用ボート、Ｌｉｑを入れたモリブデン製蒸着用ボートおよびアルミニウムを入れたタングステン製蒸着用ボートを装着した。

[0270] 透明支持基板のＩＴＯ膜の上に順次、下記各層を形成した。真空槽を５×

10^{-4}Ｐａまで減圧し、まず、ＨＩが入った蒸着用ボートを加熱して膜厚４０ｎｍになるように蒸着して正孔注入層を形成し、次いで、ＮＰＤが入った蒸着用ボートを加熱して膜厚２５ｎｍになるように蒸着して正孔輸送層を形成した。次に、化合物（１－２）が入った蒸着用ボートとＢＤ１の入った蒸着用ボートを同時に加熱して膜厚２５ｎｍになるように蒸着して発光層を形成した。化合物（１－２）とＢＤ１の重量比がおよそ９５対５になるように蒸着速度を調節した。次に、ＥＴ１の入った蒸着用ボートとＬｉｑの入った蒸着用ボートを同時に加熱して膜厚２５ｎｍになるように蒸着して電子輸送層を形成した。ＥＴ１とＬｉｑの重量比がおよそ１：１になるように蒸着速度を調節した。各層の蒸着速度は０．０１～１ｎｍ／秒であった。

[0271] その後、Ｌｉｑが入った蒸着用ボートを加熱して膜厚１ｎｍになるように０．０１～０．１ｎｍ／秒の蒸着速度で蒸着した。次いで、アルミニウム入りの蒸着用ボートを加熱して、膜厚１００ｎｍになるように０．０１～２ｎｍ／秒の蒸着速度でアルミニウムを蒸着することにより陰極を形成し、有機ＥＬ素子を得た。

[0272] ＩＴＯ電極を陽極、Ｌｉｑ／アルミニウム電極を陰極として、直流電圧を印加すると、波長約４６０ｎｍの青色発光が得られた。また、初期輝度２０００ｃｄ／m^2を得るための電流密度により、定電流駆動試験を実施したところ、駆動試験開始電圧は４．１６Ｖであり、初期輝度の８０％（１６００ｃｄ／m^2）以上の輝度を保持する時間は７２０時間であった。

[0273] ＜比較例１＞

発光層のホスト材料である化合物（１－２）をＢＨ１に替えた以外は実施例１に準じた方法で有機ＥＬ素子を得た。ＩＴＯ電極を陽極、Ｌｉｑ／アルミニウム電極を陰極として、初期輝度２０００ｃｄ／m^2を得るための電流密度により、定電流駆動試験を実施したところ、駆動試験開始電圧は４．３４Ｖで初期輝度の８０％（１６００ｃｄ／m^2）以上の輝度を保持する時間は４５５時間であった。

[0274] 以上の結果を表２にまとめた。

[表2]

	発光層のホスト材料	2000cd/m²発光時の駆動電圧（V）	輝度が初期輝度の80%以上を保持する時間（時間）
実施例１	化合物(1-2)	4.16	720
比較例１	ＢＨ１	4.34	455

[0275] 次に、実施例２～１１および比較例２～４に係る素子を作製し、それぞれ、２０００ｃｄ／ｍ²の輝度が得られる電流密度での定電流駆動試験における駆動開始電圧（Ｖ）、初期輝度の８０％（１６００ｃｄ／ｍ²）以上の輝度を保持する時間（ｈｒ）の測定を行った。以下、実施例および比較例について詳細に説明する。

[0276] 作製した実施例２～１１および比較例２～４に係る有機ＥＬ素子における、各層の材料構成を下記表３に示す。

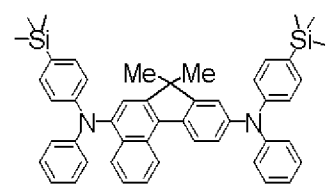
[表3]

	正孔注入層 (40nm)	正孔輸送層 (25nm)	発光層 (25nm)		電子輸送層 (20nm)	陰極 (1nm/100nm)
			ホスト	ドーパント		
実施例2	HI	NPD	化合物 (1-1)	BD2	ET2	Liq/Mg+Ag
実施例3	HI	NPD	化合物 (1-34)	BD2	ET2	Liq/Mg+Ag
実施例4	HI	NPD	化合物 (1-21)	BD2	ET2	Liq/Mg+Ag
実施例5	HI	NPD	化合物 (1-38)	BD2	ET2	Liq/Mg+Ag
実施例6	HI	NPD	化合物 (1-160)	BD2	ET2	Liq/Mg+Ag
実施例7	HI	NPD	化合物 (1-162)	BD2	ET2	Liq/Mg+Ag
実施例8	HI	NPD	化合物 (1-164)	BD2	ET2	Liq/Mg+Ag
実施例9	HI	NPD	化合物 (1-172)	BD2	ET2	Liq/Mg+Ag
実施例10	HI	NPD	化合物 (1-117)	BD2	ET2	Liq/Mg+Ag
実施例11	HI	NPD	化合物 (1-184)	BD2	ET2	Liq/Mg+Ag
比較例2	HI	NPD	BH1	BD2	ET2	Liq/Mg+Ag
比較例3	HI	NPD	BH2	BD2	ET2	Liq/Mg+Ag
比較例4	HI	NPD	BH3	BD2	ET2	Liq/Mg+Ag

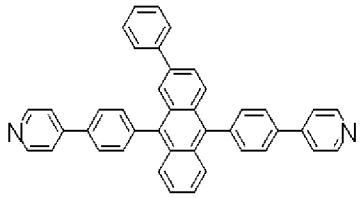
[0277] 表３において、「ＢＤ２」は７，７－ジメチル－Ｎ^{5}，Ｎ^{9}－ジフェニル－Ｎ^{5}，Ｎ^{9}－ビス－（４－トリメチルシラニル－フェニル）－７Ｈ－ベンゾ〔ｃ〕フルオレン－５，９－ジアミン、「ＥＴ２」は４，４’－（（２－フェニルアントラセン－９，１０－ジイル）ビス（４，１－フェニレン））ジピリジン、「ＢＨ２」は９－（［２，２’－ビナフタレン］－６－イル）－１０－フェニルアントラセン、「ＢＨ３」は９－フェニル－１０－（６－フェ

ニルナフタレン－２－イル）アントラセンである。以下に化学構造を示す。

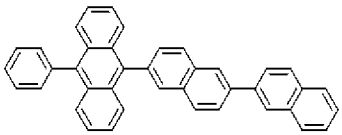
[0278] [化104]



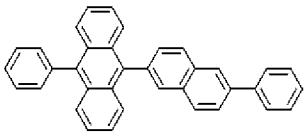
BD2



ET2



BH2



BH3

[0279] ＜実施例２＞

＜化合物（１－１）を発光層のホスト材料に用いた素子＞

スパッタリングにより１８０ｎｍの厚さに製膜したＩＴＯを１５０ｎｍまで研磨した、２６ｍｍ×２８ｍｍ×０．７ｍｍのガラス基板（（株）オプトサイエンス製）を透明支持基板とした。この透明支持基板を市販の蒸着装置（昭和真空（株）製）の基板ホルダーに固定し、ＨＩを入れたモリブデン製蒸着用ボート、ＮＰＤを入れたモリブデン製蒸着用ボート、化合物（１－１）を入れたモリブデン製蒸着用ボート、ＢＤ２を入れたモリブデン製蒸着用ボート、ＥＴ２を入れたモリブデン製蒸着用ボート、Ｌｉｑを入れたモリブデン製蒸着用ボート、マグネシウムを入れたモリブデンボートおよび銀を入れたタングステン製蒸着用ボートを装着した。

[0280] 透明支持基板のＩＴＯ膜の上に順次、下記各層を形成した。真空槽を５×10^{-4}Ｐａまで減圧し、まず、ＨＩが入った蒸着用ボートを加熱して膜厚４０ｎｍになるように蒸着して正孔注入層を形成し、次いで、ＮＰＤが入った蒸着用ボートを加熱して膜厚２５ｎｍになるように蒸着して正孔輸送層を形成した。次に、化合物（１－１）が入った蒸着用ボートとＢＤ２の入った蒸着用ボートを同時に加熱して膜厚２５ｎｍになるように蒸着して発光層を形成した。化合物（１－１）とＢＤ２の重量比がおよそ９５対５になるように

蒸着速度を調節した。次に、ＥＴ２の入った蒸着用ボートを加熱して膜厚２０ｎｍになるように蒸着して電子輸送層を形成した。各層の蒸着速度は０．０１～１ｎｍ／秒であった。

[0281] その後、Ｌｉｑが入った蒸着用ボートを加熱して膜厚１ｎｍになるように０．０１～０．１ｎｍ／秒の蒸着速度で蒸着した。次いで、マグネシウムの入ったボートと銀の入ったボートを同時に加熱して膜厚１００ｎｍになるように蒸着して陰極を形成した。この時、マグネシウムと銀の原子数比が１０対１となるように蒸着速度を調節し、蒸着速度が０．１～１０ｎｍ／秒になるように陰極を形成し有機電界発光素子を得た。

[0282] ＩＴＯ電極を陽極、マグネシウム／銀電極を陰極として、直流電圧を印加すると、波長約４６０ｎｍの青色発光が得られた。また、初期輝度２０００ｃｄ／ｍ^{2}を得るための電流密度により、定電流駆動試験を実施したところ、駆動試験開始電圧は４．０３Ｖで、初期輝度の８０％（１６００ｃｄ／ｍ^2）以上の輝度を保持する時間は２３５時間であった。

[0283] ＜実施例３＞

発光層のホスト材料である化合物（１－１）を化合物（１－３４）に替えた以外は実施例２に準じた方法で有機ＥＬ素子を得た。ＩＴＯ電極を陽極、Ｌｉｑ／アルミニウム電極を陰極として、初期輝度２０００ｃｄ／ｍ^{2}を得るための電流密度により、定電流駆動試験を実施したところ、駆動試験開始電圧は３．９３Ｖで初期輝度の８０％（１６００ｃｄ／ｍ^2）以上の輝度を保持する時間は２７６時間であった。

[0284] ＜実施例４＞

発光層のホスト材料である化合物（１－１）を化合物（１－２１）に替えた以外は実施例２に準じた方法で有機ＥＬ素子を得た。ＩＴＯ電極を陽極、Ｌｉｑ／アルミニウム電極を陰極として、初期輝度２０００ｃｄ／ｍ^{2}を得るための電流密度により、定電流駆動試験を実施したところ、駆動試験開始電圧は４．０３Ｖで初期輝度の８０％（１６００ｃｄ／ｍ^2）以上の輝度を保持する時間は２６５時間であった。

[0285] ＜実施例５＞

発光層のホスト材料である化合物（１－１）を化合物（１－３８）に替えた以外は実施例２に準じた方法で有機ＥＬ素子を得た。ＩＴＯ電極を陽極、Ｌｉｑ／アルミニウム電極を陰極として、初期輝度２０００ｃｄ／ｍ²を得るための電流密度により、定電流駆動試験を実施したところ、駆動試験開始電圧は３．７０Ｖで初期輝度の８０％（１６００ｃｄ／ｍ²）以上の輝度を保持する時間は２３５時間であった。

[0286] ＜実施例６＞

発光層のホスト材料である化合物（１－１）を化合物（１－１６０）に替えた以外は実施例２に準じた方法で有機ＥＬ素子を得た。ＩＴＯ電極を陽極、Ｌｉｑ／アルミニウム電極を陰極として、初期輝度２０００ｃｄ／ｍ²を得るための電流密度により、定電流駆動試験を実施したところ、駆動試験開始電圧は３．９８Ｖで初期輝度の８０％（１６００ｃｄ／ｍ²）以上の輝度を保持する時間は２２８時間であった。

[0287] ＜実施例７＞

発光層のホスト材料である化合物（１－１）を化合物（１－１６２）に替えた以外は実施例２に準じた方法で有機ＥＬ素子を得た。ＩＴＯ電極を陽極、Ｌｉｑ／アルミニウム電極を陰極として、初期輝度２０００ｃｄ／ｍ²を得るための電流密度により、定電流駆動試験を実施したところ、駆動試験開始電圧は４．１５Ｖで初期輝度の８０％（１６００ｃｄ／ｍ²）以上の輝度を保持する時間は２６３時間であった。

[0288] ＜実施例８＞

発光層のホスト材料である化合物（１－１）を化合物（１－１６４）に替えた以外は実施例２に準じた方法で有機ＥＬ素子を得た。ＩＴＯ電極を陽極、Ｌｉｑ／アルミニウム電極を陰極として、初期輝度２０００ｃｄ／ｍ²を得るための電流密度により、定電流駆動試験を実施したところ、駆動試験開始電圧は３．６７Ｖで初期輝度の８０％（１６００ｃｄ／ｍ²）以上の輝度を保持する時間は２７１時間であった。

[0289] ＜実施例９＞

発光層のホスト材料である化合物（１－１）を化合物（１－１７２）に替えた以外は実施例２に準じた方法で有機ＥＬ素子を得た。ＩＴＯ電極を陽極、Ｌｉｑ／アルミニウム電極を陰極として、初期輝度２０００ｃｄ／ｍ²を得るための電流密度により、定電流駆動試験を実施したところ、駆動試験開始電圧は３．８２Ｖで初期輝度の８０％（１６００ｃｄ／ｍ²）以上の輝度を保持する時間は２６１時間であった。

[0290] ＜実施例１０＞

発光層のホスト材料である化合物（１－１）を化合物（１－１１７）に替えた以外は実施例２に準じた方法で有機ＥＬ素子を得た。ＩＴＯ電極を陽極、Ｌｉｑ／アルミニウム電極を陰極として、初期輝度２０００ｃｄ／ｍ²を得るための電流密度により、定電流駆動試験を実施したところ、駆動試験開始電圧は４．３０Ｖで初期輝度の８０％（１６００ｃｄ／ｍ²）以上の輝度を保持する時間は２７５時間であった。

[0291] ＜実施例１１＞

発光層のホスト材料である化合物（１－１）を化合物（１－１８４）に替えた以外は実施例２に準じた方法で有機ＥＬ素子を得た。ＩＴＯ電極を陽極、Ｌｉｑ／アルミニウム電極を陰極として、初期輝度２０００ｃｄ／ｍ²を得るための電流密度により、定電流駆動試験を実施したところ、駆動試験開始電圧は４．２１Ｖで初期輝度の８０％（１６００ｃｄ／ｍ²）以上の輝度を保持する時間は２３１時間であった。

[0292] ＜比較例２＞

発光層のホスト材料である化合物（１－１）をＢＨ１に替えた以外は実施例２に準じた方法で有機ＥＬ素子を得た。ＩＴＯ電極を陽極、Ｌｉｑ／アルミニウム電極を陰極として、初期輝度２０００ｃｄ／ｍ²を得るための電流密度により、定電流駆動試験を実施したところ、駆動試験開始電圧は４．７８Ｖで初期輝度の８０％（１６００ｃｄ／ｍ²）以上の輝度を保持する時間は１７８時間であった。

[0293] ＜比較例３＞

発光層のホスト材料である化合物（１－１）をＢＨ２に替えた以外は実施例２に準じた方法で有機ＥＬ素子を得た。ＩＴＯ電極を陽極、Ｌｉｑ／アルミニウム電極を陰極として、初期輝度２０００ｃｄ／ｍ²を得るための電流密度により、定電流駆動試験を実施したところ、駆動試験開始電圧は４．３５Ｖで初期輝度の８０％（１６００ｃｄ／ｍ²）以上の輝度を保持する時間は１８９時間であった。

[0294] ＜比較例４＞

発光層のホスト材料である化合物（１－１）をＢＨ３に替えた以外は実施例２に準じた方法で有機ＥＬ素子を得た。ＩＴＯ電極を陽極、Ｌｉｑ／アルミニウム電極を陰極として、初期輝度２０００ｃｄ／ｍ²を得るための電流密度により、定電流駆動試験を実施したところ、駆動試験開始電圧は４．６４Ｖで初期輝度の８０％（１６００ｃｄ／ｍ²）以上の輝度を保持する時間は１７１時間であった。

[0295] 以上の結果を表４にまとめた。

[表4]

	発光層のホスト材料	2000cd/m²発光時の駆動電圧（V）	輝度が初期輝度の80%以上を保持する時間（時間）
実施例２	化合物(1-1)	4.03	235
実施例３	化合物(1-34)	3.93	276
実施例４	化合物(1-21)	4.03	265
実施例５	化合物(1-38)	3.70	235
実施例６	化合物(1-160)	3.98	228
実施例７	化合物(1-162)	4.15	263
実施例８	化合物(1-164)	3.67	271
実施例９	化合物(1-172)	3.82	261
実施例10	化合物(1-117)	4.30	275
実施例11	化合物(1-184)	4.21	231
比較例２	ＢＨ１	4.78	178
比較例３	ＢＨ２	4.35	189
比較例４	ＢＨ３	4.64	171

産業上の利用可能性

[0296] 本発明の好ましい態様によれば、発光効率および素子寿命が優れた有機電界発光素子、それを備えた表示装置およびそれを備えた照明装置などを提供することができる。

符号の説明

[0297] １００ 有機電界発光素子

１０１ 基板

１０２ 陽極

１０３ 正孔注入層

１０４ 正孔輸送層

１０５　発光層

１０６　電子輸送層

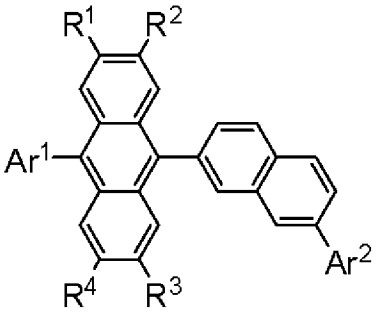
１０７　電子注入層

１０８　陰極

請求の範囲

［請求項1］ 下記一般式（１）で表される化合物。

［化1］



(1)

式（１）中、

Ａｒ[1]は、置換されていてもよい、炭素数１０～３０のアリールであり、

Ａｒ[2]は、置換されていてもよい、炭素数６～３０のアリールであり、

Ｒ[1]～Ｒ[4]は、それぞれ独立して、水素または炭素数１～４のアルキルであり、そして、

式（１）で表される化合物における少なくとも１つの水素が重水素で置換されていてもよい。

［請求項2］ Ａｒ[1]は、ナフチル、ビフェニリル、ビナフチル、テルフェニリル、クアテルフェニリル、ナフチルフェニル、フェニルナフチル、フェナントリル、フェナントリルフェニル、クリセニル、ピレニルフェニルまたはトリフェニレニルであり、これらは炭素数１～１２のアルキルまたは炭素数３～１２のシクロアルキルで置換されていてもよく、

Ａｒ[2]は、フェニル、ナフチル、ビフェニリル、ビナフチル、テルフェニリル、クアテルフェニリル、ナフチルフェニル、フェニルナフチル、フェナントリル、フェナントリルフェニル、クリセニル、ピレニルフェニルまたはトリフェニレニルであり、これらは炭素数１～１２のアルキルまたは炭素数３～１２のシクロアルキルで置換されていてもよく、

R^1～R^4は、それぞれ独立して、水素、メチル、イソプロピルまたはｔ－ブチルであり、そして、

式（１）で表される化合物における少なくとも１つの水素が重水素で置換されていてもよい、

請求項１に記載の化合物。

[請求項3] Ar^1は、１－ナフチル、２－ナフチル、２－ビフェニリル、３－ビフェニリル、４－ビフェニリル、４－フェニル－１－ナフチル、ｍ－テルフェニル－５’－イル、フェナントレン－９－イルまたはトリフェニレン－２－イルであり、

Ar^2は、フェニル、１－ナフチル、２－ナフチル、２－ビフェニリル、３－ビフェニリル、４－ビフェニリル、ｍ－テルフェニル－５’－イル、４－（ナフタレン－１－イル）フェニル、４－（ナフタレン－２－イル）フェニル、フェナントレン－９－イルまたはトリフェニレン－２－イルであり、

R^1～R^4は、水素であり、そして、

式（１）で表される化合物における少なくとも１つの水素が重水素で置換されていてもよい、

請求項１または２に記載の化合物。

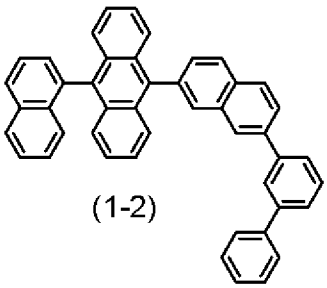
[請求項4] Ar^1は、１－ナフチル、２－ビフェニリル、３－ビフェニリル、４－ビフェニリル、４－フェニル－１－ナフチル、ｍ－テルフェニル－５’－イル、フェナントレン－９－イルまたはトリフェニレン－２－イルであり、そして、

Ar^2における少なくとも１つの水素が重水素で置換されていてもよい、

請求項３に記載の化合物。

[請求項5] 下記式（１－２）で表される化合物。

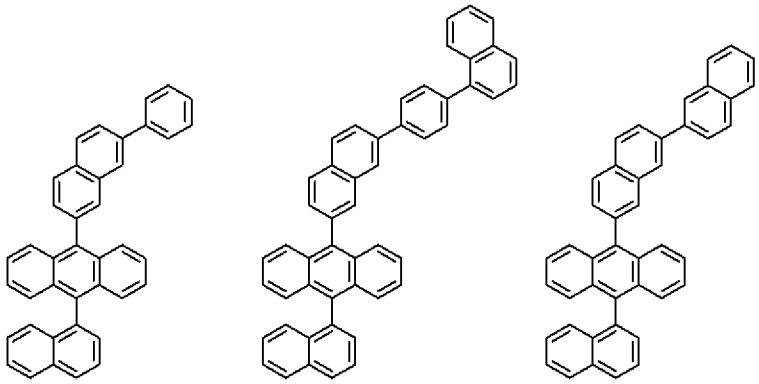
［化2］



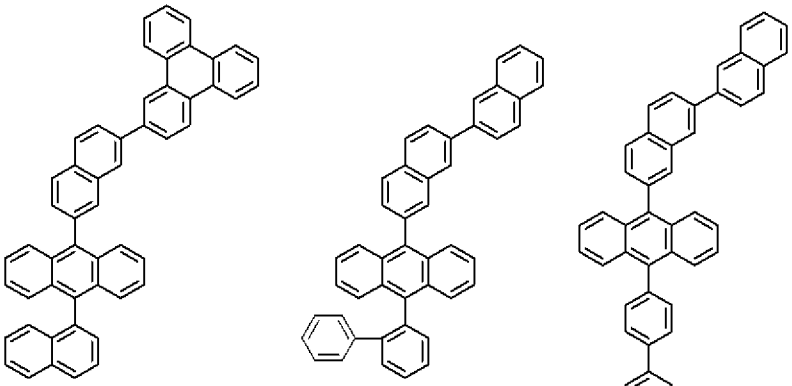
(1-2)

［請求項6］ 下記式（１－１）、式（１－２１）、式（１－３４）、式（１－３８）、式（１－１１７）または式（１－１２９）で表される化合物。

［化3］



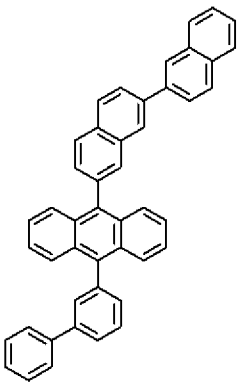
(1-1) (1-21) (1-34)



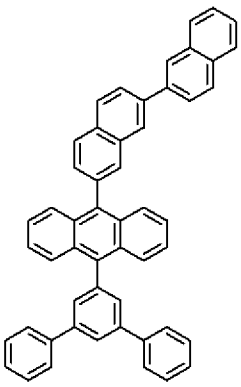
(1-38) (1-117) (1-129)

［請求項7］ 下記式（１－１６０）、式（１－１６２）、式（１－１６４）、式（１－１６６）、式（１－１７２）または式（１－１８４）で表される化合物。

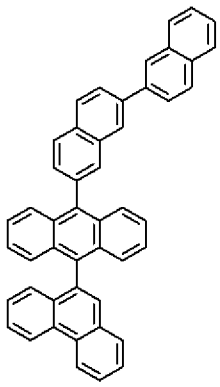
［化4］



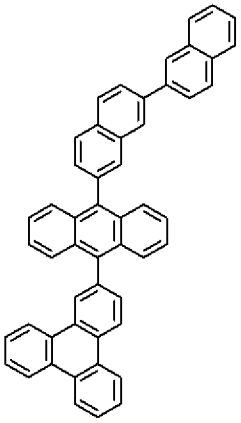
(1-160)



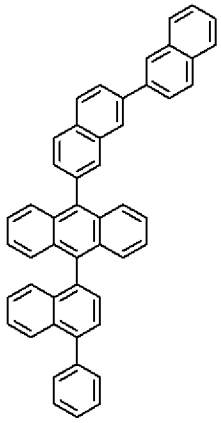
(1-162)



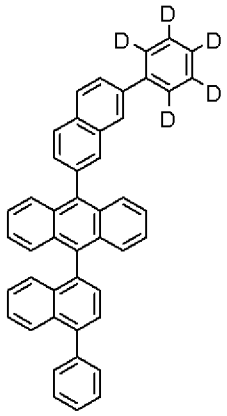
(1-164)



(1-166)



(1-172)



(1-184)

［請求項8］ 請求項１～７のいずれかに記載の化合物で表される発光層用材料。

［請求項9］ 陽極および陰極からなる一対の電極と、該一対の電極間に配置され、請求項８に記載する発光層用材料を含有する発光層とを有する、有機電界発光素子。

［請求項10］ 前記発光層に、スチルベン構造を有するアミン、芳香族アミン誘導体およびクマリン誘導体からなる群から選択される少なくとも１つを含有する、請求項９に記載する有機電界発光素子。

［請求項11］ さらに、前記陰極と前記発光層との間に配置された電子輸送層および／または電子注入層を有し、該電子輸送層および電子注入層の少なくとも１つは、キノリノール系金属錯体、ピリジン誘導体、フェナントロリン誘導体、ボラン誘導体およびベンゾイミダゾール誘導体からなる群から選択される少なくとも１つを含有する、請求項９または１

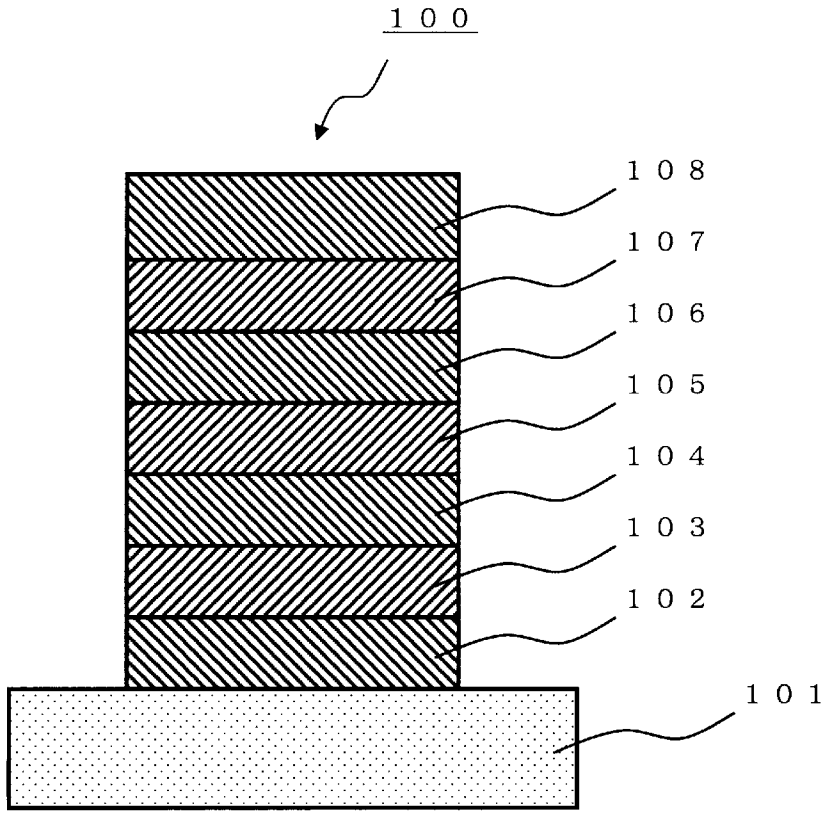
０に記載する有機電界発光素子。

[請求項12] 前記電子輸送層および電子注入層の少なくとも１つは、さらに、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、アルカリ金属の酸化物、アルカリ金属のハロゲン化物、アルカリ土類金属の酸化物、アルカリ土類金属のハロゲン化物、希土類金属の酸化物、希土類金属のハロゲン化物、アルカリ金属の有機錯体、アルカリ土類金属の有機錯体および希土類金属の有機錯体からなる群から選択される少なくとも１つを含有する、請求項１１に記載の有機電界発光素子。

[請求項13] 請求項９～１２のいずれかに記載する有機電界発光素子を備えた表示装置。

[請求項14] 請求項９～１２のいずれかに記載する有機電界発光素子を備えた照明装置。

[図1]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2012/051640

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
C07C15/20(2006.01)i, *C07F1/02*(2006.01)i, *C09K11/06*(2006.01)i, *H01L51/50*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
C07C15/20, C07F1/02, C09K11/06, H01L51/50

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
CA/REGISTRY(STN)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X	KR 10-2011-0076376 A (SFC Ltd.), 06 July 2011 (06.07.2011), example 4; compound H64 (Family: none)	1-14
A	JP 2009-33146 A (Mitsubishi Chemical Corp.), 12 February 2009 (12.02.2009), claims 1 to 11; paragraph [0251] (Family: none)	1-14
A	US 2009/0230855 A1 (Myeong-suk KIM et al.), 17 September 2009 (17.09.2009), claims 1 to 20; formulae 4, 10, 15, 19 & KR 10-2009-0098588 A	1-14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
24 February, 2012 (24.02.12)	06 March, 2012 (06.03.12)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2012/051640

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2009/0206740 A1 (Samsung Mobile Display Co., Ltd.), 20 August 2009 (20.08.2009), claims 1 to 18 & KR 10-2009-0082777 A	1-14
A	WO 2010/099534 A2 (E. I. DU PONT DE NEMOURS AND CO.), 02 September 2010 (02.09.2010), claims 1 to 26 & US 2011/0037057 A1	1-14
A	JP 2009-177128 A (Samsung Mobile Display Co., Ltd.), 06 August 2009 (06.08.2009), claims 1 to 16 & US 2009/0189521 A1 & EP 2083459 A1 & KR 10-2009-0082778 A & CN 101499517 A	1-14
A	WO 2010/137678 A1 (Chisso Corp.), 02 December 2010 (02.12.2010), claims 1 to 26 (Family: none)	1-14
A	KR 10-2009-0052774 A (LG CHEMICAL LTD.), 26 May 2009 (26.05.2009), claims 1 to 9 (Family: none)	1-14
A	KR 10-2009-0107209 A (DONGWOOFINE CHEM. CO., LTD.), 13 October 2009 (13.10.2009), claims 1 to 10 (Family: none)	1-14
A	WO 2010/114256 A2 (DOW ADVANCED DISPLAY MATERIALS, LTD.), 07 October 2010 (07.10.2010), claims 1 to 8 & KR 10-2010-0109050 A	1-14

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１２／０５１６４０

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C07C15/20(2006.01)i, C07F1/02(2006.01)i, C09K11/06(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C07C15/20, C07F1/02, C09K11/06, H01L51/50

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１２年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

CA/REGISTRY(STN)

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Ｐ，Ｘ	KR 10-2011-0076376 A (SFC Ltd.) 2011.07.06, 実施例４，化合物Ｈ６４（ファミリーなし）	１－１４
Ａ	JP 2009-33146 A (三菱化学株式会社) 2009.02.12, 請求項１－１１，段落【０２５１】（ファミリーなし）	１－１４
Ａ	US 2009/0230855 A1 (Myeong-suk KIM et al.) 2009.09.17, Claims 1-20, Formula 4,10,15,19 & KR 10-2009-0098588 A	１－１４

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 ２４．０２．２０１２	国際調査報告の発送日 ０６．０３．２０１２
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　４Ｈ　４１５９ 今井　周一郎 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４４３

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	US 2009/0206740 A1 (Samsung Mobile Display Co., Ltd.) 2009.08.20, Claims 1-18 & KR 10-2009-0082777 A	１－１４
A	WO 2010/099534 A2 (E. I. DU PONT DE NEMOURS AND COMPANY) 2010.09.02, Claims 1-26 & US 2011/0037057 A1	１－１４
A	JP 2009-177128 A（三星モバイルディスプレイ株式會社) 2009.08.06, 請求項１－１６ & US 2009/0189521 A1 & EP 2083459 A1 & KR 10-2009-0082778 A & CN 101499517 A	１－１４
A	WO 2010/137678 A1（チッソ株式会社）2010.12.02, 請求項１－２６（ファミリーなし）	１－１４
A	KR 10-2009-0052774 A (LG CHEMICAL LTD.) 2009.05.26, Claims 1-9（ファミリーなし）	１－１４
A	KR 10-2009-0107209 A (DONGWOOFINE CHEM. CO., LTD.) 2009.10.13, Claims 1-10（ファミリーなし）	１－１４
A	WO 2010/114256 A2 (DOW ADVANCED DISPLAY MATERIALS, LTD.) 2010.10.07, Claims 1-8 & KR 10-2010-0109050 A	１－１４